

平成13年度

高齢者・障害者等用情報通信機器等開発

－高齢者のIT利用特性データベース構築等基盤設備整備事業－

成 果 報 告 書

平成14年2月

(財) ニューメディア開発協会
社団法人 人間生活工学研究センター

平成13年度 高齢者のIT利用特性データベース

構築等基盤設備整備事業報告書目次

(ITバリアフリープロジェクト報告書)

序 文	1
第1部 研究開発の概要	4
第1章 本書の活用方法	4
第2章 プロジェクトの目的	5
第3章 プロジェクトの全体概要	5
第4章 平成13年度実施概要	9
第5章 実施スケジュール	16
第6章 事業実施体制	16
第2部 高齢者のIT機器利用実態と問題点	18
第1章 IT機器UI評価実験参加者の属性	18
第2章 IT機器の利用に関する問題点	30
2.1 広汎なIT機器の利用に関する問題点	30
2.2 IT機器に対するUI評価	44
2.3 携帯電話の利用に関する問題点	61
2.4 高齢者のIT機器に対するメンタルモデルに関する問題点	66
第3章 入力デバイスの利用に関する問題点	79
3.1 キーボード入力	79
3.2 マウス入力	101
3.3 タッチパネル入力	116
3.4 音声入力	135
3.5 視線入力	152
第3部 認知・知覚・運動適合性に関する計測及び指標化手法の確立	177
第1章 操作適合性(キー入力)	177
第2章 知覚適合性(ディスプレイ及び印刷物上の表示文字)	187
第3章 認知適合性	193
3.1 注意力	193
3.2 記憶力	218
3.3 照合・探索力	227
3.4 事象関連電位	243
第4部 データベースの構想等とそのデータベースの活用方法	263
第1章 データベースの構想	263
第2章 データベースへの格納データ	268
第3章 デザインへの応用方法(設計指針例)	312
各部付録(実験参加者の属性に関する解析例)	325

以上

序 文

高齢社会を迎えた。人口の1／4を占めることになると言われる高齢者の大部分は、元気で少しだけ不自由な人達である。この人達がいつまでも健康で、やる気を出して社会に活気を与えるためには、国全体が沈滞してしまう。先進高齢国にはそのような例が見られるが、我が国も沈滞すべきだと考える人はいないと思う。ハイテクと情報化社会の中で、高齢者は自分の生活を生き、また他の世代とのコミュニケーションに元気を出さなければならない。社会の安定な継続を図るために、高齢者と若い世代のコミュニケーションが重要である。そのため高齢者は、ハイテク機器や情報システムを、若い世代に負けずに駆使する必要がある。

ハイテク機器や情報端末は、元々伝統的な生活の中に存在しなかったものであるから、高齢者は一般に違和感を持つ。機械に対するとき、高齢者の態度は様々である。好奇心に満ち積極的な人、無関心の人、逃げる人などいくつかのタイプに分けられる。しかし多くの高齢者は、ATMやメールの操作に戸惑い、引き気味になる。年金生活に入った高齢者は、気が向かないことにまで自らを鼓舞して対面しようという気はなかなか起きない。「仕方がないから機械を使う」のが本音である。若い人が新しい機器や機能に魅力を感じ、前向きになるのとちょうど同じくらいに、高齢者は一般に後ろ向きの感情を持つ。

感情的な嫌悪感は、時代や世代の変化とともに解消すると考えられる。いっぽう「機械嫌い」の根底には、「使いにくい」という事情がしばしば存在する。両者はまったく別の問題である。現在の機械が、高齢者の特性に適合し使いやすいと思う人はいないだろう。暗い場所で携帯電話の小さなキーを操作することは、高齢者にとって至難の業である。高齢者が元気を出して社会を支えるべきであるのなら、社会のすべての仕組みを高齢者向きに設計しなおすべきであるし、長年社会の為に尽くしてきた高齢者としては、そのように要求してしかるべきである。

最近の経済情勢や行政改革の結果として、「緊急の問題に限って力を入れよう」とか、「元気な高齢者は面倒を見なくてよい」、「市場が大きければ民間が手を出す」などという極めて短絡的な論理が見られるが、それはとんでもない誤りである。高齢者が元気を失って社会に世話をしてもらうことを選べばどのようなことになるのか、国際競争の場でユーザの特性に合わせず使いにくい製品を持ち出して対等にやれるのか、といった場面を考えれば、元気な高齢者こそが社会の基盤であり、技術を駆使して大事に支えるべきであることがわかる。

高齢者の特性についての知識は、いわゆる福祉機器の設計者だけでなく、あらゆる生活機器の設計に必要なことである。設計者はこれによって「底力」を付けることができる。しかし高齢者特性についての深い知識までをものにするのは簡単でない。また日常生活の中で我々が出会う場面は実に多様で、すべての場合について精密なデータを得ることは不可能である。その観点から私は、「広く、浅く、早く」知識を世の中に広めるべきだと主張している。これは国主導の作業でやらなければできない仕事である。

特性に適合した設計をすれば、高齢者が気持ちよく機械を使える。これは、元気、やる気につながり、社会に活気を与える。その意味では、今回の作業のように情報機器に限定するのではなく、あらゆる機械文明環境と人間の関係について、広く一般的に考察し理解すべきである。また人間の特性は感覚、運動などと分解して考えるべき面もあるが、標識を見て判断し行動を起こすとい

うように、知覚・判断・選択・行動などと人間全体の総合的特性、行動が大事な場合もある。広く様々な視点から高齢者の特性について検討すべきである。

さて今回の作業の目的は、情報機器に対面した高齢者の特性として、現在の社会と技術において問題になることは何か、基本的な特性として考慮すべきことは何かなどについて、方法論、基礎データといったアプローチを示し、大規模データベースに向かっての第一歩を示すことである。また人間生活工学研究センターでの人間特性データベースの将来構想にもつながるものである。今の世の中では、あらゆる機械が情報機器だと言える。しかし今回の作業は、主に高齢者が必要に迫られて、ATMなど普通の意味での情報端末を使う気になり、情報や指令をやりとりする場面を想定している。高齢者が端末の向こうにある機械本体の動作や機能について、どの程度理解しているかも重要である。

高齢者が情報機器の動作・機能についてどのように理解しているか、現状および近未来の情報端末をどのように理解し操作するか、情報機器操作に関連する記憶、注意、判断などの基本的特性、高齢者に関する総合的データベースの構想などが、この報告書の主な内容である。しかし本来大規模なデータベースとなるべき作業を、2年程度の作業で完成させることは不可能に近い。ここでは高齢者の特性についての様々な視点から、代表的あるいは例題として価値あると思われる問題を取り上げ、測定と解析を試みた。検討は第一歩の未熟な段階にあり、問題によって単なる方法論の提示に終わったというに近いもの、あるいは基礎データとして充分参考になるものなど、様々なレベルの結果が混在している。第一歩として意義のある作業ではあるが、高齢者特性に関して必要なデータが、正確にすべて集積されているなどと誤解しないでいただきたい。

被験者として良い高齢者集団を得ることは、極めて重要であり、かつ困難である。高齢者は精神的にも身体的にも多様である。「75歳の標準的高齢者」などというものは存在しない。また気負いなどのために、自然なデータを得るのが困難な場合が少なくない。私は平均だけでなく、広がりを知ることが大事だと思っている。多数の被験者を得ること、また測定上の負担が大きいことがあり、今回の作業では高齢者、中年者、若年者の3層別で、合計88名の人々に被験者をお願いするのが精一杯であった。被験者はこの実験に関して説明を受け、充分理解をし、協力する意欲の充分な人々である。その意味で集団には偏りがあるかもしれない。将来例数を増やしていくことで、偏りを解消しなければならない。

ただこの被験者集団に関しては、背景データを完備し、原則としてすべての計測に参加していただいた。従って、個人別に属性・特性についての相関を調べることが可能である。プライバシーの問題があるので、だれでも簡単に自由にはアクセスできないが、将来の研究に備えて、原データが保存してある。

今回の作業では各項目について各方面の専門家に御協力をいただいた。この種の現実指向の作業について慣れた方々とは限らず、学術的で厳密な計測を指向する場合が度々あったが、作業の趣旨を理解していただき前向きで進めていただけたと思う。学会では、裏付けの不十分な状態で結果を発表することはないが、この報告では、自説、推定、主張などをためらわずに書いていただくようにお願いした。

人間生活工学研究センターでは、すべての年齢層にわたる身体データと、高齢者の日常生活に関する特性データの2つのデータベースを、既に運用している。問題によっては複数のデータベ

ースにわたる知識が要求されることが多いから、今回の情報機器に関するデータと合わせて、総合的なデータベースとして枠組みを整備することが望まれる。高齢者に関する人間生活工学研究センターのデータベースは、世の中からの評価は高いが、内容はまだ隙間だらけであるし、まったく測定されていない項目も多い。この問題は高齢社会が進行する中で急がなければ、後になつて取り組んでも意味はない。毎年関係者の努力によってなんとか予算を獲得し、単年度ごとに道を見つけてつぎはぎ状態で推進しているのでは、はなはだ心細い。他の科学技術プロジェクトによく見られるような短期間の予算で花火のように推進するのではなく、少なくとも数年にわたる長期計画の下で推進していただきたい。

この種のデータベース作りは、金さえかければできるというものではなく、専門家集団の経験と知恵を借りなければできない。他の国では政府が推進する気があるのに、熱心に取り組む研究者がいなくて実行できないこともあるという。我が国では、大勢の研究者が意欲を持って取り組もうとしているのだから、今のうちに推進しなければ機会を逸してしまう。こまま放置して、産業側が知識不足から人間の特性に馴染まない物を作り、国際競争で一敗地にまみれ、苦い経験を積んでからようやく「なんとかしよう」と思うのを待っていたのでは、手遅れになる。

今回の作業では多くの学術研究者の方々、人間生活工学研究センターの石本氏はじめ担当の方々に、献身的とも言える御努力をいただいた。また委員会では周囲の方々から暖かい御助言、御激励をいただいた。今回の作業はこれで一段落となる。量的には内容に不満が多く残ったが、将来の発展に向けての路線はほぼ固まったと思う。このような熱気のあるプロジェクトは貴重であったし、これで終わっては社会の損失だと思う。ぜひ近い将来に再開していただきたい。

委員長 斎藤正男

第1部 研究開発の概要

第1章 本書の活用方法

本書を見て頂く人のために活用する目的に対応して参考するところを目次の中に位置付けた。

活用の目的	参照番号 (目次の中の参照場所)
・実験概要のみを知る	5 ページ
・本事業で得られたデータ項目 (データそのものでない) を知る	268 ページ
・データベースの検索方法を知る	263 ページ
・デザイン等への応用方法を知る	325 ページ
・数多くのIT機器の使用に関する問題点を知る	18 ページ
・本事業に係る実験に参加した88名の被験者の特性を知る	30 ページ
・4つの代表的なIT機器の使用に係る問題点を知る	44 ページ
・携帯電話に係る問題点を知る	61 ページ
・高齢者のIT機器に対するメンタルモデルを知る	66 ページ
・各種入力デバイスの使用に係る問題点を知る	79 ページ
・キーボード入力、マウス入力、タッチパネル入力、視線入力、音声入力に係る問題点を知る	キーボード入力 79 ページ マウス入力 101 ページ タッチパネル入力 116 ページ 音声入力 135 ページ 視線入力 152 ページ
・キーの形状、配置、動作、特性等 (キー特性) の評価方法や好みのキー特性を知る	177 ページ
・ディスプレイや印刷物上の文章の読みやすさの評価方法とディスプレイの種類や照度の影響を知る	187 ページ
・注意力、記憶力、照合・探索力の評価方法を知る	注意力 193 ページ 記憶力 218 ページ 照合・探索力 227 ページ
・事象関連電位 (P-300、CNV) の年令による違いを知る	243 ページ

第2章 プロジェクトの目的

序文でも述べたように、「元気な高齢者」こそが社会の基盤であり、技術を駆使して支えることがもとめられている。今後ますます増加が予想される高齢者は、好むと好まざるとに関わらずIT機器とつきあうことを余儀なくさせられている。高齢者がIT機器をうまく使えないという声をよく耳にするが、その原因を明らかとし、高齢者が無理なく使いこなせるIT機器を、世の中に提供することが急務といえる。そのためには、高齢者がIT機器を使いこなす特性を評価し、IT機器設計支援のためのデータベースとして整備する必要がある。さらに設計実務者に対しては、データベースの活用方法や、いわゆる設計ガイドラインとの対応関係もあわせて示される必要がある。我々はこうした設計支援のためのシステムをIT機器設計支援システムと呼ぶことにし、本プロジェクトはその中核をなすデータベースを構築することを目的とする。

第3章 プロジェクトの全体概要

下記の順序でデータベースを構築していく。

3. 1 機器操作サイクルと構成要素

人はIT機器を使って何らかの課題（目的）を達成しようとした時、図1.3.1-1に示すように、①知覚②認知③動作過程を踏む。これらは、IT機器の構成要素と次のように対応する。

知覚⇒表示系

認知⇒操作手順や記憶要素

動作⇒操作器

若年者であればこれらに「使いにくさ」があっても、適応能力で対応できようが、高齢者では適応性が期待しにくく、ましてや普段IT機器とのつき合いも少なく、さらにそれらに対する関係も意欲もないのが現状である。そこで、高齢者が無理なく使いこなせるIT機器を設計するためには、まず上記3つの過程において、高齢者の特性（基礎能力）を明らかとする必要がある。なかでも、認知特性については、IT機器独特の問題であると考えられているにもかかわらず、高齢者においての検討例は少ない。そこで、この3点について重点的に検討する必要があるだろう。ここでもう少し具体的なIT機器の操作過程に対して設計に必要なデータの例を図1.3.1-1に示す。また今回のデータベース構築は図1.3.1-2に示す機器を対象として実施する。

序文でも述べられているように人はその特性を知覚、認知、運動と細切れにして生きているわけではなく、ここではあくまでもデータ収集のために便宜的に分解しているだけで、最終的には総合的にIT機器の設計に活用されることになる。

3. 2 IT機器の設計に対するデータベースの位置づけ

図1.3.2-3に、本研究でその構築を目標とするデータベースとIT機器の設計フロー（設計支援システム）との関係を示す。また、図1.3.2-4にIT機器の使いやすさの構成要因を示しその内のIT機器の要素を本データベースを活用し設計しようとするものである。

本システムを構成していくためには、データベースが重要な役割を果たすが、その構築においては、下記の3つのポイントがクリアされる必要がある。この概念に従い、データベース開発に

図1.3.1-1 高齢者IT利用特性性データベース構築概念

図1.3.1-1 高齢者IT利用特性性データベース構築概念

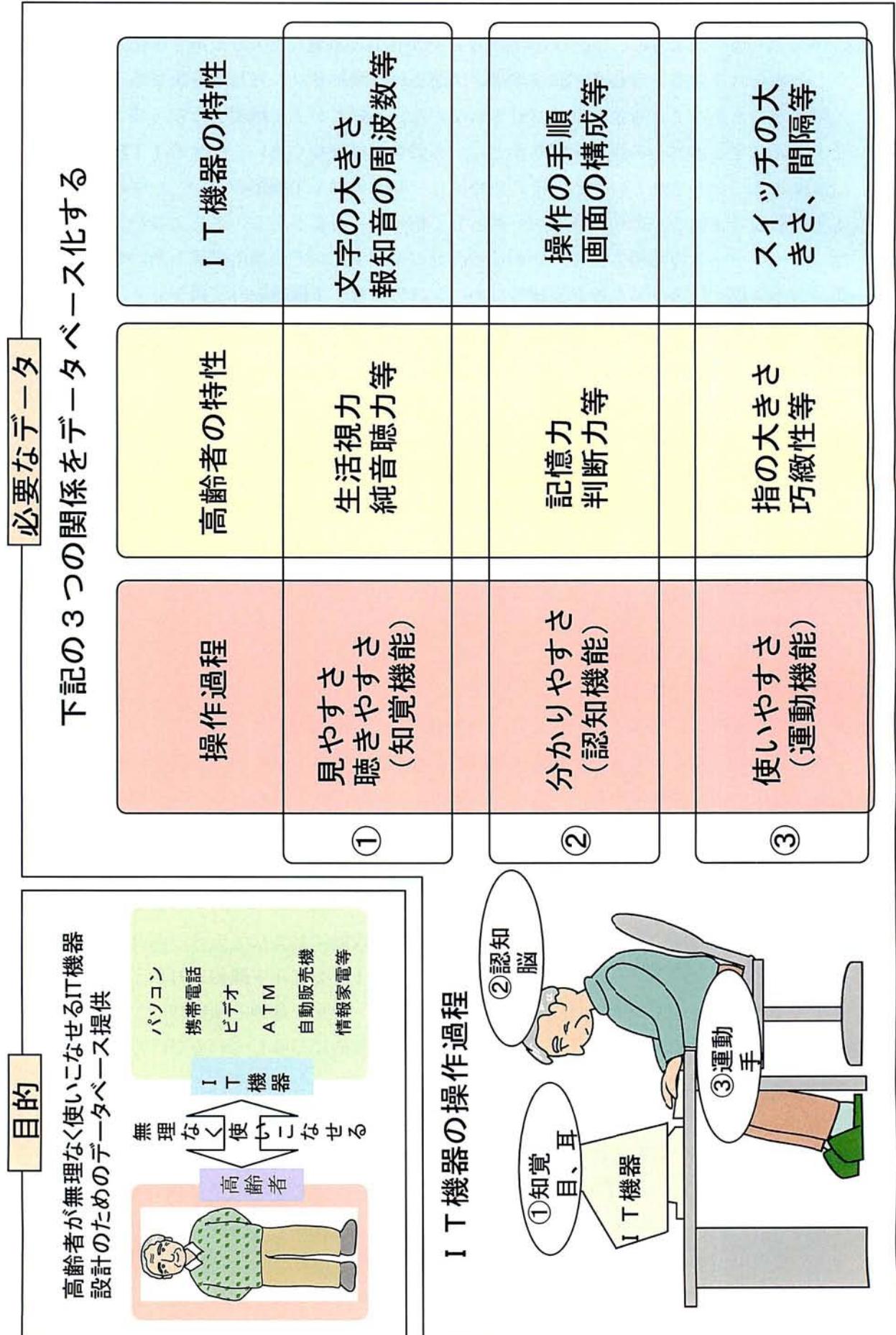


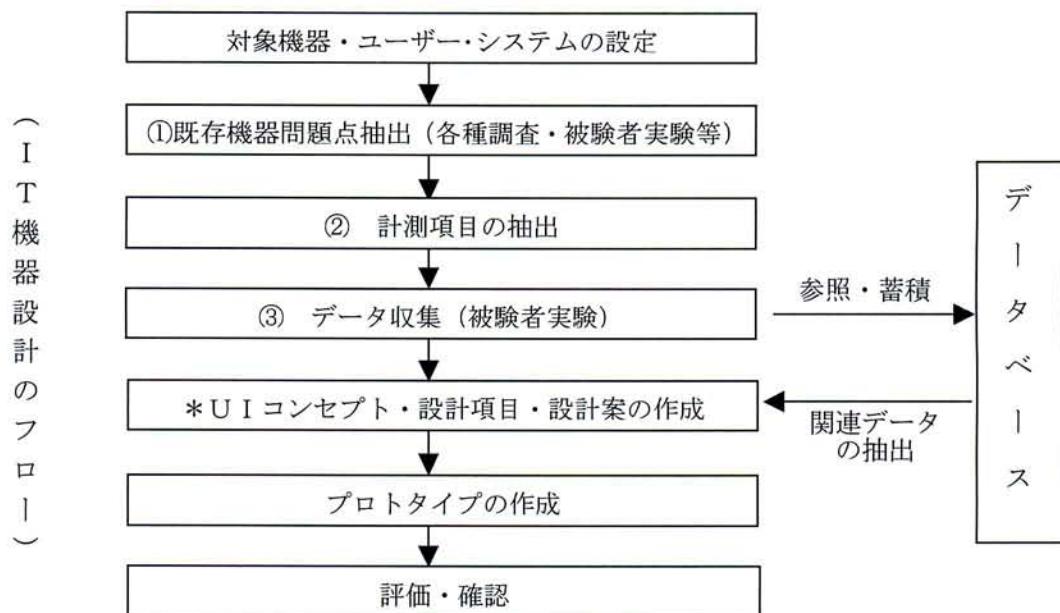
図1.3.1-2 IT機器の定義と範囲

発話思考法で評価
した4つのIT機器
第2部第2章2.2で
詳述



取り組むこととする。

- (1) 高齢者とのIT機器に対する問題点の忠実な抽出（問題点抽出）
- (2) 関連する特性を踏まえながら、上記問題点の計測可能な項目への置換。（計測項目抽出）
- (3) 人そのものに係わるデータと物との係わりに関するデータの収集



*U Iとはユーザ・インターフェースのことで本書では主として高齢者とIT機器との係りを指す。

図1. 3. 2-3 IT機器設計支援システムに対するデータベースの位置づけ

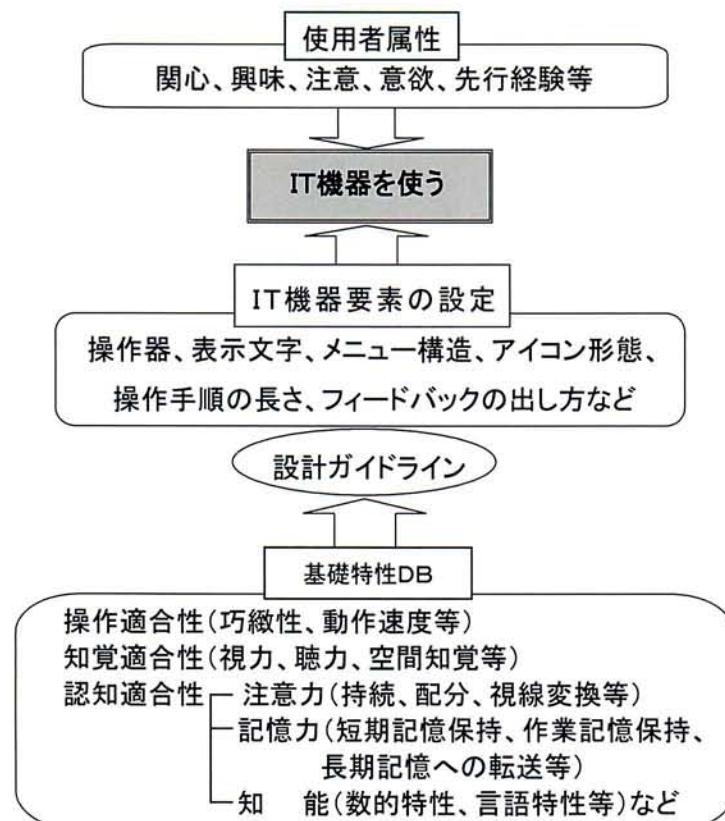


図1. 3. 2-4 IT機器の使いやすさの構成要因

第4章 平成13年度実施概要

4. 1 平成13年度実施事業の位置付け

本事業は当初の4年計画を短縮して1年で実施したものであり、当然ながら全てのIT分野をカバーするものではない。つまりデータベース構築の橋頭堡を構築したにすぎず、その完成には継続した努力が必要である。本年度における実施内容は次の3つに要約できる。

- ・データベースの構築方法の策定
- ・データ収集方法の開発
- ・データの収集

4. 2 平成13年度実施概要

表. 1. 4. 2-1に当初の計画と実績の差異を記述した。

表1. 4. 2-1 平成13年年度の計画と実績

平成13年度計画	平成13年度実績
(1)実態調査と問題点の抽出 1)運動(身体)適合性(使いやすさ)に関する問題点 各種入力方法(キーボード、マウス、タッチスクリーン、ボタン、つまみ等の形状、配置等の形状配置や位置等)に関する問題点を抽出する。 2)知覚適合性(見易さ、聴き易さ)に関する問題点 印刷物や画面上の表示の大きさ、文字のフォント、形、色、コントラスト等、見やすさに関する問題点を抽出する。また、背景雑音下での警告音、報知音、効果音等の周波数、ラウドネス等に関する問題点を抽出する。	(1)実態調査と問題点の抽出 1)高齢者の特性調査 高齢者の年齢、性別等の一時的な特性、物事へのこだわり等の認知的特性及び各種IT機器との係わりに関する調査を行った。 2)運動(身体)適合性(使い易さ)に関する問題点 各種入力方法(キーボード、マウス、タッチスクリーン、ボタン、つまみ等の形状、配置等の形状配置や位置等)に関する問題点を抽出した。 3)知覚適合性(見易さ、聴き易さ)に関する問題点 印刷物や画面上の表示の大きさ、コントラスト等、見やすさに関する問題点を抽出した。 4)認知適合性に関する問題点 高齢者にとって使えるIT機器と使えないIT機器はどのように違うのか、又、高齢者がIT機器を操作しようとした時、又は操作している時に度のようない場面で立往生してしまうのか。さらに高齢者が頭に描いているIT機器の操作手順はどのようなものなのか、それが機器によって異なるものなのか等を抽出した。

平成13年度計画	平成13年度実績
<p>(2)知覚・認知・身体適合性に関する計測及び指標化方法の確立</p> <p>1) 運動（身体）適合性 使いやすさを心理・行動・生理面から評価するた に、ボタン間隔等の使いやすさに影響を与える要 因を変化させ、スイッチの動作特性、操作特性、 操作成績等を計測・解析し、スイッチの抵抗力、 操作時間、エラー率、トラッキング成績等を評価 指標として確立する。</p> <p>2) 知覚適合性 見やすさ、聴きやすさを心理・行動・生理面から 評価するために、見やすさ・聴きやすさに影響を 与える要因を変化させ、その時の読み取り時間、 聞き取り時間、エラー率、注視時間、視線の動き 等を評価指標として確立する。</p>	<p>(2)知覚・認知・身体適合性に関する計測及び指 標化方法の確立</p> <p>1) 運動（身体）適合性 使い易い・動・理面から評価するために、ボタ ン間隔等の使いやすさに影響を与える要因を変 化させ、イッチの動作特性、操作特性、作成績等 を計測・析し、イッチの抵抗力、操作時間、エラ ー率、トラッキング成績等を評価指標として確立 した。</p> <p>2) 知覚適合性 文章としての読みやすさに与える要因（文字の 大きさ、文字間隔、行間隔）の影響を主として 透過型液晶ディスプレイを中心に計測評価し た。そしてその関係が文字の濃さ、コントラスト、 ディスプレイ、印刷物による違いやさらに 照度の影響を把握した。</p> <p>3) 認知適合性 認知に関する基本的な指標として、注意、記憶、 照合・探索力を取り上げてデータを収集すると ともに、脳における認知（情報処理）活動を表 すと言われている事象関連電位 cp-30、CNV つ いても計測評価した。</p>
<p>(3)データベースの構築 知覚及び運動（身体）の指標化手法に基づいてデ ータを収集し、それをデータベースシステムに格 納することにより、データベースを構築する。</p>	<p>(3)データベースの構築 実態調査と問題点、知覚、運動（身体）及び認 知適合性のデータを収集し、それをデータベ ースシステムに格納することにより、データベ ースを構築する。</p>
<p>(4)設計指針例の策定 上記データベースを基に、IT機器の知覚・運動（身 体）特性に着目した設計指針例を策定する。</p>	<p>(4)設計指針例の策定 上記データベースを基に、IT機器の知覚・運動 (身体) 特性に着目した設計指針例を策定する。</p>

本データベースの特徴は、被験者数は少ないが、同一被験者の色々な角度からのデータを収集し、それを質的に解析することより、その人の持つ様々な特性との関係でIT機器の設計に活用できるデータを収集することにある。平成13年度において実施した調査、実施概要を図1.4.2-1を用いて以下、順を追ってデータベース構築の考え方を述べる。

4. 2. 1 高齢者の特性調査

高齢者の特性（基礎能力）は歴年齢で評価できないということは従来から指摘されているが、これに加えてIT機器では、意欲や、それまでの先行経験の影響が大きいと考えられる。具体的には下記の項目（例）に関する調査をアンケート及びヒアリングにより収集した。

- ①一般的な特性：年齢、職種、教育歴、身体状況等
- ②認知スタイル：物事を出来るだけ慎重に考えるタイプ、何事も成り行きに任せるタイプ
- ③IT機器の利用状況：約50種類のIT機器についてその使用期間と使用した種類

図1. 4. 2-1 平成13年度高齢者のIT利用特性データ構築事業実施概要

同じ人88名に対して様々な角度からのデータ収集及び解析の実施

実験順序



4. 2. 2 問題点の抽出

具体的には次段の項目に関するデータを被験者実験及びアンケートにより収集した。特に②の主として認知的側面からのIT機器との係わりに関する問題点は、出来るだけ歪みの少ない状態で収集するために発話思考法を採用し、さらにそれに行動をマッピングするいわゆるプロトコル分析を行った。

- ① 広範なIT機器の利用に関する問題点
- ② 代表的な4つのIT機器に関する認知的問題点
- ③ IT機器に対するメンタルモデルに関する問題点
- ④ 入力デバイスの利用に関する問題点
(キーボード、マウス、タッチパネル、音声入力、視線入力)

4. 2. 3 操作・知覚・認知適合性データ

ここではIT機器の使いやすさに関する（適合性指標化）データを次の3項目に関して収集した。

- ① 運動（操作）適合性
- ② 知覚適合性
- ③ 認知適合性

①②に関しては、事前の調査により、関連業界でもニーズの高かったキー及び表示文字に関するデータを収集した。③に関しては、認知分野でも特に基礎的なデータとして注意、記憶、照合・探索及び脳における情報処理活動を表すと言われている事象関連電位を取り上げた。今回我々は上述した一連の実験を同一被験者88名（高齢者32名、中年者28名、若年者28名）に対して実施した。これは従来のように、「暦年齢」とではなく、特に高齢者の場合「その人の特性」との関連でIT機器を捉えるためであった。つまり、データは、高齢者のタイプとあわせて蓄積されていく必要がある。そうすることにより、新規にIT機器を開発するときは、ユーザタイプを設定すれば、このデータベースを活用して、より適切な設計が可能になり、同じ考え方で若年者のデータを取れば、若年者用、高齢者用という枠組みとは異なる設計支援が可能となることも期待できる。

4. 2. 4 データベースの活用

（1）データベース利用対象者と活用目的及び方法

本データベースは、最終的には様々な人が様々な活用の仕方ができるように設計されるべきものと考える。具体的に、対象とする人と活用目的及び方法を表1. 4. 6-1に示す。

表1. 4. 2. 4-1 データベース利用対象者と活用目的及び方法

対象とする人	活用目的と方法
① I T機器を設計する人	使い易い、見やすい、わかりやすい機器を設計するためのデータ入手するために設計要素をキーワードとして検討する。
② I T機器を企画する人 (企画や行政に係わる人)	新しいI T機器を企画したり導入するにあたり、その仕様を決めるためにデータ入手する。キーワードは高齢者の特性。
③ I T機器設計のための研究をする人	暦年齢だけでなく、高齢者の様々な特性とその人にとって使いやすい、見やすい、分かりやすい機器のあり方を研究する人が、ある個人に関する多角的なデータ入手する。キーワードは高齢者の特性。

(2) データベース構築の順序

上述したように、最終的には表1. 4. 6-1の3種類の人を対象とするわけだが、これらを同時に構築することは困難である。何故ならば②、③の人がデータベースを検討する時に、高齢者の特性を決めなければならないわけだが、I T機器に高齢者のどのような特性が関連しているかさえ未だ明確になっていない現状である。したがって、まず①を対象にデータベースを構築し、その過程で得られた材料を元に②③を対象としたデータベースにするための改築を行うこととする。これは本データベースを、まず産業界に役立つために活用するという目的にも合致している。

(3) 活用方法

3.4. 2でI T機器を設計する人のためのデータベースを優先的に構築することを述べたが、詳細は第4部第1章にゆずるが、検索方法については次のように考えている。
結論を言うと、データベースのユーザーは次の検索方法を選ぶことができる。

① 遂次検索

②キーワード検索

構築の難易度から判断して、まず遂次検索を可能ならしめ、次にそれをキーワード検索も可能ないように修正をかけることとする。但しデータベース構築に用いる言語等は、最初からキーワード検索も意識して選定しておく。

4. 2. 5 得られた成果

上記の実験から得られた成果の概要を表1. 4. 2. 5-1に示す。

表1. 4. 2. 5-1 得られた成果

実験名		得られた成果
1) 被験者の操作・知覚・認知特性		15の実験に共通して参加した88名の被験者に関して下記の項目について約200項目にわたるデータを得た。職業、学歴、教育、性格、認知的欲求、認知スタイル、健康や身体のこと、IT機器との関わり、リテラシー等。ただし、個々の実験結果との対応付けは今後の課題。
2) 各種IT機器との係りに関する問題点	(1) 広汎なIT機器の利用に関する認知的問題点	<ol style="list-style-type: none"> コメントデータの収集 「使う」という立場で、45種類のIT機器に関して膨大なコメントデータを得た。 設計項目の体系化 コメントデータの意味を分析し、分類整理して、IT機器の設計に活用できるように6領域と3階層合計の合計96の設計項目として完成させた。
	(2) 代表的な4機器に関する問題点	<ol style="list-style-type: none"> 発話思考法によるデータ収集 単に操作の可否だけを検討するユーザビリティ評価でなく、認知的過程まで踏み込んだ分析をするためには豊富なデータが必要で、そのために発話思考法を採用した。具体的には4種類(ATM、Lモード電話機、ゲーム機、液晶表示付き、炊飯器)に関して、各被験者の機器・課題毎発話・ビデオデータとしてまとめ提供できる形とした。(約700データ) 事例分析 上記データの有効性を検証するために、4つの機器で各1課題を取り上げたところ年齢によらずエラーを起こしやすいデザインがあることが判明した。今後は個々のエラーの質的分析を行いその人の特性との関連づけが課題である。
	(3) 携帯電話に関する問題点	<ol style="list-style-type: none"> 操作時間及び誤操作率データの収集 2機種の携帯電話に7つの課題を設定し、実験を行い、若年群が操作時間及び誤操作率が小さいことが判明した。 プロトコル解析 誤操作の質的解析(最適な操作と異なる操作、最適な操作に対する余分な操作)が今後の課題。
	(4) 高齢者のメンタルモデルに関する問題点	<ol style="list-style-type: none"> 操作ステップその内容に関するデータの収集 様々なIT機器に対する操作ステップデータから機器によらない基本ステップがありそうな事が判明。 操作ステップの質的解析 操作ステップのばらつき、出現頻度、聞き毎の手順の抽象的まとめ(例えば「条件設定」「選択」「確認」は共通化できる。)
(5) 入力デバイスに関する問題点	①キーボード	<ol style="list-style-type: none"> キーボード上の文字の大きさの影響 高齢者ほどキーボードの字の大きさの影響を受けない。 作業効率 若年者、中高年者、の順序で作業効率が悪い。
	②マウス	<ol style="list-style-type: none"> ポインティング時間 ポインティング時間は年齢3群で明確な差が認められ、ポインティング時間に影響を与える要因(例えばターゲットの大きさ等)とポインティング時間との関係も3群で明確な違いがあり、設計に活用できる。

実験名		得られた成果
(5) 入力デバイスに関する問題点	③タッチパネル	<p>1. タッチパネルとマウスの比較 タッチパネルのポインティング時間は年齢によってあまり変わらないが、マウスは年齢とともに長くなる。従ってタッチパネルは高齢者にとって有効な入力手段である。しかしながら、その反面頸肩腕への負担が大きくなる傾向にある。従って、タッチパネルを水平に近い形にする等の工夫が必要である。</p>
	④音声入力	<p>1. 現在解析中 分かっていることとしては「キー入力ができない高齢者にとっては福音」</p> <p>2. 残された問題点 一連続作業時間、時間経過に伴う音声の除波化にともなう誤認識率の増加、聴覚的干渉。</p>
	⑤視線入力	<p>1. マウス入力との比較 マウス入力は年齢とともにポインティング時間が長くなるが、視線入力は3年齢群でほとんど差がない。</p> <p>2. 若年者の評価 マウスになれている若年者は、視線入力がよいと分かっても使わない。キャリブレーションに時間がかかることや作業時に頸載せ台で首が固定されることが苦痛になる。</p>
3) 操作・知覚・認知適合性に関する指標化	(1) 操作適合性	<p>1. キーの動作特性 高齢者がどのような動作特性（ストローク対応下圧）を好むのか</p> <p>2. 誤操作を起こさない最小キー間隔と指の大きさの関係</p> <p>3. 最適なキーピッチとキーサイズの関係</p>
	(2) 知覚適合性	<p>1. 文章の読みやすさと文字の大きさ、文字間隔及び行間隔の関係（3者の間には交互作用が見られる）</p> <p>2. 文章の読みやすさとコントラストの関係</p> <p>3. 照度と文章の読みやすさの関係</p> <p>4. 異なるディスプレイ（反射型、透過型液晶、CRT、プラズマディスプレイ）</p> <p>5. 紙の上の印刷物のコントラストと文章の読みやすさ</p>
(3) 認知適合性	①記憶力	<p>1. 短期記憶力 単語、無意味綴り、数字とその文字数</p> <p>2. 長期記憶力 短期記憶力と同じ</p> <p>3. 対連合 対で覚える効果</p>
	②照合・探索力	<p>1. 同一物照合能力</p> <p>2. カテゴリー照合能力</p> <p>3. 同一物探索能力</p> <p>4. カテゴリー探索能力</p>
	③事象関連電位	<p>1. P-300（認知・判断の速さをあらわす） 加齢とともに確実に時間が延びる。また、被験者の認知スタイル（具体的には、何事も自分の意見を尊重する）</p>

第5章 実施スケジュール

表1. 5-1に実施スケジュールを示す。

表1. 5-1 実施スケジュール

項目	4 5 6 7 8 9	10 ~ 2
1. 調査実験	準備 →	指標化手法の確立 →
2. 指標化手法の確立及び データの収集	調査実験 →	データの収集 →
3. データベースの構築		データの格納 →
4. 設計指針の策定		設計指針の策定 →

第6章 事業実施体制

図1. 6-1に本事業の実施体制を示す。

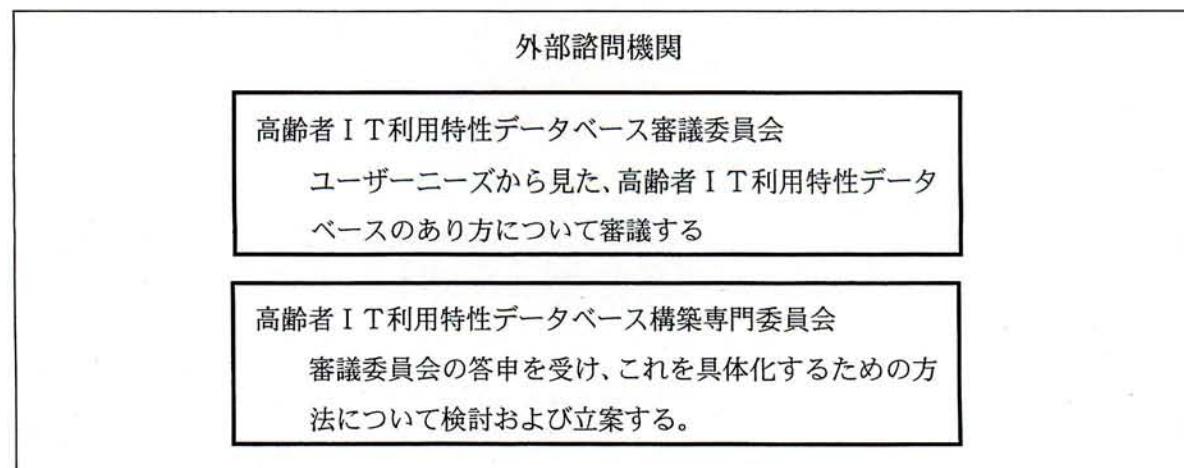
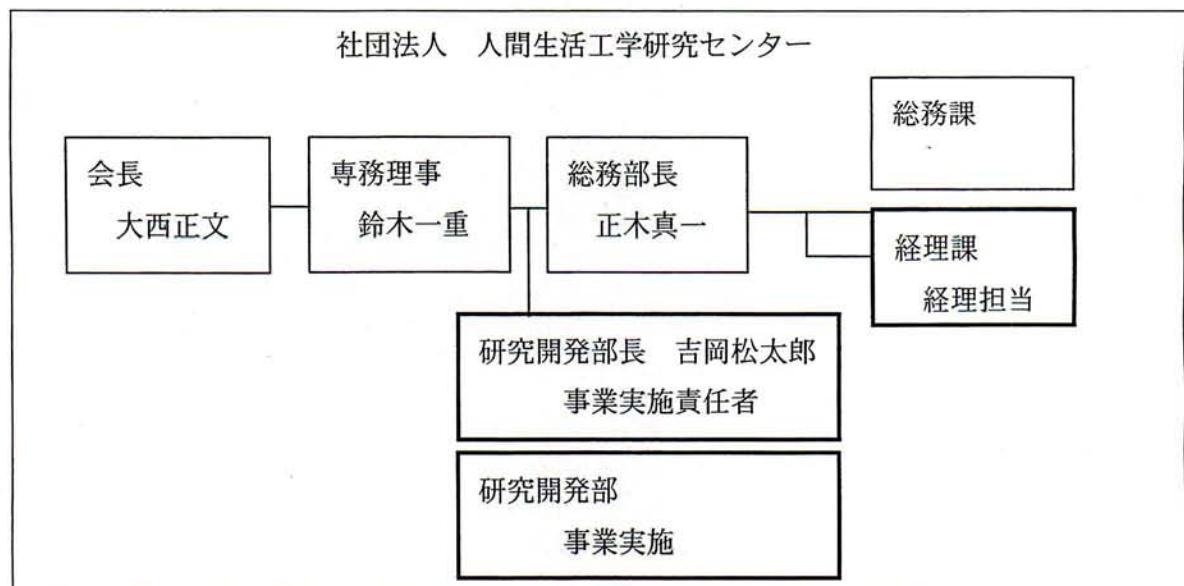


図1. 6-1 本事業の実施体制

＜審議委員会名簿＞

	氏名	所属
委員長	齊藤 正男	東京電機大学 工学部 教授
副委員長	飯田 健夫	立命館大学 理工学部 ロボティックス学科 教授
委員長代理	岩井 一幸	東京家政学院大学人文学部 工芸文化学科 教授
委員	伊藤 昌子	NTTアドバンステクノロジ(株) 社会・認知研究グループ リーダー
	川島 英治	(社)日本電気制御機器工業会 事務局 標準化担当部長
	柴田 和男	(社)日本電機工業会 家電部 次長
	清水 博一	通信機械工業会
	徳田 哲男	埼玉県立大学 社会福祉学科 教授
	富崎 順朗	(社)電子情報技術産業協会 情報システム部 部長代理
	長見 萬理野	(財)日本消費者協会 理事
	水野 克巳	(社)日本事務機械工業会
	山口 純	(財)家電製品協会 部長
オブザーバー	山田 栄子	(財)ニューメディア開発協会 推進本部 次長
	中山 泰	経済産業省 製造産業局 人間生活システム企画チーム チーム長
	室崎 外志行	経済産業省 製造産業局 人間生活システム企画チーム チーム長補佐
事務局	栗原 一徳	経済産業省 製造産業局 人間生活システム企画チーム 係長
	吉岡 松太郎	(社)人間生活工学研究センター 研究開発部長
	大矢 高司	(社)人間生活工学研究センター 研究開発部次長
	石本 明生	(社)人間生活工学研究センター 研究開発部当部長

＜専門委員会名簿＞

	氏名	所属
委員長	飯田 健夫	立命館大学 理工学部 ロボティックス学科 教授
委員	岩井 一幸	東京家政学院大学人文学部 工芸文化学科 教授
	小松原明哲	金沢工業大学 人間情報工学科・経営情報工学科 教授
	黒須 正明	メディア開発センター ヒューマンインターフェース研究開発部門 教授
	権藤 恭之	(財)東京都老人総合研究所 心理学部門 助手
	富岡 慶	(株)東芝デザインセンター デザイン第一担当 主務
	名田 平太	オムロン株式会社 リーサルシステムズ・ビジネスカンパニー 開発・生産センタ 企画室
	原田 悅子	法政大学 社会学部 教授
	平野 和彦	日本電気株式会社 コーポレートコミュニケーション部 主任
	堀田 明裕	千葉大学 工学部デザイン工学科 教授
	三浦 利章	大阪大学大学院 人間科学研究科 教授
	村田 厚生	広島市立大学 情報科学部情報数理学科 教授
	森本 一成	京都工芸繊維大学大学院 工芸科学研究科 助教授
	山岡 俊樹	和歌山大学 システム工学部デザイン情報学科 教授
オブザーバー	西道 実	(株)応用社会心理学研究所
	平井 重行	(株)関西新技術研究所 テクノサービス部 研究員
事務局	吉岡 松太郎	(社)人間生活工学研究センター 研究開発部長
	大矢 高司	(社)人間生活工学研究センター 研究開発部次長
	石本 明生	(社)人間生活工学研究センター 研究開発部当部長

第2部 高齢者のIT機器利用実態と問題点

第1章 IT機器UI評価実験参加者の属性

1. 1 実験参加者の属性

1. 1. 1 調査の目的

序文でも述べたように、本プロジェクトの目的は、「やる気のない高齢者」でも「使う気が起きる」ようなIT機器が設計できるデータベースを構築することにある。そのためには、実験に参加した人々の属性をよく調べ、どのような人が「やる気のない高齢者」なのかを知ることを目的にした。そして、そのような人に「やる気を起こさせる」手段を見出すための資料とする。

1. 1. 2 調査方法

今回一連の調査・実験に参加した被験者に対してアンケート調査を実施した。具体的な調査項目は、表2. 1. 2-1と表2. 1. 2-2に示す。88名の対象者の内84名から回答を得た。分析の結果は付録の中に示す。本資料はそれ自身ではそんなに意味を持たないが、本部第2章以後の個別調査・実験結果と対比することにより、「やる気のない高齢者」がIT機器と接したときに、どのような問題を生じるのか、また、それを解消するためにIT機器側でどのような対応をとるべきなのかを知るために重要な情報となる。

調査項目の概要を以下に記す。

① 一般・認知関連項目

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| ・ 氏名、年齢、性別等 | ・ 職種、結婚歴等 |
| ・ 性格（外向、内向等） | ・ 認知的欲求（物事を必要以上に考えてしまう） |
| ・ 認スタイル（熟慮—衝動等） | ・ 教育歴 |
| ・ 健康状態 | ・ 既往症等 |
| ・ 日常感じる不便さ | ・ 認知スリップ（テレビドラマの筋を追って行けない等） |
| ・ 認知能力の自己評価（自己の記憶力等） | ・ 電機機の使い方が分からぬときによる行動 |
| ・ 電気機器の使い方 | ・ リテラシー（ビデオの予約の可否等） |
| ・ 自己効力感、機器に対する認知 | |
| ・ 日常生活での機器とのつきあい方 | |

③ 注意力

② 電化製品の利用状況

4 5種類の機器に関してそれらを使用した期間（〇〇歳代～〇〇歳代）と種類

表2. 1. 2-1 共通問診表①(共通) 平成14年 月 日()

氏名:	生年月日: 年 月 日				
被験者ID:	性別:	年齢:			
職種: ①営業・販売・サービス ②専門・技術・研究 ③事務・管理 ④技能・現業 ④パート・アルバイト ⑤無職・家事 ⑥その他()					
学歴: ①中学(旧制高等小)卒 ②高校(旧制中学)卒 ③専修学校卒 ④短大・高専卒 ⑤大学卒 ⑥大学院卒					
結婚: ①未婚 ②既婚 ③離婚・死別					
眼鏡等: 有・無	補聴器: 有・無	利き腕(申告): 左・右	体調: 良・不良		
性格(特性5因子): 下の項目についてあなたに当てはまる回答を選んでください。					
	は い	い え な い	ど ち ら と も	い い え	
<外向-内向>					
Q1. にぎやかなところが好きである。	①	-	②	-	③
Q2. いろいろな人と知り合いになるのが楽しみである。	①	-	②	-	③
<愛着-分離>					
Q3. 気配りをする方である。	①	-	②	-	③
Q4. 人には思いやりをもって接するようにしている。	①	-	②	-	③
<統制-自然>					
Q5. 几帳面である。	①	-	②	-	③
Q6. よく考えてから行動する。	①	-	②	-	③
<情動-非情動>					
Q7. 心配性である。	①	-	②	-	③
Q8. 気分が変わりやすい。	①	-	②	-	③
<遊技-現実>					
Q9. 新しいことはどんなことでもおもしろい。	①	-	②	-	③
Q10. 時々いたずらをしてみたくなる。	①	-	②	-	③
認知的欲求: 下の項目についてあなたに当てはまる回答を選んでください。					
	は い	い え な い	ど ち ら と も	い い え	
<認知スタイル>					
Q1. ものごとを必要以上に考えてしまう。	①	-	②	-	③
Q2. 長い時間もごとを考えても苦にならない。	①	-	②	-	③
Q3. 常に頭を使わなければ満足できない。	①	-	②	-	③
Q4. 簡単な問題よりも複雑な問題の方が好きだ。	①	-	②	-	③
認知スタイル: 下の各項目について、あなた自身はAとBのどちらに近いですか。 ご自分で近いと思われる方の回答を選んでください。					
<熟慮-衝動>					
A. ものごとをできるだけ慎重に考える	B. あまりもごとを慎重に考えない				
<場独立-場依存>					
A. 何事も自分の意見を重視する	B. 何事も人との相談を重視する				
<部分-全般>					
A. 何事も細かいことにもこだわりたい	B. 何事も細かいことにはこだわらない				
<外的統制-内的統制>					
A. 何事も成り行きにまかせるのが一番	B. 何事も自分で決断するのが一番				

※ 性格と認知的欲求の項目は素点を合計して使用する。

...

Q5. 下の図を参考に、あなたの教育年数を教えて下さい

(習い事は含まないで下さい)

合計 年間

例) 高等小学校卒業の場合 合計 年間

旧制の場合	尋常小学校						実業学校 (乙)																	
	予科			実業学校 (甲)																				
	中学校 高等女学校						高等師範学校 高等専門学校																	
	高等 小学校						師範学校			大学			大学院											
年数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
新制の場合	小学校						中学校			高等学校			大学				大学院							
													大学		大学院									
													短期大学		専攻科									
													専門学校											
													高等専門学校											

Q6. あなたは普段ご自分で健康だと思われますか (あてはまる番号に○)

1. とても健康だ
2. まあ健康なほうだ
3. あまり健康でない
4. 健康でない

Q7. 視力(見ること)に不自由していませんか (あてはまる番号に○)

1. 不自由していない
2. 不自由している

Q8. 聴力(聞くこと)に不自由していませんか (あてはまる番号に○)

1. 不自由していない
2. 不自由している

Q9. 歩行(歩くこと)に不自由していませんか (あてはまる番号に○)

1. 不自由していない
2. 不自由している

Q10. 今までに大きな病気にかかったことがありますか

1. ない
2. ある → 病名を教えて下さい

以下の項目についてあなたに当てはまる回答を選んでください。

は
い

い
い
え

Q11. 白内障にかかったことがある

① - ③

Q12. 緑内障にかかったことがある

① - ③

Q13. 日常感じる不便さ：下の項目についてあなたに当てはまる回答を選んでください。

は い	い え な い	ど ち ら と も	い い え
--------	------------------	-----------------------	-------------

- Q1. 新聞の字は小さすぎると思う ① - ② - ③
 Q2. 電卓が使えない ① - ② - ③
 Q3. 公衆トイレの男女のマークが識別できない ① - ② - ③
 Q4. 道路の信号の色がわかりにくい ① - ② - ③

Q14. 認知スリップ：下の項目についてあなたに当てはまる回答を選んでください。

は い	い え な い	ど ち ら と も	い い え
--------	------------------	-----------------------	-------------

- Q1. テレビドラマの筋をおっていけない ① - ② - ③
 Q2. ドアに鍵をかけたかどうかというように
 ある行動を実際にやったかどうか確認しなおさなければならない ① - ② - ③
 Q3. 言われたことの細かい点を混同し、混乱する ① - ② - ③
 Q4. 新聞や雑誌を読んでも、内容が頭に入ってこない ① - ② - ③

Q15. 認知能力の自己評価：下の項目についてあなたに当てはまる回答を選んでください。

よ い	ふ つ う	わ る い
--------	-------------	-------------

- Q1. 同年代の人と比べて、ご自分の記憶は度の程度だと思われますか ① - ② - ③
 Q2. 日常の生活をふりかえってみて、
 ご自分の記憶についてどう思われますか ① - ② - ③

Q16. 電気機器の使い方：下の項目についてあなたに当てはまる回答を選んでください。

は い	い え な い	ど ち ら と も	い い え
--------	------------------	-----------------------	-------------

- Q1. 説明書（マニュアル）は必ず眼を通しますか？ ① - ② - ③
 Q2. 説明書（マニュアル）はすぐとりだせるところにおいていますか ① - ② - ③

Q17. 電子機器の使い方が分からぬ、あるいは困ったとき、どのようにしますか。下の中から当
 てはまる行動すべてに○をつけてください

1. 説明書を読む
2. 家族か友人に聞く
3. 購入した電気屋さんに聞く
4. メーカーのサービスセンターに問い合わせる
5. その他

Q18. 自己効力感・機器に対する認知：下の項目についてあなたに当てはまる回答を選んでください。

	は い	い え な い	ど ち ら と も	い い え
Q1. 機械の操作は出だしでつまずくとすぐあきらめてしまう	①	—	②	— ③
Q2. 難しそうなことは新たに学ぼうとは思わない	①	—	②	— ③
Q3. 失敗するとかえって一生懸命やろうと思う	①	—	②	— ③
Q4. 機械の操作は人に頼らないほうだ	①	—	②	— ③

Q19. リテラシー：あなたは以下のようなことができますか（それぞれ持っている持っていないかに関係なく皆さまお答え下さい）。

	は い	い い え
Q1. ビデオの予約ができる	①	— ③
Q2. ファックスの送信ができる	①	— ③
Q3. 失敗するとかえって一生懸命やろうと思う	①	— ③
Q4. 無理なくキーボードが打てる	①	— ③

Q20. あなたが日常生活のさまざまな場面において出会う機器について、回答を選んでください。（お使いになっている方もお使いにならない方もご自分のお考えでお答え下さい）

	は い	い え な い	ど ち ら と も	い い え
Q1. 家電（電化製品）を使うことが好きである	①	—	②	— ③
Q2. インターネット（携帯・パソコンを問わず）を使うことが好きである	①	—	②	— ③
Q3. 携帯電話を使うことができる	①	—	②	— ③
Q4. 家電（電化製品）を使うことが楽しい	①	—	②	— ③
Q5. インターネット（携帯・パソコンを問わず）を使うことが楽しい	①	—	②	— ③
Q6. 携帯電話を使うことが楽しい	①	—	②	— ③

表2. 1. 2-2 共通問診票②(注意力 その1)

B-01	新しい仕事をはじめる時、その仕事に対してすぐに気持ちをきりかえることができる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-02	集中して仕事をしないといけない場合でも、すぐに気が散ってしまう。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-03	電車の中のような騒々しい場所でも本を読むことに集中できる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-04	待ち合わせをしていて、人込みの中から相手を見つけるのが得意だ。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-05	地図の中から目的地を見つけ出すのに時間がかかる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-06	電話で会話をしながら、その会話内容をわかりやすくメモできる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-07	一つの仕事をしながら、心の中では仕事とは関係のない別のことを考えることがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-08	二つの仕事がある場合、一方を先に終わらせてから、次にもう一方の仕事に取りかかるほうだ。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-09	電車の中のような騒々しい場所では、会話に集中できない。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-10	人と話をする時、ついまわりの出来事にじやまされて、話し相手の言葉から注意をそらしてしまう。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-11	会うことを予期していなかった知人と偶然であって話をする場合、その会話はぎこちないものになる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-12	一つのことが気にかかると、別のことに対して注意をきりかえにくい。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-13	長時間一つのこと集中することは得意だ。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-14	一つのことに集中しなければならない時、思い通りに集中力を高めることができる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-15	偶然、知り合いとすれ違っても相手に気づかないことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-16	人と話をしながら仕事をすると、仕事だけに集中しているときに比べて、能率がかなり悪くなる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-17	短時間なら二つの仕事を並行してできる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-18	初めてする仕事でも、たいていすぐに要領をつかむことができる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-19	人に話しかけられると、つい自分の思っていることや考えにとらわれてその人の話から注意をそらしてしまう。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-20	後回しにした仕事をことを忘れてしまうことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない

B-21	目立つものが視界の中にあると、どうしてもそれに注意が向かてしまって無視できない。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-22	今のやり方がうまくいかない時、すぐに別のやり方にきりかえることができる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-23	疲れてくると、一つのことに集中しつづけることが難しくなる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-24	気になることがあると、そのこと以外には注意が向かなくなる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-25	リラックスしたい時、すぐに集中力をゆるめてリラックスできる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-26	ものの数を数えている時、途中で今いくつまで数えたところなのかわからなくなる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-27	テレビやラジオの音を聞きながら本や雑誌を読むことができる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-28	いくつかのことを同時にやることが得意だ。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-29	二つの仕事がある場合、それぞれを一つずつ済ませるよりは、二つを並行してしまうほうだ。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-30	電車の中で携帯電話でしゃべる声が聞こえてくると、どうしてもその声に注意がひきつけられてしまう。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-31	余計な音が聞こえてくるような場合でも、それにじやまされることなく、仕事や勉強に集中できる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-32	せっかくメモを取ったのに、そのメモ自体をなくしてしまうことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-33	一つの考え方や感情にこだわって失敗することがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-34	仕事中や勉強中にいったん気が散り始めると、努力しても、その仕事や勉強に対して集中力をとりもどすのは難しい。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-35	いくつかの仕事をしないといけない場合、その中の一つに気持ちを集中させることは難しい。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-36	本を読んでいると、いつの間にか本とは関係のないことを考えていることがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-37	テレビを見ながら、テレビの内容とは関係のないことについて会話をすることができます。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-38	二つの仕事を効率よく組み合わせる方法をすぐに見つけられる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-39	電話で世間話をしながら新聞や雑誌を読める。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない

B-40	周囲に人がいると気が散ってしまう。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-41	勉強中に友人がやって来てしばらく話をするような時、友人が去った後もしばらくは勉強に集中できない。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-42	一日中、仕事や勉強のことが気になって頭からはなれない。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-43	自分にとって興味のない話を聞かなければならぬ場合でも、努力すればその話に注意を向け続けられる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-44	仕事や読書に没頭して、一日があつという間にすぎることがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-45	お店で、あまりにも多くのものを目の前にすると、選ぶのに迷ってしまう。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-46	音楽を聴きながら仕事や勉強ができる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-47	簡単な仕事でも、2つ以上を同時にやろうとすると極端に難しくなるように感じる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-48	電話で世間話をしながら、仕事したり勉強したりできる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-49	勉強中に不要なものが机の上にあると、どうしても気になってしまう。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-50	仕事中に電話がかかると、どこまで仕事が進んでいたのかわからなくなる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-51	いくつかのことを同時にしようすると失敗することが多い。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-52	急な仕事が入った場合でも、その仕事が終わったあとは元の仕事にスムーズに戻ることができる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-53	似た仕事を並行して行っても、混乱することはない。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない
B-54	携帯電話で話をするときには、立ち止まって話をする。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまらない⑤まったくあてはまらない

表2. 1. 2-2 共通問診票②(注意力 その2)

C-01	本などをよく考えないで読みすごしてしまったために、もう一度読み直さなければならないことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-02	家の中を歩いてきて、何をするためにそこに来たのか思い出せないことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-03	道路に出てる看板や標識に気がつかないことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-04	方角を説明するとき、右と左を間違うことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-05	人にぶつかることがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-06	出かける時、明かりや火を消したか、鍵をかけたかどうか思い出せないことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-07	人と会った時、その人の名前を聞きのがすことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-08	失礼なことを言ったかもしれない、後になってきづくことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-09	何かしているときに話しかけられると聞きのがすことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-10	かんしゃくを起こして後悔することがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-11	大事な手紙に何日も返事を書かないことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-12	久しぶりにある場所に行こうとした時に、どこで曲がればいいのか思い出せない。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-13	スーパー・マーケットに行って、ほしい品物が目の前にあるのに見つけられないことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-14	正しい意味で言葉を使っているかどうかが、急に気になることがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-15	決心するまでにあれこれ迷うことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-16	約束を忘れることがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-17	手にもったものをなにげなくそこにお気、後になってどこに置いたか思い出せなくなる。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-18	お菓子を食べているときに、うっかり包みのかわりに中身を捨ててしまうことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-19	何かを聞いていなければいけない時にぼんやり空想してしまうことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-20	人の名前を思い出せないことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる

C-21	家の中で何かに取りかかっている時についてのことがしたくなってしまうことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-22	のどまで出かかっているのに、どうしても思い出せないことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-23	何を買いにその店まで来たかが思い出せないことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-24	物を落とすことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-25	言おうとしていたことを思い出せないことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-26	早く決めるように急かされると、よく考えずに決めてしまい後で後悔することがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-27	テストなどいろいろ考えすぎて時間が足りなくなってしまうことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-28	責任の重い仕事を任されると、緊張してふだんの力が出せないことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-29	細かいことにこだわりすぎて、物事の全体的な局面を見すごしてしまうことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-30	ささいなこごが気になって、肝心なことを考えるのに集中できないことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-31	テストや面接のときにあがってしまい、落ち着いていたらもっとうまくできたのにと思うことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-32	状況が変わっているのに、自分の考え方や態度を柔軟に変えられないことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-33	単純な作業を繰り返して慣れてくると、気を抜いてしまってかえってミスをすることがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる
C-14	早く決めるように急かされると、かえって迷って決められなくなってしまうことがある。	①とてもあてはまる②どちらかといえばあてはまる ③どちらともいえない④どちらかといえばあてはまる

表2. 1. 2-2共通問診表③ (電化製品利用状況)

下記の電化製品を何歳代頃から何歳代頃までの間お使いになられましたか。年齢をお書き下さい。また、その間に全部で何種類くらいお使いになられましたか。選択肢からお選び下さい。使ったことのない機器は空欄にして下さい。

ただし、この場合「使った」とはご自分自らの手で操作した場合に限ります。

下記の電化製品以外にお仕事やご家庭で日常的にお使いになったことのある機器がございましたら、「その他よく使用した機器」の欄に付け加えて下さい。

	使った期間	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
例:洗濯機	10歳代～ 75歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
ATM(現金自動預払い機)	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
JR・私鉄等の券売機	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
航空会社の発券機・自動チェックイン機	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
病院の受付機	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
公衆電話	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
CDプレーヤー	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
MDプレーヤー	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
DVDプレーヤー	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
カセットデッキ	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
ラジオ	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
ビデオデッキ	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
テレビ	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
衛星放送一式	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
コピー	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
パソコン	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
ワープロ	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
プリンタ	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
スキャナー	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
テレビゲーム(ファミコン)	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
携帯ゲーム(ポケットボイ等)	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
携帯用ノートパソコン (ザウルス・パーム等含む)	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
電子辞書	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上
カーナビ	歳代～ 歳代	A. 1種類	B. 2、3種類	C. 4種類以上

電子レンジ	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
冷蔵庫	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
洗濯機	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
エアコン（クーラー）	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
電磁調理器（IH）	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
炊飯器	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
電気ポット	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
全自動食器洗い機	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
浄水器	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
電子血圧計	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
電話	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
ファックス	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
携帯電話	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
メールボード	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
カメラ	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
デジタルカメラ	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
ビデオカメラ	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
ICレコーダー（録音機）	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
電卓	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
マッサージ機	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
iモード（ez-web等）	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
Lモード	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
その他よく使用した機器1 （ ）	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上
その他よく使用した機器2 （ ）	歳代～	歳代	A. 1種類 B. 2、3種類 C. 4種類以上

第2章 IT機器の利用に関する問題点

2. 1 広汎なIT機器の利用に関する問題点

2. 1. 1 調査の目的

現在、IT革命のさなかにあって、本来的にはもっと重要な位置づけにあるべきIT機器を使用する生活者側の情報については、十分に把握されているとは言い難い状況がある。中でも、生活者とIT機器とのよりよい関係を築くことに貢献するような情報の不足は甚だしく、特に、IT機器の利用に関連するスキルが未熟な高齢者層についての情報は皆無に近いといえる。

このような状況で、高度なITノウハウが日常の生活財にフィードバックされ、身近に提供されたとしても、それをどのようにして生活の中に根付かせるのか、あるいはそれをどのようにとらえるのかという高齢者側に立った視点との結びつきがなければ、それらは無意味な箱や器と化してしまうことになろう。

おそらく、ITのようなテンポの早いテクノロジーの進歩が、生活の中にどのように浸透し、機能していくのかを予見して、世代を問わずに生活に根付かせるためには、テクノロジー弱者である高齢者がIT機器を利用する際に感じる問題点について十分把握することが重要である。

そこで、2つのインタビュー調査－1) IT機器および機器イメージに関する調査、2) IT機器が持つ機能および機能イメージに関する調査－を通じて、IT機器を利用する際に高齢者が感じる各種の問題点を収集する。

2. 1. 2 調査1－IT機器および機器イメージに関する調査－

まず、高齢者のIT機器の利用に関する問題点を収集する端緒として、日常的に接するIT機器の類型や位置づけをユーザーとしての高齢者の視点から検討することで、高齢者がIT機器を利用する際の諸問題を多面的に収集しようと試みた。

具体的には、日常的に接する可能性のあるIT機器について、「使う」という観点からのデプスインタビューを実施し、日常での生活場面により対応する形で、IT機器の使用に際して高齢者が感じる問題の諸側面をコメントデータとして収集する。

また、同様の方法による問題点の収集は、高齢者だけでなく中高年層や若年層のサンプルに対しても実施した。

(1) 対象者

本報告書に含まれるすべての調査・実験に共通する対象者としてリクルーティングされた88名の中から、3つの年代層別に対象者が選出された。計画段階では、各年齢層別に12名ずつを選出する予定であったが、対象者の母集団である88名とスケジュール調整を行った結果、高齢者層と中高年層に1名ずつの増減が生じた。実査に際しての各年代層の内訳は表2. 1. 2-1の通りである。

表2. 1. 2-1 被験者の構成

	全体	男性	女性
高齢者層（60歳以上）	13名	6名	7名
中高年層（50歳代）	11名	6名	5名
若年層（20歳代）	12名	6名	6名

(2) 対象機器

表2. 1. 2-2に一覧で示した45機種を対象とした。

表2. 1. 2-2 対象機器リスト

機器名の頭にある○印はデプスインタビューに使用した31機種を示す。

	対象機器名		対象機器名
○ 1. ATM ((現金自動預払い機)	○ 24. 電子レンジ		
○ 2. JR・私鉄等の券売機	○ 25. 冷蔵庫		
3. 飛行機の発券機・自動チェックイン機	○ 26. 洗濯機		
○ 4. 病院受付機	○ 27. エアコン (クーラー)		
○ 5. 公衆電話	○ 28. 電磁調理器 (IH)		
○ 6. CDプレーヤー	○ 29. 炊飯器		
7. MDプレーヤー	○ 30. 電気ポット		
○ 8. DVDプレーヤー	31. 全自動食器洗い機		
9. カセットデッキ	32. 净水器		
○ 10. ラジオ	○ 33. 電子血圧計		
○ 11. ビデオデッキ	○ 34. 電話		
○ 12. テレビ	○ 35. ファックス		
13. 衛星放送一式	○ 36. 携帯電話		
○ 14. コピー	37. メールボーダー		
○ 15. パソコン	○ 38. カメラ		
16. ワープロ	○ 39. デジタルカメラ		
17. プリンタ	○ 40. ビデオカメラ		
18. スキャナー	41. ICレコーダー (録音機)		
○ 19. テレビゲーム (ファミコン)	○ 42. 電卓		
20. 携帯ゲーム (ポケットボーイなど)	43. マッサージ機		
○ 21. ノートパソコン (ザウルス・パームなど含む)	○ 44. iモード		
○ 22. 電子辞書	○ 45. Lモード		
23. カーナビ			

(3) 実施期間および実施場所

実施期間：平成13年10月17日（水）～22日（月）

実施場所：新ダイビル 地下1F 第4集会室

実施期間中のスケジュールの詳細は表2. 1. 2-3の通りである。

表2. 1. 2-3 実施期間中のスケジュール

実施日	時間	対象者ID	対象者ID	対象者ID
10月17日	10:00~12:00	M-21	M-23	E-30
	13:00~15:00	M-02	M-12	Y-14
	16:00~18:00	E-28	Y-09	M-26
10月18日	10:00~12:00	E-04	E-20	Y-11
	13:00~15:00	M-05	M-07	E-25
	16:00~18:00	Y-06	M-25	M-27
10月19日	10:00~12:00	E-23		
	13:00~15:00	E-12		
	16:00~18:00	Y-16		
10月20日	10:00~12:00	E-29	E-31	Y-23
	13:00~15:00	E-32	Y-25	E-14
	16:00~18:00	Y-13		Y-10
10月21日	10:00~12:00	E-13	E-15	
	13:00~15:00	M-06	M-08	
	16:00~18:00	Y-17	Y-17	

(4) 手続き

表2. 1. 2-2に示す45機種のIT機器について認識率をチェックした後、その中の31機種を対象にして、「使う」という言葉をキーワードにしたツー・オン・ワン形式（1名の対象者にインタビュアーと記録者の2名が対応する）のデプスインタビューを実施し、問題点の抽出を試みた。

基本フローは以下の通りである。

1) ウオーミングアップ

時候の挨拶、インタビュアーの自己紹介などからインタビューをスタートさせ、家族構成、日常の様子、仕事、趣味、健康状態、地域との関わりなどを把握する。

また、表2. 1. 2-2に示す45機種の一覧表を提示し、「知っているもの」を判別してもらい、IT機器の認識率を把握した。

2) セッション1

表2. 1. 2-2に示す45機種の中から、デプスインタビュー用に選択した31機種のカードを提示し、「使っているもの」と「使っていないもの」の2つのグループに分類する作業を行った。このとき「知らないもの」はインタビューの対象から省いた。また、自分で操作できないが普段使用しているものは「使っているもの」に分類した。

3) セッション2

「使う」というキーワードに関連して、「使える－使えない」と「使いたい－使いたくない」という2つの評価軸を設定し、「使っているもの」と「使っていないもの」に分類されたカードを、それぞれの分類ごとに、この2つの評価軸を直交させた平面上にマッピングしながら、日常におけるそれらの機器の使い方や問題点、マッピングの理由などを掘り下げた。

このとき、「使える－使えない」の評価軸には、うまく使える度合いや使うことに関する自信の度合い、支障なく使える度合い、不自由なく使える度合いなどの意味を含ませた。

この作業を通じて、各機器は、「使っているもの」と「使っていないもの」の分類ごとに「使える－使えない」と「使いたい－使いたくない」の2軸を組み合わせた4つの象限に位置づけられる。

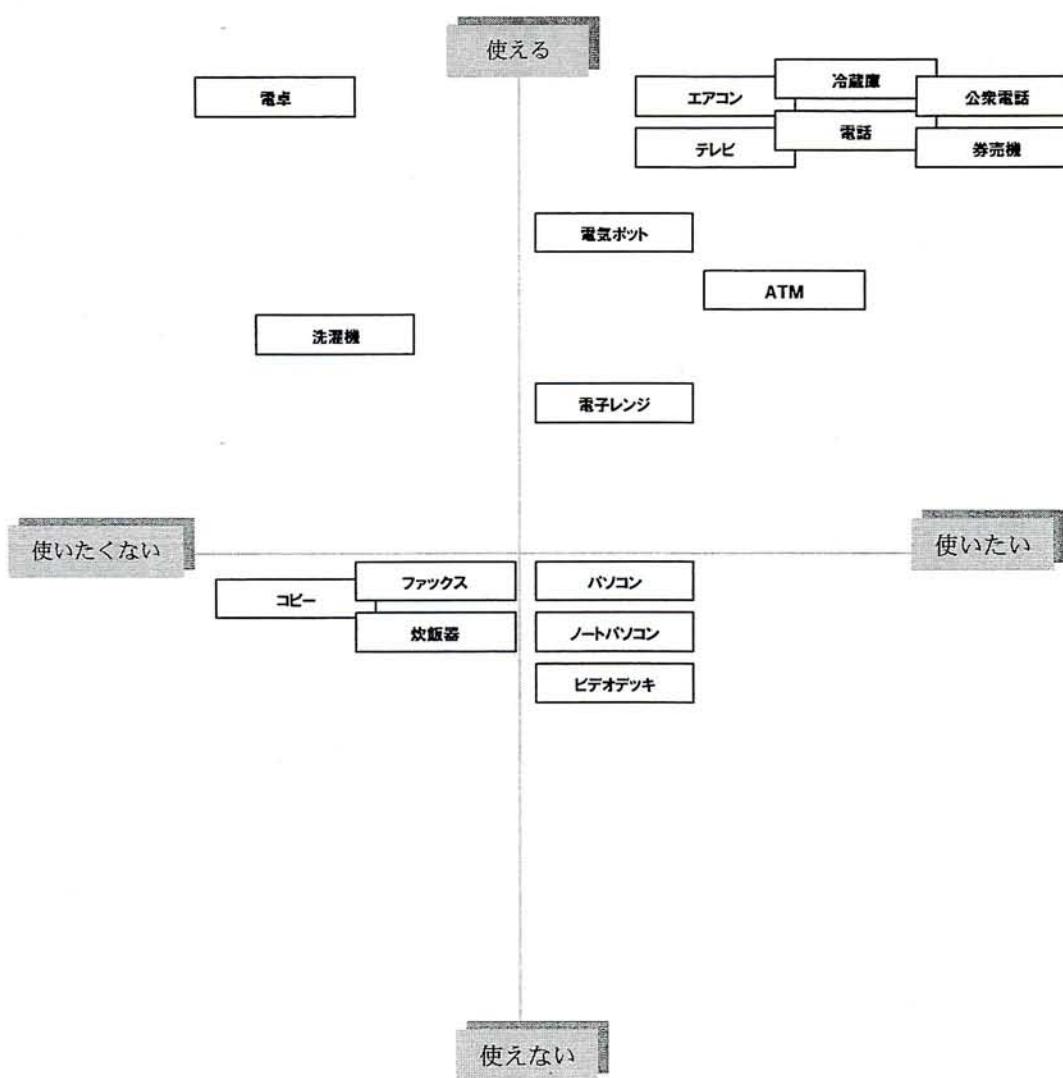


図2. 1. 2-1 アウトプット例：「使っている機器」のマッピング

5) セッション3

各象限ごとに、マッピングされた機器の中から、その象限における最も代表的な機器を選択し、その後、各象限に位置づけられたすべての機器について代表性の判断を行い、その理由を掘り下げた。

(5) データの記録

インタビューを通じて得られたコメントは、作業に用いたシートへの書き込みとカセットテープへの録音により記録し、その後、すべてのコメントをセンテンスごとに書き起こしたリストを作成して、調査1のデータとした。

2. 1. 3 調査2－IT機器が持つ機能および機能イメージに関する調査－

調査1の結果をふまえ、日常的に使用しているIT機器として代表的な4つの機器（公共利用機器として、ATMと券売機の2種類、私的利用機器として、携帯電話と電子レンジの2種類）と普及率は低いものの、比較的利用ニーズの高い2つの機器（電子辞書とDVDプレーヤー）を選択し、実物の機器を使用ながらモニター形式のデプスインタビューを実施した。

ここでは、特に、各機器について基本的な機能をピックアップし、それらの機能を中心にし、 「使う」という観点からの問題点の抽出を試みた。この手続きにより、高齢者が実際に I T 機器を使用する際に経験する問題点を具体的な操作事例と対応させて抽出することが可能になる。

また、この調査も高齢者だけではなく、比較対象として中高年層および若年層のサンプルに実施した。

(1) 対象者

本報告書に含まれるすべての調査・実験に共通する対象者としてリクルーティングされた 88 名の中から、高齢者層を 12 名、中高年層と若年層を 8 名ずつ、合計 28 名が選出された。各年代層の内訳は表 2. 1. 3-1 の通りである。

表 2. 1. 3-1 被験者の構成

	全体	男性	女性
高齢者層（60 歳以上）	12 名	6 名	6 名
中高年層（50 歳代）	8 名	4 名	4 名
若年層（20 歳代）	8 名	4 名	4 名

(2) 対象機器および対象機能（課題）

6 種類の I T 機器（ATM、券売機、携帯電話、電子レンジ、電子辞書、DVD プレーヤー）を組み合わせ、2 種類（A・B）の対象機器セットを用意した。

A セット：ATM、電子レンジ、電子辞書

B セット：券売機、携帯電話、DVD プレーヤー

また、各機器についてピックアップした基本的な機能（課題）は表 2. 1. 3-2 に示す。

表 2. 1. 3-2 使用した機器と機能（課題）

A セット

機器名	ATM	電子レンジ	電子辞書
機能リスト	<ul style="list-style-type: none">・ 入金（預け入れ）・ 出金（引き出し）・ 残高照会・ 通帳記入・ 振り込み	<ul style="list-style-type: none">・ あたため・ 解凍・ オープン・ グリル・ トースト	<ul style="list-style-type: none">・ 漢字検索・ ことばの意味検索・ 英単語検索

表2. 1. 3-2 使用した機器と機能（課題）—続き

Bセット

機器名	券売機	携帯電話	DVDプレーヤー
機能リスト	<ul style="list-style-type: none"> ・ 普通切符の購入 ・ 連絡切符の購入 ・ 回数券の購入 ・ 複数切符の同時購入 ・ 乗車カードの購入 ・ 昼間割引回数券の購入 ・ 自由席特急券の購入 ・ 中・遠距離切符の購入 ・ 乗車カードでの切符購入 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発信（電話をかける） ・ 着信（電話を受ける） ・ 発信履歴（リダイアル） ・ 着信履歴（かけ直す） ・ 音量調節 ・ 着信音バタン（着メロ） ・ マナーモード ・ ダイヤルロック（キーロック） ・ 電話番号登録（メモリー登録） ・ 電話番号呼び出し（メモリーからの呼び出し） ・ 留守番機能 ・ アラーム機能 ・ 電卓機能 ・ メール受信（読む） ・ メール送信（送る） ・ メール受信の問い合わせ ・ iモード 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 再生 ・ 早送り ・ 卷き戻し ・ 一時停止 ・ 音声の詳細設定

(3) 実施期間および実施場所

実施期間：平成13年11月26日（月）～12月3日（月）

実施場所：ダイビル 1F 第3会議室

実施期間中のスケジュールの詳細は表2. 1. 3-3の通りである。

表2. 1. 3-3 Aセットを対象とした調査スケジュール

実施日	時間	対象者ID	対象者ID	対象者ID
11月26日	10:00～12:30	M-21	M-23	
	14:30～17:00	Y-11		
11月27日	10:00～12:30	E-20		
11月29日	10:00～12:30			E-28
	14:30～17:00	E-04	E-02	E-29
11月30日	10:00～12:30	E-31		
	14:30～17:00	Y-03	Y-04	
12月1日	10:00～12:30		M-05	M-07
12月3日	10:00～12:30	Y-09		

Bセットを対象とした調査スケジュール

実施日	時間	対象者ID	対象者ID	対象者ID
11月26日	10:00～12:30			M-22
	14:30～17:00		E-11	Y-10
11月27日	14:30～17:00	Y-17		
11月29日	10:00～12:30	E-13	E-15	
11月30日	10:00～12:30		M-26	
12月1日	10:00～12:30	E-09		
	14:30～17:00	M-04		
12月3日	10:00～12:30		Y-16	E-30
	14:30～17:00	M-15	Y-18	

(4) 手続き

ここでは、実際に機器を使用しながら、ツー・オン・ワン形式（1名の対象者にインタビュアーと記録者の2名が対応する）でデプスインタビューを実施した。

基本フローは以下の通りである。

1) ウオーミングアップ

時候の挨拶、インタビュアーの自己紹介などからインタビューをスタートさせ、家族構成、日常の様子、仕事、趣味、健康状態、地域との関わりなどを把握する。

2) セッション1

対象機器ごとに、表2. 1. 3-2にリストで示した機能を一つずつカードで提示し、自宅や公共空間、職場などでそれらの機器を使用している場面を想定しながら、それらの機能を「使っているもの」と「使っていないもの」の2つのグループに分類する作業を行う。このとき「知らないもの」は「使っていないもの」に分類した。また、自分で操作できないが、普段使用しているものは「使っているもの」に分類している。

3) セッション2

「使う」というキーワードに関連して、「使える－使えない」と「使いたい－使いたくない」という2つの評価軸を設定し、「使っているもの」と「使っていないもの」に分類された機能カードを、それぞれの分類ごとに、この2つの評価軸を直交させた平面上にマッピングする。

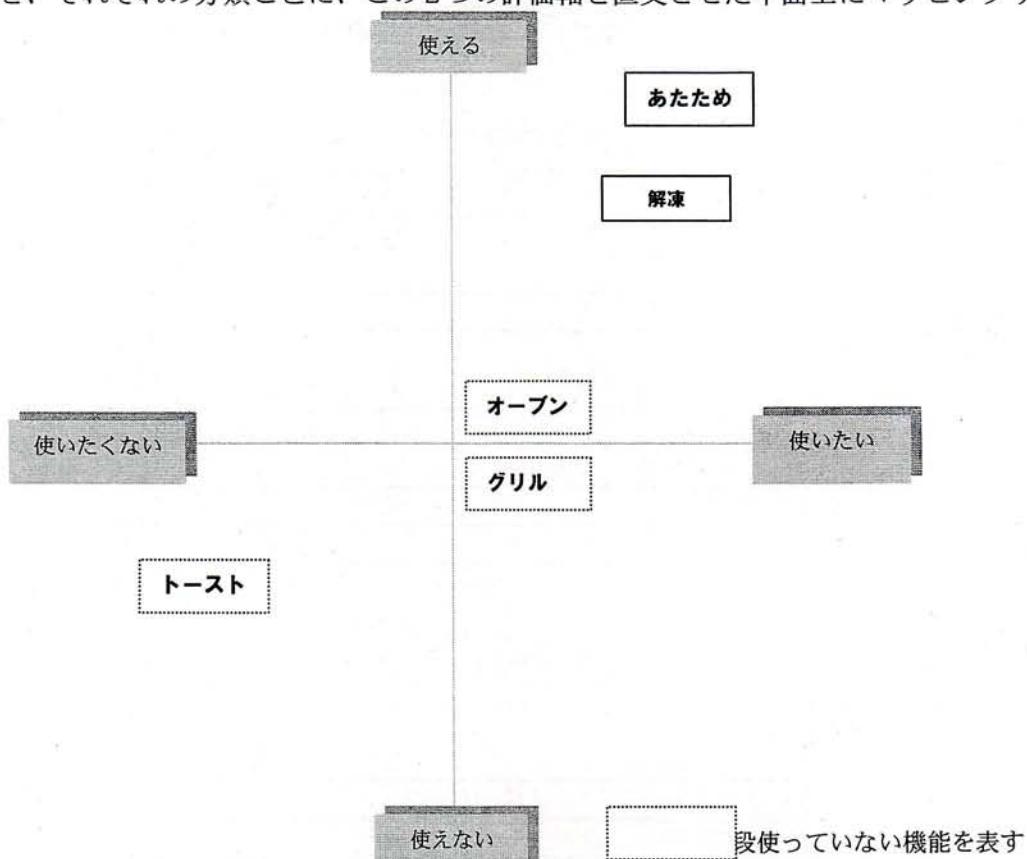


図2. 1. 3-1 アウトプット例：「使っている機器」マップ

このとき、「使える－使えない」の評価軸には、うまく使える度合いや使うことに関する自信の度合い、支障なく使える度合い、不自由なく使える度合いなどの意味を含ませた。

この作業を通じて、各機器は、「使っているもの」と「使っていないもの」の分類ごとに「使えるー使えない」と「使いたいー使いたくない」の2軸を組み合わせた4つの象限に位置づけられた。

4) セッション3

マッピングされた機能カードの位置と実際の機器操作を対応させながら、機器や機能の使い勝手と使用上の問題点およびその理由について掘り下げていく。



図2. 1. 3-2 実査の状況例：ATM

(5) データの記録

インタビューを通じて得られたコメントは、作業に用いたシートへの書き込みとカセットテープへの録音により記録し、その後、すべてのコメントをセンテンスごとに書き起こしたリストを作成して、調査2のデータとした。

2. 1. 4. 分析と結果

(1) IT機器の認識率

まず、調査1のウォーミングアップで調べたIT機器の認識率を年齢層別に整理するとともに、年齢層間で比較した。結果は表2. 1. 4-1に示す。

この結果では、45種類のIT機器に対する認識率は全調査対象者の平均値で83.6%であった。これを層別にみると、高齢者層(79.3%)がわずかではあるが、他の層に比べて値が低くなっている。

また、この認識率を機器別に整理してみると、年齢層別の認識率にはらつきの大きいものがあり、すべての年齢層にわたって広く認識されている機器と特定の年齢層にだけ認識率の高い機器との差異がよくわかる。おそらく、この認識率の差異は各年齢層におけるそれらIT機器の普及率や利用率と密接に関連していると思われる。

表2. 1. 4-1 IT機器の認識率

機器カテゴリー 年齢階層	ATM	券売機	飛行機の発券機	病院の受付機	公衆電話	CDプレーヤー	MDプレーヤー	DVDプレーヤー	カセットデッキ	ラジオ
高齢者層	100.0	92.3	53.8	53.8	100.0	76.9	38.5	38.5	76.9	100.0
中高年者層	100.0	100.0	81.8	63.6	100.0	90.9	45.5	18.2	81.8	100.0
若年層	91.7	91.7	33.3	33.3	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7
機器カテゴリー 年齢階層	ビデオデッキ	テレビ	衛生放送一式	コピー	パソコン	ワープロ	プリンタ	スキャナー	テレビゲーム	携帯ゲーム
高齢者層	84.6	100.0	53.8	100.0	100.0	100.0	92.3	46.2	84.6	53.8
中高年者層	90.9	100.0	63.6	100.0	100.0	100.0	100.0	45.5	90.9	63.6
若年層	91.7	91.7	75.0	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7
機器カテゴリー 年齢階層	携帯用ノートパソコン	電子辞書	カーナビ	電子レンジ	冷蔵庫	洗濯機	エアコン	電磁調理器	炊飯器	電気ポット
高齢者層	69.2	84.6	76.9	100.0	100.0	100.0	100.0	69.2	100.0	100.0
中高年者層	72.7	90.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	81.8	100.0	100.0
若年層	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	75.0	91.7	91.7
機器カテゴリー 年齢階層	全自動食器洗い機	浄水器	電子血圧計	電話	ファックス	携帯電話	メールボーダ	カメラ	デジタルカメラ	ビデオカメラ
高齢者層	76.9	84.6	84.6	100.0	100.0	92.3	30.8	92.3	69.2	84.6
中高年者層	100.0	100.0	90.9	100.0	100.0	100.0	9.1	100.0	100.0	100.0
若年層	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	91.7	58.3	91.7	91.7	91.7
機器カテゴリー 年齢階層	ICレコーダー	電卓	マッサージ機	iモード	Lモード	全体				
高齢者層	46.2	100.0	84.6	23.1	53.8	79.3				
中高年者層	27.3	100.0	100.0	90.9	54.5	85.7				
若年層	66.7	91.7	91.7	83.3	75.0	86.5				

単位は%

(2) IT機器の問題点に関するコメントの整理 1 - 「使う」という観点からの分類 -

調査1と調査2で得られたコメントを、対象機器別および対象機能別に整理し、表2. 1. 4-2に示した14分類に整理した。この分類は、IT機器の問題点に関する個々のコメントについて、それが述べられた話の文脈がわかるようにするために考案された枠組みで、「使う」ことに関連する3つの評価基準（使っている／使っていない、使える／使えない、使いたい／使いたくない）とIT機器を使う際の他者との関わりの有無との組み合わせで構成されている。

また、各コメントの分類に際しては、対象者がそのコメントを述べた際の話の文脈を重視して、すべてのコメントをこの分類に落とし込んだ。そのため、膨大なコメントデータは整理された分類枠組みを通じて検索できるものになる。ただし、分類対象になっている個々のコメントデータは、話の全体の文脈とは切り離されたパートに分解されているために、検索結果として個々のコメントを見るときに、分類カテゴリーに曖昧さを感じる問題は残った。

表2. 1. 4-2 分類カテゴリー

	使っている	使っていない	使える	使えない	使いたい	使いたくない	その他
自分だけ	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
他者との関わり	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭

表2. 1. 4-3 コメントの分類例

被験者コード	カテゴリー	対象機器	コメント
E-02	①	電子レンジ	あたためは、お弁当やお惣菜を温めるとき、他のどの方法（鍋にお湯を張ってあたためる方法）を使うよりも手軽にかつ確実に目的を達することができる
E-02	③	ATM	出金は、使用頻度が高いので、使える
E-02	⑥	ATM	ATMは、常に混雑して時間がかかるので、使いたくない（でも必要だから使っている）
E-02	⑦	電子辞書	普段パソコンを使っており、キーボード操作になれていることから、電子辞書の入力方法は、ローマ字入力のほうが使いやすい

(3) IT機器の問題点に関するコメントの整理 1 —コメントをベースにした設計項目の作成—

上記の手続きを経て整理されたコメントデータは、「使う」という観点から素データを検索する際に有効であるが、こうしたコメントデータを利用するIT機器の企画・設計に関わる側の立場に立てば、必ずしも生の材料に近いデータだけが有効なデータではない。

そこで、コメントデータの意味内容を一つ一つ分析し、それらの意味の類似性を手がかりにして、すべてのコメントデータをボトムアップで階層的なツリー構造に結合させ、IT機器の設計項目に相当する変数を体系的に構成することを試みた。

具体的な手続きとしては、まず、すべてのコメントの意味内容を前後の文脈との関係から確定し、その意味内容の似かよったコメントをグループにまとめ、そのグループで共有できる意味内容のラベルをすべてのグループに付ける。次に、グループ間の意味内容の重複を検討し、できる限り各グループが独立するように配慮して、グループの統合と分割を繰り返した。

また、この作業は逆方向にも行い、ラベリングされた名称から、個々のコメントの各グループへの所属の適否を判断し、コメントの所属するグループの入れ替えを行う。この手続きが何度も繰り返された結果、全コメントの所属するグループとして96のグループが確定された。

表2. 1. 4-4 変数名一覧（96変数）

ガイドが適切	親近感	家族によるサポート	表示の配色がよい（ガイド）
ガイドが不備	性能がよい	家族によるデモ	表示の配色がよい（操作）
キーが小さい	性能がよくない	家族内に役割がある	表示の配色がよくない（ガイド）
キーが大きい	性役割がある	勘違い	表示の配色がよくない（操作）
キーの配置がよい	操作が共通していない	慣れ	表示の配置がよい（ガイド）
キーの配置がよくない	操作が共通している	機能が充実	表示の配置がよくない（ガイド）
コストが懸念される	操作が統一されていない	機能が不明	表示の配置がよくない（操作）
コンテンツがよい	操作が統一されている	機能に過不足がある	評価懸念
コンテンツがよくない	操作感がよい	機能に代替がある	普及
サイズがよい	操作感がよくない	機能に代替がない	風評
サイズがよくない	操作手順がわかりやすい	機能に不信を感じる	風評（ポジティブ）
サポート	操作手順が少ない	携帯性がよい	友人によるサポート
効力感	操作手順が多い	経験	友人によるデモ
デザインがよい	操作性がよい	購入コストが安い	用語がわかりにくい
デザインがよくない	操作性がよくない	購入コストが高い	要求水準
デメリットがある	操作不安	使うことが楽しい	嗜好
ネガティブなサポート	単独では制約がある	使うことが楽しくない	操作手順がわかりにくい
ネガティブなデモ	仲間	使うことで手間が省ける	表示がわかりにくい（操作）
ネガティブな経験	表示がわかりにくい（ガイド）	使うのに手間がかかる	表示がわかりやすい（ガイド）
ポジティブな経験	表示が小さい（ガイド）	思いこみ	表示がわかりやすい（操作）
メディアによるデモ	表示が小さい（操作）	時間的コストがかからない	用語がわかりやすい
ランニングコストが安い	表示が大きい（操作）	時間的コストがかかる	興味関心
ランニングコストが高い	表示に過不足がある	習慣	コントロール感
価値観	表示に過不足がない	職員・店員によるサポート	その他

次に、これらのグループを、階層構造を念頭に置いた設計項目として結合・整理した。この結果、設計項目は図2. 1. 4-1に示した6つの領域と10のサブ領域、および3つの階層を持つ体系にまとめられた。

また、この体系における各設計項目の度数分布は表2. 1. 4-5に示してある。

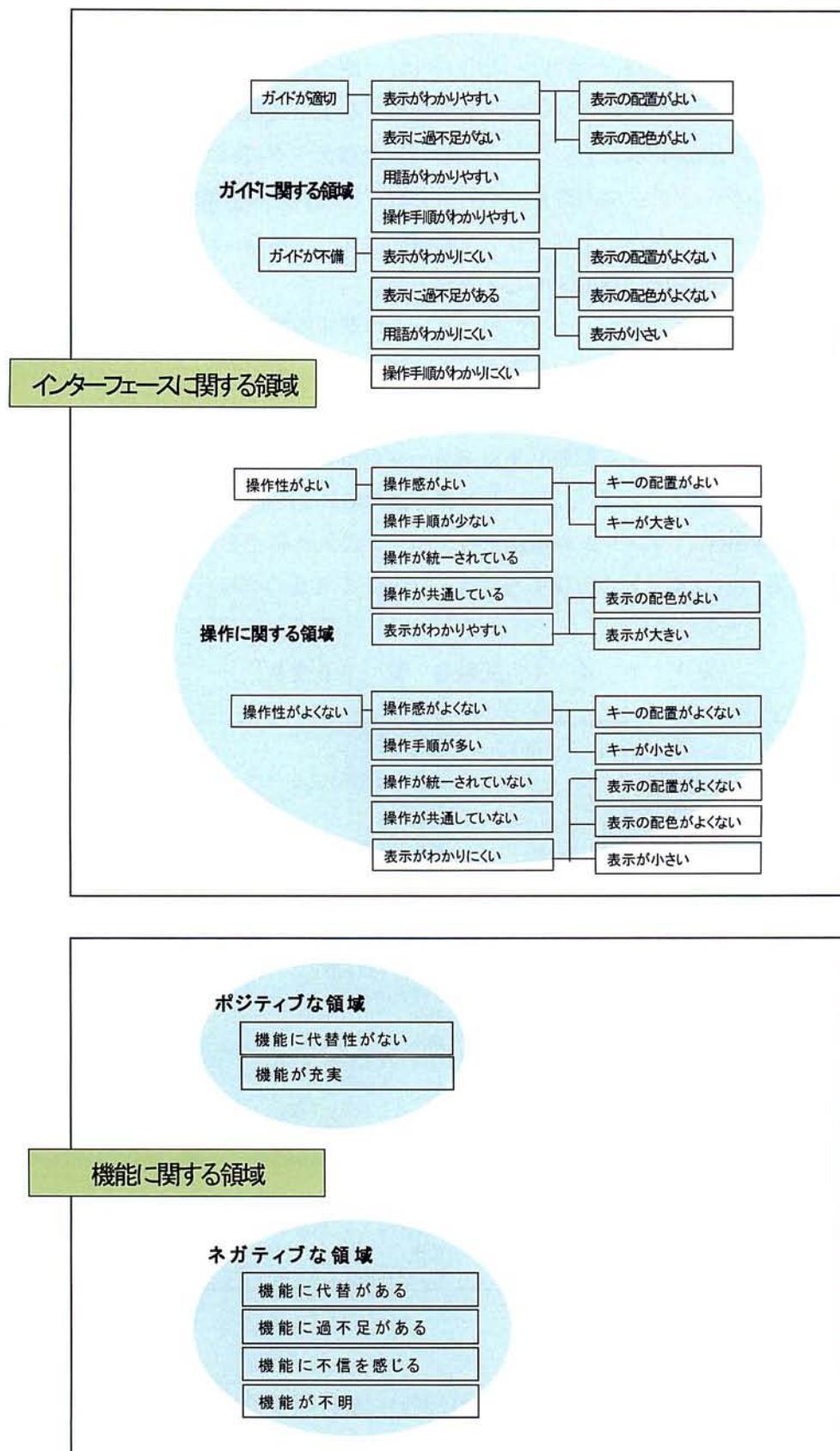


図 2. 1. 4-1 設計項目体系

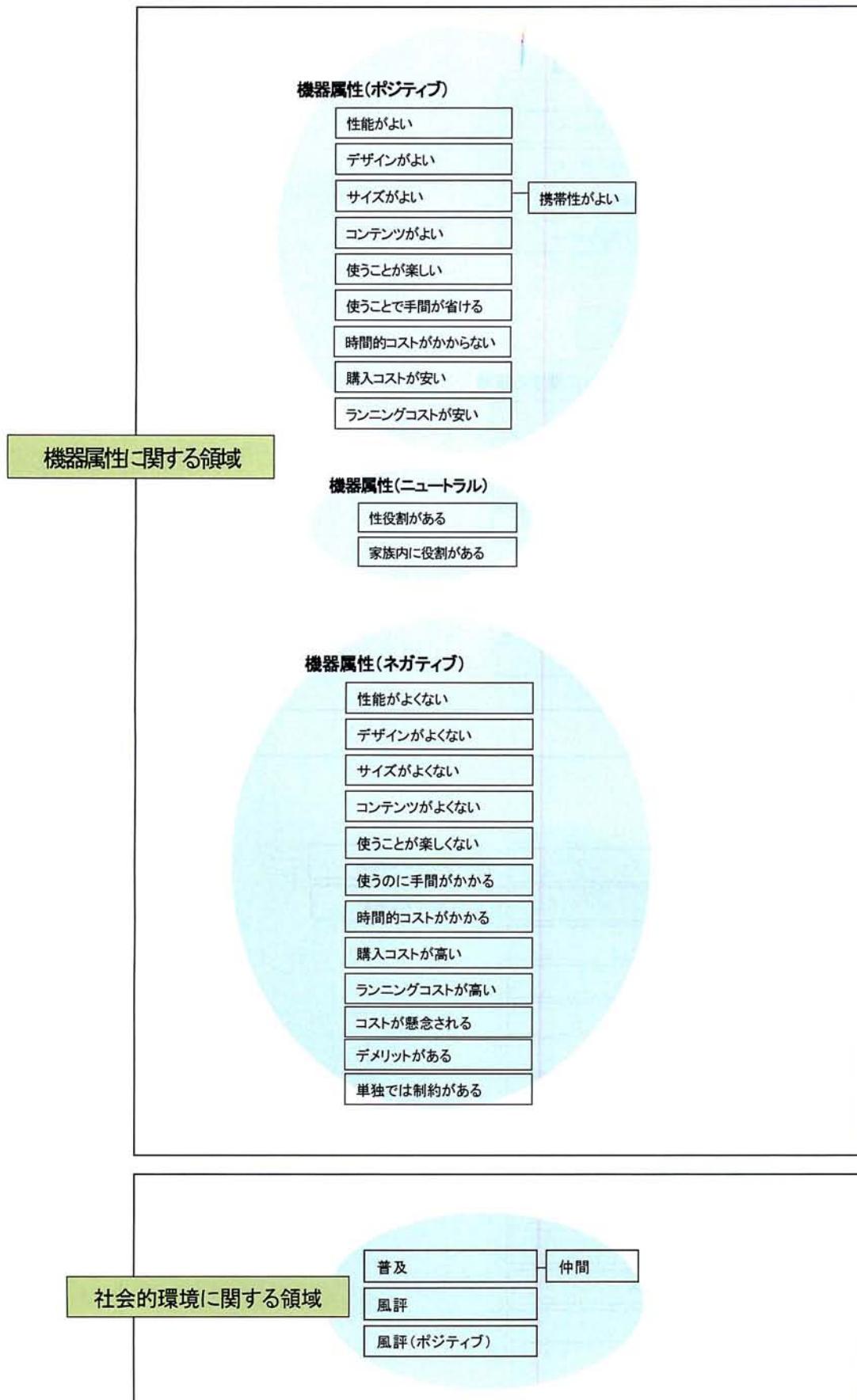


図 2 . 1 . 4 – 1 設計項目体系 (続き)

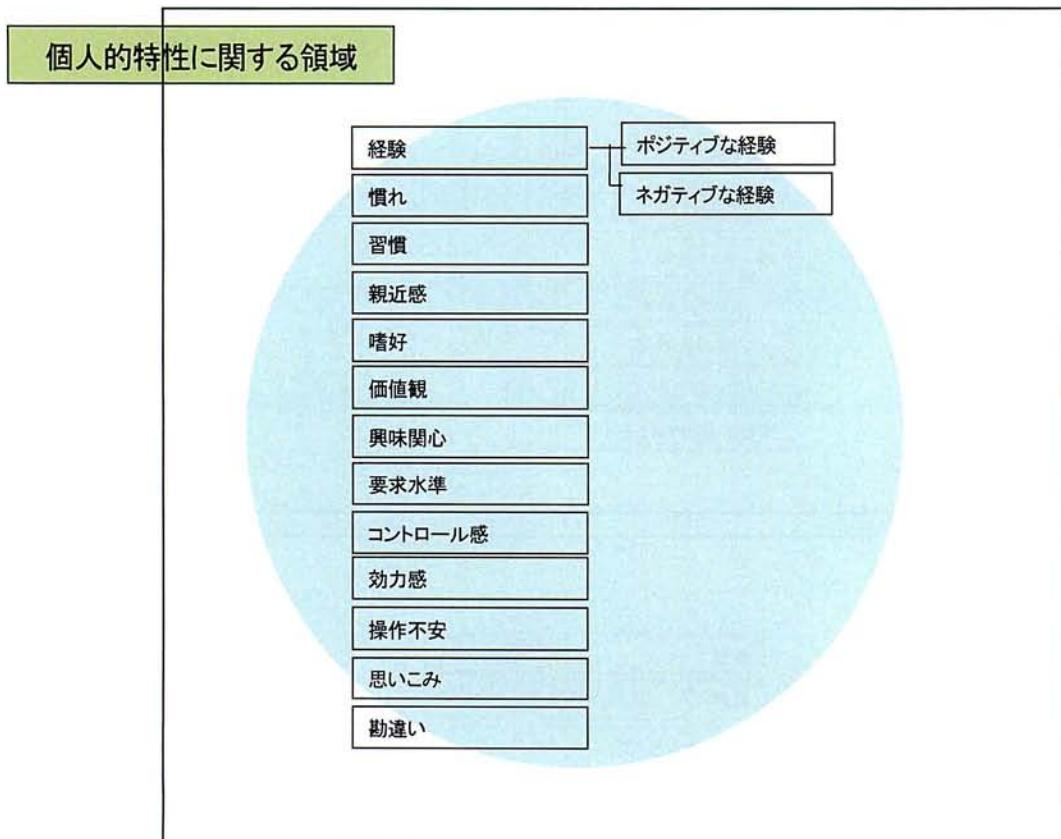
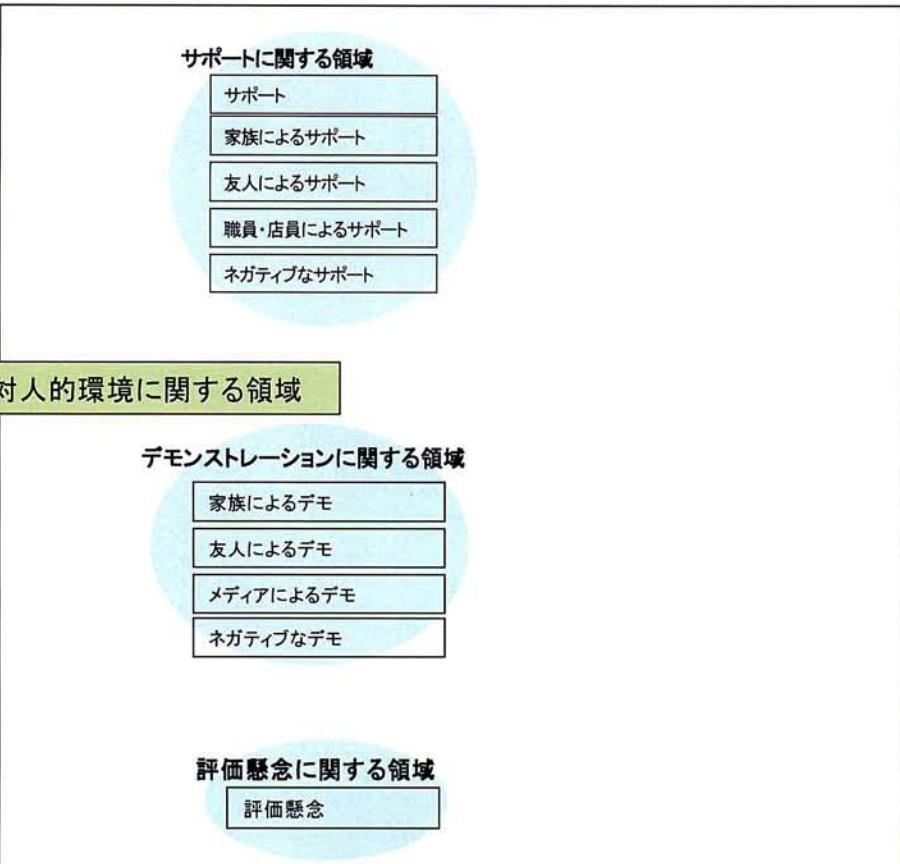


図 2. 1. 4 - 1 設計項目体系（続き）

表2. 1. 4-5 設計項目別のコメント数（年齢層別）

変数名	高齢者層		中高年層		若年層		総計		
	コメント数	%	コメント数	%	コメント数	%	コメント数	%	
インターフェース	ガイドが適切	48	1.30%	23	0.62%	23	0.62%	94	2.55%
	ガイドが不適	35	0.95%	23	0.62%	29	0.79%	87	2.36%
	表示がわかりやすい(ガイド)	6	0.16%	11	0.30%	7	0.19%	24	0.65%
	表示に適切がない	8	0.22%	8	0.22%	13	0.35%	29	0.79%
	表示に適切がある	3	0.08%		0.00%	6	0.16%	9	0.24%
	用語がわかりやすい	9	0.24%	2	0.05%	4	0.11%	15	0.41%
	用語がわかりにくい	1	0.03%		0.00%		0.00%	1	0.03%
	操作手順がわかりにくい	26	0.70%	18	0.49%	25	0.68%	69	1.87%
	操作手順がわかりやすい	4	0.11%	1	0.03%	5	0.14%	10	0.27%
	表示の配色がよい(ガイド)	36	0.98%	24	0.65%	36	0.98%	96	2.60%
	表示の配色がよくなき(ガイド)	1	0.03%		0.00%	1	0.03%	1	0.03%
	表示の配色がよい(ガイド)	2	0.05%	6	0.16%	1	0.03%	8	0.22%
	表示の配色がよくなき(ガイド)	1	0.03%	2	0.05%	1	0.03%	4	0.11%
	表示が小ささい(ガイド)	2	0.05%	1	0.03%		0.00%	3	0.08%
	操作性がよい	4	0.11%	4	0.11%	8	0.22%	16	0.43%
	操作性がよくなき	21	0.57%	14	0.38%	17	0.46%	52	1.41%
	操作感がよくなき	3	0.08%	3	0.08%	1	0.03%	7	0.19%
	操作感が少ない	12	0.33%	12	0.33%	6	0.16%	30	0.81%
	操作手順が少ない	33	0.89%	35	0.95%	42	1.14%	110	2.98%
	操作が流れている	38	1.03%	25	0.68%	41	1.11%	104	2.82%
	操作が流れていない	1	0.03%		0.00%	6	0.16%	7	0.19%
	操作が共通している	25	0.68%	8	0.22%	23	0.62%	56	1.52%
	操作が共通していない	9	0.24%	4	0.11%	7	0.19%	20	0.54%
	操作が共通していない	1	0.03%		0.00%	3	0.08%	4	0.11%
	表示がわかりやすい(操作)	12	0.33%	3	0.08%	8	0.22%	23	0.62%
	表示がわかりやすい(操作)	6	0.16%	4	0.11%	1	0.03%	11	0.30%
	キーの配置がよい	0	0.00%	1	0.03%	16	0.43%	17	0.46%
	キーの配置がよくなき	1	0.03%	1	0.03%	1	0.03%	3	0.08%
	キーが大きい	0	0.00%	2	0.05%		0.00%	2	0.05%
	キーが小さい	5	0.14%	2	0.05%	4	0.11%	11	0.30%
	表示の配色がよくなき(操作)	1	0.00%		0.00%	2	0.05%	2	0.05%
	表示の配色がよくなき(操作)	1	0.03%		0.00%		0.00%	1	0.03%
	表示の配色がよくなき(操作)	1	0.03%	1	0.03%		0.00%	2	0.05%
	表示が大きい(操作)	8	0.22%	6	0.16%	1	0.03%	15	0.41%
	表示が小さい(操作)	23	0.62%	4	0.11%	5	0.14%	32	0.87%
機能	小計	386	10.46%	248	6.72%	345	9.35%	979	26.54%
	機能に代替がない	65	1.76%	56	1.52%	33	0.89%	154	4.17%
	機能に代替がある	39	1.06%	30	0.81%	51	1.38%	120	3.25%
	機能が充実	40	1.08%	27	0.73%	25	0.68%	92	2.49%
	機能に過不足がある	20	0.54%	23	0.62%	30	0.81%	73	1.98%
	機能に不信を感じる	2	0.05%	5	0.14%	7	0.19%	14	0.38%
機器属性	小計	175	4.74%	152	4.12%	158	4.28%	485	13.15%
	性能がよい	20	0.54%	21	0.57%	20	0.54%	61	1.65%
	性能がよくなき	19	0.52%	3	0.08%	11	0.30%	33	0.89%
	デザインがよい	2	0.05%	2	0.05%	3	0.08%	7	0.19%
	デザインがよくなき	4	0.11%	3	0.08%	7	0.19%	14	0.38%
	サイズがよい	8	0.22%	7	0.19%	5	0.14%	20	0.54%
	サイズがよくなき	2	0.05%	1	0.03%	1	0.03%	4	0.11%
	携帯性がよい	8	0.22%	7	0.19%	6	0.16%	21	0.57%
	コンテンツがよい	7	0.19%	5	0.14%	8	0.22%	20	0.54%
	コンテンツがよくなき	2	0.05%		0.00%	7	0.19%	9	0.24%
	使うことが柔軟	13	0.35%	7	0.19%	14	0.38%	34	0.92%
	使うことが柔軟しない	2	0.05%		0.00%	5	0.14%	7	0.19%
	使うことで手間が省ける	24	0.65%	19	0.52%	20	0.54%	63	1.71%
	使うのに手間がかかる	10	0.27%	10	0.27%	22	0.60%	42	1.14%
	時間的コストがかかる	1	0.03%	1	0.03%		0.00%	2	0.05%
	時間的コストがかかる	4	0.11%	2	0.05%	12	0.33%	18	0.49%
	購入コストが安い	7	0.19%	4	0.11%	1	0.03%	12	0.33%
	購入コストが高い	12	0.33%	7	0.19%	7	0.19%	26	0.70%
	ランニングコストが安い	3	0.08%	1	0.03%	2	0.05%	6	0.16%
	ランニングコストが高い	8	0.22%	5	0.14%	5	0.14%	18	0.49%
	コストが懸念される	6	0.16%	3	0.08%		0.00%	9	0.24%
	デメリットがある	8	0.22%	13	0.35%	1	0.03%	22	0.60%
	単独では制約がある	1	0.03%	1	0.03%	1	0.03%	3	0.08%
	役割がある	11	0.30%	10	0.27%		0.00%	21	0.57%
	家庭内に役割がある	1	0.03%		0.00%	15	0.41%	16	0.43%
社会的環境	小計	183	4.96%	132	3.58%	173	4.69%	488	13.23%
	苦労	22	0.60%	8	0.22%	8	0.22%	38	1.03%
	仲間	6	0.16%	7	0.19%	4	0.11%	17	0.46%
	風評(ホシヤイフ)	14	0.38%		0.00%		0.00%	14	0.38%
対人的環境	小計	42	1.14%	16	0.43%	12	0.33%	70	1.90%
	サポート	19	0.52%	1	0.03%	5	0.14%	25	0.68%
	家族によるサポート	24	0.65%	22	0.60%	4	0.11%	50	1.36%
	友人によるサポート	6	0.16%		0.00%	4	0.11%	10	0.27%
	職員によるサポート	9	0.24%	7	0.19%	3	0.08%	19	0.52%
	ネガティブなサポート	3	0.08%	4	0.11%		0.00%	7	0.19%
	家族によるデモ	13	0.35%	19	0.52%	2	0.05%	34	0.92%
	友人によるデモ	7	0.19%	1	0.03%	2	0.05%	10	0.27%
	メディアによるデモ	4	0.11%	2	0.05%	3	0.08%	9	0.24%
	ネガティブなデモ	3	0.08%	3	0.08%	3	0.08%	9	0.24%
個人的特性	小計	98	2.66%	63	1.71%	36	0.98%	197	5.34%
	経験	37	1.00%	42	1.14%	45	1.22%	124	3.36%
	ボジティブな経験	7	0.19%	8	0.22%	6	0.16%	21	0.57%
	ネガティブな経験	14	0.38%	15	0.41%	18	0.49%	47	1.27%
	慣れ	83	2.25%	38	1.03%	35	0.95%	156	4.23%
	習慣	5	0.14%	4	0.11%	7	0.19%	16	0.43%
	親近感	24	0.65%	29	0.79%	15	0.41%	68	1.84%
	嗜好	12	0.33%	8	0.22%	5	0.14%	25	0.68%
	興味関心	103	2.79%	108	2.93%	53	1.44%	264	7.16%
	要求水準	12	0.33%	44	1.19%	18	0.49%	74	2.01%
	コントロール感	88	2.39%	100	2.71%	135	3.65%	323	8.76%
	効力感	3	0.08%	4	0.11%	18	0.49%	25	0.68%
	操作不安	25	0.68%	13	0.35%	22	0.60%	60	1.63%
	思惟不全	10	0.27%	15	0.41%	6	0.16%	31	0.84%
	勘違い	4	0.11%	5	0.14%	2	0.05%	11	0.30%
	その他	73	1.98%	84	2.28%	50	1.36%	207	5.61%
	小計	500	13.55%	535	14.50%	435	11.79%	1470	39.85%

総計	1384	1159	1146	3689
----	------	------	------	------

2. 2 IT 機器に対する U I 評価

2. 2. 1 実験の目的

本プロジェクト、すなわち高齢者ための IT 利用特性データベース作成は、「高齢者にとって使いやすい IT 機器のデザイン」に役立つデータベース作成を最終的な目的としている。すなわち、「高齢者にとって使いやすい IT 機器を作成するために必要な、高齢者の認知的な特性を測定し、データベースとして利用可能にしよう」というプロジェクトである。

しかしこの際、最も問題となるのは、「高齢者にとって、IT 機器の使いやすさとは何か」、また「IT 機器の使いやすさは、高齢者のどのような認知的な特性によって規定されているのか」という点が明らかになっていないことである。「高齢者は IT 機器に弱い」という命題は日常的に、しばしば口にされるものの、それは実際どのような現象、データをもとに語られているのであろうか。実際にどのように「弱い」のかを検討することなく、抽象的な概念、あるいは直感的な思い込みでそのような命題を語っていることはないであろうか。

そこで本研究では、次の二つの目的から、高齢者を対象とした大規模ユーザビリティテストを実施した。第一の目的は、上記の「高齢者にとって、IT 機器の使いやすさとは何か」、また「IT 機器の使いやすさは、高齢者のどのような認知的な特性によって規定されているのか」という問題を検討していくための、対象データの収集である。実際のところ、高齢者が「現実に感じている IT 機器利用上の問題点」を理解することなく、「使いやすさ」も「使いやすいデザインに関連する認知的特性測定」も不可能である。そこで、まずはその現状分析を行うために、できるだけ多様な IT 機器を対象として、高齢者に独自の使用上の問題点とそれを規定している認知的特性を分析するに足る観察データを収集することを目的とした。

この目的のために、(1) 単に操作性の可否だけを検討するユーザビリティテストではなく、認知的過程に踏み込んでの分析を可能にするべく、出来る限り豊富なデータを得るよう、発話思考法を使用した、(2) 高齢者層のみを対象とした場合、IT 機器自体が一般的に持つ問題点と高齢者が特異的にもっている問題点の切り分けが困難であるため、若年成人層(20 歳台)、中高年層(50 歳台後半)と高齢者層(65 歳以上)の 3 群の比較を可能にするデータ収集を行った。

したがって、本研究は「高齢者の IT 利用使用時の諸問題」を本格的に検討するための準備的段階ともいえる。しかし、同時に「できるかぎり自然の日常的な活動に近づけた形で」「なぜどのような行動を取り、どんなことを考えているのかを、できる限り豊富に収集した」データであるため、単に基盤的な問題分析のために使用するばかりでなく、「実際に高齢者はなにをどのように問題として感じているか」を直接的に伝えるための事例データ集として、これ自体が活用可能であると考える。これが第 2 の目的である。

本来、実際に IT 機器の製作・デザインにかかわる人たちは、自らが作ろうとしている製品を実際にユーザがどのように扱っているのかを自ら観察し、体験することが望ましい。しかし、現実のユーザ、とりわけ高齢者ユーザの使用状況を個別に観察し分析することは、時間的経済的コストが高く、また認知心理学的な技能も必要とされるため、なかなか容易には実施できないことが多い。そのため、「一度もユーザの状況を見たことがない人」が自分の持っている「頭の中のユーザ像」だけでデザインを行う場合が多いものと予測される。そこで、本研究で得られた観察データを直接公開し、高齢者が IT 機器との相互作用の中でどのような行動を取っているのか、どのよ

うに「困っているのか」をデザイナ自身が自分の目で見て、「頭の中のユーザ像」を多少なりとも現実の姿に近づけてもらう、また、具体的な状況の中での高齢者が経験する「難しさ」の事例を知つて、それらを回避する方法を具体的な場面で考えることによる実習訓練を行う、といった実践のための資料データとすることを目的とした。

このため、本研究で収集したデータは、(1)ビデオデータ、ならびに表形式に書き起した発話・行動プロトコルデータのすべてを、(2)タスク、機種、年齢層、個人間でリンクした形で参照できるようにデータベース化したものとして、公開することとした。

以下、具体的なデータ採集方法と、そこから読み取りうる高齢者のIT機器利用上の問題について、いくつかの事例を報告する。

2. 2. 2 被験者の属性

本実験では、第一章に示した88名の全被験者の参加を得て行われた。すなわち、高齢者層、中高年層、若年層の3群の参加者(男女同数)を得て実験を行った。これは、高齢者の認知特性を明らかにするために、高齢者のみを対象としたテストを行った場合、得られた結果がどこまで高齢者に特異な問題であるか特定できないためである。また、これらの比較検討によって、「高齢者にとっての使いやすさの実現が、他のユーザ層にとっても使いやすいデザインとなるか否か」というユニバーサルデザインの基本概念の実証的検討をも可能になるものと考えられる。

参加者の詳細を表2. 2. 2-1に示す。この88名の被験者は、年齢層ならびに男女別の各群ごとにランダムに2群に分けられ、テスト対象のIT機器の異なる群に割り当てられた。

表2. 2. 2-1 参加者属性および人数

年 群	年 齢	男	女	計
高齢者	65歳以上	16人	16人	32人
中高年	50歳代	14人	14人	28人
若年	20歳代	14人	14人	28人
合 計				88人

2. 2. 3 実験の方法

(1) 対象機器

現在のところ、「IT機器」の厳密な定義は存在しない。そこで、本研究では様々な機器の中から、(a)機器やシステムと人間との間で頻繁な相互作用を行うことが前提となっていること、(b)相互作用が画面など表示装置とボタンなど入力装置を通じて行われること、(c)日常生活上、多くの人が使うことが想定されていること、などの基準により4つの機器を選定した。実験においてテスト対象とした4種類の機器とその選定理由を表2. 2. 2-2に示す。テストでは、ATMとL-mode電話機、テレビゲームと炊飯器をペアとして、一人の参加者が2機種のテストを行った。

表2. 2. 2-2 対象としたIT機器とその選定理由

IT機器名	選定理由
ATM	公共で利用される自動機器の代表として選定、一般に使用率・使用頻度が高い
Lモード電話機	多機能情報通信機器の代表。携帯電話と比べ、入出力が容易でわかりやすいとされている、また固定して利用されるため、実験実施が容易である点もメリット。
テレビゲーム機	画面と入力盤(キーボードの代わりのコントローラ)があること、GUIを介した人-システム間相互作用が隨時行われること、物理的世界への効果が見えにくく、情報世界のみでのやりとりが中心であること、などの特性から、コンピュータ的な相互作用が行われる機器の代表として選定。
液晶パネル付炊飯器	家庭内で性別・年齢を問わず使う可能性が高い。IT機器の組み込みにより多機能化がなされた機器の代表として選定。

(2) データ収集方法の概略と装置

本実験では、高齢者の認知特性について詳細かつ質的な分析を行うためのデータ収集を目的とするため、発話思考法を用いた。発話思考法は、被験者が対象機器を使用して課題を遂行する際に、頭の中に浮かんだこと（事実・発見・計画・予期・疑問等）を隨時「実況中継」し、これによって被験者がどのように対象機器・問題空間を見ているか（Normanのいうところのパーソナルビュー）、どのように問題解決を行ったかを明らかにすることを可能にする方法である。発話思考法の特徴として(a)同時報告であるため、遡及報告に比べ、記憶による歪みが生じない、(b)時間経過を追って問題過程を明らかにできる、(c)少ない実験サンプルから豊富なデータが得られる、などが挙げられる（海保・原田、1993）。明晰な発話データを録音するため、ピン型マイクを用いて録音を行った。

また、詳細な行動データおよびシステム側の反応についても豊富な記録情報を得るために、本実験では、参加者が対象機器を操作している様子を2台のビデオカメラにより録画した（図2. 1-1参照）。加えて、実験モニターが二つの画面を状況に合わせて合成して録画した「合成画面ビデオ」についても録画を行った（図2. 2. 2-2参照）。

本研究では、ユーザビリティ・ラボを整備し、4つのブースで4機種のテストを同時に実行するようになると、被験者の発話データを記録する録音装置、被験者の手元の操作ならびにIT機器側の状態（画面）を記録するビデオ画像、さらに両画像・音声を合成した画像を記録した。またテスト間の調整を図り、均質なデータ収集を行うために、実験者と実験モニターとの間のコミュニケーションを可能にする音声ルートも設置し、隨時、実験モニターから指示を送ることを可能にした。実験室ならびに諸装置の配線を図2. 2. 2-3に示す。

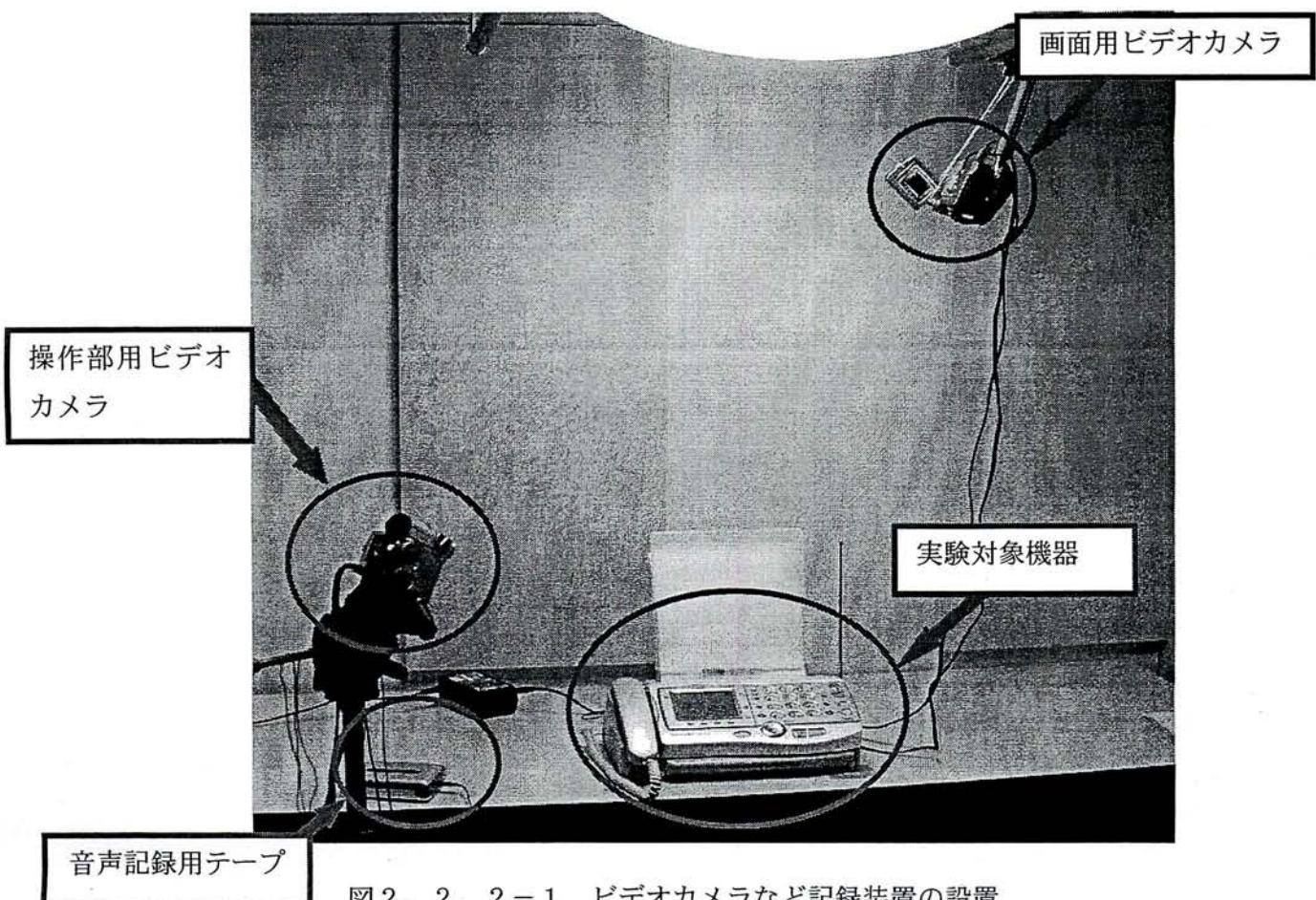


図2.2.2-1 ビデオカメラなど記録装置の設置

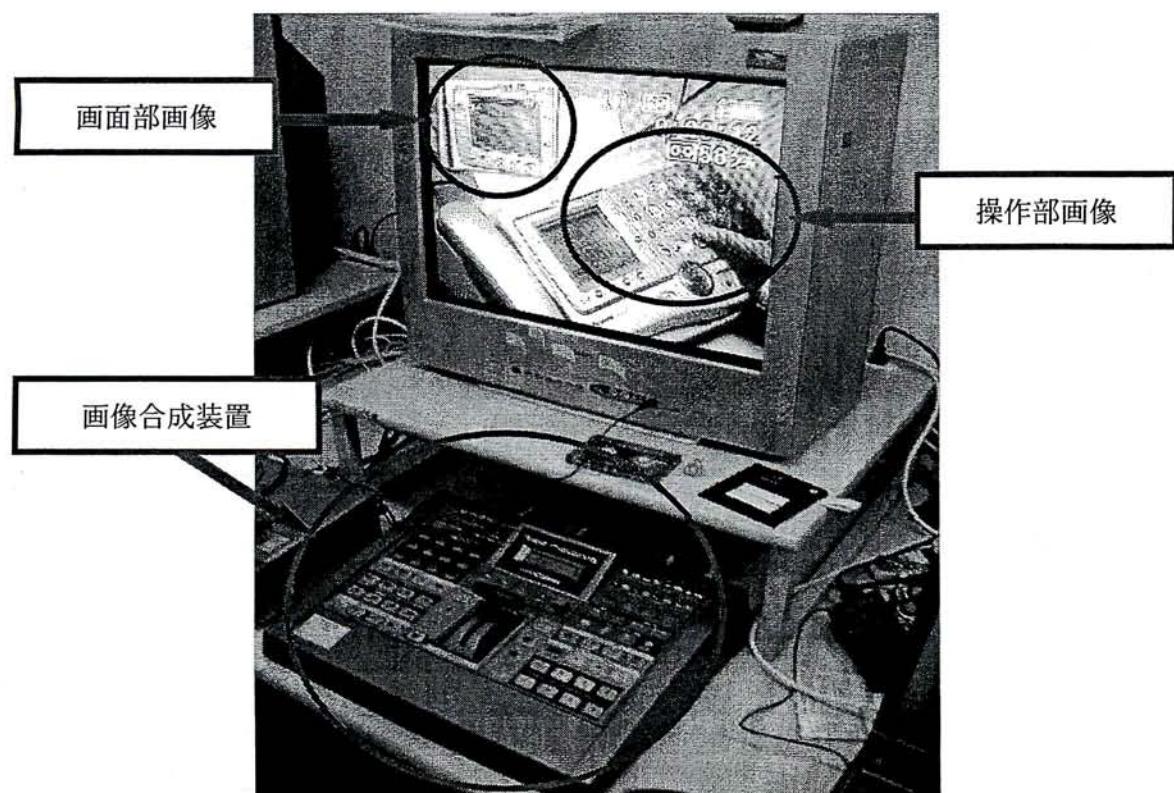


図2.2.2-2 モニター室における録画ビデオ映像の合成状況

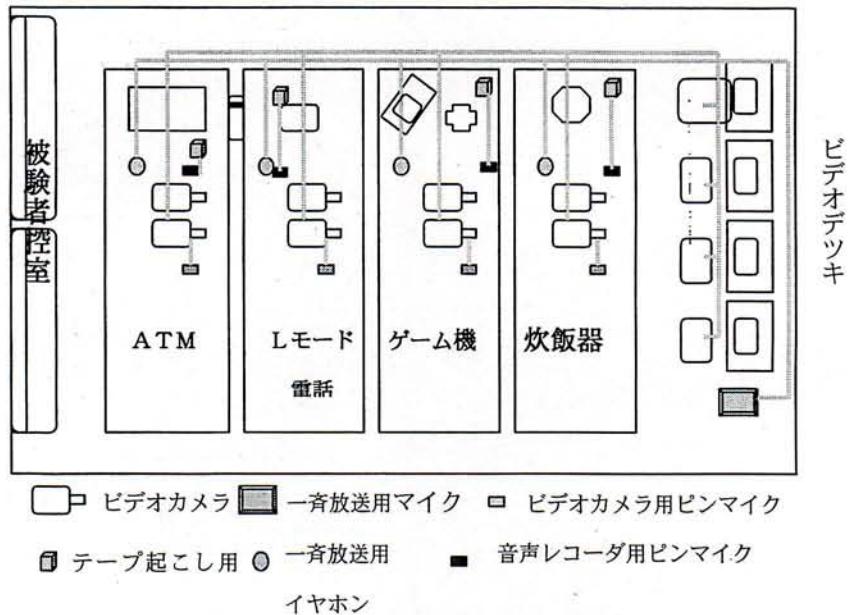


図2. 2. 2-3 実験室全体の配置概略図

(3) 実験シナリオならびに手続き

実験をスムーズにかつ出来るだけ豊かで正確なデータを収集するために、綿密な実験計画を立てる必要がある。本実験ではあらかじめ詳細な実験のシナリオを作成・利用し、特に発話思考法にあたって実験前に充分な教示説明・練習を行った。また、実験は同時に4名の被験者が、一人2機種についてテストを行うため、のべ7名の実験者が実験に臨んだ。ユーザビリティテストで収集される発話・行動データの量・質は実験者の技能・目的・特性に大きく依存する。そのため本研究では、(a)全実験者が実験計画から議論に参加する、(b)全員が交替にリハーサルを行い、その様子を全員で評価・討議する、(c)本実験中も実験室に入っていない実験者が相互に実験状況のモニターをし、必要に応じてその場での指示を実験者に与える、などの工夫により、可能な限り等質なテスト空間を確立して、実験を行った。

実験シナリオで設定された各機種ごとのタスクの概略は、表2. 2. 2-3に示すとおりである。1機種のあたりの実験時間は、疲労なども考慮し、最高でも60分とした。なお、一部の高齢者群ではタスクを捨象して行った。

表2. 2. 2-3 実験のタスク

I T 機器	タスク
ATM	(1)現金引出→(2)残高照会→(3)預入→(4)振込→(5)振込[難]・入力変更
Lモード 電話機	(1)電話をかける→(2)メール受信→(3)メール送信→(4)お天気検索→(5)出前ピザ屋検索
テレビ ゲーム機	(1)接続・ゲーム立上→(2)ゲームの設定・開始→(3)ゲームの中止・変更→(4)ゲームの終了・片付
液晶表示 炊飯器	(1)電源投入・デフォルト炊飯→(2)炊飯設定→(3)おかゆ炊飯→(4)予約→(5)予約[難]→(6)蒸し

2. 2. 4 実験結果(事例分析)

2. 2. 1 の目的で述べたように、本研究の今年度の主たる目的は、高齢者ユーザ、ならびにその統制群としての中高年層ユーザ、若年成人層ユーザ、それぞれの IT 機器との相互作用状況に関する豊富な情報をデータベース化した形で提供していくことがある。それでは、それらのデータを集積することによって、どのような問題点を検討していくことが可能であろうか。

ここでは、得られた結論としての実験結果ではなく、大量に得られたデータの内的一部分を分析してみた結果を、質的分析の一例として下記に紹介する。

(1) ATMについて

ATMのユーザビリティテストで設定されたタスクは、5つに分かれており、(1)現金引出→(2)残高照会→(3)預入→(4)振込→(5)振込[難]・入力変更の順に行った、その詳細を表2. 2. 2-4に示す。

表2. 2. 2-4 実験のタスク(教示)

No	課題内容
1	カードを使って、お金を2万5千円、口座からとり出してください。なお、カードの暗証番号は 1234 です。
2	このカードを使って、今、口座にどのくらいお金があるか調べてください。なお、カードの暗証番号は 1234 です。
3	この口座にこのお金を預けてください。その結果をこの通帳にも記録を残してください。なお、カードの暗証番号は 1234 です。
4	友人の鈴木太郎さんが貸してくれたお金5千円を返します。鈴木さんの口座は 東京三井銀行 梅田支店 普通口座 132877 名義 鈴木太郎 です。できるだけ早く振り込まれるようにしてください。カードの暗証番号は 1234 です。
5	人間生活商事に代金3万5千円を支払います。 人間生活商事の口座は 京都北都信用金庫 野田川支店 普通預金 口座番号 0924853 名義 人間生活商事 カードの暗証番号は 1234 です。
5b	宛先が間違っていました。「人間生活商事」を「人間生活センター」に変更してください。

ここでは、タスク4で現れた「キャッシングカードボタン押し忘れエラー」をとりあげ、言語・行動プロトコル分析から得られた結果を、(a)高齢者層に限らず、ユーザ3群を通じて発生した問題点、(b)高齢者に特異な問題点に分けて考えてみたい。

まず、3群に共通して表されたのは、「キャッシングカードボタン押し忘れ」である(表2. 2. 2-5参照)。課題4において、[お振込]ボタンを押したあと、図2. 2. 2-4に示すような画面で、青い[キャッシングカード]ボタンを押してからキャッシングカードを挿入する必要がある。しかし、実験においては、[お振込]ボタンを押したあと、すぐにキャッシングカードを入れようとしたら、入らなかったという誤りが多く見られた。

表2. 2. 2-5 キャッシュカード挿入におけるトラブル数

	高齢者 (16人中)	中高年 (14人中)	若年 (14人中)
間違えた・ 間違えかけた	14人	12人	5人

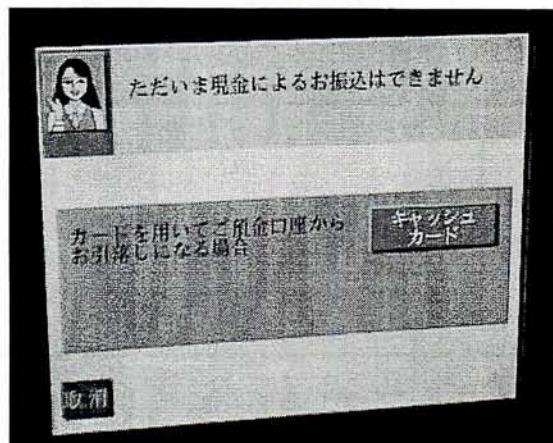


図2. 2. 2-4 キャッシュカード挿入画面

これは、テスト機で、画面に「ただいま現金によるお振込みはできません」、「カードを用いてご預金口座からお引落としになる場合」、[キャッシュカード]とあり、音声ガイダンスも「画面の案内をお確かめのうえ、お手続きください」とあるだけで、[キャッシュカード]がボタンであり、かつボタンを押さなければいけないという表示がないためと考えられる。すなわち、テスト機では青い枠組がボタンであることを表示しているが、それは必ずしも明示的ではなく、特にボタンが1つしかない場合（すなわち、選択をする余地がなく、ユーザにはボタンを押すという必然性が分からぬ場合）、ユーザには「ボタンがボタンとして」認識されにくく、そのためにこのエラーが発生しているものと考えられる。

実際、初期画面（図2. 2. 2-5）では、画面上に文字表示で、「青いところを押して」操作するという表示が出ている。したがって、初期画面では仮にボタンをボタンと認識していないても、「青いところを押す」という操作をすることは可能である。しかし、一旦、この表示が画面から消えると、「ボタンである」ことに気づかれず、同時にボタンを押す必然性が（ユーザの視点からは）見えないために、「ボタンを探す」行動も起きないケースであると思われる。

興味深いことにこの問題では、高齢者の場合に、[キャッシュカード]ボタンの存在を知るまでに長い時間を要するケースや実験者が介入するまで全く気づかないケース、また何度も同じ（エラー）操作を何度も繰り返すケースが見られた（表2. 2. 2-6）のに対し、若年層ではそこで一旦戸惑っても、早期に「このボタンを押さないと次に行かないんだ」ということを表明して、自発的に問題を解決している場合が多い。このように、デザイン上の問題としては3群に共通であるが、その問題で引き起こされるエラー（トラブル）への回避策や対応策が自発的かつ効率的に取れるか否かという点に、年齢層による相違が大きく現れているといえよう。



図 2. 2. 2-5 初期画面

表2. 2. 2-6 キャッシュカード挿入時:高齢者の発話事例

	B	C	D	E
236	お振込みやろ(苦笑)			
237	(大きく息を吸込み)お振込みになる はずやねん、これ…	「お振込」押す	キャッシュカード使用確認	カード入出口点灯消える/「(画面切替と同時に)いらっしゃいませ」
238	(大きく息を吸込み)『たまいま現金に よるお振込みできません』			
239	できなんなら…			「画面の案内をお確かめのうえお手続きください」
240	これがあかんのやな	カード挿入しようとする(入らない)		
241	『ご預金口座からお引きおとしになる 場合』			
242	これやったら			
243	え、ちょっと待ってよ	「取消」押す	取消	「(画面切替と同時に)もう一度最初から操作してください」
244	これやったら			
245	うん、操作やってんねんけど			
246	振込み口座、現金でやろ、お預入、引 き出し、引き出し、お預入、おかしい な…		初期	カード入出口点灯
247	おかしいな	「お振込」押す	キャッシュカード使用確認	「(画面切替と同時に)いらっしゃいませ」
248	カードを用いてやん、『ご預金口座か らお引きおとしになる場合』			
249	キャッシュが…			「画面の案内をお確かめのうえお手続きください」
250	おかしいやんか			
251	『只今、現金によるお振込みはできま せん』			
252	(大きく息を吸込み)なんでや			
253	これは開きよらんな	カード入出口に触れる		
254	あかん	カードを挿入しようとする(入らない)		
255	という事は			
256	お振込みカード…			
257	あかん	「取消」押す	取消	「(画面切替と同時に)もう一度最初から操作してください」
258	(大きく息を吸込み)なんで			
259	なんで			
260	『5千円かえします』	もう一度課題カードを読み直す		
261	『お預け入れ』			
262	『お預け出金』			

この他に、ATMでは、五十音字配列を用いた文字の入力の難しさ、[取消]ボタン、[前にもどる]ボタン、[訂正]ボタンの検出・区別が難しい、課題5の振込みにおいて、最初の画面での銀行名

とカテゴリー区分としての「信用金庫」の区別が難しい、などの問題点が3群に共通に見られ、また、高齢者に特異な問題点として、操作スリップ、他の項目とは属性の異なる「次ページ」ボタンの検出(課題5)や現金投入後の「読み取り」ボタン(課題2)が困難、タイムアウトによる複合的なトラブル状況への対応の困難さ、などが見られた。

(2) L-mode 電話機について

L-mode 対応 FAX 付電話機 (P 社製 UF-L1WCL) を評価対象とし、表2.2.2-7に示す5つの課題を実施した。概略としては、課題1) 電話をかける、課題2) メールの受信および印刷・削除、課題3) メールの作成および送信、課題4) 天気予報を調べる、課題5) 飲食店の電話番号を調べる。課題1はいわゆる電話機能であるが、課題2から5はLモード機能を用いて行われた。Lモードについては全く知識がない場合もありえたため、課題に入る前に、「携帯電話でインターネットにつなぐことのできるiモードと同じことが、家庭の電話でできるというものです」との教示を与えてから課題が行われた。

表2.2.2-7 実験のタスク(教示)

No	課題内容
1	この電話機を使って、人間生活工学研究センターの**さんに電話をして、「実験を無事におこなっておりますと、**さんに伝えてください」と伝言してください。電話番号は06-*****です。
2	この電話で、今来ているメールを受け取ってください。自分で読んだ後で、それを紙に打ち出してください。また、そのメールはもう不要ですので、他の人に見られないように、消しておいてください。
3	この電話で、次の実験参加者の方に「激励メール」を送ってください。送り先は、06*****@pipipa.ne.jpです。メールのタイトルは「実験参加者さんへ」、メールのなかみは「実験よろしくお願いいたします」と書いてください。
4	この電話で、天気予報を見てください。この場所の夕方6時から夜9時の天気を調べて、私(実験者)に教えてください。
5	ドミノ・ピザというピザのお店が、最近、この近くにできたそうです。そのお店は、注文するとすぐに配達をしてくれるそうなので、試してみたいと思います。この電話で、一番近くにある「配達をしてくれるお店」を調べてください。

課題内容は印刷され、課題カードとして提示された。なお、対象4機器中、このL-mode電話機が最も複雑であり、3つの年齢層による課題達成度に大きな差が見られた。

表2.2.2-8 実験参加者数と各課題の実施人数

	参加人数	課題				
		1	2	3	4	5
高齢者	16	16	16	4	12	4
50代	14	14	14	8	12	3
若年層	14	14	14	14	14	14

表2.2.2-8に各課題の実施人数を示す。50代・高齢者の多くは、制限時間内に5つの課題をすべて実施することが困難であった。その場合、課題2と4が優先的に実施され、これらと同じメールに関する内容の課題3と情報検索に関する内容の課題5は省略された(なお、いった

ん課題に入ると、参加者独自では問題解決が難しい場合にも実験者の介入補助によって、全被験者は最終的な課題達成までは行うようになっている。そのため、エラーの有無は別として、課題実施人数と課題達成人数は合致する)。

実施人数の差異を考慮して、以下では、優先的に行った課題2、課題4を取り上げ、そこで見られた代表的なエラーについて報告する。

1) メールの受信（課題2）

メールの受信では、「L」ボタンを押してLモードに入る→メニューリストから「Lメール」を選択・決定→メニューリストから「メール受信」を選択・決定→（接続と受信）→“切断しますか”というメッセージに対し「はい」または「いいえ」を選択・決定→受信メール一覧の中から当該のメールを選択・決定（ただし一覧には1件しかメールが表示されないよう設定している）、という手続きを経て、画面上にメールの内容が表示される。

この一連の手続きの中で、年代に関わらず多く生起していたエラーが2つあった。1つは、一番初めの段階で「L」ボタンを押すことに気づかないというものである（表2.2.2-9）。

「L」ボタンのかわりに、若年層の多くは「操作案内ボタン」や「電話帳ボタン」の「メニュー」と表記されている右側の部分を押している。これに対し、50代・高齢者では、「見える」、「キャッチ」、「モニタ」の3つのボタンが多く押されていた。この3つのボタンは、メールを受信した後に一覧から当該メールを選択・決定する段階でも、50代・高齢者において多く用いられ、エラーとなっていた（表2.2.2-9）。

このような差異は、メールを受信するためにまず「L」ボタンを押すという操作に対し、2つの意味で障害が存在することを示唆している。第1の障害は、「L」ボタンのデザインである。

「L」ボタンは、オレンジ色で、Lモードのマーク（）の表記とともに、操作部の中央に配置されている。しかし、そのマークがLの文字を表していることがわかりにくい上に、他のボタンとは異なる色であるために何らかの表示ランプであると考えられがちであり（インタビューより）、操作対象として認識されにくいのである。もう1つの、特に50代・高齢者にとっての障害は、他のボタンの存在およびその表記である。50代・高齢者においては、“メールを受け取る”という課題内容が、目の前に存在し直ちに利用可能な「見える」や「キャッチ」、「モニタ」と表記されたボタンに対応づけられやすい。すなわち、50代・高齢者には、目に見える範囲で操作を遂行しようとする特性があり、と同時に、メニューを選択・決定して階層の中に入っていくという操作イメージを持たないと考えることができる。以下にあげるエラーでも、同様の傾向が示されている。

年代を超えて多く生起していたもう1つのエラーは、「L」ボタンを押してLモードに入った後、「メール受信」というメニューを選択・決定せずに、「受信メール一覧」を選択・決定するというものである（表2.2.2-9）。このエラーについても、若年層と50代・高齢者では、異なる認知的特性にもとづくものと考えられる。

表2. 2-9 課題2における代表的なエラーとその生起数

エラー内容	高齢者 16名	50代 14名	若年層 14名
メールの受信			
Lボタンを押すことに気づかない	16	14	12
メール受信の前に受信メール一覧に入る	8	10	6
受信メール一覧からメールを選択・決定できない	10	8	2
メールのなかみが表示されていることに気づかない	6	0	0
画面内の表示を直接押す	7	7	3
メールの印刷			
サブメニューに入れない	15	13	2
メールの削除			
サブメニューに入れない	8	1	0
削除されたこと／されていないことがわからない	11	5	0

若年層の多くは普段頻繁に利用している携帯電話のメールが自動的に受信される設定になっていることから、すでに受信されているはずのメールを見るために、意図的に「受信メール一覧」を選択していると考えられる。一方50代・高齢者では、“メールを受け取る”という課題内容が「メール受信」という言葉と対応づけられること、「受信メール」と「メール受信」の区別がつかないこと、さらに、「受信メール一覧」という項目がリストの最上部にあり、デフォルトで選択されている（反転している）ため、直前に押した「L」ボタンを押せば選択せずに（比較的容易に）決定できることなどによって、エラーが引き起こされたと考えられる。

さらに、50代・高齢者において特に多かったエラーは、画面内のメニューを指で直接指で押すというものである（表2. 2. 2-9）。ここにも、目に見えるボタンや表示を操作しがちであるという特性が示されている。

また、高齢者に特有のエラーとして、メールのなかみが表示されているにもかかわらず、そのことに気づかないというものがあった（表2. 2. 2-9）。このような、画面内の変化を認識しにくいという特性は、3.3で述べる受信メールの削除においても顕著に示されている。

2) 受信メールの印刷・削除（課題2）

印刷および削除は、メールの内容が画面に表示されている状態で、画面下に「サブメニュー」と表示されているボタンを押し、その中の項目を選択・決定することによって実行される。この「サブメニュー」に入れないというエラー（表2. 2. 2-9）は、若年層ではほとんど生じていなかったが、50代・高齢者においては、印刷では「コピー」ボタン、削除では「ストップ」や「クリア」ボタンを押すエラーが多く示された。その理由として、画面下の表示自体に気づかない、「サブメニュー」が印刷・削除に関連していることがわからないなどが考えられる。

さらに、一度「サブメニュー」を押して印刷を実行した後の、削除におけるエラーを見てみると、50代のほとんどが、今度は直ちに「サブメニュー」を押すことができたのに対し、高齢者の半数は、印刷のときと同様のエラーをくり返しており、加齢に応じた差異が生じていた。このことは、特に高齢者において、「サブメニュー」の中で当該の課題（印刷）に必要な項目以外にはほとんど注意が払われず、次の課題（削除）に関連する項目の存在に気づいていないこ

とを示すと考えられる（エラー反復については、3.5でさらに検討を加えた）。

また、先述の、高齢者は画面内の変化を認識しにくいという特性については、メールの削除において削除されたこと／されていないことがわからないというエラー（Table 3）にも現れている。高齢者では、削除できたにもかかわらず“まだ消えてない”などの発話を示すことが多く、また印刷を実行していったん初期画面に戻ってしまうと、画面から見えなくなつたために削除できたと考える人も多かった。いずれの場合も、自分の操作とその結果に対して確信が持てず、効力感が得られていない様子であった。印刷の場合には、自分の操作に対するフィードバックがある（紙に印刷されて出てくる）が、削除では、受信メール一覧の画面内から1行が消えるだけであり、このことが、高齢者にとって“わかりにくさ”的の一因になっていると考えられる。

3) 天気予報の検索（課題4）

情報検索の課題4において、50代・高齢者に最も顕著に見られたエラーは、画面内に表示された天気予報のページをスクロールすることができない（ページが続いていることに気づかない）というものである（表2.2.2-10）。

表2.2.2-10 課題4における代表的なエラーとその生起数

	高齢者	50代	若年層
エラー内容	12名	12名	14名
Lメニューの選択			
受話器をあげる（117に電話）	3	5	0
Lボタンを押すことに気づかない	7	7	2
情報を見る			
スクロールできない	7	6	0

スクロールは、「電話帳」ボタンの下向きの矢印を押すことによって行われる。また画面が下に続いておりスクロールが可能であることは、画面右下に電話帳ボタンに対応する絵として表示されている。しかしながら50代・高齢者においては、これまでに述べてきた通り、画面内への注意が低下しており、そのため、表示やその変化になかなか気づくことができないようである。

4) エラーの反復

3)において高齢者がエラーを反復しがちである点について述べたが、ここでは、「L」ボタンを押してLモードに入ることができないエラーについて、課題2と課題4の比較を行い、エラー反復を具体的に検証する。

課題2と4は、それぞれメールと情報検索という内容の違いがあるが、いずれも「L」ボタンを押して開始する。このエラーの生起比率を見てみると、Figure 1の通り、課題2では年代間の差異が生じていないのに対し ($\chi^2_{(2)}=4.48$ 、 n.s.)、課題4では特に若年層のエラーが有意に少ない ($\chi^2_{(2)}=7.03$ 、 p<.05) という結果が示された。すなわち、50代・高齢者においては、課題が進むとともにある程度学習・転移が行われるが、若年層ほどではなく、半数以上が同じエラーを反復しているのである。

課題4は、若年層ではLモードを用いる3つ目の課題であるのに対し、50代・高齢者のほとんどが2つ目の課題として行っていること、そして課題2と4では内容が異なることが、この

のような差異の一因となっているとも考えられる。しかしながら、若年層が2つ目に行った課題3でもエラーが約21%と急減しており、内容が変わった課題4でもそれがさらに減少していることを踏まえるならば、50代・高齢者においては、前の課題の経験を次の課題に活用することが困難であると言えるだろう。

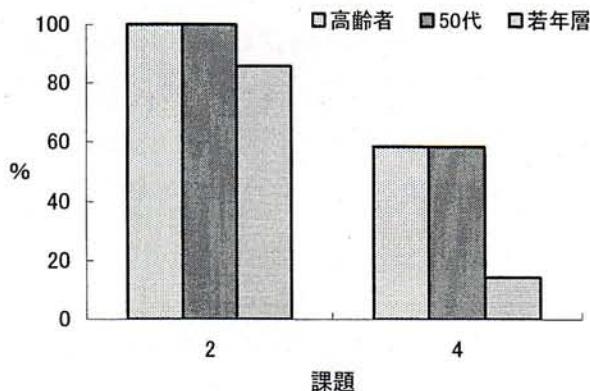


図2. 2. 2-6 Lボタンが押せないエラーの生起比率

以上の事例分析をまとめると、50代・高齢者の認知的特性として次の3点があげられる。

第1は、比較的わかりやすい表記がつけられたボタンを押したりタッチパネルの要領で画面を押すなどのように、見える範囲・物理的に触れる事のできる範囲での操作を好み、その背後に隠されている階層（メニュー）の概念や、選択・決定してそこに入っていくという操作イメージを持たないことがある。第2は、画面内にはあまり注意が払われず、表示内容やその変化を認識しにくいことがある。そして第3は、操作の経験が次の同様の操作においてあまり活かされず、学習が進みにくいことがある。以上のような傾向は、50代よりも高齢者において顕著であり、加齢とともに強くなることが示唆された。

今回評価対象として取り上げた「L-mode 対応FAX付電話機」は、若年層においても多くのエラーを生じていた。しかし若年層は、1つのエラーから物理的な操作だけでなく、階層の特徴などについても学習し、一通り使いこなせるように変化していた。これに対し、特に高齢者においては、上述の認知的特性によって、1つのエラーがさらにエラーを誘発し、その結果として自己の操作に対する効力感が得られず、さらにエラーが拡大するという悪循環が生じていた。

高齢者にとって使いやすいIT機器を考えるならば、これらの認知的特性を踏まえたデザインによって、少なくともエラーの拡大を防ぐことが必須であろう。

(3) テレビゲームについて

テレビゲームでは、(1)接続・ゲームの立ち上げ、(2)ゲームの設定・開始、(3)ゲームの中止・変更、(4)ゲームの終了の4課題が行われた。これらの課題に見られるように、テレビゲームの課題は他の3機種と比べ、実験者から与えられる課題目的の抽象度が高く、参加者本人の意思に依存する部分の多い課題構成となった。そのため、課題の遂行時間も遂行過程も（いずれの年齢層においても）多様性が大きく、一つの問題的側面についての反応傾向を一律に分類し、カウントするという作業形態が難しい分析となった。

そのため、ここでは、実験実施上の大きな特性について述べておきたい。

対象機の本体はボタンも少なく、シンプルである。接続コードをテレビに接続し、ゲームソフトのCDを入れるだけである。また、ゲームを進める際には、コントローラで操作を行うが、そのボタンも少ない。そうしたことから、誰でも、簡単に操作ができると考えられている。実際、実験において、若年者群はほとんど問題が見られなかった。

しかし、中高年者群、高齢者群においては、多くの問題点が明らかになった。主な問題としては、(a) 電源スイッチ・ボタンがわかりにくい、(b) 英語表記のためボタンの意味がわかりにくい。また、ゲーム終了時にリセットボタンを押せない（「終了する」と「リセット」ということばの意味が乖離している）、(c) 行き過ぎや長押し等コントローラがうまく操作できない、(d) ゲーム機とテレビの関係がわからない（テレビの電源を入れて、ゲーム機の電源を入れたと思う）、(e) 画面が切り替わっていることに気づかない、(f) 画面が一瞬暗くなる等フィードバックが遅いと不安になる、(g) 必要な情報が何かわからない（画面の情報を全部読む、逆にまったく読まない）等があげられる。これらの側面については、中高年群と高齢者群の間には大きな差は見られなかった。

中高年者、高齢者がテレビゲームで遊ばないのは、興味のあるソフトがないからであると考えられ、中高年者向けにソフト開発などが行われてきたが、本体自体の操作性については、ほとんど問題視されてきていない。中高年者、高齢者をユーザとして捉え、誰でもがわかりやすい、使いやすいインターフェースデザインの検討が必要であろう。

とくに、注目すべき点として、(e) 画面切替の理解の困難さ、(f) フィードバックの遅さの不安、(g) 必要情報の抽出の困難さについては、テレビゲームの問題に限らず、様々なIT機器においても重要な問題である。

表1の高齢者の事例から、ほんの一瞬消えた画面に対して、高齢者が不安になっている様子がうかがえる。これは、ゲームを始めるために「スタート」ボタンを押したところ、データを読み込んでいる間、画面がほんの一瞬消えた状況での発話である。

表2. 2. 2-11 フィードバックの遅さへの不安

発話	行動
人生ゲームの画面が始まったら	マニュアルを読む
スタートボタンを押してください』、	↓
これやな。	コントローラの「スタート」ボタンを押す
あ。	
消えちゃったで。	

これと関連して、本テストで使用した別のソフトには「ロード中」の表示がなされていたが、発話からは高齢者が「ロード中」の意味を理解できていないことも示唆された。銀行のATMなどの画面においても、処理時間中に、「しばらくお待ちください」といった表示が見受けられる。これらの表示は、ユーザに与える不安を減ずる効果はあると思われるが、「今、いったい何が起こっているのか」といった情報はユーザには与えられていない。ユーザは、ただ言われるがまま

にモノを操作している存在ではなく、何をどうやって操作しているかを自分なりに理解しながら、自分なりの使い方を見出しているはずである。したがって、高齢者でも理解できる言葉を用いて、的確に情報を与えていくことが必要であると考えられる。

しかし、だからといって、情報を多く与えればいいとは限らない。多くの高齢者において、画面情報をすべて読んでいく様子が見られた。本テストで用いたソフトはすごろく式のゲームであり、ルーレットで出た目の分だけコマを進めていくゲームである。表2.2.2-12の高齢者は、「デートをする」コマに止まり、とにかく画面に映し出される情報を読み上げているが、ゲーム自体の文法が理解できているか否かは疑問が残る。

表2.2.2-12 全表示の読み上げ

発話	行動
『恋する季節がやってきましたよ。』	画面を読む
『さて、今日はどうしようかな？』	
えー？	
どうしましようか	「○」を押す
ちょっとよーわからん	
『デートする』	画面を読む
『まだ会ったことない人には会う』	
んーん、	
『自分を磨くぞ』って。	
どうするんでしょ。決めますー	
ということは？	「○」を押す
はい。	
『所持金は3下がり、知力は3上がった。』	画面を読む

一般に若年者群は、必要な情報と不必要的情報を見分けるのが速く、必要な情報のみを効率よく収集しながら、画面をどんどん切替えていく様子が観察された。一方、中高年者群、高齢者群においては、何が必要な情報であるのか、瞬時に判断をすることは困難であった。

また逆に、高齢者、中高年層では、ある時点まで画面全部を読んでいたにもかかわらず、ある特定画面では、全く読まなくなり、その画面内にある重要な情報を見落とす、といった様子も観察された。こうした現象が起こる要因として、注意力の低下、読字処理速度の低下とともに、画面が切り替わったことがわからないことが関連していると思われる。すなわち、実際には画面が切り替っているにもかかわらず、同じ画面だと考えて、変更点を読まずに次の画面に行ってしまっているのではないか。もし、そうであるならば、画面切替の有無を表示すると共に、重要な情報が見落とされないよう、検討されなければならない。

実験の中で、中高年者群・高齢者群において、「壊したらどうしよう」と言った内容の言葉が多く聞かれたのも特徴的であった。一般的に、高齢者はモノを壊してしまうことへの「恐怖心」が強いのではないかと考えられている(赤津・原田、2001)が、本実験においても、そうした傾向が見られた。

本実験のデータはテレビゲームだけの問題として捉えることなく、よりミクロな操作レベルでの分析を進め、高齢者の認知的特性をさらに追究していく予定である。

(4) 液晶表示機能付き炊飯器について

テスト課題は、(1)電源投入・デフォルト設定での炊飯、(2)炊飯条件設定、(3)おかゆ炊飯、

(4)予約1(予約炊飯の設定) (5)予約2(予約時間の設定)、(6)蒸し機能の6課題が行われた。

ここでは、事例として、炊飯器の予約機能の分析をとりあげる。

実験で用いられた炊飯器は、操作キーの数も少なく、一見したところわかりやすいデザインとなっている(図2.2.2-7)。しかし、課題(4)(5)の予約設定において、多くの被験者がエラーを示している。

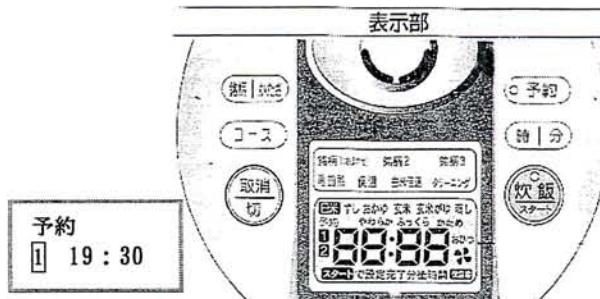


図2.2.2-7 炊飯器の操作部

対象機では、炊飯予約時間を2つ設定できる機能があり、たとえば予約1に7:00、予約2に19:30を設定しておけば、毎回、時間を設定する必要がなく、予約1または予約2を選択して「炊飯/スタート」キーを押すだけで炊飯の予約設定ができる。しかし、「予約炊飯の設定」と「予約時間の設定」が概念的にきれいに分かれておらず、操作上も同じ手順で行われること、そもそも2つの「予約時間設定」が可能であると言う機能がわかりにくいこと、さらに予約1/2の表示がわかりにくいくことなどが重なって、テスト場面で多くエラーとなっていることが示された。

テストでは、課題(4)は「今、○時です。これから出かけます。家族のために、夕方の7時30分にご飯が食べられるようにしておきたいと思います。このお米を使って、炊いてみてください。」と炊飯時間設定+炊飯予約の設定、課題(5)では「今の予約のほかに、明日の朝、7時10分にもご飯を炊きたいです。設定をしてみてください。」の追加の予約時間設定が求められた。

課題(4)実施時にほとんどの被験者は「予約1・2がある」ことに気づくが、その機能(意味)を即時に理解するユーザは少ない。特に中高年・高齢者層は「1が午前・2が午後」、「1が炊き始め・2が炊き終わり」などの「解釈」を示している。

表2.2.2-13 言語・行動プロトコルデータの例(高齢者群)

発話	行動	システムの反応
(すでに予約時間はセットしてある)		
予約の1は19時10分	[予約]キーを押す	[予約1][19:10]
だから、次が、もうひとつの予約の2	[予約]キーを押す	[予約2][7:10]
2が明朝7時10分		
これで、スタートボタンを押すと	[炊飯/スタート]キーを押す	表示全体 LED: 銘柄2 液晶:[白米], [ふつくら], [予約2], [7:10]
予約の2の、うん	[予約]キーを押す	反応なし(炊飯を押しているため)
予約の1は、どっかに消えた		
これ、困んなー		
もういっぺんやり直し	[取消/切]キーを押す	

課題(5)に入り、課題を読み上げる段階で、若年層の多くは予約時間設定機能に気づき、「時間の設定が二つ」といった理解を示す。一方、中高年・高齢者層の多くは、「1回目に炊いたご飯をどうするのだろう?」という疑問を示しながらも、「炊飯予約設定が2つ」できるという考えに基づいて操作している。その結果、たとえば表1の高齢者は、「2つ予約をしたいのに表示が1つしか表示されない」ことで、どうすれば二つの表示がだせるのかわからないと、何度も同じ操作を繰り返した。また他の高齢者は「…少しおかしいね。ほんとは、日にちとか何とか、どっかに出てこな、いかんと思うんだけどなあ」といった発話を示した。さらに、予約番号順に実行され、済んだら表示が消える、と言った発話をから、予約をする身近な家電製品であるビデオの予約をメンタルモデルとしている様子も見受けられた。

このように本機能は、設計側が「二つの予約時間が設定できる機能」を組み込んだ結果、予約時間設定という情報の設定と予約設定という実際の作業設定の分離を生み、その結果、ユーザには理解しにくくなつた事例と考えられる。特に高齢者群において、(a)予約時間を先に設定しておき、その保存された情報を「使うときに呼び出して」炊飯予約を設定するというIT機器らしい情報保持機能の理解が難しいこと、(b)自分が理解できない事象に対し、既有知識にある様々なユーザモデルを強引に当てはめようとする行動を示すこと、(c)その過程において、同じ誤った操作を繰り返し実行するという行動特徴が見られること(原田・赤津、2000)、といった認知的特性を見出すことができたといえよう。

以上のように、4つの機種それぞれに固有のエラーが示されたが、その中で共通して見られる結果は、(1) 年齢層によらず、理解しにくい、あるいはエラーをしやすいデザインが存在する、すなわち、高齢者にとってエラーをしにくいデザインを追及することは他の年齢層のユーザにとっても益することであるというユニバーサルデザインの概念が支持されたといえよう。と同時に、高齢者に特異的な問題として、(2) 画面の切替に気づかない、また必要な情報を効率よく抽出することが困難、(3) その画面やタスク(課題)に独自の文法の文法をその場で理解・学習するのに時間を要する、(4) 同じエラーを反復しがちである、といった特性も明らかにされた。これらの結果は、製品デザインにおいて、年齢を問わず、「わかりやすい」デザインを目指すことの有用さ、また、高齢者の「その製品の使い方」学習を支援するデザインの重要さ、さらにはいったんエラー状況に陥った場合の支援の必要性を示唆するものといえよう。

今後は、これらの諸エラーの発生を個別に吟味し、さらにそれらを個々の実験参加者の属性情報と照らし合わせることによって、IT機器との相互作用においてどのような認知的特性が有意な効果を持っているかを検討していくことも必要と考えられる。

引用文献

- 海保博之・原田悦子 1993 「プロトコル分析入門：発話データから何を読むか」 新曜社。
原田悦子・赤津裕子 2000 人工物との相互作用による高齢者の認知的特性：操作ミスからの分析認知科学会第17回大会発表論文集。
赤津裕子・原田悦子 2001 モノの創発的使用法を考える：単機能人工物との相互作用における高齢者・若年成人間比較認知科学会第18回大会発表論文集。

2. 3 携帯電話の利用に関する問題点

2. 3. 1 実験の目的

情報機器の使いにくい理由の一つに、操作のメンタルモデルが作りにくいことが指摘されている。このメンタルモデルは様々な機器使用により獲得してきた知識をもとに生成されたり、機器を操作しながらモデルの生成と変容がなされたりする。

使いやすい機器をユーザに提供するにはメンタルモデルを構築しやすい機器をデザインする必要がある。そのためにはユーザの操作における思考内容を分析する必要がある。

本実験では情報機器として携帯電話を取りあげる。中若年者と高齢者の携帯電話操作における行動や心理状態を観察し、パフォーマンスの測定と思考発話法等による解析を行う。これらから得られた結果と、認知実験により得られた結果を合わせて被験者の操作における認知特性を明らかにし、中若年者と高齢者に使いやすい携帯電話の設計指標を示すことを目的とする。

2. 3. 2 被験者の属性

若年者（20～29歳：16名） 中年者（50～59歳：16名）

高齢者（65歳以上：16名）

2. 3. 3 実験の方法

使用する携帯電話は2機種（機種Aと機種B）とした。

（1）実験用タスク

若年者の携帯電話所持者がよく使用する7種類の操作を実験用タスクに設定した。

- ・電話をかける
- ・電話を受ける
- ・不在着信を表示させる：最新の不在着信電話番号を1件表示させた。
- ・電話帳で名前を検索する：電話帳に登録されている特定の名前をスクロール検索を用いて1件表示させた。
- ・受信メールに対する返信メール作成：受信メールを1件読み、そのメールに対して返信メールを作成させた。
- ・電話帳へ電話番号を登録する：電話帳に名前、読みかな、電話番号を1件登録させた。

操作「電話をかける」では、AとBの2パターンを設定した。

A. 受話器をあげた後、番号を入力して電話する

B. 番号を入力後、受話器をあげて電話する

（2）実験条件

被験者に固定した机（縦750mm×横1200mm×高さ700mm）に対して真っ直ぐ向いて、椅子を作業しやすいように調整して腰掛けさせた。携帯電話は片手で1台持たせ、肘を机に乗せた状態で、見やすい角度に携帯電話の画面を被験者に調整させた。被験者は操作中に携帯電話を動かさないようにしながら親指だけで操作した。

（3）実験手順

携帯電話の画面に予め初期画面として「待ち受け画面」を被験者に表示させておき、被験者

に利き手の親指でボタン操作をするようにさせた。被験者には実験開始前に次の①～⑥の教示を行った。

- ①初期状態では携帯電話の電源が入っているが、画面は暗い状態であるため、備わっている電源（HLD）ボタンを押して画面を明るくしてから始めること。
- ②目的の操作が終了したと思われる画面に到達したら、再度電源ボタンを押して「待ち受け画面」に戻ること。
- ③操作は全て練習により覚えた通りに行うこと。
- ④誤操作した場合は「クリア」ボタンや「戻る」ボタンを押して1つ前の操作に戻るか、「電源ボタン」を押して再度最初の「待ち受け画面」から始めること。
- ⑤操作の中には、架空の名前や電話番号等を入力する必要がある場合があるが、覚えていない場合は手元にあるその内容が書かれた用紙を参照すること。
- ⑥1つの操作はできるだけ速く正確に行うこと。

実験は携帯電話の機種毎に、次の2つの実験セッションから構成した。

・練習セッション

被験者が携帯電話の各操作を記憶する為に用意した操作手順を示した図を参照しながら、練習させ憶えさせた。

・実験セッション

練習で憶えた6つの操作を行うよう指示した。6つの操作の順序は機種毎に変えた。また、被験者毎に実験を行う携帯電話の機種の順序も変えた。

実験は練習セッション、実験セッションの順に行い、実験終了後にアンケートを実施した。アンケート内容は携帯電話の「ボタン操作のしやすさ」、「画面の文字の読みやすさ」、操作毎の「学習しやすさ」、「思い出しやすさ」、「操作ボタンの位置の適切さ」、「画面やボタンの次操作提示の適切さ」についての5段階評価であった。

被験者の指の動きや操作手順、発話内容等をビデオ撮影により記録した。

（4）計測、分析データ

操作時間

操作時間の分析は、1フレーム単位（1/30 [sec]）で行った。スタートは被験者が「電源ボタン」を押して「待ち受け画面」が明るくなつてからとし、終了は被験者が再び「電源ボタン」を押して「待ち受け画面」が表示されるまでとした。ここでは操作を終了するまでに要した時間を「操作時間」とし、終了時の時刻からスタート時の時刻を差し引いたものとした。番号入力や文字入力が必要であった「電話をかける」、「受信メールに対する返信メール作成」、「電話帳への名前、読みカナ、電話番号の登録」の操作では、入力に要した時間を除外したものを「操作時間」とした。

誤操作の分類と誤操作率

練習によって記憶した操作（ボタン操作回数や画面切り替え回数が最小である操作）を最適操作とした。各誤操作は以下の定義に基づいて分類した。

1) 最適な操作と異なる操作

- ・類似操作：別の似たようなボタンを押す操作。

- ・推測操作：覚えた操作を忘れた際に推測してボタンを押す操作。
- ・隣接操作：隣接するボタンの間隔が狭い為に誤って別のボタンを押す操作。

2) 最適な操作に対する余分な操作

- ・修正操作：操作中に誤操作に気付き、1つ前の操作や待ち受け画面等に戻るボタン操作。

- ・別ルート操作：予め覚えた操作とは別のルートでのボタン操作。

これらの誤操作の分類に基づいて操作回数を測定し、操作終了までに要した全操作回数で割ることで誤操作率を算出した。以下に誤操作率の式を示す。

平均誤操作率

$$= \frac{(\text{最適な操作と異なる操作回数} + \text{最適な操作に対して余分な操作回数})}{(\text{操作終了までに要した全操作回数})}$$

操作ステップと発話内容

実験解析にはプロトコル表を作成し、操作のステップ毎の時間と発話内容を記述した。

2. 3. 4 実験結果

<現在のところ各タスクごとの平均操作時間と平均誤操作率しか得られていません。>
機種Aではタスク1以外で、若年者と高齢者の間に有意差が認められた。これに関しては、被験者別に照合探索実験と記憶実験の結果と用いて、差の生じる理由を考察する予定である。誤操作についても同様の考察を行う予定である。

** : $p < 0.01$

* : $p < 0.05$

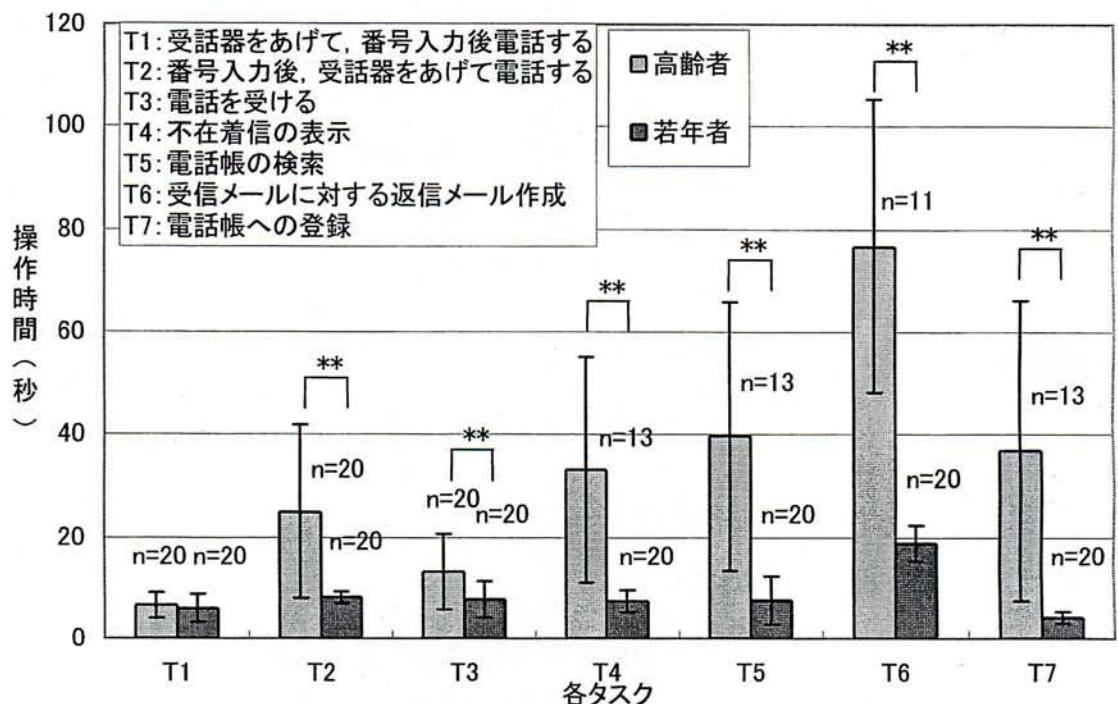


図2.3.4-1 高齢者と若年者の平均操作時間（機種A）

** : $p < 0.01$

* : $p < 0.05$

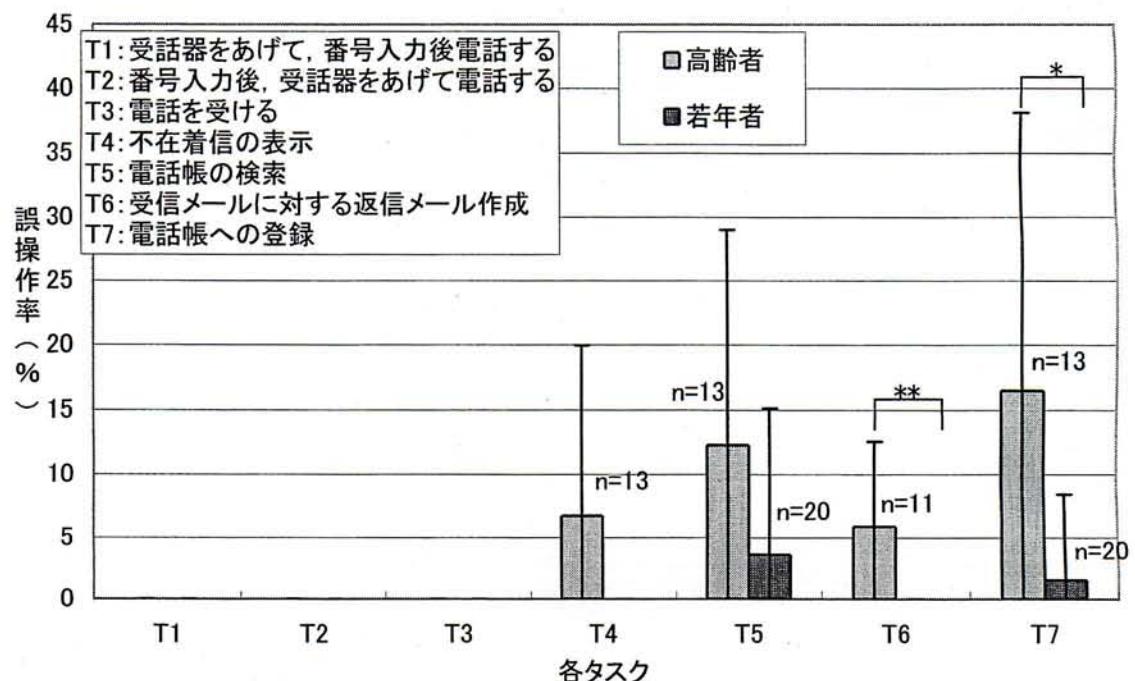


図2.3.4-2 高齢者と若年者の平均誤操作率（機種A）

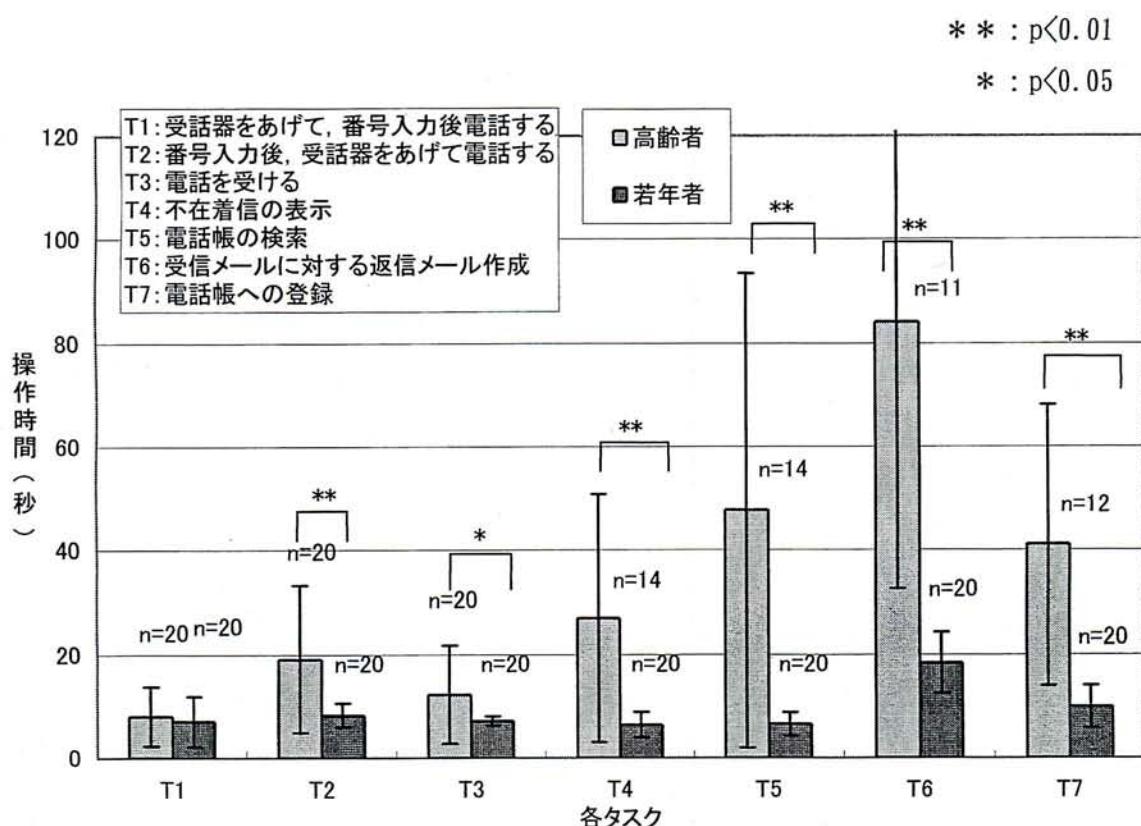


図2. 3. 4-3 高齢者と若年者の平均操作時間（機種B）

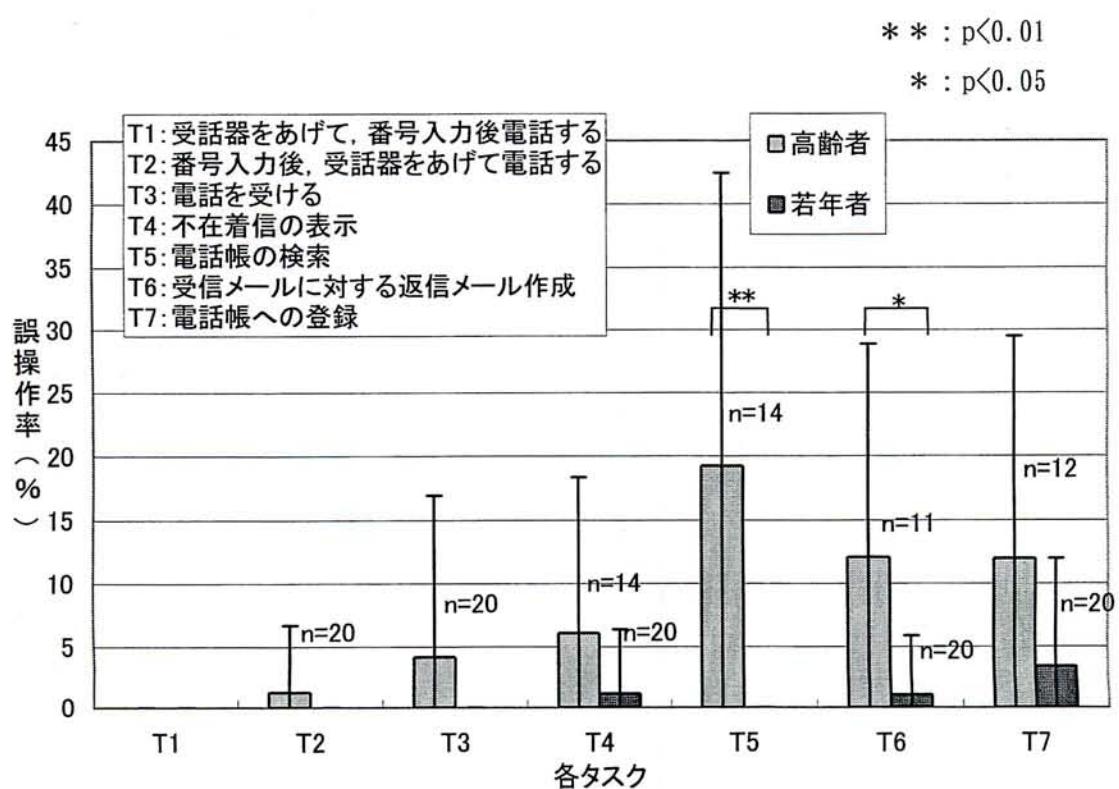


図2. 3. 4-4 高齢者と若年者の平均誤操作率（機種B）

2. 4 高齢者の中機器に対するメンタルモデルに関する問題点

2. 4. 1 実験の目的

ユーザインターフェースを構築する際、ユーザが操作手順をどのように考えているのか不明であり、デザイナーやエンジニアは自分達の経験や直観で行っている場合が多い。そこで、ユーザの機器操作手順に関するメンタルモデルについて調べる。実験方法は、ある機器の名前およびイラストと作業課題を提示し、課題終了までに必要な手順を被験者に書き出してもらうことである。つまり、ユーザは機器に対してどのような操作順番をイメージしているのか調べることができる。得られたデータを一般化することにより、操作手順のアルゴリズムを類型化することが可能となる。この類型化により、製品のユーザインターフェースデザインの操作アルゴリズムを構築することが容易になる。

2. 4. 2 被験者の属性

本実験に参加した被験者の属性（本文第一章より抽出）

2. 4. 3 実験の方法

・実験計画および実験者：

松延拓生（和歌山大学、システム工学部、デザイン学科助手）

岡田衛（和歌山大学、システム工学部、大学院生）

山口陽平（和歌山大学、システム工学部、大学生）

・実験時間：1課題約15分、1人およそ2時間

・被験者数：合計47人

・対象機器数：8つ

・想定課題数：1機種につき1課題

・対象機種：ATM（現金自動預け入れ払い機）、エアコン、コピー機、CD付きラジカセ

・英和電子辞書、ファックス、テレビゲーム、マッサージチェア

・必要設備、用具：機器のイラストまたは写真、ポストイット（黄色、青）、筆記用具（黒、赤）、防音設備のある部屋3部屋

実験手順：

（1）一番目の機器の名前とイラスト（例「原付バイク」）を被験者に提示する。

（2）最初の状況と最後の状況を示す。（例：最初『鍵を持つ』、最後『走り出す』）

（3）最初と最後に間にに入る手順を一項目一枚として黄色のポストイットに黒のペン書き込んでもらう。この時、項目数は指定しない。

（4）二番目以降の機器についても1～3と同様のことを行う。

（5）全ての機器について行ったら、1番目の機器について項目数を増やしてもらう（増やせないと被験者が判断すれば増やさなくても可）。最初の手順から順番に下記の二方法で増やしてもらう。

1) 項目と項目の間に新しい項目が入るかどうか聞く（なければなくても良い）

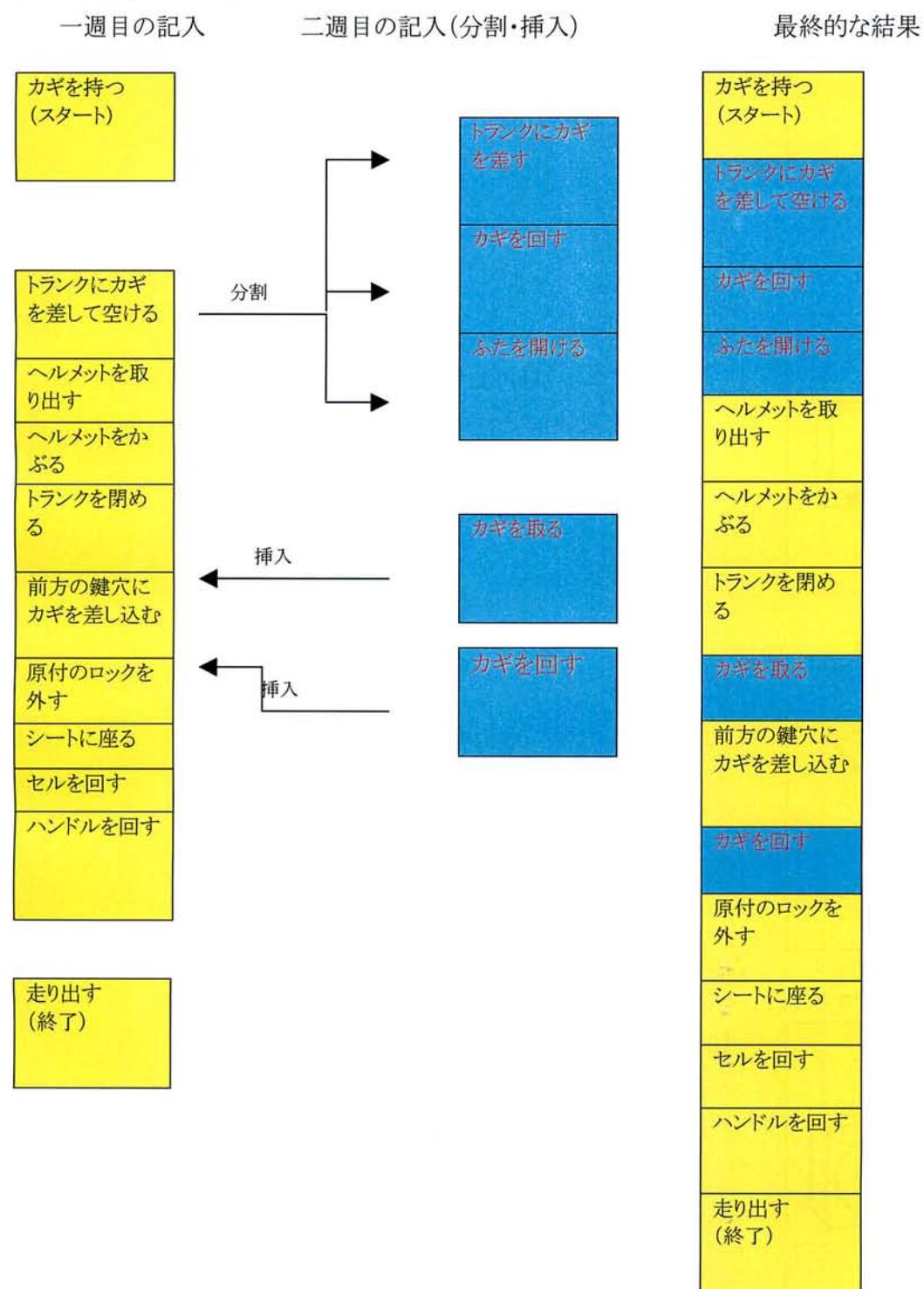
2) 一項目をさらに何ステップかに分割できるか聞く。（次ページ参照）

新しい項目は青色のポストイットに赤のペンで書き込んでもらう。

(6) 同様のことを二番目以降の機器についても行う。

(7) この時最初にあげられた項目と二番目にあげられた項目は区別して構造化する。

記入の例(原付バイク)



■実験で使用した機器のイラストとそれぞれの課題

イラスト1 ATM



【A】ATM(現金自動預入れ払い機)

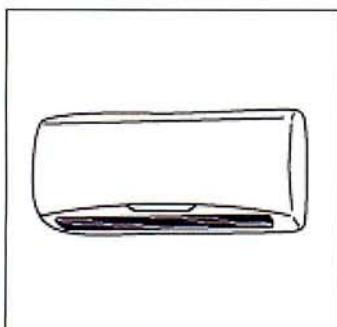
課題:ATMとキャッシュカードがあります。

3万円引き出してください。

開始:ATMの前に立つ

終了:現金3万円が出てくる

イラスト2 エアコン



【B】エアコン

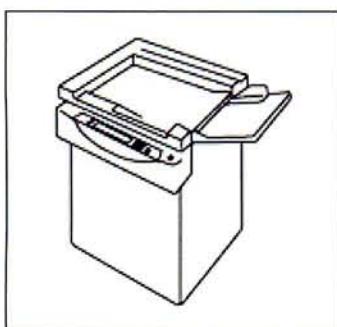
課題:エアコンがあります。

今、就寝前です。朝おきた時に自動的に
暖房が入るようにしてください。

開始:コンセントに電源プラグを差し込む

終了:暖房が入る

イラスト3 コピー機



【C】コピー機

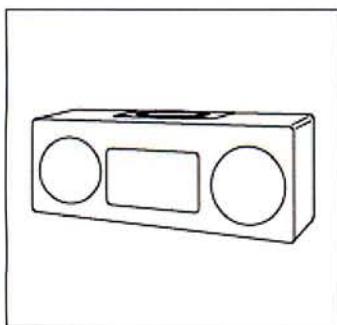
課題:コピー機とA4用紙の書類一枚があります。

書類を20部コピーしてください。

開始:コンセントに電源プラグを差し込む

終了:書類のコピーが20部できる

イラスト4 CD付きラジカセ



【D】CD付きラジカセ

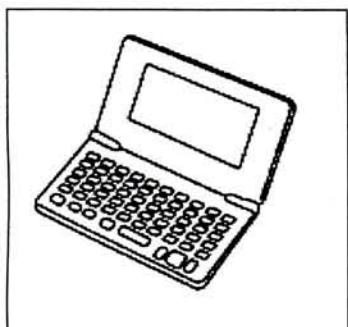
課題:CD付きラジカセ、CD、カセットテープがあります。

CDに入っている音楽をテープに録音してください。

開始:コンセントに電源プラグを差し込む

終了:録音が完了する

イラスト5 英和電子辞書



【E】英和電子辞書

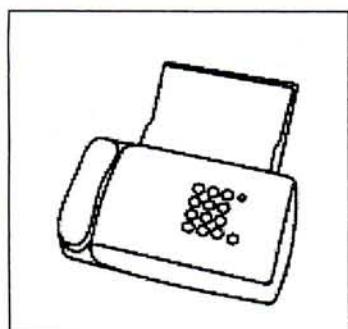
課題:英和電子辞書があります。

Monkey という英単語について、日本語の意味を調べてください。

開始:電池を入れる

終了:日本語の意味が分かる

イラスト6 ファックス



【F】ファックス

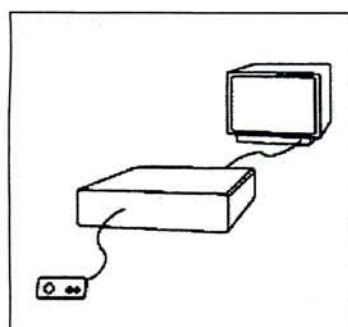
課題:ファックスと書類一枚があります。

自宅から友人のファックスに書類の内容を送ってください。

開始:コンセントに電源プラグを差し込む

終了:友人のファックスに書類の内容が届く

イラスト7 テレビゲーム



【G】テレビゲーム(本体、ゲームソフト、TV)

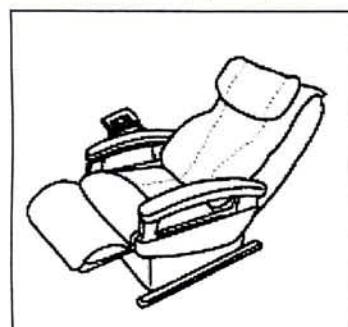
課題:テレビゲーム本体とゲームソフトとテレビがあります。

ゲームを始める所までの準備をしてください。

開始:テレビゲーム本体とテレビの電源プラグをコンセントに差し込む

終了:ゲームが始まる

イラスト8 マッサージチェア



【H】マッサージチェア

課題:マッサージチェアがあります。

30分間マッサージしてみてください。

開始:コンセントに電源プラグを差し込む

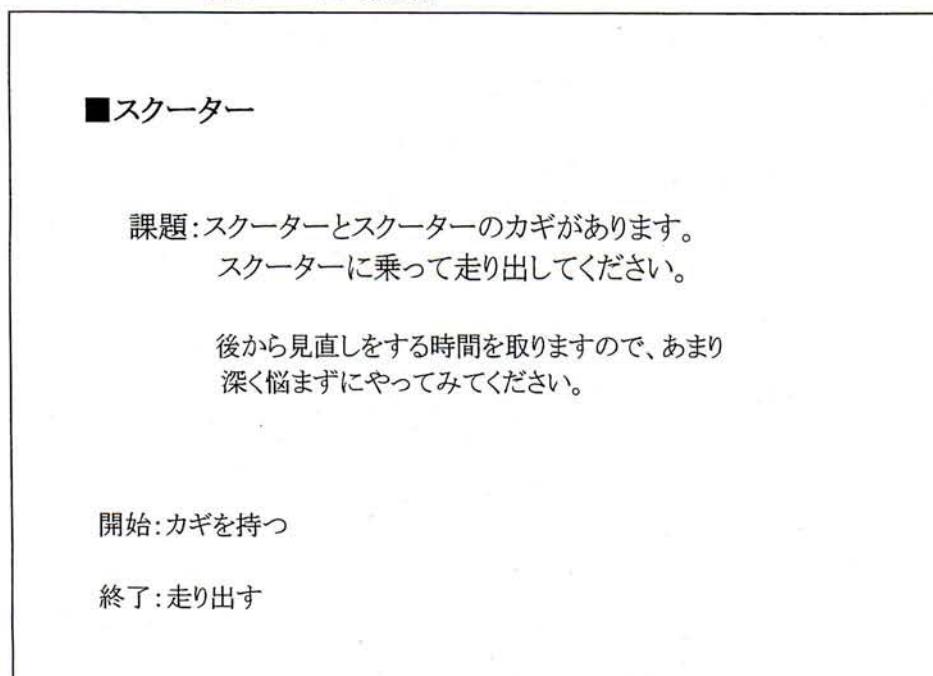
終了:マッサージが終了する

以上 8 つの機器のイラストと課題を下図のようなパネルにして被験者に提示した。

図 1 パネルイラスト面



図 2 パネル課題面



■課題の趣旨

【A】ATM(現金自動預入れ払い機)

年代別の手順、操作法の違いが現れるのではないかと考え、「平等な条件」のタスクに設定した。

そのため、多くの人が使ったことがある公共の機器を想定し、課題を一般的なタスクとした。

【B】エアコン

年代別の手順、操作法の違いが現れるもの検討し、「使用者の周囲の環境に影響を与える機器」に関するタスクを設定した。

単純に運転をさせるだけでなく、タイマー予約という複雑なタスクを組み込むことにより、年代による手順の違いも現れるのではないかと予測した。課題での時間に関する項目が、時刻でなく、『就寝前』と、『朝起きた時』にしてあるのは「何時何分に暖房が入る」と設定する人と、「何時間後に暖房が入る」と設定する人がいることが予測されたからである。

【C】コピー機

「A4」や、「20部」というキーワードを入れることで「設定」に関するタスクにおける、年代別の手順、操作法の違いが現れるのではないかと考えた。

【D】CD付きラジカセ

年代別の手順、操作法の違いが現れるのではないかと考え、「データを移す」というタスクを設定した。

始めはカセットテープではなくMDであったが、予備実験において、MDを知っている人と知らない人が年代によって分かれてしまったため、もっと比較的知名度の高いカセットテープに変更した。

【E】英和電子辞書

年代別の手順、操作法の違いが現れるのではないかと考え、「データを入力し、結果を出力する」というタスクを設定した。

今回の課題では、英単語を日本語に変換するのみだったため、電子辞書の種類を「英和」に限定した。

【F】ファックス

年代別の手順、操作法の違いが現れるのではないかと考え、「データを転送する」というタスクを設定した。

送り先を「友人」あてとしたのは、知り合いでない場合、「相手先の電話番号を登録する。」というタスクが入り、課題が長くなりすぎる恐れがあったためである。

【G】テレビゲーム(本体、ゲームソフト、TV)

年代別の手順、操作法の違いが現れるのではないかと考え、「機器のセッティング」というタスクを設定した。

今回はソフトウェアの側面を見ることが目的では無いため、実際にゲームを行うタスクは省いた。

【H】マッサージチェア

年代別の手順、操作法の違いが現れるのではないかと考え、「使用者自身に直接働きかける機器」に関するタスクを設定した。

「30分間」と言うキーワードが入っているのはエアコンにおける「タイマー設定」とどのような違いがあるかを見ることが出来るのではないかと考えたためである。

■タイムスケジュール

0分

挨拶と自己紹介、会話

5分

実験の目的、ビデオの撮影許可

10分

実験の説明

20分

実験(一周目)、一つ7分を目安

80分

休憩。1周目がまだ途中でも80分を越えたらその時の製品が終了した後休憩(5分)

90分

実験(2周目)の説明

95分

実験(2周目)、一つ3~5分を目安。

130分

アンケート追加項目を埋めてもらう。

140分

機器の想定についてアンケート

150分

終了

■実験準備

- ・ビデオテープが入っているかの確認。
- ・付箋の裏に通し番号が振ってあるかを確認する。
- ・例題用パネル、例題用記入用紙、黄色い付箋紙、黒いペンを机の上に配置する
- ・パネルと記入用紙があるか確認。
- ・ビデオが LP モードになっているかを確認する。
- ・被験者を呼ぶ前にビデオの録画を開始する。
- ・ストップウォッチをビデオと同時にスタートする。

■説明(0分~20分)

- ①被験者が来たら、相手の名前確認。
- ②携帯電話の電源を切ってもらう。
- ③実験の目的を説明する

「今回、私たちは使いやすい電化製品とはどういう物かを調べるために、実験をさせていただいている。この実験は、個人の能力を図ることが目的ではありません。気楽な気

持ちでやってください。」

④作業の様子をビデオで撮影することの許可を取る。(基本的に手元しか撮影しない旨説明し同意を求める)

⑥スクーターのパネル(イラスト)を見せる。

⑦スクーターのパネル(課題)を見せる。

⑧「カギを持つ」の次の手順を考えて答えてもらう。

⑨実験者が付箋に書き込む。

⑩2つくらい続ける。

⑪正解、不正解は無い事と、枚数に制限はないことを伝える。

⑫使ったことのない製品は想像でやってみてほしいと言う。

⑬マイクをつけてもらう。

・カメラのアングルおよび録画されているかを確認する。

1周目(20分～80分)

・1周目の開始

・チェック項目シートのアルファベット順にイラストを出す。

休憩(80分～90分)

・休憩は、8つの器機の一周期が終わった時点か、被験者が部屋に入ってきた時から80分経過した時点でその時やっている器機の課題が終了したら10分取る。

・休憩時には他の人に実験内容に関しては絶対に話さないように被験者に注意する。

・一周目がまだ終わっていない場合、以下の準備はせず、休憩が終わってから引き続き1周目の続きをする。終わったら、以下の準備をする。

・青い付箋と赤いペンを卓上に配置する。

・例題用パネル、例題用記入用紙を並べる。

・テープの入れ替えを行う(ラベルが記入されているかを確認すること)。

・ビデオの撮影アングルを確認する。

・ビデオを録画開始すると共にストップウォッチをスタートする。

・被験者を呼ぶ。

・マイクをつけてもらう。

2周目

目安は一つの機器につき、3～5分

①スクーターの課題パネルと例題用記入用紙を見せる。

②挿入の例を見せる。

③分割の例を見せる。

④修正の必要が無いと思った場合はそのまま良いことを伝える。

⑤作業に入る。

被験者には、2周目は赤いペンでしか記入させないこと。

アンケート(130分～150分)

- ・いくつかの製品に関して、今まで何種類くらい使ったことがあるかのアンケートに答えてもらう。
- ・実験がすべて終了したら、この後別のアンケートがあること、今回の実験の内容を他の被験者に話さない旨を伝えて終了。

実験終了後(150分～)

- ・データを見直して、新たに気づいた点、ごちゃごちゃしている点を直す。
- ・付箋の裏にある番号を付箋の表にわかるように書き込む。
- ・クリアブック1シートにデータと実験者用シートの2枚を表裏にして入れていく。
- ・ビデオからテープを抜く。
- ・クリアブックにラベルを貼って被験者NOを記入する。
- ・次の実験の準備をする。

2. 4. 4 実験結果

(1)操作手順に関し、全被験者の半分以上が考え出した項目と機器毎の平均操作ステップ数を下記に示す。

【A】ATM-----4.3ステップ(MAX:8、MIN:3)——標準ステップ数：11

- ・「引き出し」を選択する
- ・キャッシュカードを挿入する
- ・暗証番号を入力する
- ・引き出し額を入力する
- ・引き出し額を決定する

【B】エアコン-----4.1ステップ(MAX:8、MIN:1)——標準ステップ数：16

- ・運転種類(冷房、暖房)を選択する
- ・温度を調節する
- ・タイマー予約時間を入力する
- ・設定を決定(完了)する

【C】コピー機-----5.6ステップ(MAX:9、MIN:2)——標準ステップ数：11

- ・書類をセットする
- ・用紙サイズを設定する
- ・コピー枚数を設定する
- ・コピーを実行する

【D】CD付きラジカセ-----5.0ステップ(MAX:9、MIN:2)——標準ステップ数：18

- ・CDを挿入する
- ・カセットを挿入する
- ・録音を指示する
- ・CDを再生する

【E】英和電子辞書-----3.2ステップ(MAX:5、MIN:2)——標準ステップ数：6

- ・電源を入れる
- ・英単語を入力する
- ・和英変換を行う

【F】ファックス-----3.8ステップ(MAX:7、MIN:2)——標準ステップ数：7

- ・書類をセットする
- ・FAX番号を入力する
- ・送信する

【G】ゲーム機-----3.8ステップ(MAX:8、MIN:1)——標準ステップ数：9

- ・ゲーム機本体とテレビを接続する
- ・ソフトを挿入する
- ・テレビの電源を入れる
- ・ゲーム機本体の電源を入れる

【H】マッサージ器-----4.0ステップ(MAX:9、MIN:2)——標準ステップ数：10

- ・時間を設定する
- ・マッサージをスタートさせる
- ・座る

■知見

- 1)全被験者の半数以上が考え出した項目は、ユーザが行うべき基本的な必須操作であった。
- 2)被験者の出したステップ数は、実験者側が考えた標準ステップ数よりも少ない。

(2)各ステップ間の関係

(1)のところで抽出された項目を中心に操作の流れを調べた。

【A】ATM

「引き出し」を選択する



キャッシングカードを挿入する



暗証番号を入力する



引き出し額を入力する



引き出し額を決定する

■ 「暗証番号を入力する」→「引き出し額を入力する」→「引き出し額を決定する」の操作手順は逐次型の処理として、ユーザは認識している。

【B】エアコン

運転種類(冷房、暖房)を選択する



温度を調節する

↓ ↑

タイマー予約時間を入力する

↓

設定を決定(完了)する

■ 「温度を調節する」と「タイマー予約時間を入力する」は順不同である。

【C】コピー機

書類をセットする

↓

用紙サイズを設定する

↓ ↑

コピー枚数を設定する

↓

コピーを実行する

■ 「用紙サイズを設定する」と「コピー枚数を設定する」は順不同である。

【D】CD付きラジカセ

CDを挿入する

↓

カセットを挿入する

↓

録音を指示する

↓ ↑

CDを再生する

■ 録音の準備をした後、CDを再生するか、その逆も可能であり、自由度が高い操作となっている。

【E】英和電子辞書

電源を入れる

↓

英単語を入力する

↓

和英変換を行う

■ 「電源を入れる」→「英単語を入力する」→「和英変換を行う」のアルゴリズムは、逆の流れはありえず操作の自由度は無いが、自然である。

【F】ファックス

書類をセットする

↓ ↑

FAX番号を入力する

↓

送信する

■「書類をセットする」と「FAX番号を入力する」の操作は、順序性が無く自由度が高い。

【G】ゲーム機

ゲーム機本体とテレビを接続する



ソフトを挿入する



テレビの電源を入れる



ゲーム機本体の電源を入れる

■但し、若者全員は「テレビの電源を入れる」→「ゲーム機本体の電源を入れる」の流れであった。

【H】マッサージ器

電源入れる



マッサージの部位を選択する



マッサージの強弱を選択する



時間を設定する



マッサージをスタートさせる

■最初と最後の作業を除くと、残りの作業は順不同であった。

■知見

1)条件設定のステップ間の操作は順不同である。

2)上位概念→下位概念、条件設定→決定の順序の場合、一意的に決まる。

3)基本的な操作の流れは、「準備」→「条件設定」→「決定」と見ることができる。

4)上記の基本的な流れの各ステップに対し、下位の詳細な操作は階層的につながっている。

5)操作手順において、高齢者群は若年者群と比べて、ばらつきのある傾向と思われる。逆に言えば、若年者群の場合、操作手順を熟知しており、操作手順に関して、個人差があまり無いといえるかもしれない。

6)設定→決定というプロセスを書いた被験者は極めて少ない

■ユーザインターフェース設計へのフィードバック(仮説)

1)大抵のユーザは、基本的な操作の流れとして、「準備」→「条件設定」→「決定」を理解しているようなので、この基本的な流れが分かるようにデザインを行う。

2)そして、この流れの下で下位の操作を構造的に可視化する。

3)特に、初心者の場合、自由度が高い操作手順にすると混乱を招く可能性が高いので、「準備」→「条件設定」→「決定」のアルゴリズムの下で、ナビゲーション(手がかり、他)を充分に検討して、自由度が少ない操作手順のデザインにする。

4) 条件設定のステップ間では順不同であるが、初心者→自由度小、熟達者→自由度大のように、アルゴリズムのデザインを行う。初心者の場合、順不同であると操作漏れや操作に混乱を生じる可能性があるので、手がかりを活用してある一定の決められた操作手順にした方が良いように思われる。

(3) 各課題に対する被験者の回答

【B】エアコン

単純に運転をさせるだけでなく、タイマー予約という複雑なタスクを組み込むことにより、年代による手順の違いも現れるのではないかと予測した。課題での時間に関する項目が、時刻でなく、『就寝前』と、『朝起きた時』にしてあるのは「何時何分に暖房が入る」と設定する人と、「何時間後に暖房が入る」と設定する人がいることが予測されたからである。

→「何時何分に暖房が入る」と設定する人と、「何時間後に暖房が入る」と設定する人がいた。比率は「何時何分に暖房が入る」と設定する人が多かった。

【C】コピー機

「A4」や、「20部」というキーワードを入れることで「設定」に関するタスクにおける、年代別の手順、操作法の違いが現れるのではないかと考えた。

→「A4」:設定、選択、セット、指定 の用語を使用

→「20部」:入力、設定、指定、セット、ボタンを押す の用語を使用

【H】マッサージチェア

「30分間」というキーワードが入っているのはエアコンにおける「タイマー設定」とどのような違いがあるかを見ることが出来るのではないかと考えたためである。

→「30分にセット」と設定する人と、「30分間」と設定する人がいた。比率はエアコンと同じで「30分にセット」と設定する人が多かった。

→使われた用語:セット、指定、設定、選択

第3章 入力デバイスの利用に関する問題点

3. 1 キーボード入力

3. 1. 1 現状と問題点

高齢社会の到来とともに、高齢者や身障者のためのコンピューター利用や情報機器の設計の重要性が指摘されている^{1), 2)}。高齢者では、身体機能、認知機能などにおいて加齢の影響による機能低下が考えられ、若年者と同様の入力インターフェイスの使用が適切であるか検討の余地がある。例えば Czaja(1997) の研究では、高齢者用のインターフェイスの設計ガイドラインとして以下のようないわゆる「11原則」が示されている。

- (1) 文字と背景画面のコントラストを大きくする。
- (2) 画面のグレアを考える。
- (3) ターゲットや文字の大きさが小さくなりすぎないようにする。
- (4) あまり関連のない不要な情報を画面に表示しない。
- (5) 同種の情報は、画面の同位置に配置する。
- (6) グルーピングなどの知覚的体制化 (perceptual organization) の原理を活用する。
- (7) 重要な情報は強調して表示する。
- (8) アイコンをできるだけ大きくする。
- (9) 容易に理解できるアイコンのみを用い、できればラベルを付けるようにする。
- (10) 入力デバイスを使用する場合には十分な学習期間を設ける。
- (11) 空間的な記憶や短期記憶があまり必要にならないようにする。

このような指摘のみでは、高齢者用のIT基盤技術を創造していくためのデータベースをしては明らかに不十分である。また、上記の指摘は若年者向けのインターフェイスとしても当てはまるようである。インターフェイスの基本となる入力デバイスに関する高齢者を意識した実験的研究に基づくデータベースが必要不可欠であるが、現段階では十分な研究が行われておらず、高齢者用のIT普及につながる展望は得られていない。

キーボードの操作性に関する研究^{3), 7), 8), 12)}は数多くおこなられている。Swanson らの研究³⁾では、キーボードの設計（キーボードを2つに分割した設計とキーボードに傾きを持たせた設計）がデータ入力作業の生産性と作業のしやすさにいかなる影響をおよぼすかを明らかにし、若年者を対象とした実験では、設計要因が生産セや作業のしやすさに及ぼす影響はあまり顕著でないことを報告した。McMulkin ら⁴⁾は、片手キーボードの操作性は入力文字が小さい場合に有効であることを報告した。Fernstrom ら⁵⁾はキーボード使用中の筋電位を計測して、どういった部位の筋肉が使われているかを労働生理学的観点から明らかにした。また、Smutz ら⁶⁾は、指先の力、手首のKinematics, パフォーマンス、使いやすさの心理評価の観点から、キーボード設計の良し悪しを評価するためのシステムを開発した。これらの研究はいずれも若年被験者を対象としたものであり、高齢者が使用する環境を想定したものではなく、これらの研究結果を高齢者用のキーボード入力の適切な方法を考えていく上で活用することはできない。

高齢者用の入力デバイスの操作性について検討したものとして、Ellis らの研究¹³⁾ではヘルスケア用のソフトウェアを使用する場合に、マウスを用いた場合よりもキーボードを用いた場合の方が高齢者にとって使いやすいことを指摘した。また彼らの研究ではこういった作業をタッチ

パネル・インターフェイスを介して実施した場合には、特に高齢者に対してマウスやキーボードよりも操作性が改善されることを指摘した。Charness らの研究¹⁴⁾では、マウスを用いて GUI を学習する高齢者群は若年者群に比べてエラーが多く、特にマウスでポイントするターゲット（対象物）が小さい場合に困難をきたすことを指摘した。音声入力などは、高齢者にとって福音をもたらすのではないかという指摘¹⁵⁾もある。高齢者にとってどういった場面でどういった入力デバイスを用いるのが適切であるかを明らかにするための研究はまだ十分におこなわれているとは言えないのが現状である。ましてや高齢者用のキーボードの操作性について検討し、若年者との比較結果に基づいて高齢者用のキーボード設計のあり方に対する基礎的データを提供する研究はほとんど見当たらない。

標準的なキーボードの入力方法を学習する際の困難さが、高齢者の中でコンピュータになじめない情報弱者を作り出す原因の一つになっていると考えられる。高齢者になじみ易いキーボード、さらには入力デバイスが備えるべき条件とは何かを追求し、高齢社会にふさわしい高齢者用 IT 技術を普及させる必要がある。高齢者の視覚機能の低下に注目して、キーボードの文字の大きさが高齢者のキー入力のパフォーマンスにいかなる影響をおよぼすかを明らかにしておくことは高齢者にとって使いやすいキー入力システムを提供していく上でも重要である。また、高齢者と若年者の比較実験に基づいて両群のキーボード操作性の違いを明確にしておくことは重要であり、こういったデータの提供は高齢者用の IT 基盤技術を確立し高齢者のためのキーボード設計の重要性を促す意味でも重要である。

3. 1. 2 計測（開発）目的

本研究では、入力装置の中でもコンピュータに標準的に接続されているキーボードに着目し、キーボード上の文字の大きさにより操作性が向上するかどうか、また、操作性に加齢の影響が現れるかどうか評価することを目的としている。また、文字の大きさと年齢の要因に交互作用が認められるか（例えば若年者群は文字の大きさの影響がわずかであるが、高齢者群はその影響が顕著であるなど）も明らかにする。本実験結果からキーボード上の文字の大きさと年齢についての関係をデータベース化し、将来的には高齢者用のキーボードの設計を目指す。

3. 1. 3 計測内容と要求事項

実験方法

被験者

被験者は 20～29 歳までの若年者 14 名、50～59 歳までの中高年者 16 名、65 歳以上の高齢者 23 名の計 53 名である。被験者には問診票により、既往歴などを報告させ、精神神経学的な既往がなく、独歩可能で本実験の趣旨を理解し、賛同した者を被験者とした。なお、本実験は社団法人人間生活工学研究センター倫理委員会の承認を得ておこなった。

実験条件

キーボード上の表示文字のフォントは MSP ゴシックとし、文字サイズは“小”(9pt.)、“大”(36pt.) の 2 種類とした。表示文字サイズを変更するキーはアルファベット 26 文字、数字 10 文字、ピリオド、カンマの計 38 文字で、各文字サイズでラベルシールに印刷し、シールを各キーの表面

に貼り付けた。キーボードの入力方式はローマ字入力で、キーボード入力の際に使用するソフトウェアはMicroSoftWord 2000とした。なお、キーボード操作に慣れるための練習やキーボード入力評価検査をおこなう際には、通常のキーボードの文字サイズとほぼ同じである“中”(18pt.)の文字サイズのキーボードを使用した。

実験手順

まず、被験者には実験の趣旨および手順について説明し、実験への参加の同意を得た後、疲労自覚症状調べ(日本産業衛生学会産業疲労研究会編)、及びおよびコンピュータの使用経験の有無に関するアンケートをおこなった。その後、キーボード入力に慣れるために従来のキーボードとほぼ同じ表示文字サイズである“中”(18pt.)で、キーボード入力の基本操作練習をおこなった。練習としてキーボード入力評価検査をおこなった。キーボード入力評価検査は、A4用紙1枚に500字(25文字×20列、フォント:MSPゴシック、サイズ18pt.)のアルファベットがランダムに印刷された課題を書見台に置き、被験者はその用紙を見ながら1分間になるべく多くの文字を正確に入力するという検査である。入力に際して、被験者には課題の文字列に準じた改行、すなわち25文字を入力後に改行するように教示した。練習として、被験者はキーボード入力評価検査を10回程度おこなった。1回のキーボード入力評価検査が終了すると被験者は改行を二回おこない、次の入力評価検査をおこなった。課題は1回のキーボード入力評価検査ごとに違う文字列(用紙)を被験者に提示した。

キーボード入力の基本操作練習が終了後、練習による疲労の有無を調べるために、疲労自覚症状調べをおこない、被験者はキーボードの文字サイズ“中”を使用して、被験者の入力能力試験として、キーボード入力評価検査をおこなった。

次に、各群(若年者、中高年者、高齢者)の被験者を表2.3.1-1に示すように分け、キーボード上の文字サイズ“小”または“大”的どちらか一方でキーボード入力をおこなうよう指示した。被験者はキーボード上の表示文字サイズ“小”または“大”的どちらかでキーボード入力評価検査をおこない、練習と同様に1分経過した後被験者は改行を二回おこない、続いて別の500文字が書かれた課題用紙によって入力評価検査をおこない、これを休憩することなく連続60回おこなった。

最後に、被験者に疲労自覚症状調べ及びキーボードの文字の見やすさに関するアンケートを実施した。

評価方法

疲労自覚症状調べは、30問の質問項目を三群に分け数値(比率)で評価する。統計的検定にはノンパラメトリックの関連二群の差の検定(Wilcoxon符号順位和検定)を用いる。

コンピュータの使用経験に関するアンケートでは、使用年数、使用頻度、一日の使用時間の各パラメータについて年齢群ごとの頻度分布により傾向を得る。

Microsoft Wordの使用経験に関するアンケートでは、使用年数、使用頻度を数値で表し文字の大きさによるキーボードの使いやすさに関するアンケートでは、文字の見やすさ、入力しやすさをVAS(Visual Analog Scale)を0~6の間で数値化する。これらの数値をコンピュータの使用経験および年齢群でクロス集計表を作成し、ノンパラメトリックの独立二群の差の検定(Mann-Whitney検定)を用いて統計的検定をおこなう。

キーボード入力のパフォーマンスの評価指標は1分間の入力文字数、正答文字数、正答率である。年齢とキーボードの文字の大きさ(大、小)を被験者間要因として、分散分析を実施し、年齢と文字の大きさが入力速度にいかなる影響をおよぼすかを明らかにする。検査をおこなう際には、通常のキーボードの文字サイズとほぼ同じである“中”(18pt.)の文字サイズのキーボードを使用した。

実験手順

まず、被験者には実験の趣旨及び手順について説明し、実験への参加の同意を得た後、疲労自覚症状調べ(日本産業衛生学会産業疲労研究会編)及びコンピュータの使用経験の有無に関するアンケートをおこなった。その後キーボード入力に慣れるために従来のキーボードとほぼ同じ表示文字サイズである“中”(18pt.)でキーボード入力の基本操作練習をおこなった。練習としてキーボード入力評価検査をおこなった。キーボード入力評価検査は、A4用紙1枚に500字(25文字×20列、フォント：MSPゴシック、サイズ18pt.)のアルファベットがランダムに印刷された課題を書見台に置き、被験者はその用紙を見ながら1分間になるべく多くの文字を正確に入力するという検査である。入力に際して、被験者には課題の文字列に準じた改行、すなわち25文字を入力後に改行するように教示した。練習として、被験者はキーボード入力評価検査を10回程度おこなった。1回のキーボード入力評価検査が終了すると被験者は改行を二回おこない、次の入力評価検査をおこなった。課題は1回のキーボード入力評価検査ごと、違う文字列(用紙)を被験者に提示した。

キーボード入力の基本操作練習が終了後、練習による疲労の有無を調べるため疲労自覚症状調べをおこない、被験者はキーボードの文字サイズ“中”を使用して、被験者の入力能力試験として、キーボード入力評価検査をおこなった。

次に、各群(若年者、中高年者、高齢者)の被験者を表2.3.1-1に示すように分け、キーボード上の文字サイズ“小”または“大”的どちらか一方でキーボード入力をおこなうよう指示した。被験者はキーボード上の表示文字サイズ“小”または“大”的どちらかでキーボード入力評価検査をおこない、練習と同様に1分経過した後被験者は改行を二回おこない、続いて別の500文字が書かれた課題用紙によって入力評価検査をおこない、これを休憩することなく連続60回おこなった。

最後に、被験者に疲労自覚症状調べ及びキーボードの文字の見やすさに関するアンケートを実施した。

評価方法

疲労自覚症状調べは、30問の質問項目を三群に分け数値(比率)で評価する。統計的検定にはノンパラメトリックの関連二群の差の検定(Wilcoxon符号順位和検定)を用いる。コンピュータの使用経験に関するアンケートでは、使用年数、使用頻度、一日の使用時間の各パラメータについて年齢群ごとの頻度分布により傾向を得る。

Microsoft Wordの使用経験に関するアンケートでは、使用年数、使用頻度を数値で表し、文字の大きさによるキーボードの使いやすさに関するアンケートでは、文字の見やすさ、入力しやすさをVAS(Visual Analog Scale)を0~6の間で数値化する。これらの数値をコンピュータの使用経験および年齢群でクロス集計表を作成し、ノンパラメトリックの独立二群の差の検定

(Mann-Whitney 検定) を用いて統計的検定をおこなう。

キーボード入力のパフォーマンスの評価指標は 1 分間の入力文字数、正答文字数、正答率である。年齢とキーボードの文字の大きさ(大、小)を被験者間要因として、分散分析を実施し年齢と文字の大きさが入力速度にいかなる影響をおよぼすかを明らかにする。

3. 1. 4 計測装置仕様

キーボード入力をおこなう際に用いた装置の仕様は以下の通りである。

- ・コンピュータ(OPTIPLEX GX150-1200SF(2K), DELL)

CPU : Pentium III 1200MHz

RAM : 128MB

2次キャッシュ : 256KB

HDD: 40.0GB

CD-RW : 読込 24 倍速／書込 8 倍速／書換 4 倍速

FDD: 3.5" ×1

キーボード : 109 型キーボード

VRAM : 8 MB

解像度 : 1600×1200 ドット(256 色)

外形寸法(幅×高さ×奥行[mm]) : 319.0×90.0×354.0

- ・ディスプレイ(17" マルチスキャンディスプレイ, MITSUBISHI)

サイズ : 17"

最大解像度 : 1280×1024

ピッチ : 0.25mm

水平／垂直周波数 : 30～70kHz／50～125Hz

入力信号 : RGB アナログ

入力端子 : ミニ D-sub15 ピン

外形寸法 : (幅×高さ×奥行[mm]) : 410.0×406.0×425.0

- ・OS : Windows 2000(SP2)

実験風景は図 3. 3. 1-1 に示す。机(800(W)×900(D)×700(H)[mm]) 上には、図 2. 3. 1-2 および図 2. 3. 1-3 のようにコンピュータ、ディスプレイ、キーボード、マウスなどを配置した。実験は一日を 3 つの時間帯分け、1 つの時間帯において図 2. 3. 1-4 に示すように 3 台のコンピュータをパーティションで区切られたスペース(1500×1500[mm]) に 1 台ずつ配置し、他の被験者の実験状況に注意が向かないように配慮した。なお、各実験スペースにおける輝度、照度は表 2. 3. 1-2 と表 2. 3. 1-3 に示す。

表2. 3. 1-1 各年齢群の文字サイズ別被験者数

文字サイズ	小	大
若年者群	8人	6人
中高年者群	8人	8人
高齢者群	9人	14人

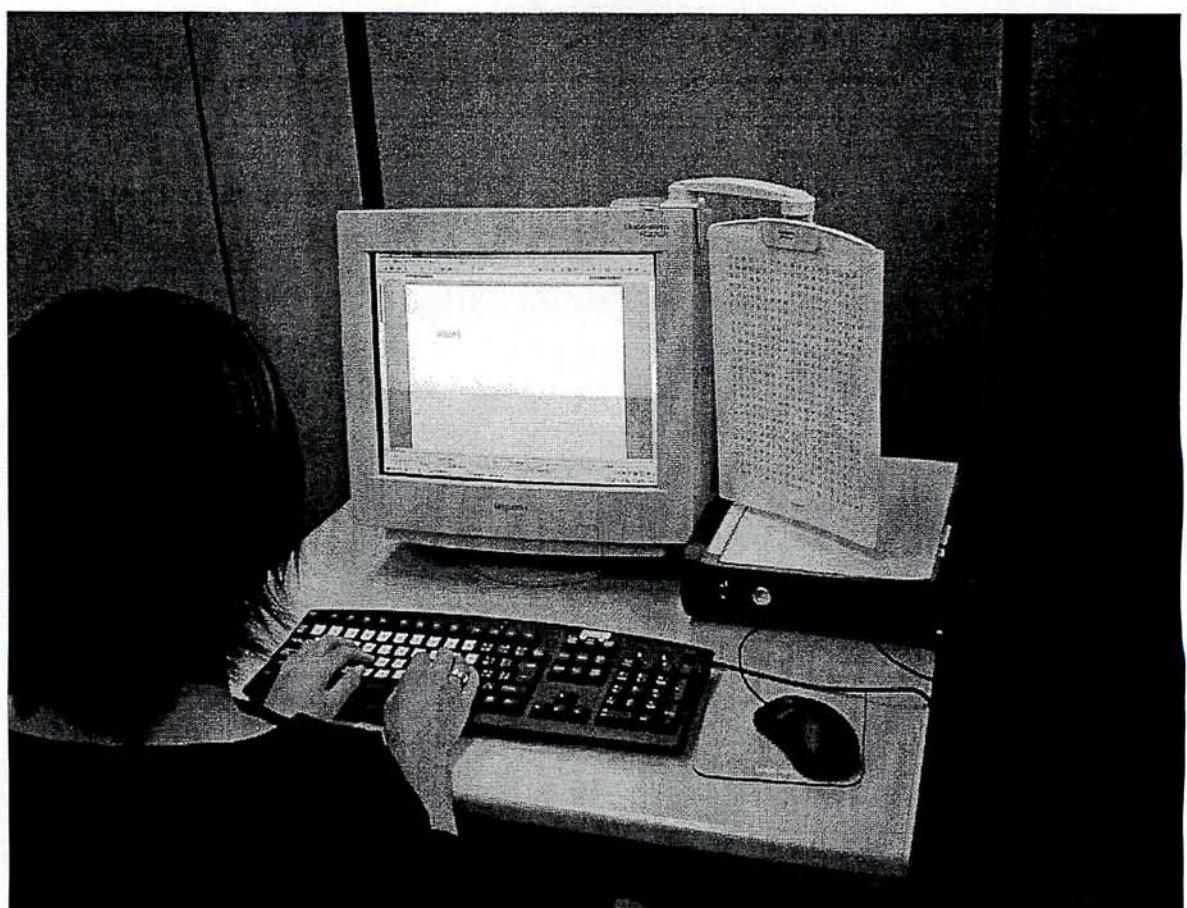


図2. 3. 1-1 実験風景

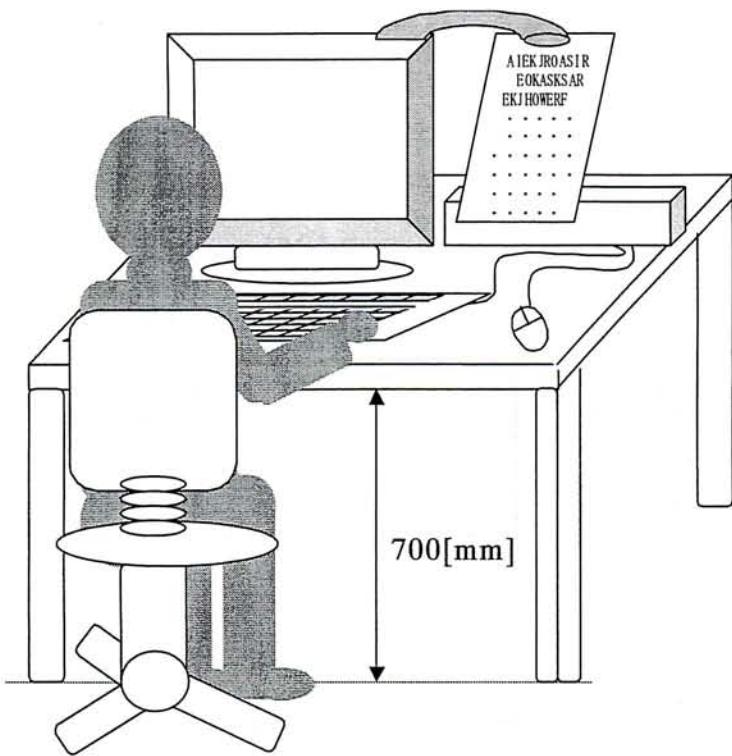


図2.3.1-2 計測装置の配置（被験者後方から見た図）

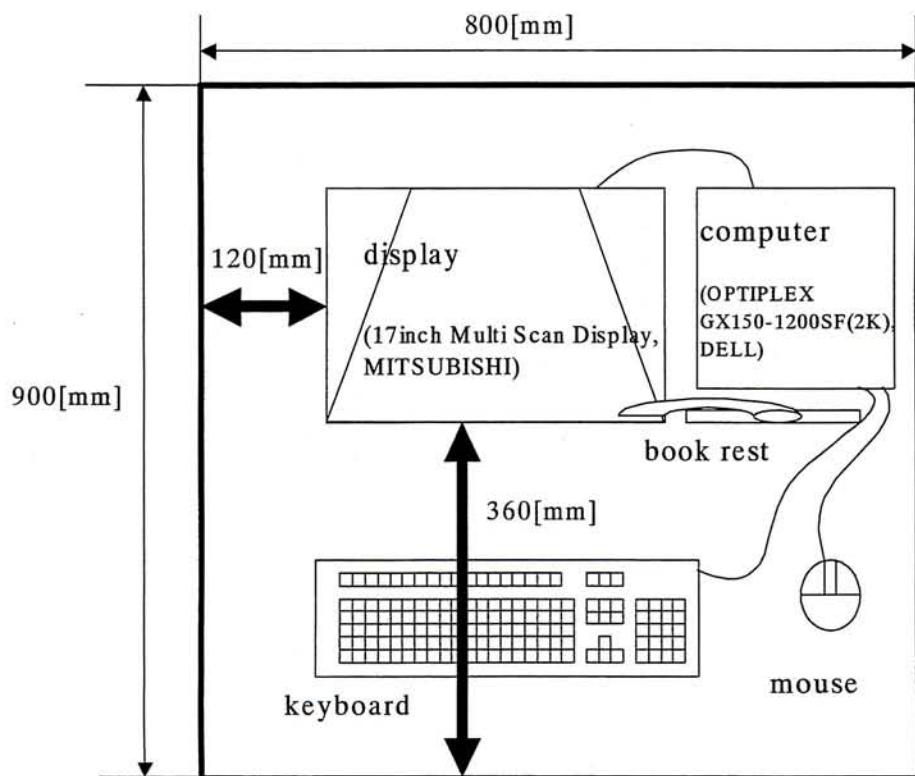


図2.3.1-3 机上における計測装置の配置（真上から見た図）

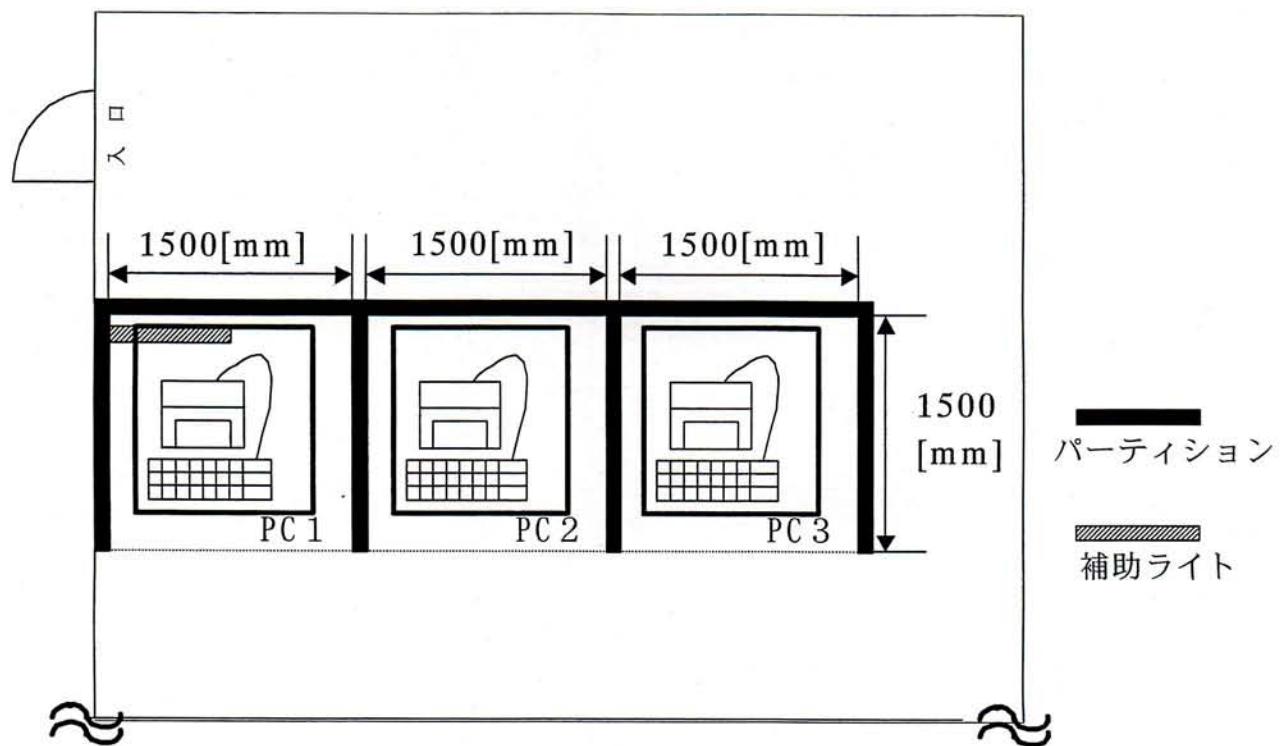


図2. 3. 1-4 実験室内におけるコンピュータの配置

表2. 3. 1-2 各コンピュータ位置における輝度

輝度 [cd/m ²]	PC 1	PC 2	PC 3
背景	69.7	71.0	69.8
マウスカーソル	82.3	83.2	84.2
ワード背景	85.9	83.7	82.6
入力文字	7.9	8.5	7.48

表2. 3. 1-3 各コンピュータ位置における照度

照度 [lx]	PC 1	PC 2	PC 3
眼位平面	320.0	446.0	498.0
管面鉛直面	264.0	249.0	250.0
キーボード作業面	330.0	336.0	360.0
書見台	427.0	218.0	266.0

3. 1. 5 実験および解析結果

実験方法については、すでに3. 1. 3で述べた。

連続60試行における一分間あたりの入力数、正答数、正答率の経時的变化を図2. 3. 1-5～図2. 3. 1-7に示す。横軸には各試行回、縦軸にはそれぞれのパラメータをとり、値は、年齢群およびキーボードの文字サイズ小、大によりグループ分けされた被験者の平均値を示している。一分間あたりの入力数では、若年者群においては、キーボードの文字サイズの大小による影響はみられなかった。中高年者群では文字サイズ大のグループの方が、高齢者群では文字サイズ小のグループの方が入力数が多い傾向がみられた。正答数では、入力数の結果と同様に、若年者群では文字サイズの大小による影響がみられず、中高年者群では文字サイズ大のグループの方が、高齢者群では文字サイズ小のグループの方が正答数が多い傾向がみられた。正答率に関しては、各年齢群で文字サイズの大小による影響はみられなかった。

図2. 3. 1-8に示すように、連続60試行をおこなう前後で、通常の文字サイズのキーボードを用いてキーボード入力能力試験をおこなった結果、被験者の元々のキーボード入力能力に差がみられるため、連続60試行をおこなう前の能力試験の結果を基準にして比率で結果を次に示す。図2. 3. 1-9～図2. 3. 1-11は全試行回数60回を10回ずつ、計6ブロックに分けた際の、一分間の入力数、正答数、正答率の平均を連続60試行をおこなう前の能力試験の結果それぞれで割ったものである。中高年者群と高齢者群に関しては、文字サイズが大きい方が入力数が増加する傾向がみられた。若年者群においては、文字サイズの大小による影響がみられなかった。

図2. 3. 1-12に、キーボードの文字の大小による見やすさのアンケート結果を示す。各年齢群ともに、文字サイズ大の方が見やすいと回答した。ただし、若年者群に関しては、心理評価の結果がパフォーマンスに反映されず、キーボード文字の大きいほうの見やすさの評価が高いにもかかわらず、文字の大きさがパフォーマンスに及ぼす影響はほとんど観察されなかった。

図2. 3. 1-13にコンピュータの使用経験についてのアンケート結果を示す。若年者群では全ての被験者が”2～3年前”からコンピュータを使用していることがわかる。中高年者群では”経験なし”と回答する被験者もあり、使用経験に個人差がみられる。さらに、高齢者群では”経験なし”と回答した被験者数が多く、”それ以下(1年未満)”と回答する被験者も多かった。この図から、使用経験ありを2～3年前、3～5年前、5年以上前の3つのカテゴリーに属するグループ、その他のカテゴリーに属するグループを使用経験なしと分類して、中高年者群と高齢者群でコンピュータの使用経験が作業成績に以下に影響するかを検討した。図2. 3. 1-14に示されているように、中高年者群と高齢者群に関しては、使用経験がある被験者のほうが作業成績がよいことがわかる。ただし、使用経験がある中高年者群と高齢者群のいずれに関しても、入力速度は若年者群の半分程度であった。

疲労自覚症状調べの結果に対して関連2群のノンパラメトリック検定(Wilcoxon検定)を実施した結果、すべての年齢群で、作業開始前と練習終了後、練習終了後と作業終了後のI、II、III群の訴え率には有意な差($p<0.01$)が認められ、時間の経過とともに、疲労感が増加していくことが示された。ただし、疲労感が増加しているにもかかわらず、パフォーマンスの低下傾向は全く認められなかった(例えば、図2. 3. 1-15参照)。

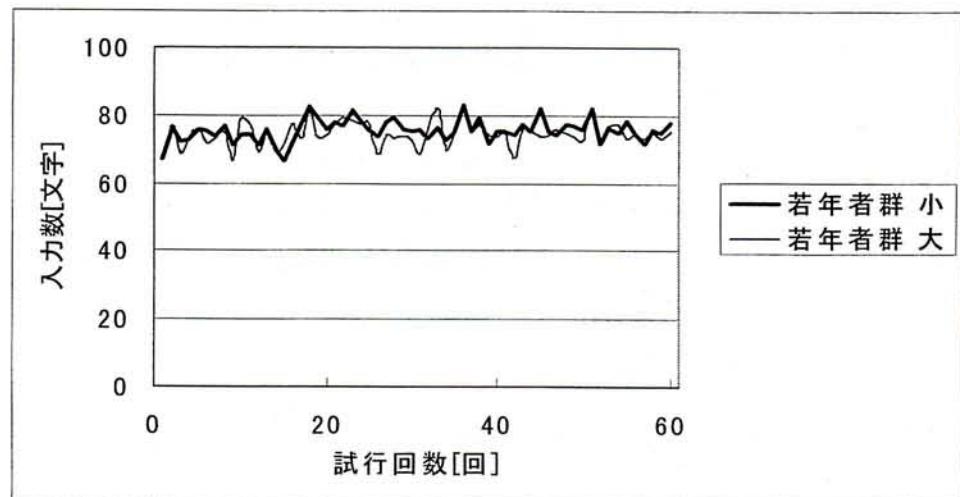
図2. 3. 1-15に示すように、若年者群では、文字サイズの影響がほとんどないことがわ

かる。図2. 3. 1-16に中高年者群でコンピュータ使用経験のないグループの入力数を各ブロックおよび実験前と実験後の能力試験で文字サイズが大と小で比較した結果を示す。高齢者群に対するコンピュータ使用経験がないグループの入力数を文字サイズが大と小の場合で比較した結果をそれぞれ図2. 3. 1-17に示す。中高年者群と高齢者群に分けて、各ブロックごとに入力数、正答数、正答率に対して、コンピュータの使用経験と文字サイズを要因とする2元配置の分散分析を実施した。正答率に関しては、いずれの年齢群でもコンピュータの使用経験と文字サイズの要因の主効果は認められなかった。入力数と正答数に関しては、以下のような結果が得られた。ほとんどすべてのブロックにおいて、両要因ともに有意差 ($p < 0.05$ または $p < 0.01$) が認められた。ただし、両要因の交互作用は有意ではなかった。高齢者に関しても、ほとんどすべてのブロックにおいて両要因で有意差が認められた ($p < 0.05$ または $p < 0.01$)。

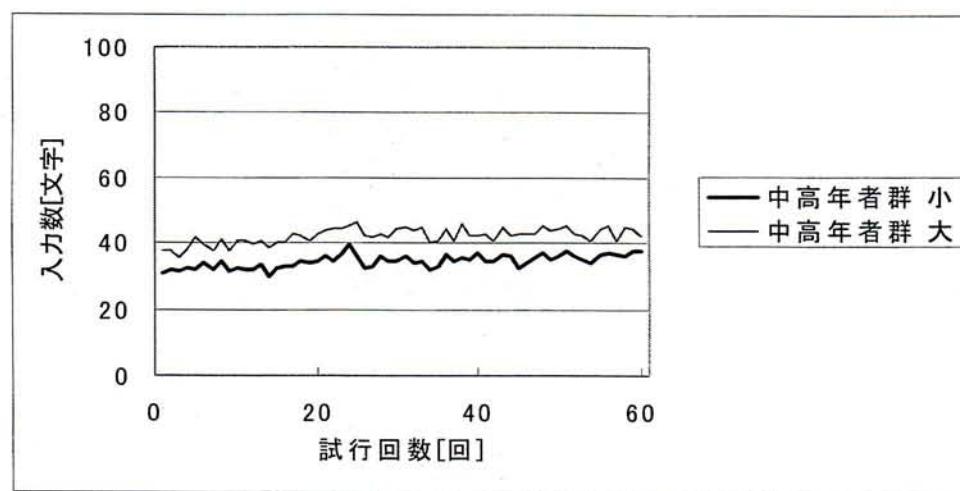
以上のように、中高年者群と高齢者群のコンピュータ使用経験がないグループに関しては、文字の大きさが入力数と正答数の2つのパフォーマンスへ及ぼす影響が認められることが明らかになった。一方、中高年者群と高齢者群のコンピュータ使用経験があるグループに関しては、図2. 3. 1-15の若年者群の場合と同様に、文字サイズがパフォーマンスに及ぼす影響はほとんどないことが明らかになった。ただし、若年者群に比べて中高年者群と高齢者群のパフォーマンス（作業効率）は約半分程度であった。

参考文献

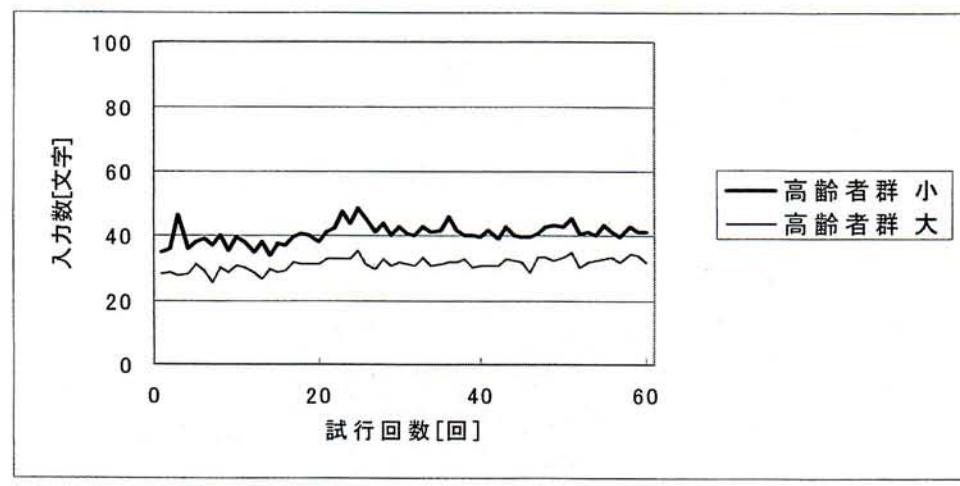
- 1) Czaja, S.J.: Computer Technology and the older adult, *Handbook of Human-Computer Interaction*, 2nd Edition, (Eds. M.Helandar, T.K.Landauer, & P.Prabhu), North-Holland, pp. 791-824, 1997.
- 2) Vanderheiden, G.C.: Design for people with functional limitations resulting from disability, aging, or circumstance, *Handbook of Human Factors and Ergonomics*, 2nd Edition, (Ed.G.Salvendy), John Wiley & Sons, pp. 2012-2052, 1997.
- 3) Swanson, N.G., Galinsky, T.L., Cole, L.L., Pan, C.S. & Sauter, S.L.: The impact of keyboard design on comfort and productivity in a text-entry task, *Applied Ergonomics*, Vol. 28, No. 1, pp. 9-16, 1997.
- 4) McMulin, M.L. & Kroemer, H.E.: Usability of a one-hand ternary chord keyboard, *Applied Ergonomics*, Vol. 25, No. 3, pp. 177-181, 1994.
- 5) Fernstrom, E., Ericson, M.O., & Malker, H.: Electromyographic activity during typewriter and keyboard use, *Ergonomics*, Vol. 37, No. 3, pp. 477-484, 1994.
- 6) Smutz, P., Serina, E., & Rempel, D.: A System for evaluating the effect of keyboard design on force, posture, comfort, and productivity, *Ergonomics*, Vol. 37, No. 10, pp. 1649-1660, 1994.
- 7) Bendix, T. & Jessen, Flemming: Wrist support during typing - a controlled, electromyographic study, *Applied Ergonomics*, Vol. 17, No. 3, pp. 162-168, 1986.
- 8) Douglas, S.A. & Mithal, A.K.: *The ergonomics of computer pointing device*, Springer, 1997.
- 9) Shneiderman, B.: *Designing the user interface- Strategy for effective human-computer interaction*, Addison-Wesley, pp. 227-269, 1987.
- 10) Grandjean, E.: *Fitting the task to the man*, 4th edition, Taylor & Francis, 1990.
- 11) McCormick, E.J. & Sanders, M.S.: *Human factors in engineering and design*, 5th Edition, McGraw-Hill, 1983.
- 12) Wickens, C.D., Gordon, S.E. & Liu, Y.: *An introduction to human factors engineering*, Longman, 1998.
- 13) Proctor, R.W. & Zandt, T.V.: *Human factors in simple and complex systems*, Allyn and Bacon, 1994.
- 14) Ellis, L.B.M., Joo,H., & Gross, C.R.: Use of a computer-based health risk appraisal by older adults, *Journal of Family Practice*, Vol. 33, pp. 390-394, 1991.
- 15) Charness, N., Kelly, Bosman, E. and Elliot, R.G.: Senior friendly input devices : Is the pen mightier than the mouse? Proc. of the 103 Annual Convention of the American Psychological Association, NewYork, 1995.
- 16) Ogozalek, V.Z. & Praag, J.V.: Comparison of elderly and younger users on keyboard and voice input computer-based composition task, Proc. of CHI86 *Human Factors in Computing Systems*, Boston, pp. 205-211, 1986.



a) 若年者

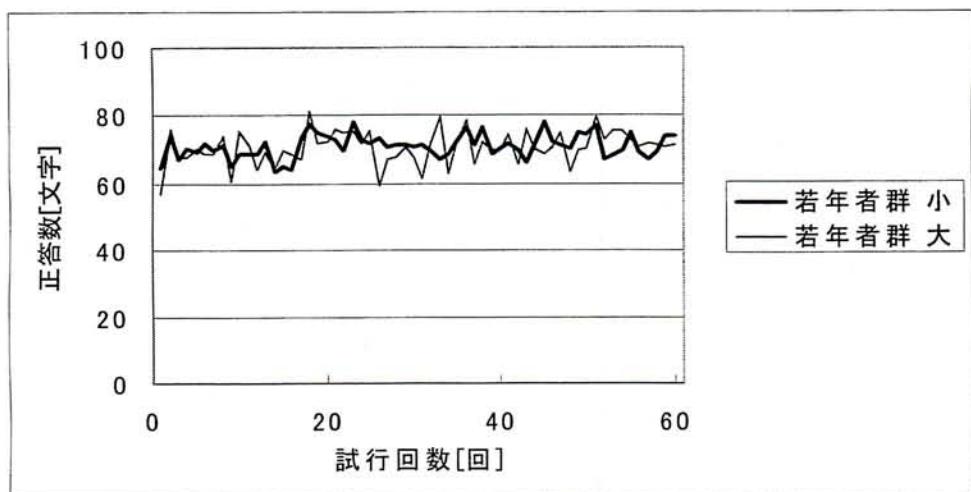


b) 中高年者

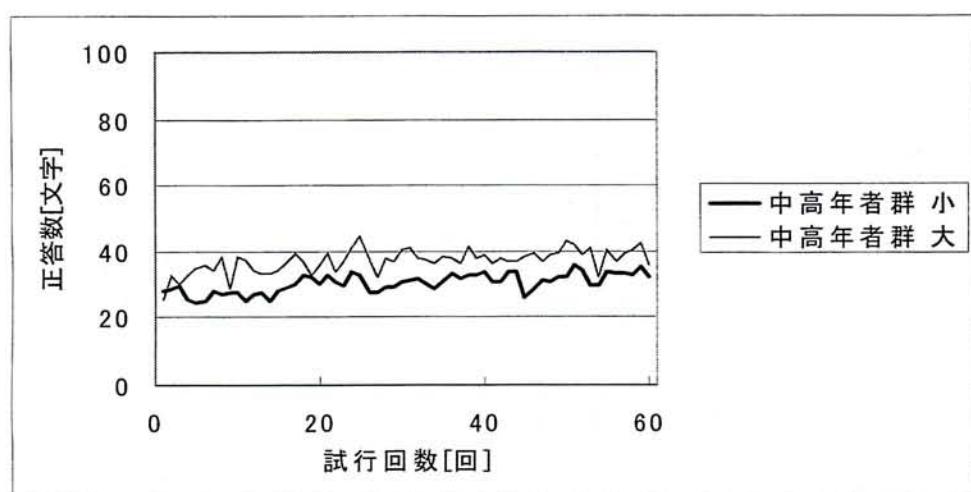


c) 高齢者

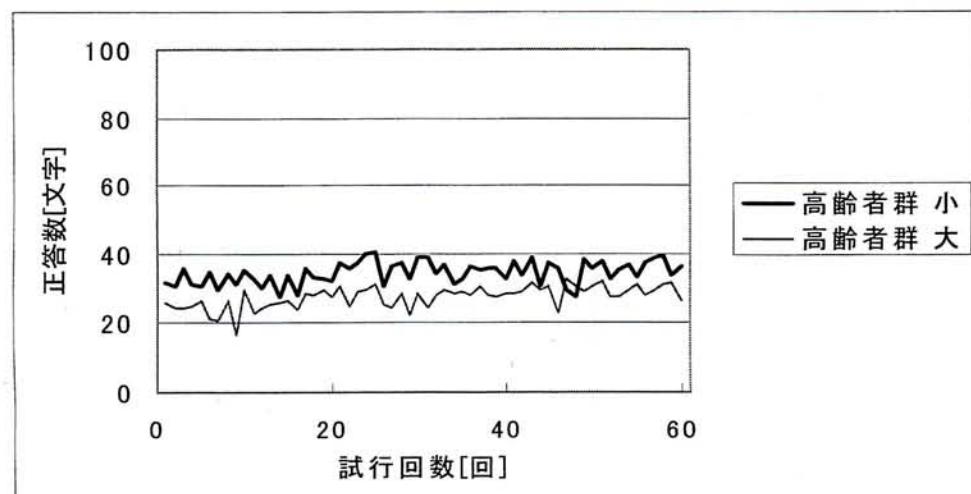
図2. 3. 1-5 試行回数ごとの入力数



a) 若年者

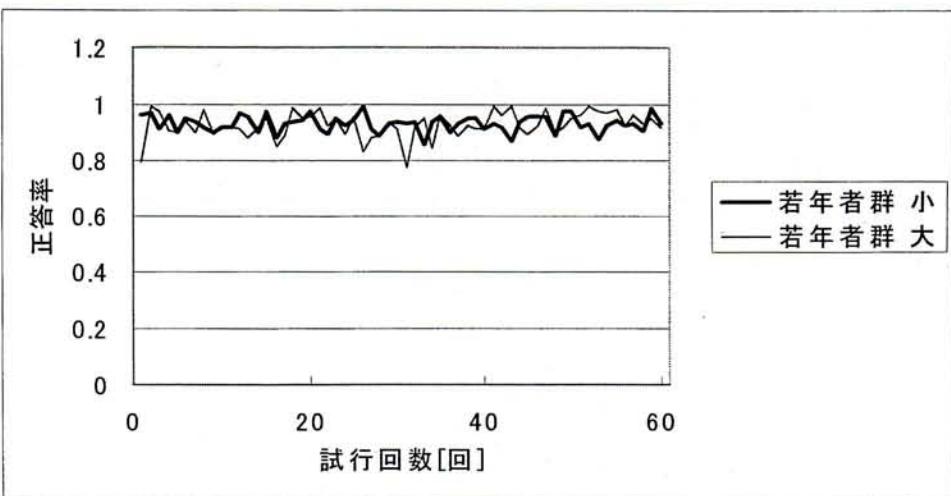


b) 中高年者

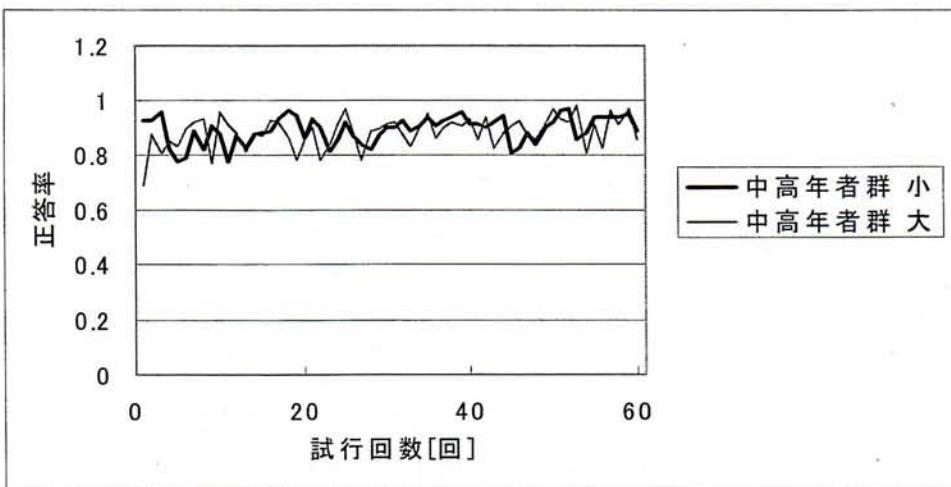


c) 高齢者

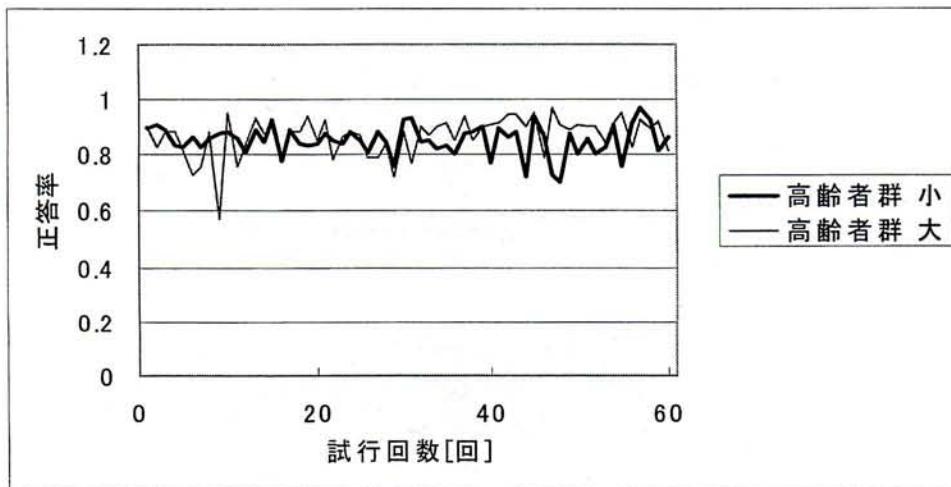
図2. 3. 1-6 試行回数ごとの正答数



a) 若年者

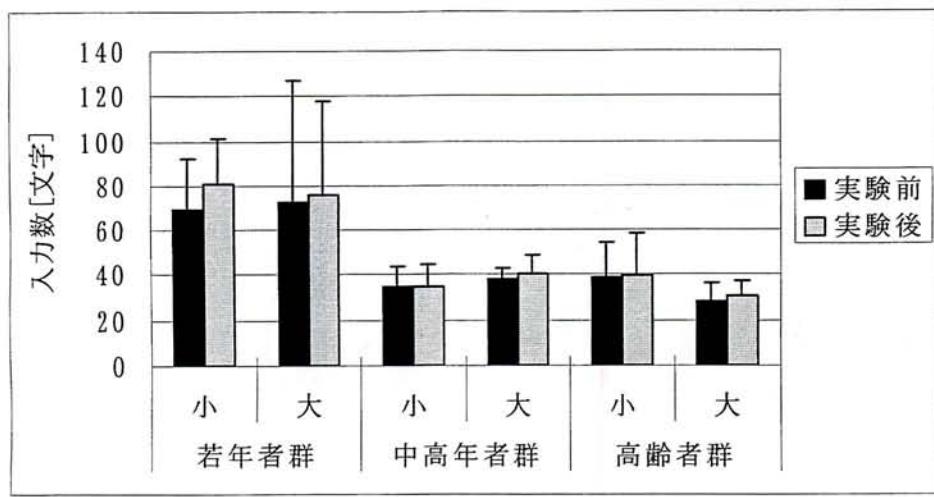


b) 中高年者

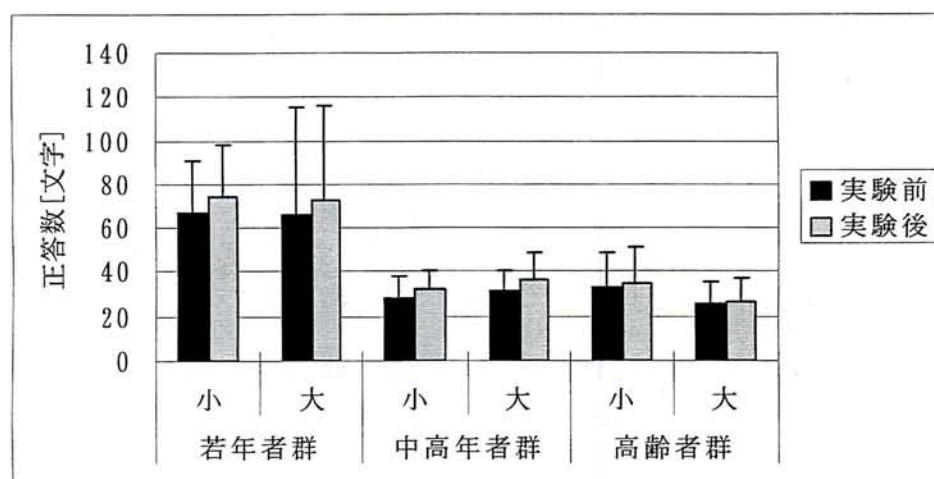


c) 高齢者

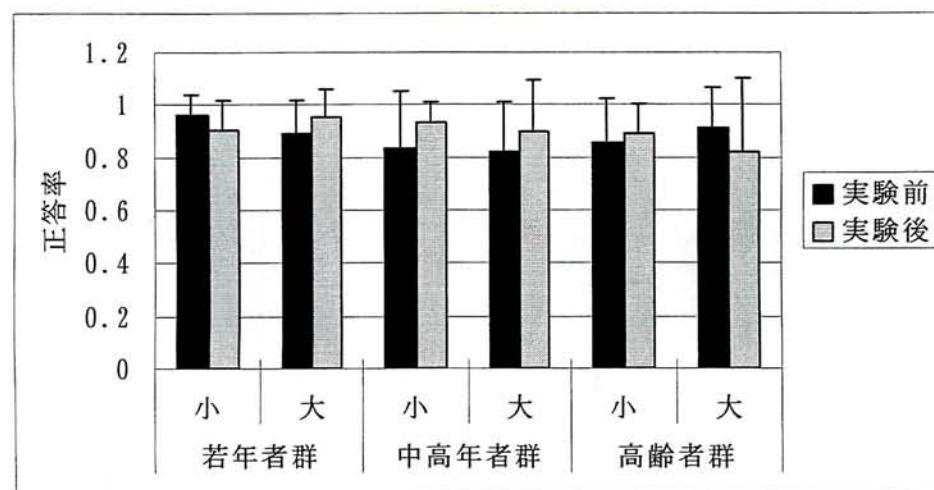
図 2. 3. 1 - 7 試行回数ごとの正答数



a) 入力数

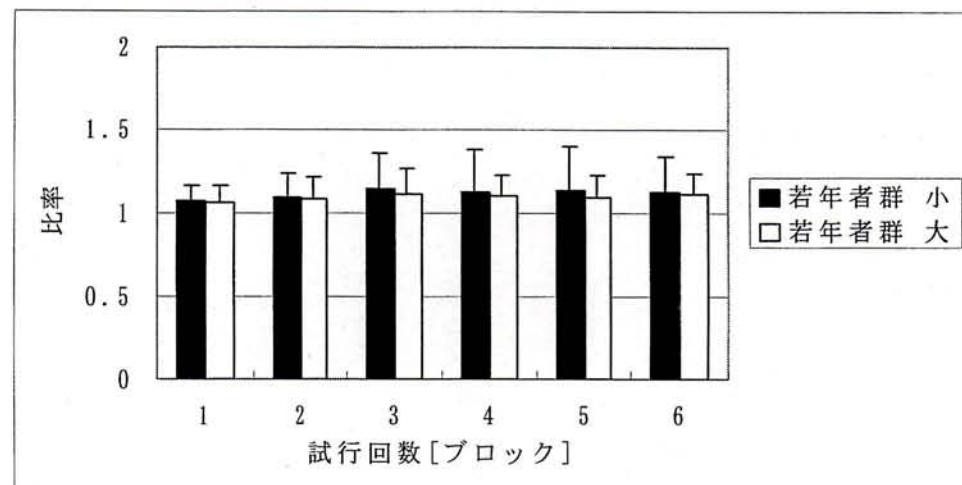


b) 正答数

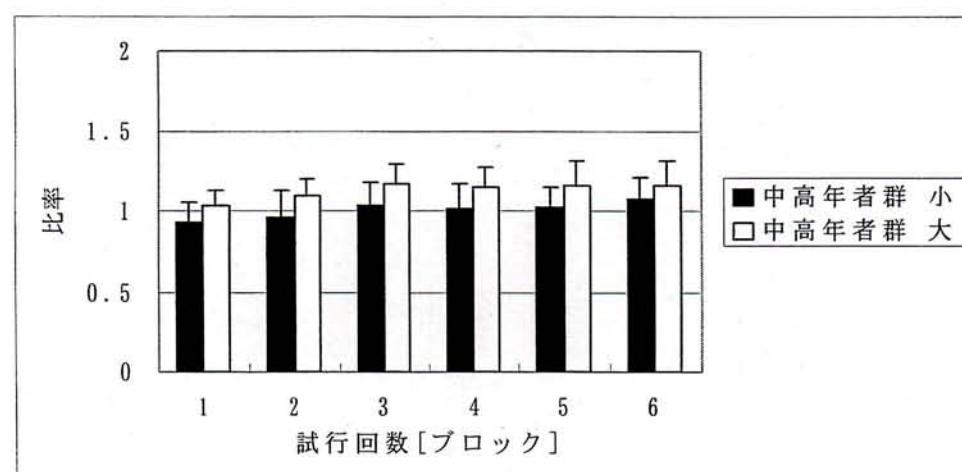


c) 正答率

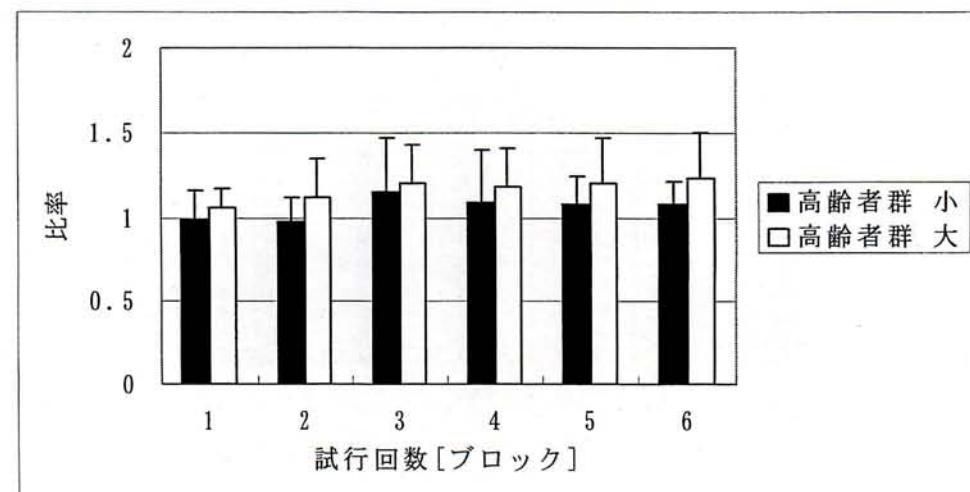
図2. 3. 1-8 キーボード入力能力試験結果



a) 若年者

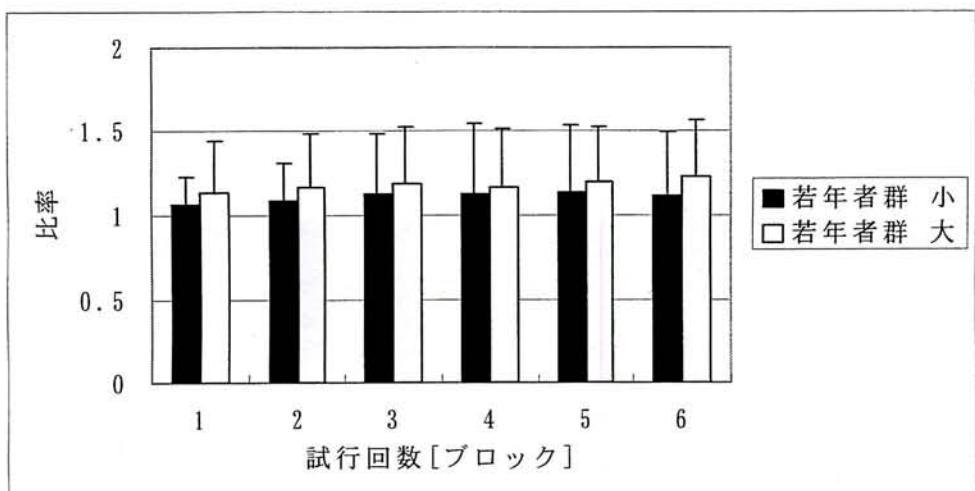


b) 中高年者

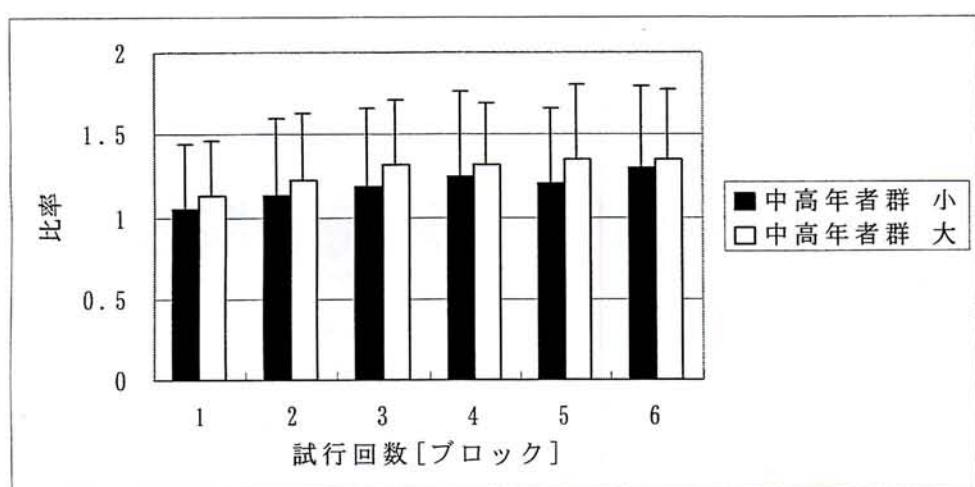


c) 高齢者

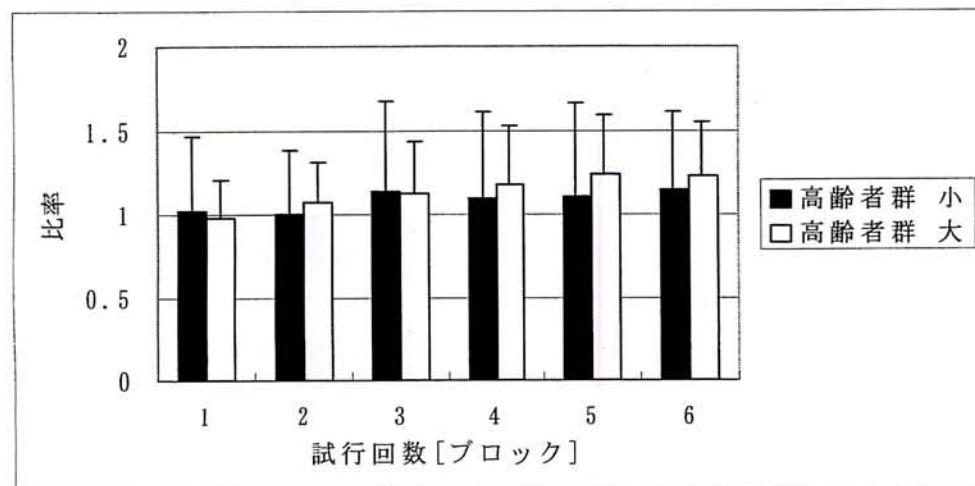
図2. 3. 1-9 入力数 (基準: 実験前能力試験)



a) 若年者

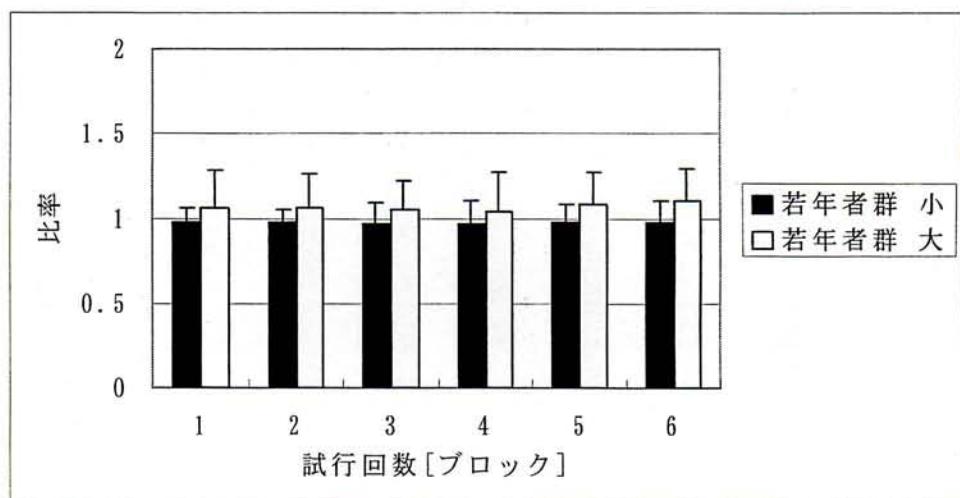


b) 中高年者

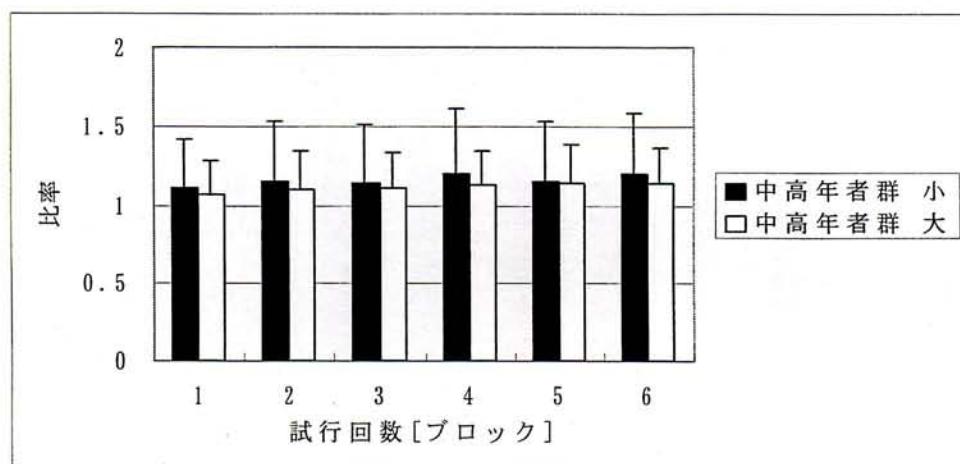


c) 高齢者

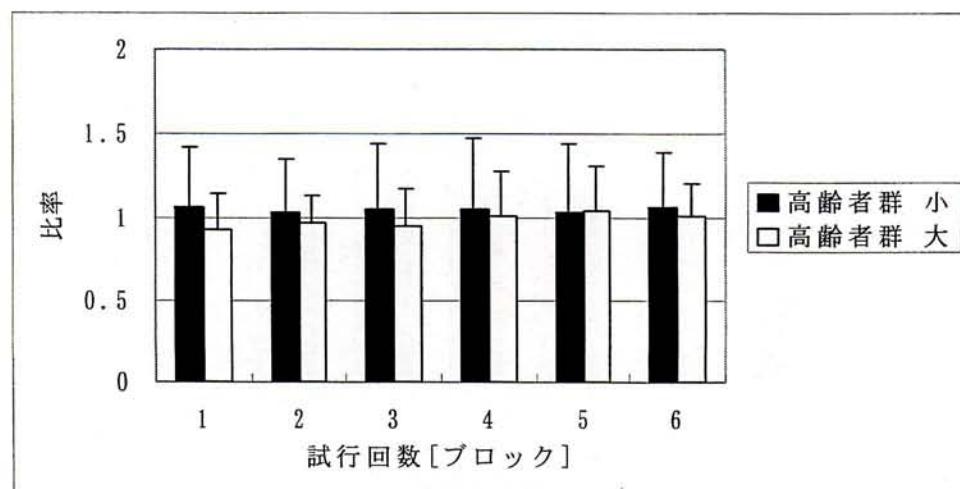
図2. 3. 1-10 正答数 (基準: 実験前能力試)



a) 若年者



b) 中高年者



c) 高齢者

図2. 3. 1-11 正答率 (基準: 実験前能力試験)

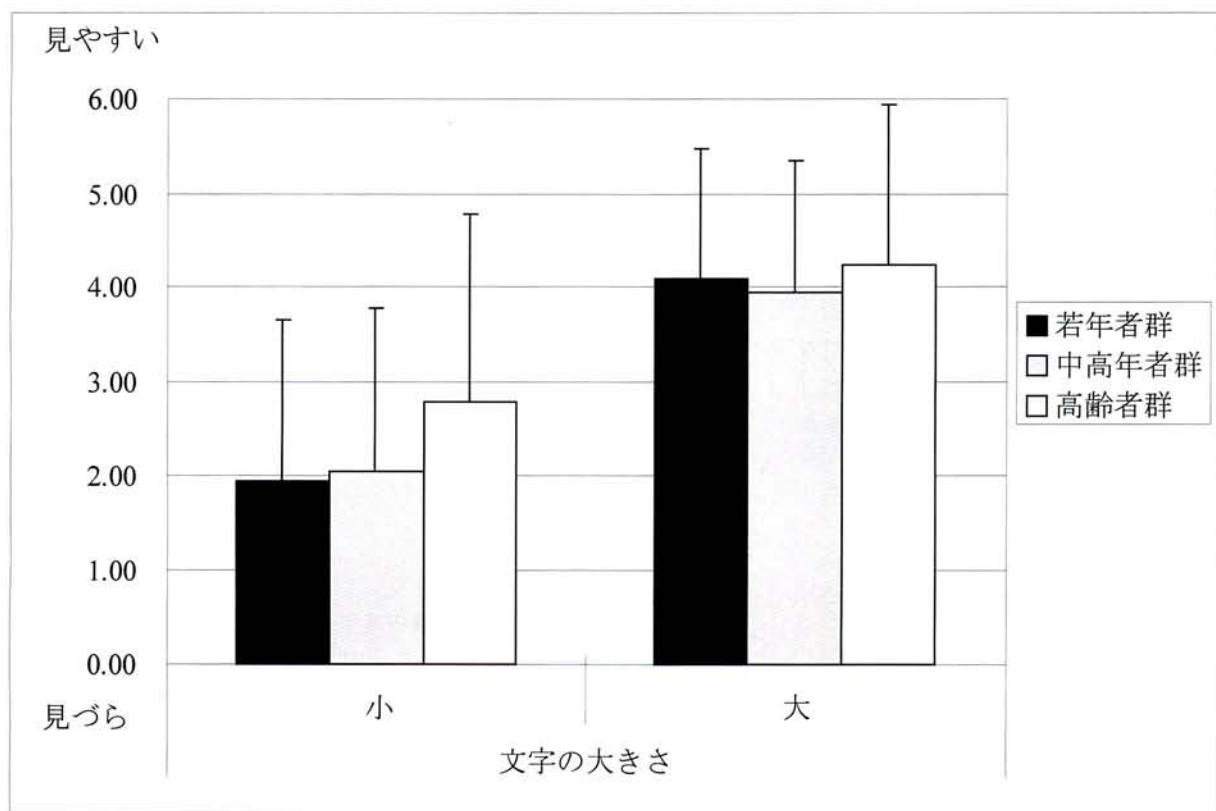
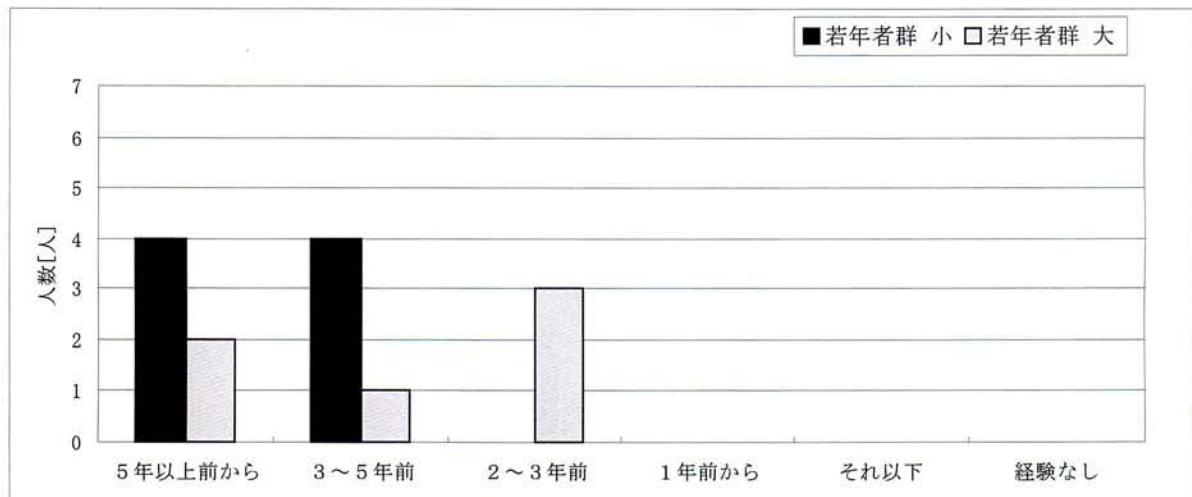
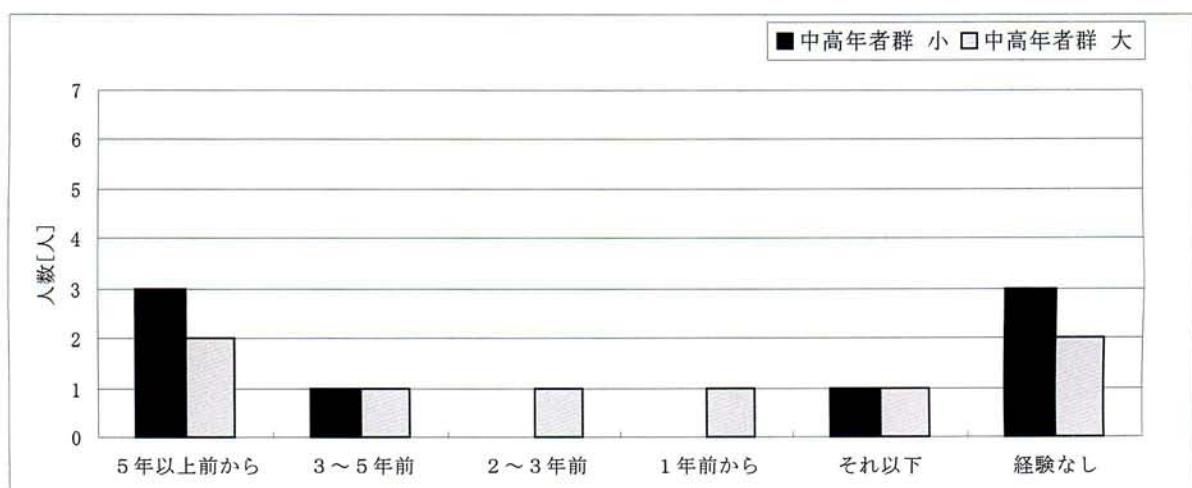


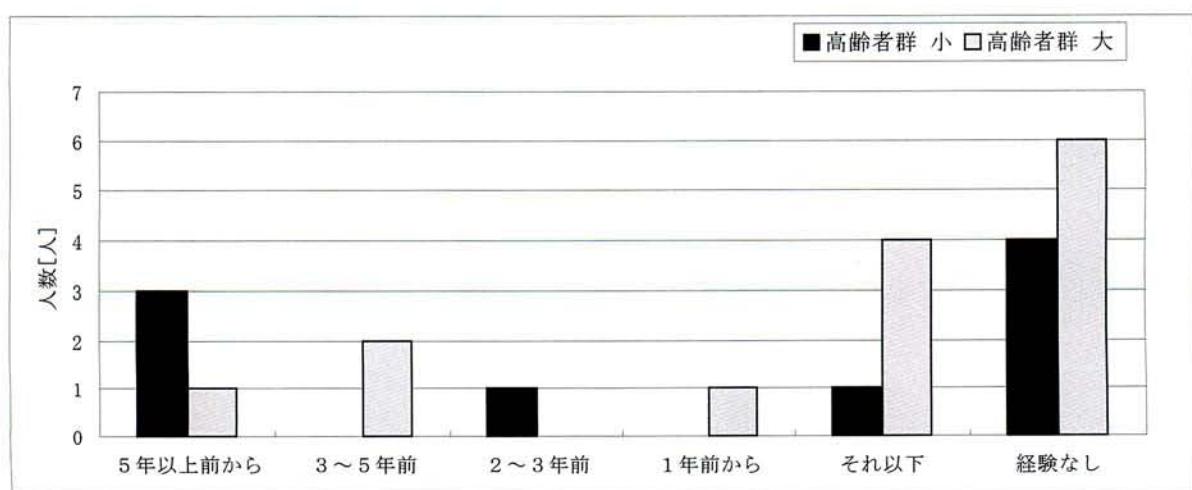
図2.3.1-12 キーボードの文字の見やすさに関するアンケート結果



a) 若年者



b) 中高年者



c) 高齢者

図 2. 3. 1-13 コンピュータの使用経験

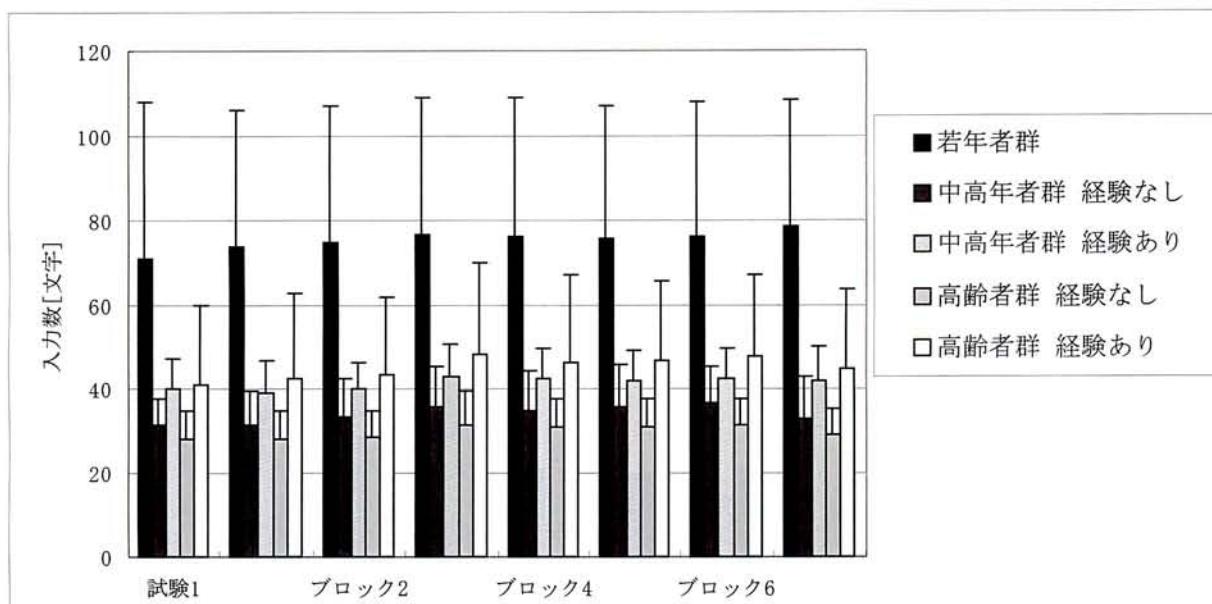


図2. 3. 1-14 コンピュタ使用経験の有無による入力数への影響

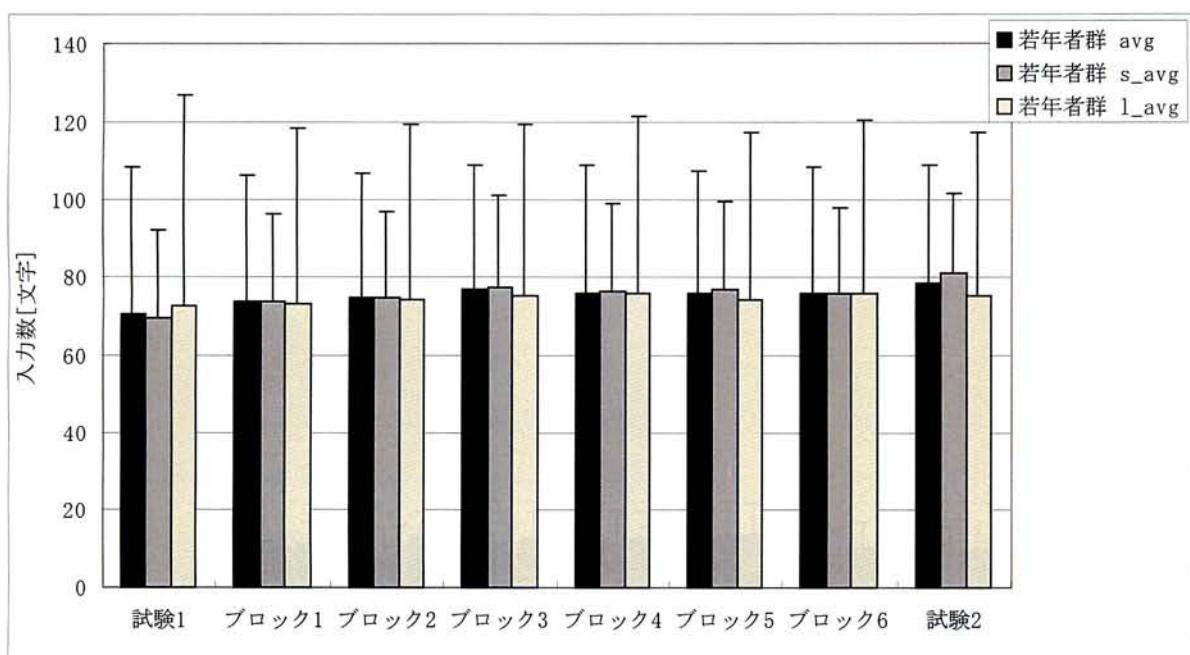


図2. 3. 1-15 文字の大きさが入力数へ及ぼす影響（若年者群）

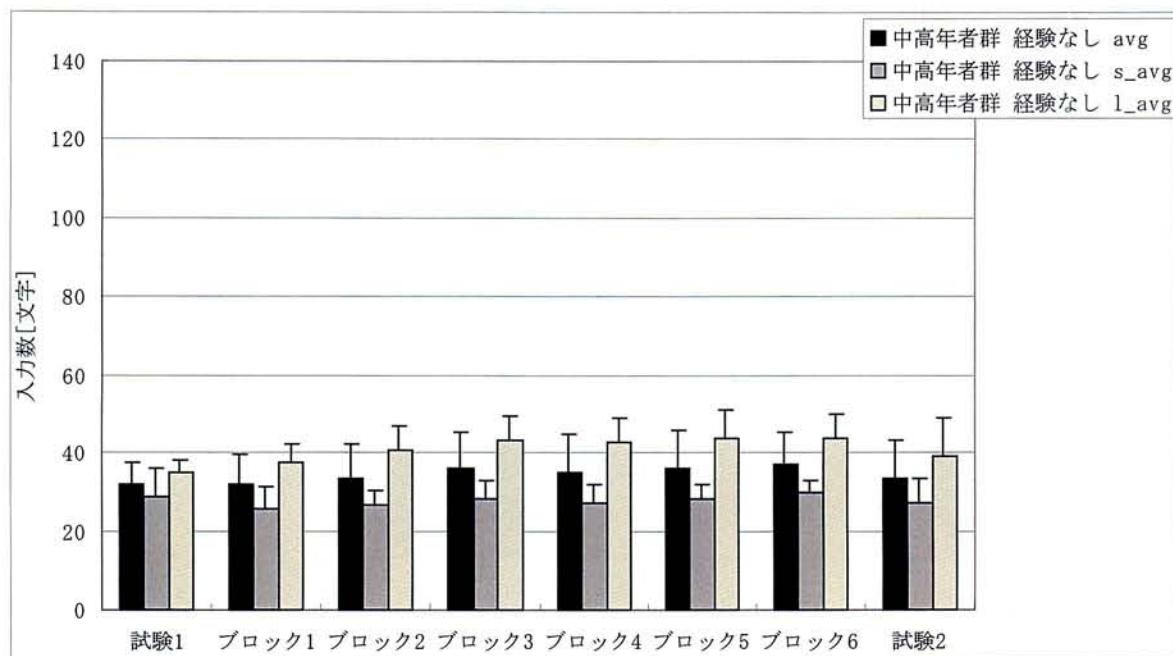


図2．3．1－16 文字の大きさが入力数へ及ぼす影響（中高年者群、使用経験なし）

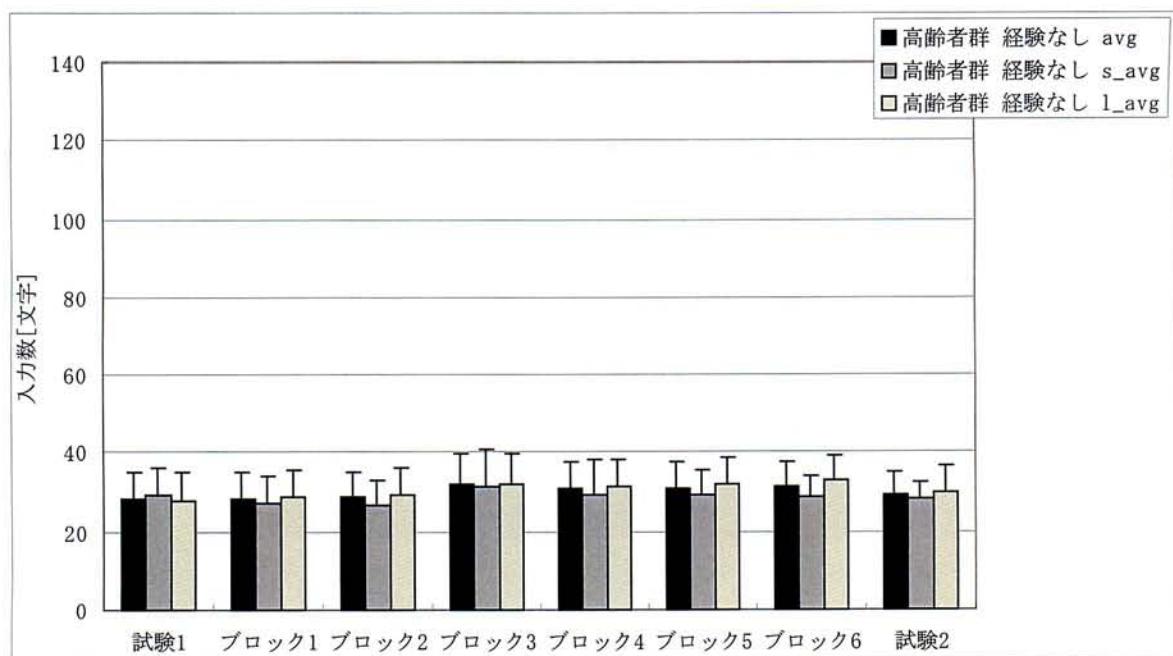


図2．3．1－17 文字の大きさが入力数へ及ぼす影響（高齢者群、使用経験なし）

3. 2 マウス入力

3. 2. 1 現状と問題点

近年の I T の急速な発展にともないパソコンの普及は目覚しく、高齢者の使用も増加している。現在のところ、パソコン操作におけるポインティングデバイスはマウスの使用がほとんどである。そのため、操作に慣れ親しんでいる人だけでなく誰にでも使いやすいデバイスとしてのマウス設計が望まれている。利用者のマウスの操作性を客観的に判断するためには評価指標が必要である。そのため、マウス作業における困難さと作業に要する時間の関係を表すパフォーマンスマネジメントの構築に関する研究が数多く行われている。しかし、これらの研究における被験者は多くの場合学生であり、若年層でしかもマウス操作に慣れているといった特定の被験者である。高齢者でしかもマウスの操作に不慣れの被験者を対象とした実験はほとんど見られない。

3. 2. 2 計測目的

若年者の多くはコンピュータのマウス操作に慣れ親しんでいるか、その経験を有していると思われる。逆に、高齢者の多くはマウス操作に馴染みがなく、経験がほとんどないと推察される。

ここではマウス操作の経験の有無よりも、年齢層によるマウス操作の特徴に注目する。すなわち、幅広い年齢の被験者を対象とし、若年者、中高年、高齢者の 3 つの年齢層に分ける。そして、マウス操作における困難さの度合いを変化させ、それに対する作業時間（ポインティング時間）を計測する。この作業の困難度とポインティング時間の関係を表すパフォーマンスマネジメントを構築する。構築したモデルに基づき、各年齢層におけるマウス操作の基本的特徴の相違について調べる。

3. 2. 3 計測内容と要求事項

被験者

若年者（20～29 歳）17 名、中高年（50～59 歳）15 名、高齢者（65 歳以上）17 名の計 49 名。

実験要因

マウス操作における作業の困難さを変化させる要因として、以下の 3 つを取り上げた。

①ターゲットの大きさ：【4 種類】

30×30、40×40、50×50、60×60 (pixels²)

②ターゲットまでの距離：【4 種類】

300、420、540、660 (pixels)

③ターゲットへの接近角度：【13 種類】

0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165, 180 (°)

ターゲット形状は全て正方形とする。

作業内容と実験手順

コンピュータ画面上にマウスポインティング作業のスタート位置（十字）および同じ位置にマウスポインタ（白い矢印）が現れる。スタート位置でマウスをクリックすると正方形のターゲットが表示されるので、マウスポインタをターゲット内へ移動させて再びマウスをクリックさせる。これを 1 試行とする。すると約 1 秒後に再びスタート位置が現れるので、同様の作業を繰り返す。

3つの実験要因であるターゲットの大きさ、ターゲットまでの距離、ターゲットへの接近角度の全てを被験者間要因とする。すなわち、13回の実験を $4 \times 4 \times 13 = 208$ 試行とする。3つの実験要因の組み合わせの順序は全ての実験回数、全ての被験者間でランダマイズする。スタート位置からターゲットまでのポイント時間、ポイント作業のエラーの有無およびマウスポインタが移動中のポインタの位置を計測する。

3. 2. 4 計測装置仕様

(1) マウスポインティング実験プログラム

1) 開発環境

Microsoft Visual C++ ver. 6.0 (OS: Microsoft Windows 98 SE)

2) 動作環境

Microsoft Windows 95, Windows 98, Windows 98 SE, Windows NT 4.0, Windows 2000 において動作確認済み。

3) プログラムの起動

プログラム (Mouse_exp.exe) のアイコンをダブルクリックすることにより起動する。

4) 実験条件の設定

メニューバー中のメニューから「ウィンドウの位置と大きさ」および「ターゲットの条件」を設定することが可能である (図 2. 3. 2-1)。

ウィンドウの位置と大きさの変更 :

メニューバーから【設定】→【ウィンドウの位置・大きさ】を選択すると、【ウィンドウの位置・大きさ】ウィンドウが表示される (図 2. 3. 2-2)。ここで、ウィンドウの表示位置およびウィンドウの大きさを指定する。Mouse_exp.exe ファイルの存在するフォルダ中に screen.ini がない場合、デフォルトである図 2. 3. 2-2 の数値が表示される。ウィンドウの表示位置およびウィンドウの大きさを半角数字で入力する。ただし、コンピュータ画面の座標系は左上を原点 ((0, 0)) であり、右方向が x 軸正方向、下方向が y 軸正方向である。ウィンドウの大きさは幅 (x) と高さ (y) で指定する。単位はいずれも pixel であり、表示するディスプレイの解像度によりウィンドウの大きさが異なる。値を変更した場合には、変更した値が自動的に screen.ini ファイルに保存される。

ターゲットの条件の変更 :

メニューバーから【設定】→【ターゲットの条件】を選択すると、【ターゲットの条件】ウィンドウが表示される (図 2. 3. 2-3)。ここで、ターゲットへの距離、ターゲットの大きさ、接近角度を指定する。Mouse_exp.exe ファイルの存在するフォルダ中に target.ini がない場合デフォルトである図 2. 3. 2-3 の数値が表示される。ターゲットへの距離 (pixels)、ターゲットの大きさ (pixels)、接近角度 (°) を半角数字で入力する。各数値間は半角スペースで区切りターゲットの大きさは正方形の幅で指定する。値を変更した場合には変更した値が自動的に screen.ini ファイルに保存される。

5) 実験開始

被験者の情報入力

メニューバーから【ファイル】→【新規実験】を選択すると、【新規実験】ウィンドウが表示される（図2.3.2-4）。ここで、被験者番号、グループ別（年齢層）、実験回数は必ず入力する。グループ別は「若年者」、「中高年」、「高齢者」のいずれかを選択する。また、実験回数は「1回目」、「2回目」、「3回目」、「4回目」、「5回目」のいずれかを選択する。これらの情報を元にして出力ファイル名が自動的に決定される。ファイル名の先頭は年齢層を表し、Aは若年者、Bは中高年、Cは高齢者を意味する。例えば、被験者番号が12、グループが若年者、実験回数が3回目のときには A012-3.dat および A012-3.trj の3つのファイルに実験結果が出力される。A012-3.dat には「試行回数」、「ターゲットまでの距離」、「ターゲットの大きさ」、「ターゲットへの接近角度」、「エラーの有無」、「ポインティング時間」が記録される。A012-3.trj には「各試行中のマウスポインタの位置(x, y)」、「計測開始からの時間」が記録される。被験者名、性別、年齢もなるべく入力する。入力後、[OK] ボタンをクリックすると【新規実験】ウィンドウが消え、実験ウィンドウ内をダブルクリックすると実験が始まる。

実験内容

十字のスタート位置にマウスポインタが表示され、別の場所にターゲット（正方形）が表示される（図2.3.2-5）。このときはマウスポインタがスタート位置に固定されているため、被験者にはマウスを動かしやすい位置に直させる。マウスの左ボタンをクリックすると計測開始となり、ターゲット内にマウスポインタを動かして再びクリックした時点で計測が終了する。これを1試行とする。1秒後に次のターゲットが提示される。マウスポインタは自動的にスタート位置に移動する。1回の実験では全ての実験条件がランダムに提示される。例えば、ターゲット条件がデフォルトの状態であれば、 $4 \times 4 \times 13 = 208$ 試行全てが終了した時点で【実験終了】ダイアログボックスが表示され（図2.3.2-6）、[OK] ボタンをクリックして1回の実験が終了となる。続けて実験を行うときは、上記の「被験者の情報入力」の手順に戻る。できれば、同じ被験者に5回の実験を行わせる。

6) プログラムの終了

プログラムを終了させるためには、メニューバーから【ファイル】→【アプリケーションの終了】を選択するか、ウィンドウ右上の閉じるボタン（×ボタン）を押す。

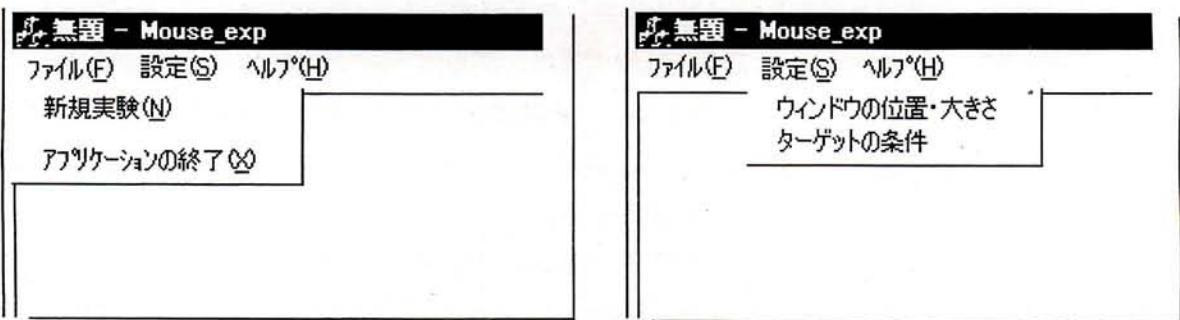


図2.3.2-1 ファイルメニュー

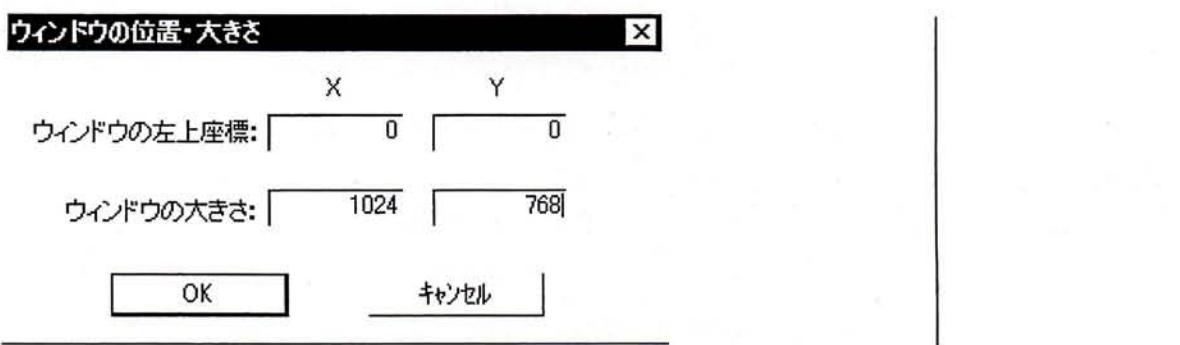


図2.3.2-2 ウィンドウの表示位置と大きさを設定するダイアログ

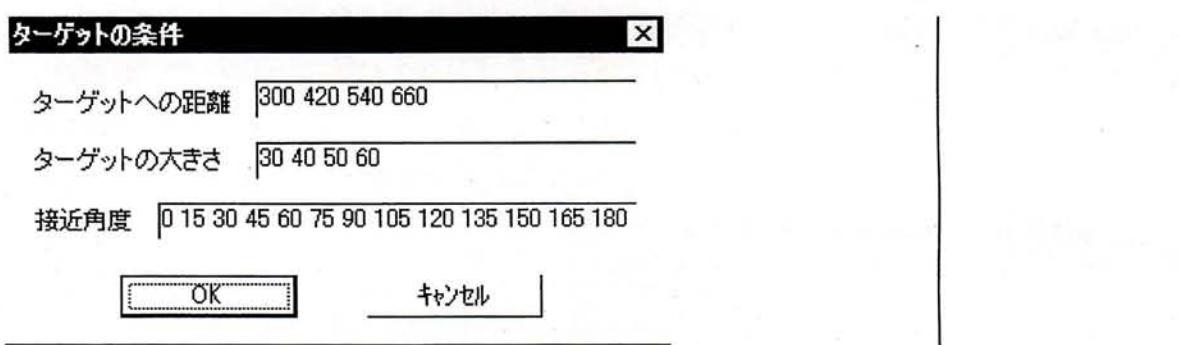


図2.3.2-3 接近角度、ターゲットへの距離ターゲットの大きさを設定するダイアログ

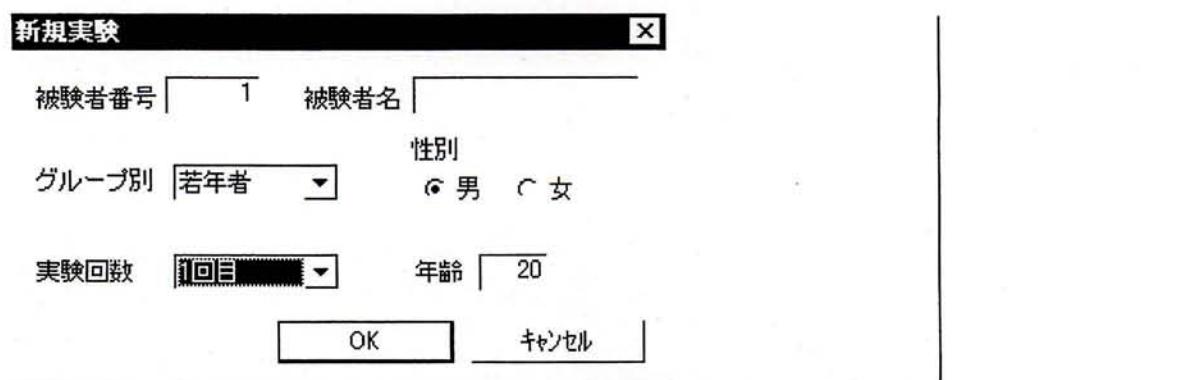


図2.3.2-4 新規実験ダイアログ

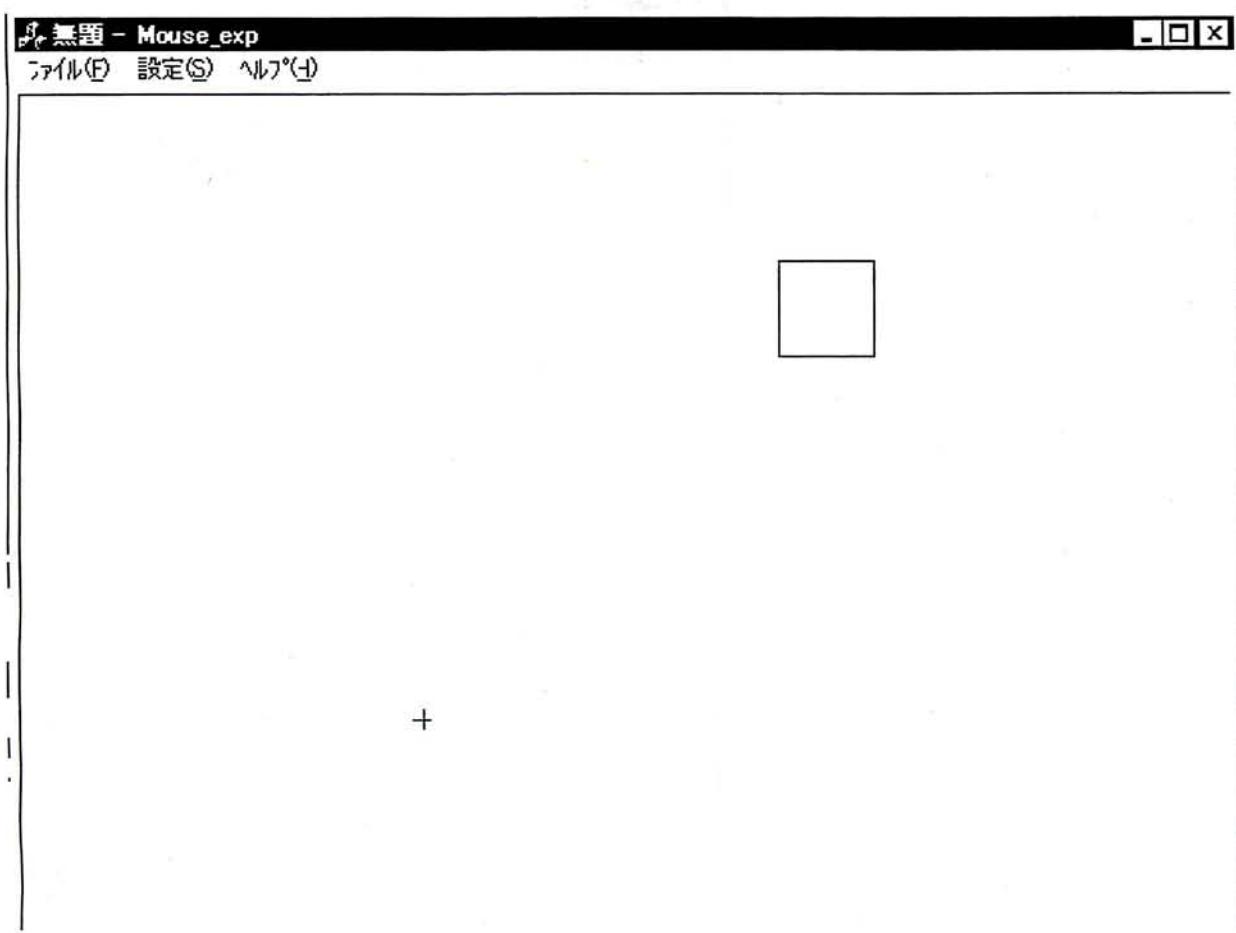


図2. 3. 2-5 スタート位置(+)とターゲット(□)の提示状態



図2. 3. 2-6 実験終了ダイアログ

3. 2. 5 実験及び解析結果

(1) ポイントティング時間とエラー率

マウスポイントティング作業における各年齢層のポインティング時間(PT)を図2. 3. 2-7に示す。ポインティング時間に対して年齢層を要因とする一元配置の分散分析を行った結果、有意差が認められた ($F(2, 48) = 16.184, p < 0.01$)。水準間の差を調べるために、Scheffeの多重比較を行った結果、若年者と高齢者および中高年と高齢者の間で差が認められた(いずれも有意確率 $p < 0.01$)。

一方、マウスポイントティング作業における各年齢層のエラー率を図2. 3. 2-8に示す。エラー率に対して年齢層を要因とする一元配置の分散分析を行った結果、有意差は認められなかつた。

ターゲットまでの距離、ターゲットの大きさ、ターゲットへの接近角度に対するポインティング時間を年齢層ごとに求めたものを図2. 3. 2-9に示す。図2. 3. 2-9aより、ターゲットまでの距離とポインティング時間の間には直線的関係が認められる。また、図2. 3. 2-9bより、ターゲットの大きさとポインティング時間の間には対数的関係が認められる。さらに、図2. 3. 2-9cより、若年者においてはターゲットへの接近角度に対してポインティング時間にはほとんど差は見られないが、高齢者においては接近角度によってポインティング時間にばらつきが見られる。特に、接近方向が 180° 、すなわち左方向へのポインティング作業において若干ポインティング時間が長い傾向が認められる。

ターゲットまでの距離、ターゲットの大きさ、ターゲットへの接近角度に対するポインティング作業のエラー率を年齢層ごとに求めたものを図2. 3. 2-10に示す。若年者に関しては、いずれの実験要因においても水準間でエラー率にほとんど差は見られないが、中高年、高齢者に関しては、ターゲットまでの距離が長くなるほど、またターゲットの大きさが小さくなるほど、さらにターゲットへの接近方向が左方向になるほどポインティングのエラー率が増加する傾向が見られる。

以上のことから、高齢者の特徴として、

- 1) 他の年齢層に比べてポインティング作業に時間がかかる。
- 2) ターゲットへの距離が長くなったり、ターゲットの大きさが小さくなるほど、すなわちポインティング作業の困難度が増加するほどエラー率が高くなる。
- 3) 左方向へのポインティング作業に時間がかかり、エラー率も急増する。すなわち、左方向へのポインティング作業を苦手とする傾向が認められる。

(2) 移動軌跡による解析

移動軌跡データを元にして、ポインティング作業中の移動軌跡の長さ、ポインタ移動中の最大移動速度および平均移動速度を算出した。

ターゲットまでの距離、ターゲットの大きさ、ターゲットへの接近角度に対する移動軌跡長を年齢層ごとに求めたものを図2. 3. 2-11に示す。図2. 3. 2-11aより、ターゲットまでの距離と移動軌跡長の間には直線的関係が認められる。また、図2. 3. 2-11bより、ターゲットの大きさが大きくなると移動軌跡長が減少する傾向が認められる。さらに、図2. 3. 2-11cより、ターゲットへの接近角度が 45° および 135° において移動軌跡長が最も長く、 0° 、

90°、180°において最も短い傾向が認められる。いずれの実験要因においても若年者の軌跡長が最も短く、高齢者の軌跡長は最も長いことが分かる。

ターゲットまでの距離、ターゲットの大きさ、ターゲットへの接近角度に対する最大移動速度を年齢層ごとに求めたものを図2.3.2-12に示す。図2.3.2-12aより、最大移動速度はターゲットまでの距離に対してほぼ直線的に増加する傾向が認められる。また、図2.3.2-12bより、ターゲットの大きさに関しては最大移動速度に差は認められず、ほぼ一定である。さらに、図2.3.2-12cより、最大移動速度は接近角度0°から減少していき、90°で最小となり、再び増加する傾向が認められる。接近角度による差は高齢者の場合、若年者、中高年ほど顕著ではない。いずれの実験要因においても若年者の最大移動速度が最も大きく、高齢者は最も小さいことが分かる。

ターゲットまでの距離、ターゲットの大きさ、ターゲットへの接近角度に対する平均移動速度を年齢層ごとに求めたものを図2.3.2-13に示す。図2.3.2-13a、bより、平均移動速度はターゲットまでの距離やターゲットの大きさに伴いほぼ直線的に増加する傾向が認められる。また、図2.3.2-13cより、平均移動速度は接近角度0°で最も大きいものの、それ以外の角度では大きな違いは見られない。いずれの実験要因においても若年者の平均移動速度が最も大きく、高齢者は最も小さいことが分かる。

(3) パフォーマンスモデルの構築

従来の MacKenzie によるマウスポイントティング作業のパフォーマンスモデル（困難度（ID = log2D/S+1）とポインティング時間（pt）の関係）を図2.3.2-14に示す。それぞれの回帰式は以下の通りである。

$$\text{若年者} : pt = 0.1796 \cdot (\log 2D/S + 1) + 0.2683 \quad (R^2 = 0.9598)$$

$$\text{中高年} : pt = 0.2992 \cdot (\log 2D/S + 1) + 0.2572 \quad (R^2 = 0.9338)$$

$$\text{高齢者} : pt = 0.5245 \cdot (\log 2D/S + 1) + 0.2792 \quad (R^2 = 0.9456)$$

図2.3.2-9より、ターゲットまでの距離とポインティング時間は直線的な関係があり、ターゲットの大きさとポインティング時間は対数的な関係があることが示された。このことから、以下の重回帰式をパフォーマンスモデルとして提案する。

$$y = \alpha \cdot D - \beta \cdot \log 2S + \gamma$$

各年齢層に対して式(1)におけるパフォーマンスモデルを求めた結果、それぞれの重回帰式は以下のようになった。

$$\text{若年者} : pt = 0.000598 \cdot D - 0.1318 \cdot \log 2S + 1.335 \quad (R^2 = 0.9972)$$

$$\text{中高年} : pt = 0.001049 \cdot D - 0.1978 \cdot \log 2S + 1.890 \quad (R^2 = 0.9969)$$

$$\text{高齢者} : pt = 0.001792 \cdot D - 0.3644 \cdot \log 2S + 3.260 \quad (R^2 = 0.9924)$$

いずれの年齢層においても回帰式の寄与率（R²）が良くなっていることが分かる。このことから、提案したパフォーマンスモデル（式(1)）は従来のパフォーマンスモデルよりも優れていることが示された。また、各年齢層におけるパフォーマンスモデルの係数に違いが見られるが、これはそれぞれの年齢層においてパフォーマンスが異なることを明示している。

作業前後の疲労自覚症状調べの結果を関連2群のノンパラメトリック検定（Wilcoxon 検定）によって統計的に比較した結果、作業前と後で訴え率に有意な差は認められなかった。これは、各

被験者の5回のポインティング実験におけるデータを疲労の影響を考慮せず一様に評価できることを示しており、ここまで解析結果が妥当であると考えられる。

以上のように、パフォーマンス・モデルは3つの年齢群で異なり、高齢者になるほど困難度の増加に伴って、ポインティング時間が増加する、すなわちポインティングが難しくなっていくことが明らかになった。

参考文献

- 1) A. MURATA:Empirical Evaluation of Performance Models of Pointing Accuracy and Speed With a PC Mouse, International Journal of Human-Computer Interaction, Vol.8, No.4, pp.457-469, 1996.
- 2) A. MURATA:Improvement of Pointing Time by Predicting Targets in Pointing With a PC Mouse, International Journal of Human-Computer interaction, Vol.10, No.1, pp.23-32, 1998.
- 3) A. MURATA:Extending Effective Target Width in Fitts' Law to a Two-Dimensional Pointing Task, International Journal of Human-Computer Interaction, Vol.11, No.2, pp.137-152, 1999.

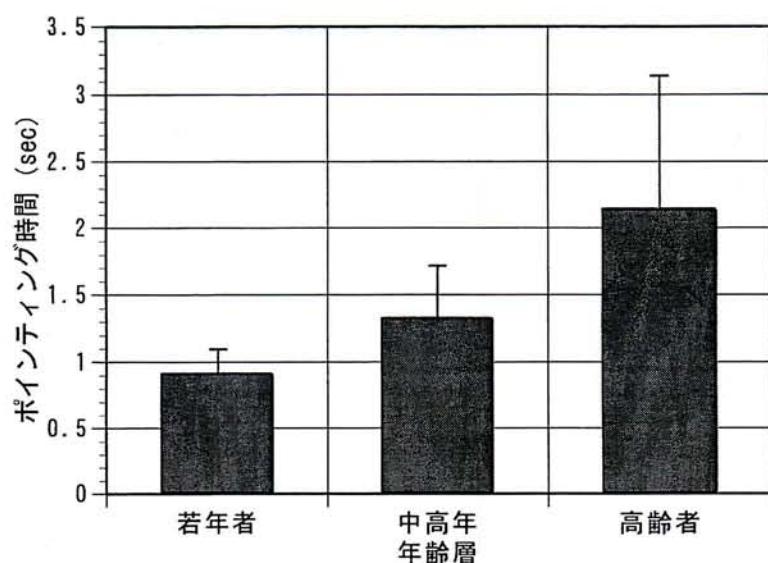


図2. 3. 2-7 各年齢層のポインティング時間

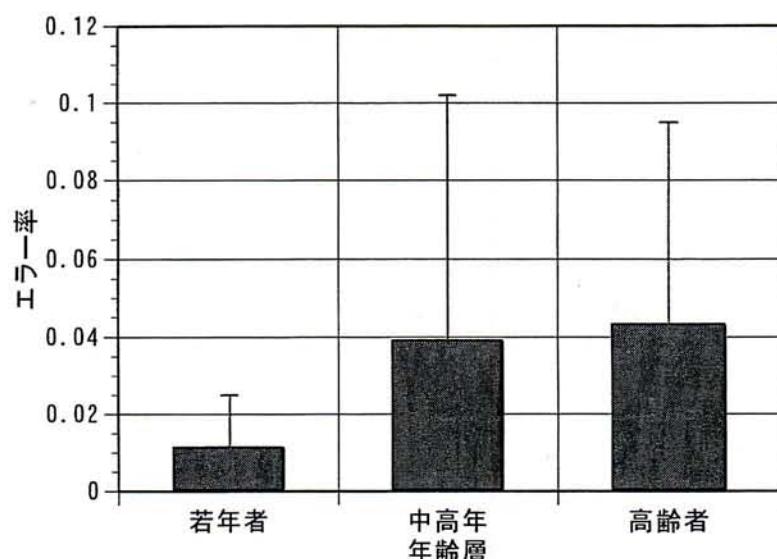
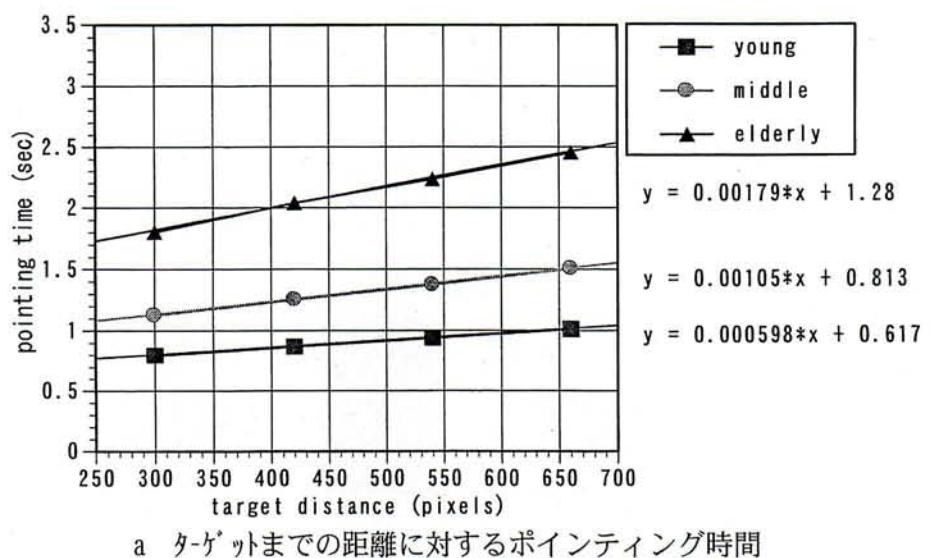
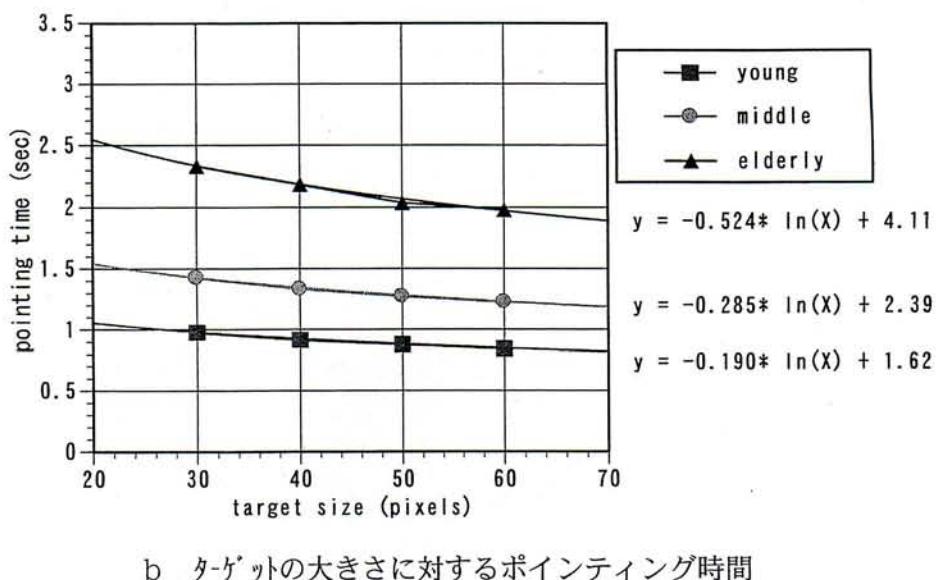


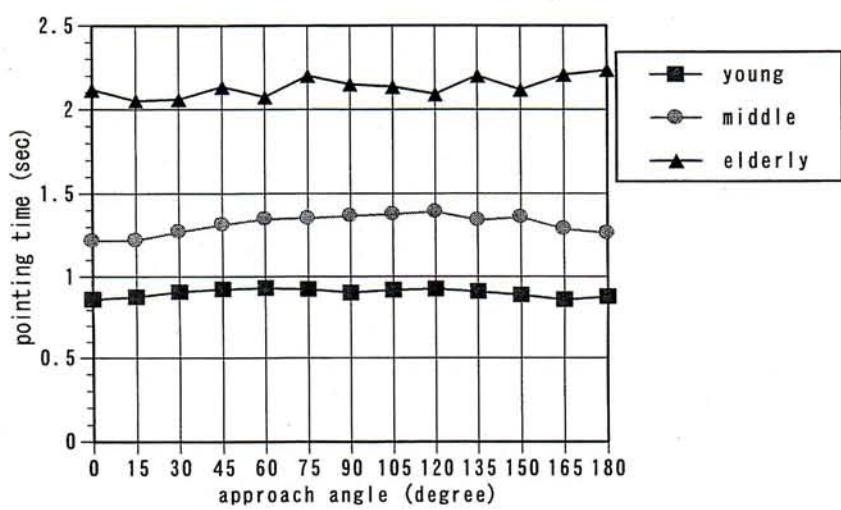
図2. 3. 2-8 各年齢層のエラー率



a ターゲットまでの距離に対するポインティング時間

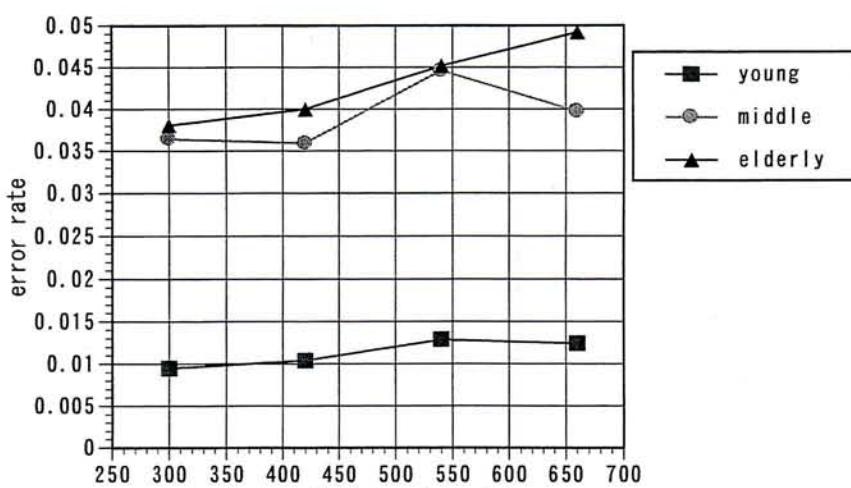


b ターゲットの大きさに対するポインティング時間

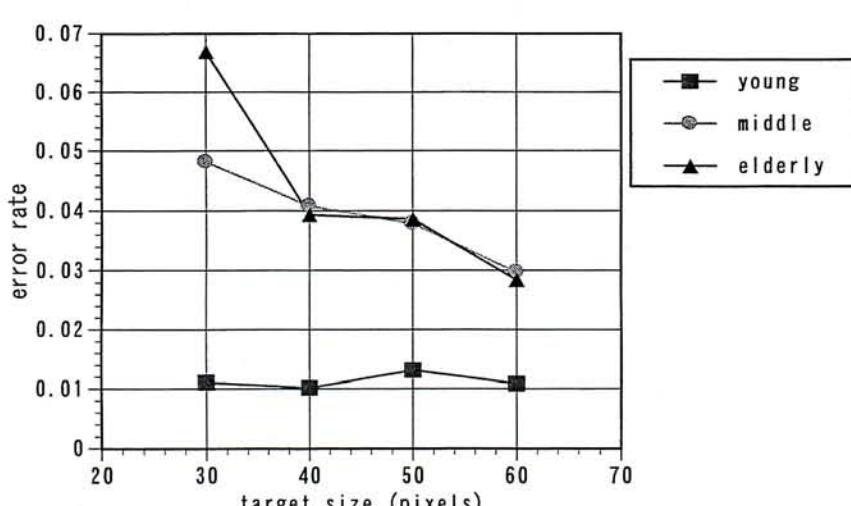


c 接近角度に対するポインティング時間

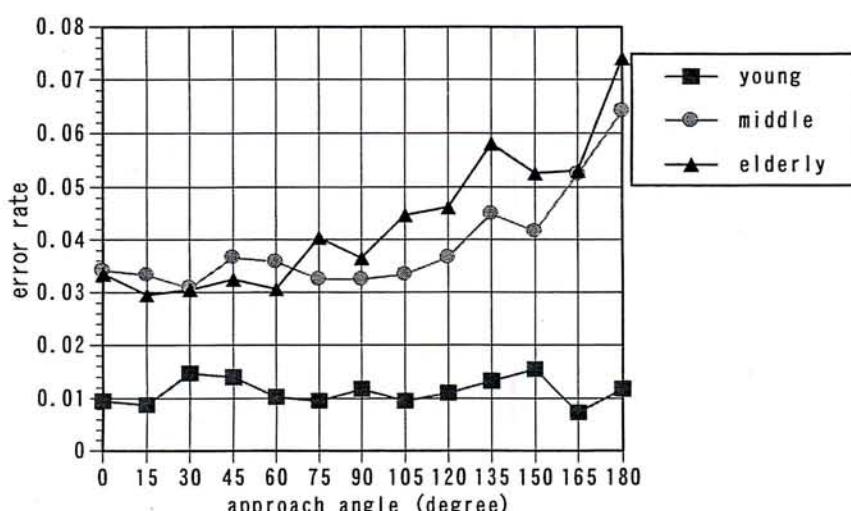
図2. 3. 2-9 各実験要因に対するポインティング時間



a ターゲットまでの距離に対するエラー率

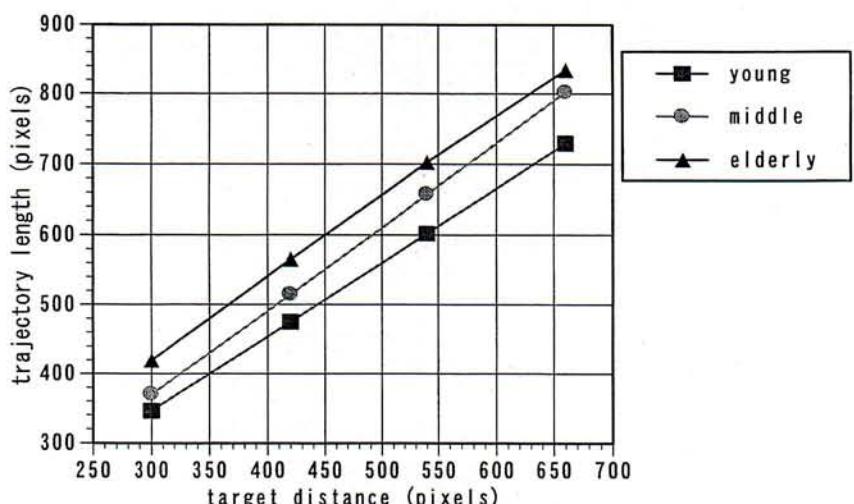


b ターゲットの大きさに対するエラー率

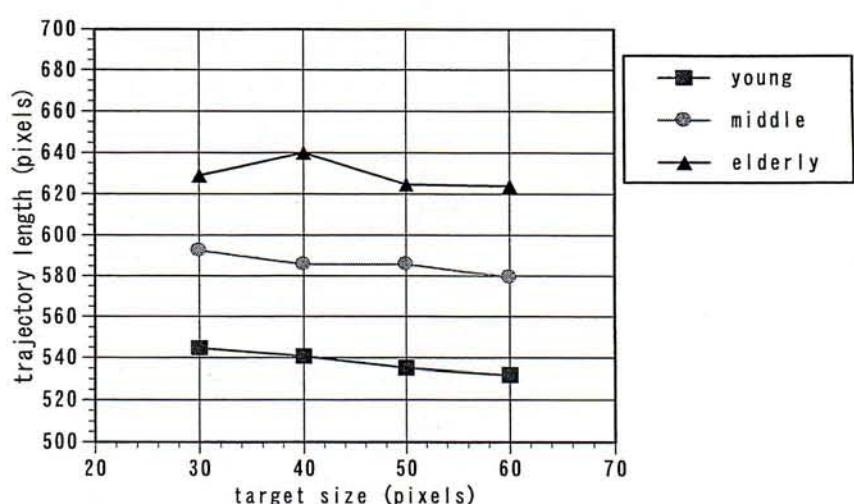


c 接近角度に対するエラー率

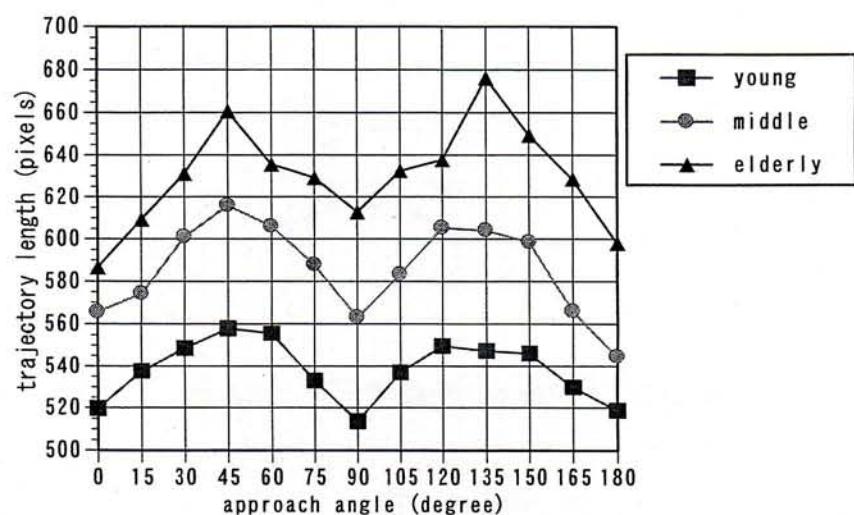
図2. 3. 2-10 各実験要因に対するエラー率



a ターゲットまでの距離に対する移動軌跡長

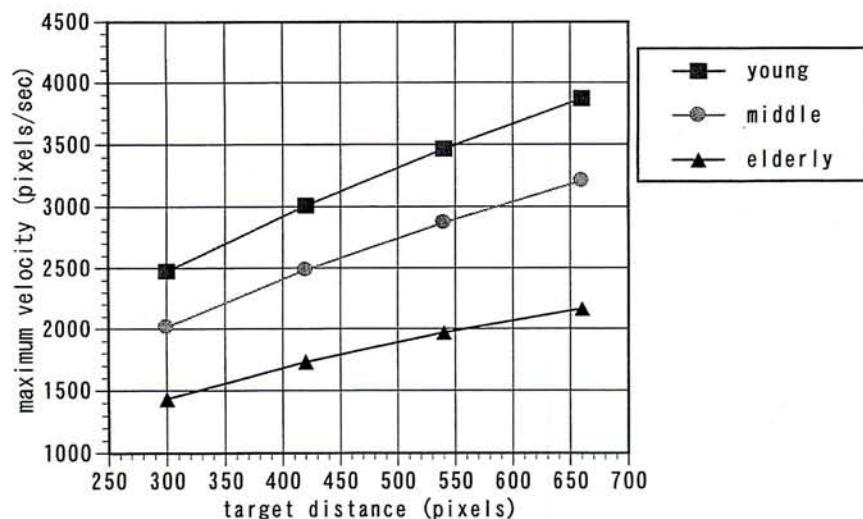


b ターゲットの大きさに対する移動軌跡長

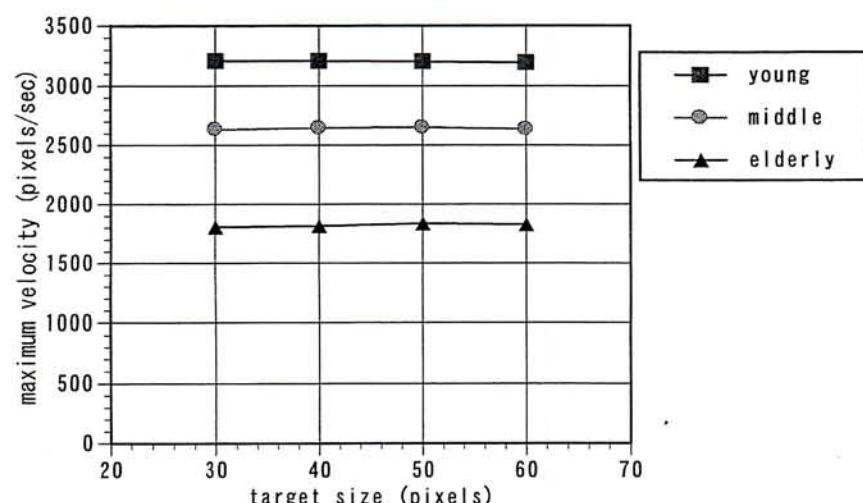


c 接近角度に対する移動軌跡長

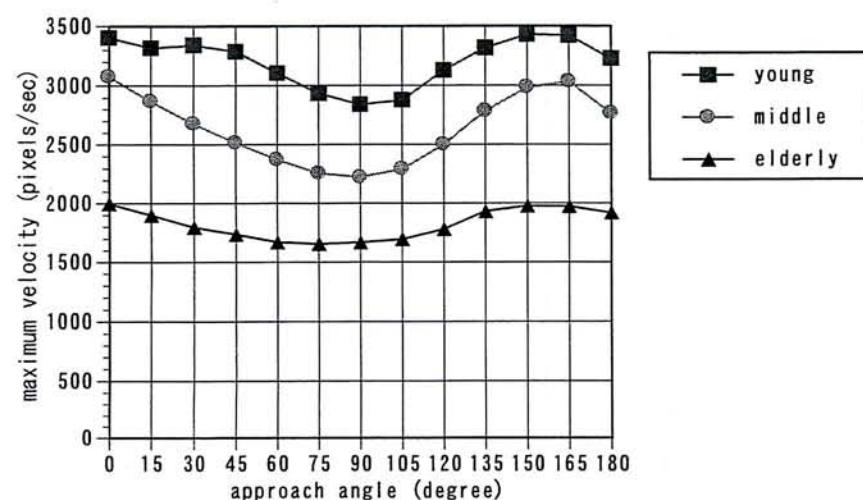
図2.3.2-11 各実験要因に対する移動軌跡長



a ターゲットまでの距離に対する最大移動速度

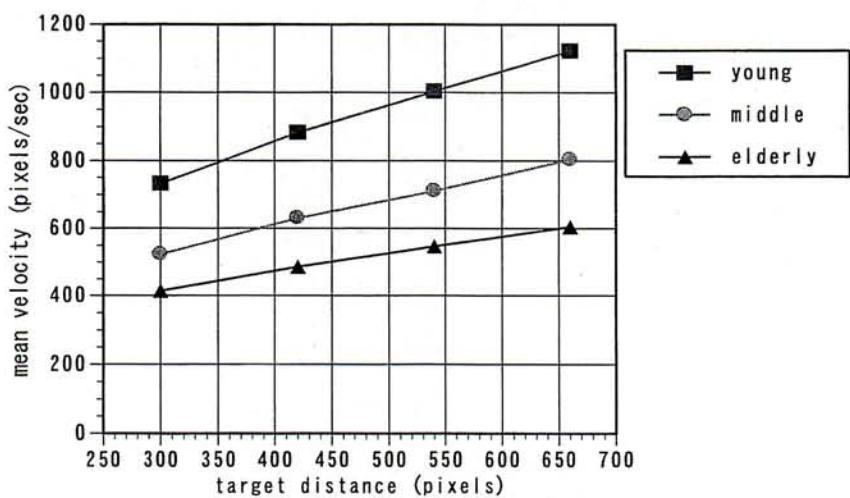


b ターゲットの大きさに対する最大移動速度

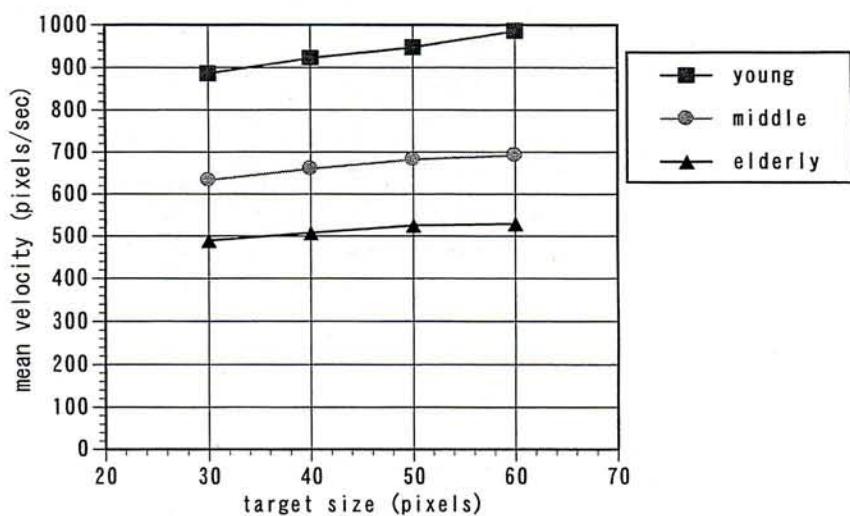


c 接近角度に対する移動軌跡長

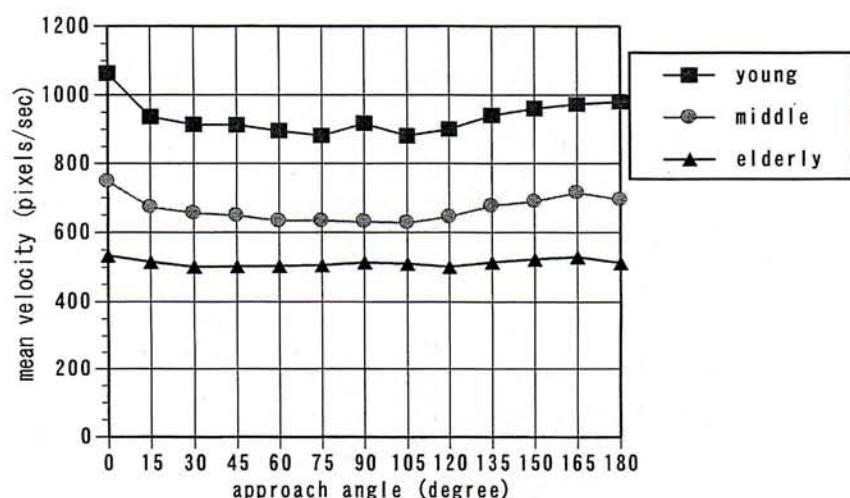
図2.3.2-12 各実験要因に対する最大移動速度



a ターゲットまでの距離に対する平均移動速度



b ターゲットの大きさに対する平均移動速度



c 接近角度に対する移動軌跡長

図2.3.2-13 各実験要因に対する平均移動速度

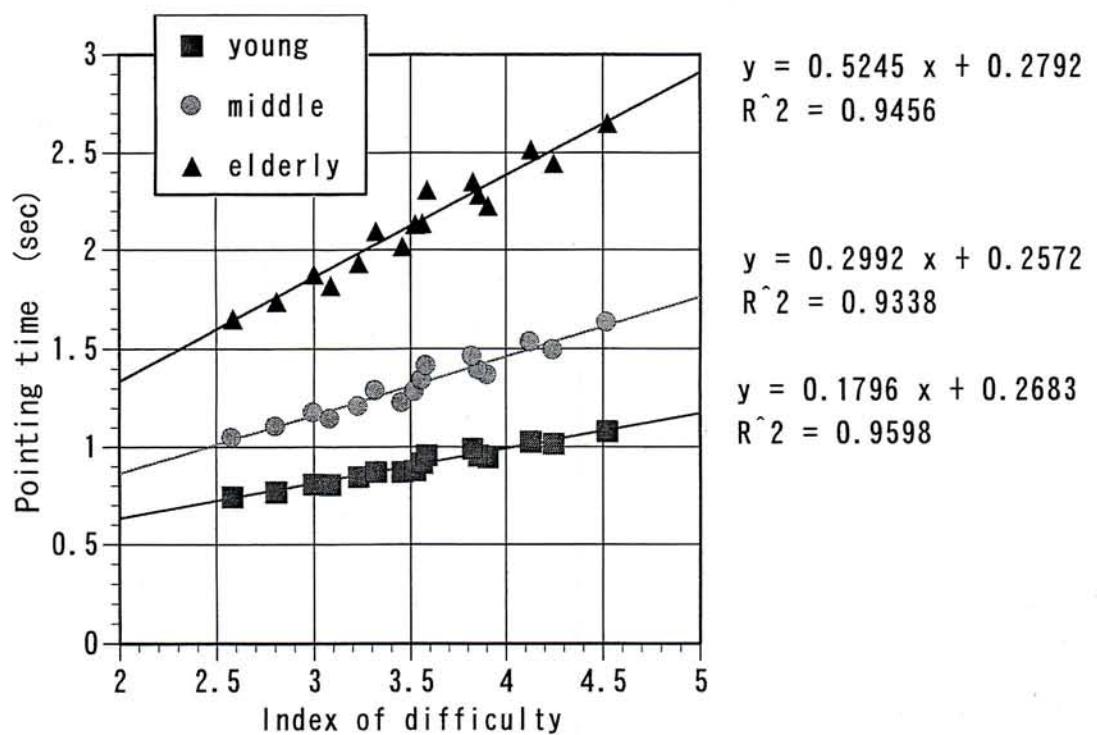


図2. 3. 2-14 年齢層におけるパフォーマンスモデル

3. 3 タッチパネル入力

3. 3. 1 現状と問題点

現在、タッチパネルは駅の券売機や図書館の蔵書検索システムなど、多くの場所で利用されている。このような公共の場所における機器は利用者が多く、利用者の年齢層も幅が広い。そのため、誰にでも簡単に利用できるシステムの構築が望まれる。

情報機器システムにおいては入力インターフェイスの役割は非常に重要であり、その操作性がシステムの使いやすさに大きく影響する。間接入力型デバイスであるマウスと比較すると、直接入力型デバイスであるタッチパネルの方が直感的に操作できるために、極めて優れた操作性を有する。すなわち、高齢者やキーボード操作に十分習熟していないものにとって大きな福音をもたらすことが期待される。一方、マウスと比較して上半身への負担が大きくなる可能性がある。また、タッチパネル内のポインティングオブジェクト（ターゲット）が指と比べて小さい場合には、その操作性は著しく低下する。すなわち、マウスと比較するとポインティングの解像度や精度が非常に低いといえる。そのため、パソコンにおけるポインティングデバイスとして実用されていることは少ない。

以上のことから、タッチパネルを使用することによって生じる問題点を明らかにしておくことは、タッチパネルを用いた高齢者用インターフェイスを確立していく上で非常に重要である。

3. 3. 2 計測目的

タッチパネルのような直接入力型デバイスがマウスのような間接入力型デバイスと比較して、高齢者にとって入力操作性の優れたポインティングデバイスであるかを調べる。評価指標としてのポインティング時間およびポインティング作業におけるエラー率を測定する。ポインティング作業における入力デバイスの評価を行うためには、入力作業の困難さの程度（困難度）を変化させたとき、作業効率（ここではポインティング時間およびポインティング精度）がどのように変化するかを調べる必要がある。そのため、ポインティング作業の困難度に影響を及ぼすと考えられるターゲットの大きさ、ターゲットまでの距離、ターゲットへの接近角度の3つを実験要因として取り上げる。これらの要因は、マウスを用いたポインティング作業における実験要因として取り上げられることが多い。また、タッチパネルによるポインティング作業と同様の作業をマウスで行ったときとの比較も可能となる。これにより、タッチパネル操作におけるパフォーマンスマネジメントモデルを構築し、年齢層による違い、また、マウス操作におけるパフォーマンスマネジメントとの相違について調べる。一方、実際のタッチパネル画面中にはポイントすべきターゲット以外に複数のターゲットが存在するのが普通である。その場合、ターゲットの数、ターゲット間の距離、ターゲット間の相対的な位置など様々な要因がポインティング時間やポインティングの精度に大きな影響を及ぼすと考えられる。このようなターゲット間の視覚的干渉はポインティング作業の推定式による予測時間を遅延させると考えられる。

以上のことから、以下の2つの実験を実施する。

- (1) タッチパネルの操作におけるパフォーマンスマネジメント（作業の困難さと作業時間の関係式）の構築を行うための実験（実験1）。
- (2) タッチパネル画面中のオブジェクト（ターゲット）間の視覚的干渉による影響を調べるた

めの実験（実験2）。

実験1（パフォーマンスモデル構築に関する実験）では、実験要因として「ターゲットの大きさ」、「ターゲットまでの距離」、「ターゲットへの接近方向」を取り上げる。これらの要因がタッチパネル操作におけるポインティング時間に影響を及ぼすためである。本実験のような2次元ポインティング作業の1つであるマウスによるポインティング作業に関する実験では、これらを要因としているものが多い。また、コンピュータにおけるポインティングデバイスとしてのマウスとタッチパネルの比較評価も行うことも考慮している。

実験2（タッチパネル操作におけるターゲットの視覚的干渉に関する実験）では、上記の実験1における実験要因のほかターゲットの個数、ポイントすべきターゲットの位置、ターゲット間の距離等が考えられる。ここではまず基礎的実験を行うことを考慮して、ターゲットの個数およびターゲット間の距離は固定しターゲットの位置は全ての場合について調べるものとする。

幅広い年齢の被験者を対象とし、若年者（20～29歳）、中高年（50～59歳）、高齢者（65歳以上）の3つの年齢層に分ける。タッチパネルの操作において年齢層によるパフォーマンスの違いが認められるかを調査する。

3. 3. 3 計測内容と要求事項

（1）被験者

実験1：若年者（20～29歳）13名、中高年（50～59歳）13名、高齢者（65歳以上）19名の計45名。

実験2：若年者（20～29歳）13名、中高年（50～59歳）12名、高齢者（65歳以上）19名の計44名。

（2）実験要因

実験1：タッチパネル操作においてポインティング時間に影響を与えると考えられる要因として以下の3つを取り上げた。

- 1) ターゲットの大きさ【3種類】: 30×30、50×50、70×70 (pixels²)
- 2) ターゲットまでの距離【4種類】: 70、100、130、160 (pixels)
- 3) ターゲットへの接近角度【8種類】: 0、45、90、135、180、225、270、315 (°)

実験2：複数のターゲットが表示されるタッチパネル操作においてポインティング時間に影響を与えると考えられる要因として、以下の3つを取り上げた。

- 1) ターゲットの大きさ【2種類】: 30×30、50×50 (pixels²)
- 2) ターゲットへの接近角度【4種類】: 0、90、180、270 (°)
- 3) ターゲットの相対位置【9種類】: 33子中の全ての位置
また、ターゲットまでの距離は120 (pixels) に固定した。

（3）実験手順

実験1

各被験者に対してタッチパネル操作による実験を5回、および同一内容の作業をマウス操作で行う実験を1回実施する。作業内容は次の通りである。画面中央にスタート位置（●）が現れたとき、スタート位置を利き手人差し指でポイントさせる。するとターゲットが画面上に現れるの

で、ターゲット内へ指を移動させ、再び人差し指でポイントさせる。このとき、スタート位置をポイントしたときからターゲットをポイントしたときの間の時間（ポインティング作業時間）が計測される。ターゲット形状は全て正方形とする。ターゲットの大きさ、ターゲットまでの距離、ターゲットへの接近角度の全てを被験者間要因とする。すなわち、1回の実験において $3 \times 4 \times 8 = 96$ 試行のポイント作業を行わせる。

実験 2

各被験者に対してタッチパネル操作による実験を5回、および同一内容の作業をマウス操作で行う実験を1回実施する。作業内容は次の通りである。画面中央にスタート位置（●）が現れたときスタート位置を利き手人差し指でポイントさせる。すると 3×3 の格子状のターゲットが画面上に現れるので、その中で太枠で強調されているターゲット（ポイントすべきターゲット）内へ指を移動させ再び人差し指でポイントさせる。このとき、スタート位置をポイントしたときからターゲットをポイントしたときの間の時間（ポインティング作業時間）が計測される。ターゲット形状は全て正方形とする。ターゲットの大きさ、ターゲットへの接近角度、ターゲットの相対的位置の全てを被験者間要因とする。すなわち1回の実験において $2 \times 4 \times 9 = 72$ 試行のポイント作業を行わせる。

3. 3. 4 計測装置仕様

（1）タッチパネル

タッチパネルはFP2500-T11（デジタル製）を用いた。有効表示寸法は、211.2W×158.4Hmm（分解能 1024×1024 ）で、タッチ方式はアナログ抵抗膜方式を採用している。タッチパネル・インターフェイスとしては、シリアル（RS-232C）とUSB（USB1.0対応、コネクタ形状：Bタイプ）が装備されている。シリアル・インターフェイスにおけるポート、データ長、parity、ストップビット長は、それぞれ9600bps、8ビット、なし、1ビットである。タッチパネルマウスエミュレータ用のソフトウェアとして、PL-TD1000（ディ・エム・シー製）を用いた。このソフトウェアを用いることによって、タッチパネルによってマウスの動きをエミュレートできる。

（2）タッチパネル実験1用プログラム

1) 開発環境

Microsoft Visual C++ ver. 6.0 (OS: Microsoft Windows 98 SE)

2) 動作環境

Microsoft Windows 95、Windows 98、Windows 98 SE、Windows NT 4.0、Windows 2000において動作確認済み。

3) プログラムの起動

プログラム（touch1.exe）のアイコンをダブルクリックすることにより起動する。

4) 実験条件の設定

メニューバー中のメニューから「ウィンドウの位置と大きさ」および「ターゲットの条件」を設定することが可能である（図2. 3. 3-1）。

　　ウィンドウの位置と大きさの変更

　　メニューバーから【設定】→【ウィンドウの位置・大きさ】を選択すると、【ウィンドウの

位置・大きさ] ウィンドウが表示される(図2.3.3-2)。ここで、ウィンドウの表示位置およびウィンドウの大きさを指定する。touch1.exe ファイルの存在するフォルダ中に screen.ini がない場合、デフォルトである図2.3.3-2 の数値が表示される。ウィンドウの表示位置およびウィンドウの大きさを半角数字で入力する。ただし、コンピュータ画面の座標系は左上を原点((0,0))であり、右方向が x 軸正方向、下方向が y 軸正方向である。ウィンドウの大きさは幅(x)と高さ(y)で指定する。単位はいずれも pixel であり、表示するディスプレイの解像度によりウィンドウの大きさが異なる。値を変更した場合には、変更した値が自動的に screen.ini ファイルに保存される。

ターゲットの条件の変更

メニューバーから【設定】→【ターゲットの条件】を選択すると、[ターゲットの条件] ウィンドウが表示される(図2.3.3-3)。ここで、ターゲットへの距離、ターゲットの大きさ、接近角度を指定する。touch1.exe ファイルの存在するフォルダ中に target.ini がない場合、デフォルトである図2.3.3-3 の数値が表示される。ターゲットへの距離(pixels)、ターゲットの大きさ(pixels2)、接近角度(°)を半角数字で入力する。各数値間は半角スペースで区切り、ターゲットの大きさは幅×高さ(x*y)で指定する。値を変更した場合には、変更した値が自動的に screen.ini ファイルに保存される。

5) 実験開始

被験者の情報入力

メニューバーから【ファイル】→【新規実験】を選択すると、[新規実験] ウィンドウが表示される(図2.3.3-4)。ここで被験者番号、グループ別(年齢層)、実験回数を必ず入力する。グループ別は「若年者」、「中高年」、「高齢者」のいずれかを選択する。また、実験回数は「1回目」、「2回目」、「3回目」、「4回目」、「5回目」、「マウス」のいずれかを選択する。これらの情報を元にして実験データの出力ファイル名が自動的に決まる。ファイル名の先頭は年齢層を表し、Aは若年者、Bは中高年、Cは高齢者を意味する。例えば、被験者番号が12、グループが若年者、実験回数が3回目のときは A012-3.dat ファイルに実験結果が出力される。マウス実験のときは実験回数で「マウス」を選択する(出力ファイル名の例:C003-m.dat)。被験者名、性別、年齢もなるべく入力する。入力後、[OK] ボタンをクリックすると[新規実験] ウィンドウが消え、実験ウィンドウ内をダブルクリックすると実験が始まる。

実験内容

前述の実験回数コンボボックスにおいて「マウス」を選択した場合には、マウスによるポインティング作業を行う。この場合、矢印ポインタが表示される。実験回数コンボボックスにおいて「1回目」～「5回目」のいずれかを選択した場合には、タッチパネルを使った指によるポインティング作業を行う。この場合、矢印ポインタは表示されない。

ウィンドウ中央に黒丸(●)が現れる(図2.3.3-5)。これはポインティング作業のスタート位置である。「●」を右手の人差し指でポイントすると(時間計測開始)、ウィンドウ内のいずれかの場所にターゲットが提示される(図2.3.3-6)。ターゲット内に指を移動させポイントするとターゲットが消え、再びスタート位置である「●」が現れる。以降、実験条件の全ての組み合わせ分だけターゲットが提示される。

実験終了

実験が終了すると、実験終了ダイアログが現れる（図2. 3. 3-7）。[OK] ボタンをクリックして実験が終了する。

6) プログラムの終了

プログラムを終了させるためには、メニューバーから【ファイル】→【アプリケーションの終了】を選択するか、ウィンドウ右上の閉じるボタン（×ボタン）を押す。

(3) タッチパネル実験2用プログラム

1) 開発環境

Microsoft Visual C++ ver.6.0 (OS: Microsoft Windows 98 SE)

2) 動作環境

Microsoft Windows 95, Windows 98, Windows 98 SE, Windows NT 4.0, Windows 2000において動作確認済み。

3) プログラムの起動

プログラム（touch2.exe）のアイコンをダブルクリックすることにより起動する。

4) 実験条件の設定

メニューバー中のメニューから「ウィンドウの位置と大きさ」および「ターゲットの条件」を設定することが可能である（図2. 3. 3-8）。

ウィンドウの位置と大きさの変更

メニューバーから【設定】→【ウィンドウの位置・大きさ】を選択すると、【ウィンドウの位置・大きさ】ウィンドウが表示される（図2. 3. 3-9）。ここでウィンドウの表示位置およびウィンドウの大きさを指定する。touch2.exe ファイルの存在するフォルダ中に screen.ini がない場合、デフォルトである図2. 3. 3-9 の数値が表示される。ウィンドウの表示位置およびウィンドウの大きさを半角数字で入力する。ただし、コンピュータ画面の座標系は左上を原点（(0, 0)）であり、右方向が x 軸正方向、下方向が y 軸正方向である。ウィンドウの大きさは幅（x）と高さ（y）で指定する。単位はいずれも pixel であり、表示するディスプレイの解像度によりウィンドウの大きさが異なる。値を変更した場合には、変更した値が自動的に screen.ini ファイルに保存される。

ターゲット条件の変更

メニューバーから【設定】→【ターゲットの条件】を選択すると、【ターゲットの条件】ウィンドウが表示される（図2. 3. 3-10）。ここで接近角度、ターゲットへの距離、ターゲットの大きさを指定する。touch1.exe ファイルの存在するフォルダ中に target.ini がない場合、デフォルトである図2. 3. 3-10 の数値が表示される。接近角度（°）、ターゲットへの距離（pixels）、ターゲットの大きさ（pixels2）を半角数字で入力する。各数値間は半角スペースで区切り、ターゲットの大きさは幅×高さ（x*y）で指定する。値を変更した場合には、変更した値が自動的に screen.ini ファイルに保存される。

5) 実験開始

被験者の情報入力

メニューバーから【ファイル】→【新規実験】を選択すると、【新規実験】ウィンドウが表示

される（図2.3.3-11）。ここで被験者番号、グループ別（年齢層）、実験回数を必ず入力する。グループ別は「若年者」、「中高年」、「高齢者」のいずれかを選択する。また、実験回数は「1回目」、「2回目」、「3回目」、「4回目」、「5回目」、「マウス」のいずれかを選択する。これらの情報を元にして実験データの出力ファイル名が自動的に決まる。ファイル名の先頭は年齢層を表し、Aは若年者、Bは中高年、Cは高齢者を意味する。例えば、被験者番号が12、グループが若年者、実験回数が3回目のときはA012-3.datファイルに実験結果が outputされる。マウス実験のときは実験回数で「マウス」を選択する（出力ファイル名の例：C003-m.dat）。被験者名、性別、年齢もなるべく入力する。入力後、[OK]ボタンをクリックすると〔新規実験〕ウィンドウが消え、実験ウィンドウ内をダブルクリックすると実験が始まる。

ターゲット

提示刺激は9個の矩形が 3×3 の格子状に並んだものであり、そのうちポイントすべきターゲットは太枠で強調されている。図2.3.3-13では左上の正方形がターゲットである。

実験内容

前述の実験回数コンボボックスにおいて「マウス」を選択した場合には、マウスによるポインティング作業を行う。この場合、矢印ポインタが表示される。実験回数コンボボックスにおいて「1回目」～「5回目」のいずれかを選択した場合には、タッチパネルを使った指によるポインティング作業を行う。この場合、矢印ポインタは表示されない。

ウィンドウ中央に黒丸（●）が現れる（図2.3.3-12）。これはポインティング作業のスタート位置である。「●」を右手の人差し指でポイントすると（時間計測開始）、ウィンドウ内のいずれかの場所にターゲットが提示される（図2.3.3-13）。ターゲット内に指を移動させポイントするとターゲットが消え、再びスタート位置である「●」が現れる。以降、実験条件の全ての組み合わせ分だけターゲットが提示される。

実験終了

実験が終了すると、実験終了ダイアログが現れる（図2.3.3-14）。[OK]ボタンをクリックして実験が終了する。

6) プログラムの終了

プログラムを終了させるためには、メニューバーから【ファイル】→【アプリケーションの終了】を選択するか、ウィンドウ右上の閉じるボタン（×ボタン）を押す。

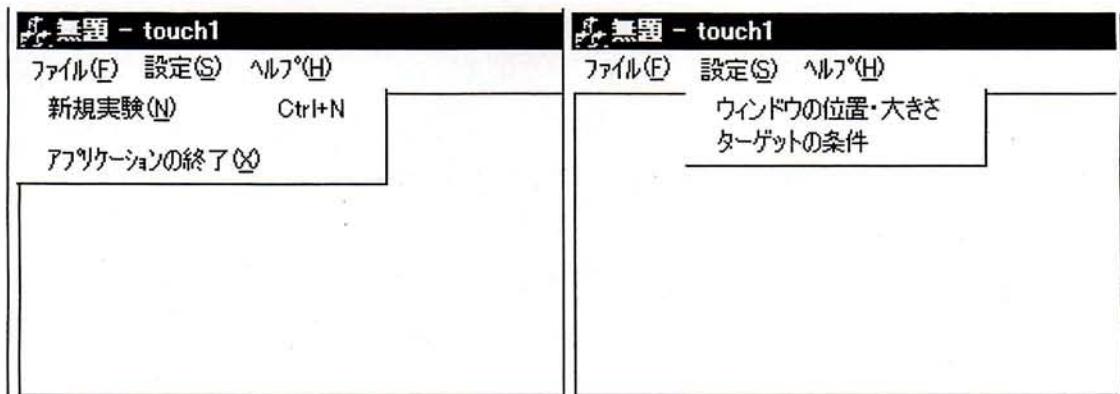


図2.3.3-1 ファイルメニュー



図2.3.3-2 ウィンドウの表示位置と大きさを設定するダイアログ



図2.3.3-3 接近角度、ターゲットへの距離、ターゲットの大きさを設定するダイアログ

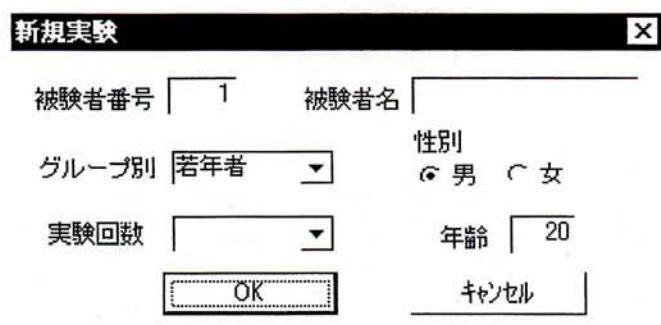


図2.3.3-4 新規実験ダイアログ

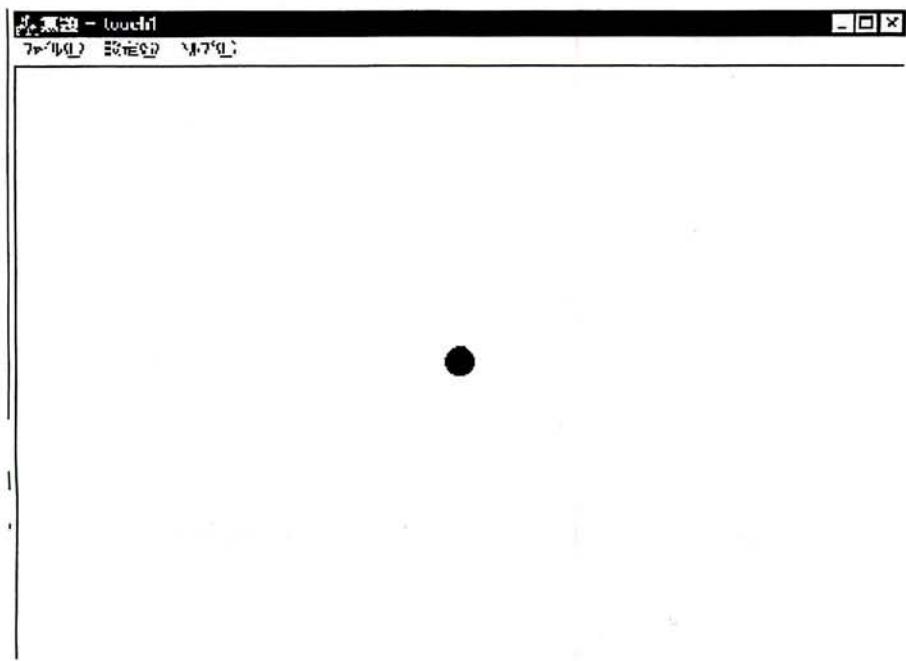


図2. 3. 3-5 スタート位置（●）提示状態

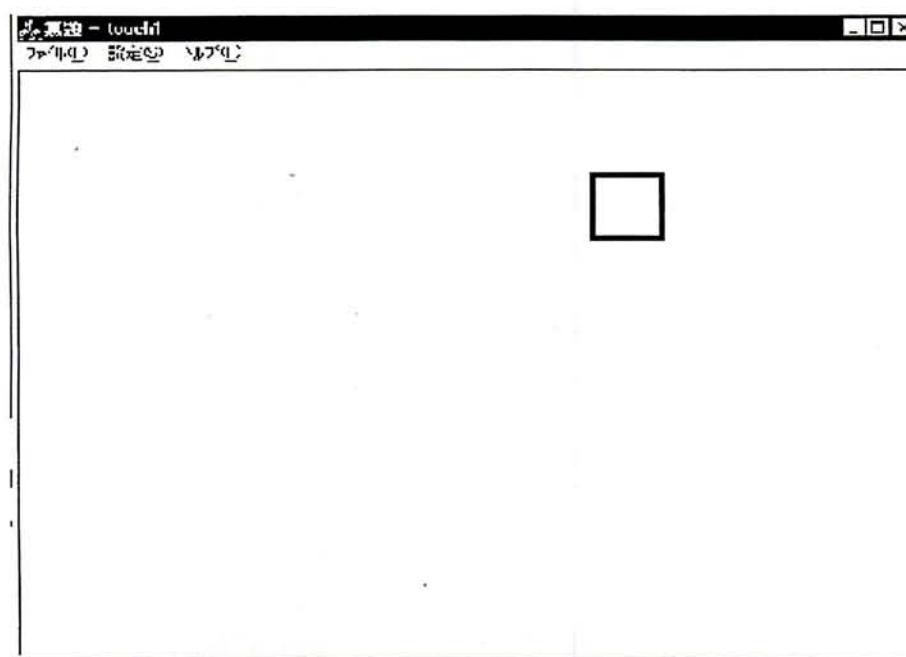


図2. 3. 3-6 ターゲット提示状態

実験終了 ×

実験は無事終了しました。

OK

図2. 3. 3-7 実験終了ダイアログ

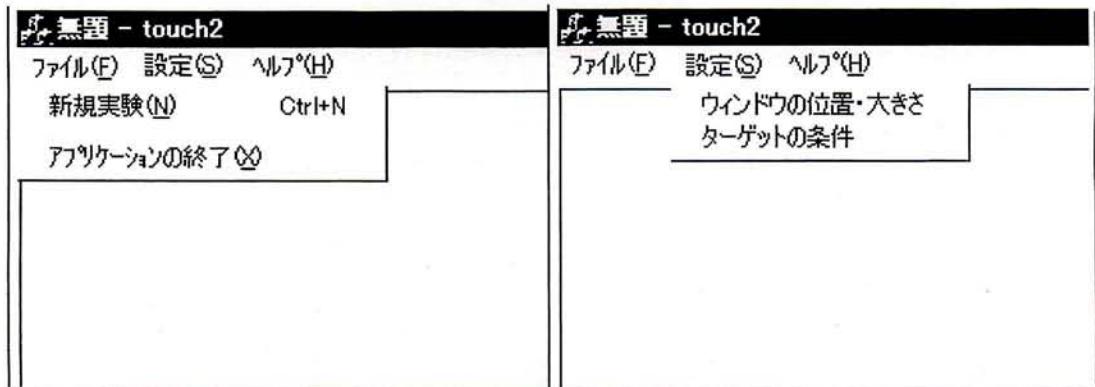


図2.3.3-8 ファイルメニュー

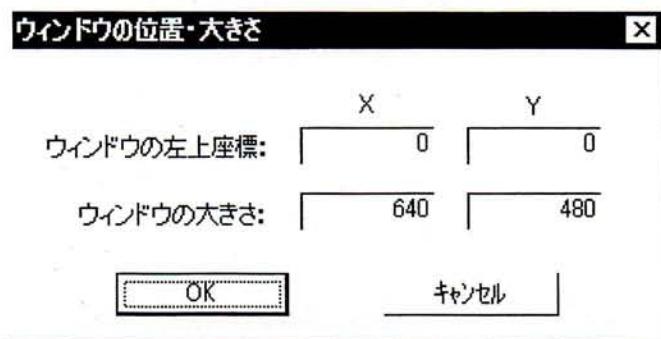


図2.3.3-9 ウィンドウの表示位置と大きさを設定するダイアログ



図2.3.3-10 接近角度、ターゲットへの距離、ターゲットの大きさ設定するダイアログ

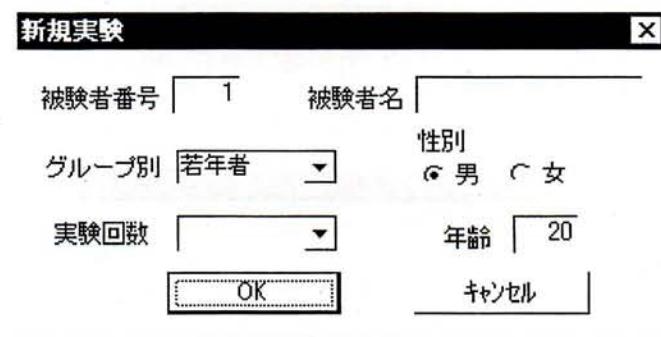


図2.3.3-11 新規実験ダイアログ

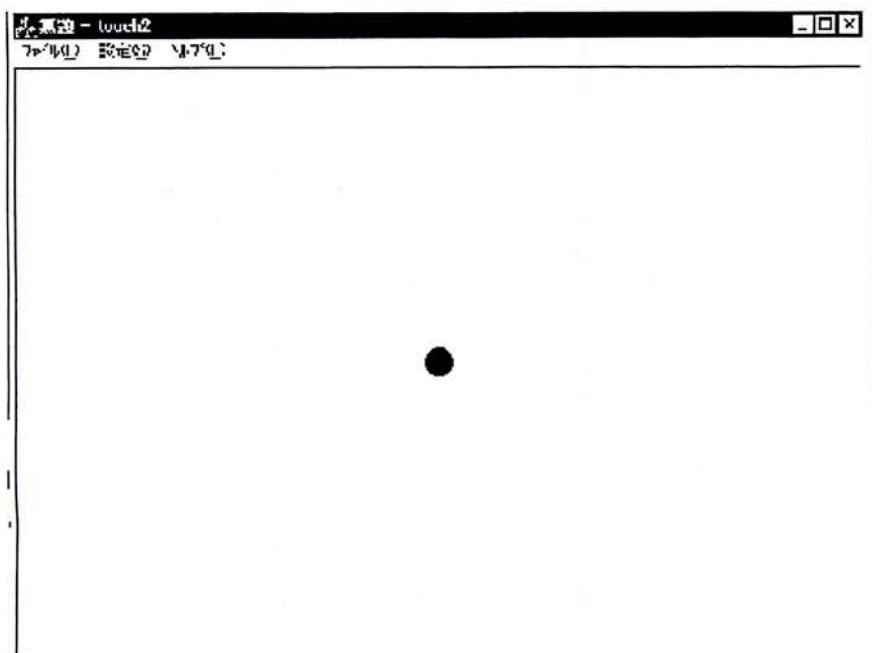


図2. 3. 3-12 スタート位置（●）提示状態

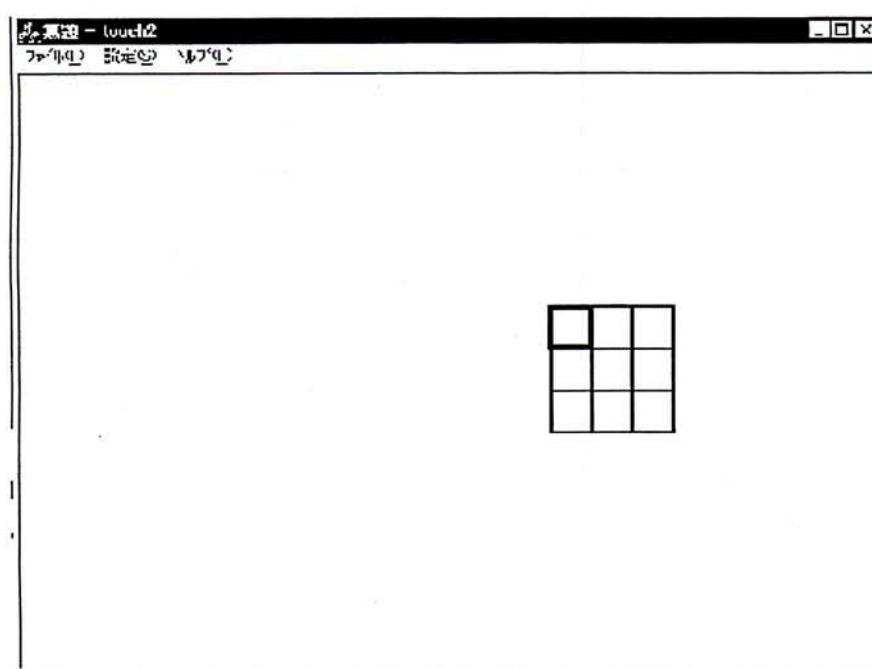


図2. 3. 3-13 ターゲット提示状態

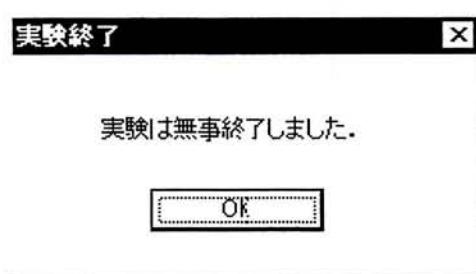


図2. 3. 3-14 実験終了ダイアログ

3. 3. 5 実験及び解析結果

(1) 実験1 タッチパネル操作におけるパフォーマンスモデルの構築

1) ポイントティング時間とエラー率

タッチパネルでのポインティング作業における各年齢層のポインティング時間(PT)を図2. 3. 3-15に示す。ポインティング時間に対して年齢層を要因とする一元配置の分散分析を行った結果、有意差は認められなかった。一方、マウスを用いたポインティング作業における各年齢層のポインティング時間(PT)を図2. 3. 3-16に示す。ポインティング時間に対して年齢層を要因とする一元配置の分散分析を行った結果、有意差が認められた ($F(2, 44) = 16.541, p < 0.01$)。水準間の差を調べるために、Scheffeの多重比較を行った結果、若年者と高齢者および中高年と高齢者の間で差が認められた(いずれも有意確率 $p < 0.01$)。

図2. 3. 3-17は、マウスによるポインティング時間とタッチパネルによるポインティング時間の差を年齢層ごとに求めたものである。若年者の場合にはその差は小さいが、高齢者の場合には大きな差が認められる。

また、タッチパネルでのポインティング作業における各年齢層のエラー率を図2. 3. 3-18に示す。ポインティング時間に対して年齢層を要因とする一元配置の分散分析を行った結果、有意差は認められなかった。一方、マウスを用いたポインティング作業における各年齢層のエラー率を図2. 3. 3-19に示す。エラー率に対して年齢層を要因とする一元配置の分散分析を行った結果、有意差は認められなかった。これらの図からタッチパネルによるポインティング精度はマウスによるそれと比較してはっきりと劣っていることが分かる。

2) 各実験要因とポインティング時間およびエラー率との関係

本実験で用いた実験要因はいずれもポインティング時間に影響を及ぼすと考えられる。ターゲットへの距離とポインティング時間の関係を図2. 3. 3-20aに、ターゲットの大きさとポインティング時間の関係を図2. 3. 3-20bに、ターゲットへの接近角度とポインティング時間の関係を図2. 3. 3-20cにそれぞれ示す。図2. 3. 3-20aより、ターゲットまでの距離とポインティング時間の間には直線的関係が認められる。また、図2. 3. 3-20bより、ターゲットの大きさとポインティング時間の間には対数的関係が認められる。さらに、図2. 3. 3-20cより、ターゲットへの接近角度とポインティング時間の間には周期的関係が認められる。

以上のことから、タッチパネル作業におけるパフォーマンスのモデル式として、以下の重回帰式を提案する。

$$pt = \alpha \cdot D - \beta \cdot \log 2S + \gamma \cdot \sin(2\theta) + \delta \cdot \sin \theta + \varepsilon \quad (2)$$

ただし、 δ は $0 \leq \theta \leq 180$ では 0 とする。本実験データにおけるパフォーマンスモデルを求めた結果、重回帰式は以下のようになった。

$$0 \leq \theta \leq 180 \text{ のとき, } pt = 0.00111 \cdot D - 0.0479 \cdot \log 2S - 0.0321 \cdot \sin(2\theta) + 0.675 \quad (3)$$

$180 \leq \theta \leq 360$ のとき,

$$pt = 0.00111 \cdot D - 0.0479 \cdot \log 2S - 0.0321 \cdot \sin(2\theta) - 0.0319 \cdot \sin \theta + 0.675 \quad (4)$$

ターゲットへの距離とエラー率の関係を図2. 3. 3-21aに、ターゲットの大きさとエラー率の関係を図2. 3. 3-21bに、ターゲットへの接近角度とエラー率の関係を図2.

3. 3-2 1c にそれぞれ示す。図2. 3. 3-2 1a より、エラー率はターゲットまでの距離に対して指数的に増加する傾向が認められる。また、図2. 3. 3-2 1b より、エラー率はターゲットの大きさに対して指数的に減少する傾向が認められる。さらに、図2. 3. 3-2 0c より、ターゲットへの接近角度が 0° 、 270° 、 315° 、すなわちスタート位置に対して右下方向において高いエラー率が認められる。

3) タッチパネル操作における加齢の影響

ポインティング時間やポインティング精度に関しては、タッチパネルで操作を行う場合には加齢による低下は見られない。一方、同様のポインティング作業内容においてもマウスを使用して操作を行う場合には、ポインティング時間において加齢による低下がはっきりと認められる。以上のことから、情報機器の操作においては、操作の習熟度をある程度必要とする関節入力型デバイスの代わりに、操作方法が分かり易く慣れを必要としない直接入力型デバイスを適用することで、高齢者にとっても若年層と同程度のパフォーマンスを行うことが可能であることが示唆された。

しかし、本実験の結果からも明らかなように、タッチパネルはマウスと比較してポインティング精度が著しく低下する。ポインティングの精度はターゲットサイズを大きくすることで高めることができるために、ポインティングの対象であるターゲットの数が少ない場合には、出来るだけターゲットサイズを大きくすることがポインティング精度向上の1つの方法であると考えられる。

(2) 実験2 タッチパネル画面中のターゲット間の視覚的干渉による影響

図2. 3. 3-2 2 にターゲット提示位置とポインティング時間の関係を示す。ここで図中の row, column と出力データのターゲット位置の番号との関係は以下の通りである。

《ターゲット位置の番号》				
left	center	right	(←column)	
0	1	2	1	
3	4	5	2	(←row)
6	7	8	3	

図2. 3. 3-2 2 のポインティング時間は実際のターゲットへの距離やターゲットへの接近角度が反映されていない。本実験におけるターゲットまでの距離やターゲットへの接近方向は上図の番号4のターゲットに対するものである。例えば、実験条件において接近角度が 0° の場合、ターゲット番号4よりもターゲット番号3の方がターゲットまでの距離が短く、ターゲット番号4よりもターゲット番号0の方が接近角度が大きい。これらを補正するために、実験1で求めたタッチパネル操作におけるパフォーマンスマネル（式(3)および式(4)）を利用する。これにより推定されるポインティング時間と実際のポインティング時間のずれを図2. 3. 3-2 3 に示す。これは視覚的干渉により生じるポインティングの遅延時間を提示位置ごとに算出した結果と捉えられる。この結果から、ポインティング時間の遅延は上の段に行くほど、また右側であるほど長くなると考えられる。

図2. 3. 3-2 4 にターゲット提示位置とエラー率の関係を示す。この結果から、エラー率においてはターゲット提示位置でほとんど差が見られないと言える。

疲労自覚症状調べの集計に関しては、作業前、マウス入力実験終了後、タッチパネル入力終了後の3回の調査で、有意な差は全く認められなかった。このことから、これまでに比較してきたマウスとタッチパネルのデータは、疲労の影響を無視して妥当な比較ができると判断される。入力のしやすさと上半身への負担に関するアンケートの集計結果を図2. 3. 3-25に示す。アンケート結果に対して独立多群のノンパラメトリック検定（Kruskal-Wallis検定）を実施した結果、実験1と2のいずれの項目に関しても、3つの年齢群で有意な差（実験1：入力しやすさのH統計量=14.32、上半身への負担のH統計量=15.61、実験2：入力しやすさのH統計量=12.82、上半身への負担のH統計量=13.61 いずれも $p < 0.01$ ）が検出された。高齢者群のほうが入力のしやすさに関する評価が高く、上半身への負担も若年者群より低く感じられていることが明らかになった。

以上の結果から、高齢者にとって、タッチパネルによる入力インターフェイスは、有効であることが明らかになった。

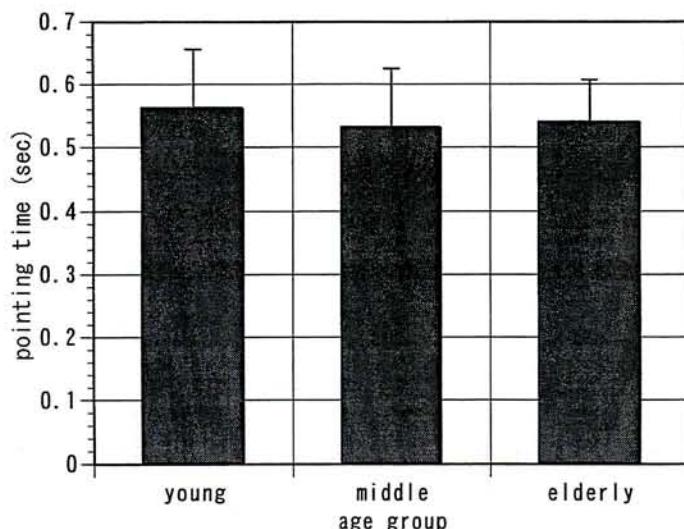


図2. 3. 3-15 タッチパネル操作における各年齢層のポインティング時間

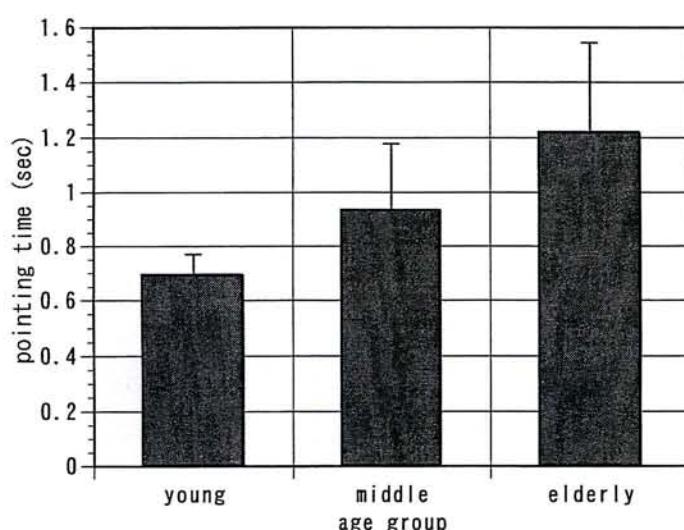


図2. 3. 3-16 マウス操作における各年齢層のポインティング時間

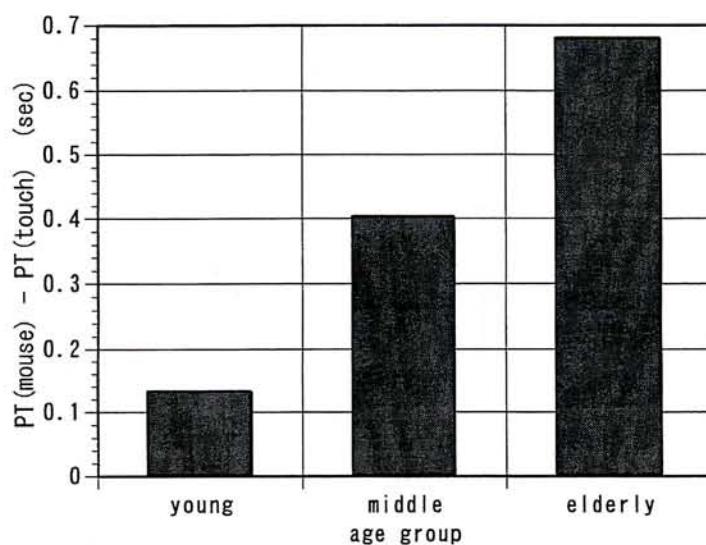


図2. 3. 3-17 マウス操作とタッチパネル操作における各年齢層のポインティング時間

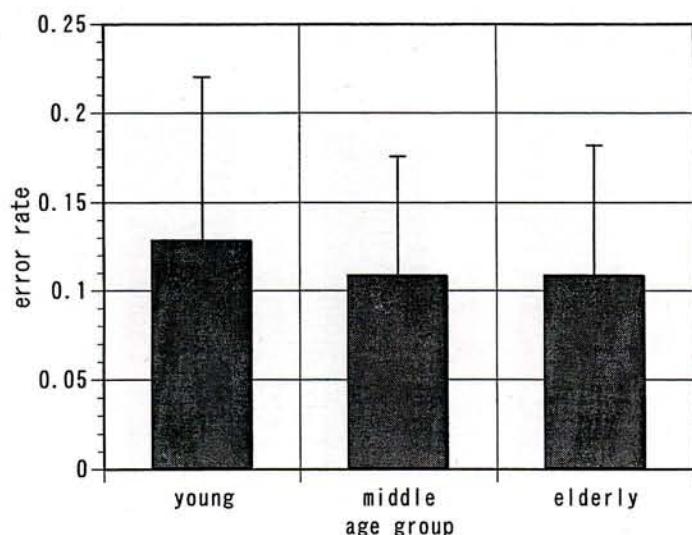


図2. 3. 3-18 タッチパネル操作における各年齢層のエラー率

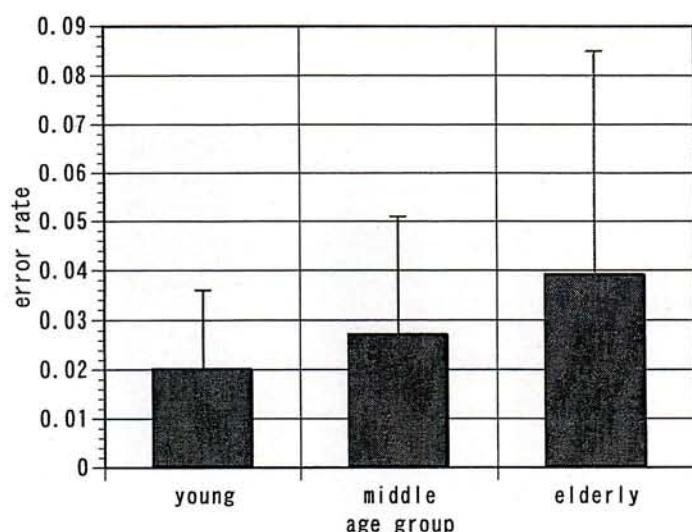
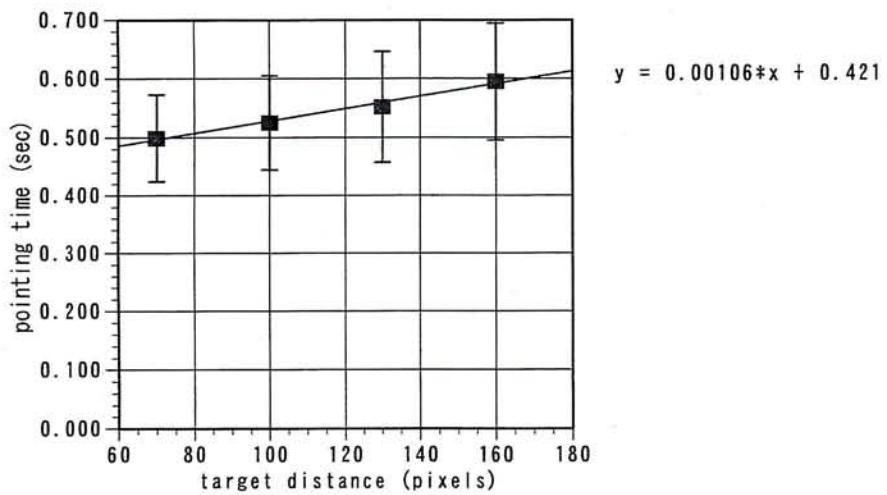
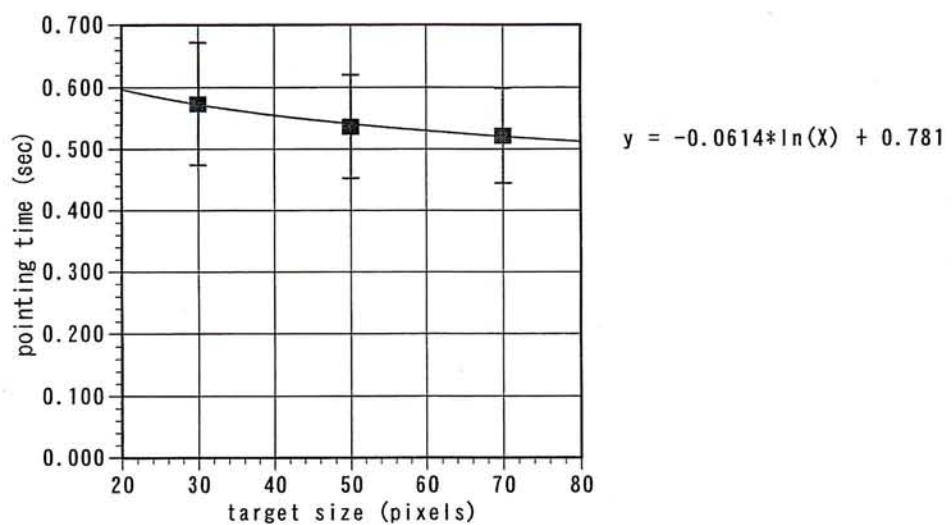


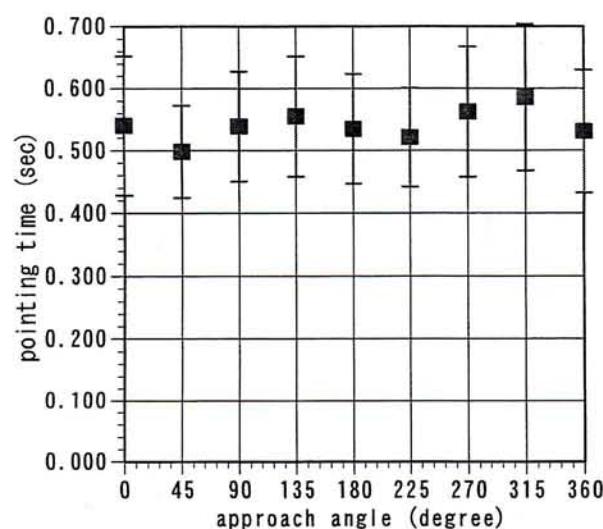
図2. 3. 3-19 マウス操作における各年齢層のエラー率



a ターゲットまでの距離とポインティング時間の関係

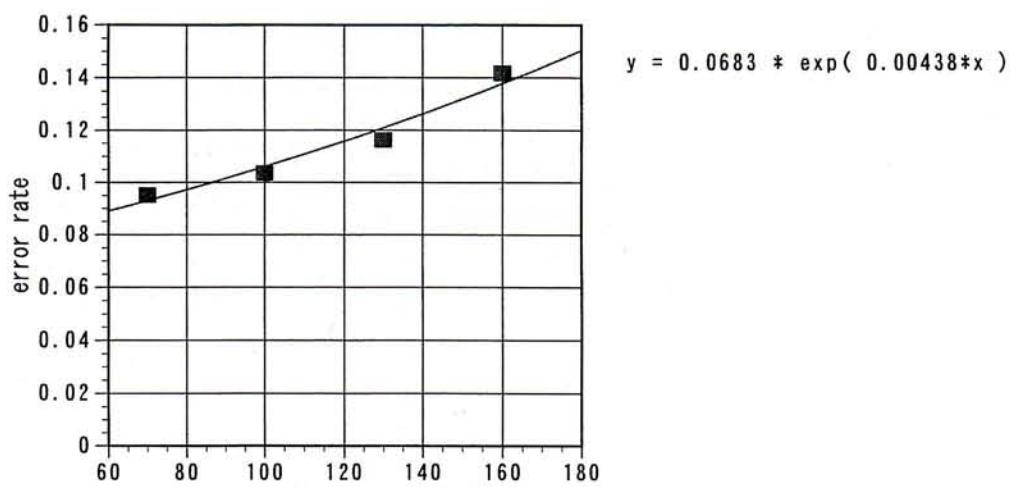


b ターゲットの大きさとポインティング時間の関係

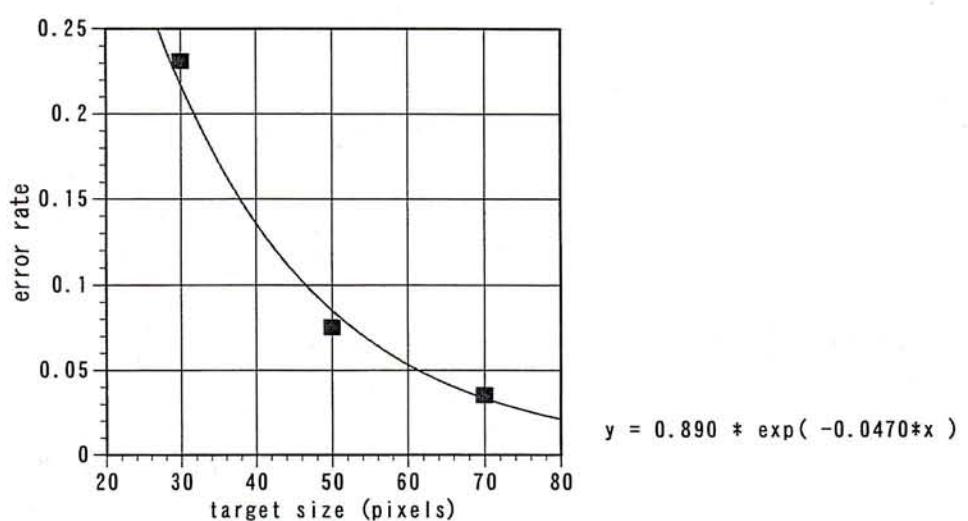


c ターゲットへの接近角度とポインティング時間の関係

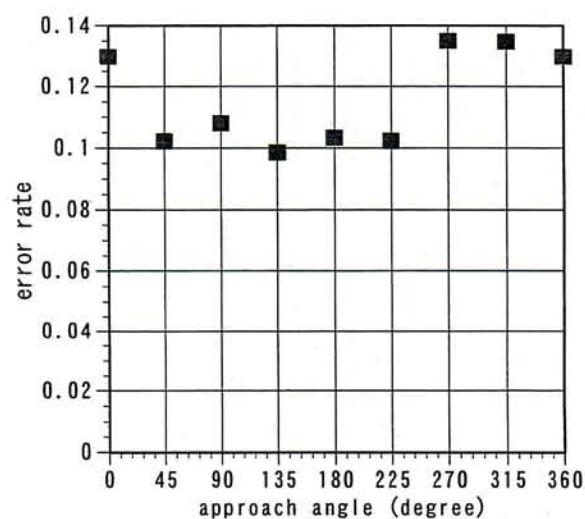
図2. 3. 3-20 各実験要因に対するポインティング時間



a ターゲットまでの距離とエラー率の関係



b ターゲットの大きさとエラー率の関



c ターゲットの大きさとエラー率の関係

図2. 3. 3-21 各実験要因に対するエラー率

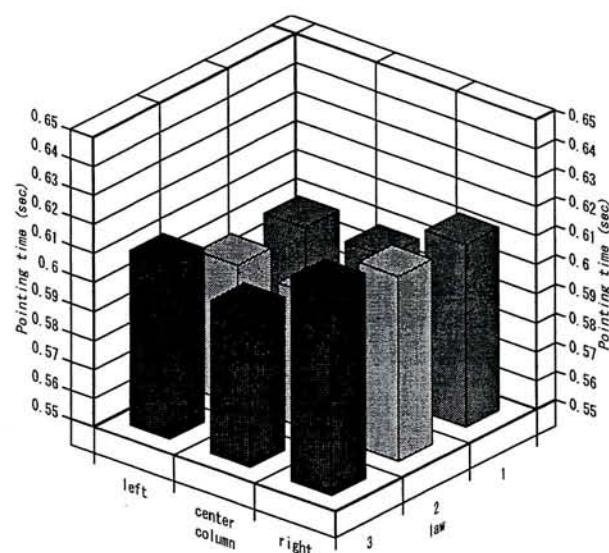


図2. 3. 3-22 ターゲット提示位置とポインティング遅延時間の関係

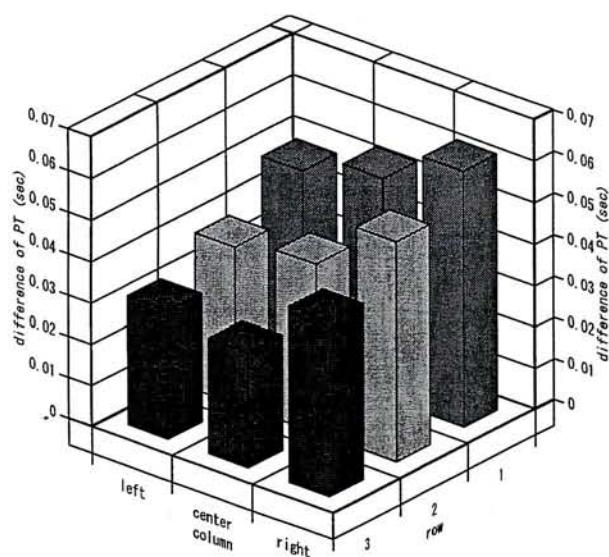


図2. 3. 3-23 ターゲット提示位置とポインティング遅延時間の関係

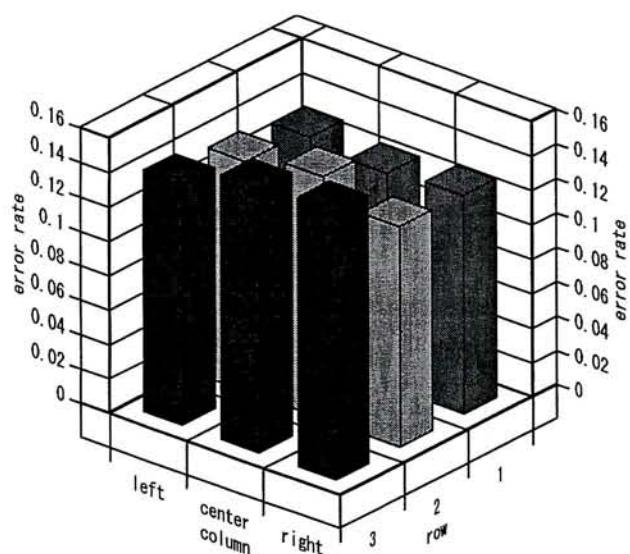


図2. 3. 3-24 ターゲット提示位置とエラー率の関係

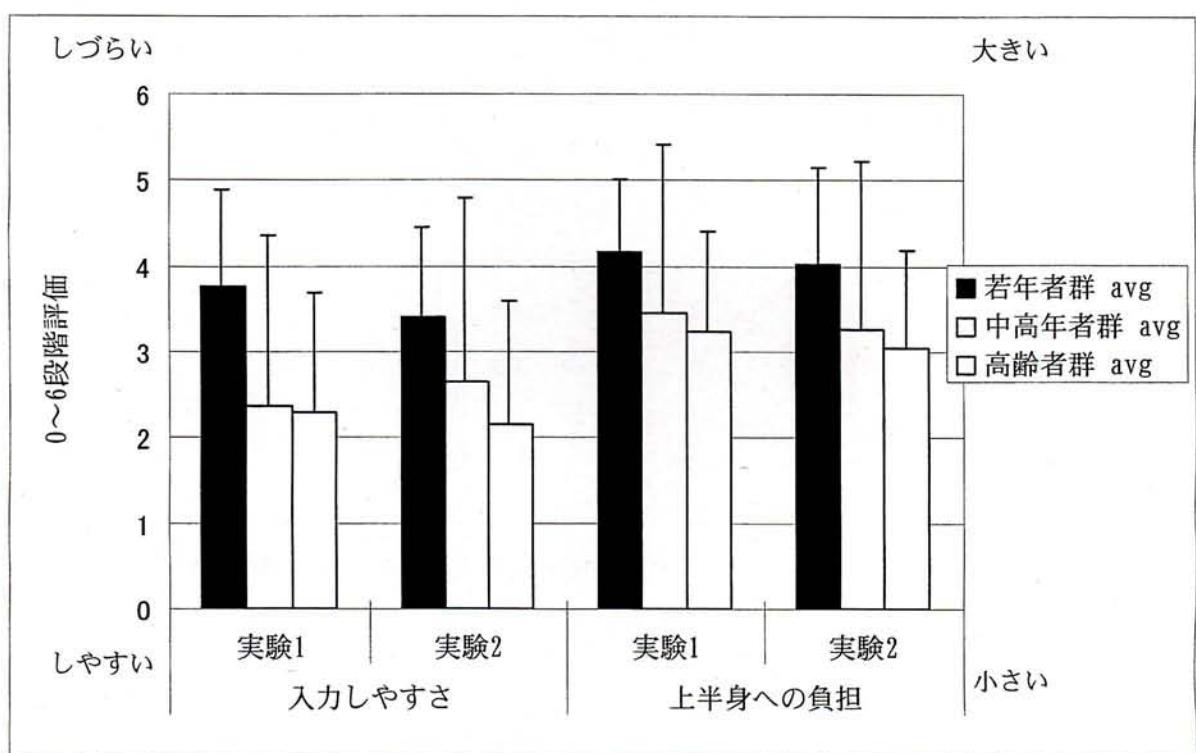


図2. 3. 3-25 実験1と2でのタッチパネル入力のしやすさと上半身への負担に関するアンケート集計結果

3. 4 音声入力

3. 4. 1 現状と問題点

本格的な IT 社会の到来を迎え、高齢者や障害者など情報化社会にハンディーをもつユーザの数は益々、増加している。特に IT 機器の操作に長けた人とそうでない人の間の情報ハンディーは国民一人一人の日常生活にまで影響を及ぼしている。

この様な現状に際し、キーボード及びディスプレイ等の標準的な入出力手段の拡充や専用の代替入出力手段に関する施策として平成 12 年に通商産業省より「障害者・高齢者等情報処理機器アクセシビリティ指針」(通商産業省告示第 362 号、平成 12 年 6 月 5 日、以下「指針」)が提案された。当該指針では個々人の情報処理機器の利用を促進するために、現行の情報処理機器に対し a) 付加機能 (adaptive function)、b) 代替機能 (alternative function) の二つの側面から検討を加えている。特に IT 機器へのアクセシビリティ低下の原因と考えられる標準的なキーボードに対し、代替キーボード、オンスクリーンキーボード、点字入力機能、音声入力機能、音声による文字入力支援機能の 5 種が提案されている。音声入力はキーボード操作に必要な手指の動作の学習が不要である。また音声を用いた入力方法は大掛かりな設備を必要としないことから、軽度の障害者や高齢者にとって、情報ハンディを最小化し、IT 機器の利用促進につながる有効な代替機能のひとつであると考えられる。音声入力は、直感的には、高齢者や情報弱者に福音をもたらすようであるが、これを有効なインターフェースとして活用（適材適所で音声入力を利用）するためには、解決せねばならない問題点がたくさんある。

指針では標準的なキーボードと比較した時の音声入力の優位性（高いアクセシビリティ）について 1) 文字入力支援機能、2) 情報処理機器の操作支援機能の 2 点を挙げている。しかし、ユーザビリティの側面からみてみると、現在、市場に流通している音声入力システムは、1) 文字入力支援機能、2) 情報処理機器の操作支援機能の 2 点は兼ね備えているものの、キーボードにかわる有効なシステムとして成熟したものであるとは言いがたい。1) の「文字入力支援機能」については、ソフト・ハード両面からの改善が必要であると考えられる。現在流通している音声入力システム共通の問題点として誤認識、誤入力の問題が挙げられる。これは音声情報をコンピュータが解釈できる情報に変換する部分の技術革新（誤認識の低減）とコンピュータに送られた情報を発話者が意図した内容に効率的に変換するアプリケーションソフトウェア上の問題点（誤入力）にわたることができる。2) の「情報処理機器の操作支援機能」については、操作手順の標準化、インターフェースの共通化などの対策が必要であると考えられる。以上の問題点をさらに掘り下げて考察してみることにする。

我々の研究 1)-9) では、音声入力を有効利用するために人間工学的な観点から解決しなければならない問題点について検討してきた（図 2. 3. 4-1）。1) 文字入力における操作性の観点からは、以下のようないくつかの問題点を指摘できる。まず、キー入力に比べて、音声の一連続作業時間は短いのではないかということである。音声によるワープロでの文字入力実験において、作業時間の経過とともに、音声スペクトルの徐波化が進み、誤認識率が増加することや、キーに比べて一連続作業時間が作業負担の観点から短くせねばならないことなどが明らかにされている。また、Karl らの研究 10) では、音声入力コマンドが短期記憶と聴覚的干渉を生じさせ、作業効率を低下させるのではないかということを示唆しているが、この点を確認した実験的研究は行われていなかつ

た。そこで我々の研究 6)-9) では、この]聴覚的干渉現象を確認してきた。若年者を対象として音声入力時の発話が短期記憶への聴覚的干渉の問題について検討をおこなった 8)、9)。具体的には、5 衔あるいは 9 衔の数値列が 5 秒間提示され、被験者に記録させる。続いて、1 衔同士の足算あるいは引算（式）と 1 衔の数字を同時に提示し、結果の大小関係をキーあるいは音声で入力させる（論理演算課題、制限時間：0s、10s、15s）。制限時間後、被験者に記録した数値列をキーあるいは音声で入力させる課題をおこなわせ、音声入力時の発話が短期記憶に及ぼす影響について検討した。結果、いずれの記録桁数においても、キー入力のみで作業をおこなったときの作業量が最も多く、音声入力のみで作業をおこなったときの作業量が最も少なかった。このことは、記録-保持段階での聴覚的情報と音声入力時の発話との間に干渉が生じたためだと考えられる。また記録-再生課題の正答率については、記録情報量が多い場合（9 衔）、記録-再生課題に音声入力を用いると、保持-再生段階での聴覚的情報と音声入力時の発話との干渉が大きくなり、キー入力のみで作業をおこなったときと比べて、再生率の低下が顕著であった。また、記録数値列が 5 衔／9 衔、リハーサル抑制時間 10s の場合、いずれの桁数においても、キー入力のみで作業をおこなったときの精神的作業負担が最も低く、作業に音声入力を用いたときの精神的作業負担が一様に高かった。特に、記録数値が 5 衔の場合では、論理演算課題をキー入力でおこなう条件と比べて、音声入力でおこなう条件は精神的作業負担が高かった。このことは、記録-保持段階での聴覚的情報と音声入力時の発話との干渉が被験者のリハーサルを妨げたためだと考えられる。以上より、記録保持をともなう作業課題を音声入力でおこなわせた場合、記憶された内容が音声入力時の発話と聴覚的に干渉し、作業成績を低下させる可能性が示唆された。

2) コンピュータ操作の支援の観点からは、キー操作やマウス操作を音声によって以下に代替していくかという問題 3)、4) や種々の入力デバイスにおける入力の容易さと表現の容易さのトレードオフ 5)、6) などについても検討してきた。音声入力システムに向いた作業とそうでない作業がある（作業の選択性・嗜好性の問題）キー入力の代替機能としての音声入力も万能ではなく、2) の「情報処理機器の操作支援機能」（コマンド入力や階層構造を持つメニュー間の移動など）については対象とする操作の内容如何によっては、むしろ操作性を低下させることもありうる。従って、実際の使用に際しては他のポインティングデバイスとの併用などを考慮する必要がある。本研究では 1) 文字操作における操作性の観点から、次の問題点を解決すべく、実験的検討を実施した。図 2. 3. 4-2 に示されているように、音声を用いてワープロ作業を行う場面を考えてみる。音声で文字を入力する場合には、思考しながらわち考えた内容を短期記憶に蓄えてこれを活用しながら、その内容を音声によって入力していく。ある程度の文章を考えて、これを短期記憶に蓄えながら、その文章の一部を逐次入力していく。入力が終わるとまた、思考過程に入り、次の文章を練り上げていくといったサイクルからなる。この場合、音声入力が入力前の思考段階で保持された短期記憶の内容と聴覚的干渉を起こす場合があり得る（これを逆向干渉と呼ぶことにする）。また、音声入力がその後の思考作業において用いられる短期記憶へ影響を及ぼす場合も想定される。この場合には、心理学的には短期記憶のためのリハーサル抑制現象も重なって、逆向き干渉とは違う干渉が生じる（これを順向干渉と呼ぶ）。以上のような、音声入力が干渉現象やリハーサル抑制に及ぼす影響を明らかにし、音声入力の適材適所での有効利用法を考えておかないと、高齢者や情報弱者にとって、音声入力が福音をもたらすどころか、コンピュータに対する

るネガティブな感情を誘起する原因になりかねない。以上の議論を次の①、②のようにまとめることができる。

①発話が短期記憶内容と干渉し、再生率を低下させる（短期記憶との聴覚的干渉（逆向干渉））

例えば、音声による文字入力作業をおこなっている最中に編集が必要になったとき、編集コマンドを発話したことにより入力中に思考していた文案を忘れてしまう、という現象である。標準的なキーボードやマウスを用いて作業をした場合、文案の記憶システムとコマンド入力に必要なシステムとは別であることから、十分に編集動作を学習していれば短期記憶に保持された文案と操作は干渉しないので、一時的に短期記憶に保持された文案は編集コマンド実行後に再び利用することが可能である。しかし、音声入力を用いた場合、編集コマンドは聴覚的に保持された長期記憶システムから検索され、発話されることから、短期記憶に保持される文案と編集コマンドの発話は聴覚的に干渉してしまう。このことが、音声入力を用いた場合の作業性の低下につながると考えられる。

②情報を短期記憶に保持している間におこなわれる作業を音声入力でおこなった場合、記録-再生パフォーマンスはキーボード用いた場合と比較して低下する（短期記憶との聴覚的干渉（順向干渉））と音声のリハーサル抑制効果）

例えば、ある言葉や数字などをコピーし、別の場所にペーストする場合、コピーしたときにペーストすべき場所を一旦、短期記憶に保持する必要がある。その後にコピーのコマンドを音声で入力し、続いてスクロールやページを変えるなどの作業も音声入力でおこなった場合、コピーやペーストにかかる一連のコマンドをキーボードやマウスなどを用いて操作した場合と比較して音声入力を用いた場合、操作中におこなわれるリハーサルが抑制されてしまい、実際に必要な情報を再生するときまで保持されない（どこにペーストすべきかを忘れてしまう）という現象である。これはキーボードやマウスなどの操作は音声とは異なるシステムを経由しておこなわれる動作であることから、情報の聴覚的リハーサルとコピー、ペーストの動作は干渉することがないと考えられる。しかし、音声入力を用いた場合、コピーすべき場所の記憶とそれを保持するリハーサル活動とコマンドの発話はすべて同じ認知システム上でおこなわれる。このことがリハーサルの抑制効果を高めているものと考えられる。

以上の検討からもわかるように、記憶能力に優れた若年者においても発話と短期記憶との間の聴覚的干渉は顕著に現れると考えられる。

一般に記憶能力は加齢とともに低下することが知られている。加齢による記憶能力の衰えは直接記憶（新規記憶の情報）で顕著になるとしている。つまり、シャコウの指摘は高齢者にとって新しく覚えたことは忘れやすいことを示している。前述のようなワープロ作業における“文案”は人の思考活動の中でもっとも新しいものに属し、高齢者の記憶特性を考慮すると、もともと“忘れやすい”（把持困難）な情報である。そこに聴覚的外乱因子（編集コマンドの選択→発話）が挿入されることにより、文案という“直前”（新規）の記憶は消滅する可能性が若年者に比較して高いことが予想される。

また、高齢者は視覚的に提示される情報の記憶よりも聴覚的に提示される記憶の方が情報が保持されやすいことと、被験者自身が声に出して読み上げた情報は記憶されやすいこと（忘却曲線の鈍化）を提起している。このような高齢者の記憶特性から、若年者と比較した場合、高齢者で

はワープロ作業中に挿入される発話（編集コマンドの入力）は発話以前に短期記憶に挿入された情報を書き換える形で、忘却を促進する効果がある可能性を示唆している。

上記のような高齢者の記憶特性を勘案すると、必ずしも標準的なキーボードの代替機能として、音声入力が有効であるとの結論には至らない。具体的には作業の選択性・嗜好性の問題を解決する前に、若年者において観察された“発話と短期記憶との間の聴覚的干渉”と“音声によるリハーサル抑制の影響”が加齢とともにどのようなマイナスの影響があるかを定量的に検討し、聴覚的干渉を最小化するためのデザイン指針を検討する必要がある。

3. 4. 2 計測目的

コンピュータのスキルが乏しい中高年、高齢者にとって運動学習の必要性がない標準的なキーボード入力と比較して音声入力の方が文字入力支援機能ならびに情報処理機器の操作支援機能に優れていることが考えられる。しかし、音声入力の問題点として、若年者を対象とした実験において、短期記憶を要する作業には不向きであることが示唆されている。この結果から、音声入力を単純に標準的なキーボードの代替機能として考えるのは困難である。特に生体諸機能、記憶容量が若年者群よりも低下している中高年、高齢者にとって、発話と短期記憶の聴覚的干渉による入力効率の低下はより顕著になることが考えられる。本研究では高齢者が音声入力を用いた場合の発話と短期記憶の聴覚的干渉による入力効率の低下などの諸問題を解明し、データ・ベース化することにより、高齢者にやさしい音声入力システムの基礎資料を提供する。

3. 4. 3 計測内容と要求事項

本実験では音声入力による発話が短期記憶と聴覚的に干渉する現象に着目し、聴覚的干渉による作業性の低下は若年者と比較して高齢者の方が大きいことを評価するために、下記に示す2種の実験を設定した。また本実験ではIT機器を利用する場面として新聞記事をワープロに入力する作業（データエントリー作業）を設定した。実験要因は入力デバイス（キーボード入力と音声入力）と年齢（若年者、中高齢者、高齢者）とした。

被験者は、若年者群、中高年者群、高齢者群で各16名、11名、17名の計44名であった。各群の男女別の内訳と平均年齢は、表2. 3. 4-1の通りであった。いずれの群の被験者も健常で、音声入力実験に支障をきたさない者であった。また、実験室の2箇所を用いて実験を実施した（それぞれの場所での環境条件を表2. 3. 4-2と表2. 3. 4-3に示す）。

本研究で実施した2種の実験の概略を下記に示す。

①実験1：音声でおこなう文字入力作業が短期記憶課題の再生率に及ぼす影響に関する実験（図2. 3. 4-3参照）

「加齢による記憶能力の衰えは直接記憶（新規記憶の情報）で顕著になる」ことに着目し、直前におこなわれる入力作業がキーボードを用いておこなわれた場合の記憶-再生パフォーマンスと比較して、直前におこなわれる入力作業が音声入力の場合、直前の入力作業における聴覚的情報が短期記憶に干渉し、直後におこなわれる記憶-再生パフォーマンスが低下することを検討するための実験を設定した。

主課題は2分間のワープロ作業とし新聞記事をキーで入力させた。続いて、10桁の無意味数字列

の記録－再生課題をおこなった。この時、リハーサル時間は10秒とし、この間は積極的にリハーサルをおこなうように指示した。10秒経過後、無意味数字列の入力画面が現れ、被験者は10秒前に提示された10桁の無意味数字列を提示された順番にキーボードを用いて入力させた。

②実験2：音声入力によるリハーサルの抑制効果に関する実験（図2.3.4-4参照）

若年者と比較して高齢者では「自身が声に出して読み上げた情報は記憶されやすい」というアレンバーグの提起した高齢者の記憶特性を考慮して、発話が短期記憶に聴覚的に干渉し、リハーサルを抑制することを検証する実験をおこなった。

主課題は10桁の無意味数字列の記録－再生課題とした。この時、リハーサル時間は実験1と同様10秒とした。但し、リハーサル時間中、画面には180文字前後の文章が提示され、エディター画面に文字をキー入力させた。10秒経過後、無意味数字列の入力画面が現れ、被験者は10秒前に提示された10桁の無意味数字列を提示された順番にキーボードを用いて入力させた。

音声入力による発話が短期記憶と聴覚的に干渉し、パフォーマンスが低下することを検討するために下記の項目を適宜測定した（測定手順については3.4.5にて詳細に述べる）。

- 1. 作業量 : 単位時間あたりの入力量
- 2. 記憶-再生個数 : 記憶-再生テストにおける再生個数
- 3. 作業負担 : NASA-TLX を使用
- 4. 疲労感 : 自覚疲労症状調べを使用

3.4.4 計測装置仕様

- ・ コンピュータ(OPTIPLEX GX150-1200SF(2K), DELL)

CPU: Pentium III 1200MHz

RAM: 128MB

2次キャッシュ: 256KB

HDD: 40.0GB

CD-RW: 読込24倍速／書込8倍速／書換4倍速

FDD: 3.5" ×1

キーボード: 109型キーボード

VRAM: 8MB

解像度: 1600×1200 ドット(256色)

外形寸法(幅×高さ×奥行[mm]): 319.0×90.0×354.0

- ・ ディスプレイ(17" マルチスキャンディスプレイ, MITSUBISHI)

サイズ: 17"

最大解像度: 1280×1024

ピッチ: 0.25mm

水平／垂直周波数: 30～70kHz／50～125Hz

入力信号: RGB アナログ

入力端子: ミニD-sub15ピン外形寸法: (幅×高さ×奥行[mm]): 410.0×406.0×425.0

- ・ 音声認識装置

Voice一太郎 Ver11（ジャストシステム製）に付属の ViaVoiceV8Pro 日本語版 for Windows を使用した。ViaVoice を作動させるためには、256K の L2 キャッシュ付き Pentium プロセッサ 333MHz 以上のプロセッサを備えておく必要がある。OS は、Windows2000 を使用した。付属のマイクロフォン接続後に、自身の声を登録する「エンロール」作業を実施し、エンロール終了後に音声入力を実施した。本研究では、まず簡易に声の特徴をコンピュータに記憶させるクイックエンロールを実施し、その後本格的なエンロール作業を実施して、認識率が高まるようにした。

表2. 3. 4-1 被験者の分類

	男性	女性
若年者群	23.20 歳 ± 2.59 5 人	22.27 歳 ± 2.28 11 人
中高年者群	58.86 歳 ± 0.90 7 人	56.00 歳 ± 2.71 4 人
高齢者群	68.63 歳 ± 1.41 8 人	67.89 歳 ± 3.02 9 人

表2. 3. 4-2 実験室内的実験システム設置位置1での環境条件

	cd/m ²	lx	dB(A)
ワープロ画面背景輝度	87.4		49.9
記憶課題	11.8		
入力文字	82.3		
マウスカーソル輝度	85.0		
背景輝度	10.2		
入力文字			
眼位平面照度		341.0	
管面鉛直面照度		242.0	
キーボード作業面照度		362.0	
書見台照度		387.0	

表2. 3. 4-3 実験室内的実験システム設置位置2での環境条件

	cd/m ²	lx	dB(A)
ワープロ画面背景輝度	81.2		42.1
記憶課題	7.3		
入力文字	82.3		
マウスカーソル輝度	88.0		
背景輝度	7.9		
眼位平面照度		360.0	
管面鉛直面照度		202.0	
キーボード作業面照度		257.0	
書見台照度		358.0	

二重課題⇒有効性の検証がすでに行われている

キー入力できない高齢者にとって福音？

文字入力における操作性の観点

解決すべき問題点

一連続作業時間

時間経過に伴う音声の徐波化による誤認識率増加

聴覚的干渉（リハーサル抑制）

コンピュータ操作支援の観点

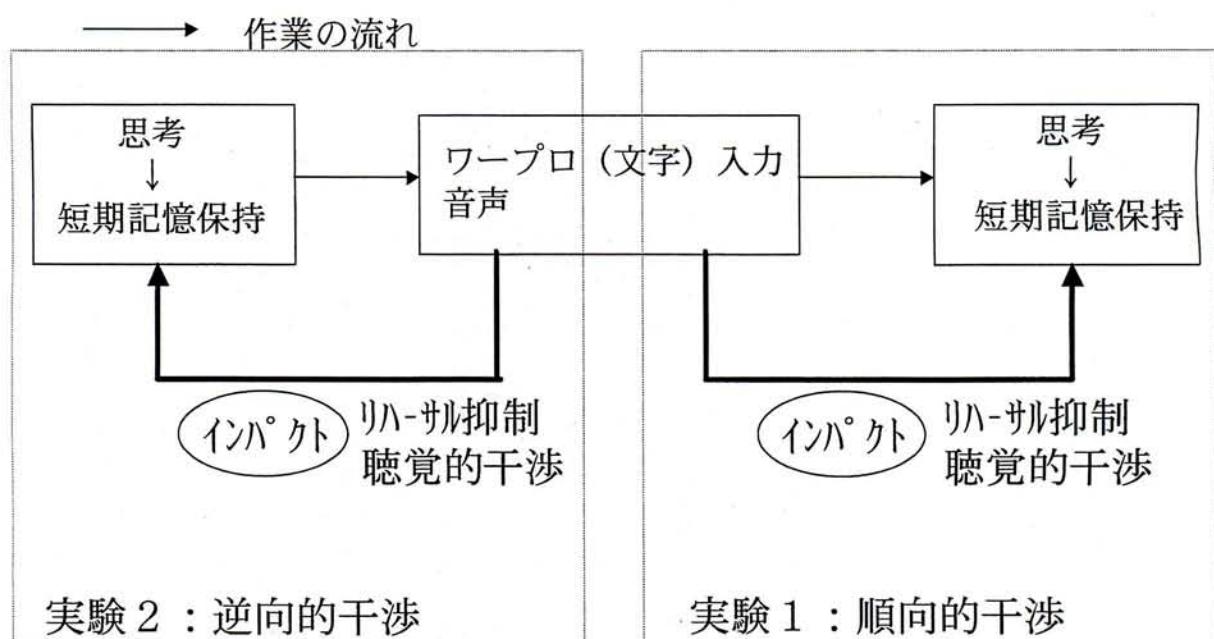
入力の容易さと表現の容易さのトレードオフ

キー操作やマウス操作を音声でいかに代替

有効利用のためのガイドライン

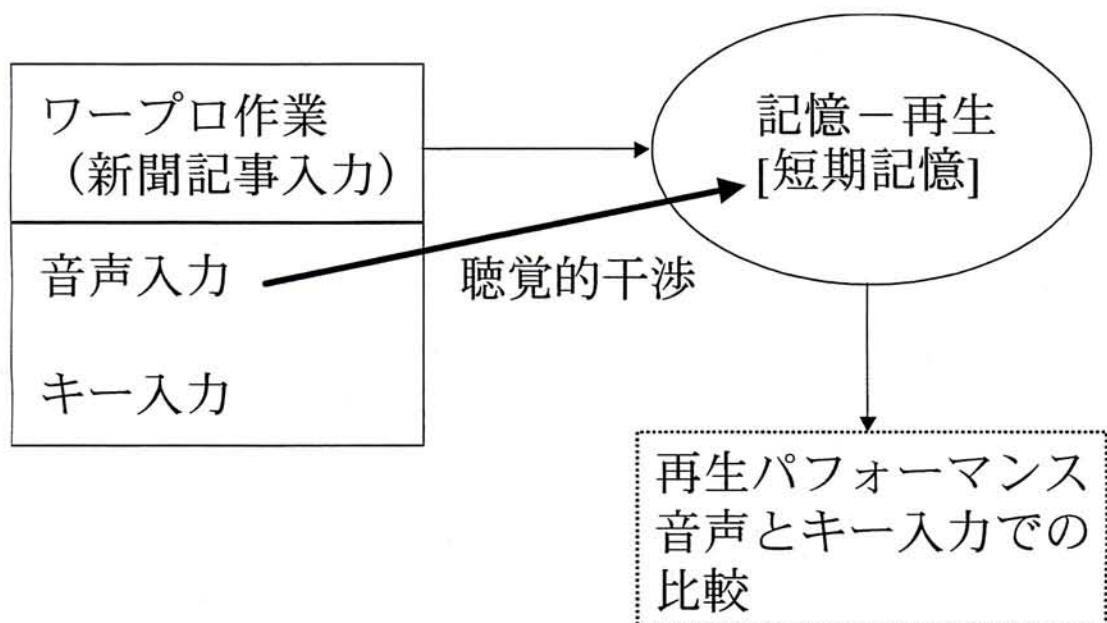
音声入力の有効利用

図2.3.4-1 音声入力の有効利用における問題点



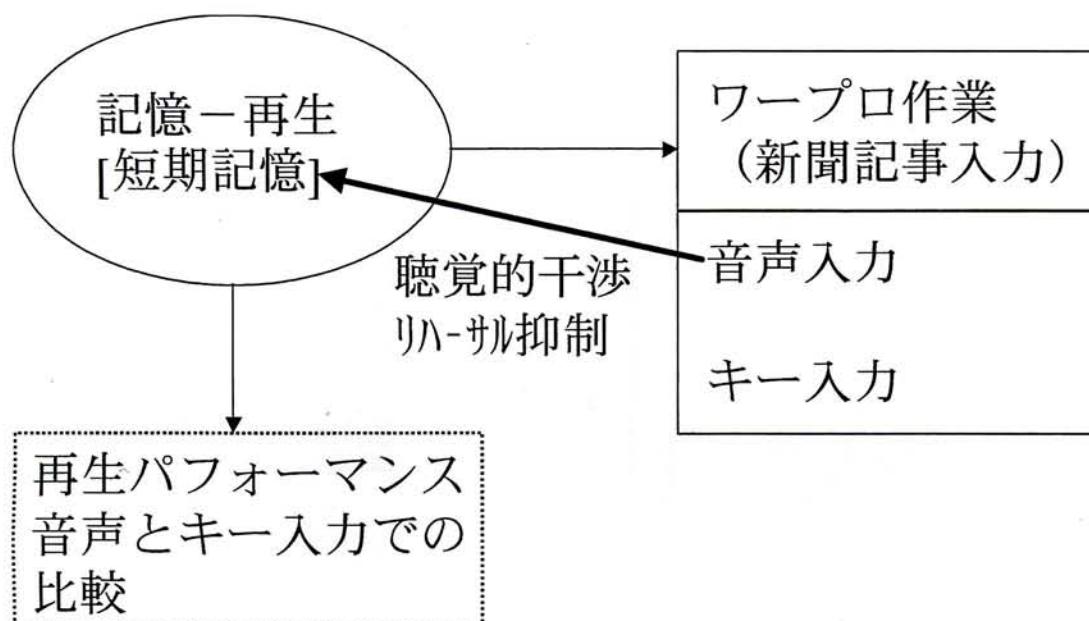
実験1と2の干渉のいずれが大きいか

図2.3.4-2 音声入力を用いたワープロでの入力作業の流れ



実験 1：順向的干渉

図2. 3. 4-3 実験1の概要



実験 2：逆向的干渉

図2. 3. 4-4 実験2の概要

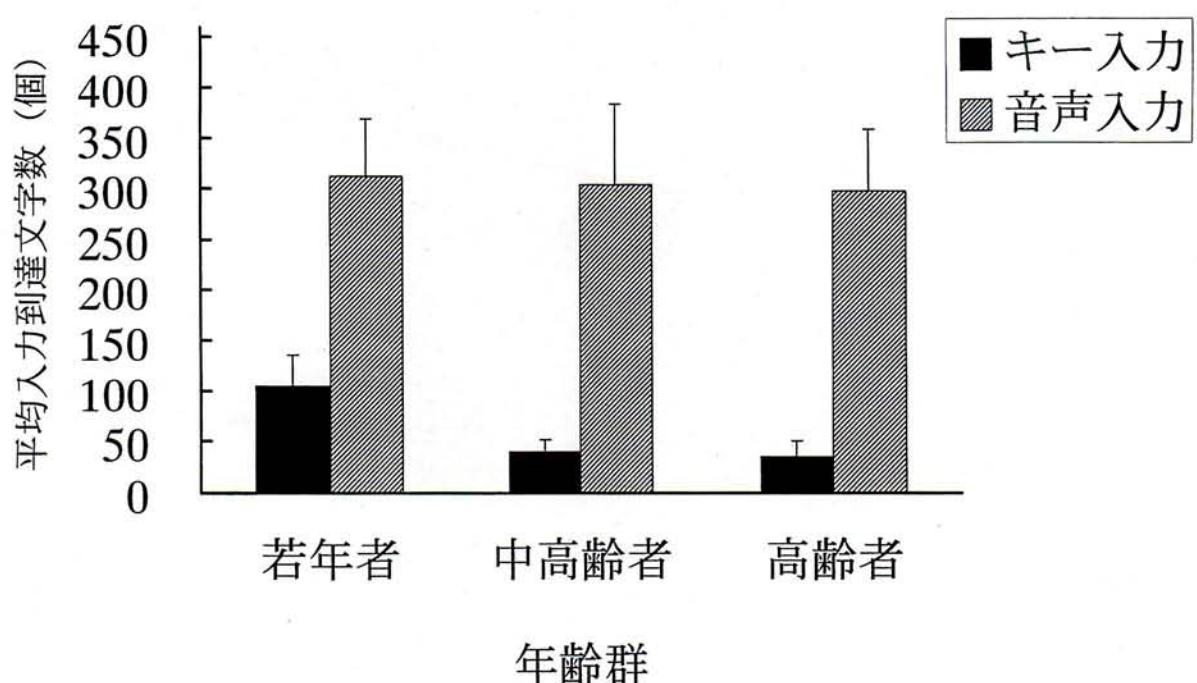


図2. 3. 4-5 文章入力作業時の平均入力到達文字数（実験1）

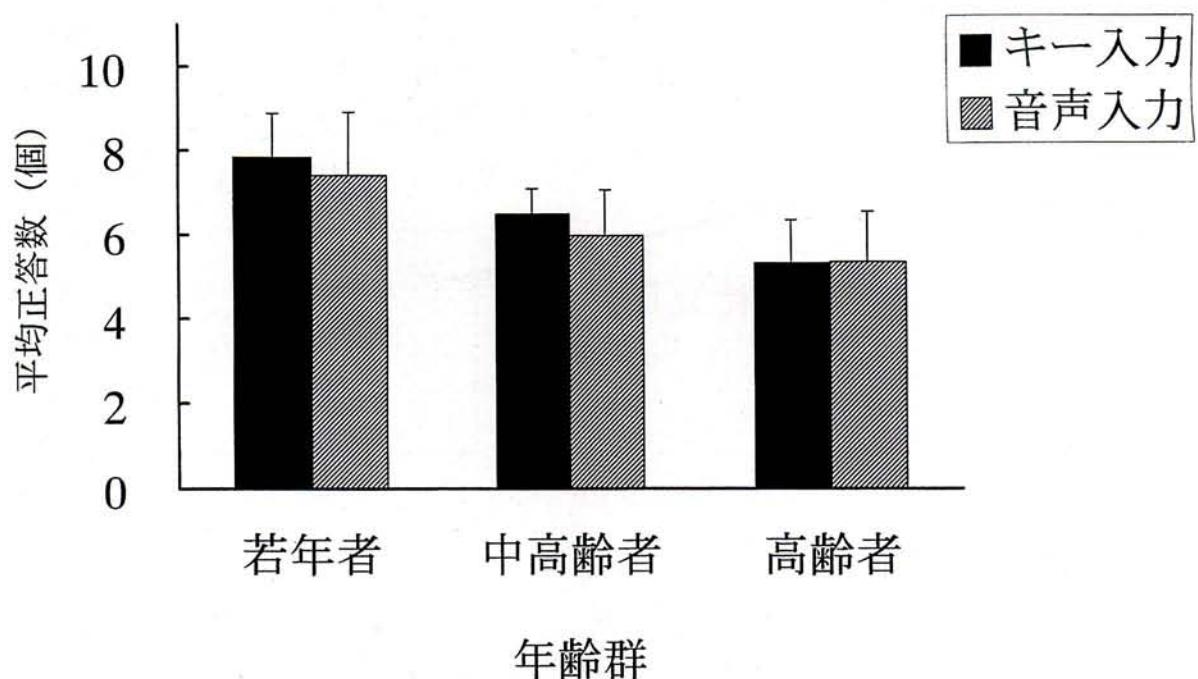


図2. 3. 4-6 記憶-再生課題の平均正答数（実験1）

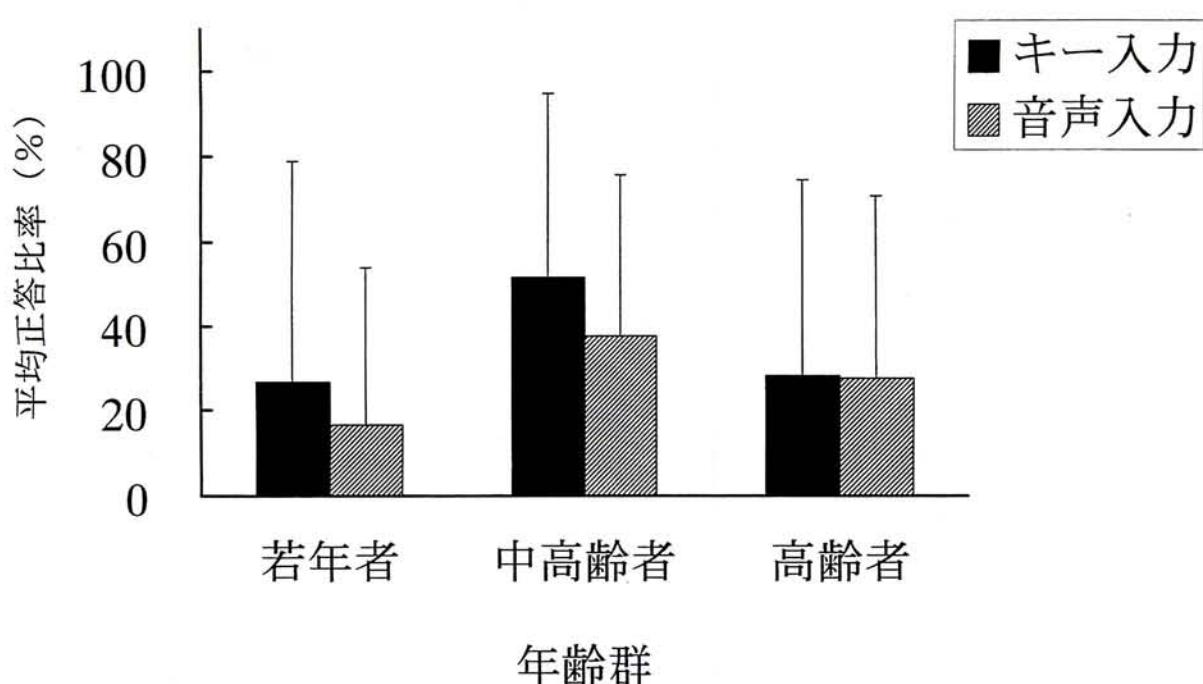


図2. 3. 4-7 記憶-再生課題の平均正答比率（実験1）

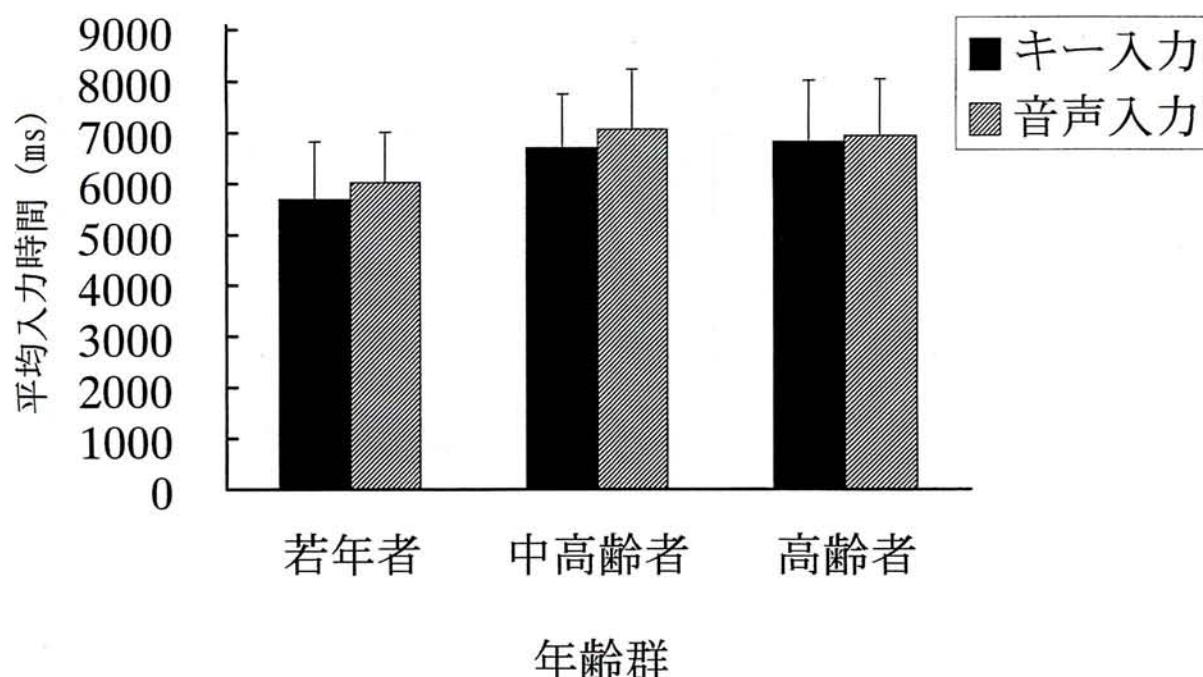


図2. 3. 4-8 記憶-再生課題の平均入力時間（実験1）

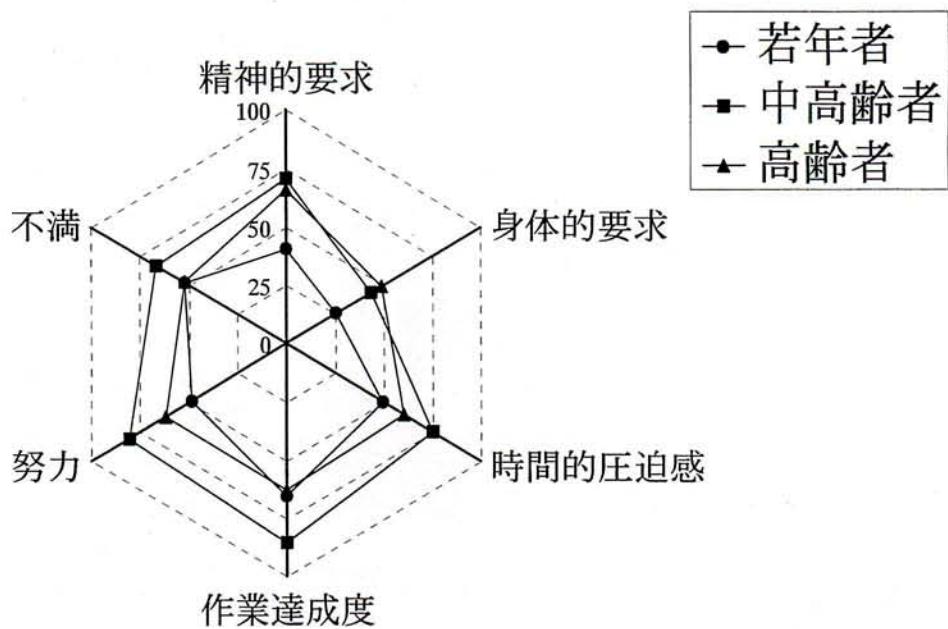


図2. 3. 4-9 キーによる文章入力作業に関する NASA-TLX の結果（実験 1）

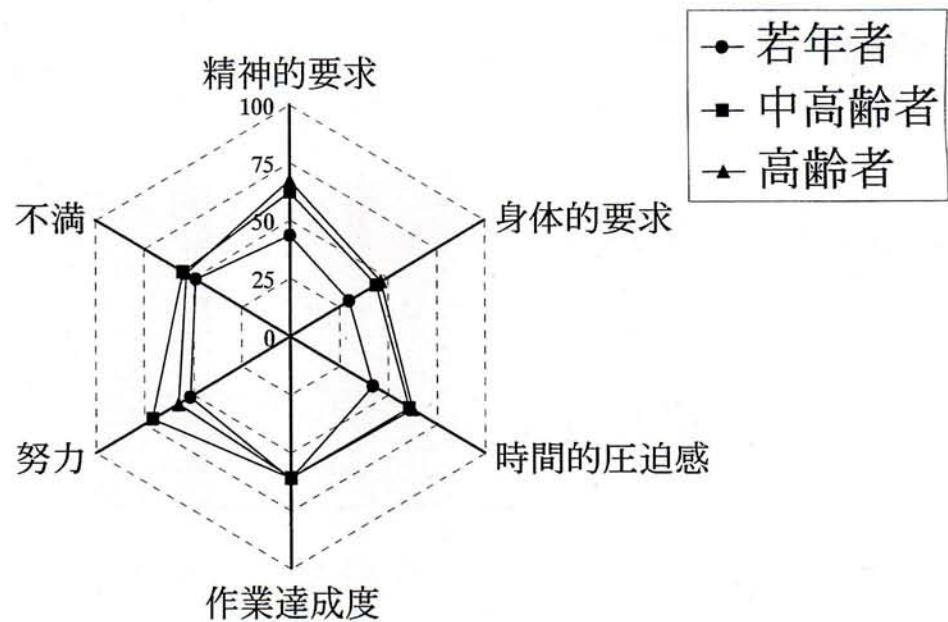


図2. 3. 4-10 音声入力による文章入力作業に関する NASA-TLX の結果（実験 1）

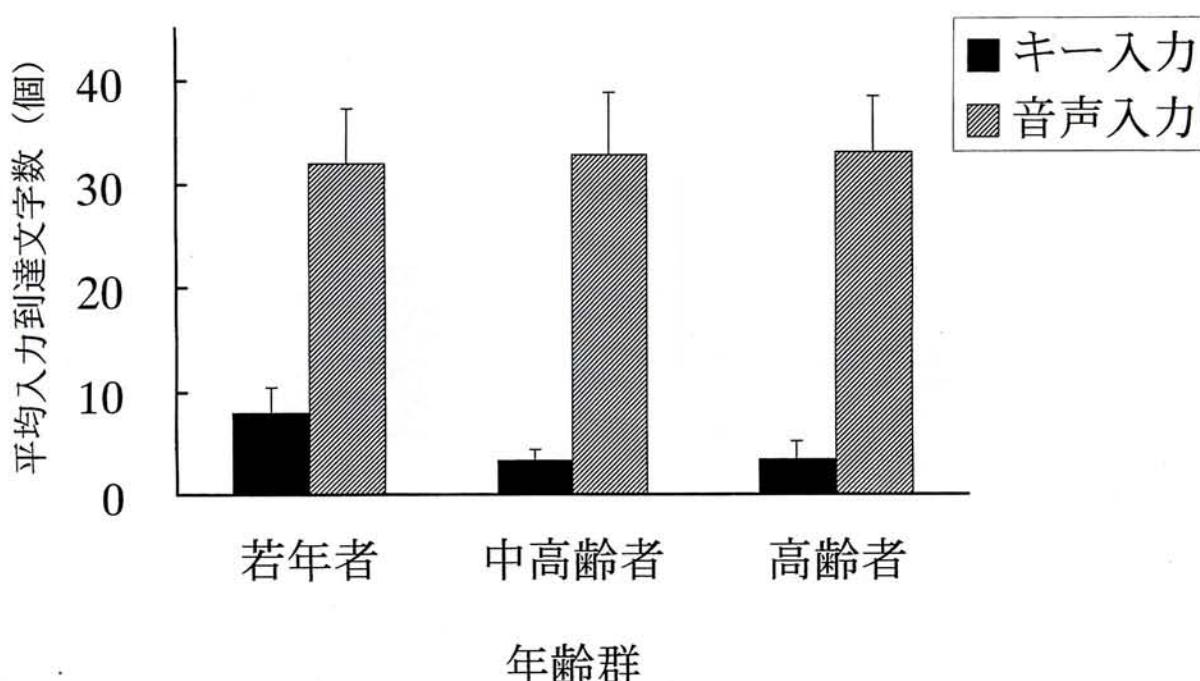


図2.3.4-11 リハーサル抑制課題の平均入力到達文字数（実験2）

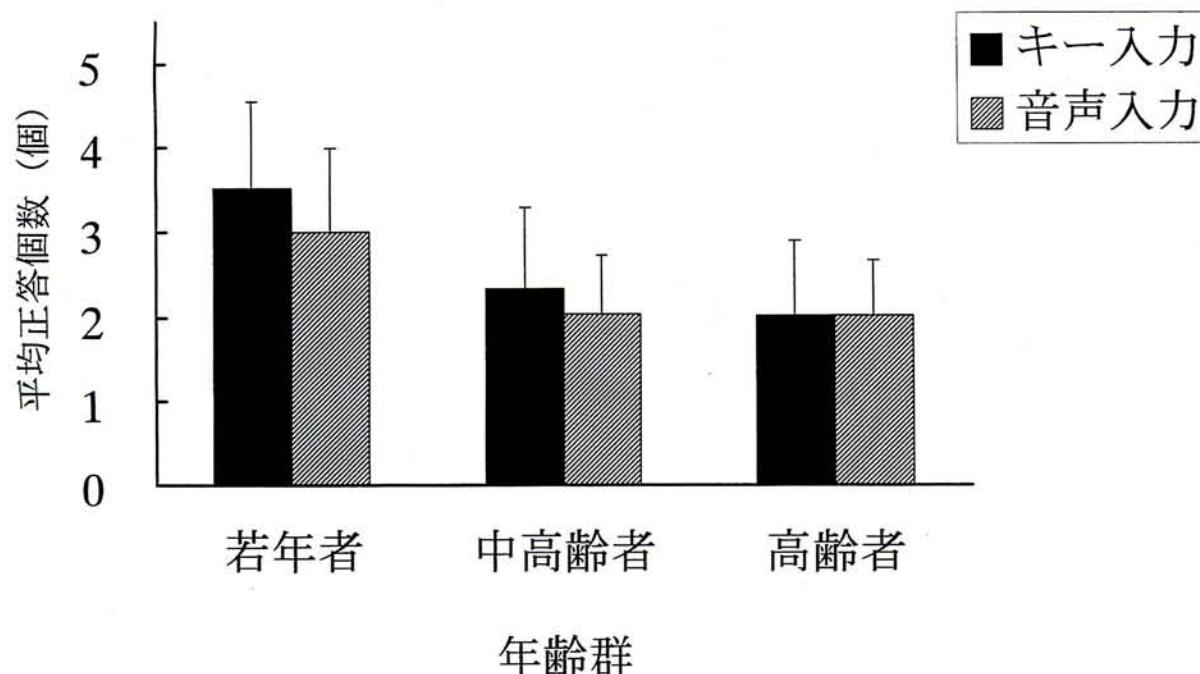


図2.3.4-12 記憶－再生課題の平均正答数（実験2）

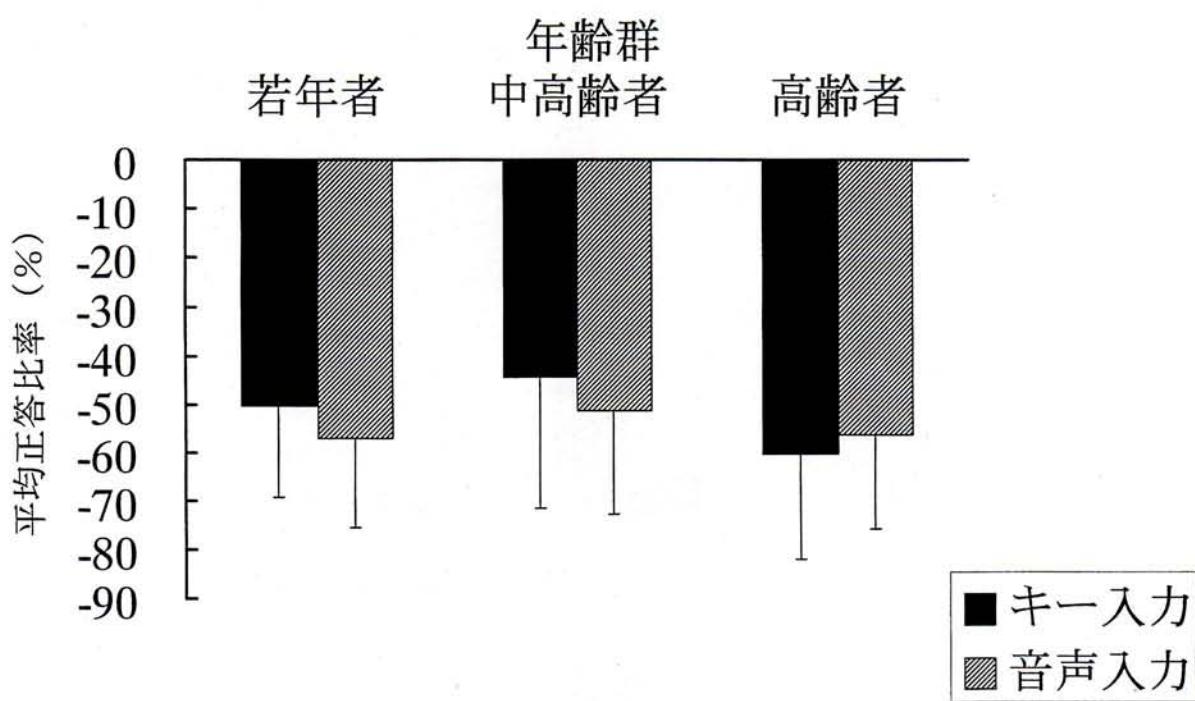


図2.3.4-13 記憶－再生課題の平均正答比率（実験2）

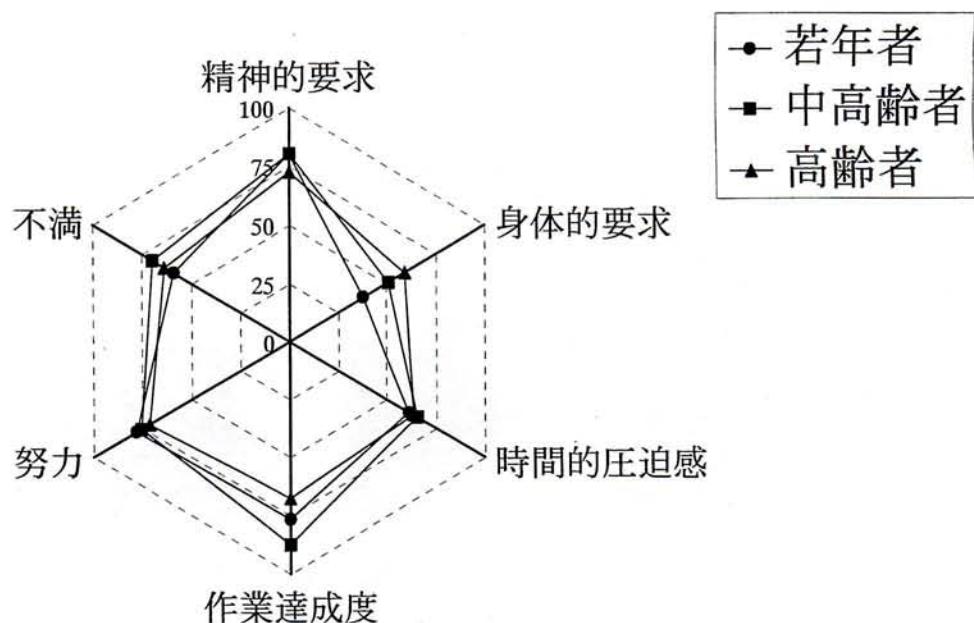


図2.3.4-14 実験2に関するNASA-TLXの結果（実験2）

以下で実験1と2の結果について考察を加えてみる。

(実験1)

いずれの年齢群でも、音声入力を用いた場合、キー入力と比較して平均入力到達文字数は増加していた(図2.3.4-5参照)。年齢と入力方式を要因とする2元配置の分散分析の結果、年齢($F(2, 42) = 7.30, p < 0.01$)、入力方式($F(1, 42) = 551.21, p < 0.01$)、年齢と入力方式の交互作用($F(2, 42) = 3.40, p < 0.05$)のいずれに関しても、有意差が認められた。ただし、若年者群の音声入力作業量／キー入力作業量=約3、中高年者群と高齢者群の同比率は約6で、音声入力を使用することによって、中高年者と高齢者の入力効率がアップすることが明らかになった。図2.3.4-6よりキー入力、音声入力ともに若年者と比較して中高年者と高齢者の平均正答個数は少なく、記憶容量が少ないことがわかる。若年者では音声入力時には発話と短期記憶との間の順向的干渉が働き、記憶-再生課題の正答率は低下していた。正答個数に対して、年齢と入力方式を要因とする2元配置の分散分析を実施した結果、年齢のみ有意差が認められた($F(2, 35) = 18.54, p < 0.01$)年齢においてのみ有意差が認められた。図2.3.4-7の正答比率に対して同様の分散分析を実施した結果、入力方式($F(1, 35) = 3.77, p = 0.06$)においてのみほぼ有意な差が認められた。図2.3.4-7に示されているように、これは、特に若年者と中高年者で音声入力による正答比率がキー入力よりも低かったことが原因であると考えられる。高齢者では加齢による記憶容量の低下が大きく、若年者のような発話と短期記憶との間の順向的干渉によると考えられるキー入力時に比べた音声入力時の記憶-再生課題の正答率の低下は観察されなかったと判断できる。図2.3.4-8より、記憶-再生課題の再生にかかる入力時間は加齢に伴い延長する傾向がみられた。またいずれの年齢群でもキー入力と比較して音声入力の方が再生にかかる時間は約5%程度長くなった(図2.3.4-8参照)。入力方式の差異が負担感に及ぼす影響についてみてみると、キー入力と比較して音声入力を用いた場合、不満や努力は少なくてすむと判断する傾向がみられた(図2.3.4-9、図2.3.4-10)。

以上の結果をまとめると、若年者に比べて高齢者では、音声入力によって作業効率がキー入力よりも高くなり、順向的な聴覚的干渉も生じにくいことが明らかになった。また、高齢者と中高年者では、音声入力時の精神的な負担の面でも、若年者に比して音声入力に利点があることが示された。

(実験2)

入力到達文字数に対して、年齢と入力方式を要因とする2元配置の分散分析を実施した結果、入力方式($F(1, 40) = 986.31, p < 0.01$)と年齢と入力方式の交互作用($F(1, 40) = 4.35, p < 0.05$)に有意差が認められた。図2.3.4-11より、音声入力を用いた場合、平均入力到達文字数に年齢群の違いはみられなかった。一方、キー入力では若年者と比較して高齢者の平均入力到達文字数は少なかった。記憶-実験1と同様に若年者群の音声入力作業量／キー入力作業量=約3.3、中高年者群と高齢者群の音声入力作業量／キー入力作業量は約8で、高齢者と中高年者にとっては、音声入力によって作業効率が高まることが示された(ただし、実験1とは作業内容が異なるため、各年齢群の音声入力作業量／キー入力作業量は同じ値は取らない)。年齢と入力方式の有意な交互作用は、以上の点を裏付けている。再生課題における平均正答個数

については、図2.3.4-12よりキー入力ならびに音声入力ともに若年者と比較して高齢者の平均正答個数は低下していた。正答個数に対する年齢と入力方式を要因とする2元配置の分散分析の結果、年齢 ($F(2, 36) = 10.93, p < 0.01$) に関してのみ有意差が認められた。入力方式に関しては、 $F(1, 36) = 3.22, p = 0.081$ で、有意ではなかった。これは以下の理由によるものと考えられる。また、若年者では音声入力時には発話と短期記憶との間の逆行的な聴覚的干渉によると考えられる記憶一再生課題の正答率の低下が見られた。しかし、高齢者では加齢による記憶容量の低下が大きく、音声入力方式を用いたほうがわずかに正答率は改善する傾向が見られた（図2.3.4-13参照）。また、実験1よりも実験2のほうが若年者群に対する干渉の程度が大きく、順向的干渉よりも逆行的干渉のほうが大きいことが明らかになった。実験1の場合と同様に音声入力を行う場合の精神的な負担感についてみてみると、作業達成度（結果に対する満足度）と身体的欲求が3つの年齢群で異なっていた（図2.3.4-14）。

以上のように、本実験によって、若年者に比べて、中高年者と高齢者では音声入力による作業量がキー入力に比べてかなりアップすることが明らかになった。また、若年者群では、聴覚的干渉が生じるが、中高年者群と高齢者群では、加齢による記憶容量の低下のため、若年者のような音声入力を使用することによる聴覚的干渉は生じないことが明らかになった。さらに、若年者群の干渉現象に関しては、聴覚的順向的な聴覚的干渉よりも逆向的な聴覚的干渉のほうが顕著であることが指摘された。以上のことより、中高年者や高齢者にとって音声入力は有効な入力インターフェイスとなると結論付けられる。

参考文献

- 1) Murata, A.: Effectiveness of speech response under dual-task situations, International Journal of Human-Computer Interaction, Vol.10, No.3, pp. 283-292, 1998.
- 2) Murata, A., & Iwase, H.: Effectiveness of speech input system in human-computer interaction, Manufacturing Agility and hybrid Automation - II, (Eds. W.Karwowski and R.Goonetilleke), pp. 447-450, 1998.
- 3) 村田厚生：キー入力時間と音声入力時間のトレードオフ、電子情報通信学会論文誌A, Vol.J79-A, No.9, pp.1625-1628, 1996.
- 4) 村田厚生：文書編集におけるコマンドの音声入力に関する基礎的検討、人間工学、Vol.30, No.4, pp.191-200, 1994.
- 5) 村田厚生：ヒューマン・インターフェイスの基礎と応用、日本出版サービス、1998.
- 6) 清水建臣、三好哲也、村田厚生：バイモーダル・インターフェースを用いた文章の入力・編集作業に関する研究、第8回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集、pp. 248-249, 1999.
- 7) 有馬康浩、三好哲也、村田厚生：マルチモーダル・インターフェースにおけるスイッチング現象、第8回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集、pp. 250-251, 1999.
- 8) 清水建臣、高橋雄三、村田厚生：音声入力インターフェイスの人間工学的検討－音声による入力が短期記憶に及ぼす影響－、第9回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集、pp. 198-199, 2000.
- 9) 清水建臣：音声入力インターフェイスの人間工学的検討、広島市立大学修士論文（情報数理学

専攻)、2001.. 10) Karl, L.R., Pettey, M., & Shneiderman, B. : Speech versus mouse commands for word processing: An empirical studies, International Journal of Man-Machine Studies, Vol. 39, pp. 667-687, 1993.

3. 5 視線入力

3. 5. 1 現状と問題点

次世代の入力インターフェイスとして視線入力が注目されている。現在開発されているシステムの多くは接触型のアイマークレコーダを利用したものであり、長時間の入力には適さない、高齢者には使いにくいなどの欠点がある。視線入力システムは、眼球運動特性を利用して構築される。眼球運動システムに反映される我々の知覚特性や認知特性は、高齢者と若年者では異なるのではないかというデータが指摘されているが、この場合視線入力システムの操作性も違ってくるのではないかと推測される。視線入力システムを普及させていくためには、高齢者と若年者でいかなる操作性の違いが見出されるか、高齢者と若年者では、操作性が顕著に異なるかどうかを明らかにしておく必要がある。すなわち、これらの違いに応じた視線入力システムの設計が望まれる。しかしながら、現状においては、こういった点を明らかにする研究は、ほとんど行われていない。

また、これまでの若年者を対象とした視線入力に関する研究は、システムの開発報告が主体で、また、コントロール条件（マウス）との比較の結果、必ずしもマウスよりも優位な操作性を提供する報告ばかりがなされているわけではない。これは、視線入力システムではマウスのクリックに代わる動作を、ポイントすべきターゲットの停留によって実施していることが原因として報告されている。実際には、ターゲットまでの移動時間は視線入力システムのほうが短いが、ポイント開始時と終了時のマウスのクリック動作に代わるスタート位置とポイント位置の凝視（停留）時間がマウスよりも視線入力のほうが長いため、結果として得られるポイント時間にはマウスと視線入力でほとんど違いがないか、報告によってはマウスのポインティングのほうがポイント時間が短いことを示しているものもある。

さらに、現状の眼球運動計測技術では、固視微動の影響でマウスのカーソルのように滑らかに視線入力用のカーソルを動かせないなどの問題点もあり、視線入力システムを実用化する上では、前述のマウス・クリックに代わる停留に要する時間の短縮化の問題と同様に、固視微動をできるだけ除去して視線入力システムが滑らかに操作できるようにする必要がある。

ポインティング・ディバイスの操作性の観点から判断しても、視線入力システムにおいては次のような問題を解決していく必要がある。マウスなどの入力ディバイスの操作性に関する研究は数多く行われており、実験データに基づくパフォーマンス予測モデルが種々提案されている。こういったパフォーマンス・モデルにおいては、特にポインターの移動方向の影響、ターゲットの形状や大きさ、ポイントすべきターゲットまでの移動距離を考慮する必要がある。現状の視線入力システムに関する研究では、これらの要因を考慮してパフォーマンス・モデルを構築するまでには至っていない。視線入力システムにおいては、特にポインターの移動方向の影響が重要ではないかと考えられる。なぜならば、個々人の視習慣に応じて、動かしやすい方向や動かしにくい方向が存在することが十分に考えられ、実際に水平方向と垂直方向では、水平方向の眼球運動のほうがやりやすい。また、操作する上でマウスなどの間接型入力ディバイスのように学習が必要になるのか、タッチパネルのように学習がほとんど不要であるのかを明らかにしておかねばならない。視線入力システムでは、眼球運動特性から判断しても、マウスのような、例えば10ピクセルほどしか離れていない非常に隣接したターゲットの区別は困難であることが十分に予想される。視線入力システムによって、どの程度の細かさをもって（精度で）ターゲットの認識が可能

であるかを明らかにしておくことは、このシステムを用いたアプリケーション・システムを構築していく上で重要なデータになる。

3. 5. 2 計測（開発）目的

以上のような問題点を解決していくために、本研究では、高齢者の使用にも耐え得る非接触型の視線入力システムを用いて、まず固視微動ができるだけ少なくし、マウスカーソルの移動と同等に滑らかな視線移動が可能で、マウスのクリックの変わりに実施する凝視（停留）のための時間をできるだけ短縮して、かつポイント精度を低下させない視線入力システムの開発を行う。さらに、移動方向の影響に特に注意を払ってパフォーマンス・モデルの構築を行う。以上のようにして開発したシステムを用いて、若年者群と高齢者群で操作性にいかなる違いが見られるか（顕著な違いが両群において認められるか）をパフォーマンス・モデルなどの実測データに基づいて明らかにする。そして、使いやすい視線入力システムが備えるべき条件について検討していく。以上の結果をデータベース化し、これに基づいて、年齢要因を考慮した視線入力システムの開発が可能になるようにすることを目的とする。

3. 5. 3 計測内容と要求事項

作業は、図2. 3. 5-16に示されているように、画面中央に示されたカーソルを移動させて、以下の条件で表示されたターゲットをポイントするものである。

実験条件は以下の通りで、 $3 \times 3 \times 8 = 72$ 条件からなる。17インチディスプレイ（NEC、Mate）上のフル画面を 640×480 ピクセルとして、これを基準に移動距離d、ターゲットの大きさ、画面の中心点からターゲットへのアプローチ角度を以下のように決定した。

d : 130, 150, 170ピクセル（3水準）

ターゲットの大きさ : 40ピクセル×40ピクセル、55ピクセル×55ピクセル、70ピクセル×70ピクセル（3水準）

アプローチ角度: 中心から右方向を 0° 、左方向を 180° として、 0° 、 45° 、 90° 、 135° 、 180° 、 225° 、 270° 、 315° の8水準

3. 5. 4 計測装置仕様

FreeViewは、微弱な赤外線を眼球部に照射することにより、角膜や水晶体の屈折面で生じる光源反射像であるプルキンエ・サンソン像（プルキンエ像と呼ぶこともある）と瞳孔を撮影する。人間の眼球運動特性として、瞳孔の動きに比してプルキンエ像の動きは非常に少ない点がある。そこで、瞳孔中心とプルキンエ像中心の位置関係を計測し、この関係を補正することによって、Freeviewの出力である「眼球運動角」に変換する（図2. 3. 5-1）。瞳孔中心とプルキンエ像の中心の抽出に際しては、正規化相関法によるパターンマッチングを用いて自動閾値設定などの画像処理を実施している。

Freeviewの設置に際しては次の点に注意をはらった（図2. 3. 5-2参照）。

(1) 計測可能距離 60cm から 1m50cm の範囲に収まるように設置した。ディスプレイの中心の位置がほぼ目の高さに一致するようにした（上方の最大検出視角は 30° （提示刺激と FreeView のディスプレイ中心がなす上下の視角）、下方の最大検出角度は -5° ）。FreeViewのディスプレ

イ部と測定眼の中心が一致するようにした。

(2) 環境証明の影響について以下のような注意を払った。

蛍光灯、白熱灯などが被験者の視野内に入り込む場合には、これらの光を遮光するようにした。こういった場合には、まぶしさのために、瞳孔が小さくかつ白くなり、映りにくくなる。また、窓からの入射光にも注意をし、画面の側方、画面の後方からの入射光は遮断した。

(3) 刺激環境の明るさも明るすぎないように注意を払った。

(4) 黒目の大きさを FreeView 側のサンプル画像とほぼ同じ大きさになるように調整した。また、黒目、瞳孔、プルキンエ像の濃度差がはっきり映るようにカメラの光量を LED 照明の調節スイッチで調節した。

(5) カメラの光量の調節や映像の大きさの調節を実施しても、瞳孔の白い部分が周りの黒目の部分とはっきり区別できないケースがある（特に高齢者の場合）。眼球部の反射率には個人差があり、また年齢とともに変化してくる。特に高齢者の場合には、ほとんど反射しなくなる場合があり、こういったケースでは、黒目、瞳孔、プルキンエ像の濃度差がはっきり映らない。こういったケースに対しては、環境照明の調節、FreeView の検出器（ディスプレイ）と被験者の測定眼の位置関係の調整によって対応し、これでもうまい具合にキャリブレーションができない場合には、測定不能とした。

(6) 眼鏡の影響等

ハードコンタクト装着者の場合には、現在の技術水準では計測不能。眼鏡とソフトコンタクトレンズに関しては、反射光が黒目の直径の 2 倍程度瞳孔中心から離れている場合には、計測に支障は生じない。こういったケースに対しては、環境照明の調節、眼鏡のかけ方の調整、FreeView の検出器（ディスプレイ）と被験者の測定眼の位置関係の調整によって対処した。

RS232C 出力のパラメータ値は以下の通りである。

ポート番号：1番 (COM 1)

ボーレート：19200 ビット／s

データビット長：8 ビット

パリティチェック：なし

ストップビット長：1 ビット

フロー制御：なし

較正（キャリブレーション）は、5 点で実施した（図 2. 3. 5-3 参照）。視線入力システムでは、次のようなメニューにしたがって、種々のパラメータを設定するようになっている。

較正（キャリブレーション：これはただ単に較正点を表示するためで、実際の較正は FreeView 側で実施する）、設定、入力開始、終了の 4 つのメニューからなる（図 2. 3. 5-4 参照）。

設定では、以下の設定を実施する。

全体：バックグラウンドとフォアグラウンドカラーの設定、カールの大きさ、メニュー表示位置、中心円を表示するかどうかの設定（図 2. 3. 5-5 参照）

選択：視線入力の 3 つの方法（オーソドックス法、仮想ターゲット法、注視時間法）の指定およびそれらに付随したパラメータの設定、マウスマードのオンオフなどの設定（図 2. 3. 5-6 参照）

較正点：キャリブレーション時の較正点の垂直方向と水平方向の距離、較正点数、較正点の大きさの設定（図2.3.5-7参照）

ターゲット：ターゲットの大きさ、移動距離、方向の指定（図2.3.5-8参照）

シリアル入力：上記の通信パラメータの設定（図2.3.5-9参照）

視線入力の設定画面は図2.3.5-10に示すように、被験者名、実験実施日時、出力ファイル名、繰り返し回数、試行回数（何回目の試行か）、コメント欄、視線入力のスタートボタン、パラメータ L, r, k, thru の設定からなる（これらのパラメータについては後述）。

FreeView のキャリブレーションは以下の手順にしたがって実施した。

図2.3.5-11にFreeView のセッティング画面を示す。測定条件パラメータの入力：視線入力システムの較正と同じで、視距離とモニター枠サイズ（縦と横の長さ）を入れる。

カメラレンズの調整

眼球イメージ位置の調整

照射（LED）の明るさの調整

レンズは、ズーム、フォーカス、アイリスによって調整する。画像は、ミラーIとミラーIIによって、LEDは、DarkとLightの調整によって実施した。眼球イメージ（テンプレート）の登録：個人の瞳孔付近の画像を取り込むとその後の瞳孔検出等の参考画像として用いることができる。標準テンプレートとして、標準的な画像がシステム側で用意されているが、テンプレートとして、各個人で保存したテンプレート画像を用いることもできる。

これらの処理が終了すると較正を実施する。較正点数、較正点の色と背景色、自動較正か手動較正かなどの情報を入力する。瞳孔中心とプルキンエ像の中心に十字が表示されるかどうかを確認する（図2.3.5-12）。これが表示されない場合には、もう一度、上の諸パラメータ設定を行う。また、目を上・下・右・左に動かしてもらい、2ヶ所の十字がちゃんと表示されているかを確認する。本実験では、手動較正を実施した。較正によって各較正点にアイマークが行くようになったことを確認する（図2.3.5-13）。その後、測定モードに入る（メニューバーの測定（R）-測定開始（S）または測定開始アイコンをクリックする）。測定モードでは、軌跡を表示させこれをさらにモニターし、動きが正確であることを確認してから視線入力ソフトウェアを作動させる（図2.3.5-14）。視線入力実験中にもFreeView 側で視線の動きをモニターしておき、視線が正しく動いているかどうかを常に確認しておかねばならない。なお、この測定データは各視線入力実験で必ず、ファイルに保存しておく。

視線入力システムは、大きく分けて次の2つのソフトウェアから構成（図2.3.5-15参照）される。

1) キャリブレーション用ソフトウェア

FreeView では、刺激モニターにてキャリブレーションを実施するようになっているが、本システムでは、刺激モニターとは別のパソコンにて視線入力を実施するため、キャリブレーションは視線入力を実施するパソコン上で実施した。キャリブレーションは、視線入力を実施するCRTにあわせて5点もしくは9点で実施するようにする。また、キャリブレーション実施画面は視線入力用の画面と同じ大きさにする（図2.3.5-3参照）。キャリブレーション時に視線入力システムの座標系に合わせた。要するに、RS232C から取り込んだ利き目のアイマーク水

平座標と垂直座標を視線入力用の画面での座標系に座標変換する場合の倍率とオフセットを正しく求めておくことが大切である。

2) 視線入力用ソフトウェア

キャリブレーション終了後に視線入力を実施する。

(a) まず、視線入力システムを動かす前に、出力ファイル名、実験実施日時、被験者名、試行回数（何回目のポイント実験か）、コメント（もし何かコメントがあれば出力する）、1試行での繰り返し回数 rpt、後述のパラメータ L、r、k、thr を対話画面にて入力する（図 2. 3. 5 – 1 0 のように対話画面を作成）。これが完了すれば、実際の視線入力を実施する。

(b) 視線入力システムでは、次のようなパラメータが必要である（図 2. 3. 5 – 1 6 参照）。ターゲットの形状、位置、移動距離を設定するためのパラメータとして①から④を用いた。

①凝視点からターゲットの中心までの移動距離（直線） d

これを数水準設定できるようにする。例えば、 $d = 50\text{ pixel}, 100\text{ pixel}, 200\text{ pixel}$ の 3 水準を指定する。

②ターゲットの大きさ a × b

形状は $a \times b$ の正方形または長方形とし、これを数水準設定できるようにする。

③表示位置

ターゲットの表示位置を数水準設定できるようにする。例えば、凝視点を中心に考えて、右、右上、上、左上、左、左下、下、右下の 8箇所にターゲットを表示する。

④①から③までの実験条件の組み合わせを何回繰り返すかを決定するためのパラメータ rpt。ソフトウェアでは、繰り返し回数 1, 2, ..., rpt でそれぞれパラメータ①、②、③の組み合わせ（例えば、①、②、③）がそれぞれ 4、4、8 水準とすれば 128 条件）でターゲットをランダムに画面に提示していく。

視線入力システムをスムーズにより自然に動かすために必要となるパラメータとして、次のようなパラメータを使用することとした。また、眼球運動データに関しては、6 点の移動平均によって平滑化をはかった。

⑤パラメータ L

③のいずれかの表示位置にターゲットを表示する前に画面中心の凝視点を凝視する時間を指定するパラメータ。実際には $1/30\text{ s} \times L$ で凝視時間が決まる。

⑥パラメータ r

半径が $r\text{ pixel}$ の円内にあれば、カーソル（要するにカーソルの中心が視線データの x 座標と y 座標に相当）は動かさないようにするためのパラメータ

⑦パラメータ k

現段階では、マウスによるクリックの代わりとして、ターゲットに視線を移動した場合に視線データがターゲット内（もしくはターゲットの周囲）に k 回連続で存在する場合に、マウスクリックと同等の操作とみなして 1 回のポイント作業を終了させて、次のポイント作業に入らせる。

⑧アイマークの移動量の閾値を表すパラメータ thr カーソルの固視微動や位置ずれを表示するとマウスのような感覚でのスムーズな入力に支障をきたすため、固視微動や位置ずれ

の対策として、現段階では、ある値以下のアイマークの移動ではマウスカーソルを移動させず、カーソルを現在位置に留めて置くようとする。このためのパラメータが thr である。

(c) 全ての試行が終了すれば、上記の各パラメータごとに移動軌跡、ポインティング時間（凝視点がある一定の時間見させた後にターゲットが現れてこれをクリックし終わるまでの時間）、ポイントの成功・失敗を先ほどの対話画面で指定したファイルに出力する。例えば、次のようなファイル形式に出力し、Excel などの表計算ソフトでデータ処理ができるようにする。

ポイント時間と移動軌跡のデータは別のファイルに出力した。

ポイント時間：ヘッダー情報として以下の情報をファイルの先頭部分に出力する。

被験者名、実験実施日時、機構回数、パラメータ（4）から（8）の値、コメント

d （1）、サイズ（2）、表示位置（3）、繰り返し回数（4）、ポイント時間、ポイントの成功か失敗か（例えば0または1で示す）

このデータを全ての試行（(1) の水準数×(2) の水準数×(3) の水準数×rpt）で出力した。

移動軌跡データ：ヘッダー情報として以下の情報をファイルの先頭部分に出力する。

被験者名、実験実施日時、試行回数、パラメータ（4）から（8）の値、コメント

d （1）、サイズ（2）、表示位置（3）、繰り返し回数（4）、ターゲットが現れてからポイント終了までの移動軌跡数、移動軌跡データ（x、y 座標）

このデータを全ての試行（(1) の水準数×(2) の水準数×(3) の水準数×rpt）で出力する。

パラメータ k に基づくクリック点の決定とポイントの成功・失敗の判断に関する仕様は以下の通りである。仮想ターゲットを想定して、マウス操作でのクリック位置に相当する位置の座標を求める。この座標がターゲット内にあるかどうかを判断してポイントが成功か失敗かを判断する。このアルゴリズムを用いておけば、例えば上側にターゲットが表示されたにもかかわらず、下側をターゲットと勘違いしてみてしまった場合や右上を見てしまった場合をエラーとして記録できる。

1) 図2. 3. 5-17に示すように、スタートポイントである十字カーソルを中心とする半径 d_0 の円を想定する。 d_0 は十字カーソルの中心からターゲットまでの最短距離である。そして、アイマーク・データがこの円の周上または外部に達したときに、仮想ターゲットを想定する。ただし、これらのターゲットや円は仮想であるから表示する必要はない。ターゲットとほぼ同じ方向を見ている場合には、ターゲットと仮想ターゲットはほぼ一致する。

2) 仮想ターゲット内に k 回連続でアイマーク・データがあればクリックとみなす。このパラメータは、以前のものと同じ。このときの座標データを保持し、これがターゲット内にあるかどうかの判断を行う。ターゲット内にこの座標があればポイント成功と、それ以外の場合には失敗とみなす。

仮想ターゲットの作り方として2種類を考えたが、本研究では、方法2を用いることとした。

[方法1]

半径 d_0 の円を4つのエリアに分ける。各エリアごとに図2. 3. 5-18に示すようにし

て仮想ターゲットを決定する。ここで、X 軸または Y 軸の $\pm 5^\circ$ 以内のエリアに関しては、この点が辺 CD の中点になるように仮想ターゲットを決める。

[方法 2]

図 2. 3. 5-1 において、スタートポイント（十字の中心）と黒点を結ぶ線と辺 CD が垂直になるように仮想ターゲットを作る。黒点は、初めて半径 d_0 の円の外側または周上に出たときのアイマーク座標を表す。

視線が左上へ移動した場合

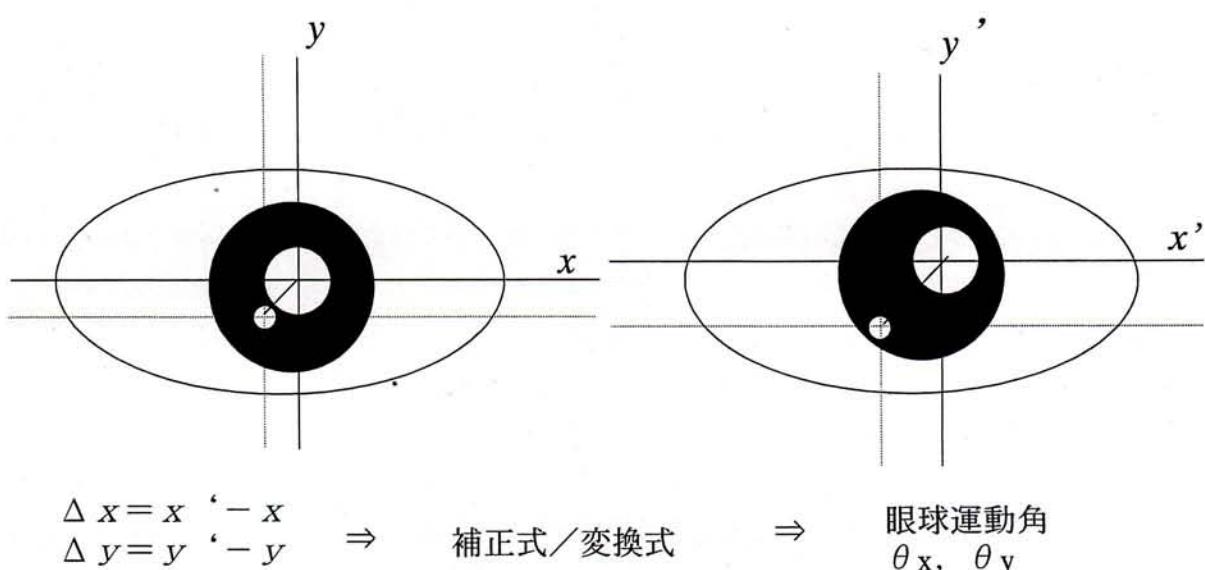


図 2. 3. 5-1 FreeView による眼球運動の計測原理

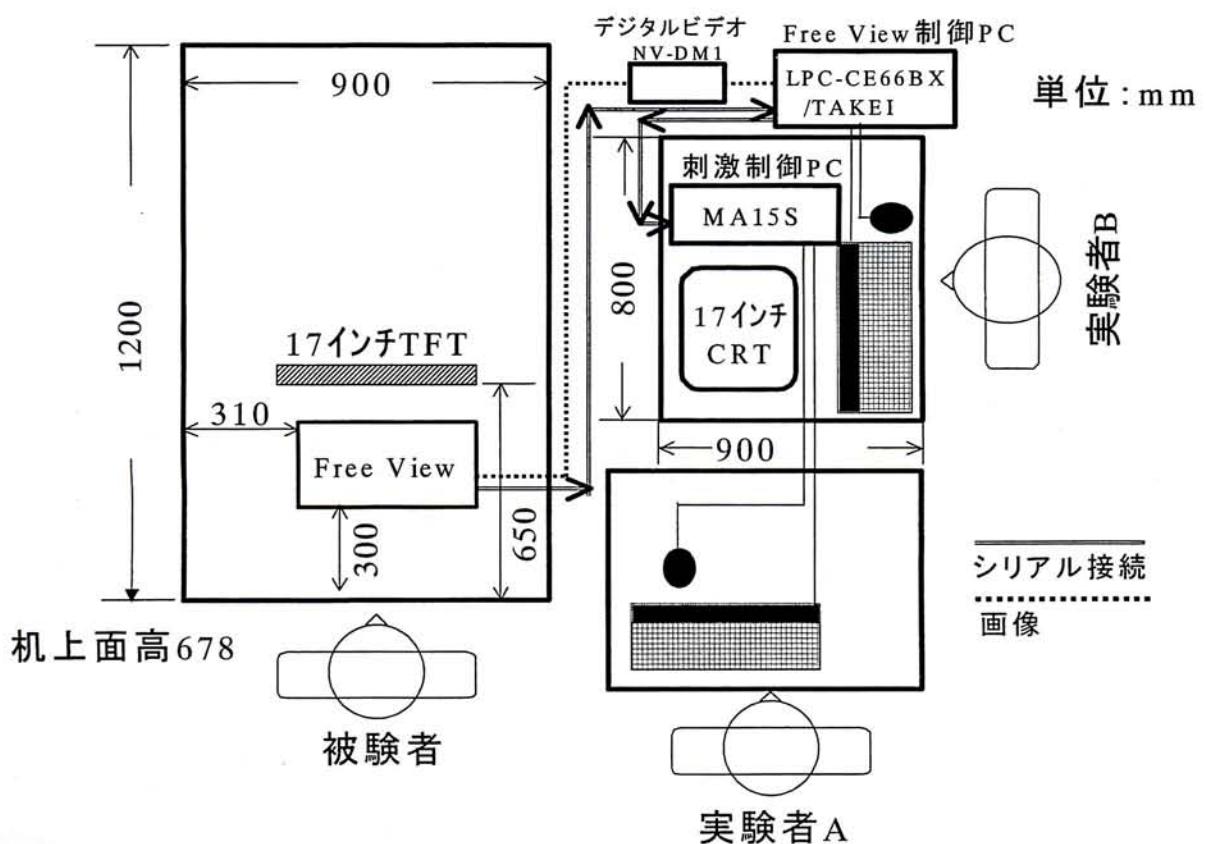


図2.3.5-2 実験配置図

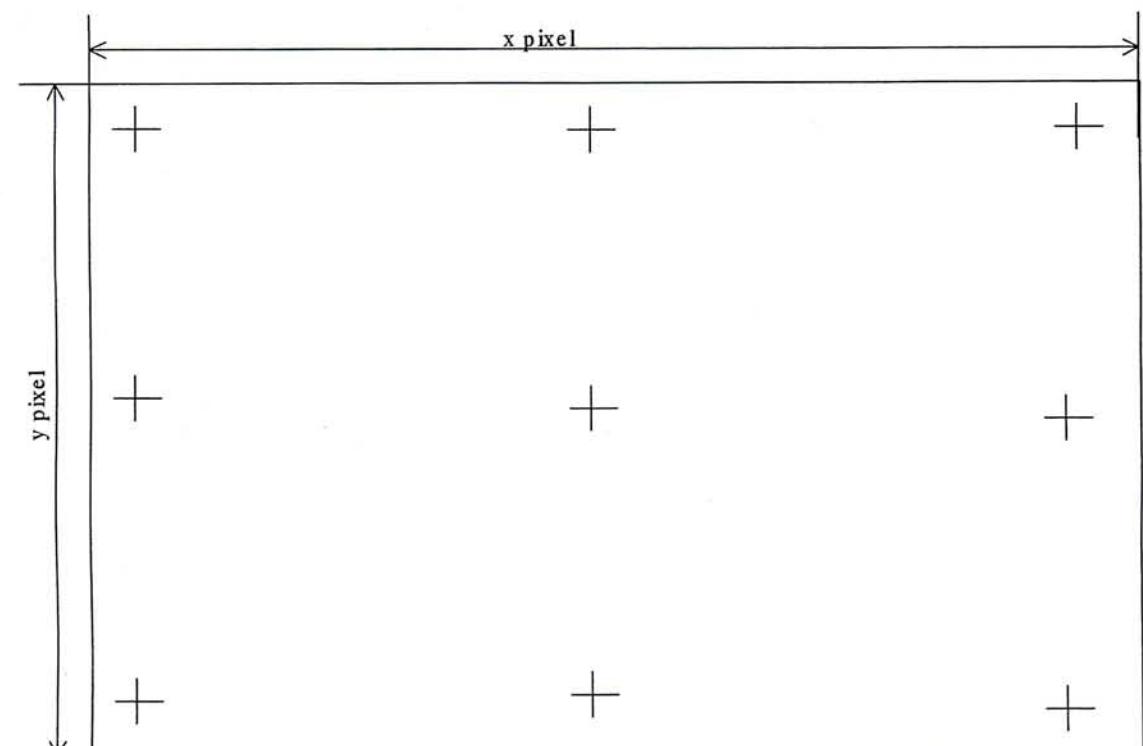


図2.3.5-3 キャリブレーション画面（視線入力用の画面と同じサイズ）
キャリブレーション点数は5または9点を採用

較正

設定

入力開始

終了

図2.3.5-4 視線入力システムのメインメニュー

設定

全体	ターゲット	較正点	シリアル通信
色設定	中心円	メニュー表示位置	
背景色	<input type="radio"/> 表示	<input type="radio"/> 左上	<input type="radio"/> 右上
ターゲット		<input type="radio"/> 左下	<input type="radio"/> 右下
中心円			
アイマーク			
較正点			
<input type="radio"/> 表示			
長さ			
幅			
選択	キャンセル	OK	

図2.3.5-5 パラメータ設定用のメニュー画面（全体）

設定

ポイントの判断基準

○仮想ターゲット法

仮想ターゲット表示

d0の倍率

移動平均の数

終了時間 ms

○注視時間法

注視データ数

○オーソドックス法

終了時間 ms

使用データ

マウス

ON：マウス位置

OFF：眼球データ

OK

図2.3.5-6 パラメータ設定用のメニュー画面（ポイントの判断基準とマウスマードのON/OFF）

設定

全体

較正

ターゲット

シリアル通信

較正点数

5点

9点

較正点サイズ

長さ

幅

較正点間距離

X方向

Y方向

較正画面プレビュー

選択

キャンセル

OK

図2.3.5-7 パラメータ設定用のメニュー画面（較正）

設定

全体	較正点	ターゲット	シリアル入力
移動距離		ターゲット	
<input type="text"/> <input type="text"/>		<input type="button" value="追加"/> <input type="button" value="削除"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>
表示位置			
<input type="checkbox"/> 右	<input type="checkbox"/> 上	<input type="checkbox"/> 左	<input type="checkbox"/> 下
<input type="checkbox"/> 右上	<input type="checkbox"/> 左上	<input type="checkbox"/> 右下	<input type="checkbox"/> 左下
<input type="button" value="選択"/>	<input type="button" value="キャンセル"/>	<input type="button" value="OK"/>	

図2. 3. 5-8 パラメータ設定用のメニュー画面（ターゲット）

設定

全体	較正	ターゲット	シリアル入力
<p>ポート番号 <input type="text"/> <input type="button" value="デフォルト"/></p> <p>ボーレート <input type="text"/></p> <p>データビット長 <input type="text"/></p> <p>パリティチェック <input type="text"/></p> <p>ストップビット長 <input type="text"/></p> <p>フロー制御 <input type="text"/></p>			
<input type="button" value="選択"/>	<input type="button" value="キャンセル"/>	<input type="button" value="OK"/>	

図2. 3. 5-9 パラメータ設定用のメニュー画面（シリアル入力）

被験者名	<input type="text"/>	実験実施日時	<input type="text"/>
出力ファイル名	<input type="text"/>	試行回数	<input type="text"/> 回目
各条件の繰り返し回数 (<i>rpt</i>)	<input type="text"/>	コメント	<input type="text"/>
パラメータL	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
パラメータr	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
パラメータk	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
パラメータ <i>thr</i>	<input type="text"/>	視線入力実験開始	

これ以外はすべてラベル
これはボタン

図2.3.5-10 視線入力開始前の条件設定のためのメニュー画面

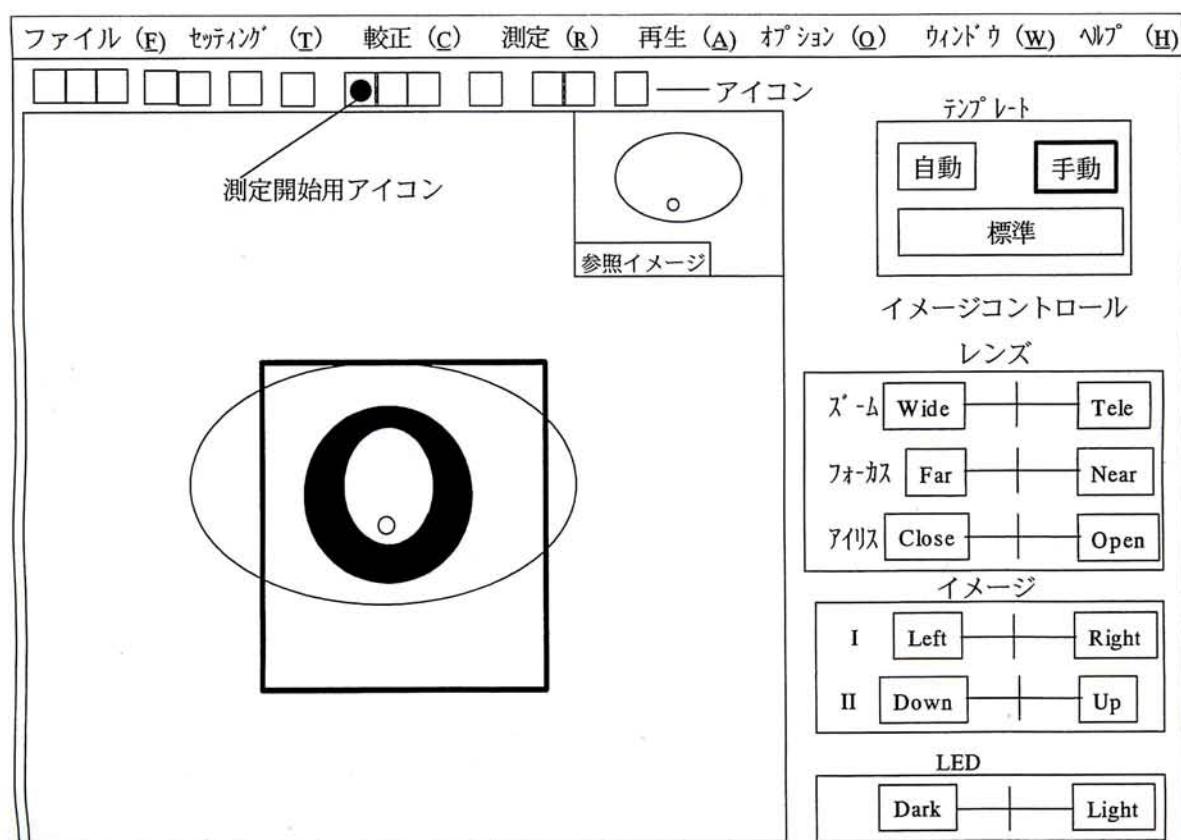
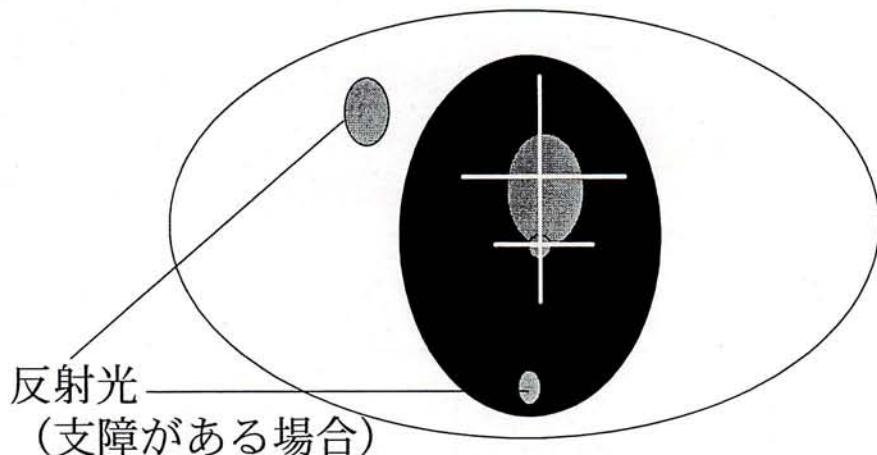


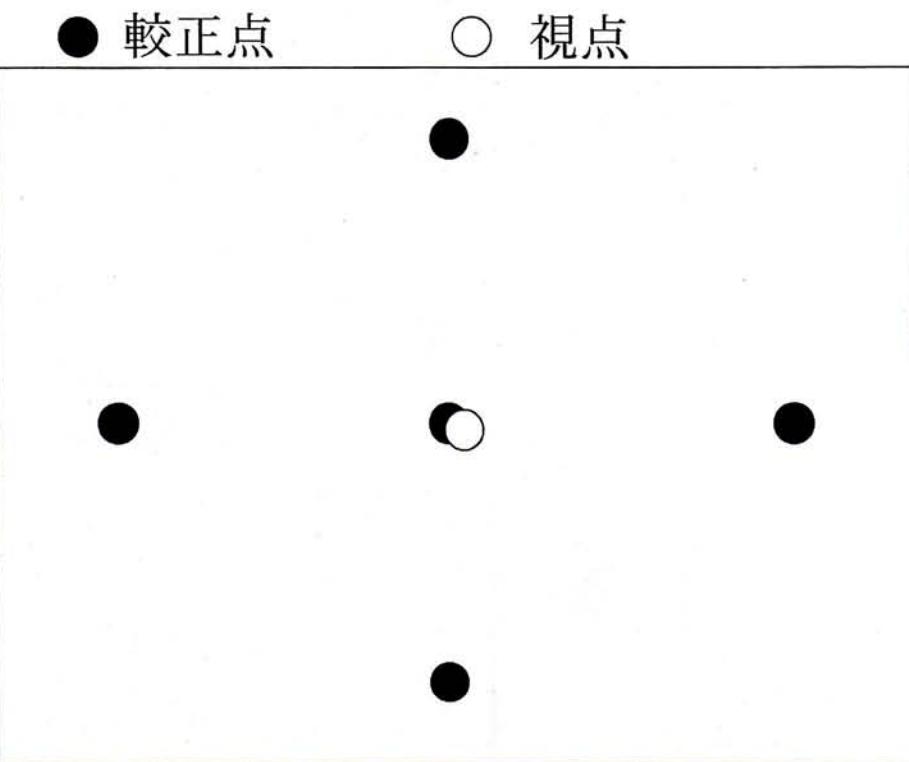
図2.3.5-11 FreeViewのセッティング画面



反射光は、黒目の直径の2倍程度瞳孔中心から離れている場合には、適切なキャリブレーションが可能である。

● 反射光 (支障がない場合)

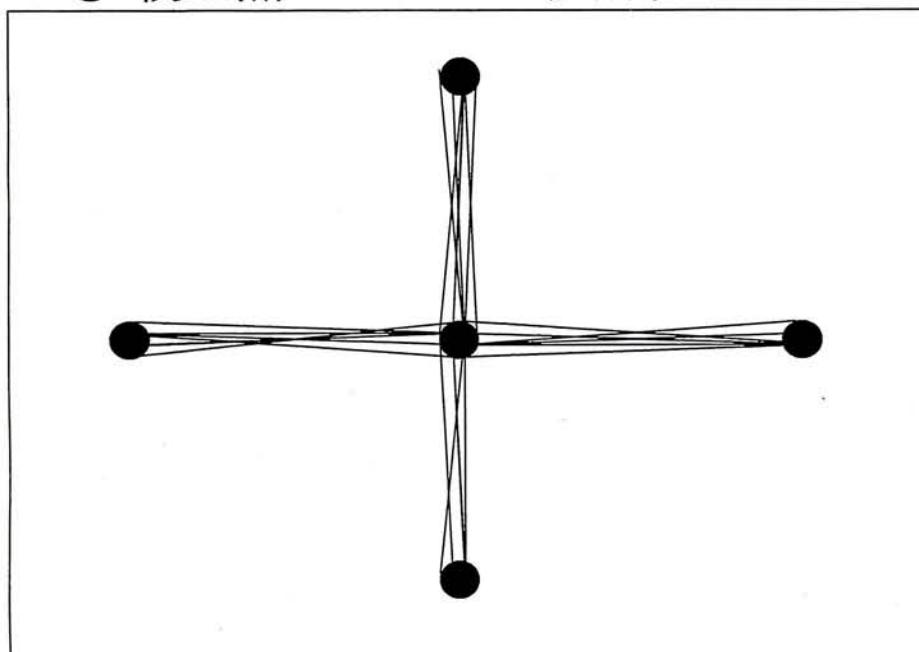
図2.3.5-12 瞳孔中心とプルキンエ像の中心に表示される十字 (適切なキャリブレーション)



被験者に各較正点を見るように指示して、較正点と視点が一致するか同かを確認する。

図2.3.5-13 視線が正しく表示されるかどうかの確認

● 較正点 —— 移動軌跡



視線の移動軌跡を表示させ、視線が正しく動いているかを確認。
視線入力実験中の移動軌跡も保存するようにした。

図2.3.5-14 視線入力開始前の測定モードでの視線が正しく表示されるかどうかの確認

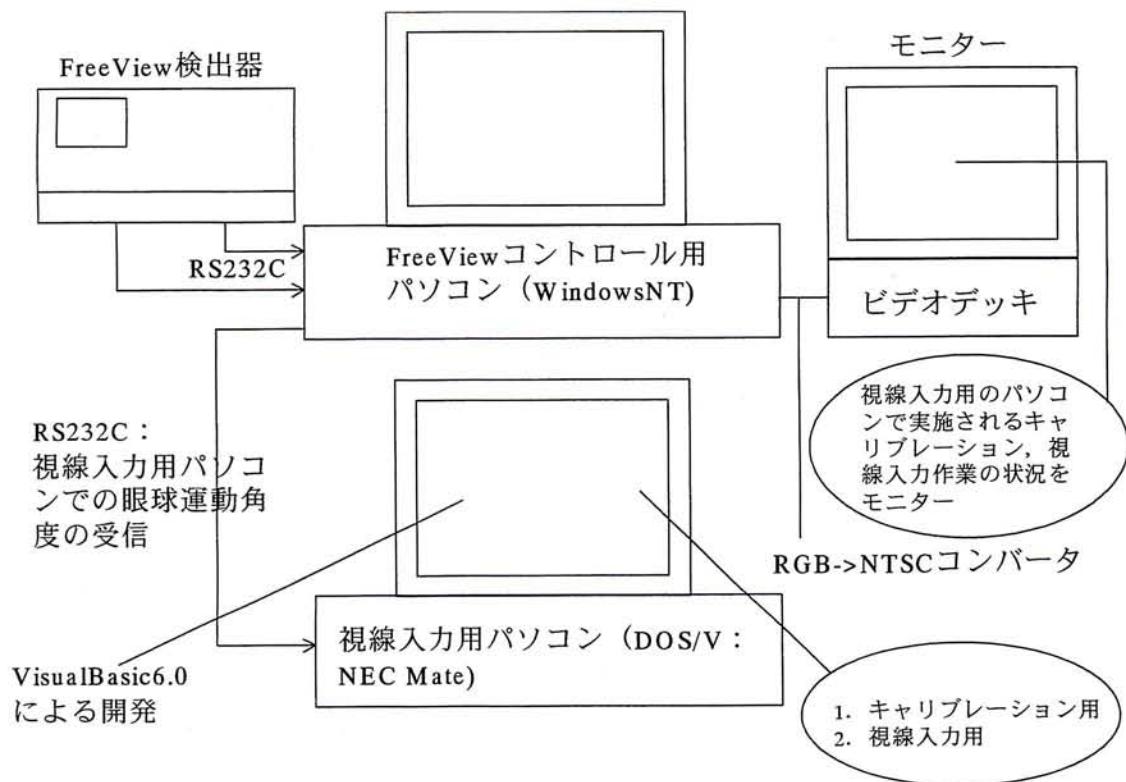
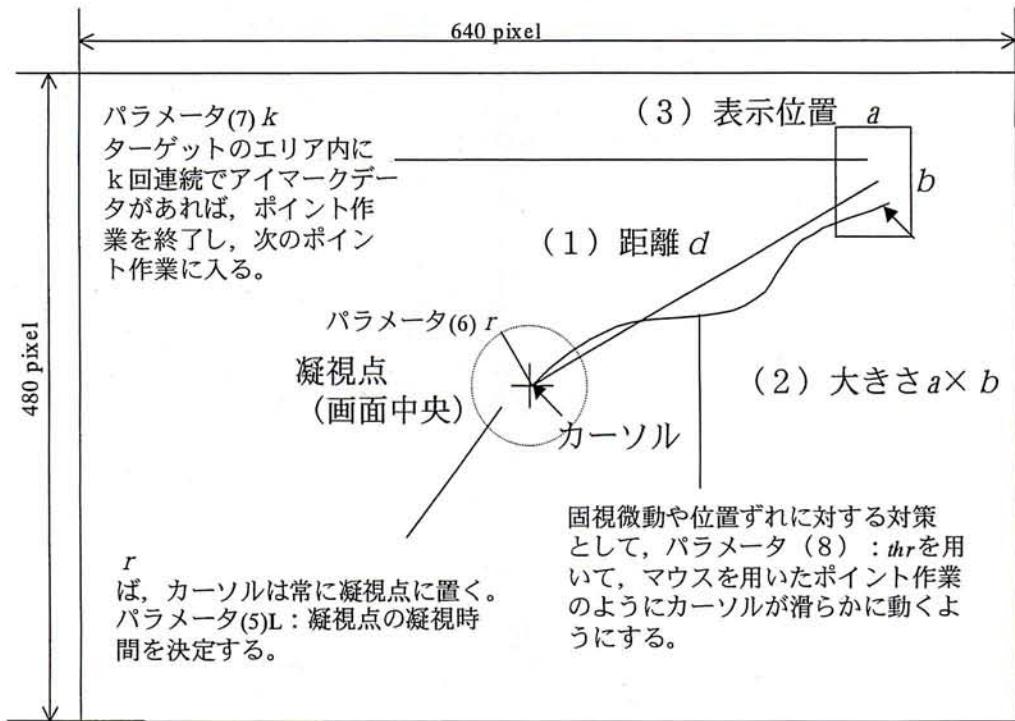
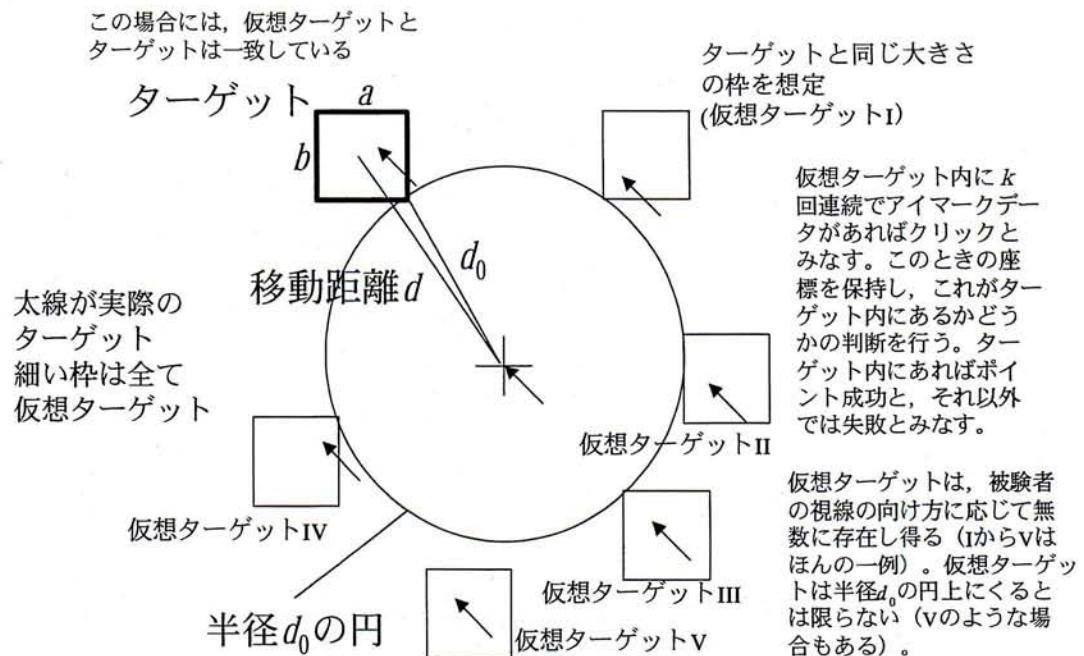


図2.3.5-15 視線入力システムの構成



上記のパラメータ(1), (2), (3)の組み合わせでパラメータ(4)で設定した回数だけポイント作業を実施する。

図2. 3. 5-16 視線入力画面 (キャリブレーション用の画面と同じサイズ)



d_0 は簡単に計算できるので、ポイントが半径 d_0 の円を超えた（外側に来た）場合（含む周上）にターゲットと同じ大きさの仮想ターゲットを想定する。

図2. 3. 5-17 パラメータ k に基づくポイント点の決定とポイントの成功・失敗の判断

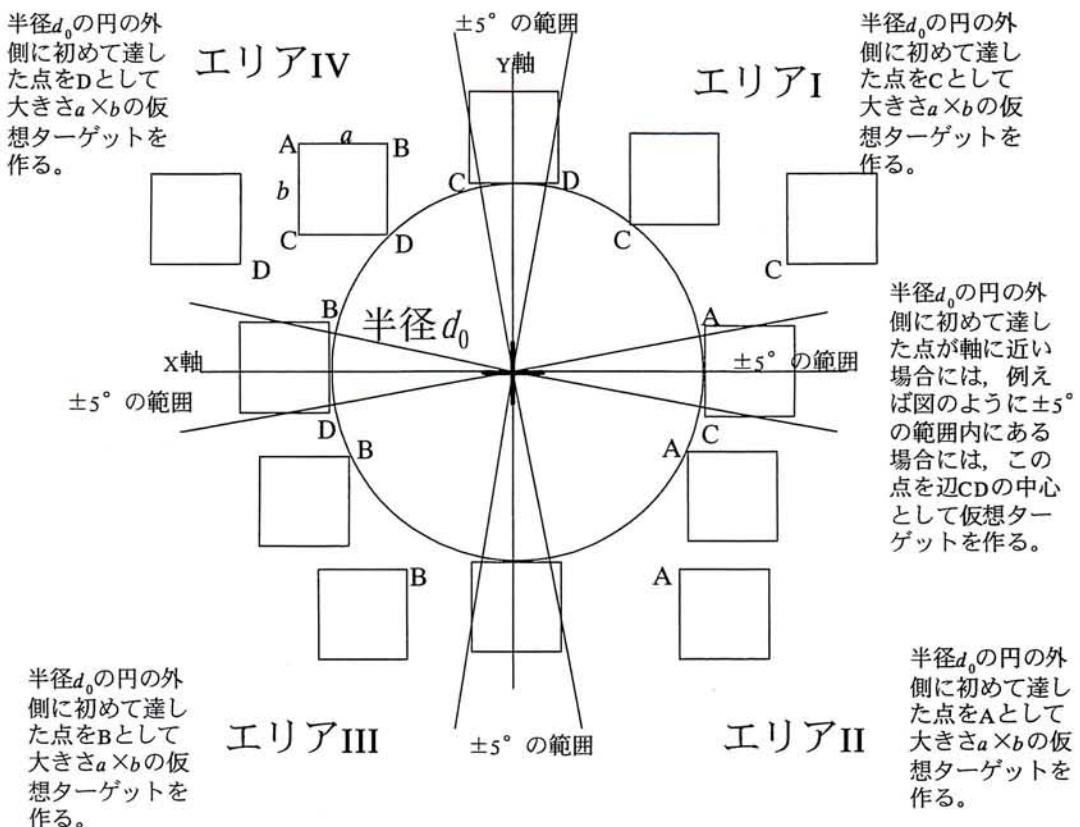


図 2. 3. 5-18 仮想ターゲットの作成方法 1

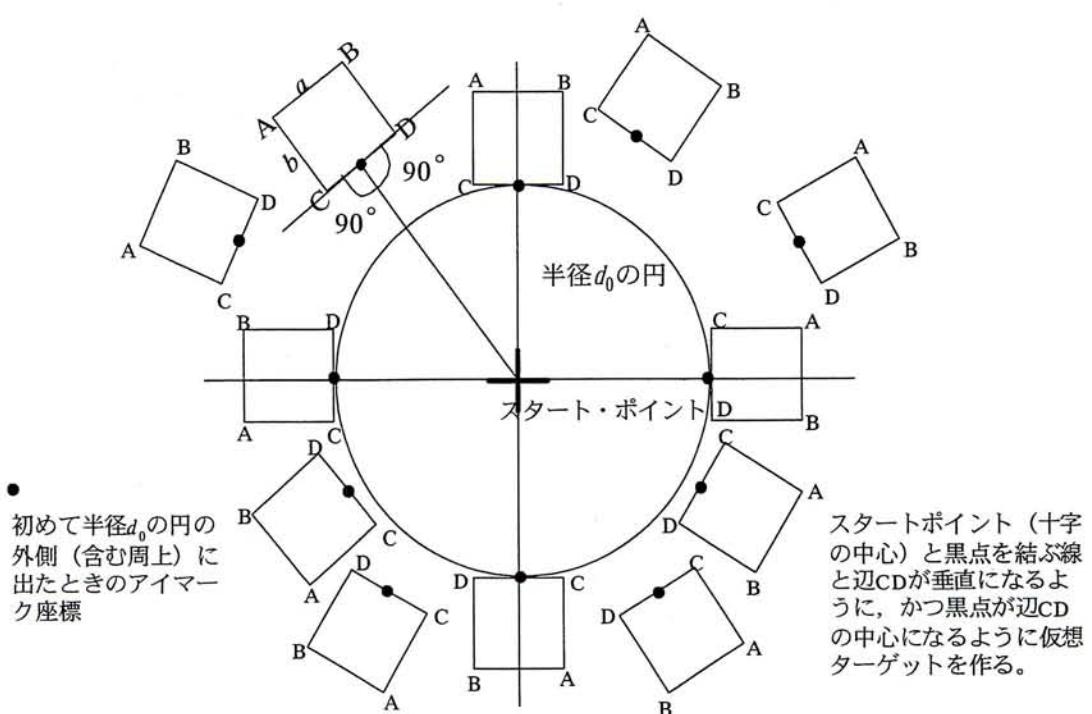
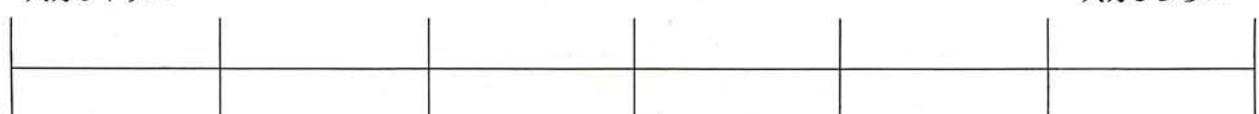


図 2. 3. 5-19 仮想ターゲットの作成方法 2

Q1 マウスと比較して、視線入力の入力しやすさはいかがでしたか。

非常に
入力しやすい

非常に
入力しづらい



Q2 マウスと比較して、視線入力の際、上半身への負担の大きさはいかがでしたか。

非常に
小さい

非常に
大きい



Q3 マウスと比較して、視線入力のほうが早く入力できると感じましたか。

非常に
早く入力できる

非常に
時間がかかる



その他何かコメントがあれば、お書き下さい

A large empty rectangular box with a black border, intended for respondents to write any additional comments or feedback.

図2. 3. 5-20 実験で用いたアンケート用紙

3. 5. 5 実験および解析結果

実験は、以下の手順に従って実施した。被験者は、表2. 3. 5-1に示す通りである。

(1) 実験者入室後、疲労自覚症状調べ（作業前）を実施した。あわせて、被験者のコンピュータ使用経験を調査した。

(2) コントロール実験（マウス）

視線入力実験に入る前に、被験者の練習（最大5分程度）後にマウスを用いたポインティング実験を視線入力と同様のポイント条件で実施した。72種類のポイント条件を被験者にランダムに実行させた。これを5試行繰り返した。各試行間には、被験者の要求に応じて適宜休憩を入れた。実験プログラムで、ポイント時間、ポイントの成功・失敗、各試行におけるポイント終了（マウスの左クリック）までの移動軌跡を記録した。

(3) 視線入力用キャリブレーション

キャリブレーションの手順は以下の通りである。コントロール実験終了から1分程度の休憩の後に、キャリブレーションを実施した。まつ毛が瞳孔にかかっている被験者は、ビューラーを用いて、まつ毛を上に上げておくようにした。眼鏡、コンタクト等の影響で、キャリブレーションに時間を要する場合が十分に想定される。眼鏡、コンタクト等の影響でキャリブレーションができない場合には、まず照明条件を暗くして対応した。これでも十分にキャリブレーションができない場合には、これらを外してもらってキャリブレーションを実施し、実験中も裸眼のまま測定を行った。眼鏡、コンタクト等を外してもらった場合には、このことをメモしておくようにした。十分に時間をかけてキャリブレーションを実施したにもかかわらず、キャリブレーションが不能な場合には、その被験者の瞳孔画像を録画し、実験不能として、実験を中止した。

(4) 視線入力実験

マウスと同じ条件を5回繰り返した。実験の間には、被験者の要求に応じて適宜休憩を入れた。正しくポイントしているにもかかわらず、ポイントが終了しないなど、データがおかしくなるようであれば、キャリブレーションを再度実施した上で、ポイント実験をコントロール実験と同様に、ポイント時間、ポイントの成功・失敗、各試行におけるポイント終了（マウスの左クリック）までの移動軌跡を記録した。

(5) 実験終了後のアンケート

疲労自覚症状調べと視線入力の使いやすさに関するアンケート（図2. 3. 5-20参照）を実施した。実験中の内省等があれば、アンケート用紙に記入してもらった。

以下で実験結果について述べ、簡単に考察を加える。マウス入力と視線入力に対する年齢群ごとのパフォーマンス・モデル（困難度とポインティング時間の関係）をそれぞれ図2. 3. 5-21と図2. 3. 5-22に示す（マウスの場合、高齢者群：n=15、中高年者群：n=12、若年者群：n=17。視線の場合、高齢者群：n=13、中高年者群：n=12、若年者群：n=16）。図2. 3. 5-21に示されているようにマウスに関しては、若年者群、中高年者群、高年者群でパフォーマンス・モデルに明確な差が認められ、年齢の増加とともに回帰式（モデル）の切片が増加した。また、回帰式の傾きも高年者群が他の群に比べて大きくなる傾向が認められた。一方、視線入力に関しては、図2. 3. 5-22に示されているように、3つの年齢群間でパフォーマンス・モデルにほとんど差が認められなかった。このことは、図2. 3. 5-24と図2. 3. 5-25の

移動軌跡の分析結果からも裏付けられる。マウスのほうが視線入力よりも、年齢群間の移動軌跡の差が大きく、この結果が図2.3.5-21のパフォーマンス・モデルにも顕著に表れている。一方、視線入力においては、マウスに比べて、年齢群間の移動軌跡の差が小さく、この結果が、図2.3.5-22のパフォーマンス・モデルにおいても反映されている。図2.3.5-22や図2.3.5-25において、わずかではあるが年齢群間の違いが観察された原因としては、図2.3.5-26と図2.3.5-27に基づいて説明できる。図2.3.5-26は若年者群の移動軌跡が安定している被験者の例である。図2.3.5-27は、高齢者群で移動軌跡がいくぶん不安定な被験者の例である。高齢者でも、図2.3.5-25のように移動軌跡が安定している場合も観察された。また、若年者の場合にも図2.3.5-27のように移動軌跡が不安定なケースも認められた。ただし、全体的には、高齢者のほうが、移動軌跡が不安定になるケースは多く観察された。また、図2.3.5-28に示すように、視線入力に関しては、年齢群ごとにアプローチ角度と移動軌跡の関係が大きく異なるという特徴的な傾向が観察された。これには、個人の視習慣などの影響も含まれており、その原因を本研究の範囲から明らかにすることは不可能である。マウスのように（図2.3.5-29参照）アプローチ角度と移動軌跡の間に年齢に関わりなく一定のパターンが観察されなかったという結果は、視線入力の場合には、年齢群ごとにアプローチ角度の影響が異なるため、視線入力の開発では、年齢群間のこういったパターンの違いを考慮した設計が重要になることを示唆している。視線入力とマウスの操作性における大きな違いとして、この結果は、本研究から明らかになった重要な設計上の留意事項である。

入力しやすさ、上半身への負担、入力の速さに関するアンケート調査の結果、大まかに以下のような結果が得られた（図2.3.5-23参照）。マウス入力に慣れている若年者に関しては、視線入力のほうが入力速度が速いことは認めるものの、入力の速さに関する主観的評価は低かった。また、入力のしやすさに関する評価は低いという結果が得られた。上半身への負担に関しては、3つの年齢群で大差はなかった。若年者群に属するの被験者のコメントとして、マウスで十分であるから視線入力は使いたくないというものが見かけられた（特に、キャリブレーションに時間を要した被験者にとっては、こういった評価が多かった）。視線入力では、アイカメラのキャリブレーションに時間がかかることや、作業時にあご台で首が動かないように固定されることがこの原因であると考えられるため、アイカメラの今後の改良が望まれる。また、パソコン操作に慣れている高齢者や中高年に関しても、同様な評価がなされた。一方、パソコン操作に習熟しておらず、キー操作やマウス操作がほとんどできない中高年者群、高年者群の被験者に関しては（計10名）、視線入力の入力のしやすさの評価が非常に高く、こういったシステムがあれば非常にありがたいというコメントが多かった。

以上の結果をまとめると、現状のアイカメラでは、キャリブレーションに時間を使い、作業時に首をあご台で固定するため、パソコンに習熟している被験者にとっては、入力の高速化が実現できるにもかかわらず、あまり評価は高くなかった。一方、キーボードやマウスの操作がほとんどできない高齢者や中高年にとっては、入力速度が半分以下になるため、高い評価が得られた。本研究により、視線入力は、上半身に障害があり、キーボードやマウスによる入力ができない人やコンピュータの操作ができない高齢者にとって有用であるという結論が得られた。ただし、視線入力は、マウスと異なり、アプローチ角度の影響が、年齢群ごとに異なるため、設計に際して

は、この結果を考慮していかねばならない。すなわち、年齢群ごとに、アプローチ角度と移動軌跡長の関係がことなり、年齢群ごとに動かしやすい方向とそうではない方向が存在するならば、これを考慮して、年齢群ごとに動かしやすい方向に重きを置いたポインティング・システムを構築・開発していく必要があるだろう。

表2. 3. 5-1 本研究の被験者の内訳

	男性	女性
若年者群	27.56 歳 ± 5.05 9 人	25.60 歳 ± 4.83 7 人
中高年者群	58.86 歳 ± 0.90 7 人	55.17 歳 ± 2.64 6 人
高齢者群	68.44 歳 ± 1.81 9 人	69.86 歳 ± 3.48 7 人

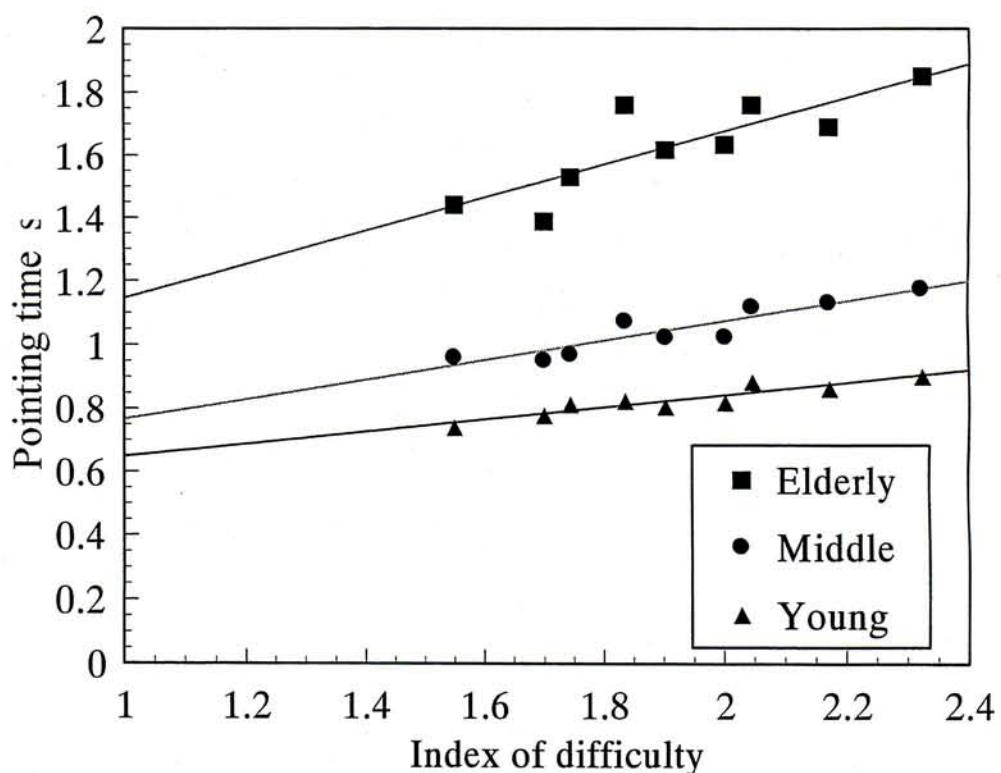


図2. 3. 5-21 コントロール条件（マウス入力）に対する年齢群でのパフォーマンス・モデル

図2.3.5-22 視線入力に対する年齢群でのパフォーマンス・モデルの比較

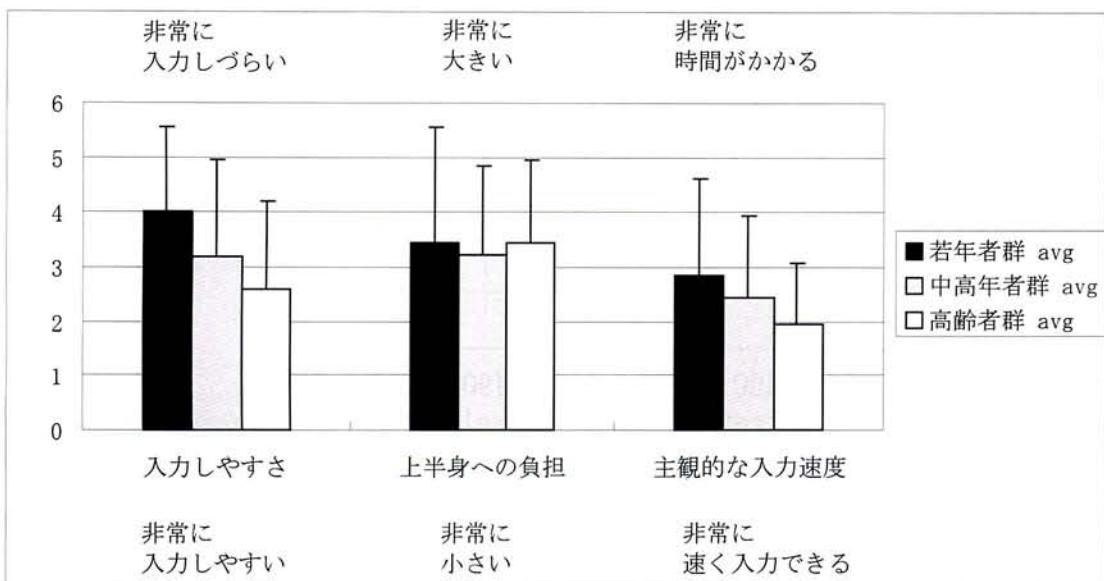


図2.3.5-23 視線入力のしやすさ、上半身への負担、
入力速度に関する主観的な評価結果
(3つの年齢群での比較)

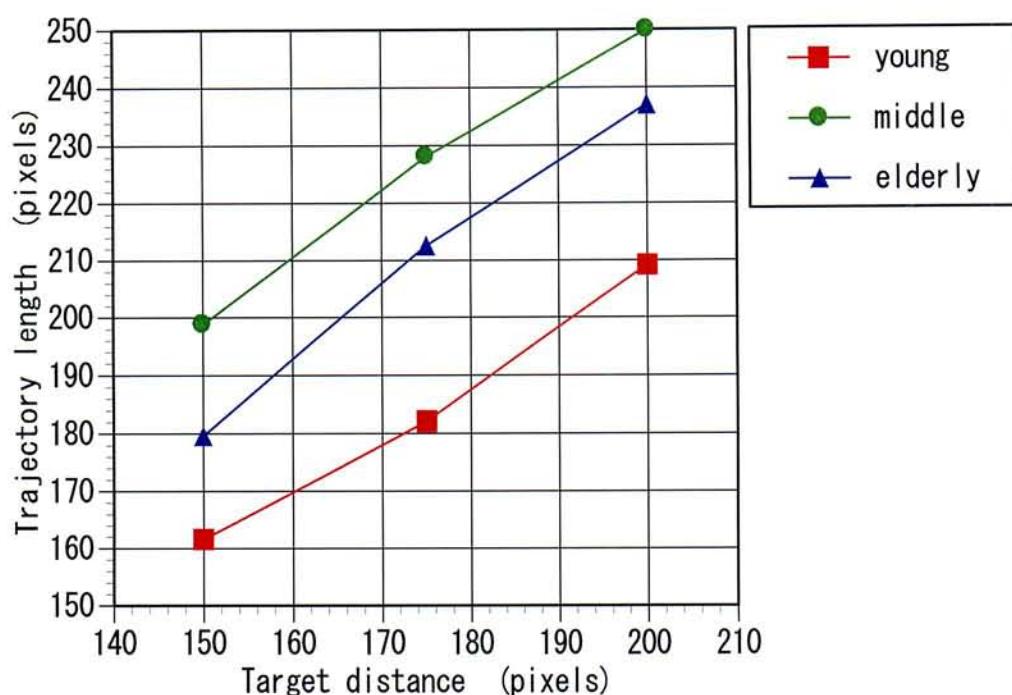


図2. 3. 5-24 ターゲットまでの距離に対する移動軌跡長

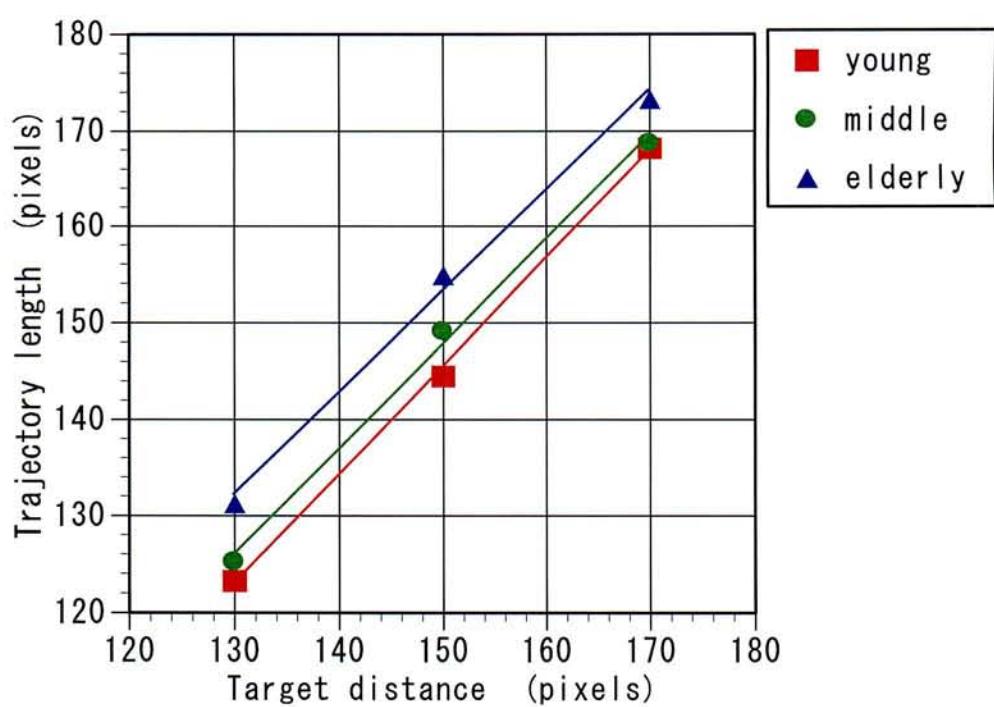


図2. 3. 5-25 ターゲットまでの距離に対する移動軌跡長

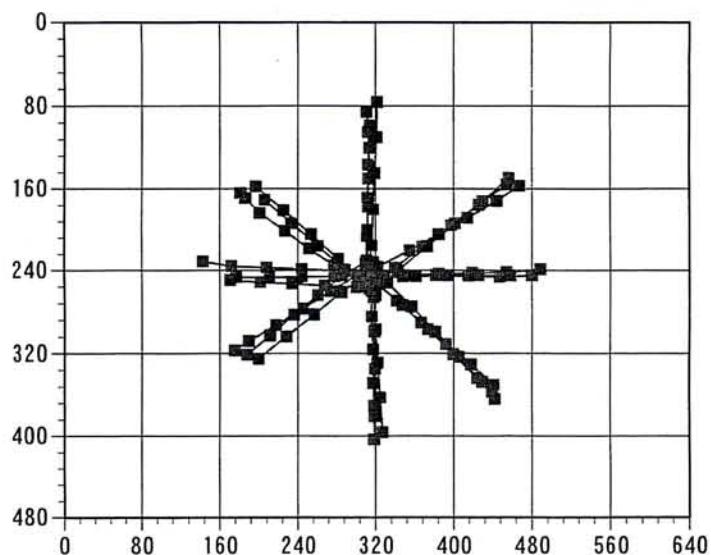


図2. 3. 5-26 移動軌跡が安定している被験者の例（若年者）

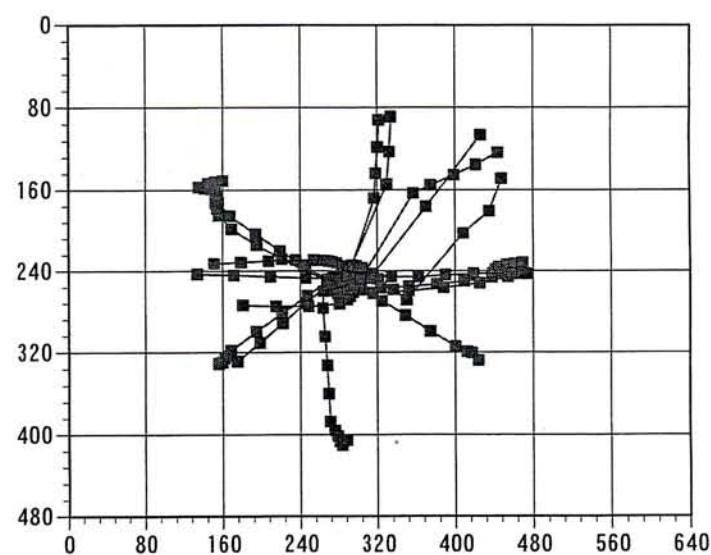


図2. 3. 5-27 移動軌跡にばらつきのある被験者の例（高齢者）

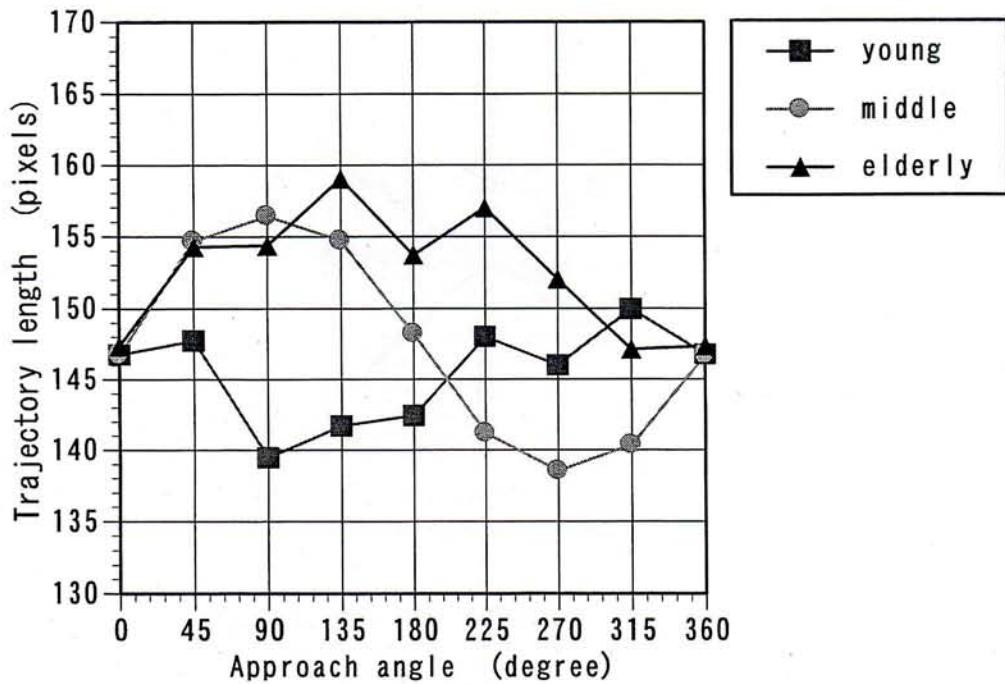


図2.3.5-28 各実験要因に対する移動軌跡長（視線入力）

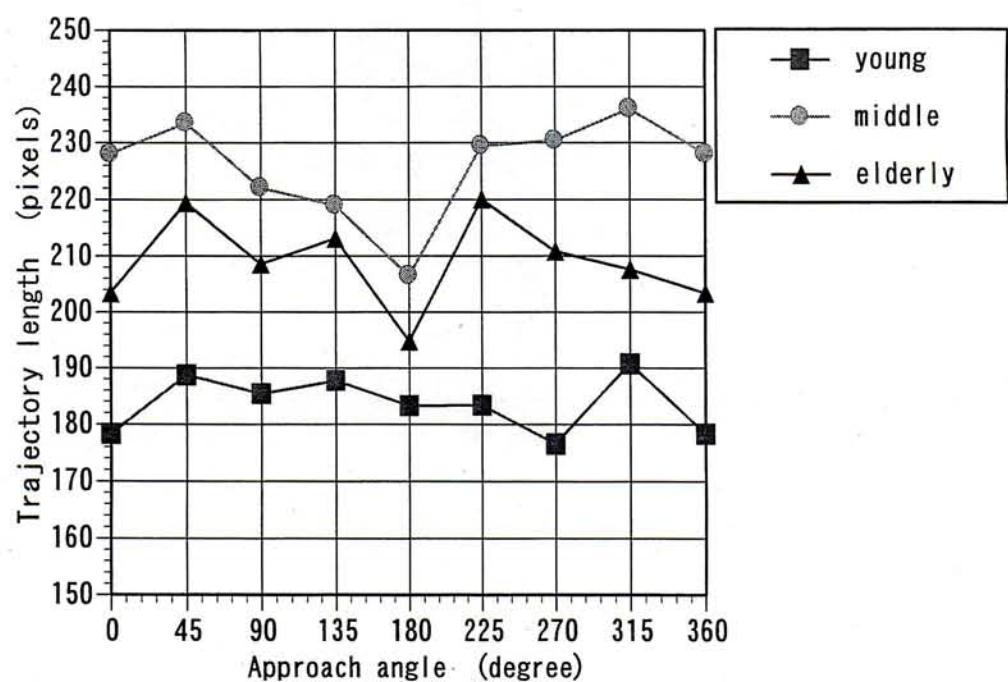


図2.3.5-29 各実験要因に対する移動軌跡長（コントロール条件：マウス）

第3部 認知・知覚・運動適合性に関する計測及び指標化手法の確立

第1章 操作適合性（キー入力）

1. 1 現状と問題点

現在、世の中のIT機器には必ずといってよいほどキーが使用されている。ところがそのキーの形状や配置、さらに動作特性に関してはデザイナーの試行錯誤で決められているのが現状である。では、どのような特性がキー形状と関連があるのだろうか。それについては、指先の力、指先の感覚、指先の安定性（震えの有無）は高齢者と中高年、若年層では相違があり、各種機器の操作特性に影響を与えると推測した。

1. 2 計測（開発）目的

本実験では各被験者につき、上述の属性を測定し、各種形状、配列のスイッチ操作を実施し、そのデータを収録、解析し、高齢者に適したキーの形状や配置及び動作特性の開発の指標とすることを目指した。

1. 3 計測内容

1. 3. 1 基本属性測定

指先の太さ、指先の力、指先の感覚、指先の安定性、指先を使った機器操作の基本的な巧緻性を計測した。

1. 3. 2 操作性

操作性として、誤操作率、反応時間を計測した。

1. 4 計測装置仕様

1. 4. 1 基本属性

基本属性として下記の指先の力、指先の感覚、指先の安定度及び巧緻性を計測した。

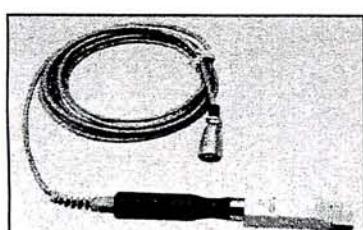


図3. 1-1

①指先の力（ピンチ力）

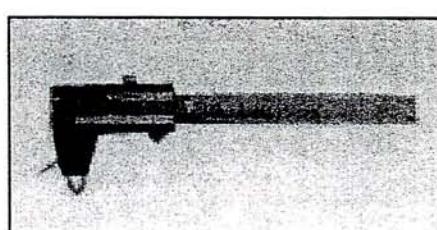


図3. 1-2

②指先の感覚（スピアマン式触覚計）

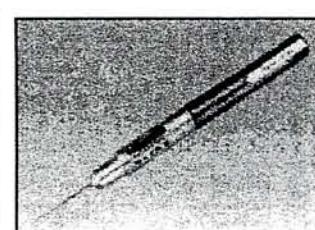


図3. 1-3

（痛覚計）

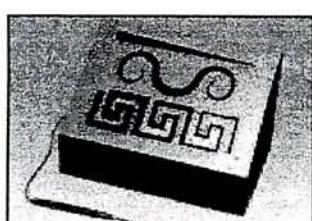


図3. 1-4

③指先の安定度（フェッフル式安定度検査器）

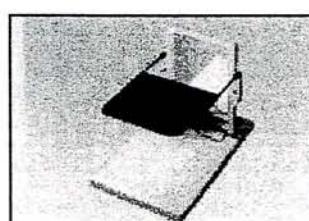


図3. 1-5

④巧緻性（鏡映描寫器）

1. 4. 2 操作性

(1) キーの動作特性

キーの動作特性（ストロークと押下圧の関係）を計測する装置で、自動的に（一定速度で）計測する装置を図3. 1-6に人の指が押した状態を計測する装置を図3. 1-7に示した。

(2) キー形状・配置評価装置（9キー）

図3. 1-8にキー形状・配置（キーピッチとキーサイズ）の操作性に与える影響を計測する装置を示した。

(3) キー間隔評価装置（3キー）

図3. 1-9にキー間隔が操作性に与える影響を計測する装置を示した。

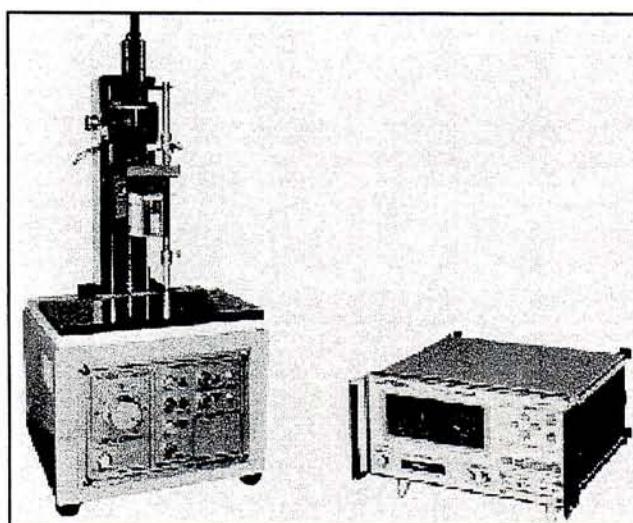


図3. 1-6 動作特性自動計測器

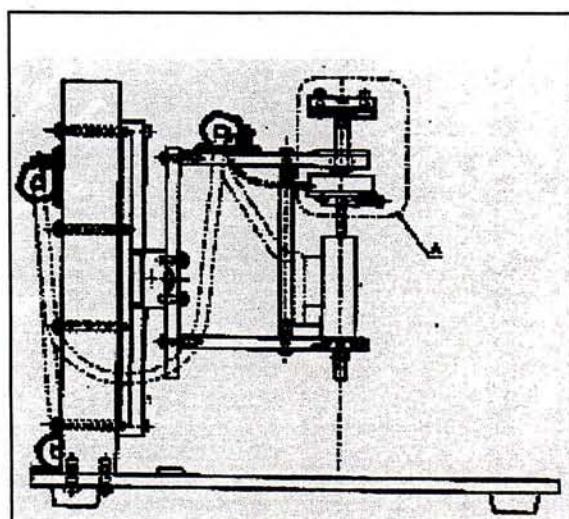


図3. 1-7 動作特性手動計測器

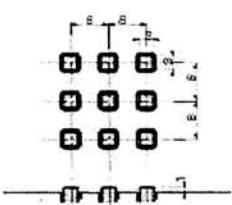
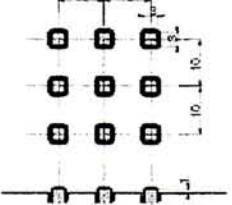
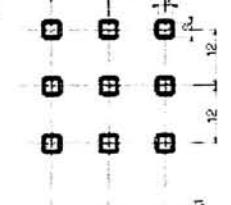
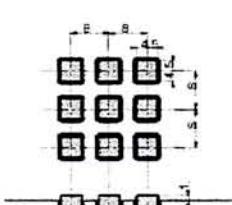
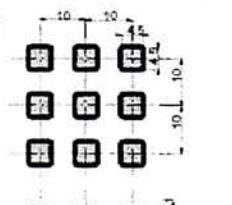
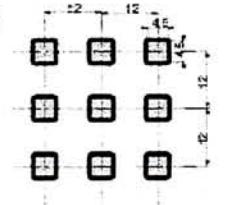
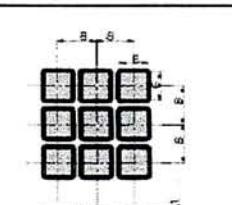
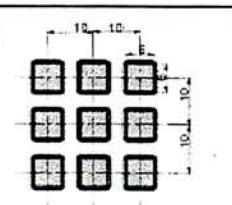
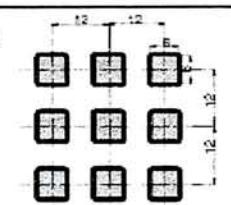
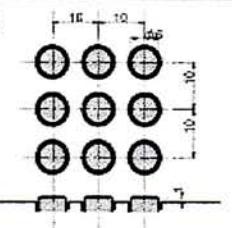
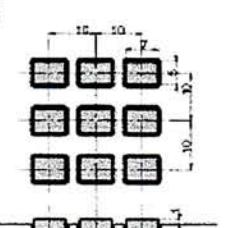
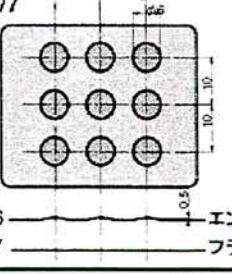
スイッチの大きさと種類	ピッチ		
	8×8mm	10×10mm	12×12mm
□3mm タクトスイッチ	A-1 	B-1 	C-1 
□4.5mm タクトスイッチ	A-2 	B-2 	C-2 
□6mm タクトスイッチ	A-3 	B-3 	C-3 
Φ6mm タクトスイッチ		B-4 	
5×7mm タクトスイッチ		B-5 	
Φ6mm メンブレン(シートキー)スイッチ		B-6/7 	

図3. 1-8 キー形状、配置評価装置（9キー）一覧

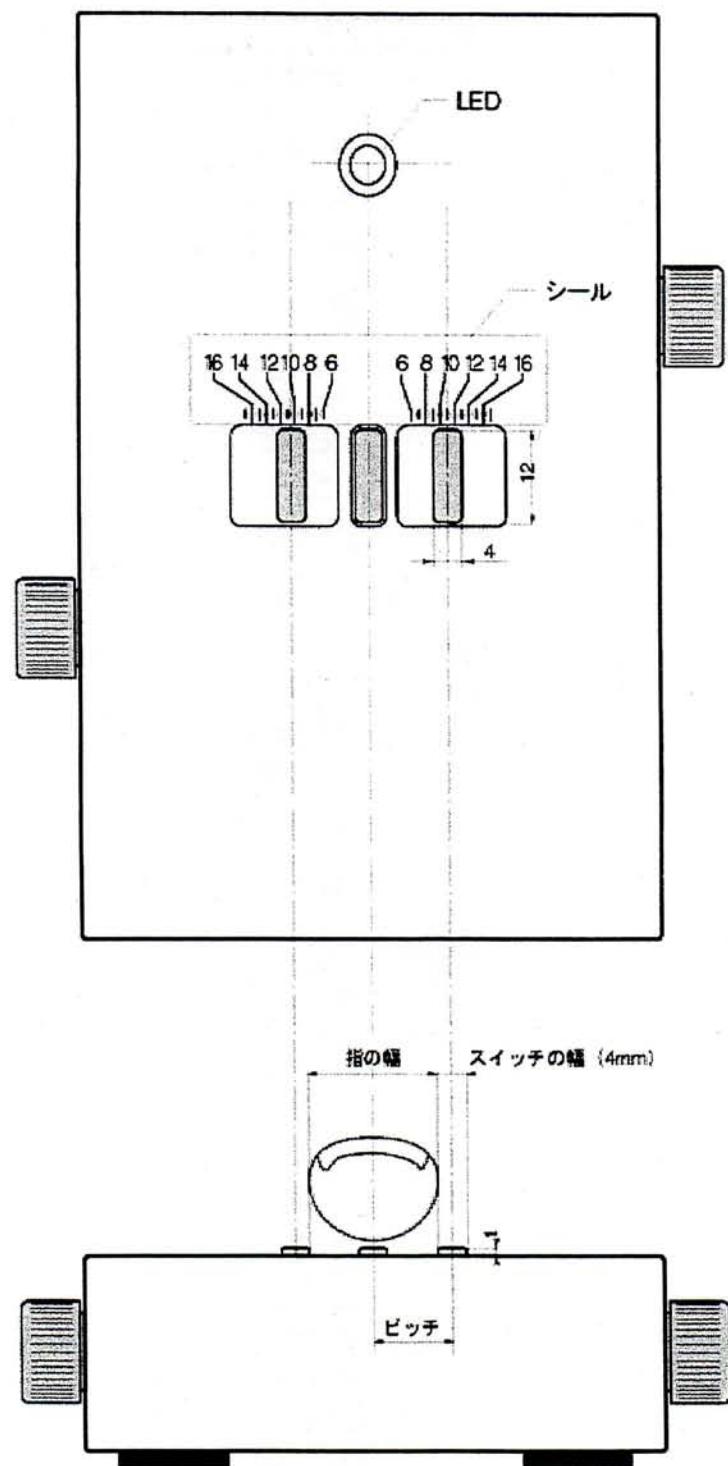


図3. 1-9 キー間隔評価装置（3キー）

1. 5 実験方法と計測手順

1. 5. 1 基本属性測定

(1) 概要

指先の太さ、指先の力、指先の感覚、指先の安定性、指先を使った機器操作の基本的な巧緻性を各被験者につき以下の方法で測定した。

(2) 方法

1) 指先の大きさ

利き手人差し指第1遠位より先の指腹にスタンプインキをつけ、機器のボタンを押す程度の圧力で、方眼紙に押しつけ、指紋の縦・横の寸法を測定・記録した。

2) 指先の感覚

①痛覚 利き手人差し指腹のスタンプインキのついている部位の数カ所を痛覚計の針で刺激し痛みを感じた部位と圧力 (g/cm^2) を記録した。

②触覚 利き手人差し指腹に触覚計を当て、2点に触覚を感じた時の最小目盛を記録した。

3) 指先の安定度

①概要 フェップル式安定度検査器により、手腕、指の動搖度を測定した。

②方法 図3. 1-4の各試験孔の左からスタートして右端に到達するまでの時間と接触回数を下記の3タイプの溝に関して計測、記録した。

1回目 横

2回目 カーブ

3回目 クランク

4) 指先の力

①概要 ピンチ力測定器により、指先の物をつまむ力を測定した。

②方法 労研式ピンチ力測定器により親指と人指し指、中指、薬指、小指の物をつまむ力を測定した。

5) 巧緻性など

①概要 鏡映描写器による手指動作の巧緻性及びその学習能力を測定した。また平成9年度に行われた「作業域・巧緻性を含む操作関連動作についての実験計測」で使用したダイヤル、スライドバー、押しボタンによる高さ合わせ装置による巧緻性の計測を行った。

②方法

・鏡映描写器実験 鏡に映る星形を時計回り1回、逆時計回り1回なぞらせ、スタートからゴールまでの時間および逸脱回数を計測した。

・高さ合わせ実験 5つの高さ目標に対して、ダイヤル、スライドバー、押しボタンを操作して、バーを合わせるまでの時間と経過を計測した。

1. 5. 2 操作性測定

(1) キー形状・配置評価(9キー)実験

1) 概要

12種類の押しボタンにつき、形状、サイズ、ピッチと押し易さ、誤操作の関係を探った。

2) 方法

A-1からC-6まで12種のスイッチボードにつき、それぞれランダムに点灯するLEDの指示によって、スイッチを押し、反応時間・誤答率を測定した。

① 1回目

押下制限時間：500 msec 判定有効時間：500 msec スリープ時間：500 msec

② 2回目

押下制限時間：700 msec 判定有効時間：700 msec スリープ時間：500 msec

*いづれも1クール10回、回数3クール

(2) キー間隔評価(3キー)実験

1) 概要

ピッチ可変型キーボードを押し、ピッチと誤操作率の関係を探った。

2) 方法

1回目 ピッチ6.5 mmで縦置き、横置き各1クール10回押し、反応時間、誤操作率を測定。

2回目 ピッチ6 mmで縦置き、横置き各1クール10回押し、反応時間、誤操作率を測定。

(3) 動作特性手動評価実験

1) 概要

機械で一定の圧力、スピードでスイッチを操作する場合と人間が任意に操作する場合ではどんな違いが出るのか？押し圧とストロークの関係を探った。

2) 方法

独自に制作した手動型押しボタン圧測定器を使って、各種スイッチをおし、押し圧とストロークをデータとして収録し、高齢者と若年者の違い、同じスイッチを機械で押した場合の違いを検証した。

1. 6 実験及び解析結果

1. 6. 1 キーの動作特性

(1) 自動計測による動作特性のグラフ化(キー1～5)

タクト、プッシュ、メンブレンという異なる形式のキーの動作特性を自動評価装置で計測した結果を図3. 1-10に示した。キーNO1とのNO3がタクトスイッチ、NO2とNO5がメンブレンスイッチで、NO4がプッシュスイッチであった。予想通りタクトスイッチには典型的なクリック特性が観察された。ただし、2種類のタクトスイッチの間には微妙な違いがあって、NO1の方がクリック特性が明確で、押下圧が高く、行きと帰りのヒステリシスも大きい。一方メンブレンは当然ながらストロークが小さい各々0.32 mm、0.11 mmと小さい。ただし、NO2はわずかながらクリックに似た特性を示している。プッシュスイッチは両者の中間のとくせいを持っている。

(2) 人が好む動作特性

この5つのキーを人が押した時の操作感を評価した結果が図3. 1-11である。結果はタクトスイッチが上位一位、二位を占めている。それに続いてプッシュスイッチが、そしてメンブレンはどちらも評価が低かった。表3. 1-1と表3. 1-2及び表3. 1-3に各々キーの1, 3, 4を選んだ理由をまとめた。タクトの良さはやはりある程度のストロークとクリック感が

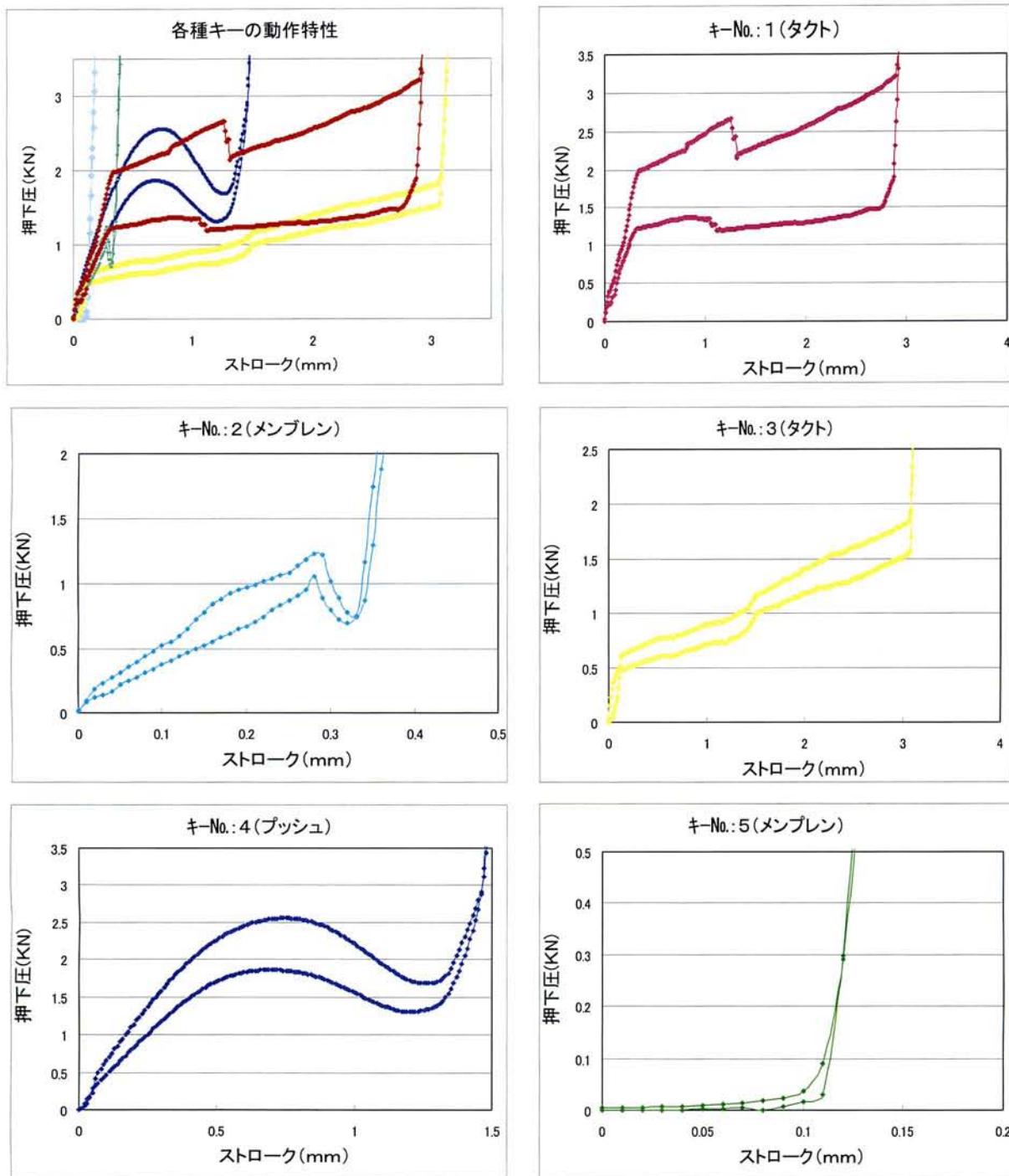


図3. 1-10 各種キーの動作特性

キーを押したという感覚を与えていた。反面メンブレンは「押した感じがない」という評価となっている。残念ながら時間の関係で十分な解析ができなかった。高齢者と若年者の相違やピンチ力や巧緻性などの人固有の属性との関係等については引き続き解析を行う予定である。

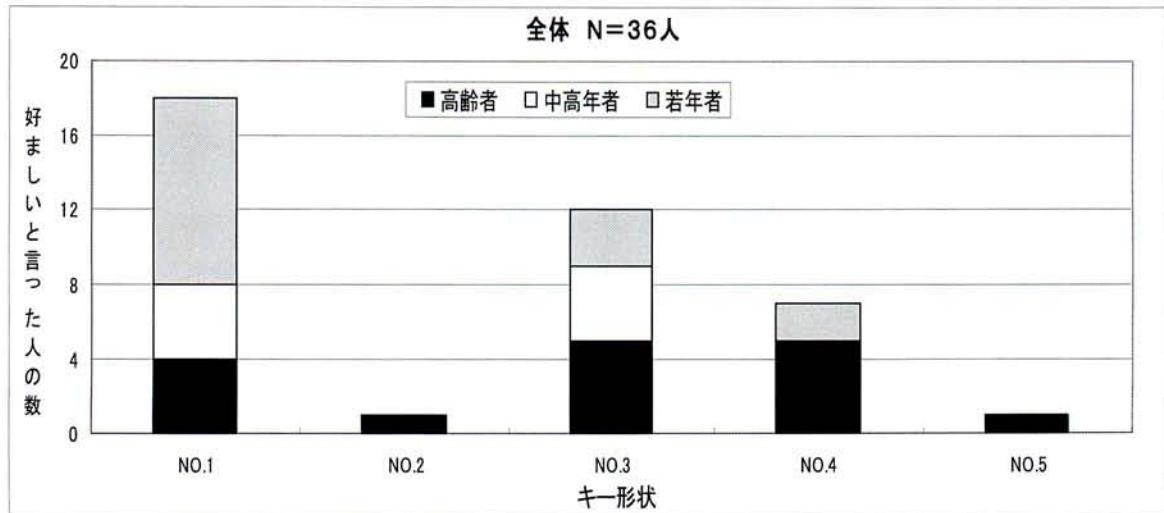


図3. 1-11 各種キーの操作性に関する主観評価結果

表3. 1-1 キーNo.1を選んだ理由

	理 由	コ メ ン ト
E	ストロークがあいた	4番、5番は遅く、ストロークなし。3番はストロークがあるが重い。
	弾力が程よい	押した感じがない
	押した感じがよかったです。硬さと戻りがちょうどよい。	ある程度のストロークとスイッチ感がないと、スイッチという感じがしない。
M	記入なし	2番、5番はストロークを感じられない。
	押した感じがよい。やわらかい。	4番はストロークが長すぎる。
	押しやすかった。(やわらかかった)	他は跳ね返ってくる感じで、4.5は押した感じがしない。
	‘押した’という感じがよくわかった。	5番目は押した感じがしない。
		2番は硬すぎ、3番は柔らかすぎる。4.5は硬すぎる。
Y	4番目は小さいけど、押し具合がいい。	5番目は押した感じがしない。
	1番目はサイズがちょうどいい。	押した感じがしない。
	押したという感じがしっかりあった。	反応のないものは押せているか不安になった。
	押したときにフィードバックがあって押せていることが確認できた。	5番目は全く押した気がしなかった。押せているのか押せていないのかわからないのですっきりしない感じ。
	1番目は押すときの感触もいいし押した後の戻りの強さ具合もよい。	2番目は5番目ほどではないが、やはり押した実感が少ない。
	3番目も割とよかったです。	押した反応があまりない。
	押したという感じがあった。	2番、5番は押した手応えが悪い。
	押した手応えがあった。	4番は1番の次によい。
	押した感じがちょうどいい。	硬くて押した感じがしなかった。(2番と5番)
	‘押した’という感じがした。	2番と5番は押したという感じがしない。
	押した感じがまあまあよかったです。	押した感覚がない。
	スイッチらしいなじみのある押した感じがあるから。	反応しているがわからないから。

表3. 1-2 キーNo.3を選んだ理由

	理由	コメント
E	軽く押せた。	5番は押したという感じがしない。
	ソフトな感じ。	硬くて押した後戻った感じがしない。
	押した感じがよかったです。	5番目は押した気がしなかった。
	手応えがある。ストロークがはっきりある。	1は深すぎる。やったかどうかわからぬうちに押している。
M	押したという感覚。	硬くて押した感じがしなかった。
	押した感じがよい。やわらかい。	ほかは跳ね返ってくる感じで、4.5は押した感じがしない。
	手応えを感じた。	あまり差はなかった。
	押した手応えがあった。	押した感覚がない。
Y	押した感じがほどよかったです。	
	3番目は押した感覚がわかりやすい。	押した感じがしない。
		1番目は硬い。2番目はわかりにくい。
		4番目はふにやふにやした感じ。

表3. 1-3 キーNo.4を選んだ理由

	理由	コメント
E	押した感触がしっかりとある。抵抗が少なくてよい。	3番目は抵抗は少なくてよいが押したときの感触が悪い。
	感触がいい。	無理に押しているような感じがする。
	かるく感じる。	重たく感じる。
	押したという感じが指に残る。	5番目は押した感じなし。1と2はやわらかすぎる。
	押した感じがやわらかい。	押した感じが硬い。
Y	4番目は小さいけど押し具合がいい。	5番目は押した感じがしない。
	1番目はサイズがちょうどいい。	2と5は押したという感じがしない。
	‘押した’という感じがした。	

1. 6. 2 キー間隔

図3. 1-9に示すキー間隔評価装置を用いてキー間隔を変化させたときの誤操作率が図3. 1-12である。また図3. 1-13には各年齢群ごとの解析結果を示した。ここで言うキー間

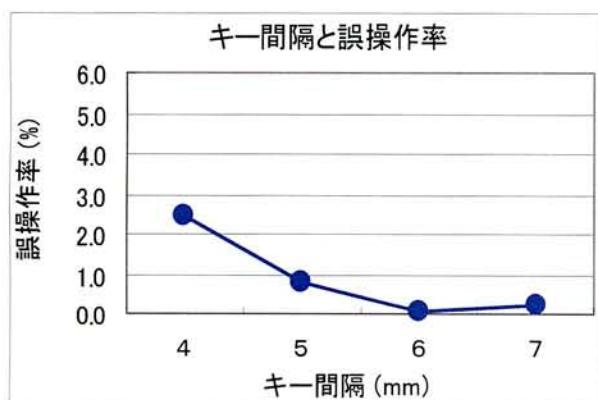


図3. 1-12 キー間隔と誤操作率
(3年齢群の合計)

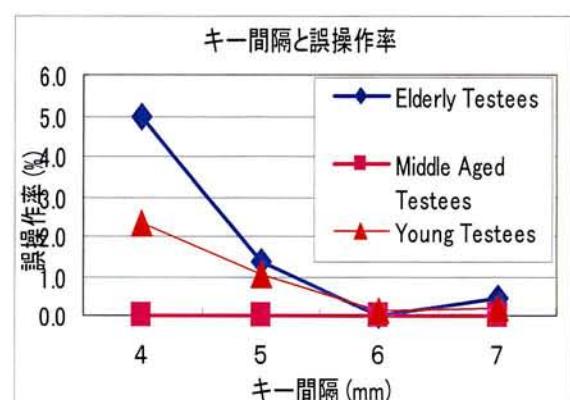


図3. 1-13 キー間隔と誤操作率
(3年齢群別)

隔とは図3. 1-14に示すように、押そうとするキーの中心から隣接するキーの最も近い縁までと定義した。図3. 1-13から6~7mmあればほとんど誤操作が無くなることが分か

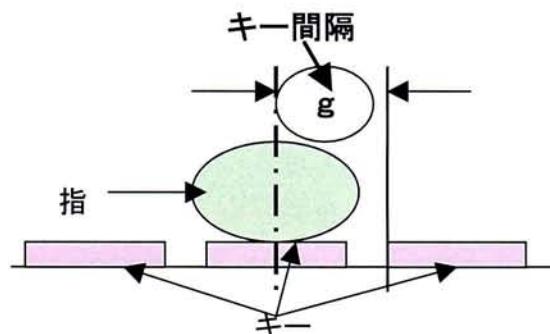


図3. 1-14 キー間隔の定義

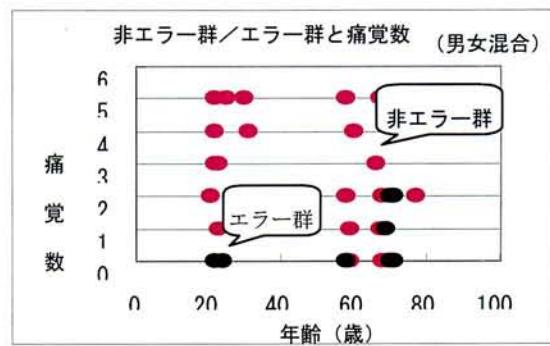


図3. 1-15 エラ一群／非エラ一群と痛覚数

る。年齢群別に見ると、高齢者と若年者はほぼ同じ傾向を示しているが、中年者は全く異なる傾向を示していて、年齢だけでは説明できないことを示唆している。そこで被験者を一度でも間違えたエラ一群と一度も間違わない非エラ一群とに分けその両者を隔てている要因を探査した。その結果ね2、3の要因が浮かび上がった。その一つが図3. 1-15に示す痛覚数である。ピンクの点が非エラ一群で黒がエラ一群である。明らかにエラ一群の痛覚数が少ないという結果になっている。これは仮説として指先が鈍くなると間違いやすいのではないかということを示唆していると考えられる。推測の域を出ないが、この事実はキーの形状や表面状態に工夫を加えることにより、キー間隔が狭くなても間違いが生じにくいという仮説を暗示している。まだまだ解析すべことが残念ながら今後の作業にゆだねざるを得ない状況である。

第2章 知覚適合性（ディスプレイ及び印刷物上の表示文字）

2. 1 表示文字に関する問題点

高度情報社会の到来により、情報の伝達手段として印刷物から電子ディスプレイへと主役が移行しつつある。通信網の高速化ならびに緻密化は今後さらに進むことが予想され、テレビ、電話、コンピューターが一体となった情報通信システムのみならず、近い将来には家電製品から、乗り物、ならびに光熱の制御や警備を含む居住空間のトータルシステムまで、電子ディスプレイを行動の基点とするライフスタイルが現出すると考えられる。電子ディスプレイにはそれらの機器の稼動状態や、操作手順、異常が起こった場合の信号などが表示され、判断を視覚に頼る機会が現在よりもさらに多くなる。

その一方で、高齢化社会への移行は、今や 65 歳以上の高齢者が総人口比率の 20% に近づき、21 世紀の中頃には総人口の半数が 65 歳以上の時代を迎えることになることが予測されている。その多くは現在からパソコンに慣れている世代であるが、加齢によって、視力の低下や遠視化による文字の読み取りにくさ、また調節力の低下による疲労の増加、透光体の黄変によって感色が異なってくる、などの変化が生じてくることは否めない。

このような社会的背景を考え合わせれば、現在行われている電子ディスプレイの表示文字の読み取りやすさに関する提案を行うことは大きな意義のあることであり、急務とも言える。

2. 2 計測の目的

本報告では、現在最も使用されているディスプレイの一つである透過型液晶ディスプレイに表示した文字の大きさ、字間隔、行間隔を変化させ、文字の読みやすさがどの様に評価されるか、さらに部屋の照度を変化させ、読みやすさの条件がどの様に変化するかについて、被験者の主観評価的回答のまとめを行った。多元的な条件の中から、輝度やコントラストを一定の状態で、高齢者群、壮年者群、若年者群についてそれぞれ、上記した文字属性のうちどれが読みやすさに対して貢献度の高い要因であるかを見出すことを目的の一つとした。続いてこの結果を受け、貢献度の高い文字属性と表示輝度ならびにコントラストを変化させることにより、どの条件が高齢者群にとって見やすい表示であるか、壮年者群、若年者群との対比で検討を行った。

合わせて反射型液晶ディスプレイ、17 インチ C R T、プラズマテレビについて、透過型液晶ディスプレイとの比較を、参考データとして記載する。

2. 3 計測内容

被験者の属性調査として、5 m 視力ならびに視野角の測定を行った。また文字の読みやすさが部屋の照度により、どの様に変化するか測定するために、デジタル照度計により、床からの高さ 750 mm における水平照度を実験中に常時測定を行った。実験は 20 ルクス、100 ルクス、300 ルクス、500 ルクスのもとで行った。

表示文字実験に用いた透過型液晶ディスプレイ、17 インチ型 C R T、プラズマテレビのそれに 256 階調の 0 (黒)、80 (灰)、160 (薄い灰色) の黒点を表示させて、分光放射輝度計によつて上記した実験照度における輝度測定を行い、また表示文字の背景である 256 階調の 256 (白) の画面の輝度を測定し、両者の比率によりコントラストを算出した。反射型液晶ディスプレイは

0（黒）のみの測定とした。また印刷物の輝度は分光測色計を用いて黒部分と白部分の反射率を測定し、両者の差によってコントラストを算出した。

それぞれの照度における文字の読みやすさを、主観評価表により、文字の大きさ、字間隔、行間隔、明るさ、コントラスト、総合評価として、長時間の読み取り作業の際の使いやすさについて評価的回答を得た。

2. 4 計測装置仕様

今回は機器類は以下の2点について記述する。

2. 4. 1 透過型液晶ディスプレイ

（ADTEC社 AD-AC17R、画面 320 mm×240 mm、1280×1024 ピクセル）

主観評価実験に用いた液晶ディスプレイは 17 インチ型の透過型フィルム補償 TN 高解像度フルカラー TFT-LCD であり、表示輝度（3条件）×コントラスト比（3条件）の9条件に対して、19 条件の文字サイズ、字間隔、行間隔を割り当て、文字フォントは M S P 明朝体を使用した。画面中央に 160×120 mm の文字領域を作成し、表示はディスプレイの背景を 256 階調の 256（白）、文字色を 256 階調における 0（黒）、80（灰）、160（薄い灰色）を採用した。上記領域は 640×512 ピクセルにあたる。またコントラストはディスプレイに設定されている 100 段階における 0、45、85 の 3 段階を使用した。

2. 4. 2 分光放射輝度計

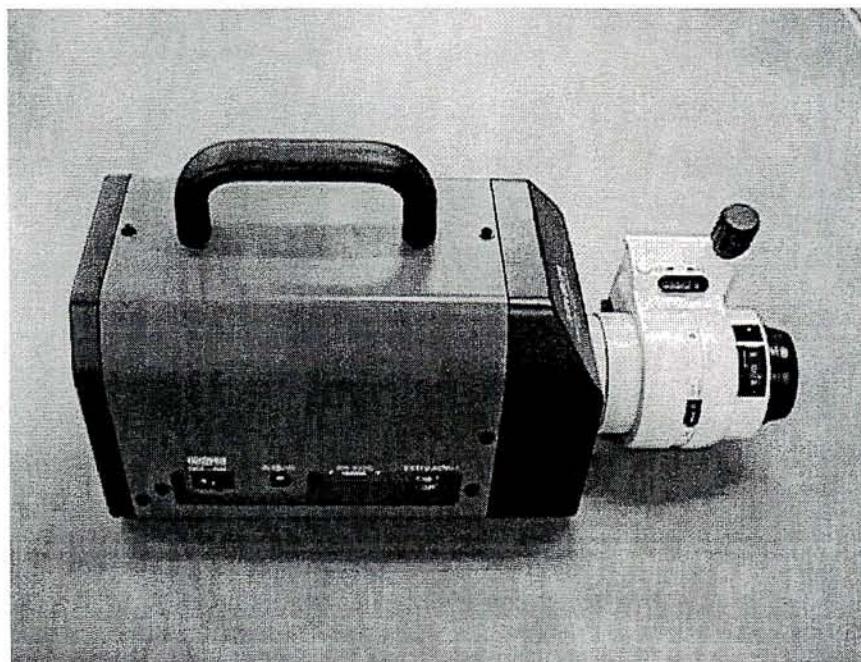
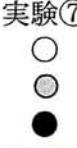


図3. 2-1 ミノルタ社 CS1000、マクロレンズ付

ディスプレイの表示文字の放射輝度ならびに背景である白の放射輝度を測定し、その比よりコントラストを求めた。背景に影響されず液晶や配列単位までの測定を行うため、0.1 mm のサイズまで輝度を測定できるマクロレンズを装着して測定を行った。

2. 5 実験内容

以下のマップに示す表示文字評価実験を行った。

照度（ルクス）	20	100	300	500
使用ディスプレイ 透過型 LCD			実験①  300 ルクス、コントラストA	
			実験③  300 ルクス、コントラストA, B, C	
	実験④  20, 100, 300, 500 ルクス コントラストA			
			実験⑥  300 ルクス、コントラストA, B, C 文字輝度 黒、灰、白	
反射型 LCD (参考データ)	実験⑧  20 及び 100 ルクス、コントラストA			
17インチ CRT プラズマテレビ			実験②  実験⑦  300 ルクス、コントラストA 文字輝度 黒、灰、白	
			実験⑨  300, 500 ルクス、コントラストA	
印刷物 取り扱い説明書			実験⑤  300 ルクス、コントラストA	
	実験⑩  20, 100, 300, 500 ルクス、コントラストA			

2. 6 実験結果

表示文字実験マップ中、実験①の透過型液晶ディスプレイの300ルクス、表示文字輝度256階調の0（黒）、コントラストA（100段階の45）の条件で表示文字の評価を行った。高齢者群18名、壮年者群8名、若年者群13名の評価結果と、読み取りやすさの総合評価に作用している要因を見出すため重回帰分析を行った。

表3. 2-1

被験者の評価一覧の一例

以下、高齢者群17名分、壮年者群8名分、若年者群13名分が
続く。

字大	字間	行間	E評価
3	1	0	2
3	2	2	3
3	4	4	3
3	7	7	3
3	14	14	2
4	1	3	3
4	3	6	4
4	5	10	3
4	10	20	3
6	1	7	4
6	4	14	4
6	7	26	2
8	1	18	3
8	5	35	2
10	1	47	2
10	7	2	3
10	12	7	3
10	24	14	3
10	46	25	2



10	7	26	3
10	5	35	2

表3. 2-2 重回帰分析の結果

①高齢者群の結果

総合評価には、文字大の項目と字間隔が有意にはたらいて
いる。

回帰係数

E評価 対 3 独立変数

	回帰係数	標準誤差	標準回帰係数	t 値	p 値
切 片	3.044	.165	3.044	18.474	<.0001
文字大	.142	.031	.303	4.632	<.0001
字 間	-.021	.007	-.171	-2.940	.0035
行 間	-.007	.007	-.067	-1.116	.2653



②壮年者群の結果

総合評価には、字間隔が有意にはたらいている。

回帰係数

M評価 対 3 独立変数

	回帰係数	標準誤差	標準回帰係数	t 値	p 值
切 片	3.559	.259	3.559	13.716	<.0001
文字大.2	.093	.048	.187	1.926	.0561
字間.2	-.044	.011	-.336	-3.873	.0002
行間.2	-.009	.010	-.078	.867	.3871



③若年者群の結果

総合評価には、字間隔が有意にはたらいている。

回帰係数

Y評価 対 3 独立変数

	回帰係数	標準誤差	標準回帰係数	t 値	p 值
切 片	4.078	.186	4.078	21.965	<.0001
文字大.3	.014	.035	.029	.393	.6945
字間.3	-.045	.008	-.363	-5.533	<.0001
行間.3	-.013	.007	-.118	-1.747	.0820



これらの結果から、一元的に文字の大きさが読みやすさを決定しているのではなく、全体の文字配置のバランスによって、読みやすさを感じていることが示唆されている。

表示文字の読みやすさを、文字の大きさと字間隔の比率ならびに、空白部分の扁平率を用いた文字配置バランスで整理を行った。

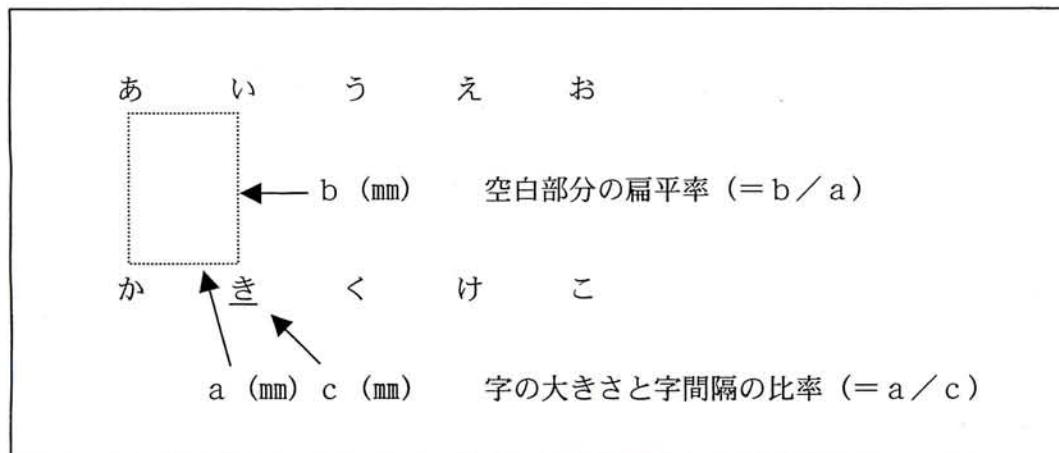


図3. 2-2 字の大きさと字間隔の比率 (a/c) と空白部分の扁平率 (b/a)

図3. 2-2に示した文字配列において、グラフの縦軸として文字の空白の扁平率 (b/a)、横軸として文字の大きさと字間の比 (a/c)を取り、ディスプレイの読み取りやすさの評価の高齢者群、壮年者群、若年者群それぞれの平均点を、表記の形を変えてプロットを行った。

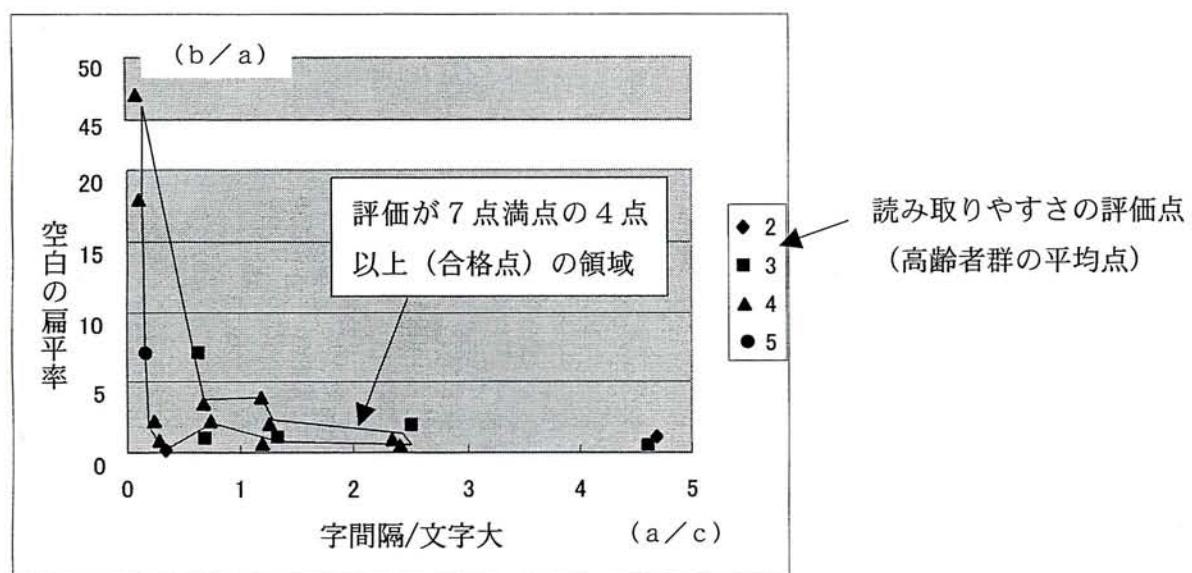


図3. 2-3 高齢者の読み取りやすさ評価の平均点と文字配置バランスの関係図

図3. 2-3に代表して高齢者群のグラフを示した。読み取りやすさの評価の合格点である4を結ぶと、その内側に5の評価、外側に3、2の等高線が描けることから、読み取りやすさの文字配置バランス領域が存在していると考察される。この領域の境界は、横軸では字間隔が文字の横幅の2.5倍となる点であり、この数値を超えると評価は合格点を下回る。それに対し空白の扁

平率は47倍（文字の大きさの4.7倍）になっても合格点がつけられている。この結果は前述した被験者は読み取りやすさの評価には、文字の大きさと字間隔が（行間隔よりも）有意にはたらいている、という結果と矛盾しない。

実験マップに記した各実験の統計解析を進め、高齢者群を始めとする各年齢層に最適なディスプレイへの表示条件を提示すると同時に、表示条件と照度、コントラストと読み取りやすさの関係、ディスプレイと印刷物との比較についても明らかにしていく。

第3章 認知適合性

3. 1 注意力

3. 1. 1 実験目的

当実験では、高齢者の視覚的注意特性について、中心視と周辺視の時空間的相互作用に注目し検討することを目的とした。

高齢者の視覚的注意特性は、中心視負荷のある場合の周辺視、中心視課題と周辺視課題の時間間隔が接近している場合に顕著に現れることを想定した。この点は、周辺視に出現する標的やアイコンの視認性、誘目性をいかに高めるか、中心・周辺二重課題が求められる事態にいかに時間的余裕を確保するかという基本的問題に関わる。

3. 1. 2 被験者の属性

3. 1. 3 実験方法の(2)被験者において記述する。

3. 1. 3 実験方法

(1) 実験日時および場所

当実験は、2001年12月3日～2001年12月17日に大阪大学人間科学部で実施した。

(2) 被験者

当実験には、高齢者群11名（66～76歳、平均：69.9歳）、中年者群6名（52～60歳、平均：57.3歳）、若年者群8名（21～29歳、平均：23.6歳）の計25名が参加した。

高齢者1名、若年者1名の計2名を予備実験に割り当て、本実験には23名が参加した。

被験者の属性に関する詳細は付録3-1-1を参照のこと。

(3) 実験課題

実験課題には、中心課題の単独試行、周辺課題の単独試行、中心課題と周辺課題を同時に行う二重課題の3種類がある。

【中心課題】

画面中心の白枠内にランダムに連続提示される平仮名1文字（あ・お・ぬ・め）に対して、被験者は「あ」が出現した時にのみ発声反応を行う。図3.1.3-1参照。刺激提示時間は70 msec、刺激の出現時間間隔(SOA)は、600-4400 msecの間の21水準であった。

【周辺課題】

被験者は、画面中心の固視点（+）を凝視し、ランダムに連続提示される周辺標的への単純反応（ボタン押し）を行う。

楕円提示軌跡別ブロック提示（blocked）条件と全楕円提示軌跡上ランダム提示（random）条件の2条件を設定した。

楕円提示軌跡別ブロック提示（blocked）条件

横長の3重楕円軌跡の各軌跡（標的の出現軌跡の長径・短径は、内楕円／中楕円／外楕円で、各々、 $20^\circ \times 5^\circ / 50^\circ \times 13^\circ / 80^\circ \times 21^\circ$ ）ごとに、白色円（提示時間：70 msec、刺激サイズ： $1^\circ \times 1^\circ$ ）の標的が提示される。刺激出現位置は灰色円（直径： 1° 、輝度： $6.8\text{cd}/\text{m}^2$ ）により明示された各楕円軌跡内8箇所のうちの1つである。

全楕円提示軌跡上ランダム提示（random）条件

横長の3重楕円軌跡の全軌跡（標的の出現軌跡の長径・短径は、内楕円／中楕円／外楕円で、各々、 $20^\circ \times 5^\circ / 50^\circ \times 13^\circ / 80^\circ \times 21^\circ$ ）に、白色円（提示時間：70 msec、刺激サイズ： $1^\circ \times 1^\circ$ ）の標的が提示される。刺激出現位置は灰色円により明示された24箇所（楕円軌跡3重×各楕円軌跡につき8箇所）のうちの1つである。

両提示条件ともに、標的は3台のモニターで提示された。図3.1.3-2参照。刺激提示面は、縦 23° 、横 92° であった。標的の出現時間間隔（SOA）は、1500、2500、3500 msecの3水準であった。

【二重課題】

中心課題と周辺課題を同時に遂行する。図3.1.3-3参照。

中心刺激と周辺標的の出現時間間隔（SOA）は、300、600、900、1200 msecの4水準であった。

中心刺激と周辺標的の各々の出現時間間隔（SOA）は前述の通りである。

いずれの課題でも被験者はモニター画面中心を固視しなければならない。眼球運動の生じた試行は解析から除外した（眼球運動計測装置を使用し、眼球運動をモニターした）。モニター面（背景）輝度は $0.5\text{cd}/\text{m}^2$ 、刺激輝度は中心、周辺ともに $100\text{cd}/\text{m}^2$ であった。両眼で観察し、観察距離は60cm、実験中は頸載台を使用して頭部を固定した。実験は薄暗い部屋（24.70 lx）で課題を遂行した。

（4）手続き

実験は、前半／後半の2部構成になっており、間に10～15分程度の休憩をはさんだ。

前半部は、中心単独課題→周辺単独課題（blocked or random）→中心・周辺二重課題（blocked or random）→周辺単独課題（random or blocked）→中心・周辺二重課題（random or blocked）の順番で、後半部は、中心・周辺二重課題（random or blocked）→中心・周辺二重課題（blocked or random）→周辺単独課題（blocked or random）→周辺単独課題（random or blocked）→中心単独課題の順番で課題を遂行した。

前半部では、各課題開始前に練習試行（48試行）を実施し、後半部では練習試行なしで本試行

に入った。各課題開始前には必ず眼球運動計測装置の校正を行った。

周辺単独課題および中心・周辺二重課題遂行の際、blocked 条件と random 条件との遂行順番に関しては被験者間でカウンタバランスをとった。また、周辺課題の blocked 条件においては、刺激提示軌跡が 3 種類（長径： 20° 、 50° 、 80° ）ある。各ブロックで、刺激は同一軌跡のみに提示されるため、刺激提示軌跡の提示順序は、被験者間でカウンタバランスをとった。

各課題の本試行数は 48 試行であり、試行終了後、被験者は必要に応じて適宜休憩をとった。

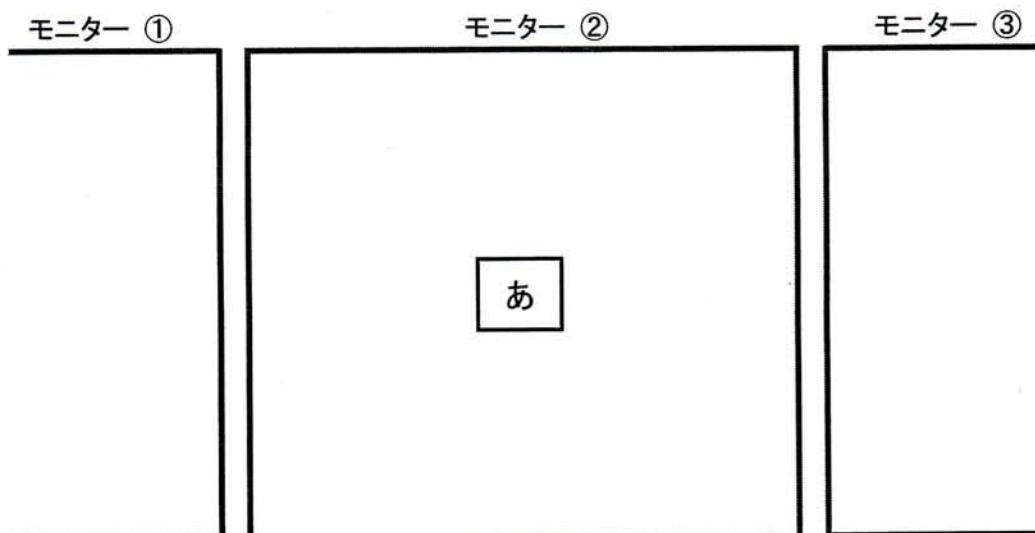
各課題遂行時の注意事項および教示のチェックリスト、実験全体の流れ、各課題の試行数の詳細は、付録 3-1-2、付録 3-1-3、付録 3-1-4 を参照のこと。

なお、実験のデータに不備のあった被験者 4 名（高齢者群：2 名、中年者群：1 名、若年者群：1 名）および予備実験に割り当てた被験者 2 名（高齢者群：1 名、若年者群：1 名）を除外し、高齢者群 8 名（66～74 歳、平均：69.4 歳）、中年者群 5 名（52～60 歳、平均：57.0 歳）、若年者群 6 名（21～29 歳、平均：23.5 歳）の計 19 名分のデータをもとに解析を行った。

(5) 実験装置・器材および実験環境

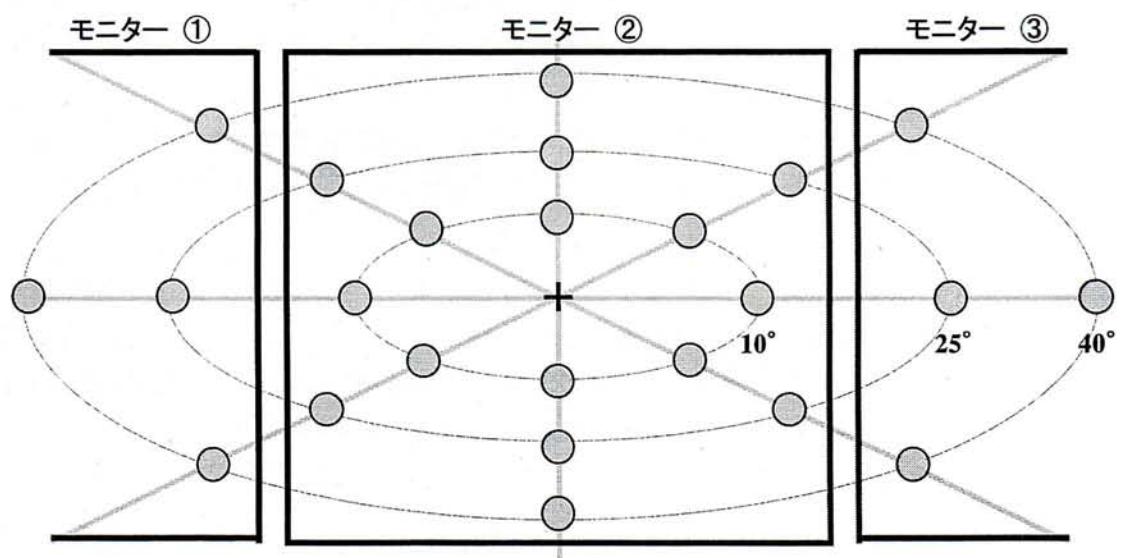
付録に記した装置および器材を使用し、実験を遂行した。実験装置、および器材の配置に関する詳細は付録 3-1-5、付録 3-1-6 を参照のこと。

また、実験風景を付録 3-1-7 に示した。



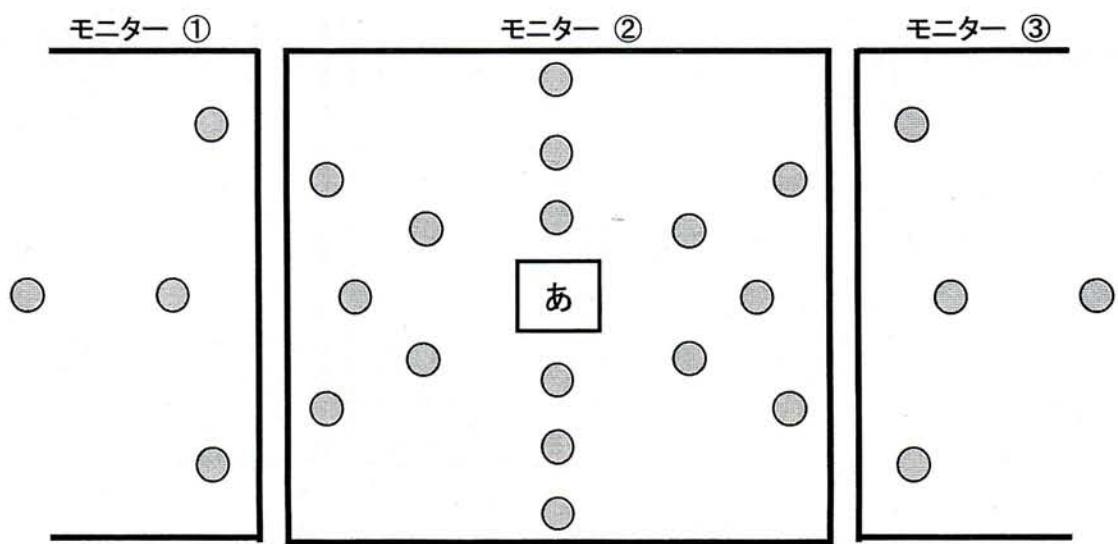
刺激サイズ： $1^\circ \times 1^\circ$ ， 刺激提示時間：70 msec， SOA：600-4400 msec（21 水準）

図 3.1.3-1 中心課題提示画面概略図



刺激サイズ： $1^\circ \times 1^\circ$ ， 刺激提示時間：70 msec, SOA：1500, 2500, 3500 msec (3 水準)

図 3.1.3-2 周辺課題提示画面概略図



刺激サイズ： $1^\circ \times 1^\circ$ ， 刺激提示時間：70 msec,
中心課題と周辺課題の SOA：300, 600, 900, 1200 msec (4 水準)

図 3.1.3-3 二重課題提示画面概略図

3.1.4 実験結果

以下では、

1. 中心課題と周辺課題を各々単独で行う場合と同時に並行して行う場合でパフォーマンスが年齢層によってどのように異なるか、
2. 周辺課題において周辺距離が増加することの影響が年齢層によってどのように異なるか、
3. 中心課題の刺激提示と周辺課題の標的提示との時間間隔により反応の速さ・正確さが影響されるが、この効果が年齢層によってどのように異なるか、

という三側面から検討を行う。ここでは、主として反応時間から見ていくことにする。分析対象とした反応時間は、正反応のみのもので、以下の条件を満たすものである。中心課題に関しては、被験者別に平均 $\pm 2\sigma$ を満たすものである。周辺課題に関しては、被験者別で提示条件（blocked 条件、random 条件）ごとに平均 $\pm 2\sigma$ を満たすものである。また、両課題ともに、100 msec 以下のものは尚早反応として除外した。当実験では、blocked 条件と random 条件との平均反応時間をもとに分析を進めた。

(1) 中心課題と周辺課題への注意の配分方法

1) 平均反応時間について(図 3.1.4-1): 中心視での文字弁別と周辺視での光点検出の速さ

中心課題、周辺課題の双方で顕著な年齢群間差は認められない。しいていえば、中心課題については高齢者群の反応時間が中年者群、若年者群に比べて短い傾向、周辺課題では年齢群間差が見られないという予想外の結果が得られた。

後述の類似先行研究（周辺標的の出現規則性の弁別反応を求める実験：三浦他, 2001）では、中心課題で高齢者群と若年者群に差が見られないが、周辺課題で高齢者群の反応時間が顕著に長いことが示されている。当研究での高齢被験者は、一般的な高齢者とは異なる特別な特性を備えていた可能性がある。また、当研究での周辺課題が単純検出であるという課題難易度の相違がさらに検討すべき課題として残されている。

なお、中心課題での反応時間が周辺課題での反応時間より長いことは、中心課題は文字を弁別しなければならないのに対して、周辺課題は光点の単純検出であるという課題の難易度の相違によるものと考えられる。

2) 反応時間のコストについて(図 3.1.4-2): 単独課題から二重課題になることの負荷の影響

ここでいうコストとは、単独課題から二重課題になった場合の反応時間の増分、すなわち注意を中心と周辺の双方に配分することによる負荷の効果である。ここでも顕著な年齢群間差は見られないが、注目されるのは高齢者群での中心課題のコストが他の被験者群に比べて小さいことである。上記 1) の中心課題の結果とあわせると、高齢者群は中年者群と若年者群に比べて中心課題への集中度・優先度が高いといえる。

なお、中心課題に比べて周辺課題でコストが大きいことは、中心課題が優先されていることを示している。

3) 反応時間の変異係数について(図 3.1.4-3): 反応の速さのバラツキ

変異係数とは、平均値の大きさを考慮した場合のデータのバラツキ程度であり、(標準偏差/平均) × 100 という計算によって得られるものである。前述のように平均反応時間には顕著な年齢群間差は見られなかったが、変異係数をみると高齢者群の値が大きく、高齢者群での個人差の大きさ、および個人内での不安定性が示唆される。この傾向は特に周辺課題で強い。(なお、中心単独課題で若年群の変異係数が他の群に比べて大きいことの原因は現時点では不明である。)

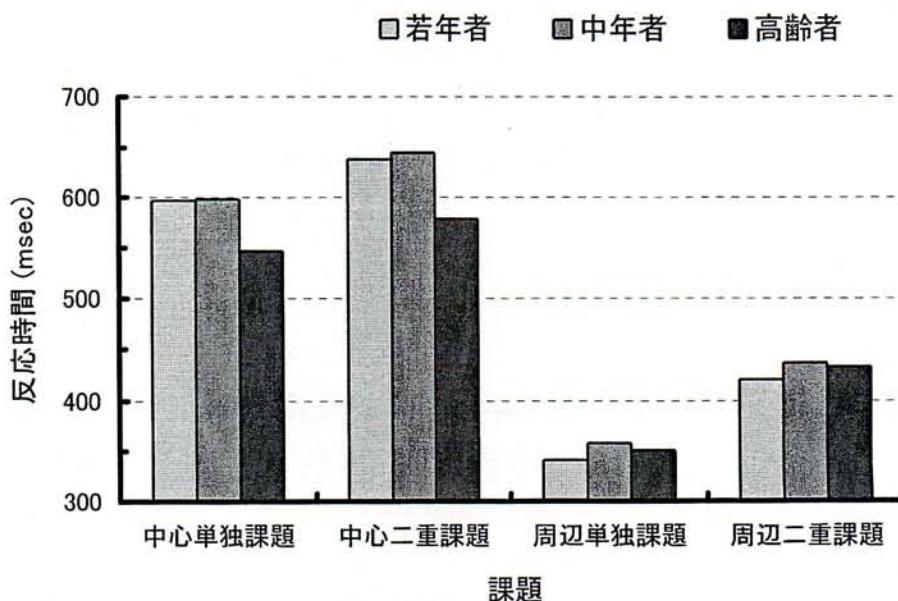


図 3.1.4-1 課題別反応時間の年齢群間比較: 顕著な年齢群間差は見られないが、高齢者群は中心課題への反応の速い傾向がある

(注) 中心単独課題: 中心に提示される文字の弁別課題、中心二重課題: 周辺光点を検出しながら、中心に提示される文字の弁別を行う場合、周辺単独課題: 周辺に提示される光点の検出、周辺二重課題: 中心に提示される文字の弁別を行ながら、周辺光点を検出する場合

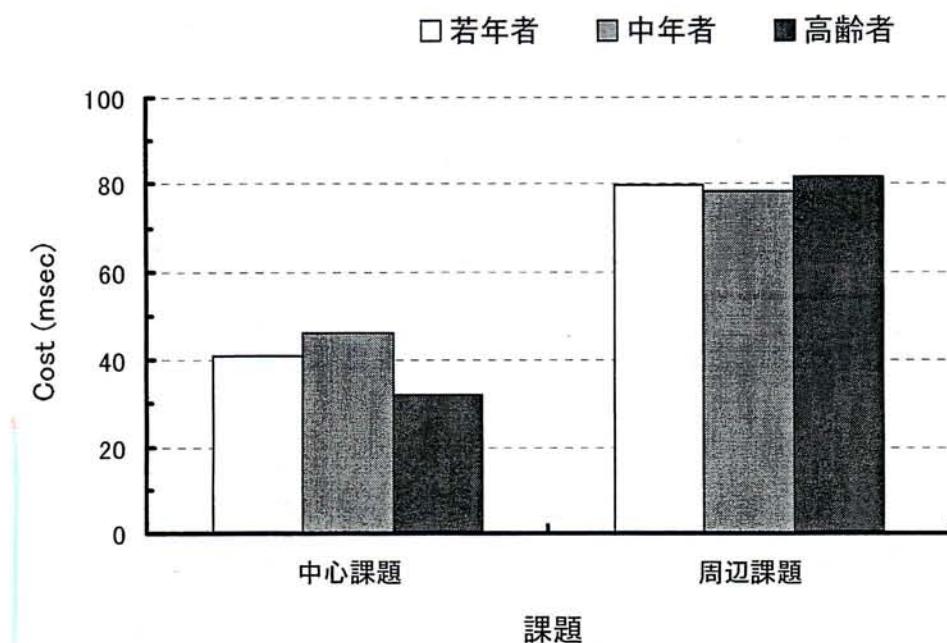


図 3.1.4-2 課題別の二重課題によるコスト(反応時間の増分)の年齢群間比較:
顕著な年齢群間差は見られないが、高齢者群は中心課題への集中度
の高い傾向がある

(注) 縦軸の Cost は、単独課題から二重課題になることの負荷の効果を示す。

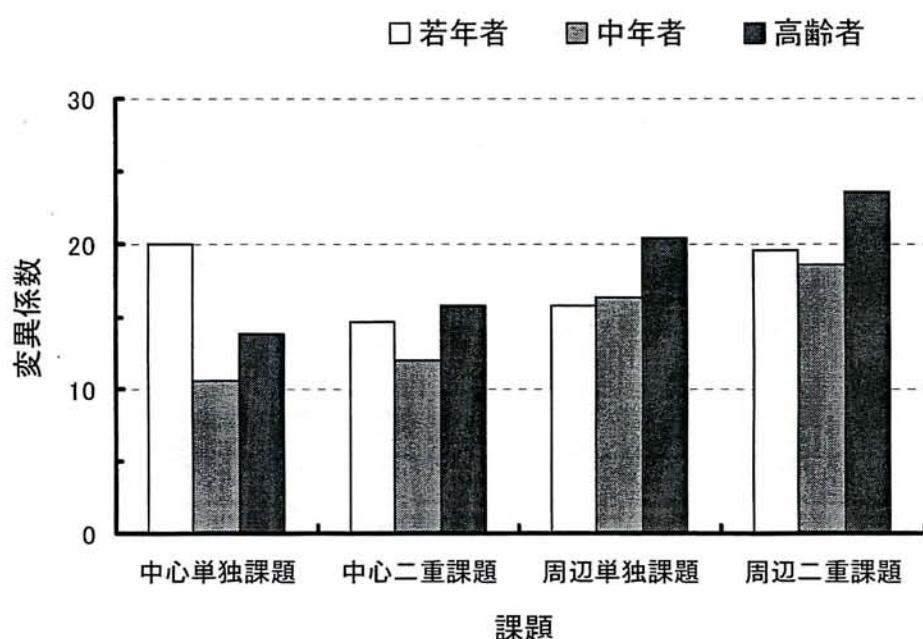


図 3.1.4-3 課題別変異係数の年齢群間比較:特に周辺課題で、高齢者群の個人
差と個人内での不規則性が大きい

(注) 縦軸の変異係数は平均値を考慮したデータのバラツキ程度を示す。中心単独課題：中心に提示される文字の弁別課題、中心二重課題：周辺光点を検出しながら、中心に提示される文字の弁別を行う場合、周辺単独課題：周辺に提示される光点の検出、周辺二重課題：中心に提示される文字の弁別を行なながら、周辺光点を検出する場合

(2)周辺距離の増加の影響

1)周辺距離別反応時間について(図 3.1.4-4):検出の速さへの影響

図 3.1.4-4 は内楕円、中楕円、外楕円別に周辺標的への反応時間を示したものである。ここでも顕著な年齢群間差は示されていない。予想外であったが高齢者群の外縁部でパフォーマンスが低下するということは示されていない。後述の類似先行研究（三浦, 1990）では、周辺距離にともなって反応時間が増加することが示されている。予想外の結果が示されたことの原因是、当実験の高齢被験者が特別の特性を備えている可能性と、周辺課題が単純検出という単純なものであることが考えられる。

2)周辺距離別見逃し率について(図 3.1.4-5):周辺対象の見逃しへの影響

図 3.1.4-5 は中心課題を並行して行う場合の周辺標的の見逃し率を示したものである。反応時間では周辺距離による年齢群間差は見られなかったが、中心課題を並行して行う場合の周辺標的の見逃し率については、高齢者において外縁部で高くなるという傾向が見られる。

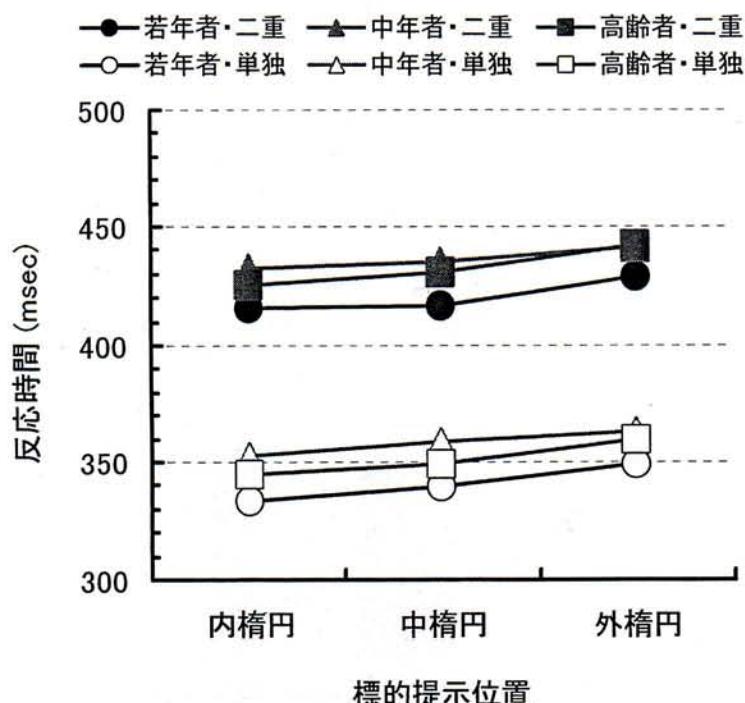


図 3.1.4-4 年齢群別の周辺距離の効果:顕著な年齢差は示されていない

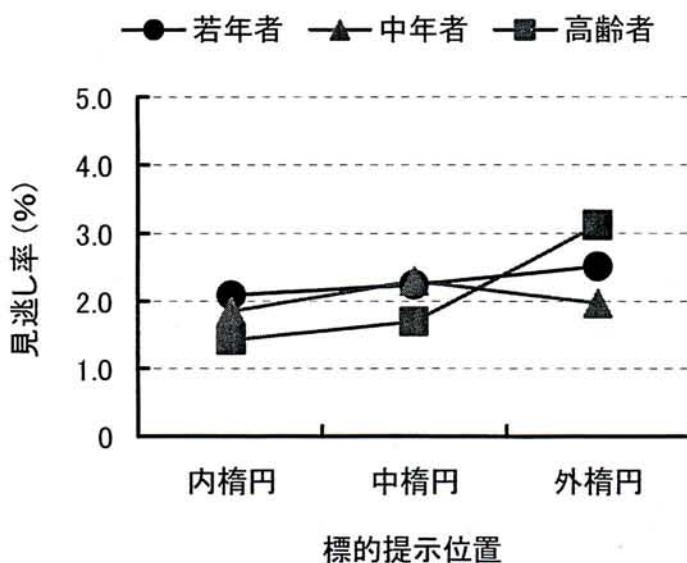


図 3.1.4-5 年齢群別の周辺距離の効果—二重課題における見逃し率—:
高齢者において外延部で見逃し率が高くなる傾向が見られる

(3) 中心課題と周辺課題の遂行の時間間隔の影響

1) 周辺対象検出の速さへの影響(図 3.1.4-6)

図 3.1.4-6 は、中心刺激と周辺標的の出現時間間隔 (Stimulus Onset Asynchrony : 以下、SOA と略す) にともなう周辺標的への反応時間の変化を示したものである。図に示されているように、若年者群では SOA に伴う反応時間の変化は大きくはないが、高齢者群および中年者群では短い SOA と長い SOA で反応時間が増加する傾向が見られる。

2) 周辺対象検出の見逃し率への影響(図 3.1.4-7)

図 3.1.4-7 は、SOA にともなう周辺標的の見逃し率の変化を示したものである。特に注目されるのは、高齢者群では短い SOA でエラー率が高いが、長い SOA では他の群より低い点である。高齢者群では時間的余裕が与えられると正確な検出が可能であるといえる。(なお、SOA が 600 msec の場合にいずれの被験者群でも見逃し率が最も高くなっている。SOA の値からすると心的不応期の上限に該当するものとして興味深い。ただし、ここに示された現象あるいは事実から二つの信号間隔として 600 msec を避けなければならないと一般化するのは危険である。)

3) 中心標的に反応が求められない場合(図 3.1.4-8)

図 3.1.4-8-1 は中心刺激に対する反応が必要な場合 (中心標的「あ」が提示された場合) の周辺標的検出反応時間を示す。SOA=300 msec でいずれの被験者群でも周辺標的への反応時間が長くなっているのは、中心標的への反応直後であるためである (いわゆる心的不応期)。

他方、図 3.1.4-8-2 は中心刺激に対する反応が必要ない場合 (中心標的「あ」以外の平仮名が提示された場合) の周辺標的検出反応時間を示す。高齢者群、中年者群では中心刺激に対する反

応が必要ない場合でも短い SOA=300 msec で反応時間が長くなる点が注目される。高齢者群、中年者群では、反応が必要とされなくとも短い SOA では中心刺激に注意が捕捉されたままであるといえよう。

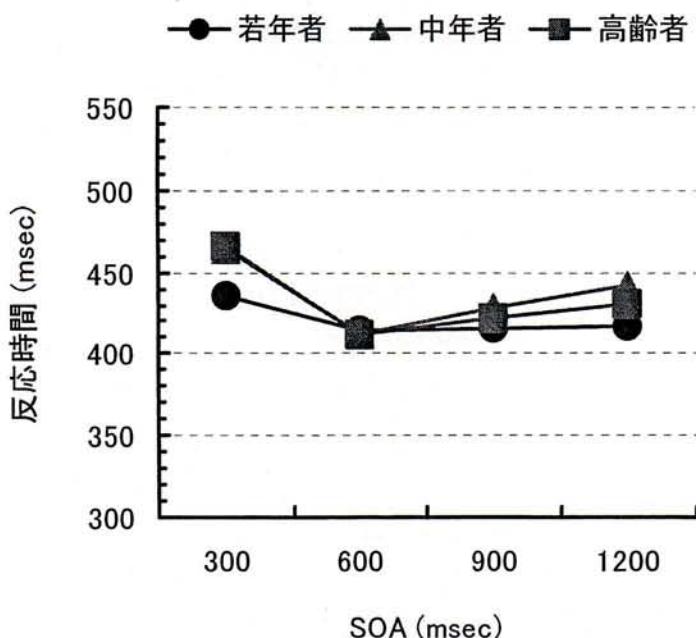


図 3.1.4-6 中心刺激と周辺標的との SOA に伴う反応時間の年齢群間比較

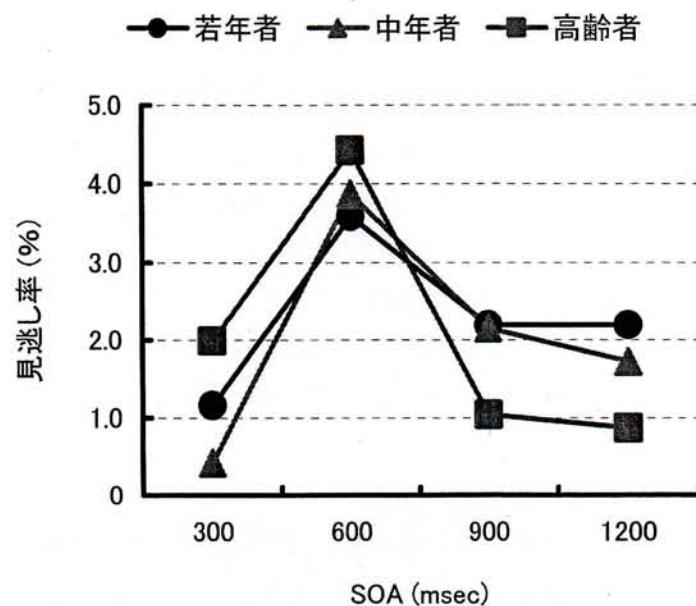


図 3.1.4-7 中心刺激と周辺標的との SOA に伴う見逃し率の年齢群間比較

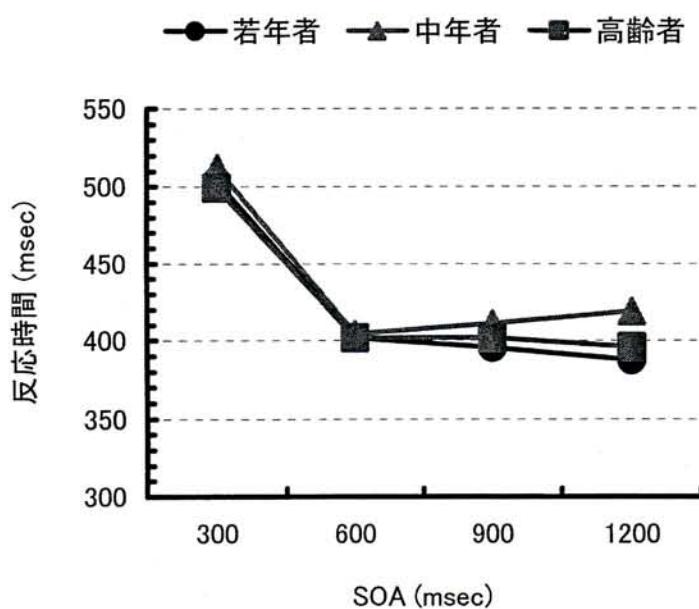


図 3.1.4-8-1 中心標的提示時の SOA に伴う周辺標的に対する反応時間の年齢群間比較

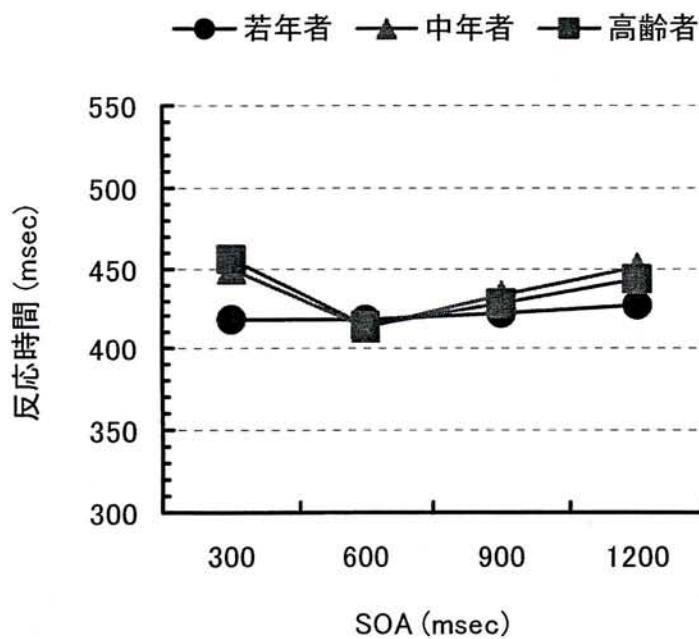


図 3.1.4-8-2 中心標的非提示時の SOA に伴う周辺標的に対する反応時間の年齢群間比較

3. 1. 5 関連する先行知見からの検討:課題難易度と被験者特性について

(1)周辺課題における課題の難易度と高齢者特性の問題

当研究では周辺課題で年齢群間差は見いだされなかったが、年齢群間差を示したものがある。それは当実験方法と基本的に同一であるが、周辺課題が単純検出ではなく弁別課題を用いた研究

である（三浦他, 2001 三浦・石松他, 2001）。

そこで中心課題は、画面中心の枠内にランダムに連続提示される平仮名（あ・お・ぬ・め）に対して「あ」が出現した時に発声反応をさせるもので、当実験と同一である。他方、周辺課題では、標的が時計回りで順次隣に規則的に提示されるが一部（全試行の 19%）の標的は隣以外の位置に出現する。被験者は規則的に標的が出現したか否かの弁別反応を行わなければならない。この点が当実験と異なる（標的の強度、提示範囲等はすべて当実験と同一である）。

そこで高齢者群は、某市老人クラブ連合会会員 30 名（65～84 歳、平均：75.4 歳）であった。印象からすると、これらの被験者よりも当実験の被験者の方が壮健な者であった。また、若年者群は、大学生 35 名（19～28 歳、平均：22.5 歳）であった。

この研究で得られた結果を図 3.1.5-1 に示す。この図では、高齢者と若年者の差が最も顕著に現れるのは中心・周辺二重課題での周辺課題であることが示されている。すなわち年齢群間差は、単独および二重課題での中心課題では大きく現れないが、周辺課題、特に二重課題での周辺への注意資源の配分効率に現れるといえる。

さらに周辺課題の中で高齢者と若年者の差が最も顕著に現れるのは、図 3.1.5-2 に示されているように中心・周辺の二重課題で予測外の位置に周辺標的が出現した場合である。加齢に伴って、特に非予期事態での周辺標的への対応、すなわち有効視野の特定部位への注意資源配分の偏りの修正・切り換えに問題が現れるといえる。

以上より当研究結果とあわせて検討すると、周辺課題の難易度と被験者特性を考慮しなければならないといえる。

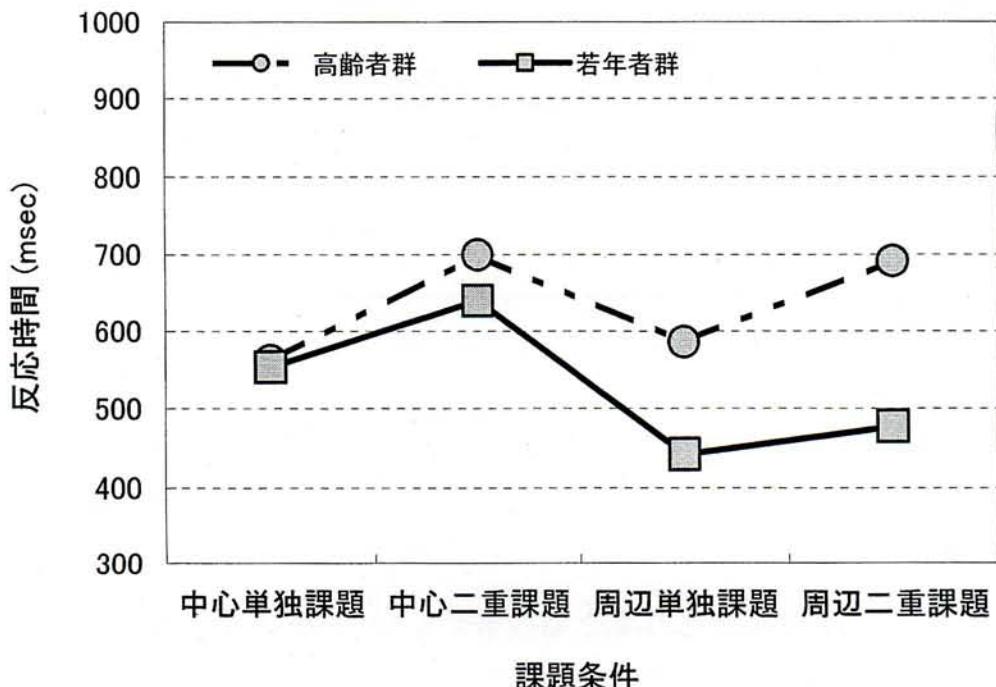


図 3.1.5-1 年齢群別の課題条件による反応時間の変化: 年齢群差は周辺課題で大きい

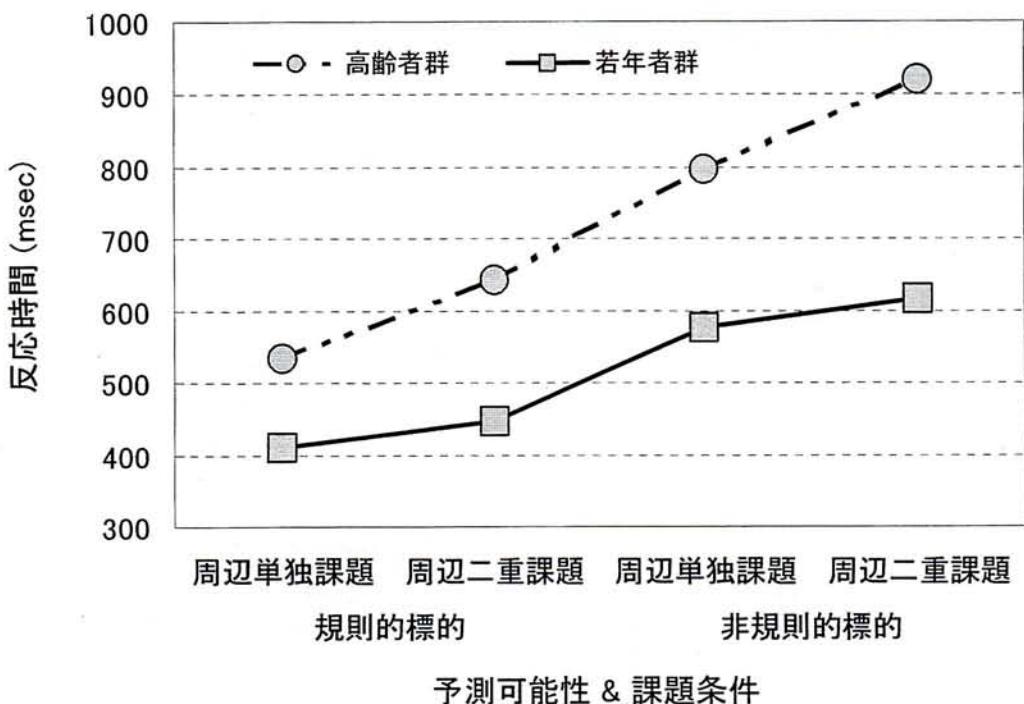


図 3.1.5-2 年齢群別・課題条件別の標的出現非規則性の効果:高齢者群は非規則的標的への反応時間がより長い

【参考文献】

- 三浦利章他 2001 「高齢運転者に対する視覚機能検査の在り方に関する調査研究」 報告書 国際交通安全学会.
三浦利章・石松一真他 2001 「有効視野における予期の効果-1」 日本心理学会第 65 回大会発表論文集 p. 251

(2)周辺距離にともなう反応時間の増加の問題

当研究では周辺課題で周辺距離による反応時間の増大は見いだされなかつたが、反応時間の増大を示した先行研究がある。それは当実験方法と類似しているが、周辺課題が単純検出ではなく数字の同定課題を用いた研究（三浦, 1990）である。

そこでの中心課題は固視点の凝視のみであり、平仮名の弁別を行う当実験の中心課題よりも負荷は少ない。他方、周辺課題には 2 種類ある。その一つは同心円上にランダムに出現する光点に「ハイ」と音声反応を行う単純検出課題であり、これは当実験とほぼ同一である。いま一つは同心円上にランダムに出現する二桁の数字を音読するという同定課題であり、これは当実験よりも難易度が高く当実験と異なる。標的は半径 10° から 40° の同心円上にランダムに提示された。

そこでの高齢者群は、83 歳の男性、76 歳の女性各 1 名の計 2 名である。印象からすると、これらの被験者は当実験での被験者と同様に壮健な者であった。若年者群は 20 歳から 39 歳の男性 5 名であった。

得られた結果は図 3.1.5-3 に示されているように、単純検出課題では周辺距離にともなう反応時間の増加は示されず、年齢差も認められないが、高齢者の方がむしろ反応時間が短い傾向が

示されている。他方、数字の同定課題の場合には周辺距離にともなう反応時間の増加が示され、さらに高齢者の方が反応時間が長いことが示されている。

以上より当研究結果とあわせて検討すると、周辺課題の難易度を考慮しなければならないといえる。

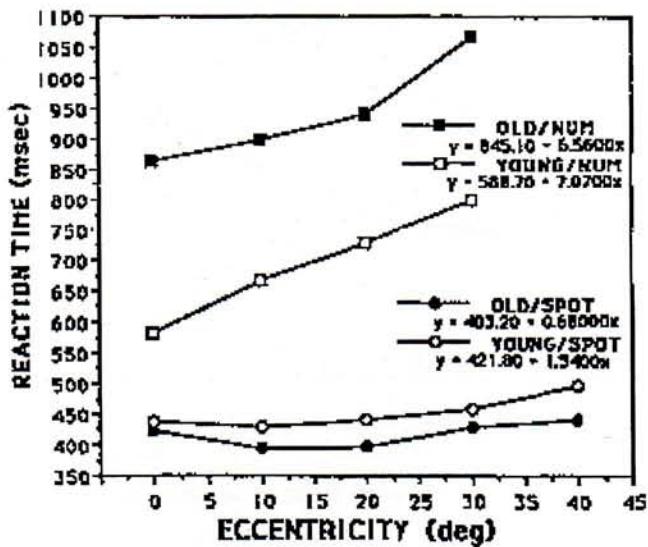


図 3.1.5-3 光点実験と数字実験での各周辺距離における反応時間の変化：年齢層別。
縦軸の値は 1/1000 秒単位、横軸の値は周辺距離を視角で示してある（0 は中心点）。図中の NUM は数字実験を、SPOT は光点実験を示す。数字実験では左右 30 度まで実験を行った。

【参考文献】

三浦利章 1990 「高齢者の情報獲得特性についての研究」交通安全対策振興助成研究報告書（一般研究）Vol. 5, 95-102, (財) 佐川交通社会財団.

3. 1. 6 結論およびデザインへの示唆

1. 高齢者の視覚的注意機能が若年者に比べて劣るとはいえない場合もある。特に中心課題では年齢差が示されず、むしろ優れている場合もある（根拠：3.1.4(1), 1), 2)). ただし、個人内での不安定性を考慮しなければならない（根拠：3.1.4(1), 3)). また、この点には、当実験に参加したのは壮健な高齢者であること、当実験の周辺課題は単純なものであったという限定を加えなければならない。
2. 当実験に参加した壮健な高齢者でも個人差が大きい（根拠：3.1.4(1), 3)). ましてや、高齢者の全サンプルではきわめて個人差が大きくなることを十分に考慮しなければならない。個人差が大きいということは、言い換えれば、高齢者の場合より若い年齢群に比べて、平均から悪い方向に大きく外れた人がより多く存在するということである。従って、高齢者群の「平均的な」データをもとにデザインを行うことは危険であるともいえる。平均的データを基準

とするのではなく、平均よりも低い基準でデザインを行うほうが安全であるといえよう。

3. 課題の難易度に十分な考慮を払わなければならない。特に周辺視野に提示される文字やアイコン等の情報の検出・同定・判断負荷の軽減を図るべきである（根拠：3.1.5）。ただし、眼球運動が広い範囲に行われる場合には、ディスプレイ上のどの箇所も周辺視野になりえるので、ディスプレイ全体の認知負荷を低減すべきである。
4. 中心視と周辺視での二重課題を避けなければならない（根拠：3.1.5(1)）。例えば、中心視と周辺視でそれぞれ別の情報の表示が行われるようなデザインでは、ユーザーは中心視と周辺視の間で交互に注意を切り換えなければならず、大きな視覚的負荷となる。これは不適切なデザインである。また、二重課題の問題は中心視と周辺視によるものに限らず、二つの異なる操作・作業に一般化できる。例えば、一つの課題が終了する前に、別の課題のプロセスを開始するようなデザインでは、ユーザーは前者の課題の状態を記憶にとどめつつ、後者にとりかからなければならなくなる。このようなデザインはユーザーに記憶の負荷を強いることとなり、避けるべきである。
5. 高速で連続して実行しなければならない操作・作業は避けなければならない（根拠：3.1.4(3), 1), 2)）。
6. 不必要な表示・信号・ノイズは入れてはならない。高齢者は不必要的ものに対しても自動的に注意を取られることがある（根拠：3.1.4(3), 3)）。
7. 予測を裏切る表示、操作・作業を避けなければならない（根拠：3.1.5(1)）。
8. 周辺視で認知しなければならない表示は避けなければならない（根拠：3.1.5(2)）。中心視でカバーできるような狭い範囲にディスプレイを設定し、不必要的周辺視を避けることは一つの有用なデザイン上の留意点となるだろう。ただし、あまりに多くの情報を狭い範囲に提示すれば、かえって使いやすさを低下させてしまう。文字サイズ、コントラスト、配置等による見やすさは本稿では触れないが、ここではこれらの要因と情報の提示範囲はトレードオフの関係にあり、そのバランスに注意すべきであることを指摘しておく。また、周辺視野を含む広い範囲に情報を提示する場合には、注視移動・視覚探索のしやすさを考慮すべきである。視覚探索のしやすさに関しては、図 3.1.4-7 から示唆が得られる。この図は、中心視から周辺視に注意を移動させる場合、その時間間隔が短いとエラーが多くなることを示すが、このことから周辺視野に表示を出す場合には、その直前の表示から少し時間を置いてから表示したほうがよいことがわかる。一般的にはシステムの反応が早いほうが使いやすいと考えられるが、このデータから、早すぎるシステムの反応は悪い影響を及ぼし得ることを示唆している。

以上より、ATMなど個人別のカスタマイズの余地があまりなく、多くの人が共通のインターフェースで使用するような機器の場合、一般的なデザインの方針として、文字やアイコンのサイズ、コントラストを適切に設定して見やすいものにすること、操作は急ぐ必要のないものにすること、同時に複数の操作を求めないこと、本人の予測を裏切らない自然なわかりやすい操作の流れを設定することが重要であるといえる。

また、大きな個人差がみられることから、携帯電話等、それぞれの機械に対して使用者が限定されるような機器の場合、文字やアイコン、ディスプレイのサイズ、要求される操作速度、説明の詳しさなどのカスタマイズ機能を充実させることが重要と考えられる。ただし、一般的なユーザーにとっては細かなカスタマイズを行うこと自体困難な作業となる。これを回避するためには、ユーザーの特性に合わせた設定のセットを複数準備しておき(例えば「元気な高齢者向け」設定)、その中から各ユーザーに合ったものを選択するだけでよいというような工夫が必要だろう。設定の選択については、例えば機器の初期化プロセスの中でユーザーの特性を測定するような簡易な質問やテストを行い、適切と思われる設定を提案するような方式が考えられる。どのような設定のセットを準備すべきかについては、各機器の機能や特性や対象となる年齢層などによって異なるため、デザインを行う機器によってそれぞれ検討すべきである。特に、個人差が大きい高齢者を対象とする機器の場合には、どのようなユーザーの分類をする必要があるのか、また分類されるユーザーの各群に対してどのような設定を推奨すればいいのかを注意深く検討する必要がある。

以 上

執筆者：三浦利章、石松一真、篠原一光
(大阪大学、人間科学研究科)

付録3-1-1 被験者リスト

年齢群	被験者No.	年齢	性別	利き手	平均反応時間 (msec)				エラー率 (%)			
					中心課題		周辺課題		中心課題		周辺課題	
					単独	二重	単独	二重	単独	二重	単独	二重
高 齢 者 群	E-02	68	男	右手	606	576	343	414	12.5	2.8	0.2	0.5
	E-09	69	男	右手	471	551	339	468	0	3.5	0.3	0.2
	E-14	70	男	右手	496	498	290	361	0	0	0.2	0.7
	E-18	74	男	右手	571	629	419	515	0	3.5	1.0	3.5
	E-20	76	女	右手	-	-	-	-	-	-	-	-
	E-25	69	男	右手	623	656	414	482	0	4.2	2.6	1.7
	E-26	71	男	右手	512	525	330	394	4.2	0	0.3	0.7
	E-27	68	女	右手	614	680	413	474	4.2	7.6	5.7	7.5
中 年 者 群	E-30	66	男	左手	490	525	276	357	0	0.7	0.2	1.9
	E-31	70	女	右手	-	-	-	-	-	-	-	-
	E-32	68	女	右手	-	-	-	-	-	-	-	-
	M-06	58	男	右手	577	615	403	471	4.2	2.8	1.0	3.1
	M-08	52	女	右手	632	676	378	484	8.3	10.4	0.5	2.3
	M-12	57	女	右手	624	681	317	408	8.3	3.5	0.6	2.8
	M-17	58	男	左手	601	631	352	424	0	2.8	0	0.5
	M-22	59	男	右手	-	-	-	-	-	-	-	-
若 年 者 群	M-29	60	男	右手	563	624	328	401	0	4.9	0.2	1.7
	Y-09	23	女	右手	-	-	-	-	-	-	-	-
	Y-12	25	女	右手	-	-	-	-	-	-	-	-
	Y-13	29	男	右手	570	600	331	424	12.5	6.3	5.6	3.0
	Y-14	23	男	右手	571	613	329	395	4.2	4.2	0.3	0.9
	Y-15	22	女	右手	705	746	401	529	4.2	15.3	5.2	8.7
	Y-16	24	女	右手	547	569	315	385	0	4.2	2.1	0.9
	Y-20	21	女	右手	515	669	359	382	4.2	2.8	1.5	0.2
	Y-26	22	男	右手	680	659	315	418	8.3	8.3	0.2	0.2

付録 3-1-2 各課題遂行時の注意事項及び教示のチェックリスト

■ 実験開始までのチェックリスト

- 実験協力のお礼ならびに実験目的説明
- 実験全体の説明：全体の所要時間・流れ等
- 校正用画面の表示…顎載台＆椅子の調整および眼球運動計測の承諾確認

■ 中心課題に関するチェックリスト

- 白枠の表示…顎載台＆椅子の調整
 - 眼球運動計測のための校正ならびにテレビカメラの確認.
- 実験課題及び手順の説明
 - 眼を動かさないこと（固視点の凝視）の念押し.
- 「あ」出現時のみ発声することの確認
- 反応はできるだけ早く、正確に

■ 周辺課題に関するチェックリスト

- 固視点「+」の表示…顎載台＆椅子の調整
 - 眼球運動計測のための校正ならびにテレビカメラの確認.
- 実験課題及び手順の説明
 - 眼を動かさないこと（固視点の凝視）の念押し.
 - 視線を動かさなくても見えることの確認.
 - 「反応ボタンはしっかりと押して下さい」と念押し.
- 反応はできるだけ早く、正確に
- ボタン押しを失敗しても気にせずに続けることの確認

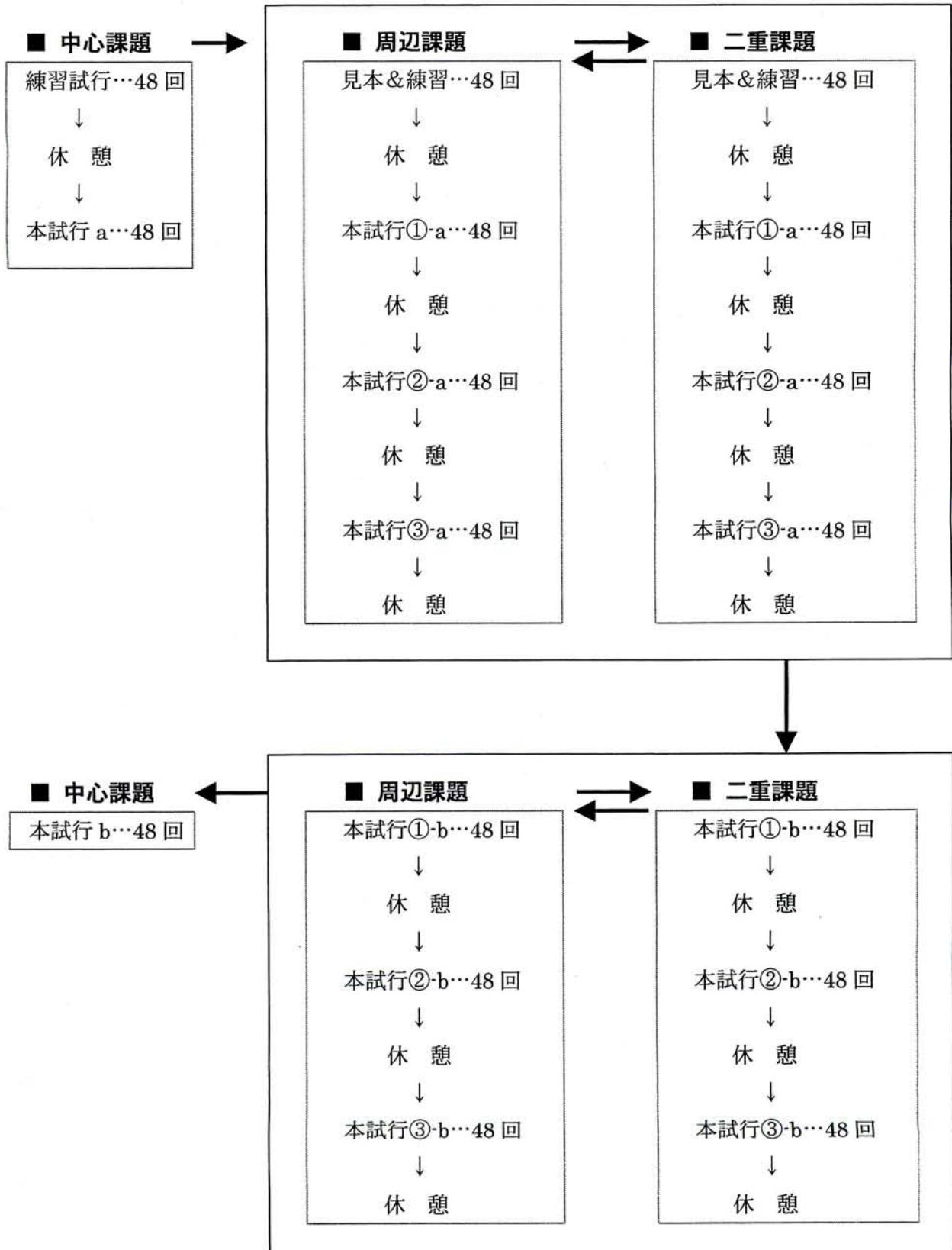
■ 二重課題に関するチェックリスト

- 白枠＆固視点「+」の表示…顎載台＆椅子の調整
 - 眼球運動計測のための校正ならびにテレビカメラの確認.
- 実験課題及び手順の説明
 - 眼を動かさないこと（固視点の凝視）の念押し.
 - 視線を動かさなくても見えることの確認.
 - 「反応ボタンはしっかりと押して下さい」と念押し.
- 反応はできるだけ早く、正確に
- ボタン押しや「あ」に対する発声に失敗しても気にせずに続けることの確認

■ 実験終了後のチェックリスト

- 実験終了の報告
- 面接形式の質問

付録 3-1-3 実験全体の流れ



付録 3-1-4 各課題の試行数

■ 中心課題：単独試行 <本試行総計：96 試行 (48 試行×2)>

練習試行：48 回（約 3 分）

本試行 a：48 回（約 3 分）

本試行 b：48 回（約 3 分）

■ 周辺課題：単独試行 <本試行総計：576 試行 (48 試行×3×2×2(提示条件))>

<①> 練習試行：48 回（約 3 分）

本試行 1 回目

<①> 本試行 a：48 回（約 3 分）

<②> 本試行 a：48 回（約 3 分）

<③> 本試行 a：48 回（約 3 分）

本試行 2 回目

<①> 本試行 b：48 回（約 3 分）

<②> 本試行 b：48 回（約 3 分）

<③> 本試行 b：48 回（約 3 分）

■ 二重課題 <本試行総計：576 試行 (48 試行×3×2×2(提示条件))>

<①> 練習試行：48 回（約 3 分）

本試行 1 回目

<①> 本試行 a：48 回（約 3 分）

<②> 本試行 a：48 回（約 3 分）

<③> 本試行 a：48 回（約 3 分）

本試行 2 回目

<①> 本試行 b：48 回（約 3 分）

<②> 本試行 b：48 回（約 3 分）

<③> 本試行 b：48 回（約 3 分）

付録 3-1-5 実験装置及び器材リスト

■ 刺激提示 & 制御ユニット

□モニター ×3	MITSUBISHI	RDF17S
□コンピューター ×1	DELL	Dimension L700cx
□キーボード ×1	DELL	SK-8000
□ボイスキー ×1		
□顎載台 ×1	竹井機器工業	T・K・K 930a
□机 ×2		
□椅子（高さ調節可能） ×1		
□プロック（高さ調節可能） ×20		

■ 眼球運動計測ユニット

□Free View ×1	竹井機器工業	T・K・K 2920b
---------------	--------	-------------

■ 映像記録ユニット

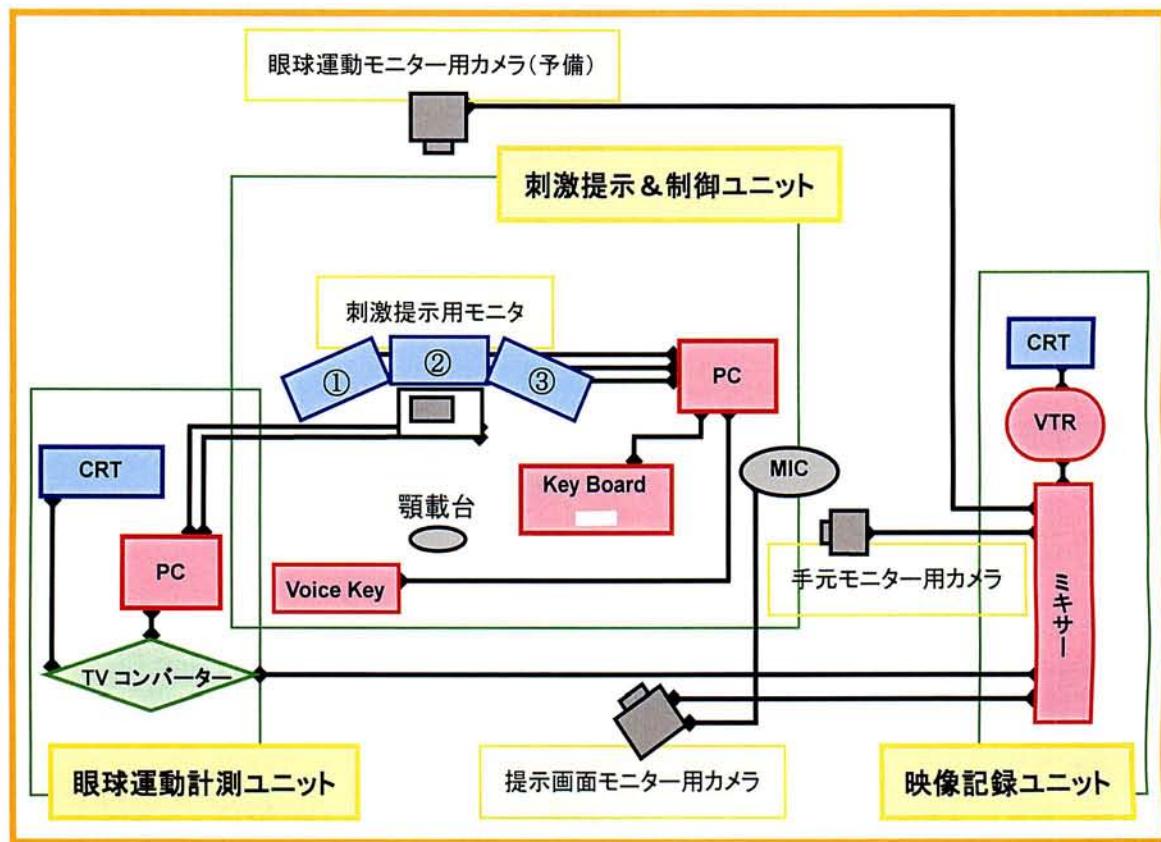
□カラー4画面分割ユニット ×1	Panasonic	WJ-450A
□DV カメラ ×1	SONY	DCR-PC110
□8mm カメラ ×1	SONY	CCD-V88
□CCD カメラ ×1	KEYENCE	CK-200B
□エレクトレト コンデンサー マイクロ ×1	SONY	ECM-MS907
□COMPUTER VIDEO DECK ×1	SONY	CVD-1000
□モニター ×1	SONY	AV-M150S
□TV コンバーター ×1	I・O DATA	TVC-XGA
□三脚 ×2	SONY	VCT-870RM, VCT-900
□BNC コード ×4		
□AV コード ×3		

■ その他

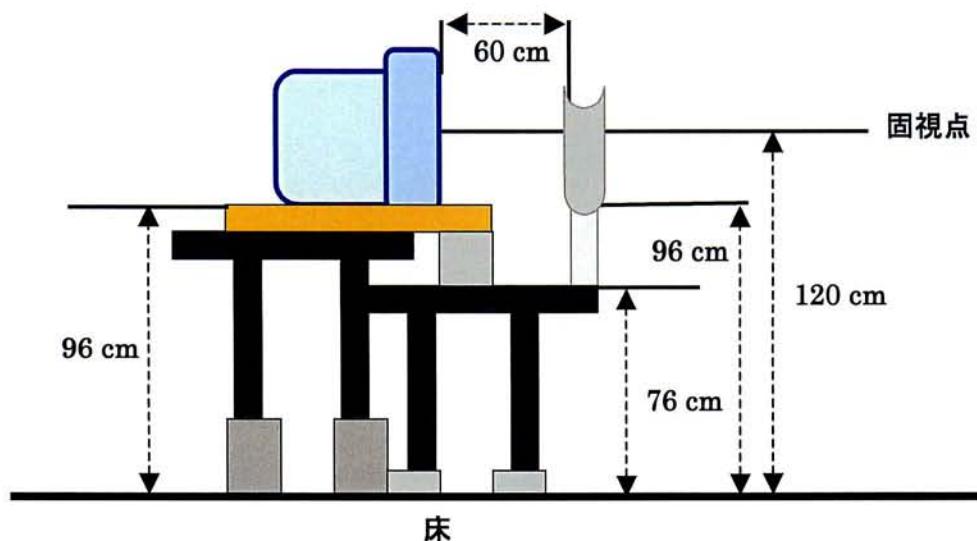
□データ記録用 8mm テープ ×80		
□ストップウォッチ ×1		
□輝度計	MINOLTA	nt・1°
□デジタル照度計	TOPCON	IM-5

付録 3-1-6 実験装置及び器材の配置

3-1-6-1 実験環境概略図（俯瞰図）

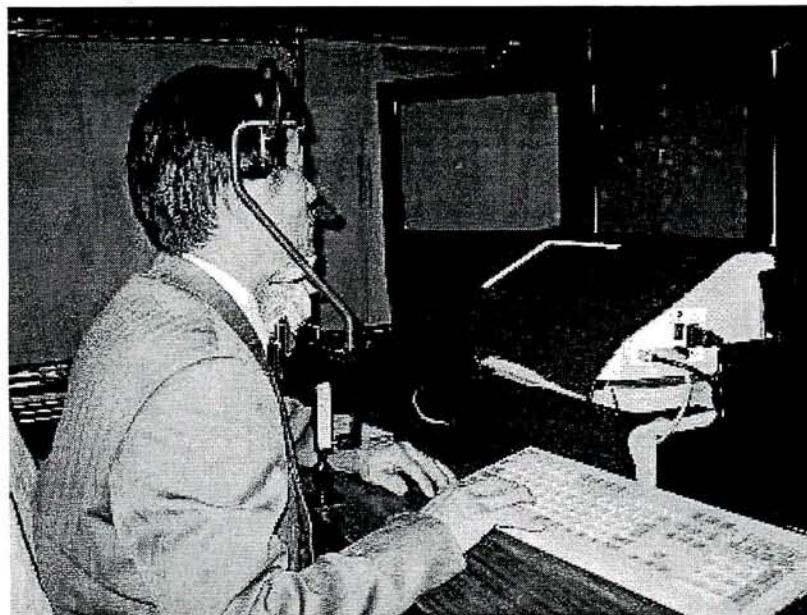


3-1-6-2 刺激提示ユニット概略図（側面図）

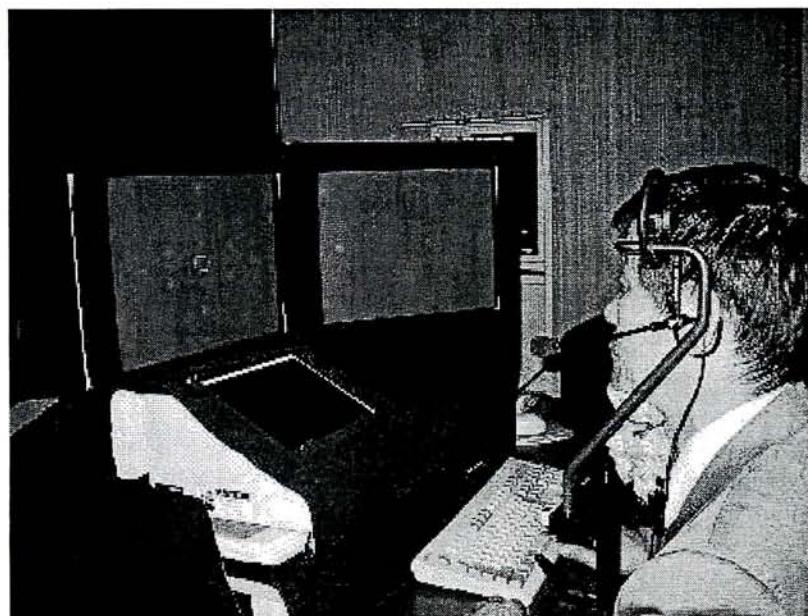


付録 3-1-7 実験風景

3-1-7-1 実験風景（右後方より）



3-1-7-2 被験者の様子（左側方より）



報告書訂正箇所

■報告書原稿本文訂正事項

p. 注意・3-

図 3.1.3-1 の中:

(訂正前) SOA : 600-4400 msec → (訂正後) SOA : 600-4400msec

注: 「4400」と「msec」の間のスペースを削除。

p. 注意・9-

図 3.1.4-5 のグラフの X 軸:

(訂正前) 0.0 → (訂正後) 0

注: 「0.0」の小数点左側を消去 (白ボックスを上から載せる)。

p. 注意・10-

図 3.1.4-6 のキャプション:

(訂正前) 中心刺激と周辺刺激 → (訂正後) 中心刺激と周辺標的

注: 「周辺刺激」を「周辺標的」に訂正。

p. 注意・10-

図 3.1.4-7 のグラフの X 軸:

(訂正前) .0 → (訂正後) 0

注: 「.0」の小数点を消去 (白ボックスを上から載せる→更にずらす)。

p. 注意・12-

上から 10~11 行目:

(訂正前) 得られた結果は図 3.1.5-1 に示されているように、高齢者と若年者の差が最も顕著に現れるのは中心・周辺二重課題での周辺課題である。

→(訂正後) この研究で得られた結果を図 3.1.5-1 に示す。この図では、高齢者と若年者の差が最も顕著に現れるのは中心・周辺二重課題での周辺課題であることが示されている。

注: 文章自体の訂正。

p. 注意-14-

図 3.1.5-3 のキャプション:

(訂正前) と数字実験での各種辺距離 → (訂正後) と数字実験での各周辺距離

注:「各種辺距離」を「各周辺距離」に訂正。

(訂正前) NUM は数字実験を SPOT は → (訂正後) NUM は数字実験を, SPOT は

注:「を」と「SPOT」との間に「,」を挿入。

p. 注意-15-

3.の最終行:

(訂正前) ディスプレイ全体の認知負荷の少ないものにすべきである。

→(訂正後) ディスプレイ全体の認知負荷を低減すべきである。

注:文章自体の訂正。

■報告書付録訂正事項

付録 3-1-5

その他:

(訂正前) データ記録用 8mm ビデオテープ×80

→(訂正後) データ記録用 8mm ビデオテープ×26

注:「80」を「26」に訂正。

追加事項:

デジタル照度計 TOPCON IM-5

注:「輝度計」の下に「デジタル照度計」を追加。

3. 2 記憶力

3. 2. 1 実験の目的

情報機器の使いにくい理由の一つに、操作のメンタルモデルが作りにくいことが指摘されている。このメンタルモデルは様々な機器使用により獲得してきた知識をもとに生成されたり、機器を操作しながら新たなモデルの生成のための変容がなされたりする。使いやすい機器をユーザに提供するにはメンタルモデルを構築しやすい機器をデザインする必要があるが、メンタルモデルの生成や変容はユーザの持つてる知識資源に依存し、知識の獲得には記憶力が影響する。

ここでは比較的短時間内での機器操作を想定した記憶に関する実験（短期記憶、長期記憶ならびに対連合）を行い、中若年者と高齢者の記憶力の程度を確認し、得られたデータを情報機器（携帯電話）操作実験で得られた結果の考察に用いる。これにより、使いにくさに関するどのようなデザイン要素に対して記憶力が影響しているかを考察する。

3. 2. 2 被験者の属性

本実験に参加した被験者の属性（本文第一章より抽出）

3. 2. 3 実験の方法

短期記憶：

実験開始画面にスタートボタンが表示される。このボタンを押すと 1s 後に画面中央に 1 個のオブジェクトが 0.8s 間表示される。被験者には表示が消えた直後に提示されたオブジェクト名を口頭で答えさせる。被験者の胸元につけた小型マイクで音声を録音する。

表示するオブジェクトは文字（数字・ひらがな・カタカナ・アルファベット）または文字列（3 文字・5 文字・7 文字の単語及び無意味な羅列）であり、試行ごとに異なる。被験者が答えた後、スタートボタンを押すと次のオブジェクトが表示される。このような操作を表 3・3・2-1 に示すオブジェクトで 21 回反復する。短期記憶力の評価指標として正答数を用いる。

長期記憶：

実験開始画面に「指示をお待ちください」というボタンが表示される。このボタンを押すと 1s 後に画面中央にオブジェクトが 2s 間表示されて消える。1 分後に被験者に提示されたオブジェクト名を口頭で答えさせる。その後 5 分後にもう一度被験者に提示されたオブジェクト名を口頭で答えさせる。これらの音声を被験者の胸元につけた小型マイクで録音した。ただし、待ち時間の 1 分、5 分の間は新聞を読ませる。被験者が 2 回目に答えた後に「指示をお待ちください」というボタンを押すと次のオブジェクトが表示される。この操作を表 3・3・2-2 に示すオブジェクトで 9 回反復する。

表示するオブジェクトには数字・アルファベットの文字列（3 文字・5 文字・7 文字の単語及び無意味な羅列）があり、試行ごとに異なる。長期記憶力の評価指標として正答数を測定する。

対連合記憶：

実験開始画面に「指示をお待ちください」というボタンが表示される。このボタンを押すと 1s 後に画面中央に絵と文字を対にしたもの 2s 間表示して消す。これを 5 種類の対について繰り返す。その 1 分後に被験者に絵を提示して、対になっていた文字を答えさせる。その後、5 分後にもう一度被験者に絵を提示して、対になっていた文字を答えてもらう。それらの正答数を測定す

る。ただし、待ち時間の1分、5分の間は新聞を読ませた。

表示する文字は、全て5文字のひらがな又はカタカナの単語である。絵と関連のある単語との組み合わせを8個、絵と関連のない単語との組み合わせを7個とした。また、被験者が2回目に答えた後に「指示をお待ちください」というボタンを押すと次のオブジェクトが表示され、同様の操作を行う。以上の操作を表3・3・2-3に示すオブジェクトで3回反復した。提示文字と絵のペア数は15個であった。

3. 2. 4 実験の結果

短期記憶：

若年者と高齢者の短期記憶実験の正答率を図3・3・2-1に示す。記憶文字数が1文字と3文字の場合どちらも正答率は100%であり、両者間に差は見られなかったが、5文字になると、高齢者の方が若年者よりも正答率は7%低くなり、7文字の場合は、明らかに高齢者の正答率が若年者よりも低く、その差は14%であった。

個人別の正答率を図3・3・2-2（高齢者）と図3・3・2-3（若年者）に示す。5文字の場合、正答率のばらつきは高齢者の方が大きいが、7文字になると、若年者の方が大きかった。このことは、記憶文字数が多くなるに従って高齢者は平均的に正答率が手羽化するのに対して、若年者では個人の記憶力の程度差が大きいことをあらわしていると考えることができる。

図3・3・2-4に表示文字内容の違いと正答率の関係を示した。これから分かるように、若年者と高齢者は5文字までは数字と単語の短期記憶には差は見られなかった。しかし、7文字では単語の方が数字よりも正答率は高かった。特に高齢者の方が数字の正答率は40%以下であった。また、無意味綴り文字の場合は、5文字と7文字の場合、どちらの被験者の場合も正答率が低かった。特に、高齢者では20%以下の正答率であった。これらのこととは、意味のわかる用語を用いることが短期記憶に重要であることを示すものであると言える。

長期記憶：

提示文字数3文字で1分後に聞き取りをした場合、若年者と高齢者ともに正答率は100%であった。次に図3・3・2-5若年者と高齢者の長期記憶能実験の正答率を示す。これは5文字を提示して、1分後に聞き取りをした時の正答率である。これを見ると、若年者はいずれの文字に対しても1分後の正答率は100%であったのに対し、高齢者は単語と無意味綴り文字の正答率が10%?15%低かった。図3・3・2-6は7文字の場合を示している。若年者の正答率は約90%であったのに対し、高齢者は単語の場合約65%、数字の場合約50%、無意味綴りの場合約10%の正答率であった。図3・3・2-7に文字数5文字で5分後の正答率を示す。若年者の場合、単語の正答率は100%であったが、数字と無意味綴りの正答率は90%に低下した。高齢者の場合は数字の正答率が100%で変化しなかったのに対して、数字と無意味綴りの正答率は1分後よりさらに低下し75%から80%であった。図3・3・2-8は7文字で5分後の場合の正答率を示す。若年者の正答率は約90%と5文字の場合と変わらなかったが、高齢者の場合の正答率は単語で約70%、数字約45%、無意味綴り約12%であった。これらの結果は、短期記憶実験の結果からも示されたように、意味のわかる用語を用いることが重要であることを示すと言える。

対連合記憶：

若年者と高齢者の対連合記憶実験の正答率を図3・3・2-9に示す。若年者の場合、1分後

と5分後で正答率に変化は見られず、ともに90%であった。一方、高齢者の場合も1分後と5分後で正答率に変化は見られず、ともに約70%であった。これらのこととは、文字を絵柄と対にして記憶した場合、時間経過とともに正答率の低下は小さいことが示唆される。

物事を対で記憶する場合、絵柄と単語の意味とが関連のある場合と、そうでない場合とでは記憶再生に差があらわれると予想できる。図3・3・2-10には絵柄と単語間に意味のある場合とそうでない場合とにわけて分析した結果（5分後）の例を示す。明らかに、意味に関連がある方が若年者、高齢者ともに正答率は高かった。特に、高齢者ではその差が20%と大きかった。以上のように、記憶を支援するために単語の意味することを絵柄と組み合わせることで、記憶を呼び起こす助けになることが、高齢者の場合に特に効果的なことが明らかになった。

表3.3.2-1 短期記憶実験に用いたオブジェクト

	数字	英大	ひらがな	カタカナ
1文字	1	B	か	レ
	4	D	ほ	ト
	9	P	せ	ネ
3文字	835	SDU	のまく	ヌセヘ
	469	MGO	はきし	ルテハ
	724	CHP	そなて	ツラノ
		CAT	あかり	ヒラメ
		PIG	とまと	カタチ
		RUN	きつね	ハナシ
5文字	71926	JRISW	こせたれば	ナホミセタ
	19534	DIEKA	ぬべらとし	ベラミオシ
	28640	LKPNG	へもばげら	ノヒガロデ
		RIVER	さるすべり	カレンダー
		SOUTH	たまでばこ	エイタンゴ
		UNDER	きょうとし	サングラス
7文字	4937519	KIEADZP	からでべずはの	コティサレボヌ
	7384621	LPIEAFV	こせたへのれむ	セゲザコヤラホ
	9283467	XURAGEL	へうそといたね	ゾレヨベノメカ
		MAGICAL	えんぴつけずり	コンピューター
		GRAPHIC	けいたいでんわ	キソウテンガイ
		MACHINE	きかいほんやく	カーネーション

表3.3.2-2

長期記憶実験に用いたオブジェクト

3文字	194
	FBU
	TEA
5文字	82175
	KDXOR
	DIALY
7文字	7329481
	JPDARKC
	CONCERT

表3.3.2-3

対連合能力実験に用いたオブジェクト対

絵	文字
家	マンション
自転車	じどうしゃ
オムライス	レストラン
パン	はつもうで
ケーキ	すべりだい
にわとり	さつまいも
色鉛筆	びょういん
桜	にゅうがく
エアコン	レイゾウコ
コスモス	しんぶんし
バーガー	キリギリス
ギター	バイオリン
お雛様	おんなのこ
ソファ	じゅうたん
すし	うでどけい

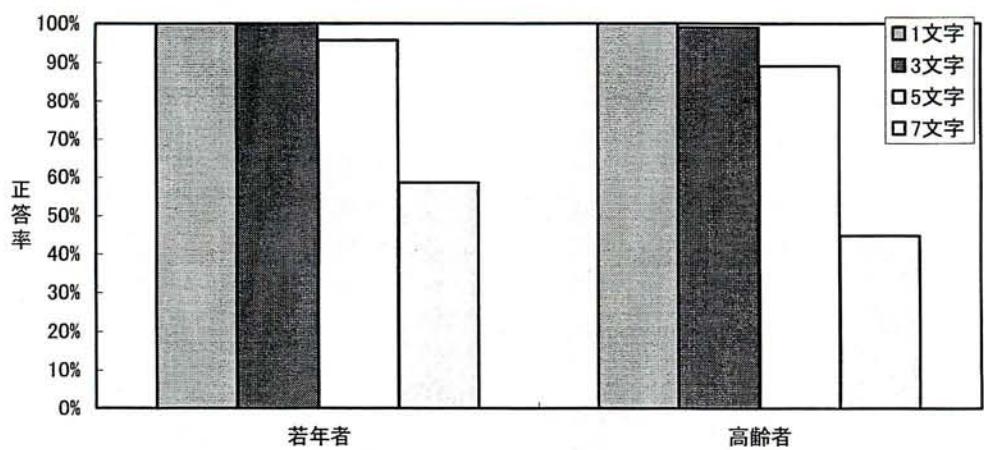


図3.3.2-1 短期記憶の正答率

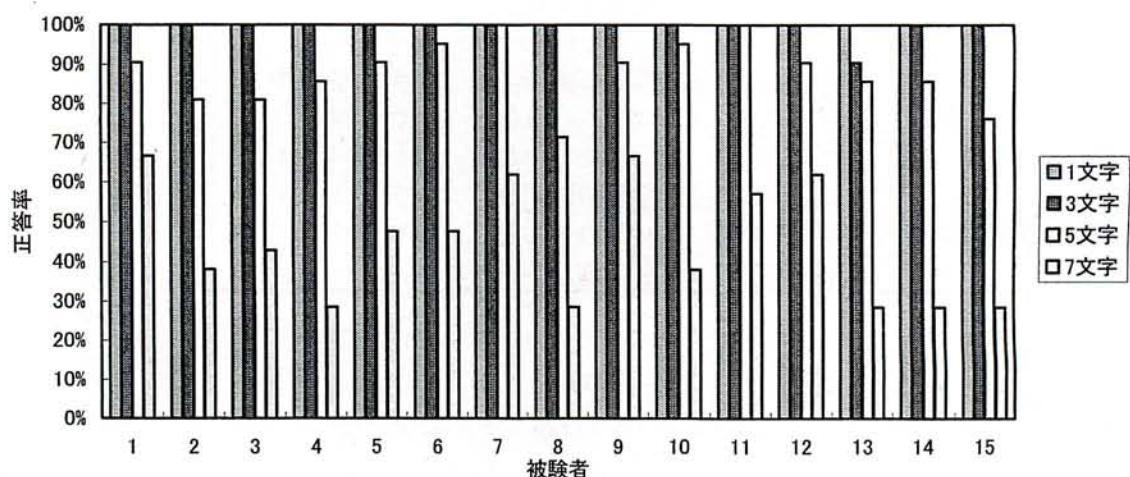


図3.3.2-2 高齢者の短期記憶実験の正答率

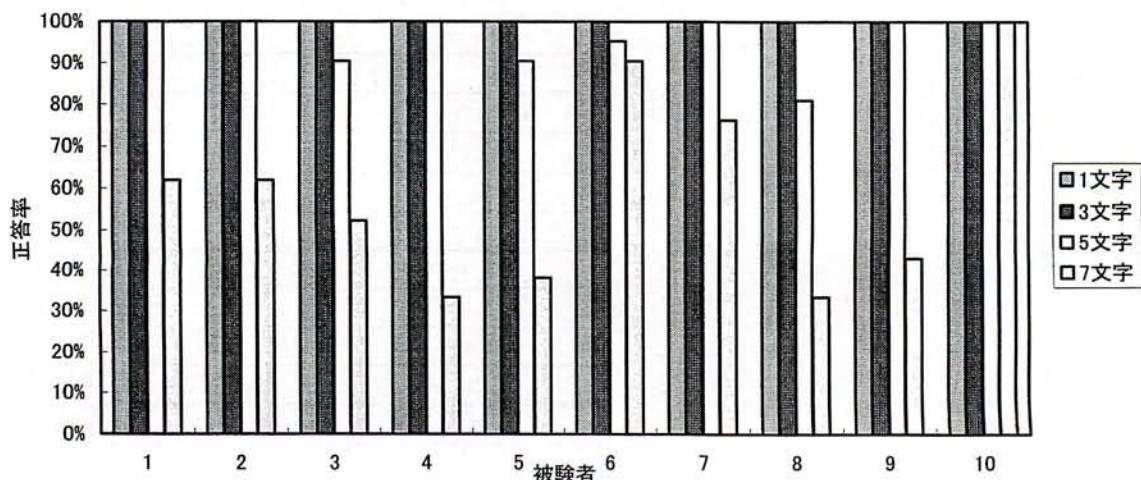


図3.3.2-3 若年者の短期記憶実験の正答率

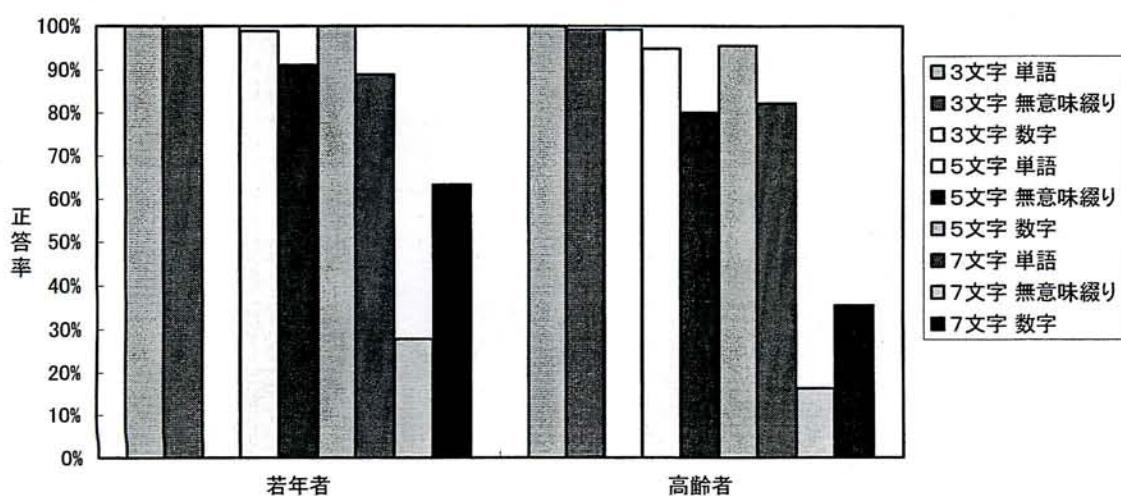


図3.3.2-4 表示文字と短期記憶の正答率の関係

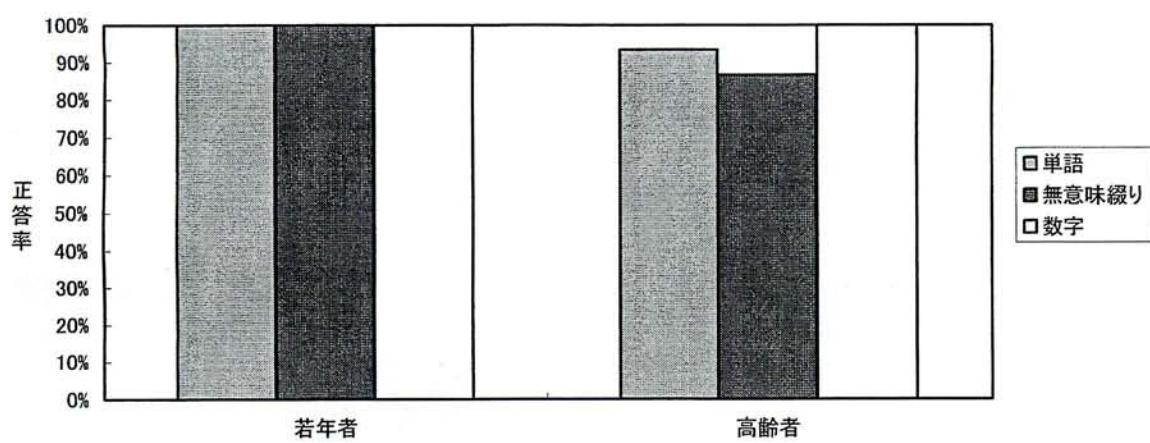


図3.3.2-5 長期記憶実験の正答率(文字数:5文字、1分後)

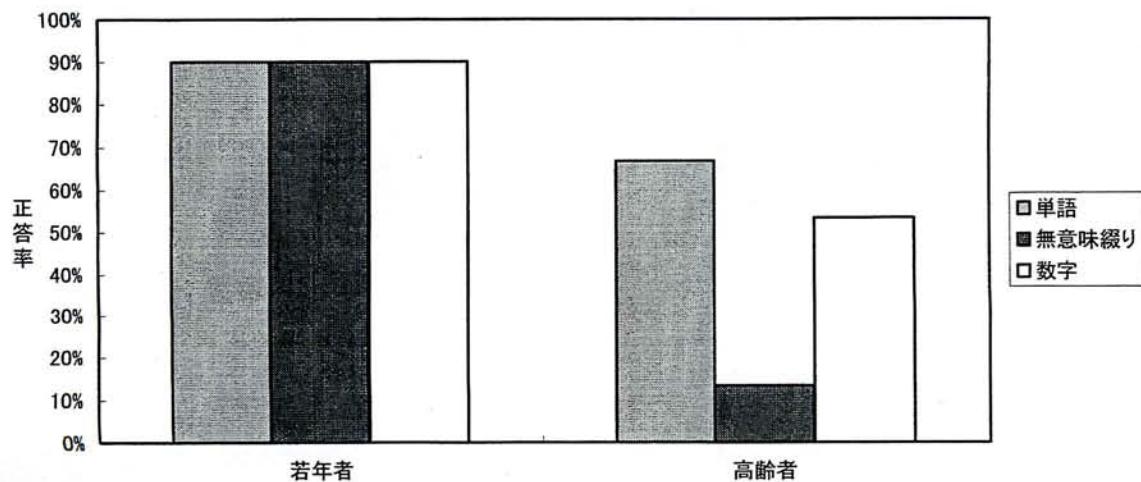


図3.3.2-6 長期記憶実験の正答率(文字数:7文字、1分後)

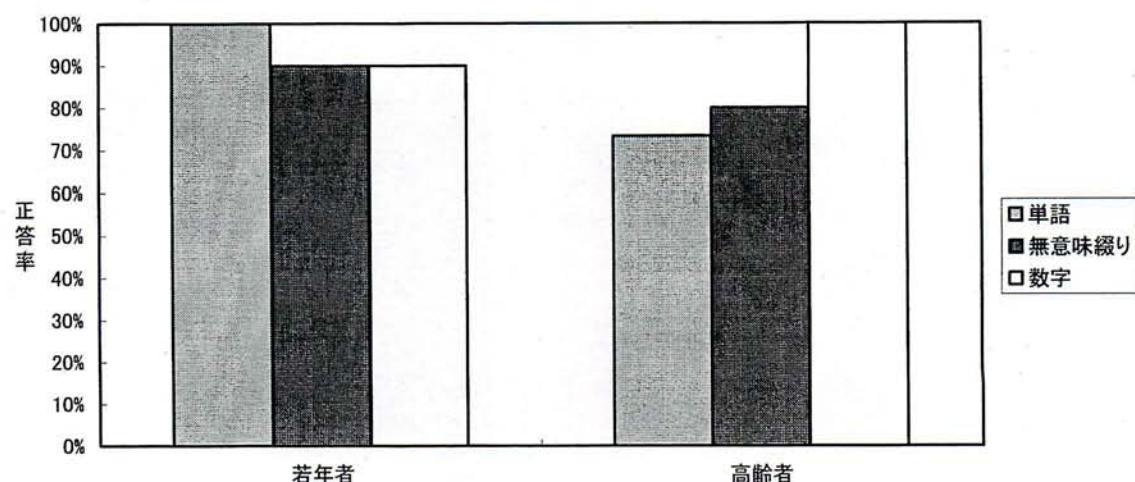


図3.3.2-7 長期記憶実験の正答率(文字数:5文字、5分後)

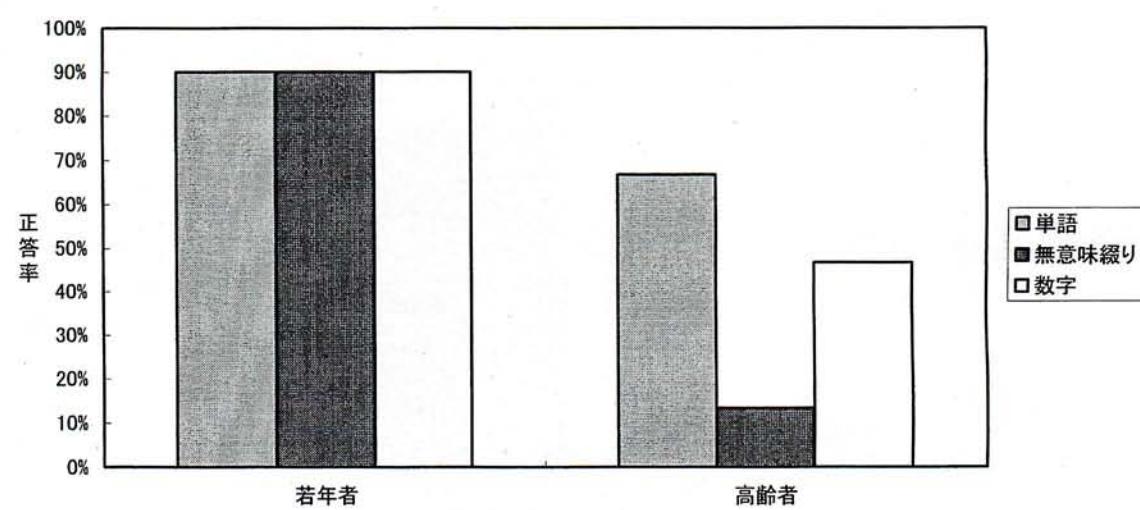


図3.3.2-8 長期記憶実験の正答率(文字数:7文字、5分後)

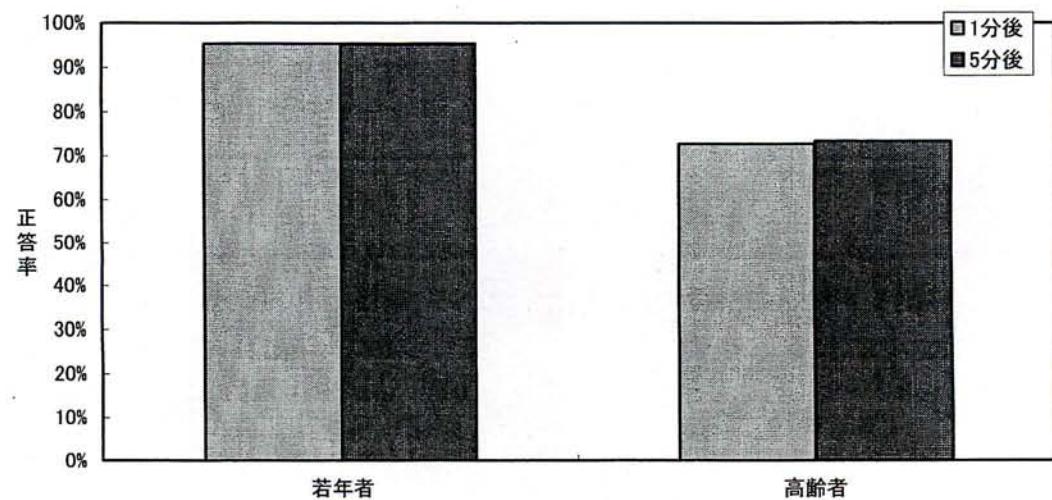


図3.3.2-9 対連合記憶実験の正答率

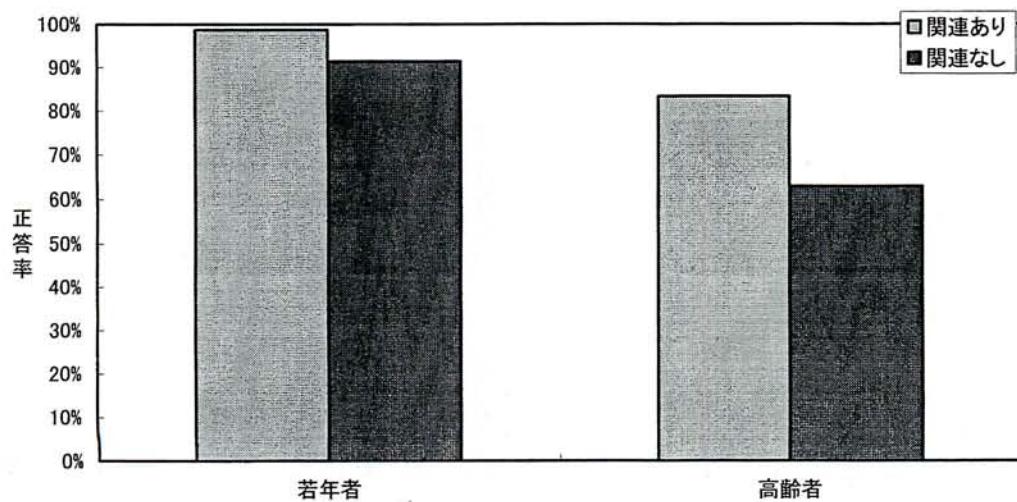
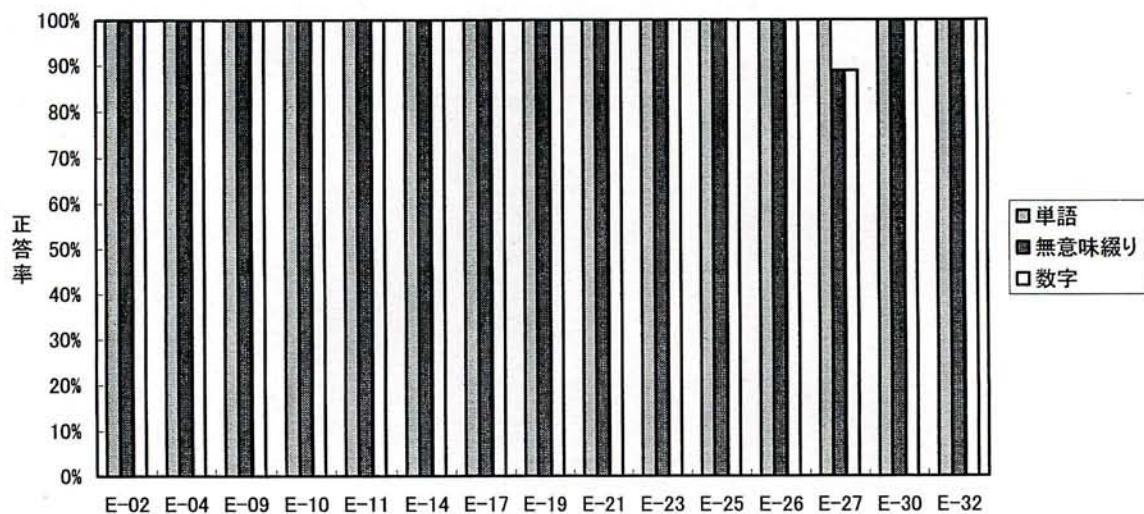
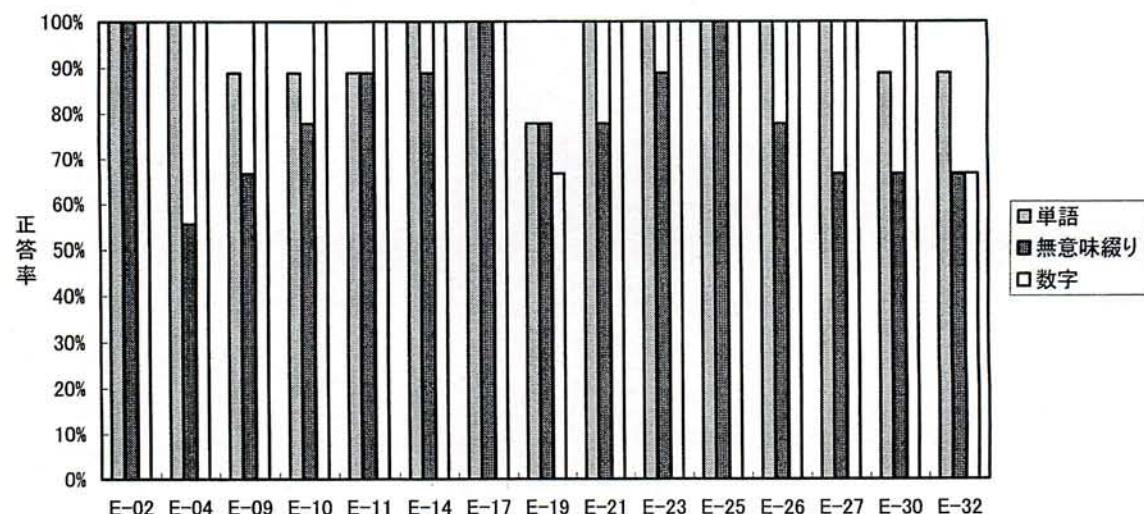


図3.3.2-10 対連合実験の正答率(5分後)

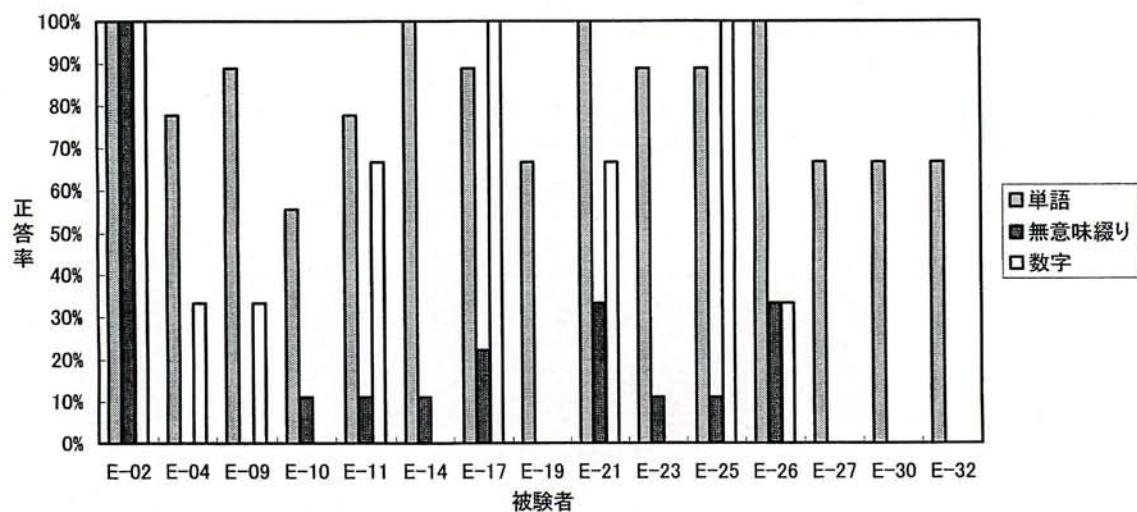
短期記憶(高齢者)3文字



短期記憶(高齢者)5文字



短期記憶(高齢者)7文字



3. 3 照合・探索力

3. 3. 1 照合・探索における情報処理のモデル

人がある機器を操作する場合、情報の照合と探索を常に行い、判断をし、操作がすすめられる。照合とは先にある情報が提示され、引き続いて提示された情報が先の情報とどのような関係にあるかを判断することを照合と言う。これの代表的なものとして物理的照合、名称照合およびカテゴリー照合がある。

・物理的照合

2つの情報が物理的に同じか否かの判断を必要とする。第1の情報はすでに処理を終わって作業記憶に保持され、応答時間は第2の情報提示から測る。認知システムでは、2つの情報が同一かどうかを照合、運動の決定という2段階の認知時間が必要となる。応答時間Tは知覚プロセッサが処理するのに必要なサイクル時間 τ_P 、認知システムのサイクル時間 τ_C 、運動を実行するのに必要な単位あたりのサイクル時間 τ_M より、

$$\begin{aligned} T &= \tau_P + 2\tau_C + \tau_M \\ &= 310 [130 \sim 640] \text{ msec} \end{aligned}$$

・名称照合

2つの情報に対して、同一名称か否かの判断を必要とする。例えば「a」と「A」は物理的には異なるが同一名称である。認知システムでは、長期記憶を活性化して第2の提示情報の名前を再認し、2つの情報の名称を照合した後、運動の決定という3段階の認知時間が必要となる。したがって応答時間は次のようになる。

$$\begin{aligned} T &= \tau_P + 3\tau_C + \tau_M \\ &= 380 [155 \sim 810] \text{ msec} \end{aligned}$$

・カテゴリー照合

2つの情報のカテゴリーが同一かの判断を必要とする。認知システムは長期記憶を活性化して第2の提示情報の名前を再認、長期記憶を活性化してそれが属するカテゴリーを検索、2つの情報のカテゴリーを照合をして、運動の決定という4段階の認知時間が必要となる。よって応答時間は次のようになる。

$$\begin{aligned} T &= \tau_P + 4\tau_C + \tau_M \\ &= 450 [180 \sim 980] \text{ msec} \end{aligned}$$

本調査での認知実験では物理的照合のことを同一照合と呼ぶことにする。

探索とは先にある情報が提示され、引き続いて提示された複数の情報の中から応答すべきものを探して選ぶことを指す。代表的な探索には同一探索とカテゴリー探索がある。

・同一探索

第1の情報と複数ある情報の中の1つである第2の情報が物理的に同じか否かの判断を必要とする。第1の情報はすでに処理を終わって作業記憶に保持されて応答時間は複数の情報提示から測る。認知システムでは、1つの情報と照合する際に、2つの情報が同一かどうかを照合、運動の決定という2段階の認知時間が必要となる。それが、物理的に同一のものが見つかるまで繰り返しとなる。よって、応答時間は次のようになる。

$$T = \tau P + 2X\tau C + \tau M \quad (3.4)$$

X = 情報を認知した回数

これらは被験者の探索方法、情報の提示位置によって変化する。

・カテゴリ探索

第1の情報と複数ある情報の中の1つである第2の情報のカテゴリが同じか否かの判断を必要とする。第1の情報はすでに処理を終わって作業記憶に保持されて応答時間は複数の情報提示から測る。認知システムでは、1つの情報と照合する際に、長期記憶を活性化して第2の提示情報の名前を再認、長期記憶を活性化してそれが属するカテゴリを検索、2つの情報のカテゴリを照合、運動の決定という4段階の認知時間が必要となる。それが、カテゴリが同一のものが見つかるまで繰り返しとなる。よって、応答時間は次のようになる。

$$T = \tau P + 4X\tau C + \tau M$$

X = 情報を認知した回数

これらは被験者の探索方法や情報の提示位置によって変化する。

3.3.2 実験の目的

以上のように機器操作における視覚情報処理は機器からの情報を視覚でとらえ、それを脳で処理し、脳からの指令で運動を起こすというプロセスからなると考える。つまり、操作時間は視覚プロセス、認知プロセス、運動プロセスでの各所要時間の総和と考えることにする。具体的には、視覚で対象をとらえ、脳で対象が何であるかを認知し、処理した後に運動を起こすといった一連のプロセスにおける時間を総合したものであると考える。

操作内容により操作対象を操作するのに要する時間に高齢者と若年者の間に差が見られる場合があるが、その原因として認知プロセスに要する時間の違いが考えられる。ここでは比較的短時間内での操作を想定し、照合・探索力に関する実験を行い、中若年者と高齢者の照合・探索力の違いを確認するための実験を行い、得られたデータを情報機器（携帯電話）操作実験で得られた結果の考察に用いる。これにより、使いにくさに関係するデザイン要素に対して照合・探索力がどのように影響しているかを考察する。

3.3.3 被験者の属性

3.3.4 実験の方法

被験者

高齢者 15 名、若年者 13 名である。

実験条件

被験者にタッチパネルが固定された高さ 700mm のラックに対して真っ直ぐ立たせ、作業がしやすいように足元に台を置き、高さが調節できるようにした。実験は外部からの雑音を防ぐため出入りのない防音室で行った。

実験手順

- ・同一照合能力試験

実験開始時点において記憶させる文字とスタートボタン、ホームポジションが表示される。文字を記憶した後、スタートボタンを押すと、以後、指定された時間後に中央部に次々と文字が表示される。この指定された時間は 1s または 2s であり、ランダムに設定してある。このとき、最初の文字と同じものであればその文字を指示し、違うものであれば何もしない。文字の提示時間は 1s である。画面中央の文字を指示する以外はホームポジションに指を接触させておく。1 個記憶した文字につき 20 回この操作を行う。このうち 50% が同一の文字である。そして記憶する文字を変更して、6 回繰り返す。ただし、最初の 1 回は練習としてデータに含まない。表 3. 3. 3-1 に提示した刺激文字を示す。

- ・カテゴリ照合能力試験

実験開始時点において記憶させる単語とスタートボタン、ホームポジションが表示される。単語を記憶した後、スタートボタンを押すと、以後、指定された時間後に中央部に次々と文字が表示される。この指定された時間は 1s または 2s であり、ランダムに設定してある。このとき、最初の単語と同じカテゴリに属するものであればその単語を指示し、違うものであれば何もしない。単語の提示時間は 1s である。

画面中央の文字を指示する以外はホームポジションに指を接触させておく。ここで使用した文字は図に示す。1 個記憶した文字につき 20 回この操作を行う。このうち 50% が同一の文字である。そして記憶する文字を変更して、それを 5 回繰り返す。表 3. 3. 3-2 に提示した刺激文字を示す。

- ・同一探索能力試験

実験開始時点において記憶させる文字列とスタートボタン、ホームポジションが表示される。文字列を記憶した後、スタートボタンを押すと、縦 10 行 × 横 6 列（合計 60）の文字列が一挙に表示され、その中で先に記憶した文字列と同じ文字列を指示する。指示するべき文字列は 1 個だけであり、正しいものを押さないと先には進めないようになっている。また画面上の文字列を指示する以外は、ホームポジションに指を接触させておく。ここで使用した文字列の一部を表 3. 3. 3-3 に示す。この操作を、記憶する文字列を変更して 25 回行う。複数の文字列が提示されてから 2 分以内に同一のものを見つけられなかった場合は、時間切れとなり次のタスクに変わる。

- ・カテゴリ探索能力試験

実験開始時点において記憶させる単語とスタートボタン、ホームポジションが表示される。単語を記憶した後、スタートボタンを押すと、縦 10 行 × 横 6 列（合計 60）の単語が一挙に表示され、その中で先に記憶した単語と同じカテゴリの単語を指示する。指示するべき単語は 1 個だけであり、正しいものを押さないと先には進めないようになっている。また画面上の単語を指示する以外は、ホームポジションに指を接触させておく。ここで使用した単語の一部を表 3. 3. 3-4 に示す。この操作を、記憶する単語を変更して 10 回行う。複数の文字列が提示されてから 2 分以内に同じカテゴリのものを見つけられなかった場合は、時間切れとなり次のタスクに変わる。

3. 3. 5 実験の結果

応答時間

- ・同一照合能力試験

画面に文字が提示されてから、ホームポジションから指を離すまでの時間を計測した。この時間を照合時間とする。図3.3.3-1に示すように高齢者の平均照合時間は0.51(s)、若年者の平均照合時間は0.48(s)であった。また、照合時間の標準偏差については高齢者と若年者の間にはほとんど差はなかった。次に、縦軸に照合時間、横軸に被験者をとり、高齢者一人一人の照合時間を比較したグラフを図3.3.3-2に、若年者一人一人の照合時間を比較したグラフを図3.3.3-3に示す。その結果、高齢者、若年者ともに一人一人の操作回数による照合時間にはばらつきが見られた。

・カテゴリ照合能力試験

高齢者と若年者のカテゴリ照合時間を比較したグラフを図3.3.3-4に示す。高齢者の平均照合時間は0.69(s)、若年者の平均照合時間は0.6(s)となり、その差は0.09sであった。また、照合時間の標準偏差については若年者より高齢者の方が大きかった。なお、高齢者一人一人の照合時間を比較したグラフを図3.3.3-5に、若年者のそれを図3.3.3-6に示す。

ターゲット探索時間

・同一探索能力試験

画面に文字が複数提示されてから、ホームポジションから指を離すまでの時間を探索時間とした。ホームポジションから指を離してから、ターゲットを押すまでの時間が長い場合は、その間にも探索をしているとみなされ正確なデータがとれないため無効とした。また、不正解だった場合などで、いったんホームポジションに戻らずにターゲットを押した場合も、正確な探索時間がわからないためそのデータを無効とした。図3.3.3-7に示すように若年者の平均探索時間が6.63(s)であったのに対し、高齢者の平均探索時間は8.79(s)であった。また、若年者に比べて高齢者は探索時間のばらつきが大きかった。なお、高齢者の被験者別の探索時間を図3.3.3-8に示す。同じく若年者の被験者別のデータを図3.3.3-9に示す。若年者は一人一人の平均探索時間にあまり差がなく、データのばらつきも少ない。それに対し、高齢者は被験者別の平均探索時間に差があり、データに大きなばらつきがある。

・カテゴリ探索能力試験

図3.3.3-10に示すように若年者の平均探索時間が12.9(s)、高齢者のそれは17.9(s)であった。また、若年者に比べて高齢者は探索時間のばらつきが大きかった。高齢者の被験者別の探索時間を図3.3.3-11に、若年者のそれを図3.3.3-12に示す。

正答率

・同一照合能力試験

反応すべきところで無反応な場合や反応しなくていいところで反応した場合を誤操作とした。また、具体的には、正解のところで画面中央を押さなかった場合、正解ではない場合にホームポジションから指を離し画面中央を押した場合とした。なお、反応してホームポジションから指を離したが、画面中央を押さずにホームポジションに戻った場合は未然エラーとして、誤操作には含んでいない。縦軸に正答率をとり、若年者と高齢者の正答率と未然エラー率を比較した(図3.3.3-13)。高齢者は正答率95%、未然エラー率3.8%、若年者は正答率99.1%、未然エラー率4%となり、若年者に対し高齢者のほうが4.1%誤操作率が大きかった。また、高齢者の中で被験者別に比較した結果を図3.3.3-14に、若年者の中で被験者別に比較した結果を図3.

3. 3-15に示した。この2つの図を比較すると、若年者に比べ高齢者は正答率にはらつきが大きく個人差がこれに表れていると考えられる。しかし、未然エラー率は若年者のほうが個人差があった。

・カテゴリ照合能力試験

縦軸に正答率をとり、若年者と高齢者の正答率と未然エラー率を比較したグラフを図3. 3-16に示した。高齢者は正答率94.7%、未然エラー率4.1%、若年者は正答率93.8%、未然エラー率6.2%となり、若年者のほうが誤操作率が高かった。また、高齢者の中で被験者別に比較した結果を図3. 3. 3-17に、若年者の中で被験者別に比較した結果を図3. 3. 3-18に示した。若年者よりも高齢者の方が正答率の差が大きかった。よって、全体の正答率は若年者のほうが低いが、個人差は高齢者のほうが大きいといえる。また、未然エラー率は若年者の方が高かった。

・同一探索能力試験

画面上で、記憶した文字と同じ文字以外を押した場合を誤操作とする。また、反応してホームポジションから指を離したが、画面上の文字を押さずにホームポジションに戻った場合は未然エラーとして誤操作には含んでいない。縦軸に正答率をとり、高齢者と若年者を比較したグラフを図3. 3. 3-19に示す。若年者の正答率は99.1%、高齢者の正答率は97.2%と高い正答率であった。また、未然エラー率は、若年者が3.6%、高齢者が2.8%であった。

高齢者を被験者別に比較したものを図3. 3. 3-20に、若年者のものを図3. 3. 3-21に示した。その結果、若年者では正答率にほとんど差がないのに対し、高齢者は少し個人差が見られた。また、未然エラー率も若年者と比べて高齢者のほうが個人差が見られた。

・カテゴリ探索能力試験

縦軸に正答率をとり、高齢者と若年者を比較したグラフを図3. 3. 3-22に示す。若年者の正答率は82.4%、高齢者の正答率は76.3%となり、高齢者は若年者よりも正答率が6.1%大きかった。また、未然エラー率は、若年者が0.7%、高齢者が4.6%となり、高齢者のほうが3.9%大きかった。

高齢者の中で被験者別に比較した結果を図3. 3. 3-23に、若年者のそれを図3. 3. 3-24に示した。その結果、若年者と高齢者ともに個人差が見られたが、高齢者のほうが大きくなつた。未然エラー率も若年者と比べて高齢者の方に個人差が大きいことが示された。

まとめ

照合能力試験

情報処理モデルでの同一照合に要する時間は $T=310[130\sim640]\text{msec}$ であった。本実験の結果では、若年者の平均照合時間は約0.48s、高齢者の平均照合時間は約0.51sであることより、どちらも T の範囲内である。また、認知プロセスの単位時間を計算してみると、若年者が約0.13s、高齢者が約0.15sとなった。

情報処理モデルでのカテゴリ照合時間は $T=450[380\sim900]\text{msec}$ となる。本実験では、若年者の平均照合時間は約0.61s、高齢者の平均照合時間は約0.69sであることより、どちらも T の範囲内である。また、認知プロセスの単位時間を計算してみると、若年者が約0.09s、高齢者が約0.11s

となった。以上より、高齢者のほうが若年者より認知プロセス時間は長いという結果になった。
探索能力試験

同一探索能力試験では、平均探索時間が若年者で約 6.63s、高齢者で約 8.79s となった。この値から單一定位置目標の指示試験の値を引くと、若年者で 6.28s、高齢者で 8.43s となった。この値が、実際探索にかかった時間と考えられる。また、探索時間が長くかかっているデータをいくつか取り上げて検討してみた結果、直接の原因はターゲットの内容にあることが判明した。数字3文字、アルファベット、カタカナなどのときに探索時間は長くかかっていた。よって、單一不定位置目標の指示実験でも示したように、探索時間に、ターゲットの場所は直接影響していないと考えられる。

カテゴリ探索能力試験では、平均探索時間が若年者で約 12.9s、高齢者で 17.88s となった。この値から單一定位置目標の指示試験の値を引くと、若年者で 12.55s、高齢者で 17.52s となる。この値がカテゴリ探索にかかる時間と考えられる。

高齢者は全般的に個人差が激しいという結果が出た。また、認知サイクルの少ない單一定位置目標の指示試験では高齢者と若年者の認知プロセス時間の差が少ないので対し、認知サイクルの大きい探索試験になると高齢者と若年者の差が大きくなっている。よって、高齢者は単純応答などの単純な認知では若年者に劣らないが、認知サイクル回数が増えていくにつれて、認知プロセス時間が長くなり若年者との差が大きくなるのではないかと推測される。

誤操作（正答率）

誤操作は主にカテゴリを選択するものに多い傾向があった。これは、同一のものを選択するときと比べて、応答する際に決定的となる要素にかけているからである。特に高齢者に誤操作率が高い人多いのは、自分が持っているイメージと違うイメージのものがカテゴリになっていた場合でも、自分の意見をそのまま通そうとする人が多いからではないかと考えられる。

以上のことをまとめると、

1. 高齢者は認知にかかる時間の個人差が大きい。
2. サイクルが少ない場合は認知にかかる時間は若年者との差が少ない。
3. サイクルが多くなるにつれて、認知にかかる時間は若年者と差が広がる。
4. 探索にかかる時間に、距離、場所は影響しない。

したがって、高齢者は単純な認知しか必要としない操作ならば、認知プロセスにかかる時間は若年者とほとんど変わらない。しかし、操作が複雑化していくと、徐々に認知プロセス時間が増加していく、若年者との差が広がっていくと推測される。ゆえに、機器操作や画面設計を単純にすればするほど、認知に関係する高齢者と若年者の差は少なくなり、操作性がよくなると推測される。

表3.3-1 同一照合実験の提示刺激

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
提示文字	6	47	F	さ	タ
1	6	47	K	え	タ
2	6	21	E	さ	ク
3	5	56	F	ら	タ
4	3	47	F	ー	タ
5	9	47	T	さ	ワ
6	6	68	F	さ	ウ
7	8	47	R	て	ク
8	5	47	J	さ	タ
9	6	74	F	ま	ケ
10	4	99	X	ほ	ナ
11	6	47	F	さ	ノ
12	6	31	F	さ	タ
13	6	78	F	さ	タ
14	7	47	W	き	チ
15	9	19	R	さ	テ
16	6	47	F	よ	タ
17	6	47	J	ら	タ
18	2	47	Q	さ	タ
19	6	44	F	さ	ワ
20	8	25	F	く	タ

表3.3-2 カテゴリ照合実験の提示刺激

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
提示文字	ひまわり	からす	にんじん	犬	カブトムシ
カテゴリ	花	鳥	野菜	動物	昆虫
1	アサガオ	自転車	大根	猫	自転車
2	ツバメ	すずめ	コオロギ	パンダ	アゲハチョウ
3	テレビ	きゅうり	白菜	アサガオ	ハチ
4	コスモス	はと	アヒル	羊	柿
5	菊	キツツキ	ぶた	ねずみ	アリ
6	うさぎ	炊飯器	キベツ	玉ねぎ	たんぽぽ
7	タンポポ	バナナ	トンボ	バラ	せみ
8	アリ	フクロウ	じゃがいも	牛	カマキリ
9	ビデオ	たんぽぽ	トマト	梨	じゃがいも
10	きつね	ツバメ	きゅうり	ぞう	チューリップ
11	チューリップ	ブドウ	サル	ひまわり	キリギリス
12	いぬ	キジ	ナス	りんご	バッタ
13	バラ	オウム	カブトムシ	じゃがいも	桃
14	カラス	キャベツ	ピーマン	ブドウ	コオロギ
14	カーネーション	カナリヤ	犬	ぶた	大根
15	アジサイ	いちご	すずめ	さる	さつまいも
16	ユリ	かぼちゃ	かぼちゃ	うさぎ	ミツバチ
17	電車	かもめ	くま	かぼちゃ	ハエ
18	パンジー	うぐいす	うさぎ	りんご	りんご
19	トンボ	さつまいも	きつね	キャベツ	とんぼ
20					

表3.3-3 同一探索実験の提示刺激

表3.3-4 カテゴリ探索の提示刺激

提示文字	3	(3,6)						
1行目	2行目	3行目	4行目	5行目	6行目			
1列目	6	8	7	4	7	6		
2列目	2	4	1	9	0	4		
3列目	8	6	8	2	5	9		
4列目	4	1	9	7	6	1		
5列目	9	7	1	6	2	8		
6列目	5	0	3	5	8	2		
7列目	7	9	4	2	9	5		
8列目	0	2	5	8	5	1		
9列目	9	8	6	0	7	6		
10列目	1	5	2	4	1	0		
	MT	MW	EL	MD	N	DJ		

提示文字	たんす(本棚)	1行目	2行目	3行目	4行目	5行目	6行目	7行目	8行目	9行目	10行目
1列目	レタス	ゲートボール	腰	茶	なぞなぞ	さつまいも					
2列目	剣道	計算機	ゆず	大根	セミ	手紙					
3列目	ロサンゼルス	薬局	ヨット	スイカ	けんだま	カワウソ					
4列目	サンマ	眉	シロツメクサ	意見	コップ	ものさし					
5列目	ポーチ	握手	ザリガニ	虫メガネ	ペランダ	ラクダ					
6列目	豆腐	ネックレス	タンポポ	クッキー	脳	地球					
7列目	じゃがいも	本棚	キュウリ	めだか	パン	鳥					
8列目	絵の具	電卓	人形	ぬりえ	熱	そらめん					
9列目	けんか	卵	ナス	ソフトボール	うなぎ	椿					
10列目	水	浪人	リュックサック	柔道	ブドウ	ヒトデ					

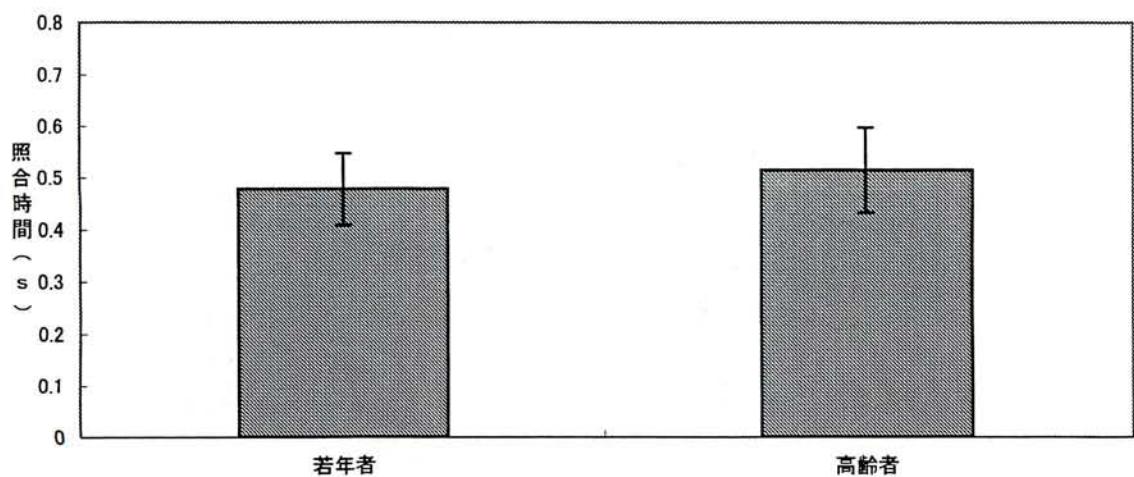


図3.3.3-1 同一照合能力試験の照合時間

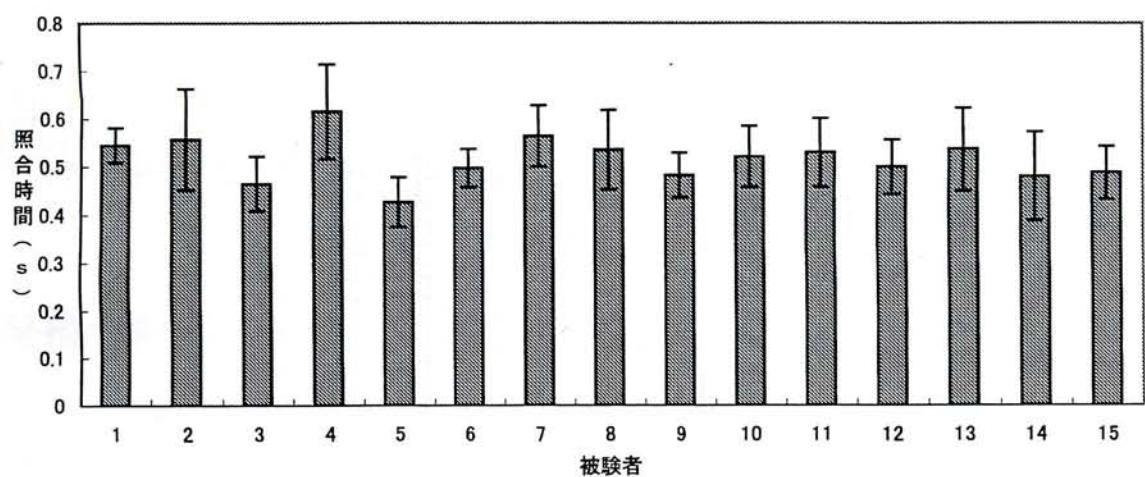


図3.3.3-2 同一照合能力試験の照合時間(高齢者)

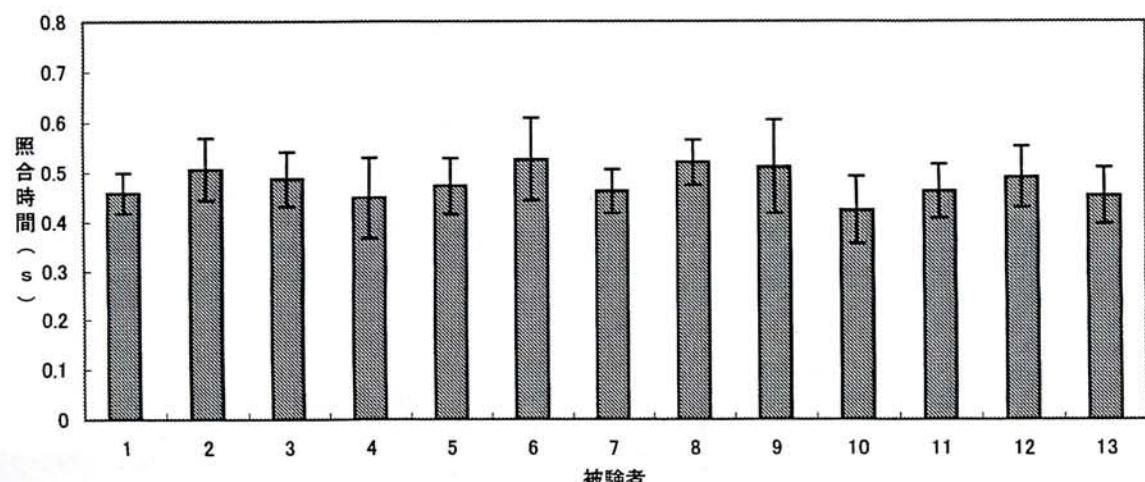


図3.3.3-3 同一照合時間(若年者)

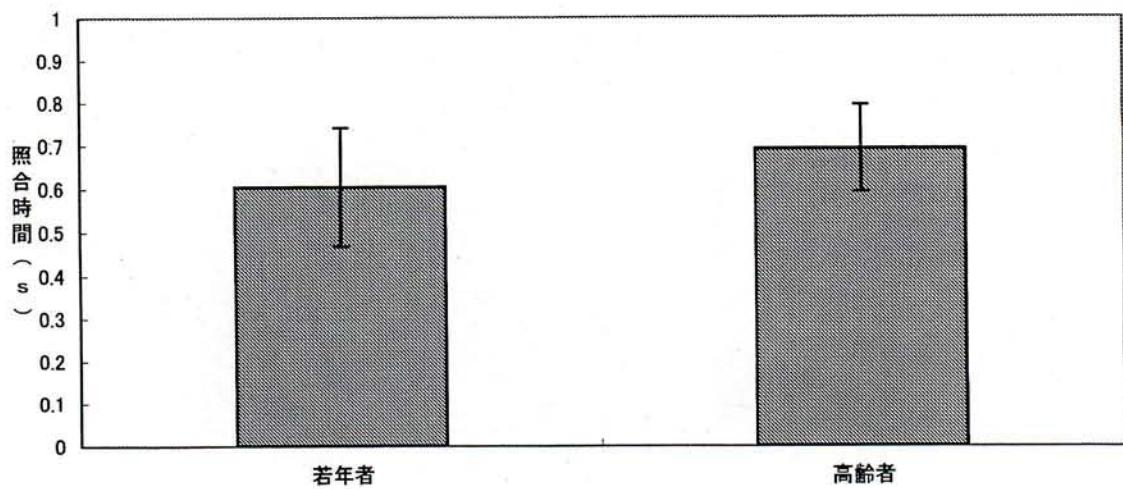


図3.3-4 カテゴリ照合能力試験の照合時間

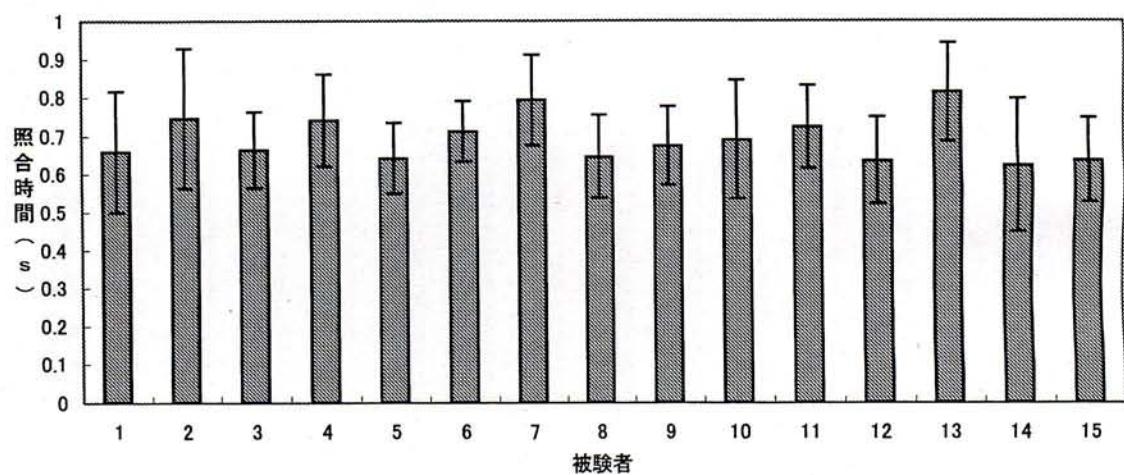


図3.3-5 カテゴリ照合能力試験の照合時間(高齢者)

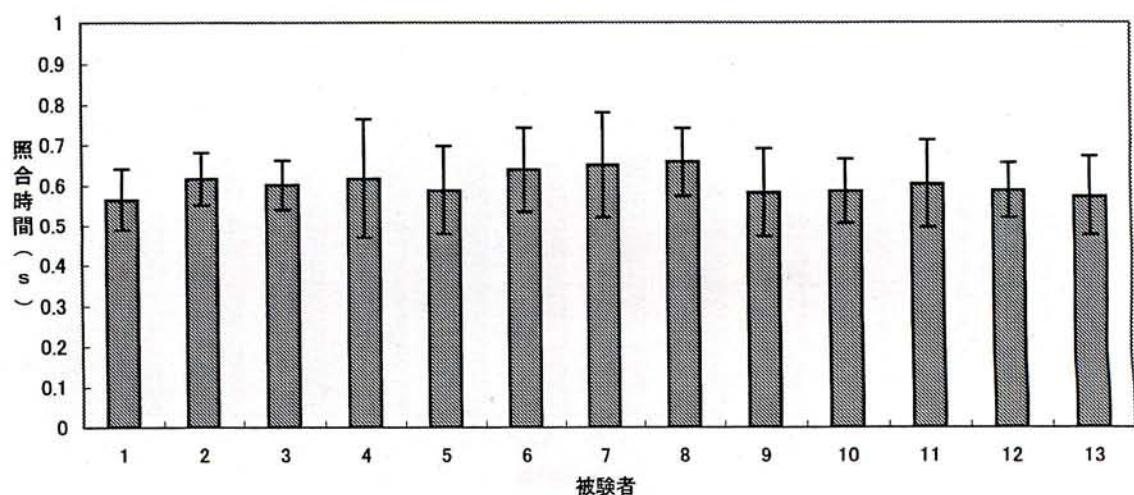


図3.3-6 カテゴリ照合時間(若年者)

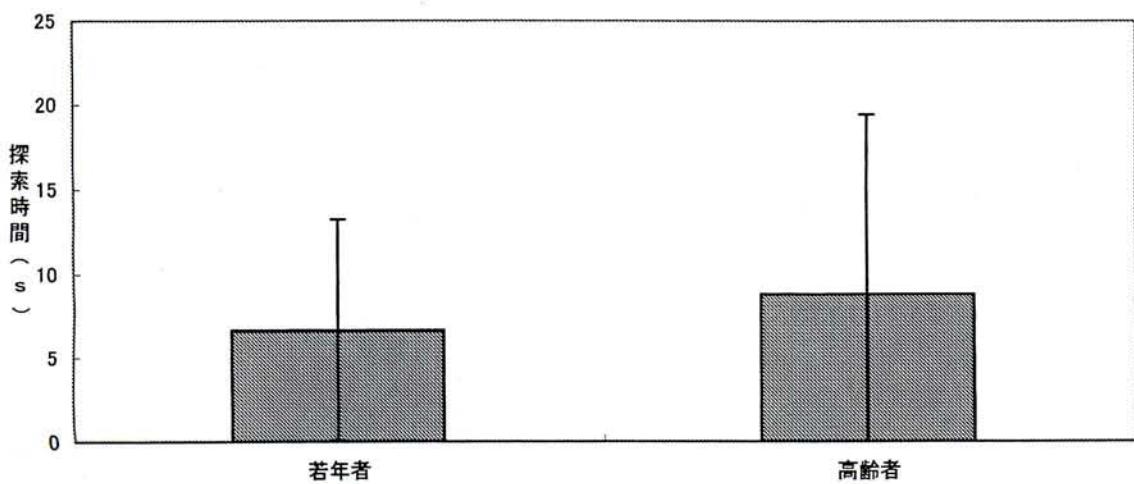


図3.3.3-7 同一探索能力試験の探索時間

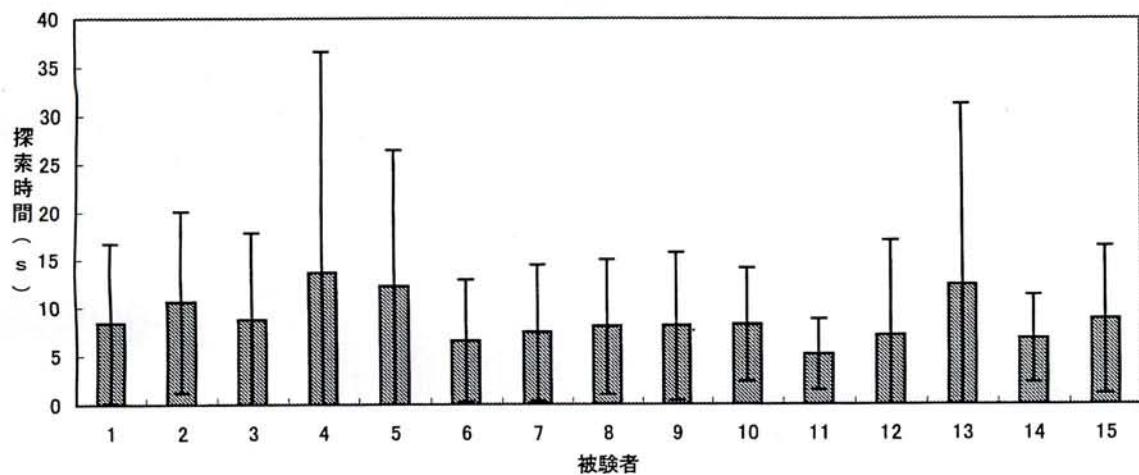


図3.3.3-8 同一探索能力試験の探索時間(高齢者)

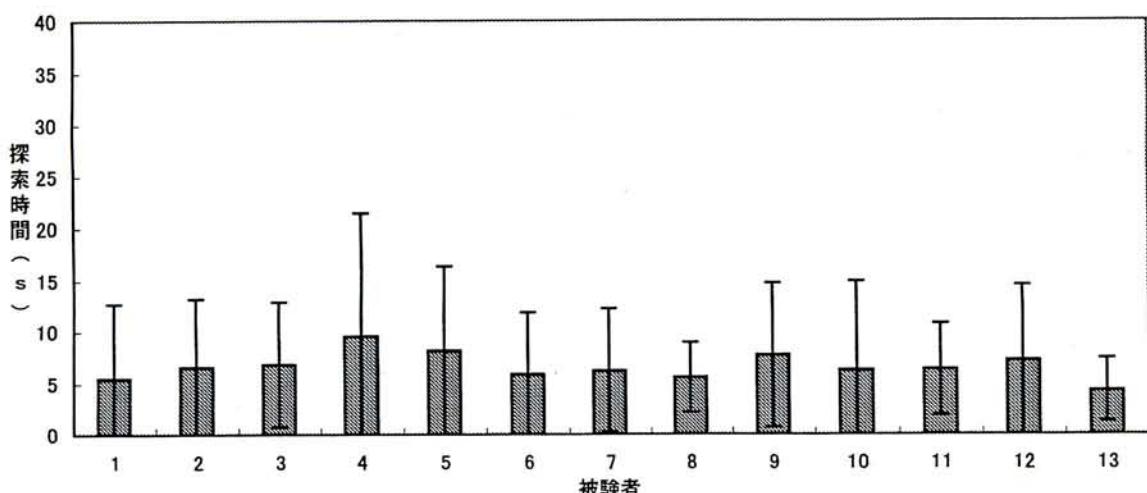


図3.3.3-9 同一探索時間(若年者)

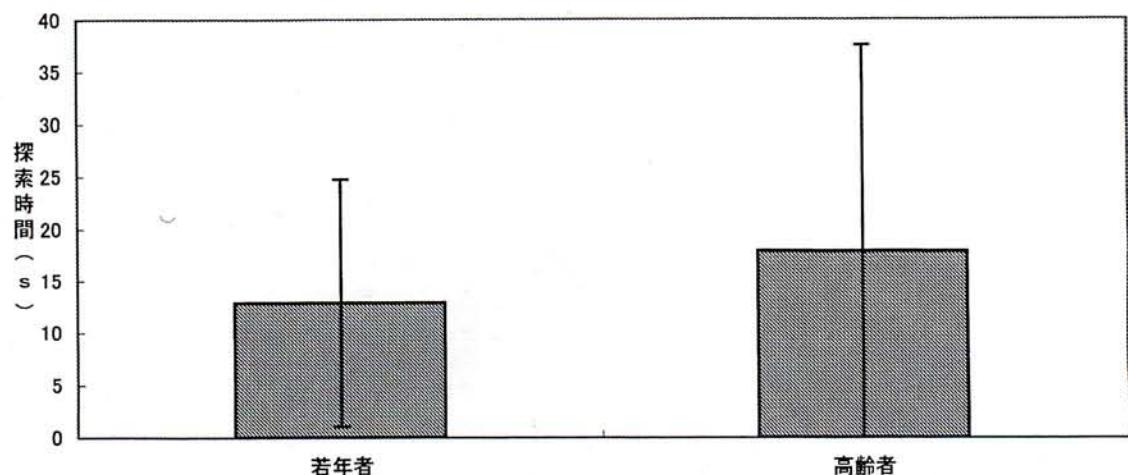


図3.3-10 カテゴリ探索能力試験

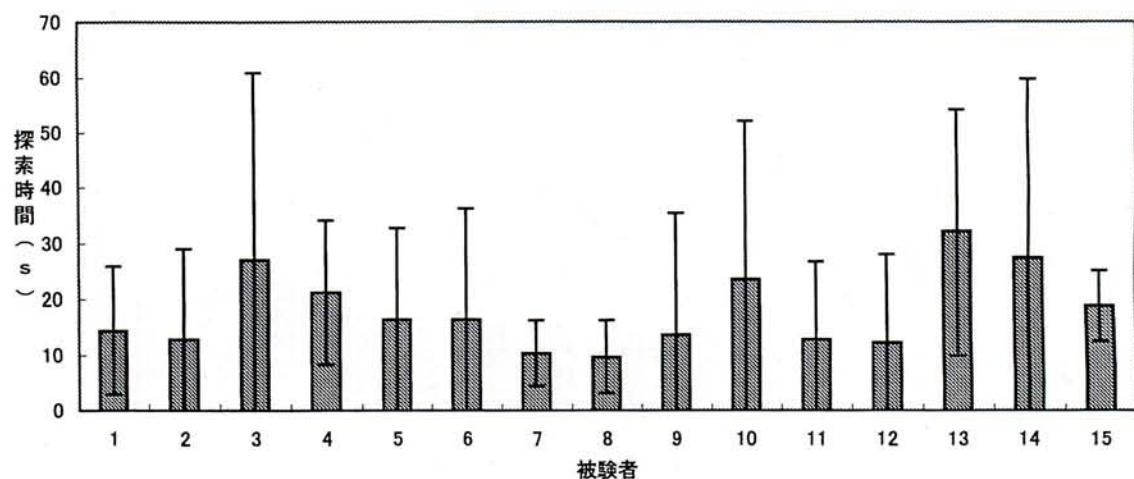


図3.3-11 カテゴリー探索能力試験の探索時間(高齢者)

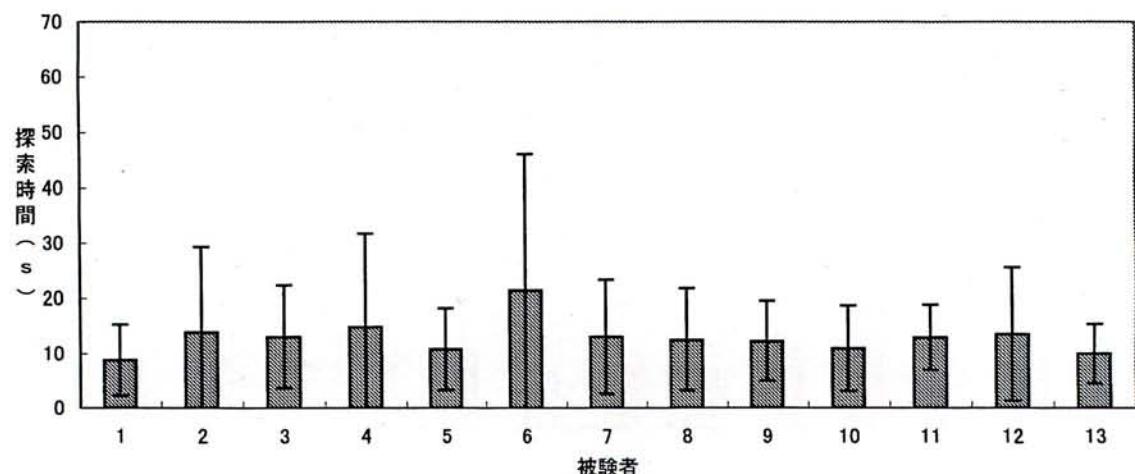


図3.3-12 カテゴリ探索時間(若年者)

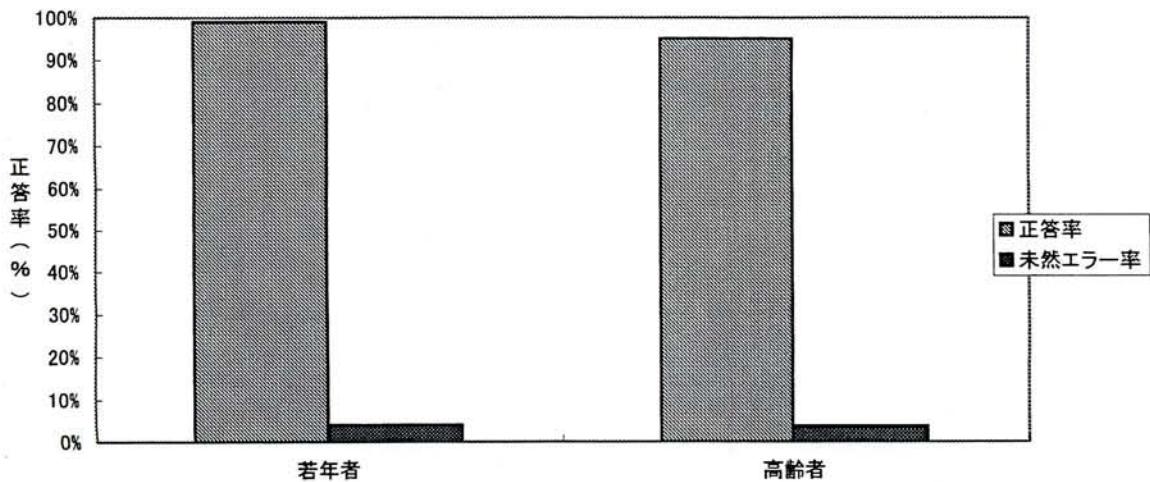


図3.3.3-13 同一照合能力試験 正答率(若年者)

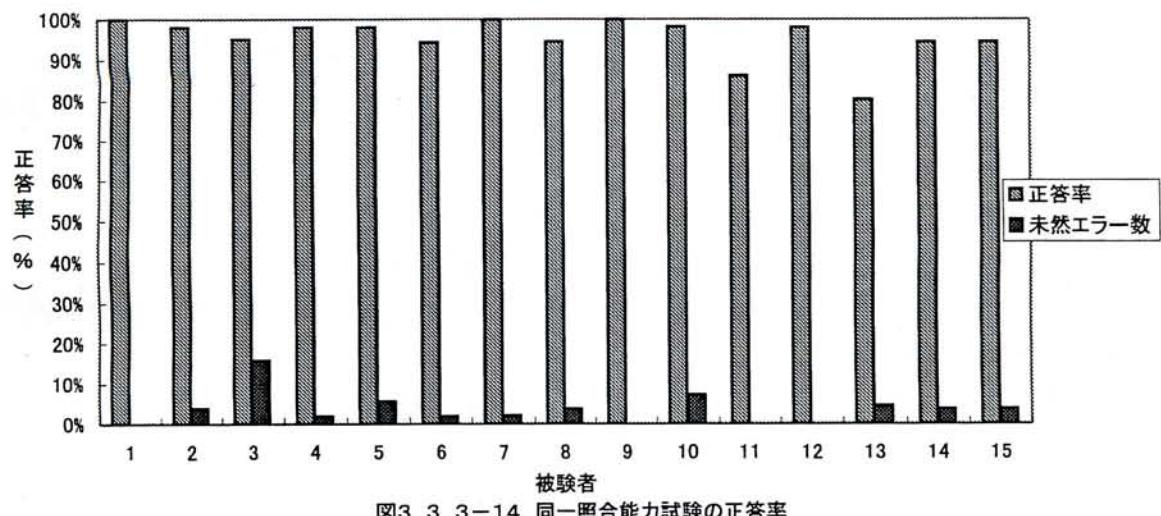


図3.3.3-14 同一照合能力試験の正答率

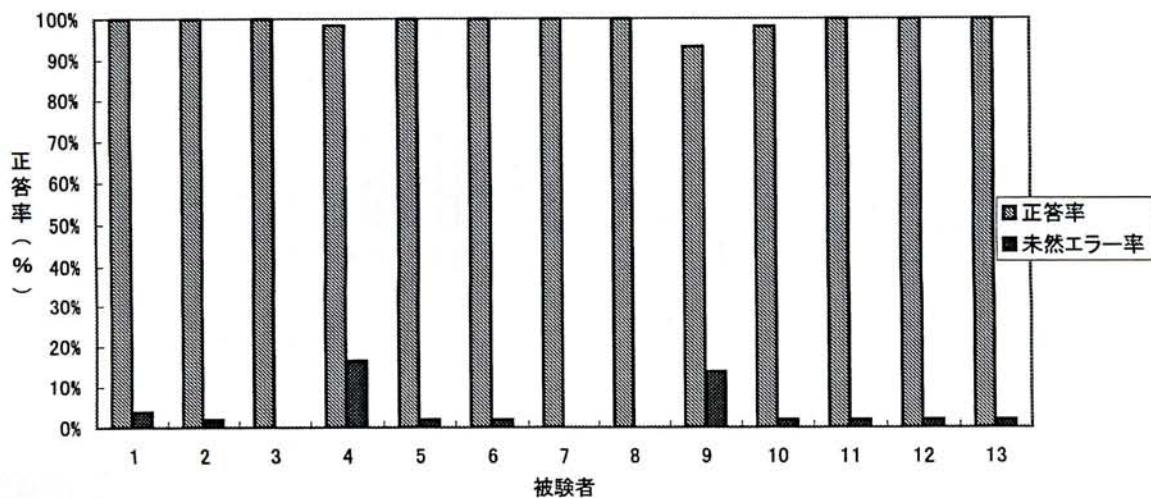


図3.3.3-15 同一照合能力の正答率(若年者)

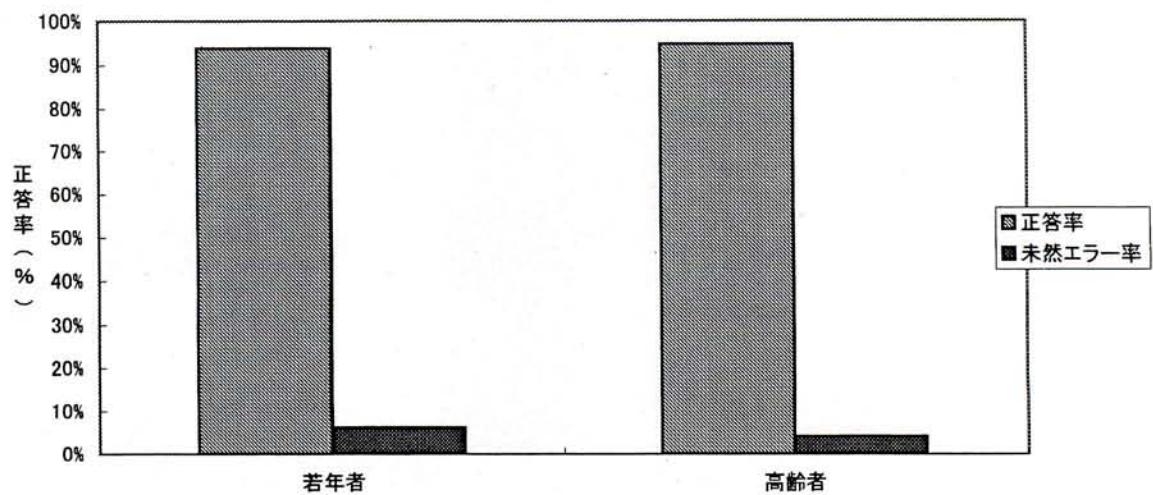


図3.3-16 カテゴリ照合能力試験正答率

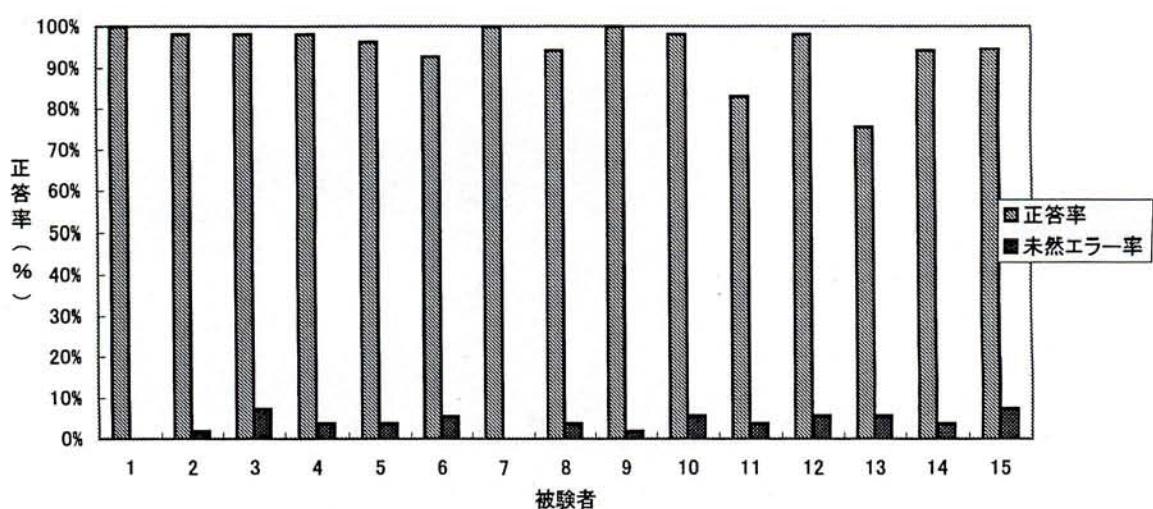


図3.3-17 カテゴリ照合能力の正答率(高齢者)

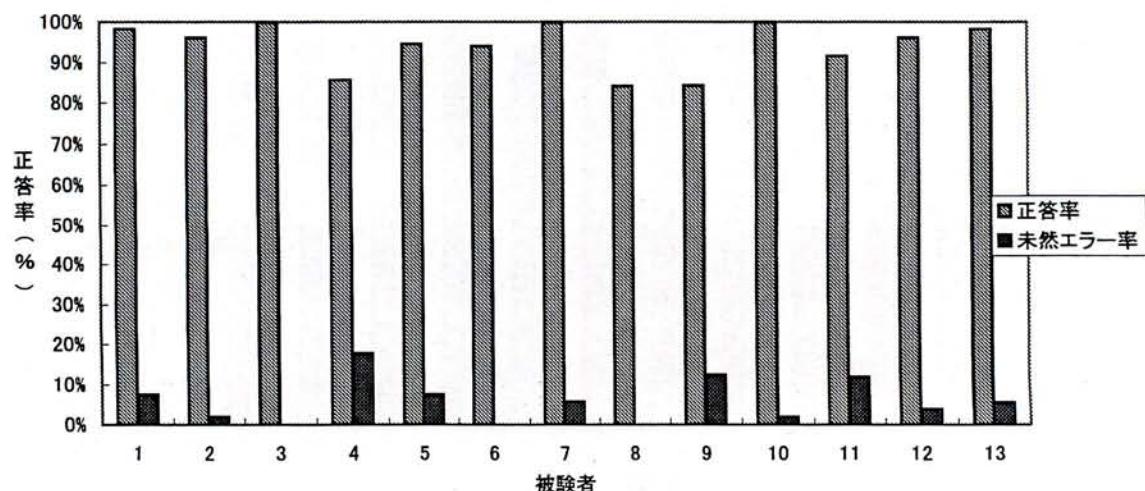


図3.3-18 カテゴリ照合能力試験の正答率(若年者)

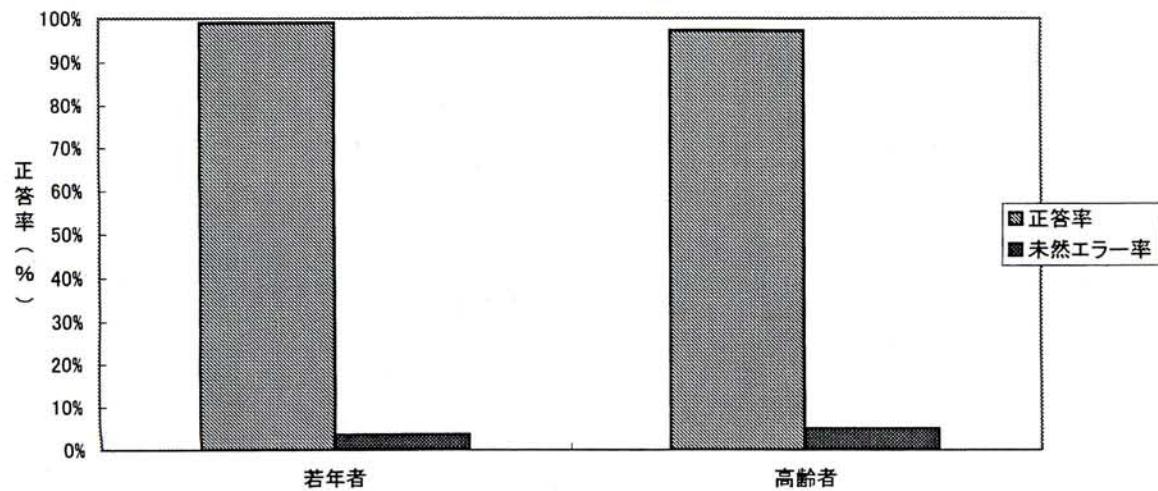


図3.3.3-19 同一探索能力試験正答率

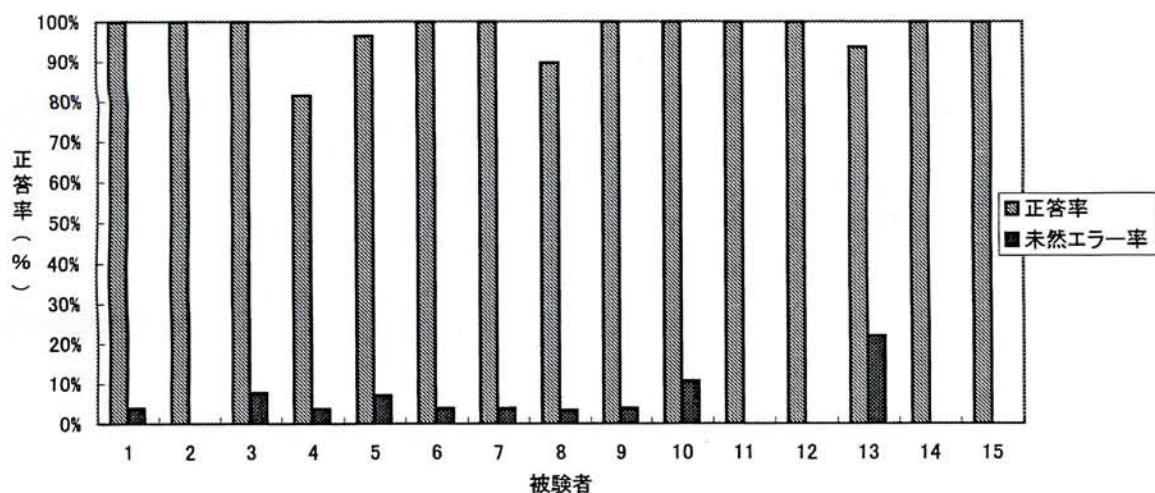


図3.3.3-20 同一探索能力試験の正答率(高齢者)

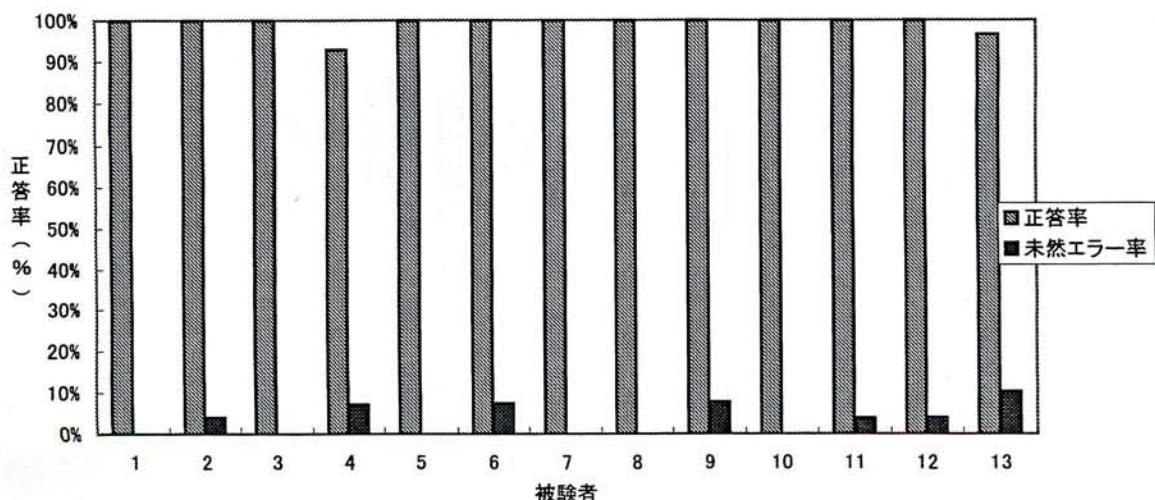


図3.3.3-21 同一探索能力試験の正答率(若年者)

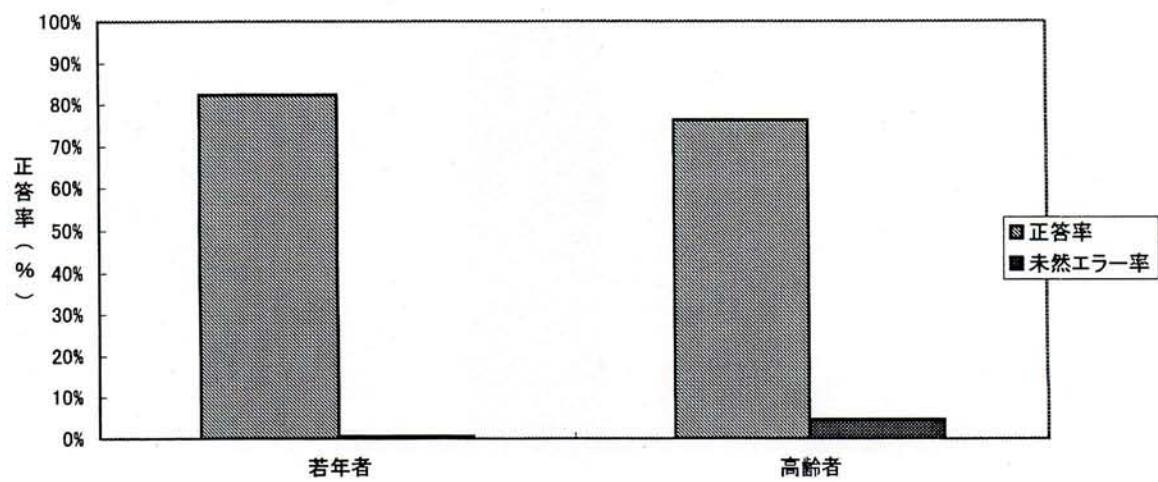


図3.3.3-22 カテゴリ探索能力試験正答率

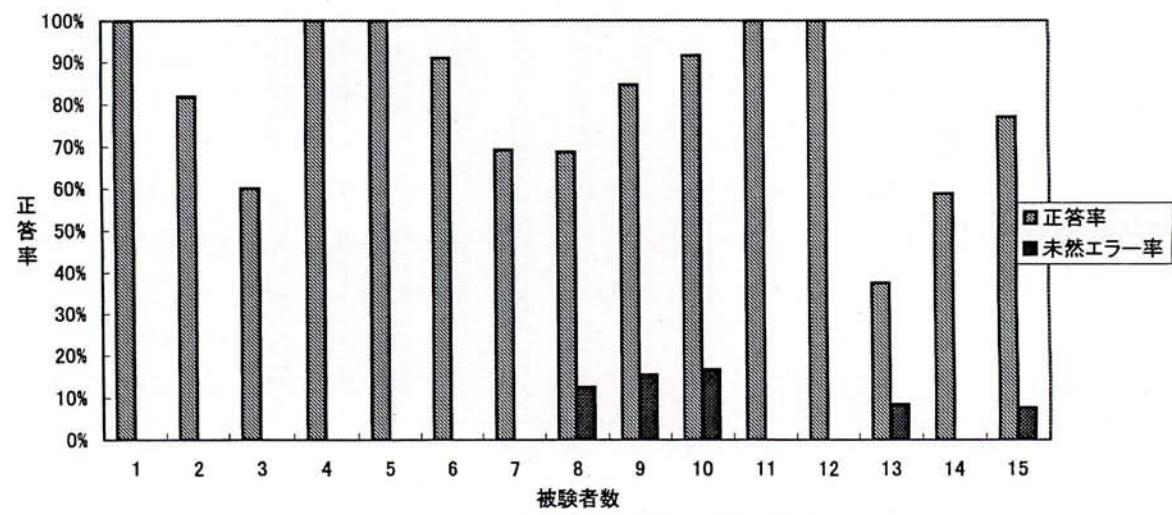


図3.3.3-23 カテゴリ探索能力試験の正答率(高齢者)

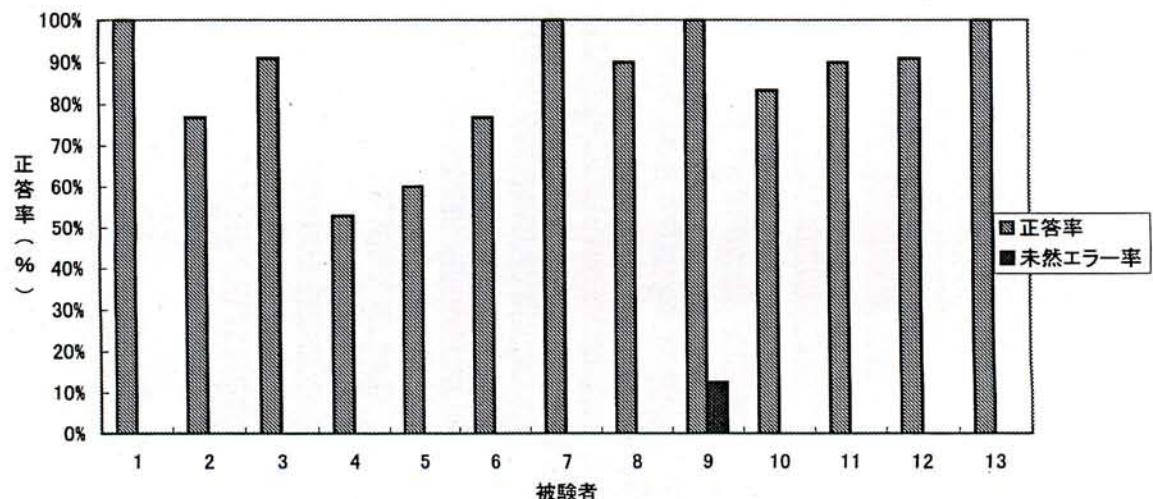


図3.3.3-24 カテゴリ探索能力試験 正答率(若年者)

3. 4 事象関連電位

3. 4. 1 実験方法と計測手順

(1) P300 実験一年齢群間での P300 の比較－

実験仮説

若年者に比べ高齢者は、P300 の潜時が延び、振幅も小さくなると考えられる。また、高齢者は若年者よりも結果にはらつきがあり、個人差が大きいと考えられる。

なお、本研究では、電極を正中線上に配置するので利き腕による脳波への影響はみられないと考えられる。

被験者

被験者は 20 歳から 30 歳までの若年者 16 人 (24.3 ± 3.0 歳)、50 歳から 60 歳までの中高年者 15 人 (57.3 ± 2.5 歳)、65 歳以上の高齢者 23 人 (69.7 ± 3.0 歳) の計 54 人とした。すべての被験者は脳に障害がなく精神疾患の既往歴のない健常者とした。

実験装置

ERP 計測については、誘発電位・筋電図検査装置（含む、反応ボタン）（日本光電製 MEB-2200）および事象関連電位検査ソフトウェアパッケージ（日本光電 QP-213B）（写真 3. 3. 4-1 参照）を用いた。また、ERP の解析については、レビューソフトウェア（QP-219B、日本光電）を用いた。システムの構成図を図 3. 3. 4-1 に示す。

実験刺激

実験の刺激はオドボール刺激を用いた。1kHz と 2kHz の周波数の異なった 2 種類の音をそれぞれ 85% と 15% の出現頻度になるようにヘッドホンから流しランダムな順序で聞かせる。そして低周波度刺激（2kHz）を標的刺激（target stimulus）として、その刺激が与えられる度にボタン押しをさせ、その刺激の出現回数を数えてもらった。

実験手順

被験者に電極を装着する前に頭皮と電極との間の電気抵抗を減らすため、古い角質、皮脂を落とすためのクリームを電極装着部分に指で塗りそのままのクリームを脱脂綿で拭き取った。さらに先ほどと同じ部分をエタノールをつけた脱脂綿で十分に拭いた。なお、脳波の測定部位は国際電極配置法に基づき、図 3. 3. 4-2 に示すように、鼻根と後頭極を結ぶ正中線の全長を 10%、20%、20%、20%、10% に分割し、前方からそれぞれ Fpz、Fz、Cz、Pz、Oz とした点のうちの、Fz、Cz、Pz とし、電極を貼り付けた。脳の機能として Fz は、意識にのぼらない運動（錐体外路系 extrapyramidal system）の中枢と考えられている。Cz は運動領野（motor area）と呼ばれ、身体の運動をつかさどる。また Pz は感覚領野（sensory receptive area）と呼ばれ、いろいろな感覚の中中枢である。

アース電極は額上に貼り付けた。基準電極は、皮膚電気反応の影響の少ない耳朶に置き、左耳朶を A1、右耳朶を A2 とし、それぞれに貼り付けた（図 3. 3. 4-2 参照）。それぞれの電極は電極ペーストを用いて貼り付け、さらに、実験中に電極が外れないようにするため外科用テープで電極を固定した。すべての電極を貼り付けたあと、インピーダンスチェックを行い $5\text{ k}\Omega$ 以下の電極間インピーダンスで装着した（図 3. 3. 4-3 参照）。

眼球運動とまばたきによる脳波以外の波形（アーチファクト）が混入するのを防ぐため実験中

は軽く目を閉じてもらった。また、りきみによるアーチファクト（筋電図の混入）を防ぐため実験はリラックスした状態で行うように指示した（写真3.3.4-2参照）。

脳波計測は一人約15分／回とし、実験の疲れによる認知機能の低下を防ぐために休憩をはさみ、再現性を見る必要があるため計2回おこなった。一人あたりの実験時間は、1時間から1時間半とし、同じ日にP300とCNVの2種類の計測は行わないようにした。

刺激に対する脳電位反応をより明瞭に取り出すために、加算平均法（averaging）を用いた。この方法は、数十回の脳波のデータを、特定の事象の開始時点にそろえて、時間ポイントごとに加算平均することにより、その事象に関連した脳電位を抽出するものである。背景脳波が事象とは無関係に生じると仮定すると、加算平均する事で背景脳波は相殺され、事象に対して一定の時間関係を持ったERPだけが残る。加算平均回数は50回とした。解析時間を刺激呈示前100msから呈示後900msの計1000msとし、サンプリング周波数を1000Hzとした。脳波記録では、通常、時定数0.3Sを用いるが、P300は緩やかに反動する電位であるため、10sの時定数を用いた。

実験の開始時と終了時にそれぞれ日本産業衛生学会・産業疲労研究会の疲労自覚症状調べをおこなわせた。疲労自覚症状調べは3つの群から構成されており、各群は10個の質問項目からなる主観疲労を判定する質問紙である。I群はねむけとだるさ、II群は注意集中の困難、III群は身体の局在した違和感を表している。被験者には訴えのある質問項目に○、そうでない項目には×をつけさせ、○の個数が疲労自覚症状調べの結果となる。一般に訴え項目が多いほど被験者の主観的な疲労感が高まっているとされている。訴え項目数を比較することで被験者の主観的な疲労感を評価できる。

性格特性を判定する質問紙として、外向-内向、愛着-分離、統制-自然、情動-非情動、遊技-現実を判定する質問を各2種類の計10項目おこない、被験者があてはまる質問項目に①はい、②どちらでもない、③いいえの3つで答えてもらった。認知的欲求を判定する質問紙として、4種類の質問を被験者があてはまる質問項目に①はい、②どちらでもない、③いいえの3つで答えてもらった。

認知スタイルを判定する質問紙として、熟慮-衝動、場独立-場依存、部分-全般、外的統制-内的統制を判定する質問を4項目おこない、被験者自身が近いと思う質問項目A、Bのどちらかを選んでもらった（表3.3.4-1参照）。身体の状態を判定する質問として健康状態、視力、聴力についての質問もおこなった（表3.3.4-2参照）。また、パソコン経験の有無についても質問した。

（2）CNV実験一年齢群間でのCNVの比較—

実験仮説

若年者に比べ高齢者は、刺激に対する潜時が延びCNV面積が狭くなると考えられる。また、高齢者は若年者よりも結果にばらつきがあり、個人差が大きい。ボタン押し反応時間は加齢に伴って遅くなると予想される。P300実験と同様、電極を正中線上に配置するので利き腕による脳波への影響はみられないと考えられる。

被験者

被験者は20歳から30歳までの若年者14人（ 24.3 ± 3.0 歳）、50歳から60歳までの中高年者15人（ 57.4 ± 2.4 歳）、65歳以上の高齢者22人（ 69.5 ± 3.1 歳）の計51人とした。P300実験と同様に、

すべての被験者は脳に障害がなく精神疾患の既往歴のない健常者とした。

実験装置

ERP 計測については、誘発電位・筋電図検査装置（含む、反応ボタンと LED ゴーグル）（日本光電製 MEB-2200）および事象関連電位検査ソフトウェアパッケージ（日本光電 QP-213B）（写真 3. 3. 4-1 参照）を用いた。また、ERP の解析については、レビューソフトウェア（QP-219B、日本光電）を用いた。実験刺激

実験における刺激は、警告刺激(warning stimulus)として音刺激を与え、その後に命令刺激(imperative stimulus)として光刺激を LED ゴーグルを用いて与え、それに対して出来るだけ早くボタンを押すように指示した。なお、警告刺激が出てから命令刺激が出るまでの時間は 2000ms とした。

実験手順

電極位置を Fz、Cz、Pz とし、P300 実験と同様の手順で電極を貼り付けた。アース電極は額上に貼り付けた。基準電極は、皮膚電気反応の影響の少ない耳朶に置き、左耳朶を A1、右耳朶を A2 とし、それぞれに貼り付けた（図 3. 3. 4-2 参照）。すべての電極を貼り付けたあと、インピーダンスチェックを行い $5\text{ k}\Omega$ 以下の電極間インピーダンスで装着した（図 3. 3. 4-3 参照）。眼球運動とまばたきによる脳波以外の波形（アーチファクト）が混入するのを防ぐため実験中は軽く目を閉じてもらった。また、りきみによるアーチファクト（筋電図の混入）を防ぐため実験はリラックスした状態で行うように指示した。

刺激に対する脳電位反応をより明瞭に取り出すために、P300 実験と同様、加算平均法(averaging)を用いた。加算平均回数は 80 回とした。解析時間を警告刺激 S1 前 500ms から命令刺激 S2 後 2500ms とし、サンプリング周波数は 200Hz とした。時定数は 10 s とした。実験風景を写真 3. 3. 4-3 に示す。

P300 実験と同様に、実験の開始時と終了時にそれぞれ日本産業衛生学会・産業疲労研究会の疲劳自覚症状調べをおこなわせた。また、性格特性、認知的欲求、認知スタイル、身体の状態、パソコン経験の有無についても P300 実験と同様に質問した。

3. 4. 2 実験および解析結果

(1) P300 実験

まず、P300 実験の結果から述べる。Fz、Cz、Pz の 3 部位でほぼ同様の結果が得られたので、Fz に関する結果を述べる。振幅に関しては、若年者群、中高年者群、高齢者群の 3 群の間で有意差が認められなかったが、潜時に関しては、年齢を要因とする 1 元配置の分散分析の結果、P300 潜時、N400 潜時のみ 3 群で有意差が認められた ($\text{P300: } F(2, 50) = 14.330, p < 0.01, \text{N400: } F(2, 51) = 17.900, p < 0.01$)。潜時を年齢群間で比較した結果を図 3. 3. 4-4 に示す（部位 Fz）。図 3. 3. 4-5 と図 3. 3. 4-6 に、それぞれ P300 潜時と N400 潜時の頻度分布を各年齢群ごとに求めた結果を示す。図中の曲線は、データの標準偏差と平均から求めた頻度分布の推定曲線（確率密度関数）である。この図からも若年者群、中高年者群、高齢者群の順に P300 潜時と N400 潜時が伸びていることがわかる。実年齢と潜時の相関分析を実施したところ、P300 潜時と N400 潜時に関しては、実年齢と有意な ($p < 0.05$) 相関が認められたが、相関係数は高くなかった。実年齢と P300

潜時の関係および実年齢と N400 潜時の関係をそれぞれ図 3. 3. 4-7 と図 3. 3. 4-8 に示す（部位 Fz）。また、性格特性、認知的欲求、認知スタイルに関する質問の回答群と P300、N400 潜時の関係を検討したところ、図 3. 3. 4-9（部位：Fz）に示すように、高齢者群に関しては、場独立一場依存に関する認知スタイルの違いで P300 潜時が異なることが示唆された（有意確率 $p < 0.05$ ）。

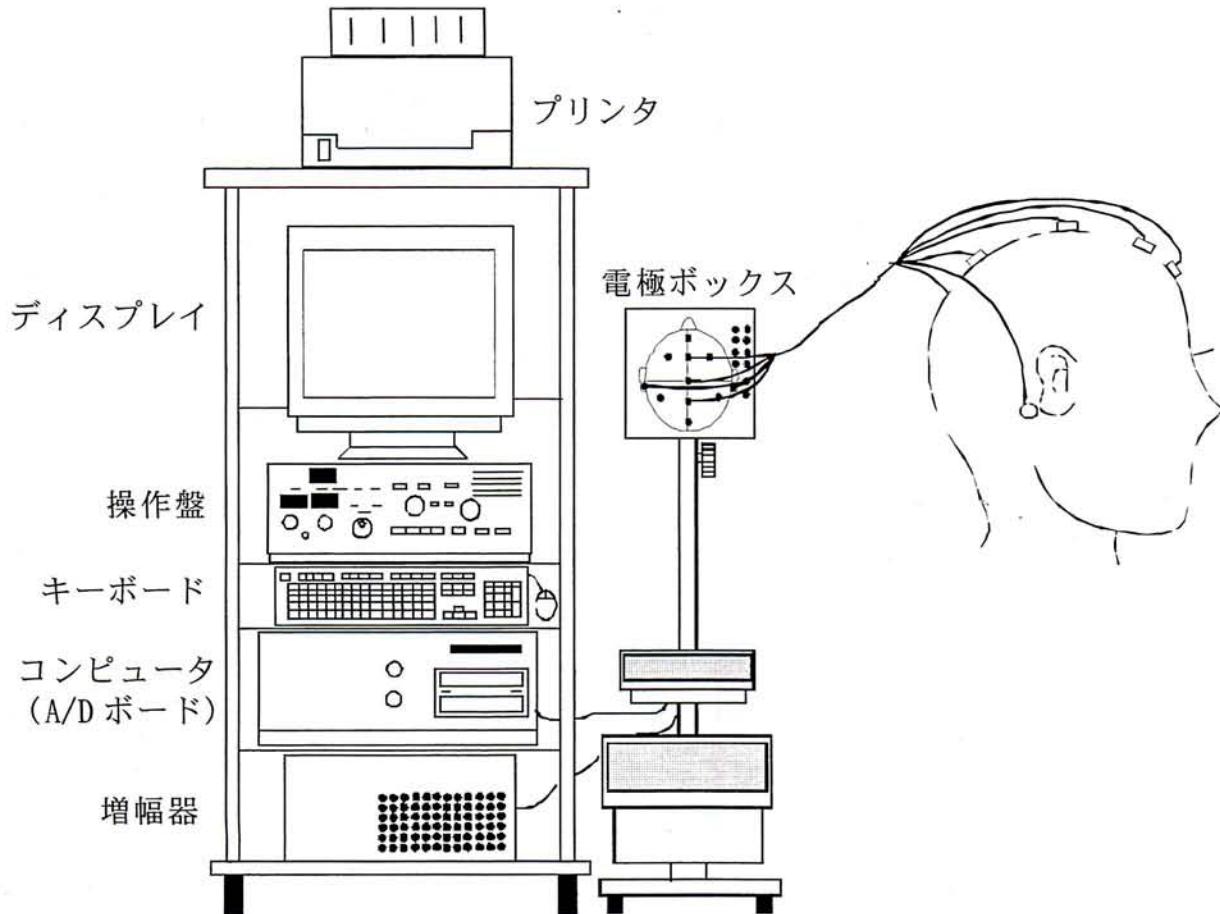
(2) CNV 実験

CNV に関しても、Fz、Cz、Pz でほぼ同様の結果が得られたため、Fz の結果のみを述べる。S1（先行刺激）後と S2（後続刺激）後の N100、P300 潜時を年齢群で比較した結果を図 3. 3. 4-10（部位 Fz）に示す。CNV 面積を年齢群で比較した結果を図 3. 3. 4-11 に示す。いずれの図に関しても、P300 の場合と同様の年齢を要因とする 1 元配置の分散分析を実施した結果、有意差は認められず、P300 潜時と N400 潜時の場合のように明確な年齢群間の相違は観察されなかった。

以上の結果について考察を加える。図 3. 3. 4-12 に示すように、P300 潜時の延長には、一過性のものと恒常的なものの 2 種類が考えられる。本研究の P300 実験においては、実験前後の疲労自覚症状調べのデータを、関連 2 群のノンパラメトリック検定（Wilcoxon の方法）にかけた結果、有意な差は観察されなかったことから、一過性の潜時延長は生じていないと判断できる。したがって、潜時の延長はほぼ加齢の影響によるものと解釈することができる。図 3. 3. 4-7 と図 3. 3. 4-8 に示したように、実年齢と P300 潜時および N400 潜時の間に有意な相関が認められたが、相関係数は高い値を示さなかった。この理由を図 3. 3. 4-14 と図 3. 3. 4-15 によって説明できる。図 3. 3. 4-14 に示すように、実年齢には年齢群の間でオーバーラップがないが、潜時に関しては、年齢群間でオーバーラップが認められたことが大きな原因であると考えられる。この結果に基づいて、被験者を図 3. 3. 4-15 のように分類できる。すなわち、年齢相応群と年齢不相応群に分ける必要があるのではないかということを本研究の結果は示唆している。以上のこととは、加齢の認知情報処理機能への影響を考えていく場合には、非常に重要な点、すなわち実年齢が必ずしも認知情報処理機能を反映しているとは限らないことを念頭において、各人の認知情報処理年齢へ換算するための方針を確立していく必要があるだろう。

図 3. 3. 4-9 に示されているように、特に高齢者に関しては、認知スタイルが潜時に及ぼす影響が示唆された。図 3. 3. 4-12 に示すように、高齢者に関しては、生活習慣、性格、認知的欲求、認知的スタイル、生活スタイルなどが認知情報処理機能に影響を及ぼすと考えられるため、これらの要因をさらに詳しく検討していく必要があることを本研究のデータは示している。また、図 3. 3. 4-12 に示されているような点に留意して、高齢者の加齢に伴う生体機能の変化を追及していく必要がある。

図 3. 3. 4-10 と図 3. 3. 4-11 に示されたように、本研究の範囲では、加齢の影響は CNV の諸機能には反映されず、P300 に関しても、P300 潜時と N400 潜時にのみ加齢の影響が見られることが明らかになった。これを図 3. 3. 4-16 のように整理することができる。また、本研究の潜在的な応用可能性として、図 3. 3. 4-17 に示すような応用例をあげることができる。



誘発電位検査装置
(MEB-2200)

図3.3.4-1 実験で使用した事象関連電位計測システムの構成

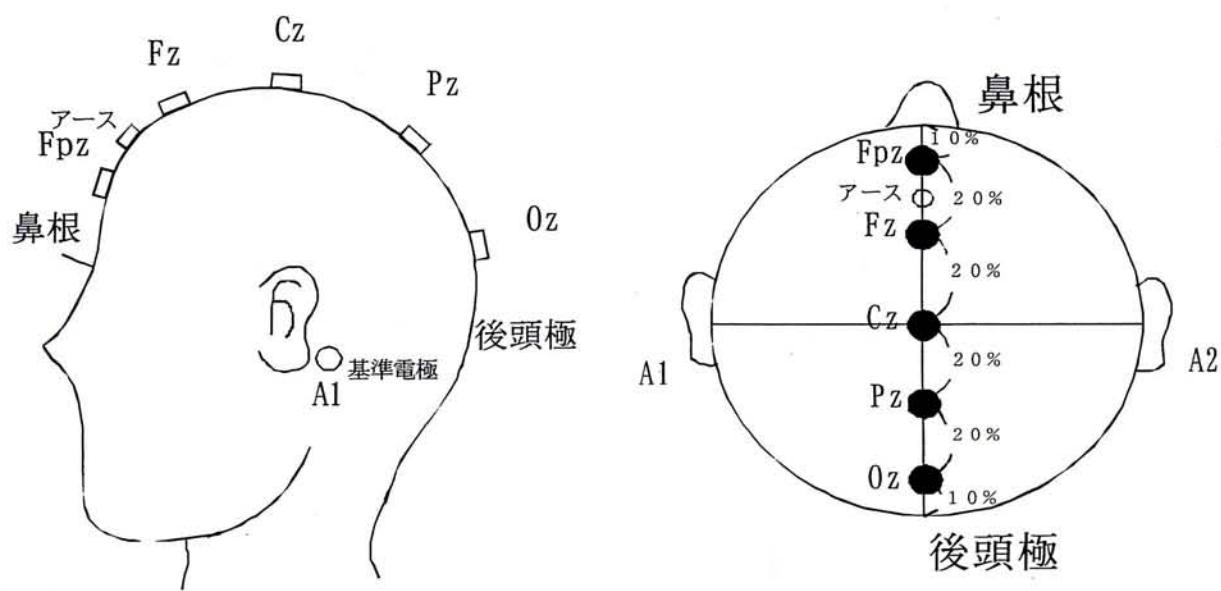


図3.3.4-2 脳波の測定部位

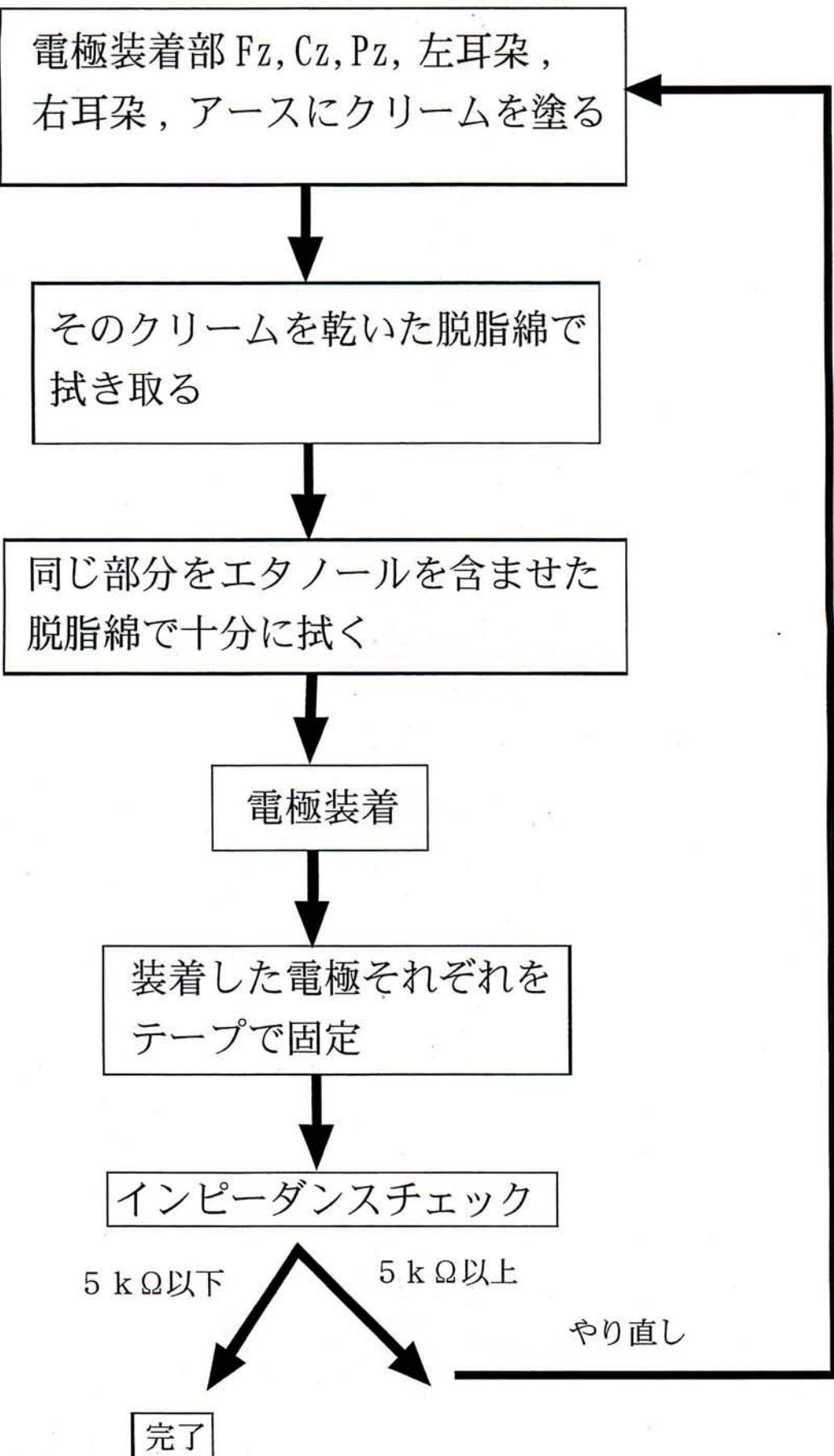


図3.3.4-3 実験における電極の装着

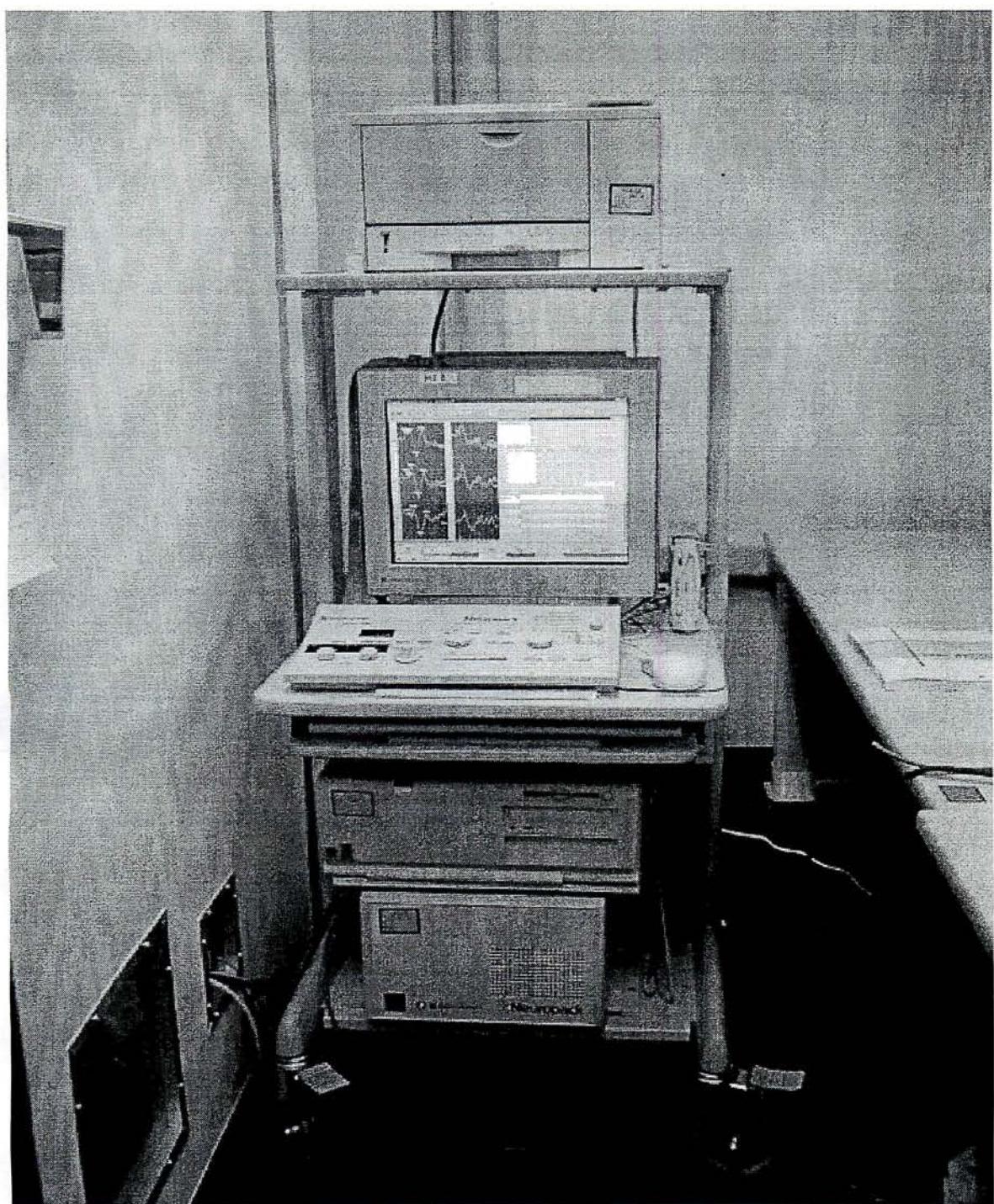


写真3.3.4-1 誘発電位検

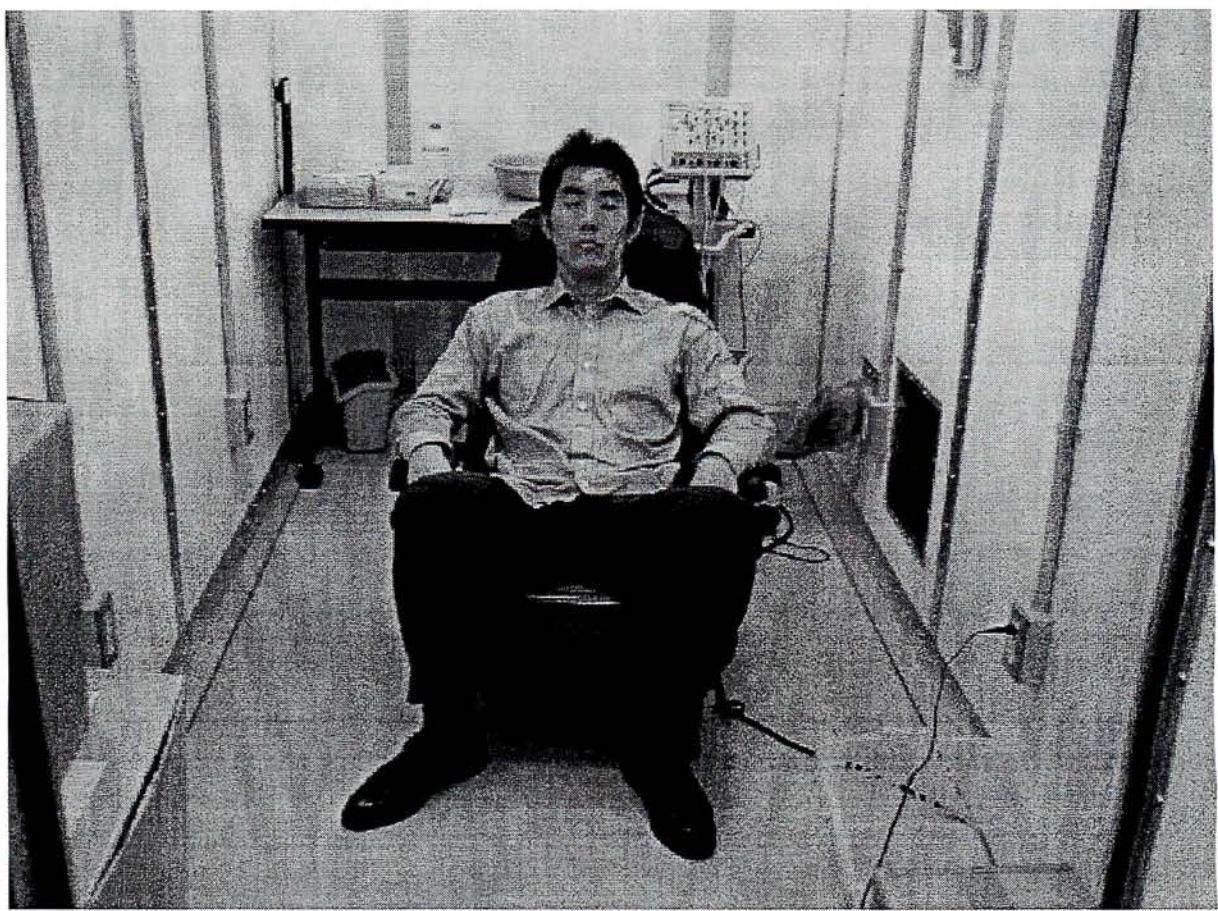


写真3. 3. 4-2 P300 実験風景

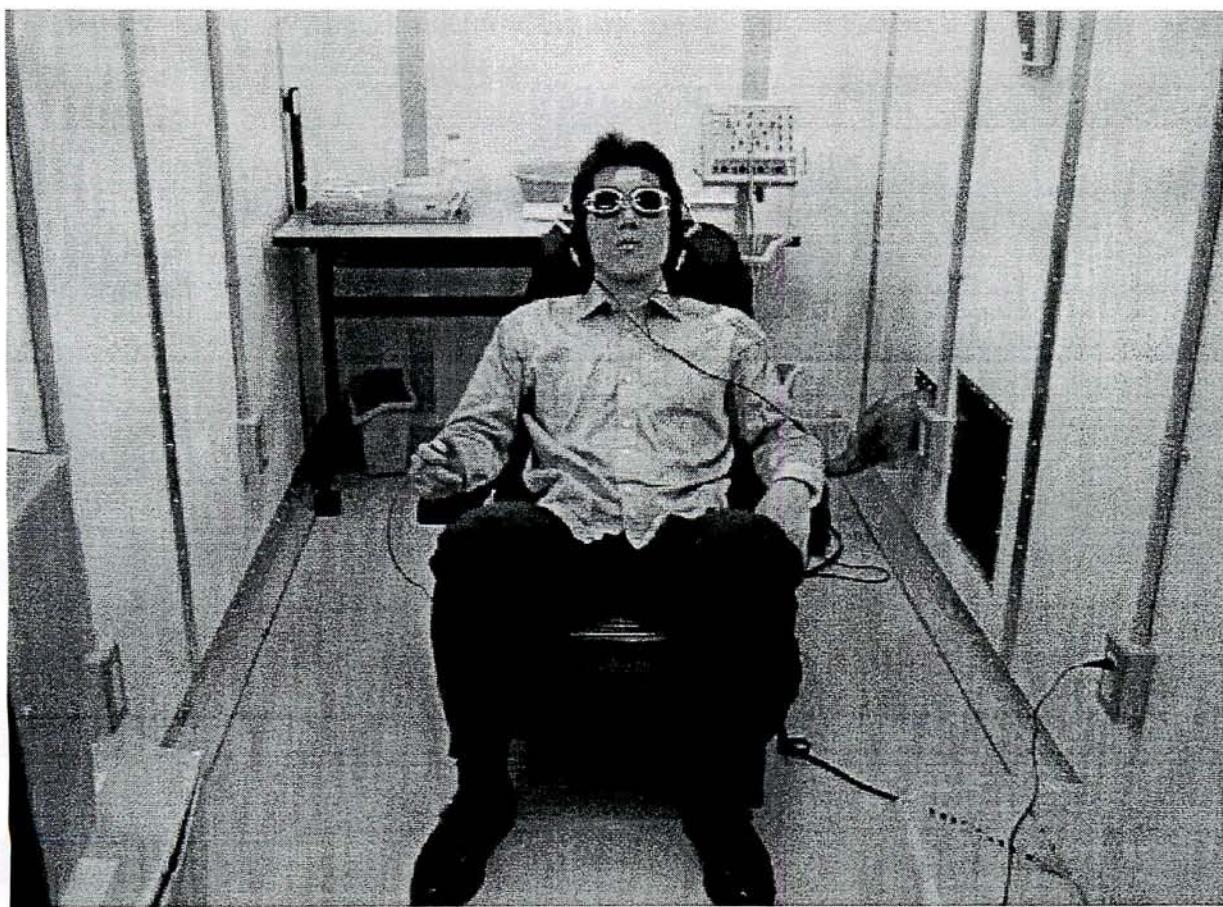


写真3. 3. 4-3 CNV 実験風景

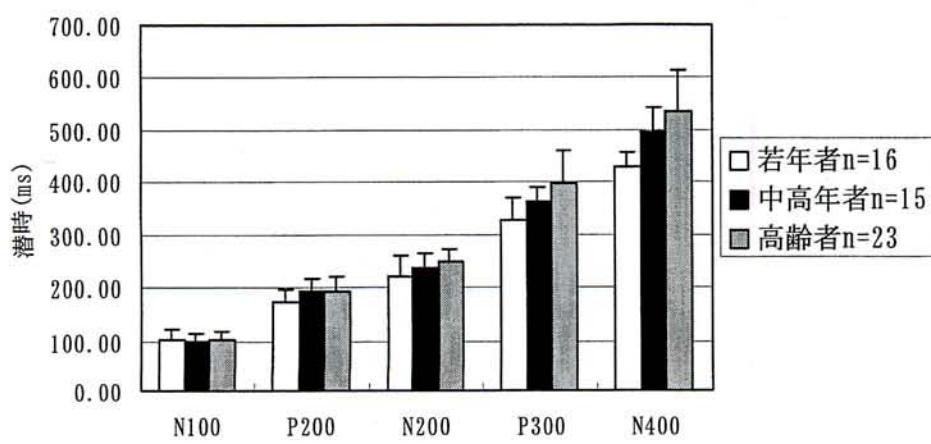


図3. 3. 4-4 年齢群間での潜時の比較

表3. 3. 4-1 問診表の質問項目1

平成13年 月 日 ()

問診票(共通)

氏名	生年月日： 年 月 日										
被験者ID：	性別：	年齢									
職種：①営業・販売・サービス ②専門・技術 ③事務・管理 ④技能・現業 ④パート・アルバイト ⑤無職・家事 ⑥その他 学歴：①中学（旧制高等小）卒 ②高校（旧制中学）卒 ③専修学校卒 ④短大・高専卒 ⑤大学卒 ⑥大学院卒 結婚：①未婚 ②既婚 ③離婚・死別											
眼鏡等：有・無	補聴器：有・無	利き腕（申告）：左・右	体調：良・不良								
性格（特性5因子）：下の項目についてあなたに当てはまる回答を選んでください。 <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>はい</td> <td>でも</td> <td>どちら</td> <td>いいえ</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				はい	でも	どちら	いいえ				
はい	でも	どちら	いいえ								
<外向－内向> Q1. にぎやかなところが好きである。 ① - ② - ③ Q2. いろいろな人と知り合いになるのが楽しみである。 ① - ② - ③											
<愛着－分離> Q3. 気配りをする方である。 ① - ② - ③ Q4. 人には思いやりをもって接するようにしている。 ① - ② - ③											
<統制－自然> Q5. 几帳面である。 ① - ② - ③ Q6. よく考えてから行動する。 ① - ② - ③											
<情動－非情動> Q7. 心配性である。 ① - ② - ③ Q8. 気分が変わりやすい。 ① - ② - ③											
<遊技－現実> Q9. 新しいことはどんなことでもおもしろい。 ① - ② - ③ Q10. 時々いたずらをしてみたくなる。 ① - ② - ③											
認知的欲求：下の項目についてあなたに当てはまる回答を選んでください。 <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>はい</td> <td>でも</td> <td>どちら</td> <td>いいえ</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				はい	でも	どちら	いいえ				
はい	でも	どちら	いいえ								
Q1. ものごとを必要以上に考えてしまう。 ① - ② - ③ Q2. 長い時間ものごとを考えても苦にならない。 ① - ② - ③ Q3. 常に頭を使わなければ満足できない。 ① - ② - ③ Q4. 簡単な問題よりも複雑な問題の方が好きだ。 ① - ② - ③											

認知スタイル：下の各項目について、あなた自身はAとBのどちらに近いですか。
ご自分で近いと思われる方の回答を選んでください。

＜熟慮－衝動＞

- A. ものごとをできるだけ慎重に考える B. あまりものごとを慎重に考えない

＜場独立－場依存＞

- A. 何事も自分の意見を重視する B. 何事も人との相談を重視する

＜部分－全般＞

- A. 何事も細かいことにもこだわりたい B. 何事も細かいことにはこだわらない

＜外的統制－内的統制＞

- A. 何事も成り行きにまかせるのが一番 B. 何事も自分で決断するのが一番

表3.3.4-2 問診表の質問項目2

Q5. 下の図を参考に、あなたの教育年数を教えて下さい

(習い事は含まないで下さい)

例) 高等小学校卒業の場合 合計 9 年間

合計 年間

旧制の場合	尋常小学校						実業学校 (乙)																	
	予科			実業学校 (甲)																				
	中学校 高等女学校						高等師範学校 高等専門学校																	
	高等 小学校						師範学校				大学				大学院									
年数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
新制の場合	小学校						中学校			高等学校			大学				大学院							
													大学		大学院									
													短期大学		専攻科									
													専門学校											
													高等専門学校											

Q6. あなたは普段ご自分で健康だと思われますか（あてはまる番号に○）

1. とても健康だ
2. まあ健康なほうだ
3. あまり健康でない
4. 健康でない

Q7. 視力（見ること）に不自由していませんか（あてはまる番号に○）

1. 不自由していない
2. 不自由している

Q8. 聴力（聞くこと）に不自由していませんか（あてはまる番号に○）

1. 不自由していない
2. 不自由している

Q9. 歩行（歩くこと）に不自由していませんか（あてはまる番号に○）

1. 不自由していない
2. 不自由している

Q10. 今までに大きな病気にかかったことがありますか

- 1. ない
- 2. ある → 病名を教えて下さい

Q11. 白内障にかかったことがありますか（当てはまる番号に○）

- 1. ない
- 2. ある

Q12. 緑内障にかかったことがありますか（当てはまる番号に○）

- 1. ない
- 2. ある

ご協力ありがとうございました。

以上

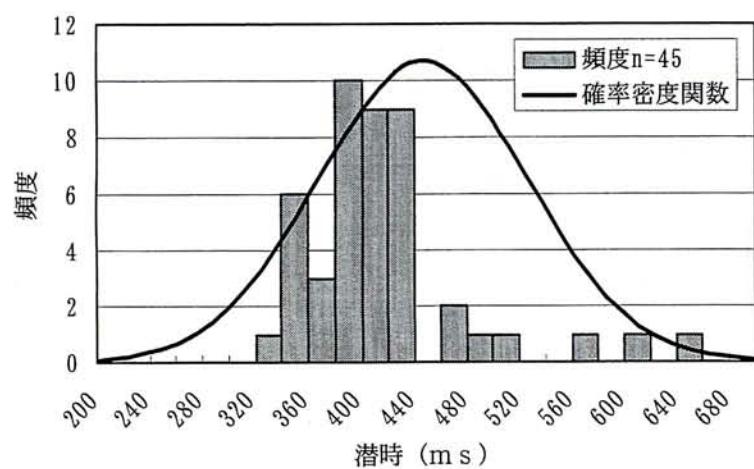
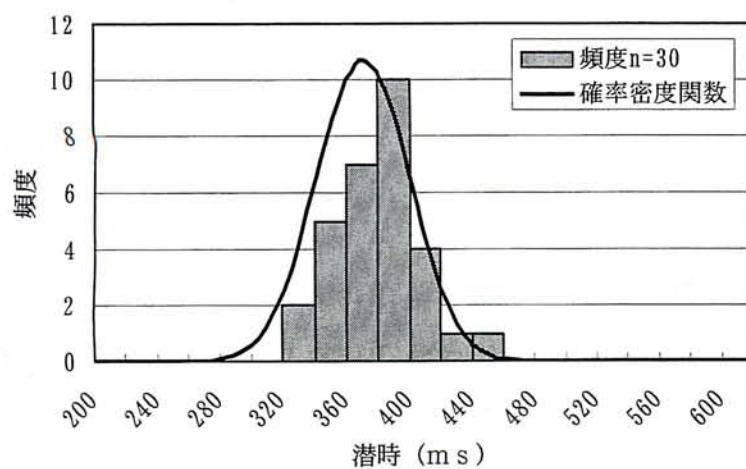
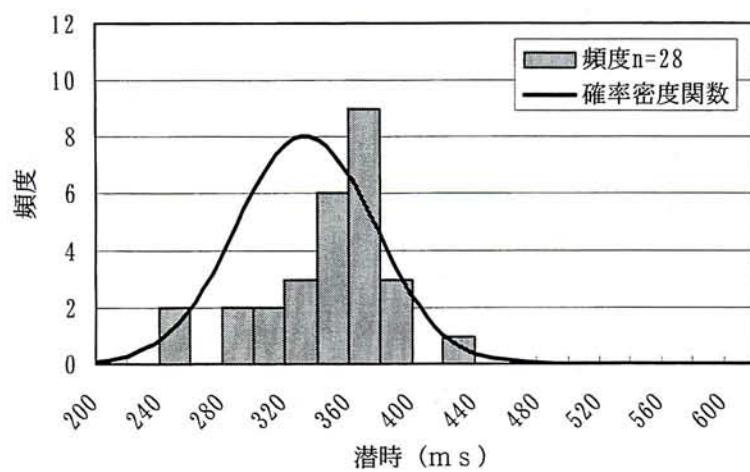


図3.3.4-5 P300潜時の頻度分布（上段：若年者群、中断：中高年者群、下段：高齢者群）
部位：Fz

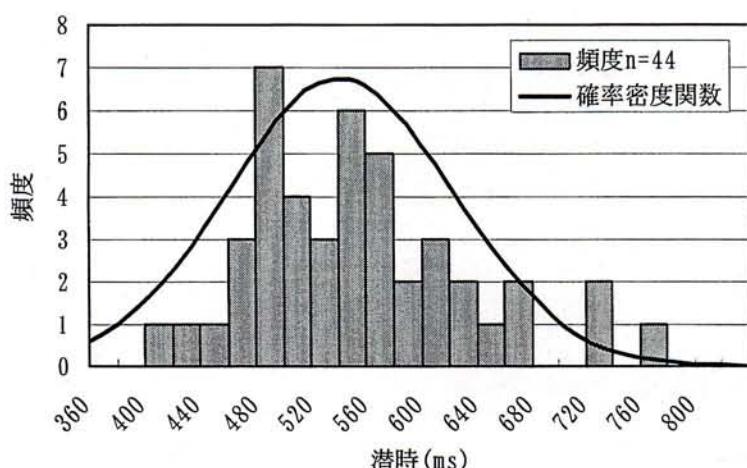
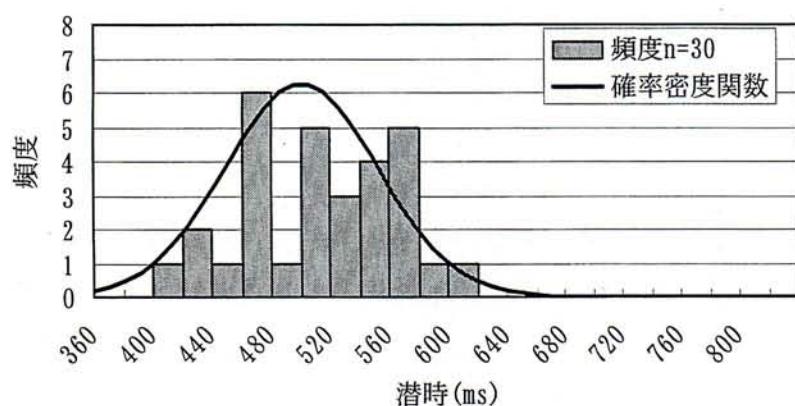
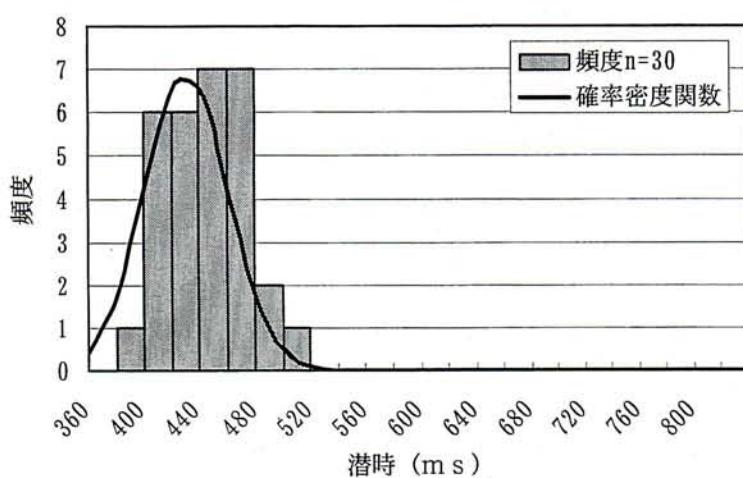


図3.3.4-6 N400潜時の頻度分布（上段：若年者群、中段：中高年者群、下段：高齢者群）
部位：Fz

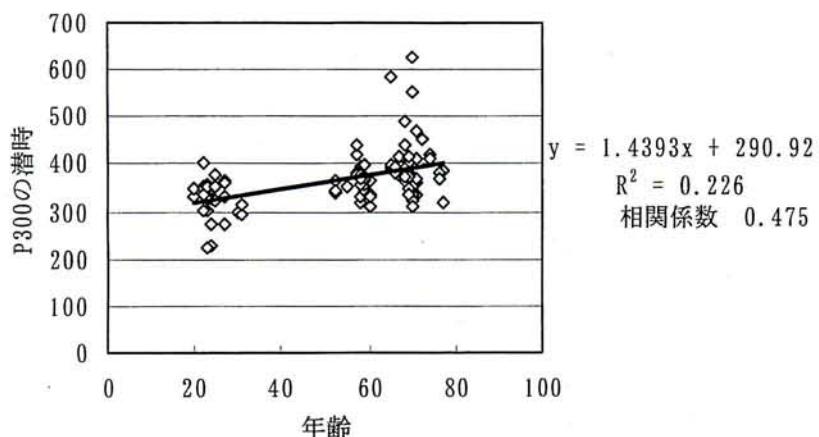


図3.3.4-7 実年齢とP300潜時の相関 (Fz)

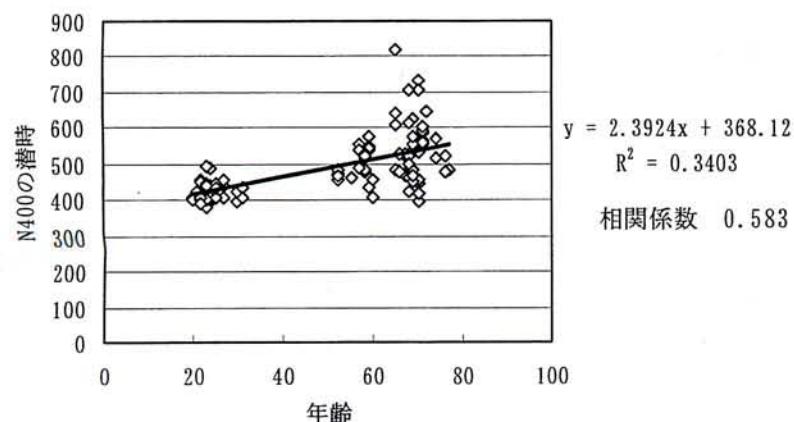


図3.3.4-8 実年齢とN400潜時の相関 (Fz)

A : 何事も自分の意見を重視する

B : 何事も人との相談を重視する

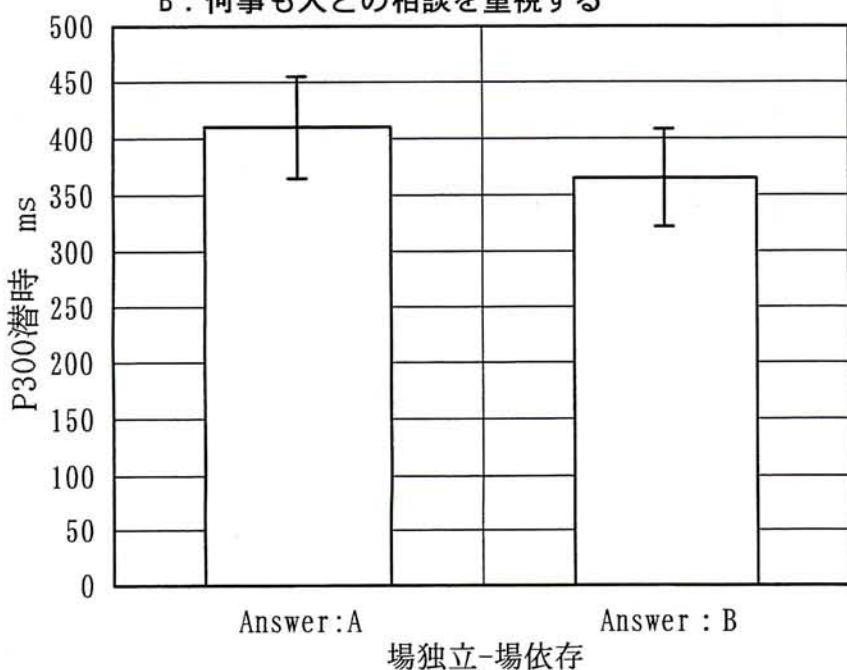


図3.3.4-9 高齢者群での認知スタイル(場独立-場依存)の違いによるP300潜時の違い (Fz)

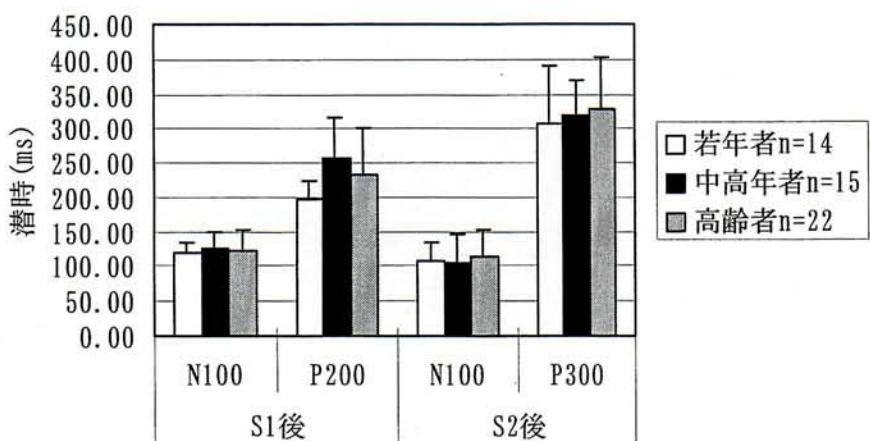


図3. 3. 4-10 CNV実験におけるS1後とS2後のN100、P300潜時の比較 (Fz)

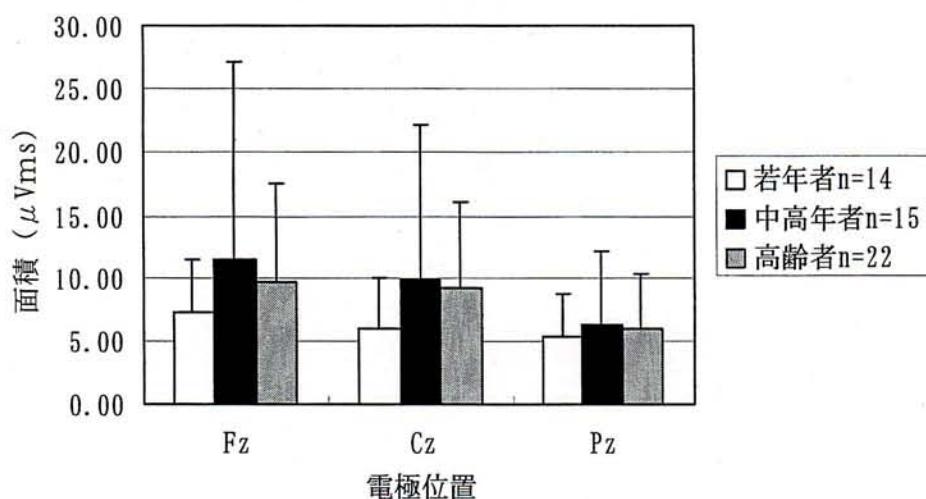


図3. 3. 4-11 CNV実験におけるCNV面積の比較 (Fz)

理想的には、個人データの年齢に伴う変化を追跡することが加齢に伴う認知機能等の変化を研究する上で必須である。ただしこれを実施するには、50年以上の時間が必要になる。おそらく国家的なプロジェクトが必要になる。

X20：ある機能の20代でのデータ X65：同一の人の20代でのデータ
 $|X20 - X65| / X20$ が小さいほど加齢の影響が小さく、大きいほど加齢の影響が大きい。

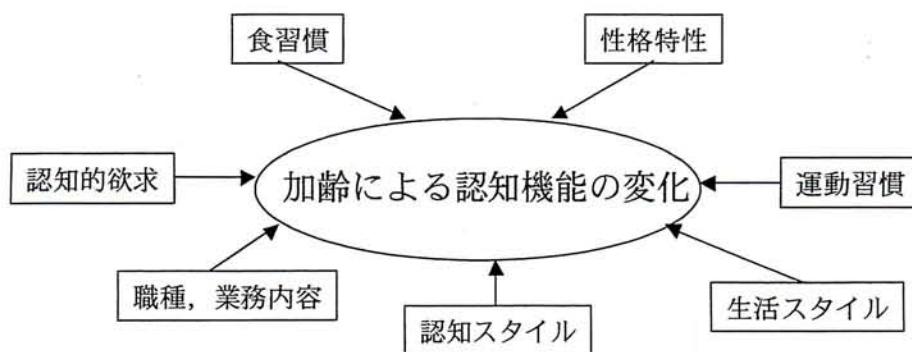
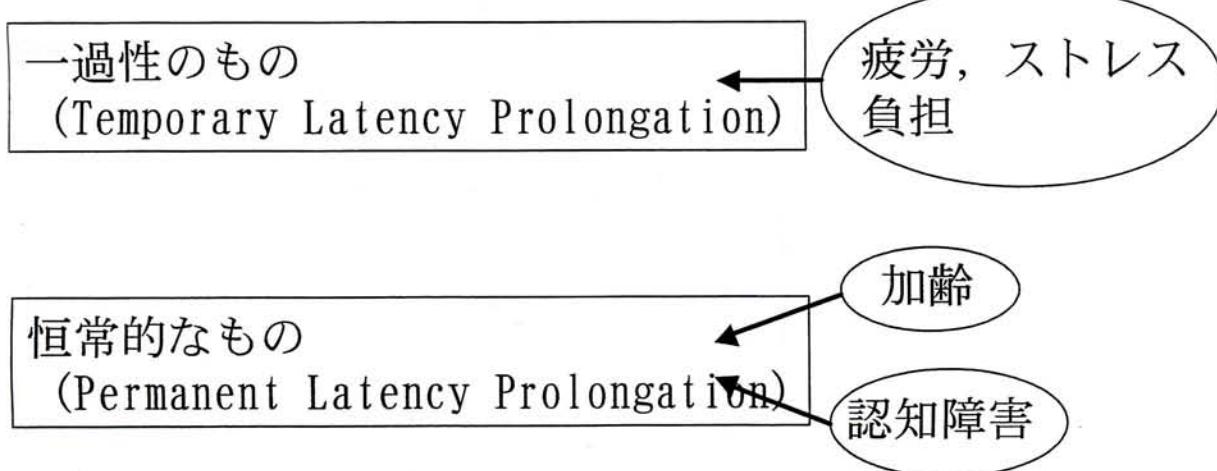


図3.3.4-12 加齢データを扱う場合の留意事項および加齢による認知機能の変化に及ぼす潜在的な因子

P300潜時の延長



疲労自覚症状調べの結果から、実験前と実験後での疲労感はほとんど変わりがなかった。また、健常な被験者を対象とした。

潜時の延長は加齢の影響と判断できる。

図3.3.4-13 一過性と恒常的なP300潜時の延長

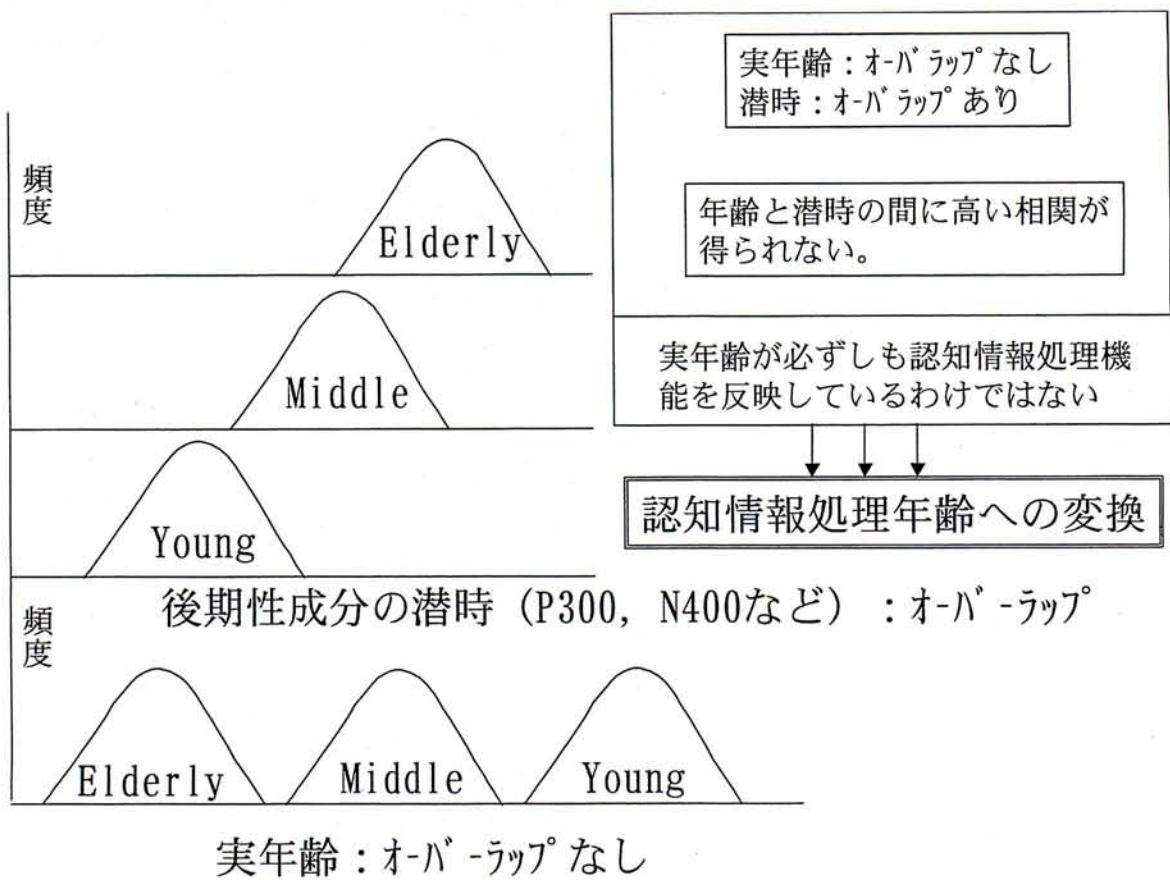


図3.3.4-14 実年齢とP300、N400潜時の間に高い相関が得られなかった理由

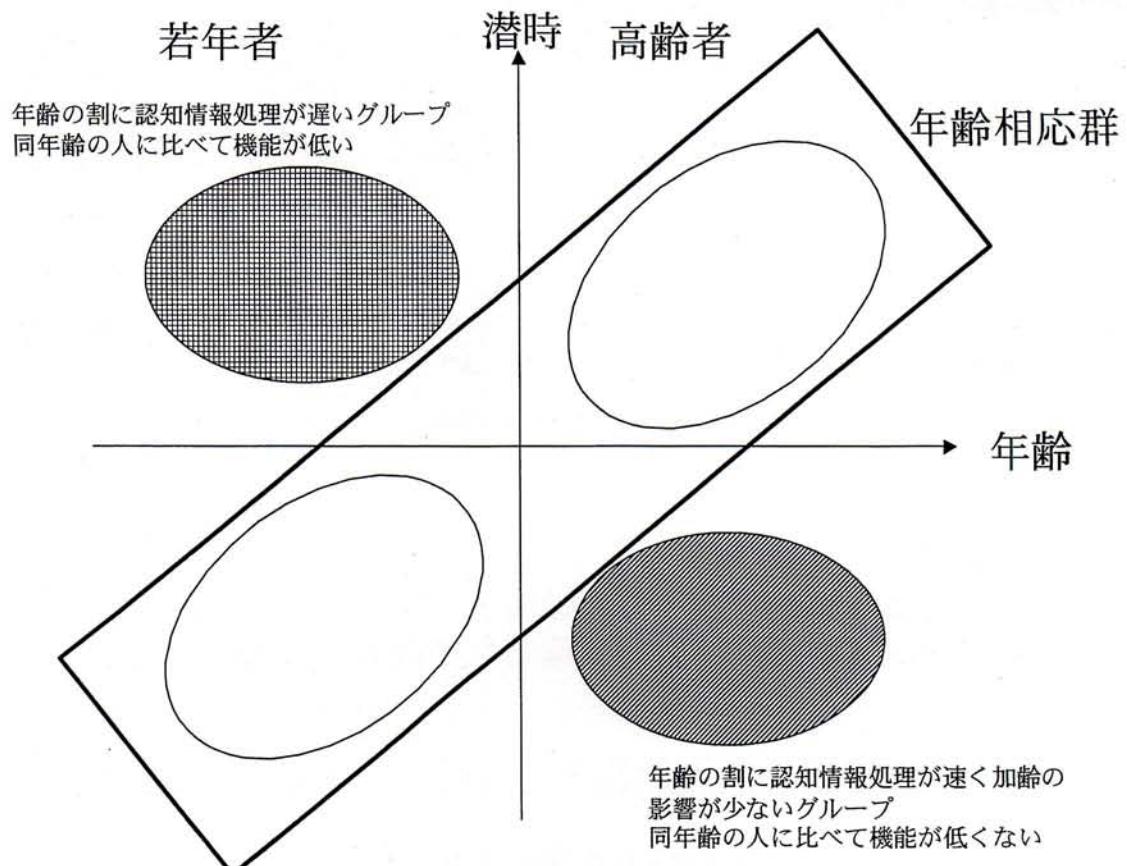
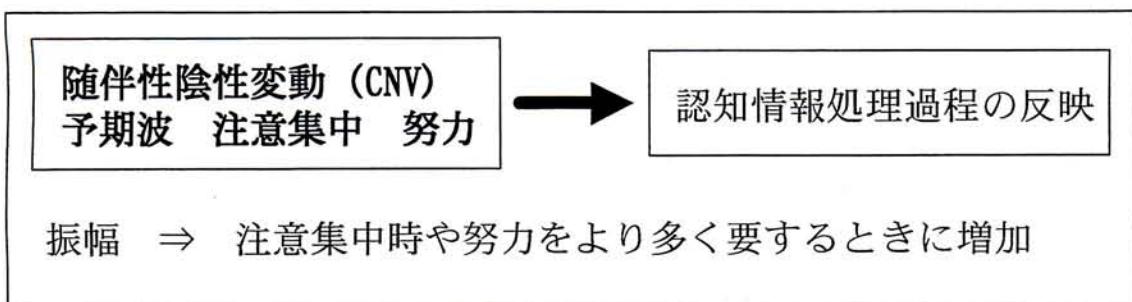
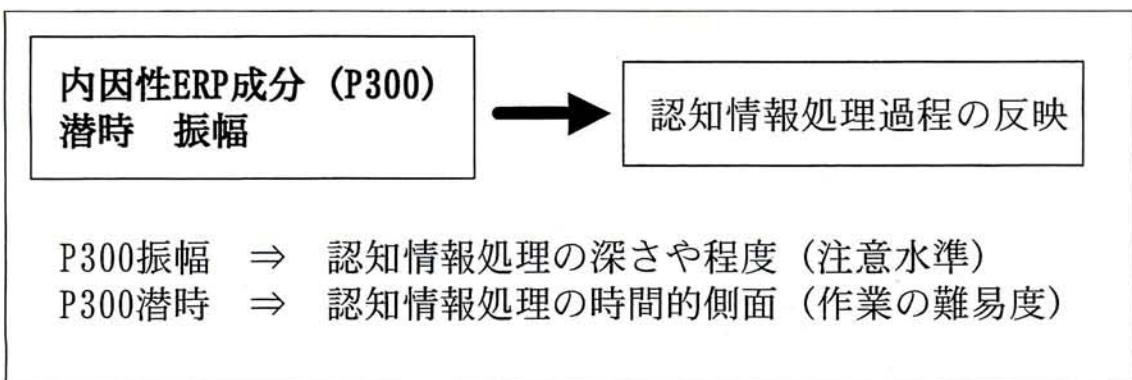


図3.3.4-15 P300潜時、N400潜時に基づく被験者の分類



P300でも**潜時（認知の時間的側面）**に加齢の影響が反映されやすい
 P300よりもCNVのほうがさらに高次の認知情報処理過程を反映しており、本研究の結果からは、加齢の影響は、**認知情報処理のより高次な部分を反映するCNVには観察されなかった**のかもしれない。

図3. 3. 4-16 本研究で得られた結果 (P300、CNV) のまとめ

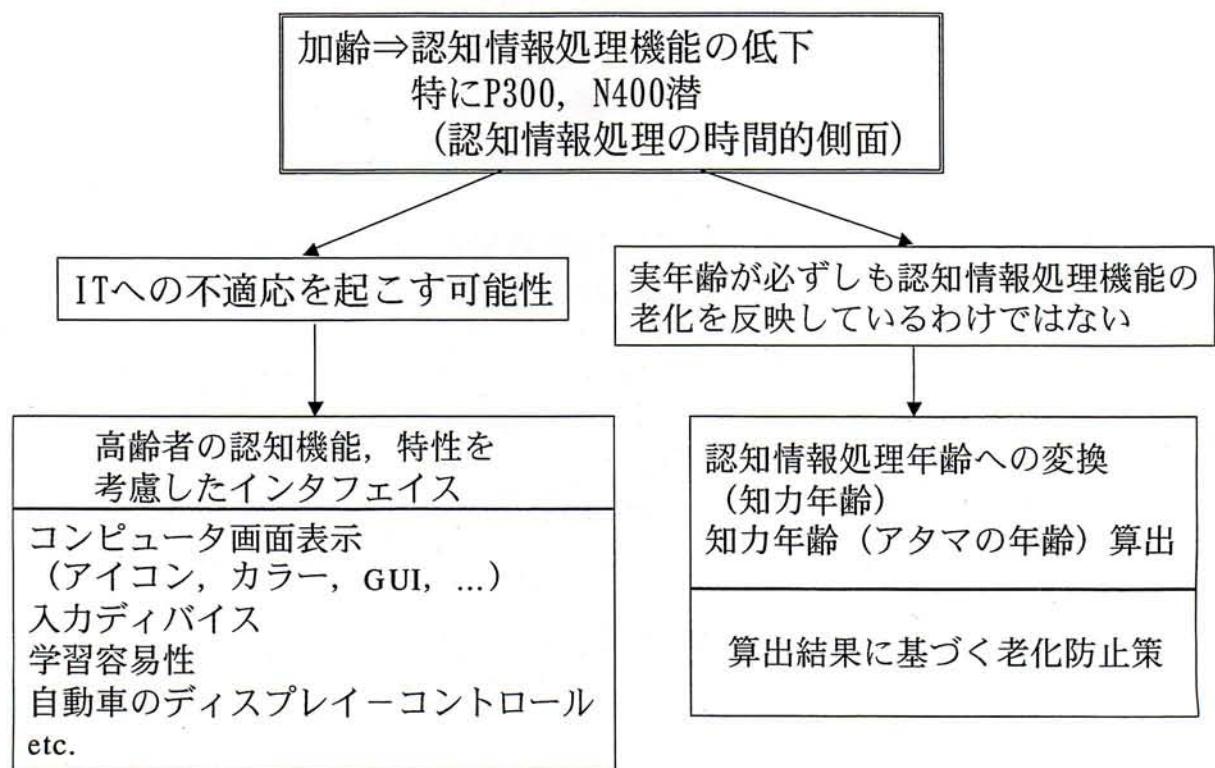


図3. 3. 4-17 本研究の潜在的な応用可能性

第4部 データベースの構想等とそのデータベースの活用方法

第1章 データベースの構想

1. 1 HQLにおける既存データベース

現在HQLには「身体寸法データベース」と「高齢者の身体特性データベース」の2つのデータベースが存在する。2つのデータベースは誕生した年もいきさつも異なるのでお互いに関連がない状態になっている。又、データベースの構成方法や用いている言語等の問題で拡張性に劣ることもいなめない。図4. 1. 1-1に既存データベースの構成を記載した。

1. 2 HQLに新規に構成すべきデータベース

図4. 1. 2-1に本プロジェクトにおけるデータ収集を機にHQLに新規に構築すべきデータベースの構成を示す。主な変更点は次の2つである。

①データの作成方法の変更

データの記述を拡張性のある言語で行うことによりデータベースの構造そのものの変更や拡張を可能にした。

②従来のデータベースへのデータ項目の付加

製品群にIT機器群を追加、身体特性の実測データに身体、操作、知覚、認知を追加した。

1. 3 データベースの活用方法及び必要なデータ

1) データベースの検索方法

本データベースは従来と同じように下記の3方面から検索することができる。

- ・ 製品
- ・ 身体特性
- ・ 生活行為

2) データベースの活用例

具体的な活用例として製品から検索する場合を考えると以下のようになる。製品には下記のような分類があり、その中から情報具（IT機器）を選ぶことにする。

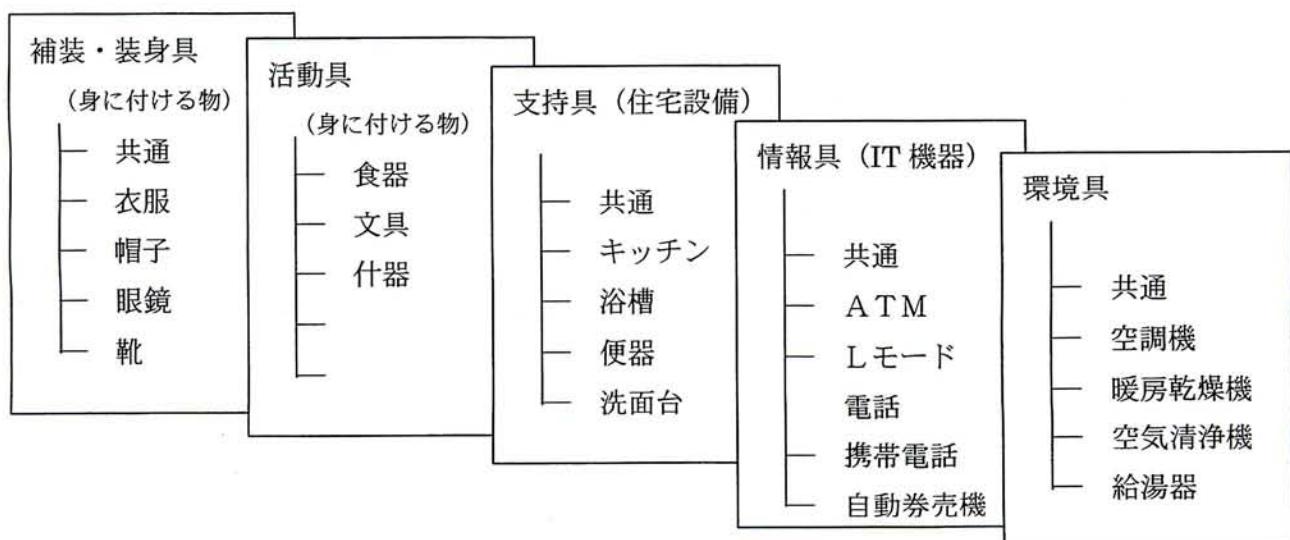


図4. 1. 2-2 データベースの検索方法

ここでキーボードのキー間隔を設計する場合を想定すると、次のような検索方法がある。

逐次検索法 → 手順に従って順番に検索してゆく

キーワード検索法 → 欲しい情報に関するキーワードを入力して検索する。

ここでは前者の逐次検索法を採用し、図4. 1. 2-3の①から⑨の順序で検索する設計に必要なデータは⑦までの手順で得られ、その根拠まで必要な人は⑧意向の手順が必要となる。

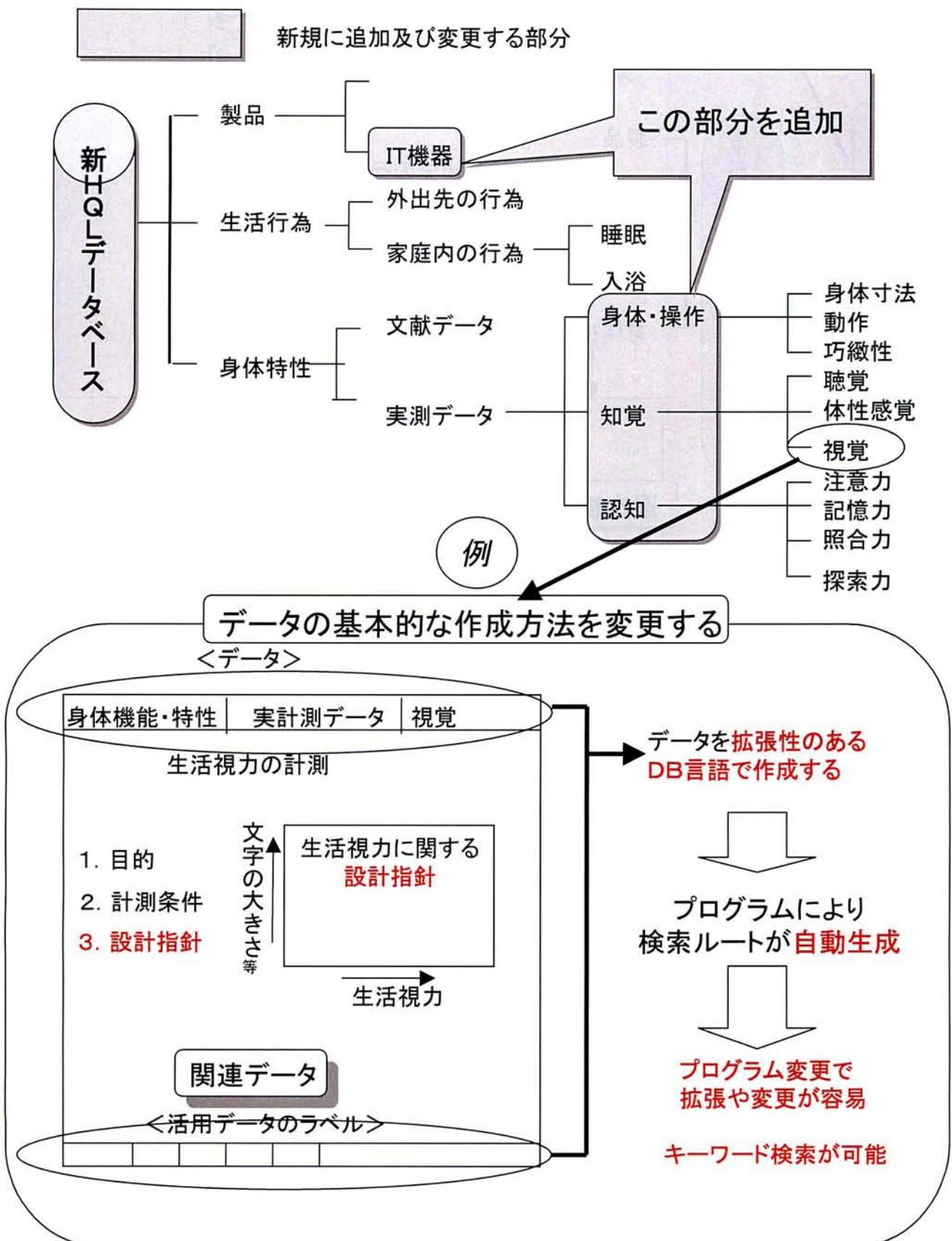


図4. 1. 2-1 新規に構築するHQLのデータベース

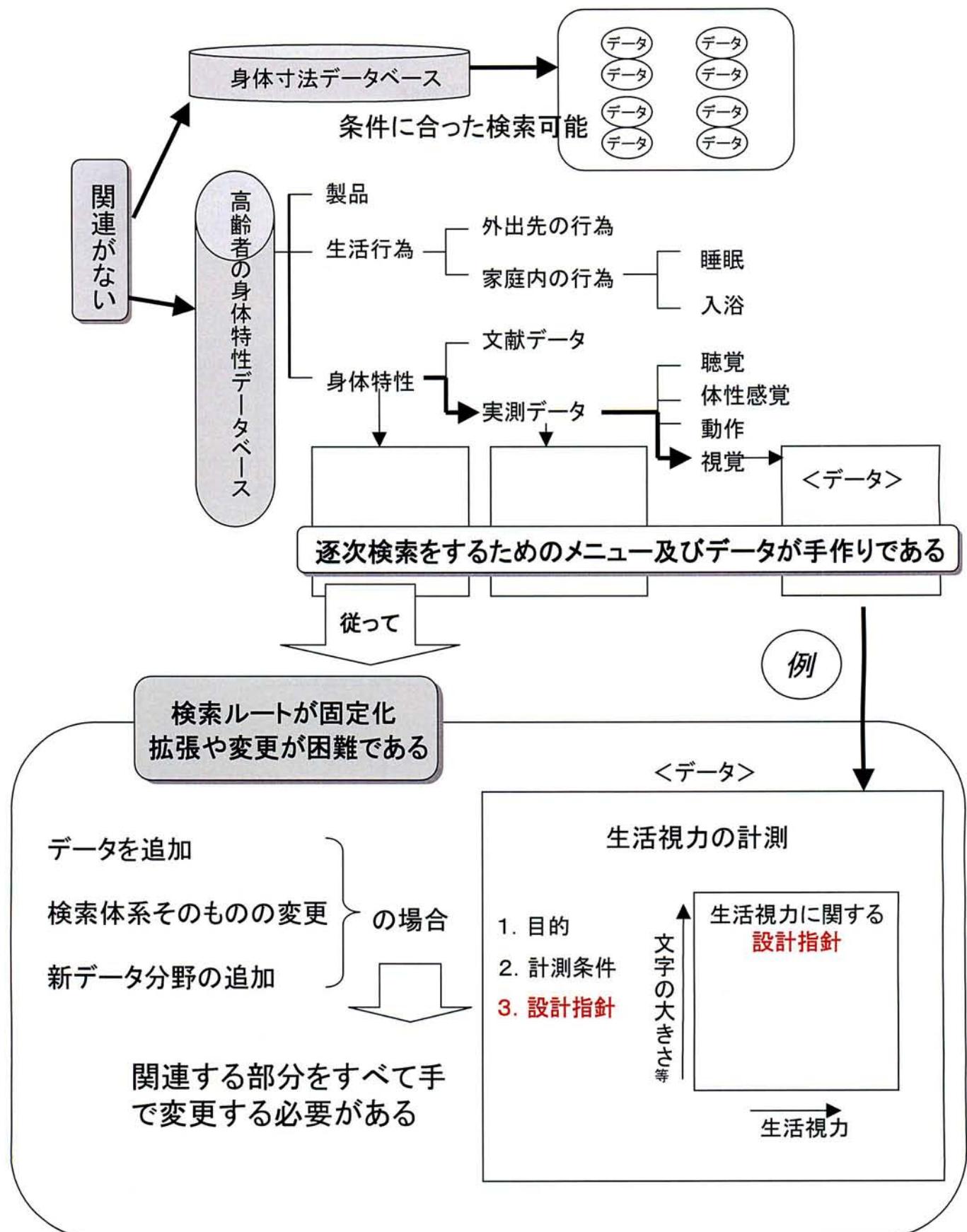


図4. 1. 1-1 HQLに現存するデータベース

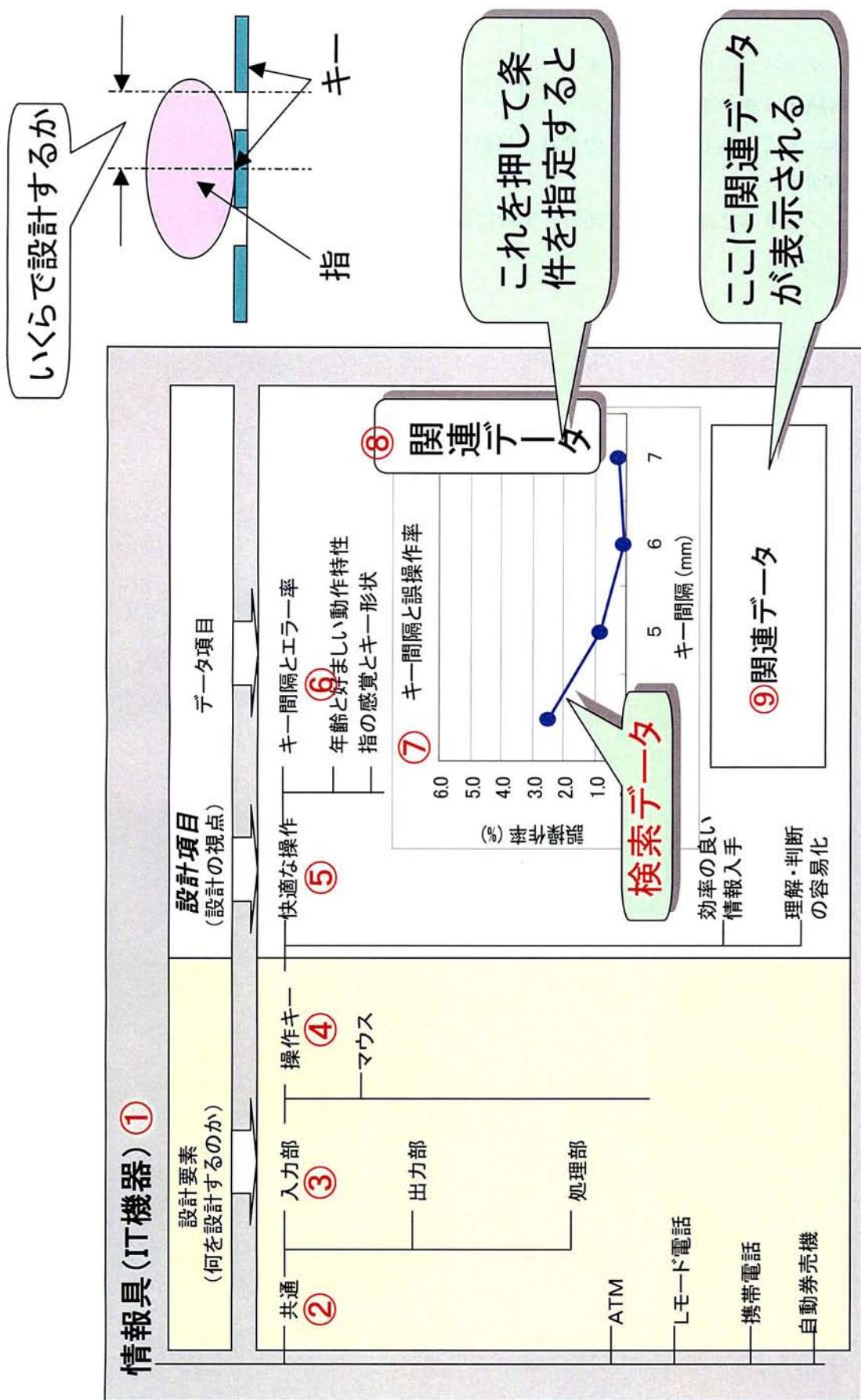


図4.1.2-3 検索手順とデータの提示例

第2章 データベースへの格納データ

2. 1 格納データの全容

表4. 2. 1に収集したデータの全容（格納状況）を示す。

2. 2 個別データ

次々ページより第2部及び第3部の各実験において収集した個々の実験データを示す。

表4. 2. 1データの格納状況

データ項目	属性データ		既存IT機器に関する問題点データ		特性データ		認知適合性	
	一般属性	操作・知覚・認知属性	操作・知覚属性	操作・知覚属性	注意	記憶	照合・探索	
年齢	10歳	指の大きさ 指の痛覚	指の触覚 野知的欲求	ビデオ発話(書き起こし) コントローラー	読みやすさ	操作感スローグ	押下圧特性	..
性別	男	機器との係わり	視認性	..				
教育歴	小学校卒業					
被験者ID								
E01								
..								
M01								
..								
Y01								
..								
88名								

約1000項目

約100項目

2. 2. 1 実験参加者の属性

1. 一般・認知関連属性

表2. 1. 2-1に対応している。

88名

データの種類	被験者ID	
	E-01	---
職種	①	
学歴	⑤	
結婚	②	
眼鏡等	有	
補聴器	無	
利き腕(申告)	左	
体調	良	
性格	外向ー内向	②
	愛着一分離	①
	統制ー自然	③
	情動ー非情動	①
	遊技ー現実	②
認知的欲求	ものごとを必要以上に考えてしまう	①
	長い時間ものごとを考えても苦にならない	①
	常に頭を使わなければ満足できない	①
	簡単な問題よりも複雑な問題の方が好きだ	①
認知スタイル	熟慮ー衝動	A
	場独立ー場依存	B
	部分ー全般	A
	外的統制ー内的統制	B
教育年数を教えて下さい(年間)	9	
あなたは普段ご自分で健康だと思われますか	3	
視力(見ること)に不自由していませんか	1	
聴力(聞くこと)に不自由していませんか	1	
歩行(歩くこと)に不自由していませんか	2	
今までに大きな病気にかかったことがありますか	2	
白内障にかかったことがある	①	
緑内障にかかったことがある	①	
日常感じる不便さ	新聞の字は小さすぎると思う	①
	電卓が使えない	③
	公衆トイレの男女のマークが識別できない	②
	道路の信号の色がわかりにくい	②

データの種類		被験者ID	
		E-01	---
認知スリップ	テレビドラマの筋をおっていけない	①	
	ドアに鍵をかけたかどうかというようにある行動を実際にやったかどうか確認しなおさなければならない	②	
	言われたことの細かい点を混同し、混乱する	①	
	新聞や雑誌を読んでも、内容が頭に入ってこない	③	
認知能力の自己評価	同年代の人と比べて、ご自分の記憶はどの程度だと思われますか	②	
	日常の生活をふりかえってみて、ご自分の記憶についてどう思われますか	③	
電気機器の使い方	説明書(マニュアル)は必ず眼を通しますか?	①	
	説明書(マニュアル)はすぐとりだせるところにおいていますか?	③	
電子機器の使い方が分からぬ、あるいは困ったとき、どのようにしますか。(どれか一つに○印)	説明書を読む		
	家族か友人に聞く	○	
	購入した電気屋さんに聞く		
	メーカーのサービスセンターに問い合わせる		
	その他		
自己効力感・機器に対する認知	機械の操作は出だしでつまずくとすぐあきらめてしまう	③	
	難しそうなことは新たに学ぼうとは思わない	①	
	失敗するとかえって一生懸命やろうと思う	①	
	機械の操作は人に頼らないほうだ	①	
リテラシー:あなたは次のようなことができますか(それぞれ持っている持っていないに関係なくお答え下さい)	ビデオの予約ができる	③	
	ファックスの送信ができる	①	
	失敗するとかえって一生懸命やろうと思う	①	
	無理なくキーボードが打てる	①	
あなたが日常生活のさまざまな場面において出会う機器について、回答を選んでください。	家電(電化製品)を使うことが好きである	②	
	インターネット(携帯・パソコンを問わず)を使うことが好きである	③	
	携帯電話を使うことができる	②	
	家電(電化製品)を使うことが楽しい	①	
	インターネット(携帯・パソコンを問わず)を使うことが楽しい	①	
	携帯電話を使うことが楽しい	①	

2. 注意力関連属性

	データ項目	被験者ID
B-01	新しい仕事をはじめる時、その仕事に対してすぐに気持ちをきりかえることができる。	①
B-02	集中して仕事をしないといけない場合でも、すぐに気が散ってしまう。	②
B-03	電車の中のような騒々しい場所でも本を読むことに集中できる。	②
B-04	待ち合わせをしていて、人込みの中から相手を見つけ出すのが得意だ。	③
B-05	地図の中から目的地を見つけ出すのに時間がかかる。	①
B-06	電話で会話をしながら、その会話内容をわかりやすくメモできる。	②
B-07	一つの仕事をしながら、心の中では仕事とは関係のない別のことを考えることがある。	①
B-08	二つの仕事がある場合、一方を先に終わらせてから、次にもう一方の仕事に取りかかるほうだ。	③
B-09	電車の中のような騒々しい場所では、会話に集中できない。	①
B-10	人と話をする時、ついまわりの出来事にじゃまされて、話し相手の言葉から注意をそらしてしまう。	②
B-11	会うことを予期していなかった知人と偶然であって話をする場合、その会話はぎこちないものになる。	③
B-12	一つのことが気にかかると、別のことに対して注意をきりかえにくい。	①
B-13	長時間一つのことに集中することは得意だ。	②
B-14	一つのことに集中しなければならない時、思い通りに集中力を高めることができる。	①
B-15	偶然、知り合いとすれ違っても相手に気づかないことがある。	③
B-16	人と話をしながら仕事をすると、仕事だけに集中しているときに比べて、能率がかなり悪くなる。	②
B-17	短時間なら二つの仕事を並行してできる。	①
B-18	初めてする仕事でも、たいていすぐに要領をつかむことができる。	②
B-19	人に話しかけられると、つい自分の思っていることや考えにとらわれてその人の話から注意をそらしてしまう。	②
B-20	後回しにした仕事のことを忘れてしまうことがある。	③
B-21	目立つものが視界の中にあると、どうしてもそれに注意が向かってしまって無視できない。	①
B-22	今のやり方がうまくいかない時、すぐに別のやり方にきりかえることができる。	②
B-23	疲れてくると、一つのことに集中しつづけることが難しくなる。	①
B-24	気になることがあると、そのこと以外には注意が向かなくなる。	③
B-25	リラックスしたい時、すぐに集中力をゆるめてリラックスできる。	①
B-26	ものの数を数えている時、途中で今いくつまで数えたところなのかわからなくなる。	②
B-27	テレビやラジオの音を聞きながら本や雑誌を読むことができる。	③
B-28	いくつかのことを同時にやることが得意だ。	①
B-29	二つの仕事がある場合、それぞれを一つずつ済ませるよりは、二つを並行してしまうほうだ。	②
B-30	電車の中で携帯電話でしゃべる声が聞こえてくると、どうしてもその声に注意がひきつけられてしまう。	①
B-31	余計な音が聞こえてくるような場合でも、それにじゃまされることなく、仕事や勉強に集中できる。	③

	データ項目	被験者ID
B-32	せっかくメモを取ったのに、そのメモ自体をなくしてしまうことがある。	②
B-33	一つの考えや感情にこだわって失敗することがある。	①
B-34	仕事中や勉強中にいったん気が散り始めると、努力しても、その仕事や勉強に対して集中力をとりもどすのは難しい。	②
B-35	いくつかの仕事をしないといけない場合、その中の一つに気持ちを集中させることは難しい。	②
B-36	本を読んでいると、いつの間にか本とは関係のないことを考えていることがある。	③
B-37	テレビを見ながら、テレビの内容とは関係のないことについて会話をすることができる。	①
B-38	二つの仕事を効率よく組み合わせる方法をすぐに見つけられる。	②
B-39	電話で世間話をしながら新聞や雑誌を読める。	①
B-40	周囲に人がいると気が散ってしまう。	③
B-41	勉強中に友人がやって来てしばらく話をするような時、友人が去った後もしばらくは勉強に集中できない。	①
B-42	一日中、仕事や勉強のことが気になって頭からはなれない。	②
B-43	自分にとって興味のない話を聞かなければならぬ場合でも、努力すればその話に注意を向け続けられる。	③
B-44	仕事や読書に没頭して、一日があつという間にすぎることがある。	①
B-45	お店で、あまりにも多くのものを目の前にすると、選ぶのに迷ってしまう。	②
B-46	音楽を聴きながら仕事や勉強ができる。	①
B-47	簡単な仕事でも、2つ以上を同時にやろうとすると極端に難しくなるように感じる。	③
B-48	電話で世間話をしながら、仕事したり勉強したりできる。	②
B-49	勉強中に不要なものが机の上にあると、どうしても気になってしまふ。	①
B-50	仕事中に電話がかかると、どこまで仕事が進んでいたのかわからなくなる。	③
B-51	いくつかのことを同時にしようとする失敗が多い。	②
B-52	急な仕事が入った場合でも、その仕事が終わったあとは元の仕事にスムーズに戻ることができる。	②
B-53	似た仕事を並行して行っても、混乱することはない。	①
B-54	携帯電話で話をするときには、立ち止まって話をする。	③

	データ項目	被験者ID
C-01	本などをよく考えないで読みすごしてしまったために、もう一度読み直さなければならぬことがある。	①
C-02	家の中を歩いてきて、何をするためにそこに来たのか思い出せないことがある。	②
C-03	道路に出ている看板や標識に気がつかないことがある。	②
C-04	方角を説明するとき、右と左を間違うことがある。	③
C-05	人にぶつかることがある。	①
C-06	出かける時、明かりや火を消したか、鍵をかけたかどうか思い出せないことがある。	②
C-07	人と会った時、その人の名前を聞きのがすことがある。	①
C-08	失礼なことを言ったかもしれない、後になってきづくことがある。	③
C-09	何かしているときに話しかけられると聞きのがすことがある。	①
C-10	かんしゃくを起こして後悔することがある。	②
C-11	大事な手紙に何日も返事を書かないことがある。	③
C-12	久しぶりにある場所に行こうとした時に、どこで曲がればいいのか思い出せない。	①
C-13	スーパーマーケットに行って、ほしい品物が目の前にあるのに見つけられないことがある。	②
C-14	正しい意味で言葉を使っているかどうかが、急に気になることがある。	①
C-15	決心するまでにあれこれ迷うことがある。	③
C-16	約束を忘れることがある。	②
C-17	手にもったものをなにげなくそこにおき、後になってどこに置いたか思い出せなくなる。	①
C-18	お菓子を食べているときに、うっかり包みのかわりに中身を捨ててしまうことがある。	②
C-19	何かを聞いていなければいけない時にぼんやり空想してしまうことがある。	②
C-20	人の名前を思い出せないことがある。	③
C-21	家の中で何かに取りかかっている時に他のことがしたくなってしまうことがある。	①
C-22	のどまで出かかっているのに、どうしても思い出せないことがある。	②
C-23	何を買いにその店まで来たかが思い出せないことがある。	①
C-24	物を落とすことがある。	③
C-25	言おうとしていたことを思い出せないことがある。	①
C-26	早く決めるように急かされると、よく考えずに決めてしまい後で後悔することがある。	②
C-27	テストなどいろいろ考えすぎて時間が足りなくなってしまうことがある。	③
C-28	責任の重い仕事を任されると、緊張してふだんの力が出せないことがある。	①
C-29	細かいことにこだわりすぎて、物事の全体的な局面を見すごしてしまうことがある。	②
C-30	ささいなこごが気になって、肝心なことを考えるのに集中できないことがある。	①
C-31	テストや面接のときにあがってしまい、落ち着いていたらもっとうまくできたのにと思うことがある。	③
C-32	状況が変わっているのに、自分の考え方や態度を柔軟に変えられないことがある。	②
C-33	単純な作業を繰り返して慣れてくると、気を抜いてしまってかえってミスをすることがある。	①
C-34	早く決めるように急かされると、かえって迷って決められなくなってしまうことがある。	②

3. 電化製品利用状況

表2. 1. 2-3に対応している。

使用機器	被験者ID		
	E-01	---	
ATM（現金自動預払い機）	歳代～75歳代	B	
JR・私鉄等の券売機	歳代～75歳代	A	
航空会社の発券機・自動チェックイン機	歳代～75歳代	C	
病院の受付機	歳代～75歳代	C	
公衆電話	歳代～75歳代	A	
CDプレーヤー	歳代～75歳代	B	
MDプレーヤー	歳代～75歳代	B	
DVDプレーヤー	歳代～75歳代	C	
カセットデッキ	歳代～75歳代	A	
ラジオ	歳代～75歳代	C	
ビデオデッキ	歳代～75歳代	B	
テレビ	歳代～75歳代	C	
衛星放送一式	歳代～75歳代	C	
コピー	歳代～75歳代	B	
パソコン	歳代～75歳代	A	
ワープロ	歳代～75歳代	C	
プリンタ	歳代～75歳代	B	
スキャナー	歳代～75歳代	C	
テレビゲーム（ファミコン）	歳代～75歳代	A	
携帯ゲーム（ポケットボーカイ等）	歳代～75歳代	A	
携帯用ノートパソコン（ザ・カルス・ノート等含む）	歳代～75歳代	B	

使用機器	被験者ID		
	E-01	---	
電子レンジ	70歳代～75歳代	B	
冷蔵庫	40歳代～75歳代	A	
洗濯機	10歳代～75歳代	C	
エアコン（クーラー）	10歳代～75歳代	C	
電磁調理器（IH）	10歳代～75歳代	A	
炊飯器	10歳代～75歳代	B	
電気ポット	10歳代～75歳代	B	
全自動食器洗い機	10歳代～75歳代	C	
浄水器	10歳代～75歳代	A	
電子血圧計	10歳代～75歳代	C	
電話	10歳代～75歳代	B	
ファックス	10歳代～75歳代	C	
携帯電話	10歳代～75歳代	C	
メールボード	10歳代～75歳代	B	
カメラ	10歳代～75歳代	A	
デジタルカメラ	10歳代～75歳代	C	
ビデオカメラ	10歳代～75歳代	B	
ICレコーダー（録音機）	10歳代～75歳代	C	
電卓	10歳代～75歳代	A	
マッサージ機	10歳代～75歳代	A	
iモード（ez-web等）	10歳代～75歳代	B	
Lモード	10歳代～75歳代	A	
その他よく使用した機器1（　　）	10歳代～75歳代	A	
その他よく使用した機器2（　　）	10歳代～75歳代	B	

2. 2. 2 広汎な IT 機器の利用に関する問題点

1. 調査-1 (カードを使用したイメージインタビュー)

	対象機器	データ項目	被験者ID E-01	
			44名	
認知のみ調査	航空券発券機	認知の有無	1	
	M D プレーヤー	認知の有無	0	
	カセットデッキ	認知の有無	1	
	衛星放送	認知の有無	0	
	ワープロ	認知の有無	1	
	---	---		
認知及びマッピングによる評価	A T M	認知の有無	1	
		コメント	入金の経験はないが画面表示があるのでそれに従って操作すれば使えそう	
		分析カテゴリー	④	
		設計項目	ガイドが適切	
		データメイン領域	インターフェース	
		データサブ領域	ガイド	
	J R ・ 私鉄などの券売機	認知の有無		
		コメント		
		分析カテゴリー		
		設計項目		
		データメイン領域		
		データサブ領域		
	公衆電話	認知の有無		
		コメント		
		分析カテゴリー		
		設計項目		
		データメイン領域		
		データサブ領域		
	C D プレーヤー	認知の有無		
		コメント		
		分析カテゴリー		
		設計項目		
		データメイン領域		
		データサブ領域		
	---	---		

コメントの数だけこのデータセットがある

1. 使用機器の詳細は表2. 1. 2-2を参照
2. カテゴリーは表2. 1. 4-2を参照
3. メイン、サブ領域名は図2. 1. 4.-1を参照
4. 設計項目は表2. 1. 4-4を参照

2. 調査－2（実際に機器を使用したインタビュー）

対象機器	データ項目	被験者ID E-01
A T M	認知の有無	
	コメント	
	分析カテゴリー	
券売機	認知の有無	
	コメント	
	分析カテゴリー	
電子レンジ	認知の有無	
	コメント	
	分析カテゴリー	
携帯電話	認知の有無	
	コメント	
	分析カテゴリー	
電子辞書	認知の有無	
	コメント	
	分析カテゴリー	
D V D プ レーヤー	認知の有無	
	コメント	
	分析カテゴリー	

データの形式は調査－1と同じ

2. 2. 3 代表的な4つのIT機器に関する認知的問題点

88名

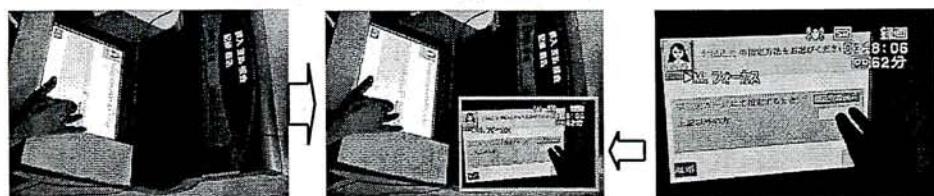
1. データの内容

使用機器	課題	データの種類	被験者 I D	
			E 01	---
	1	書き起こし		
		ビデオ		

発話	行動	画面	システムの反応「音声」
(課題1) あれ	カードを引き出す	初期	カード出入り口点滅
ど、引き出し	「お引き出し」押す	カード挿入	カード出入り口／点滅
どれ、入れてください	カードを入れる	暗唱番号入力	カード出入り口点滅消 え、通帳出入り口点滅
暗証番号、押してください	「1」「2」「3」「4」押す	金額入力	通帳出入り口点滅消える
はい			
お引きだし	画面なぞる		エラー：画面の理解 に手間取る。「お引き

		レポート
3	書き起こし	
	ビデオ	
4	書き起こし	
	ビデオ	
	書き起こし	

ビデオデータ(1課題の動画)



手元

合成

操作画面

液晶表示付IH		---		
	1	書き起こし		
		ビデオ		
	2	書き起こし		
		ビデオ		
	3	---		

	4	---		

データ数=88名×2機種／名×約4.5課題／機種=約792データセット
1データセット=ビデオデータ2本(手元と操作画面)+書き起こしデータ

2. データの索引

1. 課題一覧

課題NO	ATM	Lモード電話機	ゲーム機	炊飯器
1	預金引き出し	電話を掛ける	接続・ゲーム開始まで	電源投入・ティフォット炊飯
2	残高照会	メール受信	ゲームの設定・開始	炊飯設定
3	預け入れ	メール送信	ゲームの中止・変更	おかゆ炊飯
4	振り込み（易）	データ検索（易）	ゲームの終了・片づけ	予約
5	振り込み（難）と入力変更	データ検索（難）		蒸し機能

2. 2. 4 携帯電話の利用に関する問題点

機種A、B共通

機種A	データ項目	高齢者
		被験者1
タスク	E01	
T1：受話器をあげて、番号入力後電話する	操作時間（秒）	4.3
	誤操作回数	0
	類似操作	0
	推測操作	0
	隣接操作	0
	修正操作	0
	別ルート操作	0
	誤操作率（%）	0
	操作履歴	あり
	ビデオ	あり
T2：番号入力後、受話器をあげて電話する	操作時間（秒）	13.2
	誤操作回数	0
	類似操作	0
	推測操作	0
	隣接操作	0
	修正操作	0
	別ルート操作	0
	誤操作率（%）	0
	操作履歴	あり
	ビデオ	あり
T3：電話を受ける	操作時間（秒）	7.6
	誤操作回数	0
	類似操作	0
	推測操作	0
	隣接操作	0
	修正操作	0
	別ルート操作	0
	誤操作率（%）	0
	操作履歴	あり
	ビデオ	あり

機種A	データ項目	高齢者
		被験者1
タスク	E01	
T4：不在着信の表示	操作時間（秒）	105.8
	誤操作回数	5
	類似操作	0
	推測操作	2
	隣接操作	1
	修正操作	2
	別ルート操作	0
	誤操作率（%）	0
	操作履歴	あり
	ビデオ	あり
T5：電話帳の検索	操作時間（秒）	128.4
	誤操作回数	5
	類似操作	0
	推測操作	3
	隣接操作	0
	修正操作	2
	別ルート操作	0
	誤操作率（%）	71.40%
	操作履歴	あり
	ビデオ	あり
T6：受信メールに対する返信メール作成	操作時間（秒）	132.4
	誤操作回数	6
	類似操作	2
	推測操作	2
	隣接操作	0
	修正操作	4
	別ルート操作	0
	誤操作率（%）	63.30%
	操作履歴	あり
	ビデオ	あり

機種A	データ項目	高齢者
		被験者1
タスク	E01	
T7：電話帳への登録	操作時間（秒）	132.4
	誤操作回数	6
	類似操作	2
	推測操作	2
	隣接操作	0
	修正操作	4
	別ルート操作	0
	誤操作率（%）	63.30%
	操作履歴	あり
	ビデオ	あり

2. 2. 5 高齢者の I T 機器に対するメンタルモデルに関する問題点

使用機器（課題）	被験者 I D
	E 01
原付バイク (原付バイクがあります。走り出してください)	
ATM (ATMとキャッシュカードがあります。 3万円引き出してください)	次ページのようなデータが入る
エアコン (エアコンがあります。今、就寝前です。 朝おきた時に自動的に暖房が入る ようにしてください)	
コピー機	
CD付きラジカセ	
英和電子辞典	
ファックス	
テレビゲーム	
マッサージチェア	



記入の例(原付バイク)

一週目の記入

カギを持つ
(スタート)

トランクにカギ
を差して空ける

ヘルメットを取り出す

ヘルメットをかぶる

トランクを閉める

前方の鍵穴に
カギを差し込む

原付のロックを外す

シートに座る

セルを回す

ハンドルを回す

走り出す
(終了)

二週目の記入(分割・挿入)

トランクにカギ
を差す

カギを回す

ふたを開ける

カギを取る

カギを回す

最終的な結果

カギを持つ
(スタート)

トランクにカギ
を差して空ける

カギを回す

ふたを開ける

ヘルメットを取り出す

ヘルメットをかぶる

トランクを閉める

カギを取る

前方の鍵穴に
カギを差し込む

カギを回す

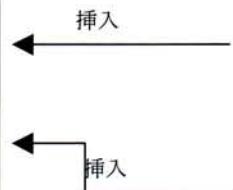
原付のロックを外す

シートに座る

セルを回す

ハンドルを回す

走り出す
(終了)



2. 2. 6 入力デバイス

1. キーボード

			E 01	---
文字中	第一回試行	1分間入力数	50	
		正 答 数	95%	
		正 答 率	80%	
文字中	第二回試行	1分間入力数	50	
		正 答 数	95%	
		正 答 率	80%	

文字中	第十回試行	1分間入力数		
		正 答 数		
		正 答 率		
文字大	第一回試行	1分間入力数		
		正 答 数		
		正 答 率		

文字大	第六十回試行	1分間入力数		
		正 答 数		
		正 答 率		
文字小	第一回試行	1分間入力数		
		正 答 数		
		正 答 率		

文字小	第六十回試行	1分間入力数		
		正 答 数		
		正 答 率		

2. マウス入力

		E 01	---
第一回	第一回	ポインティング時間	3 s
		エラーの有無	有
	第二回	ポインティング時間	5 s
		エラーの有無	無

	第二〇八回	ポインティング時間	
		エラーの有無	
第二回	第一回	ポインティング時間	
		エラーの有無	

	第二〇八回	ポインティング時間	
		エラーの有無	
第三回	第一回	ポインティング時間	
		エラーの有無	

	第二〇八回	ポインティング時間	
		エラーの有無	
第四回	第一回	ポインティング時間	
		エラーの有無	

	第二〇八回	ポインティング時間	
		エラーの有無	
第五回	第一回	ポインティング時間	
		エラーの有無	

	第二〇八回	ポインティング時間	
		エラーの有無	

マウス入力ターゲット条件表

			E 01	---
第一回	第一回	ターゲットサイズ	30×30	
		ターゲット距離	300	
		角度	0	

	第二〇八回	ターゲットサイズ	60×60	
		ターゲット距離	420	
		角度	15	
第二回	第一回	ターゲットサイズ		
		ターゲット距離		
		角度		

	第二〇八回	ターゲットサイズ		
		ターゲット距離		
		角度		
第三回	第一回	ターゲットサイズ		
		ターゲット距離		
		角度		

	第二〇八回	ターゲットサイズ		
		ターゲット距離		
		角度		
第四回	第一回	ターゲットサイズ		
		ターゲット距離		
		角度		

	第二〇八回	ターゲットサイズ		
		ターゲット距離		
		角度		
第五回	第一回	ターゲットサイズ		
		ターゲット距離		
		角度		

	第二〇八回	ターゲットサイズ		
		ターゲット距離		
		角度		

3. タッチパネル入力

		E 01	---
第一回	第一回	ポインティング時間	1 s
		エラーの有無	有
	第二回	ポインティング時間	3 s
		エラーの有無	有

	第二〇八回	ポインティング時間	
		エラーの有無	
第二回	第一回	ポインティング時間	
		エラーの有無	

	第二〇八回	ポインティング時間	
		エラーの有無	
第三回	第一回	ポインティング時間	
		エラーの有無	

	第二〇八回	ポインティング時間	
		エラーの有無	
第四回	第一回	ポインティング時間	
		エラーの有無	

	第二〇八回	ポインティング時間	
		エラーの有無	
第五回	第一回	ポインティング時間	
		エラーの有無	

	第二〇八回	ポインティング時間	
		エラーの有無	

4. 音声入力

				被験者ID	
				E-01	---
実験1 (順向干渉)	音声モード (ワープロ作業)	第1回	ワープロ入力文字数	49	
			再生個数	23	
	キーモード (ワープロ作業)	第2回	ワープロ入力文字数	49	
			再生個数	23	
	音声モード (ワープロ作業)	第1回	ワープロ入力文字数	49	
			再生個数	23	
実験2 (逆向干渉)	音声モード (ワープロ作業)	第2回	ワープロ入力文字数		
			再生個数		
		第15回	ワープロ入力文字数		
			再生個数		
	キーモード (ワープロ作業)	第1回	ワープロ入力文字数		
			再生個数		
		第2回	ワープロ入力文字数		
			再生個数		
		第15回	ワープロ入力文字数		
			再生個数		

5. 視線入力

			E 01	---
第一回	第一回	ポインティング時間	0. 5 s	
		エラーの有無	有	
	第二回	ポインティング時間	0. 3 s	
		エラーの有無	有	

	第七十二回	ポインティング時間		
		エラーの有無		
第二回	第一回	ポインティング時間		
		エラーの有無		

	第七十二回	ポインティング時間		
		エラーの有無		
第三回	第一回	ポインティング時間		
		エラーの有無		

	第七十二回	ポインティング時間		
		エラーの有無		
第四回	第一回	ポインティング時間		
		エラーの有無		

	第七十二回	ポインティング時間		
		エラーの有無		
第五回	第一回	ポインティング時間		
		エラーの有無		

	第七十二回	ポインティング時間		
		エラーの有無		

視線入力ターゲット条件表

			E 01	---
第一回	第一回	ターゲットサイズ	30×30	
		ターゲット距離	300	
		角度	0	

	第七十二回	ターゲットサイズ	60×60	
		ターゲット距離	420	
		角度	15	
第二回	第一回	ターゲットサイズ		
		ターゲット距離		
		角度		

	第七十二回	ターゲットサイズ		
		ターゲット距離		
		角度		
第三回	第一回	ターゲットサイズ		
		ターゲット距離		
		角度		

	第七十二回	ターゲットサイズ		
		ターゲット距離		
		角度		
第四回	第一回	ターゲットサイズ		
		ターゲット距離		
		角度		

	第七十二回	ターゲットサイズ		
		ターゲット距離		
		角度		
第五回	第一回	ターゲットサイズ		
		ターゲット距離		
		角度		

	第七十二回	ターゲットサイズ		
		ターゲット距離		
		角度		

2. 2. 7 操作適合性

1. 3キー

データ項目				E-01	---
3 キ ー 評 価 (誤 操 作 率)	縦 配 列	キー 間 隔 2 mm	1 クル一	誤操作率	5%
				押下平均時間	0. 1 s
		2 クル一	誤操作率	2.50%	
				押下平均時間	0. 14 s
		3 クル一	誤操作率	2.50%	
				押下平均時間	0. 14 s
		キー 間 隔 3 mm	1 クル一	----	

			2 クル一	----	
		キー 間 隔 4 mm		----	
			3 クル一	----	

		キー 間 隔 5 mm	1 クル一	----	

			2 クル一	----	
	横 配 列	キー 間 隔 2 mm	3 クル一	----	

		キー 間 隔 3 mm	1 クル一	----	

			2 クル一	----	
		キー 間 隔 4 mm		----	
			3 クル一	----	

		キー 間 隔 5 mm	1 クル一	----	

			2 クル一	----	

			3 クル一	----	

2. 9キー

データ項目				E-01	---
9 キ ー 評 価 (誤 操 作 率)	A-1	1 クル一	誤操作率	5%	
			押下平均時間	0. 1 s	
	2 クル一	誤操作率	2.50%		
		押下平均時間	0. 14 s		
	3 クル一	誤操作率	2.50%		
		押下平均時間	0. 14 s		
	A-2	1 クル一	----		

		2 クル一	----		

		3 クル一	----		
	A-3	1 クル一	----		

		2 クル一	----		

	B-1	1 クル一	----		

		2 クル一	----		

	B-2	1 クル一	----		

		2 クル一	----		

	B-3	1 クル一	----		

		2 クル一	----		

	B-4	1 クル一	----		

		2 クル一	----		

	B-5	1 クル一	----		

		2 クル一	----		

		3 クル一	----		

9キー（続き）

		データ項目		E-01	---
9キーの評価 （誤操作率）	B-6	1 クルー	誤操作率	5%	
			押下平均時間	0. 1 s	
	2 クルー	誤操作率	2.50%		
		押下平均時間	0. 14 s		
	3 クルー	誤操作率	2.50%		
		押下平均時間	0. 14 s		
	B-7	1 クルー	----		
		2 クルー	----		
		3 クルー	----		
	C-1	1 クルー	----		
		2 クルー	----		
		3 クルー	----		
	C-2	1 クルー	----		
		2 クルー	----		
		3 クルー	----		
	C-3	1 クルー	----		
		2 クルー	----		
		3 クルー	----		
9キーの評価 （主観評価）	A 1 - A 3	最良キーNo.			
		理由			
	B 1 - B 3	最良キーNo.			
		理由			
	B 4 - B 7	最良キーNo.			
		理由			
	C 1 - C 3	最良キーNo.			
		理由			

3. 高さ合わせ時間

データ項目			E-01	---
高さ合わせ時間 (巧微性)	バー	右	1回目	20 s
			2回目	30 s
			3回目	52 s
			4回目	55 s
			5回目	27 s
			6回目	61 s
	ダイアル	左	1回目	25 s
			2回目	25 s
			3回目	35 s
			4回目	24 s
			5回目	51 s
			6回目	45 s
	ボタン	右	1回目	
			2回目	
			3回目	
			4回目	
			5回目	
			6回目	
	ボタン	左	1回目	
			2回目	
			3回目	
			4回目	
			5回目	
			6回目	

4. 人の属性

データ項目			E-01	---
人の属性	指の太さ (mm)	親指	W (巾)	20
			L (長さ)	20
	人差し指	W (巾)	15	
		L (長さ)	23	
	小指	W (巾)	14	
		L (長さ)	19	
	痛覚	箇所数 (ヶ所)	5	
		圧力 (g)	9	
	触覚	2. 6間隔 (mm)	2	
	安定度	接触回数 (回)	直線	58
			曲線 (右回り)	25
			曲線 (左回り)	15
			クランク	48
	ピンチ力 (kg)	人差し指	右	7.7
			左	6.4
		中指	右	4.7
			左	5.1
		薬指	右	2.2
			左	2.1
		小指	右	1.5
			左	1.6
	手と眼の協調性 (巧微性)	右手時計回り	右	83S
			左	63S
		左手時計回り	右	81S
			左	67S
		右手逆時計回り	右	83S
			左	63S
		左手逆時計回り	右	81S
			左	55S
動作特性	キーNo.1	ストローク～押下圧特性		
	キーNo.2	ストローク～押下圧特性		
	キーNo.3	ストローク～押下圧特性		
	キーNo.4	ストローク～押下圧特性		
	キーNo.5	ストローク～押下圧特性		

一番良いものに○印

2. 2. 8 知覚適合性

区分	ディスプレイ	文字の濃さ	コントラスト	照度	文章属性			主観評価	E-01	---
					文字大きさ	文字間隔	行間隔			
ディスプレイ評価データ	液晶(透過型)	1	00	300	10	0	0	表示面の明るさ	7	
								文字コントラスト	5	
								長時間の読み取り作業の表示として	4	
					10	0.5	0.5	表示面の明るさ	6	
								文字コントラスト	4	
								長時間の読み取り作業の表示として	3	
		2	45	300	—	—	—	表示面の明るさ		
								文字コントラスト		
								長時間の読み取り作業の表示として		
					85	300	—	表示面の明るさ		
								文字コントラスト		
								長時間の読み取り作業の表示として		
		3	00	300	—	—	—	表示面の明るさ		
								文字コントラスト		
								長時間の読み取り作業の表示として		
					45	300	—	表示面の明るさ		
								文字コントラスト		
								長時間の読み取り作業の表示として		
					85	300	—	表示面の明るさ		
								文字コントラスト		
								長時間の読み取り作業の表示として		

区分	ディスプレイ	文字の濃さ	コントラスト	照度	文章属性			主観評価	E-01	---
					文字大きさ	文字間隔	行間隔			
ディスプレイ評価データ 液晶(透過型)	1	1	1	1	1	1	1	文字の大きさ	3	
								文字と文字の間	6	
								行と行の間	4	
								長時間の読み取り作業の表示として	7	
								文字の大きさ	4	
								文字と文字の間	5	
								行と行の間	3	
								長時間の読み取り作業の表示として	6	
								文字の大きさ		
2	1	1	1	1	1	1	1	文字と文字の間		
								行と行の間		
								長時間の読み取り作業の表示として		
								文字の大きさ		
								文字と文字の間		
								行と行の間		
								長時間の読み取り作業の表示として		
								文字の大きさ		
								文字と文字の間		
3	1	1	1	1	1	1	1	行と行の間		
								長時間の読み取り作業の表示として		
								文字の大きさ		
								文字と文字の間		
								行と行の間		
								長時間の読み取り作業の表示として		
								文字の大きさ		
								文字と文字の間		
								行と行の間		
								長時間の読み取り作業の表示として		
								文字の大きさ		
								文字と文字の間		
								行と行の間		
								長時間の読み取り作業の表示として		

区分	ディスプレイ	文字の濃さ	コントラスト	照度	文章属性			主観評価	E-01	---
					文字大きさ	文字間隔	行間隔			
液晶 (反射型)	1	成行き	20	10 0 0	文字の大きさ					
					文字と文字の間					
					行と行の間					
					長時間の読み取り作業の表示として					
				1 1 1 1	文字の大きさ					
					文字と文字の間					
					行と行の間					
					長時間の読み取り作業の表示として					
				100 10 0 0	文字の大きさ					
					文字と文字の間					
					行と行の間					
					長時間の読み取り作業の表示として					
ディスプレイ評価データ	C	45	300	10 0 0	文字の大きさ					
					文字と文字の間					
					行と行の間					
					長時間の読み取り作業の表示として					
				1 1 1 1	文字の大きさ					
					文字と文字の間					
					行と行の間					
					長時間の読み取り作業の表示として					
	R	45	300	10 0 0	文字の大きさ					
					文字と文字の間					
					行と行の間					
					長時間の読み取り作業の表示として					
	T	45	300	10 0 0	文字の大きさ					
					文字と文字の間					
					行と行の間					
					長時間の読み取り作業の表示として					
	2	45	300	10 0 0	文字の大きさ					
					文字と文字の間					
					行と行の間					
					長時間の読み取り作業の表示として					

区分	ディスプレイ	文字の濃さ	コントラスト	照度	文章属性			主観評価	E-01	—
					文字大きさ	文字間隔	行間隔			
ディスプレイ評価データ	ディスプレイ評価データ 1	45	300	10	0	0	文字の大きさ			
							文字と文字の間			
							行と行の間			
							長時間の読み取り作業の表示として			
							文字の大きさ			
							文字と文字の間			
	ディスプレイ評価データ 2	45	300	10	0	0	行と行の間			
							長時間の読み取り作業の表示として			
							文字の大きさ			
							文字と文字の間			
	ディスプレイ評価データ 3	45	300	10	0	0	行と行の間			
							長時間の読み取り作業の表示として			
							文字の大きさ			
							文字と文字の間			
	ディスプレイ評価データ 2	45	300	10	0	0	行と行の間			
							長時間の読み取り作業の表示として			

区分	ディスプレイ	文字の濃さ	コントラスト	照度	文章属性			主観評価	E-01	—
					行間	時間	色			
印刷物評価データ	印刷物	1	300	10	0	0	文字の大きさ	3		
							文字と文字の間	6		
							行と行の間	4		
							長時間の読み取り作業の表示として	7		
	新聞	—	—	300	—	—	文字の大きさ	4		
							文字と文字の間	5		
							行と行の間	3		
							長時間の読み取り作業の表示として	6		
	取説 (青字)	—	—	300	—	—	文字の大きさ			
							文字と文字の間			
							行と行の間			
							長時間の読み取り作業の表示として			
	取説 (カラ―)	—	—	300	—	—	文字の大きさ			
							文字と文字の間			
							行と行の間			
							長時間の読み取り作業の表示として			
	時刻表	—	—	300	—	—	文字の大きさ			
							文字と文字の間			
							行と行の間			
							長時間の読み取り作業の表示として			
	六法全書	—	—	300	—	—	文字の大きさ			
							文字と文字の間			
							行と行の間			
							長時間の読み取り作業の表示として			

個人属性データ	視力	E-01	—
	生活視力		

知覚適合性の評価シート

表1：主観評価表（1）文章属性と照度と読みやすさの評価実験

1. 文字の大きさ 7 : 非常に大きい 6 : 大きい 5 : やや大きい 4 : ちょうど良い 3 : やや小さい 2 : 小さい 1 : 非常に小さい	2. 文字と文字の間 7 : 非常に広い 6 : 広い 5 : やや広い 4 : ちょうど良い 3 : やや狭い 2 : 狹い 1 : 非常に狭い	3. 行と行の間 7 : 非常に広い 6 : 広い 5 : やや広い 4 : ちょうど良い 3 : やや狭い 2 : 狹い 1 : 非常に狭い
4. 長時間の読み取り作業の表示として		
7 : 非常に良い 6 : 良い 5 : やや良い 4 : どちらとも言えない（ディスプレイとして問題なく使える） 3 : やや悪い（ディスプレイとして使える許容限界） 2 : 悪い（ディスプレイとして使いたくない）		
1 : 非常に悪い（ディスプレイとして全く使えない）		

表2：主観評価表（2）文章属性と照度と読みやすさの評価実験、輝度とコントラストと読みやすさの評価実験

1. 文字の大きさ 7 : 非常に大きい 6 : 大きい 5 : やや大きい 4 : ちょうど良い 3 : やや小さい 2 : 小さい 1 : 非常に小さい	2. 文字と文字の間 7 : 非常に広い 6 : 広い 5 : やや広い 4 : ちょうど良い 3 : やや狭い 2 : 狹い 1 : 非常に狭い	3. 行と行の間 7 : 非常に広い 6 : 広い 5 : やや広い 4 : ちょうど良い 3 : やや狭い 2 : 狹い 1 : 非常に狭い
4. 表示面の明るさ		
7 : 非常に明るい 6 : 明るい 5 : やや明るい 4 : ちょうど良い 3 : やや暗い 2 : 暗い		
5. 文字コントラスト		
7 : 非常に高い 6 : 高い 5 : やや高い 4 : ちょうど良い 3 : やや低い 2 : 低い		
6. 長時間の読み取り作業の表示として		
7 : 非常に良い 6 : 良い 5 : やや良い 4 : どちらとも言えない（ディスプレイとして問題なく使える） 3 : やや悪い（ディスプレイとして使える許容限界） 2 : 悪い（ディスプレイとして使いたくない）		

2. 2. 9 注意力

1. 単独事態

課題	試行	データの種類	被験者ID	E-02	---
単 独 事 態	中 心 課 題	1	提示刺激 反応の有無 反応時間	有 500 ms	
		2	提示刺激 反応の有無 反応時間		
		•	---		
		•	---		
		96	提示刺激 反応の有無 反応時間		
		平均反応時間エラー率			
	周 辺 課 題	1	標的提示位置 標的提示軌跡 反応の有無 反応時間		
		2	標的提示位置 標的提示軌跡 反応の有無 反応時間		
		•	---		
		•	---		
		288	標的提示位置 標的提示軌跡 反応の有無 反応時間		
	平均反応時間エラー率				
	全 楕 円 提 示 軌 跡 上 ラン ダム 提 示 條 件	1	標的提示位置 標的提示軌跡 反応の有無 反応時間		
		2	標的提示位置 標的提示軌跡 反応の有無 反応時間		
		•	---		
		•	---		
		288	標的提示位置 標的提示軌跡 反応の有無 反応時間		
	平均反応時間エラー率				

2. 二重事態

試行		課題	データの種類	被験者ID	E-02	---
二 重 事 態	楕円提示軌跡別ブロック条件	1	中心	提示刺激 反応の有無 反応時間	有 500 ms	
			周辺	提示刺激 反応の有無 反応時間		
		•		---		
		•		---		
		288	中心	提示刺激 反応の有無 反応時間		
			周辺	標的提示位置 標的提示軌跡 反応の有無 反応時間		
	平均反応時間エラー率					
	全楕円提示軌跡上ランダム提示条件	1	中心	提示刺激 反応の有無 反応時間		
			周辺	標的提示位置 標的提示軌跡 反応の有無 反応時間		
		•		---		
		•		---		
		288	中心	提示刺激 反応の有無 反応時間		
			周辺	標的提示位置 標的提示軌跡 反応の有無 反応時間		
	平均反応時間エラー率					

2. 2. 10 記憶力

		被験者 I D	
		E - 0 1	---
短期記憶能力	正答率	1 文字	100%
		3 文字	单語 80%
			無意味綴り 30%
		5 文字	数字 70%
			单語 60%
			無意味綴り 20%
		7 文字	数字 50%
			单語 70%
			無意味綴り
			数字
長期記憶能力	正答率	1 分後	
		1 文字	
		3 文字	单語
			無意味綴り
			数字
		5 文字	单語
			無意味綴り
			数字
		7 文字	单語
			無意味綴り
			数字
		5 分後	
		1 文字	
		3 文字	单語
			無意味綴り
			数字
		5 文字	单語
			無意味綴り
			数字
		7 文字	单語
			無意味綴り
			数字
対連合記憶能力	正答率	1 分後	提示刺激 1
			2
			3
		5 分後	提示刺激 1
			2
			3

ここには正答率
のデータが入る

2. 2. 11 照合・探索力

1. 同一照合

同一照合実験	照合時間	ターゲット番号	被験者 I D	
			E - 0 1	---
		1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		6		
		7		
		8	ここには照合時間 のデータが入る	
		9		
		10		
		11		
		12		
		13		
		14		
		15		
		16		
		17		
		18		
		19		
		20		
		21		
		22		
		23		
		24		
		25		
	誤答率			

2. カテゴリー照合

ターゲット番号	被験者 I D	
	E - 0 1	----
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
誤答率		

3. 同一探索

同一探索実験	探索時間	ターゲット番号	被験者 I D	
			E - 0 1	---
		1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		6		
		7		
		8		
		9		
		10		
		11		
		12		
		13		
		14		
		15		
		16		
		17		
		18		
		19		
		20		
		21		
		22		
		23		
		24		
		25		
	誤答率			

4. カテゴリー探索

カテゴリーリー探索実験	探索時間	ターゲット番号	被験者 I D	
			E - 0 1	---
		1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		6		
		7		
		8		
		9		
		10		
		11		
		12		
		13		
		14		
		15		
		16		
		17		
		18		
		19		
		20		
		21		
		22		
		23		
		24		
		25		
	誤答率			

2. 2. 12 事象関連電位

データ項目			被験者ID	
			E-01	- - -
P 3 0 0	脳波形	第1クル一	1回目	
			↓	25.0 ms
			50回目	
		1回目		
		第2クル一	↓	25 μ vms
			50回目	
			1回目	
			↓	
			80回目	
CNV	脳波形	第1クル一	1回目	
			↓	
			80回目	
		1回目		
	脳波形	第2クル一	↓	
			80回目	

第3章 デザインへの応用方法（設計指針例）

3. 1 入力ディバイスの利用実態と問題点から

3. 1. 1 キーボード入力

キーボード入力の設計指針を図4. 3. 1-1に示す。まず、入力速度の観点からは、中高年者群と高齢者群の入力速度は若年者群の約半分であったことから、これらの年齢群のコンピュータ作業を計画する場合には、この点を念頭に置いた計画を実施することにより、適切な作業管理を行うことができるようになると考えられる。また、文字の大きさが作業効率に及ぼす影響の観点からは、中高年者群と高齢者群に対しては、文字サイズを現在標準的な9ptよりも大きくすることによって、作業効率がアップすることから、中高年者、高齢者用のキーボードの設計では、文字サイズを重要な設計要因として考慮すべきである。

3. 1. 2 マウス入力

マウス入力の設計指針を図4. 3. 1-2にまとめる。マウス入力のパフォーマンス・モデルは、若年者群、中高年者群、高齢者群で異なり、本研究で得られたモデルに基づいて、コンピュータシステムの使用者の年齢層ごとに大まかなポインティング時間を推定することができる。すなわち、システムを設計していく場合の基礎データとして、本研究結果を活用できる。また、パフォーマンス・モデルを用いて、中高年者、高齢者に対して以下のような設計上の配慮を行うことが可能である。若年者群のポインティング時間が1sの場合の困難度は、本研究の結果からは、約1と推定される。これと同じポインティング時間で中高年者と高齢者に作業を実施させようすれば、それぞれ困難度は、2.48と1.37になる。困難度を低くなるようなポイント・システムを設計すれば、中高年者と高齢者が若年者と同じ作業時間で作業を行うようにすることが可能である。以上のように、本研究で得られた結果を設計のための基礎データとして活用することができる。

3. 1. 3 タッチパネル入力

タッチパネル入力の設計指針の概略を図4. 3. 1-3にまとめておく。本研究の結果から、タッチパネルに関しては、3つの年齢群で、マウスのように、高齢者群、中高年者群、若年者群でポインティング時間には差がないことが明らかになった。マウスとタッチパネルのポインティング時間の差は、若年者群、中高年者群、高齢者群と大きくなつたことからも、タッチパネルが高齢者用のインターフェイスとして有望であることがわかる。したがって、高齢者用の人間－コンピュータ系を設計していく場合には、タッチパネルを主たる入力装置として利用できるようなシステム設計の形態が望まれる。また、タッチスクリーンをベースとしたシステム設計を実施する場合の、設計上の留意点として、ポインティングの方向に関しては、同一の移動距離の場合には、画面中心を基準として、左下（半時計回りに3. 15°）と右上（半時計回りに45°）の方向のポインティングが短時間で可能であり、エラーも少ないとから、これらの方向を中心としたポインティングが主として実施されるようなアプリケーションソフトウェアの設計が望ましい。また、実際のポイントを実施する領域（エリア）に関しても、コンピュータ画面の右もしくは上側の領域（エリア）でポイントするようなアプリケーションソフトウェアの設計が、高齢者にとつ

て望ましいと結論付けることができる。以上の点を実際の設計に組み入れることによって、高齢者にとって望ましいタッチパネル・ベースのインターフェイスやソフトウェアの設計が可能になるであろう。

3. 1. 4 音声入力

音声入力をベースとした人間－コンピュータ系の設計指針を図4. 3. 1－4に示す。高齢者と中高年者に関しては、記憶容量が少なくなっているため、若年者のように、音声入力による聴覚的干渉が生じにくいことが明らかになった。また、キー入力の作業量に対する音声入力の作業量の比率は、若年者群が3に対し、中高年者群と高齢者群では6になった。このことから、中高年者と高齢者のための人間－コンピュータ系の設計では、音声をベースとした入力インターフェイスが非常に有効になると判断できる。音声入力インターフェースを人間－コンピュータ系の設計に組み入れる場合には、音声入力システム固有の誤認識の問題、長時間の作業による疲労現象に伴う音声の徐波化による誤認識率の増加、一連続作業時間の設定の問題など、今後克服していかねばならない問題点は多数あるが、これからの中高年社会における有効な入力装置として、設計に十分に組みしていくようにする必要がある。作業量の比率が高齢者群と中高年者群では若年者群の約2倍になるという点と高齢者群と中高年者群の聴覚的干渉の程度は若年者群に比べて小さいという点を設計に際する最重要事項として勘案すべきであろう。

3. 1. 5 視線入力

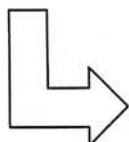
視線入力システムに基づく人間－コンピュータ系の設計のための概要を図4. 3. 1－5に示す。本研究から、マウスやキーボード入力とは異なり、視線入力のポインティング時間には、老化に伴う機能の低下が反映されにくいことが明らかになった。マウスの約半分の時間で高齢者や中高年者も若年者とほぼ同じ速さで視線入力システムによるポインティングを実施できることを設計における最重要の考慮事項として銘記しておくべきである。ただし、以下のような問題点も指摘されているため、今後視線入力システムに基づく人間－コンピュータ系の設計・開発を行う場合には、これらの点を克服して、高齢社会の有望な入力インターフェイスとして、さらに進歩させていく必要がある。入力速度は視線入力のほうがマウス入力よりも速かったにも関わらず、入力のしやすさや入力の速さに関する主観的な評価は、特に若年者群で低かった。これは、視線入力では姿勢が拘束され、かつ実際に視線入力を使用する前には必ずキャリブレーションに時間を要するため、また若年者では、視線入力を用いなくても、マウスやキー入力が十分にできるためであると考えられる。キー入力やマスス入力に精通していない高齢者や中高年者では、入力のしやすさと速さに関する主観的評価は、若年者群に比べて高かったが、キャリブレーション時間のさらなる短縮化と姿勢拘束を必要としないシステムの設計・開発によって、視線入力システムを次世代の入力インターフェイスとして、さらに進歩させていく必要がある。また、視線入力システムは、IT機器の操作に習熟していない高齢者や中高年者向きのシステムとして設計すべきであろう。

若年者群：70～80文字／分

中高年者群

高齢者群 : 30～40文字／分

約2倍の
入力速度



正確さには差がない

設計への応用



キー入力作業システム

中高年者と高齢者は、若年者の作業量の約半分になることを念頭に置いて作業計画を策定すべき

キーボードの文字サイズが
作業効率に及ぼす影響
なし

若年者群

中高年者群

高齢者群

キーボードの文字サイズが
大きいほうが作業効率アップ

設計への応用



中高年者、高齢者用のキーボード設計
文字サイズ>9pt（標準的なサイズ）

図4. 3. 1-1 キーボードの設計指針

ポイントティング時間、
 ターゲットまでの最大移動速度
 ターゲットまでの軌跡長
 若年者群 < 中高年者群 < 高齢者群



パフォーマンス・モデル

ポイントティングの困難度: $x = \log_2(d/s + 1)$

ポイントティング時間: y

移動距離: d

ターゲットの大きさ: s

$$y = a x + b$$

	a	b
若年者群	0.180	0.268
中高年者群	0.299	0.257
高齢者群	0.525	0.279

b は3つの年齢群で差がない。

a は若年者群 < 中高年者群 < 高齢者群の順。

高齢者になるほど困難度 x の増加に伴うポイントティング時間の増加が顕著になる。



設計への応用

1. パフォーマンス・モデルに基づく、各年齢群の平均的なポイントティング時間の推定（設計時の参考データ）
2. 中高年者群、高齢者群への設計上の配慮
若年者と同じ作業速度、例えば若年者群のポイントティング時間が1sの場合の困難度 $x=4$ 。同じポイントティング時間を得ようと思えば、中高年者群では $x=2.48$ 、高齢者群では $x=1.37$ となり、 d を短くするか、 s を大きくすることにより、若年者群と同様のポイントティング時間が得られるように工夫できる。

図4. 3. 1-2 マウスの設計指針

(タッチパネル)

ポインティング時間 pt_T

若年者群、中高年者群、高齢者群で差がない

エラー率

若年者群 < 中高年者群 < 高齢者群と増加

(マウス)

ポインティング時間 pt_M

若年者群 < 中高年者群 < 高齢者群と大きくなる

$pt_M - pt_T$

若年者群 < 中高年者群 < 高齢者群と大きくなる

方向の影響あり

画面中心を基準として、左上 (225°) と右上 (45°) の pt_T が短く、エラー率も低い。右下と左上の pt_T が長い。

ポイントを実行するエリアの影響あり

マウスのポインティング時間との差が大きくなるエリアは、上と右のエリア ⇒ 効率的なポイントができるエリア



設計への応用

高齢者用の入力装置として、タッチパネルは有効であり、積極的に人間－コンピュータ系の設計に取り入れるべきである。タッチパネルを用いたポイントシステムを設計する場合には、ポイントの方向は左下 (225°) と右上 (45°)、エリアとしては右または上がよい。

図4. 3. 1-3 タッチパネルの設計指針

音声入力速度

若年者群、中高年者群、高齢者群で差がない

キー入力速度

若年者群 > 中高年者群
高齢者群

キー入力作業量

音声入力作業量

若年者群 = 3 < 中高年者群
高齢者群 = 6

聴覚的干渉（順向的）

高齢者群ではほとんど生じない

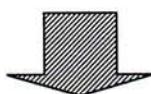
若年者群では生じる c

聴覚的干渉（逆向的）

高齢者群ではほとんど生じない

若年者群では生じる c

逆向的干渉 > 順向的干渉



設計への応用

高齢者用のインターフェイスとして、音声入力を積極的に活用すべきである。音声入力を入力装置として備えたコンピュータを設計すべきである。若年者群よりもキー入力に比べて、音声入力の作業量は多くなる。ただし、誤認識の問題や使用時の作業負担の問題を克服する必要がある。

図4. 3. 1-4 音声入力の設計指針

(マウス)

ポインティング時間 pt_M

若年者群 < 中高年者群 < 高齢者群と大きくなる

(視線入力)

ポインティング時間 pt_E

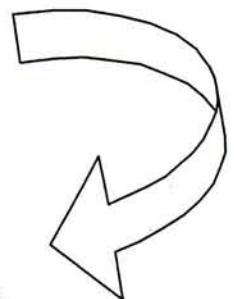
若年者群、中高年者群、高齢者群で変わらない。

パフォーマンス・モデルも3群で変わらない。

ただし、視線入力では、

キャリブレーションに時間を要し、

姿勢が拘束される。



入力しやすさ、入力の速さに関する評価は
高齢者群 < 中高年者群 < 若年者群と悪くなる。



視線入力は、若年者群にとっては適切ではない。
中高年者群、高齢者群特にマウスとキー入力に
精通していない場合に、視線入力の評価が高い。

設計への応用



視線入力は、老化に伴う機能低下が反映されにくいため、
またマウスの半分の時間で入力できるため、中高年者群、
高齢者群特にIT機器操作に慣れてない場合には、積極
的に設計に組み入れるべきである。キャリブレーションを
短くする、姿勢拘束が必要ないシステム設計が必要不可欠。

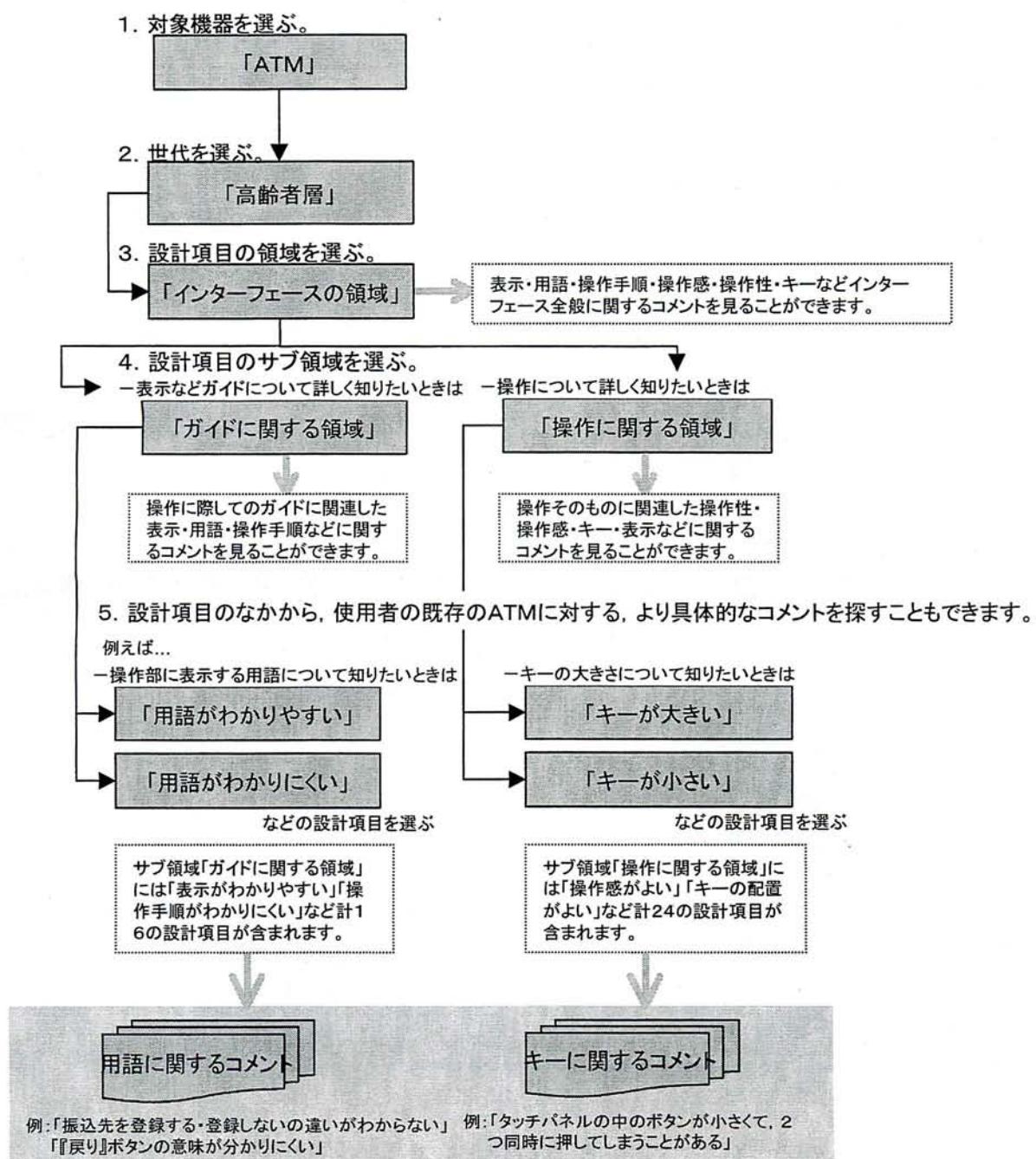
図4. 3. 1-5 視線入力の設計指針

3. 2 広汎なIT機器の利用に関する問題点から（第2部第2章2. 1）

構築されたデータベースの活用例を、その利用者と想定される「機器の設計者」及び「機器の企画者」を対象に以下に記述する。

3. 2. 1 機器の設計をする人を対象にした場合

例：高齢者向けに簡単に操作できるATMの操作部はどんな形態（インターフェース）が良いかを調べたい場合



3. 2. 2 機器の企画をする人を対象にした場合

高齢者が使いやすいATMの企画をする場合

1. 対象機器を選ぶ



2. 世代を選ぶ

「高齢者層」

3. 分析カテゴリを選ぶ。

—既存のどんなATMに対して「使える」と認識されているのかについて知りたいときは

→ 「③使える(自分だけ)」 もしくは 「⑩使える(他者との関わり)」

→ 「④使えない(自分だけ)」 もしくは 「⑪使えない(他者との関わり)」

「使える／使えないに関するコメント群」

→使用者が「使える」もしくは「使えない」と認識するのはどんな要因によるのかが把握できます。

必要に応じて

4. 設計項目の領域を選ぶ(領域は関心や仮説に応じて選択してください)。

例えば...

—機器使用と機器属性の関連は？ / —機器使用と環境の関連は？ / —機器使用と個人の特性との関連は？

「機器属性に関する領域」

「対人的環境に関する領域」

「個人の特性に関する領域」

「社会的環境に関する領域」

5. 設計項目のサブ領域を選ぶ。

—使用者にとって好ましい機器属性は

→ 「機器属性(ポジティブ)」

—使用者にとって好ましくない機器属性は

→ 「機器属性(ネガティブ)」

機器属性に関するコメント

環境に関するコメント

個人特性に関するコメント

例:「銀行窓口に行くのが面倒なので身近にある
ATMを使う」
「手数料が安いので使いたい」

例:「行員が教えてくれるので使える」
「操作を間違えると音声ガイダンスで
指摘され、人に聞かれるのがいや」

例:「振込先の口座番号を間違えそうでこわい」
「ATMで振込をすることに慣れていないの
で使えない」

3. 2. 3 携帯電話のデザインへの応用例 (第2部第2章2. 3, 第3部第3章3. 2より)

照合・探索実験で示したように、高齢者は若年者よりも照合・探索に時間がかかったが正答率に関しては両者の間に差は見られなかった。つまり、正しく操作する能力に高齢者と若年者の間に差はないと言える。このことは照合や探索にかかる時間が長いと操作意欲を低下させることの方が重要な問題であることを示唆している。この意欲低下は、たとえば、機器操作に関してす

に分かっているように、目的の項目が見つけにくい状況にあると操作を諦めるとか、無闇にボタンを押し続ける行為を引き起こす。このような状況は操作における正しいメンタルモデルの生成に失敗していることが原因になっている。従って、過ったメンタルモデルを修正するための案内またはヘルプが必要になる。

記憶に関する実験では高齢者の方が若年者よりも成績が悪かった。このことはこれまで多くの実験により明かにされていることと同じであった。本実験では短期記憶、長期記憶ともに被験者に記憶させた文字数が7文字の場合に高齢者の成績が若年者よりも成績が著しく悪かったことを考えると、画面設計に用いる単語の文字数を5文字程度に留める配慮が必要である。また、短期記憶の限界数は7±2チャックと言われているように、このチャックが画面設計における項目数の目安になるが、このことと提示用語の理解性に配慮することも要求される。さらに、対連合に関する実験で示したように、あるきっかけを与えると記憶を呼び起こす能力は高齢者において有効である。よいきっかけを作るには、たとえば、関連のある絵柄と文字表示を組み合わせることである。これにはメタファとも関連するがコノテーションの力のある絵柄を採用する必要がある。そうすれば高齢者の想起能力は若年者に劣らないものになると思われる。ただし、絵柄の持つコノテーション力を実験により確認する必要がある。また、画面遷移に関しては、文脈が手がかりになることは明かで、目的の操作がどの段階にあるかを明示し、ユーザのメンタルモデルと整合しているか否かを常にユーザに分かるようにすることが必要である。

さて、従来から指摘されている設計ガイドラインを携帯電話の操作画面設計に対して考えると、次の3項目が要求される。

1. 効率の良い携帯電話の操作方法の入手

操作の簡潔性、検索の簡潔さ、操作の一貫性

2. 操作方法の理解・判断の容易化

操作の手がかり、操作のメンタルモデル、語操作からの脱出方法の明確化、快適な操作

3. 身体・知覚等の負担の軽減

操作感の付与

これらの具体的な設計要求項目としては以下に示す項目がある。

●表示の分かりやすさ

表示（表示文字・図形・絵文字）の大きさ、表示文字の書体・文字間隔・線の太さ

●用語・図記号の分かりやすさ

容易に機能の働きがイメージ可能な日本語や外来語

●操作部の位置

隣接するボタンの適度な間隔

●操作要素の配置

形状・大きさ・色調等によるグループ化

●操作の方向

操作の方向と動作の方向の対応付け

●操作部分の使いやすさ

滑りにくい形状、引っかかり形状

●手順の分かりやすさ

基本機能を開始させる操作を容易に理解・判別しやすく

●適切なフィードバック

操作に対する結果の使用者への明確な伝達

●報知音の分かりやすさ

報知音の種類、区分、組み合わせをシンプルで容易に判別しやすく

●誤操作の対処・防止

誤操作からの容易な復帰

これらすべての項目が操作時の認知や記憶能力に関する。従って、これらの要求項目別に実験を行わないと、厳密な意味での設計値のガイドラインを提示することは出来ないので、ここでは実験より得られらユーザの特性を携帯電話に関する実験により得られた結果を対応させて、デザインへの応用を考えることにする。

携帯電話に関する実験で明かにしたように、高齢者は単純な認知しか必要としない操作ならば、認知プロセスにかかる時間は若年者とほとんど変わらない。従って、画面設計に高齢者のための仕掛けを施さなくても簡単な説明で操作可能である。しかし、操作が複雑になると照合探索実験で示したように明かに認知プロセスにかかる時間が増え、高齢者の方が若年者よりも成績が悪くなる。従って、画面設計では表示内容の理解性を高めることと、操作手順をより単純にする必要がある。この点に関して、現状での携帯電話の画面サイズを考えると、1画面に提示する項目数や文字数が非常に限られたものになる。従って、意味のわかる短かめの用語を用いたり、絵文字の有効利用が考えられる。記憶を支援するために単語の意味することを絵柄と組み合わせることで、記憶を呼び起こす助けになることを示したが、これにも限界があることと、一意性の確保が困難なところがあるのも事実である。

また、現状の携帯電話の画面サイズを考えると操作内容の一覧性を確保することも難しく、どうしても画面切り替え操作を必要とする。従って、操作を案内するための表示なされている機器も存在するが、この案内が視覚的に邪魔になる場合も多いので、これを音声案内にすることが考えられる。

さて、照合探索や記憶実験に見てきたように、高齢者は正しい操作はできる。このことは十分な学習が事前にできることの必要性を示している。この事前学習（シミュレーション）機能は重要である。仮想の相手との交信ができる環境を用いて、操作をシミュレーションすることで、ユーザのペースで正しいメンタルモデルの生成が可能になる。また、シミュレーション中の誤操作を学習する機能を機器に持たせておけば、個人対応のシミュレーションが可能になる。

すでに述べたように、今回の照合探索および記憶実験は機器を特化して行ったものではないが、コンピュータ画面操作における高齢者の機器操作における基礎的なデータとしては有用である。今後は設計の要求項目別の厳密な実験に基づいた設計指針を求めて行く必要がある。

3. 2. 4 結論およびデザインへの示唆(再掲、第3部 第3章 3. 1より再掲)

1. 高齢者の視覚的注意機能が若年者に比べて劣るとはいえない場合もある。特に中心課題では年齢差が示されず、むしろ優れている場合もある（根拠：3.1.4(1), 1), 2)）。ただし、個人内での不安定性を考慮しなければならない（根拠：3.1.4(1), 3)）。また、この点には、当実験に参加したのは壮健な高齢者であること、当実験の周辺課題は単純なものであったという限定を加えなければならない。
2. 当実験に参加した壮健な高齢者でも個人差が大きい（根拠：3.1.4(1), 3)）。ましてや、高齢者の全サンプルではきわめて個人差が大きくなることを十分に考慮しなければならない。個人差が大きいということは、言い換えると、高齢者の場合より若い年齢群に比べて、平均から悪い方向に大きく外れた人がより多く存在するということである。従って、高齢者群の「平均的な」データをもとにデザインを行うことは危険であるともいえる。平均的データを基準とするのではなく、平均よりも低い基準でデザインを行うほうが安全であるといえよう。
3. 課題の難易度に十分な考慮を払わなければならない。特に周辺視野に提示される文字やアイコン等の情報の検出・同定・判断負荷の軽減を図るべきである（根拠：3.1.5)。ただし、眼球運動が広い範囲に行われる場合には、ディスプレイ上のどの箇所も周辺視野になりえるので、ディスプレイ全体の認知負荷を低減すべきである。
4. 中心視と周辺視での二重課題を避けなければならない（根拠：3.1.5(1))。例えば、中心視と周辺視でそれぞれ別の情報の表示が行われるようなデザインでは、ユーザーは中心視と周辺視の間で交互に注意を切り換えることとなり、大きな視覚的負荷となる。これは不適切なデザインである。また、二重課題の問題は中心視と周辺視によるものに限らず、二つの異なる操作・作業に一般化できる。例えば、一つの課題が終了する前に、別の課題のプロセスを開始するようなデザインでは、ユーザーは前者の課題の状態を記憶にとどめつつ、後者にとりかかるなければならなくなる。このようなデザインはユーザーに記憶の負荷を強いることとなり、避けるべきである。
5. 高速で連続して実行しなければならない操作・作業は避けなければならない（根拠：3.1.4(3), 1), 2)）。
6. 不必要な表示・信号・ノイズは入れてはならない。高齢者は不必要的ものに対しても自動的に注意を取られることがある（根拠：3.1.4(3), 3)）。
7. 予測を裏切る表示、操作・作業を避けなければならない（根拠：3.1.5(1))。
8. 周辺視で認知しなければならない表示は避けなければならない（根拠：3.1.5(2))。中心視で

カバーできるような狭い範囲にディスプレイを設定し、不必要な周辺視を避けることは一つの有用なデザイン上の留意点となるだろう。ただし、あまりに多くの情報を狭い範囲に提示すれば、かえって使いやすさを低下させてしまう。文字サイズ、コントラスト、配置等による見やすさは本稿では触れないが、ここではこれらの要因と情報の提示範囲はトレードオフの関係にあり、そのバランスに注意すべきであることを指摘しておく。また、周辺視野を含む広い範囲に情報を提示する場合には、注視移動・視覚探索のしやすさを考慮すべきである。視覚探索のしやすさに関しては、図 3.1.4-7 から示唆が得られる。この図は、中心視から周辺視に注意を移動させる場合、その時間間隔が短いとエラーが多くなることを示すが、このことから周辺視野に表示を出す場合には、その直前の表示から少し時間を置いてから表示したほうがよいことがわかる。一般的にはシステムの反応が早いほうが使いやすいと考えられるが、このデータから、早すぎるシステムの反応は悪い影響を及ぼし得ることを示唆している。

以上より、ATM など個人別のカスタマイズの余地があまりなく、多くの人が共通のインターフェースで使用するような機器の場合、一般的なデザインの方針として、文字やアイコンのサイズ、コントラストを適切に設定して見やすいものにすること、操作は急ぐ必要のないものにすること、同時に複数の操作を求めないこと、本人の予測を裏切らない自然なわかりやすい操作の流れを設定することが重要であるといえる。

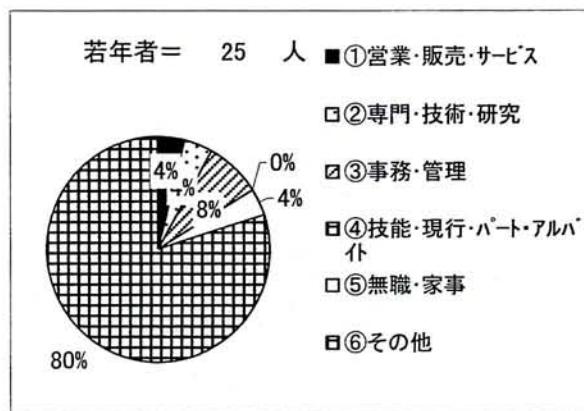
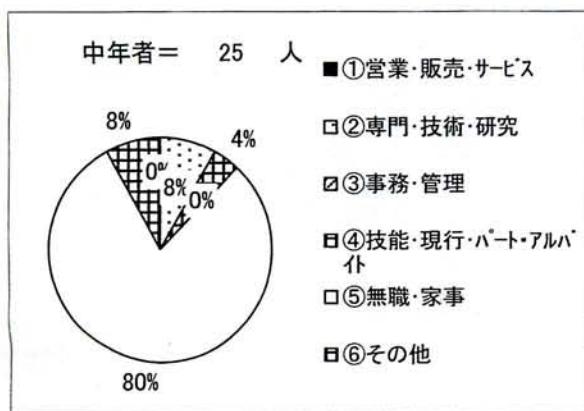
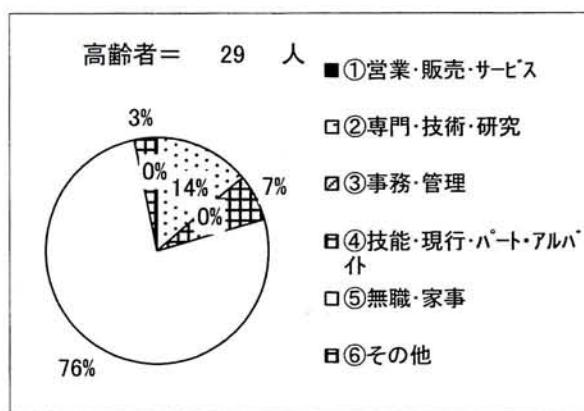
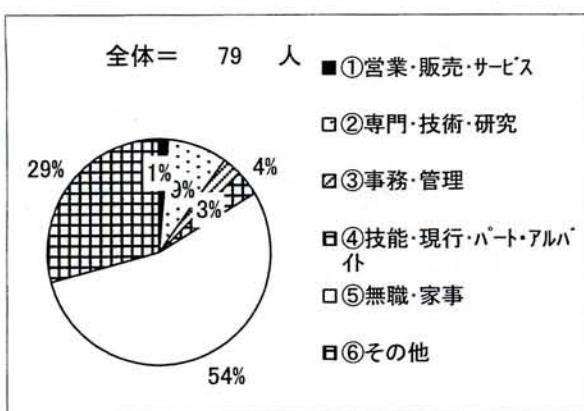
また、大きな個人差がみられることから、携帯電話等、それぞれの機械に対して使用者が限定されるような機器の場合、文字やアイコン、ディスプレイのサイズ、要求される操作速度、説明の詳しさなどのカスタマイズ機能を充実させることが重要と考えられる。ただし、一般的なユーザーにとっては細かなカスタマイズを行うこと自体困難な作業となる。これを回避するためには、ユーザーの特性に合わせた設定のセットを複数準備しておき(例えば「元気な高齢者向け」設定)、その中から各ユーザーに合ったものを選択するだけでよいというような工夫が必要だろう。設定の選択については、例えば機器の初期化プロセスの中でユーザーの特性を測定するような簡易な質問やテストを行い、適切と思われる設定を提案するような方式が考えられる。どのような設定のセットを準備すべきかについては、各機器の機能や特性や対象となる年齢層などによって異なるため、デザインを行う機器によってそれぞれ検討すべきである。特に、個人差が大きい高齢者を対象とする機器の場合には、どのようなユーザーの分類をする必要があるのか、また分類されるユーザーの各群に対してどのような設定を推奨すればいいのかを注意深く検討する必要がある。

以上

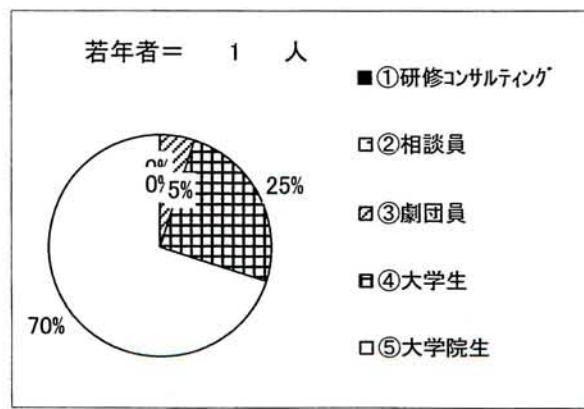
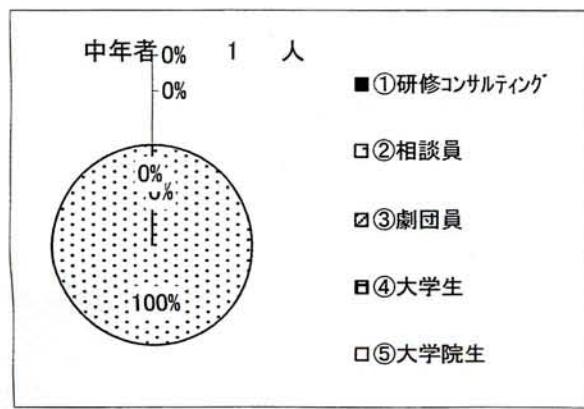
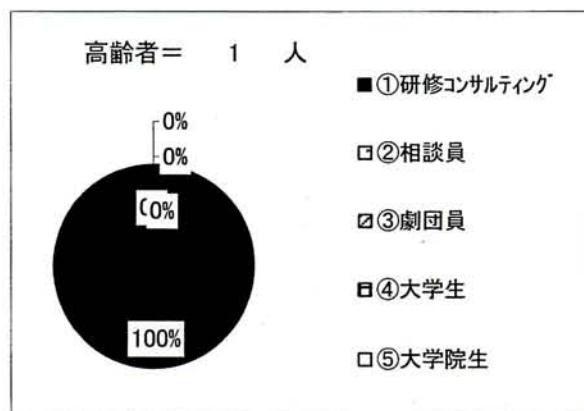
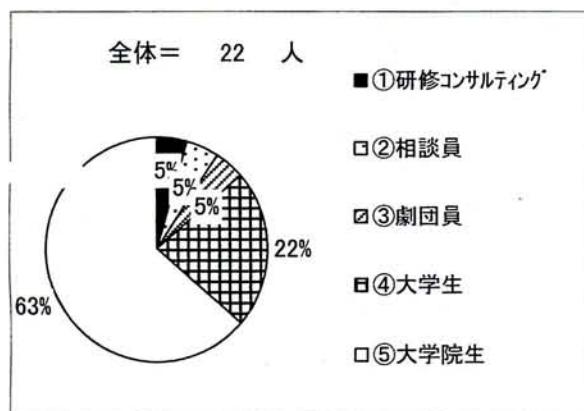
各部付録

1. 実験参加者の属性に関する解析例

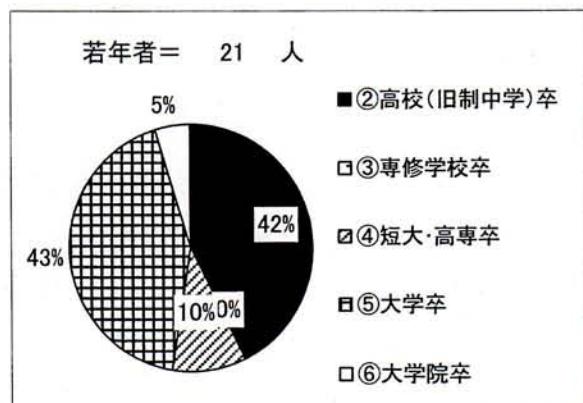
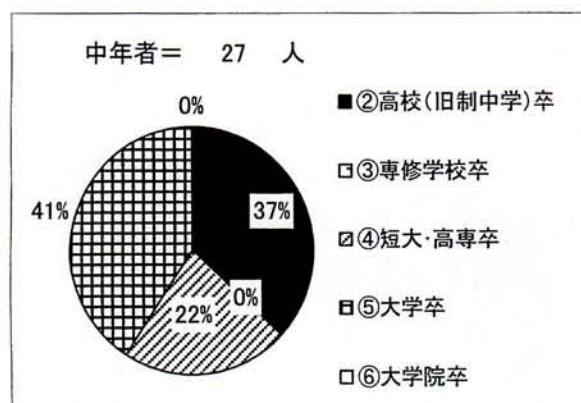
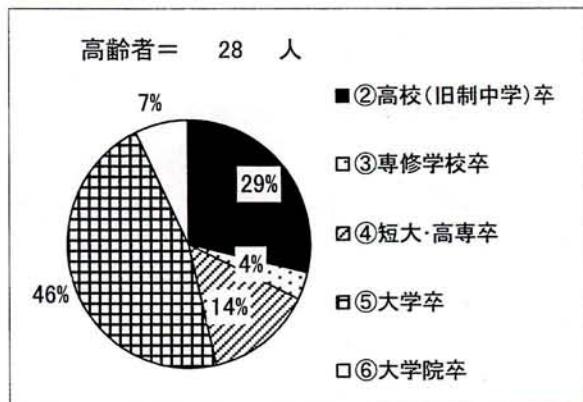
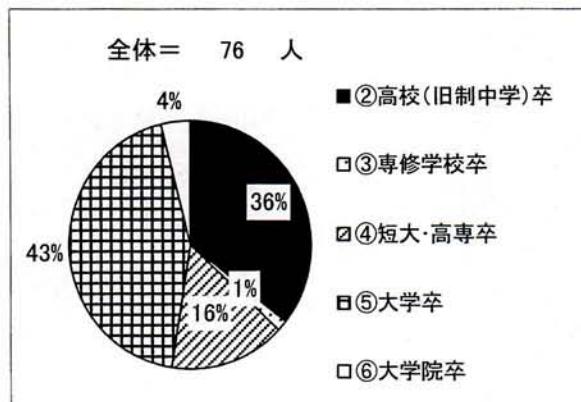
F01-01 職種



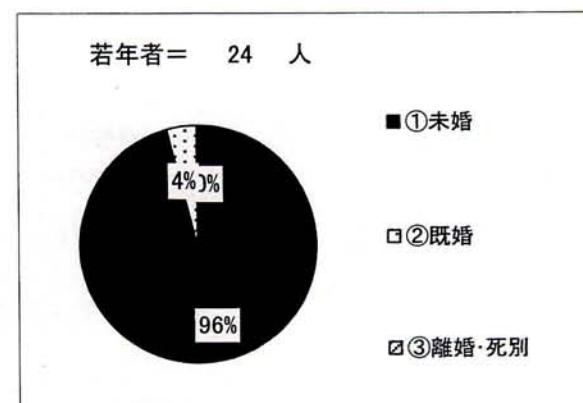
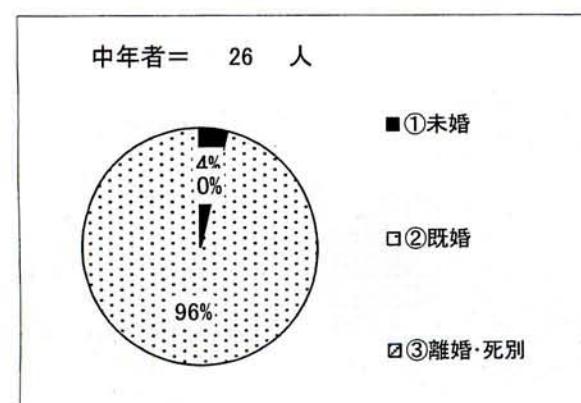
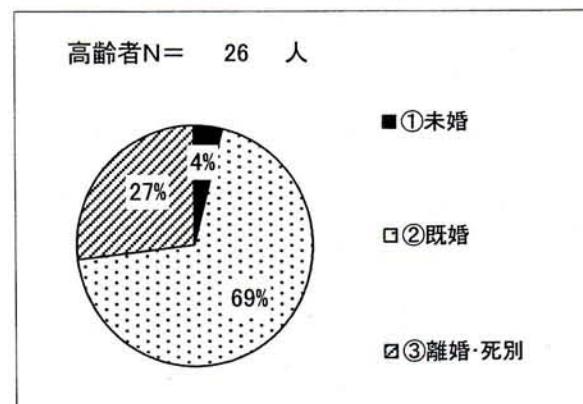
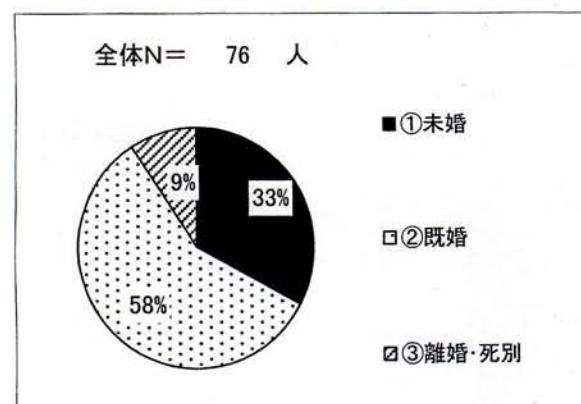
F01-01-N その他の職種



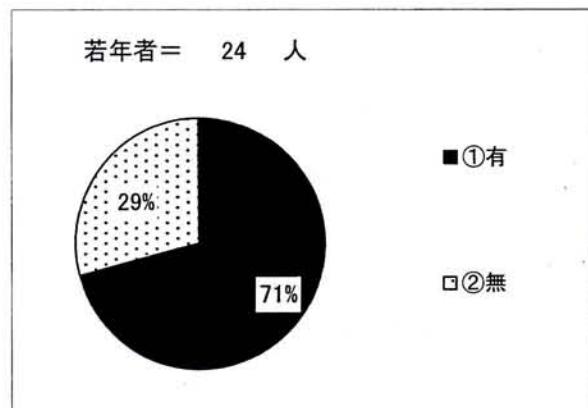
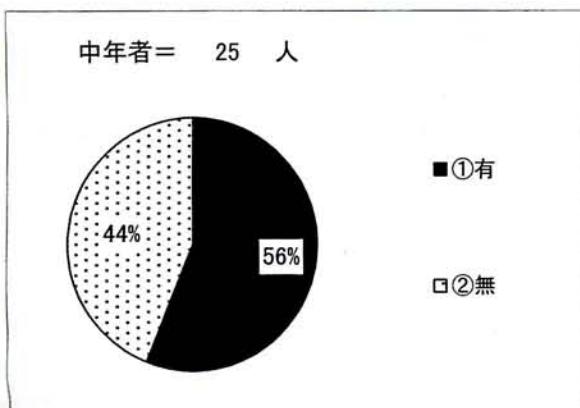
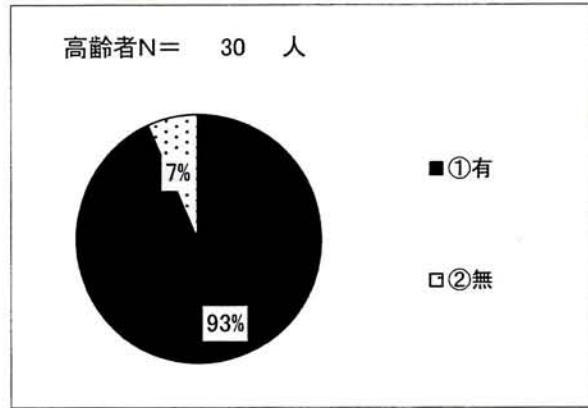
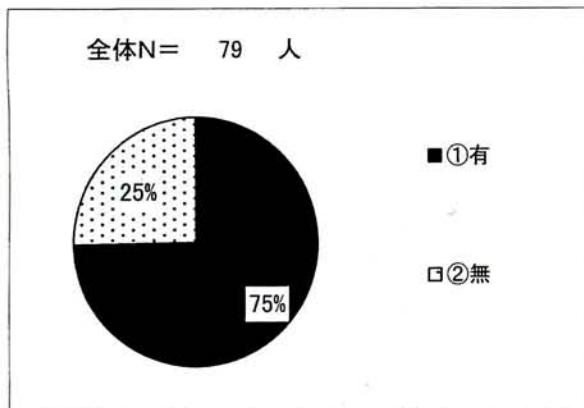
F01-02 学歴



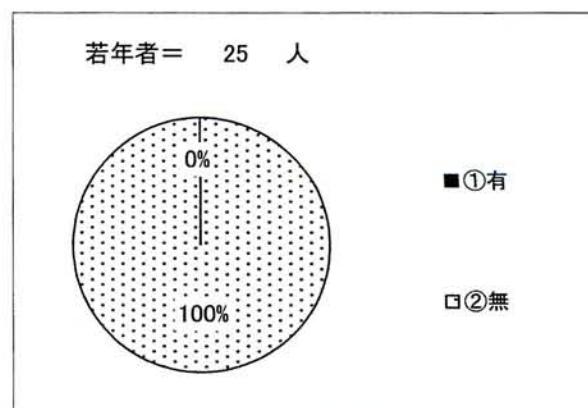
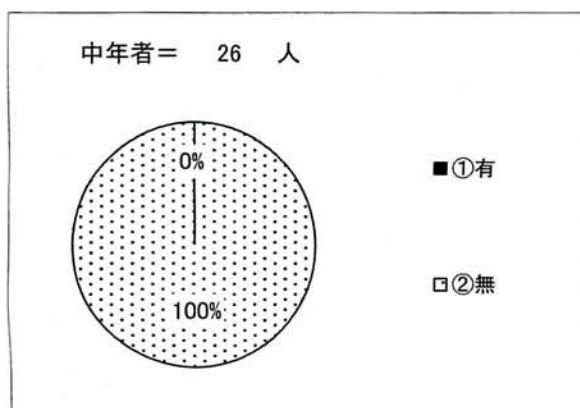
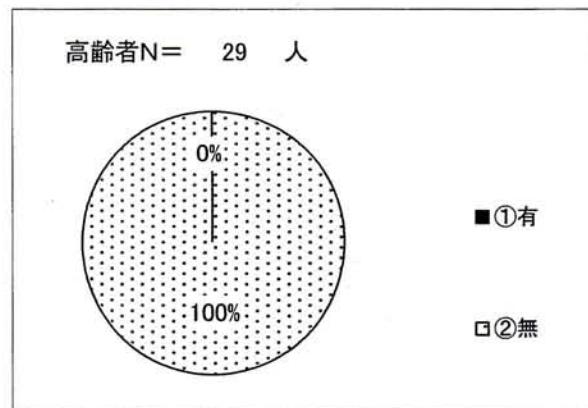
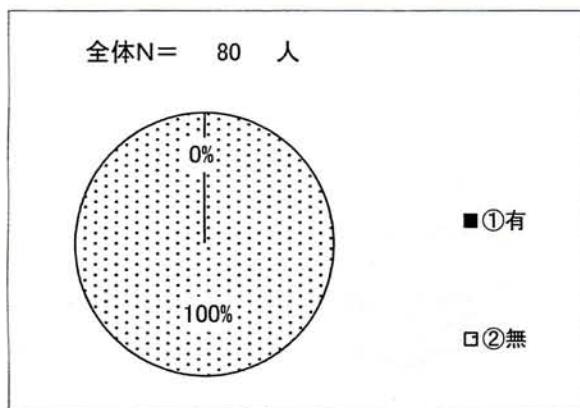
F01-03 結婚



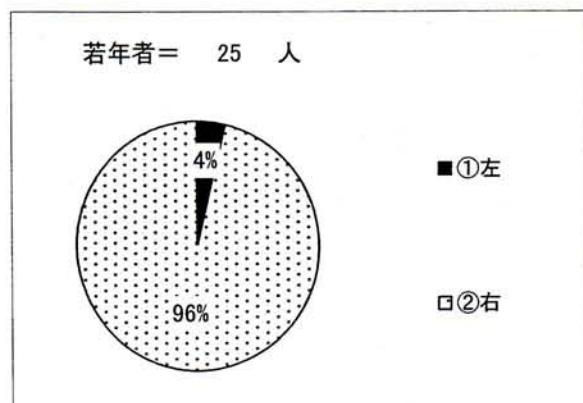
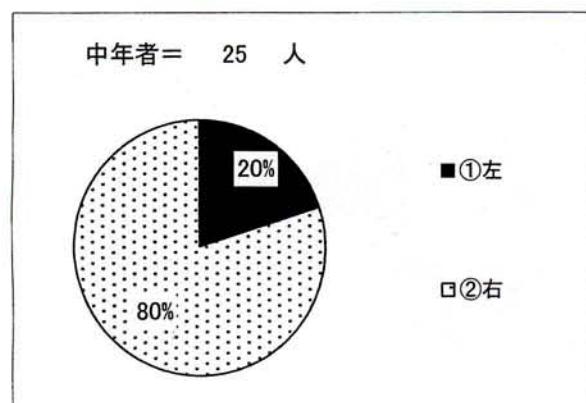
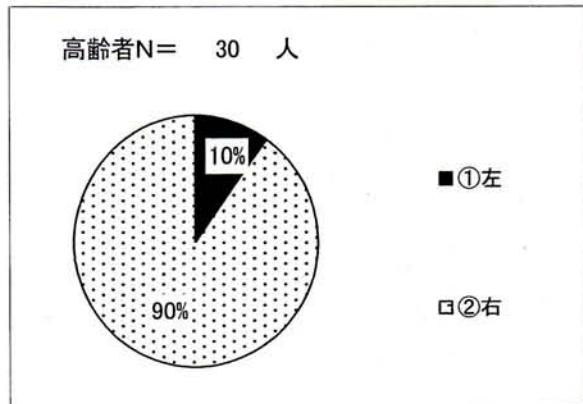
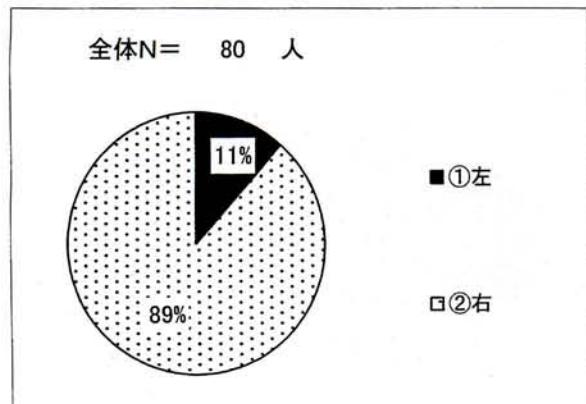
F01-04 眼鏡等



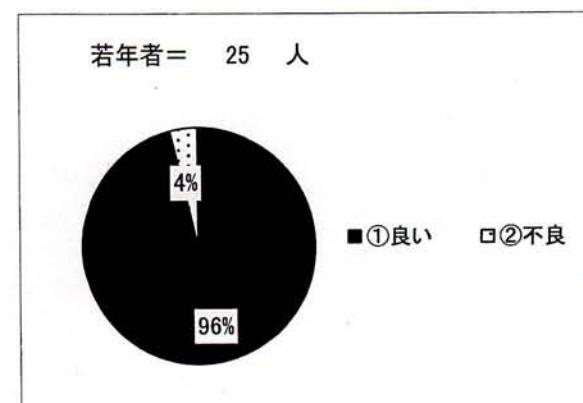
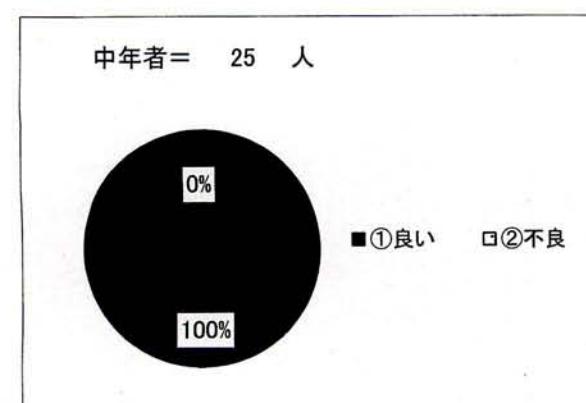
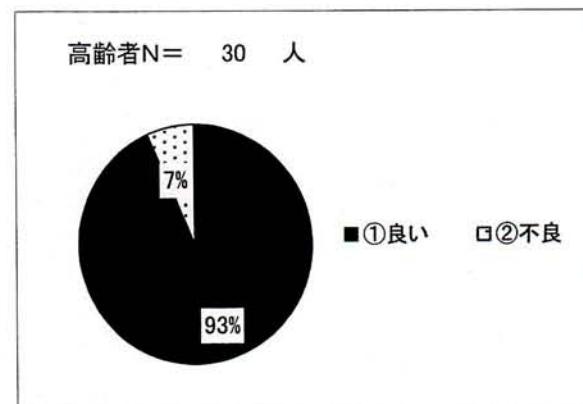
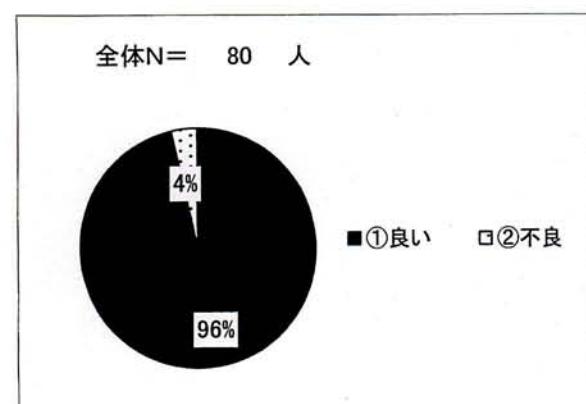
F01-05 補聴器



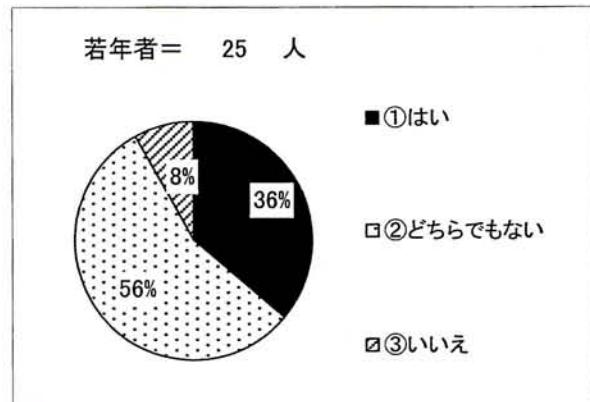
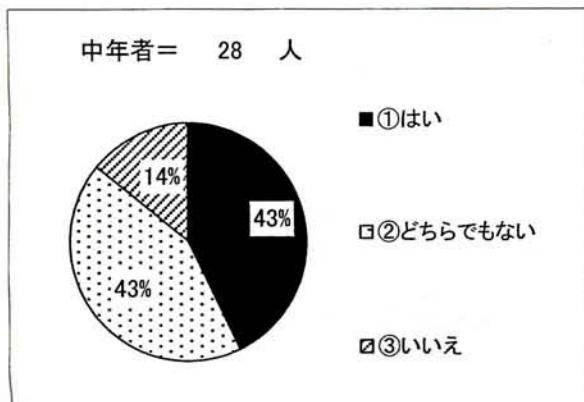
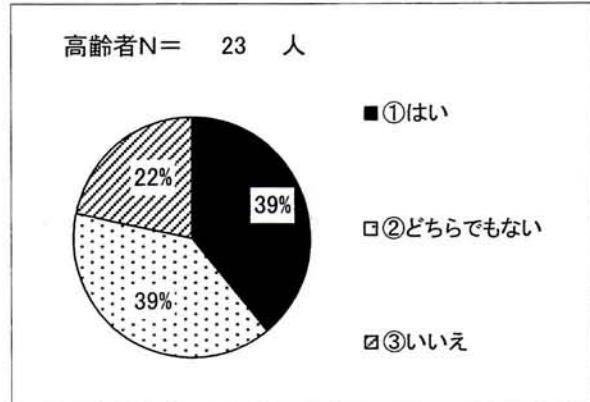
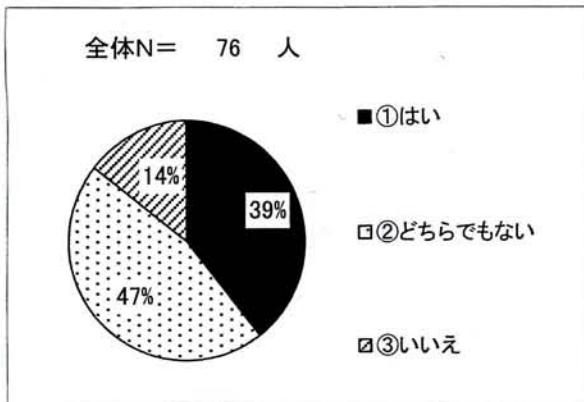
F01-06 利き腕



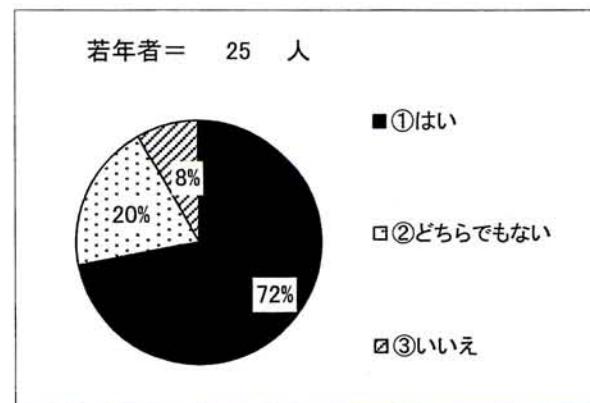
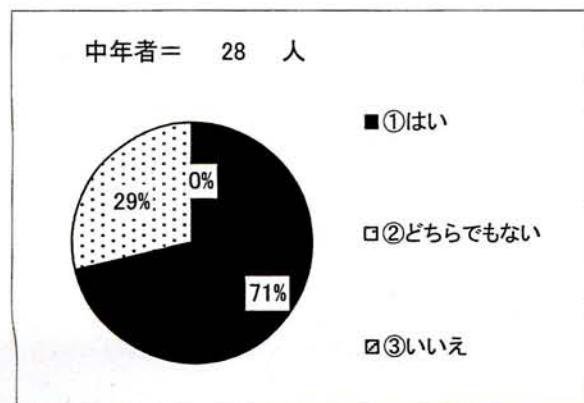
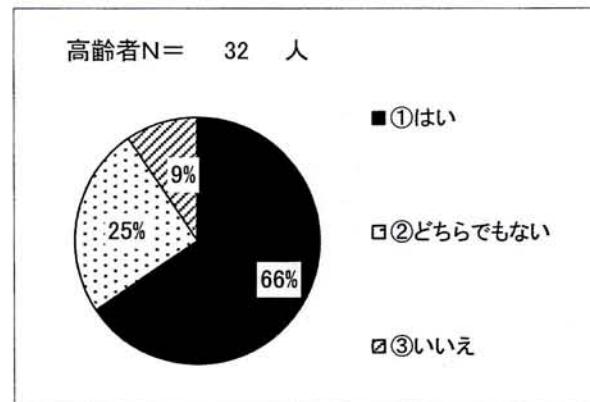
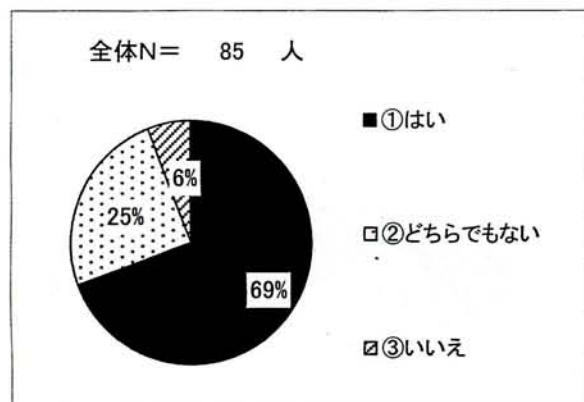
F01-07 体調



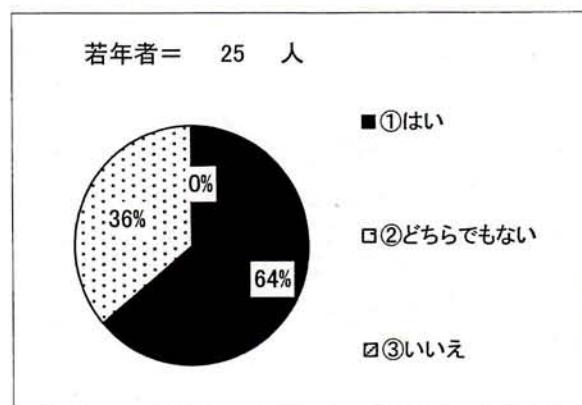
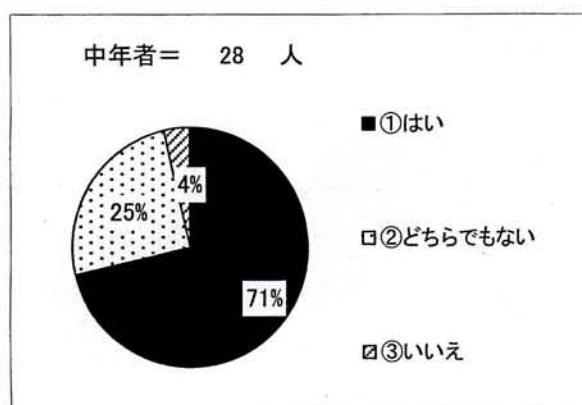
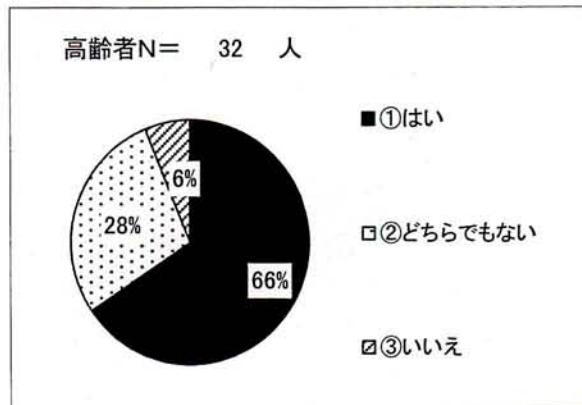
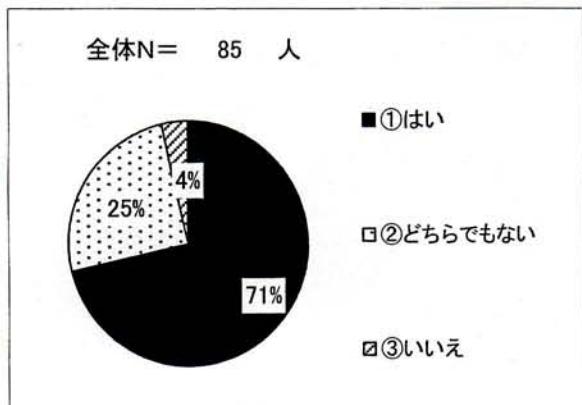
F02-01 にぎやかな所が好きである



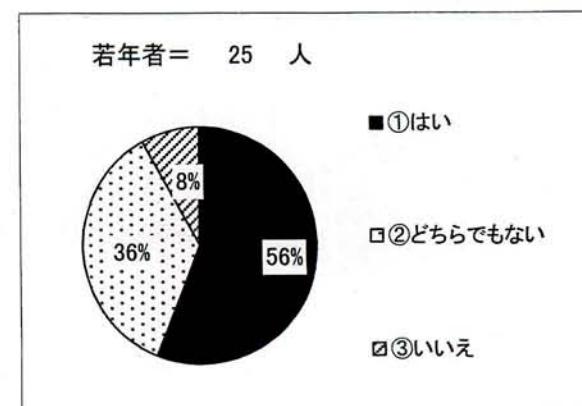
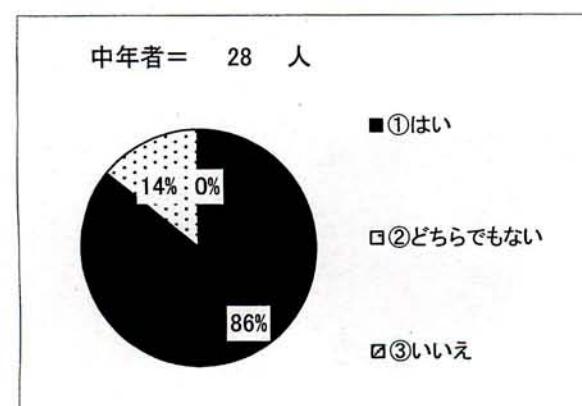
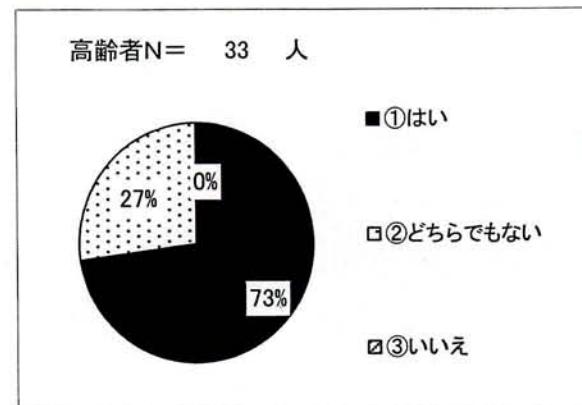
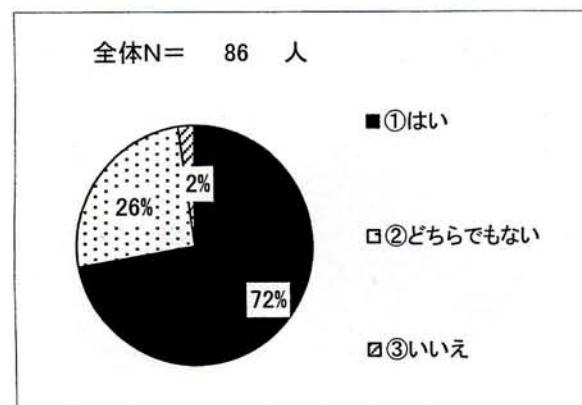
F02-02 いろいろな人と知り合いになるのが楽しみである



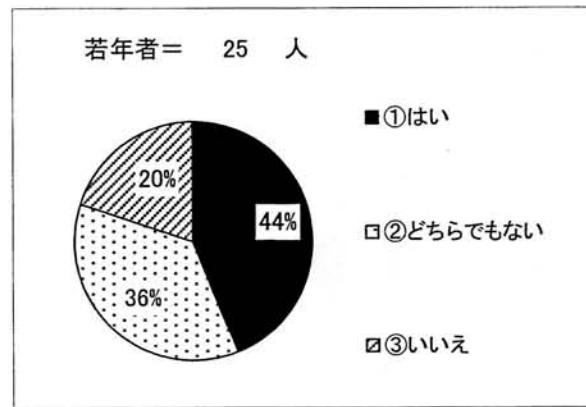
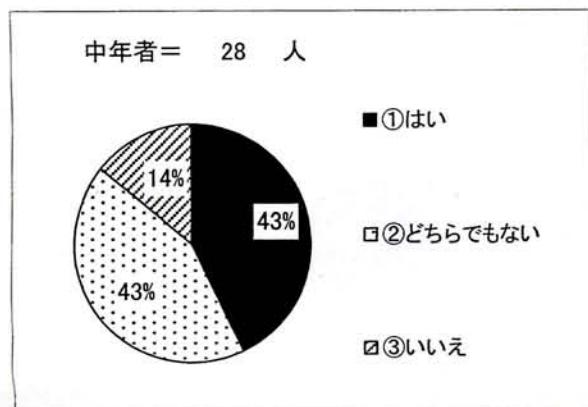
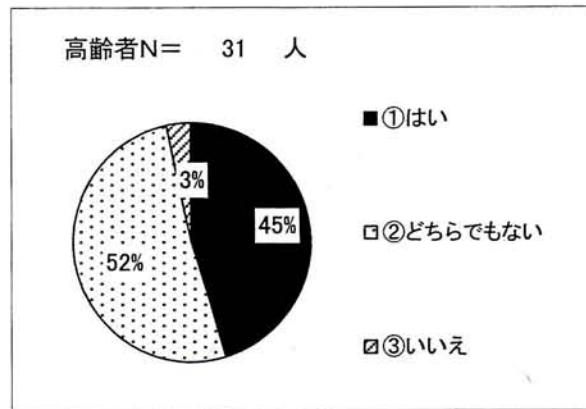
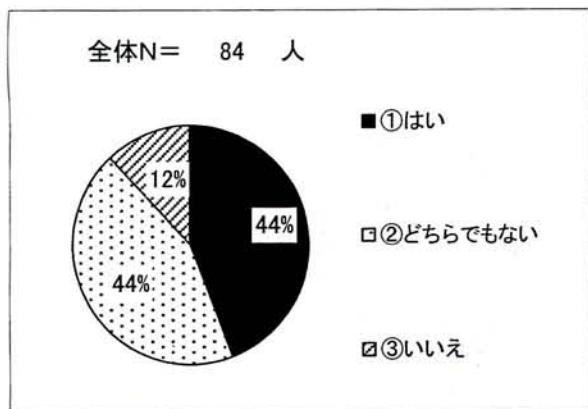
F02-03 気配りをする方である



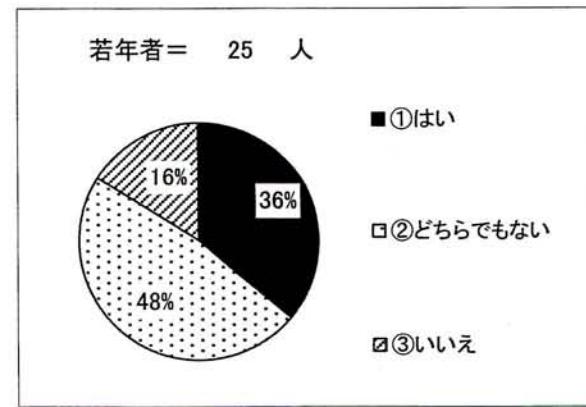
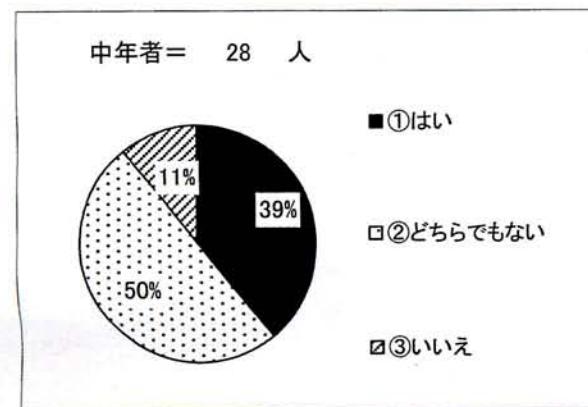
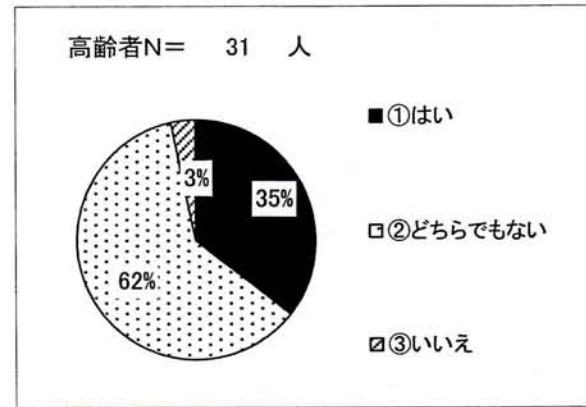
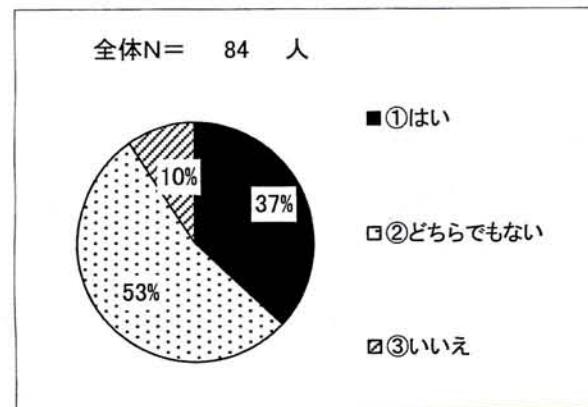
F02-04 人に思いやりをもって接するようにしている



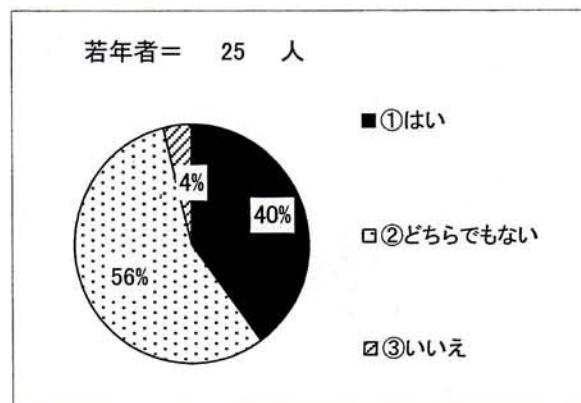
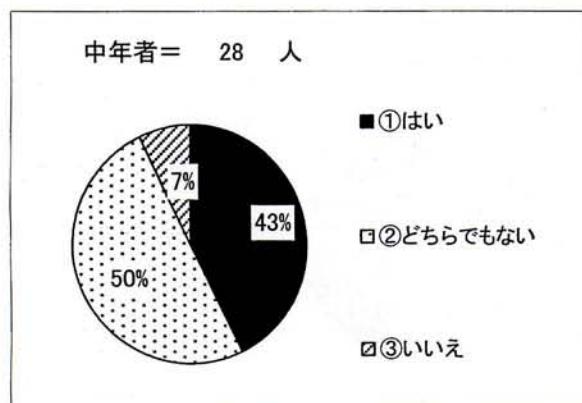
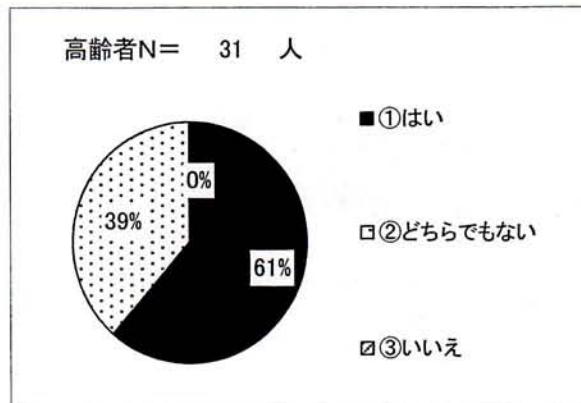
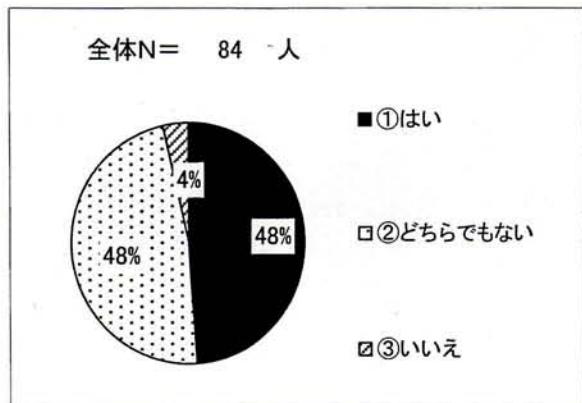
F02-05 几帳面である



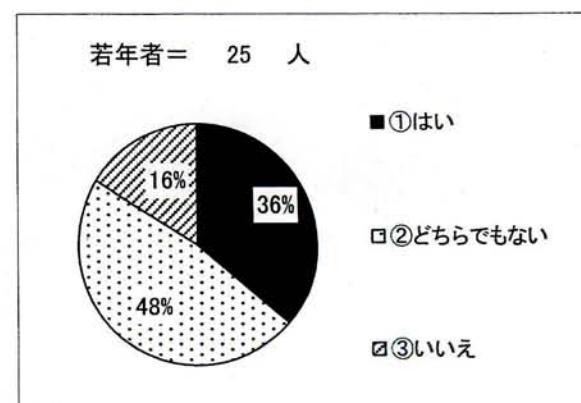
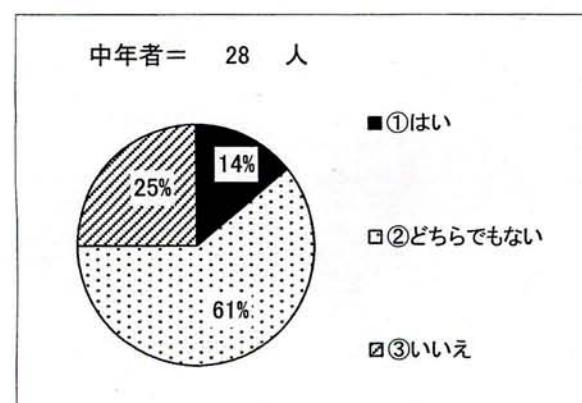
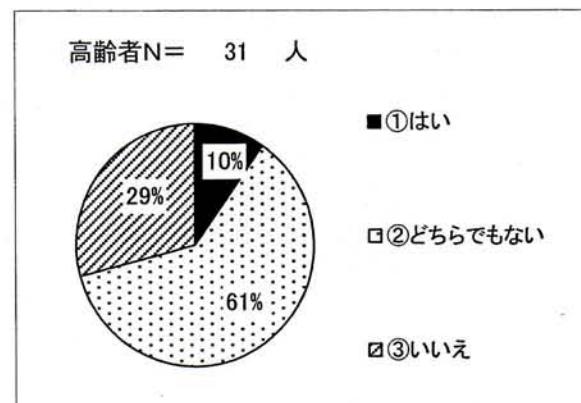
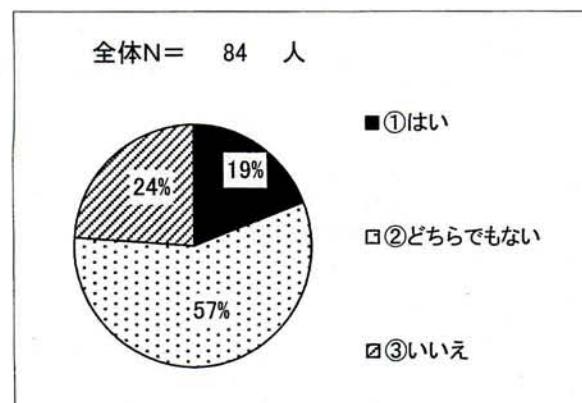
F02-06 よく考えてから行動する



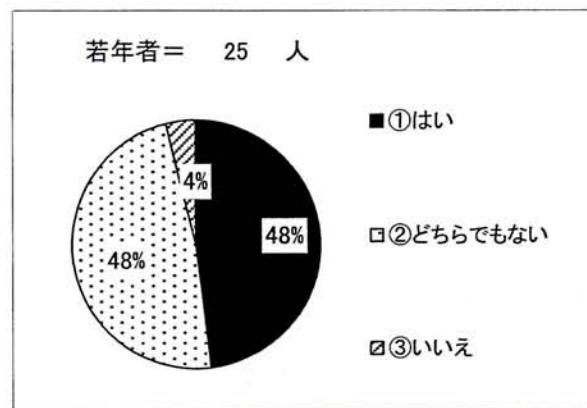
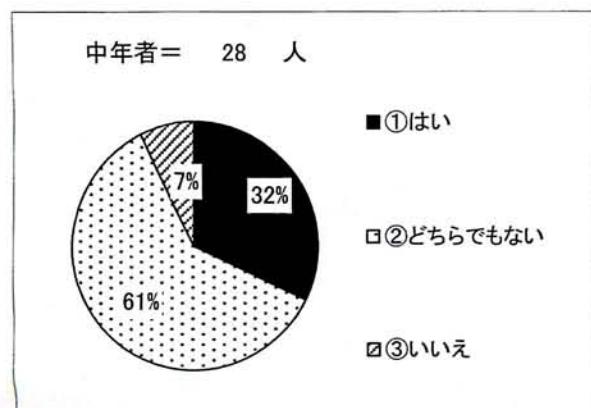
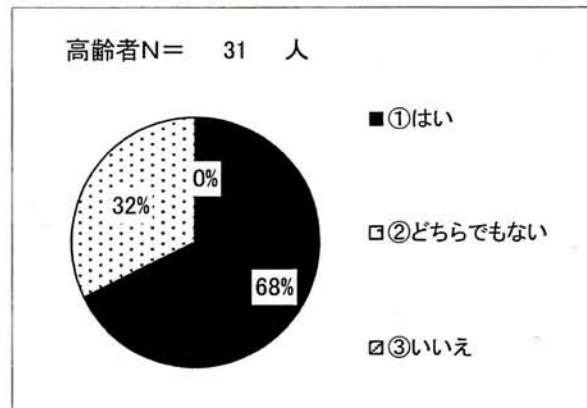
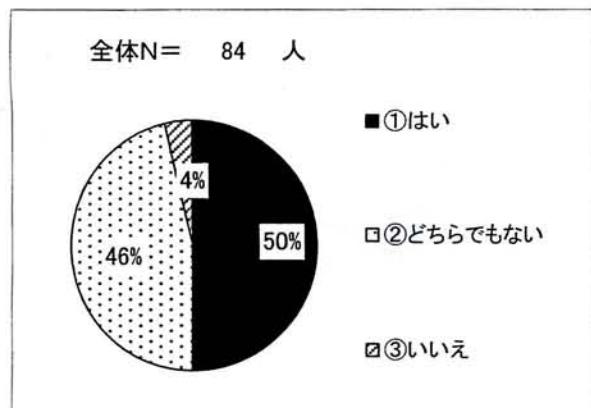
F02-07 心配性である



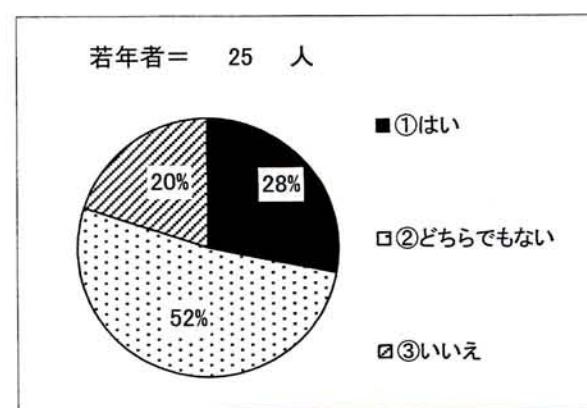
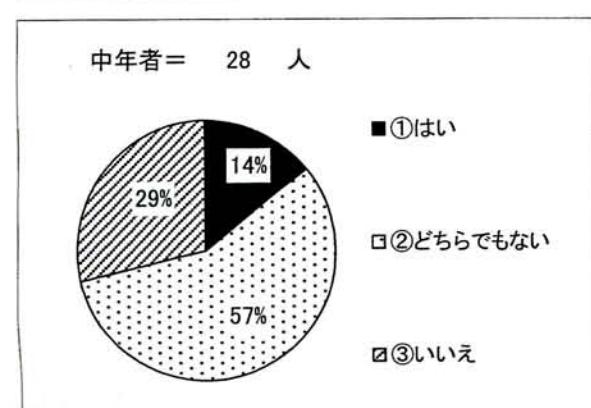
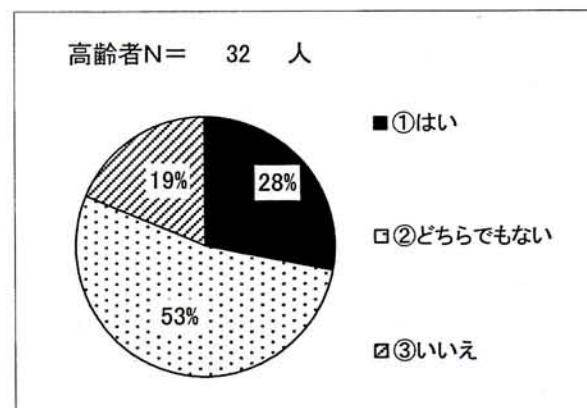
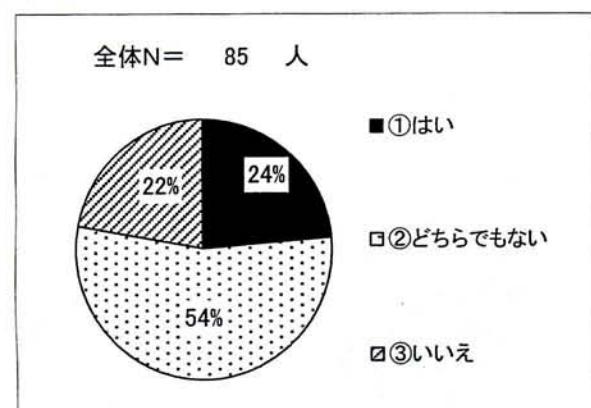
F02-08 気分が変わりやすい



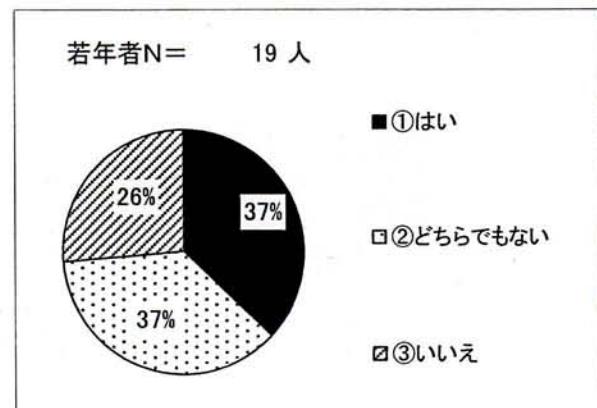
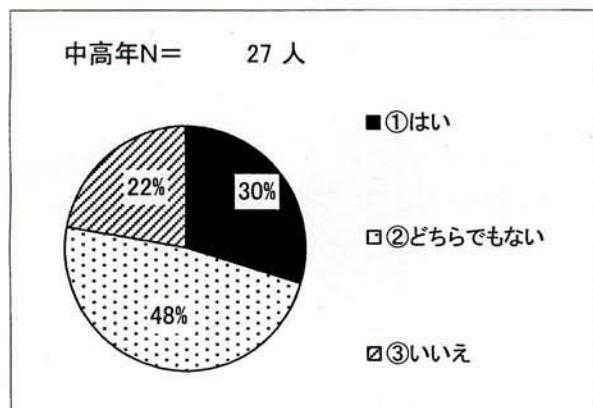
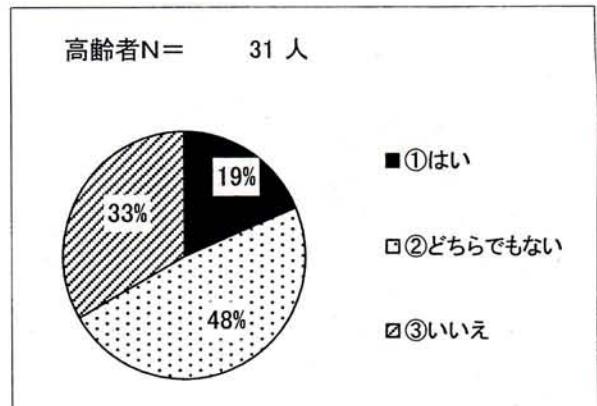
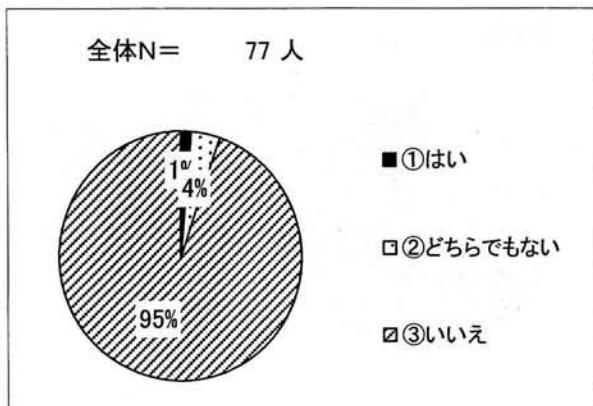
F02-09 新しいことはどんなことでもおもしろい



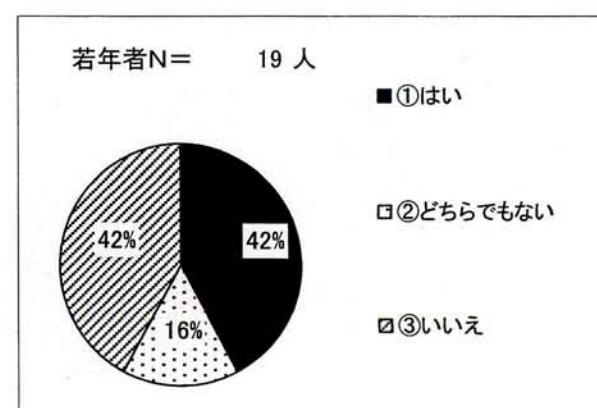
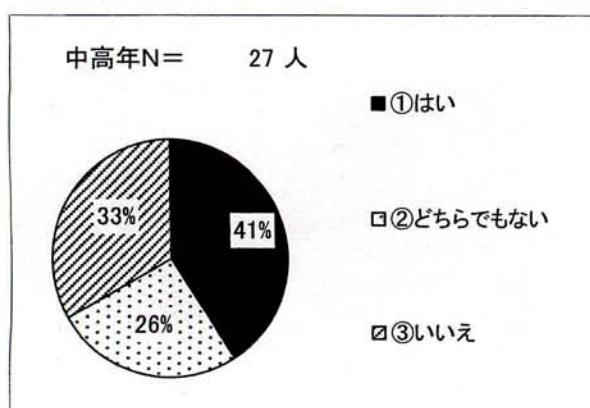
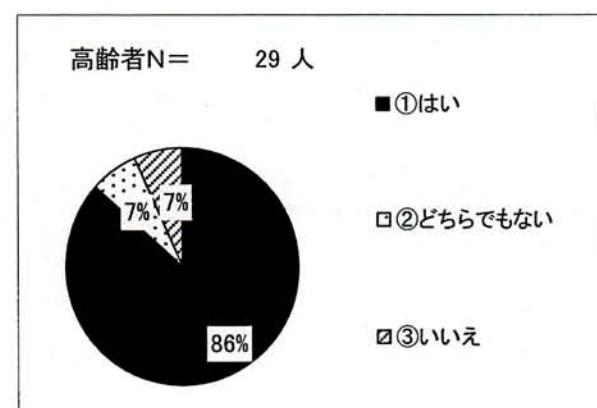
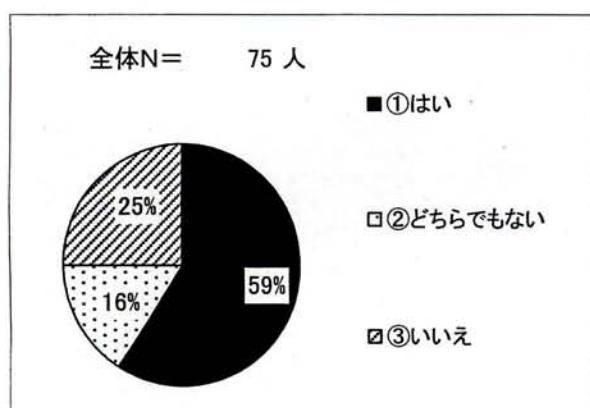
F02-10 時々いたずらをしてみたくなる



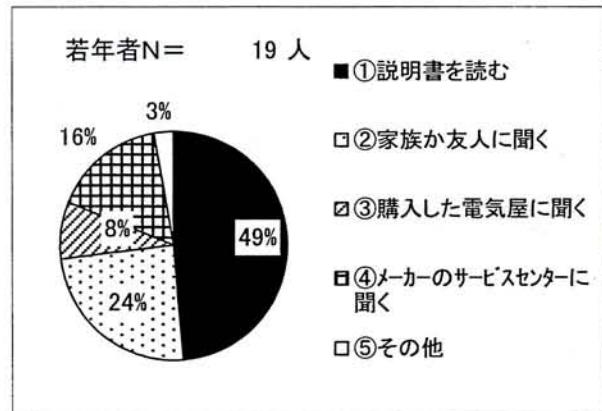
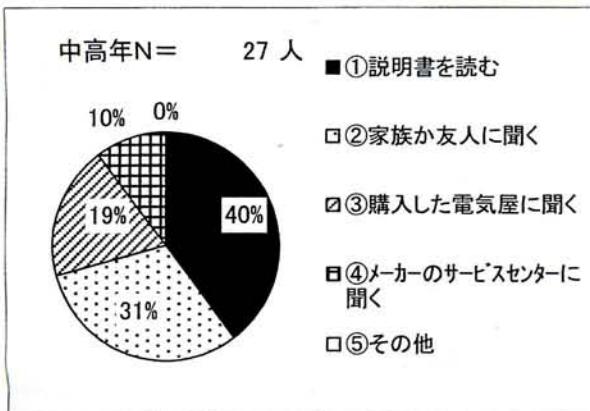
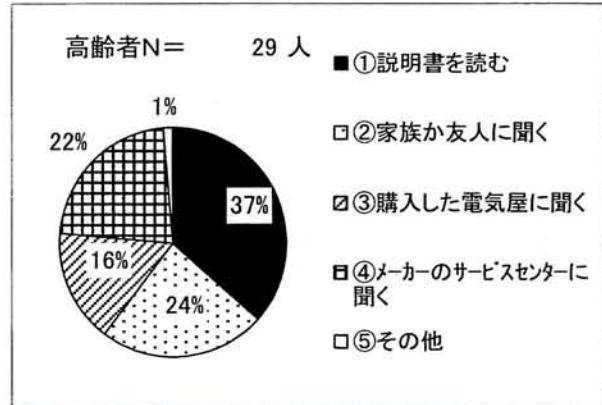
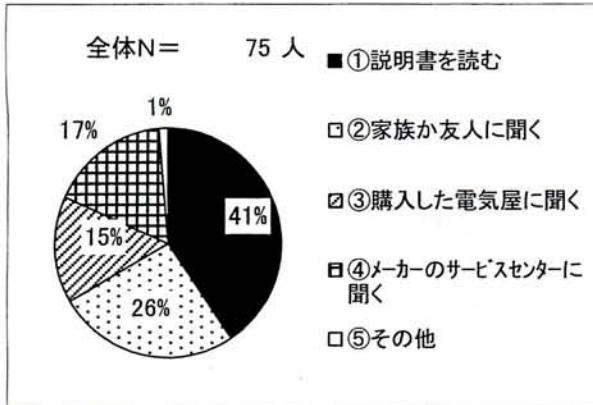
Q04-01 説明書(マニュアル)は必ず目を通しますか?



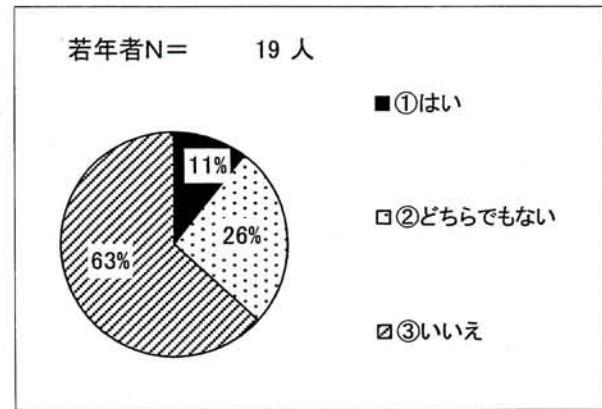
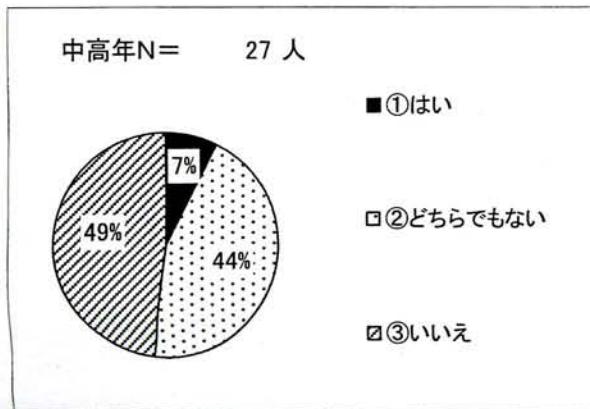
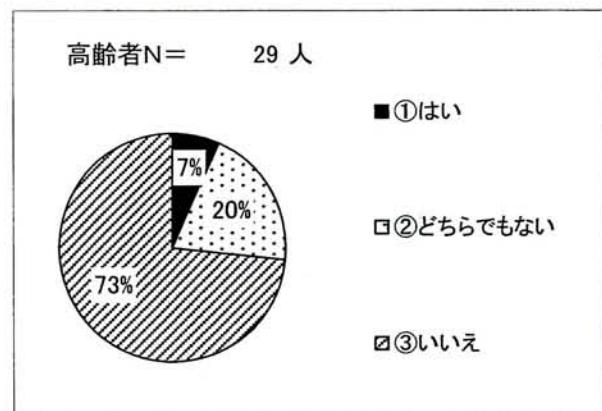
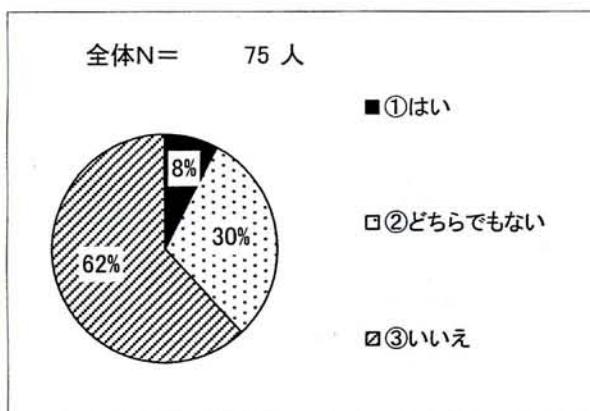
Q04-02 説明書(マニュアル)はすぐ取り出せるところにおいていますか?



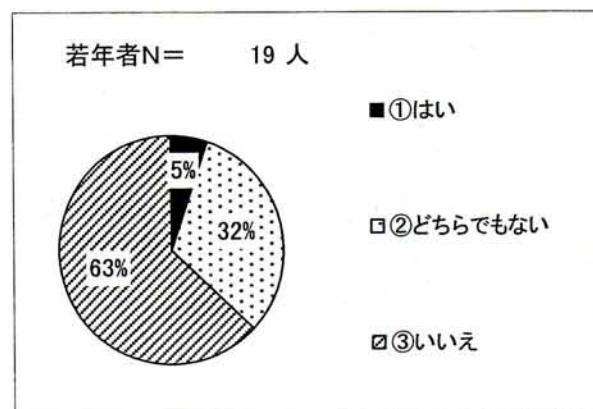
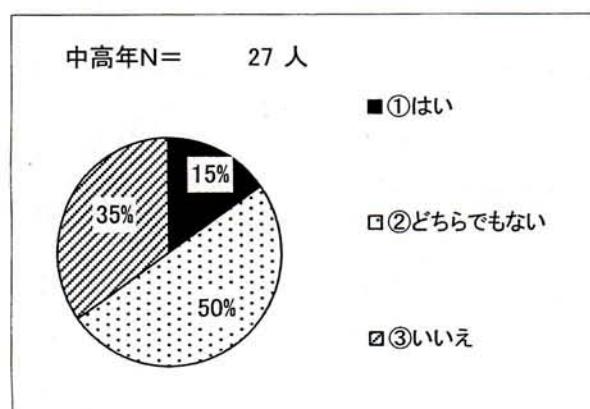
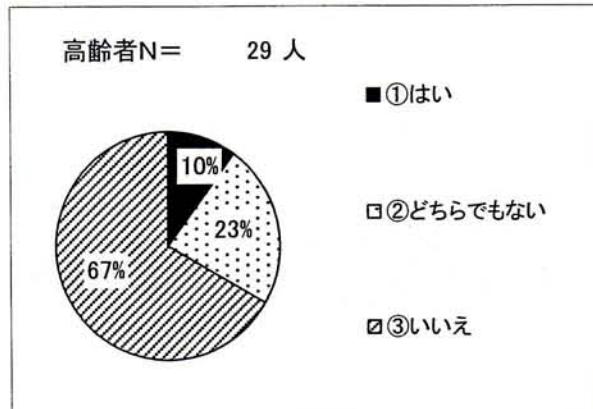
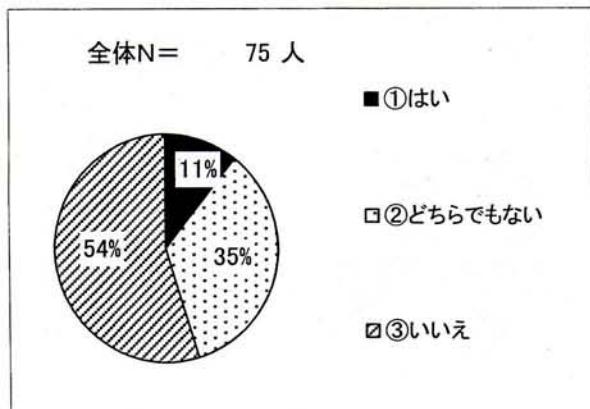
Q05 電子機器の使い方がわからない、あるいは困ったとき、どのようにしますか？



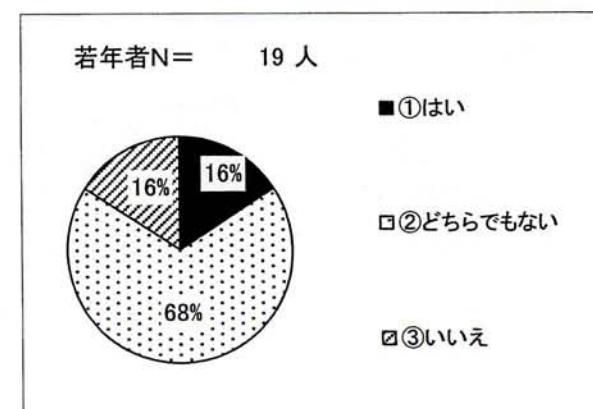
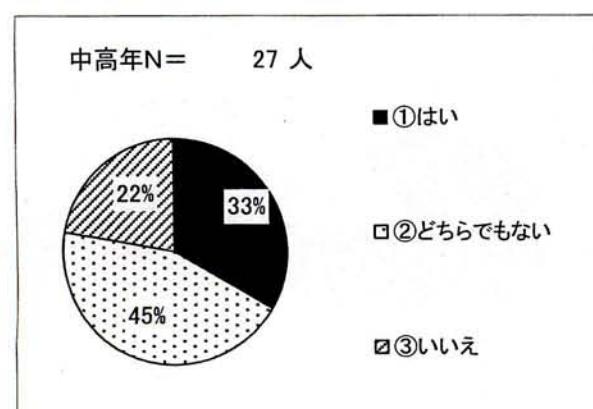
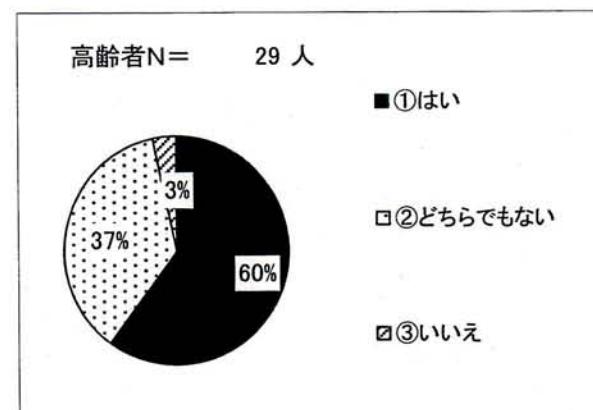
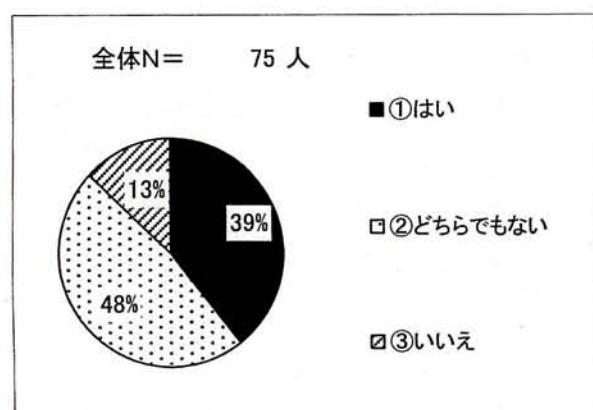
Q06-01 機器の操作は出だしでつまずくとすぐにあきらめてしまう



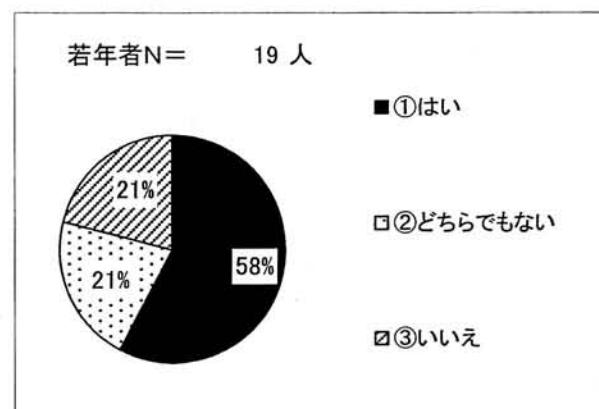
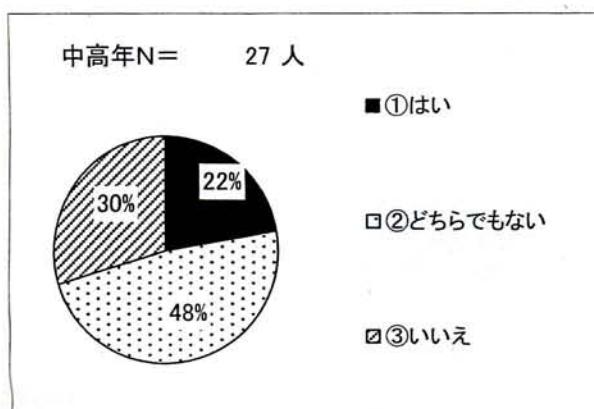
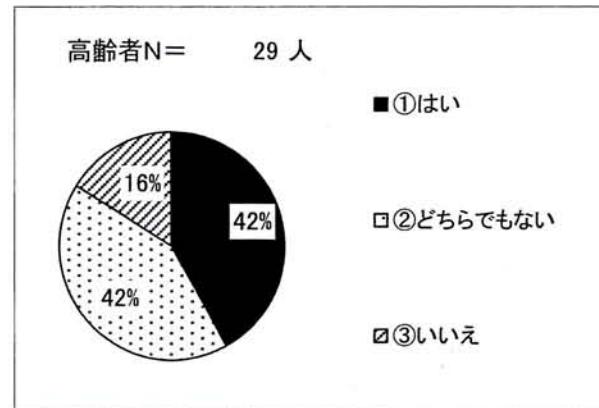
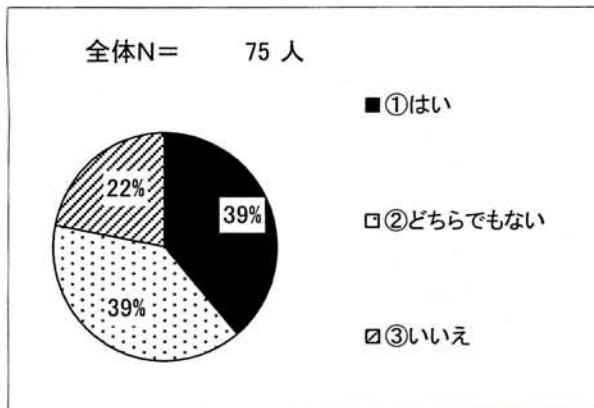
Q06-02 難しそうなことは新たに学ぼうとは思わない



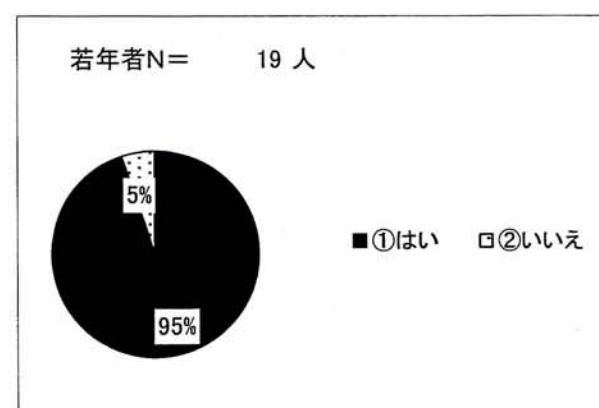
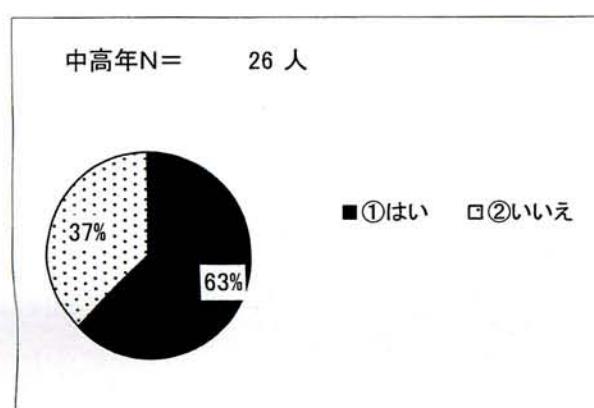
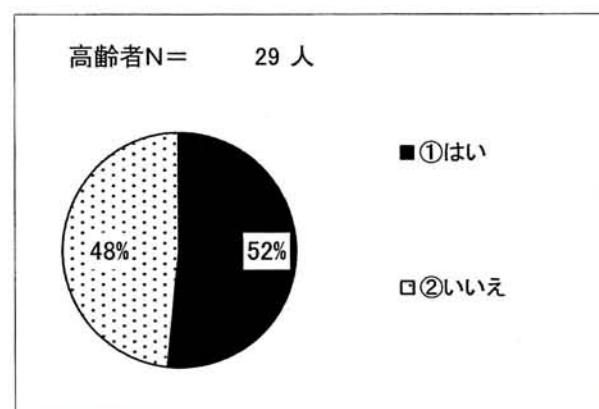
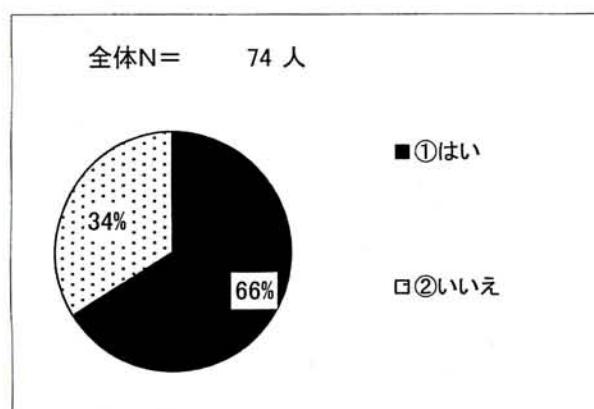
Q06-03 失敗するとかえって一生懸命やろうと思う



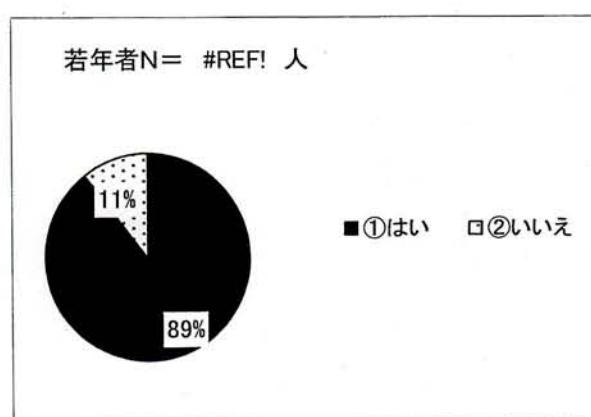
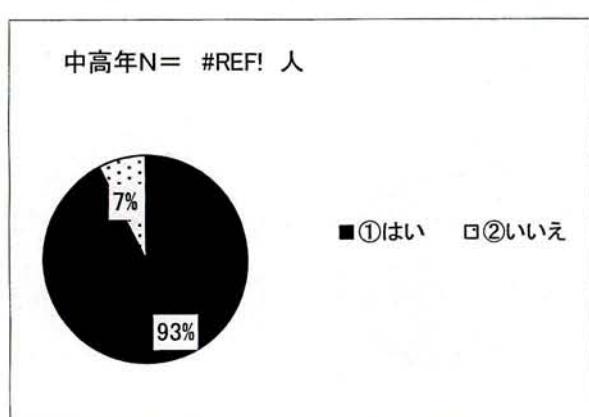
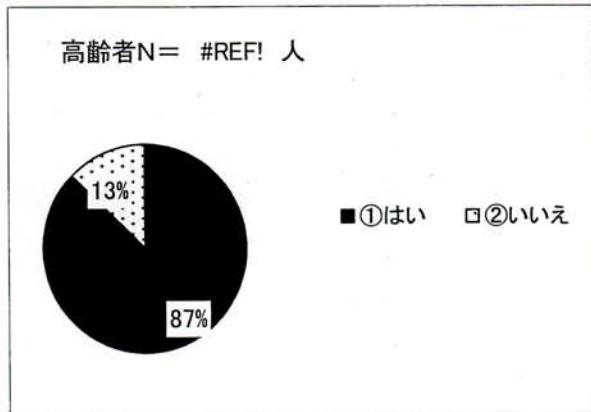
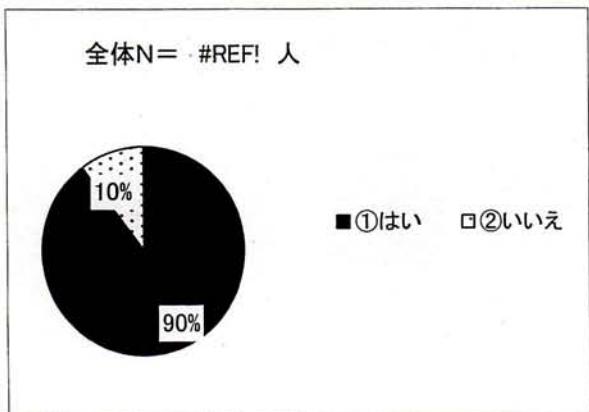
Q06-04 機器の操作は人に頼らないほうだ



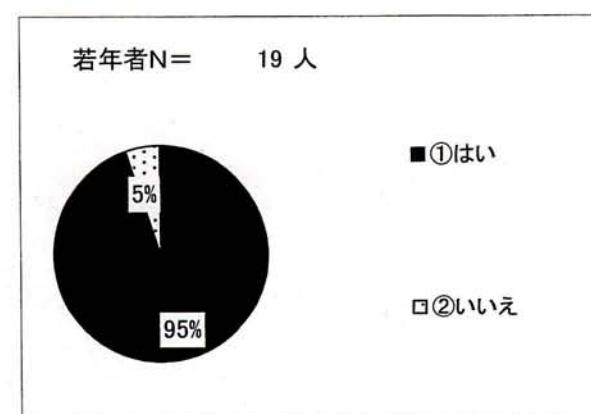
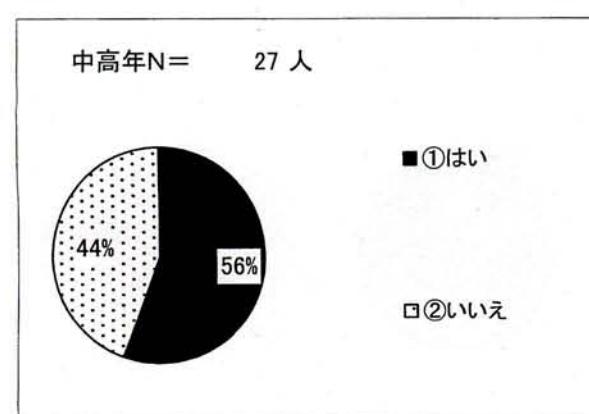
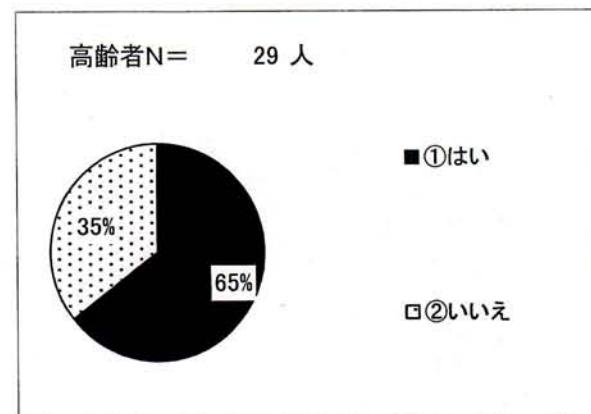
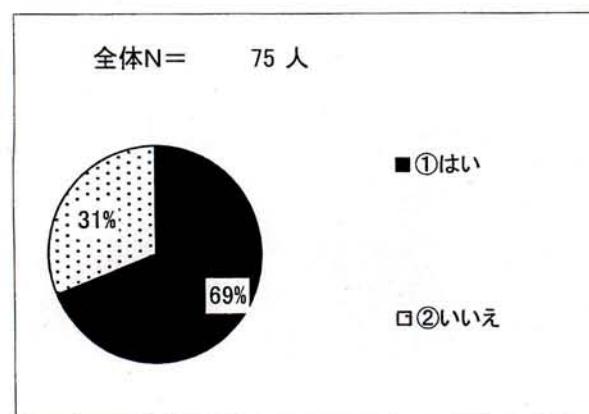
Q7-01 ビデオの予約ができる



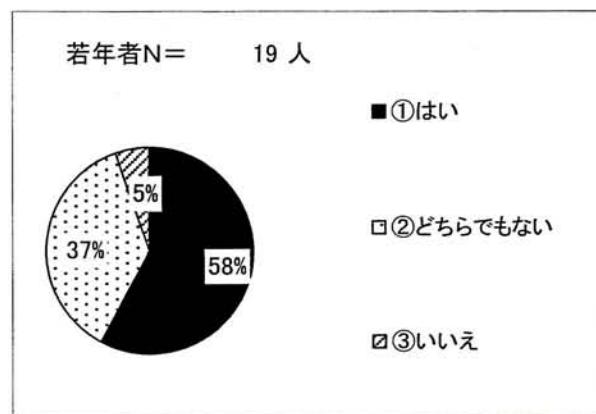
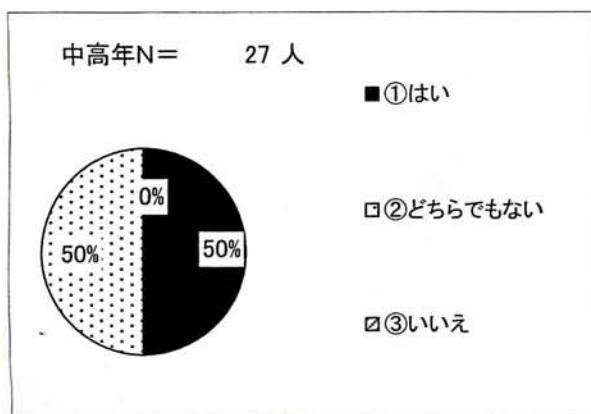
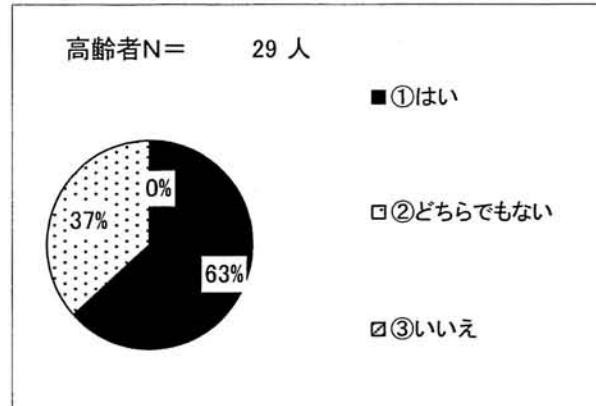
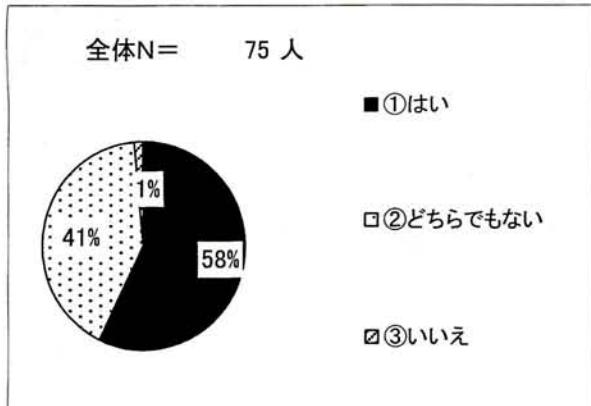
Q7-02 ファックスの送信ができる



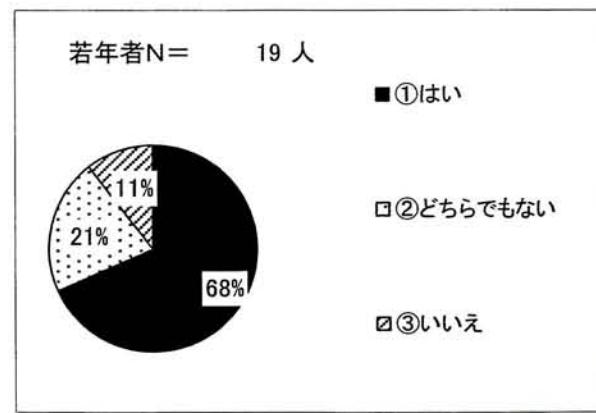
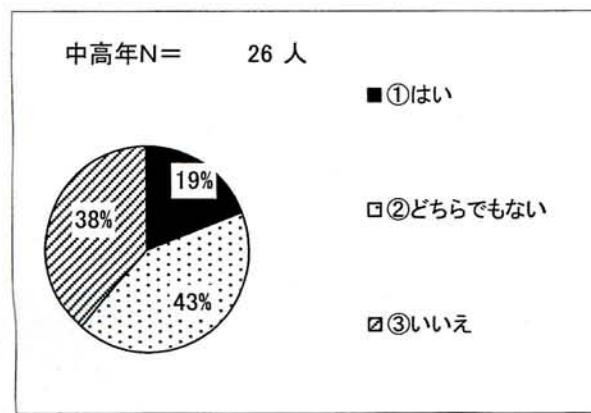
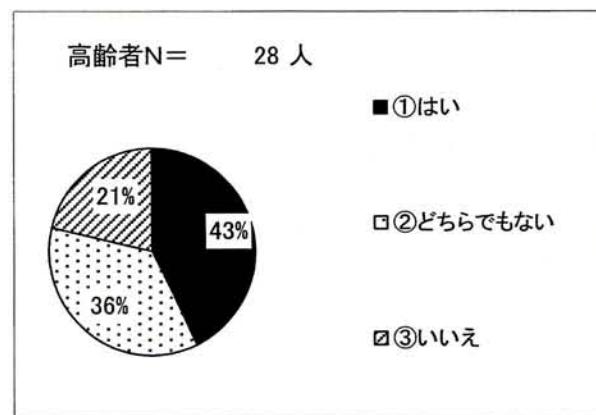
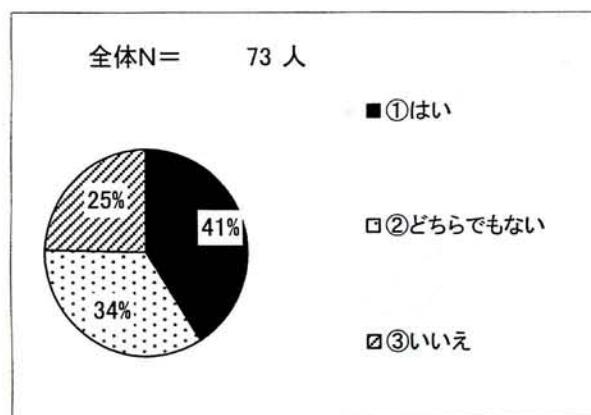
Q7-03 無理なくキーボードが打てる



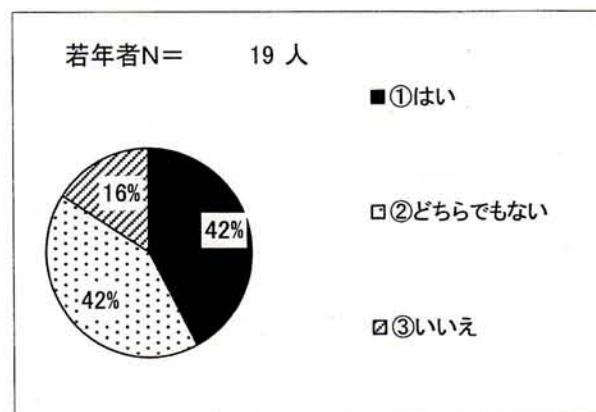
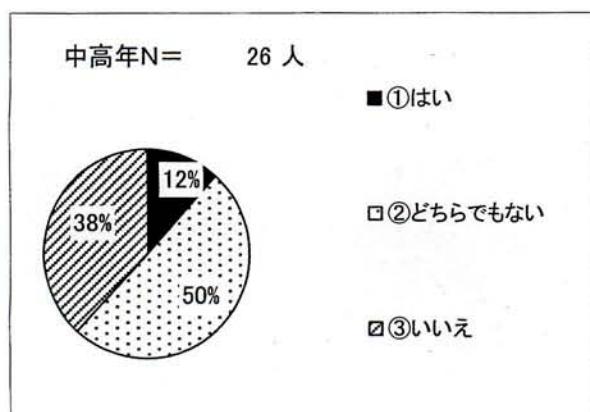
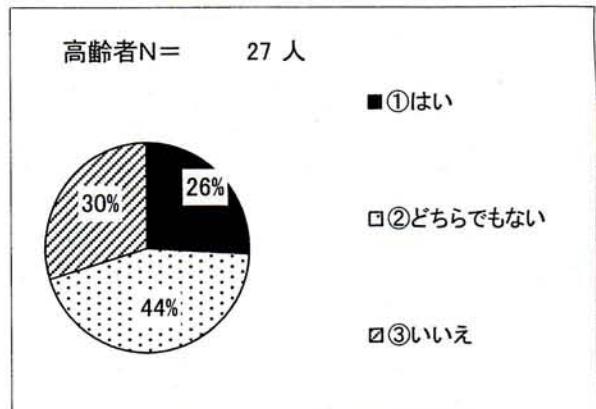
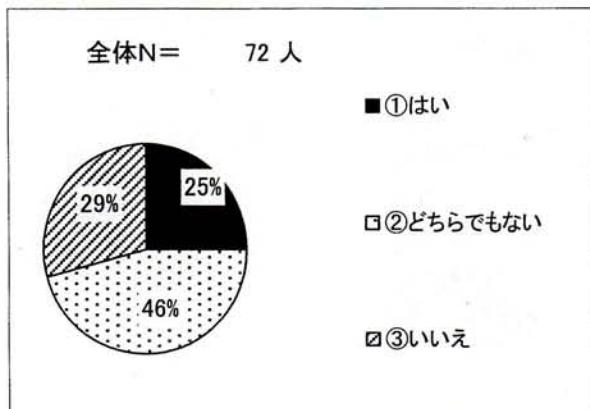
Q08-01 家電(電化製品)を使うことが好きである



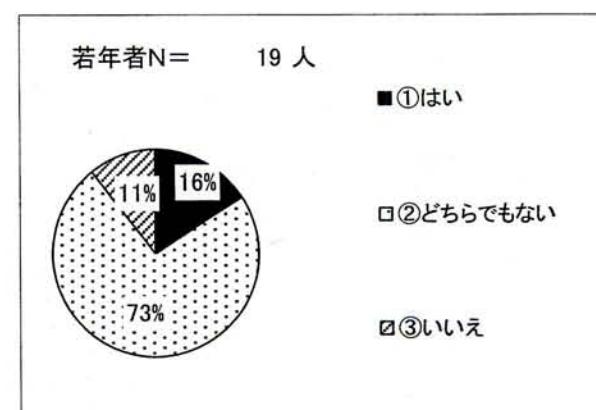
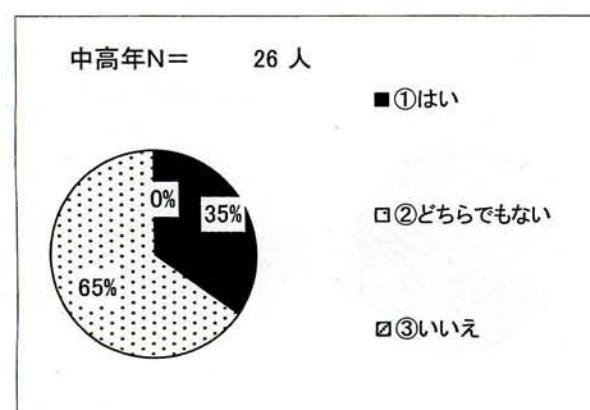
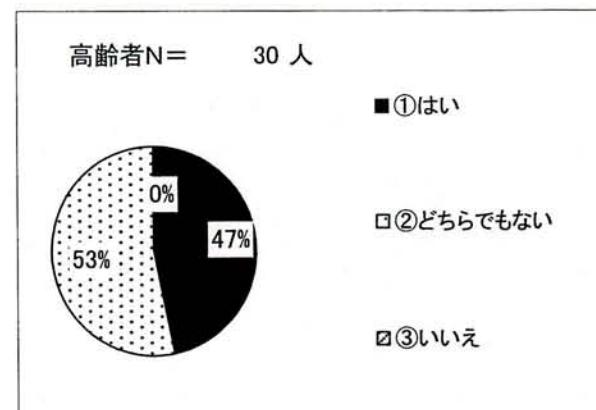
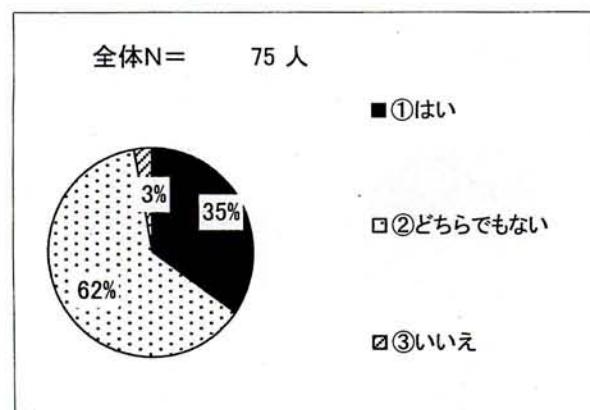
Q08-02 インターネット(携帯・パソコンを問わず)を使うことが好きである



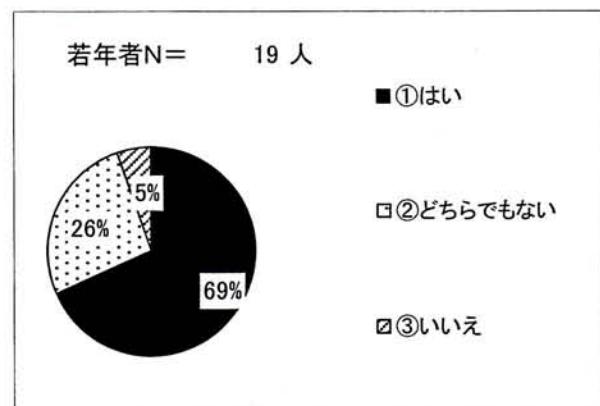
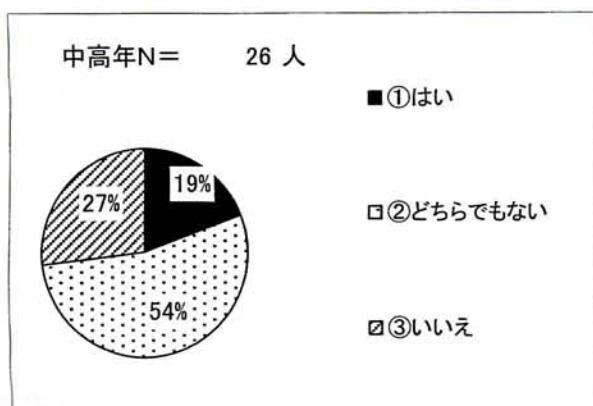
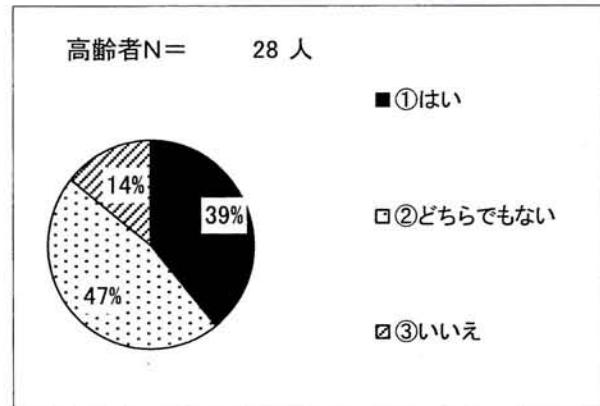
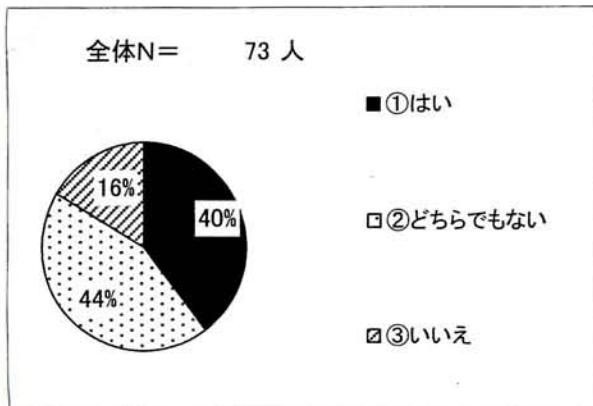
Q08-03 携帯電話を使うことが好きである



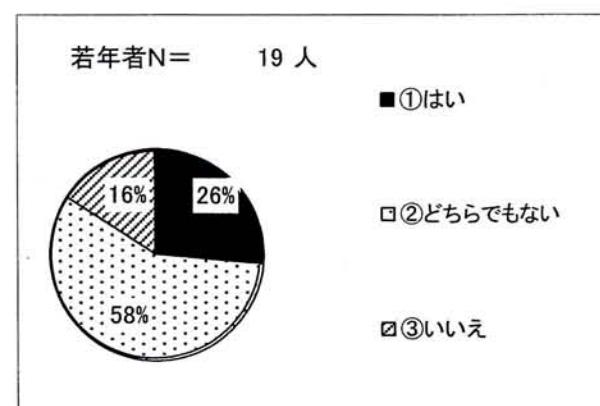
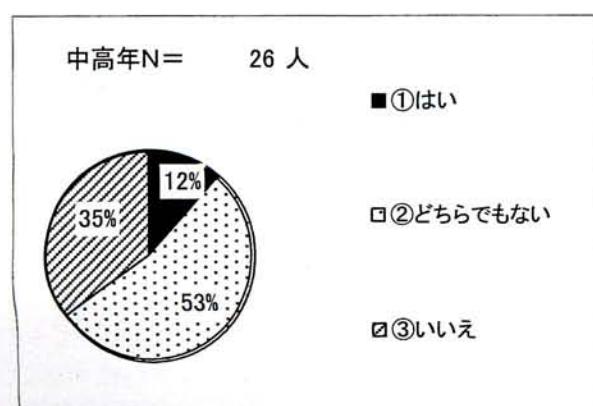
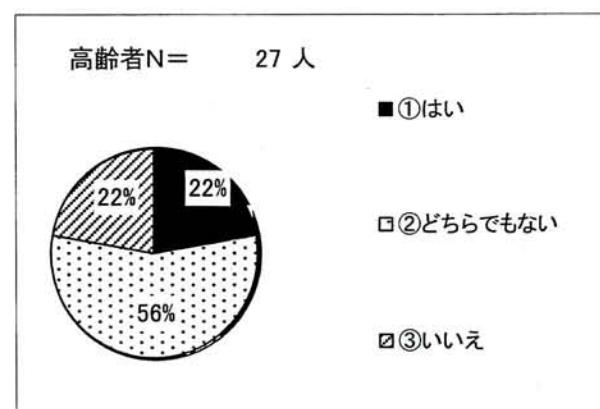
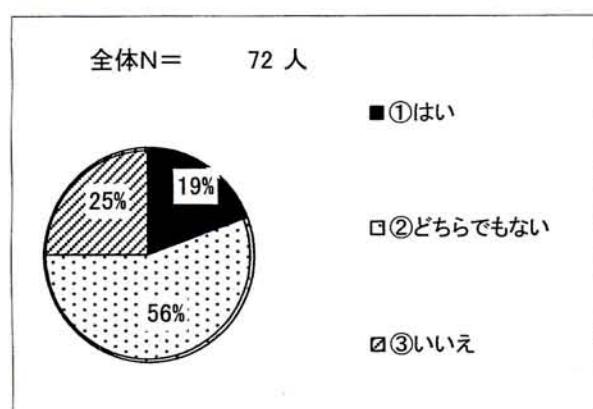
Q08-04 家電(電化製品)を使うことが楽しい



Q08-05 インターネット(携帯・パソコンを問わず)を使うことが楽しい



Q08-06 携帯電話を使うことが楽しい



本報告書の内容を公表する際は、あらかじめ
(社) 人間生活工学研究センターにご一報ください。

Tel : 06-6551-1660

Fax: 06-6221-1705

<http://www.hql.jp>