

### 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。

このような現状に際し、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) にわけることができる。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った。

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桁あるいは9桁の数値列が5秒間提示され、被験者に記銘させる。続いて、1桁同士の足算あるいは引算(式)と1桁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、被験者に記銘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、いずれの記銘桁数においても、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、記銘-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。また記銘-再生課題の正答率については、記銘情報量が多い場合(9桁)、記銘-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、記銘数値列が5桁/9桁、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、記銘数値が5桁の場合では、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、記銘-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、記銘保持をと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け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) キーボード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、思考しながらすな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、音声入力と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、っという現象である。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。そのあと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な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。そこに聴覚的な外乱因子（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、音声入力の方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、聴覚的な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憶-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-再生回数 : 記憶-再生テストにおける再生回数
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rophon 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 実験室内の実験システム設置位置 1 での環境条件

	cd/m <sup>2</sup>	<i>lx</i>	dB(A)
ワープロ画面背景輝度	87.4		49.9
入力文字	11.8		
マウスカーソル輝度	82.3		
記憶課題 背景輝度	85.0		
入力文字	10.2		
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 実験室内の実験システム設置位置 2 での環境条件

	cd/m <sup>2</sup>	<i>lx</i>	dB(A)
ワープロ画面背景輝度	81.2		42.1
入力文字	7.3		
マウスカーソル輝度	82.3		
記憶課題 背景輝度	88.0		
入力文字	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  
ためのがイド  
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

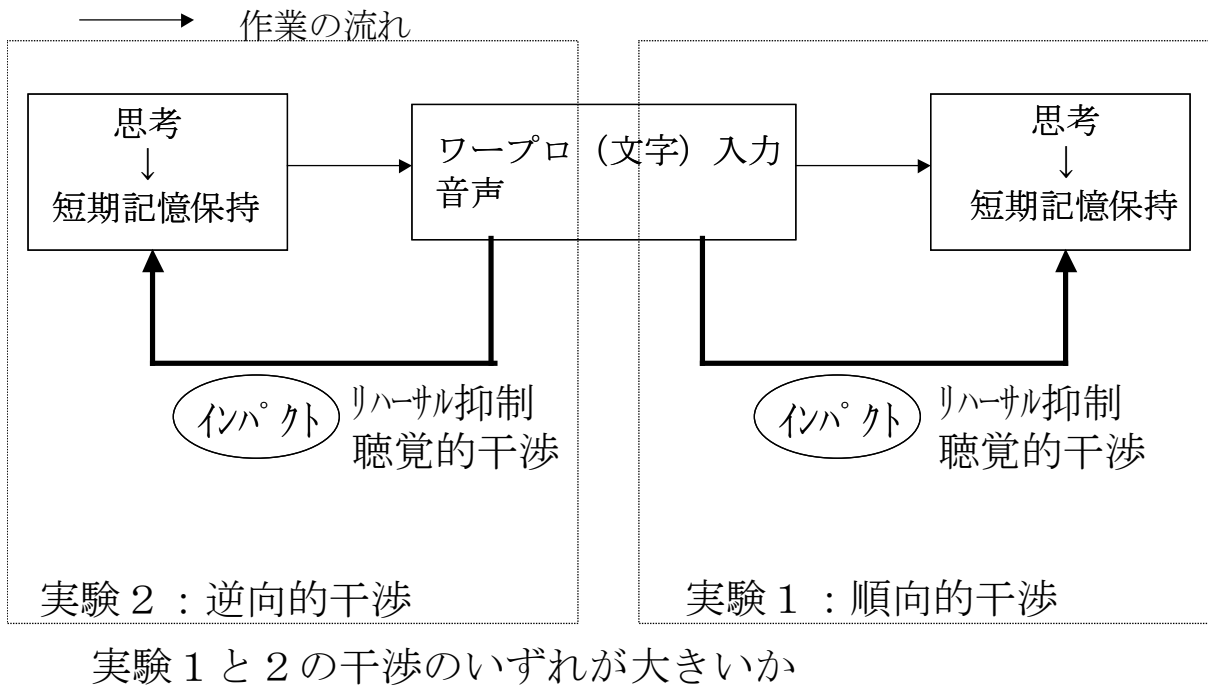
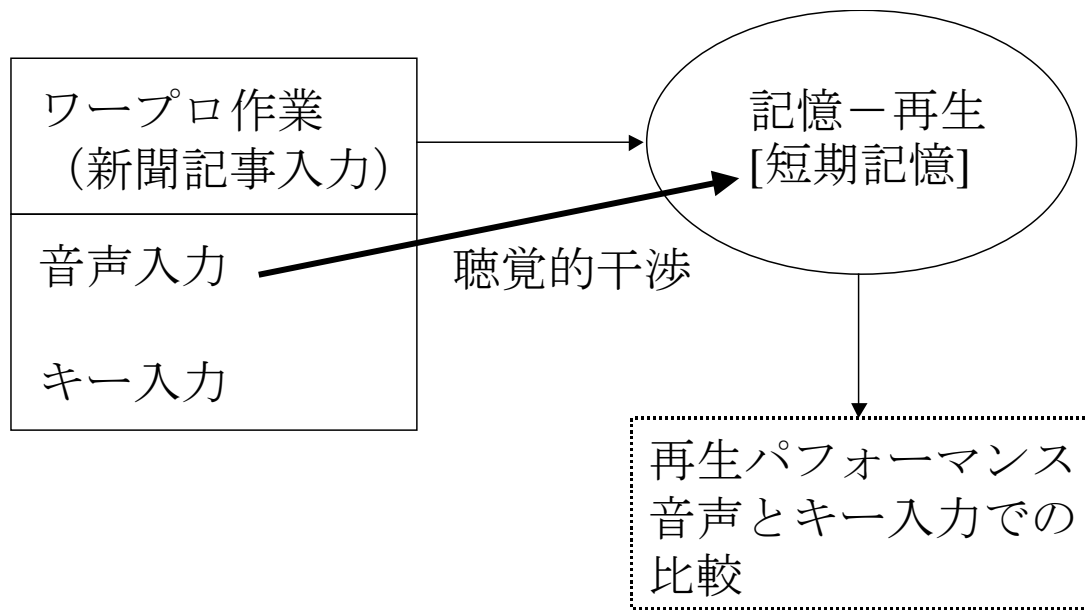


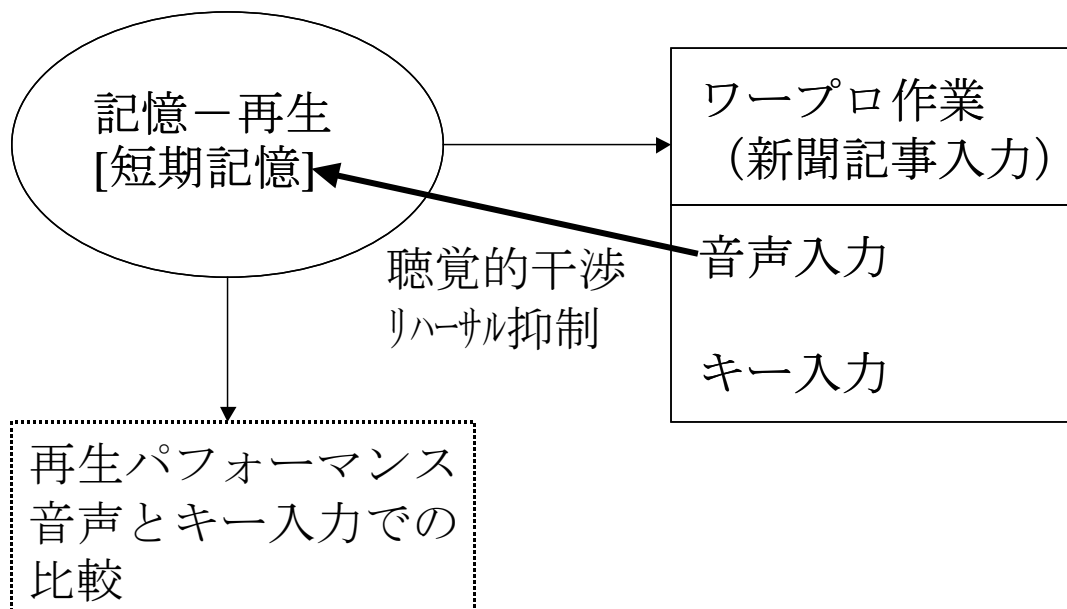
図2. 3. 4-2 音声入力を用いたワープロでの入力作業の流れ





### 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

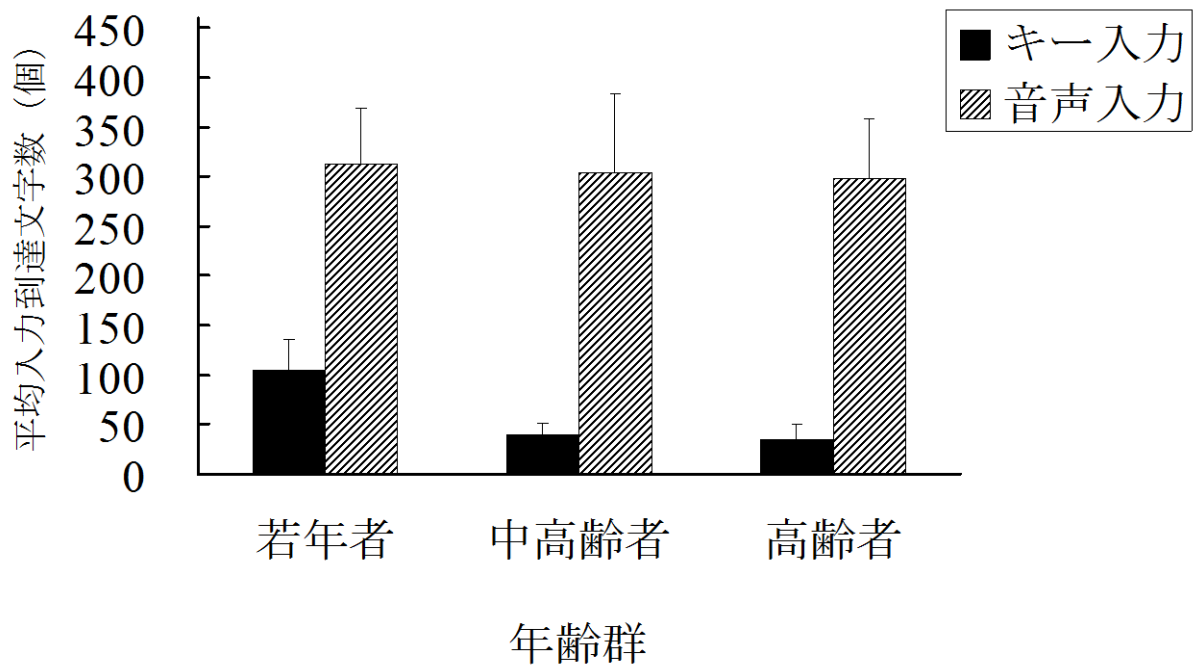


図 2. 3. 4-5 文章入力作業時の平均入力到達文字数 (実験 1)

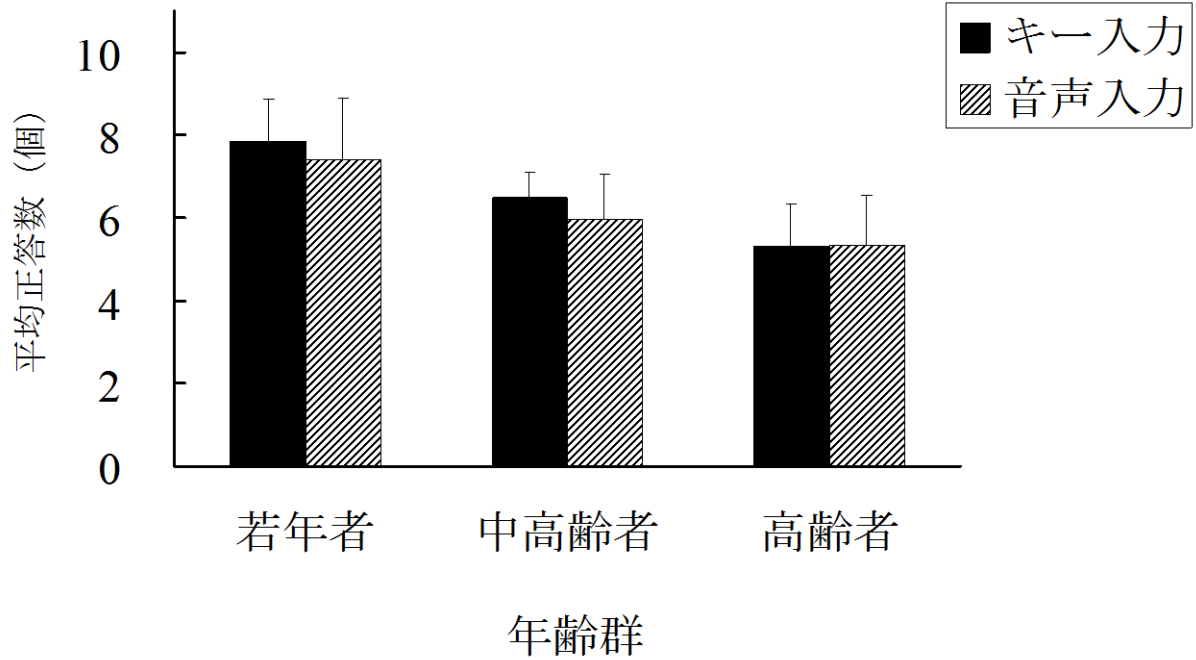


図 2. 3. 4-6 記憶-再生課題の平均正答数 (実験 1)

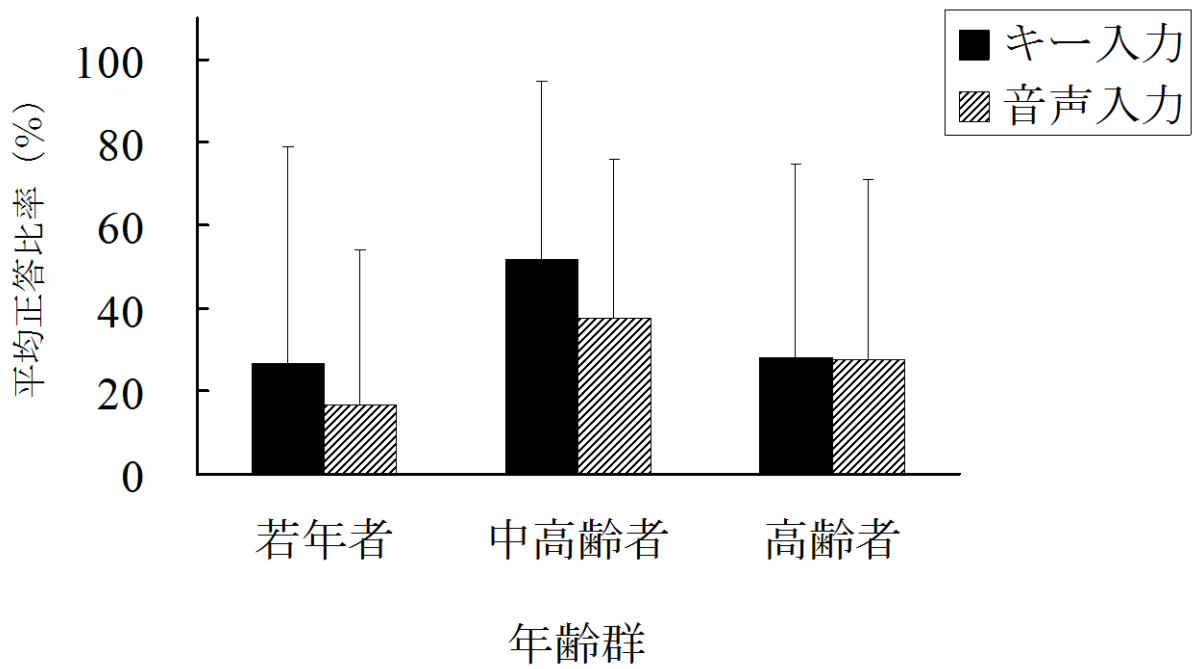


図 2. 3. 4-7 記憶-再生課題の平均正答比率 (実験 1)

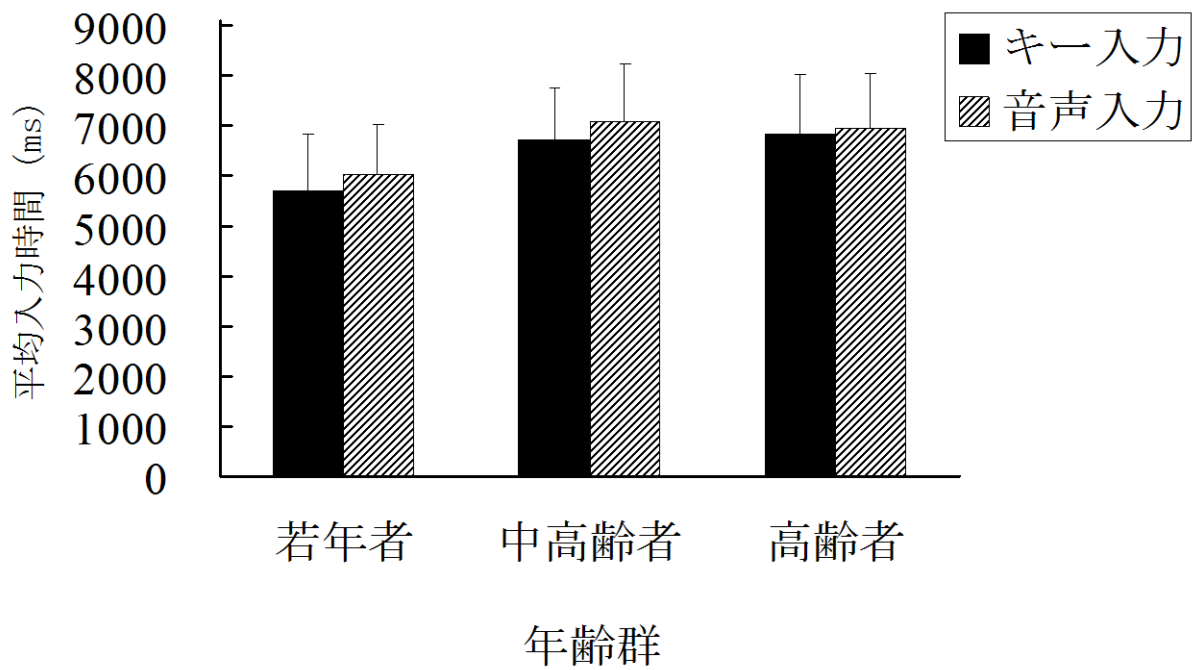


図 2. 3. 4-8 記憶-再生課題の平均入力時間 (実験 1)

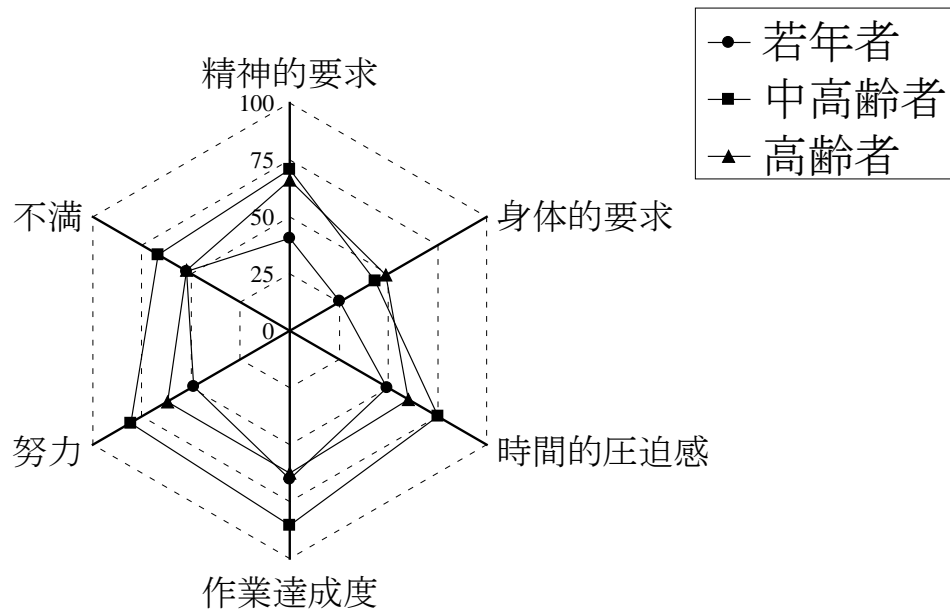


図 2. 3. 4-9 キーによる文章入力作業に関する NASA-TLX の結果 (実験 1)

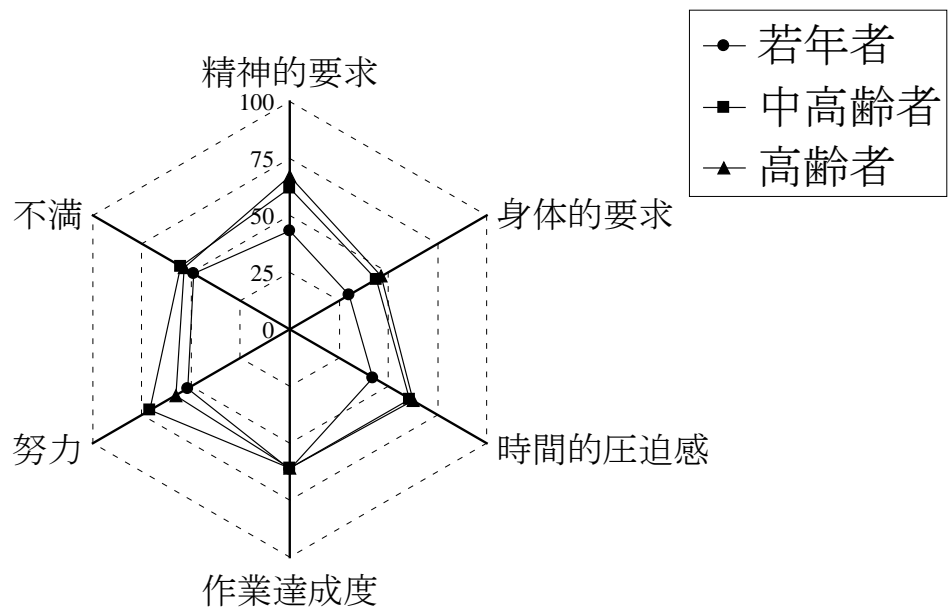


図 2. 3. 4-10 音声入力による文章入力作業に関する NASA-TLX の結果 (実験 1)

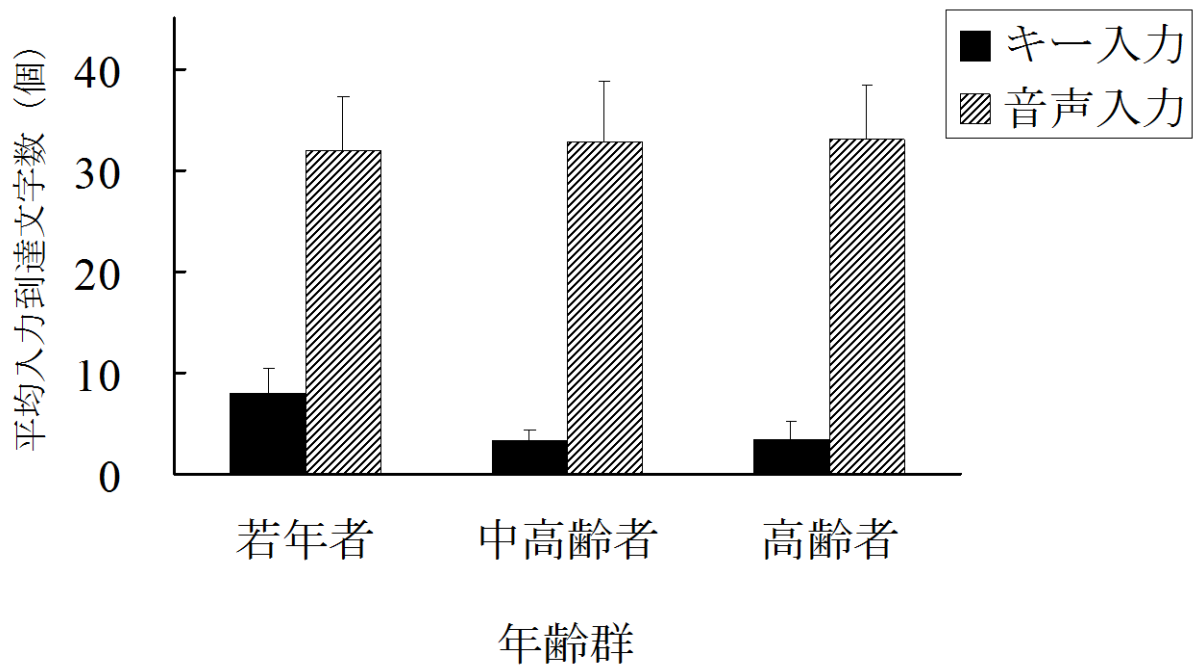


図2. 3. 4-1 1 リハーサル抑制課題の平均入力到達文字数 (実験 2)

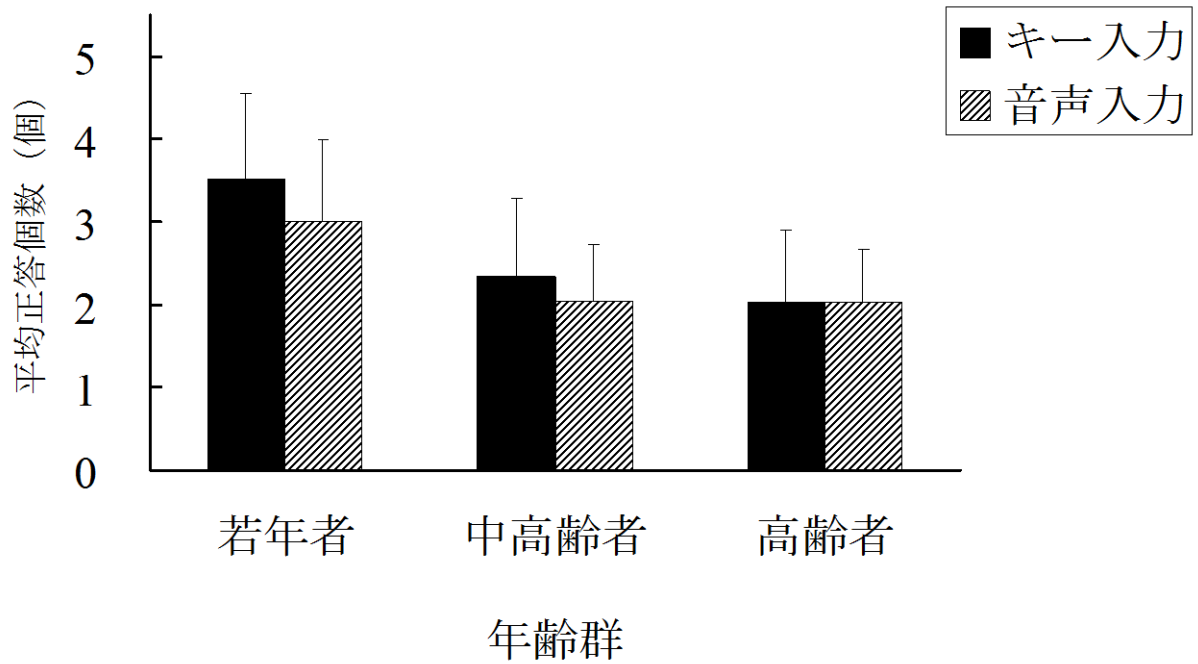


図2. 3. 4-1 2 記憶-再生課題の平均正答数 (実験 2)

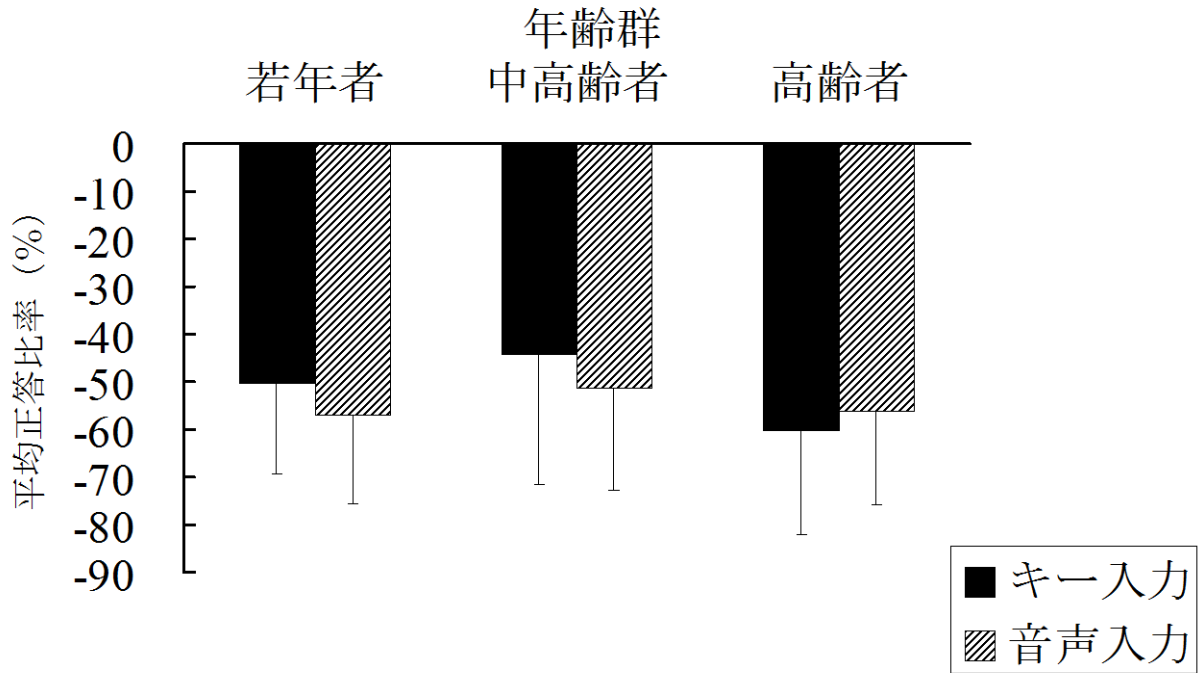


図 2. 3. 4 - 1 3 記憶-再生課題の平均正答比率 (実験 2)

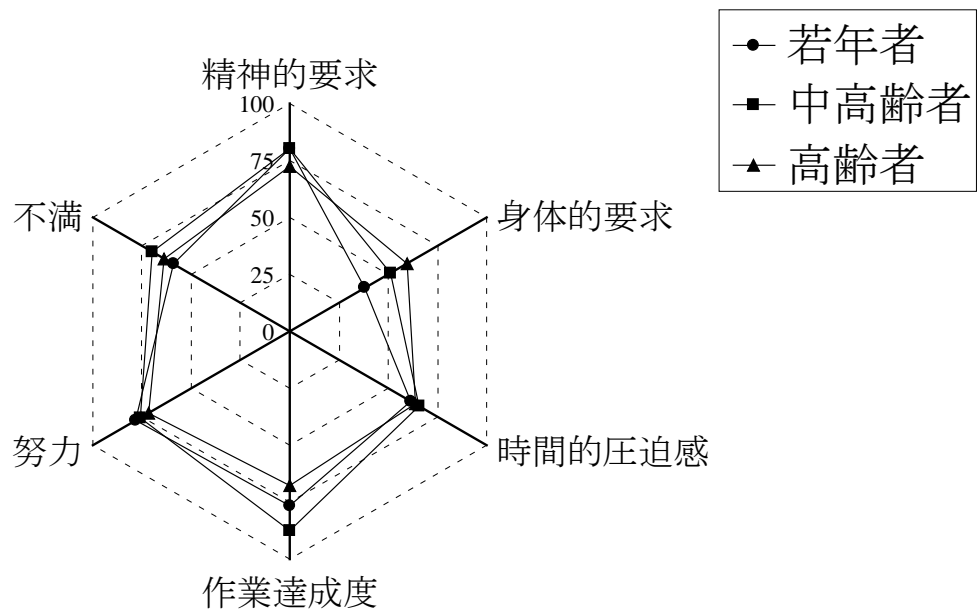


図 2. 3. 4 - 1 4 実験 2 に関する NASA-TLX の結果 (実験 2)

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上がることを示された(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-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が(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フェー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・インタフェースの基礎と応用*、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: 音声入力インタフェー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: 音声入力インタフェー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.