

## 厚生労働科学研究費補助金研究報告書

平成 16 年 4 月 9 日

厚生労働大臣 坂口 力 殿

住 所 〒359-0042 所沢市並木4-1、5-210

フリガナ ニシタニ ノブユキ

研究者 氏 名 西 谷 信 之

(所属機関 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所)

平成 15 年度厚生労働科学研究費補助金 ( 長寿科学総合 研究事業) に係る研究事業を完了したので次のとおり報告する。

研究課題名 (課題番号) : 高齢者の脳機能障害解明とリハビリテーションに関する研究  
(H15-長寿-022)

国庫補助金精算所要額 : 金 11,407,000 円也 (うち間接経費 0 円)

1. 厚生労働科学研究費補助金総括研究報告書概要版及びこれを入力したフロッピーディスク (別添1のとおり)
2. 厚生労働科学研究費補助金研究報告書表紙 (別添2のとおり)
3. 厚生労働科学研究費補助金研究報告書目次 (別添3のとおり)
4. 厚生労働科学研究費補助金総括研究報告書 (別添4のとおり)
5. 厚生労働科学研究費補助金分担研究報告書 (別添5のとおり)
6. 研究成果の刊行に関する一覧表 (別添6のとおり)
7. 研究成果による特許権等の知的財産権の出願・登録状況  
総括研究報告書、分担研究報告書参照
8. 健康危険情報  
特になし

(別添2)

厚生労働科学研究費補助金  
長寿科学総合研究事業

高齢者の脳機能障害解明と  
リハビリテーションに関する研究

平成15年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 西 谷 信 之

平成16(2004)年3月

(別添3)

## 目 次

### I. 総括研究報告

高齢者の脳機能障害解明とリハビリテーションに関する研究----- 1

西谷 信之

### II. 分担研究報告

1. ヒト脳感覚運動統御機構の解明に関する研究----- 8

西谷 信之

2. 脳血管性うつ病の病態解明と脳賦活法に関する研究----- 12

山脇 成人

3. 脳機能賦活機器開発に関する研究----- 15

伊藤 和幸

III. 研究成果の刊行に関する一覧表----- 19

IV. 研究成果の刊行物・別刷

総括研究報告書

高齢者の脳機能障害解明とリハビリテーションに関する研究

主任研究者 西谷信之 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所  
感覚機能系障害研究部感覚認知障害研究 室長

研究要旨 急速に進行する高齢化社会にあつて、高齢者障害者自身の「主体性の回復」とそれによる機能訓練の促進が、重要かつ緊急性の高い課題と考えられている。そこで本研究事業は、感覚入力と運動出力の脳連関機構と認知情報処理機構に焦点を当て、脳機能の老化と障害の病態評価と情報処理機構の非侵襲的解明に基づき、脳賦活による意欲の向上・自主性の回復のための脳賦活の手法を確立し、高齢機能障害者のリハビリテーションの効率を高めることを目的として実施するものである。

初年度では、以下のような研究を行った。(1) 感覚情報認知と模倣などの運動時の情報処理において、複数の脳領域の活動が模倣により亢進することを明らかにした。この結果に基づき、触覚グラフィックディスプレイ装置を応用した装着型触覚刺激装置を作成した。(2) 脳血管性うつ病(vascular depression: VD)の治療反応性に関連する因子についての臨床的な検討と、VDで障害されている脳内機構を特定するために用いる課題についての基礎的検討を行った。(3) パソコン操作をカナで表示するシステムの使用評価と、ピッチ間隔の狭いピン・ディスプレイを用いた表現力の高いピン・ディスプレイを開発した。

以上の研究は、中枢神経機能障害者や高齢者の機能回復・機能賦活に、模倣が有効でありリハビリテーションの一つの手法であることを示唆している。また操作性の良い、詳細な情報の表示可能な装置の開発は、高齢障害者が自ら操作を行うための、今後の装置の開発に貢献するもので意義がある。さらに高齢者に多いVDの予後と関連する脳内機構を特定できることは、機能回復を促進する認知リハビリテーションの手法の確立に貢献するものと考えられる。

脳機能解明研究に基づき開発された装着型触覚刺激装置の改良を重ね、それによる高齢機能障害者の脳賦活に適した刺激、および模倣に加えて今年度を実施した課題により特定された脳部位の機能障害に対応した認知的リハビリテーションを考案することで、脳機能障害の改善と高齢者の自主性回復、およびそれに伴う社会適応が促進されると期待される。

分担研究者

山脇成人  
広島大学大学院医歯薬学総合研究科  
教授

伊藤和幸  
国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所  
研究員

A. 研究の目的

近年急速に進展する高齢化社会において、高齢者医療が医療費全体に占める割合が急激に増加しており、医療全体への影響が深刻化しつつある。従来高齢機能障害者の機能喪失や低下に対して、機能訓練以外に補装具や介助福祉機器の開発と

福祉サービスシステムの充実等により、高齢障害者のADL改善とQOLの向上が図られてきた。近年、高齢者保健福祉の推進並びにノーマライゼーションに基づく障害者自身の「自立」が提起されているように、今後障害者自身が納得の行く人生・社会生活を創造していくことを高齢者・障害者福祉サービスの目標とする必要があり、高齢者障害者自身の「主体性の回復」及びそれによる機能訓練の促進が重要な課題であると考えられる。しかし従来の機能訓練は、高齢機能障害者の中樞神経機構の賦活による、高齢機能障害者の自主性の回復を目的としたものではなかった。

本研究事業では、これまで蓄積してきた脳機能解明研究の成果を踏まえて、感覚入力と運動出力の脳中枢神経連関機構と認知情報処理機構に焦点を当て、中枢神経機構解明に基づく高齢機能障害者のリハビリテーションの効率を高めることを目的に、高齢者に多い脳血管障害やそれに伴う抑鬱患者に対して、脳機能の老化・障害の病態評価と感覚運動統御・認知情報処理機構の解明を行い、脳機能障害部位の活性化による意欲の向上・自主性の回復のための脳賦活の手法を確立する。

このような観点から本研究事業では、(1) ヒト脳感覚運動統御機構の解明研究(分担:西谷信之)、(2)脳血管性うつ病(Vascular Depression:VD)の病態解明と脳賦活法の研究(分担:山脇成人)、(3)高齢者の脳機能障害解明とリハビリテーションにむけた脳機能賦活機器の開発に関する研究(分担:伊藤和幸)を分担課題として、高齢者の脳機能障害解明とリハビリテーションに関する研究を行った。

各分担課題は、(1)健常者における感覚運動統御機構解明と、その結果に基づく刺激装置開発のためのデータを得る、(2)VDにおける認知情報処理に関する脳機能と病態を解明し、治療反応性と病態との関連を解明する、(3)点字を習得出

来ない盲聾者や、高齢者等の利用者に合わせた表示変更が可能な支援システムの開発を、初年度の研究目標として実施した。

## B. 研究方法

### 1. ヒト脳感覚運動統御機構の解明研究

#### 1-1. 触覚刺激による感覚運動統御機構の解明

10名の健常成人(男性:5名、女性:5名、年齢:平均24.3歳、全員右利き)を被験者とした。

触覚刺激として、8×8ピンの触覚グラフィックディスプレイを用い、左手第ⅡおよびⅢ指に、同ディスプレイにより、様々な呈示時間・間隔で、複数の形状を、また文字・非文字の形状を、約2秒間隔で500ミリ秒間、順不同で反復呈示した。また右手背第1骨間筋へ、直径2ミリメートルの光ファイバーを利用した触覚ブラシにより刺激した。被験者には、受動的触知、右手第2指による形状の再現、被験者自身によるブラシでの触覚刺激を課題とした。脳活動は、306チャンネル全頭型MEGを用いて、静穏な磁気遮蔽室内で記録した。得られた脳活動波形から、主な活動源の推定を行い、各被験者の頭部磁気共鳴画像に重畳した。

#### 1-2. 視覚刺激の観察・模倣による感覚運動統御機構の解明

10名の健常成人(男性:4名、女性:6名、年齢:平均24歳、全員右利き)、および8名(男性:6名、女性:2名、年齢:平均29歳、7名右利き、1名両利き)のアスペルガー症候群(AS)の患者を対象に、視覚刺激の観察・模倣における脳活動を評価した。

記録および解析方法は、以前の記録(Neuron, 2002)、および1-1と同様に行った。

### 2. 脳血管性うつ病の病態解明と脳賦活法の研究

#### 2-1. Vascular Depression(VD)の慢性化の要因の臨床的検討

過去 10 年間に広島大学病院において入院治療をおこなった 50 歳以上発症の大うつ病患者のうち、初回入院治療であった 142 例を対象とし、退院時の非寛解、入院期間の長期化を目的変数として、年齢、性別、過去のうつ病相の回数、潜在性脳梗塞 (Silent Cerebral Infarction: SCI) の有無、入院中に起こった中枢神経系副作用、抗うつ薬による躁転、治療薬剤の最大処方量、電気けいれん療法歴を独立変数として、治療反応性の低さに関連する因子について後方視的に分析した。

## 2-2. VDで認められる機能障害についての検討

健常者を対象とし、ストレス予測課題、言語流暢性課題、カテゴリー流暢性課題、復唱課題遂行時の脳活動を fMRI により計測した。MEG を用いて、Go/Nogo 課題施行時の脳磁場活動を計測し、ウェーブレット変換を用いた時間・周波数解析について基礎的検討を行った。

VD 患者 2 例 (男性女性各 1 例、平均年齢 54 歳)、non-VD 患者 2 例、年齢、性別、聞き手をマッチさせた健常対照者 2 例を対象として、fMRI を用いて言語流暢性課題施行中の活動脳領域を同定し、各群で比較した。

## 3. 高齢者の脳機能障害解明とリハビリテーションにむけた脳機能賦活機器の開発に関する研究

本分担研究における脳機能賦活機器の開発に繋がる開発研究として、点字を利用できない盲聾者や高齢者においても、入力した内容や操作内容が触読で理解可能な、カナの立体パターンを出力することのできるピン・ディスプレイの開発 (ハードとしてのピン・ディスプレイとソフト的なカナフォント) を行った。ワープロソフトへ文字を入力する作業により、パソコンの操作全てをカタカナで呈示するピン・ディスプレイと携帯電話入力方式のキーボード代用装置を開発し使用評価

を行った。カナの表現はタクトイルディスプレイ (1セル 8X8 ピン) 上で離散的な突起ピンの集合体でカナを表現 (8X8 ピンで 1 文字) し、パソコンの操作は、ピン・ディスプレイに 1 行 10 文字分のカナを表現しフィードバックを行った。

### (倫理面への配慮)

研究概要に関して、各研究者の所属機関の倫理委員会に諮り審査を受けた。被験者には口頭ならびに文書にて研究内容について十分な説明をし、インフォームドコンセントを徹底した。被験者の個人情報等を保護し、如何なる不利益も受けないように十分に配慮した。

## C. 研究結果

### 1. ヒト脳感覚運動統御機構の解明研究

#### 1-1. 触覚刺激による感覚運動統御機構の解明

異なる呈示条件 (呈示時間、呈示間隔、および呈示形状) により、触覚グラフィックディスプレイ (8X8 ピン) による触覚刺激を呈示し、刺激反対側の一次体性感覚野 (SI) および両側半球の二次体性感覚野 (SII) の活動を評価した。刺激の呈示時間および間隔が、それぞれ 2 秒、500 ミリ秒で、また単一の形状より複数の形状刺激の方が、SI の応答が有意に亢進していた。SII の応答には、刺激提示条件による有意差を認めなかった。

文字・非文字の形状に対する触知識別、形状の模倣再現時における脳活動では、刺激反対側の SI および両側半球の SII の活動に加えて、触知識別 (観察) では左半球後下前頭部、左もしくは右後頭視覚野が、さらに形状再現 (模倣) では左半球運動野の活動を認めた。

自他による手背などの特定部位を触覚的にブラシで刺激した場合よりも、他人の刺激に同調し自らも同様の触覚刺激を行った場合の方が、SI および SII 領域の活動が亢進していた。

## 1-2. 視覚刺激の観察・模倣による感覚運動統御機構の解明

健常者では、観察・模倣の課題において、両側半球の後頭部視覚野、上側頭溝、下頭頂部、後下前頭部、一次運動野の順に活動が認められた。一方自ら形状を作成する課題（実行）では、後下前頭部、一次運動野のみに活動が認められた。それぞれの領域の活動は、観察、模倣課題において、上側頭溝が最大であったが、両者において有意差は認められなかった。一方後下前頭部、一次運動野は、模倣時に最も活動し、観察、実行課題間には有意差なく同等な活動であった。この関係は左右半球において同様に認められた。以上の結果は、先行研究の結果(Nishitani & Hari, 2002) と符合するものであった。

ASにおいては、両側半球の後頭部視覚野、上側頭溝、下頭頂部の活動は、健常者と同様であったが、両側半球の後下前頭部および一次運動野において、応答時間の遅延と活動強度の低下が認められた。特に右側後下前頭部の応答は、患者8名中3名のみにはしか認められなかった(38%)。また一次運動野の応答遅延に比べて有意に延長していた。

## 2. 脳血管性うつ病の病態解明と脳賦活法の研究

### 2-1. Vascular Depression(VD)の慢性化の要因の臨床的検討

退院時の非寛解に関しては脳血管障害の併存(VD)、男性、加齢、治療期間中のジスキネジアの出現が、入院期間の長期化に関してはVD、治療期間中のせん妄、パーキンソニズムの出現、三環系抗うつ薬(TCA)の処方量が影響していた。

### 2-2. VDで認められる機能障害についての検討

ストレス予測課題では快事象の予測には左前頭前野の活動が、不快事象の予測には右前頭前野、扁桃核、前帯状回、後頭部視覚野の賦活を認めた。

言語流暢性課題では左前頭葉と帯状回前部、左淡蒼球と島、左右後頭葉、小脳が、カテゴリー流暢性課題では左前頭前野、帯状回前・後部、海馬傍回、頭頂葉が、復唱課題では帯状回後部と右視床の賦活を認めた。VD患者では言語流暢性課題で、non-VD患者、健常対照者と比較して左前頭葉の活動範囲が小さかった。またNogo刺激呈示後500ms前後で、右前頭前野において10Hz前後の振動が見られ、反応抑制の活動が示唆された。

## 3. 高齢者の脳機能障害解明とリハビリテーションにむけた脳機能賦活機器の開発に関する研究

アイマスクをした健常者6名と盲聾者1名が、被験者として本研究に参加した。健常者には意味のある文章(イロハニホヘト…、の清音46文字と文節ごとに空白を7箇所)を、盲聾者には自由に文章を入力するように指示し、入力中の確認操作を含めた入力時間を計測した。2-3回目で入力時間の減少傾向が認められた。日数経過による1文字あたりの入力時間の減少傾向も認められた。

盲聾者も操作内容を理解すると健常者と遜色ない入力操作が可能であった。健常者・盲聾者とも殆ど誤操作なく文字入力操作が可能であった。被験者からは、「リ」や「ル」「ツ」のように横に離れている文字は1文字なのか複数なのかが判りにくいという意見があり、視覚的イメージを基本としつつ触読に適したフォントを検討する必要があると考えられた。

## D. 考察

本研究事業は、高齢脳機能障害者自身の「主体性の回復」と、それによる機能訓練の促進を図るための脳賦活の手法を確立し、高齢脳機能障害者のリハビリテーションの効率を高めることを目的として実施するものである。

初年度のヒト脳感覚運動統御機構の解明研究では、触覚グラフィックディスプレイ装置による

触覚刺激に対する脳の応答の基礎データを収集し、感覚情報認知と模倣などの運動時の情報処理において、複数の脳領域の活動が模倣により亢進することを明らかにした。この結果に基づき、同装置を応用した装着型触覚刺激装置を委託作成した。脳血管性うつ病の病態解明と脳賦活法の研究では脳血管性うつ病 (vascular depression: VD) の治療反応性に影響する因子について臨床的な検討を行い、中枢神経系副作用の発現と三環系抗うつ薬の使用が治療予後を悪化させることを明らかにした。また VD で障害されている脳内機構を解明するために最適な課題を特定するための基礎的検討を行った。高齢者の脳機能障害解明とリハビリテーションにむけた脳機能賦活機器の開発に関する研究では、パソコン操作をカナで呈示するシステムの使用評価と、ピッチ間隔の狭いピン・ディスプレイを用いた表現力の高いピン・ディスプレイを開発した。

本研究事業では、脳賦活の手段として触覚刺激を選択した。これは一般に視覚・聴覚系機能は加齢による影響（機能低下）を受け易く、視聴覚情報の呈示が可能な身体部位は限定されているのに対して、高齢者のみならず脳血管障害などによる脳機能障害者においても、触覚情報の呈示可能な身体部位が多く存在するためである。また実際に視聴覚器官が障害された盲聾者の機能評価や支援機器の開発研究が多く行われており、その資産の活用が図ることが可能なことに拠る。

高齢障害者が自ら操作を行い得る脳賦活・機能訓練用装置としては、利便であることが要求される。高齢者の脳機能障害解明とリハビリテーションにむけた脳機能賦活機器の開発に関する研究において伊藤分担研究者が開発を行っている装置は、既存の触覚ディスプレイ装置を、本来盲聾者向けに改良・発展させた触覚情報提示装置であるが、高齢障害者用としても応用可能である。さ

らにより詳細な文字等の情報呈示が可能な触覚ピン・ディスプレイの開発まで行っており、今後の操作効率の向上のための開発研究が期待されるところである。

今回西谷分担研究者によるヒト脳感覚運動統御機構の解明研究において、高齢者の脳機能障害解明とリハビリテーションにむけた脳機能賦活機器の開発に関する研究にて伊藤分担研究者が用いた 8X8 ピンの触覚グラフィックディスプレイと、新規に作成した光ファイバーを利用した触覚刺激ブラシを、触覚刺激装置として用いた。

いずれの触覚刺激装置を用いた場合でも、刺激反対側の一次体性感覚野および両側半球の二次体性感覚野の活動が誘発されており、従来から用いられている電気刺激による脳誘発応答と一致しており、触覚刺激装置としての有効性が証明された。両装置による触覚情報処理等による脳賦活・脳活動の評価を最初に実施したことは、特に触覚グラフィックディスプレイが、従来の固定式の点字に替わり、また多方面で汎用されると予測されることから、脳科学データに基づいた、視覚障害者のみならず高齢障害者が自ら操作を行うことの可能な今後の装置の開発に貢献するものと考えられ意義がある。

触覚グラフィックディスプレイによる情報の呈示条件に呼応し応答が変動し、一次体性感覚野における Somatotopicity が明らかになったことは、一次体性感覚野内の脳組織の可塑性に基づく機能再生を考慮する上で重要な所見であると考えられる。

一方触覚グラフィックディスプレイにより呈示された形状（文字・非文字）の手指による再現（模倣）や、他者による触覚刺激ブラシでの刺激様動作に同期して自ら触覚刺激を行った場合、左側半球後下前頭部、運動手指対側半球一次運動野の活動は有意に亢進していた。この結果は、自ら



単独で行うよりも、他者もしくは機器による刺激の内容や出現リズムを模倣し一定の動作を行う際の方が、脳がより賦活されることを示しており、高齢機能障害者における脳賦活によるリハビリテーションの一手法として有効な手段と期待される。さらに脳の部分的な機能障害が存在する場合でも、残存する情報伝達経路を介し脳が賦活されることから、模倣による機能の再生促進が期待される。また山脇分担研究者による脳血管性うつ病の病態解明と脳賦活法の研究で用いた課題は、それぞれに脳内の賦活部位が異なるため、VDの病態と関連している脳内機構を特定するために有用な課題であると考えられた。

#### E. 結論

高齢脳機能障害者自身の「主体性の回復」と、それによる機能訓練の促進を図るための脳賦活の手法を確立し、高齢脳機能障害者のリハビリテーションの効率を高めることを目的として、脳機能に焦点を当て、脳機能の解明と簡易脳賦活手法としての装置の開発に関わる研究を実施した。その結果、脳機能解明研究に基づき開発された装着型触覚刺激装置の改良を重ね、それによる高齢機能障害者の脳賦活に適した刺激、および模倣に加えて今年度を実施した課題により特定された脳部位の機能障害に対応した認知的リハビリテーションを考案することで、脳機能障害の改善と、高齢者の自主性回復、およびそれに伴う社会適応が促進されると期待される。

#### F. 健康危機情報 特記事項なし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文・書籍発表

- 1) Nishitani, N., Avikainen, S. and Hari, R.: Abnormal imitation-related cortical activation sequences in Asperger's syndrome. *Ann Neurol* 55: 558-562, 2004.
- 2) Nishitani, N.: Dynamics of Cognitive Processing in the Human Hippocampus by Neuromagnetic and Neurochemical Assessments. *NeuroImage* 20: 561-571, 2003.
- 3) Nishitani, N., Schurmann M., Hari R.: Timing in Cortical Circuitries involving Broca's Area. *News in Physiological Sciences* (in press).
- 4) Hari, R. and Nishitani, N: From viewing of movements to imitation and understanding of other persons' acts: MEG studies of the human mirror-neuron system. *Attention and Performance XX*, Chp. 24, 2004, Oxford University Press (in press).
- 5) 西谷信之, 柴崎浩: MEGによる高次脳機能研究. *神経研究の進歩*. 47: 882-890, 2003.
- 6) 西谷信之: 言語機能の脳内メカニズム—言語野の進化—. *神経研究の進歩*. 47: 701-707, 2003. *Higher Brain Function and Neuroimage*.
- 7) 西谷信之: 高次脳機能と機能画像. *臨床脳波*. 45: 351-357, 2003.
- 8) 山下英尚, 山脇成人, 高齢者の気分障害 老年精神医学雑誌 14(9), p1145-1155, 2003
- 9) 山脇成人, 山下英尚, Vascular depression の概念・診断 *Depression Frontier* 1(1), p8-14, 2003
- 10) Naoko Shirao, Yasumasa Okamoto, Go Okada, Yuri Okamoto, Shigeto Yamawaki. Temporomesial activation in young females associated with unpleasant words concerning body image. *Neuropsychobiology* 48: 136-142, 2003.
- 11) Shuji Asahi, Yasumasa Okamoto, Go Okada, Shigeto Yamawaki, Norio Yokota. Negative correlation between right prefrontal activity during response inhibition and impulsiveness: a fMRI study. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience* (in press).
- 12) 伊藤和幸, 坂井忠裕, 坂尻正次: カナ呈示による盲ろう者向けパソコン利用支援機器につ

いて. 18, 213-214, 2003.

- 13) 伊藤和幸: 注視中の拡大表示付き視線マウスインタフェース. ヒューマンインタフェース学会誌, 5(3), 55-60, 2003.
- 14) 伊藤和幸: ビデオキャプチャによる眼球運動計測および環境制御への応用. ヒューマンインタフェース学会誌, 5(4), 429-436, 2003.
- 15) 坂尻正次, 伊藤和幸, 岡田伸一, 富田英雄, 伊福部達: 盲ろう者のためのカナ呈示触覚ディスプレイシステムの開発. ヒューマンインタフェース学会誌, 5(4), 455-464, 2003.
- 16) 伊藤和幸: カタカナ呈示による点字利用が困難な盲ろう者向けパソコン利用支援機器. テクノエイド通信, 32, 9, 2003.

## 2. 学会発表

- 1) 第50回言語発達遅滞研究会 (2003年7月26日, 東京) 特別講演 西谷信之: 動作の観察と模倣から—感覚運動連関機構
- 2) 第33回 日本臨床神経生理学会 (2003年10月1-3日, 旭川) シンポジウム: 新しい視覚刺激による高次脳活動. 西谷信之: 感覚運動連関機構.
- 3) 神経内科セミナー (2003年10月10日, 北九州、産業医科大学) 特別講演 西谷信之: 感覚運動連関機能の研究
- 4) 第6回 ヒト脳機能マッピング学会 (2004年3月21-22日, 東京) シンポジウム: MEGによるヒト前頭葉機能マッピング. 西谷信之: 動作の観察と模倣から—ヒト・ミラー・ニューロン・システム—
- 5) 世木田幹, 山下英尚, 岡本泰昌, 森信繁, 山脇成人: うつ病患者における急性ストレス負荷のMMNに対する影響. 第25回日本生物学的精神医学会 2003/4. (金沢)
- 6) 旭修司, 岡本泰昌, 岡田剛, 森信繁, 山脇成人: 大うつ病患者の responseinhibition に関連した脳機能評価-fMRI を用いた検討. 第99回日本精神神経学会 2003/5. (東京)
- 7) Hidehisa Yamashita, Kazuhiko Mori., Masatsugu Nagao, Yasumasa Okamoto, Shigeru Morinobu. and Shigeto Yamawaki. Effects of atypical antipsychotic drugs on the quality of sleep in elderly patients with schizophrenia. ICGP 3rd Annual Meeting, December12-14, 2003.(Puerto Rico)
- 8) Tokumi Fujikawa, Hidehisa Yamashita and Shigeto Yamawaki. Quetiapine treatment for behavioral and psychological symptoms of dementia. ICGP 3rd Annual Meeting, December12-14, 2003.(Puerto Rico)
- 9) 志々田一宏, 橋詰 顕, 上田一貴, 山下英尚, 岡本泰昌, 栗栖 薫, 山脇成人, ウェーブレット変換を用いた脳磁界信号の時間・周波数分析. 第6回日本ヒト脳機能マッピング学会. 2004年3月21日—22日. 東京
- 10) 伊藤和幸, 坂井忠裕, 坂尻正次: カナ呈示による盲ろう者向けパソコン利用支援機器について. 第18回リハ工学カンファレンス. 18, 2003, 213-214.

## H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む。)

1. 特許取得 なし
2. 実用新案登録 なし
3. その他 なし

(別添5)

厚生科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）

分担研究報告書

## ヒト脳感覚運動統御機構の解明研究

研究者 西谷 信之 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所

感覚機能系障害研究部感覚認知障害研究 室長

**研究要旨** 触覚・視覚等の感覚刺激の認知情報処理と運動課題（模倣）との脳内関連機構を解明するために、感覚情報認知と模倣などの運動時の情報処理に関する脳機能を非侵襲的に評価した。感覚野、感覚連合野その他領域の活動が、模倣により亢進していた。脳賦活を目的として、触覚グラフィックディスプレイ装置を応用した装着型触覚刺激装置を委託作成した。中枢神経機能障害者や高齢者の機能回復・機能賦活に模倣が有効であることを示唆するものと考えられた。

### A. 研究目的

脳賦活による意欲の向上・自主性の回復のための脳賦活の手法を確立し、高齢機能障害者のリハビリテーションの効率を高めることを目的とする本研究事業の分担研究として、初年度において健常者における感覚運動統御機構解明とその結果に基づく刺激装置開発のためのデータを得るために、触覚・視覚刺激を用いて、種々の異なる刺激呈示条件下での感覚情報認知と模倣などの運動時の情報処理に関する脳神経活動を非侵襲的に計測した。

### B. 研究方法

#### 1. 触覚刺激による感覚運動統御機構の解明

10名の健常成人（男性：5名、女性：5名、年齢：平均24.3歳、全員右利き）を被験者とした。

触覚刺激として、8 X 8 ピンの触覚グラフィックディスプレイ、または直径2ミリメートルのブラシを用い、次の様式で呈示した。(1) 左手第ⅡおよびⅢ指に、同ディスプレイにより、様々な呈示時間・間隔で、複数の形状を呈示した。(2) 同ディスプレイにより、文字・非文字の形状を、約

2秒間隔で500ミリ秒間、順不同で反復呈示した。

(3) 右手背第1骨間筋への、直径2ミリメートルの光ファイバーを利用した触覚ブラシによる触覚刺激とした。

被験者には、受動的触知、右手第2指による形状の再現、被験者自身によるブラシでの触覚刺激を課題とした。

脳磁場記録は、306チャンネル全頭型MEGを用いて、静穏な磁気遮蔽室内で実施した。脳磁場波形は、刺激呈示開始時を起点として、刺激前100ミリ秒を基準として、刺激前100ミリ秒から刺激後900ミリ秒までを加算平均した。眼球運動と瞬目を監視するために、右眼裂外側部と下部に2個の銀/塩化銀皿電極を接着した。通過周波数帯域を、脳磁場に対して0.03—100 Hz、眼球運動に対して0.01—100 Hz とし、標本周波数を1001 Hz とした。瞬目と被験者の意識レベルの監視のために、各チャンネルの波形をモニターした。得られた脳活動波形は、解析処理のためにデータをMO diskに保管した。解析は加算平均後の波形から、主な活動源の推定を行い、各被験者の頭部磁気共鳴画像に重畳した。

## 2. 視覚刺激の観察・模倣による感覚運動統御機構の解明

10名の健常成人(男性:4名、女性:6名、年齢:平均24歳、全員右利き)、および8名(男性:6名、女性:2名、年齢:平均29歳、7名右利き、1名両利き)のアスペルガー症候群の患者を対象に、視覚刺激の観察・模倣における脳活動を評価した。

記録方法は、以前の健常人での記録と同様である(Neuron, 2002)。刺激は、当研究分担者の顔写真で口唇の形状を変えた複数の写真を用い、遮蔽室外に設置した液晶プロジェクターを介して、実験室内の被験者の1m前方の黒背景のスクリーン上に投影した。刺激呈示間隔を3.0—6.0秒、呈示時間0.15秒で、無秩序な順で被験者に呈示した。

被験者には、口唇形状の観察、模倣、および被験者自ら口唇形状作成する課題を課した。

脳磁場記録は、306チャンネル全頭型MEGを用いて、静穏な磁気遮蔽室内で実施した。口輪筋活動をモニターするために口輪筋周囲に2個、また眼球運動と瞬目を監視するために右眼裂外側部と下部に2個のAg/AgCl皿電極を接着した。通過周波数帯域を、脳磁場・口輪筋運動・眼球運動に対して0.03-260 Hz、標本周波数を1001Hzとした。解析は、観察・模倣課題においては、刺激呈示開始時を、また自ら作成する課題では、口輪筋からの筋電図の立ちあがりを起点にし、刺激前1.0秒から刺激後1.0秒間で、脳磁場波形をOff-lineにて加算平均した。加算平均後の波形から、主な活動源の推定を行い、各被験者の頭部MRIに重畳した。

### (倫理面への配慮)

研究概要に関して所属機関の倫理委員会に諮り審査を受けた。被験者には口頭ならびに文書に

て研究内容について十分な説明をし、インフォームドコンセントを徹底した。被験者の個人情報等に係るプライバシーの保護ならびに如何なる不利益も受けないように十分に配慮した。磁気遮蔽室内には他の検査者が同室し安全確保に努めた。

## C. 研究結果

### 1. 触覚刺激による感覚運動統御機構の解明

触覚グラフィックディスプレイ(8X8ピン)による触覚刺激を、異なる呈示条件(呈示時間、呈示間隔、および呈示形状)にて呈示したが、いずれの条件においても、刺激反対側の一次体性感覚野(SI)および両側半球の二次体性感覚野(SII)の活動を認めた。ピンによる触覚刺激の呈示時間および間隔が、それぞれ2秒、500ミリ秒で、また単一の形状刺激より複数の形状刺激の方が、SIの応答が有意に亢進していた。一方SIIの応答に関しては、刺激提示条件による有意差は認められなかった。

文字・非文字の形状に対する触知識別、形状の模倣再現時における脳活動では、刺激反対側のSIおよび両側半球のSIIの活動に加えて、触知識別(観察)では、左半球後下前頭部、左もしくは右後頭視覚野が、さらに形状再現(模倣)では左半球運動野(右手第II指と反対半球)の活動を認めた。

また自ら手背などの特定部位を触覚的にブラシで刺激した場合と、他人による刺激による体性感覚野などの脳内活動の相違を比較した。その結果、他人の刺激に同調し自らも同様の触覚刺激を行った場合に、SIおよびSII領域の活動が亢進している事が明らかになった。

### 2. 視覚刺激の観察・模倣による感覚運動統御機構の解明

健常者では、観察・模倣の課題において、両側半球の後頭部視覚野(Brodman: BA18)、上側頭溝

(BA22)、下頭頂部(BA40)、後下前頭部(BA44/45)、一次運動野(BA4)の順に活動が認められた。一方自ら形状を作成する課題(実行)では、後下前頭部(BA44/45)、一次運動野(BA4)のみに活動が認められた。それぞれの領域の活動は、観察、模倣課題において、上側頭溝(BA22)が最大であったが、両者において有意差は認められなかった。一方後下前頭部(BA44/45)、一次運動野(BA4)は、模倣時に最も活動し、観察、実行課題間には有意差なく同等な活動であった。この関係は左右半球において同様に認められた。一方有意差は認めなかったものの、課題に関係なく、左後下前頭部では言語変換容易な刺激に対する応答が、右後下前頭部では言語変換困難な刺激に対する応答が優位であった。以上の結果は、これまでの先行研究の結果(Nishitani & Hari, 2002)と符合するものであった。

次にソーシャル・コミュニケーションおよび模倣が困難なアスペルガー症候群の患者においては、両側半球の後頭部視覚野(Brodmann: BA18)、上側頭溝(BA22)、下頭頂部(BA40)の活動は、健常者と同様であったが、両側半球の後下前頭部(BA44/45)および一次運動野(BA4)において、応答時間の遅延と活動強度の低下が認められた。特に、右側後下前頭部(BA44/45)の応答は、患者8名中3名のみにはしか認められなかった(38%)。さらに一次運動野(BA4)の応答遅延に比べて有意に延長していた。

#### D. 考察

##### 1. 触覚刺激による感覚運動統御機構の解明

今回触覚刺激装置として用いたものは、触覚グラフィックディスプレイと光ファイバーを利用した触覚刺激ブラシであるが、両装置による触覚情報処理等の脳賦活、脳活動の評価はされていないために、脳磁場計測装置 MEG を用いて、最初に実施した。特に触覚グラフィックディスプレイは、

従来の固定式の点字に替わり、多方面で汎用されると予測される装置であるために、この初期評価は意義があり、かつ今後の視覚障害者に対する装置開発にも貢献するものと考えられる。

いずれの触覚刺激装置を用いた場合でも、刺激反対側の一次体性感覚野および両側半球の二次体性感覚野の活動が誘発されており、従来から用いられている電気刺激による脳誘発応答と一致しており、触覚刺激装置としての有効性が証明された。さらに刺激呈示条件に呼応し応答が変動し、一次体性感覚野において Somatotopicity を形成していることが明らかになったことは、一次体性感覚野内の限局部位の機能障害が発生した場合に、周辺脳組織の可塑性に基づく機能再生を考慮する上で重要な所見であると考えられる。

一方触覚グラフィックディスプレイにより呈示された形状(文字・非文字)の手指による再現(模倣)や、他者による触覚刺激ブラシでの刺激様動作に同期して自ら触覚刺激を行なった場合、左側半球後下前頭部、運動手指対側半球一次運動野の活動は有意に亢進しており、これまでの先行研究の結果(Nishitani & Hari, 2000, 2002)と一致するものである。このことは他者もしくは機器を用い、その刺激の内容や出現リズムに合わせて、模倣することで一定の動作を実施するという、脳賦活によるリハビリテーションの一手法として有効な手段と考えられる。

##### 2. 視覚刺激の観察・模倣による感覚運動統御機構の解明

健常者における視覚刺激情報の観察・模倣の結果が先行研究と一致する結果であった(Nishitani & Hari, 2002)。同様の刺激・課題をアスペルガー症候群(AS)の患者に適用し、その脳機能を解明した。

ASにおいて、左右両側半球の後下前頭部、一次

運動野の活動の遅延を認め、さらに特に後下前頭部における活動が低下・消失していたことから、ASに認められる模倣障害と動作の拙劣さは、これらの領域の機能障害に拠る可能性が示唆されたものと考えられた。しかし、活動の認められた後下前頭部と運動対側一次運動野では、健常者と同様に動作の模倣時にその活動が亢進していたことから、前頭葉内の他の神経伝達経路を介して後下前頭部から一次運動野へ情報が伝達されていることが示唆された。

#### E. 結論

初年度における本分担研究では、新規の触覚刺激装置による脳賦活および脳活動への影響を明らかにすると共に、得られた情報に基づき、装着型触覚刺激装置の作成を行なった。

また触覚および視覚刺激に同期した模倣等の動きを実施した際には、脳活動が亢進することが明らかになった。このことから動作の形体やリズム等の模倣が、中枢神経機能障害者や高齢者の機能回復・機能賦活に有効であると考えられた。

#### F. 健康危機情報

特記事項なし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文・書籍発表

- 1) Nishitani, N., Avikainen, S. and Hari, R.: Abnormal imitation-related cortical activation sequences in Asperger's syndrome. *Ann Neurol* 55: 558-562, 2004.
- 2) Nishitani, N.: Dynamics of Cognitive Processing in the Human Hippocampus by Neuromagnetic and Neurochemical Assessments. *NeuroImage* 20: 561-571, 2003.
- 3) Nishitani, N., Schurmann M., Hari R.: Timing in Cortical Circuitries involving Broca's Area. *News in Physiological Sciences* (in press).

4) Hari, R. and Nishitani, N: From viewing of movements to imitation and understanding of other persons' acts: MEG studies of the human mirror-neuron system. *Attention and Performance XX*, Chp. 24, 2004, Oxford University Press (in press).

5) 西谷信之, 柴崎浩: MEGによる高次脳機能研究. *神経研究の進歩*. 47: 882-890, 2003.

6) 西谷信之: 言語機能の脳内メカニズム—言語野の進化—. *神経研究の進歩*. 47: 701-707, 2003. *Higher Brain Function and Neuroimage*.

7) 西谷信之: 高次脳機能と機能画像. *臨床脳波*. 45: 351-357, 2003.

#### 2. 学会発表

- 1) 第50回言語発達遅滞研究会 (2003年7月26日, 東京) 特別講演 西谷信之: 動作の観察と模倣から—感覚運動連関機構
- 2) 第33回 日本臨床神経生理学会 (2003年10月1-3日, 旭川) シンポジウム: 新しい視覚刺激による高次脳活動. 西谷信之: 感覚運動連関機構.
- 3) 神経内科セミナー (2003年10月10日, 北九州、産業医科大学) 特別講演 西谷信之: 感覚運動連関機能の研究
- 4) 第6回 ヒト脳機能マッピング学会 (2004年3月21-22日, 東京) シンポジウム: MEGによるヒト前頭葉機能マッピング. 西谷信之: 動作の観察と模倣から—ヒト・ミラー・ニューロン・システム—

#### H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む。)

1. 特許取得 なし
2. 実用新案登録 なし
3. その他 なし

脳血管性うつ病の病態解明と脳賦活法の研究

研究者 山脇 成人 広島大学大学院医歯薬学総合研究科（精神神経医科学）教授

**研究要旨** 脳血管性うつ病(vascular depression: VD)の治療反応性に関連する因子についての臨床的検討、VD で障害されている脳内機構を特定するために用いる課題についての基礎的検討をおこなった。中枢神経系副作用の発現、三環系抗うつ薬の使用は VD の治療反応性の低さと関連していた。ストレス予測課題、言語流暢性課題、カテゴリー流暢性課題、復唱課題はそれぞれに脳内の賦活部位が異なるため VD の予後と関連している脳内機構を特定するために有用な課題であると考えられた。

A. 研究目的

脳血管性うつ病(vascular depression: VD)とは高齢発症のうつ病の中で、その発症や症状経過に脳血管障害の存在が関与したうつ病を指し示す言葉である。VD は脳血管障害を伴わないうつ病(non-vascular depression: non-VD)と比較すると抗うつ薬に対する治療反応性が低いことは数多くの報告があるが、VD の治療反応性の低さを規定する要因についてはほとんど解明されていない。そこで本研究では VD の治療反応性を規定する因子についての臨床的検討、VD の予後と関連している脳内機構の特定およびそれに基づく脳賦活・機能回復のための治療法開発を行うことを目的とする。

B. 研究方法

【検討1】Vascular Depression(VD)の慢性化の要因の臨床的検討

過去 10 年間に広島大学病院において入院治療をおこなった 50 歳以上発症の大うつ病患者のうち、初回入院治療であった 142 例（男性 49 例、女性 93 例、平均年齢  $62.9 \pm 7.5$  歳）を対象とした。退院時の非寛解、入院期間の長期化を目的変数として、年齢、性別、過去のうつ病相の回数、潜在

性脳梗塞（Silent Cerebral Infarction: SCI）の有無、入院中に起こった中枢神経系副作用（せん妄、パーキンソニズム、ジスキネジア、アカシジア）、抗うつ薬による躁転、治療薬剤の最大処方量（三環系抗うつ薬、その他の抗うつ薬、SSRI、ベンゾジアゼピン系抗不安薬）、ECT（電気けいれん療法）を独立変数としてロジスティック回帰分析、重回帰分析をおこない、治療反応性の低さに関連する因子について後方視的に検討をおこなった。

【検討2】Vascular Depression で認められる機能障害についての検討

VD で障害されている脳内機構を特定するために用いる課題の候補として、ストレス予測課題、言語流暢性課題、カテゴリー流暢性課題、復唱課題を健常者を対象として機能的磁気共鳴画像法(fMRI)を用いて基礎的検討をおこなった。また、予備的検討として VD 患者 2 例（男性女性各 1 例、平均年齢 54 歳）、non-VD 患者 2 例、年齢、性別、聞き手をマッチさせた健常対照者 2 例を対象に fMRI を用いて言語流暢性課題施行中に活性化が認められる領域を同定し、各群で比較した。脳磁計(MEG)を用いて、Go/Nogo 課題施行時の脳磁場活動を計測し、ウェーブレット変換を用いた時間・周波数解析について基礎的検討をおこなっ

た。

【検討3】Vascular Depression の予後を改善するための治療法の検討

現在、認知療法、認知的リハビリテーション等の施行方法について文献的検討をおこなっている段階である。

(倫理面への配慮)【検討2】については被験者に対して本研究の趣旨を十分に説明し、書面にて同意を得た。本研究は広島大学医学部倫理委員会にて承認を受けている研究計画に基づいて実施した。

### C. 研究結果

【検討1】退院時の非寛解に関しては脳血管障害の併存 (VD)、男性、加齢、治療期間中のジスキネジアの出現が、入院期間の長期化に関しては脳血管障害の併存 (VD)、治療期間中のせん妄、パーキンソニズムの出現、三環系抗うつ薬 (TCA) の処方量などが影響していた。

【検討2】ストレス予測課題では快事象の予測には左前頭前野の活動が、不快事象の予測には右前頭前野および扁桃核、前帯状回、後頭部視覚野の活動が重要であることが示された。言語流暢性課題では左前頭葉と帯状回前部、さらに左淡蒼球と島、左右の後頭葉、小脳、カテゴリー流暢性課題では左前頭前野と帯状回前部に加え、帯状回後部と海馬傍回、頭頂葉、復唱課題では帯状回後部と右視床の活動がそれぞれ認められた。また VD 患者を対象とした言語流暢性課題では non-VD 患者、健常対照者と比較して左前頭葉の活動範囲が小さかった。

MEG を用いた検討では右前頭前野に、Nogo 刺激呈示後 500ms 前後に 10Hz 前後の振動が見られ、反応抑制の活動を反映している可能性が推測された。

【検討3】うつ病患者を対象とした認知療法の有効性の報告は数多く認められたが、脳血管障害の存在と認知療法の有効性の関連について検討した報告は存在しなかった。認知的リハビリテーションの精神疾患患者に対する適応の報告は統合失調症を対象としたもののみであったが、認知的リハビリテーションによって遂行機能の障害が改善し、それに伴い社会適応も改善していた。

### D. 考察

検討1の結果から VD の治療反応性を向上させるためには、抗うつ薬による中枢神経系副作用の発現に注意すること、三環系抗うつ薬は用いないことが重要であると考えられた。

検討2の結果から上記の課題はそれぞれに脳内の賦活部位が異なるため VD の予後と関連している脳内機構を特定するために有用な課題であると考えられた。また、VD 患者では左側前頭葉の活性化が小さく、このことが VD の予後の悪さに関連している可能性が示唆された。

検討3の結果からは左前頭葉の機能障害、遂行機能障害を認めることの多い VD 患者では認知的リハビリテーションによって遂行機能の障害が改善し、それに伴い社会適応も改善する可能性が示唆された。

### E. 結論

VD の治療反応性の低さは脳血管障害の合併によって、抗うつ薬に対する中枢神経系副作用が出現しやすい状態になっていることが一因となっていると考えられた。このことは抗うつ薬の中でも中枢神経系副作用を引き起こしやすいとされている三環系抗うつ薬の処方量が治療反応性に負の影響を与えているのに対して、SSRI や SNRI など新世代の抗うつ薬は影響を及ぼしていないことから支持される。また、fMRI を用いた課



題ではそれぞれに脳内の賦活部位が異なるため老年期うつ病全体に共通に認められる機能障害、VD のみに認められる機能障害を同定する上で有用である可能性が示唆された。VD 患者では言語流暢性課題施行中に左側前頭葉の活性化が小さく、左側前頭葉の活性化に関連する遂行機能の障害がVD の治療反応性の低さの一因となっている可能性が示唆された。

## F. 健康危険情報 なし

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

- 1) 山下英尚, 山脇成人, 高齢者の気分障害 老年精神医学雑誌 14(9), p1145-1155, 2003
- 2) 山脇成人, 山下英尚, Vascular depression の概念・診断 Depression Frontier 1(1), p8-14, 2003
- 3) Naoko Shirao, Yasumasa Okamoto, Go Okada, Yuri Okamoto, Shigeto Yamawaki. Temporomesial activation in young females associated with unpleasant words concerning body image. Neuropsychobiology 48: 136-142, 2003.
- 4) Shuji Asahi, Yasumasa Okamoto, Go Okada, Shigeto Yamawaki, Norio Yokota. Negative correlation between right prefrontal activity during response inhibition and impulsiveness: a fMRI study. European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience (in press).

### 2. 学会発表

- 1) 世木田幹, 山下英尚, 岡本泰昌, 森信繁, 山脇成人: うつ病患者における急性ストレス負荷のMMN に対する影響. 第25回日本生物学的精神医学会 2003/4. (金沢)
- 2) 旭修司, 岡本泰昌, 岡田剛, 森信繁, 山脇成人: 大うつ病患者の responseinhibition に関連した脳

機能評価-fMRI を用いた検討. 第99回日本精神神経学会 2003/5. (東京)

- 3) Hidehisa Yamashita, Kazuhiko Mori, Masatsugu Nagao, Yasumasa Okamoto, Shigeru Morinobu. and Shigeto Yamawaki. Effects of atypical antipsychotic drugs on the quality of sleep in elderly patients with schizophrenia. ICGP 3rd Annual Meeting, December12-14, 2003.(Puerto Rico)
- 4) Tokumi Fujikawa, Hidehisa Yamashita and Shigeto Yamawaki. Quetiapine treatment for behavioral and psychological symptoms of dementia. ICGP 3rd Annual Meeting, December12-14, 2003.(Puerto Rico)
- 5) 志々田一宏, 橋詰 顕, 上田一貴, 山下英尚, 岡本泰昌, 栗栖 薫, 山脇成人, ウェーブレット変換を用いた脳磁界信号の時間・周波数分析. 第6回日本ヒト脳機能マッピング学会. 2004年3月21日-22日. 東京

## H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得 なし
2. 実用新案登録 なし
3. その他 なし

(別添5)

厚生労働科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）

分担研究報告書

## 高齢者の脳機能障害解明とリハビリテーションにむけた 脳機能賦活機器の開発に関する研究

分担研究者 伊藤 和幸 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所  
福祉機器開発部 研究員

**研究要旨** 本研究の目的は、点字・指点字の読み書きが困難な盲聾者や高齢者が独力で文章を書くことのできる入力支援機器を開発することである。今年度は、パソコン操作をカナで呈示するシステム（1文字を8×8ドット、10文字分呈示できるカナ呈示ディスプレイと携帯電話方式のキーボード代用装置）の使用評価を行った。また、最終的にピッチ間隔の狭いピン・ディスプレイ（ピン間隔2.4mm、1文字を縦12×横10ドットで6文字分呈示できるカナ呈示ディスプレイ）を利用して、表現力の高いピン・ディスプレイを開発した。

### A. 研究目的

本分担研究の目的は、脳機能障害部位の活性化による意欲の向上・自主性回復のための脳賦活の手法を確立する研究にあわせて、触覚刺激の呈示が可能な装置を作成することである。そこで点字を習得できない盲聾者（視聴覚重複障害者）や高齢者向けに、点字に替わりカタカナの触読により独力でパソコンの操作が可能となる支援システム（パソコン操作のすべてをカタカナの形状で出力し、利用者はそれを触読することで内容の確認を行い操作するもの）や、触読可能な多様なフォント（カナの表現）に対応するために、読みやすいフォントや利用者に合わせてフォントの変更が可能なシステムも併せて開発することを、本分担研究の今年度の目標とした。

### B. 研究方法

本分担研究における脳機能賦活機器の開発に繋がる開発研究として、点字を利用できない盲聾者や高齢者においても、入力した内容や操作内容が触読で理解可能な、カナの立体パターンを出力することのできるピン・ディスプレイの開発（ハ

ードとしてのピン・ディスプレイとソフト的なカナフォント）を行った。ワープロソフトへ文字を入力する作業により、パソコンの操作全てをカタカナで呈示するピン・ディスプレイと携帯電話入力方式のキーボード代用装置を開発し使用評価を行った。カナの表現はタクトイルディスプレイ（1セル8X8ピン）上で離散的な突起ピンの集合体でカナを表現（8X8ピンで1文字）し、パソコンの操作は、ピン・ディスプレイに1行10文字分のカナを表現しフィードバックを行った。

### （倫理面への配慮）

被験者として協力を依頼する障害者および暗眼者には予め装置の動作原理、動作環境等を説明し、必ず事前に承諾をとることとする。文章作成システムの開発であるため、臨床評価中にはプライバシーの保護には特に配慮する。

### C. 研究結果

被験者にはアイマスクをした健常者6名（A～F：5回、Dは3回）と盲聾者1名（G：中途障害、2回）にご協力頂いた。健常者には意味のある文章

(イロハニホヘト…、の清音 46 文字と文節ごとに空白を 7 箇所) を、盲聾者には自由に文章を入力するように指示し、入力中の確認操作を含めた入力時間を計測した。

結果を表 1 および図 1 に示す。図からは、2 回目もしくは 3 回目に入力時間の減少傾向が見られることから、少ない練習回数で操作を習得できることが伺える。また、日数経過による 1 文字あたりの入力時間の減少傾向も見られるため、継続して使用することでさらに操作効率が向上することが予想される。

盲聾者の使用評価は 2 回だけであるため、今後継続評価を続ける必要があるが、操作内容を理解すると健常者と遜色ない入力操作が可能であった。文字入力操作については、健常者・盲聾者ともほとんど誤操作なく操作が可能であった。

被験者からは、「リ」や「ル」「ツ」のように横に離れている文字は 1 文字なのか複数なのかが判りにくいという意見があるため、視覚的イメージを基本としつつ触読に適したフォントを検討する必要がある。

#### D. 考察

ワープロソフトへ文字を入力する作業により使用評価を行った結果、盲ろう状態であっても呈示されるカナ文字を触読し、操作内容を確認することで文字入力が可能となることが示された。5 回の計測実験のうち、1～2 回の入力作業で入力時間の減少傾向が見られ、また、日数経過による 1 文字あたりの入力時間の減少傾向も見られるため、継続して使用することでさらに操作効率が向上することが予想される。

評価当初は携帯電話入力方式のスイッチボックス上にカーソル移動キーを付属させていたが、盲聾者の意見では、これらが同じスイッチボックス上にあると誤操作しやすいという意見があり、別のスイッチボックスに分けて付属させることとした。また、最終的には実用性を考慮して HOME、END キー (文章の行頭、行末への移動キー) もカーソル移動用のスイッチボックスへ付属させる

こととした。

Windows 操作のキー (Tab や Alt キーなど、またはこれらの同時押し) については、盲聾者が利用するパソコンにはキーボードの各キーにシールを貼り付け目印とした。他のキーと間違えることは無かったが、キーガードの利用など利用者の状況により対応する必要がある。

8×8 ドットで表現したカナフォントに関しては、ある程度カナの触読になれた利用者であれば判別できると予想される。前後の文脈から内容を判断できる可能性もあるが、確実さを考慮すると表現力が多彩な方が読みやすいため、最終的には図 2 のように 1 セル 12×32 ドットで、ピン間隔 2.4 mm のファインピッチセルを 2 セル利用して、1 文字を縦 12×横 10 ドットで 1 行 6 文字分呈示できるピン・ディスプレイも開発した。新しいピン・ディスプレイでは、ピン間隔も狭いうえに 1 文字に対するドット密度も高くできるため、文字の表現力が増すことになり文字の読み取りが容易になると予想できる。定量的な使用評価を行っていないため、今後読み取り能力や文字入力評価を行うことも課題のひとつとなる。

#### E. 結論

点字・指字の読み書きが困難な盲聾者でも独力で文章を書くことのできる入力支援システムを開発した。最終的にピッチ間隔の狭いファインピッチグラフィックセルを利用して表現力の高いピン・ディスプレイが開発できた。

#### F. 健康危険情報

特になし。

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

- 1) 伊藤和幸, 坂井忠裕, 坂尻正次: カナ呈示による盲ろう者向けパソコン利用支援機器について. 18, 213-214, 2003.
- 2) 伊藤和幸: 注視中の拡大表示付き視線マウスインタフェース. ヒューマンインタフェース学会

誌, 5(3), 55-60, 2003.

- 3) 伊藤和幸：ビデオキャプチャによる眼球運動計測および環境制御への応用. ヒューマンインタフェース学会誌, 5(4), 429-436, 2003.
- 4) 坂尻正次, 伊藤和幸, 岡田伸一, 富田英雄, 伊福部達：盲ろう者のためのカナ呈示触覚ディスプレイシステムの開発. ヒューマンインタフェース学会誌, 5(4), 455-464, 2003.
- 5) 伊藤和幸：カタカナ呈示による点字利用が困難な盲ろう者向けパソコン利用支援機器. テクノエイド通信, 32, 9, 2003.

## 2. 学会発表

- 1) 伊藤和幸, 坂井忠裕, 坂尻正次：カナ呈示による盲ろう者向けパソコン利用支援機器について. 第18回リハ工学カンファレンス. 18, 2003, 213-214.

## H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得 なし
2. 実用新案登録 なし
3. その他 なし