

## 研究ノート (Study Notes)

# 高齢者に対する計算と音読活動の介入が前頭葉機能の 活性化におよぼす影響：NIRSによる検討

吉田 甫<sup>1)</sup>・片桐惇志<sup>2)</sup>・大川一郎<sup>3)</sup>・土田宣明<sup>1)</sup>・孫琴<sup>4)</sup>・中村嘉宏<sup>4)</sup>・  
高橋伸子<sup>5)</sup>・石川真理子<sup>5)</sup>・宮田正子<sup>5)</sup>・坂口佳江<sup>5)</sup>・箱岩千代治<sup>6)</sup>

(<sup>1)</sup> 立命館大学文学部 (<sup>2)</sup> イオン株式会社 (<sup>3)</sup> 筑波大学大学院人間総合科学研究科  
<sup>4)</sup> 立命館大学文学研究科 (<sup>5)</sup> 立命館大学衣笠総合研究機構 (<sup>6)</sup> 立命館大学人間科学研究所)

## Influence of Intervention through Simple Arithmetic and Reading Aloud to the Aged on Activation of Prefrontal Lobe

YOSHIDA Hajime, KATAGIRI Atsushi, OHKAWA Ichirou, TSUCHIDA Noriaki,  
SUN Qin, NAKAMURA Yoshihiro, TAKAHASHI Nobuko, ISHIKAWA Mariko,  
MIYATA Masako, SAKAGUCHI Yoshie, HAKOIWA Chiyoji

(College of Letters, Ritsumeikan University<sup>1)</sup>/AEON Company Limited<sup>2)</sup>/Graduate School  
of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba<sup>3)</sup>/Graduate School of Letters,  
Ritsumeikan University<sup>4)</sup>/Kinugasa Research Organization, Ritsumeikan University<sup>5)</sup>/  
Institute of Human Sciences, Ritsumeikan University<sup>6)</sup>)

The purpose of this investigation was to ascertain the effect of findings obtained in previous researches with neuropsychological assessments to the aged with dementia by using brain imaging technique. The participants were sound 7 people with a mean of 73.5 years old, who has been participating in "Support Net", activities done in the Ritsumeikan University. Brain activities during performing word fluency task and stroop test were measured by NIRS in the pre- and post-intervention. As results, behavioural data showed that there were no differences between the pre- and post-tests in general cognitive ability (MMSE) and in frontal-lobe function (FAB). However, reaction time spent in the stroop test indicated significant decrease from the pre- to the post-test although word fluency test did less difference in both tests. NIRS data also showed similar tendencies found in the two tasks. That is, the data indicated activation of frontal lobe in the post-test more than in the pre-test during performing the stroop test although such tendencies were not found in the word fluency test. These results were discussed in terms of basic factor in cognitive aging and development of inhibition function.

**Key words** : neuropsychological assessment, NIRS, elderly, stroop, word fluency  
キーワード : 神経心理学的査定, NIRS, 高齢者, ストループ, 語の流暢性

立命館大学人間科学研究所高齢者プロジェクトでは、2006年8月からサポートネットを立ち上げたが、その活動は今も継続中である。本論文では、この活動で行った研究の一端を報告する。その前に、サポートネットの活動とは、どのようなものかを紹介し、その上にたつて研究内容を報告する。この論文で報告するのは、2006年の12月から2007年2月にかけておこなった実験の結果である。

ここで言うサポートネットとは、地域で暮らしている高齢者を対象にして、主に彼らの認知機能の維持改善を図るためにおこなっている活動を指す。サポートネットは、2006年8月から正式に発足し、地域に在住の高齢者に対して音読と計算を主体にした介入活動をおこなっている。その主な概要は、高橋ら(2007)に詳しいが、1週間に3日間、午前中2時間ほどの間にそれらの介入をおこなう。1人の学習時間は、20~30分程度である。2007年9月現在で、地域からこの活動に学習者として参加されている方は、78人(平均年齢=73.0, SD=4.8)である。この学習を支えるサポータは、大学関係者が23人(教員3人, 人間科学研究所客員研究員5人, 院生4人, 学生11人), 地域からのボランティア31人の合計54人である。

さて、サポートネットでおこなっているような活動、つまり文章を音読するあるいは易しい計算問題を解くといった活動が、どのような意味をもっているかをまず考察する。これに関しては、fMRIやPETを用いたブレインイメージングの研究が、参考になる。川島(2002)は、前頭前野を活性化させるさまざまな認知課題を比較検討した結果、複雑な課題よりは簡単な課題

が前頭前野を活性化することを見いだしている。たとえば、 $<8 - 6>$ といった単純な計算が、 $<54 \div (0.51 - 0.19)>$ といった複雑な暗算よりもはるかに前頭前野を活性化することを実証した。さらに彼は、文章を読む活動の差についても研究し、黙読よりは音読が前頭前野を活性化するという見いだした。

さて、加齢の進行とともに記憶、注意、抑制などのさまざまな認知機能が低下することは、言うまでもない(Park & Schwarz, 2000)。これを脳レベルで見ると、加齢の影響をもっとも大きくまた早く受けるのは、前頭前野であることが指摘されている(Raz, 2000; Smith & Jonides, 1999)。認知機能は、前頭前野の支配下にある機能であるので、前頭前野を活性化することが可能であれば、加齢に伴う認知機能の進行をある程度遅らせることができるという仮説を引き出すことができる。この仮説は、高齢者に対する介入研究で実証された(Kawashima et al., 2005; 吉田ら, 2004)。これらの研究では、認知症高齢者を対象にして、音読と易しい計算問題を1日に20分前後、1週間では3~5日間遂行してもらい、半年間または1年間にわたって介入をおこない、介入前後の変化を観察した。その結果、いずれの研究でも、介入を受けたグループは、認知機能を査定する神経心理学的検査(MMSE)で維持または有意な改善を示していた。それに対し、介入を受けなかった対照群では、有意な低下が見られた。さらに前頭葉機能を査定する前頭葉機能検査(FAB)では、介入群では有意な改善が見られたが、対照群での得点に変化は見られなかった。

こうした結果から、音読や易しい問題の計算といった課題の遂行が、前頭葉機能を査定する検査で、介入群では有意な改善が示され、認知機能の低下を防止することができることが実証された。ただ、これらの研究には先述したサポートネットという活動の点から見ると、いくつ

本研究は、文部科学省オープンリサーチセンター整備事業「臨床人間科学の構築(平成17~21年度, 代表望月昭)」, および文部科学省 科学研究費補助金基盤研究B「加齢に伴う抑制・記憶・前頭葉機能の変化に関する研究: 介入研究を基礎にして」(代表: 吉田甫)による援助を受けた。

かの問題がある。先行研究で用いられた前頭葉機能を査定する課題は、ベッドサイドでの質問などによる査定であり（Dubios et al., 2000）、直接に脳のイメージングを査定したものではなかった。FABの検査では、前頭葉機能が改善したというデータは得られているが（吉田ら, 2005）、それは脳のイメージングを直接に測定しているものではなく、間接的な証拠である。このような課題の遂行は、健康な大学生を対象にして検討した研究では、明らかに前頭前野を活性化していることが、証明されている（川島, 2002）。しかし、これらの課題を用いて高齢者を対象にした研究は、著者の知る限り報告されていない。さらに、ある一定期間の介入後に前頭葉機能がどのように変化するかといった研究も、報告されていない。これらの課題を用いて、実際に高齢者の前頭葉を活性化しているかを直接に測定することが、まず必要であろう。さらに、ある期間の介入後に高齢者の前頭葉機能の活性化がどのように変化するかを直接に検討することも必要である。そこで、本研究では、サポートネットに参加している健康な高齢者を対象にして、近赤外線光イメージング装置(NIRS)を用いて事前・事後デザインでこの問題を検討する。本研究では、音読や易しい問題の計算といった介入が、健康な高齢者の前頭葉機能を活性化するかどうかを直接に測定して検討することを目的とする。

加えて、これまでの介入研究は、いずれも認知症の高齢者を対象にしてきた。認知症という対象者と健康な高齢者では、その認知過程などは大きく異なることが考えられる。そこで、健康な高齢者における課題の遂行が、彼らの認知機能などの低下を維持させることができるかどうか、事前・事後デザインによって併せて検討することも目的とする。

## 方法

### 対象者

2006年度のサポートネットに参加した高齢者の39人の中から、ランダムに7人を対象者にした。内訳は、男性3人と女性4人であり、7人の平均年齢は、73.5歳（SD=5.47）であった。いずれも、認知症などの疾患をもっていない認知機能に関しては後述するMMSEのデータに見られるように健康な高齢者であった。彼らに、こうした課題を実施することについては、口頭による説明をおこない、口頭による同意を受けた。

### 課題

NIRS測定をおこなうさいに、2種類の課題、つまり語の流暢性検査とストループ検査を用いた。語の流暢性検査は、FABの中に含まれている下位項目であるが、1分間で知っている単語（たとえば「あ」で始まる単語と「動物の名前」を交互にできるだけたくさん出す）を算出する課題である。ストループ検査は、文字の意味とは異なる色でかかれている単語を文字そのものの読みではなく色名を呼称する検査である。PC上でパワーポイントを用い、モニター画面に課題が提示された。たとえば、赤、青、黄、緑といった単語が提示され、これを「あか、あお・・・」と呼称するのではなく、「あお、あか・・・」というように読むことを要求される課題である。これらの文字は、モニター上に5行×6列にランダムに提示された。語彙流暢性の課題は、語彙の能力を測定する課題であるが、加えて1分という制限時間内の遂行という速さが要求される課題である。ストループ課題では、そうした時間的制限はなく、参加者のペースで進めることができる課題であるが、この課題は文字名を読みそうになるという傾向を抑制

して色名を読む課題であり、この意味で抑制機能を測定する代表的な課題の1つである。

認知機能と前頭葉機能を査定するために、ミニメンタル認知機能検査 (MMSE; Mini-Mental State Examination) と前頭葉機能検査 (FAB; A Frontal Assessment Battery at bedside) が用いられた。

### 実施時期

06年度は、サポートネット開始の年であり、本来であれば、活動を開始してすぐにこれらの課題を実施すべきであった。しかし、サポートネットは、全員の対象者がそろって始めたわけではなく、活動開始してから数ヶ月の間にさみだれ式に対象者が参加するという状況であった。そのため、対象者の出入りがある程度落ち着いて06年12月中下旬にまず事前テストとして上記の課題を実施した。さらに06年度のサポートネットは、07年の2月でその年の活動を一時中止するという制約があったので、事前テストの2ヶ月弱後の07年2月初中旬に事後テストを実施した。このため、事前と事後テストは、40～55日という短い間隔をおいて実施された。なお、この間における対象者のサポートネットへの出席回数は、平均16.8回(13～21回)であった。

### 脳活動の計測

脳活動を計測する機器として、近赤外線光イメージング装置, Near-Infrared spectroscopy; 以下NIRS (OM-220, 鳥津製作所製)を用いた。本研究で用いたNIRSは、脳の前額部2カ所を同時に計測できるものであり、脳血流量を秒単位で計測する。NIRSは、可視光と電波の間の電磁波である近赤外光を用いて、脳の神経的動に伴う血流量の変化を非侵襲的に捉える方法である。NIRSでは、複数の近赤外光の波長をセットにし(たとえば、780nm, 805nm, 830nm), 対象者の頭皮皮上から照射する。照射された近

赤外光は、頭部組織の中でさまざまな方向に散乱していくが、一定の光は、頭蓋骨、硬膜、軟膜、脳脊髄液を通過し、灰白質、白質にまで到達する。灰白質、白質まで到達した近赤外光は、反射して再び頭皮の外まで戻ってくる。この反射光を照射位置から30mm離れた位置にて検出すると、脳の神経活動に伴う血流量の変化を計測できる。

近赤外光のうち、波長が700～1000nmのもの、骨を含む生体組織をよく通過する一方で、血中のヘモグロビンにより吸収されるという特性をもつ。血中のヘモグロビンには、細胞が活動するための酸素を保持している酸素化ヘモグロビン(以下:オキシヘモグロビン)と、細胞に酸素を受け渡した後の脱酸素化ヘモグロビン(以下:デオキシヘモグロビン)の2種類がある。オキシヘモグロビン・デオキシヘモグロビンは、それぞれ、近赤外光を吸収する特性が異なる。オキシヘモグロビンは、800nm以上の近赤外光をよく吸収するが、デオキシヘモグロビンは700-800nmの近赤外光をよく吸収する。この光の吸収特性の違いを利用して、NIRSは脳の活動に伴うオキシヘモグロビンとデオキシヘモグロビンの変化を計測するのである。

NIRSの装置は、データとして、オキシヘモグロビン、デオキシヘモグロビン、および両者の和である総ヘモグロビンの3種類のデータを算出する。この内、オキシヘモグロビンが実際の脳活動をよく反映し、fMRIにおける脳活動データとの相関が高いとされている(灰円, 2002)。本研究においても、オキシヘモグロビンを脳活動の指標として用いた(片桐, 2006)。

この装置は、fMRIやPETなどに比べれば、身体的拘束性が低いという利点がある。反面、脳の各部位を正確に計測できる精度(空間分解能)が低いという欠点がある。fMRIではmm単位での計測ができるが、NIRSの空間分解能はcm単位であり、脳の正確な部位を同定する

ことが難しいという問題点もある。これら問題点はあるものの、NIRSはより自然に近い条件で脳活動の計測が行えることから、臨床場面や脳科学以外にも、図形の再現課題といった教育学などでも用いられている（黒田, 2003）。

### 手続き

対象者の前額部をアルコールでふき取り、国際脳波学会の標準法である国際10-20法に従い、近赤外光の受送光に用いる光ファイバ（以下プローブ）を専用のバンドを用いてFp1, Fp2の下部に該当するように装着した。プローブを装着した部位は、中前頭野（Broadmanの10野）に相同する（Okamoto et al., 2004）。

対象者にプローブを装着した後、2つの検査、ストループ検査と語彙流暢性検査を実施した。検査は、対象者によりランダムに提示された。語彙流暢性では、実験者は、「あ」で始まる単語と「動物の名前」を交互にできるだけたくさん言って下さいという指示をおこない、その後30秒の間、閉眼して刺激を提示しないレスト期を設定した。開眼した後、「では始めて下さい」という指示で単語の産出を求めた。産出された単語は、すべて記録された。1分後に課題を終了し、ふたたびレスト期を30秒間設定した。この後で、ストループ検査を実施した。高齢者が対象者で実験時間が長くないようにするため、典型的に用いる色名称条件を省略して文字色名称条件のみを実施した。対象者は、モニター上の文字を左から右へ文字の色を読むように指示された。1行が終わったら次の行へ読み進めること、そのさいに間違えて読んでも訂正は不要で、そのまま読むようにとることも指示された。これらの指示後に、レスト期を30秒間設定した。その後、実験課題を遂行した。刺激を提示してから読み終えるまでの時間をストップウォッチで秒単位で計測した。

表1. 課題の平均値

	12月	2月
認知・前頭葉機能		
FAB	15.8 (1.17)	15.5 (1.87)
MMSE	28.4 (1.82)	28.3 (1.98)
実験課題		
言語流暢性	7.8 (2.11)	8.6 (2.4)
ストループ	41.7 (10.9)	39.0 (8.7)

### 結果

#### (1) 心理データ

##### 認知機能と前頭葉機能検査

まず、対象者の認知機能と前頭葉機能の事前と事後の検査の総点を求めた。その結果は、表1に示されているとおりである。なお（ ）内は、SDを示している。FABとMMSEに関しては、事前から事後にかけては、有意な変化はまったくみられなかった。事前から事後テストにかけてはわずか2ヶ月弱しかないことを考えると、これらの機能に差がないことは当然かもしれない。次に、NIRS測定中の2つの課題の平均も、表1に示されている。言語流暢性は、1分間に産出された単語量を指標とした。事前から事後にかけて平均値の増加がみられるが、統計的に有意ではなかった。ストループ検査では、課題遂行に要した時間を指標とした。事前から事後テストにかけて有意に反応時間が低下していた ( $t(6) = 2.13, p < .05$ )。介入期間が、2ヶ月弱という短期間にもかかわらず、ストループ検査での反応が有意に改善していたことは、驚きである。

#### (2) 脳イメージング検査

まず、ストループ課題におけるレスト期と課題遂行中での7人の事前と事後の脳血流の秒単位での平均を求めた。図1には、この課題における左半球における平均が示されている。な

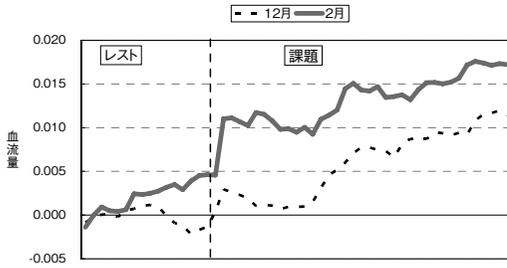


図 1. ストロープ課題遂行中のNIRSデータ：左半球

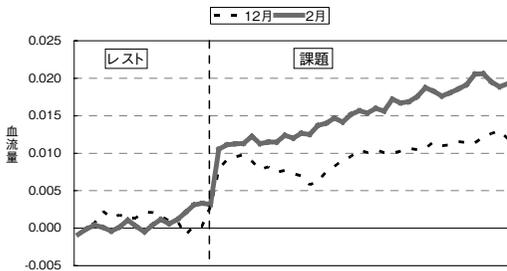


図 2. ストロープ課題遂行中のNIRSデータ：右半球

お、縦軸同じく図 2 には、右半球の結果が示されている。なお、NIRSで測定される脳血流量については、データのもつ意味について見解が確立しておらず、議論が進行中である。その 1 つに、統計処理の問題がある。現在のところ、NIRSでの数値データについて統計処理が可能とする考えもあるが (Kameyama, Fukuda, Uehara, & Mikuni, 2004), その性質上統計処理には馴染まないと考える研究者も多い (小泉・牧・山本, 2004)。本論文は、後者の見解をとるので、統計処理はおこなわないことにする。

それぞれの図に示されているように、レスト期では、事前と事後検査における差は認められない。しかし、課題遂行中を見ると、事前に比べて事後検査においては明らかに脳血流量が増加し、脳活性化が生じていることを示唆している。これは、左半球のみならず、右半球でも同様である。

次に、語彙流暢性課題での結果は、左半球の

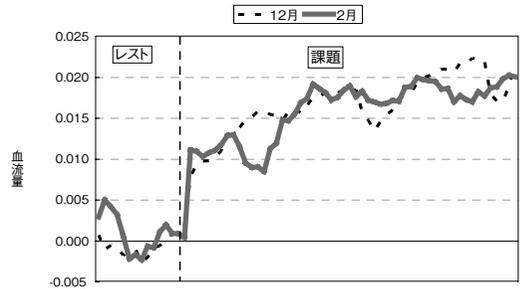


図 3. 語彙流暢性課題遂行中のNIRSデータ：左半球

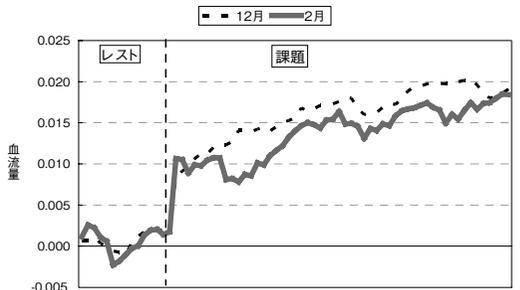


図 4. 語彙流暢性課題遂行中のNIRSデータ：右半球

結果が図 3 に、右半球の結果が図 4 にそれぞれ示されている。図から明らかなように、いずれの半球でも、事前と事後での脳血流量に差は認められない。むしろ、右半球での課題中の脳血流量は、事前に比べて事後ではやや低下している傾向も見られる。

### 考察

これまでの先行研究から、認知症高齢者を対象にして、簡単な計算を遂行し文章を音読するといった活動が、彼らの認知機能や前頭葉機能を改善するという結果が得られている。ただこうした研究では、認知症の高齢者を対象にしており、そこでの査定は、いずれも神経心理学的な検査を用いていることなどが、問題であった。健康な高齢者を対象にしてこれらの問題を検討することが、本研究の目的であった。

その結果、まず心理データについては、神経

心理学的検査である前頭葉機能検査（FAB）や認知機能検査（MMSE）では、変化は認められなかった。事前から事後までの介入期間が、2ヶ月弱という短期間の介入は、少なくともFABやMMSEといった検査では、その効果はまったく認められないことが分かった。課題としておこなった課題については、まず語彙流暢性課題では介入の効果が認められなかったが、ストループ課題では有意な改善が認められた。ストループ課題は、抑制機能を測定するものであり、認知症の高齢者に対する介入の研究結果では、FABの査定で抑制機能の改善がすでに報告されている（吉田ら、2005）。本研究では、健康な高齢者においてまた短期間の介入でも、認知症高齢者と同じように、抑制機能への効果が認められた。これは、音読をし簡単な計算を遂行するという課題が、前頭葉を活性化しそれによってそこが支配している抑制機能への活性化が生じたと考えることができる。

そうであれば、同じように前頭葉が支配している課題である語彙流暢性課題では、なぜ効果が認められなかったのだろうか。これに対しては、この課題が速さを要求する課題であることが考えられるだろう。加齢に伴い、もっとも早い時期から低下するのは、速さであり、これが加齢の中心的な低下の要因の1つであると指摘されている（Park, 2000）。語彙流暢性課題では、1分間にできるだけ多くの語彙を産出するように求められる課題であり、まさに速さが要求される課題である。こうした速さの要因を克服することは、それが加齢による低下の基本的なメカニズムだけに、きわめて困難であろう。とは言え、本研究では有意差こそなかったものの、平均値には増加の傾向が見られた。この傾向から、1つの疑問が引き出される。つまり、介入期間がある期間、たとえば半年ぐらいという長さになったときにも、やはりこの速さの要因を克服できないのかどうかである。しかしその疑

問については、現在のところ答えはなく、今後の研究課題であろう。

次に、NIRSで測定した脳イメージングデータについて考察する。この結果は、心理データとほとんど軌を一にしていた。つまり、ストループ課題では、事前に比べて事後テストでは左・右のいずれの半球でも課題遂行中の血流量が明らかに活性化していた。これに対し、語彙流暢性課題では、そうした活性化は生じておらず、左半球では課題遂行中にはほとんど差がなく、右半球では基本的な差はないものの、やや事後テスト時の血流量が低いという傾向さえも見られた。

こうして、心理データでストループ課題に対する反応が改善し、また脳イメージングデータでも、同じようにストループ課題遂行中の脳活性化が見られた。これは、先に考察したように、1つの要因として言語流暢性課題が速さを要求する課題であり、この要因は加齢に基本的な過程であり、これが今回の心理データと脳イメージングデータに反映されていると考察することができよう。

さらに別の要因として、言語流暢性課題は概念的な能力を、ストループ課題は抑制機能を反映するという点からも考察できる。この違いは、発達のどの時期に所与の能力が獲得されたかおよびそれに対する加齢の影響を反映するものである。概念的な能力は、発達のかかなり早い時期から展開するのに対し、抑制はそれより遅い時期に展開する。一般的には加齢が進行すると、遅く獲得された能力ほど加齢の影響を受けるといことが指摘されている（Connelly, & Hasher, 1993）。この見解からは、抑制能力は、加齢の影響を受けやすい分、介入の効果にも敏感ではないかという仮説が引き出される。しかしながら、この仮説は、まだまったくの仮説段階であり、今後の検証が必要である。

どのような要因が、今回の結果を説明するか

は、本研究だけからは明確でない。さらに、本研究には、いくつもの問題がある。まず介入期間が2ヶ月弱という短いことが上げられる。本研究は、健康な高齢者を対象にした最初の研究であるので、介入の時期と査定の時期がある程度ずれてしまったことは、問題である。これについては、現在進行中の研究はきちっとした設定をおこなう予定である。次には、対象者が7人と少ない点も、問題であろう。多くの指標で、個人間の差は小さかったが、ストループ課題でのSDはかなり大きく、この点を改善するには人数を増やす必要がある。さらには、前頭葉機能をNIRSで測定してはいるが、fMRIのように前頭葉のそれぞれの領域を特定するほどの分解能をもっていない機器を使用している。このため、前頭葉のどの領域がどのように活性化していたかということと同定することが不可能である。さらに、本実験では介入群のみのデータを提示している。しかし、これらの結果がまさに介入によるものであることを証明するためには、介入が与えられない対照群を設定することが必要であろう。これについては、現在進行中の研究で明らかにする予定である。いずれにしろ、こうした問題を克服する研究が今後必要であろう。

## 引用文献

- Connelly, S.L., & Hasher, L. (1993) Aging and the inhibition of spatial location. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and Performance*, 19, 1238-1250.
- Dubois, B., Slachevsky, a., Litvan, I., & Pillon, B. (2000) The FAB: A frontal assessment battery at bedside. *Neurology*, 55, 1621-1626.
- 灰田旨孝 (2004) 脳機能計測における光トポグラフィの意味. *Medix*, 36, 17-21.
- Kameyama, M., Fukuda, M., Uehara, T., & Mikuni, M. (2004) Sex and age dependencies of cerebral blood volume changes during cognitive activation: A multichannel near-infrared spectroscopy study. *Neuroimage*, 22, 1715-1721.
- 片桐惇志 (2006) 日常性を付与した実行機能検査遂行時の前頭前野の活動：若年者と高齢者の比較. 立命館大学大学院文学研究科修士論文.
- 川島隆太 (2002) 「高次機能のブレインイメージング」. 医学書院.
- Kawashima, K., Okita, H., Yamazaki, R., Tajima, N., Yoshida, H., Taira, M., Iwata, K., Sasaki, T., Maeyama, K., Usui, N., & Sugimoto, K. (2005) Reading aloud and arithmetic calculation improve frontal function of people with dementia. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 60A, 3, 380-384.
- 小泉英明・牧敦・山本剛 (2004) NIRSによる機能画像の基礎. *臨床精神医学*, 33, 723-733.
- 黒田泰史 (2003) 脳内の血液動態を指標とした立体図形の再現課題と創作課題の差異. *数学教育学会誌*, 44, 83-91.
- Okamoto, M., Dan, H., Sakamoto, K., Takeo, K., Shimizu, K., Kuhno, S., Oda, I., Isobe, S., Suzuki, T., Koyama, K., & Dan, I. (2004) Three-dimensional probabilistic anatomical cranio-cerebral correlation via the international 10-20 system oriented for transcranial brain mapping. *Neuroimage*, 21, 99-111.
- Park, D., C., & Schwarz, N. (2000) *Cognitive aging: A Primer*. Taylor & Francis, USA. 認知のエイジング：入門編 山口町康夫・坂田陽子・川口潤 (2004) 北大路書房.
- Park, D. C. (2000) The basic mechanisms accounting for age-related decline in cognitive function. *Cognitive aging: A Primer*. 3-22. Taylor & Francis, USA
- Raz, N. (2000) Aging of the brain and its impact on cognitive performance: Integration of structural and functional findings. In F.I.M. Craik & T.A. Salthouse (Eds.), *Handbook of aging and cognition*, 1-90. Mahwah, Erlbaum.
- Smith, E.E., & Jonides, J. (1999) Storage and executive processes in the frontal lobes. *Science*, 283, 1657-1661.
- 高橋伸子・吉田甫・大川一郎・土田宣明 (2007) 地域に暮らす高齢者を援助するサポートネットの組織化およびその発展. *立命館人間科学紀要*, 14, 143-150.
- 吉田甫・川島隆太・杉本幸司・前山己次郎・沖田己

夫・佐々木丈夫・山崎律子・田島信元・泰羅雅登  
（2004） 老年期痴呆患者における学習課題の遂行が認知機能におよぼす効果. 老年精神医学, 15, 319-325

吉田甫・大川一郎・土田宣明・川島隆太・田島信元・泰羅雅人・杉本幸司・山崎律子（2005） 高齢者を

対象とした音読・計算による学習療法の試み：コミュニケーション要因の検討. 高齢者のケアと行動科学, 10, 53-56.

（2007. 10. 4 受稿）（2007. 12. 14 受理）