

意識とワーキングメモリの
脳内メカニズムの研究

研究課題番号 12301005

平成12年度～平成15年度科学研究費補助金（基盤研究（A）（2））

研究成果報告書

平成16年3月

京 都 大 学 図 書



1040940245

附 属 図 書 館

研究代表者 苧 阪 直 行

（京都大学文学研究科教授）

意識とワーキングメモリの
脳内メカニズムの研究

研究課題番号 12301005

平成12年度～平成15年度科学研究費補助金（基盤研究（A）（2））

研究成果報告書

平成16年3月

研究代表者 苧 阪 直 行

（京都大学文学研究科教授）

〔研究組織〕

研究代表者：苧阪直行（京都大学文学研究科教授）

研究分担者：福山秀直（京都大学高次脳機能総合研究センター教授）

研究分担者：蘆田 宏（京都大学文学研究科助教授）

研究分担者：苧阪満里子（大阪外国語大学外国語学部教授）

海外共同研究者：Just, Marcel（カーネギーメロン大学）

海外共同研究者：Carpenter, Patricia（カーネギーメロン大学）

海外共同研究者：Rentscheler, Ingo（ミュンヘン大学）

〔交付決定額（配分額）〕

（金額単位：千円）

	直接経費	間接経費	合計
平成12年度	17,600	0	17,600
平成13年度	14,400	0	14,400
平成14年度	3,300	0	3,300
平成15年度	2,300	0	2,300
総計	37,600	0	37,600

〔研究発表〕

（1）学会誌等

- Osaka, N. 2004. On the perceptual and neural correlates of reading models. *Behavioral & Brain Sciences*, In press.
- Osaka, N. 2004. How does the attentional pointer work in prefrontal cortex? *Behavioral & Brain Sciences*, In press.
- Kondo, H., Morishita, M., Osaka, N., Osaka, M., Fukuyama, H., & Shibasaki, H. 2004. Functional role of cingulo-frontal network in performance on working memory. *NeuroImage*, 21, 2-14.
- Kondo, H., & Osaka, N. 2004. Susceptibility of spatial and verbal working memory to demands of central executive. *Japanese Psychological Research*, In press.
- Osaka, N., Osaka, M., Morishita, M., Kondo, & Fukuyama, H. 2004. Word expressing pain activates anterior cingulate cortex in the human brain: An fMRI study. *Behavioral Brain Research*, In press.
- Osaka, N., Osaka, M., Morishita, M., Kondo, M., Fukuyama, H., & Shibasaki, H. 2004. The neural basis of executive function of working memory: An fMRI study based on individual differences. *NeuroImage*, 21, 623-631.

- 池田 尊司・荻阪 直行 2003 典型色が色の記憶に与える影響、映像メディア学会技術報告(ITE Tech. Rep.) Vol.27, #41, 13-16(HI2003-36)
- Osaka, M., Osaka, N., Kondo, H., Morishita, M., Fukuyama, H., Aso, T., & Shibasaki, H., 2003, The neural basis of individual differences in working memory capacity: An fMRI study. *NeuroImage*, 18, 789-797.
- Osaka, N., Osaka, M., Kondo, H., Morishita, M., Fukuyama, H., Aso, T., & Shibasaki, H., 2003, An emotion-based facial expression word activates laughter module in the human brain: An fMRI study. *Neuroscience Letters*, 340, 127-130.
- 大塚結喜・森下正修・近藤洋史・荻阪直行, 2003, 読解力とワーキングメモリにおける抑制メカニズムの関係性, *基礎心理学研究*, 21, 131-136.
- 荻阪直行, 2003, 注意する脳 2, 脳のメカニズムを探る 11:三洋化成ニュース, #415, 19-20.
- 葭田貴子・和気典二・荻阪直行. 2003. ポップアウトプライミングに及ぼす加齢の効果. *心理学研究*, 74, 112-121.
- 荻阪直行, 2002. 中央実行系の脳内表現, *心理学評論*, 45, 227-240.
- 内藤智之・荻阪直行, 2002. 上下視野での注意の非対称性一刺激属性に対する注意の効果について, *生理心理学と精神生理学*. 20, 215-224.
- 近藤洋史・森下正修・蘆田佳世・大塚結喜・荻阪直行, 2002, 読解力とワーキングメモリー構造方程式モデリングからのアプローチ, *心理学研究*, 73, 480-487.
- Yoshida, T., Ashida, H., & Osaka, N. (2002). Capacity of short term implicit memory is larger than visuospatial working memory in visual search. *Journal of Vision*, 2(7), 292a.
- Osaka, N., & Osaka, M. 2002. Individual differences in working memory during reading with and without parafoveal information: A moving window study. *American Journal of Psychology*, 115, 501-513.
- Osaka, M., Nishizaki, Y., Komori, M., & Osaka, N. 2002. Effect of verbal working memory: Critical role of focus word in reading. *Memory & Cognition*, 30, 562-571.
- 荻阪直行, 2002. 脳のニューロイメージ研究と実験計画、日本色彩学会誌、26, 179-184.
- 荻阪直行, 2002. ワーキングメモリと意味の理解ー実験心理学からー、国文学、47, 62-67.
- 荻阪直行, 2002. 21世紀の科学をつくる: 脳の謎に挑むー意識とワーキングメモリー、数理科学、8月号、68-77.
- Sogo, H., & Osaka, N. 2002. Effect of interstimulus interval on perceived location of successively flashed perisaccadic stimuli. *Vision Research*, 42, 899-908.
- 荻阪直行, 2002, 見る脳1, 脳のメカニズムを探る 5:三洋化成ニュース, #410, 19-20.
- 荻阪直行, 2002, 見る脳2, 脳のメカニズムを探る 6:三洋化成ニュース, #411, 19-20.
- 荻阪直行, 2002, 見る脳3, 脳のメカニズムを探る 7:三洋化成ニュース, #412, 19-20.
- 荻阪直行, 2002, 聞く脳1, 脳のメカニズムを探る 8:三洋化成ニュース, #413, 19-20.
- 荻阪直行, 2002, 聞く脳2, 脳のメカニズムを探る 9:三洋化成ニュース, #414, 19-20.
- 荻阪直行, 2002, 注意する脳1、脳のメカニズムを探る 10:三洋化成ニュース, #415, 19-20.

- 芋阪満里子・西崎友規子・小森三恵・芋阪直行 (2001) ワーキングメモリにおけるフォーカス効果, *心理学研究*, 72, 508-515.
- Ashida, H., Seiffert, A., & Osaka, N. (2001) Inefficient visual search for 2nd order motion. *Journal of the Optical Society of America A*, 18, 2255-2266.
- Sogo, H., & Osaka, N. (2001) Perception of relation of stimuli locations successively flashed before saccade. *Vision Research*, 41, 935-942.
- Kajii, N., Nazir, T., & Osaka, N. (2001) Eye movement control in reading unspaced text: The case of the Japanese script. *Vision Research*, 41, 2503-2510.
- Osaka, M., & Osaka, N. (2001) The effect of focusing on sentence in Japanese RST. In E. Witruk, A. Friederic & T. Lachmann (Eds.), *Basic mechanisms of language and language disorders*, Kluver Academic Publishers.
- Osaka, N. (2001) Neural correlates of visual working memory for motion. In K. Yasue, M. Jibu & Della Senta, T. (Eds.), *No matter never: Proceedings of Toward a Science of Consciousness & Fundamental Approaches Tokyo'99*, Amsterdam: J. Benjamin, p.127-136.
- 蘆田宏・芋阪直行 (2001) 2次運動情報処理の非並列性, *心理学研究*, 71, 462-468.
- 葭田貴子・芋阪直行 (2001) 視覚的注意と視覚的短期記憶: ポップアウト・プライミングを巡って, *心理学評論*, 44, 95-108.
- 芋阪直行 (2001) 「高次認知と注意」特集によせて, *心理学評論*, 44, 83-84.
- 蘆田宏・芋阪直行 (2001) 注意による運動の追従と高次運動知覚, *心理学評論*, 44, 85-94.
- 芋阪直行 (2001) 脳と意識のサイエンスに向けて, *脳と精神の医学*, 12, 17-22.
- 芋阪直行 (2001) 脳とバーチャルリアリティー, *日本バーチャルリアリティー学会誌*, 6, 20-22.
- 芋阪直行 (2001) 言語ワーキングメモリと前部帯状回, *脳の科学*, 23, 683-684.
- 芋阪直行 (2001) ことばと感覚-擬音語・擬態語からみるクオリアの探求-, *言語*, 30, 70-77.
- 芋阪直行 (2001) 脳-この未知なるもの 1-, 脳のメカニズムを探る 1: 三洋化成ニュース, #406, 19-20.
- 芋阪直行 (2001) 脳-この未知なるもの 2-, 脳のメカニズムを探る 2: 三洋化成ニュース, #407, 19-20.
- 芋阪直行 (2001) 脳-この未知なるもの 3-, 脳のメカニズムを探る 3: 三洋化成ニュース, #408, 19-20.
- 芋阪直行 (2001) 脳-この未知なるもの 4-, 脳のメカニズムを探る 4: 三洋化成ニュース, #409, 19-20.
- 十河宏行・芋阪直行 (2000) サッカーボール前後における対象の位置知覚と視野の安定性, *心理学評論*, 43, 476-486.
- Okusa, T., Kakigi, R., & Osaka, N. (2000) Cortical activity related to cue-invariant shape perception in humans. *Neuroscience*, 98, 615-624.
- Naito, T., Kanaoka, Y., Osaka, N., & Kakigi, R. (2000) Asymmetry of human visual field in magnetic response to apparent motion. *Brain Research*, 865, 221-226.
- Kajii, N., & Osaka, N. (2000) Optimal viewing position in vertical and horizontal reading in Japanese. *Perception & Psychophysics*, 62, 1634-1644.
- 葭田貴子・和気典二・芋阪直行 (2000) pop-out プライミングの記憶容量及び加齢の影響, *基礎心理学研究*, 19, 37-38.

- 近藤洋史・苧阪直行 (2000) ワーキングメモリの資源共有モデルの検討, *基礎心理学研究*, 19, 27-28.
- 近藤洋史・苧阪直行 (2000) 読みのワーキングメモリに及ぼす単語の具体性の効果, *心理学研究*, 42, 51-56.
- 近藤洋史・森下正修・苧阪直行 (2000) 読みのワーキングメモリとリーディングスパンテスト, *心理学評論*, 42, 505-522.
- 苧阪直行 (2000) 意識の計算論, *Computer Today*, 17, 24-29.

(2) 口頭発表

- Osaka, N., Osaka, M., Kondo, H., Morishita, M., Fukuyama, H., & Shibasaki, H. 2003. Neural basis of executive function in working memory: An individual difference in reading span. Proc. 33rd Society for Neuroscience Meeting (New Orleans).
- Osaka, N., Kondo, H., Morishita, M., Osaka, M., Fukuyama, H., Aso, T., & Shibasaki, H. 2003. Executive function based an ACC-PFC network in working memory: An individual difference based fMRI study. Proc. 6th IBRO meeting. (Plague).
- 葭田貴子・苧阪直行、ポップアウト・プライミングと視空間的ワーキング・メモリの比較、日本視覚学会 2003 年度冬季大会、2003 年 1 月、(Vision, 15(1), 49.)
- Yoshida, T., Ashida, H., & Osaka, N., Reaction time reveals that visual search has more memory., 3rd Vision Sciences Society, 2003 年 5 月
- 木原健・苧阪直行、感情刺激を用いた Object Substitution Masking の検証、日本認知心理学会 第 1 回大会、2003 年 6 月
- Yoshida, T., Tsubomi, H., Osaka, M., & Osaka, N., Priming of pop-out - an fMRI study., European Conference on Visual Perception, 2003 年 9 月
- 苧阪直行・船橋新太郎・齊藤智・太田信夫・加藤元一郎、ワーキングメモリにおける実行系機能、日本心理学会第 67 回大会、2003 年 9 月、(日本心理学会第 67 回大会, S8)
- 葭田貴子・坪見博之・苧阪満理子・苧阪直行、Priming of pop-out - rapid presentation event-related fMRI による検討、日本心理学会第 67 回大会、2003 年 9 月、(日本心理学会第 67 回大会, 555)
- 坪見博之・苧阪直行、順序知覚における Attentional Blink、日本心理学会第 67 回大会、2003 年 9 月(日本心理学会第 67 回大会, 705)
- 苧阪直行・苧阪満理子・近藤洋史・森下正修・福山秀直・柴崎浩、笑い顔の視空間性ワーキングメモリの脳内表現、日本心理学会第 67 回大会、2003 年 9 月、(日本心理学会第 67 回大会, 807)
- 金田みずき・苧阪直行、意味的符号化における中央実行系の役割 - 二重課題下での直後系列再生課題による検討 -、日本心理学会第 67 回大会、2003 年 9 月、(日本心理学会第 67 回大会, 834)
- 森下正修・近藤洋史・苧阪直行・苧阪満理子・福山秀直・柴崎浩、ワーキングメモリにおける情報更新の脳内機構、日本心理学会第 67 回大会、2003 年 9 月、(日本心理学会第 67 回大会, 855)
- 苧阪満理子・小森三恵・森下正修・苧阪直行、文のフォーカス効果の神経基盤(1) フォーカス RST と非フォーカス RST の fMRI 研究、日本心理学会第 67 回大会、2003 年 9 月、(日本心理学会第 67 回大会, 884)

- 小森三恵・苧阪満里子・森下正修・苧阪直行、文のフォーカス効果の神経基盤(1) RST 単語再認時のfMRI研究、日本心理学会第67回大会、2003年9月、(日本心理学会第67回大会, 885)
- Kondo, H., & Osaka, N., Selective interference between visual and spatial working memory, Poster presented at the 3rd International Conference on Memory, 2001年7月
- Yoshida, T., Ashida, H., & Osaka, N., Capacity of short term implicit memory is larger than visuospatial working memory in visual search., Vision Sciences Society 02, 2002年5月、(Journal of Vision, 2, 292.)
- Osaka, N., Osaka, M., Morishita, M., Kondo, H., Fukuyama, H., & Shibasaki, H., 2002. Individual differences in verbal working memory using reading span tests: an fMRI study. Society for Neuroscience (Orland)
- Osaka, N., Osaka, M., Kondo, H., Morishita, M., Fukuyama, H., & Shibasaki, H. 2002. An emotion-based word associated with laughing face activates laughter module in the human brain: An fMRI study. 2nd Asian Conference on Vision(Kjongjyu).
- Osaka, M., Osaka, N., Kondo, H., Morishita, M., Fukuyama, H., Aso, T., & Shibasaki, H. 2002. Individual differences in verbal WM: An fMRI study. Neuro Image Human Brain Mapping 2002 Meeting (Sendai).
- 金田みずき・苧阪直行、長期記憶情報の利用における中央実行系の役割—二重課題下での直後系列再生による検討—、日本心理学会第66回大会、2002年9月、(日本心理学会第66回大会, 723)
- 葭田貴子・坪見博之・苧阪直行、fMRIを用いた変化探索中の脳活動に関する検討—賦活部位間の信号強度の因果関係に視覚的注意が及ぼす影響—、日本心理学会第66回大会、2002年9月、(日本心理学会第66回大会, 503)
- 木原健・苧阪直行・中島義明、感情誘発性刺激を用いた注意の瞬き現象モデルの検討、日本基礎心理学会第21回大会、2002年11月、(基礎心理学研究, 21(2), 179)
- 廣瀬信之・苧阪直行、視覚刺激の時空間的特性が心理的時間におよぼす影響、日本基礎心理学会第21回大会、2002年11月、(基礎心理学研究, 21(2))
- 坪見博之・苧阪直行、視覚的注意の時間的処理制約と順序知覚、備考:The 2002 Japanese Psychonomic Society Awards (優秀発表賞)、日本基礎心理学会第21回大会、2002年11月、(基礎心理学研究 21(2) p163)
- 大塚結喜・森下正修・近藤洋史・苧阪直行、読解力に影響を及ぼすワーキングメモリの抑制機能、日本基礎心理学会第21回大会、2002年11月、(基礎心理学研究 21(2) p171)
- 葭田貴子・和氣典二・苧阪直行、ポップアウト・プライミングに及ぼす色差の効果および加齢の影響、日本色彩学会第31回全国大会、2000年5月、(日本色彩学会誌. 24, 6-37.)
- 内藤智之・苧阪直行、Human motion detection system has two adverse types of motion direction sensitivity、日本視覚学会2000年夏季大会、2000年7月
- 十河宏行・苧阪直行、サッカーボール実行時に連続提示された二つの刺激の定位、2000、Vision: The Journal of the Vision Society of Japan, 12, 160)
- (企画者)意識の科学は可能か?、日本心理学会第64回大会、2000年11月、(日本心理学会第64回大会, s5)
- (企画者)ワーキングメモリの脳内メカニズム、日本心理学会第64回大会、2000年11月、(日本心理学会第64回大会, s15)

- 葭田貴子・和氣典二・苧阪直行、ポップアウト・プライミングにトップ・ダウンの刺激選択と加齢が及ぼす影響、日本心理学会第64回大会、2000年11月、(日本心理学会第64回大会, 365)
- 十河宏行・苧阪直行、サッカー時における網膜位置情報の時間的統合、日本心理学会第64回大会、2000年11月、(日本心理学会第64回大会, 416)
- 内藤智之・苧阪直行、上半視野における同期RDKの検出感度、日本心理学会第64回大会、2000年11月、(日本心理学会第64回大会, 473)
- 近藤洋史・苧阪直行、認知地図の形成過程とワーキングメモリの関連について、日本心理学会第64回大会、2000年11月、(日本心理学会第64回大会, 728)
- 森下正修・苧阪直行、文章読解過程における知識ベースの推論とワーキングメモリ、日本心理学会第64回大会、2000年11月、(日本心理学会第64回大会, 760)
- 苧阪満里子・西崎友規子・小森三恵・苧阪直行、ワーキングメモリとフォーカス、日本心理学会第64回大会、2000年11月、(日本心理学会第64回大会, 771)
- 苧阪直行・苧阪満里子・近藤洋史・森下正修・福山秀直・麻生俊彦・柴崎浩、fMRIを用いた言語性ワーキングメモリの検討、日本心理学会第64回大会、2000年11月、(日本心理学会第64回大会, 772)
- 福田香苗・苧阪直行、幼児の自発的発話に使われた擬音語・擬態語(1)、日本心理学会第64回大会、2000年11月、(日本心理学会第64回大会, 1067)
- 近藤洋史・苧阪直行、空間把握におけるワーキングメモリの役割、日本基礎心理学会第19回大会、2000年12月

(3) 出版物

- Osaka, N.(Ed.) 2003. Neural basis of consciousness. Amsterdam: John Benjamin.(2003年)
- 「脳の謎に挑む」「意識とワーキングメモリ」別冊数理化 (茂木編:SGライブラリ) (共著, 2003年)
- 「意識」「脳神経科学」(伊藤正男監修) 三輪書店 (共著, 2003年)
- 「意識の科学は可能か」新曜社 (編著, 2002年)
- 「意識はどのように生まれるのか」「脳図鑑21」工作舎 (共著, 2001年)
- 「精神物理学的理論」「心理学理論事典」誠信書房 (共著, 2001年)>
- 「バーチャルリアリティーの基礎2」培風館 (共著, 2000年)
- 「実験心理学の誕生と展開」京都大学学術出版会 (編著, 2000年)
- 「意識の認知科学—心の神経基盤—」共立出版 (編著, 2000年)
- 「美を脳から考える—芸術への生物学的探検」新曜社 (監訳, 2000年)
- 「脳とワーキングメモリ」京都大学学術出版会 (編著, 2000年)

目次

はしがき..... (i)~(vi)

概 要..... 1

The neural basis of individual differences in working memory capacity: an fMRI study. (M. Osaka, N. Osaka, H. Kondo, M. Morishita, H. Fukuyama, T. Aso & H. Shibasaki) 4

The neural basis of executive function in working memory: an fMRI study based on individual differences. (N. Osaka, M. Osaka, H. Kondo, M. Morishita, H. Fukuyama & H. Shibasaki) 13

Functional roles of the cingulo-frontal network in performance on working memory. (H. Kondo, M. Morishita, N. Osaka, M. Osaka, H. Fukuyama & H. Shibasaki) 22

An emotion-based facial expression word activates laughter module in the human brain: a functional magnetic resonance imaging study. (N. Osaka, M. Osaka, H. Kondo, M. Morishita, H. Fukuyama, H. Shibasaki) 35

A word expressing affective pain activates the anterior cingulate cortex in the human brain: an fMRI study. (N. Osaka, M. Osaka, M. Morishita, H. Kondo, H. Fukuyama) 39

Effect of focus on verbal working memory: Critical role of the focus word in reading. (M. Osaka, Y. Nishizaki & M. Komori) 44

Individual differences in working memory during reading with and without parafoveal information: A moving-window study. (N. Osaka & M. Morishita) 54

Temporal limits of visual attention on order perception. (H. Tsubomi & N. Osaka) 67

Attentional blink with negative stimuli-Serial or parallel processing?-(K. Kihara, N. Osaka, Y. Nakajima) 69

中央実行系の脳内表現ーワーキングメモリにおける前頭前野と前部帯状回のかかわりー(荻阪直行) 71

読解力とワーキングメモリにおける抑制メカニズムの関係性(大塚結喜、森下正修、近藤洋史、荻阪直行) 84

ワーキングメモリにおけるフォーカス効果(荻阪満里子、西崎友規子、小森三恵、荻阪直行) 90

読解力とワーキングメモリー構造方程式モデリングからのアプローチー(近藤洋史、森下正修、蘆田佳世、大塚結喜、荻阪直行) 98

上下視野間での注意の非対称性ー刺激属性に対する注意の効果についてー(内藤智之、荻阪直行) 106

典型色が色の記憶に与える影響(池田尊司、荻阪直行) 116

脳と色の認知(荻阪直行) 120

第1章 研究の概要

(1) ワーキングメモリとは何か？

ワーキングメモリ(working memory: 作業記憶ともよばれる)は知覚から推論や思考まで、われわれの日常生活に関与する多くの高次認知機能の基礎をささえる重要な役割を担っている。ワーキングメモリは課題の遂行に必要な情報を「一時的に活性化状態で保持することに加えて、並行して処理をおこなう」機能を持っており、短期記憶と比べて目的志向的な側面を強くもっている。たとえば、暗算を考えてみると、暗算中に桁上がり情報を「一時的に活性化状態で保持する」に加えて、それを利用しつつ、暗算の計算処理そのものを実行する「処理」のはたらきが必要になる。もっと日常生活に近い場面では、台所で湯を沸かしているときに、来客があり話題がはずむうちにそれを忘れ火事になるというようなケースがある。ここでは湯を沸かすという行為に当初割かれていた活性化されたワーキングメモリが会話に熱中するという処理によって失われるということが生じたのである。ワーキングメモリの「時間的情報統合」の機能が部分的に損なわれるとこのような事がよく生じる。ワーキングメモリで最も重要な事実はそれが容量制約をもつことと個人差が大きいということである。

(2) ワーキングメモリの心理モデル

ワーキングメモリのはたらきを説明するために Baddeley (1986)は1つの中央実行系(central executive:CE)と2つのサブシステムを考えた。サブシステムの一つは言語情報処理に関与する音韻ループ(phonological loop:PL)であり、もう一つは視覚や空間などの情報処理に関与する視覚空間的スケッチパッド(visuo-spatial sketchpad:VSSP)である。中央実行系は注意の管理系とも言われ課題の遂行を効率よく進めるための制御システムであり、2つのサブシステムに保持や処理の機能を割りつける。一定の時間制約の中で双方向的(処理と保持)に三者ダイナミックにはたらくが、このなかで視覚空間的スケッチパッド VSSPは視覚空間ワーキングメモリ、PLは言語ワーキングメモリと密接にかかわるとされる。この概念モデルでは両者は相互作用を営み、CEは注意の管理制御システムと理解されている。PLはかなり言語ワーキングメモリの研究のなかで進展し、最近バイリンガルなど複数の言語間での学習獲得とかかわり比較的によく研究されている。一方、VSSPは内的な空間表象の操作などとかかわるとされるが空間ワーキングメモリの測定法が確定していないため研究が遅れている。

(3) ワーキングメモリの脳内メカニズム

ワーキングメモリの脳内メカニズムにおいて、CE は最も注目される注意制御機構であるが、CE の脳内メカニズムについては前頭前野の背外側領域(Dorsolateral prefrontal cortex: DLPFC)や腹外側領域(Ventrolateral prefrontal cortex: VLPFC)に局在するのか、あるいはワーキングメモリ負荷によってより広い領域に活性化が広がるのかは必ずしも明確ではない。ヒトの場合 DLPFC は BA(ブロードマンの脳地図番号)46野、9野に VLPFC は BA の47野、12野近傍に対応すると考えられている。前者は自己意識の基盤となる自己モニタの機能、判断、プランニングなどの CE 的機能を、後者は側頭、頭頂連合野の視覚性・言語性ワーキングメモリや入力情報に対する選択、保持、想起、検索などの処理を行っているとは推定されているが、ワーキングメモリのニューロイメージ研究は始まったばかりで未解決のワーキングメモリの高次機能は大変多い。一方、PL や VSSP は下部前頭前野、縁上回、側頭領域とその内側部や後頭一頭頂領域に推定されているがこれもワーキングメモリのはたらきのダイナミックスの中で解明が進みつつある領域である。本課題では、fMRI(functional Magnetic Resonance Imaging: 機能的磁気脳画像法)を用いたワーキングメモリの研究により、ワーキングメモリの脳内メカニズムを追求した。通常の実験心理学的な手法で得た行動データを対応する脳内メカニズムと結びつけることによって、active な意識がワーキングメモリによって担われていることが明らかになった。さらに、空間と言語のワーキングメモリの相互作用を注意の脳内メカニズムとあわせて解明することによって、本課題の目標である意識の脳内メカニズムの一部が解明できたと考えている。

(4) ワーキングメモリ評価法への寄与

ワーキングメモリの記憶容量やはたらきの効率を評価する方法なしにはワーキングメモリ研究は進展しない。現在日本には荳阪ら(1994)が開発した RST (Reading Span Test) 以外には見当たらない。ワーキングメモリの脳内メカニズム解明にとってこの RST の開発は独自の役割を担ってきた。RST はワーキングメモリという脳と心をつなぐ機能の解明に貢献をなしたと言え得る。RST とその関連評価法によってワーキングメモリの脳内メカニズムの解明が大きく進展したと言って良いだろう。これによって言語を介した意識や注意の脳内メカニズムの研究が進展したといえる。すでにわれわれのグループで開発し広く全国で使われるようになった言語ワーキングメモリの個人容量を測定する日本語版リーディングスパンテスト(RST)とともに関連した空間(視覚性)ワーキングメモリを個人ごとに評価する測定法も工夫を重ねている。

(5) 得られた結果とその意義

最後に、得られた主要な結果とその意義について考えたい。ワーキングメモリは知覚、言語、理解、思考、推理や予測などの認知過程をささえる重要な心的機能であり、これらの機能はたらく脳内メカニズムが実験心理学教室と医学部高次脳機能総合研究センターの学際的協力によって解明されたといえる。最も大きな研究成果は、ワーキングメモリの実行系機能の脳内メカニズムの解明にかかわるものである。われわれは前頭前野の DLPFC 領域が前部帯状回 (ACC) とネットワークを形成してダイナミックに機能していることを明らかにするとともに、ワーキングメモリの個人差がこのネットワークの重みに反映されることを相互相関や構造化方程式モデリングなどを用いて見出した。これらの成果は NeuroImage 誌に3篇の論文として報告されている。さらに、DLPFC と ACC 近傍間にリカーシブな意識の形成基盤となる自己モニター機能がはたらくこと、ワーキングメモリの負荷が低いと CE は PFC に局在するが、高いと他の脳領域と分散協調的にはたらくことなどが見出された。これらの結果をベースにさらなる translational な研究が展開されることを望みたい。