

機関番号：34416

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008 ～ 2010

課題番号：20520540

研究課題名(和文)

外国語学習方略の脳内基盤：読解方略の意識化と指導モデルの視点から

研究課題名(英文)

Establishing the Cerebral Basis for Language Learner Strategies: From the Perspectives of Working Memory Activation and Learner Training.

研究代表者 竹内 理 (TAKEUCHI OSAMU)

関西大学・外国語学部・教授

研究者番号：40206941

研究成果の概要(和文)：本研究では、NIRS(光トポグラフィ)装置を利用して、(1)外国語学習方略の脳内基盤がワーキング・メモリ(WM)にあることを解明し、Macaro(2006)の仮説の妥当性をはじめて実証的に示した。続いて(2)ワーキング・メモリに認知的負荷をかけるのは学習方法だけではなく、題材の難易度でもあることを明らかにし、両者の相互関係からWMの活性化を論じる必要があることを示した。これらの知見を基にして、自己調整学習の考え方を援用し、(3)学習者モデルを構築し、外国語教育における学習者指導の留意点などを指摘した。加えて、(4)実験デザイン決定時に、測定方法の選択が重要となることを実験的に明らかにした。この関連で(5)Mixed Methodologyや効果量・検出力の有効性についてもまとめた。

研究成果の概要(英文)：Through the use of a brain-imaging technique called NIRS (Near-Infrared Spectroscopy) or Optical Topography, this study empirically established the cerebral basis of language learner strategy use postulated in Macaro's model (2006), showing working memory is a core component of its use. Our study then proved that, in considering "cognitive load" of language learning, we should take into consideration the relationship between the appropriate use of learner strategy and the difficulty level of materials to be learned. Based on these findings, along with an emerging theory of self-regulation (Zimmerman & Schunk, 2001), we rendered a theoretical model regarding language learners, thereby providing pedagogical implications for "learner training," a new concept expected to replace traditional "strategy training". In addition, the current study produced some methodological implications concerning the use of mixed methodology, effect size, and statistical power, all of which are relatively new concepts recently introduced in the field of applied linguistics.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：英語教育学・外国語教育学・応用言語学

科研費の分科・細目：言語学・外国語教育

キーワード：外国語学習方略、光トポグラフィ、NIRS、自己調整学習、音読、ブレイン・イメージング、ワーキング・メモリ、効果量

1. 研究開始当初の背景  
外国語学習方略(Language Learner Strategy)の研究は、おおよそ30年にわたる歴史を持

つが(e.g., Cohen & Macaro, 2007; Griffiths, 2008)、その定義や理論的基盤をめぐって昨今では批判を受けるようになってきている(e.g.,

Dörnyei, 2005, 2009; Tseng, et al., 2006)。これらの批判に反論すべく、Macaro (2006) は、Baddeley (2003)らがいうワーキング・メモリに立脚する認知的理論を発表し、学習方略研究の立場を支持した。ただ、この研究は理論的なものであり、実証的証拠に乏しい箇所が見られる。その中の1つが脳内基盤 (Cerebral Basis) であり、この脳内基盤を確立して、学習方略研究に関する Macaro 理論の妥当性を検証することが急務と考えられてきた。ただ、fMRI (機能的磁気共鳴撮像法) や PET (陽電子放射断層撮像法)、MEG (脳磁計) といった大がかりなブレイン・イメージング装置を利用しなければこの理論の検証は難しく、多くの研究者が様々な間接的手法で検証を試みざるを得ないという、いわば隔靴搔痒の状態が続いていた。

しかし近年、NIRS (近赤外線光スペクトロスコーピー法：写真1参照) が導入され、比較的平易に脳内活動の可視化 (つまり直接的検証) が可能となった。そこで、本研究者たちは、この最先端の可視化装置を利用して Macaro 理論の検証を行い、脳内基盤の確立を目指した。また、その過程で、Zimmerman & Schunk (2001)らが提唱する自己調整 (Self-regulation) の中に学習方略を位置づけ、より大きな理論的基盤を設定しえる可能性が見えてきたため、学習者モデルや方略指導モデルの構築についても、本研究のスコープに入れることとした。



写真1. NIRS装置の概略

## 2. 研究の目的

上記のような流れを踏まえた上で、本研究の目的を、(1) NIRS というブレイン・イメージングの技法を通して外国語学習方略の脳内基盤を確定すること、および (2) 外国語教育に貢献しうる学習者モデル・方略指導モデルの構築に関して (自己調整学習の観点から) 提言を行うことに置いた。また、その過程で、(3) 題材の認知負荷の問題や(4) 測定方法の違いの影響などについても解明し、さらに(5) 研究手法についても新たな知見を蓄積・統合していくこととした。

## 3. 研究の方法

外国語学習方略の脳内基盤を探るために、ブレイン・イメージングの手法のうち、もっとも扱いが平易で、非侵襲性が高く、拘束性の弱い「光トポグラフィ」(NIRS: Near-Infrared Spectroscopy) 装置を使い、脳内活動を可視化した。測定箇所はワーキング・メモリの機能が所在していると言われる下図 (図1, 2, 3) の箇所であった。また、装置による測定だけでは分からない、いわば「より深い」方略使用の過程を見るため、活動中の視線位置を記録し、さらに装置による測定後に、刺激提示による回顧法 (Stimulated Recall: Gass & MacKey, 2000) と呼ばれる方法を持ちいてインタビューを行い、量的データ分析と質的データ分析を統合させる手法 (Mixed Methodology: Dörnyei, 2007) で上記研究課題の解決を試みた。加えて、本研究では、少人数の参加者データを取り扱うこととなるため、その工夫として、有意差検定に頼ることなく、効果量 (Effect Size) および検出力 (Statistical Power) の指標を本格的に導入することとした。なお、これは外国語教育学の分野では、初めての試みと考えられる。

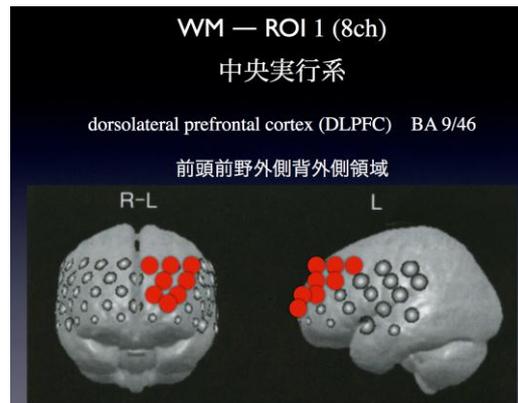


図1. 中央実行系の測定域

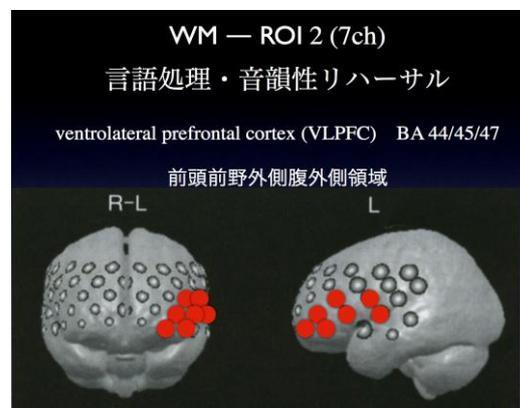


図2. 言語処理・音韻性リハーサルの測定域

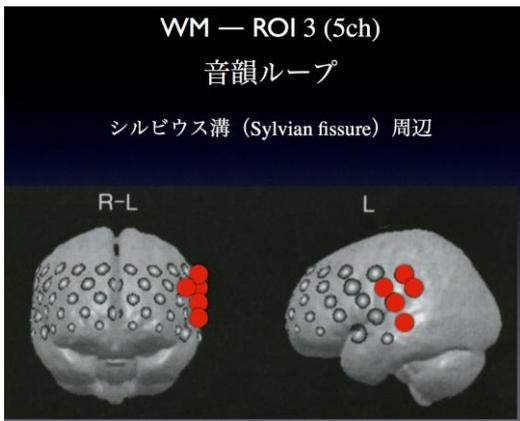


図3.音韻ループの測定域

#### 4. 研究成果

本研究では、まず (1) 外国語学習方略の脳内基盤がワーキング・メモリにあることを解明し、Macaro (2006) の仮説の妥当性をはじめて実証的に示した (図4参照)。続いて (2) ワーキング・メモリに認知的負荷をかけるのは学習方法だけではなく、題材の難易度でもあることを音読時の脳内活性化状況から明らかにし (図5参照)、学習方法と題材の相互関係からワーキング・メモリの活性化を論じる必要があることを示した。これらの知見を基にして、自己調整学習 (Self-regulated Learning) の考え方を援用し、(3) 学習者モデルを構築し (図6参照)、これを通して、外国語教育における学習者指導 (方略指導も包括する用語) の留意点などを指摘した。

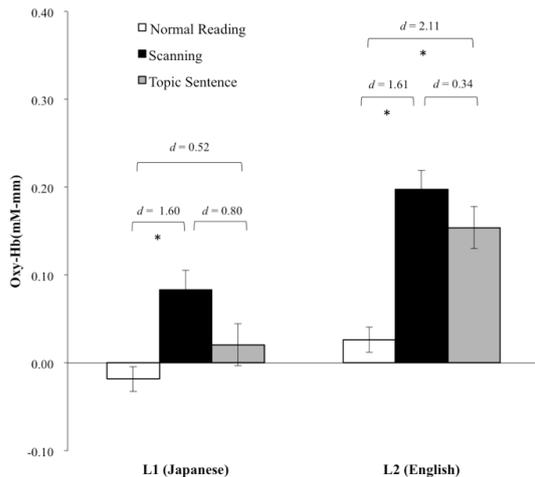


Figure 4. Concentration of oxy-Hb during each task and the results of multiple comparisons. Error bars indicate standard errors. Accepted criterion (Cohen, 1988) for the effect size ( $d$ ):  $d = .20$  (small effect),  $d = .50$  (medium effect),  $d = .80$  (large effect). \* $p < .05$  (Significant with FDR). mM-mm on the Y-axis stands for millimolar millimeter.

その後、(4) 能力測定方法 (cloze vs. 多肢選択)により、表面上は同一に見えても、異なる言語能力コンポーネントの活性化を測定している可能性があることを実験的に示し (図7参照)、(ブレイン・イメージングの) 研究デザイン時において、測定方法の選択が重要となることを明らかにした。この関連で (5) 研究法に関する知見をさらに蓄積するよう努力し、たとえば、NIRS などのブレイン・イメージングの手法では解明できない細部 (あるいは深部) については、刺激提示による回顧法などの質的手法を併用するアプローチが有効であること、少人数の参加者データを取り扱う時には、サンプルサイズに影響を受けやすい有意差検定に頼ることなく、サンプルサイズとは無関係に結果を論じることのできる効果量や、さらには、サンプルサイズの適正数を検証できる検出力という概念をもちいることが大切であることも示した (表1参照)。

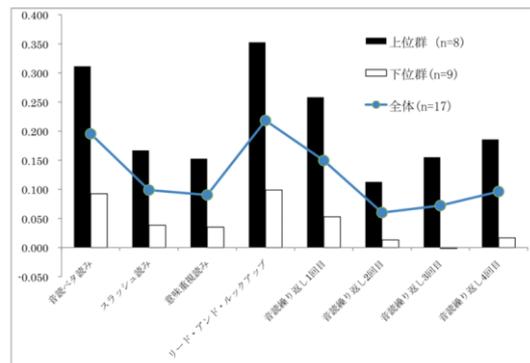


Figure 5. Levels of the activation found through the different sequences.

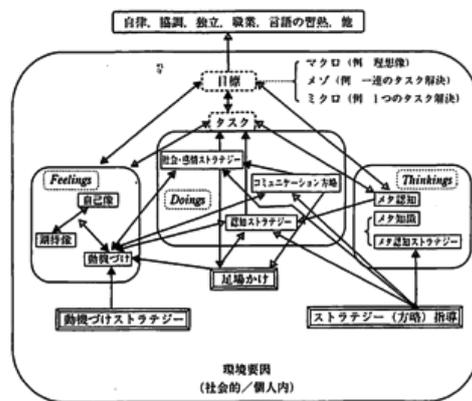


図6. 学習者モデル (模式図)

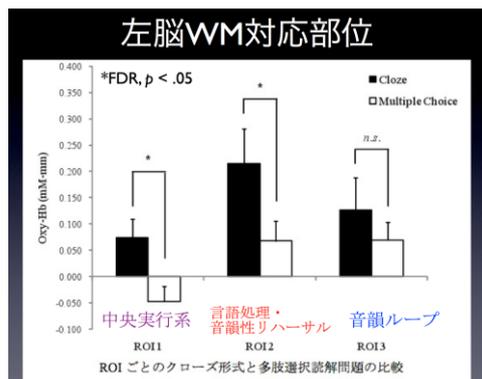


図7. 測定方法の違いによる差異

● 52チャンネルすべて (n = 17)

	Mean	SD	p	d
cloze	0.145	0.192	0.016	0.64
MC	0.035	0.087		

Note. MeanとSDの単位はOxy-Hb (mM-mm)

検定力 (1 - β) = .70  
効果量 (d) の解釈  
d = 0.3 (小) / 0.5 (中) / 0.8 (大)

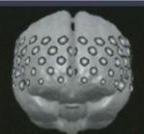


表1. 効果量と検出力の利用例

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計4件)

水本 篤、竹内 理 効果量と検定力分析入門—統計的検定を正しく使うために—査読無, 2011, 『より良い外国語教育のための方法—外国語教育メディア学会 (LET) 関西支部メソドロジー研究部会2010年度報告論集』44-70. 外国語教育メディア学会 (LET) 関西支部

水本 篤 サンプルサイズが小さい場合の統計的検定の比較—コーパス言語学・外国語教育学への適応—統計数理研究所共同研究レポート 238, 査読無, 2010, 1-14.

竹内 理 学習者の研究からわかること—個別から統合へ—『英語教育学体系 第6巻 成長する英語学習者—学習者要因と自律学習』(第1章) 査読無, 2010, 3-20.

Ikeda, M. The Influence of Learners' Vocabulary Size on EFL Reading Strategy

Instruction. *Asian Journal of English Language Teaching*, 18, 査読有, 2008, 89-103.

〔学会発表〕 (計11件)

Takeuchi, O., Macaro, E., Ozeki, N., & Nakatani, Y. (Symposium) Language Learning Strategies for Tertiary Education: Learner Strategies and Self-regulation. 大学英語教育学会 (JACET) 創立50周年記念国際研究大会 2011年8月31日 西南学院大学 (招聘シンポジウム)

Takeuchi, O., Ikeda, M., & Mizumoto, A. Does Cloze Tests Really Assess Learners' Integrative Abilities of a Foreign Language? The 16<sup>th</sup> World Congress of Applied Linguistics, Beijing, China. 2011年8月25日 (採用済み)

竹内 理 Brain-imaging と英語教育研究: NIRSを使った読解研究 大学英語教育学会 (JACET) 関西支部シンポジウム 2011年6月18日 (招聘シンポジウム)

Takeuchi, O., Ikeda, M., & Mizumoto, A. Reading-aloud Activities and Cerebral Activation. 第49回大学英語教育学会全国研究大会 2010年9月9日 宮城大学

竹内 理, 水本 篤, 池田真生子 クローズと読解問題解答時の脳内活性化比較—光トポグラフィによる脳内基盤の研究— 外国語教育メディア学会 (LET) 創立50周年記念全国研究大会 2010年8月5日 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高校

竹内 理 コロキアム: 英語教育研究法再考—方法論の整理にむけて— 大学英語教育学会 (JACET) 関西支部春季大会 2010年6月19日 同志社女子大学

池田真生子 脳科学から読解を考える 大学英語教育学会リーディング研究会 2010年2月14日 関西学院大学

Takeuchi, O., Ikeda, M., & Mizumoto, A. The Effects of Differences in Language Choice and Material Difficulty on Cerebral Activation During Reading-aloud Activities 第48回大学英語教育学会全国研究大会 2009年9月5日 北海学園大学

竹内 理, 池田真生子, 水本 篤, 石川慎一郎 (シンポジウム) ブレイン・イメージングと外国語教育—その可能性と限界点について

て 第49回外国語教育メディア学会全国研究大会 2009年8月2日 流通科学大学

Takeuchi, O., Ikeda, M., & Mizumoto, A.  
Establishing the Cerebral Basis for Language Learner Strategies: A NIRS Study Comparing L1 and L2 Strategy Use. Applied Linguistics Conference: 1st and 2<sup>nd</sup> languages: Exploring the relationship in pedagogy-related contexts.  
2009年3月27日 Oxford University, UK.

竹内 理 英語教育を学習基盤から考える－  
英語教育と学習方略（脳内基盤を求めて）  
大学英語教育学会第8回英語総合研究会  
2008年11月16日 大阪大学

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

竹内 理 (TAKEUCHI OSAMU)  
関西大学・外国語学部・教授  
研究者番号：40206941

### (2) 研究分担者

池田真生子 (IKEDA MAIKO)  
関西大学・外国語学部・准教授  
研究者番号：00425323

水本 篤 (MIZUMOTO ATSUSHI)  
関西大学・外国語学部・准教授  
研究者番号：80454768

### (3) 連携研究者

該当なし ( )

研究者番号：