

平成 21 年 5 月 30 日現在

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2006～2008

課題番号：18320095

研究課題名 (和文) 脳内変化の研究に基づいたESP教材の開発と効果的授業法の研究

研究課題名 (英文) ESP Teaching Materials and Effective Teaching : A NIRS Study

研究代表者

中野 秀子 (NAKANO HIDEKO)

九州女子大学・人間科学部・准教授

研究者番号：20309735

研究成果の概要：アメリカ高等教育の優れた教授法を調査した結果、各大学には優れた授業を行うためのサポート機関とシステムがあり、講義において学習者の多様性に応じた自発性を促す工夫をした教育を行なっていることがわかった。この調査結果を踏まえて従来型とe-learning 学習中における学習者のNIRSを行動別に測定し脳活動の特徴を調べた。その結果、学習者は英語力の上位群と下位群において前頭部と側頭部の活性化に違いがあり、従来型とe-learning 型の大きな違いは見られなかったが、自発的行動に属する「デスカッションをする」「教員に質問する」「質問されて答える」「解答を書きこむ」「解答をPC上にタイプする」「解答を見る」などで血流は大きく増大した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2007年度	3,700,000	0	3,700,000
2008年度	2,600,000	780,000	3,380,000
年度			
年度			
総計	7,500,000	1,140,000	8,640,000

研究分野：外国語教育

科研費の分科・細目：外国語教育

キーワード：教授法、学習理論、近赤外分光法 (fNIRS)

1. 研究開始当初の背景

これまでに中野と夏目は5日間の英語リズムパターン学習時の脳波を測定し、前頭部 θ 波 ($Fm\theta$) がリズム学習時に増加し、1日目に上昇した $Fm\theta$ が2日目に下降し次に上昇した時、すべてのリズムパターンを習得し再生できたことを見出した (Nakano et al., 2007)。さらに、マルチメディア教材の英語語彙学習中に①文字、②文字+音声、③文字+音声+動画、の教材を学習した被験者において、学習一日目に上昇した $Fm\theta$ が2日目に下

降し、次に上昇した時、語彙記憶テストの点が最高になった。これらの研究から $Fm\theta$ が学習に関与し、1回目の学習後1度下降した後に上昇する $Fm\theta$ のパターンが学習 (長期記憶に入る) プロセスに関連していることを見出した。また、中野と山内は海外の日本企業を取材し、ニーズの高いESP英語教材を作成し、CALL環境下での効果的授業の検討を行い、ブレンド学習の効果を示した (中野、山内、小田, 2007)。

2. 研究の目的

本研究の目的は大学生の英語 ESP 教材学習時の様々な条件下における脳内変化を分析しその特徴を調べ、効果的な ESP 教材と効果的な授業法を探ることにある。また、アメリカの大学の効果的授業の視察を行い効果的授業法の参考とする。本研究では脳内変化を脳波と近赤外分光法 (NIRS) による脳内血流変化の 2 つの異なった観点から調べる。

3. 研究の方法

(1) 手順

まず、ESP 教材の学習条件化の脳変化について、さまざまな行動のプロセス区分について CALL 教材としての学習と、教員の授業条件下での学習の比較を行う：1) 見る、2) 聞く、3) 考える、4) 読む、5) 書く、6) 辞書で調べる、7) 発言する、8) 問題を指示される、9) 質問に答える (教員 vs. 画面のヒント) など。さらに脳波と NIRS の分析結果から効果的な教材と教材をうまく組み合わせた授業法についてモデル案を提案する。

今回の集団学習は 1) 研究室の post doctor (男性) のパワーポイントによる研究発表と質疑応答とそれに関連する教員の質問、2) 時事英語「アメリカ大統領選挙における勝利宣言のニュース」の動画、音声、プリント教材を使った授業であった。

(A) プロトコル A (集団)

Rest(40 秒)—発表を聞く(40 秒)—Rest(40 秒)—発表の資料を読む(40 秒)—Rest(40 秒)—発表の質問を考える(40 秒)—Rest(40 秒)

(B) プロトコル B (集団)

Rest(40 秒)—発表者に質問をする(40 秒)—Rest(40 秒)—教員が他の学生に質問する(40 秒)—Rest(40 秒)—教員が本人に質問する(40 秒)—Rest(40 秒)

(C) プロトコル C (対面、教員&本人)

Rest(40 秒)—本人が教員に質問をする(40 秒)—Rest(40 秒)—教員が他の学生に質問する(40 秒)—Rest(40 秒)—教員が本人に質問する(40 秒)—Rest(40 秒)

(D) プロトコル D (テキスト学習)

Rest(40 秒)—Reading(40 秒)—Rest(40 秒)—語彙テスト(40 秒)—Rest(40 秒)—内容理解テスト(選択問題)(40 秒)—Rest(40 秒)—内容理解テスト(書き込み)(40 秒)—Rest(40 秒)—解答結果を見る(40 秒)—Rest(40 秒)

(E) プロトコル E (e-learning)

Rest(40 秒)—Reading(40 秒)—Rest(40 秒)—語彙テスト(40 秒)—Rest(40 秒)—内容理解テスト(選択問題)(40 秒)—Rest(40 秒)—内容理解テスト(書き込み)(40 秒)—Rest(40 秒)—解答結果を見る(40 秒)—Rest(40 秒)

(F) プロトコル F (EEG)

①文字、②文字+音声、③文字+音声+動画の

教材を学習の脳波を測定する

Rest(40 秒)—学習(50 秒)—Rest(40 秒)

(2) ESP 教材

中野の作成した「Web-English」上の ESP 教材を使用し、PC 上の問題と従来型のプリント問題の 2 種類の形態の違いによる脳変化を調べた。教材には「four stroke engine」の CALL 教材と同じ内容のプリント教材を使用した。EEG の実験では動画、音声、文による学習の違いを調べるために中野が作成した科学マルチメディア教材「Water in the Mars」を使用した。

(3) 測定

脳波は被験者の Fz、Cz、Pz、Oz、F3、F4、T3、T4 部位で測定し、信号解析ソフトウェアの MemCalc (諏訪トラスト社) によって α 波、 β 波、 θ 波の経時変化を測定した。

NIRS 測定には NIRStation OMM-3000 (島津製作所) をレンタルして使用した。被験者は 23-25 歳の健康な右利きの男性で TOEIC の点数は平均 315 点 (下位群, n=3)、466 点 (上位群, n=3) であった。

(4) 海外の優れた高等教育の教授法の調査

カリフォルニア大学バークレー校、サンタクルーズ校、MIT、ハーバード大学、ノースイースタン大学を訪問し Effective Teaching Center の活動、教育サポート等についてインタビュー、視察、授業参観を行った。

(5) これらの結果から効果的授業法を考察した。

4. 研究結果

(1) 学習パターンによる脳活動

① 集団学習(クラス) (表 1)

・「見る」、「聞く」、「読む」、「考える」の 4 つの基本動作の脳活動に関しては、前頭部と側頭部の酸化ヘモグロビンを含む血液の血流量 (Oxy 血流量) は穏やかに増加した。

・「書く」に関しては上記の 4 種類のアクションより両群とも血流量は増加した。

・「聞く」、「読む」、「考える」などの基本動作を行った実験では上位群は初めから NIRS の脳血流活動が上昇したが、下位群には著しい活性化は見られなかった。下位群の脳血流が上昇し始めたのは Quiz を解き始めた時であった。

・上位群の血流の増加は前頭部より側頭部の方が大きく、一方、下位群は前頭部の血流の増加は画像上でみられたが側頭部の増加はわずしか見られなかった。課題作業の違いは確認できな

表1. 集団学習中の脳血流変化

集団学習 (講義)				
Action	下位群		上位群	
	前頭	左側頭	前頭	左側頭
見る	小	無	小	中
聞く	小	無	小	中
考える	小	無	小	中
読む	小	無	小	中
書く	中	無	小	大
辞書	中	無	小	大
発言する	中	無	小	大
ディスカッション	大	小	小	大
質問される(個人)	中	小	小	大
質問される(全体)	中	小	小	大
発表者に質問する	中	小	小	大
教員に質問する	中	小	小	大
問題を解く	大	小	小	大
問題の解答を見る	大	中	中	大

表2. 個人学習中(従来型)の脳血流変化

個人学習 (テキスト型)				
Action	下位群		上位群	
	前頭	左側頭	前頭	左側頭
見る	小	無	小	大
聞く	小	無	小	大
考える	小	無	小	大
読む	小	小	小	大
書く	中	小	中	大
辞書	中	大	中	大
問題を解く	大	大	中	大
問題の解答を見る	大	無	小	大

表3. 個人学習中(e-learning)の脳血流変化

個人学習 (e-learning)				
Action	下位群		上位群	
	前頭	左側頭	前頭	左側頭
見る	小	無	小	大
聞く	小	無	小	大
考える	小	無	小	大
読む	小	無	小	大
書く(Key)	中	無	大	大
辞書	中	大	中	中
問題を解く	大	大	大	中
問題の解答を見る	大	無	大	中

ったので今後統計的考察によってさらに研究を深めていく。

- ② PC上とプリント上の個人学習(表2、表3)
- ・「見る」、「聞く」、「読む」、「考える」の4つの基本動作の脳活動に関しては、前頭部と側頭部の酸化ヘモグロビンを含む血液の血流量(Oxy血流量)は穏やかに増加した。
 - ・「書く」に関しては上記の4種類のアクションより両群とも血流量は増加した。
 - ・「聞く」、「読む」、「考える」などの基本動作を行った実験では上位群は初めからNIRSの脳血流活動が上昇したが、下位群には著しい活性化は見られなかった。下位群の脳血流が上昇し始めたのはQuizを解き始めた時であった。
 - ・上位群の血流の増加は前頭部より左側頭部の方が大きく、一方、下位群は前頭部の血流の増加はみられたが左側頭部の増加はわずかしかなかった。
 - ・従来型とe-learningの課題作業の違いは、画面上では確認できなかったため今後統計的考察によってさらに研究を深めていく。

(2) 教材の違いによる脳活動

- ・脳血流の変化ではテキスト型、IT型の違いははっきりと見られなかったため今後統計処理をしてさらに調べていく。
- ・脳波による結果

今回はNIRSによる実験に大幅に時間をとったためEEGで同様な実験が出来なかった。これにはEEGの実験条件の制約とNIRSとの同時測定の必要性が大きな理由である。既にNIRS測定時に学習した被験者に同じ実験をすることができないので移動型の同時測定装置の考案が望まれる。プロトコル(F)の結果として前頭部では θ 波の出現が α 、 β 波に比べて大きかったのは前回に実験結果(平成16年度科研基盤(C)と同様であったのでFm θ によって教材の種類による学習中の脳変化を調べた。①文字、②文字+音声、③文字+音声+動画の教材では③のマルチメディア教材と①のプリント教材とがほぼ同じ θ 波のデータを得た。この2つのグループの英語力はそれぞれTOEICが515、500点であった。さらに②の被験者はTOEICが350点で、 θ 波の値も他の2人より低かった。これらの結果から、脳活動は教材よりも学力の違いにより関係があるように思われる。今後被験者の英語力を統制した実験が必要である。また、前頭部と左側頭部での比較も行う必要がある。

(3) 海外の優れた高等教育の教授法を取り入れた授業展開についての検討

- ① 授業参観(ベスト授業賞受賞者の授業)とインタビュー

A. UC, Berkley (UCB)

- ・Dr. R. Lakoff (言語学) 受講者: 約50名
科目名「The American Languages」: 一般講

義室で黒板使用。スペイン語によるアメリカ言語への影響について。最初に授業内容の要点を板書し、基本的な事項を説明した後、事例などを学生に質問。授業の後半は学生とのインターアクションを増やす授業展開。

- ・ Dr. M. Olney (経済学) 受講者: 約 600 名
科目名「経済学入門」: 大ホールで 3 つの特大大スクリーン使用。独占企業の価格決定について、グラフ作成法と説明とグラフを提示。説明をしながらホール最後部まで一度は机間指導と短い質問をし、単なる講義に終始しない工夫。
- ・ Dr. S. Goldsmith (英文学) 受講者: 約 60 名
科目名「文学としての聖書」: 講義室での黒板とテキストを使用。聖書の一節を読み上げ、学生へ質問をし、学生からの質問に答え、学生とのインターアクションの工夫。

B. University of California, Santa Cruz

- ・ Dr. Kip Tellez (教育学部準教授) との面談
“Effective Teaching Practices for English Language Learners” (共著) で認知学習ストラテジーの利用、ネイティブスピーカー (NS) 学習者とノンネイティブスピーカー (NNS) 学習者の共同学習、教育へのテクノロジー利用も NNS 学習者の言語学習に効果的。コンピュータなどのテクノロジーは学習を効果的に進めるための学習支援の教育ツール。インターネットからの情報利用、パワーポイントプレゼンテーションによる発表力の養成などが有効。

C. Northeastern University (NU)

- ・ Dr. D. Qualters, Center for Effective University Teaching (CEUT) の所長。2006 年 12 月でメディア教育センターに合併吸収されて閉鎖。Sulfolk University 移籍前に面会し、これまでの Center の役割や活動内容を尋ねた。
- ・ メディア教育センター訪問
授業評価のデータ処理、メディア利用教員授業改善支援、CALL 教材開発支援。専任のプログラマーが全学の教員の支援をしている。

D. Massachusetts Institute of Technology (MIT)

- ・ Dr. S. Mahajan, Teaching & Learning Laboratory (TLL) の副所長訪問
「効果的授業とは授業中に学生がアクティブに学習活動を行っている授業である」。新規採用教員のワークショップで、効果的授業を質問を示して具体的に指導。教員が工夫した課題による

学生の脳の活動化が有効である。

- ・ マルチメディア物理学室見学
円卓状の机数台。各円卓上にモニターが天井より設置、机上で持参ノート PC を接続しモニターやスクリーンに表示。学生は課題をグループワークし、モニターやスクリーン上に結果を示して協議する。このような授業方法が講義形式よりもはるかに効果的である。
- ・ Teaching Monitor Classroom
優良授業実践教員に推薦された教員や教育相談を申し出た教員の授業をモニターする専用教室。多角的なビデオ撮影装置とマジックミラー設置。

以上の面会、授業参観から効果的授業には以下のことがまとめられる。

- 1) 教員-学習者間インターアクションが重要
- 2) テクノロジーは学習を効果的に行う学習支援ツール
- 3) 教員が工夫した課題による学生の脳の活動化が有効である。
- 4) ディスカッションや個人やグループによる発表が有効

② Effective Teaching Center の役割

Center for Education Development, UC, Berkley (CEUT), Center for Effective University Teaching, Northeastern University (CEUT); 及び Teaching & Learning Laboratory, MIT (TLL) の 3 つの支援センターを取材しその役割を表 4 にまとめた。

表 4 より効果的授業を行うための支援センターについて以下のことがまとめられる。

- 1) 効果的授業を行うためのサポートシステムが必要である。
- 2) 教員が個人的、管理的立場の両方から支援を受けることが出来る
- 3) 教材や資料作成への積極的のサポートを行っている
- 4) 優良教員を評価し、表彰する
- 5) 効果的授業実現・研究のための組織運営と財政的支援

6. まとめ

本研究は効果的学習をアメリカの大学でどのようにサポートし、どのように授業が行われているか現場の調査を行うと共に、脳科学の立場から学習者に効果的な講義の形態を探るものであった。アメリカの大学では教科書と黒板を使った従来型の授業から、ITC を利用した授業や学習者の発表

表4. 米3大学の効果的授業支援状況

	OED	CEUT	TLL
授業法についてのワークショップ開催	○	○	○
授業法についての個別相談	○	○	○
新規採用教員オリエンテーション開催	○	○	○
授業評価調査実施	○	○	○
教員の授業法改善支援プログラムの運営	○	○	○
ニューズレターの発行	○(a)	○(b)	○
授業法に関する図書貸出	○	○	○
優良授業実践者の表彰	○	○	○
授業ビデオ撮影		○	○(c)
教育学学習実践支援	○	○	○
教育者コミュニティの構築		○	○
多様な授業展開支援		○	○
授業改善基金の授与		○	○
TA オリエンテーション・ワークショップ		○	○
優良 TA 表彰		○	○

a)New Faculty Teaching (O E D, UCB)

b)Teaching Matters (CEUT, NU)

c)Teaching Monitor Classroom (MIT)

やグループ・プレゼンテーションを重視する教室を使用した授業など様々な形態の授業が行われていた。優良教員の授業に共通するのはどの形態でも授業の中で教員 - 学習者間のインターアクションがみられ、巧みな質問によって学生を考えさせていることであった。

脳内変化の実験の結果からもこのインターアクションの重要性は証明できた。本研究で見出した所見を踏まえた効果的講義のモデルを書き示す。本研究ではITCとプリントの教材による差は見出せなかったので2のコンテンツ提示法はいずれの場合も含まれるが学習者や教室と講義目標のニーズに応じた教材を使用するべきである。

[効果的授業準備計画とモデル]

1. シラバスの作成

- ・ 講義の目的と15回の講義配分

2. 1回の講義計画

- ・ コンテンツの提示法：教科書、板書、プリント、PC&プロジェクター、CALL

- ・ コンテンツの種類：文字、図、音声、動画 (podcastなども含む)、Web情報
 - ・ コンテンツや副教材の作成準備
3. 講義中のインターアクション計画
- ・ 質問の準備、学生に与えるグループ課題、個人への課題の準備、課題の発表方法
4. 各講義のフォローアップ計画
- ・ 講義中・後のフォローアップ：質問と解答 (口頭、プリント、Web)

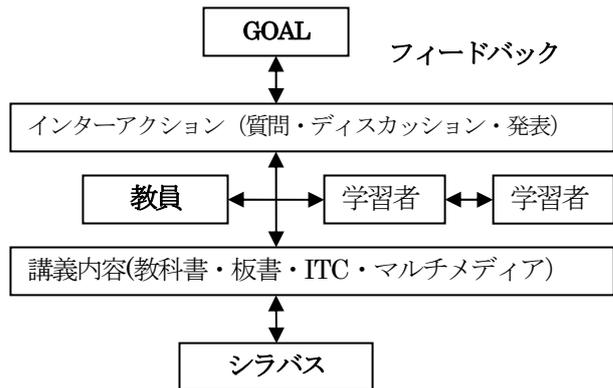


図1. 講義モデル

6. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 10 件)

- ① 山内ひさ子、中野秀子、小田まりこ (2008) 「ESP教授法に基づくCALL教材の共同開発と利用」 *LET Kyushu Bulletin*, 8, 29-48 (審査有) .
- ② Nakano, H., Yoshida, N., & Natsume, K., (2007) “Analysis of EEG pattern measured at eight electrodes on L2 English rhythm acquisition” *Language Education and Technology*, 44, 155-167 (審査有) .
- ③ 中野秀子 (2007) 「Web教材の効果的ブレンド学習」, 第33回全国英語教育学会大分研究大会発表要綱集, pp.76-80 (審査有) .
- ④ 山内ひさ子、中野秀子、小田まり子 (2007) 「ESP 教授法に基づくCALL教材の共同開発と利用」, 第47回LET全国大会発表要綱集 pp.126-129 (審査有) .
- ⑤ Natsume, K., Nakano, H. (2007) “EEG during L2 English rhythm acquisition and an instruction robot for the rhythm”, 第47回LET全国大会発表要綱集, pp.20-23 (審査有) .
- ⑥ 中野秀子、山内ひさ子、小田まり子 (2007) 「授業におけるCALL教材の効果的利用:ブレンド学習のパイロットスタディ」 ESPの研究

- と実践, 大学英語教育学会九州沖縄支部ESP研究会編, 6, 67-77 (審査無) .
- ⑦ 中野秀子(2007) 「人ほどどのように語彙を記憶するか: 脳波の実験から見えてきたこと」『英語教育』2月号, 大修館書店, 14-16, (審査無) .
- ⑧ 山内ひさ子、中野秀子、小田まり子 (2006) 「ESP 教授法に基づく工業系学生用CALL教材の開発」, 第45回大学英語教育学会全国大会発表要綱集(Osaka), pp.124-127 (審査有) .
- ⑨ 山内ひさ子、中野秀子、小田まり子 (2006) 「国際化時代に企業が求めている人材: 海外進出の日本企業と日本進出の海外企業の取材を通してESPの研究と実践」, 大学英語教育学会九州沖縄支部ESP研究会編, 5, 44-59 (審査無) .
- ⑩ Yamauchi, H. & Oda, M. (2006) “ESP: An Effective Approach for Japanese College Students.” Proceedings to 2006 PKETA International Conference, Pan-Korean English Teachers Association, 30-35 (審査有) .
- [学会発表] (計 14 件)
- ① 中野秀子、山内ひさ子 (2008年9月) 「効果的授業のサポート: アメリカの大学の実践例」第47回大学英語教育全国大会, 東京.
- ② Nakano, H., Natsume, K. (2008年9月) “A Pilot Study to Apply Neurological Technique to CALL: Analysis of Learning Condition by Learners’ EEG Measurements. ” Euro CALL 2008, Székesfehérvár, Hungary.
- ③ Nakano, H., Natsume, K. (2008年8月) “A Pilot Study: Theta Rhythm at the Frontal Area (Fmθ) in L2 English Vocabulary Learning.” The Asia TEFL 2008 International Conference, Bali, Indonesia.
- ④ 中野秀子 (2008年1月) 「英語教育と脳神経科学」, 第75回東アジア英語教育研究会, 福岡.
- ⑤ 中野秀子 (2007年9月) 「学習・記憶に関する脳内変化を脳波で見る: 英語リズム習得と語彙記憶」, 第46回大学英語教育学会全国大会シンポジウム: 広島 (審査有) .
- ⑥ 中野秀子 (2007年8月) 「Web教材の効果的ブレンド学習」, 第33回全国英語教育学会大分研究大会, 大分.
- ⑦ 山内ひさ子、中野秀子、小田まり子 (2007年8月) 『ESP 教授法に基づくCALL教材の共同開発と利用』, 第47回LET全国大会, 名古屋.
- ⑧ Nakano, H., Natsume, K. (2007年8月) “EEG

- during L2 English rhythm acquisition and an instruction robot for the rhythm”, 第47回LET全国大会, 名古屋.
- ⑨ Nakano, H. (2006年9月) “WELL in collaborative learning process: developing writing skills from sentences to 5-min presentation monologue using Formula system of Web-English”, EURO CALL 2006 Conference. Granada, Spain.
- ⑩ 山内ひさ子、中野秀子、小田まり子 (2006年9月) 「ESP 教授法に基づく工業系学生用CALL教材の開発」, 第45回大学英語教育学会全国大会, 大分.
- ⑪ Nakano, H., Natsume, K. (2006年8月) “The Brain Activation of Japanese L2 in English Vocabulary Learning: An EEG Study on Effects of Multimedia Materials .” The 4th Asia TEFL International Conference, Fukuoka.
- ⑫ Natsume, K., Nakano, H., Yoshida, N. (2006年8月) “Development of EEG Pattern Recorded at 8 Electrodes in L2 English Rhythm Acquisition Process.” *The 4th Asia TEFL International Conference*, Fukuoka.
- ⑬ Yamauchi, H., Nakano, H., & Oda, M. (2006年8月) “Development of Multimedia ESP CALL Materials.” *The 4th Asia TEFL International Conference*, Fukuoka.
- ⑭ Nakano, H., Yoshida, N., & Natsume, K. (2006年7月) “Theta Rhythm at the Frontal area of Brain Facilitates L2 English Rhythm Acquisition, ” The proceedings of the 4th Neuro Science Conference 2006, Neurosci2006, (Kyoto) .

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中野 秀子 (NAKANO HIDEKO)

九州女子大学・人間科学部・准教授

研究者番号: 20309735

(2) 研究分担者

夏目 季代久 (NATSUME KIYOHISA)

九州工業大学・大学院生命体工学研究科・教授

研究者番号: 30231492

山内 ひさこ (YAMAUCHI HISAKO)

長崎県立大学・国際情報学部・教授

研究者番号: 70200582