

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 26 日現在

機関番号：17201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25780535

研究課題名(和文) ワーキングメモリトレーニングと協働学習による英語教育研究：高校生大学生を元気に

研究課題名(英文) Investigating the relative contributions of working memory training and English language teaching to cognitive and foreign language development

研究代表者

林 裕子 (Hayashi, Yuko)

佐賀大学・文化教育学部・准教授

研究者番号：10649156

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、集中的なワーキングメモリトレーニング(WMT)と英語学習を実施し、ワーキングメモリ(WM)改善と外国語能力に及与える果、並びに、その効果の持続性・汎化性を検証した。合計108名の被験者を、統制群(n=25)と5週間のトレーニングを受けるWMT群(n=36)、英語学習を受けるELT群(n=26)、両介入を受けるWMT+ELT群(n=21)の4グループに割り当てた。WMT+ELT群において顕著な介入効果が見られ、言語性短期記憶(英語)と言語性WM(日本語)については効果が6ヶ月間持続した。介入による英語習熟度の向上は見られなかった。外国語教育におけるWMTの意義と効果について論考する。

研究成果の概要(英文)：The current study reports on an intervention study that investigated the relative contributions of 5-week English language training (ELT) and 5-week working memory training (WMT) to improvements in English language knowledge and working memory capacity in university learners of English as a foreign language. The participants were allocated to the following groups: (i) ELT only; (ii) WMT only; (iii) both WMT and ELT; and the control group. The results showed that intervention effects were pronounced in the WMT+ELT group, who improved scores on the reading span test and all tests of verbal and visuo-spatial short-term and working memory. The gains in verbal short-term (Japanese) were maintained 3 months later, whereas those in working memory (Japanese and English) were sustained for 6 months. None of the interventions, single or combined, led to gains in foreign language knowledge, however. The sustained effects of the dual approach and its implications are discussed.

研究分野：応用言語学

キーワード：ワーキングメモリトレーニング ワーキングメモリ 外国語教育 第二言語習得

1. 研究開始当初の背景

複雑・多様化する今日のグローバル社会において、コミュニケーション能力、主体性、問題解決能力などの様々な資質・能力を兼ね備えた人材への需要は増す一方である。ワーキングメモリ(WM: Working Memory) は、それらの高次認知能力を支える目標指向型の記憶システムであり、理解、学習、推論など、課題を遂行するために必要な情報の処理と保持の並立処理を支える役割を果たす(Baddeley, 2003)。第二言語習得研究において、WM 容量評価値が高い学習者は、読解やスピーキング、リスニングなど、言語理解や産出課題においても高成績を収めるという正の相関関係が幅広く報告されている。

しかし、先行研究では、横断的調査により、一時点で測定された被験者の WM と語学力の統計的な(静的)関係を示す例が大半を占める。WM が英語力に影響を及ぼすのか、それとも、言語的な措置(外国語指導)が、もしくは双方を組み合わせ合わせたアプローチが英語力向上により効果的なのかという因果関係については明らかになっていない。したがって、実際に WM を強化するトレーニングを介入研究の枠組みで実施し、外国語教育における、WM トレーニングと言語的措置の効果を系統的に検証する必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、応用言語学(外国語教育)と認知心理学の知見を活かし、佐賀・福岡の大学生を対象に、短期集中型(5週間)の英語学習と WM トレーニングが独自に、または、相乗的に英語力向上に与える効果を検証する。英語学習では、基礎学習と留学生との協働学習を実践する。WM トレーニングでは、Cogmed(次節(2)参照)を用いて WM 強化を図る。WM トレーニングが言語習得に与える効果を検証した研究は少なく、英語学習においては皆無に近い。グローバル人材育成に資する英語学習の在り方について新たな視点で考察を深める。

3. 研究の方法

大学生を対象に 5 週に亘る集中的 WMT とグローバル英語学習を実施し、それが言語能力とワーキングメモリ改善に及ぼす効果、並びに、その効果の持続性・汎化性を検証した。具体的な研究課題は以下の通りである。

1. 大学生のワーキングメモリは WM トレーニングによって改善するか。
  - a. 改善が見られた場合、トレーニング効果はグループ間で異なるか。
  - b. その効果に持続性は見られるか。
2. 英語力向上において、外国語学習と WM トレーニングによる単独効果が見られるか、それとも、2 種類の介入による相乗効果が見られるか。
  - a. その場合、介入効果に持続性は見られるか。

(1) 被験者

108 名の大学生が参加した。母集団(日本で外国語として英語を学習する大学生)の特性を代表するサンプルとなるよう、全学部・全学年を対象とした。被験者は、以下の 4 グループのいずれかに割り当てられた。

- (a) ELT (English Language Teaching)  
(26名, 平均年齢= 20y4m, SD\*= 1.08)
  - (b) WMT (Working Memory Training)  
(36名, 平均年齢= 20y2m, SD= 1.25)
  - (c) WMT+ELT  
(21名, 平均年齢= 20y2m, SD= 1.4)
  - (d) 統制群  
(25名, 平均年齢= 20y8m, SD= 1.30)
- \* SD: Standard Deviations

(2) 介入内容

ELT (English Language Teaching)

ELT 群と WMT+ELT 群の被験者は、5 週に亘り正課外で実施した英語学習講座‘Interactive English’を受講した。本講座では 90 分の授業を週 2 回実施した。留学生との協働学習によりグローバル問題についての理解・発信力を向上させることを目的とし、Sato(2010)を基に、10 回の授業から成る以下のシラバスを作成した。

- An overview of global issues (2 回)
- Environmental issues (2 回)
- Global trade and development(3 回)
- Health and disease (2 回)
- Final presentations (1 回)

WMT (Working Memory Training)

WMT 群と WMT+ELT 群は、Cogmed による週 5 日×5 週間の WM トレーニングを進めた。Cogmed はスウェーデンカロリンスカ大学の研究者によって開発された、WM や集中力・注意力改善を目的とする WMT プログラムである。Cogmed はコンピュータ上で行うトレーニングプログラムであり、未就学児から成人にかけ年齢に応じた 3 バージョン (Cogmed

JM[未就学児用], RM[児童・生徒用], QM[青年・成人用])から構成されている。本研究ではQM (<http://www.cogmed.com/>)を使用した。Cogmed QMの特徴を以下にまとめる。

- インターネットが接続されたコンピュータ上で行う。
- 1日35-40分間のトレーニングを週5日行い、5週間続ける。
- 12種類のエクササイズの中から1日8つを行う(図1)。
- 難度レベルを自動調整する適応アルゴリズムを用いたトレーニングを行う。
- ユーザー用アカウント上でトレーニングレポート(結果・進捗状況の把握)が確認できる。
- Cogmedコーチによる定期的なサポートを受ける。

### (3) 測定具

英語版・日本語版 Reading Span Test 中央実行系の容量を測定する代表的な課題である Reading Span Test (RST) を実施した。英語版はWalter (2000) によって開発された RST を使用した。被験者は、コンピュータの画面に呈示される短文を口頭で読み、文章の意味的正誤判断をキーボード上で行う(Y=正しい, N=誤り)それと同時に、文末の単語を憶えることが課される。文末に「\*」が付いた文章が呈示されると、次の画面で、それまでに憶えた単語を呈示された順番通りに口頭で再生することが課される。以下に3文条件の例を示す。

English 3 sentences I  
Do come and stay for a few weeks.  
It's very important to be on time.  
The airport was late arriving at the plane.\*



図 1. Cogmed QM のトップ画面の例

被験者が続けて読む文の数は2文から5文まで増えるため、憶える単語数も増えテストの難易度が増す。各条件につき試行が5回繰り返され、3試行以上において正確に単語の口頭再生ができた場合、次の条件に進む「打ち切り型」に進めた。

日本語版 RST (J-RST) は RST (Daneman & Carpenter, 1980) を基に開発された芋阪 (2002) の RST を使用した。日本語版 RST では、原版 RST と異なり、文末の単語ではなく下線語を憶えることが課される。本研究では、英語版 RST と日本語版 RST の構成を統一するため、日本語版 RST に意味的正誤判断の課題を加え、原文の半分を正文、残りの半分を誤文へと修正した。以下に3文セットの例を示す。

日本語 3 文セット

- 1番下の目が、まぶしそうに弟を動かしながら尋ねた。
- さまざまな工夫をこらして、西洋の言葉を学ぼうとした。
- 昼は、人々の信頼に答えようと、彼も夜も働いた。\*

### 数唱 (Digit Span)

言語性短期記憶の代表的検査である数唱 (DS: Digit Span) を実施した。測定には、CAT (Clinical Assessment for Attention) (日本高次脳機能障害学会, 2006) の順唱・逆唱課題を用いた。数唱は日本語と英語で実施し、CAT の数唱課題を日本語版課題と設定した。日本語版課題の刺激を逆に配置したものを英語課題とし、順唱では日本語版の逆唱数系列、逆唱では日本語版の順唱数系列を英語で聴覚し、直ちに英語で繰り返すことが課された。

被験者は、1桁1秒の速さで読み上げられる数系列を聴き、順唱課題ではその直後に同じ順番で復唱し、逆唱課題では逆さの順番で復唱する。数系列は2桁から始まり最長9桁に及び、同一桁を2回連続で誤った場合は中止となる。

### タッピング・スパン (Tapping Span)

CAT のタッピング・スパン (TS) を視空間性短期記憶を測定する課題として実施した。被験者は、Corsi のブロック課題 (Milner, 1971) の配置に準拠する検査図版に描かれた9個の正方形が順に指し示される動画を見て、直ちに同じ順序で指さず forward 課題と、逆の順序で指さず backward 課題から成る。実験者用に各図形に番号が振ってあり、数唱

と同じ配列の数字を2桁から最長9桁まで指し示し、被験者が2試行連続で誤答した時点で検査は中止となる。

#### 日本語・英語能力

被験者の日本語能力を総合的に測定するため、日本語能力基礎検査 (Japanese Language Proficiency Assessment: JLPA) (言語教育文化研究所, 2007) を実施した。JLPA は、「漢字」、「語彙」、「敬語」、「表記・表現」、「文法」、「読解問題」の下位項目から構成される、標準化された言語運用テストである (所要時間 60 分)。

英語能力は、英語プレイスメントテスト (English Placement Test, EPT) (英語運用能力評価協会, 2003) を使用し測定した。本テストは、Part 1 (リスニング)、Part 2 (語彙・文法、リーディング) から構成されている (所要時間 60 分)。

#### 非言語性 IQ

流動性知能を測定する知能検査であるレーヴン漸進的マトリックス検査 (Raven's Standard Progressive Matrices Plus) (SPM+) (Raven, Rust & Squire, 2008) を実施した。SPM+は、標準図案や図柄の欠如部分に合致するものを6つないし8つの選択肢から1つ選ぶ検査である。

#### (4) 手続き

正課外に大学の教室にて事前テストを実施した。言語能力 (JLPA・EPT) と非言語テスト (SPM+) は集団で、RST と CAT は個別に実施した。事前テスト終了後、ELT 群と WMT+ELT 群は、5 週間の英語学習を開始した。WMT 群と WMT+ELT 群は、コーチとの初回インタビューを行い、5 週間の WMT を開始した。事前テスト後に辞退者が出たため、全日程を終え事後テストを受けた人数は、17 名 (ELT), 21 名 (WMT), 18 名 (統制群) となった。介入効果の持続性を検証するため、事後テストから3ヶ月後と6ヶ月後に遅延テストを実施した。

### 4. 研究成果

#### (1) 介入効果

##### 中央実行系機能

日本語版 RST において介入効果が観測された。混合分散分析 (Mixed ANOVA) の結果から、WLT+ELT 群の-span値は、WMT 群より有意に高いことが示された (図2)。英語版 RST では、全体的な-span値の伸びは見られたが、グループ効果や交互作用効果は見られなかった。

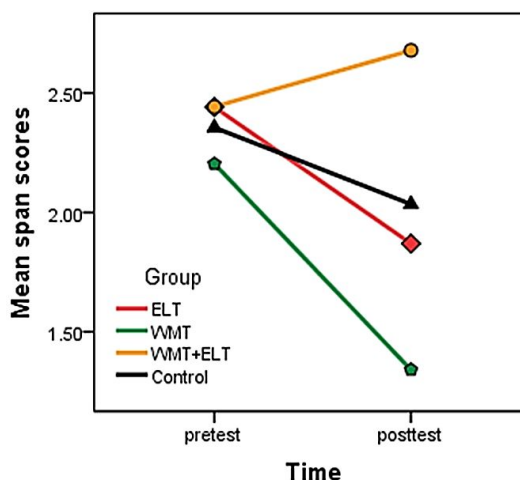


図2. J-RSTスパン値の比較

#### 言語性短期記憶・ワーキングメモリ

介入効果は WMT+ELT 群において顕著に見られ、言語性短期記憶とワーキングメモリの (日本語・英語) 全課題において有意な伸びが認められた。WMT 群においては、言語性短期記憶 (英語順唱) とワーキングメモリ (日本語順唱) においてのみ有意な伸びが見られた。

#### 視空間性短期記憶・ワーキングメモリ

WMT群とWMT+ELT群に顕著な介入効果が見られ、視空間性短期記憶・ワーキングメモリの双方の課題において-span値の有意な伸びが見られた。他の2グループにおいては、介入前後で-span値に有意な変化は見られなかった。

#### 言語能力

日本語・英語の言語能力は介入の前後で、どのグループにおいても有意な変化は見られなかった。

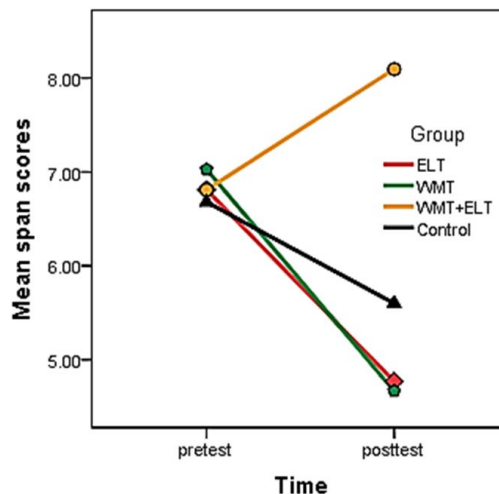


図3. 日本語順唱課題スパン値の比較



## (2) 効果の持続性【3ヶ月後調査】

ポストテストにおいて有意な介入効果が見られた測定課題(RST, DS, TS)においてのみ追跡調査を行った。その結果、言語性短期記憶(日本語・英語順唱)とワーキングメモリ(日本語逆唱), 視空間性ワーキングメモリにおいて介入効果が持続していることがわかった。

### 言語性短期記憶

日本語の順唱課題については、プレテストから3ヶ月後の追跡調査にかけて、WMT+ELT 群と WMT 群のみ、スパン値が有意に伸びている傾向が示された。英語の順唱課題では、WMT+ELT 群のスパン値が統制群のスパン値よりも有意に高いことがわかった。

### 言語性ワーキングメモリ

日本語の逆唱課題では、WMT+ELT 群と WMT 群のスパン値は、それぞれ統制群のスパン値より有意に高いことがわかった。英語の逆唱課題では、WMT+ELT 群と統制群の間に有意水準に迫る差が見られ、前者のスパン値が有意に高い傾向が示された。

### 視空間性短期記憶

有意なスパン値の伸びはみられず、ポストテストで観測された視空間性短期記憶における介入効果は、3ヶ月後の調査の時点では持続されていないことがわかった。

### 視空間性ワーキングメモリ

TS backward 課題の結果から、ELT 群を除いた全グループにおいて有意なスパン値の伸びが見られた。統制群においても有意性が確認されたため、練習効果の可能性が否めず持続効果とは解釈し難い。

## (3) 効果の持続性【6ヶ月後調査】

3ヶ月後の追跡調査で効果の持続性が観測された課題のうち、言語性短期記憶(英語)・ワーキングメモリ(日本語)において持続効果が観測された。

### 言語性短期記憶

英語の順唱課題において、WMT+ELT 群のスパン値が、プレテストに比べ有意に高いことが示された(図4)。他のグループにおいては、スパン値に有意差は見られなかった。

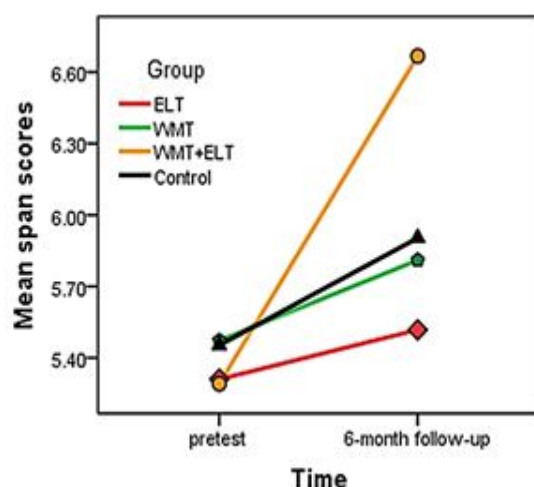


図4. 英語順唱課題スパン値の比較

### 言語性ワーキングメモリ

日本語逆唱課題について、WMT+ELT 群のスパン値は、プレテスト時よりも有意に高いことが示された。その他のグループでは有意差は見られなかった。

英語の逆唱課題では、WMT+ELT 群においてのみ、6ヶ月後のスパン値がプレテスト時に比べ有意に高いことが示された。

## (4) 考察とまとめ

本研究では、大学生を対象に5週間に亘る集中的な WMT と英語学習を実施し、各介入の効果の持続性と汎化性を検証した。WMT を受けた2グループの言語性短期記憶と言語性ワーキングメモリの評価値の改善は WM トレーニング終了後6ヶ月間維持されていたことが明らかになった。WM トレーニングの効果検証研究が僅少である外国語教育の領域において、WM トレーニングの持続性を示せたことは有意義であるといえる。

さらに、日本語版 RST の結果から、WMT 群と WMT+ELT 群の間に有意差が見られ、後者のスパン値が高いことが示された。両グループ共に Cogmed を受講していたことから、WM トレーニングに加え、言語的介入も併せて実施した場合、双方のアプローチから起こる相乗効果によって文章処理の効率化へとトレーニング効果が及ぶ可能性が示唆される。

一方で、英語能力における介入効果(汎用性)は確立されなかった。Cogmed には言語性短期記憶・ワーキングメモリを強化するエクササイズ(数唱、数字)は含まれているが、読みを伴うエクササイズは含まれていないため、言語課題を支えるワーキングメモリの強化にまでトレ

ーニング効果が広がらなかったと考えられる。実際に、WMT を単独で実施した場合の効果の限度を指摘する研究者もいる (Melby-Lervåg & Hulme, 2013)。

また、本研究で使用した習熟度テストにはスピーキング力を測定する項目が含まれていない。実施した英語学習では、留学生との英語でのやり取り (グループ・ディスカッション) や意味交渉を主とする協働学習を実践したため、スピーキング力においては、他の3技能とは異なる結果が得られた可能性も考えられる。本課題克服に向け、今後、スピーキング力の測定も含めた WM トレーニング効果の検証を進めて行く予定である。

#### 【引用文献】

- Baddeley, A. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, 36(3), 189-208.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19(4), 450-466.
- 英語運用能力評価協会 (ELPA). (2003). 『英語プレースメントテスト (ACE プレースメントテスト)』.
- 言語教育文化研究所 (ILEC). (2007). 『日本語能力基礎調査』.
- 日本高次脳機能障害学会, (2006). 『標準注意検査法・標準意欲評価法』.
- Melby-Lervåg, M., & Hulme, C. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, 49(2), 270-291.
- Milner, B. (1971). Interhemispheric differences in the localization of psychological processes in man. *British Medical Bulletin*, 27(3), 272-277.
- 苧阪満里子. (2002). 『脳のメモ帳ワーキングメモリ』 新曜社.
- Raven, J., Rust, J., & Squire, A. (2008). *Manual: Standard Progressive Matrices Plus version and Mill Hill Vocabulary Scale*. London: NCS Pearson Inc..
- Sato, R. (2001). Critical shiko niyori gulobaru mondai eigo gakushu [The students' learning of global issues through critical thinking]. *Science and the Humanities*, 31, 205-227.
- Walter, C. (2004). Transfer of reading comprehension skills to L2 is linked to mental representations of text and to L2 working memory. *Applied Linguistics*, 25(3), 315-339.

#### 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 3 件) \*査読有り

1. \*Hayashi, Y., Kobayashi, T., & Toyoshige, T. (2016). Investigating the relative contributions of computerised working memory training and English language teaching to cognitive and foreign language development. (2016). *Applied Cognitive Psychology* 30(2), 196-213. DOI: 10.1002/acp.3177.
2. 林裕子・小林大晟・豊重剛. (2014). 「大学生におけるワーキングメモリトレーニングの効果とその持続性・汎化性の検証」(2014) 『佐賀大学文化教育学部研究論文集』第 19 巻 第 1 号, 71-94.

〔学会発表〕(計 3 件)

1. Hayashi, Y. (平成 27 年 7 月) Investigating the relative contributions of computerised working memory training and English language teaching to cognitive and foreign language development, 言語科学会第 17 回年次国際大会 (別府国際コンベンションセンター)
2. 林裕子 CALL 教材と協働学習を取り入れたインタラクティブな英語授業の実践 (平成 25 年 10 月) 日本グローバル人材育成教育学会第一回全国大会 (福岡大学)
3. 林裕子 モチベーションと自律性を高揚するグローバル英語教育の構築 (平成 25 年 6 月), 東アジア英語教育研究学会 (西南学院大学)

〔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〕

- Cogmed ワークショップ (平成 25 年 11 月 ~ 12 月毎週土曜日) (福岡大学)

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

林 裕子 (HAYASHI YUKO)

佐賀大学 教育学部 准教授

研究者番号: 10649156