

教育現場での認知トレーニングが学業成績と高次 認知能力に及ぼす影響の検証

Effects of School-Based Cognitive Training on Academic Achievements and
Higher-Order Cognitive Abilities

前原 由喜夫
Yukio Maehara
(長崎大学教育学部)

要 約

認知トレーニングとは、日常の学習や仕事の効率を向上させるために、注意力や記憶力などの汎用的認知能力を直接的に鍛えることを言う。本研究では、学校における学習活動の一環として実施される認知トレーニングが、生徒の学業成績および高次認知能力にどのような影響を及ぼすかを調べた。具体的には、長崎大学教育学部附属中学校で開発され、同校で日常的に実施されている冊子型の認知トレーニング教材 **BEST** の効果を実証的に検討した。1年生 143 名を **BEST** あり条件（トレーニング条件）と **BEST** なし条件（コントロール条件）に分け、2 か月間の **BEST** への取り組みが実力テストの成績に及ぼす影響と 3 か月間の **BEST** への取り組みが知能検査課題の成績に及ぼす影響を調べた。その結果、数か月間の **BEST** は、実力テスト成績および知能検査課題成績の両方に特に有意な影響を与えてはいないことが示された。したがって、本研究では **BEST** が生徒の学習効率や認知機能に何らかの良い影響を及ぼしているかどうかは不明だと言わざるを得ない。最後に研究実施方法の問題点と今後の研究の方向性について考察した。

Abstract

Cognitive training aims to improve general cognitive abilities, including attention and memory, in order to improve work performance and learning in daily life. The present study investigated the effect of a school-based cognitive training program on students' school achievements and higher-order cognitive abilities. The training program, named 'BEST' (Basic Effective Speedy Training), is a paper-and-pencil cognitive training protocol developed by Nagasaki University Junior High School (NUJHS) and used as an everyday learning activity in NUJHS. One hundred and forty-three NUJHS students were assigned to either the BEST training condition or the no-BEST control condition for a few months. The results indicate that the students in the training condition did not show any significant improvement compared to the control condition on either the subject achievement tests or the intelligence tests. Therefore, it is still doubtful whether short-term practice using the BEST has a positive effect on the learning and cognitive skills of students. Finally, limitations of the current study and the future directions of research on the BEST are discussed.

認知トレーニングとは

私たちは日々の学習や仕事をする中で、自分の頭の回転がもっと速ければ、記憶力が良ければ、優れた思考力を持っていればと願うことが多々ある。認知トレーニング (cognitive training) あるいは脳力トレーニング (脳トレ ; brain training) とは、日常生活のさまざまな活動の質と効率を向上させ、より豊かな人生を送るために、情報処理速度、注意スキル、ワーキングメモリ、実行機能、メタ認知など汎用性の高い認知能力を、それらの認知機能を必要とする課題に繰り返し取り組むことによって直接的に鍛える試みのことをいう。注意機能 (Rueda et al., 2005) やワーキングメモリのトレーニング (Klingberg et al., 2005) が一般的知能をはじめとした諸種の認知能力の向上に目覚ましい効果を示すという研究が発表され、2005年に携帯型ゲーム機で行う脳トレゲームが世界的に流行したのをきっかけに (Nintendo, 2005)、認知トレーニングは脳科学や心理学の専門家のみならず、広く一般の人々の関心をも集めるようになった。

さまざまな認知機能がトレーニングの対象となる中、最も関心を集めてきた認知機能のひとつが、ワーキングメモリ (working memory; WM) である。ワーキングメモリとは、課題目標の達成に必要な情報を、他の認知処理活動と並行して一時的に保持しておく記憶システムのことをいう (Baddeley, 1986, 2007; Baddeley & Hitch, 1974)。例えば、文章読解においては以前に出てきた重要な内容をワーキングメモリに保持しながら文章を読み進める必要があり、暗算では下の位の計算結果を忘れないようワーキングメモリに保持しながら上の位の計算を進めなければならない。ワーキングメモリに保持しておける情報の量すなわちワーキングメモリ容量は、言語処理能力 (Daneman & Merikle, 1996)、空間処理能力 (Shah & Miyake, 1996)、推論能力 (Kyllonen & Christal, 1990) といったさまざまな知的活動、そして一般的知能 (Engle et al., 1999) を予測することが知られている。つまり、ワーキングメモリ容量を向上させることができれば、さまざまな知的活動の成果を同時に向上させることができるかもしれないと期待されていた。ワーキングメモリ容量の低い定型発達児 (Holmes et al., 2009) や ADHD 児 (Holmes et al., 2010; Klingberg et al., 2005) に対するワーキングメモリトレーニング (WM トレーニング) は、子どもたちのワーキングメモリの機能を持続的に向上させる可能性が示されてきた一方で、WM トレーニングにはワーキングメモリ以外の認知能力への転移や効果の長期的持続はないことを示す研究も発表されるようになってきた (Chooi & Thompson, 2012; Redick et al., 2013)。Melby-Lervåg & Hulme (2013) は WM トレーニング研究のメタ分析を行った結果、WM トレーニングは他の認知能力への転移も長期的効果もあまり見られないという分析結果を示した。Shipstead et al. (2012) はそれまでの WM トレーニング研究の問題点を整理し、1つか2つの評価課題の成績向上だけで効果があったと主張する点や、さらにそれらの評価課題もトレーニング課題に類似した課題を用いている点などを指摘している。

日常場面で行う認知トレーニング

認知トレーニングに関する研究はその性質上、参加者を実験室などの特別な環境に毎日あるいは定期的に呼んでトレーニング課題を実施することが多く、日常生活や教育現場で認知トレーニングを行い、その効果を検討した研究は比較的少ない。Owen et al. (2010) はイギリス BBC の人気科学番組 'Bang Goes The Theory' の視聴者から募った実験参加者 11430

名（18～60歳；平均年齢約40歳）を対象に、オンライン上で6週間の脳トレ課題を行った。実験参加者は推論と計画性をトレーニングする条件、注意や記憶などの基本的認知能力をトレーニングする条件、あるいは何を使って解答してもよいクイズを行うコントロール条件に割り当てられた。1日最低10分間、週に3回の参加を求められたが、強制ではないのでトレーニングへの参加回数の幅は参加者間で非常に大きかった。実験の結果、推論、言語性短期記憶、空間性ワーキングメモリ、対連合学習のどの評価課題もコントロール群と比べて有意な成績の伸びは見られなかった。

Owen et al. (2010) の研究は参加者が自由に取り組めたため、トレーニングのスケジュールが参加者ごとに大きく異なり、前回トレーニングとの間隔が開きすぎたなどの事態が生じて効果が見られなかった可能性も考えられる。実験室のような特殊な環境ではない日常生活において、認知トレーニングの進行が厳格に管理されたうえで実施されたときにはどのような効果が見られるか検討する余地はある。学校において学習活動の一環として実施される認知トレーニングであれば、トレーニングスケジュールの管理が可能であり、したがって、より日常的な状況における認知トレーニングの効果を可能な限り統制的な状況で検証できると考えられる。

認知トレーニング教材 BEST と本研究の目的

世間で脳トレの一大ブームが巻き起こっていた2005年ごろ、長崎大学教育学部附属中学校でも日々の学習活動の一環として使用するための認知トレーニング教材“BEST”（Basic Effective Speedy Training）の開発と実際の使用が進められていた。BESTは生徒たちが比較的簡単な課題に授業開始前の短時間（3分間）集中して取り組むことによって、脳を活性化させて授業への集中力を高めることを目的とした冊子型の教材である。例えば、図1のような小説の一部をできるだけ速く音読する課題や、図2のように1桁の足し算・引き算にできるだけ速く解答するといった課題が行われる。本研究を実施した2014年度には全学年、朝の始業前に文章を3分間なるべく速く音読する「読みBEST」を行い、昼休み終了後の午後の授業開始前に筆記課題を3分間なるべく速く解答していく「書きBEST」を行うという方式で定着していた。

ところが、学校での教科学習に促進的な効果を与えられてきたBESTだが、今までにその効果が定量的に検討されたことはなかった。BESTに採用されたトレーニング課題は、文章の音読も含めて、いずれも実施の最中には前頭葉皮質の活動が活発になることがNIRS（近赤外線分光法）による計測によって確認されたものであった。しかしながら、それが授業への集中力を高めたり、授業内容の理解を促進するかどうかの客観的証拠にはならない。また、BESTはWMや注意能力をトレーニングするというよりも、情報処理速度に焦点を当てたトレーニングだが、高次の認知能力にトレーニング効果が及ぶ可能性も否定できない。上述したように、教育現場における認知トレーニング研究は、より日常的な場面において統制的な条件下でトレーニングの効果を検証できるので、その効果の定量的検討は教育的・実践的な意義だけではなく、学術的・理論的な価値も非常に高いと言える。そこで、本研究では約2か月間のBESTが学業成績に与える影響、および約3か月間のBESTが汎用的な認知能力に及ぼす影響を実証的に検討した。

方 法

調査参加者：長崎大学教育学部附属中学校第1学年143名（男71名・女72名）が調査に参加した。4クラスのうち2クラスをBESTを行うトレーニング群（72名）、他の2クラスをBESTを行わないコントロール群（71名）とした。ただし、前期と後期の実力テストおよび1回目と2回目の知能検査課題のすべてに参加した138名（各群69名ずつ）を分析対象とした。

評価課題：実力テストの成績および知能検査課題の成績を、BESTの効果を測定するための指標とした。BESTが生徒の授業への集中力を高めるという想定が正しいならば、その効果は最終的には学業成績に対するポジティブな影響として現れるはずである。そこで、BEST実施・不実施のグループを分けて調査を開始する直前に行われた前期実力テストの成績と、それから約2か月後の後期実力テスト（どちらも、国語、社会、数学、理科、英語の5教科）の成績を学業成績の評価指標として使用した。

また、BESTは生徒に文章の音読や単純な問題の解決を、“できるだけ速く”行うことを求めるので、BESTを毎日継続して行うことによって、汎用的な認知的情報処理速度を高める効果も期待できる。もしそのような効果があるのなら、それは日々の教科学習の成果だけではなく、さまざまな初見の認知問題を解決する能力にもポジティブな影響を及ぼす可能性も考えられる。そこで、推論能力、言語処理能力、および空間処理能力を測定する集団式知能検査課題を評価課題として実施した。推論課題には、キャッテル知能検査Scale 3 (Cattell & Cattell, 1963) を使用した。1回目にはForm Aの検査1, 2, 3を、それから約3か月後の2回目にはForm Bの検査5, 6, 7を実施した。検査1と検査5、検査2と検査6、検査3と検査7は、それぞれ問題が異なるだけの対応した課題である。言語処理課題には、京大NX15検査(荳阪・梅本, 1984)の第5検査と第10検査を使用した。1回目には奇数番号の問題を、2回目には偶数番号の問題を、各検査の既定の検査時間の半分の制限時間で実施した。空間処理課題には、同じく京大NX15検査の第2検査と第7検査を使用した。1回目には奇数番号の問題を、2回目には偶数番号の問題を、各検査の既定の検査時間の半分の制限時間で実施した。京大NX15検査は15歳以上(高校生以上)対象の知能検査課題だが、今回は約3か月の間をあけて2回実施するため、天井効果を避けるために12~13歳の参加者たちにあえて使用した。以上の知能検査課題は、本研究の責任者(筆者)から実施の方法について十分な説明を受けた各クラスの担任教員が実施した。

トレーニング条件：トレーニング群はBESTに朝の始業前と昼の授業開始前の1日計2回取り組んだ。朝は文章の音読(読みBEST)を3分間、昼は筆答課題(書きBEST)を3分間行った。準備や自己採点の時間も含めて朝昼ともに5分間が確保されている。コントロール群はその間、自分の読みたい小説を黙読していた。

調査実施概要：夏休み明けからトレーニング群とコントロール群が分けられた(夏休みに入るまでは4クラスすべてでBESTを実施していた)。夏休み明け初日(8月26日)に前期実力テストが実施された。生徒たちには前期実力テストの実施直前に、研究の目的に気づきにくくするためのカバーストーリーとして、「長崎大学の先生が、BESTの新しい問題を作るための研究をすることになりました。そこで、BESTの問題の難しさとBESTの問題に取り組む時期との関係を調べますので、1年生の○組と△組は今日からしばらくの

間 BEST をやらないでくださいとのことです。○組と△組は 12 月から再び BEST を始めます。●組と▲組は最初は BEST をやりますが、12 月から 3 月の終業式まで BEST をやりません。また、実力テストと定期テストの日は、1 年生は全クラス、BEST をやらないことになりました。なので、●組と▲組も今日は BEST をやりません」という説明を受けた。前期実力テストから 70 日後（11 月 4 日）に後期実力テストが実施された。また、前期実力テストの 2 日後（8 月 28 日）に 1 回目の知能検査課題が実施され、それから 97 日後（12 月 3 日）に 2 回目の知能検査課題が実施された。生徒には 2 回目の知能検査課題後に、能力観や学習目標などの質問紙に回答してもらったが、本稿では報告を省略した。

結 果

各評価課題のプレテスト（前期実力テストおよび 1 回目知能検査）とポストテスト（後期実力テストおよび 2 回目知能検査）の平均値（ M ）と標準偏差（ SD ）および t 検定（2 つの平均値の差の検定）結果を、トレーニング群は表 1 に、コントロール群は表 2 にまとめた。

実力テストは各教科の z 得点を、知能検査はそれぞれの下位検査得点を z 得点に変換して加算した得点を以下の分析に用いた。 z 得点とは、各データから全体の平均値を引いたものを全体の標準偏差で割った値のことで（ $z_n = (x_n - M) / SD$ ）、各データが平均値からどのくらいの標準偏差（データのバラつき）離れているかを表す。すなわち、各データの平均値からの相対的な位置を示す値であり（ z 得点の平均値は 0 となる）、そもそもの課題の難易度の影響を取り除いて比較を行うために使われることもある。実際に本研究では、プレテストとポストテストの t 検定の結果、有意差の認められた項目があったが、相対的な得点の変化のみに注目するためにこのような変換を行った。

実力テストの各教科の z 得点を図 3 に、各種知能検査課題の z 得点を図 4 に示した。もし BEST への取り組みが、学業成績や汎用的認知能力に対して促進的な影響を与えているのなら、プレテストでは両群に有意な差はなく、ポストテストでトレーニング群の成績がコントロール群の成績よりも有意に高くなると考えられる。

表 1. トレーニング群（BEST あり）の各評価課題の記述統計量および t 検定結果

	取りうる 得点範囲	プレテスト		ポストテスト		t 検定	
		M	SD	M	SD	p	Effect Size
国語	0-100	78.22	12.94	73.86	10.77	<.001	-0.49
社会	0-100	63.93	16.92	60.16	16.31	.002	-0.38
数学	0-100	76.61	16.86	72.13	17.11	<.001	-0.46
理科	0-100	70.35	13.90	68.10	14.27	.061	-0.23
英語	0-100	80.03	14.28	69.48	19.73	<.001	-0.87
推論能力	0-40	19.68	3.21	22.25	2.94	<.001	0.76
言語能力	0-18	6.33	2.37	8.48	2.60	<.001	0.80
空間能力	0-12	4.93	1.60	4.80	1.47	.507	-0.08

表 2. コントロール群 (BEST なし) の各評価課題の記述統計量および t 検定結果

	取りうる 得点範囲	プレテスト		ポストテスト		t 検定	
		M	SD	M	SD	p	Effect Size
国語	0-100	76.90	12.90	74.78	11.30	.085	-0.21
社会	0-100	68.75	15.84	61.03	15.85	<.001	-0.95
数学	0-100	75.65	15.02	73.62	15.85	.084	-0.21
理科	0-100	71.59	13.18	68.29	15.25	.008	-0.33
英語	0-100	79.83	13.34	66.59	18.98	<.001	-1.15
推論能力	0-40	19.39	4.10	22.42	3.48	<.001	0.76
言語能力	0-18	5.75	2.26	8.14	2.18	<.001	1.03
空間能力	0-12	5.17	1.59	5.09	1.95	.683	-0.05

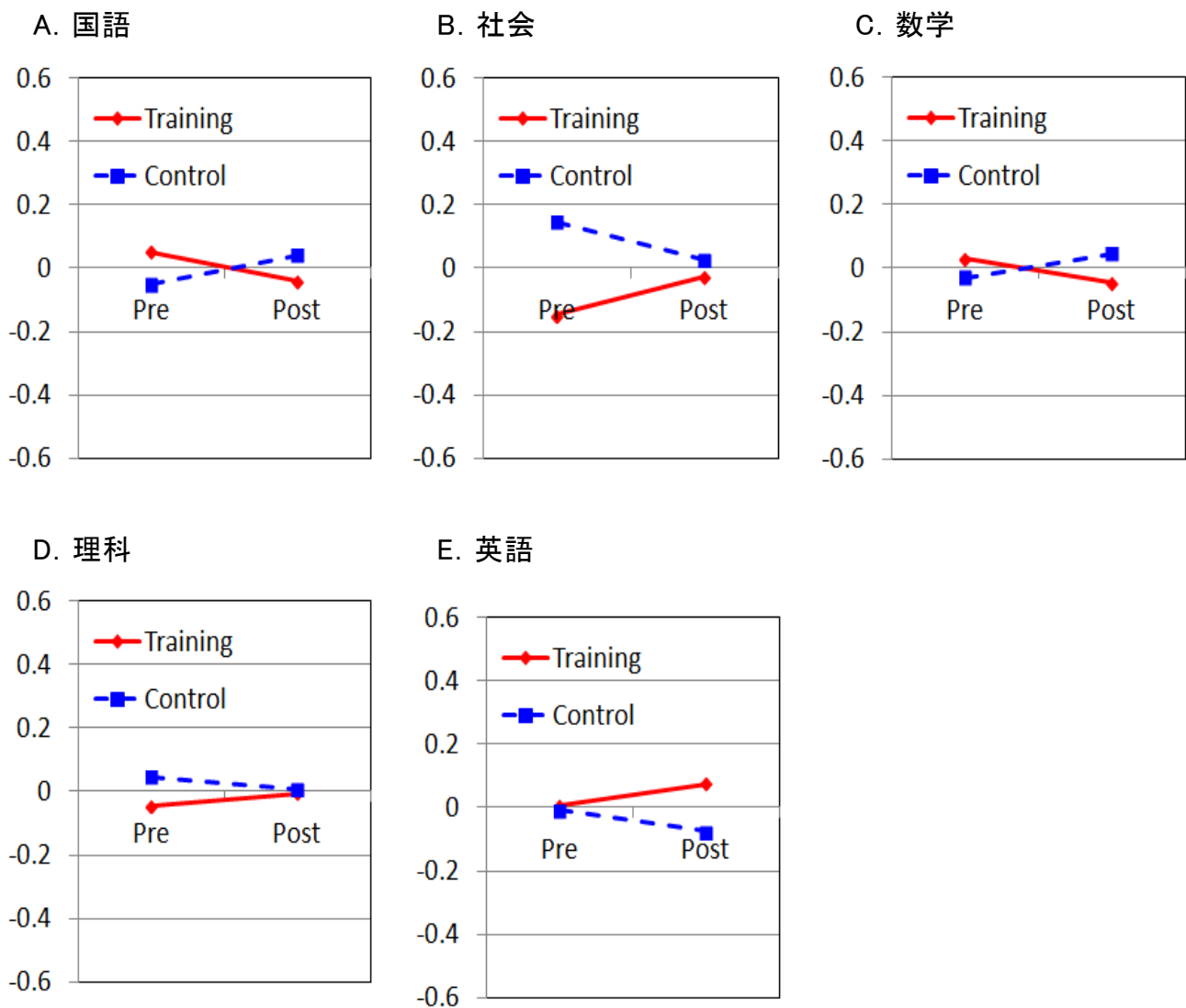


図 3. 実力テストの各教科における z 得点の平均値

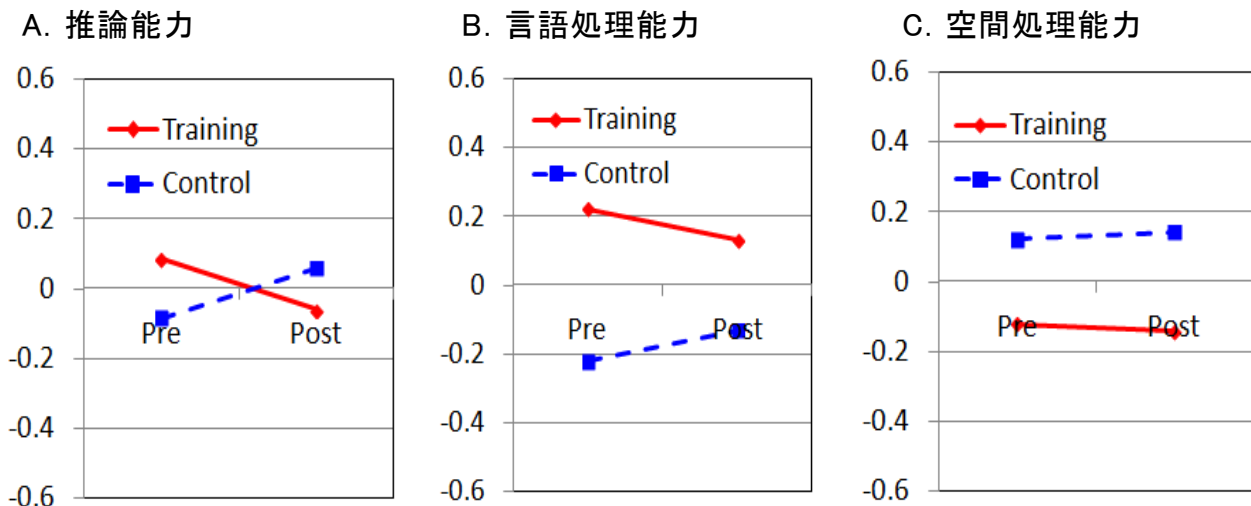


図 4. 知能検査課題における z 得点の平均値

各評価課題の z 得点に関して、トレーニング条件 2 (トレーニング/コントロール) × テスト回次 2 (プレテスト/ポストテスト) の分散分析 (ANOVA) を行った。社会の得点に関して (図 3B), 交互作用が有意だった ($F(1, 136) = 6.31, p = .013, \eta_p^2 = .044$)。そこで、下位検定を行ったところ、前期実力テストで条件間の差が有意傾向であり、コントロール群で前期実力テストに比べて後期実力テストで得点が低下傾向にあった。また、京大 NX15 検査の言語課題得点に関して (図 4B), トレーニング条件の主効果が有意傾向だった ($F(1, 136) = 3.01, p = .085, \eta_p^2 = .022$)。それ以外の評価課題での主効果と交互作用はすべて非有意だった。

考 察

本研究は、長崎大学教育学部附属中学校において日々の学習活動の一環として使用されてきた認知トレーニング教材 BEST が、生徒の学業成績および認知能力にポジティブな影響を与えるか否かを実証的に検討することを目的とした。そのために、第 1 学年の 4 クラスを約 3 か月間、BEST に取り組む 2 クラス (トレーニング群) と取り組まない 2 クラス (コントロール群) に分け、約 2 か月経過時点での実力テストの成績および約 3 か月経過時点での知能検査課題の成績を比較した。その結果、全体的に BEST の有無による事前と事後の大きな変化は見られなかった。つまり、2~3 か月間の BEST は教科の学業成績や高次の認知能力を改善しなかったと言える。ただし、実力テストの社会の成績に関してはコントロール群の成績が低下傾向にあった。しかしながら、これはコントロール群の成績が最初から少し高い傾向にあったため、単に回帰効果を示しただけの可能性もある。今後同じような計画で調査を行ったときに、社会の成績に関して BEST をやらないことによる低下が見られるか否かは慎重に検討する必要があるだろう。

本研究には方法上の問題点がいくつかある。最も大きな問題点は、トレーニング群とコントロール群の条件分けをクラス単位で行わなければならないので、無作為化計画にならないということである。しかし、「読み BEST」が音読を課していることから、1 クラス内

に BEST の音読をしている生徒と小説の黙読をしている生徒が混在する状況では、黙読の生徒たちに妨害的な影響を与えてしまう恐れがあるため、クラス単位の条件分けはやむをえない措置であった。また、評価課題に関しても、京大 NX15 検査が 12~13 歳の生徒たちにとって難しすぎたのではないかという懸念がある。実際に得点率の平均が 5 割に達することはなく、特に 1 回目の言語課題は 3 割程度の得点率であった。当初は成績が良すぎて改善効果が見出せない危険性を避けるために、高校生以上を対象としたより難度の高い課題を採用したが、年齢相応の課題で十分だったかもしれない。さらに、BEST が認知処理速度に改善効果を及ぼすか否かを調べるために、より単純な課題に対する処理速度の検討を行う必要があった。キャッテル知能検査や京大 NX 検査は、複雑な認知的問題を解決する能力を問う課題である。一方で、BEST は簡単な問題をできる限り速く解くことが要求される教材である。したがって、BEST を繰り返しトレーニングしても複雑な問題解決能力は促進せず、単純な情報処理速度が改善するだけだという可能性は十分に考えられる。WISC の符号合わせ課題 (digit-symbol coding task) のような比較的単純な課題を用いて情報処理速度の改善を検討することも必要だろう。

今回の調査は 9~11 月が中心だったが、夏休み前の 4~7 月に生徒たちが中学校に入学し初めて BEST に取り組んでいた時期にこそ、トレーニング効果が得られた可能性も考えられる。9~11 月はすでにトレーニングの効果が出にくい時期だったのかもしれない。よって、今後の研究では 1 年生の 4~7 月における BEST の効果を検証する必要があるだろう。もし諸種の認知能力に対する効果が観察されたなら、BEST を実施しない期間を置いて、その効果が長期的に持続するかどうかの検証も必要となる。また、生徒の能力観や学習目標あるいは BEST の効果に対する信念の個人差が、BEST の実際の効果に影響している可能性も検証する価値がある。実際に、Jaeggi, Buschkuhl, Shah, & Jonides (2014) は大学生を対象とした認知トレーニング研究の中で、能力の可塑性を信じている人のほうがそうでない人よりもトレーニングの効果が大きくなることを示している。もし生徒の持っている能力や学習に対する何らかの信念が BEST の効果を促進しているなら、教師が入学者に対してそのような信念の大切さを教えることによって、BEST の効果を押し上げることも期待できるのではないだろうか。

あるいは、BEST に取り組むことによって、自尊心や自己効力感が高まっている可能性もあるかもしれない。BEST は比較的簡単な問題をこなしていくため、難解な問題でつまづくことがない。また、成績を他の生徒と比較されることもない。したがって、生徒たちは自尊心を傷つけることなく、与えられた課題を着実に解決できるという自信を知らず知らずのうちに育んでいることが予想される。自尊心の高まりが直ちに学業成績の向上に影響するわけではないが (Baumeister, Campbell, Krueger, & Vohs, 2003), BEST が学習動機づけに与える影響を調べる価値はあるのではないかと思われる。

謝 辞

本研究は「平成 26 年度長崎大学教育学部長裁量経費による研究支援プロジェクト」から研究費の補助を受けて行われました。調査実施にご尽力いただきました長崎大学教育学部附属中学校の先生方、そしてご協力いただいた生徒のみなさんに深く感謝申し上げます。

引用文献

- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (2007). *Working memory, thought, and action*. Oxford, England: Oxford University Press. (アラン・バドリー (著). 井関龍太・齊藤智・川崎恵里子 (訳). *ワーキングメモリ：思考と行為の心理学的基盤*. 誠信書房, 2012年)
- Baddeley, A., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation, Vol. 8* (pp. 47-89). New York: Academic Press.
- Baumeister, R. F., Campbell, J. D., Krueger, J. I., & Vohs, K. D. (2003). Does high self-esteem cause better performance, interpersonal success, happiness, or healthier lifestyles? *Psychological Science in the Public Interest, 4*, 1-44.
- Cattell, R. B., & Cattell, A. K. S. (1963). *Test of "g": Culture Fair Scale 3*. Champaign: Institute for Personality and Ability Testing.
- Chooi, W-T., & Thompson, L. A. (2012). Working memory training does not improve intelligence in healthy young adults. *Intelligence, 40*, 531-542.
- Daneman, M., & Merikle, P. M. (1996). Working memory and language comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review, 3*, 422-433.
- Engle, R. W., Tuholski, S. W., Laughlin, J. E., & Conway, A. R. A. (1999). Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: A latent variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General, 128*, 309-331.
- Holmes, J., Gathercole, S. E., & Dunning, D. L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science, 12*, F9-F15.
- Holmes, J., Gathercole, S. E., Place, M., Dunning, D. L., Hilton, K. A., & Elliott, J. G. (2010). Working memory deficits can be overcome: Impacts of training and medication on working memory in children with ADHD. *Applied Cognitive Psychology, 24*, 827-836.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Shah, P., & Jonides, J. (2014). The role of individual differences in cognitive training and transfer. *Memory and Cognition, 42*, 464-480.
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlstrom, K., & Westerberg, H. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD: A randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 44*, 177-186.
- Kyllonen, P. C., & Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity?! *Intelligence, 14*, 389-433.
- Melby-Lervåg, M., & Hulme, C. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology, 49*, 270-291.
- Nintendo (2005). *脳を鍛える大人のDSトレーニング*. ニンテンドーDSソフトウェア.
荻阪良二・梅本堯夫 (1984). *新訂京大NX15-検査 (第2版)*. 大成出版・牧野書房.
- Owen, A. M., Hampshire, A., Grahn, J. A., Stenton, R., Dajani, S.,... Ballard, C. G. (2010). Putting brain training to the test. *Nature, 465*, 775-778.
- Redick, T. S., Shipstead, Z., Harrison, T. L., Hicks, K. L., Fried, D., Hambrick, D. Z., & Engle, R. W. (2013). No evidence of intelligence improvement after working memory training: A

- randomized, placebo-controlled study. *Journal of Experimental Psychology: General*, 142, 359-379.
- Rueda, M. R., Rothbart, M. K., McCandliss, B. D., Saccamono, L., & Posner, M. I. (2005). Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 102, 14931-14936.
- Shah, P., & Miyake, A. (1996). The separability of working memory resources for spatial thinking and language processing: An individual differences approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 125, 4-27.
- Shipstead, Z., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2012). Is working memory training effective? *Psychological Bulletin*, 138, 628-654.

補 記

本論文は未査読論文としてすでに発表されていたが（前原由喜夫 (2016). 教育現場での認知トレーニングが学業成績と高次認知能力に及ぼす影響の検証. *長崎大学教育学部紀要*, 2, 67-76.），今回査読を経て修正を行い，新たに掲載されるものである。