

日英バイリンガル園児のメタ認知力の発達と脳賦活 Meta-Cognitive Development and Brain Activation in Japanese-English Bilingual Kindergarteners

田浦 秀幸
Hideyuki Taura

立命館大学
Ritsumeikan University
htaura@fc.ritsumeikan.ac.jp

Abstract

This study attempts to disclose whether or not bilinguals develop their cognitive skills faster than their monolingual counterparts. Ten children (ages 2 to 6) from a Japanese monolingual kindergarten and ten children (ages 2 to 6) from a bilingual kindergarten in Singapore completed a Simon Task and Stroop Task individually. Both behavioural and fNIRS data (signals at Fp1 and Fp2 on their foreheads) were collected during the two tasks. The bilingual and monolingual data are compared between the two groups in terms of accuracy, reaction time, and brain activation.

Keywords — バイリンガル, メタ認知力, 脳賦活, 園児

1. はじめに

トピックや会話相手により瞬時にコードスイッチを日常的に行っているため、バイリンガル児のメタ言語能力の発達はモノリンガルに比べて早いとの研究報告が Bialystok 他(2004)によりなされている。その一方で、悪影響を及ぼすとの報告 (Palmer, 1972)や、どちらでもない(Hilchey and Klein, 2011)との相反する研究報告もなされている。この点に関して Bialystok & Barac (2012)は、研究に使用されるタスクが、言語制御タスクであるのか言語分析タスクなのかを区別するのが重要で、バイリンガルの優位性は言語制御にあると主張している。言語制御と言語分析の識別の重要性は、6歳児のモノリンガルとバイリンガルを対象とした Barac & Bialystok (2012)による研究をはじめ多くの研究で指摘されている。Barac & Bialystok (2012)の研究では更に、2言語の言語間距離も結果に影響を及ぼすことが明らかになった。音韻認識力が子供の読み書き能力獲得の前提

となり、2言語の音韻・書字構造が似通っていると必然的にメタ言語発達に好影響を与えるので、2言語間距離は考慮すべき重要な問題となる。言語間距離の遠い日英バイリンガル対象研究は先行研究があまりないのが現状であるが、Taura(1998)はメタ言語の発達を英語モノリンガルと比較する調査を行った。ナラティブデータを8才のモノリンガルとバイリンガルから収集し(N=2)、ハリデーの機能体系文法を用いて、Transitivity, Mood, Themeの3側面の分析に結束性分析も加えてテキスト分析を行った。その結果、バイリンガル児のナラティブの優位性が示されたが、タスク及び分析方法が先行研究と大きく異なり、一般化が極めて困難であった。そのために本研究では、メタ言語研究でよく使われている言語制御タスクを日英バイリンガルと日本語モノリンガル園児対象に行い、比較研究を行うことにした。

2. パイロットスタディー

田浦他(2014)は日本語モノリンガル園児(2歳から6歳それぞれ5名の合計25名)と日英バイリンガル園児(2歳から6歳まで合計79名)を対象として認知的葛藤タスク時の行動データを収集した。各園児にはサイモンタスク(青と赤の四角がノートパソコン画面の左側か右側に提示され、色により特定のキーを押すタスク)、ストループタスク(インク色と提示色名の一致・不一致に関係なくインク色を答えるタスク)、Moving Wordタスク(事物とその名前との恣意性確認タスク)の3種類を課した。全てノートパソコンを使って行ったが、2歳児が含まれることを考慮して、集中力が

持続する10分以内に3種類のタスクを終えるデザイン（呈示スライド数）にした。また、2, 3歳児に関しては担任の先生も園児の横に付き添って貰い不安感を拭うようにした。

サイモン課題の結果は、正解率に関してバイリンガルの優位性は全くなく、課題反応時間のみ2歳から3歳にかけてのスピードアップに少し優位性が見られた。ストループタスクの結果でも、正解率に差は無く、反応時間に関して2, 3歳時にのみバイリンガルの優位性が観察された。Moving Word タスクの結果は、不一致課題遂行時の2歳児と5歳児にのみバイリンガルの優位性が見られた。つまり、数少ないバイリンガルの優位性に比べて、モノリンガル園児が優位性を示したケースや両者に差の無いケースの方が多結果となった。

Paap & Greenberg (2013)がバイリンガルの言語執行プロセスの観察には単一タスクでは不十分であると主張し、4種類のタスクを遂行した。その結果、バイリンガルの優位性は限定的であることが報告されている。またStins *et al.* (2005)も、認知的葛藤を伴うタスク全てが同じ脳内ネットワークを使っているとは限らないと主張している。田浦他(2014)の研究結果は、このような先行研究を支持すると解釈できる。しかしこの研究では、バイリンガル園児の日英バイリンガル環境での生育期間が統制されていないことや、モノリンガル児童数との参加者数の差が大きく統計的比較ができなかった点等改善すべき部分があり、更にPaap & Greenbergの研究対象者は大学生であり、認知的発達中の幼稚園児と直接比較する妥当性に欠ける部分もある。

近年では行動データに加えて、脳賦活データを同時計測することで認知的葛藤を伴う言語制御タスクにおいてバイリンガルとモノリンガルを比較する研究も盛んになされている (Moreno *et al.*, 2010)。

本研究では言語間距離の遠い日本語と英語を操る早期バイリンガルが、日本語モノリンガルに比べて認知力発達の点で異なるのかどうかを（分析面だけでなく）操作面から検証する。その際、認知的

葛藤度を行動データ（タスク正解率と反応時間）だけでなく前帯状皮質の脳賦活血流データも収集して総合的考察を行う。

3. 研究手法

3.1 被験者

子供の持つ自主性・創造性の伸長を教育の根幹に置き、国語・英語にかかわらず識字教育を一切しない日本国内の某日本語モノリンガル幼稚園の2歳から6歳児を各2名ずつ無作為抽出して合計10名を対象にした。一方、日本国外にある某日英バイリンガル幼稚園に通う園児は家庭での使用言語が日本語であるので、入園後の期間を統制する必要があり、2歳児は6ヶ月以上、3歳児は1年以上、4歳児から6歳児は2年以上とした（この幼稚園は2歳児からしか入園できないので、2歳児で1年以上滞在している子供がいないために6ヶ月以上とした）。毎日必ず国語（日本語）と英語の授業が全年齢クラス対象に提供されており受容面だけでなく産出面からも早期バイリンガルと呼べる子供を各年齢から2名ずつ無作為抽出して合計10名を対象者とした。

2歳から6歳の日本語モノリンガルと日英バイリンガル、それぞれ10名（合計20名）を対象とした。各園の園長・理事長及び保護者からは書面で研究参加同意書を得た。また、本研究は立命館大学による研究倫理審査を受けた上で実施した。

3.2 提示刺激

パイロットスタディーで使用したタスクのうちで、反応時間も計測できるサイモンタスク、ストループタスクの2種類の認知的葛藤タスクを用いた。上述の通り日本語モノリンガル保育園では日本語の識字教育は一切実施されていないが、バイリンガル幼稚園では2歳時から日本語と英語の識字教育が行われている。文字が読めることで初めて認知的葛藤が生じるストループタスクの正確さに影響がでる可能性が高いために、ひらがな10個とアルファベット10個の判読テストを付加して識字能力を最初に計測した。サイモンタスクは、内容説明・練習後に本実験として認知的葛藤を伴

わない4スライドと認知的葛藤を伴う4スライドをランダムに提示した。一方、ストループタスクでは、内容説明・練習後に認知的葛藤を伴わない3スライドと認知的葛藤を伴う7スライド（合計10スライド）をランダムに本実験として提示した。

3.3 データ収集

実験は環境変化による心理的負担を極力抑えることができるように、各園児の通う園の一室を借りて実験を一人ずつ行った。名前の確認や顔写真撮影後、認知的葛藤時の血流量変化を調査するために前帯状皮質(国際10-20法ではFp1とFp2)を同定した。まず頭周や鼻根・後頭結節間距離と左右の外耳孔中央部位間距離を計測し、Fpzから頭周の5%左部位をFp1、5%右部位をFp2と同定してダイナセンス社のpokectNIRSを1極ずつ、左右合計2極を装着した。これはバンドエイドを一回り大きくしたような柔らかな材質でできたプローブで、本体とフレキシブルケーブルで直結されている。脳賦活データは本体から無線でノートパソコンに送られるので、島津製作所のOMM-3000などの大型医療機器に比べると被験者に対する負担がほぼゼロに近いが、年少の園児が対象なので不安感・不快感を抱いていないのかを口頭で確認し、不快感があればすぐにプローブを取り外す旨説明後、ノートパソコン上で2タスクを実施した。サイモンタスクの説明と試行後に本実験として10スライドを提示した。SuperLabソフトウェアを用いて刺激呈示をすることで、園児の押したキーの識別とその反応時間を自動記録した。続けて、ストループタスクの説明とトライアル後に本実験として7スライドを提示した。このタスクは園児が口頭で答えながらスペースバーを自分で押して次のスライドに進む方式を取った。ICレコーダーで音声録音をとり、園児がタスク遂行中に実験者が記録した行動データを事後確認した。

園児の注意力が削がれるのを防ぐ為にpokectNIRS信号はサイモンタスク説明開始と同時にPCで受信開始し、ストループタスクが終わるまで連続受信し、タスク間の中断を無くした。実

験後、該当部分のデータ部分のみ抽出して統計処理を行った。

3.4 データ分析

サイモンタスクの行動データは、園児の押したキー記録による正答率と、スライド提示からキーを押すまでの時間を応答速度として算出した。ストループタスクの行動データは、園児の発した色名の正答率及び次のスライドに移るまでの時間を応答時間として算出した。

fNIRS(近赤外分光法)データは該当部分のデータと直前のタスク遂行時のデータの差分を取って各園児の各タスク脳賦活データとした。まず全データを標準化し、個人内・個人間比較が可能な数値に変換した。次にサイモンタスクは、(1)認知的葛藤の無いタスク説明後トライアル、(2)認知的葛藤のあるタスク説明後認知的葛藤のあるスライドと無いスライドの混在したトライアル、(3)本実験(混在版)の順で行われたので、本実験の値((3)の部分)と認知的葛藤の無いタスク遂行時((1)の最後の部分)の値の差分を算出した。ストループタスクでも同様に、認知的葛藤の無いタスク遂行時の値と、本実験(混在版)の値の差分を算出した。

このようにして各園児の各タスク遂行時の行動データ(正答率と反応時間)とfNIRSデータを算出した。その後、モノリンガル保育園とバイリンガル幼稚園にはそれぞれに2人ずつの同年齢の被験者がいるので2人の平均値を出して、各園の年齢別(2歳から6歳までの5グループ)基礎データとした(モノリンガル保育園の2歳児2人の平均値、3歳児2人の平均値、バイリンガル幼稚園の2歳児2人の平均値、3歳児2人の平均値等算出した)。

4. 結果と考察

最初に、モノリンガル保育園・バイリンガル幼稚園での2歳から6歳までのそれぞれの発達段階を、サイモンタスクとストループタスクの行動データとfNIRSデータの観点から個別に見る。次に年齢別にモノリンガルとバイリンガル園児間での比較を行う。

これらの結果を基にして、2歳から6歳のメタ認知能力に関してバイリンガル児がモノリンガル児に優るのかどうかを総合考察する。

謝辞

2園の園長・理事長および研究協力園児に感謝申し上げます。尚、本研究の一部は立命館大学2013年度研究の国際化推進プログラム及び2014年度立命館大学国際言語文化研究所による研究助成を得て実施したものである。

参考文献

- [1] Barac, R. and Bialystok, E. (2012) “Bilingual effects on cognitive and linguistic development: Role of language, cultural background, and education” *Child Development*, 83, pp.413-422.
- [2] Bialystok, E., & Barac, R. (2012) “Emerging bilingualism: Dissociating advantages for metalinguistic awareness and executive control” *Cognition*, 122, pp.67-73.
- [3] Hilchey, M.D., and Klein, R.M. (2011) “Are there bilingual advantages on nonlinguistic interference tasks? Implications for plasticity of executive control processes” *Psychometric bulletin and review*, 18, pp. 625-658.
- [4] Paap, K.R. and Greenberg, Z.I. (2013) “There is no coherent evidence for a bilingual advantage in executive processing” *Cognitive psychology*, 66, pp.232-258.
- [5] Palmer, M. (1972) “Effects of categorization, degree of bilingualism and language upon recall of select monolinguals and bilinguals” *Journal of Educational Psychology*, 63, pp.160-164.
- [6] Stins, J., Tollenaar, M. S., Slaats-Willemse, D. I., Buitelaar, J. K., Swaab-Barneveld, H., VEHULST, F. C., Polderman, T. C., and Boormsma, D. I. (2005) “Sustained attention and executive functioning performance in attention-deficit/hyperactivity disorder” *Child neuropsychology*, 11, 3, pp. 285-294.
- [7] Taura, H. (1998) “A metalinguistic analysis of bilingual v.s. monolingual storytelling from a Hallidayean perspective” *JACET bulletin*, 29, pp.173-191.
- [8] 田浦秀幸・清水つかさ・乗次章子・久津木文・田浦アマンダ (2014) 「日英バイリンガル園児のメタ言語発達段階解明研究:日本語モノリンガル園児との比較パイロットスタディー」立命館大学・言語教育情報研究科 言語科学Working Papers, 4, pp.1-12.