

中国人日本語学習者の滞日期間の長さによる 言語喪失・習得 fNIRS 研究： 神経心理言語学的アプローチ

石 苓瑋・田浦秀幸

Abstract

This case study attempts to explore how a Chinese learner of Japanese experienced her L1 attrition and her second language (Japanese) was acquired while residing in Japan for 10 months. Data collection took place five times - one, two, three, four and ten months after her arrival in Japan. Oral narrative and interview data were collected and analyzed linguistically, and functional Near-Infrared Spectroscopy (brain activation) data were elicited when the subject completed a Bilingual Stroop Task and Chinese-Japanese-English code-switching task. The results show that second language improvement and first language attrition revealed themselves in brain activation prior to linguistic changes.

キーワード：中国人日本語学習者, 言語喪失, fNIRS, ストループテスト, コードスイッチ

1. はじめに

近年、グローバル化が進むにつれ、2種類以上の言語を操ることができるバイリンガルの人数は年々増加しつつある。文部科学省の調査によると、2019年5月1日現在の外国人留学生は312,214人（対前年比4.4%増）であり、特に中国人留学生の人数は124,436人（対前年比9,486人増）に到達し、全留学生に占める割合は39.9%となっている。これを背景に、移民の言語習得や母語維持などの言語問題について、様々な議論がなされるようになってきた。

また、従来のバイリンガル研究では、アルファベット言語間のバイリンガル対象が主であったが敷衍性の追究の為に、言語間距離の遠い言語コンビネーション・バイリンガル研究の必要性、特にアルファベット言語と表象言語（中国語や日本語等）のコンビネーションのバイリンガル対象の研究の必要性が叫ばれてきている。

1.1 先行研究

1.1.1 バイリンガリズム研究

山本（2014）によると、2言語併用使用者（バイリンガル）の分類に関して、2言語の能力に着目して均衡バイリンガル・偏重バイリンガル、習得年齢に着目して早期バイリンガル・遅延

バイリンガルなど様々な呼び名がある。またバイリンガルの定義に関しても、「2言語が4技能全ての面でモノリンガルレベルに達している人」から「外国語を学び始めたばかりの人」まで、研究者により大きな差がある。

バイリンガリズム研究は、2言語を同時習得中あるいは母語習得途中から第2言語習得を開始した子ども対象の言語発達研究が多い（田浦, 2000; 久津木, 2012; 朱, 2005）。しかし近年では脳イメージング機器を使用した研究により、少なくとも外国語学習に関しては、習得開始年齢よりも言語習熟度が脳ネットワーク形成に大きな影響があるとの研究報告もある（Perani et al, 1998）。2言語間の競合により無意識に産出されるコードスイッチ現象は、早期バイリンガルだけでなく、習熟度の高い成人バイリンガルにも観察される事実も、このような仮説を支持するデータとして用いられている。また、語彙想起研究でも、習得年齢よりも習熟度の方が競合度合いに大きな影響を与えるとの研究報告もある（久津木, 2014）。

このようにバイリンガリズム研究を概観すると、近年は早期バイリンガルだけでなく、臨界期を超えてから教室環境で学習した言語に関しても高いレベルまで達した学習者も、研究対象者とする必要性がよくわかる。このような現状を鑑みて、本研究では、「母語以外の外国語の習得レベルが高い学習者」もバイリンガルと定義する。

1.1.2 言語喪失研究

言語喪失とは、言語技能（読む、書く、聞く、話す、文法正誤判断など）に関して、何れかの言語レベル（音韻、語彙、統語、語用論）で、以前に比べて恒久的あるいは一時的に後退が見られる現象であると、湯川（2002）は定義している。

久津木（2012）は、日英バイリンガル児対象に、語彙の種類による喪失度の差を調査した。その結果、(1) 動詞は産出面だけでなく理解面でも喪失度合いが最も高く、(2) 形容詞は理解面は保持されるが産出面での喪失度が高く、(3) 名詞は産出・理解面ともに殆ど喪失しないことを突き止めた。また、語彙の持つ具象性が保持と喪失の分岐に大きな影響を及ぼすことも発見した。

斎藤（1997）は、母語保持教室に通う中国からの帰国子女4名を対象として、母語喪失及び日本語習得の要因を探った。インタビューに加えて、保持教室での観察を行った結果、(1) 読み・書く力は聞き・話す力に比べて喪失しやすく、(2) 家庭内で中国語をしているだけでは保持に繋がらず、(3) 渡日時の中国語での読み書き能力の高さが大きな保持要因になる事を明らかにした。

Tomiyama（2009）は、英語圏からの帰国日英バイリンガルである兄妹（10歳、7歳）から、帰国後31ヶ月目までのデータを分析し、帰国後6ヶ月目に文法の複雑さに大きな変化（単純化）が生じたのを報告している。

このように、言語喪失現象は言語技能やレベルの全ての領域で同時並行的に起こるのでなく、特定の領域で先行して出現することが多いようである。

1.1.3 母国語圏外長期滞在による影響

鈴木（2013）は、中国人留学生が長期間日本に滞在することで生じる逆行転移現象を調査した。

日本滞在期間の異なる3グループ(中国国内での学習者で日本滞在期間無し, 日本滞在歴1年以内, 3年以上)の中国人日本語学習者(各20名)60名を対象に, 談話完成テスト形式でデータ収集を行い, 日本語から中国語への逆行転移現象を滞在3年以上日本に滞在する学習者グループに見いだした。

吉田(2013)は, 12年日本に滞在している中国語を母語とする32歳男性を対象に, 2時間のインタビュー・データを基にして助詞の使用を分析した。助詞の総発話数1,115回の中で誤用は僅か47回(4.2%)であり, ほぼ日本語母語話者レベルに到達したと結論付けた。この研究は臨界期を過ぎて外国語学習を始めても, ある特定の領域では母語話者レベルに到達する可能性を示唆している。

田浦(2000)は英語圏からの帰国日英バイリンガル高校生(男17人, 女47人で平均年齢は15.8才)の日英均衡バイリンガルを対象に, バイリンガル二重コーディング仮説(Sadoski & Paivio, 2013)をL2圏滞在時間とL2習得開始年齢の観点から検証した。その結果, アルファベット言語コンビネーションのバイリンガル対象の二重コーディング仮説が, 表象言語である日本語を含むバイリンガルにもあてはまることが判明した。但し, 英語圏滞在期間が一定期間必要であるとも報告している。

朱(2005)は, 公立小学校に就学する韓国人児童27名を対象に, 入国年齢や滞在年数の影響について調査した結果, 母語の能力は滞在年数が長くなるにつれて低下する傾向があるが, 個人差が非常に大きいと報告している。

このような言語喪失研究結果を見ると, 母語と言えども, 非母語環境に長期間滞在することで, 減衰や第2言語からの影響を受けることが明らかである。

1.1.4 言語研究でのブレイン・イメージング

人間の脳の大部分を占める大脳には, 他の動物の有しないヒト固有の言語機能が存在している。古くから言語の産出は運動性言語中枢(ブローカ野)が司り, 音声言語認識は感覚性言語中枢(ウェルニッケ野)が担っていると考えられてきた。更に近年では, 脳機能計測装置を用いることで, 書字処理は角回が担い, 縁上回は中国語使用時に賦活する(白, 2016)など, 脳の特定の部位による言語機能が解き明かされてきている。

横山(2010)によると, 脳機能計測装置には計測対象の信号によって2種類ある。EEG(脳波: Electroencephalogram)は電気信号を対象にする一方で, fMRI(機能的磁気共鳴画像法: Functional Magnetic Resonance Imaging)やPET(ポジトロン断層撮影法: Positron Emission Tomography), fNIRS(機能的近赤外線分光法: functional Near-infrared spectroscopy)は血流を計測対象として脳賦活部位を特定している。EEGは時間的分解能が高いが空間分解能で劣る一方で, fMRIは時間分解能で劣るが空間分解能が高い等, それぞれに特性がある。また, PETやMRIと比べて, fNIRSは非侵襲性でありながら計測時に比較的拘束性が低い利点を持つため, 年少者対象の研究に適し, 更に騒音の出る狭い暗所内でのデータ収集(MRI等)に比べて言語研究に適している(石鍋, 2009; 大石, 2004)。

1.1.5 神経心理言語研究

窪田（2004）は、母語に比べて外国語使用時の方が、脳活動の部位が広範にわたる傾向にあるが、後者の学習・習得開始年齢、タスクの種類、言語処理の種類（発話か理解）、言語タイプ（アルファベット言語か表象言語か等）の違いによる影響も大きいので、媒介変数には細心の注意を払う必要があると述べている。

第2言語の学習開始年齢に注目した研究に、田浦（2012）の二重コーディング仮説検証がある。英語圏からの日本人帰国中高生108名を、滞在開始年齢を基準に数群に分けて考察した結果、1言語で年齢相応の言語力（認知力）があれば、教育言語が変わっても別言語への転移が可能なのが判明した。さらに、藤本・田浦（2011）は非常に高いレベルの日英バイリンガル中高生に対して言語流暢性課題を課し、左ブローカ部位、前頭前野中央部、右ブローカ相当部位のfNIRS値を比較した。行動データに6群差はなかったが（全ての群が同等の英語力があると判明）、高いレベルの英語を産出する際に、英語接触開始年齢が3才を境に、それより低年齢であれば殆ど脳賦活がない（容易に高度な英語を産出できる）事を報告している。

外国語としての英語学習年数を基準に群分した研究に、酒井（2009）がある。中学校から英語の学習を始めた群と小学校から英語の学習を始めた群に対して英語課題遂行中のfMRI値を計測し比較した。その結果、学習開始時期よりも、英語学習年数の方が重要であることが明らかになった。また、脳が活性化しない（fMRI値が低い）ことが、熟達度を反映しているとも述べられている。

外国語としての英語の音韻と習熟度の関係に関する石川（2009）の研究では、日本人英語学習者をTOEICのスコアによって群分けし、脳内英語処理は習熟度によって変化することがMRIデータより明らかになった。特に、上級学習者の言語処理において、音韻と意味がそれぞれ別々に処理される段階から、自動化が進んで両者が融合処理される段階に進むとの仮説が提起された。

脳の賦活度や活性部位に関して母語と外国語間の差異を探る研究が、大石（2008）によりなされた。日本人英語学習者と英語を母語とする日本語学習者を対象に英語と日本語のリスニング課題を与え、第1言語と第2言語タスク遂行時のfNIRS（脳血流）値を比較した結果、第2言語の方が脳血流の増加が多いことを見いだした。Kim et al.（1997）は、声を出さずに内言発話（internal speech）するタスクを、6才までに第二言語を開始した早期バイリンガル群と、その年齢以降に第2言語学習を開始した遅延バイリンガルに課して、その際のfMRI値を比較した。早期バイリンガルは、ブローカ領域内の同じ部位に第1言語と第2言語の賦活源が同定されたが、遅延バイリンガルは、第一言語と第二言語でブローカ領域内の異なる部位が活性化し、第2言語学習開始年齢による影響が明らかとなった。

1.2 研究課題

これまでの言語喪失研究は、成人移民やその子ども対象の母語喪失研究や帰国子女（小中高生）の第2言語喪失が主であり、成人留学生に関する母語言語喪失を研究した例が殆どない。更に、言語喪失研究は殆ど全てが言語側面だけに注目しており、僅かにEEG（脳波）を対象とした研究が最近始められたばかりで、脳血流による脳賦活研究は殆どない状況である。そこで本研究

ではこのような状況を踏まえて、中国語を母語とする成人バイリンガルを対象に、日本での滞在期間の長さがどのように母語である中国語や、外国語であるが既に高いレベルに達している日本語に影響するかについて、言語面と脳賦活面の両面から探ることとする。具体的な研究課題は以下の2点である。

研究課題 1: 滞日期間の長さによって、中国人日本語学習者の母語である中国語の産出及びその際の脳賦活はどのように変化するのか？

研究課題 2: 滞日期間の長さによって、中国人日本語学習者の日本語の産出及びその際の脳賦活はどのように変化するのか？

2. 研究手法

2.1 被験者

関西圏の大学院在学中の中国人留学生1名（表1）を対象に、渡日直後から10ヶ月間に5回のデータ収集を行った（表2）。研究協力者は中国で日本語を学習し日本語能力試験1級に合格したので中国語偏重中日バイリンガルであるが、初めて日本語圏生活体験を開始したのは日本での修士課程進学時であった。尚、この10ヶ月間は日本で過ごしたが、一度だけ中国に10日間一時帰国した。データ収集第3回目は、日本に帰国した日に実施された。

表1 被験者情報

性別	国籍	母語	学習歴	利き手
女	中国	中国語	3.5年	右手

表2 実験の実施時間

	滞在時間	実験時年齢
第1回目	1ヶ月	21:09
第2回目	2ヶ月	21:10
第3回目	3ヶ月	21:11
第4回目	4ヶ月	22:00
第5回目	10ヶ月	22:06

2.2 データ収集方法

実験手順は、藤本・田浦（2011）に従い以下の手順で実施した。まず、国際10-20法（図2）に従ってFpZ等の同定を行ったあとで、図1のようにフレキシブルプローブホルダーと32本のプローブ（送光・受光それぞれ16本）を前頭部に装着した（図2）。実験者2人がこの作業を行っている間に、別の実験者がタスクの説明を被験者に行った。プローブ装着後は、事後にプローブ位置を確認できるように、前額左・中央・右からプローブ番号を写真撮



図1 プローブの装着様子（医学書院／週刊医学界新聞 第2867号より）

影した。タスク開始に先立って、ホルダー装着の違和感やタスク中の気分の変化等に際しては実験を即刻中止する旨を伝えた。その後4種類のタスクを開始した。

実験には機能的近赤外分光装置 (functional Near-Infrared Spectroscopy: fNIRS) として、OMM-3000 (島津製作所) を用い、前頭葉の38チャンネルにおける「血液成分のヘモグロビンの濃度変化 (mM) と光路長 (cm) の積」を酸化ヘモグロビン (oxy-Hb)、脱酸化ヘモグロビン (deoxy-Hb)、総合ヘモグロビン (total-Hb) 値として収集した。本研究では左右脳の5部位 (合計10部位) でfNIRS計測を行った。対象部位は、(1) 言語発話がタスクとして要求されるのでブローカ野 (IFG)、(2) 認知的葛藤が表出する前帯状皮質 (ACC)、(3) 日常生活で普段体験することない新たなタスクへの対応を見るのに前補足運動野 (pre-SMA)、(4) インタビューやナラティブタスクでは、話す内容を予め考えたり必要があるので背外側前頭前野 (DLPFC)、(5) 口頭での質問を理解したり長期記憶から情報を取り出して話を組み立てる必要もある為に縁上回 (SMG) を研究対象部位とした (図2)。

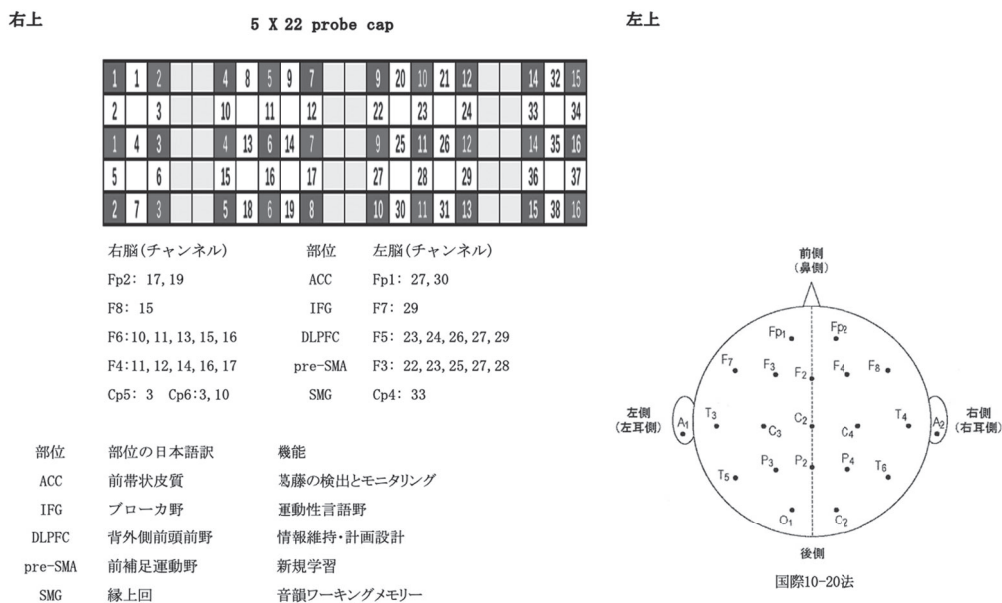


図2 プローブ配置・対象部位とその機能・国際10-20法

2.3 タスク

fNIRSプローブを前頭葉に装着後、インタビュー(日中語)、中日バイリンガルストループテスト (Bilingual Stroop Test; BST)、中日英コード・スイッチ (CS) タスク、中日ナラティブタスクの順でデータ収集を行った。インタビューでは、実験前に本人から聞き取った言語歴等の確認を日本語で60秒間、次に中国語で60秒間、2言語混交で60秒間行った。これは、実験に対する緊張をほぐす意味合いも持つタスクであった。

言語情報と視覚情報との干渉効果であるストループ効果は母語に顕著に現れるが、外国語や第2言語でも確認されており、バイリンガル言語処理システムを探る重要な検証法となってい

る (荻阪, 1994)。本研究は、被験者の母語である中国語と、既に高いレベルに達している日本語を対象にして BST を課した。図 3・4 に示されているように、(1) 40 個の色玉を左上から順に日本語で口頭命名する課題が 15 秒間 23 インチのモニターに表示され (Jrest), (2) 日本語色単語が 40 個 15 秒間提示され、被験者は左上からできるだけ沢山読み上げ (Japanese congruent task: Jcong), (3) レストタスクとして (1) スライドが再度提示され (Jrest), (4) 日本語色単語が 40 個 15 秒間提示され、各単語のインク色を左上から日本語で命名する課題が課され (Jincongruent) た後、同じ要領で言語が中国語に切り替えられた (Crest-Ccong-Crest-Cincong)。レストタスクを実際のタスクと同じ言語で直前に配置することで、fNIRS 値の差分を算出できるようなブロックデザインを組んだ。

そのまま日本語で読む (Jcong) (あか・あお・きいろ・くろ・みどり)

あか	あお	きいろ	くろ	みどり
インクの色日本語で (Jincong) (あお・きいろ・みどり・あか・あお)				
あか	あお	きいろ	くろ	みどり
インクの色を中国語で (Cincong) (藍・黄・緑・紅・藍)				
紅	藍	黄	黒	緑

図 3 BST 各タスク例

色玉の色を日本語で: ● → くろ										そのまま日本語で読む: あお → あお									
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	みどり	あか	あお	くろ	あか	きいろ	あか	あか	みどり	あお
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	きいろ	くろ	あか	みどり	あお	あか	あか	くろ	きいろ	あか
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	あか	あお	きいろ	あか	くろ	みどり	きいろ	あお	あか	くろ
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	あか	くろ	みどり	きいろ	あか	あお	あか	くろ	みどり	きいろ

図 4 BST タスクスライド例



図 5 コード・スイッチタスク使用スライド例

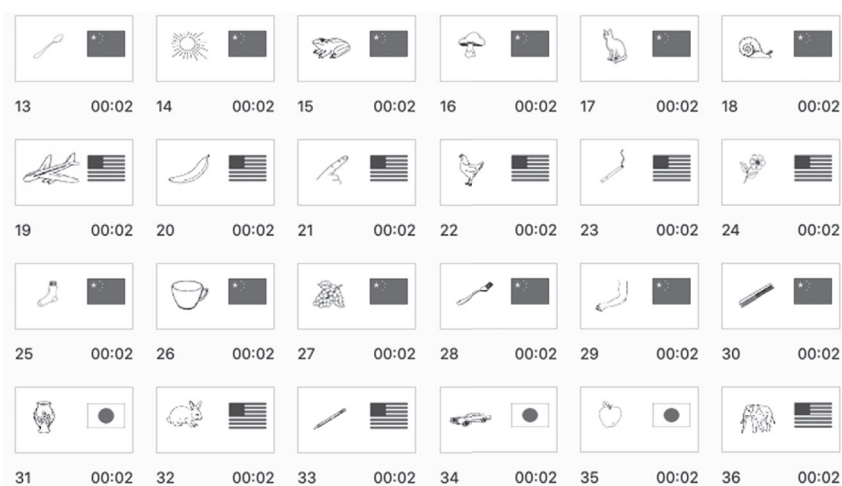


図6 CSタスクスライド例

CS (コード・スイッチ) タスクでは、図5に例示されている通り、絵の口頭命名タスク (国旗が使用言語を規定する) を課した。中国国旗連続6スライドをレストタスクと設定し、それに続くタスクとのfNIRS値差分算出の際のベースラインデータとした (図6)。アメリカ国旗連続6スライドを英語タスク、日本国旗連続6スライドを日本語タスク、アメリカと日本の国旗混交6スライドを日英CSタスク、中国とアメリカの国旗混交6スライドを中英CSタスク、日本と中国の国旗混合6スライドを中日CSタスク、3国国旗の混合24スライドを中日英CSタスクとした。各スライドは2.5秒間提示されて自動的に次のスライドが表示された。

BSTとCSのタスク実施後、ナラティブタスクを実施した。これには、バイリンガル研究で多く使われている文字のない絵本 "Frog, Where are you?" (Mercer Mayer, 1969) か "A BOY, A DOG, A FROG and A FRIEND" (Mercer Mayer, 1967) を使用した (図7)。学習効果を軽減させる為に、この2冊をデータ収集回毎に交互に使用した (表3)。まず、20数ページからなるこの絵本を最後まで目を通すのに数分間与えたあとで、幼稚園児に読み聞かせるように易しい中国語か日本語で話をするように指示を出し、その間の音声データをICレコーダーでも録音した。

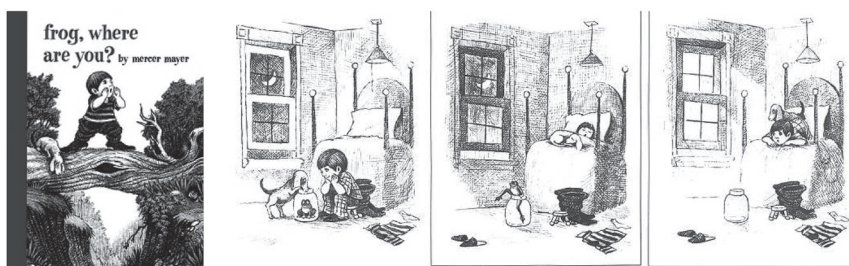


図7 Frog, where are you?

表3 ナラティブタスク使用絵本

データ収集回	Frog, where are you ?	A boy, a dog, a frog and a friend
第1回	中国語	日本語
第2回	中国語	日本語
第3回	日本語	中国語
第4回	中国語	日本語
第5回	日本語	中国語

2.4 データ分析方法

本研究では、インタビューとナラティブ・タスクに関しては、音声データ及びその書き起こしテキストを言語分析対象とした。一方で脳賦活様態の分析は、BSTとCSタスク遂行時に収集したfNIRSデータを対象とした。

中国語と日本語の言語能力の変化を見るのに、(1) 流暢性、(2) 正確さ、(3) 語彙力の3側面からデータ分析を行った。音声データをポーズ分析することで、1単語産出に要する平均時間・文間文中ポーズの比率・言いよどみ回数等を算出した。日本語の語彙力レベル判定には、菅長陽一・松下達彦(2013)「日本語テキスト語彙分析器 J-LEX」を用い、中国語の語彙力レベル判定にはHSK(漢語水平検定)を用いた。それぞれの言語を母語としない学習者の語彙検査ツールである。図8に示した通り、NSKでは6級が一番高い級数となる。

難易度	級	試験の程度
	1級	中国語の非常に簡単な単語とフレーズを理解、使用することができる。大学の第二外国語における第一年度前期履修程度。 語彙量の目安：150語程度の基礎常用中国語及びそれに相応する文法知識
	2級	中国語を用いた簡単な日常会話を行うことができ、初級中国語優秀レベルに到達している。大学の第二外国語における第一年度履修程度。 語彙量の目安：300語程度の基礎常用中国語及びそれに相応する文法知識
	3級	生活・学習・仕事などの場面で基本的なコミュニケーションをとることができ、中国旅行の際にも大部分のことに対応できる。 語彙量の目安：600語程度の基礎常用中国語及びそれに相応する文法知識
	4級	中国語を用いて広範囲の話題について会話ができ、中国語を母国語とする相手と比較的流暢にコミュニケーションをとることができる。 語彙量の目安：1200語程度の常用中国語単語
	5級	中国語の新聞・雑誌を読んだり、中国語のテレビや映画を鑑賞することができ、中国語を用いて比較的整ったスピーチを行うことができる。 語彙量の目安：2500語程度の常用中国語単語
	6級	中国語の情報をスムーズに読んだり聞いたりすることができ、会話や文章により、自分の見解を流暢に表現することができる。 語彙量の目安：5000語以上の常用中国語単語

図8 HSK テスト

fNIRS データ分析は38チャンネル全てを対象とせず、本研究目的に合致する10部位のみを分析対象とした(図2)。脳内神経活動が増えると、代謝が活発になり酸素消費量が増える。このため酸素化ヘモグロビン(oxy-Hb)濃度が上昇し、脱酸素化ヘモグロビン(deoxy-Hb)濃度が下降する。対象タスクでのfNIRS値は、タスク内(脳部位間)・タスク間・及び縦断的比較が統計的に(分散分析と多重比較が)可能となるように正規化した。その後レストタスクとの差分を算出し、各タスク固有値とした。

3. 結果

3.1 言語分析

3.1.1 中国語データ

3.1.1.1 流暢さ

母語である中国語の言語データとしてインタビューとナラティブの2種類があり、流暢性の指標として、1単語発話に要した時間を算出した。これにより、毎日日常生活に関する質問がなされたインタビューにおける質問時間のバラツキ(第1回目の33秒から第5回の70秒まで)が補整された。一方で、ナラティブ・タスクは文字のない絵を見て説明するタスクであった。インタビュー時には自分の使いやすい単語や表現を使えたが、ナラティブ・タスクでは絵本の描写に必要な語彙を使う必要があった。表4からわかるように、第1回目のナラティブ・タスクでは約3分費やして627語を産出したので、1単語発話に要した平均時間は275.9ミリ秒であった。日本滞在10ヶ月目の第5回目には305.9ミリ秒となり、中国語発話スピード(流暢性)に明らかな翳りが観察された。同じような傾向がインタビューデータでも窺えた(渡日1ヶ月後227.6ミリ秒であったのが、10ヶ月後には315.3ミリ秒に低下した)。

表4 ナラティブタスクとインタビュー時の流暢性(1単語産出時間/秒)

データ 収集時期	ナラティブ			インタビュー		
	タスク時間 (sec)	産出した 総単語数	1単語発話に 要した時間 msec	タスク時間 (sec)	産出した 総単語数	1単語発話に 要した時間 msec
第1回目	173	627	275.9	33	145	227.6
第2回目	169	617	273.9	34	102	333.3
第3回目	115	438	262.6	60	232	258.6
第4回目	138	516	267.4	40	143	279.7
第5回目	160	523	305.9	70	222	315.3

次に流暢さの指標として、タスク全時間中の文間及び文中ポーズの占める割合を算出した。一般的に、文間ポーズでは次に来る文章の内容を考えたり、統語面から文章を構築するマクロ作業に必要な時間であると考えられている。それに対して文中ポーズは、単語想起や形態素面等ミクロ作業に要する時間であると考えられている。ナラティブ・タスク遂行中のそれぞれのポーズタイプの割合が表5に、文間ポーズ及び文中ポーズの平均時間が図9にまとめられている(インタビューでは質問者がデータ内に介在しているので、この分析からは除外した)。渡日1ヶ

月後の中国ナラティブ・タスクでは、文間ポーズが 26.2%、文中ポーズが 73.8% を占めていた。第 2 回以降は文中ポーズの割合が増え、文間ポーズの割合が減っている。これにより、日本滞在期間が延びるにつれて、中国語の単語想起に必要な時間が徐々に長くなる傾向、即ち母語産出減衰が判明した。

表 5 中国語ポーズの割合

割合	文間	文中
第 1 回目	0.262	0.738
第 2 回目	0.288	0.712
第 3 回目	0.378	0.622
第 4 回目	0.318	0.682
第 5 回目	0.293	0.707

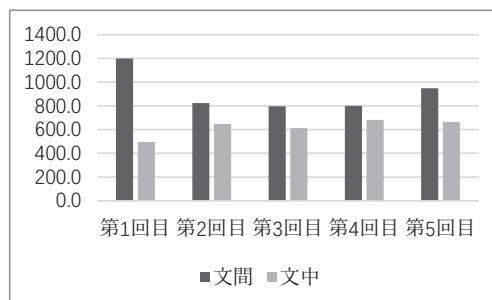


図 9 文間・文中の平均時間

第 3 の流暢さの指標として、言いよどみを示すフィラーの回数に目を向けた(表 6)。「額(エー)」や「嗯(ウン)」などのフィラーの数が、渡日 10 ヶ月後の第 5 回目には 13 回と激増した。

表 6 中国語フィラー回数

データ収集時期	フィラー数
第 1 回目	2
第 2 回目	1
第 3 回目	1
第 4 回目	1
第 5 回目	13

3.1.1.2 正確さ

インタビューとナラティブタスク遂行中の音声データを書き起こして、正確さ分析を行った。この正確さ分析は、中国語母語話者である本研究第 1 筆者により行われた。その結果、渡日 10 ヶ月後(第 5 回目)のナラティブタスク中に名詞の誤りが 1 度だけ確認できた。「亀」と言うべきところで「かえる」と誤発言したが、自己訂正は行われなかった。また、渡日 10 ヶ月後の中国語でのインタビュー時に、「情報」という中国語の単語を日本語で「じょうほう」と言った後に、中国語の「情報」に言い直しがなされた。後者では自己修正が確認できたが、思わず社会・教育言語である日本語が口をついてコードスイッチ現象として表出したと思われる。

3.1.1.3 語彙力

中国語の語学検定試験の語彙リストである HSK (漢語水平検定) を用いて、中国語ナラティブ・データの語彙を分析した。HSK6 (6 級) が最上級である(表 7・図 10)。データ収集に 2 種類の絵本を用いたので、各レベルの語彙使用絶対数(単語数)には若干のバラツキが見られるが、滞日期間の長期化に伴う傾向としては、絵本全体を説明するのに要する単語数の減少が確認さ

れた。この原因に関しては、学習効果により話の簡潔化が進んだ為なのか、中国語力減衰に起因するのかの判断はつかない。

表7 HSKを使った語彙分析（ナラティブタスク）

	HSK1	HSK2	HSK3	HSK4	HSK5	HSK6	総単語数
第1回目	287	93	81	36	44	13	554
第2回目	229	97	76	49	52	9	512
第3回目	182	60	74	28	25	7	376
第4回目	225	99	70	35	38	14	481
第5回目	199	79	73	43	27	15	436

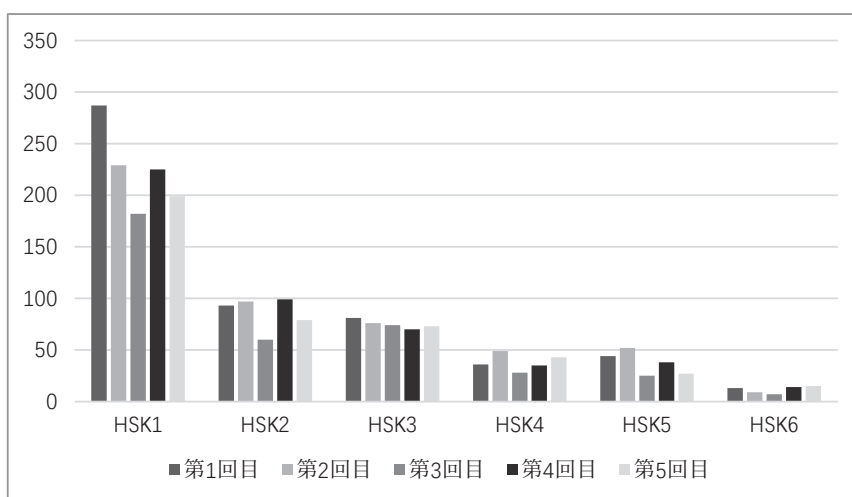


図10 語彙使用レベルの推移

次に語彙密度(lexical density)に着目した。総語数に占める異なり語数の割合、つまりTTR(type token ratio)を算出した。表8と図11に示されているように、渡日1ヶ月後に記録したTTR53.9%レベルが第4回目まではほぼ保持されていたが、渡日10ヶ月後(第5回目)には51.5%に低下を示した。

表8 総語数と異なり語数

データ 収集時期	総語数	異なり語数	異なり語数 の割合
第1回目	191	103	0.539
第2回目	185	101	0.546
第3回目	148	81	0.547
第4回目	171	94	0.550
第5回目	165	85	0.515

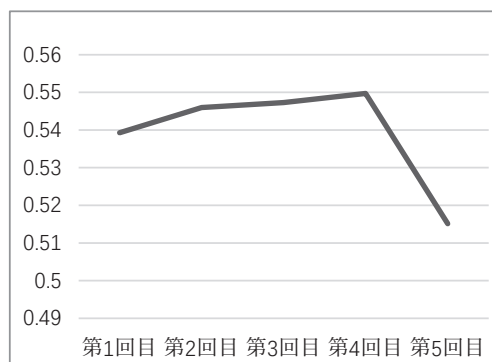


図11 語彙の複雑さ推移

3.1.2 日本語データ

3.1.2.1 流暢さ

日本の大学院で研究に従事している本研究対象者にとって、日本語は外国語ではなく第2言語環境での学習・習得となっている。この学習・習得が10ヶ月間でどのように進んだのかを先ず、流暢さの面から調査した。日本語ナラティブ・タスクでも、中国語ナラティブ・タスクで使用した絵本をデータ収集回毎に交互に使用した。5回のデータをまとめたのが表9と図12である。渡日1ヶ月後の第1回目は、ナラティブタスクを完了するのに734単語(275秒)必要とした。しかし、渡日10ヶ月後の第5回目には775語を242秒で産出できるようになった。これを1単語発話に必要な時間に換算すると、渡日1ヶ月後に374.7ミリ秒かかっていたのが10ヶ月後には312.3ミリ秒へと産出スピードの向上が観察された。日本語インタビューにおいても、294.6ミリ秒から241.1ミリ秒に流暢性の向上が観察された。

表9 日本語ナラティブ・インタビューデータの一覧

データ 収集時期	ナラティブ			インタビュー		
	タスク時間 (sec)	産出した 総単語数	1単語発話に 要した時間 msec	タスク時間 (sec)	産出した 総単語数	1単語発話に 要した時間 msec
第1回目	275	734	374.7	33	112	294.6
第2回目	247	668	370.3	44	158	278.5
第3回目	219	673	325.4	79	246	321.1
第4回目	185	538	343.9	97	351	276.4
第5回目	242	775	312.3	102	423	241.1

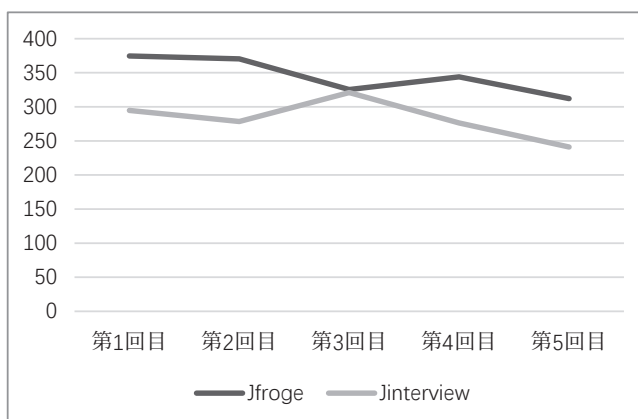


図12 日本語ナラティブ・インタビュー時の1単語産出時間の推移

次に、日本語のタスク遂行全時間中の文間ポーズ（マクロ計画）と文中ポーズ（語彙検索ミクロ操作）の割合を表10に、平均ポーズ時間の推移を図16にまとめた。ポーズの割合データより、日本滞在期間が長くなるにつれて、文構築に時間をかけて（6%から14%に増加）、一度話し始めると文中でのポーズが少ない（94%から86%に低下）母語話者のスタイルに徐々に近づいてきていることが判明した。

表 10 日本語ナラティブ・タスクのポーズの割合

割合	文間	文中
第1回目	0.06	0.94
第2回目	0.10	0.90
第3回目	0.16	0.84
第4回目	0.11	0.89
第5回目	0.14	0.86

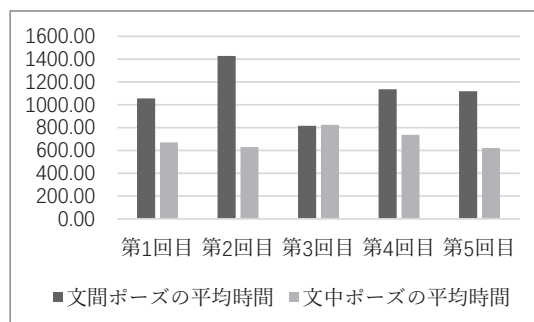


図 13 文中・文間ポーズ平均時間の推移

3.1.2.2 語彙力

日本語ナラティブ・タスク音声データを書き起こして、日本語語彙レベル分析を行った（表 11 と図 14）。時間制限のないタスクなので、総産出語彙数が渡日 10 ヶ月後に最も多いが、使用語彙レベルに関しては変化が殆ど見られなかった。

表 11 日本語語彙力レベル

レベル	第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目
初級 (1-1285 位)	234	226	267	198	311
中級前半 (1286-4000 位)	27	23	15	24	25
中級後半 (4001-8000 位)	10	20	15	15	22
上級前半 (8001-12000 位)	0	4	0	2	0
上級後半 (12001-16000 位)	0	0	0	0	0
超上級 (16001 位以上)	1	0	0	0	0
合計	272	273	297	239	358

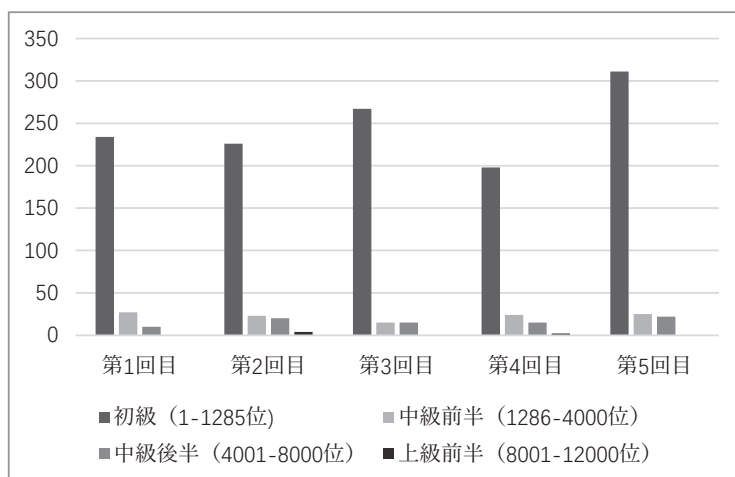


図 14 産出日本語レベルの推移

3.2 脳賦活データ分析

3.2.1 BST (バイリンガル・ストループ・タスク)

3.2.1.1 行動データ

BST タスク (図 3・4) 遂行中に、各スライド中にある 40 項目の中でいくつかの項目をこなし、その中でいくつかが正解であったのかをまとめたのが行動データである (表 12)。提示文字をそのまま読み上げる Jcong (日本語色単語をそのまま読む Japanese congruent) 課題と、Ccong (中国語色単語をそのまま読み上げる Chinese congruent) 課題では、渡日 10 ヶ月間を通して母語である中国語の方が処理項目数が多くスピードが早い傾向に変化はなかった。一方で、認知的負荷のかかる Jincong (日本語色単語提示の際にそのまま読むのではなく、単語のインク色を答える Japanese incongruent) 課題と、Cincong (中国語色単語のインク色を答える Chinese incongruent) 課題では、言語にかかわらず 10 ヶ月間を通して congruent 条件下よりも処理スピードが遅かった。両言語とも 10 ヶ月間に多少のパラッキは見られるが、大きな変化は観察できなかった。

表 12 BST の正誤語数

	BST1		BST2		BST3		BST4		BST5	
	正解語数	誤り語数	正解語数	誤り語数	正解語数	誤り語数	正解語数	誤り語数	正解語数	誤り語数
Jcong	27	0	26	0	30	0	29	0	29	0
Jincong	15	1	18	0	18	0	16	1	15	1
Ccong	32	1	19	3	36	0	33	0	29	3
Cincong	16	1	17	0	20	0	17	0	19	0

3.2.1.2 BST (バイリンガル・ストループ・タスク) 遂行中の脳賦活データ (fNIRS 値)

BST タスク (図 3・4) 遂行中に、被験者の 8 部位 (図 2 で示した左右脳の ACC, IFG, DLPFC, pre-SMA, SMG) における酸素化ヘモグロビン・脱酸素化ヘモグロビン・トータルヘモグロビン値 (単位は mM-mm: 濃度×光路長, M はモル濃度) を計測した。この分野の手法を踏襲して、レストタスクと直後のタスクの差分を算出することでタスク固有値 (例えば色玉日本語命名タスク直後に、日本語色単語をそのまま読む Japanese congruent タスクを実施したケースでは、両者の差分を出すことで Jcong 値) とした。本稿では、3 つの fNIRS 値 (Oxy-Hb, Deoxy-Hb, Total-Hb) の全データの代表値として酸素化ヘモグロビン値 (Oxy-Hb) を用い、更に BST 遂行中の認知的葛藤が最も表出する ACC 部位 (前帯状皮質の Fp1 と Fp2) の結果を報告する。

分散分析 (F93,127) =70.466, $p<0.01$) 及びその後の多重比較の結果 (図 15 左)、渡日 1 ヶ月後に Ccong (中国語色単語をそのまま読み上げる) タスクにおいて、他の 3 タスクと比較して統計的に有意に高い Oxy-Hb 値を左脳 (Fp1) で記録した。同様の傾向は右脳 (Fp2) でも見られ (F (3,127) =98.549, $p<0.01$) た。両脳ともに、他の 3 タスク間に有意差はなかった。全く同じ傾向 (図 15 右) が渡日 2 ヶ月後にも見られた (Fp1: F (3,127) =490.508, $p<0.01$; Fp2: F (3,127) =483.316, $p<0.01$)。

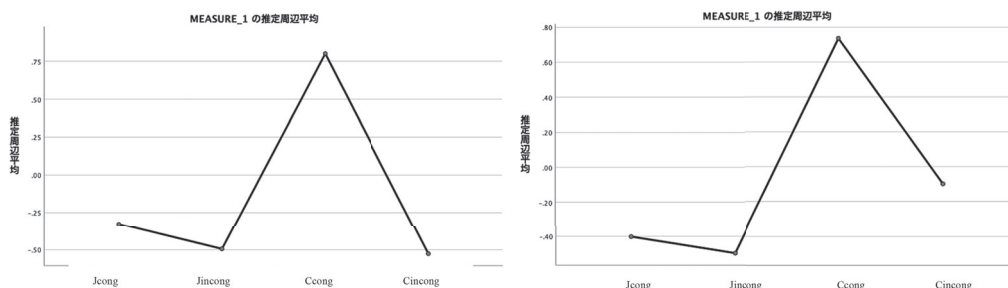


図 15 渡日 1 ヶ月後の Oxy-Hb 値の 4 タスク比較 (左 Fp1・右 Fp2)

ところが渡日 3 ヶ月経過後に傾向が一変した (図 16 左)。Fp1 (左脳) fNIRS 値の 4 タスク間比較を、分散分析 ($F(3,127) = 197.325, p < 0.01$) 及びその後の多重比較で行った結果、 $Ccong < Jincong < Cincong < Jcong$ の賦活順が判明した。つまり、渡日当初の 2 ヶ月間は中国語色単語読み上げタスクに最も苦勞していたが、3 ヶ月目には最も容易に遂行できるようになった。逆にそれまで容易なタスクであった、日本語色単語読み上げタスクや中国語色単語のインク命名 (認知的葛藤) タスクに苦勞するようになった。右脳 (Fp2) でも同様の傾向 (図 16 右) が窺えた ($F(3,127) = 206.337, p < 0.01$)。これ以降は渡日 10 ヶ月後までほぼ同じ傾向が続いた。

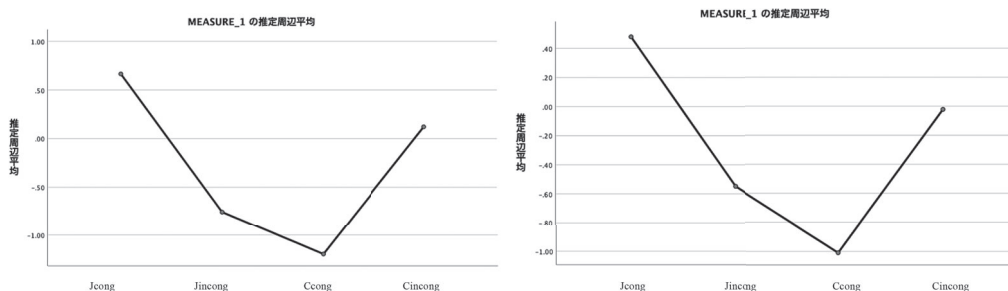


図 16 渡日 3 ヶ月後の Oxy-Hb 値の 4 タスク比較 (左 Fp1・右 Fp2)

次に、左脳 (Fp1) と右脳 (Fp2) に分けて、渡日 1 ヶ月目から 10 ヶ月目までの間に賦活度に応じたような推移が起こったのか、認知的葛藤タスクに絞って見ることにする。まず日本語葛藤タスク (Jincong) 遂行中の左脳 (Fp1) での Oxy-Hb 値を分散分析 ($F(4,126) = 63.499, p < 0.01$) とその後の多重分析を行った結果 (図 17 左)、渡日 4 ヶ月目の賦活が最も高く、続いて渡日 1・3・10 ヶ月目が高く、最も賦活度が低いのが渡日 2 ヶ月目であった。右脳に関しても全く同じ傾向 (図 17 右) を示していた ($F(4,126) = 85.637, p < 0.01$)。

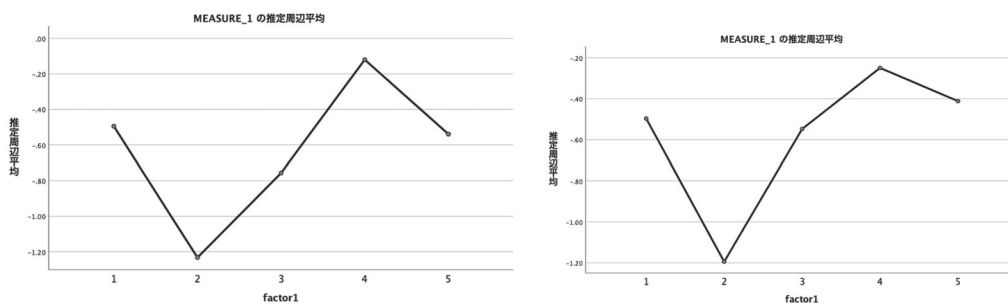


図 17 Jincong タスク Oxy-Hb 値の 5 回比較

中国語葛藤タスク (Cincong) 遂行中の左脳での Oxy-Hb 値を分散分析 ($F(4,126) = 27.727$, $p < 0.01$) とその後の多重分析を行った結果 (図 18 左), 渡日 4 ヶ月目が最も賦活度が低く, 続いて渡日 1 ヶ月後, 2 ヶ月後, 3 ヶ月後, 10 ヶ月後となっている。右脳の傾向 (図 18 右) も, 当初 3 ヶ月間に変化がなかった部分を除くと, 同じ結果を示している ($F(4,126) = 26.447$, $p < 0.01$)。

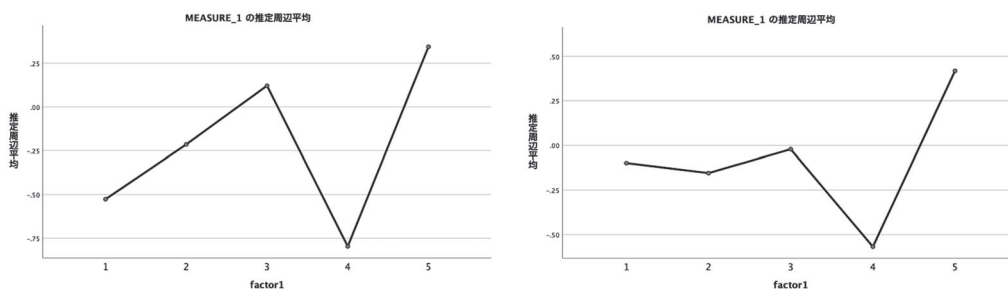


図 18 Cincong タスク Oxy-Hb 値の 5 回比較

3.2.2 CS (中日英語コードスイッチ) タスク

3.2.2.1 行動データ

コードスイッチ・タスクでは, 絵の横に日本・中国・アメリカいずれかの国旗が提示され, その国旗により, 日本語か中国語か英語でその絵を口頭で命名する指示を被験者は受けていた。ベースラインとして中国語で 6 スライドが連続提示され, 次に日本語 6 スライド, 中国語 6 スライド, 英語 6 スライド, 中国語 6 スライド, 日英混交 6 スライド, 中国語 6 スライド, 中日混交 6 スライド, 中国語 6 スライド, 中英混交 6 スライド, 中国語 6 スライドと続き最後に中日英混交スライドが 24 枚提示された。各スライドは 2.5 秒提示後自動的に次のスライドが提示された。被験者の母語は中国語であり, ベースラインの 6 枚の中国スライドは全て完璧に口頭命名ができていた。それ以外のタスクの正解数を, 帰国後経過時間に沿ってまとめたのが, 表 13 である。

表 13 CS の滞在期間に伴う正誤数

	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5
日本語 (/6)	3	5	4	5	6
英語 (/6)	5	5	5	5	5
日英語 (/6)	5	4	5	5	6
日中語 (/6)	4	5	5	6	6
中英語 (/6)	6	6	6	6	5
中日英語 (/24)	19	21	21	21	22

3.2.2.2 CS 遂行中の脳賦活データ (fNIRS 値)

上記で説明した通り、CS タスクでは直後の課題との差分を算出するための中国語 6 枚スライド課題はベースラインと設定した。つまり、本タスクで算出できるのは、日本語単独・英語単独・日英コードスイッチ・日中コードスイッチ・日中英コードスイッチ遂行時の脳賦活値だけであり、中国語単独産出脳賦活は入手できない。

先ず日本滞在期間による日本語産出時の脳賦活データを部位別に見ると (5 部位ともに左右脳差がなかったため、代表値として左脳 fNIRS 値を以降使用する)。認知的葛藤課題である BST では、葛藤が表出する ACC (前帯状皮質) での fNIRS 値のみを考察対象としたが、CS タスクに関しては先行研究でデータ収集した 5 部位全てが対象部位になっているので、ここでは 5 部位を順に見ることとする。先ず ACC (前帯状皮質) では (図 19)、分散分析 ($F(4,126) = 82.11, p < 0.01$) とその後の多重比較の結果、渡日後 3 ヶ月目までは上昇を続けたが、それ以降急激な低下を示した (渡日後 3 ヶ月 > 2 ヶ月 > 1 ヶ月 > 4 ヶ月 > 10 ヶ月)。次に IFG (ブローカ野とその右脳相当部位) では (図 20)、渡日後 1 ヶ月 > 3 ヶ月 > 2 ヶ月 > 10 ヶ月 > 4 ヶ月 ($F(4,126) = 48.518, p < 0.01$) を示した。

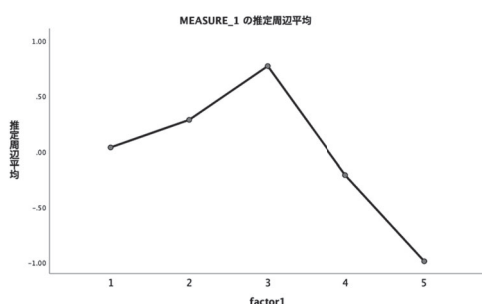


図 19 ACC における fNIRS 値推移

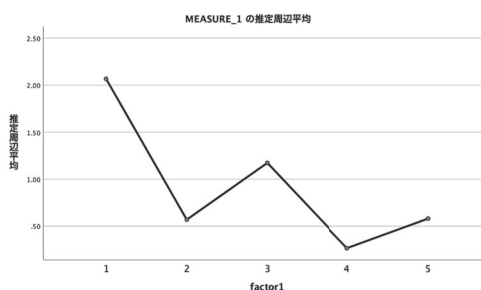


図 20 IFG における fNIRS 値推移

DLPFC (背外側前頭前野) では (図 21)、渡日後 1 ヶ月 = 3 ヶ月 > 2 ヶ月 > 4 ヶ月 > 10 ヶ月 ($F(4,126) = 72.229, p < 0.01$) を示した。pre-SMA (前補足運動野) では (図 22)、渡日後 3 ヶ月 > 2 ヶ月 > 1 ヶ月 > 4 ヶ月 > 10 ヶ月 ($F(4,126) = 57.709, p < 0.01$) を示した。SMG (縁上回) では (図 23)、渡日後 1 ヶ月 > 2 ヶ月 > 3 ヶ月 > 4 ヶ月 > 10 ヶ月 ($F(4,126) = 8.066, p < 0.01$) を示した。

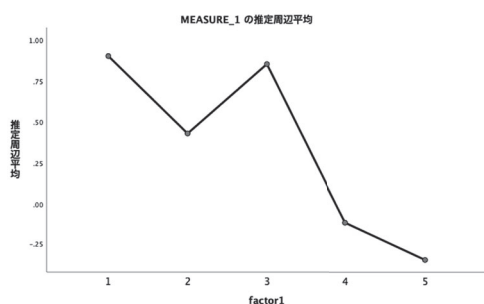


図 21 DLPFC における fNIRS 値推移

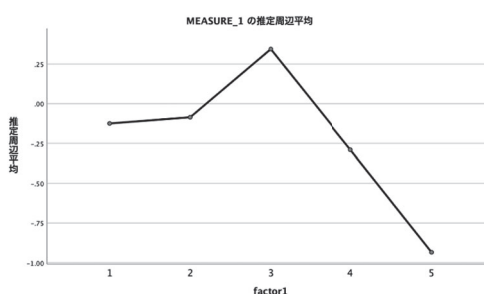


図 22 pre-SMA における fNIRS 値推移

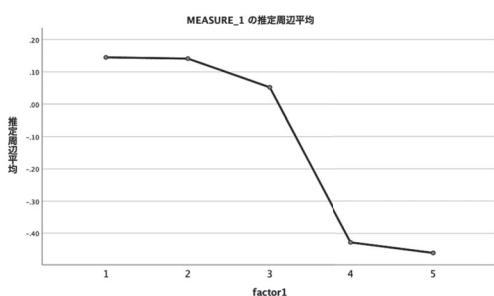


図 23 SMG における fNIRS 値推移

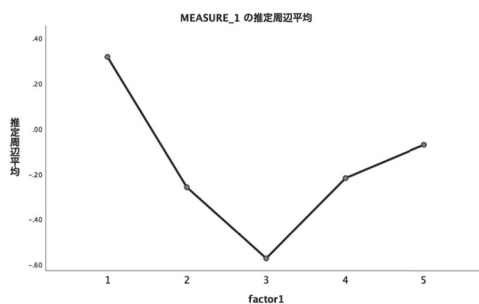


図 24 ACC における fNIRS 値推移

日本語産出に関しては概ね渡日後の期間が長くなるにつれて、対象 5 部位全てにおける脳賦活量が低下しているのがわかる。日本語圏での生活・研究生活により、日本語産出が統計的に容易になったと判明できる。

次に母語である中国語と、社会言語となった日本語のコードスイッチタスク時の脳賦活を部位別に見る。ACC (前帯状皮質) では (図 24), 脳賦活量は渡日後 3 ヶ月 < 2 ヶ月 = 4 ヶ月 < 10 ヶ月 < 1 ヶ月 ($F(4,126) = 44.840, p < 0.01$) を示した。IFG (ブローカ野とその右脳相当部位) では (図 25), 渡日後 1 ヶ月 < 2 ヶ月 < 10 ヶ月 < 4 ヶ月 < 3 ヶ月 ($F(4,126) = 43.413, p < 0.01$) を示した。DLPFC (背外側前頭前野) では (図 26), 渡日後 3 ヶ月 < 2 ヶ月 = 4 ヶ月 < 1 ヶ月 < 10 ヶ月 ($F(4,126) = 8.576, p < 0.01$) を示した。pre-SMA (前補足運動野) では (図 27), 渡日後 4 ヶ月 < 3 ヶ月 < 2 ヶ月 < 1 ヶ月 = 10 ヶ月 ($F(4,126) = 27.3933, p < 0.01$) を示した。SMG (縁上回) では (図 28), 渡日後 2 ヶ月 < 3 ヶ月 < 4 ヶ月 < 1 ヶ月 = 10 ヶ月 ($F(4,126) = 0.852, p < 0.01$) を示した。

日本語産出傾向が、滞日期間の長期化に伴い、脳賦活量の低下に繋がったので、中日コードスイッチ時も同様の傾向を示すことが予測されたが、概ね逆の傾向が現れた。

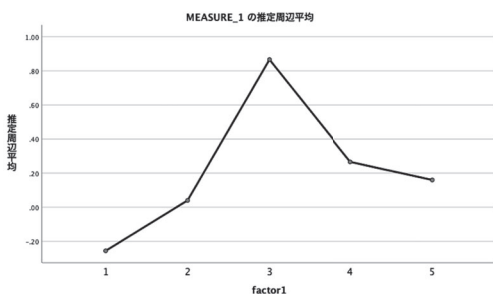


図 25 IFG における fNIRS 値推移

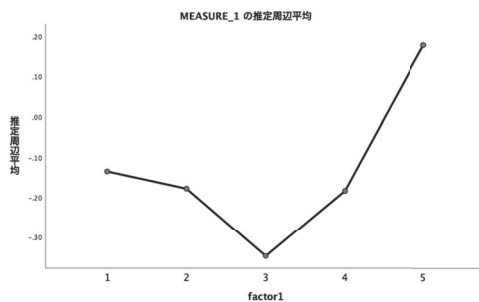


図 26 DLPFC における fNIRS 値推移

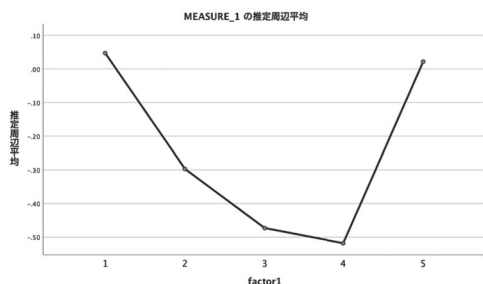


図 27 pre-SMA における fNIRS 値推移

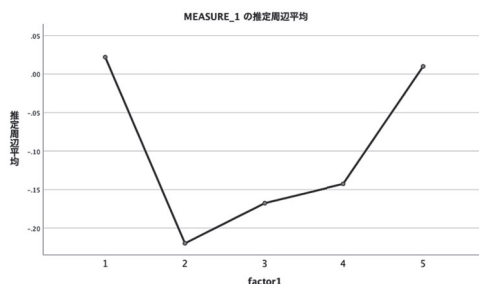


図 28 SMG における fNIRS 値推移

ここまでは本研究対象の中国語と日本語に関するデータを見たが、英語に関連するタスクの傾向も少し触れることにする。被験者は渡日以降一切英語との接触がなく、典型的な脳賦活量推移が図 29 に挙げた IFG における 10 ヶ月間の推移である ($F(4,126) = 42.738, p < 0.01$)。渡日期間が長引くにつれて英語賦活度（産出困難度）は増すが、3 ヶ月目以降高原状態となった。同じ IFG 部位では、(1) 日英コードスイッチ時には図 30 のような推移が見られた ($F(4,126) = 50.818, p < 0.01$) 一方で、(2) 中英コードスイッチ時の脳賦活には図 31 に示すような推移が見られた ($F(4,126) = 43.413, p < 0.01$)。このデータよりわかるのは、日本語の向上度合いと母語中国語の減衰度合いにはかなりの差があり、やはり母語の減衰スピードは緩やかで、それが図 30 と 31 の渡日後 4 ヶ月後と 10 ヶ月後の脳賦活量に表れていると考えることができる。

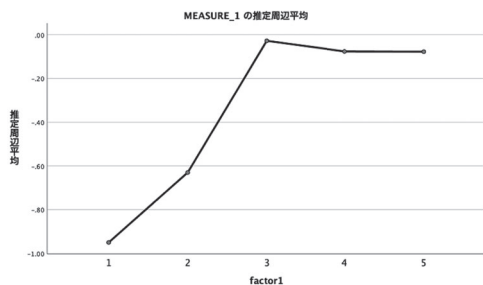


図 29 IFG における英語産出時の fNIRS 値推移

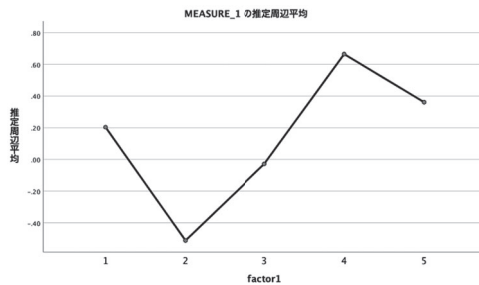


図 30 IFG における日英 CS 時の fNIRS 値推移

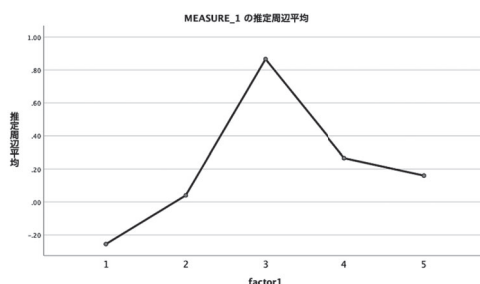


図 31 IFG における中英 CS 時の fNIRS 値推移

4. 考察

4.1 言語力

4.1.1 中国語

流暢性の面で、1 単語産出するのに要する時間が日本滞在 10 ヶ月間に長くなった事が、インタビューデータとナラティブデータから判明した。同様の傾向が、単語想起に起因する文間ポーズ分析からも明らかとなった。また、渡日 10 ヶ月目にはフィルターの多用も顕著となった。この時期には初めて名詞の誤りも発現した。絵本を使ったナラティブタスクでは、学習効果の為か、徐々に手短かにまとめることが出来るようになり、総産出語彙数に低下は見えたと使用語彙レベルに変化は見られなかった。但し語彙密度に関しては、やはり渡日 10 ヶ月目に低下が観察された。

4.1.2 日本語

日本語 1 単語産出時間が徐々に短くなり、流暢性は渡日 10 ヶ月間に向上を示した。ポーズ分析の結果、単語想起に起因する文中ポーズが減少し、文構築により多くの時間を割くようになり、母語話者の話し方に近づいていることも判明した。語彙に関しては特に変化が認められなかった。

4.3 脳賦活

4.3.1 BST

中国語と日本語のバイリンガル・ストループ・テストの行動データ分析より、(1) 認知的葛藤を伴う incongruent 条件下ではスピードが両言語とも落ちた、(2) 渡日 10 ヶ月後に congruent 条件下での日本語の処理スピードは中国に追いついた、(3) incongruent 条件下での処理スピードは渡日 10 ヶ月間中国語では保持されたが、日本語では向上を示したと判明した。認知的葛藤の表出する前帯状皮質 (ACC) の左 (Fp1) 右 (Fp2) での酸素化ヘモグロビン値を検証した結果、左右両脳で渡日 4 ヶ月目に大きな変化が見られた。日常自動的に行っている言語処理とは異なる情報処理が要求される incongruent 条件で大きな干渉を受けるのは、通常は母語であり、図 18 (特に右脳 Fp2) から明らかなのは、渡日 4 ヶ月目にその干渉度が有意に落ちているのが観察された。これはそれ以前に比べて母語の減衰が表出したと解釈できる。また、その後渡日 10 ヶ月目には更なる低下は見られない点で、言語減衰が直線的に進行しないことも判明した。

4.3.2 CS タスク

日本語産出に関しては、概ね渡日後の期間が長くなるにつれて、脳賦活量が低下しているのがわかる。日本語圏での生活・研究生活により、日本語産出が有意に容易になったと判明した。中国語産出に関しては、日本語と逆の傾向、即ち渡日4ヶ月以降に脳賦活向上が多くの脳部位で観察され、減衰が顕著であった。英語単独産出時、中英コードスイッチ時、日英コードスイッチ時のIFGでの10ヶ月間の推移を比較検討した結果、日本語の向上度合いと母語中国語の減衰度合いにはかなりの差があり、やはり母語の減衰スピードは緩やかで、それが図30と31の渡日後4ヶ月目以降の脳賦活量に表れていると考えることができる（中英CSの方が日英CSより賦活量が少なく済む）。

4.4 総合考察

本研究では以下の研究課題を立てたが、分析結果を基に回答を記載する。

研究課題1: 滞日期間の長さによって、中国人日本語学習者の母語である中国語の産出及びその際の脳賦活はどのように変化するのか？

研究課題2: 滞日期間の長さによって、中国人日本語学習者の日本語の産出及びその際の脳賦活はどのように変化するのか？

研究課題1の中国語の変化に関しては、流暢性・語彙密度・正確さに減衰が徐々に発現し、特に渡日後10ヶ月目に顕著となった。中国語使用時の脳賦活に関しては、減衰が明らかになる時期が更に早く、渡日4ヶ月目に観察できた。第2言語環境で生活していると、かなりの速度で母語の減衰が言語面で表出する事と、それに先だって脳賦活レベルの有意な増加が起こることが判明した。

研究課題2の日本語の変化に関しては、語彙に変化は認められなかったが、流暢性分析の結果単語想起の時間が早まり、文構築（文間）により多くの時間を割くようになり、母語話者のスタイルに近づいた事が判明した。日本語力の向上に伴い脳賦活量の低下が観察された。また、母語である中国語の減衰度と第2言語である日本語の向上度を比べると、10ヶ月間では前者のスピードの方が緩やかに進行することも判明した。

僅か10ヶ月間の縦断研究であったが、母語と第2言語に明らかな減衰・向上が脳賦活量として表出し、次に言語面（流暢さや正確さ等）に表出した。本研究では一部のデータ分析しか考察に含められなかったので、収集データ全タスクを対象に左右脳の10部位でのデータ比較を行い、今回の課題への回答を検証する必要がある。次に、この研究はあくまで被験者1人のケーススタディーであり、今後は対象者を増やしてデータ量を増やすことで結論の敷衍が可能となる事は言うまでもない。

* 本研究協力者には心より謝意を表す。また、本研究は立命館大学における人を対象とする研究倫理審査会による承認を受けた（衣笠-人-2020-4）田浦秀幸教授の研究の一部として実施した。

参考文献

- Arihito Nauchi Kuniyoshi L. Sakai (2009) Greater leftward lateralization of the inferior frontal gyrus in second language learners with higher syntacticabilities. *Human Brain Mapping*, 30, 11, 3625-3635.
- Mayer, M. (1967). *A boy, a dog, a frog and a friend*. New York: Penguin Books.
- Mayer, M. (1969). *Frog, where are you?* New York: Penguin Books.
- Sadoski, M. and A. Paivio. (2013). *Imagery and Text: A Dual Coding Theory of Reading and Writing*. New York: Routledge.
- Perani, D., E. Paulesu, N.S. Galles, E. Dupoux, S. Dehaene, V. Bettinardi, S.F. Cappa, F. Fazio, J. Mehler. (1998). The Bilingual Brain, Proficiency and Age of Acquisition of the Second Language. *Brain*, 121, 10, 1841-1852. <https://doi.org/10.1093/brain/121.10.1841>.
- Tomiya, M. (2009). Age and Proficiency in L2 Attrition: Data from Two Siblings. *Applied Linguistics* 30, 2, 253-275.
- 石川慎一郎 (2009). 「第 2 言語習得研究と脳科学 -MRI 実験の知見から」『システム 1 制御 / 情報』53, 4, 143-148.
- 石鍋浩, 武田湖太郎, 谷口敬道 (2009). 「日本語聴解課題遂行時における日本語学習者の脳活動 - 近赤外分光法を用いた事例研究 -」『国際医療福祉大学紀要』14, 1, 17-24.
- 大石晴美, 木下徹 (2004). 「英語学習におけるメタ認知ストラテジーの脳科学的効果——光トポグラフィによる選択的注意の観測——」『ことばの科学』17, 273-286.
- 大石晴美 (2008). 「第一言語処理と第二言語処理における脳活性化状態の違い—日本語と英語のリスニングにおいて—」『ことばの科学』21, 143-154.
- 苅阪満里子 (1994). 「バイリンガルの言語処理 (4): 関連語のストループ効果について」『日本教育心理学会総会発表論文集』36, 380.
- 菊池優希, 田浦秀幸 (2011). 「バイリンガルストループテスト遂行時の脳賦活部位に関する fNIRS 脳イメージング研究: 第 2 言語習得年齢比較横断研究」『Studies in language science』91-145.
- 久津木文 (2006). 「バイリンガルの言語発達について (特集: 子どもの言語獲得)」『心理学評論』49, 1, 158-174.
- 久津木文 (2012). 「同時バイリンガルの子どもの日本語語彙の一時的喪失についての検討の試み」『神戸松蔭女子学院大学研究紀要言語科学研究所篇』15, 27-36.
- 久津木文 (2014). 「バイリンガルとして育つということ: 二言語で生きることで起きる認知的影響」『Theoretical and applied linguistics at Kobe Shoin: トークス』47-65.
- 窪田三喜夫 (2004). 「脳と言語習得」小池生夫・寺内正典・木下耕児・成田真澄 (編) 『第二言語習得研究の現在』43-62. 大修館書店.
- 窪田三喜夫 (2003). 「脳内言語処理」Seijo English monographs 36) 447-478.
- 齋藤ひろみ (1997). 「中国帰国者子女の母語喪失の実態: 母語保持教室に通う 4 名のケースを通して」『言語文化と日本語教育』14, 26-40.
- 酒井邦嘉 (2009). 「言語の熟達度が脳で見える」『JST NEWS』5.
- 朱暁淑 (2005) 「外国人児童の母語保持・育成に関わる要因—会話カテストの結果から—」『言語文化と日本語教育』30, 11-20.
- 鈴木恵理子 (2013). 「中国人日本語学習者の逆行転移: 日本滞在期間に注目して」『秋田大学国際交流センター紀要』2, 3-18.
- 田浦秀幸 (2000). 「バイリンガル言語処理と言語習得様態・表象言語との関係」『Cognitive Studies』7, 4, 319-329.
- 田浦秀幸 (2012). 「新国際学校における英語圏からの帰国生徒のライティング力保持に関する一考察」『母

- 語・継承語・バイリンガル教育 (MHB) 研究』1-15.
- 田浦秀幸 (2016). 「第二言語ナラティブ時の脳賦活データによる言語臨界期説検証研究」『立命館言語文化研究 (27)』2 & 3, 117-125.
- 千葉克裕 (2012). 「第2言語の習熟度と語彙処理速度の検証: 語彙判断課題および意味判断課題の反応時間から」『東北大学高等教育開発推進センター紀要』7, 35-42.
- 白学军, 周崧, 刘颖, 杨海波, 王超 (2016). 「中文音素言语流畅性任务的近红外脑功能成像研究」『心理科学』39, 3, 520-526.
- 藤本未来, 田浦秀幸 (2011). 「第2言語習得開始年齢が言語流畅性課題に及ぼす影響: fNIRS 脳イメージング手法によるバイリンガリティー研究」『Studies in language science』5, 5-90.
- 山本雅代 (2014). 『バイリンガリズム入門』大修館書店.
- 湯川笑子 (2002). 「バイリンガルの言語喪失を語るための基礎知識」『母語・継承語・バイリンガル教育 (MHB) 研究』1, 1-24.
- 横山悟 (2010). 『脳からの言語研究入門—最新の知見から研究方法まで』ひつじ書房.
- 吉田智佳, 白畑知彦 (2013). 「日本語学習者の助詞の習得調査: 滞在が10年を超える中国語を母語とする日本語学習者の事例研究」『外国語教育: 理論と実践』39, 95-107.