



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	バイリンガルの言語使用におけるメカニズムの解明：意味処理に関する検討
Author(s)	胡, 政飛
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(文学)
Dissertation Number	甲第13844号
Issue Date	2020-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k13844
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/94544
Type	doctoral thesis
File Information	Hu_Zhengfei.pdf



バイリンガルの言語使用における
メカニズムの解明
—意味処理に関する検討—

北海道大学大学院文学研究科
人間システム科学専攻

胡 政飛

目 次

図 目 次	v
表 目 次	vii
要 約	viii
1. 序 論	1
1.1 背 景	1
1.1.1 言 語 の 特 徴 と 脳 機 能	1
1.1.2 言 語 間 の 共 通 点	2
1.1.3 意 味 の 表 現 と 言 語 使 用	3
1.1.4 第 二 言 語 習 得 と バ イ リ ン ガ ル	4
1.1.5 バ イ リ ン ガ ル の 言 語 使 用 と 脳 機 能	5
1.1.6 言 語 使 用 に お け る 神 経 表 象 の 検 討	7
1.2 問 題 と 目 的 ・ 研 究 課 題	9
2. バ イ リ ン ガ ル の 実 際 の 言 語 使 用 : 母 語 お よ び 第 二 言 語 に よ る 報 告 の 違 い	15
2.1 方 法	16
2.1.1 参 加 者	16
2.1.2 材 料	16
2.1.3 手 続 き	17
2.1.4 コ ー ド 化	18
2.2 結 果	19
2.3 考 察	22
3. バ イ リ ン ガ ル の 実 際 の 言 語 使 用 : 臨 時 通 訳 に 関 す る 検 討	30
3.1 方 法	32
3.1.1 参 加 者	32

3.1.2	材 料	32
3.1.3	手 続 き	33
3.1.4	材 料 の コ ー ド 化	34
3.1.5	通 訳 の コ ー ド 化	34
3.2	結 果	35
3.2.1	被 害 者 供 述 課 題	35
3.2.2	被 疑 者 面 接 課 題	36
3.3	考 察	39
3.4	結 論	43
4.	バイリンガルの言語使用における神経表象：意味 処理に関する言語特異神経表象および言語間共通した 神経表象	53
4.1	言語特異な神経表象	53
4.2	言語間に共通した神経表象	56
4.3	方 法	59
4.3.1	参 加 者	59
4.3.2	刺 激	60
4.3.3	刺 激 評 価	61
4.3.4	単 語 チェックリスト	62
4.3.5	手 続 き	62
4.3.6	fMRI 取 得	63
4.3.7	fMRI データ前処理	63
4.3.8	fMRI データ分析	64
4.3.8.1	特 異 な 神 経 表 象 ： コ ン ト ラ ス ト	64
4.3.8.2	共 通 し た 神 経 表 象 ： Searchlight MVPA	64
4.3.8.3	共 通 し た 神 経 表 象 ： 関 心 領 域 (ROI) 分 析	66
4.4	結 果	67
4.4.1	行 動 結 果	67
4.4.2	fMRI 結 果	68

4.4.2.1	特異神経表象	68
4.4.2.1.1	中国語	68
4.4.2.1.2	日本語	69
4.4.2.1.3	写真	69
4.4.2.1.4	日本語文 > 中国語文	70
4.4.2.1.5	中国語文 > 日本語文	70
4.4.2.1.6	関連する > 関連しない	70
4.4.2.1.7	関連しない > 関連する	70
4.4.2.2	共通した神経表象 : Searchlight MVPA	71
4.4.2.2.1	言語 / モダリティ内	71
4.4.2.2.2	言語 / モダリティ間	71
4.4.2.3	共通した神経表象 : 関心領域 (ROI)	72
4.4.2.3.1	言語 / モダリティ内	72
4.4.2.3.2	言語 / モダリティ間	72
4.5	考察	73
4.5.1	特異神経表象	73
4.5.1.1	言語特異神経表象	73
4.5.1.2	概念特異神経表象	77
4.5.2	共通した神経表象	78
4.5.2.1	言語間	78
4.5.2.2	モダリティ間	83
4.6	結論	84
5.	総合考察	106
5.1	まとめ	106
5.2	文レベルにおける言語意味処理の解剖学的モデル	108
5.3	課題と展望	110
5.4	本研究の示唆	113
	引用文献	116

謝 辞	1 4 3
付 録 A	1 4 5
付 録 B	1 4 6
付 録 C	1 4 8
付 録 D	1 4 9
付 録 E	1 5 3
付 録 F	1 5 6
付 録 G	1 6 4
付 録 H	1 6 8
付 録 I	1 6 9

図目次

FIGURE 1.1	言語情報（意味）処理過程	12
FIGURE 1.2	BROCA 領域と WERNICKE 領域	13
FIGURE 1.3	言語使用における情報（意味）処理過程	14
FIGURE 2.1	正項目および誤項目における各言語での報告数の平均	25
FIGURE 2.2	カテゴリ別の各言語で報告した正項目数の平均	26
FIGURE 2.3	カテゴリ別の各言語で報告した誤項目数の平均	27
FIGURE 2.4	カテゴリごとに各言語における修正スコアの平均	28
FIGURE 2.5	正項目数および誤項目数ごとに言語間の相関	29
FIGURE 3.1	被害者供述課題における正訳，脱落，誤訳の平均項目数	45
FIGURE 3.2	被害者供述課題における発話の長さとの平均正訳率との相関	46
FIGURE 3.3	被害者供述課題におけるカテゴリごとに正訳率の平均	47
FIGURE 3.4	被疑者面接課題における正訳，脱落，誤訳の平均項目数	48
FIGURE 3.5	被疑者面接課題における条件ごとに言語間の正訳率の平均（％）	49
FIGURE 3.6	被疑者面接課題における条件ごとに発話の長さとの平均正訳率との相関	50
FIGURE 3.7	被疑者面接課題におけるカテゴリごとに正訳率の平均	51
FIGURE 3.8	被疑者面接課題におけるカテゴリ別の各	

条件で言語間の正訳率の平均 (%)	52
FIGURE 4.1 写真／文の提示例	94
FIGURE 4.2 参加者ごとに文に対する評価	95
FIGURE 4.3 実験パラダイム	96
FIGURE 4.4 METHODS OF MVPA ANALYSIS.	97
FIGURE 4.5 AVERAGE ACCURACIES (A) AND RESPONSE TIME (B) ON JUDGING COHERENCE OF STIMULI OF ALL CONDITIONS.	98
FIGURE 4.6 AVERAGE ACCURACIES (A) AND RESPONSE TIME (B) ON JUDGING COHERENCE OF STIMULI ACROSS MODALITIES.	99
FIGURE 4.7 STABLE VOXELS FOR THE CHINESE SENTENCE, JAPANESE SENTENCE AND PICTURE IN SEMANTIC PROCESSING.	100
FIGURE 4.8 CONTRAST FOR JAPANESE SENTENCES > CHINESE SENTENCES (A) AND CHINESE SENTENCES > JAPANESE SENTENCES (B).	101
FIGURE 4.9 CONTRAST FOR COHERENT EVENT > INCOHERENT EVENT (A) AND INCOHERENT EVENT > COHERENT EVENT (B).	102
FIGURE 4.10 RESULTS OF THE SEARCHLIGHT ANALYSIS.	103
FIGURE 4.11 RESULTS OF THE TFCE CORRECTION.	104
FIGURE 4.12 RESULTS OF THE MEAN CLASSIFICATION ACCURACIES IN EACH ROI.	105
FIGURE 5.1 言語間文レベル意味処理の解剖学的モデル	115

表 目 次

TABLE 3.1	種類ごとに誤通訳項目数の合計	44
TABLE 4.1	ACTIVATION FOR CHINESE SENTENCE SEMANTIC PROCESSING.	85
TABLE 4.2	ACTIVATION FOR JAPANESE SENTENCE SEMANTIC PROCESSING.	86
TABLE 4.3	ACTIVATION FOR PHOTOGRAPHIC SEMANTIC PROCESSING.	87
TABLE 4.4	SPECIFIC ACTIVATION FOR LANGUAGES.	88
TABLE 4.5	SPECIFIC ACTIVATION FOR COHERENCY.	89
TABLE 4.6	BRAIN AREAS SHOWED SIGNIFICANT CLASSIFICATION ACCURACIES FOR WITHIN-CHINESE (A), WITHIN-PICTURE (B).	90
TABLE 4.7	BRAIN AREAS SHOWED SIGNIFICANT CLASSIFICATION ACCURACIES FOR ACROSS-LANGUAGE (A) AND ACROSS-MODALITY (B).	91
TABLE 4.8	RESULTS OF REGION OF INTEREST ANALYSES FOR WITHIN MODALITY.	92
TABLE 4.9	RESULTS OF REGION OF INTEREST ANALYSES FOR ACROSS MODALITIES.	93

要 約

バイリンガルの実際の言語使用における情報伝達には、言語による違いが存在するのか。また、言語使用を支える神経表象は言語間で共通するのだろうか。本論文では、以上の問題を検討するため、行動実験および脳機能計測を行って検討した。

本論文ではまず、実際の言語使用において、バイリンガルの情報伝達に対する、使用する言語の影響を検討した。第2章では、目撃証言の提供場面を倣って実験を行った。30名の中国語—日本語バイリンガルに、模擬の窃盗場面の動画を提示した後、その内容を母語（中国語）と第二言語（日本語）で報告を求めた。そして、母語と第二言語で報告した情報の量について分析した。結果、母語でも第二言語でも同様の量で情報伝達ができることが明らかになった。また情報のカテゴリ分析により、事物情報でのみ母語の方が優勢であったが、視覚情報が言語情報に変換される過程においては、言語の差異に関わらず同様に伝達できることが示唆された。

第3章では、言語間情報伝達の過程、すなわち臨時通訳を行う場面を倣って実験を行った。30名の中国語—日本語バイリンガルが臨時通訳人として参加した。被害者供述課題および模擬の被疑者面接課題では、中国語発話または日本語発話を、それぞれ日本語または中国語に通訳した。通訳された情報の量について分析した結果、母語情報が第二言語に、または第二言語情報が母語に変換される過程においては差がみられなかった。また情報のカテゴリ分析により、人物情報のみについては第二言語から母語に変換される過程でより多く伝達されたが、言語間での情報伝達には言語による差異は少ない点が示唆された。

つぎに第 4 章では，バイリンガルの言語使用を支える神経表象について検討するため，fMRI を用いた脳イメージング計測実験を行った。実験では，32 名の中国語－日本語バイリンガルが参加し，連続呈示された 2 つの刺激が同一出来事に関連するかどうかを判断した。刺激は 3 つの異なるモダリティ（中国語文，日本語文および写真）によって提示された。脳活動の分析結果から，日本語に対して左半球優勢であり，中国語に対して右半球優勢であることが明らかになった。また意味処理過程においてみられた言語特異領域は，言語の表記特性を表している領域であるとして示された。つぎに，脳活動パターンを行い，言語間に共通した神経表象を検討した。その結果，文レベルでの意味処理において，言語間に共通した神経表象が存在することが確認された。その領域は左縁上回から角回まで広がる左下頭頂回，および左下前頭回の弁蓋部と三角部からなる神経システムであった。また，モダリティ間にも共通した神経表象が存在することも確認され，その領域は左縁上回と角回からなる左下頭頂回であった。

本研究は，バイリンガルに対して行動実験および脳機能計測実験を行い，行動および神経基盤の 2 つのレベルから，使用言語による差異および共通性を明らかにした。

1. 序論

1.1 背景

1.1.1 言語の特徴と脳機能

言語は，私たち人間をほかの動物と区別しうる特質である (Fromkin, Rodman, & Hyams, 2014)。言語学者は，言語は音韻，統語，意味，そしてそれらをつなげている語彙に対する知識であると主張している (Aitchison, 2015; Fromkin et al., 2014)。すなわち，言語とはある種の知識の体系であると考えられる。ある言語の音に対する知識を持ち，その言語の話者が話したことを理解でき（聞く），その言語を自ら話すこと（話す）もできる。同様に，その言語の文字に関する知識を持つ場合，その言語で書かれていることを理解でき（読む），その言語も書ける（書く）。さらに，ある言語に関する知識を持っていれば，その言語を使うことができる。世界中で使われている 7111 種類の言語の中 (Eberhard, M., Simons, & Fenning, 2019)，正常な人間は誰でも少なくとも 1 つの言語を使うことができる (Fromkin et al., 2014)。実際に，言語の使用はより複雑な過程である。聞いたこと（聴覚情報）と読んだこと（視覚情報）がまず入力され，一連の処理を経て理解され，また新たに話したこと（聴覚情報）と書いたこと（視覚情報）として出力される (Figure 1.1)。この過程は言語処理である (Ingram, 2007)。

この一連の処理は実はわれわれの脳において行われている。われわれの脳は人間の各種活動をコントロールする中枢であると考えられる。その中，言語処理に深く関わるのは，左半球に位置する Broca 領域と Wernicke 領域からなる領域である (Kemmerer, 2015)。

この知見は失語症の研究からもたらされた。フランスの内科医かつ外科医である Paul Broca は「TAN」しか話せなかった患者の脳を検視し、左下前頭回の後部に損傷がある患者は、他人の発話を理解できたが自分から発話することができなかったことが明らかにした。その後、ドイツの神経外科医で精神科医の Carl Wernicke が Broca の患者と逆の症状を現した患者の脳を検視したところ、左上／中側頭回の後部に損傷がある患者は流暢に発話することができるが、会話は意味的に無関連となる場合があり、特に他人の発話を完全に理解することができなかったことを明らかにした。それゆえに、Broca 領域と Wernicke 領域は、会話の産出と言語理解に深く関連していることが示唆された。

Broca 領域も Wernicke 領域もいくつかの下位領域から構成されている (Figure 1.2)。Broca 領域は左下前頭回 (left inferior frontal gyrus) にある弁蓋部 (pars opercularis; BA 44) と三角部 (pars triangularis; BA 45) からなる領域であり、Wernicke 領域は左上側頭回 (left superior temporal gyrus) から頭頂回 (parietal gyrus) まで広がる領域である (BA 22, 21, 37, 39, 40, 41 と 42; Catani, Jones, & Ffytche, 2005; Geschwind, 1970; Kemmerer, 2015, p. 25)。しかし、言語処理が求められる場合、Broca 領域と Wernicke 領域のすべての領域の関与が必要となるわけではない。Broca 領域と Wernicke 領域は、むしろハブとして特定の処理に応じ、全体あるいは一部がほかの脳の領域とともにダイナミックネットワークを構成し、その処理を行う (Aitchison, 2000; Friederici & Gierhan, 2013; Hagoort, 2014; Kemmerer, 2015)。

1.1.2 言語間の共通点

現在も使用されている言語の中には、発音あるいは

表記が近い言語もある。例えば英語 vs. フランス語など同じ語族に属する言語の中には特に表記の近い言語が多くある (Fromkin et al., 2014)。一方, 発音 (例えば, 英語 vs. 中国語), 表記 (例えば, 英語 vs. 日本語) ともに全く異なる言語もある。それにも関わらず, 私たちは新たな言語の習得が可能であるということは, 言語間において共通した部分があることを示唆しているのではないだろう。そしてそれは, 言語を介して表わされる“意味”であると考えられる。

言語を介して表わされる“意味”は, すなわち“情報”である。なぜなら, われわれ人間は言語を利用し, お互いに情報を伝達するためである (Aitchison, 2000)。例えば, 言語を利用し, “今日は土曜日です”, “彼はサッカーをやっています”のような事実を他者に伝えられ, または“昨日のパーティーは楽しかったです”のような気持ちも伝えられる。情報伝達を成功させるため, その情報の内容(意味)を正確に理解しなければならない。また, 伝達された情報の意味を理解してから, その情報を知識として保存し, あるいは新たに情報を出力することもできる (Figure 1.1)。

1.1.3 意味の表現と言語使用

意味は言語を介して表現できる。言語は, 聞きおよび読みによって音声あるいは文字を介して表わされている情報が入力され, 理解される。さらに話しおよび書きによってその情報を他人に伝達される。この過程において, 意味は言語情報として伝わっている (Figure 1.3)。

意味は言語ではないモダリティ, 例えば, 視覚モダリティを介しても表現できる (Jouen et al., 2015)。例えば, われわれは, ある写真を見て, その写真は「太陽は水平線から昇っている」ということ, あるいは「写真

に写されていた二人はパンダを見たことですごく楽しかった」ということなどを，話しおよび書きにより，写真が表している情報を他人に伝達できる。同様に，音声がなくとも，「その防犯カメラに映されていた人はある店に入って金庫にあるお金を盗った」ということが分かり，話しおよび書きによって他人に伝達できる。入力された情報は言語情報ではない単純な視覚情報であっても，その情報を理解し，言語情報に変換されて出力できる（Figure 1.3）。

それゆえに，言語情報を操るすべての過程において，言語使用が行われていると考えられるだろう。すなわち，情報が言語あるいは言語ではないほかのモダリティを介して入力されてから，理解を経由し，言語情報として出力あるいは保持される一連または一部の段階は言語使用である。

1.1.4 第二言語習得とバイリンガル

学習を経て知識を知ることにより，われわれ人間は様々なスキルを身につけられる。例えば，スキーにおいて誰でも転ぶばかりの初心者からブレーキのかけ方や身体全体のコントロールのコツまで習い，ゲレンデの上に自由に滑られる上級のスキーヤーになれる。また，全く音楽に触れたことがないにも関わらず，楽譜の読み方やキーの押し方を勉強し，ピアノを弾くことができるようになる。同様に，発音，単語や文法などの言語に関する知識を習い，母語以外に第二言語の習得もできる。

人間は様々な状況下で第二言語を習得できる。例えば，多言語を使用するヨーロッパなどの地域に生まれ，同時に1つ以上の言語を獲得して使っている人が存在する。また，小学校または大学に入ってから授業を受けて第二言語を習得する人，または新しい国に移住する

ことによって現地の言語を第二言語として習得する人もいる。前者は母語と第二言語をほぼ同時に獲得するため、simultaneous bilingual と呼ばれ、後者は母語を習得してから第二言語を獲得するため、sequential bilingual と呼ばれる (Fromkin et al., 2014)。前者は第二言語を概ね母語と同様に扱える。一方、後者は長年の学習を経ても第二言語が母語と同様に扱えないこともある (Yule, 2014)。実際には、後者のようなバイリンガルがより多い (Fromkin et al., 2014)。第二言語の獲得開始年齢が異なるにも関わらず、日常生活において 2 つ以上の言語を使用する人はバイリンガルである (Grosjean, 2008)。

1.1.5 バイリンガルの言語使用と脳機能

バイリンガルは、生活場面や会話する対象などにより、2 つの言語を同時に、あるいはどちらかを使う (Grosjean, 2008; Grosjean & Byers-Heinlein, 2018)。同じ母語しか分からない話者とコミュニケーションする場合、バイリンガルであっても第二言語を控えながら母語を使う。第二言語しか分からない話者の場合、バイリンガルは母語を控えながら第二言語を使う。自分と同じくバイリンガルであれば、母語と第二言語を交代にまたは混ぜながら使う。特に、バイリンガルは第二言語が母語とされている国・地域に住んでいる場合、日常生活において第二言語を常に使う必要がある。しかし、いくら 2 つの言語を自由自在に扱えても、バイリンガルは完全に同程度に 2 つの言語に熟達するのができないことが示されている (Grosjean, 2008)。2 つの言語を使用するときに差異があると考えられる。

言語使用においては、すばやい語彙アクセスが非常に重要である (French & Jacquet, 2004)。入力された言葉を理解して新しい言葉を出力することがうまくい

かない場合，コミュニケーションにおいて支障が生じる。バイリンガルが操る第二言語を母語とするモノリンガルと比べ，バイリンガルはその第二言語の語彙から必要情報を抽出するのにより長い時間が必要である (Bialystok & Craik, 2010; Ivanova & Costa, 2008; Kohnert, Hernandez, & Bates, 1998)。語彙知識が不足な場合，貯蔵された語彙にすばやくアクセスできても，適切な語彙を引き出せないことにより，言語使用中に支障が生じると考えられる。また，バイリンガルは第二言語に関する知識が少なかった (Bialystok, 2001; Bialystok, Luk, Peets, & Yang, 2010)。より遅い語彙アクセスとより少ない語彙はバイリンガリズムがバイリンガルの言語使用に与えた唯一のネガティブな影響の結果 (consequence) であると考えられる (Bialystok & Craik, 2010)。

実際の第二言語使用においては，第二言語で情報を伝達する際には困難が伴うこともみられる。例えば，医療場面では，症状に対する記述によって治療方法などが決められるが，バイリンガルである患者が第二言語で自身の症状を適切に記述できない場合，不適切な治療あるいは危険性を導く恐れがあると考えられる (Itzhak, Vingron, Baum, & Titone, 2017)。特に，日常的に経験したことがめったにない場合，バイリンガルは第二言語でその事情に関して適切に記述できないとも考えられる (Caldwell-Harris, 2015; Itzhak et al., 2017)。

また先行研究は，第二言語と母語の使用を支える脳の領域においての差異に関して検討された。Vingerhoets et al. (2003)は，オランダ語を母語，フランス語および英語を第二言語とするバイリンガルを対象とし，単語熟達課題では，第二言語の処理に対しては両側下前頭回 (bilateral inferior frontal) のさ

らなる活性化がみられ、命名課題では、第二言語の方が左外側下前頭 (left inferior-lateral frontal region) および内側前頭領域 (medial frontal region) のさらなる活性化がみられ、読解力課題では、第二言語の方が左前頭領域 (left frontal areas) におけるさらなる活性化、または母語の方が内側後部領域 (medial posterior region) のより多くの関与を示した。ほかの言語を母語あるいは第二言語としている場合にも、言語特異な処理領域があることもみられた。日本語を母語、英語を第二言語とするバイリンガルは英語文を読むとき、左下／中前頭回、左角回がより多く活性化し (Buchweitz, Mason, Hasegawa, & Just, 2009)、単語を読むときには言語間の非対称の脳の領域もみられた (Nakamura et al., 2010)。英語を第二言語とするスペイン語の母語話者は、英単語を読むときに補足運動領域、帯状回、島からなる構音を支える領域の活動を示した (Meschyan & Hernandez, 2006)。中国語を母語、英語を第二言語とするバイリンガルは英語の疑似単語 (pseudo-words) を読むとき、右中後頭回 (right middle occipital gyrus) のさらなる関与を示した (Cao, Young Kim, Liu, & Liu, 2014)。

言語使用において言語特異領域の存在が示されたが、以上の研究は同時に言語間に共通した神経表象が存在する点も言及した (Crinion et al., 2006; Oganian, Conrad, Aryani, Spalek, & Heekeren, 2015 も参照のこと)。

1.1.6 言語使用における神経表象の検討

これまで脳機能イメージングを用いて、言語の神経機構が調べられてきた。特に機能的核磁気共鳴画像法 (functional magnetic resonance imaging; fMRI) を用いた研究により、ある言語あるいは言語のある処理

段階において特異な神経表象が調べられてきた。さらに近年は研究方法が進んでいくとともに，特異領域だけではなく，共通領域を調べることも可能になっている。その中に，よく使われているのは multi-voxel pattern analysis (MVPA) という方法である。

MVPA は，ある特定の刺激（概念）に対する集団的な神経反応はほかの刺激（概念）への神経反応とは異なり，同一刺激への神経反応は個人間においても類似であり，またこの集団的な神経反応は処理中常に活性化する (Buchweitz, Shinkareva, Mason, Mitchell, & Just, 2012; Mitchell et al., 2008; Shinkareva, Malave, Mason, Mitchell, & Just, 2011) という原理を利用し，この集団的な神経反応が構成するパターンを表現できる。特定の刺激それぞれに対応する神経パターンが異なるかを識別するため，それぞれの神経パターン，いわば特徴をまず選択する必要がある。神経パターンは，Searchlight method (Kriegeskorte, Goebel, & Bandettini, 2006) という方法を利用して確認できる。

特定の刺激に反応する神経反応を行う脳の領域を事前に予測することは不可能であるため，全脳の神経反応を調べて特徴的な神経パターンを特定しなければならない。Searchlight method は全脳の神経反応を調べることによって特徴的な神経パターンを抽出できる。Searchlight method を利用して 1 個のボクセルを検定する際に，1 個のボクセルのみではなく，この 1 個のボクセルを中心とする隣接したいくつかのボクセルから成る球状のボクセルの集団を対象として多重分析を行い，このボクセルが特定の刺激に特徴的に反応するかどうかを判断する (Etzel, Zacks, & Braver, 2013)。ボクセル集団に含まれるボクセル数は中心となるボクセルからの距離（球の半径）を設定することによって決められる。全脳にあるすべてのボクセルを分析した後，

特定の刺激に対する特徴的な神経パターンが確定される。

その後，Support Vector Machine (SVM) (Cortes & Vapnik, 1995)というパターン識別機 (classifier) にそれぞれの刺激（例えば，関連するという意味を表す中国語文と関連しないという意味を表す中国語文）に対応する神経パターンを区別できるように学習させてトレーニングが行われる。トレーニング段階では，異なる刺激を区別することに重要な領域が特定できる。テスト段階では，ほかのモダリティで表現される刺激（例えば，関連するという意味を表す日本語文あるいは関連しないという意味を表す日本語文）に対する反応したパターンを用いてテストさせ，識別機はこの刺激が関連する意味か関連しない意味かを識別できれば，トレーニング段階で確定された領域はモダリティ間（中国語文と日本語文）で共通することが言える。この方法を利用して言語間に共通した神経表象が存在するかどうかを検証できる。

1.2 問題と目的・研究課題

バイリンガルは第二言語が母語とされている国・地域に住んでいる場合，日常生活において第二言語を常に使う必要がある。特に，日常的に経験したことがめったにない法的場面，例えば，事故や事件を経験または目撃してその当時の状況を正確に伝えることが求められる場合，文化的または人種的な影響が検討されたが，直接的に実際の言語使用において言語による影響があるかどうかについてはまだ検証されていない (Itzhak et al., 2017)。

言語使用に関わる神経領域に関する先行研究は，言語特異神経領域が存在すると示しながら，言語間に類

似する神経表象もあると言及した。言語間に“意味”（情報）に対して共通することにより，この“意味”を支える神経表象も共通することと考えられるが，これについての検討はまだ不十分である。特に，筆者が知る限り，これまでの言語間に共通する神経表象を検討した研究は単語の使用を焦点に合わせたものである。一方で実際の日常生活では，われわれ人間は単語で構成された文を介して意味（情報）を伝達している（Ingram, 2007）。文レベルにおける共通する神経表象に対してはまだ議論されていない。

本研究は以上の問題を解明することを目的とした。これを達成するため，本研究で検討した課題は大きく以下の2点である。

1. バイリンガルの実際の言語使用において，情報伝達の言語による影響を検討した。情報は言語またはほかのモダリティによって伝達されて処理されるため，まずは，視覚情報が言語情報に変換される過程において，すなわち，バイリンガルが目撃した出来事の内容について母語および第二言語での報告を直接に比較し，言語による差異があるのかを検討した。

つぎに，言語間情報が変換される過程において，すなわち，母語あるいは第二言語で取得した情報をそれぞれ第二言語あるいは母語に変換し，その情報を元どおりに伝えられるのかを検討した。

2. バイリンガルの言語使用における神経表象は言語との関連性を検討した。実際の言語使用において言語による影響については，まず，母語と比べて第二言語で伝達された情報がより少ないと推測される。この場合にみられた差異は，母語と第二言語それぞれの処理過程が異なることを示すのか，あるいは言語それぞれ自体の属性，例えば，表現形式，文法構成などが異なることを示すのか。fMRI研究を利用してこのことを明らか

にする可能性がある。

つぎに，実際の言語使用において母語と第二言語で伝達された情報には差異がないとも推測される。伝達された情報（意味）が同一のことであれば，母語でも第二言語でも同様に伝達できると考えられるが，この処理過程を支える神経表象は言語間にも確実に共通するのかを検討した。

以上の課題につき，第2章では，バイリンガルが実際に目撃した出来事の内容について母語および第二言語で報告することにより，言語情報を伝達する際に情報伝達が言語による差異を検討した。第3章では，バイリンガルが通訳人として言語情報を伝達する際に言語による差異を検討した。第4章では，fMRIを利用して脳レベルにおいて第2章および第3章の結果を検証した。第5章においてこれらを統合し，モデル化する試みを行い，本研究について総合的に考察した。

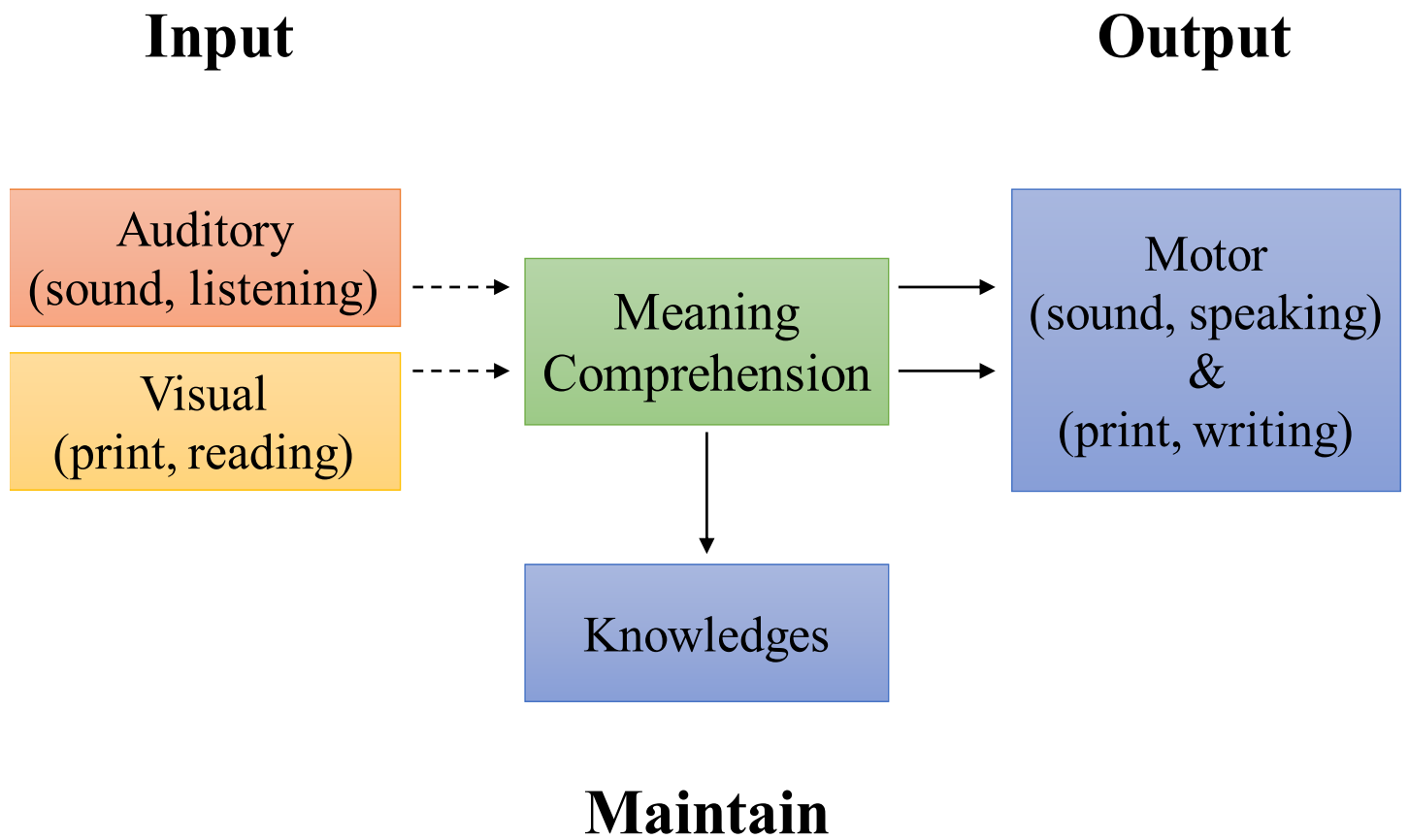


Figure 1.1 言語情報（意味）処理過程

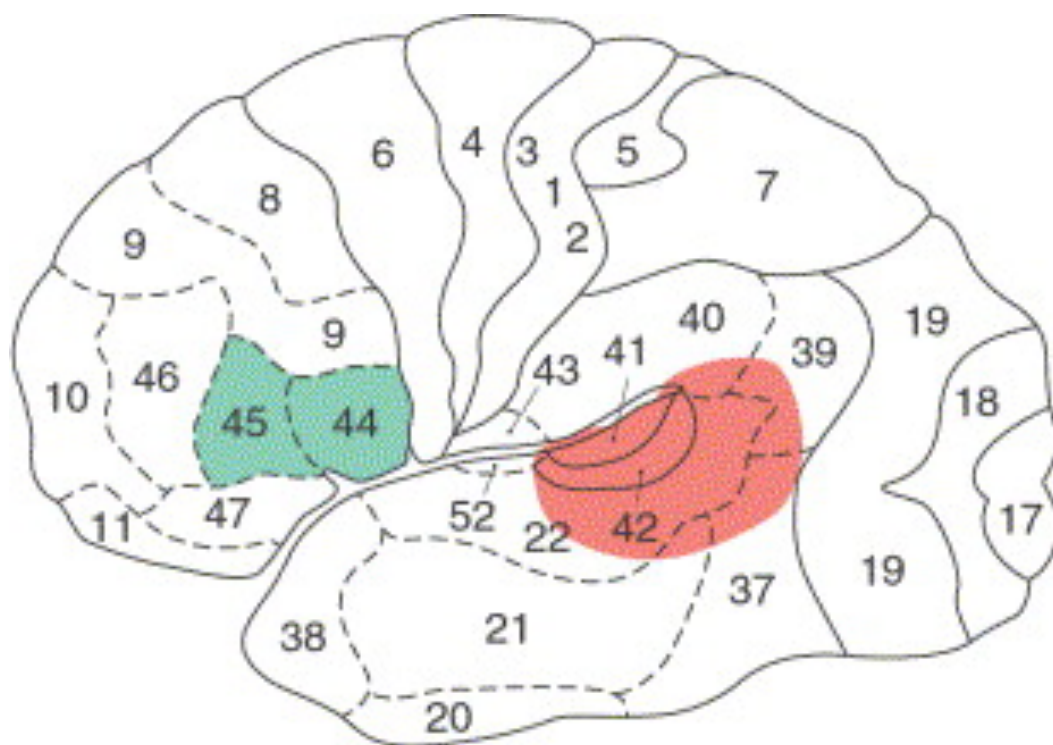


Figure 1.2 Broca 領域と Wernicke 領域

From Kaan & Saab (2002, p.351). 緑色は Broca 領域を示し，赤色は Wernicke 領域を示す。

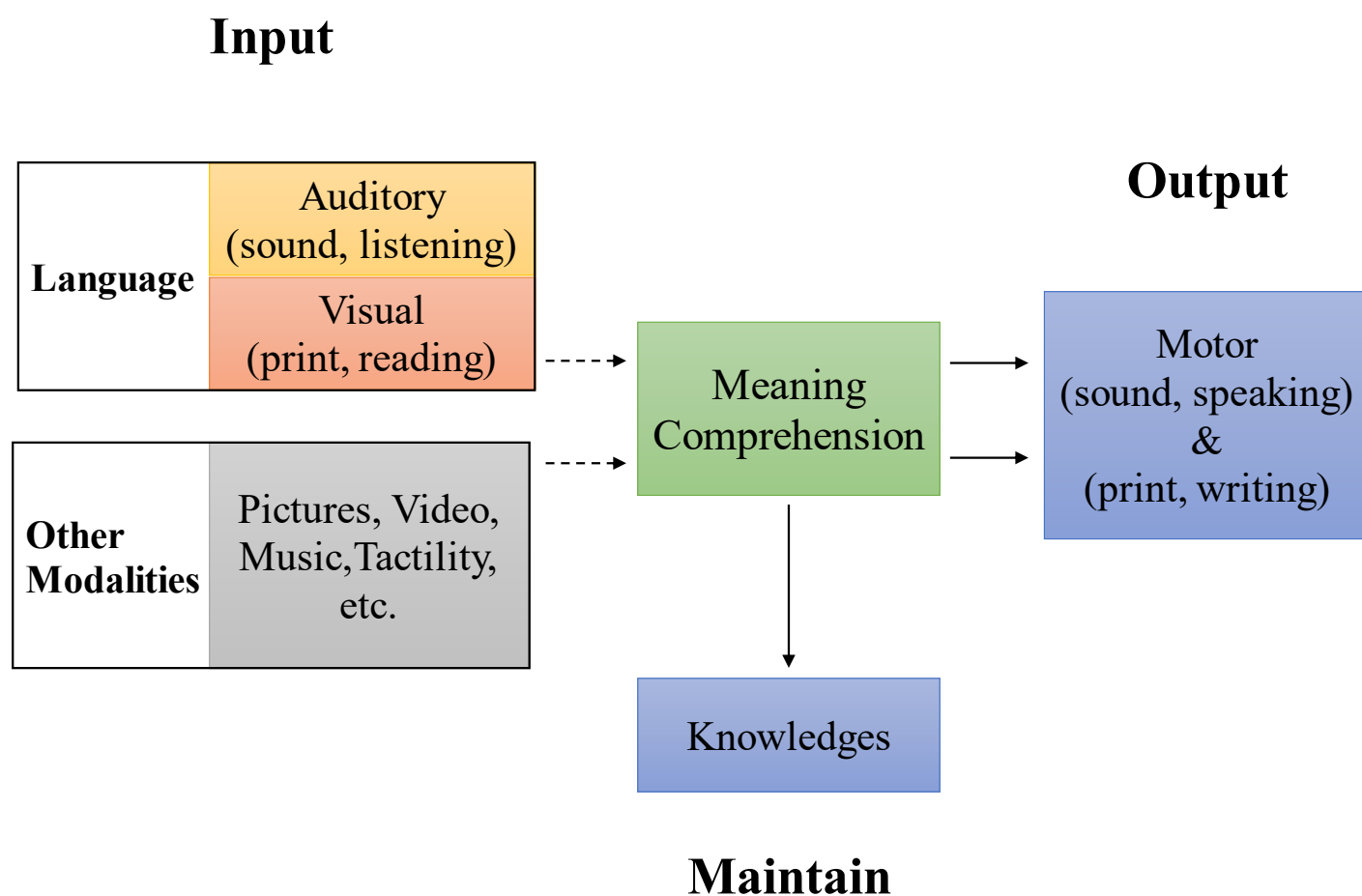


Figure 1.3 言語使用における情報（意味）処理過程

2. バイリンガルの実際の言語使用：母語

および第二言語による報告の違い¹

バイリンガルは、第二言語が母語とされている国・地域に住んでいる場合、日常生活において第二言語を使う必要がある。日常的に経験したことがめったにない場合、例えば、事故や事件を経験または目撃してその当時の状況について報告するとき、第二言語の使用が要求されると考えられる。また、参考人（目撃者、被害者）や被疑者から事故や事件に関する情報を得ることはとても重要である（法と心理学会・目撃ガイドライン作成委員会、2005）。しかし、バイリンガルは第二言語を使用し、事故や事件のような出来事に関する情報を、母語と使用する場合と同様に正確に伝えられるかどうかについての直接的な検討はいまだに不十分である。それゆえに、本章はバイリンガルが目撃した出来事の内容について母語および第二言語での報告を直接に比較し、言語による差異を検討するために実験を行った。

Paivio & Desrochers (1980)によれば、出来事を想起する際、イメージに関わる非言語システムと言語的な情報に関わる言語システムは、相互に影響を及ぼし合う。また、バイリンガルにおいてはさらに母語と第二言語のそれぞれに言語システムが存在するとされる (Paivio & Lambert, 1981)。情報は非言語と言語システムの間に相互に等価変換 (equivalent translation) され、等価変換の度合いによって相互に結合していると考えられている (Paivio & Desrochers, 1980;

¹ 本章の一部は、法と心理学会誌「法と心理」に投稿した（審査中）。

Paivio & Lambert, 1981)。等価変換がなされれば，非言語情報が言語情報に，また母語での情報を第二言語での情報に再生されるが，等価変換がなされない場合，情報の再生に支障が生じ，例えば，情報の量が減ることになる。また，バイリンガルは第二言語を母語と同程度に熟達することができず (Grosjean, 2008)，より遅い語彙アクセスとより少ない語彙はバイリンガルの言語使用にネガティブな影響与える (Bialystok & Craik, 2010; Bialystok, Craik, & Luk, 2008) ため，言語間の等価変換が妨げられる可能性，すなわち第二言語での報告量は低下すると考えられる。

本実験では，バイリンガルを対象とし，目撃情報報告という実際の言語使用の場合においては，出来事に関する情報を，母語および第二言語で行った報告を比較し，言語による情報伝達の差異があるかどうかを検討した。

2.1 方法

2.1.1 参加者

日本の大学を通っている中国人留学生 30 名（男性 15 名；平均年齢 25.48 歳， $SD = 2.88$ ）が参加した。中国語が母語，日本語が第二言語であった。日本語の学習開始年齢は平均 18.70 歳（ $SD = 2.83$ ），学習期間は平均 6.80 年間（ $SD = 2.90$ ），日本滞在期間は平均 2.35 年（ $SD = 1.26$ ）であり，全員が日本語能力試験一級に合格していた。また，30 名中 24 名は大学で日本語を専攻し，日本語能力の自己評価は全体的に高かった（後述の 5 件法アンケートにおいて， $M = 4.03$ ， $SD = 0.51$ ）。

2.1.2 材料

模擬の窃盗事件を内容とする約 1 分半の刺激動画（広

瀬，2012)を用いた。この動画は，男性（A）の視点で録画されている。Aが教室に入ると，女性（B）と男性（C）が机に隣り合って着席し，会話をしていた。机の上には筆箱や人形などの事物が置かれていた。AはBとCに挨拶をしてBの左側に座った。つぎに別の男性（D）が入室し，Cの右側に着席したが，その時に持ってきたペットボトルを落とした。A，B，Cが教室から出て雑巾を持ち帰る途中，教室から走り出るDとすれちがった。教室に戻ると，机の上の事物がなくなっていた。

「第二言語背景アンケート」で参加者の第二言語に関する背景を査定した（付録Aに参照）。このアンケートは日本語の学習開始年齢，学習年数，日本での滞在年数，日本語級別テスト合格の有無や日本語が第二言語であるかどうかに関する質問から成るものであった。

「第二言語に対する自己評価アンケート」で参加者の第二言語能力を査定した（付録Bに参照）。このアンケートは，日本国際教育支援会（2012）による「日本語能力試験 Can-do 自己評価リスト」のうち「聞く」「話す」「読む」「書く」の各領域に関する5問，計20問から成り，5段階での評定（1：全くそう思わない--5：非常にそう思う）を求めるものであった。

2.1.3 手続き

個人実験であった。実験への参加にあたっては，事前に署名による承諾を得た。参加者に「本実験の目的は動画の内容をどの程度記憶できるか調べることです」と教示し，上述の動画をノートパソコンで参加者に提示した。

その後，バッファメモリを解放するため，本課題とは関連のない課題への回答を求めた。平均回答時間は26.17分（ $SD = 6.02$ ）であった。

次に，動画の内容につき口頭での報告を求めた。母語

（中国語）と第二言語（日本語）のいずれの報告を先にするかは，参加者間でカウンターバランスをとった。まず，「目撃」した動画の内容をできるだけ詳細に母語（または第二言語）で自由報告をするよう求めた。その後，第二言語（または母語）での報告を求めた。この際，「報告の内容が異なってもかまいません。ビデオの内容に関して思い出したすべてのことを報告してください」と教示した。報告は IC レコーダーで録音した。なお，参加者は，2 度の報告を求められることについては事前に知らされていなかった。

最後に「第二言語背景アンケート」と「第二言語に対する自己評価アンケート」への回答を求めた。

2.1.4 コード化

報告は逐語的に書き起こした後，コード化した。コード化にあたっては，まず，刺激動画を視聴しながら内容をリスト化し，チェック項目を作成した。つぎに，チェック項目を分類した。発話分析におけるユニット分割の方法は多いが（Foster, Tonkyn, & Wigglesworth, 2000），本実験では事実調査という目的に鑑み，チェック項目を「誰（人物）が，どこ（場所）で，何（事物／対象：以下は事物と表記）を，どうした（行動／状態；以下は行動と表記）」という 4 カテゴリーに分類し，これを中心情報とした。また，各中心情報を形容・修飾する内容（どのように／な）を周辺情報として分類した。

例えば，動画に含まれる「灰色のジャケットを着ている男の学生が教室に入った」という内容は，「灰色の」，「ジャケットを」，「着ている」，「男の学生が」，「教室に」，「に入った」の 6 項目に分割される。「男の学生が」，「ジャケットを」，「教室に」，「に入った」は中心情報の人物，事物，場所，行動に分類される。また，「灰色の」，「着ている」は周辺情報の事物，人物に分類される。

人物，場所，事物，行動の4カテゴリの分類に関し，分類の信頼性を検討した。本実験の趣旨を知らない日本語母語話者1名と中国語母語話者1名に，分類方法を説明したうえで，リストの分類を求めた。分類の信頼性を検討したところ，一致率は順に， $k = 0.85$ ； $k = 0.79$ であった。

なお，参加者の報告内容がリスト化されたチェック項目と合致した場合は正項目とし，参加者の報告内容が明らかに間違っている場合は誤項目とした。また，誤項目を誤人物，誤場所，誤事物，誤行動の4カテゴリに分類した。すなわち，正項目は中心情報と周辺情報，さらに人物，場所，事物，行動カテゴリに分類し，誤項目は誤人物，誤場所，誤事物，誤行動カテゴリに分類した。

この手順に沿ってコード化を行い，各カテゴリにおける項目数に対して分析を行った。

2.2 結果

正項目について，母語での報告は平均 41.63 ($SEM = 2.36$) であり，第二言語での報告は平均 38.60 ($SEM = 2.06$) であった。誤項目について，母語での報告は平均 4.50 ($SEM = 0.66$) であり，第二言語での報告は平均 3.87 ($SEM = 0.51$) であった (Figure 2.1)。

まず，言語，中心／周辺情報，カテゴリが正項目数に影響を及ぼすかどうかを検討するため，言語 (2) × 中心／周辺情報 (2) × カテゴリ (4) の 3 要因分散分析²

² 報告順序 (2) × 言語 (2) × 中心／周辺情報 (2) × カテゴリ (4) の 4 要因分散分析を行った結果，順序の主効果，または言語，中心／周辺情報，カテゴリとの交互作用は有意ではなかった (順に， $F(1, 28) = 0.23$ ， $p = 0.64$ ， $\eta_p^2 = 0.01$ ； $F(1, 28) = 0.98$ ， $p = 0.33$ ， $\eta_p^2 = 0.03$ ； $F(1, 28) = 0.52$ ， $p = 0.48$ ， $\eta_p^2 =$

を行った。すべての要因は参加者内要因である。その結果、言語の主効果は有意ではなく ($F(1, 29) = 3.10$, $p = 0.09$, $\eta_p^2 = 0.10$)、中心／周辺情報、カテゴリの主効果は有意であった (順に、 $F(1, 29) = 872.64$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.97$; $F(3, 87) = 157.39$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.84$)。中心情報は周辺情報よりも多く報告された (順に、 $M = 7.29$; $M = 2.74$)。カテゴリについては、多重比較を行った結果、正項目数は人物が最も少なく、場所、事物、行動の順に多かったが、場所と事物の間には有意な差はみられなかった。

また、言語とカテゴリとの交互作用が有意であった ($F(3, 87) = 9.31$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.24$)。2次の交互作用が有意であったため ($F(3, 87) = 6.99$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.19$)、単純交互作用の検定を行った。その結果、事物カテゴリにのみ言語による差がみられた ($F(1, 29) = 22.00$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.43$)。母語での報告の方が、第二言語による報告よりも、事物に関する正確な情報が多かった (Figure 2.2)。

なお、中心／周辺情報とカテゴリの交互作用が有意であった ($F(3, 87) = 329.89$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.92$)。中心情報は人物が最も少なく、事物、場所、行動の順で多かったが、周辺情報、つまり形容する情報は、行動と場所の差はなく、人物、事物の順で多かった。

第二に、言語、カテゴリが、誤項目数に影響を及ぼすかどうかを検討するため、言語 (2) × カテゴリ (4) の2要因分散分析³を行った。その結果、言語の主効果と

0.02; $F(3, 84) = 0.29$, $p = 0.83$, $\eta_p^2 = 0.01$) ため、報告順序をまとめた。

³ 報告順序 (2) × 言語 (2) × カテゴリ (4) の3要因分散分析を行った。その結果、順序の主効果、または言語、カテゴリとの交互作用は有意ではなかった (順に、 $F(1, 28) = 0.31$, $p = 0.58$, $\eta_p^2 = 0.01$; $F(1, 28) = 2.22$, $p = 0.15$, $\eta_p^2 = 0.07$; $F(3, 84) = 0.72$, $p =$

交互作用は有意ではなかった ($F(1, 29) = 2.66$, $p = 0.11$, $\eta_p^2 = 0.08$; $F(3, 87) = 2.08$, $p = 0.11$, $\eta_p^2 = 0.07$)。一方, カテゴリの主効果は有意であった ($F(3, 87) = 24.67$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.46$)。カテゴリにつき多重比較を行った結果, 誤項目数は人物が最も少なく, 場所, 事物, 行動の順に多かった (Figure 2.3)。

正項目を多く産出した参加者は, 誤項目もまた多く産出しているかもしれない。そこで, 人物, 場所, 事物, 行動の4つのカテゴリに分類された正項目数 (中心情報と周辺情報の合算値) と誤項目数から, カテゴリごとに修正再生スコア (修正再生スコア = 正項目数 - 誤項目数) を求めた (Figure 2.4)。修正再生スコアに対し, 言語 (2) $\times$ カテゴリ (4) の2要因分散分析を行った。その結果, 言語の主効果は有意ではなく ($F(1, 29) = 2.14$, $p = 0.15$, $\eta_p^2 = 0.07$), カテゴリの主効果と交互作用は有意であった (順に, $F(3, 87) = 159.96$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.85$; $F(3, 87) = 7.44$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.20$)。カテゴリについて単純主効果を行ったところ, 修正スコアも人物が最も少なく, 事物, 場所, 行動の順で高かった。

また, 交互作用につき多重比較を行った結果, 事物カテゴリにおいてのみ言語による差がみられた ($F(1, 29) = 18.53$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.39$)。事物に関する正確な情報は, 第二言語よりも母語において多かった。

第三に, 一方の言語で成績が高い人は他方の言語でも同様であるかどうかを調べるため, 母語と第二言語における正項目数, ならびに母語と第二言語における誤項目数についてピアソンの偏差積相関係数を求めた。

0.55, $\eta_p^2 = 0.02$) ため, 報告順序をまとめた。

その結果，正項目数，誤項目数ともに，言語間で有意な相関が見られた（順に， $r = 0.70$ ， $p < 0.001$ ； $r = 0.81$ ， $p < 0.001$ ；Figure 2.5）。事物の報告に言語差はあるものの，記憶の正確性や誤りは一貫しているものと推察される。

最後に，正項目数，誤項目数が第二言語能力（日本語能力）と関連しているかどうかを調べるため，第二言語での正項目数，誤項目数と，自己評価，日本語の学習開始年齢，学習年数，日本での滞在年数との相関を調べた。その結果，正項目数，誤項目数と上記の変数の間には相関は見られなかった（ $r_s \leq 0.21$ ， $p_s \geq 0.26$ ）。日本語の学習年数が長いほど，日本語に対する自己評価が高いという結果が見られた（ $r = 0.37$ ， $p < 0.05$ ）。

2.3 考察

本実験では，バイリンガルの実際の言語使用，すなわち母語および外国語を使って出来事に関する報告につき検討した。目撃した出来事については，母語でも第二言語でも同様に情報伝達ができることが示唆された。

入力された視覚情報は意味処理を経て，非言語情報として貯蔵され，出力に応じて喚起された情報は言語情報に変換された（Paivio & Desrochers, 1980）。元の視覚情報と比べ，変換された言語情報の量が減る可能性あるが，喚起された元の情報を保持できれば，変わりなく言語情報に変換できると考えられる。正項目数，誤項目数に言語間で相関がみられたことはこの仮定を支持した。さらに，報告が求められるとき，参加者が常に元の情報に関してモニタリングしていると考えられる（Koriat & Goldsmith, 1996; Koriat, Goldsmith, Schneider, & Nakash-Dura, 2001）。参加者は，母語か第二言語かによらず，こういった内的活動を行ってい

たのかもしれない。それゆえに，母語での報告と第二言語での報告との差異がないことにより，視覚情報を言語情報に変換される過程において言語による影響が弱いと言えるだろう。

情報の属性に関する分析により，事物カテゴリのみに言語による差異，すなわち母語と比べて第二言語での報告の量が低下したことがみられた。等価変換は事物情報においてのみ生じなかった。事物情報は出来事において事物や状態を記述するものであり，事物情報に対する報告は語彙や出来事の内容に関する知識の変化，いわゆる発達的な変化がみられやすい(Haden, Haine, & Fivush, 1997)。これらのことから，事物情報の伝達は言語の発達，すなわち，言語の熟達度に影響されやすく，特に語彙不足によって影響されると言えるだろう。なぜならば，語彙量は第二言語の熟達度を反映する1つ重要な測度であり(Hellman, 2011)，語彙量が多いほど，第二言語がより熟達すると考えられている。事物情報には出来事の詳細が含まれ，第二言語でそれらを報告するため，それぞれ対応する語彙が必要である。しかし，熟達度の高いバイリンガルであっても持っている第二言語の語彙量は母語話者より少ないため(Bialystok et al., 2008)，第二言語で事物情報に関して報告するとき，伝達される量が低下したと考えられる。また，出来事については経験の有無により，第二言語での記述が少なくなることがあると示唆されている(Hellman, 2011; Itzhak et al., 2017)。特に，事故や事件など経験が少ない出来事の状態については，出来事の内容に関する知識がないため，的確に記述できないことがある。それゆえに，熟達度の高いバイリンガルであっても，出来事の詳細を報告するに難しさを示す可能性があると示唆されている。

本実験では，中国語－日本語バイリンガルを対象と

したが、今後は日本語母語話者を対象とした研究も行わねばならない。このことにより、事件のようなめったにない出来事につき、母語話者間同様に報告することを確認できる。また、バイリンガルの第二言語での報告と母語話者による母語の報告と比較することで、バイリンガルにみられた事物情報の低下が第二言語によるものであることを確認もできるだろう。

また、本実験ではよく用いられる自己評価(Harris & Nelson, 1992)によって第二言語の熟達度を査定した。自己評価と第二言語での相関がみられなかったことは、第二言語の熟達度に個人差があり、あるいは参加者の第二言語熟達度が正確に反映されていない可能性があると示した。バイリンガルの第二言語の熟達度の測定は複雑で困難であるが(Bialystok, 2001)、より厳密な測定を行うことや、複数の熟達度の参加者を含む研究を行うことも今後の重要な課題である(羽渕, マルシヤレンコ, & 上宮, 2018)。

さらなる課題が残されるものの、本実験は実際の言語使用において、目撃したこと(視覚情報)を母語でも第二言語でも(言語情報)同様に報告できる可能性を示した。つまり、入力された視覚情報を介して伝達された情報が処理されれば、差異なくその情報を言語情報に変換できると考えられるだろう。

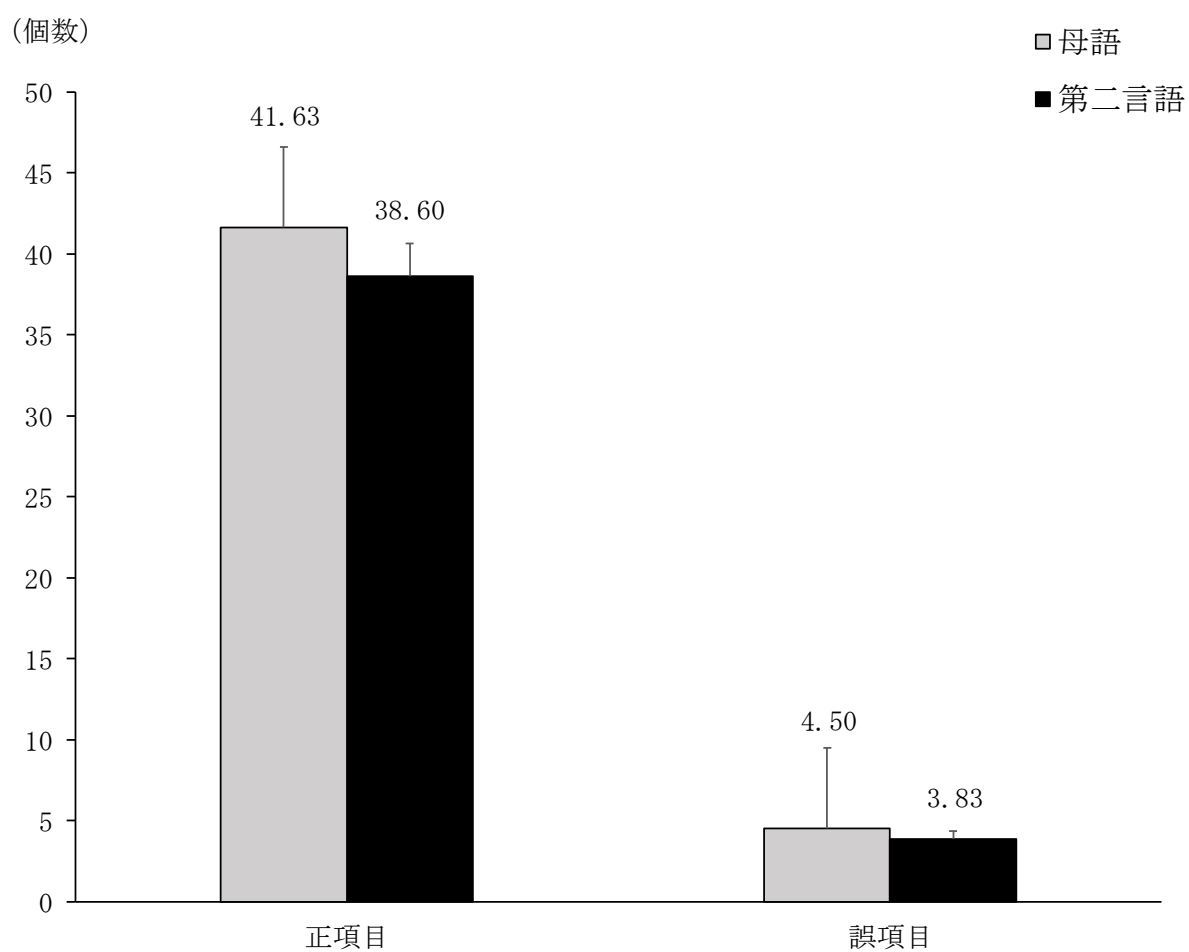


Figure 2.1 正項目および誤項目における各言語での報告数の平均
エラーバーは平均の標準誤差。

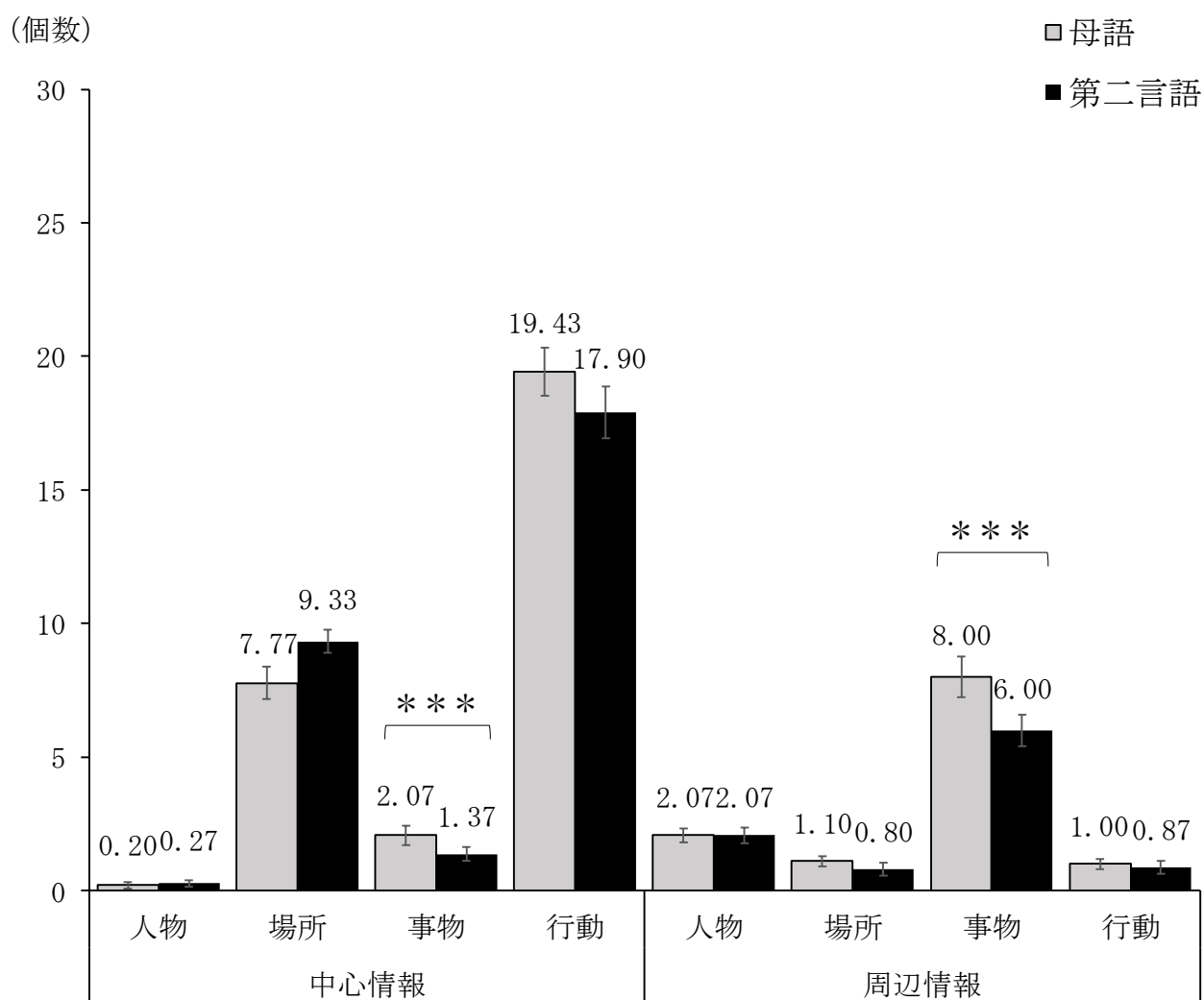


Figure 2.2 カテゴリ別の各言語で報告した正項目数の平均

エラーバーは平均の標準誤差；*** $p < 0.001$ 。

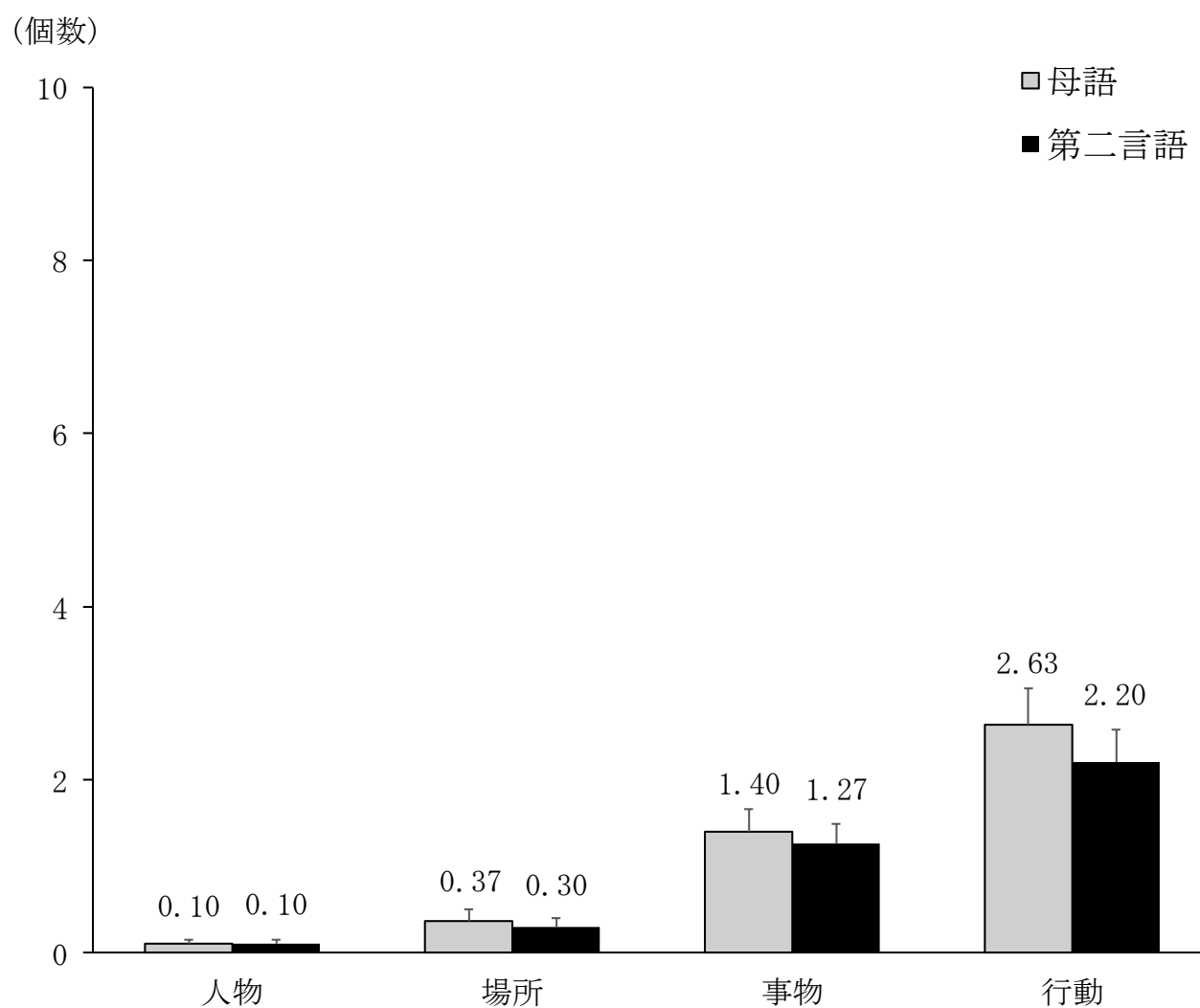


Figure 2.3 カテゴリ別の各言語で報告した誤項目数の平均

エラーバーは平均の標準誤差。

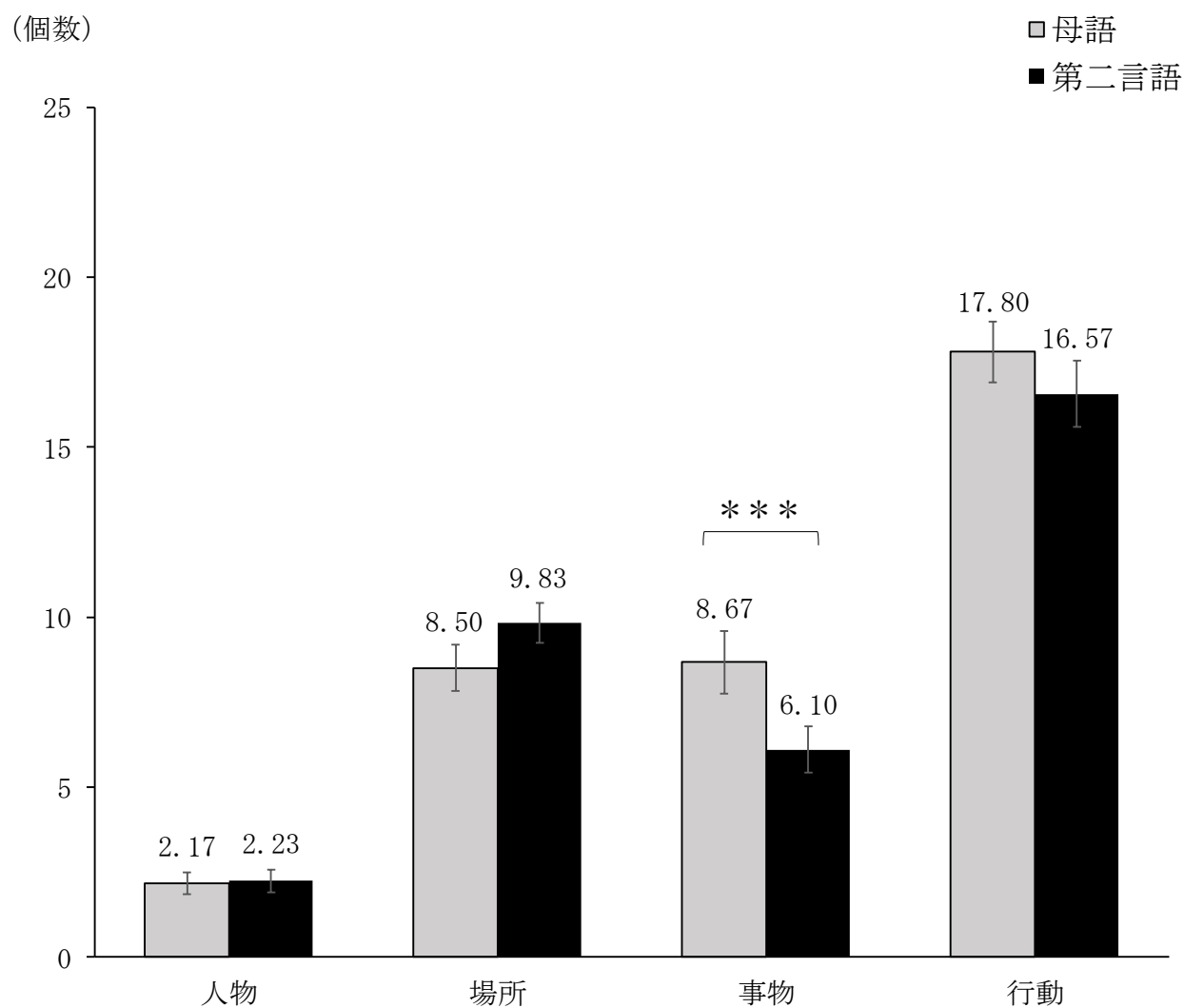


Figure 2.4 カテゴリごとに各言語における修正スコアの平均

エラーバーは平均の標準誤差；*** $p < 0.001$ 。

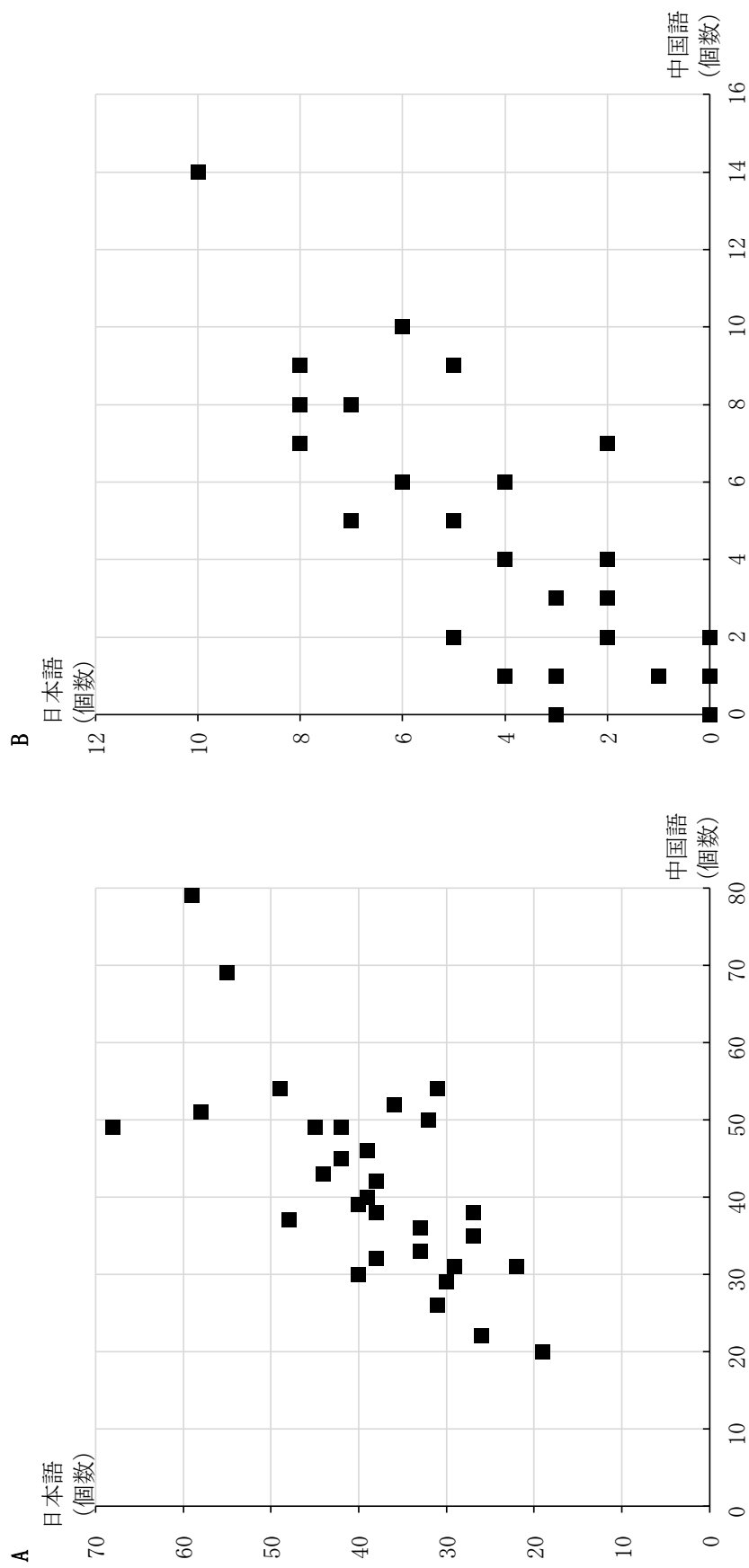


Figure 2.5 正項目数および誤項目数ごとに言語間の相関

(A) 正項目数における言語間の相関。(B) 誤項目数における言語間の相関。

3. バイリンガルの実際の言語使用：臨時

通訳に関する検討⁴

バイリンガルは、経験・目撃したことを第二言語で他人に伝達するのが求められるほか、母語および第二言語を利用して言語が通じない者同士の間で情報を伝達させることもある。いわゆる通訳人として1つの言語で伝わった情報をもう1つの言語に変換させて出力することである。このような場合では、バイリンガルは両言語がともに活性化するというバイリンガルモードを維持しなければならない(Grosjean, 2012)。しかし、バイリンガルモードを維持できても、出力段階において一時的に使用していないソース言語(American Translators Association, 2016)による干渉を抑制しなければならない(Grosjean, 2012; Yudes, Macizo, & Bajo, 2011)。それゆえに、認知的な負担から言語間の等価変換が妨げられる可能性があると考えられる。専門家である通訳人を介した警察尋問においては、情報の脱落による情報量の低下がみられた(Nakane, 2007)。特に、通訳される発話が長ければ長いほど、認知的負担がより多くなり、情報の脱落がより起こりやすくなるという傾向がある(Pruss, 2008)。

また、通訳という作業負荷も言語間の等価変換を妨げるかもしれない。一般的な場合、通訳人が1人配置される(Mori, 2010; Takahata, Mizuno, Tsuda, Sakamaki, & Mori, 2013)。このようなとき、1人の通訳人が2つの言語による伝達される情報を交互に変換

⁴ 本章の一部は、「Journal of Police and Criminal Psychology」に投稿した(審査中)。

して出力する(Mizuno, 2012)。長時間の作業によって疲労やストレスが重なり、通訳に集中できなくなり、通訳の正確さが劣る(Mizuno & Nakamura, 2010)。通訳人が2人配置され、それぞれ片方の情報伝達を担当させる場合、作業負担が小さくなり、1人の時より通訳の正確さが高くなるだろうと想定される。

視覚情報を言語情報に変換する場合、バイリンガルは状況に応じて自由に情報を処理、または出力できる。例えば、記憶に残されたもののみ報告すること、第二言語で記述できないものを省くことにするなどである。しかし、言語間情報伝達する場合、伝わった情報を元どおりに変換することが求められる(Filipović & Hijazo-Gascón, 2018)。元の情報どおりに出力されないとき、誤訳や情報の変更が行われ(Lee, 2009; Nakane, 2007)、トラブルを招く可能性がある。特に、法的場面においては正確性が求められる。

しかしながら、専門家ではないバイリンガルであっても、臨時通訳人として法的場面に立ち会わせて通訳させることがありうると考えられる(Mizuno, 2012; Mori, 2007; Takahata, 2018)。臨時通訳という言語間情報変換過程において、情報は元どおりに伝えられるのか？

この問題を検討するため、本章では言語間情報に変換される過程において、すなわち、バイリンガルが臨時通訳人として実際の言語使用の場合、被害者供述と被疑者面接との2つの課題を利用して法的場面を模擬し、言語による差異について実験を行った。まずは、2つの課題において認知負担の影響、すなわち、発話の長さが通訳率に与える影響を調べた。つぎに、被疑者面接課題において通訳人が2人の場合は1人の場合より通訳率が高いかどうかを調べた。また、2つの課題において、情報のカテゴリに焦点を合わせて誤訳されやすいと脱

落されやすい情報を調べた。

3.1 方法

3.1.1 参加者

日本の大学で適応的に生活・学習している中国人留学生 30 名（男性 9 名；平均年齢 26.37 歳， $SD = 2.63$ ）が参加した。中国語が母語，日本語が第二言語であった（一人は日本語を英語と同様に評価したが，英語を第二言語とした）。日本語の学習開始年齢は平均 17.30 歳（ $SD = 4.78$ ），学習期間は平均 9.13 年間（ $SD = 4.53$ ），日本滞在期間は平均 4.20 年（ $SD = 2.31$ ）であった。幼児期に日本に生活した 1 人を除き，全員が日本語能力試験一級に合格していた。また，30 名中 20 名は大学で日本語を専攻していた。日本語能力の自己評価は全体的に高かった（ $M = 4.00$ ， $SD = 0.37$ ）。

3.1.2 材料

被害者供述の録音を用いた。録音は，中国語母語話者による交通事故の自由報告であった。話者は遭遇した交通事故について自由想起しながら母語で報告した。4 分 47 秒の録音が話者の報告内容によって 12 発話に分割され，各発話の間に「ピー」という音を入れた。

模擬の被疑者面接場面を写した動画を用いた。面接は架空の器物損壊事件をめぐって行なわれた。面接者は日本人，被疑者は中国人であった。面接者は日本語で，被疑者は中国語で発話した。発話数は面接者，被疑者それぞれ 27 であった。8 分 23 秒の動画は一発話ずつ，計 54 発話に分割され，それぞれの発話が終了した時点で 5 秒間静止された。

「第二言語背景アンケート」で参加者の第二言語に関する背景を査定した（付録 A に参照）。このアンケー

トは日本語の学習開始年齢，学習年数，日本での滞在年数，日本語級別テスト合格の有無や日本語が第二言語であるかどうかに関する質問から成るものであった。

「第二言語に対する自己評価アンケート」で参加者の第二言語能力を査定した（付録 B に参照）。このアンケートは，日本国際教育支援会（2012）による「日本語能力試験 Can-do 自己評価リスト」のうち「聞く」「話す」「読む」「書く」の各領域に関する 5 問，計 20 問から成り，5 段階での評定（1：全くそう思わない--5：非常にそう思う）を求めるものであった。

3.1.3 手続き

30 名の参加者の中，ランダムに抽出した 10 名（男性 3 名；平均年齢 25.60 歳， $SD = 1.58$ ）を通訳人 1 人条件（以後 1 人条件）とし，残りの 20 名（男 6 名；平均年齢 26.75， $SD = 2.99$ ）を通訳人 2 人条件（以後 2 人条件）とした。2 人条件に割り当てられた参加者をさらにランダムに 10 ペアに割り当てた。1 ペアには，ランダムに 1 人を面接者の通訳人に，もう 1 人を被疑者の通訳人とした。1 人条件でも，2 人条件でも，被害者供述課題と被疑者面接課題との 2 課題をともに行った。

1 人条件の場合，まず，被害者供述課題を行った。被害者供述の録音の 12 発話を 1 つずつ参加者に提示し，「ピー」という音の後，日本語への通訳を求めた。つぎに，被疑者面接課題を行い，面接者と被疑者の両方の発話を中国語または日本語に通訳してもらった。

2 人条件の場合，まず，1 人条件と同様に 1 人ずつ被害者供述課題が行われた。被疑者面接課題の場合，一方が面接者の発話を中国語に，他方が被疑者の発話を日本語に通訳した。

すべての通訳過程において，参加者に「メモを取ってよい」，「時間制限がない」と教示した。また，すべての

発話は録音された。

最後に「第二言語背景アンケート」と「第二言語に対する自己評価アンケート」への回答を求めた。

3.1.4 材料のコード化

録音と動画材料にあるすべての発話を逐語的に書き起こした後、コード化した。間投詞（「えっと」、「あの」等にあたる語）と、前の発話の単純な繰り返しを除き、発話を「時間」、「人物」、「場所」、「事物」、「行動」カテゴリに分類してチェック項目とした（Hu & Naka, 2019）。チェック項目をリスト化し、それぞれ被害者供述チェックリストと被疑者面接チェックリストを作成した。

例えば、被害者供述課題では被害者の「一个面包车从带有「止まれ」牌子的方向撞过来」（一台のワゴン車が「止まれ」のある方向からぶつかってきた）という発話は、「一个面包车」（一台のワゴン車；事物）、「从带有「止まれ」牌子的方向」（「止まれ」のある方向から；場所）、「撞过来」（ぶつかってきた；行動）にコードされた。被疑者面接課題では、例えば、面接者の「喧嘩について聞きます」という発話は、「喧嘩について」（事物）、「聞きます」（行動）にコード化された。

被害者供述チェックリストは、計 217 項目を含め、各発話にある項目数は平均 18.08 ($SD = 8.25$, range: 7-31) であった。被疑者面接チェックリストには、面接者の発話が計 120 項目を含め、各発話にある平均項目数は 4.44 ($SD = 2.79$, range: 1-11) であり、被疑者の発話が計 168 項目、各発話の平均項目数は 6.22 ($SD = 7.86$, range: 1-38) であった。

3.1.5 通訳のコード化

参加者が通訳を行って発した発話も逐語的に書き起こされ、チェックリストと対照されながらコード化さ

れた。チェック項目と合致した場合は正訳とし、発話の理解に影響を与えない通訳内容、例えば、「私を受け入れた病院は〇〇病院」を「私は〇〇病院に行った」と訳した場合も正訳とした。チェックリストにある全項目数から正訳の項目数を引いたものを脱落項目とした。

チェックリストと参照し、明らかに間違っていた場合は誤訳とし、さらに(1)単語の誤使用、例えば、「音」を「声」に通訳したこと、(2)不適切／意味不明の単語例えば、「当たった／ぶつかった」を「とけちゃった」、(3)通訳の誤り、すなわち発話にない内容を報告したことの3種類に分類した。

3.2 結果

3.2.1 被害者供述課題

1名の参加者は、課題の趣旨を理解できなかったため、この参加者を除く29名を分析の対象とした。計217のチェック項目に対し、正訳、脱落、誤訳の平均は、順に128.83 ($SEM = 4.16$)、88.17 ($SEM = 4.16$)、5.10 ($SEM = 0.58$)であった (Figure 3.1)。平均正訳率は59% ($SEM = 0.02$)であった。

まずは、Pruss(2008)が示唆した発話の長さが通訳に与える影響を検証するため、通訳を求められる元の発話の長さとのピアソンの偏差積相関係数を求めた。その結果、通訳を求められる内容が長くなれば、正通訳率が低くなることがみられた ($r = -0.81$, $p < 0.05$; Figure 3.2)。

つぎに、誤訳について、Table 3.1が示したように、誤訳は主に通訳の誤りによって引き起こされたことが確認された。

さらに、カテゴリごとの平均正訳率は Figure 3.3に示す。カテゴリによる影響があるかどうかを調べるた

め，1要因分散分析を行った。その結果，カテゴリの主効果が有意であった（ $F(4, 112) = 25.63$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.48$ ）。多重比較を行った結果，人物カテゴリの正訳率が有意に高かった（ $M = 71\%$, $SEM = 0.02$ ）。その次は，場所，事物，行動であった（順に， $M = 56\%$, $SEM = 0.03$; $M = 58\%$, $SEM = 0.03$; $M = 60\%$, $SEM = 0.02$ ）。時間カテゴリの正訳率が一番低かった（ $M = 46\%$, $SEM = 0.02$ ）。場所，事物，行動カテゴリの間には有意な差がなかった。

最後に，正訳率，誤項目数が第二言語能力（日本語能力）と関連しているかどうかを調べるため，第二言語での正訳率，誤項目数と，自己評価，日本語の学習開始年齢，学習年数，日本での滞在年数との相関を調べた。その結果，正項目数，誤項目数と上記の変数の間には相関は見られなかった（ $r_s \leq 0.35$, $p_s \geq 0.06$ ）。

3.2.2 被疑者面接課題

1人条件では，面接者の発話（以下はIU）に対し，正訳，脱落，誤訳の平均は，順に83.70（ $SEM = 4.27$ ），35.70（ $SEM = 4.21$ ），4.90（ $SEM = 0.97$ ）であり（Figure 3.4），平均正訳率は70%（ $SEM = 0.04$; Figure 3.5）であった。被疑者の発話（以下はSU）に対し，正訳，脱落，誤訳の平均は，順に113.20（ $SEM = 3.13$ ），54.80（ $SEM = 3.13$ ），6.20（ $SEM = 1.23$ ）であり（Figure 3.4），平均正訳率は67%（ $SEM = 0.02$; Figure 3.5）であった。

2人条件では，IUに対し，正訳，脱落，誤訳の平均は，順に82.70（ $SEM = 4.55$ ），37.30（ $SEM = 4.55$ ），4.50（ $SEM = 1.19$ ）であり（Figure 3.4），平均正訳率は69%であった（ $SEM = 0.04$; Figure 3.5）。SUに対し，正訳，脱落，誤訳の平均は，順に112.30（ $SEM = 5.16$ ），55.70（ $SEM = 5.16$ ），5.10（ $SEM = 0.85$ ）であ

り (Figure 3.4), 平均正訳率は 67% であった ($SEM = 0.03$; Figure 3.5)。

1 人条件および 2 人条件をまとめ, IU に対する平均正訳率は 69% であり, SU に対する平均正訳率は 67% であった。

まずは, 通訳を求められる元の発話の長さが通訳に与える影響を検証するため, 条件ごとにピアソンの偏差積相関係数を求めた。IU に対し, 1 人条件でも 2 人条件でも発話の長さとの相関がみられなかった (順に, $r = -0.25$, $p = 0.22$; $r = -0.14$, $p = 0.49$; Figure 3.6A)。一方, SU に対し, 1 人条件および 2 人条件における発話の長さとの負の相関がみられた (順に, $r = -0.78$, $p < 0.001$; $r = -0.49$, $p < 0.05$; Figure 3.6B)。

被害者供述チェックリストにより, 各発話の平均項目数は 18.08 であった。被疑者面接チェックリストの場合, 面接者の各発話の平均項目数は 4.44 であり, 被疑者の各発話の平均項目数は 6.22 であった。発話の長さが 6 項目より長くなる場合, 正訳率が低くなる可能性があるとし唆されるだろう。

つぎに, 誤訳については, 主に通訳の誤りによって引き起こされたことが示された (Table 3.1)。

さらに, 1 人条件と 2 人条件との間の差につき, IU と SU における正訳と誤訳に対して t 検定を行った。その結果, IU において正訳でも ($t(18) = 0.16$, $p = 0.87$) 誤訳でも ($t(18) = 0.26$, $p = 0.80$) 条件間の差は認められなかった。SU においても同様な結果がみられた (正訳: ($t(18) = 0.14$, $p = 0.88$); 誤訳: ($t(18) = 0.74$, $p = 0.47$))。

そして, IU と SU に対し, カテゴリごとの正訳率を Figure 3.7 に示す。カテゴリ, 条件による正訳率の差があるかどうかを調べるため, それぞれ条件 (2) $\times$ カ

カテゴリ（5）の2要因分散分析を行った。その結果，IUに対してもSUに対しても，条件の主効果（ $F(1, 72) = 0.03$, $p = 0.86$, $\eta_p^2 = 0.00$; $F(1, 72) = 0.22$, $p = 0.65$, $\eta_p^2 = 0.01$ ）と交互作用（ $F(4, 72) = 0.64$, $p = 0.64$, $\eta_p^2 = 0.03$; $F(4, 72) = 2.24$, $p = 0.07$, $\eta_p^2 = 0.11$ ）はなかった。

カテゴリの主効果が有意であった（IU: ($F(4, 72) = 10.82$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.38$; SU: ($F(4, 72) = 7.11$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.28$ ）。IUに対し，多重比較を行った結果，人物カテゴリにおける正訳率が一番高かった（ $M = 81\%$, $SEM = 0.03$ ）。時間（ $M = 64\%$, $SEM = 0.04$ ），場所（ $M = 65\%$, $SEM = 0.03$ ），事物（ $M = 69\%$, $SEM = 0.03$ ），行動カテゴリ（ $M = 67\%$, $SEM = 0.03$ ）の間には有意差がなかった。一方，SUに対し，事物カテゴリの正訳率が一番高かった（ $M = 80\%$, $SEM = 0.03$ ）。時間（ $M = 65\%$, $SEM = 0.04$ ），人物（ $M = 66\%$, $SEM = 0.03$ ），場所（ $M = 69\%$, $SEM = 0.02$ ），行動カテゴリ（ $M = 63\%$, $SEM = 0.02$ ）の間には有意差がなかった。

さらに，正訳率が言語による差があるかどうかを調べるため，母語から第二言語に訳す（IU）と第二言語から母語に訳す（SU）との t 検定を行った。その結果，1人条件でも2人条件でも，差がみられなかった（順に， $t(9) = 0.68$, $p = 0.51$; $t(18) = 0.42$, $p = 0.68$; Figure 3.5）。さらに，カテゴリごとにIUとSUに対する正訳率を比べ，人物カテゴリにおいて2人条件の場合のみに有意な差がみられ（ $t(18) = 3.28$, $p < 0.05$; Figure 3.8），1人条件の場合は有意傾向がみられた（ $t(9) = 2.21$, $p = 0.05$ ）。人物情報を第二言語から母語に訳す場合は正訳率が有意に高かった。

最後に，正訳率，誤項目数が第二言語能力（日本語能力）と関連しているかどうかを調べるため，第二言語での正訳率，誤項目数と，自己評価，日本語の学習開始年

齢，学習年数，日本での滞在年数との相関を調べた。その結果，正項目数，誤項目数と上記の変数の間には相関は見られなかった（ $r_s \leq 0.34$ ， $p_s \geq 0.06$ ）。

3.3 考察

本実験では，バイリンガルの実際の言語使用，すなわち臨時通訳人として1つの言語によって伝えられた情報をもう1つの言語で伝達するとき，その情報の変化について検討した。正確に伝達された情報（正訳率）がかなり減少したことが情報伝達過程において情報の脱落によって引き起こされたこと，また時間，場所，行動情報が脱落されやすいことが示唆された。さらに，人物情報に対しては言語による影響，すなわち第二言語から母語に変換されるときより多く伝達されたことも示唆された。

情報の脱落が伝達される情報量の減少を引き起こす要因である（Nakane, 2007）。情報の脱落が多くみられたのが，通訳というオンライン処理が行われる過程であると考えられる。通訳を行う過程において，ソース言語から入力された情報を保持しながらターゲット言語に処理することが求められ，また同時にターゲット言語で出力しなければならない（American Translators Association, 2016）。しかし，処理資源の総量には限界があり（Kahneman, 1973），この限界を超えると，認知的な負担が大きくなり，伝達される情報の一部が脱落される可能性がある（Berman, 2013）。発話の長さとの正訳率との負の相関がこのことをさらに検証した。特に，発話の長さが6項目より多くなる場合，正訳率が低くなる可能性があると示された。

通訳の作業負荷につき，通訳人数が増やすことによって通訳の正確率は高くならなかった。その1つの理

由は、実際の警察面接と異なり、本実験で行われた面接がより短かったことが考えられる ($M = 16.02$, $SEM = 0.29$)。面接が 60 分を越えると、通訳人の疲労によって通訳の質が劣る (Mizuno, 2012; Takahata, 2018)。したがって、通訳人が 2 人の場合は、通訳の正確率が高くなるかもしれない。もう 1 つの理由は、2 人の場合は、通訳のペースや、単語、文節の選択は通訳人の間にお互いに制限される可能性があると考えられる。一方、1 人の場合、通訳のペースや単語の選択はすべてコントロールでき、疲労による負の影響を補償できるかもしれない。このことにつき、さらなる検証が必要であろう。

誤って出力された情報は 3 種類に分類された。その中、1) 単語の誤使用は言語間のニュアンスに対する理解が困難であること、あるいは特定の状況下 (通訳) で適切な単語を見つけられなかったことを示している。2) 不適切 / 意味不明の単語はバイリンガルの第二言語能力を示唆している。多くの誤った出力が 3) 通訳の誤り、すなわち発話にない内容を報告したことによって引き起こされたものであった。これは通訳人としてのバイリンガルが情報伝達する過程において入力された情報によって推測したと示唆している (Nakane, 2007)。処理資源が制限されることにより、入力されたすべての情報を処理することは不可能である。したがって、通訳が行われる過程では通訳人は入力された情報の中から保持する情報を選択しなければならない。しかし、元どおりの情報を出力することが求められるため、通訳人は保持された情報に基づいて元の情報を取り戻さなければならない。それゆえに、情報が誤って出力されたと考えられる。

情報の属性に関する分析により、脱落されやすいのが時間情報であることが明らかになった。時間情報は

出来事の時間的手掛かりとなるが、文脈情報の一種として一回提示されればさらなる提示を行う必要がないと考えられる傾向がある(Haden et al., 1997; Nelson & Fivush, 2004; Pasupathi, 2001)。このような傾向は本実験で行われた言語間情報伝達においても確認された。時間情報と同様に定位情報(Haden et al., 1997)とみなされる場所情報が脱落されやすいことも本実験では見られた。したがって、情報伝達過程において、文脈情報が脱落されやすいだろう。もう1つ脱落されやすい情報は行動情報であった。行動情報(Haden et al., 1997)は出来事の情報となり、出来事について入力されたのが主に行動情報であると考えられる。情報伝達過程においては、行動情報に関する処理がより多く求められるが、処理資源総量の限界によってこのより多くの行動情報が脱落されやすく、伝達されなかったと考えられるだろう。

言語間情報伝達に言語が与える影響は、弱いことを示唆している。母語を第二言語に変換される過程においても、第二言語を母語に変換される過程においても、伝達された情報量(正訳率)には差がなかった。また、さらなる分析により、時間、場所、事物、行動情報に対しては言語による差異がみられず、人物情報のみに言語による差異が見られた。人物情報が、母語から第二言語に変換される過程と比べ、第二言語から母語に変換される過程においてはより多く伝達された。これは、異なる言語それぞれの特性によることであると考えられる。日本語や韓国語などの言語を利用する会話では、しばしば主語や目的語など重要な要素が省略され、文脈情報を利用して意味が伝達される(Cheng & Warren, 1999; Ra & Napier, 2013)。これらの言語で伝わった情報がほかの言語に変換されるとき、省略された要素を補って変換されるのかもしれない。または、ほかの言

語での情報をこれらの言語に変換されるとき省かれることも考えられる。このことにより，省略された要素にあたる情報が増加したり，減少したりことがあるかもしれない。本実験では，人物情報に割り当てたものが主に主語や目的語にあたるものであったため，人物情報においては言語による差がみられたと考えられる。

本実験では自己評価(Harris & Nelson, 1992)によって参加者の第二言語の熟達度を査定したが，自己評価と第二言語での正訳率との相関がみられなかった。第2章で議論したように，第二言語の熟達度に個人差があり，あるいは参加者の第二言語熟達度が正確に反映されていない可能性があると考えられる。また，本実験に参加した参加者の中の13名は1年あるいは1年半前に第2章で述べた実験にも参加した。同様の参加者による評価のため，第二言語との相関がみられなかった可能性がある。しかし，本実験では異なる課題が行なわれ，課題による結果も異なると考えられる。一方，参加者は自分の第二言語に対してより客観的に自己評価したことも考えられる。同一バイリンガルに対する繰り返す研究，特に長期的な研究では，バイリンガルの第二言語の発達的变化による影響が今後検討すべき課題であろう。

また，本実験では実際の供述／面接を行ったのではなく，音声とビデオでその場면을提示した。また，1回しか提示されなかった。この過程においては，臨時通訳人としての参加者は話者に不明なところについて確認できなかった。実際の通訳場面では，通訳人は話者と直接に話すことができ，より多くの正訳が得られるかもしれない。一方，実際の通訳場面ではより多くの情報が得られるため，作業負荷が大きくなる可能性もある。さらに，参加者がほかの場面での臨時通訳人としての経験は統制されなかった。経験があれば，より正確に通訳

できるかどうかについても今後検討すべきであろう。

3.4 結 論

本実験では，バイリンガルが臨時通訳人として1つの言語により伝えられた情報をもう1つの言語で伝達するとき，その情報の変化につき検討した。正確に伝達された情報（正訳率）がかなり減少したが，これは情報の脱落による起こられたことであると確認された。特に，通訳人の認知的な負担が大きくなる場合，情報の脱落がより起こりやすくなる。通訳人の作業負荷（1人 vs. 2人）が情報の脱落に与える影響の差異がみられなかった。また，脱落された情報の中，定位情報および行動情報がより多かったことも確認された。さらに，人物情報にのみ言語間変換される過程において差異がみられたが，言語による影響は弱いと考えられる。本実験は実際の言語使用において，バイリンガルが1つの言語で伝達された情報を差異なくもう1つの言語にその情報を変換できる可能性を示した。

Table 3.1 種類ごとに誤通訳項目数の合計

	単語の誤使用	不適切／ 意味不明の単語	通訳の誤り	合計
被害者供述	31	29	88	148
被疑者面接				
・ 1人条件	5	9	97	111
・ 2人条件	9	15	72	96

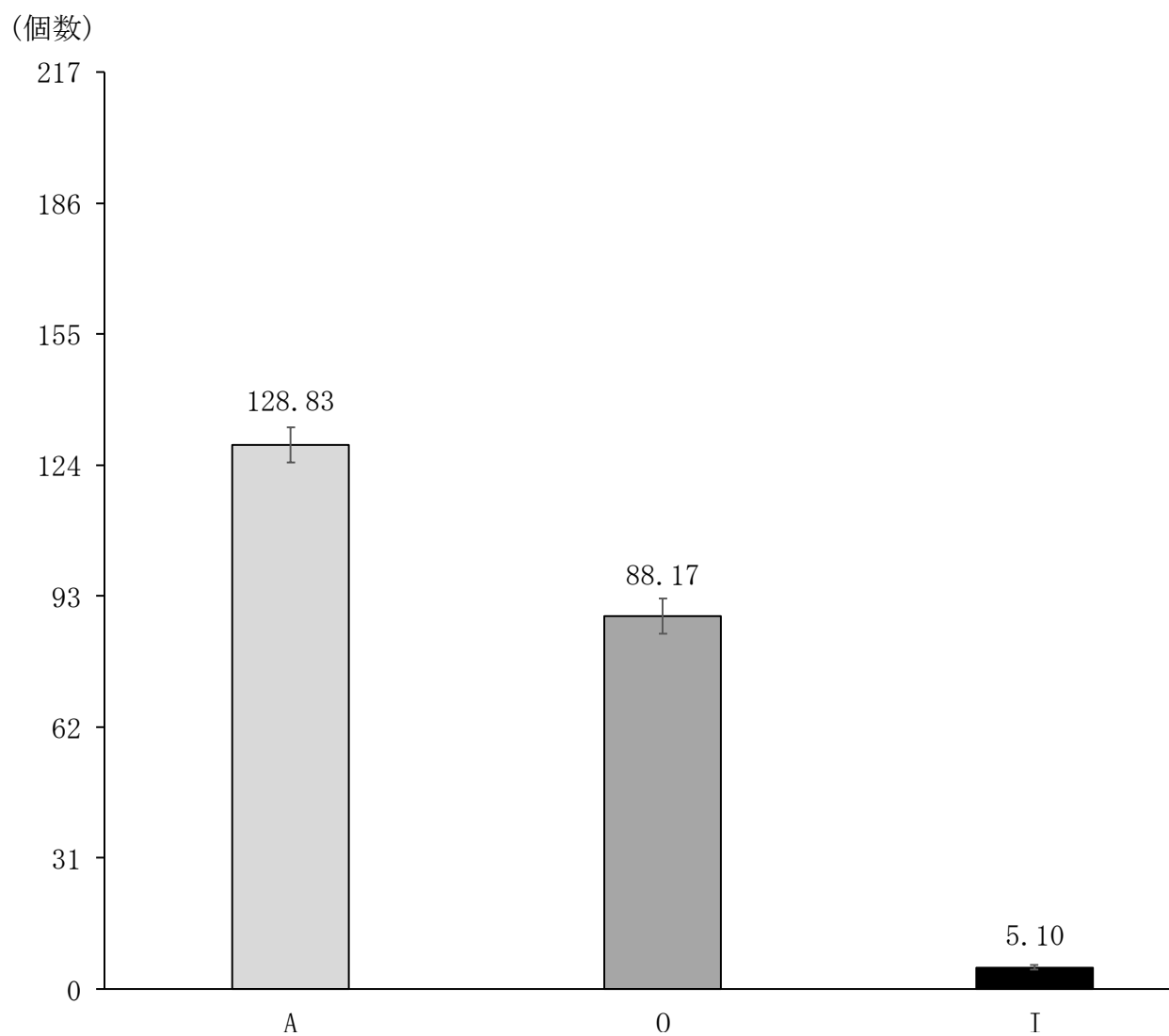


Figure 3.1 被害者供述課題における正訳，脱落，誤訳の平均項目数

A, 0, I はそれぞれ正訳，脱落，誤訳を示す（エラーバーは平均の標準誤差）。

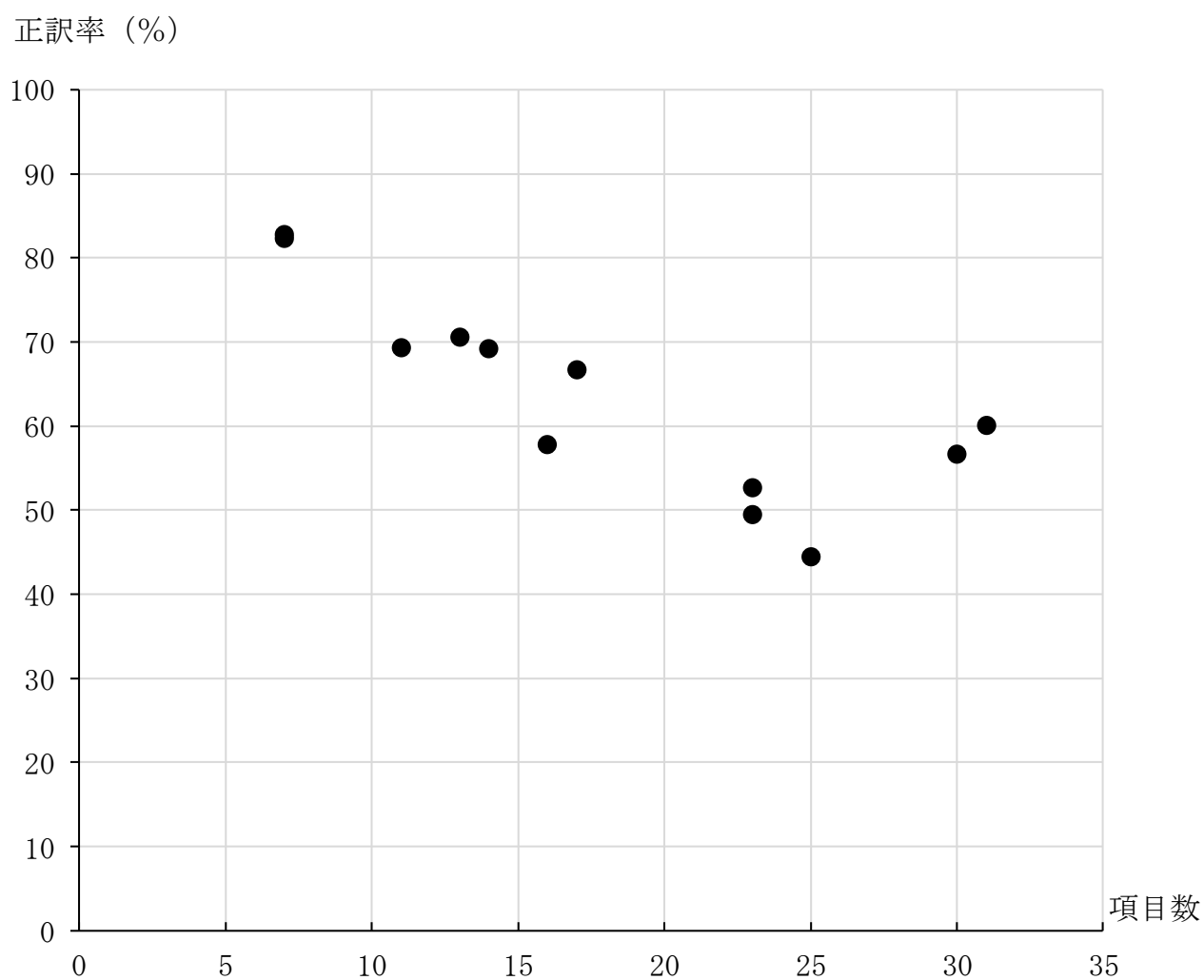


Figure 3.2 被害者供述課題における発話の長さと平均正訳率との相関

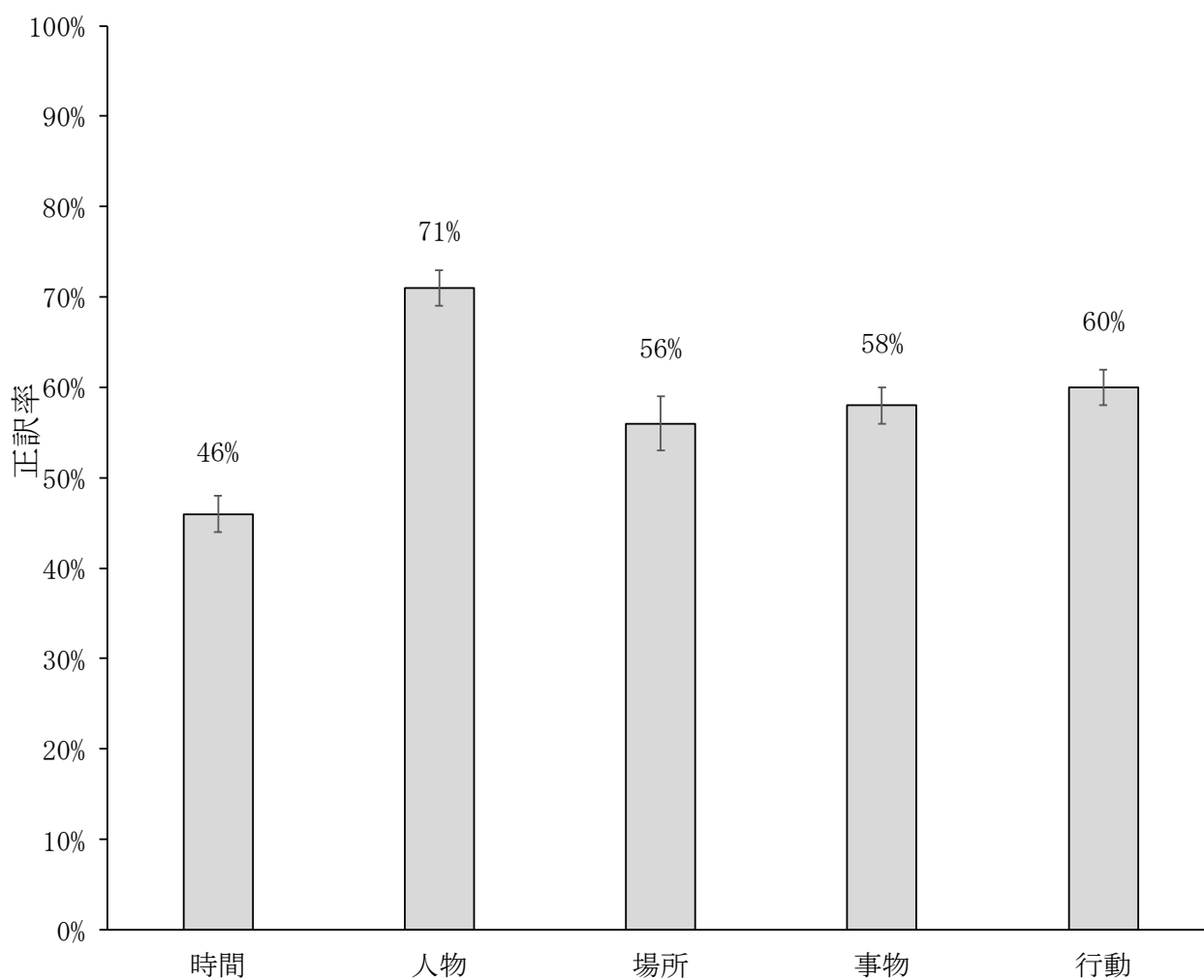


Figure 3.3 被害者供述課題におけるカテゴリごとに
正訳率の平均
エラーバーは平均の標準誤差。

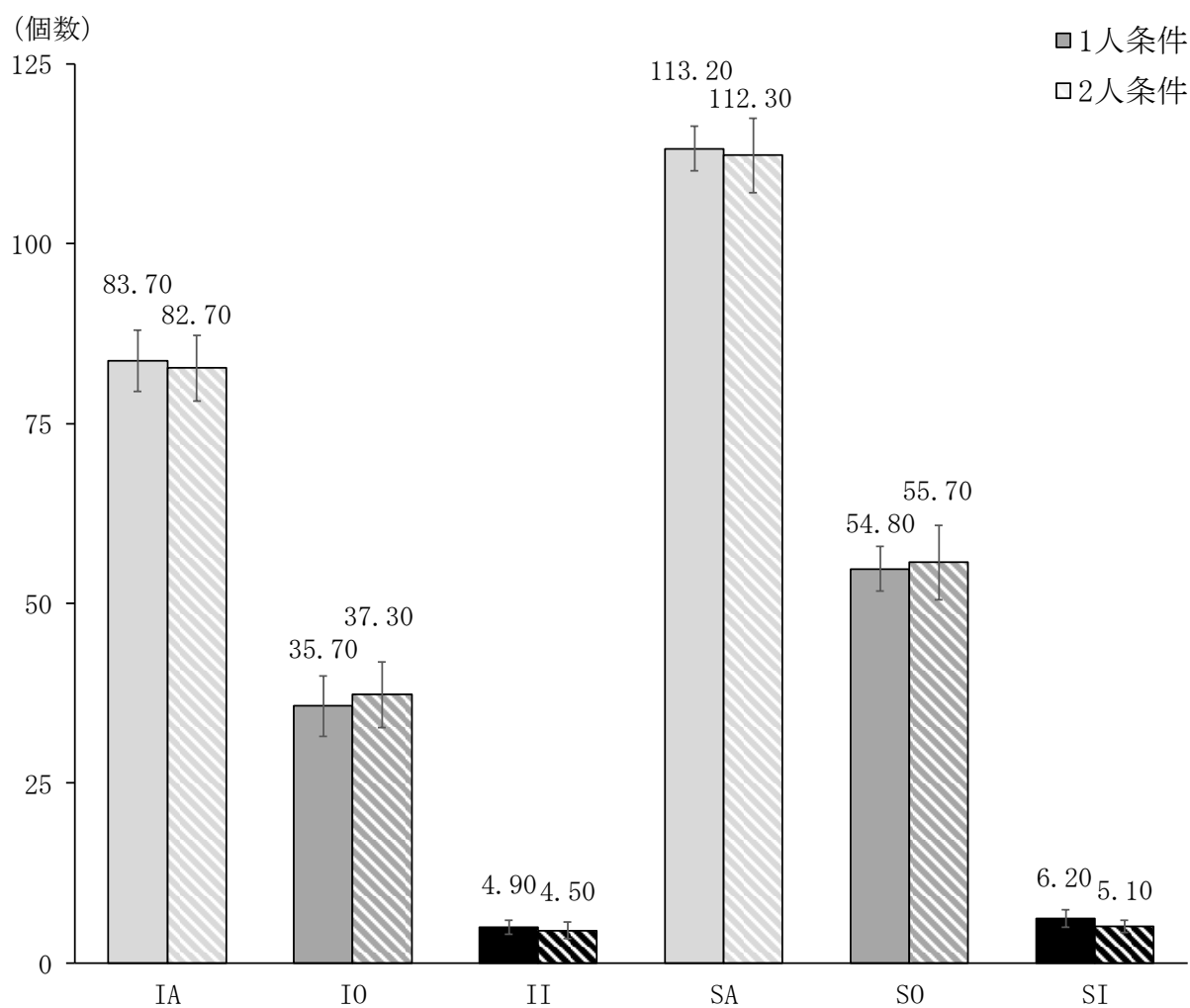


Figure 3.4 被疑者面接課題における正訳，脱落，誤訳の平均項目数

IA, IO, II は面接者発話に対する正訳，脱落，誤訳を示し，SA, SO, SI は被疑者発話に対する正訳，脱落，誤訳を示す（エラーバーは平均の標準誤差）。

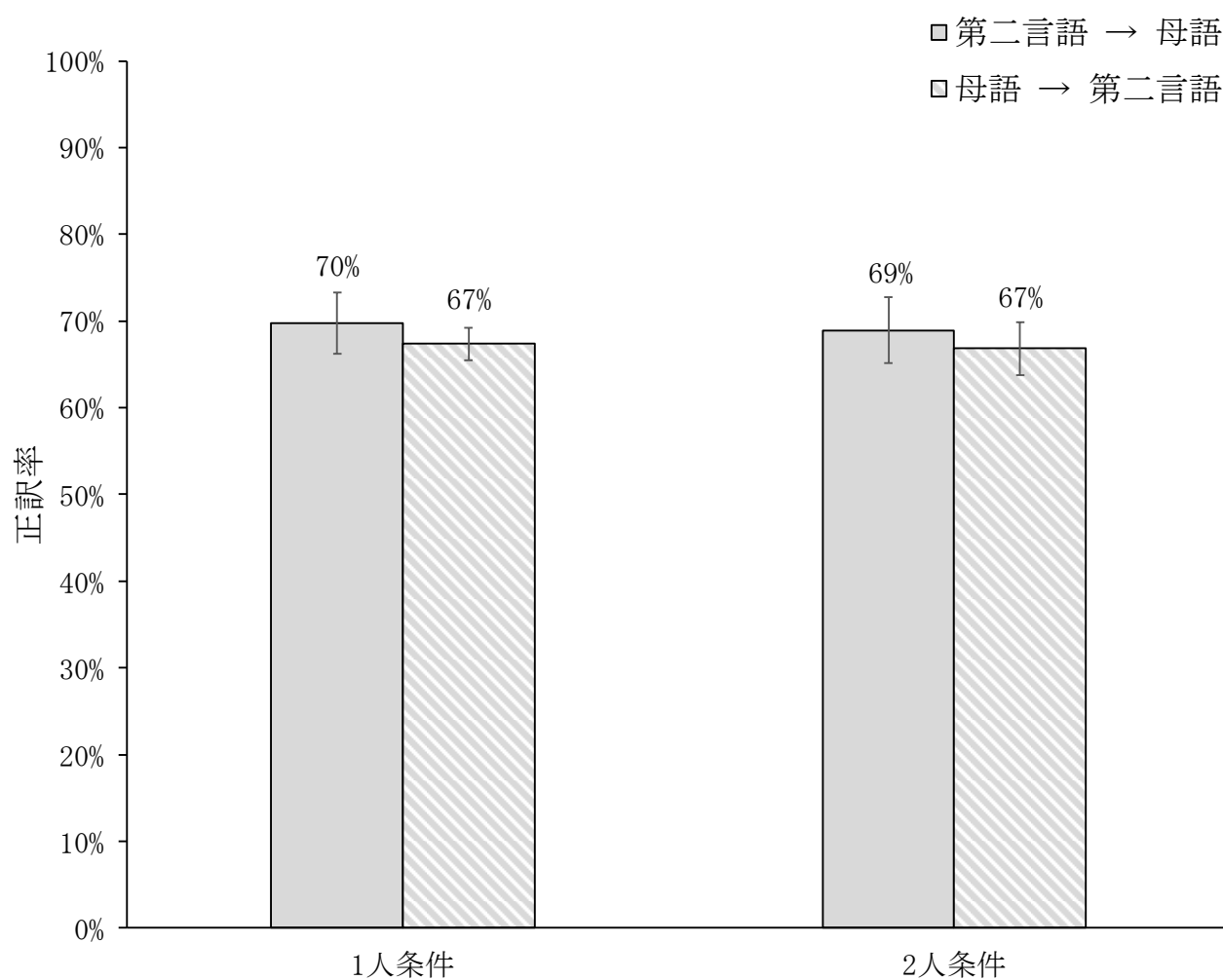


Figure 3.5 被疑者面接課題における条件ごとに言語間の正訳率の平均(%)
エラーバーは平均の標準誤差。

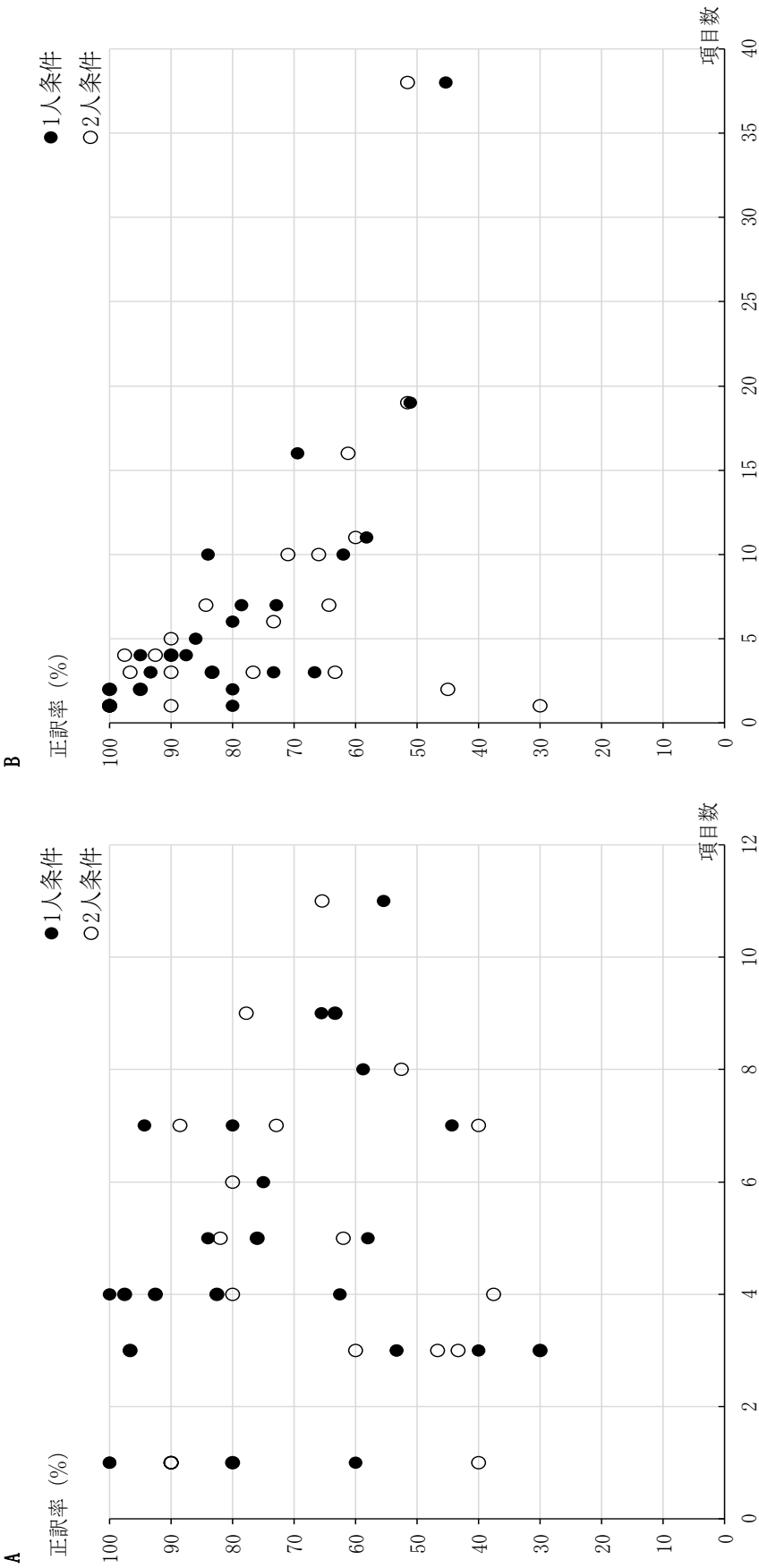


Figure 3.6 被疑者面接課題における条件ごとに発話の長さと平均正訳率との関係

(A) 面接者発話に対する発話の長さと平均正訳率との関係。(B) 被疑者発話に対する発話の長さと平均正訳率との関係。

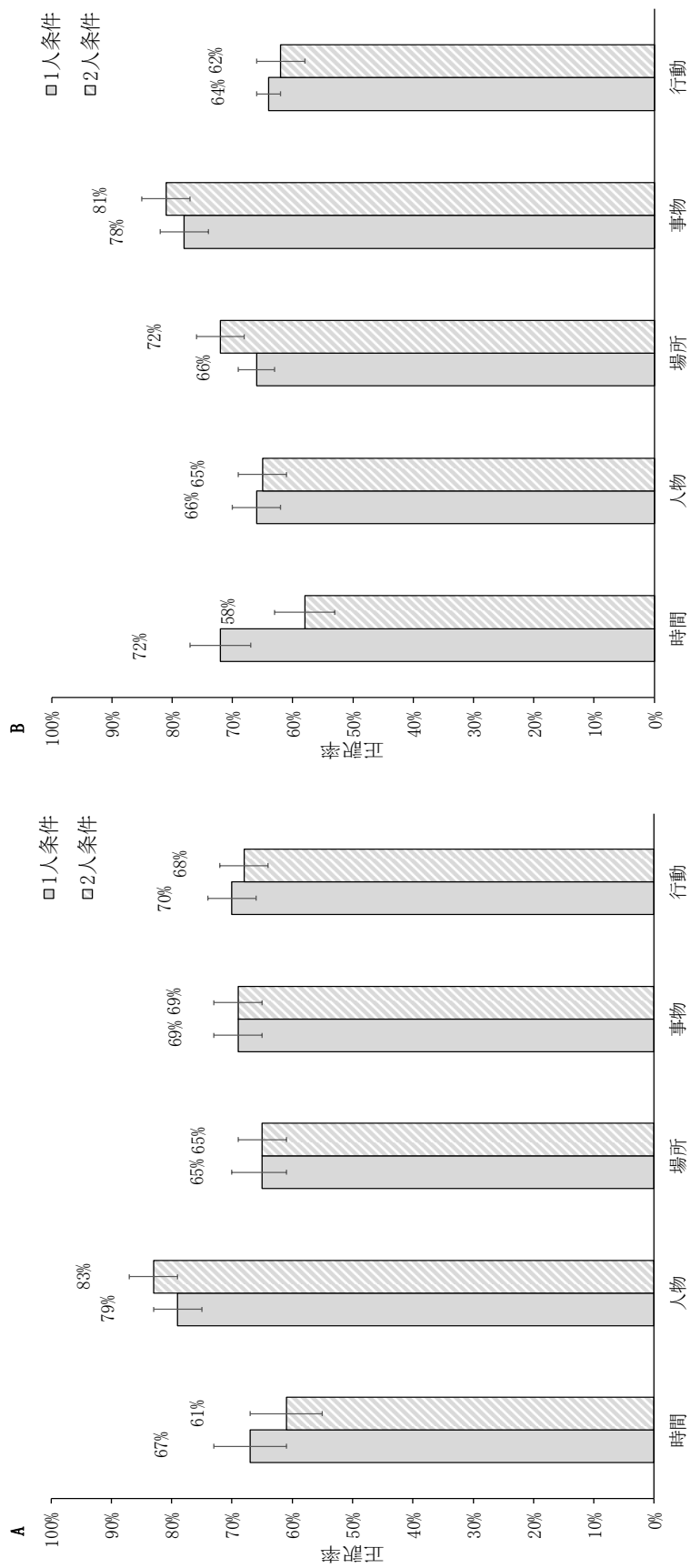


Figure 3.7 被疑者面接課題におけるカテゴリごとに正記率の平均
(A) 面接者発話に対する結果。(B) 被疑者発話に対する結果。エラーバーは平均の標準誤差。

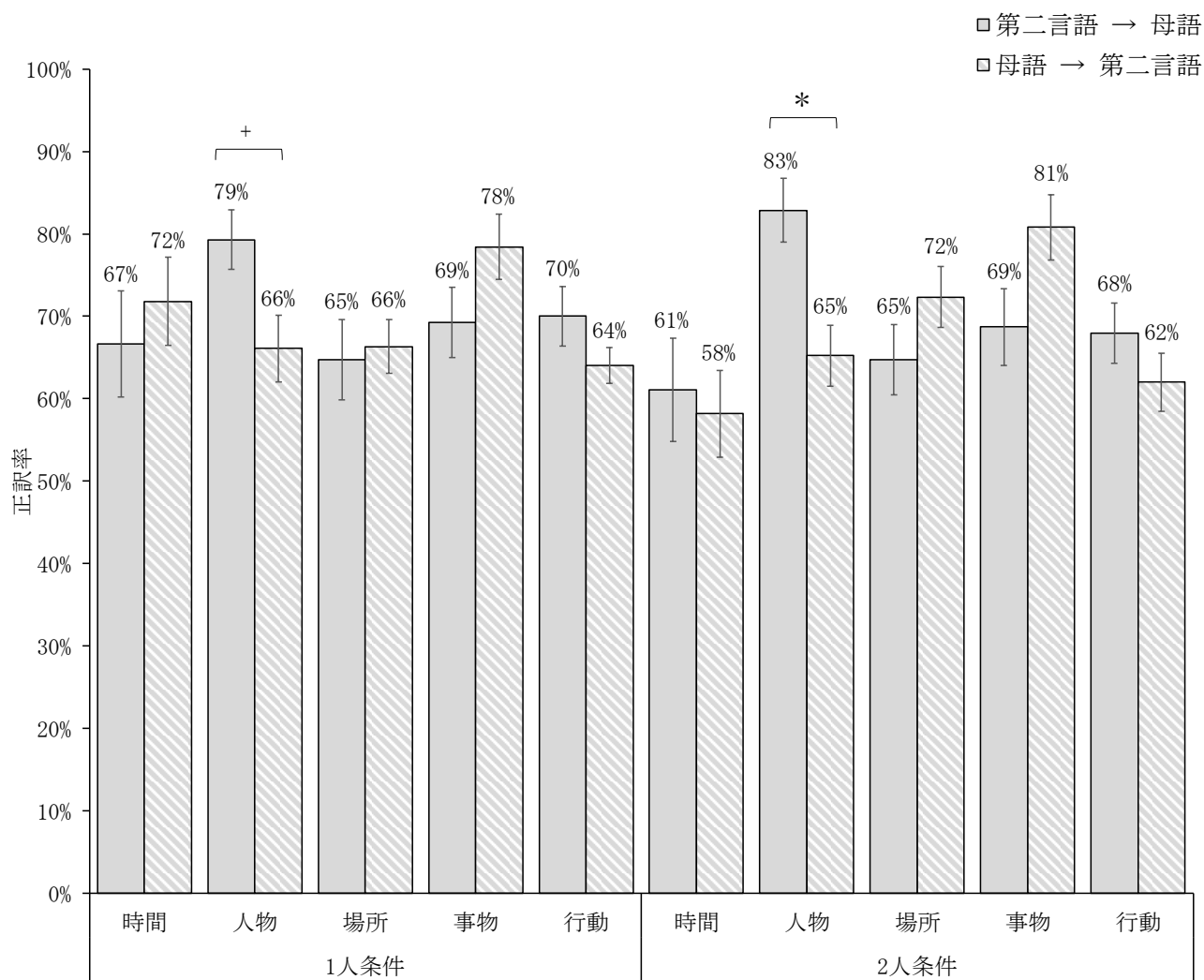


Figure 3.8 被疑者面接課題におけるカテゴリ別の各条件で言語間の正訳率の平均 (%)

エラーバーは平均の標準誤差 (+ $p < 0.1$, * $p < 0.05$)。

4. バイリンガルの言語使用における神経 表象：意味処理に関する言語特異神経表 象および言語間共通した神経表象⁵

バイリンガルが実際の言語使用において、目撃証言の提供では母語が事物情報に優位であること、臨時通訳では母語が人物情報に優位であること以外に、言語による差異がみられなかった。これは、バイリンガルの言語使用において言語による差異または言語間に共通するものがともに存在することを示しているだろう。人間の各種活動をコントロールする中枢である脳では、バイリンガルの言語使用を支える神経表象は言語によって差異がみられるのか、あるいは共通するのか？本章では、脳レベルにおいて第2章および第3章で得られた行動実験の結果を検証するため、fMRI実験を行った。

4.1 言語特異な神経表象

言語情報処理は複雑な過程である。聴覚情報と視覚情報が入力され、一連の処理を経て理解され、また新たな聴覚情報と視覚情報として出力される一連の処理過程において (Figure 1.1), 入力と出力するモダリティの差異により、処理過程および関連する脳の領域が異なるかもしれない。聴覚入力 *dorsal stream* (左頭頂一側頭境界), *ventral stream* (上側頭溝の中／後部)

⁵ 本章の一部は、Frontiers in Human Neuroscience に掲載済である。

を經由して意味（左中側頭回の前／後部，左側頭溝の前／後部）へ処理された後，dorsal streamを直接經由した一部の聴覚情報とともに発話を制御する脳の前部（左下前頭回後部，左島前部，左前運動皮質）に送られ，発話に変化されるというDual Stream Modelが提案された（Hickok & Poeppel, 2000, 2004, 2007）。視覚入力新たな聴覚と視覚情報として入力される過程については，Visual Word Form Area（VWFA）の重要性が指摘されている（Cohen et al., 2000; Dehaene & Cohen, 2011; Dehaene, Cohen, Sigman, & Vinckier, 2005; McCandliss, Cohen, & Dehaene, 2003）。文字は目を通る電気信号として脳まで伝わり，点，線か文字に至るまで階層的に識別される過程には左後頭側頭領域（紡錘状回）の腹部にあるVWFAの関与が認められた（Dehaene et al., 2005）。

また，情報（意味）の表現形式によって関連する脳の領域も異なるかもしれない。オランダ語－フランス語／英語のバイリンガルが，絵画命名課題では第二言語の方が左外側下前頭領域および内側前頭領域に活性化を示した（Vingerhoets et al., 2003）。スペイン語－英語のバイリンガルが英単語を読むとき，補足運動領域，帯状回，島からなる構音ネットワークに活性化を示した（Meschyan & Hernandez, 2006）。日本語－英語バイリンガルが単語識別を行うとき，左中側頭葉後部（left posterior middle temporal gyrus）に母語を優先すること（Nakamura et al., 2010），英文を読むときに左下／中前頭回，左角回により多く活性化したこと（Buchweitz et al., 2009）がみられた。100単語ぐらいから構成された文章を読むとき，オランダ語－フランス語／英語のバイリンガルは母語が内側後部領域に多く関与することと，第二言語が左前頭領域に活性化したことを示した（Vingerhoets et al., 2003）。

さらに，言語それぞれの特性により，その優位な脳の領域にも差異がみられる。アルファベット表記（主に英語）単語の音韻処理に関わるのが，腹側前頭システム（ventral prefrontal system），左背側側頭頭頂システム（left dorsal temporoparietal system），左腹側後頭側頭システム（left ventral occipitotemporal system）の3つの領域であり，一方，中国語単語に関わるのが左背外側前頭システム（left dorsal lateral frontal system），左下頭頂システムの背側部（dorsal aspect of left inferior parietal system），両側腹側後頭側頭システム（bilateral ventral-occipitotemporal system），左腹側前頭頂システム（left ventral prefrontal system）の4つの領域であった（Tan, Laird, Li, & Fox, 2005）。英語と比べ，中国語を読むとき，右半球にある BA 47/45, 7, 40/39, 紡錘状回，そして左中前頭回の関与がみられた（Tan et al., 2001; Wu, Ho, & Chen, 2012）。日本語の漢字表記単語と仮名表記単語に対しては，共通した後頭側頭活性化がみられた一方，漢字単語が右半球優位であること，仮名が後頭により多く活動することがみられた（Nakamura, Dehaene, Jobert, Le Bihan, & Kouider, 2005）。したがって，言語情報（意味）処理を支える脳内表象は情報（意味）のモダリティ，情報（意味）の表現形式，あるいは言語によって異なる可能性があると考えられる。

以上のことを踏まえ，本実験では，中国語－日本語バイリンガルを対象として fMRI 実験を行い，まず，中国語文および日本語文を読むときに行なわれる意味処理を支える脳の領域が言語特異であるかどうかを検討した。

4.2 言語間に共通した神経表象

言語間に共通した情報（意味）は，脳内ではどのように表現されるのかについては，Multi-voxel pattern analysis(MVPA)という分析方法を利用して調べられた(Yang, Wang, Bailer, Cherkassky, & Just, 2017a; Zinszer, Anderson, Kang, Wheatley, & Raizada, 2016)。

MVPAにより，ポルトガル語と英語との同意味の単語意味処理に対して共通した脳活動がみられ，それは左中心後回(left post-central gyrus)，縁上回(left supramarginal gyrus: SMG)，左下／上頭頂葉(left inferior-superior parietal lobes: I/SPL)，左下前頭回(left inferior gyrus: IFG)，左上側頭後葉(left posterior superior temporal lobe)での活動であった(Buchweitz et al., 2012)。Correia et al. (2014)は，オランダ語と英語にある動物を表す名詞の処理に共通した領域が左前側頭葉(left anterior temporal lobe: ATL)，左角回(left angular gyrus: AG)，左中心後回の後部，右上側頭溝／回の後部(right posterior superior temporal sulcus/gyrus: STS/STG)，右前島(right anterior insular)，右側頭葉の内側部と両側後頭皮質に位置すると示唆した。Van de Putte, De Baene, Brass, & Duyck (2017)の研究では，フランス語とオランダ語との共通した神経表象を調べ，両側後頭－側頭皮質(bilateral occipito-temporal cortex)，下／中側頭回(inferior and the middle temporal gyrus: ITG/MTG)に位置すると示された。バイリンガル参加者に単語を読ませ(Buchweitz et al., 2012)，聞かせ(Correia et al., 2014)，あるいは話させた(Van de Putte et al., 2017)にも関わらず，単語の意味処理に共通した神経表象を調べる研究

間に一致した結果がみられた。その共通した神経表象は、左下頭頂葉 (left inferior parietal lobe; 角回と縁上回) と左上 / 中側頭葉からなるのかもしれない。これは、Binder, Desai, Graves, & Conant (2009) が神経画像研究 (すなわち、fMRI と PET (positron-emission tomography) 研究) をレビューして示唆した単語の意味処理に関与する領域、すなわち左後頭頂葉 (left posterior parietal lobe), 左外側側頭皮質 (left lateral temporal cortex), 左下前頭回、と一部一致した。しかし、一致しない結果もまだ見られる。

実際の日常生活では、われわれ人間は単語で構成された文を介して情報 (意味) を伝達している (Ingram, 2007)。しかしながら、文レベル意味処理に関する神経表象に対してはまだ議論されていない。一方、Price (2010) が文レベル意味処理に関与する脳領域を調べた研究をレビューし、関与する脳の領域は左側頭回の前部と後部、両側前側頭極 (bilateral anterior temporal poles), 左角回、後帯状 / 楔前部 (precuneus) に位置すると示唆した。われわれの知る限り、MVPA を利用して文レベルで言語間意味処理における共通した神経表象を検討した研究は 1 つしかない: Yang, Wang, Bailer, Cherkassky, & Just (2017b) は、英語文を構成したすべての単語の意味処理に関わる広範囲の脳の領域によって文意味処理予測モデルを作成した。対応するポルトガル語文がチャンスレベル以上に正確に識別されたが、彼らの実験に参加したポルトガル語—英語バイリンガルはポルトガル語文のみに対して理解が求められた。バイリンガルが知っている両言語間の直接識別は行われなかった。また、Yang et al. (2017b) が指摘したように、文と異なり、単語に対して行なわれた MVPA 研究では扱われた単語が網羅した意味のスペースは狭かった。したがって、膨大な意味スペースを網羅する文

レベルで，言語間に共通した神経表象が存在するかどうかを検討することが必要であろう。

文の意味を正確に理解するためには，単語と文節との要素間の関係性を適切に処理する統語処理も必要である (Bookheimer, 2002; Humphries, Binder, Medler, & Liebenthal, 2007)。統語処理を支えるのは，左下前頭回の弁蓋部 (BA 44) であると考えられる (Friederici, 2011; Makuuchi & Friederici, 2013; Newman, Ikuta, & Burns, 2010)。また，文の理解において統語情報が意味情報と統合されるのも必要であり (Marslen-Wilson & Tyler, 1980)，これは左下前頭回の三角部 (BA 45) が果たしている (Friederici, 2011)。それゆえに，統語情報と意味情報に対する統合処理は左下前頭回，BA 44 と BA 45 によって支えられる (Hagoort, 2005, 2014)。しかし，統語情報と意味情報に対する統合処理を支えるのが後側頭皮質であったと示した研究もある (Friederici, 2011, 2012)。議論がまだあるにも関わらず，文の意味処理に共通する神経表象が存在する場合，その共通する神経表象を構成する領域の中でも，統語処理に関与する左下前頭回がみられると仮定できるだろう。それゆえに，本実験では，つぎに，中国語文および日本語文を読むときに行なわれる意味処理を支える神経表象が言語間に共通するかどうかにつき，MVPA を行って検討した。

また，第2章では視覚情報の意味が処理されて言語への変換が求められた。視覚情報を介して伝わる意味に対する処理を支える神経表象は，言語情報の場合と共通するのか。そのため，本実験ではモダリティ間（中国語文，日本語文，写真）での共通した神経表象に関しても検討した。

4.3 方法

4.3.1 参加者

中国語を母語，日本語を第二言語とする中国語—日本語バイリンガル 32 名が参加した。課題を集中して行なっていたかどうかを示す課題の正答率を分析した結果，3 名の参加者の正答率が，いずれかの条件でチャンスレベル（50%）を下回っていた。したがって，この 3 名のデータは行動分析および fMRI 分析から除外した。残りの 29 名の参加者（男性 6 名；平均年齢 = 27.93 歳， $SD = 4.23$ ）が全員右利き（付録 C）であり，神経疾患，精神疾患を患ったことがなかった。fMRI スキャンを行う前に，参加者から署名による承諾を得た。

「外国語学習アンケート」(付録 D)への回答により，参加者は平均 18.03 歳（ $SD = 3.26$ ）から日本語を勉強し始めた。実験に参加するまでに，平均 9.71 年（ $SD = 4.23$ ）日本語を学習しており，平均 4.85 年（ $SD = 2.59$ ）日本に滞在していた。1 人の参加者（日本に 10.25 年間滞在していた）を除き，28 名の参加者は日本語能力試験一級／N1 に合格していた。29 名の参加者のうち，博士課程院生が 8 名，修士課程院生が 13 名，大学学部生が 1 名であり，社会人が 7 名（2 名が博士号を持ち，4 名が修士号を持ち，1 名が学士号を持っていた）であった。

参加者の日本語能力を評価するため，参加者に「日本語に対する自己評価」（付録 E）アンケートへの回答を求めた。このアンケートは，日本国際教育支援協会⁶による「日本語能力試験 Can-do 自己評価リスト（JLPT Can-do）」のうち，「聞く」「話す」「読む」「書く」の各領域に関して 5 問ずつ計 20 問を選別し，作成した。参

⁶ <http://www.jlpt.jp/about/candolist.html>

加者は、このアンケートに7段階（1：非常にそう思わない——7：非常にそう思う）で回答することで、自身の日本語能力を評価した。すべての参加者は、自分は高い日本語能力を持つと評価した（ $M = 6.24$, $SD = 0.58$ ）。

4.3.2 刺激

刺激は写真，中国語文，日本語文それぞれ48ペア，計144ペアから構成されたものであった。

写真（Jouen et al., 2015）は Getty photo database⁷ から集められ，一人あるいは二人の動作主が日常活動（例えば，本を読んでいる，ピアノを弾いているなど）をする様子を表していた（付録Fに参照）。1つの写真ペアは関連する出来事（例えば，1枚目は女の子が石を投げていることを表し，2枚目は女の子がケンケンパをやっていることを表す。），または関連しない出来事（例えば，1枚目は女性と女の子が壁紙を貼っていることを表し，2枚目は女性と女の子がベッドの上で飛び跳ねていることを表す。）を表していた。写真ペアは関連する出来事あるいは関連しない出来事のどちらかしか表さなかった。さらに，各ペアの関連性（関連するあるいは関連しない）と登場人物の数はバランスを取った。

中国語文および日本語文は，写真をもとに作成されたものであり（付録Gに参照），写真で登場する動作主の活動を表わしていた。中国語文がまずに作成され，その後日本語文に訳した。中国語文は主語—述語—目的語の順序に従い，日本語文は主語—目的語—述語の順序に従う。中国語文は平均10.08文字（ $SD = 2.62$ ），日本語文は平均16.33文字（ $SD = 3.38$ ）から構成された。

それゆえに，1つの出来事ペアは3つの異なるモダ

⁷ <https://www.gettyimages.fr/>

リティ，すなわち，写真，中国語文，日本語文によって表されていた。

すべての刺激は刺激セットに分けられ，3つの刺激セット（A，BとC）が作成されており，それぞれ16ペアの写真，16ペアの中国語文，16ペアの日本語文から構成された。写真ペアとその対応する文ペアを同一セッションで提示されないように，刺激ペアが混ぜられた。例えば，16ペアの写真がセットAに割り当てられた場合，この16ペアの写真に対応する16ペアの中国語文と16ペアの日本語文は，それぞれにセットBまたはセットCに割り当てられた。刺激セット間において，刺激ペアの関連性（関連するあるいは関連しない）と登場人物の数はカウンターバランスを取った。

4.3.3 刺激評価

本実験で使われた中国語文および日本語文は写真の内容を説明できたかどうかを評価するため，中国語母語話者と日本語母語話者各10名，計20名が刺激評価に参加した。この20名の参加者は後のfMRI実験に参加しなかった。

参加者に写真と対応する文を同時に提示し（Figure 4.1），その文は写真の中に登場する人物の行動を説明できているかどうかを7段階で評価させた（1：非常に説明できない——7：非常に説明できる；付録H）。

中国語文に対する評価は平均6.51（ $SEM = 0.04$ ）であり（Figure 4.2A），日本語文に対する評価は平均6.69（ $SEM = 0.03$ ）であった（Figure 4.2B）。中国語話者の評価と日本語話者の評価との間には有意な差は認められなかった（ $t(18) = 2.10$ ， $p = 0.29$ ）。中国語文および日本語文が，写真に登場する人物の行動を説明できたと評価された。

4.3.4 単語チェックリスト

写真が表した日常活動が多様であるため、日本語文を構成する単語は幅広い意味を含む可能性があると考えられる。したがって、日本語文を構成する日本語単語の使用頻度を調べた。すべての日本語文は単語(197個)に分割され、各単語の使用頻度に対し、現代日本語書き言葉均衡コーパス(BCCWJ)(National Institute for Japanese Language and Linguistics, 2018)を利用して調べた。「自撮り」という単語以外の単語の使用頻度は、百万語につき0.16から48383.91であった。使用頻度の低い順で30個の単語を選別し、この30個の単語に対応する中国語の解釈を加え、単語チェックリストを作成した(付録I)。

4.3.5 手続き

fMRI スキャンを行う前に、参加者は「単語チェックリスト」へ回答した。リストにある単語の中に分からない単語の意味を想起できるように、参加者に覚えさせた。この操作により、単語の意味が分からないことが文の理解に与える影響を統制できると考えられる。

fMRI スキャンでは、参加者は3つのセッション(刺激セットA, BとC)を受け、セッションの順番は参加者間でカウンターバランスを取った。1セッションは48試行を含め、すべての試行はランダムに呈示された。1試行においては、黄色の注視点と黒い背景に1秒間呈示した後、刺激ペアの1番目の刺激を黒い背景に3秒間呈示し、次にまた黄色の注視点と黒い背景に1秒間呈示したあと、刺激ペアの2番目の刺激を3秒間呈示した。最後に、白色の注視点と選択肢のある判断画面を2秒プラス0, 2, 4, 6秒の変動時間(すなわち、2, 4, 6, 8秒間)で呈示した(Figure 4.3)。参加者に対して、刺激の提示が終わるまでに、写真の試行の場合は写真に登

場する人物の行動のみについて考え続けることを，文の試行の場合はそのまま文を黙読し続けることを，それぞれ教示した。また，判断画面が呈示された後，刺激ペアの関連性（関連するあるいは関連しない）につき，右手の人差し指または中指でボタンを押すことにより，できるだけ早く判断することも参加者に教示した。判断画面は参加者が判断した後すぐに消えなかった。選択肢は指と対応するように配置された：左下部が人差し指に対応し，右下部が中指に対応した。選択肢の配置は刺激間カウンターバランスを取った。

4.3.6 fMRI 取得

構造および機能画像は，北海道大学脳科学研究教育センターに設置されている Siemens Prisma 3.0T scannerにより取得された。全脳の機能画像は T2* EPI sequenceを用いて取得された（TR = 2000ms, TE = 30ms, voxel size = 2×2×3.5mm, flip angle = 90°）。1セッションにつき 318 ボリュームを取得した。機能画像を撮像後，全脳の構造画像が T1 MPRAGE sequenceを用いて撮像された（TR = 2300ms, TE = 2.41ms, TI = 900ms, FOV = 256×256mm, flip angle = 8°）。

4.3.7 fMRI データ前処理

fMRI データの処理と分析は MATLAB 環境における SPM12 ソフトウェア（Wellcome Department of cognitive Neurology, London, UK）により行われた。動きアーチファクトを最小限にするため，各セッションの最初の 3 スキャンのデータは分析から除外された。機能画像に対しては，頭部の位置とスライス取得時間が補正された後，ボクセルサイズを変えずに，Montreal Neurological Institute（MNI）標準脳テンプレートへボクセルの位置を合わせる空間的標準化が行なわれ

た。コントラスト分析では，標準化された画像は，空間的ノイズを減らすため， $6 \times 6 \times 6$ mm 半値幅 (full-width-half-maximum) のガウシアンカーネルフィルタによって空間平滑化が行なわれた。MVPA では，個々のボクセルの予測能力が下がらないように，空間平滑化が行われなかった。

4.3.8 fMRI データ分析

4.3.8.1 特異な神経表象：コントラスト

SPM12 に実装されている一般線形モデル (GLM) (Friston et al., 1995) を用い，個人内と個人間の統計分析を行った。個人内モデルには，3つのモダリティ (日本語文，中国語文，写真)，刺激ペア間の2種の関連性 (関連する，関連しない) に対するそれぞれの独立回帰子と，3つのモダリティと2種の関連性に関する回帰子を含めた。すべての回帰子は，各試行の意味情報を反映し，血液動態反応機能 (hemodynamic response function; HRF) に畳み込まれた。各独立回帰子と関連する BOLD の変化が予測された。文，写真，および刺激ペア間の関連性それぞれの処理による BOLD の変化を引き出すためにコントラストを行った。

個人間分析を行うため，グループ t 検定を用い，各コントラスト画像はさらに second-level random effects model によって処理された。文，写真，および刺激ペア間の関連性それぞれの処理による BOLD のグループ変化を，クラスターレベル ($K_e = 15$) で $p < 0.05$ のファミリーワイズエラー (family wise error; FWE) 閾値によって導出した。

4.3.8.2 共通した神経表象：Searchlight MVPA

LIBSVM (Chang & Lin, 2011) に装着された

searchlight 方法 (Kriegeskorte et al., 2006) および SVM (support vector machine) classifier を用い、文の意味処理における言語間およびモダリティ間に共通した神経表象を調べた。文の意味の特徴を表す神経表象の多数のパターンを明らかにするため、searchlight 球の半径は 9 mm に設定された。Classifier は関連する出来事と関連しない出来事それぞれに結び付ける神経パターンを識別できるようにトレーニングされた。2 種類の識別分析は行われた。

1 つ目は、言語 / モダリティ内識別：1) 中国語文試行のみ、2) 日本語文試行のみ、3) 写真試行のみであった。この識別を行うため、leave-one-out という手法を用いた：classifier に 3 セッションのうち 2 セッションのデータを用いてトレーニングさせ、残された 1 セッションのデータでテストさせた (Figure 4.4A)。すべてのセッションを 1 回ずつテストデータとして識別が行われ、3 回繰り返し識別正確度の平均値を取った。

2 つ目は、言語 / モダリティ間識別：4) 中国語文 vs. 日本語文、5) 中国語文 vs. 写真、6) 日本語文 vs. 写真であった。この識別は交差検証 (cross-classification) という手法で行われた：classifier に 1 つの言語 / モダリティに対応する 3 セッションのすべてのデータをトレーニングデータとしてトレーニングさせ、残された言語 / モダリティそれぞれに対応する 3 セッションのすべてのデータを用いてテストさせた (Figure 4.4B)。1 つの言語 / モダリティに対応するデータを 1 回テストデータとして行われ、2 回繰り返し識別正確度の平均値を取った。

グループ分析を行うため、言語 / モダリティ内および言語 / モダリティ間における識別正確度は、29 名の参加者間において平均値が求められ、関連性判断の平均正確度 (accuracy at chance = 50%) との比較とし

て一標本 t 検定が行なわれた。言語／モダリティ内および言語／モダリティ間での意味処理に共通した領域は、クラスターレベル ($K_e \geq 10$) の FWE 閾値 ($p < 0.05$) で導出された。

頑丈な (robust) MVPA 結果を出すため、統計的マップは、MatlabTFCE パッケージ⁸によって分析され、a maximal permuted statistic correction technique (Nichols & Holmes, 2001) と組み合わせた TFCE 方法 (threshold free cluster enhancement; Smith & Nichols, 2009) によって補正された。ランダムイゼーション検定の方法として 1 万回の置換、および片側補正クラスター閾値 ($p < 0.05$) が用いられた (Wurm & Caramazza, 2019)。

4.3.8.3 共通した神経表象：関心領域 (ROI) 分析

文の処理に一般的に関与すると考えられる領域の効果を調べるため、関心領域分析も行なわれた。関心領域は Jouen et al. (2015) の研究に基づいて選択された。Jouen et al. (2015) はモノリンガルを対象とし、出来事を表す文と写真の意味処理に共通した領域を conjunction 分析を行った。彼らが報告した領域から、BA 22 (上側頭回)、BA 39 (角回)、BA 45 (下前頭回の三角部) を選択した。また、BA 40 (縁上回、BA 39 の隣接領域) と BA 44 (下前頭回の弁蓋部、BA 45 の隣接領域) も選択した。これらの領域は、Wernicke 領域 (BA 39, 40) と Broca 領域 (BA 44, 45) として知られている古典的な言語領域を構成した (Catani et al., 2005; Hagoort, 2017)。文が意味刺激として処理されたことを確保するため、視覚処理に関わるとされる BA 17 (一次視覚野) は比較のためのコントロール領域として選

⁸ <https://github.com/markallenthornton/MatlabTFCE>

択された。

4.4 結果

4.4.1 行動結果

刺激ペア間の関連性判断について正答率を求めたところ、中国語文、日本語文、写真それぞれに対する平均正答率は92% ($SEM = 0.01$), 92% ($SEM = 0.01$), 93% ($SEM = 0.01$)であった (Figure 4.5A)。中国語文、日本語文、写真によって正答率に差があるかどうかを調べるため、分散分析を行った。その結果、有意差はなかった ($F(2, 56) = 0.56$, $p = 0.58$, $\eta_p^2 = 0.02$)。

関連性の判断における平均反応時間は、中国語文、日本語文、写真それぞれ平均1.00s ($SEM = 0.04$), 1.06s ($SEM = 0.04$), 0.94s ($SEM = 0.03$)であった (Figure 4.5B)。平均反応時間に対しても分散分析を行ったところ、有意な差がみられた ($F(2, 56) = 28.51$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.50$)。多重比較の結果、写真に対する反応時間が最も短く、次いで中国語文、日本語文の順に反応が速いことが示された。

モダリティによらず関連性判断の正答率につき、関連する刺激ペアに対する平均正答率は92% ($SEM = 0.01$)、関連しない刺激ペアに対しては93% ($SEM = 0.02$)であった (Figure 4.6A)。関連性による差があるかどうかを調べるため、 t 検定を行った。その結果、有意差はなかった ($t(56) = -0.47$, $p = 0.64$)。平均反応時間の場合、関連する刺激ペアに対しては1.00s ($SEM = 0.04$)であり、関連しない刺激ペアに対しては1.00s ($SEM = 0.04$)であった (Figure 4.6B)。関連性による平均反応時間の差を調べた結果、有意差はなかった ($t(56) = 0.03$, $p = 0.97$)。

スキヤンの前に行った「単語チェックリスト」の回答

についても確認した。その結果，参加者は30個の単語の中で，平均19.93個（ $SEM = 0.73$ ）の単語の意味を知っていると回答したことが確認された。

最後に，正答率，反応時間が第二言語能力（日本語能力）と関連しているかどうかを調べるため，第二言語での正答率，反応時間と，自己評価，日本語の学習開始年齢，学習年数，日本での滞在年数との相関を調べた。その結果，正答率は自己評価と学習開始年齢との相関がみられた（ $r = 0.38$, $p < 0.05$; $r = -0.38$, $p < 0.05$ ）。自分の日本語能力をより高く評価する参加者は，刺激の関連性判断に対する回答がより正確であった。また，学習開始年齢が低いほど，刺激への正答率がより正確であった。反応時間は上記の変数との間には相関は見られなかった（ $rs \leq 0.28$, $ps \geq 0.14$ ）。

4.4.2 fMRI 結果

4.4.2.1 特異神経表象

モダリティごとの意味処理に関わる安定した脳活動領域を示すため，全脳活動に対する voxel-based コントラスト分析（ $p < 0.05$, FWE, $Ke \geq 15$ ）を行った。つぎに，言語特異な脳活動領域（ $p < 0.05$, FWE, $Ke \geq 5$ ），および2つの意味（関連する／関連しない）を表す概念表象に関わる特異な脳活動領域（ $p < 0.05$, FWE, $Ke \geq 5$ ）に対してもコントラスト分析した。

4.4.2.1.1 中国語

中国語文の意味処理に対しては，前頭葉から，側頭葉，後頭葉，頭頂葉に渡る左半球優勢の脳活動が確認された（Figure 4.7, Table 4.1）。左半球において，2つの広範なクラスターが確認された。1つは中心前回（BA6）および補足運動野（BA6）から下前頭回の弁蓋部（BA44）まで広がるクラスターであり，もう1つは下後頭回の

外側（BA18）から内側にある紡錘状回（BA37）まで広がるクラスターであった。中側頭回（BA21, BA22），上頭頂回（BA7）でもクラスターが確認された。また，内側にある島（BA47）での活動もみられた。右半球においては，紡錘状回（BA37）から舌状回（BA18），鳥距皮質（BA17）まで広がるクラスターと，中側頭回（BA20）と下頭頂回の三角部における活動が確認された。

4.4.2.1.2 日本語

日本語文の意味処理に対しても，中国語文と類似する左半球優勢の脳活動が確認された（Figure 4.7, Table 4.2）。左半球において，2つの広範なクラスターが確認された。1つは，下後頭回（BA18）から紡錘状回（BA37）までのクラスターであり，もう1つは中心前回（BA6）および補足運動野（BA6）から下前頭回の弁蓋部（BA44）までのクラスターであった。また，上頭頂回（BA7）から中側頭回（BA19）までのクラスター，中側頭回（BA21, BA22）でのクラスターも確認された。さらに，内側にある視床と果核での活動もみられた。右半球では，下後頭回（BA19）から，舌状回（BA18），鳥距皮質（BA17）までのクラスター，角回（BA7）から中後頭回（BA19）までのクラスター，下頭頂回の三角部での活動がみられた。

4.4.2.1.3 写真

写真の意味処理に対しては，両半球に渡るより広範な脳活動が確認された（Figure 4.7, Table 4.3）。左半球においては，補足運動野の内側（BA32）および中心前回（BA6）から下前頭回の三角部および弁蓋部（BA44）まで広がるクラスター，内側にある島（BA47），および中心後回での活動がみられた。右半球においては，内側にある海馬から左の紡錘状回まで広がる広範囲のクラスター，中心前回（BA6）から下前頭回の三角部までのクラスター，上側頭極（BA38）から上側頭回（BA22）を

経て，中側頭回（BA21）まで至るクラスターがみられた。

中国語文，日本語文，写真それぞれのモダリティにおける意味処理を支える安定した神経表象の間に，共通性が存在すると示す。この中から共通した神経表象を確認することができると考えられる。

4.4.2.1.4 日本語文＞中国語文

日本語文に特異な脳の領域に対しては，左半球優勢がみられた（Figure 4.8A, Table 4.4A）。それは，左半球後部にある鳥距皮質（BA 17），舌状回（BA 18）から構成された広い領域，および左半球前部にある中心前回（BA 6），下前頭回，下前頭回の弁蓋部，補足運動野（BA 6）からなる領域であった。また，右鳥距皮質（BA 17）での特異的な活動も見られた。

4.4.2.1.5 中国語文＞日本語文

中国語文と日本語文とのコントラストを行い，中国語文に特異的な脳の領域がみられた（Figure 4.8B, Table 4.4B）。中国語文に特異な領域は，主に右半球の縁上回（BA 40），角回（BA 39）から中側頭回（BA 37, 22）まで広がる領域であった。また，左下頭頂回（BA 39），前帯状回（BA 10, 24）での特異的な活動も見られた。日本語，中国語それぞれ特異な神経表象の存在が確認された。

4.4.2.1.6 関連する＞関連しない

中国語，日本語，写真モダリティを問わず，出来事の関連性処理，すなわち関連するという意味処理に関与する脳活動と，関連しないという意味処理に関与する脳活動を比較した。関連するという意味処理に関与する特異的な脳の領域は，左下頭頂回（BA 40），右縁上回，右中後頭回（BA 19）であった（Figure 4.9A, Table 4.5A）。

4.4.2.1.7 関連しない＞関連する

関連しないという意味処理に関与する特異的な脳の

領域は、左鳥距皮質(BA 18)のみであった(Figure 4.9B, Table 4.5B)。異なる概念処理を支える神経表象は特異であることが示された。

4.4.2.2 共通した神経表象：Searchlight MVPA

言語／モダリティ内および言語／モダリティ間それぞれにおいて、意味処理に関わる神経表象を検討するため、識別正確度チャンスレベルを50%に設定し、クラスターレベルでの脳の領域が導出された($p < 0.05$, FWE, $K_e \geq 10$)。

4.4.2.2.1 言語／モダリティ内

Figure 4.10A と Table 4.6A は、中国語文の意味処理に対してチャンスレベル以上の有意な識別正確度を示している。それは左中後頭回(BA 19)まで広がる左角回(BA 39)であった。日本語文に対してはチャンスレベル以上の有意な識別正確度を示す領域は確認されなかった。

写真の意味処理に対して有意な識別正確度を示した領域は、左角回(BA 39)から楔状部(BA 18/19)、楔前部(BA 5)、舌状回(BA 17/19)に広がる左頭頂―後頭領域、左中前頭回(BA 46)、および右中後頭回(BA 19)から上後頭回(BA 7)、楔前部(BA 7)まで広がる領域であった(Figure 4.10B; Table 4.6B)。

4.4.2.2.2 言語／モダリティ間

言語間(中国語文 vs. 日本語文)意味処理に対して有意な識別正確度を示した領域は、左縁上回(BA 40)から角回(BA 39)に広がる左下頭頂回、および左中心前回(BA 44)から左下前頭回の三角部(BA 45)まで広がる領域であった(Figure 4.10C; Table 4.7A)。

モダリティ間(日本語文 vs. 写真)に対して有意な識別正確度を示したのは、左縁上回(BA 40)から角回(BA 39)まで広がる左下頭頂回であった(Figure

4.10D; Table 4.7B)。中国語文 vs. 写真に対してはチャンスレベル以上の有意な識別正確度を示す領域は確認されなかった。

TFCE 補正を行い，言語／モダリティ内および言語／モダリティ間においてもチャンスレベル以上の有意な識別正確度を示した領域は確認された。写真に対しては，両側頭頂―後頭領域において有意な識別正確度が確認された (Figure 4.11A)。MVPA 結果と比べて領域範囲が小さかったが，言語間に対して左下頭頂回と左下前頭回において有意な識別正確度は確認された (Figure 4.11B)。その一方，中国語文またはモダリティ間 (日本語文 vs. 写真) に対しては有意な識別正確度を示した領域は確認されなかった。

4.4.2.3 共通した神経表象：関心領域 (ROI)

各関心領域においてチャンスレベル (50%) との 1 標本 t 検定を行い，言語／モダリティ内および言語／モダリティ間それぞれにおいて意味処理に関わる神経表象を調べた。

4.4.2.3.1 言語／モダリティ内

中国語文の意味処理に対しては，左 BA22 と BA 45 での有意な識別正確度が示された。日本語文に対して左 BA 40，右 BA 22 と右 BA39 では有意な識別正確度がみられた。写真に対しては，両側 BA 22/ 39/ 40，右 BA 39，左 BA 17 での有意な識別正確度が確認された (Figure 4.12; Table 4.8)。

4.4.2.3.2 言語／モダリティ間

言語間意味処理に対しては，両側 BA 44，左 BA 39/ 40/ 45 での有意な識別正確度が確認された。モダリティ間 (日本語文 vs. 写真) に対して左 BA 39/ 40，右 BA 45 では有意な識別正確度がみられた。中国語文 vs. 写真に対しては有意な識別正確度を示した領域が確認さ

れた。それは両側 BA 39/40 であった (Figure 4.12; Table 4.9)。

Searchlight MVPA 分析では，確認されなかった日本語文および中国語 vs. 写真における識別された脳の領域は，ROI 分析によって確認された。

4.5 考察

本実験では，中国語－日本語バイリンガルを対象として fMRI 実験を行い，まず，バイリンガルの言語使用における，いわゆる意味処理を支える神経表象が言語による特異であるかどうかにつき，コントラスト分析（差分法）を行って検討した。日本語文に特異な処理領域は左半球優勢であり，一方，中国語文に特異な処理領域は右半球優勢であることは示された。

つぎに，バイリンガルの意味処理を支える神経表象が言語間に共通するかどうかにつき，MVPA 分析を行って検討した。言語間に共通した神経表象が存在することを示唆した。それは，左縁上回から角回まで広がる左下頭頂回，および左下前頭回の弁蓋部と三角部からなるシステムであった。また，モダリティ間にも共通した神経表象が存在し，それが左縁上回と角回からなる左下頭頂回であることを示唆した。

4.5.1 特異神経表象

4.5.1.1 言語特異神経表象

本実験では，バイリンガルの意味処理を支える神経表象は言語による特異であることが確認された。日本語の意味処理に特異な神経表象は左半球優勢であり，中国語の意味処理に特異な神経表象は右半球優勢であった。それぞれ特異な神経領域は，各言語の文字処理に

深く関わる領域であるため，本実験で確認された言語特異神経表象は言語表記の特性を表しているものであると示唆できる。

まず，日本語に特異な神経領域について述べる。日本語文意味処理に特異的な領域は主に左半球にみられた。それは，鳥距皮質，舌状回が構成された後部にある領域と，中心前回，下前頭回，補足運動野が構成された前部にある領域との2つの領域であった。

本実験では，言語の意味処理が求められた。言語処理に深く関わる Broca 領域のみではなく，ある特定の言語処理を行うため，ほかの領域との共同作業が必要である。日本語の意味処理には，左下前頭言語ネットワーク，すなわち Broca 領域の関与のほか，Broca 領域の一部と示唆されている中心前回（BA 6），下前頭回，補足運動野（BA 6）の関与も確認された。これらの領域は，Broca 領域とともに意味情報の抽出と unification operation を行う（Hagoort, 2005, 2014, 2017）と考えられるが，母語（中国語）の意味処理では以上の領域がみられなかった。母語の意味処理は自動的で処理負担が少ないと考えられる。一方，第二言語の場合は，いくら第二言語が熟達であっても意味に関する処理が完全に自動的に行われず，意味情報の抽出と統合が求められる。したがって，BA 6 に含まれる中心前回，下前頭回，補足運動野の関与が必要となる。BA 6 が日本語に特異な領域ではなく，第二言語意味処理に特異な神経領域であるとの可能性が考えられるだろう。

日本語に対して，左後頭葉にある広範な鳥距皮質（BA 17），舌状回（BA 18），および右鳥距皮質（BA 17）での特異な活動もみられた。これらの領域は文字処理に深く関わる領域である。文字を読むとき，ここでは最初の文字識別段階となり，文字断片（letter fragments）に対応する特徴が抽出された後，文字特徴と結合される

文字に対する一連の処理が行われる (Dehaene et al., 2005)。しかし、これらの領域は日本語や英語などの音節文字ではなく、視覚情報を重要視となる中国語の読みに重要であると示された (Nakamura et al., 2005; Price, 2000)。一方、日本語と中国語の読みにともに関与する領域の中、鳥距皮質を中心とする左後頭領域があるとも示された (Huang, Itoh, Kwee, & Nakada, 2012)。

日本語表記は、中国から渡来した漢字および音節を表す仮名からなる。漢字および仮名の処理に関与する領域は類似するが、それぞれのみに関与する領域も存在する (Ha Duy Thuy et al., 2004; Ino, Nakai, Azuma, Kimura, & Fukuyama, 2009)。そして、漢字に対してはわずかに右優勢であり、仮名に対しては後頭領域での活動がより多かった。本実験では日本語のみに後頭領域での関与がみられた。このことは、これらの領域が日本語と中国語との表記の異なること、すなわち仮名の処理を支えることを示唆するだろう。日本語特異的な処理ネットワークにおける鳥距皮質を中心とする後頭領域は、日本語の仮名を処理する領域であるとし唆する。

つぎに、中国語に特異な神経領域について述べる。中国語文意味処理に特異的な領域は右半球優勢であり、主に右縁上回、角回から中側頭回まで広がる領域であった。

中国語を読むとき、右半球の関与がよく報告されている (Huang et al., 2012)。本実験では、その中の1つ、すなわち右中側頭回が中国語に特異な領域であることが確認された。日本語の仮名と漢字の処理にともに関与する領域は左前頭一側頭接合部、左下頭頂皮質と左後頭一側頭皮質であるが、漢字の処理に対しては右下側頭回と右中側頭回の関与が必要である

(Nakamura et al., 2005)。日本語の漢字とほぼ同様である中国語漢字表記に対して、右中側頭回 (BA37, 22) の活動がみられた。これは、右中側頭回が漢字処理に深く関わりと考えられるだろう。また、左後頭側頭に存在する文字処理に関与する領域、すなわち左上側頭、前側頭、下前頭領域を繋ぐネットワークとなる the visual word form area (VWFA) では文字処理が行われている (Bouhali et al., 2014)。本実験ではこのネットワークの homology 領域、右中側頭 (BA37, 22) と右上側頭 (BA22) が中国語の処理に関与することが確認された。したがって、仮名とアルファベットと異なり、中国語の文字処理に対して VWFA の homology 領域の関与が必要であると示唆できるだろう。

もう 1 つ確認された中国語に特異な神経領域は右縁上回と角回からなる領域であった。中国語の文字処理において視空間処理が求められる。そのため、右縁上回と角回の関与が不可欠である (Tan et al., 2001)。本実験では、右縁上回と角回が中国語文字処理における役割を再確認し、中国語に特異な神経表象として示唆する。

また、左下頭頂回 (BA39)、すなわち左角回も中国語に特異な神経領域として確認された。左角回は下頭頂回にある領域であり、視覚情報を処理する後頭領域や Wernicke 領域と考えられる上側頭回とも隣接している。処理された視覚情報はここで、意味情報と統合され、中国語で伝わった意味を抽出して理解が行われるのかもしれない。

以上を踏まえ、日本語と中国語に特異な神経領域は、文字処理に深く関わる領域であると考えられる。文の意味処理を行う過程においてみられた言語特異な神経表象は、情報 (意味) のモダリティ、すなわち言語それぞれの特性を表しているだろう。

4.5.1.2 概念特異神経表象

本実験では，モダリティを問わずに「関連する」と「関連しない」との2つの異なる概念に対する神経表象も特異であることが確認された。「関連する」という概念に特異な神経表象は両側縁上回と右中後頭回であり，「関連しない」概念に特異な神経表象は左鳥距皮質のみであった。関連するという概念と比べ，関連しない概念に関与する脳の領域はより集約されて小さかった。このことは，関連する概念の処理において認知的な負担がより大きいとの可能性を示唆する。

本実験では，刺激を介して表わされる人間の行動に関する意味を理解した後，出来事の関連性判断（関連する，関連しない）を求めた。人間は人間同士の間および外部世界との連続した交流が求められる世界に生きる（Hari & Kujala, 2009）。このダイナミックの世界に起こることを理解して未来への計画を立てるため，起きていることはどのようなことなのかが重要である。特に，起きていることから逸脱したことを素早く見つけて危険かどうかを判断し，逃げたり戦ったりというような次の行動をとる場合である。したがって，出来事が関連しないとの判断が自動的であると考えられる。関連しない概念に関与する脳の領域が小さいということは，処理が自動的であることを示す。また，出来事が関連しないとの判断がより迅速であるとも考えられる。行動分析により，判断時間には2つの概念による差異がみられなかったが，関連しない概念に対する判断の正答率がより高かった。本実験で提示された刺激は日常的に常にある出来事を表すものであったため，より判断しやすいかもしれない。さらに，「関連しない」概念に特異な神経表象は左鳥距皮質のみであると確認された。鳥距皮質は一次視覚野の一部として視覚情報処

理を行う。逸脱したことに対する検索は，認知負担の少ない浅い情報処理段階で済ませると考えられるだろう。

一方，「関連する」概念に特異な神経表象は両側縁上回と右中後頭回であると確認された。関連しないような逸脱したことへの素早く判断と異なり，出来事が関連すると正確に判断するため，出来事が表す意味を処理して理解するという非自動化処理が行われる。縁上回は意味処理に重要な役割を果たす領域である (Stoeckel, Gough, Watkins, & Devlin, 2009)。そのため，意味処理に関わる縁上回での関与が必要であると考えられる。また，本実験では人間の行動に基づく意味処理が求められた。他人の行動，運動を観察または理解する際，ミラーニューロンシステムが喚起されるため，関わる諸領域での関与はみられる。下頭頂葉は人間のミラーニューロンシステムに寄与する領域であると示された (Hari & Kujala, 2009; Iacoboni & Dapretto, 2006)。縁上回は下頭頂葉の一部として，ミラーニューロンシステムの役割を果たすと考えられる。したがって，縁上回は関連する出来事の処理に特異的に関与する必要があるだろう。

関連しない概念への素早く処理と異なり，関連する概念への処理を行うため，意味処理を支える神経領域のさらなる関与が必要であり，関連する概念特異な神経表象の構成はより大きいことを示唆する。

4.5.2 共通した神経表象

4.5.2.1 言語間

本実験では，MVPA 分析を行い，バイリンガルの意味処理を支える神経表象は言語間に共通することが示された。単語レベルにおいて MVPA 研究間で一貫した神経表象は確認されていないが (Buchweitz et al., 2012;

Correia et al., 2014; Van de Putte et al., 2017), 意味処理に対しては言語間に共通した神経表象は左側頭一頭頂結合領域で担われている可能性があると考えられる。実際に, 参加者に出来事を表す文あるいは写真を呈示されたとき, これらの領域での活性化がみられた(Jouen et al., 2015)。本実験では, 言語間における文の意味処理に対して左下頭頂回, すなわち角回(BA 39)と縁上回(BA 40)での有意な識別正確度が確認された。そのため, 処理水準(単語あるいは文)に関わらず, 言語意味処理に対する左角回と縁上回の役割が示唆された。

まずは, 言語意味処理における左下頭頂回の関与について述べる。左角回は左下頭頂回を構成する一部の領域である。言語の意味は, 文字あるいは音声のような記号によって表され, 伝達される。また, これらの記号が組み合わせられることで単語または文の意味が表される。初期段階では処理がそれぞれであるが, 文を理解するために視覚および聴覚情報が意味にマップされなければならない(Humphries et al., 2007)。それゆえに, 理解のため, 視覚および聴覚意味処理を支えるパースウエーが左角回(Bemis & Pylkkänen, 2013)で集約(converge)する。また, 単語, 特に文を介して伝わった意味を正確に理解するため, さらなる一連の意味処理が左角回において行われる必要がある(Humphries et al., 2007)。最も重要な処理は, 既存の知識を確かめながら新たに入力された情報を調整することである。この操作は, 貯蔵された事物や出来事に関する知識を引き出すことによって左角回において行われるかもしれない(Binder & Desai, 2011; Binder et al., 2009; Noonan, Jefferies, Visser, & Lambon Ralph, 2013)。それから, 単語意味の判断すること(Bonner, Peelle, Cook, & Grossman, 2013)や命名すること, 読むこと

(Seghier, Fagan, & Price, 2010)などが行われる。個々の単語の意味を構成することにより、文は理解される(Pallier, Devauchelle, & Dehaene, 2011)。本実験は意味処理において左角回の重要性を再確認し、言語または処理水準にも関わらず、意味処理につき左角回の重要性を示唆した。また、本実験で提示された文は、時空間交互に作用する出来事を表した。したがって、出来事に関する意味を処理する過程において左角回が不可欠であることも示唆された(Baldassano et al., 2017; Binder & Desai, 2011; Jouen et al., 2015; Seghier, 2013)。

左縁上回は左角回の前部と隣接し、下頭頂回を構成する。本実験では、言語間意味処理に対して左縁上回での有意な識別正確度が確認された。この領域は、音韻処理、例えば、音韻再認、音韻制御、音韻産出などを支えると考えられている(Booth et al., 2004; Prabhakaran, Blumstein, Myers, Hutchison, & Britton, 2006)。左縁上回は単語再認において音韻情報に優先的に寄与するかもしれないと主張された。一方、縁上回は意味処理にも重要な役割を果たすという主張もある(Stoeckel et al., 2009)。特に、視覚情報と関連する意味に対する再認が求められるリーディングの場合である(Sliwinska, Khadilkar, Campbell-Ratcliffe, Quevenco, & Devlin, 2012)。さらに、単語を再認するため、縁上回の後部では、語彙および語彙以外(sublexical)の手掛かりが結合され(Oberhuber et al., 2016)、正字(orthography)から音韻にマップされる過程に語彙音韻検索をコントロールされ(Price, 2018)、角回で処理された意味が結合される(H. Lee et al., 2007)。単語からなる文の意味処理においては、語彙手掛かりと意味との連続的連結が求めると考えられる。したがって、本実験の結果は、言語意味処理にお

いて縁上回の関与が必要であるという主張を支持した。特に文のような高次的なレベルでの意味処理が求められる場合、左角回だけではなく、縁上回との連携が必要であると示唆する。

つぎに、言語意味処理における左下前頭回の関与について述べる。単語レベルにおいての MVPA 研究と異なり、本実験では左下前頭回、すなわち左下前頭回の弁蓋部と三角部での有意な識別正確度が確認された。左下前頭回の弁蓋部と三角部は、古典的な言語領域、Broca 領域を構成する領域である。Broca 領域は言語産出だけではなく、多様な言語機能を果たしているかもしれない (Geschwind, 1970; Kim, Relkin, Lee, & Hirsch, 1997)。その 1 つは、言語実行コントロールである。相対的にシンプルな処理以外、関連性判断課題を達成するため、この実験に参加する参加者は二番目の刺激を処理するとき一番目の刺激の意味を保持することが求められた。また、意味を正確に理解できるため、語彙検索や既存知識との照合などの処理も求められた。これらの実行は Broca 領域によって命じられると考えられている (Devlin, Matthews, & Rushworth, 2003; Noonan et al., 2013; Ralph, Jefferies, Patterson, & Rogers, 2017; Whitney, Kirk, O' Sullivan, Lambon Ralph, & Jefferies, 2011)。

Broca 領域のもう 1 つの役割は統語処理である (Caplan, 2006; Friederici, 2011; Grodzinsky & Santi, 2008)。特に BA 44 は、意味決定のため決定的な手掛かりを提供し (Humphries et al., 2007)、その中核になる領域であると認められている (Friederici, 2011, 2012)。予測どおりに、この領域での活動は本実験でも見られた。これは先行研究との食い違いを説明でき、文の理解における統語処理の重要性を示されるだろう。単語や文節による構成される文の構造情報が

分析されて意味情報とマッピングされることにより、統合情報がデコードされ、文の意味を決定できる (Bookheimer, 2002; Friederici, 2011)。意味決定においては、BA 44 が統語処理に優先的な寄与のため、意味処理を支えると考えられる BA 45 (Friederici, 2011) との関わり合いが必要であろう。本実験の結果により、Broca 領域では統語情報と意味情報との結合処理が行われると示唆できるだろう (Hagoort, 2005, 2014)。この処理では、統語的なワーキングメモリも求められている (Fiebach, Schleewsky, Lohmann, Von Cramon, & Friederici, 2005; Makuuchi & Friederici, 2013)。これも Broca 領域のもう 1 つの役割であると考えられている。本実験で行われた言語の高次的な意味処理においては、意味処理のほか、実行コントロールと統語処理も文を理解するために求められる。それゆえに、Broca 領域の関与は考えられるだろう。

さらに、本実験でみられた Broca 領域はより中心前回 (BA 6) の腹側部に広がった。Hagoort (2005, 2014) が示唆したとおり、BA 47 や BA 6 などの隣接領域も言語処理に関与するため、左下前頭回にある BA 44, BA 45, BA 47 と BA 6 が Broca 領域と呼ぶのはもっと妥当であろう。本実験の結果は Hagoort の仮定を支持した。同様に、本実験の結果は行動を表す文に対する理解においても (Hauk, Johnsrude, & Pulvermüller, 2004; Hauk & Pulvermüller, 2011; Jouen et al., 2015)、発話理解においても (Cheung, Hamilton, Johnson, & Chang, 2016; Hickok & Poeppel, 2004, 2007)、運動関連システム (BA 6) が関与することを示した。本実験の結果は、高次的なレベルでの言語意味処理が求められる場合、左下前頭回の関与が不可欠であることを示唆する。

さらに、Broca 領域は、上縦束 (superior longitudinal fasciculus) を介して左角回と縁上回と

繋がられている。したがって、高次的な言語意味処理に関わる神経表象は左下頭頂回および左下前頭回に位置することが考えられるだろう。

4.5.2.2 モダリティ間

本実験では、意味処理を支える神経表象はモダリティ間にも共通することが示された。意味処理に対してモダリティ間（中国語文 vs. 日本語文，日本語文 vs. 写真，中国語 vs. 写真）に有意な識別正確度を示したのは左下頭頂回，すなわち左角回と縁上回であった。

Damasio（1989）と Meyer & Damasio（2009）が convergence zone という仮説を提案した。彼らの仮説によると、異なる事物や出来事に関する特徴、または異なる感覚システムによって伝わった情報が convergence zone というところで結合され、処理される。また、特徴あるいは情報は、特徴あるいは情報の意味に対する処理であると考えられている（Mahon & Caramazza, 2008）。本実験では、モダリティに独立した共通神経表象(modality-independent common neural representation)が存在するとの結果が確認され、彼らの仮説を支持した。

Convergence zoneを支える神経システムに対しては議論し続けられているにも関わらず、側頭―頭頂領域が関与するという知見がある程度研究間に一貫している（Jefferies, 2013; Jouen et al., 2015; Simanova, Hagoort, Oostenveld, & Van Gerven, 2014; Wurm & Caramazza, 2019）。特に、多様なモダリティから抽象的なあるいは図式化概念をコード化する高次結合処理においては、下頭頂葉、腹側／外側側頭葉が関与すると仮定されている（Binder & Desai, 2011; Simanova et al., 2014）。本実験では、高次的な文レベルでの意味処理が行なわれた。流暢な概念組み合わせが求められ

る文の理解においては，複雑な情報に対する高次結合処理は要求されると考えられる。それゆえに，言語またはほかのモダリティから入力された多様な情報は，左下頭頂回では convergence zone に貯蔵された知識と結合される必要がある (Binder & Desai, 2011; Binder et al., 2009; Bonner et al., 2013; Lau, Phillips, & Poeppel, 2008; Seghier, 2013)。以上を踏まえ，本実験は左下頭頂回が高次意味処理に対する modality-independent convergence zone であると示唆できるだろう。

4.6 結論

本実験は中国語－日本語バイリンガルを対象とし，まず，コントラスト分析を行い，言語意味処理における言語特異な神経表象，すなわち日本語に特異な処理領域は左半球優勢であり，中国語に特異な処理領域は右半球優勢であることが示された。つぎに MVPA 分析を行い，文の意味処理に対して言語間に共通した神経表象が存在するのか，また，この神経表象がモダリティ間にも存在するかにつき検討した。その結果，文の意味処理に対して言語間に共通した神経表象が存在し，それは左下頭頂回 (BA 39/40) および左下前頭回 (BA 44/45) に位置すると示唆した。さらに，左下前頭回は高次意味処理に対する modality-independent convergence zone であるとも示唆した。

Table 4.1 Activation for Chinese sentence semantic processing.

	Voxels	BA	T	MNI		
				x	y	z
L precentral gyrus	263	6	14.74	-42	2	47
L opercularis inferior frontal gyrus			12.04	-45	17	23
L opercularis inferior frontal gyrus		44	11.96	-45	5	29
L inferior occipital gyrus	565	18	14.37	-15	-94	-7
L fusiform gyrus		37	14.01	-45	-55	-16
L inferior occipital gyrus		18	13.21	-24	-94	-7
L supplementary motor area	204	6	12.36	-3	2	62
L supplementary motor area			11.81	-3	8	53
R middle cingulum gyrus			6.19	9	20	44
L middle temporal gyrus	132	21	11.37	-54	-49	8
L middle temporal gyrus		22	10.35	-57	-37	5
L insula	32	47	9.98	-30	23	2
L superior parietal gyrus	60	7	8.64	-27	-64	50
L cerebellum.9	21		7.79	-3	-52	-37
R fusiform gyrus	347	37	12.05	39	-49	-19
R lingual gyrus		18	11.94	18	-85	-7
R calcarine cortex		17	11.20	15	-91	-1
R cerebellum_8	18		10.58	30	-67	-52
R middle temporal gyrus	40	20	7.70	51	-10	-13
R triangularis inferior frontal gyrus	26		7.34	39	23	26

Note: Clusters of voxels significant at $p < 0.05$, FWE-corrected, extend threshold = 15 voxels.

Region labels apply to the entire extent of the cluster with peak maxima designated by first locale cited (Hu et al., 2019).

Table 4.2 Activation for Japanese sentence semantic processing.

	Voxels	BA	T	MNI		
				x	y	z
L inferior occipital gyrus	832	18	16.93	-15	-94	-7
L inferior occipital gyrus		18	14.48	-24	-94	-7
L fusiform gyrus		37	14.04	-42	-58	-13
L precentral gyrus	680	6	15.42	-42	2	47
L opercularis inferior frontal gyrus			12.64	-51	17	23
L precentral gyrus		44	12.39	-45	5	32
L supplementary motor area	22	6	12.16	-3	2	62
L supplementary motor area		32	11.10	-3	11	50
L insula	47	47	11.22	-30	23	2
L superior parietal gyrus	200	7	10.68	-27	-64	50
L middle occipital gyrus		19	7.87	-27	-70	29
L middle temporal gyrus	103	21	10.22	-54	-49	8
L middle temporal gyrus		22	9.09	-54	-37	5
L thalamus	15		8.34	-9	-13	5
L putamen	31		8.16	-21	2	5
R inferior occipital gyrus	675	19	13.70	30	-82	-13
R lingual gyrus		18	13.24	18	-82	-10
R calcarine cortex		17	12.52	15	-91	-1
R angular gyrus	99	7	9.90	30	-61	50
R middle occipital gyrus		19	8.50	33	-70	26
R cerebellum_6	27	37	9.12	30	-61	-28
R triangularis inferior frontal gyrus	30		7.02	42	26	26

Note: Clusters of voxels significant at $p < 0.05$, FWE-corrected, extend threshold = 15 voxels.

Region labels apply to the entire extent of the cluster with peak maxima designated by first locale cited (Hu et al., 2019).

Table 4.3 Activation for photographic semantic processing.

	Voxels	BA	T	MNI		
				x	y	z
L supplementary motor area	197	32	12.93	-3	14	50
L triangularis inferior frontal gyrus	675		12.35	-45	26	23
L opercularis inferior frontal gyrus		44	11.38	-45	5	29
L precentral gyrus		6	10.53	-42	5	44
L insula	36	47	9.93	-30	23	2
L postcentral gyrus	19		7.70	-39	-25	59
L cerebellum_crus1	16		7.54	-9	-73	-25
L cerebellum_7b	16		7.49	-9	-76	-40
R hippocampus	5103		20.97	24	-28	-4
L fusiform gyrus		37	18.56	-39	-58	-16
L fusiform gyrus		37	18.21	-27	-49	-10
R precentral gyrus	342	6	11.68	39	2	47
R triangularis inferior frontal gyrus			10.29	48	29	23
R middle frontal gyrus		6	9.73	36	2	56
R middle temporal gyrus	127	21	9.78	60	2	-16
R superior temporal gyrus		22	9.60	54	-7	-13
R superior temporal pole		38	9.10	48	14	-19
R amygdala	38	34	9.16	30	-1	-19
R hippocampus		35	9.00	21	-7	-19

Note: Clusters of voxels significant at $p < 0.05$, FWE-corrected, extend threshold = 15 voxels.

Region labels apply to the entire extent of the cluster with peak maxima designated by first locale cited (Hu et al., 2019).

Table 4.4 Specific activation for languages.

A	Japanese > Chinese	Voxels	BA	T	MNI		
					x	y	z
	L calcarine cortex	2615	17	13.01	-12	-88	-1
	R calcarine cortex		17	11.12	12	-88	2
	L lingual gyrus		18	10.92	-15	-82	-10
	L precentral gyrus	384	6	11.13	-45	2	32
	L inferior frontal gyrus			8.81	-39	20	23
	L opercularis inferior frontal gyrus			8.56	-51	14	26
	L supplementary motor area	28	6	9.45	-3	5	68
	R calcarine cortex	12	17	6.56	9	-67	14
B Chinese > Japanese							
	(-)	28		8.13	-60	-55	32
	L inferior parietal gyrus		39	6.74	-51	-58	47
	L anterior cingulum	9	10	7.04	-6	47	5
	L anterior cingulum	7	24	6.63	0	35	17
	R middle temporal gyrus	92	37	10.14	60	-58	8
	R middle temporal gyrus		22	7.36	54	-40	5
	R superior temporal gyrus		22	7.27	63	-49	20
	R supramarginal gyrus	97		7.91	60	-25	23
	R supramarginal gyrus		40	7.23	60	-31	41
	R supramarginal gyrus		40	7.19	57	-40	41
	R angular gyrus	5	39	7.35	51	-67	35

Note: Clusters of voxels significant at $p < 0.05$, FWE-corrected, extend threshold = 15 voxels. Region labels apply to the entire extent of the cluster with peak maxima designated by first locale cited (Hu et al., 2019).

Table 4.5 Specific activation for coherency.

A	Coherent > Incoherent	Voxels	BA	T	MNI		
					x	y	z
	L inferior parietal gyrus	20	40	7.19	-54	-49	38
	L inferior parietal gyrus		40	6.78	-48	-46	44
	R supramarginal gyrus	11		7.07	51	-43	35
	R middle occipital gyrus	6	19	6.88	36	-79	38
B Incoherent > coherent							
	L calcarine cortex	6	18	6.88	-9	-91	14

Note: Clusters of voxels significant at $p < 0.05$, FWE-corrected, extend threshold = 5 voxels. Region labels apply to the entire extent of the cluster with peak maxima designated by first locale cited.

Table 4.6 Brain areas showed significant classification accuracies for within-Chinese (A), within-picture (B).

A	Within Chinese	Voxels	BA	T	MNI		
					x	y	z
	L angular gyrus	22	39	4.43	-45	-61	29
	L angular gyrus		39	4.41	-42	-58	26
	L middle occipital gyrus		39	4.36	-42	-70	26
	L angular gyrus		39	4.16	-48	-64	26
	L angular gyrus		39	3.85	-48	-58	26
	L middle temporal gyrus		39	3.82	-45	-64	20
	L middle occipital gyrus		19	3.77	-36	-70	32
B	Within photograph	Voxels	BA	T	MNI		
					x	y	z
	L cuneus	16	19	6.41	-12	-79	38
	L cuneus		18	3.65	-15	-73	32
	L precuneus	14	5	5.19	-3	-52	62
	L precuneus			4.74	-3	-58	47
	L angular gyrus	13	39	4.60	-42	-55	23
	L angular gyrus		39	4.50	-48	-61	29
				3.86	-39	-61	17
	L lingual gyrus	11	17	4.60	-3	-64	8
	L lingual gyrus		17	4.20	-9	-76	2
	L calcarine cortex		17	3.69	-9	-70	8
	L middle occipital gyrus	14	19	4.38	-33	-67	29
	L middle frontal gyrus	11	46	4.12	-36	47	14
	R middle occipital gyrus	200	19	7.84	39	-70	35
	R superior occipital gyrus		7	7.64	30	-70	41
	R precuneus		7	7.01	9	-73	41

Note: Clusters of voxels significant at $p < 0.05$, FWE-corrected. Region labels apply to the entire extent of the cluster with peak maxima designated by first locale cited(Hu et al., 2019).

Table 4.7 Brain areas showed significant classification accuracies for across-language (A) and across-modality (B).

A	Across languages	Voxels	BA	T	MNI		
					x	y	z
	L inferior parietal gyrus	47	40	5.93	-42	-46	41
	L inferior parietal gyrus		40	4.93	-48	-46	50
	L angular gyrus		7	4.81	-36	-67	44
	L precentral gyrus	36	44	5.07	-48	11	38
	L triangularis inferior frontal gyrus		45	4.83	-45	32	20
	L triangularis inferior frontal gyrus			4.61	-42	26	29
B	Across Japanese and photograph	Voxels	BA	T	MNI		
					x	y	z
	L inferior parietal gyrus	48	40	6.30	-45	-55	47
	L angular gyrus		39	5.24	-39	-61	47
	L inferior parietal gyrus		40	4.78	-42	-46	50

Note: Clusters of voxels significant at $p < 0.05$, FWE-corrected. Region labels apply to the entire extent of the cluster with peak maxima designated by first locale cited (Hu et al., 2019).

Table 4.8 Results of region of interest analyses for within modality.

Within Chinese			
Brain region	Decoding accuracy	P (uncorrected)	P (corrected)
left BA22	53.95	$p < 0.05$	
left BA39	53.66	$p < 0.05$	
left BA40	53.59	$p < 0.1$	
Within Japanese			
Brain region	Decoding accuracy	P (uncorrected)	P (corrected)
left BA39	52.59	$p < 0.1$	
left BA40	53.95	$p < 0.05$	
right BA22	53.81	$p < 0.05$	
right BA39	53.38	$p < 0.05$	
Within picture			
Brain region	Decoding accuracy	P (uncorrected)	P (corrected)
left BA17	55.24	$p < 0.0001$	$p < 0.05$
left BA22	52.30	$p < 0.05$	
left BA39	55.03	$p < 0.01$	
left BA40	55.46	$p < 0.0001$	$p < 0.05$
left BA45	55.46	$p < 0.001$	$p < 0.05$
right BA22	54.31	$p < 0.05$	
right BA39	57.11	$p < 0.0001$	$p < 0.05$
right BA40	54.38	$p < 0.01$	$p < 0.05$

Table 4.9 Results of region of interest analyses for across modalities.

Across languages			
Brain region	Decoding accuracy	P (uncorrected)	P (corrected)
left BA22	51.62	$p < 0.1$	
left BA39	54.74	$p < 0.0001$	$p < 0.05$
left BA40	53.88	$p < 0.0001$	$p < 0.05$
left BA44	52.95	$p < 0.001$	$p < 0.05$
left BA45	53.56	$p < 0.05$	$p < 0.05$
right BA39	52.95	$p < 0.01$	
right BA44	52.19	$p < 0.05$	
Across Chinese and picture			
Brain region	Decoding accuracy	P (uncorrected)	P (corrected)
left BA39	53.30	$p < 0.05$	
left BA40	52.33	$p < 0.05$	
left BA45	52.51	$p < 0.1$	
right BA39	52.87	$p < 0.05$	
right BA40	53.27	$p < 0.001$	$p < 0.05$
right BA44	51.98	$p < 0.1$	
Across Japanese and picture			
Brain region	Decoding accuracy	P (uncorrected)	P (corrected)
left BA39	55.39	$p < 0.0001$	$p < 0.05$
left BA40	53.12	$p < 0.05$	
left BA44	51.98	$p < 0.1$	
left BA45	53.16	$p < 0.001$	
right BA39	52.33	$p < 0.1$	
right BA45	54.31	$p < 0.0001$	$p < 0.05$



Figure 4.1 写真／文の提示例

(A) 日本語文評価の例。(B) 中国語文評価の例。

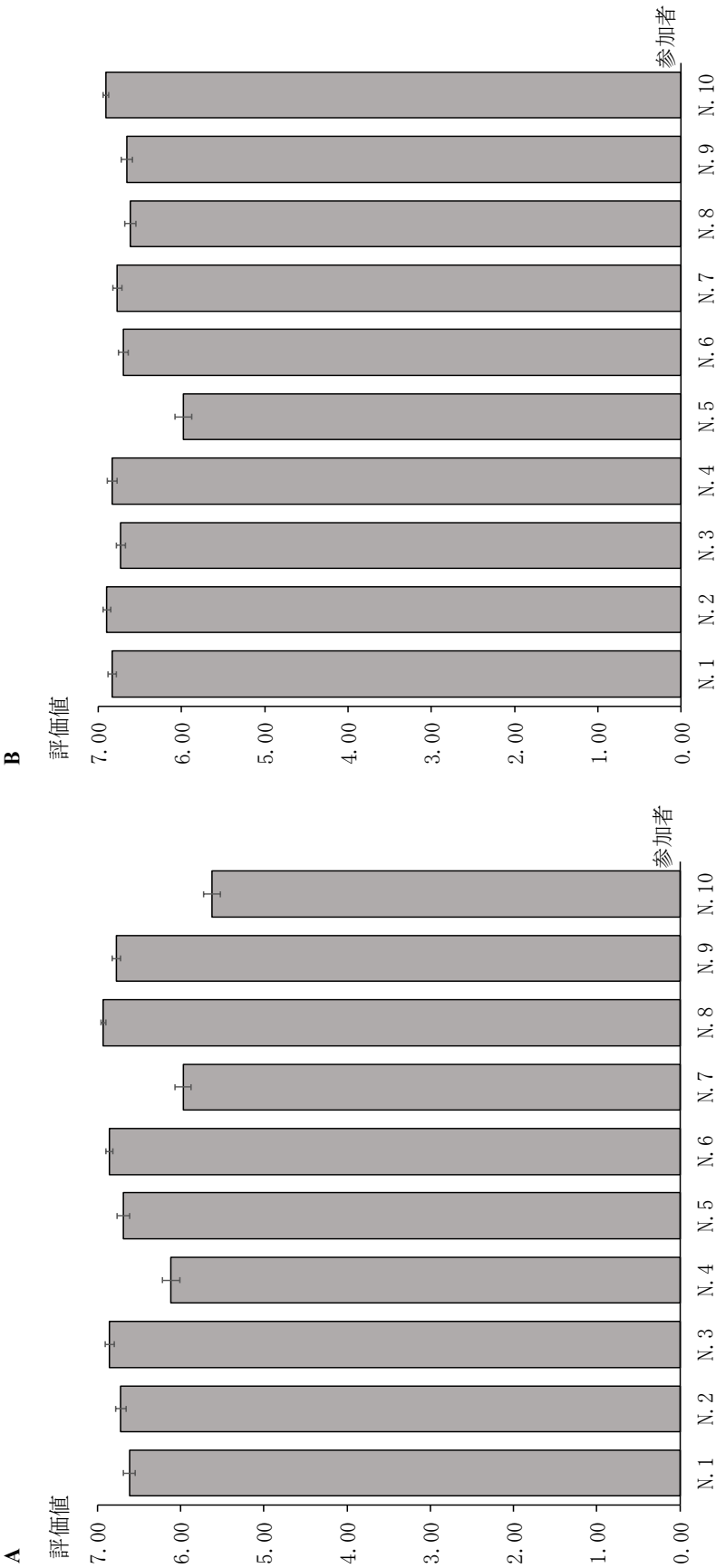


Figure 4.2 参加者ごとに文に対する評価

(A) 中国語文に対する評価。(B) 日本語文に対する評価。エラーバーは平均の標準誤差。



Figure 4.3 実験パラダイム
From Hu et al. (2019).

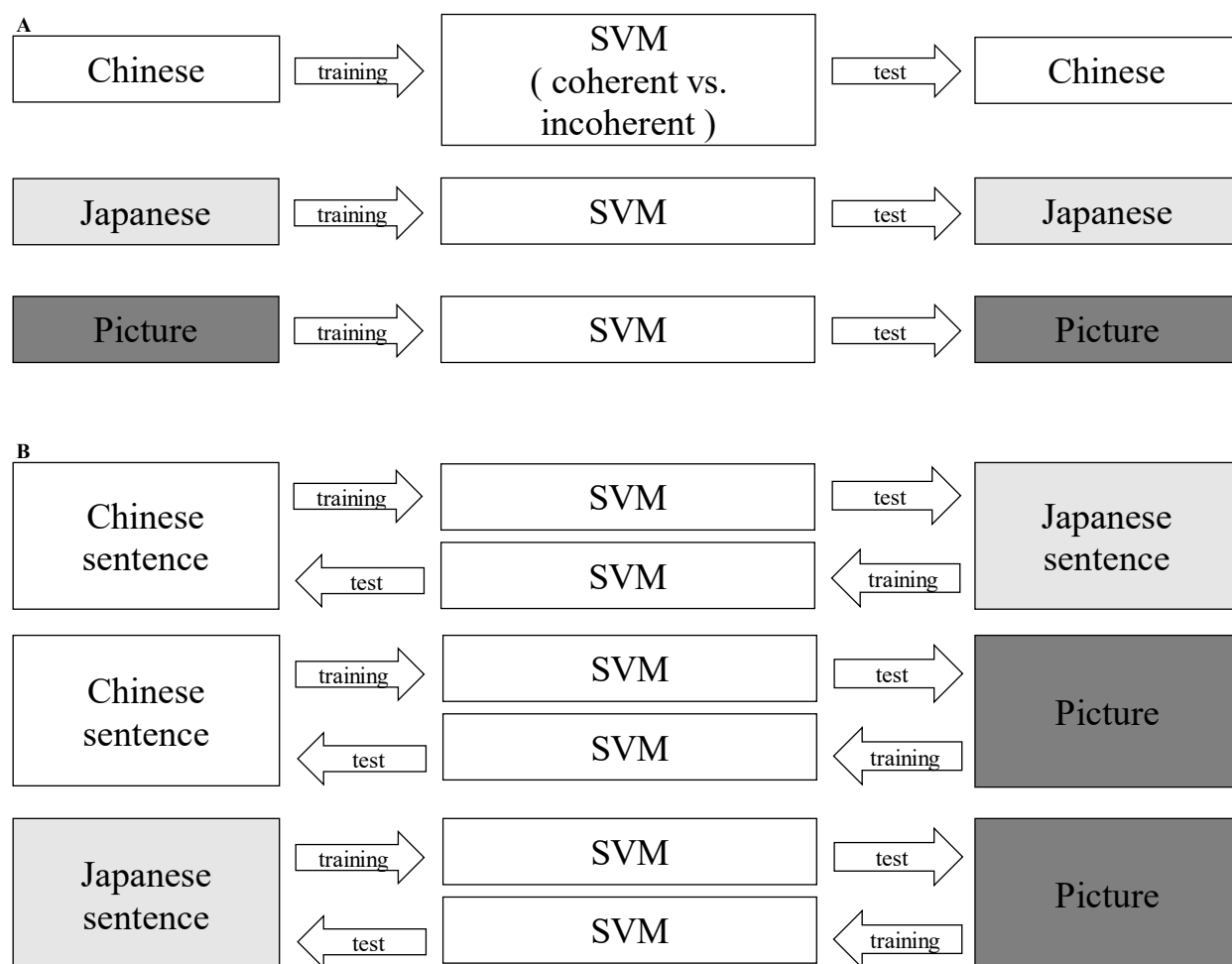


Figure 4.4 Methods of MVPA analysis.

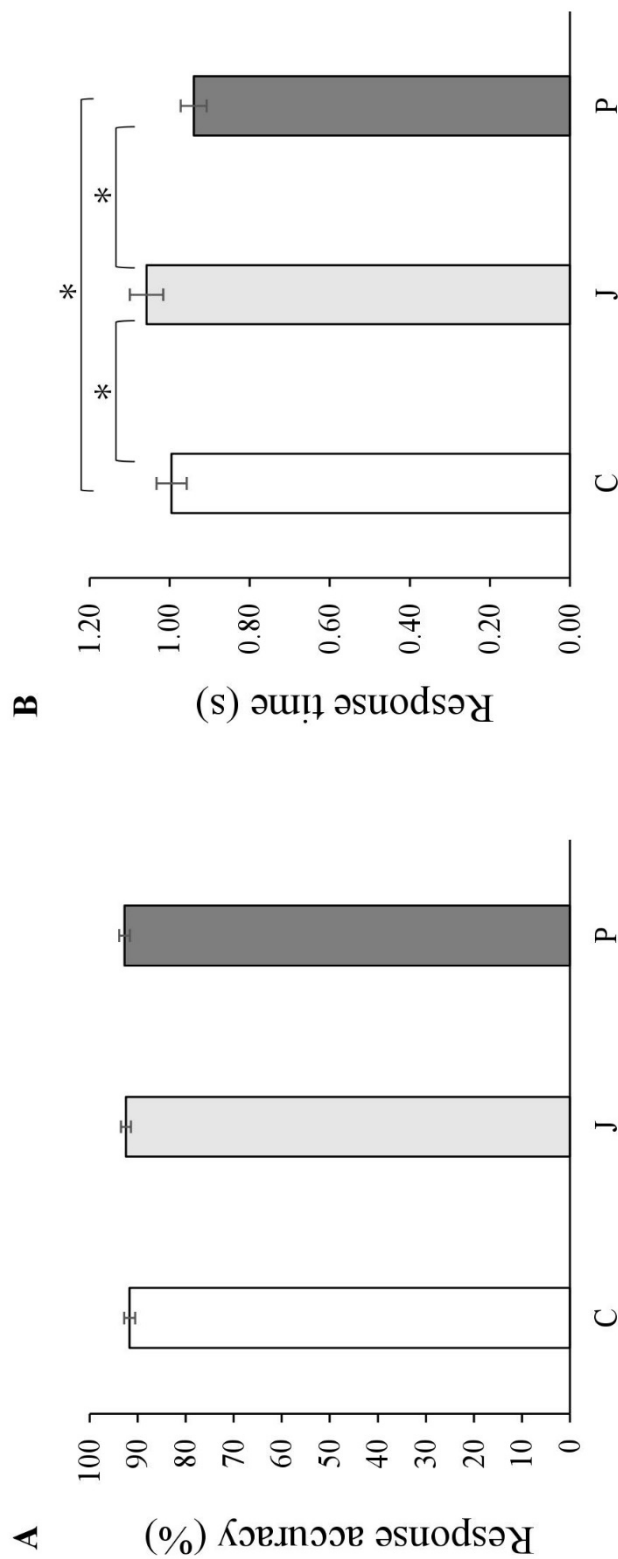


Figure 4.5 Average accuracies (A) and response time (B) on judging coherence of stimuli of all conditions. Bars represent means with standard errors. C represents the Chinese sentence condition, J represents the Japanese sentence condition, and P represents the picture condition (* $p < 0.05$; Hu et al., 2019).

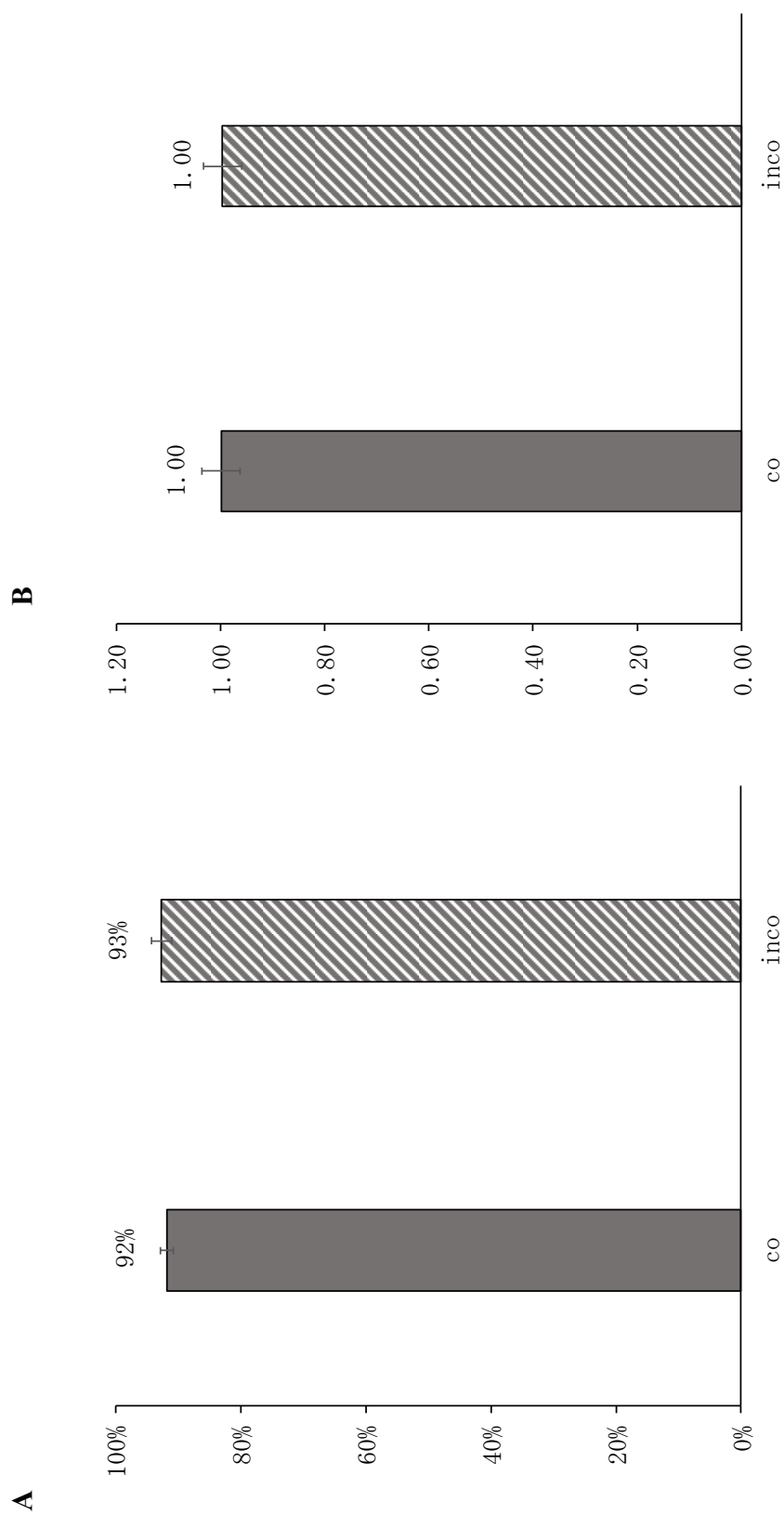


Figure 4.6 Average accuracies (A) and response time (B) on judging coherence of stimuli across modalities.

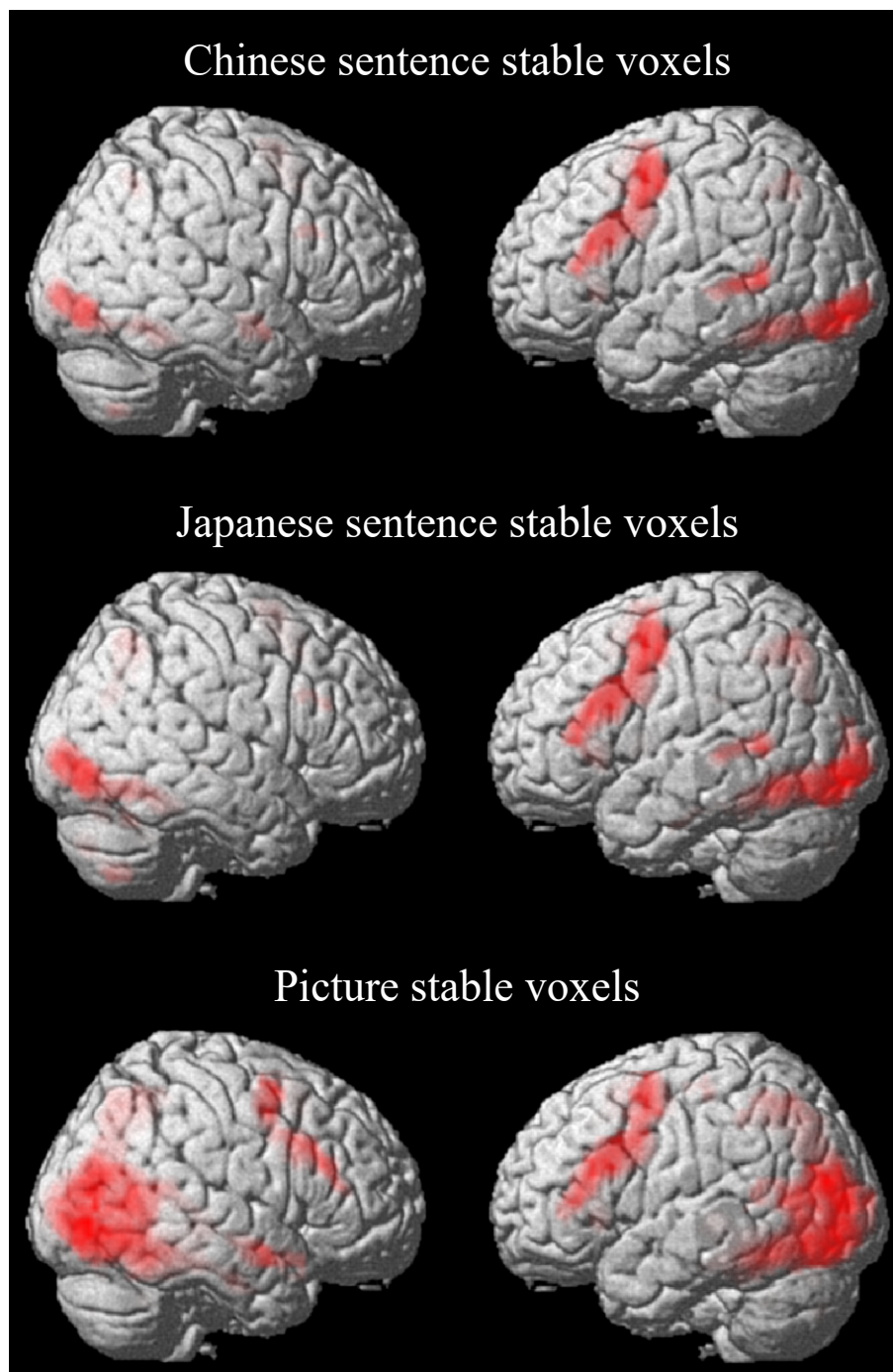


Figure 4.7 Stable voxels for the Chinese sentence, Japanese sentence and picture in semantic processing. Stable voxel clusters significant at $p < 0.05$, FWE-corrected, extend = 15 voxels (Hu et al., 2019).

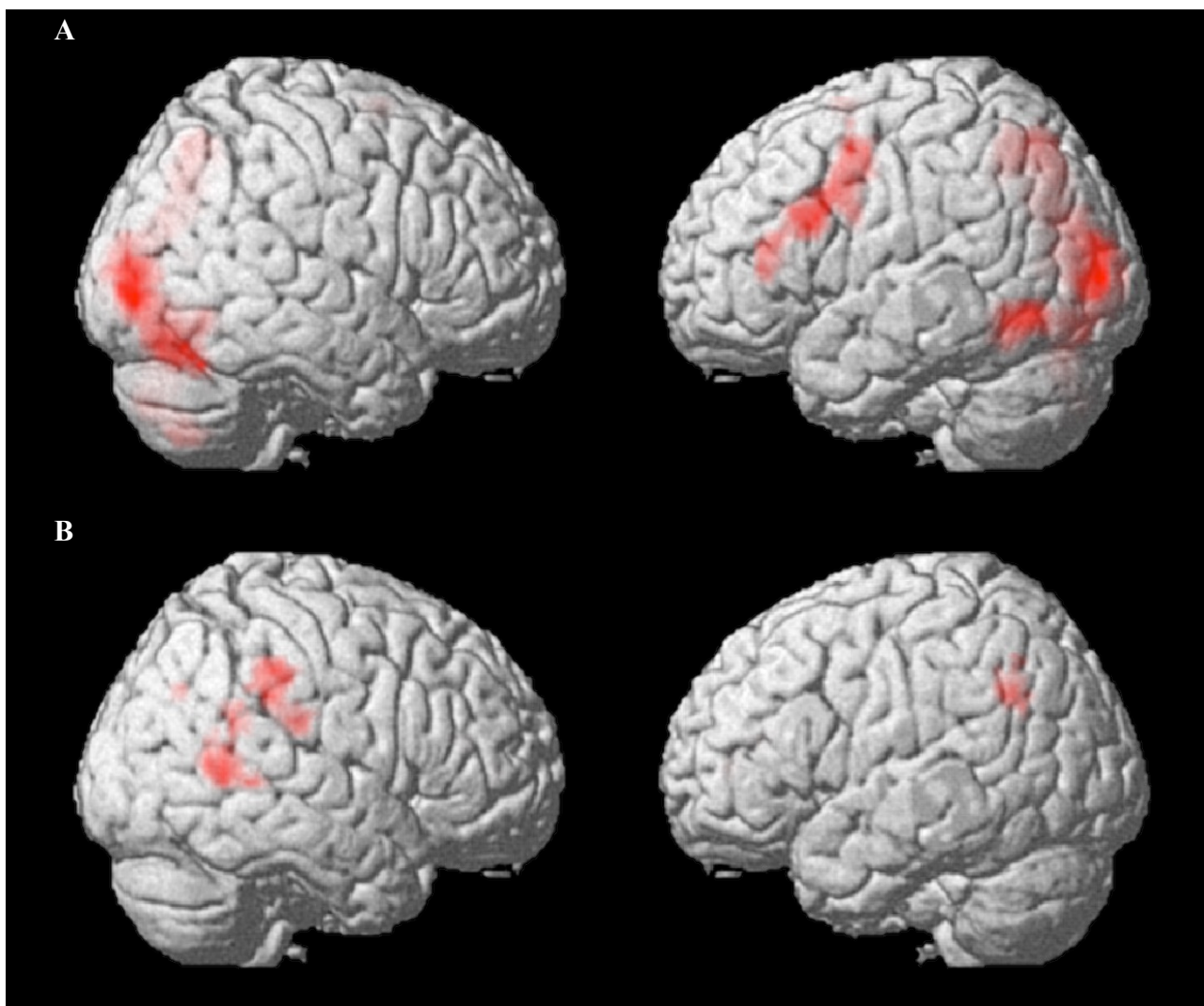


Figure 4.8 Contrast for Japanese sentences > Chinese sentences (A) and Chinese sentences > Japanese sentences (B).

Stable voxel clusters significant at $p < 0.05$, FWE-corrected, extend = 5 voxels.

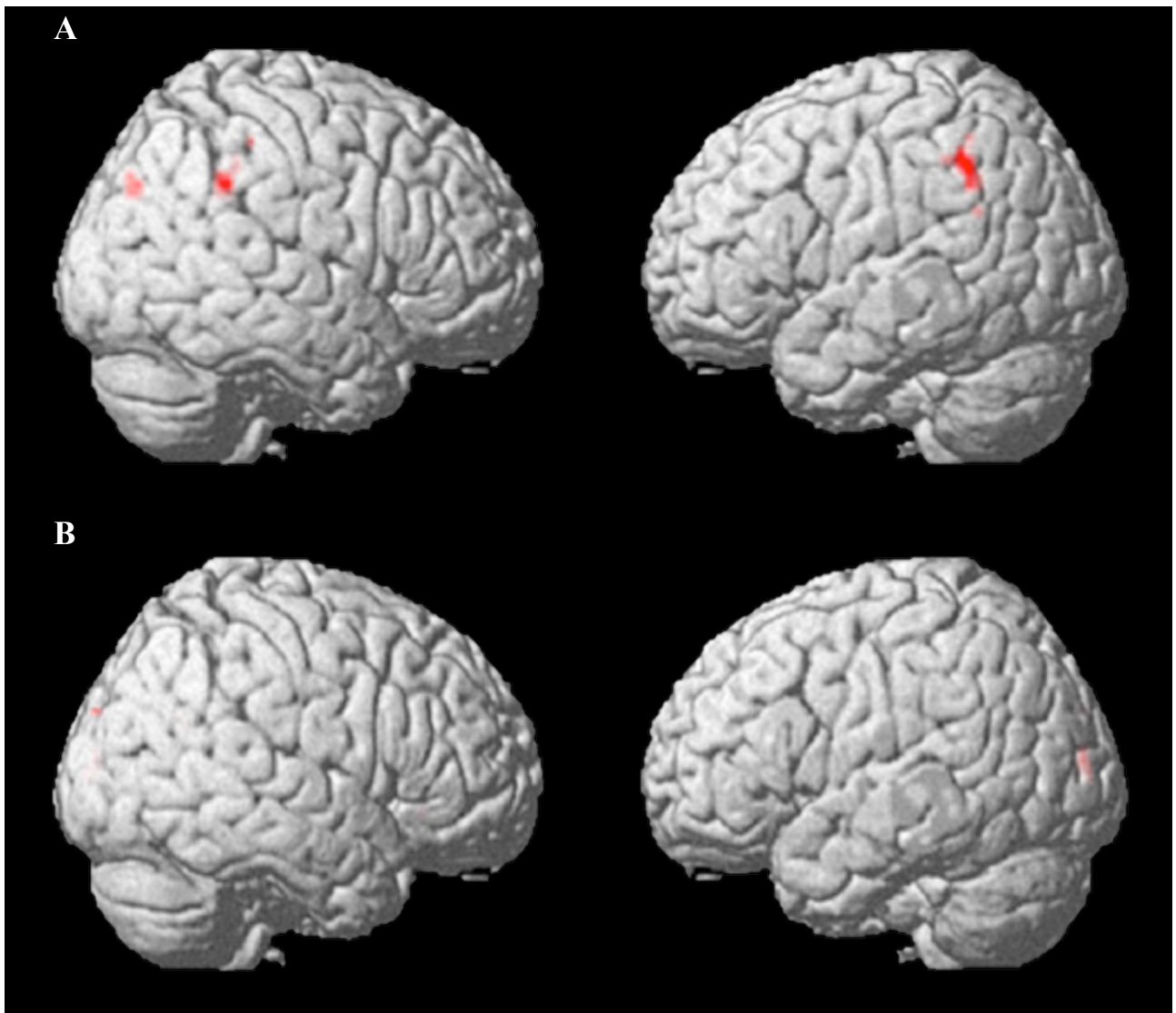


Figure 4.9 Contrast for coherent event > incoherent event (A) and incoherent event > coherent event (B). Stable voxel clusters significant at $p < 0.05$, FWE-corrected, extend = 5 voxels (Hu et al., 2019).

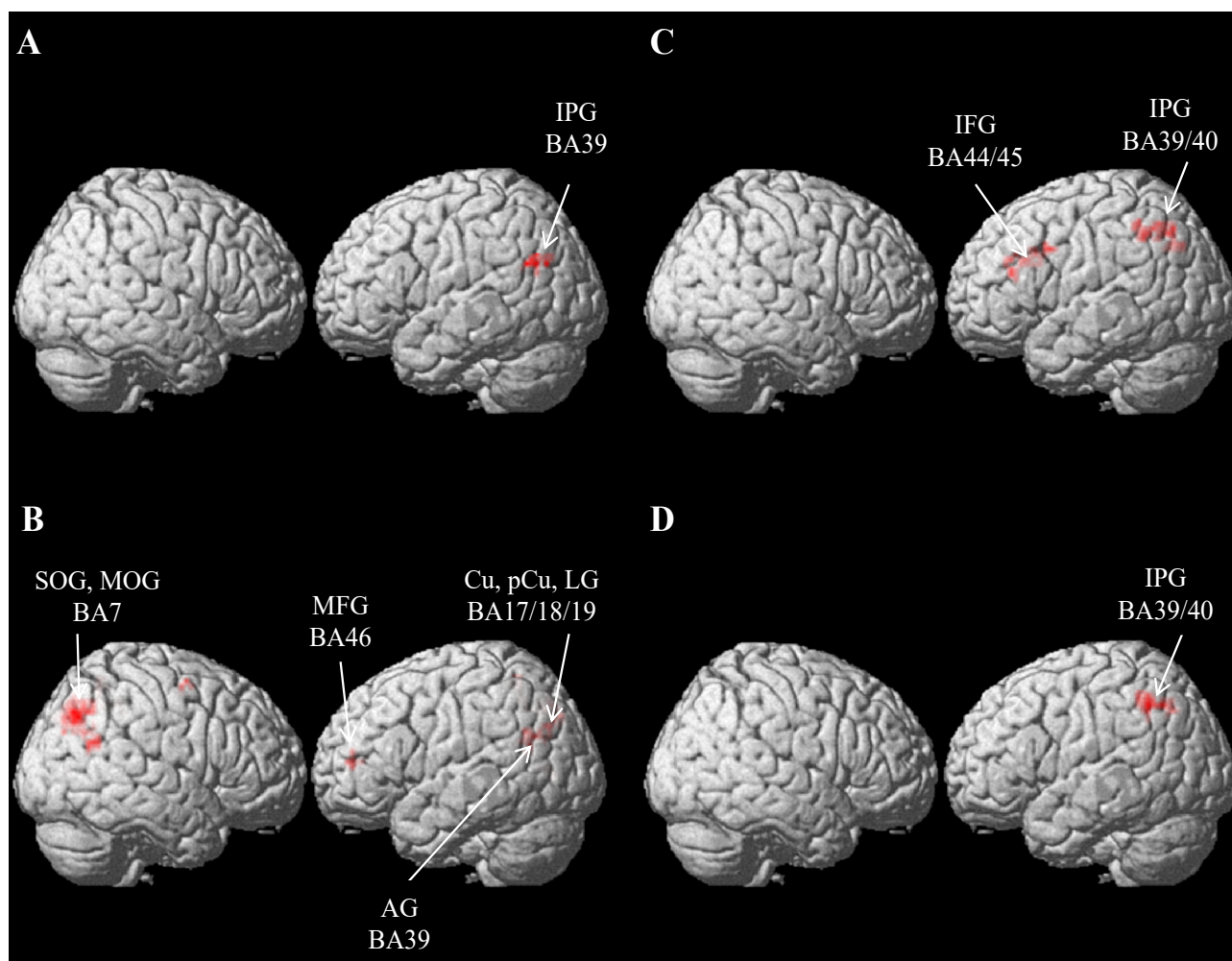


Figure 4.10 Results of the searchlight analysis. Results showing significant classification accuracies above chance level (50%) from averaged the whole-brain maps from all the participants at a cluster level FWE corrected at $p < 0.05$. (A) Results for within-Chinese classification. (B) Results for within-picture classification. (C) Results for across-language classification. (D) Results for across-modality classification (Hu et al., 2019).

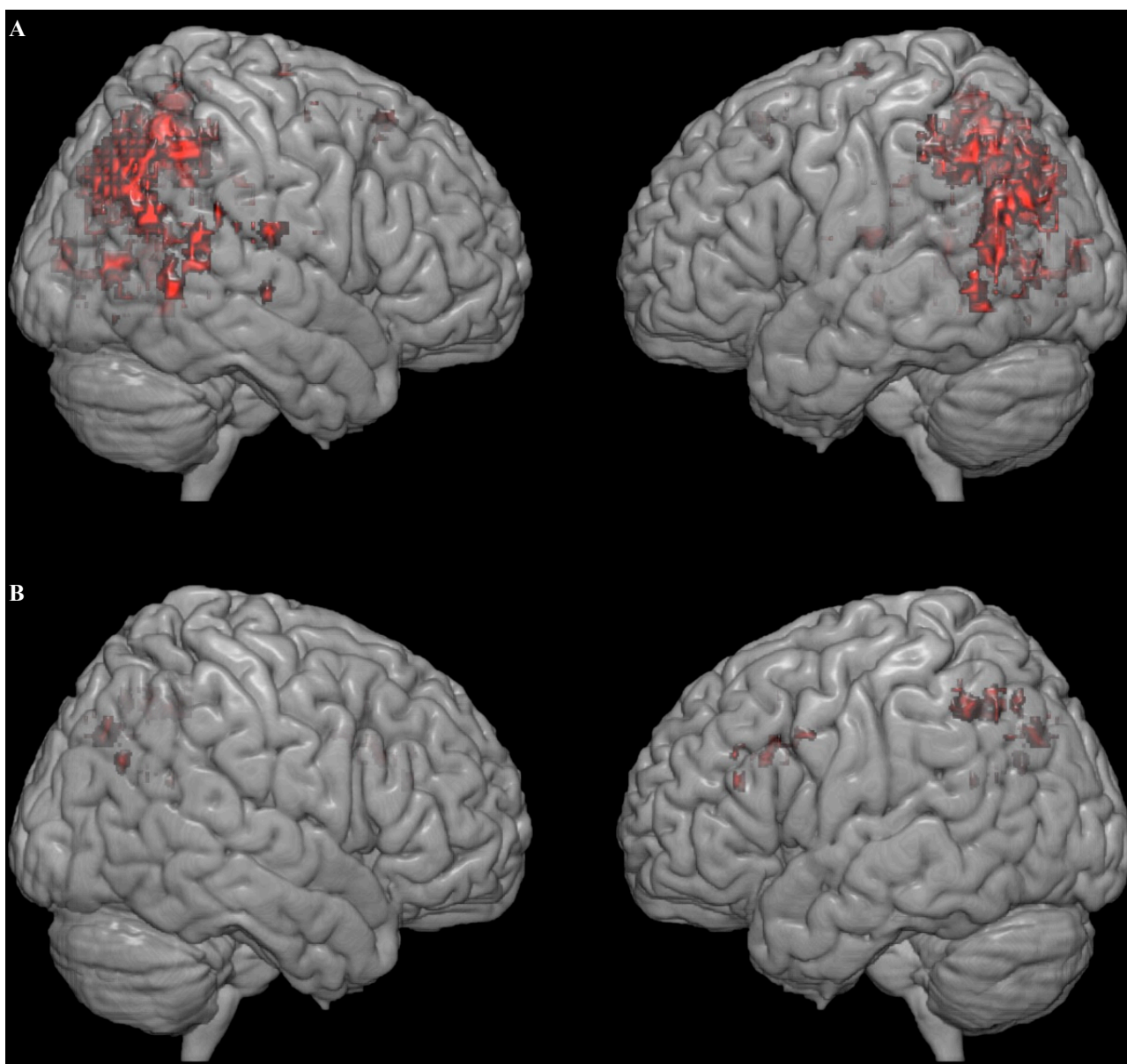


Figure 4.11 Results of the TFCE correction.
Results showing clusters significant at $p < 0.05$. (A) Results for within-picture classification. (B) Results for across-language classification (Hu et al., 2019).

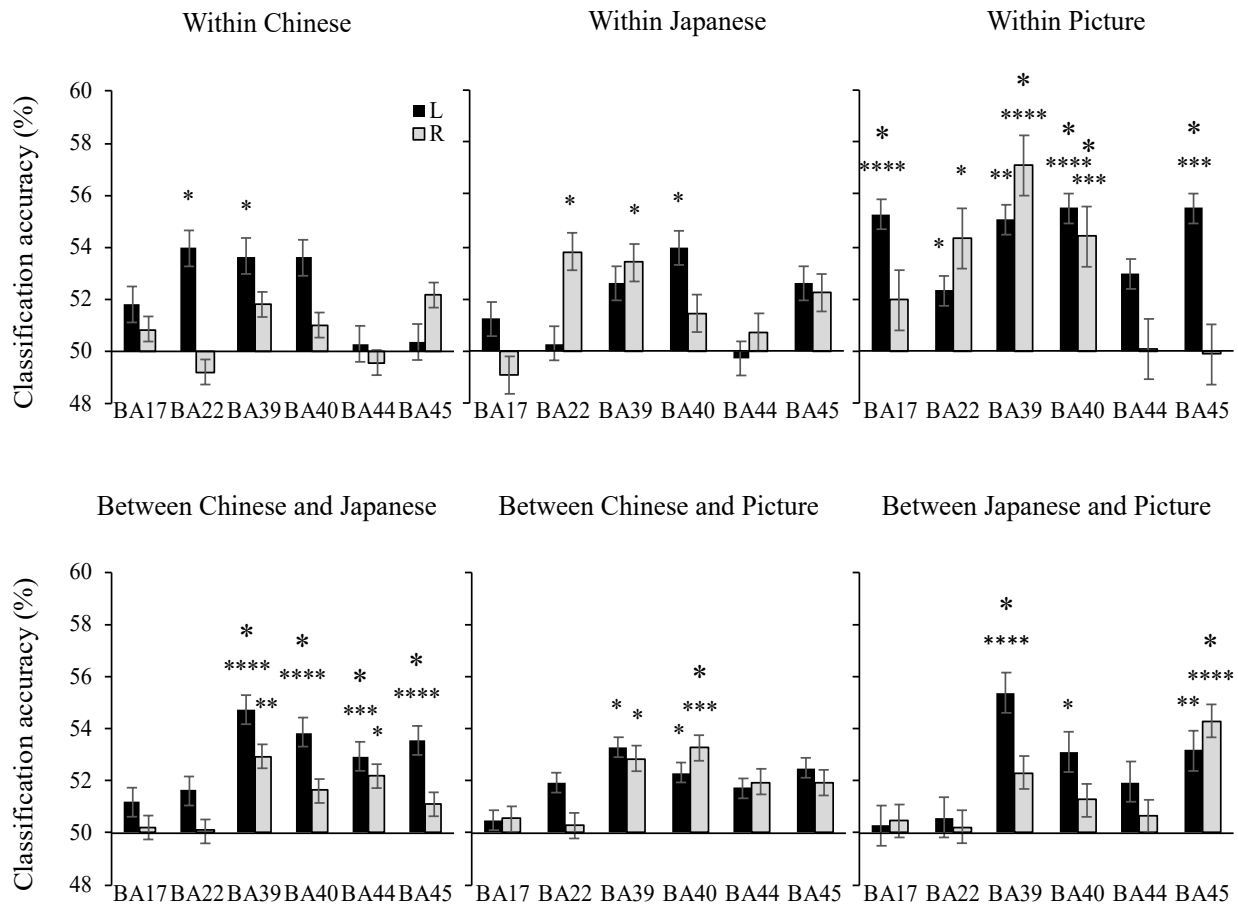


Figure 4.12 Results of the mean classification accuracies in each ROI.

The mean classification accuracies in each ROI were contrasted with the chance level of accuracy (50%) using a one-sample t -test. Bars represent standard errors. The small and large asterisks indicate statistical significance of p values uncorrected and corrected for multiple comparisons using Holm-Bonferroni procedure (Hu et al., 2019).

5. 総合考察

5.1 まとめ

私たち人間は，言語を利用して情報を伝達している (Aitchison, 2000)。母語以外の第二言語を習得したバイリンガルは，その第二言語を利用して情報も伝達できる。しかし，いくら第二言語を自由自在に扱うことができても，母語と完全に同程度に熟達するのができないと考えられている (Grosjean, 2008; Yule, 2014)。バイリンガルは実際に第二言語の使用が求められる場合，関連する情報を母語と同様に伝達できるのだろうか？本研究では，実際の言語使用において情報伝達は言語による影響されるかどうかを1つ目の目的とし，第2章および第3章では実証的な研究を行った。

第2章では，実際の言語使用の場面を倣い，すなわち，目撃証言の提供過程においてバイリンガルが出来事の内容について母語および第二言語での報告を直接に比較し，言語による差異を検討した。結果，母語でも第二言語でも同様の量で情報伝達ができることが明らかになった。さらなる分析により，事物カテゴリに分類された情報について母語の方が優勢であった。一方，ほかのカテゴリに分類された情報，すなわち，人物，場所と行動については言語による差がみられなかった。したがって，視覚情報（目撃した事件の内容）が言語情報（母語と第二言語）に変換される過程においては，言語の差異に関わらず同様に伝達できると示唆できるだろう。

第3章では，もう1つの実際の言語使用場面を倣い，すなわち，通訳する過程において母語または第二言語で取得した情報をそれぞれ第二言語または母語に変換

し、その情報が元どおりに伝達されるかどうかについて検討した。通訳する過程は、言語間情報の伝達を反映できる過程である。その結果、元の情報量と比べて通訳された情報の量がかなり減少したが、母語情報を第二言語に、または第二言語情報を母語に変換される過程においては差がみられなかった。人物情報については第二言語から母語に変換される過程でより多く伝達されたが、ほかの情報、すなわち時間、場所、事物と行動について言語による差がみられなかった。それゆえに、1つの言語で伝えられた情報が、差異なくもう1つの言語に変換できると考えられるだろう。

実際の言語使用過程においては、バイリンガルが言語を介して伝わった情報を同様に処理できた。このことにより、情報を処理する過程は言語問わずに同様であることを示している。また、この処理過程を支える神経表象は言語間に共通するとも示しているだろう。本研究の2つ目の目的として、意味処理過程を支える神経表象は言語間に共通するかどうかを検討するため、第4章ではfMRI研究を行った。

第4章では、まず、意味処理過程において言語による神経表象の差異、すなわち、言語特異な神経表象を調べた。文の情報処理を行う過程においての脳活動をコントラスト分析し、日本語文に対して左半球優勢であり、中国語文に対して右半球優勢であったことが示された。そして、言語ごとに特異な脳の領域は、文字処理に深く関わると考えられる領域であった。意味処理過程にみられた言語特異領域は言語それぞれの表記特性を表している領域であろう。

つぎに、MVPA分析を利用し、意味処理過程において言語間共通した神経表象につき検討した。その結果、言語間に共通した神経表象が存在することが確認された。その領域は左縁上回から角回まで広がる左下頭頂回、

および左下前頭回の弁蓋部と三角部からなるシステムであった。意味（情報）に対する処理過程は言語間に共通し，この処理過程を支える神経表象も言語間に共通するだろう。

また，モダリティ間（言語情報と視覚情報）にも共通した神経表象が存在し，それが左縁上回と角回からなる左下頭頂回であることが確認された。情報（意味）は言語あるいは視覚を介して伝達されるにも関わらず，同様に処理されると考えられる。

言語使用に対する行動実験およびfMRI実験で得た結果を統合し，次節では言語使用における意味処理に関する解剖学的モデルを構築する。

5.2 文レベルにおける言語意味処理の解剖学的モデル

第1章の言語使用における情報処理（意味）過程を示すモデル（Figure 1.3）と第4章で示された意味処理における言語／モダリティ間の共通した神経表象と関連付けた解剖学的モデルをFigure 5.1に示す。

言語情報（意味）が視覚／聴覚モダリティを介して入力され，理解されてから新たな情報がまた視覚／聴覚を介して出力／保持されるという言語情報処理過程を支えるのは，ハブとするBroca領域およびWernicke領域からなる古典的な言語領域と，そのほかの関連領域である（Kemmerer, 2015）。本研究では，言語の意味処理，すなわち言語情報が入力されてから理解されるまでの過程（Figure 5.1 上段に太い黒い実線で囲まれた部分）に関与するのは，左下前頭回（Broca領域）の弁蓋部と三角部（BA 44/45；Figure 5.1 下段に実線で囲まれた領域）と左下頭頂回にある角回と縁上回（BA 39/40；Figure 5.1 下段に破線で囲まれた領域）であ

ると示唆された。

Price (2010)のレビュー論文では、左角回と左下前頭回の弁蓋部が文レベルでの意味処理に重要であることが主張された。文の意味理解は、予備知識によって制約 (constraint) されている (Price, 2010)ため、トップダウン役割を果たす左角回 (Brownsett & Wise, 2010; Carreiras et al., 2009; Obleser & Kotz, 2010)の関与が不可欠であると考えられる。本研究のfMRI実験では、文を読むとき、左角回が意味処理に関与することが示された。

また、文の理解において左縁上回も関与する可能性を示した研究がある (Raettig, Frisch, Friederici, & Kotz, 2010; Richardson, Thomas, & Price, 2009)。本研究では、左縁上回の意味処理機能が確認された。したがって、左縁上回を言語意味処理解剖学的モデルに加えるのが妥当であろう。これは本研究の1つ重要な発見であったと言える。

本モデルでは提案した文レベルでの言語意味処理に不可欠なもう1つの脳の領域は左下前頭回 (Broca 領域)であった。単語レベルで行われたMVPA先行研究では、この領域が言語間共通した神経表象として確認されなかった。しかし、高次的な文レベルでの文の理解において、文の構成を解読する統語処理が常に行われると考えられる (例えば, Friederici, 2011, 2012; Humphries et al., 2007; Mashal, Faust, Hendler, & Jung-Beeman, 2009; Price, 2010; Ye & Zhou, 2009)。そのため、統語処理を支える領域、すなわち左下前頭回の関与が必要であろう。本研究では左下前頭回の関与が確認された。文レベルでの意味理解処理において、意味処理と統語処理は分けられないだろう。それゆえに、左下前頭回の関与が不可欠であろう。

さらに、本モデルではモダリティ間意味処理の解剖

的モデルも提案した。それは、左角回と縁上回が構成した領域であった（Figure 5.1 上段太黒い破線で囲まれた部分と下段破線で囲まれた領域）。これは Damasio (1989) と Meyer & Damasio (2009) が提案した modality-independent convergence zone を支持し、高次意味処理に対する modality-independent convergence zone を支える神経表象を示した。

本研究が提案した文レベルにおける言語意味処理の解剖学的モデルは、実証データによって作成され、この分野の発展に寄与することができたと言えるだろう。

5.3 課題と展望

本論はバイリンガルが言語使用において意味処理に関する問題について検討したが、まだ残されたいくつかの課題についてさらなる検討が必要であると考えられる。

バイリンガル目撃証言提供の実験では、参加者に模擬の盗難事件について提示したが、実際の事件などを目撃あるいは経験したときと異なり、参加者のネガティブな感情は喚起されなかった可能性が高いと考えられる。目撃あるいは経験した暴力行為の含む出来事を想起するとき、その出来事以外についての想起が阻害されやすく (Bornstein, Liebel, & Scarberry, 1998; Christianson & Loftus, 1991; Echterhoff & Wolf, 2012)、また第二言語を用いるときに虚情報や虚記憶が侵入しやすい (Caldwell-Harris, 2015; Caldwell-Harris & Ayçiçeği-Dinn, 2009) と示唆された。これらのことから、出来事についての情報を伝達するときには、言語による差異がみられると言えよう。このことについてさらなる検討する必要があるだろう。

臨時通訳の実験では、通訳は録音とビデオ呈示を介

して行われた。実際の警察面接では，通訳人が面接者と被面接者と向かいながら通訳を行うことにより，理解できないことについて直接に面接者あるいは被面接者に確認できる。一方，実際の通訳場面において両方に伝達される情報がより膨大であるかもしれない。したがって，通訳人としてのバイリンガルが言語間情報伝達過程において言語による差異がみられるかもしれないと考えられる。情報の変化が母語から第二言語に変換される過程，あるいは第二言語から母語に変換される過程においてみられるのかについても検討すべきであろう。

fMRI 実験では中国語—日本語バイリンガルを対象として意味処理が求められた。本実験では，言語間に共通した神経表象が存在することが確認されたが，この神経表象はすべての言語間に共通するかどうかについては引き続き検討する必要があるだろう。中国語と日本語それぞれ特異な脳の領域が示されたが，左角回（BA 39）は中国語特異および言語間共通した領域としてみられた。中国語と日本語の表記は一部，すなわち漢字をシェアしている。したがって，左 BA 39 は中国語と日本語との間に共通した領域であるかにつき，日本語—中国語バイリンガルを対象とし，あるいはほかの語族に属す言語を操るバイリンガルを対象として本実験の結果は一般化できるかどうかを確認する必要があるだろう。

また，本実験では文の読むことによって意味処理が求められた。多くの先行研究は，左側頭葉が意味処理に関わる脳の領域であるとし示した（例えば，Crinion, Lambon-Ralph, Warburton, Howard, & Wise, 2003; Marslen-Wilson & Tyler, 1980; Obleser & Kotz, 2010; Turken & Dronkers, 2011）。しかし，左側頭葉での共通した領域は本実験で確認されなかった。単語レベルで意味処理を検討した MVPA 研究でも，左側頭葉

あるいは左側頭葉の一部が共通した領域であると示した (Buchweitz et al., 2012; Correia et al., 2014; Van de Putte et al., 2017)。先行研究と異なるのは、本実験では高次レベル(文レベル)での意味処理を求めたためなのか、あるいは読むことと聞くこととの処理の差異のためなのかを明らかにするため、本実験で利用された文の刺激を聴覚刺激として実験を行い、この問題を解明すべきであろう。

最後に、本研究の参加者としてのバイリンガルの第二言語の熟達度について述べる。バイリンガルの第二言語使用は熟達度のレベルによって大きく影響されると考えられ、さらにその中に第二言語の習得開始年齢、習得状況などの因子があると考えられる(例えば、Grosjean, 2008; Itzhak et al., 2017)。一方、現在では多くの言語学者は第二言語の使用状況も第二言語の使用に大きく影響を与えることに合意した。Grosjean (2010)は言語使用状況および熟達度の2要因を統合するアプローチを提出し、この2要因がお互いに排他的ではないとも確認された (Grosjean & Byers-Heinlein, 2018)。したがって、同様な熟達度を持つ2人のバイリンガルには、日常的により多く第二言語を使用する方がより高い熟達したバイリンガルであると考えられる。本研究に参加したバイリンガルが日本に生活しており、第二言語である日本語を日常的に使用していると考えられるが、第二言語の使用状況を統制する必要がある。

また、すべての参加者の第二言語熟達度レベルについては自己評価によって得られたものである。参加者が第二言語熟達度の高いバイリンガルと評価したが、第2章および第3章では自己評価と第二言語(第2章は報告の正確率; 第3章は正訳率)との相関が確認されなかった ($r = 0.10$, $p = 0.58$; $r = 0.35$, $p = 0.07$)。

および $r = 0.09$, $p = 0.65$)。一方, 第4章では自己評価と第二言語(関連性判断の正確率)との相関がみられた($r = 0.38$, $p < 0.05$)。

第2章および第3章では同様な第二言語自己評価アンケートが使用され, 第4章では評価項目の内容および評価段階の異なるアンケートが使用された。2つのアンケートは日本国際教育支援協会が作成した「日本語能力試験 Can-do 自己評価リスト」から選ばれた項目によって作られたものであったが, 2つのアンケートが同時期に作られたものではなかった。またランダムに選ばれたため, 2つのアンケートにある項目はほぼ重複していなかった。アンケートにある項目内容の難易度, あるいはその内容が表していることに関する経験の差異などが参加者の自己評価に影響を及ぼすかもしれない。さらに, 2つのアンケートの評価段階も異なった。評価段階が詳細に分けられたものほど, 参加者が第二言語に対してより詳細かつ正確に評価できるため, 実際に行なった課題の結果との相関がみられやすくなる可能性もある。

言語熟達度レベルを測定するのがもともと困難であり(Bialystok, 2001), 一般的に自己評価が用いられている(Harris & Nelson, 1992)。より厳密な測定方法, あるいは複数の測定方法を同時に行う必要があるかもしれない。バイリンガルがそれぞれである(Itzhak et al., 2017)が, 本研究の結果を確実に一般化できるため, 複数の熟達度レベルの参加者を含む研究を行い, または可能な限り, 同レベルのバイリンガルを対象とする必要もあると考えられる。

5.4 本研究の示唆

本研究は司法, 工学的な応用への示唆を述べる。ま

ず，バイリンガルが実際の言語使用過程における言語による影響について直接に比較したことは，母語であるか第二言語であるかに関わらず，情報を同様に伝達できることが示唆された。グローバル化とともに，外国人が事故や事件に巻き込まれる機会も増加する可能性があると考えられる。一刻も早く事件を解決するため，参考人（目撃者，被害者）や被疑者から情報を得ることは重要である。本研究が示したとおり，参考人や被疑者が外国人であっても，現地の言葉が通じる場合，通訳人を立ち会わせずに現地の言葉で信頼性のある情報を提供できる。また，現地の言葉に通じていない外国人が事故や事件に巻き込まれる場合，認定された通訳人の配置が難しいかもしれないと推測できる。そのとき，両方の言語に通じるバイリンガルが臨時通訳人として，両方に差異なく情報を伝達できる可能性もあると考えられる。

つぎに，実際の言語使用における言語による差異がないことは脳レベルでも確認された。本研究は，バイリンガルの高次言語情報（意味）処理を支える脳の神経表象が言語間に共通することを示唆した。今までのfMRI研究は，単語レベルでの言語間に共通した神経表象が存在することを示したが，実際の言語使用に寄与する文レベルでの検討は不十分であった。本研究はこの問題について検討し，また高次レベルでの意味処理に対しては，modality-independent convergence zoneが存在することも示唆した。高次言語処理に対するさらなる研究を積み重ねることにより，精度が高い翻訳機器，または失語症患者の考えを話し言葉に変換する機器の開発など工学的応用への展開が期待される。

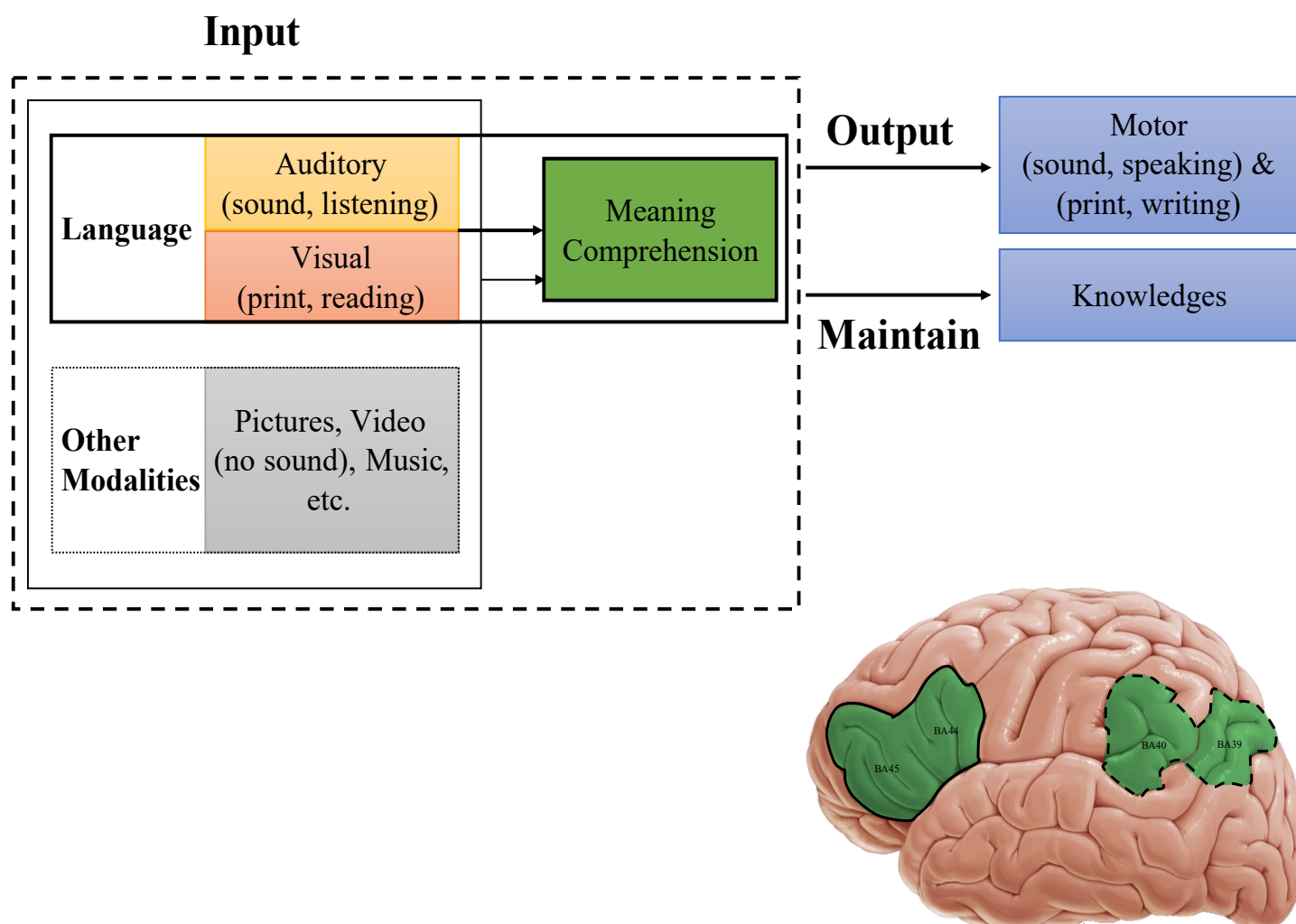


Figure 5.1 言語間文レベル意味処理の解剖学的モデル

上段：情報処理過程。太い黒い実線で囲まれた部分は言語情報意味理解過程を示す；太い黒い破線で囲まれた部分は情報意味理解過程を示す；細い黒い実線で囲まれた部分は入力情報のモダリティを示す。下段：情報処理過程に関与する脳の領域⁹。黒い破線で囲まれた領域は左下頭頂回であり（BA 39：角回，BA 40：縁上回），黒い実線で囲まれた領域は左下前頭回である（BA 44：弁蓋部，BA 45：三角部）。

⁹ © Kenhub (www.kenhub.com; Illustrator: Angular gyrus, Supramarginal gyrus, Gyrus frontalis inferior (Inferior frontal gyrus))による編集された。

引用文献

- Aitchison, J. (2000). *The Seeds of Speech: Language origin and evolution* (Carto). Cambridge: Cambridge University Press.
- Aitchison, J. (2015). *The Articulate Mammal: An introduction to Psycholinguistics* (Routledge). New York: Routledge.
- American Translators Association. (2016). Online Directory of Translators and Interpreters. Retrieved June 9, 2016, from https://www.atanet.org/onlinedirectories/search_advanced.php#tabs-3
- Baldassano, C., Chen, J., Zadbood, A., Pillow, J. W., Hasson, U., & Norman, K. A. (2017). Discovering Event Structure in Continuous Narrative Perception and Memory. *Neuron*, 95(3), 709-721. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2017.06.041>
- Bemis, D. K., & Pylkkänen, L. (2013). Basic linguistic composition recruits the left anterior temporal lobe and left angular gyrus during both listening and reading. *Cerebral Cortex*, 23, 1859-1873. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhs170>
- Berman, H. J. (2013). *Law and Language: Effective Symbols of Community*. New York: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS.
- Bialystok, E. (2001). *Bilingualism in Development: Language, Literacy, and Cognition* (1st ed.). New York: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS.

- Bialystok, E., & Craik, F. I. M. (2010). Cognitive and linguistic processing in the bilingual mind. *Current Directions in Psychological Science*, 19(1), 19-23.
<https://doi.org/10.1177/0963721409358571>
- Bialystok, E., Craik, F., & Luk, G. (2008). Cognitive Control and Lexical Access in Younger and Older Bilinguals. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 34(4), 859-873.
<https://doi.org/10.1037/0278-7393.34.4.859>
- Bialystok, E., Luk, G., Peets, K. F., & Yang, S. (2010). Receptive vocabulary differences in monolingual and bilingual children. *Bilingualism: Language and Cognition*, 13(4), 525-531.
<https://doi.org/10.1017/S1366728909990423>
- Binder, J. R., & Desai, R. H. (2011). The neurobiology of semantic memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 15, 527-536.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.10.001>
- Binder, J. R., Desai, R. H., Graves, W. W., & Conant, L. L. (2009). Where is the semantic system? A critical review and meta-analysis of 120 functional neuroimaging studies. *Cerebral Cortex*, 19(12), 2767-2796.
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhp055>
- Bonner, M. F., Peelle, J. E., Cook, P. A., & Grossman, M. (2013). Heteromodal conceptual processing in the angular gyrus. *NeuroImage*, 71, 175-186.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.01.>

006

- Bookheimer, S. (2002). FUNCTIONAL MRI OF LANGUAGE: New Approaches to Understanding the Cortical Organization of Semantic Processing. *Annual Review of Neuroscience*, 25, 151-188.
<https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.25.112701.142946>
- Booth, J. R., Burman, D. D., Meyer, J. R., Gitelman, D. R., Parrish, T. B., & Mesulam, M. M. (2004). Development of brain mechanisms for processing orthographic and phonologic representations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(7), 1234-1249.
<https://doi.org/10.1162/0898929041920496>
- Bornstein, B. H., Liebel, L. M., & Scarberry, N. C. (1998). Repeated testing in eyewitness memory: a means to improve recall of a negative emotional event. *Applied Cognitive Psychology*, 12, 119-131.
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0720\(199804\)12:2%3C119::AID-ACP500%3E3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0720(199804)12:2%3C119::AID-ACP500%3E3.0.CO;2-4)
- Bouhali, F., de Schotten, M. T., Pinel, P., Poupon, C., Mangin, J.-F., Dehaene, S., & Cohen, L. (2014). Anatomical Connections of the Visual Word Form Area. *Journal of Neuroscience*, 34(46), 15402-15414.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4918-13.2014>
- Brownsett, S. L. E., & Wise, R. J. S. (2010). The contribution of the parietal lobes to speaking and writing. *Cerebral Cortex*, 20(3),

- 517-523.
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhp120>
- Buchweitz, A., Mason, R. A., Hasegawa, M., & Just, M. A. (2009). Japanese and English sentence reading comprehension and writing systems: An fMRI study of first and second language effects on brain activation. *Bilingualism: Language and Cognition*, 12(2), 141-151.
<https://doi.org/10.1017/S1366728908003970>
- Buchweitz, A., Shinkareva, S. V., Mason, R. A., Mitchell, T. M., & Just, M. A. (2012). Identifying bilingual semantic neural representations across languages. *Brain and Language*, 120(3), 282-289.
<https://doi.org/10.1016/j.bandl.2011.09.003>
- Caldwell-Harris, C. L. (2015). Emotionality Differences Between a Native and Foreign Language: Implications for Everyday Life. *Current Directions in Psychological Science*, 24(3), 214-219.
<https://doi.org/10.1177/0963721414566268>
- Caldwell-Harris, C. L., & Ayçiçeği-Dinn, A. (2009). Emotion and lying in a non-native language. *International Journal of Psychophysiology*, 71(3), 193-204.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2008.09.006>
- Cao, F., Young Kim, S., Liu, Y., & Liu, L. (2014). Similarities and differences in brain activation and functional connectivity in first and second language reading: Evidence

- from Chinese learners of English.
Neuropsychologia, 63, 275-284.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.09.001>
- Caplan, D. (2006). WHY IS BROCA' S AREA INVOLVED IN SYNTAX. *Cortex*, 42(4), 469-471.
[https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70379-4](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70379-4)
- Carreiras, M., Seghier, M. L., Baquero, S., Estévez, A., Lozano, A., Devlin, J. T., & Price, C. J. (2009). An anatomical signature for literacy. *Nature*, 461(7266), 983-986.
<https://doi.org/10.1038/nature08461>
- Catani, M., Jones, D. K., & Ffytche, D. H. (2005). Perisylvian language networks of the human brain. *Annals of Neurology*, 57(1), 8-16. <https://doi.org/10.1002/ana.20319>
- Chang, C. C., & Lin, C. J. (2011). LIBSVM: A Library for support vector machines. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*, 2(3).
<https://doi.org/10.1145/1961189.1961199>
- Cheng, W., & Warren, M. (1999). Inexplicitness: What is it and should we be teaching it? *Applied Linguistics*, 20(3), 293-315.
<https://doi.org/10.1093/applin/20.3.293>
- Cheung, C., Hamiton, L. S., Johnson, K., & Chang, E. F. (2016). The auditory representation of speech sounds in human motor cortex. *ELife*, 5(e12577).
<https://doi.org/10.7554/eLife.12577.001>
- Christianson, S.-A., & Loftus, E. F. (1991). Remembering Emotional Events: The Fate of

- Detailed Information. *COGNITION AND EMOTION*, 5(2), 81-108.
<https://doi.org/10.1080/02699939108411027>
- Cohen, L., Dehaene, S., Naccache, L., Lehéricy, S., Dehaene-Lambertz, G., Hénaff, M.-A., & Michel, F. (2000). The visual word form area: Spatial and temporal characterization of an initial stage of reading in normal subjects and posterior split-brain patients. *Brain*, 123(2), 291-307.
<https://doi.org/10.1093/brain/123.2.291>
- Correia, J., Formisano, E., Valente, G., Hausfeld, L., Jansma, B., & Bonte, M. (2014). Brain-Based Translation: fMRI Decoding of Spoken Words in Bilinguals Reveals Language-Independent Semantic Representations in Anterior Temporal Lobe. *Journal of Neuroscience*, 34(1), 332-338.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1302-13.2014>
- Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-Vector Networks. *Machine Learning*, 20(3), 273-297.
<https://doi.org/10.1007/BF00994018>
- Crinion, J. T., Lambon-Ralph, M. A., Warburton, E. A., Howard, D., & Wise, R. J. S. (2003). Temporal lobe regions engaged during normal speech comprehension. *Brain*, 126(5), 1193-1201. <https://doi.org/10.1093/brain/awg104>
- Crinion, J., Turner, R., Grogan, A., Hanakawa, T., Noppeney, U., Devlin, J. T., ... Price, C. J. (2006). Language control in the bilingual brain. *Science*, 312(5779), 1537-1540.

- <https://doi.org/10.1126/science.1127761>
- Damasio, A. R. (1989). Time-locked multiregional retroactivation: A systems-level proposal for the neural substrates of recall and recognition. *Cognition*, 33(1-2), 25-62.
- [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(89\)90005-X](https://doi.org/10.1016/0010-0277(89)90005-X)
- Dehaene, S., & Cohen, L. (2011). The unique role of the visual word form area in reading. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(6), 254-262.
- <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.04.003>
- Dehaene, S., Cohen, L., Sigman, M., & Vinckier, F. (2005). The neural code for written words: A proposal. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(7), 335-341.
- <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.05.004>
- Devlin, J. T., Matthews, P. M., & Rushworth, M. F. S. (2003). Semantic processing in the left inferior prefrontal cortex: A combined functional magnetic resonance imaging and transcranial magnetic stimulation study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(1), 71-84.
- <https://doi.org/10.1162/089892903321107837>
- Eberhard, M., D., Simons, G. F., & Fenning, C. D. (2019). *Ethnologue: Languages of the World* (22nd ed.). Dallas, Texas: SIL International. Retrieved from <https://www.ethnologue.com/>
- Echterhoff, G., & Wolf, O. T. (2012). The stressed eyewitness: the interaction of thematic arousal and post-event stress in memory for central and peripheral event information. *Frontiers in Integrative*

- Neuroscience*, 6, 1-12.
<https://doi.org/10.3389/fnint.2012.00057>
- Etzel, J. A., Zacks, J. M., & Braver, T. S. (2013). Searchlight analysis: Promise, pitfalls, and potential. *NeuroImage*, 78, 261-269.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.03.041>
- Fiebach, C. J., Schlesewsky, M., Lohmann, G., Von Cramon, D. Y., & Friederici, A. D. (2005). Revisiting the role of Broca's area in sentence processing: Syntactic integration versus syntactic working memory. *Human Brain Mapping*, 24, 79-91.
<https://doi.org/10.1002/hbm.20070>
- Filipović, L., & Hijazo-Gascón, A. (2018). Interpreting meaning in police interviews: Applied Language Typology in a Forensic Linguistics context. *Vigo International Journal of Applied Linguistics*, 15(15), 67-103. <https://doi.org/10.35869/vial.v0i15.87>
- Foster, P., Tonkyn, A., & Wigglesworth, G. (2000). Measuring Spoken Language: A Unit for All Reasons. *Applied Linguistics*, 21(3), 354-375. <https://doi.org/10.1093/applin/21.3.354>
- French, R. M., & Jacquet, M. (2004). Understanding bilingual memory: Models and data. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(2), 87-93.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2003.12.011>
- Friederici, A. D. (2011). THE BRAIN BASIS OF LANGUAGE PROCESSING: FROM STRUCTURE TO

- FUNCTION. *PSYCHOLOGICAL REVIEWS*, 91(4), 1357-1392.
<https://doi.org/10.1152/physrev.00006.2011>
- Friederici, A. D. (2012, May). The cortical language circuit: From auditory perception to sentence comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.04.001>
- Friederici, A. D., & Gierhan, S. M. E. (2013). The language network. *Current Opinion in Neurobiology*, 23(2), 250-254.
<https://doi.org/10.1016/j.conb.2012.10.002>
- Friston, K. J., Holmes, A. P., Worsley, K. J., Poline, J. B., Frith, C. D., Frackowiak, R. S. J., & others. (1995). Statistical parametric maps in functional imaging: a general linear approach. *Human Brain Mapping*, 2(4), 189-210.
<https://doi.org/10.1002/hbm.460020402>
- Fromkin, V., Rodman, R., & Hyams, N. (2014). *An Introduction to Language* (10th ed.). Boston: Wadsworth.
- Geschwind, N. (1970). The Organization of Language and the Brain. *Science*, 170, 940-944. Retrieved from
<https://www.jstor.org/stable/1731540>
- Grodzinsky, Y., & Santi, A. (2008). The battle for Broca's region. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(12), 474-480.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.09.001>
- Grosjean, Francois. (2012). Bilingual and Monolingual Language Modes. *The Encyclopedia*

- of Applied Linguistics*.
<https://doi.org/10.1002/9781405198431.wbeal0090>
- Grosjean, François. (2008). *Studying Bilinguals*. New York: Oxford University Press.
- Grosjean, François. (2010). *Bilingual: Life and reality*. Harvard University Press.
- Grosjean, François, & Byers-Heinlein, K. (2018). *The Listening Bilingual: Speech Perception, Comprehension, and Bilingualism*. Wiley-Blackwell.
- 羽 瀧 由 子 , マ ル シ ャ レ ン コ ヤ コ ブ , E. , & 上 宮 愛 .
 (2018). 司 法 面 接 の 新 展 開 - 外 国 人 を 対 象 と し た 司
 法 面 接 の 取 り 組 み - . 法 と 心 理 , 18(1), 41-48.
- Ha Duy Thuy, D., Matsuo, K., Nakamura, K., Toma, K., Oga, T., Nakai, T., ... Fukuyama, H.
 (2004). Implicit and explicit processing of kanji and kana words and non-words studied with fMRI. *NeuroImage*, 23(3), 878-889.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.07.059>
- Haden, C. A., Haine, R. A., & Fivush, R. (1997). Developing Narrative Structure in Parent-Child Reminiscing Across the Preschool Years. *Developmental Psychology*, 33(2), 295-307.
<https://doi.org/10.1037/0012-1649.33.2.295>
- Hagoort, P. (2005). On Broca, brain, and binding: A new framework. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(9), 416-423.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.07.004>
- Hagoort, P. (2014). Nodes and networks in the neural architecture for language: Broca's

- region and beyond. *Current Opinion in Neurobiology*, 28, 136-141.
<https://doi.org/10.1016/j.conb.2014.07.013>
- Hagoort, P. (2017). The core and beyond in the language-ready brain. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 81, 194-204.
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.01.048>
- Hari, R., & Kujala, M. V. (2009). Brain Basis of Human Social Interaction: From Concepts to Brain Imaging. *Physiological Reviews*, 89(2), 453-479.
<https://doi.org/10.1152/physrev.00041.2007.-Modern>
- Harris, R. J., & Nelson, E. M. M. (1992). Bilingualism: Not the Exception Any More. *Advances in Psychology*, 83, 3-14.
- Hauk, O., Johnsrude, I., & Pulvermüller, F. (2004). Somatotopic Representation of Action Words in Human Motor and Premotor Cortex. *Neuron*, 41(2), 301-307.
[https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(03\)00838-9](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(03)00838-9)
- Hauk, O., & Pulvermüller, F. (2011). The lateralization of motor cortex activation to action-words. *Frontiers in Human Neuroscience*, 5(NOVEMBER).
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2011.00149>
- Hellman, A. B. (2011). Vocabulary size and depth of word knowledge in adult-onset second language acquisition. *International Journal of Applied Linguistics*, 21(2), 162-182.
<https://doi.org/10.1111/j.1473->

- 4192.2010.00265.x
- Hickok, G., & Poeppel, D. (2000). Towards a functional neuroanatomy of speech perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(4), 131-138. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01463-7](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01463-7)
- Hickok, G., & Poeppel, D. (2004). Dorsal and ventral streams: A framework for understanding aspects of the functional anatomy of language. *Cognition*, 92(1-2), 67-99. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2003.10.011>
- Hickok, G., & Poeppel, D. (2007). The cortical organization of speech processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(May), 393-402. <https://doi.org/10.1038/nrn2113>
- 広瀬拓. (2012). 学習環境と学習内容の重なりが再認記憶に及ぼす影響 (未刊行). 北海道大学, 札幌. 法と心理学会・目撃ガイドライン作成委員会. (2005). 目撃供述・識別手続きに関するガイドライン. 東京: 現代人文社.
- Hu, Z., & Naka, M. (2019). 出来事の記憶と報告ー母語及び第二言語による報告の違いー [Eyewitness Memory and Report for Events: Differences in the Report in the Native Language and the Second Language]. Manuscript submitted for publication.
- Hu, Z., Yang, H., Yang, Y., Nishida, S., Madden-Lombardi, C., Ventre-Dominey, J., ... Ogawa, K. (2019). Common Neural System for Sentence and Picture Comprehension Across Languages: A Chinese-Japanese Bilingual Study. *Frontiers*

- in Human Neuroscience*, 13(380).
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00380>
- Huang, K., Itoh, K., Kwee, I. L., & Nakada, T. (2012). Neural strategies for reading Japanese and Chinese sentences: A cross-linguistic fMRI study of character-decoding and morphosyntax. *Neuropsychologia*, 50(11), 2598-2604.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.07.011>
- Humphries, C., Binder, J. R., Medler, D. A., & Liebenthal, E. (2007). Time course of semantic processes during sentence comprehension: An fMRI study. *NeuroImage*, 36(3), 924-932.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.03.059>
- Iacoboni, M., & Dapretto, M. (2006). The mirror neuron system and the consequences of its dysfunction. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(12), 942-951.
<https://doi.org/10.1038/nrn2024>
- Ingram, J. C. L. (2007). *Neurolinguistics* (1st ed.). New York: Cambridge University Press.
- Ino, T., Nakai, R., Azuma, T., Kimura, T., & Fukuyama, H. (2009). Recognition and reading aloud of kana and kanji word: An fMRI study. *Brain Research Bulletin*, 78(4-5), 232-239.
<https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2008.11.008>
- Itzhak, I., Vingron, N., Baum, S. R., & Titone, D. (2017). Bilingualism in the real world:

- How proficiency, emotion, and personality in a second language impact communication in clinical and legal settings. *Translational Issues in Psychological Science*, 3(1), 48-65.
<https://doi.org/10.1037/tps0000103>
- Ivanova, I., & Costa, A. (2008). Does bilingualism hamper lexical access in speech production? *Acta Psychologica*, 127(2), 277-288.
<https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2007.06.003>
- Jefferies, E. (2013). The neural basis of semantic cognition: Converging evidence from neuropsychology, neuroimaging and TMS. *Cortex*, 49, 611-625.
<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.10.008>
- Jouen, A. L., Ellmore, T. M., Madden, C. J., Pallier, C., Dominey, P. F., & Ventre-Dominey, J. (2015). Beyond the word and image: Characteristics of a common meaning system for language and vision revealed by functional and structural imaging. *NeuroImage*, 106, 72-85.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.11.024>
- Kaan, E., & Saab, T. Y. (2002). The brain circuitry of syntactic comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(8), 350-356.
[https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(02\)01947-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(02)01947-2)
- Kahneman, D. (1973). *Attention and Effort*. New Jersey: Englewood Cliffs.
- Kemmerer, D. (2015). *COGNITIVE NEUROSCIENCE OF LANGUAGE* (1st ed.). New York: Psychology

- Press.
- Kim, K. H. S., Relkin, N. R., Lee, K.-M., & Hirsch, J. (1997). Distinct cortical areas associated with native and second languages. *Nature*, 388, 171-174.
<https://doi.org/10.1038/40623>
- Kohnert, K. J., Hernandez, A. E., & Bates, E. (1998). Bilingual Performance on the Boston Naming Test: Preliminary Norms in Spanish and English. *BRAIN AND LANGUAGE*, 65, 422-440.
- Koriat, A., & Goldsmith, M. (1996). Monitoring and Control Processes in the Strategic Regulation of Memory Accuracy. *Psychological Review*, 103(3), 490-517.
<https://doi.org/10.1037/0033-295X.103.3.490>
- Koriat, A., Goldsmith, M., Schneider, W., & Nakash-Dura, M. (2001). The Credibility of Children's Testimony: Can Children Control the Accuracy of Their Memory Reports? *Journal of Experimental Child Psychology*, 79, 405-437. <https://doi.org/10.1006/jecp.2000.2612>
- Kriegeskorte, N., Goebel, R., & Bandettini, P. (2006). Information-based functional brain mapping. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 13(10), 3863-3868.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0600244103>
- Lau, E. F., Phillips, C., & Poeppel, D. (2008, December). A cortical network for semantics: (De)constructing the N400. *Nature Reviews Neuroscience*. <https://doi.org/10.1038/nrn2532>
- Lee, H., Devlin, J. T., Shakeshaft, C., Stewart, L. H., Brennan, A., Glensman, J., ... Price,

- C. J. (2007). Anatomical Traces of Vocabulary Acquisition in the Adolescent Brain. *Journal of Neuroscience*, 27(5), 1184-1189.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4442-06.2007>
- Lee, J. (2009). Interpreting Inexplicit Language during Courtroom Examination. *Applied Linguistics*, 30(1), 93-114.
<https://doi.org/10.1093/applin/amn05>
- Mahon, B. Z., & Caramazza, A. (2008). A critical look at the embodied cognition hypothesis and a new proposal for grounding conceptual content. *Journal of Physiology Paris*, 102, 59-70.
<https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2008.03.004>
- Makuuchi, M., & Friederici, A. D. (2013). Hierarchical functional connectivity between the core language system and the working memory system. *Cortex*, 49(9), 2416-2423.
<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2013.01.007>
- Marslen-Wilson, W., & Tyler, L. K. (1980). The temporal structure of spoken language understanding. *Cognition*, 8(1), 1-71.
[https://doi.org/10.1016/0010-0277\(80\)90015-3](https://doi.org/10.1016/0010-0277(80)90015-3)
- Mashal, N., Faust, M., Hendler, T., & Jung-Beeman, M. (2009). An fMRI study of processing novel metaphoric sentences. *Laterality*, 14(1), 30-54.
<https://doi.org/10.1080/13576500802049433>
- McCandliss, B. D., Cohen, L., & Dehaene, S. (2003). The visual word form area: Expertise

- for reading in the fusiform gyrus. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(7), 293-299.
[https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(03\)00134-7](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(03)00134-7)
- Meschyan, G., & Hernandez, A. E. (2006). Impact of language proficiency and orthographic transparency on bilingual word reading: An fMRI investigation. *NeuroImage*, 29(4), 1135-1140.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.08.055>
- Meyer, K., & Damasio, A. (2009). Convergence and divergence in a neural architecture for recognition and memory. *Trends in Neurosciences*, 32(7), 376-382.
<https://doi.org/10.1016/j.tins.2009.04.002>
- Mitchell, T. M., Shinkareva, S. V., Carlson, A., Chang, K.-M., Malave, V. L., Mason, R. A., & Just, M. A. (2008). Predicting Human Brain Activity Associated with the Meanings of Nouns. *Science*, 320(5880), 1191-1195.
<https://doi.org/10.1126/science.1152876>
- Mizuno, K. (2012). 近年の司法通訳をめぐる状況と課題 [The Situations and Problems Surrounding Legal Interpretation in Recent Years]. 国際関係・比較文化研究, 11(1), 21-36. Retrieved from https://u-shizuoka-ken.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=1319&item_no=1&page_id=13&block_id=21
- Mizuno, M., & Nakamura, S. (2010). 要通訳裁判員裁判における法廷通訳人の疲労とストレスについて [Fatigue and Stress of Court Interpreters

- in Lay Judge Trials]. 金城学院大学論集 社会科学編, 7(1), 71-80. Retrieved from https://kinjo.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=374&item_no=1&page_id=13&block_id=17
- Mori, M. (2007). 司法通訳人の役割—法廷通訳における言語等価性との関連において— [The Role of Judicial Interpreter —Language Equivalency in Courtroom Interpretation—]. 日本大学大学院総合社会情報研究科紀要, 323(8), 315-323. Retrieved from <https://atlantic2.gsssc.nihon-u.ac.jp/journal/no8en/>
- Mori, M. (2010). 英語話者の証人尋問における通訳の課題と対応策 [Examination of Testimony by English-speaking Witnesses with Interpreters: Challenges for Better Interpretation]. 日本大学大学院総合社会情報研究科紀要, 089(11), 81-89. Retrieved from <https://atlantic2.gsssc.nihon-u.ac.jp/journal/no10en/>
- Nakamura, K., Dehaene, S., Jobert, A., Le Bihan, D., & Kouider, S. (2005). Subliminal Convergence of Kanji and Kana Words: Further Evidence for Functional Parcellation of the Posterior Temporal Cortex in Visual Word Perception. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(6), 954-968. <https://doi.org/10.1162/0898929054021166>
- Nakamura, K., Kouider, S., Makuuchi, M., Kuroki, C., Hanajima, R., Ugawa, Y., & Ogawa, S. (2010). Neural control of cross-language

- asymmetry in the bilingual brain. *Cerebral Cortex*, 20(9), 2244-2251.
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhp290>
- Nakane, I. (2007). Problems in communicating the suspect's rights in interpreted police interviews. *Applied Linguistics*, 28(1), 87-112. <https://doi.org/10.1093/applin/aml050>
- National Institute for Japanese Language and Linguistics. (2018). The Balanced Corpus of Contemporary Written Japanese. Retrieved from https://pj.ninjal.ac.jp/corpus_center/bccwj/bcc-chu.html
- Nelson, K., & Fivush, R. (2004). The Emergence of Autobiographical Memory: A Social Cultural Developmental Theory. *Psychological Review*, 111(2), 486-511.
<https://doi.org/10.1037/0033-295X.111.2.486>
- Newman, S. D., Ikuta, T., & Burns, T. (2010). The effect of semantic relatedness on syntactic analysis: An fMRI study. *Brain and Language*, 113(2), 51-58.
<https://doi.org/10.1016/j.bandl.2010.02.001>
- Nichols, T. E., & Holmes, A. P. (2001). Nonparametric Permutation Tests for Functional Neuroimaging: A Primer with Examples. *Human Brain Mapping*, 15, 1-25.
<https://doi.org/10.1016/B978-012264841-0/50048-2>
- 日本国際教育支援協会. (2012). 日本語能力試験Candolist. Retrieved October 20, 2012, from <https://www.jlpt.jp/about/candolist.html>
- Noonan, K. A., Jefferies, E., Visser, M., &

- Lambon Ralph, M. A. (2013). Going beyond inferior prefrontal involvement in semantic control: evidence for the additional contribution of dorsal angular gyrus and posterior middle temporal cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 25(11), 1824-1850.
https://doi.org/10.1162/jocn_a_00442
- Oberhuber, M., Hope, T. M. H., Seghier, M. L., Parker Jones, O., Prejawa, S., Green, D. W., & Price, C. J. (2016). Four Functionally Distinct Regions in the Left Supramarginal Gyrus Support Word Processing. *Cerebral Cortex*, 26, 4212-4226.
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhw251>
- Oblaser, J., & Kotz, S. A. (2010). Expectancy constraints in degraded speech modulate the language comprehension network. *Cerebral Cortex*, 20(3), 633-640.
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhp128>
- Oganian, Y., Conrad, M., Aryani, A., Spalek, K., & Heekeren, H. R. (2015). Activation patterns throughout the word processing network of L1-dominant bilinguals reflect language similarity and language decisions. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27(11), 2197-2214.
https://doi.org/10.1162/jocn_a_00853
- Paivio, A., & Desrochers, A. (1980). A dual-coding approach to bilingual memory. *Canadian Journal of Psychology/Revue Canadienne de Psychologie*, 34(4), 388-399.
<https://doi.org/10.1037/h0081101>
- Paivio, A., & Lambert, W. (1981). Dual coding

- and bilingual memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 20, 532-539.
[https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(81\)90156-0](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(81)90156-0)
- Pallier, C., Devauchelle, A.-D., & Dehaene, S. (2011). Cortical representation of the constituent structure of sentences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1018711108>
- Pasupathi, M. (2001). The Social Construction of the Personal Past and Its Implications for Adult Development. *Psychological Bulletin*, 127(5), 651-672.
<https://doi.org/10.1037//0033-2909.127.5.651>
- Prabhakaran, R., Blumstein, S. E., Myers, E. B., Hutchison, E., & Britton, B. (2006). An event-related fMRI investigation of phonological-lexical competition. *Neuropsychologia*, 44, 2209-2221.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.05.025>
- Price, C. J. (2000). The anatomy of language : contributions from functional neuroimaging. *The Journal of Anatomy*, 197(3), 335-359.
<https://doi.org/10.1046/j.1469-7580.2000.19730335.x>
- Price, C. J. (2010). The anatomy of language: A review of 100 fMRI studies published in 2009. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1191, 62-88. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05444>
- Price, C. J. (2018). The evolution of cognitive

- models: From neuropsychology to neuroimaging and back. *Cortex*, 107, 37-49.
<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.12.020>
- Pruss, N. (2008). *The effects of using a scripted or unscripted interview in forensic interviews with interpreters (Doctoral dissertation). Open Access Theses & Dissertations*. Retrieved from
https://digitalcommons.utep.edu/open_etd/335
- Ra, S., & Napier, J. (2013). Community interpreting: Asian language interpreters' perspectives. *Translation & Interpreting*, 5(2), 45-61.
<https://doi.org/ti.105202.2013.a04>
- Raettig, T., Frisch, S., Friederici, A. D., & Kotz, S. A. (2010). Neural correlates of morphosyntactic and verb-argument structure processing: An fMRI study. *Cortex*, 46(5), 613-620.
<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2009.06.003>
- Ralph, M. A. L., Jefferies, E., Patterson, K., & Rogers, T. T. (2017). The neural and computational bases of semantic cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 18, 42-55.
<https://doi.org/10.1038/nrn.2016.150>
- Richardson, F. M., Thomas, M. S. C., & Price, C. J. (2009). Neuronal Activation for Semantically Reversible Sentences. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(6), 1283-1298.
<https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21277>
- Seghier, M. L. (2013). The Angular Gyrus: Multiple Functions and Multiple Subdivisions.

- The Neuroscientist*, 19(1), 43-61.
<https://doi.org/10.1177/1073858412440596>
- Seghier, M. L., Fagan, E., & Price, C. J. (2010). Functional Subdivisions in the Left Angular Gyrus Where the Semantic System Meets and Diverges from the Default Network. *The Journal of Neuroscience*, 30(50), 16809 - 16817.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3377-10.2010>
- Shinkareva, S. V., Malave, V. L., Mason, R. A., Mitchell, T. M., & Just, M. A. (2011). Commonality of neural representations of words and pictures. *NeuroImage*, 54(3), 2418-2425.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.10.042>
- Simanova, I., Hagoort, P., Oostenveld, R., & Van Gerven, M. A. J. (2014). Modality-independent decoding of semantic information from the human brain. *Cerebral Cortex*.
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhs324>
- Sliwinska, M. W., Khadilkar, M., Campbell-Ratcliffe, J., Quevenco, F., & Devlin, J. T. (2012). Early and sustained supramarginal gyrus contributions to phonological processing. *Frontiers in Psychology*, 3, 1-10.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00161>
- Smith, S. M., & Nichols, T. E. (2009). Threshold-free cluster enhancement: Addressing problems of smoothing, threshold dependence and localisation in cluster

- inference. *NeuroImage*, 44(1), 83-98.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.03.061>
- Stoeckel, C., Gough, P. M., Watkins, K. E., & Devlin, J. T. (2009). Supramarginal gyrus involvement in visual word recognition. *Cortex*, 45, 1091-1096.
<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2008.12.004>
- Takahata, S. (2018). 足りない法廷通訳人—過剰な負担でなり手減少—. Retrieved May 31, 2019, from
<https://www.nippon.com/ja/currents/d00402/>
- Takahata, S., Mizuno, K., Tsuda, M., Sakamaki, S., & Mori, N. (2013). 法廷通訳の仕事に関する実態調査 [2012 Court Interpreters in Japan Survey: A General Overview of the Results]. 国際関係・比較文化研究 (Vol. 12). Retrieved from https://u-shizuoka-ken.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=1368&item_no=1&page_id=13&block_id=21
- Tan, L. H., Laird, A. R., Li, K., & Fox, P. T. (2005). Neuroanatomical correlates of phonological processing of Chinese characters and alphabetic words: A meta-analysis. *Human Brain Mapping*, 25(1), 83-91.
<https://doi.org/10.1002/hbm.20134>
- Tan, L. H., Liu, H. L., Perfetti, C. A., Spinks, J. A., Fox, P. T., & Gao, J. H. (2001). The neural system underlying Chinese logograph reading. *NeuroImage*, 13(5), 836-846.
<https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0749>

- Turken, A. U., & Dronkers, N. F. (2011). The Neural Architecture of the Language Comprehension Network: Converging Evidence from Lesion and Connectivity Analyses. *Frontiers in System Neuroscience*, 5. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2011.00001>
- Van de Putte, E., De Baene, W., Brass, M., & Duyck, W. (2017). Neural overlap of L1 and L2 semantic representations in speech: A decoding approach. *NeuroImage*, 162(March), 106-116. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.08.082>
- Vingerhoets, G., Van Borsel, J., Tesink, C., Van Den Noort, M., Deblaere, K., Seurinck, R., ... Achten, E. (2003). Multilingualism: An fMRI study. *NeuroImage*, 20(4), 2181-2196. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.07.029>
- Whitney, C., Kirk, M., O' Sullivan, J., Lambon Ralph, M. A., & Jefferies, E. (2011). The neural organization of semantic control: TMS evidence for a distributed network in left inferior frontal and posterior middle temporal gyrus. *Cerebral Cortex*, 21, 1066-1075. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhq180>
- Wu, C. Y., Ho, M. H. R., & Chen, S. H. A. (2012). A meta-analysis of fMRI studies on Chinese orthographic, phonological, and semantic processing. *NeuroImage*, 63(1), 381-391. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.06.>

047

- Wurm, M. F., & Caramazza, A. (2019). Distinct roles of temporal and frontoparietal cortex in representing actions across vision and language. *NATURE COMMUNICATIONS*, 10.
<https://doi.org/10.1038/s41467-018-08084-y>
- Yang, Y., Wang, J., Bailer, C., Cherkassky, V., & Just, M. A. (2017a). Commonalities and differences in the neural representations of English, Portuguese, and Mandarin sentences: When knowledge of the brain-language mappings for two languages is better than one. *Brain and Language*, 175(May), 77-85.
<https://doi.org/10.1016/j.bandl.2017.09.007>
- Yang, Y., Wang, J., Bailer, C., Cherkassky, V., & Just, M. A. (2017b). Commonality of neural representations of sentences across languages: Predicting brain activation during Portuguese sentence comprehension using an English-based model of brain function. *NeuroImage*, 146, 658-666.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.10.029>
- Ye, Z., & Zhou, X. (2009). Conflict control during sentence comprehension: fMRI evidence. *NeuroImage*, 48(1), 280-290.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.06.032>
- Yudes, C., Macizo, P., & Bajo, T. (2011). The influence of expertise in simultaneous interpreting on non-verbal executive processes. *Frontiers in Psychology*, 2.

- <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00309>
- Yule, G. (2014). *The Study of Language* (5th ed.). New York: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS.
- Zinszer, B. D., Anderson, A. J., Kang, O., Wheatley, T., & Raizada, R. D. S. (2016). Semantic Structural Alignment of Neural Representational Spaces Enables Translation between English and Chinese Words. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 28(11), 1749-1759. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01000

謝 辞

学位を取得することに支援し，励ましてくれた家族の皆に感謝いたします。特に常にあらゆることと向き合う勇気をつけてくれた母親に感謝いたします。人生の十字路に立ち止まって躊躇する際に，重要な一步を踏み出そうと押してくれたおかげで，私は現在まで頑張ることができました。

指導教官として神経認知心理学の世界を開いていただき，また研究の機会を与えていただき，その遂行にあたって終始ご指導，ご鞭撻をいただいた同専攻准教授小川健二先生に深謝の意を表します。困難にぶつかる時畏縮して止まりがちな私の背中を押し続けていただき，国際学会発表，投稿論文の執筆等充実した研究生活を送ることができました。

本論の第2章と第3章は私が同大学修士課程在学中に行った研究の一部の再分析および追加実験をもとに執筆したものです。当時の指導教官であり，研究の道に導いていただき，現在も応援してくださる立命館大学総合心理学部教授仲真紀子先生に深謝いたします。

第2章，第3章と第4章で報告した実験に協力していただいた参加者の皆様に感謝いたします。実験の実施，分析にあたって同研究室の西田周平さん，楊恵翔さん，名畑理津子さんには協力していただき，また，その際に同研究室の先輩と後輩には有意義なコメント，アドバイスをしていただきました。山縣豊樹さんと新井田光希さんには，本論文一部の下書きを入念に校正していただきました。皆様に感謝いたします。

平成29年4月から2年間，経済的に支援していただいた公益財団法人竜の子財団の皆様にご心より感謝申し上げます。豊かな交流会も催していただき，日本の風物を体験でき，各国からの留学生との深い交流ができ，有

益な留学生活を送ることができました。

学部時代から日本語の先生だけではなく、人生の指導教官としてご指導、応援し続けていただいた阿出川俊夫先生に感謝いたします。

あわせて 8 年間札幌での留学生活において多くの友人と出会いました。全ての方々のお名前を記すことはできませんが、悩みや楽しみ、悲しみや喜びを共に分かち合って成長した友人たちに感謝いたします。

ありがとうございました。

In memory of my grandmother.

2019 年 11 月

胡 政 飛

付録 A

NO. _____

第 2 言語（日本語）背景アンケート

記入日付： _____ 年 _____ 月 _____ 日

年齢： _____ 性別： F M 母語： _____
 （○を付けてください。F：女性 M：男性）

学部専攻： _____

大学院専攻： _____
 （大学院生の場合、学部専攻と大学院専攻をともに書いてください。）

1、何時から日本語を勉強し始めましたか？ _____ （例えば、18 歳）

2、日本語を何年勉強しましたか？

3、日本語能力試験（JLPT）何級（旧試験）あるいは何レベル（新試験）に合格しましたか？（例えば、1 級あるいは N1。）

4、日本語能力試験以外の日本語能力を測定する試験を受けたことがありますか？

はい いいえ（○を付けてください）
 あれば、試験の名前と点数（レベル）を書いてください。

5、今までに日本に滞在している期間はどのぐらいです？ _____ 年 _____ ヶ月

6、日本語以外に使うことのできる外国語がありますか？
 はい いいえ（○を付けてください）
 あれば、（ ）の中にその言語を書き、日本語を **100** とした場合の聞く、読む、書く、話す能力を _____ に書いてください。

	日本語	例：フランス語	（ ）語	（ ）語
聞く	<u>100</u>	<u>110</u>	_____	_____
読む	<u>100</u>	<u>90</u>	_____	_____
書く	<u>100</u>	<u>75</u>	_____	_____
話す	<u>100</u>	<u>100</u>	_____	_____

付録 B

NO. _____

第 2 言語（日本語）に対する自己評価アンケート

以下の 20 の項目に書いてあることをよく読んで、第 2 言語（日本語）を使う時どの程度ご自分にあてはまるかを評定してください。以下の基準に従って、該当する数字に○を付けてください。

1:全くそう思わない 2:あまりそう思わない 3:どちらともいえない 4:ほとんどそう思う
5:非常にそう思う

1、知らない人から電話がかかっても、何を言っているかすぐに分かります。

1----2----3----4----5

2、テレビのドラマが分かります。

1----2----3----4----5

3、電車やバスの中で、まわりの日本人が話している内容が分かります。

1----2----3----4----5

4、授業やゼミで話されている内容が分かります。

1----2----3----4----5

5、ラジオのニュースが分かります。

1----2----3----4----5

6、面接で、質問に適切に答えることができます。

1----2----3----4----5

7、自分の観た映画について、ストーリーをくわしく説明することができます。

1----2----3----4----5

8、パーティーや公式の席で、スピーチをすることができます。

1----2----3----4----5

9、授業やゼミの発表で、自分の考えをじゅうぶんに説明することができます。

- 10、授業やゼミなどで、日本人と討論することができます。
1----2----3----4----5
- 11、お世話になった人に、お礼の手紙を書くことができます。
1----2----3----4----5
- 12、だれかに頼まれて、自分の国の事情などについて書くことができます。
1----2----3----4----5
- 13、論文などの要約を書くことができます。
1----2----3----4----5
- 14、授業やゼミなどで、ノートをとることができます。
1----2----3----4----5
- 15、調査や研究などの報告書を書くことができます。
1----2----3----4----5
- 16、小説を読んで、内容が分かります。
1----2----3----4----5
- 17、新聞を読んで、内容が分かります。
1----2----3----4----5
- 18、アパートなどの契約書を読んで、内容が分かります。
1----2----3----4----5
- 19、研究に必要な本や論文を読んで、内容が分かります。
1----2----3----4----5
- 20、電気製品（例えば、CD プレーヤーや電子レンジなど）の使い方の説明書を読んで、内容が分かります。
1----2----3----4----5

付録 C

利き手アンケート

1. お名前：

2. 生年月日：

3. 性別： 男 ・ 女

4. 利き手検査

(1) 利き手は？ 右 ・ 左

(2) 矯正の有無 有 ・ 無

(3) 1 親等(両親と子)以内の親族に左利きの方は いる ・ いない

(4) 日常的にどちらの手を用いるか？

- | | |
|-----------------------------|------------|
| ①消しゴムはどちらの手に持って消しますか？ | 左 ・ 両方 ・ 右 |
| ②マッチをするときに軸はどちらの手に持ちますか？ | 左 ・ 両方 ・ 右 |
| ③はさみはどちらの手に持って使いますか？ | 左 ・ 両方 ・ 右 |
| ④押しピンはどちらの手に持って使いますか？ | 左 ・ 両方 ・ 右 |
| ⑤果物の皮をむくときナイフはどちらの手に持ちますか？ | 左 ・ 両方 ・ 右 |
| ⑥ネジまわしはどちらの手に持って使いますか？ | 左 ・ 両方 ・ 右 |
| ⑦クギを打つとき、カナヅチはどちらの手に持ちますか？ | 左 ・ 両方 ・ 右 |
| ⑧かみそり、または口紅はどちらの手に持って使いますか？ | 左 ・ 両方 ・ 右 |
| ⑨歯を磨くとき、歯ブラシはどちらの手に持ちますか？ | 左 ・ 両方 ・ 右 |
| ⑩ボールを投げるのはどちらの手ですか？ | 左 ・ 両方 ・ 右 |
| ⑪マウスはどちらの手で使いますか？ | 左 ・ 両方 ・ 右 |

付録 D

外国語学習背景アンケート

最後までご回答をお願い致します。

* 必須

I

氏名（フリガナを付けてください。） *

性別 *

- ☐ 女性
☐ 男性

年齢 *

職業 *

- ☐ 学部生
☐ 大学院修士課程
☐ 大学院博士課程
☐ 社会人
☐ 大学教員
☐ その他: _____

連絡先（メールアドレス） *

最終学歴

- ☐ 学士
☐ 修士
☐ 博士
☐ その他: _____

II

母語 *

- ☐ 中国語
- ☐ 英語
- ☐ 日本語
- ☐ 韓国語
- ☐ その他: _____

母語以外に話せるすべての外国語を選んでください。 *

- ☐ 中国語
- ☐ 英語
- ☐ 日本語
- ☐ 韓国語
- ☐ フランス語
- ☐ その他: _____

III

話せる外国語の中で第二言語と思われるものを選んでください（第二言語とは、母語以外で二番目にうまく操れる言語のことです）。 *

- ☐ 中国語
- ☐ 英語
- ☐ 日本語
- ☐ 韓国語
- ☐ フランス語
- ☐ その他: _____

第二言語の学習開始年齢 *

第二言語を何年学習していました？ *

第二言語に関する言語試験を受けたことがありますか？あれば、受けたすべての試験の名前と、取ったレベル（点数）を書いてください。 *

あなたの第二言語を母語とする国に住んだ、あるいは旅行したことがありますか？あれば、現時点までに合わせてどのくらい滞在していましたか？（例えば、40 ヶ月） *

母語を 100 とした場合、あなたの第二言語の「聴く」、「読む」、「書く」、「話す」の 4 種類の能力は母語と比べて、どのぐらいの値ですか？ *

	95-91	90-86	85-81	80-76	75-71	70 以下
書く	☐	☐	☐	☐	☐	☐
聴く	☐	☐	☐	☐	☐	☐
読む	☐	☐	☐	☐	☐	☐
話す	☐	☐	☐	☐	☐	☐

IV

話せる外国語の中で第三言語と思われるものを選んでください。 *

- ☐ 中国語
- ☐ 英語
- ☐ 日本語
- ☐ 韓国語
- ☐ フランス語
- ☐ なし
- ☐ その他: _____

第三言語の学習開始年齢 *

第三言語を何年学習していました？ *

第三言語に関する言語試験を受けたことがありますか？あれば、受けたすべての試験の名前と、取ったレベル（点数）を書いてください。 *

あなたの第三言語を母語国とする国に住んだ、あるいは旅行したことがありますか？あれば、現時点までに合わせてどのくらい滞在していましたか？（例えば、40 ヶ月） *

母語を 100 とした場合、あなたの第三言語の「聴く」、「読む」、「書く」、「話す」の 4 種類の能力は母語と比べて、どのぐらいの値ですか？ *

	95-91	90-86	85-81	80-76	75-71	70 以下
書く	☐	☐	☐	☐	☐	☐
聴く	☐	☐	☐	☐	☐	☐
読む	☐	☐	☐	☐	☐	☐
話す	☐	☐	☐	☐	☐	☐

付録 E

日本語に対する自己評価

1. 非常にそう思わない 2. そう思わない 3. ややそう思わない 4. どちらともいえない 5. ややそう思う 6. そう思う 7. 非常にそう思う

1. 政治や経済などについてのテレビニュースを見て、要点が理解できる。 *

1 2 3 4 5 6 7
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

2. クラスのディスカッションで、相手の意見に賛成か反対かを理由とともに述べることができる。 *

1 2 3 4 5 6 7
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

3. 商品のパンフレットを見て、知りたいことが分かる。(例：商品の特徴など) *

1 2 3 4 5 6 7
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

4. 自分の家族や町などの身近な話題について簡単に書くことができる。 *

1 2 3 4 5 6 7
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

5. 関心あるテーマの講義や講演を聞いて、だいたいの内容が理解できる。 *

1 2 3 4 5 6 7
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

6. 準備をしていれば、自分の送別会などフォーマルな場で短いスピーチをすることができる。 *

1 2 3 4 5 6 7
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

7. 駅の時刻表や案内板を見て、自分が乗る電車の時間がわかる。 *

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

8. 書類に、名前や国名などを書くことができる。 *

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

9. 標準的な話し方のテレビドラマや映画を見て、だいたい理解できる。 *

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

10. 驚き、嬉しさなどの自分の気持ちと、その理由を簡単なことばで説明することができる。 *

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

11. 学校などで面談の予定表を見て、自分の面談の日曜日と時間がわかる。 *

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

12. 論理的に意見を主張する文章を書くことができる。 *

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

13. 身近で日常的な話題（例：趣味、食べ物、週末の予定）についての会話がだいたい理解できる。 *

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

14. 自己紹介をしたり、自分についての簡単な質問に答えたりすることができる。 *

1	2	3	4	5	6	7
○	○	○	○	○	○	○

15. 政治, 経済などについての新聞や雑誌の記事を読んで, 要点が理解できる。 *

1	2	3	4	5	6	7
○	○	○	○	○	○	○

16. 思いがけない出来事 (例: 事故など) について説明する文章を書くことができる。 *

1	2	3	4	5	6	7
○	○	○	○	○	○	○

17. 教室で, 先生や友達の簡単な自己紹介を聞いて, 理解できる。 *

1	2	3	4	5	6	7
○	○	○	○	○	○	○

18. 関心ある話題の議論や討論に参加して, 意見を論理的に述べることができる。 *

1	2	3	4	5	6	7
○	○	○	○	○	○	○

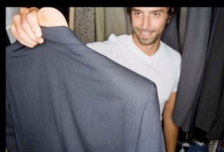
19. 論説記事 (例: 新聞の社説など) を読んで, 主張・意見や論理展開が理解できる。 *

1	2	3	4	5	6	7
○	○	○	○	○	○	○

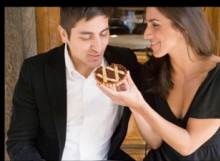
20. 料理の作り方や機械の使い方などの方法を書いて伝えることができる。 *

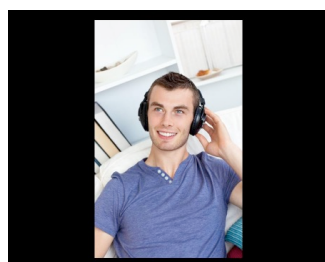
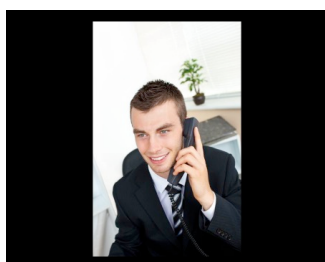
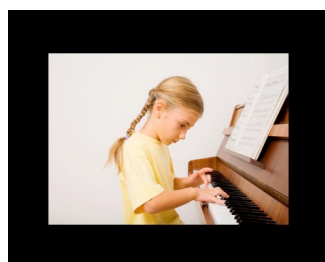
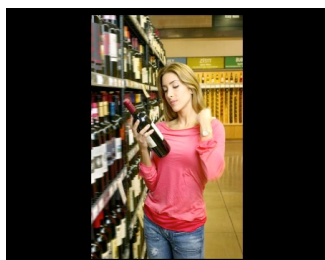
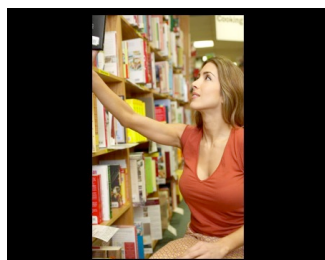
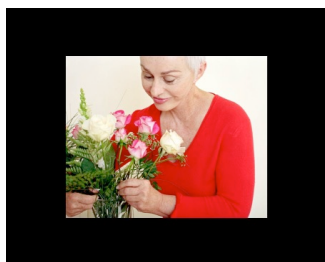
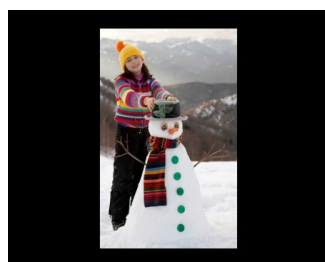
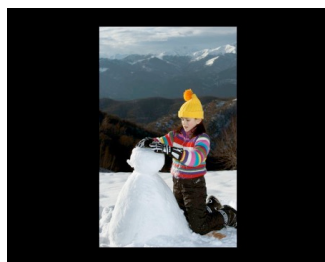
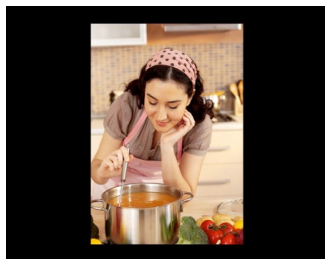
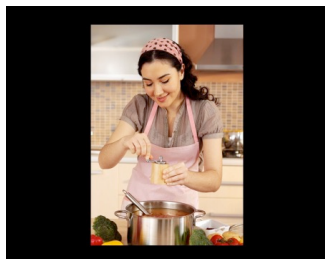
1	2	3	4	5	6	7
○	○	○	○	○	○	○

付録 F

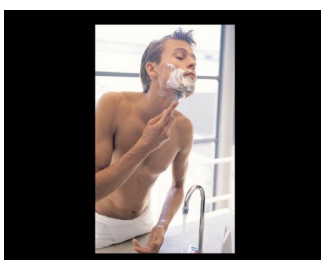
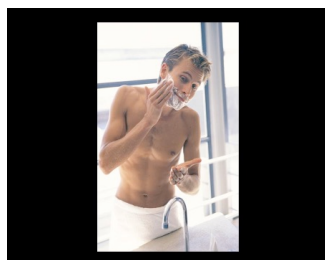
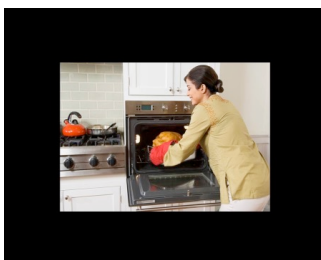
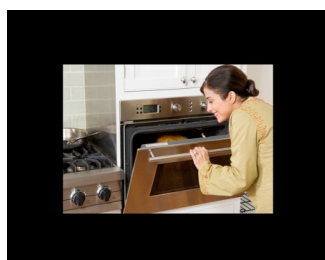
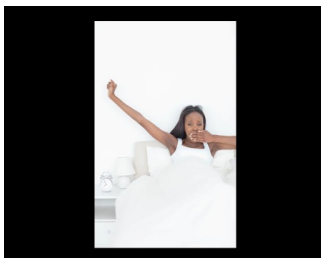
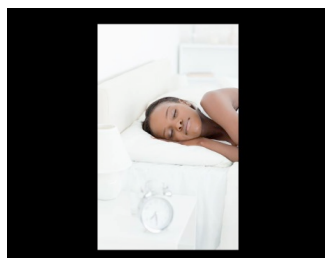
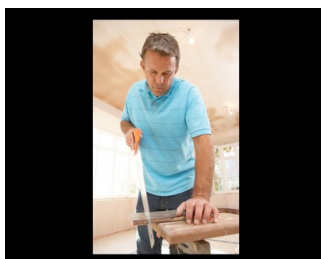
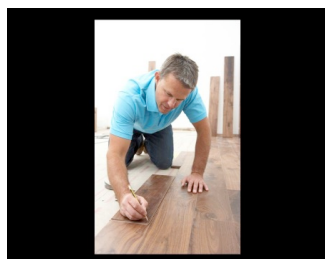
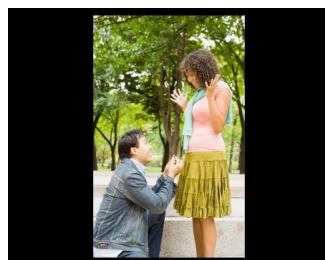
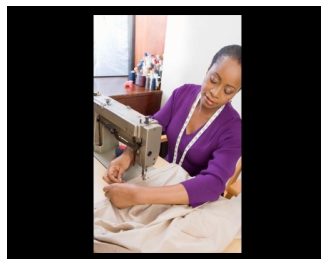
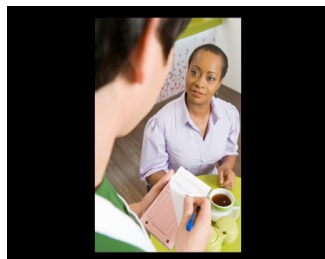




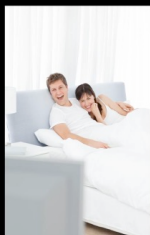
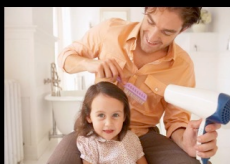
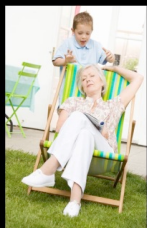












付録 G

	中国語文	日本語文
1	男人在挑选衣服。	男性は服を選んでいる。
	男人在拿着衣服看。	男性は服を持ちながら見ている。
2	男人在组装帐篷。	男性はテントを組み立てている。
	男人在搭起帐篷。	男性はテントを張っている。
3	小女孩在扔石子。	女の子は石を投げている。
	小女孩在玩跳房子。	女の子はけんけんぱをしている。
4	小女孩在从瓶子里拿零食。	女の子は瓶からお菓子を取っている。
	小女孩在吃零食。	女の子はお菓子を食べている。
5	男人在挑选商品。	男性は商品を選んでいる。
	男人在熨衣服。	男性はアイロンをかけている。
6	女人在泡茶。	女性はお茶を淹れている。
	女人在弹吉他。	女性はギターを弾いている。
7	女人在筛面粉。	女性は小麦粉をふるいにかけている。
	女人在看书。	女性は本を読んでいる。
8	小女孩在吹肥皂泡。	女の子はシャボン玉を吹いている。
	小女孩在画画。	女の子は絵を描いている。
9	男人和女人在推着自行车。	男性と女性は自転車を押している。
	男人和女人坐在长椅上喝水。	男性と女性はベンチに座って水を飲んでいる。
10	店员在递给女人商品。	店員は女性に商品を渡している。
	女人在递给店员信用卡。	女性は店員にカードを渡している。
11	小男孩和男人在往墙上挂照片。	男の子と男性は写真を壁に掛けている。
	小男孩和男人在调整照片的位置。	男の子と男性は写真の位置を調整している。
12	女人在给小宝宝围浴巾。	女性は赤ちゃんにバスタオルを巻いている。
	女人在用浴巾给小宝宝擦身体。	女性はバスタオルで赤ちゃんの身体を拭いている。
13	女人在喂男人吃点心。	女性は男性にお菓子を食べさせている。
	女人和男人在看相册。	女性と男性はアルバムを見ている。

14	女人和小女孩在贴壁纸。	女性と女の子は壁紙を貼っている。
	女人和小女孩在床上跳。	女性と女の子はベッドの上で飛び跳ねている。
15	男人和女人在拿着酒。	男性と女性はお酒を持っている。
	男人和女人在抢遥控器。	男性と女性のリモコンを奪い合っている。
16	男人和女人坐在游泳池的边儿上。	男性と女性はプールのふちに座っている。
	男人在让女人尝味道。	男性は女性に味見をさせている。
17	女人在挑选商品。	女性は商品を選んでいる。
	女人在结账。	女性は会計をしてもらっている。
18	女人在挑选 DVD。	女性は DVD を選んでいる。
	女人在把 DVD 插到 DVD 机里。	女性は DVD をプレーヤーに入れている。
19	女人在往锅里放调味料。	女性は鍋に調味料を入れている。
	女人在搅拌汤。	女性はスープをかき混ぜている。
20	小女孩在堆雪人。	女の子は雪だるまを作っている。
	小女孩在给雪人戴帽子。	女の子は雪だるまに帽子をかぶせている。
21	女人在往杯子里倒喝的东西。	女性はグラスに飲み物を注いでいる。
	女人在插花。	女性は花を生けている。
22	女人在挑选书。	女性は本を選んでいる。
	女人在挑选红酒。	女性はワインを選んでいる。
23	小女孩在往碗里倒麦片。	女の子はボウルにシリアルを入れている。
	小女孩在弹钢琴。	女の子はピアノを弾いている。
24	男人在打电话。	男性は電話をかけている。
	男人在听音乐。	男性は音楽を聴いている。
25	两个女人在自拍。	二人の女性は自撮りをしている。
	两个女人在确认相机里的照片。	二人の女性はカメラの画像を確認している。
26	男人在追赶小男孩。	男性は男の子を追い掛けている。
	男人在抓着小男孩的胳膊。	男性は男の子の腕をつかまえている。
27	男人蒙住女人的眼睛在给她礼物。	男性は女性の目を覆ってプレゼントを渡している。
	女人在男人的旁边拆礼物。	女性は男性のそばでプレゼントを開けている。
28	小女孩和女人在往刷子和滚筒上沾涂料。	女の子と女性ははけとローラーにペンキをつけている。

	小女孩和女人在往墙上刷涂料。	女の子と女性は壁にペンキを塗っている。
29	小女孩在女人的旁边打包装。	女の子は女性のそばでラッピングをしている。
	小女孩在女人的旁边削皮。	女の子は女性のそばで皮むきをしている。
30	小男孩和小女孩在下国际象棋。	男の子と女の子はチェスをやっている。
	小男孩和小女孩在吃麦片。	男の子と女の子はシリアルを食べている。
31	女人在跟服务员点菜。	女性は店員に注文をしている。
	女人在用缝纫机做衣服。	女性はミシンで服を作っている。
32	男人在向女人求婚。	男性は女性にプロポーズをしている。
	男人和女人在看纸袋里的东西。	男性と女性は紙袋の中身を見ている。
33	男人在往地板上做标记。	男性は床板に印をつけている。
	男人在用锯子锯板子。	男性は板をのこぎりで切っている。
34	女人在睡觉。	女性は寝ている。
	女人在伸懒腰。	女性は伸びをしている。
35	女人在打开烤箱。	女性はオーブンを開けている。
	女人在从烤箱里拿出食物。	女性はオーブンから料理を取り出している。
36	男人在抹剃须膏。	男性はシェービングフォームを塗っている。
	男人在刮胡子。	男性はひげを剃っている。
37	小女孩在打电话。	女の子は電話をかけている。
	小女孩在荡秋千。	女の子はブランコに乗っている。
38	女人在换轮胎。	女性はタイヤを交換している。
	女人在吃意大利面。	女性はパスタを食べている。
39	女人正准备扔捧花。	女性はブーケを投げようとしている。
	女人正拿着网球拍。	女性はテニスのラケットを持っている。
40	小男孩在玩拼图。	男の子はジグソーパズルをやっている。
	小男孩在吹生日蜡烛。	男の子は誕生日ケーキのロウソクを吹き消している。
41	女人在叫服务员。	女性は店員を呼んでいる。
	服务员在给女人倒水。	女性は店員に水を注いでもらっている。
42	男人拿着花在敲门。	男性は花束を持ってノックをしている。
	女人在打开门请男人进门。	女性はドアを開けて男性を迎え入れている。

43	男人藏着花在和女人对视。	男性は花束を隠して女性と向き合っている。
	男人在把花送给女人。	男性は女性に花束を渡している。
44	小男孩在从后面靠近女人。	男の子は後ろから女性に近づいている。
	小男孩弄醒了女人。	男の子は女性を驚かせている。
45	小女孩蒙住男人的眼睛在给他礼物。	女の子は男性の目を覆ってプレゼントを渡している。
	男人在教小女孩系鞋带。	男性は女の子に靴紐の結び方を教えている。
46	男人在用电吹风给小女孩吹头发。	男性は女の子にドライヤーをかけている。
	男人在给小女孩读书。	男性は女の子に本を読んであげている。
47	女人在看着看报纸的男人。	女性は新聞を読んでいる。男性を見ている。
	女人和男人在开派对。	男性と女性はパーティーをしている。
48	女人和男人躺在床上看电视。	女性と男性はベッドからテレビを見ている。
	女人和男人在洗碗。	女性と男性は食器を洗っている。

付録 H

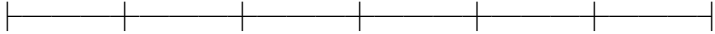
文章表現評価アンケート（一部抜粋）

一人以上の人物で構成される写真とともに、ある文章が提示されます。その文章は、写真の中に登場する**人物の行動**を説明できると思いますか？

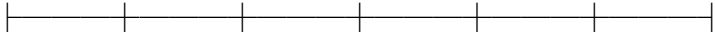
(1) . 7段階で評価してください。

1(非常に説明できない) -- 2(かなり説明できない) -- 3(やや説明できない) -- 4(どちらでもない) -- 5(やや説明できる) -- 6(かなり説明できる) -- 7(非常に説明できる)。

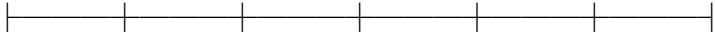
(2) . (1)で1～3を選択し、また、より適切な文章が思い浮かんだ場合、その文章を書いてください（提示される文章の問題点の指摘のみでもかまいません）。

1. (1) 
1 2 3 4 5 6 7

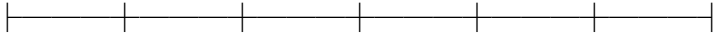
(2) _____

2. (1) 
1 2 3 4 5 6 7

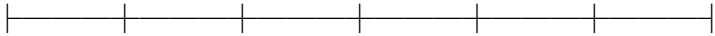
(2) _____

3. (1) 
1 2 3 4 5 6 7

(2) _____

4. (1) 
1 2 3 4 5 6 7

(2) _____

5. (1) 
1 2 3 4 5 6 7

(2) _____

付録 I

以下の単語の**意味**を知っていますか？

知っている場合は, 単語の番号に○をつけ, 知らない場合は×をつけてください。

- | | |
|------------|-----------|
| 1. シェービング | 16. ラケット |
| 2. 吹き消す | 17. 生ける |
| 3. ジグソーパズル | 18. ローラー |
| 4. シャボン玉 | 19. ブーケ |
| 5. 奪い合う | 20. のこぎり |
| 6. 雪だるま | 21. 迎え入れる |
| 7. 床板 | 22. はけ |
| 8. 味見 | 23. ふち |
| 9. チェス | 24. ペンキ |
| 10. ふるい | 25. アイロン |
| 11. 飛び跳ねる | 26. リモコン |
| 12. ラッピング | 27. ミシン |
| 13. ドライヤー | 28. けんけんば |
| 14. シリアル | 29. 自撮り |
| 15. ブランコ | 30. 淹れる |

回答が終わってから, 裏面に書かれている単語の意味を読み, 理解してください。

日本語

中国語

1. シェービング
2. 吹（ふ）き消（け）す
3. ジグソーパズル
4. シャボン玉
5. 奪（うば）い合（あ）う
6. 雪だるま
7. 床板（ゆかいた）
8. 味見（あじみ）
9. チェス
10. ふるい
11. 飛（と）び跳（は）ねる
12. ラッピング
13. ドライヤー
14. シリアル
15. ブランコ
16. ラケット
17. 生ける
18. ローラー
19. ブーケ
20. のこぎり
21. 迎（むか）え入（い）れる
22. はけ
23. ふち
24. ペンキ
25. アイロン
26. リモコン
27. ミシン
28. けんけんぱ
29. 自（じ）撮（ど）り
30. 淹（い）れる

- 刮胡子
 吹灭，吹熄
 拼图
 肥皂泡
 互相争夺
 雪人
 地板
 尝口味，尝咸淡
 国际象棋
 筛子
 跳动，蹦跳
 包装
 吹风机，电吹风
 （谷物类）麦片，序列号
 秋千
 球拍
 插（花）
 滚子，滚轮
 花束
 锯
 迎进家（屋）里
 刷子
 边（儿），缘，沿（儿）
 油漆
 熨斗
 遥控器
 缝纫机
 跳房子（一种游戏）
 自拍
 沏，泡

