様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　５ 年　６ 月 １５ 日現在

機関番号：３２６１５
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2017～2022
課題番号：１７Ｋ００２１０

研究課題名（和文）第二言語処理における認知資源配分の理解と思考への影響に関する認知・脳科学的研究

研究課題名（英文）A neuro-cognitive study on the effects of resource allocation on thinking in second-language processing

研究代表者
森島　泰則（Morishima, Yasunori）

国際基督教大学・教養学部・教授

研究者番号：２０３６５５２１

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　3,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は，第二言語（以下L２）を理解する際に，構文解析や語彙アクセスなどの低次言語処理による認知的負荷がより高次の思考作業に及ぼす影響（外国語副作用）を検証することを目的とした。検証には，文読み時間，反応時間の計測のほか，機能的近赤外分光法（fNIRS） による脳賦活計測，視線計測を用いた実験を行った。コロナ禍のため実験実施は困難を極めたが，それでも推論に関わる脳部位の賦活がない，推論による活性化が仮説される刺激への反応時間が促進されないといった結果が得られ，思考課題がL２で課された場合，外国語副作用のために適切な推論や判断が制約を受けることを示唆する結果が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義
認知資源配分の問題は,L２言語処理に限られるものではなく,複数の認知的作業が行われる様々な活動において生じる。したがって,本研究から得られる知見は,外国語使用に関わる認知過程に限らず,記憶,学習,問題解決などにおける認知資源の配分とその影響という,より広範な認知過程の解明に寄与し,認知心理学,認知科学の関連領域に重要な示唆を与えることが期待できる。本研究の成果は,L２学習者の言語処理,思考過程のメカニズムのより深い理解に寄与し,外国語教育にも応用しうる知見が得られると期待できる。従って,教育分野へ有益な示唆を与えるものとしても意義がある。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this research was to investigate the effect (known as the foreign language effect) of cognitive load due to second language (L2) processing on higher-level thinking such as inferences and judgment. We conducted a series of experiments that employed the measurements of reaction time, sentence reading time, brain activity, and eye movements. Due to the COVID pandemic, we had difficulty with conducting lab experiments, yet our L2 comprehension experiments produced some interesting results. The fNIRS experiments showed that the brain area that is known to be involved in inferencing was not activated, and in another set of experiment, the words that were expected to be activated by inferencing did not yield the facilitation of reaction time, suggesting that those words were not activated. These outcomes suggest that when a thinking task requiring judgment or inference is given in L2, appropriate inferences and judgments may be constrained due to the foreign language effect.

研究分野：認知心理学

キーワード：第二言語処理　認知資源配分　文章理解　推論過程

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

１．研究開始当初の背景

本研究は，外国語（第二言語，以下Ｌ２）処理が思考作業に及ぼす影響に関する認知的，脳機能的過程と機序に関する研究である。

これまでの認知心理学的研究によってＬ２を使用すると一時的に思考力が低下することが示されている。この現象は「外国語副作用」と呼ばれる（英語では, Foreign Language Effectと呼ばれる）（e.g., Takano & Noda,　1993）。私たちが言語を使った様々な活動をするとき，（低次）言語処理と思考作業（高次言語処理）を同時に行っている。これらの思考作業のためには，入力された言語情報について，関連する情報を長期記憶から検索し，結びつけたり，文脈との首尾一貫性をモニターしたり，情報発信者の意図を解釈したりといった情報処理が必要である。母語レベルにないＬ２の言語処理によってＬ１よりも高い認知的負荷がかかるので，それが思考作業に干渉して思考作業が低下すると考えられる。例えば, Morishima (2013）は，中級英語学習者は，読解中，直前の文にしかアクセスできないという制約を実証したが，まだこの種の証左は充分に蓄積されているとは言い難く，さらなる研究の発展が求められる状況であった。

思考への干渉に関しては，例えば，「トロリー問題」と呼ばれる倫理葛藤課題を第一言語（以下, Ｌ１）とＬ２で出題し，課題の判断を言語間で比較した一連の研究があり, Ｌ２の場合に功利主義的判断がＬ１の場合より強く見られることが報告されている（Costa, Foucart, Hayakawa, Aparici, Apesteguia, Heafner, & Keysar, 2014）。これは, Ｌ２処理による認知負荷の増大によって倫理的判断に絡む感情的推論が低減したためと解釈されているが，その機序の詳細はまだ明らかにされておらず，研究を深める必要性があった。

２．研究の目的

本研究では, L2を理解する際に，構文解析や語彙アクセスなどの低次言語処理による認知的負荷がより高次の思考作業に及ぼす影響（外国語副作用）を実証的に検証することを目的とする。判断や推論を要する思考課題がL2で課された場合，外国語副作用のために期待される適切な推論や判断が制約を受けるのかを明らかにする。

３．研究の方法

上記の問題を検証するため, Ｌ２処理における認知負荷によって生じると予測される推論や判断などの思考作業への干渉を，以下のような方法で研究を行った。

1. 認知神経学的観点から，機能的近赤外分光法（functional Near-Infrared Spectroscopy, fNIRS）を用いて測定することによって，相対的な認知負荷の変化を観察する。
2. 認知心理学的観点から，言語刺激に対する反応時間や文章読解時間などの行動指標を計測し，仮説検証を行う。

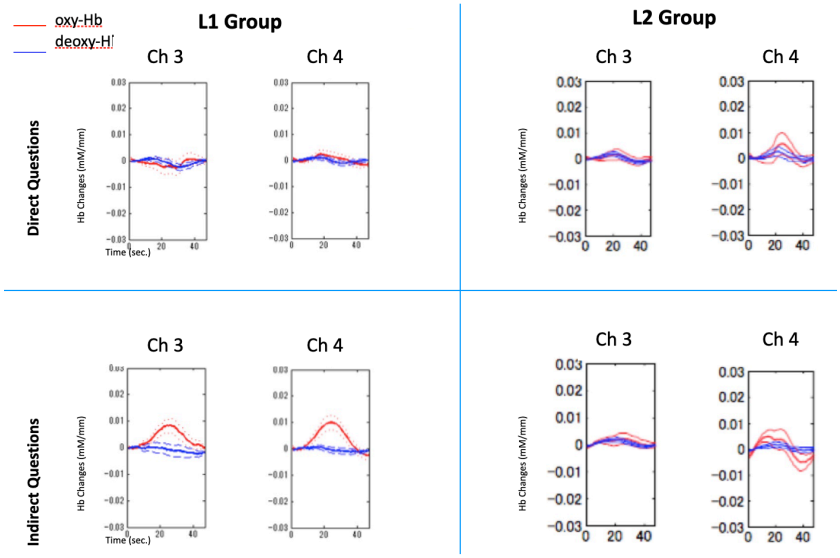
４．研究成果

１）脳賦活から見たL2読解中の推論プロセスの生起の有無

本研究では，推論課題中の前頭部脳賦活を機能的近赤外分光法（functional Near-Infrared Spectroscopy, fNIRS）で計測し，　推論における外国語副作用を検討した。研究参加者は，第一言語（First Language,　L1）が日本語，第二言語(Second Language, L2)として英語を使用している大学生（L2英語群）および英語をL1とする大学生（L1英語

群）であった。L2英語群は，英語の習熟度をOxford Quick Placement Test (OQPT)を用いて評価した。参加者は，英語の文章を読んだあと，内容についての真偽判断課題を行った。この課題には推論難易度の異なる2条件があり，文章に直接的に書かれている内容についての判断を行う直接条件と，文章に書かれておらず真偽判断に推論を要する間接条件があった。L2英語群において，推論難易度の影響は有意であり，右前頭部の酸素化ヘモグロビン変化量（oxy-Hb）は間接条件で，直接条件よりも有意に増加した。L1英語群とL2群を比較した結果，言語の習熟度と推論難易度に交互作用が見られ，L2英語群では右半球で，L1英語群は左半球で，直接条件と比較して間接条件で有意にoxy-Hbの上昇が見られた。L2英語群では推論課題における誤反応も多かったことから，OQPTの評価におけるUpper Intermediateレベルの参加者かつ誤反応が直接条件6試行中4試行以上の参加者のみを抽出し，L1英語群と比較した。その結果，推論難易度が高い間接条件は直接条件と比較して右前頭部の活動を上昇させるが，言語の習熟度と推論難易度の交互作用も見られ，L1英語群においてのみ，間接条件で直接条件よりも腹側前頭部の活動が上昇した。また，左前頭部において，L1英語群の脳活動は，L2群と比較して高かった。さらに，側頭部においては，L2英語群において推論難易度によるoxy-Hbの上昇は見られなかった（図１参照）。これらの結果から，外国語副作用の機序として，L2英語群においてL2としての英語を聴覚理解する過程に認知資源を多く分配するために，間接条件で必要な推論に供する資源が不十分になり，必要な脳活動が行われなかった可能性が示唆される。

図１. fNIRS による右前頭部（チャンネル３および４）の酸素化ヘモグロビン変化量



２）倫理葛藤課題における感情推論

本研究では，「トロリー問題」のような倫理葛藤課題をＬ２で行った場合，言語処理による認知負荷の増大によって倫理的判断に絡むプロセスが制約され，特に感情的推論が低減するためであるという仮説を検証した。感情的推論の低減は状況のイメージ化が制約されるためとする先行研究がある (Hayakawa & Keysar, 2018)。そこで，イメージ化を促進する操作を行うことによって倫理的判断が変化するという予測をした。実験では，中級レベルのＬ２英語学習者を２群に分け，Ｌ２（英語）で道徳ジレンマ問題を２題提示した。実験群には2つ目のジレンマ問題の前にイメージ化促進の教示を与えたが，統制群には与えなかった。実験群では，２題目のジレンマ問題に対して，一人を犠牲にして多数を救うという選択をする人数が，有意傾向ながら１題目よりも減少したが，統制群では変化がなかった（図１参照)。また，実験群は，２題目のジレンマ問題の登場人物のイメージの鮮明さが有意に増加することを示した（図２参照)。これらの結果から，低いイメージ力やFLEの場合

でも，心的イメージを促すことによって，物語への没入感や義務論的判断を高めることができると考えられる。この結果は，L１よりもL２の場合に功利主義的判断が強く見られるという先行研究の結果は，L2処理の認知負荷によって心的イメージ形成が制約されることによるという仮説を支持すると考えることができる。

図２．統制群におけるジレンマ問題に対する回答の変化

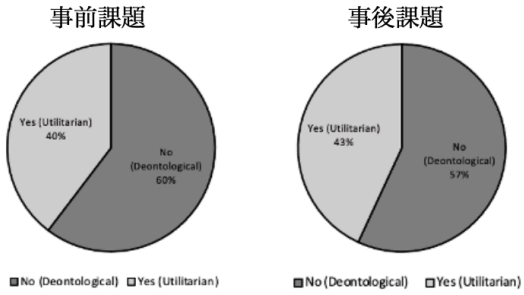
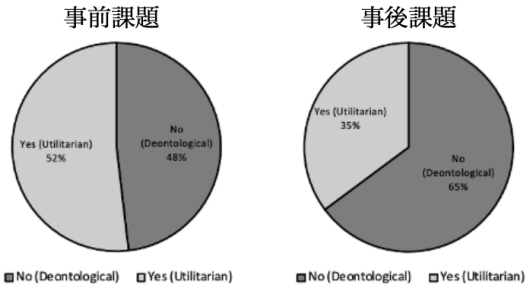


図３．実験群におけるジレンマ問題に対する回答の変化



３）英語学習者向け「Anaphora Reading Span Test」の開発

リーディングスパンテストとは，テスト文の読解と指示された語の記憶を要する二重課題テストで，情報処理と保持の効率性（ワーキングメモリ容量）の指標としてされる。今回開発したテストの特徴は，読解能力をより精緻に検証する作動記憶容量の指標として，代名詞処理を組み込んでいることである。その理由は，従来のリーディングスパンテストでは，読解について明示的な課題がないため，読解中の情報処理が統制されていないという問題があった。このテストは，Carriedo, Elosúa, & García–Madruga（2011）のリーディングスパンテストをベースとした。開発された ARST の妥当性を検証したところ，英語学習者用に開発されたスパンテスト（ESL-RST）（Osaka & Osaka, 1992）との有意な中程度の相関が認められた。一方，英語習熟度との相関に関しては，ESL-RST は有意な相関がなかったのに対し，ARST は有意傾向を示した。このことから，ARST は習熟度も予測しうると考えられる。

４）照応関係推論におけるL2話者のワーキングメモリ（WM）容量の効果

中級レベルL２学習者において，読解中に非活性化状態の情報を（再）活性化することが難しいことが明らかにされているが，文章理解で必須とされる照応推論であれば，活性化されるのではないか。そこで，本研究では記憶保持されている既読部分（非活性化状態）の指示対象が名詞照応詞によって再活性化されるのかを検討した。さらに，同じ中級のL2学習者間でも，「ワーキングメモリ（WM）容量」と呼ばれる言語処理と保持の効率性の高低によって，名詞照応詞の再活性化に影響があるか検討した。この研究では3つの実験を行った。実験1は，近接した文脈中に登場する指示対象が名詞照応詞によって活性化されるか検証した。その結果，名詞照応詞によって，指示対象が活性化されていた。実験2は英語第一言語（L1）話者を対象に，実験3は中級のL２英語学習者を対象に，大局的な照応推論を扱い，名詞照応詞によって指示対象が再活性化されるか検証した。実験2から，L1英語話者では非活性化状態だった指示対象が，名詞照応詞によって再活性化することが示唆された。一方，実験３において，英語学習者はWM容量の高低に関わらず，名詞照応詞によって指示対象が再活性化するとは言えなかった（図４参照）。さらに，意外にもWM容量が高い場合，非指示対象文の読解後よりも名詞照応詞文の読解後の方が，指示対象語への反応時間が長くなる傾向が見られただけでなく，名詞照応詞文の後続文の読解時間も長くなった（図５参照）。これらの結果から，WM容量が低いL2学習者では，基本的な言語処理にすでに多くの資源を要しているが，WM容量が比較的高ければ，指示対象語の活性化（つま

り，大局的な照応推論）は付加的な処理として生起する可能性があると考察した。

図４．ターゲット文条件ごとの指示対象語への反応時間

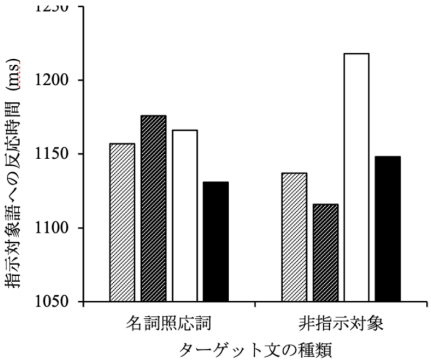
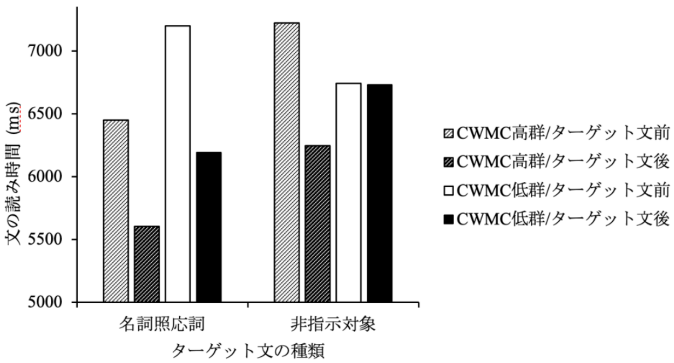


図５．ターゲット文条件ごとの文の読み時間



５）L2コロケーション判断におけるL1言語知識の影響

コロケーションとは，二つ以上の単語が慣用的に組み合わされた表現で，一つの言語におけるコロケーションの使い方が，それを他の言語に訳した場合に必ずしも自然な表現になるとは限らない。本研究では，英語コロケーション判断課題を用いて，第二言語（L2）のコロケーション処理における第一言語（L1）の影響を検証した。英語母語話者と中・上級英語学習者は，３種類（英語で使われるもの，日本語のコロケーションの英訳，ランダムな語の組み合わせ）からなる75組の刺激に対して，英語コロケーションとしてどれだけ自然かを8件法で評価した。結果，日本語ベース刺激の評価値は，L1参加者よりL2参加者の方が有意に高かった（図６参照）。この結果は，L2話者において，L1（日本語）のコロケーションに関する知識がL2（英語）コロケーションの判断に影響を及ぼしたと解釈でき，L２使用時にも，L1の言語知識にアクセスしていることが示唆された。

６）視線計測から見たL2英語話者の英語構文処理

視線計測を用いた実験によって，L1 英語話者と L2 英語話者の英語構文処理の違いを検証した。L1 英語話者同様，L2 英語話者も目的語に関係代名詞がかかる複文の読み時間が長くなるという結果であった。一方，L1 話者では通常，文頭の注視時間が長くなるが，L2 話者ではそうではなく，構文処理の困難はもっと後の部分で生じるという結果が得られた。この結果から，L1 話者も L2 話者も，同様の構文に処理の困難の原因があると言えるが，それが処理に及ぼす影響は両話者群では異なることが示唆された。この結果からだけではまだ十分に明らかとは言えないが，L2 における低次言語処理による認知負荷の要因に関する知見が得られた。

＜引用文献＞

Carriedo, N., Elosúa, M. R., & García-Madruga, J. A. (2011). Working memory, text comprehension, and propositional reasoning: A new semantic anaphora WM test. *The Spanish journal of Psychology*, *14*(1), 37-49.

Costa, A., Foucart, A., Hayakawa, S., Aparici, M., Apesteguia, J., Heafner, J., & Keysar, B. (2014). Your morals depend on language. *PloS one, 9* (4), 1-7.

Hayakawa, S., & Keysar, B. (2018). Using a foreign language reduces mental imagery. *Cognition, 173,* 8-15.

Morishima, Y. (2013). Allocation of limited cognitive resources during text comprehension in a second language. *Discourse Processes*, *50*(8), 577-597.

Osaka, M., & Osaka, N. (1992). Language-independent working memory as measured by Japanese and English reading span tests. *Bulletin of the Psychonomic Society*, *30*(4), 287.

Takano,Y., & Noda, A. (1993). A temporal decline of thinking ability during foreign language processing. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, *24*(4), 445-462.

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計7件（うち査読付論文　1件／うち国際共著　0件／うちオープンアクセス　0件）

１．著者名 森島泰則，浅見紫織，大島深雪レイチェル	４．巻 65
２．論文標題 第二言語処理における認知資源モデル試論	５．発行年 2023年
３．雑誌名 国際基督教大学学報 教育研究（Educational Studies）	６．最初と最後の頁 103-108
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 浅見紫織，大島深雪レイチェル，森島泰則	４．巻 64
２．論文標題 ウェブベース実験における文章読解中の名詞照 応詞による指示対象の活性化	５．発行年 2022年
３．雑誌名 国際基督教大学学報 教育研究（Educational Studies）	６．最初と最後の頁 95-105
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 Takano, Y., & Yagyu, T.	４．巻 28 (2)
２．論文標題 Foreign language side effect when inner language is suspected to accompany thinking: Lowered thinking ability in daily verbal communication	５．発行年 2021年
３．雑誌名 認知科学（Cognitive Studies: Bulletin of the Japanese Cognitive Science Society）	６．最初と最後の頁 271-281
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11225/cs.2021.001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 浅見紫織，ローランド・D，森島泰則	４．巻 61
２．論文標題 英語学習者向け代名詞処理を伴うリーディングスパンテストの材料文開発	５．発行年 2019年
３．雑誌名 国際基督教大学学報 教育研究（Educational Studies）	６．最初と最後の頁 81-90
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 Roland, D.	４．巻 119 (151)
２．論文標題 Relative Clause Processing by L2 speakers of English	５．発行年 2019年
３．雑誌名 IEICE Technical Report	６．最初と最後の頁 67-68
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 Xiao Jing, 森島泰則	４．巻 61
２．論文標題 中国語話者の日本語学習者における日本語漢字認知過程に関する研究: 音韻的プライミングによる検討	５．発行年 2019年
３．雑誌名 国際基督教大学学報 教育研究 (Educational Studies)	６．最初と最後の頁 97-104
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 大島レイチェル深雪、森島泰則	４．巻 64
２．論文標題 モラルジレンマにおけるメンタルイメージと第二言語の影響	５．発行年 2022年
３．雑誌名 教育研究	６．最初と最後の頁 167-171
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

〔学会発表〕　計13件（うち招待講演　0件／うち国際学会　1件）

１．発表者名 Chou, I-S., & Morishima, Y
２．発表標題 The Influence of First Language on Second Language Collocational Processing
３．学会等名 日本認知心理学会第２０回大会
４．発表年 2022年

１．発表者名 Roland, D.
２．発表標題 Relative Clause Processing by L2 speakers of English
３．学会等名 The 25th Annual Conference on Architectures and Mechanisms for Language Processing (AMLaP)
４．発表年 2019年

１．発表者名 Asami, S. & Morishima, Y.
２．発表標題 A New Reading Span Test Involving Pronoun Resolution for Assessing Working Memory Capacity of English Learners
３．学会等名 The 2018 Annual Conference of the Korean Society for Cognitive and Biological Psychology
４．発表年 2018年

１．発表者名 浅見紫織，森島泰則
２．発表標題 英語学習者向け代名詞処理を伴うリーディングスパンテストの開発
３．学会等名 日本認知心理学会第 16 回大会
４．発表年 2018年

１．発表者名 Asami, S. & Morishima, Y.
２．発表標題 Active Search or Automatic Activation?: A Study on Unheralded Pronoun Resolution in a Second Language
３．学会等名 The 27th Annual Meeting of the Society for Text and Discourse
４．発表年 2017年

１．発表者名 Oshima, M. R. & Morishima, Y.
２．発表標題 The Influence of Mental Imagery Vividness on Second Language Moral Dilemma Decision Making
３．学会等名 日本認知心理学会第２１回大会
４．発表年 2023年

１．発表者名 森島泰則
２．発表標題 第二言語（Ｌ２）の文章理解における資源配分
３．学会等名 日本心理学会
４．発表年 2020年

１．発表者名 Morishima, Y., Naoi, N., & Ito, N.
２．発表標題 Effects of Cognitive Load by Text Comprehension in a Second Language on Inferences: Evidence from Brain Activity
３．学会等名 第17回日本認知心理学会年次大会
４．発表年 2019年

１．発表者名 直井望・眞神花帆・森島泰則
２．発表標題 第二言語による推論課題中の前頭・側頭部の脳活動についての検討
３．学会等名 第22回日本光脳機能イメージング学会学術集会
４．発表年 2019年

１．発表者名 Morishima, Y., Naoi, N., & Ito, N.
２．発表標題 Neurological Evidence of Differential Allocation of Cognitive Resources during Comprehension in a First Language and a Secnd Language
３．学会等名 Crosslinguistic Perspectives on Processing and Learning (X-PPL)（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 直井望、伊東徳子、森島泰則
２．発表標題 言語の習熟度が推論課題に及ぼす影響についてのNIRS研究
３．学会等名 日本光脳機能イメージング学会
４．発表年 2018年

１．発表者名 伊東徳子、直井望、森島泰則
２．発表標題 推論における外国語副作用に関するfNIRS研究
３．学会等名 日本認知心理学会ディスコース心理学研究部会例会
４．発表年 2018年

１．発表者名 直井望、渡辺健太、石田瞳、森島泰則
２．発表標題 第二言語処理における推論難易度が前頭部の脳活動に及ぼす効果の検討
３．学会等名 日本光脳機能イメージング学会
４．発表年 2017年

〔図書〕　計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

－

６．研究組織

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究分担者	高野　陽太郎 (Takano Yotaro) (20197122)	明治大学・研究・知財戦略機構（駿河台）・研究推進員 (32682)	
研究分担者	直井　望 (Naoi Nozomi) (20566400)	国際基督教大学・教養学部・上級准教授 (32615)	
研究分担者	ローランド　ダグラス (Roland Douglas) (60749290)	早稲田大学・理工学術院・准教授（任期付） (32689)	

７．科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕　計0件

８．本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関