

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 3 日現在

機関番号：32675

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23520474

研究課題名(和文) 音声言語における韻律構造の心理的実在性に関する通言語的研究

研究課題名(英文) A cross-linguistic study on the psychological reality of prosodic structure in spoken language

研究代表者

田嶋 圭一 (TAJIMA, Keiichi)

法政大学・文学部・教授

研究者番号：70366821

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：話し言葉の韻律構造の要素であるモーラ・音節などの単位が音声の発話や知覚にどのような影響を与えるか、また語彙知識とどのような関連があるかを検証した。その結果、日本語話者による英単語の音節の聞き取りはカタカナ外来語の有無の影響を受けないこと、外国語話者による日本語特殊拍の知覚は訓練や言語経験によりある程度改善するが、母語話者の水準に近づくのは困難であること、ある音素が単語の区別にどの程度貢献するかの指標である機能負担量は単語のアクセント型などの韻律構造を考慮した方が有用であることなどを明らかにした。これらの結果は、韻律単位が心理的実在性を有し、音声の産出・知覚に重要な影響を与えることを示唆する。

研究成果の概要(英文)：This project investigated how various prosodic units such as moras and syllables affect production and perception of spoken language, and how they are encoded in the mental lexicon. Results showed that Japanese listeners' perception of syllables in spoken English words is not affected by the presence of katakana loanwords that diverge prosodically from the source words. Also, second-language learners' perception of length contrasts in Japanese improves to some extent as a result of perceptual training and language experience, but they have difficulty approaching native-like performance. Finally, the functional load of phonemes, which measures how much each phoneme contributes to distinguishing words, was found to be more useful when it is defined with reference to the prosodic structure of words such as their word accent pattern. Altogether, these results suggest that prosodic units are psychologically real and critically affect perception and production of spoken language.

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：言語学・言語学

キーワード：英語音節 日本語特殊拍 韻律構造 対乳児音声 機能負担量 音声知覚と産出 第二言語学習

1. 研究開始当初の背景

音声言語の韻律構造は言語によって異なることが知られている。日本語はカナ一文字におよそ対応する「モーラ」(mora)が基本単位であるのに対して、英語はより複雑な構造を持つ「音節」(syllable)を基本とする。このような言語間の相違のため、外国語学習者にとって、外国語の韻律構造を正確に発話したり聞き取ったりすることは困難である。

例えば、日本人英語学習者は、英単語音声の音節の数を正確に数えることが困難であることが知られている。しかし、音節数の聞き取りを左右する様々な要因がこれまで十分に検証されたとはいえない。

同様に、英語や韓国語を母語とする日本語学習者は、長音や促音などの特殊拍の有無によって異なる単語を正確に聞き取ることが困難であることが知られている。また、聞き取り訓練によってある程度学習者の成績が上昇することも見出された。しかし、訓練効果が十分であったとはいえず、訓練方法の改善の余地がある。また、学習者の日本語会話能力といった要因が聞き取り能力とどのように関連するかも明確ではない。

音声言語の種々の特徴の学習に貢献するのは上述のような明示的な訓練だけではない。特に乳幼児による母語の獲得においては、周囲の養育者の話し方が母語の特徴の学習を少なからず左右することが考えられる。養育者による乳幼児に対する独特の話し方(対乳児音声)は、母語の特徴を強調する傾向があることが度々示されているが、日本語の長音や促音などの特殊拍も同様に強調されているのか否かについては、これまで明らかにされていない。

最後に、モーラや音節といった韻律単位の心理的実在性を検討する上で、これらの単位が単語の区別にどの程度貢献するかといった「機能負担量」を考慮することが重要となる。従来の研究では、ある言語の音素の機能負担量を測定する際に単語のアクセント型やモーラ数・音節数といった韻律構造が考慮されてこなかったが、音声言語における韻律構造の重要性を考えると、これらの単位を適切に考慮することが必要である。

2. 研究の目的

上述の背景を受け、本研究では大きく分けて以下の課題に取り組むことを目的とした。

- (1) 英単語音声の音節数の聞き取りを左右する要因を詳細に検討する。具体的には、以下のような下位目標を立てた。①英単語に対応するカタカナ外来語の存在が音節数の聞き取りに影響を及ぼすか、②英語における実際の会話音声において単語の音節数はどの程度変動するか、③英語教育を職業とする英語教員はその他の一般の日本語話者と異なる傾向を示すか。
- (2) 日本語学習者に対する特殊拍の聞き取り訓練の効果を検証する。また、学習者の日

本語会話能力といった要因が聞き取り能力とどのように関連するかを検討する。

- (3) 日本語の対乳児音声において、長音や促音などの特殊拍が強調されているかを検証する。具体的には、長母音と短母音の持続時間の差や、促音を伴う子音と伴わない子音の持続時間の差が成人に向けられた音声に比べて強調されているか否かを検討する。
- (4) 音素の機能負担量の計算において、単語のアクセント型やモーラ数などの韻律構造を考慮した計算方法を考案し、日本語の音素の機能負担量を再計算する。

3. 研究の方法

- (1) ①英単語に対応するカタカナ外来語の存在が音節数の聞き取りに影響を及ぼすか否かを検討するため、同一の音節構造を持つが英単語に対する主観的親密度および対応するカタカナ語に対する親密度が異なる英単語を用意した(例: bed (高英単語親密度+高カタカナ語親密度) vs. did (高英単語親密度+低カタカナ語親密度) vs. thud (低英単語親密度+低カタカナ語親密度))。これらの英単語音声に含まれる音節の数を数える実験を、日本人学生 30 名を対象に実施した。

②英語における実際の会話音声において単語の音節数がどの程度変化するかを調べるため、アメリカ英語会話音声(約 30 万単語)を収録した Buckeye Corpus を用いた分析を行った。会話における英単語の発音に含まれる音節数が辞書的な発音における音節数から逸脱した割合を算出し、このような音節数の変動がどのような条件で生じやすいのかを調査した。

③英語教育を職業とする英語教員はその他の一般の日本語話者と比べて音節数の聞き取りが正確であるかどうかを検討するため、一年以上の教歴を有する現役日本人英語教員 33 名を対象とした音節数聞き取り実験を実施し、統制群として日本人大学生 33 名の結果と比較した。

- (2) 日本語学習者に対する特殊拍の聞き取り訓練の効果を検証するため、韓国語話者を対象に聞き取り訓練を実施した。訓練では、促音・非促音で対立する単語対(例: 派遣 vs. 発見)のうちのどちらが聞こえたかを参加者に回答させ、その直後に正誤に関するフィードバックおよび矯正試行を与えた。また、学習者の日本語会話能力が聞き取り能力とどのように関連するかを検討するため、米国在住の日本語学習者 40 名を対象に、全米外国語教育協会 (ACTFL) が開発した Oral Proficiency Interview (OPI) という日本語会話能力テストを実施し、さらに日本語特殊拍の聞き取りテストを実施した。
- (3) 日本語の対乳児音声において、長音や促音などの特殊拍が強調されているか否かを

検証するため、22組の母親と18-24ヶ月の子供の会話(約74,000単語)を収録した理研日本語母子会話音声コーパス(R-JMICC)を用いた分析を行った。長短母音の長さの差異および促音を伴う二重子音と伴わない単子音の長さの差異が、対成人音声に比べて対乳児音声において増大するか否かを検証した。

(4)音素の機能負担量の計算において、単語のアクセント型やモーラ数などの韻律構造を考慮した計算方法を考案するため、「日本語の語彙特性」データベースに収録された約88,000単語を用いて音韻的類似語(phonological neighbors)の数を計算した。従来の類似語の定義では単語の韻律構造は考慮されないが、単語のアクセント型やモーラ・音節構造を考慮した類似語の定義を考案し、日本語の全音素について機能負担量の計算を行った。

4. 研究成果

(1)英単語音声の音節数の聞き取り

①カタカナ外来語の効果

図1に、3種類の英単語(A-C)それぞれについて、音節数を数える課題の正答率、英単語に対する親密度、そして対応するカタカナ外来語に対する親密度の平均値を示す。親密度は、1(まったくなじみがない)から7(とてもなじみがある)までの7段階尺度で測定した。

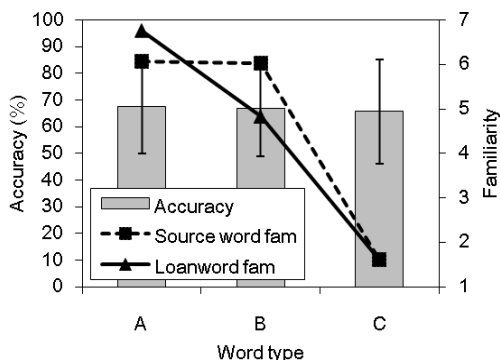


図1:英単語親密度(source word familiarity)およびカタカナ語親密度(loanword familiarity)が音節数聞き取り課題の成績(accuracy)に及ぼす影響

図1が示すように、3種類の単語では英単語親密度およびカタカナ語親密度に違いがあった。具体的には、タイプAでは英単語(例:bed)の親密度およびそのカタカナ語(ベッド)の親密度がいずれも高かった。タイプBでは英単語(例:did)の親密度は高かったが、カタカナ語(ディド)の親密度は中程度であった。タイプCでは英単語(例:thud)およびカタカナ語(サド)いずれの親密度も低かった。このような違い(特にカタカナ語への親密度の違い)が英単語の音節数を正確に数える能力に影響を及ぼすのであれば、3種類の単語に対する正答率に違いが

見られるはずである。しかし、実際には3つの条件間で正答率はほとんど変わらなかった。つまり、日本語には英語からのカタカナ外来語が多数存在するが、それ自体が元の英単語の音節構造の聞き取りに影響を及ぼすことがほとんどないことが示唆された。

本実験では聞き取り能力への影響を検討したが、英単語の発音についても同様にカタカナ語の影響がないのかどうかは検証していない。更なる検討が必要である。

②英語会話音声における音節数の変化

英語会話音声における単語の音節数の変化を調べるため、Buckeye Corpusにおいて語頭弱母音、語末弱母音、あるいは子音連鎖中の弱母音が脱落した事例や、逆に子音連鎖中に母音が挿入された事例を集計した。その結果、会話音声においては弱母音の脱落のほうが母音の挿入よりはるかに多く出現することが分かった。弱母音によっては約10%が脱落するものもあった。さらに、弱母音の脱落は次のような条件でより頻繁に出現することが見出された。(i)後続子音が流音/l/または/r/の場合、(ii)脱落の結果、多数の子音(3つ以上)が連続する子音連鎖が出来ない場合、(iii)先行音節に強勢があり、かつ後続音節に強勢がない場合、(iv)発話速度が速い場合。これらの結果は、英単語の音節の数が必ずしも固定ではないことを示しており、会話音声に見られるような発音の多様性が心内辞書にどのように貯蔵されているのかを再検討する必要性を示唆している。

③日本人英語教員による音節数の聞き取り

英単語の音節数を聞き取る実験に参加した33名の日本人英語教員と、統制群として参加した33名の日本人大学生の間に成績の差が見られるか検討したところ、統計的に有意な差は見られなかった。しかし、英語教員の成績の分布を調べたところ、2つの群に分けられる可能性が示唆された。そこで、課題成績によって英語教員を上位群と下位群に2等分して再分析を行った。表1に群ごとの成績の平均値などを示す。

表1:英語教員および大学生の音節数聞き取り課題における正答率

	英語教員 上位群	英語教員 下位群	大学生
参加者数	16	17	33
平均	82.6	40.6	69.4
標準偏差	6.7	17.9	22.3

表1が示すように、英語教員上位群の平均正答率は大学生よりも高いのに対して、下位群の正答率は大学生よりも低かった。また、標準偏差を見ると、上位群が他の2群に比べてばらつきがかなり小さかった。

参加者の成績が刺激語の音節構造によってどのような影響を受けるかをさらに検討

したところ、従来の大学生を対象とした研究と同様に、英語教員においても、オンセット（音節頭部）の子音が増えると、コーダ（音節尾部）の子音が増えるときより正答率がより顕著に低下することが見出され、オンセットとコーダの非対称性が再確認された。さらに、オンセットとコーダの子音の増加に伴う正答率の低下は、英語教員上位群より英語教員下位群のほうがより顕著であることが明らかとなった。

これらの結果は、英語教員の成績が大学生より全体として必ずしも高いわけではなく、個人差がかなり大きいことを示している。しかし、英語教員の成績のばらつきに影響を及ぼした要因や英語教員下位群が大学生よりも成績が低かった理由などについては本実験からは明らかとならなかった。今後さらに検討していく必要がある。

(2) 日本語学習者による特殊拍の聞き取り

韓国人日本語学習者を対象に、促音の有無で対立する単語を用いた聞き取り訓練を5日間にわたって実施した（計 3,600 試行）。その結果、促音の有無で対立する単語（例：派遣 vs. 発見）を聞き取る能力は訓練前後で有意に上昇した。しかし、訓練を受けなかった母音の長さで対立する単語（例：席 vs. 世紀）を聞き取る能力は訓練前後で有意に上昇しなかった。また、訓練中に様々な発話速度の刺激語を用いて訓練を受けた参加者は、単一の発話速度の刺激語を用いて訓練を受けた参加者に比べて、訓練の効果がより頑健であることが予想されたが、両群の間には有意な差は認められなかった。これらの結果は、本研究で実施した日本語特殊拍の聞き取り訓練には一定の効果があるものの、その効果は限定的であり、更なる改善の余地があることを示唆している。

また、別の実験では、米国の大学において日本語の科目を受講している 40 名の大学生を対象に、日本語特殊拍の聞き取りテストおよび日本語会話能力を測定するための OPI テストを実施した。OPI テストは、全米外国語教育協会より資格認定を受けたテスターによって参加者ごとに個別に実施された。実験の結果、参加者の OPI レベルと特殊拍聞き取りテストの間の相関は弱いながらも有意であった（Spearman's rho = .322, p < .05）。相関が弱かった原因として、参加者のほぼ全員が OPI の初級または中級レベルの会話能力を持つと判定され、上級レベルの参加者からデータが得られなかったことが考えられる。今後は上級レベルの日本語学習者からのデータを集める必要がある。

(3) 日本語対乳児音声における長短対立

理研母子会話音声コーパスに収録された 22 名の母親が自分の子供（月齢 18・24 ヶ月）に話す際（対乳児音声）、同じ母親が成人の実験者と話す時（対成人音声）と比べて、長

短母音および促音・非促音の持続時間の差がより増大するか否かを分析した。

長短母音（約 94,000 個）の分析結果を図 2 に、促音・非促音（約 57,000 個）の結果を図 3 に示す。図 2 には短母音の持続時間、長母音の持続時間、そして両者の比が、会話の相手（対成人、対乳児）ごとに、また母音の出現位置（句中、AP 末、IP 末）ごとに示されている。AP はアクセント句、IP はイントネーション句を指し、後者は前者より上位の韻律単位である。図 3 には単子音（非促音）および二重子音（促音）について同様の結果が示されている。

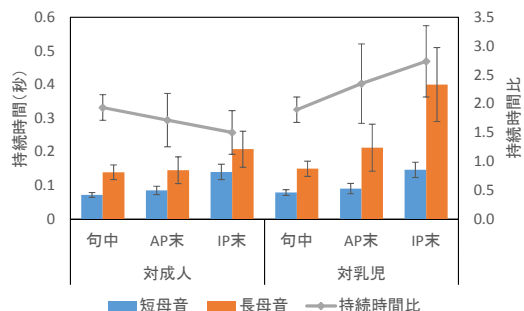


図 2：日本語母子会話コーパスにおける短母音と長母音の持続時間およびその比。

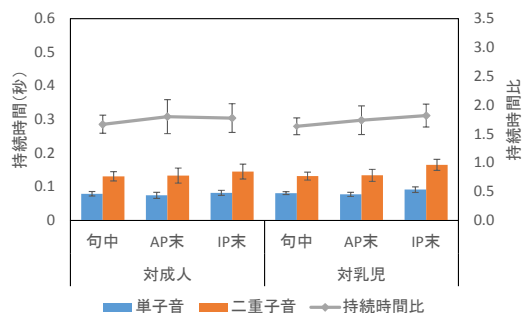


図 3：日本語母子会話コーパスにおける単子音と二重子音の持続時間およびその比。

図 2 の母音のデータが示すように、母音はより上位の韻律句の末尾に現れるほど持続時間が全体的に長くなる。また、この傾向は対成人音声に比べて対乳児音声でより顕著に現れる。しかし、短母音と長母音の持続時間比を見ると、より上位の韻律句の末尾に現れるほど、対成人音声では比が減少するのに対して、対乳児音声では増大した。図 2 の結果にはあらゆる種類の単語の母音が含まれているが、母音の持続時間の変動が特に顕著に観察されたオノマトペ（「わんわん」「がたんごとん」など）を除外して再分析したところ、対乳児音声に見られた持続時間比の韻律句末での増大が消失した。つまり、オノマトペを除けば、対乳児音声においては長母音と短母音の持続時間比が韻律句内の位置に関わらずほぼ一定であることが示された。ただし、対成人音声においては韻律句末で持続時間比が減少する。したがって、対乳児音声では対成

人音声に比べて長短母音の違いが強調されるか否かという問については、韻律句末という限定的な環境においてはその傾向が示されたといえる。

一方、図3の子音のデータを見ると、単子音および二重子音の持続時間およびその比は、会話の相手(対成人 vs. 対乳児)および子音の出現位置(句中, AP末, IP末)の影響をほとんど受けないことが示された。つまり、促音・非促音の対立が対乳児音声においてより協調されるという証拠は得られなかった。

(4)音素の機能負担量の計算

日本語レキシコンにおける音韻的類似語を、まず従来の方法に倣い韻律構造を考慮せずに計算した。従来、音韻的類似語と見なされるのは1つの音素の添加, 脱落, または置換によって異なる単語である。例えば、「アート」/aato/の音韻的類似語は「アウト」/auto/ (置換), 「後」/ato/ (脱落), 「ハート」/haato/ (添加) などである。しかし、アクセント型などの韻律構造を考慮すると、アクセント型が一致しない語は類似語と見なされなくなるため、類似語の総数は減少する。「日本語の語彙特性」データベースに含まれる約88,000語を用いて音韻的類似語の数を計算したところ、韻律構造を考慮しないと平均23.33語であったのに対して、語頭から何モーラ目にアクセント核があるかが一致する語のみを類似語と見なした場合、平均18.23語であった。

上述の通り韻律構造を考慮した音韻的類似語の定義を用いて、ある音素がいくつかの単語の区別に貢献しているかをその音素の「機能負担量」とし、日本語の音素ごとに機能負担量を計算した。その際にさらに考慮した点として、音素が特定の単語内に現れる位置に応じた重み付けを行った点が挙げられる。例えば、音素/k/と/p/は、「トラック」「トラップ」という類似語ペアであればk/とp/の左側にある/toraQ/で始まる単語がこの2語以外に存在しないため、k/とp/が単語の区別に果たす役割は小さいといえる。それに対して、同じk/とp/でも「おけ」「オペ」という類似語ペアの場合は、k/とp/の左側にある/o/で始まる単語が他に多数存在するので、k/とp/が単語の区別に果たす役割は比較的大きいといえる。この点を定量化するため、左側の音素列を共有する単語数を考慮した機能負担量を音素ごとに計算した。

このようにして計算した機能負担量の有用性を検討するため、子供による音素の獲得順序との比較を行った。ある言語における機能負担量が高い音素は獲得年齢が早いことが予想される。日本語ではk/がt/よりも早く (/k/ > /t/), また /S/ (ローマ字の“sh”に対応) が/s/よりも早く (/S/ > /s/) 獲得されることが知られている。先の予想が正しければ、機能負担量はk/がt/よりも高く (/k/ > /t/), /S/が

/s/よりも高い (/S/ > /s/) ことが予想されるが、結果はその通りであった。仮に、機能負担量の代わりにより単純な指標である音素の出現頻度を比べると、/k/ > /s/ > /t/ > /S/ という順序が得られる。/k/と/t/に関しては出現頻度も/k/ > /t/であり、機能負担量と出現頻度の両方が獲得年齢と一致する傾向を示すが、/s/と/S/に関しては出現頻度が/s/ > /S/であり、獲得年齢 (/S/ > /s/) とは逆の順序であった。

以上の結果から、上述の方法で計算した機能負担量は、音素の獲得年齢といった現象を合理的に説明することができることが示唆された。この他にも、機能負担量がどのような現象の説明に役立つか、どのような心理的実在性を持つか、さらに検討することが必要である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

- [1] Sonu, M., Kato, H., Tajima, K., Akahane-Yamada, R., and Sagisaka, Y. Non-native perception and learning of the phonemic length contrast in spoken Japanese: Training Korean listeners using words with geminate and singleton phonemes. *Journal of East Asian Linguistics*, 22, 373-398 (2013), DOI 10.1007/s10831-013-9107-1. (査読あり)
- [2] 鮮于媚, 田嶋圭一, 加藤宏明, 匂坂芳典. 日本語の長短母音の聴取訓練と学習効果の検証—文脈要素が与える影響を中心に—. *日語日文学*, 52, 87-104 (2011). (査読あり)

[学会発表] (計10件)

- [1] Hisagi, M., Tajima, K., and Kato, H. The effect of language experience on the ability of non-native listeners to identify Japanese phonemic length contrasts. 167th meeting of the Acoustical Society of America, May 5-9, 2014, Providence, Rhode Island, USA.
- [2] Tajima, K. Are phonemic length contrasts exaggerated in infant-directed speech? ICPP3 (3rd International Conference on Phonetics and Phonology), Dec. 20-22, 2013, Tachikawa, Tokyo.
- [3] 小林義和・米山聖子・田嶋圭一. 日本人英語教員の英語音節構造の知覚におけるオンセットとコーダの非対称性. 第27回日本音声学会全国大会, 2013年9月28-29日, 石川県金沢市.
- [4] Tajima, K., Tanaka, K., Martin, A., and Mazuka, R. Is the vowel length contrast in Japanese exaggerated in infant-

directed speech? InterSpeech 2013, Aug. 25-29, 2013, Lyon, France.

- [5] Kitahara, M., Tajima, K., and Yoneyama, K. Deriving functional load of phonemes from a prosodically extended neighborhood analysis. ICA 2013 (21st International Congress on Acoustics), Jun. 2-7, 2013, Montreal, Canada.
- [6] Tajima, K., Tanaka, K., Martin, A., and Mazuka, R. Does motherese help children acquire native-language rhythm? A corpus analysis of “moratimed” rhythm in Japanese infant-directed speech. 37th Boston University Conference on Language Development, Nov. 2-4, 2012, Boston, Massachusetts, USA.
- [7] Tajima, K. and Shattuck-Hufnagel, S. Phonetic characteristics of syllable reduction and enhancement in American English. 164th meeting of the Acoustical Society of America, Oct. 22-26, 2012, Kansas City, Missouri, USA.
- [8] 鮮于媚・田嶋圭一・加藤宏明・匂坂芳典. 促音挿入判断に着目した韓国語母語話者による日本語促音の知覚特性:韓国語の濃音化との関連性を中心に. 電子情報通信学会音声研究会, 2012年3月8日, 埼玉県和光市.
- [9] Yoneyama, K. and Ling, Xiaoji. Production of stress-related durational patterns in Chinese learners of English. 25th general meeting of the Phonetic Society of Japan, Sept. 24-25, 2011, Kyoto.
- [10] Tajima, K. Do native-language loanwords affect second-language speech perception? ICPHS 2011 (17th International Congress of Phonetic Sciences), Aug. 17-21, 2011, Hong Kong.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田嶋 圭一 (TAJIMA, Keiichi)
法政大学・文学部・教授
研究者番号: 70366821

(2) 研究分担者

北原 真冬 (KITAHARA, Mafuyu)
早稲田大学・法学学術院・教授
研究者番号: 00343301

米山 聖子 (YONEYAMA, Kiyoko)
大東文化大学・外国語学部・准教授
研究者番号: 60365856

(3) 研究協力者

久木身和子 (HISAGI, Miwako)
Iona College ・ Dept. of Speech
Communication Studies ・ Visiting
Professor

加藤宏明 (KATO, Hiroaki)
情報通信研究機構 (NICT) ・ユニバーサル
コミュニケーション研究所・研究員
研究者番号: 20374093

Andrew Martin
理化学研究所脳科学総合研究センター・言語
発達研究チーム・研究員

馬塚れい子 (MAZUKA, Reiko)
理化学研究所脳科学総合研究センター・言語
発達研究チーム・シニアチームリーダー
研究者番号: 00392126

匂坂芳典 (SAGISAKA, Yoshinori)
早稲田大学・理工学術院・教授
研究者番号: 70339737

Stefanie Shattuck-Hufnagel
Massachusetts Institute of Technology ・
Research Laboratory of Electronics ・
Principal Research Scientist

鮮于媚 (SONU, Mee)
国立国語研究所・理論/構造研究系・プロジ
ェクト研究員

田中邦佳 (TANAKA, Kuniyoshi)
理化学研究所脳科学総合研究センター・言語
発達研究チーム・スタッフ