

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



平成 30 年 6 月 8 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K02480

研究課題名(和文) 英語プロソディの音声知覚と脳内処理に関する研究

研究課題名(英文) Perception and Processing of English Prosody by Japanese Learners of English

研究代表者

立石 志乃扶(水口志乃扶)(Tateishi (Mizuguchi), Shinobu)

神戸大学・国際文化科学研究科・教授

研究者番号：00157489

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：音声コミュニケーションにおいてはそのイントネーション、アクセントなどの音調の理解が発話の意味を理解するのに必須である。本研究は、日本語を母語とした英語学習者が意味のフォーカス(焦点)をいかに産出、知覚しているかを産出実験ならびに知覚実験によって検証し、さらにいかに脳内で処理しているのか、母語と非母語で果たして違いがあるのか否かを、fMRIによる実験により明らかにすることを目的とする。研究成果は研究代表者のホームページで逐次公開しているが、国際会議でも口頭発表を行い、論文としても発表している。Research Gateにおいても公開しているが、平成30年4月現在160回ダウンロードされている。

研究成果の概要(英文)：This study investigates production, perception and processing of semantic notion of contrastive focus. Previous studies show that processing of L1(i.e. mother tongue) focus and that of L2 (i.e. non-mother tongue) are different. Our study aims to see whether the claims by previous analyses apply to L1 Japanese/L2 English. Our study consists of two steps; first we have conducted production and perception experiments by L1 Japanese/L2 English. Second we conducted a processing experiment by using fMRI. Our findings are (i) Japanese focus is more difficult to perceive than English focus, even to L1 Japanese, (ii) Processing of contrastive focus is different between English and Japanese.

We did several oral presentations at international conferences, and published papers. We also uploaded our papers to Research Gate, and our papers have been downloaded more than 160 times, as of April 2018.

研究分野：言語学

キーワード：フォーカス プロソディ 産出 知覚 脳内処理

1. 研究開始当初の背景

人間の音声発話を理解するには、その「音調」を正しく知覚し処理をすることが不可欠であるが、自然発話の音調理解は音調の産出研究と知覚研究が母語と学習言語でようやく始まったばかりである。実験規模はまだ小さく、産出と知覚の相関性も研究途上である。また、音調がいかに脳内で処理されているかはあまり先行研究がなく、特に日本語を母語とした発話者の音調処理研究は、管見の限り皆無である。本研究は音調がいかに知覚され、また脳内で処理されているかを脳活動計測実験によって検証しようとする試みであり、日本においては先駆的なものであると言える。

2. 研究の目的

音声の音調を正しく知覚することは母語話者にとっても決して容易なことではない。本研究の目的は、母語と学習言語において音調がいかに産出されているかを正確に把握すること、産出された音調が母語ならびに学習言語でどのように知覚されているかを知覚実験により検証すること、母語と学習言語で音調処理が同じなのか否かを脳活動計測実験により検証することである。

3. 研究の方法

上記から目的を成就するために以下の方法をとる。

「母語と学習言語において音調がいかに産出されているか」の検証法

母語である日本語と学習言語である英語における「狭い」焦点の産出実験を行った。人間の発話には話し手が伝えたい情報伝達上重要な「焦点」があり、「広い」焦点と「狭い」焦点があると言われている。後者は「対照的」焦点とも呼ばれるもので、発話のある一点だけを強調する焦点であり、前者はとりたててある一点だけを強調するのではなく発話全体を新情報として伝える機能がある。Bishop 2011 によれば、「狭い」焦点は高い基本周波数、強調、広いピッチ幅の音響的特徴があり認知されやすいが、「広い」焦点はこれらの音聲的特徴が欠如しており、その認知が難しいと言われている。

本研究では、「狭い」焦点が母語である日本語と学習言語である英語でどのように産出されているかを有意義語を用いて実験する方法をとった。具体的には質問と答えのペアーを準備し、狭い焦点が発話される文脈を準備して、実験協力者に答えの部分を読み上げてもらう形式をとった。広い焦点を産出する文脈としては、「昨日何がありましたか？」のような質問に答えてもらい、発話全体が新

情報となる素材を準備した。産出実験はこれら二種類の実験を、母語である日本語（実験協力者は東京方言話者 8 名）と、学習言語である英語（実験協力者は 22 名の中級英語学習者）で行った。結果は Praat を用いて音響処理分析を行った。

「焦点がどのように知覚されているか」の検証法

三種類の焦点知覚実験を行った。一つはの産出実験で録音した「有意義語」を実験素材とし、母語の「狭い」焦点の知覚を検証する実験、二つ目は 10 桁の数字を用いてどこに「狭い」焦点があると知覚するかという実験であり、母語である日本語と学習言語である英語の二種類の素材を用いた。三つ目の実験は、英語の「広い」焦点を知覚する実験である。素材はアメリカのオハイオ州立大学が提供している Buckeye Corpus から 11 秒から 22 秒の自然発話 11 素材と、Voice of America から許可を得てニュース素材を用いた。こちら 11 秒から 22 秒の 11 素材を用いて知覚実験を行った。実験協力者は、一つ目の有意義語を使った実験は聴覚が正常な 23 名の日本語母語話者、二つ目の数字を使った実験は聴覚が正常な 30 名の日本語を母語とする英語学習者、三つ目の「広い」焦点を知覚する実験の実験協力者は、聴覚が正常な日本語を母語とする英語学習者 130 名、英語母語話者が 30 名である。

「母語 (L1) と学習言語 (L2) で音調処理が同じなのか否か」の検証法

fMRI 装置を用いて、母語と学習言語の「狭い」焦点がいかに認識されているかを調査する脳活動計測実験を行った。知覚素材は上記で用いた母語と学習言語の 10 桁の数字であり、狭い焦点があるかないかを、あると思った場合は右手人差し指で、ないと思ったときは右手中指でボタンを押す、という実験デザインを用いた。実験協力者は聴覚に異常のない右利きの日本語を母語とする 19 名の上級英語学習者である。

4. 研究成果

「狭い」焦点の産出実験結果
(論文[1][2]、学会発表[1][2][3])

日本語の産出実験は、有意義語が二語連鎖したものを読み上げてもらう実験である。日本語の語彙は平板型（以下 U）と起伏型（以下 A）の二種類があり、狭い焦点（以下 F）が二語連鎖している場合、第一の単語に焦点ある場合、第二の単語に焦点がある場合と狭い焦点がない場合の 3 パターンあるので、実験素材は $2 \times 2 \times 3 = 12$ 通り (A[+F]A, AA, AA[+F], A[+F]U, AU, AU[+F], U[+F]A, UA, UA[+F], U[+F]U, UU, UU[+F]) 準備し、質問文と答えのペアーの発話を焦点が 3 通りあるようにデ

ザインし、答えの部分を読み上げてもらうことで、焦点を産出してもらった。従来の先行研究 (Kori 1997, Kubozono 2007, Ishihara 2016 など)では起伏型の有意味語の連鎖の狭い焦点の研究が主であり、平板型の音調の研究は、起伏型とは異なるという指摘はあるものの (Pierrehumbert and Beckman 1988, Venditti et al. 2018 など)、実際の産出、知覚実験は少なく、特にコントロールした実験はあまり見当たらない。日本語は語彙レベルのアクセントがあり、その影響で発話のベースラインが下がってしまうので (Shinya 2009 参照)、下記の図に示すように、狭い対照的焦点があっても環境によっては必ずしも基本周波数のピッチが高いということがないことを明らかにすることができた。

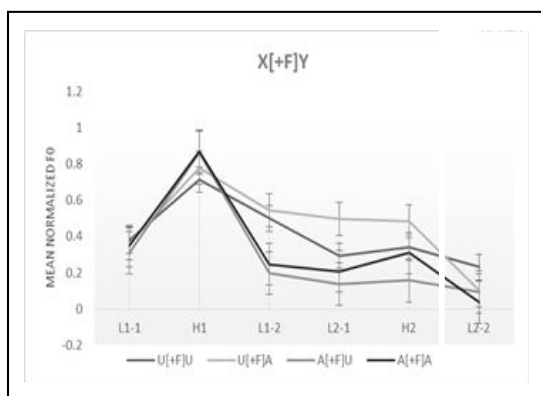


図 1. 有意味語の 2 語連鎖 X[+F]Y における標準化された基本周波数

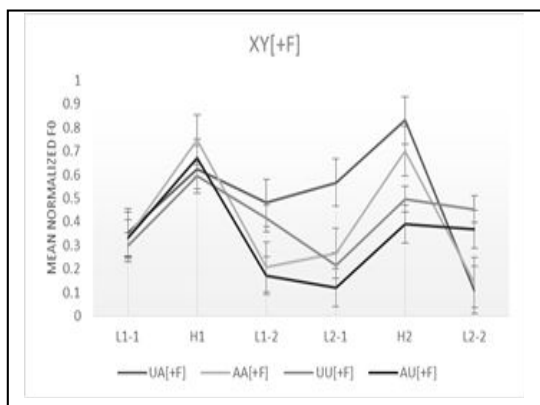


図 2. 有意味語の 2 語連鎖 XY[+F] における標準化された基本周波数

英語の産出実験では、英語学習者として狭い焦点を産出し分けることができるか否か、を検証する目的があったが、狭い焦点の基本周波数を高くすることができず、結果狭い焦点を顕著にすることが学習者には難しく、「日本語訛りの平板の英語」であることを改めて確認する結果となった。

焦点の知覚実験結果
(論文[3][4]、学会発表[4][5][6])

- 1 日本語の有意味語の対照的焦点の知覚

日本語は語彙においてアクセントが決まっているピッチ言語であり、産出実験でも明らかになったように、狭い焦点の基本周波数が必ずしも発話内で一番高くなく、従って知覚も困難であることが予測された。知覚実験の結果は予測通りで、必ずしもよくはないが、ただ狭い焦点の知覚が、現れる環境によって大きく異なっていることが分かった (図 3 参照)。また広い焦点は対照的焦点よりももっと知覚が難しいということも明らかになった。

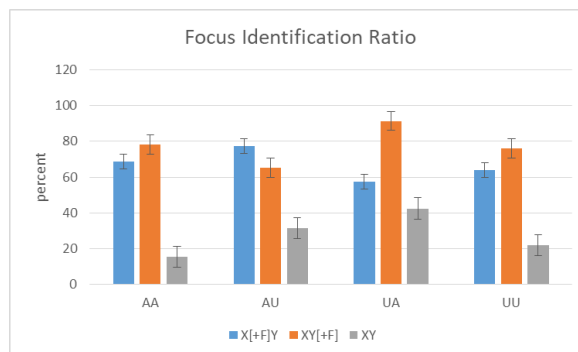


図 3. 日本語の焦点 (有意味語) の知覚 (%)

- 2 日本語と英語の数字の対照的焦点の知覚

日本語はピッチ言語であるが、英語は強勢言語であり、当然のことながら焦点の音響的特性が異なっている。英語では狭い焦点は基本周波数が高く、時間長も長く、強調も強い、という音響的特性をもつが、日本語では語彙レベルのアクセントがあるため、狭い焦点の基本周波数が発話内で一番高いとは限らず、ピッチ言語であるので時間長が長くなることも強調が強くなることもない。つまり焦点であることが音響的に顕現されにくい言語といえる。英語では逆に焦点が音響的に明確に顕現される。どちらのタイプの焦点の知覚が容易であるかに関しては、音響的特性の強いほうが知覚が容易であろうという予測がつく。本研究では、10 桁の電話番号のある桁の数字を訂正するという文脈を用い、狭い焦点の解釈が容易にできるような実験素材を用いて知覚実験を行った。日本語の母語話者を実験協力者とした知覚実験の結果は、全体としての正答率は 86.2% であった。また数字が表れる位置によって、正答率が大きく異なっているのも注目に値する。これは数字を連続して発話した場合、語彙的に付与されているアクセントではなく、発話の音調句によって指定される固定のアクセントパターンがあり、その影響であると思われる。この結果は - 1 の有意味語の聴覚実験の分析とも通じるものである。

これに対して、学習言語である英語の 10 桁の数字を用いた狭い焦点の認知実験では、正答率が 98.6% であり、母語である日本語よ

りも学習言語である英語の方が狭い焦点の知覚が容易であるという結果がでた。この実験結果は常識を覆すものであり、極めて興味深い。

- 3 英語の自然発話における広い焦点の知覚

英語の自然発話において、広い焦点がどのように知覚されるのかを、英語母語話者、日本語を母語とする英語学習者(TOEFL のスコアによって分別した上級群と中級群)において知覚実験を行った。分析方法は、Cole et al. 2011 に従い、発話の境界(Boundary)の認識と、音声的に目立って聞こえるプロミネンス(Prominence)の認識を、それぞれ b 値と p 値をとることで比較した。結果は図 4 から分かります。母語話者においても広い焦点の知覚は容易ではない。興味深い発見は、上級の学習者と母語話者の間には優位な違いは見られなかったが、初級と母語話者との間には優位な違いが観察されたことであった。

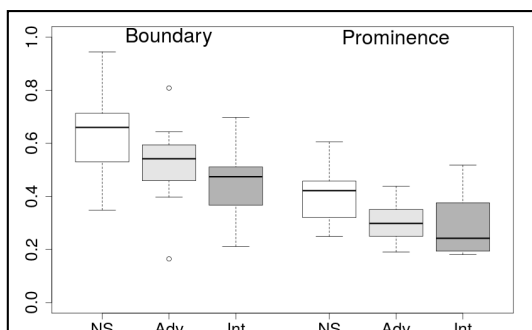


図 4. 群別 Boundary (b 値)と Prominence (p 値)

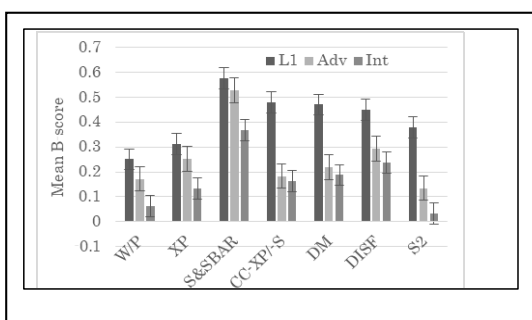


図 5. 範疇毎の b 値

また音調の境界を認知する際に、統語情報も必要であることが分かっており、音調句の左端、すなわち音調句が終わるところでは、S と SBAR を手がかりとして使っていることが図 5 から分かる。ただし範疇の使い方には、母語話者と初級学習者の間には有意な差がみられた。また統語範疇に加え、母語話者は談話標識(Discourse Marker)という非統語範疇も音調句の境界を認知する手がかりとしているが、学習者は上級群も初級群も談話標識を音調句の認識には使っていないことが母語話者との大きな相違である。

音調の脳内処理の言語間相違

音調の脳内処理に関しては、平成 28 年度に 14 名、平成 29 年度に 5 名の fMRI 脳活動計測実験を行った。母語である日本語の対照的焦点の処理と学習言語である英語の対照的焦点の処理は大きく異なっており、日本語の方が活性化されている部位が多い(図 5 参照)。このことは - 2 の行動データと合致するものであり、母語であるから焦点という意味概念の処理が容易であるとは言えないことが判明すると予測しており、さらに実験協力者をふやして実験をし、データの詳細な分析が必要であると考えている。

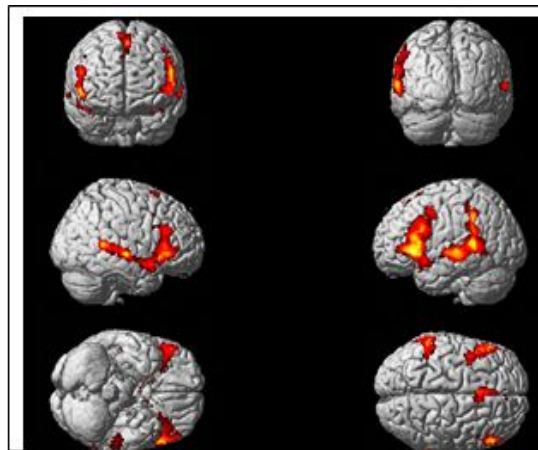
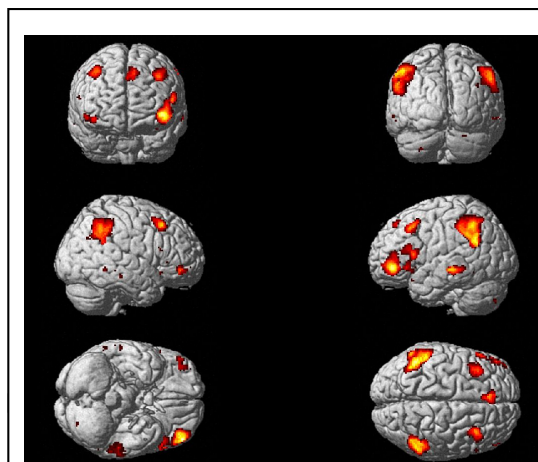


図 6. 英語(上)と日本語(下)の狭い焦点の音声処理している際の脳活動計測図

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 4 件)

[1] Mizuguchi, Shinobu, and Koichi Tateishi. 2018. 'Focus prosody in Japanese reconsidered'.

Proceedings of the 92nd LSA Annual Meetings.

DOI: <http://dx.doi.org/10.3765/plsa.v3il.4291>

[2] Pinter, Gabor, Oliver Jakisch, and Shinobu Mizuguchi. 2017. 'Investigating acoustic correlates of broad and narrow focus perception by Japanese learners of English', in Karpov, A. et al. (eds.) *Speech and Computer (SPECOM) 2017*, pp.464-472. Springer.

DOI: 10.1007/978-3-319-66429-3_46

[3] Mizuguchi, Shinobu, Gabor Pinter and Koichi Tateishi. 2017. 'Natural speech perception cues by Japanese learners of English'. *Proceedings of Pacific Second Language Research Forum (PacSLRF)* 2016. pp.151-156.

[4] Mizuguchi, Shinobu, Jennifer Cole, Gabor Pinter, Koichi Tateishi and Tim Mahrt. 2015. 'Natural language perception by L1 and L2 speakers of English'. *Proceedings of Experimental and Theoretical Advances in Prosody (ETAP)* 3, pp.46-47.

〔学会発表〕(計 6 件)

[1] Mizuguchi, Shinobu and Koichi Tateishi. Jan. 2018. 'Focus Prosody in Japanese Reconsidered'. The 92nd Annual Meeting of the Linguistic Society of America. Salt Lake City, U.S.A.

[2] Gabor Pinter, Oliver Jakisch and Shinobu Mizuguchi. Sept. 2017. 'Investigating Acoustic Correlates of Broad and Narrow Focus Perception by Japanese Learners of English', SPECOM 2017. University of Hertfordshire. U.K.

[3] Mizuguchi, Shinobu. March 2017. 'Focus without Post-focal Fall in Japanese', invited talk at Laboratoire Parole et Langage, Aix-Marseille Université, France.

[4] Mizuguchi, Shinobu, Koichi Tateishi and Tim Mahrt. Sept.2016. 'Perception of Contrastive Focus by L2 Learners'. Tone and Intonation in Europe (TIE) 2016, University of Kent. U.K.

[5] Mizuguchi, Shinobu, Koichi Tateishi and Gabor Pinter. Sept. 2016 "Natural Speech Perception Cues by Japanese EFL Learners", with, Pacific Second Language Research Forum (PacSLRF) 2016, Chuo University. Japan

[6] Mizuguchi, Shinobu, Jennifer Cole, Gabor Pinter, Koichi Tateishi and Tim Mahrt. May 2015. 'Natural Speech Perception of L1 and L2 Speakers of English'. Experimental and Theoretical Advances in Prosody (ETAP) 3, University of Illinois, Urbana-Champaign, U.S.A.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

6. 研究組織

(1) 研究代表者

水口 志乃扶 (MIZUGUCHI, Shinobu)
神戸大学・大学院国際文化学研究科・教授
研究者番号：00157489

(2) 研究分担者

立石 浩一 (TATEISHI, Koichi)
神戸女学院大学・文学部・教授
研究者番号：70291789

ピンテール ガーボル (PINTER, Gabor)
(平成28年3月まで、日本での研究組織退職のため)
神戸大学・国際コミュニケーションセンター・准教授
研究者番号：30580691

林 良子 (HAYASHI, Rhoko)
(平成28年4月から)
神戸大学・大学院国際文化学研究科・教授
研究者番号：20347785

(3) 連携研究者

能田 由紀子 (NOTA, Yukiko)
ATR Promotions 脳活動イメージング
センタ研究員
研究者番号：6037104