

弱境界における発話計画に関わる音声的・言語的特徴の分析

小磯 花絵 (国立国語研究所理論・構造研究系)[†]

伝 康晴 (千葉大学文学部/国立国語研究所言語資源研究系)

An Analysis of Acoustic and Linguistic Features Related to Speech Planning at Weak Clause Boundaries in Japanese

Hanae Koiso (Dept. Linguistic Theory and Structure, NINJAL)

Yasuharu Den (Faculty of Letters, Chiba University/Dept. Corpus Studies, NINJAL)

1. はじめに

自発性の高い話し言葉では、漸進的に発話内容や言語表現を計画しながら話を進める必要がある。特に、発話の冒頭や、主節からの独立性が高く切れ目の度合の強い節境界の後では、この種の発話計画に関わる認知的負荷が相対的に高いことから、フィラーや語の繰り返し、母音の引き延ばしなどの非流暢性が多く出現することが報告されている (伝 2007, Den 2009, Watanabe 2009)。

たとえば Watanabe (2009) は、切れ目の度合の強い節境界と弱い節境界に着目し、境界の直後に出現するフィラーの比率を比較したところ、弱い節境界よりも強い節境界の後の方がフィラーがより多く出現する傾向にあることを指摘している。強い節境界では、大きなまとまりの発話が終了するため、発話計画に関わる認知的負荷も相対的に高く、直後のフィラーの生起に影響したと考えられる。また Watanabe (2009) は、強い節境界と弱い節境界を対象に、後続する節の長さ (語数) と節境界のフィラー率との関係を調べ、弱い節境界では後続節が長いほどフィラー率が高くなる傾向が見られること、強い節境界ではこのような相関は見られないことを指摘している。更に渡辺・清水 (2012) は、たとえば「漱石の小説」と「漱石の新聞に連載された小説」では直後の文節に係る前者より三つ先の文節に係る後者の方が言語的に複雑で言語化の負荷が高いと考え、当該文節直後のフィラー率とその文節に係る先の文節までの距離 (文節数) との関係を調べた。その結果、係り先の距離が遠いほどフィラー率が高くなる傾向が見られることを明らかにした。

一方、アクセント句末で生じる上昇調や上昇下降調といった句末境界音調 (Boundary Pitch Movement, BPM) についても、同じような傾向が観察されることが報告されている。小磯 (2012) は、強い節境界、弱い節境界、節境界以外のアクセント句末 (以下、非節境界) を対象に、その境界に生じる BPM の比率を調査したところ、「非節境界 < 弱い節境界 < 強い節境界」の順に、上昇調、上昇下降調ともに出現率が高くなる傾向が見られることを報告している。また、弱い節境界における係り先の距離^{*1} や非節境界における係り先の距離^{*2} が遠いほど、上

[†] koiso@ninjal.ac.jp

^{*1} Watanabe (2009) で検討した弱い節境界における後続節の長さにはほぼ相当。

^{*2} 渡辺・清水 (2012) における係り先の距離に関する調査のうち非節境界部分に相当。

昇調, 上昇下降調ともに出現率が高くなる傾向が見られることも指摘している。

このように, BPM とフィラーはともに, 発話計画による認知的負荷が相対的に高い位置により多く生じるという意味において共通している。しかし, BPM はそもそも発話計画による認知的負荷に関わる母音の引き延ばしを伴うことも多く, BPM の生起が発話計画に直接関係するものではない可能性もある。

そこで Koiso and Den (2013) では, 弱い節境界を対象に, 発話計画による認知的負荷に関わりうる要因として, 境界直後のフィラーの生起の有無, 境界直前の BPM の生起の有無, 境界直前の最終モーラ長の三つに着目し, これらが弱い節境界後に発話される要素の長さに関わるかを検討した。その結果, BPM を含む全ての特徴が統計的に有意に発話要素長に関わることを明らかにした。しかし, この分析で対象とした弱い節境界には, 種類の異なるものが多く含まれており十分な統制がとれていないなどの問題があった。また, 弱い節境界後の発話要素長には, 節の種類など認知的負荷に関わりうる要素以外の要因も影響する可能性がある。そこで本研究では, 節の種類を統制した上で, 節の種類や談話の種類なども要因に加えた分析を行い, フィラー, BPM, 最終モーラ長の後続発話要素長への効果について改めて詳細に検討する。

2. 方法

2.1 データ

分析には『日本語話し言葉コーパス』(CSJ)を用いた。CSJは自発性の高いモノローグを中心に構成された話し言葉コーパスであり, 学会における口頭発表(以下「学会講演」と, 一般話者による主に個人的な内容に関するスピーチ(以下「模擬講演」)を主対象としている。CSJ全体は661時間の音声から構成されるが, 本研究ではこのうち「コア」と呼ばれるデータ範囲の中から学会講演70(約29時間)・模擬講演107(約20時間)を分析対象とした。実際の分析にはCSJ第3刷に基づき作成されたCSJ-RDB(小磯ほか2012)を用いた。

2.2 アノテーション

研究には, 節単位情報, 形態論情報, 係り受け構造情報, 韻律情報など, CSJコアに付与されている人手修正を経た精度の高いアノテーションを利用した。

節単位情報は原則「節 (clause)」の境界によって得られる文法的・意味的なまとまりを持った単位である(丸山ほか2006)。節の境界は, 構造的な切れ目の大きさの観点から以下の3つに分類されている。

絶対境界: いわゆる文末に相当する境界

強境界: 後続の節に対する従属度の低い, 切れ目の度合いが強い節境界

弱境界: 後続の節に対する従属度の高い, 切れ目の度合いが弱い節境界

これらの節の境界とその種類は, 形態素解析結果に基づき CBAP-csj プログラムにより自動で判別され, 人手による修正操作を経た上で, 絶対境界か強境界のいずれかで区切られる単位が「節単位」と認定された。本研究で着目するのは, 人手修正後に認定される「節単位」の内部に存在する弱境界である。節単位は文節に分割されたのち, 文節を単位とした係り受け構造情報が節単位を範囲に付与されている。

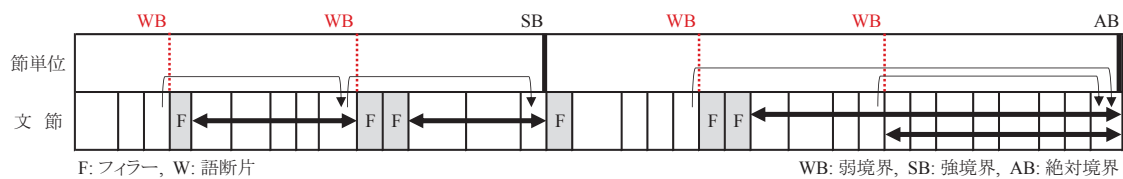


図2 弱境界後の発話要素長。円弧は弱境界の節とそれが連用修飾として係る先の節との関係を示す。発話要素長は、弱境界直後の文節（フィラーと語断片を除く）の始端から、弱境界の節が連用修飾として係る先の節の終端までの継続時間として計算した。

上記のような形態統語論的情報に加え、CSJ コアには X-JToBI に基づく韻律情報も付与されている (五十嵐ほか 2006)。本研究では、これら韻律情報のうちアクセント句末の境界音調の情報を利用した。CSJ コアが対象とする東京方言では、アクセント句の F0 はゆるやかに下降し (L%)、そのあと、単純に F0 が上昇する上昇調 (H%) や上昇のあとに下降が生じる上昇下降調 (HL%)、上昇前に低い F0 区間が持続される上昇調 (LH%)、上昇下降調のあと更に上昇が生じる上昇下降上昇調 (HLH%) などの句末境界音調 (Boundary Pitch Movement, BPM) が後続することがある (図1 参照)。

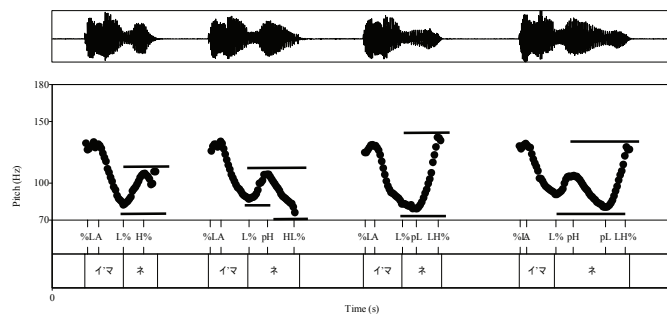


図1 BPM の例。左から順に、単純に F0 が上昇する上昇調 (H%)、上昇のあとに下降が生じる上昇下降調 (HL%)、上昇前に低い F0 区間が持続される上昇調 (LH%)、上昇下降調のあと更に上昇が生じる上昇下降上昇調 (HLH%)。

2.3 分析パラメータ

本研究では、弱境界付近の発話計画による認知的負荷に関わりうる要素などを用いて、弱境界の後に発話される要素の長さを予測するモデルを作成する。そのために、以下の手順で目的変数と説明変数を抽出した。

目的変数は、弱境界の後に発話される要素の長さ (以下「発話要素長」) である。発話要素長として、弱境界直後の文節 (フィラーと語断片を除く) の始端から、弱境界の節に係る先の節の終端までの継続時間長を用いた (図2 参照)。Koiso and Den (2013) とは異なり本分析では、当該の弱境界の節が連用修飾として係る場合に限定し、引用節やトイウ節などは対象外とした。また、「～に関して」「～に対して」のように接続助詞「テ」が複合辞の場合や、「～ては」「～ても」「～てから」のように「テ」に助詞が後続する場合、主題の提示に関わるなど連用修飾とは異なる振舞いをすることがあるため、一律分析対象外とした。その他、節境界の種類ラベルに誤りがあるものを除いた。

説明変数としては、発話計画による認知的負荷に関わりうる要素として、次の三つの変数に着目した。

1. 弱境界直後のフィラーの生起の有無
2. 弱境界を終端境界とする節の末尾の BPM の生起の有無
3. 弱境界を終端境界とする節の末尾のモーラの継続時間長

フィラーの有無は弱境界直後の要素, BPM の有無と最終モーラ長は弱境界直前の要素である。また, 節や談話の種類の違いも弱境界後の発話要素長の変動に影響する可能性があると考え, 次の二つも説明変数に加えた。

4. 節タイプ。節単位情報に含まれる節境界ラベルを用いて, 条件節, 理由節, 並列節, 連用節, テ節に分類。
5. 談話タイプ。学会講演, 模擬講演の別。

なお, 目的変数の発話要素長は対数変換して分析に用いた。説明変数の最終モーラ長については, 対数変換した上で話者ごとに正規化して分析に用いた。

2.4 分析対象

上述の通り, 本分析では弱境界の節が連用修飾として係る場合に限定した。また, 接続助詞「テ」が複合辞の場合や「テ」に助詞が後続する場合, 節境界の種類ラベルに誤りがある場合は対象外とした。更に, 説明変数としてアクセント句末の BPM の有無を用いるため, 弱境界がアクセント句末に一致する場合に限定した。その結果, 全 19,184 の弱境界のうち 8,858 (条件節: 1666, 理由節: 1390, 並列節: 1046, 連用節: 760, テ節: 3996) を分析に用いた。

3. 結果

弱境界後の発話要素長と各説明変数との関係を図 3・4 に示す。いずれの節タイプ, 談話タイプについても, フィラーや BPM が存在する場合に発話要素長がより長くなり, 最終モーラ長が長くなるほど発話要素長がより長くなる傾向が見られる。また, 全般的に, 節タイプによって発話要素長の差も見られる。一方, 談話タイプによる差は見られない。

上記五つの説明変数の発話要素長に対する効果の最適な組合せを検討するため, 話者によるクラスターを考慮した線形混合効果モデルを用いた。ランダム効果としてはランダム切片のみ考慮した。分析には R の lmer 関数を用いた (Baayen 2008)。まず, フィラーの有無, BPM の有無, 最終モーラ長と節タイプの交互作用を検討した。フィラーの有無, BPM の有無, 最終モーラ長のそれぞれと節タイプとの交互作用を入れたモデルと, 交互作用のないモデルを作成し, 尤度比検定を行った結果, いずれの要因についても交互作用は有意ではなかった。次に, この交互作用のないモデルと, 談話タイプを加えたモデルを比較し, 尤度比検定を行った結果, 談話タイプの効果は有意でなかった。

以上の結果から, フィラーの有無, BPM の有無, 最終モーラ長, 節タイプの主効果のみを含むモデルを採用し, このモデルで発話要素長を予測する階層ベイズモデルを構築した。

$$\begin{aligned}
 y_{ij} &\sim N(\mu_{ij}, \sigma) \\
 \mu_{ij} &= \beta_{0j} + \beta_F x_{Fij} + \beta_B x_{Bij} + \beta_D x_{Dij} + \beta_C x_{Cij} \\
 \beta_{0j} &\sim N(\mu_0, \sigma_s)
 \end{aligned}$$

j 番目の話者の i 番目のデータの発話要素長 y_{ij} を予測するのに, フィラーの有無 x_{Fij} , BPM の

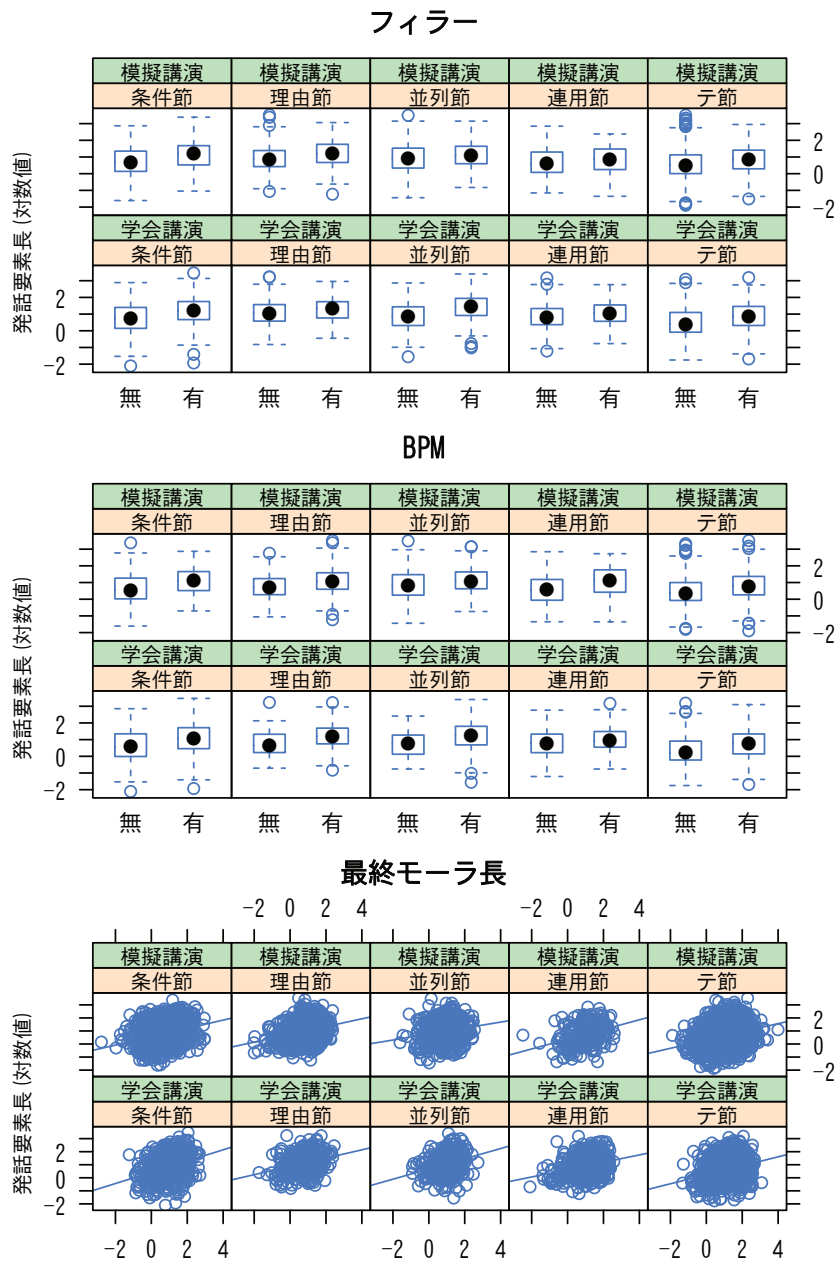


図3 発話要素長とフィラー・BPM・最終モーラ長との関係

有無 x_{Bij} , 最終モーラ長 x_{Dij} , 節タイプ x_{Cij} の線形結合を用い, 切片 β_{0j} は話者ごとに平均 μ_0 の周りで変動するとした。各説明変数の係数 $\beta_F, \beta_B, \beta_D, \beta_C$ と切片の話者平均 μ_0 の事前分布として正規分布 (平均: 0, 分散: 10^{12}) を, 残差の分散 σ^2 と切片の話者分散 σ_s^2 の事前分布として逆ガンマ分布 (形状: .01, 尺度: .01) を用いた。これらのパラメータを MCMC (Markov chain Monte Carlo) 法により事後分布からのサンプリングを行い推定した。推定には JAGS と R の rjags パッケージを用いた (Kruschke 2011)。

各パラメータの推定結果 (事後分布) を図 5 に示す。節タイプについては, 各水準間の差の

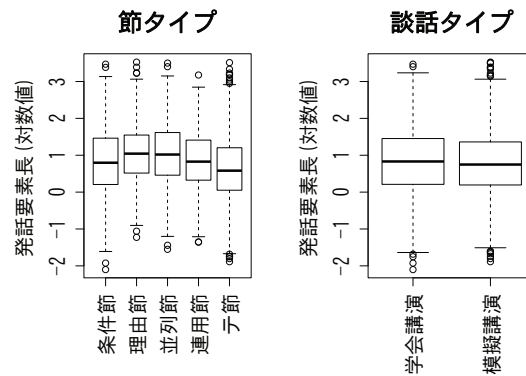


図4 発話要素長と節タイプ・談話タイプとの関係

事後分布を図6に示す。フィルターの有無, BPMの有無, 最終モーラ長の係数の事後分布は分布の95%範囲(95%HDI)に0を含んでおらず, 5%水準で有意であることが分かる。それぞれの平均値から, フィルターとBPMは存在する場合の方が, また最終モーラ長は長い方が, 発話要素長が有意に長い。節タイプについては, 条件節と連用節, 理由節と並列節の差を除き, いずれも分布の95%範囲に0を含んでおらず, 節タイプごとにその後の発話要素長に差があると言える。図6の結果を整理すると, 「テ節 < 条件節・連体節 < 理由節・並列節」の順に発話要素長が長くなる傾向が見られる。

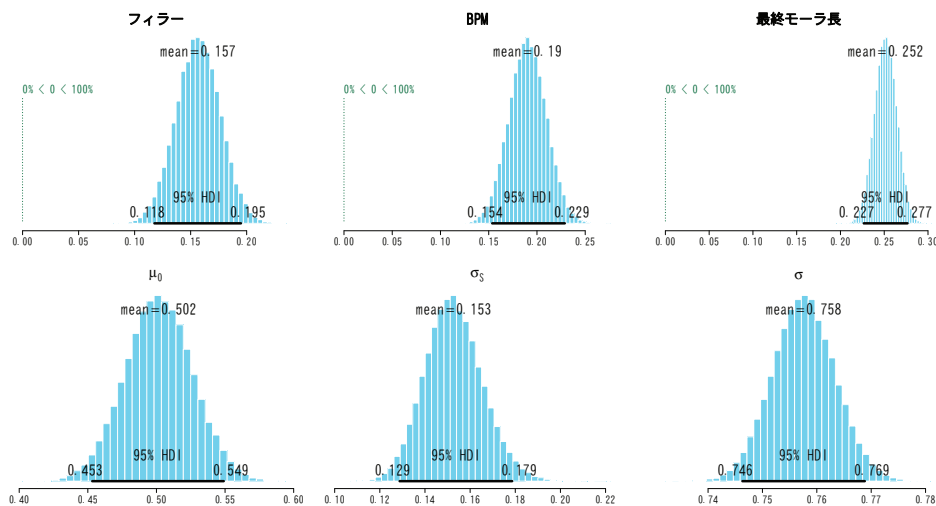


図5 MCMCに基づく各パラメータの推定値。上段は, 説明変数であるフィルターの有無, BPMの有無, 最終モーラ長の係数の推定値。下段の μ_0 , σ_s , σ は, 切片の話者平均, 切片の話者標準偏差, 残差の標準偏差の推定値。95%HDIは分布の95%の範囲。この範囲内に0を含まなければ5%水準で有意であることを意味する。

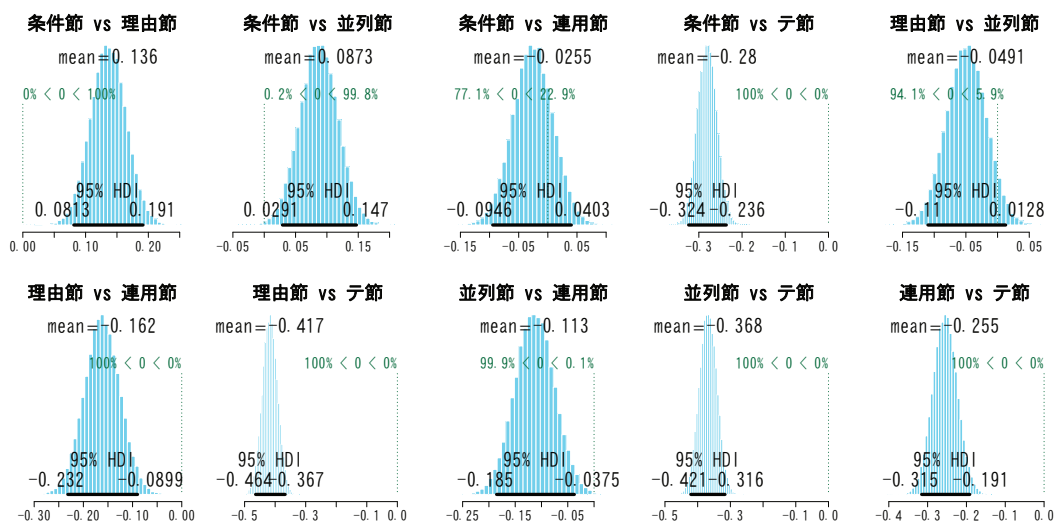


図6 節タイプの係数に関する推定値。各水準間の差をプロット。たとえば「条件節 vs 理由節」の場合、理由節の係数の推定値から条件節の係数の推定値を引いた値をプロットしている。正の方向に分布し、95% HDIに0を含まないため、理由節の方が条件節よりも係数の値が有意に大きいことを意味する。

4. 考察

分析の結果、フィルターの有無、BPMの有無、最終モーラ長、および節タイプのいずれに関しても、弱境界後の発話要素長に有意に影響を及ぼすことが分かった。具体的には、境界直後にフィルターが存在したり、境界直前にBPMが存在したりすると、発話要素長が長くなる傾向が、また境界直前の最終モーラ長が長くなるほど発話要素長が長くなる傾向が見られた^{*3}

フィルターや語の繰り返しなどは、発話計画による認知的負荷が高い発話冒頭に頻出することが指摘されている (Clark 2002, Clark and Wasow 1998)。また日本語の話し言葉では、接続助詞や用言連用形などにより複数の節を連結して発話を構成することも多いため、節冒頭にも着目して研究が進められてきた (Watanabe 2009, 渡辺・清水 2012)。発話や節の冒頭では、発話の内容や表現の計画に必要な時間をかせぐためにこれらの要素が生じやすいと考えることができる。本研究で対象としたフィルターは節冒頭の要素であり、これら先行研究の結果が改めて確認されたことになる。一方、BPMや最終モーラ長は、節冒頭よりもわずかに早い、先行する節の末尾の要素である。節末尾の要素が後続の発話要素長に影響するという今回の結果は、節を完全に終える前に次の発話計画が進められていることの傍証となる。また、日本語話者にとっては、直前の発話や節が終了する前から、発話計画のための時間をかせぐことができる便利なツールを手に入れていると言える。

ここでBPMについて改めて考えてみたい。1節で述べたように、BPMはそもそも発話計画による認知的負荷に関わる母音の引き延ばしを伴うことが多く、BPMの存在自体は弱境界後

^{*3} これはあくまで統計的關係であり因果關係を示すものではない。後述の通り我々は、次に発話する要素がより長いほど、その内容や表現の計画に必要な時間をかせぐためにこの種の要素がより生じやすいと考えている。

の発話要素長に直接関係しない可能性も十分に考えられた。しかし分析の結果、最終モーラ長に加えて BPM も発話要素長に影響することが明らかになった。問題はその解釈である。BPM の存在自体が「時間かせぎ」に貢献すると考えにくい。

小磯 (2012) は、「漱石の小説」のように直後の文節に係る場合よりも、「漱石の新聞に連載された小説」のように二つ以上先の文節に係る方がより多く BPM が生じることを明らかにした。このような統語的構造の違いが BPM の出現に関わるとして、このことを本研究で対象とする弱境界に当てはめるならば、「このイベントはとても面白そうなので〈理由節ノデ〉友達と一緒にってきます」のように直後の節に係る場合よりも、「このイベントはとても面白そうなので〈理由節ノデ〉お金さえあれば〈条件節レバ〉時間を作って〈テ節〉友達と一緒にってきます」のように二つ以上先の節に係る方が、BPM が生じる可能性は高くなる。係り先が遠いほど後続要素長は長くなるため、結果として、BPM と発話要素長との間に関係が見られたと考えることができる。この可能性を検証するには、弱境界後の係り先までの節の数と BPM の出現との関係を検討する必要がある。この点については今後の課題とする。

参考文献

- Baayen, R. Harald (2008). *Analyzing linguistic data: A practical introduction to statistics using R*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Clark, Herbert H. (2002). "Speaking in time." *Speech Communication*, 36, pp. 5–13.
- Clark, Herbert H., and Thomas Wasow (1998). "Repeating words in spontaneous speech." *Cognitive Psychology*, 37, pp. 201–242.
- 伝康晴 (2007). 「発話冒頭付近での語句の繰り返しの機能」 串田秀也・定延利之・伝康晴 (編) 『文と発話 3: 時間の中の文と発話』 東京: ひつじ書房 pp. 103–133.
- Den, Yasuharu (2009). "Prolongation of clause-initial mono-word phrases in Japanese." Shu-Chuan Tseng (Ed.), *Linguistic patterns in spontaneous speech*. Taipei: Institute of Linguistics, Academia Sinica. pp. 167–192.
- 五十嵐陽介・菊池英明・前川喜久雄 (2006). 「韻律情報」 『国立国語研究所報告 124: 日本語話し言葉コーパスの構築法』 pp. 347–453.
- 小磯花絵 (2012). 「日本語話し言葉コーパスを用いた複合境界音調の発言継続表示機能の検討」 『第2回コーパス日本語学ワークショップ予稿集』 pp. 221–230.
- Koiso, Hanae, and Yasuharu Den (2013). "Acoustic and linguistic features related to speech planning appearing at weak clause boundaries in Japanese monologs." *Proceedings of the 6th Workshop on Disfluency in spontaneous speech*. Stockholm.
- 小磯花絵・伝康晴・前川喜久雄 (2012). 「『日本語話し言葉コーパス』 RDB の構築」 『第1回コーパス日本語学ワークショップ予稿集』 pp. 355–364.
- Kruschke, John K. (2011). *Doing bayesian data analysis: A tutorial with R and BUGS*. Burlington, MA: Academic Press.
- 丸山岳彦・高梨克也・内元清貴 (2006). 「節単位情報」 『国立国語研究所報告 124: 日本語話し言葉コーパスの構築法』 pp. 255–322.
- Watanabe, Michiko (2009). *Features and roles of filled pauses in speech communication: A corpus-based study of spontaneous speech*. Tokyo: Hituzi Syobo.
- 渡辺美知子・清水信哉 (2012). 「『日本語話し言葉コーパス』における文節境界のフィラーの出現率」 『第1回コーパス日本語学ワークショップ予稿集』 pp. 259–264.