

母語対話の話者交替タイミング

市川 薫 (千葉大学 大学院融合科学研究科, ichikawa@1964.jukuin.keio.ac.jp)

大橋 浩輝 (ハスキンス研究所, hiro084@gmail.com)

仲 真紀子 (北海道大学 大学院文学研究科, mnaka@let.hokudai.ac.jp)

菊池 英明 (早稲田大学 人間科学学術院, kikuchi@waseda.jp)

堀内 靖雄 (千葉大学 大学院融合科学研究科, hory@faculty.chiba-u.jp)

黒岩 真吾 (千葉大学 大学院融合科学研究科, kuroiwa@faculty.chiba-u.jp)

Turn-taking timing of mother tongue

Akira Ichikawa (The Graduate School of Advanced Integration Science, Chiba University, Japan)

Hiroki Oohashi (Haskins Laboratories, Japan)

Makiko Naka (Graduate School of Letters, Hokkaido University, Japan)

Hideaki Kikuchi (Faculty of Human Science, Waseda University, Japan)

Yasuo Horiuchi (The Graduate School of Advanced Integration Science, Chiba University, Japan)

Shingo Kuroiwa (The Graduate School of Advanced Integration Science, Chiba University, Japan)

要約

母語話者の話者交替時の重複タイミング現象である話者移行適格場 (TRP) に注目し、日本語と英語について、それぞれの母語話者とその言語を十分に習得している非母語話者の実時間対話を分析した。両言語ともに、対話者が母語話者の組み合わせ以外ではTRPの制約が成立していなかった。このことは、非母語話者が発信している言語情報は話者交替の予告情報にはならず、言語情報の裏に必然的に存在するプロソディにあることを示唆している。また日本語母語話者の5歳児と6歳児と成人の対話を分析し、さらに先行研究結果を参考にしたところ、日本語母語のTRPの制約は5歳児ころまでに獲得されることが推察された。母語話者の話者交替タイミング制御のモデルを提案した。

キーワード

母語, 話者交替, 重複発話, TRP, 獲得プロセス

1. はじめに

最近AI応用として、音声対話システムが注目されているが、高齢者や障害者にとっての使いやすさは十分ではない(市川, 2014)。そこで本論文では、心的負担(芳賀, 2001)が軽いと考えられる母語の例を取り上げ、対話の構造の一端を探る。

「母語」の定義は、社会学の領域では「言語共同体と相互作用の関係にある言語のことである」とされており、母語を「言語」として体系的に検討した代表的なものには、フンボルトとその考え方を発展させたヴァイスゲルバー (Weisgeber, 1950) 等がある。

「言語」には「思考を表現する機能」と「コミュニケーションの機能」があり (Boysson-Bardies, 2008)、後者は音声信号という物理的媒体を用いなければならない。音声対話は物理的実体があって実現される。「実時間」処理には、負担の増加する言語記号レベルへの変換と処理を行う以外に、その処理のより軽いプロソディなどの物理的側面が重要な役割を果たしていると考えられるのは極めて自然な発想であろう(市川, 2011)。

本稿では、母語対話の話者交替のタイミングに注目した。

まず先行研究や我々がこれまで示してきた実験結果に基づいて母語と非母語の比較を行い、話者交替における両者の違いを比較する。さらに先行研究結果を参考に、定型発達児の年中園児(5歳児)及び年長園児(6歳児)と成人の対話の比較を行い、母語話者の話者交替機能獲得プロセスの検討結果を報告する。母語話者間の実時間話者交替のプロセスモデルも提

案する。

2. 先行研究

2.1 母語獲得

脳科学の進展に伴い、脳の観測がある程度可能になり、直接乳幼児の言語活動の脳観測の試みや (Kuhl, 2004)、動物の様々な能力の発達と脳の活動の関係の観測結果を参考にした検討も進められている(ヘンシュ, 2011)。

(1) 音韻の獲得

乳幼児の言語獲得に関する研究は数多くあり、様々な観察結果をまとめた多くの成書が国内外で多数発行されてきた(今井, 2013; Tomasello, 2003; Foster-Cohen, 1999; Boysson-Bardies, 1996、など)。

発声器官の発育は生後18ヵ月ころまでは急速に進みその後半分に落ちることも報告されている (Vorperian et al., 2005)。声道も乳の飲みやすい形状から発音が可能な形状に変化する。この間、発音が困難ではあるが言語能力は発達していることは、ベビーサインなどにより要求を表現できることから推察されている (Acredolo et al., 2010)。1歳程度で初語が出現する。2歳前後には語彙爆発がみられる。3歳前後では、従属節を含む複文があらわれ、5歳ころには母語の統語的な特性はほぼ獲得される。このころには語順や助詞、動詞活用など基本的統語構造の特性も確立している。

(2) プロソディの獲得

ヒトの胎児は受胎後30週頃には聴覚が発達し、低周波音

を通す羊水を通して韻律情報を聞きとり、母音や子音よりも早い時期(受胎後33~37週)に韻律情報に敏感になる(DeCasper et al., 1994)。人工内耳の装着時期が生後18ヶ月以降になると、抑揚などの表現能力の獲得が低下することが経験的事実として言われている(加我, 2016; 加我東大名誉教授私信)。生後18ヶ月頃までが「プロソディ機能獲得の臨界期」と思われる(ヘンシュ, 2011)。またキンカンチョウの歌の学習等から類推すると、「プロソディ機能獲得の臨界期」は「母語のテンプレート」を獲得する時期と考えられる。

このテンプレートに基づいて、母語としてのセグメンテーション(Juszyk et al., 1999)や、母語の語彙や文法の獲得が進む。プロソディのひとつである基本周波数 f_0 により文理解が容易になることや(市川, 1994)、文の構造が良く推定できること、文型や発話終了を予告していることなどが報告されている(小松他, 1988; 北原他, 1987; 大須賀他, 2006; 盧, 2006)。

これらの現象や(1)で述べた発声器官の発育状況が、いずれも生後18ヶ月頃までが重要なことを示しており、この間に発声器官も母語向きに適応してきている可能性を示唆していると思われる。

2.2 話者交替

(1) 母語の重複現象

話し手の入れ替わり(話者交替)では、発話の重なり(重複発話)は極く自然で、多数観察されている。重複率は対話内容に影響される指標であり、先行研究でもまちまちであり(10~60%)、本研究の目的には必ずしも適切な指標にはならないと思われる。母語対話における重複が始まるタイミングは、10種類の言語を分析した先行研究によれば、先行発話の終了前の200~300ms以上前では生じない(Stivers et al., 2009)。対話内容の影響はタイミング分布の遅れ方向に現れる。

(2) 重複発話現象の機能

重複発話には、対話を円滑にする機能が存在しているものと考えられる(市川, 2011)。モダリティの異なる対話言語である手話でも重複現象が多く見られる。重複区間は旧情報の再表出となっている事が多い(斎藤他, 2009)。旧情報の再表出によって(3)に述べるTRP区間を用意していると考えれば、この点からも「TRP制約」は円滑な対話言語の本質的構造と看做せよう。

重複する後続話者にとっては、先行話者の発話の中に、発話の終了を予測可能とする情報(予告情報)が含まれていると、先行発話を最後まで聞く必要が小さくなる。先行話者にとっては、発話が終了しないうちに後続話者が発話権を引き取るため、重複が始まった段階で、理解されたと受け止めるだけでなく、継続して発話を新たに計画する必要がないことが明確になる。また、重複が生じている先行発話と後続発話には何らかの内容的な繋がりが深いと自然に判断できるため、文脈を予期する負担も少なくなる。

(3) 話者移行適格場(TRP)

母語対話において重複発話が生じる先行発話の区間は、話者移行適格場(Transition-Relevance Place, 以下TRP)などと呼ばれる(Sacks et al., 1974)。Stivers et al. (2009)に示されている重複区間は母語話者の対話からのデータであり、概ねTRPであると見做せよう。

榎本は、日本語対話音声の文末に現れる助詞や助動詞の区間(文末表現などと呼ばれる)などをTRPと考え、TRPより早く生じる重複は母語話者にとっては不自然と感じることを認知実験で示した(榎本, 2009)。

以下、母語において重複がTRPより早く生じない抑止現象を「TRP制約」と呼ぶことにする。

(4) 話者交替の予告情報

重複発話を可能にするためには、先行話者音声に何らかの予告情報が存在し、入力が終了する前に後続話者は発話終了を予測する必要がある。そのために「統語論的リソース」、「語用論的リソース」、「イントネーション(プロソディ)的リソース」などの予告情報が存在すると考えられてきた(Ford et al., 1996)。

(5) 乳幼児の話者交替

先行研究では3.6歳児までの幼児-母親の2組の会話における話者交替時の重複発話を分析している(Kajikawa et al., 2004)。文末の「ね」をTRPの文末表現とみなすと、母親が子供の発話の「ね」に重複する割合が3歳を過ぎると増加しているが(同論文 図2)、子供からの重複率には変化が見られない(同論文 図3)。言い換えれば、3歳半ころまでには母語対話における自然な重複発話の制御に必要な情報(予告とTRP)を先行発話では発信することはできているが、制御能力(TRP制約に従う)は獲得できていないことを示唆している。

4歳児では自然な対話が見られるという先行研究があるが(Briton et al., 1989)、話者交替のタイミングの視点から分析した報告は見出されなかった。

3. 本研究の視点

3.1 母語対話の実時間性

本研究では「TRP制約」機能に絞って検討を行うこととする。心的負担軽減を実現していなければ、長時間の実時間対話は実現できないであろう。しかしながら、「対話の実時間性」に関連して「心的負担」を論じたものは、ほとんど見当たらない。

言語構造の形成において、主体と環境の相互作用が果たす動機づけを認知言語学では「身体性」と呼んでおり、認知言語学の世界観を形成する一つの重要な概念となっている(児玉, 2009)。この概念に基づけば「対話伝達プロセスの実時間性や心的負担」もまさにその内部環境であるが、いわゆる言語そのものの現象ではないため、視野に入ってこなかったものと思われる。

実時間対話では、概略、相手の音声を知覚し、脳に伝送、音像を再現し認識、心的辞書にアクセス、理解し、応答内容を計画し、相手の発話とのタイミングを図って応答する。これらの各処理が其々心的負荷となり、その結果が心的負担(芳

賀, 2001)の要因となると考えられる。しかしながらこれらを全て計測することは現状では困難である。

本研究では、アフォーダンス現象の心的負担が軽いことに注目し、「TRP制約」も同様のメカニズムによるものと仮定する。その上で、非母語話者の話者交替には「TRP制約」が機能していないことと、母語話者が機能を獲得する時期を、母語(日本語)幼児の話者交替現象から検討する。

3.2 重複タイミングの観測法

一般に各種のデータの分布は中心から外れるに従い頻度は小さくなり、いわば欠測データ状態(高井, 2016)であり、誤差が大きくなる。「TRP制約」の現れる重複開始時点も分布の裾位置であり、データ量は同様である。

そこで本研究では、頻度の高い部分の情報から外挿することを考え、重複時間の分布に累積分布を用い、ノンパラメトリックな分布を想定するカーネル密度推定で推定することとした(図1)。話者交替のタイミング分布は対話内容に大きく影響されるが、パラメトリックな分布である保証はないからである。

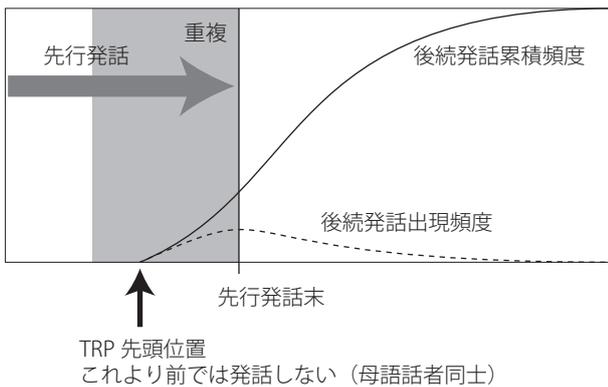


図1：TRP制約分析結果の表示と見方

4. 実時間対話とプロソディ

4.1 基本周波数 f_0 パターンの推定

藤崎の F_0 モデルは、声帯筋の生理的振る舞いと声帯の発振現象をモデル化したもので、 f_0 のパターンを良く近似することが知られている(Fujisaki, 2004)。

$$\ln F_0(t) = \ln F_b + \sum_{i=1}^I A_{pi} G_{pi}(t - T_{0i}) + \sum_{i=1}^I A_{aj} \{G_{aj}(t - T_{1j}) - G_{aj}(t - T_{2j})\} \quad (1)$$

$$G_{pi}(t) = \begin{cases} a_i^2 t e^{-at} & : t \geq 0 \\ 0 & : t < 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$G_{aj}(t) = \begin{cases} \min[1 - (1 - \beta_j t) e^{-\beta_j t}, \gamma_j] & : t \geq 0 \\ 0 & : t < 0 \end{cases} \quad (3)$$

ここで $F_0(t)$ は時刻 t における f_0 の値、(1) 式内の G_p 、 G_a は

フレーズ制御機構、アクセント制御機構の関数であり、(2) 式、(3) 式によって記述される。 F_b は基本周波数の基底値であり、話者ごとのベースとなる f_0 値を示す。 A_p はフレーズ指令(インパルス)の大きさ、 A_a はアクセント指令(ステップ)の大きさであり、 T_{0i} は i 番目のフレーズ指令の生起時点、 T_{1j} は j 番目のアクセント指令の始点、 T_{2j} は j 番目のアクセント指令の終点である。

また、 α はフレーズ成分の減衰の速さを、 β はアクセントの上昇下降の早さを決定するパラメータである。

フレーズ制御機構の α とアクセント制御機構の β が設定され、其々に T と A が入力されれば、その後の f_0 の動作(パターン)は決まる。言い換えれば、パラメータ α 、 β 、 T 、 A の組み合わせは「予告」情報となって、 f_0 パターンに畳み込まれている。聞き手の立場から見ると、 f_0 パターン自体に「予告」情報が内蔵されていることになる。

遺伝的アルゴリズムを用いた AbS 法で、実測データから F_0 モデルの多数のパラメータを同時推定した(※パラメータ解析のための手段であって、人が AbS を知覚認知に使っていることを意味するものではない)(Oohashi et al., 2010)。

4.2 プロソディ情報による予告

(1) f_0 の予告情報の存在

日本語において、上記のモデルのパラメータに対し変数選択による判別分析を行った結果、先行発話の f_0 に概ね 70% 程度の精度で話者交替が継続かの予告情報が存在していることが判明した(Oohashi et al., 2010)。

(2) 統合的プロソディ情報による予告の認知

またプロソディの持つ話者交替予告は認知可能であることも実験的に検討した(千田他, 2009)。対話音声の話者交替における先行発話の f_0 を 4.1 の手法で抽出、音源波形を三角波で表現、元波形のパワーを与え再合成した統合的プロソディ (f_0 、パワー、リズムの組み合わせを再現)のみを聴取、話者交替が行われるか否かを判断させた。プロソディのみを日常聴くことはないので訓練が必要であるが、訓練の進んだ被験者では 80% 以上の精度で判別が出来ていた。ただしこの実験では先行発話を最後まで聞いての判定であり、実時間判断ではないため、重複発話が始まる時刻までに予測認知可能かは保証されていない。

5. 非母語話者の話者交替

非母語(第二言語)の実時間対話の研究は、これまでのところ、あまり行われていない。そこで言語構造が大きく異なる日本語と英語に関して、言語獲得の臨界期以降に学習によって非母語を習得し、その能力が非常に高い非母語話者と、母語話者の実時間対話の話者交替を分析し比較した。

収録は、相互に遮音された防音室で、2チャンネルで対話者毎に収録した。被験者は、互いの音声を、ヘッドセットマイクを通して聞くことができる。「ラッチング」は重複に含めた。あいつちは重複発話に含めていない。分析した話者交替数を表1に示す。

表1：話者交替数

母語	後続話者	先行話者		計
		母語	非母語	
日本語	母語	47	71	118
	非母語	138	86	224
英語	母語	50	104	154
	非母語	114	89	203

5.1 日本語対話 (大川他, 2012)

(1) 被験者

- 中国人留学生(修士女子学生2名)による日本語対話
 - I 言語獲得期以降に日本語を学習、
 - II 実用日本語検定中上級聴力試験385および420点、
 - III ① 日本語学習歴がほぼ同程度。
② 日常母国語(本研究では中国語)で対話(同一研究室に所属しており、日本語での二人の対話は本収録が初経験である)。
- 日本語母語話者は学部女子学生2名。

(2) 対話内容

非母語話者同士、母語話者同士、および非母語話者と母語話者それぞれの組合せで、地図課題対話(堀内他, 1999)と自由対話した。ともに10分程度である。

(3) 重複タイミング

先行研究(榎本, 2009)を参考に文末表現をTRPと看做し、その先頭位置を基準に話者交替タイミングを計測した。日本語母語話者である日本人においても、先行話者が留学生の場合、TRP先頭位置よりも前のタイミングで重複が観察された(図2参照)。

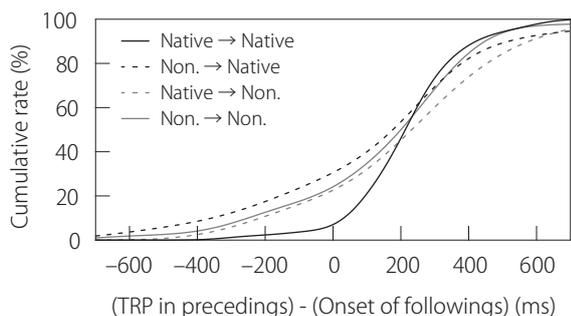


図2：非母語話者交替重複タイミング/日本語対話(大川他, 2012)

注：実線は母語話者同士の対話、横軸0点はTRP開始点。

(4) 重複率

非母語話者の方が予想に反して重複率は高かった(図3)。

5.2 英語対話(滝沢他, 2013)

(1) 被験者

- 日本人(4名)による英語対話
 - I 言語獲得期以降に英語を学習、

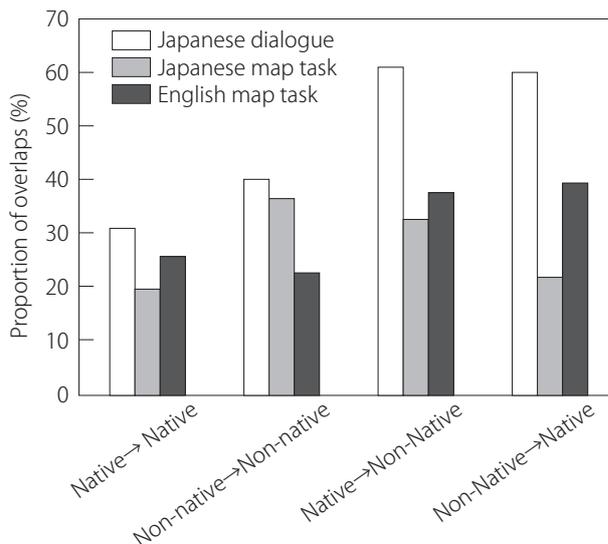


図3：重複率(大川他, 2012; 滝沢他, 2013)

II TOEIC得点940点以上、

日本人英語学習者には、高度な英語コミュニケーション能力を持ち発話に苦手意識はないが、英語対話経験が異なる被験者を選んだ。TOEIC得点は全員940点以上であり、リスニング力に関しては4名ともほぼ満点に近い力を持つ。また年齢差、男女差の対話の違いが出ないように全員20代男性に統一した。

A1、A2は帰国子女ではなく、大学3年時に1年間海外留学経験がある被験者、B1、B2は中学入学前に海外で英語を学んだ帰国子女である。英語対話経験としてはB2、B1、A2、A1の順で高い。

- 英語母語話者は20代米国人男性2名。

(2) 対話内容

地図課題対話のみを収録した。

(3) 重複タイミング

日本語とは言語構造が異なるため、先行研究(Stivers et al. 2009)から英語母語話者同士間での重複開始(約300ms前)をTRP始点と看做した。非母語話者の重複タイミングは母語話者同士の場合よりも早く生じる場合が観測され(図4)、大川の結果と同様の結果となった。

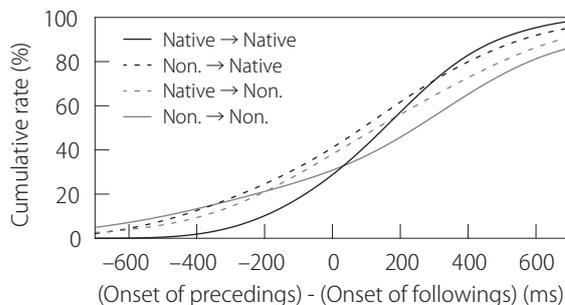


図4：非母語話者交替重複タイミング/英語対話(滝沢他, 2013)

注：横軸0点は発話末、TRP開始点は概ね300ms前。実線は母語話者同士の対話。

(4) 重複率

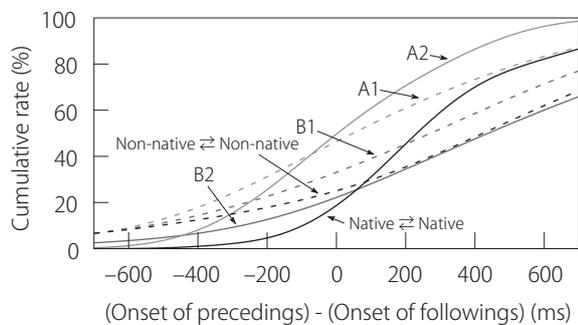
日本語対話の場合と同様、非母語話者が関与する対話の方が重複率は高い傾向にある(図3)。

5.3 非母語の特徴

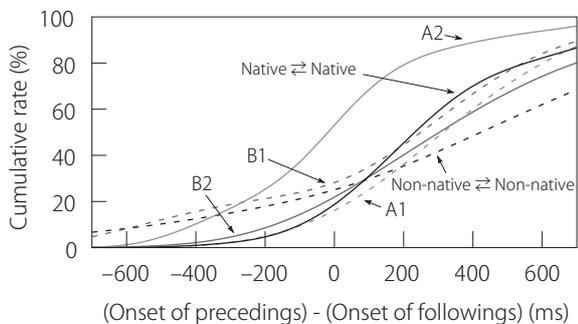
(1) 非母語(英語)使用経験の影響

後続発話の開始時点を観察すると、図2、図4に示すように、日英ともに母語話者同士の対話では「TRP制約」が守られているが、非母語話者同士はもちろんのこと、非母語話者—母語話者の対話では、母語話者の後続発話でも「TRP制約」が無視されていた。非母語話者は「TRP制約」に必要な予告情報発信機能の学習ができていないことを示唆している。

英語対話経験としてはB2、B1、A2、A1の順で高い。経験の程度により話者交替タイミング分布の様子が異なっているのが判る(図5)。



(a) Native → Non-native



(b) Non-native → Native

図5：英語経歴と話者交替タイミング(滝沢他, 2013)

注：黒実線は英語母語話者同士の対話。

英語非母語話者の日本人学習者は、高いレベルの英語習熟度を持ち、英語対話経験の長いほど英語母語話者の分布に近くなっているが、一見流暢に話をしているように思えても(同図(b))、話者交替のタイミング分布が母語話者とは異なっている。(a)を見ると「TRP制約」は機能していないことが判る。

経験の長い被験者の傾斜が母語話者に類似しているのは、発話内容の理解力の高さを示しているものであって、話者交替タイミングの獲得が進んでいることを意味していないといえよう。「TRP制約」学習の困難さを示している。

(2) 重複率

個人差やタスク内容の影響を受けやすい指標である。

また、今回非母語話者と母語話者との対話において重複率が高いのは、「TRP制約」による発話抑止が機能していない事を示しているためとも考えられる。

日本語自由対話では、2名の留学生は東日本大震災経験を話したいという思いから、早く発言したいという気持ちが強かった。また英語対話における日本人非母語話者は、母語と非母語の比較という実験目的を意識し、英語力を示したいという気持ちが発話頭のフィラーの高い頻度に現れていたと英語母語話者は感想を述べていた。

5.4 話者交替の予告情報

話者交替の予告情報(リソース)としては、これまで「統語論的リソース」、「語用論的リソース」と「イントネーション的リソース」があるとされてきたが(Ford et al., 1996)、本実験被験者である非母語話者は十分言語的能力は学習しており、前2者を発信しているにもかかわらず、母語話者はそれを予告リソースとして受け取っていないことが推測される。

この事実は、「統語論的リソース」と「語用論的リソース」は直接には予告として機能しておらず、実はその裏に不可欠に存在している「イントネーション的リソース」(本報告にいう「プロソディの予告情報」)が機能していることを強く示唆している(4.2参照)。

6. 幼稚園児の話者交替

先行研究結果の全体的傾向も参考に、5～6歳ころには「TRP制約」機能が獲得されると仮定し、幼稚園年中児(概ね5歳児)および年長児(概ね6歳児)の対話に注目し、分析をおこなった。収録時期(年度末)から、ほぼ年中園児は5歳児、年長児は6歳児と看做することができる。

6.1 方法

実時間対話において、先行話者が「TRP制約」を確立・獲得していると考えられる母語話者(大人)の発話に対する後続話者の5歳児及び6歳程度の児童の重複発話を分析する。相手の大人の重複現象との比較から、母語としての対話能力を獲得しているかを検討する。先述の英語母語話者の場合と同様に、成人母語話者同士の重複区間はTRPと仮定して、発話末を基準として分析を行った。

6.2 使用コーパス

実験に使用したコーパスは、千葉大地図課題コーパスにならって収集した、母—子、大人他者—子、母—母、子—子の対話コーパスである(仮称Maptask-kids)(仲, 2001)。子供向きに買い物地図課題を考案した地図(カラー)が作製されている。

5歳児(年中園児)と6歳児(年長園児)について、それぞれその母親のペア8組を2組ずつ組み合わせ4カルテット、園児は男女同数、カルテットは同性児の組み合わせとなっている。其々女兒4名、男児4名、大人8名で、母—子、大人他者(同性児親)—子の組み合わせの計32対(5、6歳児各16対)が分析対象である(表2、表3、表4)。

表2：被験者数

年中児 (5歳児)	女兒	4
	男児	4
	大人	8
年長児 (6歳児)	女兒	4
	男児	4
	大人	8

表3：対話の組み合わせ

関係	先行話者	後続話者
<ul style="list-style-type: none"> 子abは同性、同年齢 aAは親子 bBは親子 	親A	子a
	子a	親A
	同性児非親B	子a
	子a	同性児非親B
	親B	子b
	子b	親B
	同性児非親A	子b
	子b	同性児非親A

表4：話者交替数(後続話者)

	女兒	男児	大人
5歳児	260	292	690
6歳児	270	317	782

6.3 分析

(1) 年中児 (5歳児)

先に報告した年長園児及び成人の話者交替タイミングの分布を図6に示す。

(2) 年長児 (6歳児)

年長園児 (6歳児) の話者交替タイミング分析した結果を図7に示す。年長園児と成人、年長園児の男女差はほとんど見られない。

7. TRP 制約獲得プロセス

成人と男女、5および6歳児に分布の違いは認められなかった。

また、5・6歳児と大川や滝沢の非言語話者の分布とは明らかに異なり、母語話者の分布と類似している (図2、図4)。5歳児ではTRP制約を概ね獲得しているいえよう。

今回分析を行った6歳児の分布を見ると、重複区間が300msを超え、400msを超える場合が存在していた。特定男児と非親の組み合わせ対話にその傾向がみられた。大人の重複が長い例では、いずれも特定6歳男児の発話末が長い。言い換えればTRP区間が長い発話に対してであり (例えば「…買って欲しいんだな」の「な」が非常に長い)、「TRP制約」としては機能している。一般に対話を好むといわれている女兒と比較し、対話になれていない男児に大人が自然に合わせていると考えられる (Foster-Cohen, 1999)。

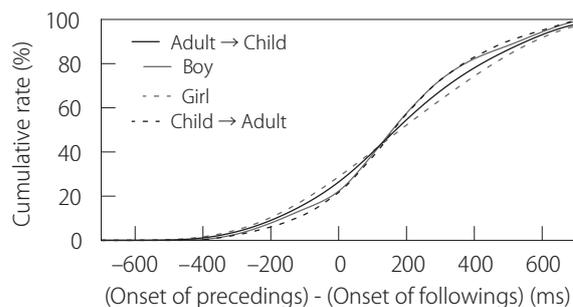


図6：5歳児話者交替タイミングの累加分布

注：横軸0点は発話末。TRP開始点は概ね300ms前。

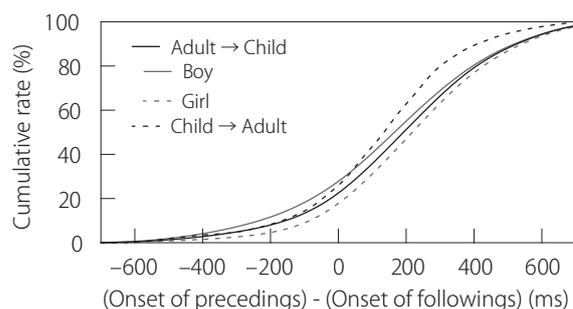


図7：6歳児話者交替タイミングの累加分布

注：横軸0点は発話末。TRP開始点は概ね300ms前。

女兒は表現も豊かになっている。手話対話の重複傾向と類似の現象である旧情報の再表現もみられ、そこに共話的に重複する例があり、「TRP制約」が機能していないと看做す必要はないと思われる。並列表現への重複の例があるが (「…チューリップとかヒマワリみたいな」の「ヒマワリみたいな」に「ああわかった」と重複)、プロソディの分析や他の例を含め検討が必要であろう。

以上の結果と先行研究を合わせてみると、母語話者の話者交替における「TRP制約」の獲得プロセスは以下のように推察される (表5)

表5：TRP制約の獲得プロセス

	子供	大人の対応
胎児期～生後18ヶ月	母語プロソディの獲得 話者交替予告の機能	母親語
3歳	TRP向き語彙獲得開始 TRP制約情報の発信	
4歳	TRP制約の学習 予告-TRP対応付進行	TRPの制約で応答
5～6歳	TRP制約の獲得	

胎児期から始まり、生後18ヶ月ころを臨界期として、プロソディ機能を含む母語のテンプレートが獲得される。このプロソディには母語の語彙構造 (音韻リズムなど) や文体 (語彙のセグメンテーション情報やイントネーションなども)、セグメンテーション予告機能や「話者交替予告機能」などが含まれる。

それに基づき3歳ころにはTRPに用いられる「語彙」などの

獲得が徐々に進行してゆく。しかし3歳代ではプロソディの持つ話者交替の予告情報とTRPとなる領域は未だ関連付けられてはいない。そのため成人の発話に対しての「TRP制約」は未だ機能しない。一方成人は、3歳児発話には話者交替予告情報とTRPの双方が存在している場合には、3歳児の発話に対して「TRP制約」は機能する。

その後も成人との対話を通して語彙能力が進み、4歳代にはTRP制約が形成され、5～6歳では獲得が完了しているといえよう。

この間に、物理信号であるプロソディからの予告情報とカテゴリーレベルとしてのTRPが対として一種の条件反射的に形成される。そのために脳の処理は最小限に限定され、ベテランの職人や技を究めたスポーツ選手の様に、意識に上ることなく、「TRP制約」が機能するようになると考えられる。

非母語話者との対話において、母語話者に「TRP制約」が機能しないのは、非母語話者は生後18ヶ月を臨界期とするプロソディ獲得の時期を失っており、プロソディの予告機能(イントネーションのリソース)の獲得が困難なためと考えられる。

8. TRP 制約プロセスモデルの提案

8.1 TRP 制約と実時間性

「TRP制約」のプロセスモデルについて考察する。

自動的プロセスは、実時間処理に有利な構造でもあり、意識に上ることなく処理されることを意味する。

ここではアフォーダンス理論が参考になる。「複数種の物体」に関する視覚情報から「共通の行為を想起する」理論(生態心理学的概念)であるが、最近の脳研究に、この本来のアフォーダンス理論とはやや異なるが、経験を通して特定の道具の視覚情報から複数種の利用法を想起させる(「入力」対「想起」が、「複数種」対「1機能」(アフォーダンス)と「1」対「複数」の違い)脳部位を見出した報告(Schubotz et al 2014)がある。これは、我々の課題である、聴覚情報の「予告情報」が「複数種類の脳内の情報」(TRP候補)を引き出したり、「脳内の状態」を設定する処理にまさに対応している。さらに、脳の基本構造は聴覚情報や言語情報に対しても視覚情報と同じであるという報告もあり(寺島, 2015)、「TRP制約」を脳の機能として存在を想定することは自然であろう。

なお、想起される(誘発される)情報は「信号レベル」でも「記号レベル」良いと思われるが、実時間処理を考え、本課題では入力情報は「物理的信号レベル」を想定する。

アフォーダンス理論では、入力情報と誘発される情報の関係はあらかじめ学習されているものとされており、学習入力は能動的に行われることが必要と考えられているが、後述する様に(8.2. (2)参照)、この点も矛盾はない。

8.2 モデルに求められる機能

以上の結果や母語対話の実態、言語獲得の先行研究などを参考に、プロセスモデルが満たすべき条件を以下に示す。

(1) 母語話者の対話行動に関する条件

第1に挙げるべき条件は実時間性である。入力処理対象

は、5.4に示唆されているように、基本的には物理音声信号レベルのプロソディ情報をベースにしていると考えられる。言語記号レベルに変換し言語的論理処理を行うことは、変換処理量や変換遅れの増加が避けられないと考えるのが合理的である。

第2の点は、実時間性を実現する構造として、ベテランの職人が意識することなく仕事を進めるように、いわば条件反射的処理となっていることを想定する。

第3の条件は、「TRP」を受け取ると応答発話抑止状態を自動的に解除する機能を持つことである。

第4の条件としては、非母語話者の行動が説明出来るという点である。この点では、獲得プロセスからも説明できることが必要である。

一方、5番目の条件として、「TRP制約」により応答発話がTRP開始まで抑止されているにも関わらず、抑止状態でも「あいづち」が許されなければならない点である。

(2) 獲得プロセスに関する条件

第1に、周囲の大人、たとえば母親との相互の能動的対話の存在が学習段階で不可欠であるという、広く経験的に報告されている点を満たすことである。乳幼児が母親などに声をかけた時の大人の反応から、教師無の状況で対話のタイミングを獲得してゆくことになる。

第2に非母語話者にとっては獲得が困難なことが説明できることが挙げられる。

8.3 TRP 制約のプロセスモデル

以上の条件を満たすプロセスモデルを提案する(図8)(市川他, 2015)。

モデルにおける母語話者の聴き手は、「予告情報」を知覚認知すると「TRP」が誘発される。聴き手は「応答発話抑止」の状態にあるが、先行発話のTRPを知覚認知すると同時に解除され、応答発話が可能になる。抑止状態で行われる発話は「あいづち」と解釈される。

一方「非」母語先行話者は「予告情報」を発信できないため、後続話者が母語話者の場合でも「TRP制約」は効かない。また母語話者が先行話者で「TRP 予告」情報を発信しても、「非」母語話者には「TRP制約」は機能しない。何れも応答は意識して行うことが必用となり、心的負担は大きいことになる。

次に獲得プロセスの面から見てみる。「TRP」は主に言語情報であるが、言葉を獲得するためには、TVやDVDを受動的に見せられていても言語の獲得は進まず、母親などの対話が必要と言われている。母親の授乳行動を観察したKaye and Wells (1980)によれば、赤ん坊が吸てつを休止すると母親は軽い軽い揺さぶり(jiggling)を与え、その結果吸てつが開始される。休止—jiggling—休止—jigglingの期間は生後2日から2週間の間により短く安定的になり、彼らは、こういった行動が会話のTRPの基礎となると推察している。養育者とのやりとりにおける基盤があり、18ヶ月までの期間に母親に話しかける能動的発話が母親の反応を引き起こすことによって、乳幼児は自己の発話と他者の反応が関係づけられ、学習が進むものと考えられる。これはアフォーダンス獲得条件と一致する。

またこれらの獲得プロセスは、「非」母語話者環境における

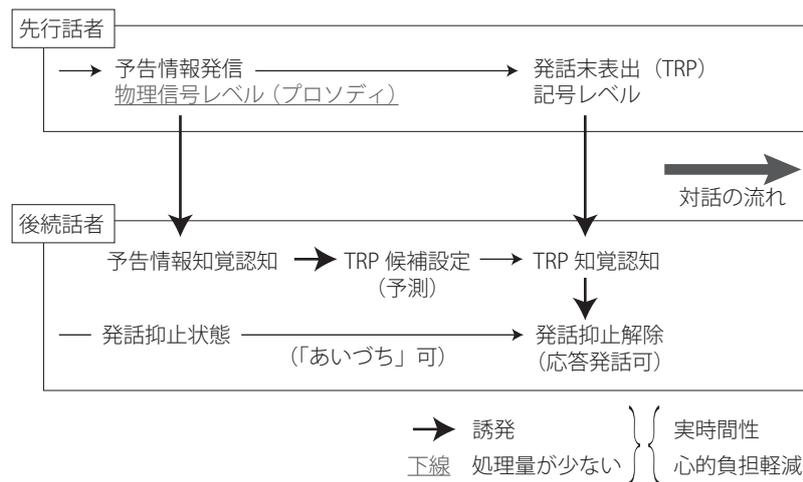


図8：TRP制約のメカニズム

乳幼児にとっては、18ヶ月を超えると満たすことの難しい条件である。

両親が異なる2母語の場合の獲得については様々な見方やモデルがありうるが、アフォーダンスが多数存在するように、胎児期から乳幼児期までの前提条件が揃っている場合は、TRP制約も複数言語に対して並行して存在することは十分ありえよう。

9. おわりに

本研究により、母語対話における話者交替構造の概要が明らかになったと考える。乳幼児期での獲得が、その基盤にある。一方、同時に使いやすい対話システムの技術開発への展開には、厳しいことも示唆している。

「TRP制約」は母語の対話言語の本質的特性と考えるならば、さらに多くの音声言語や手話などでも確認することが望ましい。

残された課題例について以下に触れておきたい。

- 話者交替予告情報の精査
非母語話者対話実験結果は、従来言われてきた「統語論的リソース」と「語用論的リソース」は直接には機能せず、その裏に一体化して存在している「イントネーション(プロソディ)的リソース」が機能していることが強く示唆された。 f_0 には必ずしも予告情報は見いだされなかったという報告もあるが、4.2に述べた f_0 のみの予測成績と統合的プロソディのより高い認知成績の差は、条件は異なるものの、統合的プロソディの予告機能を示している。
手話等では f_0 は存在しない。身体動作(例えば手指動作の跳度情報や視線など)に予告の存在する可能性が高い。
そこで先行発話の「予告」及び「TRP区間」に対して聞き手の脳に反応が現れるかを、脳計測手法を用いて調べることが考えられる。
- 予告情報獲得メカニズムの検討
母語話者が18か月までに話者交替の予告情報を含むプロソディをどのように獲得しているのかという問題である。

生後3カ月頃に短期間見られるという「代わりばんこ」現象(Boysson-Bardies, 2008)なども重要な役割を果たしている可能性が高い。また母子の接触(抱っこなど一触覚)を通じたマルチモダリティ効果も重要であろう。

- 非母語話者の学習手法
非母語話者の処理メカニズムの違いを質的に超えることはかなり困難のように思われる(5.3(1)参照)。「TRP制約」を可能とする非母語学習法の開発は、困難さが予測される課題である。
- あいづちのモデル
「あいづち」は話者交替とは従来見做されていない。話者交替とは異なる文構造や呼吸による間などを反映したリズムなどのプロソディを入力とする機能が獲得され、誘発されている可能性がある。
「割り込み発話」は、「応答の発話計画」の「意図の強さ」(意識のレベル)が「抑止の強さ」(無意識のレベル)を上回るような力関係のメカニズムの存在が考えられる。
- 実時間対話における心的負担の計測法
心的負担という視点は、対話構造の探索を目的とする本研究の動機であった。対話進行において刻々変化する実時間対話における対話者の心的負担を計測する手法自体は今後の課題である。
- データ数の問題
以上に示してきた各実験は、個々にはやや事例数が少ないが、其々独立に行われ、先行研究とも矛盾は無く、相互に結果を支持している。少数データへの一方法論と考える。
個々の実験に厳密に量的視点を問うことは、きわめて困難な領域である。例えば一人一人の被験者の誕生以来の言語生活の環境を一定の条件で揃えること自体が困難な上に、個人情報の保護という視点からも困難になっている。まして手話を対象にしようとする、手話を母語と客観的にみなせる人数は少なく、方言性も高く、困難である。
なお現在、匿名加工情報の利用拡大として個人情報保護法の改定が検討されており、その実現を期待したい。
- 自閉症などの障害要因の解明への手がかり探索へ

円滑な対話を可能としている構造は、対面対話が苦手な自閉症などの発達障害者の課題解明の一端に資することにもつながるであろう。

謝辞

実験及び分析に協力された早大卒業生の千田さん、大川さん、滝沢さん、千葉大院生の川端さん、TRPについてご教授いただいた千葉大傳教授に感謝する。本研究の一部は科学研究費補助金24650075（代表黒岩）、15K00223（代表堀内）、新学術領域「子どもへの司法面接：改善その評価」（代表仲）、及び早稲田大学応用脳科学研究所の支援によった。

引用文献

- Acredolo, L., Goodwyn, S. (2009). *Baby signs: How to talk with your baby before your baby can talk*. McGraw Hill. リンダ・アクレドロ、スーザン・グッドウィン、吉中みちる・まさくに訳：最新ベビーサイン(2010).
- Boyssson-Bardies, Benebicte de (1996). *Comment la parole vient aux enfants*, Edition Odile Jacob, B. ド・ポワソン・バルディ、加藤晴久・増茂和男訳：赤ちゃんはコトバをどのように習得するか 誕生から2歳まで、藤原書店(2008).
- Briton, B. and M. Fujiki (1989). Conversational management with language-impaired children pragmatic assessment and intervention, aspen +.
- 千田みのり・大橋浩輝・大須賀智子・堀内靖雄・菊池英明・市川薫(2009). 話者交替に対するプロソディ情報を利用した聞き手による予測認知の検討. SLUD, 57-62.
- Decasper, A. J., Lecanuet, J. P., Busnel, M. C., and Granier-Deferre, C. (1994). Fetal reactions to recurrent maternal speech. *Infant Behavior and Development*, Vol. 17, 159-164.
- 榎本美香(2009). 日本語における聞き手の話者移行的確場の認知メカニズム, ひつじ研究叢書(言語編) 69, ひつじ書房.
- Ford, C. E., Schegloff, E. A., and Thompson, S. A. (1996). Interactional units in conversations: Syntactic, intonational, and pragmatic resources for the management of turns. In E. Ochs and E. A. S. S. A. Thompson (Eds), *Interaction and grammar*, 134-184, Cambridge University Press.
- Foster-Cohen, S. H. (1999). *An introduction to child language development*. 今井邦彦(訳)：子供は言語をどうかとくするか, 岩波書店(2001).
- Fujisaki, H. (2004). Prosody, information, and modeling with emphasis on total features of speech, *Proceedings of Speech Prosody 2004*, 1-10.
- 芳賀滋(2001). メンタルワークロードの理論と測定. 日本出版サービス.
- ヘンシュ貴雄(2011). CREST平成22年研究終了報告書.
- 堀内靖雄・中野有紀子・小磯花絵・石崎雅人・鈴木浩之・岡田美智男・仲真紀子・土屋俊・市川薫(1999). 日本語地図課題対話コーパスの設計と特徴. 人工知能学会誌, Vol. 14, No. 2, 261-272.
- 市川薫(1994). 日本語ガーデンパス文の聴・読理解比較. 日本音響学会春季講演論文集, 1-Q-17.

- 市川薫(2011). 対話のことばの科学—プロソディが支えるコミュニケーション—. 早稲田大学学術叢書 18, 早稲田大学出版.
- 市川薫(2014). 対話音声とプロセシス学. 森本一成・神田和幸編著, 総合プロセシス学の諸相, 55-66, ユニオンプレス.
- 市川薫・川端良子・菊池英明・堀内靖雄・黒岩真吾(2015). 母語(日本語)における話者交替タイミングの獲得. 人工知能学会 言語・音声理解と対話処理研究会(第73回), SIG-SLUD-B403-3, 14-20.
- 今井むつみ(2013). ことばの発達の謎を解く. ちくまプリマ—新書 191.
- Jusczyk, P. W. and Houston, D. M. (1999). The beginnings of word segmentation in English-learning infants. *Cognitive Psychology*, Vol. 39, 159-207.
- 加我君孝(2016). 人工内耳について. 全国盲ろう者協会, コミュニカ, No. 52, 34-40.
- Kajikawa, S., Amano, S., Kondo, T. (2004). Speech overlap in Japanese mother-child conversations. *Journal of Child Language*, Vol. 31, 215-230.
- Kaye, K. and Wells, A. J. (1980). Mothers' jiggling and the burst-pause pattern in neonatal feeding. *Infant Behavior and Development*, Vol. 3, No. 1, 29-46.
- 北原義典・武田昌一・市川薫・東倉洋一(1987). 音声言語認知における韻律の役割. 電子情報通信学会論文誌D, J70-D, 11, 2095-2101.
- 児玉一宏・野澤元, 山梨正明(編)(2009). 言語習得と用法基盤モデル. 認知言語学のフロンティア6, 研究社.
- 小松昭男・大平栄二・市川薫(1988). 韻律情報を利用した構文推定およびワードスポットによる会話音声理解方式. 電子情報通信学会論文誌, J71-D, 7, 1218-1228.
- Kuhl, P. K. (2004). Early language acquisition: Cracking the speech code. *Nature Reviews Neuroscience*, Vol. 5, 831-843.
- 仲真紀子(2001). 科研特定領域(A)平成12年成果報告書, 7-14.
- Oohashi, H., Ohsuga, T., Horiuchi, Y., Kikuchi, H., and Ichikawa, A. (2010). Prosody, supporting real-time conversation. *Speech Prosody*, 2-7.
- 大川万里子・大橋浩輝・市川薫(2012). 非母語話者の音声対話における話者交替, SLUD, 1-6.
- 大須賀智子・堀内靖雄・西田昌史・市川薫(2006). 音声対話での話者交替/継続の予測における韻律情報の有効性. 人工知能学会論文誌, Vol. 21, 1-8.
- 盧嘉(2006). 脳のトップダウン処理に注目したイントネーション研究—中・日対照—. 一般言語学論叢, 9, 59-79, 筑波大学一般言語学研究会.
- Sacks, H., Schegloff, E. A., and Jefferson, G. (1974). A simplest systematics for the organization of turn-taking for conversation. *Language*, Vol. 50, 696-735. 西沢訳: 会話分析基本論集: 順番交替と修復の組織, 社会思想社(2010).
- 斎藤涼子・堀内靖雄・黒岩真吾(2009). 話者交替規則に基づく日本手話のオーバーラップ現象の分析. 第35回日本手話

学会大会, 25-28.

- Schubotz, R. I., Wurm, M. F., Wittmann, M. K., von Cramon, D., Y. (2014). Objects tell us what action we can expect, fMRI. *Frontiers in Psychology*, Vol. 5, 63.
- Stivers, T., Enfield, N. J., Brown, P., Englert, C., Hayashi, M., Heinemann, T., Hoymann, G., Rossano, F., de Ruiter, J. P., Yoon, K. E., and Levinson, S. C. (2009). Universals and cultural variation in turn-taking in conversation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 106, 10587-10592.
- 高井啓二・星野崇宏・野間久史 (2016). 欠測データの統計科学、調査観察データ解析の実際1. 岩波書店.
- 滝沢恵子・菊池英明・大橋浩輝・市川薫・堀内靖雄・黒岩眞吾 (2013). 日本人学習者の英語対話における流暢性に関する研究. 音講論, 1-Q-49c.
- 寺島裕貴 (2015). 脳における音と画像のスパース表現. 情処研究会報告, 2015-MUS-107, No. 9, 1-3.
- Tomasello, M. (2003). 辻他 (訳) : 心とことばをつくる, 慶応義塾大学出版会 (2008).
- Vorperian, H. K., Kent, R. D., Lindstrom, M. J., Kalina, C. M., Gentry, L. R., and Yandell, B. (2005). Development of vocal tract length during early childhood: A magnetic resonance imaging study, *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 117, No. 1, 338-350.
- Weisgerber, L. (1950). Das menschheitsgesterz der sprache. 福田訳 : 母語の言語学, 三元社(1994).

(受稿 : 2016年6月1日 受理 : 2016年6月11日)