

日本語母語話者による英語音声の韻律生成と知覚

— 音節を中心に —

江口 小夜子（神戸大学大学院，国際電気通信基礎技術研究所(ATR)）

山田 玲子（国際電気通信基礎技術研究所(ATR)，神戸大学）

1. はじめに

日本語母語話者は英語を学習する際、英語と日本語の音節構造の違いから韻律の習得が困難な場合がある。例えば、語内の音節数を数える課題では、音節構造の複雑さや語内の子音の数に影響して正答率が下がることが報告されている(Tajima and Akahane-Yamada, 2004a)。また、音節知覚に影響を及ぼす諸要因として、子音構成、重子音の位置、音節数、母音構成、黙字、音節主音的子音を対象とし、各要因の影響の強さを比較した結果、音節数の影響が最も顕著であることが示された(江口・山田, 2017)。生成に関する研究では、日本語母語話者が発音した英単語を音響的に分析した結果、子音連続間や子音の後に母音が挿入されやすいことが示されている(Tajima and Akahane-Yamada, 2004b)。一方、母音挿入以外の観点から発音を評価した報告は少なく、日本語母語話者が適切な音節数で発音できるかという点については十分な検証がなされていない。通常発話の音声のシラブル数を定量化することは難しいが、本研究では、英単語を音節毎に区切って発音する分節発音課題を考案し、生成面のシラブルカウントを評価した。分節発音課題は、音声呈示および綴り呈示の2つの条件で行った。また、発音課題と同じ刺激語を使用し、音節数をカウントする知覚課題を行い比較するとともに、分節発音課題の妥当性について検討した。

2. 方法

2.1. 実験参加者

日本語母語話者 14 名(男性 7 名，女性 7 名；21 歳～51 歳，平均 24 歳)が参加した。実験参加者の TOEIC スコアは 330 点から 940 点に分布しており，英語習熟度の幅は広がった。アンケートにより全員 1 年以上の海外滞在経験がないこと，聴力や言葉の障害がないことを確認した。

2.2. 課題

発音課題として、英単語を音節毎に区切って発音する分節発音課題を音声呈示および綴り呈示の2つの条件で行った。また、知覚課題として、発音課題と同じ刺激語を使用し、聞こえた英単語の音節数のカウントを行った。以下、音声呈示条件での分節発音課題を ASP 課題 (Auditory Segmented Production 課題)，綴り呈示条件での分節発音課題を OSP 課題 (Orthography Segmented Production 課題)，知覚課題を SC 課題 (Syllable Count 課題) とする (表 1)。

表 1: 課題の種類

略記	課題名	内容
ASP 課題	Auditory Segmented Production 課題	音声呈示条件での分節発音課題
OSP 課題	Orthography Segmented Production 課題	綴り呈示条件での分節発音課題 (音声は再生されない)
SC 課題	Syllable Count 課題	音声呈示条件で 音節数をカウントする知覚課題

分節発音課題では、実験参加者は英単語を音節毎に区切って発音した。その際、音節と音節の間には少し間を空けて発音することが求められた。ASP 課題では、英単語音声は再生された後、実験参加者は録音開始/停止ボタンを操作して音声の録音を行った。OSP 課題では綴りが画面上に表示された。音声は再生されなかった。実験参加者は ASP 課題と同様に録音開始/停止ボタンを操作して音声の録音を行った。

SC 課題では、聞こえた英単語の音節数を 1~12 の選択肢ボタンから回答した。刺激の呈示、反応の取得は PC 上の実験プログラムで制御した。刺激音の呈示はヘッドフォンを用いた。

2.3. 刺激

親密度の低い英単語を選定し、1~6 音節語の 6 種類(1 σ ~6 σ ; 本稿では、刺激語を構成する音節数を σ で示す)で構成された 48 語を刺激語とした。これらの語は、BNC (British National Corpus)を基準に、出現頻度 250 以下から選んだ。これら語を男性のアメリカ英語母語話者 1 名が発音したものを刺激音とした。

2.4. 手続き

音声または綴り呈示条件の分節発音課題が 2 ブロック、知覚課題が 1 ブロックの合計 3 つのブロックを表 1 の順序で実施した。各ブロック内ではランダムな順に出題した。1 つのブロックは休憩なく実験したが、ブロック間では自由に休憩をとった。

3. 結果

3.1. 分節発音課題における呈示条件の影響

ASP 課題、OSP 課題に対する反応を音節数で比較した。各実験参加者の刺激条件

毎の正答率を従属変数とし、課題（ASP 課題、OSP 課題）と音節数（1σ～6σ）を要因とした 2 要因の分散分析を行った。その結果、課題の主効果[F(1,13)=22.809, p<.001] (図 1)、音節数の主効果[F(5,65)=9.271, p<.001] (図 2)、交互作用[F(5,65)=6.214, p<.001] (図 3) が有意だった。課題については、ASP 課題の正答率が 55.7%と OSP 課題の正答率 71.4%より有意に低く、日本語母語話者は音声呈示条件での発音が困難であった。次に、音節数については、1σ、2σ、3σ、4σ > 5σ > 6σ の順に正答率が低く、音節数が多くなると発音が困難になる傾向が示された。また、課題と音節数の交互作用に関して、ASP 課題では、2～6 音節語と音節数が多くなるほど正答率は低くなったが、OSP 課題では 1～5 音節語の正答率の間に差がなく、音節数の影響が小さいことが示された。

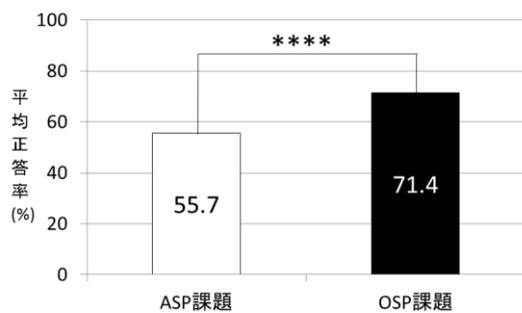


図 1: 課題毎の正答率(%)

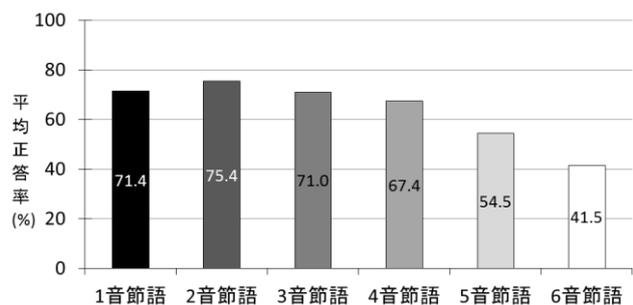


図 2: 音節数毎の正答率(%)

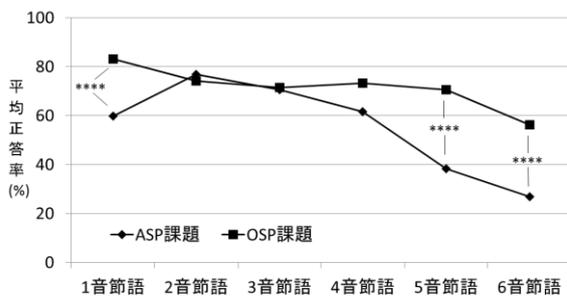


図 3: 刺激条件毎の正答率(%)

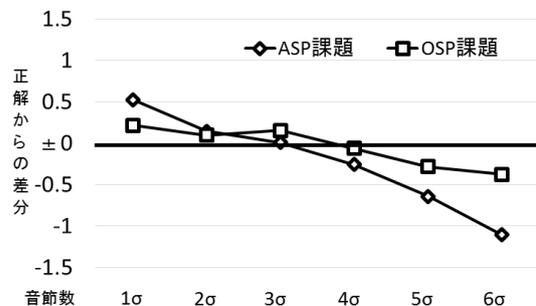


図 4: 正解からの差分

次に、実験参加者が回答した音節数と正解の音節数との差分を求め、各刺激条件に対する反応を比較した。「実験参加者が回答した音節数」－「正解音節数」を従属変数とし、同様の分散分析を行った結果、課題の主効果[F(1,13)=8.176, p<.05]、音節数の主効果[F(5,65)=32.400, p<.001]、および交互作用[F(5,65)=14.676, p<.001]が有意だった(図 4)。正解からの差分は OSP 課題よりも ASP 課題の方が有意に大きく、音声呈示条件

での発音が困難であることが示された。また、 $6\sigma < 5\sigma < 4\sigma < 3\sigma < 2\sigma < 1\sigma$ の順でプラスの方向に大きく、音節数が多いほど少なめの音節で発音すること、この傾向はASP課題の方が大きいことが示された。

3.2. 知覚課題と音声呈示条件の分節発音課題の比較

SC課題、ASP課題に対する反応を音節数で比較した。各実験参加者の刺激条件毎の正答率を従属変数とし、課題(SC課題、ASP課題)と音節数(1 σ ~6 σ)を要因とした2要因の分散分析を行った。その結果、課題の主効果[F(1,13)=31.024, p<.001](図5)、音節数の主効果[F(5,65)=14.750, p<.001](図6)が有意であり、交互作用はなかった(図7)。課題については、ASP課題の正答率がSC課題より有意に低く、知覚するより発音する方が困難であった。音節数については、両課題ともに音節数が多くなると正答率が低下する傾向がみられたが、1音節語の正答率は2音節語より低かった(図7)。

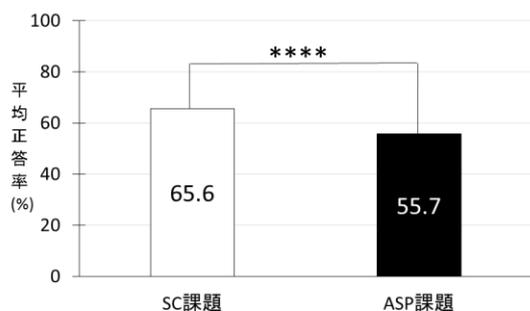


図 5: 課題毎の正答率(%)

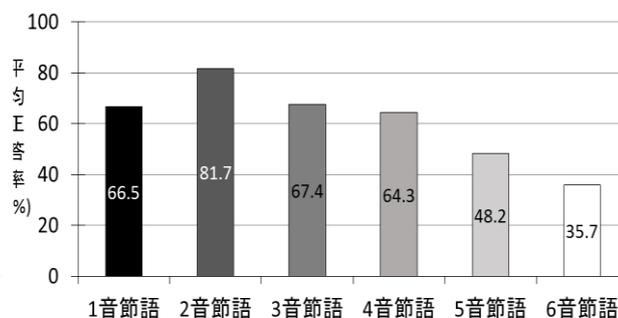


図 6: 音節数毎の正答率(%)

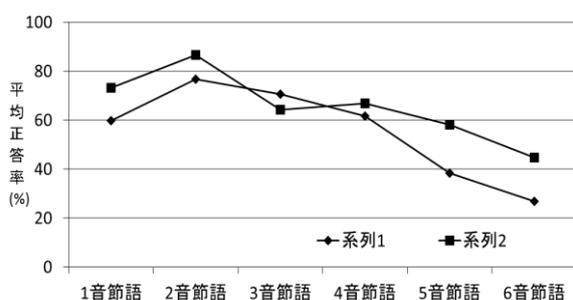


図 7: 刺激条件毎の正答率(%)

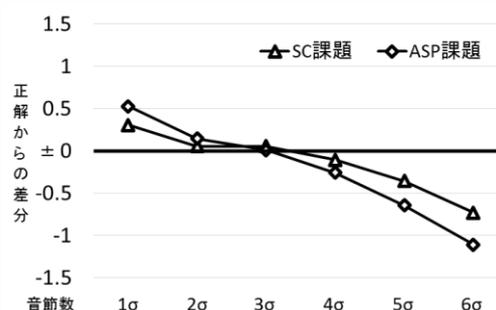


図 8: 正解からの差分

回答と正解の差分(「回答した音節数」-「正解音節数」)を従属変数とした分散分析を行った結果、課題の主効果はなく、音節数の主効果[F(5,65)=37.666, p<.001]、および交互作用[F(5,65)=7.049, p<.001]が有意だった(図8)。音節数が多いほど、少なめの音

節で発音すること、この傾向は ASP 課題の方が大きいことが示された。

3.3. 知覚と生成の関係

知覚の正答率と生成の正答率の関係を分析するため、実験参加者毎の SC 課題と ASP 課題の正答率について、ピアソンの積率相関係数を求めたところ、 $r = 0.93$. ($p < .001$) と高い相関が認められ、SC 課題の正答率が高いほど ASP 課題の正答率が高かった (図 9)。

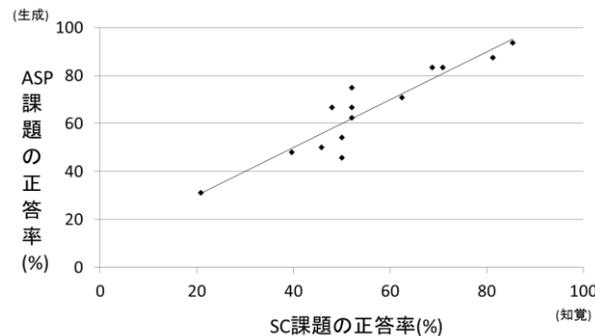


図 9: 刺激条件毎の ASP 課題と SP 課題の正答率(%)

4. 考察

3.1.では、分節発音課題を行い、音声呈示条件と綴り呈示条件の違いによる影響を調べた。その結果、日本語母語話者は、音声のみを呈示されても適切な音節数で発音することは困難であった。一方、綴りが呈示された場合には正答率が 70%以上と高く、綴りの情報から分節する位置や音節数を推測できた可能性が考えられる。また両条件ともに、生成における音節数の影響が示された。知覚課題を行った Tajima and Akahane-Yamada (2004a)や江口・山田 (2017)の結果においても音節数の影響が報告されており、生成面と知覚面で傾向が一致したことは、生成と知覚のリンクの可能性を示唆する。

3.2.では、発音課題と知覚課題の結果を比較した。その結果、日本語母語話者は、音節数を正しくカウントすることができても、その音節数どおりに発音することは困難であった。また、両課題ともに、1 音節語のシラブルカウントが困難であり、知覚課題の結果については、Tajima and Akahane-Yamada (2004a) や江口・山田 (2017) と同様の結果となった。

3.3 では、知覚の正答率と発音の正答率の関係を調べた結果、知覚において音節数を正しくカウントできる人ほど、正しい音節数で発音できることが示された。音韻習得に関する先行研究では、知覚と生成の間で、訓練の効果が互いに転移することが明らかにされている (Bradlow et al., 1997; Akahane-Yamada et al., 1998 など)。今後、韻律習得における知覚と生成の関係についても検討していきたい。

本研究では、分節発音課題を用いることで生成面のシラブルカウントを評価した。通常発話の音声のシラブル数を定量化することは難しいが、分節発音課題を用いるこ

とにより，比較的容易に定量化することができた。一定かつ知覚課題の結果と同様な傾向が得られたことから，その妥当性が示されたと考えられる。

参考文献

- Akahane-Yamada, R., E. McDermott, T. Adachi, H. Kawahara and J. S. Pruitt (1998) “Computer-based second language production training by using spectrographic representation and HMM-based speech recognition scores.” *Proceedings of the 5th International Conference on Spoken Language Processing*, 5, 1747-1750.
- Bradlow, A. R., D. B. Pisoni, R. Akahane-Yamada and Y. Tohkura (1997) “Training Japanese listeners to identify English /r/ and /l/: IV. Some effects of perceptual learning on speech production.” *The Journal of Acoustical Society of America*, 101, No.4, pp.2299-2310.
- 江口小夜子・山田玲子 (2017) 「日本語母語話者による英語音声の音声とストレス位置知覚に及ぼす諸要因」『第30回日本音声学全国大会予稿集』160-165.
- Tajima, K. and R. Akahane-Yamada (2004a) “Perception of syllables in second-language speech: A comparison of phonetic and phonological factors.” 日本音響学会講演論文集, 467-468.
- Tajima, K. and R. Akahane-Yamada (2004b) “Production and perception of syllable structure in second-language speech.” *Proceedings of the 18th International Congress on Acoustics*, 4, 3321-3324.