

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2017

課題番号：25770148

研究課題名（和文）英語学習者音声のリズムの音響学的な時間構造測定による解析とその教育への応用

研究課題名（英文）Acoustical analyses of the rhythm in English learner speech based on the measurement of the duration structure and its application to education

研究代表者

中村 静（Nakamura, Shizuka）

京都大学・情報学研究科・研究員

研究者番号：40631916

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：英語音声におけるリズム区分の時間構造の音響学的な測定法をどのような英語音声も扱えるように精密化するために、リズム区分の音韻構成や文中での位置や意味的な強調の有無等についての多面的な解析をし、その測定精度を高めるための細分化規則を構築した。また、その語学教育への応用として、精密化されたリズム区分の測定法で算出された学習者音声と母語話者音声との差異が、学習者音声のリズムの欠陥をよりの確に表示できることを確かめるために、学習者音声のリズムの習熟度に対して英語母語教師によって付与された主観評価の得点との対応関係を解析した。

研究成果の概要（英文）：To refine the method of the acoustical measurement for the durational structure of rhythm units in English speech so that any type of English speech can be handled, multi-faced analyses regarding the phoneme composition of a rhythm unit, the position of a rhythm unit in a sentence, and an existence of a semantic emphasis for a rhythm unit were conducted, in addition, subdivided rules to increase the accuracy of the measurement were constructed. Moreover, as its application to education, to confirm that the difference between learner speech and native speech calculated by the refined measurement method of the rhythm unit can more accurately display the rhythm defect of the learner speech, its relationship with the subjective evaluation score showing the learner proficiency of the rhythm given by English language teachers was analyzed.

研究分野：音声科学，音響学，音声学，応用言語学，音声言語情報処理

キーワード：英語音声 リズム 時間構造

1. 研究開始当初の背景

英語音声におけるリズム区分については、言語学分野で、韻律学や英語音声学の立場から研究が進められてきた。感覚的には、英語音声におけるリズム区分は、強勢のある音節（強音節）と強勢のない音節（弱音節）の組の繰り返しによって形成されるとみなされてきた。しかし、それらを裏付けるための、音声の音響分析に基づいた厳密な解析が充分になされていないため、リズム区分の時間構造の測定法は確立されていない。このため、英語の音声教育において重要なリズムの指導にも困難が伴っている。

リズムの定義の本質をなす周期については、等時性の存在を模索する多くの議論が重ねられてきた。これに対して、リズム区分に関する応募者の最近の研究では、リズム区分を音響学的観点から最適に測定することにより、明確な周期が観測できることが明らかとなった。この新しいリズム区分の測定法は、リズムの研究分野に重要な知見を加えると考えられるため、英語音声学を多く扱う米国音響学会の2012年5月に開催された国際会議において、当時の応募者の提案をすでに報告している [a]。

本研究では、これらの歴史的な背景と応募者のこれまでの研究成果を総合的に参照しながら、この新しいリズム区分の測定法を精密化するために、精密な音響分析によって細分化規則を構築して適用範囲を広げる。本研究は、このようにして、英語音声におけるリズム区分の時間構造について新たな研究段階を開こうとするものである。

2. 研究の目的

応募者が提案してきた英語音声におけるリズム区分の時間構造の音響学的な測定法について、リズム区分の音韻構成や文中での位置や意味的な強調等の多面的な解析をし、その測定精度を高めるための細分化規則を構築することにより、どのような英語音声にも対応できるように精密化する。また、その語学教育への応用として、精密化されたリズム区分の測定法で算出された学習者音声と母語話者音声との差異が、学習者音声のリズムの習熟度に対して英語母語教師によって付与された主観評価の得点と対応して、学習者音声のリズムの欠陥をよりの確に表すことを確かめる。あわせて、リズムの習熟度の評価に適した検査文の選択方法を提案する。

3. 研究の方法

(1)

応募者が提案してきた英語音声におけるリズム区分の時間構造の音響学的な測定法 [a] について、どのような英語音声にも対応

できるように精密化する。このために、その測定精度を高めるための細分化規則を構築して適用範囲を広げる。

英語音声におけるリズム区分としては、従来、強音節区間から弱音節区間を含んで次の強音節区間までの区間であるとか、強音節区間を中心とした弱音節区間を前後に含む区間であるとか、感覚的に種々の提案がされてきた。

これに対して、応募者が提案してきたリズム区分の測定法 [a] は、強音節区間と弱音節区間とが連結した区間をもとに、その開始時点とを微細な基準によって前後に僅かずつずらして、多数の母語話者音声の持続時間の度数分布が最も集中するようにして求めた。したがって、このリズム区分の測定法は、音響学的に母語話者音声に最も共通したものである。

その結果、強音節区間に後続の弱音節区間を連結した区間、または、強音節区間に先行の弱音節区間の1/4と後続の弱音節区間の3/4とを連結した区間が、最も多数の母語話者音声に共通した時間構造を持つリズム区分となることが明らかとなった。これらのリズム区分では、0.6・0.7秒の基本周期が観測され、リズム区分の周期が定量的に初めて明らかとなった。

また、応募者の研究 [a-c] では、第1強勢のあるリズム区分の持続時間に対して、第2強勢のあるリズム区分の持続時間は、1/2であることも判明している。つまり、リズム区分の周期は、第1強勢による基本周期に、第2強勢による1/2の周期が挿入された系列で記述できることも初めて解明された。

このようなリズム区分は、そこで母語話者音声の持続時間の集中が観測されることから、リズムの本質を表現する新しい測定法として有用であると考えられる。しかし、英語音声によっては、持続時間の度数分布の集中が充分出ない場合がある。本研究では、この場合に注目して、どのような検査文にも対応できる測定法に精密化するために、各リズム区分の文中での位置や、区分内の音韻構成や、第1、第2強勢の相互関係等の原因を解明し、リズム区分の測定法に細分化規則を構築する。リズム区分の測定法の精密化のための細分化規則に関する要素課題は、次の通りである。

要素課題 1.

リズム区分の構造が変則的な場合、つまり、強音節区間の前後に弱音節区間がないような、強音節区間が文頭や文末にある検査文の場合に、リズム区分内の強音節区間と弱音節区間の構成を再構築する方法を考案する。

要素課題 2.

弱音節が連続して弱音節区間の持続時間が

とくに長い検査文の場合に、聴覚心理学的な特性の荷重によって、その持続時間を再構築する方法を考案する。

要素課題 3.

音声サンプルには、第 1、第 2 強勢の情報が記載された検査文が発話されたものを用いる。母語話者がこれらを間違えて発話していないか再確認し、間違いが認められる場合には、リズム区分の持続時間の度数分布を算出し直して、その集中が高まることを確認する。

要素課題 4.

音響特徴量の抽出をより精密にする。とくに、無音区間の音声区間への帰属を再検討する。

要素課題 5.

リズム区分の周期は、母語話者や検査文によって変動する。これらに潜在する共通の周期に揃えるために、各音声サンプルの文の持続時間を正規化する方法を検討する。

要素課題 6.

リズム区分の持続時間を等時的に調整するのは強音節区間と弱音節区間のどちらかについて、また、前後のリズム区分同士の調整の関係について解析する。これにより、さらに長いリズム区分の周期が存在するかを検討する。

(2)

(1) の語学教育への応用として、精密化されたリズム区分の測定法で算出された学習者音声と母語話者音声との差異が、学習者音声のリズムの欠陥をよりの確に表示できることを確かめる。このために、学習者音声のリズムの習熟度に対して英語母語教師によって付与された主観評価の得点との対応関係を解析する。対応関係の解析に関する要素課題は、次の通りである。

要素課題 1.

学習者音声のリズムの欠陥の個人差を系統的に分類する。

要素課題 2.

学習者音声のリズム区分の周期を正規化する方法を検討する。

要素課題 3.

学習者音声と母語話者音声との差異を、リズム区分内の音節に注目して解析する。

要素課題 4.

リズム区分の測定法の精密化への貢献が明らかした、強音節と弱音節の配列、リズム区分の周期数、発話の速さ等の項目に基づき、リズムの習熟度の評価に適した検査文の選択方法を求める。

各学習者音声のリズムの習熟度に対する主観評価の得点を得るためには、英語母語教師による主観評価の実験を行う。なお、要素課題として明記はしていないが、例えば、発話者や英語母語教師の個人差の扱い方や、持続時間に加えて強度や基本周波数の貢献が顕著である場合のそれらの取り入れ方等、検討すべき課題が他にも生じる。これらについても、個々に音響学的な解析を進めて、より精密で系統的な結果を得るために役立てる。

4. 研究成果

(1)

英語母語話者が発話した短文を用いた、英語音声のリズムの時間構造に関する研究 [a] では、先行する弱音節あるいは弱音節群の $1/4$ と、強音節と、後続する弱音節あるいは弱音節群の $3/4$ によって構成されるリズム区分の持続時間が、母語話者間で最も小さい変動を示した。第 2 強勢を含むそのリズム区分の持続時間は、第 1 強勢を含むものの半分に集中した。したがって、リズムは、第 1 強勢を含む区分と、その半分の長さを示す第 2 強勢の区分との系列で記述されることが示唆された。

この第 1 強勢を含む区分と第 2 強勢を含む区分の関係を、それらを構成する音節の持続時間の詳細な音響分析によって測定することにより、次の 3 つの視点から調べた。

1. 文中の第 1 強勢と第 2 強勢の配置
2. 文中の各リズム区分の相関
3. 母語話者の個人差

その結果、文中の第 1 強勢を含む区分と第 2 強勢を含む区分は、隣接したもの同士だけでなく、離れたもの同士でも、リズム区分の持続時間の 2 対 1 の比率を実現するために相互に調整する傾向があることがわかった。

(2)

英語のリズムに、持続時間構造の中での強勢と弱勢との対比が関係している。母語話者の英語では、一般に、話者内で平均された強音節長は、話者内で平均された音節長より長い。反対に、話者内で平均された弱音節長は、話者内で平均された音節長より短い。つまり、話者内で平均された強音節長は、話者内で平

均された弱音節長より長い。先行研究 [d] では、学習者音声では、母語話者音声での場合と比較して、強音節長が伸長されず、また、弱音節長が短縮されない傾向にあることが報告されている。したがって、学習者音声での、話者内で平均された強音節長の話者内で平均された弱音節長に対する比率は、母語話者音声でのように高くはない。

この低い比率は英語教師による学習者音声のリズムの習熟度の主観評価に影響しているため、比率と主観評価の得点との相関係数は 0.48 であった。主観評価の得点との相関をさらに強めることを目的として、強勢と弱勢との対比をより適切に示す指標について考察した。リズム区分を、強音節を中心にその前後に弱音節がつながったものと定義した。このリズム区分で求めた、強音節の弱音節に対する持続時間の比率を、学習者音声のリズムの習熟度を表す指標に使った。この指標と主観評価の得点との相関係数は、0.65 まで強まった。

<引用文献>

- (a) Shizuka Nakamura.
Properties of the duration of English rhythm segments.
The Journal of the Acoustical Society of America ASA (ACOUSTICS 2012), 131, p.3347, May 2012.
- (b) Shizuka Nakamura.
Characteristics of contrast between the stressed and the unstressed in rhythm units observed in duration structure in English speech by Japanese learners.
J. Pan-Pacific Association of Applied Linguistics PAAL, 15(1), pp.177-189, Jun. 2011.
- (c) Shizuka Nakamura, Hiroaki Kato, Yoshinori Sagisaka.
Effects of mora-timing in English rhythm control by Japanese learners.
Proc. INTERSPEECH, pp.1539-1542, Sep. 2009.
- (d) Shizuka Nakamura.
Analysis of relationship between duration characteristics and subjective evaluation of English speech by Japanese learners with regard to contrast of the stressed to the unstressed.
J. Pan-Pacific Association of Applied Linguistics, 14(1), pp. 1-14. 2010.

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 5 件)

- ① Shizuka Nakamura, Miki Watanabe, Yuichiro Yoshikawa, Kohei Ogawa, and Hiroshi Ishiguro.
Relieving mental stress of speakers using a tele-operated robot in foreign language speech education.
Proc. INTERSPEECH, pp.1835-1838, Sep. 2015.
- ② Shizuka Nakamura.
Properties of the duration of English rhythm segments.
An online open-access journal published by the Acoustical Society of America POMA,
doi:10.1121/1.4887489,
https://doi.org/10.1121/1.4887489,
26th Jun. 2014.
- ③ 中村 静.
英語音声の第 1 強勢を含むリズム区分と第 2 強勢を含むリズム区分の関係に関する研究.
大阪大学大学院言語文化研究科編, 音声言語の研究, no.8, pp.21-28, 2014 年 4 月.
- ④ Shizuka Nakamura.
Relationship between the durations of rhythm units with primary and secondary stresses in English speech.
An online open-access journal published by the Acoustical Society of America POMA,
doi:10.1121/1.4800479,
https://doi.org/10.1121/1.4800479, 2nd Jun. 2013.
- ⑤ 中村 静.
英語学習者音声の持続時間構造にみられる強勢と弱勢の対比の特徴に関する研究.
大阪大学大学院言語文化研究科編, 音声言語の研究, no.7, pp.9-18, 2013 年 4 月.

[学会発表] (計 3 件)

- ① Shizuka Nakamura.
Rhythm segment constitution showing regular periodicity.
The Journal of the Acoustical Society of America ASA, 140(4), p.3392, Dec. 2016.
- ② Nigel Ward, Shizuka Nakamura.
Prosodic Constructions of Japanese

Dialog.
Phonological Association in Kansai,
Apr. 2016.

- ③ 中村 静, 渡辺美紀, 吉川雄一郎, 小川浩平, 石黒 浩.
遠隔操作ロボットを用いた語学教育での学習者音声の特徴.
日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, pp.327-328, id:1-Q-45, 2015年9月.

[その他]

ホームページ等

<http://sap.ist.i.kyoto-u.ac.jp/members/shizuka/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中村 静 (NAKAMURA, Shizuka)
京都大学・大学院情報学研究科・研究員
研究者番号：40631916