

令和元年6月25日現在

機関番号：32634

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H03454

研究課題名(和文) 航空管制の安全を脅かす母語話者の発音の乱れと対策の研究

研究課題名(英文) Investigation in Measures to Cope with Confusing Pronunciation by Native English Speakers that may Endanger Air Traffic Control Operations

研究代表者

新田 晴彦(Nitta, Haruhiko)

専修大学・商学部・兼任講師

研究者番号：80424323

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 9,400,000円

研究成果の概要(和文)：米国における航空管制(パイロットと管制官の通話)は通話速度が速く日本人操縦士や管制官のリスニングを困難にしている。この原因は母語話者の発音が崩れ日本人が学習してきた音とは異なっているためと考えられる。我々は240万語の口語音データベースを整備し、2080種の単語、587種のフレーズの頻出度及び発音のバリエーションを調査した。また日本人にとって聞き取りが難しい音を再現するサンプル音声を6000種類作成し、Eラーニングシステムへの組み込みを行っている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

航空管制には正確なコミュニケーションを成立させるため予め定義された語彙や表現(Radio Phraseology)が用いられる。しかしこのことは必ずしも日本人のリスニングの問題を解決しない。その原因は母語話者の発音のバリエーションにある。このバリエーションの調査やバリエーションに対する英語学習方法を研究した事例は今までに存在しない。また発音のバリエーションを学習するためのオリジナル音声を作成したが著作権を主張せず社会に提供する。

研究成果の概要(英文)：The rate of speech by air traffic controllers in the USA is faster than speech in movies, as we determined in earlier projects, making it often very difficult for Japanese pilots and controllers to catch and decode, which we also determined in our previous studies. We consider the cause is that pronunciation by native speakers at high rates of speech is quite different from how English sounds were learned by Japanese people in school. We developed a database of 2.4 million spoken words and studied the frequency of appearance and variations in pronunciation of 2080 words and 587 phrases. Based on this material, we recorded 6000 items of sample voices reproducing sounds that are difficult for Japanese people to hear, and are incorporating them in an e-learning system.

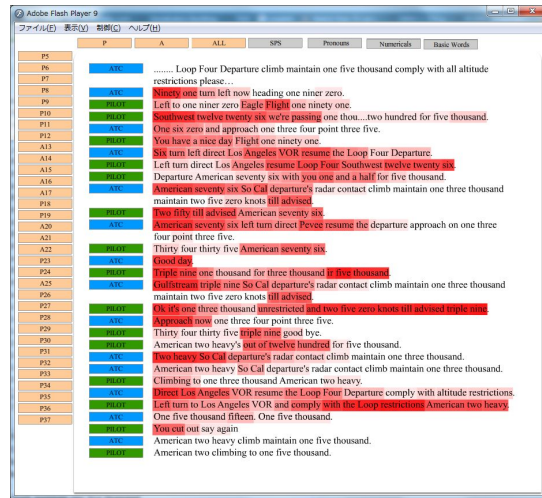
研究分野：航空英語

キーワード：航空英語 航空管制

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

航空管制は英語で行われる。管制通話は国際民間航空機関 (ICAO) が規定した航空英語能力証明試験で実用レベル (レベル4) 以上に合格した操縦士が明確に定義された語彙や表現 (Radio Phraseology) を用いて行うが、これらの条件をすべて満たしてなおリスニングには課題があることを、我々はリスニング実験にて確認している。右図は 2015 年に実施したリスニング実験の結果であるが、航空会社に勤務する日本人の国際線操縦士 24 名 (全員が機長)、羽田や成田に勤務する管制官 9 名 (うち 2 名は退官者) の合計 33 名の被験者の協力を得て実施したものである。実験には米国での実際の通話を用いたが赤い部分でリスニングエラーを起していた。



(図 1 : リスニング実験の結果)

管制通話は radio phraseology を用いて行うが、それでも図 1 のような結果になるのは、日本人側の問題というよりも母語話者の発話が崩れているためと我々は考えた。航空管制のリスニング問題を、日本人側に原因を求めず、母語話者側の発音の崩れや歪みその種類の多さなど母語話者側に主因があるという視点より研究を進めることとした。

2. 研究の目的

航空管制の現場では、英語の母語話者は航空英語能力試験が想定する発話速度 (Nitta, Okazaki, Klinger 2012) の 1.5 倍 ~ 2 倍の速度で通話している (Nitta, Okazaki, Klinger 2011)。これは高速と言われる映画の台詞などに比べても 2 割増しの速度である (Nitta, Okazaki, Klinger 2010, Robb et al 2004)。この高速さが音の乱れを生み出し、その乱れゆえ日本人のリスニングの障害となっていると考えられた。

我々の研究の目的は、航空管制の通話及び高速に会話する口語において、発音がどのように変化しているか、その広がりや頻度及び難易度を調査することである。また、リスニングエラーを引き起こす発音を学習できるシステムを構築することも目的のひとつとした。

3. 研究の方法

研究の方法は次のように大きく 4 つに分類できる。

(1) 口語発音のデータベース整備

発音の比較調査を行うために航空管制の通話及びその他の口語音を元にデータベースを整備する。この整備のために独自に収集した米国における管制通話に加え、カリフォルニア州立大学サンタバーバラ校が提供する Santa Barbara Corpus of Spoken American English、及びパブリックドメインの映画などを主として利用する。

(2) 基本語彙やフレーズの発音の崩れを調査する

口語音データベースを用いて基本的な語彙やフレーズの発音のバリエーションを調査する。この調査から語彙やフレーズの発音の差や崩れ、日本人のリスニングに影響を与える発音の有無などが見えてくるものとする。同時に頻出度及び難易度などの解析も進める。この作業のために専用のソフトウェアを開発する。

(3) 著作権フリーの音声データの作成

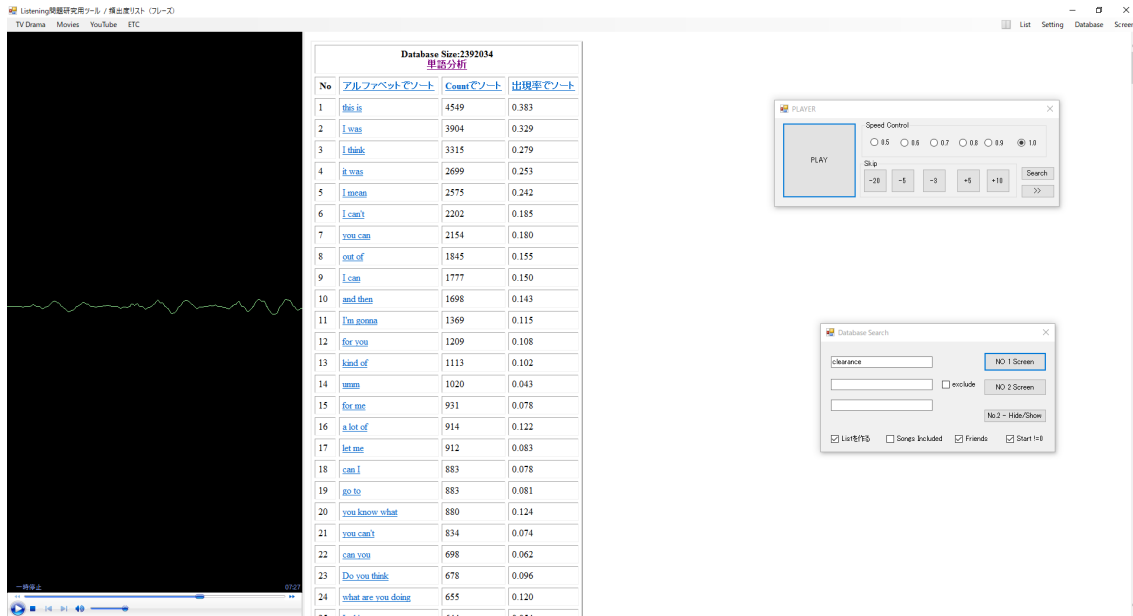
発音のバリエーションの中から日本人にとって聞き取りにくい発音を抽出し、それらの音が含まれた著作権フリーの音の制作を行う。これらの音は (4) で述べるシステムに組み込む。

(4) リスニング学習システムの制作

日本人のリスニングを悩ます崩れた口語音を学習するシステムを構築する。

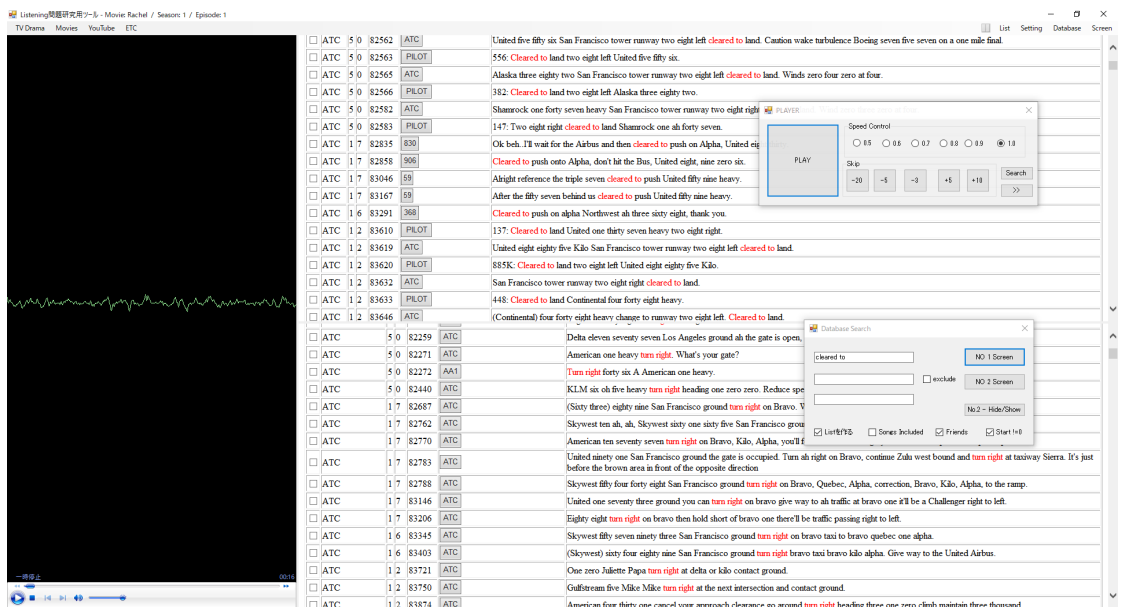
4. 研究成果

語彙数にして約 240 万語の口語発音のデータベースを準備した。このデータベースを用いて 2080 種の単語及び航空管制及び日常会話で用いられる 587 種のフレーズの頻出度を調査した。この調査のために専用のソフトウェアを開発した(図 2)。



(図 2 : 語彙・フレーズの分類と頻出度を計算するソフトウェア開発)

上記の頻出度を元に基本語彙やフレーズの発音を比較した。比較のための専用のソフトウェアを開発した(図 3)。



(図 3 : 発音比較用ソフトウェアの開発)

発音バリエーションの分類と難易度

発音を比較することで発音の類似性から分類が可能になる。I'm going to の発音のバリエーションを例にとると、微妙な差はあるものの I'm going to / I'm gonna / I'mna / mna の 4 種類に分類できた。学生を用いたリスニングでは I'm going to から mna になるほど正解率が下がり、

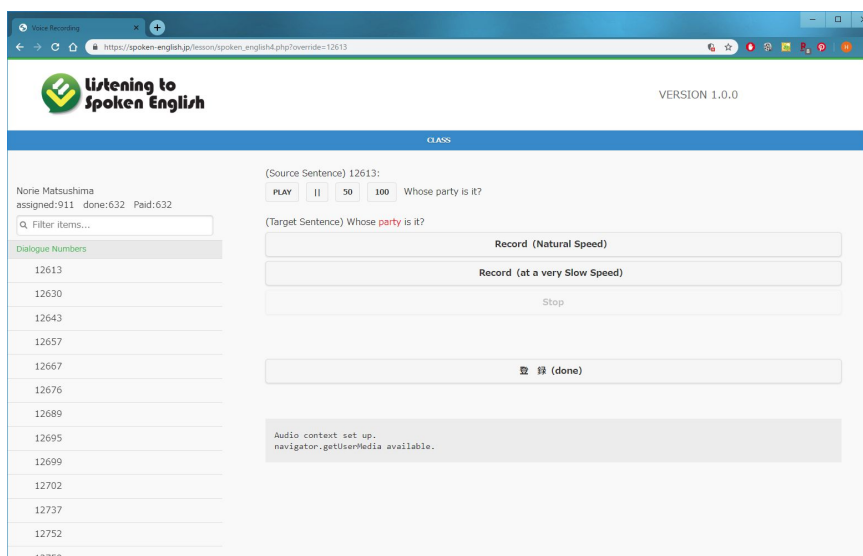
mna のケースでは聞き取れる学生はほぼいなかった。I'm going to から mna になるほど難易度が上がると考えられる。I'm going to/are you going to などの be going to の形は一般日常会話によく用いられるフレーズであるが次の通話例のように航空管制にも登場する。文字では同じでも発音には差があり聞き取りに難易が生じている。

- Are you going to stay ahead of the traffic off your right? (あなたの右側にいる航空機の前方にいたいですか?)
- I'm gonna move your company in a second in front of you, once he clears, come up 13L and hold short of Whiskey. (あなたの前にいる貴社の機体を移動させます。彼が移動したら 13L 滑走路に進み W の位置で待機してください)
- I'm going to stick you on a downwind. I'm going to have you follow ah Piper high. He's going to be ah extended downwind. He's going to follow that Hawaiian. (ダウンウインドにいてください。上のパイパーに続いてください。パイパーはダウンウインドを延長して飛行しハワイアン航空に続いて着陸する予定です)

分類した発音バリエーションの難易度を測定するため大学の英語授業の一環としてリスニング試験を行った。しかし正解率を尺度にするこの難易度判定法では数百というバリエーションを網羅するのは難しく、また専門用語が混じる管制通話は大学でのリスニング試験に相応しくないなど、難易度測定は今後の課題として残っている。

(3) 著作権フリーの音声データの作成

後述するリスニング学習システムには自由に用いることのできる音声が必要となるため日本人にとってリスニングが難しい音を再現するオリジナルの英文と音声を作成した。内外の英語の母語話者に録音を依頼した。録音はWEBを用いてオンラインで行うもの、録音スタジオを借りるもの、の二通りの録音方法を採用した。下の図は開発したWEBによる音声録音システムである。



(図 4 : WEB による音声録音システムの開発)

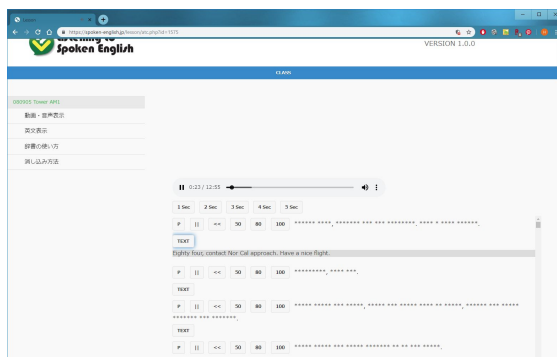
日本人のリスニングエラーを誘発する発音を再現することがこの音声データ作成の目的であったが、録音を担当した母語話者の多くは原音を忠実に再現することができなかった。彼らが録音した音声からは原音にあった聞き取りにくさが消え、リスニング実験をしてみると日本人

被験者は彼らの録音を比較的容易に聞き取ってしまった。他人の話し方を忠実に真似ることは母語話者とはいえ容易ではなく、録直しを繰り返してもうまくいかないことが多かった。この状況は想定外のことで音声データの作成は難航した。結果的に約 6000 種の音声を作成した。

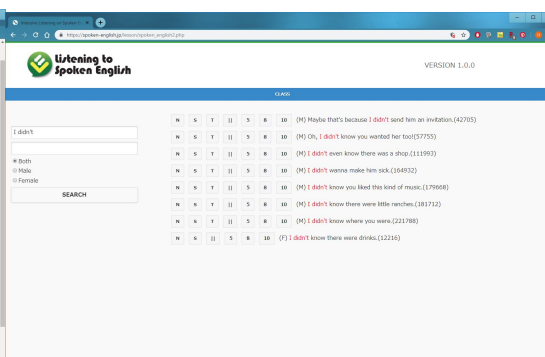
(4) リスニング学習システムの制作

WEBを用いたEラーニングシステムを開発し、現在も改良が行われている。フロントエンド(ユーザー側)の主な機能は次の通りである。

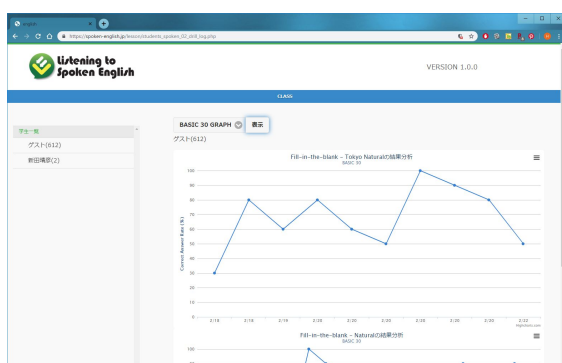
- 自分の苦手な音のパターンを探し出す機能 3 種類。
 - ディテーション方式
 - 穴埋め方式
 - アスタリスクリスニング方式(図5)
- 問題箇所を発見した場合の対策機能
 - 苦手な音のバリエーションに触れる(図6)
 - 発音練習をする
- 成果の進捗を確認する機能(図7)



(図5: アスタリスクリスニング方式)



(図6: 発音バリエーション検索機能)



(図7: 進捗率グラフ)

< 引用文献 >

- Nitta, H., Okazaki, H., & Klinger, W. (2012). JCAB English Test and ATC Communications Speech Speeds. *Studies In The Humanities: The Journal of the Senshu University Research Society*, 90,359-375.
- Nitta, H., Okazaki, H., & Klinger, W. (2011). An Analysis of U.S. Air Traffic Controllers' Speech Speed Rates. *Academic Reports of The University Center for Intercultural Education, The University of Shiga Prefecture*, 16, December.
- Nitta, H., Okazaki, H., & Klinger, W. (2010). An Analysis of Articulation Rates in Movies. *ATEM Journal, The Association for Teaching English Through Movies*, 15, 41-56.
- Robb, Michael P., Maclagan, Margaret A., & Chen, Yang. (2004). Speaking rates of American and New Zealand varieties of English. *Clinical Linguistics & Phonetics*18 (1), 1-15

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1 件)

Nitta, H., Okazaki, H., & Klinger, W.,Kido,K (2018). Speech Speed Rates of American Air Traffic Controllers in Communications with Non-Native English-Speaking Pilots. Studies In The Humanities: The Journal of the Senshu University Research Society, 103, 351-360
http://ir.acc.senshu-u.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=12690&item_no=1&page_id=13&block_id=52

6 . 研究組織

研究分担者氏名：岡崎 弘信

ローマ字氏名：OKAZAKI, Hironobu

所属研究機関名：秋田県立大学

部局名：総合科学教育研究センター

職名：教授

研究者番号 (80405084):

研究分担者氏名：ウォルタークリンガー

ローマ字氏名：Walter, KLINGER

所属研究機関名：滋賀県立大学

部局名：全学共通教育推進機構

職名：准教授

研究者番号 (10275183):

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。