

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的研究（開拓）

研究期間：2017～2019

課題番号：17H06197

研究課題名（和文）音響学的音韻論の試み：英語音声におけるスペクトルの時間変化と音節形成

研究課題名（英文）An attempt to establish acoustic phonology: Temporal changes of spectra and syllable formation in English speech

研究代表者

中島 祥好（Nakajima, Yoshitaka）

九州大学・芸術工学研究院・教授

研究者番号：90127267

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 19,500,000円

研究成果の概要（和文）：言語において、音と音がどのように区別され、どのように関係付けられるかを探る分野である音韻論と、環境における音に対してどのような知覚的体制化がなされるかを扱う分野である聴覚心理学とは、別々に研究がなされているが、密接に結びつけられるべきであり、そのことが本計画の目的である。新たな英語音声のデータベースを作って分析した結果、1 kHz 近傍の成分が音節形成において重要な役割を果たす鳴音性 sonority に対応付けられることが確認され、この点においては 2.5 kHz 近傍の成分も重要であることが判った。さらに、英語文章の音声におけるポーズの知覚上の役割について検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人間を他の動物と区別する言語コミュニケーションの根本は、母音や子音をどのように区別し、どのようにまとめあげてゆくかにある。このことに関連して、世界の言語に共通するスペクトル変化の因子を確認し、音節がどのように形成されるかについて実証的に考えを進める枠組みが得られた。この枠組みの中で、音声のリズムについて考察することも可能になり、今後は言語を超えた人間同士のコミュニケーションについても研究対象を拡げてゆくことができる。一方、ここで得られた知見に基づいて音声の伝達効率を評価し、音声を聴きとりやすいように加工するという、社会にとって有益な技術につながった。

研究成果の概要（英文）：Phonology is a field in linguistics that focuses on how speech sounds are separated from and related to one another. This field should be closely connected to auditory psychology, which deals with how sounds in the environment are organized perceptually. We aimed at this, and first created an English speech database, on which this project was to be based. The commercial database we had used for our previous research had some technical problems including the poor recording quality, and they were fixed in our new database, for which original speech samples were used. The close relationship between frequency components around 1 kHz and sonority was confirmed. Frequency components around 2.5 kHz also turned out to be important. The role of pauses in English paragraphs read aloud was investigated employing native and non-native speakers of English. It turned out that to give a fixed pause of 0.6 s to every punctuation point makes the speech sound natural.

研究分野：聴覚心理学

キーワード：音素 聴覚体制化 音節 スペクトル 因子分析 鳴音性 リズム コミュニケーション

1. 研究開始当初の背景

音声を速やかに間違いなく伝えることは人間生活全般において重要なことであり、その場にはない相手に対しても音声によってさまざまな言語情報が伝えられる現代においては、そのためのさまざまな技術的工夫が必要である。本研究グループにおいては、公共空間や回線を通じた音声の適切に伝わるような音声加工の技術を開発してきた(特許第 4876245 号、第 5115818 号)。開発者である Ueda and Nakajima (2017) は、音声におけるスペクトルの変化が、聴覚系の末梢を擬した臨界帯域フィルターの出力の音の強さを変量とする因子分析によって縮約しうることを見出した。すなわち、粗い数値ではあるが 540, 1700, 3300 Hz の 3 つの周波数を境界とする 4 つの周波数帯域の成分に対応付けられる 3 ~ 4 個の因子が、日本語、英式英語など世界における 8 つの言語 / 方言に共通して観測された。これらの帯域における音の強さの時間変化が言語情報を伝えているのではないかと考えられる。このような仮説を聴覚心理学、音韻論の双方から検証してゆくことが、本計画の枠組みになる。

これらの因子が、音声コミュニケーションにおいてどのような役割を果たしているかを調べるために、音韻論の研究が進んでいる英式英語を材料として、英語文音声のデータベースに含まれる音素が因子空間にどのように位置付けられるかを調べたことが本計画の出発点である。その基本となる Nakajima, Ueda et al. (2017) の論文は本計画が始まった時点ですでに雑誌への掲載が決まっていたが、オープンアクセスの雑誌であることから掲載直前に論文の細部を変更することが可能であり、本計画の趣旨をこの論文に明確に記述することができた。

Kishida, Nakajima, Ueda, and Remijn (2016) は、上記のスペクトル変化を表す因子を用いて雑音駆動音声を合成することを試み、日本語文音声について、1 ~ 2 個の因子の因子得点を用いて合成された音声が発音内容を聞きとれないのに対して、3 ~ 4 個の因子の因子得点を用いて合成された音声は、その言語的内容を概ね聞きとれることが判った。世界の言語 / 方言に共通する上記の 3 ~ 4 個の因子は、言語コミュニケーションの核となる実体を有するのではないかと考えられる。

Ueda and Nakajima (2017) の見出した 3 ~ 4 個の因子のうち、1000 Hz 近傍の周波数成分に関わるものは、音韻論において「鳴音性 sonority」と呼ばれる性質に対応すると考えられるが、Yamashita, Nakajima, Ueda et al. (2013) は、この因子の因子得点の時間変化を分析することによって、日本語、英語などの言語に特有のリズムの特徴を捉えうることを示した。その際に、日本の英語学習者が英語でスピーチや発表を行う際に、短期間の訓練によって英語らしいリズムを身に付けるためにはどうすればよいかという実践的な問題にとり組んでおり、この問題は本計画を発案するきっかけの一つになった。

2. 研究の目的

Ueda and Nakajima (2017)、Kishida, Nakajima, Ueda, and Remijn (2016) の研究により、音声のスペクトル変化を表す 3 ~ 4 個の因子が、音声コミュニケーションにおいて重要な役割を果たしていることが判る。本計画の最大の目的は、この因子、あるいは因子によって構成される因子空間が、聴覚心理学および音韻論の枠組みにおいてどのように意味付けられるかを確認することである。

これらの因子のうち、1000 Hz 近傍の周波数成分に関係するものが、音韻論において音節形成に重要な役割を果たすとされる鳴音性に深く関わると思われるが、その根拠を示すために用いた市販の英語文音声データベースに関して、録音の品質、音素ラベルの付けかたなど重要な点に不備が認められたので、音声データベースを録音の段階から作りなおして再検証を行う。すなわち、これまでに用いた英語文音声データベースに用いられたのと同じ 200 文を用い、音質および音素ラベル付けの信頼性を高めたデータベースを作り、これまでにを行った分析の妥当性を検討する。

音声コミュニケーションについて実証的な研究を行ううえで、音声の時間パターンがどのように産出され、どのように知覚されるかを調べることは重要である。本研究では知覚の面に特に注目し、通常で朗読された英語文章のパンクチュエーション(ピリオドやコンマなど)に対応するポーズの時間長を操作することによって、そこから受ける印象がどのように変わるかを調べる。また、このことを英語母語話者、非母語話者のいずれに対しても行い、比較する。さらに得られた知見から、英語非母語話者に対して英語によるプレゼンテーションの訓練を施すための指針を導く。

本計画において、ヒトが発した信号やヒトの行動を数理的に解析する手法の選択肢を増やし、目的に沿った手法を選ぶことが求められる。このことについても指針をまとめ、考察を加える。

3. 研究の方法

新しい英語音声のデータベースを作るために、以前から共同研究を進めているアイルランド国立大学ゴールウェイ校において、英語母語話者の音声を録音し、九州大学において英語音素のラベル付けを行ったあと、その結果を確認することを兼ねてスペクトル変化の分析を共同で行った。その際 Kishida, Nakajima, Ueda, and Remijn (2016) の用いた「起点移動因子分析」を

用いた。この手法を用いれば、全ての因子の因子得点がゼロになった点を、無音の状態に対応させることにより、因子分析の結果を用いて雑音駆動音声を合成することができる。このようにして、分析結果を聴取実験に関係付けることができる。

英語音韻論において鳴音性との関係を指摘されている、頭子音連結（音節、特に単語の始まりに2～3個の子音が連結したもの）の音響分析を行った。そして、鳴音性と、因子分析の結果とがどのように関連付けられるのかを検討した。たとえば、二つの子音からなる頭子音連結において、第一子音、第二子音、母音の順に鳴音性が高くなるとされているのに対し、これに対応するスペクトル変化が因子空間上にどのように現れるかを調べた。

上記のようなスペクトル変化の因子分析は、これまで8つの言語／方言についてのみ行われており、アラビア語、ロシア語、朝鮮語、インドネシア語などの主要言語、日頃触れる機会の多い言語が含まれていなかったため、改めて21の言語／方言の音声を含む市販のデータベースについて、スペクトル変化の因子分析を行った。

スペクトル変化の因子分析を用いて、音声伝達系の品質評価をする技術を開発した（特許出願済み；未公開）。一方では、雑音下においてもこのような因子の因子得点が保たれやすい強調音声と、そのような強調がなされていない原音声とを、無響室に置かれた二つのスピーカーから同時に呈示し、言語内容の記憶されやすさに違いが生ずるかどうかを、日本語単語を用いて調べた。

わが国の大学で使用されている学術英語の音声教材を素材とし、テキストにピリオドやコンマなどのパンクチュエーションのついた箇所に対応するポーズの時間長を体系的に変化させ、そのような操作が音声の与える印象にどのように影響するかを、実験参加者が形容語尺度を用いて評定し、その結果に対して因子分析を行うという意味微分法（セマンティック・ディファレンシャル法）によって調べた。この際、聴取者の言語的背景の影響についても調べるために、聴取者として、英語、日本語、中国語のそれぞれの母語話者群を用いた。

音声の時間分解精度、周波数分解精度をどのくらい劣化させたときにどのくらい音声聴取が妨げられるかを調べるために、（直観的な説明をすれば）横軸が時間、縦軸が「臨界帯域幅が一定になるように変換された周波数」である座標における音エネルギー分布（スペクトログラム）をモザイク化した、「モザイク音声」を開発した。この技術を用いて、日本語音声を聴取するためにどのくらいの時間分解精度が必要かをまず調べ、次に、時間分解精度と周波数分解精度との両方を変化させ、明瞭度がどのように変化するかを調べた。そして、このことを、20歳代を中心とする学生の群と、65歳以上の高齢者群の両方について行った。

単に音を検知しにくいのではなく、音声が検知される場合にもその伝える言葉を聴き取りにくいという、高齢者の聴こえを特徴付ける問題について、モザイク音声を用いた新しい聴力検査の方法を考案した（特許出願済み；未公開）。

計画全体を通して、データの数理的な処理や、音声信号処理について新しい手法を考える必要があったので、それを今後の研究に用いることができる形にまとめた。また、本計画の成果を産業、医療に応用することを提案したことに伴い、そのような応用に向けた新しい知覚実験の手法についても考察を進めた。

4. 研究成果

アイルランド国立大学ゴールウェイ校との共同作業によって英語文音声のデータベースを作った。すなわち、3名の英語母語話者の発した英語文音声を録音し、一つひとつの音素に相当する時間区間にラベルを付けた。この際、ある音素のラベルを付ける区間は、隣接する他の音素を部分的であっても聴きとることのできない、純粋にその音素だけの区間とした。その結果、隣接する音素のラベルを付けた区間が時間軸上で隣接せず、どちらのラベルも付かない区間が数多く生じた。音声を（分析によって異なるが）20個程度の臨界帯域フィルターに通し、時々刻々変化する各帯域の出力の音の強さを変量として、因子分析を行った。その際、各帯域の音の強さが平均値となる点（すなわち重心）を分析の起点とせず、音の強さがゼロになる点すなわち無音点を起点とした（起点移動因子分析）。市販の音声データベースを用いた以前の分析において、540, 1700, 3300 Hzの3つの周波数を境界とする4つの周波数帯域に対応付けられる3～4個の因子が得られたのと同じように、ここでも3～4個の因子が得られた。このうち、1000 Hz近傍の周波数成分に関わる因子は鳴音性に深く関係付けられることが判った。しかし、今回の分析においては、2500 Hz近傍の周波数成分に関わる因子も、同じように鳴音性に関わる可能性が示された。そこで、以前に用いた市販の音声データベースを改めて今回用いた手法に近い手法で分析する作業を現在進めている。

鳴音性に関する音韻論上の現象として、英語の頭子音連結を含む音節の冒頭において、鳴音性が音素ごとに上昇することが挙げられる。新しい音声データベースについて、この現象に対応する因子得点の時間的変化を観測することができた（Zhang et al., 2018; Zhang et al., 2019）。また、英語の前置詞の冒頭に位置する前置詞においては、3300 Hz以上の成分に関わる因子の因子得点が相対的に低くなる傾向が見出された（Yu et al., 2018）。

上記のように音声のスペクトル変化に対して因子分析を行うことを、市販の音声データベースを用いて21の言語／方言について行ったところ、限られた言語／方言について観測されていた因子をより広い範囲において確認することができた。すなわち、同じような3～4個の因子が他の全ての言語について見出された（Fujii et al., 2017）。したがって、これらの因子は言語

の普遍性を示すものであると結論付けられる。ただし、クリック音を含む 100 以上の子音を有することで知られるコン語の音声について、カリフォルニア大学ロサンゼルス校がインターネット上に公開している音声データベースを用いて分析したところ、因子の形(周波数と因子負荷量との関数関係)が少し異なっており、今後の課題となった。

上記の因子が言語情報を伝えるとの前提に立ち、音場を含む音声伝達系の品質を評価する方法を開発した(特許出願:特願 2018-204056;未公開のため詳細を省略する)。

学術英語の授業で用いられる典型的な朗読音声を材料として、文中、文間のパンクチュエーションに対応するポーズの時間長を体系的に変化させて、意味微分法を適用したところ、「話す速さ」「リズムの自然性」に相当する二つの因子が得られた。実際の音声においては、文中のポーズに比べて文間のポーズが長い傾向があるが、全てのパンクチュエーション(ピリオドやコンマ)に全く同じように 0.6 s のポーズ長を与えるだけで、元の朗読音声とほとんど同じ「リズムの自然性」の印象が得られ、この傾向は、聴取者が英語話者、中国語話者、日本語話者のいずれであっても変わらなかった(Liu et al., 2019)。

日本語名詞句(単独の名詞を含む)の音声について、時間分解精度が 40 ms、周波数分解精度が 3 臨界帯域のときにモーラ正答率が 50%、それぞれの分解精度が 40 ms、2 臨界帯域のときにモーラ正答率が 75% になった。いずれのモーラ正答率の閾値についても(また、モーラ正答率が 25% の閾値についても)、時間分解精度の 15 ms 分の劣化が、周波数分解精度の 1 臨界帯域分の劣化に相当するという単純な交換関係が広い範囲において見られた。この交換関係は、若い学生の群と、高齢者の群とにおいて同じように見られた。しかし、両群における結果は異なっており、高齢者においては、15 ms 分だけ時間分解精度が劣化しているか、1 臨界帯域分だけ周波数分解精度が劣化しているかの、いずれとも解釈できるものであった。すなわち、高齢者の音声聴取系のどこかに信号を劣化させるような仕組みのあることが示唆された(尾中, 中島, 上田, Remijn, 2019)。

このような成果を踏まえ、モザイク音声を用いた聴力検査の方法を開発した(特許出願:特願 2019-026825;未公開のため詳細を省略する)。

音声と言語情報をどのように伝えるかについて、これまでは音声信号に多変量解析を施すような研究を行い、騒音や残響のある音場や、歪みのある伝達系を通しても言語内容が伝わりやすいように音声を加工する技術を開発してきた。本計画においてこれを改良し、産業応用への道を付けた(2020年4月に大学発ベンチャーを起業した)。今後、本計画に関連する心理実験、心理モデルの構築を行うために、スペクトル変化を因子分析した結果から、音声信号を加工・合成することが必要になる。この際に、各臨界帯域における現実の音の強さは負値を取ることができず、一方、信号処理の計算では負値の生ずることがあるので困る場合が出てくる。この問題を解決するために、因子分析の手法をさまざまに変形し、たとえば非負の因子のみを用いて計算上絶対に音の強さが負値を取らない方法などを提案した(中尾, 岸田, 中島, 2018)。また、複雑な信号処理を施した音刺激を聴取実験に用いることに備えて、心理実験の手法についても考察を進めた。特に、進化計算を効率的に利用する方法を開発した(Yu & Takagi, 2019)。

最終年度の 10~11 月にトルコのアンタルヤで行われた 35th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics において、研究代表者の中島は「Auditory psychology and phonology」と題する基調講演を行い、本計画の成果をまとめて各国の研究者、学生に発表する機会を得た。さらに、その直後に「Psychophysics of Language」と題する特別セッションを組織し、関連する研究についての国際交流の機会を設けた。この際に、アイルランド国立大学ゴールウェイ校、芝浦工業大学との共同研究についても広い見地から討論することができ、現在その結果を踏まえて研究を続けている。

文献

Fujii, Y., Nakajima, Y., Kishida, T., and Seno, T. (2017). Is the acoustic language universal really universal? 33rd Annual Meeting of the International Society for Psychophysics, Fukuoka.

Kishida, T., Nakajima, Y., Ueda, K., and Remijn, G. B. (2016). Three factors are critical in order to synthesize intelligible noise-coded Japanese speech. *Frontiers in Psychology*, 7, 517.

Liu, S., Nakajima, Y., Elliott, M. A., Chen, L., Remijn, G. B., Arndt, S., and Pang, Z. (2019). Pause duration influences impressions of English speech style rated by native and non-native speakers. 35th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics, Antalya.

中尾貴志, 岸田拓也, 中島祥好 (2018). 臨界帯域パワー変動に着目した歌唱音声と朗読音声との比較. 第31回日本バーチャルリアリティ学会 VR心理学研究委員会(那覇).

Nakajima, Y. (2019). Auditory psychology and phonology. 35th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics, Antalya.

Nakajima, Y., Ueda, K., Fujimaru, S., Motomura, H., and Ohsaka, Y. (2017). English phonology and an acoustic language universal. *Scientific Reports*, 7, 46049.

尾中達郎, 中島祥好, 上田和夫, Gerard B. Remijn (2019). 聴力検査の利用に向けたモザイク音声の明瞭度について. 2019年12月聴覚研究会 (福岡).

Ueda, K., and Nakajima, Y. (2017). An acoustic key to eight languages/dialects: Factor analyses of critical-band-filtered speech. *Scientific Reports*, 7, 42468.

Yamashita, Y., Nakajima, Y., Ueda, K., Shimada, Y., Hirsh, D., Seno, T., and Smith, B. A. (2013). Acoustic analyses of speech sounds and rhythms in Japanese- and English-learning infants. *Frontiers in Psychology*, 28.

Yu, X., Nakajima, Y., Zhang, Y., Kishida, T., and Ueda, K. (2018). An acoustic analysis of preposition phrases in English. 34th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics, Lüneburg.

Yu, J., and Takagi, H. (2020). Explosion operation of fireworks algorithm. Chapter 3, *Handbook of Research on Fireworks Algorithms and Swarm Intelligence*. (ed.) Ying Tan, IGI Global.

Zhang, Y., Nakajima, Y., Yu, X., Ueda, K., Kishida, T., Remijn, G. B., Arndt, S., and Elliott, M. A. (2018). Multivariate acoustic analysis of initial consonant clusters in English. 34th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics, Lüneburg.

Zhang, Y., Nakajima, Y., Yu, X., Remijn, G. B., Ueda, K., Kishida, T., Elliott, M. A. (2019). Acoustic analysis of word-initial consonant clusters: a perceptual basis of English syllables. 35th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics, Antalya.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 Nakajima, Y., Ueda, K., Remijn, G. B., Yamashita, Y., and Kishida, T. | 4. 巻 39 |
| 2. 論文標題 How sonority appears in speech analyses | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Acoustical Science and Technology | 6. 最初と最後の頁 179-181 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1250/ast.39.179 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Nakajima, Y., Matsuda, M., Ueda, K., and Remijn, G. B. | 4. 巻 12 (149) |
| 2. 論文標題 Temporal Resolution Needed for Auditory Communication: Measurement With Mosaic Speech | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Frontiers in Human Neuroscience | 6. 最初と最後の頁 1-8 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fnhum.2018.00149 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Ueda, K., Araki, T., and Nakajima, Y. | 4. 巻 367 |
| 2. 論文標題 Frequency specificity of amplitude envelope patterns in noise-vocoded speech | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Hearing Research | 6. 最初と最後の頁 169-181 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.heares.2018.06.005 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Remijn, G.B., Fuyuno, M., Blanco Cortes, L., and Ono, A. | 4. 巻 5 |
| 2. 論文標題 English as a medium of instruction at a Japanese university: Preferences and opinions of domestic and international students | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Bulletin of KIKAN Education | 6. 最初と最後の頁 75-85 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-------------------|
| 1. 著者名 Nakajima, Y., Ueda, K., Fujimaru, S., Motomura, H., and Ohsaka, Y. | 4. 巻 7 (46049) |
| 2. 論文標題 English phonology and an acoustic language universal | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Scientific Reports | 6. 最初と最後の頁 1-6 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/srep46049 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 Yu, J., Li, Y., Pei, Y., and Takagi, H. | 4. 巻 6 |
| 2. 論文標題 Accelerating evolutionary computation using a convergence point estimated by weighted moving vectors | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Complex and Intelligent Systems | 6. 最初と最後の頁 55-65 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s40747-019-0111-6 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|------------------------|
| 1. 著者名 Matsuo, I, Ueda, K., and Nakajima, Y. | 4. 巻 147 |
| 2. 論文標題 Intelligibility of chimeric locally time-reversed speech | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Journal of the Acoustical Society of America | 6. 最初と最後の頁 in press |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計45件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 38件)

| |
|---|
| 1. 発表者名 Jun Yu, Ying Tan, and Hideyuki Takagi |
| 2. 発表標題 Accelerating the Fireworks Algorithm with an Estimated Convergence Point |
| 3. 学会等名 9th Int. Conf. on Swarm Intelligence (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Shimeng Liu, Yoshitaka Nakajima, and Mark A. Elliott |
| 2. 発表標題 Pause duration influences impressions of speech style in English public speaking |
| 3. 学会等名 34th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Xiaoyang Yu, Yoshitaka Nakajima, Yixin Zhang, Takuya Kishida, and Kazuo Ueda |
| 2. 発表標題 An acoustic analysis of preposition phrases in English |
| 3. 学会等名 34th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yixin Zhang, Yoshitaka Nakajima, Xiaoyang Yu, Kazuo Ueda, Takuya Kishida, Gerard B. Remijn, Sophia Arndt, and Mark A. Elliott |
| 2. 発表標題 Multivariate acoustic analysis of initial consonant clusters in English |
| 3. 学会等名 34th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Takuya Kishida, Yoshitaka Nakajima, Kazuo Ueda, Gerard B. Remijn, and Seiya Umemoto |
| 2. 発表標題 A spectral-change factor related to sonority makes noise-vocoded Japanese speech intelligible |
| 3. 学会等名 34th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yoshitaka Nakajima, Kazuo Ueda, Gerard Remijn, Yuko Yamashita, Takuya KISHIDA |
| 2. 発表標題 Phonology and psychophysics: Is sonority real? |
| 3. 学会等名 33rd Annual Meeting of the International Society for Psychophysics (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 岸田拓也, 中島祥好, 上田和夫, G. B. Remijn, 梅本晟弥 |
| 2. 発表標題 パワースペクトル因子を用いて合成した雑音駆動音声の知覚: 鳴音性と明瞭度との関係 |
| 3. 学会等名 日本音響学会聴覚研究会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Takuya Kishida, Yoshitaka Nakajima, Kazuo Ueda, Gerard Remijn, Sophia Arndt, Mark A. Elliott |
| 2. 発表標題 Intelligibility of English noise-vocoded speech resynthesized from spectral-change factors |
| 3. 学会等名 33rd Annual Meeting of the International Society for Psychophysics (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Kazuo Ueda, Nozomi Inui, Kaisei Shiraki, Valter Ciocca, Yoshitaka Nakajima, Gerard Remijn |
| 2. 発表標題 Perceptual restoration of interrupted locally time-reversed speech |
| 3. 学会等名 33rd Annual Meeting of the International Society for Psychophysics (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yoshitaka Nakajima, Mizuki Matsuda, Kazuo Ueda, Gerard Remijn |
| 2. 発表標題 Temporal resolution needed for auditory communication: Measurement with mosaic speech |
| 3. 学会等名 33rd Annual Meeting of the International Society for Psychophysics (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Jun Yu and Hideyuki Takagi |
| 2. 発表標題 Acceleration for Fireworks Algorithm Based on Amplitude Reduction Strategy and Local Optima-based Selection Strategy |
| 3. 学会等名 8th International Conference on Swarm Intelligence (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Jun Yu and Hideyuki Takagi |
| 2. 発表標題 Estimation of Convergence Points of Population Using an Individual Pool |
| 3. 学会等名 10th International Workshop on Computational Intelligence & Applications (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Shimeng Liu, Yoshitaka Nakajima, Yuko Yamashita and Miharuru Fuyuno |
| 2. 発表標題 Quantitative analysis of English public speaking presented by Japanese EFL learners |
| 3. 学会等名 6th Conference of the Asia-Pacific Society for the Cognitive Sciences of Music (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yoshitaka Fujii, Yoshitaka Nakajima, Takuya Kishida and Takeharu Seno |
| 2. 発表標題 Is the acoustic language universal really universal? |
| 3. 学会等名 33rd Annual Meeting of the International Society for Psychophysics (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Yoshitaka Nakajima |
| 2. 発表標題 Auditory psychology and phonology |
| 3. 学会等名 35th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yoshitaka Nakajima |
| 2. 発表標題 Temporal resolution needed for auditory communication: Measurement with mosaic speech |
| 3. 学会等名 Music Performance Theory International Summit, Shanghai Conservatory of Music (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Kazuo Ueda, Valter Ciocca, Gerard B. Remijn, and Yoshitaka Nakajima |
| 2. 発表標題 Perceptual restoration of interrupted locally time-reversed speech: Effects of noise levels and segment duration |
| 3. 学会等名 35th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1 . 発表者名 Yuko Yamashita, Miharu Fuyuno, Yoshitaka Nakajima, Stanislava Antonijevic-Elliott, Mark A. Elliott, and Sophia Arndt |
| 2 . 発表標題 A quantitative analysis to characterize verbal and non-verbal behavior in public speaking performance |
| 3 . 学会等名 35th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics (国際学会) |
| 4 . 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1 . 発表者名 Shimeng Liu , Yoshitaka Nakajima, Mark A. Elliott, Lihan Chen, Gerard B. Remijn, Sophia Arndt, and Zhuoyue Pang |
| 2 . 発表標題 Pause duration influences impressions of English speech style rated by native and non-native speakers |
| 3 . 学会等名 35th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics (国際学会) |
| 4 . 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1 . 発表者名 Emi Shibato, Yoshitaka Nakajima, and Yuko Yamashita: |
| 2 . 発表標題 Pre-speech development of Japanese-learning infants |
| 3 . 学会等名 35th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics (国際学会) |
| 4 . 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1 . 発表者名 Xiaoyang Yu, Yoshitaka Nakajima, and Yixin Zhang |
| 2 . 発表標題 How the perception of an initial consonant is influenced by the duration of the following vowel |
| 3 . 学会等名 35th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics (国際学会) |
| 4 . 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yixin Zhang, Yoshitaka Nakajima, Xiaoyang Yu, Gerard B. Remijn, Kazuo Ueda, Takuya Kishida, and Mark A. Elliott |
| 2. 発表標題 Acoustic analysis of word-initial consonant clusters: a perceptual basis of English syllables |
| 3. 学会等名 35th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Santi, Yoshitaka Nakajima, Kazuo Ueda, and Gerard B. Remijn |
| 2. 発表標題 Effects of compressing or stretching mosaic block duration on intelligibility of English mosaic speech |
| 3. 学会等名 35th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 尾中達郎, 中島祥好, 上田和夫, Gerard B. Remijn |
| 2. 発表標題 聴力検査の利用に向けたモザイク音声の明瞭度について |
| 3. 学会等名 2019年12月聴覚研究会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--------------------------------|
| 1. 発表者名 中島祥好 |
| 2. 発表標題 聴覚心理学と音韻論をつないでみよう |
| 3. 学会等名 音学シンポジウム2020 (招待講演) |
| 4. 発表年 2020年 |

〔図書〕 計1件

| | |
|---|-----------------|
| 1. 著者名 Simon GRONDIN, Emi HASUO, Tsuyoshi KURODA, Yoshitaka NAKAJIMA | 4. 発行年 2018年 |
| 2. 出版社 Cham: Springer | 5. 総ページ数 18 |
| 3. 書名 Auditory time perception. In Rolf BADER (ed.): Springer Handbook of Systematic Musicology. | |

〔出願〕 計2件

| | | |
|------------------------------------|----------------------------------|---------------|
| 産業財産権の名称 音声伝達環境評価システム及び感覚刺激提示装置 | 発明者 中島祥好、上田和夫、G. B. Remijn ほか | 権利者 九州大学 |
| 産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-204056 | 出願年 2018年 | 国内・外国の別 国内 |

| | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| 産業財産権の名称 音声伝達状況評価システム及び音声伝達状況評価方法 | 発明者 中島、上田、レメイ ン、尾中、中川、小 山、小山 | 権利者 九州大学、歯っ びー（株） |
| 産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-026825 | 出願年 2019年 | 国内・外国の別 国内 |

〔取得〕 計0件

〔その他〕

| |
|---|
| 2019年10-11月にアンタルヤにて行われた 35th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics において、研究代表者の中島が「Psychophysics of Language」と題する特別セッションを組織し、本計画の国際的な位置付けを試みた。 |
|---|

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------------------|---|-------------------------------------|----|
| 研究 分 担 者 | 上田 和夫 (Ueda Kazuo) (80254316) | 九州大学・芸術工学研究院・准教授 (17102) | |

6. 研究組織（つづき）

| | 氏名 (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-----------|--|---|----|
| 研究 分担者 | Remijn Gerard B. (Remijn Gerard B.) (40467098) | 九州大学・芸術工学研究院・准教授 (17102) | |
| 研究 分担者 | 高木 英行 (Takagi Hideyuki) (50274543) | 九州大学・芸術工学研究院・教授 (17102) | |
| 研究 協力者 | 山下 友子 (Yamashita Yuko) | | |
| 研究 協力者 | エリオット マーク A. (Elliott Mark A.) | | |
| 研究 協力者 | 陳 立翰 (Chen Lihan) | | |