

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 16 日現在

機関番号：32643

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26330315

研究課題名(和文) 対人コミュニケーションにおける空気流触知覚の役割の解明

研究課題名(英文) Some influences of air streams on the speech communications

研究代表者

望月 要 (Mochizuki, Kaname)

帝京大学・文学部・教授

研究者番号：80280543

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：音声の知覚に影響を及ぼす画像情報の効果について心理物理学的方法により実験的研究を試みた。音声知覚と視覚情報の交互作用については、マガーク効果(McGurk effect)がよく知られている。これは例えば/ba/という音声と、/ga/と発音する唇の動画像を同時に呈示すると、視聴者は/da/という音声が聞こえるという現象である。申請者達は、音声と映像に僅かな時間的ズレが存在する場合の音声知覚への影響について実験的検討を加え、同時に、Gick & Derrick (2009) が報告した微小空気流が音声知覚に及ぼす影響を確認すべく、実験システムの開発を試みた。

研究成果の概要(英文)：We executed some psychophysical experiments on the effects of visual information on sound perception. On the interaction between visual information and sound perception, McGurk effect was well known. When the sound /ba/ is presented with the movie which represents the movement of mouth pronouncing /ga/, listeners percept /da/. We added the slight temporal delay between sound and visual information, and examined the effect on received sound using psychophysical methods. In addition, to replicate the findings of Gick & Derrick (2009) which reported the very weak air stream could affect the sound perception, we tried to develop some experimental systems for that effects.

研究分野：実験心理学

キーワード：対人コミュニケーション 音声知覚 言語知覚 空気流 触知覚 実験心理学 感性工学

1. 研究開発当初の背景

音声の知覚に視覚情報が影響する現象は、マガーク効果 (McGurk effect) として知られている。McGurk & MacDonald (1976) は、例えば/ba/という音声と、/ga/と発音する唇の動画像を同時に呈示すると、視聴者は/da/という音声聞こえたように感じることを報告した。一方、Gick & Derrick (2009) は、/pa/と/ba/という唇音 (唇で調音される音で、空気の吹き出しを伴う) と、/ta/と/da/ という歯茎音 (舌先と上前歯の歯茎で調音される音。強い空気の吹き出しは伴わない) を聞かせながら、視聴者が気づかない程度の弱い空気流を音声と同期して呈示すると、/ta/と/da/音が、それぞれ/pa/音、/ba/音と混同して聞き取られることを発見した。これは、聞き手が意識できない微弱な触知覚が、音声の聞き取りに影響を与えていることを意味している。しかし、空気流触知覚が音声コミュニケーションに果たす役割を理解するには、聴覚情報との関係だけではなく、視覚情報も含めた相互作用や、感情伝達の役割などについても解明する必要がある。コミュニケーション場面における空気流触知覚の機能を明らかにすることは、ヒューマン・コミュニケーションにおける多様なモダリティーの情報の統合を理解する上で重要な知見を提供するものと考えられる。

2. 研究の目的

(1) 空気流触知覚は、視聴覚情報を、どこまで補完できるのか?

Gick & Derrick (2009) は、混同 (聞き取り間違い) を指標として空気流の音声知覚への影響を測定した。我々の研究では、音声コミュニケーションへの空気流触知覚の貢献を明らかにするために、視聴覚情報の質が劣化したとき、空気流触知覚が、どこまでそれを補い、円滑で正確なコミュニケーションを維持できるのか、という視点から、空気流触知覚と音声コミュニケーションの関係を解明する。具体的には、日本語音声と、発声時の唇の動きを記録した動画像、そして微弱な空気

流を呈示しつつ、背景雑音を付加して聴覚情報の質を劣化させた場合、あるいは画像の大きさや精細度を変えて視覚情報を劣化させた場合、さらに視聴覚情報に時間的ズレを挿入し非同期にしたような場合に、空気流触知覚の有無が、聞き取り精度向上や違和感低減に、どこまで貢献できるかを心理物理学的手法を用いて実験的に明らかにする。

(2) 空気流触知覚は、感情の共有や伝達に貢献するか?

遠隔会議システムのようなメディアを介したコミュニケーションと、実際の対面コミュニケーションとの心理的差異については既に多数の研究があるが、発声に伴う空気流の影響に注目したものは存在しない。空気流が聞き取りの正確さに影響するならば、話し相手と“場を共有している感覚”や、言葉には表れない感情の共有・伝達にも貢献している可能性がある。空気流が相手に届く範囲を考えると、対人距離の小さいコミュニケーションで、特にその効果が発揮されていると想像できる。“場の共有”や“盛り上がり”、“共感”など、ヒューマン・コミュニケーションの心理的側面への関心は以前から高かったが、これらに影響を与える物理的要因を特定することは難しかった。空気流触知覚は、その有力な候補となり得る。今回の研究では、発話に伴う空気流が、言葉に表現される以外の情報伝達に果たす役割について、話し手への対人評価や一体感、共感などの心理的指標をを手がかりにして解明する。

(3) 空気流触知覚と視聴覚情報の同期・非同期の関係を明らかにする。申請者のグループは、長年に亙り聴覚・視覚情報の微細な非同期が、音声コミュニケーションに及ぼす影響について研究を行ってきた。空気流触知覚においても、視・聴覚情報との同期・非同期は、その効果に著しく影響すると考えられる。今回の研究では、まず、空気流触知覚と視覚情報、空気流触知覚と聴覚情報の同期・非同期の関係を個別に明らかにし、その上で、音声・映像・空気流の3つの間の時間的近接度 (同

期の程度)と、その時に生じる相互作用の強度の関係を検討し、複数の感覚モダリティーが関わる知覚現象において、モダリティー間の時間的近接度と、特定のモダリティーの組合せとの交互作用を明らかにする。視・聴覚同期の研究に、空気流触知覚という第3のモダリティーを加えることで、知覚における情報同期の問題を、視聴覚に限定されない知覚全般の現象として一般化して理解できれば、その知見は、人間の知覚統合のメカニズム解明に大きく貢献することになるであろう。

3. 研究の方法

(1) 実験用映像の収録と編集、編集技術の確立。

唇音(強い空気の吹き出しを伴う音)を含む日本語の子音を、正規の日本語発声法訓練を受けた話者に発音させ、その音声と、唇・顔面部分の動画をハイビジョンで撮影した。次年度以降の研究の発展に備え、唇音と歯茎音を含め日本語の全ての音素について、各音声の単発、反復、各種母音・子音を前後に続けた無意味単語など、日本語の音声学的特徴と関連づけて、可能な限り多種・広範囲な収録を実施した。

マガーク効果の実験では、音声学的に適切な時間関係を維持しつつ、音声と唇の動きの組合せを変更する(例えば、/ba/音と/ga/発声時の唇の動きを組合せる等)編集が必要になる。この目的に適した編集機器を選定し、正確な編集技術を確立した上で、実験用映像の編集作業を行なった。

(2) マガーク効果の追試実験と最適な実験条件の決定。

日本語を母国語とする視聴者ではマガーク効果が生じにくい(Sekiyama & Tohkura, 1991)とする結果や、個人差の大きいことを指摘する報告(氏家ら, 2011)がある。そこで、前年度に制作した実験用映像の品質確認を兼ねて、マガーク効果の追試実験を行ない、日本人視聴者においても、欧米人と同等程度の混同率を得られる実験条件を探索した。また視聴者が、唇の動きを観察していたことを

保証するための実験操作を検討し、安定してマガーク効果が得られる標準的な実験条件を策定した。

従来、マガーク効果の実験では、音声を単発的に呈示していたが、本研究では、単発呈示に加えて、連続反復、他の子音や母音と組み合わせる無意味な単語とした場合など、注目する音素だけでなく、その前後の音素との組合せとマガーク効果の関係についても検証を試みた。

(3) 空気流呈示装置の製作と空気流触知覚の心理物理学的測定実験。

空気流呈示装置を試作し、その性能確認を兼ねて、心理物理学的測定実験を試みた。空気流触知覚に関する研究は殆ど行なわれていないので、その絶対閾、弁別閾などの心理物理学的定数を測定することは、今後の研究の基本データとなるものと考えられたが、刺激音と正確にタイミングを合わせて空気流を呈示する装置の製作が難航し十分な知見を得るに到らなかった。

(4) 空気流呈示装置の検討と試作

視聴者に空気流を呈示する装置について、既製の類似製品の調査、有望そうな方式の探索、構成部品の選定など、予備的な検討と、それに基づいた試作を行なった。試作に当たり重視した仕様は以下の通りであった。

(a) 時間精度: 空気流噴射開始点と動画の時間的関係を精密に調整できると同時に、噴射持続時間が安定していること、噴射開始から所定の空気圧に到達する迄の所要時間が短く安定していること。

(b) 空気圧の微調整: 空気流は、視聴者が気づかない程度の圧力で噴射する必要がある。空気流触知覚に関して参考になる先行研究は少ないが、実験に最適な空気圧を実現するには、空気流を当てる皮膚部位や、ノズル位置、視聴者による個人差など、幾つかの要因を調整する必要があると思われる。これらを容易かつ迅速に調整し、実験セッション中、安定した空気圧を実現する必要がある。

(c) 装着感: ノズルやチューブなどが、

視聴者に強い違和感を与えないことが望ましい。

(d) 混在変数の除去: 空気圧噴射に伴う震動, 騒音, チューブの膨張などが視聴者の判断に影響することがないように, 装置が発生しうる混在変数を可能な限り除去するための対策を施す必要がある。

4. 研究の成果

(1) 日本語の母音と子音の発声と発声時の表情変化を高品位で記録した実験用動画の制作と編集。2014年度には, 今後の各種心理実験に向けて日本語の母音と子音の発声と発声時の表情変化を高品位で記録した実験用動画を制作・編集する作業を行なった。即ち唇音(強い空気の吹き出しを伴う音)を含む日本語の子音を, 正規の日本語発声法訓練を受けた話者に発音させ, その音声と, 唇・顔面部分の動画をハイビジョンで撮影した。次年度以降の研究の発展に備え, 唇音と歯茎音を含め日本語の全ての音素について, 各音声の単発, 反復, 各種母音・子音を前後に続けた無意味単語など, 日本語の音声学的特徴と関連づけて, 可能な限り多種・広範囲な収録を行なうことができた。マガーク効果など, 発声時の唇の動きなどの視覚情報と, 聴覚情報, そして今回検討する触知覚情報の相互作用を検証する実験では, 音声学的に適切な時間関係を維持しつつ, 音声と唇の動き, 触刺激呈示の組合せを変更する編集と刺激間のタイミング調整を実現するよう編集を加えた。

(2) 視覚情報と聴覚情報の相互作用に関する先行研究の追試確認。2015年度は, 日本語の母音と子音の発声と, 発声時の表情変化を記録した実験用動画をを用い, マガーク効果など, 発声時の唇の動きなどの視覚情報と聴覚情報の相互作用に関する先行研究の追試確認と, 視覚情報と聴覚情報の微細な時間差の影響の確認を試みた。その結果の検討から, 動画刺激の音質と時間遅延の設定に問題がある可能性が明らかになり, 動画刺激の改善と, 音声呈示装置の変更と改善を行なった。同時にこの計画の遅れを補正する為に,

来年度に計画していた微小空気流の呈示を制御するための実験装置の試作に着手し, 制御システムの選定を終え, 呈示系の概略の設計を完了させた。

(3) 微小空気流呈示装置の試作と開発。微小空気流呈示装置については, エアコンプレッサーを用い空気圧を微調整する機構と方法, 電磁弁を小型コンピュータにより制御するインターフェース回路の製作については順調に進行した。しかし, 音声信号と空気流呈示のタイミングを正確に調整する方法に関しては種々の方法を試作・検討したが, 実験に要求される十分な精度が得ることができなかった。今後も試作と検討を重ね精度向上を目指す予定である。

引用文献

- ① Gick, B. and Derrick, D. (2009). Aero-tactile integration in speech perception, *Nature*, **462**, 502-504.
- ② McGurk, H., and MacDonald, J. (1976). Hearing lips and seeing voices, *Nature*, **264**, 746-748.
- ③ Sekiyama, K., and Tohkura, Y. (1991). McGurk effect in non-English listeners: Few visual effects for Japanese subjects hearing Japanese syllables of high auditory intelligibility, *Journal of Acoustical Society of America*, **90**, 1797-1805.
- ④ 氏家悠太・浅井智久・田中章夫・浅川香・若林明雄 (2011). 健常者におけるマガーク効果の個人差 (1) 日本行動分析学会第 29 回年次大会発表論文集, p. 96 (P2-23).

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① 山本由紀子・仁科エミ・大西 仁 (2015). 協和感研究の動向と課題: 聴覚的協和感を中心として, *認知科学*, **22**, 282-296. (査読あり)

[学会発表] (計 5 件)

- ① 折原友尊・望月 要 (2016). Raspberry Pi を用いた実験制御のためのインタフェース回路の設計と製作, 日本行動分析学会第 34 回年次大会.
- ② Baba, C., Mochizuki, K., (2016). Shaping of high-cost high-reward choices by gradual changes in response requirement and reward amount. 42 nd Annual Convention of the Association for Behavior Analysis.
- ③ 山本由紀子・仁科エミ・大西 仁(2016). ピアノ音に対する聴覚的不協和音感の測定, 日本音楽教育学会第 31 回北陸地区例会.
- ④ Mochizuki, K., Inaba, Y. (2015). Discrimination of two different artificial grammatical stimulus sequences in human. Eighth International Conference of the Association for Behavior Analysis.
- ⑤ 鈴木翔太・大西 仁・石橋 豊・福嶋慶繁 (2015). 仮想環境における弾性と粘性の変化が人の知覚に及ぼす影響の心理物理学的評価, 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権] (計 0 件)

[その他] (なし)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

望月 要 (MOCHIZUKI KANAME)
帝京大学・文学部・教授
研究者番号: 80280543

(2) 研究分担者

大西 仁 (OHNISHI HITOSHI)

放送大学・教養学部・教授

研究者番号: 40280549