

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 2 日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23653227

研究課題名(和文) 実時間コミュニケーションのリズム解析

研究課題名(英文) Analysis of rhythmic structures of real-time communication

研究代表者

中島 祥好 (Nakajima, Yoshitaka)

九州大学・芸術工学研究科(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) 2,700,000 円、(間接経費) 810,000 円

研究成果の概要(和文)：聴覚と視覚とにおける時間知覚がどのように関係付けられるかを研究すべく、聴覚に関して 1 秒未満の時間間隔に確立されている充実時間の錯覚が、視覚でも成立つかどうか実験した。ランダムドット図形を適宜呈示するような刺激パターンを用いた実験により、視覚でも短い時間間隔について錯覚の生ずることが確かめられた。短音によって区切られた隣接する二つの時間間隔の等・不等の知覚され方について、脳科学と精神物理学とを統合する立場で検討を加えた。また、日本語・英語・中国語圏における乳幼児音声のリズムを分析し比較した。さらに、英語による音声コミュニケーションに関して、聴覚と視覚との双方にまたがる分析を始めたところである。

研究成果の概要(英文)：The relationship between auditory time perception and visual time perception was investigated. The (continuously-)filled-duration as observed frequently in the auditory modality for time intervals shorter than 1 s was established also in the visual modality utilizing a new type of stimulus patterns in which random-dot figures were used. How two adjacent time intervals marked by sound bursts were perceived as equal or unequal was investigated from a viewpoint on which brain science and psychophysics are merged. Rhythmic patterns of infants' speech in the linguistic environments of Japanese, English, and Chinese were studied and compared. Multimodal analyses of English speech communication are on a pilot stage.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：コミュニケーション リズム 時間知覚 精神物理学 脳活動

1. 研究開始当初の背景

言語において、また音楽においてもリズムは重要な要素である。しかし、これらはこれまで個々に検討がなされてきた。本研究では、リズム研究を認知科学的に一つの枠組みで捉えることによって、人間がどのようにしてコミュニケーションを行っているのかについて包括的に検討する。

われわれは、適切な時間間隔を置いて鳴らされた二つの音を聴くだけで人の身体の動きを連想する (Nakajima et al., 1980)。ドアのノックは、同様の聴覚の仕組みを利用している。これらは聴覚によるコミュニケーションの基礎を例示するものである。一方では、複数の光点を適切な配置とタイミングとで提示すれば、人間の身体動作が知覚されることや、手話の動作は特有の規則的な時間構造によってそれ以外の動作と区別されることも知られている。

聴覚コミュニケーションとリズム知覚とが分かちがたく結びついていることについては、19世紀末のドイツ語圏および米国において注目されており、「分割時間の過大評価」などの現象が発見されている (Hall and Jastrow, 1886)。20世紀初頭に今日の言語学の基礎を築いた de Saussure は、音の並び方がどのように知覚されるかによってさまざまな言語現象が説明されることを、諸言語の例を引いて示した (de Saussure, 1959)。ところが、de Saussure の考え方が、知覚心理学の文脈において取りあげられることは、これまでほとんどなく、その後、本格的に成立した聴覚心理学の知見が、言語学の諸理論と結びつくことも限られていた。

2. 研究の目的

人間が環境に適応するためには、環境から情報を受け取る働き (知覚) と、人間どうしが情報をやりとりする働き (コミュニケーション) とが重要である。この二つの働きを分かちがたく結びつけているのが、時間の枠組みを作る働きである。本研究においては、時間の枠組み形成の働きを、知覚心理学、言語学、信号処理、脳科学の立場から総合的に解明する。

3. 研究の方法

(1) 日本語圏と英語圏における乳幼児音声信号の時系列解析。乳幼児の音声は、喃語と呼ばれる段階を経て、「言葉」として成人に認識される段階に達する。この、喃語から音声言語に移り変わる時期に、乳幼児の発する音声の時系列的な特徴が、大きく変化することが考えられる。さらに、成人と同様の音声言語を発するようになった段階では、成人の音声のもつ時系列的な特徴と同じ特徴が、乳幼児の音声にも現れてくることが考えられる。このような仮説のもと、日本語圏および英語圏の家庭において乳幼児 (日本語圏では月齢 3, 8, 15, 20, 24 ヶ月, 3, 8 ヶ月のみ各 3 名, そ

れ以外は各 5 名, 英語圏では月齢 15, 20, 24 ヶ月, 各 5 名) が自然に発生した音声を録音して収集し、研究代表者および分担者が見出した、英独仏日語の音声に共通するパワー変化の因子 (Ueda and Nakajima, 2008) をそれらについて求め、因子得点の時系列的变化を自己相関関数分析にかけた。また比較のため、成人の日本語母語話者および英語母語話者が発話した音声についても同様の分析を行った。

(2) 視聴覚体制化とリズム知覚との関連。二つの短音で区切られた空虚時間と持続した音によって示される充実時間を呈示すると、物理的に同じ時間間隔であっても後者の方が長く知覚される。この錯覚が、視覚においても生じるかどうかを検討した。ランダムドットを刺激としてその平均輝度をとった背景上に 2 回短時間呈示することによって空虚時間を示した。判断すべき時間間隔は、刺激呈示の始まりから次の刺激呈示の始まりまでの時間とした。充実時間は、ランダムドットを持続的に 1 回呈示することによって示し、判断すべき時間間隔は刺激呈示の始まりから終わりまでとした。ディスプレイ上に 150 から 900 ms までの空虚時間および充実時間のうちいずれかを標準刺激として呈示した。続いて比較刺激を提示し、調整法によって主観的時間長を測定した。

(3) 時間的規則性の脳科学的研究。三つの短音を呈示することによって、二つの隣りあう時間間隔 (T1 と T2) が生ずる刺激事態を作りだした。13 名の実験参加者にこれら二つの時間間隔をただ聴取する条件と、これら二つの時間間隔が等しいと知覚されるか、等しくないかと知覚されるかの判断を求める条件とを設定し、そのときの事象関連電位 (event-related potential, ERP) を測定した。

4. 研究成果

(1) 日本語圏と英語圏における乳幼児音声のパワー変化に対して因子分析を行ったところ、日本語圏の乳幼児、英語圏の乳幼児ともに 24 ヶ月には成人と同様の 3 因子が、声道の長さの違いに対応して高周波側にずれたものが観察されることがわかった。このことから、乳幼児の声道形状は、24 ヶ月には長さの違いを除いて成人と同様の特徴を持つことが明らかとなった。さらに、3 因子のうち一つの因子について自己相関関数を用いた時系列解析を行った結果、日本語圏の乳幼児、英語圏の乳幼児ともに月齢が上がるにしたがって、自己相関関数の最初のピークが 0.1-0.4 秒の範囲に入るような、短い周期のリズムをもつ発話が増加していくこと、またこの傾向は日本語圏の乳幼児の方が顕著であることがわかった (図 1) (Yamashita et al., 2013)。

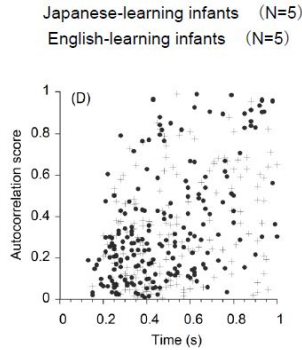


図 1 日本語圏の乳幼児の音声(○)と、英語圏の乳幼児の音声(+)の因子得点の自己相関関数を算出し、最初のピーク値における、自己相関の値と時間を示したもの。月齢は 24 か月。

(2) 視覚においてランダムドットを 2 回短時間呈示することによって示された空虚時間は、ランダムドットを持続的に 1 回呈示することによって示された充実時間に比べて短く知覚された。すなわち、視覚によって示されたごく短い時間間隔においても充実時間のほうが空虚時間よりも長く知覚されることがわかった。一方で、視覚と聴覚のどちらかのモダリティにおいて錯覚が生じた被験者が、他方のモダリティにおいて錯覚が生じるわけではなかった(図 2)。また、過大評価量も相関しなかった。これらの結果から、聴覚と視覚に共通の時間処理メカニズムが存在する一方で、モダリティ内での時間処理の構造が異なることが示唆された。

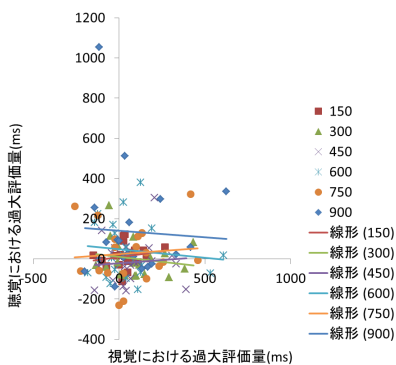


図 2 視聴覚モダリティ間の時間間隔の過大評価量に相関はない。

(3) 二つの隣りあう時間間隔(T1 と T2) が等しいかどうかを判断する行動実験と、事象関連電位の測定とを組み合わせた研究により、行動データから、典型的な時間的同化が生じていたこと、また、事象関連電位のデータから、時間間隔の判断に関して、N1, CNV (contingent negative variation), SNCt (slow negative component) の各成分が生じたことが明らかになった。これらのうち、N1 の潜時

は刺激音の物理的な呈示タイミングと関係が深かった。CNV は T2 呈示中に前頭部に現れ、T1 の時間長が増加するにつれて振幅が増加した。SNCt は T1 および T2 の呈示終了後に右前頭部に現れ、T1 と T2 が違う長さであると知覚されるほど、振幅が大きくなった。したがって、SNCt を時間間隔の等・不等判断を表す指標として用いることが可能であるとわかった(図 3)。

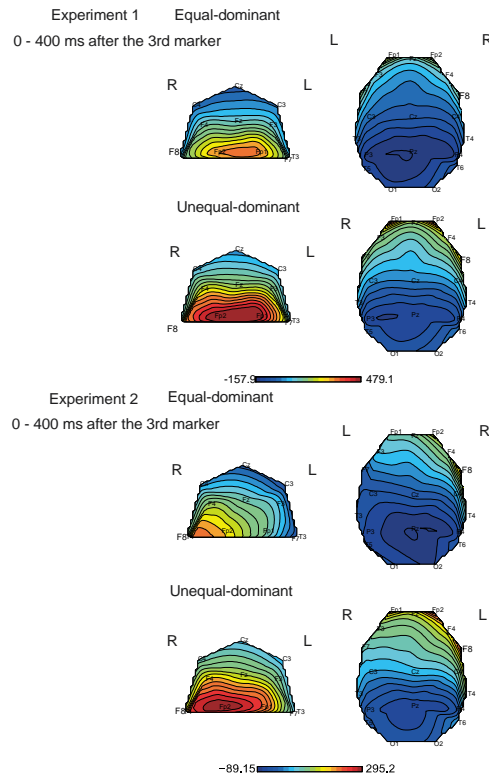


図 3 SNCt が時間間隔の等・不等判断を表す指標になることが示された。

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 8 件)

1. Hasuo, E., Nakajima, N., Tomimatsu, E., Grondin, S., Ueda, K. (2014). "The occurrence of the filled duration illusion: A comparison of the method of adjustment with the method of magnitude estimation," Acta Psychologica. Vol.147, pp 111-121. doi: 10.1016/j.actpsy.2013.10.003 (査読有)
2. 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," *Front. Psychol.* 4: 57. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00057 (査読有)
3. Kuroda, T., Nakajima, Y., Eguchi, S. (2012). "Illusory continuity without sufficient sound energy to fill a temporal gap: Examples of crossing glide tones," *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol. 36, pp 1254-1267. doi: 10.1037/a0026629. (査読有)
 4. Hasuo, E., Nakajima, Y., Osawa, S., Fujishima, H. (2012). "Effects of temporal shapes of sound markers in the perception of inter-onset time intervals," *Attention, Perception, & Psychophysics*, Vol. 74, pp 430-445. doi: 10.3758/s13414-011-0236-1. (査読有)
 5. Tomimatsu, E., Ito, H., Sunaga, S. (2011). "Halt and recovery of illusory motion perception from peripherally images," *Attention, Perception, & Psychophysics*, Vol. 73, pp 1823-1832. doi: 10.3758/s13414-011-0131-9. (査読有)
 6. Nakajima, Y., Takeichi, H. (2011). "Human processing of short temporal intervals as revealed by ERP waveform analysis," *Front. Psychol.* doi: 10.3389/fnint.2011.00074 (査読有)
 7. Takeichi, H., Mitsudo, T., Nakajima, Y., Remijn, G.B., Goto, Y., Tobimatsu, S. (2011). "A neural decoding approach to auditory temporal assimilation," *Neural Computing and Applications*, Vol. 20 pp 965-973. doi: 10.1077/s00521-010-0399-z. (査読有)
 1. 中島 祥好, 佐々木隆之, 上田和夫, G.B. Remijn, (2014-03-10-12). "聴覚の文法," 日本音響学会春季研究発表会, 日本大学.
 2. Nakajima, Y., Takeichi, H., Mitsudo, T., Tobimatsu, S. (2013-10-21-25). "Perceptual processing of pairs of acoustically marked time intervals: Correspondence between psychophysiological data," 29th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics Fechner Day 2013, Freiburg i. Br., Germany.
 3. Ueda, K., Nakajima, Y. (2013-05-25). "Comparison of factors extracted from power fluctuations in critical-band-filtered homophonic choral music" 日本音響学会聴覚研究会. (同志社大学, 京都) 聴覚研究会資料 Vol. 43, No. 3, H-2013-35, 195-199.
 4. 富松江梨佳, 中島祥好, 伊藤裕之, Mark A. Elliot. (2013-1-23). "視覚における1秒以下の空虚時間と充実時間の主観的時間長," 日本視覚学会2013年冬季大会. (工学院大学アーバンティックホール, 東京)
 5. 竹市博臣, 光藤崇子, 中島祥好, 飛松省三 (2012-05-31). "多変量解析による時間知覚の脳内機序の解明: 時間同化現象の分析," 第27回日本生体磁気学会大会. (東京電機大学千住キャンパス, 東京)
 6. 中島祥好, 竹市博臣, 木寺沙紀, 上田和夫, 岸田拓也. (2012-11-3). "朗読音声と歌唱音声との因子分析," 日本基礎心理学会第31回大会. (九州大学医学部百年講堂, 福岡)
 7. Nakajima, Y., Ueda, K., Fujimaru, S., Motomura, H., Ohsaka, Y. (2012-10-12). "Acoustic correlate of phonological sonority in British English," 28th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics, Ottawa, Canada.
 8. Ueda, K., Nakajima, Y., Noguchi,

- K., Satsukawa, Y. (2012-10-12). "Perceptual roles of different frequency bands in Japanese syllable identification," 28th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics, Ottawa, Canada.
9. Mitsudo, T., Nakajima, Y., Remijn, G.B., Takeichi, H., Goto, Y., Tobimatsu, S. (2012-7-21). "Electrophysiological substrates of auditory temporal assimilation between two neighboring time intervals," 12th International Conference on Music Perception and Cognition and the 8th Triennial Conference of the European Society for the Cognitive Sciences of Music, Thessaloniki, Greece.
10. Nakajima, Y., Takeichi, H., Kidera, S., Ueda, K. (2012-7-21). "Multivariate analyses of speech signals in singing and non-singing voices," 12th International Conference on Music Perception and Cognition and the 8th Triennial Conference of the European Society for the Cognitive Sciences of Music, Thessaloniki, Greece.
11. Ueda, K., Nakajima, Y. (2012-7-21). "Comparison of factors extracted from power fluctuations in critical-band-filtered homophonic choral music," 12th International Conference on Music Perception and Cognition and the 8th Triennial Conference of the European Society for the Cognitive Sciences of Music, Thessaloniki, Greece.
12. Takeichi, H., Mitsudo, T., Nakajima, Y., Tobimatsu, S. (2012-7-21). "Electrophysiological correlates of subjective equality and inequality between neighboring time intervals," 12th International Conference on Music Perception and Cognition and the 8th Triennial Conference of the European Society for the Cognitive Sciences of Music, Thessaloniki, Greece.
13. 富松江梨佳, 中島祥好 (2012-2-5). "ランダムドット図形によって示された空虚時間と充実時間との主観的時間長の比較," 日本音響学会聴覚研究会.(那覇市 IT 創造館, 那覇)
14. Nakajima, Y., Shimada, Y., Motomura, H., Ueda, K., Seno, T. (2011-5-26). "Factor analyses of critical-band-filtered infant babbling," The 161st Meeting of the Acoustical Society of America, Seattle, Washington, USA.
- 〔図書〕(計 1 件)
中島祥好, 佐々木隆之, 上田和夫, ジエラード B. レメイン: 聴覚の文法(音響サイエンスシリーズ 8), コロナ社, 169 ページ, 2014.
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
 中島 祥好 (NAKAJIMA, Yoshitaka)
 九州大学・大学院芸術工学研究院・教授
 研究者番号: 90127267
- (2) 研究分担者
 上田 和夫 (UEDA, Kazuo)
 九州大学・大学院芸術工学研究院・准教授
 研究者番号: 80254316
- (3) 研究分担者
 竹市 博臣 (TAKEICHI, Hiroshige)
 独立行政法人理化学研究所・脳数理研究チーム・研究員
 研究者番号: 60242020
- (4) 研究分担者
 富松 江梨佳 (TOMIMATSU, Erika)
 九州大学・大学院芸術工学研究院・学術研究員
 研究者番号: 20584668