JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	視聴覚刺激を用いた時空間知覚表象の体制化に関する研究
Author(s)	宮内，良太
Citation	科学研究費補助金研究成果報告書：1-5
Issue Date	2012-06-04
Type	Research Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/10587
Rights	
Description	研究種目：若手研究（B），研究期間：2009～2011，課題番号：21730584，研究者番号：30455852，研究分野：聴覚心理学，科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

様式Ｃ－１９

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成２４年　６月　４日現在

機関番号：13302
研究種目：若手研究（Ｂ）
研究期間：2009～2011
課題番号：21730584
研究課題名（和文）視聴覚刺激を用いた時空間知覚表象の体制化に関する研究
研究課題名（英文）Spatio-temporal interdependence on auditory, visual, and audio-visual perception.

研究代表者
宮内　良太（MIYAUCHI RYOTA）
北陸先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・助教
研究者番号：30455852

研究成果の概要（和文）：
視聴覚刺激の呈示時間パターンが，その空間パターンの知覚に影響するかを心理実験で確かめた。その結果，時間パターンが変わると，同じ位置から呈示されている音の定位位置が変化することが分かった。これは，時空間情報に相互交換作用が生じることを示している。さらに，聴覚刺激と視覚刺激とで，その傾向は似ているものの，定量的なモデルは異なることが分かった。これは，モダリティに特有の時空間知覚表象の体制化過程が存在することを示している。

研究成果の概要（英文）：
To investigate what effect temporal variations in a sound/flash sequence had on the experience of spatial variations, we measured the subjective differences between two neighboring distances and subjective absolute locations when sounds/flashes were successively presented. The results demonstrated that varying the time interval affected the perceived spatial distances and location in both modalities. However, the quantitative models of spatio-temporal integration of audition and vision were different.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合　計
2009 年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2010 年度	800,000	240,000	1,040,000
2011 年度	600,000	180,000	780,000
総　計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：聴覚心理学
科研費の分科・細目：心理学・実験心理学
キーワード：実験心理学，認知科学，時空間パターン統合，視聴覚統合，聴覚的注意，Tau/Kappa 効果，マルチモーダル時空間マップ，視聴覚空間定位不斉

１．研究開始当初の背景

視聴覚統合の研究では，一つ一つの事象単位での統合を扱ったものが多い。しかし，特に聴覚においては個々の刺激ではなく継時的に呈示される複数の刺激を統合することによって知覚形成される音脈にこそ多くの情報が含まれている。これは，音楽や言語において刺激間の時間間隔をもとにしたリズム構造が一つの重要な要素となっていることからも自明である。にもかかわらず，複数刺激によって形成される一連の“時空間変化パターン”の統合という観点からマルチモーダル知覚過程を解明しようとする試みは少

ない。また，そもそも聴覚の空間知覚において空間パターンをどのように知覚的に体制化しているのかに関する基礎的なデータも不足している状況であった。

２．研究の目的

本研究の目的は，聴覚における時空間知覚表象と視覚における時空間知覚表象との違いを明らかにすることで，その統合過程について考察することである。従来の視聴覚統合の研究では，ある聴覚刺激とある視覚刺激との 1:1 の単純な統合について主に検討されてきた。そこで本課題では，複数の刺激が継時的にかつ短時間で呈示されたときに感じられる時間と空間のパターンを視覚と聴覚がそれぞれどのように知覚的に構築するのかを，心理実験によって確かめた。さらに，視覚および聴覚という異なるモダリティの時空間統合過程の違いを考察することで，時空間知覚表象の体制化メカニズムの解明を目指す。

３．研究の方法

A. 本研究では，視覚において発見されている，時空間情報の相互作用を表す Tau 効果という現象に着目する。この現象は，三つのごく短い光刺激を，右から左，もしくは左から右に経時的に呈示したときに，その呈示タイミング（時間パターン）を変化させることで，知覚される空間パターンが変化するという現象である。一方，聴覚においては，周波数パターンと時間パターンとの相互作用については，古くから研究が進んでいるが，空間パターンと時間パターンとの関係については，定量的なデータが少なかった。そこで，まず広い空間に光刺激や音刺激を同期して呈示できるスピーカアレイを構築し，音刺激においても Tau 効果のような時空間情報の相互作用が生じるかどうかを心理実験によって確かめた。

B. 次に，聴覚における時間情報と空間情報との相互作用が，知覚のどの段階で生じるのかを確かめるために，経時的に呈示された個々の音の定位位置を測定する実験を行った。この実験によって，時間情報が，空間定位という比較的低次の知覚過程に影響を与えるのか，空間パターンを構築するという高次の知覚過程に影響を与えるのかを確かめた。

C. さらに，研究計画当初には予測していなかった空間定位に関する現象が，特に視野の周辺付近に刺激を呈示したときに見られた（詳細は研究成果の項を参照）。この現象自体は，本研究の目的である時空間パターン統合と直接関係はないが，空間パターンを構築する基となる空間定位に視覚と聴覚とでずれが生じる可能性を示していた。これは，視聴覚の空間統合パターンを比較する際に大きな問題となる可能性がある。そこで，周辺視野に呈示された視覚刺激，聴覚刺激，視聴覚刺激の定位位置を詳細に測定する実験を行った。

D. A から C の実験結果を総合的に分析し，視覚と聴覚の時空間パターン統合過程を比較した。

４．研究成果
（図中の引用番号は 5 主な発表論文等の通し番号と対応する）

A. 実験では，異なる三つのスピーカから三つのごく短いピンクノイズを経時的に呈示し，二つの呈示時間間隔の比率（*t1*：*t2*）とスピーカ間隔の比率（*d_left*：*d_right*）とを様々に組み合わせて呈示した。実験参加者には，呈示スピーカ間隔の主観的な比率を判断してもらい，その比率が，時間条件や空間条件によってどのように変化するのかを測定した。その結果，音が左から右へ移動する，つまり *d_left* → *d_right* の順番に呈示される場合には，*t1* の長さが長くなるにつれて *d_right* が *d_left* よりも短く感ぜられる割合が増加する傾向がみられた。逆に，右から左へ移動する，つまり *d_right* → *d_left* の順番に呈示される場合には，*t_1* の長さが長くなるにつれてその割合が減少する傾向がみられた。これは，*d_right* を構成する音の呈示時間間隔が *d_left* のそれに比べて長いときには，*d_right* の主観的な空間距離も *d_left* のそれに比べて長くなり，逆に，*d_right* を構成する音の呈示時間間隔が *d_left* のそれに比べて短いときには，*d_right* の主観的な空間距離も *d_left* のそれに比べて短くなることを示している。これは典型的なタウ効果と同様の傾向であり，聴覚においても空間と時間との間に相互依存関係が存在することが示された［11,17］。

B. A で明らかとなった時空間情報の相互作用を詳細に検討するために，A の実験と同じ条件において，三つの音それぞれの定位位置を推定する実験を行った。その結果，最初と最後の音は，時間パターンが変化しても同じ位置に定位するが，真ん中の音の定位位置が時間パターンによって変化することが示された。聴覚においては，ある音の前後に音を呈示することで，間に呈示された音の定位位置が変化し，その結果として知覚された空間パターンと物理的な空間条件とに違いが生

じるといえる。この結果は，三つの音源の位置を知覚した後にそれらを空間パターンとして体制化する段階で時間パターンとの統合が行われるだけでなく，もっと低次の知覚過程である音源の定位知覚自体に継時的な時間情報が影響を与えるという仮説を支持するものである［8,12］。

C. A と B で得られた聴覚における時空間統合パターンと視覚における時空間統合パターンとを比較する際に問題となるのは，視覚と聴覚における空間知覚の違いである。特に今回の実験のように，視野の中心付近だけでなく周辺方向にも刺激を呈示した場合，その違いが大きくなる可能性がある。しかし，周辺視野における視覚と聴覚との定位誤差を統一的に検討した研究は少ない。そこで，周辺視野に視覚刺激，聴覚刺激，視聴覚刺激を呈示し，その水平面定位位置の関係を心理実験によって確かめた。その結果，視覚刺激は，物理的な呈示位置よりも視野の外側方向に，聴覚刺激は，物理的な呈示位置よりも視野の内側方向に誤定位することが分かった。この誤定位によって，物理的に聴覚刺激を視覚刺激よりも 5 度程度周辺方向に呈示した時に，聴覚刺激と視覚刺激とが同じ方向から呈示されていると感じられることが明らかとなった。興味深いことに，このずれの角度は，刺激の呈示偏心度が増加してもほぼ一定の値を示しており，周辺空間では，視覚空間と聴覚空間とが，全体的に同じ割合でずれていることが示唆された［1,5,6,13-16,18,19］。これは，視聴覚の空間パターンを比較する際には，単純に物理的な呈示パターンを基準とするのではなく，知覚的な定位パターンを考慮する必要性があることを示している。

D. C で得られた視覚と聴覚における定位方向の違いを考慮して，聴覚と視覚における Tau 効果の現れ方の違いについて検討した。
　視覚では，Tau 効果が生じる時空間条件に制限があり，空間的に等間隔な光刺激列を不規則な時間パターンで呈示したときに，その空間間隔も不規則に感じられる。一方，聴覚においては，不規則な空間パターンであっても，時間パターンを変化させることでその知覚が変化することが示された。これは，聴覚における時間情報の重要性が影響していると考えられる。聴覚における時空間情報の統合は，時間パターンと空間パターンとが別々に構築された後にそれらの主観的なパターンを比較，統合するのではなく，むしろ，低次の知覚過程で生ずる音列の主観的な時間間隔や音像の主観的な定位位置の情報が，時間および空間パターンの認識過程にそれぞれ同時並列的に入力されており，それらの情報は時空間パターンそれぞれの知覚形成過程の初期段階ですでに不可分な関係にあると考えられる。一方で，視覚においては低次の空間情報の形成に時間情報が必要不可欠なものではなく，完全に別々に知覚処理されており，時空間情報の相互作用が弱いと考えられる。実験結果もこの仮説を支持する傾向を示しており，時空間情報統合には，視覚と聴覚で別々のメカニズムが存在している可能性が明らかとなった。

E. 本研究では，刺激を左右に動かして呈示している。よって，刺激が動くことによって注意方向も同様に移動していると考えられる。つまり，時空間パターンの知覚を考える上で，注意の移動の効果も検討する必要がある。しかし，聴覚における空間的な注意の移動に関する研究成果は少ないため，研究期間内にこれを明らかにすることは難しいと判断し，　まずは，信号の振幅包絡の動きが注意をどのように捕捉しているのかについて追加で検討を行った。その結果，動きの方向そのものではなく，他の音との動きの違いによって，音の聴き取りやすさが向上することが明らかとなった［2-4,7,9,10,20］。これは，視聴覚の時空間パターン統合においても，視覚と聴覚の相対的なパターンの違いに注意の影響が大きく表れることを示唆している。今後は，注意が時空間パターン統合に与える影響についてさらに詳しく検討する必要がある。

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１件）
1. Miyauchi R., Kang D.-G., Iwaya Y., and Suzuki Y., Audio-visual peripheral localization disparity, i-Perception, 査読無, 2(8), (2011), 766.

〔学会発表〕（計 20 件）
1. Miyauchi R., Kang D.-G., Iwaya Y., and Suzuki Y. Robustness of audio-visual localization disparity in the peripheral fields. Acoustics 2012, May 13-18, 2012, Hong Kong Convention and Exhibition Center (Hong Kong).

2. 矢野雄大・宮内良太・鵜木祐史・赤木正人　″音信号の振幅変調成分の違いが音の聴き取りやすさに与える影響″　日本音響学会 2012 年春期研究発表会講演論文集, 2-8-8, pp. 1511-1514, 2012 年 3 月 13-15 日, 神奈川大学（神奈川）.

3. Yano, Y., Miyauchi, R., Unoki, M., and Akagi, M. Study on detectability of

signals by utilizing differences in the amplitude modulation of the signals. Proc. of 2012 RISP International workshop on Nonlinear Circuits and Signal Processing, pp.611-614, March 4-6, 2012, Waikiki Beach Marriott Resort & Spa (Hawaii, U.S.A.).

4. 矢野雄大・宮内良太・鵜木祐史・赤木正人 ″振幅変調成分の動きの知覚と検出に関する研究″ 日本音響学会聴覚研究会資料, 42(1), 59-64, 2012 年 2 月 4-5 日, 那覇市 IT 創造館 (沖縄).

5. 宮内良太・姜大基・岩谷幸雄・鈴木陽一 ″聴覚と視覚における定位誤差の違い″ 日本音響学会聴覚研究会資料, 41(9), 657-662, 2011 年 12 月 10-11 日, 熊本県立大学 (熊本).

6. Miyauchi, R., Kang, D.-G., Iwaya, Y., and Suzuki, Y. Audio-visual peripheral localization disparity. Proc. of 12th International Multisensory Research Forum, pp.32, October 17-20, 2011, Across Fukuoka (Fukuoka, Japan).

7. 矢野雄大・宮内良太・鵜木祐史・赤木正人 ″目的音と背景音の振幅包絡の動きの違いが目的音の検知されやすさに与える影響″ 平成 23 年度電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集, G-5, 2011 年 9 月 17-18 日, 福井大学 (福井) (日本音響学会北陸支部優秀論文発表賞受賞).

8. 宮内良太・岩谷幸雄・鈴木陽一 ″音脈の時間パターンが音の定位知覚に及ぼす影響″ 日本音響学会 2011 年春期研究発表会講演論文集, pp.513-516, 1-6-10, 2011 年 3 月 9-11 日, 早稲田大学 (東京都).

9. 矢野雄大・宮内良太・鵜木祐史・赤木正人 ″背景音に対する目的音の振幅包絡の動きの違いが目的音検知に与える影響″ 日本音響学会 2011 年春期研究発表会講演論文集, pp.561-564, 3-P-18, 2011 年 3 月 9-11 日, 早稲田大学 (東京都).

10. Yano, Y., Miyauchi, R., Unoki, M., and Akagi, M. Study on detectability of target signal by utilizing differences between movements in temporal envelopes of target and background signals. Proc. of 2011 RISP International workshop on Nonlinear Circuits and Signal Processing (NCSP11), pp.231-234, March 1-3, 2011, Tianjin SaiXiang Hotel (Tianjin, China).

11. 宮内良太・岩谷幸雄・鈴木陽一 ″聴覚のタウ効果が生じる音脈の時間パターンに関する検討″ 日本音響学会聴覚研究会資料, 41(1), 13-18, 2011 年 2 月 18-19 日, 愛媛大学 (愛媛).

12. Miyauchi, R., Iwaya, Y., and Suzuki, Y. Interdependence between temporal and ambient spatial variations of a successive sound sequence. Proc. of 20th International Congress on Acoustics, p455, 1-5, August 23-27, 2010, Sydney Convention Center (Sydney, Australia).

13. 姜大基・宮内良太・岩谷幸雄・鈴木陽一 ″視聴覚刺激の空間的な不整合に単一モダリティの定位精度が及ぼす影響″ 平成 22 年度電気関係学会東北支部連合大会, 2F05, 2010 年 8 月 26-27 日, 八戸工業大学 (青森).

14. Kang, D.-G., Miyauchi, R., Iwaya, Y., and Suzuki, Y. Audio-visual peripheral localization disparity in the median plane. Proc. of 11th International Multisensory Research Forum (IMRF), pp.58-59, Jun 16-19, 2010, University of Liverpool (Liverpool, UK).

15. 姜大基・宮内良太・岩谷幸雄・鈴木陽一 ″視野全体における視聴覚の空間知覚特性と頭部運動との関連性″ 第 356 回音響工学研究会, 2010 年 3 月 3 日, 東北大学 (宮城).

16. Miyauchi, R., Kang, D.-G., Iwaya, Y., and Suzuki, Y. New phenomenon relating to audio-visual interaction in a peripheral visual field. Proc. of 10th Western Pacific Acoustics Conference, CD-ROM, Paper no. 0186, 21-23 September, 2009, Beijing Friendship Hotel (Beijing, China), (Invited paper).

17. Miyauchi, R., Iwaya, Y., and Suzuki, Y. The effect of temporal variation of successive sound sequence on the experience of its ambient auditory spatial variation. Proc. of 10th Western Pacific Acoustics Conference, CD-ROM, Paper no. 0044, 21-23 September, 2009, Beijing Friendship Hotel (Beijing, China).

18. Kang, D.-G., Miyauchi, R., Iwaya, Y., and Suzuki, Y. Different audio-visual spatial coherence judgment in the central and peripheral visual field. Proc. of 10th Western Pacific Acoustics Conference, CD-ROM, Paper no. 0055, 21-23 September 2009, Beijing Friendship Hotel (Beijing, China).

19. 姜大基・宮内良太・岩谷幸雄・鈴木陽一 ″周辺視野における視聴覚刺激の空間的な整合性″ 日本音響学会 2009 年秋期研究発表会講演論文集, pp.541-544, 2009 年 9 月 15-17 日, 福島大学（福島).

20. 藤井真治・宮内良太・岩谷幸雄・鈴木陽一 ″先行する視覚刺激による聴覚の時間順序判断の変化″ 平成 21 年度電気関係学会東北支部連合大会, 2009 年 8 月 20-21 日, 東北文化学園大学（宮城).

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕
○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕
ホームページ等
http://www.jaist.ac.jp/profiles/info.php?profile_id=539&syozoku=12&p=kekka2

６．研究組織
(1)研究代表者
宮内　良太（MIYAUCHI RYOTA）
北陸先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・助教
研究者番号：30455852