

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25年 5月23日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2012

課題番号：21330169

研究課題名（和文） 複雑な実環境で形成される知覚－行動系の実験的研究

研究課題名（英文） Experimental study of perception-action systems in real, complex environments

研究代表者

森 周司 (MORI SHUJI)

九州大学・システム情報科学研究院・情報学部門

研究者番号：10239600

研究成果の概要（和文）：本研究課題では複雑な実環境で形成されるヒトの知覚－行動系の実験的研究を行った。具体的には、スポーツ選手の専門的知覚、歩行中の空間認知、音楽家の第二言語習得能力を検討した。その結果、スポーツ選手は一般人と比べプレーの予測に優れていること、狭い隙間を通過する際の歩行は空間認知の左右差を反映すること、音楽家は非音楽家に比べ母国語のみならず第二言語の音声認知でも優れていること、を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：In this project, we conducted experimental studies on human perception-action systems developed in real complex environments. Specifically we investigated expertise perception in sport, spatial cognition during walking, and musician's ability to learn second language. Our research revealed: expert sport players are superior to non-players in anticipating forthcoming plays; walking through a narrow aperture reflects laterality in spatial cognition; musicians are better than non-musician in speech recognition of their second language as well as native language.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	6,400,000	1,920,000	8,320,000
2010年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2011年度	2,800,000	840,000	3,640,000
2012年度	3,500,000	1,050,000	4,550,000
総計	14,500,000	4,350,000	18,850,000

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：知覚－行動系、実環境、スポーツ、歩行、第二言語

1. 研究開始当初の背景

ヒトの知覚の重要な性質の一つに、環境への適応がある。私達を取り巻く実環境は極めて複雑でダイナミックであり、私達が身体を少し動かすだけで環境からの感覚入力は大きく変化する。ヒトの知覚系は、複雑な実環境に長い時間をかけて適応し、その中で効率

的に機能するようになる（樋口，2008；森，2005）また実環境において、知覚はそれだけで完結しない。知覚には適切な行動を導く役割がある。一方、私達が環境内で適切に行動するために、行動の方が知覚系の情報入力や処理を規定することもある。このような知覚と行動の循環的關係は、知覚と行動を独立し

た系として考えるのではなく、2つが一体化した系、即ち知覚-行動系、と見なした方が良いことを示唆する。

このような知覚-行動系の考え方は Berkeley (1709)の「視覚新論」まで遡る。その後、Holst (1950, 1954)や Held (1961)は遠心性運動指令のコピー (efference copy) と知覚の関係をモデル化し、J. J. Gibson (1950, 1979)は、光学的流動性 (optical flow) やアフォーダンスの概念を通して、複雑な実環境での知覚に関する理論体系を確立した。最近では身体を媒介した環境の認知が注目されており、そのような認知活動は身体性認知 (embodied cognition) と呼ばれている。

しかし、従来の知覚心理学では、実環境での知覚-行動系が実験的研究の主たる対象にはならなかった。その主な原因は、実環境での複雑でダイナミックな感覚入力を実験室で再現することが困難であったこと、身体運動や行動を伴う状況での実験方法が確立されていなかったこと、である。しかし、近來の映像や情報技術の発達と、身体運動科学やスポーツ科学など関連領域との交流により、実環境での知覚-行動系を実験的に検討する準備が整ってきた

研究代表者の森、分担者の樋口と積山はそれぞれ知覚-行動系に関する先駆的な研究を行ってきた。森はスポーツ選手のプレーに必須な知覚機能を心理物理学的測定法により定量的に検討することを主張し、そのような研究アプローチをスポーツ心理物理学と名づけた (Mori, 1999)。このスポーツ心理物理学の研究に対して森は平成13年度から科学研究費の補助を受け、成果を挙げてきた (Mori, 2004; 森, 2005; Mori & Yoshitomi, 2007; Seya & Mori, 2007)。樋口は歩行における空間認知を知覚心理学及び身体運動科学の手法で検討しており、歩行者のボディイメージが装具や車椅子の使用によって変容することを明らかにしてきた (Higuchi, 2007ab, 2008)。積山は音声認知の視聴覚情報処理の研究 (Sekiyama & Burnham, 2004, 2005, 2007, 2008) に加え、空間認知やボディイメージの研究を行ってきた (Sekiyama, 2006; Sekiyama & Kinoshita, 2007)。海外共同研究者の Müller, Maloney, 貞方もそれぞれ作業環境への心理物理学の応用 (Müller, 2004, 2007, 2008)、空間認知と知覚-運動系 (Maloney, 2007, 2008)、音楽認知 (Sadakata, 2007, 2008) の研究を精力的に行ってきた。

本研究課題の構想は、2004年から2008年にかけて開かれた国際学会のワークショップ (International Congress of Psychology, 2004, 2008; Satellite Workshop of 23rd Annual Meeting of International

Psychology, 2007) に由来している。いずれも「複雑な環境における知覚と行動」がテーマであり、森と Müller は2004年から参加し、樋口、Maloney、貞方は2007年から参加した。その中で互いの研究発表を聴講し、積山も交えて議論を行う中で、それぞれの専門性を活かして共同研究を行うことが有意義であるという結論に達した。

2. 研究の目的

本研究課題の目的は、複雑な実環境で形成されるヒトの知覚-行動系の適応的機能やメカニズムを実験的に明らかにすることである。具体的には以下の3つの研究テーマを設定した。

(1) スポーツにおける予測及び主観的運動強度の定量的評価

心理物理学的測定法を用いて、スポーツ選手の予測と主観的運動強度 (しんどさ) を測定する。予測についてはボールの進行方向や対戦相手の動きを予測する時点やその空間手がかりを同定する。主観的運動強度については、主観的運動強度を定量的に測定するための尺度開発を行う。

(2) 歩行中の空間認知における左右差の分析

狭い隙間を通過する際の接触の左右差の分析から、歩行中の空間認知を検討する。実験では接触に影響を及ぼす運動学的要因や身体要因を統制した上で、接触の左右差が空間認知を反映しているかどうかを明らかにする。

(3) 音楽家の第二言語習得能力の検討

音楽家は外国語の習得に秀でていているという仮説を、外国語音声認知と発話 (模倣) 実験で検証する。そのため、日本とオランダで課題や条件を合わせた実験を行い、それぞれの国の音楽家が、一般人と比べ、他方の国の言語を認知し模倣する能力が高いか検討する。さらには課題遂行時の脳波も測定し、脳内情報処理の観点からも長期的な音楽訓練の影響を明らかにする。

以上3つのテーマを研究代表者 (森) と研究分担者 (樋口、積山) で分担し、海外研究協力者 (F. Müller, L. Maloney, 貞方マキ子) と共同して研究を遂行する。

3. 研究の方法

(1) スポーツにおける予測及び主観的運動強度の定量的評価

予測の研究では、ラグビー、サッカー、バレーボールの選手を対象に、時間的遮蔽法、空間的遮蔽法、反応時間課題による実験を行う。また課題中の眼球運動も測定する。その結果を、それらのスポーツを専門的に訓練した経験がない一般人と比較し、選手と一般人の結果が有意に異なる予測時点および空間

的部位を特定する。主観的運動強度については、Müller が開発した Psychische Anspannung (以降 PA) 尺度の日本語版を作成し、日本人における心身の負担を定量的に測定する。

(2) 歩行中の空間認知における左右差の分析

実験参加者には2枚のドアの隙間を通過させ、通過中及びその前後の身体運動を3次元動作解析カメラで記録する。隙間を通過する足と隙間に接触する左右体側の関係、線分二等分課題で観察される擬似的な無視との関係、隙間の通過幅や通過前の幅の変更による身体運動の変化などを検討する。

(3) 音楽家の第二言語習得能力の検討

音楽家の第二言語習得能力について、日本とオランダで検討する。日本語特有及びオランダ語特有の音響特徴を持つ刺激を用いて知覚弁別や単語認知実験を行い、それぞれの母語話者内の音楽訓練経験者と未経験者の成績を比較する。またこれらの行動実験で音楽訓練経験者と未経験者に顕著な差を生じた刺激に対する脳波を測定し、音楽訓練経験が第二言語習得能力に及ぼす効果を脳機能からも検証する。

4. 研究成果

(1) スポーツにおける予測及び主観的運動強度の定量的評価

ラグビー選手のサイドステップに関する予測を時間的・空間的遮蔽課題、反応時間課題、眼球運動測定で検討したところ、選手はサイドステップを一般人より速く予測すること、また体幹の動きを予測の手がかりとして用いることが分かった (Mori & Shimada, 2013)。バレーボール選手の相手スパイクとフェイントに関する予測正答率を信号検出理論で分析したところ、選手は一般人よりも速い時点でスパイクと判断することが分かった (Takeyama & Mori, 2011)。テニスストロークの予測についても同様の結果が得られた。

主観的運動強度については、PA 尺度を日本語訳し、Müller と同じ手続きで日本人の心身の負担を測定したところ、ドイツ人とほぼ同一の結果が得られた (Müller, Kakarot, Sakaki, & Mori, 2012)。

(2) 歩行中の空間認知における左右差の分析

右足で隙間を通過することによる重心の移動の可能性を排除して歩行軌道を分析したところ、少なくとも一部の参加者は通過する足以外の要因で隙間の右側を通過しやすいこと、歩行軌道は注意がむけられた方向とは逆方向にシフトすることが明らかとなった。また、右利き目者の場合、利き目を遮蔽

した場合に歩行が利き目と逆である左側に偏寄し、歩行課題と空間二等分課題の結果の間に有意な正の相関がみられた。左利き目者では、利き目遮蔽による影響は見られず、歩行課題と空間二等分課題の間に有意な相関はなかった。以上の結果から、左利き目者の歩行中の空間認知は、上肢動作中になされる空間認知とは異なることが示唆された

(Fujikake, Higuchi, Imanaka, & Maloney, 2011)。隙間通過の際に体幹の回旋角度を分析したところ、回旋角度の調整自体はあらゆる“身体+モノ”の条件において必要最小限の空間マージンを作り出せるように、回旋角度を調節していることが明らかになった (Higuchi, Seya, & Imanaka, 2012)。

(3) 音楽家の第二言語習得能力の検討

オランダ語と日本語を言語素材とし、弁別実験では単語をモーフィングにより段階的に変化させた合成音刺激と元の刺激の異動判断を求め、同定実験では2つの単語を学習させた後、テスト刺激が記憶した2つの単語のどちらと同じ音韻を含むかを判断させた。その結果、音楽経験者の方が非経験者よりも正答率が優れる場合が多く、それは外国語に限らず母国語でもみられ、日本語の促音の有無の対立に関して顕著であった (Sadakata & Sekiyama, 2011)。日本語の促音に関して、日本語母語者とオランダ語母語者の音声知覚特性を行動実験と EEG 実験で検討した。その結果、音楽家と非音楽家の違いはほとんど見出せなかったが、日本語母語者では促音中に無音部が存在するか否かにかかわらず促音を「無音の一拍」としてとらえる傾向があり、オランダ語母語者では促音中の無音部の有無をより正確にとらえることが分かった (Sadakata, Shingai, Brandmeyer, & Sekiyama, 2012)。また、日本語の促音「っ」を含む語を聞いているときの日本語母語者と非母語者 (英語母語者) の脳活動を ERP 実験で比較し、知覚的な分節化に母語がどのように影響しているかを調べた。その結果、/assu/への ERP 波形は両群で明らかに異なっていた。ERP 波形を線形モデルにより分解したところ、/s/部分への重みが日本語母語者では非母語者よりも有意に弱いことが分かった。

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50件)

- ① Mori, S., Shimada, T., Expert anticipation from deceptive action Attention, Perception, & Psychophysics, 査読有, Vol. 75, 2013, pp. 751-770.

- DOI 10.3758/s13414-013-0435-z
- ② Fujikake, H., Higuchi, T., Imanaka, K., Maloney, L. T., Directional bias in the body while walking through a doorway: its association with attentional and motor factors, *Experimental Brain Research*, 査読有, Vol.210, 2011, pp.195-206.
DOI 10.1007/s00221-011-2621-3
- ③ Sadakata, M., Sekiyama, K., Enhanced perception of various linguistic features by musicians: A cross-linguistic study, *Acta Psychologica*, 査読有, Vol.138, 2011, pp.1-10.
DOI :10.1016/j.actpsy.2011.03.007

[学会発表] (計84件)

- ① Sadakata, M., Shingai, M., Brandmeyer, A., Sekiyama, K., Perception of the mora ic obstruent /Q/: a cross-linguistic study, The Annual Conference of the International Speech Communication Association (Interspeech 2012) September 11, 2012, Portland, USA.
- ② Müller, F., Kakarot, N., Sakaki, Y., Mori, S., Quantifying mental strain in German and Japanese students via Category-Partitioning-Scaling, 2012 Concluding Symposium of Perception and Action Project, August 3, 2012, Neijmegen, the Netherlands.
- ③ Higuchi, T., Fujikake, H., Directional bias in the body while walking through a doorway - their association with attentional and motor factors, *International Society for Posture and Gait*, June 25, 2012, Trondheim, Norway.
- ④ Takeyama, T., Mori, S., Temporal change in response bias observed in expert anticipation of volleyball spikes, 27th Annual Meeting of International Society for Psychophysics, October 25, 2011, Raanana, Israel.

[図書] (計10件)

- ① 樋口 貴広, 三輪書店, 運動支援の心理学—知覚・認知を活かす, 2013.
- ② Yoshioka, T., Mori, S., Matsuki, T., Uekusa, O., Ashgate Publishing Ltd., Stochastic change in driver's reaction time with arousal state, In L. Dorn & M. Sullman (Eds.) *Advances in Traffic Psychology*, 2012,

pp.261-268.

- ③ Sekiyama, K., Sakamoto, S., Tanaka, A., Tamura, S., Ishi, C., AVSP2010 Organizing Committee, Proceedings of the 9th International Conference on Auditory-Visual Speech Processing, 2010, 205.

[その他]

ホームページ等

- ・ 科研情報公開ページ

<http://cog.inf.kyushu-u.ac.jp/~mori/PerceptionAction/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森 周司 (MORI SHUJI)

九州大学・システム情報科学研究所・教授
研究者番号: 10239600

(2) 研究分担者

積山 薫 (SEKIYAMA KAORU)

熊本大学・文学部・教授

研究者番号: 70216539

樋口 貴広 (HIGUCHI TAKAHIRO)

首都大学東京・大学院人間健康科学研究科・准教授

研究者番号: 30433171