

機関番号：11301

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21700234

研究課題名 (和文) 異種感覚情報による手の操作機構

研究課題名 (英文) Mechanisms for hand manipulation based on multisensory information

研究代表者

松宮 一道 (MATSUMIYA KAZUMICHI)

東北大学・電気通信研究所・助教

研究者番号：90395103

研究成果の概要 (和文)：本研究では、手の操作における視覚・体性感覚の異種感覚情報のダイナミックな処理機構の解明を目標であった。コンピュータグラフィックスで作成された手（バーチャルハンド）を被験者に提示し、そのバーチャルハンドが、見えないように隠された被験者の手と同期して動く状況において、手による物体操作時の視覚運動残効を計測した。その結果、物体操作時に提示されたバーチャルハンドをあたかも自分の手であるように感じたときに、視覚運動残効が増大することが明らかになった。この結果は、自己の手の所有感覚が運動視処理機構に関与していることを示唆しており、近年生理学的研究により指摘されている身体部位を中心とする空間視システムの存在を心理物理学的な証拠として提示した点で本研究は重要な意義がある。また、本研究に関連する歩行時の視覚と体性感覚の協調性についても研究を行い、迂回行動時の障害物回避に利用される視覚手がかりとしてオプティックフローが利用されることを実験的に示すことに成功した。

研究成果の概要 (英文)：The purpose of the present study was to clarify the mechanisms for hand manipulation based on the dynamics of visuo-somatosensory information. Observers saw a virtual hand created by a computer graphics, and the virtual hand moved synchronously with the observer's hidden real hand. We measured a visual motion aftereffect in this situation. As a result, we found that the magnitude of the visual motion aftereffect enhances when the observers feel as if the virtual hand is their own hand. This result suggests that the sense of ownership of a seen hand is closely related to the visual motion mechanism. Recent monkey neurophysiological studies propose that there exists the spatial vision system that is represented in body-part-centered coordinates. Our human psychophysical results support this hypothesis. Furthermore, we investigated how visual information coordinates with somatosensory information during walking. We found that the brain uses optic flow, not visual egocentric direction, to avoid an obstacle during walking. This experiment provides a new way to separate visual cues for the control of locomotion during obstacle avoidance.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	3,100,000	930,000	4,030,000
2010 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング
 キーワード：感性認知科学

1. 研究開始当初の背景

我々は、日常、手を使って様々な作業を行っているが、作業を施している対象物と手の相対的な動きや位置に関する視覚情報だけでなく、体性感覚情報（触覚と自己受容感覚）も使って、精細に手の操作を行う。例えば、コンピュータのマウス操作において、マウス本体を動かしたときの体性感覚情報と画面上のマウスポインタによる視覚情報の間に動きの不一致や遅延があると、マウス操作に違和感が生じる。このような日常経験は、視覚と体性感覚という異種感覚の動き情報が我々の脳内で協調的に働いていることを強く示唆している。しかし、これまで視覚と体性感覚による手の操作機構に関する研究は多くの場合、別々に研究されてきたため^{1,2)}、これらの異種感覚情報がどのように統合されて手の操作に至るのかに関する解明はほとんど進んでいない。

2. 研究の目的

本研究では、視覚と体性感覚（触覚・自己受容感覚）により手の動きを制御するダイナミックなメカニズムを心理物理実験により明らかにする。また、手の操作における異種感覚統合の研究が成熟に至っていない理由の一つに、研究手法の未発達が指摘できる。本研究では、仮想物体の力覚情報と視覚情報を独立して制御・提示できる実験手法を開発するとともに、時空間周波数を操作できる縞状の動き刺激を用いて異種感覚の相互作用が手の動きに与える影響を詳細に検証する実験手法を新しく開発する。

3. 研究の方法

実験装置としては、力覚提示装置を用いる。この装置は、ロボットアーム（製品名：PHANTOM）により力覚を提示するように構成されている。被験者は、アームの先端をペンを持つように手でつかむことで仮想物体の体性感覚（触覚・自己受容感覚）を得ることができる。また、ディスプレイに表示される視覚刺激はハーフミラーで反射させることで視覚と体性感覚で得られる動き刺激の3次元空間位置を一致させることができる。

4. 研究成果

(1) 運動残効の持続時間を計測することで、異なった2つの運動視処理機構を発見した。1つは、低時間周波数および高空間周波数に選択性を持つ遅い速度の検出機構、もう一つは、高時間周波数および低空間周波数に選択性を持つ速い速度の検出機構であることを明らかにし

た(図1)。

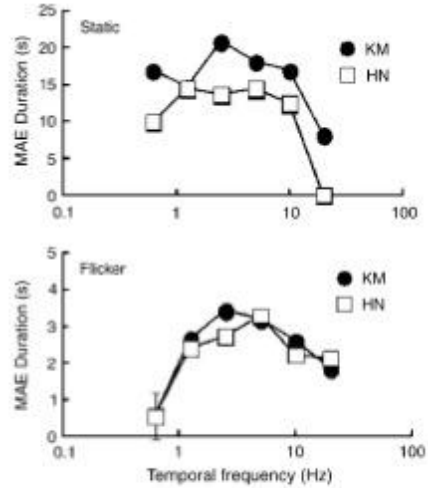


図1. 運動残効の持続時間

(2) 手のリーチング運動が無意識に視覚対象の影響を受けることが示され、その効果は1次元表象だけでなく2次元表象にも拡張できることを示した(図2, 3)。

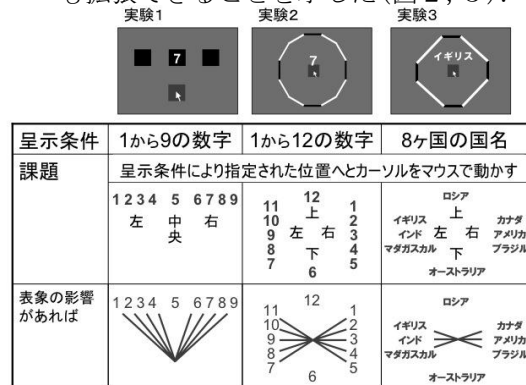


図2. 実験条件と課題

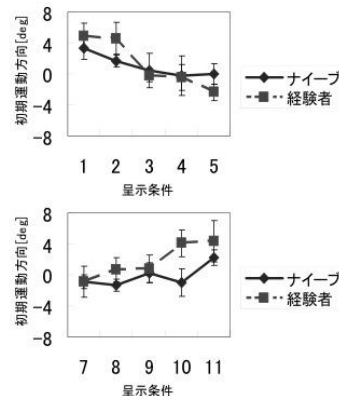


図3. 行動に関連のない視覚刺激(数字)の呈示に依存する手の運動方向の結果

(3) 本研究に関連する歩行時の視覚と体性感覚の協調性についても研究を行い、迂回行動時の障害物回避に利用される視

覚手がかりとしてオプティックフローが利用されることを実験的に示すことに成功した(図4).

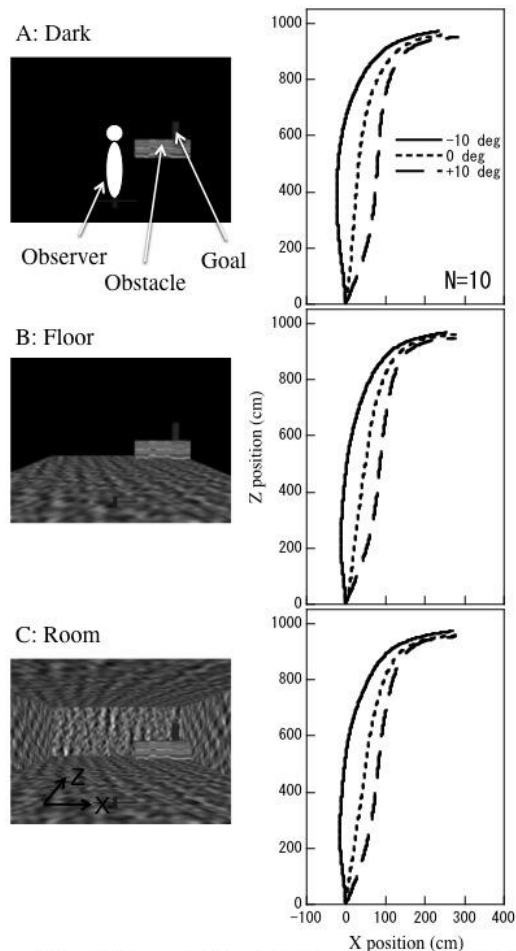


図4. オプティックフローに依存した歩行軌跡の変化

(4) コンピュータグラフィックスで作成された手(バーチャルハンド)を被験者に提示し、そのバーチャルハンドが見えないように隠された被験者の手と同期して動く状況において、手による物体操作時の視覚運動残効を計測した。その結果、物体操作時に提示されたバーチャルハンドをあたかも自分の手であるように感じたときに、視覚運動残効が増大することが明らかになった。

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4件)

1. 松宮一道, 安藤広志: 視覚情報と体性感覚情報の不一致による迂回行動時の身体制御に用いられる視覚手がかりの分離, 基礎心理学研究, 査読有, 30(1), 印刷中, 2011.
2. 山崎隆紀, 松宮一道, 栗木一郎, 塩入 諭: ポインティング課題における空間表象の位置情報の影響, VISION, 査読有, 22(3),

149-163, 2010.

3. 松宮一道, 佐藤雅之, 塩入 諭: サッカーボール時のランドマーク効果におけるコントラスト依存性, 映像情報メディア学会技術報告, 査読無, 34(40), 99-102, 2010.
4. Shioiri, S, Matsumiya, K: Motion mechanisms with different spatiotemporal characteristics identified by an MAE technique with superimposed gratings. Journal of Vision, 査読有, 9(5):30, 1-15, 2009.

[学会発表] (計14件)

1. 松宮一道, 佐藤雅之, 塩入 諭: サッカーボール時の変位知覚における過渡信号の役割, 日本視覚学会, 2011年1月19-21日, 東京都・工学院大学
2. 塩入 諭, 松原和也, 松宮一道: エネルギーモデルから見た両眼間速度差奥行運動と両眼視差奥行運動, 日本視覚学会, 2011年1月19-21日, 東京都・工学院大学
3. 松宮一道, 塩入 諭: 低次運動視処理機構における触覚統合, 第二回多感覚研究会, 2010年12月4日, 仙台市・東北大学
4. 松宮一道: 見ている手の所有感覚によって増大する視覚運動残効, 生理学研究所研究会「認知神経科学の先端 身体性の脳内メカニズム」, 2010年10月22-23日, 岡崎市・生理学研究所
5. 陳 智翔, 松宮一道, 栗木一郎, 塩入 諭: 両眼間速度差検出メカニズムの空間周波数選択性, 日本視覚学会, 2010年8月2-3日, 神奈川県・東京工業大学すずかけ台キャンパス
6. Harada, T., Shioiri, S., Kuriki, I., and Matsumiya, K: Spatiotemporal characteristics of fast and slow motion detectors. Asia-Pacific Conference on Vision, 2010年7月23-26日, 台北, 台湾
7. Shioiri, S. and Matsumiya, K: Comparing the static and flicker MAEs with a cancellation technique in adaptation stimuli. Vision Sciences Society, 2010年5月7-12日, フロリダ, 米国
8. 松宮一道: 追従眼球運動と運動知覚, 日本認知科学会「パターン認識と知覚モデル」研究分科会, 2010年3月5日, 東京都・産業技術総合研究所臨海副都心センター(招待講演)
9. 山崎隆紀, 松宮一道, 栗木一郎, 塩入 諭: 視覚表象と運動表象の比較2, 日本視覚学会, 2010年1月20-22日, 東京都・工学院大学
10. 松宮一道, 安藤広志: オプティックフロー処理における物体運動成分と自己運動成分の分解, 日本視覚学会, 2009年7月21-23日, 京都市・京都工芸繊維大学
11. 山崎隆紀, 塩入 諭, 栗木一郎, 松宮一道:

指差し課題への空間表象の影響，日本視覚学会，2009年7月21-23日，京都市・京都工芸繊維大学

12. 山崎隆紀，塩入 諭，栗木一郎，松宮一道：視覚表象と運動表象の比較，日本視覚学会，2009年7月21-23日，京都市・京都工芸繊維大学
13. 塩入 諭，松宮一道：順応打ち消し法による運動残効特性の評価，日本視覚学会，2009年7月21-23日，京都市・京都工芸繊維大学
14. 松宮一道：運動視における身体情報の影響，生理学研究所研究会「視知覚研究の融合を目指して－生理，心理物理，計算論」，2009年6月19日，岡崎市・生理学研究所（招待講演）

〔図書〕（計1件）

1. 松宮一道：映像情報メディア工学大事典（「4章 11節 視覚と体性感覚」の執筆を担当），オーム社，2010年，基礎編 p.61-63

〔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.riec.tohoku.ac.jp/~kmat>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松宮 一道 (MATSUMIYA KAZUMICHI)

東北大学・電気通信研究所・助教

研究者番号：90395103