

機関番号：82626

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21700300

研究課題名（和文） 操作行動による視空間知覚の変容過程の解明

研究課題名（英文） Effects of manual behavior on visual perception

研究代表者

梅村 浩之（UMEMURA HIROYUKI）

独立行政法人産業技術総合研究所・健康工学研究部門・研究員

研究者番号：10356587

研究成果の概要（和文）：

本研究では網膜外情報と視覚情報の統合過程を検討するために、力覚と視覚情報の統合について実験を行った。力覚と視覚情報の統合研究では、操作している位置と画面内での位置が一致する装置において、被験者には力覚呈示装置のスタイラスを通じた力覚（反発・牽引）と視覚運動情報（凸・凹）が同時に与えられた。一方、能動条件では自ら生成するスタイラスの操作に連動して視覚情報が変化した。その結果、受動的に力覚情報が与えられたときには力覚情報の示す方向へ奥行き知覚は変化を受けたが、能動的に変形させたときには力覚情報は視覚に影響を与えなかった。これらの結果は多感覚の統合における及び予測の関与の重要性を示していると考えられる。

研究成果の概要（英文）：

In this study, I examined the integration of extra-retinal information and visual information. For the purpose, I conducted experiments on the integration of force and visual information. In experiments, I used an apparatus in which positions in a simulated 3-D space and a position of a stylus of a force-feedback device was accorded. In 'passive' condition, subjects required to touch the center of a square in the visual display by the cursor. Then the square stereoscopically protruded toward subjects or dented. At the same time, the force toward or away from subject was given to the stylus. While in the 'active' condition, the subjects themselves push or pull the stylus and the surface was synchronously deformed. The results showed that the perceived depth was biased to the direction of forces given to the stylus. This effect was not observed when subjects actively moved the stylus. These results suggest that information about force would affect the visual perception when subjects do not have expectations about following visual scenes.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
総計	3,400,000	1020,000	4,420,000

研究分野：認知科学

科研費の分科・細目：情報学・認知科学

キーワード：認知科学，バーチャルリアリティ，視知覚，操作

## 1. 研究開始当初の背景

Berkeley は視空間知覚の成立には身体的

な行為経験との連合が欠かせないという説を展開した。彼のこの考えは視覚研究におい

て環境と生体のダイナミックな相互作用に基づいた視点が必要であることを強調するものであり、身体・知覚・行為を同時に扱うべき事柄であるとする Gibson による生態光学や、Neisser における身体と環境が互いに影響しあうことにより認知プロセスが創発されていくとする側面をより重視した「身体化による認知 (embodied cognition)」などにも見られる重要な視点であり、近年、力覚提示装置などのインターフェースの発展に伴い、触覚研究や次に詳述する自己運動が視覚系に与える影響研究などを通して、この考えは再び注目を集めている。

自己運動が視覚系に与える影響についての研究は、環境と生体のダイナミックな相互作用を考慮した視覚系の変容過程を解明する上で欠かすことができない重要な側面を複数持っている。一つは網膜外情報が視覚系についてどのように用いられているかという側面である。これは頭部回転や眼球運動などの身体運動は視覚系にとってノイズとなる一方で、その移動自体が計画に基づいて行われているものであれば、その信号をむしろ手がかりとすることができるのではないかというものである。実際、三次元空間の知覚において、人間は網膜信号のみに基づいて外界の復元を行っているのではないことがこれまでに報告されており、両眼の輻輳からの遠心性・求心性の信号や頭部を動かして運動視差を生じさせる際の頭部運動情報などが網膜信号以外の情報として利用されていると考えられている。

もう一つは成人におけるこれら網膜外情報の関与の変化という側面である。これはまさしく Berkeley の視知覚の成立における身体的な行為経験の関与を明らかにするものである。Umemura (2009) はこれまでの研究においてタッチパネルを介した 3DCG 空間内の移動 (視点移動) において、その操作による移動を繰り返し行うことにより、インターフェース操作においても頭部運動などと同様に、操作による移動を予測する方向へ被験者の知覚が変容することを報告している (Umemura, H. and Watanabe, H., Vision Res, 2009)。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、これらの先行研究をふまえた上で、この操作プロセスと三次元空間の知覚の変容における諸特性について詳細に調査することにより、身体的な行為経験との関係から視覚プロセスを明らかにすることである。特に CG と操作インターフェースにおいて、自分がバーチャルな物体に関与しているという位置の一致性が視覚情報処理過程に与える影響についての検討、及び視点移動による背景運動と物体運動の切り分け

(flow parsing) について検討を行った。

## 3. 研究の方法

### (1) 力覚と視覚情報の統合

申請者は先行研究において視点移動に関連して操作-視覚のインタラクションが成立することを示しているが、その一方で物体変形についてはこれを示すデータが得られていない。その理由として実際に変形させているという操作感が少なかったためではないかという仮説の元、より対象に働きかけている臨場感を高めたセッティングで再度検討を行った。具体的には立体メガネ、力覚提示装置及び鏡を用いて、操作している位置と画面内での位置が一致するような装置を作成し、この仮想環境に面を提示した。被験者が力覚提示装置のスタイラスを用いてこれにタッチすると、力覚 (反発 (push)・牽引 (pull)) と視覚運動情報 (凸・凹) が同時に提示された (受動条件)、もしくは自ら能動的に行うスタイラスの押し込み、引き出しに連動した視覚情報が与えられた (能動条件)。被験者は視覚的に凸に見えたか、凹に見えたかを回答した。また、力覚提示装置と画面の位置関係について、1) 一致条件、2) 不一致条件、3) 別物体条件の3条件を用意した (図1)。ここで別物体条件とは異なるオブジェクトにタッチすることで一致・不一致条件と同じ刺激が与えられる条件である。

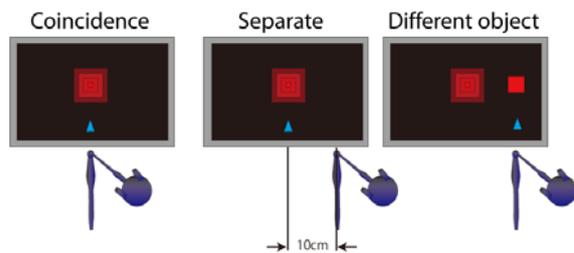


図1：力覚-視覚実験における画面と力覚提示装置の位置関係。

### (2) 視点移動による背景運動と物体運動の切り分け

視点が移動すると、それに伴い背景が移動するが、このときに物体の移動と背景の移動をどのように切り分けているのだろうか？ Flow parsing 実験ではこの問題に対して、奥行き運動を含む左右方向への背景運動と、奥行き運動を含まない物体移動を組み合わせるとき、物体運動の切り分けに視覚系が失敗し、物体運動に奥行き成分を知覚する現象 (奥行き方向への Motion Capture) を利用して、この Motion capture の成立条件について検討をした。

具体的には背景の移動と物体の移動の成

分の組み合わせを複数用意し（図2）、それぞれの組み合わせにおける奥行き方向の知覚の度合いを5段階で評価してもらった。

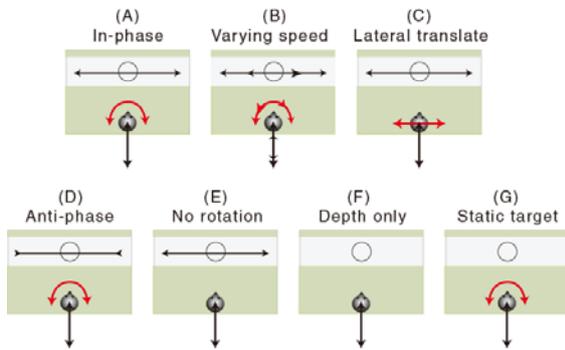


図2：Flow parsing 実験の各条件における物体移動と背景移動（視点移動）の組み合わせ。Varying speed 条件では背景と物体は左右に運動して動くが、その動きはなめらかさを欠いた。Anti-phase 条件では背景と物体の運動方向は逆であった。

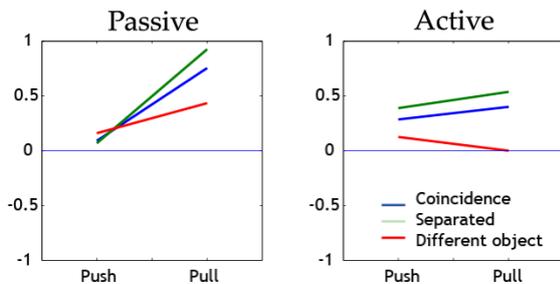


図3：力覚－視覚実験における主観的に奥行きが0と知覚された奥行き（cm）。上に行くほど凹んで知覚されたことになる。左は受動条件、右は能動条件の結果。

#### 4. 研究成果

##### (1) 力覚と視覚情報の統合

実験は大きく分けて2つ行われた。実験1では1人の被験者は単一の位置関係条件にのみ参加した。その結果、仮想空間内で操作位置と画面内の位置が一致しているときには、力覚情報が「牽引(pull)」であったとき、これに従って凹に見えたという反応が増加した。つまり、視覚系は触覚情報を用いて3次元構造を復元する、この影響は位置の一致性を必要とする、ことが示唆された。

実験2では被験者は能動受動2条件×位置3条件に繰り返し参加した。その結果、受動条件においては実験1同様力覚の影響が見られたが（図2左）、能動的に変形させるときには視覚情報に力覚情報は影響を与えないことが示された（図2右）。この結果は多感覚の統合における予測の関与の重要性を示していると考えられる。また、この実験2では実験1と異なり、不一致条件において

も、視覚系は3次元構造の復元において力覚情報からの影響を受けた。これは繰り返し実験に参加したことにより、不一致条件においても物理的な位置と画面内での位置が対応を形成した可能性を示している。

これらの結果は力覚が視覚に影響を及ぼすことを初めて示した研究である。しかし、二つの実験での不一致条件の結果の違いが実際に繰り返しの試行によるものなのかについては検討の余地がある。

##### (2) 視点移動による背景運動と物体運動の切り分け

視点移動による背景運動と物体運動の切り分け実験では、背景／物体運動共に同一横方向への移動成分が含まれるときに、物体運動において奥行き方向への運動が付与されて知覚された（表1）。これは、背景画像が奥行き運動のみを含む Depth only 条件では奥行き方向への運動が付与されなかったことから、常に奥行き方向へ引っ張られるのではない、つまり、横方向成分が同時に発生するときには同一の運動によって生起している可能性が高いとする先験知識によるものではないかと考えられる。しかし、今回刺激として利用した奥行き Motion Capture 自体の性質にまだ未知の点があり、今回の実験も幾分定性的なものであったため、今後はより定量的な性質についての検討が必要となるだろう。

表1：Flow parsing 実験における評定値の平均値とSD。実験条件は図2参照。

	A	B	C	D	E	F	G
Mean	4.0	4.1	4.2	1.5	1.5	1.4	1.6
SD	0.45	0.72	0.58	0.33	0.65	0.58	0.69

##### 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）

①H. Umemura and H. Watanabe, Modification of visual perception by action: Role of extraretinal information for 3-D perception, ASIAGRAPH2010 in Tokyo Proceedings, 査読有, Vol4-2, pp59-63, 2010

〔学会発表〕（計4件）

①H. Umemura and H. Watanabe, Modification of visual perception by action: Role of extraretinal information for 3-D perception, ASIAGRAPH2010, 2010年10月16日, Tokyo.

- ②H. Umemura, Integration of dynamic force and visual information in 3-D perception, European Conference on Visual Perception, 2010年8月25日, Lausanne, Switzerland
- ③梅村浩之, 手の動きと連動したオブティカルフローの解釈, 多感覚研究会, 2009, 12月16日, 東北大学
- ④H. Umemura and H. Watanabe. Change in speed of movements affects interpretation of motion in 3-D scene, European Conference on Visual Perception, 2009年8月28日, Regensburg, Germany

[その他]

ホームページ等

[http://staff.aist.go.jp/h.umemura/research\\_multi.htm](http://staff.aist.go.jp/h.umemura/research_multi.htm)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

梅村 浩之 (UMEMURA HIROYUKI)

独立行政法人産業技術総合研究所・健康工学

研究部門・研究員

研究者番号：10356587