

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2006～2008

課題番号：18530566

研究課題名（和文） 視差変化知覚の時間特性

研究課題名（英文） Temporal properties of disparity change processing

研究代表者

大塚 聡子 (SATOKO OHTSUKA)

埼玉工業大学・人間社会学部・准教授

研究者番号：90348293

研究成果の概要：

人間が視覚的に3次元的な奥行き空間の変化を知覚するはたらきについて、両眼視差（両眼間の網膜像の差）を処理する機構と、運動視差（対象網膜像の動き）を処理する機構の特性を明らかにすることを目的とした。実験研究の結果、両眼視差を処理する機構には視差の急峻な変化と持続的な変化の両方に感度を持つ処理系が存在し、一方の運動視差を処理する機構には持続的な変化に感度を持つ処理系が存在することを示した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	2,400,000	0	2,400,000
2007年度	600,000	180,000	780,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	390,000	4,090,000

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：奥行き知覚、運動視差、両眼視差、自己運動情報、視差変化

1. 研究開始当初の背景

本研究課題は、人間が奥行きを知覚する視覚情報処理機構の時間的な特性に焦点をあてている。人間の眼の網膜は2次元なので、3次元的な奥行き情報を知るためには復元的計算が必要である。奥行き計算のために利用される代表的な手がかりに、両眼視差と運

動視差がある。両眼視差は2つの眼の間での情報の違いであり、運動視差は人間が空間内で眼球位置（通常は頭部位置と考える）を運動させた場合に生じる網膜上の相対的な運動である。

両眼視差による奥行き知覚や運動知覚については、それらの時間特性に関する実験研究により、研究開始時点においても高速で一

過性の処理機構が存在することが示唆されていた。また、頭部を運動させない状況での視覚的運動による奥行き知覚に関する実験報告は少ないが、視覚的運動が直後の奥行き知覚に寄与することが示されていた。

それに対し、運動視差による奥行き知覚の時間特性は国内外でほとんど研究されておらず、その特性は不明瞭であった。したがって、奥行きを知覚する中での両眼視差と運動視差の情報統合の時間的特性についても検討されていなかった。

2. 研究の目的

本研究課題の目的は、視覚的奥行き知覚処理の時間特性を解明することであった。特に、運動視差について、情報処理の時間特性を明らかにすることに主眼をおいた。また、両眼視差についての特性もより明らかにしたうえで、2つの視差の処理特性を比較し、情報統合における時間特性を明らかにすることとした。

具体的には、2つの視差について、視差量をさまざまな時間帯で変化させたときに、その変化の検出と、刺激から知覚される奥行き量がどのような特徴を示すのかを調べることとした。なお、本研究課題では運動視差を観察者自身の頭部運動に連動する網膜運動像差としたため、頭部運動自体が運動知覚に及ぼす影響の問題についての検討も行うこととした。

本研究代表者は、人間の奥行き視知覚における運動視差と両眼視差の情報処理の時空間特性を明らかにするという課題に取り組んでおり、本課題はその中で、時間的特性を明らかにしようとするものである。

3. 研究の方法

4. 研究の成果

本研究課題では複数の実験研究を行ったため、ここではテーマ別に代表的な研究の方法と成果を述べる。

(1) 自己運動による運動知覚の変化

① 研究の方法

観察者の頭部運動が対象の速度知覚に影響するかどうかを実験的に検討した。具体的には、観察者に頭部を直線運動させ、その運動に同期して同方向または逆方向に直線運動する視対象を提示した。観察者は対象を追視してその速度を記憶し、その後提示された運動パターンの速度を調整することで、記憶した速度を再現した。

② 研究の成果

頭部が対象と同方向に運動する場合にはわずかな速度の過小評価が見られたが、全体的に知覚される速度には頭部運動の効果は見られない。結果を図1に示す。

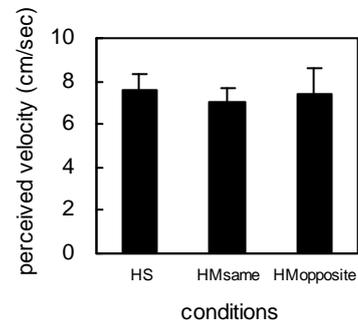


図1. 頭部静止時と頭部運動時の対象速度知覚

この結果は、同一の対象網膜像が、観察者自身の頭部と眼球運動からなる自己運動情報によりほぼ正確に補正され、実際の運動が知覚されることを意味する。この結果は、(2)以下の運動視差の実験において、観察者の頭部運動による運動知覚の変容を考慮する必要がないことを示す。

(2) 運動視差と両眼視差による視差変化知覚の比較

① 研究の方法

2つの視差について、視差量が変化する刺激から安定した奥行きが知覚されるかどうかと、知覚される奥行き量がどのような値になるかを調べた。実験では、十分に奥行きが知覚されるような視差刺激をもとに、視差量を一時的になくす(0にする)ように変化させた。具体的な刺激構造を図2aに示す。観察者には、視差量の変化に気づくかどうか、気づいた場合には安定した一定の奥行き量が見えるかどうかを質問した。安定した奥行き量が見える場合には、調整刺激の奥行き量を調整することで知覚量を再現させた。

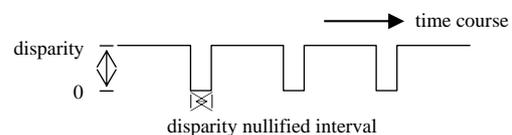


図2a. 刺激の視差構造

なお、視差を0にする時間帯は、1秒を1周期として6水準を設定した。運動視差の場合、観察者は頭部を連続的に運動させていた。調整刺激はそれぞれ異なるパターンによる運動視差と両眼視差であり、キー入力により視差量を調整可能であった。実験刺激と調整刺激を時間的に交互に提示した。

② 研究の成果

両眼視差と運動視差のいずれを変調させた場合にも、観察者はある程度その変調を検出することができた。両眼視差の場合は、本研究で設定した全ての時間間隔で知覚された。運動視差の場合は、2/6秒よりも長い時間帯の変化が生じたときに変調が知覚された。以上の点は、両眼視差処理機構の方が視差変化に対する時間感度が高いことを意味する。

次に、奥行き安定性と奥行き量についてである。観察者の報告によると、運動視差を観察しているときには奥行き量の変動が感じられず、したがってある一定の安定した奥行きが感じられた。一方、両眼視差の場合を観察しているときには、本実験で設定した条件の中では多くの試行で明確な奥行きの変動が知覚され、したがって、安定した奥行き量を知覚することができなかった。安定した奥行きが知覚される割合を図2bに、奥行き知覚量を図2cに示す。図2cは変調のない刺激から幾何学的に予想される量に対する比で示されている。なお、両眼視差の結果については、上記のように取得できたデータ数が少ないため、信頼性は低いと考えられる。

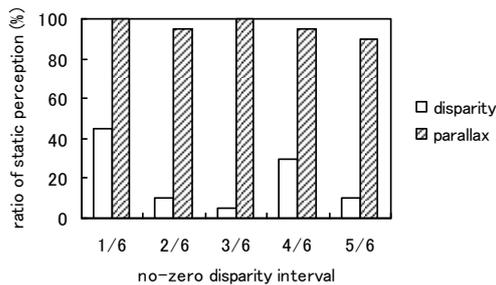


図 2b. 視差変調刺激から安定した奥行きが知覚される割合

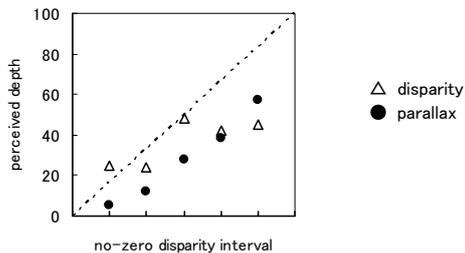


図 2c. 視差変調刺激から知覚される奥行き量 (図 2b の結果に基づく)

以上の結果は、視差情報を統合する時間的窓の広さについて、運動視差におけるものが両眼視差におけるものよりも長いことを示唆する。両眼視差については、視差が非0であっても0であっても、一定の視差量がある程度持続している場合には安定した

奥行きが知覚されやすいことが示唆される。

2つの視差の結果は、視差量の変化関数がどのように処理されるのか、という疑問を生じさせる。つまり、2つの視差処理機構の特性の違いについて、時間的な窓の広狭に加え、例えば急峻または緩やかな視差変化に対してより感度が高いということがありえるか、ということが問題として考えられる。この点を次の(3)で検討した。

(3) 視差変化関数の効果

① 研究の方法

(2)の研究内容は視差量を矩形波状に変調させており、視差量は急峻に変化した。それに対し、本実験では視差量を正弦波状に(緩やかに)変化させた。正弦波変調刺激の構造を図3aに示す。

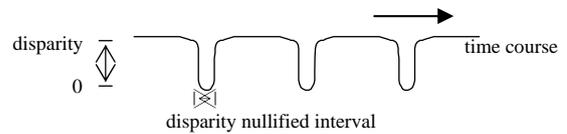


図 3a. 漸進的な視差変調刺激

② 研究の成果

運動視差については(2)で得た結果とほぼ同じ結果が得られた。つまり、知覚内容は視差量の変調によって変化しなかった。

両眼視差については視差変調の効果がみられた。視差量変化が知覚される割合については、正弦波の方が全体的に低くなった。安定した奥行きが知覚される割合は正弦波変調により増大し、特に非0と0視差が等潜時で交替する場合の比率が高くなった。知覚される奥行き量は、提示された視差量の平均値に比例するような関数が得られた。このような結果は、視差処理は視差の緩やかに対して耐性を持ち、安定した奥行き知覚が可能であることを示唆する。両眼視差における変調の効果を図3bと図3cに示す。

これらの結果は、運動視差の情報処理系が時間的に持続的な処理特性を有していることを強く示唆する。それに比較すると、両眼視差の処理系は、過渡的な処理特性と持続的な処理特性の両者を有していると考えられる。したがって、本研究を通して、特に両眼視差系のみが過渡的機構を有していることが明らかになった。

視差によるこのような特性の違いが生じる原因は不明だが、運動視差が運動情報から導出されるものであること、あるいは自己運動との参照により得られる情報であることなど、高次の情報であることと関連している可能性が考えられる。

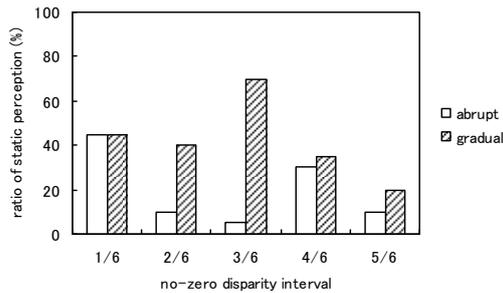


図 3b. 視差変調刺激から安定した奥行きが知覚される割合

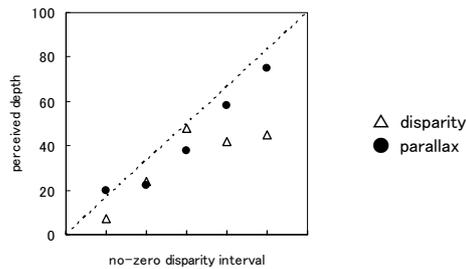


図 3c. 視差変調刺激から知覚される奥行き量 (図 3b の結果に基づく)

(4) 視差の組み合わせの効果

① 研究の方法

2つの視差を組み合わせた刺激を作成し、これまでと同様の検討を行った。両眼視差が一定で運動視差のみがこれまでと同様に一時的にゼロになるような刺激と、それとは逆に、運動視差が一定で両眼視差のみが一時的にゼロになるような刺激を用いた。また、両者が同様に変化するものを作成した。視差変化の変調関数は矩形波状のみである。

② 研究の成果

2つの視差情報を組み合わせる場合には、個々の視差情報に基づく場合の結果が加算的な結果を示した。この結果は、視差情報の時間窓の広さについて、他の視差情報が寄与することを示す。2つの視差情報は奥行き情報をもたらす点で共通であるので、この窓の変化は知覚情報によるものであるかもしれない。それぞれの場合で安定的な奥行きが知覚される割合を図4に示す。

知覚奥行き量については、一方の視差が提示されている場合には、全般的に、他方の視差の変化の影響は小さかった。この傾向は、特に両眼視差が一定の場合に顕著であった。両方の視差が同時に変化する場合には、提示される視差量の平均値に比例するような奥行き量が知覚された。

以上の結果は、両眼視差と運動視差の統合の時間的特性として、より明確で安定的な情

報が優先的に知覚処理に寄与することを示唆すると考えられる。また、両方の情報がともに不安定である場合には、両眼視差処理の特性が優位に現れることが示唆される。ただし、両眼視差の優位性については、本実験で用いた刺激が急峻に視差を変化させるもので、運動視差系に適応する処理機構が含まれないことが関係している可能性もある。

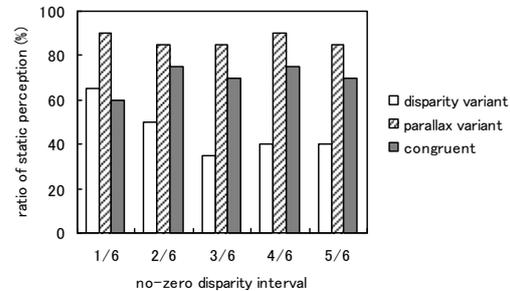


図 4. 視差変調刺激から安定した奥行きが知覚される割合

(5) 全体的な研究成果

運動知覚において、自己運動は比較的良好に計算され補正されることを示した。したがって、閾上の運動は、自己運動がない場合と同等に知覚される。

両眼視差と運動視差について、視差変化処理の時間特性の違いを明らかにした。両眼視差系には過渡的および持続的な、運動視差系には持続的な変化処理機構が含まれると考えられる。

本研究の結果は、人間にとってよりわかりやすい視覚情報提示技術の開発について情報を提供するであろう。現在、ヴァーチャル・リアリティ、オーギュメントド・リアリティ技術などを駆使して立体情報を提示しようとする試みが増えている。その中で、特に動的な奥行き空間を提示する場合に、手がかりとしての両眼視差と運動視差の組み合わせ法について、有益な示唆を与えることができる。

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 Satoko OHTSUKA. Perception from abrupt and continuous modulation of binocular disparities. Perception, 37 supplement, 59. 査読無し。

[学会発表] (計 4 件)

① Satoko OHTSUKA. Perception from abrupt and continuous modulation of

binocular disparities. 31st European Conference on Visual Perception. August 26, 2008. Utrecht University, the Netherland.

- ② Satoko OHTSUKA. Facilitation and inhibition of target detection by cues in stereoscopic and real 3D spaces. Asia-Pacific conference on Vision, July 20, 2008. Brisbane, Australia.
- ③ 大塚聡子. 両眼視差による奥行き弁別時間と刺激周辺の特徴. 日本心理学会第70回大会. 2006年11月. 福岡県.
- ④ Satoko OHTSUKA and Shinya Saida. Motion distance perception and active head movements. 29th European Conference on Visual Perception. August 25, 2006. St. Petersburg, Russia.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大塚聡子 (OHTSUKA SATOKO)

埼玉工業大学・人間社会学部・准教授

研究者番号：90348293