

## K-21 両眼視差とテクスチャの3次元情報統合における視覚学習の影響 An effect of visual learning on the integration of disparity and texture information

桑山妙子†      安藤広志†\*      金子寛彦†  
Taeko Kuwayama      Hiroshi Ando      Hirohiko Kaneko

### 1. はじめに

日常風景には多数の奥行き手がかりが存在している。我々は、両眼視差、テクスチャ勾配、運動視差など複数の3次元情報を、奥行きを判断する際に利用している。人間の視覚システムはこれらの異なる手がかりから得られる3次元情報を何らかの方略に基づいて統合することによって奥行きを知覚している。3次元情報の統合に関する、これまでの研究では、この統合過程を個々の手がかりから得られた奥行き情報の加算として考えることが提案されている[1]。これは、各手がかりの3次元情報を重み付け平均することによって奥行きを決定し、その重みは各手がかりの信頼性に応じて決定されるというものである。

このような3次元情報の統合処理において、各3次元情報に対する信頼性がどのように獲得されているのかに関しては、十分には明らかにされていない。可能性の1つとして、奥行きや形状に対する学習が信頼性に影響を与えることが報告されている[2,3]。これらの従来の研究では、聴覚や触覚の情報が学習の教師信号(正誤のフィードバック)として用いられている。しかしながら、日常の状況において、このようなフィードバック情報が学習時に常に与えられるとは限らない。そこで、本研究では、視覚刺激に含まれる情報だけで3次元情報の重みが学習されるという可能性を実験的に検討した。

### 2. 実験

本実験では、両眼視差とテクスチャの3次元情報統合において、各情報に対する重みが純粋な視覚学習によって変化するか否かを調べる。ここでは、空間的に変化がある3次元情報に対して、より大きい重みが与えられると仮定し、学習時に、一方の3次元情報に対してのみ、傾き変化(奥行き $z$ の2次微分)を与えた。

#### 2.1. 実験刺激

刺激は格子線で描かれた方形の平面で、両眼視差とテクスチャによる異なる傾き情報を与えた。これらの傾き情報はそれぞれ独立して操作可能であり、5種類の角度(前額平行面に対して-20, -10, 0, 10, 20 deg)で操作した。

#### 2.2. 実験手順

被験者は実験刺激を液晶シャッターメガネによる両眼立体視装置を用いて観察する。実験は学習フェーズと学習前後の重み測定フェーズの3フェーズから構成される。重み測定フェーズの各試行では、両眼視差とテクスチャによる傾きが独立に操作された格子状の平面が中央に2秒間呈示される。その後、この平面を上方から見た様子を表す線分が呈示され、被験者は知覚した平面の傾きに合致するようにこの線分の傾きを調整した。被験者は、全ての傾きの組み合わせに対する知覚判断をランダムな順序で行なった。一方、学習フェーズでは、同様の平面を水平方向に3つ連続して配置し、片方の手がかりに対しては3つの平面に同一の傾き情報を与え、もう片方の手がかりに対しては3つの平面に異なる傾きを与えることで傾きのエッジを生成した。この学習フェーズでは、被験者は中央の平面の傾きの知覚判断を行なった。被験者の応答に対する正誤のフィードバックは与えなかった。

学習は、texture 学習と disparity 学習の2パターンで行った。texture 学習では、テクスチャ手がかりの示す傾きのみが変化し、両眼視差の手がかりの示す傾きは0とした。disparity 学習では逆に、両眼視差手がかりの示す傾きのみが変化し、テクスチャの手がかりによる傾きは0とした。

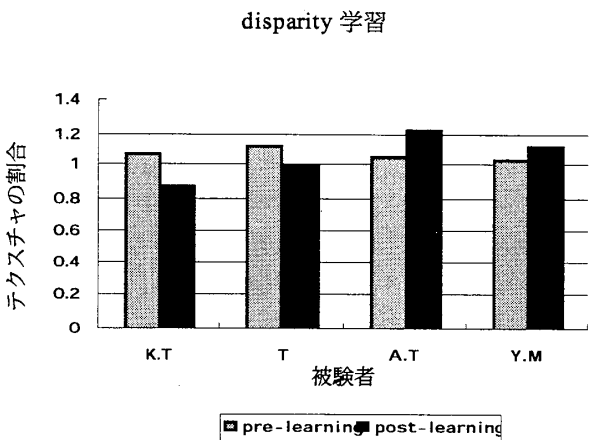
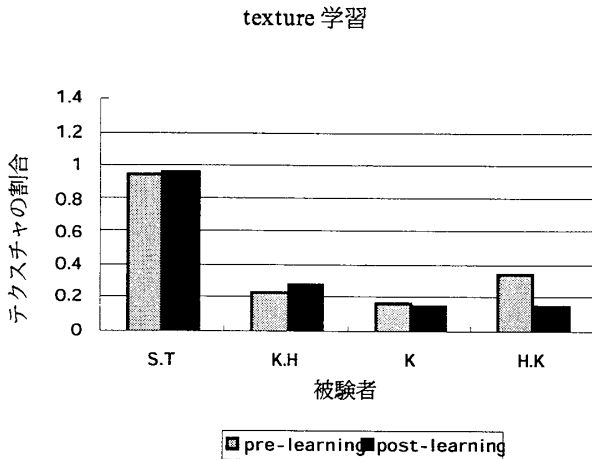
† 東京工業大学大学院理工学研究科

\* 東京工業大学大学院総合理工学研究科

‡ ATR 人間情報科学研究所

# 科学技術振興事業団、さきがけ研究 21

## 3. 結果と考察



texture 学習と disparity 学習の結果を図に示す。この図では、テクスチャに対する重みの割合が、学習の前後でどう変化したかを被験者ごとに示した。まず、学習前の段階で、重みの割合に大きな個人差があることが分かる。学習の効果に関しては、各学習において、重みの割合は学習前後で多少変化する傾向が見られる。しかし、texture 学習と disparity 学習のどちらの場合も、各手がかりに対する重みの学習による増加は明確には見られない。

このように、本実験では、明確な視覚学習の効果は認められなかったが、その理由が幾つか挙げられる。まず第一に、学習時間である。今回の学習時間は Jacobs と Fine[2]の実験に比べて短く、視覚学習の効果を得られるためには、より長時間の学習が必要となる可能性がある。次に、実験に用いた刺激の特性である。結果のグラフに見られるように、学習前の段階で、片方の手がかりに重みが大きく偏っており、その結果、多少の学習ではこれらの強い重みを変化させることができなかつた可能性がある。特に、テクス

チャに強い重みを与えている被験者が多いが、テクスチャからの傾き情報がより小さくなるように刺激を工夫すれば、より明確な学習効果が得られる可能性がある。また、結果のグラフから、一方の手がかりの重みが 1 を越えるものが見られる。これは、2 つの手がかりから異なる傾き情報が与えられた時、大きさの恒常性の影響から知覚される傾きが逆転した可能性が考えられる。Ernst ら[3]は、この傾きの逆転現象を緩和するために方形ではなく円形の平面を刺激として用いており、本実験課題においても、このような刺激を用いることで、より明確な学習効果が得られる可能性がある。

## 4. 結論

本研究では、両眼視差とテクスチャの3次元情報統合において各情報に与えられる重みに関して、傾きの空間的变化を用いた視覚学習による影響を検討した。今回の実験条件からは、明らかな視覚学習の効果は認められなかった。しかし、考察で述べたように、今回の条件だけでは学習効果の有無は判断できない。今後、刺激画像の形状や学習時間などの条件を変えて、さらに視覚学習の効果を調べる必要がある。

## 文献

1. Michael S. Landy, Laurence T. Maloney, Elizabeth B. Johnston, Mark Young, "Measurement and Modeling of Depth Cue Combination: in Defense of Weak Fusion" *Vision Research*, vol.35, No.3, pp. 389-412, 1995
2. Robert A. Jacobs, I. Fine, "Experience-dependent integration of texture and motion cues to depth" *Vision Research*, vol.39, 4062-4075, 1999
3. Marc O. Ernst, Martin S. Banks, Heinrich H. Bühlhoff, "Touch can change visual slant perception" *Nature Neuroscience*, vol. 3, No. 1, pp. 69-73, 2000