

Hiroshi Ono 教授・Brian Rogers 教授 特別講演会報告

千葉大学文学部 木村 英司

千葉大学工学部 塩入 諭

日本視覚学会と知覚懇話会の共催による特別講演会が、1997年3月17日、千葉大学工学部1号棟視聴覚室で行われた。講演者は2名で、一人はカナダのヨーク大学の Hiroshi Ono 教授、もう一人はイギリスのオックスフォード大学の Brian Rogers 教授であった。参加者は、視覚学会や知覚懇話会の会員など約40名で、盛会であった。Hiroshi Ono 教授の講演については木村が、Brian Rogers 教授の講演については塩入が報告する。

Ono 教授の講演は、"Probing the motion signal for motion parallax" というタイトルで、より理解を深めるため日本語で行われた。紹介された研究は、「視覚系は、運動知覚のために使用されるのと同じ運動信号を、運動視差による奥行き知覚でも使用しているのか？」という問いの検討を通じて、運動視差による奥行き知覚の特性と処理過程を明らかにしていこうという意図の元に行われたものであった。

教授は、まず、"Illusions of the senses tell us the truth about perception." という Purkinje の言葉を引用し、錯視の検討を通じて知覚を理解していく一般的なアプローチと、その適用例の一つとして運動残効を用いた運動知覚研究について述べ、教授の研究は、それをさらに一歩進めて、運動残効を用いて運動視差による奥行き知覚を検討するものであることを説明された。さらに、講演において用いる「運動視差」という言葉は、「観察者の動きにとともなう網膜上の相対運動に基づく奥行き手がかり」であると定義し、運動視差と見えの奥行きとの関係、通常の両眼視差と運動視差との比較を可能にする等価視差の概念と計算方

法などを説明された。

一連の実験では、横方向に運動している複数のグレーティングから構成される刺激ディスプレイが使用された。教授の研究は、こうした刺激に対して順応した後の運動視差による奥行き知覚を、被験者の頭部運動を制御しながら検討していくものである。ここで、運動刺激に対する順応の効果には2つの側面がある。一つは、その運動に対するシステムの感度を低下させるという側面であり、もう一つは、運動信号にバイアスをかけるという側面である。バイアスのかかった運動刺激が運動知覚を変化させることは明らかである。それでは、運動刺激に対する順応により、知覚される奥行きも変化するのだろうか。この問題がまず検討され、その結果、刺激が同じであっても、運動刺激に対して順応した後は、知覚される奥行きの程度と奥行き関係がバイアスに応じて変わってくるが示された。このことから、運動処理過程と運動視差による奥行き処理過程が同じ信号を利用してると結論された。ただし、この実験により、運動残効の影響が認められる持続時間が、運動処理過程と運動視差による奥行き処理過程とでは異なることが示された。さらに、頭部運動を制御した実験により、頭部運動が遅いか速いかによっても運動残効の持続時間が異なり、頭部運動が遅い場合には40秒程度であるのに対し、頭部運動が遅い場合には1分程度残効の影響が持続することが示された。この結果は、頭部運動が遅い場合にシステムのゲインが高いことを支持するとともに、頭部運動が速い場合には遅い速度信号は

使用されないこと、さらには、頭部運動速度に応じて異なった奥行き処理がなされていることを示唆する知見である。

さらに次の実験では、順応によって特定の運動に対する感度が低下した際の運動視差による奥行き知覚が検討された。結果として、運動に対する感度低下は、頭部運動が遅い場合には運動視差閾を上昇させるが、頭部運動が速い場合には運動視差閾に影響を及ぼさないことが示された。これは、頭部運動が遅い場合の運動視差による奥行き知覚が運動処理過程の感度により規定されていることを示しており、さらなる検討から、頭部運動が速い場合の奥行き知覚は等価視差により規定されることが示された。

以上の知見から、教授は、スペキュレーションとして、バイオロジカルな速度計と距離計が視覚系に存在する可能性について述べられた。すなわち、運動視差による奥行きの処理は、頭部運動が遅い場合と速い場合とで異なり、頭部運動が遅い場合には、頭部運動と網膜上での運動の比較を行う速度計により奥行きが決定され、頭部運動が速い場合には、頭部の移動と網膜上での移動の比較を行う距離計により奥行きが決定されるという考えである。

教授は、「錯視研究から知覚に関する疑問がさらに増える」という半分ジョークの言葉で講演を締めくくられたが、バイオロジカルな速度計と距離計という考えは、公演後に質問がでたように、距離と運動をはっきりと区別できるのかという問題をはらんでいるものの、興味深いものである。今後の研究の展開が期待される。

Hiroshi Ono 教授の講演に続いて、Brian Rogers 教授が講演された。Rogers 教授は「Vertical disparities, differential perspective and the perception of 3-D surfaces」とのタイトルで講演され、中心的な話題は垂直視差の役割についてであった。それに先立ち運動視差と水平視差の共通性に関する話をされた。よく知

られるように Rogers 教授は運動視差からの奥行き知覚 (Motion Parallax) の研究にランダムドットパターンを取り入れたことで、近年でのこの分野の研究の第一人者と評価されている。またそれに関連した研究として運動視差と両眼視差の関係から両者が類似したメカニズムによることを実験的に示したことで有名である。講演も両者の類似性の話からスタートし、それに関連したデモンストレーションとして、両眼立体視における対比の効果、水平方向と垂直方向の奥行き変化の違いなどをみせてくれた。周辺の奥行き変化に依存して平面の視差を持つ面が傾いて知覚されるのが両眼立体視での対比効果であるが、大きな視野での観察であり大きな効果を得ることが出来た。このような対比効果が運動視差からの奥行きでもあること、奥行き方向の変化に対する空間周波数特性が、両眼立体視と運動視差からの奥行きが近いこと、さらにそれぞれの間に奥行き順応の転移があることなどから、両者が共通のメカニズムを持つことを説得力をもって話された。空間周波数特性について言えば、いずれも最大感度が 0.3 cyc/deg 付近の帯域通過型の特性を示す実験結果を示し、順応実験では両眼立体視での奥行きを観察した後の運動視差の奥行き感度の低下、逆に運動視差の奥行きを観察した後の両眼立体視の奥行き感度の低下を示す実験結果を紹介した。

講演の中心の話題は垂直視差の役割についてであったが、これは、Rogers 教授がここ数年の間精力的に取り組んでいる分野と言えるであろう。垂直視差は、左右眼の網膜像の垂直方向のずれである。例えば垂直線分を考えると、視野の中心から右側にある場合は右網膜像の方が左網膜像より長くなる（右眼までの距離が近い）。しかし、両眼立体視の研究においては、垂直視差は多くの場合無視されてきた。私自身の研究も含め多くの研究において水平視差のみを取り扱い、垂直視差はほとんど考慮していない（垂直視差ゼロの刺激を用いる）。垂直視差の情報に絶対距離

を計算する手掛かりになるということが指摘されて以来、いくつかの研究が垂直視差の絶対距離の知覚への影響を測定しているが、その役割に対して否定的な結果のみが示されてきた。それに対して、Rogers 教授らは垂直視差が絶対距離の知覚に関与することを見いだしている。距離の評価に垂直視差が影響することを示すためには、垂直視差の変化が絶対的な距離の知覚に影響するかどうかを調べることにしても、いくつかの知覚への影響を調べることが考えられる。ひとつは、水平視差による相対的な奥行（奥行の差）がどの程度の大きさに知覚であり、これは水平視差の与える情報を奥行にするためには絶対距離が必要であることによる。2番目は、平面の知覚に与える垂直視差の影響を調べることであるが、これは平面上の点は位置によって観察者までの距離が変化するためその距離の評価と垂直視差の関係を調べることになる。また、面の上のテクスチャー要素の大きさの知覚も距離に依存する知覚であり、それによって距離の評価に対する垂直視差の影響を調べることができる。Rogers 教授によるとそれら全てについて、垂直視差の影響がみられるという。Rogers 教授らの実験がそれ以前の実験と大きく違うのは、用いた刺激の大きさである。視野が 80° という広いサイズにすることで、垂直視差の大きな影響を見いだしてい

て、 10° 程度では、むしろ輻輳角の影響が大きくなるという。特に平面性の実験では、刺激サイズが大きいときには、ほぼ完全に垂直視差によって決められることを明らかにしている。一方、絶対距離の評価ではもっとも大きな刺激でもその効果は全体の 10% 程度であるという。絶対距離の評価については、輻輳の寄与もそれほど大きくないという（ 10° の刺激で 30% 程度）。この場合はその他の手掛かりの影響が大きいということであり、例えばすぐそこにあるディスプレイ上の刺激を無限遠にあるように見せることは、垂直視差や輻輳では難しいということであろうが、不思議といえば不思議でもある。

垂直視差の影響は大きな刺激で顕著に現れるということは、そのメカニズムは、広い範囲での統合過程であると考えられる。Rogers 教授は小さな領域で垂直視差の検出が広い範囲で足し合わされるのであろうという話をしたが、それほど明確なモデルを描いてはいないようであった。水平視差とのかかわりを考えると大きな範囲での計算結果を再び局所的な奥行などに反映する必要があることになるであろうから、そのメカニズムは単純ではないように思われる。この点は全体と局所の相互作用の在り方を考えるうえでも重要な問題を含んでいるため、特に今後の展開が期待されるとの感想をもった。