

日常の知覚方略の現れとしての運動錯視

藤本 清・八木 昭宏

1. はじめに

運動錯視とは実際と異なる動きを知覚する現象である。普段気付くことは少ないが、特別な動画像の観察によってその存在を確認することができる。錯視は知覚機構の誤動作から生じる可能性もある。しかし、日常の知覚方略の反映という観点から錯視の説明を試みる心理学的理論も少なくない。なぜならば、知覚の一意性が不良設定問題だからである (Marr, 1982)。すなわち、安定した知覚を達成するには感覚入力が多義性を克服しなければならない。日常の網膜像は外界と自己の不確定性の高い動きの複合から成る。そして、両者を分離し、環境への適応に耐え得る知覚を達成するためには何らかのトリックを必要とする。このトリックの解明が運動知覚の解明に他ならないとも言える。本論は知覚方略と運動錯視の関係を運動残効、誘導運動、ジター錯視、バックスクロール錯視を題材に論ずることを目的とする。

2. 運動残効

滝をしばらく眺め、隣の岩壁に視線を移すと、岩壁が昇天して見える。最も古くから知られている運動錯視のひとつで、Aristotle による記述もある (Wade & Verstraten, 1998)。現在では運動残効 (motion aftereffect) と呼ばれる。運動残効は運動が独立した知覚要素であることを示す。なぜならば、運動以外の要素の知覚は変化しないからである。滝の例で言えば、岩盤の位

置、形、色などが以前と変わって見えることはない。そして、滝の例のように、残効は運動方向を反転させる場合がほとんどである。また、残効は運動刺激に対しても生じるが、残効を導く刺激との速度成分の一致が重要である（蘆田，1994）。こうした事実は方向や速度に選択的な運動検出器の存在を示し、運動知覚メカニズムの解明に大きく貢献している（Mather, Verstraten & Anstis, 1998）。

生理学的理論は運動検出器の疲労によって運動残効を説明している（Sutherland, 1961）。すなわち、特定方向の運動刺激の持続によってその方向に選択的な検出器が疲労し、活性化が弱まる。そして、反対方向の運動に選択的な検出器の活性化が相対的に強まる。従って、反対方向の動きが知覚されやすくなる。しかし、この疲労説はいくつかの実験結果によって否定される。例えば、短時間の刺激による運動残効の生起（Raymond & Isaak, 1998）、しばらく時間を置いた後の運動残効の復活（Spigel, 1962）などである。

運動残効は日常環境の適応に不利をもたらす。しかし、運動残効を生じさせるような状況は稀で、特殊なメカニズムというよりも、運動知覚に一般的なメカニズムを反映している可能性が高い。こうした観点から、Mather and Harris (1998) はの 3 種類の説明を提案している。エラー補正説（error-correcting accounts）、符号化最適化説（coding optimization accounts）、再校正説（recalibration accounts）である。

エラー補正説は、感覚入力には必然的にエラーが伴うが、適切な補正によって取り除くことができると考える。例えば、レンズとしての眼球は色収差を伴う。色収差とは光の波長によって屈折率が異なる現象で、赤色光と青色光が外界の同一点から発せられたとしても、網膜上の異なる場所に投影される。しかし、屈折率の違いが一定であるとすれば、知覚処理で容易に補正することができる。赤色検出器の出力と青色検出器の出力を空間的にずらして統合すれば良いのである。このような恒常的なエラーは運動知覚に関しては確認されていない。しかし、未知のエラーに対する補正が運動残効に反映されていないとは断言できない。

符号化最適化説は運動残効を知覚の悪化ではなく鋭敏化と捉える。一般に、感覚器官の感度の幅は有限であり、物理量の豊富な刺激から知覚を達成するためには工夫が必要である。代表例として、明順応や暗順応と呼ばれる光の受容メカニズムがあげられる。日常生活において最も明るい環境は昼間の太陽光下であり、光強度は最も暗い闇夜の100万倍以上である。一方、光検出器である視細胞の感度の範囲は100倍のオーダーである (De Valois & De Valois, 1990)。しかし、日常で明暗を捉えるのに不自由しない。これは、当座の光強度に沿って検出器の絶対感度がシフトするからである。例えて言えば、人間の腕の長さは1メートル弱であるが、はしごを使えば10メートルの高さにある荷物もとることができるのと同じである。感度のシフトは徐々なので、明るさが急激に変化すると視覚を失う。例えば、室内から昼間の屋外に出るときや、就寝時に消灯するときなどである。しかし、しばらくすると視覚が蘇る。こうした、視細胞の絶対感度のシフトが光の受容に対する順応である。運動知覚において、特定方向の刺激の持続が運動検出器の絶対感度をシフトさせ、知覚を変化させることは十分考えられる。

再校正説は感覚入力を解釈する際の参照枠 (frame of reference) を問題とする。自然世界には物理量を記述するような物差しや測りのような校正器具は存在しない。しかし、自然環境の性質に合わせて校正を行わなければ適応的に行動できない。例えば、網膜上の距離を外界の距離に換算できなければ、手を目標物に到達させることはできない。世界の性質は生得的に理解されている可能性もある。しかし、環境は変化する可能性もあるので、後天的な理解の獲得も必要である。ただし、急激な変化は少ないと仮定できるので、近い過去の感覚履歴が理解の助けになりうる。日常では様々な運動が網膜像に等確率で投影される。従って、感覚入力の運動ベクトルの時間加重はゼロに近づく。このゼロベクトルと相対的に網膜像運動を再校正することにより、外界の運動を表象できる。過去の履歴にバイアスがある場合はその分だけ誤った知覚が生じる。すなわち、一方向の運動刺激の持続によって再校正にバイアスが混入した特殊なケースが運動残効だと説明される。

Mather and Harris (1998) のどの説明が決定的であるかは現時点では不明である。いずれも似た結果を予測するからである。実は他の研究論文による引用も少ない。彼らの説明が別の知覚理論からの類推に過ぎなかったり、実験結果の解釈に一貫性が欠けていたりするからであろう。しかし、運動残効の研究動向としては、**100** 年以上の科学的研究の蓄積にもかかわらず、依然として実験室という特殊な状況での知覚を問題としている。そうした中で、運動残効を日常知覚からの逸脱とみなし、背景となる知覚方略を理論的に探求する試みは熟考に値すると私達は考える。

3. ジター錯視

静止している物が止まって見える。当たり前のように思えるが、実はそうではない。常に眼球が動いているからである。一点を見つめているつもりでも、固視微動 (**miniature eye movement**) と呼ばれる小さな不随意の眼球運動が生じ、乱雑な動きが網膜像に混入している。こうした動きが知覚に上らないのは、眼球運動に由来する運動成分を差し引きする知覚方略が採用されているからである。そのことを納得させてくれるのがジター錯視 (**jitter illusion**) である (**Murakami, 2003**)。

ジター錯視が観察される画像は、同調のずれたテレビの砂嵐画面のようなランダム・ドット・パタンの組み合わせから構成される。円形で大きさが異なるドット画像を**2**つ同心円状に、小さい方が大きい方の中心を覆うように配置する。小さいパタンは静止画像、大きいパタンはドットがランダムな動きを示す動画像とすると、物理的には静止しているはずの小さい方の円形パタンが動いて見える。動き方は全体的で、ギクシャクとし、固視微動を彷彿とさせる。実際に固視微動の大きい観察者ほど錯視量が大きい。

ジター錯視の最初の報告は運動残効としてであった (**Murakami & Cavanagh, 1998**)。上記のようなランダム・ドット・パタンを順応刺激として数十秒観察した後に、静止したランダム・ドット・パタンを観察する。する

と、順応刺激において静止していた領域が動いて見える。パタンの配置を逆転させても、あるいは、全く異なる配置としても、順応刺激の静止領域にジター残効が生じる。また、左視野と右視野にそれぞれパタンを分けて配置しても残効は生じる (Murakami & Cavanagh, 2001)。こうした視野間の転移は局所処理ではなく全体処理が問題となることを意味する。なぜならば、各視野はそれぞれ反対側の脳半球に投射しているからである。さらに、ジター残効は片眼性で、一方の眼での順応は他方の眼に残効を生じさせない。固視微動は片眼ごとに挙動が異なるはずなので、ジター残効が固視微動と深く関係していることが示唆される。

ジター錯視には網膜像運動から眼球運動由来の運動成分を相殺する知覚方略が反映されていると述べたが、具体的なメカニズムはどのようなものなのだろうか。眼球運動は網膜像全体に一樣な動きをもたらす。この運動成分を差し引けば、外界からの投影による運動成分が残る。問題となるのは眼球運動のベクトルをいかに知るかということである。注視状態の眼球運動は基本的に固視微動である。そして、固視微動の動きはランダムなので、ベクトルの時間加重は確率的にゼロとなる。従って、網膜像の中で最も動きの小さな領域に外界の静止対象が投影されていると仮定できる。

ジター残効は順応によって視野内で運動感度が不均一となるために生じる (Murakami & Cavanagh, 1998, 2001)。すなわち、順応時に運動パタンが投影された領域では運動感度が低下する。視野全体に静止パタンが投影されると、網膜像運動は眼球運動のみに由来するので物理的には一樣である。しかし、運動感度の低下が生じた領域は網膜像運動を知覚的に過小評価してしまう。視野内で最小の動きが固視微動に由来するという法則に従うと、その他の領域の運動成分は外界からの運動が投影されている解釈される。従って、順応時に静止パタンが投影され運動感度の低下していない領域に運動知覚が生じる。

残効でない同時ジター錯視は次のように説明される (Murakami, 2003)。周辺部の大きなパタンはランダム運動を示し、固視微動によるランダム運動成

分を相殺する。そして大きな投影像は静止して見え、運動知覚の参照枠となりやすいので (Wallach, 1959), 周辺部に静止物体が投影されていると知覚的に解釈される。そして、中心部が動いて見える。しかし、私達著者は順応も関係しているように思う。なぜならば、周辺部のランダム運動パターンが中心部の静止パターンがよりもおよそ 1 秒先行して提示されたからである (Murakami, 2003)。1 秒以内の短時間提示でも運動残効は生じる (Raymond & Isaak, 1998)。

捕捉として、ジター錯視は小さな眼球運動を対象とする。より大きな眼球運動、例えば、跳躍眼球運動 (サッカード) や追従眼球運動などの相殺については別の説明が試みられてきている。最も有名なものが Helmholtz (1866) による流入説 (inflow theory) と流出説 (outflow theory) である。流入説は眼筋からの求心性信号に基づいて、流出説は動眼神経系の中枢からの遠心性信号に基づいて眼球運動の相殺が行われると仮定する。流入説と流出説はそれぞれ眼球運動の前と後の信号を問題とするという違いもある。現在では流出説に対する支持が支配的である。ただし、相殺は完全ではなく、眼球運動中の運動知覚に誤りが生じることが報告されている (Brenner & van den Berg, 1994; Freeman, Banks & Crowell, 2003)。

4. バックスクロール錯視

バックスクロール錯視 (backscroll illusion) とは移動中の物体の背景に知覚される誤りの動きである (Fujimoto, 2003; Fujimoto & Sato, 2003; 藤本, 2004)。この錯視が最も鮮やかに見える動画は、曖昧な動きの縦縞を背景として足踏みする歩行者を写したものである (<http://www.h6.dion.ne.jp/~fff/backscroll/>)。こうした動画を観察すると、ちょうど縞模様の壁の前を歩く人物を眼球追従するときの網膜流動のように、縞が歩行方向と反対方向に動いて見える。しかし、眼球運動は生じていないので、知覚に対応する網膜像の動きは存在しない。こうした動画はテレビ番組でも頻繁に観察する。特にオリン

ピックイヤーである今年、トップ・アスリートの背景に動きの歪んだギリシャの風景が世界中で知覚されたかもしれない。

バックスクロール錯視は物体の運動に関する高次な知覚表象が運動知覚を決定することを示す。従来の知覚理論では網膜像の時空間変位に基づいて運動知覚が説明される (Lu & Sperling, 2003)。この理論に従う歩行方向および速度の知覚には、網膜上での人物像の並進、あるいは、背景の並進を必要とする。しかし、人物が足踏みし移動しない動画からバックスクロール錯視は知覚される。歩行の知覚の手がかりとなるのは四肢の動きである。しかし、それらの単純な総和は全身の並進を表さない。なぜならば、それぞれ逆側部位と反対位相の振り子状運動を示し、ベクトル和はほぼゼロだからである。歩行を知覚するためには、四肢の動きを身体の構造に沿って意味付けしなければならない。そして、前方歩行や後方歩行などの表現に見られるように、歩行は身体の向きに従って記述することもできる。つまり、人物という物体を中心として動きが表象される。従って、高次な知覚処理を必要とする。

藤本 (2004) はバックスクロール錯視が歩行動作の知覚によって決定されることを心理物理学の実験で確認している。第 1 に速度同調である。歩行速度は歩行周期と歩幅からも計算可能である。歩幅が一定の場合、四肢の回転が早いほど大きな速度で移動しているように見える。つまり、早足である。こうした高次の歩行速度と背景の成分速度が一致するに従ってバックスクロール錯視の知覚確率が上昇する。第 2 は知覚潜時である。歩行の知覚は画像提示後 0.1 秒から 0.2 秒の間で達成されるが (Johansson, 1976; Oram & Perrett, 1996; Wheaton, Pipingas, Silberstein & Puce, 2001), 同等の知覚潜時がバックスクロール錯視でも見られ、歩行知覚との同期が示された。第 3 は歩行者の静止画像からの錯視の出現である。先行研究において、歩行の知覚には人物の形の情報が重要であることが示されている (Giese & Poggio, 2003; Oram & Perrett, 1996; Verfaillie, 1993)。また、動作する人物の静止画は運動の印象を生じさせ (Cutting, 2002), 運動知覚に関係した脳領域を活性化させる (Kourtzi & Kanwisher, 2000)。従って、歩行者の静止画からバック

スクロール錯視が生じることは何ら不思議なことではない。むしろ、高次の知覚が関係していることを強調する。ただし、錯視が知覚される確率は動画に比べて半減する。

バックスクロール錯視に対していかなる説明が可能であろうか。現象的には誘導運動 (**induced motion**; Reinhardt-Rutland, 1988) や同時運動対比 (**simultaneous motion contrast**; Nawrot & Sekuler, 1990) とよく似ている。つまり、一方向性の運動を示す誘導刺激に隣接する被誘導刺激が反対方向に動いて見える。これらの現象の説明として中心-周辺拮抗型の運動統合が提案されている (Murakami & Shimojo, 1996)。周辺部での反対方向の運動が中心部の運動知覚の促進をもたらすタイプの統合である。誘導刺激が被誘導刺激を囲む刺激配置で観察される場合が多い誘導運動や同時運動対比に対しては有効な説明である。しかし、バックスクロール錯視への適用はいくつかの理由で困難である。まず、刺激配置が反対である。バックスクロール錯視では非誘導刺激の背景が誘導刺激の歩行者を囲んでいる。そして、中心-周辺拮抗型の統合は局所運動の入力を前提としているが、歩行は局所運動の統合後に生じる高次の運動表象である。従って、別の説明を必要とする。

機能的な観点から説明を試みてみたい。運動知覚の最大の問題は感覚入力の変昧性である。その一例が窓問題 (**aperture problem**; Adelson & Movshon, 1982) である。感覚入力は局所的に行われる。つまり、小さな丸窓から覗く状況に等しく、外の様子を窺い知ることが難しいことは想像できるであろう。運動知覚にとってさらに不都合なのは、こうした小窓は物体の辺に垂直な運動信号をでっち上げてしまうことである。例えば、正方形の物体が斜め上に動いていたとしても、多くの丸窓から見えるのは辺と垂直な動きである。こうした窓問題を解決するためには、より広い空間範囲で局所運動を統合すれば良い。例えば、正方形の頂点の動きは小窓からでも斜めに見える。あるいは、正方形の垂直辺に対する局所運動は水平方向で、水平辺に対する局所運動は垂直方向であるが、それらの局所運動をベクトル加算すれば斜め方向の運動が表象される。より複雑な形の物体の運動に対しては制約線の拘束が統合側として有効で

ある（西田・竹内・蘆田・近江，2000）。窓問題の他には自己運動が感覚入力をも曖昧にする原因としてあげられる。身体、頭部、眼球の動きは網膜像に予測のつかない動きを混入させる。こうした窓問題、自己運動に伴う感覚入力の曖昧性を解決する知覚方略の解明が運動知覚の解明の本質とも言える。

実は、人物の移動に関する知覚表象は運動の曖昧性を解決する可能性がある。生物の動き（**biological motion**）の知覚があらゆるノイズに対して頑健だからである。まず、いくつかの小窓を通してテレビ画面を観察すると、自動車やはさみなどの人工物の動きは同定できないが、歩行者は容易に知覚することができる（**Shiffrar, Lichtey & Chatterjee, 1997**）。そして、人物の身体部位を10個程度の小さな光点だけで示して、同様の光点がランダムに動き回る背景に埋め込んだとしても、歩行者の存在や向きを容易に知覚することができる（**Beintema & Lappe, 2002**；**Bertenthal & Pinto, 1994**；**Cutting, Moore & Morrison, 1988**；**Neri, Morrone & Burr, 1998**）。また、サッカードと呼ばれる大きく速い眼球運動が生じたとしても、光点歩行者の向きの知覚には影響しない（**Verfaillie, De Troy & Van Rensbergen, 1994**）。つまり、歩行の知覚が窓問題や眼球運動に対して頑健であることが示唆される。

さらに、歩行者像が局所運動の評価の参照枠となりうることを示す実験結果も報告されている（**Tadin, Lappin, Blake & Grossman, 2002**）。この実験では縞パターンで歩行者の四肢関節を示し、縞が示す運動が周期的かランダムか判断することを被験者に要求した。縞には歩行動作の振り子状運動成分と身体全体の並進成分が加わるため、網膜像としては複雑な運動を呈した。しかし、被験者は縞運動の周期性を判断することが可能であった。また、歩行者像を倒立させると、網膜像運動成分の複雑さは変化しないにも関わらず、縞運動に対する判断が悪化した。この結果は倒立提示によって歩行の知覚が阻害されることと一致する（**Bertenthal & Pinto, 1984**）。従って、知覚表象としての歩行者像が参照枠となり縞の運動の再構成が行われたと結論付けられた。

バックスクロール錯視は人物を参照枠として広範囲の網膜像運動が評価される様相を反映すると考えても良いであろう。背景の運動が歩行と反対方向にな

る理由は、日常経験に基づいていると考えられる。つまり、歩行者を眼球追従して生じる静止背景の網膜流動である。大きな背景物が静止しているという仮定は運動知覚理論の一般原則である (Wallach, 1959)。しかし、バックスクロール錯視が見えている間に眼球運動は生じていない。ただし、自己運動の知覚は筋運動系よりも視覚系からの情報に支配される傾向にある。従って、歩行者が網膜上で位置を変えないことは追従眼球運動が生じているという誤った判断を導いた可能性は否定できない。そして、背景の運動情報が再校正され錯視が生じたという説明も尤らしい。

以上の説明は運動残効の再校正説に近い (Mather & Harris, 1998)。運動残効と異なる点は、参照枠に近い過去の感覚履歴ではないことである。人物の動作と移動の関係は長期記憶から引き出される情報であろう。あるいは、動作原理の理解は遺伝情報として生得的に備わっているかもしれない。こうした考えを裏付けるように、歩行者の持続的観察は運動残効を生じさせない。逆に言えば、人物を常に見ているわけではないので、バックスクロール錯視は運動知覚を包括的に説明するものではない。しかし、他者の動きをしっかりと観察しなければ適切なコミュニケーションはとれない。そうした日常生活での重要性が錯視を生み出しているのではないだろうか。バックスクロール錯視は社会的要因が知覚を変調するという新奇な見解を知覚理論に加えるかもしれない。

5. おわりに

知覚のベイズ統計 (Bayesian statistics) による説明が試みられている (Knill & Richards, 1996)。ベイズ統計は事象の生起確率を事前情報を利用して推定する。つまり、本論の主張を数理的に記述する試みである。Weiss, Simoncelli and Adelson (2002) はベイズ統計を適用し複数の運動錯視を説明することに成功している。彼らが利用した事前情報は大きな輝度コントラストと小さな速度を示す感覚入力の高信用が高いというものである。では、このような情報がどうして信用が高いと言えるのだろうか。それは、日常経験への洞察

に加えて、実験データの蓄積があったからである。現在では生理学的研究も進み、知覚にまつわる現象に関して膨大な知見が蓄積されている。我々の今後の課題は、そうした知見を利用しつつ、日常への適用に耐え得る理論を構築していくことであろう。

謝辞

私立大学学術研究高度化推進事業の学術フロンティア推進事業、先端技術による応用心理科学研究の支援を受けた。

引用文献

- Adelson, E. H., & Movshon, J. A. (1982). Phenomenal coherence of moving visual patterns. *Nature*, *300*, 523–525.
- 蘆田 宏 (1994). 2種類の運動残効と運動視機構. *心理学評論*, *37*, 141–163.
- Beintema, J. A., & Lappe, M. (2002). Perception of biological motion without local image motion. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *99*, 5661–5663.
- Bertenthal, B. I., & Pinto, J. (1994). Global processing of biological motion. *Psychological Science*, *5*, 221–225.
- Brenner, E., & van den Berg, A. V. (1994). Judging object velocity during smooth pursuit eye movements. *Experimental Brain Research*, *99*, 316–324.
- Cutting, J. E. (2002). Representing motion in a static image: constraints and parallels in art, science, and popular culture. *Perception*, *31*, 1165–1193.
- Cutting, J. E., Moore, C., & Morrison, R. (1988). Masking the motions of human gait. *Perception & Psychophysics*, *44*, 339–347.
- De Valois, R. L., & De Valois, K. K. (1990). *Spatial Vision*. Oxford: Oxford University Press.
- Freeman, T. C., Banks, M. S., & Crowell, J. A. (2000). Extraretinal and retinal amplitude and phase errors during Filehne illusion and path perception. *Perception & Psychophysics*, *62*, 900–909.
- 藤本 清 (2004). 人の動きにまつわる運動錯視. 関西学院大学博士学位審査論文.
- Fujimoto, K. (2003). Motion induction from biological motion. *Perception*, *32*, 1273–1277.
- Fujimoto, K., & Sato, T. (2003). Backdrop motion illusion from images of a walk-

- ing human figure. *Japanese Journal of Psychonomic Science*, 22, 27–28.
- Giese, M. A., & Poggio, T. (2003). Neural mechanisms for the recognition of biological movements. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 179–192.
- Helmholtz, H. V. (1866). *Handbuch der physiologischen Optik*. Leipzig: Voss.
- Johansson, G. (1976). Spatio-temporal differentiation and integration in visual motion perception. *Psychological Research*, 38, 379–393.
- Knill, D. C., & Richards, W. (1996). *Perception As Bayesian*. London: Cambridge University Press.
- Kourtzi, Z., & Kanwisher, N. (2000). Activation in human MT/MST by static images with implied motion. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 48–55.
- Lu, Z. L., & Sperling, G. (2001). Three-systems theory of human visual motion perception: review and update. *Journal of Optical Society of America*, A 18, 2331–2370.
- Marr, D. (1982). *Vision*. New York: Freeman.
- Mather, G., & Harris, J. (1998). Theoretical models of the motion aftereffect. In G. Mather, F. A. J. Verstraten & S. Anstis (Eds.), *The Motion Aftereffect*. (pp. 157–185). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Mather, G., Verstraten, F. A. J., & Anstis, S. (1998). *The Motion Aftereffect*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Murakami, I. (2003). Illusory jitter in a static stimulus surrounded by a synchronously flickering pattern. *Vision Research*, 43, 957–969.
- Murakami, I., & Cavanagh, P. (1998). A jitter after-effect reveals motion-based stabilization of vision. *Nature*, 395, 798–801.
- Murakami, I., & Cavanagh, P. (2001). Visual jitter: evidence for visual-motion-based compensation of retinal slip due to small eye movements. *Vision Research*, 41, 173–186.
- Murakami, I., & Shimojo, S. (1996). Assimilation-type and contrast-type bias of motion induced by the surround in a random-dot display: Evidence for center-surround antagonism. *Vision Research*, 36, 3629–3639.
- Nawrot, M., & Sekuler, R. (1990). Assimilation and contrast in motion perception: Explorations in cooperativity. *Vision Research*, 30, 1439–1451.
- Neri, P., Morrone, M. C., & Burr, D. C. (1998). Seeing biological motion. *Nature*, 395, 894–896.
- 西田真也・竹内龍人・蘆田 宏・近江政雄 (2000). 運動の知覚. 日本視覚学会 (編), 視覚情報処理ハンドブック, 朝倉書店. 第8章.
- Oram, M. W., & Perrett, D. I. (1996). Integration of form and motion in the ante-

- rior superior temporal polysensory area (STPa) of the macaque monkey. *Journal of Neurophysiology*, 76, 109–129.
- Raymond, J. E., & Isaak, M. (1998). Successive episodes produce direction contrast effects in motion perception. *Vision Research*, 38, 579–590.
- Reinhardt-Rutland, A. H. (1988). Induced movement in the visual modality: an overview. *Psychological Bulletin*, 103, 57–71.
- Shiffrar, M., Lichtey, L., & Chatterjee, S. H. (1997). The perception of biological motion across apertures. *Perception and Psychophysics*, 59, 51–59.
- Spigel, I. M. (1962). Contour absence as a critical factor in the inhibition of the decay of the movement aftereffect. *Journal of Psychology*, 50, 209–210.
- Sutherland, N. S. (1961). Figural after-effects and apparent size. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 13, 222–228.
- Tadin, D., Lappin, J. S., Blake, R., & Grossman, E. D. (2002). What constitutes an efficient reference frame for vision? *Nature Neuroscience*, 5, 1010–1015.
- Verfaillie, K. (1993). Orientation-dependent priming effects in the perception of biological motion. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19, 992–1013.
- Verfaillie, K., De Troy, A., & Van Rensbergen, J. (1994). Transsaccadic integration of biological motion. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20, 649–670.
- Wade, N. J., & Verstraten, F. A. J. (1998). Introduction and historical overview. In G. Mather, F. A. J. Verstraten & S. Anstis (Eds.), *The Motion Aftereffect*. (pp. 1–25). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Wallach, H. (1959). The perception of motion. *Scientific American*, 201, 56–60.
- Weiss, Y., Simoncelli, E. P., & Adelson, E. H. (2002). Motion illusions as optimal percepts. *Nature Neuroscience*, 6, 598–604.
- Wheaton, K. J., Pipingas, A., Silberstein, R. B., & Puce, A. (2001). Human neural responses elicited to observing the actions of others. *Visual Neuroscience*, 18, 401–406.

——藤本 清 大学院文学研究科博士研究員——

——八木 昭宏 文学部教授——