

擬複追従視と仮現運動に関する仮説 ～視知覚信号処理工学の礎～

吹抜 敬彦

イメトピア研究室

〒189-0012 東村山市萩山町3-28-1-813

fukinuki@m.ieice.org

1. はじめに

所謂「仮現運動」は視知覚心理学で周知であるが、よく判らないことも多い。「これがあるから映画やTVにおけるコマ表現(sampled motion)が可能だ」とする考えもあった。一方、心理学者の中にも例えば蘆田は「元の画像は時空間低域濾波器で取出せる。上記の考えは不適當だ」と述べている¹⁾。

筆者もほぼ同意見である^{3,7)}。そして、2004年以降、広く所謂「動き錯視」の解明に努め、これらには成因が全く異なる3種、即ち、

① 脳も視覚系特性も関係ない物理現象、

② 視域運動(可視周波数帯域運動)：

視覚系のフィルタ特性で説明出来る現象、

③ 説明出来ない狭義の錯視(仮現運動など)があると主張している^{4,5)}。

これらのうち、②視域運動(コマ表現、出現/消滅する縞模様、鋭鈍繰返し画像、など)について、筆者は時空間3次元信号処理⁶⁾の立場から通信理論的に解明し、多くの発表を行ってきた^{3-5,7,9,10)}。

一方、次々と証かされる中、未開なまま放置されているのが③(仮現運動など)である。1824年に発表された仮現運動(特に β 運動)はゲシュタルト心理学の誕生に大きな意味を持つ。その後、眼球運動説(不詳。本稿の仮説に近いかも知れない)も提唱されたが、1912年、

大御所 Wertheimer が反証を以て一刀両断否定した²⁾。この結果、「脳の不思議」として迷宮入りした。

本稿はこれへの挑戦である。擬複追従視(false multiple eye-pursuit)仮説によって上記の「否定」に反論し、「不思議」を解明する。

2. β 運動の「残像+追従視」仮説

図1に網膜中心部における像を時系列で示す。図の中心線は網膜の中心である。初め点灯していたランプAが消え、時間間隔Tの後、Bが点灯する。網膜中心は初めAにあるが、Bが点灯するとこれに追従し、最終的にB点に移る。この結果、残像はA点→B点に移り、光がA→Bに移ったように見える。

仮現運動は、時間間隔T=60msec程度の場合、動きがよく見えると言われ、最適時相と呼ばれる。

因みに、これより時間間隔Tが短い場合(例：T=30msec, 同時時相)、 $t=0\sim T$ の間ではAの強い残像とBの点灯の両者が同時に見えて重複する。このため、追従視は戸惑い、運動印象が低下するのではないだろうか。

時間間隔Tが大きい場合(例：T=200～300msec, 継時時相)、Bの点灯までに残像が消えて、新規な現象のように見えると思われる。

3. Wertheimerの否定論とその反論

3.1 否定論の概要

彼は「運動方向の異なる2組の β 運動」を実

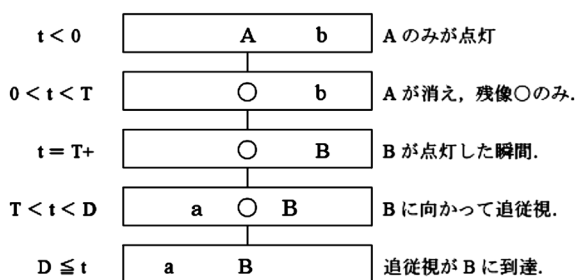


図1 「残像+追従視」の時系列説明図.

A, B: 点灯しているランプ. a, b: 消えているランプ.

○: 残像.

D: 視点がB点に到着した時刻.

図における中心線は網膜の中心位置.

験的に示し、これを以て眼球運動説を否定した。何故なら、「眼球が同時に2つの方向に動く訳がない」と言う²⁾。

3.2 否定論への反論:「擬複追従視」仮説

最近、筆者は上記の否定論の根拠を覆す現象を幾つか経験している。このことから下記が言えないか。

両方(全て)を見ているつもりでも、実はある時点ではどちらか片方(一つ)のみを注視している。しかし「両方を見ている」と錯覚している。

この通りだとすれば、長い間視覚心理学をえてきた反証を覆すことになる。なお、擬似的に複数の追従視が存在することから、擬複追従視と仮称する。

3.3 擬複追従視の実証例

直感的に判り易く、かつ広く知られている順に、幾つかの現象例を示す。個々の現象の動作の詳細は、それぞれ参考文献を参照されたい。

(1) 液晶TVの動領域ボヤケの直感的説明: ホールド型表示である液晶TVが実用化された当初、この動領域ボヤケが問題になった。

この説明には「追従視+網膜上の積分」⁸⁾(栗田, 2012, 図6)による方法があり、専門家のみならず非専門家にも広く知られている。ここでは追従視が重要な働きをしている。

一方、TV画面では多くの方向の動きがある。もし上記仮説が成立たないと、ある領域ではこ

の説明の通りボヤケるが、他の領域では縞模様が発生する等の不具合が生じることにもなりかねない。しかし、現実には一様にボヤケる。このように、仮説が成立しないと説明が付かない。

なお、この他の本格的な説明法は(3)で述べる。

(2) TVで表現出来る時空間解像度: 図2はコマ表現された動画像スペクトルの説明図である³⁾。

ヒトが見えるのは、可視周波数帯域(◇や追従視による変形◇)の中の成分だけなので、元の画像(基底帯域画像)だけがそのまま見える。

TV走査規格で表現できる時空間解像度は、追従視が絶対条件である^{3,7)}。しかし、通常、画面には複数方向の動きがある。もし追従視が一方

方向に限られるのなら、方々にaliasingが発生し、これによるギザギザ?が発生する筈である。しかし、そのような不具合は生じていない。

(3) 液晶TVの動領域ボヤケの理論的説明: TVにおけるコマ表現は時間領域における60Hzの標本化である。この考え方に基づいて、ボヤケの説明法に上記(1)で述べた方法の他、下記の説明方法がある⁹⁾。

i) 単位インパルス応答,

ii) 時間方向のアーチャ効果,

ここでも上記(1)(2)と同様、追従視を前提としており、仮説が成立たないと上記同様に矛盾する。

なお、この方法はTV走査系を標本化定理に

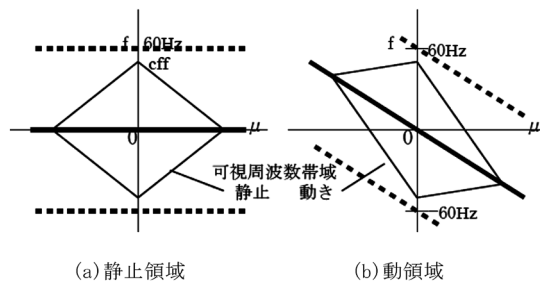


図2 コマ表現における周波数スペクトル。
 f : 時間周波数, μ : 水平周波数,
 太実線: 元の画像信号 (基底帯域信号),
 太点線: 60Hz 標本化 (コマ表現) により派生した成分,
 ◇および変形◇: 可視周波数帯域.

よって通信理論的に論じる場合に適している。
 (4) 縞模様の出現/消滅: 筆者は2013年冬季大会において「ワゴンホイール効果の抑圧のデモ」を行った¹⁰⁾。文献(吹抜, 2013, 図3)の画面の上半と下半は中央の帯を挟んで連続している。上半は右行するのに、下半は誘導信号のお陰で左行する。

最初は、上あるいは下半分のみが見えるように適当に視線を遮って観察する。しかし一旦これを経験すると、両者を同時に見ても、期待した追従視がそれぞれ誘発される¹⁰⁾。即ち、擬似的に2方向に追従視することが判る。

(5) その他: 多数ある。例えば、視域運動の一つ、鋭/鈍画像の繰返しによる鋭画像、など。

4. 今後に残された課題/今後期待される発展

(1) 擬複追従視に関する課題

- i) 視線の実測: 心理学の基本に絡む重要課題である。装置があれば是非測定したいのだが。
- ii) 前記の否定論にあるもう一つの反証の考察。

(2) 仮現運動に関する課題

- i) 周知のKorteの法則との照合。
- ii) 3つの時相など既存データとの照合。

(3) 仮説に基く諸現象の再吟味

5. むすび

絶対に正しいと思われる「複数方向への追従視はあり得ない」という反証を様々な現象から考え直し、擬複追従視の考えを呈示した。これに基いて仮現運動の成因を再検討した。「残像+追従視」説や「擬複追従視」説はまだ仮説の域を出ていないかも知れないが、「Wertheimer以来の心理学における100年のパイブル」への挑戦でもある。

視域運動が次々と通信理論的(数学的)に解明されてゆくと全く対照的に、仮現運動は未だに「不思議な現象」のままで残っていた。非線形現象なので視域運動のような綺麗な線形解析は出来ないが、機能に分解した考察は出来た。視覚心理学の依って来たる所とも関係が深く、かつて否定された現象の解釈を再吟味する必要性を感じる。

なお、本稿では具体的には β 運動を対象としたが、他の仮現運動についても擬複追従視の考えは力を発揮するものと思う。

文 献

- 1) 蘆田 宏: 動き知覚と動画の認識, 映像情報メディア学会誌, 58, 1151-1156, 2004.
- 2) 吉村浩一: 運動現象のタキシノミー, pp. 37-40, ナカニシヤ出版, 2006.
- 3) *1 吹抜敬彦: 動画像信号のコマ送りは何故可能

- なのか, 映像情報メディア学会誌, **63**, 1470-1472, 2009.
- 4) 吹抜敬彦: 仮現運動への疑問—時空間信号処理による動画像の解明—, 基礎心理学研究, **26**, 89-96, 2007.
 - 5) 吹抜敬彦: 仮現運動と視域運動~視覚信号処理工学の礎~, 映像情報メディア学会誌, **63**, 1467-1469, 2009.
 - 6) *²吹抜敬彦: 画像・メディア工学(電子情報通信学会レクチャーシリーズ), コロナ社, 2002.
 - 7) 吹抜敬彦: TVや映画における動画像の見え方~視覚信号処理工学の礎~, アニメーション学会心理研究部会パネル討論配付資料, 2013.
 - 8) 栗田泰市郎: ディスプレイの時間応答と動画表示画質, *Vision*, **24**, 154-163, 2012.
 - 9) 吹抜敬彦: 時間標本化におけるアパーチャ効果としてのTV動領域ボヤケ~視覚信号処理工学の礎~, 映像情報メディア学会技術報告IDY2013-51, Oct. 2013.
 - 10) 吹抜敬彦: カラーワゴンホール効果の動き誘導信号による抑圧~視覚信号処理工学の展開~, *Vision*, **25**, 127-131, 2013.
- *¹ 当初, sampled motionを「コマ送り」と称していたが, 誤解を生む恐れがあるため, 「コマ表現」と称することにした.
- *² 本書では, 出版当時の学会定説に従って, 「TVで動きが滑らかに見えるのは仮現運動による」と述べた. 現在の新しい考え方では誤りである.