

37. < 脳の計算過程の一側面としての Narration >

— Simulation v.s. Narration —

津田一郎 (新技術開発事業団)
エドガー・ケルナー (イルメナウ大)
清水 博 (東大・薬)

§ 1 序

外界をシミュレーションするだけが脳の機能ではない。外界からの入力データを自身のセマンティクスによって解釈し内的矛盾性の制約のもとに、ひとつながりの物語をつくるナレーション機能が存在する。脳の計算過程はこれら二つの機能を実現する過程と考えることができる。ここではナレーション機能に対する計算過程に着目する。我々は眼球運動 (saccade eye movement) は脳が行うナレーション機能の一つであるという仮説を提唱する。視床と皮質のダイナミクスを考慮することにより眼球運動に関するストーリーを構成する。我々は連続的な記憶のサーチプロセスが力学系カオスで表現されることをみいだしたが、カオスが眼球運動に関してはルール生成器として働く可能性があるという見解も示す。

§ 2 眼球運動とそれより速い過程の存在

ふつう我々が外界パターンをみたり思考したりする時におこる急速眼球運動 (サッケード) は、約 250msec の固定視と別の場所への速い跳躍のセットのシリーズである。急速に眼球を動かしている間は、パターンの知覚は、不可能であると考えられる。網膜を通過する速度が余りに速いためである。従ってパターン知覚は約 250msec の眼球の停留に伴っている。

さらに網膜上に投影されるパターンは、網膜中心窩の付近では細胞の応答が鋭敏であるため明瞭な処理を受ける (中心視) が、網膜の周辺部では粗い処理を受ける (周辺視)。しかしながら中心視だけがパターン知覚にとって重要な役割を果たしているのではなく周辺視で得られる情報も大変大きな意味をもっていることが分かっている。例えばある絵画を被験者にみてもらい眼球運動を測定 (目の動いた軌跡の測定) することを考える。¹⁾ 視野制限を何ら与えない時には眼球の軌跡は被験者に取って特徴的な部分に集中するため、ある特徴的な軌道パターンを描く。それに対して、視野制限を与え中心視のみによるパターン認識の実験をすると眼球の軌跡は絵画全体にわたり全くランダムなものになる。眼球運動の軌跡がパターン認識過程の何らかの反映であ

ると仮定できるなら、上の実験事実は周辺視がパターン認識に際しての情報圧縮によって大変大きな意味をもっていることを示している。

眼球運動とパターン認識過程の間の関係を積極的に結びつける仮説を提唱するためには、さらにいくつかの実験事実が必要である。Julesz と Bergen²⁾ 及び Treisman³⁾ は、眼球運動より数倍から10倍速い過程が存在することをみいだした。すなわち数 10msec のタイムスケールでおこる preattentive な過程である。これらの心理実験は、Deschene⁴⁾ らの生理実験によって基礎づけられうる。すなわち視床 - 皮質のニューロンネットワークにおいて⁵⁾ 視床の網様複合体の細胞の数 10msec つづくバースト発射が観察されている。この部分の特異なニューロンネットワークを考慮すれば、上の心理実験に対する生理学的知見を与えることができる。すなわち、数 10msec のタイムスケールで並列的な preattention の処理がなされ眼球運動がおこる 250msec までにこの並列的な preattention の継時的変化として focal attention の過程が存在し、それが主に視床の細胞の特異的な反応に起因しているともみることができる。

§ 3 眼球運動の機能的解釈

さらに皮質の構造と視床・皮質の相互作用系を考えあわせると、上記の無意識レベルの生理心理的情報処理に加えて、意識レベルでの自動スキニングの情報処理過程が存在することが分かる。我々は先に大脳皮質のメモリー構造を簡単なモデルで調べ、初期に互いに独立に貯えられたメモリー表現間に継時的な関係づけを可能にするルールが系内に自己組織され、そのルールが円写像の生み出すカオスで極めてよく表現されることをみた。⁶⁾ このメモリーの自動サーチの結果は視床・皮質相互作用系を通じて視床にフィードバックされる。視床ではその情報をもとにして外界のパターンの中の個々の情報に対する preattention の重みづけがつけられ結果としてそれら情報間の優先順位が決定されると考えられる。

これらの考察をもとにして、眼球運動の過程を解析すると次のようになる。最初の固視で、視床に parallel in sequence⁵⁾ の過程が皮質のセマンティクスの影響を受けながらおこるが、この時シーンは比較的幅の広い円板状の領域への focal attention のセットに分解される。それらは最初のセマンティクスに応じて無意識レベルでサーチされる順位が生理レベルの継時変化というかたちをとって区別されている。二番目の固視点はこの時の無意識レベルの時間軸上で順位 2 である。この点に眼球が移動すると、前と異なる注視点に座標原点をもつシーンから得られる情報は異なるため皮質のメモリーサーチと視床での自動ランキングのあり方が変化する。すなわち各 focal attention への順位づけが変化する。

第一のプロセスにおいて与えられたシーンに特徴的な先行的理解は既に得られるが、第二のプロセスはその先行的理解を試すかあるいは壊して新たに作り直す過程として理解される。以下この過程がパターンを完全に理解するまで繰り返される。この時現れる眼球の動きが我々がよく知っている眼球運動というものである、というのが我々の現在の理解である。すなわち眼球運動は脳が外界パターンを解釈するプロセスすなわち特異的な情報圧縮のプロセスをそのまま表現している。実際我々はこの考えを補強する実験を計画し面白い結果がでて⁷⁾いるが、それは別の機会に譲ることにする。

§ 4 カオスとの関係

第3章のようなストーリーを作ると眼球運動とカオスが密接に関係していることが理解される。カオス自身はおそらく視床からの情報と高次のセマンティクスに駆動されるが、また逆にカオスは、視床の情報処理に対しては低次のセマンティクスとして働きその結果眼球運動が出現する。眼球運動の軌跡自体のランダムネスとカオスとは間接的な関係しかないだろう。眼球運動は外界のシーンの脳による意味的な情報圧縮の成果であり、カオスはその情報圧縮のルールを生成していると考えられる。我々のカオスはメモリー空間上のカオスであるので、比較的短い長さをもついくつものメモリー系列を与えることができる。個々のメモリー系列はシーンの解釈に対して一つのルールを与えるだろう。我々のカオスはこれらルールの集合体を表現している。

認識が完了するまでの間の眼球運動の軌跡が一人の被験者の思い入れ（シーン全体に対する先行的理解）や個々の被験者によって異なっているのは、個々人の状況に応じたシーンに対するセマンティクスの違いによる情報圧縮のルールの違いであろうと考えられる。