

四章四節 意識の波動的性質に相関する神経活動（NCC1）

（一）脳波

クオリアは非常に短い時間スケールでは、波のようなリズムミクパターンで「有無有無……」と生成と消滅を繰り返している。最もシンプルに考えれば、このクオリアの波動的な発現パターンと一致する、波のような「リズムミクな脳の活動パターン」が存在しているはずである。刹那レベルでは意識内容は一定のリズムで生滅を繰り返しているが、それとタイミングを一致する生物学的なリズム活動が存在していることが予測される。

今日、脳全体が波のようなリズムミクな振動活動をしているという生物学的な事実は、脳の活動が生む電磁場の挙動を調べることによって明らかとなっている。脳から生まれる電場や磁場の変化を測定してみると、様々な周波数をもつ振動パターンが観察される。脳波は周波数毎に名前が付けられ、デルタ波（1～4 ヘルツ）、シータ波（4～8 ヘルツ）、アルファ波（8～12 ヘルツ）、ベータ波（15～25 ヘルツ）、ガンマ波（30～200 ヘルツ）というように大まかに分類されている（周波数はヘルツという単位で表される。例えば、1秒間に10回振動を繰り返せば10ヘルツとなる）。脳波は大脳皮質や大脳皮質下にあるニューロン群の集団的活動によって生まれていると考えられているが、検出される脳波の種類は、覚醒や睡眠のサイクル、認知や精神活動の状態に応じてダイナミックに変動している。

意識経験が離散的な知覚（つまり、スナップショット）で構成されていると考えている研究者は、この電磁場のリズムミクな変動として検知される脳波と離散的知覚の関連性を考えているようである⁽¹⁾。例えば一部の意識研究者は、8～12ヘルツほどのアルファ波のリズムがスナップショット発現の基礎になっている可能性を指摘している⁽²⁾。

もし私たちが本気でスナップショットと相関する神経活動を明らかにしたいと願うのなら、止観の行者の「生滅智」の状態にある脳活動を精査するのがよい方法となるかもしれない。意識の波動性が最も顕著に現れている生滅智や壊滅智といった特殊な意識状態における脳の活動を分析し、その主観レベルの波動性と相関する脳のリズム活動を調べてやればよい。もし、生滅智に相関する脳のリズム活動を同定することに成功すれば、通常の認知活動においてその特定の脳のリズム活動の挙動を精査してやればよい。このような一連の解析によって、生滅智という特殊な意識状態と通常の意識状態の両方に渡る脳のリズム活動をクリアにし、スナップショット発現の基礎となる神経活動を理解できるようになるかもしれない。一人の卓越した止観の行者の協力があれば、スナップショットに相関する脳のリズム活動が、特定の脳波パターンとして検出される可能性

がある。

(二) ガンマ波と意識経験

最近、米国の研究者らが、上座部仏教の「観」の行の実践者らの脳波を詳細に解析している⁽³⁾。興味深いことに彼らの報告によれば、観の行の実践時には脳の一部の領域で40ヘルツ前後のガンマ波の活動が顕著に高くなる。観の行の実践に長い年月を費やしている熟練者ほど、ガンマ波の増加率は高い。また、観の行の熟練者は瞑想時だけでなく、瞑想をしていない通常の意識状態においてもガンマ波の活動が高くなっている。つまり、長年の観の行の実践は、脳のガンマ波の増加傾向をもたらしており、その効果は瞑想時と非瞑想時（通常の意識状態）の両方に及んでいる。

この瞑想実践によるガンマ波の増加現象は、上座部仏教の観の行だけに限られたものではない。別の研究者によってチベット仏教の伝統的な「慈悲の瞑想⁽⁴⁾」の実践者の脳波も調べられているが、やはり40ヘルツ前後のガンマ波の顕著な増加が観察されている⁽⁵⁾※。慈悲の瞑想においても「観」の行と同様に、ガンマ波の増加率は修行経験の豊富な人ほど高くなっており、その効果は瞑想時と非瞑想時の両方に及んでいる。

近年の意識研究における数多くの実験データは、私たちの意識活動と40ヘルツほどのガンマ波のあいだに密接な関係性が存在することを示している。例えば、私たちが何かを見たり、聞いたり、触れたりした際には、その感覚情報を処理する大脳皮質領域（視覚野、聴覚野、体性感覚野など）においてガンマ波の増加が観察される。また、私たちが何か意図的に注意を向けたときにも、その対象に関する情報を処理する大脳皮質領域ではガンマ波が一過性に増える。ガンマ波は私たちが何か気づいたときに、その意識内容の情報を処理する脳領域で顕著に増加する脳のリズム活動である。

興味深いのは、意味の無い感覚刺激よりも人の顔や言葉のような意味のある対象を知覚した際に、脳の広い範囲に渡って強く一過性にガンマ波が増加することである⁽⁶⁾。生まれてから今日に至るまでに獲得した意味情報は、大脳皮質の広域に分散して蓄積されているが、大脳皮質の広域で同期したガンマ波のリズム活動は、それら広く分散した意味情報が一つに結び付けられた機能的状態を反映していると考えられている。ガンマ波は瞬間的な知覚機能だけでなく、短期記憶および長期記憶などを含めた高次の認知機

※ 上座部仏教の「観（ヴィパッサナー）」とチベット仏教の「慈悲の瞑想」では、ガンマ波の増加が観察される脳領域は異なっている。ヴィパッサナー瞑想では頭頂後頭部でガンマ波の増加が観察されるのに対して、チベット仏教の慈悲の瞑想では頭頂側頭部や前頭部で顕著なガンマ波の増加が観察されている（巻末引用文献参照）。

能にも関与する脳のリズム活動である。

ガンマ波のリズム活動は感覚情報や意味情報に反応し、脳全体において空間的／時間的にダイナミックに変動している。このような瞬間ごとに変化する局所的あるいは大域的な脳のリズム活動は、瞬時に劇的に変化する意識全体の活動状態を反映している。

脳の活動は広い範囲の周波数の脳波を生み出しているが、もし、意識の波動的特性が最も顕著となる生滅智において、主観レベルでのスナップショットの発現頻度が1秒当たり40回程度で認知されているのならば、40ヘルツほどのガンマ波がスナップショットに相関する脳のリズム活動（NCC1）の有力な候補になるだろう。今日の意識研究の成果を眺めてみても、40ヘルツほどのガンマ波はNCC1の第一候補であるかと思う。ただし、意識状態や認知状態、注意の状態などの変化に応じて、主観的スナップショットの発現頻度数が一定とならずに変動しているのならば、対応するNCC1の周波数も固定値とはならず意識状態に応じて変動していることになる。

(三) NCCfとNCC1

これまで述べてきたところを簡単にまとめて、NCCf（意識の場に相関する神経活動）とNCC1（意識の波動的性質に相関する神経活動）が織りなす意識モデルについて簡単なスケッチを描いてみたい。私たちの意識経験の成り立ちを神経生物学的な立場からよく理解するためには、進化的に新しい大脳皮質だけでなく、進化的に古い神経組織も含めた脳全体のはたらきを考慮せねばならない。

まずNCCfであるが、ポイントとなるのは視床の非特殊核である。脳幹網様体からの情報が視床の非特殊核に流入し、そこからの情報が大脳皮質の広範囲に展開されると、皮質全体が賦活化する。視床の非特殊核と大脳皮質のあいだの情報伝達は一方通行ではなくて双方向性であり神経ループを形成しているのだが（非特異的神経ループ）、この神経ループの活動は意識そのものの発現維持に必要とされており、外部環境や個体の内部状態に応じて調節される。

次にNCC1であるが、ポイントとなるのは視床の特殊核群である。先に述べたように、特殊核は感覚や運動、認知判断の種類に応じて機能的に異なるものが幾つも存在しており、それらはそれぞれが異なる大脳皮質の局所領域に投射して、双方向性の神経ループを形成している（特異的神経ループ）。この特異的神経ループは意識内容に関する具体的な情報を処理している。特異的神経ループ群は脳に絶え間なくインプットする無数の情報群を脳内で並列的に処理しているが、これら特異的神経ループ群の中でも、今

この瞬間の意識内容をコードし、スナップショットの生滅とタイミングの一致したリズム活動を示す神経ループがNCC1に相当する。脳内で並列的に活動する複数の特異的神経ループ群の中でも、特徴あるリズムな振動パターンを示す神経ループの活動がスナップショット発現の基礎となっている。ただし、NCC1が単独で機能しても意識経験は生まれない。それが意識経験として成立するためにはNCCfと協調した活動を要する。リズムな活動パターンを示すNCC1とNCCfの二種類の神経ループ群の協調した神経活動が、瞬間ごとに生滅するスナップショットを生み出し続ける意識場の活動（つまり意識経験の一次現象特性）に相関する。

NCCfは意識場に相関する持続的で全体的な神経活動である。意識水準が安定している限りは、その活動は持続的で安定している。それに対して、波動性に相関するNCC1は瞬間ごとに変化する意識内容に応じて、時間的／空間的にせわしなく変動する。刺激が意識にのぼる度、注意が移行する度、意味処理が施される度に、脳の局所的な領域あるいは広い範囲の領域で、スナップショットに相関するリズム活動が生まれては消える。意識的な脳活動において顕著となる40ヘルツほどのガンマ波はその性質を考慮すれば、スナップショットに相関する脳のリズム活動の第一候補であるかと思う[※]。

-
- 1 R.VanRullen, C.Koch (2003) Is perception discrete or continuous? *Trends Cogn Sci.* **7**,pp.207-213
 - 2 クリストフ・コッホ「意識の探求 神経科学からのアプローチ(下)」土谷尚嗣、金井良太(訳)、岩波書店(2006) 四九二頁
 - 3 B.R.Cahn, A.Delorme & J.Polich (2010) Occipital gamma activation during Vipassana meditation. *Cogn Process* **11**,pp.39-56
 - 4 ダライ・ラマ四世テンジン・ギャツォ「ダライ・ラマ大乗の瞑想法」クンチョック・シタル(監訳)、鈴木樹代子(訳)、齋藤保富(原典訳)、春秋社(2003) 第三章「慈悲」、第四章「平等心」、第五章「苦しみの本質を知る」
 - 5 A.Lutz, L.L.Greischar, N.B.Rawlings, M.Ricard & R.J.Davidson (2004) Long-term meditators self-induce high-amplitude gamma synchrony during mental practice. *Proc.Natl.Acad.Sci.USA* **101**,pp.16369-16373
 - 6 E.Rodriguez, N. George, J.P.Lachaux, J.Martinerie, B. Renault & F.J.Varela (1999) Perception's shadow: long-distance synchronization of human brain activity. *Nature* **397**, pp. 430-433

※ ここに示すNCCfとNCC1のモデルは、神経生物学者のロドルフォ・リナスが提唱する神経生物学的モデルを参考に行っている。彼の説明によれば、視床・大脳皮質の「特異的神経ループ」と「非特異的神経ループ」の両方で発生する40ヘルツのリズム活動が、時間的に調和(一致)することによって、一つのまとまったかたちでの認知事象が形成される。(R. Llinás, U. Ribary, D. Contreras & C. Pedraarena (1998) The neuronal basis for consciousness. *Phil.Trans. R. Soc. Lond. B* **353**, pp.184-1849)
