

## 脳組織に内在する知能の源泉

### Source of intelligence in the brain tissue

東大先端研<sup>1</sup> ○高橋 宏知<sup>1</sup>

Univ. Tokyo<sup>1</sup>

E-mail: takahashi@i.u-tokyo.ac.jp

脳の構造は、人工的な計算機の構造とは大きく異なる。たとえば、一つの神経細胞が、情報の入力を受けたり、情報を出力したりする神経細胞の数は、 $10^3$  から  $10^4$  個にのぼる。これほど大規模な fan-in/fan-out の構造は、従来の計算機にはない。大脳皮質には、100 億個の神経細胞があり、細胞間をつなぐ脳内の配線長は、10 万 km にも及ぶという試算もある [1]。また、脳は自律的に活動している。脳内の自発活動は、外部からの刺激で生じる誘発活動をはるかに凌ぐ。これらの脳の特徴も、従来の計算機には全くない。

脳組織に特異的な特徴が、どのような機能の実現に資するかを理解することは、脳科学分野だけでなく、次世代の計算機開発にも有用な示唆を与えると考える。たとえば、一つの神経細胞が  $10^4$  個ものシナプス入力を受けているとすれば、個々のシナプス伝達は些末であり、多数のシナプス入力の同期が重要であると考えられる。また、ある神経細胞がシナプスを介してつながっている神経細胞数は、1 シナプスでは  $10^4$  個のオーダー、2 シナプスでは  $10^8$  個のオーダー、3 シナプスでは  $10^{12}$  個のオーダーと概算できる（ただし、簡単のため冗長性を排した）。大脳皮質には神経細胞数が 100 億個しかないので、ある神経細胞が活動電位を発生した後、その情報は数シナプスを介して自分に戻ってくる。このような概算から、脳の情報処理は極めて再帰的であることがわかる。このような再帰的な情報処理には、回路の安定した同期特性が決定的な影響を与え得る。

本稿では、著者らの最近の実験に基づいて、どのようにして脳から知能や芸術が創発するかを考察する。著者らの考えでは、脳の動作原理は「神経ダーウィニズム」にある [2]。すなわち、脳は、神経活動パターンの多様化と自然選択により、自律的かつ適応的な情報処理を実現している。したがって、脳の創発特性には、システムの自律性に加え、多様な活動パターンの創出とそこからの秩序の抽出が重要な要件であると考えられる。特に、フィードフォワード結合による神経活動パターンの多様化に加え、リカレント結合を介した秩序の生成が、知能や芸術の源泉である可能性を論じたい。

#### 参考文献

- [1] Abeles M. Corticonics: Neural circuits of the cerebral cortex. New York. Cambridge University Press, 1991
- [2] H. Takahashi, R. Yokota and R. Kanzaki (2013). "Response variance in functional maps: neural darwinism revisited." Plos One 8: e68705