

# カオスが持つ類似性について

小笠原 義仁 (Yoshihito Ogasawara)

早稲田大学

自然科学で言うところのカオスとは、いわゆる「混沌」とは異なり、例えば次のような性質によって特徴付けられる[1,2]。

- ・ 任意の素周期をもった周期点の存在
- ・ 周期点の稠密性
- ・ 初期値鋭敏性
- ・ 稠密な軌道の存在
- ・ 位相推移性

ここでは厳密性を無視して、直感的な説明を試みると、

「カオスとは、ある種の法則に従っているにもかかわらず（それも、しばしば単純な法則）、ランダムであるかのように振る舞うもの」

として特徴付ける事が出来る。コンピュータ科学の発展と共に発見されたこのカオスの概念は、それまでの自然科学における

- ・ 法則によって現象を完全に予想出来る
- ・ ランダムであるがゆえに現象が予想出来ない

という二元論的な考え方を揺るがすものであり、量子力学が持つ確率論的側面と共に、当時の自然認識を揺るがすものであった。

またカオスの分析と共に、ランダム概念が極めて理想的な概念である事も露わにされた。実際、一見振る舞いがランダムであったとしても、それが本当にランダムである事を示すためには、カオスではない、すなわちそこにはあらゆる法則性が隠されていない、という事を立証する必要がある。

例えば、点列

$$x(1), x(2), x(3), \dots$$

が与えられた時に、最初の 100 番目

$$x(1), x(2), x(3), \dots, x(100)$$

までに周期性が無い事が証明されたとしても、101 番目に  $x(1)$  が現れて

$$x(1), x(2), x(3), \dots, x(100), x(1), x(2), x(3), \dots, x(100), \dots$$

という周期 100 の周期性があるかもしれない可能性を否定出来ない。実際、この点列が決定論的に決まっているとするならば、101 番目に 1 番目と同じ点が現れたならば、102 番目以降は 2 番目以降と同じ振る舞いをする事になる。

それでは、101 番目

$$x(1), x(2), x(3), \dots, x(100), x(101)$$

まで調べて、周期性が無い事が証明されたとしても、今度は 102 番目に  $x(1)$  が現れて、やはり今度は周期 101 の周期性があるかもしれない、という可能性を否定する事が出来

ない。この議論はいくらでも繰り返す事が出来るので、与えられた点列が周期性を持たない（法則性を持たない、カオスではない）事を示すのは、現実的には不可能である。実際、

「調べた限り周期性（法則性）が見つけれなかった事」

により

「あらゆる周期性（法則性）が無い事」

を立証した事にはならない。すなわち、カオスの発見とは、決定論的自然観を揺るがすものであると同時に、（その前提としてランダムが存在が仮定されている）確率論的自然観をも揺るがすものであった。

さらにカオスが持つ特徴として、

「そのランダムであるかのような複雑な振る舞いの中から、しばしばそのアトラクタとして、フラクタル（自己相似）構造が現れる」

という性質を挙げる事が出来る。あらゆる法則性を拒絶しているランダムからは、決してこのような構造は生まれえない。一見するとランダムであるかのような振る舞いであっても、そこに法則性が潜んでいるからこそ現れ出る性質である。逆に言うと、混沌と思えるようなものであっても、それがランダムではなくカオスであるならば、そこから構造が生まれ出る（創発される）可能性があるという事である。そして、その構造であるフラクタル（自己相似）構造とは、自然現象のあらゆる箇所に表れる特徴である事が知られている[3]。

発表者は、このカオスの概念を利用して、意識のハードプロブレム、すなわち

「私たちの意識経験にはなぜ、主観的な側面（クオリア）が伴うのか」

という問題に新たな光を当てられないかという研究を試みている[4-7]。すなわち、主観的側面を持つ「意識」なるものの起源を、カオスが持つ特徴からの類似性（アナロジー）として捉えられないか、すなわち混沌から現れる構造として捉えられないか、という事である。

#### [参考文献]

- [1] R. L. Devaney, An Introduction to Chaotic Dynamical Systems(Westview Press, Boulder, CO, 2003).
- [2] Y. Ogasawara and S. Oishi: Consideration of a Primitive Chaos, Journal of the Physical Society of Japan 81 (2012) 103001.
- [3] B. B. Mandelbrot: The Fractal Geometry of Nature (W. H. Freeman & Co., New York, 1983).
- [4] 小笠原義仁「ものの見方としての位相空間論入門」培風館, 2011年9月.
- [5] Y. Ogasawara: A Structure behind Primitive Chaos, Journal of the Physical Society of Japan 84 (2015) 64007.
- [6] K. Lewin (translated by F. Heider and G. M. Heider)“Principles of Topological Psychology”McGraw-Hill Book Company, New York, 1936.
- [7] V. Weizsäcker“Der Gestaltkreis: Theorie der Einheit von Wahrnehmen und Bewegen”Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1940.