

心臓のミクロ世界に「カオス」が隠れていた！ —秩序とゆらぎが生み出すリズムの秘密—

中部大学生命健康科学部生命医科学科
新谷 正嶺

私たちの心臓は規則正しく拍動することで生命を支えているが、そのリズムはミクロの世界では意外な仕組みで支えられている。中部大学の新谷ら研究グループは、心筋細胞内の筋肉の最小単位「サルコメア」を温めると、自発的に高速で振動する現象(HSOs)を発見した。この振動は一見すると無秩序な「カオス的ゆらぎ」を含むが、細胞全体ではきちんとした周期リズムが維持されるという不思議な性質を持っていた。この現象は、細胞が意図的に小さな「ゆらぎ」を取り入れることで、環境変化に柔軟に対応できる仕組みだと考えられ

る。今回、この現象を『ケイオーディック・ホメオダイナミクス』と名付け、細胞がカオスを積極的に利用していることを初めて証明した。心臓の病気の予兆を早期に発見する方法や、新しい治療法の開発にもつながることが期待される。

Chaotic Homeodynamics: The Periodic Chaos Phenomenon Observed at the Sarcomere Level and Its Physiological Significance., Seine A. Shin-tani, Biochemical and Biophysical Research Communications: 760, 151712, 2025.

[図は学会ホームページ <http://physiology.jp/> を参照]

活動電位がなくても収縮できる筋肉

大阪医科大学医学部生理学教室
秋山 千史, 坂田 宗平, 小野富三人

筋収縮のメカニズムは古くからの研究によってほぼ全容が解明されており、多くの生理学の教科書にも記載されている基礎的な事項です。筋の収縮は運動神経の興奮によって始まり、筋膜上で終板電位が発生し、それが活動電位を惹起して筋が収縮します(図1A)。終板電位は一般的に小さい上、伝導する間に電位が減衰するためそれを增幅する役割を担う活動電位は筋収縮に必須であるとされています。しかしながら今回、筋で活動電位

の形成に必須である電位依存性ナトリウムチャネル(NaV1.4)をノックアウトしたゼブラフィッシュを作成したところ、活動電位を欠失しているにも関わらず筋は問題なく収縮し、遊泳能力は野生型のゼブラフィッシュとほぼ変わらないことが分かりました。なぜ活動電位を持たない筋が収縮できるのかを調べるために数理シミュレーションを行ったところ、ゼブラフィッシュの筋は哺乳類などに比べてサイズが小さいため電位の減衰はほ

とんど問題にならないこと、さらに終板電位の大きさは筋の収縮に必要な電位を上回ることが分かりました。つまり終板電位が直接筋収縮を惹起していると考えられます(図1B)。この結果は筋の収縮メカニズムは多様性がある可能性を示唆しており、今後、さまざまな生物種で固有の筋収縮のメカニズムが明らかになれば進化の過程で生物はどういう筋収縮のメカニズムを獲得し、それをどのように変化させてきたのか明らかになることが期待されます。また一般に不要な遺伝子は進化の過程で失われますが、NaV1.4はゼブラフィッシュ

では筋収縮に必須ではないにもかかわらず失われていません。筋収縮以外の重要な機能を担っている可能性も考えられますが今のところ詳細は不明です。今後の研究の発展によりNaV1.4の新たな機能が明らかになるかもしれません。

Akiyama C, Sakata S, Ono F. Normal locomotion in zebrafish lacking the sodium channel NaV1.4 suggests that the need for muscle action potentials is not universal. PLoS Biology 23 (4): e3003137. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3003137>

[図は学会ホームページ <http://physiology.jp/>を参照]

生理学および関連諸分野における、会員各位の研究成果について、学会ホームページ「サイエンストピックス」の欄に判りやすい解説を紹介し、広く社会に発信しています。会員の皆様の奮ってのご投稿、ならびに、候補著者のご推薦をお願いいたします。「サイエンストピックス」への投稿は学会事務局にて随時受け付けております。