

一次元水分子列を流れる水素イオンの整流性：ナノ試験管としてのイオンチャネル

¹福井大学学術研究院医学系部門麻酔・蘇生学分野, ²福井大学学術研究院医学系部門分子生理学分野
松木悠佳^{1,2} (老木成稔²)

水中の水分子はお互いに鎖でつながれ(水素結合)3次元の網目を作っており,水素イオン(H⁺)はこの網目の上をどの向きにも自由に移動することができます。それでは,水分子が一行に並んだ一次元の水の中をH⁺はどのようにして流れるのでしょうか。この課題は化学反応として解明されることが期待されているだけでなく,生命科学でも重要な意義があります。生体にはチャネルという物質が多種類存在し,H⁺が流れるものをH⁺チャネルと呼びますが,その仕組みは十分に分かりません。チャネルには水分子が一行に並ぶ細孔があり,ここをH⁺が通ります。逆に言うと,このチャネルは水を一行に並べるためのナノ試験管として利用できるのです。今回,H⁺チャネルを

膜に埋め込み,H⁺流を測定しました。その結果,H⁺の流れが向きによって速さが異なることを発見しました。これを整流性と呼びます。それによって整流性の分子機構を明らかにすることができました。これらの成果は生体のH⁺チャネルの仕組みを理解するだけでなく,燃料電池などに使われるH⁺を流すための膜を開発する上で広く利用される可能性があります。

Matsuki Y, Iwamoto M, Mita K, Shigemi K, Matsunaga S, Oiki S : Rectified proton grotthuss conduction across a long water-wire in the test nanotube of the polytheonamide B channel. *J Am Chem Soc* **138** : 4168-4177, 2016

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

運動学習には一次運動野ニューロンに対する一時的な抑制低下と持続的な興奮性シナプスの強化が必要である

山口大学医学研究院神経生理学 木田裕之 (美津島大)

大脳新皮質の一次運動野は,随意運動の起点領域である。運動トレーニングは長期的に興奮性シナプスの伝達効率を強化すると考えられてきたが,興奮性シナプスが多様化する過程,抑制性シナプスの関与,ニューロンの膜特性の変化など,多岐にわたる可塑性の全体像は不明であった。

本研究では,ラットを用いたローターロッドテスト(1日10試行,最長2日間)を運動学習課題とし,主要な興奮性神経伝達物質であるグルタミン酸に着目した。まず,一次運動野におけるAMPA型やNMDA型受容体のグルタミン酸受容体を局所障害すると学習獲得が遅れ,成績が著

しく低下することを確認した。次に、スライスパッチクランプ法により、運動学習後の一次運動野 II/III 層におけるシナプス特性やニューロン膜特性を解析した。非トレーニング群と比べ、トレーニング 1 日目では、1 シナプス小胞あたりの興奮性シナプス後電流 (mEPSC) の振幅が増加し、抑制性シナプス後電流 (mIPSC) の頻度が一時的に減少した。また AMPA 受容体の GluA1 サブユニット Ser⁸³¹ のリン酸化が亢進していた。これは運動直後における一時的な GABA 分泌量の減少と AMPA 受容体のシナプス移行を示唆する。トレーニング 2 日目には、さらに mEPSC の頻度・振幅

が増加していたが、連続刺激応答の結果 (paired pulse ratio) から、グルタミン酸分泌量の増加も確認された。以上、運動学習の過程における興奮性と抑制性の両シナプスの関与と、プレ・ポスト両側におけるシナプス可塑性の全体像を初めて明らかにした。

Kida H, Tsuda Y, Ito N, Yamamoto Y, Owada Y, Kamiya Y, Mitsushima D: Motor training promotes both synaptic and intrinsic plasticity of layer II/III pyramidal neurons in the primary motor cortex. *Cerebral Cortex* **26** (8): 3494-3507, 2016

[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。