



野崎 大地 教授
Professor Daichi Nozaki

研究分野: 身体教育科学、運動制御、運動学習

研究内容: 私たち人間の持つ高度な身体運動制御能力を実現する脳神経機序を明らかにしたいと考えています。ロボットアームを用いた心理物理学的実験、運動制御・学習システムの数学的モデリング、経頭蓋磁気刺激・電流刺激等の手法を使っています。

1990年 東京大学工学部卒業
1995年 東京大学大学院教育学研究科博士課程修了
1998年 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所研究員
2006年 東京大学大学院教育学研究科 助教授

2011年より現在 東京大学大学院教育学研究科 教授

脳の運動学習能力を測る

ロボットアームを用いた運動学習実験手法

アスリートや芸術家・音楽演奏家の息を呑むような運動スキル、これを制御・学習する脳神経系メカニズムを明らかにしたいと思っています。しかし最初から、例えばバレリーナの舞踊を対象にするのは複雑すぎますし、普遍的な制御メカニズムの理解にはつながらないでしょう。私たちが対象としているのは、単純ながらも運動制御の重要な要素を含んだ、標的に向かって手を伸ばす運動(到達運動)です。図1のようなロボットアームを用いて、到達運動中のハンドルに様々な外力をかけるなど新奇な状況を課します。こうした状況に曝されると、被験者は最初はうまくハンドルを標的に到達させることができません。しかし、生じた運動誤差の情報に元、運動学習系は運動指令を徐々に修正します。20年ほど前に確立された、この適応過程における行動・脳活動等の変化を調べるという手法は、運動の制御・学習に関して多くの知見をもたらしてきました。

興味深いことに、学習の際、誤差が生じたことを被験者が必ずしも知覚する必要はありません。運動学習は、意識に上らない潜在的なレベルで進行する、まさに「身体が覚える」プロセスなのです。例えば、運動学習系の仕組みを応用したあるトリックを使うと、スタート位置から左右別々の標的に向かってハンドルを動かしていると信じているにも関わらず、実際にハンドルが動いている方向は常に前方、というような奇妙な状況に被験者を導くことさえ可能です(図2)。

運動学習動態から脳機能を推定する

また、このような実験を行うと、予想もしないことが明らかになることもあります。唐突ですが、一卵性双生児のように外見上見分けがつかない二人をどうやって区別すればよいのでしょうか? 一方にだけ新奇なことを学習させてテストしてみればよいのです。ここで、例えば図3Aのような到達運動を左腕だけで行う場合と、右腕の運動を付け加えて両腕で行う場合を考えます。左腕の動作そのものに違いはありませんが、左腕を制御する脳内過程は同一だとは限りません。違いがあるかどうかは、双生児を見分ける場合と同様、左腕に運動学習をさせてみれば分かります。片腕だけで獲得した左腕の運動学習効果は、両腕を動かす時には60-70%程度しか活用できないことが分かりました。この結果から、一口に左腕や右腕を動かすといっても、その制御過程は、もう一方の腕が動いているか、静止しているかによって部分的に切り替わっていることが推測されます(図3B)。

図2に示した、被験者は全く別と思っていたながらも物理的には同一の到達運動、これも同様な運動学習実験を行うことにより、異なる制御過程によって実行されていることが明らかになっています。全く同じ運動を、いろいろな脳活動パターンで遂行できるということ(冗長性といいます)が、私たちの身体運動制御の特長であるといえます。この特長によって、そのパターン一つ一つに異なった運動学習を行わせることができます。このような冗長性の存在は、一見無駄に見えますが、多様な環境で運動を自在に行う、という私たちが生きていく上で重要な能力の基礎になっているのではないかと私たちは考えています。

図1 ロボットアーム (KINARM, Bkin Technologies, Canada)



図2 カーソルとハンドルの間のずれに適応した結果生じる奇妙な状況 (Hirashima & Nozaki, Current Biology 2012)

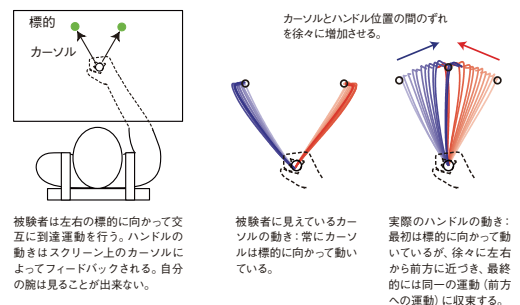


図3 片腕・両腕運動時の左腕運動は同一だろうか? (Nozaki et al., Nature Neuroscience 2006)

