

滑らかな運動制御のための脳による情報処理

河野憲二

京都大学大学院・医学研究科・認知行動脳科学

私たちは、日常、いとも簡単に眼を動かして興味を惹かれた物に視線を向けたり、手を伸ばして欲しいものをつかんだりすることができる。このような、ヒトあるいは動物の運動は、脳が神経信号を筋肉に送り、筋肉を収縮、あるいは弛緩させることで行なわれている。ところがこの筋肉や、関節、眼球などには摩擦や慣性などがあり、また一つの運動を行うためには複数の筋肉が連携して動かなければならない。神経科学の進歩とともに、一見簡単に行なわれているように見える、このような運動制御の背後に、脳の中で複雑で膨大な情報処理計算が実行されていることが明らかになってきた。

運動制御のメカニズムについて、近年の計算論的神経科学の研究により、運動は脳の中にある制御対象（筋肉等）の内部モデルを使って運動指令を構築することで実現されている、という仮説が提唱されている。この仮説によると、例えば、ボールを投げる時、脳は、ボールがキャッチャーのミットに入るために、自分とキャッチャーミットとの空間内での関係、制御対象である関節や筋肉の特性等を理解し、どういう運動指令を出すとボールがどのように飛ぶかを計算し、最も適切な指令を出してボールを投げていることになる。もし脳がこのような内部モデルを持っているとすると、運動をフィードフォワード制御することができ、滑らかで素早い動きが容易に行なわれていることを説明することができる。

私たちの研究グループは、サルを用いた電気生理学的な実験と計算論に基づく解析を組み合わせることによってこの仮説を検討し、眼球運動系の内部モデルが小脳に実在することを示した。本講演では、比較的単純で扱いやすい運動系として、視覚入力によって制御される眼球運動系を例として取り上げ、その制御のためにどのような情報処理が脳内で行なわれていると考えられるかについて述べる。