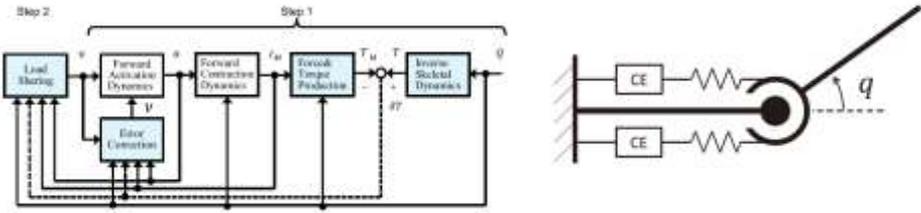


申請者	学科名	情報システム工学科	職名	准教授	氏名	山崎 大河
調査研究課題	ヒトの身体運動における協調を伴う運動制御機構の研究					
調査研究組織	氏名		所属・職	専門分野	役割分担	
	代表	山崎 大河	情報工学部 情報システム工学科・准教授	生体やロボットの運動制御	研究全般の実施および統括	
	分担者	岡本祐太 竹下洋 今井秋介 岡本恵里子 丸山琢郎	大学院生 大学院生 大学院生 大学院生 大学院生		研究実施・発表 研究実施・発表 研究実施・発表 研究実施・発表 研究実施・発表	
調査研究実績の概要	<p>(1) 筋活動の推定手法の提案と評価</p> <p>ヒトが運動しているときの筋活動を直接計測することは容易でないことから、筋骨格系の数理モデルを用いることで、骨格系の運動の計測データから筋系や神経系の活動を逆に推定するための手法が研究されている。これに対し、本研究では、運動の高次の微分を使って、できるだけストレートな計算で、神経や筋の活動を推定する新たな計算手法を提案するとともに、単純な筋骨格系モデルを用いて、その動作を例示した(図1, 成果資料1)。さらに、本研究では、提案法と従来法とを比較して、提案手法による筋活動の推定精度が高く、差は筋の特性の限界に近づくほど拡大する傾向があることを明らかにした(成果資料2)。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div> <p>図1: 筋活動推定手法のアルゴリズム (左) と検証に使用した筋骨格モデル (右)</p>					

<p>調査研究実績 の概要</p>	<p>(2) 劣駆動系における協調を用いた制御の理解</p> <p>人間の行なう多くの運動には、身体の姿勢を決める一般化座標の一部に対して、一般化力を加えられない状況が存在する。この性質は劣駆動性と呼ばれ、運動に対する大きな制約となる。本研究では、劣駆動性の宝庫である体操競技における種々の運動において、その制御の仕組みの解明を目指し、つり輪と鉄棒に関する研究を行った。</p> <p>つり輪におけるスイングでは、身体重心をできるだけ鉛直軸に沿って往復運動することを目指すような指導が行われることに着目し、本研究では、身体重心に対して関節トルクが与える影響を解析した。その結果、つり輪のスイングには関節トルクによって身体重心の加速度を発生できない特異点が存在することを示した。これは、つり輪運動の困難さの原因の一つと考えられる（成果資料3）。</p> <p>鉄棒運動における神経系による運動制御のモデルを提案した（成果資料4）。提案モデルは、関節間の協調を仮想ホロノミック拘束とみなし、目標とする仮想拘束を状況によって切り替えることで、鉄棒での「け上がり」などの技を表現できる。本研究では、簡易的な筋活動モデルを考慮することで、関節トルクの不連続性を解消できることや、仮想拘束の制御器を独立させることによって、神経系における情報処理機構の特徴の一つとされるモジュール性をもたせることができることを示した。</p> <p>(3) 身体運動のばらつきに着目した運動制御の評価</p> <p>ヒトの運動では、身体の位置や速度、力といった、様々なレベルの変数にばらつきがみられる。本研究では、神経系が制御量としている変数のばらつきは、そうでない変数に比べて小さく抑えられているとの仮説に基づいて、神経にとっての制御量を同定するUncontrolled manifold (UCM) 解析を、自転車ペダリング運動における関節角速度のばらつきの解析に応用する手法を提案するとともに、その解析例を報告した（成果資料5）。</p>
<p>成果資料目録</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Taiga Yamasaki, Katsutoshi Idehara, and Xin Xin: Estimation of muscle activity using higher-order derivatives, static optimization, and forward-inverse dynamics. Journal of biomechanics, Volume 49, Issue 10, pp. 2015–2022, 2016 2. 岡本恵里子, 山崎大河, 忻欣, 泉晋作: 静的最適化を用いた2種類の筋活動の推定手法の精度比較, 第18回IEEE広島支部学生シンポジウム, CD-ROM, p273_B1-13, 2016.11.19-20 (両日発表), 山口大学常盤キャンパス 3. Shusuke Imai, Taiga Yamasaki, Kyoji Yamawaki, Xin Xin, Shinsaku Izumi, EFFECT OF JOINT TORQUE ON HORIZONTAL MOTION OF CENTER-OF-MASS DURING SWING ON GYMNASTIC RINGS, 34th International Conference on Biomechanics in Sports, P0522430, July 18-22 (発表20), Tsukuba 4. 岡本佑太, 山崎大河, 忻欣, 泉晋作: 複数の仮想ホロノミック拘束を用いた鉄棒運動の制御モデル, 第4回制御部門マルチシンポジウム, USB, PS-51, 2017.3.6-9 (7日発表), 岡山大学 5. 山崎大河, 竹下洋, 田口恵理, 忻欣, 泉晋作, 自転車ペダリング運動におけるクランク角速度と関節角速度のばらつきの解析, 第60回システム制御情報学会研究発表講演会, DVD-ROM, 351-3, 2016.5.25-27 (27日発表), 京都テルサ <p>(紙面の都合により、その他の発表資料の掲載は省略する)</p>