

論文の内容の要旨

論文題目 ヒト胎児シミュレーションを用いた発達における
身体性寄与の構成論的解明

氏 名 山田 康智

本研究では、計測データに基づく詳細なヒト胎児シミュレーションを構築し、ヒト胎児の感覚運動経験に基づく神経系、運動認知発達について環境・身体・運動パターン・神経系基質の各種要因が正常発達と異常な発達を導く仕方について構成論的に示した。

論文は7章より構成されている。第1章では、早産児を含む胎内環境経験の短縮や異常と発達障害との関係性が指摘されている事を例として、ヒト胎児の発達メカニズム解明の研究背景を説明した。この研究テーマに取り組むにあたり身体・環境・神経系の相互作用において発達を解明する事の重要性について身体性という概念のもと説明を行った。これらを踏まえ本研究の目的である「ヒト胎生期発達における身体性寄与解明」とその方法として構成論的アプローチ、そして意義・特色について述べた。

第2章では、ヒト胎児の初期発達と感覚運動経験に関する学習についての近年の研究を総合し、主要な発達段階を脊髄、皮質一次体性感覚野、皮質全域の三つに分類した。次いで、発達科学や早産児・発達障害についての知見から、胎生期発達への寄与が想定される要因として環境・身体・運動パターン・神経系基質について選定を行った。

第3章では、新規に構築したヒト胎児シミュレーションの概要について説明した。このシミュレーションは、ヒト胎児標本に基づく全身筋骨格身体と、乳児脳画像解析に基づく

脳神経系モデル、子宮内環境モデルから構成される。

第4章から第6章までは胎児シミュレーションを用いた実験結果である。第4章では、脊髄神経系において生成される自発運動、その発達的变化及び脊髄神経系発達とロコモーション様運動の発達について、筋骨格身体を持つ物理的制約条件によって構造化された感覚運動情報によって再現・説明できることを示した。この章では筋骨格身体の身体性についての定量化を通じて、筋骨格身体への発達への寄与を実証的に示した。第5章では、皮質一次体性感覚野における身体表象発達をシミュレートし、生体の身体表象に関する構造機能的知見を再現できる事を確認した。更に、早産児に観察される形で環境、運動パターン、神経系基質の各種異常についてシミュレーションを行い、これらの異常が身体表象発達の構造・機能的低下を引き起こしている可能性について予測を提供した。更に、生得的な要因を仮定しても身体表象発達に影響を与える事もシミュレーションを通じて示した。また、この身体表象発達不全が従来科学における方法である、単一身体部位への刺激に対する選択性を調べる機能的検証法では機能的差異が小さく、複数身体部位を含む刺激の元では大きい事を示し、見逃されていた可能性と実際の運動状況下では大きな影響を与えていた可能性を示した。第6章では、皮質全域を含むシミュレーションにより身体表象発達に基づいた複数モダリティ統合による認知発達をシミュレートした。ここでは早産児に観察される各種異常がもたらした身体表象発達の構造・機能的な低下が、この認知機能発達に影響を与えることを示した。

第7章では、総じてヒト胎児の感覚運動経験に基づく神経系、運動、認知発達について環境・身体・運動パターン・神経系基質の各種要因の寄与についてまとめるとともに、発達障害との関係性や発達ケアへの可能性への展開について考察を行った。