

主論文審査の要旨

日常において、われわれが描画や書字などの上肢における随意運動を滑らかに行うためには、各運動器官が中枢神経系および末梢神経系により正しく調節する、すなわち協調運動されている必要がある。この協調運動機能の発達については、末梢から中枢神経系まで全ての神経系が関与しているが、その中で特に中枢神経系の機能発達が強く影響することが知られている。形態学的研究としては、脳重量が加齢に伴い指数関数的に増加することや脳の主要な領野の重さ、DNA、コレステロールおよび水分含有量などが出生前後から指数関数的に発達し、中でも小脳の出生直後の発達が急激であることが報告されている。また、生理学的研究としては、ヒトの大脳皮質運動野と頸部脊柱に磁気刺激を与え、上腕二頭筋及び小指球筋から誘発筋電図を計測し、錐体路細胞の発達過程がこの誘発筋電図の潜時の短縮と閾値の低下として現れることが報告されている。これらの報告は一般的な中枢神経系の生後発達の報告であり、幼・小児が実際に上肢運動を行った実験から得られた運動機能の発達の報告は未だ無い。一方、幼・小児の実際の上肢運動機能の発達について教育的立場から調査した研究がある。この研究では、2歳6か月から5歳9か月までの幼児を対象に、ペンで円を塗りつぶす課題を実施し、その際の関節運動に注目した。その結果、加齢とともに近位の肩関節運動や肘関節運動から遠位の指関節運動へと収斂していくことが報告されている。しかしながら、この研究は、研究者の観察に基づいた主観的な報告であり、幼・小児期の加齢による上肢運動機能の発達を定量的に解明するには至っていない。

本論文は、村山らが開発した上肢運動機能評価システムの視標追跡法を用いて3歳から12歳までの幼・小児期における描画能力の発達過程を種々のパラメータを用いて客観的に調べたものである。

論文は1章から5章で構成されている。

第1章は序論であり、第2章は研究に関連する生理学および解剖学的知見の解説である。

第3章では、3歳から12歳までの幼・小児に視標追跡描円運動課題（半径2cm、周回3周、速度1.47cm/sec）を行わせ、得られた波形から12個のパラメータを抽出して因子分析を行ったところ、「描画巧緻性」、「顫動安定性」および「筆圧安定性」の3因子に大別されることがわかった。また、これらの因子について経時的変化を分析すると、加齢に伴って「描画巧緻性」と「顫動安定性」は指数関数的に変化し、「筆圧安定性」は3歳から7歳までは直線的に変化し、その後はほぼ変化しないことがわかった。

第4章では、視標追跡描円運動課題の半径を4cm、周回3周、速度2.94cm/sec、すなわち速度を2倍にして描円運動を行わせ、得られた波形から12個のパラメータを抽出して因子分析を行ったところ、「描画巧緻性」、「顫動安定性」、「筆圧安定性」に加えて「追跡巧緻性」の4因子に大別されることがわかった。また、その発達過程は、「描画巧緻性」、「顫動安定性」および「筆圧安定性」については第3章の結果と同じであったが、「追跡巧緻性」は3歳から5歳までに急速に発達し、9歳から11歳でもう一度発達する2段階発達を示すことがわかった。

第5章では、本論文の内容を総括し、この研究の将来性について述べて結びとしている。

審査委員会は、学位論文提出者に対して当該論文の内容および関連の専門分野について試問を行った。その結果、該当する研究分野において十分な知識と理解力および研究遂行能力を有していると判断した。また、外国語（英語）による論文作成能力ならびに口頭発表能力についても、研究者として十分なレベルの能力を備えていると認めた。本論文の内容は、これまでに審査付きの学術論文誌に1報の論文を公表し、国際学会プロシーディングにも1件発表を行っている。

以上の結果に基づき、論文提出者は博士（工学）としての能力を十分備えていると判定した。

審査委員 情報電気電子工学専攻人間環境情報講座 教授 村山 伸樹
審査委員 情報電気電子工学専攻人間環境情報講座 教授 井上 高宏
審査委員 情報電気電子工学専攻人間環境情報講座 准教授 伊賀崎伴彦
審査委員 情報電気電子工学専攻機械創成エネルギー講座 教授 檜山 隆