

専攻主任



学位論文審査結果の要旨

博士（工学）申請者 鈴木 昭弘

審査委員

主査 教授 和嶋 雅幸

副査 教授 岡崎 哲夫

副査 教授 川上 敬

空間表現システムによる空間表現能力の把握に関する研究

本論文は空間認知能力および空間表現能力が発達段階である幼児を対象とした、空間表現能力の発達の過程の把握に関するものである。幼児に適した表現手法を搭載した 3D 表現システムを提案し、その有効性を検討するとともに、本システムを使用し幼児の空間表現能力の発達の把握について追求している。

幼児を対象とした空間認知能力および空間表現能力の把握に関する研究は様々な手法により行われており、言葉の通じない乳児を対象とした選好注視法や順化・脱順化法を始めとして、幼児を対象とした紙への描画による手法や口頭による把握、および、立体迷路など研究が盛んである。しかしながら課題も多く、特に幼児期の子どもを対象とした研究においては、3次元である空間を2次元平面へ投影する必要があることや、描画や言語といったスキルが求められるなどの課題がある。また、幼児期においては、幼児が表現を行う際にイメージする空間は、物理的な3次元空間と一致するとは限らず、例えば、重力とは無関係に物体が空中に配置されていることや、また、3次元空間における座標軸の扱いが異なり、奥行きを表現を、上方向に対する表現として行うなど、幼児の持っている空間をより詳細に把握するためには、より自由な表現を行えることが望ましい。また、空間認知能力および空間表現能力の把握は、すでに確立されて手法として WPPSI 知能診断検査や WISC-III 知能検査などの知能検査の下位検査に含まれている。しかしながら、これらの検査は空間認知能力や空間表現能力の把握を目的としておらず、基本的に2次元空間における能力を測定するものであり、3次元空間における能力の把握は困難である。また、検査者には知能検査の実施に関する手法の習熟が必要であり、さらに、検査の所要時間は1時間から2時間以上を必要とし、検査者および被験者の負担が大きい。

このような背景から著者は4歳から7歳の幼児を対象として、コンピュータの仮想3次元空間において表現を行わせることにより、空間表現能力を把握するとともに、発達過程の把握を目的とした3D表現システムを提案した。このシステムを使用し、幼稚園児に対してインタフェース評価を実施し、インタフェースが幼児に適していることを確認するとともに、空間表現能力の発達の把握が可能かについて評価実験を実施し、多角的な検討を行った。その結果、幼児の空間表現能力の発達の把握が可能であることを確認した。さらに、男女における発達の差異や、幼児に提示する操作対象となる紙の模様による結果の差異についても言及している。

本論文は6章で構成されている。第1章では、幼児を対象とした空間表現能力の把握の現状と問題点を整理することにより、本研究の目的と意義、および重要性を述べるとともに論文の構成について述べている。

第2章では、本研究の主題となる空間表現能力の定義について説明するとともに、幼児からコンピュータの仮想3D空間内において表現を得るための、空間表現の手法の重要性

について指摘している。これを踏まえ、複数の紙を仮想 3D 空間内で組み合わせる表現手法が有効に働くと主張し、幼児に適した空間表現手法として、紙を組み合わせることによる表現手法、および、立方体の移動や回転による表現手法を提案している。

第 3 章では、開発した 3D 表現システム、およびこのシステムに用いるデバイスである 3D リモコンについて説明を行っている。また、2 章において提案した表現手法を実装した各実験手法について述べている。次に、インタフェースの有効性の検討のために行った、本システムとマウスとマニピュレータを使用する一般手法との比較実験について述べており、この実験結果から本システムのインタフェースは幼児に適していることを確認している。

第 4 章では、本システムの空間表現能力を把握する各実験手法の有効性の検証には、標準化された手法との比較実験が有効であると主張し、知能検査の一つである WPPSI 知能診断検査が比較対象として適していると述べている。それを踏まえ、本システムと WPPSI 知能診断検査知能との比較実験について述べ、その結果、本システムと WPPSI 知能診断検査との間に相関があるという結果が示されている。さらに、知能検査では計測することが難しいと考えられる能力を本システムによって把握できていると考えられる結果が示されている。この結果から本システムは幼児の発達を把握可能であると述べている。

第 5 章では、本論文の主題となる 3D 表現システムによる空間表現能力の把握の評価実験について述べられている。同一被験者に対して半年間隔において再度実験を行い、その結果に差異が生じるかについて検討するとともに、年齢層による発達の推移などについて検討されている。その結果、同一被験者については、2 回目の実験の方が結果が向上するという結果が示されている。また年齢層による発達の推移についても、年齢層が高くなるほどその結果が向上する結果が示されている。また、これらの実験について男女における比較についても検討しており、男女によって発達に差異が生じることを示している。また、幼児の空間表現能力を把握する際には、2 枚の模様が描かれた紙を使用して表現を行う配置実験において、「地面」や「花」といった絵が描かれた紙を使用するよりも、「まる」や「ばつ」といった単純な記号を用いるほうが結果が向上したことから、意味合いを持つ絵よりも単純な記号などを模様として用いる方が空間表現を把握するシステムに適していると主張している。以上の結果から本システムによって幼児の空間表現能力の発達を把握可能であると述べている。

第 6 章は結論として本研究で得られた知見の総括である。

本システムを使うことにより、空間表現能力をより詳細に把握することが可能になるとともに、発達過程の解明や、空間認知および表現能力を把握するための新しい指針の作成が期待できる。さらに、従来、WPPSI 知能診断検査や WISC-III 知能検査のような知能検査で計る必要があった空間認知および表現能力を、両親や幼稚園教諭が簡単に把握できるようになるとすれば、幼児や検査者の負担を軽減するだけでなく、個人に適した指導や環境を与えることが期待できる。

これを要するに、幼児を対象とした空間認知および空間表現能力の把握という研究分野の発展に大いに貢献したと評価できる。よって、著者は博士（工学）の学位を授与される資格があるものと認める。