



中学校期における3次元CADを用いた投影・構成行為と視点変換行為の形成

藤田, 眞一

(Degree)

博士 (学術)

(Date of Degree)

2011-03-25

(Date of Publication)

2011-10-20

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲5226

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1005226>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



氏 名 藤田 眞一
博士の専攻分野の名称 博士（学術）
学 位 記 番 号 博い第 5226 号
学位授与の要件 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位授与の日付 平成 23 年 3 月 25 日

【 学位論文題目 】

中学校期における 3 次元 CAD を用いた投影・構成行為と視点変換行為の形成

審 査 委 員

主 査 教 授 城 仁士
教 授 矢野 澄雄
准教授 井上 真理
教 授 小高 直樹
教 授 稲垣 成哲

論文内容の要旨

氏名 藤田眞一
専攻 人間環境学
指導教員氏名 城仁士

論文題目 中学校期における3次元CADを用いた投影・構成行為と視点変換行為の形成

論文要旨

科学技術創造立国を支えている科学技術教育は「科学教育」と「技術教育」がその両輪だといえる。本論文では、日本は「技術の製品化、事業化に関する効率が悪い」という指摘があることから、科学技術教育のうち「技術教育」に焦点をあて、さらに、その裾野である初等中等教育（普通教育）の中学校技術科の設計・製図教育に絞って現状をみていった。その結果、調査した国と地域（韓国、台湾、シンガポール、香港、イギリス）で「等角図」、「投影図」、「CAD」が学習されていることがわかった。そして、日本の製図学習は、調査した国と地域に比べて授業時数は少なく内容も浅く、「CAD」についても、学習の授業時数は少なく内容も浅いと考えられる状況であった。このことから、少ない授業時数でも効果が上がるような新たな教育内容を提案するという課題と、その前提として、製図の内容として取扱われている、「等角図」、「投影図」の学習の目標の一つでもある「立体イメージを表象する」行為がどのように形成されるのかを明らかにするという課題を設定した。

本研究の土台となる、中学校期における「立体イメージを表象する」行為の形成研究は、城の先行研究である「小学校期における立体の投影および構成行為の形成研究」を起点にした。投影・構成課題に要求される表象レベルでの立体イメージ操作は、小学校児童において未発達であるとされていることから、中学校期における投影・構成行為の形成を検証した後、小学校児童においては未発達とされ、明らかにされていない「視点変換行為」が中学校期でどのように形成されるのかを検証する必要がある。その過程で、3次元CAD（Pro/D）を使った設計・製図教育の可能性と、3次元CADが「ものづくり」の学習を補完する可能性を探り、新たな設計・製図教育内容を提案するために、次の3点を目的にした。

- ①設計・製図教育にとって重要な「立体イメージを表象する」行為（投影・構成行為と視点変換行為）がどのように形成されるのかを明らかにする。
- ②3次元CADを使った設計・製図教育の可能性と、3次元CADが「ものづくり」の学習を補完する可能性を探る。
- ③新たな設計・製図教育内容を提案する。

本研究の起点となる、城の「小学校期における立体の投影および構成行為の形成研究」では、発達研究にとって、子どもの発達が自発的なものではなく、教育と強く結びついているので、強力な診断ツールを開発し発達過程とそのメカニズムを明らかにするだけでなく、直接教育実践に結びつく知見や方法を提供できなければならない。また、発達研究を通じて仮説したモデルやプログラムを実際に教育の場に適用することによって、そのモデルやプログラムの妥当性を検証することができるという考え方から、ガリペリンの「知的行為の形成理論」に基づく「形式的発達研究法」を採用している。本研究でも、発達研究と教授・学習研究を同時に進める必要性から、ガリペリンの理論に基づく形式的発達研究法を採用した。

本研究では、3次元CADがどのように学習を支援するかを分析したが、3次元CADが

(藤田眞一)

仮想環境であり、現実環境の「物的な支え」でないことから、ガリペリンの「行為の習得段階」の「物質的・物質化された行為の段階」でなく、「外言の段階（視覚化ではあるが）」で学習を支援するようにプログラムを計画した。そして、仮想環境と現実環境での学習間の等価性も調査する必要があることから、「3次元CAD（仮想環境）と2次元製図（現実環境）を一体とした実験授業」を計画した。

目的①「設計・製図教育にとって重要な『立体イメージを表象する』行為（投影・構成行為と視点変換行為）がどのように形成されるのかを明らかにする」について研究した結果、「投影・構成行為形成プログラムを中心とした2次元製図と3次元CADの学習」の実施により、投影行為については、プログラムの進行に伴い、面の抜き出しができなかった生徒は、形状は完全でなくても、正面、側面、平面の抜き出しができるようになること、形状が完全でなかった生徒は、正しい三面図を作成できるようになり、投影行為が形成されることが明らかになった。また、構成行為については、面の描画ができなかった生徒は、複数の面が相互につながりを持って描画できるようになること、面の形状と面の共辺関係が正しく描画できなかった生徒は、正しい等角図を描画できるようになり、構成行為が形成されることが明らかになった。しかし、視点変換行為については、少しずつ高次のレベルへ移行していくが形成されにくいことから、「視点変換行為形成プログラム」計画し実施した後、視点変換描画の困難さを明らかにするため、視点変換描画プロセスを回顧プロトコルで分析した。その結果、視点変換して描画する過程は、「立体全体を捉えながらも一面ずつ思考するタイプ」と「立体全体で思考するタイプ」があることが明確になった。そして、視点変換して描画する際は、面や線や頂点など、何らかの基準を手がかりに描画していることが推察された。

次に、中学校技術科3年間における設計・製図教育の実験授業の結果、設計・製図教育の学習過程で投影・構成行為と視点変換行為の3行為が果たす役割・機能については、以下の3点が確認された。

第1は、投影行為は必要な投影画面に対象を投影するので、対象と図面との軸関係が基礎となるが、各図面相互の軸関係の理解は必ずしも必要でない。それに対し、構成行為は3面図を統合して3次元立体を表象しなければならず、各図面相互の軸関係は必ず理解されていなければならない。そして、視点変換行為は対象を回転させ3次元立体を表象しなければならず、対象と各図面相互の軸関係は必ず理解されていなければならない。

第2は、構成行為は投影行為の習得を前提とし、全く投影行為が未形成の状態では構成行為を形成することはできない。そして、視点変換行為は構成行為と投影行為の習得を前提としている。

第3は、投影行為は直接与えられている対象のもつ情報（第1次情報）を抽象し、加工することを基礎にしているのに対し、構成行為は第1次情報が与えられておらず、抽象された対象の情報（第2次情報）の加工を基礎にしている。そして、視点変換行為は与えられていない対象の情報（第3次情報）の加工を基礎にしている。

目的②「3次元CADを使った設計・製図教育の可能性と、3次元CADが『ものづくり』の学習を補完する可能性を探る」について研究した結果、投影・構成行為形成プログラムを中心とした2次元製図と3次元CADの実験授業後、描画水準を詳細に分析（ χ 乗検定）したところ、投影行為では3次元CADと2次元製図ともに学習効果が現れること、構成行為と視点変換行為では3次元CADに学習効果が現れ、2次元製図には学習効果が現れな

(藤田真一)

ったこと。また、3次元CADと2次元製図の製図学習の違いによる生徒の意識を比較したところ、過半数以上の生徒に「3次元CADは分かりやすい」という形で受け入れられていることが示唆されたことから、3次元CADを使った設計・製図教育の可能性が高いと考えられる。また、「製作した製作品から形状モデルを作成する学習形態」の授業後の生徒の意識を調査したところ、過半数以上の生徒が、設計意図を明確にして設計をしたこと、製作工程を考えながら見通しを立てて設計をしたこと、改良品の設計で達成感を得られたことから、3次元CADは「ものづくり」を疑似体験することと同じような学習効果があると考えられ、「ものづくり」の学習を補完する可能性があると考えられる。

目的③「新たな設計・製図教育内容を提案する」について研究した結果、中学校技術科3年間の設計・製図教育の実験授業において、投影行為の形成には「投影・構成行為形成プログラムを中心とした2次元製図と3次元CADの学習」が有効であること、構成行為の形成には「投影・構成行為形成プログラムを中心とした2次元製図と3次元CADの学習」と、「実際に設計・製作する学習」が有効であること、視点変換行為の形成には「投影・構成行為形成プログラムを中心とした2次元製図と3次元CADの学習」と、「視点変換行為形成プログラム」、「実際に設計・製作する学習」が有効であることが分かった。そして、新学習指導要領の「Bエネルギー変換に関する技術」領域の「力の伝達の仕組み」を加えて、「新たな技術科の3年間の授業内容」を提案した。

論文審査の結果の要旨

氏名	藤田真一		
論文題目	中学校期における3次元CADを用いた投影・構成行為と視点変換行為の形成		
判定	合格・不合格		
審査委員	区分	職名	氏名
	主査	教授	城 仁士
	副査	教授	矢野 澄雄
	副査	教授	小高 直樹
	副査	教授	稲垣 成哲
	副査	准教授	井上 真理
要 旨			
<p>上記論文を以下の6点にそって審査した。</p> <p>1. 下記の点において特に獨創性が認められる。</p> <p>1) 製図・設計教育にとって重要な「投影・構成行為」と「視点変換行為」について、ガリペリンの知的行為の多段階形成理論に基づいて中学校現場で研究授業を実施し、中学校期における視点変換行為の形成を「描画」を含めて明らかにしている点。これまでの先行研究で中学校期における「視点変換行為の形成」に関する研究は見当たらず、「空間認識力」に関する研究であっても、その多くは大学生を対象にしたもので、分析も「選択問題」が中心であり、空間認識力を「描画」面も含めて分析した研究は見当たらない。</p> <p>2) 日本の中学校現場にあまり普及していない3次元CADを用いて、製図・設計教育を実際に中学校期の3年間実施し、3次元CADと2次元製図法の学習効果を踏まえた上で、技術科における新たな製図・設計教育を提案しようとしている点。海外の「技術科の教科書の記述内容」と日本の教科書の比較から、日本の製図・設計教育の扱いが少なく浅いこと、3次元CADもほとんど使われていないことを基に、中学校現場の3年間の研究授業の結果から新たな製図・設計教育を提案しようとしている。</p>			

以上の2点から、オリジナル性の高い研究といえる。

2. 論理性

研究課題・目的の設定、研究方法論の提示、研究授業の計画と全体構成、研究方法、結果の整理と考察という一連の論文の流れにおいて、論理的に記述されている。

3. 先行研究の検証

まず、中学校期における製図・設計教育の先行研究として、①設計段階における思考活動や構想に関する研究、②製図に関する研究、③CADやCGを用いた構想や設計に関する研究について検証し、初等教育から高等教育にかけての、④空間情報を変換する空間表象能力に関する研究、また、⑤空間認識力に関する研究について国内外の文献を整理して、本研究で明らかにすべき課題を設定し、検証している。

4. 着想、仮説を裏付けるための実証性

3) で設定した研究課題にそって、研究1の3次元CADによる製図・設計教育が投影・構成行為の形成に及ぼす効果では、愛知万博で実施した「CAD作品コンテスト」の生徒作品から学習形態を分析した後、神戸市内の中学校の協力を得て、研究授業を実施して学習効果を検討している。研究2の3次元CADによる製図・設計教育が視点変換行為の形成に及ぼす効果でも、同じく神戸市内の中学校の協力を得て、研究授業を実施して学習効果を統計的手法で分析したうえで、最終段階で指導教授のスーパーバイズを受け実証性を高める努力を行っている。

5. 「人間発達環境学」という名にふさわしい学的特徴

中学校期の技術科における、製図・設計教育において、投影・構成行為の形成と視点変換行為の形成においてどのような授業を設定すれば効果的なのかを、3次元CADを用いた実際の技術科の授業環境下で、生徒の発達を検証している。以上から、人間発達環境学にふさわしいアプローチであるといえる

6. 本学位論文の基礎となった3編の参考論文は以下の通りである。

- 1) 藤田真一 2008 中学校技術科における3次元CADを使った設計教育の可能性, 図学研究, 42, 23-8.
- 2) 藤田真一・加賀江孝信・城仁士 2008 投影・構成行為の形成に及ぼす3次元CADによる設計教育の効果, 図学研究, 42, 3-10.
- 3) 藤田真一・加賀江孝信・城仁士 2010 3次元CADによる製図・設計教育が視点変換行為の形成におよぼす効果, 図学研究, 44, 13-21.

また現在1編を図学研究に投稿中である。

以上の点を総合して、委員会では本研究は、中学校期にCADを導入して生徒の視点変換行為を形成するという重要な知見を得たものとして価値ある集積であると認める。

よって、学位申請者の藤田真一は、博士(学術)の学位を得る資格があると認める。