SURE 静岡大学学術リポジトリ
Shizuoka University REpository

設計を中核とした技術教育の提案

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 愛知教育大学大学院・静岡大学大学院教育学研究科共同教科開発学専攻 公開日: 2015-04-07 キーワード (Ja): 技術教育, 設計, ものづくり学習 キーワード (En): Technology education, Design, Learning by making 作成者: 紅林, 秀治 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/8179

【 論文 】

設計を中核とした技術教育の提案

紅　林　秀　治

静岡大学教育学部

要約

技術教育における「ものづくり」を設計の過程として捉え，設計を中心にした学習を提案する。技術教育における「ものづくり」は，大量生産を目的としない「ものづくり」であることから，設計の過程と類似していることを，生産の過程から明らかにする。さらに，設計の過程に基づく「ものづくり」を学習の側面から検討し「要素の選択」と「要素の組み合わせ」の学習を事前に実施することが重要であることや，学習者がアナリシスとシンセシスの思考が体験できることを述べる。最後に「要素の選択」から始め，製図を最後に位置づける，設計を中核に展開する技術教育としての「ものづくり学習」について述べる。

キーワード

技術教育，設計，ものづくり学習

Ⅰ．はじめに

技術教育，とりわけ中学校技術・家庭(技術分野）や工業高校の専門科目では,「ものづくり」を学習題材に取り上げることが多い。当然のことながら，技術教育においては「ものづくり」(ソフトウェアなどの制作も「ものづくり」として捉える）を通して学ぶという学習を大切にしている。これは，高専や大学の工学部等で行う専門教育としての技術教育でも，小中学校で行う普通教育としての技術教育でも同じである。ところが,「ものづくり」や「ものづくり活動」を通して学ぶことは，理科教育でも推奨されている[1]［2］ことから，技術教育独自の学習とは言えない。科学教育と技術教育ではその目的が異なるように，理科教育で扱う「ものづくり」と中学校技術・家庭（技術分野）で扱う「ものづくり」では，教材としての扱いや位置づけは異なるはずである。理科教育で扱う「ものづくり」は,「ものづくり」活動を通して，自然界の法則や原理を学ぶ手段である。それに対して技術・家庭（技術分野）では，技術を学ぶ手段としての位置づけだけではなく目的も含まれている。

つまりは，技術教育における「ものづくり」は，学習者にとっては自らの必要条件を満たす製作・制作であると同時に,「ものづくり」に関連する技能や知識を得るための手段としての教材でもある。その意味では，目的と手段の両方を兼ねている。これは，大学の工学部や高専における卒業研究における製作あるいは開発，工業高校の課題研究における製作といった専門教育としての技術教育でも同様である。このように，技術教育における「ものづくり」には，目的の有無において理科教育における「ものづくり」との相違がある。しかし，技術教育の教育実践において取り上げる「ものづくり」に関して，目的を意識し，学習者の必要条件を満たす学習になっていないものが多いと筆者は感じている。その原因が,「ものづくり」という言葉の解釈や，学習における「ものづくり」の位置づけ方が曖昧なところにあるのではないかと考え，検討の必要を感じた。

そこで本論文では，技術教育として「ものづくり」について，その解釈や学習としての位置づけを検討することでその特徴を明らかにし，それを活かした教育方法の提案を試みる。尚，本論文では「ものづくりを通して学ぶ」や「ものづくり活動を通して学ぶ」等のそれぞれの言い方を「ものづくり学習」として説明する。

Ⅱ．「ものづくりについて」

(1) 「ものづくり」という言葉の捉え

「ものづくり」という言葉をどのように解釈するのか，解釈する側の立場によって微妙に異なるようである。

例えば森は,「つくるという行為や精神の具体物に「もの」そのものがある」[5] と指摘し,「ものづくり」と言う言葉に精神性を加えている。また，野村らは，成人の「ものづくり」に対するイメージと意識を調査[6] し，「ものづくり」に対するイメージが「専門技術」「業種・分野・組織」「商品・製品」のような産業に関連するもの

だけでなく，「伝統」「精神・文化」のように産業に関連しないものもあることを示した。

このように,「ものづくり」という言葉のイメージには，人工物を生産すること以外に，精神性も含まれていることがわかる。精神性が加わることで，職種や業種あるいは教育履歴等によって，その解釈が多様になることは必然である。

そこで，本論文では，このような「ものづくり」という言葉から，精神性を外した生産する行為，または行動として捉えていくこととする。その意味では,「ものづくり」を生産という言葉と同義として捉えることとする。

(2) 大量生産の過程

私たちの身の回りには，人工物が多く存在し，それら人工物によって生活が支えられている。人工物は，自然界から生まれてきたものではなく，誰かがが作ったものである。その誰かとは，複数の人が関わる場合が多いため，必ずしもその個人を特定できるものではない。つまりは，人工物に囲まれて生活している社会は，生産関係[3]［4］により成り立っていると言える。そしてその生産関係は，人々の「ものづくり」により生まれているため，私たちの社会は「ものづくり」により支えられていると言っても過言ではない。

社会における「ものづくり」は，様々な場面で見られることであるが，とりわけ私たちの生活に大きく関わってくるのは，工場で大量に生産されている製品である。大量生産が可能になったことにより，生活必需品をはじめとする様々な製品が，安く手に入るようになったことは歴史が証明している。製品が大量に生産される過程は，まさに現代の社会における「ものづくり」を象徴していると言えるだろう。工場などで製品が生産される過程を畑村は「ものづくりに関連する仕事の流れ」［7］として以下の１ から６の各段階で構成される過程で示した。

1. 企画
2. 設計
3. 製作
4. 販売
5. 使用
6. 後対応

また，木村は，大量生産システムとして準備段階と運用段階に分け[8] 以下の過程で示した。

準備段階

1. 製品企画
2. 製品設計，製品準備
3. 製造設備設計，管理システム(運用段階の２へ接続)

運用段階

1. 素材
2. 大量生産工場
3. 製品
4. 営業
5. 出荷

畑村と木村が示したそれぞれの過程には,生産後の「販売」「使用」「後対応」「営業」「出荷」等が含まれている。これらの過程は，流通，販売までを含めたものである。社会における「ものづくり」としては，生産関係を考えると消費者に届くまでの過程は重要である。しかし，本論文では「ものづくり」を生産過程までに留めておくことにする。なぜならば,本論文では技術教育としての「ものづくり」を検討しているため，流通，販売まで含めてしまうと生産の過程に限定して考えることができなくなるからである。流通，販売を除外して考えるならば，二つの過程の共通点は以下のようにまとめられる。

1. 企画
2. 設計
3. 製作（大量生産を意味する）

しかし，上記の過程であると,「設計」「製作」のところの具体的な内容がわかりにくい。そこで，雑誌につける付録を例に，製品を大量に生産する過程[9] を示した以下のものが一般的に理解しやすいと考え引用する。

1. 企画(テーマを決める)
2. 試作(アイディアを形にする)
3. 設計(図面をおこす)
4. 型製作(金型を作る)
5. 生産(量産し梱包する)

これら１ から５ の過程は，企業によっては，４ 以降を外部の工場に委託したり，２ を外部に発注したりと必ずしも一つの会社で一貫して生産する訳ではない。しかし，一貫生産をしない企業でも製品を大量に生産する過程は基本的には同じである。

ところが，企業の大小に関係なく，それぞれの過程に関わり従事する人たちにより,「ものづくり」の中の重要ポイントは多少異なると考えられる。なぜならば，全ての過程は製品作りに欠かせないものであるが，それぞれの持ち場を懸命に支える人たちにとって，目の前の作業が生産行為そのものであるため，取り組んでいる仕事内容そのものの中に,「ものづくり」において重要だと感じているポイントを挙げると予想されるからである。例えば，１ から３ までの過程に主に関わる人たちにとっての

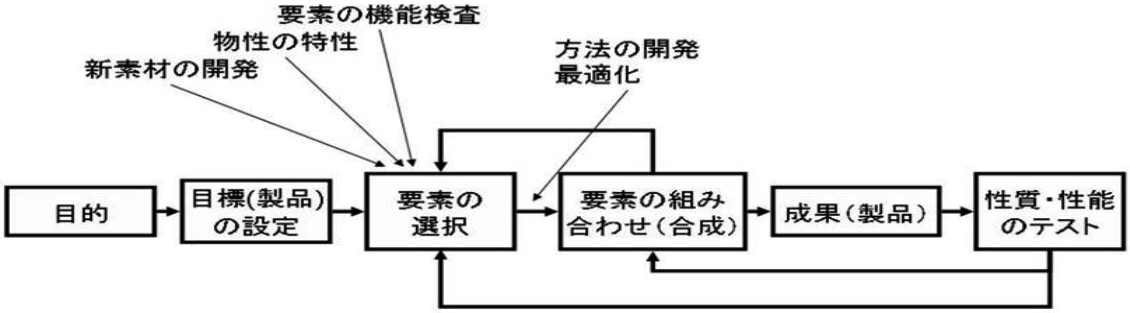

図１　設計の過程

「ものづくり」とはおそらく，設計を重要ポイントに挙げるであろうし，4 や 5 に関わる人たちは精度や品質を重要ポイントに挙げるであろう。つまり，生産に関わる仕事内容そのものから「ものづくり」を考えていく以上，その意味あいや説明のされ方が，関わっている仕事により異なってくることは当然のことである。問題は，技術教育における「ものづくり学習」は，1 から 5 の過程のどの部分に関わる内容であることが学習として最適なのかという点である。

(3) ものづくり学習における「ものづくり」

企業による製品の生産とものづくり学習における「ものづくり」が決定的に異なることは，大量生産を目的としていないことにある。さらに，出来上がった作品を市場に出したり，販売したりして利潤を追究することもしていない。(工業高校や総合高校の文化祭等で生徒作品の販売等を行う学校も多いが，利潤追求を目的としたものではない。)つまりは,経済活動からまったく乖離した「ものづくり」であると言う点である。したがって,「4 型製作」ないし「5 生産」の各過程からイメージする「ものづくり」とは異なるということになる。

では，ものづくり学習における「ものづくり」は，「1 企画」「2 試作」「3 設計」の過程から生まれる「ものづくり」のイメージに合うのだろうか。

ものづくり学習では，学習者が製作する作品を創意・工夫や技能などの観点で評価する。しかし，技能が未熟な学習者には品質の高い作品が望めるわけではないので，評価の観点で大切にされることは，学習者の関心・意欲である。つまりそれは,「ものづくり」を通して出来上がる作品が，たとえ品質が悪くとも，学習者の必要条件（目的）に合った製作・制作行為であるかどうかという点が重要になるということである。

企業において「1 企画」では，市場調査を行った結果をもとに，売れそうな製品を考案する。これは，個人のニーズではなく，大衆のニーズに応えようとするものである。また,「2 試作」では，企画で練った内容をもとに試作品を作り，具体的な製品イメージを共有し検討を加えてゆく。最後に「3 設計」では，検討を重ねた試作品をもとに，設計図を仕上げていく。

これら一連の過程は,大衆のニーズは個人の必要条件,試作品は技能が未熟な学習者の作品，製図学習は設計図の作成に対応していると考えられる。つまりは，ものづくり学習における「ものづくり」は,「1 企画」「2 試作」「3 設計」の過程から生まれる「ものづくり」のイメージに合うと言える。また，これら 1 から 3 の過程は，設計の過程とも考えられる。

Ⅲ.設計の過程

設計の過程を向坊は,「目的」「目標」「要素の選択」「要素の組み合わせ」「成果」「性質・性能のテスト」という段階で構成されていることを示した[10]。図 1 に向坊が示した設計の過程を示す。図 1 の「目的」「目標」の段階は,「1 企画」と対応すると考えられる。

また,「性質・性能テスト」という評価の段階が含まれており,「要素の選択」と「要素の組み合わせ」が繰り返されることが示されているが，この過程は，まさに試作品を試行錯誤しながら製作していく過程であり,「性質・性能のテスト」を何回か経た上で試作品が出来上がる「2 試作」と対応すると考えられる。図 1 の過程では，製図が示されていないが，試作品ができた段階で図面制作が始まると考えられる。

以上より，技術教育でいう「ものづくり」とはまさに試作品を作る，設計の過程に適合すると言える。

Ⅳ. 設計の過程に基づく「ものづくり学習」

(1) 目的と目標の設定

ものづくり学習の「ものづくり」を設計の過程に基づくものと考えた場合,「目的」「目標」の段階で，これから作ろうとするものに対する必要条件あるいは仕様が決定される。この段階では，学習者が目的を達成するための具体物を構想するが,「ものづくり」経験がない学習者は,現実離れした具体物を構想図に描くことが多々ある。これは，学習者が，図 1 の「要素の選択」「要素の組み合

わせ」における，要素の性質や要素を組み合わせる方法等が全く分かってないことに原因がある。設計の過程に基づくものづくり学習では，必然的に「要素の選択」「要素の組み合わせ」の知識と技能が必要となる。要素に関しては,「ものづくりに」おける材料,部品等にあたるが，材料や部品に対する知識とそれらを組み合わせる技能がない中で，図１の「目標」を決めることは難しいことである。つまりは，設計の過程に基づく「ものづくり」では，ある程度，要素や要素の組み合わせに関する知識や技能を持っていることが前提となる。ここでいう知識や技能とは,高いレベルのものを言うのではない。例えば，建築設計を仕事としている設計士は，家を建てる大工ではない。しかし，建築材料となる木やコンクリートの性質，組み立て工法に関する知識がなければ図面に起こすことはできない。これは，家電の設計や乗用車の設計に関しても同じ事である。したがって，設計の過程に基づく「ものづくり」では，初学者を想定した場合,「要素の選択」「要素の組み合わせ」の学習を事前に行う必要があるということになる。

(2) 要素の選択と要素の組み合わせの学習

事前に「要素の選択」「要素の組み合わせ」を行うものづくり学習は，専門教育としての技術教育で通常に行われていることである。例えば，工学部の機械工学を専攻する学生は,材料の性質や工作機械に関する実験や実習，電気工学を専攻する学生ならば，電機部品の特性や機能を学ぶための実験や実習などは必修である。高専や工業高校でも同様である。しかし，普通教育として行われる技術教育，とりわけ中学校技術・家庭(技術分野）における「ものづくり学習」では，材料と加工の学習[13］において「材料」「設計」「製作」の順で学習が進められている[11］[12]。材料について学んでから，図面を描き，製作に入るという流れである。この流れは,「要素」については,製作の前に学ぶが,「要素の組み立て」に関しては，製作の段階で作品を作りながら学ぶという方法である。「ものづくり」を初めて学ぶ初学者にとって，このような流れで行う学習は，学習者自らが描いた製図をもとに製作を進めていながらも，技能が未熟であるが故に必要条件を満たす作品にまで仕上げることを難しくする。また，図１の「性質・性能のテスト」を何度も繰り返すことは，要素の選択や組み合わせを学習者が納得いくまで繰り返すことになるため，授業時間内で作品を仕上げる事が不可能となってしまう。そのため，限りある授業時間の中で一連の作業を進めることが要求される指導教員は，製作する課題を限定したり，全ての学習者に同じ作品を作らせたりする授業を展開していくことになることは容易に想像できる*1。しかし，このような学習は，図１の「目的」や「目標の設定」が省かれた学習になるため，学習意欲が低減していくと予想される。これは，専門教育としての技術教育でも同じである。例えば，実習や実験は，学習者にとって，自らの目的を達成するための「ものづくり」からは離れた学習内容となるため，自分が何かを作りたいから行う作業とは異なり，訓練的意味合いの学習になる。その結果，学習者の意欲が低減することは想像に難くない。したがって,「要素の選択」と「要素の組み合わせ」の学習をどのように展開するかが，技術教育におけるものづくり学習の課題である。

(3) 要素の選択と組み合わせの過程における思考

「要素の選択」と「要素の組み合わせ」の学習をどのように展開するのかを検討するにあたり，それぞれの場面での学習者に育つ思考方法について整理する。

図１の設計の過程では,「目標（製品）の設定」の後に，「要素の選択」を行うためには，目標とする製品（これから作ろうとするもの）を概念的に大まかに要素に分けて考える必要が生じる。

このように対象（目標とする製品）を，要素に分けて考える方法は，システムの考え方と同じである。システムとは，多数の構成要素が有機的な秩序を保ち，同一目的に向かって行動するものと定義されている[14]。図 2 にシステムの概念図を示す。

要素を選択し，要素を組み合わせる作業は，システムを作る作業であるとも言える。システムを作る作業では，対象をシステムつまりは要素から構成された物として捉えるために，対象を要素に分ける概念的な作業が必要となる。またそれは，要素同士の関係も明らかにする作業でもある。図３にシステムを要素に分ける概念図を示す。

図３は，対象を分析的に理解する過程であり，アナリシス(解析，分析）[15］[16］の思考とも言える。アナリシスは，科学的思考の基本とも言えるため，要素の選択の段階で学習者は，科学的な見方・考え方に基づき学習を進めることになる。

また，要素を組み合わせる作業は，個々の要素の特質や機能を組み合わせることで，新たな機能を生み出す作業であり，システムを構築する作業であるとも言える。図４に，要素からシステムを作る概念図を示す。

図４ は，図３ とは逆の作業であり，その思考はシンセシス（総合，統合）[15］[16］と言える。シンセシスは，科学的な思考とは異なり，試行錯誤的な作業要素も加わるブリコラージュ的[17］[18］な思考が求められる。

設計の過程における「要素の選択」の場面では，アナリシスにより，要素の特質や機能を理解し，目標とするシステムを構築するための適切な要素選びの作業となる。この作業においては，要素の特徴を知るために材料実

*1「目的を意識し，学習者の必要条件を満たす学習になっていないものが多い」と筆者が１章で述べた原因がここにあると考えられる。

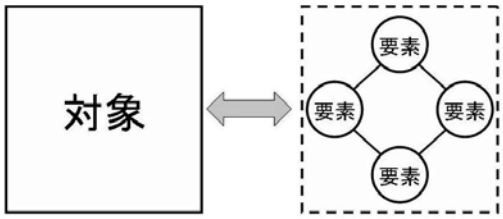

図２　システムの概念図

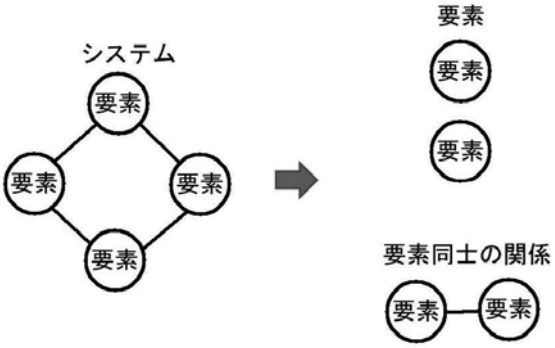

図３　システムから要素へ

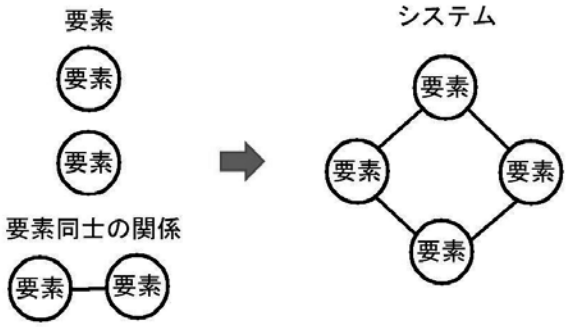

図４　要素からシステムへ

験をしたり，要素の機能を調査したりする学習が必要となる。これらの学習では，アナリシスが必要とされるため，学習者は科学的な思考を学ぶことになる。

「要素の組み合わせ」の場面では，選択した要素の組み合わせ方により，新たな機能を生み出す作業をする。要素の数によりその組み合わせ方も多数あるため，組み合わせ方を探る場面が多くなると考えられる。これらの学習では,要素にあたる材料や部品等に直接触れながら,試行錯誤的な作業を繰り返すことになる。その意味では,アナリシスのような科学的な思考とは異なり，目の前にある要素と要素を組み合わせては壊すという作業を繰り返すブリコラージュ的な思考と作業を体験する。この思考と作業では，シンセシスを学ぶことになる。

以上より,「要素の選択」と「要素の組み合わせ」の学習は，分析的に要素を学ぶアナリシスとブリコラージュ的な体験から学ぶシンセシスの二つの思考形態を学ぶ場であることがわかる。特にシンセシスは，ものづくり学習における特徴的な思考である。したがって，この二つの思考経験を学習者に十分に与えるための具体的な学習方法を考える必要がある。

Ⅴ.要素の選択から始まり製図で終わる「ものづくり学習」

専門教育でも普通教育でも技術教育において，設計の過程に基づくものづくり学習は,「要素の選択」と「要素の組み合わせ」の段階の学習に課題がある。専門教育は,学習者のキャリア形成につながるため，トレーニング的な学習でも学習者は受け入れることは可能であるが，将来の職業や自らのキャリア形成に展望を持ち合わせない学習者を対象とした教育，つまりは普通教育としての技術教育にとって，この課題は深刻である。

そこで，この課題を克服するために普通教育としての技術教育における「ものづくり学習」の過程を考案した。考案した「ものづくり学習」の過程を図５に示す。

図５で示す過程では,「要素の選択」と「要素の組み合わせ」の学習のためだけの小課題製作を設定し，その課題を終了した後に，学習者が本当に作ってみたいものを構想し図面に描いて終了する。

図５の小課題製作では,トレーニング的な位置づけ(手段としてのものづくり学習）で，教員が定める課題を時間内で製作する。課題内容は，教員が伝えたい要素の知識や要素の組み合わせに関する技能である。製作時に,性能のテストをする場を設定でき，要素の選択や組み合わせを何度かやり直しができるような課題が理想的である。

図５の作品の構想の段階では，学んだ要素や要素の組み合わせ方法を基に，自分が作りたいものを構想する。製作・制作する目的を考え，要求分析をし，目的を達成するための目標（具体物）を明らかにすることから構想を開始する。構想に際しては，試験的に試作したり，実験したりする時間を設定し，学習者に要素に触れさせたり,要素を組み合わせたりすることが自由な環境を作り,アナリシスとシンセシスの二つの思考を体験ができる場を設定する必要がある。具体的には，作品を完成させたり，組み立てしたりすることができる時間と場所を提供することである。

図５の製図の段階では，構想を基に作りたい作品を製図に仕上げる。これは，図１の「成果」の段階を製図に置き換えたものである。ここで大切なことは，学習者が作りたいと思うものを製図にまとめるということである。これにより，目的としての「ものづくり学習」を製図という形ではあるが,学習者は体験することになる。また,

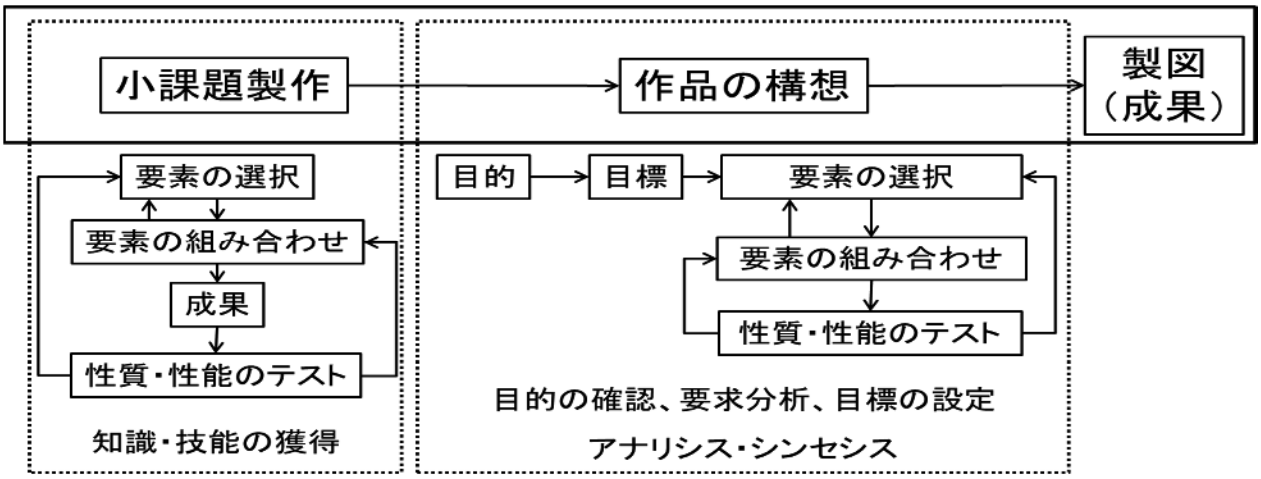

図５　考案したものづくり学習の流れ

製図を基に改めて製作をしたいという意欲も生まれてくると期待できる。

製図で終了するものづくり学習は，今まで普通教育における技術教育では，提案されていない。また，考案したものづくり学習は,理科教育で示された「ものづくり」とは異なり，設計を中核にしており，原理や法則を学ぶ手段ではなく学習者の目的を重視した「ものづくり」，つまりは設計の過程を学ぶためのものづくりである。

Ⅵ. まとめ

本論文では，技術教育としての「ものづくり」を検討するために，大量生産の過程から検討した。その結果，「ものづくり」を設計の過程として捉えて展開する学習が相応しいことを述べた。さらに，設計の過程における学習が，アナリシスとシンセシスの両方の思考形態を学ぶものであることも示した。これらの考察をもとに，製図で終了する普通教育としての技術教育におけるものづくり学習を提案した。設計の過程を中心に据えることで，学習者の目的としての「ものづくり」，指導者の手段としての「ものづくり」が明確位置づけられるために，理科教育における「ものづくり」と異なる学習内容になる。

技術は実証主義[19] の側面があるため,「ものづくり」においては製作物（制作品）の存在が重要視される。しかし，筆者が示した「ものづくり」学習は，製図を成果物としているため，実証主義的な学習ではない。技術教育では，技術に関する知識や技能の獲得を目指したり，巧緻性等の育成を目指したりするが，人々が幸せに暮らせるために機械や装置を開発したり，最適化する方法[20] を追究したりすることが技術本来の目的である。グローバル化した世界[21] において益々必要とさるのは，より付加価値の高い製品を生み出す独創性[22] である。技術教育に求められていることは，正に創造力ある児童・生徒および学生を育てることである。筆者が提案する設計を中核とした技術教育は実践により検証したものではないが，創造する力を育成する教育の一助となり得ると考えている。

引用文献

[1]文部科学省：小学校学習指導要領解説理科編，大日本図書，p. 5(2008)
[2]文部科学省：中学校学習指導要領解説理科編，大日本図書，p. 7(2008)
[3]吉野源三郎:君たちはどう生きるか,岩波文庫,pp. 83-98(1982)
[4]森嶋通夫：思想としての近代経済学，岩波新書，pp. 100-112(2009)
[5]森豪:創造と人間性　ものづくり文化,学術図書出版，p. 1 (2003)
[6]野村竜也，三浦雅展：成人の「ものづくり」に対するイメージと意識の探索，日本教育工学学会論文誌 34(4)，pp. 439-446(2011)
[7]畑村洋太郎：設計の方法論，岩波書店，p. 32(2000)
[8]木村文彦：製造システム，岩波書店，p. 49(2002)
[9]大人の科学 10 月号，学習研究所，pp. 44-47(2012)
[10]向坊隆：基礎工学概説　岩波講座　基礎工学 0，岩波書店，p. 24(1968)
[11]門田泰弘他：技術・家庭　技術分野，開隆堂，pp. 14-15 (2011)
[12]加藤幸一他：新しい技術・家庭　技術分野，東京書籍，pp. 24-25(2011)
[13]文部科学省:中学校学習指導要領解説　技術・家庭科篇，教育図書，pp. 16-22,(2008).
[14]三木光範：知的システム工学，共立出版，pp. 3-4(2011)
[15]富山哲男：設計の理論，岩波書店，pp. 19-21(2002)
[16]大輪武司：技術は何か，オーム社，pp. 88-92(1997)
[17]クロード・レヴィ＝ストロース：野生の思考，みすず書房，pp. 23-41(1984)

[18]Yasmin KAFAI, Mitchel RESNICK:
CONSTRUCTINISM IN PRAC-TICE ,LARENCE
ERLBAUMASSOCIATES pp.73-74(2008)
[19]戸坂潤：科学的精神とは何か，戸坂潤全集第１巻，
勁草書房，pp.301-308(1986)
[20]和気孝衛：技術科教師をめざす人のために，一ツ橋
書店，pp.65-69(1978)
[21]トーマス・フリードマン：フラット化する世界上，
日本経済新聞社，pp.15-79(2008)
[22]渡邉正裕：10 年後に食える仕事食えない仕事，東洋
経済新報社，pp.110-135(2012)

【連絡先　紅林秀治　kurebayashi.shuji@shizuoka.ac.jp】

A Proposal for Technology Education Focused on Design

Shuji KUREBAYASHI
Faculty of Education, Shizuoka University

Technology education focused on design is proposed, in which the design process is used in learning by making. The author demonstrates that learning by making is a kind of design process because learning by making in technology education is not aimed at mass production. Moreover, through an investigation of learning in technology lessons focused on design, the author describes the importance of first learning about the choice and composition of elements, as well as the importance of students acquiring the skills of analysis and synthesis. As a result, the author proposes a process for learning by making in technology education focused on design, taking students from “the choice of elements” through to “drawing up a design”.

Keywords

Technology education, Design, Learning by making