

【論文】

設計の学習における最適解を得るまでの思考過程

紅 林 秀 治¹・村 上 陽 子¹¹ 静岡大学大学院教育学領域

要約

本研究では、設計の学習において最適解を得るまでの学習者の可謬的思考が重要な役割をすることを明らかにする。設計において求められるものは、最適解である。最適解には可謬的な側面があるため、科学で一般的に「正解」とされるものとは本質的に異なる。つまり、設計においては科学的な思考が重要となるが、それに加えて、可謬的な要素を含んだ思考も必要とされる。本論文では、可謬的な要素を含む思考と科学的な思考が設計の中でどのように関わってくるのか検討した。その結果、科学的な思考は、設計の過程における要素の選択や組み合わせの場面でより確かなものを作り出すための知識を提供すること、可謬的な思考は、目的の達成に必要な機能をイメージしたり、構想したりする目標設定の場面で説明仮説を生み出すことが示唆された。説明仮説を生み出す思考は、アブダクションやヒューリスティックであり、それらの思考は、可謬的であるが、科学的な思考であるアナリシスやシンセシスに加え、設計の過程の中で新しい発想を生む際の重要な思考方法であるといえる。

キーワード

設計, アブダクション, ヒューリスティック, プラグマティズム, 技術教育, 家庭科教育

I. はじめに

設計とは、目的を達成するための方法、あるいはそれを実現するために製作物等の情報を集約する作業[1]である。その情報は、他者と共有することを前提として集約されている。目的を達成するために様々な方法や製品を考えることは、最適解[2]を求める過程でもある。最適解とは、制約条件下の現状において納得できる解であるともいえる。そのため、技術が進歩したり、制約条件が変化したりすることにより、最適解は常に修正される可能性を孕んでいる。そうした意味では、最適解は可謬的[3]な発想を基に得られた解であり、科学で明らかにされるところの真理や法則、あるいは正解などと呼ばれるも

のとは明らかに異なるものである。そのため、最適解を求める過程では、科学的思考も必要であるが、それとは全く異なる種類の思考が要求される。

筆者らは、最適解が制約条件に影響を受ける可謬的なものであることから、背景にある思考はプラグマティズム[4][5][6][7]に近いと考えた。プラグマティズムを最初に提唱した C.S. パースは、アブダクション[3][4][8]という推論方法を提唱している。アブダクションは、仮説形成において重要な役割をすると共に、プラグマティズム的に仮説を検証することに適している。最適解を求める過程においても、仮説形成は重要な役割をする。その際、検証方法として、実際に試作し、実証する形式がと

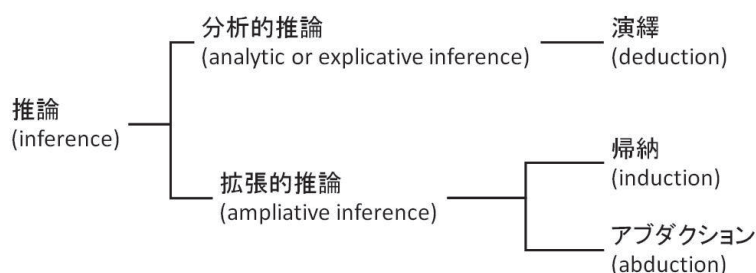


図1 パースによる推論の分類

られる。これは、まさにプラグマティズム的である。そのため、筆者らは、設計の学習における最適解を得るまでの思考過程にアブダクションが適用できると考えた。

設計の学習における思考の研究は、学習者の行動を分析したり、アンケート調査や生徒の成果物等から分析したりする研究が行われている。竹野らは、構想場面で造形感覚を働かせていることを明らかにした[9]。左田らは、課題の捉え方が既履修者は大局的になり、未履修者は、局所的になる傾向があることを示した[10]。また、谷田らは、学年が上がるに伴い、設計の学習において学習者の思考が多面的になること [11]、および、「ものづくり学習」における内的学習活動と外的学習活動との因果関係を報告している[12]。さらに、岳野は、構想段階の方略や概念的な枠組みを実践により示し[13]、上田らは、設計学習における指導の順序性に関して比較実験を行い、系統的な学習よりも課題解決型の学習が有効であるとしている[14]。

これらの先行研究では、設計の学習における思考を一般的なパターンに分類したり、その順序性を明らかにしたりすることを試みているが、仮説形成という視点から検討されてはいない。また、先行研究では、設計の学習を構想図や製図を描く過程を中心に分析しているが、既報[15]で述べたように、製図や構想図は設計の過程の一部であり、設計にはその他の過程が重要である。

本研究では、既報で示した設計の過程に基づき、学習者が最適解を得るまでの思考過程を仮説形成の視点から考察し、アブダクションを適用した設計の学習における思考過程を明らかにする。

II. アブダクションについて

2.1 パースによる推論の分類

アブダクションとは、C.S.パースが提唱した推論方法である。図1に、パースによる推論の分類を示す。パースは、推論方法を演繹、帰納、アブダクションの3つに分類し、さらにその分類を分析的推論と拡張的推論の2種類に大別した[16][17]。

演繹とは、前提の中にすでに含まれていることを分析し、それを結論において明確に述べることである（分析的推論）。帰納とは、ある部分に関する既知の情報から、その部分が属するクラス全体について、新たな情報を導き出すことである。つまり、部分から全体へ、特種から普遍へと知識を拡張していく行為である[16]（拡張的推論）。このように、推論方法は分析的推論と拡張的推論に分けられるが、パースは拡張的推論にアブダクションを加えた。

アブダクションについて、魚津は、「アブダクションは、説明のための仮説を形成する過程である。それはなんらかの新しい観念を導入する唯一の論理的な操作である。」

[18]と述べている。つまり、アブダクションとは科学的仮説を立てたり、理論を発案・発見したりする推論である。同じ拡張的推論である帰納においては、理論を発案したり発見したりすることはない。この点が、帰納とアブダクションとが決定的に異なる点といえる。アブダクションの論理的な推論について、以下、詳細に述べる。

2.2 アブダクションの論理的推論

アブダクションでは、具体的には以下の形式の論理的推論を行う[19]。

- 1.驚くべき事実 C がある。
- 2.しかし A ならば C である。
- 3.ゆえに、A である。

上記に示したように、アブダクションは、「驚くべき事実 C」に対して「A ならば C」が成り立つ仮説を提案する。つまり、「驚くべき事実 C」は、その事実を説明するために提案された A によって、納得いく説明、または理由が与えられる[8]。例えば、「今まで正常に動作していたパソコンが突然フリーズしてしまった」という事実 (C) に遭遇したとき、フリーズの原因は「もしかしたら、メモリーの不足ではないか」という予測 (A) を立てたとする。この予測は、論理的に考えたものではなく、過去の経験や事例から何となくそう思われるという程度の曖昧な推論であり、換言すれば、そのように考えれば、遭遇した現象を説明できるという説明仮説であり、確証ではない。魚津が述べた「論理的な操作」にあたるのは、説明仮説を思いつく場面ではなく、説明仮説で驚くべき事実 C を説明する際に必要となる論理性のことである。

また、アブダクションは、後件（フリーズした事実）から前件（メモリーの不足）への推論であり、この推論については『後件肯定の誤謬』をおかしている」と米盛は指摘している[19]。これは、採用した仮説(説明仮説)が真であることを証明できないことを意味しているが、A でなければ B を採用するというように、驚くべき事実 C に対して、いくつかの仮説(説明仮説)を立てることが可能であるともいえる。

このように、アブダクションは、非論理的、あるいは、可謬的である可能性をもつ。しかし、遭遇した驚くべき事実に対する説明仮説を生み出すという行為は、思考における閃きに近いものがある。新しい仮説を打ち立てたり、今までとは異なる解決方法を示したり、既知の機能を結合して新たな機能を生み出したりするような創造的な思考や発想は、閃きから生まれることが多い。したがって、アブダクションは、創造的な思考や発想を生み出す際に有効に機能する思考方法であると考えられる。

Ⅲ. アブダクションを適用した先行研究事例

3.1 学習におけるアブダクション

益田らは、小学校の理科の学習において、アブダクションを援用した授業を展開した[20]。その授業では、食塩が溶けて見えなくなる事実を「驚くべき事実C」として捉えて、食塩の存在に関する説明仮説を形成させている。また、山口らは、小学校理科の観察実験の授業において、4 QSを用いた仮説設定の過程における推論の過程とアブダクションによる推論を対応させて実践を考察している[21]。

理科以外の教科でも、アブダクションを取り入れた学習がいくつか報告されている。三輪は、道徳授業における児童の勤労観形成にアブダクションが関わっていると報告している[22]。池田[23]は国語の学習、川本[24]や小林[25]は社会科教育において述べている。白田[26]は、経済学分野であるが、数学教育において述べている。

3.2 設計におけるアブダクション

山口ら[27]は、自ら構築した設計プロセスにアブダクションを例にその思考過程を示した。その中で、設計の過程を大きく、アイディア、設計世界、事実の段階の三つに分け、思考はその段階を行き来するとしている。アイディアは設計コンセプトであり、設計世界は具体的な構造物のイメージ、事実はイメージを紙に書き表すスケッチである。アブダクションは、アイディアからまだ建てられていない建築デザインを想像する際の思考に用いられているとしている。そして、それをスケッチなどの事実として具体化する思考を演繹としている。したがって、山口らは、建築デザインをイメージする際にアブダクションが働き、具体的に表現することを演繹と述べている。

3.3 アブダクションを適用した事例から

上述したように、アブダクションを学習場面に適用したものは、理科をはじめ国語や社会、道徳、数学（経済学部）などの授業の中で実践されている。また、これらの学習では、話し合いを中心にした学習の中で、学習者が仮説を形成していく事例を基に分析している。加えて、上記実践の中では、「学習する法則や理論が明らかな状態」において、「学習者が仮説を形成する過程」をアブダクションとしている。

しかし、これらの学習では、アブダクションの特徴である未知な仮説やアイディアを生み出す拡張的推論を学習者にさせているとはいえない。つまり、アブダクションをうまく適用するには、未知な仮説やアイディアを生み出す拡張的推論をする場面が必要である。こうした学習を行う教科の一例として、技術教育がある。技術教育では、実物に触れながら、試行錯誤していく過程を大切に

にしている。これにより、話し合いの学習場面ではなく、作業学習の中でアブダクションが生じると想定される。特に、設計の学習の場面は、新たなものを作り出す過程であるため、法則や理論の中での仮説形成とは異なり、既存のものを活用するという観点で仮説を形成していく。そのため、今までにない方法で解決したり、新しい機能を生み出したりといった、アブダクションが機能する機会が多いと考えられる。さらに、技術教育では、アブダクションにより生じた仮説を実物で検証することができる。したがって、理科教育における実験やものづくりとは本質的に異なると考えられる[15]。そこで、技術教育における設計の学習で検討していく必要がある。

アブダクションを設計の学習に適用した例として、山口ら[27]と武田ら[28]の報告がある。前者が示した設計の過程は、建築設計に関する一つのモデルである。それに対して、後者は、設計全般における推論システムの構築として、アブダクションを提供する方法を提案している。しかし、両者いずれも、将来建築家やエンジニアを目指す人を対象とした、いわゆる専門教育としての技術教育であり、多くの専門知識を有している学生や専門家を対象にした内容である。これは、筆者らが想定する、普通教育としての技術教育、すなわち、将来の職業をまだ考えていない（専門知識をほとんど有していない）児童・生徒を対象とするものではない。そこで、普通教育としての技術教育における設計の学習を想定して、アブダクションを適用することを検討することとした。

Ⅳ. アブダクションとヒューリスティック

アブダクションと似たような推論方法として、ヒューリスティックがある。両者の共通点は、仮説を立てたり解決方法を発想したりする点である。相違点は、ヒューリスティックの場合、楽に早く正解が見つけれられる「うまいやり方」を指すことである。そのため、ヒューリスティックは、「手を抜いたやり方」といわれることもある[29]。また、常に正しい解答を得るアルゴリズムとは異なり、ヒューリスティックは必ずしも正しい解答を得るものではなく[30]、平均値で性能が良ければ良いとする[31]考え方である。ヒューリスティックが「経験則」ともいわれていることから分かるように、その仮説や解決方法は、既習の知識や既得した技能に依存するものである。そのため、可謬的な要素が多分に含まれる。

アブダクションも、ヒューリスティック同様、可謬的であり、既習知識から構成されていくものである。しかし、ヒューリスティックとは異なり、手っ取り早い解決を要求するものではなく、むしろ時間をかけて検証する場合が多い。例えば、リンゴの落下から万有引力を発見した時のニュートンの立てた仮説[32]はアブダクションであり、ヒューリスティックではない。以上より、本論

文では、解決に性急さを求める場合を「ヒューリスティック」とし、求めない場合を「アブダクション」として区別する。

V. 設計について

設計の過程は、作る製品により様々である[33]。本論文では、目的から評価までの流れを簡潔に表現した向坊の設計の過程[34]を基に検討した。図2に、向坊が示す設計の過程を示す。

図2より、設計の過程では、目的の決定や確認から始まる。次に、目的を達成する製作物(システム)を目標として定めた後、製作に必要な要素を選択したり組み合わせたりする作業へと進む。最後に、成果物に対する評価を行い、目的を達成していなければ、要素の選択と組み合わせを何度も繰り返すという流れで構成されている。このことから、設計とは、目的を達成するまで、試行錯誤を繰り返す過程ともいえる。

また、設計は、目的を達成するための方法や目的達成を実現するための製作物等の情報を他者と共有するために集約する作業[1]である。目的を達成するために様々な方法や製品を考えることは、試行錯誤を繰り返しながら最適解を求める過程でもある。この際、得られた最適解を図面に表現することにより、他者との共有化が可能になる。設計は最終的に試作品を図面にまとめる作業で終了するが、重要なのは図面にする前の最適解である試作品を完成させる過程といえる。

VI. 設計の学習

既報において[15]、設計を学習の中核にした技術教育を提案した。提案の中で、普通教育としての技術教育で行うものづくり学習は、試作品作りの過程と同じであることや、試作品作りの過程は図2に示す設計の過程であることを述べた。また、図2の設計の過程は、システム

構築の過程とも共通点があることから、技術教育におけるものづくりをシステム作りとすることも提案した[35]。これにより、設計に必要な要素に既存の製品も加えて考えることができるようになり、要素の仕組みを理解できなくても、その機能や入力と出力の関係を理解できれば活用できることを示した。さらに、これにより、高度な技術の利用が促進され、知識集約度が高い技術教育を実現できることも述べた。

現在は、以上の提案に基づく授業を実践し、その教育効果について検証作業を進めているところである[36]。

VII. 設計の過程における思考

本研究では、設計の過程における思考過程を、設計の過程(図2)に基づいて検討する。ここでは、学習者の実態把握からの考察ではなく、設計の過程において想定される仮説形成や思考方法を考察する。

7.1 目的から目標

図2の目的から目標への思考は、目的を達成するための方法や具体的な装置や仕組みを考え出すことにある。この思考は、「何を実現したら目的を達成するのか」というように、目的を明確化する作業(要求分析)と、明確化した目的(必要条件)を達成するための方法を決定することにある。ここでいう目標とは、目的を達成するために実現すべき方法、あるいは、実現すべき具体的な仕組みである。この時の思考は、演繹や帰納といった推論と異なり、求められている結論に対して、それを満たすための仮説を立てているに過ぎない。結論としては、「設計における最適解を求めること」であるが、それは「目的を達成すること」でもある。そのため、ここでの目標は仮説ということになる。ただし、その目標が最適解かどうかは、実証されるまでわからない可謬的なものである。したがって、目的から目標を考える思考は、説明仮説を生み出す思考や作業であり、アブダクションといえる。

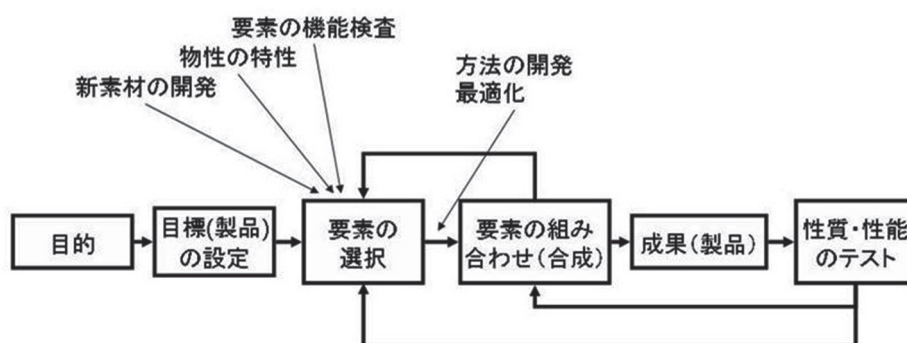


図2 設計の過程

7.2 目標から要素の選択と組み合わせ

目標が定まった後は、目標を実現するための材料を選び、その材料をどのように組み合わせるのかを具体的に考えなくてはならない。この際、材料を選択することが要素の選択にあたる。しかし、材料の性質や特徴などを予め知識として持っていなければ、適切な選択をすることができない。同様に、材料を加工したり組み合わせたりする際にも、ある程度の技能や知識、あるいは製作経験がないと、組み立て作業の計画（段取り）を立てたりすることができない。つまり、この過程では、ヒューリスティック(経験則)が重要になってくる。要素の選択や組み合わせは、材料を眼前に配置していることが多いため、論理的に考えるよりもヒューリスティック(経験則)[30]を基に、ブリコラージュ[37]的な作業が多くなる。

ただし、設計経験や既習知識の多少によって、作業内容に相違が出てくると考えられる。すなわち、設計経験が浅く、要素に関する知識が乏しい初学者は、ヒューリスティック(経験則)を活かしながらブリコラージュ的に作業することは難しい。そのため、基礎的な要素の知識や組み合わせるための技能を、前もって習得しておくといった学習経験が重要になる[15]。一方、設計を何回か経験した学習者は、ヒューリスティック(経験則)を活かしながら、ブリコラージュ的に試行錯誤する量が減ってくる。なぜなら、予測を基に計画的に作業すること、つまりはプランナー的な行動ができるようになるからである。

ヒューリスティック以外に、要素の選択に必要とされる思考としてアナリシス[15]がある。アナリシスは、要素そのものを理解するために必要とされる。また、要素を組み合わせ、目標とするものを構築していくことは、システム構築でもある。システムの構築にはシンセシス[38][39]が必要とされる。したがって、要素の選択、要素の組み合わせの場面では、ヒューリスティック、アナ

リシス、シンセシスという思考方法が必要とされ、それらが輻輳的に現れると考えられる。

7.3 成果

目標が具体的な形になるのが成果である。要素の組み合わせから成果に至る過程においても、ヒューリスティック(経験則)が重要である。ここでは、成果としてできた試作品の機能を確認することが主な作業となる。そして、性質・性能のテストで行う評価へと繋げていく。

7.4 性質・性能のテスト

性質・性能のテストにおいて、出来上がった成果物(製品)が目的を達成している場合は、その段階で試作品として完成する。一方、目的を達成していない場合には、以下に示す二つの状態が考えられる。

1. 成果物は動作するが、動作は目的を達成していない。
2. まったく動作しない。

1の状態では、目標の設定からやり直すことになる。アブダクションが可謬的であること、つまり、アブダクションが確証のない仮説、あるいは、曖昧な予測とされる理由はここにある。

2の状態では、原因を追究しその原因を解消するために、要素の選択と組み合わせを再度行う。動作しない原因を特定する作業、およびその原因を解消する作業では、アブダクションを行うことになる。ただし、状況によっては、ヒューリスティック(経験則)で解決する場合も考えられる。

VIII. 設計における思考の特徴

前節まで述べた内容をまとめたものを表1に示す。

要素の選択と要素の組み合わせの段階では、ヒューリ

表1 設計の過程における思考

No.	段階	思考	内容
1	目的		要求
2	⇕	アブダクション	
3	目標		必要条件・要求分析
4	⇕	ヒューリスティック	
5	要素の選択	アナリシス	要素の特徴
6	⇕	ヒューリスティック	
7	要素の組み合わせ	シンセシス	方法・技能
8	⇕	ヒューリスティック	
9	成果		機能確認
10	⇕	アブダクション	
11	性質・性能のテスト		評価

スティックとブリコラージュ的な作業が必要になる。しかし、これらの作業や行動の背景には、「この材料を使えば実現できそうだ」とか「この材料とこの材料を組み合わせればできそうだ」というように、不確かな仮説（あるいは曖昧な予測）を立てている。その仮説が不確かである理由は、実際に選択したり組み合わせたりしない限り、検証する方

法がないからである。また、目標そのものが既存にないものである場合、特に作業を行うための仮説が蓋然性に欠け可謬的になるのは当然ともいえる。さらには、演繹や帰納と異なり、非論理的な仮説形成も起こることも容認される。しかし、このような、蓋然性に欠け非論理的で不確かと思われる仮説でも、新しい発想や考え方を産む閃きの源になっている。実際、科学における真理の発見はアブダクションによるものが多い。その意味では、アブダクションを必要とする設計の学習は、創造性の育成に繋がるといえる。

IX. 家庭科教育における設計

設計の学習は、技術教育に限定されたものではない。筆者らは、家庭科教育における、食生活領域（調理実習）や衣生活領域（被服実習）の学習にも設計が適用できるのではないかと考えた。そこで、小学校家庭科の教科書[40]に掲載されている調理実習について、設計の過程（図2）に適用することを試みた。

調理実習の目的は「炒め物の調理特性を知ろう」である。学習者は、その目的のために「野菜いためを作ろう」という目標を立てる。要素の選択として、使う食材を選定し、調理道具を選択する。要素の組み合わせとして、食材の切り方や下処理、火加減、炒める順番、炒め方、調味方法、盛り付け方等の検討を行う。成果として、調理した野菜炒めができる。性質・性能のテストとして、試食を行う。実習の時間内では、試食の結果から、要素の選択や組み合わせに戻って再検討することは難しいが、

再調理の機会において、あるいは、学習者の家庭における調理において、その評価は生きることになる。また、思考過程でみていくと、調理実習を体験した児童・生徒が自宅で、「家族で楽しく食事をしたい」と思い（目的）、そのために「ハンバーグを作ろう」（目標）を定めた場合、そこにはアブダクションが機能する。つまり、「ハンバーグを作ることにするならば、家族は楽しく食事をするであろう」という説明仮説を学習者が持ったことになる。このような説明仮説を持つ行為は、アブダクションが機能したことである。学習者はこの思いつきにも似た説明仮説を基に調理の準備を始めることになる。さらに材料を選択したり調理したりする時には、ヒューリスティックが機能する。同時に、アナリシスやシンセシスも機能する。つまりは、最適解を得るための思考過程が、技術教育の設計同様に適用できるといえる。調理における設計的な流れを図3に示す。図2に示した設計の流れとの違いは、「成果」を得る前の段階で、「要素の選択」と「要素の組み合わせ」の段階に戻る矢印を新たに加えた点である。この加えた矢印は、ハンバーグが出来上がる前に試行錯誤する場面があることを想定している。調理経験が浅い学習者には特に起こりやすいフィードバックであると考えられる。

被服実習[41]においても、同様な流れで学習が可能である。目的に応じて目標となる製作物を定め、目標を達成するために、布の選択（素材、厚さ、織り方、色、柄等）、縫い方（手縫い、ミシン縫い等）、道具等の要素を選択し、組合せ、製作物について評価・検証を行う。

目標となる製作物は、家庭科教育の場合も最適解であり、可謬的である。つまり、家庭科教育の実習内容にも設計は適用できるといえる。ただし、家庭科教育では、設計という言葉を使用しておらず、教科書等では「製作計画」という言葉が用いられている。このことは、一見、家庭科教育がアブダクションやヒューリスティックと無縁であり、「設計」という概念ではものづくりを行ってい

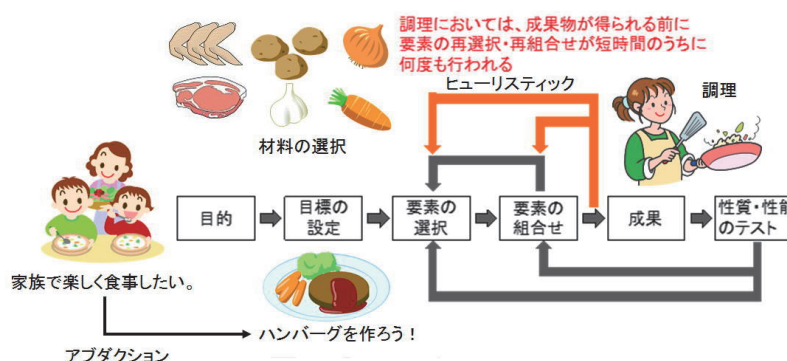


図3 調理における設計的な流れ

ないように見える。しかし、上述した、調理実習の記載からわかるように、実習の場面では設計の過程が適用できる。したがって、家庭科教育においても、アブダクションやヒューリスティックを適用した学習ができるといえる。家庭科教育における設計学習の教育効果についても、今後研究を深めていく予定である。

X. まとめ

設計学習における最適解を得るまでの思考過程では、アブダクションやヒューリスティックという推論が機能することを本論文では述べた。アブダクションや、ヒューリスティックは帰納や演繹に代表される推論方法とは異なり、論理的でなく可謬的な側面を多分に伴う思考である。そのため、ヒューリスティックは、「手を抜いたやり方」、アブダクションは「非論理的」といわれる。ヒューリスティックやアブダクションが、問題解決のための閃きや思いつきに近いものであることは否めないが、その閃きや思いつきがあるからこそ、世紀の大発見や大発明が生まれてくるのである。

設計学習は、学習者にアブダクションやヒューリスティックのような思考を必要とする機会を与えるものである。したがってそれは、創造性を育成する教育手段となり得るものである。

設計学習は、技術教育だけでなく、家庭科教育にもある。その他の教育にも、筆者らが述べた設計学習があると思われる。今後は、技術教育や家庭科教育以外の設計学習についても考察を深めていきたい。

参考文献

- [1] 畑村洋太郎：設計の方法論，岩波書 p.32(2000)
- [2] 桜井 宏：社会教養のための技術リテラシー，東海大学出版，p.19(2006)
- [3] 魚津郁夫：プラグマティズムの思想，ちくま学芸文庫，pp.122-132(2015)
- [4] 鶴見俊輔：新装版アメリカ哲学，講談社学術文庫，pp.10-79(1994)
- [5] 小川仁志：アメリカを動かす思想，講談社現代文庫，pp.54-116(2012)
- [6] 藤井聡：プラグマティズムの作法 閉塞感を打ち破る思考の習慣，技術評論社，pp.25-98(2014)
- [7] 大賀祐樹：希望の思想プラグマティズム入門，筑摩選書，pp.15-61(2015)
- [8] 米盛裕二：アブダクション 仮説と発見の論理，勁草書房，pp.53-102(2007)
- [9] 竹野英敏，松浦正史：中学生を対象とした加工学習での設計過程における初期構想場面での内的操作と外的行為に関する分析，日本産業技術教育学会誌，

35 (4)，279-286(1993)

- [10] 佐田和幸，松浦正史：技術的な課題の問題解決過程におけるプランに関する基礎的研究，日本産業技術教育学会誌，36(1)，1-8(1994)
- [11] 谷田親彦，村田耕一，上田邦夫：「ものづくり学習」の設計段階における中学生の思考活動の構造把握，日本産業技術教育学会誌，43(3)，137-144(2001)
- [12] 谷田親彦，上田邦夫：「ものづくり学習」における設計に関する学習活動要因の因果関係，日本産業技術教育学会誌，48(1)，1-10(2006)
- [13] 岳野公人：ものづくりの構想段階における生徒の計画作成に関する基礎的研究，日本産業技術教育学会誌，43(3)，145-151(2001)
- [14] 上田邦夫，江田英俊：指導の順序性とその効果ー設計段階での指導のあり方を求めてー，日本産業技術教育学会誌，27(3)，37-43(1985)
- [15] 紅林秀治：設計を中核とする技術教育の提案，教科開発学論集，3，151-158(2015)
- [16] 米盛裕二：アブダクション 仮説と発見の論理，勁草書房，pp.29-51(2007)
- [17] 魚津郁夫：プラグマティズムの思想，ちくま学芸文庫，p.117(2015)
- [18] 魚津郁夫：プラグマティズムの思想，ちくま学芸文庫，p.119(2015)
- [19] 米盛裕二：パースの記号学，勁草書房，pp.198-199(2009)
- [20] 益田裕充，柏木 純：論理的推論に基づく仮説形成を図る授業方略に関する実証的研究，理科教育学研究，54(1)，83-91(2013)
- [21] 山口真人，田中保樹，小林辰至：科学的な問題解決において児童・生徒に仮説を設定させる指導の方略-The Four Question Strategy(4QS)における推論過程に関する一考察-，理科教育研究，55(4)，437-443(2015)
- [22] 三輪聡子：道徳授業における児童の勤労観形成にアナロジー推論が与える影響，教育心理学研究，60(3)，310-323(2012)
- [23] 池田久美子：「はいまわる経験主義」の再評価{知識生長過程におけるアブダクションの論理，教育哲学研究，44，18-33(1981)}
- [24] 川本治雄：アブダクションと社会科学習，和歌山大学教育学部紀要 教育科学，55，31-36(2011)
- [25] 小林真理：生徒の推論を位置づけた社会科の授業づくり，山形大学大学院教育実践研究科年報，3，76-83(2012)
- [26] 白田由香里：経営数学問題法における演繹推論に関する考察，学習院大学経済論集，49(2)，85-98(2012)
- [27] 山口純，門内輝之：CS パースの探究理論に基づく

- 設計プロセスのモデル構築, 日本建築学会計画系論文
文集, 78(685), 537-546(2013)
- [28] 武田英明, 坂井宏充, 野間口大, 吉岡真治, 下村芳
樹, 富山哲男: 設計における創造性支援環境「ユニ
バーサルアブダクションスタジオ」の提案, 人工知
能学会全国大会論文集, 17, 1-4(2003)
- [29] 市川伸一: 考えることの科学, 中公新書,
pp.110-113(2003)
- [30] シーナ・アイエンガー (櫻井祐子訳): 選択の科学,
文春文庫, pp.180-191(2010)
- [31] 中島秀之, 高野陽太郎, 伊藤正男: 岩波講座認知科
学 8 思考, 岩波書店, p.112(1994)
- [32] 吉野源三郎: 君たちはどう生きるか, 岩波文庫,
pp.72-82(2007)
- [33] G.pahl 他 (金田徹 他訳): エンジニアリングデ
ザイン 工学設計の体系的アプローチ, 森北出版
(2015)
- [34] 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)
- [35] 紅林秀治: ものづくりをシステム作りに捉え直す技
術教育の検討, 教科開発学論集, 4, 143-150(2016)
- [36] Shuji KUREBAYASHI, Akio KATO:
Implementation of Technology Education
Focused on De-sign, International Conference on
Industrial Technology Education for Sustainable
Development ICITE for SD-2015, pp.31-32(2015)
- [37] 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)
- [38] 富山哲男: 設計の理論, 岩波書店, pp. 19-21 (2002)
- [39] 大輪武司: 技術は何か, オーム社, pp. 88-92 (1997)
- [40] 岡野雅子他: 新しい家庭 5・6, 東京書籍, pp.70-73
(2014)
- [41] 岡野雅子他: 新しい家庭 5・6, 東京書籍,
pp.84-89(2014)
- 【連絡先 紅林 秀治
E-mail: kurebayashi.shuji@shizuoka.ac.jp】

Thought Processes for Optimized Solutions in Design Learning

Shuji Kurebayashi¹ and Yoko Murakami¹

¹Academic Institute College of Education, Shizuoka University

Abstract

We demonstrate that fallacies in thinking assume an important role for students to find optimized solutions in design learning. The required result of design work is an optimized solution. An optimized solution has an element of fallibility, so it is essentially different from a scientific solution. Although it is important to think scientifically in design work, it is necessary to think fallibly as well. In this paper, we consider how thinking fallibly involves thinking scientifically in design work. We find that thinking scientifically provides the knowledge to make a high-quality product in terms of selecting and constructing elements, and that thinking fallibly assumes an important role in proposing a hypothesis for imaging functions and establishing the concept of the product to accomplish a purpose in terms of setting a goal. The thinking that leads to hypotheses is abductive and heuristic, and hence fallible, but is important in bringing new ideas to the design process.

Keywords

Design learning, Abduction, Heuristic, Pragmatism, Technology education, Home economics education