

## コンストラクショニズムに基づく学習の過程の検討

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2014-06-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 平野, 由貴, 紅林, 秀治 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00007796">https://doi.org/10.14945/00007796</a>

## コンストラクショニズムに基づく学習の過程の検討

平野 由貴\*

紅林 秀治\*\*

### A Consideration of the Learning Process Based on Constructionism

Yuki HIRANO

Shuji KUREBAYASHI

#### Abstract

We can illustrate the learning process using constructionism, which was developed by Seymour Papert. After extracting the features of practice based on constructionism, we identified four features of all practice: (1) activities involved in assembly, (2) a positive approach, (3) working together, and (4) selectivity and diversity of learning contents. By applying the four features to the learning of assembly, we demonstrated that the learning process based on constructionism contained the concepts of planning and bricolage, along with the four features. By comparing this process with the learning process of PSL (problem solving learning) and LBD (learning by design), we found that the learning process based on constructionism included a greater variety of learning methods.

キーワード： コンストラクショニズム 構成主義 問題解決学習 技術・家庭

#### 1. はじめに

中学校技術・家庭、技術分野（以後技術科とよぶ）の学習内容のひとつである「情報に関する技術」の中で用いられる教材のひとつにレゴマインドストームがある<sup>1)2)</sup>。レゴマインドストームには「RCX」「NXT」と呼ばれるマイクロプロセッサやセンサ、モータを内蔵したレゴブロックがある。それらを組み合わせ、マイクロプロセッサにプログラミングすることで組み立てたものを制御する。レゴマインドストームの特徴として、物理的に構築する部分とプログラミングのような論理的に構築する部分の設計の自由度が高いことが挙げられる<sup>3)</sup>。現在、「教育用 LEGO マインドストーム」は技術科だけに限らず、小学校から大学、企業における社員のスキル育成プログラムにいたるまで広く、多くの教育機関で教材として使われている<sup>4)~7)</sup>。

この教材はレゴ社と MIT（マサチューセッツ工科大学）によって共同開発された。その開発に携わった研究者の一人にシーモア・パパート（Seymour Papert）がいる。パパートは MIT メディアラボの研究者であり、プログラミング言語 Logo を開発した<sup>8)</sup>。パパートは子どもの考え方や学び方を研究し、子どもの学びを手助けするツール開発の基礎となる理論を確立した。その学習理論がコンストラクショニズム（Constructivism）である<sup>9)</sup>。

コンストラクショニズムは構成主義から派生した学習理論であり、ものづくり活動を学習の中心におく<sup>10)</sup>。ものづくり活動に関わる学習理論は、教授の学習理論・方法の研究の中でこれまででもなされてきた。新教育運動の理論的指導者であるデューイは「問題解決学習」を提唱した<sup>11)</sup>。著書『学校と社会<sup>12)</sup>』におい

て、教育とは「経験の再構成」であり、子どもの生活経験に基づいた自発的活動を中心としなければならないと主張し、その著書の中で実験学校であるデューイ・スクールにおいて布を織る作業を通して衣服の歴史や文化を学ぶ学習者の様子を報告している。また d「プロジェクト・メソッド」を提唱する<sup>13)</sup>。キルバトリックは「なすことによって学ぶ」という経験主義の学習原理に基づき、子どもが自己計画をし、身体を使った実践的・実地的な活動を通して自主的に問題解決に取り組むカリキュラムを提唱した。1900 年前後、コロンビア大学教授のリチャーズが初めて教育の世界で用いた「プロジェクト」という言葉が、子どもの自己表現としての手仕事 (hand work) を意味するように、プロジェクト・メソッドに基づく実践は外的な身体活動である作業場面を含んでいる<sup>14)</sup>。

このようなものづくり活動にかかわる学習理論の一つにコンストラクショニズムがある。コンストラクショニズムが派生するもととなった構成主義の学習理論は、情報通信技術の発展に伴い、注目を集めるようになった<sup>15)</sup>。そのため、構成主義に関する論文や実践報告はある<sup>16)</sup>。

コンストラクショニズムに関しても、米国ではヤスミン・カファイ（Yasmin Kafai）、ミッチェル・レズニック（Mitchel Resnick）らがレゴ教材を用いた作品製作の実践報告をしている。また日本においても山菅らが技術科の授業においてレゴマインドストームを用いたトレースロボットの製作を行っている。コンストラクショニズムはものづくり活動を学習の中心においており、教科目標に「ものづくりなど実践的・体験的な活動を通して<sup>17)</sup>」とあるように、ものづくり活動を中心に授業を構成している技術科との親和性は高い。しかし、米国における実践報告の中にはコンストラクショニズムの学習理論に基づいていることが明記

\* 静岡大学大学院（院生）

\*\* 静岡大学

されているものの、日本の実践報告においてはレゴマインドストームを用いた実践であってもコンストラクショニズムについて言及した論文や実践報告は数少ない。レゴマインドストームを用いていたとしても課題が画一的で、実証主義の授業を行っている実践報告もみられる<sup>2)</sup>。

日本国内にレゴマインドストームの実践者が多いにもかかわらず、コンストラクショニズムの学習理論を適用した実践が少ない理由として、コンストラクショニズムの学習理論に基づく学習の過程が具体的に示された報告がないことが原因として考えられる<sup>9)18)</sup>。

そこで本研究ではコンストラクショニズムにおける学習の過程を明確にすることを目的とした。学習の過程を明確にするために、コンストラクショニズムの学習理論の特徴を整理した。次にその特徴を生かす学習の過程を明確化し、問題解決学習における学習の過程と比較し、考察した。

なお、教育社会学において「Constructionism」を「構築主義」として J. I. キツセが提唱しているアプローチが存在する<sup>19)</sup>が、本研究ではパパートの提唱するコンストラクショニズムについてとりあげる。

## 2. コンストラクショニズム

### 2.1 コンストラクショニズムの概要

コンストラクショニズムは、MIT の教授であるパパートによって体系化された学びの理論である。パパートは子どもの考え方や学び方の研究および、新しい教育的なアプローチと子どもたちが新しい方法で新しいものを学ぶ手助けとなる技術的なツールの開発に打ち込んだ。その成果にプログラミング言語 Logo やレゴマインドストームがある。それらツール開発の根底におかれた理論がコンストラクショニズムである<sup>10)</sup>。

コンストラクショニズムは学習者が具体的にものづくりを行う中で学習者自身の中にも知識を構築していくという、二重構築構造をもっている。一つは学習者が実際につくりあげる具体物であり、もう一つは具体物をつくる活動過程の中でそれと同時に学習者自身の中に構築される知識である。パパートが「学習者はとりわけ様々なタイプの外的な人工物に積極的に没頭している時に新しい考えをつくるようである<sup>10)</sup>」と言っているように、コンストラクショニズムは「Learning-by-making (つくることによって学ぶ)」に特化して説明することができる。つまりコンストラクショニズムの学習理論では、ものづくり活動を通して「学習者が積極的に世界での経験から知識を構築したり、再構築したりする学び」を行うことを主張しているのである。また「ものづくり」について、パパートはロボットや詩、砂の城、コンピュータプログラムなど、学習者自身にとって意味のあるもので、かつ他

人と共有することのできる外的な人工物をつくることである<sup>10)</sup>と説明している。

### 2.2 構成主義とコンストラクショニズム

構成主義にはピアジェによる構成主義と、ヴィゴツキーによる社会的構成主義がある<sup>20)</sup>が、どちらの構成主義もコンストラクショニズム同様、学習者の能動的な学びに重点をおく<sup>21)</sup>。教え手から一方的に知識を注ぎ込まれるのではなく、学習者は能動的に学びに取り組むことによって知識を獲得していく。また、構成主義において学習者は自らの知識を「構成していく」と考えられている<sup>22)</sup>。この学習者自身が知識を「構成する」という考えは、構成主義特有の理論である。またコンストラクショニズムにおいても、知識の獲得は主体的な学習者が自らの知識を構築することで可能になると考えられている。

構成主義とコンストラクショニズムの原語は「Constructivism」, 「Constructionism」であり、どちらも「Construct」の語を含んでいる。「Construct」が「つくる・組み立てる」という意味を表すように、構成主義とコンストラクショニズムは、「知識は学習者によって築き上げられるものである」という理論を表す。これらのことからコンストラクショニズムは構成主義から派生していることがわかる。

構成主義とコンストラクショニズムの理論を比較した結果、共通点と相違点は以下のようにまとめられることがわかった。

#### <共通点>

- ・学習者を自らの知識の構築者であるとみなす。
- ・学習者の能動的な学びに重点をおく。
- ・教え手からの一方的な知識の教授ではない。

#### <相違点>

- ・コンストラクショニズムにおける学びはすべて「ものづくり」活動を通して行われる。
- ・構成主義における学びは活動の場を限定していない。

構成主義とコンストラクショニズムは、学習者の能動的な学びを重視し、学習者を自らの知識を築き上げていく主体としてみなす点では共通している。しかし構成主義が学びの場について言及していないのに対し、コンストラクショニズムはものづくり活動を通して学びを行うことを主張している。ものづくりを活動の中心において学びをすすめていこうとする点にコンストラクショニズムの独自性がある。

## 3. コンストラクショニズムの学習理論

### 3.1 コンストラクショニズムの特徴

本節ではコンストラクショニズムの特徴について説

明する。コンストラクショニズムの学習理論に関して、パパートやフレッド・マーティン (Fred Martin) らの論文があるが、教育実践においてその学習理論に基づく特徴や学習の過程が未だ明確に示されていない。

そこでコンストラクショニズムの学習理論における特徴を明らかにするために、『CONSTRUCTIONISM IN PRACTICE<sup>9)</sup>』と『CONSTRUCTIONISM<sup>10)</sup>』で紹介されている実践事例を中心に調査を行った。

実践事例の一つにカファイが行ったゲームデザインプロジェクトがある<sup>23)</sup>。その実践において、小学4年生の学習者はゲーム設計者となり、下級生が分数を学ぶための学習教材を制作した。このプロジェクトにおいて、学習者は自分の考えや、学習教材の使用者である下級生の考え、共同設計者の考えを対話的に議論しながら制作を進めていった。また、ゲーム設計におけるアイデアは設計者である学習者に任されており、学習者は自分の興味・関心に沿った作品の制作を行った。制作されたゲームには、クモの巣を描いたものや水面下の場面を描いたもの、プレーヤーと先生を主人公とするものなど様々な種類の作品がみられた。

またポーラ・フーパー (Paula Hooper) は、クラスの皆で創造した Elephantbird というキャラクタを用いたプログラムを作成する実践を行った<sup>24)</sup>。そのクラスの一人であるシャミア (Shamia) は、Elephantbird が飛ぶ背景に虹を作るために、直径の異なる半円を重ねて描くプログラムを作成し、虹を表現した。シャミアは担任教師のジョー (Joe) との対話を通してプログラムを完成させていった。シャミアはこの虹を表現する活動を通して、数学やプログラミングの考え方についての知識を獲得した。

他にもマーティンの行った MIT の大学院生が参加するロボットコンテスト<sup>25)</sup>や、ランディ・サージェント (Randy Sargent) らの行った Programmable Brick を用いてロボットを製作するワークショップ<sup>26)</sup>などもある。

これらの実践事例におけるコンストラクショニズムに関する記述と、各実践事例に共通する項目を抽出した。その結果、コンストラクショニズムの学習理論には以下の四つの特徴があることが明らかとなった。

- (1) 具体的なものづくり活動
- (2) 学習者の積極的な姿勢
- (3) 共同作業者の存在
- (4) 選択性や多様性を兼ね備えた学習対象

「(1)具体的なものづくり活動」に関しては、学習者が活発にものづくりを行う過程の中で、試行錯誤を繰り返しながら自らの中に知識を形成していくという考えを基礎においているという特徴である。またこの特徴は、ものづくり活動が第三者のために行われるも

のであるとき、学びが促進されるという効果を生む。なお、本論文では向坊の提唱する「設計の過程<sup>27)</sup>」を含むものを「ものづくり」の範囲とする。向坊はものづくりの過程を(a)目的、(b)目標の設定、(c)要素の選択、(d)要素の組合せ、(e)成果、(f)性質・性能のテスト、と定義しており、本論文では(a)～(f)の過程を含むものを「ものづくり」として扱うこととする。「(2)学習者の積極的な姿勢」に関しては、学習者自身が知識の構築者であるとみなされるという特徴である。従来の教師や授業者などの教え手から学び手へ一方的に知識が享受されるという授業形態に対し、学習者が学習対象に積極的に取り組んでいく姿勢に重点をおくものである。「(3)共同作業者の存在」に関しては、学習者同士の教えあいや意見の交流を推奨しているという特徴である。共同作業者との交流を通して経験の少ない学習者は経験の豊富な学習者から学ぶことができ、経験の豊富な学習者は「教える」という行為を通じて、自らの知識を深めることができている。「(4)選択性や多様性を兼ね備えた学習対象」に関しては、学習対象そのものが選択性や多様性を兼ね備えることにより、学習者の興味・関心に沿った製作を実現することができ、学習者の学習意欲向上につながるという特徴である。コンストラクショニズムに基づく学習はこれら四つの特徴全てを包含していることもまた、この学習理論の独自性である。

本節の冒頭に示した実践事例の中でも、カファイの実践における学習教材としてのゲーム制作、マーティンの実践におけるロボット製作など、具体的なものづくり活動を行っている(特徴1)。カファイやフーパーの実践事例に示されるように、課題は教え手から一方的に与えられるのではなく、学習者のアイデアに沿って製作が行われるため、学習者が自らの意思で活動に取り組んでいく(特徴2)。また、カファイの実践において設計者である学習者は下級生や共同作業者との論議を頻繁に行っており、フーパーの実践においてシャミアは担任教師との対話を繰り返している。アイデアを創作するところから作品の完成までを一人で行うのではなく、作業の途中に共同作業者や作業にかかわる人々との論議や会話を通して作品製作を進めている(特徴3)。そして、いずれの実践においても学習者の多様なアイデアに対応することのできる柔軟性のある教材が準備されている(特徴4)。

『CONSTRUCTIONISM IN PRACTICE<sup>9)</sup>』、『CONSTRUCTIONISM<sup>10)</sup>』の中でパパートはコンストラクショニズムの概要を説明しているものの、コンストラクショニズムの学習理論を明確に定義づけした記述は見当たらない。そのためこれら四つの特徴は、パパートがコンストラクショニズムの学習理論に基づいた教育実践を行っていく中で生じたものであると考えられる。

### 3.2 コンストラクショニズムに基づく学習

構成主義とコンストラクショニズムの学習理論において、知識を構築していく主体は学習者であるため、学習者の学びに対する積極的な姿勢に重点がおかれる。また社会的構成主義とコンストラクショニズムの理論においては、社会的集団の中で活動し、盛んに学習者同士が交流することにより、互いの学習の質を高めて活動を充実させることができると考えられている。

そしてコンストラクショニズムではそれら共通点に加え、具体的な「ものづくり」をする学習活動を強調していることを第2章で述べた。コンストラクショニズムは「Learning-by-making」に特化して説明されているように、ものづくり活動を通して、最終的に作品が完成するのと同時に学習者の中に知識が構築されると考えられている。そのため、学習の中でのものづくり活動は必須である（特徴1）。

そしてその知識の構築を可能にするものづくりを行うために、学習対象に選択性や多様性をもたせることが意図的に設定されている。前節でも引用したように、「学習者はとりわけ様々なタイプの外的な人工物に積極的に没頭している時に新しい考えをつくる<sup>10)</sup>」と考えられている。学習者がものづくり活動に没頭するためには、学習者の興味・関心を引き起こす必要がある。そのため、ものづくり活動の学習対象に選択性や多様性をもたせることを重視している。それは学習対象が選択性・多様性をもつことにより（特徴4）、学習者は自分の興味・関心に沿った活動を行うことができるからである（特徴2）。またこのことは、画一的な課題を与えた場合に、その課題に対してあまり興味を抱かない学習者が意欲を失い、学びに対して消極的になってしまうという欠点を補うことができると考えられる。

さらに、コンストラクショニズムにおいてはものづくり活動を通して作品を完成させることを目的としているが、その学習の評価は作品の完成度や質ばかりでなく、作品が完成するまでの学習プロセスに重点をおいて行う。そのため、学習者の作品が完成するまでの過程の中で徐々に生じてくる問題に対して試行錯誤し、積極的に活動に取り組む努力を評価する。

つまりコンストラクショニズムの学習理論が主張しているのは、切磋琢磨し合える集団（特徴3）の中で学習者自身が積極的に試行錯誤を繰り返しながらものづくりを行い、その過程の中で知識を習得し、概念を形成していくことと言える。

### 3.3 学びに対するアプローチ

コンストラクショニズムにおいて学習者の学びに対するアプローチは二つに分類される<sup>28)</sup>。それがプランニング (Planning) 型とブリカレッジ (Bricolage) 型である。プランニング型は、ものづくりを行う

中で問題に遭遇したときに、まず計画を立ててから行動する分析的な手法である。それに対しもう一方のブリカレッジ型は、問題にぶつかったときに計画を立てる前にとりあえず行動し、手探りで問題を解決していく方法である。コンストラクショニズムにおける学習者の中には、二つの学びに対するアプローチの中間を選択する学習者もいる<sup>29)</sup>。つまりコンストラクショニズムでは、設計や計画の段階からものづくり活動をはじめめる場合、とりあえず手探りでもものづくり活動に取りかかる場合、ある程度設計図を作った段階で実際の作業段階に移行する場合、いずれでも良いことになる。コンストラクショニズムにおける学びに対するアプローチを図式化したものを図1に示す。

学習者の学びのスタンスを分類する研究の一つに松浦らの研究がある。松浦らは、技術科の技能学習における学習者の技能習得過程のタイプを分類している。

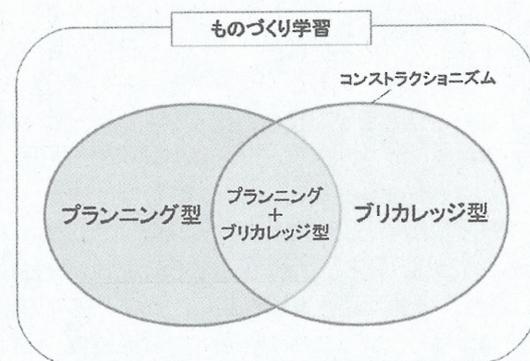


図1 学びに対するアプローチ

そして学習者の技能習得過程のタイプは、認知型、パフォーマンス型、バランス型に類別されると指摘している<sup>29)</sup>。松浦らの研究では、知識から行為を制御しようとする認知型、感覚的なフィードバックから行為を制御しようとするパフォーマンス型、知識・技能両面のバランスがとれたバランス型と生徒を類別することによって、各タイプに応じた有効な指導法を導いている<sup>30)</sup>。

コンストラクショニズムにおいてもプランニング型とブリカレッジ型という分類を提案している。しかしこの分類は松浦らの研究のように技能学習における学習者の能力のタイプをみるものではなく、ものづくり活動における作業段階の多様性を許容することを主張しているものである。したがって、松浦らが各タイプの学習者の短所を補強する指導法を提案しているのに対し、コンストラクショニズムでは学習者が自分に合った学びに対するアプローチを行うことを許容する姿勢をとる。

### 3.4 コンストラクショニズムの学習の過程

本節では、未だ明確に示されていないコンストラクショニズムに基づく学習の過程について述べる。前節

までで論じてきたコンストラクショニズムの特徴とコンストラクショニズムにおける学びに対するアプローチを集約することで、コンストラクショニズムに基づく学習の過程を検討した。

コンストラクショニズムはものづくり活動を学びの中心におき、作品が完成するとともにものづくり活動を通して学習者自身の中に知識を構築していく理論である。そのため学習の過程の大枠としては、ものづくり活動を通じて実際につくりあげる具体物と学習者自身の中に知識が構築される。ものづくり活動の出発点としてもものづくり教材の設定が求められるが、ここでいう教材は学習者の意欲・関心を喚起させることができ、学習者の興味・関心に沿ったものづくりを行うことのできる、柔軟性・多様性に富んだものでなければならない。

そしてものづくり活動の中では、前節で説明した学習者の学びに対するアプローチであるプランニング型とブリカレッジ型の両方を行うことができるように、どの製作段階からでも活動を始めることができるようになってきている。プランニング型は共同作業者との交流を行う中で「(A) 設計、計画」「(B) 実験、観察、調査」「(C) 製作、制作」といった学習サイクルの過程をたどる。ブリカレッジ型は設計、計画を行う前にとりあえず目の前の対象に取り組む学びに対するアプローチであるため、「(C) 製作、制作」の段階から入り、「共同作業者との交流」をしたのち再び「(C) 製作、制作」の段階に戻ることもあれば、「共同作業者との交流」から「(A) 設計、計画」の段階に移行する可能性も含んでいるため、学習の過程は更に複雑になる。

コンストラクショニズムの学習の過程を図 2 に示す。コンストラクショニズムにおいては、一方向への流れのような授業展開ではなく、学習者が活動をどの段階から始めるのかといった選択性や、次に移行する段階を選択できる柔軟性を含んでいる。ブリカレッジ型のアプローチのように(A)の段階を経ずに直接(C)の段階に入ることや、段階を後戻りするのもコンストラクショニズム特有の学習の過程である。

(A)~(C)の過程は、ものづくりの過程を説明している以下の文献をもとに作成した。(1) 向坊の提唱する「設計の過程<sup>27)</sup>」、(2) 技術科の教科書に掲載されている「技術科の学習<sup>31)32)</sup>」、(3) 日本産業技術教育学会の示す「技術教育固有の方法<sup>33)</sup>」である。(A)、(C)は全ての文献に共通しており、(B)は向坊が(A)と(C)の過程の間に入れていたものである。以上三つの過程にコンストラクショニズムの特徴 3 にもある「共同作業者との交流」を加え、図 2 の過程を規定した。なお、図 2 の過程を規定する際に技術科に関する文献を参考にした理由としては、技術科は教科目標に「ものづくりなど実践的・体験的な活動を

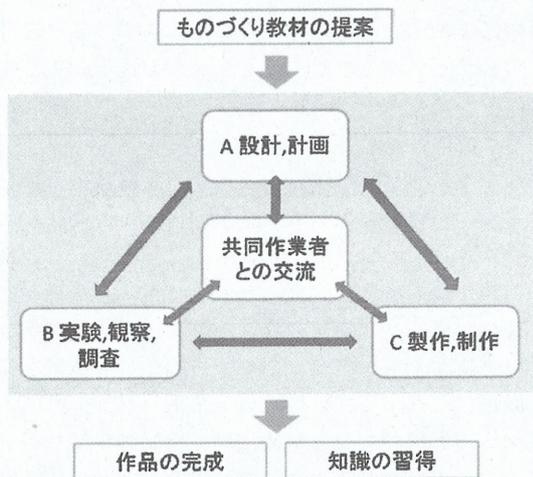


図 2 コンストラクショニズムの学習の過程

を通して<sup>17)</sup>とあり、かつ「D 情報に関する技術」の学習の中でレゴマインドストームを教材として取り扱ったり、プログラミング学習を取り入れたりしているため、他の教科に比べてコンストラクショニズムとの親和性が高いと考えたからである。

#### 4. LBD (Learning by Design) との比較

コンストラクショニズムと同様に社会的な集団の中でのものづくり活動を学びの中心におく LBD (Learning by Design) においても同様の学習サイクルが示されている<sup>34)35)</sup>。LBD における学習サイクルを図 3 に示す。

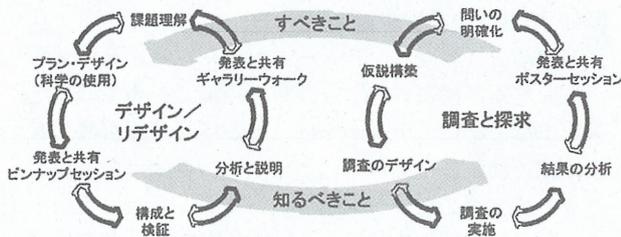


図 3 LBD の学習サイクル

LBD の学習理論では、「公式の世界」を「工作の世界」と協調学習活動でつなぐことにより、一般的な原理を深く学ぶとともに学んだ事実やスキルの適用法も学ぶことができると考えられている<sup>36)</sup>。LBD では教師や教え手側が先導したり、本番の活動を行う前にそのサイクルをまわす練習をするためのプレ活動を行ったことにより学習サイクルをまわしている。つまり図 3 の矢印は教師によって導かれる方向を表している。

しかしコンストラクショニズムにおいて学びの主体は学習者であり、教師は学習者の学びを支援する存在である。そのため、教師は図 2 で示す学習サイクル

を活発にまわすように先導することはせず、学習者自身に学習サイクルをまわすことが求められる。そこで必要になってくるのが“ヒューリスティック (Heuristic)”である。

ヒューリスティックはアルキメデスが形状の複雑な物体の体積を調べる方法を思いついた時に叫んだ「ユーリカ (Eureka) !」を語源としており、自分自身のために何かを発見することにより学ぶ方法である<sup>37)</sup>。有益な理論や知識を発見した時に、学習者の学びはより充実したものとなり、その後の学びの活動を深める動機につながっていく。コンストラクショニズムに基づく授業展開を行うためには、授業の中にヒューリスティックが生じるように場面設定やしかけすることが求められる。これが LBD との大きな違いである。

## 5. 問題解決学習との比較

コンストラクショニズムと同様に、自ら学び自ら考える力を育成する学習方法として、問題解決学習、発見学習、構築法、総合的学習などがある。本節では、コンストラクショニズムに類似しており、かつ広く知られている学習理論と比較を行うことにより、コンストラクショニズムの学習理論の特徴を明確にする。その中でも学習者の学びへの積極的な姿勢を重視する点や、学習者自らが既存の知識や体験をもとに試行錯誤を繰り返す中での学びなど、コンストラクショニズムと類似点を多くもつ問題解決学習を取り上げて比較を行う。

### 5.1 問題解決学習の過程

問題解決学習は J. デューイがマックマスター大学附属の実験学校において社会科の授業で初めて試みた教育方法である。デューイは「その悪戦苦闘を繰り返す、試行錯誤のプロセスの中に学習の目的がある。またその過程そのものが学習といってもいい」と主張しており<sup>38)</sup>、学習者自身の主体性や自発性、学びに対する積極的な姿勢から、自ら体験的に学んでいくプロセスや努力の価値を評価する。また、デューイは問題解決の過程を以下のように定義した。

- (1) 問題に気づく
- (2) 問題を明らかにする
- (3) 仮説 (解き方) を提案する
- (4) 仮説の意味を推論する
- (5) 仮説を検討する

これに対し、ブランスフォードも問題解決の過程を以下のように定義した<sup>39)</sup>。

- (1) 問題を見分ける
- (2) 問題を定義し、表現する

- (3) 可能な方略を探索する
- (4) 方略に基づいて行動する
- (5) ふり返り、自分の活動の効果を評価する

ブランスフォードが示した過程とデューイの示した過程を比較すると、各段階の内容は表現こそ違いますが内容的には大差ないことがわかる。他にも問題解決の過程は様々な研究者により明確化されているが、本論文ではデューイの問題解決の過程を問題解決学習の過程として採用する。デューイの示した問題解決の過程をより実践的に示したものが文部科学省による問題解決学習である。次節では文部科学省の示す問題解決学習とコンストラクショニズムを比較・検討する。

### 5.2 文部科学省における問題解決学習

平成 15 年度の学習指導要領改訂時から継続して「生きる力」の育成が掲げられており、生きる力を育成するために必要なのが確かな学力である。確かな学力は「自分で課題を見付け、自ら学び、主体的に判断し、行動し、よりよく問題を解決する能力」とされ、問題解決能力もそのひとつである。そしてその問題解決能力を鍛える学習方法が問題解決的な学習である。問題解決能力は、文部科学省においては(1) 現実のものであり、(2) 解決の道筋がすぐには明らかではなく、(3) 一つのリテラシー領域内に限定されない場合に、問題に対処し解決する力と定義づけられている<sup>40)</sup>。

総合的な学習の時間のねらいを下記に示す。総合的な学習の時間のねらいが示しているように、問題解決能力の育成は総合的な学習の時間の中に位置づけられている。

1. 自ら課題を見付け、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、よりよく問題を解決する資質や能力を育てること。
2. 学び方やものの考え方を身に付け、問題の解決や探究活動に主体的、創造的に取り組む態度を育て、自己の在り方生き方を考えることができるようにすること。

各教科において観察・実験やレポートの作成、論述等の活動を行うとともに、総合的な学習の時間において教科等を横断した課題解決的な学習や探究活動を行うことにより、学習者の好奇心を刺激し学ぶ意欲を向上させるとともに知識技能を体験的に理解することができ、自ら学び自ら考える力を高めることにつながる」とされている。

### 5.3 コンストラクショニズムと問題解決学習の共通点と相違点

前節までの問題解決学習に関する調査から、コンス

トラクショニズムと問題解決学習との共通点と相違点を以下にまとめた。

<共通点>

- ・学習者の主体性を重視し、学習者を学びの中心におく。また学習者が学びの中心であるため、学習者自身の好奇心や意欲を喚起させることに重点をおく。
- ・解決の道筋はすぐに明らかにはならず、学習者が試行錯誤しながら問題を解決していく。
- ・学習内容が一つのリテラシー領域内に限定されず、複数の領域の学習内容を含む学びの活動が行われる。また活動の初期段階で学習内容が一領域のものであったとしても、学習活動の進行につれて学習内容が他領域に発展していくこともある。
- ・学習者が既にもちあわせている知識や体験をもとに学習を行っていく。
- ・できあがった作品や調査をした結果に重点をおくのではなく、その成果に行きつくまでの学習活動の過程を評価する。
- ・設計図や学習計画などを教え手から与えられるのではなく、活動内容を計画する段階から学習者自身で行っている。
- ・実際に手を動かしてもものづくりを行ったり、調査に出かけたりするなど、体験的な学習方法を中心とする。

<相違点>

- ・学習の過程
  - －コンストラクショニズムには、設計・計画の段階から活動し始める方法（プランニング型）もあれば、計画を立てずに手探りで作業をすすめる方法（プリカレッジ型）もあり、その両方を認める。
  - －問題解決学習は、各学習段階の中での試行錯誤は行われるものの、その過程はデューイの定義する問題解決の過程にしたがう。
- ・学習の環境
  - －コンストラクショニズムは、共同作業者同士の盛んな交流を推奨するため、集団の中で学習を行うことが強調されている。
  - －問題解決学習では自力解決の過程を重視しており<sup>41)</sup>、コンストラクショニズムほど集団的な学習を強調していない。
- ・学習者にとっての「問題」の位置づけ
  - －コンストラクショニズムは「作品を完成させること」が目的である。そのため問題を解決すること自体に主眼をおくのではなく、作品を完成させるためにそのプロセスの中で発生した問題を解決していくスタンスをとる。
  - －問題解決学習は「問題を解決すること」が目的である。

コンストラクショニズムと問題解決学習は両方とも、学習者を学びの主体とし、学習者自身の既存の知識や体験をもとに試行錯誤を繰り返す中で学びを行っていく。しかし問題解決学習において学習者の学習の過程が固定されているのに対し、コンストラクショニズムにおいては前節で述べたプリカレッジ型で活動を行っていく学習者の学びに対するアプローチも認められている。また問題解決学習では集団で活動を行うと優秀な子どものみで学習の場を独占してしまう危惧があるが、コンストラクショニズムにおいてはむしろ集団の中での学びを推奨している。集団の中で共同作業者との教え合いを通して、教える側は教える行為を通してさらに知識を深めることができ、教えられる側はアドバイスや活動に関するヒントを得ることができるからである。

コンストラクショニズムと問題解決学習は学習者の位置づけや試行錯誤の中での学びという大枠では共通するものがあるが、コンストラクショニズムの方がより学習者にとって学ぶ過程の柔軟性が高いと言える。

## 6. 考察

構成主義から派生したコンストラクショニズムは学習者主体の学びという共通した基礎の上に、その学びをものづくりを通して行うことを主張している。図2で示した学習の過程は、ものづくりを通して学習者が作品を完成させると同時に自らの知識を獲得する過程を図示している。

また図1で示した学習者のアプローチも、ものづくり活動の過程に適応している。例えばレゴマインドストームを用いてものづくりを行うとき、どのようなものを作るかを考えてから作りはじめる者もいれば、手当たり次第にブロックを組み合わせていく者もいるだろう。それがコンストラクショニズムというプランニング型とプリカレッジ型の学習者の学びに対するアプローチである。また、他の学習者と交流する場面やセンサの特性を調べる場面もあり、それらの場面は頻繁かつ相互に移り変わる。それは図2の学習の過程でいう(A)、(B)、(C)、(D)の段階を行っている場面であり、どの段階に移行することも可能である。このことから、図2の学習の過程はコンストラクショニズムに基づく学びに適応しており、妥当であるといえる。

## 7. まとめ

本研究では、パパートの提唱したコンストラクショニズムの学習理論を調査し、コンストラクショニズムの特徴は(1) 具体的なものづくり活動、(2) 学習者の学習に積極的に取り組む姿勢、(3) 共同作業者の存在、(4) 選択性や多様性を兼ね備えた学習対象、の四点であることを明らかにした。またコンストラクショニズ

ムにおいて、計画を立ててから活動に取り組むプランニング型と、計画を立てる前に活動に取り組み始めるブリカレッジ型、計画をある程度立てた段階で活動に取り組む始めるプランニング+ブリカレッジ型の三つの学びに対するアプローチがあることがわかった。このようにコンストラクショニズムでは、活動の中で想定される三つの学びに対するアプローチのすべてを認めているといえる。

さらに本研究ではそれらの特徴を生かしたものづくり学習を考察し、新たにコンストラクショニズムに基づく学習の過程を明確にした。コンストラクショニズムに基づく学習の過程には、(A)設計、計画、(B)共同作業者との交流、(C)実験、観察、調査、(D)製作、制作の学習段階がある。プランニング型は(A)→(B)→(C)→(D)の学習の過程をたどるが、ブリカレッジ型は(D)→(B)→(D)の学習の過程をたどることもあれば、(B)→(A)に移行することもできる。コンストラクショニズムにおいては、一方向への流れのような授業展開ではなく、学習者が活動をどの段階から始めるのかといった選択性や、次に移行する段階をヒューリスティックにより決定することがLBDとの違いであった。

また問題解決学習と比較することで、問題解決学習の学習過程が固定されているのに対し、コンストラクショニズムはプランニング型だけでなく、ブリカレッジ型の学習の過程も認めるというように多様な学習の過程を認めていることがわかった。さらに問題解決学習に比べ、コンストラクショニズムでは集団の中での学びが強調されているといった相違点もみられた。両理論は、学習者を学びの中心におくことや、試行錯誤の中での学びという大枠では共通するものがあるが、コンストラクショニズムの方がより学習者にとって学習の過程の柔軟性が高いものであると言える。

技術科は学習指導要領の目標に「ものづくりなど実践的・体験的な活動を通して<sup>17)</sup>」とあるように「ものづくり」の単語を用いているだけでなく、コンストラクショニズムに基づいて開発されたレゴマインドストームやLogo言語を取り入れた実践をすでに行っている。ものづくり活動を中心におき、学習者の主体的な活動によって授業を構成している技術科にとって、コンストラクショニズムの学習理論の適応性は高いと考えられる。今後は技術科のもつ(A)設計、(B)製作、(C)評価の学習の過程<sup>31)32)</sup>を礎に、コンストラクショニズムの学習の過程も加えた授業展開をすることのできる具体的な教材や授業の構想を提案していきたい。さらにはヒューリスティックの起こる授業のしかけや教師の働きかけの具体的な提案、コンストラクショニズムにより構築される概念も明らかにしていきたい。

## 参考文献

- 1) 山本利一・斉藤雅宏：プログラムによる計測・制御を学習する指導過程の提案：自動制御模型の製作とプログラムによる制御学習，日本教育情報学会学会誌，第27巻，第1号，pp.25-32 (2011)
- 2) 山菅和良・嶋田彰子：新しい教材と学ぶ楽しさを実感できる授業の工夫：レゴ・マインドストームロボラボを利用した授業実践を通して，宇大付属中研究論集，第52巻，pp.66-75 (2004)
- 3) レゴマインドストーム  
<http://www.legoeducation.jp/mindstorms>  
(2013年11月21日閲覧)
- 4) 金塚茉莉子・山本利一・本村猛能：プログラミング技術習得のための学習過程の提案：大学生による小学生を対象としたプログラミング指導，日本教育情報学会学会誌，第24巻，第4号，pp.37-43 (2009)
- 5) 金塚茉莉子・本村猛能・山本利一：情報教育におけるレゴマインドストーム教材の活用，日本教育情報学会年会論文集，第24号，pp.264-265 (2008)
- 6) 小渡悟・八幡幸司・金城秀樹：ロボット制御プログラミングによる問題解決能力の養成：教育用レゴマインドストームによるプログラミング教育，沖縄大学マルチメディア教育研究センター紀要，第10号，pp.33-37 (2010)
- 7) 水野匡章・佐藤秀夫：Lego Mindstorms によるリアルタイム組込みシステムの理論と実践の教育，工学・工業教育研究講演会講演論文集平成17年度，pp.530-531 (2005)
- 8) 湯淺太一：Seymour Papert: Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas(20世紀の名著論)，情報処理，第46巻，第7号，pp.843 (2005)
- 9) YASMIN KAFAI・MITCHEL RESNICK：CONSTRUCTIONISM IN PRACTICE, Routledge(1996)
- 10) YASMIN KAFAI・MITCHEL RESNICK：前掲書9)，p.1
- 11) 佐藤学：教育方法学，岩波書店，p.18-20
- 12) J. Dewey 著，宮原誠一訳：学校と社会，岩波書店，pp.41-69 (1957)
- 13) 佐藤学：前掲書11)，p.22-24
- 14) 陳曦：都市におけるキルパトリックのプロジェクト・メソッドの特徴に関する考察—農村における実践例との比較を手がかりに，都市文化研究，第1号，pp.11-22 (2003)
- 15) 久保田賢一：構成主義が投げかける新しい教育，コンピュータ&エデュケーション，第15巻，pp.12-18 (2003)
- 16) 中村恵子：教育における構成主義，現代社会文化

- 研究, 第 21 号, pp.283-297 (2001)
- 17) 文部科学省: 中学校学習指導要領解説 技術・家庭編, 教育図書, p.14 (2008)
- 18) IDIT HAREL・SEYMOUR PAPERT: CONSTRUCTIONISM, Ablex Publishing Corporation(1991)
- 19) 石飛和彦: (教育の) 社会問題における「水掛け論」の問題設定についてのエスノメソロジー, 日本教育社会学会大会発表要旨集録, 第 47 号, pp.261-262 (1995)
- 20) 佐藤学: 前掲書 11), p.192
- 21) 古屋恵太: 社会的構成主義におけるヴィゴツキーとデュローイ: 「活動」概念の導入は何をもたらすか, 人文学報 教育学, 第 36 巻, pp.63-81 (2001)
- 22) 久保田賢一: 前掲論文 15), p.14
- 23) YASMIN KAFAI・MITCHEL RESNICK: 前掲書 9), pp.71-96
- 24) YASMIN KAFAI・MITCHEL RESNICK: 前掲書 9), pp.241-253
- 25) YASMIN KAFAI・MITCHEL RESNICK: 前掲書 9), pp.297-322
- 26) YASMIN KAFAI・MITCHEL RESNICK: 前掲書 9), pp.161-173
- 27) 向坊 隆: 基礎工学概説, 岩波書店, p.24 (1968)
- 28) YASMIN KAFAI・MITCHEL RESNICK: 前掲書 9), p.91
- 29) 大道正樹・松浦正史: 中学校技術科の技能の学習における認知と遂行に関する基礎的研究, 日本教育学会誌, 第 19 巻, 第 1 号, pp.23-32 (1996)
- 30) 松浦正史編: 生徒の認識過程に基づく技術科の授業形成, 風間書房, pp.7-41 (1997)
- 31) 間田泰弘ほか: 技術・家庭技術分野, 開隆堂出版, pp.14-15 (2012)
- 32) 加藤幸一・永野和男ほか: 新しい技術・家庭技術分野, 東京書籍, pp.2-3 (2012)
- 33) 日本産業技術教育学会, 21 世紀の技術教育 (改訂), 日本産業技術教育学会誌, 第 54 巻, 第 4 号別冊, p.6 (2012)
- 34) Learning by Design  
<http://www.cc.gatech.edu/projects/lbd/>  
 (2013 年 11 月 21 日閲覧)
- 35) R. K. ソーヤー編・森敏昭・秋田喜代美訳: 学習科学ハンドブック, 培風館, p.173 (2009)
- 36) 三宅なほみ・白水始: 学習科学とテクノロジー, 放送大学教育振興会 (2003)
- 37) YASMIN KAFAI・MITCHEL RESNICK: 前掲書 9), p.11
- 38) J. Dewey 著, 植田清次訳: 思考の方法, 春秋社 (1950)
- 39) J. Bransford・B. Stain: 頭の使い方がわかる本, HBJ business express (1990)
- 40) 文部科学省: 幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について (答申) (2008)
- 41) 重松敬一・井戸野佐知子・横弥直浩: 算数・数学教育における問題解決学習の研究, 奈良教育大学教育学部附属教育実践研究指導センター研究紀要, 第 4 巻, pp.69-80 (1995)