

# 幼・低学年対象ものづくり学習におけるオープンエンド型教材の開発

尾崎 充紀

奈良工業高等専門学校・技術支援室

## 1. はじめに

現在、分野を問わずあらゆる問題・設問に対し科学や文明の発達により正しい答えを導き出す多くの方法が確立されている。しかし、先人は限られた物資や情報の中で、逆に制限されることのない自由かつバイタリティ溢れるアイデアや工夫を持って試行錯誤を重ね多くの「モノ」を創出してきた。「モノ」を創り出すとは、時代を問わずこのような過程を経ることが必要不可欠であると考えられる。実際にものづくりの現場では、日々刻々と起こる事象や問題に対し原理や公式だけではなく、個々が持つ知識や経験を活かした独創的な発想をもって、その時々を考えられる成否を踏まえたあらゆる対応策を考え、限られた時間の中で判断・選択そして実行している。さらに重要なのは、実行後の局所的な失敗や成功（試行錯誤）の繰り返しから何かを体得し、さらにそれを個々の経験則として次へ活かし伝えることである。これは「モノ」を創り出す専門家（エンジニア）だけに限らず、万人（特に子供たち）にとっても大変重要な能力（スキル）であり、この能力の向上（スキルアップ）があらゆる分野において将来の日本を支える力になるはずである。そこで今回、幼・低学年の子供たちを対象にものづくり学習という方法を通して、自由に楽しく「学び、考え、そして発展」を体験・実感してもらい、子供たちが持つ多くの可能性の中から、ものづくりに関する資質と能力を引き出し、学ぶための教材（供給）ではなくそれに「+α（付加価値）」として必須となる「興味・楽しさ・喜びなど」を踏まえた学びたくなる教材（需要）としてオープンエンド型教材の開発を行った。本稿でその報告を行う。

## 2. オープンエンド型教材とは

オープンエンド型教材とは「自由な考えで学んだことから新しい答えを創り出す」ことを体験・実感できる教材とする。しかし、オープンエンド(*Open-ended*)は「終わりや答えが決まっていない、自由な・・・」という意味を持っており、そのままの意味・内容で開発を進めると学習用教材として自由度が大きく目的もあいまいになり実施の困難が予測される。そのため、今回は最低限必要となる制限を設け、その枠組みの中においてオープンエンドという語意に沿った内容の教材とした。

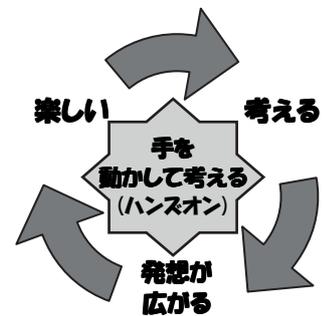


図1 オープンエンド・サイクル

## 3. 開発計画

「モノ」を創り出すという作業は「カタチ」にするため手を動かして考える（ハンズオン）ことが基本となる。この作業は、自由でバイタリティ溢れるアイデアや工夫といった創造力が重要となり、固定観念や既成概念を持たず好奇心旺盛で失敗を恐れずに実行することである。この「モノ」を創り出すという作業を体験し学び、楽しさ難しさそして大切さを実感できるものづくり学習は低学年層にとって特に効果的かつ有効的なプログラムの一つである。その、ものづくり学習にオープンエンド型教材を活用することでさらなる相乗効果が得られると考えた。

ものづくり学習において「機構（からくり）」は主要テーマの一つであり、動く「モノ」をつくるためには必要な知識である。しかし、機構は難解複雑なものも多くそれを低学年層の子供たちに理解させ興味を持たせることはとても難しい。そこで、江戸時代末期に多く創りだされた「からくり（人形）」や「古代・中世のからくり装置」を解説例に用いることで、学問的ではなく楽問的なアプローチにより、科学（サイエンス）や技術（テクノロジー）・教科枠や難しい数式などにとらわれず、感覚的に「見て」「触れて」「感じる」ことから学び、楽しく問題に取り組み解決することができると思

た。また、ものづくりの歴史や時代背景などを雑学的に交えることで興味や親近感も得られやすいと考えた。

以上のことから、ものづくり学習におけるオープンエンド型教材の開発を行い確立するにあたり、まず初めに学習用教材として必要と考えられる制限や条件を列挙し、さらにそこから必須と考えられる条件を抽出するための絞り込み作業を行った。その結果を表1にまとめる。

表1 オープンエンド型教材の開発条件とその理由

開発条件	理由
幼・低学年層（5～9歳程度）対象	ものづくり力の底上げとして、ものづくりに苦手意識の少ない年齢層 固定観念が少なく好奇心旺盛で失敗を恐れず感覚的に切り換えができる
体験型（ハンズオン）ものづくり学習	実際に手で触り動かして考え工夫し、試行錯誤を重ねて創り出す
コンパクト（場所:Space 時間:Time）	長時間の作業は困難、次へのステップを考えてベーシックなものに
からくり的アプローチ（からくり装置）	感覚的な作業後、物理的な原理を機構モデルなどで再現し、解説する

これらを踏まえ、オープンエンド型教材の題目はループ・ゴールドバーグ・マシン（図2）を参考にした「ピタゴラ風からくり装置の創作」とし、その開発を以下の手順で行った。

- ①創作用教材のキット化
- ②からくり解説用モデルの作製
- ③教材キット用ワークシートとパーツカードの作成

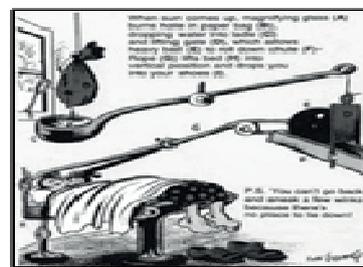


図2 ループ・ゴールドバーグ・マシン

### ～ループ・ゴールドバーグ・マシン～

装置の構成に基本的な制限はない。唯一の制限は普通にすれば簡単にできることを手の込んだからくりを多数用いて運動（位置エネルギー）を次々と連鎖させそれが引き継がれるようにすることである。その運動の仕組みは力学的運動の範疇だが、実際には誤差が生じ目的を達成できるとは限らないためそれをよく観察することが重要となる。この装置そのものは、非効率的で子供だましの遊びに過ぎないかもしれないが複雑さや面白さ・無駄などに着目する逆転の発想でそこから「ハッ！！」とする様な発見に出会い、発想を広げることの楽しさを体感できる オープンエンドな教材と考える。

### 3.1. 「ピタゴラ風からくり装置」創作用教材のキット化

ピタゴラ風からくり装置は、幼・低学年層を対象にしているため創作時間やスペースなどを制限せずに創作を行うと無限の広がり、もしくは真逆で創作に至らない、そして集中力が続かないという問題が予測される。そこで、創作テーマに応じた時間やスペースの制限と教材のキット化によりそれらの問題をクリアすることとし、創作テーマごとに部材の数や種類（形状・長さなど）の絞り込み作業を行った。（市販部材の活用を含む）次にその一例をあげる。

（一例）創作テーマ：コップにBB弾を注ごう！

創作スペース：1,000×1,000（mm）以内

ブロックセット1式（120ピース）、木製直線スロープ（大・小）各1本

木製ブロックセット1式（10ピース）、ジャンプ台2個、BB弾（200個）

コップ1個、ドミノ牌1式（120ピース）、曲線プラスロープ4本

プラ柱（長短）各5本、運搬1台、プラ漏斗3個、各種留め具（プラピンなど）



図3 創作用教材キット

この他に2テーマ（「旗を揚げよう！」「〇〇を持ち上げよう！」）、合計3テーマのキット化を行った。

### 3.2. 「ピタゴラ風からくり装置」からくり解説用モデルの作製

教材のキット化による部材の絞込みで、創作する装置の中で考えられる機構がある程度絞られてくる。その代表的な機構のからくり解説用モデルならびに科学技術史（各種機械の歴史や発明者）などの資料からピックアップした復元モデル（図4）をレゴエデュケーション「レゴ・サイエンス&テクノロジー基本セット（レゴ社製、図5）」を用いて作製した。これらを用いて、からくり的アプローチによる機構の解説を行う。

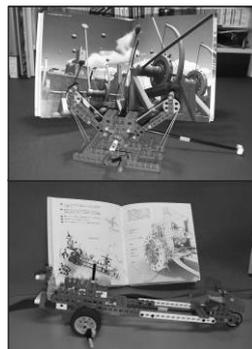


図5 レゴ S & T 基本セット

### 3.3. 教材キット用ワークシートとパーツカードの作成

図4 からくり解説用モデル

前述の3.1.～3.2.で作製した教材キットと解説用モデルを踏まえ、楽しく考えながら体系的に取り組みワークシート（図6）を創作テーマごとに作成した。ワークシートを用いた基本的な創作工程を図7に示す。創作前の各種部材説明用ワークシートは機構に関する部分を排除した使い方だけの内容とし、創作終了後の各モデルを用いた機構原理の解説用ワークシートは複雑さや難解さをできるだけ簡略化し、ストーリー性を重視した内容となるよう配慮した。

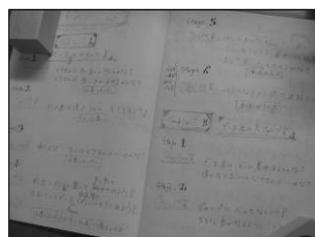


図6 ワークシート例

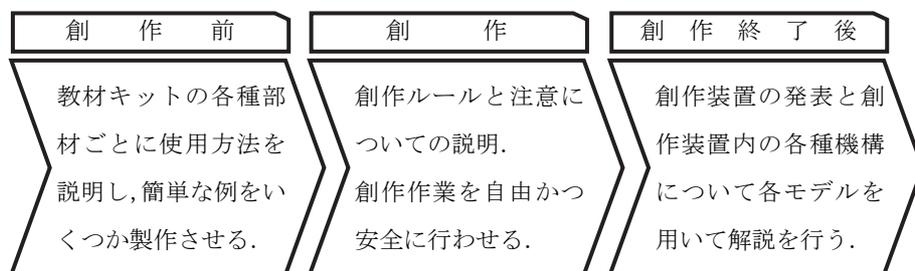


図7 ワークシートを用いた創作工程の流れ

## 4. まとめ

本研究は「自分でやらせてください!」と言ってもらえることを第一意の目標とし教材開発を行った。この教材開発を進めていく中で、私自身も多くの失敗と成功を重ね、創作に取り組んでいる子供たちの笑顔や不満顔を思い浮かべながら、自問自答を続け常に試行錯誤の繰り返しであった。ものづくり学習用教材として一様の成立に至ったがまさしくオープンエンドであり、今後の課題としてステップアップ用テーマなどのオプションを随時開発し、追加していきたいと考える。

また、今回は市販部材を多く活用しキット化を行ったが、本来は身近にある部材を利用することでさらに創作への手軽さや親近感などが強くなり、ものづくり学習という限られた場所だけでなく子供たちが自発的に家や学校などいろいろな場所や場面でいろいろな装置の創作に挑戦してくれると期待している。そのためにもまずは、開発した教材を用いた「体験型（ハンズオン）学習」を実施することでそのきっかけになればと考えている。

最後に、今回「オープンエンド」をキーワードに開発を行ってきたが、今後も「ものづくりは人づくり」をモットーに子供たちが持ついろいろな資質を引き出すことができるような取り組みに携わり、子供たちの自由で奇想天外なアイデアに出会えることを楽しみにしたい。

## 謝辞

本研究は、日本学術振興会平成22年度科学研究費補助金奨励研究（課題番号：22910017）の助成を受け実施したことを付記し、感謝の意を表します。

## 参考文献

- i. ドメニコ・ロレンツァ、マリオ・タッディ、エドアルド・ザノン著「ダ・ヴィンチ天才の仕事」、二見書房
- ii. Reuben Lucius Goldberg 著「The Best of Rube Goldberg」、1979、Prentice Hall Trade