

“謎解き”活動の科学・工学教育への導入と指導展開の一試案

長谷 亜蘭

埼玉工業大学工学部機械工学科

alan_hase@sit.ac.jp

Introduction of Problem-solving Game Activity to Science and Engineering Education and Tentative Plan of Teaching Practice

Alan HASE

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Saitama Institute of Technology

Abstract

Since digital technology developed rapidly, educational opportunities using analog things that can be directly seen and touched are decreasing. “Problem-solving game” is a game that asks participants to complete a series of tasks in a form of a quiz, puzzle or problem while actually looking or touching a thing in one enthralling story. Incorporating a problem-solving game into a lesson would become a powerful tool to get participants to participate in class more effectively. In order to prevent children from turning away from science and engineering subjects, a novel education method incorporating a problem-solving game activity was proposed and conducted. In this report, a tentative plan of the teaching practice and a result of the education method on my several education programs that incorporated a problem-solving game activity are described.

Key Words: teaching material, education method, teaching practice, problem-solving game, science and engineering education

1. はじめに

デジタル技術（スマートデバイス）の急速な進歩に伴い、我々の身の回りの製品のほとんどがデジタル化され、子ども達がアナログなモノを実際に見たり触れたりして学習する機会がますます少なくなっている。また、インターネットを利用すれば、即座にいろいろな情報を入手できるため、もはや記憶する努力をしなくなり、考える力やコミュニケーション能力が退化していくことも懸念される。デジタル技術は便利で役に立つが、その

基礎であるアナログなモノに触れて原理・仕組みを理解しておくことはとても重要である。

デジタル技術の便利さやそれらの品質の高さを知っている子ども達には、従来の教育手法では飽きてしまう部分も多いと考える。よって、デジタル社会に囲まれた現代の子ども達の興味を惹き、大きな学習効果を与えるために、もっと魅力的な教育手法・指導展開が必要と考える。

“謎解き”は、ある設定されたストーリー

に沿って、様々な問題(クイズやパズルなど)を解き明かして、与えられた最終目的を達成するまでのいわゆる問題解決能力を試されるゲームである。この“謎解き”を科学・工学教育に取り入れることによって、興味を惹くだけでなく、楽しく頭を使って学習できる機会を与えることができ、教育効果の大きな向上が期待される。

本稿では、理科離れ・工学離れ¹⁾を少しでも解消するために、筆者が独自に考案した謎解きを取り入れた子ども向け(小学生から高校生対象)の科学・工学教育(科学や工学をテーマとした体験学習)の指導展開の一試案を提示するとともに、その実施結果について報告する。

2. “謎解き”を教育に取り入れるメリット

“謎解き”活動を教育に取り入れる目的は以下の通りである。

- ① 子ども達にアナログなモノに触れる機会を与え、手を動かしながらその原理や仕組みを楽しく学習してもらう。

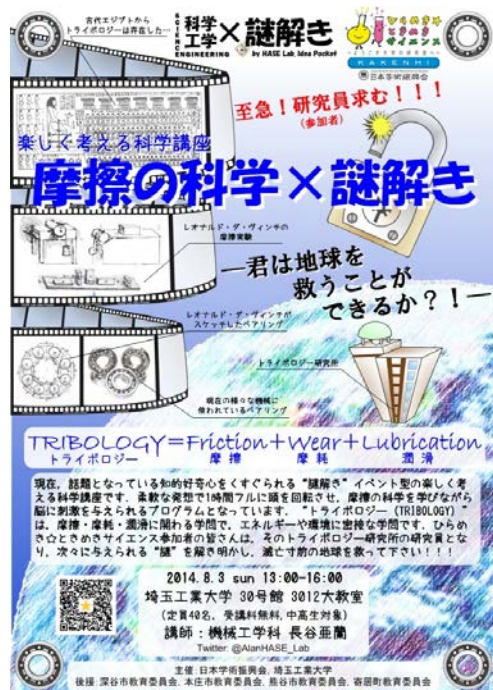


Fig. 1 Poster of the innovative experience learning event “Science of Friction & Puzzles: Can You Save the Earth?”.

- ② “謎解き”を通して、自ら考えてひらめく楽しさ、自発的な学びの楽しさを体感してもらう。
- ③ グループワークを通して、協調性やコミュニケーション能力を養ってもらう。
- ④ 様々なストーリー設定で学習テーマの世界に引き込み、大きな達成感・感動を味わってもらう。

単に授業をして実験や製作を体験させる従来の教育手法に、最近話題となっている“謎解き”の要素を取り入れ、革新的な科学・工学教育手法を考案・実践した。これにより、授業と実験にエンターテインメント性(ストーリー性)を持たせて、子ども達を謎解きの世界観で包み込み、子ども達がより集中して活動に取り組むことで、より一層の学習効果を与えることができると考える。図1および図2は、過去に実施したイベントのチラシ(ポスター)である。

ストーリーの一例として、科学者の卵を育てるサイエンスアカデミーの卒業試験を参加者に受けてもらうという設定で、問題を解くともらえる顕微鏡キットの部品をすべて集めて、顕微



Fig. 2 Poster of three innovative experience learning events “Innovative Experience Learning Program through Problem-solving Game”.

鏡を組み立ててミクロの世界を覗くことができたなら、サイエンスアカデミー卒業証書がもらえるという内容を考え実践した。現在、小学生から中高校生に科学・工学を楽しく学習してもらおう4つの学習テーマ（ストーリー）を用意して実践している。

各ストーリー設定のもと、最初に学習テーマに関連するキーワードや実験などを盛り込んだ“謎”（パズルやクイズ、クロスワードなどの簡単な問題）をいくつか配布し、それらを解き進めていくことでストーリーが展開していく。限られた時間の中で必然的に誰もが積極的にストーリーを進め、初めて会った者同士でも周りと協力しながらゴールを目指すことに夢中になる。ここでは、情報収集能力、考える力、発想力、コミュニケーション能力などが養われる。この実践力を試される謎解きの学習活動を通じて、子ども達が自発的に考え判断し、試行錯誤しながら学習する術を身に付けさせることができる。これを早い時期に経験させることができれば、何事にもチャレンジして学習していける“問題解決能力の種”となり、子ども達への将来に繋がることを期待している。

3. 謎解き体験学習イベントの実践

3.1. 「摩擦の科学×謎解き～君は地球を救うことができるか！？～」^{2,3)}の内容

【到達目標】

- ・ 「トライボロジー（摩擦・摩耗・潤滑に関わる学問）」の言葉を知ってもらい、その意味を理解してもらおう。
- ・ 材料表面の目には見えない凹凸の存在とその凹凸が引き起こす摩擦・摩耗現象について、実際の表面粗さの測定と摩擦実験によって体感してもらおう。
- ・ トライボロジー改善による環境問題および経済効果への貢献について理解してもらおう。
- ・ “謎解き”を通して、科学を考える楽しさと摩擦実験の面白さを体験してもらおう。

【講義内容】

トライボロジーって何だろう？（トライボロジーの定義）、トライボロジーの始まり（歴史）、

レオナルド・ダ・ヴィンチと摩擦の科学、材料の表面に存在する凹凸（表面粗さとは？）について、図解を多用したわかりやすいスライドを用意し、スクリーンを用いて講義を展開した。

【ストーリー設定】

参加者は、トライボロジー研究所の研究者となつて、環境破壊により滅亡寸前の地球を救う国家プロジェクトに参加することとなる。このプロジェクトでは、ダ・ヴィンチの残した地球を救うためのヒントが隠された謎を解き明かしていく。最終的に、新しい低摩擦の材料を見つけだし、滅亡寸前の地球を救うことができるか！？

【謎解きの問題と流れ】

図3に示す謎解きセット（問題・解答用紙、謎解きに使用する道具など）を最初に配布し、各自（4～6名を1グループ）で何をしなければならないかを考えて進めていく。謎を解き進めていく過程で、表面粗さ測定機を使用して表面の凹凸の大きさを測定してもらった体験要素も取り入れた。箱を開けると、ダ・ヴィンチからの低摩擦材料を探し出すための実験手法とメッセージ、5つの異なる材質を貼り付けた木製ブロック、おもり、ばね測りが入っている。この最終問題では、ダ・ヴィンチの考えた世界最初の摩擦実験を追体験できるようになっている。

これまで、中高生のみならず小学生から60代以上の大人まで様々なケースで実践している。グループに分ける際に、年齢分布が偏らないよ

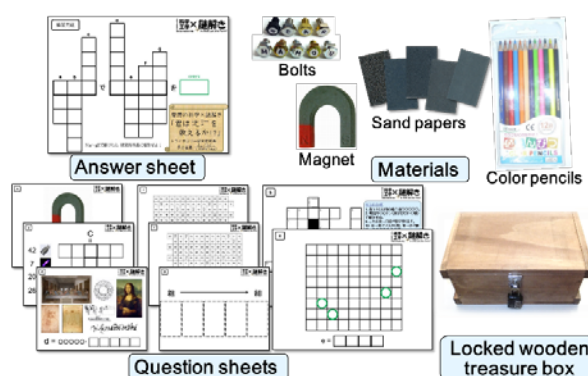


Fig. 3 Question and answer sheets and materials given to participants (Science of Friction & Puzzles: Can You Save the Earth?).

うにした。大人も混ざって実施した授業では、世代を越えてコミュニケーションを取り合って協力して謎解きを進めており、参加者のお互いの刺激にもなっていた(図5)。終了後には、「トライボロジー研究者の認定証」を授与した(図

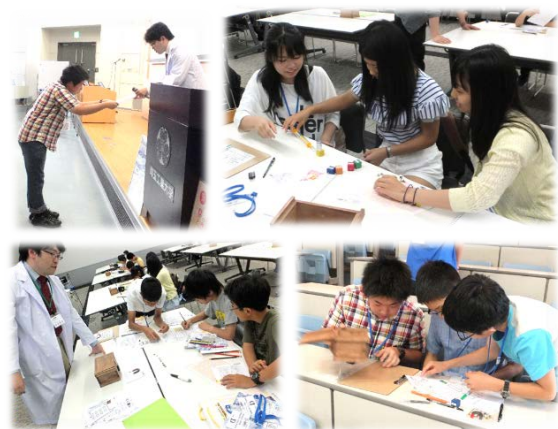


Fig. 4 Photographs during the event (Science of Friction & Puzzles: Can You Save the Earth?).



Fig. 5 Group work surpassing generations (Science of Friction & Puzzles: Can You Save the Earth?).



Fig. 6 Group photo after the event (Science of Friction & Puzzles: Can You Save the Earth?).

6). 昨年11月に開催されたマレーシアー日本トライボロジー教育シンポジウムにおいて、当該教育活動の成果を招待講演で報告したことで⁴⁾、国内のみならず海外マレーシアやフランスの研究者などからも関心・注目を集めている。

3.2. 「科学・工学×謎解き体験学習プログラム」の内容

【到達目標】(3テーマ共通)

- ・ 各学習テーマの軸となる原理や仕組みを理解してもらう(例えば、顕微鏡の仕組み、飛行機の飛ぶ原理、機械要素の種類と仕組みなど)。
- ・ 実際に手を動かして各学習テーマに関連する教材(工作キットなど)を作ってもらい、ものづくりの楽しさを実感してもらう。
- ・ “謎解き”を通して、科学を考える楽しさと実験や創意工夫の面白さを体験してもらう。
- ・ デザインや独自の工夫をしてもらう時間を設け、美的感性や発想力などを磨いてもらう。

【ストーリー設定】

テーマ①: 謎解きサイエンスアカデミー「顕微鏡を作ってミクロの世界を体験しよう！」⁵⁾

科学者の卵として名門のサイエンスアカデミーに入学した子供達は、これから卒業のための最終試験に挑む。この最終試験は、“顕微鏡を作って、ミクロの世界をのぞくこと”である。はじめに、様々なナゾを解きながら、ばらばらになった顕微鏡の部品を集めて顕微鏡を作ることが試練となる。そして、身近なもののミクロな世界をのぞいてみよう。さあ、みんなで卒業をめざして最終試験にチャレンジしよう！[顕微鏡の学習]

テーマ②: 謎解きサイエンスクエスト「ゴムコプターをつくって謎キングを倒せ!!!」⁶⁾

むかしむかし、世界を支配していた謎キングは勇者によって倒され、世界に平和が訪れた…しかしその謎キングが復活し、世界を再び支配しようとしている。君はとある伝説の武器職人から伝説の武器“ゴムコプター(ゴム動力のヘリコプター)”を作って、謎キングを倒すように頼まれた!果たして、伝説の武器“ゴムコプター”で謎キングを倒し、世界の平和を守るの

か?! [飛行機の学習]

テーマ③：謎解きエンジニアリングラボ「からくりペーパークラフト⁷⁾を作ってメカニズム博士を救出せよ！」

ある日、大発明を思いついたメカニズム博士だが、パワー不足で機械が作動しないことに気づいた。さらに、そのメカニズム博士の姿が突然見えなくなってしまった。メカニズム博士のもとで助手として働いているみんなは協力して動力源を作り、メカニズム博士を救出して、大発明を完成させよう！ [機械要素の学習]

【謎解きの問題と流れ】(3テーマ共通)

- ① 学習テーマの導入部とストーリー設定をわかりやすく説明する。



Fig. 7 Example of the question and answer sheet (Academy of Quiz & Puzzle: Let's Make Microscope to Explore to Microscopic World!).



Fig. 8 Climax scene of the event (Quiz & Puzzle Quest: Let's Make Rubber Helicopter to Defeat King of Quiz & Puzzle!!!).

- ② 謎解きシート（問題・解答用紙）を配布し（図 7）、各自で謎解きの答えを考えて記入する。教材に独自に色づけやデザインをしてもらおう問題も設けている。
- ③ 答え合わせで正解すると、正解のスタンプと教材の部品がもらえる。
- ④ スタンプと部品をすべて集めると最終問題に挑戦するための準備（教材の製作や創意工夫）に各自取り掛かる。最終問題で「みんなで力を合わせて〇〇しよう！」などの全員やチームで協力するグループワークを取り入れている。

2013 年から毎年テーマを増やし、現在では 4 つのテーマを年に数回実施するまでとなった。参加者は、近隣のみならず東京都、神奈川県、千葉県、茨城県、群馬県、兵庫県など各地から集まっている。謎解きストーリーに没頭させるようなスライドや演出を用意し、クライマックスの製作・調整したゴムコプターで謎キングと対決する場面は特に大盛況であった（図 8）。

4. “謎解き”を取り入れた指導展開例

“謎解き”活動を取り入れた科学・工学教育の指導展開の一例を以下に示す。この指導展開例は、異なるテーマでも使えるように大枠のみを記述しているため、取り扱う題材に合わせて必要事項を追加して適宜アレンジが必要である。

【導入】

[学習のねらいと学習活動]

- 学習テーマの導入説明
 - 学習テーマの意味（言葉の定義など）
 - 学習テーマに関する歴史
 - 学習テーマの原理や仕組み
 - 今回のテーマを使うと何ができるのか

- 謎解きのストーリー設定説明
- 謎解きの進め方と制限時間を説明

[指導上の注意点]

- 言葉を聞いたことがあるか、意味を知っているかなど、挙手をさせて確認する。
- ストーリーに入り込めるような雰囲気づくりを十分に行う（凝ったスライド作成、音楽を流すなど）。

- 安全の確保 (道具の使い方, 危険性の周知)
 - 謎解きシートを配布
 - 【展開】
 - 〔学習のねらいと学習活動〕
 - 謎解きの開始, 各自好きな問題から考える.
(思考・判断)
 - 教材部品の色づけやデザイン
(創造力・美的感性)
 - 解けた問題の答え合わせをしてもらいながら, 教材の部品を集める. もしくはシートを完成させ, 最終問題に挑む.
 - グループワークで挑む謎解き問題
(協調性・コミュニケーション能力)
 - 集めた部品を組み立て, 課題教材を製作・調整
(創意工夫)
 - 〔指導上の注意点〕
 - 謎解き開始の合図
 - 適宜, 生徒の進捗状況を見て回り, 遅れている生徒にヒントを出す.
 - シートを持ってきた生徒の解答をチェックする.
正解→スタンプと教材の部品を渡す.
不正解→再チャレンジするよう励ます.
 - 一定時間ごとに残り時間を提示
 - 謎解き終了のカウントダウンと終了の合図
 - 手順ずつ丁寧に課題教材を生徒と一緒に製作する.
 - 【まとめ】
 - 〔学習のねらいと学習活動〕
 - 製作した教材を使用して, 最終目的を達成する.
 - 後片付け
 - 振り返り (原理や仕組みの復習)
 - 〔指導上の注意点〕
 - 最終目標が達成できたか, 挙手をさせて確認する.
 - 最後に, 学習テーマについて感想や難しかった場面などを聞く.
- 以上のように, 各プログラムで設定したストーリーに沿ってクイズやパズルなどを解きながら直接ものづくりに触れ, 楽しく科学や工学を

体験学習することができる. これにより, 講義と実験にエンターテインメント性を付加させて参加者を謎解きの世界観で包み込み, より一層の学習効果が期待できる. 本教育手法によって, 科学・工学への興味を持たせるだけでなく, 参加者の自発的に考える力, 美的感性や創造力が養われるとともに, チーム活動などを通して協調性やコミュニケーション能力なども養われる. さらに, 本活動を継続的に実施することによって, 従来の体験学習よりも理科離れ・工学離れの加速的な解消を図ることができると思う.

5. 謎解き体験学習イベントの教育上の効果

図9は, 「科学・工学×謎解き体験学習プログラム」イベント後のアンケート結果である. これより, 謎解きを取り入れた体験授業がとても面白かったという意見が多数であり, 実践時その子ども達の様子がよくわかった. また, 謎解きを通じて理科が好きになったという意見も多く, 大きなやりがいと達成感を感じることができた.

「摩擦の科学×謎解き」イベント終了後に実施した「トライボロジーについて理解できましたか」のアンケート結果は, 「よく理解できた」が43%, 「少し理解できた」が57%で, 「あまり理解できなかった」, 「まったく理解できなかった」は0%であった⁸⁾. 本教育手法を導入することにより, トライボロジーのような難しい内容でも楽しく学習してもらうことができる.

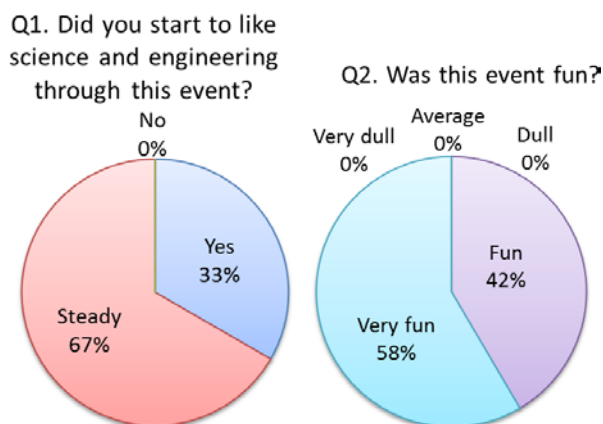


Fig. 9 Questionnaire results on the innovative experience learning event after the event.

また、保護者から「製作した教材を自宅でもいろいろ試して楽しんでいる。」（例えば、製作した簡易顕微鏡で家にあるホコリや野菜の細胞を観察してみたり、製作した飛行機や動くペーパークラフトを改造してみたりなど）といった話をうかがい、日常的に科学に対する子どもの好奇心・関心が高まり、様々なことにチャレンジしてみるという自発性も芽生えているといえる。

指導者も子どもと一緒にになって謎解きの世界観の中に入り込むことによって、子ども達とのコミュニケーションを密にとることができ、生徒の性格や長所・短所を短時間で把握することができる。また、参加者とすぐに親密になることができることから、年度最初の授業などに本手法を取り入れると効果的であると考えられる。

【アンケート感想の例】

「たいへん楽しい授業をありがとうございました。謎解きイベント型であることで、グループの人とコミュニケーションをとり協力しながら進めていく楽しさや、今まで学んだ科学工学の知識を活かす面白さを感じながら講座を受けることができました。また、今まで学校で淡々と学ぶだけだった摩擦に関して、とても興味を持つことができた良い機会となり、嬉しかったです。これからも科学に関する感動や、好奇心、探究心を忘れずに勉強をしていきたいと思います。」（女子高校生）

「謎解きをしている最中は謎解きに夢中だったけれど、振り返ってみると、仲間と協力して謎を解くのは楽しかった。」（男子中学生）

「最後の実験が一番面白かったです。実際に色々手を動かして、色々考えることができました。ありがとうございました。」（女子中学生）

6. おわりに

単に講義をして実験を体験させるだけではなく、そこに“謎解き”の要素を取り入れることによって、講義と実験にエンターテイメント性を持たせて参加者を謎解きの世界観で包み込み、より一層の学習効果が期待できる。結果として、

受講生にわかりやすくトライボロジーの基礎を教えるとともに参加者に自ら活発な活動をさせることができた。

2年前から試行錯誤で始めた“謎解き”活動を科学・工学教育に導入した「科学・工学×謎解き」体験学習イベントは、受講生に活動的かつ効果的な学習の場を提供できるため、今後大いに活用していきたい。

謝 辞

体験学習イベントの実施にあたり、日本学術振興会(平成26年度ひらめき☆ときめきサイエンス事業)、国立青少年教育振興機構(子どもゆめ基金 平成27年度子どもの体験活動助成金)、日本機械学会 関東支部 埼玉ブロック(機械の日イベント事業)からの援助をいただいた。ここに記して、感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 増田貴司：文明社会の宿敵「理科離れ」、日本経済新聞夕刊「十字路」、2007年8月3日。
- 2) 「摩擦」をテーマに科学の楽しさを学ぶ、埼玉新聞、2014年8月7日。
- 3) 長谷亜蘭：日本学術振興会 平成26年度ときめき☆ひらめきサイエンス事業報告書(2015)。
- 4) Alan Hase : Innovative Experience Learning Event through Problem-solving Game “Science of Friction & Puzzles: Can You Save the Earth?”, MJTS 2014, Tribology Education Symposium, Malaysia (2014)。
- 5) 坂城町商工会, 子供科学教室, 商工さかき, 第95号, (2013), p.4。
- 6) 謎を解いて楽しくものづくり, 埼玉よみうり新聞, 2014年9月12日。
- 7) 坂 啓典：からくりの素ペーパークラフトブック, 集文社(2007)。
- 8) 長谷亜蘭：“謎解き”を取り入れたトライボロジー初学者教育の実践, 第13回埼玉工業大学若手研究フォーラム論文集(2015) pp.106-107。