

# 向山・小森型理科の探究型授業の中でSTEM/STEAM教育とリンクさせる授業群の提案。

学年・教科：中学校全年・理科

法則化中学/福山（代表） TOSS 広島コンマサークル 久保木 淳士（7級）ID2672

TOSS 授業技量検定  
過去3回分受験履歴

平成30年12月22日(土)京都ライセンスセミナー『中学・理科 Science Mission を軸とした探究型授業群の提案。』B表（12級→7級）  
平成30年6月17日(日)長崎ライジングセミナー『21世紀を生きる子供たちのための「科学史から理科は感動だ！」授業群の提案。～日本の科学者を中心とした科学史テキストの活用～』B表（12級格→12級）  
平成29年2月25日(土)第12回伴一孝ドリームセミナーin淡路『科学の原理を通して社会を見る。』C表（13級→12級）

## 1. 主張

STEM/STEAM教育を実践する3つのステップ ①体験に重点を置く, ②体験から原理を追究させる, ③社会生活の中でどのように関わっていくか考える, を抽出し, 向山・小森型理科の目指す視点①日常生活や社会の中の理科 ②世界に誇れる日本の科学・技術を子どもたちに伝える授業を単元全体の中でリンクさせる。

## 2. 次期学習指導要領に向けて 「何を理解しているか, 何ができるか」

次期学習指導要領の改訂の基本方針より, 「社会の加速度的な変化を受け止め」というキーワードがある。これは, 理科の中で扱う日本や世界の科学技術の進歩である。そのような事実を子どもたちに示し, 「志高く未来を創り出していく」意識を持たせる。

今日, 私たちの生活は, さまざまな資源を利用し, 豊かで便利になってきている。世界の科学者たちが現在どのような研究を進め, 科学技術を世に送り出しているかを学ぶことはとても大切である。同時に, わが国のこれからの科学がどのように人類の生活に働きかけ, 未来をつくっていくかを学ぶことにつながると考える。日本の技術力, 日本の科学者たちの輝かしい業績や実績を広く紹介し, 発展している理由についても考えることで, 子どもたちが日本の科学技術が世界に向けて活躍していることに目を向けさせたい。

各教科等において習得する知識や技能であるが, 個別の事実的な知識のみを指すものではなく, それらが相互に関連付けられ, さらに社会の中で生きて働く知識となるものを含むものである。『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及び必要な方策等について(答申)』(平成28年12月21日 中央教育審議会)

日本の小中理科教科書は, 実際に観察実験したことを元に性質や規則性を見いだす構成になっている。アメリカの教科書では, 観察実験からは到達できない内容でも, 科学者の研究を紹介している。小森栄治氏(日本理科教育支援センター代表理科教育コンサルタント)は, 日本の理科教科書とアメリカの理科教科書の違いを, 以下のように説明している。

日本の理科教科書は, 大学でいえば理学部にあたるような内容でできている。実社会での利用という工学的な視点がほとんどない。…略… アメリカの教科書を見ると, 工学にあたるような内容がたくさん載っている。たとえば, Houghton Mifflin社の理科教科書では, 小学校でも日常生活での科学技術の利用例がたくさん載っている。さらに驚くべきことは, 小学校1年生から中学まで各学年の教科書に **What is Technology?** というページ …略… そこには, 「工学は生活を便利にするが, ときには問題を起こすこともある」(小森氏訳)とある。このような視点を小学1年からあたえて, 意思決定のしかたまで解説してある。

現在を取り巻く環境は, これまでの先人たちの努力により科学技術としての成果として生活が豊かで便利になっている。そのような科学技術によってつくられたものが身近に存在しても, “あるのが当たり前” になっているのが現代社会を生きる者の感覚である。これは, 大人も子どもたちも同じである。私たち大人, 特に教師がこのような事実を教え, 理科の授業の中で, 科学技術の成果や役に立

っていること, またそれらを創っている, または創ってきた科学者について触れることにより, 今まで当たり前だったものに目を向け, それらのすごさを改めて感じさせるようにしたい。

## 3. 近未来における職業の変化とSTEM/STEAM教育

未来の職業について, 2人の研究者が以下のように述べている。  
マイケル・A・オズボーン氏(オックスフォード大学准教授)は,

今後, 10~20年程度で, アメリカの総雇用者の約47%の仕事が自動化されるリスクが高い。

キャシー・デビッドソン氏(ニューヨーク市立大学教授)は,

今2011年度にアメリカの小学校に入学した子どもたちの65%は大学卒業時に今は存在していない職業につくだろう。

2045年には, シンギュラリティ(技術的特異点)問題が起こるとされている。これは, 全人類の知能より, 進化を重ねた人工知能の方が超える時点を示し, コンピュータがますます進化し, 多くの仕事を機械が行うようになる。2030年から, 雇用が順番に減少していき, 2045年以降, 仕事をしている人は1割で, 他は失業しているという予測がある。コンピュータにはできない人間しかできない仕事や能力の育成が求められている。

未来を生きる子供たちを取り巻く社会の状況は, 人工知能に係る社会となる。

人工知能を「使う」のか「使われる」のか, どちらの人材になるのかは, 「STEM教育」が必要であると言われている。

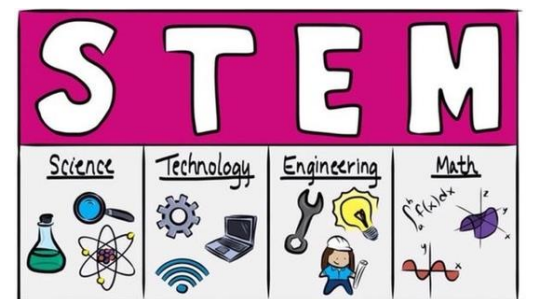
Science(科学), Technology(技術), Engineering(工学), Mathematics(算数・数学)の頭文字をとったSTEM教育であるが, Art(芸術・デザイン)も入れてSTEAM教育も提唱されている。

アメリカ国立科学財団(NSF)によって提唱された実践である。

4つの知識・技能に長けた「STEM人材」を育成することが, 重要な国家戦略のひとつに位置付けられている。

オバマ前・米大統領が, 演説で優先課題として取り上げるほど, アメリカの国家戦略として理数系人材の教育に力を入れ, 国家も国際的に競争力を維持でき, 将来的に活躍できる人材を育てられることをねらっている。

STEM教育は, 科学・技術・工学・数学の分野について, プログラムの中で多くの体験をさせ, その中から原理をつかませていく教育手法である。



アメリカのある研究では、高校生の STEM 教育が成功するかどうかは、初等教育の段階で興味を持たかどうかに左右されると報告されている。

向山洋一氏は、2018. 11. 28 の産経新聞にて、STEM 教育について取り上げている。以下に一部を引用する。

↓引用ここから↓

【解答乱麻】日本の教育の遅れ取り戻そう

T O S S 代表・向山洋一

T O S S は、東南アジアはもちろん、ヨーロッパ、アメリカなど海外の教育現場を数多く見てきている。今年、米国はボストンでは特別支援教育を、シアトルでは最先端教育の視察を数回重ねている。日本の教師の多くは、外国の教育を知らずに「日本の教育は進んでいる、素晴らしい」と考えている。それは、もう数十年も前のことで、今や、この遅れを取り戻せるのかというくらい突き放されてしまった。

日本では子供が大切な国の財産と分かっているにもかかわらず怒鳴る教師は後を絶たない。特別支援を要する児童にも適切な指導法があり、その子供たちの能力を發揮させることが教師の大切な仕事だが、学ばない教師は全く逆の指導をしている場合が多いのだ。

米国では、特別支援の子への指導は、個々のカリキュラムはもちろん、適した教材、指導法が大々的に開発され、子供たちは、着々と力を發揮し、自信に満ちた日々を送っていた。

1 1 月半ばシアトルから帰ってきた T O S S の教師から報告を受けた。シアトルは、マイクロソフト、アマゾン、スターバックスなどの企業があり、その地域の平均年収は 1 5 0 0 万円だそうだ。

その報告の中に、「STEM 教育」(“ Science, Technology, Engineering and Mathematics”) の報告があった。

科学・技術・工学・数学の分野の教育だが、多くの体験をさせ、その中から原理をつかませていくという。

さらにそれが社会生活の中でどうつながっていくかということまで導く。すごく魅力的な教育方針だ。

これと同じような教育は日本でもあった。私も「磁石」や「豆電球」の実践ではたくさんの体験を通して原理を見つけさせるという手法をとった。反響も大きかった。

今、外国には、STEM 教育の教材が山ほどあるという。

ところが、日本には、体験させる教材はまだ不足している。教師は教えてほめるが基本であるが、日本の教師は「教え」過ぎのきらいがある。「体験」を先行させる教育の余裕がない。視察してきた多くの国は、ICT (情報通信技術) 活用などは当然であった。

↑引用ここまで↑

向山・小森型理科研究会機関紙『理科は感動だ』80号(2019年1月発刊)の塩谷直大氏の論文にて、以下の報告があった。

経済産業省のホームページの資料を塩谷氏がまとめ直したものである

日本でも、「プログラミング教育」もその代表例であるが、中学校教育の使命である進路実現を支援するためにも、中学理科で、この STEM 教育の実践を取り入れたいと考える。

### STEM 教育プログラムの特徴

- 1)実践力の重視:実践型プロジェクトが多い・産官学積極連携  
例)NASA, STARBASE(軍人との交流), Seaperch(水中無人探査機作成)
- 2)横断的(interdisciplinary):科目別教育からの飛躍、STEM教育の肝
- 3)体験型・創造型 Active Learning・新技術積極導入
- 4)人種統合・多様性重視:教育機会の公平性担保
- 5)K-12(12歳以下の初等教育)の価値重視
- 6)STEM 分野教員育成重視

「未来の教室」とEdTech研究会(第1回)配布資料  
中島ちさ子氏(数学者 STEAM教育者 音楽家)の資料より  
塩谷が作成

ただの理系科目教育  
やプログラミング教育  
ではない 社会や  
創造性と密接に結び  
ついた総合的なもの

2019年2月17日放送のNHKスペシャルでは、ノーベル化学賞を受賞した田中耕一氏は、「(科学技術立国再生への道へ)いろいろな分野の人々が集まって結合する、新しい解釈をする。ある時は失敗と思われることも、別の分野ではすごい発見になるかもしれない。もう少し柔軟に、広く解釈をすればイノベーションはもっとたやすくできる。」と述べている。



## 4.これからの子どもたちに必要な力

平成28年12月21日の中央教育審議会『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及び必要な方策等について(答申)』では、

…近年顕著となってきたのは、知識・情報・技術をめぐる変化の早さが加速度的となり、情報化やグローバル化といった社会的変化が、人間の予測を超えて進展するようになってきていることである。(…略…)人工知能がいかに進化しようとも、それが行っているのは与えられた目的の中での処理である。一方で人間は、感性を豊かに働かせながら、どのような未来を創っていくのか、どのように社会や人生をよりよいものにしていくのかという目的を自ら考え出すことができる。多様な文脈が複雑に入り交じった環境の中でも、場面や状況を理解して自ら目的を設定し、その目的に応じて必要な情報を見だし、情報を基に深く理解して自分の考えをまとめたり、相手にふさわしい表現を工夫したり、答えのない課題に対して、多様な他者と協働しながら目的に応じた納得解を見だしたりすることができるという強みを持っている。

下村博文氏(元・文部科学大臣)は以下のように述べている。

近代工業化の教育から情報化社会の教育へ。そしてAI社会に適応できる教育へ

今、教育の内容のシフトが求められている。では、これからの時代に必要な資質・能力は、今後、人間がする職業の特性として以下の3つにまとめている。

- ①ホスピタリティ
- ②マネジメント
- ③クリエイティビティ

さらに下村氏は、以下の4つをあげている。

- ①高い志を抱いて課題に取り組んでいく能力
- ②他者との協調性、リーダーシップ、プレゼンテーション能力
- ③創造的な発想力、企画力、直観力
- ④豊かな感性や思いやり、優しさ、慈しみの心

では、こういった内容で上記の力を身に付ければよいだろうか。

21世紀を生きる子供たちのために、教師は以下の2つを意識した理科授業を行うべきである。

- ①科学技術の発展の過程を知るために、過去に生きた科学者がどのような努力をしたかという事実を伝える。
- ②現在、そして未来の日本の科学の発展に寄与する態度を育てる。

向山洋一氏は『教育要諦集1 教育の目標』の中で

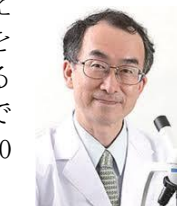
『教育の最も根本的な目標をただひとつだけ言えばと言われたら、「人間の生きていく気力を育てることである」と言える。「生きていく気力」があって次に「生きていく技、つまり学問」などを身につけさせるのである。』

と述べている。向山・小森型理科の実践を通して、日本の子ども達に理科授業で「生きていく気力」を育てたいと思っている。

小森栄治氏も著書の中で

『私が定年まで理科を教え続けても、教える生徒は400人もいない。その400人に教えることも楽しくやりがいがあることだが、400人とどまる。より多くの先生や教師を目指す学生たちに理科の楽しさを伝えたい。子ども達が感動し熱中する理科授業、来ただけで楽しくなる理科室づくりのコツを伝えたい。一人の若い先生は、教師生活の中で訳1000人の子ども達に出会う。子ども達を理科好きにする先生を1000人育てたら、1000×1000=100万人の子ども達を理科好きにできる。いわば、100万人理科好き計画である。』

日本中に優れた理科指導法を広め、一人でも多くの理科好きの子を増やし、日本の子ども達に理科授業を通して、「生きていく気力」を育てることが目指す所である。



## 5.Science Mission を軸とした探究型授業

理科教育を担う教師は次の視点を意識した授業を行うべきであると考える。

- ① モノを使った実感を伴った理解を図り、基礎・基本を確実に身に付けさせ、「理科が好き」と言える生徒を増やす授業。
- ② 目の前の事物・事象について「なぜ? どうして?」という疑問を抱き、「知りたい! 解決したい!」という知的欲求を持たせるような授業の展開により、生徒同士の交流(討論)やこれまで学んだことをもとにさらなる探究をし、納得解を出す経験をさせる授業。

①について、子どもたちが熱中しながら、知識・技能が確実に定着する授業を通して、理科が分かる! できる! という実感を生徒に与える。その習得を目指すためには、反復学習やパフォーマンステストなどを実施するなどして指導法を工夫する。

②については、育てたい資質・能力、コンピテンシー(知識だけでなくスキルや感度を含んだ人間の全体的な能力)を直接教え、指導することは難しいことである。それゆえに、学習内容の範囲での授業の展開、教師の仕掛けにより、生徒の思考や交流(討論)が自発的に起こる課題設定が必要である。理科授業を通して他人の考え・アイデア自然の不思議さに出会うことがおもしろい! と感じる感性を提供できる理科授業が求められると考える。そのことで、これからの社会で活躍するために必要な資質・能力の育成に効果の高い「主体的な学び」を促進するため、理科の学習において「課題発見・解決学習」のプロセスに当てはまる「探究学習」を推進することを目指す。

そこで、久保木の理科授業では、「理科はヒトの感動財産!」をモットーに、観察・実験から感動や探究心を呼び起こし、生徒が納得して理解できるような楽しい理科授業を目指し、実践をしてきた。一単元の中で、生徒の興味・関心を引くような実験、身近にあるものを使った実験を軸とし、「Science Mission」と称して、問題解決的な探究学習を組み入れ、単元の中で習得・活用・探究をバランスよく組み立てることを意識した。

### 1) 探究学習の定義

新学習指導要領では、理科における改訂の要点の1つに科学的な思考力、表現力の育成を図ることを挙げている。「科学的な思考・表現」の趣旨は『自然の事物・現象の中に問題を見出し、目的意識を持って観察・実験などを行い、事象や結果を分析して解釈し、表現する』こととなっている。

探究学習の“仮説・計画→実験→結果・分析→説明・表現”のプロセスを通して、そのような学習の場面を一単元の中で仕組むとともに、その中で効果的な評価を行うことが、科学的な思考力、表現力を育成し、上でも有効ではないかと考えた。

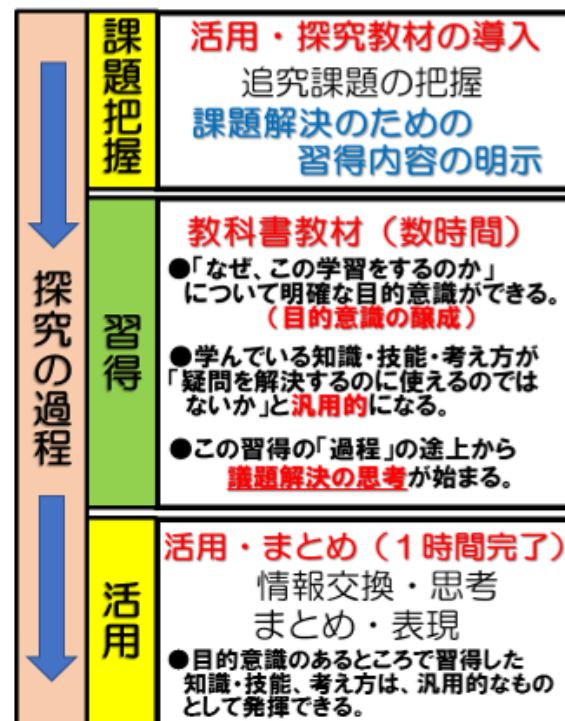
一般的に探究学習とは、

- ①生徒が問題を見出し、仮説を立て、観察・実験を計画する。
  - ②観察・実験の結果を分析し解釈する。
  - ③科学的な根拠のもとに説明・表現する。
- などの活動で構成した授業である。

### 2) 広島県版・学びの変革と探究学習の関連

広島県で学んだことに誇りを持ち、胸を張って「広島」「日本」を語り、高い志のもと、世界の人々と協働して新たな価値(イノベーション)を生み出し、さらには変化の激しい社会を生き抜くことのできる資質・能力(学び続ける力)を身に付けた人材の育成が必要である。

広島県教育委員会では、平成26年12月に「広島版『学びの変革』アクション・プラン」を策定した。これはグローバル化の進展や技術革新の急速な発展といった「変化の激しい社会」を生き抜くために、



自ら深く考え、知識や情報を統合して新しい価値を創り出す力、更にはそのために多様な他者と協働できる人材が求められるためである。そのための具体的な取組として、「課題発見・解決学習」や「異文化協働活動」を小学校段階から系統的に推進するものである。これからの社会で活躍するために必要な資質・能力の育成に効果の高い「能動的な学び」を促進するため、授業の中で「課題発見・解決学習」を推進する、ということである。

広島版「学びの変革」アクション・プランを具現化するために必要な要素は、生徒が主体的に学ぶということである。生徒が主体的に学ぶ授業とは、深い学びのある授業である。具体的には学習内容において何の知識や資質・能力が深くなったのかについて教師が考え、授業設計を行うことが重要となる。つまり、生徒の学習内容の何が深い学びとなり、生徒に何を学び取らせるかというゴールを明確として、生徒が主体的に学ぶ学習過程のある授業づくりが必要であると考えられる。

本実践では、学んだ知識・技能・考え方を活用する探究学習の“仮説・計画→実験→結果・分析→説明・表現”のプロセスの学習の場面を一単元の中で仕組む授業設計の開発を目指す。

また、生徒自身の言葉で説明する活動、考えを伝え合う活動を組み込みながら実験結果を分析・解釈して結論を導き出したり、実験結果をもとに考察したりする活動が、科学的な思考力・表現力に関わる資質・能力の向上に有効ではないかと考え、実践を進めた。

一時間の授業パーツや発問、組み立ても大切となる。さらに、単元(または小単元)の習得・活用・探究のバランスが大切であると考えられる。単元の流れの中で、どのような問いを持たせ、学習に向かわせるか? というストーリー・状況設定の研究を進めていかなければならない。

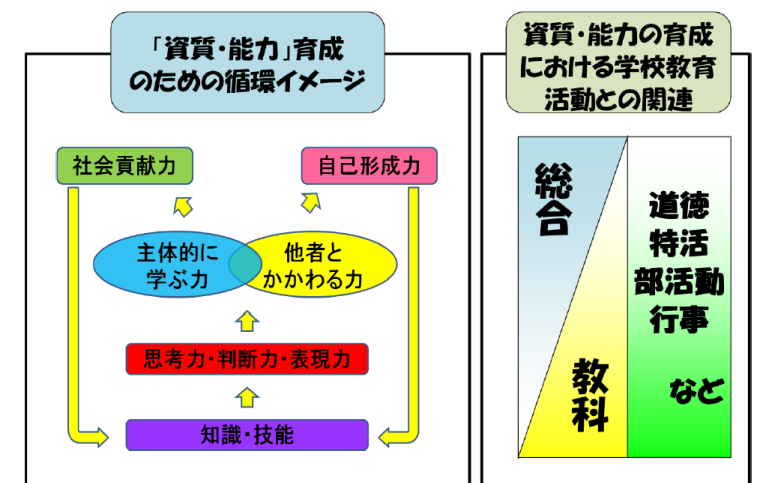
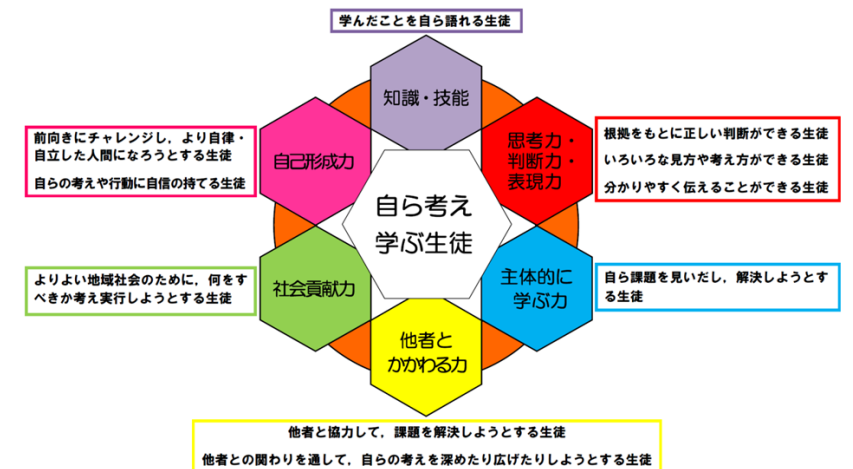
### 3) 現任校における広島県指定研究『学びの変革パイロット校事業』と探究学習

現任校(広島県福山市立城北中学校)では、自ら考え学ぶ(主体性を持った)生徒の育成を一番の柱として、そのために、生徒に身に付けさせるべき力をどのように設定すればよいかを考え、右図の6つ(「知識・技能」「思考力・判断力・表現力」「主体的に学ぶ力」「他者とかわる力」「社会貢献力」「自己形成力」)に整理した。また、それぞれの資質・能力について、共通認識を図るために、それぞれの資質・能力に対して特に身に付けさせたい力を備えた生徒像を定義している。

これらの力を、全ての教科や領域、学校教育活動で育成することは難しいため、右図のようなイメージを持って、学校教育活動全般において、設定した資質・能力を循環よく育成していくことが重要であると考えられる。

理科の授業でも、その一環として、資質・能力を身に付けさせるための授業づくり・単元開発を行った。

また、理科に対する興味・関心を向上させ、生徒の科学的な思考力・表現力を高めるために、単元の中に知識習



得型の探究学習と知識活用型の探究学習を仕組み実践を行った。単元の終末で達成すべき生徒の姿をめざした単元構成を組み立て、パフォーマンス課題や生徒アンケートによる評価を設定し、効果を検証した。

#### 4) 探究用「実験ノート」

「Science Mission」を軸とした単元構成・実践を行っている中で、特にこだわっているのは、課題と考察を正対させた実験ノートである。

##### STEP 1

1つの実験テーマでノート1枚とし、実験の過程を課題と考察・結論が正対した形で正確にノートに記録させる。(右図)

この際、①疑問・調べたいこと・予想(課題)②考えられること(考察)を明確に意識させるために、色の違うカード(ふせん)を用意し、それぞれに書かせる。上部に、課題のカード、下部には、考察のカード、その間には実験の方法や結果を図や表を用いて記入するよう指示する。とくに、課題と考察を正対するように記録させる。

##### STEP 2

課題⇒方法⇒結果⇒考察完結した代表的なノートを授業中に印刷し、クラスの生徒全に配布する。その際、理科室にプリンターを用意しておく。つまり、ノートによる情報交流を教師がファシリテートする。これにより、生徒の情報交換が行われると同時に、支援が必要な生徒に対してのヒントノートとなる。ごく簡単な実験でも、自分で実験を行い、ノートにまとめていることを評価し、印刷して配布する。他の生徒の追試も、貴重なデータであるとし、積極的に印刷する。

#### 5) 探究学習の型「知識獲得型」と「知識活用型」

小笠原豊氏(中部大学現代教育学部・大学院教育研究学科 准教授)が提唱している探究学習プログラムの中で、探究学習を「知識獲得型」と「知識活用型」の2つの型に分けている。小笠原豊氏は、単元の中にmini探究学習を仕組み、理科授業の楽しさなどを実感させる必要性を述べており、本実践の単元計画を構成する際に参考にした。(下図)

<mini探究学習(1~2時間限定の探究学習)>

- 問題解決能力を高めるために必要な学習
- 学んだことを活用して問題を解決する学習
  - 基礎的・基本的な知識・技能を確実に定着できる学習
  - 学ぶ楽しさが実感できる学習

mini探究学習4つのパターン

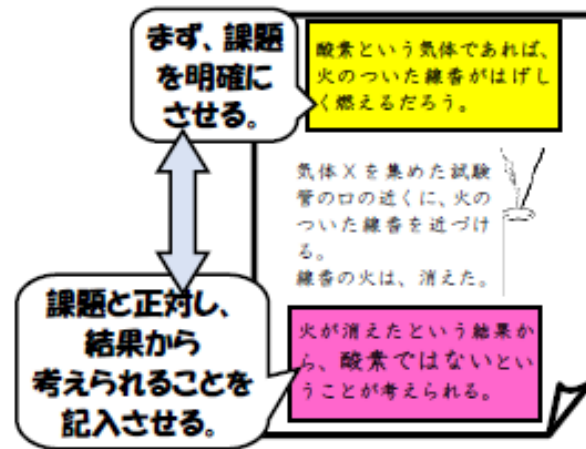
- **単元や小単元の導入時に実施:パターンA**  
(持ち合わせている知識・技能を総動員してこれから入る単元に関連した課題に挑む)
  - ・ これから入る単元(小単元)の学習を進めるのにあると、基礎的な考え方や心構えをつくる。
  - ・ これから入る単元(小単元)への期待感を高める(学ぶことへの意識化)
- **単元の学習の途中で実施:パターンB**  
(単元の学習内容の基礎的・基本的な内容を小さな問題解決の過程を通して把握する)
  - ・ 探究的に進みながら単元の学習内容の基礎・基本を獲得する。
  - ・ 学ぶ楽しさを実感する。
- **単元の学習の途中で実施:パターンC**  
(前時までに学習した本単元の基礎的・基本的な内容を活用して課題に挑む)
  - ・ 教科書に掲載されている基礎的・基本的な事項をより深く理解する。
  - ・ 学んだことの意義や有用性を実感する。
  - ・ 学ぶ楽しさを実感する。
- **単元や小単元の終末に実施:パターンD**  
(単元の学習で身につけた基礎的・基本的な内容を活用して新たな課題に挑む)
  - ・ 学んだことの意義や有用性を実感する。
  - ・ 学ぶ楽しさを実感する。

そこで、パターンA, B:知識獲得型 パターンC, D:知識活用型として授業を分類(※一部例外あり)

#### 引用文献

『理科の授業の楽しさ実感 mini探究学習 RECIPES』  
中部大学 現代教育学部  
准教授 小笠原 豊 著より

- mini探究学習を成立させる4つの条件
- ①子どもたちに強い問題意識・達成欲求を抱かせる仕掛けがあること。
  - ②子どもたち全員が共有できる追及課題が明示されること。
  - ③「話し合い考える」「資料で調べる」「観察・実験」の活動が位置づけられること。
  - ④子どもたちが教科の本質にせまることができること。



探究学習の際、①個々の生徒の実験内容の把握、②生徒の情報交換が不十分、③つまづいている生徒の支援、④生徒が取り組んでいない実験をどのように理解させるか…などが問題となる。これを解決するためのノートによる情報交流を教師がファシリテートする。

#### 6) 探究学習の実践

### 2017年度 実践<中学1年生>

2017年度、本研究で開発・実践した探究学習の授業は、以下である。

(☆はオリジナル授業, ★は先行実践あり)

単元「身の回りの物質」(中1:化学分野) 知識「活用」型探究学習 (2017年度)

課題	★ 白い粉末Xの正体は何だろうか?
学習内容	・ 白い粉の物質の正体を科学的に探究する技能の基礎を身に付ける。 ・ 実験結果から、白い粉末Xが何であるかを類推する。

啓林館 H29

単元「身の回りの物質」(中1:化学分野) 知識「活用」型探究学習 (2017年度)

課題	☆ 江戸時代の小判は純金か?~未知の金属Xの正体を特定せよ!~
学習内容	・ 予想した物体について、その調べ方の計画を立て、発表する。 ・ 密度の調べ方を参考にし、未知の物体の性質を調べる。 ・ 実験結果から未知の物体の性質を推定し、説明する。

単元「身の回りの物質」(中1:化学分野) 知識「活用」型探究学習 (2017年度)

課題	☆ プラスチックX
学習内容	・ 説明 理科準備室の奥から古びたプラスチック容器が発見された。プラスチックの種類名が明記されていない…分類して、再利用するためにこのプラスチックの正体を推定せよ。 ・ プラスチックの種類や区別の仕方(液体への浮き沈み、熱への強さや燃える様子)について習得させる。 ・ 学んだ内容を活用し、プラスチックXを探究させる。 ※この際、ポリ塩化ビニルは燃やすと有害な物質がでることがあるため、使用しない。

単元「身の回りの物質」(中1:化学分野) 知識「活用」型探究学習 (2017年度)

課題	☆ 角砂糖X
学習内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>「角砂糖, 水に入れると溶けます」 「ハンドパワーで角砂糖が溶けにくくなります」と言って水に入れても溶けにくい角砂糖を見せる。本当にハンドパワーを使ったと信じる生徒もいるぐらい驚く。この水にタネも仕掛けもあるが, 生徒にはまだ言わない。この角砂糖Xのトリックを説明せよ。</li> <li>溶解や溶解度曲線について習得させる。</li> <li>学んだ内容を活用し, 角砂糖Xを探究させる。このとき, 砂糖の溶解度曲線のグラフデータを示しておく。飽和について, 実感をもって理解することができる。</li> </ul>

単元「身の回りの物質」(中1:化学分野) 知識「活用」型探究学習 (2017年度)

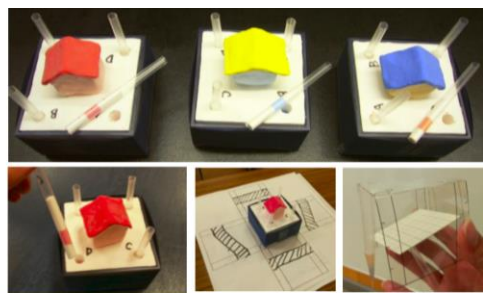
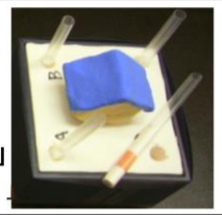
課題	★ 気体Xの正体を徹底的に調べよう!
学習内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>予想した気体について, その調べ方の計画を立て, 発表する。</li> <li>既習の気体の調べ方を参考にし, 未知の気体の性質を調べる。</li> <li>実験結果から未知の気体の性質を推定し, 説明する。</li> </ul>

小森栄治先生(日本理科教育支援センター 理科教育コンサルタント) 追試

単元「身の回りの物質」(中1:化学分野) 知識「活用」型探究学習 (2017年度)

課題	☆ 物質Xの正体を特定せよ!
学習内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>未知の物質が何であるのかを調べるためには融点を測定する必要があることに気づき, 検証計画を立てる。</li> <li>融点を測定する実験を行い, 測定した融点の値から未知の物質が何であるかを類推する。</li> </ul>

単元「身の回りの物質」(中1:地学分野) 知識「活用」型探究学習 (2017年度)

課題	☆ 地層Xの正体を特定せよ!
学習内容	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <p>中1単元「大地の成り立ちと変化」3章 大地は語る</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1-1 地層のでき方</li> <li>1-2 別荘の地層の広がりを予想しよう(本時)</li> <li>2 押し固められてできた岩石</li> <li>3 歴史を語る化石</li> <li>4 大地の歴史</li> <li>5 大地形からわかる大地の変動</li> </ol> </div> <div style="width: 35%;">  </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><b>この学習のねらい</b> 模型を使ったボーリング操作を実際に行わせ, ボーリング試料から地層の広がりを推測させていく授業である。組み立てると地層モデルと同じように立体的になる透明シートや, 地層モデルとしての板などモデル教材を有効に活用し, 1次元⇒2次元⇒3次元という情報をスモールステップで与え, 地層の傾きを立体的にイメージできるような支援により空間認識力を高めることをねらう。</p> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p><b>1st stage 追究課題をみつける過程</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地層が傾いていると危険だということを認識させ, 「別荘が建っている場所の地層の広がりがどうなっているかな?」</li> </ul> <p><b>追究課題の浮上</b> 「別荘を買うことにしたが, 良い物件が3つある。建っている場所の地質を調べて, 購入を検討したい。」</p> <p>「ボーリングのデータをもとに地層の広がりを推測し, 説明しよう!」</p>  </div>

展開



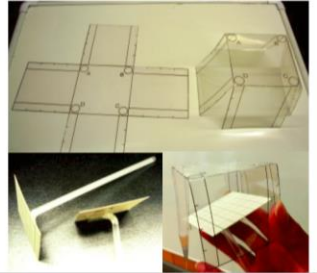
### 2nd stage 追究する(実験・観察)過程

**実験・観察による追究①**  
それぞれの別荘の地層モデルを班ごとに分担させる。  
「ボーリング結果をワークシートに記入しよう。」  
↓ ボーリング ⇒ 高さによる1次元情報  
「3地点のデータをもとに2面の地層のようすを決定しよう」  
↓ 地層のようす ⇒ 面による2次元情報  
「残りの2面の地層のようすを推測しよう」  
【生徒のつまづきの姿】  
・つながらず層をかく。 ・傾きを無視して平面でかく。  
・ねじれた図をかく。 ・書けない。

**発表・意見交換①** 教師主導で効率よく行う。(個人→班→全体の流れで思考させる)  
**結果の導出** 各班の2次元的情報を整理させる。  
**追究課題の高揚** さらに追究課題を提示することで, 追究意欲を高める。  
「各面の地層のようすから, 全体的な地層のようすを推測しよう!」  
各面の地層から全体の地層の傾き ⇒ 3次元情報 (どちらからどちらへ傾いている? または 傾いていない?)

**実験・観察による追究②** 空間認識の難しい生徒や実験や状況を踏まえて,  
以下のパターンのヒントグッズとして与え, 地層の傾きを体感させる。  
パターンA 紙の展開シートの周囲を切ったものを与え, 立体的に考えさせる。  
パターンB 透明ケースにボーリング資料(ストロー)を立たせ, 地層の広がりを立体的にイメージさせる。  
パターンC パターンAと同様の透明なシートを与え, 奥行も確認させる。  
パターンD 透明シートを立体的にした状態で, 内側から確認させる。  
パターンE 地層モデルとして板を与え, ボーリング資料に合うような傾きを確認させる。

**発表・意見交換②** 教師主導で効率よく行う。  
**結果の導出** 各班の3次元的情報を整理させる。

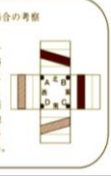
まとめ

### 3rd stage 追究をまとめる過程

**結果の発表** 各班で分かったことを発表させる  
**振り返り** 分かったことと新たな疑問を記述する。  
**次時へのつなぎ** 地層の傾きだけではまだ別荘を選ぶことができないから, 次回は, それぞれの地層がどんなものからできているのか考えてみよう。

面に向かって傾いている場合の考察

A, B, Cの3地点のデータを見ると, 真ん中の地層はBからA, Cへ向けて傾いていることが分かる。そこから真ん中の地層はBからA Dに向かって傾いていると考えられる。



傾きに向かっている場合の考察

A, B, Cの3地点のデータを見ると, 真ん中の地層はBからA, Cへ向けて傾いていることが分かる。そこから真ん中の地層はBからA Dに向かって傾いていると考えられる。



## 2018年度 実践<中学2年生>

2018年度, 本研究で開発・実践した探究学習の授業は, 以下である。

(☆はオリジナル授業, ★は先行実践あり)

単元「化学反応と原子・分子」(中2:化学分野) 知識「獲得」型探究学習 (2018年度)

課題	☆ 分解X
学習内容	・酸化銀の熱分解を通して, 探究の過程を学ぶ。

### 【Science Mission】分解X～酸化銀を分解したら・・・?～(第1時)

制作者	久保木淳士
学年	中1 中2 中3 高校
カテゴリ	理科・科学
タグ	「化学」「活用」「探究」「探究学習」
推薦	法則化中学/福山

コンテンツ概要  
中学2年『化学変化と原子・分子』の単元を探究的に構成する。第1時では, 酸化銀の分解を例に, 科学的に思考するプロセス(課題⇒仮説⇒実験・観察⇒結果⇒考察⇒まとめ)を探究実験ノードで指導する。

生徒S「できません」

説明2：  
酸化銀という物質があります。(実物または映像を見せる)  
何色ですか？

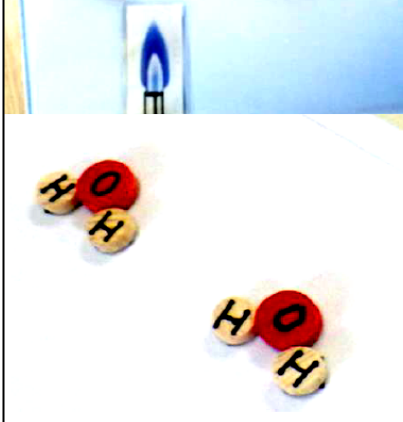
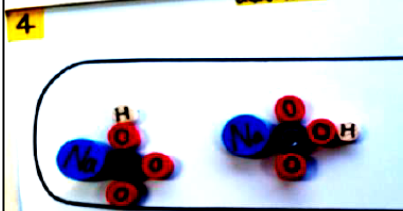
生徒S「黒色です。」

発問3：  
分解できるとしたら、何ができるでしょうか？  
酸化銀の化学式は  $Ag_2O$  です。

予想をさせ、隣近所で交流させる。

説明3：  
科学的に考えながら、この謎を解いていきましょう。  
【Science Mission】分解X～酸化銀を分解したら・・・？

この際、下図のような原子モデルを使い、原子レベルの変化を予想させ、仮説を立てさせた。  
※このモデルは、小笠原豊氏(中部大学准教授)が作成した原子モデルを参考に、久保木が主宰する福山理科の会にて、修正追試して作成したものである。



### 【木製】原子モデルセット2018

42枚1セット(原子10種) ¥3,000

原子を円形のモデルで表して原子や分子の存在をイメージさせ、化学変化の規則を分りやすく学習できるセットです。原子モデルは木製で持ちやすい高さ5mm設計、ホワイトボードに貼り付けて組み合わせることができ、実験で起こる化学変化をモデルを使って仮説を立てたり、化学反応式を再現することができます。ホワイトボードに書き込みもでき、グループでの実験の考察や発表をする時に使うのに最適です。

小笠原豊氏(中部大学准教授)実践を福山理科の会が修正追試

セット内容 1セットあたり

●原子モデル(木製、10種42枚)

●原子モデル収納プラスチックケース

※ホワイトボードは各自でご用意ください。

記号	色	φ mm	枚数	記号	色	φ mm	枚数
H	無	12	8	Mg	茶	24	4
O	赤	15	8	S	黄	24	2
C	黒	18	4	Cl	緑	24	2
Ag	グレー	24	4	Cu	橙	30	4
Na	青	24	2	Fe	黒灰色	30	4

## 分解X 酸化銀を分解したらどうなるか 実験ノート

### 課題

酸化銀を分解したら、どうなるか調べる

### 調べること

酸化銀を試験管に入れ、火ぜめをし、酸素と銀に分かれるかどうか調べる

### 予想

火ぜめという実験では、酸素が発生するとすれば、火のついたマッチを試験管の中に入れて、激しく燃え、酸化銀を熱したら、酸素と銀に分かれるという実験結果になる。

### 準備 用意したら

以下に書いてあるものしか貸しません。

ガスバーナー

試験管

酸化銀

マッチ

スタンド

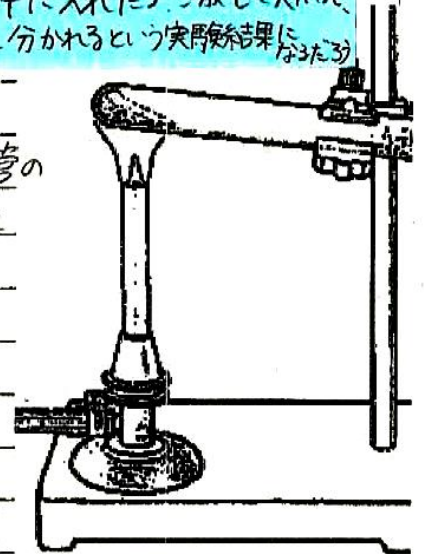
もえし入れ

ぞうきん

### 結果

火のついた線香を試験管の中に入れて、激しく燃えた

試験管の中に残った、粉を薬さじでこすると光沢が出た



### 考察

火のついた線香を試験管に入れると激しく燃えたことから、発生した気体は酸素だということが分かった。

試験管の中に残った粉を薬さじでこすると光沢が出たことから、金属だと考えられる。しかも、銀色だったことから、銀だと考えられる

課題	☆ ふくらし粉X
学習内容	・炭酸水素ナトリウムの熱分解によりふくらし粉としての用途を科学的に解明することをめざす。

単元「化学反応と原子・分子」(中2:化学分野) 知識「活用」型探究学習 (2018年度)

課題	☆ 気泡X
学習内容	・水の電気分解の際発生する気体に注目させ、探究により気体を特定させる。

単元「化学反応と原子・分子」(中2:化学分野) 知識「獲得」型探究学習 (2018年度)

課題	☆ 酸素を他の物質にくっつけよう
学習内容	・酸化の実験(鉄, マグネシウム, 炭のコース別)

単元「化学反応と原子・分子」(中2:化学分野) 知識「活用」型探究学習 (2018年度)

課題	★ 燃焼X~CO2 中でMgが燃える理由を解明せよ~
学習内容	・CO2 中で火のついたMgが燃焼する理由と化学反応を探究させる。

単元「化学反応と原子・分子」(中2:化学分野) 知識「活用」型探究学習 (2018年度)

課題	★ 還元X~なんでも還元団~
学習内容	・酸化銅に有機物を混ぜ加熱し、純粋な銅を取り出す実験をする。

鈴木勝浩氏「化学教育ジャーナル(CEJ)」(第5巻 第1号 2001)

出典 URL : <http://www.edu.utsunomiya-u.ac.jp/chem/v5n1/suzuki/>

## 2016年度 実践<中学3年生>

2016年度, 本研究で開発・実践した探究学習の授業は, 以下である。

(☆はオリジナル授業, ★は先行実践あり)

単元「生命の連続性」(中3:生物分野) 知識「活用」型探究学習 (2016年度)

課題	★ あなたは遺伝子診断を受けますか? 受けませんか?
学習内容	・遺伝子検査のメリット, デメリットを学習した後に, 自分なら検査を受けるか受けな いか意思決定を行う。根拠をもって判断し, その考えを表現する。

小森栄治先生(日本理科教育支援センター 理科教育コンサルタント) 追試

単元「化学変化とイオン」(中3:化学分野) 知識「活用」型探究学習 (2016年度)

課題	☆ 未知の水溶液Xを, 五感・指示薬を駆使して徹底的に探究せよ。
学習内容	・2種類の無色透明の水溶液AとBの正体に着目し, どのような実験で調べればよいか 考え, 実験を行う。この際, リトマス紙, BTB溶液, フェノールフタレイン溶液, 必 要に応じてpH試験紙を用いて, 酸性度の特定に着目して探究する。

単元「自然と人間」(中3:自然分野) 知識「活用」型探究学習 (2016年度)

課題	★ 密閉した容器の中で魚を寿命まで飼え続けよ!
学習内容	・密閉した空間で魚(タナゴ)が生き続けるための条件を考え, 生命が生きていく上で 生産者や消費者, 分解者が自然のバランスを取ることが必要であることに気づき, 生徒 自身の今後の生活で自然保護や環境問題に興味を持つようになる。

小笠原豊先生(中部大学現代教育学部 准教授) 追試

単元「地球と宇宙」(中3:地学分野) 知識「活用」型探究学習 (2016年度)

課題	☆ 与謝蕪村・柿本人麻呂がみた月とは? モデルを使って探究しよう!
学習内容	・「菜の花や 月は東に 日は西に」を読んだ与謝蕪村と, 「東の 野にかぎろひの立 つ見えて かえりみすれば月は傾ぶきぬ」を読んだ柿本人麻呂がみた月を見ている状況 を想起し, その状況を地球視線(地上から天体を観測する視点)のヘッドアースモデル と宇宙視線(宇宙から天体を俯瞰する視点)のスペースマンモデルの2つのモデル実験 を活用しながら探究していく。

単元「地球と宇宙」(中3:地学分野) 知識「活用」型探究学習 (2016年度)

課題	☆ オーストラリアの月はどう見えるか? モデルを使って探究しよう!
学習内容	・オーストラリア(南半球)から見た月の満ち欠けを, 日本からみた月の満ち欠けと比 較しながら, スペースマンモデルという宇宙から俯瞰したモデル実験を用いて探究して いく。

Mini 探究学習(活用教材)

城北中学校 久保木 淳士

- 3年単元「宇宙と地球」
- 3章 月と金星の動きと見え方
- 1 月の動きと見え方(地球視点)
- 2 月の動きと見え方(宇宙視点)
- 3 ミニ: 与謝蕪村・柿本人麻呂が見た月とは…
- 4 金星の動きと見え方
- 5 探究: 南半球にあるオーストラリアの月の満ち欠け



この学習のねらい

地球視点と宇宙視点のモデルを提示し, 比較しながら, 南半球からの天体現象を考えさせることがねらい  
である。グループに分かれて, それぞれの視点で探究したあとに, 交流をさせる。

1st stage 追究課題をみつける過程

・事象の提示(右文章)

8月の夕方, マツダスタジアムから見た空に, 三日月が見  
えた。方角は南西の方角。  
ちょうどその時, オーストラリアに旅行中の友人から  
SNS で月を見ているとの情報が届く。広島とほとんど同経  
度なので, 時差のない場所で, 友人が見ていた月の形は?

導入

マツダスタジアムでみた夕方の月, そのときオーストラリアでは?

追究課題の浮上 Science Mission に挑もう!

「南半球のオーストラリアの月の満ち欠けについて考えよう」

追究課題の高揚 上記の追究課題を解決するためにモデルで予想させる。

「これまで使ってきたモデル実験で考えてみよう。」



展開

まとめ

・ヘッドアースモデル ・スペースマンモデル

発表・意見交換① 教師主導で効率よく行う。

2<sup>nd</sup>stage 追究する(実験・観察)過程

実験・観察による追究【授業展開による生徒の姿】

＜地球目線モデル(ヘッドアースモデル)＞と＜宇宙目線モデル(地球儀モデル)＞の活用

- ・鼻の上からみると(北半球から:日本から見ると)満ち欠けて見える月は南西の方角に見える月だ。オーストラリアはあごの上から満ち欠けて見える月の方角は・・・?
- ・地球が逆さまになった状態からみると、考えられるかな?
- ・日本では北半球、南半球では、宇宙空間では逆立ちしているようにみているなあ・・・
- ・南半球の太陽は、東→北→西に移動するから・・・月も北向きに見える?
- ・全体的に反対向きにみえるのかな?モデルをひっくり返して考えてみよう。



3<sup>rd</sup>stage 追究をまとめる過程

発表・意見交換② 教師主導で効率よく行う。  
ホワイトボードを活用する。

結果の導出 モデル実験で南半球から見た月の形を示し、SNSの写真と比べる。

NASAのサイトの「Moon Phases」を見せる。  
北半球からみた月の満ち欠けと、南半球からみた月の満ち欠けの違いを明確にする。

振り返り 振り返りシート、筆記により探究活動を振り返り自己評価を行う。

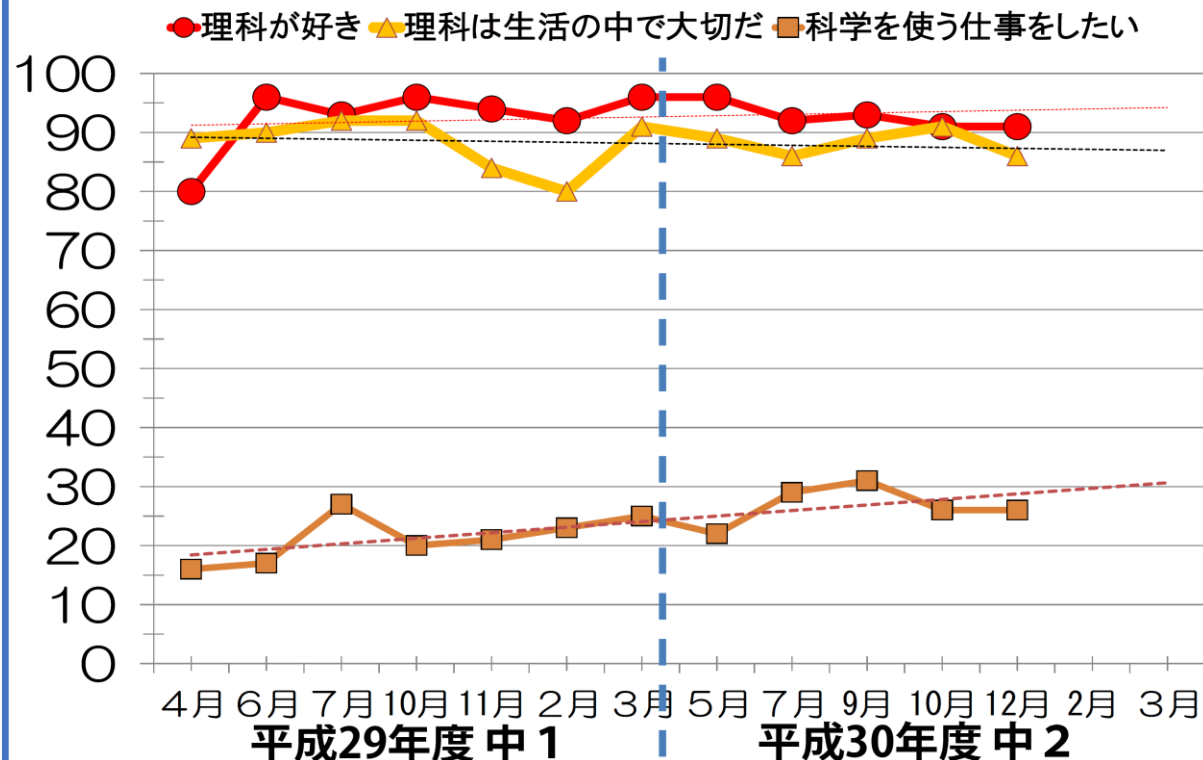


6. 教材としての価値

本実践を現任校で行ってきた探究学習を2年間受けた学年の理科授業アンケートの結果を以下のグラフで示した。12月現在では、「理科が好き」(大好き/好きを合わせた肯定的評価)と答えた生徒が全体の91%、「理科は生活の中で大切だ」と答えた生徒が全体の86%、「将来科学を使った仕事をしたい」と答えた生徒が全体の26%(中2, 146名, 2018年12月実施)であった。生徒の記述によるアンケートでも「中学校で理科が好きになった」ことや、平成29年の4月入学時に、「理科が好き」「理科は生活の中で大切だ」と答えた生徒が約80%であったのに対し、現在それぞれが約90%以上になっていることなど、本研究により理科が好きといえる生徒の増加に成果があったと推測できる。

a	あなたは理科が好きですか		理科が好き														
	ア	イ	80	96	93	96	94	92	96	96	92	93	91	91			
b	理科の勉強は	理科の勉強が楽しい	80	96	98	93	93	95	96	95	93	93	89	91			
	理科は	理科の授業は退屈である	28	8	2	4	3	6	8	3	9	4	8	8			
	理科は	理科の授業はやさしい	55	43	41	36	31	32	35	37	40	43	42	37			
	理科は生活の中で	理科は生活の中で大切だ	89	90	92	92	84	80	91	89	86	89	91	86			
	将来、科学を使う仕事を	科学を使う仕事をしたい	16	17	27	20	21	23	25	22	29	31	26	26			
			4月	6月	7月	10月	11月	2月	3月	5月	7月	9月	10月	12月	2月	3月	
			2017年						2018年								
			中1						中2								
			平成29(2017)年度 城北中学校5年目 久保木学級第8世代						平成30(2018)年度 城北中学校6年目 久保木学級第9世代								

理科授業アンケート



生徒授業アンケートより

理科の授業は、サイエンスミッションなどで、理科を学ぶことがとても楽しいです。また、サイエンスミッションをとおして、考察や予想、課題をしっかりと考えることができました。これからも、しっかりと書き表や図などを使って、より分かりやすく書いていきたいです。理科を日常生活にも、やく立てていきたいです。

クラスが変わって、慣れない人達と協力して実験するのは、とても気まずく、つまらなうしていましたが、実験を始めるに、自然と口数が増え、協力して結果を求めることになりました。1年の時よりも、考察や予想を自分では、きりきりするよう頑張っていました。



理科の授業は実験もしたり話し合ったりするのが楽しいです。また、友達との意見がぶつかった場合は、理由を説明しなからどっちが正しいかをみんなで考えたりするのが楽しいです。これからもう気も付けながら楽しく実験もしながら授業をしていきたいです。

私は、今までの理科は楽しかったですが、考察や課題を(計画)考えることで、より、みんなとの話し合いが増えて、楽しく分かりやすく理科の授業を進めることができましたのでよかったです。これからは、単に実験をするだけではなく、考えや課題をふまえて色々なこと将来のことにもつなげていけたらいいなと思います。

2年生になって理科の授業の実験もむずかしくなってきました。しかし、1年生でやってきたことと、班の中下ももしかしたら課題を立て、準備もしっかりし、かいるか誰がどういするかを話して、スムーズに1年生のときより速くはりました。

2年生になって理科の担任が変わり実験する事が増えた時に自分たちの班で実験を考えたからといって予想を立てるのも、結果も真実で見られるのでテスト勉強やレポートをする時に役に立ちました。1年生の頃の理科は、実験は教わらずに理科の授業はあまり楽しくなかったけれど今は毎時間の理科の授業は楽しくもなっています。これからも理科の授業を楽しく、班で協力しながら進めたいです。

2年生になって理科の授業の実験もむずかしくなってきました。しかし、1年生でやってきたことと、班の中下ももしかしたら課題を立て、準備もしっかりし、かいるか誰がどういするかを話して、スムーズに1年生のときより速くはりました。

このアンケートは、毎定期テスト終了時期に実施した。小森栄治氏が1982年から行っていた「理科に対する興味関心の縦断的研究」の追試である。アンケートは、TIMSSやPISAの項目に準じて実施している。

理科に対する興味・関心が高まった一方、理科または科学技術が、私たちの身の回りの生活に役に立ち、その生活の質を向上させているという実感を持つ生徒の増やす取り組みに研究を進めてきたが、まだまだ成果が表れていない。アンケートの数値より、科学と職業が直接的・間接的につながっているという事実や、生活に役に立ち質を向上させているという実感は、まだ十分に伝えきれていないことが推測される。

小森栄治氏の理科授業実践では、2002年から3年間指導した生徒のアンケートを追跡調査した結果では、2004年の中学校3年生時の「理科を勉強すると日常生活に役立つ」と答えた生徒は、98～100%を推移している。「将来科学を使う仕事をしたい」に関しては、85～89%となっており、驚異的な事実を示している。

2011年の国際調査(TIMSS)質問紙調査結果では「理科を勉強すると日常生活に役立つ」と肯定的に答えたのは、日本が57%(中学2年)と、国際平均の83%に比べて非常に低いことが言える。

教師次第で、理科の有用感を持たせたり、理科そのものが楽しいものであったり、理科が好きになるか嫌いになったりすることに関わってくる。

私の授業では、理科通信にて最新科学ニュースや最新の研究話題を紹介しているが、理科で学んだ原理・原則が日常生活の中にある事物・事象を説明でき、私たちの生活をさせる科学技術を支えていることを授業の中で実感させたい。

## 7. 授業計画

### a. 概要

対象：中学校全学年      テーマ：中学・理科 Science Mission を軸とした探究型授業群の提案。

各単元、上記に示したような学んだ知識・技能・考え方を活用する探究学習の“仮説・計画→実験→結果・分析→説明・表現”のプロセスの学習の場面を一単元の中で仕組む。

これまで、年間の授業計画として『中学生の理科好き生徒を増やす/理科力の向上を目指す向山・小森型理科指導法&理科『探究学習』実践の追究』をもとに実践してきた。(2015～2018)

### b. 学習指導要領の位置づけ

次期 中学校学習指導要領の3年の内容「(7) 科学技術と人間」では以下のように記述されている。

#### (7) 科学技術と人間

科学技術と人間との関わりについての観察、実験などを通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 日常生活や社会と関連付けながら、次のことを理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けること。

(ア) エネルギーと物質

(イ) 科学技術の発展

科学技術の発展の過程を知るとともに、科学技術が人間の生活を豊かで便利にしていることを認識すること。

以上のことについて、解説編では

ここでは、**具体例を通して科学技術の発展過程や現代状況について理解させるとともに、科学技術が人間の生活を豊かで便利にしていることを認識させる**ことがねらいである。例えば、科学技術が著しく発展した産業革命から現代までを中心に取り上げ化石燃料のエネルギーを利用して連続的に大きな力を取り出すことができる蒸気機関が発明され、産業革命起り工業が急速に進歩したなどを理解させる。さらに、現代の科学技術の発展の状況を調べさせることも考えられる。

このような科学技術発展により、現代社会では豊かで便利生活を送ることができるようになっていることやこれからの科学技術の可能性を理解させる。

例えば、資源やエネルギーの有効利用、防災、医療、農林水産業、工業、交通及び通信などに科学技術が役立っている平易な例について調べさせ、ナノテクノロジー、人工知能、ロボット、宇宙開発、

深海探査など最新の科学技術を調べさせることが考えられる。

学習を進める上では、**科学技術の発展を振り返りながら、科学技術の有用性と活用の在り方について考えさせ、これからの科学技術の発展の方向性について、具体的な例を挙げ、科学的な根拠を基に検討させる。**その際、科学技術の負の側面にも触れながら、それらの解決を図る上で科学技術の発展が重要であることにも気づかせる。

との記述がある。

そこで、以下のような単元構成を提案する。

次	指導のねらい	授業の概要	キーワード
1	シンギュラリティ ＜谷和樹氏授業追試＞  I o T ＜銭谷和樹氏授業追試＞	① 日本人の7割が社会に不安を感じる ② シンギュラリティ（技術的特異点） ③ 将来なくなるかもしれない職業 ④ ベーシックインカム，フリーミアム ⑤ 将来なくならない職業 ⑥ 今後，人間がする職業の特性	①ホスピタリティ ②マネジメント ③クリエイティビティ
2	未来の自動車 ＜伴一孝氏授業追試＞	① 40年前の未来予想図 ② 未来の自動車の推測 ③ 交通事故件数 ④ 安全を求めた自動車 ⑤ 未来に必要な自動車を考える。	交通事故件数の増加， 無人運転，自動運転， 自動ブレーキシステム
3	産業を支える機械 (てこ・滑車・ベアリング) ＜久保木授業実践＞	① てこの歴史 ② てこの利用例 ③ 滑車の歴史 ④ 滑車の利用例 ⑤ ベアリングの歴史 ⑥ ベアリングの利用例	てこの例・定滑車・動滑車・仕事の大きさ・仕事の原理・摩擦力
4	日本の科学技術を 支えた科学者 (1)(2)(3) ＜久保木授業実践 ※B表検定にて提案＞	＜生物＞北里柴三郎 野口英世 ＜化学＞高峰譲吉 鈴木梅太郎 ＜物理＞本多光太郎 仁科芳雄	日本の十大発明家・理化学研究所・日本人ノーベル賞受賞者
5			
6			
7	未来の子どもたちへの メッセージ 「理科は ヒトの感動財産！」 そして 「探究は創造だ！」	① 食塩水を使った電池のしくみ ② Science Misiionによる探究 「なぜ電流生じる？食塩水と金属で電流を生み出せ」 ③ 探究は未来を創造力を必要とする	STEM, 電池の原理, 空気マグネシム電池, クリエイティビティ

### 8. 本時の授業

本時は、中学3年生の最後の理科授業を想定する。これまでの実践の中から主要なエッセンスを取り上げ、組み合わせた形で提案する予定である。



	<p>説明1： ミニカーです。 電気で動くモーターがあります。 走らせるための乾電池や光電池はありません。必要なのは食塩水です。</p>
	<p>説明2： 燃料は食塩水です。今日はこの原理について探究してみましよう。</p>

**なぜ電流が発生？**  
**食塩水と金属の組み合わせを探究せよ。**

燃料 **食塩水**

金属 **+**

Science Mission サイエンス ミッション

燃料 **食塩水**

金属 **+**

**銅 Cu** + **マグネシウム Mg**

**STEM**

Science Technology Engineering Math

ミニカーのように、この電池の組み合わせで三輪自動車を作った研究者がいます。東北大学 小濱教授です。マグネシウム電池自動車と言います。

発問1：  
この車、何 km, 走破できると思いますか。(100km)

発問2：  
小濱教授はこのようなことも言っています。「家庭用でも使える」マグネシウム電池、どのような場面で使えそうですか。  
※非常用の電灯や、大規模な非常用電池, スマートフォンの充電など紹介する。食塩水があれば稼働。

指示1：  
食塩水だけでは動きません。ある金属を組み合わせることで電流が生まれます。Science Missionとして探究しよう。  
(実験の説明をする。)

＜実験＞

- ① (2種類の) 金属に (導線を) つなぐ
- ② (導線を) 電子オルゴールにつなぐ
- ③ (2種の金属を) 食塩水に入れる

説明3：  
電流を流す組み合わせは「銅」+「マグネシウム」です。

説明4：  
このような原理を追究する学問が Science : 科学です。

さて、これまで皆さん3年間の久保木の理科授業では Science Mission という活動をして科学の原理を追究してきました。

ミニカーのように、この電池の組み合わせで三輪自動車を作った研究者がいます。東北大学 小濱教授です。マグネシウム電池自動車と言います。

発問1：  
この車、何 km, 走破できると思いますか。(100km)



発問2：  
小濱教授はこのようなことも言っています。「家庭用でも使える」マグネシウム電池、どのような場面で使えそうですか。  
※非常用の電灯や、大規模な非常用電池, スマートフォンの充電など紹介する。食塩水があれば稼働。



<p><b>燃料</b> <b>水</b></p> <p><b>金属</b> <b>銅 Cu</b> + <b>マグネシウム Mg</b></p> 	<p>発問 3： ある研究者は、食塩水ではなく、あるもので電気を流すものを開発しました。漢字一文字です。何だと思いますか。</p> <p>説明 4： 正解は「水」です。アクモキヤンドルと言います。</p> 
<p><b>水</b> <b>アクモキヤンドル</b></p> <p>●1ccの水で2日間点灯 ●火を使わないから安全 ●雨水・ジュース・湯水など水分なら何でもOK!</p>  <p>代表取締役 鈴木進 アクモホールディングス株式会社</p>  <p><a href="http://www.aqumo-holdings.com/product/">http://www.aqumo-holdings.com/product/</a></p>	<p>説明 5： アクモキヤンドル、私たちの生活の中で、どんなときに役立ちますか。(防災)</p> <p>説明 6： リチウムイオン電池に代わる新たなエネルギーとして「マグネシウム電池」が注目されています。</p> <p>※アクモキヤンドルの紹介・購入はHPにある(←参照)</p>
<p><b>STEM</b></p> <p>Science Technology Engineering Math</p> 	<p>説明 6： このように科学の原理を応用し役に立つものを生み出す学問が <b>Tecnology</b> : 科学技術です。 また、ものを作る・製造し価値を創造していく学問が <b>Engineering</b> : 工学です。</p> <p>いずれも、数学的に処理し、論理的に考えることも必要です。 <b>数学</b> : <b>Math</b> です。</p>
<p>アルベルト・アインシュタイン氏 力 は知識よりも重要だ。知識には限界があるが、創造力は世界を覆う。</p> <p>江崎 玲於奈氏 科学とは自然の本質を理解し、新しい知識を 創 すること。</p> <p>茂木 健一 氏 創 するという事は、過去の体験や記憶を組み合わせを変え、結びつきを変えて、アウトプットすることです。</p> 	<p>さて、これまで皆さんが理科授業で <b>Science Mission</b> という活動をして“探究”をやってきました。 探究すると、どのような力が身につくか。著名人たちは、共通してある力がつくと言っています。 「創造力」 クリエイティビティとも言います。</p>
<p>人間が発見した科学の原理を活用し、文化・産業を創り出した。日常の豊かな生活も人間の知恵・<b>創造力</b> が形にした。</p> 	<p>科学の発展には、人間のもつ創造力が新たなものを生み出してきました。その探究してきた歴史が、現在の私たちの日常の生活をさせています。この力は、人工知能 AI は持つことの出来ないと言われていています。科学の可能性は、人間の創造力で広がります。</p> <p><b>科学の原理は 日常生活を支えている。</b></p> <p><b>科学の可能性は 人間の 創造力 で広がる!</b></p> 

## 9. 参考文献

1. 堂東 傳『最新 理科教授法』(賢文館, 1935[昭和 10])
2. 富成喜馬平『日本科学史要』(弘文堂書房, 1939[昭和 14])
3. 西條敏美『理科教育と科学史』(大学教育出版, 2005)
4. 石井英真『今求められる学力と学びとは』(日本標準, 2015)
5. 板倉聖宣編『理科教育史資料』第 1 巻(東京法令, 1986)
6. 板倉聖宣『増補 日本理科教育史』(東京法令, 1986)
7. アンドレアス・シュライヒャー『基調講演 1』(第 19 回 OECD ジャパンセミナー, 2017)
8. 東京高等師範学校附属国民学校初等教育研究会編『国民学校理科教科教育の実践 : 初・二・三年自然の観察教授細目』(大日本出版, 1941)
9. 新牧賢三郎監, 小森栄治編著『科学技術の発達の対応』(明治図書, 2008)
10. 向山洋一監, 小森栄治編著『中学校の理科がよくわかる本』(明治図書, 2001)
11. 小森栄治『理科は感動だ!—子どもたちを理科好きに—小森型理科の授業 1』(明治図書, 2008)
12. 小森栄治『理科は感動だ!—子どもが熱中する理科授業づくり—小森型理科の授業 2』(明治図書, 2010)
13. 向山・小森型理科研究会編『機関紙 理科は感動だ』(向山・小森型理科研究会, 2018 ; 第 14 期・80号)
14. 教科書『新編 新しい科学 3』(東京書籍)
15. 教科書『未来へ広がる サイエンス 3』(啓林館)
16. 教科書『自然の探究 中学校理科 3』(教育出版)
17. 教科書『中学校 科学 3』(学校図書)
18. 教科書『新版 理科の世界 3』(大日本図書)
19. 『中学校学習指導要領 理科 平成 29 年度』(文部科学省)
20. 『中学校学習指導要領解説編 理科 H29 年度』(文部科学省)
21. 国立教育政策研究所編『3 期科学技術基本計画のフォローアップ 「理数教育部分」に係る調査研究 [理数教科書に関する国際比較調査結果報告]』(国立教育政策研究所, 2009)
22. 板倉聖宣『日本理科教育史』(仮説社, 2009)
23. 高等教育フォーラム監『危機に立つ日本の理数教育』(明石書店, 2005)
24. 田村学『深い学び』(東洋館出版社, 2018)
25. 橋本美保, 田中智志監, 三石初雄, 中西史編著『理科教育 教科教育学シリーズ 第 4 巻』(一藝社, 2016)
26. 柏木英樹, 立石佳史, TOSS 淡路キッツキ『脳科学の知見』に基づく理科授業の進め方』(明治図書, 2006)
27. 向山洋一教育実践原理原則研究会, 向山洋一監, 岡田健治, 小林幸雄編『向山流「自由試行」で楽しい理科授業』(明治図書, 1997)
28. 『ドラマを生む向山型理科の展開 第 3 学年』(明治図書)
29. 向山洋一『教え方のプロ・向山洋一全集 32 骨太な実践を創る向山型理科授業』(明治図書, 2002)
30. 向山洋一『教え方のプロ・向山洋一全集 56 向山型理科研究授業奮闘記・4 年「乾電池と豆電球」』(明治図書, 2003)
31. 小森栄治, TOSS 中学理科『理科の学力向上策 (中学生の学力保障シリーズ)』(明治図書, 2004)
32. 山内英嗣編, 前川 淳編『向山型スキル・理科の授業パーツ 100 選 (若いあなたがカスタマイズ出来る! 4)』(明治図書, 2011)
33. 小森栄治, 向山洋一監『子どもが理科に夢中になる授業』(学芸みらい社, 2012)
34. 小森栄治, 秋間崇『中学理科の授業開き 1 年が決まる“黄金の 3 日間”のシナリオ』(明治図書, 2006)
35. 向山洋一監『授業の新法則化シリーズ「理科」授業の新法則? 3・4 年生編?』(学芸みらい社, 2015)
36. 中野不二男『子どもを理科好きに育てる本』(角川学芸出版, 2007)
37. 上山明博『乾電池王とよばれた男—屋井先蔵の生涯—』
38. デビッド・A・スーザ, トム・ピレッキ『AI 時代を生きる子どものための STEAM 教育』(幻冬舎, 2017)
39. 広木正紀, 内山裕之編著『小・中・高一貫カリキュラムへの改革を先取りした理科の授業づくり』(東京書籍, 2012)
40. 向山洋一『教え方のプロ・向山洋一全集 25 豆電球(2 年)の全授業記録』(明治図書, 2001)
41. ガリレオ工房監, ニックアーノルド著, 江原健訳『子供の科学 STEM 体験ブック ためしてわかる身のまわりのテクノロジー: AI 時代を生きぬく問題解決のチカラが育つ』(誠文堂新光社, 2018)
42. 中村一彰『AI 時代に輝く子ども STEAM 教育を実践してわかったこと』(CCC メディアハウス, 2018)
43. 伊藤恵理『みんなでつくる AI 時代 これからの教養としての「STEAM」』(CCC メディアハウス, 2018)
44. 岡本正志『わが国の理科教育における授業論の変遷』(近畿支部特集:「理科教育における授業の意義」, 1999, 47 巻 5 号 p. 264-269)

## 10. 研究資料室

「理科はヒトの感動財産!」をモットーに、観察・実験から感動や探究心を呼び起こし、生徒が納得して理解できるような楽しい理科授業を目指し、実践をしてきた。一単元の中で、生徒の興味・関心を引くような実験、身近にあるものを使った実験を軸とし、「Science Mission」と称して、問題解決的な探究学習を組み入れ、単元の中で習得・活用・探究をバランスよく組み立てることが、科学的な思考力、表現力を育成し、さらには、科学好きな子どもの育成に有効である。

以下、現在までの久保木の研究・実践をまとめたものをHPにアップしている。  
興味のある方はご覧いただきたい。

HP【久保木淳士実践資料室】<https://cms.e.jimdo.com/app/s20379d2620dc1bfc/p3f9e15a0887ba23f/?safemode=0&cmsEdit=1>

