

『かわむらメソッド』 —理科大好き実験教室—

川村 康文ⁱ

かわむらメソッドとは、未来に向けて、創造性豊かで、しなやかな発想を持った子どもたちを育てる教育メソッドである。このメソッドで育った子ども達は、SDGsを実現ならしめてくれる可能性があると考えている。かわむらメソッドは、ゆりかごから墓場までの人間教育であると考えている。つまり、乳児期から幼児期へ、そして児童期、青年期、成人と世代間交流を実現しつつ、大人も子どもが、ぶち発明の楽しさを実感しながら、心豊かに人生を送る教育メソッドである。このメソッドでの実践を、このメソッドで開発された理科実験教材と実際に運営されている理科大好き実験教室を例にあげることで紹介した。

キーワード：教育メソッド，SDGs，人間教育，幼児期，児童期，青少年，生涯教育，科学教育，理科教育，サイエンス・コミュニケーション

はじめに

かわむらメソッドは、未来に向けて、創造性豊かで、しなやかな発想を持った子どもたちを育てる教育メソッドである。このメソッドで育った子ども達は、まさにSDGsを実現ならしめてくれる可能性があると考えている。

著者がこれまでにやってきた教育実践について、ある有識者から、これはまさに、川村さんの教育の仕方、ほかの誰もやっていない教育方法で、まさに「かわむらメソッド」ですねと言って頂いて以来、自負もこめて、自らもそう呼んでいる。

これからの世界は、誰もがいうように、より高度な科学技術社会となり、高度に進化した情報社会となっていく。このような社会では、我々人類は、瞬時にして、新しい情報を共有することになり、いま

発明・発見したことが、一瞬のうちに陳腐化してしまうことすらが生じてしまう。

このことは、教科書に書かれた内容や教師が持つ知識は、授業を行う段階で、すでに子どもたちにとっては使い古されたものであって、学校では新しく何かを学ぶことすらがなくなっていく可能性さえ否定できなくなってきているといえる。そんな時代を迎えて、学校教育が担うべき役割とは何か、教育に携わる者は、この問題に正面から対峙する必要がある。

本稿では、著者がこれまでに培ってきたかわむらメソッドについて、その詳細を紹介する。かわむらメソッドは、ゆりかごから墓場までの人間教育であると考えている。つまり、乳児期から幼児期へ、そして児童期、青年期、成人と世代間交流を実現しつつ、大人も子どもが、ぶち発明の楽しさを実感しながら、心豊かに人生を送る教育メソッドである。そのうち、かわむらメソッドのメインとなる部分は、幼年期から成人までの期間を対象とした教育の方法

i 東京理科大学理学部教授

であるが、加えてこれを実現するための中学校や高等学校での理科教員の養成と、幼稚園や保育園、こども園、小学校で理科を担当する教員の養成方法も、かわむらメソッドの重要な部分を占めている。さらに、理科教員および小学校等の教員で理科を担当する教員の養成方法は、2つの段階に分けて考えている。第1段階は、大学生が大学で受講する「理科教育法」の範囲のものである。第2段階は、すでに理科教育法等の学部授業を受講し終えた大学院生や現場教員のためのメソッドである。

幼年期から成人までの期間における人間教育の実践の場の1つとして「理科大好き実験教室」を行ってきた。これに、いくつかの確定したオプションを付け加えたものが、いわゆる「かわむらメソッドの完成形」である。国内において、この実践は唯一無二のものである。

それでは、さっそく、かわむらメソッドについて紹介していきたい。

1 かわむらメソッドの教育観

(1) 実験、観察は五感をみがき生きる力を育む

理科を学ぶ本当の理由って何だろう？

高校のとある先生から、「わたし、理科はもうお手上げで、どうして理科をおもしろいと思うのですか？」と質問された。子ども達の間にも、理科嫌い・理科離れがみられ、彼らはそのまま大人になっていく。別の先生に、「小中高と理科の授業ってどうでしたか？」と質問すると、「小学校の先生はよかった」、とか「中学校や高校になって理科が嫌いになって、そのまま」という返答が多かった。私たち理科教師は、子ども達に日々何を教えてきたのだろうかと考え込んでしまう。

現在、私たちは高度に進化した科学技術社会に守られて、健康で豊かで安全な生活を送ることができている。暑い寒いといった気温の変化にも、エアコンの利用1つで対応でき、寒くて風邪をひくということも少なくなってきた。しかしよく考えてみ

ると、その便利さの裏側で、私たちの五感が鈍っているということはないだろうか？

私たちは、よく自然を求めて旅に出る。山や川や海へと、季節に応じてあちこちへと出かける。春には美しく桜が咲くのを眺め、夏には海水浴を楽しみ、秋にはもみじの紅葉に目を奪われ、冬には雪山でウィンタースポーツを楽しむ。

一見、観光の話題で、実験、観察とは異なる話だと思われるかも知れないが、実は、このように四季を感じ、自然を知ることこそが、実験、観察なのである。

人類は、いにしへの太古から、厳しい自然環境と闘いながら生き延びてきた。人類が生き延びるためには、五感をフル活用するしかなかった。

目を使って、肉食動物から身を守るために、自分の身の周りやあるいは遠方に外敵がいなくどうかを観察した。見えない外敵には、耳をすましてその存在を確認して身を守ってきた。地面に耳をあて、遠くにある水の流れをみつけ水源を確保したり、あるいは餌が動き回る音を聞き出してきた。手で触り、皮膚の触感から物体の性質を分析してきた。口に含み、味をチェックすることで、食べられるものかどうかを判断したり、同様に、臭いをかぐことで腐っていないかどうかを確認したりと、五感をフルに使って、厳しい自然環境のなかを生きのびてきた。

このように自然を観察することで、自然そのものを理解していった。

雲の動きを見たり、風の音を聞いたりして、その後の天気の移りかわりを予想した。こうすることで、大雨が続いて大洪水が起こるかも知れないことから身を守ったり、星の動きを観察し、暦をつくることで、農作物の種を植える時期や収穫の時期を知ったりと、私たち人類は、これら自然の猛威にひるむことなく、対峙しながら人類の歴史をつくってきた。人類は、五感をフルに使って自然を観察し、自然と共生する術として、科学や科学技術を進化させてきた。

その意味で、学校で学ぶ実験、観察は、私たちの

人としての五感をみがいてきたといえよう。

理科とは、このような自然のダイナミズムをも学ぶことだと考えている。教科書にかいてある内容を理解することだけではなく、人間生活をより豊かにし、生活のなかで困っていることを、科学的に解決する術を学ぶことが重要だと考えている。理科の学びは、理科教育に任せればよいというわけではなく、まさに、人間が人として生きるための学びであり、人間教育そのものである。

現在、知られている発電の方法や理論、交通手段としてのエンジン、治療薬など、どの分野をみても、いま知られている知識で終われるものはなく、まだまだ進化が求められている。いま知られていること、その分野の教科書にかかっていることを、自らの興味・関心を原動力として若者は超えて行かなければならないし、超えて行くことが期待されている。その想像や創造の翼はどこまでも遠くまで広がり、教師の予想しうる範囲を悠然と超えて行ってしまっている。このことが、これまで人類が歩み続けてきた、「発明と発見の歴史」なのである。

新発明や新発見は、どの教科書にも、まだ記述されていない。ひょっとすると教科書は、そのためのページを白紙にしたまま、子ども達の手元に届けられるべきなのかも知れない。教師の本当の役目は、子ども達が大人の知らない世界を自らの足で歩いていく、その後ろ姿を、そっと見送りながら後押しすることなのかも知れない。

(2) 幼児期および児童期へのメソッド

かわむらメソッドの本質は、ごく普通の幼児や児童に、ある意味、ギフトイド・タレントイドな子ども達を対象にして実施してもよいような教育環境を提供することにもある。一般には、ギフトイド・タレントイドな子ども達を才能児として特別扱いする傾向があり、特殊な教育機器や大学や研究所であつかうような先進的な理科実験機を与えての実践が行われなければならないような風潮がある。また、そのような風潮を感じられることも多い。しかしか

わむらメソッドでは、そのような必要性を重んじてはいない。温故知新の精神も大切にしている。まさに、ルソーが子ども達の教育において、自然に帰れ！といったが、そのことが、未だ、教育においては根本とされる必要がある。特に、幼児期、児童期は、言語の獲得の時期にあり、1つ、1つの単語を学び取るときに、どれだけ表現豊かに学ぶことができるかによって、その後のその人の人となりを決めるといっても過言ではない。ヘレン・ケラーが、ウォーターという言葉を入りに、どれだけ世界観を深めていったのかを思い起こせば、幼児期、児童期に、どのように言葉を学んでいくかは重要なことだと、すぐさま、合意がえられるのではなからうか。

りんご、みかん、キャベツという単語から、人は何を学び取るのか。りんごの赤く実った美しさを学び、りんごがたわわに実る景色を秋の山のなかの風景に見出し、自然の美しさ、尊さを学ぶことから、地球環境問題を、重要課題として考える人に育っていくかも知れない。みかんの柑橘類のおいしさと、その成分のビタミンCを学ぶことで、健康でいきいきと生きていくことの大切さを学び、生命科学や医療関係の技術の発展に貢献する人に育つかも知れない。キャベツの料理の仕方のひとつとして、千切りキャベツを食べることで、キャベツの葉の料理する部分、捨てる部分を知り、食糧難のために、満足に食べることができない人々がたくさんいるなかで、食の贅沢を尽した料理というがった才能を有する方面に進む人となるかも知れないし、逆に、国際ボランティアのリーダーとなって世界中の食糧難と戦う人となるかも知れない。

たまたま3つの食べ物をあげたが、それらとは、一線を画すような、無機質の水晶や溶岩を取り上げて議論すれば、どのように話が発展するのであろうか。その他のものも、どんな風に話が発展するのが楽しみでなからうか。我々を取り囲む、この世のなかの現実とは、このような一編の論文では語り尽くすことができないほど広大な知識の海でもあり、深遠なものである。我々人類は、そのことのすべてを

学び知らなければならぬのであろうか? そんなことはないことを、私たち大人はよく知っている。そして、優れた教師は、けっこういい大人でもある。

このことの共通理解のもとに、かわむらメソッドについて語りたい。

つまり、幼児期、児童期には、五感をフルにはたらかせて、子ども達が、自らの力で、自然の謎、不思議を解き明かしてってもらいたいと考えている。冒険家であってほしいわけである。自然の中を自由に冒険したり、探検したりする子ども達は、五感を通して体験的にものごとを学ぶと考える。しかも、積極的な姿勢で学んでいく。アクティブラーニングが実現しているというわけである。

逆にいえば、学校でアクティブラーニングを成功させようと思えば、教室のなかで、授業のなかで、子ども達は冒険を楽しんでいるか、発見的学習となった授業が行われているか、ということである。

(3) 青少年期のメソッド

青少年期からの主体的・能動的学習は、現在の青少年にとっては難しい面もある。幼児期・児童期から、かわむらメソッドなどの主体的・能動的学習を体験してきた場合は別であるが、入学試験のためだけに暗記中心の勉強をしてきた青少年にとっては、暗記学習こそが唯一の学習方法のように刷り込まれてしまっていて、自ら、これまでの答えと異なった答えに向かって一歩踏み出すことを避ける傾向が身についてしまっている。このように凝り固まってしまった彼らを、自主的・能動的学習へといざなうのは困難を極めるといっても過言ではない。しかしそれでも、彼らの学びを改善する方法がないわけではない。一度に改善はできないまでも、徐々に推し進めるようにいざなうことが大事である。

青少年期からの能動的学習を推し進める後押しとなっているものの1つに、「スーパーサイエンスハイスクール」が位置付けられることは間違いのないであろう。また、友人たちとチームを組んで参加する「科学の甲子園」も、一躍を担っているといえよう。

それ以外にも、国際大会への参加のチャンスもある、数学オリンピックや物理オリンピックなどの科学教育系のオリンピックもある。そのような後押しがあると、青少年は、勇気をもって、知的・創造的で想像的な科学の世界へと迷わず入り込んでいく。従前は、ノーベル賞の受賞者がでると、科学を学びたいというムードが高まったが、近年の若者たちは、従前よりはクールで、そのようなムードだけではなかなか、いわゆる「のってこない」。自我が十分に発達しきっていない面も否めないが、自分のありかたを、自分自身に問いかけ続けるなかから、科学への道が選択される必要がある。そのためには、現在、科学の世界にいる人々が、若者にとって魅力的な指導者である必要もある。

そのような意識のもとに、科学教育の指導者は、青少年と向かいあう必要がある。これは、中学生・高校生という生徒達だけのことではなく、大学生、大学院生も含めてのことでもある。高校まで受験勉強漬けになってきた学生に、独創的な科学における成果を、いきなり期待しても難しいものがあるが、もし、彼女ら彼らが、科学の道を歩み始めたら、いずれ、自分達も後輩を指導する立場となるという意識づけは重要である。自分達さえが科学の世界を楽しめばよいというものではなく、もし、その世界がたのしいものであるならば、それは自分達だけでなく、後輩たちやそれまで科学の世界に顔を向けなかった多くの人たちにも広く門戸を開く形で提供されるべきものであろう。

著者が、かわむらメソッドで、強く意識している対象は、実は、青年期の若者の科学教育の指導者養成である。1つには、理科の先生をどのように育てるかである。

そこで、著者は1つの試みとして、理科の先生になりたい学生に、小学生を実際に指導させてみようと考えたわけである。この装置が、「理科大好き実験教室」である。

理科大好き実験教室は、大学での授業としての理科教育論や理科指導法とはまったく異なった教員養

成メソッドである。

学生が模擬授業として、指導者側の体験を積むことは、教員養成の方法論として有効であるとされてきている。理科大好き実験教室では、指導者側の養成を行うには、この方法を取り入れ、一方、このことは、小学生にとっては、理科の知識が豊富なお姉さん・お兄さん達に授業を習うということである。塾と違って、どこかの入学試験に合格しなくてはならないという切羽詰まった関係に、指導者側も受講者側もならずじみ、わきあいあいと理科や理科実験をじっくりと学びあえる。学びあえるというのは、実は、受講者側が学ぶだけでなく、指導者側も学べるというわけである。何を学ぶかという、指導者側は、小学生の柔らかい発想に触れることで、それまでに固くなっていたかも知れない発想をやわらくすることができる可能性があり、このことを学べるというのが大きいわけである。一般に、指導経験を増やすことにより指導のスキルを身に着けるなどということが、学べる内容として重視されるころであるが、理科大好き実験教室のねらいは、頭の固くなった若者を柔らかく頭の人へと変えていくことにある。このことを、実現する実践を、以下に2例紹介する。

2 かわむらメソッドを実現する教材

—その1 方位磁石

(1) 実践の方向性

方位磁針といえば、大人も子ども達がみなれているのは、アウトドアで活用する製品であったり、あるいは理科室で準備された実験器具であろう。一方、理科の教科書には、縫い針などを、磁石の磁極にこすりつけて磁化されることで、方位磁針として活用できる事例が紹介されている。実は、案外コンパスを手にするだけワクワクする可能性があるかも知れない。著者もワクワクとした一人である。しかし、理科室に入って理科実験用の方位磁針を手にとると、たちまち理科授業用の特別に器具になってし

まい、場合によっては、理科実験の机の上に置かれているのに、指示があるまで触っていけないとか、使い方をくどくどと長い時間聞かされて、実験で実際に手にするのは、ほんの数分などということがよくある、しかもなかには、北の方向を指さないものがあったり、さびたものがあったりと、ワクワク感が減少してしまいがちである。

理科大好き実験教室での授業は、ワクワクするような方位磁針があると、みんなほしいよね、というひとことで始まる。このような授業の入り方をすると、子ども達が、勝手に磁石をいじくって、授業での学習課題を与える前に、壊してしまうとか、上述したようにN極が北を向かないとかということが起こってしまい、授業がうまく展開できないと、たいていの大学生はいう。しかし、重要なことは、中学校・高校では、生徒は先生の言うことなど聞かないということである。教育実習に行くと、自信を失って戻ってきた学生が、「来年から先生の研究室に入れてほしい」と求めてくる。「どうしたの?」と聞くと、「実習で、授業がうまくいかなくて、このまま教育現場に行っては通用しないと思ったから」などと、異口同音の返事が返ってくる。「理科授業は、教師のためのものではないよ。まして、理科は教師のためのものではないからね」と指導する。そして、「一度、考えてごらん、科学（サイエンス）って、誰のためのもの?」と質問を投げかける。近頃の学生たちは、この言葉を聞いて、どうも初めてこのことを考えるらしい。これでは、子ども達の心に響く理科授業とはなりにくいのではなからうか?

科学は、世界中の人々が、平和で安全に、心豊かに生活できるためのものであると、そして、理科は子ども達のものであって、先生たちだけのものではないことを確認してもらおう。また理科実験は、理科室で行うだけのものではなく、まさに生活に潤いを与えるものであるという哲学のもとに、理科指導や理科実験指導を、若者たちに考え直してもらっている。そのような哲学のもと理科大好き実験教室は展

開されている。

この実践では気が付くと、以下にあげる作品が、小学生の工夫によって、次々と作り出される。しかし、理科大好き実験教室で指導側にあたる大学生はというと、やはりこれまでの方法で授業作りをしようとしている。小学生たちは、「先生たちの作った実験器は、面白くないね！ほくの方が優れているよ」などと平気で批評する。もし、このまま大学生たちが学校の先生になって、理科授業をすることになったら、授業を受ける小学生、いや、小学生に限らず、もっと感情コントロールの難しい中学生は、どんな反応をするだろうか？高校生は、そういう先生を冷やかな目でみることになるのだろうか？

理科大好き実験教室で、指導者側となる学生たちは、小学生の発想などおかまいなしに、自分達の学習指導案を、粛々と進めようとする。そして、うまくいかない授業を体験する。理科大好き実験教室では、理科大好き実験教室の指導者側経験が1年目の学生となる大学4年生や他大学から入学した修士1年生、同様に指導者側の経験が2年目となる学生、3年以上となる学生が、1つのチームとして動いている。うまくいかなかった授業を、2年間以上も経験することもある。このような経験のなかから、次のような指導計画へとブラッシュアップされ、少しワクワク感をともなったものとなって提案されてくる。しかし、面白いことに、指導者側の経験が1年目となる学生は、この授業を実施する事前の段階では、このような指導展開では、物理の授業でないでしようとして受け入れてもらえないことがある。経験の事後には、考え方に変化がみられる。このような指導展開がすくと落ちるようになる学生もいるが、一方、すくと落ちない学生もいる。そのような学生のなかには、大学4年生の段階で、そのまま教員採用試験に合格し、教育現場にでてしまう学生もいる。逆に、採用試験に合格しても、大学院卒業まで保留にしてもらい、大学院で学ぼうとする学生もいる。

このようにして学んだ大学生たちと一緒に、中学校や高校の出前授業にでかける。中学生や高校生か

ら賞賛を受けるだけでなく、現場の先生方から、「君たち、即戦力になるね」と声をかけてもらえるようになる。そのレベルにまで育ったころ、学生たちは、現場で職業人として理科教師を始める。

中学生や高校生のなかには、このようなことの仲間入りをする者たちもいる。小学生の頃からつきあった子ども達が、いまや、大学生として、このサイクルを動かしていってくれ始めている。

(2) 実践の事例—ぶかぶか方位磁針

地球は大きな磁石であり、北極には強力なS極が、南極には強力なN極があります。地球の持っている磁力を利用して方位を知る事ができる方位磁石を作ろう。

準備物 ネオジムやフェライトの丸い磁石、発泡スチロール、油性マジック、水を入れた洗面器など
実験方法

- ① 発砲スチロールを使って、北極をさすようなデザインをする。
- ② 水に浮かべ、北極をさすにはどのように磁石をつけるかを考える。
磁石を埋め込む溝を彫る。*カッターで手をケガしないように注意！
- ③ 水に浮かべ、北極をきちんと指すかをチェックし、微修正して完成！

完成作品

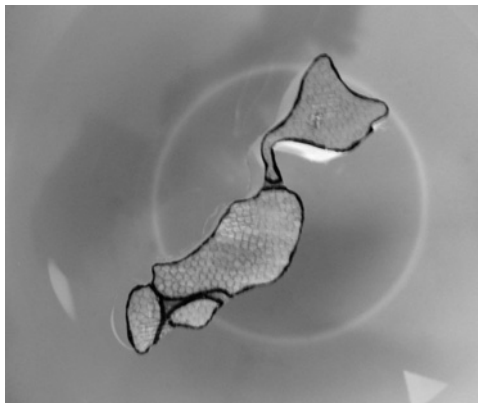


図1 作品例① 日本地図



図2 作品例② 世界地図

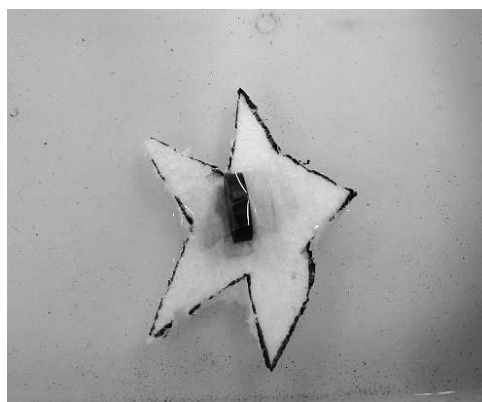


図3 作品例③ 星

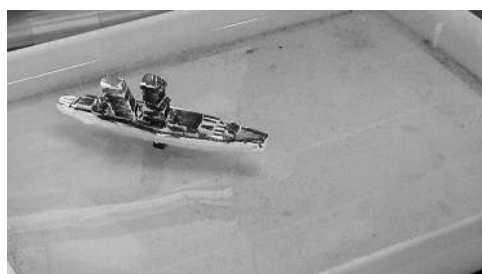


図4 作品例④ やまと

上記に示すように、磁石のN極、S極について感じ取りながら、子ども達は思い思いの作品を作り、理科の授業を学び取っていている。

3 かわむらメソッドを実現する教材 —その2 クリップモーターカー—

(1) 実践の方向性

クリップモーターカーといえば、科学の甲子園の全国大会で第1回目と第2回目の2回にわたり、この実験を用いた実験競技会が実施された。といっても、著者の出題によるものである。

クリップモーターあるいは、コイルモーターといわれる教材は、モーターの原理を説明するのに、わかりやすい教材の1つとされ、小学校でも中学校でも、場合によっても高等学校でも、理科実験教材として紹介されるものである。図5は、大学入試センターテストで出題された問題での図である。図5をみながら、モーターがどのように回転するのかを問う問題である。

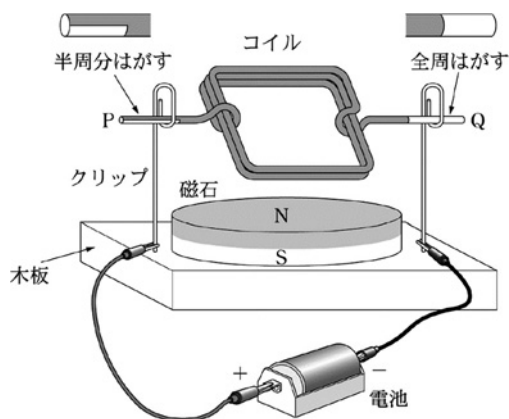


図5 クリップモーター

出典 センター入試

このように、実は、子ども達にとって馴染み深い教材ではあるが、逆に、なかなか簡単には回ってくれないという「しろもの」でもある。そのため、クリップモーターと名前を聞くと、回らなくて当たり前と感じている子ども達もすくなくはない。モーターとしてハイパワーなわけではないので、なかなかうまくは回らないというわけである。

そのようなクリップを、動力として使って、模型自動車をみずから設計し走らせてみようというわけであるから、その教材で指導をしようという大学生や大学院生にとっては、しごく大変な課題であるといえる。理科教員をめざす学生にとっても、小学校のときに、うまく回せなかったという記憶がトラウマのように深くのこっているという学生もいた。

(2) 実践の事例

ークリップモーターカーレースにチャレンジ！

クリップモーターを使って、模型自動車を走らせてみよう。

どうすれば、模型自動車を走らせることができるか、テーブルの先生やお友達と話し合いながらトライしてみよう。

準備物 ホルマル線（エナメル線）0.8mm を60cm程度、ゼムクリップ2個、プラ段ボール（名刺サイズ、9cm×5.5cm）、プーリー2cmを4個（車輪のかわり）、リード線4cmを2本、紙やすり、輪ゴム2個、竹串（車軸用）2本、単三型乾電池、ネオジム磁石、両面テープ、セロハンテープ

実験方法

- ① クリップモーターをつくり、回ることを確認する。
- ② クリップモーターを載せることができるサイズの模型自動車の車体の土台を、プラダンボールなどで作り、クリップモーターを搭載する。
- ③ 土台に車輪をつけ、この車輪をクリップモーターで回せるようにする。
- ④ クリップモーターカーが走るように調整する。
- ⑤ いろいろなマシンが完成したら、クリップモーターカー・レースをしてみよう。

完成作品

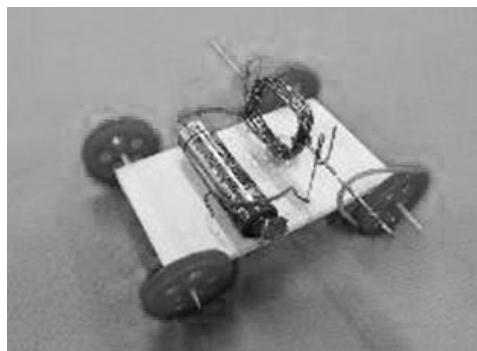


図6 プロトタイプ

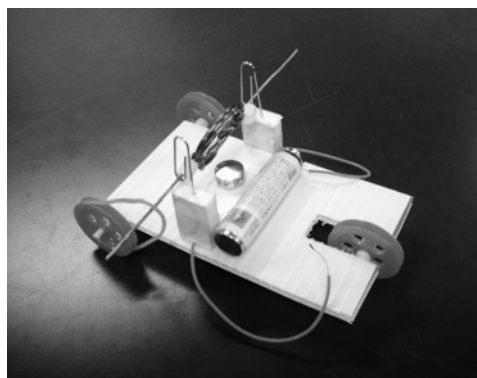


図7 3輪車型



図8 学生の力作

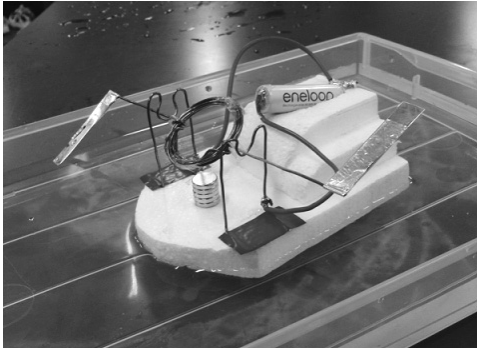


図9 小学生のクリップモーターシップ

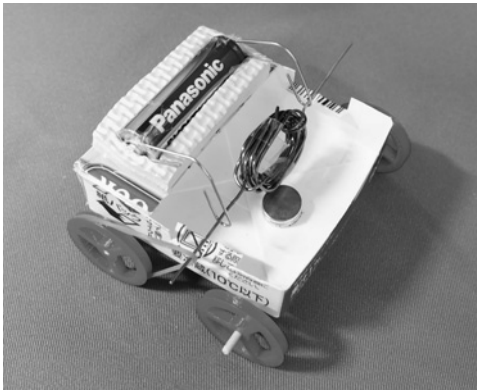


図10 女子学生の牛乳パックを利用したマシン

4 理科大好き実験教室の一例

(1) 2010年4月1日(木)から2011年10月4日(火)までの実践

2010年4月1日(木)から2011年10月4日(火)まで、東京理科大学川村研究室で実施した理科大好き実験教室の一例を紹介する。この実践中に、東日本大震災を経験することになった。理科大好き実験教室では、東日本大震災の経験から学ぶことも多かった。また、震災の前後においても変わらない普遍的なものもあったということも確認できた。なお、この期間の後も理科大好き実験教室は継続しているが、2019年度のみは1年間お休みとした。

理科大好き実験教室は、東京理科大学総合研究機

構グリーン & セーフティ研究センター (GS研と呼ぶ) での研究の一環として、ゼミ生に対しては「サイエンス・コミュニケーション特別演習ゼミ」(通称「毎日ゼミ」)を、受講生(市民)には「理科大好き実験教室」という名称で、2010年4月から指導を開始した。

この時期の実践における対象は、市民と小学3年生以上の次世代層である。2010年4月1日(木)から2011年3月1日(火)(第1ステージとよぶ)までは、受講生を木曜日は中学生、金曜日は高校生以上、月曜日は小学3・4年、火曜日は小学5・6年に分け、講義時間は、18時から20時の2時間であった。祝日も休みなく、「毎日ゼミ」という名の通り毎日実施した。

2011年3月3日(木)から2011年10月4日(火)(第2ステージとよぶ)は、好きな日に予約なしで受講できるようにした。それは、「曜日が限定されると行かない」、「兄弟姉妹で参加したいのに曜日が違う」等の要望があったからである。

第1ステージでは、水曜日にその後の1週間にわたる授業の内容や実験について、どのように授業展開を行うかの戦略ゼミを行い、木、金、月、火と4日間同じ内容の授業を行った。

しかし、曜日によって対象者を固定したこのシステムでは、祝日もゼミを行わないと回数が合わなくなり、物理学を楽しみに来ている受講生には歓迎されたが、ゼミ生にとっては過剰な負担となった。

そこで、祝日は休みとし、受講者が曜日を自由に選択できる第2ステージへの展開となった。具体的な学習内容を表にまとめた。

●第1ステージ (2010年4月1日(木)～2011年3月1日(火))

●第2ステージ (2011年3月3日(木)～2011年10月4日(火))

回	月日	単元	学年ごとの人数										合計 成人	内容 ○：お持ち帰り実験 ☆：ゼミ生が作った演示実験機	
			小学校			中学校			高校						
			3	4	5	6	1	2	3	1	2	3			
1	4/1・2・5・6	力・力の合成・力の分解	8	1	7	2	1					1	3	23	・ばねはかり○ ・巨大な力の合成・分解マシン☆
2	4/8・9・12・13	速度・加速度	11	2	4	2	1					1	3	24	・記録タイマーで加速度測定 ・「人が乗れる力学台車」で加速度を実験☆
3	4/15・16・19・20	慣性の法則	11	2	4	3	1					1	2	24	・「大型だるま落とし」☆ ・「大型エアートラック」☆ ・「大型ホバークラフト実験機」○ ・エアートラック○
4	4/22・23・26・27	運動方程式	7	2	5	3	1					1	4	23	・記録タイマーと wii リモコンの加速度測定の比較
5	5/6・7・10・11	摩擦力	9	2	4	2	1					1		19	・「まさつ力説明マシン」で摩擦力のイメージを学習☆
6	5/13・14・17・18	落体の運動	10	1	3	2	1						2	19	・自由落下のグラフを描く ・「自由落下マシン」を用いて、各時間あたりの落下距離が奇数列であることを確認☆
7	5/21・24・25	水平投射・斜方投射	9	1	3	3							1	17	・水平投射のグラフを描く ・「撃ち落とせ！大型空中衝突！！」で実験☆ ・モンキーハンティング○
8	5/28・31・6/1	円運動	7	2	4	4					1		3	21	・加速度計 ・wii リモコンを利用して、 $F = mr\omega^2$ を求めた○
9	6/3・4・7・8	慣性力	9	2	4	2	1						3	21	・「人が乗れる力学台車」をリユースした☆ ・「おなじみ台車 de 感じる慣性力」☆
10	6/10・11・14・15	万有引力	8	2	3	2	1						2	18	・「大きな万有引力説明機」で、惑星の運動を観察☆
11	6/17・18・21・22	圧力・浮力	9	2	4	3	3						4	25	・大気圧モデル「そばの出前実験機」を用いて、地上と富士山頂との空気の柱の高さの差を実感☆ ・注射器を浮沈子にした実験機○
12	6/24・25・28・29	単振動	7	2	3	2	2					1	3	20	・振り子の等時性が成立する範囲を実感
13	7/2・5・6	仕事	7	2	2	2							2	15	・「大型動滑車」☆ ・「巨大な坂」で仕事の原理を体感☆
14	7/8・9・12・13	力学的エネルギー	7	1	2	4	2					1	3	20	・「巨大ループコースター」☆ ・ペットボトルの中をぐるぐる回るループコースター○ ・振動のエネルギーでアイスクリームを作り試食
15	7/15・16・19・20	万有引力のエネルギー	4		2	4	2						5	17	・手動綿菓子実験機○ ・万有引力のエネルギーの坂○

回	月日	単元	学年ごとの人数											合計 成人	内容 ○：お持ち帰り実験 ☆：ゼミ生が作った演示実験機		
			小学校			中学校			高校								
			3	4	5	6	1	2	3	1	2	3					
16	7/22・23・26・27	サボニウス型風車風力発電機	7	1	3	5	3								4	23	・サボニウス型風車風力発電機○
17	7/29・30・8/2・3	運動量	3	1	3	2	1								2	12	・「巨大ボーリング球運動量実験機」で、作用・反作用を体感☆ ・ビー玉運動量カー○
18	8/5・6・9・10	モーメント	6	1	2	2	4								2	17	・「重力の不思議がわかる！！剛体実験機」でつりあいを確認☆ ・アクロバティックモーメントスタンド○
19	8/12・13・16・17	熱	5	1	2	4	2								1	15	・温度計○ ・ドライアイスを高圧にし、三態変化を確認
20	8/19・20・23・24	気体法則	7	2	2	3	4	1							3	22	・ボイルの法則とシャルルの法則を実験して確認
21	8/26・27・30・31	分子運動論	5		4	4	1								3	17	・巨大分子運動論モデルの演示 ・ペットボトルを利用した分子運動論実験機○ ・気体分子模型○
22	9/2・3・6・7	熱力学第一法則・第二法則	7	1	4	5	1								2	20	・雲発生装置実験機○ ・スターリングエンジン○
23	9/9・10・13・14	波	7		2	3	3								2	17	・ストローウェーブマシン○ ・波のスライド式型紙○ ・バラバラ定常波 ・定常波実験機○ ・波動実験装置○
24	9/16・24・27・28	音波	4		3	3	2								2	14	・声紋観察 ・音速測定 ・可聴音 ・音の干渉 ・ドップラー効果を体験 ・クインケ管○ ・モノコード○
25	9/30・10/1・4・5	共鳴・共振	5		2	4	2								3	16	・「巨大シンギング・パイプ」で演奏会☆ ・「巨大クント管」☆ ・「巨大不思議振り子」で実験☆ ・ブーブー笛○ ・シンギング・パイプ○ ・クントチューブ○
26	10/7・8・11・12	幾何光学・レンズシリーズ	6		2	3	3								4	18	・「巨大レンズ」☆ ・「消えるビー玉」☆ ・蜃気楼☆ ・「巨大プリズム」の実験☆ ・水めがね☆
27	10/14・15・18・19	幾何光学・鏡シリーズ	6		3	3	3					1	2	2		20	・平面鏡○ ・万華鏡○ ・光のキュービク
28	10/22・25・26	カメラシリーズ実験	7		3	3						1	2	4		20	・イカの解剖 ・「巨大ピンホールカメラ」☆ ・「巨大レンズ付きカメラ」の実験☆ ・ピンホールレンズ○ ・レンズ付きカメラ○ ・望遠鏡○
29	10/28～12/7	力学実験改良編	33	1	25	15	19					2	6	13		114	・単元複合型の授業 実験機のブラッシュアップ
30	12/9・10・13・14	顕微鏡シリーズ	5	1	2	3	1						2	2		16	・ペットボトル顕微鏡○ ・顕微鏡や電子顕微鏡での観察

回	月日	単元	学年ごとの人数											合計 成人	内容 ○：お持ち帰り実験 ☆：ゼミ生が作った演示実験機	
			小学校			中学校			高校							
			3	4	5	6	1	2	3	1	2	3				
31	12/16・17・20・21	分光筒	9		5	3	4	1					2	3	27	・分光筒○ ・光の万華鏡○
32	1/13・14・17・18	回折格子	8	1	5	3	3	1				1		2	24	・反射型回折格子○ ・ニュートンリング ・薄膜の干渉の実験 ・夕焼け実験 ・くさび形の干渉 ・蛍光増白剤の検出
33	1/20・21・24・25	静電気	8		4	1	2	1					2	2	20	・バンデグラフの実験 ・空き缶転がしレース ・ペットボトル箱検電器○
34	1/27・28・31・2/1	雷実験シリーズ	7	1	5	1	2	1				1	2	1	21	・大型雷実験機で雷を体感 ・雷実験○
35	2/3・4・7・8	食塩水は電気を通す？	6	1	6	3	4	1					2	1	24	・燃料電池自動車○ ・超伝導の実験
36	2/10・14・15	電流と抵抗	6	1	6	4	4						2	3	26	・メートルブリッジ○ ・ホイートストンブリッジの実験
37	2/17・18・21・22	電池	6	1	5	2	2	1					2	1	20	・ペットボトルキャップ電池○ ・スプーン電池○
38	2/24・28・3/1	磁石	6	1	3	3	1						2	3	19	・磁力線観察 ・磁気カード○ ・切っても磁石○ ・方位磁石○
39	3/3・4・7・8	磁場と電磁力	6	1	4	3	1	1					2	7	25	・磁場の観察
40	4/14・15・18・19	電磁石		6	1	1	1	3						3	15	・強い電磁石○ ・人がつれる電磁石の演示
41	4/21・22・25・26	クリップモーター	1	8	1	2	1	1	1					2	17	・クリップモーター○
42	4/28・5/6・9・10	クリップモーターカー	2	9	3	3	3	2						1	23	・クリップモーターを動力にした動くもの○
43	5/12・13・16・17	リニアモーターカー		8	1	2	2	2	1					1	17	・「リニアモーターカー」を披露☆ ・リニアモーターカー○
44	5/19・20・23・24	検流計	1	10	2	3	1	2	1					1	21	・検流計○
45	5/26・27・30・31	検流計 (再)	1	8		2	3	2						1	17	・コイルが稼動する検流計○

回	月日	単元	学年ごとの人数											合計 成人	内容 ○：お持ち帰り実験 ☆：ゼミ生が作った演示実験機		
			小学校			中学校			高校								
			3	4	5	6	1	2	3	1	2	3					
46	6/2・3・6・7	電磁誘導	1	9		2	2	1							1	16	・シャカシャカ振るフルライト○
47	6/9・10・13・14	相互誘導	2	7	1	2	2	3	1						1	19	・コップスピーカーとコップマイクで有線通信○ ・トランジスタの増幅効果を学習
48	6/16・17・20・21	渦電流	1	8		3	2	1	1						1	17	・アラゴの円盤○ ・トランスを用いた電磁調理器を作り、パンケーキを焼いた
49	6/23・24・27・28	オシロスコープ	1	8	1	2			4	1					1	18	・オシロスコープの使い方を学習
50	6/30・7/1・4・5	交流と交流発電	1	7	1	2	1								1	13	・交流発電機、オシロスコープで交流波形を観察○ ・「野菜の水切り発電機」で、LED点滅実験☆
51	7/7・8・11・12	地球ゴマ交流発電		2	1	1			1						2	7	・コマが回ることで発電し、LEDを光らす地球ゴマ○
52	7/14・15・19	サボニウス型風車風力発電機	1	7		3	1	2							1	15	・好きな素材で、サボニウス型風車風力発電機○
53	7/21・22・25・26	静電気(追加実験)	1	8	2	1			4						1	17	・バンデグラーフ○ ・フライングスティック○
54	7/28・29・8/1・2	RLC回路	1	6	1	1			4	1					1	15	・検流計で、RLCの位相のずれを観察○
55	8/4・5・8・9	えこらじお		7	3	1			6	1					1	19	・電池もアンテナ線もアース線も引かないラジオ○
56	9/1・2・5・6	交流電圧計	1	9	1	2			1	1					4	19	・コイルの引力を利用した検流計○
57	9/8・9・12・13	半導体を使った回路		7	1	1			1	1					1	12	・ベルチェ・カー☆ ・圧電発電☆
58	9/15・16・20	原子と電子		5		1	2	1							1	10	・光電効果 ・炎色反応の実験 ・LEDでプランク定数がわかる実験
59	9/22・26・27	原子核		8	1	1	1	1							1	13	・さいころシミュレーション ・霧箱で放射線観察
60	9/29・30・10/3・4	相対性理論		10		1	3	3							1	18	・マイケルソンモーレの実験 ・時間の遅れと空間収縮 ・等価原理 ・ブラックホールの講義

(2) この実践を通して研究室の学生が学んだこと

理科大好き実験教室の立ち上げ当初は、「小学生に物理ですか?」「むずかしくてわからないですよ」との声が当時の指導者側となる研究室の学生全員から聞かれた。しかし実際には、受講した子ども達や生徒達や市民は実験教材の事例みたように「ぶち発明」(川村, 2007)を次々に生み出し、いきいきと実験を行っていた。このような受講生のアイデアに触発されて、研究室の学生も徐々にやわらか頭へと変わっていった。

一方、学生は理科大好き実験教室を通して、理科実験の指導法を徐々に身につけていくが、実際には目の前の児童・生徒の要求に答えるだけで必死である。一方で、大人のみなさんの理科のやりなおしという学びのニーズもあり、どのようにしてサイエンス・コミュニケーションをとるか常に考える必要がある。当然多くの失敗もあるが、その経験を省みることで新たな発見へつながる。このような経験を積み重ねていくことで、子ども達への指導や大人のみなさんへのサイエンス・コミュニケーションに自信をつけて来た。表にあるように力学分野に関しては、10/28~12/7の6週間にわたって実験機のブラッシュアップを行った。これは、一週の実践だけでは不十分との考えから、より充実したものを自分達の実力として付けたいという学生のニーズから実現した。このように正のフィードバックを学生自らが引き起こし自らの実力を高めあっていったことが読み取れる。

5 かわむらメソッドを通して

かわむらメソッドによる実践を通してできあがる作品は、それぞれの製作者によって異なるものであり、楽しく面白い作品が目白押しである。理科離れ・科学離れが心配されている昨今にあって、理科を楽しみ合いながらも、科学の原理を製作者なりに深く学びとっていることがわかる。もしそうでないとするならば、前述した表にあげたようなこれらの

作品は、きちんと動作するようには生まれてこないからである。方位磁石がきちんと北を指し、クリップモーターカーがきちんと走る。しかも、それぞれ性能良くである。

大学の教職課程等における模擬授業では、先生役も生徒役も大学生が行う。どうしても、友人同士の間で、甘えが生じる。そのような模擬授業を行ってきたときにはみられなかったことが、理科大好き実験教室では現実に生じる。受講生役の子ども達も、科学および科学技術を学び、先生役の学生たちも、科学および科学技術を学ぶ。場合によっては、生徒役と先生役が逆になりながらも進むダイナミズムをそこにみる事ができた。

これが、かわむらメソッドである。

おわりに

昨今の先進各国において、若者の科学離れが社会問題となっている。どの国も、この問題に対する対策を打っている。我が国においても、いろいろな対策が打たれている。政府による対策、草の根による対策などが実施されてきている。政府による対策としては、「スーパーサイエンスハイスクール」や「科学の甲子園」等がある。草の根による対策としては、NPOやNGOなどの子ども向け実験教室などが各地で実施されている。この流れと合流する様相を呈しながらも、公的な資金に支援されてきた取り組みに「青少年のための科学の祭典」や「物理オリンピック」や「数学オリンピック」などの科学オリンピックなどがある。一方では、テレビ番組でも、このようなテーマを積極的に取り上げているといえよう。このように、いろいろな対策が打たれている。ここで、あと一押しが欲しいところである。それは、単に予算を増やすとか、イベント数を増やすとかでは、解決されない課題である。やはり、サイエンス・コミュニケーション活動や科学教育におけるメソッドが必要である。その一例として、かわむらメソッドを本論文において紹介した。

文献

- 川村康文・田代佑太, 理科教員養成における模擬授業の効果に関する研究, 科学教育研究, 第36巻, 1号, pp.44-52, 2012
- 川村康文 理科教育法 独創力を伸ばす理科授業 講談社, 18-19, 2014
- 川村康文 エネルギー実験教材としての「クリップモーターカー」エネルギー環境教育研究, 第9巻, 第2号, pp.17-23, 2015
- 川村康文 理科指導の実践力を高める理科教員養成のメソッドについての一考察—川村メソッド—, 東京理科大学教職教育研究, 第1号, pp.101-110, 2017

KAWAMURA Method :
From Rikadaisuki Jikken Kyoshitsu

KAWAMURA Yasufumiⁱ

Abstract : The KAWAMURA method is an educational method that educates children with a flexible perspective leading to rich creativity in the future. The children who have grown up using this method have good potential for realization to occupy SDGs. I consider that the KAWAMURA method involves human education from the cradle to the grave. In other words, the KAWAMURA method is an educational method that enriches life through to adulthood, realizing the pleasure of the Petite invention and achieving inner generation. I introduced the experimental science device and an experimental classroom using this method as an example.

Keywords : educational method, SDGs, human education, infancy, puerility, young people, lifelong education, science education and science communication

ⁱ Professor, Faculty of Science, Tokyo University of Science