

社会とつながる小学校理科授業

清水 美彦, 渡辺 哲仁*, (一般社団法人 日本電機工業会 理科教育支援 WG)
後藤 まどか (一般社団法人日本電機工業会)

Elementary school science class that connects with society
Yoshihiko Shimizu, Tetsuhito Watanabe (JEMA Science Education Support Working Group)
Madoka Goto (The Japan Electrical Manufacturers' Association)

1. まえがき

一般社団法人 日本電機工業会 (JEMA) では、次世代を担う科学技術人材の育成のため、2008 年より子どもたちが科学技術への興味・関心を高め、理科学習への有用感や、科学的思考を身につけられるよう、電機業界ならではのノウハウを活かした授業案を提供してきた。活動の取組み内容を以下に記す。

2. 背景・活動の目的

2002 年度に施行された学習指導要領⁽¹⁾では、小中学校において週 5 日制の完全実施、算数・数学を中心にした授業時間数や授業内容の大幅削減をしながら、各学校がゆとりの中で特色ある教育を展開し、基礎的・基本的な内容を確実に身に付けさせることと共に、「生きる力」を育むことに重点がおかれた。しかし、この授業時数の縮減や教育内容の厳選によって、学力低下が叫ばれ、理科離れや理工学を志望する学生の減少がみられた。

また、小学校教員は文系出身者が多く、理科への苦手意識が強い傾向にあり、理科が好きな先生でも「電気」となるとさらに苦手意識が強まる傾向にあることがわかった。

更に、産業界では、大学・高等専門学校・高等学校への支援活動が展開されているが、小中学校への支援がまだまだ不十分であることが、調査分析で判明しており、理数の好き嫌いが出てくる前の段階、小学校高学年をターゲットとすることが底辺の裾野を広げることにつながると考え、小学校 6 年生の理科「電気の利用」の単元を支援対象とした。図 1 に理科支援活動のねらいを示す。

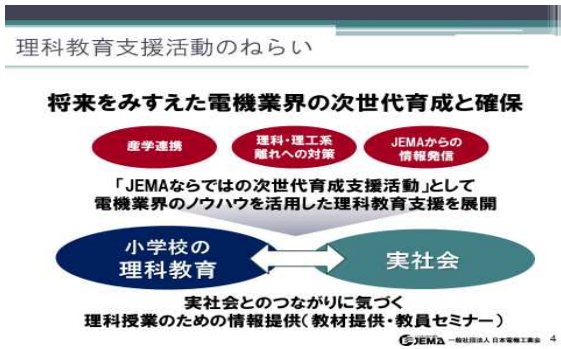


図 1 理科支援活動のねらい

支援の方法は、出前授業等のように子どもに直接関わる方法も有益ではあるが、理科に苦手意識を持つ先生方を対象とすることによって、先生方自身で実施する教育そのものを本質的に改善していくことに貢献するのではないかと考え、教員支援（授業プログラム案の提供と教員セミナーの実施）という形式とした。

具体的には、教科担任制を敷いていない小学校現場の状況を考慮し、学習指導要領の単元に沿いながら、現場の先生方の声に応えるような、授業プログラム案とした。

《現場の先生方の声》

- ・問題解決力の育成につながる授業アイデアが欲しい
- ・学習とくらし（実社会）とのつながりを持たせたい
- ・実験方法や器具の取り扱いが不安

3. JEMA プログラムの特徴 (2011 年 4 月から実施)

学習指導要領（平成 20 年告示）⁽²⁾⁽³⁾⁽⁸⁾と連動した小学校 6 年生理科「電気の利用」の単元と連動した“社会とつながる理科授業 JEMA プログラム”（以下 JEMA プログラムと称する）を開発した。

JEMA プログラムは、「電気の利用」の単元で習得すべき基礎的・基本的な知識・技能と科学的思考力を育むとともに、“理科学習と社会とのつながり”を児童に実感させ、学習への興味・関心を高める理科授業プログラムであり、表 1_1 に示すように、全 10 時限分の授業案・教材を作成した。

表 1_1 JEMA プログラムの授業案

単 元	内 容
第一次 (4時限)	【発電】・電気はつくることができるのだろうか
	【変換】・電気の働き
	【発電】(発展授業)2 時限 ・電気はどのようにつくられているのだろうか
第二次 (3時限)	【蓄電】・電気はためることができるのだろうか
	【蓄電】・コンデンサーに電気はどれくらいためることができるのだろうか
	【蓄電】(発展授業)・蓄電のひみつ
第三次 (2時限)	【発熱】・電気と熱との関係 ～電熱線の並列つなぎ編～
	【発熱】(発展授業) ・発熱のふしぎ ～電熱線の直列つなぎ編～
第四次 (1時限)	【電気の利用】 ・身の回りの電気製品と私たちの暮らしとのかわり

プログラムの特徴を以下に示す。

① 「児童の興味・関心」を高めるしかけ

児童の「なぜ?」「どうして?」の好奇心を引き出し、新たな気づきを促す、実社会の情報を教材化。

例：実際の冷蔵庫で使用されている基板など

② 「科学的思考の育成」

仮説・検証、比較、推論、条件を整えるなど、科学的思考の育成に着目したプログラム構成。

③ 「電機業界ならではの情報」

授業で使われる教材の使用上の注意事項や実験の留意点など、教材理解が深まる情報を提供。

例：コンデンサーに関する解説と用途、家庭の電気製品と熱の関係「電気⇄熱」の変換が体験できる実験器具など

4. 新学習指導要領に向けた取組み⁽⁴⁾⁽⁵⁾

2020年度から実施されている新学習指導要領(平成29年に告示)では、「電気の利用」の学習内容「(ウ)身の回りには、電気の性質や働きを利用した道具があること」に重点をおいて授業を構成し、また、学習指導要領 第1章総則の第3の1(1)のイに掲げる「児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動」を考慮し、実社会でプログラミングが適用されていることへの理解や、プログラミングに必要な論理的に考えていく力を育成できるよう、表1_2に示す通り内容を追加した。

表1_2 JEMAプログラムの授業案(追加)

第四次 (3時限)	【電気の利用】 ・身の回りの電気製品と私たちの暮らしとのかわり
	【電気の利用】(発展授業)2時限 ・身の回りの電気製品を題材としたプログラミング教育(炊飯器はどのようなしくみで正しく動くのだろう)

<4・1>プログラミング授業案の特徴⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁹⁾

プログラミング教育というとコンピュータと回路などを使用した授業も多く行われているが、小学校段階で初めに学んでほしいのは「どうしてそうなっているのか」、その目的を果たすには「何がどのように関係しているのか」ということを論理的に考える「プログラミング的思考」の体験学習である。

「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組み合わせが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号をどのように組み合わせたらいいのか、記号の組み合わせをどのように改善していけばより意図した活動に近づくのか」といったことを論理的に考えて行く力(プログラムのコーディングを覚えることが目的ではない)が必要であるとの考え方に立脚している。

「電気製品が正しく動作すること」に疑問を持つ子どもは

少ないかもしれないが、電気製品はスイッチを押したら正しく動作する。ここに焦点を当て、炊飯器を題材にお米を(焦がすことなくおいしく)炊く仕組みを理解する過程で、センサーやプログラミングの働きを理解し、プログラミング的思考の育成を図ることを狙いとしている。さらに、身近な電気製品を題材とすることで、それが理科学習とどのように関係しているのかを実感・興味を持つことで社会とつながる授業案としている。

<4・2>方法(授業の進め方)

まず、学習指導要領におけるプログラミング的思考を念頭に、子供たちに炊飯器を模擬した実験器具(発熱部)の温度を狙い通りにするために、接続する電池の数を制御することに取り組ませる。電池の数や接続時間などのタイミングをチーム4人で議論・推論し、実験した結果を踏まえ、意図した温度変化の達成を目指して改善していく。

1) 身近な家電とエネルギー変換の理解

電気⇄熱のように電気はエネルギー変換されることを理解し、熱に変換される身の回りの機器である炊飯器の発熱の仕方を映像で知る。

2) 炊飯器の温度変化の制御方法を実験

実験(どのように制御するかをプログラミング的思考で考える)の流れをPDCAで示す。

① PLAN: 狙いの温度変化(図2)を実現するため、時間・温度の計測や、電池の数と接続タイミングの切替えをチームで計画する。(【作戦会議】をする)

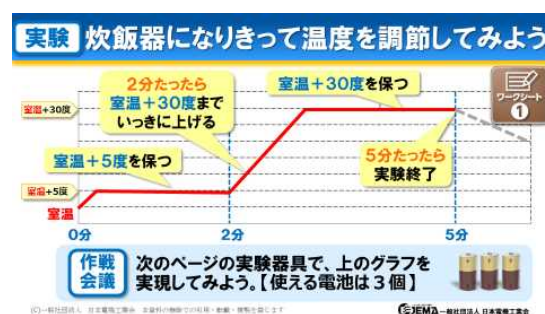


図2 実験で目指す温度制御変化

② DO: 実験器具(図3)を用い、計画した手順で電池の接続を制御し、時間・温度を計測する。(担当を決め全員が参加: 電池係・時間係・温度係・記録係)



図3 実験器具

- ③ CHECK：測定した温度変化の結果をグラフに表し、意図した温度変化との比較で、目標からずれた原因を分析し、さらに目標に近づけるための制御方法をグループで再考する。
- ④ ACTION：見直した手順で再度実験
一連の授業を通して実験手順（フロー）をどう変えると何が変化するかを論理的に思考する方法を学ぶ。手順（フロー）検討用のワークシートを図4に示す。

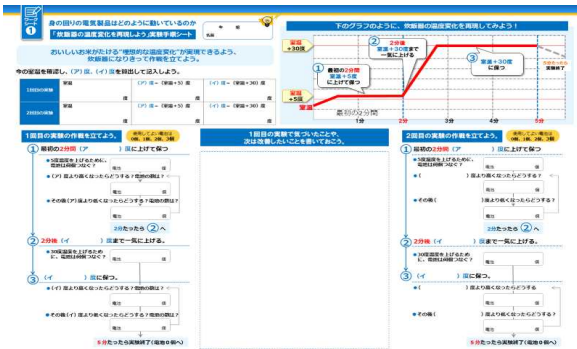


図4 ワークシート

3) プログラミング的思考・主体的で対話のある活動
以上のように、生活の中で身近な炊飯器を題材に、簡易な実験器具を用いて、自分たちで発熱部の温度を計測しながら電池の接続数を切り替えて温度制御する実験を議論して決めた手順に沿って実施して結果をまとめる。その結果を踏まえて、狙った目標と自分たちの電池数制御の仕方の改善部分を見つけて手順を修正し、再度実験に挑戦する。ここで改めて、

- ・時間の計測【時間係】
- ・温度の計測【温度係】
- ・目標温度または所定時間での電池数の切替え【電池係】

の各分担作業を実施した手順通りに並べていくと一連の温度制御の手順、すなわちプログラム（フローチャート）になっていく。

目標とする温度調節を目指した一連の温度制御の実験において、作戦会議（P）・実験（D）・手順の見直し改善（C）・再実験（A）を回して、より意図した目標に近づけていくように仮説を立てて考え進めていくことが、小学校理科として育むプログラミング的思考になる。また、実験において、各自が役割を持って参加することで主体性を引出し、2回の実験の中で振り返る機会を持つことで対話のある学習を行うことができる。

- 4) 理科授業と社会の暮らしとのつながりへの気付き
- 炊飯器を模擬した実験器具（発熱部）を使用した実験の後で、実際の炊飯器の中の内部構造として、
- ・マイコンが動作するプログラム（手順書）
 - ・温度を計測するセンサー【温度係】
 - ・電気を熱エネルギーに変換するヒーター【電池係】

・時間管理のためのタイマー【時間係】
で構成されていることを示し、美味しくご飯を炊くためのプログラムに従って、自動で熱を制御する仕組みを実現していることを説明することで、理科実験がくらしとつながっていることを気付かせている。
<4・3>プログラミング授業に対する児童の感想

JEMA プログラムを実施いただいた学校3校の児童に対するアンケートでは、①プログラムのねらいである理科への興味関心について、8割の児童から『興味関心を持った』との回答があり、②センサーやプログラミングの働きの理解について、9割の児童から『理解できた』との回答があった。具体的には下記のような感想を頂いており、児童にとって好印象だった。

- 【児童の感想】
- ・生活の身近にある電気製品に興味・関心を持てるようになった。
 - ・もっと他の電気製品のしくみについて知りたくなった。
 - ・私はこの授業が終わった後、熱に変えるものだけでなく、音に変える物のしくみも見てみたいと思った。
 - ・炊飯器を作った人に興味がある。
 - ・理科の授業は好きだが、この授業はいつも以上に楽しかった。
 - ・センサーやプログラミングが入っていることで、電気製品が正しく動いていることがわかった。

5. 教員セミナーの取組み

現在 JEMA では、プログラムを活用した教員セミナーを4地区（東京、大阪、名古屋、福岡）において開催しており、セミナーの受講者数の推移は図5に示す通り6000名を超えており、受講された先生方からは以下のようなお声を頂いている。

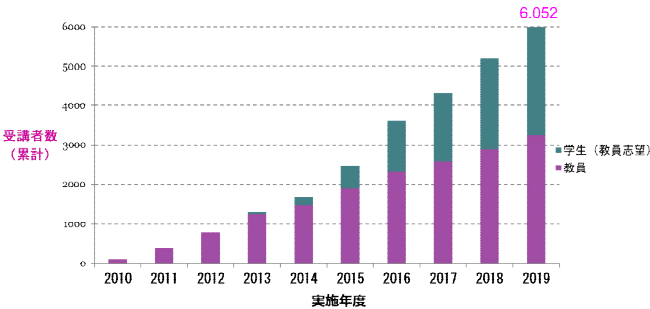


図5 理科教育セミナー受講者の推移

- 【先生方の声】
- ・すぐに授業で活用できる！
 - ・実験実技をとり入れたワークショップ形式の研修になっているのでとてもわかりやすく、意欲的に取り組むことができた。
 - ・学校現場の状況をよく理解しており、実験器具等の工夫が大変参考になった。
 - ・理科の授業を行う上で教師自身が理科をたのしいと深め

ていくことが大切だと感じた。

- ・身近なモノがブラックボックスから半透明に近くなるような変化が子ども達にあった。
- ・実際に手で触れて仕組みが分かるモノでプログラミングを学べた。
- ・身近な製品を題材としたことにより他の電気製品への関心も高まり、学びが日常とつながった。
- ・失敗して再考するプロセス(PDCA)があったことで、グループで真剣に意見を交わしながら、仮説と実験のふりかえりが出来ていた。
- ・JEMA プログラムは、PDCA による論理的な思考とフローチャートによる表現が組み込まれており、「プログラミング的思考」の体験につながっている。

2020 年度は、コロナ禍の状況で対面での教員セミナーの開催が困難になってきているが、①十分な感染予防対策を取った従来からの対面形式での実施と、②Web 会議システムを有効活用したオンライン・セミナー形式での実施を進めてきている。特に、オンライン・セミナー形式での実施では、相応の効果も確認できたが、Web 会議システム活用上の課題も発生した。現在、改善策を検討中であり、2021 年度も、新学習指導要領に基づくプログラミング学習実施を支援するために、対面形式とオンライン形式を旨く導入して展開していく。

6. おわりに

JEMA では、小学生の段階から理科のおもしろさに触れることで、多くの子供たちが理科をもっと好きになってくれるのではないかと考え、実社会とつながった「生きた理科授業」の実現に向けて取組んできた。

今回の学習指導要領改訂は、情報化、グローバル化、人工知能が急激な社会的変化をもたらす予測困難な時代に、未来の創り手となるために必要な資質・能力を確実に育むことが必要という背景から、“自ら課題を見つけ、自ら学び、自ら考え、判断して行動し、それぞれに思い描く幸せを実現してほしい”という願いが込められている。

企業においては、安全・安心で持続可能な社会の実現に向け、技術の進化・継承と新製品・サービスの開発により、お客様に対し安全・安心（品質・コスト）で利便性（機能）の良い製品をタイムリーに提供し社会貢献していく使命がある。特に、新製品開発の中では、仕様設計（P）⇒試作（D）⇒評価（C）⇒見直し（A）を効果的・適正に回していくが、そこには、①状況を捉えて・考えて・行動する力【プログラミング的思考】、②人（チーム、顧客、他）との対話・調整の中で方向性を導いていく力【作戦会議】が必要であり、まさに企業で求められる人財像である。変化の激しい次の世代を担う子供たちへの育成に期待したい。

知識偏重ではない「考える」力を育む、これからの「学

び」の一端を電機業界としても担って行ければ幸いである。

JEMA の理科教育支援活動に関しては、JEMA のホームページ『<https://www.rikakyoiku.jp/>』に掲載（図 6 参照）しており、先生方の学校現場で実際に使用できる教材（映像教材・スライド・ワークシート等）も無償でダウンロードが可能である。また、今後、授業実践の様子についても掲載していきたい。



図 6 JEMA 理科教育の Web サイト

文 献

- (1) 文部科学省：「小学校学習指導要領 総則(平成 14 年告示)」(2002)
- (2) 文部科学省：「小学校学習指導要領 総則(平成 20 年告示)」(2008)
- (3) 文部科学省：「小学校学習指導要領 解説 理科編(平成 20 年告示)」(2008)
- (4) 文部科学省：「小学校学習指導要領 総則 (平成 29 年告示)」(2017)
- (5) 文部科学省：「小学校学習指導要領 解説 理科編 (平成 29 年告示)」(2017)
- (6) 小学校プログラミング教育の手引（第二版）（平成 30 年）(2018)
- (7) 社会とつながるプログラム教育の小 6 授業案提案(1)(2)：日本理科教育学会_第 68 回全国大会（2018）
- (8) 1.JEMA における次世代人材育成・確保への取組み、2.理科教育支援の現状と今後の展望：電機工業会 機関誌「電機」777 号(2015) P4-11
- (9) JEMA が提案する「電気製品を題材とした理科教育におけるプログラミング教育」：電機工業会 機関誌「電機」810 号(2020) p79-82