

社会とつながる小学校理科授業 (産の視点から)

～ 小学校6年生理科「電気の利用」
“授業で活かせる”理科授業 ～



電気学会 全国大会シンポジウム
令和3年3月10日

JEMA 理科教育支援WG 副主査
渡辺 哲仁

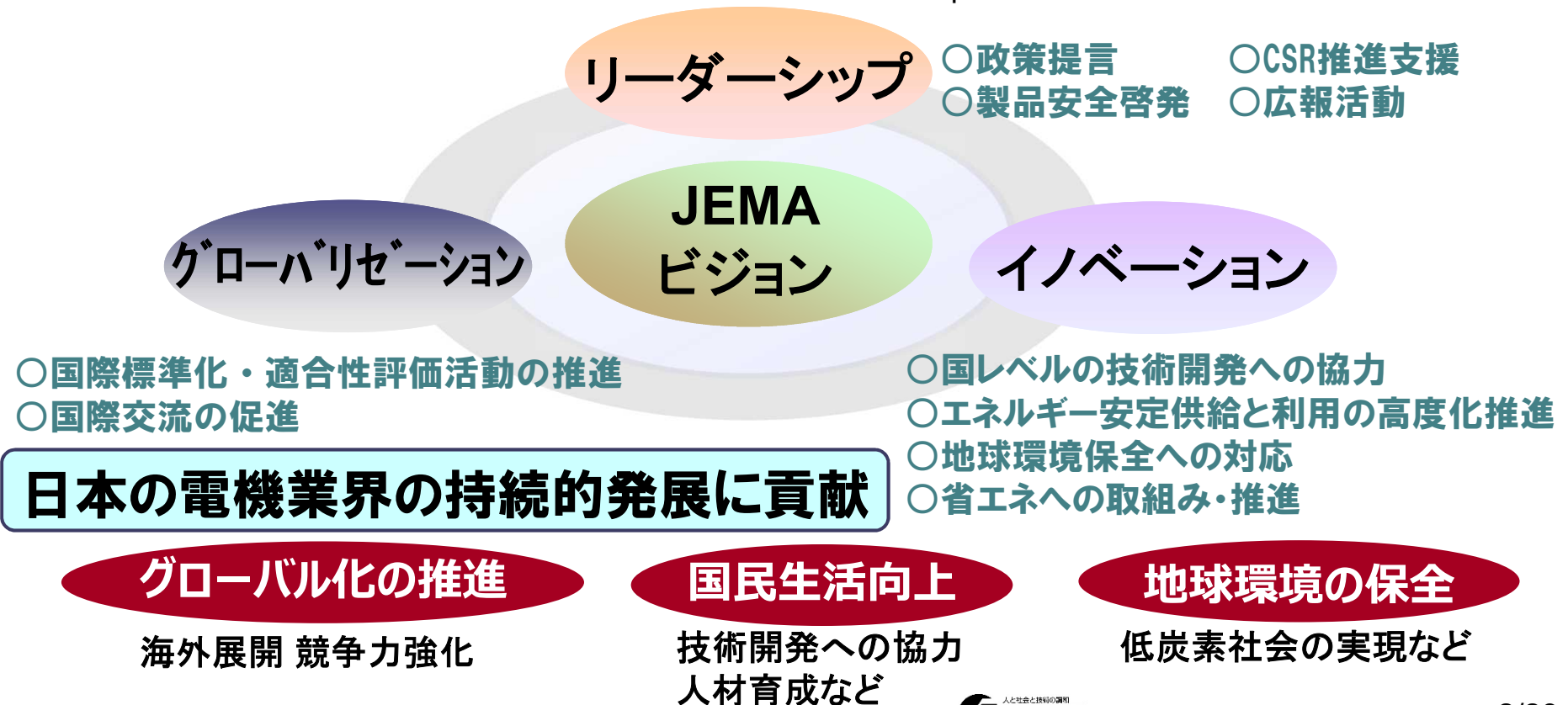
はじめに-日本電機工業会（J E M A）の役割・活動

◇設 立： 1948年

◇会員数： 293社（正会員183社、賛助会員110社）※2020年10月

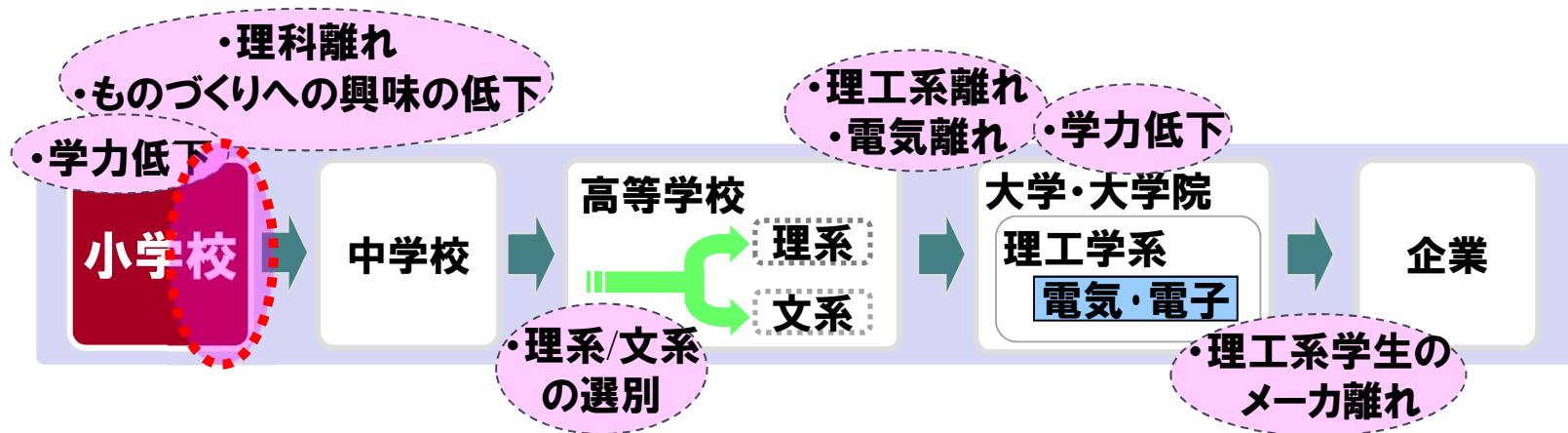
◇取扱い製品： 重電機器、白物家電機器

※JEMA：The Japan Electrical Manufacturers' Association



理科教育支援活動の背景

◆小中学生の理科離れ、理工系学生・理工学志望の学生数の減少



◆小学校の教員：文系出身者が多く、理科への苦手意識が強い
⇒ **教員の研修が必要**

◆産業界からの『電気分野』における教育支援：
⇒ **大学/高専向けが中心**

電機業界の将来を担う科学技術人材の育成と確保が必要

J E M Aとして理科教育支援活動を始動

JEMA

2008年10月に立上げ

理科教育支援WG

(会員企業 代表10社のメンバーで構成)



J E M A 会員企業

共同プロジェクト

大学機関

小学校

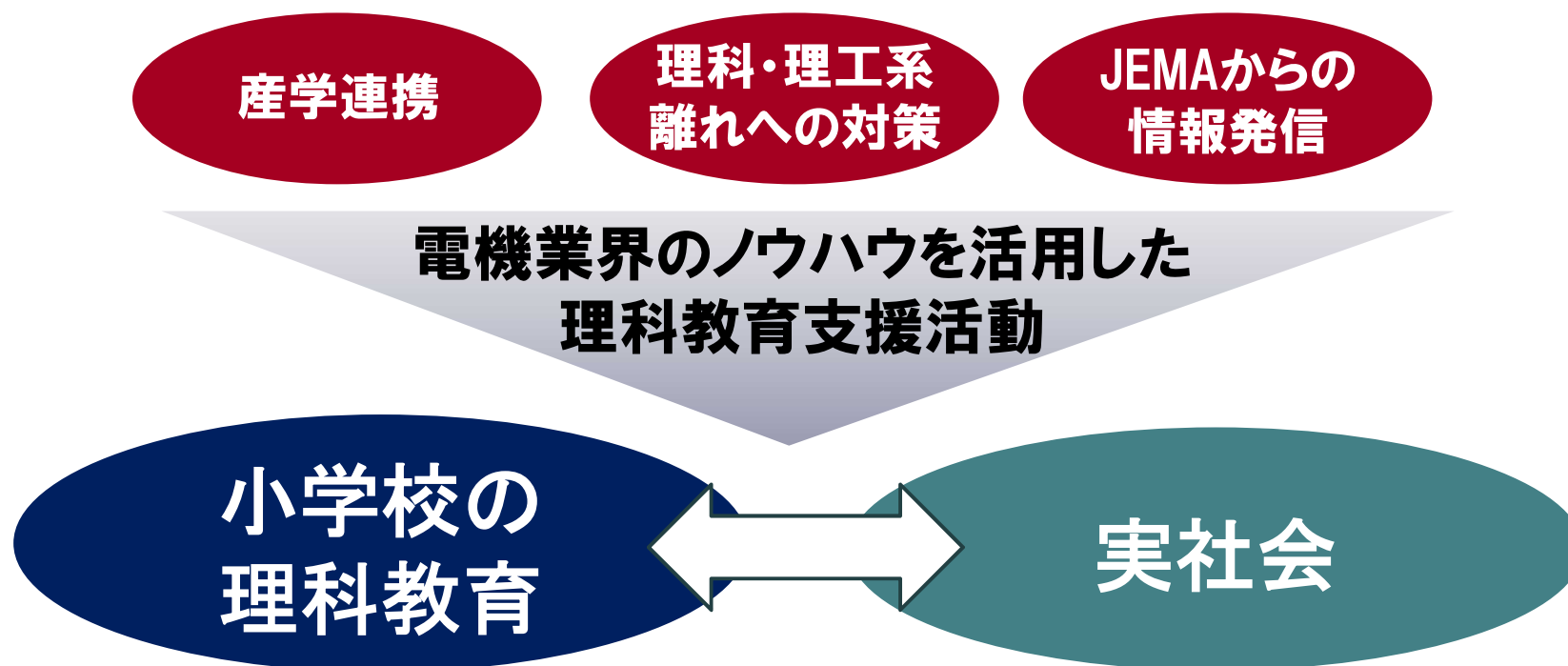
株式会社
キャリアリンク
(教育コンサルティング)

文部科学省
経済産業省

教育委員会



将来をみすえた電機業界の人材の育成と確保



◆多くの子供たちが理科をもっと好きになってもらいたい
⇒ 実社会とつながった『**生きた理科授業**』の実現

活動の進め方

学習指導要領改訂に合わせて

(1) 「JEMAプログラム」の開発

- ① 早期段階_小学校6年の
理科「電気の利用」単元と連動
- ② 社会とのつながりを実感できる
授業プログラム



◎授業ですぐに使える！

◎社会とつながる理科授業

提供する教材



◆ティーチャーズガイド、教材

(2) 支援の方法

★教育を改善する**教員への支援**

- ① 授業で活用できる授業プログラム案の
作成・提供 (ティーチャーズガイド、教材)
- ② 教員研修プログラムの開発と
教員セミナーの実施
⇒ JEMAプログラム授業案の体験



◎JEMA講師と学ぶ！

◎授業で活かせる「理科教育セミナー」



◆グループ毎に実験
(JEMAサポータが指導)

学習指導要領に則った「JEMAプログラム」授業案

◆ 学習指導要領（2008年告示）と連動

⇒基礎的・基本的な知識・技能と科学的思考力を育む

⇒児童に“理科学習と社会とのつながり”を実感させ、学習への興味・関心を高める

【 JEMAプログラムの授業案_小学校6年生「電気の利用」（全10時限分） 】

テーマ	内容	時限
＜第一次＞ 【発電】 【電気の変換】	【発電】電気はつくることができるのだろうか	1
	【変換】電気の働き	1
	【発電】電気はどのようにつくられているのだろうか	2
＜第二次＞ 【蓄電】	【蓄電】電気はためることができるのだろうか	1
	【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	1
	【蓄電】蓄電のひみつ	1
＜第三次＞ 【発熱】	【発熱】電気と熱の関係 ～電熱線の並列つなぎ編～	1
	【発熱】発熱のふしぎ ～電熱線の直列つなぎ編～	1
＜第四次＞ 【電気の利用】	【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かわり	1

プログラミング教育を追加したJEMAプログラム授業案

◆新学習指導要領（2017年告示・2020年実施）に基づき改訂

⇒身の回りに、電気の性質や働きを利用した道具(電気製品)があることの理解

⇒体験によるプログラミングを意識した論理的思考力の育成

【 JEMAプログラムの授業案(改訂)_小学校6年生「電気の利用」(全10時限分) 】

テーマ	内容	時限
＜第一次＞ 【発電】 【電気の変換】	【発電】電気はつくることができるのだろうか	1
	【変換】電気の働き	1
	【発電】電気はどのようにつられているのだろうか	2
＜第二次＞ 【蓄電】	【蓄電】電気はためることができるのだろうか	1
	【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	1
	【蓄電】蓄電のひみつ	1
＜第三次＞ 【電気の利用】	【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かわり	1
	【電気の利用】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仕組みで正しく動くのだろうか)	2

★【発熱】⇒中学校2年に移行(抵抗の概念を伴う内容など)

【発熱】	【発熱】電気と熱の関係 ～電熱線の並列つなぎ編～	
	【発熱】発熱のふしぎ ～電熱線の直列つなぎ編～	

JEMA授業案のプログラミング教育の特徴

「コンピュータを使わずに**プログラミング的思考**を学ぶ」
(アンプラグドなプログラミング教育)

身近な炊飯器を題材

- ◎スイッチを押すだけ⇒美味しいご飯が炊ける
- ◎お米を炊く仕組みを理解する過程で、
『どうして美味しく炊くことができるのか』を論理的に考える



プログラミング的思考を体験

身近な電気製品に目を向け
理科をもっと好きになってほしい

授業の概要_①映像教材によりお米を炊く仕組みを確認

炊飯器動作の把握

- ・電気⇒熱に変換して温度変化を制御

適切な温度管理

美味しいご飯を炊く



課題提起

◎炊飯器はスイッチを押すだけで

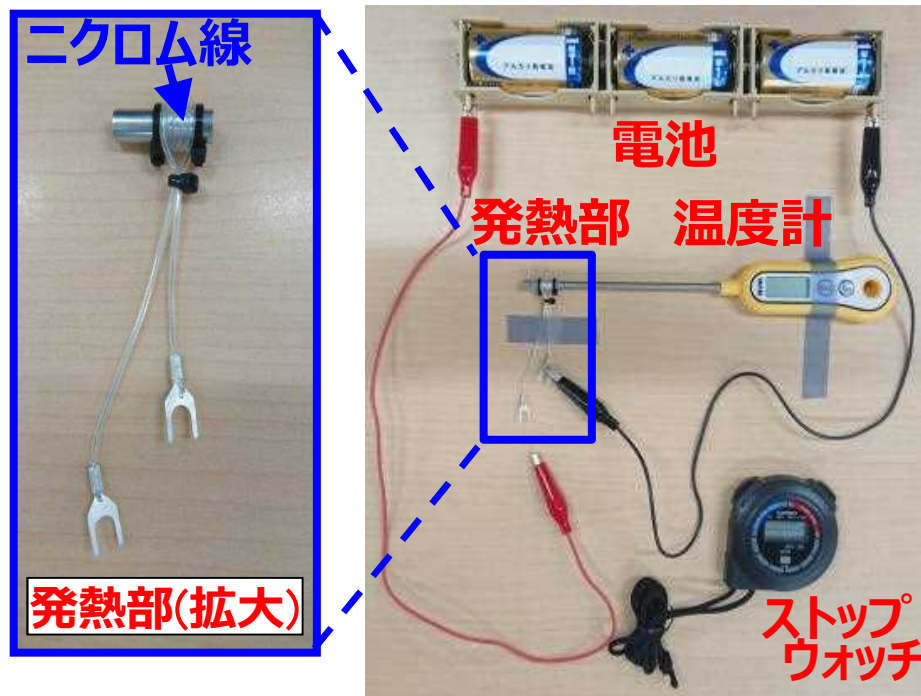
- ・どのような仕組みで正しく動くのか？
- ・何がどのように温度を調節しているのか？

授業の概要_②炊飯器の温度変化の再現実験

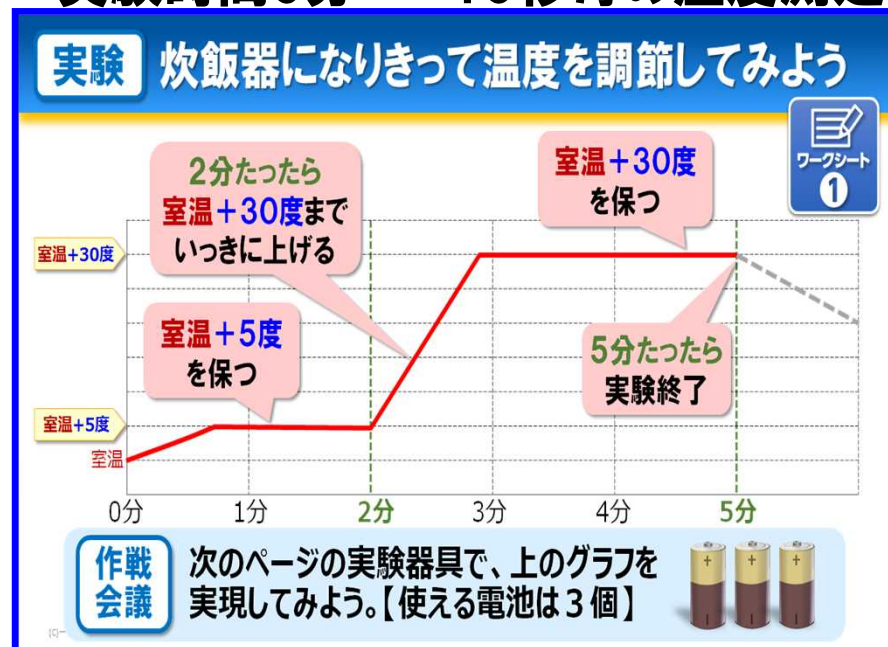
ねらいと進め方

- ・炊飯器を模擬した実験器具(発熱部)を用いて、温度変化を再現
- ・接続する電池の数を調整して発熱部(ニクロム線)の温度を制御
- ・4人チーム編成:議論・推論・実験

<簡単・安価な道具・材料>



<安全な実験条件> 室温+5度、+30度
実験時間5分・・・15秒毎の温度測定



授業の概要_②炊飯器の温度変化の再現実験

実験の流れ・・・チームで相談して温度変化の再現に挑戦(PDCA)

◆PLAN【作戦会議・・・仮説検討】

- ①役割分担を決定：時間・温度・電池・記録係
- ②＜具体的な実験計画を検討(ワークシート活用)＞
 - ・電池接続数の切替計画(温度/時間条件)

◆DO【実験_1回目】

- ①計画した手順で、電池接続数を切替
- ②15秒毎に温度、電池数を記録

◆CHECK【結果考察・再考】

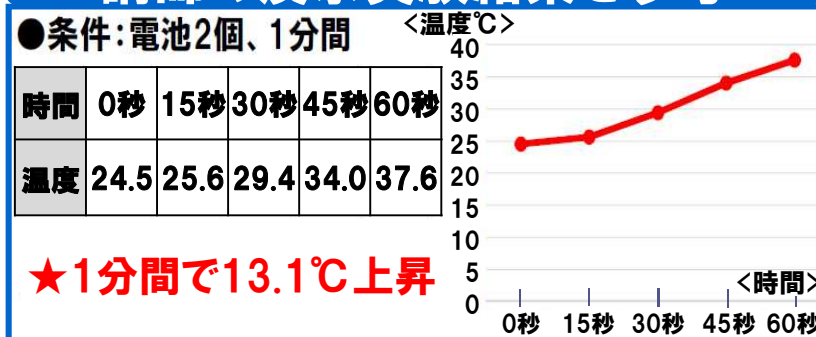
- ①測定結果をグラフ化⇒目標温度と比較
- ②目標からずれた原因を検討
⇒目標に近づける方法を再考

◆ACTION【再実験_2回目】

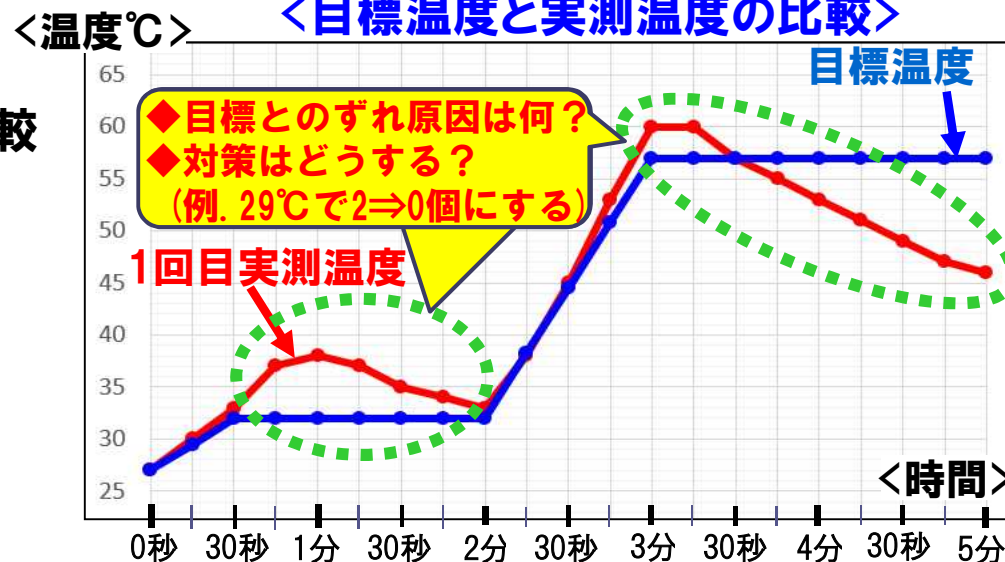
- ①見直した手順で再実験
- ②実験手順(フロー)をどう変えたと何がどう変化したかを論理的に思考

＜ニクロム線の基本温度上昇特性＞

講師の演示実験結果を参考



＜目標温度と実測温度の比較＞



検討ワークシート

① ワークシート

身の回りの電気製品はどのように動いているのか
「炊飯器の温度変化を再現しよう」実験手順シート

年 月 日
名 姓

目標温度の例

「飯器の温度変化を再現してみよう！」

室温+30度 ⇒ 57度

室温+5度 ⇒ 32度

室温 27度

(1) 室温に対する目標温度の設定

今の室温を確認し、(ア)度、(イ)度を算出しよう。

室温	(ア) 度 = (室温+5) 度	(イ) 度 = (室温+30) 度
(室温+5) 度	(イ) 度 = (室温+30) 度	

(2) 実験 1 回目の作戦

・電池切替条件・接続数の計画

(4) 実験 2 回目の作戦

・電池切替条件・接続数の見直し計画

1 回目の実験の作戦を立てよう。

使用してよい電池は 0 個、1 個、2 個、3 個

① 最初の 2 分間 (ア) 度 に上げて保つ

- 5 度温度を上げるために、電池は何個つなぐ？ 電池 個
- (ア) 度より高くなったかどうか？ 電池の数は？ 電池 個
- その後 (ア) 度より低くなったかどうか？ 電池の数は？ 電池 個

2 分たったら ② へ

② 2 分後 (イ) 度 まで一気に上げる。

- 30 度温度を上げるために、電池は何個つなぐ？ 電池 個

③ (イ) 度 に保つ。

- (イ) 度より高くなったかどうか？ 電池 個
- その後 (イ) 度より低くなったかどうか？ 電池 個

5 分たったら実験終了

1 回目の実験で気づいたことや、次は改善したいことを書いておこう。

(3) 実験 1 回目結果の振り返り

- ・ずれ原因の検討
- ・改善ポイントの検討

2 回目の実験の作戦を立てよう。

使用してよい電池は 0 個、1 個、2 個、3 個

① 最初の 2 分間 (ア) 度 に上げて保つ

- 5 度温度を上げるために、電池は何個つなぐ？ 電池 個
- () 度より高くなったかどうか？ 電池 個
- その後 () 度より低くなったかどうか？ 電池 個

2 分たったら ② へ

② 2 分後 (イ) 度 まで一気に上げる。

- 30 度温度を上げるために、電池は何個つなぐ？ 電池 個

◆ 所定フォーマット

- ・ 目標温度の設定
- ・ 各種条件 (電池の切替条件・接続数) の検討

⇒ 抜けなく行えるよう支援

授業の概要_③実験の中で学ぶプログラミング的思考

実験の振り返り・・・炊飯器になりきり、温度変化の再現実験

◆分担した作業(電池の切替・温度計測・時間計測)

⇒1つ1つを言葉に書き出し、手順通りに並べる **【付箋化作業】**




美味しいご飯を炊く一連の温度制御の手順
⇒プログラム(フローチャート)

◆意図した目標を実現する
動作項目の手順を作り上げる



小学校理科で育む
プログラミング的思考

★目標に向け仮説を立て考え進める(PDCA)
★グループ作業での実験⇒対話ある学習

 実験手順を言葉にしてみよう

① 一つ一つの手順を言葉にして書き出そう

ふせん1枚に1つ書く

電池	温度	時間
<例> 電池1個つなく	A℃より高くなった	2分すぎた
電池0個にする	●℃になった	5分すぎた

② 実験でやった流れで、順番にならべてみよう

理科授業と社会のくらしとのつながりへの気付き

★実験後に、実際の炊飯器の内部構造を説明

炊飯器の構造

【プログラム・タイマー機能部の写真例】

プログラム

タイマー

温度センサー

ヒーター

炊飯器図 出典：家電製品協会「生活家電の基礎」

(C)一般社団法人 日本電機工業会 本資料の無断での引用・転載・複製を禁じます

- ・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】

自動で熱を制御するしくみ

プログラム

実験手順

時間係
タイマー

温度係
温度センサー

時間

温度

ヒーター制御

電池係

ヒーター

【炊飯器】
美味しくご飯を炊くためのプログラム
⇒自動で熱を制御する仕組みを実現

★理科実験 ⇄ くらしとのつながり

JEMA プログラム授業に対する児童の感想

概要

- ①理科への興味関心・・・**8割**の児童『**興味関心が持てた**』との回答
- ②センサーやプログラミングの働き・・・**9割**の児童『**理解できた**』との回答

詳細 … 好印象

- ・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
- ・熱に変える物だけでなく、**音に変える物のしくみ**も見てみたいと思った
- ・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ム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**

教員向け理科教育研修セミナーの取組み

目的

- JEMAが提供する「電気の利用」の授業案の体験と理解
- 実験器具の電氣的な正しい使い方や実験上の注意点の理解

内容

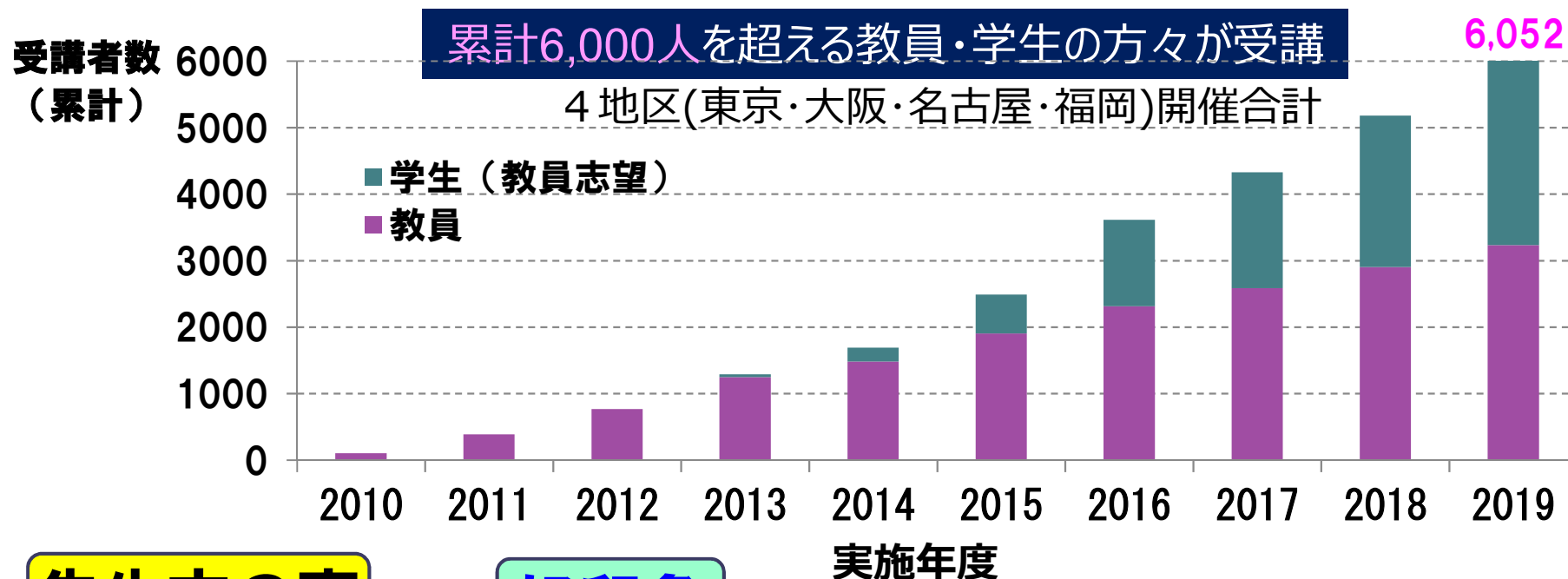
- ◆小学校理科で育む力の確認
- ◆JEMAプログラム授業の体験・・・実験・注意事項
- ◆実際に、授業を実施した教員の事例紹介

進め方

- ◆ワークショップ形式
 - ・先生方・・・生徒になりきって、4人グループに編成
 - ・JEMA講師・・・全体進行、プログラム授業案の説明
 - ・JEMAサポータ・・・グループ毎に個別実験の支援、Q&A対応



理科教育研修セミナーの実績と先生方の感想



先生方の声 … 好印象

- ・すぐに授業に活用できると感じた
- ・実験を取り入れたワークショップ形式であり、意欲的に取り組むことが出来た
- ・失敗して再考するプロセス (PDCA) があり、Gr意見交換や仮説と振返りが出来た
- ・論理的な思考 (PDCA) とフローチャートにより、プログラミング的思考が体験出来た

コロナ禍での取組み・・・オンラインセミナーのトライアル

コロナ禍での概況

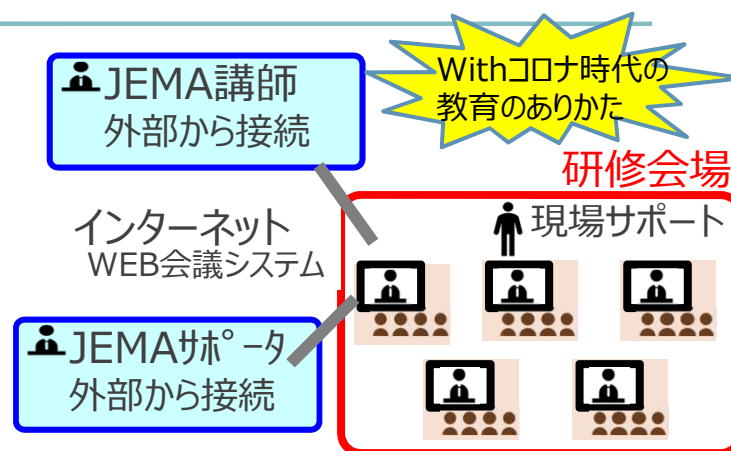
- ◆コロナ禍：対面セミナーが困難
⇒多くの計画中止
⇒対面：2件、オンライン：1件

オンライン・セミナー形式

- ◆Webシステム活用の実施方法検討
⇒JEMA講師・サポートが外部接続

オンライン・トライアル実施

- ・2020年10月
- ・対象：都内某区 理科部会
- ・参加者：約60名
- ・評価：対面と同レベル、受講者も高評価
- ・課題：オンライン機器の安定運用等



＜会場風景＞
(体育館)



まとめ

◆今回の学習指導要領の改訂

背景

- ・情報化・グローバル化の進展・・・**予測困難な急激な社会的変化**
⇒未来の創り手としての**資質・能力を育む**ことが必要

願い

- ・自ら課題を見つけ、学び、考え、判断・行動し、思い描く幸せを実現
- ・明るい未来を、共に創っていききたい

◆JEMAとしても思いは同じ！

◎多くの子供たちが

- ・理科をもっと好きになってもらいたい
- ⇒**実社会とつながった「生きた理科授業」の実現**

企業から子供たちの育成への期待

◆世の中の動き
⇒地球温暖化、高齢化、
人口減少(日本)・・

課題
解決

安全・安心で持続可能な社会の実現

◆技術の進化と新製品の開発

- ・エネルギー技術革新 ⇒ 再生可能エネルギー、省エネ
- ・デジタルデータ有効活用 (IoT・AI、5G) ⇒ 新価値創造

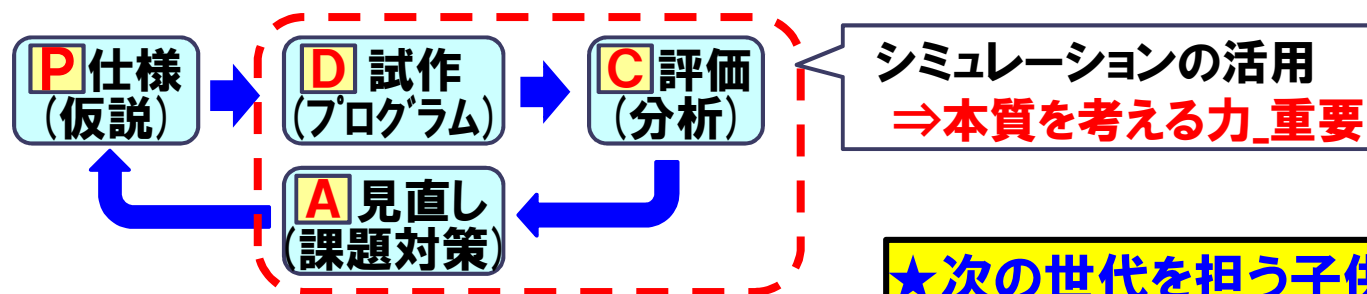
★お客様に安全・安心で利便性の良い製品を提供

【製品開発おけるポイント】

◆新しい技術を追求・挑戦・・・失敗から学ぶ

(継承と進化、結果に対し振り返り⇒分析・対策)

F(機能)、Q(品質)
C(コスト)、D(納期)



★次の世代を担う子供たちの育成に期待

★製品に起こりうる様々なケース(正常・異常)を想定

⇒ 状況を捉えて・考えて・行動する力【プログラミング的思考】

⇒ 人(チーム・顧客)との対話の中で方向性を導く力【作戦会議】

JEMA理科教育支援活動 Webサイトのご紹介

JEMA 理科

検索

『<https://www.rikakyoiku.jp/>』



JEMA_Webサイトのトップページより
右側の「理科教育支援活動」ボタンをクリック

**★学校現場で使用可能な教材
⇒無償ダウンロードが可能
(映像教材、スライド、ワークシート等)**

JEMAの理科教育支援活動

→ 社会とつながる理科授業 JEMAプログラム →



新着情報

→ 2019年8月20日
WEBサイトを公開いたしました。

→ 2019年4月1日
「理科教育支援活動」を公開しました。

社会とつながるJEMAの理科教育支援活動

JEMAでは社会貢献として、次世代を担う子どもたちが理科学習の有用感を感じ、問題解決型の学習活動によって『科学的思考力』を身につけることができる理科教育を支援することを目的として、以下の活動を行っています。

JEMAプログラム(教材)のご紹介

理科教育セミナーのご紹介

小学校の教員を対象とした授業で活かせる理科教育セミナー



JEMAプログラムを体験しながら、「電気の利用」の単元についての理解を深めます。授業で使える実験や、実験器具の取り扱い方の紹介など、講師による専門的・最新情報を提供します。



ご清聴
ありがとうございました。

【付録】

授業案の題材検討（炊飯器の仕組み学習）



◆ 教員の方々との協議(要望抽出) ⇒ 授業案を決定

- ①電気の利用・変換が体感可能
- ②身近な電気製品の仕組みが理解可能
- ③熱に触れること
- ④他の教科との連動があること
- ⑤プログラミング的思考の育成が可能
- ⑥実験器具が安価に入手可能
- ⑦実験器具が単純(分り易い構造)
- ⑧実験で予測・推論・検証が可能
- ⑨ものづくりが体感可能
- ⑩自ら考え行動とチーム議論が可能
- ⑪社会・暮らしとのつながりがあること
- ⑫社会での有用感・役立ち感を得られること

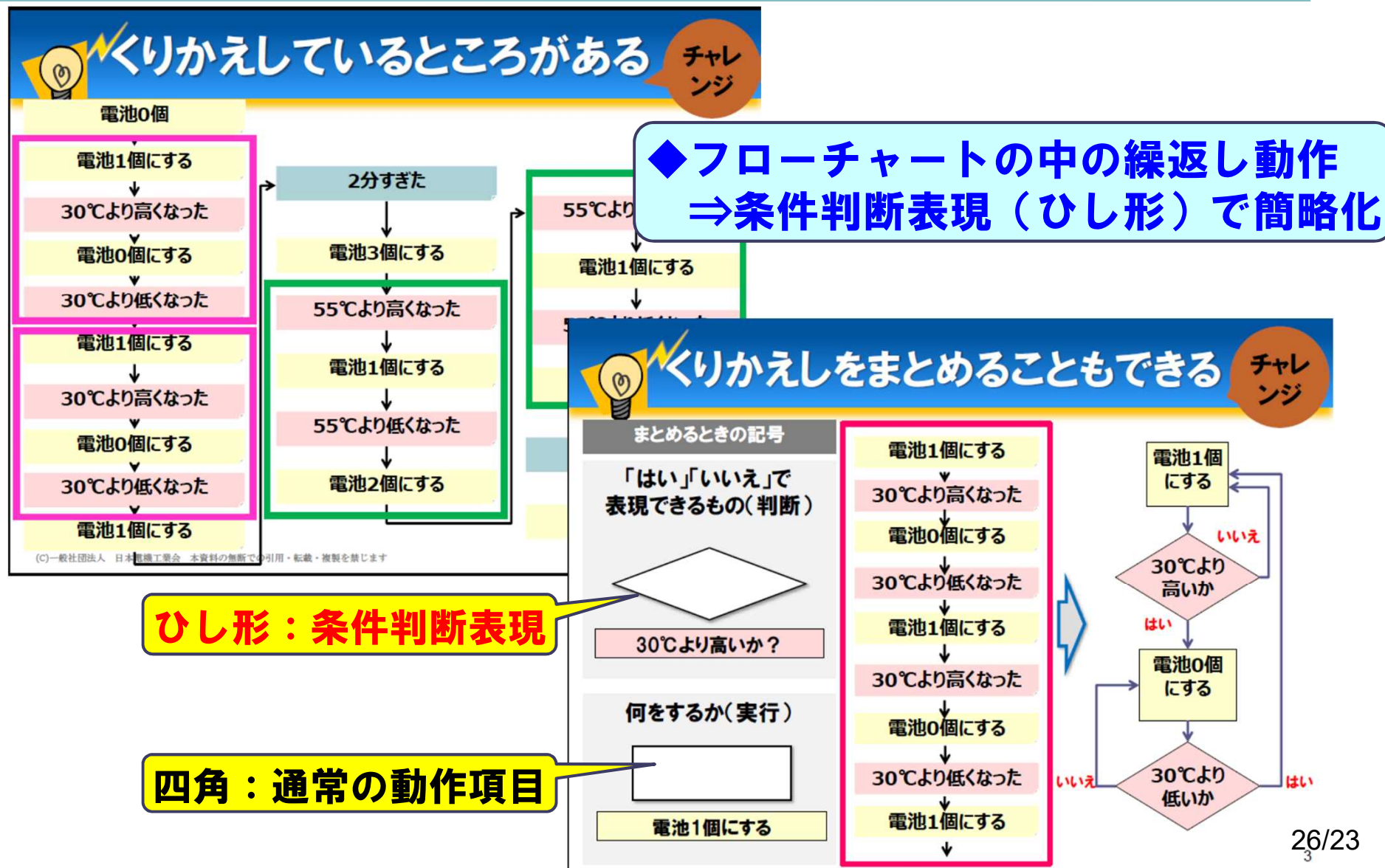
- ◆製品の仕組みが理解容易
- ◆家庭科のお米を炊く授業と関連有り
- ◆熱を利用（電気⇒熱変換）

➡ **“炊飯器”**を題材に選定

- ◆実験器具が安価で単純
(PC・センサー等の高価な器材不要)
- ◆**“プログラミング的思考”**が可能

- ①炊飯器の動作の模擬実験
⇒お米を炊く温度制御動作を体験
- ②実験手順の項目抽出・記号表現
⇒プログラミング的思考を育成。

付箋化作業の応用例



JEMA提供教材



ティーチャーズガイド



児童用ワークシート

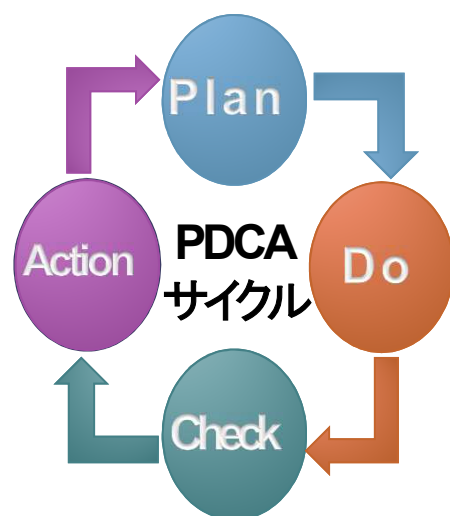


スライド教材・映像教材

授業を実施した教員の声

東京_某小学校先生

- ◆炊飯器という身近な製品を題材
⇒学びが日常と繋がっている
- ◆実験にPDCAサイクルが組込まれている
⇒プログラミング的思考を体験できた



<理科実験のPDCAサイクル>

Plan: 計画を立てる
【予想・仮説(実験計画・作戦会議)】

Do: 計画を実行する
【実験】

Check: 行動を評価する
【結果・考察・再考】

Action: 改善して次につなげる
【再実験】