

# Nara Women's University

## サイエンスカフェ「未来を創る新エネルギー」の授業実践:新しいサイエンスカフェと課題

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 奈良女子大学附属中等教育学校 公開日: 2012-06-08 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 吉川,裕之 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10935/3129">http://hdl.handle.net/10935/3129</a>

# サイエンスカフェ「未来を創る新エネルギー」の授業実践

## —新しいサイエンスカフェと課題—

吉川 裕之

### 1. はじめに

科学や技術の発達は目覚しく、中等教育期の生徒にとって科学技術への興味は尽きない。一方で、科学技術のブラックボックス化現象や、科学技術の発展の歴史を知ることなく、単にそれらの成果を享受している現状がある。「科学」と「技術」が文明進歩の両輪として現代社会の中に位置づけられ、科学的知識や判断力が要求されているにも関わらず、その課題に取り組むべき教科科目が学校教育の中に位置づけられていない。科学や技術に対して必要かつ正しい情報を収集し、主体的に判断し、行動する能力と態度を培う必要がある。本校は平成17年度からスーパーサイエンスハイスクールに指定され、研究を進めてきた。その中で時代が要求する新しい能力としての「生活科学リテラシー」（市民が日常生活において様々な事柄を科学的に判断できる知識と素養）を育成するカリキュラムとして、創作科（技術）の教員と教育課程委員、理科教員とが共同研究する形で、新しい学校設定科目の開発を始め、平成19年度から学校設定科目「科学と技術」を第4学年（高校1年生にあたる）の選択科目（2単位必修選択）として設置し、4年間の授業実践を試みた。

サイエンスカフェが新しい科学技術にアプローチする方法として非常に優れていることが明らかになってきたことは、本校研究紀要第51集で述べた。ここではサイエンスカフェのカリキュラム化研究を進めてきた成果を元に、サイエンスカフェの実施の様子と課題を報告する。

### 2. テーマ設定における新たな取り組み

サイエンスカフェを授業として位置づけるとき、打ち上げ花火的な単発の取り組みであってはならないと考えてきた。これまで実施してきた太陽光発電、風力発電といった、サイエンスカフェにおいては、第Ⅲ期の授業の導入、あるいはまとめとして授業カリキュラムの中に位置するものであった。テーマ決めはサイエンスカフェ実施の重要なファクターであり、十分な話し合いを経てテーマを決めてきたが、そこには一定以上の指導者の誘導の中で設定されてきた経緯がある。そのため、サイエンスカフェ実施を意識した風力発電機の製作や、サイエンスカフェを受けて太陽電池の製作を行ったりする展開をスムーズに実施してきた。

一方、これから科学技術に関わっていく生徒たちが主体的に関わっていく力の育成という授業のコンセプトから考えると、もっと自由な発想の中でサイエンスカフェを実施する必要性を感じていた。実際には、過去のテーマ決めの話し合いの中でも、小柴昌俊といったノーベル賞受賞者やハイブリッド車の開発者である大塚明彦など、生徒からのゲストの希望は多岐に渡っていた。

生徒の興味あるテーマに即したゲストを迎えることは、サイエンスカフェ本来の形でもあり、「新しい科学技術に主体的に取り組む姿勢を作り上げる」という「科学と技術」の授業コンセプトにも一致する。指導者がテーマをカリキュラムの都合で決定することは望ましくなく、もっと自由な発想で、生徒の興味関心を伸ばしていきたいと考えた。

今回生徒からの希望には次のようなものがあった。

海底資源、潮力発電、マグネシウム電池、風力発電、JAXA  
プリウスの開発者、3D、宇宙工学、もんじゅ所長、シャープ商品開発センター

テーマ決定の時期は、社会的に東シナ海の海底資源の領有をめぐる問題が大きく取り上げられていた時期であり、生徒たちはその中にテーマを見つけていた。代替エネルギーの研究、普及が喫緊の課題である一方、日本の産業や生活構造を見ると、電気以外のエネルギーも必要としており、化石燃料の安定供給が今後も必要である。海底資源への着目の中から、今回のサイエンスカフェでは、資源の乏しい日本の中で、今後の大きな可能性が報じられているメタンハイドレートをテーマとすることを指導者から提案し、取り組みを始めた。メタンハイドレートとは「燃える氷」と呼ばれる、深海に眠る新たなエネルギー源である。「科学と技術」の授業カリキュラムでは、Ⅲ期に「代替エネルギーの模索」として、太陽電池や風力発電といった実用化が進む代替エネルギーについて扱い、太陽電池の製作や風力発電機の分解組み立てからの理解学習を進めてきており、海底資源については全く取り扱ってはいない。生徒の希望を優先した今回のテーマは、これからのエネルギー供給という課題の元で、これからのエネルギー源の開拓という新たな広がりを見せることとなった。

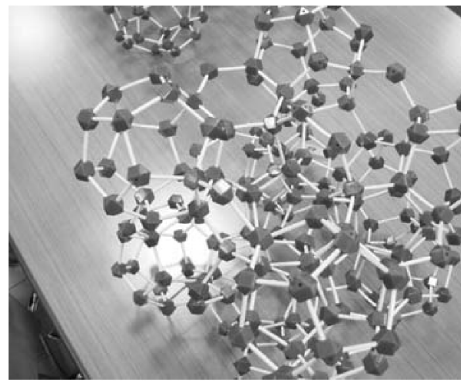
### 3. 事前の取り組み

メタンハイドレートについては、高校化学の教科書でトピックとして扱われているが、ほとんど本校の授業では触れられていないという現状があった。テレビ番組で紹介されることもあるが、「燃える氷」という紹介や、莫大な埋蔵総量が紹介される程度であり、実際どういうもので、その利用方法、また埋蔵把握や産出方法の課題といった正確な情報は一般に認知されていない。生徒の中にも存在を知らない生徒もおり、サイエンスカフェを実施するにあたり、事前学習を行うことにした。サイエンスカフェは専門知識が全くない一般人と研究者の対話を気軽に楽しむことが目的である。新しい科学技術に対して、事前の予習なく一般社会の感覚を研究者にぶつけることがカフェを成功に導くときもあり、必ず知識を持ち合わせて参加する必要はなく、授業として実施する場合でも指導者があらかじめサイエンスカフェに向けて、改まって知識を与えておく必要はないと考えている。あくまで一般高校生の素朴な質問を引き出させることが大切である。ただし、ゲストからの説明が長すぎると、テーブルトークを重視したいサイエンスカフェが、消化不良に陥る恐れがある。そこでインターネットを用いた事前学習の時間を確保した。事前学習を進める中で、生徒は指導者の予想以上に興味を深め、調べたことをレポートにまとめたり、図解で理解できない分子のかご構造（注 1）について、化学教室から分子模型を借りて製作に取り組むなど、聞きなれないメタンハイドレートを少しでも理解しようと努力しながらサイエンスカフェを迎えることとなった。



メタンハイドレートとは次のような物質である。

- ・水の分子からなる結晶であり、氷のような形状をしている。人工のものは白色であるが、自然界に存在するものは砂粒子に挟まれて存在するため、ほとんど土のように見える。
- ・氷とは大きく性質が異なり、水分子からできたカゴ構造の中にメタン分子が取り込まれている包接化合物である。
- ・常温・常圧では分解してメタンを放出し、火をつけると燃える。燃えた後には燃えなかった水だけが残る。
- ・1気圧では $-80^{\circ}\text{C}$ 、 $0^{\circ}\text{C}$ では26気圧以上という低温・高圧下でしか存在できない。そのため、石油・天然ガスと比較し、海底浅部に位置するが、自噴はしないため、地層中で分解させる開発システムが必要である。
- ・メタンハイドレート1に対して、160–170倍 ( $0^{\circ}\text{C}$ 1気圧)の体積のメタンを放出する。
- ・日本近海にもメタンハイドレート層が地震探査で発見され、基礎試錐が行われている。東部南海トラフだけでも1兆1400億 $\text{m}^3$  (日本の天然ガス年間消費量13年分)が原始資源量として算定され、新たな天然ガス資源として期待される。
- ・メタンは二酸化炭素の20倍以上という強力な温暖化ガスであるが、石油や石炭と比較し、燃焼時の二酸化炭素の排出量はおよそ半分であるため、温暖化対策としても期待されている。



生徒がテーマを決定した時期に、指導者は「メタンハイドレート総合シンポジウム」が開催されることを知り参加することにした。新たな科学技術開発のためのシンポジウムは非常に興味深いものであった。メタンハイドレートとは何かといった調べ学習から始まり、海洋産出試験に関するものや産出時の海底変化、産出機器の研究や産出後の利用方法など、新しいエネルギー源への手探りの研究が発表された。そこには新技術への知的興味からの研究ではなく、企業が新技術について産業として成り立たせるための研究があった。新たなエネルギー源そのものの理解と共に、科学を産業に結びつけていく様子をぜひ生徒に伝えていただきたいと考えた。シンポジウムを開催されている成田英夫センター長にお会いし、サイエンスカフェのテーマとして生徒の希望を伝え、メタンハイドレート研究センターにご協力いただけることになった。

産業総合研究所のひとつであるメタンハイドレート研究センターは、これまでもサイエンスカフェや出前授業を開催し、メタンハイドレートの普及活動を行われている。本校でのこれまで実施してきたサイエンスカフェを紹介し、今回のサイエンスカフェの目的を依頼したところ、イギリス発祥のサイエンスカフェ本来の意図を汲もうとしている取り組みが奈良の高校で行われていることに非常に驚かれ、その意図をすぐにご理解いただいた。高校生がコーディネートすることを大切にすることを伝え、今後の打ち合わせや当日の準備・進行も高校生だけで行うこともご理解いただいた。生徒とセンターとのメールや電話でのやり取りの中で、生徒はこれまでの本校のサイエンスカフェで行ってきたテーブルトークとは違う進め方の提案を受け、講演の中でも燃焼実験をテーブルごとに行うといった新たなサイエンスカフェを計画していった。

#### 4. サイエンスカフェの展開

サイエンスカフェは次のように展開されていく。

創作科（科学と技術）公開授業

学校設定科目「科学と技術」の実践と検証

<授業日>2011年2月18日（金）

<サイエンスカフェ参加者>

生徒 23名 「科学と技術」選択生 13名

その他本校生徒 10名

公開授業参加者 21名

<展開>

00. ゲストへの依頼

0. 会場セッティング、ゲストとの打ち合わせ

1. ゲスト紹介

2. ゲストからの講演

3. テーブルトーク

4. 全体のまとめ

<講演内容>

○「一次エネルギーの消費」

世界の一次エネルギー消費の現状について紹介していただいた。一次エネルギーの中でも最近需要が増加している天然ガスに着目した。

○「メタンハイドレートとは」

通常の氷とメタンハイドレートを観察比較し、燃焼実験をおこなった。初めて目にする物質に戸惑い、実際に触れ、燃焼の様子に興味を持った。メタンハイドレートに初めて触れた感想や実験中に気づいた点などは、テーブルに広げた模造紙にサインペンで書き込み、グループで共有できるように工夫した。

○「メタンハイドレートの採掘」

海底のメタンハイドレート層の探査の方法から世界の資源分布や日本近海の埋蔵算定等について、最新のB S R分布図（注2）を見ながら説明を受けた。東部南海トラフにおける莫大な期待埋蔵量にこれからの可能性をみた。また、減圧法といった生産手段の研究を紹介していただいた。

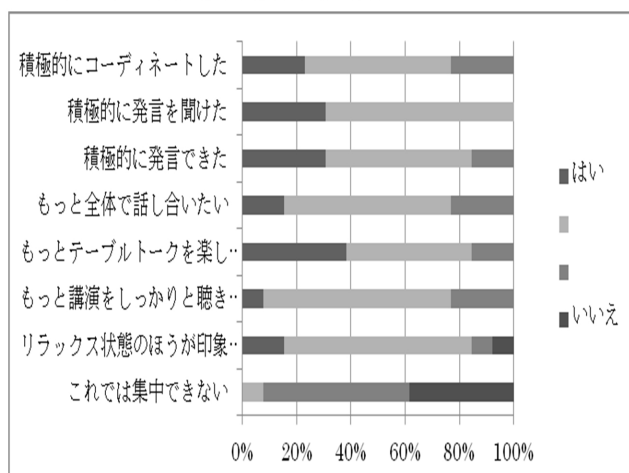
#### 5. アンケート結果

サイエンスカフェの取り組みは、一般市民の感覚を研究者とすり合わせることから起こっている。そのため、参加者は専門的な予備知識を必要とせず、自分のこれまでの知識・経験から話し合いに参

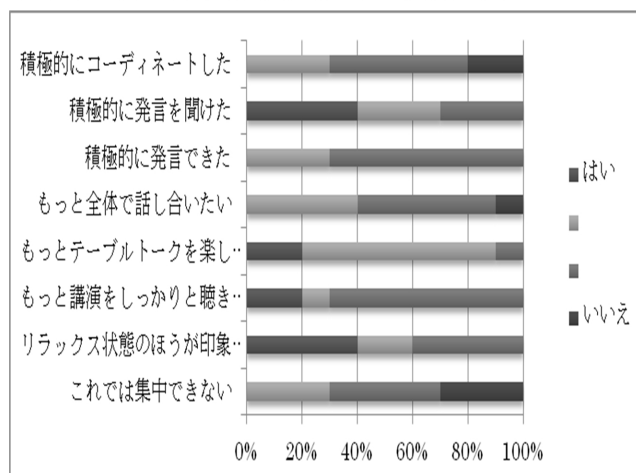


加すればよい。昨年度の実践の中で、外部アンケートに事前指導について触れられたものはいくつか見られた。このサイエンスカフェには、事前学習を行った「科学と技術」選択生の他に、新エネルギーに興味が高いと考えられる、別の総合学習の授業において「エネルギー環境」をテーマに設定している生徒も参加した。これらの参加生徒にはメタンハイドレートに関する事前指導を全く実施していない。サイエンスカフェ参加後、これらの2つの集団の生徒に対し、アンケート調査を行った。アンケートは4段階の自己評価及び記述式で実施した。

(表1) 科学と技術選択生徒



(表2) 科学と技術選択生以外の本校生徒



(1) 科学と技術選択生

- 講演になかったあるいは、先生が気づいていないと思われる、あなたが気づいた問題点について書き留めておきなさい
  - ・メタンハイドレートを採掘するとき事故が起こってメタンが大気中にでていくこと
  - ・実際に商業的な採掘ができるのか
  - ・メタンハイドレートからメタンを取り出し二酸化炭素と入れ替える技術はできているか
  - ・メタンハイドレートを産出することにより、今まで資源を産出していた国が困る
  - ・メタンがもれたときに、地球温暖化が進むのではないか
  - ・深い海からわざわざ掘り出すほどのメリットがあるのか
  - ・海に近い国が得なのではないですか
  - ・南海トラフには今後地震が起こると予想されているのに、その地域で実用化してしまうと今後地震がきたときに、色々めんどろなことが起こるのでは
  - ・採掘する技術が確立されていない
  - ・保存方法
- テーブルトークを進めて行く中で、自分の考えが変わったり、深められたりしたことについて書き留めておきなさい
  - ・自分はメタンハイドレートをあまり有効だと思えなかったが、人の話を聞いて有効な点を見出すことができた。
  - ・メタンハイドレートは予想以上に期待できなかった。
  - ・今までメタンハイドレートは環境に良いものだという風に知っていたが、これもエネルギー問題の一時的な解決にしかならないという考え方には関心をもった。

- ・メタンハイドレートは便利なものだと思っていたが、コストなど多くかかるということ。
- ・資源を産出することではなく、それを長く持続していけるかがこれからは重要である。
- ・アラブの国々の経済損失などについて考えさせられた。
- ・これから地球に対する見方がさらに鋭くなった。
- ・未来を理科学的に見られるようになったと思う→今までは社会的な見方が多かった。
- ・自分が思いもしなかったこの先の問題、提案には「なるほど」と思った。
- ・自分が話してばかりでなく、聞いてばかりでもないので様々な意見について知ることができた。
- ・未来についての考え方が少し変わった。

## (2) 科学と技術選択生以外の本校生徒

- 講演になかったあるいは、先生が気づいていないと思われる、あなたが気づいた問題点について書き留めておきなさい
  - ・産油国が困ると思う
  - ・メタンハイドレートがリサイクルできるのか。
- テーブルトークを進めて行く中で、自分の考えが変わったり、深められたりしたことについて書き留めておきなさい
  - ・科学が好きになりました。
  - ・これまではいかに省エネをするか考えていましたが今回の、一人ひとりが発電に協力できるような社会が作れたらいいなと思いました。
  - ・ほかの人のいろいろな話を聞くことで、自分の考え方の方向性が変わったと思う。

表1と表2を比較した場合、サイエンスカフェ全体の雰囲気や印象に関する質問項目では、事前指導の有無を問わず、結果は同じ傾向を示した。一方通行の講演会ではなく、サイエンスカフェの取り組み自体の効果が現れた結果と分析できる。

一方で、テーブルトークでの自らの発言を問う項目、また全体での話し合いの必要性などについては大きく事前学習による差異がみられた。自らの知識・経験を新たな知識を結びつけて発表する場合、高校生段階では予備知識の獲得が必要であることがわかる。また、一見相反するとも思える「もっと講演を聴きたい」という項目も事前学習を受けている生徒の方が高い値を示している。事前学習が呼び水となり、さらなる知識の獲得、そして自らの発言へと科学的興味を膨らませようとしている姿勢が窺われる様子が見える。

記述式のアンケートでは、講演会に対するものと、テーブルトークに関するものに分けて回答を求めた。事前学習の有無は、回答数の違いにもはっきり表れているが、回答内容にも大きな差異が認められる。事前指導を受けていない生徒が、参加した感想を述べていることに対し、事前学習を受けた生徒の回答では、説明された新しい科学技術に対し、その有効利用と可能性に対して興味を持つと同時に、その科学技術に対して問題点を自らの視点で見つけ出そうとする姿勢が読み取れる。

## 6. 成果と課題

テーマ決定を指導者の誘導ではなく自らの話し合いで決定し、講演の中に実験を取り入れた新たな形態のサイエンスカフェを実施できた。リラックスしたムードの中での新しい学びの形態が、さらに興味深いものになった様子が見える。

本校のサイエンスカフェではテーブルトークの時間の持ち方を重視してきた。参加者はこれまでの

個人の知識や経験といった背景を元に、ゲストからの講演で得た知識と重ね合わせながら語り合い、あるいはその意見や質問をゲストと語り合う。ゲスト、高校生、公開研究会の参加者のそれぞれの背景が異なるため、その科学技術に対する賛成、反対すら正解はない。いかに質の高いコミュニケーションを導き出すことがテーブルトークの目的である。生徒が今回実施した新たなテーブルトークでは、「自分の立場から自分の言葉で話せる」ことに加え、互いを理解し合うために「相手の言葉を聞く」ことをルールとして実施した。アンケート結果を昨年と比較すると、「積極的に発言できた」という項目に大きな変化は見られないが、「積極的に発言を聞いた」という項目では非常に高い結果が現れた。

サイエンスカフェの新たな工夫や授業効果の検証はさらに研究が必要だと感じている。授業としてサイエンスカフェを実施する場合、サイエンスカフェ本来の「基礎知識がないことも楽しみの一つ」ではなく、メタンハイドレートのような全く初めて出会う科学技術については、一定の事前学習によりサイエンスカフェの学習効果を促すことが明らかになった。それは記述式のアンケートに対し積極的に回答が得られ、ゲストの講演にさまざまな自分なりの視点から深く考えようとしている意識がうかがえる。テーブルトークの中で、メタンハイドレートに関する知識を深めていたり、あるいは認識を変えたりするだけでなく、エネルギー問題から未来の社会や地球の見方に視野を広げた生徒、サイエンスコミュニケーションから自分自身の振り返りができた生徒など、科学技術への新しいアプローチの形としてサイエンスカフェが十分な役割を果たしたことが伺える結果であった。今回は講演時間に実験を取り入れる工夫を行った。今後は体験型の講義や IT を活用する、新たなサイエンスカフェを実施し、その効果を検証したいと考えている。

(注 1)ある分子 (ホスト分子) が分子規模の空間 (かご構造) を作り、その中に他の分子 (ゲスト分子) を取り込む構造。包接化合物 (クラスレート) と呼びます。水分子が作る「かご構造」の中にメタンが取り込まれたものをメタンハイドレートと呼び、他にも、硫化水素、二酸化炭素などもゲスト分子として入り込むことが知られている。

(注 2)音波を使った物理探査 (反射法地震探査) によって得られる、メタンハイドレートの存在推定のための特徴的な反射面。メタンハイドレート存在領域の基底部に相当する。Bottom Simulating Reflector。

#### 参考文献

[1] 奈良女子大学附属中等教育学校研究紀要 第50集 (2010) 第51集 (2011)