

Nara Women's University

サイエンスカフェの授業化 ～学校設定科目 「科学と技術」における授業実践から～

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: 2011-04-04 キーワード (Ja): 「科学と技術」, サイエンスカフェ, 授業 キーワード (En): 作成者: 吉川,裕之, 吉田,隆 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10935/2670

サイエンスカフェの授業化

～学校設定科目「科学と技術」における授業実践から～

吉川 裕之
吉田 隆

1. はじめに

本校は中等教育学校として平成 17 年度よりスーパーサイエンスハイスクールの指定を受け、学校全体のカリキュラム開発を行ってきた。4 学年（高校 1 年生にあたる）においては、平成 19 年度から学校設定科目「科学と技術」を設置し、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を開発することになった。

科学や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するだけで満足してしまっただけではないのだが、現在の学校教育の枠組みでは十分に対応しきれていない。科学技術のブラックボックス化現象に焦点を当ててみると、既存の教科枠組みの中では生徒の興味関心を啓発しながら学習を深めていける状況にはない。科学と技術が文明の進歩の両輪として現代社会の中に織り込まれ、現代人に必要な科学的知識や判断力が要求されているにも関わらず、その喫緊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、選択し、主体的に判断し行動に移す力を持つ必要がある。科学史、技術史へのアプローチ、代替エネルギーへのアプローチ、そして今、我々が達成できる科学的、技術的な取り組みについて、学校教育の中で学ぶカリキュラムが必要なのである。そこで、本校では新科目「科学と技術」を設置し、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」を育成するプログラムを開発した。

「科学と技術」では、科学と技術との関係について理解を深めるとともに、生活科学リテラシーを 21 世紀の「ものづくり」に必要な基本的能力として育成していく。授業カリキュラムでは最先端のテクノロジーがどのようなしくみでできているかを、科学技術の歴史を踏まえながら、体験的な学習と理論的な学習を組み合わせる学習できるように構成した。

2. 代替エネルギー学習への取り組みとサイエンスカフェ

地球規模で捉えたとき、エネルギー消費は今後も増え続けることであろう。日本の原子力・火力・水力といった発電方法も様々な問題を抱えている。持続可能な代替エネルギーの必要性は明らかであり、これから科学技術に関わりを持って生きていく生徒にとって、エネルギー問題は避けて通れない課題である。「科学と技術」では、代替エネルギーとして、現在期待されている太陽光発電、風力発電を題材に授業を展開した。太陽光発電では、生徒がイメージできるのは、校舎や家屋の屋根に取り付けられているものであった。しかし、こうしたシリコンパネル以外でも現在様々な研究が行われており、太陽光発電の一形態として、生徒が製作できる色素増感型の太陽電池を実際に製作し、より理解を深めていくカリキュラムを考案した。

自然の風を利用し、クリーンな風車のイメージだけが先行する風力発電ではあるが、実際に実用性

を持った風車の建設となると、立地条件など様々な問題を抱えていることも事実である。生徒は40W型の風力発電機の分解・組み立てを通して、風力発電機で40Wの出力を得るにはどのような構造が必要で、どれくらいの磁界が必要なのかを風洞実験を行い、理解していくこととした。

代替エネルギーへの取り組みをカリキュラムとして計画する中で、代替エネルギーが必要となってきた環境問題などの総論から見直すことを含めて、大型風車の構造やいろいろな風車の様子など、世界の風力発電事情を知り、生徒の風力発電への興味関心を掘り起こす取り組みが必要だと考えた。この新科目では、高度に発展した科学や技術を一部の専門家だけに任せておける状況ではなくなっているという問題意識を生徒に持たせようとしている。消費者が製品をよく理解し、「賢い消費者」になるといった個人的なレベルの問題だけではなく、地球規模の環境問題をも意識した社会的なレベルの問題に対する判断力が求められる。それ故、風力発電に関する書物や映像を入手することは難しく、単なる調べ学習に終わるのではなく、問題の核心に迫るためには、「サイエンスカフェ」という授業スタイルが適当であると考えた。



「サイエンスカフェ」とは、科学者と一般市民がコーヒーを片手に科学について気軽に語り合う場を双方が創り上げることで、互いの理解を深め、科学者と一般市民が共によりよい社会の担い手になっていこうとする取り組みである。このような「サイエンスカフェ」の取り組みが、日本でも見られるようになってきたが、それは社会人を対象としたものが多く、大学や企業が主導したり、異業種間交流が目的であったりと、中等教育段階の生徒が主体的に参加できるものではなかった。「科学と技術」では、最先端の科学技術へのアプローチの方法として、この手法をカリキュラムの中に取り入れ、「これからの一般市民に必要とされる科学技術への自発的な関わり方」を学ぶ機会とした。

科学者を招聘して行われる講演会は、生徒にとって大きな刺激となることは確かである。しかし、講演会はともすれば知識の一方的な伝達に終わってしまうことも多い。質疑・応答の時間を設定しても、多くの生徒が見守る中で自分の考えを発表することは難しく、生徒は流れ込んでくる知識を理解しようとするに終始しがちである。とはいうものの、本校では、SSH講演会においても、講演が終了した後に、講演者に対して個人的に質問や意見を述べる生徒の姿をよく目にする。自らの疑問を直接ぶつきたいと思う生徒が多い状況を考えるとき、サイエンスカフェのスタイルは本校生の興味関心に沿う学習スタイルと考えた。

また、ゲストに招かれる者にとっては、中等教育段階の生徒が、研究に対して抱く疑問や意見を直接聞ける機会でもある。生徒に直接語りかけることで、未来の研究者を育てる種まきの機会とも捉えることができるのではないかと考える。

3. サイエンスカフェの展開

- (1) テーマ サイエンスカフェ～代替エネルギーが拓く未来～
- (2) 科目名 (クラス)、授業者 「科学と技術」 (4年選択生)、吉川裕之
- (3) ゲスト 牛山泉 (足利工業大学教授)
- (4) 授業の展開

0. 会場セッティング、ゲストとの打ち合わせ

放射状に並べた机の配置やプロジェクター・パソコン・スピーカーといった機器類、和やかな雰囲気作りのための飲み物の準備などを生徒が行う。司会担当生徒はゲストと流れの打ち合わせを、事前のメールでのやり取りの確認を含めて行った。

1. ゲスト紹介

司会の生徒から、本日の流れの確認とゲストの紹介を行う。

2. ゲストからの講演 (50分)

写真や映像を多数交えながら、環境問題の捉え方から現在の世界の風力発電事情を専門家の立場から語っていただいた。また、一般的なメリットといった話題だけではなく、「科学と技術」選択生に向けた風車の構造や発電数式といった理論的な話題にも触れていただいた。

3. テーブルトーク (30分)

これからのエネルギーについてテーブルごとに話し合った。それぞれに意見を出し合い、参加者と意見を交換した。

4. 全体のまとめ (10分)

5. 会場の片付け



4. アンケート結果

サイエンスカフェを実施した結果について、アンケート調査を行った。調査は参加生徒へのアンケートに加え、公開研究会の参加者にも実施し、外部から見たサイエンスカフェの取り組みについて調査した。

<本校生徒へのアンケート結果>

○ 今日のサイエンスカフェを受けて、今後の風力発電がどうあるべきかを考えなさい

- ・風力発電はもっと普及していくべきである。原子力発電は危険な上に、ウランなどの資源にも寿命があるし、火力発電は二酸化炭素を大量に放出している。また、水力発電もダムを作る際、環境を破壊している。しかし、風力発電は資源に寿命がないし、二酸化炭素も発電時には出さないし、環境も破壊しない点で、これからの環境問題解決の面において非常に優れている。発電量が少ないというデメリットがあるが、たくさんの風車を立てることで、カバーすればよいと思う。しかし、それではコストがかかるので、いかにコストを下げられるかがこれからの課題ではないかと思う。もっと陸上・海上両方利用して、風車を建て、風力発電を推進すべき
- ・他の自然エネルギーも推進して、自然エネルギー全体を育て、それらを併用することで、石油・石炭等の使用を減らし、自然エネルギーで日本の電力をまかなって、エネルギー自給率100%を目指していけばいいと思う。もっと設置すべきだと思うが、風が吹かないとき、つまり、最悪の場合を考えて太陽光、地熱、気力、水力、波力、潮汐などバランスよく、どんな場合も対応できるようにすればいいと思う。
- ・日本の発電力をまかなうひとつの要素として広大な海などに、これからドンドン風車を設置して10万本立てる。それに加え、その技術そのものの向上はもとより、現在の経済危機から脱却するため新たなマーケットを開拓して雇用創造を行う。

- ・風量発電など自然エネルギーを取り入れることはよいことだと思うが、そのエネルギーを得るために造る建造物が、石油等で作られてメンテナンスも石油等でし続けなければならない状態なので、根本的なことは解決されていないと思った。これからの課題は、石油に依存しない技術をつくって行くということだと思う。
- ・今後、風力発電の技術は発達していくと思うが、日本では受け入れられにくいと思う。だから、日本では今ある太陽光・波力・地熱などの技術が進歩するまでは、風力発電は日本のクリーンなエネルギーの中で1位、2位を争うと予測するが、それからは衰退していくと考える。なぜならプロペラを作るにはコストがかかり、なおかつ広い土地が必要になってくる。日本の国土は狭く、台風も来るので、なかなか普及しないと思う。

○サイエンスカフェの取り組みについて考えることをかきなさい

- ・何よりも講師の先生との距離が近い、質問なども普通にしてくるのでより傍聴者にとっては親近感が沸き、講演の内容をもっと積極的に知ろうとするようになると思う。講演は講師との距離が遠いので寝るヒトもいるだろう。通常の講演に比べて、聞き手が意見を述べる機会が非常に多いので、より理解を深めることができる。
- ・1回目のサイエンスカフェでは先生がちゃんとそれぞれのテーブルにまわって話をすることができ、ロボットを動かして体験できたという面で、講義ではなく、サイエンスカフェであるという特長をうまく生かしたことができたと思うが、2回目は時間の関係で、講義を聴いただけになってしまい、テーブルの中で話すことがなかったのもちょっと残念だった。
- ・「講演」となるとたくさんの人に偉い先生がしゃべっているイメージがあって、自分には話されていない気がしてあまり聞いた後も身に入っていないことが多くあると思う。でもサイエンスカフェは少人数に密接に話をしてくれるので、講演に比べて理解することも多いし、身に入っていることも多い気がする。また質問もしやすい環境で、自分がふと感じたことなども気兼ねなく聞けるのですごく楽しかった。
- ・サイエンスカフェは講演と違って、自分の意見がいいやすく、自分の意見の是非が問いやすい。
- ・おいしくいただけで良かった
- ・意見交換はなかなか画期的ではないのか、
- ・内容を伝えるだけが目的なら講演のほうが良いのでは。
- ・後のテーブルトークで、いろんな人の話を聞けたり、新しいことが知れたりする。
- ・みんなと話せる分楽しさが多い。講演者と関わりが持ててちょっと感動できる。
- ・「サイエンスカフェ」の講演よりもサイエンスカフェのほうが最後にみんなと意見交換をする機会があるので、その講演についても理解を深めることもできるし、みんなが講演を聞いてどう思ったかを知ることができるのでよいと思う。
- ・一番いいところは、来て頂いた先生と、すごく近い距離で話ができること。
- ・自分たちのテーブルトークを聞いて、その中の気になる単語をピックアップして先生が新しい話をしてくださったり、個人的な質問に親切に答えてくださったり、講演の内容とは違う、先生も忘れていたような話や、自分たちの聞きたかったことが聞ける。
- ・みんなの前では恥ずかしくてとか、馬鹿にされそうでできなかった質問でも目の前にいる先生に直接聞けるし、そんな質問にも、先生は真剣に答えてくださるので、とても勉強になるし、楽しい。
- ・講演のあとのテーブルトークは、講演での内容について深く話ができる

<公開研究会参加者へのアンケート結果>

○代替エネルギーが拓く未来について、本校生徒と語り合うことで、新たな視点を感じることができましたか。

- ・できた。未来はけっこう明るいと感じた。
- ・生徒さんの素朴な発想・考え方にもとづく考え（意見）を聞かせていただきました。大切なことだと感じました。
- ・生徒さん達の発想の豊かさに感動しました。
- ・深くはできませんでした。時間がなかったので……。しかし、話すことのテーマ、考えをしっかり持っている生徒さんだと思いました。アピールすること大切ですね！
- ・授業を履修しているだけに、皆さん興味があると強く感じました。
- ・それまでに学習した知識、個人的に調べた知識、日常経験などを生かして、意見を述べていたこと

○本校生徒の発言に対しての印象をお聞かせください。

- ・講師に積極的に質問している姿はすばらしいと思いました。
- ・よく準備ができているなと思いました。
- ・今回の講義にかたよった発言（風力の利点）が多かった。その意味でも論点を立てて話し合わせてもいいのでは……。
- ・意識レベルが高い。きちんと話を受け止め、問題意識を持って話を聞いている
- ・私の学校の生徒とよく似ていると思った。
- ・科学技術に対する興味関心の高さにびっくりしました。
- ・まだ4年生ですから多くの学習をして欲しいと思いましたが、現時点での自分の知識・経験・感性に基づく意見を述べている、と、たのもしく感じました。
- ・これから先の未来を描く話になりましたが、将来についてはまだ悩んでいるようでした。

○中等教育の中で、サイエンスカフェという授業スタイル、またコーディネートする力を求める取り組みに対してのお考えをお聞かせください。

- ・牛山先生一人ではなく席を回って下さる方が(テーブルについて下さる方が)一テーブル一人いるともっとよいと思った。
- ・サイエンスカフェの意図を、もう少し牛山先生にご理解いただき、講義の時間を短くしていただければ、もっとよかったです。今回の状況ではコーディネートする力に関しては難しかったように思います。
- ・素晴らしい取り組みだと思います。学び方をも考えることで将来に伸びていく人材育成につながると思います。
- ・新しい取り組みで興味深かったが、意見を述べやすい場づくりのみでなく、コーディネータの発問、論点立てなどの手立ても必要ではないか。
- ・楽しくて良い。はじめからお茶があったら良いかな。



- ・ファシリテーターとしての資質を高めることが必要なのではと感じました。

5. 成果と課題

サイエンスカフェの後に実施したアンケート結果から、次のような成果と課題を分析した。

生徒の感想にあるように、生徒たちは一方通行の講演より意見を述べあえる関係を望んでいることがわかる。サイエンスカフェのスタイルが、中等教育段階の学習カリキュラムとして効果的であることの証明でもある。これは、啓蒙型の学習スタイルが限界に来ていることの現れとして、今後の学校教育全体を考えていくときの視点にしなければならないのではないだろうか。科学技術の進化や進歩を生活の改善に必要なものと受け止められた 20 世紀までとは違って、科学技術が高度化しブラックボックス化がさらに進むこれからの社会では、科学の発展をも疑うことが重要になっている。一般市民の目線がこれからの科学には求められているということの証左と受け止めた。そういう意味でも、今後、サイエンスカフェは、学校教育の中に重要な位置を占めるようになっていくと考えている。

次に、参加者からの意見で、「コーディネータの発問、論点立てなどの手立ても必要ではないか」という指摘があったが、科学者や研究者と問いを共有しながら問題の核心に迫っていくためには、サイエンスカフェそのものをコーディネートする力量が求められる。生徒の素朴な疑問の中に含まれる重要な論点を浮き彫りにできる力が、受け手側の研究者や指導者になれば、議論は深まらず、双方の主張が空回りしてしまう危険性がある。コーディネータや司会も生徒が行うスタイルをとってきたが、この点については検討の余地がある。コーディネータには、もしかすると研究者や指導者、生徒ではなく、サイエンスカフェそのものを俯瞰するスーパーバイザー的存在が必要なかもしれない。今後の実践を通して明らかにしなければならない課題である。

6. おわりに

風車や太陽電池という題材は、これまでも理科や技術の授業で取り上げられてきたが、打ち上げ花火的な単発授業であったり、授業者個人の研究的な取り組みになってしまっていた。それに対して、学校設定科目「科学と技術」は、現代社会が求める課題を明確にし、技術科の新科目として 21 世紀の「ものづくり」に必要とされるリテラシーを育成するために、中等教育段階、とりわけ普通科高校の中に設置したところに意味がある。

サイエンスカフェは、年間授業計画の中のひとつのイベントではなく、科学技術が日常生活に織り込まれた現代社会の課題を考えていくための最も効果的な方法と位置づけ、本校 SSH 研究の柱のひとつである「生活科学リテラシー」育成のカリキュラム研究から考案したものである。

新しい科目としての定着に向けて、今後も検証を繰り返し、時代がこれから求める、科学と技術のあり方について、生徒に考える場を与え続けることが重要である。

<参考文献>

- スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告書 (平成 18 年度 第 2 年次)
- スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告書 (平成 19 年度 第 3 年次)