

## 技術の本質論からみたSTEM教材開発の在り方に関する研究：インフォーマルな実践と教師教育からの考察

著者	齊藤 智樹, 熊野 善介
雑誌名	日本エネルギー環境教育学会全国大会論文集
巻	9
ページ	136-137
発行年	2014-08-08
出版者	日本エネルギー環境教育学会
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10297/10404">http://hdl.handle.net/10297/10404</a>

# 技術の本質論からみた STEM 教材開発の在り方に関する研究

## —インフォーマルな実践と教師教育からの考察—

○齊藤智樹、熊野善介（静岡大学創造科学技術大学院）

キーワード：技術の本質・STEM 教育・教師教育

### 1. はじめに

欧米では、1960 年代以降、「科学・技術・社会(STS)」の内容が科学カリキュラムに導入され、実践されてきたが、比較的实践されてきた「STS を通じた教育」であっても、そのアプローチの持つ意義が十分に理解され、実践されているとは言い難い。(熊野ら; 2012) 米国においては、2013 年 4 月に公開された Next Generation Science Standards(NGSS)には、Appendix J として”Science, Technology, Society, and Environmenta”が立てられたように、STEM 教育として急速に展開しつつある科学教育改革の中でも、STS の概念は、引き続き重要視されていることがうかがえる。

エネルギー環境教育として、持続可能な社会を目指す市民を育成していくにあたり、T(Technology)について重要な考え方とは、どの様なものであろうか。NGSS には以下のような記述がある。

- ・ 科学と技術は、社会と自然環境に関係している。
- ・ 科学的探究、工学デザイン、技術開発などは、相互に依存しあっている。
- ・ 科学の発見と技術的な決定は、人間社会と自然環境に影響を及ぼしている。
- ・ 古代の農業から、最新のテクノロジーに至るまで、人間の活動は天然資源の上に成り立っており、短期的・長期的にも、また否定的なだけでなく肯定的にも、人々や自然環境の健全に帰結している。
- ・ 科学や工学が社会に影響するだけでなく、社会的な決定が科学者や工学者に影響している。

(以上 NGSS Appendix J より抜粋；齊藤訳)

これら技術の本質について触れることは、私たちの社会が自然の上に成り立っているという、まさにエネルギー環境問題の本質に触れることでもある。これからの時代を生きる児童・生徒は、技術分野の職業に進むことを選ぶにせよ選ばないにせよ、技術の発達や私たちが現時点で想像もつかない科学研究の方向性に影響する意思決定を求められることになるだろう。(同、NGSS) 彼らの生きる時代においても、重要になってくるであろう工学や技術の本質について伝えていくにはどうしたらよいだろうか。STEM 教育は、その一つの形として考え得る姿を提供することになるだろう。

実際に STEM 教育として T (技術) あるいは E (工学) を統合させた形で実践を構築していく段において、どのような実践をし、どのような問題点が見えてくるだろうか。本研究では、2013 年度に静岡大学教育学部理科教育専修の 3 年生が履修した講義「理科教育学演習 I・II」において、実施された STEM 教材づくり及びインフォーマルな科学教室において実践された、その教材の実践においておぼろげながら見えてきた STEM 教育の形と、その問題点を提起したい。

### 2. 目的

インフォーマルなフィールドにおいて、T(技術)やE(工学)を統合した形でのSTEM教材を開発実践していくにあたって、学生による教材開発、STEM 科学教室における教室参加者のあられ、またそれらの活動をどのように評価するのかについて検討するとともに、実際に技術について参加者の学習に確実に取り入れていくには、どのような努力が必要かについて考察する。

### 3. 方法

静岡県藤枝市生涯学習課が開催する「わくわく科学教室」において、実践するためのSTEM教材の開発を、静岡大学教育学部理科教育学専修の3年生が履修する「理科教育学演習I・II」において行った。教室受講者のワークシート記述、および教師役の大学生のコメント及び振り返り用紙の記述・発言から考察する。

- 1) 日程:教室は2013年7月13日～12月7日まで計6回。うち、最終回12月7日のデータを示す。
- 2) 内容:12月7日は「浄水器」をつくる学習を行った。この日に向けて学生は浄水器をSTEM教材としてどう示していくかを講義の中で検討した。
- 3) データ:教室参加者のワークシート、及び学生の振り返り用紙は以下の表1のような内容を含んでいる。

表1 データとして用いた質問紙内容

教室参加者	学生の振り返り用紙
課題: ・作ってみてわかったことを書いてみよう。 ・うまくいかなかった理由があるとしたら、どんな点ですか？ ・どんなものを入れようと思いますか？計画しよう ・あと、どんな工夫をすれば課題は解決しそうですか？	①子どものあらわれについて:みなさんのみた子どもたちは以下のような点をクリアできていましたか？A/B/Cで評価をし、コメントを入れてください。(Bはできていた。Cは少し不足を感じる。Aは明らかにクリアできていてそれ以上の内容に踏み込んでいる場合) 観点1 社会の中での技術のあり方と問題点を認知している 観点2 工学的な課題を理解し、課題解決の障害となる問題を理解している 観点3 課題を解決するために、科学や数学的な方法を利用しようとしている ②自分自身の教育活動について: ・参加者が取り組むべき工学的課題を明確にし、授業を考えることができたか ・教材の中でSTEMのどれにあたるかを認識していたか

※著者注:「課題」とは工学デザイン活動の中でクリアしようと教室参加者の考えたもの。技術はここでは製品としての「浄水器」のこと。

#### 4. 結果

表2 学生による教室参加者の学習の評価(人)

評価	A	B	C
観点1	1	2	17
観点2	3	16	1
観点3	5	13	3

表3 学生によるコメント②の抜粋

<ul style="list-style-type: none"> <li>・導入のTの部分の問いかけが弱く、反応も薄かったため、観点1についての要素は見られなかった。</li> <li>・授業をやるにあたってT(浄水器)の問題点が明確でなかった。</li> <li>・最後に投げかけてスライドを見せるだけになった→評価できない。</li> </ul>
---

※なお、このデータからは大学院生の指導したグループの参加者は削除してある。

観点1について、表2のようにCをつけた学生が極端に多い。この理由として、学生の振り返り用紙には表3のような記述とともに「社会と自分、社会と技術の結びつきがない」ことや、「浄水器の技術面へ話が全くないか、課題に集中してしまっていた」などの記述が見られた。その後、この授業の評価の振り返りを行う中で、学生自身が「技術としての浄水器の問題について考えておくことができなかった」との声も聴かれた。一方で、振り返り用紙には『震災が起こった！水がない！川などを使えるようにするにはどのような浄水器が必要？』というのを投げかけた」といった記述も見られ、非常時の私たちの生活とのつながりを授業に取り入れることのできた学生の意見もみられた。また、事前に浄水場を見学した参加者や、学校で実施した小テストのコラムで「層にしないときれいにならない」などと技術としての浄水器について事前の知識を持っている参加者には、この「社会の中での技術の在り方と問題点」について上手に伝えられたようである。

#### 5. 考察・まとめ

STEM教育としての実践の中で技術の概念を取り入れていこうとした場合、T(技術)の在り方やその問題点について、参加者の事前の知識に左右されない、教師の側の準備が必要であろう。今回、学生が教材を準備するにあたって、T-SM-EとSTEMの順番を変えて、Tから順に考えていけるようにと事前の学習会を進めてきたが、それでもその場で考えるだけでは、子どもたちにとって適切な形で技術の姿を見せていくという点では不十分であったようだ。一部の学生がそうしたように、震災など子どもたちにとって、適時であり想像可能な文脈を設定してあげることで、Tを上手く統合していくことが可能であろう。

こうした実践を試みると、やはりエネルギーやシステムといった概念に触れずにはいられない。浄水器というシステムにおいて、インプットである混濁した液の中から、物理的・化学的な方法を用いて、アウトプットを飲み水に近づけるという活動は、すなわちエントロピーに逆行しようとする活動でありエネルギーの転換が伴う。これもまた工学・技術としての本質の一つとして指摘されて然るべき内容ではないだろうか。人間の生きるどころ必ず技術があり、それを創り出す工学的な活動には、エネルギーの移り変わりが必ず関わってくるのであろう。

#### 【文献】

熊野善介, 科学技術ガバナンスの形成のための科学教育論の構築に関する基礎的研究, 中間報告書・最終報告書, (2012-13) Lead States and Partners, "Next Generation Science Standards", 2013

【謝辞】本研究は静岡大学理科教育講座の理科教育学演習において熊野教授、郡司准教授のご協力を得て、実施することができました。この場をお借りして、感謝申し上げます。