

システムアプローチの日本の理科学習への適用の必要性 ～STEM 教育との関係から～

○齊藤智樹, 熊野善介, 奥村仁一

SAITO Tomoki, KUMANO Yoshisuke, OKUMURA Jinichi

静岡大学創造科学技術大学院

【キーワード】 環境教育、環境リテラシー、システム、STEM 教育、エネルギー

1 目的

米国で現在急激に発展しつつある STEM 教育の中でも重要視されている重要な概念のひとつである「システム」に着目し、この概念を今後、既存の理科教育の中にもどのように取り入れていくことができるかについて考察する。

また、なぜこのようなシステムの概念がこれからの理科教育に必要とされるのかをまとめる。

2 方法

静岡大学教育学部理科教育専修の学生(2005年度)と理学部で教員免許を取ろうとしている学生(2013年度)にシステムとしての見方を紹介したうえで、記述式で回答をもらう。内容は以下のとおりである。

- ・ 日常と科学研究の中からシステムとして観察しうる事象は何か。
- ・ そのシステムについての理解を記述する。
- ・ 各自の環境問題をシステムとして捉え、考えられる対策を示す。

アンケートをもとに学生の記述したシステムが、現行の中学校学習指導要領のどの単元で学習しているのかを分析する。指導要領に収まらないものであるとすれば、それはどのような性質を持つものであるかも分析する。

なお、システムの概念は AAAS が「Science for All Americans」(1989)や「Benchmarks for Science Literacy」(1993)等で示してきており、それをミネソタ州が取り入れた「環境リテラシーの学習内容と順序」(2002)を参考とした。

3 結果

教育学部と理学部での各アンケートの結果、得られた情報は以下のようにまとめられる。

○学生の考えたシステム

生協 委員会 家族 楽団 チーム 飛行機 図書館 食堂 国会 町 アパート 公民館 学校 部活 授業 グラウンド 学科 商店街 海 山 森 地球体 川 土の中 木 パソコン インターネット 携帯車 高速道路 水道 空港 信号機

○科学の各分野に見られるシステム

表1 学生の発見したシステムとその分野

物理・化学の学習内容にみられるシステム	状態変化・溶液・放物運動・芳香族・原子・化学結合・周期表・ばねによる力・核反応・電気回路・物質の構造・時空・14C法・摩擦力
生物・地学の学習内容にみられるシステム	体温調節・人の体・食生活・太陽系・雨・光合成・地震・生態系・免疫反応・食物連鎖
わたしの環境問題にみられたシステム	ゴミ捨て場をきれいに、木と木材腐朽菌の関係、トイレのにおい、川の汚染、季節の変わり目、食生活の改善

4 考察

システムという概念は、既存の科学の分野にも十分適用することができることが分かった。学生の示した科学の分野は全体のごく一部であるが、実際に適用できる単元は、さらに広いだらう。

1分野(物理・化学)の内容をシステムとして捉えようとする、どうしても科学の対象となる系の外とのつながりを考える必要があるためか、この活動の中ではサブシステムをうまく作ることができない学生が多かった。1分野への適用は、STEM 教育がそうであるように、生活場面や世界的な課題を中心に据える教育的手法が要求される。(Bybee, 2013)ことになるだろう。

一方で、2分野(生物・地学)の学習範囲には、システムという考え方は適用しやすいようなので、同時に社会のシステムをアナロジーとして用いるなどシステムへの理解を進める機会としてうまく利用したい。

また、「わたしの環境問題」として学生の示したシステムを考えたとき、従来の物理・化学・生物・地学等の自然科学の学問領域だけでは収まらない問題であり、社会や人工物との関わりにより対象を広げていく必要もありそうだ。また、環境問題をどうしていきたいのかという目的をうまく設定できなかった場合に、問題をシステムとして捉えることがうまくいかない傾向にあることも分かってきた。

5 まとめ

将来、環境問題だけでなくこれまでに人類が出会ったことのない問題に直面した場合、わたしたちはどのような知識を持ち、議論をすすめていったらよいだろうか。そこへの一つの答えが、「システムアプローチ」である。

現在急激に進められているアメリカでの科学教育改革における、「科学教育の新しいフレームワーク」や「次世代科学スタンダード」(NGSS)では、このシステムとそのモデルともにパターン・原因と結果・スケール、比、量・エネルギー・構造と機能・安定性と変化などあらゆる分野に共通する概念が示されている。これらの概念は、システムとともにこれからの理科教育に必要とされるものであろう。

参考文献

- 1) MOEA(2002)「環境リテラシーの学習内容と順序」SEEK (http://www.seek.state.mn.us/eemn_c.cfm)
- 2) 熊野善介(2012)「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」
- 3) AAAS(1989)「Science for All Americans」
- 4) AAAS(1993)「Benchmarks for Science Literacy」
- 5) Lead States and Partners(2013)「Next Generation Science Standards」National Academies Press