

LHSカリキュラムに見られる分析的な枠組みと現代スタンダードへの適用に関する研究

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	11
ページ	86-87
発行年	2016-08-08
出版者	日本エネルギー環境教育学会
URL	http://hdl.handle.net/10297/10405

LHS カリキュラムに見られる分析的な枠組みと 現代スタンダードへの適用に関する研究

○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：SCIS・システム・領域横断的概念・STEM教育・分析的な枠組み

1. はじめに

米国におけるSTEM教育改革では、新たに American Innovation and Competitiveness Act が議会上院において議論されるなど、その始まりから10年が経とうという今も、その改革は着実に進められている。同改革の途上 2013 年に世に出された米国の次世代科学スタンダード (Next Generation Science Standards 以下 NGSS : NGSS Lead States, 2013) においては、領域の核となる概念 (Disciplinary Core Ideas 以下 DCIs) だけでなく、科学と工学の体験的・経験的活動 (Science & Engineering Practices) や、領域横断的概念 (Cross Cutting Concepts 以下 CCCs) の学習を備えた 3 次元的学习 (3dimensional learning) の成立を目指している (熊野, 2014)。これらの中でも、CCCs の教育については、いかに他の 2 次元と絡めた形で教えていくのか、米国内でも研究が成されている最中である (例えば AAAS による Project2061) と同時に、日本国内ではこれらの概念を領域横断的に教えていく基礎がまだ作られていない。このことは、同じく領域横断的な学習としてのエネルギー・環境教育においても、基礎となる議論の一つであろう。

こうした中で齊藤・熊野 (2015) は、CCCs のうち”システム”の概念を重要な核となる概念として採用している「環境リテラシーの学習内容と順序」(ELSS: MOEA, 2002; 齊藤訳, 2006) をレビューし、その分析的な枠組み (Finley, Nam, & Oughton, 2011) を明らかにしてきた。その過程で、ELSS も参照している AAAS のベンチマーク (1993) に適用されているシステムの概念が 1950 年代から 70 年代に Science Curriculum Improvement Study (以下 SCIS) を率いた Robert Karplus らによる研究 (Karplus & Thier, 1969) をもとにしている (AAAS, 1993, 2009) ことが明らかになってきた。そこで、本研究ではカリフォルニア大学バークレイ校における SCIS のカリキュラムを概観し、そこに見られる分析的な枠組み・概念がどのように SCIS カリキュラムを支えていたのか。また、同大学 Lawrence Hall of Science (以下、LHS) における後のカリキュラムである GEMS (Great Explorations in Math and Science) との比較から、今後の詳細な検討に向けて論点を整理した。今後の一連の研究により、こうした枠組みや概念をどのように利用できるか、検討していくための第一歩である。

2. SCIS とは

SCIS は科学者、教育研究者、教師その他のメンバーによる協同で、日本で言う小学校段階の子どもたち (Elementary School Children) の科学的リテラシーを向上させるために行われた研究であり、後の BSCS (Biological Sciences Curriculum Study) の 5E モデルにつながる研究でもある (そのテキストは SCIS, SCIS II, SCIIS, SCIS 3 など後の時代においても改変されながら出版されている)。この研究の成果として、物理科学・生命科学の現象を調査する 7 年間の小学科学プログラムが創られた。いくつかのキット、教員用指導書、児童用のマニュアルなどが、この研究の成果物であった (SCIS, 1968)。

物理科学・生命科学の両方に単元を用意しながら、システムの概念を中心に据え、SCIS は図 1 のようなカリキュラムの全体像を作成している。これら各単元は、Science for All Americans (AAAS, 1989) や Benchmarks for Science Literacy (AAAS, 1993)、National Science Education Standards (NRC, 1996) に見られる Common Themes や Unifying Concepts 等に見られる各概念と重複しており、SCIS の段階で既に具体的な教育内容として成立していたものを Science for All Americans の作成に合わせて抜き出したも

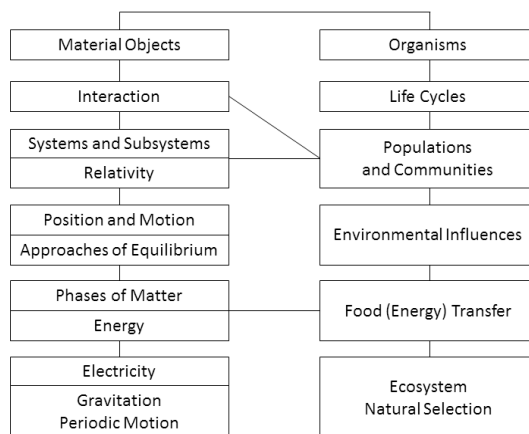


図 1 SCIS によるユニット構成 (1968) より作成

のと考えられ、この点についても更に詳しい調査が必要である。

3. SCIS・GEMSに見られる分析的な枠組みと概念

Finleyら(2011)は、上述のCommon ThemesやUnifying Conceptsにあたる概念を”分析的な概念”として取り上げている一方で、”十分に議論された分析的な枠組み”が必要であると述べている。これに基づいて齊藤ら(2015)は、「環境リテラシーの学習内容と順序」における分析的な枠組みを調査してきたわけだが、ここでは、SCIS及び後に同カリフォルニア大学LHSにおいて作成されたGEMSにおいて見られる分析的な枠組みについて、簡単にまとめておく。

SCIS(1974)は科学的リテラシー、ラーニングサイクル、システムの概念に着目しながら、表1に示すように、「内容、プロセス、態度」「相互作用」「主要な科学的概念」「プロセスに関する概念」等を枠組みとしている一方で、GEMSにはプロセススキルズにあたる「スキル」、ELSSでいうシステムへの理解をサポートする概念に見られる「概念」、分析的な概念に相当する「テーマ」があると同時に、「数学の要素」や「科学と数学の本質」では、例えば「測定、数、統計学、論理と言語、離散数学」や「現実生活とのつながり、創造性と障害、理論に基づくことと検証可能性、協同するための取り組み、科学とテクノロジー、領域横断性」などが示されている(これらはSecret Formulas: Tilley & Willard, 1996の例)。両カリキュラムに見られる枠組みから、SCISの初期の段階で構築された分析的な概念がかなりGEMSに活用されていることが分かる。また、今日の領域横断的な学習につながる事項として、この時代では科学と数学の間の統合(Integration)が意識されるとともに、既に現実世界とのつながりが意識されていたことが分かる。

表1 各カリキュラムに見られる分析的な枠組み

SCIS	GEMS
内容、プロセス、態度 相互作用 主要な科学的概念 プロセスに関する概念	スキル 概念 テーマ 数学の要素 科学と数学の本質

4. NGSSにおけるCCCsの位置づけ

NGSSのAppendix Gにおいては、*A Framework for K-12 Science Education: Practices, Core Ideas, and Crosscutting Concepts*が「CCCsは、生徒が明示的な教育的支援なしに身につけることを期待されている」(pp. 1-2)としており、また「学校教育のできるだけ早い段階からカリキュラムに埋め込まれることを勧告している」(p. 2)とし、以下のようなガイドとなる原則(Guiding Principles)を示している。①科学の核となる概念のより良い理解を助ける、②科学と工学の体験的経験的活動への理解を助ける、③親しみやすさのためには、異なる文脈でも繰り返しが必要である、④学年を上がるにつれて複雑性と洗練さを増していくべきだ、⑤科学と工学に共通する語彙を提供する、⑥買科学や工学の活動や核となる概念と別に評価されるべきではない、⑦期待される生徒の活動はCCCsに関係するいくつかの(全てではない)能力に着目する、⑧CCCsは全ての生徒のためのものである、⑨科学的工学的概念の本質を含めること。これらもまた、領域横断的な学習を構築するための枠組みと捉えることができよう。

5. 今後の課題

以上のように、歴史的アプローチからSCISにおいて研究されたいくつかの点が、今日の領域横断的な学習を成立させるための鍵を握る枠組みを構築する基礎となっていたことが分かってきた。特にSCISについては、日本で言う小学校段階に分析的な概念を適用している。今後、各カリキュラムにおける分析的な枠組みを更に詳しく調査するとともに、実際にSTEM教育、アクティブ・ラーニング、PBLなどの形で実践的研究を進めることで、これら枠組みの綿密化と学年段階に応じた実践面の課題を見出し、解決していきたい。

【文献-抜粋】

Karplus, R., Thier, H. (1969). *A new look at elementary school science; science curriculum improvement study*. Chicago: Rand McNally.

Tilley, R. Willard, C. (1996). *GEMS Teacher's Guides. Secret Formulas; great explorations in math and science*. Lawrence Hall of Science University of California Berkeley.

【謝辞】

本研究は、本研究の一部は科研基盤(B)23300283(代表者:熊野善介),及びミネソタ大学STEM教育センターEngrTEAMSからの支援を受けて行った。