

米国の STEM 教育、エネルギー省のエネルギー教育・その 2

—Energy Literacy Framework と NGSS との関連、特に Physical Sciences について—

○出口 憲（常葉大学）、長洲 南海男（筑波大学）

キーワード：STEM 教育、エネルギー省、エネルギーリテラシー、フレームワーク、エネルギー教育

1. はじめに

近年の米国では、STEM(Science, Technology, Engineering and Mathematics)教育と Common Core 教育[1]の動きが拡大しつつある。米国の STEM 教育に関連して、2012 年に科学教育の新しいフレームワーク“A Framework for K-12 Science Education”(K-12 Framework)[1]、2013 年には新しいスタンダード“Next Generation Science Standards”(NGSS)[3]が相次いで発表された。また、米国のエネルギー省(DOE)も“Energy Literacy Framework”(ELF)[4]を発表している。ELF は NGSS と整合性が取れるようになっている。本講演では、ELF の内容と NGSS との整合性について調査した結果を発表する。

2. K-12 Framework と NGSS の Physical Sciences に関する内容

K-12 Framework では、Practices、Crosscutting Concepts、Disciplinary Core Ideas(DCI)という 3 つの基本的な考え方が示された。Practices は科学・技術・工学で実際に行われていることを実践すること、Crosscutting Concepts は様々な領域を横断する共通概念、DCI は学問領域での核概念を意味する。NGSS は K-12 Framework をもとに、学年ごとにどのような Practices、Crosscutting Concepts、DCI を盛り込むか明確にされた。K-12 Framework と NGSS の Physical Sciences については、科研費報告書[5,6,7]を基に本講演にて詳細を発表する。ここでは、Physical Sciences の DCI を表 1 に示す。

PS1: Matter and Its Interactions (物質とその相互作用) A: Structure and Properties of Matter (物質の構造と性質) B: Chemical Reactions (化学反応) C: Nuclear Processes (原子核反応)
PS2: Motion and Stability: Forces and Interactions (運動と安定性：力と相互作用) A: Forces and Motion (力と運動) B: Types of Interactions (相互作用の種類) C: Stability and Instability in Physical Systems (物理システムの安定性と不安定性)
PS3: Energy (エネルギー) A: Definitions of Energy (エネルギーの定義) B: Conservation of Energy and Energy Transfer (エネルギーの保存と伝達) C: Relationship Between Energy and Forces (エネルギーと力の関係) D: Energy in Chemical Processes and Everyday Life (化学反応と日常生活でのエネルギー)
PS4: Waves and Their Applications in Technologies for Information Transfer (波動と情報伝達技術におけるその応用) A: Wave Properties (波動の性質) B: Electromagnetic Radiation (電磁放射) C: Information Technologies and Instrumentation (情報技術と装置)

表 1：K-12 Framework、NGSS の Physical Sciences の DCI

3. ELF の内容

ELF は、DOE と American Association for the Advancement of Science(AAAS)がスポンサーとなった 2010 年のワークショップが起源で、多くの連邦機関、NGO、個人によるレビューやコメントが反映され、2011 年のエネルギーリテラシーのワークショップでさらに修正されたものであり、表 2 に示すように 7 つ

の Essential Principles、6つの Fundamental Concepts から構成されている。

<p>Essential Principles</p> <ol style="list-style-type: none">1. Energy is a physical quantity that follows precise natural laws. エネルギーは厳密な自然法則に従う物理量である。2. Physical processes on Earth are the result of energy flow through the Earth system. 地球上の物理的なプロセスは地球上のシステムを通るエネルギーの流れの結果である。3. Biological processes depend on energy flow through the Earth system. 生物的なプロセスは地球上のシステムを通るエネルギーの流れに依存する。4. Various sources of energy can be used to power human activities, and often this energy must be transferred from source to destination. 様々なエネルギー源は人間活動の動力に使われ、しばしば出所から目的地へ移動されねばならない。5. Energy decisions are influenced by economic, political, environmental, and social factors. エネルギーに関する意思決定は経済、政治、環境、社会的要因に影響される。6. The amount of energy used by human society depends on many factors. 人間社会で使用されるエネルギー量は多くの要因に依存する。7. The quality of life of individuals and societies is affected by energy choices. 個人と社会の生活の質はエネルギーの選択に影響される。
<p>Fundamental Concepts</p> <ol style="list-style-type: none">1. People are born investigators and learners. 人は生まれながらの研究者で学習者である。2. Effective learning focuses on a core set of ideas and practices. 効果的な学習は核となる概念とプラクティスの組に焦点化される。3. Understanding develops over time. 理解は時間とともに発展する。4. Literacy requires both knowledge and practice. リテラシーは知識とプラクティスの両方を必要とする。5. Connection to interests and experiences enhances learning. 興味と経験のつながりは学習を高める。6. Educational opportunities must be equitable and accessible to all. 教育の機会は今全てに公平かつアクセス可能でなければならない。

表 2 : ELF の Essential Principles と Fundamental Concepts

同時に、ELF と NGSS との対応が “Alignment between the Energy Literacy Framework and the Next Generation Science Standards”[8]として公開されており、これらの内容を調査した結果について報告を行う。

4. 参考文献

1. Common Core State Standards Initiative, <http://www.corestandards.org/> (2015年6月30日閲覧)
2. National Research Council, “A Framework for K-12 Science Education”, 2012,
<http://www.nap.edu/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts> (2015年6月30日閲覧)
3. Consortium of Lead States et al., “Next Generation Science Standards”, 2013,
<http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards> (2015年6月30日閲覧)
4. Department of Energy, “Energy Literacy: Essential Principles and Fundamental Concepts for Energy Education – A Framework for Energy Education for Learners of All Ages” Version 3.0, 2014,
<http://energy.gov/eere/education/downloads/get-free-copy-energy-literacy-framework> (2015年6月30日閲覧)
5. 出口 憲、「STEM教育の内容とは何か」、科研費中間報告書、2013年、20～43ページ
6. 出口 憲、「日本の学習指導要領と K-12 Framework の比較」、科研費第2次中間報告書、2014年、27～29ページ
7. 出口 憲、「K-12 Framework の Physical Sciences に関する内容構成について」、科研費最終報告書、2015年、36～43ページ
8. Department of Energy, “Alignment between the Energy Literacy Framework and the Next Generation Science Standards”,
<http://energy.gov/eere/education/downloads/align-your-lessons-energy-literacy-framework-and-ngss> (2015年6月30日閲覧)

なお、本研究は、科学研究費補助金・基盤研究(B)(課題番号 15H03493、代表・長洲南海男)の助成により行われた。