

韓国の科学教育におけるSTEAMの取り組み —現行カリキュラムの中等教育段階生命領域を中心に—

Activities of STEAM on Science Education in South Korea Focus on Lower Secondary School Biology on the Recently Revision of Course of Study

佐藤 崇之*

Takayuki SATO*

要旨

韓国の現行カリキュラムにおける科学学習で取り組まれているSTEAMについて、中等教育段階の生命領域の学習に焦点化して実態を解明することとした。分析には複数の教科書と、STEAMに関連する市販されている問題集を用いた。

中学校科学教科書の分析から、科学の授業におけるSTEAMの活動は各単元末に設けられ、単元で培った知識や技能をもとにして、他の単元や教科の学習内容との融合が図られていることが分かった。市販の問題集の分析から、最新の技術や科学者の研究成果が紹介され、日常生活の課題解決に活用しようとする姿勢が見られた。

学習者は、知識のみを活用するのではない解決方法を体験するとともに、自身の論理的な主張をもとにしつつ社会への寄与が求められていた。思考力をもとにしてさまざまな活動が展開されており、それらは、言語活動、ものづくり、デザインなどをおして、学習者がもっている主張を具現化させるものであった。

キーワード：韓国、科学教育、中等教育段階、STEAM、文献分析

I はじめに

1：研究の背景

大韓民国（以下、韓国）では、2009年に改訂された国家的教育カリキュラムである『教育課程』¹⁾に則って、現在の学習活動が行われるようになった。しかし、これについては、2015年秋をめどに新たな改訂が行われ、そのカリキュラムは2018年度から実施され、学習量の20%を削減することを政府が公言している²⁾。このことを鑑みると、現行カリキュラムの分析は時間的に喫緊の課題と言える。

現行カリキュラムでは、創意的体験活動の導入とそれへの取り組みが改訂の主な柱となっている。創意的体験活動の詳細については、カリキュラム全体のことになるため、本研究の趣旨と離れるのでここでは割愛するが、他に科学教育を中心とした教科学習の特徴的な取り組みとしてSTEAMがある。STEAMは“Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics”の

頭文字を取ったもので、直訳すると「科学、技術、工学、芸術、数学」ということになり、教科学習に根ざした科目融合型の学習を指し³⁾、学術的にもその教材の開発や効果の検証が行われてきた⁴⁾。なお、ここでのA（芸術）は芸術系科目のみに限定したのではなく、S、T、E、M以外の全教科を示すものとして“Liberal Arts”を指すものとしてとらえられている。

このような、全体的な教育システムや科学に関する特定の取り組みについての分析はいくつか見られ、その特色が明らかにされているが、カリキュラムのレベルのものが多く、その実態は明らかになっていない。特に、科学教育におけるSTEAMについて、学習内容や教材としての面から具体的に分析した先行研究は見られないのが現状である。

2：研究の目的

上記の状況をふまえて、本研究では、現行カリキュラムに準拠して取り組まれている科学教育のSTEAMについて実態を明らかにすることとした。なお、S

*弘前大学教育学部理科教育講座

Department of Science Education, Faculty of Education, Hirosaki University

TEAMは分離融合をめざす前出の2015改訂教育課程⁵⁾においても引き続いて(発展させて)取り組まれると考えられるため、本研究は一時的な事例の分析にとどまらず、今後の韓国の科学教育カリキュラムの分析において、その礎となるものと考えられる。

3: 研究の方法

STEAMのような科目融合的な学習は、初等教育段階でも取り組まれることとなっているが、初等学校科学教科書⁶⁾を見てみると、明らかにこれに取り組まれていると判断できる記載はなかった。初等学校において科学は3~6学年で行われ、3・4学年は基礎探究過程、5・6学年は統合探究過程との記載が見られてページが割かれている。基礎探究過程では観察、測定、分類、推理、予想、意思疎通の習熟に取り組まれ、統合探究過程は基礎探究過程を受けて問題の認識、変因の統制、資料の変換、資料の解析、結論の導出、一般化に取り組まれ、児童に培うべき能力が明確化されていた。これら2つの探究過程を経て、中等教育段階でSTEAMを含めた科学学習に臨むことが期待されていると考えられる。

一方、中等教育段階を見てみると、特に中学校の科学教科書ではSTEAMの名称が明示されていたり、それに該当するととらえられる表記が見られたりした。このため、STEAMの学習内容や教材を分析する目的がある本研究では、中学校科学教科書を分析対象とすることとした。中学校科学教科書は、分析のタイミングで日本での購入が可能であり、中学校の全学年をとおして揃っていたものとして、チョウンチェックシンサゴ社⁷⁾、天才教科書社⁸⁾、天才教育社⁹⁾のものとした。

また、韓国ではSTEAMに関する学術的な書籍や教育方法を著した書籍のみでなく、学習者が手にして学習するための問題集形式の書籍も市販されている。日本でも報道される韓国の教育や受験の厳しさに鑑みると、学校外での学習も学力形成に大きな影響を及ぼすと考えられるため、市販の問題集のうち、『アンセムのSTEAM+創意思考力科学100題(中等)』¹⁰⁾

についても分析することとした。

なお、本研究ではこれまでの著者の研究成果¹¹⁾との関連性から、生命領域の学習内容に焦点をあてることとした。

II 中学校科学教科書におけるSTEAM

1: チョウンチェックシンサゴ社

チョウンチェックシンサゴ社の教科書では、各単元末にSTEAMの名称が明記された活動が掲載されていた。それらのSTEAMに関して行われる活動は、他社と同様に、単元の学習内容を理解した上で、科学以外の教科で培った能力と融合させて、生徒に主体的に考えさせ、調べさせて発表させるものが多く見られた。表1はそれらをまとめたものであり、左側に生命領域に関する単元名を抜き出し、右側にその単元におけるSTEAMの学習活動の名称を記した(この形式は、本研究で分析した他社の教科書にも共通して使用する)。

たとえば、光合成の単元の最後には「都市の断絶された生態系を接続する飛び石、ビオトープ!」という環境とその人工的な形成を取り扱ったものがあり、生殖・発生の単元末には「冷凍胚の妊娠を承認するか?」という人工授精について議論させるものがあつた。その中で、遺伝・進化の単元末の「未来の生物をデザインする」では、書籍やテレビ番組として有名な“Future is Wild”をモチーフに、1億年後の地球にすむ生物を図やモデルで自由に表現して、その展示会を行うことが主体になっていた。これに際しては、生物の形態や特徴を未来の環境と関連させつつ、自然選択説にもとづいて説明することになっていた。

2: 天才教科書社

天才教科書社の教科書では、各単元末に「融合探究」の名称で活動が記載されていた(表2)。内容を分析すると、融合探究は科目の融合というSTEAMの意義を表して意識したものにとらえることができた。

表1 チョウンチェックシンサゴ社の中学校科学教科書におけるSTEAM(生命領域)

単元名	STEAMに関する活動
光合成	都市の断絶された生態系を接続する飛び石、ビオトープ!
消化、循環、呼吸、排泄	大切な私たちの体を健康に!
刺激と反応	障害者のための広益広告づくり
生殖と発生	冷凍胚の妊娠を承認するか?
遺伝と進化	未来の生物をデザインする

表2 天才教科書社の中学校科学教科書におけるSTEAM（生命領域）

単元名	STEAMに関する活動
光合成	光合成から得られたアイデア
消化, 循環, 呼吸, 排泄	宇宙飛行士のための機内食づくり
刺激と反応	11mは誰に有利か?
生殖と発生	幹細胞で何ができるのだろうか?
遺伝と進化	在来のマメの多様性

表3 天才教育社の中学校科学教科書におけるSTEAM（生命領域）

単元名	STEAMに関する活動
光合成	グリーンエネルギー, バイオ燃料 (科学記事)
消化, 循環, 呼吸, 排泄	肥満とダイエットの間で健康を探そう (科学記事)
刺激と反応	ヒトの感覚器官, 運動器官の代わりになるものは? (STEAM)
生殖と発生	誰のために生まれたのか? (科学記事)
遺伝と進化	自然史図書館づくり (STEAM)

たとえば、刺激・反応の単元末では「11mは誰に有利か？」に取り組まれている。これは、サッカーのPK戦をモチーフにして、実際に動きをビデオ撮影して球速を算出し、その結果を神経伝達速度と比較するものである。これには、ビデオ撮影の「技術」や速度の計算能力としての「数学」が使用され、「科学」で培われた能力や知識との融合が図られていると考えられる。遺伝・進化の単元末には「在来のマメの多様性」の活動があり、さまざまなマメの形態がカラー写真で紹介され、マメという共通事項の中における形態の違いから多様性を考えさせ、説明させるものである。これは、共通性と多様性という「科学」で学習した内容について、論理的に説明させる言語能力としての「芸術」が使用されている。また、消化などを取り扱う人体に関する単元では「宇宙飛行士のための機内食づくり」が取り組まれ、宇宙飛行士の食欲をそそることを考慮して、容器と食品包装をデザインし、宇宙食の開発のためのガイドラインづくりとして、乾燥食品を水で戻して質量の増加の割合を計算する活動が行われている。ここでは、消化や乾燥重量という「科学」の学習内容をもとにしながら、割合の計算で「数学」の能力が使用され、絵画的なデザインや言語でのガイドラインづくりとして「芸術」の要素や能力が使用されている。

3：天才教育社

天才教育社の教科書では、各単元末にSTEAMの記載ではなく、「科学記事」というコラムになっている扱いのものも見られた(表3)。「科学記事」自体は活動を主とするものではないが、STEAMと同様に

単元末に掲載されて、内容も科目を融合したものになっているため、表中にタイトルを記載する。

遺伝・進化の単元では「自然史図書館づくり」に取り組まれ、ここでは博物館や科学館を見学して展示方法や記録などの資料を調査することにより、班別の活動として案内冊子を作成して発表させるものであった。このように、実際に調査した内容をもとにして、班別に活動を行わせて結果をまとめ、それを発表するまでの一連の流れをとおして学習させるのも、STEAMの特色の1つととらえられる。また、このときに冊子の形態でまとめさせることでデザインを含めたものづくりが行われており、班の発表はコンテスト形式で行われていて生徒自身が評価に参加するため、論理的に評価する能力も培われると考えられる。また、刺激・反応の単元の「ヒトの感覚器官, 運動器官の代わりになるものは？」では、生徒が眼帯, 杖, 車いすを準備して、障害者とヘルパーの役割に分かれ、感覚器官や運動器官の障害に焦点化して行動を体験させていた。不便だった点や危険で改善を必要とする点を整理するとともに、補助器具を作る案を検討させるものであった。

III 市販の問題集におけるSTEAM

1：問題集の構成

前出の『アンセムのSTEAM+創意思考力科学100題(中等)』について、その構成として目次から抜粋すると以下ようになる。

第1編 創意思考力実力がため100題

生命 (01~20) 化学 (01~20)
 物理 (01~20) 地球科学 (01~20)
 融合 (01~20)

第2編 挑戦！STEAM創意探究力

＜主題1＞スピードスケート中に隠れた科学
 STEP. 1 主題探究のための発問
 STEP. 2 Creative Activities
 ＜主題2＞ひときわひどい祝日の帰省途中の乗り物
 酔い
 STEP. 1 主題探究のための発問
 STEP. 2 Creative Activities
 ＜主題3＞漢江「緑茶ラテ」の撤去
 STEP. 1 主題探究のための発問
 STEP. 2 Creative Activities
 ＜主題4＞ピラミッドの中の科学の話
 STEP. 1 主題探究のための発問
 STEP. 2 Creative Activities

正解と解説

第1編正解と解説 第2編正解と解説

このように、書籍は、「第1編：創意思考力実力がため100題」「第2編：挑戦！STEAM創意探究力」と、その「正解と解説」で構成されていた。

第1編にはSTEAMへのアプローチの意味合いがあり、タイトルにもある100題の内訳を見ると、生命、化学、物理、地球科学、融合の5つの項目に分けられていて、それぞれに20題が設けられていた。本研究では、この中の生命領域のものについて、本章2節および3節で詳細に示すこととする。

また、第2編ではSTEAMそのもののテーマとして4つの主題が設けられていた。この中から、生命領域をもっともふまえていると考えられる、＜主題3＞「漢江「緑茶ラテ」の撤去」について、本章4節で詳細に示すこととする。

2：生命領域における活動の概要

生命領域における20題の活動のタイトルについて、表4に一覧にして示した。たとえばNo.1で取り扱っている聴覚、No.2の苦味の感じ方やNo.10の気温と顔の赤さの関係など、人間の感覚や体調、病気を取り扱っているものが多いことが分かった。その他には、No.13で扱っている遺伝学のような学問的な成果をもとにしたもの、No.19の人工虹彩の開発のように最新の科学の恩恵に関するものが見られた。

3：生命領域における活動の詳細

ここでは、No.4「スーパーマーケットのトマトがおいしくない理由は？」No.6「「珊瑚礁」の復元の道を見つけた」No.17「冬に日光にあたらなければならない理由

表4 市販の問題集における活動のタイトル（生命領域）

No.	タイトル
1	聴覚が損なわれると触覚も鈍くなる。
2	食べ物が冷えると苦みがひどくなる。
3	クレオパトラが好んで食べた「エレファントノーズフィッシュ」の目に・・・
4	スーパーマーケットのトマトがおいしくない理由は？
5	狭いスペースのアパート型植木鉢，1ヵ月に1回水を与えればOK！
6	「珊瑚礁」の復元の道を見つけた
7	アキノシロ，いや，秋のダニ？ おそろしい
8	海水浴場はクラゲの恐怖に震え～
9	修能を控えた高3のAさんが突然倒れてから知った「ホク」
10	肌寒いと顔が赤くなる・・・サウナは助けにならない
11	狡猾な卵子と2つの精子が会えばどうなるのか？
12	食べると気分がよくなるトッポギ，秘密は「○○○○」
13	なぜ，よりによってショウジョウバエなのか？－20世紀の遺伝学の歴史を変えた主役
14	暑いときに雨のように流れる汗，体温調節のための「良い涙」
15	低体温症と凍傷，どう予防する！
16	ミネラルウォーターの多くが飲めば健康になる件は「勘違い」
17	冬に日光にあたらなければならない理由
18	砂糖と酒の害
19	電源無しで光の調節が可能な「人工虹彩」の開発
20	「油性の食べ物」を食べても健康になるのか？

い理由」を例として取り上げ、具体的に示すこととする。なお、このうち最初に取り上げる No.4については、全文を掲載するとともに、内容のみでなくページの構成についても分析して記載する。

No.4「スーパーマーケットのトマトがおいしくない理由は？」

以下に、この活動の全文を記載する。

スーパーマーケットに山のように積み重なったトマトが、しばしば田舎の菜園のトマトよりもおいしくない理由が明らかにされたことを、『サイエンスデイリー』や『ライフサイエンスドットコム』が報道した。

アメリカのデビスカリフォルニア大学のエン・パウエル教授が率いる国際研究陣により、全体が完全に真っ赤なトマトは、過去数十年間でトマトの育種家がコストを削減して摘果しやすいように交配した結果として示したもので、自然の突然変異として明らかになったものである。

研究陣は、トマトの多様な形質が発現されるように遺伝子に指示する転写因子の内部のタンパク質を追跡して、光合成により太陽エネルギーを糖分と養分に変えて果実の色と味を決定する葉緑体の形成に関与する、GLK1とGLK2の2種類のタンパク質をみつけた。

①スーパーマーケットのトマトは、少ない栽培農家が育てた濃かったり薄かったりする緑色と赤色が均等に混ざった自然なトマトと違い、光合成の能力を落とす突然変異の因子をもっていることを明らかにした。なぜ、真っ赤なトマトがしばしば田舎の菜園のトマトよりもおいしくないという、その理由を光合成の役割を利用して書きなさい。

②ふつう、トマトは株についたものがまず熟すが、過去70年間にアメリカの育種家が開発したトマトは、熟す前に一斉に、均等に黄緑色であるすべてのトマトが均一な色を帯びる。開発されたトマトの長所を推理して書きなさい。

<核心理論>

光合成：緑色植物の細胞小器官である葉緑体で、光エネルギーを利用して二酸化炭素と水からブドウ糖と酸素を生成する過程である。

第1編の各活動は解答するスペースを含めて見開きで示されており、まず、タイトルに関連した長文が提示されていた。次に、その長文の内容や、それに関連して調査した内容についての複数の問いが設けられて

いた。そして、最後に「核心理論」と銘打たれて重要語句が紹介されていた。

長文の部分には、「農村で手に入れるトマトよりも、スーパーに並んでいる見た目のよい真っ赤なトマトがおいしくない」ことの理由を研究者が明らかにしたこと、真っ赤なトマトは育種家の交配によって、取り扱いやすさを重視してつくられたものであること、葉緑体の形成に関与するタンパク質が発見されたことが記載されていた。

設問1では、真っ赤なトマトは苗の段階から光合成の能力が低下していることが示された上で、おいしくない理由を書くように促されていた。設問2では、逆に、そのようにして開発されたトマトの長所を書くものであった。

核心理論では、光合成について解説されていた。

No.6「『珊瑚礁』の復元の道を見つけた」

長文の部分には、サンゴに栄養素を供給する微細藻類についての研究の成果が示されていた。また、サンゴが減少していることを課題としてとらえ、微細藻類と白化現象の関係や、今後の対策について記載されていた。

設問1では、餌を食べることができるサンゴが微細藻類から栄養分を得なければならない理由が問われており、設問2では微細藻類の特徴をもとにして、どのような対策でサンゴの死滅を防げるか、提案することが促されていた。

核心理論では、サンゴの白化現象について解説されていた。

No.17「冬に日光にあたらなければならない理由」

長文の部分には、冬に季節性のものとして憂鬱になる病気があり、それが日照時間や日光の量と関係していること、ホルモンのバランスによって活力が落ちて気分が沈むことが示されていた。

設問1は穴埋め問題で、体の症状からビタミンDの欠乏を答えさせるものであった。続く設問2では、ビタミンDが欠けた状態がどうして冬に多いのか、それによって体の中にどのような変化が起こるのかを答えさせるものであった。

核心理論では、ビタミンについて解説されていた。

4：STEAMにおける活動の詳細

<主題3>「漢江「緑茶ラテ」の撤去」には5ページが割かれていた。これは、韓国の首都であるソウルの中心部の川にアオコが大量発生したときに、水が緑色になる事象を例えたものであり、まずはそれが写真で紹介されていた。つづいて長文の解説があり、アオ

コ自体は環境に直接の問題にはならないが、水中の栄養物質が増加したことの指標や証拠であることが紹介されていた。これについて、アオコの除去の方法が全体的な課題として設けられていた。

この課題に際して、＜STEP. 1 主題探究のための発問＞では、以下の4問が設けられていた。(下線部は著者による。)

1. 緑藻の現象は継続して発生していますが、2012年の夏には特にひどくなりました。その理由を推理して書きましよう。
2. 「安全性の議論、漢江の緑藻はなぜ」の動画を見て、今年の夏にひどくなった緑藻の現象が私たちにどのような影響を及ぼすか、2つ以上書きましよう。
3. 緑藻の現象がひどくなれば、生態系にどのような問題点が起きるのでしょうか？いろいろと書いてみましよう。
4. 緑藻の問題を解決するために、以前には緑藻の現象が発生すると、写真のような黄土を散布していました。黄土が水面に浮いて日光を遮断して緑藻の繁殖を防いだり、緑藻と絡まって緑藻を底に沈めたりする役割をするためです。しかし、それは一時的な手段で、他の水中の生物にも影響を及ぼして生態系を攪乱することもあります。緑藻の現象を解決する方法をいろいろ書いてみましよう。

下線部から分かるように、1ではアオコの発生の理由を推理して、2では日常生活への影響を具体的に捉え、3でそれを生態系全体の問題として拡大して認識させ、それをもとにして4で課題解決の方法を探るという流れになっていた。

さらに、＜STEP. 2 Creative Activities＞では、以下の3問が設けられていた。(下線部は著者による。)

1. 2012年8月9日、漢江に緑藻が広がって藻類注意報が発令されました。下の表を見て、藻類注意報が発令されたときに水道水を飲んでもよいか、自身の考えを論理的に書きましよう。
2. 動画「我が国の水道水の真実は」を視聴して、水道水の代わりにミネラルウォーターを買って飲むのが良いことか、自身の考えを書きましよう。
3. 動画「公益広告アリス」を視聴しましよう。きれいなソウル、きれいな水、ソウルの水道水アリスについて公益広告の動画を公益広告ポスターとし

てつくってみましよう。

下線部から分かるように、1では、与えられた水質の汚れ具合の表を見ながら、それをもとにして自身の考えを書き、2では自身が水道水と購入した水のどちらを飲みたいかという、日常生活での切実な問題について自身の考えを表明することになっていた。そして3では、ソウルの水道水についてのポスターを作成するという、これまでに学んだことをふまえてものづくりを行って社会に寄与する、作業を交えたものになっていた。

IV まとめと今後の展開

本研究における中学校科学教科書の分析から、科学の授業におけるSTEAMの活動は、各単元末に設けられており、単元で培った知識や技能をもとにして、他の単元や教科の学習内容との融合が図られていることが分かった。

また、市販の問題集の分析から、最新の技術や科学者の研究成果が紹介されて、それを日常生活の課題解決に活用しようとする姿勢が見られた。その際に学習者は、事象の理由の推理や説明、問題点の抽出、対策の考案、自身の考えの表明、日常生活での現象の探索など、知識のみを活用するのではない解決方法を経験するとともに、自身の論理的な主張をもとにしつつ社会への寄与を求められていた。

このように、STEAMを看板として、科学の知識や技能をもとにして、他教科と融合した活動が行われていた。そこでは、思考力をもとにしてさまざまな活動が展開されており、それらは、言語活動、ものづくり、デザインなどをおして、学習者がもっている主張を具現化させるものであった。

また、少し違った観点で見ると、レベルの高い学校に進学するために、STEAMで培われた能力の必要性が求められているのではないとも考えられる。

本研究では、以上のように文献の分析を研究手法として、韓国の科学教育におけるSTEAMの実態の解明に迫った。これにより、STEAMの根幹にある哲学的な部分が、活動にどのように反映されているかを解明することができた。本研究をもとにして、今後は、実際の授業の観察や教員へのインタビュー、大学教員など研究者へのインタビューなどをおして、実際にどのようにSTEAMの活動に取り組まれている

のかを解明しようと考えている。

また、本研究の分析に用いた市販の問題集には「中等」と記されていることから、中学校段階であるか高等学校段階であるかが判明しなかった。これについても精査を行うべきと考える。

附記

本研究は、科学研究費補助金（16K04649）の助成を受けて行ったものである。

引用文献・註

1) 国家教育課程情報センター web サイト URL : <http://ncic.re.kr/>
 2) 이상욱 (2015) 科学教育：何を取り込むかの核心, 京郷新聞, 2015年5月27日, 29, (この文献は新聞記事であるが, 上記1)に掲載されていたものである。このため, 政府の見解等の内容に関しては正確であると判断できる。
 3) たとえば, 김진수 (2012) STEAM교육론, 양서원
 や, 강충인 (2015) 한국형융합교육STEAM교육의

이론과실제, 한국이공학사などが挙げられる。

4) 孔泳泰 (2013) PISA型STEAM理科教育プログラムの適用とその効果, 日本科学教育学会研究会研究報告, 27 (3), pp.15-20
 5) 上記1) 同様
 6) 한국과학창의재단 국정도서편찬위원회 (2014) 과학 3-1・3-2・4-1・4-2, 미래엔, および同 (2015) 과학 5-1・5-2・6-1・6-2, 미래엔
 7) 현종오ほか16名 (2014) 중학교과학①~③, 좋은책신사고
 8) 신영준ほか11名 (2013) 중학교과학①~③, 천재교과서
 9) 이면우ほか12名 (2012) 중학교과학①~③, 천재교육
 10) 안쌤영재교육연구소 (2014) 안쌤의STEAM+ 창의사고력과학100제중등, 시대교육
 11) 佐藤崇之 (2014) 韓国の科学カリキュラムと学習内容の分析—最近の教育課程の改訂と中学校生物学習に着目して—, 弘前大学教育学部紀要, 112, Pp.57-62

(2017. 1.10 受理)