

韓国の科学教育における創意性とSTEAM —現行カリキュラムの初等教育段階生命領域を中心に—

Creativity and STEAM on Science Education in South Korea Focus on Primary School Biology on the Recently Revision of Course of Study

佐藤 崇之*

Takayuki SATO*

要旨

韓国の現行教育課程における科学学習での創意性とSTEAMについて、初等教育段階の生命領域に焦点化して実態を解明することとした。分析には、教科書とSTEAMに関連する市販の問題集を用いた。また、学校での取り組みの実態をとらえるために教育フェスタの分析も行った。

初等学校科学教科書では、それらは明記されていなかったが、それらに接続するための基礎・統合探究過程の内容を確認することができた。市販の問題集では、日常生活の課題解決など児童が興味を抱きそうなテーマが示され、それを児童に取り組ませていることがわかった。また、釜山市で開催された教育フェスタでは、創意性やSTEAMに関する児童・生徒の複数の成果物を確認できた。これらのうち、科学教科書や教育フェスタの成果は正規の学習についてのものであり、2015改訂教育課程（2018年度から実施）の大目標である「文理融合」においても大いに活用できるものと考えられる。

キーワード：韓国，科学教育，初等教育段階，生命領域，創意性，STEAM

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年秋から新たな改訂作業が行われ、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、「創意性」の育成がめざされており、科学教育においてもその方向性は重要視されている。

また、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ものではなく、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、佐藤（2017）⁵⁾を除いてほとんど見られないのが現状である。

2：研究の目的

*弘前大学教育学部理科教育講座

Department of Science Education, Faculty of Education, Hirosaki University

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における創意性やSTEAMについて実態を明らかにすることとした。なお、創意性やSTEAMは文理融合をめざす前出の2015改訂教育課程⁶⁾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

前出の佐藤(2017)では、教科書にSTEAMについての記載が明確にある中学校段階を分析対象として、生命領域に焦点をあてて学習内容を明らかにしている。3社の科学教科書を用いて分析した結果、各単元末にSTEAMに関するコラムが掲載されており、ここでは生徒が課題に取り組むかたちで、日常生活での課題の解決を考えたり、実際の科学の成果をもとに創作を行って成果物を製作したりする活動が見られた。

それでは、その事前の初等学校段階の生命領域の学習では、創意性やSTEAMはどのように取り扱われているのであろうか。

その分析のために、まず、初等学校教科書を分析することとした。韓国の初等学校の科学教科書⁷⁾は国定教科書1種類であるため、国内すべての初等学校で使用されており悉皆性があるものである。

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(初等3～4学年)』⁸⁾についても分析することとした。なお、この書籍には初等5～6学年用⁹⁾のものも市販されているが、こちらは100題の内訳が物理、化学、生物、地球科学に分けられておらず、生命領域に焦点化した分析が困難なために、対象から除外することとした。

さらに、著者は2017年に訪韓して調査を行った一環として、釜山市で開催された教育フェスタに参加した。このときに資料収集したものの中にはSTEAMに関する成果物の報告が多数見られた。そのため、これらをSTEAMについての学校の活動の実態を表すものとして紹介し、考察に加えることとした。

II 初等学校科学教科書における創意性

初等学校の科学は3～6学年までで学習されている。教育課程のレベルでは、3～4学年群と5～6学年群に学習内容がグループ化されながらも分けられている。このように学年をまたいでグループ化することによって融通性が増している。しかし、実際の科学教科書を見てみると、各学年2冊ずつ(3-1, 3-2, 4-1, 4-2, 5-1, 5-2, 6-1, 6-2)で刊行されており、学年を超えた融通性はほとんどないと考えられる。

これらの科学教科書を分析した結果、創意性やSTEAMに関する記載は明確ではなかった。このため、初等学校の段階では、創意性やSTEAMに到達できるための基礎的な能力を育成しているものと考えられる。

では、その基礎的な能力とはどのようなものであろうか。科学教科書のうち、各学年の前期にあたる「〇-1」の教科書では、冒頭に探究の過程についての記載があるため、この枠組みの中の項目を示しながら分析してみよう。なお、各項目に関する学習内容は、見開きで記載されていた。

1：基礎探究過程

3～4学年は基礎探究過程として設定されていた。

3学年【基礎探究活動を身につける】

- 観察について知ろう
- 測定について知ろう
- 分類について知ろう
- 推理について知ろう
- 予想について知ろう
- 意思疎通について知ろう

3学年では、観察、測定、分類、推理、予想、意思疎通について、それらを基礎的な探究能力として定めていることがわかった。それぞれの学習内容では理論的な説明が行われているのではなく、児童の活動がもとになっており、そのような活動をとおして身につけるべき能力として取り扱われていると考えられる。

たとえば、「推理について知ろう」では、積もった雪の上に残された、大きさが異なる2種類の鳥のあしあとが写真で示されていた。それらの鳥は異なる場所からやって来て、大形の鳥だけがあしあとを残して去って行った。その写真を見て、どのようなストーリーが展開されたのかを推理し、発表する活動が行われていた。

4 学年【基礎探究活動を身につける】

- 変化の過程を観察してみよう
- いろいろな方法で測定してみよう
- いろいろな段階に分類してみよう
- 推理の善し悪しを判断してみよう
- 規則性を見つけて予想してみよう
- 意思疎通をとおして友だちを説得してみよう

4 学年でも 3 学年と同様に、観察、測定、分類、推理、予想、意思疎通を基礎的な探究能力として定めていることがわかった。しかし、それらの項目には「・・・を行うことで・・・」のような、3 学年よりも詳細かつ操作的な活動が示されていた。このことから、3 学年は基礎探究過程の構成要素の意味を知ることが重視されており、4 学年ではそれを科学的な操作としてさらに発展させていると考えられる。

3 学年との比較のために、推理の項目である「推理の善し悪しを判断してみよう」を見てみると、中身が見えない箱の中身を知る方法として、箱を振って音を出して推理し、その後に確認する活動が取り扱われていた。その次に、秘密の顆粒（正体がわからない粉）について、色、水に溶けた状態、臭い、味など複数の観点から推理し、その後に確認する活動が取り扱われていた。それら多様な推理する活動をとおして、推理とは何かを身につけるようになっていた。

2：統合探究過程

5～6 学年は統合探究過程として設定されていた。

5 学年【統合探究活動を身につける】

- 探究の問題を決めてみよう
- 実験を計画してみよう
- 実験をしてみよう
- 実験結果を処理して、解析してみよう
- 結論を出してみよう

5 学年では、課題の探索、実験計画の立案、実験の実施、結果の処理と解析、結論の導出について、それらを統合的な探究能力として定めていることがわかった。これらの項目は、一般的に言われている科学的な探究の流れとも合致していることから、それぞれが独立したのではなく、この順序の流れで探究活動を行うことが統合探究過程として定められていると考えられる。

たとえば、「実験を計画してみよう」では、与えられた課題に対してこれから行うべき実験の手順につい

て、その是非を討議する活動が示されていた。

6 学年【統合探究活動を身につける】

- 仮説をつくってみよう
- 実験を計画してみよう
- 実験をしてみよう
- 実験結果を処理して、解析してみよう
- 結論を出してみよう

6 学年では、最初の項目である「仮説をつくってみよう」のみが項目としては 5 学年と異なっているだけで、他は同一であった。ただし、5 項目すべてにおいて学習内容として取り扱われている活動のテーマは異なっていた。

「仮説をつくってみよう」では、クギを磁石で磁化する場面を題材として、どのような仮説を立てるべきかを議論する活動が掲載されていた。

III 市販の問題集における創意性とSTEAM**1：書籍の構成と生命領域の題材の抽出**

前出の『アンセムの STEAM + 創意思考力科学100題（初等3～4 学年）』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

物理（01～25） 化学（01～25）

生物（01～25） 地球科学（01～25）

第2編 挑戦！STEAM創意探究力

<主題1>空を飛ぶ夢、現実になる

STEP. 1 主題探究のための発問

STEP. 2 Creative Activities / 探究報告書

<主題2>コイン分離貯金箱

STEP. 1 主題探究のための発問

STEP. 2 Creative Activities / 探究報告書

<主題3>影絵芝居

STEP. 1 主題探究のための発問

STEP. 2 Creative Activities / 探究報告書

<主題4>空高く浮く熱気球

STEP. 1 主題探究のための発問

STEP. 2 Creative Activities / 探究報告書

楽しい正答と解説

第1編正答と解説 第2編正答と解説

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「正答と解説」で構成されていた。

第1編は、第2編におけるSTEAMへのアプローチの意味合いがあり、タイトルからして創意性にも深く関連していた。そのタイトルにある100題の内訳を見ると、物理、化学、生物、地球科学の4つの枠組みに分けられていて、それぞれに25題が設けられていた。本研究では、生命領域に関するものとして、100題の中で「生物」として取り扱われていた25題から、いくつかの詳細を本章第2節に示すこととする。なお、書籍では題材別のタイトルは記載されていなかったが、内容を簡潔に表すために独自に付与したものを記載しておく。

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。しかし、主な内容が生命領域に関するものと考えられるものはなかったため、ここでは分析の対象から除外することとする。

2：生命領域における題材の詳細

No.3「植物の葉の色素と紅葉の関係」

以下に、この題材の全文を記載する。

植物の葉にはいろいろな色素があり、そのような色素が葉の色を決定している。植物の葉に含まれている色素には、代表的な緑色を帯びた葉緑素や、黄色を帯びたキサントフィル、オレンジ色を帯びたカロテンがある。以下は8月、9月、10月に木の葉の中にある色素の量を調査した結果である。

- [1] 秋になると大部分の木の葉が赤く染まる。その理由を上の実験結果で推理して書きなさい。
- [2] 秋に木の葉が赤く染まるのは、木が秋の乾燥した環境に適応する生存戦略のうちの一つである。木が葉を赤く染めれば、乾燥した環境にどのように適応することができるか、書きなさい。

<核心理論>

- ・葉緑素：光合成をする際にもっとも中心的な分子で、光を吸収する役割をする色素である。クロロフィル (Chlorophyll) と呼ばれる。葉緑素には a, b, c, d, e とバクテリオクロロフィル a や b など、いろいろなもの知られている。

第1編の各題材は、解答するスペースを含めて見開きで示されており、まず、全体を表す文章や実験の結果などが提示されていた。次に、その文章や実験の内容や、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などが解説されていた。

この題材では、まず、実験の方法とその結果(クロマトグラフィ)が示されていた。それについて設問1は、実験結果を用いて、紅葉する理由を推理するものであった。ついで設問2は、植物の生存戦略のうちの一つとして、乾燥した環境への適応について、メカニズムを説明するものであった。

核心理論では、この題材で児童が考える対象となる葉緑素について解説されていた。

No.6「超音波を利用したコウモリの行動」

コウモリが暗い洞窟の中を自由に飛び回ることができることについて5つの仮説を設定し、それらの仮説を検証する実験が提示され、それぞれの妥当性と判断の理由を記述するものであった。以下、設問ごとに「仮説→実験方法」の形態で記載する。

- [1] 赤外線の利用 → 頭を布で覆う
- [2] 超音波の利用 → 妨害用の超音波を使用する
- [3] 紫外線の利用 → 日光を遮断する
- [4] 眼以外の器官の利用 → 眼隠しをする
- [5] 耳の利用 → 耳を隠す

なお、核心理論では超音波が取り上げられており、人間が聴き取ることができない周波数をもつ音であることが解説されていた。

No.9「植物の光合成と動物の呼吸」

インゲンハウスの実験をテーマとしていた。ガラス瓶の中に、(カ) ネズミを入れて光がよくあたるようにしたもの、(ナ) 植物を入れて光がよくあたるようにしたもの、(タ) ネズミと植物を入れて光がよくあたるようにしたもの、(ラ) ネズミと植物を入れて光を遮断したものが図で提示され、設問1では(カ)と(タ)、設問2では(カ)と(ラ)、設問3では(ナ)と(タ)を比較していた。ここで、設問1と2では、どちらのネズミが長く生き続けられるかを理由とともに記述することが求められ、設問3では、どちらの植物が長く生き続けられるかを理由とともに記述することが求められていた。

核心理論では、光合成の作用と行われる場所などについて解説されていた。

No.12「種子の発芽条件」

種子から発芽および発根している図が示されており、茎は上方に向かって伸び、根は下方に向かって伸びている。設問1では、それぞれが反対方向に伸びていく理由が求められていた。つづく設問2では、その

発芽種子をレコード盤の上に載せておくと、茎や根がどのように伸びるかを予想させ、その理由を求めるものであった。

核心理論では、植物の屈地性と屈光性について解説されていた。

No. 22 「腐敗と発酵」

「冷蔵庫に入れておいたパンを食べようとしたら、パンにカビが生えており、冷蔵庫に入れておいたので腐らないものであると考えたのに、パンにカビが生えたことを確認して当惑した。」というエピソードをもとにしていた。設問1では、冷蔵庫に入れておいたパンにカビが生えた理由が求められていた。つづく設問2では、韓国の代表的な発酵食品であるキムチと関連づけて、パンにカビが生える腐敗と、微生物によるキムチの変化である発酵との違いを、理由とともに求めていた。

核心理論ではカビの性質について記載されており、カビは他の生物や養分がある場所に付着して養分を摂取して生きていること、カビは日光が当たらずに湿気が多いところによく育つことが解説されていた。

IV 釜山市における教育フェスタでの情報収集

釜山広域市教育庁が主催・主管して、2017年12月12日、同13日に Busan Exhibition & Convention center 第1展示場で開催された教育フェスタは、「2017創意融合フェスタ」の名称で、「釜山の教育，創意に感性を加える」をスローガンとしていた。学校や教育機関が60を超えるブースを構えており、その他にも講演やコンサート、アートゾーン、体験ゾーンなどが設けられていた。

学校や教育機関が構えたブースでは、創意性やSTEAMに関係する出品や活動報告が多く見られた。このうち、出品されたもののいくつかを、STEAMに関する授業を受けた児童・生徒の成果物として紹介する。

ある女子中学校のブースでは、学習した成果をデザインしてTシャツやハンカチにプリントしたものが展示されていた(図1)。また、「科学日報」という名称で、科学者の業績を紹介した新聞づくりが行われている例も展示されていた(図2)。

ある高等学校ではSTEAMに関するサークル活動が行われており、そのメンバーによるブース開設が行われていた。科学の原理を利用したお菓子づくりが行われており(図3)、それは来訪者に提供されていた。また、生徒による発明作品もいくつか展示されてお

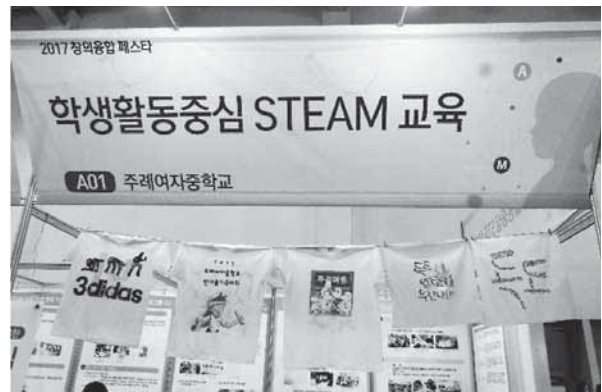


図1 学習成果のデザインのプリント

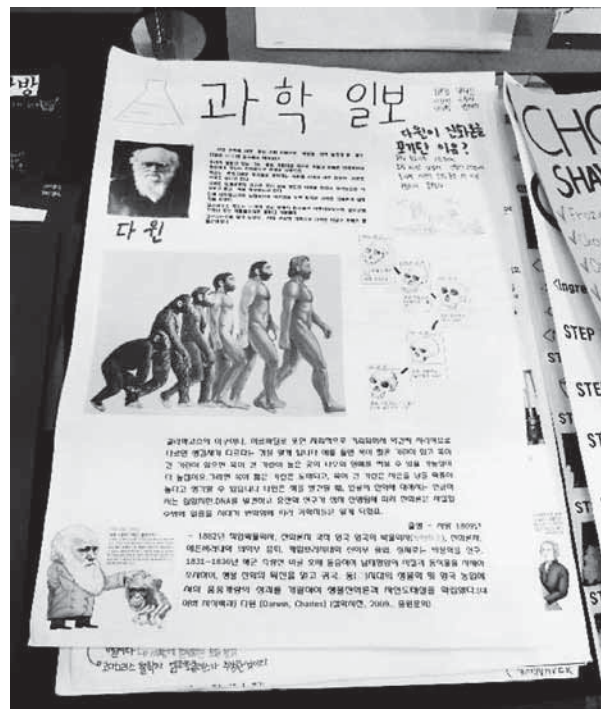


図2 科学者の業績を紹介する新聞

り、中には、スリッパの先端にセンサーが取り付けられており(図4)、物体が近づくとブザーが鳴動して歩行者に知らせることで、暗闇の中でも躓くことが避けられるという発明も見られた。

初等学校での児童の成果物も展示されており、ある小学校のブースでは、未来の自動車の模型や、星座をモチーフとした豆電球を利用したインテリアが展示されていた(図5)。他の小学校(創意融合先導学校に指定されている)では、児童が製作したチョウの羽ばたきのモデルや、手の指の動きのモデルが展示されていた(図6)。

V 考察

本研究における初等学校科学教科書の分析から、3～4学年では基礎探究過程として観察，測定，分類，



図3 科学の原理を利用したお菓子づくり



図5 未来の自動車と星座のインテリア

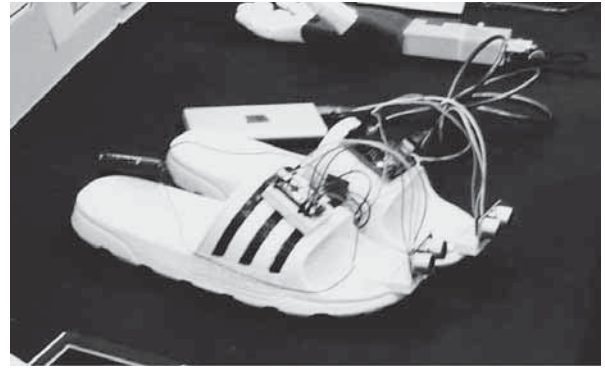


図4 センサー付きスリッパ

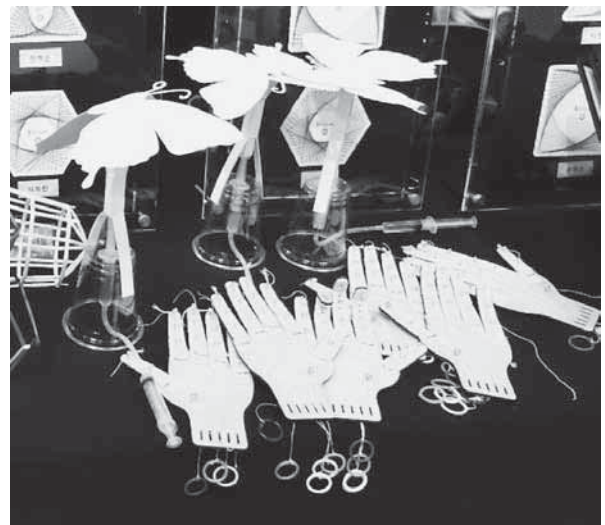


図6 チョウの羽ばたきと手の指のモデル

推理, 予想, 意思疎通の習熟に取り組まれており, 3学年と4学年は同様の内容ながらも, 3学年ではそれらの項目の意味を, 4学年ではより詳細な手法を取り扱っていることがわかった。また, 5~6学年群では統合探究過程として, 基礎探究過程を受けて科学探究の流れの習熟に取り組まれており, 5学年でその一連の流れを掴んだ上で, 6学年ではそれを詳細かつ広範にして取り扱っていることがわかった。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。

また, 市販の問題集の分析から, 科学の成果を紹介しつつも, 日常生活の課題解決など児童が興味を抱きそうな題材が示され, それを児童に取り組ませていることがわかった。その際に児童は, 事象の理由の推理や説明, 自身の考えの表明, 日常生活での現象の探索など, 知識のみを問われるのではなく解決方法を模索するとともに, 自身の論理的な主張をもとにした判断が求められていた。これは, あくまで私学(韓国では

家庭学習や塾での勉強を指す)で用いられるものであり, その観点から見ると, 英才教育機関として指定されているなどのレベルの高い学校に進学するために, 創意性やSTEAMで培われるべき能力を高める必要性が求められているのではないかと考えられる。これは, 各題材で取り扱われていたテーマや核心理論が初等学校対象のものとは考えられないほど高いレベルのものであること, 設問で求められている解答が理由や効果を問うものであり, かなりの思考力を必要とするものであることから, 言及することができる。

以上の分析結果を踏まえて, 教科書と市販の問題集を比較してみたところ, 教科書の分析結果は, もちろん正規の教育で身につけるべき到達目標としての探究の過程の習得であることから, もう一方の市販の問題集がめざしているものはそれとは乖離しているといえることができる。

釜山市における教育フェスタでは, 初等学校や生命領域に限らず, 児童・生徒の創意性やSTEAMに関する

るさまざまな成果物を確認することができた。ブースを開設した学校の中には、その地域のモデル校（先導的な学校）も多数含まれているようであるが、これらの成果や手法を一般の学校に広めることは、正規の教育を高めていくにあたって大きな効果があるものと考えられる。2015改訂教育課程では、「文理融合」が大目標として提示され、それにもとづいたカリキュラム運営が行われるため、このような成果は大いに活用できると考えられる。

謝辞

本研究を展開するにあたり、公州大学校の심규철教授および晋州教育大学校의 공영태教授には多大な支援をいただいた。ここに、感謝を申し上げる。

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) STEAM 교육론, 양서원, 강충인 (2015) 한국형융합교육 STEAM 교육의 이론과 실제, 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) 佐藤崇之 (2017) 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—, 弘前大学教育学部紀要, 117, Pp.31-37
- 6) 上記1) 同様
- 7) 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
- 8) 안쌤영재교육연구소 (2017) 안쌤의 STEAM + 창의사 고력과학100제초등 3~4 학년, 시대교육
- 9) 안쌤영재교육연구소 (2017) 안쌤의 STEAM + 창의사 고력과학100제초등 5~6 학년, 시대교육
(2018. 1. 11 受理)