

# 国際協働研究による本道理科教育の充実

－ 持続発展教育に関する協働研究 第7回国際ワークショップ（韓国）参加報告－

伊藤 崇由

化学研究班では、国立教育政策研究所等との連携により、理科教材を開発し、道内の小・中・高校および特別支援学校の協力のもと、実践研究を実施してきた。本稿では、晋州教育大学（韓国）において開催された「持続発展教育に関する協働研究 第7回国際ワークショップ（IWS-7）」における、研究成果についての発表の概要や、韓国の先進的な学校等の視察内容について報告する。

[キーワード] 持続発展教育に関する協働研究(EDoS) 国立教育政策研究所  
韓国 酸素・二酸化炭素センサ

## はじめに

当センター化学研究班では、松原静郎（元国立教育政策研究所総括研究官，現桐蔭横浜大学教授）氏が主宰し，事務局を務める後藤顕一氏をはじめとする国立教育政策研究所の調査官・研究官や，先進的な教育研究を進める国内外の大学の教官，教育センター指導主事，中学・高等学校教諭等からなる「持続発展学習」研究会に参加し，連携して研究を行っている<sup>\*1, 2)</sup>。

本稿では，今年度，研究会の活動の一環として晋州教育大学（韓国）において開催された「持続発展教育に関する協働研究 第7回国際ワークショップ（7th International Workshop for Educational Co-research for Sustainability, ECoS IWS-7）」（8/29-9/1）における当センターの研究発表の概要と，釜山科学高校，釜山科学教育院，晋州教育大学附設初等学校の視察内容，及び「持続発展学習」研究会との連携によるこれまでの成果と今後の展望等について述べる。

## 1 研究発表

### (1) ECoS IWS-7の概要

「持続発展学習」研究会では，アジア各国で取り組まれてきた持続可能な発展(SD)のための

教育に対応した教材を，理科の立場から開発・改訂することを主な目的として活動しており，その国際協働研究を進める場として「持続発展教育に関する協働研究 国際ワークショップ（ECoS IWS）」を毎年開催している。第7回目（IWS-7）となる今回は，日本，マレーシア，フィリピン，韓国より「持続発展に関する教育」について11件の研究発表が行われた（図1，2）。



図1 ECoS IWS-7参加者（韓国・晋州教育大学附設初等学校にて，朴学校長（下段左から2番目）を囲んで）

- 1 Arlyne C. Marasigan(Phillipine Norm. Univ.)  
"Exploring students' perceptions on ESD using the concept of electricity : A case study on teacher education students in the Phillipines"
- 2 Virgilio U. Manzano(Univ. of Phillipines) "Using Study History Sheet in Accessing Knowledge on Electricity of Basic Education Students in the Phillipines"
- 3 Roslinda Ithnin(Univ. Malaya) "High schooler's experience in plastic wastereduction and recovery"
- 4 松原 憲治 (国研統括研究官) "An International Comparison of Science Curriculum and Activities to Nurture Scientific Competencies in Eight Counties : Relationship with ESD and STEM"
- 5 伊藤 崇由 (道研附属理科教育センター) "Use of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> Sensor for the Student with Visual Impairments in Science Educaion"
- 6 野内 頼一 (国研調査官)  
"What Is Necessary for the Practice of Air Pollution Educational Materials ?"
- 7 後藤 顕一 (国研統括研究官)  
"Learning activities using a mutual assessment table - Based on Senior High School Chemistry Experiment Reports -"
- 8 松原 静郎 (桐蔭横浜大教授)  
"Devlopment of "Plastics around us" Educational materials and Sharing the Practices with Each Countries"
- 9 寺谷 徹介 (東京学芸大名誉教授)  
"Density of plastic around us - Measurement with an ECoS gadget -"
- 10 Samson S. Buqueron (Phillipine Orongapo市 指導主事) "Report of ESD activity in Phillipines"
- 11 孔 泳泰 (韓国・晋州教育大教授) "The Effect of Theme Based STEAM Activity Programs on Self Efficacy, Scientific Attitude, and Interest in Scientific Learning"

図2 IWS-7参加者の研究発表内容  
(発表順, 敬称略)

## (2) 当センター発表内容の要旨

「持続発展学習」研究会のメンバーでもある東京工業高等専門学校の高橋三男教授が開発した「高橋式酸素/二酸化炭素センサ<sup>\*3)</sup>」(図3)は、従来教育用に開発されてきたセンサと比べ遙かに安価で簡単に気体濃度を測定することが可能である。また、これらのセンサは小学校で現在最も広く使われている気体検知管に比べて安全で、特に酸素センサはランニングコストの面でも優位であることから、近い将来の教育現場への導入が期待されている。さらにパソコンに接続することで、リアルタイムでのグラフ表示や音声読み上げも可能となり、視覚特別支援学校等で健常者と同等の理科実験の実施が可能となるなど、ユニバーサル教育の普及に向けても強力な学習支援ツールとなり得る教材である。

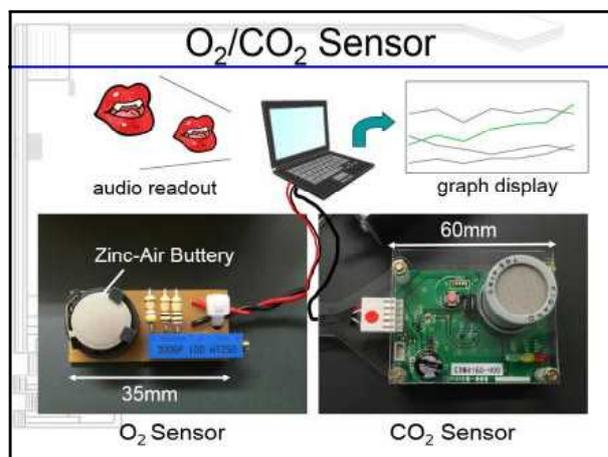


図3 酸素/二酸化炭素センサ

今回のIWSでは、昨年度、化学研究班と北海道函館盲学校の高橋晋司教諭が連携して開発した、気体の質量保存に関する学習プログラムを、視覚障がいを持つ生徒に実施した結果<sup>\*4)</sup>について紹介した。

## (3) 他参加者の発表内容について

本研究会での主な研究内容に「持続発展教材(SD教材)の開発」と「モデル化学習(概念モデルに基づき実験を計画して実施し、考察をまとめ新たなモデルを構築していく学習)の定型



図4 IWS-7の様子（寺谷名誉教授の発表）

化と有効性の調査」がある。フィリピンやマレーシアの研究者からは、SD教材の開発や実践、ESDに関する調査結果等が紹介されていた。日本からも、松原教授、寺谷名誉教授よりプラスチックに関するSD教材の紹介があった。特に寺谷名誉教授の発表（図4）では、プラスチックの濃度を確認する手作り教材の実演紹介があり大いに盛り上がった。モデル化学習に関しては、国研の野内調査官や後藤統括研究官より、1枚ポートフォリオや相互評価表によりモデル化学習による活用能力育成の有効性を評価する取組の紹介があった。

## 2 韓国の教育施設の視察

IWSでは毎年ワークショップの前後に教育施設等の視察を行っており、今回も今後の教育に関する企画立案、指導助言等の一助とするため、韓国国内の高校、小学校等において、理科教育を中心とした教育事情を視察した。

### (1) 釜山科学高校（図5）

2002年蔣英実科学高校として設立され、2010年に現在の名称となった。最上位の科学英才学校（大学附属校、全国に4校）の一つ下のカテゴリーである科学高校（全国約30校）の1つであり、韓国における理数系のトップ高である。

毎年100名（男：女＝約3：1）ほどが入学し学んでいるが、2年次末で、成績上位者（約

4割）が大学へ飛び級進学する権利を獲得し、その多くがソウル大学、KAIST（韓国科学技術院）等、世界的にも著名な大学へ進学する。一応飛び級制度はあるものの上位大学が参加していないためほとんど利用されていない日本とは、進路の仕組みが大きく異なる。韓国では科学高校の制度ができて30年以上が経ち、飛び級して大学に進んだ生徒が韓国の科学技術を支えている時代となっている。効果と弊害について深く調査すると、今後日本が飛び級制度を拡充すべきかどうかに関して、重要な知見を得ることができるのではないかと感じた。



図5 釜山科学高校

校内を見学しまず感じたのは、設備の充実ぶりである。3Dプリンタや最新のCNCフライス旋盤が置かれたFAB-LAB（ものづくり工房）が校内に設けられ、化学や生物の実験室には大学と遜色ない分析機器があり、屋上には可動式屋根を備えた天体観測室や天文台もある。高校というより高専のイメージである。

ロボットや3Dプリンタを用いた作品など、生徒の制作物も多数置かれていたが、帰国後の研究会の報告会では、実験室が全般に綺麗過ぎるという意見もあった。課題研究や部活動での一部生徒のみの活用ではなく、授業での活用がどの程度あるのか、現状を調べてみる必要があると感じた。一方日本では、全般に教育予算が不足し、SSH校であっても分析機器や3Dプリンタ

等最新機器の導入はほとんど見られない。今後、生徒の創造力に応える充実した探究活動を実施するためには、少人数で話し合えるスペースの設置や、最新機器の導入等を日本でも進めるべきと感じた。また、ドラフトチャンバーやグローブボックス、緊急シャワー等の設置がしっかり行われていた。安全の確保は観察・実験の充実に向けた必須条件であり、日本の高校でも積極的な安全設備の充実を強くお願いしたい。

ロボット作製実習や生物化学実験では学習キットを多用している様子が伺えた。日本は自前で全てを用意し、先生方はその準備に多くの手間をかけているが、探究の基礎を教える場面では、適切に資金を投入して学習キットの活用を進め、本格的な課題研究の指導に十分な時間を割く方が効率が良いのではないかと感じた。

授業は地球科学の授業とプログラミング実習の2つを見学した。特に地球科学の授業では小グループでの話し合いが自然に行われ、アクティブ・ラーニングが日常のものとなっていた。また廊下には、生徒が自然現象をテーマに撮影した写真課題の展示が行われていた（図6）。互いの写真を眺め、課題研究のヒントとするそうである。日本の多くのSSHにおいて、研究のきっかけ探しと、理数教科以外の課題研究への参画が課題に挙げられている。生徒のイメージネーションを喚起する仕掛けとして、ぜひ参考にしたい取組であると感じた。



図6 写真課題の展示

## (2) 釜山科学教育院

科学教育院は日本の理科教育センターに相当する組織で、理科教員の研修や科学高校等の生徒への研究支援等を行う。これに加え、科学館のような展示に関する業務を持つのが日本との大きな違いである。理科教育以外の研修は隣にある研修院がその業務を担っている。理科教員の研修は、小・中高とも10日で計60時間を実施し、5年毎全ての教員が研修に参加できるように行われている。安全、先端機器、環境、天体に関する特別研修を実施し、昨年度は計370名が受講するなど、研修の充実にも努めている。5年毎全員に研修に参加させるのは、韓国の学習指導要領が5年毎に代わる為であろうが、北海道の研修は、他県と同様に指導要領の改訂に合わせた研修の間隔となっていない。昨今の教育を巡る急激な変化を考えると、今後本道でも指導要領の改訂時期をより意識した研修プログラムを策定する必要があると感じた。

また、科学教育院には理科教育に必要な先端機器が整備され（詳細は不明）、釜山科学英才学校等の高校生が科学教育院を訪れ、機器を利用して課題研究を行っている。科学教育院の指導主事も生徒や学校と連携し、研究の支援を行っている。また、実験教材の開発や先端機器の貸し出し、微生物の培養・提供を担う「科学教育アカデミー」がある。北海道でも教材シェアリングの整備が進められ、理センオリジナル教材の貸出や微生物の提供が始まっているが、先端機器についてもセンターが持ち、各高校の生徒の研究を支援する仕組みは大変良いと感じた。各学校に機器を導入しても、担当者が異動すると活用されなくなるリスクを鑑み、今後は教育センターへの機器の導入や共同利用、管理専門職員の配置へと、考え方を変えていく必要があるのではと感じた。

科学教育院には科学体験館が併設され、2000点以上の展示物がある（図7）。入場・利用は無料である。やや古さを感じたが、現在新体験館を建設中とのことであった。また、釜山科学



図7 科学体験館



図8 船舶シミュレーター

教育院では特に、船舶シミュレーター（図8）や生きたサンゴを含む水槽の展示等を生かした海洋教育に力を入れている。特に水槽展示に関しては専門職員が1名採用されており、説明や維持管理を一手に担当している。

科学館については日本では社会教育が担っている部分であるが、学校教育と密接に連携してこそ効果が高まる部分であり、児童生徒の興味関心の向上による理科離れの改善や、探究活動のヒント探しなどにおいて、科学館等との連携が今後より重要になると感じた。また、北海道のサイエンスカーは展示の機能を持ち、学校教育と社会教育の両方の機能を持ち得る点で他県にはない特徴を有している。今後、移動理科教室の成果を学校教育にどう生かすか、研究して

いく必要があると感じた。

### (3) 晋州教育大学附設初等学校（小学校）

大学の附設学校であるため国立であるが地域の教育委員会の指導下にもあることや、公立の小学校と同じ教科書を用いることなどは日本の国立大学附属校とほぼ同じである。また、韓国では高校まで私立を含めて学力検査による選抜が禁止されており、この学校も抽選で入学者を決める。男女は同数である。なお、韓国の理科教育は日本同様、1、2年は「賢い生活」として学習し、3年生から理科が始まる。

見学してまず感じたのは、どの教室も前方中央に電子黒板、その両側にホワイトボードが設置され、見学したどの授業でも、担当教員がICT機器を効果的に使いこなせていたことである（図9）。個人的に、日本で電子黒板や実物投影機を最も効果的に使いこなせているのは小学校教員であると感じている。韓国の現状は不明だが、日本の中・高校教員はICT機器の活用が不十分な教員が多い。中・高校を中心に教員研修が急務と改めて感じた。また、今回訪問した初等学校はやや古さを感じる建物ではあるが、ICT機器が必要に応じて更新されており、またそれらが十分活用されていた。

続いて印象に残ったのは教室の掲示である。教室の後ろが日本同様に生徒の作品等を掲示し賑やかである一方、教室前側はシンプルで、ユニバーサルデザイン化が全教室で徹底されてい



図9 小学校の英語の授業

る。授業への集中や掲示の見やすさを考えた時、日本でも掲示のあり方を改めて考えてみてもよいのではと感じた。

### 3 国内外の連携による、これまでの成果と今後の展望

当センター化学研究班の職員が、現在の枠組みで国立教育政策研究所等と連携した研究を進めるようになって一定の年数が経過している。これまでの理セン研修講座等を振り返ると、「定型文を用いた指導<sup>\*5)</sup>」、「酸素・二酸化炭素センサの活用」、「PIE（生徒主導型授業・実験）の実施<sup>\*6)</sup>」などは、連携で得た成果により導入・充実させてきた取組である。また、SD教材を活用した「プラスチックの分類」の授業プログラムは、研修講座だけでなくJICA研修で来所した外国人研修生向けの講座でも実施し、国際的な教育支援にも生かされている。一方、道内視覚特別支援学校等の協力を得て実施してきた、酸素・二酸化炭素センサを用いた授業の開発・実践<sup>\*7)</sup>は、ユニバーサル教育を推進する手立てとして高く評価され、成果は国研や道外の教育センター等とも広く共有されている。成果を採り入れるだけでなく発信も行う、双方向の連携ができてきていることに、日頃から実践の協力をいただいている関係学校・教員各位に対し、この場を借りて改めて感謝申し上げたい。

次期学習指導要領は、現在の「学習内容」ベースから、「資質・能力」ベースへと大きく切り替わる内容で答申が出された。また、高校理科においてはSSH事業での成果を基にした新科目「理数探究」の採用が予定されるなど、見通しを持って実験を計画し、結果を基に振り返り新たな概念形成へと繋げる探究型の観察・実験を生かした授業の構築が今後一層求められるようになる。

北海道は遠隔地かつ一島一県であるため、生徒発表会や教員研修等での交流が、他県のように県をまたいで行われることはほとんどない。それ故に、本研究会のような組織に参加し交流

を図ることがこれまで以上に重要になる。今後も理センは道内と道外・国外の理科教育を結ぶ「ハブ」の役割を担えるよう、関係各所との連携を深めながら業務を進めていきたい。

### おわりに

持続可能な発展のための教育（ESD）や、理科教育の国際的な現状について意識を高める機会をいただきました。松原静郎先生をはじめ「持続発展教材」研究会の皆様、及び今回の発表に際しご協力をいただきました北海道函館盲学校の高橋晋司教諭をはじめ関係各位に厚く御礼申し上げます。

### 参考文献

- 1) 松原静郎 「科学の有用性を意識させ科学的な態度を育成する持続発展教材の国際協働研究」平成23～25年度 日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(B)(課題研究 23300292)研究成果報告書, 2014.
- 2) 松原静郎 「持続発展を題材としモデル化学習により科学知の活用と探究能力を育成する国際協働研究」平成26～28年度 日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(B)(課題研究 26282040)中間報告書, 2014-2016.
- 3) 高橋三男, 手作り酸素センサの試作と実験, トランジスタ技術2003年12月号.
- 4) 高橋晋司, 気体が発生する反応による質量保存の法則, 北海道立教育研究所附属理科教育センター研究紀要第28号, pp. 84-87, 2016.
- 5) 理科教育指導資料【中学校編】「化学変化と電池に関する探究的な学習活動」, 北海道立教育研究所附属理科教育センターホームページ.
- 6) 伊藤宇飛, PIEの手法によるメチルオレンジマイクロスケール合成実験の実践, 北海道立教育研究所附属理科教育センター研究紀要第28号, pp. 92-97, 2016.
- 7) 高橋晋司, 千葉秀輝, 視覚障がいを持つ児童生徒への酸素/二酸化炭素センサを用いた学習, 北海道立教育研究所附属理科教育センター研究紀要第26号, pp. 128-135, 2014.

(いとう たかゆき 化学研究班)