

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 28 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24300265

研究課題名(和文)「ラボ on the デスク」に基づく東アジア普及型早期才能支援プログラムの開発

研究課題名(英文) Development of novel science education materials for Asian countries based on 'Laboratory on the Bench' education method

研究代表者

野村 純 (NOMURA, JUN)

千葉大学・教育学部・教授

研究者番号：30252886

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,600,000円

研究成果の概要(和文)：これからのアジアの持続的発展のためにグローバルな視点を持った新しい科学教育教材および授業方法の開発を目指した。アジアの連携大学との共同調査により最先端科学の教材開発への応用と地域の特性を生かしたグローバル化に対応した教育方法開発に焦点を絞った。開発した教材・授業を、ASEAN諸国を中心に実践し、その効果を調べた。

この結果、先端科学を取り入れることで生徒の興味関心を高めることが示された。また、実験を中心とする日本式科学教育がASEAN諸国では新鮮であり、需要があることが示された。今後はアジアでの日本式科学教育のブランディングと普及方法の研究開発を進める。

研究成果の概要(英文)：To support the sustainable development of Asian countries, we prepared teaching materials for fostering next generation. In this process, we established novel methods for developing up-to-date teaching materials and classes, based on cutting-edge science knowledge.

At first, we analyzed educational needs of Asian countries about science education with collaborate researchers in Asia. Then we decided to develop new teaching materials based on cutting-edge science knowledge and global effect of the theme. After development of teaching materials, we tried to use those in high school classes in ASEAN countries in order to verify its effect on students. Through these activities, we realize that teaching materials and experiment-based science classes attracted students and stimulated their motivation of science study. Therefore, we are planning to develop branding of our experiment-based science teaching materials in Asian countries.

研究分野：科学教育

キーワード：才能支援 科学教育 PDL アジア 出る杭人材 理系人材 人材養成 ラボ on the デスク

1. 研究開始当初の背景

アセアン諸国を含む東アジア地域において、経済発展に伴い教育ニーズの高まりを見せている。この背景には東アジア諸国が第一次産業の輸出国を脱却し、技術立国による経済発展を目指すようになったことがある。このため地域経済を支える優秀なリージョナル人材の育成が各国共通の課題となってきた。一方、日本においても少子化の進行の中で科学・技術立国としての経済基盤の維持を考えると、東アジア地域の科学・技術人材育成を含めた教育戦略が必須である。

千葉大学ではこのような変革の中、才能ある若者を見出し中等教育から高等教育への橋渡しをする試みを続けている。申請者らは教育学部という立場から大学が行う早期才能支援教育プログラムの開発を進めてきた(独立行政法人科学技術振興機構(JST)受託事業「未来の科学者養成講座」(平成20~22年度)、「次世代科学者育成プログラム」(平成24~25年度))。さらに、平成23年度より日本の才能ある若者がグローバルに活躍することを目的として、「グローバル社会に対応する英語で行う早期科学教育プログラムの開発」研究に着手した。この過程でグローバル人材養成のベースとして優秀なリージョナル人材の発掘と養成が不可欠であることを痛感した。また、リージョナル人材養成はナレッジの一極集中を緩和し、地域の持続的発展を支えるためにも重要であると考えた。

申請者らの早期才能支援教育プログラムは既に多くの成果を上げている。平成20年度より申請者らが実施したJST受託事業「未来の科学者養成講座」は、早期に若者の才能を見出し、さらにその才能を伸ばすエリート人材教育に、学校外において実施する地域密着型という特色を付与した才能教育支援プログラムである。このプログラムにおいて「出る杭人材」を選抜し養成するためのプログラム開発およびその検証を行った。この過程で学習プログラム「ラボ on the デスク」および個人独立型実験実習装置「パーソナルデスクラボ(PDL)」が開発された。さらにこの学習プログラムを中高校生の才能支援教育に用いることで受講生の学習意欲が飛躍的に伸長するという成果が得られた。短期間のうちに受講生が示した目覚ましい伸長と成果は、学習プログラム「ラボ on the デスク」が優れた「出る杭人材」養成プログラムであることを証明した。

2. 研究の目的

我々の国内における早期出る杭人材育成の取り組みが一定の成果を上げたことにより、次のステップとして、我々は教育支援活動をアセアンを含む東アジア地域に拡大し、当該地域における早期才能支援教育プログラム開発を目指した。そして東アジア地域に共通する早期才能支援学習プログラムのプラットフォーム開発、リージョナル人材

養成のための各国の言語背景に適応した学習プログラム開発、開発した早期才能支援教育プログラムの検証を行った。今回、これらの取組の実施過程を報告し、成果及び今後の展開について検討した。

また、この活動を行うにあたって当初の科学教育の連携大学に加えて、新たにアセアンにおける連携大学を増し、研究内容の発展を目指した。

3. 研究の方法

(1) 東アジアにおける科学分野を中心とした早期才能教育の現状の解析

アジア地区の経済的台頭はめざましく、GDP でみると中国、韓国、インドネシア、シンガポール、タイと世界の上位を占めている。この中で科学教育の重要性は高まりを見せ、各国が将来の発展を目指し、人、資金、物質を投入し、他の国に先ずるべく力を注いでいる。一方、貧富の差の拡大とともに教育の2極化も進行しており、親の収入格差が教育格差へとつながっている。この格差拡大は持続可能な社会形成に支障をきたすことが予想され、今後取り組むべき重要な課題の一つである。

本研究では科学教育の観点から様々な教材開発、教育プログラム開発に取り組んだ。まず、教育プログラム開発に先立ち中国及びアセアン諸国(シンガポール、カンボジア)の連携大学の研究者と共に科学教育の現状について話し合いを行った。

この調査の結果、アジア各国における科学教育の方向性としては、a)早期選抜教育の強化、b)up to dateな教材開発による魅力ある教育コンテンツの作成、c)ICT教育の活用拡大、d)グローバル人材養成を見据えた英緒での教育の強化が共通項目として抽出された。この中でb)、d)に焦点をあて以下の研究を進めた。

さらにアセアン諸国の科学教育に関心を持つ大学研究者に広く協力を要請した。この結果、千葉大学において留学生に開発教材を試行することが可能となるとともに、アセアン諸国において高校生に対する実践の場を得ることができた。

(2) 現地語ベースでの展開型生命科学系実験プログラムの開発

(1)より得られた知見を基に、申請者らが才能支援教育プログラムにおいて過去に実施した生命科学系学習プログラムから「自分のDNAを見てみよう」、「傷を治す体の仕組みを免疫細胞から考えてみよう」、

「SDS-PAGEによるタンパク質の解析」、

「Western blotによるタンパク質の同定」、

「ゲルろ過によるタンパク質の精製」を選出し、これをもとに東アジア協力大学の中国・湖南師範大学から派遣された大学生らと共に、中国に適応した学習教材の開発を行った。これは単に日本語の実験マニュアルを中

国語に翻訳する作業ではなく、中国人留学生らが日本版 PDL の実践を通して、試行錯誤を繰り返し学習教材の最適化を図るものである。

(3) 東(南)アジア各国の初等中等高等教育に適応した科学教育プログラムの開発

千葉大学ではシンガポール、タイ、インドネシア、ベトナム、カンボジアの主要大学と協定を結び、綿密な計画のもと現地活動・人材交流を推進している。この活動を通して、千葉大学が蓄積した学術資源を活用し、さらにアセアンにおける教育事情や社会背景など地域の特性に考慮した学習プログラムを展開するため、アセアン協力大学と連携のもと個々の科学教育プログラムの最適化を図った(表1)。

海外協力機関	
シンガポール国立教育研究所	
ASEAN協力大学	
シンガポール	南洋理工大学
タイ	チュラロンコン大学
	キングモンクット工科大学
	マヒドン大学
	カセサート大学
インドネシア	インドネシア大学
	ガジャマダ大学
	ボゴール農科大学
	バンドン工科大学
	ウダヤナ大学
ベトナム	ベトナム国家大学
カンボジア	王立プノンペン大学

表1. アセアン協力大学一覧

学習プログラム開発者らは、アセアン協力大学からの交換留学生や東アジア出身の本大学在籍の大学院生らと共に討議を重ね、プログラムの検討を行った。また、テレビ会議システムやEメールを活用し、現地連携大学の教員やサポート学生らと共に開発プログラム実施計画のミーティングを定期的を実施した。

さらにプログラム開発者は実施協力国へ赴き、アセアン連携大学及びプログラム実施校において、研究施設ならびに理科授業の視察を行った。さらに連携大学教員、サポート学生、プログラム実施校教員らと共に開発プログラムの実施検討会を行い、プログラム実施へ向けた調整を行った。

(4) アセアン展開型「ラボ on the デスク」による教育実践

(4) タイの理系大学生を対象とする生命科学系実験プログラムの実践検証

(3) において開発した生命科学系学習プログラムをタイ・キングモンクット工科大学、チュラロンコン大学、バンドン工科大学の理系大学生を対象に試行的に実施し、アセアンにおける次世代才能育成支援への展開の可能性を検証することとした。

(4) 東(南)アジア各国の初等中等教育に適応した科学教育プログラムの実践検

証

(3) において開発した8分野(工学、物理学、化学、環境科学(生態学含む)、デザイン工学、生命科学、農学、看護学)54テーマの英語による科学教育プログラムをシンガポール、タイ、インドネシア、ベトナム、カンボジア計5ヶ国の実施協力校32校において、自校の児童生徒を対象に開発プログラムを実施した。実践を通して、開発した科学教育プログラムの有効性を検証することとした(表2、3)。

工学 物理学 化学	Wireless Power Transmission(WPT)
	Organic solar battery
	New technology improving our standard
	Meet the Leading Technologies: Make the Dye Sensitized Solar Cells
	Electronic paper
	SAW device (acoustic wave)
	Transistor (introduction to research)
	How to Generate Electricity?: Let's use Solar Cell!
	Experiment on LCD
	Experiment on Photochemistry: Making a letter Stamp
	Optical communication
	Optical multi-channel
	Electrochromism
	Observing invisible things: Wind tunnel
	Utilization and Acquisition of 3D Scanning
	Metals and Power Plants
	Robotic Hand
	Alternative film
	Optical multiplex communication
	Holography
Energy harvesting spread using piezoelectric element	
環境科学 (生態学含む) デザイン工学	Radio wave
	Sound: Identity by Wave Visualization
	The mechanism and expression of light
	Refraction of Light
	The secret of wave
	Worldwide 3D technique "Holography"
	Electrolysis of Salt Solution
	Activated Carbon
	Chemistry and Catalysts
	Ecology: The relationship between insects and plants
生命科学	Water purification
	Let's watching various fungi
	Bad fungi in our living space
	Biomass, an alternative resource
	Let's think about future of Kampung!
	Ecological system
	Landscape Architecture
	Remote Sensing
	My body(Immunity and DNA)
	How Astaxanthin Prevents Two Diseases at the Same Time
農学	My Body: Extracting DNA
	Human Vision & Visual Illusion
	Optical Illusion
	なぜグリーンバブリカは苦いのか?
	Agroforestry
看護学	Plant factory & Build hydroponics system
	Plant disease & Fungi observation
	New challenge to raise crop yield
	Let's think about Bogor!
	-in Viewpoint of the Landscape Architecture
How can we support others	

表2. 新規開発科学教育プログラムテーマ一覧

実施協力校(32校)		
インドネシア	高校	16校
	中学校	2校
	小学校	1校
タイ	高校	4校
	大学	1校
カンボジア	高校	3校
	大学	1校
ベトナム	高校	3校
	大学	1校
シンガポール	高校	1校
	中学校	1校

表3. プログラム実施協力校内訳

4. 研究成果

(1) 現地語ベースでの生命科学系講座における学習教材の開発

研究の方法で述べたとおり中国・湖南師範大学の大学生らと協働し中国版科学実験教材「DNA 伝達生命情報の物質」、「血液細胞の分離(白細胞の分離)」、「聚丙烯酰胺凝胶电泳」、「Western blot 蛋白質印迹法」、「柱色谱分离法(柱层析)」を開発した(図1)。

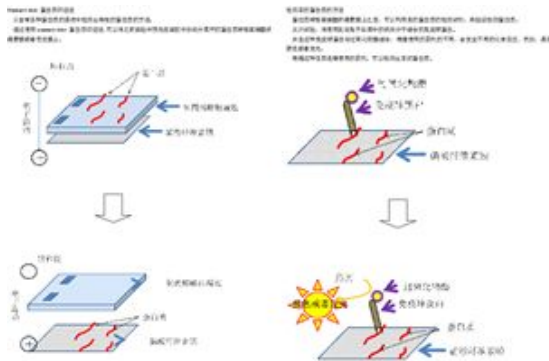


図1. 中国版科学実験教材「Western blot蛋白質印迹法」より

(2) 英語ベースでの科学教育プログラムの開発および実践検証

(2) タイの理系大学生対象の生命科学系実験プログラムの実践検証

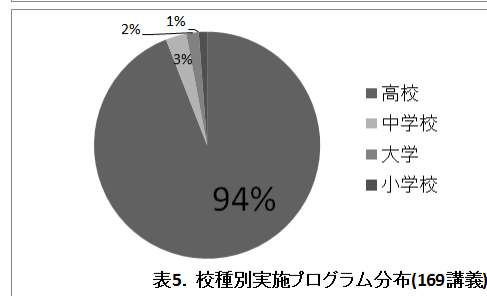
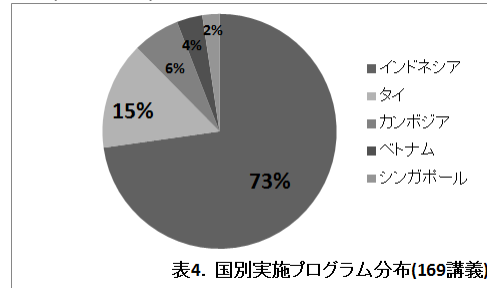
研究の方法で述べたとおり新規開発した生命科学系学習プログラムをキングモンクト工科大学、チュラロンコン大学、バンドン工科大学の大学生を対象に実施した結果からアセアンの中・高校生における才能支援教育プログラムへの展開について検討を行った。口腔上皮細胞の観察は作業が易しく、容易に細胞を観察することができた。しかし、このプログラムを実施する際は受講生分の顕微鏡を準備する必要がある。このためアセアンの現地においてプログラムを実施する際は、実施施設の設備環境に考慮することが必要である。口腔粘膜細胞のDNA抽出と比較すると高度な作業であったが、生命科学系の実験経験のない学生もDNAを観察することができた。さらに、既製のキットを使用するため実験器材を容易に準備できることから、アセアンの中・高校生対象の科学実験教育への導入の有効性が示唆された。制限酵素によるDNAの切断と電気泳動は遺伝子工学の先端実験でありながら、FlashGel™システムを採用したことで、短時間で実験結果を得ることができた。しかし、今回実施した実験の中で最も難易度の高い内容であり、受講者は生命科学実験の基本操作を身に付けた上で受講することが望ましいと考えられた(図2)。



図2. バンドン工科大学学生によるDNA電気泳動実験

(2) 東(南)アジア各国の初等中等教育に適応した科学教育プログラムの実践検証

研究の方法で述べたとおり 54 テーマの科学教育プログラムを開発し、169 講義を実施した(表4、5)。



ここでは、インドネシアの高校生を対象に実施した生命科学系プログラム「My body (Immunity and DNA)」の実践事例について取り上げ、検証を行うこととする。

実施日時：2014年2月24日、26日(一講座あたり90分)

実施場所：SMA 2 Denpasar(インドネシア国立デンパサール第二高等学校)

テーマ：My body (Immunity and DNA)

受講生：SMA 2 Denpasar 生徒40名

プログラムスケジュール：表6

Time	Activity	Materials
5min.	1. Introduction a. Self-introduction b. Topic and objectives of the lesson	Power point slides
15min.	2. Short lecture a. Immunity - About our immunity system b. DNA - Where is DNA? - What are the functions of DNA?	Power point slides Handout and Movie
65min.	3. Experiment - DNA extraction	Power point slides Experiment kit
5min.	4. Conclusion	

表6. プログラムタイムスケジュール

開発プログラム「My body (Immunity and DNA)」のねらいは、講義及び実験を通して免疫とDNAの関わりについて理解を深め、健康維持のために重要なことは何かを理解することである。講義では、免疫機構とDNAの役割について相互の関係性を理解できるようにプログラム開発者が取り組んだ研究を例に、ヒト免疫培養細胞が酵母を食する動画を上映した。実験ではGenes in a Bottleキット(バイオ・ラッド)を活用し、受講生自身の口腔粘膜上皮を採取し、頬細胞からDNAを抽出し、可視化する実験を行った(図3、4)。

SMA 2 Denpasarの生徒は積極的に講座に参加しており、講義ではプログラム開発者に

様々な疑問を投げかけ理解を深めていた。また実験にも集中して取り組み、受講生全員が自身の DNA を可視化することに成功した。



図 3.「My body (Immunity and DNA)」の PDL



図 4. プログラム実施の様子

プログラム実施後、プログラムの実施に携わった関係者(実施協力校教員、プログラム開発兼実施者、受講生など)の意見を基に、実施プログラムの評価を行った。

挙げられた意見の多くが受講生の実験の取り組みの様子や活発な質疑応答の様子から、受講生のプログラムテーマへの関心がプログラム受講前後で大きく向上したということであった。受講生は普段の理科の授業において実験を経験することがなく、受講生一人ひとりが手を動かしながら実験を行うことは普段の生活では経験し難い体験である。受講生は皆、大変興味を持ちながら集中して実験に取り組んでおり、実験結果が出たときは多くの生徒から歓声が上がった。また講義後の質疑応答の際は、専門性の高い質問や、社会への応用や実用の可能性に関する質問が多く挙げられた。これは実験を主体とする我々のプログラムを通して、受講生らの知的好奇心が刺激され、さらに理系人材としての才能萌芽の一助となったと示唆される。

さらに、プログラム実施校教員からは「先端技術の内容でありながらインドネシアでも応用可能なヒントの詰まった授業で、大変生徒のためになる」「環境問題などインドネシアの生徒に示唆を与える内容であり、良い授業だった」という意見が上がり、次世代を育成する立場である教育者の見地においても、開発プログラムは次世代を担う東南アジアの若者の才能支援に寄与するプログラムであったと考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 5 件)

(1) 野村 純・加藤徹也・木下 龍・高木 啓・山下修一・他、実験を主体とした科学教育のアセアンおよび東アジア展開、千葉大学教育学部研究紀要、査読無、第 63 巻、2015、pp.35-41

(2) 高木 啓、ドイツにおける学力向上プログラムに関する一考察 - 'SINUS an Grundschulen' を例にして -、千葉大学教育学部研究紀要、査読無、第 63 巻、2015、pp.175-179

(3) 大高竜午・加藤徹也・野村 純・山下修一・他、グローバルな視点をもった理科教員養成プログラムの構築 授業構成と学生の取り組みを中心に、千葉大学教育学部研究紀要、査読無、第 62 巻、2014、pp.209-214

(4) 山口 悠・野村 純・加藤徹也・木下 龍・高木 啓・東崎健一・山下修一・他、白血球による食食作用に基づくパーソナルデスクラボ開発とその教材活用、千葉大学教育学部研究紀要、査読無、第 61 巻、2013、pp.457-462

(5) 加藤徹也・野村 純・米田千恵・ベバリー ホーン・山下修一、グローバル社会を意識する中高生を対象とした英語による科学実験講座の実施、千葉大学教育学部研究紀要、査読無、第 61 巻、2013、pp.427-435

〔学会発表〕(計 11 件)

(1) 野村 純、日本と ASEAN をつなぐツインクルプログラム～先端科学技術を伝える"使節"として、中央大学主催シンポジウム「日本を見つめ直し、世界に伝えるグローバル人材」招待講演、2015 年 3 月 12 日、中央大学

(2) Shuichi YAMASHITA、Japanese Lower Secondary Science Lessons after TIMSS 1999 Video Study、2015 NSTA、2015 年 3 月 11-15 日、Chicago(U.S.A)

(3) Shuichi YAMASHITA・Yoshihiro AKIHO、How Should Science Teachers Guide Fourth Grade Students' Observations of Convection in Beakers?、ISEC2014、2014 年 11 月 25-27 日、Nanyang Technological University NIE,(Singapore)

(4) Shuichi YAMASHITA・Hiroki NAGASHIMA・Tomoe YOSHIDA、Comparison between Using Thermo Ink and the Combination of Thermo Ink and Ikura on G4 Convection、iSER 2014 World Conference、2014 年 10 月 29 日-11 月 2 日、Cappadocia (Turkey)

(5) 野村 純・加藤徹也・木下 龍・高木 啓・山下修一・他、ASEAN 連携による海外派遣での科学教育および教員養成の新たな試み、日本科学教育学会第 38 回年会、2014 年 9 月 13 日、埼玉大学

(6) Shuichi YAMASHITA、How Should Fourth

Grade Students Express and Explain Their Thoughts about How Water Is Heated?, ASERA 2014 Conference、2014 年 7 月 2-4 日、Melbourne(Australia)

(7) 野村 純、次世代のアジア共生基盤構築のための科学教育革新～グローバル化社会における拠点リーダー輩出を目指して～、第 37 回静電気学会全国大会(招待講演)、2013 年 9 月 10 日、千葉大学

(8) 山下修二、小学校 4 年「水や空気のあたたまり方」で観察結果をどう生かすのか、日本科学教育学会第 37 回年会、2013 年 9 月 6-8 日、三重大学

(9) 山下修二、小学校 4 年「水や空気のあたたまり方」をどのように表現するのか、日本理科教育学会第 63 回全国大会、2013 年 8 月 10-11 日、北海道大学

(10) 山下修二・勝田紀仁、モデルとコア知識を用いた電熱線による発熱の授業の効果、日本科学教育学会第 36 回年会、2012 年 8 月 27-29 日、東京理科大学

(11) 山下修二・鈴木康代、コア知識一覧表を用いた中学校 1 年『物質の状態変化』の効果、日本理科教育学会第 62 回全国大会、2012 年 8 月 11-12 日、鹿児島大学

〔図書〕(計 5 件)

(1) 野村 純・他、千葉大学教育学部、サイエンススタジオ CHIBA 世界を目指せ次世代科学者の卵たち!、2014、109

(2) 野村 純・他、千葉大学教育学部、サイエンススタジオ CHIBA 世界を目指せ次世代科学者の卵たち!、2014、119

(3) 山下修二、東洋館出版社、一貫した説明を引き出す理科のコミュニケーション活動、2013、294

(4) 石坂友司/松林秀樹編著(筆者高木 啓)、青弓社、オリンピックの遺産 の社会学 長野オリンピックとその後の十年、2013、202

(5) 山下修二、北樹出版、理科の授業研究、2012、145

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：

出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
サイエンススタジオ CHIBA ホームページ
<http://ssc.e.chiba-u.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

野村 純 (NOMURA JUN)
千葉大学・教育学部・教授
研究者番号：30252886

(2) 研究分担者

東崎 健一 (TOZAKI KEN-ICHI)
千葉大学・教育学部・教授
研究者番号：30102031

加藤 徹也 (KATO TETSUYA)
千葉大学・教育学部・教授
研究者番号：00224519

山下 修一 (YAMASHITA SHUICHI)
千葉大学・教育学部・教授
研究者番号：10272296

木下 龍 (KINOSHITA RYU)
千葉大学・教育学部・准教授
研究者番号：10586217

高木 啓 (TAKAKI AKIRA)
千葉大学・教育学部・准教授
研究者番号：90379868

(3) 連携研究者

()

研究者番号：