

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 13 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23330252

研究課題名(和文) 持続発展への問題解決力・戦略的思考力を高める数学科国際共同研究

研究課題名(英文) APEC Study on Mathematics Education for Sustainable Development

研究代表者

磯田 正美 (ISODA, Masami)

筑波大学・人間系・准教授

研究者番号：70212967

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,000,000円、(間接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：持続発展教育(ESD)は数学教育では途上領域である。アジア・太平洋経済協力APECでは、経済自由化に伴う相互成長戦略を築く目的で持続発展を求め、防災教育が注目された。本研究は、防災教育を主題にしたAPECプロジェクトをリードするために、統計・数学的モデリングなどを利用した問題解決力・戦略的思考力を高める国際共同研究を推進した。その研究を基盤にしたAPEC授業研究プロジェクトは2012年には、APEC教育大臣会合で高く評価され、2013年に行われたGood Practice収集プロジェクト会合では、日本の代表成果として報告された。

研究成果の概要(英文)：Education for sustainable development is ordered to be teach every subject. However, a few examples are only known in mathematics in Japan. In APEC, economical sustainable development is the major issue and emergency preparedness education is necessary theme for it. On these demands, this research engaged to produce the content of teaching in mathematics for sustainable development in relation to emergency preparedness education. Through applying mathematical modeling and statistical problem solving to emergency preparedness education, e-textbooks are produced. This research reads the APEC lesson study project for emergency preparedness education. The APEC project appraised by the ministers of education in the ministerial meeting in 2012 and it became the representative project from Japan for the international meeting for educational cooperation project in 2013.

研究分野：教育学

科研費の分科・細目：教科教育

キーワード：APEC 授業研究 国際共同研究 持続発展 防災教育 統計の問題解決 数学的モデル化 数学教育

1. 研究開始当初の背景

持続発展教育 ESD は、日本政府がユネスコに提案した事業であり、全教科での実現が期待されている。その中で、理科・社会科などと比較し、算数・数学科では内容も実践も乏しい状況にあった。他方、アジア太平洋経済協力 APEC では、持続発展は経済発展を基準に検討され、自由貿易、危機管理、防災教育などが課題として扱われる。特に APEC 人材養成部門 HRDWG では、数学、理科を筆頭教科とみなし、その改革手法として、日本は授業研究プロジェクトを 2006 年より提案しリードしてきた。その APEC プロジェクトはマッチングファンドであり、日本側資金は、科研費で維持されてきた。その状況のもと、APEC プロジェクトをリードするための日本発国際共同研究が科研費で求められた。

2. 研究の目的

問題解決力、戦略的思考力を育てる持続発展教材の開発を行い、日本が APEC 授業研究プロジェクトを先導することを実現する。

3. 研究の方法

内容としては、問題解決、戦略的思考を高める持続発展教材の前提として、数学的モデリングと統計的問題解決に焦点を当てる。

APEC 防災教育授業研究プロジェクトをリードすべく、結果として社会事象、問題状況として防災教育の教材開発に多くの焦点を当てた。主題として、地震、津波、台風、洪水、火山、大規模火災を取り上げた。

各年次ともに、次の手順で研究を行った：まず、専門的科学家から講義を受け、教材開発のための提案を準備した。次に各国と共同し、授業研究を推進した。そして、開発教材を電子教科書化した。

その過程で、数学的モデル化、統計的問題解決に係る学術研究を展開した。

成果は、国際会議、並びに、APEC 会議で報告した。

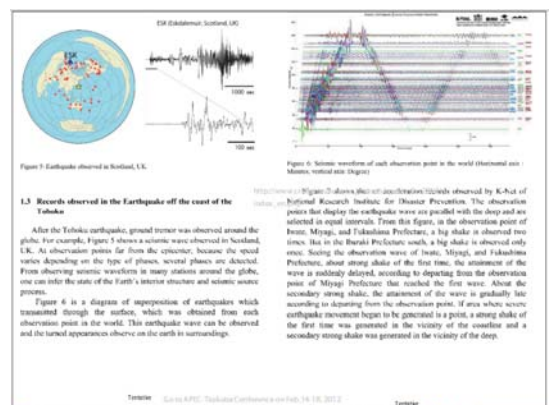
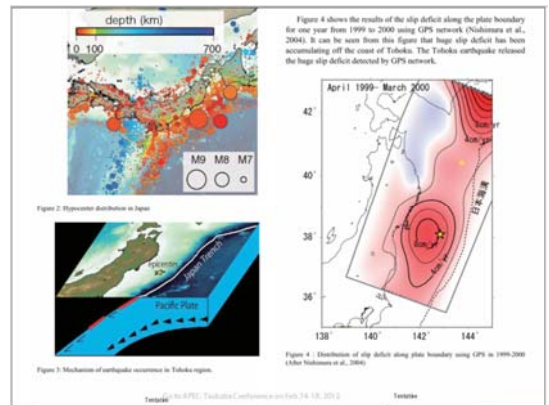
4. 研究成果

代表者、分担者はそれぞれに科研費申請時の目的に係る膨大な成果をあげた。まず、科研費の直接目標である開発教材は、成果サイトで電子教科書として公開された。そのページサンプルで解説する。

以下は、体験を記録し、生き抜く力を育てることを視野に編纂した新聞抜粋英訳集であり、各国語に翻訳された。



以下は、教材開発の前提として専門家(研究協力者)から収集した科学的知識のサンプルである。



このような専門家の科学的知識を本科研究費では集積し、それに基づき日本側提案を行った。

APEC プロジェクトとしてはその提案のもとで各国が教科書作りを進めた。現在、20 を超える教科書が集積されており、各国から漸次報告され、拡大中であり、今年中には 30 を超える教科書が集積される見込みである。

以下は、科研費の支援を得て実施された、日本側提案の教科書の表紙である。

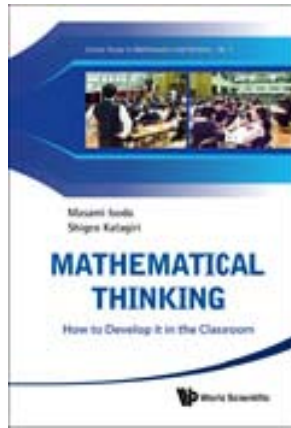


以上のような開発教材は、研究協力者から協力や院生を短期雇用者してえた支援を得て得られたものである。

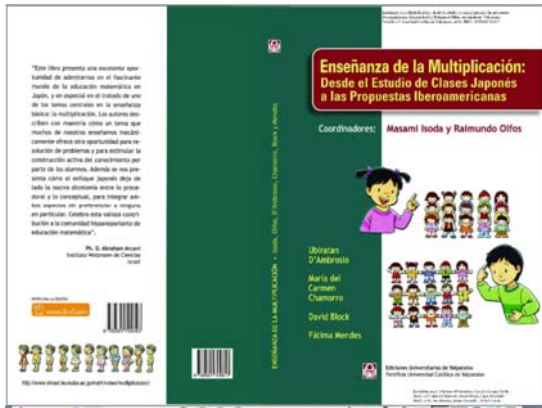
教材開発を推進した本科研究費による研究では、加えて、海外で参照可能な日本の指導法を科研費のもとで提案した。その中で、APEC Lesson Study Project を先導する意味での顕著な関連成果の中で海外出版された

学術図書の写真を以下に示す。

①



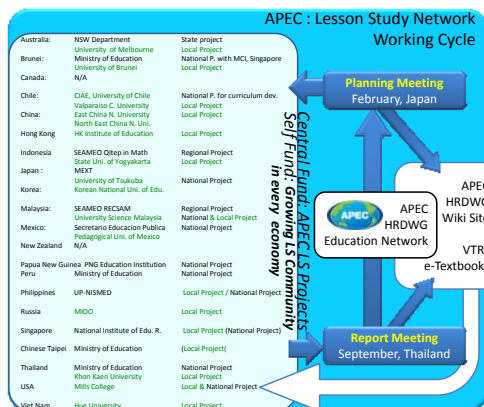
②



③



①は数学的な考え方、②は日本のかけ算指導に対するラテンアメリカからの解答であり、③はメキシコの師範大学教科書である。これら成果は、次のように各国のプロジェクトが連動する中で進められた共同研究で得ている。



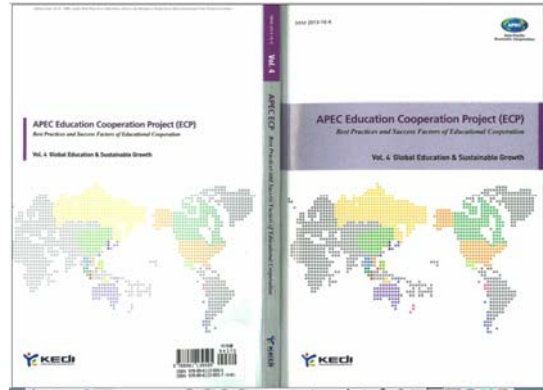
Influential to the Other Economies in Europe, Asia, Africa, Central & South America

以上の本科研費と連関した広範な成果は、その提案のもとで実施されたマッチングファンドによる APEC プロジェクトが、世界から高く評価された背景でもある。

具体的には次のように評価された。

2012 年 APEC 教育大臣会合共同声明で本科研費の提案を受けて実施された APEC 授業研究プロジェクトは絶賛された。

また、2013 年には日本を代表する教育協力プロジェクトとして、韓国における APEC 域内の教育プロジェクト会合で、成果報告がなされた。その成果報告書は、以下のように出版された。



APEC プロジェクトはマッチングファンドであり、各国から得られた成果を総合して報告する性格を備えている。特にこの報告書には、APEC プロジェクトファンドでは実施されていない、上記のような科研費による研究の研究成果も多数盛り込まれた。

ちなみに、APEC センtralファンドに基づく APEC プロジェクトの採択率は、1 割に満たない。2013 年のプロジェクトに限って言えば、本 APEC プロジェクトは 30 件から採択されたわずか 2 件の内の一つである。センtralファンドによるプロジェクトとして採択されていること自体が評価されたことの証左でもある。

そのような APEC における高い評価の背景には、本科研費による研究先導がある。

数学教育学においても実践的なプロジェクトの推進は高く評価された。次は、2012 年に実施された数学教育世界会議のニュースレターである。研究代表者の招待講演がトップニュースで報道されている。主要な講演者が 50 名を数える中で、本誌面のトップで紹介されたのは東洋人では唯一研究代表者だけであった。



本科研は APEC プロジェクトにおいて国際的な評価を得ることが目標に行われたが成果は国内にも還元された。



以上のような教育業界紙による新聞報道に加え、科研費の支援で行われた研究協力者による講演等が、研究分担者によって日本語訳され、国内学術誌に掲載され、広く共有された。

以上のように本科研費による研究は、個別具体的にも多くの成果をあげるとともに、先導的な教材開発を実現し、その結果として日本政府提案 APEC 授業研究プロジェクトを世界的に評価されるプロジェクトとすることに成功した。同時に、日本語で生み出された成果は、国内の教育改善動向を生み出した。

### 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 20 件)

- ① ガブリエルカイザー、岸本忠之訳、未来への準備：数学的モデル化の役割、日本数学教育学会誌、査読有、96(3)、2014、4-13
- ② トティムラム、岸本忠之訳、コンテキストの中の数学：数学教育の未来へ向けて、日本数学教育学会誌、査読有、96(3)、2014、14-20
- ③ 磯田正美、「未来構築のための数学教育」からみた統計教育の課題、日本数学教育学会誌、査読有、96(1)、2014、29-32
- ④ 青山和裕、「資料の活用」領域における指導の充実に向けて、日本数学教育学会、査読有、96(1)、2014、43-46
- ⑤ 松寄昭雄、金本良通、大根田裕、青山和裕、新教育課程編成に向けた系統的な統計指導の提言、日本数学教育学会誌、査読無、96(1)、2014、2-12
- ⑥ 奥田直彦、渡辺美智子、磯田正美、青山和裕、松寄昭雄、金本良通、座談会 統計教育の展望と課題、日本数学教育学会誌、査読無、96(1)、2014、13-28
- ⑦ Yutaka OHARA、Case Method Implementation in Mathematics Teacher Education、International Journal of Research on Science and Mathematics Education、査読有、1、2013、6-13
- ⑧ 青山和裕、日本の統計教育における系統性構築に向けた検討と提案、日本数学教育学会誌、査読有、95、2013、2-12
- ⑨ Masami Isoda、APEC Lesson Study Projects in Mathematics, Science and Emergency Preparedness Education、APEC Educational Cooperation Project、査読有、4、2013、11-50
- ⑩ 磯田正美、数学教育における数学的活動による学習過程の構成に関する研究、査読有、数学教育学論究、99、2013、35-43
- ⑪ CHUAI-AREE Somporn (研究協力者/岸本忠之文責)、タイにおける数学ツールを使った洪水対策、日本数学教育学会誌、査読有、95(3)、2013、29-32
- ⑫ LAGMAY Alfredo Mahar Francisco (岸本忠之文責)、問題作りの源泉、数学的問題解決対象としての災害。日本数学教育学会誌、査読有、95(3)、2013、25-28
- ⑬ 松元新一郎、青山和裕、オーストラリアの教育課程改革の動向に関する考察、日本数学教育学会誌、査読有、95(3)、2013、4-16
- ⑭ 小口祐一、青山和裕、藤井良宜、中学校第3学年の生徒のグラフの読み取りに関する実態調査、日本数学教育学会誌、査読有、94(7)、2012、2-10
- ⑮ 岸本忠之、松寄昭雄、磯田正美、学校数学における数学的モデル化の虚構性と数学的問題設定指導の教育的意義、日本数学教育学会誌、査読有、94(5)、2012、41-42
- ⑯ 磯田正美、松寄昭雄、高等学校における

- 数学科教育課程に関する調査研究、数学教育学会誌、53(1・2)、2012、1-13
- ⑰ 宍倉正展、八木勇治、松原 誠、庄司学(岸本忠之文責)、地震・津波における数学的モデル化と問題設定、日本数学教育学会誌、査読有、94(5)、2012、26-40
- ⑱ 磯田正美、ゴンザレス・オルランド、小学校・中学校・高等学校教師の統計的リテラシーに関する調査研究、科学教育研究 査読有、36(1)、2012、61-76
- ⑲ ゴンザレス・オルランド、磯田正美、高校数学指導内容としての「ばらつき(ちらばり)」処理の考え、日本数学教育学会誌、査読有、93(9)、2011、17-20
- ⑳ ゴンザレス・オルランド、磯田正美、数学科における統計的リテラシー教育のための「ちらばり(ばらつき)」についての考え、科学教育研究、査読有、35(2)、2011、139-152

[学会発表] (計 19 件)

- ① 磯田正美、知識基盤社会における教育協力の価値、第 4 回国際センターシンポジウム、(2013 年 11 月 27 日)、大阪教育大学(招待講演)
- ② Masami Isoda, APEC Lesson Study Projects in Mathematics, Science and Emergency Preparedness Education, APEC education cooperation project : best practices and success factors of educational cooperation、(2013 年 11 月 14 日)、Korea(招待講演)
- ③ Masami Isoda, Can We Teach Statistics? A new curriculum issues however how difficult it is、MATHTED2013, 9th Biennial Conference、(2013 年 10 月 24 日)、Philippines(招待講演)
- ④ Masami Isoda, Mathematical Thinking: How to develop it in the classroom、The National Conference in Science and Mathematics Education、(2013 年 10 月 22 日)、Philippines(招待講演)
- ⑤ Nobuaki Kawasaki, Masami Isoda, Expectation of Natural Laws by Mathematics: Analysis of Typhoon Data、APEC KIU International Symposium 2013、(2013 年 09 月 13 日-2013 年 09 月 16 日)、Thailand(招待講演)
- ⑥ Masami Isoda, Pensamiento Matematico: Cómo desarrollarlo en la sala de clases?, Seminario Internacional: Nuevas Habilidades de Razonamiento Matemático en Las Bases Curriculares、(2013 年 08 月 24 日)、Chile(招待講演)
- ⑦ Masami Isoda、Editing Schooten Textbook (1646) for Comparing Synthetic Geometry with Analytic Geometry: Embedding the Objective of Teaching into the Textbook with dbookPro、ATCM-Korea / First International Conference of Korean Chapter of the Asian Technology Conference in Mathematics、(2013 年 08 月 08 日)、Korea(招待講演)
- ⑧ Masami Isoda, Lesson Designing Based on Cognitive Theory on Curriculum Sequence: Focus on Gap between Meaning and Procedure、6th Colloquium in History and Technology in the Teaching of mathematics、(2013 年 07 月 16 日)、Brazil(招待講演)
- ⑨ Masami Isoda, Designing Problem Solving Approach on the Framework on the Conceptual and Procedural Knowledge, The 6<sup>th</sup> East Asia Regional Conference on Mathematics、(2013 年 03 月 18 日)、Thailand(招待講演)
- ⑩ Masami Isoda、How to Develop Mathematical Thinking with Thai-edition of Gakkotosho Textbook. International Conference in Mathematics and Applications III、(2013 年 01 月 21 日)、Thailand(招待講演)
- ⑪ Masami Isoda, Experiencia en Japon en Modelamiento Matematico, Seminario Modelamiento Matematico en las Bases Curriculares、(2013 年 01 月 11 日)、Chile(招待講演)
- ⑫ Masami Isoda, How to develop mathematical thinking with dbookPro, Asian Technology Conference in Mathematics、(2012 年 12 月 16 日)、Thailand (招待講演)
- ⑬ Masami Isoda, Matematicas para la Educacion Normal, XVI Jornadas Nacionales de Educacion Matematica、(2012 年 11 月 30 日)、Chile(招待講演)
- ⑭ Masami Isoda, Tsunami and Evacuation as for the situation of mathematical modeling, Workshop on Mathematical Modeling Course in Higher Education Curriculum of APEC Economies、(2012 年 10 月)、Indonesia(招待講演)
- ⑮ Masami Isoda, Challenging from Mathematics Education to Emergency Preparedness Education, ICER2012 & APEC-Khon Kaen International Symposium、(2012 年 09 月 12 日)、Thailand(招待講演)
- ⑯ Masami Isoda、Empirical Research in History of Mathematics Education (Panel)、HPM2012、(2012 年 07 月 19 日)、Korea(招待講演)
- ⑰ Masami Isoda, Designing for Understanding Mathematics, The 12<sup>th</sup> International Congress on Mathematical Education、(2012 年 07 月 10 日)、Korea(招待講演)
- ⑱ Masami Isoda, Re-alive Historical Textbook with e-Textbook, Annual

Meeting of the Korea Society of Educational Mathematics, (2012年06月09日), Korea(招待講演)

- ⑱ Masami Isoda, Philosophy of Lesson Study in Mathematics Education, SEAMEO Qitep in Mathematics, (2012年04月25日)、Indonesia(招待講演)

〔図書〕(計10件)

- ① 磯田正美、田中秀典、末原久史、明治図書出版、アイデアシートでうまくいく! 算数科問題解決授業スタンダード、2013、144
- ② 清水静海、磯田正美、北島茂樹、坂本正彦、明治図書出版、中学校数学科数学的活動の実現1、2013、132
- ③ 斎藤昇、秋田美代、小原豊、東洋館出版社、子どもの学力を高める新しい算数科指導法、2013、144
- ④ Tenoch Cedillo、Masami Isoda、Pearson Educación de México、Matemáticas para la educación normal : guía para el aprendizaje y enseñanza de la geometría y la medición、2013、117
- ⑤ Tenoch Cedillo、Masami Isoda、Pearson Educación de México、Matemáticas para la educación normal : guía para el aprendizaje y enseñanza de la aritmética、2013、146
- ⑥ Masami Isoda、Tenoch Cedillo、Pearson Educación de México、Matemáticas para la educación normal、2012、13vols(t.1, t.2(1), t.2(2), t.3(1), t.3(2), t.4(1), t.4(2), t.5(1), t.5(2), t.6(1), t.6(2) : 全11巻)
- ⑦ Masami Isoda、Shigeo Katagiri、World Scientific、Mathematical Thinking、2012、316
- ⑧ Masami Isoda、Raimundo Olfos、PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO、Coordinadores, Ubiratan D'Ambrosio、Enseñanza de la Multiplicación : Desde el Estudio de Clases Japonesas a las Propuestas Iberoamericanas、2011、359
- ⑨ Peter Gould、Masami Isoda、State of NSW Department of Education and Communities Government、Companion Mathematics Challenge、2011、108
- ⑩ Masami Isoda、University of Tsukuba、The Tsunami in March 11th, 2011 : what can we learn from the disaster beyond the expectation in the case of Japan?、2012、22

〔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：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等  
APEDプロジェクト  
<http://www.criced.tsukuba.ac.jp/math/ap/ec/>  
電子教科書  
[http://math-info.criced.tsukuba.ac.jp/museum/dbook\\_site/#e](http://math-info.criced.tsukuba.ac.jp/museum/dbook_site/#e)  
成果概要(英語)  
<http://www.criced.tsukuba.ac.jp/math/ap/ec/Report2008-13-pub/files/EText.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

磯田 正美 (ISODA, Masami)  
筑波大学・人間系・准教授  
研究者番号：70212967

### (2) 研究分担者

青山 和裕 (AOYAMA, Kazuhiro)  
愛知教育大学・教育学部・准教授  
研究者番号：10400657

松寄 昭雄 (MATSUZAKI, Akio)  
埼玉大学・教育学部・准教授  
研究者番号：10533292

清水 静海 (SHIMIZU, Shizumi)  
帝京大学・教育学部・教授  
研究者番号：20115661

小原 豊 (OHARA, Yutaka)  
関東学院大学・人間環境学部・准教授  
研究者番号：20375455

岸本 忠之 (KISHIMOTO, Tadayuki)  
富山大学・人間発達科学部・教授  
研究者番号：50324025

### (3) 連携研究者 なし