

令和元年6月25日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2014～2017

課題番号：26245082

研究課題名（和文）グローバル社会における未来構築型数学教育実現への国際先導研究

研究課題名（英文）International Project on Mathematics Education for Future Development under the Globalization

研究代表者

磯田 正美（ISODA, Masami）

筑波大学・人間系・教授

研究者番号：70212967

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 31,100,000円

研究成果の概要（和文）：国連は持続発展目標SDGsを新課題として設定し、ASEAN経済共同体は教育優先7課題を策定し第1次5か年教育改革を開始した。未来構築力のある子どもを育てる教材開発を推進することが本研究の目的である。闘ぎ合う社会は、未智変数、潜在する関係の操作対象化と蓋然的な推論に長けた未来予測者によって発展し得る。その未来シナリオ作りには、数学的方法、統計的方法が必須である。そのために、因果性に基づく関数的な未来予測、蓋然的推論に基づく未来予測に係る教材開発を推進し、その教材を開発するために、各国と授業研究を展開した。APEC会議を通して、本研究の成果を広く敷衍した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

イノベーションによって進む新旧ビジネスモデルの交代は、せめぎあう社会の象徴である。イノベーションを生む人材は他者の立場を想定し、未来社会を未知の人の絆構築を行える人材である。本研究では、数学、統計による未来構築教材の開発を進めるとともに、その教材をASEAN、APECに問うことで、先導的な研究動向を築いた。英語による教育課程、教材、指導法開発を進め、特に日本型授業研究を通じて、日本が先導的な学術動向をけん引することを示すとともに、国際的に知られた学術出版および学術誌貢献を実現した。

研究成果の概要（英文）：UN set sustainable development goals (SDGs) as new issues. ASEAN Community has formulated the 7 priority areas for education and launched education reform for the first five years. The purpose of this research is to promote the development of teaching materials that will bring up children with future-building skills. A conflicting society can be overcome by using unknown variable, the future target of manipulation of potential relationships and plausible reasoning. Mathematical and statistical methods are essential for creating future scenarios. The research engaged teaching material development related to functional future prediction based on causality and future prediction based on probable reasoning, and lesson study with each country to develop the teaching material. On the APEC meetings, the research widely influenced the results to the world.

研究分野：教科教育学

キーワード：教育課程基準 教材開発 東南アジア教育大臣機構 APEC 未来予測 数学 統計 持続可能な開発

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1) グローバル化に伴う経済競争、闘ぎ合いを前提に、2005年 OECD では、コンピテンシー(資質・能力)を、成功に満ちた生活、互恵性のある社会を築く目的で定義した。その背景のもと、国内では教育課程改定が推進された。

(2) 2015年、国連は17の持続発展目標 SDGs(持続可能な開発目標)を2030年への課題として設定した。その中で、SDG4 高質教育の実現が求められた。

(3) ASEAN 経済共同体では、東南アジア教育大臣機構 SEAMEO が2035年への教育優先7領域を策定し第1次5か年教育改革を開始した。その第7領域が21世紀型教育課程の実現であった。

(4) APEC 人材養成部門では、新ビジネスモデルによるイノベーションをキーワードに、そのイノベーションを生む科学、技術、工学、数学の融合教育 STEM が要請され、APEC 授業研究プロジェクトが展開され、日本が先導的提案を行うことが期待された。

### 2. 研究の目的

未来構築力のあるこどもを育てる教材開発を推進することが本研究の目的である。闘ぎ合う社会は、未智変数、潜在する関係の操作対象化と蓋然的な推論に長けた未来予測者によって発展し得る。その未来シナリオ作りには、数学的方法、統計的方法が必須である。本研究では、この手順によって、国際社会並びに持続発展に係る未来予測者を育成するための数学教育の学術研究を先導的に展開する。

### 3. 研究の方法

国際社会並びに持続発展に係る未来予測者を育成するための数学教育の学術研究を先導的に展開するために次の手順で研究を実施する。

(1) 因果性に基づく関数的な未来予測に係る教材ならびに蓋然的推論に基づく未来予測に係る教材の開発を推進する。

(2) その教材を開発するために各国と授業研究を展開する。

(3) APEC 会議を通して、本研究の成果を広く敷衍する。

### 4. 研究成果

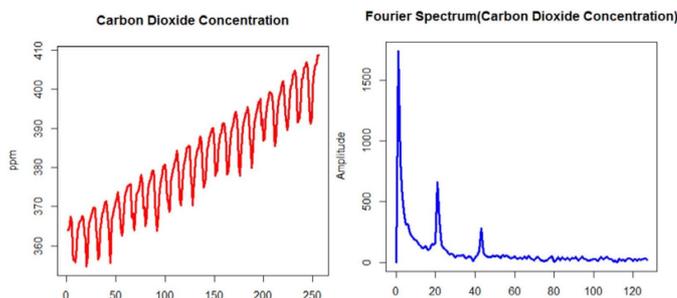
ここでは開発教材の一端を示す。

(1) 因果性に基づく関数的な未来予測に係る教材の例

フーリエ解析による未来予測：データに潜む周期性の解析(川崎宜昭・磯田正美開発)



岩手綾里  
カーボン・ダイオキサイド  
観測施設



左：カーボン・ダイオキシン  
観測データ 256 カ月

右：フーリエ変換によるスペクトル  
解析結果

下：解析スペクトルを 256 カ月換  
算、全体 256 月・約 1 年・半年

$$256/1=256(\text{months}), 256/21 \div 12.19(\text{months}), 256/43 \div 5.95(\text{months})$$

カーボン・ダイオキサイド(二酸化炭素)の増加傾向には、増加し続ける斜め上昇傾向、1年

周期の波、そしてその一つの波が半年ごとに上下切り替わるグラフの変化の様相が解析できる。

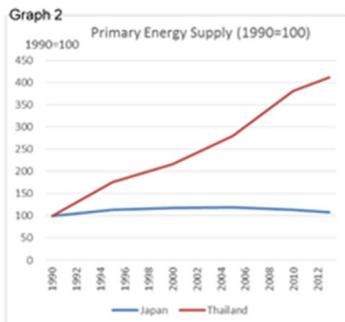
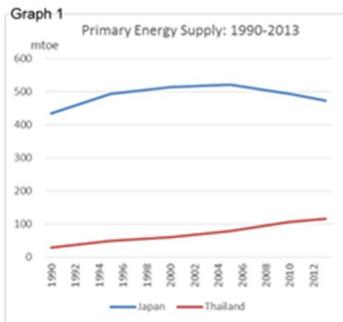
この方法をエルニーニョ、オゾンホール、そして家庭での省エネルギー化などに適用する教材開発を行った。APEC 会議では、未智変数を探り出す数学的方法として、潜在する関係を認めその関係を操作対象化することで未来予測をなしえる数学的方法として APEC 会議で報告した。今日では、フリーエ変換という語を知らなくとも、パッケージ化したソフトを使用するだけで、この未来予測は実現する。

データさえあれば、関数を利用して未知変数の存在を明らかにし、それを前提にした未来予測が可能になるという考え方の教材開発が、APEC 域内に対する先導的な提案事例となった。

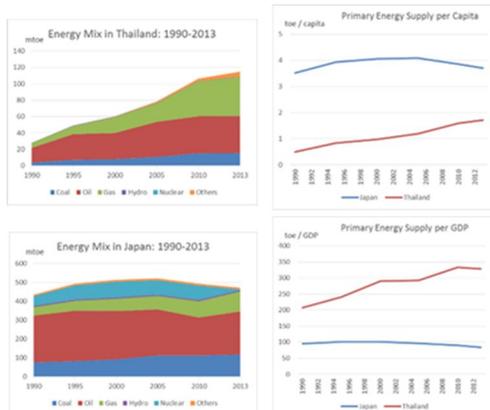
(2) 多国間授業研究のための蓋然的予測教材

複数の国の教室間をテレビ会議システムで結び、それぞれに蓋然的予測を行い、その背後にある未知変数の重要性を知り、そこで潜在した関係をもとに未来予測を行う。それにより、他国の生徒と共同すればこそ、的確な未来予測ができることが明らかになった。

事例：タイ・日本クロスボーダー授業研究「エネルギー」



左：日本・タイのエネルギー供給の変化から未来を予測する。  
 左下：日本・タイ生徒の予測例。何時、タイのエネルギー供給が日本を超えるか  
 右下：タイの増分は天然ガスのみである。日本の減少は原発であり、他は減少していない。タイが、このまま天然ガス使用量が増える前提であれば、日本を抜く可能性がある。

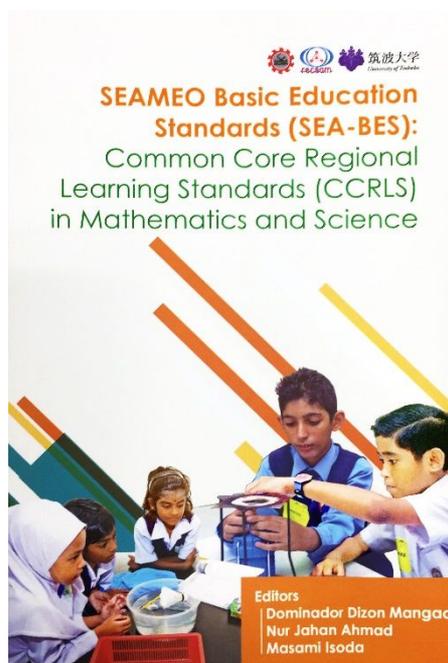


データ表面だけから読み取れる未来予測は不確かである。データの背後にある変数の存在は、現地ではわかる。国際的なビジネスの展開を考えるには、現地側の現状理解抜きでは実現しない。

この提案は、APEC 域内に、英語による国境を越えた共同授業研究の展開を実現した。あわせて日本がもつ APEC データベースを各国が活用する状況を実現した。

(3) 東南アジア ASEAN 教育課程標準の開発

2035 年に向けて 21 世紀型教育課程の域内高質標準化をめざす東南アジア教育大臣機構 SEAMEO では、ASEAN 向けに数学・理科教育課程標準を開発した(SEA-BES)。研究代表者らは、その作成に対して、上記のような研究成果をインプットし、日本が東南アジアの教育課程標準化に貢献した実績を示した。



(4) 国際的研究の展開

以上に加えて、次のような研究の国際的展開にかかる成果を得た。

かけ算教材を事例にした教師向け授業研究書などの研究開発を行った（Springer より出版 in printing）。また、日本型かけ算指導を国際学術誌に貢献した（写真の授業など：山本良和教諭による）。

日本・タイ高校教師の変動性理解にかかる統計課題を開発し、その調査によって、その課題の有効性を示した。

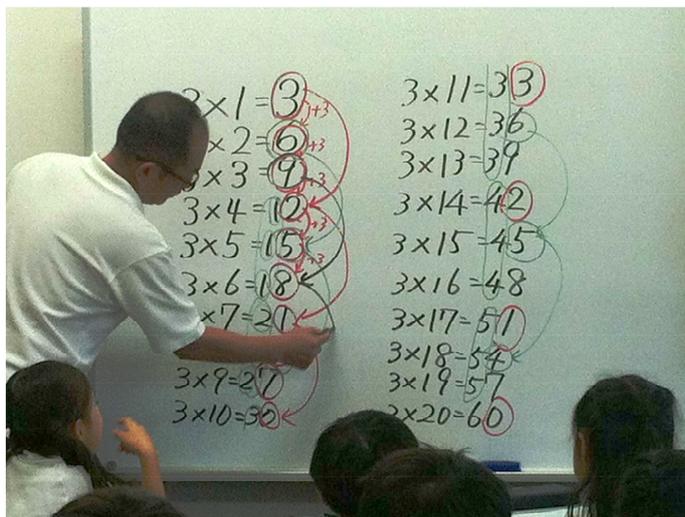


Fig. 3 Regularities in the columns

クロスボーダー授業研究を実施し、国際誌に掲載された。

授業研究、教師教育にかかる数学教育世界会議 ICME13 サーベイトームのメンバーとして活動し、国際誌に掲載されるとともに、これら活動成果を評価され、ICME の上位組織数学教育国際委員会 ICMI による研究集会 ICMI Study 25(2020)では、基調講演者に選定された。

以上の研究は高く政府内でも評価され、2017 年には、国連総会向けに準備された首相官邸広報誌 We are tomodachi 秋号に日本型教育の海外展開記事として掲載された。

< 引用文献 >

Isoda Masami, Sharing Japanese-Style Education Abroad, We are tomodachi. Cabinet of Prime minister, 26 号、2017, pp.10-11

## 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

Rasmussen Klaus, Isoda Masam, The intangible task – a revelatory case of teaching mathematical thinking in Japanese elementary schools, Research in Mathematics Education, 査読有. Vol. 21, No. 1, 2019, pp.43-59

Isoda Masami, Chitmun Somchai, Gonzalez Orlando, Japanese and Thai Senior High School Mathematics Teachers' Knowledge of Variability, Statistics Education Research Journal, 査読有, Vol.17, No. 2, 2018, 196-215

Isoda Masami(共著 8 人筆頭), Teaching Energy Efficiency: A Cross-Border Public Class and Lesson Study in STEM, Interaction Design and Architecture, 査読有, Vol. 35, 2018, pp.7-31

〔学会発表〕(計 1 件)

Barbara Jaworski, Olive Chapman, Cristina Esteley, Merrilyn Goos, Masami Isoda, Marie Joubert, Ornella Robutti, Mathematics teachers working and learning through collaboration, International Congress of Mathematics Education 13, 2016.

〔図書〕(計 1 件)

Masami Isoda, Springer, The road of the German Book Praktische Analysis into Japanese Secondary School Mathematics Textbook (1943-1944): An Influence of the Felix Klein Movement on the Fani r East, The Legacy of Felix Klein, 2019, pp.117-129

〔その他〕

<http://www.criced.tsukuba.ac.jp/math/apec/>

## 6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：馬場 卓也

ローマ字氏名：(BABA, Takuya)

所属研究機関名：広島大学

部局名：国際協力研究科

職名：教授

研究者番号(8桁)：00335720

研究分担者氏名：北島 茂樹

ローマ字氏名：(KITAJIMA, Shigeki)

所属研究機関名：明星大学

部局名：教育学部

職名：准教授

研究者番号(8桁)：00712449

研究分担者氏名：青山 和裕

ローマ字氏名：(AOYAMA, Kazuhiro)

所属研究機関名：愛知教育大学

部局名：教育学部

職名：准教授

研究者番号(8桁)：10400657

研究分担者氏名：松崎 昭雄

ローマ字氏名：(MATSUZAKI, Akio)

所属研究機関名：埼玉大学

部局名：教育学部

職名：准教授

研究者番号(8桁)：10533292

研究分担者氏名：清水 静海

ローマ字氏名：(SHIMIZU, Shizumi)

所属研究機関名：帝京大学

部局名：教育学部

職名：教授

研究者番号(8桁)：20115661

研究分担者氏名：小原 豊

ローマ字氏名：(OHARA, Yutaka)

所属研究機関名：関東学院大学

部局名：教育学部

職名：教授

研究者番号(8桁)：20375455

研究分担者氏名：宮川 健

ローマ字氏名：(MIYAKAWA, Takeshi)

所属研究機関名：早稲田大学

部局名：教育学部

職名：教授

研究者番号(8桁)：30375456

研究分担者氏名：岸本 忠之

ローマ字氏名：(KISHIMOTO, Tadayuki)

所属研究機関名：富山大学

部局名：教育発達科学部

職名：教授

研究者番号(8桁)：50324025

研究分担者氏名：両角 達男

ローマ字氏名：(MOROZUMI, Tatsuo)

所属研究機関名：横浜国立大学

部局名：教育学部

職名：教授

研究者番号(8桁)：50324322

研究分担者氏名：溝口 達也

ローマ字氏名：(MIZOGUCHI, Tatsuya)

所属研究機関名：鳥取大学

部局名：地域学部

職名：准教授

研究者番号(8桁)：70304194

研究分担者氏名：佐伯 昭彦

ローマ字氏名：Saeki, Akihiko

所属研究機関名：鳴門教育大学

部局名：自然・生活系教育部

職名：教授

研究者番号(8桁)：60167418

研究分担者氏名：大久保 和義

ローマ字氏名：Okubo, Kazuyoshi

所属研究機関名：北海道教育大学

部局名：教育学研究科

職名：教授

研究者番号(8桁)：80113661

## (2)研究協力者

なし

※科費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。