

平成 30 年 6 月 26 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H03493

研究課題名(和文) 教科と内容構成新ビジョンの解明 米国・欧州STEM・リテラシー教育との比較より

研究課題名(英文) Research on New Vision for Subjects and Construction of Subjects-Based on Comparative study of STEM Education in U.S. and European Countries

研究代表者

長洲 南海男(NAGASU, Namio)

筑波大学・人間系(名誉教授)・名誉教授

研究者番号：90018044

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,200,000円

研究成果の概要(和文)：米国STEM教育の二重モデルを実地及び文献調査より検証できた。1. 連邦政府レベルのESSA, STEM教育法等により初等段階からインフォーマル教育も含め総額2兆7千億円(1\$=120円)援助。さらにCommon Coreも含めた教育研究が必要である。2. 子どもの考え方(Core Ideas)を起点にLPsの考え方に基づいてパラダイムシフトがなされている。3. 欧州のSTEM教育は英国、蘭国、独逸の実地調査より米国のSTEM教育の二重モデルとは異なって実施されている。蘭国ではウトレヒト大学の主に数学における教育実践は、将にSTEM教育の今後の実践の具体化と見做される等大いなる有益な示唆がえられた。

研究成果の概要(英文)：We testified as hypothesis of dual model at STEM education in U.S.A. and compared with U.K. German and Netherlands. Results and discussions:1.Federal Laws and finances established America COMPETES 2014, STEM Education Act(2015.10)and Every Student Achieve Act(2015.12).2.Total amount of Public finances under these Federal Laws were 2 trillion and 7,159 billion ¥ (1\$ = 120¥). 3.STEM education are promoting formal & informal education.4.In science education, NCSS as STEM education developed practices in many schools. 5.LPs as new paradigm construct teaching, learning and assessment based on Core Ideas which construct the contents based on learner's thinking. This is the Paradigm shift.6.U.K., German and Netherlands were different type STEM education compared by U.S. For example. In U.K.STEM education developed under National Curriculum and Private Funds. In German MINT developed each by Private Organizations. In Netherlands, math education developed future style of STEM Education.

研究分野：理科教育学

キーワード：米国のSTEM教育 NGSS(次世代科学スタンダード) LPs(知的内容の発達構成) ドイツのMINT教育 オランダの現実的数学教育 英国のSTEM教育 3Dイメーション学習 Engineering教育

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

### 1. 研究開始当初の背景

平成24年度より3年間の科学研究費基盤(C)が採択され、研究対象の米国でのSTEM教育に関して、以下の事が解明された。

(1)連邦政府レベルでの法的、行財政的側面；STEM教育の連邦政府の法的、行政的側面の始まりは、2007年のブッシュ大統領署名により成立したAmerica Competes Act (以下国際競争法と略称)に始まる。この法案は米国が国際競争に打ち勝つためには産業界が科学/技術・工学/数学分野での更なる技術革新が必要で、その業務担当部署として5部門を挙げ、連邦政府は、STEM及びSTEM教育に法的、行財政的に支援していくとした。さらに、オバマ大統領が2011年1月に署名し改正された国際競争法2010再授權法、さらに2014年この法案を改正した国際競争法2014再授權法に署名した。この法はSTEM教育に重点化している。さらに、オバマ大統領は2014年7月にSTEM教育法に署名した。これらにより、オバマ政権は5億円以上連邦政府レベルでの予算を注ぎ込んでいる。従って、連邦政府レベルでは法的、行財政的にもまさに国家的課題の科学技術教育政策を一大教育改革運動として取り組んでいることが判明した。

(2)科学教育学分野側面：上述の連邦政府レベルでの法的、行財政支援により、2008年に、Framework for K-12 Science Educationを公表し、全世界より評価、フィードバック情報を受け、改善し、2013年にNext Generation Science Standardsを公表する。そこでは教育内容構成として4観点が考えられた：

Disciplinary Core Ideas(学的構成の核となる考え方；物理科学、生命科学、地球・宇宙科学の3領域構成)、Crosscutting Concepts(七つの領域横断的概念)、Practice(実験・実習・実践)：Inquiry(探究)からPracticeとしている。これまでの知的発達、認知学習等の実証的研究に基づいて学校教育のK-12学年の知的発達内容の配列

構成をする基本的な考え方がLPs(Learning Progressions)と考えられるが、その理論的背景及び成立過程は未解明である。このLPsとカリキュラム構成、アセスメント等との関連が未解明である。

(3)さらに、これら科学教育学研究に対して、STEM教育における他分野の数学教育、技術科教育、Common CoreのEnglish Language Artsに関しては全く未解明である。

(4)他方、これら米国のSTEM教育に対して、欧州の国々では如何なる取り組み、展開がなされているのか全く未解明である。

これらの解明を基に第一が米国のSTEM教育に関しての連邦レベルでの一層の取り組みとの比較、第二が科学教育学研究の観点からのLPsの始まりと展開及びこれまでの系譜等が未解明である。第三がこれら米国のSTEM教育の取り組みと比較して、欧州の各国におけるSTEM教育の取り組みの解明が未解明である。そこで、米国のSTEM教育を、連邦レベルでの法的、行財政的観点と実際のSTEM教育の中心的捉え方と見做せる教育内容構成の基本的観点であるLPsとの二重モデルとの仮説を立て、その検証に基づいて、この米国の二重モデルと、欧州各国のSTEM教育と比較検討して解明をはるによりSTEM教育の解明が図られることが期待される。さらに、米国のLiteracy教育における取り組みが未解明故、その解明も課題である。

### 2. 研究の目的

以上の研究の背景を踏まえて、以下の研究目的が設定される。

1)主に米国のSTEM教育そしてCCSSにおける教科と内容構成の基本的な捉え方の解明

STEM教育及びCCSSでの科学、数学、技術科教育、Literacy教育の教科内容構成の基本的相互比較よりK-12学年の内容構成が基本的にLPsの考え方によりなされているかの解明。

2)米国の主にSTEM教育における教科と学習方法、目標及び評価の基本的な捉え方の解明。

それらの相互比較により、教科特有及び共通の学習方法及び評価方法の解明。

3)米国での国レベルでの法的、行財政的支援と教科教育学研究との成果両者により、全ての人を対象にしているのを「米国モデル」として、STEM教育を行っている英国、独、EU等で比較検討し、相互の共通性と差異点の解明  
4)STEM教育の対象としての学習者に関して、ジェンダー及び優秀児教育の観点よりその実態の解明を図る。

これらの成果を相互検討しながら、教科構成に関して日本の新時代に対応できる「全ての者への教科と内容構成新ビジョンの解明と提言(STEM & Literacy For All)」を国内のみならず国外に発信する。

### 3. 研究の方法

インターネットを含めた各種報告書、文献等による情報収集に基づく分析。

米国、英国、独逸、和蘭におけるSTEM教育及びLiteracy教育研究を行っている主要な組織、大学及び初等、中等学校においてキーパーソン研究者、実践者による聞き取り、実態調査による情報収集に基づく分析。

### 4. 研究成果

第一は米国におけるSTEMとリテラシー教育は法的、行財政的支援援助の基に幼児から大学院、さらに通常の学校教育のみならず、放課後、学校外や博物館などのインフォーマル教育も含めてLife-long & wide educationとして総体的な取り組みをしていることが明らかになった成果である。

教授-学習-アセスメントに関しては上記の法的、行財政的援助により活発な理論、実践両面から研究が促進されていることが第二の成果である。

その具体化がNGSS(Next Generation Science Standards)におけるSTEM教育の取り組みである。これは全米レベルでの標準的、示準的な教育内容、教授-学習-アセスメントであって、教科と内容構成および教

育実践は各州、学校区、学校の実態に対応させて行っている。教授-学習-アセスメントはそれまでの研究観点であった科学概念 (Science Concepts) を教授するトップダウンではなく、学習者の認知実態に即した学習者の核となる考え方 (Core Ideas) に基づいて構成するボトムアップの捉え方であるLPs(Learning Progressions: 知的内容の発達構成)という教育研究上のパラダイムシフトがなされていることを明らかにできた。それ故、このような米国におけるSTEM教育は法的、行財政的支援と教授-学習-アセスメントのパラダイムシフトとの両面からの二重モデルより推進、促進されていると見做せることが明らかにできた。

米国におけるSTEM教育及びLiteracy教育何れも連邦法に基づき、女性も含めたマイノリティー、貧困子弟、更には優秀児などあらゆるレベルの子どもへの教育推進を行っていることが判明した。

欧州、特に英国、独逸 (独逸語のMINT教育) 和蘭のSTEM教育の調査の結果、いずれも政府レベルよりも、民間組織団体がイニシアティブをとって実践しており、それ故、上述の米国の二重モデルとは別個の形態であることが判明できた。

特に和蘭における数学教育を事例とした教育実践は、米国とは異なって数学教育の科目内容構成をSTEM教育の観点から構成していることは、今後の教科と内容構成に関する新しいビジョンを示唆して興味ある成果である。

上記の成果を以下の和文、英文での国内外での関連専門学会での論文及国内の関連学会で口頭発表した。更にそれらに基づく最終報告書の作成とそれに基づくH.P.作成と公表が成果である。下記の英文での共著論文は本科学研究費の研究成果を基に数学教育におけるSTEM教育に関する方向性

を国際的観点より論じていることも本研究の成果である。

#### 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)

本研究の成果に関する論文は和文では日本教科教育学会第42、43回全国大会での発表及び日本エネルギー環境教育教育研究第11巻1号、英文では International Journal of Science and Mathematics Education 誌に発表している。

[雑誌論文](計 3 件)

1. 長洲南海男、出口憲. 米国のSTEM教育、エネルギー教育省(DOE)のエネルギー教育 その1 Energy Literacy 教育そしてNGSSとの関連より. エネルギー環境教育.p.p.3-10. 11巻1号(2017年). 査読有り.
2. 出口憲、長洲南海男. 米国のSTEM教育、エネルギー教育省(DOE)のエネルギー教育 その2 Energy Literacy FrameworkとNGSSとの関連、特にPhysical Sciencesについて-. エネルギー環境教育.p.p.11-18. 11巻1号(2017年). 査読有り.
3. Koeno Gravemeijer, Michelle Stephan, Cyril Julie & Fou-Lin & Minoru Ohtani. Int J of Sci and Math Educ. p.p.105-123. 15巻. 2017. 査読有り.

[学会発表](計 9 件)

1. 長洲南海男. 米国のSTEM教育の特質-二重モデルとは-連邦政府の法的、行財政的支援と Evidenced based research. 日本教科教育学会第43回全国大会論文集.p.p.120-121. 2017.
2. 出口憲、長洲南海男. 米国のSTEM教育の特質-Evidenced based research: Physical Sciencesを中心として. 日本教科教育学会第43回全国大会論文集.p.p.122-123.
3. 内ノ倉真吾、丹沢哲朗、長洲南海男. 米国の教師教育プログラムとしてのSTEM体験型ワークショップ-NSTAの第5回STEMフォーラム&

エキスポに参加して. 日本教科教育学会第43回全国大会論文集.p.p.164-165. 2017.

4. 大谷忠、磯部征尊、長洲南海男. 英国におけるSTEM教育の特徴とエンジニアリングの取り扱い-米国の技術教育ならびにSTEM教育における二重モデルと比較して. 日本教科教育学会第43回全国大会論文集.p.p.166-167. 2017.
5. 磯部征尊、大谷忠、長洲南海男. 英国におけるSTEM教育の動向-技術教育に基づく米国のSTEM教育との対比より. 日本教科教育学会第43回全国大会論文集.p.p.202-203. 2017.
6. 大谷実、長洲南海男. オランダにおけるSTEM教育の特色: Freudenthal研究所の取り組みと米国のSTEM教育との対比より. 日本教科教育学会第43回全国大会論文集.p.p.204-205. 2017.
7. 吉岡亮衛、長洲南海男. ドイツのMINT教育に関する調査報告-米国のモデルと比較して. 日本教科教育学会第43回全国大会論文集.p.p.206-207. 2017.
8. 北田典子、長洲南海男. NGSSの「Life Sciences」における知的発達内容構成の解明-STEM教育の具体的事例. 日本教科教育学会第43回全国大会論文集.p.p.162-163. 2017.
9. 長洲南海男. STEM教育: 教科及び教科内容構成の新たな挑戦-Evidence(事実・実証)に基づく研究へのパラダイムシフト-. 日本教科教育学会第42回全国大会論文集.p.p.42-43. 2016.

[その他]

ホームページ等

本科学研究費の成果である最終報告書は次の URL より閲覧できる。

<http://member.tokoha-u.ac.jp/STEM/report/>

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

長洲 南海男 (NAGASU, Namio)  
筑波大学・人間系(名誉教授)

研究者番号：90018044

(2)研究分担者

人見 久城 (HITOMI, Hisaki)  
宇都宮大学・教育学部・教授  
研究者番号：10218729  
石垣 明子 (ISHIGAKI Akiko)  
つくば国際大学・産業社会学部・教授  
研究者番号：10265233  
小久保 美子 (KOKUBO Yoshiko)  
新潟大学・人文社会・教育科学系・教授  
研究者番号：30413032  
稲田 結美 (INADA Yumi)  
日本体育大学・児童スポーツ教育学部・准教授  
研究者番号：30585633  
吉岡 亮衛 (YOSHIOKA Ryouei)  
国立教育政策研究所・教育情報センター・総括研究官  
研究者番号：40200951  
出口 憲 (DEGUCHI Ken)  
常葉学園大学・教育学部・教授  
研究者番号：40298451  
二宮 裕之 (NINOMIYA Hiroyuki)  
埼玉大学・教育学部・教授  
研究者番号 40335881  
大谷 実 (OHTANI Minoru)  
金沢大学・学校教育系・教授  
研究者番号 50241758  
丹沢 哲朗 (TANZAWA Teturo)  
静岡大学・副学長  
研究者番号 60272142  
石崎 友規 (ISHIZAKI Tomonori)  
常磐大学・人間科学部 教育学科・助教  
研究者番号 60747020  
甲斐 雄一郎 (KAI Yuichiro)  
筑波大学・人間系・教授  
研究者番号 70169374  
大高 泉 (OHTAKA Izumi)  
常磐大学・人間科学部 教育学科・教授  
研究者番号 70176907  
片平 克弘 (KATAHIRA Katsuhiko)  
筑波大学・人間系・教授  
研究者番号 70214327  
日野 圭子 (HINO Keiko)  
宇都宮大学・教育学部・教授  
研究者番号 70272143  
内ノ倉 真吾 (UCHINOKURA Sinngo)  
鹿児島大学・教育学部・准教授  
研究者番号 70512531  
磯部 征尊 (ISOBE Masataka)  
愛知教育大学・教育学部・准教授  
研究者番号 70736769  
大谷 忠 (OHTANI Tadasi)  
東京学芸大学・教育学部・准教授

研究者番号 80314615

遠藤 優介 (ENDOY Yusuke)

筑波大学・人間系・助教

研究者番号 80759051

清水 美憲 (SHIMIZU Yoshinori)

筑波大学・人間系・教授

研究者番号 90226259

熊野 善介 (KUMANO Yoshisuke)

静岡大学・学術院教育学領域・教授

研究者番号 90252155

(4)研究協力者

北田 典子 (KITADA Noriko)

東邦大学・理学部・非常勤講師