

令和 2 年 6 月 24 日現在

機関番号：16102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01034

研究課題名(和文)次世代科学・技術者の育成プログラムの開発と実践的評価に関する研究

研究課題名(英文) Study on development and practical evaluation of the future scientists and engineers training programs

研究代表者

早藤 幸隆 (HAYAFUJI, YUKITAKA)

鳴門教育大学・大学院学校教育研究科・准教授

研究者番号：40325303

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、幅広い科学・技術領域の体験学習を取り入れた三段階のステップアップ教育プログラムを開発し、選抜した理数・技術領域に意欲と才能を有する中学生(小学5,6年生を含む)を対象に、次世代の科学・技術者につながる体系的な人材育成プログラムとして実施した。また、個に応じた体系的な教育プログラムを継続的に実施する教育連携システムを構築した。評価シートを用いて、教育プログラムの実践的評価を検証した結果、受講生の潜在的能力・専門的能力・創造的能力において、その評価が統計的に有意に上昇している事が確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、大学、学校、教育委員会、地域の関係機関や科学者・技術者等の専門家と連携して、問いの資質能力を重視した幅広い科学・技術分野の体験学習を取り入れた三段階のステップアップ教育プログラムを開発した。選抜した理数・技術領域に意欲と才能を有する中学生(小学5,6年生を含む)を対象に、次世代の科学・技術者につながる体系的な人材育成プログラムを実施した。また、個に応じた体系的な教育プログラムを継続的に実施する教育連携システムを構築した。評価シートを用いて、教育プログラムの実践的評価を検証した結果、受講生の潜在的能力・専門的能力・創造的能力において、その評価が統計的に有意に上昇している事が確認された。

研究成果の概要(英文)：In this study, we developed three phases of step-up educational program that introduced the experience learning of the wide science and technology domain. We performed the systematic personal training program to bring up the future scientists and engineers for the lower secondary school pupils (including the primary school five and six grade pupils) having motivation and talent in science and technology domain. And we constructed the education cooperation system to carry out the systematic educational program corresponding to an individual pupil continuously. Moreover, the result of practical evaluation of this educational program using evaluation sheet, we confirmed that the evaluation increased statistically on potential, technical and creative ability.

研究分野：科学教育

キーワード：次世代科学・技術者 育成プログラム 実践的評価

### 1. 研究開始当初の背景

これまでの研究の取組みとして、学習者の“知的好奇心を深め科学・技術的な思考力や科学技術力を育てる教育”の視点から、理数・技術における教育力を備えた教師教育、小学校と中学校の接続はもとより高等学校までの系統性、構造化を目指し、教育現場における「教える教育」から「学ぶ教育」への転換を図り、“探る・究める・発見する”「問いの」資質能力を重視したモデル科学実験教材の開発と実践的検証を推進し、地域の科学・技術教育実践環境の構築に貢献しつつあるが、実践的な継続性の点において課題が残されているところである。特に、理数・技術領域に強い意欲と高い才能を有する児童・生徒に、その能力に応じたプログラムを体系的・継続的に提供するためには、安定した運用が可能となるための環境作りが必要である。指導者となる人材育成も含めて、関係機関が連携し、高い才能を有する児童・生徒の能力を見出し、伸ばさせるための取組みを地域社会全体で支える仕組みの構築と開発した科学・技術実験教材を効果的に教育現場で継続的に活用できる環境を構築することが求められている。

### 2. 研究の目的

学校、教育委員会、地域の関係機関や科学者・技術者等の専門家と連携しながら、理数・技術領域に意欲と才能を有する中学生(小学5・6年生を含む)を対象に、発達段階に応じた2年間で養成する3段階のステップアップ教育プログラムによる次世代科学・技術者の才能育成プログラムと指導法の開発を目指した活動を展開し、その実践的評価を目的とした。また、人材・組織も含め限られた地域の教育資源を効率良く活用し、地域社会全体で理数・技術領域に意欲と才能を持つ児童・生徒に対して、個に応じた体系的な教育プログラムを継続的に実施する教育連携システムの開発を目的とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 受講生の募集・選抜

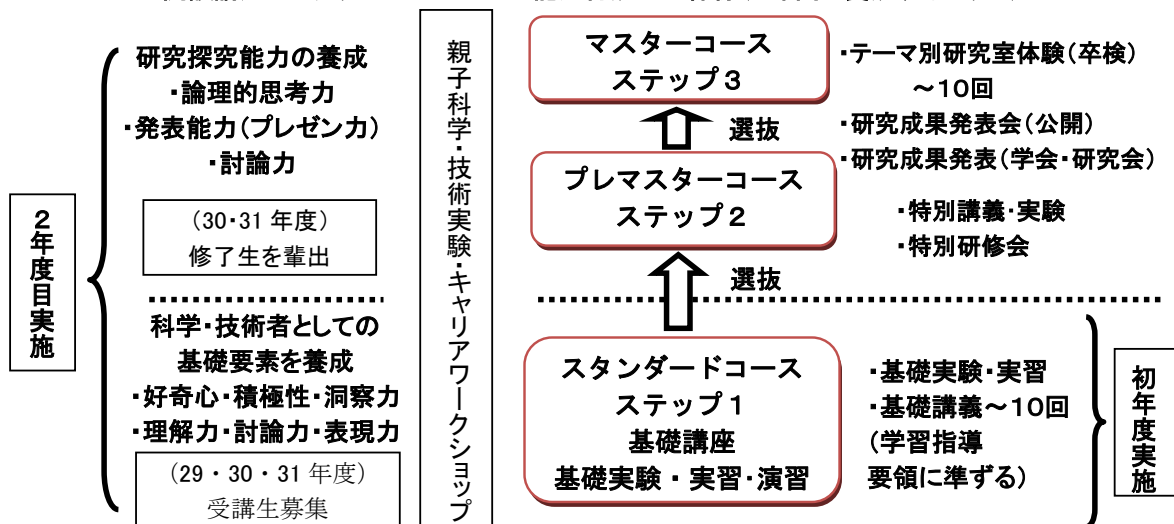
学校、教育委員会及び地域の関係機関と連携し、理数・技術領域に高い意欲と才能を有する児童・生徒を一般公募と学校教員の推薦により募集するための方法・計画を策定した。

#### (2) 幅広い自然科学領域をカバーしたステップアップ教育プログラムの企画・構成

本プログラムは、発達段階に応じた2年間で終了する3段階のステップアップ教育プログラムを構成した。初年度は、スタンダードコース(ステップ1)を推進し、プレマスターコース(ステップ2)への選抜を実施した。2年度目は、マスターコース(ステップ3)を含む3段階のステップアップコースを全て実施した。また、本プログラムの講座は、理科(化学・生物・地学・宇宙物理学)、数学(算数)、技術・情報、脳科学、基礎科学領域を連携機関の教員と共に開設し、幅広い分野をカバーした。

### 個の発達段階に応じた能力開発・幅広い科学・技術分野を学び視野の広い科学者の発掘・養成

#### 開設講座プログラムのコンセプトと能力育成の全体像(2年間で養成するプラン)



#### (3) 地域の教育連携システムの開発と実践的評価

地域の教育資源を効率良く活用しながら、地域社会全体で個に応じた体系的な教育プログラムを計画し、継続的に実施する教育連携システムを構築し、実践的評価を実施した。

### 4. 研究成果

#### (1) 受講生の選抜の成果

理数・技術領域に意欲と才能が見込まれる中学生(小学5・6年生含む)を幅広く集めるため、教育委員会、小・

中学校の理数科教員，地域の関係機関・団体の協力の下，効果的な募集・選抜方法を計画・実施し，第1期受講生27名，第2期受講生34名，第3期受講生40名を選抜した。

(2) ステップアップ教育プログラムの構築

①スタンダードコース（ステップ1）の開設講座（平成29～31年度の実施内容）

関係機関の教員と連携し，理科（化学・生物・地学・宇宙物理学），数学（算数），技術・情報，脳科学，基礎科学領域における幅広い分野・領域をカバーしたスタンダードコース（ステップ1：10回）を実施した。

化学：酸化・還元の原理を考える実験，生物：カエルの人工授精と発生，地学：岩石を厚さ0.03mmの薄片にして観察，宇宙物理学：宇宙について知ろう，数学（算数）：模型づくりと・竿はかりづくり，情報：プログラムを作ってみよう，脳科学：脳の活動をとらえ刺激に対する反応観察実験，基礎科学：スライムのひみつを探る，技術：徳島県産スギを利用した藍染しおりを作ろう

②プレマスターコース（ステップ2）の開設講座（平成30～31年度の実施内容）

「鳴門教育大学 科学・技術者の発掘・養成講座」運営委員会による判定により，第1期受講生27名，第2期受講生34名をプレマスターコース（ステップ2）及びマスターコース（ステップ3）の進級者として選抜した。選抜した受講生を対象にプレマスターコース（ステップ2）を実施した。

化学：万物の源である水からサイエンスを考える，生物：在来種と外来種タンポポの雑種の遺伝子解析，地学：底なしの穴ブラックホール，宇宙物理学：宇宙物理学講座を受講のまとめ，数学（算数）：円の面積は本当に(半径)×(半径)×(円周率)なんだろうか，情報：情報処理のアルゴリズムを考えたプログラムを作成，技術：徳島県産材を利用した木材の藍染技術と簡易小物作品の試作

③マスターコース（ステップ3）の開設講座（平成30～31年度の実施内容）

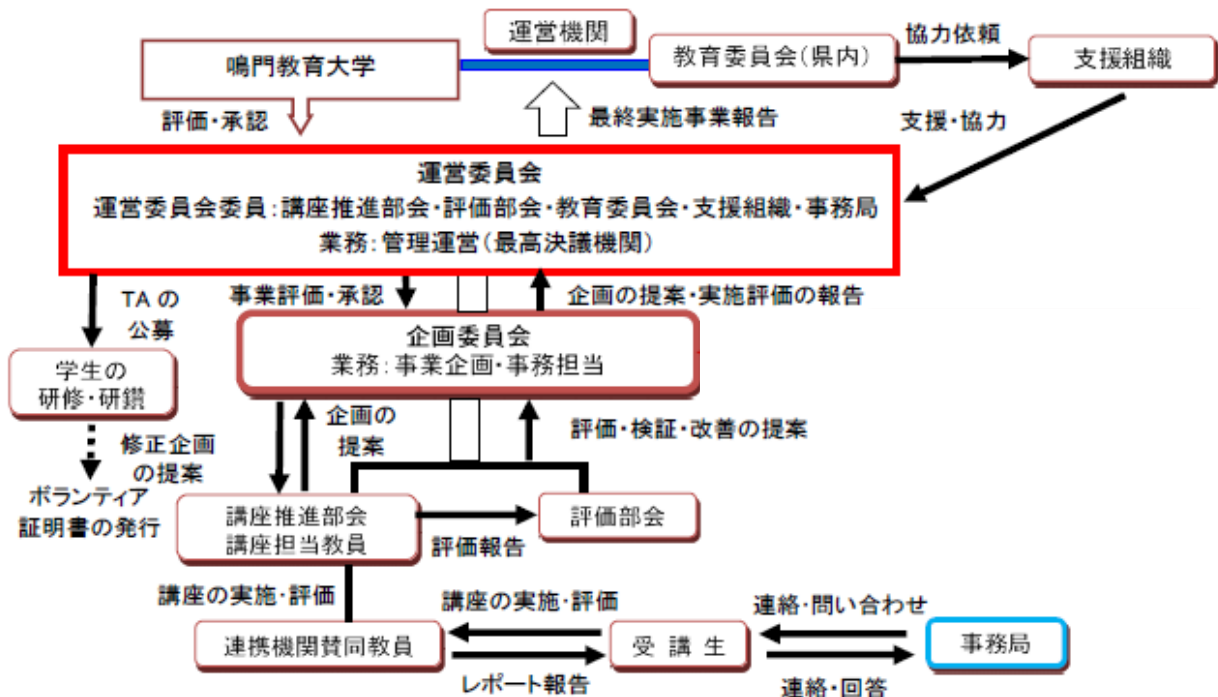
化学：クミン種子の揮発性成分を用いた酸化還元反応に関する研究，生物：在来種と外来種タンポポの雑種の遺伝子解析，地学：超新星の猛威，宇宙物理学：宇宙物理学講座を受講のまとめ，数学（算数）：図形の面積や体積をはさみうちにする，情報：情報処理のアルゴリズムを考えたプログラムを作成，技術：木材の組織学的特徴，物性および徳島県産材を利用した藍染技術

④プレマスターコース（ステップ2）及びマスターコース（ステップ3）における研究成果発表会の実施

研究指導教員・チューター学生・運営委員会委員・外部評価委員会委員及び保護者の参加による研究成果発表会を実施した。

(3) 地域の教育連携システムの構築

効果的な実施体制の構築を目指して，教育委員会，大学教員，学校教員及び地域の関係機関や科学者・技術者等の専門家から構成される「鳴門教育大学 科学・技術者の発掘・養成講座」運営委員会を設立した。



(4) 教育（才能育成）プログラムにおける実践的評価

受講生に同一項目で行う3課題6項目①潜在的能力（集中力・忍耐力，知的好奇心・意欲の高さ，論理的思考力，科学的・技術的な理解と知識の程度），②専門的能力（科学的・技術的思考力・表現力の程度），③創造的能力（科学的・技術的直感力の程度・独創性）からなる「評価シート」を作成し，受講生の意欲・能力の伸長状況を受講者の自己評価，TA評価及び教員評価により調査した。各調査項目における評価の分析は，一元配置分散分析により，定量的な評価を実施した。受講生の意欲・能力の評価（表1を参照）は，以下の通りである。

表1 各調査項目における評価の平均値（5段階評価）

		集中力	忍耐力	知的 好奇心	意欲 の高さ	論理的 思考力	科学的・技術的 理解の程度	科学的・技術的 知識の程度	科学的・技術的 思考力	表現力 の程度	科学的・技術的 直感力の程度	独創性
小学生	自己評価	3.93	4.25	4.46	4.14	3.79	3.71	4.00	3.75	3.29	3.86	3.50
	教員評価	3.86	4.00	4.14	4.04	3.68	3.68	3.71	3.57	3.39	3.43	3.21
	TA評価	4.04	4.07	4.25	3.79	3.46	3.43	3.86	3.50	3.21	3.54	3.07
中学生	自己評価	4.00	4.19	4.44	4.00	4.13	3.56	3.56	3.75	3.50	3.75	2.88
	教員評価	3.81	4.13	4.31	3.88	3.38	3.50	3.44	3.56	3.63	3.31	3.13
	TA評価	3.56	3.81	4.00	3.75	3.50	3.56	3.56	3.44	3.31	3.31	3.00

①潜在的な能力は、各項目において評価が高い事が確認された。特に、集中力・忍耐力、知的な好奇心・意欲の高さに関する情意面は評価が高く、講座の課題に対する受講生の関心の向上が見られた。また、科学的・技術的な知識と理解に関しては、講座において習得した知識を活用しながら理解する速度が速い傾向が見られた。論理的思考力に関しては、生活知と結び付けた受講生の科学的な判断の場面が多く見られた。

②専門的能力は、各項目の評価が比較的高い事が確認された。可能な限り課題解決に繋がる問いを投げ掛け、科学的な思考を誘導した結果の評価と考えられた。また、実験後にグループによる課題発表の場面を設定した事により、表現力が発揮された事による評価に繋がったと考えられた。

③創造的能力は、潜在的な能力や専門的能力と比較すると低調な評価である事が確認された。科学的・技術的な直感力や独創性は、講座の中で創造力を発揮する場面が限られていたが、受講生が情報を推理し、科学的な根拠に基づいた予想と結果の関係を論理的に考える場面が見られた。

受講生の意欲・能力の評価の一元配置分散分析（表2を参照）は、以下の通りである。

受講生の自己評価、TA評価及び教員評価における評価差（平均値差）の影響を確認する為、「評価シート」の各調査項目における一元配置分散分析を実施した。F境界値（小学生3.109、中学生3.204）及びp<.05により検証した結果、小学生の科学的・技術的な直感力と独創性の二項目を除いて、評価差（平均値差）には、有意差がない事が認められた。以上の事から、概ね本評価の設定と方法は、妥当性が高い事が確認された。

表2 各調査項目における一元配置分散分析の結果

		集中力	忍耐力	知的 好奇心	意欲 の高さ	論理的 思考力	科学的・技術的 理解の程度	科学的・技術的 知識の程度	科学的・技術的 思考力	表現力 の程度	科学的・技術的 直感力の程度	独創性	
小学生	F境界値	3.109						3.109					
	F値(分散比)	0.649	1.071	2.569	1.767	1.387	1.231	1.125	0.708	0.522	3.611	3.652	
	P値	0.53	0.35	0.08	0.18	0.26	0.29	0.33	0.49	0.59	0.03	0.03	
中学生	F境界値	3.204						3.204					
	F値(分散比)	1.551	1.284	1.564	0.542	3.101	0.029	0.145	0.716	0.768	2.893	0.833	
	P値	0.22	0.29	0.22	0.59	0.06	0.97	0.87	0.49	0.47	0.07	0.44	



## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 早藤 幸隆	4. 巻 32
2. 論文標題 アオダモ樹皮の抗酸化成分の探索	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 科教研報	6. 最初と最後の頁 11-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.14935/jsser.32.8_11">https://doi.org/10.14935/jsser.32.8_11</a>	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 丸山 直生, 寺島 幸生, 香西 武, 早藤 幸隆	4. 巻 32
2. 論文標題 中学校におけるセミのぬげがらを用いた「昆虫の体のつくりの観察」の試み	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 科教研報	6. 最初と最後の頁 7-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.14935/jsser.32.8_7">https://doi.org/10.14935/jsser.32.8_7</a>	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 早藤 幸隆, 須賀 一翔, 猪本 大翔, 中原 光翼, 中西 勇義	4. 巻 35
2. 論文標題 グアヤコール骨格を有するショウガの含有成分における抗酸化活性に関する基礎的研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 鳴門教育大学研究紀要	6. 最初と最後の頁 293-302
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24727/00028574	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 早藤幸隆	4. 巻 33
2. 論文標題 小学生を対象とするビタミンCを用いた理科実験教材の開発と実践的試行	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究報告	6. 最初と最後の頁 21-24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14935/jsser.33.5_21	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 早藤 幸隆, 岡久 茉路, 佐藤 勝幸	4. 巻 33
2. 論文標題 模擬授業による理科授業に対する意識の変化について	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 鳴門教育大学研究紀要	6. 最初と最後の頁 386-393
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24727/00028009	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計12件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 早藤 幸隆
2. 発表標題 小学生を対象とするビタミンCを用いた理科実験教材の開発と実践的試行
3. 学会等名 第5回日本科学教育学会研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 須賀 一翔, 猪本 大翔, 中原 光翼, 中西 勇義, 胸組 虎胤, 早藤 幸隆
2. 発表標題 茶カテキンの抗酸化活性評価に関する研究
3. 学会等名 日本化学会 中国四国支部大会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 早藤 幸隆, 胸組 虎胤, 金児 正史, 田村 和之, 曾根 直人, 米澤 義彦
2. 発表標題 小中学生を対象とする次世代の科学技術者育成プログラムの実践的評価
3. 学会等名 日本科学教育学会 第43回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 早藤 幸隆, 胸組 虎胤, 金児 正史, 田村 和之, 曾根 直人, 米澤 義彦
2. 発表標題 小中学生を対象とする科学技術者育成プログラムにおける資質・能力の実践的評価
3. 学会等名 日本理科教育学会 第69回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中 舜, 早藤 幸隆
2. 発表標題 インジルピンの選択的合成と光触媒活性
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 丸山直生・寺島幸生・香西武・早藤幸隆
2. 発表標題 中学校におけるセミのぬけがらを用いた「昆虫の体のつくりの観察」の試み
3. 学会等名 第8回日本科学教育学会研究会(四国支部)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 早藤幸隆
2. 発表標題 アオダモ樹皮の抗酸化成分の探索
3. 学会等名 第8回日本科学教育学会研究会(四国支部)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 胸組虎胤・金児正史・早藤幸隆
2. 発表標題 ジュニアドクター発掘・養成講座における教科複合的授業：生命科学
3. 学会等名 日本科学教育学会第42回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 金児正史・早藤幸隆・胸組虎胤・成川公昭・宮口智成
2. 発表標題 ジュニアドクター養成塾における数学領域の指導内容と受講生の実際 - 立体模型づくりやさおばかりづくり, さおばかりの原理の物理的考察の学習 -
3. 学会等名 日本科学教育学会第42回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 早藤幸隆・胸組虎胤・金児正史・田村和之・曾根直人・米澤義彦
2. 発表標題 小中学生を対象とする次世代の科学技術者育成プログラムの開発と実践的評価
3. 学会等名 日本科学教育学会第42回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中西勇義・須賀一翔・猪本大翔・中原光翼・皆川将吾・田中友成・早藤幸隆
2. 発表標題 グアヤコール骨格を有するショウガの含有成分における抗酸化活性に関する基礎的研究
3. 学会等名 日本化学会中国四国支部大会2018
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 早藤幸隆
2. 発表標題 自作簡易比色計を用いた4',4"-ジアセチルフェノールフタレインのアルカリ加水分解反応
3. 学会等名 日本科学教育学会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考