

国立研究開発法人科学技術振興機構協定事業
グローバルサイエンスキャンパス

根源を問い革新を生む
国際的科学技术人材育成
挑戦プログラム



成果報告書

令和3年5月

実施機関： 神戸大学

共同機関： 兵庫県立大学、関西学院大学、甲南大学

本報告書は、国立研究開発法人科学技術振興機構との実施協定に基づき、国立大学法人神戸大学が実施した平成29年度から令和2年度のグローバルサイエンスキャンパス「根源を問い革新を生む国際的科学技術人材育成挑戦プログラム」の成果を取りまとめたものです。

目 次

I. 企画の概要	1
II. 受講生の募集と一次選抜・二次選抜	5
(1) 受講生募集の方針と方法	
(2) 一次選抜（基礎ステージ生の選抜）	
(3) 二次選抜（実践ステージ生の選抜）	
(4) 応募者および一次選抜・二次選抜の受講生数の4年間の実績	
(5) 応募者および一次選抜生・二次選抜生の在籍高校数の4年間の実績	
(6) 選抜した受講生の能力・資質特性	
III. 育成プログラムと受講生の育成状況	10
(1) プログラムの全体像	
(2) 基礎ステージ（一次選抜後）の育成プログラムと育成状況	
(3) 実践ステージ（二次選抜後）の育成プログラムと育成状況	
(4) 国際性付与の方針とプログラムを通じた育成	
(5) 海外での活動とその成果	
IV. 受講生の成果の創出 － 「数値目標」の達成状況	19
(1) 定量的な達成目標の実績	
(2) 受講生が創出した成果の特筆すべき事例（受賞等）	
V. 受講生に対する評価手法の開発と実施	22
(1) 育てたい人材像と育成したい能力・資質に照応した評価方法	
(2) 評価の実施結果に基づくプログラム改善の例	
VI. 得られた成果の把握と普及・展開	24
(1) 企画で得られた成果の把握、効果検証の方針、進捗状況	
(2) 修了生の追跡調査による効果検証	
(3) 得られた成果の地域や社会への普及・展開	
VII. グローバルサイエンスキャンパスの実施体制	27
(1) 実施体制	
(2) コンソーシアム	

I. 企画の概要

【目的】

本企画は、将来、グローバル社会において真のイノベーション創出を担う科学技術人材の育成を目的とする。

【背景】

人類社会の持続可能な発展が課題となり、科学技術の発展による新たな課題も立ち現れる状況下で、事象や課題の根源に立ち返って深く考察し、時間がかかったとしてもその本質に迫り、革新的な解を求めて挑戦してゆけるような人材の育成が必要である一方で、現在の日本の社会、学術、教育の場では、短期的な成果が求められる傾向が強く、そのような人材育成が軽視される傾向にある。その上で、グローバル社会において真のイノベーション創出を担う人材として、高度な科学的探究力と国際コミュニケーション力を持ち、根源的な課題に挑む力とマインドを備えるとともに、広い視野を備えて価値の知的検討を行うことができる人材の育成が重要であるとして本企画の提案を行った。

育成プログラムの略称を「ROOTプログラム」とし、「根源を問い革新を生む国際的科学技術人材育成挑戦プログラム」の英語名称“Research-Oriented On-site Training Program for innovative scientists in the future”を表すと同時に、根源を深く掘り下げるという意味を込めた。

【育てたい人材像】

本企画を通じて育成しようとする人材には、「根源に迫る課題設定能力」、「高度な科学的探究力」が求められるとともに、グローバル化が進み、人類社会の持続可能性が問われる21世紀にあって、「価値の知的検討能力」、「国際コミュニケーション能力」を併せて持つことが期待される。

① 根源に迫る課題設定能力

既存の枠組みにとらわれず、物事の基礎に立ち返って、本質的な問いを発し、それを研究・探究の課題として定式化する能力

② 高度な科学的探究力

未解決・未解明の課題に挑み、解決に向かうアプローチを探索・設計し、科学的な手段・技法を駆使し、解決に至るまで継続して取り組む能力

③ 価値の知的検討能力

科学技術の営みやその影響が人間や社会に対して持つ意味を幅広い視野と分脈の中で批判的に考察し、新たな価値を提案する力

④ 国際コミュニケーション力

科学技術の国際的コミュニティにおいて、多様な文化的背景を持つ人々との間で、

英語によるコミュニケーションを行うことができる力

【受け入れる受講生】

将来このような人材へと成長する高い可能性を持つ者として、身の回りの現象に対して強い好奇心を抱き、生じた問いにこだわりを持ち、その答えを持続的に探求してゆける資質を備え、あるいは探求を実践した経験を持つ高校生を想定し、そのような生徒を選抜し、受講生として受け入れる。

【教育プログラム】

教育プログラムは、前半の「基礎ステージ」（7月から1月前半、受講生40名程度）と、二次選抜後の後半の「実践ステージ」（2年次目の1月後半から翌年2月、受講生8名程度）の2段階から構成される。

基礎ステージは、(a) 科学的活動の基礎となる「問」を発する態度を養成する「根源的な問」ユニットと、(b) 科学を進める上で必要となる基礎知識やスキルを学ぶ「学問の基礎と方法」ユニットから成る「科学力養成プログラム」と、(c) 「科学英語ユニット」を中心とした「国際性導入プログラム」から構成される。基礎ステージを通じて受講生はそれぞれ「研究課題提案」を作成し、主としてその評価に基づいて二次選抜が行われる。

実践ステージは、(a) 「個別課題研究」を中心とした「研究実践力養成プログラム」と、(b) 「実践英語ユニット」および「海外研修」から成る「国際コミュニケーション実践力養成プログラム」から構成される。海外研修では、アメリカ合衆国シアトルのワシントン大学訪問を中心とし、実践ステージ受講生が同大学学部生の研究発表会 Summer STEM Research Poster Session に参加し、英語によるポスター発表を行った。それ以降も、研究の進捗状況に応じて、適宜、学会などの場で成果発表を行った。

【実施体制】

本企画は、神戸大学を実施機関、兵庫県立大学、関西学院大学、甲南大学を共同機関として、4大学の密接な連携体制のもとで実施する。

【コンソーシアム】

受講生の受入と教育プログラム実施のために、教育機関、研究機関、産業界など、幅広い関係機関からなる「GSCひょうご神戸コンソーシアム」を立ち上げた。兵庫県および周辺府県を対象とし、各地域の教育委員会、高等学校および教員のネットワーク組織などの協力のもとで受講生の募集、選抜する。教育プログラムについては、大学、研究機関、産業界等の多数の研究者が参画して継続的に実施する。特に、価値の知的検討能力を高める取組においては、人文・社会系の研究者との連携も行うなど、幅広い機関・部門の有機的連携体制のもとでプログラムを開発、実施することを目指す。

【達成目標】

本プログラムを通じて、実施期間終了時には以下を達成することを目標とする。

- ① 上記の目的に資する効果的な教育プログラムのモデルを確立し、広く国際社会に提示する。
- ② 地域に、科学技術人材育成のための幅広い機関によるユニークな有機的連携体制が構築される。
- ③ 企画の実施を通じて、160名程度の根源的な問いの価値を認識する若者と、32名程度の根源を問い革新を生む潜在的能力を備え、グローバル社会で活躍できる若者が育ってゆく。

【企画の特色】

本企画の特色として以下の点が挙げられる。

① 科学技術の先端的研究拠点と豊かな自然を有する地域の特徴の活用

兵庫県は、スーパーコンピュータ「京」(およびその後継機「富岳」)、SPRing-8/SACLA、西はりま天文台、先端医療技術の国際的な研究開発拠点など先端的科学技術の拠点の集積と、淡路島、瀬戸内海から中国山地、日本海に至る多様で豊かな自然環境に恵まれるとともに、六甲山の森林再生やコウノトリの再生を契機とした環境共生型農業などに象徴される人と自然の共生の取組の蓄積がある。これらのリソースを活用して教育プログラムが展開される。

② 理工系部局を有する地域の中核的4大学の密接な連携による取り組み

本企画は、理工系部局を有する地域の中核的4大学の密接な連携により実施される。これによって、幅広い研究領域、専門分野をカバーする指導体制・指導層が整えられるとともに、兵庫県に広がる4大学のキャンパス等の活用により、地理的な展開(神戸・阪神、播磨、但馬の3地区での実施など)が可能となっている。

③ 受講生が自ら「問」を立てて、研究課題・計画を形成するプロセスを重視

【背景】に述べたような状況の中で、他から与えられるのではなく、取り組むべき重要な課題を自ら見出し、研究をデザインし、実行してゆく力が重要であるという理念に基づいて、本企画では、受講生自らが「問」をたて、それを研究課題へと深め、研究計画を提案してゆくというプロセスを重視し、さらに、個別課題研究等を含む教育プログラム全体を通じて、受講生の主体的取組を重視する。

④ 学問分野の4領域の一つとして「情報・計算科学」を設定

基礎ステージにおける「学問の基礎と方法」ユニットの中に物質科学、生命科学、人間・環境学と並んで、近年重要性を増している「情報・計算科学」を設定し、プログラミングや機械学習などの実習を含めて、教育プログラムを展開している。実施機関である神戸大学では計算科学教育センターが企画運営の中核の一翼を担うとともに、共同機関も含めて、当該領域の複数の研究者の参画を得て、実践ステージでは複数の受講生が情報・計算科学に関わる研究に取り組んでいる。

⑤ コラボレーションツールとしての Slack の利用

受講生と教員、受講生同士が直接顔を合わせる機会以外にも、質問や議論、情報共有などが自由に行える環境をつくるため、インターネット上のコラボレーションツール Slack を利用している。これにより、大学等で実施するセッションの外でも相互に刺激し、学びあうコミュニティの形成が促進されるとともに、対話の記録を分析することを通じて教育プログラムの研究・開発に資するコミュニケーション研究の可能性が開ける。

⑥ **受講生のメンタル面のケアをするグループ(メンタルサポート班)の設置**

本企画では、強い好奇心を持ち、対象にこだわりを持って深く探究してゆくような資質を備えた高校生等を募集、選抜して受け入れる。このような生徒の中には対人関係などで心理的課題を抱える場合も想定される。そこで、我々は、臨床心理の専門家を含むメンタルサポート班を設置し、受講生全員を対象としたグループインタビュー、日常的教育プログラムを通じた事務局との情報交換などを通じて、心理面でのサポートを行う体制をとるとともに、得られたデータを分析し、教育プログラムのもとでの受講生の発達過程の研究を行う。

II. 受講生の募集と一次選抜・二次選抜

(1) 受講生募集の方針と方法

【受講生募集の方針】

受講生募集にあたっては、「強い知的好奇心」と「探求心」を備えた生徒の応募を呼びかけた(応募時点での学校の成績、英語力、プレゼンテーション能力などは問わない)。

【広報と募集方法】

本プログラムのウェブサイトやパンフレットを活用して、プログラムの概要、カリキュラム、年間スケジュール、受講生の声、Q&A、募集要項などについて、継続的に情報発信・広報を行った。

その上で、受講生募集に際しては、兵庫県教育委員会や県内各市町村の教育委員会をはじめとして、周辺府県(大阪、京都、奈良、鳥取、徳島等)の教育委員会を通して、また直接学校に案内を送付するなどして、地域を問わず幅広く広報を行った。教育委員会以外のルートとして、従来から連携関係のある兵庫県高校教育研究会(科学部会、生物部会、数学部会)に参加している教員、兵庫理数教育推進協議会メンバー、兵庫「咲いテク」運営指導委員会等を通じて広報を行った。特に、育成プログラム実施の拠点を設ける神戸・阪神地区、西播磨地区、但馬地区(京都府丹後地区を含む)では各地域の学校訪問などを行い、本プログラムの周知を図った。さらに、実施機関・共同機関の附属高等学校、中等教育学校等にも働きかけたほか、前年度までの修了生に所属学校への紹介などの協力を呼びかけた。

(2) 一次選抜(基礎ステージ生の選抜)

【選抜の観点】

一次選抜では、本プログラムで育成しようとする能力のうち ①根源に迫る課題設定能力、②高度な科学的探究力に通じる資質に焦点を当てて審査する。その中でも、この段階では「根源に迫る」という観点は重視せず、研究課題の設定、探求、考察等の実績や能力に特に焦点をあて、次の観点から評価する。①に通じる資質として、「①a 着眼点」、「①b 独創性」を、②に通じる資質として「②a 実行能力」、「②b 探求力」、「②c 想像力・創造力」に焦点を当てて評価する。

【選抜基準】

上記の①a、①b および ②a から②c の項目に関する複数の審査委員による評価のうち、突出した項目評価があればそれを重視した。本プログラムで求める能力の達成度評価のためのルーブリック(V章参照)において、指標となる4項目のうち、上記の①、②の2項目について「水準A」に概ね達していることを受入れの条件とした。「水準A」とは、「課題設定能力」項目については、「興味ある観察対象を見つけることができる。また、日頃から何か面白いものがないか、気にしている」、「観察対象の中に、何らかの疑問や問いを言葉で表現することができる」など、「科学的探究力」

項目については、「科学の基礎となる事実や概念に関する知識を、ある程度学んだ」、「科学の基礎となる技能や研究技法について、ある程度学んだ」などとなっている。

【選抜方法】

書類と面接により審査を行った。応募時に提出を求めるレポートでは、「これまで興味を持って探求したことについて、なぜ探求しようと思ったのか（着眼点、獨創性）、どんな方法でどのくらい探求したか（実行能力、探求力）、探求の結果わかったこと・わからなかったこと（想像力、創造力）」について記述させ、強い好奇心と探求心を備えているかどうかを調べる。指導教員等からの推薦書（任意）では、学校の成績等ではなく、生徒の科学的探求心に関する所見の記載を求める。面接では、書類審査ではわからない受講生の好奇心や探求心、熱意などを質問等で引き出し評価する。併せて、「興味・関心のある分野や課題をキーワードから選択」させて、基礎ステージ実施の参考とした。

【選抜体制】

書類審査は、1人の受講生に対して3人以上の審査委員によって、上記審査基準によって行った。面接審査は、神戸・阪神地区、西播磨地区、但馬地区の3カ所で実施し、各面接会場では4名以上の面接委員により審査を行った。なお、令和2年度は、新型コロナウイルス感染症拡大への対応として、面接をオンラインで実施した。面接実施後に、受講生選抜委員会により、書類審査と面接審査の結果を総合して、40名程度の受講生を選抜した。

【実施時期】

ウェブ上で募集要項発表(4月)、説明資料配布・説明会開催(4-5月)、志願者応募受付と書類審査(6月)、面接審査(6月-7月)、発表(7月)

(3) 二次選抜（実践ステージ生の選抜）

【選抜基準】

研究課題提案書とその口頭発表をもとに、適切な研究課題を設定する能力、研究計画を立案する能力、課題解決への強い意欲、研究を最後までやり抜こうとする力、議論を通じて研究計画を修正していける柔軟性、などを確認する。これらを通じて、深い探究力と俯瞰的認知・判断力を発達させる潜在的な可能性を評価する。その際、本プログラムが目標とする能力・資質に関するルーブリックの項目のうち、主として、① 根源に迫る課題設定能力、② 高度な科学的探究力、についてその「達成度」と開始時からの「成長度」も参考にする。実践ステージに進むための基準としては、この①、②の項目に関してルーブリック中の「水準B」に達していることを想定しているが、必ずしもその水準に到達していなくても、基礎ステージ開始時からの進歩が大きい場合は、それも参考にする。さらに、実践ステージに入ったときにアドバイザーとなる

ことが想定される候補者（実施・共同機関4大学の研究者）の意見も参照する。「水準B」とは、「課題設定能力」項目については、「対象をじっくり観察し、そこにある特徴に気づき、例示できる」、「同一の対象の中や、多数の対象の中に、たくさんの疑問や問いを次々と見出すことができる」など、「科学的探究力」項目については、「科学の諸概念や諸事実の知識について、専門性を高め、相互の関係について理解できる」、「科学の基礎となる技能や研究技法について、いずれかの分野について一通り学んだ」などとなっている。

【選抜方法】

研究課題提案に関するサマリーセッションでの面接の際の口頭説明と質疑応答への面接委員からの評価、課題提案書に対する複数委員による書類審査、基礎ステージのセッションへの参加の状況（研究ノートなどを参考にする）、アドバイザー候補教員などの評価をもとに、受講生選考委員会において実践ステージ候補者を決定する。その上で、以下の手続きを経て正式な実践ステージ受講生として認定する。

- (a) 候補者の研究課題提案書について、当該分野の研究者に、研究の実現可能性（feasibility）と新規性（originality）の観点からの評価と、指導可能な研究アドバイザー候補の推薦を依頼
- (b) 当該研究計画が、微調整によって実践ステージの研究期間に科学的価値のある成果をあげるものになるかについて意見を聴取
- (c) 当該受講生とアドバイザー候補の面談を実施
- (d) それを受けて修正した研究計画書を提出し、ROOT運営委員会での審査を経て、実践ステージ受講生と認定

なお、令和2年度は、新型コロナウイルス感染症拡大への対応として、上記面接を含むサマリーセッションをオンラインで実施した。

【選抜体制】

最終的には受講生選考委員会が、前項に示した選抜方法によって実践ステージ受講生候補者を決定し、実施機関と共同機関の代表者が構成する ROOT プログラム運営委員会および実施機関のグローバルサイエンスキャンパス委員会（GSC 委員会）で審議・承認する。その過程で、研究課題提案書の審査委員、個別課題研究アドバイザー候補者、基礎ステージの各セッションで受講生に接した教員等からの意見評価を参考にする。

【実施時期】

研究ノート点検（8月～12月、随時）、研究課題提案書（暫定版）提出（10月中旬）、中間発表会（11月上旬）、研究課題提案書（最終版）提出（12月下旬）、課題提案面接（1月上旬）、受講生選考委員会（1月上旬）、二次選抜結果発表（2月）

(4) 応募者および一次選抜・二次選抜の受講生数の4年間の実績

応募者および一次選抜・二次選抜により選抜された受講生数の4年間の実績を表1に示す。また、応募者数および応募者の所属学校数の推移を図1に示す。初年度は採択後限られた期間の広報・募集であったため、応募者数が目標値に達しなかったが、その後、教育委員会を通じた学校への広報、インターネットを通じた情報発信、パンフレット等の媒体の配布などに努めた結果、地域での認知が高まり、順調に増加を見た。最終年度には、目標値を上回る応募者数となった。応募者数増加の重要な要因の一つとして、受講生のプログラムに対する満足度が非常に高く(V章(1)および補足資料(5)参照)、在籍校の生徒、教員にプログラムを紹介し、参加を推奨するケースが多くみられたことがあげられる。

表1. 応募者および一次選抜・二次選抜の受講生数の実績

当該年度	募集・選抜	目標 (人数)	実績(人数)						
			中学	高1	高2	高3	男	女	計
平成29年度	応募者	80	0	15	41	0	27	29	56
	一次選抜	40	0	14	32	0	20	26	46
	二次選抜	8	0	6	2	0	3	5	8
平成30年度	応募者	80	15	53	13	0	46	35	81
	一次選抜	40	2	28	10	0	20	20	40
	二次選抜	8	1	9	3	0	8	5	13
令和元年度	応募者	100	9	40	30	0	45	34	79
	一次選抜	40	5	18	17	0	23	17	40
	二次選抜	8	2	3	7	0	7	5	12
令和2年度	応募者	100	6	63	43	0	55	57	112
	一次選抜	40	4	23	21	0	23	25	48
	二次選抜	8	0	7	0	0	4	3	7
計	応募者	360	30	171	127	0	173	155	328
	一次選抜	160	11	83	80	0	85	89	174
	二次選抜	32	3	25	12	0	23	17	40

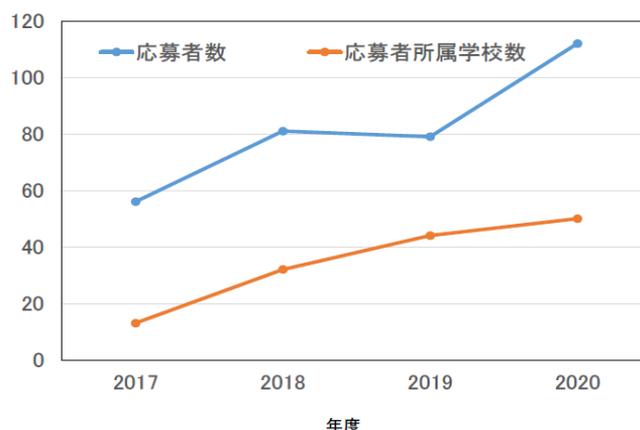


図1. 応募者数および応募者所属学校数の推移

(5) 応募者および一次選抜生・二次選抜生の在籍高校数の4年間の実績

応募者および一次選抜生・二次選抜生の在籍高校数の4年間の実績を表2および図1に示す。二次選抜生の在籍校については、4年間を通じて、地理的分布、学校種（公立と私立、中高一貫校とそれ以外）など、在籍校の多様性が確保できていると評価する（補足資料（1）参照）。

表2. 応募者および一次選抜生・二次選抜生の在籍高校数の実績

募集・選抜	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度
応募者	13	32	44	50
一次選抜生	13	24	29	31
二次選抜生	6	10	12	6

(6) 選抜した受講生の能力・資質特性

一次選抜で選抜された受講生には、受講開始前の段階で、科学コンテスト等での優れた受賞歴を持つ生徒、生物学の特定の分野・対象や、数学などについて高いレベルの研究活動の実績を持つ生徒、物理・化学等の分野で高い学力を有する生徒など、傑出した資質を有する高校生等が一定数含まれており、本企画を通じてそれらの才能、資質をさらに高め、成果を創出する事例が見られた。

さらに、基礎ステージ受講生が、受講期間中または受講終了後に、科学オリンピック、科学の甲子園等の科学コンテストで優れた成績を収めている事例も多く見受けられる（IV章および補足資料（4））。このような成果には本企画を通じて育まれた能力・資質も寄与している一方、受講生が受講以前から有していた能力・資質によることも大きい。

これらのことから、本企画の選抜は、地域において優れた資質を持つ高校生等の発掘に成果を取っていると評価する。その要因としては、4年間を通じて、全ての応募者に対して3名以上の大学教員が面接を行い、面接後の丁寧な議論を通じて選抜を行ったことの効果大きいと考える。

III. 育成プログラムと受講生の育成状況

(1) プログラムの全体像

プログラムの全体像を図2に示す。育成プログラムは、一次選抜を経た受講生を対象とする前半の基礎ステージと、二次選抜を経た受講生を対象とする後半の実践ステージから構成される。詳細は次節以降で説明する。

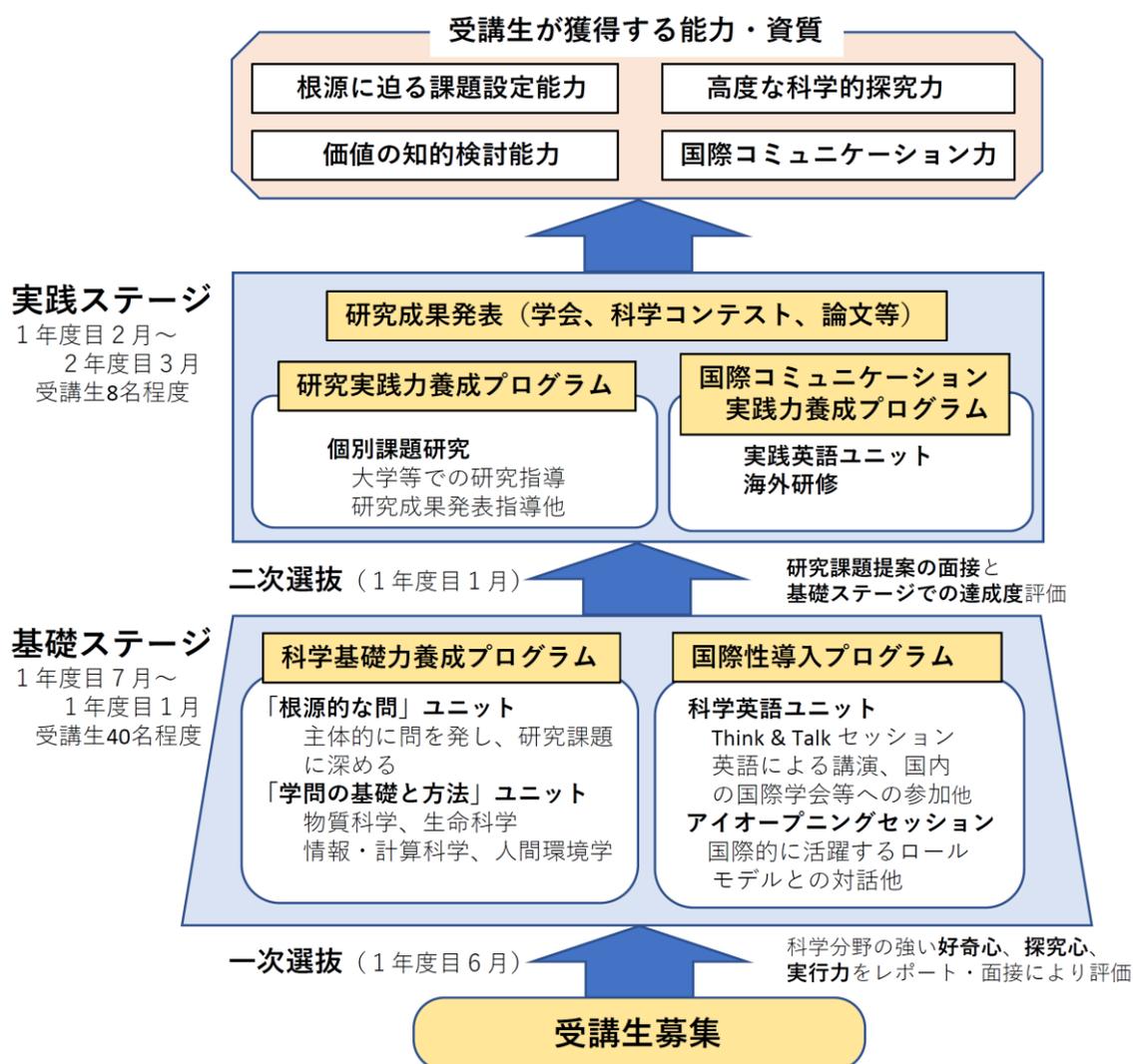


図2. 育成プログラムの全体像

(2) 基礎ステージ（一次選抜後）の育成プログラムと育成状況

【育成プログラム概要】

講義や実習、先端的研究機関の訪問・見学などを通じて、科学技術の先端に触れつつその基礎にある考え方や方法論を学ぶとともに、高校や大学学部レベルの教育では十分に実践されていない、主体的研究課題設定、研究計画立案に取り組む（科学基礎力養成プログラム）。また、ロールモデルとなりうる国際的に活躍する科学者に接する機会（講義や対話）、積極的な発話の姿勢や論理構造を意識した語りの修得などに焦点をあてた独自の英語セッション（Think & Talk、後述）、自主的な英語文献の読解や情報収集の実践などの取組を通じて、国際性の基礎を涵養する（国際性導入プログラム）。

基礎ステージの流れは以下のとおり。

・オリエンテーション（7月末または8月初旬）

プログラムの理念、目標などを提示し、概要・スケジュール等を説明する。受講生同士や教員の相互紹介も行う。

・夏合宿(全体セッションⅠ)（8月後半の2日間）

主体的研究課題設定に向けた導入として、「問い」を発し、深めるワークセッションと講義、週末セッションで取り組む Think & Talk セッションへの導入、科学諸分野への導入とそれらの関係性等に関する講義、プログラミング入門の実習、Slack の紹介、第Ⅰ期 ROOT プログラム修了生との交流等を行う。第1日目の夜には、小グループに分かれてのワークショップ形式で大学教員や大学院生の研究について紹介を受け、自由に語り合う「ナイトセッション」を行う。

・週末セッション[前半]（9月から10月の週末、7回程度）

通常は、積極的な発話の姿勢や論理構造を意識した語りの修得などに焦点をあてた独自の英語セッション Think & Talk、物質科学、生命科学、計算・情報科学、人間・環境科学等の諸分野の大学教員による講義（各回2コマ）、講義担当教員やティーチングアシスタントの大学院生と質疑応答、自由な対話を行う Asking Questions。また、機械学習、環境 DNA 分析、人工衛星による天文観測データ解析などの実習も行う。受講生は、関心のあるテーマを選択して受講する。

・秋合宿(全体セッションⅡ)（10月末または11月初旬の2日間）

受講生が、**研究課題提案策定状況の中間発表**を行う。受講生相互の紹介と、複数の大学教員へのプレゼンテーションを行い、助言等を受ける。

その他、研究倫理に関する講義、国際的に活躍する科学者の講演、夏合宿と同様のナイトセッションなどを行う。

・週末セッション[後半]（11月から12月の週末、7回程度）

週末セッション [前半] と同様の形式の他、「特別週末セッション」として、神戸市ポートアイランドの理化学研究所計算科学研究センター（スーパーコンピュータ富岳）、同生命機能科学研究センター、西播磨地域の高輝度光科学研究センター（大型放射光施設 SPring-8、X線自由電子レーザーSACLA）、西はりま天文台、兵庫県立人と自然の博物館などの先端研究機関・施設等を訪問見学する。

・研究課題提案書提出（12月後半）

受講生が、自らが策定した研究課題提案書を提出する。

・冬合宿(サマリーセッション)（1月初旬の2日間）

受講生が、大学教員（面接委員）に対して、研究課題提案のプレゼンテーションを行い、質疑応答を行う。研究課題提案に基づいて、後半の実践ステージで研究に取り組む受講生を選考する。並行して、受講生同士でのプレゼンテーションを行う。基礎ステージ全体のまとめを行い、修了証書を授与する。（2年度目以降は、実践ステージ生の研究成果紹介も行う。）

このほか、基礎ステージにおいては以下のような取組を行った。

・メンター教員の割り当て

基礎ステージ初期の夏合宿（8月）時点で、各受講生に実施・共同機関である4大学の教員から暫定メンターを割り当て、基礎ステージでの学びや研究課題検討に関して週末セッションの機会や Slack 等を利用して、随時相談を受け、助言や指導を行う（メンター1人あたり5名程度の受講生を担当）。

・研究ノートの配布、活用

教育プログラム全体を通じて、受講生は全員に配布される「研究ノート」を毎回持参し、学んだ点、参考となった点、研究課題発案に至るアイデア、先行研究の調査から得た情報、感想等を随時記入するとともに、各セッションの最後に設定されたりフレクシオンタイムには、各セッションでの学びの振り返りを記述する。

・科学技術関係イベントへの参加の推奨

基礎ステージを通じて、以下のような科学技術イベントへの参加、将来の発表等を奨励した。

－各種講演会・セミナー

－大学主催の研究発表会：「高校生私の研究発表会」（神戸大、11月）、「リサーチフェスタ」（甲南大、12月）、など

－「兵庫咲いテク事業」主催の研究発表会：Science Conference in Hyogo（7月）、サイエンスフェアin兵庫（1月）

－（基礎ステージ期間に限定せず）日本学生科学賞、高校生科学技術チャレンジ、科学オリンピック、科学の甲子園、など

令和2年度は、新型コロナウイルス感染症の影響により、基礎ステージの活動は一部の例外を除いてオンライン（主としてZoomを利用）で実施した。3回の合宿は2日間にわたるオンラインのセッションで代替した。オンラインセッションでは、大学院生のティーチングアシスタントのサポート体制を強化し、Zoomのブレイクアウトルーム機能なども活用して、受講生間、受講生と教員の対話、交流などの活性化を図った。

基礎ステージに関わる教育プログラム開発の事例として、科学英語ユニットの Think & Talk セッションを紹介する。週末セッションで展開する科学英語ユニットについて、初年度には科学哲学に関する英文のテキストを教材として用い、音声の教材も併用して、細部にとらわれず大意をつかみ、セクションごとに英語で要旨を述べるという取組を進めた。しかし、V章(2)で述べるように、基礎ステージを通じた科学英語の力の伸長が十分には得られなかったことから、2年度目に、新たに Think & Talk というセッションを導入した。内容としては、予め提示したテーマについて考えたことを (a) 英語でメモに書いた後、(b) 他者に語るという活動で、その際、次の4段階の構造を意識させる。

- (i) What are you talking about? (何について語るのか?)
- (ii) What is it like? (それはどのようなものか?)
- (iii) What do you argue about it? (それについて何を主張するか?)
- (iv) So, what? (その意味は?)

この取組は、以下のような意図のもとでデザインされた。

- ・「国際コミュニケーション力」とは単なる英語の運用能力を意味するのではなく、自分で深く考えたことを他者に効果的に伝えるためのものと捉え直す
- ・最終的に学術論文の執筆につながるように、論理構造を常に意識させる
- ・文法的誤りを恐れて発話を躊躇する傾向を克服するために、とにかく語ることを強調する
- ・自分で考えたことを、構造化して相手に伝える実践を重ねる

Think & Talk セッションは、積極的に英語で発話する姿勢を培う上で大きな効果があり、受講生からも良好な評価が得られた。

【育成状況】

表1に示したように、4年間を通じて174人が受講した。基礎ステージの最も重要な到達目標を、研究課題提案書を提出し、サマリーセッションの面接においてプレゼンテーション、質疑応答を行うことと設定したが、受講生の9割以上はこの目標を達成した。V章に示すアンケート結果や、ルーブリックによる評価から、多くの受講生から、科学の基礎と方法に関する理解、科学的な問いを立てる力、科学英語の力等を高めることができたこと、能力伸長について肯定的な回答が得られている。

このことは、受講生の創出した成果からもうかがえる（IV章及び補足資料（4））。

(3) 実践ステージ（二次選抜後）の育成プログラムと育成状況

【育成プログラム概要】

基礎ステージ生の中から選抜された 8 名程度^(注)の受講生が、大学教員（研究アドバイザー）の指導の下で、必要に応じて大学の施設・設備を利用しながら研究を行う（研究実践力養成プログラム）。表 3 に、実践ステージ（二次選抜後）の研究活動状況を示す。専門学会や高校生の科学研究発表会などの場で、英語による発表を含めた研究成果発表に取り組むほか、国内外で開催される国際学会等での発表も目指す。

8 月には、米国シアトルでの海外研修が設定され、研修の一環として、ワシントン大学の学部学生の研究発表会 Under Graduate Research Symposium の Summer STEM Research Poster Session に参加し、英語によるポスター発表を行う。

これらの英語による研究発表に向けて、プレゼンテーションの指導、ネイティブスピーカーによる英語集中セッションなどを行い、科学英語の力を高める（国際コミュニケーション実践力養成プログラム）。

(注) 企画開始段階では、実践ステージ生の人数を 8 名程度と設定したが、1 期生の経験を踏まえて、2 期生、3 期生では 12-13 名を実践ステージ生として受け入れた。これにより、受講生およびアドバイザーの多様なケースについての知見が得られ、今後の取組に活かされることが期待できる。一方で、海外研修への参加者はワシントン大学の受け入れ状況などを考慮して各年 8 名にとどめた。この結果、全ての実践ステージ生が無条件に海外研修に参加できるわけではないという形となり、受講生間に競争的な雰囲気も生まれ、研究活動の充実につながるという効果も得られた。

実践ステージの流れは以下のとおり。

・実践ステージオリエンテーション（3 月前半）

実践ステージの開始にあたり、概要説明および研究倫理を含む諸注意等を行う。

・春季英語集中セッション（3 月、1 回 6 時間のセッションを 4 回）

海外研修やそれ以降の研究成果の英語でのポスター発表を念頭において、ネイティブスピーカーの講師により、プレゼンテーションや質疑応答、ディスカッションなどに関するアクティブラーニング型の学習を行う。

・研究進捗状況報告会（5 月）

実践ステージ生全員と研究アドバイザーが集まり、各自が研究の進捗状況を報告する。これをもとに、海外研修参加者を選考する。

・Science Conference in Hyogo 参加（選択参加）

兵庫県の高校生の、英語による研究発表会に参加、研究発表を行う。事前にポスター作製、発表についての指導を受け、練習を行う。

・夏季英語集中セッション（7 月）

主に海外研修におけるポスター発表（英語）を念頭において、ネイティブスピーカーの講師による指導を受け、ポスター制作、発表練習に取り組む。

・海外研修（8月）

上に述べたワシントン大学の Under Graduate Research Symposium での発表を中心に、それに向けた同大学のポスター発表、プレゼンテーション指導への参加、研究室を含む大学の見学、学生との交流、先端企業およびスタートアップ企業の見学等を行う。

・専門学会、高校生の研究発表会等での研究成果発表（個別、随時）

研究の進捗状況に応じて、国内外の専門学会や、高校生を対象とした研究発表会、科学コンテスト等に参加する。適宜、成果の取りまとめや発表に関する指導を受ける。

・ROOT プログラム実践ステージ研究成果発表会（2月）

実践ステージの締めくくりとして、研究成果発表を行う。

実践ステージにおける研究活動に係る一連の流れについては、本企画実施期間の4年間を通じて具体化、整備、改善が進められた。具体的には、(i) 基礎ステージにおける研究課題提案策定の間接発表の機会設定と提案書査読・フィードバック、(ii) 二次選抜およびその後の研究アドバイザーとのマッチング、(iii) 研究着手に先立つアドバイザーとの協議およびそれに基づく研究課題提案改定と研究計画具体化、(iv) 研究計画書の提出と研究倫理や安全面を含む研究計画審査のプロセスの設定、(v) 実践ステージの最終段階の研究活動報告書、成果報告書等の提出物などの詳細設計等が含まれており、本企画の重要な成果の一部と考えられる。

令和2年度は、新型コロナウイルス感染症の影響により、実践ステージにおいては、大学やフィールドでの活動、対面での指導等は必要最小限とし、オンラインで可能な指導（英語集中セッションなども含む）や打ち合わせ等はオンラインで実施した。海外研修は中止となったが、8月にワシントン大学がオンラインで開催した Undergraduate Research Symposium に2名が参加した。3月には、オンラインによる ROOT 受講生とワシントン大学の学生および教員の研究交流会 Hyogo-Washington Young Scientists Research Forum を実施した。

実践ステージ生の研究アドバイザーとの打ち合わせ等がオンライン中心となったことにより、ROOT プログラム事務局のメンバーが従来より頻繁に参加可能となり、実践ステージ生の研究活動等の状況把握が向上するというメリットが生じた。感染症の広がりが収束後も、オンラインの指導・打ち合わせ等の活用を進める。

【育成状況】

表1に示したように、4年間を通じて40名が実践ステージに参加した（最終年度に受け入れた第4期実践ステージ生は現時点で活動を継続している）。実践ステージの焦点は、研究に取り組み、成果を発表することであるが、受講生の約9割はこの目標を達成した。

実践ステージについても、受講生の創出した成果（IV章及び補足資料（4））や、アンケート結果、ルーブリック評価から育成の成果が確認された。

表3. 実践ステージ（二次選抜後）の研究活動状況

No.	応募年度	高校名	学年	研究テーマ	指導教員	備考 SA: サブアドバイザー
1	H29	兵庫県立川西明峰高等学校	高1	チョウの口吻長と訪花植物の花筒長の関係性	神戸大学人間発達環境学研究科 高見泰興	SA: 神戸大学人間発達環境学研究科 丑丸敦史
2	H29	神戸大学附属高等学校	高1	高校生の授業中の居眠りに対する認知行動トレーニングに関する実践的研究	神戸大学大学教育推進機構 米谷淳	SA: 神戸大学人間発達環境学研究科 古谷真樹
3	H29	兵庫県立大学附属高等学校	高1	力学的要因による赤血球の変形シミュレーション	兵庫県立大学シミュレーション学研究科 鷺津仁志	SA: 神戸大学医学研究科 齊藤泰之
4	H29	兵庫県立大学附属高等学校	高1	菌従属栄養植物の根から出る物質が共生菌に及ぼす作用	神戸大学大学院理学研究科 末次健司	SA: 神戸大学アドミッションセンター 進藤明彦
5	H29	神戸大学附属高等学校	高1	スマートフォンのモーションキャプチャー・アプリケーションを使った歯磨き教育	関西学院大学理工学部 巳波弘佳	SA: 神戸大学情報基盤センター 熊本悦子
6	H29	関西学院千里国際中等部・高等部	高2	流体シミュレーションを用いた水泳のクロール動作における手部形状の最適化	神戸大学システム情報学研究科 坪倉誠	SA: 神戸大学システム情報学研究科 横川三津夫
7	H29	兵庫県立西脇高等学校	高2	鬮竜灘における安山岩の流理構造の形成過程	関西学院大学理工学部 壺井基裕	SA: 関西学院大学理工学部 山口宏
8	H29	兵庫県立加古川東高等学校	高1	天然物質と交互積層法を用いた構造色を発する水溶性多層膜の作製	甲南大学フロンティアサイエンス学部 甲元一也	
9	H30	灘高等学校	高1	線虫 <i>Caenorhabditis elegans</i> の運動量解析方法	甲南大学理工学部 久原篤	SA: 甲南大学理工学部 太田茜、甲南大学フロンティアサイエンス学部 西方敬人
10	H30	神戸学院大学附属高等学校	高1	スナジホウライタケ近縁群の種の確立とそこから見えるもの	神戸大学人間発達環境学研究科 近江戸伸子	SA: 神戸学院大学薬学部 鷹野正興
11	H30	兵庫県立豊岡高等学校	高1	発電菌の発電向上を目指すコウトリ湿地帯を用いて	神戸大学人間科学技術イノベーション研究科 佐々木建吾	SA: 神戸大学システム情報学研究科 田中成典
12	H30	甲陽学院高等学校	高1	難聴モデルマウスにおける突発的難聴に起因する短期的変化	神戸大学医学研究科 橘吉寿	SA: 神戸大学工学研究科 神野伊策
13	H30	大阪市立鯉江中学校	中2	光感受性フタロシアニン(ZnAPC)の核酸構造選択性を利用した分子標的がん治療	甲南大学フロンティアサイエンス学部 川内敬子、三好大輔	SA: 神戸大学システム情報学研究科 田中成典

14	H30	白陵高等学校	高1	捻れた水流の形成	神戸大学システム情報学研究科 陰山 聡	SA: 神戸大学システム情報学研究科 横川三津夫
15	H30	京都府立福知山高等学校	高1	ナノダイヤモンドによる絹糸の機械的性質の強化	兵庫県立大学工学研究科 木之下博	SA: 神戸大学大学院バイオシグナル総合研究センター 坂本克彦
16	H30	兵庫県立神戸高塚高等学校	高2	分散匿名メッセージングプロトコルの利便性向上	関西学院大学理工学部 作元雄輔	
17	H30	啓明学院高等学校	高2	プラナリアの体長の測定方法の確立	兵庫県立大学生命理学研究科 梅園良彦	SA: 甲南大学理工学部 日下部岳広、甲南大学フロンティアサイエンス学部 西方敬人
18	H30	白陵高等学校	高1	発現組織から考察するホヤグロビン遺伝子の役割	甲南大学フロンティアサイエンス学部 西方敬人	SA: 関西学院大学理工学部 山口宏
19	H30	灘高等学校	高1	メダカの雌雄判別プライマーの開発と環境 DNA 技術への応用	神戸大学人間発達環境学研究科 源利文	SA: 兵庫県立大学情報科学研究科 土居秀幸
20	H30	神戸大学附属高等学校	高1	阪神地域の河川におけるマイクロプラスチック汚染実態	神戸大学人間発達環境学研究科 大串健一	SA: 神戸大学人間発達環境学研究科 佐藤春実
21	H30	清心女子高等学校	高2	空気中に含まれるヒト腸内由来偏性嫌気性細菌の探索:ピフィズス菌を中心として	神戸大学農学研究科 大澤朗	SA: 神戸大学農学研究科 福田伊津子
22	R1	灘高等学校	高2	兵庫県東部におけるナガレホトケドジョウの生息適地モデルと本種の生息への人為的影響	神戸大学人間発達環境学研究科 源利文	
23	R1	開明高等学校	高1	ミドリゾウリムシの低酸素応答の挙動解析	神戸大学保健学研究科 入子英幸	SA: 神戸大学農学研究科 池田健一
24	R1	須磨学園高等学校	高2	瀬戸内海におけるワカレオタマボヤの分布と水質環境についての調査	神戸大学内海域環境教育研究センター 林美鶴	大阪大学大学院理学研究科 小沼健
25	R1	関西大倉高等学校	高2	高校生を対象とした教育目的のオンライン模擬コンセンサス会議の試行と評価	神戸大学人間発達環境学研究科 伊藤真之	SA: 神戸大学人間発達環境学研究科 吉永潤、橋本直人
26	R1	兵庫県立大学附属高等学校	高1	コーヒーの機能性とその焙煎による変化	神戸大学農学研究科 芦田均	SA: 神戸大学農学研究科 山下陽子
27	R1	小林聖心女子学院高等学校	高2	マイクロ波 2450MHz が植物に与える影響の解析	神戸大学人間発達環境学研究科 近江戸伸子	SA: 甲南大学フロンティアサイエンス学部 臼井健二、西方敬人
28	R1	淳心学院中学校	中3	物ホルモンに着目したウォーターバコパの水中と水上での適応の仕組み ~適応するための要因とそのプロセス~	神戸大学農学研究科 金丸研吾	
29	R1	兵庫県立姫路西高等学校	高1	コロナ時代の密を考慮した避難所ナビゲーションアプリの開発	神戸大学システム情報学研究科 中村匡秀	
30	R1	清心女子高等学校	高2	社会ストレスによるシナプス-ミクログリア接着の誘導とその役割の探索	神戸大学医学研究科 古屋敷智之	SA: 神戸大学医学研究科 永井裕崇、甲南大学フロンティアサイエンス学部 西方敬人
31	R1	清風高等学校	高2	t 進双対性の公理的持ち上げ	神戸大学システム情報学研究科 田中成典	SA: 神戸大学工学研究科 相馬聡文

32	R1	神戸大学附属中等教育学校	中3	サカサクラゲの睡眠の正体を探るー共生褐虫藻の関与と加齢影響の観察ー	神戸大学農学研究科 星信彦	SA:ベニクラゲ再生生物学体験研究所 久保田信
33	R1	城星学園高等学校	高2	コラーゲンによるグラフェン吸着の分子動力学シミュレーション	兵庫県立大学シミュレーション学研究所 鷲津仁志	
34	R2	大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎	高1	流体中を同時に沈降する2つの液滴が相互に与える影響	神戸大学工学研究科 林公祐	
35	R2	兵庫県立神戸高等学校	高1	植物葉上での植物病原菌による反応の分析と気孔認識物質の同定	神戸大学農学研究科 中屋敷均	神戸大学農学研究科 池田健一
36	R2	灘高等学校	高1	量子コンピュータを用いた画像認識機械学習の実用化手法に関する研究	神戸大学工学研究科 相馬聡文	
37	R2	兵庫県立神戸高等学校	高1	恒温植物における体温調節システムのカオス的な振る舞いの限度(仮)	神戸大学システム情報学研究所 田中成典	神戸大学農学研究科 三宅親弘
38	R2	兵庫県立西脇高等学校	高1	デンプン/キチンナノファイバー環境 調和 複合材料の作製と性質	神戸大学工学研究科 西野孝	SA:神戸大学工学研究科 荻野千秋、松本拓也
39	R2	大阪高等学校	高1	兵庫県内における環境DNA分析を用いた淡水性二枚貝の分布状況の把握	兵庫県立大学シミュレーション学研究所 土居秀幸	SA:神戸大学人間発達環境学研究所 源利文
40	R2	兵庫県立龍野高等学校	高1	(仮)スズメの水浴びと砂浴びにおける志向性と砂場の条件における選択傾向	未定	

(4) 国際性付与の方針とプログラムを通じた育成

国際付与性に関して、本企画においては、単に英語力を高めることにとどまらず、次の3つの柱を重視した。

- ① 事象や課題について自ら深く考える態度
- ② 科学技術の本質に関する理解
- ③ 多様な背景を持つ人々との高いコミュニケーション力

これらを基礎ステージにおける、(a) 科学力養成プログラム、(b) 国際性導入プログラムおよび、実践ステージにおける、(c) 研究実践力養成プログラム、(d) 国際コミュニケーション実践力養成プログラムの各プログラムを通じて涵養する。国際性の付与の3つの柱のうち、①と②は、主として(a)科学力養成プログラム、(c)研究実践力養成プログラムを通じて、③は、(b)国際性導入プログラム、(d)国際コミュニケーション実践力養成プログラムを通じて、それぞれ育成する。

柱の①と②については、基礎ステージの合宿および週末セッションにおける「根源的な問いユニット」、「学問の基礎と方法ユニット」の各セッションの中で、また、実践ステージの「個別課題研究」の中で、それぞれの担当教員が、柱①の「事象や課題につい

て自ら深く考える態度」と柱②の「科学技術の本質に関する理解」の要素を含めて進めることによって、普段の学びの中で身につけることができるようにする。

柱の③について、基礎ステージでは、週末セッションにおける「科学英語ユニット」で導入した Think and Talk セッションで涵養する。それ以外に、英語でのコミュニケーションの機会を随時提供する。前年度実践ステージ受講生が参加する英語による高校生の研究発表交流会である Science Conference in Hyogo への参加(7月)、国際的に活躍するロールモデル（海外からの招聘者を含む）との接触などを、多様な背景を持つ人々との高いコミュニケーション力を育成する機会とする。

実践ステージでは、春のグローバル英語集中講座(3月)でのアカデミック交流英語の実習、外国人研究者による科学セミナー(6月または7月)、Science Conference in Hyogo での発表などを経て、シアトルでの海外研修での研究発表、それに先立つポスター発表練習会やプレゼンテーションセミナーへの参加、現地の学生・研究者との交流、スタートアップ企業の見学などを通じて多様な背景を持つ人々との高いコミュニケーション力を磨く。

(5) 海外での活動とその成果

本企画における海外での活動としては、上に述べた、実践ステージ生を対象とした米国シアトルでの海外研修、および実践ステージにおける研究成果の国際学会での発表の機会を設けた。海外研修の参加者は、研究の進捗状況、研究に取り組む姿勢などに基づき、実践ステージ生から事前に選抜した（各年度8名程度）。海外研修の取組の焦点として、ワシントン大学 学部学生の研究発表会である Undergraduate Research Symposium の Summer STEM Research Poster Session においてポスター発表を行った。なお、令和2年度は新型コロナウイルス感染症の影響により海外研修は中止とし、ワシントン大学の発表会はオンラインで実施された。

IV. 受講生の成果の創出 — 「数値目標」の達成状況

(1) 定量的な達成目標の実績

本企画において設定した定量的な達成目標と実績を表4に示す。

表4. 受講生が創出した成果

受講生が創出した成果	目標／ 実績	H29 年度 (件)	H30 年度 (件)	R1 年度 (件)	R2 年度 (件)	4 年間の 延べ件数
国際学会等での外国語による 研究発表件数	目標	0	8	8	8	24
	実績	0	2	9	1	12

外国語論文発表の件数		目標	0	2	2	2	6
		実績	0	1	0	1	2
国際学生科学技術フェア(ISEF)への参加件数		目標	—	—	—	—	—
		実績			(※)	(※)	(※)
	日本学生科学賞 (ISEF 予選)	目標	2	2	2	2	8
		実績	1	2	3	2	8
	高校生科学技術チャレンジ(ISEF 予選)	目標	2	2	2	2	8
		実績	0	0	2	1	3
	科学オリンピック (物理・化学・等)	目標	4	4	4	4	16
		実績	18	8	2	12	40
科学の甲子園 都道府県代表選考会 参加		目標	4	4	4	4	16
		実績	9	10	6	5	30

(※) 国際学生科学技術フェア (ISEF) への参加件数について、令和元年度には、基礎ステージで修了した受講生が、高等学校で行った研究により日本代表に選出され、ISEFに参加した。所属校での研究や研究発表において、ROOT プログラムの経験が生かされていると評価する。また、令和2年度には、実践ステージ受講生が ROOT プログラムで取り組んだ研究により日本代表に選出され、令和3年5月に ISEF に参加する。

(2) 受講生が創出した成果の特筆すべき事例 (受賞等)

- グローバルサイエンスキャンパス令和元年度全国受講生研究発表会
 - ・ 文部科学大臣賞
発表題目：「プラナリアの体長の測定方法の確立」
 - ・ 優秀賞

発表題目：「発現組織から考察するホヤグロビン遺伝子の機能」

■ 第72回 日本細菌学会関西支部総会

- ・若手研究者奨励賞

発表題目：「空気中に含まれるヒト腸内由来偏性嫌気性細菌の探索 ~ビフィズス菌を中心として~」

■ 高校生科学技術チャレンジ

- ・荏原製作所賞（協力社賞）（令和元年度）

発表題目：「砂浜のきのこ「スナジホウライタケ」の病理学、分類学、生態学的再検討」

- ・審査委員奨励賞 C （令和2年度）

発表題目：「河川に堆積した砂粒の形や鉱物の体積比から源岩からの距離を推定する方法の提案」

（注）研究は所属校で行ったものであるが、GSCを通じて修得したものが活かされたと評価する。

- ・審査委員奨励賞

発表題目：「カラメル化に必要な構造を同定する」（令和元年度）

（注）研究は GSC 修了後に所属校で行ったものであるが、GSC を通じて修得したものが活かされたと評価する。

■ 日本学生科学賞

- ・全国大会 読売新聞社賞 （令和2年度年度）

発表題目：「砂浜のきのこはなぜ砂を纏うのか」

- ・地方審査（兵庫県）教育長賞 （平成30年度）

発表題目：「火山岩の貫入岩にみられる流離構造」

（注）研究は所属校で行ったものであるが、GSCを通じて修得したものが活かされたと評価する。

- ・地方審査（岡山県）優秀賞 （令和元年度）

発表題目：「大気中を舞う偏性嫌気性菌の探索」

■ 外国語による論文発表

- ・"An Action Study on the Cognitive Behavioral Training Effect on Dozing during Classes", SUGIYAMA Hikaru, MAIYA Kiyoshi, FURUYANI Maki, MURANAKA Yasuko, 大学教育研究, 第27号, 93-102, 2019
- ・"Formation of twisted liquid jets", Akira Kageyama and Yuna Goto, Phys. Rev. Fluids 5, 064002 – Published 8 June 2020
- ・"Multivariable connected sums and multiple polylogarithms", Hanamichi Kawamura, Takumi Maesaka, Shin-ichiro Seki, Preprint available at arXiv:2103.05492. （査読中）

V. 受講生に対する評価手法の開発と実施

(1) 育てたい人材像と育成したい能力・資質に照応した評価方法

【ループリックによる評価】

本プログラムで育成しようとする能力・資質について受講生の到達度を評価するためにループリックを策定し、「根源に迫る課題設定能力」、「高度な科学的探究力」、「価値の知的検討能力」、「国際コミュニケーション力」の4つの能力の獲得状況を受講生が自己評価した。評価は、(i)基礎ステージの受講開始時、(ii)夏合宿後、(iii)秋合宿後、(iv)冬合宿後、(v)実践ステージの6月時点、および(vi)海外研修終了後、(vii)修了時の複数回行った。ループリックの詳細は補足資料(2)に掲載する。

ループリックは、企画開始時点で策定されたが、教育プログラムを実施する中で、特に「国際コミュニケーション力」について基準を見直す必要があると判断し、全体の構造の見直しも含めて3年度目にあたる令和元年度に改定を行った。上記の育てたい4つの能力ごとに、以下のような細目を設け、それぞれの細目に対して水準を設定した。

1. 根源に迫る課題設定能力

観察する態度、疑問を発する態度、構造を洞察する能力、課題を定式化する能力

2. 高度な科学的探究力

基礎知識と世界像構築、科学諸領域の技法、方法論と推論能力、議論する能力、やり抜く力

3. 価値の知的検討能力

科学技術と社会の関わりへの知識、科学技術を社会の文脈に位置付ける、新たな価値を提案する能力

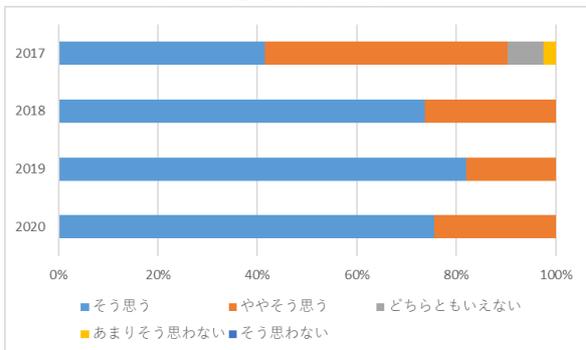
4. 国際コミュニケーション力

英語での自己表出力、英語の講演等の聴解力、英語文章の読解力、ライティングスキル、質疑応答力

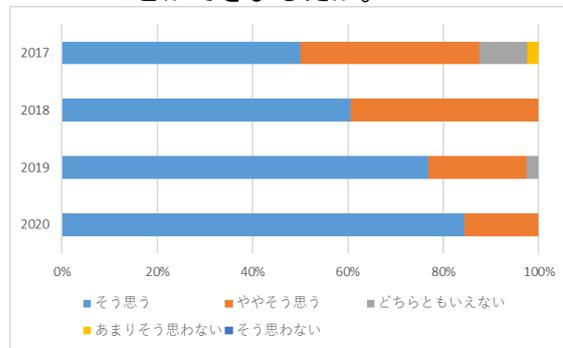
【受講生アンケート】

基礎ステージおよび実践ステージ修了時に、受講生の能力伸長の自己評価やプログラムへの満足度等を問うアンケートを実施した。図3に4年間の基礎ステージ修了時のアンケート結果の一部を示す(全体は補足資料(5)参照)。

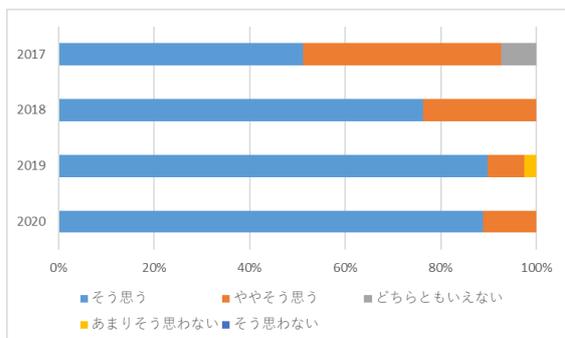
Q2.1 科学の基礎に関する理解を深める
ことができましたか。



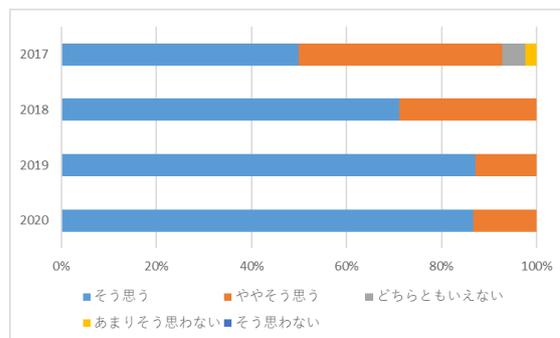
Q2.2 科学の方法に関する理解を深める
ことができましたか。



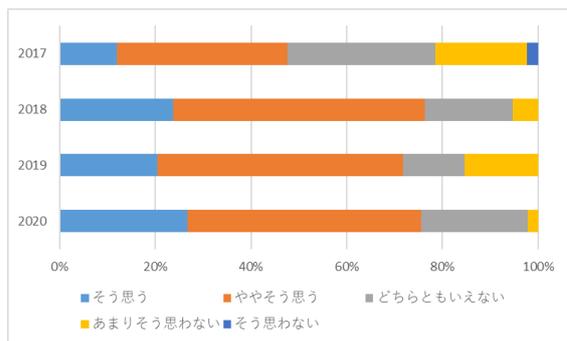
Q2.3 科学的な問いをたてる力を高める
ことができましたか。



Q2.4 科学的研究についての理解を深め
ことができましたか。



Q2.5 科学英語の力を高めることはでき
ましたか。



Q3. 基礎ステージの教育プログラムの
レベルはあなたの能力を高める
うえで適切でしたか。

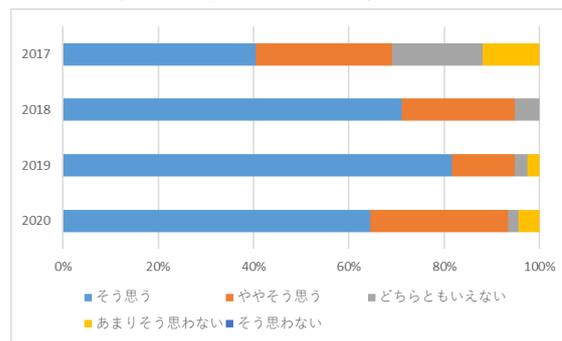
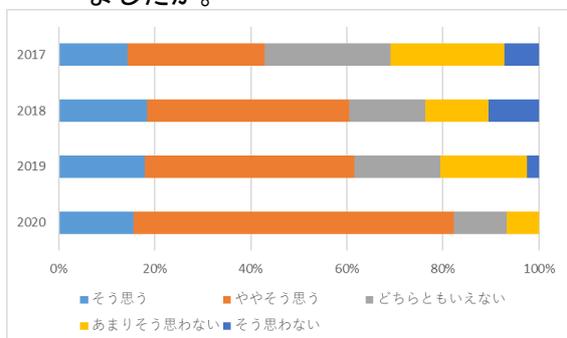


図3. 基礎ステージ修了時の受講生アンケート結果より (1/2: 次ページに続く)。

Q4. あなたが立てた研究課題提案は、自分にとって満足できる提案となりましたか。



Q5. 基礎ステージ全体を通じて、教育プログラムを楽しむことができましたか。

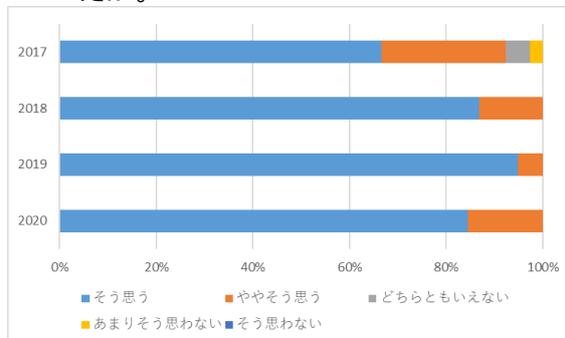


図3. 基礎ステージ修了時の受講生アンケート結果より (2/2)。

【その他の評価】

以上のほか、ルーブリックを補完する評価方法として、3回の合宿において行うグループ面談や、レジリエンス尺度による評価を行った。

ルーブリックは、評価基準、評価結果の定量化、可視化には有用であるが、人間の資質・能力の多様性、複雑性に対して、予め定められた指標に基づいて評価を行うことの限界がある。本企画では、ルーブリック等と併せて、受講生一人ひとりについて、複数の教員が意見を出し合い、その資質・能力に関する所見を共有するなどの方法による評価も重視している。このような作業を、一次選抜、二次選抜、実践ステージ生の研究計画評価の各段階や、海外研修参加者の選考、GSC 全国受講生研究発表会の発表者選考などの機会に実施しており、こうした取組が人材育成の成果につながっていると考える。

(2) 評価の実施結果に基づくプログラム改善の例

初年度（平成 29 年度）の基礎ステージ修了時のルーブリック評価および受講生アンケート結果から、特にプログラムを通じた国際コミュニケーション力の伸長度の自己評価が低いことが明らかになった。これを受けて、平成 30 年度に、科学英語ユニットに Think & Talk セッションを導入し、その結果国際コミュニケーション力の伸長度の改善をみた。

VI. 得られた成果の把握と普及・展開

(1) 企画で得られた成果の把握、効果検証の方針、進捗状況

III章に述べたように、本企画を通じて、特徴ある教育プログラムが開発され、その実施を通じて人材育成の成果が収められている。

本企画では、第三者の立場からの評価・助言を得るため、アドバイザー委員会（教育界、産業界から各1名、学术界から2名の委員で構成）を設置し、平成30年度に中間評価、令和2年度に企画最終評価を実施した。補足資料（7）に、委員の構成と、企画最終評価における委員の評価報告を示す。

2年度目（平成30年度）の終了時に実施した、企画中間評価においては、(i) 高校生を対象とした科学技術人材育成における、レジリエンス、学習観、マインドセットの重要性、(ii) 教育効果測定につながる評価方法の課題、(iii) 高校生等および学校への広報の在り方および成果普及に関する教育委員会との連携、(iv) 本事業から大学における高大接続の取組への展開、(v) 育成プログラムへの大学生、大学院生の参加の重要性などの指摘、助言が行われた。これを受けて、3年度目以降の企画運営において、レジリエンス指標を用いた受講生の成長の評価、教育委員会との連携の強化、大学院生のティーチングアシスタントとしてのプログラム支援の強化などが進められた。大学としての高大接続の取組への展開については、令和3年度以降に推進する方向で検討が進められている。

最終年度（令和2年度）に実施した企画最終評価においては、受講生の選抜、教育プログラム、育成の成果、実施体制等の観点について、概ね高い評価が与えられた。併せて、(i) 研究者としての将来の在り方についての意識の涵養、(ii) 基礎ステージで修了する受講生へのフォロー、(iii) 受講生、指導教員、事務局の3者の関係性、(iv) インターネットを利用した活動の展開、(v) 実験ノートに関する指導の導入、(vi) 高等学校教員の研修会等を利用した成果普及、情報発信の推進等、今後の展開に向けた助言が得られ、企画修了後に継続する取組の中に活かしてゆきたい。

(2) 修了生の追跡調査による効果検証

最終年度の令和2年度末に、平成29年度から令和元年度までの修了生に対する追跡調査（アンケート調査）を実施した。124名の修了生のうち、59名から回答が得られた。このうち、基礎ステージのみの修了者は69%、実践ステージ修了者は31%であり、大学生は68%であった。調査結果は補足資料（6）に示す。

調査では、進学先、修了後の研究成果、修了後の海外経験などについて尋ねた。進学先の学部は、理学、工学、農学、生命科学、医学・保健学など、科学技術関係の幅広い分野にわたる。受講生を対象としたアンケート結果（補足資料（5））と併せて、本企画が受講生の科学技術への興味・関心を高め、それにかかわるキャリアパスへと導く効果

を果たしていることが確認できる。

これらの質問に加えて、調査では、育成プログラムの効果を検証する目的で、様々な能力、姿勢、意欲について、他の学生と比較した自己評価を3件法により尋ねた。この結果、科学分野の知識、質問や議論に対する積極性、レポート、実験、発表活動などに取り組む意欲など多くの項目で、優れているという趣旨の回答数が、差異がない、および劣っているという趣旨の回答数を上回っており、これらの項目に関して、育成プログラムの効果が確認された。

プログラムの修了生は、現時点では大学学部段階以下の年齢層であり、企画の目的である「グローバル社会において真のイノベーション創出を担う科学技術人材の育成」の成果については、さらに時を待つ必要があるが、今後も追跡調査を継続するとともに、修了生へのインタビューなども実施して効果検証を進めてゆくことを予定している。

(3) 得られた成果の地域や社会への普及・展開

兵庫県は、令和2年度時点で11のスーパーサイエンスハイスクール（SSH）を擁し、それらをコアとしてネットワークが形成され、高等学校での課題研究活動を核とした教育が広く展開、推進されている。本企画を担う4大学の中核メンバーは、SSHの運営指導委員、科学コンテストの審査委員、高等学校での特別授業の講師など、様々な形で高等学校との教育連携に携わっており、それらの場を通じて、本企画で開発された様々な人材育成の手法、実践から得られた知見などが地域に提供されている。

令和元年度からは、兵庫県の「高大接続改革推進事業（学力向上モデル校事業）」への協力が行われ、本企画の実施主担当者が事業全体に対する評価、助言を行う企画評価委員を務める他、神戸大学および共同機関から、本企画の複数の中核メンバーが、指定校3校の運営指導委員を務めるなどの形で連携を行っている。令和元年度には、神戸大学において、指定校3校の教員を対象としてROOTプログラムの取組を紹介する説明会を実施した。今後も、ROOTプログラムで開発した手法、知見、教育コンテンツなどの一層の活用が期待され、本企画成果の普及のためにこの事業を通じた連携を継続、発展させてゆきたい。特に、兵庫県の高等学校ではネットワーク環境の整備が進んでおり、ROOTの教育コンテンツを、ネットワークを通じて遠隔地の高等学校で活用するなどの取組の展開も検討している。

教育研究の面では、日本科学教育学会において本企画を紹介する講演1件、受講生の能力伸長等の評価に関する論文2件の発表を行った。

なお、3年度目にあたる令和元年度に、企画の実施成果を踏まえて国際社会に情報発信することを目的とした国際シンポジウムの開催を計画していたが、新型コロナウイルス感染症の影響により4年度目に延期した。しかし、感染症をめぐる十分な状況の改善が見られず、開催を見合わせる事となった。

VII. グローバルサイエンスキャンパスの実施体制

(1) 実施体制

実施機関、連携機関を含む実施体制の概要を図4に示す。本企画は、神戸大学を実施機関、兵庫県立大学、関西学院大学、甲南大学を共同実施機関として、4大学の密接な連携のもとで実施する。教育プログラムの企画・運営全般にわたり実施機関と共同機関が共同して取組を進めるが、実践ステージにおける個別課題研究の指導に関しては、4大学の研究者の中から受講生の研究課題に最も適合する専門性を持つ研究者をアドバイザーとし、主としてそのアドバイザーの所属する機関が、当該受講生による個別課題研究の実施と、教員による研究指導を担当する。

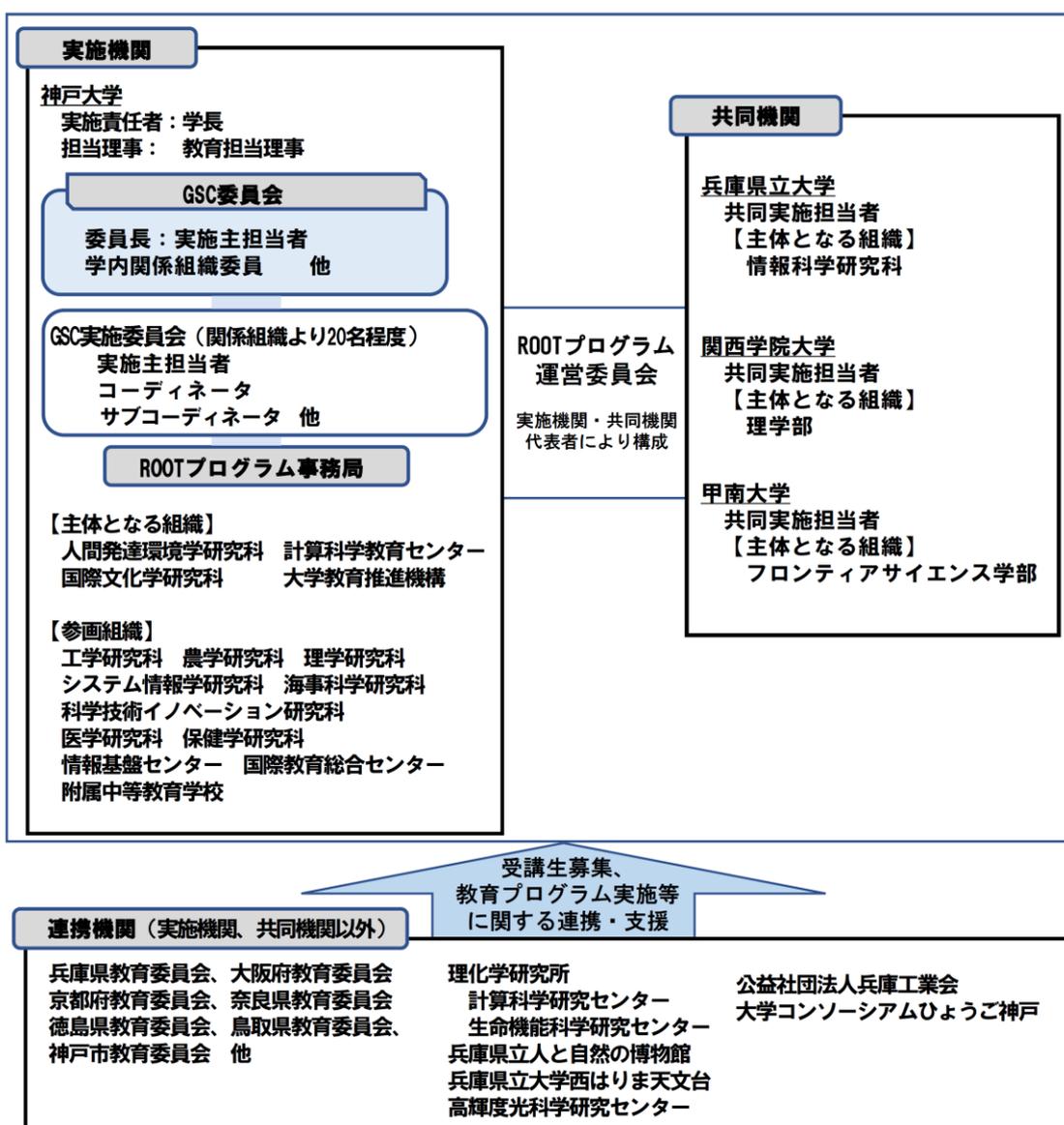


図4. 実施体制の概要。全体でGSCひょうご神戸コンソーシアムを構成。

・ 神戸大学学内実施体制

実施機関(神戸大学)においては、全学的な教育の運営・推進を担う「大学教育推進機構」(機構長：教育担当理事)の下に設置された「大学教育推進本部」(本部長：教育担当理事)に、学内の関係組織からの委員で構成されるグローバルサイエンスキャンパス委員会(以下神戸大学 GSC 委員会)を置き、プログラム運営の基本方針、実施、評価等に関する事項を審議する。本プログラムの実施主担当者は、大学教育推進本部の副本部長および神戸大学 GSC 委員会の委員長を務める。神戸大学 GSC 委員会のもとにグローバルサイエンスキャンパス実施委員会(以下 GSC 実施委員会)を設け、プログラムの具体的な実施を担う(図5)。

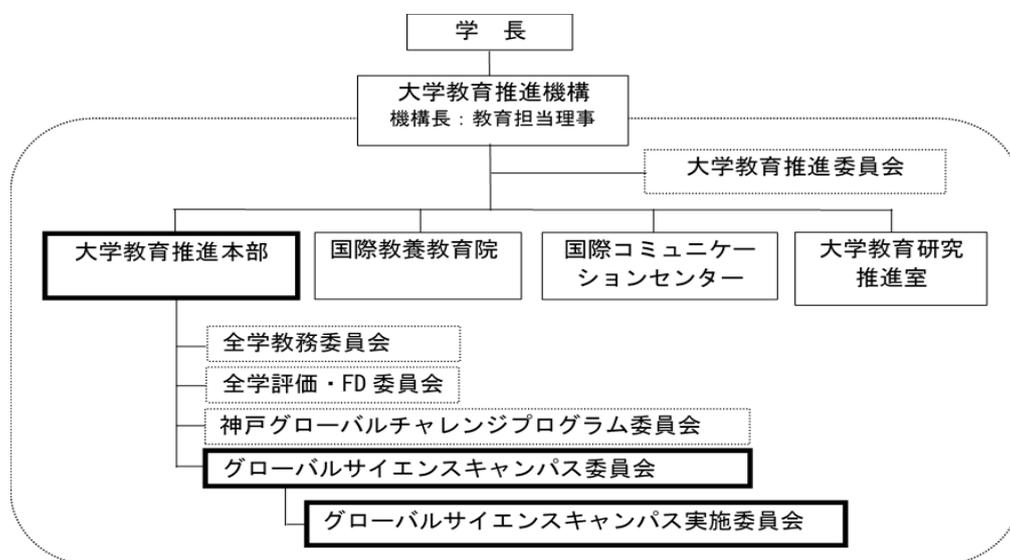


図5. 神戸大学におけるグローバルサイエンスキャンパス委員会、同実施委員会の位置づけ

教育プログラムの企画・運営は、人間発達環境学研究科、計算科学教育センター、大学教育推進機構等が中心となり、国際コミュニケーションセンター、情報基盤センター、システム情報学研究科、理学研究科、工学研究科、農学研究科、医学研究科、科学技術イノベーション研究科、海事科学研究科、保健学研究科等、全学の部局が参画・協力して進める。

平成30年度に行われた中間評価結果を受けて、大学の組織としての関与と全学的な事業としての位置づけを強めるため、令和元年度以降、実施主担当者が神戸大学の教育に係る管理運営方針を審議する大学教育推進委員会において大学教育推進本部副本部長として本事業の進捗状況等について適宜報告を行い、関係部局の協力を要請した他、教

育担当理事の支援も受けて関係部局間の調整を行うなどの取組を行った。

ROOT プログラムの事務局は、人間発達環境学研究科サイエンスショップが担い、学務部学務課および国際人間科学部鶴甲第二キャンパス事務課の支援のもと、実施担当者、コーディネータ、サブコーディネータが連携してプログラム運営事務を行った。また、事務補佐員 3 名がこれを補佐した。

・ 共同機関との連携と役割分担

実施機関と共同機関は、密接な協議・意見交換を行いつつ、教育プログラムの企画・運営全般を進めた。具体的には次項に述べるコンソーシアムに設置するグローバルサイエンスキャンパス ROOT プログラム運営委員会（以下、ROOT 運営委員会）の場において協議を行った。

教育プログラム後半の実践ステージにおいては、受講生が実施機関または共同機関の所属教員をアドバイザーとして指導を受け、いずれかの機関の施設等も利用しながら研究を進めた。

(2) コンソーシアム

本企画で構築したコンソーシアムの概要を図 6 に示す。

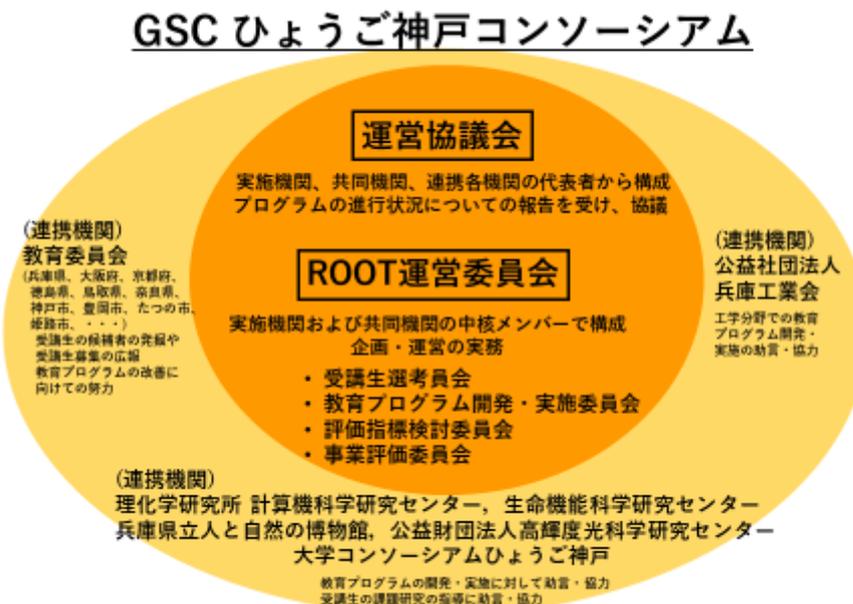


図 6. コンソーシアムの概要

- ・運営協議会

GSC ひょうご神戸コンソーシアム（以下、単に「コンソーシアム」と呼ぶ）運営のため実施機関および連携各機関（共同機関を含む）の代表者から構成されるコンソーシアム運営協議会を設置した。

- ・運営委員会等

コンソーシアム内に、主として実施機関および共同機関の中核メンバーで構成する ROOT 運営委員会を設置し、企画・運営の実務を担い、その中に置かれた受講生選考委員会、教育プログラム開発・実施委員会、評価指標検討委員会、事業評価委員会がそれぞれの事項について審議・推進した。ROOT 運営委員会は、毎年、4月、7月、8月、11月、1月に開催し、必要に応じてメール審議も行った。

- ・連携研究機関の役割

コンソーシアムに所属する共同機関以外の連携機関のうち、研究機関（理化学研究所計算科学研究センターおよび生命機能科学研究センター、兵庫県立人と自然の博物館）については、教育プログラムの開発・実施に対して助言・協力を行うとともに、必要に応じて所属研究者が受講生の課題研究の指導について助言・協力を行った。

- ・産業界との連携

公益社団法人兵庫工業会は、主として工学分野での教育プログラムの開発・実施に対する助言・協力のため、産業界の立場から参画した。

- ・教育委員会等の役割

コンソーシアムに所属する教育委員会等は、受講生候補者の発掘や、受講生募集の広報などに協力するとともに、各地域の中学校（将来 GSC に参加する可能性がある生徒が所属）への呼びかけなどに協力した。

- ・共同機関以外の大学との連携

令和 2 年度より、共同機関以外の大学や研究所等を含む連携の展開のため「大学コンソーシアムひょうご神戸」が連携機関として参画した。

VIII. 企画実施期間終了後の継続

共同機関を含む本企画における連携機関との関係およびコンソーシアムの体制を維持し、本企画実施期間 4 年間の実績とそれを通じて得られた知見を踏まえて、拡充・展開した新たな育成プログラム「“超える”力を育む国際的科学技術人材育成プログラム」(Research-Oriented On-site Training Program for young scientists to go beyond the boundaries) を第 II 期 ROOT プログラムとして設計し、実施に向けて複数の助成等の公募に申請を行った。この結果、科学技術振興機構により、令和 3 年度グローバルサイエンスキャンパスとして採択された。

第 II 期 ROOT プログラムにおいては、第 I 期の「根源を問う」理念を継承しながら、育成する人材が備えるべき資質として、「研究活動の過程で出会う失敗や困難を越える」、「既存の学問領域の壁を越える」、「異文化間の壁を越える」、さらに「社会や自らが想定した限界を越える」などの多層的な意味を含む“超える”力に焦点を当てたプログラムの展開を行う。また、第 I 期に対して、受講生の受容レベルに、より適合したプログラム内容への改善を図る。

なお、本企画の実施機関である神戸大学においては、大学教育推進機構が「大学院までを視野に卓越した理系人材を発掘・育成する高大接続改革事業」を開始し、本企画の一部を引き継ぎ継続するとともに、新たな展開に向けた接続を進めている。

さらに、上記の助成に加えて、クラウドファンディングによる資金獲得に向けた準備・検討を進めてきており、令和 3 年度に取組を開始する予定である。