

愛媛大学における高校生を対象とした次世代科学技術人材育成事業の全学的な取組とその成果

Achievements of the Ehime University Framework for Training and Support for High School Students
as the Next Generation in Science and Technology○加藤晶^{*1}, 向平和^{*2}, 高橋亮治^{*3}, 宇野英満^{*1}KATO Aki^{*1}, MUKO Heiwa^{*1}, TAKAHASHI Ryoji^{*2}, UNO Hidemitsu^{*1}^{*1}愛媛大学, ^{*2}愛媛大学教育学部, ^{*3}愛媛大学大学院理工学研究科^{*1}Ehime University, ^{*2}Faculty of Education, Ehime University, ^{*3}Graduate School of Science and Engineering, Ehime University

【要約】愛媛大学では国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の支援を受け、小中学生を対象としたジュニアドクター育成塾（平成29年度～）や高校生を対象とした「四国型次世代科学技術チャレンジプログラム（SHIN-GS）」（グローバルサイエンスキャンパス（GSC）後継事業）を実施し、将来のイノベーションの担い手である地域の児童生徒の発掘を行い、様々な科学教育活動を通じて地域や世界で活躍する次世代の科学者・技術者を長期間育成している。令和6年度からは愛媛大学次世代人材育成拠点を中心にこれらの事業に全学体制で取り組んでいる。SHIN-GS事業では、後継事業で構築した全学的な科学者技術者育成プログラムの実施体制「愛媛モデル」を礎として四国全域に高大接続事業を展開し、全国に先駆けた次世代人材育成の「四国モデル」構築に取り組んでいる。本稿では、本事業における全学的な取組や実施体制の構築について報告しその成果について実践例を取り上げ紹介する。

【キーワード】次世代人材育成事業, 科学者技術者育成, 科学教育プログラム, アントレプレナーシップ, 国際性育成

I. はじめに

愛媛大学では全学組織である次世代人材育成拠点を中心に、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）による多くの事業助成を通じた様々な科学教育事業を実施している。人口減少・超高齢化社会、四国外への転出超過が長期的にわたって一貫して継続している現状など、四国地域が抱える課題は山積しており、将来地域や世界で活躍する次世代の科学者・技術者に加え、イノベーションの担い手を早期に育成・獲得することは、本学および本事業の大きな役割といっても過言ではない。愛媛大学ではこれまでに、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の支援を受け、小中学生を対象としたジュニアドクター育成塾（平成29年度～）や高校生を対象としたグローバルサイエンスキャンパス（平成30～令和3年度）及び後継事業（令和4年度）を実施し、将来のイノベーションの担い手である地域の児童生徒の発掘を行い、様々な科学教育活動を通じて地域や世界で活躍する次世代の科学者・技術者を長期間育成している。

令和4年度からは、愛媛大学次世代科学人材育成室でプログラムを引き継ぎ、令和6年度からは愛媛大学次世代人材育成拠点が新たに設置され、全学組織である次世代人材育成拠点を中心に、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）による多くの事業助成を通じた様々な科学教育事業を全学体制で取り組んでいる。

また愛媛大学では「愛媛県全域がキャンパス」となっており、早くから地域に各センター等を設置し地域密着型の研究や教育に取り組んでおり、そのためにも地域の重要な拠点として本学が全学的な実施体制を維持し、長期的な企画

を継続することが重要である。

前事業である「愛媛大学グローバルサイエンスキャンパス（eGS）」では、特定領域に偏らない科学と技術の広範な領域の教育プログラムを提供するための全学的な実施体制「愛媛モデル」を構築した（加藤ら、2023）。前事業、特に後継事業に対する地域からの評価は高く、四国地域の高大接続事業の先駆者である本学が実施機関となり四国に事業を拡大することは、四国各地域の活性化につながる事が期待されている。前事業や後継事業の成果と発展性が評価され、令和5年度には、JST新事業である次世代科学技術チャレンジプログラム（STELLA）（高校型）に採択され、「四国型次世代科学技術チャレンジプログラム（SHIN-GS）」が開始した¹。

本稿では、「四国型次世代科学技術チャレンジプログラム（SHIN-GS）」における全学的な取組や実施体制の構築について報告し、その成果についていくつかの実践例を取り上げ紹介する。

II. 四国型次世代科学技術チャレンジプログラム（SHIN-GS）について

1. プログラムの概要

本プログラムでは、令和5年度からJST協定事業との実施協定に基づき「地域と世界の未来を創造するグローバルフロンティアリーダーの育成」というプロジェクトテーマで各年度の受講生に対して1年半以上継続した科学技術人材のための学習内容を提供している。本学のGSC事業I期目及び後継事業で構築した全学的な科学者技術者育成プロ

グラムの実施体制「愛媛モデル」を礎として、四国全域に高大接続事業を展開させることで、地域と世界の未来を牽引する人材を育成し、魅力ある四国の未来創生に取り組んでいる。課題解決能力に秀でた人材を育成することは、地域での人材育成と地方創生の好循環を生み、全国に先駆けた次世代人材育成の「四国モデル」構築につながる。本事業では、地域と世界で活躍する「グローバルフロンティアリーダー」を育成するため、「科学アントレプレナーシップ」「科学的探究力」「異文化適応能力」の習得と向上を目指し、「科学者・技術者育成型」「アントレプレナー育成型」「早期育成型」の3つの育成型により、「地域に根を張り世界に挑む」多様な人材を大学と地域が連携し長期的に育成することを目標としている。

また本事業では令和4年度後継事業が開始した際に、本プログラムの受講を希望する全ての高校生を本学の科目等履修生として登録する新たな取組みを取り入れた。最初の選抜をなくし、地域の高校生に対する科学の視野を広げる機会を提供している。本プログラムで取得した単位は愛媛大学入学後卒業要件単位として認定（最大2単位）可能とした。

2. 育てたい人材像と能力・資質の目標水準

本プログラムにおける「育てたい人材像」とは、「地域に根をはりながら、世界に挑む、各領域のグローバルフロンティアリーダー」である（図1）。

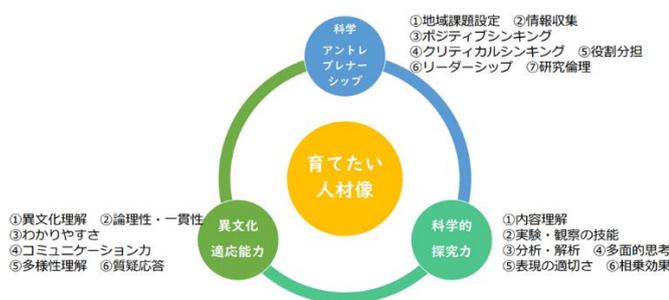


図1. 育てたい人材像

新しい時代にふさわしい人材を育成すべく、本プログラムでは育成プログラムを通じて、「科学アントレプレナーシップ」「科学的探究力」「異文化適応能力」の3つの能力の習得と向上を目指す。GSC事業では、世界で活躍する科学者・技術者を育成目標として掲げていたが、予測困難な現代社会で生き抜く力を兼ね備えた人材を育成することが必要であると考え新たに目標を設定した。これまでに蓄積した科学・技術分野における過去の高大接続事業及びGSC事業の実績を基盤に、今後必要とされる力について育成する。「科学アントレプレナーシップ」「科学的探究力」「異文化適応能力」を育てたい資質能力の大項目に設定している。それぞれの大項目は下記の通り設定した。

I. 科学アントレプレナーシップ

本プログラムにおける「科学アントレプレナーシップ」は、一般的にアントレプレナーシップに求められる力である、「従来の価値観に捉われず、新たな事業を創造し、リスクに立ち向かう精神・姿勢」に加え、「科学的要素」を加えることで、直面した課題に対して自らが解を見出す際に、科学的思考を持って解決できる力・精神と定義した。

II. 科学的探究力

前事業から継続して「科学的探究力」を持つ人材の育成に取り組んでいる。「科学的探究力」を強化することは、四国地域の課題解決のみならず、今後必要性を増すグローバルな考え方を踏まえつつ、国際社会で活躍する科学技術材を輩出することにつながる。情報やデータがあふれる現代社会においても「科学的探究力」を持つことで総合的な判断ができると考え設定した。

III. 異文化適応能力

多様な文化が交わる環境で、効果的に対応できる能力を身に付けることができれば、異なる文化背景を持つ人々と適切で効果的かつ円滑なコミュニケーションを取ることができる。この場合のコミュニケーション能力とは、ただ「〇〇語ができる」といった言語能力のことではなく、異なる言語・文化に興味を持ち、敬意を持って受容する能力である。国外だけでなく国内においても多様な文化が交わる環境で効果的に対応できる能力を発揮し、様々な異文化の背景を持つ人達と協働しながら成果を上げていくことが可能性となる。本事業では第0段階と第3段階の設定を考えている。そのため、本事業における育てたい能力・資質についてはシームレスで育成を考えている。そのため、第一段階の育成プログラムは、本事業の第0段階（基盤学習）～第1段階（展開学習・四国アントレ塾I）、第二段階の育成プログラムは、本事業の第1段階（展開学習）～第2・3段階（発展学習（課題研究））での育成となる。

3. 3つの育成型

I. 研究者・技術者育成型

GSC1期目の「国際的に活躍する科学技術人材」における将来の職務は基本的に「研究・開発」であり、その育成のためには「先行研究の理解」「情報と分析とオリジナルな研究の立案」「結果の解析と新たな発見」さらに「成果をグローバルに発信」という一連の流れを継承し、将来地域の課題解決や地域の特色ある研究に組み込み地域や世界で貢献することのできる研究者・技術者の育成を目的としている。

II. アントレプレナー育成型

これからの社会に求められる「アントレプレナーシップ」についても積極的に人材を育成していく。本学の社会連携推進機構や各センターと連携しながらより実践的なプログ

ラムを展開する。地域が必要とするアントレプレナーはいわば「地方発ベンチャー企業の社長」である。「ベンチャー企業の社長」は、維持管理力・変更管理力・方針管理力の3つのマネジメント能力を備えたリーダーで、さらにはDXやグローバル競争におけるものづくりも求められる。そのため必要とされる力を身に着けるために後述する「四国アントレ塾Ⅰ」「四国アントレ塾Ⅱ」を開講し、地域から世界を変えるグローバルフロンティアリーダーの育成に特化したカリキュラムも併せて新設した。

Ⅲ. 早期育成型

愛媛大学では、「全世代型」を対象とした人材育成を目的としている。高校生に限定するのではなく、対象の学年以下の児童生徒から傑出した人材を生み出せるようなプログラムを企画していく。そこで本企画では、「早期育成型」を設け、現行のジュニアドクター育成塾及び小中型から突出した能力才能を持つ生徒を受け入れる。これまでのジュニアドクター育成塾との連携は本学ジュニアドクター育成塾修了生のGSC受講や課題研究に留まっていたが、今後は、四国を中心に全国各地のジュニアドクター育成塾生に、「飛び級」制度として高校型のプログラムを受講する機会を与え、早期人材育成についても本学ジュニアドクターと連携し全学体制で取り組む。

Ⅲ. 教育プログラムの取組み

1. 教育プログラムの全体像

教育プログラムは「基盤学習」「展開学習」「発展学習」で構成した。それぞれの実施時期については、4月から本プログラムの募集を開始し5月末で募集を締め切った。本プログラムでは最初の「基盤学習」については、受講希望者全員を本学の科目等履修生として登録する。そのため、受講希望者が在籍する学校長の推薦書を提出によって受講生として正式に認められる。第0段階である「基盤学習」を7月～8月に実施し、1次選抜後に第一段階の学習「展開学習」を9月もしくは10月に開始して、翌12月頃までを基本的な受講期間とした。これらのプログラムは相互に関係しており、例えば基盤学習は学部横断的に学び科学の視野を広げ、展開学習は基盤学習で習得した能力をさらに深める一方、実践的な講義により幅広い知識を基盤とした高い専門性を培い、発展学習に必要な能力を育成した(表1)。

表1. プログラムの実施スケジュール

時期	実施内容
4月～5月末	募集 <ul style="list-style-type: none"> ・JST ウェブサイトでの周知 ・SHIN-GS ホームページを通じた募集 ・四国4県教育委員会を通じた周知 ・四国4県理科部会会長訪問

	・高校訪問約40校
6月	愛媛大学科目等履修生(入学もしくは科目追加)登録
7月～8月	【第0段階】基盤学習 <ul style="list-style-type: none"> ・高大接続科目「人間科学入門」として開講 ・愛媛大学 Moodle を利用 ・科学の視野を広げ、学部横断的に学ぶ ・各学部・各分野を網羅した充実した学習プログラム ・「共通分野」「基礎科学分野」「応用科学分野」「地方創生分野」計30講座 ・連携機関(松山大学薬学部, 岡山理科大学獣医学部, 愛媛県産業技術所) およびコンソーシアム学外委員会(愛媛県総合科学博物館)の講義についても実施
9月上旬	1次選抜実施 <ul style="list-style-type: none"> ・単位取得状況や成績および研究申請書により選抜を実施 ・成績報告
9月中旬	1次選抜者決定 <ul style="list-style-type: none"> ・愛媛大学科目等履修生科目追加登録
9月下旬～11月	【第1段階】展開学習 <ul style="list-style-type: none"> ・高大接続科目「現代と科学技術」として開講 ・STEM教育に基づいた実習講義6講座を開講 ・実践的な講義により幅広い知識を基盤とした高い専門性を培う ・発展学習(課題研究)につながる学習 ・課題研究テーマの立案 ・コーディネータとの面談による研究申請書のブラッシュアップ ・研究室マッチング 【四国アントレ塾Ⅰ】 <ul style="list-style-type: none"> ・本学社会連携推進機構との共同開催 ・「起業」について基礎から実践までを学ぶことを目的 ・オンライン座学2日間 合宿研修2日間 ①体験型ワークショップ ②実践的な問題解決のプロセスを学ぶ
12月上旬	課題研究計画発表会
12月中旬	2次選抜実施 <ul style="list-style-type: none"> ・単位取得状況や成績, 研究申請書, 課題研究計画発表会の採点により選抜を実施 ・成績報告

12月中旬	2次選抜者決定
12月下旬～翌12月	<p>【第2段階】発展学習（課題研究）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・課題研究などの研究活動や起業活動に1年間かけて取り組む ・大学学部，大学院レベルの研究活動 ・課題研究進捗報告会 ・科学英語オンラインクラス（月2回） ・国内外での学会発表 <p>【四国アントレ塾Ⅱ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ライフサイエンスの応用研究から起業を学ぶ ・対面開講 <p>【海外渡航を伴う研究活動】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・インディアナ大学（令和6年度実施分） ・海外選抜者8名が渡航し研究活動を実施
12月	<p>課題研究成果報告会（修了式）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・学長名での修了書授与
修了後～高校在学期間	<p>【第3段階】発展学習（課題研究）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「研究延長申請書」及び委員会による面接により選抜 ・論文出版や国際学会での発表

2. 教育プログラムの主な内容

「基盤学習」では科学の視野を広げることを目的としているため応募時の選抜はないが、学校長の推薦書の提出が必須となっている。理・工・農・医・薬・教育・獣医・社会共創学部，データサイエンス，研究倫理を学部横断的に学ぶことを目的とした。それぞれの領域を，共通分野，基礎科学分野，応用科学分野，地方創生分野に振り分け，20講座以上の中から共通分野2科目を含む8講座以上受講することを受講条件とする。愛媛大学だけでなく，連携機関である松山大学・薬学部（松山市）や岡山理科大学・獣医学部（今治市），愛媛県総合科学博物館（新居浜市）の講義を実施した。その際，対面講義は現地で実施し，メインキャンパス（松山市）から遠い受講生についても配慮した。多様性を重視し，講師の選定についても，各分野を1名以上の女性教員が担当し，ロールモデルとしての役割を担った。令和4年度分より，ほぼすべてが，オンデマンド（一部ハイフレックス対応）で受講可能となっているため，遠隔地の受講生や部活と両立して受講する高校生に配慮した取組とした。

「展開学習」においては，3つのスキル「テクニカル」「プロポーザル」「ディベート」の習得を意識した実践的な実習講義を6講座実施した。これらのスキルは，研究者・技術者・アントレプレナーにとって共通して必要な項目である。現時点では，令和4年度「展開学習」として開講した講義の2コースを1コースに統合し開講した。コースを統合したことにより，分野に偏ることなく実習講義を体験できるようにした。「テクニカル」については，従来実施してきたPCR

やゲノム編集などの実験，データサイエンスセンターからは，「AI・プログラミング」の講義を受講生に開講し，技術を幅広く身に着けるためのカリキュラムを提供した。展開学習では課題研究に繋がる学習を強く意識し実施した。研究計画の立案は，1次選抜の受講生全員を対象とした基盤学習～展開学習で育成する知識や技術，論理性，情報分析力，課題発見力の集約である。研究の実施は2次選抜された受講生を対象とし受講生が主体的に立案し，アドバイスを受けて修正した研究計画を主に大学の研究室で実施した。

「発展学習（課題研究）」においては，「研究者・技術者育成型」もしくは「アントレプレナー育成型」のいずれかを選択し課題研究を実施した。主に学会発表や英語による授業や海外渡航を伴う研究活動やアメリカの大学での研究発表などプレゼン力や国際性の育成，さらには科学アントレプレナーシップを付与する講座等を実施した。令和5年度課題研究生は16名，また課題期間を延長し研究に取り組む受講生が4名いる。

3. 受講生の募集と選抜の実施について

a. 募集について

本プログラムホームページ²内の募集サイトや，実績校，教育委員会を通じ，四国を中心に全国から受講生200名を募集することを目的として広報活動を行った。実績校だけでなく，新規校についてもコーディネータが県内外の約30校を訪問し，プログラムを周知した（4月中旬～下旬）。前年度に応募がなかった高校については，実施主担当者や実行委員会委員も直接訪問し，プログラムへの理解と応募について依頼した。令和5年度より従来の「個人応募」に加え，「学校応募」を追加したことにより，応募者の大幅な増加がみられた。その結果，令和5年度は愛媛県を中心に，高知県，香川県，岡山県，千葉県から計244名（29校），令和6年度については関東や関西地区からも応募があり，計412名（49校）の生徒が集まった（図2）。

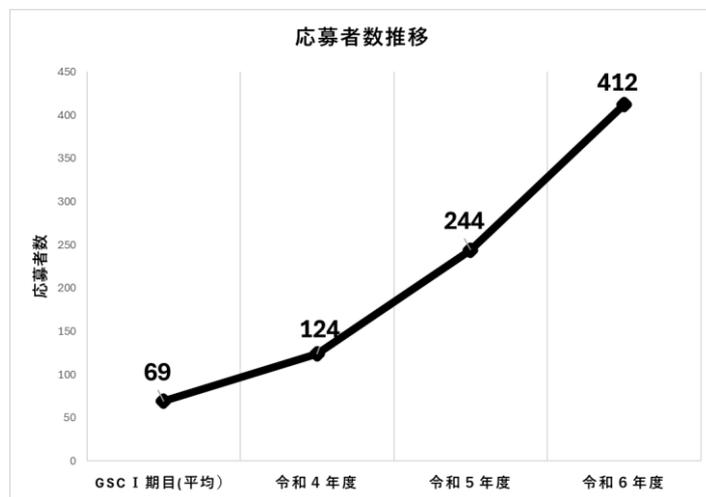


図2. 本事業の応募者数推移

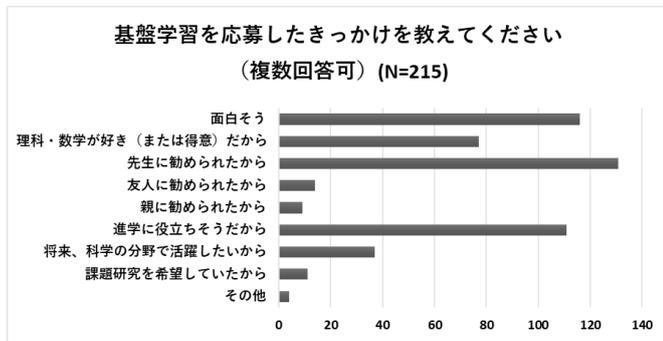


図3. 応募のきっかけ

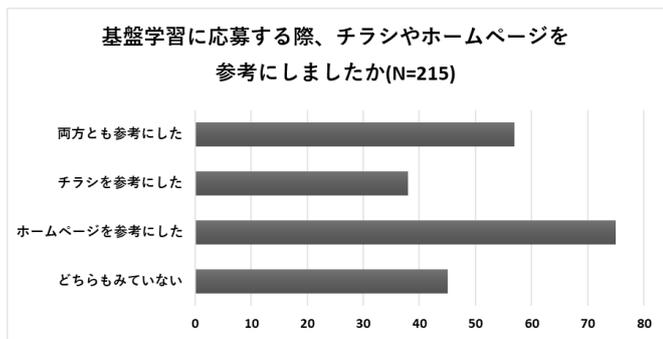


図4. 応募する際に参考にしたもの

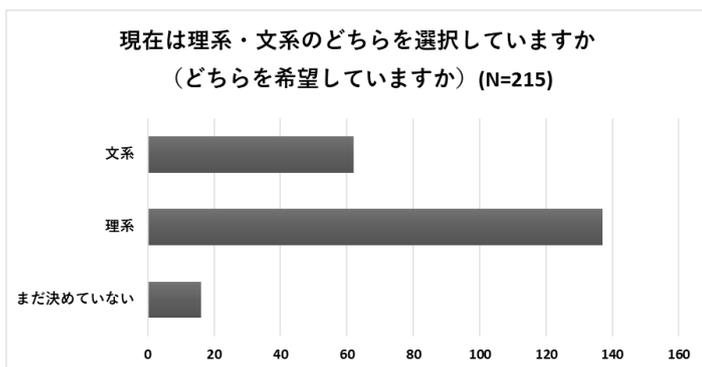


図5. 応募者の文理選択について

同様の事業を展開している他大学の実施機関では、応募者や受講生の獲得に苦戦しており(令和5年度GSC連絡協議会、ジュニアドクター育成塾連絡協議会報告)、少子化が深刻となっている中で多くの応募者がいるというのは、「愛媛大学のファン」獲得につながっていると考えられた。多くの受講生が集まっている大きな要因として、2つの取組みによる成果だと考えられた。1つ目は「学外メンター(高校教員)」の取組による高校現場と連携強化である。応募時のアンケート結果によると、応募のきっかけについて「先生に勧められたから」の回答が一番多かった(図3)。この結果からも受講生が多く集まっている要因の一つに、令和4年度から試行、令和5年度から本格的に取り組んでいる、「学外メンター」の制度が大きく貢献していることが示唆された。これまでの高校現場と本事業の連携は、「受講生の募集」「受講生の進捗状況の報告」「成績の通知」「選抜の結果」など「連絡事項」が多くを占めていた。令和4年度より受講生が在籍する学校にはGSC担当教員1名を配置して、これまでの

受講生がプログラムに入った後の「良くも悪くもプログラム任せ」という状況を解消し、高校教員との連携を深めてきた。こうした信頼関係をよりお互いにとって相乗的な効果をもたらせるよう貢献できるような企画を進めた成果だと考えられた。本取組を開始した令和4年度計28名、令和5年度計29名、令和6年度計49名の学外メンターが在籍し、本事業と高校教員とのネットワークの構築が進んでいる。次に2つ目の要因として、「科目等履修生」の取組みが挙げられた。GSC事業1期目においては、募集の段階で選抜(プレチャレンジ)を実施していたが、後継事業以降については募集の段階では選抜をせず、本学の科目履修生として受講生を受け入れた。学校長の推薦書の提出があった全員を愛媛大学の科目等履修生に登録した(6月中旬)。基盤学習については前学期開講の「人間科学入門」(高大接続科目)、展開学習については後学期開講の「現代と科学技術」(高大接続科目)の履修生として登録した。いずれの科目も取得した単位については愛媛大学入学後の卒業要件認定単位として認められており、「人間科学入門」「現代と科学技術」については学校長宛に成績証明書を発行した。「成果をかたちへこうした取組は、本プログラムを受講する高校生やサポートする高校教員にとっては成果物として評価されている。その他の点については、応募時にホームページを参考している生徒が多いこと(図4)、基盤学習の学部横断的に学ぶ取組によって、文系の受講希望者が全体の約3割存在した(図5)。進路選択に本プログラムが受講生にどのような影響を与えるかについても今後検証していきたい。

b. 選抜の実施について

第1段階、第2段階についてはそれぞれの学習に対応した選抜基準を設定し選抜を実施した。第1段階の選抜においては、第0段階「基盤学習」(高大接続科目)の1単位が取得済であることが前提となっている。単位を取得した上で、「研究申請書」を期日までに提出し、SHIN-GS実行委員会で選抜を実施した。第2段階についても「展開学習」(高大接続科目)の1単位が取得済みであること、研究申請書の提出及び課題研究計画発表会で発表することを義務付け、SHIN-GS実行委員会で選抜を実施した。

IV. 実施体制および指導体制について

1. 実施体制について

GSC I期目事業の実施と令和4年度後継事業により、愛媛大学次世代科学人材育成室を中心とした全学実施体制が構築されており、令和6年度からは本学に新たに設置された「次世代人材育成拠点」において、これまでの全学体制を維持し事業を運営し、中高生(次世代人材)の科学技術人材の育成・支援体制の構築を担っている。本プログラムでは各学部から選出された委員で構成された実行委員会を週1回開催し、コーディネータが中心となって進捗状況を報告す

るとともに、委員会内で議論をしてプログラム運営の改善に努めた。実行委員会の進捗状況については実施担当者から次世代科学人材育成室ミーティングで報告した。各年度末に本事業のコンソーシアム委員会を開催し、企画で得られた成果の把握、効果検証の方針や進捗状況を評価していただいた。特に松山大学からは課題研究で受け入れた生徒が入学するといった実績により、学内における本プログラムの存在意義が高まっているとの報告を受けた。

2. 指導体制について

本プログラムでは受講期間を通じてコーディネータが主導となり受講生の指導やメンタルサポートを行っている。コロナ禍により整備されたオンライン設備やノウハウを活かし、「基盤学習」(第0段階)及び「展開学習」(第1段階)は同期型・非同期型を採用し、遠隔地の受講生に対しても配慮した取り組みを継続し、第2段階については居住地の近くで課題研究に取り組めるよう継続して取り組んだ。令和5年度課題研究テーマのうち3つが受講生の居住する地域に特化した研究となった。これまで愛媛県内においては受講生の居住地近くの研究機関で課題研究を実施するなど事例はあるが、愛媛県外では事例が少ないため、今後受け入れ研究室の増加に努める。発展学習以降の課題研究については、令和5年度実施分までは基本的に本学および連携機関の教職員に指導を依頼し実施した。しかしながら、協力教員が特定の教員に偏らないよう配慮している。そのためにも課題研究受け入れ先の拡充の取組みは必要不可欠である。そのため、学内だけでなく、連携機関及び連携予定の機関についても受入れ研究先としての働きかけを開始した。既に連携機関となっている松山大学薬学部や岡山理科大学獣医学部については課題研究受け入れ先について了承を得ている。松山大学薬学部については、GSC I 期目から後継事業についても受入れ実績があり、修了生が松山大学薬学部に進学するなど本プログラムの存在意義(薬学への興味関心につながることを含め)について課題研究受け入れ教員側からも高い評価が得られた。松山大学薬学部で課題研究を実施した令和4年度課題研究生が松山大学薬学部に入學したことによって、より一層本プログラムへの協力体制が強化された。岡山理科大学獣医学部については、令和5年度課題研究生を2名受け入れていただくなど課題研究を通じた連携の強化ができた。また愛媛大学内においても、「医農融合公衆衛生学環」所属の教員が新規受け入れ教員となるなど協力体制の拡充、愛媛県(愛媛県農林水産研究所)についても課題研究の助言や現地調査で協力していただけるなど県との連携も課題研究を通じて強化できている。

3. 受講生に対する評価手法の開発と実施

第1次選抜後の評価についてはすべての能力・資質について、本プログラムで開発した「SHIN-GS ルーブリック」

(図6)を用いた。また、第0段階～第二段階受講生を多面的に評価する為、Institution for a Global Society 株式会社が提供している「数理探究アセスメント分析」を用いて受講生に対する2つの評価手法を実施した。

4. SHIN-GS ルーブリックによる評価方法

本事業において、「科学アントレプレナーシップ」「科学的探究力」「異文化適応能力」を育てたい資質能力の大項目に設定している。「科学アントレプレナーシップ」には「地域課題設定」「情報収集」「ポジティブシンキング」「クリティカルシンキング」「役割分担」「リーダーシップ」「研究倫理」を、「科学的探究力」には「内容理解」「実験・観察の状態」「分析・解析」「多面的思考」「表現の適切さ」「総情報化」を、「異文化適応能力」には、「異文化理解」「論理性・一貫性」「わかりやすさ」「コミュニケーション力」「多様性理解」「質疑応答」の19の小観点を設定している。第1段階受講生については「課題研究計画発表会」(展開学習最終回)後に、第二段階受講生については「課題研究成果報告会(修了式)」後において、受講生自身が評価を行った。得られた結果から第一段階受講生と第二段階受講生の育成成果を比較した(図7)。「科学アントレプレナーシップ」については1.2倍、「科学的探究力」については1.3倍、「異文化適応能力」については、1.2倍、第二段階受講生の方が高かった。また全体を通して第二段階受講生の方が第一段階受講生に比べて平均して1.2倍高かったことから、1年間の課題研究期間を通じて本プログラムにより受講生が育成されたことが示唆された。今回、同一の受講生で評価を実施できなかったことから、次年度以降は学習ごとに評価を実施する。

5. 数理探究アセスメント分析による評価方法

SHIN-GS ルーブリック評価による評価方法では、本プログラムに参加し受講している生徒が全国的にどのレベルであるかを比較するのが難しい。そのため、主体的に問題発見を行い、思考を深めながら課題を解決するために有用となるさまざまなフレームワーク(思考法)や理数探究に特化したコンテンツ「数理探究アセスメント」を用いて、第0段階～第三段階受講生計256名を対象資質・能力である「課題設定力」「実験計画力総合レベル」「考察力レベル」「創造性レベル」を定量化した(図8)。4項目について各学習段階の受講生を比較すると、1年間の課題研究期間を経た受講生(R4 発展学習, R4 発展学習第3段階)が全ての項目について高かった。特に「考察力」については、課題研究を開始したばかりの受講生(R5 発展学習)を0.48ポイント上回っており、本プログラムの課題研究期間を通じて科学的素質が育成されたことが考えられた。本事業だけでなく受講生個人個人に受検結果をフィードバックし今後の探究力の向上に役立てていく。こちらについてもSHIN-GS ルーブリック同様に同一の受講生を対象に評価していく。

観点	評価項目	A 大変満足できる	B 十分満足できる	C おおむね満足できる	D 努力を要する	評価理由
α 科学アントレプレナーシップ	1 地域課題設定	A グローバルな視点で自分の研究の意義や特徴を説明でき、英語で表現できる。	B 地域の視点で研究の目的意識や仮説が明確であり、自分の研究の意義や特徴を理解している。	C 地域の視点で研究の目的意識や仮説がおおむね明確にされている。	D 研究の目的意識や仮説が不明確で、表面的な発想から課題が設定されている。	
	2 情報収集	A 国際的なジャーナルについてもよく調べて整理し、研究の位置づけや背景を理解している。	B 国内の先行研究や関連分野についてよく調べて整理し、研究の位置づけや背景を理解している。	C 先行研究や関連分野について調べ、初步的な資料を収集している。	D 先行研究や関連分野について調べていない。	
	3 ポジティブシンキング	A 海外での研究活動に従事するだけの前向きな仮説と検証方法を立案しできる。	B 地域の課題解決に対して前向きな仮説とその検証方法が明確で、設備や安全の面からも十分に研究を進行可能である。	C 仮説とその検証方法のいずれかにおいて不明確な部分があるが、おおむね実行可能である。	D 仮説が不明確で、検証の方法も不明確であり、研究の見通しがたっていない。	
	4 クリティカルシンキング	A グローバルな視点で俯瞰的に振り返り、学問的知識や専門家の意見により正確に対立させ、新たな視点を提示できる。	B 学問的知識や専門家の意見を取り入れ、整理しながら課題を抽出することができる。	C 対立する意見を取り入れ、用語の意味を正しく理解し、シンキングツールを使って考察している。	D 課題を自分流に解釈し、他の意見を取り入れていない。	
	5 役割分担	A 研究者と共同研究が実施できている。	B 大学院生・学生と役割分担ができるほど協働できている。	C 大学院生・学生とおおむね協働できている。	D 大学院生・学生と協働できていない。	
	6 リーダーシップ	A 海外の研究者に意見や成果を伝え、国際共同研究が可能なレベルに達している。	B 研究室中等で、緒方案に意見や成果を伝え、他の研究者の意見をくみ取り、目的を共有している。	C 研究室中等で、おおむね目的を共有している。	D 研究室中等で、意見や成果を共有することができていない。	
	7 研究倫理	A 海外の研究倫理や生命倫理についても理解し、国際発表に対応できる配慮ができています。	B 研究倫理や生命倫理について理解し、遵守の意識をもって課題設定・研究計画が立てられています。	C 配慮が必要な部分があるが、研究倫理や生命倫理についておおむね理解している。	D 研究倫理や生命倫理についても理解しておらず、意識していない。	
β 科学的探究力	1 内容理解	A 研究テーマや関連分野に関して、英語表記の専門用語が理解できている。	B 研究テーマや関連分野に関して、背景知識が豊富で、高度な内容を理解している。	C 研究テーマや関連分野に関して、背景知識がある程度あり、内容をおおむね理解している。	D 研究テーマや関連分野に関して、背景知識に乏しく、内容を理解できていない部分が多い。	
	2 実験・観察の技能	A 国際発表でできるほど実験・観察や調査等にオリジナリティをもち、厳密な条件コントロールができています。	B 実験・観察や調査等の方法や条件コントロールが適切であり、自分なりの創意工夫が見られる。	C 実験・観察や調査等の方法や条件コントロールがおおむね適切にできている。	D 実験・観察や調査等の方法や条件コントロールに適切でない部分が多い。	
	3 分析・解析	A データについては適切な統計処理が行われており、英語表記で図や表等が作成できている。	B 豊富なデータや資料をもとに効果的な分析が行われている。適切な図、表等が作成されている。	C データや資料の分析はほぼ適切である。図、表等についてもおおむね適切に作成されている。	D データや資料の分析に不適切な部分が多い。必要と思われる図、表等が作成されていない。	
	4 多面的思考	A 研究者が見ても論理的飛躍がなく、学術的価値がある考察ができています。	B 個々のデータや結果を統合した論理的で独創的な考察ができています。	C 個々のデータや結果を踏まえておおむね適切に考察ができています。	D 個々のデータや結果を並べただけのもの、あるいは主観的考察が多い。	
	5 表現の適切さ	A 英語による科学用語や図表、資料が表現でき、ネイティブの研究者が見てもわかる表現になっている。	B 豊富な科学用語や図表、資料が適切に扱われている。	C 科学用語や図表、資料の扱いがおおむね適切である。	D 科学用語や図表、資料の扱いについて、不適切な部分や不統一な部分が多い。	
	6 相乗効果	A 海外の研究者との交流を深め、良い考えや方法を取り入れ、研究を深めている。	B 他の研究室や領域の研究の違いを比較し、良い考えや方法を取り入れ、研究を深めている。	C 他の研究室や領域の研究の違いを比較し、良い考えや方法を見つけようとしている。	D 他の研究室や領域の研究に関心を示さない。	
γ 異文化適応能力	1 異文化理解	A 自己の文化的ルールや偏見について明確に知識を述べることができ、異なる文化に関し、複雑な疑問を持っている。	B 自己の文化的ルールや偏見についての新しい視点を認識し、異なる文化に関し、より深い疑問を持っており、その答えを探索する意欲がある。	C 自己の文化的ルールや偏見を見分けており、異なる文化に関し、単純な、あるいは表面的な疑問を持っている。	D 自己の文化的ルールや偏見をほとんど認識しておらず、異なる文化について学ぶことにほとんど興味を示さない。	
	2 論理性・一貫性	A 英文で論理展開がしっかりしており、説得力がある表現ができています。	B 英文で論理展開がしっかりしており、説得力がある。	C 情報不足な箇所があるが、おおむね論理的に一貫している。	D 論理的に飛躍している部分が多く、一貫性に欠ける。	
	3 わかりやすさ	A 研究で明らかにしたことを英語で明確に示しており、海外の研究者に伝わるように発表の内容や方法が工夫されている。	B 研究で明らかにしたことを明確に示しており、発表の内容や方法が工夫されている。	C 研究で明らかにしたことを発表のなかで、おおむね伝えられている。	D 素データや事実の羅列になっており、研究の流れや明らかにしたことが伝わりづらい部分が多い。	
	4 コミュニケーション力	A 言語及び非言語コミュニケーションに関する文化的な違いについて複合的に理解しており、明確に述べることができる。	B 言語及び非言語コミュニケーションに関する文化的な違いを認識し、共通の理解を得るために交渉ができる。	C 言語及び非言語コミュニケーションに関する文化的な違いを認識している。	D 言語及び非言語コミュニケーションに関する文化的な違いをほとんど認識していない。	
	5 多様性理解	A グローバルな視点で、多様性の意義が理解でき、さらに具体的な方策を提案できる。	B 集団において年齢、性別、人種、宗教、趣味嗜好などの多様性について説明ができ、その多様性の意義が理解できる。	C 集団において年齢、性別、人種、宗教、趣味嗜好などの多様性について説明ができる。	D 集団において年齢、性別、人種、宗教、趣味嗜好などの多様性について理解できない。	
	6 質疑対応	A 海外の研究者からの質問にも的確に回答できている。	B 質問者の意図を明確に把握し、専門的な質問にも簡潔かつ的確に答えられている。	C 質問と答えが対応していない部分があるが、おおむね質問内容を把握して答えている。	D 無言やあいまいな答えに終始し、質問に答えられていない。	

図 6. SHIN-GS ルーブリック

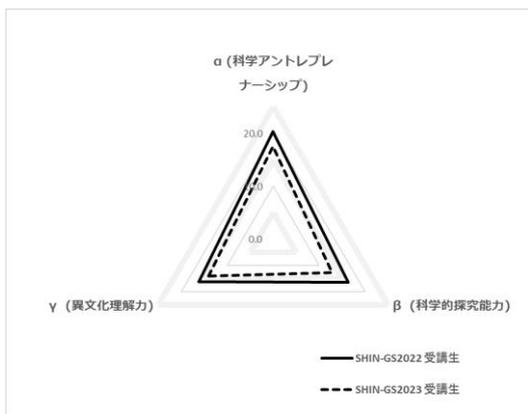


図 7. SHIN-GS ルーブリックによる受講生の育成の評価

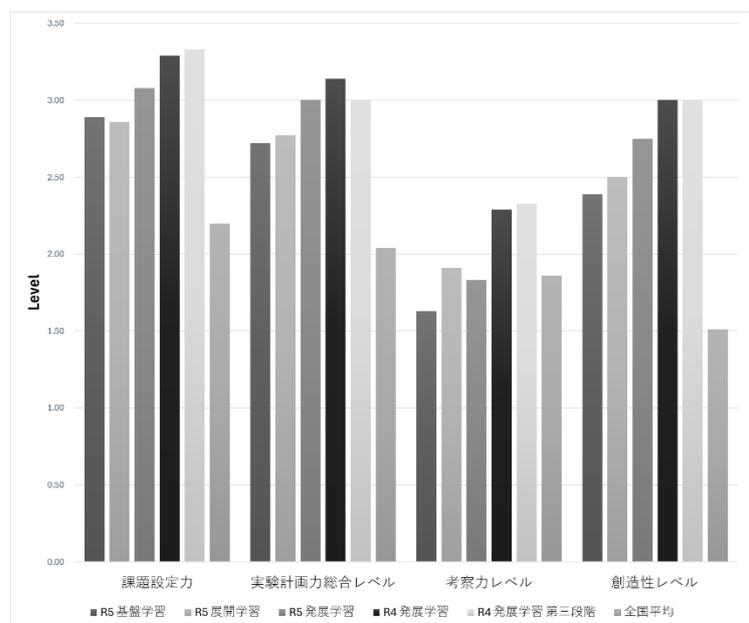


図 8. 数理探究アセスメント分析による評価

V. 地域の波及、独立した事業への発展性について

1. ホームページの活用

本事業のような取組みのノウハウ等の社会への普及・展開

に重要な役割を持つのは、独自の情報発信ツールである。本取り組みでは、タイムリーかつ柔軟な情報発信が可能なホームページ基盤を既に確立した。そのホームページを通じ、下記の取り組みの最新情報を公開することで、本事業で得られたノウハウ等を、四国に限らず、広く社会に普及・展開している。また前述した募集時に本プログラムのホームページが効果的であったことから今後も発信を続ける。

2. 高校教員・高校生の探究活動支援への情報支援

個々の展開学習、発展学習で培ったノウハウを「探究活動支援データベース」として項目毎に整理し、ホームページで公開していく。それにより、高校等で実施する探究活動支援につなげることができる。その際、新たに開発した方法を、可能な限り、論文、紀要等で発表した上で、ホームページ上に公開することで、成果の創出にもつなげることができる。学校教育への普及・展開することで、学部メンターの育成を通じた学校教員の課題研究指導力育成があげられる。SSH校も含めて四国全域に課題研究の指導力育成が拡がれば、地域の課題を解決する人材育成に直結し、地域振興に寄与できると考えられる。

3. 研修会、相談会、交流会等の直接支援

本学では、愛媛県の高校が連携した「えひめサイエンススキルアッププログラム」を既に実施している。「えひめサイエンススキルアッププログラム」で展開学習・発展学習で培ったノウハウを伝え、共有を行うところまでは実施できなかったが、SHIN-GS 実行委員会委員 4 名が数年間継続して「えひめサイエンスチャレンジ」の審査を担当しており、審査や質疑を通じて直接支援できた。

4. 地域の波及、独立した事業への発展性

本事業の実施で得られたノウハウは、次世代人材育成拠点で共有、発展させ、地域のインフォーマル・ノンフォーマル教育への活用を考えている。例えば、地域の自然観察会や科学工作の講座においては、実施担当者や講師の高齢化が進んでおり、継続が難しいという現状がある。また、地方ではリカレントを含む教育に対する価値観が低く、自己投資への意識も低いのが現状である。本事業を通して、ノンフォーマル教育の効果の顕在化を進めながら独立事業として成り立つように発展させていくことも考える必要がある。

5. 高校教員（学外メンター）からの評価

後述する進学先調査に加え、学会発表や各種コンテストの出場実績についても学外メンターである高校教員に記載していただき、受講生が高校で実施している課題研究等の成果についても把握を行った。また、受講生がプログラムを通じて理科・数学に対する学習意欲・能力が高まったかどうか

かについていくつかの設問を設け回答いただいた。

「Q1 受講生が SHIN-GS に参加し、取り組んだことによって理科・数学に対する学習意欲・能力が高まったと思われませんか？」(図 9) の回答結果により、第 0 段階の受講生よりも育成期間の長い第 1 段階受講生について、理科・数学に対する学習意欲・能力が高まったと回答があった。また第 1 段階受講生については、「強くそう思う」が 57%、「そう思う」が 43%で否定的な意見は一切なかった。また、第 0 段階で「あまり思わない」や「全く思わない」と回答された受講生については、受講状況が芳しくなく高校教員とプログラムの間に相違はなかった。そのことから本プログラムを継続して受講することによって、理科・数学に対する学習意欲・能力が高まることが実証された。

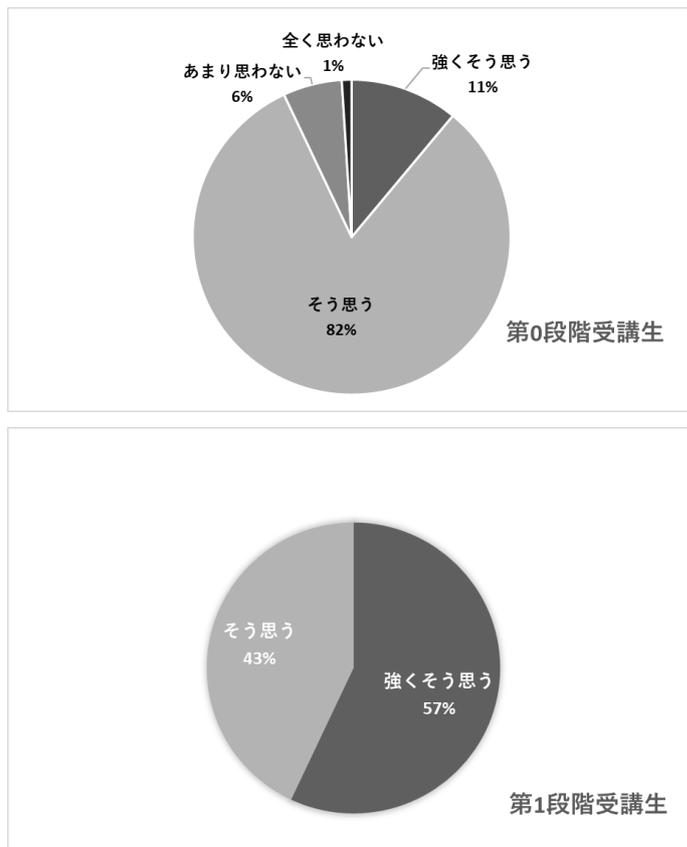


図 9. 受講生がプログラムを通じて理科・数学に対する学習意欲・能力が高まったか

「Q2. 受講生が SHIN-GS に参加して、以下のような理科・数学に関する能力が高まったと思われますか？」について高校教員に対して行った受講生の能力育成の評価に関する回答では、第 0 段階、第 1 段階受講生ともにほとんどの項目で「通常より少し高まった」「通常以上に高まった」と肯定的な回答が得られた(図 9, 10.1, 10.2)。一方で第 0 段階、第 1 段階における「外国語でのコミュニケーション力」については「通常程度しか高まらなかった」と半数の回答があった。国際性付与について、早い段階から取り組む必要があると考えられた。

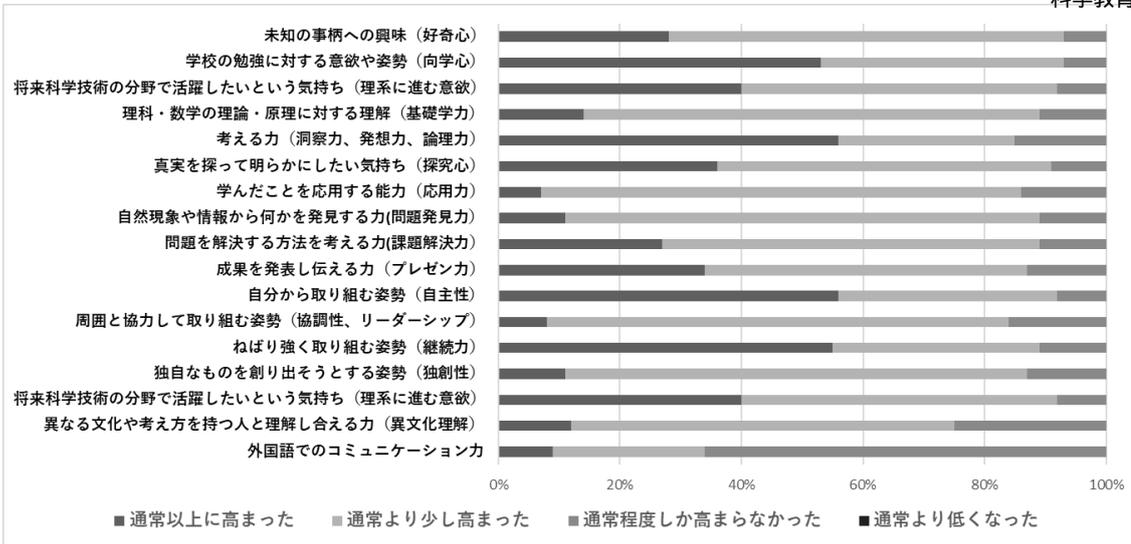


図 10.1. 高校教員による令和 5 年度第 0 段階受講生の能力育成の評価 (令和 6 年 3 月実施 N=100)

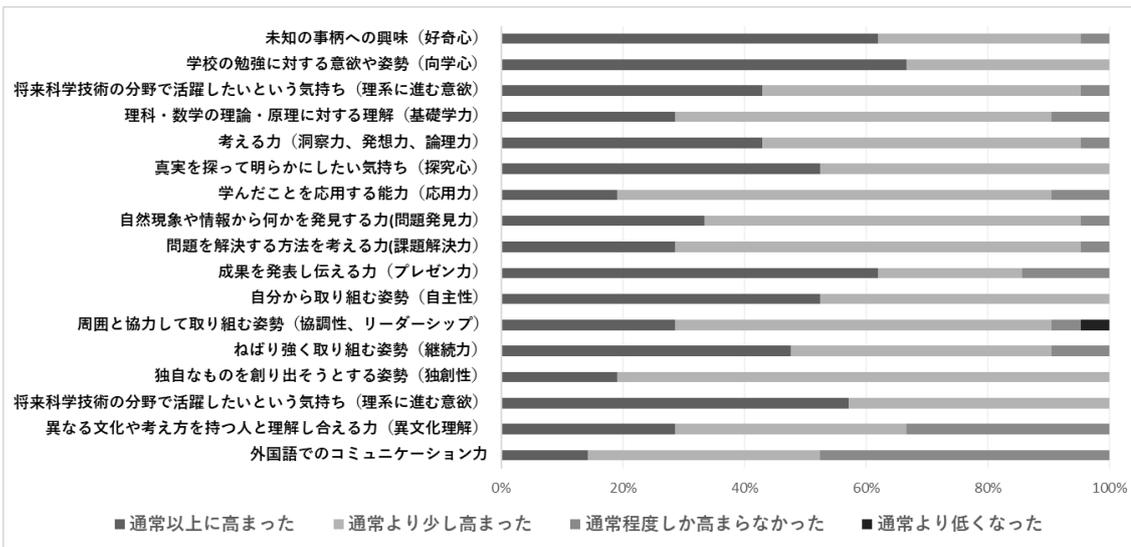
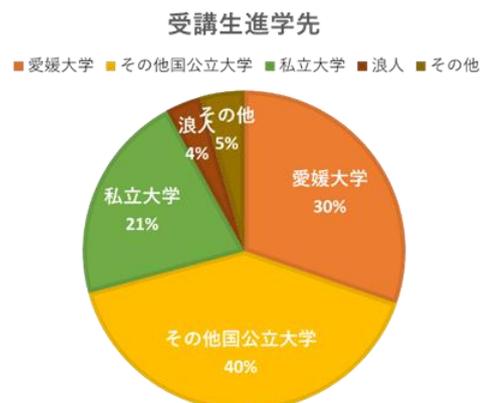


図 10.2. 高校教員による令和 5 年度第一段階受講生の能力育成の評価 (令和 6 年 3 月実施 N=21)

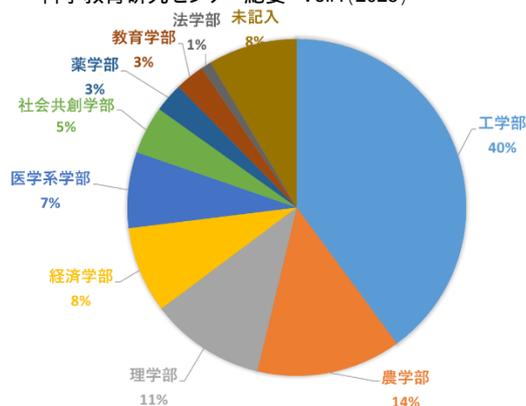
6. 受講生の進路先について

長期にわたる調査となるため、本学における「ジュニアドクター育成塾」や他の高大接続事業を展開している次世代人材育成拠点が本業務を担当する。令和 4 年度分は回答率 80.2%，令和 5 年度分についても 87.4%と 2 年連続して高い回答率を維持している。この回答率は JST で同様の事業を実施している機関の平均である 6 割をはるかに超えている。このことは「学外メンター」制度が浸透している好事例の 1 つだと考えられた。また、約 3～4 割が愛媛大学へ進学している為、今後各部局を通じ、受講生リストをもとに追跡調査を実施する。また、今後、取得した単位を他大学で交換した受講生については、進学後の大学において追跡調査を依頼する。愛媛大学や各大学においては、就職先・進学先についても調査を依頼し、その結果についても成果把握調査に含めて、修了生の活躍状況の把握に努める。特に令和 5 年度の進路調査の結果では、本学に全体の 30%，他の国公立大学に 40%が進学しており、国公立大学進学に対する強い傾向がみられた (図 11.1)。全体の学部別 (専門分野別) では工学部が 40%，また愛媛大学進学者の 50%が工学部に進学しており、本学工学部の入学志願者倍率が下がる中、本プロ

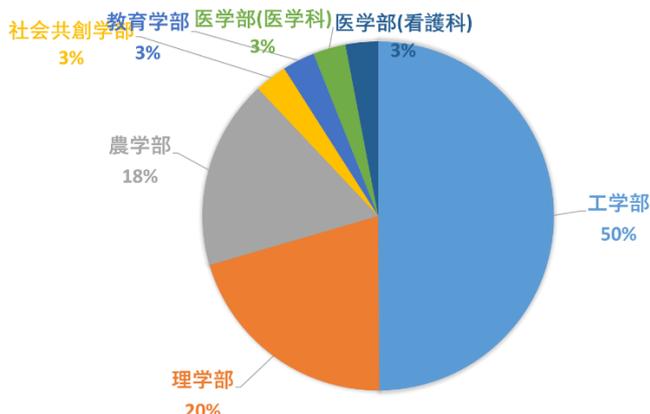
グラムが工学部進学者の増加に大きく貢献していることが考えられ (図 11.2, 11.3)。その一因として、本事業が GSC I 期目事業より継続して取り組んでいる「愛媛県が一体となり世界基準での科学技術への深い理解を養い、愛媛の資源や産業を基礎にしてグローバルな視点で科学技術にイノベーションを起こす傑出した科学技術人材の育成」の成果だと考えられる。また全体の 8 割が理系学部進学者であり、理系人材の育成にも本プログラムは貢献していることから、大学入学後も進路調査を継続し実施する。



1. 受講生進学先



2. 受講生進学先（学部別）



3. 愛媛大学入学者の進学先学部別

図 11. 受講生進学先調査

受講生・修了生からは「科学の視野が広がった」「今まで興味があった分野だけでなく、色々な分野に触れる事で多角的な視点を養う事ができるようになった」「この経験はおそらく今後の私の知的活動を支えてくれる」「分野を漠然と捉えていたが、課題研究を通じ進路を変えるインパクト」になったといった声が寄せられた。本学のジュニアドクター育成塾修了生から GSC への接続率は約 100%ということもあり、今後もジュニアドクター育成塾と連携しながら長期的な成果の把握に努めていく。

VI. おわりに

本プログラムの令和 6 年度愛媛大学進学者のうち、科目等履修生として単位を取得するなどした 22 人の入学者があった。本学教員が指導する課題研究、及び高大接続科目履修生として入学した者は 2 名で、本学の第 4 期中期目標に大きく貢献した。前述した、本学における工学部進学者への割合からも本プログラムの本学の存在意義は高く、新しい入学者および志願者確保につながっていることは間違いない。国際的に活躍する多くの科学技術産業を抱える愛媛県にとっても本事業を通じ地域で育てた人材を産官学が連携し早期に本学が確保することは、地域の若手人材の好循環を生み出す可能性が高い。全学体制での実施は 3 年目であるが、本事業の高校生に対する科学技術人材育成事業としての有

効性については、受講生の育成評価の結果や高校教員からのアンケート結果から非常に高かったことが示唆された。本プログラムが学内における 1 つの学部や部局に集中することなく、全学体制での取組みによって地域の高校生に対して幅広い科学領域の学習や課題研究の機会を設けたことが大きい。全学体制で実施することは容易いものではなく、SHIN-GS 実行委員会メンバーによる理解と協力によるものである。

また本プログラムを推進する上で、現場の高校教員の支援は必要不可欠である。本事業と高校教員とのネットワークの構築が進んでいることは追跡調査やアンケートの高い回答率からも、本取組が高校現場に浸透している成果の現れだと考えられた。またこれまでの「高校の課題研究→大学で発展・深化」から「プログラムの研究→高校で波及・共有」の流れを担っていただいている。受講生の活動を理解し支えるのは高校教員であり、本企画で立案した研究テーマを高校へ受講生が持ち帰り、他の生徒にも共有することで研究活動やプログラムの波及効果にもつながる。特に愛媛大学のメインキャンパス（松山市）から離れた地域の受講生にとっては、本取組が地域の特色を活かした課題研究の実施に非常に有効的だった。今後は、本学の次世代人材育成拠点を中心となって、地域で高い意欲能力をもつ生徒に対して発展的な長期探究活動へ移行・育成する体制を整備することが、将来のイノベーションの担い手を早期に発掘・育成につながることを期待される。このことは愛媛県が抱える多様な「地域課題」を、全国に誇る豊富な「地域資源」（地域課題＝地域資源）として活かすことのできる実践的な科学技術人材の育成につながる。人材育成事業というものは、長期に渡って波及していくものであるということも愛媛大学や地域が理解し、受講中だけの一過性のプログラムとせず、修了後の 10 年、20 年という年月をかけて本学が一丸となって支援していきたいと考えている。

謝辞

本事業は国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）次世代科学技術チャレンジプログラム（STELLA）の支援を受けて実施した。

引用文献

加藤晶，林秀則，向平和，高橋亮治（2023）：高校生を対象とした次世代科学技術人材育成プログラムの開発と実践，大学教育実践ジャーナル 22:77-89 .

脚注

注 1：四国型次世代科学技術チャレンジプログラム令和 5 年度実施報告書（機関名：愛媛大学）。

注 2：四国型次世代科学技術チャレンジプログラム（SHIN-GS）ホームページ（<https://www.ngeneration.ehime-u.ac.jp/eGS/>）