

組織的な大学院教育改革推進プログラム 平成19年度採択プログラム 事業結果報告書

教育プログラムの名称 : 数理生命科学融合教育コンソーシアムの形成
 機関名 : 広島大学
 主たる研究科・専攻等 : 大学院理学研究科・数理分子生命理学専攻
 取組代表者名 : 楯 真一
 キーワード : 細胞分化、構造化学、遺伝子化学、非線形現象、数理モデル

I. 研究科・専攻の概要・目的

数理分子生命理学専攻は、生命科学と数理科学の融合による新しい研究分野の創生を目指す教育・研究を行うために平成11年4月に設置された。本専攻は生物系、化学系の実験研究グループ（生命理学講座）と数理科学系の理論研究グループ（数理計算理学講座）から構成される。細胞レベル、分子レベルの実験研究と、数理モデルを用いたシミュレーションによる現象理解を目指す理論的研究を1つの専攻内で行う特異な教育・研究環境を提供している。現在、数理生命科学と呼ばれる分野を担う人材育成を目指す独自の大学院教育カリキュラムを早期から実践してきている。

現在31名の教員（含特任教員）が所属する。平成21年度の在籍学生数は、博士課程前期53名、博士課程後期15名である。

本専攻の教員は、理学部生物科学科、化学科、数学科での学部教育を担当する。このため、本学理学部で生物、化学、数学の教育を受けた学生が本専攻に進学する。また、外部から本専攻に入学する学生も生物、化学、物理、数学など多様な教育背景を持つ。本専攻に入学する学生は、共通して生命現象に興味を持つが、基礎知識、現象のとらえ方・考え方が異なる。従って、多様な教育背景をもつ学生に対して、融合研究を進める上で必要な基礎的概念・知識・技術を身につけさせることを博士課程前期の教育では重視している。すなわち、それぞれの学生が学んできていない生命科学・数理科学の基礎的概念・知識の導入を概説講義で行う。次いで生物学、化学、数理科学の基礎を体系的に編成した専門基礎講義、さらに各研究グループが進めている先端的研究に関わる専門的な講義科目を準備し、段階的に高度な研究へ興味を導くようにしている。大学院生は個々の研究グループに属して研究を進めるが、異分野の研究を進める大学院生間の交流を促進するための取り組みを組織的に進めており、学生間での多様な価値観・考え方に触れさせる工夫をしている。

本専攻では、数理系・生命系という異分野の研究グループが1つの専攻を構成する特徴を生かした教育・研究を意識して進めている。特に、学生が、異分野の人とコミュニケーションする必要性や楽しさを自発的に実感できるような雰囲気や教員が協力して作りあげている。既存の研究分野の価値観に縛られずに自由に発想し、独創的な視点で生命科学研究を発展させることができる人材の育成が目標である。

II. 教育プログラムの概要と特色

生命科学が数理科学的な研究要素を取り入れて展開することは必然的な流れとなりつつある。しかし、数理科学的な思考法・技術を取り入れた生命科学研究、すなわち「数理生命科学」研究を担う人材育成のための確立した教育法があるわけではない。今後社会的に求められるこの振興分野を担う人材育成のための大学院生教育システムの構築が、本プログラムの目的である。

次世代の「数理生命科学」を担う研究者を育成するには、1つの大学や1つの専攻単位の取り組みでは限界がある。同じ考えを持つ拠点が連携して「数理生命科学」教育のスタンダードを築くことが必要である。広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻で進めてきた生命科学分野における実験・数理科学研究の蓄積と、明治大学大学院理工学研究科基礎理工学専攻の国際的ネットワークの中で進行している現象数理研究、さらに京都大学・北海道大学における生命物理の先端的研究を取り入

れ、それぞれの拠点の個性で補完した教育により、「数理生命科学」の新たな展開を担う研究者を育成することができる。 (図1)。

本プログラムの中では、以下のような特徴を持つ人材育成プログラムを実施する。

(1) 個々の学生に応じたカリキュラム(オーダーメイドカリキュラム)による個性ある基礎力の育成

専攻科目(概論系科目, セミナー, 演習)とサテライト科目(科学英語, 知的財産権概論, 技術経営概論, 科学リテラシー概論)に加えて, 本学の理学系科目として提供される数理生命分野の講義の選択科目から必要な科目をオーダーメイド方式で学生に構築させる。これにより, 研究に必要な実験的・理論的知識のみならず研究プロジェクトの運営に必要な知識の獲得を意識させる。

(2) 数理系と生命系のジョイント研究および提案型研究などの学生主導型プロジェクト研究の実施

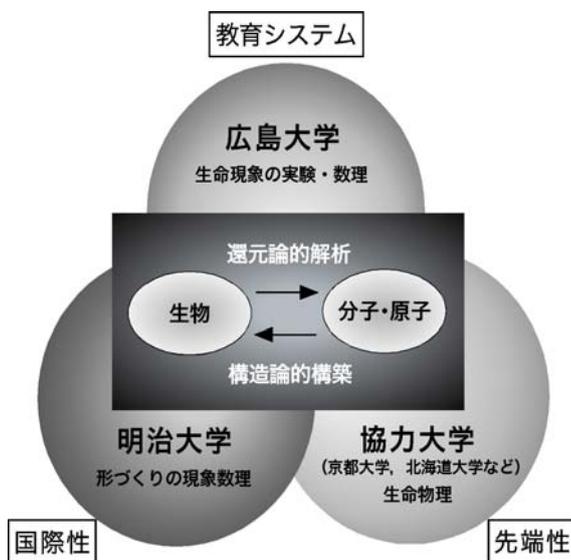
博士課程前期の数理-生命融合プロジェクト研究では, 数理系と生命系学生の混成グループを形成し, 数理生命科学分野の課題研究に取り組む。これにより, 課題研究を介して学生間の融合を図り, お互いの考え方やリテラシー, 「文化」の違いを体得させ, 異分野研究に柔軟に対応できる人材を育成する。

(3) 「アカデミックポートフォリオ」による本プログラムの質的管理およびプロセス管理

講義担当者および正・副指導教員は, 個々の学生の履修履歴, 観点別評価を含む成績評価の所見をファイルしたアカデミックポートフォリオを作成し, 厳密な評価と学習プロセスの管理を行う。

(4) それぞれの教育・研究拠点のもつ特色を融合し, 新しい「数理生命科学」教育法を開発する。

明治大学と単位互換制度を設けて, 「数理生命科学」に関わる幅広い講義が受講できる機会を与える。また, 大学間での学生の交流を促進することで, 異なる価値観・研究観を持つ人とのコミュニケーション力を磨く。



数理生命科学融合教育コンソーシアム
図 1: 3つの拠点の連携による数理生命科学
融合教育コンソーシアムの概念図

III. 教育プログラムの実施結果

1. 教育プログラムの実施による大学院教育の改善・充実 について

(1) カリキュラムの実施状況

博士課程前期学生の本プログラム修了要件は, 専攻の修了要件(30単位)を満たし, かつ「科学英語」を含む4つのサテライト科目を修得することである。「数理-生命融合プロジェクト」は, プログラム計画時では選択科目としたが, 数理系・生命系の学生間での協調的研究を推進する機会を広く提供するため, 専攻必修科目「数理分子生命理学セミナー」の中にも含めた。プログラム参加に関係なく, 全ての学生が融合プロジェクトに参加する形態で実施した。

科学英語は, 月向特任教授と石野特任准教授が担当し, 毎回学生の英作文を添削して返却し, 英語論文作成に向けた実践的なトレーニングになるよう工夫した。

各学生の卒業論文の一部を英語に直させたり, 国際会議に参加予定の学生については英文の要旨原稿を課題とさせ実際の課題選定を行い, 学生の興味を引きつけるようにした。

知的財産権概論は, 本学知的財産社会創造センター・葛籠勝彦氏を講師として, 知的財産権の役割・制度・活用から, 科学技術研究開発との関連までを5回の講義でカバーした。

技術経営概論は, 本学産学連携センター・高田忠彦氏が担当し, MOT(技術経営)について5回の講義を行った。工学的な技術を応用する事業経営が, いかにして成立し得るか, 従来の経験的な事業経営に対するメリットは何かについて解説した。

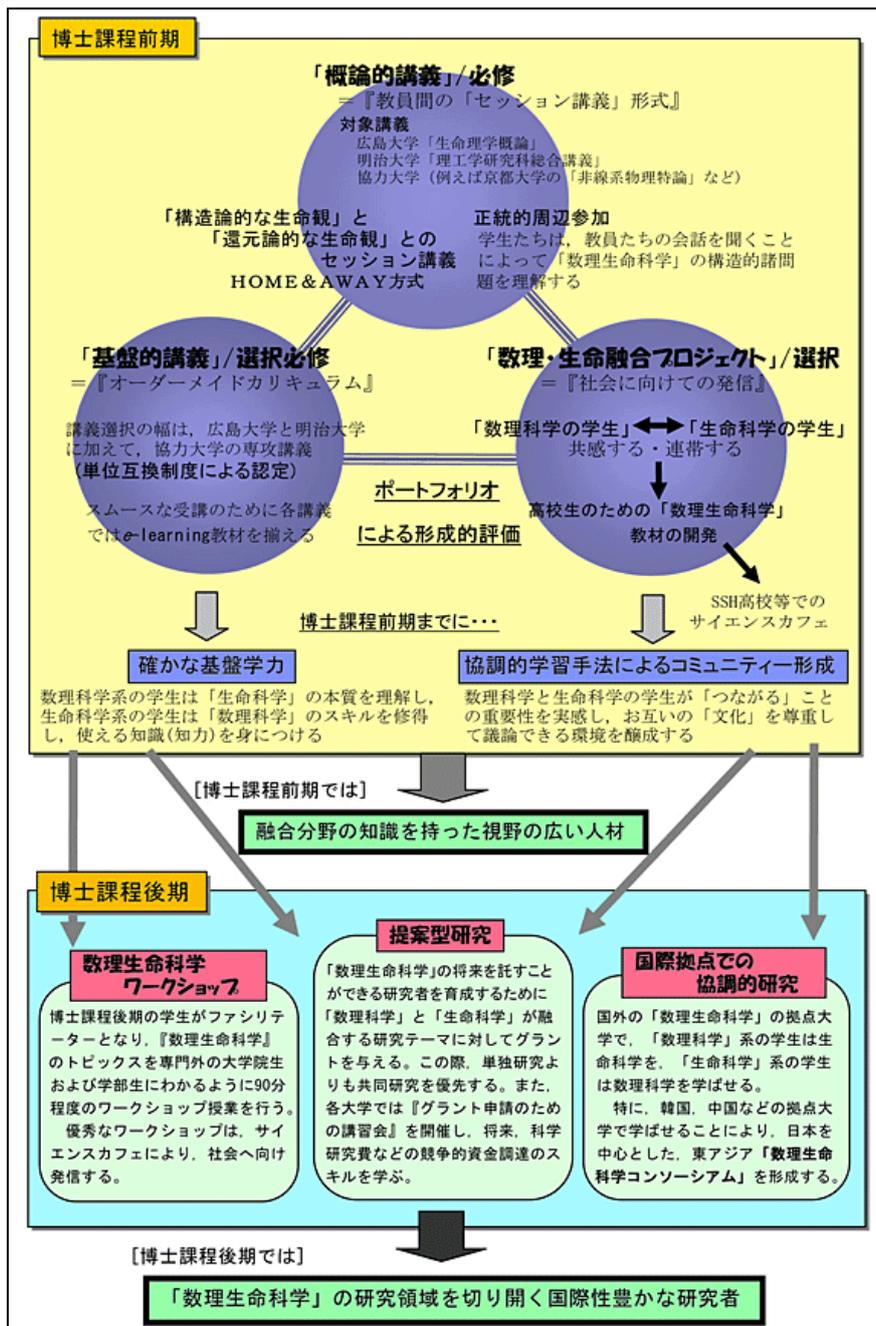


図 2:履修プロセスの概念図

科学リテラシー概論は、美馬のゆり教授（公立はこだて未来大学）を講師として、科学リテラシーの必要性和科学コミュニケーションの重要性について演習も取り入れて2日間の集中講義形式で進めた。平成19年から3年間連続して開講した。平成19年の博士課程前期学生の参加者は14名であったが、平成20年・21年は、いずれも22名の博士課程前期学生が参加した。平成21年については、明治大学から2名の博士前期課程学生に加え、大学院進学予定の4年生も3名参加した。



図 3: 科学リテラシー概論の授業風景
(平成21年11月12日-13日)

博士課程後期学生の本プログラム終了要件は、「知的財産権特論」「科学リテラシー特論」「提案型研究」の習得である。

知的財産権特論は、博士課程前期学生対象の「知的財産権概論」と同時開講とした。科学リテラシー

特論については、サイエンスライター渡辺政隆氏（独・科学技術振興機構）を講師として、博士課程前期学生対象の「科学リテラシー概論」と同時開講とした。

(2)「数理－生命融合プロジェクト」の実施状況

博士課程前期の学生は、数理系・生命系学生を1つの班にして、高校生のための「数理生命科学教材」開発という課題に取り組んだ。平成20年度、学生が設定したテーマの一覧を以下に示す(表1)。表中の参加学生内訳では数理系および生命系の参加学生数を括弧内に示す。

表1: 数理－生命融合プロジェクト(平成20年度)

班	参加学生内訳	研究課題
1	数(3)生(2)	アミノ酸ならべ
2	数(3)生(2)	大食物連鎖
3	数(2)生(3)	大腸菌ゲーム
4	数(2)生(3)	THE 無機化学反応
5	数(1)生(4)	みんなはメタボ!ゲーム

平成20年度は、カードゲームを通して高校生に「生命科学」の概念に親しみを持たせるというテーマで、各グループが実際にカードゲームを作成した。作成したカードは、他の班からのコメントに従って改善を繰り返した。最終的に附属高校の先生方に評価をいただき、学生にその結果を返した。評価に従ってさらに改善を加えたものを、広島大学・明治大学合同合宿で発表した。

平成21年度の数理－生命融合プロジェクトでは、「環境に関する新聞記事の作成」を課題とした。環境年表にある3つ以上の統計値を使い、その解釈から環境に関する新しい提言を新聞記事形式にまとめた。統計値の解釈には、数理系・生命系の学生いずれもが異なる立場で意見することができるため、協調的な学習関係を築くことができた。グループごとに作成した新聞記事を、互いに批判しあう中で文章を磨き上げるという経験と、批判的に文章・データを検証する経験をさせることができた。作成した新聞記事に対して、現役の新聞記者からコメントをいただき、学生に返した。平成21年度の学生が設定したテーマ一覧を以下に示す(表2)。なお、この年の班編成には、各学生の「学習観」も考慮したため、数理系・生命系学生の割合は一定ではない。

表2: 数理－生命融合プロジェクト(平成21年度)

班	参加学生内訳	研究課題
1A	数(1)生(2)	外の空気が涼くなれば家の空気はホッカホカ
1B	数(1)生(2)	日本の食卓に訪れる危機
2A	数(1)生(2)	メディアを斬る
2B	数(1)生(2)	減りゆく森林—今私たちにできること
3A	数(0)生(3)	環境の変化とメディア
3B	数(2)生(2)	ペットボトルの行く末は・・・
4A	数(1)生(2)	黄砂飛来変化から見る環境問題
4B	数(2)生(2)	ペットボトル回収 本当の狙い



図4: 数理－生命融合プロジェクト発表会風景
(平成20年9月20日)

(3)提案型研究の実施状況

博士課程後期学生対象のプロジェクト研究として「提案型研究」を実施した。各学生は、研究費申請書を作成し、申請された研究に対する書面・口頭審査を経て、研究遂行のための補助金を支給した。広島大学・明治大学合同合宿(平成20年度)あるいは専攻主催シンポジウム(平成21年度)にて研究の進捗を報告させた。年度末には、最終成果報告(口頭発表)と報告書の提出を義務づけた。研究費補助は、一件あたり30万円程度とし、補助金は実験消耗品、学会出張旅費として学生の裁量で利用した。研究費の収支報告書も提出させ、研究費が適正に執行されていることを教員・事務職員が確認した。このプロジェクト研究を進める過程で、学生は、研究課題を提案し、それに沿った研究を遂行

し報告するという研究者のライフサイクルを体験する。なお、申請書は、日本語とともに英語によっても書かせ、英語の文書作成能力も評価対象とした。

申請書および成果報告書に対しては、専攻の教授・准教授の全てが評価点とともにコメントを文書で学生に返した。例えば、生命系の学生の研究に対して、数理系の教員がどのように内容を理解し、その意義をいかに評価するかを学生は知ることができる。これは、生命科学という共通の対象をもつ異分野の研究者が運営する本専攻だからこそできる特徴ある取り組みである。以下に、平成20年度・21年度に採択した提案型研究課題を示す（表3）。



図5: 広島大学・明治大学合同合宿における提案型研究会中間報告(平成20年9月19日)



図6: 提案型研究最終報告会(平成22年2月15日)

表3: 提案型研究採択課題

平成20年度	課題名
藤井孝吉	HpNanos mRNA の局在化に必要な非翻訳領域の解析
Amir M.H.Salem	Genetic and biochemical analysis of DNA-protein crosslink repair in <i>E.coli</i> .
秋山正和	卵割の数理モデル
藤田和将	バフンウニにおける heparan sulfate 6-O endosulfatase の機能解析
阿久澤直弘	細胞における確率的情報処理の一般的動作原理の解明
落合 博	多細胞生物における細胞間の遺伝子発現量の揺らぎと細胞分化の相関に関する研究
七種和美	メリチンの膜トポロジーのダイナミクス
平成21年度	課題名
Amir M.H.Salem	Role of RecG in homologous recombination of DNA-protein crosslinks
秋山正和	卵割の数理モデルにおける統一理論の構築
藤田和将	哺乳類アリアルスルファターゼAの細胞外マトリックスとしての機能に関する研究
七種和美	リン脂質との相互作用から生まれるメリチンの膜ないダイナミクス
河合良介	理論模型を用いた知覚におけるノイズ効果の解析
中野祥吾	X線構造に基づく同化亜硝酸還元酵素の反応機構解明

(4) アカデミックポートフォリオの作成

本プログラムでは、履修科目の成績履歴と、各講義の理解度、講義担当教員のコメントの履歴を1つのファイルにまとめたアカデミックポートフォリオを各学生に持たせている。学生は、数理系・生命系にまたがる複数の講義を受講し、成績と共に教員からのアドバイス・コメントを概観し、自身の適性を把握できる。指導教員は、ポートフォリオに基づいて今後の履修計画指導・研究指導を行う。

本専攻の全ての講義科目で、講義担当教員は受講生にポートフォリオシートを返している。ポートフォリオシートには、講義のポイントとなる複数の評価項目の評点（5段階評価）とコメントを記入

する。以下にポートフォリオシートの例を示す（図7）。

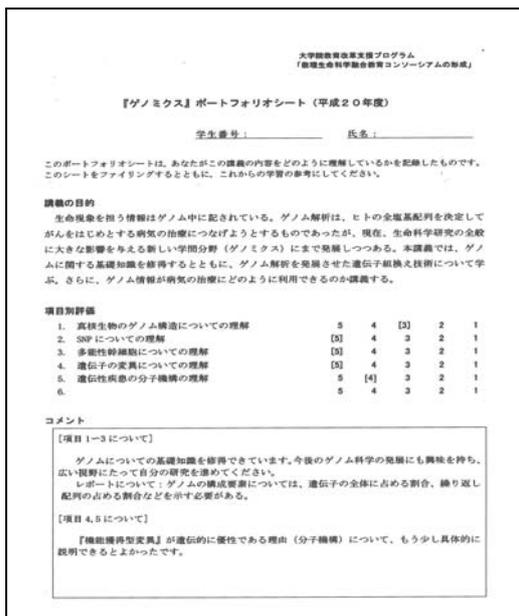


図7: アカデミックポートフォリオシートの例

(5) 大学間協定によるコンソーシアム整備

本プログラムでは、共同申請者である明治大学・理工学研究科との学生交流が重要な取り組みとなる。相互の大学で開講される講義への学生の参加、学生間の交流を促進する合宿研修などを通して、「数理生命科学」を目指しながらも異なる価値観・研究観をもつ教員・学生に触れることで学生自身の「個性」を自覚させる効果があると期待した。効果的な学生交流を持続させるためには、両大学間での受講した講義単位の互換性を担保するなどのインフラ整備が必要であり、この実現が「コンソーシアム形成」の前提になる。本プログラムの取り組みの中では、持続的な「数理生命科学融合教育コンソーシアム」の実現のために、明治大学を含む複数の大学と大学間協定を締結した。

① 広島大学・明治大学間の包括協定締結

平成20年1月30日に両大学間での連携・協力関係を包括的に推進・発展し、世界水準の教育・研究活動拠点を構築するために、両大学間での包括協定が締結された。これにより、双方で単位互換可能な講義科目の設定が可能となった（図8）。



図8: 明治大学駿河台校舎で行われた大学間包括協定締結式



図9: 龍谷大学との包括協定を報じる記事（中国新聞 平成21年9月3日）

② 広島大学大学院理学研究科・京都大学大学院理学研究科間研究指導委託に関する覚書の締結

平成21年7月1日、両大学院理学研究科の間での相互の研究指導委託に関する覚書が締結された。学生交流を軸として、教員間の交流・共同プロジェクトの実施、施設利用に関して連携・協力することが可能となる。

③ 広島大学・龍谷大学間の包括協定締結

平成21年9月2日、龍谷大学との間で教員・学生の交流、共同プロジェクトの実施、施設利用など

で相互に連携・協力をする関係が築かれた（図9）。

(6) 広島大学・明治大学間交流事業の実施

本プログラム共同申請者である明治大学との交流事業は、相互の集中講義への学生参加、学生交流会、合同合宿などの形で活発に行った。

① 数理分子・基礎理工合同合宿研修

平成20年9月19・20日、両大学学生の交流のための合宿研修を実施した。広島大学職員15名・学生67名、明治大学職員3名・学生15名の合計100名が参加した。合宿研修においては、両大学各研究室の研究紹介、博士課程前期学生による「数理－生命融合プロジェクト」の発表、博士課程後期学生による「提案型研究」の中間発表が行われた。合宿の企画は、大学院生が主体となり進めた。

② 広島大学・明治大学の学生交流会

本プログラムを実施した平成19年から21年度の間に7回の学生交流会を実施した。第4回の学生交流会には、包括協定を結んだ龍谷大学の学生も加わった。学生交流会では、双方の大学の学生がそれぞれ進めている研究内容を発表し自由な議論を行った。毎回20-30名程度の学生が参加した。



図10: 第2回学生交流会
(平成20年11月29日明治大学
駿河台校舎)

(7) 専攻公開シンポジウムの開催

本専攻では「数理生命科学」研究の推進を外部にアピールする目的で、3年ごとに専攻主催のシンポジウムを行っている。数理生命科学など異分野融合研究領域で活躍する研究者を招聘すると共に、本専攻内の教員・学生の研究成果発表を行っている。本プログラム実施中では、平成21年9月3・4日に開催した。シンポジウムでは、本プログラムでの取り組みをアピールすることも意図して企画した。明治大学・納谷学長から、広島大学・明治大学間での包括協定締結に関して報告をいただき、数理生命科学の教育・研究コンソーシアムが実質的に形成されつつあることを強調いただいた。大学評価・学位授与機構の荻上先生からは、高所より見られたこれからの大学院研究・教育について御講演いただいた。

毎日新聞社・元村有希子氏、大阪大学・近藤 滋教授、徳島大学・野地澄晴教授、Mikhailov 教授 (Fritz-Haber-Inst. ドイツ) を招待講演者として、それぞれの立場から数理生命科学融合研究についての話題提供をいただいた。学生はポスター発表で参加した。広島大学から24題、明治大学からは8題のポスター発表があった。

(8) 数理生命科学ディレクター認定証の授与

本プログラムで規定する単位を取得した学生には、「数理生命科学」の所定カリキュラムを修了したことを証明する認定証を授与した。プログラム実施期間中に博士課程後期学生1名、博士課程前期学生50名を認定した。

(9) 数理分子生命理学セミナーの実施(広島大学)

専攻内の学生が、数理生命科学融合研究の実態を学ぶ機会として、「数理分子生命理学セミナー」を開講した。年度初めのセミナー数回分を使い、博士課程前期入学後の学生が各自の卒業研究（それぞれ異なる出身学科で行った）を異分野出身の学生に対して説明する機会を設け、異分野出身者との議論を体験させた。その後は専攻内外から研究者を招聘し、1時間程度の講演と30分程度の質疑応答を行った。学生にはセミナー終了後、講演に対する感想を提出させ、内容の理解度や、どのような啓発を受けているかを確認した。

(10) PDM セミナーの実施(明治大学)

明治大学においては、博士研究員(P)、博士後期課程学生(D)、博士前期課程学生(M)が各自の研究経過を報告するセミナーを実施した。研究途中の成果に対して互いに議論する場を提供することで、他

人の研究を批判的に検証する力の養成を目指した。

(11) 学生への支援状況

本プログラムを進める中では、大学院生に対する経済的支援とともに研究設備の支援、学生交流環境整備、学生の学会参加・研修派遣支援を行った。

① リサーチアシスタント(RA)採用

博士課程後期学生を対象として RA の採用を行い、大学院生の経済的な支援を行った。平成 19 年度 - 21 年度までに、11 名を RA として採用した。

② 研究設備の導入

数理生命科学融合研究を推進するために必要となった以下の共用研究設備を導入した。

- 1) 遺伝子解析システム
- 2) 微量発光定量装置
- 3) サーモグラフィー
- 4) ポスタープリンター
- 5) ノートパソコン (学生貸出し用)
- 6) 計算用ワークステーション (明治大学設置)

③ 学生交流環境の整備

数理生命科学に関わる図書・DVD を購入し、希望者に貸出した。図書の選定は、数理系・生命系の大学院生、教員からの推薦をもとに行い、異分野研究の良い導入となる図書を配備した。

広島大学共用スペースを用いて、学生・教員が自由に集える部屋を準備した。科学リテラシー概論など集中講義に利用した。研究室セミナー、自由討論の場としても利用され、特に学生間の良い情報交換・討論の場となった。

明治大学側では、本プログラム活動専用の研究室を 1 部屋用意し、同様に学生・教員が自由に議論・セミナーに活用できるスペースとした。

④ 学生の学会参加・研修派遣支援

学会参加・共同研究の遂行のために学生の旅費支援を行った。本プログラム実施中に 48 件の支援を行った。

2. 教育プログラムの成果について

(1) 学生表彰

プログラム開始後の学生受賞履歴を見ると、数理生命科学研究を進める学生が、徐々に外部から評価を得てきていると見える。

平成 20 年度

宮地智行：日本学術振興会特別研究員採用

秋山正和：第 18 回日本数理生物学会・ポスター賞

豊田 咲：第 12 回生体触媒化学シンポジウム・ポスター賞

平成 21 年度

落合 博：日本学術振興会特別研究員採用

中野祥吾：第 82 回日本生化学会大会・優秀プレゼンテーション賞

七種和美：日本質量分析学会 2010 年度 BMS トラベラーズアワード

上脇隼一：平成 21 年度日本化学会中国四国支部長賞

藤井雅史：日本学術振興会特別研究員採用 (内定)

いずれの受賞学生のテーマも、数理モデル研究あるいは数理生命科学研究を指向したものである。テーマの深め方の新しさ、他者に成果をわかりやすく説明する技術の向上が受賞につながったと解釈できる。このように見るならば、本プログラムでの教育活動の成果が現れつつあるといえる。

(2)博士課程前期・後期進学者数の推移

在籍する大学院生のアクティビティーが、学生を呼び寄せる効果はあるようである。本プログラムの採択が決まった平成19年度は、博士課程前期の入学人数は定員23名を下回る21名であった。本プログラムが本格的に動き始めた平成20年度の入学人数は25名、平成21年度は28名と少しずつ入学人数が伸びた。

博士課程後期学生の入学人数は、本プログラムを開始した平成19年度は7名であった。この学年の進学者は、本プログラムに先立つ「魅力ある大学院教育」イニシアティブ・数理生命科学ディレクター養成プログラムが進められている期間に博士課程前期の教育・研究指導を受けたため後期課程進学の意欲が高まったと見ることができる。それに続く、平成20年、21年度の博士課程後期の進学者が3名と低迷したのとは際だった違いがある。前期学生に対する、大学院GP活動は、研究者指向を促進する効果があったようだ。

興味深いことに、本プログラムが本格的に始動した平成20年度に博士課程前期に進学した学生のうち6名が、平成22年度から後期課程に進学する。これは、数理生命科学ディレクター養成プログラムにより後期進学者が増えたのと同じ現象である。博士課程前期の2年間に継続的な大学院GPによる教育活動支援があると、後期課程への進学意欲を高める効果があるように見える。豊富な予算支援により、学生の学会参加の機会を増やし、明治大学との交流事業を積極的に企画することが可能となるため、学生が様々な形で啓発されるためであろう。

(3)論文発表数の推移

博士課程前期・後期学生による論文発表数の推移を右に示す(表4)。

右表のように、本プログラムが開始された平成19年度以降、顕著に論文発表数が増加した。同期間中の学会発表数・論文発表数の増加は際立っている。提案型研究の申請書・報告書作成、成果発表(中間・最終)が求められることが、後期課程学生の論文発表意欲を向上させる効果があると見てとれる。

表4:論文発表数の推移

	博士前期課程	博士後期課程	合計
平成19年度	2	14	16
平成20年度	8	13	21
平成21年度	12	16	28

(4)多様な背景を持つ学生間の交流効果

本プログラムは、数理系および生命系の異なる背景を持つ学生間の交流を通して、相互の物の見方の違いを実感し、個々の学生の研究観を拡大させる環境を提供することが重要な教育効果を持つと考える。一般的に、数理系(数学科、物理学科出身学生)の学生は、演繹的に現象を捉えてゆくものに対して、生命系(化学科、生物学科出身学生)は、帰納的に考える傾向が強い。M.Nottらのアンケート結果は、教員が日常接する中で感じる印象を裏付けている(Nott, M and Wellington, J.; The Nature of Science in Science Education, 5, 293-313 (1998))。

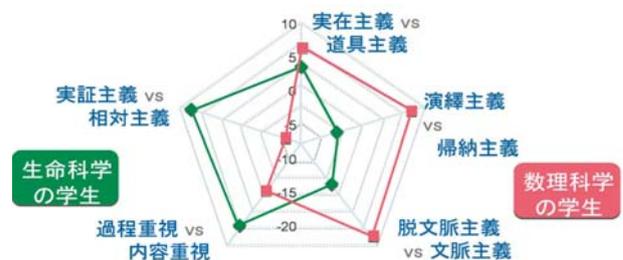


図11: 数理系・生命系学生の「物の見方」の違い(M.Nottのアンケート結果の引用)

本プログラムの実施で、どのような学生の変化が生じたかについて、市川の方法による「学習観」を調べるアンケートの結果を表5に示す(市川伸一「開かれた学びへの出発」, 金子書房, p119 (1998))。プログラム実施中の平成21年度に本専攻に進学した博士課程前期学生を対象とした。

失敗に対する柔軟性については、特にこの学年では指標値が低く、研究がうまく進まないと投げ出すような弱さが目立つ特徴がある。「方略志向」とは、学習の仕方を工夫するのが好きかどうかを示す指標である。この2つの項目が12

表5:平成21年度進学者の学習観の変遷

	失敗に対する柔軟性	思考過程の重視	方略志向	意味理解志向
入学時点	1.52	3.75	2.65	1.49
12月時点	1.21	3.95	2.48	2.20

月時点で、入学時より低下していることは、この学年の学生の挑戦する意欲が乏しいということの反映であるかもしれない。与えられた課題を教えられたとおり実行することで満足するこの世代の「気質」の反映とも読み取れる。

上記の個人の「気質」に関わる部分には、本プログラムは改善する効果は持たない。一方で、「思考過程の重視」あるいは「意味理解志向」という学習に対する「取り組み方」には明らかな改善が見られた点は注目に値する。この変化は、プログラムの中で行われた学生間の協調的作業（協調的学習や、異分野の講義・研究発表）が、個々の学生に対して固定した物の見方や、考え方からの脱却を促す効果があると見ることができる。

上記から、異分野研究者や他大学の異なる文化の中にいる学生との交流は、1つの専攻で研究・教育を進めるよりも学生の物の見方を拡大する効果が期待できそうである。明治大学とのコンソーシアムは異分野融合研究を進める人材育成という観点では、持続させることで大きな教育効果を持つといえる。

3. 今後の教育プログラムの改善・充実のための方策と具体的計画

(1) 今後の課題と改善のための方策

本プログラムに参加した大学院生（広島大学・明治大学）に対して、プログラムに対する感想を出してもらった。その結果にもとづいて明らかになった課題とその改善策を以下にまとめる。

① 講義科目（科学英語・技術経営論・知的財産権論）

科学英語では、特任教員の努力により毎回英文添削をして返却した結果、これまで受けられなかった丁寧な指導を得られて良かったという意見が多く好評であった。この活動を継続するには、英文添削に時間をさけるスタッフの存在が不可欠である。プログラム終了後、このスタイルの講義を継続するために、特任教員だった1名を非常勤講師として雇用し、当該講義を担当してもらうことにした。

技術経営論・知的財産論は、大学院生には馴染みが薄い内容であり、講義の必要性について評価が分かれた。また、工業製品に関する経営論・知的財産論は、理学系学生が進めている研究と直結しないために必要性を感じにくかった印象がある。一方で、学部では触れられなかった講義内容に啓発された学生もいた。今後も当該講義科目は継続するが、要素技術などを例にあげるなど講義内容を工夫するよう担当講師に要望を出す。

② 科学リテラシー概論・科学コミュニケーション論

科学的内容を研究者以外の人に伝えるサイエンスコミュニケーターの重要性は、学生自身が見るテレビ番組で実感しているはずであるが、自らが行う立場になると戸惑ったようである。講義で何を学ばせたいかが分からない、科学リテラシー概論で行った「紙芝居」実習の必要性が分からないなどの意見があった。すでに学会発表をしている学生達が、あえて簡単な言葉で研究内容を語ることに抵抗を感じるメンタリティーが災いしていると感じられる。講義開講時期が学会期間であったため、学生自身に時間的なゆとりがないことも上記の批判の一因であろう。当該講義は、外部から非常勤講師を招聘して継続するが、開講時期を工夫して学生が余裕を持って講義に集中できるよう改善する。

③ 数理－生命融合プロジェクト

他学科出身の学生とコミュニケーションする機会を持つことができ、いろいろな形で研究上の相談ができる関係を築くことができたという意見が多く、本プログラムの目的は果たせていると見ることができる。ただし、カードゲームや新聞記事作成などの課題は、すでに研究を始めている大学院生には「お遊び」と見えてしまい、課題遂行のインセンティブを保てないと不満を持つ学生もいた。内容の改善は必要である。研究的な要素が高い課題を対象として取り組ませる方が効果は高いと考える。

④ 提案型研究

博士課程後期学生を対象として、申請書・報告書の提出、中間・最終報告会での発表、それぞれに対する教員のコメントを返すという方式は好評である。指導教員以外から、研究に対してコメントをもらえる機会は他には無いため、学生には良い刺激になっている。30万円程度の研究費補助が出せた

ため、学生は責任感を持って研究報告などを準備した様子がかがえる。適切なコメントをもらうために、異分野の教員が理解できる発表をしなくてはならないため学生には相応な負担もあるが、これを行うことがプログラムでの狙いである。この点では、提案型研究は目的を十分に果たしている。本プログラム終了後も、重要な事業として継続するが、研究費支援が困難になると現在のように、成果発表義務に強制力がなくなる可能性がある。大学からの支援を得て、規模を縮小してでもシステムを形骸化しないよう運営を続ける計画である。

⑤ 学生交流事業

広島大学・明治大学間での学生交流事業は、コンソーシアム形成を掲げる本プログラムのなかでの重要な事業である。学生間の交流であるため、共同研究のような目に見える成果としては判定しづらい。しかし、学生アンケートを見る限りでは、普段話すことがない他大学の学生との交流は研究上のアドバイスをもらったり、アイディアを交換したりするための良い機会となっており、学生には予想以上に良い刺激を与えている。本プログラム終了後も、ここまで築き上げた明治大学との関係を継続し、さらには龍谷大学、京都大学との関係を発展させることは新たな大学院教育のスタイルとしても良い例になるはずである。実施に当たっては、学生派遣経費の確保が大きな問題である。大学からの継続的な支援を得て派遣学生人数を絞りつつも、効果的な交流を工夫してコンソーシアムを維持する。

⑥ 海外の拠点とのコンソーシアム形成

本プログラムで目指すコンソーシアムは、最終的には海外の拠点まで拡大したい。本プログラム実施期間内でも、平成20年1月28日に慶北国立大学（韓国）の教員・学生が広島大学を訪問し、研究発表会・学生交流を行った実績がある。

広島大学北京研究センターを介して、首都師範大学生命科学学院（中華人民共和国）の3名の教員との交流を行った。同じく北京研究センター経由で本専攻を知った中華人民共和国の学生が、外国人留学生特別選抜入学試験を受験し、平成22年度10月に本専攻へ入学することが決まっている。

上記の首都師範大学生命科学学院の教員は、本専攻が目指す数理生命科学の教育・研究を首都師範大学へも導入したいと意思表示しており、拠点として連携することを計画している。連携実現には広島大学北京研究センターが北京に設置されていることは大変に有利であり、効果的に活用したい。

4. 社会への情報提供

(1) 専攻パンフレットへの取組みの記載

本専攻で行われている教育・研究内容を紹介するパンフレットに、本プログラムの概要と履修プロセスを掲載し、全国の大学理学系大学院・学部へ郵送した。

(2) ホームページ

本プログラムの概要・活動状況について定期的にホームページを更新し、外部に向けて報告している。特に、プログラムの概要説明については、英語・中国語・韓国語で記載し、アジアを中心とする国際的なコンソーシアム形成につながるよう工夫した。

ホームページ URL は、<http://www.mls.sci.hiroshima-u.ac.jp/edu-cons/index.html>

(3) 専攻シンポジウム

本専攻で定期的に行っているシンポジウムにおいて、明治大学・龍谷大学との大学間包括協定の締結や、大学院生が進めている研究成果の報告などを行い、広く外部に活動状況を発信した。

(4) 大学教育改革プログラム合同フォーラム参加

平成20年度・21年度の大学教育改革プログラム合同フォーラムに参加し、本プログラムでの取り組みをポスターで紹介した。

5. 大学院教育へ果たした役割及び波及効果と大学による自主的・恒常的な展開

(1) 大学院教育へ果たした役割・波及効果

本プログラムは専門性の追求を強調する大学院教育で、あえて異分野に触れさせる挑戦的な試みと

言える。大学院生の専門性からの乖離など懸念される材料もあったはずであるが、結果的には学生は異分野研究を知り、各自の専門分野を客観的に見る目を持つことができたようである。また、異分野研究者に研究成果を正確に伝えることを意識することが、同じ分野の研究者と明快な議論をする訓練にもなっており、これが学生受賞数を伸ばす上で役立ったようである。

コンソーシアム形成を目指して明治大学と定期的な学生交流を行った実績は注目に値する。ことに、大学間包括協定により単位互換科目を設けることで、大学院生が他大学の講義を高いインセンティブで受講できるシステムは、1専攻だけでは実現できない多様な講義の選択肢を与えるため、融合領域研究が活発になるにつれて他の専攻・研究科でも取り入れるべきシステムになるかもしれない。その意味で、本プログラムで取り組んだコンソーシアム形成による大学間交流事業は、今後の大学院教育の1つのテストケースとして注目すべきと考える。

(2) 支援期間終了後の措置

本プログラム終了後は、学長裁量経費等の学内予算によりこれまで作りあげてきた教育プログラムを継続する。予算の規模については現状を維持することは容易ではないが、本プログラムの核心である「コンソーシアム」の維持と、特に高い研究者教育効果が認められた博士課程後期学生による「提案型研究」の実施を中心に、規模を縮減して維持する計画でいる。

すでに複数の海外拠点との交流も始めているが、今後は国内で築き上げた「コンソーシアム」を海外に向けて展開し、さらに新しい刺激で学生を啓発する教育システムの構築を目指す。この目的の実現には、広島大学の北京研究センターを介した首都師範大学（中華人民共和国）との連携や、明治大学が独自に築いてきている海外の大学との連携関係を効果的に利用する。新たな予算獲得も含めて、大学からの継続的な支援のもとに次の展開を図ってゆく。

組織的な大学院教育改革推進プログラム委員会における評価

【総合評価】
<p> <input type="checkbox"/> 目的は十分に達成された <input checked="" type="checkbox"/> 目的はほぼ達成された <input type="checkbox"/> 目的はある程度達成された <input type="checkbox"/> 目的はあまり達成されていない </p>
<p>〔実施（達成）状況に関するコメント〕</p> <p>「数理生命科学研究を担う人材を育成する」という教育プログラムの目的に沿って、博士前期課程の数理—生命融合プロジェクト研究、博士後期課程の提案型研究、明治大学との単位互換制度による幅広い講義の提供などが着実に実施され、大学院教育の改善・充実に貢献している。学会発表数と発表論文数が着実に増加するとともに、学会での受賞や日本学術振興会特別研究員への採用などの成果が得られている。</p> <p>今後の方策については、大学院生からのアンケートなどを踏まえて問題点を把握し、具体的な計画が検討されているが、さらに、博士後期課程の定員充足率の改善について分析し、その結果も踏まえて教育プログラム全体の改善・充実に図ることが望まれる。</p> <p>情報提供については、ホームページの内容が充実しており、概要説明は英語、中国語、韓国語でも掲載されている。また、刊行物、シンポジウムなどを通して広く公表されている。</p> <p>明治大学との連携を活用した異分野融合教育については実績があり、大学間連携教育のモデルとして波及効果が期待される。</p> <p>核となるプログラムを継続するための予算措置、海外コンソーシアムの展開など、支援期間終了後の大学による自主的、恒常的な展開の措置も示されている。</p> <p>留意事項についても真摯に受け止め、分野融合、大学間連携の実質化に向けて対応がなされており、当初計画より充実したプログラムが実施されている。</p> <p>教育研究経費は、1年目の設備備品費が大きいですが、大学負担分も含めておおむね効果的・効率的に使用されている。</p>
<p>（優れた点）</p> <p>生命科学系と数理科学系の融合教育という、その重要性が認識されながらも容易ではない教育プログラムに、明治大学とのコンソーシアム教育も活用しながら真剣に取り組む姿勢は高く評価できる。</p> <p>（改善を要する点）</p> <p>博士後期課程の定員充足率の改善については、原因を分析し、その結果も踏まえて教育プログラム全体の改善・充実に図るとともに、大学院生のニーズや多様性も考慮した工夫が望まれる。</p> <p>拡充を計画しているコンソーシアムによる教育活動は、多様な科目選択と教育機会を提供するためには有効であるが、大学間での教育方針、教育理念の共有のための努力が望まれる。</p>