

## 平成17年度「魅力ある大学院教育」イニシアティブ 採択教育プログラム 事業結果報告書

教育プログラムの名称 : 地球診断学創成プログラム (リモートセンシングから地球診断学博士の誕生まで)  
機 関 名 : 千葉大学  
主たる研究科・専攻等 : 自然科学研究科 生命・地球科学専攻 地球生命圏科学専攻  
取組実施担当者名 : 西尾 文彦  
キ ー ワ ー ド : 環境動態解析、環境影響評価、環境政策、自然災害科学、リモートセンシング

## 1. 研究科・専攻の概要・目的

自然科学研究科は、博士前期課程(14専攻)、博士後期課程(10専攻)から構成されている。教員数は、約240名、学生数は博士前期・後期課程をあわせて、1学年約700名を数える。

教育研究目標は、1) 修士課程においては、広い視野に立って精深な学識を授け、専攻分野における研究能力又はこれに加えて高度の専門性が求められる職業を担うための卓越した能力を培うことを目的とする。2) 博士課程においては、専攻分野について、研究者として自立して研究活動を行い、又はその他の高度に専門的な業務に従事するに必要な高度の研究能力及びその基礎となる豊かな学識を養うことを目的とする、とある。このように、先導的・創造的な研究能力と素養を有する研究者の育成と高度な技能をもつ高度職業人の育成をめざしている。

地球生命圏科学専攻では、人間活動の急速な拡大ともなって進行する地球生命圏の進化と変貌を科学的に解明する研究と人材の育成を目的としている。

本専攻は、地球圏システム科学、地表環境動態学、生命システム科学の3講座から構成されている。地球の内部と表層の動態とそのメカニズム、多様な生物種の成り立ち、生物群の相関、生命体の分子メカニズムを地球の歴史という地球史視点で解析し研究する。また地球環境と生命圏のダイナミックスな相関を研究し学生の教育を行う。

さらに総合的かつ広域的に理解し、地球生命圏の変化を予測し、対応策を導出できる先端的な研究者や高度な技術者を養成することをめざしている。

これまでの研究・教育活動を少し具体的に述べると、

地球科学、生命科学、リモートセンシング研究の各分野は、1) 地球科学においては、気象・海洋・地理地形・地震など地球表層の変動を、2) 生命科学では海洋域・陸域における地球表層の植生生態から遺伝子レベルの変化を、3) 環境リモートセンシング研究では、衛星データベースの作成・集積、衛星情報の処理・解析技術および地球表層や大気地球科学的情報を得るためのアルゴリズムの開発などを中心に、各分野ごとに先端的な研究を行ってきた。

これらの各分野が大学院自然科学研究科・博士後期課程(3年間)において、地球生命圏科学専攻を組織して学位、博士(学術、理学、工学)を、年間約15名程度に授与している。

「地球診断学創成プログラム」は、自然科学研究科の地球生命圏科学専攻において取組を実施した。

## 2. 教育プログラムの概要と特色

激変する地球環境のもとで、地球温暖化を起因とした地球表層の変化、環境劣化が著しい。なかでも、近年、高い頻度で発生している異常気象・洪水災害、さらに地震災害など、多くの災害の発生により、地球上で生存していくために人々は未来に不安を抱いている。人類が安全で安心な地球社会を構築し環境を維持していくためには、地球上における環境変化とその劣化の予測を行い、環境保全を行える人材の育成はたいへん重要であるの言うまでもない。

また、発生した災害のダメージを少しでも軽減できる

知識と技能を有する人材の育成が必要である。地球システムの変化に起因する、気象や環境の変化および地球表層の変動に関する情報の提供、さらに災害の発生を予測できるような地球の医者が求められている、と云える。

地球環境の変動による大気・海域・陸域など地球表層の情報を得るためには、衛星リモートセンシングから得られる情報はおおきな役割を果たし、かつ有用な技術である。

「地球診断学創成プログラム」では衛星情報を活用して、地球表層の変化をいち早く検知し、変動の要因を知り、現地における検証を実施し、かつ予測モデルを構築、災害発生の危険率を予測する能力を有した人材育成を目標とした。

千葉大学における自然科学研究科の地球生命圏科学専攻において、地球科学、生命科学、環境リモートセンシング研究の各分野、また地球表層の中でも陸域の生態系を扱う分野において、理学及び工学の融合により大学院における意欲的かつ独創的な教育の取り組みである大学院教育プログラムを創成した。

このようにリモートセンシング情報の処理技術など実質的な技能を有し、かつ危険度の増大した地球表層の検証・モデルの作成などを行える高度な技能と識見をそなえた研究者を育成する「地球診断学博士育成プログラム」を実施してきた。

地球を診断できる能力を有する研究者育成を目指す「地球診断学創成プログラム」では、地球環境が大きく変動する兆しのもと、最近では、地球温暖化を起因とした地球表層の変化が著しく、高い頻度で発生している気象災害、また地震災害など、多くの災害の発生により、多くの人々は不安感を抱いている。温暖化や環境劣化に伴う地球表層の生態系の変容は、物質循環や生物資源の持続的利用などの生態系サービスにも負の影響を与えていることが、様々な側面で顕在化しているのを人々は実感している。

自然科学研究科・地球生命圏科学専攻において、衛星リモートセンシング研究センターおよび地球・生命科学を専門とする分野の教員によって、また地球表層の中でも海洋・陸域の生態系を扱う分野の理工学融合による大学院における意欲的かつ独創的な教育に取り組む大学院教育を創成した特色と、それを実現する過程を、図1の地球診断学教育プログラムの流れに示した。



図1. 地球診断学教育プログラムの流れ

教育プログラムの流れを、説明すると以下のようになる。

「地球診断学創成プログラム」では、地球科学、衛星リモートセンシング、海洋、陸域生態系の分野を専門とした研究者集団が、問題発見、現象解明、要因分析の技術能力の習得と向上、フィールド研究、予測モデルの開発、社会へ情報提供する能力などを養成し、地球診断学の創成と地球診断学博士を育成する、一貫した教育プログラムを構成している。

カリキュラムの構成は、衛星情報の処理・分析技術習得を主として、分野は地球科学、環境地理地形学、保全遺伝学・保全生態学、水文気象・雪氷学、大気物理学などの分野にわたる。

教育プログラムでは、個々の分野に特化するのではなく、衛星情報を利用して、地球表層環境の変動のモニタリング、変動の要因解析、災害、生態系の改変など異常な変動を検証して、災害・被害軽減のための現地調査・検証を行い、災害に関する情報の提供・発生の予見ができる能力を有する高度研究者を養成し、その為の能力開発を行ってきた。

衛星リモートセンシング及び地球科学、生命科学の理工学を融合した一連の高度な研究者養成課程を形成し、現在も継続して博士後期課程2年生(平成19年度現在)の指導を実施しており、学位取得をめざして11名の学生を指導してきた。

### 3. 教育プログラムの実施状況と成果

#### (1) 教育プログラムの実施状況と成果

大学院教育の実質化のために行った具体的なプログラムの取組みとカリキュラムを述べる。

地球を診断するためには、地球を見る技術、地球を理解する知識・経験の双方が必要である。そのために「地球診断学創成プログラム」では、千葉大学における特徴ある分野である衛星リモートセンシング、地球科学、海城・陸域生態系の分野の研究者集団が指導を担当した。

1) 地球を見る技術として、衛星リモートセンシングによる衛星画像情報の活用を中心にして、問題発見、画像情報処理・解析技術的能力の習得と向上を行う。

次に、

2) 地球を理解する知識・経験をフィールド研究を通じて習得し、地球表層の変動の要因解析、研究発表、予測モデルの開発能力を養成する。

さらに、

3) 得られた成果から変動の要因の原因の特定とその予測、災害、生態系変容に関する予測情報を社会に提供する能力を有する地球診断学博士育成の一貫した教育プログラムを構成する。

カリキュラムの構成は、衛星画像情報システム技術（衛星リモートセンシング）の活用から始まり、地球科学、地球ダイナミクス、環境地理地形学、保全遺伝学・保全生態学、海洋・水文気象学、大気物理学などの分野にわたる。

地球診断学創成プログラムでは、個々の分野の専門性を習得するだけではなく、衛星情報を活用して地球表層環境の変動をモニタリングし、変動の環境要因解析を現地での検証に基づいて行うことを重視したフィールド科学を基盤としている。

災害など異常な変動を検知したならば、現地における検証、また災害軽減のための現地調査・検証を行い、災害に関する情報の提供・発生の予見ができる能力を有する高度な研究者であり、かつ実務経験者を養成するとともに能力開発を行っている。

衛星リモートセンシング及び地球科学・生命科学の理工学を融合した高度な技術と素養を有する研究者養成課程を目標として進行しつつある。

この課程においては、学位の取得、博士（学術、理学、工学）はいうに及ばず、「地球診断学博士」としての新たな学問分野の創成と学位を目標としているが、「地球診断学」を創成するためには、今後の実績と学問的な体系が必要であり、まだ成就するまでには至っていない。

現在の地球生命圏科学専攻において教員は専任、兼任、客員を含めて39名で構成されている。

「地球診断学創成プログラム」では、地球圏システム科学、生命システム科学、地球表層環境科学の3分野に加えて、理工学融合をめざして、画像情報システム科学分野からの教員で構成し、新たな「地球診断学博士」および「地球診断士」の認定を目標として発足している。

本事業期間において、地球診断学博士の学位授与の検討を行ったが、地球診断学の分野領域の創成の進展が必要である。しかし、千葉大学において、地球診断士の資格の創成と授与を検討しており、学生の学位、博士（学術、理学、工学）授与と地球診断士の資格の授与を、平成19年度中には実施できることを検討している。

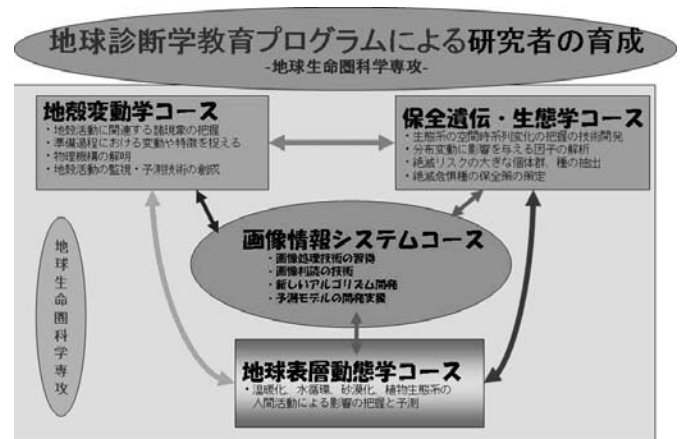


図2. 地球診断学教育プログラムによる研究者の育成。

体系的な教育課程の編成として、「地球診断学創成プログラム」においては、本専攻の4つの分野から、それぞれ4つの教育プログラムを準備し、16名の教員で研究指導を行ってきた。

図2には、地球診断学教育プログラムによる研究者の育成を4つのコースの構成から示した。

重要なことであった。

- 1) 地殻変動学コース (教員4名) ; プレートテクトニクスを基礎とした画像情報による地殻変動の検知と予測を指導する。
- 2) 保全遺伝・生態学コース (教員4名) ; 東アジアの高山地域から沿岸地域にいたるさまざまな野外生態系を対象にし、環境変動に伴う生物の各階層 (遺伝子レベル、集団レベル、群集レベル、景観レベル) での時系列画像による動態解析、及び衛星情報からの生態系の変化への研究を行う。
- 3) 地球表層動態学コース (教員6名) ; 主としてアジア地域を空間情報源として、中国、モンゴル、インドネシア、シベリア・北極域までを含め、温暖化、水循環、砂漠化、植物生態系と人間活動との動態を対象としている。
- 4) 画像情報システムコース (教員2名及び画像処理システムの維持・アルゴリズム開発支援員1名) ; は、主として、地球を見る技術を習得するために画像情報処理・解析の支援及び技術向上の指導と企画を行い、理工学融合の重要な役割を担っている。

上記、4つのコースにおいて、最初の1年 (平成17年度) は、国内で「地球診断学創成プログラム」の目標達成のために、地球科学、生命科学の講義・演習による学習、情報処理・解析などの技術習得、そして問題発見、要因解析の能力開発と養成に集中して教育研究指導をおこなった。

しかし、平成17年度の後半から平成18年度にかけて、主として東アジアを対象領域として、具体的には、中国華北と新疆、モンゴル、インドネシア、オホーツク海・北極域における温暖化の影響の抽出、水循環、砂漠化、植物生態系と人間活動との動態を研究対象とした。これらの学生の指導と学位の研究課題の設定のために、国際的な大学間や部局間協定を通して、今まで研究実績のある大学・研究機関との連携を行った。また外国人研究者や教員の招聘と指導を御願いし、英語の実践力養成を行ってきた。このように外部の専門家を招聘して研究の連携を強化している。

本専攻に外国人教員を招聘することは、「地球診断学創成プログラム」の各コースの目標達成度を高めることに

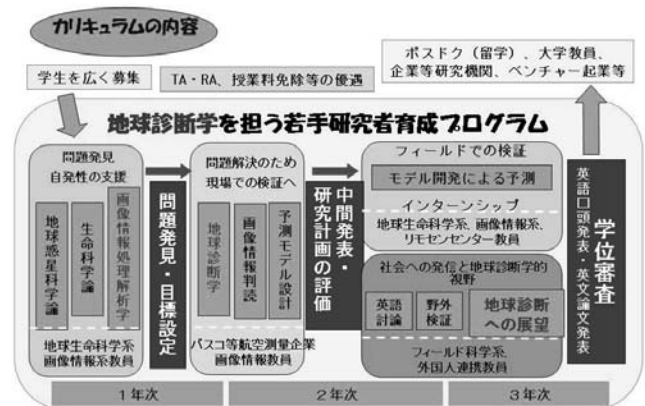


図3. 地球診断学の育成カリキュラム。

本プログラムにおけるカリキュラムは、図3に示すように地球惑星科学、生命科学、画像情報システム科学の基礎的な知識を講義や演習などで習得する。画像情報システム科学のコースでは画像処理技術などを習熟することが必修である。この為には、習熟度、理解度の目標達成の評価を学生による評価等を小人数による、コースとしてカリキュラムの実践体制をとった。

フィールド調査においては、指導教員との企画、調査、まとめを共同して行い、同一教員の指導をできる限り長く受けるように配慮している。日本国外におけるフィールドの活動は、教員は言うに及ばず学生にも多くの貴重な経験と素養を習得するために重要なことであった。本フィールド調査により、学生に高いリーダーシップを養うことができた。また、高い素養と独創的な発想をもつ研究者育成の出発点である。

画像情報システムにおける空間情報の処理解析においては実習を通じて早く習熟することを目標とした。6ヶ月ほどを経て、自分で処理・作成した画像から、前述したそれぞれのコースの教員とともにフィールドにおいて画像の判読、変化の抽出の実習を行い、このとき、野外調査の企画・企画など学生を中心に行った。

図4には、北海道日高山系のアポイ岳で野外実習・調査の写真を掲載した。

教育プログラム：  
表層コース・保全コース共同野外実習  
(2006年9月；北海道アポイ岳)



現地での測量した結果をメッシュ化

図4. 北海道日高山系のアポイ岳で野外実習

現在、平成18年度で「地球診断学創成プログラム」に入学した博士後期課程の学生は11名であり、2年目での学位論文作成の研究課題の中間発表の準備とその評価の準備を控えている。

「地球診断学」セミナーは、毎週1回（金曜日午後）、平成17年12月より行ってきた。また、インターンシップとしては衛星画像の技術的支援と産学連携において共同研究を実施している会社と共同研究の一つとして2名が数週間行った。

シンポジウム及び地球診断学公開講座は3回行い、教員のみならず学生にも研究内容を発表し公開することの重要性を体得していただいた。

海外研究教育機関への派遣としては、中国・新疆大学（2名）、安徽大気物理研究所（2名）、タイ国、カセサート大学（2名・2回）、インドネシア国、インドネシア大学、ウダヤナ大学（2名・2回）へ実施している。また、研究プロジェクトへの参加は、上記、学生の派遣は大学との共同研究プロジェクトにもとづいた派遣であった。

一方、海外の共同研究機関からの招聘等は、米国NASAから共同研究と同時に、1名の学位取得学生の研究指導、英語論文作成と英語での発表などの指導を受け、大変、有益であった。この結果、2年次から本プログラムに編入学なる手続きを執った学生に博士（理学）の学位を授与することができた。

本プログラムの学生に、平成17年度から18年度の教育プログラムの実施に関連して、評価と意見を求めた

ところ、

- 1) 地球科学・生命科学・情報科学の学生が一緒になりセミナー、演習や野外でのフィールド実習は、いわゆる理工学融合による成果であるとの評価を実感した。
- 2) 画像情報処理の操作や処理技能の習熟は、早期に行うことが望ましい。
- 3) 共同研究プログラムに基づく現地への参加では、野外フィールドの企画・実験・調査の実施と経験を積むことができ有用であった。特に衛星画像を読み取るためには、現地での検証が大変重要であることを体得した。
- 4) 現地、とくに海外での共同研究プログラムに参加できない学生が財政上の制限から、今後の課題となった。

以上の評価と意見が提案された。

## (2) 社会への情報提供

得られた成果から、変動の要因の分析結果とその原因、モデルによる予測、あるいは災害などに関する予測情報を社会に提供するために研究発表の能力を高めるための機会をもつ。例えば、災害に繋がるような結果を得た場合など、科学的な結果とその妥当性に十分な検討が必要である。敢えて問題の根拠など科学的に指摘し、社会に情報を発信する勇気は、研究者として重要な素養である。この一連の教育プログラムが地球診断学に重要なことであり、人材育成の目標の一つでもある。

以上のように、当初の実践計画のために、シンポジウムや「地球診断学」の公開講座に際して、本プログラムに参加している学生には、学位論文研究課題の中間発表、セミナーにおいて情報発信能力を高めるための研究報告を頻度多く行った。また、コミュニケーション力を高めるために日常的な発表の場を設定した。

平成18年6月3日に発生したインドネシア国、中部ジャワ島沖地震においては、現地への災害調査団に教員を代表者として派遣し、現地調査をおこなった。その後、千葉大学において学長の指導のもとで、災害調査結果の記者発表をおこない、大学と本プログラムの今後の取り組みの公開を実施した。



図5. 中部ジャワ地震災害調査報告と災害への取組み発表の記者会見（平成18年6月30日）

本プログラムでは、ホームページは「地球診断学創成プログラム」を発足時から公開し、広く社会へ情報提供し、また、学生募集を行った。

1) 日本語HP：地球診断学創成プログラム—リモートセンシングから地球診断学博士の誕生まで  
<http://www.cr.chiba-u.jp/gp/>

2) 英語HP：EarthCare Education Program  
<http://www2.cr.chiba-u.jp/gp/>

また、活動報告として、平成18年度の終了時に報告書と1名の学位授与の博士論文を作成し配布した。

#### 4. 将来展望と課題

##### (1) 今後の課題と改善のための方策

千葉大学において、地球科学、生命科学、画像情報システム科学（環境リモートセンシング研究センター；全国共同利用研究センターであり、リモートセンシングの名称を付した講座や専攻は日本の大学、研究機関では他に存在しない）において、今までも、環境リモートセンシング研究センターを基盤にして、リモートセンシング情報を種々の分野に利用、応用していく考えが議論され、実績を積んできた。

今回、「地球診断学創成プログラム」として提案したのは、画像情報システム科学（環境リモートセンシング研究分野が基盤となって）と地球科学、生命科学との理工学融合を図り、独創性の高い「地球診断学創成プログラ

ム」を構想し実施した。

また、地球診断学という、医学的な用語に類似性もたせて、地球環境の劣化に伴う災害や環境変動を検知し、変化の要因の解明を行うために現地での検証を行い、予測することに力を置いた。既存の、または自ら開発したモデルを駆使して予知する診断にスポットを当てた新しい用語である。地球環境学の主流である現象発見・解明から、要因解析が従来の研究の対象であったが、このプログラムでは、さらに一步踏み込んで、診断を予測モデルの開発と、そのモデルを駆使し、その結果を社会に情報提供していくことが、本教育プログラムであるが、十分な成果が出ているとは云えない。今後、2年の短い期間に学生の研究課題と目標をめざす予定である。

##### (2) 平成19年度以降の実施計画

1) 地球診断学の創成は、衛星情報またはリモートセンシング情報を基盤に、その処理、解析の高度な技術的な能力を持ち、地球科学、生命科学、災害科学への知識と理解を有した人材を誕生させることにある。今までは、情報処理、地球科学、生命科学および災害科学など、個々の専門性を追及していく高度研究者の育成であったが、自立して問題発見、解決ができる自立性と創造性を有した人材を養成する。

社会には科学的な根拠に基づいて成果を発信し、地球社会の安全と安心を維持していく人材の育成ができる。研究成果を研究論文に発表するだけで終わらない能力と社会的責任を発揮でき、社会に目に見えた役割を果たす自立した高度研究者を望む。

2) 本教育プログラムにおいて、残された2年間の期間で短いと考えられるが、学生の問題意識と問題発見と研究課題の選択が適正に行われる状況であり、講義や技術的な習熟などは可能である。フィールドにおける調査、成果のまとめをおこなって、残り2年間で学位論文と設定してカリキュラムの実践するには、かなりハードな指導と学位取得の時間制約があることが予想できる。現在、本プログラムへの支援は終了し、現在、あらたに発足した理学研究科の地球生命圏科学専攻で継続して同じ体制を維持して実施している。

## 「魅力ある大学院教育」イニシアティブ委員会における事後評価結果

<b>【総合評価】</b>
<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"/> 目的は十分には達成されていない
<b>【実施（達成）状況に関するコメント】</b> 「地球診断学創成」を目的として、地殻変動学、保全遺伝・生態学、地球表層動態学、画像情報システムの4つのコースを設け、教育プログラムの進展により、地球診断学博士の創設を目指して、着実に計画を遂行している。地球診断学博士の認定には至っていないが、画像情報システム科学と地球科学、生命科学との理工学融合のための教育プログラムはほぼ実施され、成果が上げられており、大学院教育の実質化に貢献している。 「地球診断学」への社会的ニーズは大きく、その創成を目指す本教育プログラムの成果は有用である。得られた成果はシンポジウムや「地球診断学」の公開講座において報告され、また報告書にまとめられており、他大学への波及効果が期待される。 今後は、2年間では困難であった博士学位授与、「地球診断士」の認定など、具体的な実績によって本教育プログラムの充実を図ることが期待される。
<b>（優れた点）</b> <ul style="list-style-type: none"><li>地球環境保全を国際的視点で追求できる人材の育成は社会的ニーズにかなうものであり、大学院教育の実質化に貢献し、波及効果を有するものである。</li><li>理工融合教育の例として、講義・演習・フィールド調査などを実施し、外国人教員の招聘による国際コミュニケーション力の養成など、十分に成果が上げられている。</li></ul>
<b>（改善を要する点）</b> <ul style="list-style-type: none"><li>「地球診断学」の確立を目指し、地球診断学博士の授与、地球診断士の認定に向けてプログラムの進展を図るためのより具体的な方策の検討が望まれる。</li></ul>