

# 日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 4 回 助成期間：平成 19 年11月1日～平成 20 年10月31日

テーマ：人工衛星を用いた地球環境の観測に関する高校理科教材の開発

氏名：岡本謙一 所属：鳥取環境大学

## 1. 課題の主旨

人工衛星からのリモートセンシングは、地球環境を観測するために有効な最先端の科学技術であり、現在活発に研究が行われている。しかし、高校生を対象とする宇宙からの地球環境のリモートセンシングについての教材は、これまで作成されていない。本提案では、人工衛星に搭載されたレーダやマイクロ波放射計などの電波リモートセンサで観測される地球環境（大気中の雨、海洋上の風向・風速、海水、海洋汚染、海面温度、地震・火山など）を事例として取り上げ、プラットフォームである人工衛星システムと軌道、電波リモートセンサとその観測原理、取得されるデータの実例などについて高校生が理解できるようにやさしく解説し、高校理科（地学、物理）教育に役立つ教材を開発することを目的とした。また、教材を通して、高校生が最先端の技術である人工衛星からのリモートセンシングについて理解を深め、観測技術や観測対象である地球環境について興味を持つと共に、地球環境を保全することの重要性を認識できるようにすることを目的とする。

## 2. 準備

本研究は、高校理科教材作成のための調査研究、教材の作成、実践研究、教材の評価で構成される。

- (1) 調査研究：(a) 高校理科教材作成のためのインターネットなどを利用した資料収集ならびに翻訳作業。(b) 大阪府教育センターの理科教育担当者との打ち合わせ。(c) 高等学校理科教科書（地学、物理）の調査。
- (2) 教材の作成：高校理科教材『人工衛星を用いた地球環境の観測』の編集、印刷・製本
- (3) 実践教育：(a) 鳥取県立鳥取東高等学校特別講義（サイエンスゼミ：宇宙からの地球環境の観測）において、日産科学振興財団の助成金で作成中（当時）の教材に基づいて、宇宙からの地球観測についての講義をした。(b) 鳥取環境大学のオープンキャンパスにおいて、高校生を対象とした体験授業を行った。授業の内容は、作成中（当時）の教材に基づいた宇宙からの降雨観測の必要性についてであった。
- (4) 教材の評価：(a) 鳥取環境大学の1，2年生のゼミでの教材の部分的な利用による学生自身の反応と評価。(b) 鳥取県教育センターの理科教育担当者との打ち合わせ。

## 3. 指導方法

### (1) 調査研究

(a) 高校理科教材作成のために、わが国の宇宙航空研究開発機構(JAXA)や米国 NASA の地球観測についての Home page を参考にして、各種地球観測衛星ならびにそれらに搭載された電波リモートセンサによる様々な地球環境の観測結果について調査を行った。また、宇宙からの降雨レーダやマイクロ波放射計などの電波リモートセンサを用いた降雨観測の具体例として熱帯降雨観測衛星(TRMM:Tropical Rainfall Measuring Mission)

を取り上げ、NASAが作成した英語のCDの聞き取りと翻訳を行った。

(b) 大阪府教育センターの理科教育担当者を訪問し、担当者から、大阪府における高等学校の理科（地学、物理）教育の現状について説明を受けた。また、高等学校教育に役立つ人工衛星を用いた地球環境のリモートセンシングについての教材開発の方針の説明を当方から行った。

(c) 高等学校の理科教科書（地学：19冊、物理：16冊）の購入と調査により高校生の知識レベルを調査した。

#### (2) 教材の作成

調査研究の結果をまとめて、高校理科教材『人工衛星を用いた地球環境の観測』の編集を行い、印刷・製本した。また、教材の図面をまとめたPower Point Fileを作成した。

#### (3) 実践教育

開発中の高校理科教材の図面をパワーポイントにして、人工衛星からの地球環境の電波リモートセンシングについて入門的な講義を行った。鳥取環境大学のオープンキャンパスでは、高校3年生、受験生、その父兄が約30名が熱心に聴講してくれたが、講義時間が30分と質問時間がとれなかったため、反応はよくわからなかった。鳥取県立東高等学校の「サイエンスセミナー」では、理数科3年生の生徒約20名を対象として90分間の授業を行ったが、質問もなく、反応はあまりよくなかった。内容が実生活から離れており、少し難しかったのかもしれない。

#### (4) 教材の評価

(a) 鳥取環境大学の環境政策学科（文化系の学科）の1, 2年生のゼミでの教材の部分的な利用による学生自身の反応と評価。やはり、『人工衛星』や『電波』というキーワードは、文化系の学生にとってはなじみが薄い感じで、難しいと感じる学生が多かった。数式をなるべく使わないようにしたが、地学、物理学を高校のときに学んだ学生の割合が少ないことが、宇宙からみた地球環境というテーマを近寄りがたいという印象を与えたようである。(b) 鳥取県教育センターの理科教育担当者との打ち合わせ。鳥取県教育センターの理科教育担当者からは、資料的価値はあるが、教育上で使用するためには、高校生が日常的な生活を通して身近に考えている地球環境についての題材から出発して興味を持てる内容にしていく必要があることが指摘された。たとえば、人工衛星から観測した鳥取砂丘の時間的な変化を環境問題として捉えていく視点が必要であるとの指摘を受けた。著者自身も、やはり教材として講義を通して高校生に説明をすれば理解できると思うが、高校生が教科書として自発的に読むには、やや難解な気もする。

## 4. 実践内容

平成20年6月14日（土）に、鳥取環境大学のオープンキャンパスにおいて、岡本が、高校生を対象とした体験授業を行った。授業の内容として、宇宙からの降雨観測の必要性（旱魃、洪水、異常気象）、人工衛星からの観測方法、観測結果の実例などについて、高校生、保護者等約30名を対象として説明した。説明には、当時日産科学振興財団の助成金によって作成中であった高校教材の一部を利用した。

平成20年6月16日（月）に、平成20年度県立高校・大学教員交流事業の一環として、学校設定科目「サイエンスセミナー」で、鳥取県立東高等学校理数科3年生の生徒、約20名を対象として、鳥取環境大学環境情報学部環境政策学科の岡本が、特別講義（サイエンスゼミ：宇宙からの地球環境の観測）の講義を行った。特別講義においては、日産科学振興財団の助成金で作成中であった教材に基づいて、宇宙からの地球観測について以下の内容の講義をした。

(a) 地球環境と地球環境問題、(b) リモートセンシングについて、(c) 人工衛星について、(d) 電磁波について、

(e)電波リモートセンシング、(f)地球環境の観測例（オゾン層の破壊、降雨、海洋温度、海上風、熱帯林破壊、海洋油汚染、火山、地震など）

## 5. 成果・効果

今回作成した教材は、内容的には、高校生にとっては、難しい教材になってしまった感じがするが、これまでにはなかった高校生を対象とする『人工衛星を用いた地球環境の観測』教材を作成したことは、それなりの成果であり、意義があると感じている。今回まとめた教材については、同じような教材が他にはないわけであるから、やはり多くの高校生にPRし、利用してもらうことによってその効果が得られるものである。現在、作成した高校教材を鳥取環境大学の岡本のHome pageに掲載し、全国の高校生の目に触れる機会が多いものにしたいと考えている。また、高校生との双方向のチャンネルを作り、理解し難い点や質問事項については、答えていけるようにしたいと考えている。このような方法によって内容的にも高校生が理解しやすく親しみのあるものに改良して行きたいと考えている。

## 6. 所感

今回、高校理科教材を作成しつつ感じたことは、改めて、『理科では、実験が非常に大切である』ということである。理科とは、観測結果や実験事実を積み重ねて、自然を支配している法則を見出し、その法則性の後ろに隠れている一般原理を見出していく学問の第一歩であると思われる。たとえば、惑星の太陽のまわりの運動の正しい観測データを集め、ケプラーの法則にまとめ、万有引力の原理で説明されることを見出して行くようなプロセスである。地球環境問題を理解するためには、力学、電磁気学、熱学のような物理学の知識に基づき、地学(大気、海洋、固体地球)の分野に現れた現象を理解する必要がある。地学の世界の現象を実験を通して再現することは困難であるが、自分の体験(たとえば、台風、地震、火山噴火)などを通して理解してゆくことは可能である。やはり、結果を知識としてまとめるだけでなく、体験を知識として普遍化できるような教材が必要ではないかと思われる。機会があれば、そのような高校理科教材に挑戦してみたい。

## 7. 今後の課題や発展性について

今後は、近隣の高等学校に出かけて行き、授業や課外学習の中で作成した教材を使って説明を行い、高校生自身からのレスポンスを参考にしながら、作成した教材をブラッシュアップして行くことが必要と思われる。結果的には、高校生自身が生活の中で体験し、身近に感じる地球環境問題を題材として取り上げ、それを衛星から観測した場合は、地上の観測からでは分からないどの様な新しいことが分かるのかなどの視点から教材を全面的に見直し新しく作成する必要があるかもしれないと思われる。

## 8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

特になし。

## 【教材制作方法】

- ・実施内容が教材開発の場合、ここから1～2ページ使って、教材の制作方法を記載願います
- ・実施内容が教材開発でない場合、このページ以降を削除願います

### (1) 高校理科教材作成のための事前の準備

(a) わが国の宇宙航空研究開発機構(JAXA)や米国 NASA の地球観測についての Home page を参考にして、『人工衛星を用いた地球環境の観測』の教材作成の資料を収集した。また、熱帯と亜熱帯の降雨を観測対象とした熱帯降雨観測衛星(TRMM:Tropical Rainfall Measuring Mission)を取り上げ、NASA が作成した英語の CD の聞き取りと翻訳を行った。

(b) 大阪府教育センターの理科教育担当者からのアドバイスを受けた。

(c) 高等学校の理科教科書の購入と調査を行い、高校生の地球環境などの知識レベルを調査した。

### (2) 教材の作成

収集した資料をまとめて、以下の章立てを考えた。

1. はじめに、2. 地球環境と地球環境問題 (2. 1 宇宙から見た地球、2. 2 太陽と地球環境、2. 3 地球環境の形成、2. 4 地球環境問題の実例)、3. リモートセンシングとは何か? (3. 1 リモートセンシングの定義、3. 2 リモートセンシングの特徴)、4. 人工衛星とは何か? (4. 1 人工衛星の歴史、4. 2 宇宙開発の理念と意義、4. 3 人工衛星システムの構成、4. 4 人工衛星の軌道、4. 5 人工衛星によるリモートセンシングの特徴、4. 6 世界の地球観測衛星)、5. 電磁波とは何か?、6. 電波リモートセンシング (6. 1 電波リモートセンサの種類と原理、6. 2 受動型電波リモートセンサの観測例、6. 3 能動型電波リモートセンサの観測例)、7. 大気中の降雨の観測 (7. 1 全球の水と水循環、7. 2 地上からの降雨観測と衛星からの降雨観測、7. 3 降水に伴う潜熱放出と大気大循環、7. 4 熱帯降雨観測衛星(TRMM: Tropical Rainfall Measuring Mission)、7. 5 マイクロ波放射計による降雨の観測、7. 6 降雨レーダによる降雨の観測)、8. 映像レーダで観測された様々な地表面の映像、9. おわりに。

この章立てを通して、本教材は、地球の温暖化や成層圏オゾン層の破壊、熱帯林の減少、気候変動などの様々な地球環境問題が人類を初めとする地上に生存するあらゆる生物の存続そのものを脅かしかねない様々な問題を発生させていること、地球環境問題は人類共通の極めて深刻で緊急に対処しなければならない課題であること、これに対処するには、人工衛星による宇宙空間からの地球環境の観測が極めて有効な手段となること、このために、電磁波によるリモートセンシングと呼ばれる観測技術を用いた人工衛星からの地球観測が全世界で活発に実施されていること、世界の国々で打ち上げられた各種の地球観測衛星によって観測された様々なデータは、大気、海洋、陸域等の様々な分野の地球環境の様子を知るために有効に利用されていること、ならびに地球観測衛星による観測例等について解説することを試みた。

このために、章立てに従って、適当な図面を選択し、その解説のための文章を作成した。図面は、Power Point File にまとめ、講義のときに利用しやすいようにした。また文章の中に図面を張り込んで教材として読みやすい物を作成した。あとは、印刷・製本を行い、50部作成した。

### (3) 実践活動と評価

高校生を対象とした教育活動において、作成した教材を実際に使用し、その反省を通して、教材の改良を図る。また、高校教育の現場にある教員からの評価を受けて、教材の改良を図る。これらについては、現在のところまだ十分ではなく、今後の課題となる。