

地球観測技術を題材とする技術教育の開発と評価

教科・領域教育専攻

生活・健康系コース（技術）

指導教員 伊藤 陽介

1. はじめに

人工衛星や航空機に搭載されたセンサを用いて地球を観測する技術は、地球環境の変動などを把握するための重要な観測手段となっている。しかし、地球観測技術は専門的に地球観測画像を分析する研究者や技術者以外に、その有効性や利用方法、原理などについて知られていないのが現状である。一方、高度情報化社会の進展とともに、初等中等教育機関においても情報環境が整備され、高解像度な地球観測画像を十分閲覧・解析処理できるようになった。

本研究では、中学校の技術・家庭科(技術分野)に対応する「地球観測技術を題材とする技術教育」を提案し、教育実践を通じてその教育的効果について評価することを目的とする。

2. 地球観測技術を題材とする技術教育

2.1 概要

地球観測技術を技術教育に導入できる可能性を調査するため、主に中学校において技術科を担当している学校教員(45名)に対して、2007年度にアンケート形式による意識調査を実施した。その結果から学校教員は地球観測技術に関する予備知識は少ないと回答しているが、気象衛星などの地球観測衛星に関する知識は高かった。一方、レーダ技術に関する知識は少ないが、レーダを用いた地球観測技術を題材とする技術教育への興味は高かった。また、レーダ反射板(CR)を設計・製作することによる材料加工の技能を育成することや観測された画像の解析処理に関する興味は高かった。学習者が体験的に地球観測画像を処理することに関する教育的な意義は大きいことがわかった。

以上の調査結果に基づき、地球観測技術を題材とする技術教育の目標として「人工衛星などによる地球観測技術の基本的な役割を知るとと

もに、その技術を材料加工と情報処理の両面から構成される体験的な学習を通して、地球環境問題への応用例などを参考としつつ、地球観測技術の有用性を理解すること」とする。

この目標を達成するために主な学習内容として(1)地球環境問題と関連する地球観測技術の役割 (2) 材料加工による地上基準点標識となるCRの製作 (3)CRの設置実習と観測実験 (4)コンピュータを用いた画像データの情報処理、を取り入れる。地球観測用人工衛星によるCRの観測実験では、気象条件に影響されにくく、小型のCRを利用できる合成開口レーダ(SAR)を利用する。本技術教育を16単位時間で実施する場合の学習内容を表1に示す。

2.2 教材・教具

学習内容に含まれる観測実験に利用する人工衛星は、宇宙航空研究開発機構(JAXA)によって打ち上げられた陸域観測技術衛星(ALOS)とし、観測用センサは、フェーズドアレイ方式Lバンド合成開口レーダ(PALSAR)とした。

CRは、中学生が持っている技能で、容易に製作・組立・設置・分解が可能なものとして正方形の金属板を三枚互いに垂直になるように組み合わせた三面CRを採用した。中学生の既習事項と技能に配慮し、自分の考えや今までの技術の応用を書き込める欄を設け作業のみを記述したものではないように工夫した製作用手引書(43ページ)を作成した。

本技術教育では、地球観測技術の仕組みについて学ぶことを念頭においている。SARデータを画像化するための情報処理には、高度な数学的な知識を必要とし、中学生を対象とする教育には、特別な配慮がなされたSARデータ処理用ソフトウェアを必要とする。そのため、新たに学校教育を主体とするSAR画像・再生解析処理

用ソフトウェア (EduSAR)を開発した。EduSARは、一般的なWebブラウザで利用可能なAjax技術を用いたWebアプリケーションである。

2. 3 授業実践

表1に示した授業は、2007年9月～12月に鳴門教育大学附属中学校第3学年9名に対して選択教科(技術)において実施された。まず、地球環境問題を取り上げ、地球観測技術の概要を学習した後、デジタル地球儀ソフトウェアを用いて地球観測画像を閲覧した。その後、3基のCRを製作した。PALSARを用いた観測実験は、ALOSの上昇と下降軌道による観測により2007年11月14日、15日に実施した。生徒が製作したものを含む8基のCRをあらかじめ想定した点像を形成するように徳島市民吉野川運動広場ラグビー場に設置した。

地球観測画像の処理に必要な基礎知識として、

表1 地球観測技術を題材とする技術教育の学習内容

時	学 習 内 容
1	・地球環境問題の現状などを把握するための手段として地球観測技術が使われていることを知る。 ・地球観測技術の簡単な歴史と概要について学習する。
2	・デジタル地球儀ソフトウェアを用いて地球観測画像を閲覧し、地表面の状態を知る。
3	・地上基準点標識となるレーダ電波の反射板(CR:コナリフレクタ)の役割を学習する。
4	・CRの構造を理解し、反射板とスジカいを加工する。
5	・反射板とL字金折を組み合わせて仮組みをしながら、穴あけ加工を行う。
6	
7	・製作したCRの設置形態を考える。
8	・仮組みしたCRを解体し、アルミニウムシートを貼付するための準備をする。 ・アルミニウムシートの加工をする。
9	・反射板にアルミニウムシートを貼付する。 ・CRを組立て、スジカいをを用いて反射板が互いに垂直になるように補強する。
10	・CRの設置方法を実習する。 ・地球観測衛星による観測実験に参加する。
11	・地球観測用人工衛星の概要についてWeb教材を用いて学習する。
12	・地球観測技術の一つである合成開口レーダ(SAR)の概要についてWeb教材を用いて学習する。
13	・SAR画像・再生解析処理用ソフトウェア(EduSAR)の利用方法を学習する。
14	・SAR画像と光学式画像の違いを把握するためデジタル地球儀ソフトウェアと比較し学習する。
15	・EduSARを用いてSARデータを画像化し、設置したCRの観測結果を考察する。 ・CRの位置関係を画像から計測し、実際の距離と比較し観測精度を求める。
16	・地球観測技術の有効性と将来像を示し、学習のまとめをする。

(1単位時間：50分間)

ALOSとPALSARの概要や他のSARとの違い、レーダ入射角による観測画像の特徴などの理解を補助するためのSAR画像の情報処理用ワークシートを作成し利用した。CRを観測したSARデータをJAXAから入手した後、EduSARを用いて画像として再生し、CRの点像と実際に配置した状態とを比較し、画像上の点像の配置から距離を計測する実習などを通じて、SARを用いた地球観測技術を学習した。

2. 4 学習評価に関する考察

開発した技術教育を評価するため事前・事後調査を実施した。事前調査と事後調査で共通する項目を6分野に分類し、各分野の事前調査の項目の学習評価の平均値をPとし、これに対応する事後調査の項目の学習評価の平均値をQとするとき、その学習効果E(%)を $E=Q/P \times 100$ と定義する。地球環境問題に関する分野を除くすべての調査分野でEは、100%を超えた。とくに、資源探査、地球観測技術、デジタル画像処理の各分野において学習効果が高くなっている。学習効果の平均値は、144%となり、提案した技術教育の意義が示された。

さらに、毎授業終了時に生徒に対して自己評価形式の学習調査を行った。この結果から、CRの製作が進むとともに、生徒はCRの完成形をイメージできていることが分った。地球観測技術については、学習開始時から関心が高く、製作したCRを観測したSARデータを処理することによって、より一層理解が深まっていることが示された。

3. まとめ

地球観測技術を技術教育の題材として導入することを提案し、学校教員に対する意識調査に基づいて学習内容を開発した。中学校において研究授業を実施し、その学習効果を評価した結果、本技術教育で定めた目標を達成できていることがわかった。今後、技術と社会や環境とのかかわりにおいて地球観測技術を利用できるように学習内容や教材・教具を改善する必要がある。