

### 1. はじめに

近年、地球環境問題の深刻化とともに人工衛星に搭載された合成開口レーダ(SAR)を用いた電波による地球観測技術の重要性が高まっている。一方、中学校・技術・家庭科(技術分野)の内容 B エネルギー変換の授業実践では、主に電波を技術的に利用する機器の製作活動などが中心であり、電波の有用性などを知るための学習活動は少なかった。本研究では、SAR から放射されたレーダ波を地上で計測する活動を通して地球観測技術を体験的に学習できるプログラムや教材・教具の開発を目的とする。

### 2. 地球観測技術に関する意識調査

技術科担当の中学校教員に対して地球観測技術に関する意識調査を行った。その結果、SAR に関する知識を約 80%の教員が持っていないことがわかった。しかし SAR の技術をある程度理解を深めた上で「生徒に SAR からのレーダ波の受信実験を通した人工衛星を学べるか」との問いには、約 80%の教員が学べると回答した。これらの結果を踏まえ、本研究で提案する教育プログラムの必要性が示唆された。

### 3. 教育用レーダ波計測装置

SAR 用レーダ波の周波数は 1~5GHz が最も多く利用されている。このレーダ波はパルスとして送信され線形変調がかけられているためスペクトラムアナライザ(SA)を利用して計測す

る必要がある。技術教育における利用を想定し、表示・制御用パソコンに USB 接続可能な SA ユニットと低ノイズ・プリアンプを組み合わせた教育用レーダ波計測装置を開発した(図 1)。本装置が 1.2GHz 帯のレーダ波を受信できる性能を備えていることを検証するために擬似レーダ波発生器を用いた実験を行った。その結果、本装置は SAR から放射されたレーダ波を受信可能であることが示された。

### 4. 教材とするアンテナの設計

アンテナの性能に関する要件は、(1) 1.2GHz 帯の電波を受信可能であること。(2) 必要な指向性をアンテナの形状で達成可能であること。(3) 伝搬方向との直交面に位相がそろったレーダ波を効率的に受信できること。(4) アンテナ

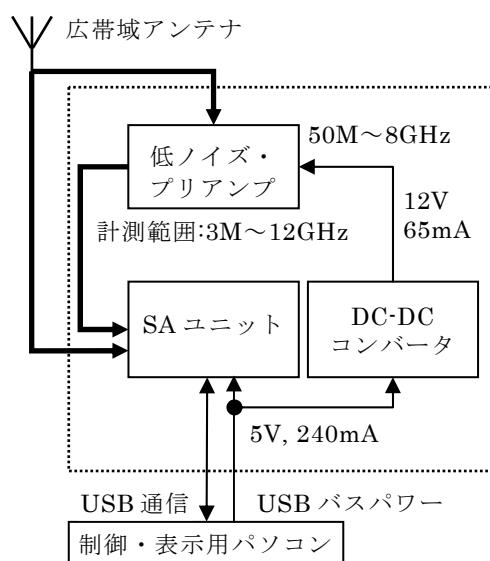


図 1 教育用レーダ波計測装置のブロック図

の開口面積あたりの利得が大きいこと。(5) 学習者が容易に製作可能であること。これらの要件を満たす形状の一つとして角錐ホーン型アンテナを選定した。このアンテナを教材化するために電磁界シミュレータを用いて所要の利得と指向性をもつ構造としてホーン長(250mm)、開口面(縦 208×横 312mm)、導波管(40×80×40mm)を設計した。

### 5. 角錐ホーン型アンテナの製作

設計したアンテナを教材化するために、アルミニウムを蒸着した厚紙にアンテナの展開図を描画し、所定の部品に切り取り、組み立てる方法を採用した。折り目をつけた部品の糊代部分に貼付した両面テープを用いて組み立てる。SMA型同軸コネクタの芯線に20mm程度のスズメッキ線を半田付けし、同軸コネクタの外周部分とアンテナが導通するように導波管の中心部に固定する。本アンテナは SAR から放射される電波の方向に設置する必要があるため、カメラ用三脚を用いる。ホーンの底面およびコの字型金具にマジックテープを貼付する。三脚の雲台にコの字型の金具を蝶ねで固定し、上部にアンテナを取り付ける(図 2)。

### 6. 拡張現実技術を用いた疑似体験型教材

SAR がレーダ波を放射し地球観測する時刻は凡そ予測できるものの、必ずしも授業時間中とは限らず、深夜になることも多い。さらに、レーダ波を計測できる時間は数秒間と短く、レーダ波を観測できる可能性も低くなるということが想定される。そのため、野外における観測実験を実施する前段階として、視覚的に学習者が認識しやすい拡張現実(AR)技術を用いて疑似体験型教材を開発した。AR 技術とは、現

実環境に情報を付加・削除・強調・減衰させ、人間からみた現実世界を拡張する技術である。開発した疑似体験型教材において表示された画像例を図 3 に示す。

### 7. まとめ

本研究では、地球観測技術を体験的に学習可能な教材の開発を行った。基本的には野外での実験を行うことが望ましいが、野外で実験できない場合に対応できる教材も開発できた。今後、開発した教材を用いる教育プログラムを立案するとともに授業実践に基づいた教育効果の評価を行う予定である。

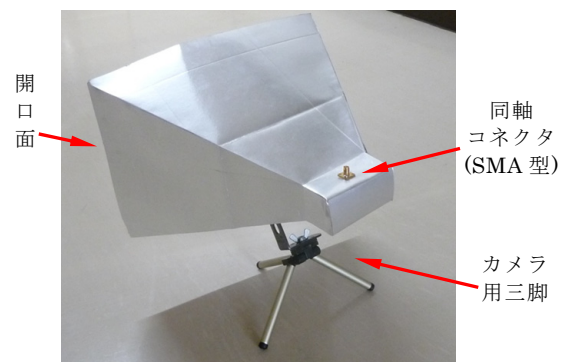


図 2 角錐ホーン型アンテナの製作例

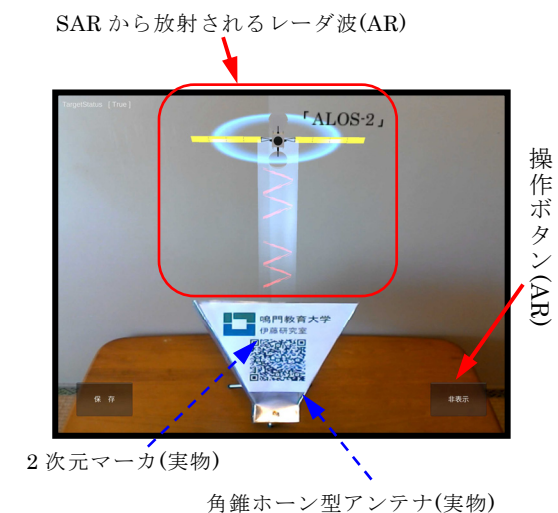


図 3 AR による表示画像例