

## 1B09 人工衛星を”作らない”人工衛星の教育利用

メタデータ	言語: ja 出版者: 日本航空宇宙学会 公開日: 2017-05-02 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 内山, 秀樹 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10297/10089">http://hdl.handle.net/10297/10089</a>

# 1B09 人工衛星を”作らない”人工衛星の教育利用

○内山秀樹 (静岡大学 教育学部)

Education with Satellites but without Making a Satellite  
Hideki Uchiyama (Shizuoka University)

Key Words: Science Education, Small Satellite

## Abstract

“Making” small satellites is a good education in engineering for graduate and undergraduate students. On the other hand, “using” or “observing” satellites from ground seems like potentially good educational materials of science for elementary, junior-high and high school students. In this paper, I discuss possible educations without making but using satellites.

## 1. 目的および背景

「宇宙」は子供達を始め年齢を問わず多くの人々を惹きつけ、主体的な学習への動機付けを与えることができるコンテンツである。「宇宙」と関連の深い「人工衛星」も教育利用できれば、同様に主体的な学習へ導く魅力的な教材になり得る。

近年、大学で超小型衛星の開発・製作が行なわれている。多くが、学生が主体的に取り組んでいるものであり、将来の技術者や研究者を養成するためには非常に効果が高いと考えられる。

ただし、こうした超小型人工衛星開発に教育の機会を得ることができるのは、基本的に大学院生、学部生高学年に限られる。また、教育を受けられる人数は少なく、その対象となる期間も短い。

一方で人工衛星の教育利用という観点から考えると、より広い範囲の人々へアプローチできることが望ましい。そこで本講演では、人工衛星を作るのではなく、むしろ打ち上がった(超小型)人工衛星を地上から観測することで、主に高校以下の生徒や市民に教育を行う場合の利用案について考える。また、静岡大学教育学部附属浜松中学校で実施を予定している科学講座の計画について報告する。

## 2. 人工衛星の地上観測による教育利用案

人工衛星の電波・可視地上観測の教育利用案を科目毎に高校の教育指導要領<sup>1)</sup>の内容に対応させ、示す。

電波観測は、人工衛星からの CW ビーコンを八木アンテナとアマチュア無線用の受信機で受信することを想定している。可視観測は、眼視観測、及び、望遠鏡とデジタルカメラを使った写真撮影を想定している。電波観測は日中あまり天候に影響されずに実施できるため、学校の授業との親和性が高い利点

がある。一方で可視観測は実施可能な時間帯が厳しく、授業に取り込むことは難しいかもしれない。

物理学

-万有引力 (「物理」万有引力)

八木アンテナで低軌道人工衛星の追尾を行なうことで、その速さを実感できる。また、追尾の際のアンテナの角度を記録すれば、人工衛星の(角)速度を求められる。この速度を運動方程式から計算した理論値と比較することは良い演習となる。

-電磁波 (「科学と人間生活」光や熱の科学、「物理」電磁波の性質とその利用)

-ドップラー効果 (「物理」音のドップラー効果)

人工衛星電波の受信周波数はドップラー効果による影響を補正する必要がある。これは電磁波(電波)という”波”が存在することを考えるきっかけとなる。また、補正後の周波数を具体的に計算することは良い演習問題となる(波源の速さが光速に比べ十分小さい場合は、高校で習う音のドップラー効果の式を電波について用いても差し支えない)。最近では高速フーリエ変換(FFT)による周波数スペクトルを表示可能で安価なオシロスコープも存在するため、適当なミキサ回路を準備できれば、ドップラー効果による周波数変化をリアルタイムで観察することも可能であろう。なお、衛星電波受信によるドップラー効果の学習は、筑波大学の「結」プロジェクトにて実践が行なわれている<sup>2)</sup>。

-明るさの逆2乗則 (大学初等程度)

デジタルカメラによる可視観測データを使い、天体カタログで既に明るさ(等級)の分かっている周囲の星との比較を行うことで、人工衛星の実視等級を

測定する。太陽定数から理論的に計算した等級との比較を行うことで、明るさの逆2乗則を学ぶことができる。

## 地学

### -ケプラーの法則（「地学」太陽系天体とその運動）

万有引力と同様の実験の結果から、地球を公転する天体に対するケプラーの第3法則が、低軌道衛星・静止衛星・月で成り立っていることを確認できる。

### -地球の大きさ（「地学基礎」地球の形と大きさ）

眼視による可視観測で、人工衛星が光って見える時間（帯）を調べることで、地上では夜（太陽光が当たらない）であるにも関わらず、軌道上では昼（太陽光が当たる）という状況を観察できる。これにより、地球の大きさや地平線の考え方について学べる。

以上、主に理科での利用案を上げた。しかし、例えば電波観測により目には見えないにも関わらず、多くの人工衛星が飛んでいることは大きな驚きであろう。そこから普段の生活が、目に見えないながら多くの人工衛星、ひいては科学技術に支えられていることに気づき、広く社会インフラに考えていく、といった社会科科目の導入にもなり得る。

人工衛星の地上観測が教科内容に直接結び付くのは、主に高校以上になってしまう。しかし、事前の解説を十分に行なえば、中学以下の生徒にも上記の利用案は有効と考えられる。また、市民向けの科学講座にアレンジすることも可能であろう。

## 3. 中学校での実践計画

具体的な実践として、人工衛星の電波観測により物理学を総合的に学ぶ課外講座の実施を、静岡大学教育学部附属浜松中学校で現在計画している。受講者は理数クラブに所属する中学生10名程度である。受講者の意欲は高いため、学年に対し、やや高度な内容を設定する。

以下の内容の理解を本講座の目的とする。

-万有引力による物体の運動（ケプラーの法則）を理解すること

-電波という波が存在し、音波と同じくドップラー効果を起こすこと

-数多くの人工衛星が運用されており、重要な社会インフラの一部をなしていること

一方で、八木アンテナの作成も行い、ものづくりを体験するという側面も取り入れる。

授業で学習している内容や日常生活で目にする様々な物理現象や技術が、宇宙(人工衛星)と繋がっていることを示すため、事前の解説や実験を重視する。以下のような内容で1回あたり2時間程度、全4回を計画している。

### 第1回 講義

遠心力や音のドップラー効果を体験する実験を行ないつつ、本講座で扱う物理を解説する。社会インフラとしての人工衛星についても触れる。

### 第2回 八木アンテナ作成

コンピュータシミュレーション等を使い、八木アンテナの原理を解説する。その上で手持ちの6エレメント八木アンテナを製作する。

### 第3回 人工衛星電波受信実験

作成した八木アンテナで人工衛星のCWビーコン受信実験を行なう。また、方位計・仰角計を取り付けた多エレメントの八木アンテナでも（特に天頂を通過する）人工衛星の追跡を行い、その位置の時間変化のデータを得る。また受信機制御ソフトでドップラー効果の補正をかけている様子を見せる。

### 第4回 データ解析・まとめ

得られたデータを元に人工衛星の速度を計算する。この時、中学数学で学習する幾何学分野との関連を意識させる。得られた速度が、地球と月に対するケプラーの法則で説明できること、電波のドップラー効果で補正した速度と一致することを確認する。

本講座の実施を通し、人工衛星の地上観測を教育利用するための教材・指導案を作成する。この教材・指導案は、実施後の反省に基づき改良し、学校で実際に使用可能な形にし、公開していく。また、実施の前後で受講者にアンケートを行い、理解度の向上の効果を調べる予定である。

## 参考文献

- 1) 文部科学省：高等学校学習指導要領解説 理科編, 2009.
- 2) 保田敦司：筑波大学衛星と教育の結びつき, 第2回 小型衛星の科学教育利用を考える会, [http://uchiyama1.ed.shizuoka.ac.jp/~sess/2016/Yasuda\\_2nd\\_SESS.pdf](http://uchiyama1.ed.shizuoka.ac.jp/~sess/2016/Yasuda_2nd_SESS.pdf), 2016.