



活動レポート

身近な物理学から迫る “人工衛星”

平成 29 年 12 月 16 日（土）から 4 回シリーズで、課外講座「物理学を使って人工衛星に迫ろう」が附属浜松中学校で行われました。

講師の先生は、静岡大学教育学部教員養成課程 内山秀樹 先生です。先生は、人工衛星を使い、X 線天文学という学問をされていると同時に、理科の学生に天文学と物理学を教えています。今回の課外講座は、4 回シリーズで行われました。参加校・受講生数は、以下のようです。

参加校	第 1 回	第 2 回	第 3 回	第 4 回	計
	12 月 16 日	1 月 27 日	2 月 18 日	3 月 10 日	
附属浜松中学校	10	7	12	7	36
浜松西校中等部	2	0	1	1	4
曳馬中学校	1	1	1	1	4
高台中学校	1	1	1	1	4
浜松日体中学校	1	1	1	1	4
浜松学芸高等学校	2	2	2	0	6
浜松北高等学校	4	4	4	4	16
舞阪小学校 [※]	0	0	1	0	1
有玉小学校 [※]	0	0	1	0	1
学芸高校教諭	1	1	0	1	3
計	22	17	24	16	79

※ 第 3 回の講座（人工衛星の電波受信実験）では、トップガン事業の算数競技「マスやらまいか」、「理科プレゼンテーションコンテスト」において、決勝に進出した小学 6 年生 2 名も参加しました。

- 1 平成 29 年 12 月 16 日（土）に、第 1 回講座「人工衛星の物理」が附属浜松中学校で行われました。講座では、「物理学」を使って人工衛星について迫っていきます。まずは、物質や運動の基本的な性質を学んでいき、人工衛星はどのくらいの高さを回っているのか？人工衛星はなぜ落ちてこないのだろう？飛行機と違って「飛んでいる」ようには見えないのは、なぜだろう？などの疑問を身近な道具を使って実験し、万有引力と遠心力について考え、理解を深めていきました。

また、理系大学生が使用する関数電卓を使って ISS の速さの計算にも挑戦しました。受講生が、関数電卓を使いながら計算していくと $V=7689 \text{ m/s} = 7.7 \text{ km/s}$ が導き出されました。1秒間で約 8 km もの速さで地球を回っている！？

(飛行機の速さは 1秒間で約 250 m)



<第1回 講義のようす>

2 平成 30 年 1 月 27 日 (土)、第 2 回講座「人工衛星電波受信用アンテナの作成」が附属浜松中学校で行われました。今回は、Teaching Assistant (TA)として、内山研究室の大学生、原田裕貴さん、増田光希さん、河内礼乃さん、伊東慎介さんも加わり、受講生の活動を支援していただきました。

超小型人工衛星は、電波でモジュール信号を発信しています。そしてその人工衛星の電波を受信するには、その動きに合わせてアンテナを動かし、電波を受信すれば、衛星の動きを確認できます。

講座では、電波受信のしくみと受信に使うアンテナづくりを行いました。

はじめに座学で、波が強め合い大きく振動する性質・固有振動数など学びました。その後、製作するアンテナの長さを求めていきます。波長の半分の長さで金属棒の長さを決定し、裁断・はんだ付けし、仕上げます。



<受信の原理の説明、受信用アンテナ作成のようす>

3 平成30年2月18日(日)、第3回講座「人工衛星電波受信実験」が附属浜松中学校で行われました。今回の大学生TAは、河内礼乃さん、増田光希さん、谷口慎さん、小林尚輝さん、高橋智輝さんです。

人工衛星の電波を受信すれば、衛星の動きを確認できます。人工衛星の位置は、「方位」と「高度」で表します。高度は地平線からの角度で表します。方位は、北から東回りに測った角度で表します。あらかじめ、方位、高度、周波数を運動場で、アンテナを持って角度を定めるイメージトレーニングを行い、水平線上に人工衛星が現れるのを待ちます。今回、この時間帯で観測できる人工衛星は、イスタンブール工科大学で作られた IUTUPSAT という人工衛星です。



<自作アンテナを使って人工衛星電波受信実験のようす>

受信は、3人1組でチームをつくり、1人はアンテナを動かすアンテナ係、1人が受信機の周波数を調整する受信機係、もう1人が記録係として、時計を見ながら、方位、高度、周波数を読み上げ、受信の有無を記録していきます。受信機の音は全員で聞きます。

その結果・・・、

電波受信成功！

高度・方位・周波数を合わせると、モールス信号がしっかりと聞こえてきました。一つの班が「トントン、ツーツー」と聞こえると他の班からも「トンツー」といったように一斉に聞こえ、全部の班で受信できました。電波受信成功！

4 平成30年3月10日（土）に、第4回講座「実験結果の解析・人工衛星受信実験から分かる波の物理学」が附属浜松中学校で行われました。TAは、伊東慎介さんです。

前回の受信実験で、アンテナの金属棒の向きを変えると聞こえ方に変化があることから、波の種類について、光も電磁波で横波であることや人工衛星からの電波を自作のアンテナが拾う原理について学んでいきました。

また、今回観測した人工衛星 IUTUPSAT は、何分間、地平線の上にいるのか？定規と分度器を使って計算していきました。ITUPSAT の速さを計算し、ITUPSAT がもし本当に 7.5 km/s で回っていたら、何分の間、地平線の上にいるだろうか？地球の半径 6400 km 、ITUPSAT の高度 700 km として計算します。作図により、地平線上で観測可能な時間を計算していき、前回の観測時間と比べていき一致し感激しました。



<これまでの講座の振り返りのようす>

解説

今回、講座を担当しました教育学部の内山です。衛星電波の受信実験、全ての班で成功して良かったです。皆さん、お疲れ様でした。ものすごい速さで人工衛星が頭上を通過していく様子を実験で体感してもらえたでしょうか。万有引力と遠心力の釣り

合いから人工衛星の速さを求め、衛星の高度と地球の大きさから衛星と“コンタクト”できる時間の長さを、皆さん自身で計算できたことにも驚いたのではないかと思います（実はこの計算は、私が大学院生の頃、X線天文衛星「すざく」を鹿児島の内之浦宇宙観測所で運用している時に、先輩の研究者の方から教えてもらったものが元になっています）。人工衛星を始めとする科学技術は、私たちの身近にあるものの、一見難しくて手の届かないように感じます。しかしそれらが、今まさに皆さんが学んでいる理科（物理）に実は繋がっていることを実感してもらえればと思います。

今回受信したのはインスタンブール工科大学が開発した超小型衛星 ITUPSAT でした。実は、浜松にある静岡大学工学部でも超小型衛星の開発が現在進められています。宇宙空間からの画像撮影を目的とした Stars-A0 と、宇宙エレベーターを目指した STARS-Me という衛星です。興味がある方は以下の Web サイトをご覧ください。

-Stars-A0 Web サイト

<http://stars-ao.info/>

-静岡大学工学部能見研究室 STARS プロジェクト STARS-Me ページ

<http://stars.eng.shizuoka.ac.jp/starsme.html>

いずれの衛星も今年度宇宙へ行くことが決まっていますので、新聞・ニュース等に注目して、ぜひ応援してください。こうした超小型衛星の開発には大学生や大学院生の方が関わっています。大学院生というと、中学生の方にとってはおおよそ 10 年後、高校生の方にはおおよそ 5 年後になるかと思います。自分がその頃どんなことをしたいのか、これをきっかけに考えてみるのも良いかと思います。

教育学部 講師 内山秀樹

編集部子ども記者より

今回、「身近な物理学から迫る人工衛星」ということで、宇宙に関することで興味をもったので参加させていただきました。もちろん知識は全くなかったのですが、最初は不安でした。しかし、題にもあるよう身近なものの例を用いて、わかりやすく内山教授が教えてくださったもので、とても楽しかったです。人工衛星が情報を送受信する上で、大切なのが電波ということは誰でも分かりますが、その性質、正体となると意外と知らないことが多くて、とても勉強になりました。高校の物理基礎でも習った記憶のあるところもありましたが、字だけでは理解しにくく、今回、作成した八木アンテナの実験で、電波の性質が実際教科書通りだと確認できてよかったです。それでも分からないところは内山教授に質問したら丁寧に答えて下さり、より理解が深まりました。楽しい講義、内山教授、TA の皆さん、一緒に学んだ子たち、支えてくれた先生、ありがとうございました。

浜松北高校 2 年 柿原りま

まずは今回、貴重な体験をさせていただきありがとうございました。今まで人工衛星は、気象観測を通信に使われているすごいもので私たちの生活にとっても役に立って

いるけれど、直接私たちには関わりがないのだと思っていました。しかし、講義を受けてとても面白く、関わりがあるものだと思います。講義の中で作った八木・宇田アンテナについて自分たちで作った一見簡単そうに見えるもので人工衛星の電波を受信できたり、そのアンテナは日本人が発明したと知って驚きました。また、講義の中で計算したものは物理で習ったものや大学数学で使うものばかりだったので、「普段学校で習っていることを発展させると人工衛星につながる」という最後の先生の言葉がストンと私の中に入ってきました。全4回の講義の中で、面白く深く普通の学びと私たちの周りにはある様々なものとのつながりを感じることができました。

浜松北高校2年 鶴見実夏