

2004年 東海大学付属高輪台高等学校

スーパーサイエンスハイスクール(SSH)

「宇宙」

目 次

学校独自のSSH活動について	-----	P.2
ユニット計画の経緯	-----	P.3
授業の構成	-----	P.4
「宇宙への挑戦」発表資料	-----	P.15
「宇宙への挑戦」発表原稿	-----	P.16
生徒の感想	-----	P.17
担当教員の感想	-----	P.18

学校独自のSSH活動について

建学の理念に基づいたSSH活動を計画

一貫教育の特性を活かして、文理融合の教育の建学の理念に基づいた内容を計画する。

新しい時代の開拓者として、歴史観、世界観に立脚した人生観を持った人材育成プログラムが検討され、「数学と理科の魅力を実感させ、理工系分野への興味と学習意欲を深める教育プログラム」、「社会とつながる学校教育のための、高校教員を主体とした連携・企画、評価・交流・成果普及等の手法」についての研究開発として、つぎの活動を展開する。

1. 科学技術を身近に感じ、興味・関心と学習意欲を高める

創造性と独創性とともな倫理観をもった「時代の開拓者」となる人材を育成するため、高校の先生と大学・研究機関などの専門家が協力して、生徒の科学技術への興味・関心や学習意欲を高める活動を行う。第一線の研究者による講義や実験を体験し、大学・研究機関等へも訪問することで、本物の科学技術とそれに携わる人の想いに触れ、理工系の仕事の魅力を知り、理科や数学を将来も役立つ楽しい授業にする。

2. 社会とつながる学校教育システムを構築する

高校の先生を主体的に第一線の研究者による講義や実験実習を計画し、「社会とつながる学校教育づくり」に取り組む。約4回のシリーズ授業を一つのまとまり(ユニット)とする方式で、大学・研究機関と連携した新しい教育システムを開発する。また、他の高等学校や中学校との交流も行う。

*スーパーサイエンスハイスクール(SSH)について

SSHとは、文部科学大臣が指定する「科学技術、理科・数学教育を重点的に行う学校」のこと。

理科・数学に重点を置いたカリキュラム開発や、大学や研究機関等と連携した効果的な活動方法について、高等学校が独自の計画で研究開発として活動に取り組む。これにより、若者の理数科離れに歯止めを掛け、科学技術創造立国を目指す我が国に将来有為な科学技術系人材の育成を目的とする。

(平成16年4月7日に文部科学省より「スーパーサイエンスハイスクール(SSH)」に指定される。)

ユニット計画の経緯

ユニットができるまでの経緯

第1ユニット「宇宙の誕生と生命」

高輪台で「宇宙」のユニットを研究機関と連携して実施すると決定した後、JAXAにSSH協力のお願いをした。その後、何度か相談をした後に決定したのが、以下の計画である。

第1ユニット・第2ユニット・第3ユニットの3部構成であった。さらに3部構成の授業を3年間繰り返し、生徒の知識や能力をスパイラル式に伸ばしていこうというものであった。

1年目の計画は

第1ユニット⇒「宇宙論」として「宇宙の誕生と生命」

第2ユニット⇒「宇宙開発」として「宇宙への挑戦」

第3ユニット⇒「生徒自身の研究」として「宇宙都市」

であった。第3ユニットに関しては、もともと担当教員がスペースコロニーについてやってみたいという話をJAXAに持っていったことから、「宇宙都市」になった。また、これをやるためには基礎として、「宇宙論」「宇宙開発」を勉強しなければならないということから、第1・2ユニットの計画が完成した。各ユニット4時間で構成され、専門家の講義を核として、その事前学習、事後学習を高校教員が担当するものであった。

第1ユニットに関して、1時間目はスケールの把握のため「宇宙年表の作成」、2時間目に「講義」、3時間目に「調べ学習」、4時間目に「発表」という計画であった。実際やってみて、計画通りに進んだものの、特に3時間目の「調べ学習」に、放課後授業であるがために強制力に欠けること、宇宙が難しいこと、評価システムが確立できていないこともあり、生徒のモチベーションにかけることなど、多くの問題があることがわかった。

第2ユニット「宇宙への挑戦」

まず、第3ユニットの時間が次年度SSH予算請求及び、報告書作成のために取れなくなり、結局は第2ユニットを少々引き伸ばしたかたちの2部構成に変更した。その上で、第1ユニットの反省を活かし、「調べ学習」は組み込まず、「実験学習」に重点を置いて考えて計画を作成した。実行前の計画はSRP(スペースリゾート計画)であった。これは、生徒に近い将来実現するであろう、宇宙旅行について考えさせ、またその生徒自身のSRPをどこかに展示することで、生徒のモチベーションを上げようとしたものである。そこで、第1回に専門家の講義を聞いて、その後、幾かの実験を行った後、SRPを作らせる計画をたてた。

実際、第1回の講義を終えた後、多くの疑問が生徒から出されたので、その疑問から次の3つの実験を計画した。

実験1 無重力

実験2 真空

実験3 太陽のエネルギーと太陽電池

実験1と実験2は講義後に出てきた疑問をそのままSRPに必要な項目であると判断したので実施した。実験3については、SRPに必要な項目と担当教員が判断したので実施した。

この後、SRPに着手したかったが、時間の都合と、生徒の能力及びモチベーションがSRPを完成させるまでいたっていないと判断し、太陽電池に関する授業をもう1時間延長し、国際宇宙ステーションに必要な太陽電池の面積の計算等を実施した。

授業の構成

第1ユニット「宇宙の誕生と生命」 合計時間＝400分			第2ユニット「宇宙への挑戦」 合計時間＝460分			「SHH報告会」 合計時間＝60分
第1回	6月9日 ガイダンス	「宇宙の歴史」 支援:担当教員による授業 時間:100分	第5回	10月27日 講義	講義「宇宙ステーションの簡単な構造」 講師:渡辺勝巳 時間:100分	2月12日 発表 『東海大学附属高輪台高等学校SSH 報告会・第2回東海大学学園教科 モデル校(理科)研究会』 発表「宇宙への挑戦」 発表時間:5グループ×各10分 時間:60分
第2回	6月16日 講義	講義「宇宙の誕生と生命」 講師:平林 久 支援:浅野 眞 時間:100分	第6回	11月10日 実験	実験1「無重力」 支援:中川人司 時間:100分	
第3回	6月30日 授業	「インターネットによる調べ学習」 支援:担当教員による授業 時間:100分	第7回	11月17日 実験	実験2「真空」 支援:渡辺勝巳 時間:100分	
第4回	7月7日 見学・発表	見学「JAXAiに行こう」 発表「第1ユニットのまとめ」 講評:平林 久 支援:浅野 眞 時間:100分	第8回	1月19日 実験	実験3「太陽電池」 支援:担当教員による授業 時間:100分	
			第9回	2月2日 授業	「実験結果の検証」 支援:担当教員による授業 時間:60分	

宇宙の誕生と生命

【授業】	宇宙の歴史
【支援】	担当教員による授業
【授業時間】	計100分 ガイダンス=20分 導入=20分 展開=50分 まとめ・事後アンケート記入=10分
【参加人数】	20名
【指導目標・ねらい】	宇宙が誕生してからのタイムスケールを、宇宙年表の作成を通して簡単に理解する。 また、宇宙がビッグバン(火の玉宇宙)から始まったといわれている理由を簡単な演示実験から理解する。
【授業内容および生徒の学習活動】	【生徒のコメント「宇宙に対するイメージ」】
<p>≪授業内容≫</p> <ul style="list-style-type: none"> ●ガイダンス 今後の活動内容を聞く。 ●班分け 2～3人の班を作る。 ●事前アンケート 簡単な宇宙に対するイメージを文章ないし絵にしてみる。 ●宇宙の年齢(ビッグバンから現在まで)を137億年とされている理由を説明 ビッグバン、誇張宇宙のイメージを学ぶ。 ●簡単な実験 <ul style="list-style-type: none"> ①風船に波を書き、膨らませ、点の間隔が広がることを示す。 ②簡単な熱力学の現象を紹介しながら、宇宙背景放射がなぜ誇張宇宙やビッグバンの証拠となるのか、感覚で理解する。 ●宇宙の歴史 いつ地球(太陽系)が誕生し、生命が誕生したか等、主要な歴史の年代を学ぶ。 ●コズミックカレンダー ビッグバンから現在までを一年とし、出来事を日時に換算する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・宇宙とは何か ・宇宙はひとつしかないのか。 ・宇宙の果てはあるのか。 ・宇宙の端はどの辺りか。 ・宇宙はなぜ膨張するのか。 ・宇宙は寒いのか？熱いのか？ ・宇宙はなぜ黒いのか。 ・宇宙の色は何色か。 ・どうして宇宙にはたくさん水素があるのか。 ・宇宙空間で無酸素で生きていける生物はいないのか。 ・宇宙の形は？横から見ると？上から見ると？ ・宇宙人は実在すると思うが、どのようなものを食べ、どのような姿をしているのか。 ・なぜビッグバンは起きたのか。 ・他の銀河系に地球のような惑星はあるのか。 ・地球付近にブラックホールができる可能性があるのか。
【使用した資料・教材】	【担当教員の感想】
資料「宇宙(水曜コース)」・「宇宙の歴史」宇宙年表」、風船、タイヤ、シリンダー、事後アンケート	「宇宙」については興味が無いという生徒は皆無である。その理由としては宇宙が謎に満ちているからである。今回のコズミックカレンダーの作成や宇宙の広さについての授業で、時間的なスケールや空間的なスケールを生徒は実感できたのではと思う。謎を謎のままにしてきた生徒や今まで疑問に思った事を調べてきた生徒の間で、今回の授業における疑問に思うことのレベルに格差はあるが、次回の講義が疑問を解決する糸口としてほしい。

宇宙の誕生と生命

【講義】	宇宙の誕生と生命
【講師】	平林 久 宇宙科学研究本部 宇宙情報・エネルギー工学研究系 教授
【支援】	浅野 真 広報部教育グループ 主任研究員
【授業時間】	計100分 講義=90分 質疑応答=5分 まとめ・事後アンケート記入=5分
【参加人数】	14名
【指導目標・ねらい】	「宇宙の誕生と生命」について講義を聴き、より理解を深める。

【授業内容および生徒の学習活動】

〈講義内容〉

- 人類の誕生とその拡がりについて
- 宇宙の誕生について
 - ・ビッグバン
 - ・宇宙は膨張している(ハッブルの法則)
- 星の一生について
 - ・ブラックホール
 - ・パルサー
- 宇宙を知ろう
 - ・45m電波望遠鏡in野辺山
 - ・小惑星探査機「はやぶさ」
 - ・電波天文観測衛星「はるか」
 - ・火星探査機「のぞみ」
- 地球外生命について
 - ・系外惑星の探査
 - ・SETI
 - ・ドレイクの方程式
- 宇宙はなぜ知的生命体をつくったのだろうか？
平林教授の講義は、ご自身が書かれた絵や図、ご自身の写真等が多数使われ、ユニークで飽きさせない。

【使用した資料・教材】

平林教授の講義資料、事後アンケート

【講義に対する生徒の感想】

- ・興味深い内容だったが、とても難しかった。
あんなに多くの銀河があるならば、生命体、文明を持った生命体は、地球以外にも絶対いると思う。
平林教授の絵がとても上手だなあ、と思っていたら、本の挿絵にも使われている、と聞き更に驚きました。
- ・研究者の方から話を聞くことで、最先端の宇宙開発や研究などを聞いて、よかったです。
また、生命の話では、授業「生物Ⅱ」で習ったことにもつながっていたので、理解しやすかったし、生物と宇宙には関係していることがありと知り、たいへん興味深かったです。

【授業全体に対する生徒の感想】

- ・宇宙は無重力ではない。
- ・電波で宇宙を写した写真
- ・ブラックホールは物を全て吸い込むわけではない。
- ・銀河系の真ん中にはブラックホールがある。
- ・ブラックホールの質量と大きさが比例していること。
- ・星の一生について
- ・銀河系の中心について

【担当教員の感想】

平林教授の講義を生徒は一生懸命聞いていた。生徒が休憩時間に質問している姿が、とても印象に残っている。生徒は質問することにより、最先端の研究者と、1対1で話すことができたという感動を味わえたはずである。またその質問1つ1つに対して黒板を用いてまで回答していた平林教授を生徒が見て、「最先端の研究者」という自分たちとかけ離れた存在というイメージが払拭されたのではないだろうか。

【授業風景】



平林教授へ質問をする風景

宇宙の誕生と生命

【授業】	インターネットによる調べ学習
【支援】	担当教員による授業
【授業時間】	計100分 ガイダンス=20分 調べ学習=80分
【参加人数】	14名
【指導目標・ねらい】	前回の授業で、平林教授よりご講義頂いた「宇宙の誕生と生命」について興味・疑問を持った点を、各自インターネットを用いて調べ学習を行う。

【授業内容および生徒の学習活動】	【担当教員の感想】
<p>≪調べ学習内容≫ 平林教授の講義の事後学習。インターネットを用いてJAXAiでの発表準備をする。テーマは疑問に思ったことや、興味があることなど各自設定する。</p> <p>≪班で設定したテーマ≫ 1班「銀河系形成について」 2班「彗星について」 3班「ダークマター ダークエネルギー」 4班「ブラックホール」 5班「ビッグバン」</p>	<p>「調べ学習」は失敗であった。理由としては、授業としてのメリハリがないこと、面白いテーマではあるものの難解なものが多いことの2つがある。授業の中である事象を調べるという形にしたのは、高輪台SSHが放課後7・8限の自由選択の講義であり、持ち帰りの課題等を生徒に課すのは、普段の授業の課題等とかぶり負担になるのではと考えたからである。それゆえメリハリのない授業になったのではと考えている。また、「ダークマター」等の内容は、現在の最先端の科学でも解明できていないものである。この内容をまとめて発表することは、かなり酷なことであった。</p> <p>「銀河系・太陽系の形成」に関しては高校地学の内容も含むので簡単な内容に思えるが、実際インターネットのみを使ってまとめることはなかなか難しい作業だ。「調べ学習」自体を否定するものではないが、テーマの設定や調べる方法等を深く考慮しなければ、「調べ学習」は成立しない。安易に「調べ学習」を取り入れるべきではないという大きな反省点を残した授業であった。</p>
【使用した資料・教材】	
資料「リーダー用レポート」・「個人用レポート」、班員記入表、インターネット	

宇宙の誕生と生命

【見学】	JAXAiへ行こう
【発表】	第1ユニットのまとめ
【講評】	平林 久 宇宙科学研究本部 宇宙情報・エネルギー工学研究系 教授
【支援】	浅野 真 広報部教育グループ 主任研究員
【授業時間】	計100分 ガイダンス=10分 見学及び調べ学習=70分 発表=10分 講評=10分
【参加人数】	14名
【指導目標・ねらい】	JAXAiを見学。第1ユニットのまとめをプレゼンテーションルームにて発表し、第2回授業で講義をしていた平林教授より、講評をいただき、研究者をより身近に感じさせる。

【授業内容および生徒の学習活動】	【担当教員の感想】	【授業風景】
<p>《見学及び調べ学習》 JAXAiの見学と、前回の発表用資料の仕上げする。前はインターネットを用いたが今回はJAXAiにある豊富な書籍を利用する。また、どうしてもわからないことがあったら、平林教授と浅野主任研究員および担当教員に質問をする。</p> <p>《発表内容》 時間の都合上、JAXAiで発表するのは1班。テーマは「ブラックホール」について</p>	<p>前回の授業と今回の授業の時間内のみで発表原稿及び資料を作成するというスケジュールについては、少々無理があったと思う。それゆえ全班が発表する時間を確保することができなかった。</p> <p>また、生徒は全てがわからない状態で平林教授に質問したため効率が非常に悪かった。生徒に質問をさせるということは悪いことではないが、事前にもっとよく学習させてからでなくてはその意味が薄れる。調べている内容が難しいものとはいえ、もう少し時間をかけて学習させるべきであったと思う。</p>	 <p>生徒たちの発表風景</p>
<p>【使用した資料・教材】</p> <p>資料「リーダー用レポート」・「個人用レポート」、班員記入表、JAXAiにある書籍、生徒発表資料、プロジェクター</p>	<p>【平林教授より講評】</p> <p>生徒達が宇宙や生命に対して純粋な印象を持ったことが予想外だったので、とても印象深い。講義した内容が、子どもたちにとって新たな関心を与えるきっかけになったのではないかと感じる発表内容でした。</p>	

宇宙への挑戦

【講義】	宇宙ステーションの簡単な構造
【講師】	渡辺勝巳 広報部教育グループ グループ長
【授業時間】	計100分 講義=90分 質疑応答=5分 まとめ・事後アンケート記入=5分
【参加人数】	12名
【指導目標・ねらい】	宇宙開発の歴史や最先端の国際宇宙ステーションの簡単な構造について講義を聴き、理解を深める。

【授業内容および生徒の学習活動】	【講義に対する生徒の感想】	【授業風景】
------------------	---------------	--------

≪講義内容≫
 神話・空想物語の世界、SFの世界、ロケットの歴史、ロケット開発の先人、有人宇宙飛行の流れ、米ソの一人乗り宇宙船、2～3人乗り宇宙船(1964年～1966年)、いよいよ月へ(アポロ計画とソユーズ計画1967年～)宇宙ステーション計画、新たな宇宙活動時代(1981年～)、国際宇宙ステーション、日本の実験棟「きぼう」、各国の役割、宇宙は無重力?、宇宙環境の利用、宇宙飛行士の生活(食事、歯磨き・シャンプー、トイレ睡眠、運動)、宇宙観光用ロケット「観光丸」、これからのロケット、スペースコロニー「宇宙リゾート計画」

【使用した資料・教材】
 渡辺グループ長の講義資料、資料「SPR(スペースリゾート計画)」、事前アンケート、事後アンケート

・宇宙＝無重力と思っていたが、違ったので驚いた。
 ・打上げ直後に爆発したロケットを見たとき「何故、犠牲をはらってまで」と思っていたが、宇宙での実験をぜひやってみたい。「鉄とプラスチックが混ざるかも」という話を聞いて、とてもわくわくした。
 ・ロシアとアメリカの宇宙飛行士の握手に感動した。
 ・渡辺グループ長は面白い方で、難しいことも分かりやすく、面白くかみくだいて説明してくださいました。無竜力の実験が興味深かったので、これからの授業がとても楽しみです。

【担当教員の感想】
 講義のなかで、特に生徒たちが興味を持ったところが、パラボリックフライトの実験の説明であった。宇宙空間が生徒たちにとっても私たち教員にとっても未知の世界で、重力下に普通に生活している我々の感覚とは全く違うものであるし、逆にそれが興味をそそる部分でもある。
 SRP(スペースリゾート計画)として立ち上げた後半のユニットであるが、短時間で生徒たちに計画させるのは少々酷な気がする。第1ユニットの反省から、今後の展開として「机の上で調べて勉強・研究」という展開は、ぜひ避けたい。実験を取り入れてアクティブに調べて、結果SRPに一步でも近づけたらいいと思う。



真剣に講義を聴く風景



熱心に質問をする風景

宇宙への挑戦

【実験】	実験1「無重力」
【支援】	中川人司 広報部教育グループ 専門職
【授業時間】	計100分 説明=10分 実験=80分 まとめ・事後アンケート記入=10分
【参加人数】	8名
【指導目標・ねらい】	宇宙環境や宇宙開発の実態を実験を通して学ぶ。 透明な容器に携帯電話を取り付け、その装置を落とすことにより、無重力環境での物体の変化を観察する。

【授業内容および生徒の学習活動】

≪実験内容≫

●無重力実験を行う

ペットボトルに携帯電話を貼り付けて内部をムービー機能で撮影できるようにする。
中にろうそくをいれ、空中に放り投げることにより、無重力状態を作り出し、撮影する。

【担当教員の感想】

実験結果を予想させたところ、「丸くなる」と答えた生徒が数名いた。また、その生徒に理由を聞くと、「対流がなくなるから」と答えていたことから、前回の講義の効果が出ていることを実感した。実験を実際にやってみると難しく、ろうそくの熱でペットボトルが溶けてしまったり、いろいろ問題はあったが、とても楽しそうであった。この実験の一番よいところは、生徒たちの身近なツールである携帯電話に実験データを残せるという点である。お互い気軽に見せ合ったり、メールに添付して交換しているうちに、「もっといいデータを撮りたい」という気になってしまう。もう少し上手く影できるように改良できれば、とてもよい実験になると思う。

【実験風景】



携帯で撮影した映像

【使用した資料・教材】

資料「ワークシート1」、ろうそく、ビデオカメラ、ビデオ、テープ、ペットボトル、携帯、事後アンケート

【実験結果】

実験結果は「丸くなった」。
無重力状態では、全ての物質の重さがなくなる。この状態では、重いもの、軽いものも均一に混ざった状態になる。通常、炎によって暖められた空気は、上昇して対流を起こすが、無重力状態では重さがなくなり、対流もなくなる。
この結果、対流によって上に伸びてた炎が丸くなる。

宇宙への挑戦

【実験】	実験2「真空」
【支援】	渡辺勝巳 広報部教育グループ グループ長
【授業時間】	計100分 説明＝10分 実験＝80分 まとめ・事後アンケート記入＝10分
【参加人数】	8名
【指導目標・ねらい】	宇宙環境や宇宙開発の実態を実験を通して学ぶ。 真空ポンプで減圧することにより、プロペラでは推進力を得られないことや、お湯が沸騰する様子を観察する。

【授業内容および生徒の学習活動】	【実験結果】	【担当教員の感想】
<p>≪実験内容≫</p> <p>●真空実験を行う</p> <p>真空ポンプを用いて低圧状態を作り出し、お湯が沸騰する様、風船が膨らむ様、ブザーの音が聞こえなくなることを観察し考察する。また、低圧状態において、プロペラによって回転する物体と、ガスポンペで回転する物体を観察し、なぜ動力がプロペラの場合、回転しなくなるのか、またなぜガスポンペは回転を続けることができるのかを考察する。</p>	<p>≪実験結果≫</p> <p>結果①お湯⇒沸騰する 結果②風船⇒膨らむ 結果③ブザー⇒聞こえなくなる 結果④プロペラで回る物体⇒回転しなくなる 結果⑤ガスポンペで回る物体⇒回転を続ける</p> <p>講義の「宇宙空間に水を放り出すと、沸騰しながら凍る」という現象が、どうして起こるかを考えた。実験から圧力を下げると沸点が下がることが実証されたので、次のように考える。「気圧が0に近いので、極端に沸点が下がるため、宇宙空間に水を放り出すと沸騰する。沸騰すると外にエネルギーを捨てるのでどんどん冷えて、いずれは凍ってしまう。」</p> <p>また、プロペラで推進力を得られなかったのは、減圧して空気が希薄になったため、プロペラが押し出すものがなくなってしまうからである。推進力は何かを押し出す反作用である。つまり宇宙では、自分でガスを持って行って、そのガスを押し出す反作用によってしか推進力を得られないことがわかる。</p>	<p>講義の「宇宙空間に水を放り出すと、沸騰しながら凍る」という話に生徒はかなり興味を示していたので、今回の実験を実施した。実験自体は、非常に一般的なものであるが、実際やっている学校は、すくないように思われる。普通の授業で、このような簡単な実験を行うことによって、生徒が現象を把握することを実感できることはあまりないだろう。少なくとも、「沸点と圧力の関係」について、この実験を通して生きた知識として身についたと思う。一生懸命に行った実験、面白い実験から疑問に思ってしまった検証実験等は、生徒は絶対に忘れないと思う。教科書で得た知識と実験を通して得た知識の違い、を痛感した。</p>
<p>【使用した資料・教材】</p> <p>資料「ワークシート2」、風船、ブザー、お湯、真空装置(大型)、真空装置(小型・手動)、プロペラで回る物体、ガスポンペで回る物体、事後アンケート</p>		

宇宙への挑戦

【実験】	実験3「太陽電池」	
【支援】	担当教員による授業	
【授業時間】	計100分 説明＝10分 実験＝90分 検証＝50分	
【参加人数】	8名	
【指導目標・ねらい】	宇宙環境や宇宙開発の実態を実験を通して学ぶ。 太陽電池から光源までの距離を変化させ、光のエネルギーに対する太陽電池の発電効率を求める。	
【授業内容および生徒の学習活動】	【担当教員の感想】	
<p>《実験内容》</p> <ul style="list-style-type: none"> ●実験1「電球の光のエネルギーを測定する」 水と温度計を入れた装置に、電球の光を照射し、水の温度上昇から電球から発生する光のエネルギーを求める。また、各班に分かれて、装置からの距離を1cmから5cmまで変えて、その距離における電球の光のエネルギーという形で結果を出す。 ●実験2「太陽電池のエネルギー効率を測定する」 電球を太陽電池に照射し、発電される電力を測定する。また、各班に分かれて、太陽電池からの距離を1cmから5cmまで変えて、その距離における電力を測定する。 	<p>今回の実験はかなり難しかった。なかなか結果が得られず何度も繰り返し実験し、時間がかかってしまった。また、結果の分析や解析も高校1年には大変難しく、説明を必要とした。 この結果自体、信憑性があまりないかもしれないが、距離が離れると発電効率がよくなるという結果には、私自身が驚いた。 無重力と真空の実験とは対照的に、非常に静的で難しい実験のため生徒の反応はいまひとつであった。</p>	
【使用した資料・教材】		
太陽のエネルギー測定器、太陽電池、電球、事後アンケート		

宇宙への挑戦

【授業】	実験結果の検証
【支援】	担当教員による授業
【授業時間】	計60分
【参加人数】	8名
【指導目標・ねらい】	宇宙環境や宇宙開発の実態を実験を通して学ぶ。 太陽電池から光源までの距離を変化させ、光のエネルギーに対する太陽電池の発電効率を求める。

【授業内容および生徒の学習活動】	【実験結果】	【担当教員の感想】																								
<p>≪実験結果の検証≫ 前回の授業で行った実験3「太陽電池」の検証を行う。</p>	<p>≪実験結果≫</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>光源からの距離</th> <th>太陽電池パネル1cm²当たり発電する電力[W/cm²]</th> <th>光のエネルギー[W/cm²]</th> <th>効率%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0cm</td> <td>0.0062</td> <td>0.12</td> <td>5.0</td> </tr> <tr> <td>2.0cm</td> <td>0.0048</td> <td>0.090</td> <td>5.1</td> </tr> <tr> <td>3.0cm</td> <td>0.0039</td> <td>0.076</td> <td>5.2</td> </tr> <tr> <td>4.0cm</td> <td>0.0036</td> <td>0.067</td> <td>5.3</td> </tr> <tr> <td>5.0cm</td> <td>0.0030</td> <td>0.050</td> <td>5.9</td> </tr> </tbody> </table> <p>実験1と実験2で得た結果をまとめたものである。実験で用いた太陽電池の発電効率は5%程度であることがわかった。実験結果の検証で、ISSに必要な太陽電池パネルの大きさを計算した。太陽からの光のエネルギーを1360w/m²、ISSの消費電力を100wとすると発電効率5%の太陽電池だとペナルティーエリア3個分に相当することが、わかった。</p> <p>また、距離が離れるにつれて発電効率が悪くなる、という予想に反して発電効率がよくなった。これは、電球を離すほど太陽電池に垂直に入射する光が増えるためではないか、と考察される。</p>	光源からの距離	太陽電池パネル1cm ² 当たり発電する電力[W/cm ²]	光のエネルギー[W/cm ²]	効率%	1.0cm	0.0062	0.12	5.0	2.0cm	0.0048	0.090	5.1	3.0cm	0.0039	0.076	5.2	4.0cm	0.0036	0.067	5.3	5.0cm	0.0030	0.050	5.9	<p>今回の実験はかなり難しかった。なかなか結果が得られず何度も繰り返し実験し、時間がかかってしまった。また、結果の分析や解析も高校1年には大変難しく、説明を必要とした。</p> <p>この結果自体、信憑性があまりないかもしれないが、距離が離れると発電効率がよくなるという結果には、私自身が驚いた。</p> <p>無重力と真空の実験とは対照的に、非常に静かで難しい実験のため生徒の反応はいまいちであった。</p>
光源からの距離	太陽電池パネル1cm ² 当たり発電する電力[W/cm ²]	光のエネルギー[W/cm ²]	効率%																							
1.0cm	0.0062	0.12	5.0																							
2.0cm	0.0048	0.090	5.1																							
3.0cm	0.0039	0.076	5.2																							
4.0cm	0.0036	0.067	5.3																							
5.0cm	0.0030	0.050	5.9																							
<p>【使用した資料・教材】</p> <p>太陽のエネルギー測定器、太陽電池、電球、事後アンケート</p>																										

2月12日

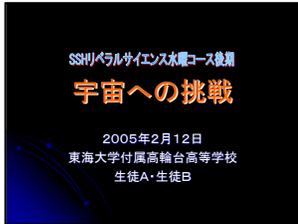
東海大学付属高輪台高等学校SSH報告会 第2回東海大学学園教科モデル校(理科)研究会

【発表】	SSH報告会
【支援】	担当教員による授業
【授業時間】	計60分 発表時間=5グループ×各10分 講評=10分
【参加人数】	36名
【報告会のねらい】	科学技術を身近に感じ、興味・関心と学習意欲を高めるための教育プログラム開発 ●大学・研究機関等と連携したユニット授業の開発をする。 ●学会、大学・研究機関等との連携手法の開発をする。

【授業内容および生徒の学習活動】	発表「宇宙への挑戦」の概要	【発表に対する生徒の感想】
<p>≪SSH報告会のスケジュール≫</p> <ul style="list-style-type: none"> ●SSH研究開発の概要説明 ●生徒によるSSH活動の報告(各グループ×10分) 「生命科学」 「未来のエネルギーと地球環境」 「宇宙への挑戦」 「地球科学フロンティア」 「科学プレゼンテーションと大学・研究機関へ訪問」 ●発表に対して質疑応答 ●たのしい数学 ●来年度にむけて ●講評 	<p>≪発表「宇宙への挑戦」の概要≫</p> <p>第2ユニットの第1回目の授業は、講義「国際宇宙ステーションの簡単な構造」から始まり、無重力の中で生活することに関心を持ち、関連する3つの実験を行いました。</p> <p>1つ目は、無重力の中で「炎がどうなるか」を観察。2つ目は、容器の空気を減圧するとお湯が沸騰する現象を観察し、その理由を考える。3つ目は、国際宇宙ステーション(ISS)の大部分を占める太陽電池のエネルギー効率について実験。実験を通して、宇宙とは非常に過酷な環境であるため最先端の技術を集結しなければ、行くこと自体が非常に困難であること。宇宙では不思議な現象や、これからの科学技術に必要な神秘が沢山あることを、改めて実感しました。</p>	<p>・“宇宙”という言葉は遠い存在にしか思えなかったが、講義を受けていくうちに身近に感じる事ができた。分からないことが多くて、疑問が次々と沸いてきた。とても面白かったし、“宇宙”をもっと知りたくなった。</p> <p>・“宇宙”はすごいなあ、と再認識した。</p>
		<p>【担当教員の感想】</p> <p>18ページ「担当教員の感想」をご参照下さい。</p>
		<p>【授業風景】</p>
<p>【使用した資料・教材】</p> <p>発表資料、発表原稿、OHP、パソコン</p>		

「宇宙への挑戦」発表資料

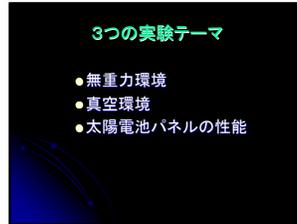
「宇宙への挑戦」発表資料



1
タイトル



2
渡辺先生の講話



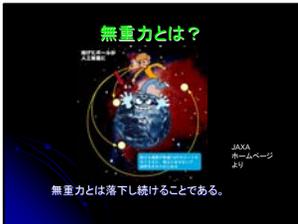
3
3つの実験テーマ



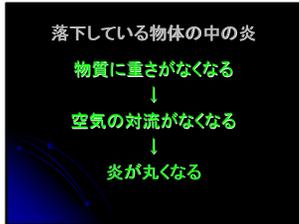
4
実験1「無重力環境」



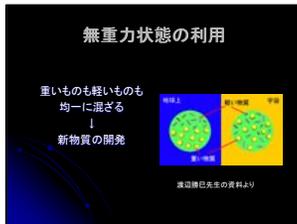
5
丸くなる!!



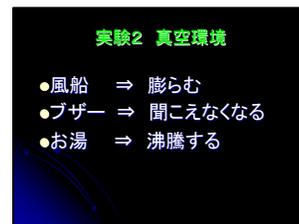
6
無重力とは



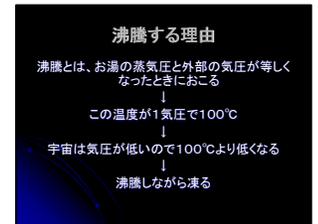
7
落下してる物体中の炎



8
無重力状態の利用



9
実験2「真空」



10
沸騰する理由

光源からの距離	太陽電池1パネル1cm当たり発電する電力[W/cm]	光のエネルギー[W/cm]	効率%
1.0cm	0.0062	0.12	5.0
2.0cm	0.0048	0.090	5.1
3.0cm	0.0039	0.076	5.2
4.0cm	0.0036	0.067	5.3
5.0cm	0.0030	0.050	5.9

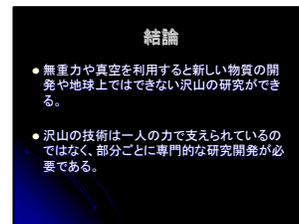
11
実験3「太陽電池」



12
ISSとサッカー場



13
発電効率



14
結論

「宇宙への挑戦」発表原稿

「宇宙への挑戦」発表原稿

水曜コース「宇宙への挑戦」の発表をします。発表者は私「生徒A」と「生徒B」がします。よろしく願います。

後期の授業第一回はJAXAの渡辺先生の講話で始まりました。講話のテーマは「宇宙への挑戦」で宇宙開発の歴史から始まり、国際宇宙ステーション、宇宙での生活について話されました。

無重力状態での生活は、私たちにとってとても興味深いものでした。また、宇宙空間に水を捨てると沸騰しながら凍るといふおかしな現象が起こるといふことも紹介していただきました。そこで…

今回のユニットでは3つのテーマで実験してみることにしました。

まず初めの実験は、無重力状態での炎の観察をしました。

次に2つめの実験では、容器の空気を減圧することによって、お湯が沸騰する現象を観察し、その理由を考えました。

3つめの実験では、大きさがサッカー場ほどもある国際宇宙ステーションの大部分を占める太陽電池についての実験をしました。

まず1つ目の実験である無重力状態での炎の観察の実験を紹介します。

この実験方法は、ペットボトルにセロテープで携帯電話を貼り付け、ムービー機能で撮影するといった、簡単な実験でした。

撮影した画像からご覧ください。初め、ろうそくの炎の形は見慣れた形をしていますが、実験装置を自由落下させると、…

炎はなんと丸くなりました。これがその画像です。なぜ自由落下させると、無重力状態になるかということ、なぜ炎が丸くなるかを説明します。

一般的に無重力というとき、重力が全くないということと思いがちですが、実をいうと、重力がなくなって無重力になるわけではありません。国際宇宙ステーションなどの人工衛星は、図のように重力に逆らわずに

地球に落ち続けているだけなのです。人工衛星と一緒に中の物体も地球に落ち続けるこの状態が、一般的に言われている無重力状態なのです。

また、なぜ炎が丸くなるかは、無重力状態では、全ての物質の重さがなくなります。

この状態では、重いものも、軽いものも均一に混ざります。通常炎によって暖められた空気は上昇して対流を起こすのですが、無重力状態では重さがなくなるので対流がなくなります。この結果、対流によって上に伸びていた炎が、対流がなくなったため丸くなってしまいます。

また、対流がないため炎もすぐに消えてしまいました。この無重力環境を利用すると、物質が均一に混ざるので、地上ではできない物質を開発することができます。このほかにも、対流がないために物質をうまく分離できること、完全な球状の物質を作ることができること、格子欠陥のない大型の結晶を作ることができるなどの、さまざまな利用方法が考えられています。

次に、真空状態では物体がどのようになるかを検証する実験をしたので紹介します。

この実験では、容器の中にさまざまなものを入れて、減圧し、色々な現象を観察しました。中に入れたものは、風船や、プザー、それとお湯です。

風船を入れて減圧すると、容器いっぱい膨らみました。これは、風船の内部の気圧と外部の気圧を等しく保とうとするため、膨らんだものと考えられます。

また、プザーを入れたときは、音が聞こえなくなりました。これは音を伝える媒質が、空気であることの証明になります。次に、お湯の実験では、減圧すると、激しく沸騰しました。このお湯の実験は、渡辺先生がおっしゃっていた《沸騰しながら凍る》というお話に深く関連しているのではないかと考え、このことについて調べてみました。

そもそも沸騰とは、中の蒸気圧と外部の圧力が等しくなったときに起こります。水を例に挙げると、内部の蒸気圧と外部の圧力が等しくなるのは、温度が100℃のときです。しかし、真空状態では、外部の圧力が大気圧よりも低いから、内部の蒸気圧と外部の圧力が等しくなるのは100℃よりも下になるわけです。さらに、現在の宇宙の温度はおよそ2.7Kですから、沸騰した直後に凍ります。

つまり、宇宙空間に水を放ると《沸騰しながら凍る》という現象が起こります。

最後に太陽電池の実験について紹介します。実験方法は、光源からある距離に太陽電池パネルを置き、電流と電圧を測定して電力を求めました。次に、光源から同じ距離での水温上昇を見ることによって

光のエネルギーを測定しました。これの比をとれば、『太陽電池のエネルギー効率』になります。

結果は5%程度になりました。通常太陽電池のエネルギー効率は十数パーセントなので、実験結果は非常に小さなものとなってしまいました。

この理由としては光源として電球を用いたため、太陽光のような平面波ではなく球面波での実験になってしまったことが一番大きな原因と考えられます。すなわち、太陽電池パネルに対して、垂直に光を当て

ないと太陽電池のエネルギー効率は下がってしまうのです。

エネルギー効率5%であるとして、ISSに必要な太陽電池パネルの大きさを求めてみました。ISSの大きさはサッカー場とほぼ同じ大きさです。

この写真からみても、相当な面積の太陽電池が必要なのがわかります。

計算結果は、エネルギー効率5%で、パネルティーエリア約3つ分でした。しかし、送電によるエネルギー損失などを考えると、もっと多くの太陽電池が必要になるのではないかと思います。

本日は、宇宙に関する実験、無重力、真空、太陽電池の3つについて発表しました。宇宙とは非常に過酷な環境であるので、最先端の技術を集結しなければ宇宙に挑戦することはできないことを学びました。

しかし宇宙では不思議な現象や、これからの科学技術に必要な神秘が沢山隠されているのではないかと感じました。

以上でSSH水曜コースの発表を終わります。ありがとうございました。

生徒の感想

「第1ユニット①」

- ・あまりにもわからない事が多すぎて、次々と疑問が浮かんできた。
- ・すごく面白かった。宇宙についてもっと知りたくなった。
- ・宇宙の始まりがビッグバンということは知っていたが、その前に何が起こったのか？ということは、考えたことがなかったのですごく驚いたし、疑問に感じました。宇宙の歴史に比べたら人類などすごくちっぽけだし、全てにおいてスケールの大きさが異なることに驚きました。
- ・SSH授業を受けて良かったと思います。先生の話が楽しく、内容がとても興味深いので、これから興味があったことにはどんどん質問していこうと思います。
- ・解らないことが多かったです。でも、解らない内容だからこそ想像力も膨らむし、興味も持てます。そこが好きなのかなあ・・・！？少しでも「？」を減らして、もっと宇宙を知り、興味を広げていきたいと思います。とても面白かったです。

「第1ユニット②」

- ・興味深い内容だったが、とても難しかった。あんなに多くの銀河があるならば、生命体、文明を持った生命体は、地球以外にも絶対いると思う。平林教授の絵がとても上手だなあ、と思っていたら、本の挿絵にも使われている、と聞き更に驚きました。
- ・宇宙の専門家からお話を聞くことで最先端の研究のことなどが聞けてよかったです。また、生命の話では、生物の授業で習ったことにもつながっていたので、理解しやすかったし、生物と宇宙には関係があることを知り、大変興味深かったです。
- ・講義を聞くまでは、宇宙空間には何も無いと思っていたが、アルコールや複雑な物質がある、ということを知り、とても感動しました。これからはもっと宇宙について学習していきたいと思いました。
- ・講義を聞き、宇宙のナゾに触れることができたと思いました。現在の人間は宇宙に関して2.3%しか理解していないことを知った。いつか、ダークマターやダークエネルギーを解明できる日がくるといいなあと感じました。

「第2ユニット①」

- ・無重力状態では、水に発砲スチロールが混ざっているのを見て驚きました。私も実験してみたいと思いました。

「第2ユニット②」

- ・第1回の講義で聴いた「衛星は地球に落ち続けている」ということを、今回の授業で学ぶことができてよかったと思う。

「SSH授業全体を通して」

- ・“宇宙”という言葉は遠い存在にしか思えなかったが、講義を受けて身近に感じることができた。わからない事が多くて、次々と疑問がわいてきた。すごく面白かったし、“宇宙”をもっと知りたくなった。
- ・宇宙はすごいなあ～、と再認識した。

担当教員の感想

「第1ユニット」

生徒がブラックホールやダークマター、ビッグバンといった、得体の知れないものや現象を知りたいと思うのは至極当然のことであるが、それを全て理解することは高校生には難しすぎることであった。特にダークマターのように最先端の科学者でも解らないことを高校生が調べるのは不可能である。第1回目の授業で動機付けをしてから、第2回目の授業で講義を聴いたことは非常に良かったが、事後学習として調べ学習を安易に取り入れたのは、失敗であったと思う。しかしながら、生徒が今まで以上に宇宙の不思議を実感し、興味を持ったのは確かである。

「第2ユニット」

本ユニットでは前回のユニット(宇宙の誕生と生命)の反省を活かして、実験実習を中心として展開した。また、通常事前学習として高校教員の授業があるのに対して、本ユニットは事前学習として講義を聴き、その内容に基づいて実験をしていくという方式をとった。

実験1については、生徒の予想と違う結果が出たので、生徒は感動していた。理由も講義内容を思い出して言い当てることができた。

実験2については、お湯を沸騰させる実験で、なぜ沸騰するかという理由を生徒なりに考えていた。

実験3については、結果の解析が生徒には非常に難しい実験であった。

3つの実験は講義内容から出てきた疑問点を、実験を行い解決するものであった。本来ならば不可能な授業であったが、本授業は実験を通して、宇宙の不思議や、宇宙技術のすばらしさを体験させることができたと思う。

「SSH授業全体を通して」

生徒たちはよく頑張ってくれたと思う。特に、「真空中に水を放り出すとどうなるか」に関しては、いろいろと調べ、生徒自身の答えを述べていたため、よい発表になったと思う。

本発表を、後期ユニットの報告のみにした理由は2つある。1つは「後期ユニットは前期ユニットの反省を活かし、内容を簡単にしたため、まとめやすかったこと」。もう1つは「前期の宇宙論をまとめることは、生徒にとって困難なため」である。はたして生徒に宇宙論は理解できるのか？生徒が全てを理解できないのは当然だが、「生徒がどこまで理解すればよいのか」という基準も明確ではない。前期ユニットは「SSH支援事業」であることを意識しすぎ生徒により高度なことを求めすぎたことと、前述の「どこまで」という基準が明確ではなかったために、失敗した部分が多かったと思う。

これを反省して考え直すと、教科書は必要であるという考えに行き着く。決して「教科書通りに教えてそれ以外のことは教えない」ということではない。教科書に沿って勉強し、各所で発展的な内容を取り入れていく方法が、やはり理科の授業としては正しいのではないかと思う。高度な知識を要する現象で、生徒の関心を惹くことは簡単であるが、それでは成果が何も残らない。また基礎知識がないのに、高度なものを調べさせても成果がでない。高度で面白いものを生徒に提示すれば、生徒は基礎知識を含めて勉強する、という考えは間違っていた。それより簡単な現象を面白く展開し、関心を惹き、生徒の「なぜ？」を満足させる基礎知識を与えることこそが我々の仕事ではないかと感じた。

「宇宙論」を学びたいが地学を履修していない生徒に対して私がすべきことは、カリキュラムの中で地学を教えること、もしくは「宇宙」についての何らかの教科書を用いてきちんと授業をすることであった。より発展的な内容は進学後、生徒たちが自分で探して勉強することであり、いまずべきことはいろいろな基礎知識を身につけさせることである。