

2004年度 神奈川県立相模台工業高等学校

サイエンス・パートナーシップ・プログラム(SPP)

「宇宙先端ロボット技術の現状と展望」

目次

学校独自のSPP事業について	P.2
講座の目的と展開	P.3
講座実施までの経緯	P.4
講座の構成	P.5
講座風景・生徒資料(概要)	P.9
講座を終えた感想(担当教員)	P.10

学校独自のSPP事業について

<p>相模台工業高等学校とは</p>	<p>県立高校改革推進計画に基づき、相模台工業高等学校は相模原工業技術高校と統合再編し、平成17年度より「相模原南部方面総合産業高校」となる。</p> <p>新校は、新産業の創出や科学技術の進展に主体的に関わることができる人材の育成を目指しており、企業・大学・研究所等と連携した教育プログラムの開発を進めている。宇宙をテーマにした学習プログラムとするため、宇宙科学研究本部（JAXA）の研究者や関係者に科目構成・内容等でご協力を仰ぐ。</p>						
<p>講座「宇宙先端ロボット技術の現状と展望」について</p>	<p>「宇宙先端ロボット技術の現状と展望」は、電気部所属の生徒を対象にSPP事業として実施。</p> <table border="1" data-bbox="637 628 1113 792"> <tr> <td>対象学年</td> <td>全学年</td> </tr> <tr> <td>参加人数</td> <td>16名</td> </tr> <tr> <td>合計講座時間</td> <td>20時間</td> </tr> </table>	対象学年	全学年	参加人数	16名	合計講座時間	20時間
対象学年	全学年						
参加人数	16名						
合計講座時間	20時間						
<p>SPP事業とは サイエンス・パートナーシップ・プログラム</p>	<p>最先端の現場で活躍している科学者・研究者から直接講義を受け、実験や実習を通して学ぶことで、生徒の科学技術への興味・関心、知的探究心を高めることを目的とした文部科学省の事業。</p> <p>この講座は、宇宙をテーマにした学習プログラムとするため、JAXAの研究者や関係者に科目構成・内容等について協力を仰ぐ。</p>						
<p>3つの講座 文部科学省が認定した本校のSPP講座</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.「宇宙先端ロボット技術の現状と展望」JAXAの研究者を招聘する講座 2.「宇宙と生命」JAXAの研究者を招聘する講座 3.「先端バイオテクノロジー実験入門」バイオの研究者を招聘する講座 						

講座の目的と展開

講座の目的

国内最高水準の競技ロボットを学習・体験している電気部所属の生徒に、さらに一步踏み込む教育として、宇宙航空研究開発機構(JAXA)と連携し、宇宙で活躍する最先端のロボットにふれさせ、意欲や向上心を高める。

ロボット工学への夢を与えるとともに、未来に向けて必要な技術や考え方などの視野を広げる教育を行う。また、実践的な教育として、宇宙環境にも対応する電子回路や電子デバイスにふれさせ、技術教育の向上と同時に、知識と実践を踏まえて確かな知恵とする教育方法を社会的にも示し、科学技術の教育的意義や有効性を高める。

講座の展開

(1) 聴いて学ぶ

講義を通じて、宇宙ロボットの概要、研究・開発の現状などを知り、理解を深める。

(2) 見て学ぶ

宇宙ロボットの研究・開発で最先端の現場を見学し、実際に携わる人々の声を直接聞くことによって 興味と理解を深め、将来の進路 決定にもつなげる。

(3) 体験して学ぶ

最先端の現場で実習することで、これまでにない宇宙技術を体験すると同時に、技術の向上と達成感を得る。

講座実施までの経緯

4月21日	SPP事業連携機関(JAXA)との打ち合わせ開始
5月17日	受講対象である電気部所属の生徒たちへ、講座「宇宙先端ロボット技術の現状と展望」について説明
5月20日	保護者へ講座「宇宙先端ロボット技術の現状と展望」に関する注意事項の説明
5月25日	演習用ローバ計画開始 ティーチングアシスタント(TA)との顔合わせ
5月26日	生徒の自主製作による実験用ローバの開発を開始
6月14日	生徒オリエンテーション1
7月13日	日程及び内容全般に関する打ち合わせ
7月14日	生徒オリエンテーション2
7月23日	ローバの演習について最終打ち合わせ

講座の構成

(1) 聴いて学ぶー1

7月23日
講義

講義「宇宙を拓く ～ロボットによる惑星探査」

講師: 久保田孝
TA: 佐藤孝洋
豊川貴章
松尾和芳

時間=3h

(3) 体験して学ぶー3

7月29日
実習

実習「自主製作ローバのテスト走行
及びテレオペレーション演習」

支援: 久保田孝
浅野 眞
TA: 飯塚浩二郎
佐藤孝洋
豊川貴章
松尾和芳

時間=7h

(2) 見て学ぶー2

7月28日
見学・懇親会

見学「宇宙科学研究本部」

支援: 久保田孝
浅野 眞
TA: 飯塚浩二郎
佐藤孝洋
豊川貴章
松尾和芳

時間=3h

(3) 体験して学ぶー4

7月30日
実習

実習「ローバのソフトウェア製作
及び自律走行実験」

支援: 久保田孝
浅野 眞
TA: 飯塚浩二郎
佐藤孝洋
豊川貴章
松尾和芳

時間=7h

7月23日 (1)聴いて学ぶー1

講義	「宇宙を拓く ～ロボットによる惑星探査」
講師 TA	久保田孝 宇宙科学研究本部 宇宙探査工学研究系 助教授 佐藤孝洋 宇宙航空研究開発機構本部所属 東京大学大学院生 豊川貴章 宇宙航空研究開発機構本部所属 東京大学大学院生 松尾和芳 宇宙航空研究開発機構本部所属 東京大学大学院生
授業時間	3時間
指導目標	「ローバ探査ロボット」をテーマに、宇宙ロボットの研究・開発に関する講義を聴き、知識と理解を深めさせる。

生徒の感想

担当教員の感想

講座実施前の準備段階でも、久保田助教授から資料提供や、ロボットの構造や制御方式等についてわかりやすい助言をいただけたおかげで、スムーズに準備ができた。また、教育用探査ロボットの開発もできた。

講座風景



久保田助教授の講義風景

授業内容	生徒の学習活動	講義内容
1.久保田助教授による講義	ローバ探査ロボットの概要、高性能な宇宙探査機の開発に必要な無人着陸技術、障害物検出技術、姿勢制御技術、環境耐久技術などについて講義を受ける。	<ul style="list-style-type: none"> ●深宇宙を探査するミッション <ul style="list-style-type: none"> ・深宇宙の探査戦術 ・土星探査機カッシーニ ・小惑星探査機ニア ・彗星探査機スターダスト ●ロボットによる惑星探査 <ul style="list-style-type: none"> ・火星探査ミッション ・月・惑星探査ローバ ●日本版探査ローバ <ul style="list-style-type: none"> ・SELENE-B ・日本初の小惑星探査ロボット「ミネルバ」 ●世界のローバ
2.質疑応答	講義内容に対して疑問に思ったことを質問する。	

使用した資料・教材

久保田助教授の講義資料、パワーポイント、パソコン

7月28日 (2)見て学ぶー2

見学	「宇宙科学研究本部」	
支援	久保田孝 宇宙科学研究本部 宇宙探査工学研究系 助教授 浅野 眞 広報部教育グループ 主任研究員	
TA	飯塚浩二郎 宇宙航空研究開発機構本部所属 総研大大学院生 佐藤孝洋 宇宙航空研究開発機構本部所属 東京大学大学院生 豊川貴章 宇宙航空研究開発機構本部所属 東京大学大学院生 松尾和芳 宇宙航空研究開発機構本部所属 東京大学大学院生	
授業時間	3時間	
指導目標	宇宙で活躍するロボットがどのようなところで研究され、どのように開発されるのか、その現場を見学し、そこで働く研究者や開発担当者の生の声を聴くことで、生徒の進路決定に活かせる教育を行う。	

生徒の感想

担当教員の感想

講座とM-Vロケットの噛み合わせ試験日程が重なったことで、計画にはなかったロケットの開発現場を見学することもでき、充実した施設見学となった。

また、TAを務めていただいた大学院生との懇談会というユニークな時間は、世代の近い先輩の体験談やアドバイスなど、講師とは違った親近感のある意見として、生徒の考え方や進路に関して有意義な時間となった。

講座風景



小惑星探査機「はやぶさ」
実寸大模型前にて

授業内容	生徒の学習活動	指導ポイント
1.宇宙科学研究本部見学	宇宙科学研究本部の概要説明を受ける。ビデオ「Welcome to ISAS」を鑑賞する。 INDEX衛星、M-Vロケット、Astro-E2衛星などを中心に説明を受けながら、飛翔体環境試験棟と風洞実験棟を見学する。	
2.質疑応答	見学の際、疑問に思ったことを質問する。	
3.懇談会	宇宙科学研究本部で実際に学びながら研究している大学生・大学院生(TA)を囲んで、宇宙ロボット開発や進路などについて話を聴く。	

使用した資料・教材

ビデオ「Welcome to ISAS」、ビデオデッキ

7月29日 (3)体験して学ぶー3

実習	「自主製作ローバのテスト走行及びテレオペレーション演習」	
支援	久保田孝 宇宙科学研究本部 宇宙探査工学研究系 助教授 浅野 真 広報部教育グループ 主任研究員	
TA	飯塚浩二郎 宇宙航空研究開発機構本部所属 総研大大学院生 佐藤孝洋 宇宙航空研究開発機構本部所属 東京大学大学院生 豊川貴章 宇宙航空研究開発機構本部所属 東京大学大学院生 松尾和芳 宇宙航空研究開発機構本部所属 東京大学大学院生	
授業時間	7時間	
指導目標	最先端の現場で実習を行うことで、これまでに経験したことがない宇宙技術を体験させ、知識と技術向上をはかる。	

生徒の感想

生徒の感想欄は空欄です。

担当教員の感想

ロボットの視覚情報からロボットを操作する演習では、興味深い実験が行えた。また、久保田助教授のご提案により、ロボットコンテスト形式で演習を行ったことで非常に盛り上がり、思い出に残る楽しいひとときとなった。

講座風景



ローバ探査機
(模型)



テレオペレーション
実験・実習風景

授業内容	生徒の学習活動	指導ポイント
1.ローバのテスト走行	生徒があらかじめ自主製作したローバロボット等を、JAXAへ搬入。これを用いて研究室の模擬宇宙環境で、走行試験を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・ノーマル4輪駆動 動作は順調。タイヤに何もついていないので、砂の上は走行不可能と思われたが走行できた。しかし、坂(クレータ)は登れなかった。カメラの角度が自由になるとよいと思った。 ・ラグ付4輪駆動 キーの操作を受け付けなくなる。大きめの石を乗り越えられない。 ・ラグ付6輪駆動 車輪の側面のすき間に砂が入ってきた。カバーを付けるべきでは？上部のカメラだけで周辺状況を把握するのは困難。
2.テレオペレーション 実験・実習	6チームに分かれてテレオペレーション(画像情報による無線操縦)演習を行い、さらに遅れ時間要素を3秒加えたテレオペレーション実験を、タイムトライアル形式で行う。また、ラグ付6輪駆動車、ラグ付4輪駆動車、ノーマルタイヤ4輪駆動車の走行性などの性能比較実験も行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・タイムラグがあるときは、少し先のことを考えなければならぬのでとても難しい。 ・ノーマル4輪駆動 ラグがないと回転は速いが、坂はまったく登らない。 ・ラグ付4輪駆動 平らな低い石は越えられるが、車輪の半分以上の石は越えられない。 ・ラグ付6輪駆動 石を2つ続けて登ると、後輪が上がったまま降りなくなった。小さい石だと越えられた。

使用した資料・教材

テレオペレーション実験結果、パワーポイント、パソコン

7月30日 (3)体験して学ぶー4

実習	「ローバのソフトウェア製作及び自律走行実験」	
講評支援TA	久保田孝 浅野 眞 飯塚浩二郎 佐藤孝洋 豊川貴章 松尾和芳	宇宙科学研究本部 宇宙探査工学研究系 助教授 広報部教育グループ 主任研究員 宇宙航空研究開発機構本部所属 総研大大学院生 宇宙航空研究開発機構本部所属 東京大学大学院生 宇宙航空研究開発機構本部所属 東京大学大学院生 宇宙航空研究開発機構本部所属 東京大学大学院生
授業時間	7時間	
指導目標	遅れ時間要素を10秒加えたテレオペレーション実験からロボットの自律機能の重要性を認識させ、C言語によるロボットの自動化プログラムを作成、実際に可動させて生徒に達成感を強く印象づける。	

授業内容	生徒の学習活動	指導ポイント
1.ローバのソフトウェア製作	前回の授業に引き続き、JAXAの久保田研究室にて講師やTAの指導を受けながら、C言語によるロボットの自動化プログラムの作成、コンパイル、リンク、ダウンロードの演習を行う。	
2.ローバ自律走行実験	自律ロボットのバスプランニング演習、及び自動走行実験の検証を行う。	
3.まとめ・反省会	講座を通して学習したことを振り返り、反省点などを話し合う。	

使用した資料・教材 自動化プログラム参考資料

生徒の感想

担当教員の感想

日本で宇宙探査ロボットを研究されてる、先駆的研究者である久保田助教授の指導のもと、探査ロボットに関する講義や様々な実験に参加できた生徒は、生涯において非常に貴重な経験ができたと思う。

講座風景



ローバ自律走行実験風景



実習を終えて

講座風景・生徒資料(概要)

実施までの製作過程・準備から講座風景まで



実施までの製作過程・準備



実施までの製作過程・準備



講座風景
7月23日・7月28日



講座風景
7月28日・7月29日



講座風景
7月30日

テレオペレーション実験結果・自動化プログラム参考資料

試行回数	移動時間	移動距離	移動精度
1	1.2	1.0	95%
2	1.5	1.0	90%
3	1.8	1.0	85%
4	2.0	1.0	80%
5	2.2	1.0	75%
6	2.5	1.0	70%
7	2.8	1.0	65%
8	3.0	1.0	60%
9	3.2	1.0	55%
10	3.5	1.0	50%

テレオペレーションの実験結果



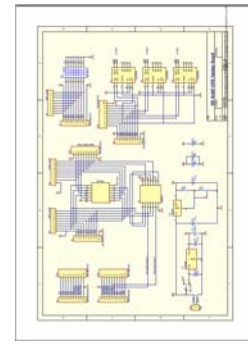
演習用C言語プログラムマニュアル



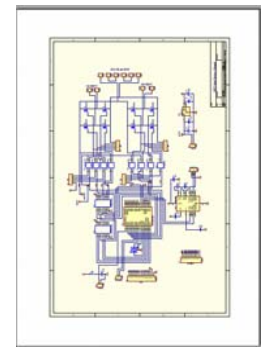
演習用C言語プログラム



ローバの制御用組込みプログラム



ローバの制御用マイコンボード設計資料



ローバのモータドライバ設計資料

講座を終えた感想(担当教員)

担当教員の感想

- ・講座実施前の準備段階から、久保田助教授による資料提供や、ロボットの構造や制御方式などに関するわかりやすい助言により、教育用探査ロボットの開発がスムーズに行えた。
- ・日本で先駆的に宇宙探査ロボットの開発をしている研究室で、探査ロボットに関する講義やさまざまな実験を体験できた生徒たちは、生涯において非常に貴重な体験をしたと考えられる。
- ・SPP講座日程とM-Vロケット噛み合わせ試験の日程が重なったこともあり、実際のロケット開発現場を見学できたことも、計画にはなかったが、充実した施設見学となった。
- ・TAを勤めた大学院の学生との懇談会というユニークな時間は、生徒たちの世代と近い先輩の体験談やアドバイスが得られ親近感のある意見として、生徒たちの進路や将来の考え方に参考になる有意義な時間となった。
- ・ロボットの視覚情報からロボットを操作する演習では、興味深い実験が行えた。また、久保田助教授のご配慮から、今回のテレオペレーションではロボットコンテスト形式で行っていただいたことで非常に盛り上がり、思い出深い楽しい時間を送ることができた。