

課題探究能力の育成を目指す実験講座の実施

教科研究センター理科教育課

上中一司 勝木知昭 澤大輔 吉村公彦

理科教育課では、サイエンスラボを活用した様々な事業を通して、児童生徒および理科教員への実験・研究支援を行っている。今回は、中・高校生を対象としたサイエンスラボにおける実験講座の中で、受講生の課題探究能力を育成するための取り組みと成果および課題を報告する。

〈キーワード〉 課題探究能力、探究の過程、実験講座、缶サット、プロジェクトマネジメント

I はじめに

サイエンスラボで実施している講座のうち、「アドバンス実験講座」と「東京大学の研究者に学ぶ研究講座」の取り組みについて述べる。これまでこれらの講座は、高度な実験装置を利用したり発展的な実験を扱ったりして、科学的な思考力を高めることや、最前線で研究する研究者から直接指導を受けることで、より理科への関心を高めることをねらいとして実施してきた。このような従来の方針も継承しつつ、本年度は特に科学的手法をより重視した。各講座において図1のような探究の過程を基にして、ねらいとした資質・能力育成のための取り組みを行い、受講生の活動の様子や意見等からその成果と課題についてまとめた。

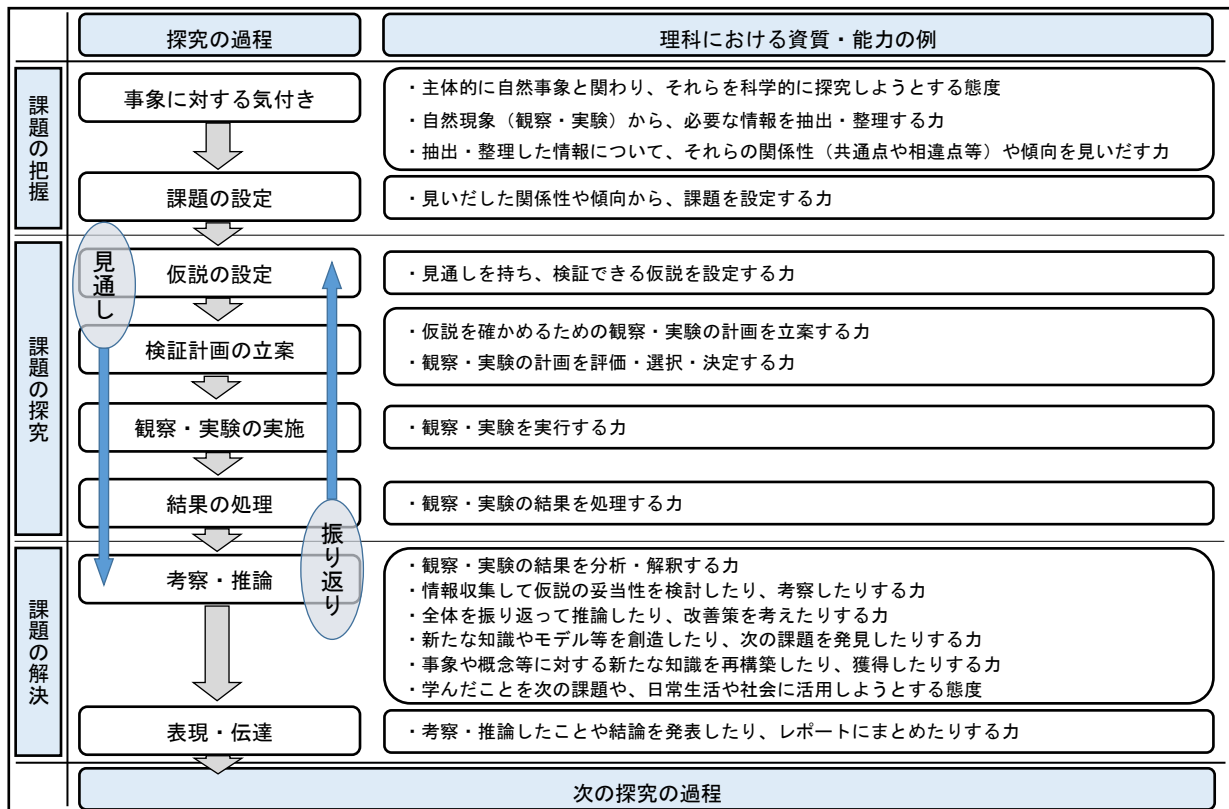


図1 探究の過程と理科における資質・能力の例（「高等学校学習指導要領(H30年告示)解説 理科編」より作成）

II 実験講座での取り組み

1 アドバンス実験講座

(1) 全体概要

本講座は高校生の希望者を対象に、発展的な実験や学校では実施しにくい実験を通して、実験技能とともに科学的な思考力を向上させることを目的として実施しており、本年度で3年目である。受講生は、物理、化学、生物のいずれかの分野を選択し、それぞれ約3時間の講座を5回受講する。本年度は次の表に示す内容で実施し、受講申込者数は、物理12名、化学23名、生物21名であった。

表

	実施日	物理分野	化学分野	生物分野
第1回	8月2日(金)	ループコースターの当て	中和滴定と実験の基本操作	細胞分画法と細胞小器官の観察
第2回	8月7日(水)	ループコースターの性能検証	キレート滴定	細胞融合
第3回	9月7日(土)			イチョウの精子を見よう(※)
	10月20日(日)	オシロスコープの基礎	吸収スペクトル入門	
第4回	11月10日(日)	オシロスコープによる音速測定	水中の硝酸イオン・亜硝酸イオンの分析	大腸菌の培養と遺伝子組換え
第5回	12月15日(日)	半導体の性質	クロマトグラフィーによる分析	フィンガープリンティング

※生物分野の第3回は教育博物館特別企画として実施

以下、物理・化学・生物の各講座において、特に本年度取り入れた課題探究能力育成のための具体的な実践方法について述べる。

(2) 物理分野

物理分野は、化学・生物に比べ、中学校の既習内容から仮説を立てて実験を行うことが容易であると考えられる。そこで各実験において、図1の『探究の過程』に示された『仮説の設定』に重点を置き、『課題の把握』から『課題の解決』に至るまでの探究活動を取り入れた講座設計をした。これらの過程に関する資質・能力の育成をねらった、第3回～第5回の講座についての内容・成果・課題を述べる。

① 実践内容と成果

<第3回・第4回> オシロスコープの基礎・オシロスコープによる音速測定

デジタルストレージオシロスコープを使用した実験を、連続した2回の講座で行った。この器具の測定原理の理解が必要であるため、オート設定機能を持たない従来のオシロスコープを使って器具の原理を学んだ。その後、最新型の器具を用いて実験を行った(図2)。実験では空気中の音速 $V = 331.5 + 0.6t$ (m/s) を測定するために超音波を使用した。さらに、気温と音速の関係から、ドライヤーを用いて温風や冷風を送ることによる音速の変化と、オシロスコープによる測定結果の変化を予想した上で実験を行った。仮説を設定し、結果から考察する過程で「見通しを持ち、検証できる仮説を設定する力」や「観察・実験の結果を処理する力」、「情報収集して仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」の育成を目指した。

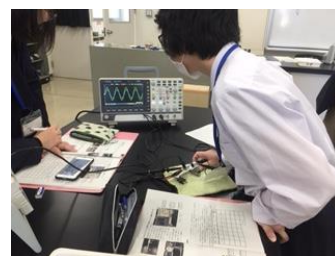


図2 オシロスコープによる音速の測定

受講生の反応としては、目に見えない気体分子の振動をイメージする難しさがあったものの、最初の実験において音速の測定結果が理論値と近くなることから、実験結果を処理できている様子が窺えた。しかし、ドライヤーを用いた実験では、オシロスコープで測定し

た結果の変化からドライヤーの風速を算出させたが、約8割の受講生の仮説に明確な根拠がなく、見通しを立てられなかったことから、音速・温度・風速の関係性について、結果から仮説の妥当性を理論的に検討できなかったと考えられる。一方で、約半数の受講生からは「内容は難しかったが、オシロスコープについて知らなかったことがわかるようになったのでよかった。」との感想を聞くことができた。

<第5回> 半導体の性質

第5回では、半導体で構成されるLEDを用いた実験を通して、「観察・実験から必要な情報を抽出・整理する力」、「見いだした関係性や傾向から、仮説を設定する力」、「観察・実験の結果を処理する力」、「情報収集して仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」の育成を目指した。

まずは、中学校での既習事項であるオームの法則に従ったグラフとなる、カーボン抵抗の電流電圧特性曲線から始め、続いて豆電球と4色（白・青・赤・緑）のLEDで特性曲線を描いた。豆電球は非直線抵抗であり、中学までの知識では説明できない現象が見られるため、その原理については解説を行った。ここでは、『課題の把握』の場面として、各グラフの差異点や関係性を見いだす活動を行い、LEDの特性曲線から半導体の特性について考えた。次に『課題の探究』の場面では、LEDの特性曲線とエネルギーとの関係付けを行うことで、光のエネルギーと光の波長の関係性について仮説の設定を行った。仮説の検証では、LEDの受光により生じる電圧を測定する実験を行い、結果をまとめた。なお、LEDの特性曲線は、ブレッドボードやPCを用いることで操作を簡素化し、グラフから必要な情報を読み取ったり結果について考察したりする時間をとれるようにした。(図3)。『課題の解決』の場面では、結果を比較して仮説について検討し、光のエネルギーと光の波長の関係についての考察を行った。「オームの法則を中学校で学んだが、光源の種類によって特性曲線があることが分かった。」という受講生の声もあり、関係性や傾向をある程度見だし、LEDを使った発電という新たな実験方法において仮説の妥当性を検討していく流れができた講座であったと思われる。しかし、各光源の電流電圧計測やグラフ作成のための時間に追われ、また、効率化を図るために用いたブレッドボードやPCの操作説明に時間を要し、その結果、十分に思考する時間が取れていなかった。測定項目を絞るなどの工夫が必要であると感じた。



図3 LEDの電流電圧特性曲線

② 課題

様々な高校から履修状況の違う受講生が集まることもあり、発展的な器具を用いたり高度な考察を要する実験を行ったりすると、見通しを持てなかったり、考察の時間を十分にとれなかったりすることも起こる。そこで、第1回と第2回、第3回と第4回を関連した内容で組み立てることで少しでも理解度を高めようとしたが、休日の講座で継続して参加できない受講生もおり、約半数の受講生にとっては2回分を関連した内容で行った効果が薄くなってしまった。5回全体の総合評価では受講生全員の満足度が高く、実験器具を操作したり、知らないことを学べたりといったことから満足しているという感想がほぼ全員から聞かれ、受講生にとって新たな知識・技能の習得ができた時間になっていることは読み取れる。しかし、課題探究能力の育成が不十分だったところがあるにもかかわらず、受講生の満足度が高いなど、こちらの意図したねらいと受講生が満足する要素との間に隔たりがあるということも感じた。

(3) 化学分野

化学分野では、図1の『探究の過程』に応じた資質・能力のいくつかを5回の講座に振り分け、これらの講座を通して総合的な課題探究能力の向上を目指した。ただし、試薬や実験機器等、そのほと

んどが学校では扱わないものとなるため、『課題の設定』や『検証計画の立案』の場面を設けにくく、これについては検証計画の一部を立案する活動を一回取り入れただけであった。ここでは、それら以外の場面に関する資質・能力の育成に効果的であったと思われる第1回、第3回と、『検証計画の立案』を一部取り入れた第4回について、その内容と成果、課題を詳しく述べる。

なお、第1回と第2回、第3回と第4回は、それぞれ共通の実験機器を用いることで、関連性、継続性を持たせ、実験技能の向上を図るとともに、実験全体の見通しができるように配慮した。

① 実践内容と成果

<第1回> 中和滴定と実験の基本操作

中和滴定実験を通して、滴定の基本的な技能習得とともに、図1の『事象に対する気付き』『考察・推論』に関する資質・能力の育成を主なねらいとした。

pHセンサーとドロップカウンター、パソコンを用いた、中和滴定曲線の自動作成を活用し、「観察・実験から必要な情報を抽出・整理する力」、「情報の関係性や傾向を見いだす力」、「実験の結果を分析・解釈する力」を育成のねらいとして、次の2つの活動を取り入れた。まず複数の滴定曲線の形状を比較することで、酸・塩基の価数や強弱の違いがグラフにどう表れるかの読み取りを行った(図4)。既習の酸についてはグラフの特徴を容易に指摘できたが、未習であるシュウ酸の滴定曲線については、見るべきポイントを指摘することができた受講生は半数以下であった。次に、滴定曲線のpH変化と指示薬の色の変化を同時に見て、酸と塩基の強弱により指示薬を選択する必要性について考察した(図5)。不適切な指示薬を用いることで生じる滴定時の不都合について、ほぼ全員が既習事項と結びつけて考察できたことが、実験中の発言やワークシート、アンケート等から見てとれた。「今まで教科書で暗記していただけだったが、使えない指示薬がなぜ使えないかがわかった」といった感想も見られた。受講生にとって単元自体は既習だが、今回のような実験は初めてであり、既習事項を基にした比較や関係付けをしながら、しっかりと思考・判断する活動ができたといえる。

なお、第2回のキレート滴定は、第1回と同様にビュレットを用いた滴定のため、一連の実験技能の向上が見られた。

<第3回・第4回> 吸収スペクトル入門・水中の硝酸イオン・亜硝酸イオンの測定

この2回の講座では、紫外可視分光光度計を用いた試料の定性および定量の実験を通して、図1の『事象に対する気付き』『仮説の設定』『検証計画の立案』『考察・推論』における資質・能力の育成を主なねらいとした。

第3回では、プリズムや分光器による光の観察を通して、分光や光の吸収と反射について学んだ後、紫外可視分光光度計を用いて試料の同定実験を行い、第1回と同様、「観察・実験から必要な情報を抽出・整理する力」、「情報の関係性や傾向を見いだす力」、「実験の結果を分析・解釈する力」を育成のねらいとした。まずはいくつかの既知試料水溶液の吸収スペクトルを測定し、そのグラフから読み取った吸収波長および吸光度と、水溶液の色との関係について確認した。その後、3つの未知試料水溶液の吸収スペクトルを測定し、既知試料の吸収スペクトルと比較して同定する活動を取り入れた。吸収スペクトルの知識や扱う実験機器等、受講生にとってすべてが初めてであったが、各班ともグラフの特徴を捉えることができ、既知試料の吸収スペクトルとの共通点や差異点から、未知試料のうちの一つが混合溶液であることも推測することができた。育成のねらいとした上記の3つの力について向上していることが実験の様子から窺え、特に『事象に対する気付き』の過程において、分光器で観察した太陽光と蛍光灯のスペクトルの違いや吸収スペクトルのグラフで気になった点など、第1回の時

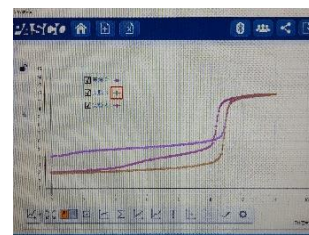


図4 酸の強弱による違い

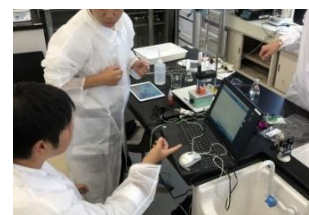


図5 滴定曲線と指示薬の色

には見られなかった自発的な気付きがあったことが、数名のアンケートから読み取れた。

第4回では、ザルツマン法を応用して、紫外可視分光光度計により試料水（水道水、側溝の水、ウイナーのゆで汁）の中の亜硝酸イオン濃度を測定した。「見通しを持ち、仮説を設定する力」と「仮説を確かめるための実験の計画を立案する力」の育成をねらいとして次の活動を取り入れた。試料水が生活圏内の水であることから、亜硝酸イオン濃度が環境基準を下回っていることを推測し、検量線作成のために必要な標準溶液の適切な濃度を、各班で考え調製する場面を設定した。しかし、予想以上に標準溶液の濃度計算と調製に手間取り、検量線の意味や検量線作成の目的を見失う班も見られた。特にアンケートからは、仮説を立てて臨んでいる意識があった受講生が2名しかいなかったことがわかった。

② 課題

今回、課題や実験方法はこちらからほぼ提示しており、『課題の設定』『仮説の設定』『検証計画の立案』に関する資質・能力の育成をねらった取り組みを十分に行えなかった。第4回において仮説を基に実験計画の一部を立案する場面を設定したが、濃度に関わる計算や溶液の調製を含み、また、ザルツマン法や検量線等、未知の反応や手法を扱う定量実験ということもあり、実験全体の見通しを立てることに意識を向けることができなかつたと思われる。既習事項の習熟度にも考慮しながら、実験内容や難易度を慎重に設定する必要がある。特に『仮説の設定』の場面を設けたにもかかわらず、仮説を立てたことへの意識が低いまま実験を進めているなど、こちらが設定した資質・能力の育成のねらいと、受講生の自覚にずれがあることもアンケートからわかった。この点については、各講座開始前にねらいと達成目標を示すべきであった。

(3) 生物分野

生物分野も化学分野同様、『検証計画の立案』の場面を設定するのは難しい。そもそも、検証計画を立案するためには、多種多様な検証方法や実験操作の意味を理解している必要がある。そこで、まずは様々な観察・実験の経験を積む中で、実験操作の意味を理解することを重視した。5回の講座を通して、図1の『観察・実験の実施』と『考察・推論』の過程に示される例を基に「観察・実験を実行する力」と「仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」の2つを主な育成のねらいとして講座を設計した。教育博物館特別企画として行った第3回を除いた講座について、実践内容と成果、及び課題を述べる。

① 実践内容と成果

「観察・実験を実行する力」の育成のための取り組みとして、実験操作の意味を確認する機会を多くとった。第1回では、主に顕微鏡操作、細胞を扱う際の等張液の概念、第2回では酵素を利用する際の注意事項、第4回では、大腸菌の遺伝子組み換えの原理、クリーンベンチを利用した無菌操作（図6）、第5回では、制限酵素の概念、電気泳動操作（図7）等について扱った。第1回から第5回へ講座が進むにつれ実験の難度は上がっていき、実験操作は複雑になっており、段階的に知識や実験技能が身につくように実施している。

例えば第5回のフィンガープリンティングでは、「ゲルを電気泳動装置にセットするとき、ウェル（DNAを入れる穴）は+極と一極のどちら側にするべきか。」という発問に対し、「DNAは負電荷を持つから、+の反対側にセットすると良い」という、根拠を基にした発言が見られ、また全グループがウェルを一極側にしていることから、DNAの特徴を理解して器具を取り扱うことができていることが窺えた。講座後に行っ

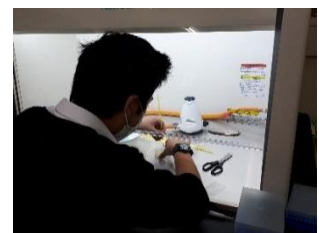


図6 大腸菌の植え付け



図7 電気泳動での分析

ている振り返りシートでも、全員が実験操作の意味を的確に書いていた。回を追うごとに実験操作や原理が難しくなる中、第4回、第5回ではそれまでの講座で身につけた、実験操作の意味や原理を理解して実験を行おうという姿勢がどのグループにも見られ、実験技能の向上が窺える。アンケートにおいて「5回の講座を通して向上した力は何ですか」の問いには、「**観察・実験を実行する力**」を全員が挙げており、受講生は観察・実験を実行する力が身についたと実感している。

「**仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力**」の育成のための取り組みとしては、グループ討議により、実験結果の予想や考察をする場面を作った。例えば第4回の大腸菌の遺伝子組み換えでは、遺伝子組み換え大腸菌と様々な培地の組み合わせで大腸菌が生えるか、あるいは大腸菌に取り込まれたGFPが光るか等についてグループ討議させた。受講生は、DNAが発現する原理や、大腸菌の生態的特徴等を根拠として予想し、実験結果を予想と照らし合わせながら考察していた。講座後の振り返りシートで、「遺伝子組み換え大腸菌だけを繁殖させ光らせるには、培地にどのような物質を入れたら良いのか」という問いに対し、全員が理論に基づいて記述しており、結果を基に考察する力が育成できたものとする。

今回の生物分野の講座では、学校で化学と物理を選択している者が多く、生物を履修していない受講生が全体の1/3程度参加していた。そういった受講生にも、生物分野において「**観察・実験を実行する力**」、「**仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力**」を育成できたことは、受講生の視野を広げると同時に、生物と物理分野が融合するような、例えば医療分野の研究に携わる時に大いに役立つものとする。

② 課題

生物を履修していない受講生は、生物に関する知識が不十分、あるいは生物学における見方・考え方に慣れておらず、関連する知識を教える時間が長くなってしまうため、短時間で効率的に教える工夫が必要である。また、高度な機器を利用する実験が多いため、機器の原理等の説明にも時間を要し、機器の体験をするための、テーマや手順が決められた実験となってしまう。この点については、物理や化学のように、2回連続で同じ機器を利用した講座設計が考えられる。また、科目の特徴として観察により考察することが多いが、実験の結果を分析・解釈する力の育成のためには、グラフを作成して考えるような講座設計も検討したい。

5回の講座を通して、探究の過程の『**観察・実験の実施**』と『**考察・推論**』における資質・能力の育成を図ったが、それらの力の客観的な見取りが必要である。例えば5回目の講座で自由度の高い課題解決型の講座を実施し、達成度などを基に評価することも考えられる。評価方法の検討も必要であろう。また、今回の講座で取り組めなかった、「**見通しを持ち、検証できる仮説を設定する力**」、「**仮説を確かめるための観察・実験の計画を立案する力**」の育成なども、総合的な課題探究能力の向上には不可欠であり、どのように講座に取り入れていくかが課題である。

2 東京大学の研究者に学ぶ研究講座

(1) 本年度の講座概要

サイエンスラボでは、最前線で活躍する研究者から衛星開発のプロセスを学び、本物の科学技術や研究に触れることや、宇宙工学への興味関心を高めることを目的とし、東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学中須賀研究室と連携して超小型人工衛星開発講座を実施している。本年度で実施3年目である。

超小型人工衛星開発講座では、コンペティション方式をとり、設定された課題（ミッション）の達成状況を競う形で講座を展開している。本講座はものづくりを主とした講座であるため、PDCAサイクルを意識させやすい。よって、特定の資質・能力にねらいを絞って育成するのではなく、探究の過程を繰り返し経ることで総合的な課題探究能力の育成をねらいとした。また、やや複雑な課題を与え、

探究の過程を経るためのマネジメント力を短期間で高めることもねらい、講座設計を行った。

<講座設計の方針>

- ・缶サットの機構の構想、製作、検証、評価のサイクルを重視し、探究の過程や実験の有用性が意識できるような講座設計を行う。
- ・複雑な課題として、複数のミッションについて、一方を追求すれば他方を犠牲にせざるを得ないという状態・関係(トレードオフ)となるよう設定する。

(2) 本年度の講座概要

<缶サット実習>

日時 7月20日(土)、7月21日(日)、7月27日(土) 午前

対象 中学生および高校生(参加者:中学生23名、高校生12名、高専生4名)

講師 東京大学 大学院工学系研究科 航空宇宙工学教授 中須賀真一 氏

アシスタント 東京大学大学院工学系研究科 航空宇宙工学研究科 学術支援員1名、学生1名

<日程詳細>

7月20日(土)		7月21日(日)		7月27日(土)	
9:00	開講式・講義等	9:00	機構製作および落下テスト(体育館)	9:00	機体最終調整
9:30	缶サット計画 機構製作および机上試行(ラボ物・地)			10:30	落下競技(グラウンド) 成果発表準備
12:00	昼食	12:00	昼食	12:00	昼食
13:00	機構製作および体育館試行(体育館)	13:00	機構製作および落下テスト(グラウンド)	13:00	成果発表プレゼン 表彰式 閉講式
16:00	終了	16:00	終了	15:30	終了

<製作する缶サットの仕様および規定>

	A機	B機
パラシュート部	・一辺45cmの正六角形 ・中心にφ10cmの穴	・1m×1.5mの布より切り出し(形、大きさ、穴ともに自由)
本体	・350mL空き缶	・350mLもしくは190mL空き缶
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・2機一体で500g以内に重量を収めること。 ・2機一体でキャリア(φ150×300mm)に収まるサイズにすること。 ・30秒以上のフライトはさせないこと。 	

<本年度の缶サットミッション>

空中分離	地上でくっついている2機体が空中で切り離されること。
時間差着陸	2機体が5秒差で着陸すること。
着陸距離	2機体の着陸距離をできるだけ離すこと。
空中撮影	空中でもう1機のパラシュート(の25%以上)を撮影すること。

(3) 講座の状況と成果

ミッションの達成には、構想した各機構が意図した通りに動作することが必要である。各班では、空中分離システム、時間差着陸システム、長距離飛行システム、落下制御システムの4つのシステムの開発に向け、それぞれが設計して製作したものを机上で試行し、機構の性能評価および改善を繰り返して行っていた。機構について机上での試行を重視させることで、使用したパーツの長さや強さと結果との関係を数値化する班もあり、結果を分析・解釈の様子が窺えた。また、本年度から、落下に

よる挙動について詳しいデータ採取を行うため、体育館（高さ約9 m）で試行できるようにした（図8）。パラシュート開傘から落下中の終端速度に近い状態での挙動確認ができるようになったことで、体育館での試行における距離や時間などを計測し、50 m落下時の推測を行う班や、機構の動作の信頼性や再現性について検討する班も見られた。



図8 体育館での試行

また、校種や学年、学校を混合して各班を編制したことや、製作時間の制限や各ミッションポイントの合計によるコンペ方式であるため、役割分担や製作時間の配分、ミッション達成状況やリスクといったプロジェクトのマネジメントが必要になる。特に機構の性能向上と製作時間、ミッション達成数と機構性能等のトレードオフに対して、各班におけるマネジメント力が試される活動となった。成果発表やアンケートにおいて、「ポイント取得に向け、時間差着陸を考えず、飛距離を重視した」や「時間内の機構開発に向け、人員配置

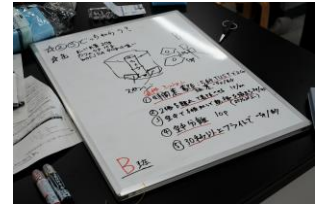


図9 機構改善の様子

を変更した」、「初対面で何が得意かわからない状況でどのように割り振れば効率の良い作業ができるのが難しかった」といった発言から、プロジェクトマネジメントが重要視されたことが窺えた。（図9）

(4) 今後の課題

超小型人工衛星開発講座では、与えられたミッションの達成に向け、自ら課題を設定し、探究して機構開発にあたる。これまで同様、中高生の知識・技能的に可能な範囲でのミッションの開発が必要である。しかし、各種システムを発動させるのに必要なきっかけは、パラシュート開傘を利用した力と着地時の地面の反発力しかない。このため、プログラミング教育とも関連し、短時間で容易なプログラミングを行い、落下中にサーボモータを動かす機構を導入し、システム発動のきっかけを増やすことでミッションの開発にあたりたい。これによって、さらにプロジェクトマネジメントの重要性を高めた講座設計が可能になると考えられる。

今年度、講座では探究の過程を経る回数を増やすため、机上、体育館、グラウンドと様々な活動の場で十分な時間配分を行った。しかし、課題探求能力を効率的に育成するためには、受講者自身が探究の過程や資質・能力を意識したうえで活動を行うことも重要である。そのために、適宜の助言だけでなく、開講時に探究の過程や資質・能力を提示するなど考えられる。また、事後におけるプロジェクト全体の報告および情報共有等を充実させ、各自振り返りを行うことも有効であると考えられる。また、この講座において、課題解決能力を高めるために、探求の過程を繰り返し経ることがどの程度有効であったか、評価をする必要がある。そのため、プロジェクトの計画、機構の開発、機構の探究、機構の検証といった一連の活動において、班員の考えや機構がどのように変容したのかを記録させるようなプロジェクトノートを作成や、特定の班の活動全体を追った見取りなどを記し、課題探究能力の育成を目指した講座が成果を上げているかどうかについて検討が必要である。

III 今後の取り組み

本年度、課題探究能力の育成を目指し、「アドバンス実験講座」および「東京大学の研究者に学ぶ研究講座」について講座設計を行った。育成を目指す資質・能力を絞り、探究の過程における様々な場面で理科の見方考え方を働かせる活動を取り入れたが、今後は、それらの取り組みがどの程度の成果を上げているかについて、何らかの方法で評価する必要がある。課題の設定から解決に至るまでの探究の過程

において、適切な活動が取り入れられているか、あるいは、受講生の考えがどのように変容したのか等を知る手立てとして、例えば次の3つの方法が考えられる。1つ目は、学校現場の先生方を講座に招き、研究授業と同様に評価してもらう方法である。図10は、川角博特別研究員による物理公開授業で用いられた授業の評価表である。このようなシートを用いて、課題解決能力を細分化し、生徒の探究的な活動を促す場面の効果をチェックすることができる。2つ目は実験ノートを作成し、受講生の記述をもとに評価する方法である。受講生が講座途中で適宜ノートに記録できるようにして、各講座で設定した探究の過程に関する資質・能力について、講座のねらいに沿った内容が記述されているかを抽出することが考えられる。3つ目は、特定の受講生の活動全体を追った見取りなどを記すことである。その受講生の思考の変容などから、意図した成果が上げられているかどうかについて検討することができると思われる。これらのような評価方法をどのように取り入れるか、また、各講座の成果と課題について精査し、より効果的に課題解決能力を育成する実験講座を提供していきたい。

評価の観点		評 価：担当者	
		授業計画	生徒の様子
授業計画：✓：授業計画されていた項目がチェック 生徒の様子：授業計画されていたものに対して評価 A：生徒の成長が見られる、生徒が探究的に活動している B：生徒が指示通り活動している C：生徒活躍がない			
1 発見（知らないことがあることに気づく）			
(ア) 生徒が、わかっていないことに対する気づきの場面がある。（身近な現象からの気づきなど）		A B C:	
(イ) (ア)を生かした必然性のある課題の設定がなされている。（内発、外発、どちらでも可）		A B C:	
2 追究（問題を科学的に解決する）			
(ウ) 観察、実験など検証事実に基づいて科学的に課題を解決する場面がある。	仮説設定	A B C:	
	計画立案	A B C:	
	観察実験	A B C:	
(エ) 実験結果をまとめて、課題につながるように整理させている。		A B C:	
3 課題の解決			
(オ) 分析として比較、関係づけ、妥当性、条件制御、多面的思考等をさせている。		A B C:	
(カ) 新たな知見を獲得や、再構築、次の課題を発見などが行われている。		A B C:	
(キ) 結論を生徒間で相互評価や、レポートをさせている。		A B C:	

図10 授業の評価表