

## 生徒の活動報告

大羽 徹・渡辺 武志

### 1 スーパーサイエンスハイスクール生徒研究会発表会への参加

主催：文部科学省・科学技術振興機構  
日時：平成29年8月9日（水）～10日（木）  
会場：神戸国際展示場  
発表形式：ポスター発表

2017年度の発表会は5年連続で数学クラブであった。題目は“遺伝的アルゴリズムのパラメータ最適化”というテーマであった。発表主体が高校2年生で、昨年度から温めていたテーマであった。今年度は文献調べからスタートし、データの分析方法や、研究内容が充分であるかどうかについて、思い悩んでいたようであった。しかし、文献を通じて専門家を探していたところ、名古屋大学に研究者がいることがわかり、自分たちの研究内容をゼミ形式で説明した。専門家からは、遺伝的アルゴリズムの簡明な分析方法を編み出していたことをアドバイスいただき、より目のつけどころのある研究を推し進めることができた。

発表会では、わかりやすく発表する方法を模索していたが、直前まで生徒たち自身で考えて良い発表をすることができた。なお、資料6の第11回 高校生理科研究発表会では、同じ内容で優秀賞を受賞した。

（高校2年 参加生徒の感想）

今回は遺伝的アルゴリズムをテーマに発表をした。このテーマは幼い頃から興味があったもので、一年前にふとプログラムを組んでみたことが思えば研究の始まりであった。そこから地道に研究を進め、今では一定の成果を残し、生徒研究発表会という場で発表できたことを誇りに思っている。残念ながら成果は認められず、賞を獲得することはできなかったが、たくさんの人に研究を説明し、理解してもらい、評価してもらえたため、自分としては満足できた2日間であった。研究は発展が望めるため、今後も地道に研究に取り組み、また別の場で発表できるよう努力していきたいと思う。

（文責 渡辺武志）

### 2 数学コンクール

日本数学コンクールは1990年から毎年開催されている中学高校生を対象とした数学のコンテストである。SSHは、観察・実験・ディスカッション等を通じた体験的・問題解決的な学習を理数分野で行うことを主眼としている。一方で、従来の数学教育では、与えられた数学の枠組みの中で考えることが優先されていました。日本数学コンクールでは、全く違う形で、若い才能の発見、数学的才能の発展、多彩な才能の評価、新しい数学の発見を目的としている。

日本数学コンクールで出題される問題の多くは、日常に結びついた題材を基にしている。そこでは、問題を数学として自分で定式化した上で、時には問題を自由に発展させ、数学的に解決することが要請されている。現在は個人戦・団体戦の2部門を開催している。

団体戦は4人までの生徒で1つのチームを組み、チーム内でのディスカッションを通じて、より完成度の高い答案を協力して作成することを求められている。

日本数学コンクール実行委員は、大学教員、愛知県高等学校教員、本校からは、3人の数学教員が委員として入っている。

今年度はSTEAMの第1講座（渡辺グループ）から日本数学コンクールはほとんどの生徒が参加をし、団体2チーム個人1人が参加した。数学に特化した生徒が受けることの多いコンクールであるが、1日かけて粘り強く生徒は取り組んだ。1団体が優秀賞、1個人が奨励賞を受賞した。（文責 渡辺武志）

### 3 第13回日本物理学会Jr.セッション(2017)

主催：一般社団法人 日本物理学会  
日時：平成29年3月18日（土）9:00～16:50  
会場：日本物理学会 第72回年次大会 大阪大学豊中キャンパス  
発表形式：ポスター発表

全国から142件の応募（レポート提出）があり、第1次審査結果、第2次審査により100件が採択された。第3次審査として3月18日に大阪大学豊中キャンパスでポスター発表が行われた。

第3次審査に相対論・宇宙論プロジェクトが4件、

チャンドラセカールプロジェクトが1件のポスター発表を行い、優秀賞1件、奨励賞2件を受賞した(全体で最優秀賞1件、優秀賞10件、審査員特別賞1件、奨励賞20件)。

#### ○優秀賞

##### 研究テーマ：恒星月・朔望月を用いた地球の公転周期の測定

(相対論・宇宙論プロジェクト)

概要：

慶應義塾大学が運営しているインターネット望遠鏡プロジェクトを使った月の観測・解析、さらに地球の公転周期の測定の方法について、我々は研究を重ねてきた。昨年度、2地点からの月の同時観測による地球から月までの距離の測定方法、同一視野角での月の見かけの大きさ・満ち欠けの度合いから近点月と朔望月を測定する方法を確立した。これらは『理科年表』の値と比べて、どれも高い精度で測定することができた。近点月と朔望月が一致しないのは、月が公転する間に地球も太陽の周りを公転して移動していることを示している。このことから、地球の公転周期と近点月・朔望月の差には密接な関係があると考えた。そこで、近点月・朔望月の測定結果を使って地球の公転周期を測定したが、地球の軌道を円軌道として考えたため、431.6日となり精度がかなり悪かった。

本研究では、地球の軌道を楕円軌道として地球が公転運動する角速度は一定ではないと捉えた。ケプラーの第2法則を用いた地球の角速度と、近点月ではなくケプラーの第3法則から測定した恒星月を用いることにより、地球の公転周期は360.5日と測定でき、昨年度より大幅に精度を上げることができた。

さらに、恒星月と近点月の2つの周期がわずかに異なる点に気付いた。それは、太陽の重力により月の楕円軌道が焦点の地球を中心として回転しているからであると考えた。その回転周期を測定すると、7.670年となり、約8年で一周することもわかった。

#### ○奨励賞

##### 研究テーマ：帆座領域における分子雲衝突による大星団の誕生

(相対論・宇宙論プロジェクト、愛知県立明和高等学校SSH部物理・地学班との共同研究)

概要：

太陽の20倍から150倍ほどの質量を持つ大質量星については、誕生の仕組みが20年以上にわたって研究されてきたが、いまだに明らかになっていない。そのような中、2009年以降、名古屋大学の研究グループが分子雲同士の高速度衝突によってO型星が誕生している例を10個以上発見した。この研究に興味を持った私たちは、2015年度から愛知県立明和高等学校SSH部物理・地学班との共同で名古屋大学大学院理学研究科天体物理学研究室の

協力の下、分子雲衝突による大質量星を含む星団の誕生の仕組みを研究している。2015年度では南天に位置する巨大星団Westerlund2の解析を行い、分子雲が恒星風のエネルギーの一部を受けて加速しているという結果を得た。本研究では銀河系の中でも特に若い星団であるRCW 36に着目した。画像解析を行った結果から、私たちは視線速度の違う2つの分子雲が衝突したことで星が誕生したという仮説を立てた。しかし解析画像からだけでは分子雲が直線的な運動をしているのか円運動をしているのかは、はっきりとわからない。この仮説を証明するため、私たちは分子雲と星団の空間的な位置関係、地球から分子雲までの距離、分子雲の質量を使って2つの分子雲が重力的束縛を受けて運動しているのかどうかを計算した。結果として、互いに独立して運動している分子雲は、約10万年前に衝突し、大質量星を二つ形成した。加えて空間分布の解析の結果から今は通り過ぎているということがわかった。

#### ○奨励賞

##### 研究テーマ：120個一長大ガウス加速器の射出速度の減衰率測定

(相対論・宇宙論プロジェクト)

概要：

ガウス加速器において、磁気的な位置エネルギーが運動エネルギーに変換され、鉄球が射出される。ガウス加速器に関する過去の研究において、連結する鉄球の数が増えるにつれて非弾性衝突の影響が大きくなることが明らかにされている。そこで、射出速度は連結球の個数を用いた指数関数で記述できるという仮説を立て、連結球を従来のガウス加速器実験をはるかに上回る120個まで増やして実験した。

本研究では、射出速度を速度センサを用いずに測定する方法を新たに開発・採用した。従来の方法では2つのゲート式センサを用いて速度を測定していたが、ゲート間で減速した場合には誤差が大きくなってしまふ。そこで、射出球の運動を定規と共に240コマ毎秒で撮影してコマ送りする方法を考案した。この方法の正確さを検証するため、まず、鉄球の運動エネルギーを「振り子」を用いて位置エネルギーに変換して速度を求めた。次に、鉄球を机の端から自由落下させ、水平移動の距離から速度を求めた。その結果、画像解析から求めた射出速度は、後者の値と99.5%まで一致し、正確さが確認された。実験の結果、射出速度が連結球の個数に対する指数関数で記述されることがわかり、仮説が実証された。また、射出球の速度が鉄球1個あたり0.260%減衰することがわかった。この減衰率を用いて計算すると、1190個の連結で射出速度と等しくなるので、この個数が「加速器」として働く限界であることが示された。(文責 大羽 徹)

## 4 高校生理学研究発表会

主催：千葉大学  
 日時：平成29年9月30日（土）9:00～17:00  
 会場：千葉大学西千葉キャンパス  
 発表形式：ポスター発表

関東地方の発表者を中心に347件の発表が行われた。相対論・宇宙論プロジェクトが3件、数学プロジェクトが1件のポスター発表を行い、優秀賞2件を受賞した。

### ○優秀賞

#### 研究テーマ：朔望月の周期的変化を用いた地球の公転周期の測定

（相対論・宇宙論プロジェクト）

部門：物理1

審査員の講評（抜粋）：

ここまで素晴らしい高校生発表を見たのははじめてです。数学的物理解析力考察力がずばぬけて素晴らしい。大学4年生でもここまでできません。非の打ちところがありません。プレゼンも完璧です。

インターネットを通して操作できる望遠鏡を用いて2年以上にわたって月の観測を続けた地道な努力と、そのデータを有効に活用して月の満ち欠けの周期等を定量的に求めた点が評価できます。月の近地点移動についても定量化を試みているがやや精度が不足しています。また、このような移動が起る原因についてより深く考察あるいは計算を行うと良いです。

### ○優秀賞

#### 研究テーマ：遺伝的アルゴリズムのパラメータ最適化

（数学プロジェクト）

部門：数学・情報

審査員の講評（抜粋）：

データに対して自分達でモデルを提案していることが素晴らしいと思いました。さまざまな視点から深く考察しているように見受けられました。

実際に評価関数が複数の局所極小値をもつ問題を解いた例が必要です。導出した式は便利ですが、適用できる基準を検討する必要があります。（文責 大羽 徹）

## 5 第15回 高校生科学技術チャレンジ (JSEC2017)

主催：朝日新聞社、テレビ朝日  
 最終審査会日時：平成29年12月9日（土）、10日（日）  
 会場：日本科学未来館

全国から174件の応募（レポート提出）があり、予備審査、一次審査会により相対論・宇宙論プロジェクトの生徒研究が2件採択された（全国で30件）。

最終審査会は12月9日（土）、10日（日）に日本科学未来館でポスター発表が行われ、審査委員奨励賞、優等

賞を受賞した（全体で特別賞12件、優等賞18件）。

### ○審査委員奨励賞

#### 研究テーマ：朔望月の周期的変化を用いた地球の公転周期の測定

研究カテゴリー：物理学・天文学

概要：

インターネット望遠鏡というインターネットを通して操作できる望遠鏡を使った月の継続観測・解析について研究を重ねてきた。まず、2地点からの月の同時観測による地球から月までの距離を測定した。また、月の見かけの大きさ・満ち欠けを継続観測し、月が近地点を通過してから再び近地点に達するまでの周期と月の満ち欠けの周期を測定した。これらの周期が異なることから地球が太陽の周りを公転していることが検証できた。そして、月の公転周期・満ち欠けの周期を用いた地球の公転周期の測定方法を考案した。月を継続観測することで、月の満ち欠けの周期の季節的变化から、地球の公転周期は理科年表とほぼ同じ値で測定することに成功した。

受賞理由： 遠く離れたインターネット望遠鏡の観測データを用いることにより、月までの距離等を求め、それらを組み合わせ最終的に地球の公転周期を算出するという研究です。公転周期を算出する方法は複数考えられますが、その中で朔望月の季節的变化に着目し、導き出していることは斬新です。最初に地球と月の距離を算出していますが、これには横須賀市とニューヨーク市に設置されたインターネット望遠鏡の観測データを用いており、ついにこのような手法が可能になったのかと驚かされました。今後は、理科年表等のデータを使うことなく、全て自分の観測データから導き出せるものを見つけてもらいたいと思います。今後の発展が期待され、審査委員奨励賞として選出されました。

### ○優等賞

#### 研究テーマ：気象衛星の画像解析から求めた月の軌道と地球質量

研究カテゴリー：物理学・天文学

概要：

皆既日食の際、静止気象衛星「ひまわり8号」の画像に月の影が映っていた。月影は地表を速やかに移動していたが、影の移動速度は月の軌道速度だろうか？否、撮影している気象衛星は地球の自転と同じ角速度で公転している。よって、影の移動速度に自転による地表の回転速度を加えなければならない。さらに、影が球面（地表）に投影されている効果も補正する必要がある。計算から得られた月の軌道速度と、インターネット望遠鏡による月の継続観測から得られた月の公転周期を用いて「月の軌道半径」を計算した。そして、月の軌道半径を維持するための地球重力から「地球の質量」を決定した。公開されている画像情報から重要な基本的数値を精度よく計算できたことは驚くべき結果であった。

発表生徒の感想：

- ・研究の何が分かっているか、常に相手に認識させ、まさしく私たちが たどった研究の筋道を相手に伝えることが大切だと感じた。
- ・発表者は、自分が行ったことを相手が理解しているかどうかを、相手の目を見て判断する必要があり、もしよく分かっていないようであれば、具体例などを使って相手が理解するようにすることが大切だと感じた。

(文責 大羽 徹)