



本会記事

■第18回高校生シンポジウム

「未来を拓く科学技術 ～集まれ高校生研究者～」 実施報告

大阪大学レーザー科学研究所
中井光男（本会理事）

プラズマ・核融合学会では、次代を担う高校生の皆さんが、最先端の科学や技術に触れ、自ら考える機会を提供することを目的として、2003年より、「高校生シンポジウム」を開催してきました。このシンポジウムでは、プラズマ科学の最先端で活躍する研究者の講演を通して、先端研究の面白さに触れていただくとともに、高校生自らが、クラブ活動等で、日頃行っている科学研究の成果を発表し、高校生同士の質疑応答、研究者・教員のコメントやアドバイスにより刺激を受け、科学の面白さ、楽しさを実感してもらうおうと考えています。

若年層の理科離れは、科学技術創造立国としての日本にとって深刻な問題であるとの認識に立ち、高校教育の現場でも、文部科学省のSSH/SPPプログラムや、各校独自のプログラムによって先進的な理科教育が行われています。本学会の高校生シンポジウムも、高校生の研究活動のアウトプットの場の一つとして、また、自由な議論と自己啓発の場として、活動の推進に貢献できるものと考えています。これまでも、多くの優れた研究成果が発表され、学会として顕彰してまいりました。

しかし一方で、プラズマ科学は、総合工学のフロンティアではありますが、高校の教科書では、ほとんど扱われておらず、高校生がプラズマ研究に触れる機会はほとんどありません。そこで、より多くの高校生にプラズマや核融合に興味を持ってもらい、プラズマ研究、核融合研究に取り組んでもらえるように、2018年度（第16回）のシンポジウム開催にあたって、プラズマ・核融合に関係する実習の場を高校生に提供し、その実習・研究成果を発表していただくようにしました。全国の関連研究室にプラズマ・核融合に関係する実習の場の提供をお願いし、昨年度は、18の大学・研究機関の26研究室にプラズマ実習の機会を提供いただきました。残念ながら、本年度は、コロナ感染拡大を防止すべく、プラズマ実習受け入れの積極的な活動は行いませんでした。また、コロナ禍による活動の停滞も想定されましたので、従来の9月末開催を、1月末に延期し、Zoom会議を用いたオンライン開催としました。

これまでは、口頭発表とポスター発表を併用していたのですが、想定される参加者数（数10名）では、オンライン上でのポスター発表は難しきろうとの判断で、今回は口頭発表のみとしました。発表者側のネット接続の事情もあり、録画再生による発表もありましたが、質疑応答は全て口頭（Zoom会議上での発言）で実施することができました。発表は、年会一般講演同様、15分講演（10分発表+5分質疑）とし、2セッション構成（各セッション6件）で合計12件の報告となりました。

実習受け入れの中止や、実施日の変更等については5月末の段階で、全国の高校に連絡させていただきました。コロナ禍によって、高校生の研究発表の場が減少することも想定されましたので、研究分野については全く制限を設けず、イベント名称も「プラズマを体験！～高校生がふれた総合科学のフロンティア～」改、表記の「未来を拓く科学技術 ～集まれ高校生研究者～」として案内いたしました。結果、12件の研究発表は、力学（3件）、流体（2件）、プラズマ（2件）、光学（2件）、ロボット技術（1件）、ロケット技術（1件）、化学（1件）と多彩なものとなりました。参加者は、12高校から生徒・教員53名、学会関係者19名、総数72名でした。参加いただいた学会理事、実習受け入れを担当いただいている先生方には、積極的な質問、教育的助言をいただき、高校生にとってとても良い刺激になったのではないかと考えています。この場を借りてお礼申し上げます。

高校生の発表の後には、特別講演として、京都大学の門信一郎先生に「高校生のための数理モデル～物理学の目で新型コロナウイルス感染症を読み解く～」という演題で、講演をお願いしました。高校生の研究発表では、どうしても博物学的な内容が中心になってしまうので、数値モデルの意義、面白さを啓発していただくように、門先生の最近のコロナ感染に関する解析を、プラズマモデルとの類似性を絡めながら話していただきました。門先生には、ちょうどアップされたばかりの「知の拠点セミナー」のビデオ (<https://www.youtube.com/watch?v=YwkTx9W918Q&feature=youtu.be>) を用いて、プラズマと核融合のご紹介もお願いいたしました。

この特別講演の最中に、審査委員会（委員長：森雅博会長、審査委員10名）が開かれ、厳正な審査の結果、以下のように最優秀、優秀賞が決定されました。どの発表も、それぞれに特徴のある素晴らしいもので、今回は奨励賞に加えて新たに技術賞を設け、これを顕彰することとなりました。

○最優秀賞

「ケプラーの法則を用いた富士山までの距離の算出」
角 明音、塩田奈桜、高岸琴子、端優利香
(江戸川学園取手高等学校)

○優秀賞（3件）

「バイキングはどのようにして太陽の方向を見つけたか
—方解石による青空偏光の検出—」
山内怜奈、傍島琴美、野村菜々子、國井絢水、
犬島南美、根村美希（岐阜県立加茂高等学校）
「黒板における反射光の研究 ～授業環境改善への応用～」
岡田智里、曾我梨央、福田美佳、福富彩夏
(大阪府立北野高等学校)

「高校実験室における誘電体バリア放電によるプラズマの発生とそのパターンについて」
藤田紗矢、中島慶子、中西杏奈、迫田寛南
(岡山県立倉敷天城高等学校)

最近十数年の大学入試では、理系を志望する学生の方が多いたとも聞きます。それでも、理科離れが問題視されるのは、進学とともに、理科に興味を持つ学生数が減少していくこと、若年層の教育現場では、自発的に考え、探究する力が育成されていないとの反省によるものだと思います。巷では、「勉強を教えない塾」と言うのも認知されるようになってきています。スペインの哲学者オルテガ・イ・ガセットの「文明社会の野蛮人」仮説（「科学技術が高度に発展した世界に生まれた者は、科学技術の成果をあたかも自然物のように享受し、それを生み出す科学技術のプロセスに対する自覚が減退し、その科学技術を志向するものが減少する」）*に従えば、技術をブラックボックスとして見過ごさず、日常生活の中の気付きを忘れず、興味を持ち続けること、我々成人世代についても同様で、自身興味を持って、子どもたちを刺激し続けていくことが肝要と考えます。高校生シンポジウムも本年度は、公開のイベントとして、生徒の家族や一般の参加者の参加しやすい企画にした

いとのお考えもありましたが、初めてのオンラインでの開催ということもあり、回線確保の安全上、学会会員外への告知は差し控えました。残念ながら、こと「プラズマ」科学については、その社会的認知度はまだまだ低く、その必要性や面白さを若年層に伝えていくことが極めて重要です。学会員の皆様におかれましては、是非とも、研究現場での実習の受け入れ、ご指導にご協力いただきたくお願い申し上げます。

第18回高校生シンポジウム参加校一覧（12校）

江戸川学園取手高等学校、大阪府立北野高等学校、岡山県立玉野高等学校、岡山県立倉敷天城高等学校、岐阜県立加茂高等学校、群馬工業高等専門学校、千葉県立木更津高等学校、東京都立小石川中等教育学校、日本大学高等学校・中学校、日本大学第一高等学校、宮城県仙台第三高等学校、立命館高等学校

■最優秀発表賞

ケプラーの法則を用いた富士山までの距離の算出

江戸川学園取手高等学校 2年5組
高岸琴子, 角 明音, 塩田奈桜, 端 優利香

1. 研究目的

ダイヤモンド富士とは、太陽が昇り、また夕陽が沈むその瞬間に、富士山と太陽とが重なる光景である。それは、いくつかの条件が揃わないと観察できない珍しい光学現象である。茨城県内にある本校は、富士山から約130 kmも離れた遠距離に位置するが、年に2回だけ利根川の河川敷からダイヤモンド富士を観察できる稀有な環境にある。

本研究では、ダイヤモンド富士を通じて取手市から遠く離れている富士山の位置と標高を正確に算出することを目的とした。それらは最終的に、ケプラーの法則の正確さを物理的かつ天文学的に検証し、数学的に地球の形を分析するという意義につながることだろう。

2. 研究方法

- ① 太陽の位置の算出：ケプラーの面積速度一定の法則を用いて、黄道座標における太陽の位置の厳密解を

求めた[1]。そしてExcelを用いて、その解を数値計算し、黄道座標を赤道座標、地平座標の順に座標変換して、高い精度でもって任意の時刻における太陽の位置を算出できるようにした。以下は、本校での2021年1月23日の日の出入り、南中を計算した結果を国立天文台の「こよみの計算[2]」で得られる結果と比較したものである。

	日の出		南中		日の入	
	時間	方位[°]	時間	高度[°]	時間	方位[°]
我々の計算	6:46:22	113.6355	11:51:38	34.6823	16:57:13	246.4915
国立天文台	6:46	113.6	11:51:38	34.7	16:57	246.5

- ② ダイヤモンド富士の撮影：①の計算結果を基に取手にてダイヤモンド富士が生じる時刻と場所を特定し、実際に取手の土手から計10回^{*1}の撮影に成功した。望遠鏡のマークは今回我々が観察した地点、直線はダイヤモンド富士を観察した時刻における太陽の方向角を表している（図1）[3]。

3. 結果・考察

太陽と富士山の位置と高さがわかると、どの場所において、どの時間にダイヤモンド富士が生じるのかを予測でき



図1

*長沼 祥太郎, 科学教育研究 Vol.39, No.2 (2015) 114.

※1: シンポジウムでの発表時より観測点が増えており、計算結果も更新してある。

た。逆に言えば、太陽の位置を用いて、様々な山の位置と標高を求められると考えた(図2)。今回は富士山を用いて以下の考察を行った。

- ① まず、球面三角法を用いて、富士山の緯度と経度を算出した。しかし、この方法で特定すると富士山の位置は、実際の富士山の裾野付近となってしまった(図3)。
- ② この誤差は、地球を真球と仮定したために生じたと考えた。つまり、地球を回転楕円体として計算するべきである。これを正確に計算するには、GRS80という国土地理院が公開している手法を用いなければならない。しかし、この計算は非常に複雑であるため、更に調査をしたところ、ヒュベニ近似[4]という手法を用いて、より簡単にかつ正確に楕円の曲率を包含して計算できることが判明した。そこで、この方法を用いて計算すると、富士山の緯度と経度を更に精度を上げて算出できた(図4)。
- ③ 続いてダイヤモンド富士の観測結果を球面三角法とヒュベニ近似に適用して、富士山の標高を算出した。しかし、どちらの方法でも4σ以上の誤差が生じた。その原因は太陽光が大気中で屈折するために生じる天文気差[5]が関係していると考えた。天文気差を考慮して計算し直すと、誤差が1σ以内*1に収まった。

	気差の考慮	推定標高 H[m]	標準偏差 σ [m]	誤差
球面三角法	なし	3063.8	165.8	-4.295σ
	あり	4000.2	151.9	1.476σ
ヒュベニ近似	なし	2971.5	162.7	-4.944σ
	あり	3890.8	149.0	0.771σ

4. 結論及び今後の展望

本研究により、ケプラーの法則という授業で習う身近な公式を用いて、太陽の位置を算出できること、また、富士山の位置に関して、球面三角法やヒュベニ近似を利用して、国土地理院の発表している緯度経度に近い値を太陽の位置計算のみで出せることが示された。ただし、ヒュベニ近似での計算をグラフにすると奇妙な波形が見られた。その原因が方向角の計算誤差にあるとわかったので、さらにヒュベニ近似の精度を高める必要がある。今後は、この議論をさらに発展させ、ダイヤモンド富士や他の山々に沈む

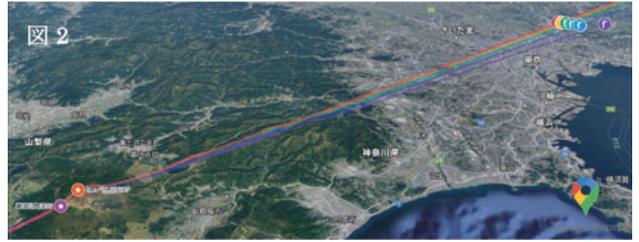


図2



図3



図4

太陽の位置を用いて、地球の半径や扁平率などを精度良く求めることに挑戦していきたい。

参考文献

- [1] 宮本尚彦：日の出日の入り時刻の計算の考え方 (2013). <http://bakamoto.sakura.ne.jp/buturi/2hinode.pdf>
- [2] 国立天文台：こよみの計算 <https://eco.mtk.nao.ac.jp/cgi-bin/koyomi/koyomix.cgi>
- [3] Google マップ <https://www.google.co.jp/maps/>
- [4] K. Hubeny, Weiterentwicklung der Gaußschen Mittelbreitenformeln, Z.Vermess 84, 159 (1959).
- [5] 廣野康平：天文航法のABC (成山堂書店, 2020).

江戸川学園取手中・高等学校



私達は、部活動は違いましたが、「物理が好き」という共通点を持っており、今回集まりました。私達はダイヤモンド富士という現象を知り、先生のご指導のもと、太陽の位置や緯度・経度、標高などの計算方法を学びました。この研究を通して、自らの手で計算する喜びを知ることができました。このたびはこのような機会を与您えてくださり、ありがとうございました。