



本会記事

■高校生シンポジウム「未来をつくるプラズマ工学」報告

名古屋大学 豊田浩孝

日本の将来の発展において科学技術力のさらなる向上が重要な位置を占めることは言を俟たないことではありますが、今春の震災における福島第一原子力発電所の事故など科学技術に対して厳しい目が注がれている中、若い人たちの理科離れがさらに加速することが懸念されます。プラズマ・核融合学会では従来からさまざまな社会貢献活動を行っており、高校生に科学技術に対してより興味を持ってもらい理解を深めてもらう活動として「高校生シンポジウム」を開催しており、昨年度の東京工業大学での開催を含めてこれまでに都合8回実施されています。

今年度の高校生シンポジウムは「未来をつくるプラズマ工学」と題しまして、10月1日(土)に名古屋大学シンポジオンホールにて開催されました。晴天のなか、福島県から福岡県にわたる多数の参加がありました。

今回のシンポジウムは、午後1時より開始し、プラズマ工学に関する講演、高校生による研究発表会として、口頭講演12件、ポスター講演13件で構成されました。なお、今回は高校生独自の研究成果の発表だけでなく、名古屋大学、静岡大学、核融合科学研究所でプラズマに関する実習を準備した上で希望者に対して実習を受けていただきその成果を本シンポジウムにて発表する企画も用意しました。具体的には、「プラズマの電気計測」、「プラズマと光」、「大気圧プラズマによる材料表面の親水化処理」、「高エネルギー密度プラズマに耐える材料の探索」などのテーマを準備し、参加申込をした高校に対して実験担当者が講義と実習を行い、その後高校生がまとめたデータ内容に関する高校側と打ち合わせを実施しました。本企画に対しても多数の応募をいただき、盛況にてシンポジウムを終えることができました。

今回のシンポジウム発表会においては「高校生の高校生による高校生のためのシンポジウム」との位置づけから主催者側から高校生間での積極的な討論を促したところ、各校からの発表に対して出席の高校生から多くの質問を受けることができ、このような高校生の積極的な熱気に本シンポジウムを支援してくれた関係大学の大学生達も大変に刺激を受けておりました。なお、高校生の発表に対して、口頭講演、ポスター講演それぞれに最優秀賞、優秀賞などを用意しましたが、それぞれの発表ともに優劣をつけることが大変に難しく、主催者側を大変に悩ませることとなりました。結果として、口頭講演の最優秀賞は静岡北高校「放射能汚染土壌の植物による除染」、ポスター講演の最優秀賞として戸塚高校「デジタルカメラで星の明るさを測る」が選ばれ、小川雄一会長から賞状を贈呈いたしました。

以下に講演会の概要と高校生の研究発表のタイトルを記します。

「高校生シンポジウム概要」

1. 講演「未来をつくるプラズマ工学」
(名古屋大学 豊田浩孝)
2. 研究発表会
前半：口頭講演 12件
後半：ポスター講演 13件
3. 講評・表彰

「研究発表会プログラム」

口頭講演

1. 戸塚高校
「スペクトロスコープを用いた成分分析の基礎研究 -何故星は光るのか? -」
2. 高輪台高校
「二段式水ロケットの研究」
3. 熱田高校
「検知器の値と空間線量について」
4. 瑞陵高校
「水素プラズマの電子温度測定」
5. 一宮高校
「大気圧プラズマによる樹脂表面の親水化について」
6. 立命館高校
「プラズマの電気計測」
7. 福島高校
「プラズマの発生と螺旋運動」
8. 岐山高校
「 α 崩壊での α 線の出る方向に傾向はあるのか?」
9. 静岡北高校
「放射能汚染土壌の植物による除染」
10. 高田高校
「イオンビームで原子を見る」
11. 春日井高校
「金属材料の核融合炉におけるプラズマ耐性研究」
12. 岡崎北高校
「高熱流プラズマから材料を守る」

ポスター講演

1. 沼津工業高校
「仮想空間におけるシミュレーションソフトウェアを活用したロボット制御プログラム開発 (ロボカップ 世界大会 Cospace Rescue Demo に参加して)」
2. 小倉高校
「オーロラ再現実験」
3. 静岡北高校

「放射能汚染土壌の植物による除染」

4. 高輪台高校
「二段式水ロケットの研究」
5. 戸塚高校
「デジタルカメラで星の明るさを測る」
6. 福島高校
「プラズマの発生と螺旋運動」
7. 福島高校
「福島高校の放射線の状況」
8. 立命館高校
「プラズマの電気計測」
10. 岐山高校
「 α 崩壊での α 線の出る方向に傾向はあるのか？」
11. 高田高校
「エネルギーと環境」
12. 岡崎北高校
「酸化物高温超伝導体 YBCO の合成」
13. 春日井高校
「メチルオレンジの吸収スペクトルの pH 依存性について」

今回の高校生シンポジウムは、プラズマに関する研究を含めて幅広い科学の分野からの研究成果が発表されており、研究分野としては非常にバランスが取れていたという印象を持ちました。また、本年3月の震災における福島第一原子力発電所の事故もあり、今回のシンポジウムは放射線・放射能に関する発表が非常に目に付きました。それぞれの研究はいずれも身近な装置を駆使しつつ、冷静に科学の立場からの研究を行っていたことが大変印象的であり、



口頭講演において熱心に発表を聞くシンポジウム参加高校生の様子。

このような時であればこそ放射線・放射能といった問題に冷静な目を向けることのできる若い高校生が育っていることに大変心強い思いをしました。なお、今回のシンポジウムでは、口頭講演数が多かったこともありスケジュールが窮屈なものとなり十分な質疑の時間を取れなかったこと、などの課題もあり、これらの点について検討するため、近日中に本年度主催者、来年度主催者および高校教員の先生を交えた意見交換会を開催する予定です。

今年度のシンポジウムの状況については、学会のホームページに公開されていますのでご参照ください。シンポジウム開催に際しては、学会事務局や核融合科学研究所、静岡大学などの関連教員の方々にご協力いただきました。また、今年度の高校生シンポジウムの開催に際しては、平成23年度科学研究費補助金研究成果公開発表 (B) の支援をいただきました。

■口頭講演最優秀賞

「放射性物質で汚染した土壌の植物による除染」

静岡北高等学校 中村 琢*

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴って発生した津波による原発事故で、大量の放射性物質が放出された。本研究では、放射性物質で汚染された福島の土壌で植物を育て、放射性物質が植物の生体内に吸収されていく過程を調べることで、除染の問題に取り組む。

先行研究で、ヒマワリが放射性セシウム (^{137}Cs) を吸収する能力 (phytoremediation) があるとの報告がある。セシウムは1価カチオンとしてカリウムと同じように吸収されるという。これらの結果は植物の全体あるいは一部分から出る β 線および γ 線を、電気的な測定器で測定した結果であり、植物内の特定の狭い領域から出る放射線を可視化したものではない。

本研究では、ヒマワリおよびイネを用いて、植物内の狭い領域から出る β 線の飛跡を原子核乾板で写し取り、植物

*静岡北高等学校 〒420-0911 静岡市葵区瀬名5-14-1
nakamura@shizuokakita-h.ed.jp

内に放射性物質が吸収される様子を明らかにする。紙面の字数制限から、ヒマワリの結果のみを報告し、イネについては簡単に述べる。

2. 研究の方法

問題となっている放射性セシウム (^{137}Cs) は半減期が30.3年と長く、 β^- 崩壊する核種である。植物の導管の細胞のサイズは100 μm 程度であることから、100 μm よりも高い位置分解能を持ち、低エネルギーの β 線に感度を持つ原子核乾板を用いる。この原子核乾板は素粒子実験の飛跡検出器に使用されるもので、 β 線の飛跡を直径1 μm 以下の銀粒子の連なりとして記録するので、 β 線の位置を1 μm のオーダーで決定できる。つまり、どの部位に放射性物質が存在するのかについて詳細な情報を得ることができる。また、 α 線と β 線の飛跡の形状はまったく異なるため、両者を明確に区別できる。

原子核乾板に記録された β 線の飛跡の検出は、光学顕微鏡下で肉眼観察するのに時間がかかる。そのため、100 μm の位置分解能を持ち、 β 線に感度を持つ Imaging Plate で

β 線の出ている大まかな場所を見つけたのちに、原子核乾板でより細かい領域の探索を行う。

3. 結果

Imaging Plate の結果から福島 of 土壌で16日間育てたヒマワリの地下茎部から、 β 線が出ていることを確認した。地下部を中心に茎の切片を作り、原子核乾板と密着させた。図1は暗室下の赤色光の中で撮影したサンプルの写真である。図2はヒマワリの断面と接触させた原子核乾板に記録された β 線が、スポット状に集中して出ている箇所の光学顕微鏡写真である。視野の大きさは $175\ \mu\text{m} \times 130\ \mu\text{m}$ であり、中央付近に数多く見られるくねくねと曲がった点線の、1本1本がそれぞれ1本の β 線の飛跡である。根および茎の内部に、放射性物質が吸収されていることの証拠である。このように β 線が集中して出ているスポットが見られたことから、ヒマワリでは β 線が茎の断面から均等に出ているのではなく、 β 線を多く出しているスポットが局在していることがわかる。図3はこのヒマワリの断面 $1\ \text{cm} \times 1\ \text{cm}$ の領域を $500\ \mu\text{m}$ ずつ移動させながら、 $70\ \mu\text{m} \times 70\ \mu\text{m}$ の領域で検出された β 線数の分布である。セルの数字が各領域で測定された β 線数であり、数値によって7段階に色分けしてある。 β 線数の多いホットスポットは楕円形



図1 原子核乾板に接触させたヒマワリの断面。

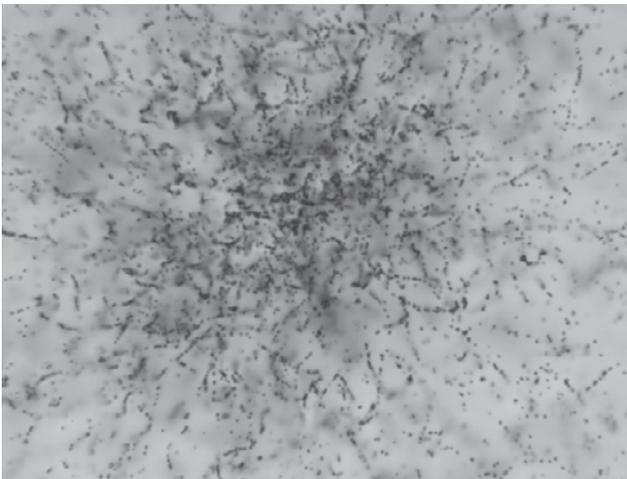


図2 ヒマワリの茎の一部にスポット状に存在する β 線の飛跡群。

に分布しており、ヒマワリの維管束の導管付近に一致している。このことから放射性物質は根の導管を通して、水と同じように生体内に吸収されたことがわかる。

福島 of 土のみを、原子核乾板の上に同じ期間貼り付けたサンプルと比べると、ヒマワリの導管付近のスポットでは、福島 of 土に比べて約3倍の数の β 線が観察された。つまり、導管付近に放射性物質を濃縮して格納している。茎の地上部や中央部では、福島 of 土に比べて β 線数が減少しているものの、バックグラウンドとは有意な差がある。導管を通して吸収された放射性物質が、茎の中央部や地上部へも輸送されていることがわかる。

イネでは根の地下部に放射性物質を吸収して、地上部までは輸送されていない。茎の断面全面から高濃度で出ている β 線を確認した。単子葉類のイネは導管が茎の全面に配置してあるので、双子葉類のヒマワリと比べて β 線濃度の場所による偏りはなく、全面から出ている。

本研究により、植物内から出る β 線濃度の狭い領域での分布を、可視化することができた。

4. 今後の発展と展望

β 線の密度分布を可視化する手法をさらに発展させ、放射性物質の生体への吸収過程を、生体の各器官の細胞レベルで明らかにする。また、植物の種類による吸収効率の違いを調べ、福島 of 土壌の除染方法と、汚染植物の処分方法を提案する。

5. おわりに

本研究の推進にあたり、研究に協力していただいている静岡大学理学部放射科学研究施設の奥野健二教授、大矢恭久准教授、矢永誠人准教授、松岡和志氏、鈴木優斗氏、名古屋大学理学部物理F研の長縄直崇氏に感謝します。

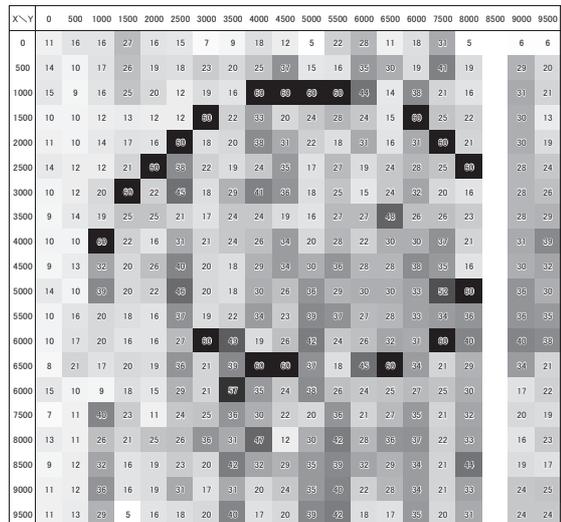


図3 ヒマワリの茎断面の β 線分布。

■ポスター講演最優秀賞 デジタルカメラによる等級測定

横浜市立戸塚高等学校 中居直生(1年)・
根本万有子(1年)・太田 華(2年)

1. 概要

デジタルカメラで星の等級測定を行うことが可能で、G画像を用いると一番精度良く測定ができることがわかった。測定誤差は0.37等であった。また、光害のある横浜の空で、計算上では16.76等まで撮影可能であることがわかった。

2. 調査動機

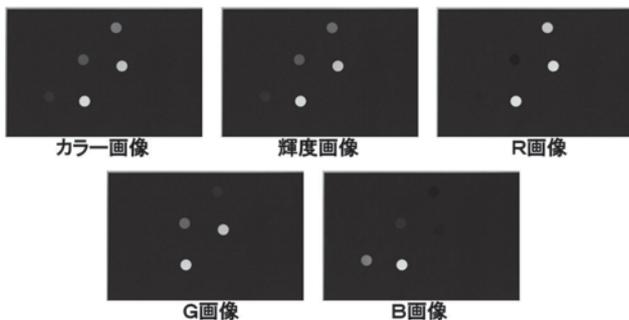
通常星の等級測定は、冷却CCDを使って撮った写真を利用するが、カラー画像を撮るデジタルカメラで等級測定ができるのか、そして光害が多い横浜の空で何等級の星まで写すことができるか疑問に思い研究を始めた。前回調べた限界等級は9.7等まで写っているのが確認できたが、もっと暗い星まで写っているかを調べてみた。

3. 仮説

星の等級というのは、V等級と呼ばれ人が目で見て感じる光をもとにつくられている。デジタルカメラはRGBの3原色で光の色をあらわしているの、人が感じる光が一番近いG(緑)画像が一番等級測定に適していると考えた。

4. 研究の背景

《星の色とRGB画像の関係》



デジタルカメラで撮影した画像を、赤、青、緑にわけて分光すると、

赤(R画像)⇒赤色の星はとて明るく逆に青い星は極めて暗くなる。

青(B画像)⇒青色の星はとて明るく、逆に赤い星は極めて暗くなる。

緑(G画像)⇒赤・青の中間色で青、赤色の明るさが比較的表现できる。

以上から、G画像で測定すれば高い精度で等級が求められる。輝度画像は、RGBの中間値をグレースケール化しているので測定には向いていない。

5. 調査過程

(1) 天体写真の撮影

《こと座》

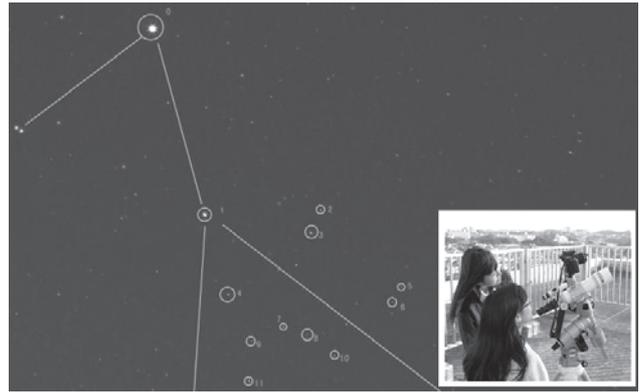
撮影日時：2011.5.3

撮影場所：戸塚高校屋上

露出時間：30秒

CANON eos KIDS X4 改

レンズ：28 mm F=2.8



(2) データ処理

- (A) 測光する星を決めて順番に番号をふる。
- (B) ステライメージ ver.6 (アストロアーツ社) でR.G.Bに分ける。
- (C) 各画像ごとに番号を決めた星を画像処理ソフト Makarii (アストロアーツ社) で測光しカウント値として表計算ソフトに入力する。
- (D) 天体シミュレーションソフトステラナビゲータ Ver.8 (アストロアーツ社) を使ってそれぞれの星のV等級を調べ表計算ソフトに入力する。

6. 結果

(1) G画像の有効性の検証

R^2 は分散値を示し、この値が1に近いほど測定の精度がよいとされる。3つのグラフをみると、G画像は直線に対する点のズレが比較的少なく、分散値の値が一番1に近い。この事実から、仮説の通りG画像が一番精度良く測定ができることがわかった。

(2) 限界等級の検証

G画像内で星のない所20箇所を測光してそれらのカウントの平均値を近似式に代入して、写真に写る限界等級を算出した。その結果、G画像から誤差平均0.37等で、16.76等が得られた。上記の内容から、写真に写っている星から割り出した等級よりも実際にはさらに暗い星が写っていることが検証された。

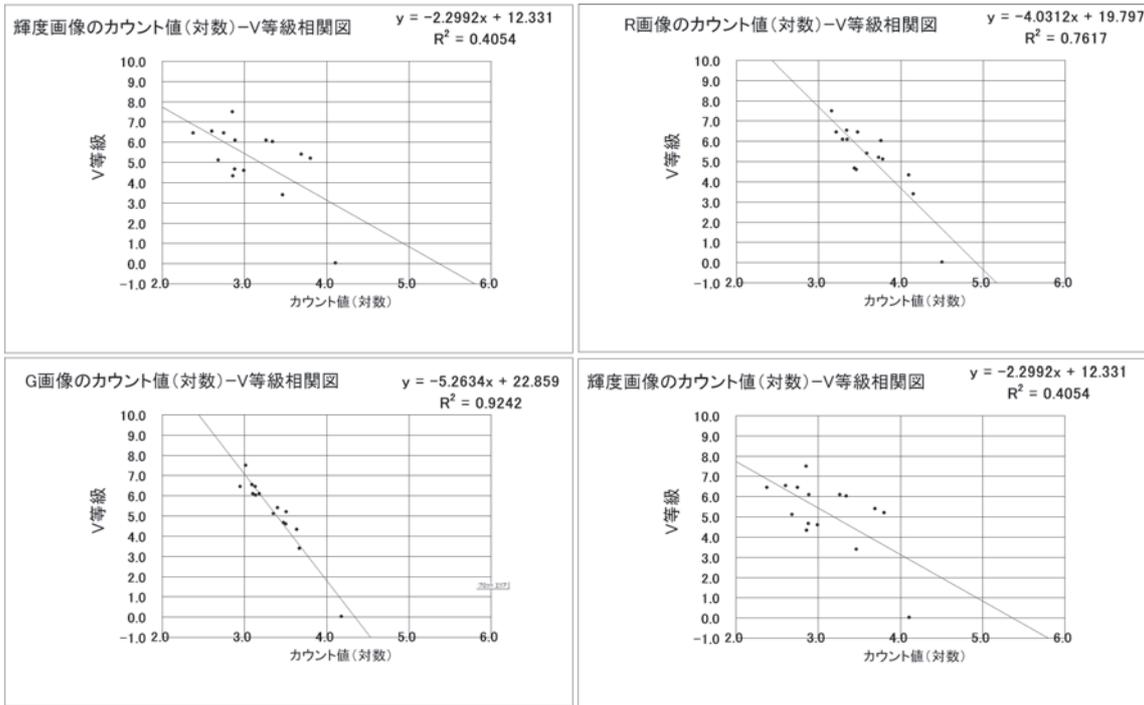
7. 考察

(1) 分散値が1にならなかった原因として考えられることは

画像が街の街灯などによりムラが生じて一部赤色になっている。撮影する際にフラット補正が充分にされていなくこのような画像になったことから、処理する際理想的な測定ができなかったと考えられる。

(2) RとBが不適である理由

この測定はV等級を使っている。すなわちG画像に適している値を使っている。もし、B画像を使って適切な測定をするならグラフの縦軸、すなわちV等級をB等級に変えて測定しなおせば分散値が1に近づくと考えられる。同様にR画像を使うならグラフの縦軸をI等級に変えれば分散値が1に近づき適切な測定ができると思われる。今後、この課題に取り組む方針である。



8. 参考文献

- ・永井和男さんホームページ <http://eclipsingbinary.web.fc2.com/>
- ・Paofits.マカリ <http://www.nao.ac.jp/others/Makalii/>
- ・「君が天文学者いおけるになる4日間」予習テキスト(改訂版) 2005.06.20発行
- ・日本天文学会「第13回ジュニアセッション講演予稿集」2011

9. 謝辞

国立天文台野辺山観測所, 御子柴廣先生には放物面の講義と, 電波望遠鏡の見学をさせていただきました。日本大学理工学部物理学科浅井朋彦先生にはプラズマとオーロラに関する講義をしていただきました。また本研究にあたり, 独立行政法人科学技術機構(JST)よりSPPとして, 支援をいただきました。この場をかりて, 感謝申し上げます。