

Ⅲ — 3 — 9 サイエンスラボ

3—9—1 仮説

科学系部活動に参加している生徒が、自己の研究課題を見つけ、その課題を大学・研究機関等と連携・共同して研究することによって、科学者・技術者を身近に感じ、さらに科学者・技術者となるべく基盤づくりを行う。

研究した内容をまとめ、ポスターや口頭で発表することによって、プレゼンテーション能力を高めることができる。更に、研究者や大学院生の質問やアドバイスをうけることによって研究を更に充実させることができる。

3—9—2 目的

1の仮説を実証するために、次のような目的を立てた。

- ① 学会のジュニアセッションや研究発表会には積極的に参加をする。
- ② 実験や観察は繰り返して行い、できるだけ多くのデータをとる。
- ③ 研究課題毎に研究者や研究機関と連携する。

3—9—3 サイエンスラボ実施部活動状況（発表）

月	日	実施項目	内容	実施場所	地学部	数理科学同好会	生物同好会
5	1	サイエンスラボ講演会	現代社会を支える先端材料技術 知京豊裕（物質材料研究機構）	水戸二高	○	○	○
5	17	日本地球惑星科学連合研究会	新型望遠鏡の製作・金属葉の形	千葉幕張メッセ	○	○	
7	8	I S T S 高校生宇宙セミナー	新型望遠鏡の製作	つくば国際会議場	○		
8	6	S S H 生徒研究発表会	青銅望遠鏡の製作	パシフィコ横浜	○	○	○
9	26	第3回高校生理学研究発表会	金属鏡の研磨・可変式焦点望遠鏡の製作・恒星のスペクトル・銅金属葉の白化・B Z 反応の振動・植物色素・酵母の抽出	千葉大学	○	○	○
10	30	第53回茨城県児童生徒研究作品展	恒星のスペクトル観測・銅金属葉の白化現象・B Z 反応の振動はどのように止まるのか・酵母の抽出・色素の役割	ミュージアムパーク茨城自然博物館	○	○	○
11	6	日本化学会関東支部茨城支部研究交流会	銅金属葉の白化現象・B Z 反応の振動はどのように止まるのか		○	○	○

11	7	茨城大学学生国際会議	金属鏡の研磨・可変式焦点望遠鏡の製作・恒星のスペクトル・酵母の抽出	茨城県庁三の丸庁舎	○		○
11	29	第34回中学・高校生物発表会	酵母の抽出・色素の役割	茨城県立図書館			○
12	2	第12回げんでん科学技術振興事業	ミドリゾウリムシとボルボックスの集光性	茨城県庁			○
12	3	セミコンジャパン	青銅鏡の研磨・可変式望遠鏡の製作	幕張メッセ	○		
12	6	茨城県高文連天文科学部研究発表会	アルミニウム鏡の研磨・可変式焦点望遠鏡の製作・恒星のスペクトル観測・銅金属葉の白化現象・BZ反応の振動はどのように止まるのか・酵母の抽出・色素の役割	茨城大学	○	○	○
12	12	JSEC2009	アルミニウム鏡の研磨・可変式焦点望遠鏡の製作	日本科学未来館	○		
12	22	第53回日本学生科学賞最終審査	BZ反応の振動はどのように止まるのか	日本科学未来館		○	
1	9	第19回非線形反応と協同現象研究会	BZ反応の振動はどのように止まるのか	横浜国立大学		○	
1	23	TXテクノロジー・ショーケース	アルミニウム鏡の研磨・可変式焦点望遠鏡の製作・恒星のスペクトル観測・銅金属葉の白化現象・BZ反応の振動はどのように止まるのか・酵母の抽出・色素の役割	筑波大学	○	○	○
2	24	SSH研究成果報告会	恒星のスペクトル・BZ反応の振動はどのように止まるのか・酵母のキラ現象	茨城県立図書館	○	○	○
3	13	日本動物学会関東支部第62回大会	酵母のキラ現象・色素の役割	筑波大学			○
3	14	日本化学会関東支部第27回化学クラブ研究発表会	銅金属葉の白化現象	東京理科大学		○	
3	21	日本物理学会第6回ジュニアセッション	化学振動はどのように止まるのか	岡山大学		○	
3	26	日本天文学会ジュニアセッション	アルミニウム鏡の研磨・可変式焦点望遠鏡の製作・恒星のスペクトル観測	広島大学	○		

3	26	第3回つくば生物研究コンテスト	酵母のキラー現象・色素の役割	筑波大学			○
---	----	-----------------	----------------	------	--	--	---

3—9—4 各部活動について

(1) 地学部

① 参加人数 3年3名・2年8名・1年2名

② おもな研究内容

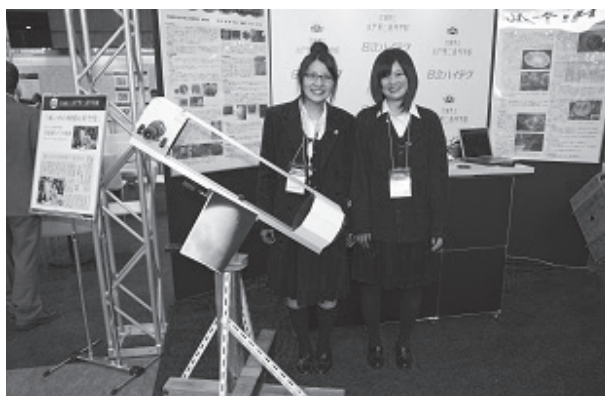
- ・可変焦点式望遠鏡の試作 2, 3年4名
- ・金属鏡の研磨（青銅・アルミニウム） 青銅：3年1名，アルミニウム：2年4名
- ・恒星のスペクトル 2年2名
- ・40cm ナスミス式焦点望遠鏡の製作 1年2名

③ 活動状況

研究については，平日の放課後や場合によっては土日を利用して活動している。木やアルミニウムを多用した望遠鏡の製作が中心となるので，電動工具を使うことが多い。よって，怪我をする危険があるので，服装や電動工具の使い方は十分に指導をしている。また，基本となる作図はできるだけ正確にさせるようにしている。

天体観測については学校の屋上でも実施をするが，光害が酷いので空が暗いところまで出かけることもある。年2回の校内における天体観測合宿および年2回の校外における天体観測合宿を実施している。その他，一般の生徒向け観測以外にも一般向けの観測を年3回実施している。さらに，比較的近い小学校の天体観測に参加し小学生に星の説明や天体望遠鏡を目標天体に導入し観察をさせる。

研究内容については，できるだけ外部で発表するようにしている。特に今年度は，I S T S（宇宙技術と科学に関する国際シンポジウム）と㈱東京エレクトロンFEおよび㈱日立ハイテクノロジーズの計らいでセミコンショージャパンに出展することができた。I S T Sは日本のロケット開発の第一人者である糸川博士が始めた伝統ある学会で，本年度はつくばで開催されたため英語でのポスター発表に挑戦した。見事にベストポスター賞を受賞できた。閉会式では，山崎直子宇宙飛行士にお会いすることができた。



セミコンショージャパンは幕張メッセのコンベンションホールで行われる大規模な見本市で，本校は日立ハイテクノロジーズの真ん中のブースを間借りして発表することができた。大変に多くの方が来てくださり，本校の研究に協力を約束して頂ける企業もあった。現在，ガラス板のメッキを㈱アルバックに依頼している。また，アルミニウム鏡の研磨については㈱荏原製作

所に協力して頂いている。

(2) 数理科学同好会

① 参加人数 3年 3名・2年 6名・1年 1名

② おもな研究内容

- | | |
|---------------------|------|
| ・金属葉の成長と形 | 3年1名 |
| ・銅金属葉の白化 | 2年3名 |
| ・BZ反応のパターン形成 | 3年2名 |
| ・BZ反応の振動はどのように止まるのか | 2年3名 |
| ・リーゼガング沈殿の形成 | 1年1名 |

③ 活動状況

上記5班に分かれ、平日放課後を中心に、必要に応じて土・日曜日を利用して実験や発表準備等の活動を行っている。1年の秋には研究テーマを決定する。2, 3年生は自身で計画的に実験・まとめ・発表を行うことができるようになった。その成果については、さまざまな発表会や研究会等で発表した。また、その発表することにより色々な研究者や大学院生等との交流を通して、アドバイスや刺激を受けることができ、生徒のさらなるモチベーションのアップと同好会の活性化につながっている。茨城大学理学部佐久間隆教授には粉末X線結晶構造解析で、茨城大学理学部大橋朗准教授にはBZ反応溶液の吸収スペクトル測定でご指導を頂きました。

(3) 生物同好会

① 参加人数 3年2名・2年2名

② おもな研究内容

- ・原生動物の簡易培養の研究(3年)
- ・ミドリゾウリムシとボルボックスの集光性研究(3年)
- ・ボルボックスの生活環と反転現象についての研究(3年)
- ・酵母におけるキラー現象の観察(2年)
- ・生物に含まれる色素の役割についての研究(2年)

③ 活動状況

平日放課後を中心に、必要に応じて土・日曜日を利用して実験や発表準備等の活動を行っている。原生動物及び鞭毛藻類の培養法、集光性に関しては、茨城大学三輪研究室の方々の指導助言をいただいて実験をすすめることができた。酵母のキラー現象については、農業環境技術研究所の北本宏子氏や本校教員ネイト・ダンカン氏に実験方法について伺い、実験を行った。さらに、色素の役割についての研究では、東海村の環境調べ隊に所属する林京子氏のご指導を仰ぎながら実験をすすめているところである。

本校での実験を可能とするために、培養操作等に必要な設備を工夫して作成することができた。酵母や色素を抽出するための材料に関しても、できるだけ簡単に手に入る身近なものを選ぶ等、工夫して数多くの予備実験を行うことができた。

可変焦点式望遠鏡の試作Ⅲ

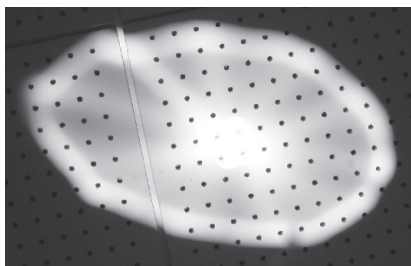
鈴木 優 永田 夕貴

1. はじめに

水戸市内は空が明るいので、大口径の望遠鏡を使わないと淡い天体を観測することが出来ない。しかし、大口径の望遠鏡は大きく重いので、観測の度に出し入れすることは厳しい。そこで、軽量で大口径の望遠鏡を製作すべく、平面に研磨されたステンレスを吸引して出来る凹面を主鏡とする望遠鏡の製作を思い立った。

結果として、吸引の度合いを変えると焦点距離が変化する、可変焦点式焦点望遠鏡となった。この最大の特徴は、焦点距離の移動が可能であるということだ。昨年はこの鏡筒の改良を行った。また、ステンレス板とアクリル板の吸引実験を行った。吸引後のステンレス板とアクリル板では、歪みがひどく外周と中心付近では曲率が異なり、外周に近いほど曲率が大きく中心ほど曲率が小さくなってしまった。

右の写真は、吸引したステンレス板に太陽光を当て、天井



に反射させたものである。焦点が一点に定まらず、二重焦点になってしまった。

そこで今年は、液晶テレビ用の厚さ 0.7mm のガラス板をコーニング株式会社より提供して頂き、吸引方法の改善や二重焦点という問題に着目して、実験を進めてきた。

2. 仮説:

- 1、薄いガラス板は非晶質なので、均一に変形する。
- 2、絞りを造り、中心付近のみを主鏡として使

えば長焦点の集光力の弱い鏡として利用できる。(絞り 1) また外側のみを使用すれば、集光力の高い短焦点の鏡として利用できる。(絞り 2)

3. 製作

3.1. 主鏡部分

主鏡にするガラス板は口径 40cm で底が浅い寸胴鍋に載せる。この鍋の側面には右の写真のようにバルブをつけてあり、真空ポンプで吸引した後、低圧状態を保持できるようにした。

勿論、そのままではガラス板と寸胴鍋の間で空気漏れが起こり、吸引できないので、よく密着するよう、ワセリンを鍋の縁に均一に塗



布して鍋とガラス板との密着度を上げた。ガラス板は歪みを避けるため周囲からは押さえていない。

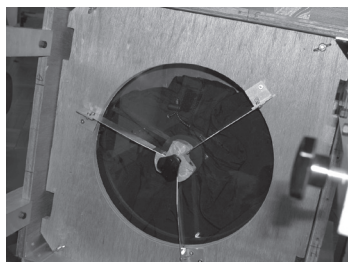
3.2. 鏡筒

吸引してできる凹面鏡の焦点距離は吸引の度合いによって変化するため、焦点を自由に变化できるよう、接眼部が移動可能にした。

3.3. 絞り (1)

単に吸引しただけでは、外側と内側の焦点距離が異なる主鏡になるために、中心部分だ

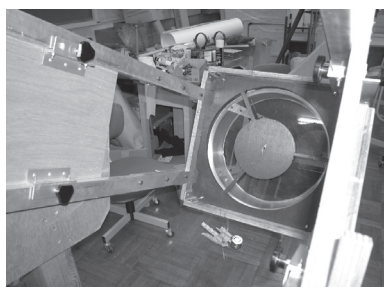
け使えるように口径 30cm の絞りを製作した。右の写真のように、厚さ 20mm の合板を



丸く切り抜き、四方をネジで固定した。中心には、ガラスを押さえる金具を製作し、取り付け付けた。

3.4. 絞り (2)

絞り 1 に同じく、単に吸引しただけでは外側と内側の焦点距離が異なる主鏡になる

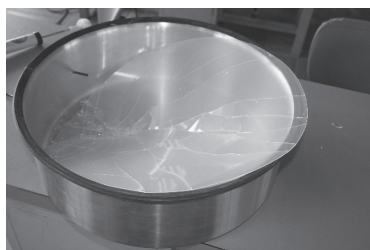


ため、外周部分だけを使用できるように中心 20cm を遮蔽として残し、外周を切り取り、四方をネジで固定した。遮蔽円板は、合板を扇形にジグソーで切り抜いて製作したため中心以外に金具は使用していない。遮蔽円板を支えるのは幅 10mm の切り残しである。

4. 結果

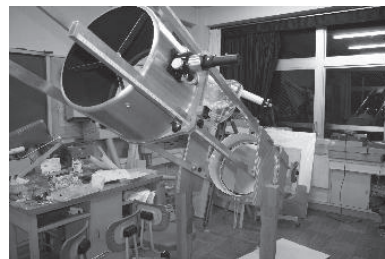
4.1. 主鏡部分

吸引しすぎてしまったために、ガラス板が一枚破損してしまった。上手く出来た反射像を見ると、ステンレス板やアクリル板よりも表面の平面度が高いためか、像が歪まずに反射していた。外周は焦点距離が短く、中心付近は長くなっていった。しかし、課題となっていた二重焦点は改善されなかった。



4.2. 鏡筒部分

接眼部をスライドさせる鏡筒の製作は右の写真のようにうまく完成した。これは口径 40 cm 程度の主鏡まで搭載でき、焦点距離は最短で 1.2m, 最长で 2.7m まで対応可能な望遠鏡となった。



4.3. 絞り (1)

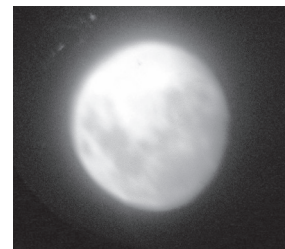
外周の焦点距離が短い部分の反射光をカットするために口径 30cm の絞りを使い、



接目レンズに焦点距離 150mm の虫眼鏡を使って観測を行ったところ、外周付近に歪みが少し見られたが右の写真のように拡大像を見ることができた。

実際に月の観測を行った。像を写してみると、月の光が二重になって見えた。(二重焦点?) これは、外周の光を覆いきれてなかったためだと考えられる。

そこで、絞りを口径 30cm から 20cm のものに取り替えた結果焦点が定まり、右図のように月の海を捉えることに成功した。しかし、クレーターは眼視での確認はできたが、写真撮影することはできなかった。



4.4. 絞り (2)

絞り (1) に同じく、接目レンズに焦点距離 150 mm の虫眼鏡を使って観測を行ったとこ

ろ、全体像が歪んでしまった。また、遮蔽物が大きすぎたため像を映す上で邪魔になり、うまく観測することができなかった。

5. 考察

- ・今回の観測により、精度の良いガラス鏡を利用すれば、吸引した鏡でも十分主鏡として使用でき可能性がある。
- ・スライド式の望遠鏡の鏡筒製作は、鏡筒の重みにより少々たわむがよい結果を得られた。
- ・現時点での実験では、中心付近を主鏡として利用した方が見やすい。中心付近を主鏡とした絞りは 30cm で像を見ることが可能である。しかし、天体を観測するには、精度を上げなくてはならないため、絞りを 20cm まで縮めなければならない。

6. 今後の課題

- ・ガラスにアルミメッキをして主鏡として使用する。ただし、表面にアルミ蒸着をする

と大変にお金が掛かるので、銀鏡反応にて表面メッキをしたい。

- ・クロス圧延という方法で鑄造されたステンレス板を手に入れ、吸引実験を行う。
- ・中心付近を使った主鏡、絞りの精度の向上、および外周を使った絞りの改良。

7. 謝辞

今回の製作に当たり、日高光学研究所の日高一巳元社長には適切なご助言を頂きました。また、液晶テレビ用の高精度ガラスをコーニング株式会社より提供して頂きました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

世界初！アルミニウム鏡の研磨

加藤 里紗

菊池 舞

小林 香央里

森戸 千紗都

1. はじめに

昨年、先輩方が研磨した青銅鏡は、金属鏡のため、ガラス鏡よりはるかに重かった。

そこで、私達は青銅鏡より軽いアルミニウムを使った金属鏡を研磨しようと考えた。アルミニウムは非常に軟らかいため、ガラス鏡の研磨方法では絶対に研磨できないといわれている。



2. 仮説

青銅鏡同様、岩石研磨機やR=2000mm凸鉄皿を利用し、一般で行われているガラス鏡の研磨方法を応用することで、アルミニウム鏡を研磨できる。

3. 制作方法

①粗研磨

i) 鉄皿での研磨

表面を削るために木のハンドルを作製し、面取りしたアルミニウムにテープで取り付ける。

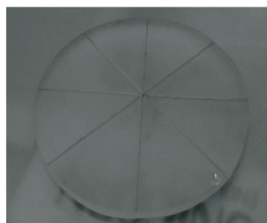
球面にするため、凸鉄皿(R=2000mm)と岩石研磨機の上に固定した。研磨剤はカーボランダム(#120, 150, 240, 320, 600)を使用する。徐々に細かい砂へと段階を踏みながら研磨する。その際、研磨機の周

りの粗い砂は丁寧に清掃し取り除く。

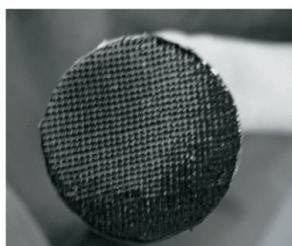
ii) ガラスでの研磨

●円ガラス盤の作製

より細かい砂を使う際には、ガラス板を使つての研磨が有効だ。まず、7mm研磨用ガラスを直径120mmになるように岩石切断機で多角形に切り、やすりで円状に削った。次に、凹鉄皿(R=2000mm)で成型した。研磨剤と水が均一に広がり、排出口の役割をする溝を八等分に岩石切断機で入れた。



●#1000(カーボランダム砂), #2000(酸化セリウム)はお手製の研磨台の上に溝の入ったガラスを固定し、周りを少しずつ回りながら研磨する。#1000は[水：研磨剤=1：1]にし、#2000は[水：研磨剤=5：8]の割合にする。その時、磨き方が一定になるようにする。



②精密研磨

●ピッチ盤の作製

- i) ピッチを熱し、軟らかくして凹鉄皿(R=2000mm)に押し付け、曲率をつける。
- ii) もう一度熱し、濡れた網を鉄皿に広げ、網押しをする。

●まず、ピッチ盤とアルミニウム鏡は冷たいと傷がつきやすくなってしまうため、温めてから使用する。

使用する液は、工業用セロックス：水の混合液(2：3)、CSシリコン液を筆を使って、ピッチ盤にまんべんなく塗る。盤と鏡面を慎重に合わせ、1秒に2スクロール程度の速さで研磨する。とても細かい粉を使っているの、超波洗浄機でこまめに洗い、頻繁に表面を観察する。アルミニウム鏡の中心部分から外側にかけて、光り出していく、今までの作業でもっとも時間と根気が必要となる。



4. 反射率の測定

研磨後に反射率の測定を行った。

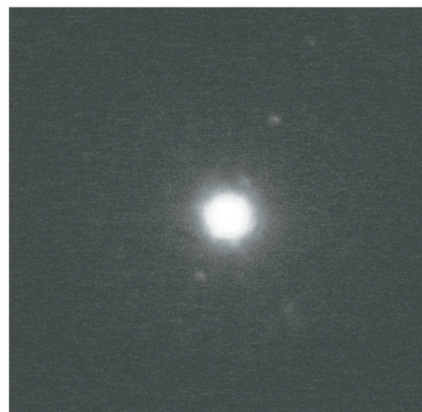
光線に対し、 15° で入射及び反射した光を測定することにした。片方に光源を、もう片方に照度計の受光部を置き周囲から光が入らないように測定を行った。ただ、この方法では絶対的な反射率が測定できないので、同じ曲面のアルミニウムメッキが施されたガラス鏡を用意し、このガラス鏡の反射率の絶対値を文献に書いてある通り90%として、アルミニウム鏡の反射率を絶対値化した。

5. 結果

精密研磨の際に鏡に薄膜が付着してしまい、取り除くことが困難だったが、研磨し続けたところ、除去することに成功した。ただ、この薄膜がなぜ付着してしまったか、こういった物質なのかなど詳しいことはまだ分かっていない。



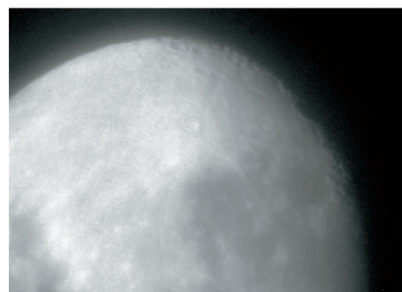
また、精密研磨の始めの頃は中央部しか磨くことができなかったが、ピッチ盤が鏡と正確に合っていないためだと考え、トリクロロエチレンを使ってほんの少しだけピッチ盤を



削ることによりこれらが正確に合い、鏡全体を磨くことができた。

反射率は青銅鏡が70%なのに比べ、アルミニウム鏡は85%だった。

手作りの望遠鏡にアルミニウム鏡をはめ込み実際に天体観測を行ったところ、



月のクレーターと木星の衛星を観測することができた。

6. 考察

細かい砂を使用すると研磨盤と鏡の間が狭くなり、密着し研磨しやすくなることが分かった。

また、精密研磨の際に鏡に付着した薄

膜について詳しいことを明らかにしたい。

そして、今後は全てアルミニウムでできた望遠鏡も製作していきたい。

7. 参考文献

望遠鏡の作り方（2） 誠文堂新光社

恒星のスペクトル

～自作分光器を用いて～

秋葉 沙百合

加瀬 静

1. はじめに

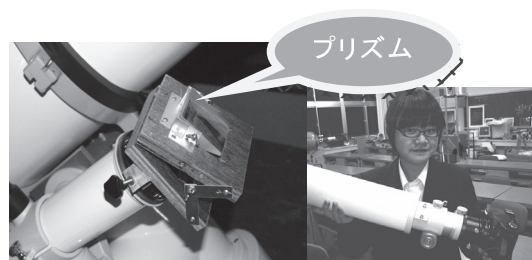
私たちは、星のスペクトルを測れば、その星の成分・温度・寿命などが特定できると知り、興味を持った。そこで、恒星や散開星団のスペクトルを自分たちで観測・撮影し、調査を始めた。最終的な目標は、スペクトルからヒアデス星団の成分を特定することと太陽、月の分光、ヒアデス星団の年齢の上限を推定したい。

2. 仮説

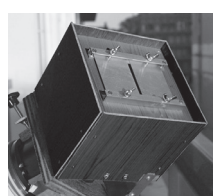
- ・スリットを用いれば、太陽や月、惑星などの面積の大きな星のスペクトルも撮影できる。
- ・スペクトル型が分かれば、恒星の寿命を推定できるので、散開星団中の明るい星（最も寿命が短い）のスペクトル型が判別できれば散開星団の年齢の上限を推定できる。
- ・オリオン大星雲のように紫外線によって水素が励起して光っている星雲は、水素の輝線スペクトルが写せる。

3. 方法

I. 観測器具の製作—プリズム（対物法）
70mm×70mm頂角25°の三角柱のプリズムを使用している。合板の枠にアルミニウムアングルを貼り付け、望遠鏡に取り付ける。角度を調節するために、蝶番を使用した。



また、結露や霜を防ぐためフードを製作した。さらに、太陽や月のスペクトル撮影のために、そこにスリットを取り付けた。

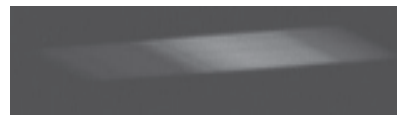


撮影機材

- ・望遠鏡：タカハシ FC76
【口径 76mm 焦点距離 608mm】
- ・カメラ：キヤノン EOS40D
【ライブビュー搭載】

II. 撮影方法

撮影したときにスペクトルが写野と平行に写るように、カメラを設置する。その写野は赤緯か赤経に平行になるようカメラを回転させる。そうすることで、望遠鏡の運動方向に対し写野を垂直にすることができる。これを怠ると斜めになり暗線が確認しづらくなる。



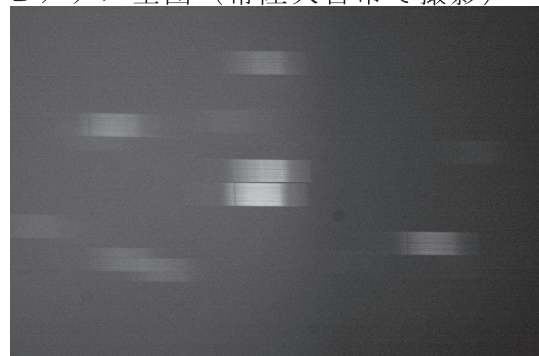
4. 結果

I. 散開星団のスペクトル

プレアデス星団(昴)(学校の屋上で撮影)



ヒアデス星団 (常陸大宮市で撮影)



II. オリオン星雲のスペクトル(常陸大宮市で撮影)



III. 太陽のスペクトル (学校4階のベランダで撮影)



5. 考察

・恒星のスペクトルは、プリズムを使用すれば天体写真の基本さえマスターすれば意外に簡単に写すことができる。

・太陽のスペクトルはスリットの幅が広く分光しきれなかったため、中心付近が余りにも明るく写りすぎていると考えられる。

・ヒアデス星団中の最も明るい星のスペクトル型はフラウンフォーファー線の写り方からA型とF型の間と推定する。よって、この星の質量は太陽の約2倍程度、よってこの星の寿命は太陽の1/8程度と推定できるので、ヒアデス星団の年齢は12.5億年より若いと言える。

・オリオン星雲は、見事に水素の輝線スペクトルを写すことができた。

6. 今後の課題

・接眼部にガラス製のグレーチング板を設置できるようにする。

・10mmに500本のグレーチングシートで撮影する。

・ヒアデス星団の最も明るい星のスペクトル型をもっとくわしく同定する。

・スリットを改良し太陽のスペクトルを撮影する。

7. 参考文献

・天文ガイド(2008 6月号) 誠文堂新光社

・マルチメディア天文教育ソフト「宇宙スペクトル博物館」

・ニューステージ 新訂 地学図表 浜島書店

・高等学校 地学Ⅱ 啓林館

BZ 反応の振動はどのように止まるのか

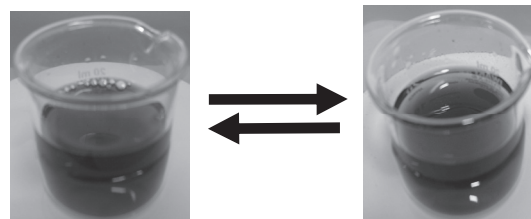
小沼 瞳

横川 真衣

大久保 絢夏

■ はじめに

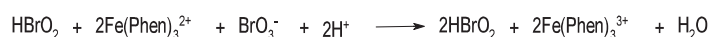
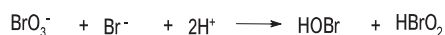
BZ(Belousov-Zhabotinsky)反応は、細胞内の代謝回路であるクエン酸回路のモデル反応として考案された。この反応は、均質な溶液にも関わらず、周期的に溶液の色や酸化還元電位が振動する不思議な反応である。BZ 反応の標準的な化学組成は、フェロイン $[\text{Fe}(\text{phen})_3]^{2+}$ 、臭素酸イオン BrO_3^- 、マロン酸 $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$ 、硫酸 H_2SO_4 である。この反応では、マロン酸は反応基質、臭素酸ナトリウムは酸化剤、フェロインは触媒として働いている。この化学組成において、反応溶液の金属触媒の濃度の周期的な時間変化(振動反応)が観測される。このときフェロイン $[\text{Fe}(\text{phen})_3]^{2+}$ は赤色、フェリイン $[\text{Fe}(\text{phen})_3]^{3+}$ は青色なので、溶液の色の周期的な変化としてその振動を確認できる。



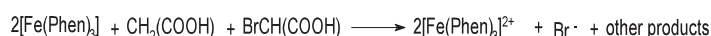
$[\text{Fe}(\text{phen})_3]^{2+}$ が大きいとき
(溶液は赤色)

$[\text{Fe}(\text{phen})_3]^{3+}$ が大きいとき
(溶液は青色)

[右向き反応]

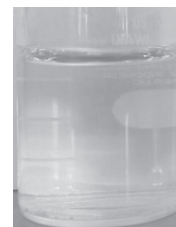


[左向き反応]



■ 動機

ある時、実験の片づけを後回しにして、BZ 反応溶液を2日間放置したところ溶液の色は淡い黄色に変化していた。変化した溶液はあきらかに振動が起きているときとは違い振動しているようには見えなかった。文献を調べたところ、『どのように振動が始まるのか』はよく書かれているが、『どのように振動が止まるのか』についてはほとんど無かった。そこで、私たちは、化学振動がどのように止まるのかについて研究を始めた。



2 日間放置した淡い黄色の BZ 溶液

■ 試薬・実験方法

H_2SO_4

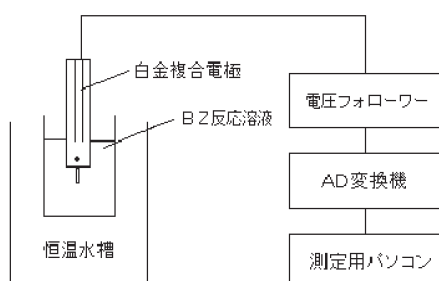
$\text{CH}_2(\text{COOH})_2$ [反応基質]

NaBrO_3 [酸化剤]

$[\text{Fe}(\text{phen})_3]\text{SO}_4$ [触媒]

$$E_{\text{ORP}} \propto \log \frac{[\text{Fe}(\text{phen})_3]^{3+}}{[\text{Fe}(\text{phen})_3]^{2+}}$$

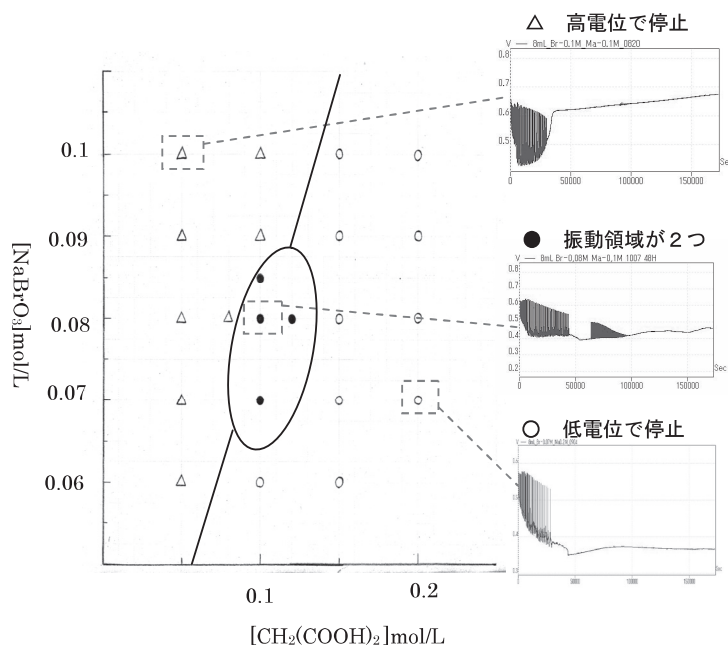
実験方法 (バッチ系) 25°C で一定



BZ 反応の酸化還元電位測定装置図

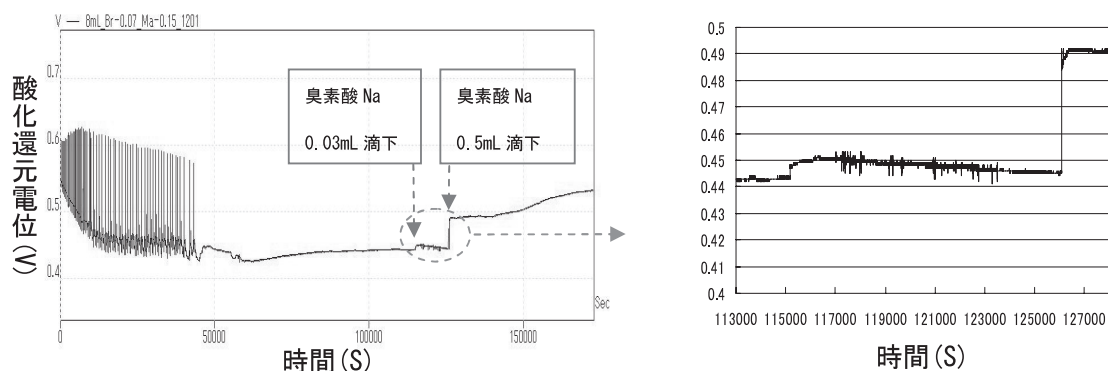
■ 結果

マロン酸と臭素酸イオンの初濃度をいろいろと変えた場合の振動停止後の状態が、還元定常状態 (○)、酸化定常状態 (△)、振動領域が2つ存在する (●) のいずれになるかを状態図にした。その結果、酸化剤である臭素酸イオンに対して反応基質であるマロン酸の濃度が高いと振動停止後は還元定常状態 (○の領域) に落ち着く。一方、臭素酸イオンに対してマロン酸の濃度が低いと振動停止後は、酸化定常状態 (△の領域) に遷移することが分かった。そして還元定常状態と酸化定常状態の境界線上に振動領域が2つ現れる濃度領域 (●の領域) がちょうど二つの領域の中に空いた窓のように存在することが分かった。

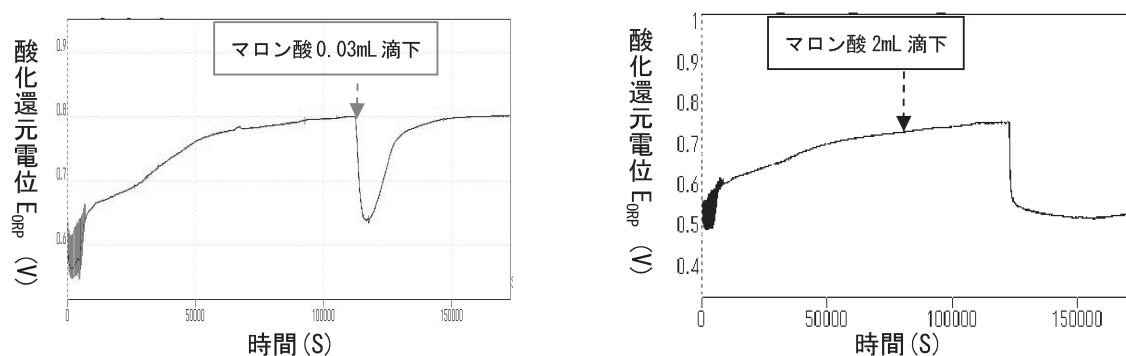


■ 双安定性について

還元定常状態 臭素酸Na 0.07mol/L マロン酸 0.2mol/L



酸化定常状態 臭素酸Na 0.1mol/L マロン酸 0.05mol/L



銅金属葉の白化

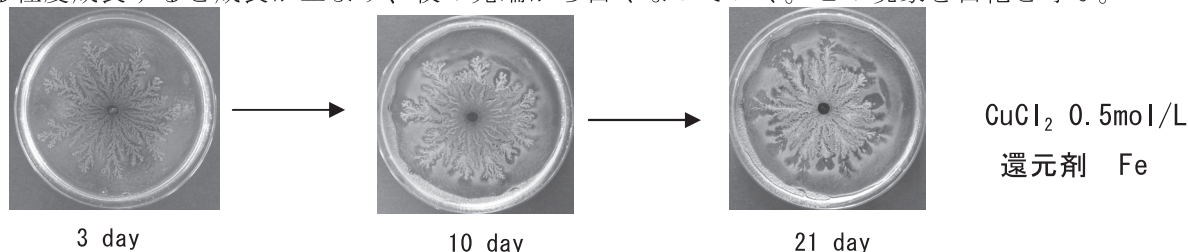
渡邊 琴美

川澄 真子

千田 紗織

1. はじめに

当同好会では銅金属葉の成長とその形について継続して研究を行ってきた。金属葉とは金属結晶が樹枝状に成長したものである。これまでの研究から塩化銅を用いてつくった銅金属葉はある程度成長すると成長が止まり、枝の先端から白くなっていく。この現象を白化と呼ぶ。



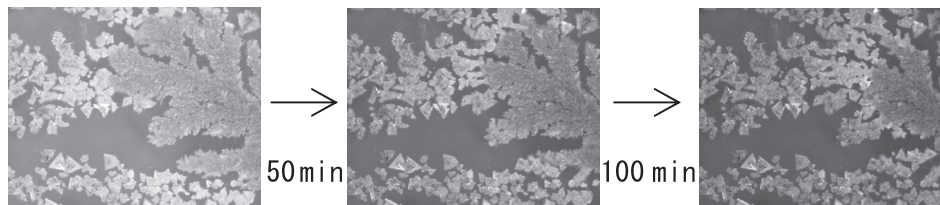
2. 銅金属葉の作り方

- ①銅(Ⅱ)イオンを 0.5mol/L、寒天を 20%含む溶液を作る。
- ②直径 90mm のシャーレに①液を約 4 g(厚さ約 1mm)になるように流し込む。
- ③寒天ゲルが固まったら、ゲル上に金属片をのせ、表面にラップを貼る。

3. 実験結果

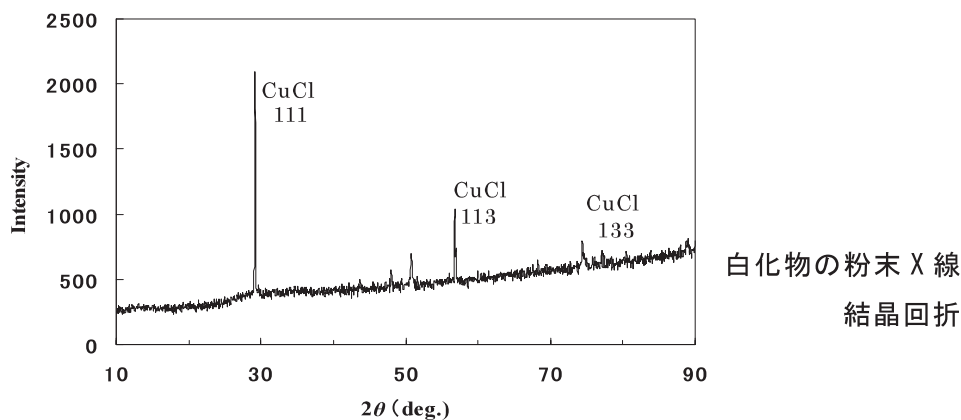
3-1 白化物の正体

- ①白化物を実体顕微鏡で観察すると、無色のイオン結晶のようであった。



銅金属葉の白化が進行する様子（倍率 40）

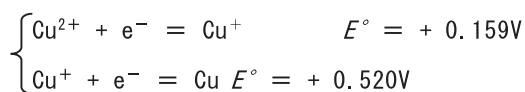
- ②白化物を寒天ゲルごとに取り出して粉末 X 線回折を行った結果、 CuCl (Ⅰ)の回折パターンと一致した。



- ③塩化銅(Ⅱ) CuCl_2 、臭化銅(Ⅱ) CuBr_2 を用いて成長させた銅樹は Cu (Ⅰ)に酸化され白化が起こるが、硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 を用いたときには起こらなかった。このことから白化にはハロゲン化

物イオンが関係しているのではないかと考えた。そこで標準酸化還元電位 E° を用いて、自発的に反応が進む方向を見積もることができる。

(i) Cl^- がない場合は半反応式が

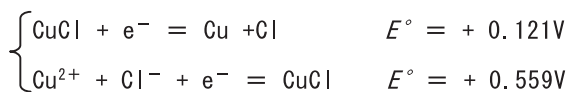


となり、自発的に進む反応の向きは

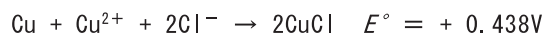


となるので、 Cu^+ は安定して存在できない。

(ii) Cl^- が存在する場合は半反応式が



となり、自発的に進む反応の向きは

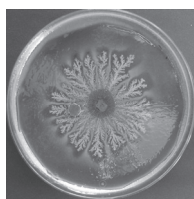


となるので白化物が生成する。

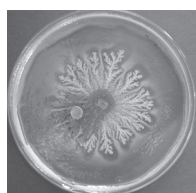
以上の結果より Cl^- を含まない場合は水溶液中で Cu^+ は生じないため、白化物は生じない(これを不均化反応という)。一方、 Cl^- が存在する場合は Cu と Cu^{2+} から Cu^+ が生じる方向が自発変化である。

3-2 白化した領域で成長する銅樹

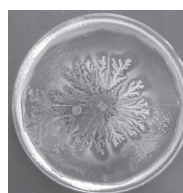
白化した領域に再び鉄片をのせるとその鉄片の周囲の白化した部分が銅の色に戻った。また、先端から新しい銅樹が成長した。以上のことから新しい鉄片を置くことによって還元力が回復し、 CuCl(I) が銅に還元されたということが分かった。



置いた直後



5hour



1day

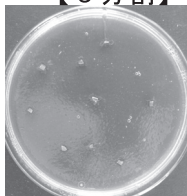
CuCl_2 0.5mol/L 還元剤 Fe
〔白化の途中に鉄片を置いたもの〕

3-3 鉄片の位置と銅樹の関係

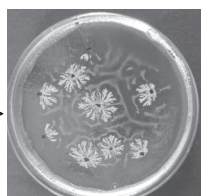
同量の鉄片を細かく分割して培地にバラバラに置いた。

鉄片どうしが離れている場合には、鉄片の位置に関係なくそれぞれの鉄片の成長した銅樹の先端から白化が始まった。しかし鉄片と鉄片との距離が短かったり、鉄片が大きかったりすると白化が起こりにくく、白化は密集した銅樹の外側から始まった。このことから銅樹が密集している領域では白化物の生成の際に必要な Cu^{2+} が少ないため、 CuCl(I) が生じにくいと考えた。

【9分割】

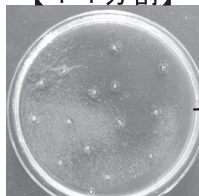


0day

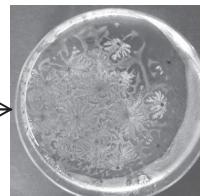


8day

【14分割】



0day



8day

CuCl_2
0.5mol/L

4 参考文献 渡辺正他『電気化学』(丸善株式会社)、日本化学会編『化学便覧』(丸善株式会社)

神崎夏子 金属の樹をつくろう『おもしろ実験・ものづくり事典』左巻健男編(東京書籍)