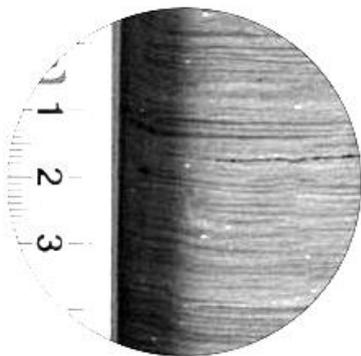


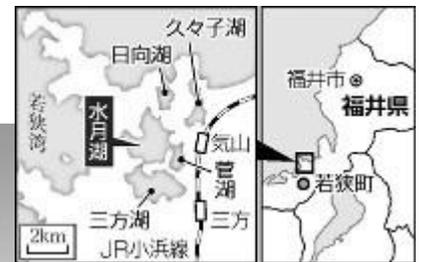
このところ、福井県では、高速増殖炉「もんじゅ」の存廃や高浜原発などの再稼働について話題になっています。そのすぐ近くでこんな遠い過去のロマンに出会いました。三方五湖のひとつ、水月湖の湖底に何万年もの長い歳月をかけて積み重なった縞模様の地層がみつかりました。今回は「水月湖の年縞」についてご紹介します。また、「実験室からのレポート」では、生物の定番実験だった原形質分離の実験が、最近の教科書から姿を消したのは何故かを考えてみました。その他、顕微鏡の更新に伴う保守・管理の注意点の変化について、8月におこなわれた実習教員部会研修会の報告も掲載しています。

「奇跡の湖 すいげつこ わんこう 水月湖の年縞」

水月湖は、福井県の若狭湾に面した三方五湖のうち、最も大きい湖で、若狭湾につながる汽水湖です。水月湖の調査は1991年（平成3年）から開始され、2006年（平成18年）に始まったボーリング調査で堆積物は湖底の70m以上の深さまで及ぶことがわかりました。過去約16万年分の連続した地層です。地層の縞模様は、季節ごとに異なるものが堆積することで、まるで木の年輪のように、1年に一枚ずつ形成され、「年縞」と呼ばれます。黒っぽい層は春から秋に繁殖したプランクトンの死骸などの有機物によるもので、白っぽい層は晩秋から冬に湖水からでる鉄分や大陸からの黄砂などの粘土鉱物によりできたものです。1年に平均0.7mmの厚さで形成されていき、46mまでの年縞は、連続した明確な層がみられます。年に換算すると約7万年分になります。



年縞は、波や魚が作るちょっとした水流や、ミミズの活動などでも簡単に壊れてしまいます。では、なぜ水月湖では無事に残ったのでしょうか。水月湖は、①直接流れ込む大きな河川がなく、大雨による大量の水や、土石も三方湖によって緩やかな流れとなって静かに注がれるため、堆積物が静かにたまっていくことができました。②周囲が山に囲まれていたため、風が遮られ、波が起りにくいことにより、湖水がかき混ぜられることがありません。③水深が最大で34mと深く、湖底の水の動きがないため、湖の中層から下は硫化水素の濃度が非常に高く、生物が生息していません。④湖に堆積物が溜ると、水深がだんだん浅くなっていくのがふつうです。しかし、水月湖は、三方断層の影響で、周辺の地層が数万年にわたって沈降し続けています。そのため、湖が浅くなってしまわず、堆積物が溜まり



続けることとなります。このような条件が偶然に重なり、年縞が形成されてきました。ドイツのアイフェル地方に分布する湖沼群やベネズエラ沖のカリアコ海盆から得られる有孔虫を含む層、またグリーンランドの氷床にも1年一枚の縞模様が刻まれています。日本でも秋田県一ノ目潟、島根県波根湖、鳥取県東郷池など8つの湖で確認されていますが、水月湖のように70m以上連続性をもった年縞は、ほとんど例がありません。このような条件が揃った湖は世界的にも珍しく、まさに「奇跡」の湖と言えます。

この年縞の発見は、過去の遺物や化石などの年代決定に利用することができます。今から約5万年前までの遺物や化石などが、いつの時代のものか年代を知るには、「放射性炭素（炭素14）年代測定（※）」という方法が、現在、世界中で広く用いられています。しかし、常に一定の割合で地球上にあるとされる炭素14の割合は地球磁場や太陽の変化の影響をうけるため微妙にばらつきがあります。13000年位前までは炭素14の量の測定は木の年輪の輪の数を数えるのが最もよい方法ですが、それ以前の古い木材となると入手が困難なので、木のかわりに浅海のサンゴが用いられていました。しかし、この方法は海水に含まれる炭酸ガスなどの影響により炭素14の量を測定するには不明確なものでした。そこで、水月湖の年縞を顕微鏡、エックス線、スキャナーなどを使って枚数を数えたものと、年縞に含まれる落ち葉などの炭素14の正確な残存量から年代測定値の換算表（対照表）を作成し、炭素14方法で測定した年代との誤差を校正することに成功しました。すなわち、世界中の資料から測定された炭素14の量を、水月湖のデータと比較することで、その資料が、水月湖の何枚目の縞に含まれた葉の化石に相当するか、さらにいつの年代のものが分かるようになりました。2012年7月にパリのユネスコ本部で開催された世界放射性炭素会議総会において、水月湖の年縞とその研究データが評価され、約5万年までの年代を特定する「世界標準のものさし」として認められました。

また、水月湖の年縞には、洪水や巨大地震によって湖内に流れ込んだ土砂などの厚い地層が残っています。約3万年前の層からは、厚さ約20センチ分の火山灰が見つかりました。分析の結果、600キロ以上離れた鹿児島湾の「始良カルデラ」が大噴火した際の火山灰で、29000年前ごろとされていた噴火の時期が、水月湖の年縞によって1000年分遡ることがわかりました。

（※）炭素14年代測定

動植物などに含まれる放射性炭素（炭素14）を利用した年代測定方法。動植物が活着している間は、呼吸や光合成で大気中の炭素を取り込むため、体内の炭素14の量は大気と同じですが、死後、新しい炭素を取り込むことがないので、炭素14はβ線を出して窒素14に変わり炭素14の量は減り続けます。炭素14の半減期が5730年（炭素14の量が半分の量になるのに5730年かかる）であることを利用して遺跡などの試料に残された炭素14の量から、年代を決定する方法です。しかし、現在では、炭素14の測定は約5万年前までが限度です。

年縞の研究は年代測定ではありません。年縞は、縞模様を数えることでその縞がいつできたものかが分かり、年縞に含まれる情報からは、過去の環境を知ることができます。たとえば、ある縞に含まれる花粉、プランクトン、火山灰、黄砂などの調べることによって、その当時に生息していた植物の種類や植生、また、それらから当時の気候や環境も分かってきます。火山灰からは火山噴火活動、黄砂からは偏西風の風向きの変化、また、堆積層の変化から洪水や地震の回数や規模、周期なども知る事が出来ます。気候変動や環境の変化もわかります。

最近、地球温暖化や極端な異常気象による災害が多発しています。水月湖のデータから、氷期から後氷期への移行といった大規模な気候変動が、わずか数年間に起こるといことがわかりました。数年ないし数十年といった短い時間スケールで起こる気候変動があることを知るととも

に、そのメカニズムや急激な気候変動に対応できることが必要になってきます。今後、年縞を利用して過去の気候や環境の変化を研究することで、地球温暖化の解明や自然災害のメカニズム、人類史が解明され、将来にいかされることが期待されます。

参考、引用資料

地球惑星科学連合ニュースレター2010. Nov No.4 TOPICS

水月湖の年縞：過去7万年の標準時計 英国ニューカッスル大学地理学教室 中川毅教授

広報わかさ 2013年4月号 No.96

福井県安全環境部自然環境課 HP (年縞の写真など)

若狭三方縄文博物館パンフレット

福井県里山里海研究所 HP

読売新聞 2015年12月28日記事「地層が物語る奇跡の湖 福井県・水月湖」

(県立須磨東高等学校 影本美代子)

◆◆ 実験室からのレポート ◆◆

☆☆☆ 原形質分離は古い???☆☆☆

最近の教科書では、「原形質分離」が小さな扱いになったり無くなったりしています。よく取り上げられた実験なのに、なぜ無くなってしまったのか、私なりの考察です。

私たちが永くおこなってきた原形質分離の実験は「植物細胞がその原形質より濃度の高い水溶液に浸されたとき、原形質の水が細胞膜の外に流れ出して細胞の体積が小さくなり、細胞壁から細胞膜が離れ、両者の間にすきまができる現象、さらにその細胞を低濃度の水溶液に浸せば再び細胞内に水が入り、体積が大きくなる現象、これをシヨ糖溶液や食塩水を使って顕微鏡で観察しよう」というものです。これらは「細胞膜がリン脂質で一様に囲まれたもので、この並びのわずかな隙間から、水分子が出入りするために見られるもの」のごとく説明されていました。しかし、20世紀末、細胞における物質の出入りに関して「細胞膜には物質の出入り口(チャネル)が点在する」ことが報告され、水を通すチャネルの他にも、ナトリウムを交換するチャネル、グルコースを運ぶチャネルなど、濃度勾配に従って、あるいは逆らって多くの物質が出入りしていることが分かってきました。この発見で、様々な生命現象が合理的に説明できるようになり、教科書でもチャネルについて学ぶことにより重点が置かれるようになりました。それに伴い「細胞膜(のいたる所)から水が出入りすることによっておこる現象」として取上げられてきた原形質分離の説明が不正確なものとなり、その扱いが小さくなったり、無くなってしまったのだと思われます。チャネルの存在は生物学会においては大きな発見なのに、最近やっと教科書に反映されたのは遅いぐらいだといえます。

先日の大隅教授のノーベル賞受賞の報に接して、近いうちに液胞について教科書の書き換えがあることを感じ取られた方も多いでしょう。生物学の研究は、まだ発展途上にあり、生物の教科書も、実験も益々変化していくことでしょう。「原形質分離」の変化はその歩みの表れといえます。

(県立鳴尾高等学校 福井裕子)

☆☆☆ ☆☆☆ ☆☆☆ ☆☆☆ ☆☆☆

■ ■ ■ 顕微鏡近況 ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

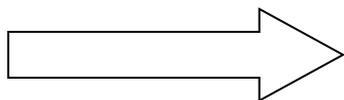
顕微鏡については平成 21 年(’09)に教育研修所主催 実習教員講座の「実験紹介」テーマとして取り上げましたが(「実験紹介」内容は HP でご覧ください)、その後、各校での機器更新も進み、使用している顕微鏡のタイプも変化してきているようです。今回は何人かの実習教員の方に、“最近の顕微鏡”の保守・管理について伺ってみました。メーカーや使用機種、購入時期などで問題点や注意点に違いがありますが、各校の報告を参考にしてください。



最近の傾向

ワイドフォーカスの接眼レンズ使用
 反射鏡→光源付き、要充電
 メカニカルステージの採用
 大型化、保守の煩雑化

旧



新



○ 最近の顕微鏡の特徴

利点

(・は各校からの意見 ❖はまとめと解説)

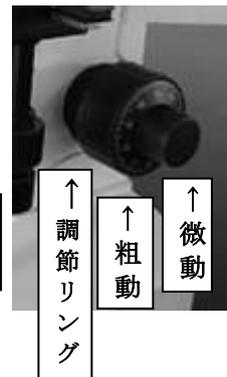
- ・接眼レンズの視野が広がった(ワイドフォーカス WF 最近は視野の広い対物レンズもある)。
- ・光源付きで机が広く使える。
- ・メカニカルステージでプレパラートの移動が簡単。

問題点

- ・大きく重いので、持ち運びしにくい、小柄な生徒は座ったままでは検鏡しにくい。
- ・部品が多いので生徒への指示が増え、故障し易い。
- ・自校で修理できる部分が少ない、業者依頼の際の修理費が高価。
- ・光源に充電電池を使用している場合は、実験後に消灯確認やこまめな充電が必要。
- ❖ よく見えるようになったが、顕微鏡操作で生徒に指示すべきことが増えた、保守管理の手間や費用が以前よりかかるようになったとの声が大半です。「購入時に持ち運びし易いものを選定した」「実験が続く時にはロッカーにしまわず机に出したままにする」という学校もありました。また、「同一機種でも LED の光量や色合いにばらつきがある」「低倍率から高倍率に替えた時にピント調整が大幅に必要な機種がある」との報告もありました。更新前の顕微鏡より、機種による操作方法の違いや性能にばらつきがあるように思われます。

○ 粗微動ハンドル

- ❖ 更新を機に粗動ハンドルだけの機種から微動ハンドル付きに変更した学校もあります。ステージを大きく上下させる“粗動”と微調節する“微動”のハンドルが別の位置にあるもの(左写真)と同じ場所にあるもの(粗微動一軸 中央写真)で機種選定に迷ったとの声もありますが、「微動ハンドルをぐるぐる回す」「粗動ハンドルを片方のみ動かすのでバランスが悪くなる」など、生徒が粗微動ハンドルを使いこなすのは難しいようで、どの位置のものを選んでも一長一短あるようです。ハンドルがゆるんだ



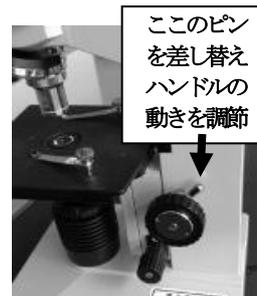
りきつくなつた場合は、調節リング(4ページ左写真)やピン(右写真)で調節できる場合があるので、説明書で確認してください。

○ 光源と充電

光源

- ❖ 机が広く使えることから光源付きの顕微鏡を使用する機会が多いですが、構造の説明がしやすい等の理由で、あえて反射鏡タイプや付替えが可能なものを選んでる学校もあります。反射鏡の位置に差し込むことができる光源装置(右写真)も単独で販売されています。左の写真①の光源一体型顕微鏡をお使いの学校の報告では「コンセントタイプです。ライトが切れたこともまだ一つあるだけです。点灯スイッチがダイヤル式(左写真②)でそのスイッチが昨年いくつか壊れ」修理中だそうです。電源スイッチは「一方方向にしか回らなくて、カチカチと点灯消灯」するとのこと。

右写真③の顕微鏡は反射鏡に付替えられないタイプのものです。「反射鏡に替えられないことと併せて、LEDが暗い、メカニカルステージがない、ストッパーのネジがアームに近すぎて手が入らない(右写真)」のが欠点とのことです。



充電

- ・アダプターを顕微鏡に何度も抜き差ししているとネジが緩んで充電できなくなった。最初は原因が分からなくて困った。
- ・出始めのころに購入した顕微鏡のアダプターは、大きくて断線してしまった。グリーンランプ(パイロットランプ)がないものもある。別のアダプターを差しても充電できず、充電電池を取り出して充電器で充電している。
- ・充電時に赤→緑に変化するはずのアダプターのパイロットランプが最初から緑に点灯したまま(充電はできている様子)。業者には「問題ない」と言われたが、充電電池を交換したものは赤く灯るようになったので、充電電池の劣化と関係しているかも。
- ・単三乾電池4本を充電して授業中はアダプター使用していません。使用中に暗くなってきたら、アダプターを渡して充電しながら検鏡している。充電せず、アダプターだけで検鏡すると、線の接触でついたり消えたりする。
- ・充電が切れて、実験中に充電しようとする電源の差し口が足りなくなる。
- ・実験台にはコンセントの差し口は2つしかないなので、延長コードが2本ずつ必要になる。
- ・延長コードにアダプター3台つなぎ充電している(右写真)。



1 か所の差し口で複数の顕微鏡が充電できる、延長コードと差したままのアダプターをセットにして置いているので、何度もアダプターをコンセントに差し込まずに済む、電源から離れた場所でもいっきに充電ができる等の利点がある。

充電電池

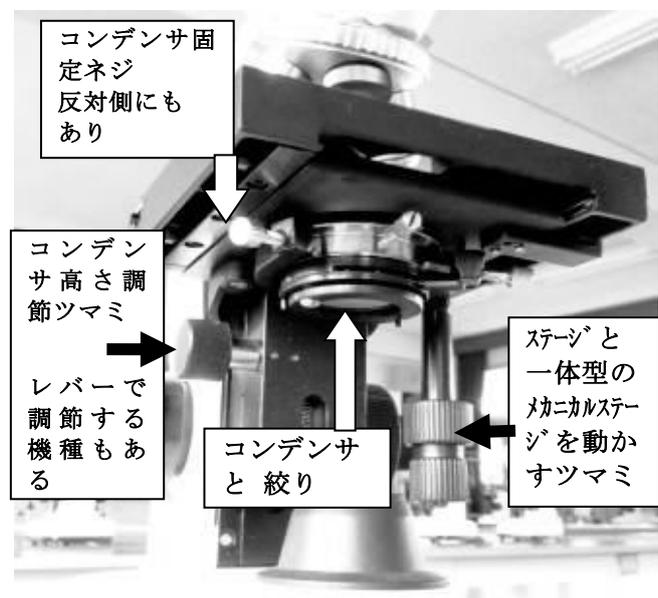
- 電池を入れ替える時の決断は早くして、いつまでも使わない。
 - 充電電池を弱ったまま使い続けたら液漏れしていた。
 - 電池交換した時期を記入して電池を入れる場所にも貼り付けておく。
 - ドライバーのサイズが2種類(顕微鏡底板を外す、電池ボックスを開ける)必要で面倒。
 - 電池、取り替えドライバー、チェックメモなど一つのケースに入れておくと便利。
 - 面倒なのは電池のことばかりなので、常時アダプターを接続すればよいのかとも思うが、アダプターは傷みやすく、断線したり接触が悪ければ見えなくなる。
 - 実験後、光源のスイッチが切れているか確認する必要がある(見た目わかりにくい)。
 - 充電しても点灯しなくなったので、充電電池が劣化と思ったが電池ボックスのプラスチックが割れていた。ボックスだけの交換ができず、底板ごと交換になり高額だった。
 - チェックメモを記入する。いつ交換したか、つけっぱなし状態であった、何度も充電をしないといけない、充電時間が短すぎるなどメモする。すぐに充電完了になるのは電池が弱っている。
- ❖ 光源付きの顕微鏡は充電が必要、電力を浪費しないために実験後に光源の消灯確認が必須、充電電池交換やアダプターの管理が必要など、従来より大幅に手間がかかるようになりました。また、購入時に付属している充電電池は寿命が短いので、顕微鏡を買う時には本体費用に加えて交換用の充電電池の購入も考えておかねばなりません。充電電池の液漏れで顕微鏡を傷めたとの報告もあるので、使用時の様子など顕微鏡の状態を常にチェックしておくのが大切です。

○ コンデンサ

- 粗微動ハンドルやメカニカルステージのつまみと間違えて、コンデンサ(集光用のレンズ)を上下させるつまみやレバーを動かしてしまう生徒がかなりいる。コンデンサの高さが合わないとう光の集まる高さが変わり見え方が悪くなる。コンデンサを固定するネジを動かすと、光の集まる位置が変わり視野に影が出る。

○ メカニカルステージ

- 今はメカニカルステージにしてありますが、購入した当時はクレンメル(プレパラートをはさむクリップ)と付け替えることができようセットに入っていました(5ページ写真①)。
- メカニカルステージはクリップと同じように上からはさむ生徒がいたり、ネジがゆるんでガタガタしたり止まらなくなったり外れてしまったりが頻繁にあります。実験に入るときはいつもドライバー持参です。
- メカニカルステージにプレパラートを



正しくはさめない生徒が思った以上に存在する。最初の顕微鏡実験の際に一人ずつの使い方を見廻り、丁寧に指導すれば(その他の操作方法も含め)、次回以降はかなり改善される。



- ・顕微鏡の機種によっては別売りのメカニカルステージ(左写真)を取り付けることができる(すべてのタイプに合うわけではない)。写真のように、前後・左右に動かすためのつまみが横に突き出しているものは、使用の際にこの部分をぶつけやすく壊れやすい。ステージと一体になっているものは下向きにつまみが付いているので(前ページ下の写真)壊れにくい(と業者がっていました)。
- ・メカニカルステージだとプレパラートをわずかに動かすことが簡単にでき、マイクロメータの目盛り合わせの際などに非常に役に立つ。

○ 異なる機種が混在する場合の工夫

- ❖ 実験時に電源の入れ方や調光、ステージの動かし方など統一した指示が出せるよう、全員が同じ機種の顕微鏡を使用して実験できることが望ましいですが、財源の問題から顕微鏡の更新が一度におこなえず、結果的に様々なタイプの顕微鏡が混在してしまったという学校も多いようです。この場合の対応は、「同一班内では同じ機種を使用させる」という学校と、「一つの班内に複数の機種が入るようにし、自分の顕微鏡が不調でも班内の解像度のよい顕微鏡で補えるようにしている」学校と対応が分かれました。

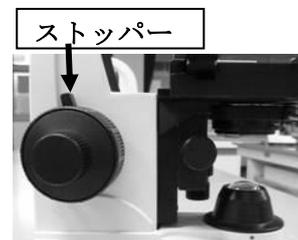
○ 管理の工夫 とチェックポイント

- ❖ 充電電池の項で紹介したように、充電の様子や各 부품の作動状況、電池の交換時期や修理などの記録を残す方があります。充電電池の劣化などは充電後の稼働時間の変化で判断できます。顕微鏡のチェック表を作り、記録を残すのは顕微鏡の保守・管理には有効な方法です。
- ❖ 実験の前後の点検もレンズの汚れなどに加え、いままでとは違う部分のチェックも必要になっているようです。新たなチェックポイントをまとめてみました。

チェックポイント

※点検例です。機種により当てはまらない場合があります。

- 光源スイッチが消されているか、充電電池の残量は十分か(明りがチラつく場合は充電する)。
- コンデンサの高さがずれていないか(時間のない場合は目視でおよその正しい高さを点検) 時間のある場合は接眼レンズをはめて点検。覗いたとき(対物は4倍程度)にもやもやと照明装置の拡散面が見えるときは高さを調節。絞りを絞って覗いたとき影が見える場合は水平方向の位置がズれているので、左右の固定ネジを調節する。
- ストッパーが高い位置で固定されていないか。
レバーで固定するタイプのストッパーは「いつのまにか動いていて、高倍率のピントが合わない」ことがある。「ストッパーのレバーは外したままにしている」学校もある。
- メカニカルステージの取り付けネジがゆるんでいないか。
- アームに呼気がかかり、汚れていないか。



※ 顕微鏡の管理については『改訂版 実習教員のための実験準備マニュアル 一般編 顕微鏡の一般的知識と手入れの仕方』、情報誌『NETWORK』及び平成 21 (’09)年度「実験紹介」記録をご覧ください(実習教員部会 HP アドレスは 8P 参照)。

(県立須磨友が丘高等学校 笠置りか)

平成28年度 兵庫県教育研究会科学部会 実習教員部会研修会報告

8月23日(火)、科学部会実習教員部会の夏季研修会が開催され、参加者36名は猛暑の中、熱心に耳を傾け、内容の濃い一日を過ごしました。

午前中は神戸市立王子動物園動物科学資料館、館長補佐の鷲尾正則先生から動物の生態についての講義を聴きました。王子動物園は日本で唯一パンダとコアラを同時に見ることのできる都市型動物園で、来館者数は常に国内ベスト10に入っています。またフラミンゴの繁殖も日本一です。



フラミンゴは色が2種類あって、ベニイロフラミンゴは餌から摂取した赤色の色素によって赤いものに対して、ヨーロッパフラミンゴは同じ餌を食べているにもかかわらず、色素を体内に溜めてしまうため白いのだそうです。また、一夫一妻で子育ても夫婦で行い、オスもメスも赤ちゃんに



フラミンゴミルクという栄養を与えることができるそうです。動物の鳴き声、アザラシ・アシカ・セイウチの特徴や見分け方、フラミンゴ、コアラなどの生態や子育ての話、折れてしまったゾウの牙やカバの牙、3種類のユーカリなども実際に見せていただきました。とても興味深いお話でしたが、先生のご専門は天文学だそうですので、そちらも機会があればぜひお聴きしたいと思いました。

その後、神戸支部研修会の報告や実習・実験に関する情報交換と協議を行いました。参加者から、器具の洗浄や薬品管理などについての質問があり、それぞれの学校の事例などを紹介していただきました。事例については『NETWORK』にも紹介されているので、バックナンバーが参考になると思います。

午後からは、木の香りが漂う竹中大工道具館の施設見学を行いました。担当者の方から、大工道具の歴史や種類、仕組みを解説していただき、道具や手仕事の美しさを見学し、ものづくりの心や伝統の技、そしてそれを伝えていく大切さを感じました。



唐招提寺金堂組物模型ではたくさんのパーツが複雑に、美しく組み合わさっていて感動しました。また館内で使われている木材は、木の材質や硬さなどを考慮し、それぞれの用途にあった木が使われているのも見所です。

今回の研修会を通して、日頃顔を会わす機会のない方と交流したり情報交換することができ、とても充実した一日になりました。

今回の研修会を通して、日頃顔を会わす機会のない方と交流したり情報交換することができ、とても充実した一日になりました。

今回参加できなかった方も、次回はぜひ参加していただけたらと思います。
(県立東播磨高等学校 藤原久美)

「理科実習助手のための実験準備マニュアル」、「ネットワーク」のバックナンバー、「実験紹介」についてご覧になりたい方は兵庫県高等学校教育研究会科学部会 理科実習教員部会HP

<http://www.hyogo-c.ed.jp/~rikagaku/jjmanual/toppage.htm>

または、「実験準備マニュアル」で検索できます。

「NETWORK」に関する問合せ先は

県立須磨友が丘高等学校 笠置りか TEL(078)791-7881 FAX(078)791-7882