

令和4年度  
技術研究会  
発表予稿集

令和4年12月6日(火)  
東北大学理学研究科・理学部

## 令和4年度

### 東北大学大学院理学研究科・理学部技術研究会開催要項

目的 理学研究科・理学部及び関連部局の技術系職員は、それぞれの専門的な知識・技能を生かし、幅広く研究・教育を支援しています。本技術研究会は、発表を通して技術上の創意工夫などを共有するとともに、他分野の技術についても知識を広げ、技術系職員全体の技術力向上を図ります。

日時 令和4年12月6日（火） 9:30～16:40

場所 東北大学大学院理学研究科 大講義室

開催方法 対面式とオンライン（Zoom）のハイブリッド開催。オンライン参加の方は、下記から参加登録をお願いします。当日まで登録可能です。

<https://zoom.us/meeting/register/tJYldeihqTwsHt0i0EtrSpzXqTjuVBisloSM>

主催 東北大学 理学研究科・理学部

参加対象者 理学研究科・理学部及び関連部局の技術職員、その他の聴講希望者

予稿集 11月30日までに理学研究科技術部HPに掲載しますので、各自ダウンロードしてご使用下さい。

理学研究科技術部HP <http://www3.tech.sci.tohoku.ac.jp/HP/>

内容

9:30 受付

9:45 開会

挨拶 理学研究科長 寺田 眞浩

9:55 理学研究科技術賞表彰

講評 技術賞選考委員会委員長 橋本 久子

表彰 理学研究科長 寺田 眞浩

10:10 理学研究科技術賞受賞者講演「コロナ禍における安全な野外教育の支援」

地学専攻 ○伊藤 嘉紀・川野部 裕之・阿部 道彰

10:50 大学等環境安全協議会技術賞受賞講演

理学教育研究支援センター安全衛生管理室 澤口 亜由美

11:20 昼休み

- 13:00 特別講演「太陽系物質分析と初期地球環境模擬実験から迫る生命分子の起源」  
地学専攻 准教授 古川 善博
- 14:00 休 憩
- 14:10 技術関連発表  
1. 「学生実験「熱プローブリソグラフィ」の紹介」  
物理学専攻 佐藤 健
- 14:30 2. 「加速器施設における空間線量モニタリングシステムの更新」  
電子光物理学研究センター 高橋 健
- 14:50 3. 「設備監視強化を目的とした IoT 化の検討」  
物理学専攻 ○島越 裕美恵・菊地 将史
- 15:10 休 憩
- 15:20 4. 「Tig 溶接を用いた圧力容器の製作」  
機器開発・研修室 齋藤 一真
- 15:40 5. 「重錘型圧力天びんを用いた小型水温・水圧データロガーの室内加圧実験による精度評価」  
地震・噴火予知研究観測センター 鈴木 秀市
- 16:00 刈払機取扱作業安全衛生教育参加報告  
地震・噴火予知研究観測センター 平原 聡
- 16:10 今年度の活動報告と今後の予定  
統括技術長 齋藤 誠
- 16:25 閉 会 挨拶  
技術部 企画・研修委員長 橋本 久子

# コロナ禍における安全な野外教育の支援

地学専攻

伊藤嘉紀 川野部裕之 阿部道彰

## 1. はじめに

地学専攻では、主に学部3年生を対象とした専門教育として野外実習を行っている。野外実習では、地質調査の基礎、野外での地形、地層、岩石の観察から過去に起こった地形変動、断層活動や過去に起こった火山活動の様子を読み解く方法などを教育している。地球科学の研究分野において、野外での露頭観察や、そこでの岩石・化石試料を採取することは、その基礎として大変重要であるため、学部教育での野外調査の実習は必要不可欠である。コロナが流行し始めた際、あらかじめ撮影した調査風景をオンラインで見せるという方法も検討されたが、やはり実際に現地へ赴き、手にとつてものを見るということを重視すべきということで、教員からは対面での実施を要望された。そのため、担当教員と協力し、安全な条件を整えつつ実習を実施することを試みた。

## 2. コロナ禍中の野外実習

現地までの移動手段として使用している専攻所有のマイクロバスの運転を伊藤、川野部、阿部が行っている。野外実習は、短期(日帰り)20回、長期(1週間程度)4回行われ、実習におけるマイクロバスの年間の走行距離は凡そ10,000kmである。

コロナ禍の野外実習における一番心配な点は移動中のマイクロバスでの感染である。感染を防ぐために、まず行ったことは、マイクロバスの乗車定員をどうするか専攻長、教務担当者、技術職員で決定し、定員を超える場合は、専攻所有の公用車2台、それと必要によっては博物館所有の公用車を借用して移動することにした。同時に野外実習の優先順位を担当教員に決めてもらい、優先順位の高い実習から始めることにした。マイクロバスや公用車に乗る前には、消毒と体温測定を徹底することにした。また、教員、技術職員で参加学生の体調の確認も行った。

詳しいことは、研究会当日述べることにするが、コロナ禍であるここ2年で野外実習での感染は0である。



地学専攻の公用車

# 大学等環境安全協議会技術賞

理学教育研究支援センター安全衛生管理室  
澤口 亜由美

## 1. はじめに

大学等環境安全協議会は、大学、高等、研究所等の教職員だけでなく、民間企業や文部科学省職員なども参加している全国規模の団体です。環境保全業務、安全衛生管理業務、化学物質等管理業務、廃棄物の処理業務、環境安全および安全衛生に関する教育といった管理運営に関する諸情報の交換や、技術及び教育に関する研修等を実施しています。また、「環境と安全」という和文誌や「Journal of Environment and Safety」という英文誌も発行し、知財の蓄積にも貢献しています。

私は2011年3月に発生した東日本大震災をきっかけとして本協議会と出会い、2012年から参加し、安全衛生管理の2から9くらいまでこの協議会で勉強したといっても過言ではありません。今回は私がこの協議会で学び、理学研究科にどのようにフィードバックしてきたかについて紹介します。

## 2. 安全衛生管理のいろはを学ぶ

私が協議会へ参加した2012年当時は、東北大学内での横のつながりがほとんどなく、理学研究科等事業場は名実ともにひとつの独立した会社という状態でした。唯一の同僚が退職し、自分が行っている業務が適切であるのか、必要な情報はどこから得られるのか、現状で足りないのは何かなどが分からず、ただひたすらこれまで行われてきた業務をこなす日々にもやもやを抱えていました。そんな最中に参加したこの協議会、および下部組織である実務者連絡会は、これらすべてのもやもやを吹き飛ばしてくれる宝の山でした。

薬品管理システム(現在の危険物質総合管理システム)では何を考え、どのように運営しなければならないか、まさに基礎の基礎から学ぶことができました。局所排気装置等の管理、水銀の管理、化学物質等リスクアセスメントの実施など、学んだことを列挙すればきりがありません。

## 3. 人を育てる“プロジェクト代表”

2013年に理学研究科等事業場では衛生管理者巡視の体制見直しが本部から求められていました。そんなとき、ちょうど本協議会実務者連絡会でのプロジェクト制度が始まり、代表として挑戦しないかと声をかけて頂きました。その結果、最初のプロジェクトとして「大学等における巡視の方法とシステムについての調査」を採択頂きました。各大学の安全衛生のトップランナーの方々メンバーとして一から指導していただき、継続も含めて4年間行いながら、巡視とは何かという理念からプロジェクトの進め方まで、勉強させて頂きました。このプロジェクトで得られたことは現在の当事業場の衛生管理者巡視体制にそのまま生かされています。特に現在、巡視の前に研究室に実施頂くチェックシートはこのプロジェクトで作成したものをアップデートしながら使用しています。

## 4. 今後

私は本協議会に、時に歩行器のように、時に松葉杖のように支えて頂いています。通常業務に憤ったり、モチベーションが下がったときは特に、協議会の皆様から暖かい言葉を頂いたり、日々の業務の様子を伺うことで非常に励まされます。その都度自分の業務の意義を感じ、刺激を受けています。

その御恩に報いるため、日々研鑽を積み、大学等環境安全協議会にも理学研究科等事業場にも貢献したいと思えます。

## 太陽系物質分析と初期地球環境模擬実験から迫る生命分子の起源

理学研究科地学専攻 古川善博

生命の起源を解明することは我々自身の起源を理解することであり、人類にとって本質的な課題でと考えられてきた。長い科学の歴史の中でも、この問題は継続的に研究されてきたが、現在の科学を総動員しても未だに生命の作り方の1例も明らかになっていない。まして、地球で我々生命がどうやってできたのかという問いはさらに難問であり、そこには人為的な操作や化学合成設備はなく、専ら地球と惑星が作り出した材料を使って、当時の環境によって駆動される反応で生命ができなくてはならない。近年、生命に関する分子レベルでの理解の進展と、生命分子の分析技術の発展、初期地球環境理解の進展によって、生命起源研究は分野の垣根を超えて進展しつつある。本講演では、その中でも初期の段階である生命分子の起源と進化について、講演者の研究も含む現状の理解について紹介する。

# 学生実験「熱プローブリソグラフィー」の紹介

物理学専攻  
佐藤 健

## 1. はじめに

理学部物理学科では実験授業「物理学実験Ⅲ」を開講している。この授業は3年生後期に開講され、これまでの実験の知識と技術をもとに研究への導入となる実験を行うことを目的の一つとしている。授業は物理学専攻の実験系の各研究室が分担して行っている。実験は1日2時限(90分×2)で全9日間、1テーマ6名程度の学生を受け入れ2グループに分けて作業を行う。電子ビームリソグラフィーと電子ビーム蒸着装置を使用してSi試料表面に微細パターンを描画、蒸着し、アドレス基板を作製する。作製した基板にカーボンナノチューブ(CNT)を散布し、原子間力顕微鏡(AFM)で観察を行い、電極パターンに接合しやすい条件の良い単層カーボンナノチューブ(SWCNT)を探し出す。日程の都合上、微細加工プロセスはここまでで、低温電気伝導測定は事前に作製しておいた試料を使用して行う。また、この実験期間中に観察時に使用したAFM装置の別機能を利用して熱プローブリソグラフィーの導入を試みた。今回はこれらの半導体微細加工実験を担当したのでその結果について報告する。

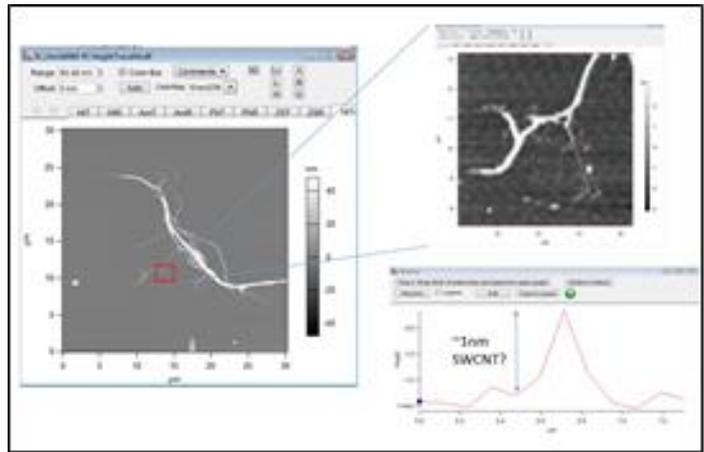


図1 AFM画像(CNT)

## 2. 熱プローブリソグラフィーについて

熱プローブリソグラフィーは、プローブ(カンチレバー)の先に電圧をかけ抵抗加熱でレジストを加熱し反応させることで描画ができるリソグラフィー法である(図2)。プローブはとて小さく取り扱いが難しいが、この熱プローブは通電加熱構造のため専用のホルダーが必要であり、一般のものに比べて取り付け時の調整が非常に難しく、プローブ本体がとて高価なため破損せずにホルダーへの取り付け調整が容易であることがとて重要である。また、この手法は真空環境が不要のため装置もコンパクトで100°C程度 of 加熱なので試料にもやさしい。最近では10nmパターンの微細加工例も報告されているが、数~数十nmスケールのリソグラフィー技術は研究段階であり、一般的な用途及び大学教育への導入はまだ確立されていない新しいリソグラフィー技術の1つである。

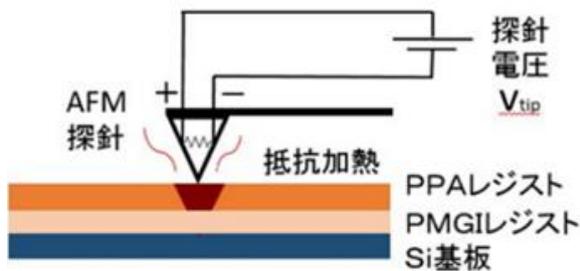


図2 加熱探針制御の模式図

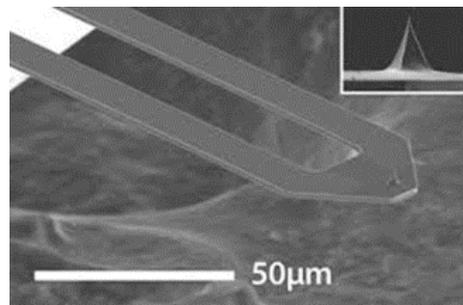


図3 プローブ(AN2-200 Bruker社製)

# 加速器施設における空間線量モニタリングシステムの更新

電子光物理学研究センター  
高橋 健

放射線発生装置である加速器を実験に利用する電子光物理学研究センターでは、放射線安全管理のために事業所の各所で空間線量をモニタリングしている。古い計測機器の更新が難しくなり、これまでのプロッターを用いた記録の印刷では古い記録の照合などに課題があったため(図 1)、これらを更新した(図 2 左)。

現在も継続して利用可能な管理区域内の測定機器について、出力信号やケーブルの健全性を確認すると共に、不良機器の交換やケーブル張替えを実施した。また、事業所境界の古い機器については、その構成を見直し、一部の回路を流用して新たに計測回路を構築した(図 2 中)。専用信号線と高圧ケーブルを廃止する代わりに、現場まで放射線安全管理用ネットワークを拡張して、ネットワーク対応ロガーを用いてデータを収集している。

記録の保存は専用紙を用いるプロッターを廃止する代わりに、放射線安全管理用サーバーを新規導入し、仮想環境にデータアーカイバーを構築して、これに測定データなどを記録する構成とした。アーカイバーには、当センターの加速器制御システムと同様に Epics Archiver Appliance(EAA)を導入することで、ログの管理や閲覧方法の共通化などを図った(図 2 右)。また、加速器運転パラメータとの比較が容易に行えるようになった。

発表ではこれらの詳細について報告する。



図 1 更新前の放射線安全管理用ラック。古い測定回路(ラック左側)と記録印刷用プロッター(ラック右側)

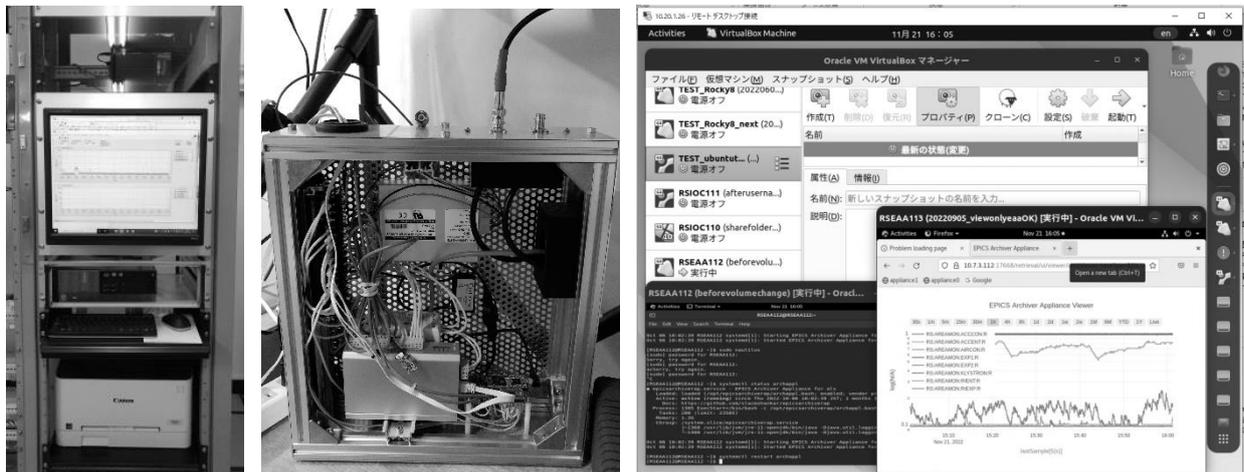


図 2 更新後の放射線安全管理用ラック。記録閲覧用のパソコンと定刻記録印刷用のプリンター(左)構築したアセンブリ。プローブ用高圧電源、信号-線量値変換用 FPGA 評価ボード、ネットワークロガー(中)サーバー画面。仮想環境の管理画面と EAA プロット機能で表示した空間線量の時間遷移(右)

# 設備監視強化を目的とした IoT 化の検討

物理学専攻

○島越 裕美恵・菊地 将史

## 1. はじめに

青葉山地区の極低温科学センター(以下センター)では、主にヘリウムの供給、回収、液化といったヘリウムリサイクルと液化設備の保守管理業務を行っている。センターの設備には 24 時間稼働しているものや離れた場所で稼働しているものがあり、異常発生に気づきにくい状況にある。このようなことから、将来的に遠隔監視を実現したいと考えていたが、2020 年に新型コロナウイルス感染拡大防止のため大学への立ち入りが一時制限されたことで、より設備遠隔監視の必要性を強く感じるようになった。設備を IoT 化することで、職員不在時も設備の状態を監視できるとともに、トラブルの早期発見につながると考えている。今回、市販のマイコンを使用し、既存設備を IoT 化する実験を試みた。

## 2. マイコンの選定

IoT とは、モノをインターネットに接続し、情報を収集、分析することでモノを管理する仕組みのことである。IoT 化するにあたり、クラウドを使用したサービス及び製品が販売されているが、センターの設備は比較的小規模であること、運用やシステムの仕様を自由に変更できることなどから、自作で監視システムを製作することにした。自作するにあたって、Arduino や Raspberry Pi といったマイコンボードが人気であるが、今回は価格や設置のしやすさから ESP32-DevKitC ESP-WROOM-32 開発ボード(以下 ESP32)を選定した(図 1)。

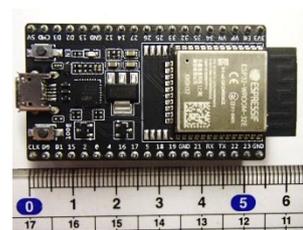


図 1 ESP32-DevKitC ESP-WROOM-32 開発ボード

## 3. 試作したシステム

システムの構築にあたり、現在特に問題となっている「ヘリウム回収ガスの純度低下」、「ヘリウム容器の圧力上昇」、「ガスバック容量超過によるヘリウムガスの放出」の 3 つのトラブルを想定して、図 2 のようなシステムの構築を試みた。大まかな流れは、センサーなどから各設備の状態を数値として読取り、ESP32 でサーバーへ転送後、その値を用いてグラフの表示やメール通知を行うというものである。設備ごとにセンサーや取得したデータの使い方は異なるが、基本的な構成は同じである。ESP32 は Wi-Fi 機能を内蔵していることから、データの転送は Wi-Fi で行っている。本発表では、システムを試作した所感を報告する。



図 2 監視システムフロー

## Tig 溶接を用いた圧力容器の製作

機器開発・研修室  
齋藤 一真

今回の発表では、圧力容器の製作について報告する。

依頼内容としては、容器の中に水あるいは油を充填させ、30MPa の圧力をかける実験を行う。それに伴って、この実験に耐えうる容器の設計製作を依頼された。

私自身、真空容器などの製作は経験があるが、圧力容器の製作は初めてだった。これまでよりも、溶接部の強度を確保しなければならないこと、溶接によって生じる歪みなどの処理に気を付けること、また何よりも安全に使用できること、以上を念頭に置き製作に取り掛かった。



図1 RBR 用圧力容器

# 重錘型圧力天びんを用いた小型水温・水圧データロガーの 室内加圧実験による精度評価

地震・噴火予知研究観測センター

○鈴木 秀市・佐藤 真樹子・太田 雄策・日野 亮太

## 1. はじめに

東北大学では 2008 年以降、宮城県沖を中心とした日本海溝と千島海溝において、海底の上下地殻変動を高い精度で捉えることを目的とした海底水圧観測を継続している。同観測においては自己浮上式の観測システムを活用することで、高い機動力で観測を実施することが可能である。2011 年東北地方太平洋沖地震(Mw 9.0)では、本震にともなう最大 5m を超える隆起を捉えるなど、地震発生への理解に大きく貢献するデータを取得することに成功している。

こうした海底観測に用いている水圧センサーは Paroscientific 社製 Digiquartz Series8B で、水深 7000 m までの深海底で高い精度の水圧観測が実現可能である。一方、水圧センサーの消費電力がやや大きいため、長期観測するには電池の調達コストが高価であることなどの課題が存在する。

本発表では、より小型軽量かつ低消費電力な水圧計として、RBR 社製 Duet3T.D. 小型高精度水温・水圧ロガーを活用することを念頭に、同ロガーの精度評価を室内加圧実験に基づいて実施することを目的とする。

## 2. 重錘型圧力天びんを用いた加圧実験

### 2.1 圧力容器の製作

Duet3T.D. は受圧ポートが外部に暴露しているため、高圧を印加するための密閉容器を用意し、それに対して高い精度で圧力を生成できる重錘型圧力天びんにより加圧することで、その精度評価を実施した。実験時には、Digiquartz でも平行して測定し、比較を行った。

深海底での水圧 (30MPa、水深 3000m 相当) を元に、耐圧容器の設計を行った。軸方向の引張荷重で必要なボルト本数および径を算出することで、安全に印加試験が可能な筐体を設計した(図 1)。使用する金属材料および部材厚さ等の詳細設計と製作は、機器開発研修室に依頼した。

### 2.2 実験方法

開発した耐圧容器に清水を満たし Duet3T.D. を封入したものと Digiquartz を並列して、重錘形圧力天びんに接続して加圧した。図 2 に実験装置の概要図を、図 3 に実験装置の全体写真を示す。

現在、30MPa の圧力で長期間継続して印加し、週一回 30MPa 相当の圧力天びんを使用した校正試験を実施している。技術研究会発表当日は実験結果の報告を行う。

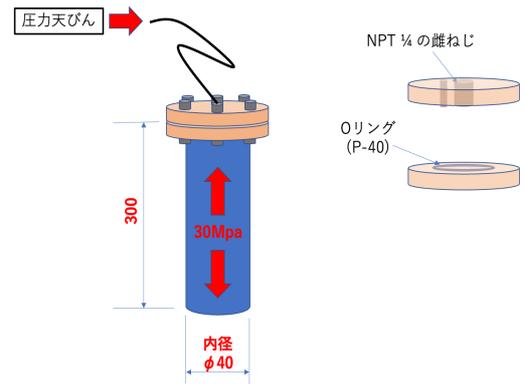


図 1 開発した圧力容器

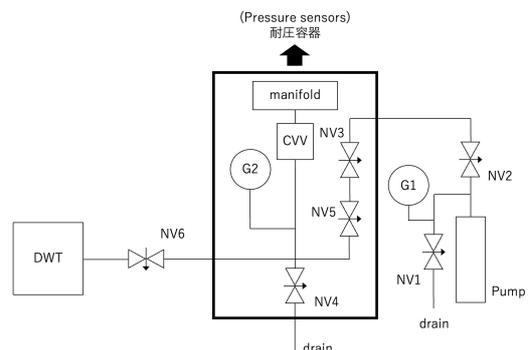


図 2 加圧実験装置の概要



図 3 加圧実験風景