

地学実験の実験指導における地球科学分野の探求について

岩崎 直也*・清水 敏文**

Exploring the Earth Science Field in Experimental Guidance for Geoscience Experiments

IWASAKI Naoya*, SHIMIZU Toshifumi**

キーワード：地学実験，地学，教職科目，フィールドワーク

1. はじめに

応用化学科の夏期集中講義に配当されている「地学実験」は、器材を用いた実験とフィールドワークによる現地観察が盛り込まれており、学科の化学系実験科目群とは大きく性格が異なる内容になっている。また、中学校一種の理科教員免許の取得にあたり必修科目であるため、理科教員免許の取得を目指す学生諸君にとっては、化学系実験科目群と共に重要な科目となっている。一方、化学系の実験科目群に比べると、座学の講義時間は少なく、地学実験で行われる数々の実習内容を理解するために、講師陣による多くの工夫が盛り込まれている。そして、各専門分野を背景とする教員によるオムニバス形式の実習となっており、ユニークかつ豪華な内容となっている。そこで本稿では、教職科目における実験指導として地学実験の内容と、講師陣による指導上の工夫について述べる。

2. 指導の達成目標

地球分野、惑星分野、宇宙分野を知るための観測、観察、実験および解析には、関連する広範な知識と、

地球惑星宇宙科学（地学）分野に特有な技術が時に必要となることがある。そこで、これらの基本的な事柄について、高等学校までの「理科」で扱われる地球惑星宇宙科学（地学）の内容をより深く理解できるようにするため、地学実験では、地球科学分野の「気象」「地質」「天文」の三分野から実験と演習を組み合わせた内容としており、実習内容を通して「基礎的な観測・観察・実験・演習を幅広く経験し、その特有な方法を知り、用いる機器を適切に使用することができる」人材の育成を指導の達成目標としている。

3. 実験の指導内容

実験指導は、地球科学分野の「気象」「地質」「天文」の三分野から、地学関連の知識が少ない学生に合わせて、それぞれ選りすぐった内容となっており、実験と講義を織り交ぜながら進められている。

3. 1 気象分野

気象分野の実習は、「大気海洋学に関する準備・観測・実験・演習」として取り組みを行っている。主な実験内容は、百葉箱による温度計測実験、大気海洋学に関する観測として流体の動きの観察実験、

*工学部 応用化学科 講師 Lecturer, Department of Applied Chemistry, School of Engineering

**工学部 応用化学科 非常勤講師 Part-time Lecturer, Department of Applied Chemistry, School of Engineering

天気予報のプレゼンテーションとなっている。

百葉箱による温度計測実験

かつて小中学校の校庭内に見られた百葉箱を、牛乳パックから作成して気温計測器とし、温度計の校正をはじめ測定の精度検証を行っている。百葉箱の仕様は、気象観測の手引きに従い、観測時に日射からの影響を排除する工夫や、百葉箱内に自然な通風が生じる様に側面に鏝戸を設けるなど、実際の百葉箱に準じつつ、観測者（作成者）による「独自性の高い」個性的なものになっている。一方、牛乳パックからの百葉箱の作成は「身近なものから観測機器を作り出す」ことが体験ができるので、物づくりの面白さや難しさと理科教育がふれあう大切な取り組みと考えられる。温度計測は、東京千住キャンパス内各所にて行い、風通しの良い各号館のルーフガーデンや2号館ランニングコース、日中厳しい照り返しのある2号館エントランスや4号館のポケットパーク周辺、各号館をつなぐ渡り廊下など、様々な場所と条件下から得られた結果より、気温分布や観測条件をまとめて、実習グループ毎に結果発表を行っている。



図1. 自作した百葉箱を用いた温度計測実験の様子

流体の動きの観察と考察

地球大気環境の実験実習として、実験水槽を用いた様々な前線の動態再現を行い、前線の仕組みを理解する。実験水槽を用いた前線モデルには、温暖前線、寒冷前線、停滞前線、閉塞前線等であり、これらの前線は異なる絵具で着色した水溶液を、水槽内に設けた仕切り板で分け隔て、仕切り板の操作によ

り混合する水溶液の様子から、前線における海水の動きを考察する。また、水溶液の温度を変えることにより「暖かい空気」と「冷たい空気」をモデル化して、同じく混合の様子から前線で生じている空気の動きとして観察する。最近の実習では、受講生自身の工夫により、混合の様子を動画撮影し、実験後に動画を用いた検討や考察が行われている。

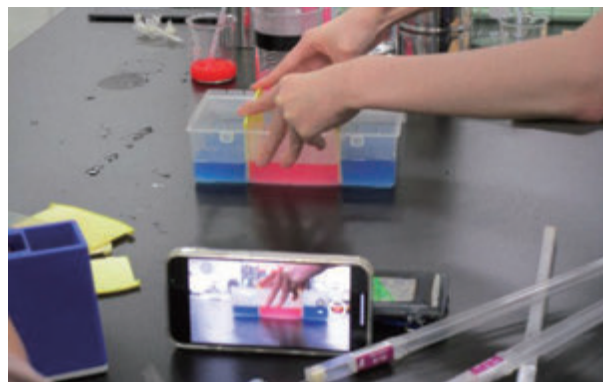


図2. 前線モデルの実験の様子

天気予報プレゼンテーション

毎日耳にする天気予報は、気象予報士が観測データを基に数値シミュレーションを行い、その結果から作成した天気図を用いて、天気予報を作成・報告している。そこで、過去の観測データと経験測に基づき「とある日」の天気予報を作成し、作成した天気予報のプレゼンテーション実習を行っている。ここでは、①限られた時間の中で事実に基づいた天気予報をわかりやすく簡潔に伝える、②ニーズに合った適切な情報を提示し、聞き手の心に積極的に働きかける、③聞き手の心を引き付ける効果的なプレゼンテーションスキルを身に着ける、等のこれらを要求事項としている。低学年次の受講生もいることから、発表資料の作成方法についても順序立てて指導を行っている。公演後は質疑応答と講評を行う。

3. 2 地質分野

地質現象には日常生活と比較して非常に大きな時間的・空間的スケールで成立しているものが多く、地質分野の実習には、現地調査（巡検）実習が必要不可欠である。

実験内容の一部として、地形図の判読、岩石の特徴とその成り立ち、クリノメーターの使い方と地層の傾き、段丘地形の特徴と成因などのテーマについて講義・実習を行っている。

地形図の判読

地形図にある等高線を読みとり、河川による浸食が地形にもたらす影響や、山地における尾根と谷を読みとるなど、起伏に富んだ地形について理解を深める実習を行っている。さらに断面図を作成し、地図や地形図だけではわからない平坦面や急斜面のような場所を理解する取り組みも行っている。また、市販の弁当のふたに用いられている透明なプラスチック容器に、標高毎の等高線を書き写し、これを数枚重ねた立体模型を作成している。

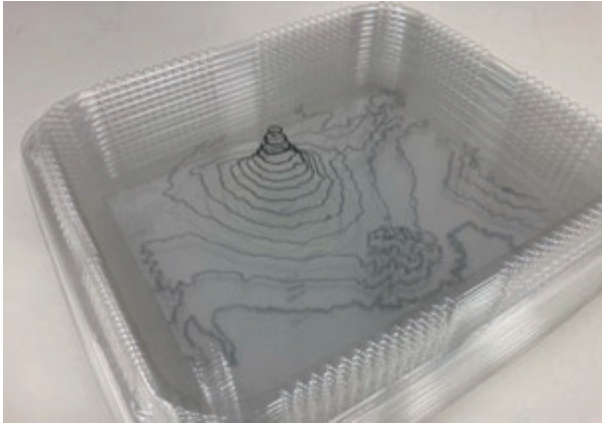


図3. 富士山を例に作成した立体模型

岩石の特徴とその成り立ち

岩石に関する実習では、分類からはじまり、岩石標本を用いた観察、現地実習における河川敷や地層断面にみられる現物観察、偏光顕微鏡を用いた薄片標本の観察など、幅広く取り扱っている。

現地実習では、河川敷に並んだ岩石の向きなどから、川の流れによって運ばれてきた様子などについて指導が行われる。また、標本採取を行い分類したのち、岩石ハンマーを用いて石を砕いて、石の風化や浸食の影響、鮮度のある断面などを観察する。

段丘地形の特徴と成因

河川の蛇行と浸食による影響により、国内には起伏に富んだ地形が多く見られる。実習では、平坦面や急斜面のような場所について、現地に出向く屋外調査「巡検」を行い、実際の地層の様子や段丘地形の特徴などを観察する。現地で行われる巡検実習では、出向く場所によって様々な解説と観察が行われる。また、ハンドレベルを用いた標高計測実習や、クリノメーターを用いた計測実習とルートマップ作成、上述の岩石実習など多様である。



図4. 河川敷で集めた礫(れき)を分類

北千住の地形と自然災害

最近の台風による影響は甚大である。東京千住キャンパス周辺域は海拔が低いため、万一河川の氾濫が生じるとその影響は計り知れない。そのため、地形と自然災害の関連について、東京千住キャンパス周辺の地形と津波のハザードマップ、さらに東京低地から周辺台地に到る地形の形成について、講義と実習が行われている。



図5. 旭町商店街にある想定浸水表記

3. 3 天文分野

天文分野の実習は、①天文学の基礎的な観測・観察・実験・演習を幅広く経験し、天体望遠鏡や星座早見を適切に使用することができる、②最前線の宇宙科学研究に関して、自らの興味に基づいて研究内容を探求し、その研究内容について自らの考えを述べることができる、③太陽や惑星、星について、観測・観察をもとに科学的に討議して、自らの考えを述べるができる、等を達成目標として、講義と実習を行っている。実習に当たり、指導員からは事前資料²⁾が配付され、実験日当日までに予備知識を付けるよう指導している。

天体望遠鏡の仕組みと使い方

天体望遠鏡を用いた実習は、望遠鏡の仕組みの理解に始まり、実際に組立を行い、日中の太陽黒点観測と、夜空の恒星と惑星の観測を行っている。組立の際には、望遠鏡を構成する部品を手に取りながら、仕組みの理解と接続部位の確認を指導する。

組み上がると、観測のための準備として、ファインダーと鏡筒の調整を行った後、最初の観測実習として、実習日当日の太陽黒点観測を行う。黒点観測は、1600年代にガリレオガリレイが天体望遠鏡を発明して以来、400年を超えて記録が残されている。よって、観測日当日の結果だけではなく、これまでの観測結果を含めた結果の考察が必要になる。実習では、黒点観測は投影板に備えた観測用紙へのスケッチにより行われ、スケッチ後に黒点の分類³⁾や太陽面の経緯度なども調べる。



図 6. 太陽の黒点観察実験の様子

観測実習と並行して、望遠鏡操作の使用マニュアル作成を課題としている。このマニュアル作成は、将来教員として生徒への指導を行うことを考慮して、「生徒視線から見てわかりやすい」マニュアルであること、日中の操作、夜間の操作を想定し、さらにオリジナリティーを含めた内容になることなどを要求事項としている。実際の操作体験無くして作成することは不可能である。

最前線の宇宙科学研究の探求

日本の宇宙開発の歴史について、JAXA 相模原キャンパスに設置されている宇宙化学探査交流棟の展示室見学や、JAXA の「日本の宇宙開発の歴史」のサイトを利用して、日本の宇宙開発の経緯を知り、最新の研究開発の成果について学ぶ機会としている。また、受講生毎に興味ある分野を選択してもら

い、その分野について調べ、自らの考えや感想を含めた資料を作成し、PowerPoint による成果発表会を行っている。

天体望遠鏡による月・惑星や星の観測

夜空の天体観測実習では、実習を行う準備として、星座早見盤を用いた季節毎の天体の配置に関する知識や、夜間の観測時における注意点について指導する。先の天体望遠鏡の使用マニュアル作成と同様に、星座早見盤についても、生徒視線から見てわかりやすい「星座早見盤の使い方」について、マニュアル作成を課題としている。

実際の夜空の観望では、これまでに木星や土星、火星、夏の大三角形と二重星などをはじめ、その時々で観測可能な天体を観望している。特に、木星とその衛星群、土星の輪が見えた際には、受講生からも驚きの声が上がっている。これらは非日常の体験であり、将来この感動を理科教員として生徒達に伝えてほしいと願うばかりである。

4. 終わりに

応用化学科の夏期集中講義「地学実験」で行っている実験実習の一部を述べてきたが、実際の実験内容は豊富である。化学科目を専門とする学生への他分野科目の指導は容易ではなく、座学時間が少ない点を、実験実習と共に講義を行うなど、指導を担当頂く先生方の工夫と努力があふれている。受講生にとっては、各専門分野を背景とする教員による指導は、貴重な機会に恵まれていると思われる。地学実験のみならず、多くの化学系実験、そして卒業研究を通じて多くの経験と発見、気づきを積み重ね、将来教壇に立ち若き学生諸君への指導にあたって欲しく思う。この場を借りて、地学実験の指導を担当頂いている先生方に深く感謝申し上げる。

参考文献 等

1. 『ワクワク実験 気象学』高橋庸哉・坪田幸政、丸善（2000）
2. 国立科学博物館 情報誌『milsl』27号（2012年 No.3）
3. 『理科年表』国立天文台編、丸善（2023）