

教職課程を意識した地学教育における指導法の工夫

宮嶋衛次

千歳科学技術大学理工学部

1. はじめに

千歳科学技術大学が開設している地学関連科目（「地学概論1」「地学概論2」「地学実験」）は本学の教職課程設置に伴い新たに開講した科目であり、中学校や高等学校の教員免許状取得希望者が多く履修している。このため、これらの科目の実施に当たっては、教科の内容を教えることに加え、理科教育における様々な指導法を取り入れることで、教職課程履修者に理科教育の指導法を学ぶ側として体験させ、それらの指導法のねらいや利点などを理解させることを意識している。

本稿では、この教職課程を意識した地学教育における指導法の工夫について紹介する。

2. 本学における地学教育の現状

地学教育は、2年春学期に「地学概論1（2単位）」、同じく2年春学期の集中講義で「地学実験（1単位）」、2年秋学期に「地学概論2（2単位）」を行っている。「地学概論1」「地学概論2」は31名が履修しうち教職課程履修者はそれぞれ7名、5名であった。また「地学実験」は8名が履修し、うち6名が教職課程の履修者であった。

3. 座学における工夫

「地学概論1」「地学概論2」は週1コマ90分授業で座学を中心に行っている。学生一人一人の座席を決めており、4～6名で1つの班としている。

授業をとおして、学生が地学について興味・関心を持ち、理解を深め、思考力・判断力・表現力を育てることができるよう様々な工夫を行った。これらの工夫は、教職課程を履修している学生にとっては、理科教育の様々な方法について自らが生徒の立場で体験的に学習することを意識している。

(1) 興味・関心を高める工夫

地学的な現象について学生の興味・関心を高めるため、トピックな話題を扱うこと、授業中にプチ実験を取り入れること、地域素材を積極的に取り扱うことを行った。

ア トピックな話題の扱い

毎回授業の最初に、その日の天気図を示し四季折々の気象現象について解説を行った。また、流星群や惑星現象などの天体現象、地震や火山などの自然災害について直近の授業で解説を行った。2017年度に扱った天文現象や災害を表1に示す。

表1 授業で扱ったトピックな話題

天文現象	<ul style="list-style-type: none"> ○流星群（みずがめ座η、ペルセウス座、オリオン座、しし座、ふたご座） ○月（部分月食、皆既月食、スーパームーン、十五夜） ○太陽（フレア、オーロラ、北アメリカ皆既日食） ○惑星（月との接近、明けの明星） ○季節（夏至、秋分、冬至、うるう月）
災害	<ul style="list-style-type: none"> ○地震（7/1胆振地方中東部地震、道東巨大地震の発生予測） ○火山（新燃岳、バリ島アグン山、白根山） ○気象（平成29年7月九州北部豪雨）

イ プチ実験

小学校・中学校・高等学校の理科に関する科目は、いずれも観察・実験を通して学ぶこととされている。このため、座学中心の科目においても演示実験や簡単な実験などを取り

入れることも必要と考え、授業の中でしばしばプチ実験を取り入れた。2017年度の授業中に行ったプチ実験を表2に示す。

表2 授業で行ったプチ実験

固体地球分野 ○地球楕円体モデル ◎重力異常とジオイド面の凹凸 ○大陸移動パネル ○海洋プレートと大陸プレートの衝突モデル実験 ○花崗岩の風化実験 ○地震断層モデル（こんにやく） ◎耐震化実験 ◎岩石の肉眼鑑定（堆積岩、火成岩） ◎岩石の偏光拡大鏡観察 ◎地層の堆積実験 ○有孔虫の観察 ○化石の観察	大気・気象分野 ◎空気の断熱膨張実験 ◎雲の発生実験 ◎水の過冷却実験 ○温度差発電 天体分野 ◎太陽観察メガネの作成と太陽観察 ◎望遠鏡による太陽黒点観察 ◎コロナド望遠鏡による太陽大気観察 ◎惑星運動モデル実験 ◎簡易分光器でのスペクトル観察 （◎各自・各班で実験 ○演示実験）
--	--

これらのプチ実験を取り入れた授業では、学生が能動的に授業に参加していたことから、プチ実験を行うことで学生が地学的な現象への興味・関心を高めることができたと考えられる。

ウ 地域素材の活用

地学的な現象が身近な現象であるにとらえることは、地学を学ぶモチベーションを高めるきっかけとなる。このため、千歳周辺の地学的な地域素材を積極的に授業で扱った。授業で扱った千歳周辺の地域素材を表3に示す。

表3 授業で扱った地域素材

固体地球分野 ○美々貝塚 ○千歳の河岸段丘 ○樽前山・支笏湖・火山灰露頭 ○石狩低地東縁断層帯 ○千歳市防災学習交流センター『そなえる』	大気・気象分野 ○千歳市の気候 ○昭和56年8月水害 ○平成20年2月雪害 ○支笏湖水溝まつり
---	---

また、自然現象に伴う災害について、千歳市総務部危機管理課が平成28年3月に発行した「千歳市防災ハンドブック」を千歳市から履修学生全員に提供していただき活用した。千歳市周辺に災害をもたらす地震、火山噴火、風水害・土砂災害とそれぞれのハザードマップ等が記載されており、該当する内容の授業時間内で副教材として用いた。これらの内容の扱いの中で、災害だけではなく、防災や減災の方法、避難所運営や大学生として災害時にできるボランティア活動等についても話題に出し、被災者としてだけではなく、支援者としての心構えも持つよう指導した。

これらの話題のとき、学生は熱心に聞いており、興味を持つとともに、支援者としての自覚が育ったと思われる。



図1 千歳市防災ハンドブック

(2) 理解を深める工夫

授業で取り扱う地学的な現象について、地学的な理解を深めるため、ICTの積極的な活用や授業外学習を増やすための評価の工夫を行った。

ア ICTの積極的な活用

地学は対象となる現象をそのまま教室内に持ち込むことが困難な科目である。このため、

地学的な現象に関する画像や映像などのデジタルコンテンツを ICT を用いて学生に提示することで、地学的な現象についてのイメージを学生と授業者で共有する必要がある。その上で授業者が画像や映像を用いて解説することで学生の理解を深めることができる。

毎回の授業は、画像や映像をプレゼンテーションソフトを用いてプロジェクターでスクリーンに投影しながら進めた。1回の授業で用いるソフトのスライドは20～30枚であり、そのうちの半数以上が画像や映像、1/4程度が図や表などのデータと解説、残りが文字による解説である。なお、画像や映像には短い解説を入れる場合がある。

また、ハンディタイプの USB マイクロスコープを岩石などの実物拡大や惑星の運動モデルで惑星の満ち欠けの説明の際に使用した。

さらに、必要に応じて、教材に文字を書き入れるところを教材提示装置で投影すること、配布プリントを黒板に貼ったスクリーンに投影しながら文字を書き入れることを行った。

イ 授業外学習を増やすための評価の工夫

「地学概論1」「地学概論2」の評価は、小テスト50%、グループによるプレゼンテーション20%、レポート20%、授業に取り組む姿勢10%で行った。このうち、小テストは、学習した内容から授業終了時にポイントを2、3点挙げ、これらに関する問題として次の授業の開始時に行った。小テストは記述式で約5分間の時間で行い5点満点とした。2点以下は不合格とし、不合格者には小テストの問題に類似した内容の小レポート50字～100字を課し、合格であれば小テストの点数を3点に修正した。

学生の授業外学習時間を把握するため、小テストの用紙に、小テストに向けての学習時間を記入する欄を設けた。未記入の学生は2割近いが、記入した学生の学習時間の平均は毎回15分～20分であった。期待している学習時間30分程度には達していないが、授業の深い理解に向けては一定の効果があったものと思われる。

図2 小テストの例

(3) 思考力・判断力・表現力を育てる取組

地学的な思考力・判断力・表現力を育成する取組として、「地学概論1」「地学概論2」のそれぞれの授業でグループによるプレゼンテーションと個人のレポートを課した。

ア グループによるプレゼンテーション

「地学概論1」「地学概論2」で課したプレゼンテーションの内容を表4に示す。

発表前の準備時間として、授業時間内に計60分程度を数回に分けて設定し、各グループの話し合いに当てた。各グループは、この時間の他、授業外でグループ毎に時間を設けてプレゼンテーションを準備した。「地学概論1」のプレゼンテーションの準備時間は、最短1時間、最長16時間20分、平均約7時間であった。時間が長いグループは、プレゼンテーションを作るのに工夫を凝らしたグループと北海道大学の博物館に調査に行ったグループであった。「地学概論2」での準備時間は、最短1時間30分、最長5時間25分、平均3時間20分であった。「地学概論1」に比べ準備時間が短くなったのは、プレゼンテーションの作成とグループワークに慣れてきたためと考えられる。

発表は、履修学生全員の前で、プレゼンテーションソフトを使って行った。「地学概論1」のプレゼンテーションでは、原稿を読みながらの発表が多数を占めたが、「地学概論2」のプレゼンテーションではスクリーンと聴衆を見ながらの発表が多数を占め、学生の発表力の向上が顕著に見られた。また、発表内容についても、「地学概論1」のプレゼンテーションでは、知識の羅列が多かったが、「地学概論2」のプレゼンテーションでは知識に加え、現象の理論を加えた説明が多かった。

表4 プレゼンテーションの課題

<p>地学概論1プレゼンテーション「過去の地球環境と古生物の変遷」</p> <p>グループ毎に地球の歴史のある時代について調べ、10分程度でプレゼンテーションを行う。</p> <p>発表日時：6月21日（水）3講時</p> <p>発表内容：次のうち1グループ時代を調べ、全員を対象にプレゼンテーションを行う。</p> <p>時代区分 1 古生代前期（カンブリア紀、オルドビス紀） 2 古生代中期（シルル紀、デボン紀） 3 古生代後期（石炭紀、ペルム紀） 4 中生代トリアス紀 5 中生代ジュラ紀 6 中生代白亜紀 7 新生代古第三紀</p> <p>※発表時間は、10分程度（10分で打ち切り）</p> <p>配付資料はA4 1枚程度（図を含む）様式 後日指定</p> <p>プレゼンでの役割分担をはっきりとさせること（全員がプレゼンすることが望ましい）</p> <p>プレゼンでの資料棒読みは避けること</p> <p>地球の歴史についての興味・関心を高める内容となるよう工夫すること（科学的ではない内容は不可）</p> <p>Webページを参考にする場合は、信頼のおける機関のものとする。</p>
<p>地学概論2プレゼンテーション「太陽系の天体について」</p> <p>グループ毎に太陽系の天体について調べ、10分程度でプレゼンテーションを行う。</p> <p>発表日時：12月8日（金）2講時</p> <p>発表内容：次のうち1グループで1つの天体を調べ、全員を対象にプレゼンテーションを行う。</p> <p>1 月 2 水星 3 金星 4 火星 5 木星（衛星含む） 6 土星 7 小惑星 8 天王星、海王星、彗星、流星</p> <p>※発表時間は、10分程度（12分で打ち切り）</p> <p>配付資料はA4 1枚程度（図を含む）様式 後日指定</p> <p>プレゼンでの役割分担をはっきりとさせること（全員がプレゼンすることが望ましい）</p> <p>プレゼンでの資料棒読みは避けること</p> <p>太陽系の天体についての興味・関心を高める内容となるよう工夫すること（科学的ではない内容は不可）</p> <p>Webページを参考にする場合は、信頼のおける機関のものとする。</p>

発表終了後に各グループで取組を自己評価した。「地学概論1」のプレゼンテーションでは、「地学概論2」に比べて、「グループとして全員が共通の意志を持ち積極的に取り組んだ」と回答したグループが増え、グループで課題を解決する力も向上したことがわかった。

イ レポート

「地学概論1」「地学概論2」で課したレポートの内容を表5に示す。

表5 レポートの課題

<p>地学概論1レポート「地震と減災」</p> <p>次の内容について、レポートを提出してください（A4 文章1枚、図・表がある場合は追加1枚まで）</p> <p>手書き又は印刷出力で提出すること</p> <p>1 一番印象に残っている地震の名称と主な地震データ（以下出典も記載すること）</p> <p>2 その地震による災害の概要</p> <p>3 その地震災害を軽減するための方法について（ハード面（例：施設・設備等）とソフト面（例：行動規範・マニュアル等）に分けて自分の考えも含めて書くこと）</p> <p>※ 評価の観点 地震災害についての知識・理解、科学的な思考、表現の適切さ、関心・意欲</p>
<p>地学概論2レポート「地球温暖化 原因と対策」</p> <p>次の内容について、レポートを提出してください（A4 文章1枚、図・表がある場合は追加1枚まで）</p> <p>印刷出力で提出すること</p> <p>1 地球温暖化の人為的原因について（箇条書きでも可）</p> <p>2 地球温暖化の緩和策と適応策（それぞれ箇条書きでも可）</p> <p>3 地球温暖化についての意見（文章で）</p> <p>4 参考文献（3つ以上）</p>

どちらのレポートも、授業で簡単に扱った内容について、文献その他を調べて作成する課題である。出題から提出までの期限は「地学概論1」では約3週間としていたが、本学で実施している授業アンケートで「もっと時間がほしい」という意見があったことから「地学概論2」では期間を1ヶ月半とした。

「地学概論1」のレポート評価は、事前に評価の観点だけを知らせており、実際は出題後に作成したループリックの評価表を用いた。「地学概論2」では、出題時にループリックの評価表（表6）を提示し、この表に従ってレポートを評価した。

表6 レポートのルーブリック評価表

地学概論2 ルーブリック評価 ※この評価表を用いて評価をつけます。

項目	S	点	A	点	B	点	C	点	D	点	E	点
ア 地球温暖化の原因	専門的な内容等が多く記載されている	5	かなり詳しく記載されている	4.5	ある程度詳しく記載されている	4	最低限必要な内容等が記載されている	3	最低限必要な内容の一部が欠けている	2	必要な内容がかなり欠けている	1
イ 緩和策	内容が十分で専門的な対策が記載されている	4	内容が十分でCに加えて、専門的な対策も部分的に記載されている	3.5	内容が十分でCに加えて、専門的な対策も一部述べられている	3	内容が十分で一般的に言われている対策が記載されている	2.5	内容が不十分又は一般で言われている対策が欠けている	2	内容が不十分で根拠のない対策である。	1
ウ 適応策	内容が十分で専門的な対策が記載されている	4	内容が十分でCに加えて、専門的な対策も部分的に記載されている	3.5	内容が十分でCに加えて、専門的な対策も一部述べられている	3	内容が十分で一般的に言われている対策が記載されている	2.5	内容が不十分又は一般で言われている対策が欠けている	2	内容が不十分で根拠のない対策である。	1
エ 意見	内容が十分で、専門的な分析に基づいて科学的・論理的に自分の意見が述べられている	4	内容が十分で科学的・論理的に自分の意見が述べられている	3.5	内容が十分で、自分の意見が述べられている	3	内容が十分で一般的に言われていることが意見として記載されている	2.5	内容が不十分又は根拠のない感情的な意見が含まれている	2	内容が不十分で根拠のない感情的な意見である。	1
オ 参考文献			3点以上信頼できる資料	3	2点の信頼できる資料	2	1点の信頼できる資料	1	数点の不確実な資料	0	資料なし	0
カ 分量			80%以上	×1	60~80%	×0.6	40~60%	×0.4	30~40%	×0.3	30%未満	×0

学生番号	レポート点数 (合計切り上げ)	×		=	
		ア~オの合計	カ		※切り上げ

「地学概論2」のレポートは、「地学概論1」よりもよく調べられ、また文献もしっかりと記載されていた。ルーブリック評価の表を事前に示すことで学生が到達目標を具体的に捉えることができたためと考えられる。

4. 地学実験における工夫

「地学実験」は春学期集中講義として8月下旬に行った。履修者8名中6名が教職課程履修者であったため、将来中学校や高等学校で理科教員として地学分野の授業を行うことを意識して様々な工夫を取り入れ授業を進めた。授業の各コマで行った実験を表7に示す。

表7 「地学実験」での実験項目

1 ガイダンスと身近な物差し	1-1物理量の測定、1-2地球の大きさの測定
2 岩石の観察と分類	2-1岩石の肉眼鑑定、2-2鉱物の性質、2-3岩石のプレパレート観察
3 化石レプリカ(複製)の作成	3-1化石のレプリカ作成、3-2微化石の観察
4 気象実験(雲の発生と大気圧)	4-1気圧の実験、4-2雲の発生モデル実験、4-3前線のモデル実験、
5 観天望気と気象観察	5-1雲の観察と天気の変化
6 天気図の書き方と雲の動き	6-1天気図の書き方、6-2天気図作成、6-3ダジック・アースによる雲の動きの観察
7 地震と地震災害に係わるモデル実験	7-1地震の観測、7-2地震波伝播モデル実験、7-3津波モデル実験、7-4耐震構造モデル実験
8 野外調査(そなえーる訪問)	8-1防災施設の見学、8-2地震模擬体験
9 野外調査(露頭の観察とスケッチ)	9-1地域の貝塚観察、9-2湧水観察、9-3火山灰層の露頭観察
10 火山と火山災害に係わるモデル実験	10-1火山の形のモデル実験、10-2火山噴出物のモデル実験、10-3火山灰の観察
11 望遠鏡の操作と太陽・月の観察	11-1天体望遠鏡の構造と操作、11-2太陽の観察
12 惑星・恒星の運動を調べるモデル実験	12-1太陽の日周運動モデル、12-2惑星の見え方モデル
13 日本の地震活動(コンピュータ実習)	13-1日本付近の震源分布、13-2課題探究(日本の地震)
14 地形の立体視(コンピュータ実習)	14-1アナグリフ画像による地形観察、14-2課題探究(日本の地形)
15 惑星・恒星・銀河のスペクトル分析とまとめ	15-1スペクトル観察(電球、太陽光など)

モデル実験	4-2、4-3、7-2、7-3、7-4、10-1、10-2、10-3、12-1、12-2
中・高教科書地学実験	1-2、2-1、2-2、3-2、4-2、4-3、6-1、9-3、10-1、10-3、11-2
地域施設の活用	8-1、8-2、9-1、9-2
イベント用実験	3-2、4-1、10-3、11-2

ア モデル実験の活用

地学現象はスケールが大きいいため、教室内でのモデル実験が有効である。モデル実験は、自然現象をモデルで再現することで、現象についての知識・理解やイメージを獲得することを目的として行った。この場合、モデル実験では、実物をイメージできるよう次のような工夫を行っている。

- ①実際の自然現象について映像を用いるなど、事前に現象の大まかなイメージを持たせる。
- ②実物のイメージが持てるように素材や形状を工夫する。

③適切なスケールや速度で再現させる。

また、いくつかの実験は、実験の様々な要因を調整し、実験で現象の発生条件を確認させた。これは現象のメカニズムについて思考し判断することを目的として実施した。

イ 中・高等学校教科書記載の実験

中学校理科の授業では、機材の不足や時間数の不足により地学分野の観察・実験はあまり実施されていない。また、本学の学生の多くは高校時代に地学関連科目を選択していないなどの理由で、地学分野の実験を経験している学生は極めて少ない。このため、将来理科教員になったときのことを意識し、中学校・高等学校の教科書に記載されている実験をいくつか取り入れ、内容を深めるような実験を行った。実際に、数名の学生は露頭観察や火山灰の観察などの際に「初めてこのような観察・実験をした」と述べていた。

ウ 地域施設の活用

学生の興味・関心を高めるため、また地域の実態を理解するため、地域の素材を取り入れた。美々貝塚と御前水湧水という地域の地学的特徴を持った場所の観察の他、地域の防災施設である千歳市防災学習交流センター（そなえーる）を訪問し、地域の災害・防災について学んだ。学生には大変好評であった。

エ イベント用実験

全国各地で行われている「科学の祭典」や北海道内数カ所で行われている「ジオフェスティバル」などのイベントで、子どもを対象として行われているいくつかの実験を取り入れた。これらの実験を行う際のパフォーマンスは、中学生や高校生の興味・関心を引きつけ、学習への意欲を高める技術にもつながり、教員としては必要な技術である。簡単でわかりやすい実験が多く、学生は教える立場と学ぶ立場での視点を考えながら積極的に取り組んでいた。

5. まとめ

以上、本学地学教育で行っている教職課程を意識した指導法の工夫についてまとめた。本学全体で実施している学生対象の授業評価アンケートの結果を表8に示す。

(強くそう思う：5点、ややそう思う：4点、どちらとも言えない：3点、あまりそう思わない：2点、全くそう思わない：1点)

表8 授業アンケートの結果

質問項目	地学概論1	地学概論2	地学実験
総合的に判断して、この授業の満足度は何点ですか（5点満点）	4.3	4.4	4.8
授業は、全体的にみて理解しやすかったですか？	4.4	4.4	
授業内容について、興味・関心を持ってましたか？	4.3	4.4	
教材は、内容の理解に役立ちましたか？	4.0	4.3	
予習や復習をするなど、この授業に意欲的に取り組みましたか？	3.8	4.0	

これらの授業は概ね高い評価を受けているが、予習・復習など授業外学習をさらに増やす工夫が必要であることがわかった。

今回の講義で取り入れた工夫は、中学校と高等学校の理科授業で取り入れることが十分可能な工夫である。教員志望の学生にとって、授業に関する様々な工夫を学習者の立場で体験したことは、将来授業者となったときに役立つと考えている。できれば、これらの工夫にさらに改善を加え、理科教育の目標を達成できる授業者としての活躍を期待している。

参考文献

[1]ダネル・スティーブンスほか「大学教員のためのルーブリック評価入門」、玉川大学出版部(2014)