

地学基礎実験：模型教材の活用

青木 一勝・土屋 裕太*・山口 一裕**・佐藤 成修***・田辺 美羽****

岡山理科大学教育推進機構基盤教育センター

*岡山理科大学非常勤講師

**岡山理科大学教育推進機構教育開発センター

***岡山理科大学大学院理学研究科総合理学専攻

****岡山理科大学理学部基礎理学科

1. はじめに

本学では、教育推進機構基盤教育センター所属の教員が主体となり理学部化学科や動物学科などの学生に対し、「地学基礎実験」を開講している（2022年度からは全学開講科目の「基盤地学実験」と同時開講になる）。この科目は、中学校や高等学校の理科教員免許取得に関わる科目でもあるため、受講者が実習を通して基本的な地学実験技術を習得することを目的としており、毎年100名程度の学生が受講している。大学が主体となっていく学生向け授業アンケートでは、この科目に対し例年「実習内容を理解した」との回答が多く見受けられ、学生の理解度が比較的高い授業の1つといえる。しかし、いくつかの実習項目については、受講者ごとにその理解度に大きな違いがある印象を受ける。特に「地質図」の項目ではそれが顕著に感じられる。この項目の目標は、「地層の空間分布／配列関係を地形図上で表現できる（地質図や断面図が作成できる）ようになる」ことであるが、受講者の多くが地形図に馴染みがない。そのため、当該項目の課題に口頭の説明のみで取り組んでいた従来の実習では、受講者の多くは地質図や断面図の作成が思うようにできていなかった。そこで、青木ほか¹⁾では、受講者に対し地層の広がりやその分布が地形図でどのように表現されるのか、その理解を助けるため、地質図の基礎知識である①読図と②走向・傾斜の模型教材を考案・作成した。今回、その教材を実習に取り入れ、その有用性を検証したので、教育実践例として報告する。具体的には2021年度春学期に開講された地学基礎実験（火曜日と金曜日の2コース開講）のなかで学生に取り組んでもらった②に関する実習内容について報告する。また、本実習後に学生の理解度や実習内容の改善点を確認するため、受講者に対し独自の授業アンケートを実施したので、その結果についても報告する。

2. 実習内容

昨今、初等および中等教育だけでなく高等教育においても学習者が能動的に学ぶ「アクティブラーニング」といった学習方法が注目されている。そこで本実習も、受講者が主体的に実習に参加し学べるように、3名から4名のグループをつくり、グループワークとして地層の走向・傾斜の課題に取り組んでもらった（図1）。以下に、取り組んでもらった課題をいくつか例題として示す。なお、課題の中で地層境界線がつくる面は層理面（地層境界面）である。教材には青木ほか¹⁾で考案・作成された教材模型（以下、K模型）を使用した。受講者

は前もってクリノメーター(走向・傾斜を測定する道具)の説明を受けており、その使用方法を理解している。



図1. 教材模型を活用した実習風景

2-1 水平な地層

導入として、受講者には最も簡単な配列関係の1つである水平な地層の広がり(空間分布)を理解してもらう。本実習では、水平な累重関係をもつ地層AとBを想定し、K模型の側面にそれらの地層の境界をマーカーで示す(地層境界線、図2a)。受講者は、その地層境界線が示されたK模型を観察し、クリノメーターを使用しながらグループ内で地層の累重関係を議論する(図2b)。

2-2 垂直な地層

次に、受講者には垂直な地層の広がりを理解してもらうため、2つの地層AとBを想定し、その地層境界線をK模型の中心を通るようにマーカーで直線を引く(図2c)。受講者はK模型に描かれた地層境界線の配置関係を観察し、図2dのようにクリノメーターを使用し、グループ内で地層の配列関係を議論することで、地層が垂直になっていることが理解できる。また、受講者はK模型上面の地層境界線の方位と角度を測定することで、地層の走向も求めることが可能である。

2-3 急勾配の地層の走向・傾斜

この問題では、急勾配の地層の広がりを理解してもらう。60-70度の傾斜をもつ地層A、Bを想定し、図2eのような地層境界線をK模型に描く。測定する層理面は図上では★(星印)が示された面である。受講者はK模型に描かれた地層境界線を確認し、どの面で走向・傾斜を測定すべきかをグループ内で議論する。なお、走向については北方向に対してK模型の設置方向を固定させることで、どのグループもクリノメーターが示す走向の値が同じになる。したがって、グループごとに走向・傾斜が正しく測定できているか確認することができる(図2fと図2g)。

2-4 緩勾配の地層の走向・傾斜

緩い勾配の地層の広がりを理解してもらうため、おおよそ30度の傾斜をもつ地層A、Bを想定し、図2hのような地層境界線をK模型に描く。測定する層理面は図で★(星印)が示された面である。2-3と同様に、どの面で走向・傾斜を測定すべきかをグループ内で議論してもらう。K模型の設置方向についても2-3と同様にすることで、グループごとに走

向・傾斜が正しく測定できているか確認することができる（図 2i と図 2j）。

2-5 補助板を使用した地層の走向・傾斜の測定

実際の露頭では、層理面の露出面積が小さく、クリノメーターを直接あてがい走向・傾斜を測定することが難しい場合がある。そういった場合を想定し、図 2k の課題を作成した。こういったケースでは、図 2l のように補助板（画板などでも構わない）を用いて、地層境界線が作る面の延長面をつくり、その面の姿勢をクリノメーターで測定することで、地層 A と地層 B の境界面の走向・傾斜を求めることができる。この課題では、走向・傾斜の測定値が $N80^{\circ}W20^{\circ}S$ になるように地層境界線を描いている（図 2m と図 2n）。ここで受講者に気をつけてほしいポイントは、★が示された面と緑色で描かれた地層境界線が平行な位置関係になっていないため、★面で地層の走向・傾斜を測定してはいけないことである。受講者は、どうすれば地層 A と地層 B の走向・傾斜を測定することができるかをグループ内で議論することで、層理面の露出面積が小さい、もしくは層理面が確認されない場合の対処法を理解し、地層の空間的広がりになれると期待される。

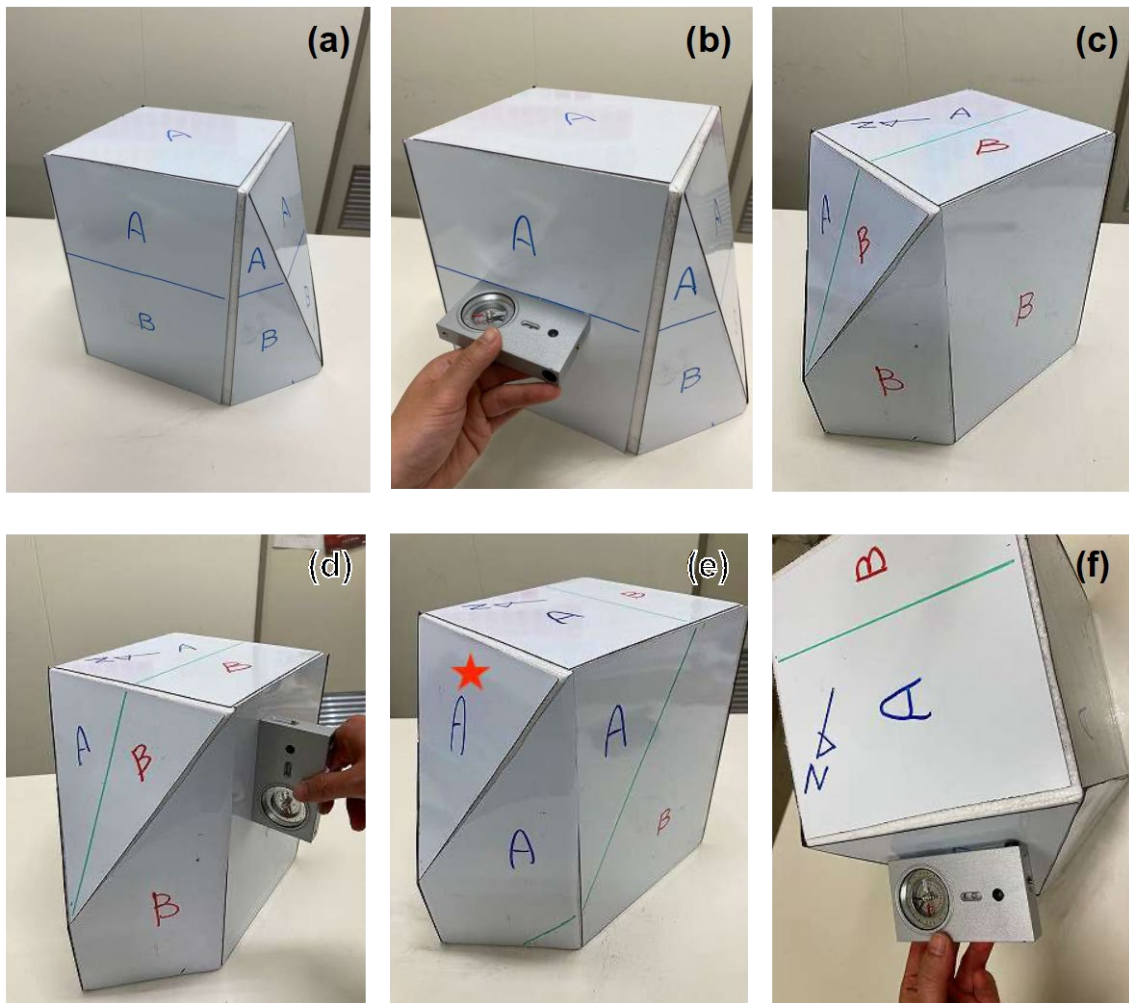


図 2. 模型教材を活用した走向・傾斜の問題例

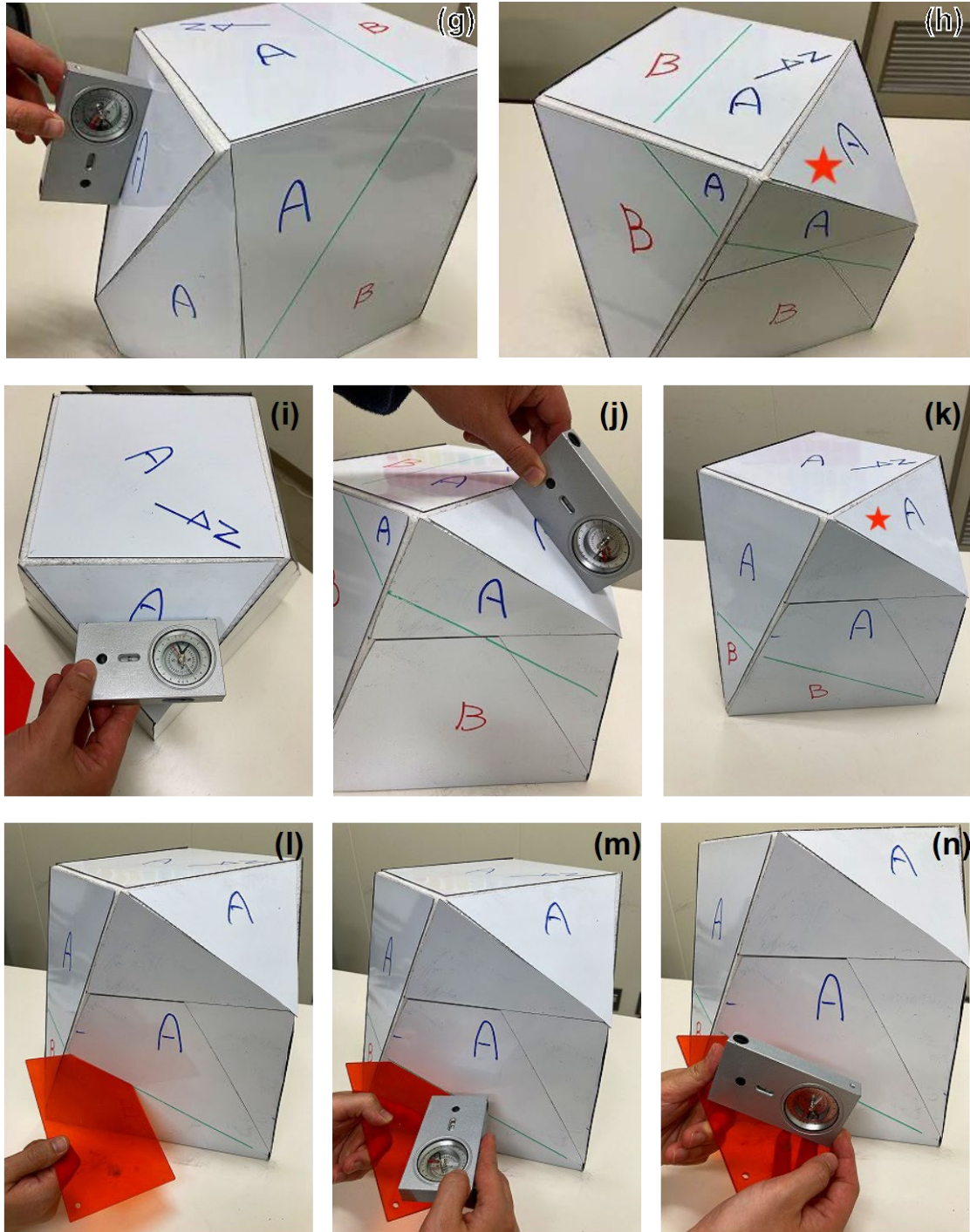


図2. つづき

3. アンケートの結果と考察

受講者に対し、独自に行ったアンケート項目は6つである。以下にそれぞれの項目の内容を示す。

アンケート項目

- (1) 以前から「走向・傾斜」について知っていましたか？
- (2) 「走向・傾斜」の意味が理解できるようになりましたか？
- (3) 地層の空間分布がイメージできるようになりましたか？
- (4) 露頭でクリノメーターを使って走向・傾斜を測定したいですか？
- (5) 模型教材があった方がよいですか？
- (6) 感想・要望

項目1については実習内容に対する事前知識の有無の確認、項目2と3は模型教材を使ったことによる実習内容の理解度の確認、項目4は実習内容への興味・関心の確認、項目5は模型教材の必要性の確認、項目6は自由記述を目的としている。また、回答方法は、項目6以外については3件法を採用し3択とした。なお、回答者数は春学期火曜日コースでは20名、春学期金曜コースでは30名で合わせて50名である。アンケート項目1から5の結果は、それぞれ図3から図7に示す。なお、図中の2%は回答者1名に相当する。

3-1 項目1の結果

回答者の86%は「知らない」、14%は「言葉は聞いたことがある」であり、「知っていた」と回答した学生は0%であった(図3)。この結果から受講者は、実習前に「走向・傾斜」を理解していないことが確認できた。「地質図」の理解は地層の空間分布がイメージできるかに依存するため、「走向・傾斜」の基礎知識は欠かせない。今回の結果は、K模型を使用した実習をする上で、前もって「走向・傾斜」について受講者にきちんと説明をすることが如何に大事かを示すものである。今後も、青木ほか¹⁾で示された資料を有効的に活用し、「走向・傾斜」の意味を受講者にわかりやすく伝えていきたい。

3-2 項目2の結果

回答者の48%は「走向・傾斜の意味が理解できた」と回答し、回答者の50%は「なんとなく理解できた」と回答した(図4)。一方、理解できなかったと回答した学生は2%(=1名)であった。この結果から、実習前にはあまり理解されていなかった「走向・傾斜」が、模型を使った実習により受講者のほぼ全員に理解されたことが示された。模型教材を使用することで、受講者が地層の空間分布をイメージしやすくなったことがこの結果につながったと考えられる。また、グループワークという和気あいあいとした雰囲気から互いの理解度を共有し補い合う協力的な姿勢が生まれ、結果として受講者にプラスに働いたと考えられる。

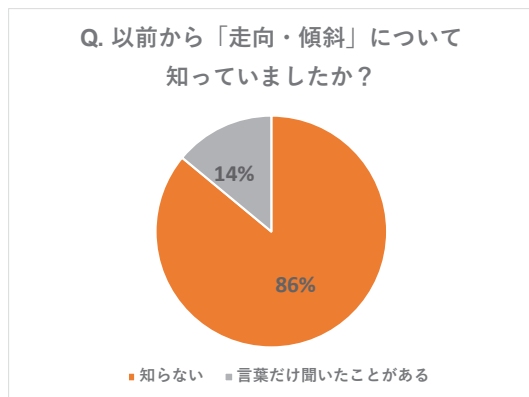


図3. 項目1の回答結果

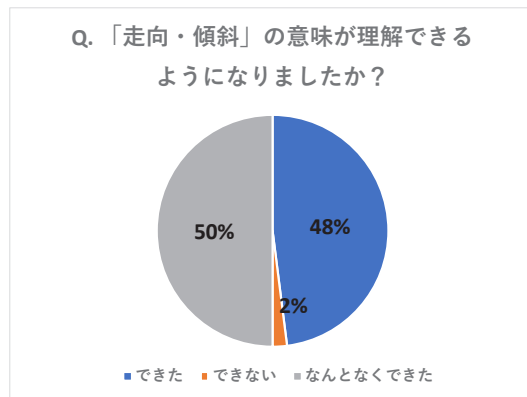


図4. 項目2の回答結果

3-3 項目3の結果

「地層の空間分布がイメージできるようになったか？」の質問に対し、回答者の42%が「できるようになった」と回答した(図5)。また、「なんとなくできるようになった」と回答した受講者と合わせると、受講者のほぼ全員が地層の空間分布がイメージできるようになったことが分かる。この結果と項目2の結果から、「地質図」の実習において、模型教材は受講者の理解を深める効果が高いことが示された。上述した通り、グループワークという共同作業が受講者同士の理解を助ける効果をもたらしたと考えられる。

3-4 項目4の結果

「実際の露頭でクリノメーターを使って走向・傾斜を測定したいか？」の質問に対し、積極的な姿勢に差はあるが半数以上の回答者が「機会があればやってみよう」と回答し、「したい」という回答と合わせると、90%以上の回答者が模型ではなく天然の露頭で走向・傾斜を測定してみたいという結果になった(図6)。先に述べた通り、受講者の多くは、「地学」になじみがない。しかし、今回のアンケート結果は程度の差こそあれ、学生が模型実習を通して地層に対し興味や関心が湧いたことを示している。それゆえ、模型実習後、受講生を野外へと引率し、露頭の走向・傾斜測定から地層の空間的配列関係を考える時間が提供できれば、地学に対する彼らの興味や関心がさらに増すと期待される。

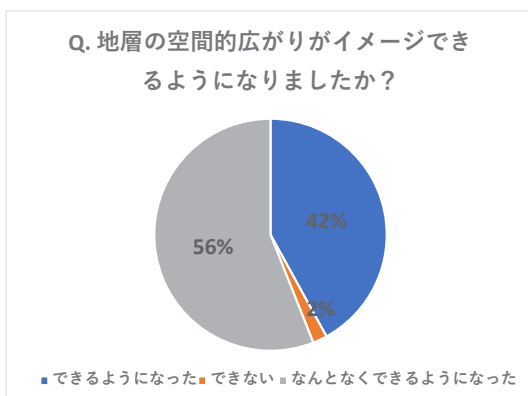


図5. 項目3の回答結果

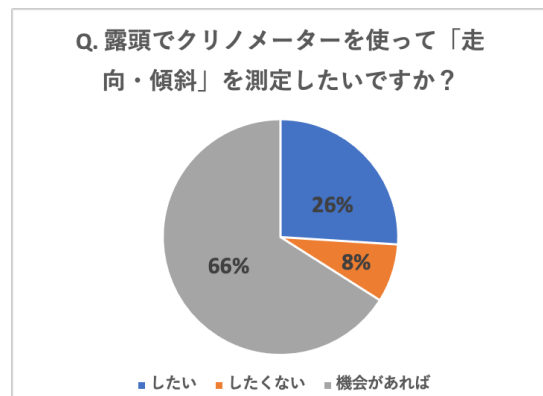


図6. 項目4の回答結果

3-5 項目5の結果

模型教材の必要性については、1名を除いた全員が「模型教材があったほうがよい」と回答した（図7）。この結果から、受講者も教員と同様に、模型教材による学習効果は高いと感じたように思われる。普段の実習では、どちらかというと受動的に実習に参加しがちな受講者が多いが、今回の実習では、積極的に質問をしてくる受講者の姿が多く見受けられた。グループワークで互いに協力し合い、課題に取り組む能動的なスタイルは彼らにとって刺激的であり、彼らの学習意欲を高めるきっかけになったのかもしれない。今後、ほかの実習項目についてもグループワークを取り入れる工夫をし、受講者参加型の実習内容への変更を検討していきたい。

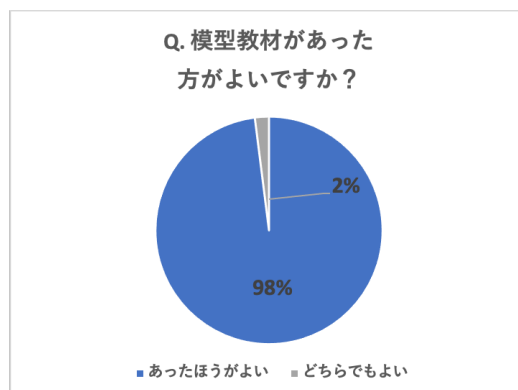


図7. 項目5の回答結果

3-6 実習後の感想・要望

回答者が記入した感想・要望を以下に列挙する。なお、回答欄に書かれていた文字をそのまま記している。

- 自分たちで考えて実際に書くことができたのがよかった
- 模型のおかげで地層面をイメージしやすくなった
- 教員など人に教える立場になったときの参考になると思いました
- すばらしい模型だと思う
- 模型教材があったので、走向、傾斜について理解しやすかった
- 具体的に理解できてわかりやすかったです
- 頭でイメージするよりも模型がある方が理解しやすかった
- 実際に線を引いたり、クリノメーターを使って測定するのはとてもわかりやすかったです
- 立体模型があったため、理解しやすかった
- さまざまな角度を考察できてよかった
- たのしかったです

これらの感想から、彼らにとって本実習は満足度が高い内容であったことが窺え、模型教材の有用性が確かめられたといえる。しかし、改善すべき点がないわけではない。以下に、

受講者からの要望を示す。

- ① とがっている所でケガしそうだったから、カドがなくなるといいと思います
- ② 色が落ちにくいです
- ③ できれば斜面の地層の境界線が(まっすぐではっきりしているもので)完成されているものをモデルとしてほしい
- ④ 境界線は定規で引いた方がいいと思います

これらの対応策としては、

- ①の対応：模型教材の尖った角部分については、ハサミで該当箇所を切りとる
- ②の対応：色が落ちにくい点は、ホワイトボード専用のクリーナーで綺麗に拭き取る
- ③の対応：課題が記されたモデル教材模型を1つ用意する
- ④の対応：グループごとに定規を配布し、モデル教材模型をみて、受講者らで模型に地層境界線を引いてもらう

などが挙げられる。

今後も受講者からの意見・要望を参考に教材模型の改善を行なっていきたい。

3-7 学修効果

「はじめに」で述べたように、これまでの実習では、地質図や断面図の作成を苦手とする受講者が多かった。しかし、教材模型を使った実習を行なった後、当該項目に関する練習問題に取り組んでもらったところ、模型教材を活用しなかったときと比べ、教員やティーチングアシスタントへの質問が少なく、自分で考え、答えを導く(地質図/断面図を作成する)受講者が多く見受けられた。この効果が、教材模型実習によるものなのか、その時々受講者の特性によるものなのかは、今後長期的な視点から判断する必要がある。しかし、アンケート結果を考慮すると、少なくとも教材模型を使ったグループワークが、受講者の地質図や断面図理解への学習意欲を高めるきっかけになっていることに疑いはないと考えられる。

4. まとめ

本論は青木ほか¹⁾で考案された模型教材を活用した教育実践例として、2021年度春学期に開講された地学基礎実験(火曜日と金曜日の2コース開講)で行なった「地質図」の実習内容を紹介した。また、実習後に受講者に対し行なった独自アンケートの結果や練習問題に対する姿勢についても報告した。模型教材自体には今後改善しなければならない点が見つかる。しかし、それらを考慮しても、「地質図」の実習において模型教材は受講者の理解を助ける非常に重要なツールであることが確認できた。また、模型教材を使った実習は受講者にとって満足度の高い実習であることも分かった。さらに、3名から4名で行うグループワークというスタイルが、課題に対する受講者の協働性を生み、彼らの学習意欲を高めるきっかけになっていたことも窺えた。今後、他の実習項目についてもグループワークという

受講者参加型のスタイルへの変更を検討し、地学基礎実験が受講者にとってより満足度の高い実験実習科目になるように改善していきたい。また、天然の露頭で地層の空間的配列関係を考える時間を受講者に提供することができれば、地学に対する彼らの興味や関心がさらに増すと期待される。しかし、1クラスあたりの受講人数を考慮すると彼らを一度に野外へと引率するのはなかなか難しく、今後の検討課題である。

謝辞

模型教材の作成では、岡山理科大学工作センターにお世話になった。匿名査読者2名のコメントは本稿の改善に役立った。

参考文献

- 1) 青木一勝・土屋裕太・伊達勇輝・徳田 蓮・加藤大地：地質図理解のための模型実習 -地形図と地層の走向・傾斜-, 岡山理科大学教育実践研究, 4, pp185-190 (2020)