

地学分野の自由研究指導：
静岡STEMアカデミーにおける実践報告

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2022-07-28 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 青木, 克顕 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00029072

地学分野の自由研究指導

—静岡 STEM アカデミーにおける実践報告—

青 木 克 顕

1. はじめに

最近、自由研究に取り組みせる学校が減少している。教育現場に余裕がなくなっていると言うことが原因であると思われるが、Society 5.0 (内閣府, 2021) に向かう社会の中でイノベーションを起こしうる人材を育てるためには、探究能力の育成が必須である。本稿では、地学分野の自由研究の指導方法について、静岡 STEM アカデミーの実践を報告する。

2. 静岡 STEM アカデミーとは

「静岡 STEM アカデミー (以下、本アカデミー)」は、日本科学技術振興機構 (JST) のジュニアドクター塾というプログラムの一つとして、静岡大学で実施している事業である。本アカデミーでは、STEM (科学・技術・工学・数学) 教育を取り入れ、受講生の研究遂行能力の向上をめざしている。代表責任者は、静岡県地学会の会長でもある熊野善介氏 (静岡大学名誉教授・特任教授) が務めており、静岡大学の先生方が協力者として名を連ねている。また、増田俊彦氏 (元静岡科学館館長) と筆者がシニアメンターとして、受講生の自由研究指導を担当している。

本アカデミーには、小学5年生から中学3年生の受講生が在籍しており、次の3つの段階がある (いずれも2020年度実績)。

< STAGE1.0 > 浜松、藤枝、牧之原・御前崎、焼津、静岡、三島会場で展開され、応募作文の審査で選ばれた54名の受講生が在籍。STEM ワークショップと自由研究の手ほどきを行う、初心者のコース。各会場とも年間6回の活動を行った。

< STAGE1.5 > STAGE1.0 の修了生の中から、選抜された者がさらにレベルの高い講義やワークショップを受講している。13名在籍。静大附属静岡中学校を会場とし、年間6回開催。

< STAGE2.0 > STAGE1.5 の修了生の内、特に優れた受講生を選抜し、大学の研究者の指導を受ける。4名在籍。STAGE2.0 を終了した受講生は、研究生として引き続き指導を受けることが可能である。

3. 本アカデミーの自由研究指導の特色

(1) 段階的な指導：STAGE1.0 の受講生は、自由研究に初めて取り組む受講生が多い。そこで、自由研究のやり方について、基本的な事柄を指導する。「テーマの決め方、観察スケッチの方法、データのとり方、結果を図表やグラフを用いて表現する、結果と結論の違い」などを順次指導する。

(2) 受講生同士が互いに研究内容を評価し合う：STEM は、科学、技術、工学、数学の専門家が、それぞれの知恵を出し合い、現代的な課題を解決するという研究方法がもととなっている。本アカデ

静岡大学教育学部

ミーでも、受講生同士が互いの研究で困っていることや成果などをグループで発表し合い、互いにアドバイスをするようにしている。特に、STAGE1.5からは、グループワークの他に、中間発表会、本発表会を実施し、互いに研究を評価し合う活動をしている。このことは、受講生の研究の質を高めるばかりでなく、研究意欲を高める上で効果がある。

(3) チームで指導：受講生に対しての個別指導では、メンター（指導者）が一人だけで指導するのではなく、保護者も含めて複数の人が連携して指導を行っている。STAGE1.5になると、メンターが受講生と専門家の間を取り持ち、より専門的な指導が受けられるようにしている。また、必要に応じて、受講生の学校の先生方やプログラミング教室の先生方とも連携している。さらに、STAGE2.0に進むと、大学の先生や研究者が直接指導をして、専門的な内容を指導している。進化の研究をしたいという受講生に対して、「ワニの解剖」を行ったり、レーザー測定器で博物館に展示されている骨格標本の骨の長さを測定したりした例がある。

また、Moodleというe-learningシステムを用いて、受講生がメンターに質問をしたり、仲間同士で情報交換したりできるようにしている。

(4) 新しい手法を用いて実験観察を行う：スマートフォンに内蔵されている様々なセンサーの利用やパソコンソフト、CCDカメラなど、新しい機材を用いて、実験観察をさせている。本号「静岡地学」に掲載されている佐藤慶宥さんの研究では、画像計測ソフト（ケニス株式会社、フォトメジャー）、教育玩具（LEGO、Mindstorms EV3）などが用いられている（図1）。

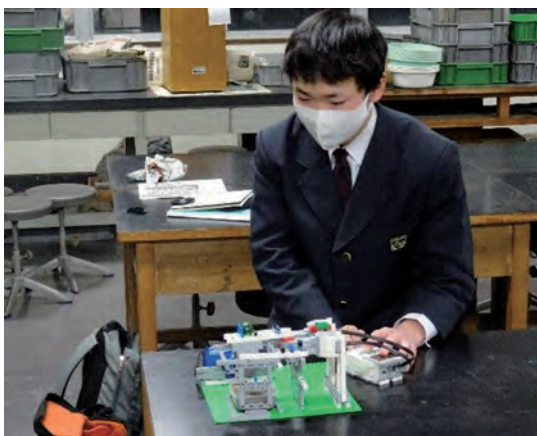


図1 LEGO、Mindstorms EV3で作成した実験装置

4. 地学分野の自由研究は少ない

表1は、2020年度の静岡STEMアカデミーの受講生が作成した自由研究論文のテーマを分野別に集計したものである。物理・化学・生物に比べて、地学分野の自由研究が少ないことがわかる。この結果は、山崎賞等の各コンクールの応募状況や、

筆者の今までの経験ともほぼ合っている。作品数は、「生物>物理≒化学>地学」の順で多い。特に小学生では、研究の約半数が生物分野である。

このような割合となる理由については、今までの経験から次のように予想した。

小学校の理科授業において、生物教材を教える時間が多く、植物を育てる活動時間や四季を通して昆虫などとかかわらせているからではないか。

表1. 自由研究テーマ別集計 2020年度調べ

	物理	化学	生物	地学	その他
STAGE2.0と研究生	2	4	5	2	1
STAGE1.5	1	1	7	2	1
STAGE1.0	18	7	14	4	2
合計	21	12	26	8	4
割合 (%)	29.6	16.9	36.6	11.3	5.6

表2. 小中学校の理科指導時間数 (令和2年度)

分野	小学3年	小学4年	小学5年	小学6年	小計	中学1年	中学2年	中学3年	小計	合計
物理	43	37	20	20	40	24	31	31	86	126
化学	0	0	12	20	32	24	34	25	83	115
生物	31	33	34	26	60	26	36	33	95	155
地学	9	30	25	18	43	26	30	26	82	125
環境	0	0	0	8	8	0	0	21	21	29
その他	3	0	0	2	2	0	0	0	0	2

(注：大日本図書編，2019より，筆者が作成)

果たして，教科書会社の指導資料をもとに調べてみると表2のようになった。

小学校3年生では，物理と生物分野が多い。物理分野では，「電気の通り道」や「磁石」等，子どもたちのものづくりへの興味を刺激する教材が多く，生物分野では，「ひまわりやホウセンカの栽培」や「モンシロチョウの飼育」など子どもたちに身近な教材を扱っている。子どもの発達段階を考慮した結果と思われる。中学校になると，分野別の時間数は，ほぼ均等になってきている。

また，時間数だけでなく，小学校の単元の数調べてみると，次のようになった(表3)。

生物教材は，四季を通して継続的に指導されることが多く，授業時間を使う以外にも，「観察カード」を書かせるなどの，常時活動が行われている。このことが，児童の興味・関心を高め，自由研究論文のテーマにつながっていると考えられる。一方，地学教材では，天体の学習は継続観察が求められるが，実際には観察の条件が悪くなり，VTRなどで授業が進められることが多くなっている。また，流れる水のはたらきと土地の変化(5年)「大地のつくりと変化(6年)」などでも，野外学習は少なく，教室での授業となることが多い。

表3. 小学校理科の分野別単元数

分野	小学3年	小学4年	小学5年	小学6年	合計
物理	6	5	2	2	15
化学	0	0	1	2	3
生物	7	8	4	5	24
地学	1	5	2	2	10
環境	0	0	0	2	2
その他	1	0	2	3	6

(注：表2と同じ資料を元に筆者が作成)

5. 自由研究における地学分野の難しさ

地学分野にも児童生徒の興味をひく教材は多いが，研究で扱うとなると次のような難しさがある。

- (1) 実験や観察を通して研究することが難しい：特に天文の分野では，結論の出ているものが多いため，インターネットでの調べ学習に終わることが多い。
- (2) 保護者の協力が不可欠：地学の自由研究では，野外での調査が必要なことが多く，保護者が車で現地まで児童生徒を連れてくることになる。また，安全確保のためにも保護者の同伴がのぞましく，保護者の協力が不可欠である。
- (3) 指導者側の知識不足：地学を履修した教員が少ないことが，指導を難しくしている。例えば，児童生徒から「この石の名前は？」と問われても，理科の専科教員でも答えることは難しい。特に，

小学校では理数系の教員そのものが少なく、対応できないことが多い。また、石の収集などの活動が一段落した後、その後をどう進めたらよいか悩むことも多い。「岩石中の鉱物について調べたい」などとなると、専門的な知識のある指導者がいないと研究を深めることは難しい。

一方、地学分野の自由研究を進める上でのメリットをあげると、次のようになる。

(4) 年間を通して取り組めるテーマが多い:昨年度、自然観察コンクールで2等賞となった受講生は、「今年の夏は暑かったが、冬から春にかけて集めておいた石を用いて研究を進め、夏休み中は、もっぱら論文作成を行った」と言っていた。このようなことは、生物分野ではなかなかできにくいことである。また、「もう少しサンプル数を増やしたい」とか、「別の場所の砂と比較研究したい」などということが比較的容易にできる。

6. 自由研究指導のポイントと実際の指導

(1) 研究テーマについての指導:児童生徒の能力を超えるテーマについては、よく話し合い、他のテーマに変更する。例えば、「ブラックホール」「地球に重力があるのはどうしてか」という類のものである。また、「星の研究」「月の形」など、内容が漠然としているものについては、「何を明らかにしようとしているのか」を聞き出して、研究計画が立てられるかを一緒に考える。筆者の経験によると、気象や岩石、化石などは、児童生徒の自由研究としてまとまることが多いが、天体の研究は難しい。

(2) 研究計画についての指導…保護者の協力と安全への配慮:特に地学分野の研究では、野外に出かけて調査することが多いため、保護者に同席していただき、研究計画を練るようにしている(図2)。特に、海や川の研究では、危険も伴うため、保護者の同伴をお願いするようにする。また、内容によっては、何回も調査に出かけなければならないこともあり、保護者の協力が得られるかについて確認をする。また、岩石をハンマーで割る時は、眼を守るゴーグルをすることや、野外調査の服装や履物などについても、具体的な指導を行う。



図2 自由研究相談会

(3) 研究方法についての指導:正しい実験観察の方法を指導する。例えば、「石の種類とその数について」という内容であれば、「1m四方の四角の中にある石のうち、決められた大きさのものに印をつけて、その種類と数を調べる」というように具体的に指導を行う。また、採集した岩石に番号をつけ、地図上に記録しておくこと、観察ノートに番号を書いて記述することなどを指導する。これらが正しく行われないと、調査をしても、信憑性のないデータとなってしまふ。高津圭悟さんの鉄丸石の研究では、採集場所を克明に記録してあったことが、研究をまとめる際に大変役立ち、名古屋大学博物館の吉田英一先生にも、高く評価された。

(4) 研究意欲を継続させるための連携:意欲を継続させるために大切なのは、「新しい発見があったら報告させる」ということである。失敗したことでよい。メンターはこの報告により状況を把握し、

受講生を褒め励ますとともに、今後の研究について受講生と話し合う。また、保護者に対して、「こんな発見ができたので、褒めてあげてください」「とてもよく頑張っているので、家庭でもこのようなことに配慮してください」などと連絡するとよい。生徒、メンター、保護者、指導の専門家の連携が取れていることが、とても大切である。このことは、他の分野でも共通している。

(5) 研究データの分析：地学分野に限らず、データをいかに読み取って、わかりやすく表すかということは、研究論文の重要なところである。そのためには、結果を数字で記録し、表やグラフを用いて分析、評価することが大切である。地学分野では、特に地形図や地質図と結び付けて考えることを指導している。

(6) 専門家の指導助言を受ける：先にも述べたように、地学分野の自由研究は、1年目は比較的順調に進むことが多いが、ある程度の成果が出た後、さらに研究内容を深める段階の指導は、急に難しくなることが多い。そのため、専門家の指導助言を受けることが大切となる(図3, 4)。この専門家を探して、受講生と出会わせることを、本アカデミーではSTAGE2.0で実践している。指導を受けるにあたっては、どのような内容のことを相談したいかについて、メンター自身が明確にしておく必要がある。特に注意したいのは、「研究の主体は、小中学生の受講者である」ということで、研究内容が子どもの思いとかけ離れたものにならないように、気を配ることである。



図3 楠賢司先生の指導を受ける佐藤慶宏さん
静岡大学教育学部にて

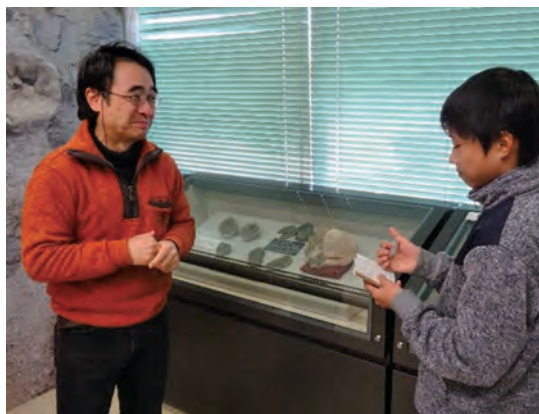


図4 吉田英一先生の指導を受ける高津圭悟さん
名古屋大学博物館にて

7. 自由研究指導の成果

指導の成果は、自由研究論文の入賞数だけで評価できるものではないが、2020年度の全国レベルのコンクールの受賞作品は以下のおとりである。

○自然科学観察コンクール1等賞, 山崎賞

「なぜ久能海岸は吉浜海岸のように足跡がくっきりとつかないのか？」(中学1年生)

○自然科学観察コンクール2等賞, 県学生科学賞県知事賞

「川の石はどこからやってくるの?6 ～川原の石は本当に上流に行くほど大きくなっていくといえるのか?～」(小学6年生)

○鈴木梅太郎賞正賞, 静岡県学生科学賞優秀賞

「安倍川水系の鉄丸石の比重は幾つなのか」(中学2年生)

○目指せ!メダカと水辺の生き物博士コンテスト 2020 子どもの科学賞, 山崎賞

「ワニの骨から絶滅動物の生息地の謎に迫る」(小学6年生)

いずれも2年以上の継続研究で, どの受講生も大変よく頑張った結果である。また, 本アカデミーでは, 作品数が少ないにもかかわらず, 地学分野の研究がよい賞を受賞している。

また, 成果が上がることで, 本人に自信が付き, さらに研究への意欲が高まっている。

8. まとめ

地学分野の自由研究指導について論じてきたが, 特に重要なポイントを確認する。

- ・児童生徒にとって, 追究可能なテーマを選ぶ。
- ・安全指導を十分に行う。
- ・研究者本人を取り巻く, メンター, 保護者, 専門家が連携して指導をする。

「県下から優秀な児童生徒を集めて, 専門家が指導すれば効果があがるのは当たり前ではないか」と言われればその通りであるが, STEM教育を経験した受講生たちが, さらに探究力を磨き, 先にテーマとして不適当として挙げた「ブラックホールは, どうしてできるのか」や「地球に重力があるのは, なぜか」などの謎に立ち向かえるような研究者になって欲しいと願っている。

本稿を, 今後の皆さまの自由研究指導に役立てていただければ幸いです。

謝辞

2020年度の自由研究指導をするにあたり, 静岡大学, ふじのくに地球環境史ミュージアム, 名古屋大学の先生方に指導助言を賜った。以下にご芳名を挙げさせていただき, 深く感謝の意を表します。

静岡大学教育学部名誉教授・特任教授	熊野善介 先生
静岡大学教育学部教授	延原尊美 先生
静岡大学技術部教育研究第二部門長	楠 賢司 先生
名古屋大学博物館教授	吉田英一 先生
ふじのくに地球環境史ミュージアム主任研究員	西岡佑一郎 先生
名古屋大学理学部大学院博士課程	竹林知大 先生

引用文献

大日本図書 (2019): 令和2年度版 たのしい理科指導計画に関する資料。

<https://www.dainippon-tosho.co.jp/rika/curriculum.html>

内閣府 (2021): 科学技術・イノベーション基本計画。

<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/6honbun.pdf>