

中等教育・理科授業での観察・実験における
視覚情報提示と身近な物の活用の効果に関する研究
— 課題解決のための「柔軟な思考」を育む手法の探索を通じて —

A Study of Worthwhileness of Introduction of Observation & Experiment
Using Visual Information and Daily Necessities
in Science Class for Raising Flexible Thinking Ability in Students

堤 貴 洋* 西 野 秀 昭

Takahiro TSUTSUMI Hideaki NISHINO
福岡教育大学・大学院・教育学研究科 (教職大学院)

(*現 佐賀県上峰町立上峰中学校)

(令和5年9月19日受付, 令和5年12月22日受理)

抄 録

本研究で中等教育の生徒に涵養したい「柔軟な思考」とは、「理解していること・できることをどう使うか」という未知の状況にも対応できる思考力・判断力」と定義する。新学習指導要領の解説等の中で述べられている、「予測困難な社会の変化に主体的に関わり、感性を豊かに働かせながら、どのような未来を創っていくのか、どのように社会や人生をよりよいものにしていくのか」という目的を自ら考え、自らの可能性を發揮し、よりよい社会と幸福な人生の創り手となる力」、即ち「生きる力」、は「柔軟な思考」の涵養によって生徒は身に付けることができるのではないかと本研究では考えている。その「柔軟な思考」力を育む為の授業実践では、実験方法を、これまでのような文字情報では無く、「視覚情報 (ビジュアル)」で提示し、「身の回りのもの」や「身近なもの」を転用・活用して、本来は複雑で高価な実験装置等が必要な「水の電気分解」を行いうることを生徒が体験し、生成した気体をシャボン玉に包んで取り出し、その気体が水素であることをスプーン上での燃焼実験で確認させた。すると過去の経験との繋がりに気がついた生徒は、これまでに見られなかった意外な発言をすると共に、主体的に実験に関わろうとする姿が見られ、また実験結果を明確に得るための工夫にも取り組んでいた。これは、本授業実践で用いた観察・実験の導入方法や身近なもの等を使った観察・実験の手法が、本研究の副題にもある「柔軟な思考」を育む教育として有効であることが示されたものと考えられる。本研究の成果として、理解していること・できることをどう使うかという未知の状況にも対応できる思考力・判断力を生徒に育む一助になったものと考えられる。

キーワード：中等教育, 理科, 観察・実験, 視覚情報, ビジュアル, 柔軟な思考

【研究の背景】

中学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説理科編 (文部科学省2017a) や高等学校学習指導要領 (平成30年告示) 解説理科編・理数編 (文部科学省2018) の理科の目標に明記されているように、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力の育成は、理科では観察・実

験等を伴う探究的な学習を通じて行う事ができる。そのことによって未来社会を切り拓くための資質・能力を生徒に涵養できると考えられる。しかし、特に高等学校・理科の授業では大学入学者選抜の入試等への対応が優先され、理科の学習を通じた資質・能力の涵養はおざなりになってしまっていた (文部科学省2017b)。それでは、「予

測困難な社会の変化に主体的に関わり、感性を豊かに働かせながら、どのような未来を創っていくのか、どのように社会や人生をよりよいものにしていくのかという目的を自ら考え、自らの可能性を發揮し、よりよい社会と幸福な人生の創り手となる力、即ち「生きる力」、を生徒に身につけさせる教育としては心許ないばかりである。

【研究の目的】

そこで、理科の学習を通じた資質・能力の涵養を通じて、本研究で言う「生きる力」、を生徒に身につけさせる為に、本研究では「柔軟な思考」を生徒に涵養する手立てについて検討を行う事とした。

本研究の最終的な目標である「柔軟な思考」とは、「理解していること・できることをどう使うか」という、未知の状況にも対応できる思考力・判断力のこと、と定義する。本研究で言う「生きる力」は、この「柔軟な思考」の涵養によって生徒は身に付けることができるのではないかと本研究では仮説を立てた。なお、主題に「中等教育・理科授業」とあるのは、本研究での取り組みは、中学校・高等学校いずれの理科授業にも応用可能であると考えられる所から、対象校種を英語名の Secondary School の意味で「中等教育」としたものである。

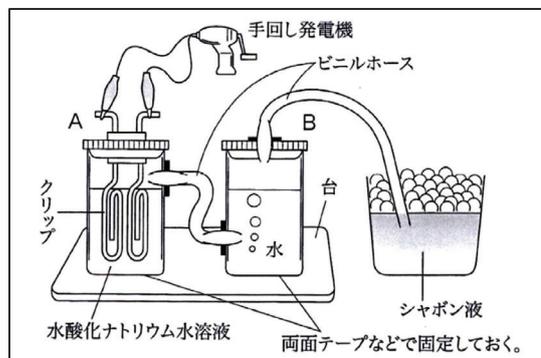
【研究の方法】

研究の計画：福岡教育大学大学院・教育学研究科・教職実践専攻の授業「TA 実践インターンシップⅣ」の中で、配属された実習校において、生徒実験を中心とした授業実践を行い、実験方法の視覚情報（ビジュアル）化、及び、身近・身の回りにあるものを使った工夫された観察・実験が、「柔軟な思考」の涵養に資するか、効果検証を行った。

研究対象と時期：F 県立 O 高等学校 2 学年（実践授業出席生徒数 18 名）に対して、2022 年 12 月 14 日（水）の 1・2 校時に実施した。生徒は 3～4 名ずつ、5 班に分けた。

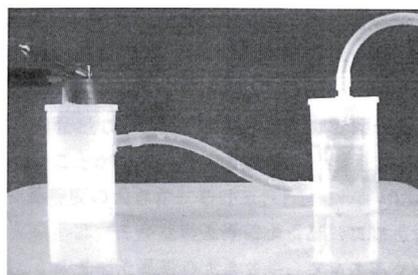
実習校独自の授業スタイル：F 県立 O 高等学校では、「シンプル・クリア・ビジュアル・シェア」という授業スタイルを推進している。このうち、生徒にとって「シンプル」「クリア」である授業を構築する為、「ビジュアル」を重視することで観察・実験をスムーズに生徒に取り組みさせる事を目指した。それは以前の授業実践で、実験手順を箇条書きの文字情報で示した際には、生徒は観察

・実験で自由奔放に行動してしまい、授業の目標達成には遠く及ばなかった苦い経験を踏まえている。

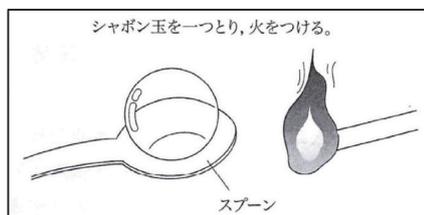


a. 身の回りのものを使った水の電気分解装置の構成

水酸化ナトリウム水溶液は、実践授業では安全のため、5%炭酸水素ナトリウム水溶液に置き換えている。



b. 水の電気分解の装置の実例



c. 生成された気体の正体確認実験方法

音を立てて泡が破裂すれば、水素とする。

図 1 手回し発電機による電気分解装置

有馬朗人他 (2012) から引用した。これは授業計画用の資料で、生徒には見せていない。

生徒の実態：実習を行った F 県立 O 高等学校は、学力や基本的生活習慣の面において特別な配慮を必要とする生徒が多い学校である。実践授業を行った学級は、特にその傾向が見られる生徒が多く在籍する学級であると思われた。O 高等学校の本実習担当教員が行う理科授業をいくつか観察させて頂き、それらの授業で見られた生徒の様子などを踏まえて、自身の授業実践における生徒実験を実践した。

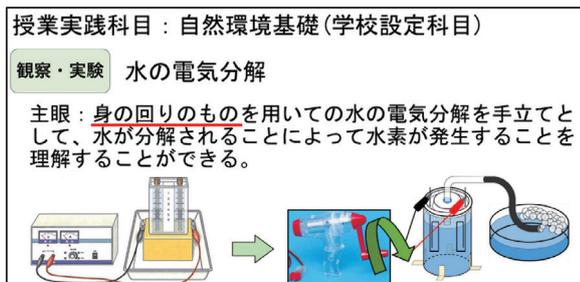


図2 授業実践の最初に示した板書とスライド

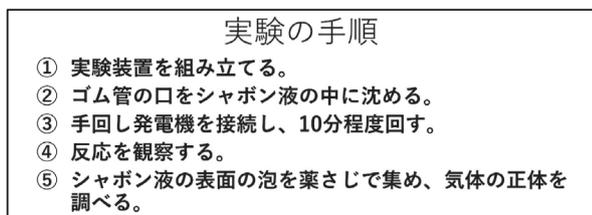


図3 実験方法の説明の最初に生徒へ提示した実験の手順スライド

これまでと同様に、最初に示す実験の手順は簡条書きにしたが、本研究ではそれに引き続いて、図4のように視覚情報（ビジュアル）化を行った。

授業実践：

科目：自然環境基礎(O 高等学校独自の設定科目)
題材：「水の電気分解」。水素を取り出す実験で、生徒は水素の燃焼実験は直接・間接に経験が実際にある事から、その経験を前提とした。

主眼：身近・身の回りのものを用いての水の電気分解を手立てとして、水が分解されることによって水素が発生することを理解することができる。

ここでは、有馬ら(2012)の方法(図1)を参考に、身の回りのものや手に入りやすいものを使って(図2)、穴開け等一部を除いて、手作りで水の電気分解の実験装置を生徒に組み立ててもらった(図3)。

材料と理科教具：各班に、フィルムケース(プッシュバイアル)1本、ゼムクリップ2個、L字ガラス管1本、ゴム管1本、シャボン液1本、ペットボトル(500 mL)の底を切ってペトリ皿の代用にしたもの1個、手回し発電機(赤黒リード線付)1個、5%重曹水溶液(30 mL)1本、薬さじ1本、マッチ1箱、燃えさし入れ1個を予め配布

しておいた。

フィルムケースは、現在は手に入りにくいので、理科教材として販売されているほぼ同じ大きさの「プッシュバイアル」(例えば、プッシュバイアルびん PV-30 30 mL, カタログ No: S75-2094-02, ナリカ)を代替品として使った。

発生した気体を泡に集める手段として使うシャボン液(水・界面活性剤・増粘剤入り)は、100円ショップ等で玩具として販売されているものをボトルで購入して使った。手回し発電機は既に理科教具として理科室等に備えられている事を前提として、大学から持参したものを各班に1台配布した。

電気分解する溶液は、水酸化ナトリウム水溶液ではなく、重曹(5%炭酸水素ナトリウム)の水溶液を用いた。これは、水酸化ナトリウムは安全のため使わないようにとの実習校の担当教員からの指示に従って代替品を探した結果である。

手回し発電機を回す時間は、予備実験の結果、5分では充分な量の水素が集まらないが、10分間なら水素が音を立てて反応する充分な量が集められたので10分間とした。この10分間の単純作業の気を紛らわせる目的で、NHK for Schoolの「考えるカラス～科学の考え方～」(NHK for School)の映像を流した。

L字ガラス管やゴム管、薬さじ、マッチや燃えさし入れも、理科室等にあるものの使用を前提として大学から持参した。プッシュバイアルのフタの必要な穴は、コルクボーラー等を使って予め開けてある。

授業の流れ(後ろの資料を参照)：授業の導入部では、地球温暖化ガスを出さない水素燃料自動車の紹介を行い、学習テーマとして「水素はどのようにすると手に入るだろうか?」を設定した。水を分解する際に電気が必要だった事を想起させ、実験室での水の電気分解装置を示し、温暖化ガスを出して作られた電気や危険なもの、高価なもの、特別なものを使わず身近なもの・身の回りのもので水素を取り出すことができなだろうか?という課題を生徒に考えさせた。

水素を確認する為の方法として、シャボン液の泡に水素を閉じ込め、その泡をお玉ですくい取って火を近づけると音を立てて反応する映像資料を見せ、水素の確認方法を確かめさせた(資料スライド8)。

観察・実験の方法：図2に示すように、授業実践の最初にスライドを使って「水の電気分解」の観察・実験で、主眼「身の回りのものを用いての水の電気分解を手立てとして、水が分解されることによって水素が発生することを理解することがで

きる。」を示し、この授業で行う観察・実験の目的を生徒に伝えた。

図2では、生徒がイメージとして抱いていると考えられる電気分解の装置図を左に示し、今回の観察・実験で身の回りのものや身近なものを使った電気分解の装置の図を右に提示した。この段階では装置の詳細な説明はしておらず、「サブミナル効果」程では無いが、視覚情報（ビジュアル）の伏線的な効果を狙ったものである。

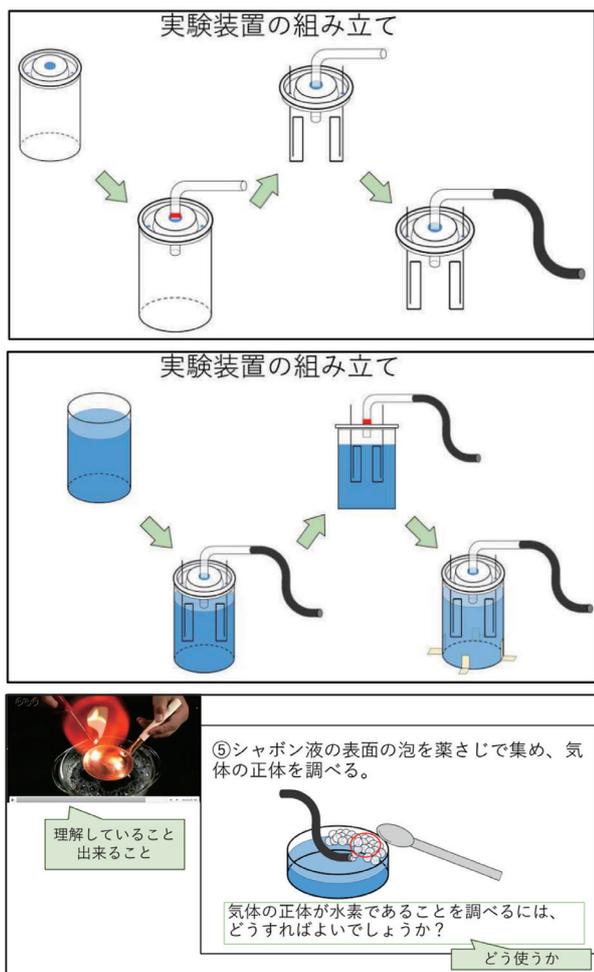


図4 実験の手順の視覚情報（ビジュアル）化
後ろの資料も参照。

次に図3のスライドで、実験方法を簡条書きでまず説明した。これは前回の授業実践と同じであるが、実験に必要な材料は各班の実験台に配布済みなので、直ぐに図4の一番上のスライドから提示して、各班一斉に実験器具の組み立てから作業を開始した。作業の進み具合を確認しながら、次のスライドで示す作業を行わせた。

手作りの電気分解装置の完成図（図2の右下の図）と各班の電気分解装置を比較させて装置の完

成度を確認させ、電気分解装置への手回し発電機の繋げ方を注意させた。

実験結果を明確に得るための工夫を行うように指示をし、ある程度結果が得られたのを見計らって、各自の実験実習ノートに、本日行った観察・実験について黒板の指示に従って書き込むよう指示した。

【結果と考察】

実験方法の視覚情報（ビジュアル）化の効果（授業の様子から）：

これまでの授業実践では、実験操作方法のスライドは文字情報がほとんどで、その情報を生徒が読んで自らイメージを持つ、即ち理解している事を前提にしていた。しかし、実験方法のそのような提示の仕方では、自主的に実験に取り組んだり、積極的な質問を教師にしたりする場面はほとんど見られなかった。そこで、思い切って実験操作方法を全て図にしてみた（図2、及び、後ろの資料）。

実験装置の組み立て方の説明を文章ではなく図解のみを使って示したスライドで行ったところ、生徒は授業者の補足説明の終わりを待たずして自主的に装置を素早く組み立てることができていた。これは、授業者が観察・実験の導入において、生徒にさせたい作業を、適切なイメージとして生徒に抱かせることが重要であることを示しており、このような手立てが観察・実験のスムーズな履行に有効であることが確認できたものとする。

また、最初の実験結果が出た後、生徒はもう一度同じ実験結果が得られるのか自ら確認しようとしていた。これは、水素の確認実験が強く興味を引くものである事にも起因すると考えられるが、興味を引きさえすれば、観察・実験の結果に再現性があるのか、即ち、科学的な現象かを結果的に確かめようとする態度が見られるようになる事であると考える。この事は、本研究での取り組みが、生徒に自然の事物・現象に対する科学的に探究する力を育てる事に有効である証拠と考えられる。

実験方法の視覚情報（ビジュアル）化の効果（実験実習ノートから）：

実験実習ノートの記述の分析からも、生徒たちは授業の主眼、即ち、「身近・身の回りのものを用いての水の電気分解を手立てとして、水が分解されることによって水素が発生することを理解することができる。」の達成ができていたと考えられた。また、実験手順の視覚情報（ビジュアル）化や、図解した実験操作指導により、生徒実験に集中する姿が見られ、生徒実験を計画通りに授業

時間内に実施することができ、すべての班で実験操作を適切に行うことができていた。授業中の生徒たちの様子の分析と一致して、授業を通じて思考することができる生徒の様子が実験実習ノートの記述から読み取る事ができた。

実験実習ノート

令和()年()月()日()曜日()限 天気()					
1 学習内容					
目標: 電流を流すことによって、水から水素を取り出してみよう!					
手順: 1 実験装置を組み立てる。					
2 ゴム管の口をシャボン液の中に沈める					
3 手回し発電機を接続し、10分程度回す。					
4 反応を観察する。					
5 シャボン液の表面の泡を葉さじで集め、気体の正体を調べる。					
2 使用器具 重曹の水溶液、フィルムケース、クリップ、L字管、ゴム管、手回し発電機、シャボン液、ペットボトル、葉さじ					
3 観察メモ・スケッチ		水の電気分解をしたことで発生した物質は			
<p>手回し発電機を回すと泡がクリップの周りに出てくるので集めた。</p>		だた。 せせなら かわらた。			
4 自己採点					
①計画通りに進んだか	5	4	3	2	1
②積極的に学習できたか	5	4	3	2	1
③興味・関心がわいてきたか	5	4	3	2	1
④学習内容は理解できたか	5	4	3	2	1
5 反省、感想					
6 指導教員所見					

図5 実験実習ノート

ここでは典型的な記述例を示している。

「柔軟な思考」を育む教育としての本研究での取り組みに関する考察：

実験中、ゴム管をシャボン液に沈めたところで、生徒から「これって、水上置換ですか?」という質問があった。これは過去の学習で得た知識、すなわち、理解していること・できることをどう使うか、という未知の状況にも対応できる思考力・判断力の涵養につながった事が分かる表現が見られた。一方で、授業者の立場としては、生徒のこの意外な発言に戸惑い、直ちに褒めるといった事が出来なかったのは今後の課題である。

実験の手順として提示した、シャボン液の表面の小さな泡を葉さじですくい取り、マッチの火を近づけて反応を見る方法から派生し、葉さじの上

で直接大きな泡を作るという工夫をすることで、より、反応を大きく確認できるのかを自主的に実践する生徒の姿も見られた。これは、本授業実践で用いた観察・実験の導入方法が、「柔軟な思考」を育む教育として有効であることが示されたものと考えられる。

【まとめ】

本研究の成果として、本研究で用いた手法は、「理解していること・できることをどう使うか」という未知の状況にも対応できる思考力・判断力を生徒に育むことに繋がったものと考えられる。一方で課題としては、視覚情報(ビジュアル)化には時間と手間がかかる事が課題と言える。その点は、生成系 AI を使った作業の効率化の進展によって解決できるようになることも期待される(藤村 2023)。

【謝辞】

本研究における授業実践のご許可を賜りました F 県立 O 高等学校の校長先生をはじめ、ご指導いただきました諸先生方、授業を受けてくれた生徒の皆さんに深く感謝致します。

【引用・参考文献】

- ・有馬朗人他 57 名 (2012), 理科の世界 2 年, 自由研究 3 燃えるシャボン玉をつくってみよう, 309-310, 大日本図書
- ・藤村裕一(2023), 生成 AI の教育利用に関する研究 -生成 AI の機能比較と教員の生成 AI 利用意向調査を通して-, 2023 巻 2 号, 75-82, 日本教育工学会研究報告集, https://doi.org/10.15077/jsetstudy.2023.2_75 (2023 年 9 月 16 日アクセス)
- ・文部科学省 (2017a), 中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説理科編, 学校図書
- ・文部科学省 (2017b), 新しい学習指導要領の考え方 -中央教育審議会における議論から改訂そして実施へ-, https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/_icsFiles/afieldfile/2017/09/28/1396716_1.pdf (2023 年 9 月 16 日アクセス)
- ・文部科学省 (2018) 高等学校学習指導要領 (平成 30 年告示) 解説 理科編 理数編, 実教出版
- ・NHK for School, 考えるカラス~科学の考え方~, <https://www.nhk.or.jp/school/keyword/?kw=%E8%80%83%E3%81%88%E3%82%8B%E3%82%AB%E3%83%A9%E3%82%B9&cat=all&from=1>

【資料：授業で用いた全スライドと授業用の直筆メモ】

1 トヨタ MIRA L

2 JX東日本試験車用いているバス

【向も燃料として使われる。共通のもの？ 水素のH2-プロパンを燃やして燃やせる。】

学習テーマ

水素はどのようにすると手に入るだろうか？

水から水素を手に入れることはできないだろうか？

分解

$$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$$

3

4

水から水素を手に入れることはできないだろうか？

分解

$$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$$

5

水も電気で分解できるのか？

実験室での水の分解方法

水・水酸化ナトリウム

電源装置

電気分解装置

H字型電気分解装置

6

水、電極、容器(分解槽)、電源装置

②のH2、O2の、気体の、体積は、2:1の割合で発生する。水素と酸素の、体積比は、2:1である。

1～6 枚目

実験装置の組み立て

水溶液 30mL

実験の手順

- ① 実験装置を組み立てる。
- ② ゴム管の口をシャボン液の中に沈める。
- ③ 手回し発電機を接続し、10分程度回す。
- ④ 反応を観察する。
- ⑤ シャボン液の表面の泡を薬さじで集め、気体の正体を調べる。

13

14

実験ノートに記入すること

② ゴム管の口をシャボン液の中に沈める。

③ 手回し発電機を接続し、10分程度回す。

④ 反応を観察する。

15

16

⑤ シャボン液の表面の泡を薬さじで集め、気体の正体を調べる。

⑤ シャボン液の表面の泡を薬さじで集め、気体の正体を調べる。

17

18

13～18 枚目 (16 枚目には、10 分間手回し発電機を回す際に気が紛れるように資料映像 NHK for School の「考えるガラス～科学の考え方～」を視聴する工夫も書き込まれている。)

【目標】

電流を流すことによって、水から水素を取り出してみよう！

7

試験管の中で気体を調べた。水素を調べるときは、燃やせる方法をどう調べる？

8

実験の注意点

- 実験室は飲食厳禁
- 実験器具はみんなの共有物であるため、丁寧に扱う。
- 先生の指示無しに実験室の道具は使わないこと。
- 何か問題が発生した場合は、先生を呼ぶこと。

9

ガラス器具を使う際は、電流を流すので、流水がある時に感電しないように気をつける。

実験の手順

- ① 実験装置を組み立てる。
- ② ゴム管の口をシャボン液の中に沈める。
- ③ 手回し発電機を接続し、10分程度回す。
- ④ 反応を観察する。
- ⑤ シャボン液の表面の泡を薬さじで集め、気体の正体を調べる。

10

使用器具

- 重曹の水溶液
- フィルムケース
- クリップ
- L字管
- ゴム管
- 手回し発電機
- シャボン液
- ペットボトル
- 薬さじ
- マッチ

11

実験装置の組み立て

12

7～12 枚目

まとめ

日常にあるものを活用することでも、水素を取り出すことができました！

19

授業の反省・感想を記入する

20

実験の反応

分解

$$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$$

21

19～21 枚目

【付記】

本研究は、福岡教育大学令和5年度科研費獲得推進サポート経費の交付を受けて行えた成果である。また、このような研究成果は、本来は所属学会誌等にて発表するべきところではある。しかし本学紀要は、本学の機関リポジトリ上で高画質のカラーで写真データも掲載されることから、学術研究の公表の効果にも鑑み、またピア・レビューも実施されていることもあり、本学紀要にて発表するものである。

【本研究内容に関する問合せ先】

西野 秀昭 (にしの ひであき)
〒 811-4192 福岡県宗像市赤間文教町1番1号
福岡教育大学・教職実践研究ユニット (理科)
e-mail: hideakin--atmark--fukuoka-edu.ac.jp



Tel : 0940-35-1385 (研究室直通)
researchmap:「西野秀昭」で検索 (“-atmark-”
は@に置き換えて利用下さい)

