

自己組織化マップによる観察・実験における  
科学的思考力と表現力の育成システムの開発

課題番号 25350191

平成 25・26・27 年度科学研究費補助金・基盤研究（C）

研究成果報告書

平成 28（2016）年 2 月

研究代表 松原道男

（金沢大学・学校教育系）

## はじめに

現代においては、学習で獲得される知識は、単に記憶され想起されるだけでなく、その知識を用いて何ができるかといった活用できる知識を形成することが求められています。理科教育においては、従来から、問題解決の学習が重視されてきました。問題解決を通じた学習においては、論理的な思考や知識の関連付けが行われ、活用できる知識の形成が期待できるといえます。

一方で、どのような文脈を設定した問題解決がよいのか、あるいは、十分な問題解決になっているのかなど、問題解決の学習のあり方も検討していく必要があるといえます。そのためには、問題解決における知識形成や知識活用について、適切に評価していく必要があるといえます。

本研究においては、そのような知識形成の観点から、とくに科学的な思考力や表現力の育成を考え、具体的な観察・実験の状況を踏まえた課題を設定し、解答を評価するシステムの開発を行いました。課題およびその解説は、動画を用いて具体的に示すとともに、解答は自由に記述できるものにしました。

システムは、web上で用いることができるとともに、web環境がない場合のためにデスクトップ版も開発しました。評価については、解答事例や評価基準についてさらに検討することにより、より妥当性が増すと考えています。その改善については、デスクトップ版では、web上で最新のデータをファイルに上書きすることにより、更新することができるように考えています。

システムの評価は、主に自己組織化マップを用いています。自己組織化マップは、脳の神経回路網のモデルとして取りあげられるニューラルネットワークの一つです。したがって、システムについては評価の道具としてだけでなく、知識モデルとして、知識構成や知識活用の解明に発展させていくことが考えられます。

余談になりますが、本研究を始める前年の2012年に、Googleが機械学習で猫を識別できるようになった、というニュースが話題になりました。これはニューラルネットワークの一つを応用したものです。25年も前になりますが、階層性のある多層のニューラルネットワークを用いた分析が着目されており、それを応用して研究したこともありました。しかし、この分析法もいくつか問題点があることがわかってきました。現代においては、深層学習として再び改善され見直されてきています。画像認識や音声認識、自然言語の認識を行うことが最近進んできていますが、これを応用したものが多いいえます。Googleの成果もその一つです。今後それらが進んでくると、子どもが描画したものの分類や評価も簡単になってくるかもしれません。これらの研究者は、教育の研究者よりも認識や学習についてある意味では深く研究しており、見習うべきことが多いといえます。

本研究では、今後、システムの改善とともに、知識モデルの開発から、知識形成の分析に役立てていくことを考えています。本システムについてご利用いただくとともに、ご意見をいただければ幸いです。

■本研究で開発したシステム名：MsomLab2

■URL：<http://msom.ed.kanazawa-u.ac.jp/>

研究代表 松原 道男

研究代表者 松原道男（金沢大学・学校教育系・教授）

研究経費（直接経費）

平成 25 年度 400,000 円

平成 26 年度 400,000 円

平成 27 年度 400,000 円

合 計 1,200,000 円

## 目 次

1	問題の所在 .....	4
2	研究の目的 .....	5
3	研究の方法 .....	5
	(1)システム作成の環境 .....	5
	(2)理科の観察・実験の課題作成 .....	5
	(3)解答事例の入手 .....	6
	(4)解答事例の評価 .....	6
4	開発したシステム (MsomLab2) .....	7
	(1)システムの概要 .....	7
	(2)システムの基礎データの作成 .....	7
	(3)システムの操作方法 .....	8
	(4)システムの更新 .....	13
5	考 察 .....	13
資料 1	課題 .....	15
資料 2	評価基準 .....	23
資料 3	動画による課題の内容 .....	エラー! ブックマークが定義されていません。

## 1 問題の所在

PISA や TIMSS の国際的な学力調査において、日本の子どもは科学的に説明する力が不十分であることが指摘<sup>1)</sup>されてから、10年以上が経つ。この間、理科に限らず各教科で言語活動を中心として、根拠や理由を述べていく授業改善が図られ、一定の成果があらわれてきたといえる<sup>2)</sup>。一方、国内の学力調査においては、知識を活用することにまだまだ問題があることが指摘されている<sup>3)</sup>。そして、中央教育審議会で諮問されている内容<sup>4)</sup>として、今後の教育としてアクティブ・ラーニングの言葉で代表される授業改革が求められている。これは、子どもの主体的な問題解決を行う中で、子ども自らが主体的に活用できる知識を構成することを主張するものである。また、活用的な知識を構成したかどうかの観点から、その評価が求められている。一方、教員の質的な問題として、理科を苦手としている教員において、観察・実験を通じた問題解決の授業が十分に成立していないことがあげられる<sup>5)</sup>。

これまでの研究においては、子どもの科学的な記述に関する能力を高めることを目的として、自由記述を自動で評価するシステムの開発を行ってきた<sup>7)</sup>。このシステムは、web上に提示されたTIMSSなどの自由記述の問題に対して、解答を自由記述で書き込むと、その内容が正答か誤答か色分けされ自己組織化マップ上に配置されるものである。また、自分の解答の表現に近い解答例が自己組織化マップに配置され、自分の近くの正答例や誤答例を参照することにより、自分の記述のよい点や改善点を把握でき、考えを深めることができるシステムである。

しかしながら、このシステムの問題点として、理科における科学的な思考力や表現力は、ペーパーテストによって評価できるものだけではないことがあげられる。本来、具体的な自然事象を対象にした問題解決を通して、どう予想し、観察・実験の計画を立て、実験結果に基づいて考察したかを評価していく必要がある。このことを通して、理科で学んだ知識を活用できるものにしていけると考える。

以上のことから、今後、理科の具体的な自然事象の問題解決を通して、思考力、表現力の評価を支援しながら、活用できる知識構成を図っていく必要があるといえる。

### <参考文献>

- 1) 中山迅・猿田祐嗣：「学習方法からの新教育課程への提言－TIMSSの論述形式課題に対する日本の児童・生徒の解答分析から－」，日本科学教育学会年会論文集，26，49-50，2002。
- 2) 国立教育政策研究所：「生きるための知識と技能2 OECD生徒の学習到達度調査（PISA）2003年調査国際結果報告書」，ぎょうせい，2004。
- 3) 猿田祐嗣：「論理的思考に基づいた科学的表現力に関する研究－TIMSS及びPISA調査の分析を中心に－」，東洋館出版社，60-71，2012。
- 4) 文部科学省・国立教育政策研究所：「平成27年度全国学力・学習状況調査報告書中学校理科」，2015。
- 5) 文部科学大臣：「初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について（諮問）」，2014。
- 6) 藤田剛志：「小学校教員の理科授業観：優れた理科教師に求められる資質能力」，千葉大学人文社会科学研究 no.27，164-179，2013。
- 7) 松原道男：「科学的記述内容の評価システムの開発」，金沢大学人間社会学域学校教育学類紀要，4，43-49，2012。
- 8) 松原道男：「科学的記述内容の評価システムの開発(2)」，金沢大学人間社会学域学校教育学類紀要，5，65-71，2013。

## 2 研究の目的

本研究では、思考力や表現力の育成と活用できる知識の構成を目指し、具体的自然事象を対象とした問題解決における予想や観察・実験計画、考察などにおいて、自分の考えを表現でき、それを評価できるシステムの開発を行うことを目的とした。

## 3 研究の方法

### (1)システム作成の環境

システムは、広く活用してもらうための「web版」と、ネット環境が十分でない場所でも利用できるように「デスクトップ版 (Windows)」の両方を作成することにした。また、システムの基本枠は、これまでに開発してきた自由記述評価システムを用いて作成することにした。これまでに開発してきたシステムを生かすために、web版については、asp.netを用いてWindowsサーバーで動作するようにした。デスクトップ版はそれとの互換性から、開発しやすいようにVB.netを用いることにした。

### (2)理科の観察・実験の課題作成

動画による観察・実験に関する課題は、表3.1に示したように、小学生用と中学生用に分け、学年や内容が偏らないようにして、それぞれ12問作成することにした。課題は、A：観察・実験の目的に関すること、B：観察・実験の方法に関すること、C：観察・実験の結果から考察されること、の3つの観点から作成した。

表 3.1 観察・実験の課題

小学生用課題			中学生用課題		
学年	課題名	形式	学年	課題名	形式
3	もののうき・しずみ	C	1	水中での重さ	C
	ダンゴムシのかんさつ	B		溶解度	C
	日なたと日かげ	A		葉の蒸散	B
4	月の動き	C		火山灰	C
	ビーカーの水	B	2	石灰水と二酸化炭素	C
	空気と水	C		電気回路	C
5	もののとけ方	C		魚の血液	C
	発芽の条件	B	雲	B	
	流れる水のはたらき	B	3	物体の衝突	C
6	電熱線と豆電球	C		備長炭電池	C
	りんじく	B		分解者	A, C
	水の通り道	C		南中高度	C

A: 観察・実験の目的に関すること B: 観察・実験の方法に関すること

C: 観察・実験の結果から考察されること

静止画像として提示した具体的な課題は、巻末の資料1に示した。また、課題の動画については、ナレーションも含めて資料3に示した。

### (3) 解答事例の入手

本システムにおいては、すでに評価した解答例をもとに、新たにシステムに入力される解答を評価する方法をとる。したがって、予め課題に対する解答を得て、それを評価しておく必要がある。

本研究においては、いろいろな解答事例を得るために、課題に対応した学年だけでなく幅広くそれ以外の学年の解答も得ることにより、いろいろな解答に対する評価ができるようにした。したがって、中学校第3学年を対象とした内容については、高校生や大学生の解答も一部データとして用いた。また、小学校用においても、大学生において小学生が解答すると予測する解答も一部含めて解答事例とした。なお、得た解答については、漢字の表記など一部修正したものもある。

解答事例を得るために対象とした児童、生徒、学生の人数は、表3.2の通りである。また、各問題の解答事例数は、表3.3に示した通りである。

表 3.2 解答例を得た対象（人）

小学校用問題		中学生用問題	
附属小学校第3学年	28	附属中学校第1学年	155
附属小学校・公立学校第4学年	65	附属中学校・公立中学校第3学年	282
附属小学校・公立学校第5学年	159	公立高等学校第1学年	30
大学生第2学年	80	公立高等学校第2学年	37
		大学生第2学年	77

表 3.3 各問題の解答数（人）

課題	小学校用	中学校用
問1	134	151
問2	136	122
問3	131	276
問4	136	123
問5	112	130
問6	124	152
問7	119	126
問8	103	264
問9	85	157
問10	94	201
問11	97	112
問12	97	117

### (4) 解答事例の評価

すべての課題において、解答は3点満点とし、0から3点の4段階で評価を行った。各問題の評価基準は、資料2に示した通りである。

## 4 開発したシステム (MsomLab2)

### (1) システムの概要

システムは、Msomlab2 と命名し、小学校用と中学校用に分けて作成した。システムの操作は、web 版もデスクトップ版も、次のような操作によって動作するもの考えた。

- ① トップフォームにおいて、プルダウンにより 12 の課題の一つを選択する。
- ② 課題を選択すると動画による課題説明が始まる。動画は、途中で止めたり、戻ったり、繰り返して見ることができる。
- ③ 動画による課題のフォームを閉じると、静止画による課題と解答欄が表示される。解答欄にキーボード等を用いて、自由記述で解答を記入する。
- ④ 解答を記入後、評価に関するボタンをクリックすると、自己組織化マップに評価の位置づけが「●」印で示される。自己組織化マップのセルには、「0」～「3」点の解答が位置づけられ、セルの色によって点数が示される。
- ⑤ 自己組織化マップでは、類似した解答どうしが、近くに配置される。色のついたセルをクリックすると、解答事例が示される。「●」で位置づけられた自分の解答のセルの色や、それをクリックして表示された解答事例、また「●」の近くのセルの解答事例を参照することにより、自分の解答の評価を行う。
- ⑥ 自己組織化マップのフォームの「答え」に関するボタンをクリックすると、答えについての解説動画が提示される。ビデオは繰り返し見ることができる。
- ⑦ 自己組織化マップのフォームの「始め」や「終了」に関するボタンをクリックすることにより、トップのフォームに戻ったり、システムを終了したりする。

### (2) システムの基礎データの作成

自己組織化マップによる評価については、自己組織化マップへの解答事例の配置を決めるために、解答事例を予め分析し、各セルの荷重を求めておく必要がある。これについては、これまでの研究において開発した Excel のマクロを用いて作成した分析ソフト「msom\_plus」を用いる。

まず、解答とその評価をテキストデータにする。次に、すべての解答テキストを形態素解析ソフト chasen によって、単語（基本形）と品詞に分割して抽出する。この品詞と単語のデータを「msom\_plus」の所定のシートに貼り付け、分析を実行する。その分析の概要は、次の通りである。

抽出した単語について、その単語が文章ごとに何回用いられているかをカウントし、「単語－文章」のマトリクスを作成する。その際、1つの文章で同じ単語が、3回以上用いられている場合は、「3」とする。したがって、マトリクスの数値は、「0」から「3」までの値となる。これをもとに、一つの文章に注目すると、0から3の数値が抽出単語数だけ並んだデータを得ることができる。ここではそれを「文章数値」とする。

次に、文書数に応じて自己組織化マップのサイズを設定する。縦横同じ数のセルを準備し、一つ一つのセルには、初期データとして単語数だけ荷重の値をランダムに付与する。ある一つの文章を選び、その「文章数値」と各セルに付与された荷重を比較し、もっとも一致しているセルの一つを選ぶ。そのセルにその文章を位置づけるとともに、周辺のセルの荷重をその配置した「文章数値」に近づけるように変化させる。次に他の文章の一つを選び、同様に各セルの荷重と比較し、もっとも一致するセルを選び、そこに単語を位置付ける。



そして、その周辺のセルの荷重をその「文章数値」に近づけるように変化させる。これを繰り返すたびに、荷重を変化させる周辺のセルを、近くのものだけに狭めていく。以上のことを繰り返すことにより、同時に用いられ関連があると考えられる文章どうしが、近くに配置されるようになる。最終的に決定したセルの荷重を荷重データとし、そこに位置づけられた文章のセルの位置を位置データとする。以上のようにして求めた各種数値は、テキストデータのファイルにしてシステムに組み込む。

### (3)システムの操作方法

具体的なシステムの操作について、ここでは、とくにデスクトップ版の小学生用問題を例にあげて説明する。操作法は、中学生用問題やweb版のシステムもすべて同じである。

#### ① システムの起動

デスクトップ版については、インストーラーはなく、小学校についてはフォルダ内のファイルの「MsomLab2E.exe」、中学校版は「MsomLab2S.exe」をクリックすることによって起動する。「保護情報」が出た場合には、「詳細情報」をクリックし「実行」を行う。Web版については、「<http://msom.ed.kanazawa-u.ac.jp/lab2.htm>」のサイトにおいて、「小学生用課題」または「中学生用課題」を選択することによって、起動することができる。

#### ②課題の選択と動画による課題の提示

図 4.1 に示したのが、開発したシステムのトップメニューである。「問題」をプルダウンして選択する。ここでは、問1の「もののうき・しずみ」の問題を選んだとする。すると図 4.2 に示したように課題に関する動画のフォームが立ち上がり、動画が再生される。

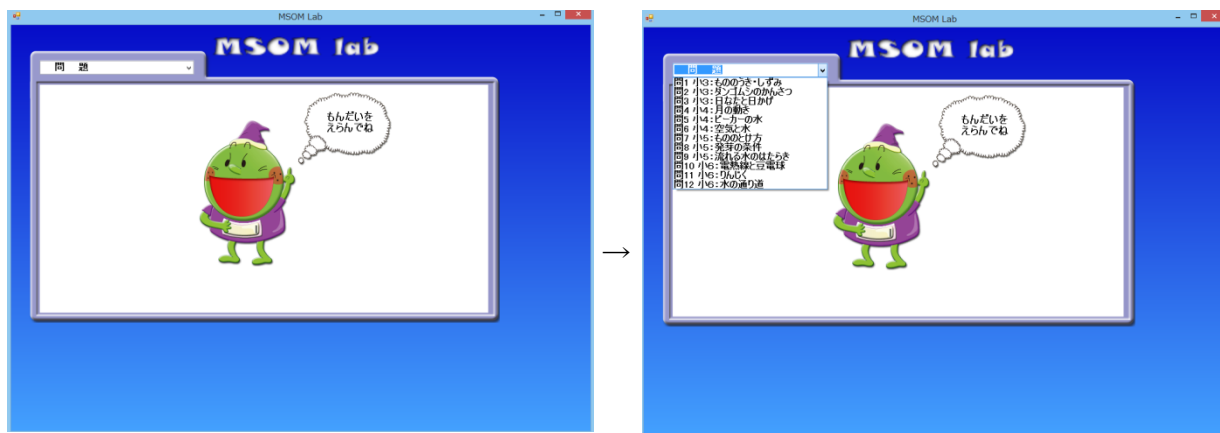


図 4.1 システムのトップメニュー

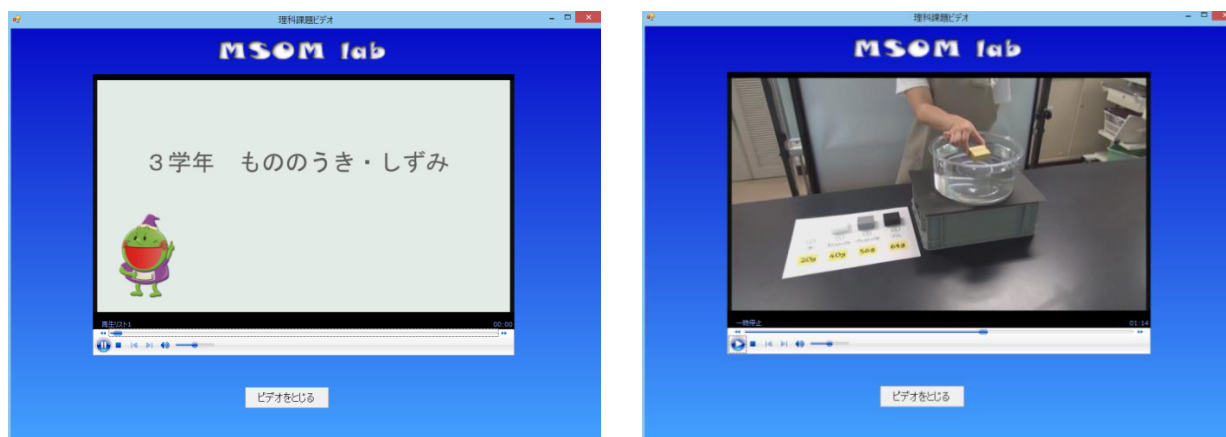


図 4.2 課題の動画

途中で止めたり，前に戻ったりすることも可能であり，繰り返し見ることもできる。

### ③静止画による課題の提示と解答の入力

課題を見た後，「ビデオをとじる」をクリックして，フォームを閉じると，図 4.3 に示したように，静止画による課題の提示と解答欄が示される。ここでは，「しずむ。プラスチックだから」といった解答をしたとして，解答欄にキーボードで入力する。入力後，「チェック」をクリックする。

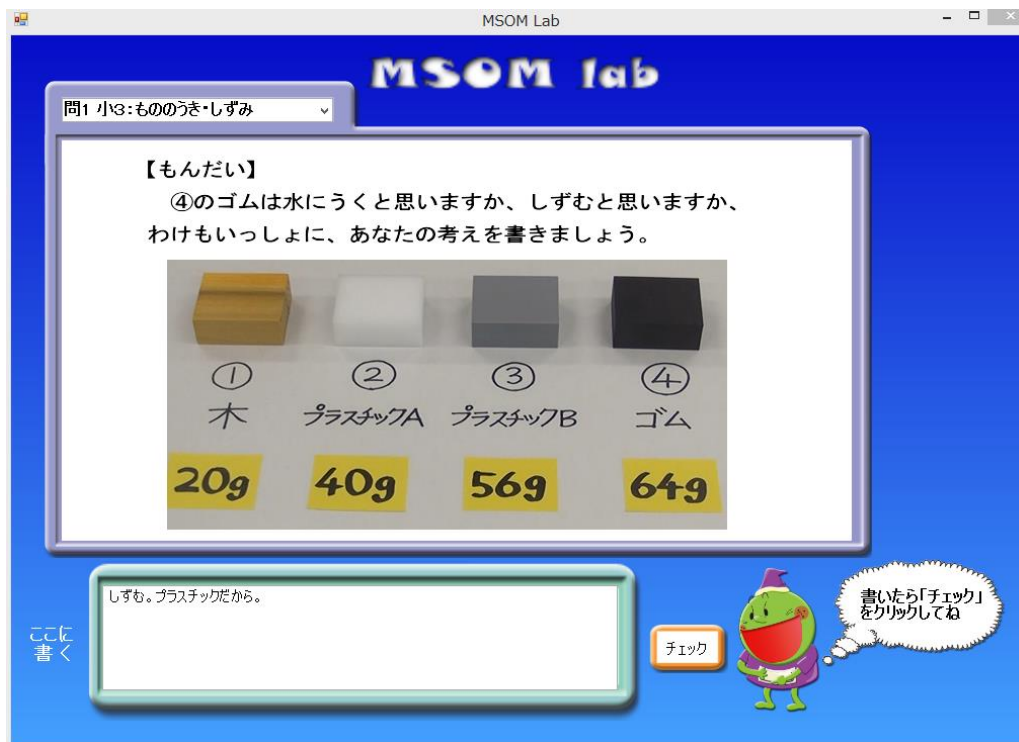
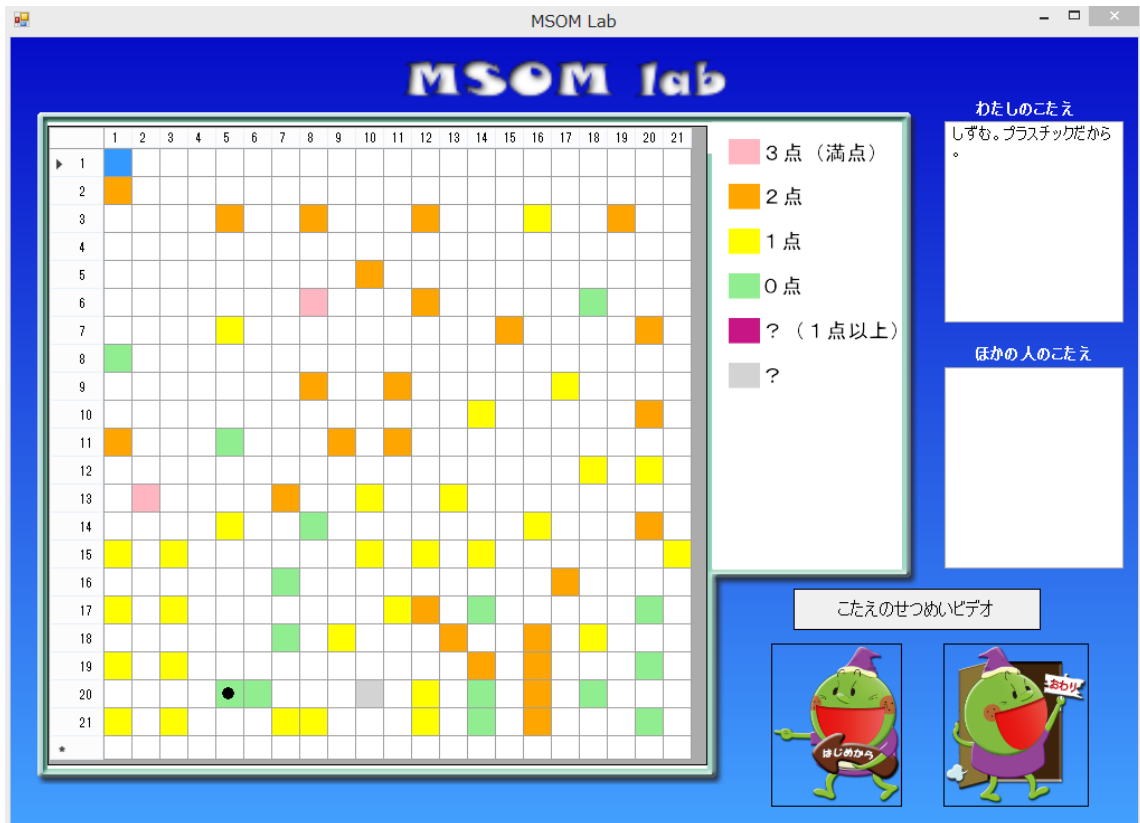


図 4.3 静止画による課題の提示と解答の入力

### ④自己組織化マップによる評価結果の表示

評価結果は，図 4.4 に示した自己組織化マップによって表示される。自分の解答の位置が黒丸「●」で示される。また，自分の解答が右上の枠に示される。ここでは「●」のセルの色が ■ 黄緑色になっている。セルの色は，右枠の凡例で示したように，満点が 3 点で，0 点：黄緑色，1 点：黄色，2 点：橙色，3 点：桃色である。ここでは，黄緑色なので 0 点の可能性が高い。そこで，「●」のセルをクリックすると，そこに位置づけられた解答例が右下の枠に示される。「しずむ。わけはプラスチック。」という解答例が示される。これは入力した内容とほぼ同じであり，このことから入力した内容は，ほぼ 0 点であることがわかる。色の付いたセルには，解答例があり，自分の解答と似ていれば似ているほど，近くにくるようになっていく。そこで，図 4.5 に示したように近くの黄色（1 点）のセルをクリックすると，「しずむ。重さが一番重いから。」と表示される。また，図 4.6 に示したように橙色（2 点）のセルをクリックすると，「プラスチック B でしずんだんだから，それより重いのは必ずしずむ」と表示される。さらに，図 4.7 に示したように桃色（3 点）をクリックすると，「沈む。わけは，56 g で沈むのだから，体積は同じだが，重いゴムは当然沈む。」と表示される。以上の解答例の参照から，材質だけでなく，重さに着目しなければならないこと，そして，体積が同じといった視点から沈んだ物と今沈めようとする物の重さを比較して理由を述べる必要があることがわかる。



↓ 「●」のセルをクリック

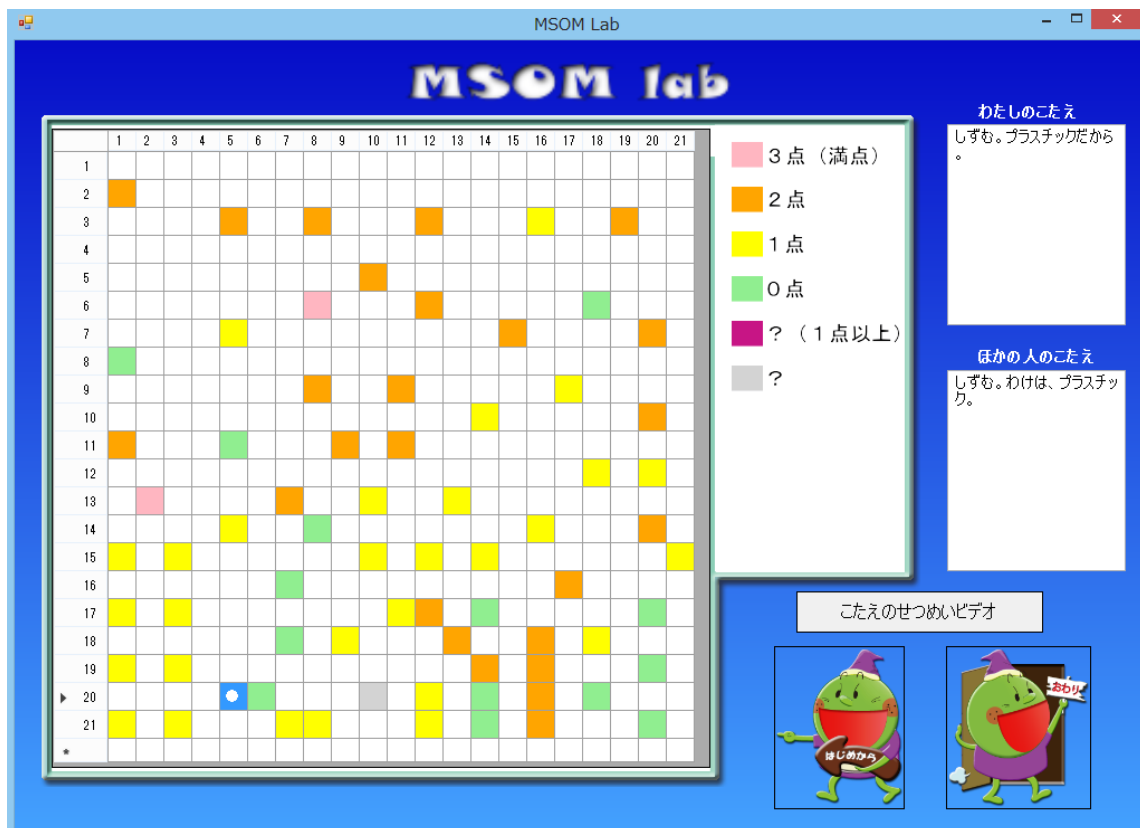


図 4.4 自己組織化マップによる評価結果の表示

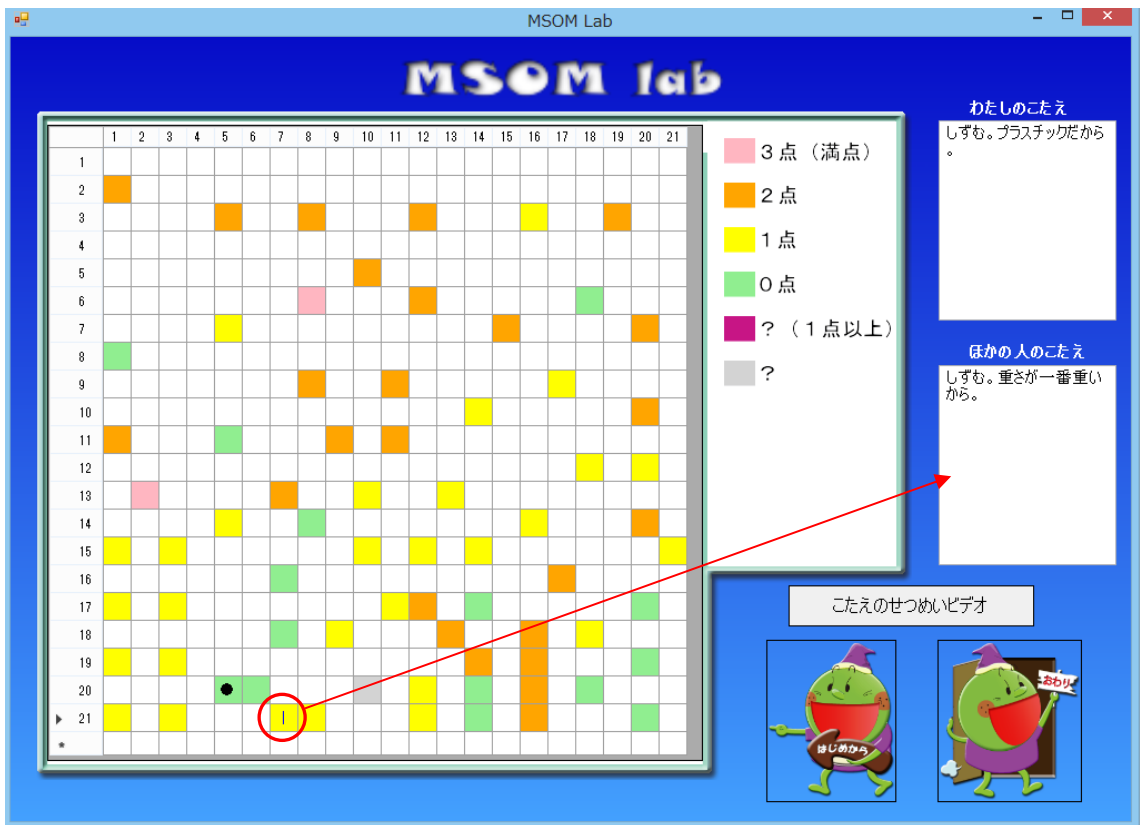


図 4.5 解答例の参照

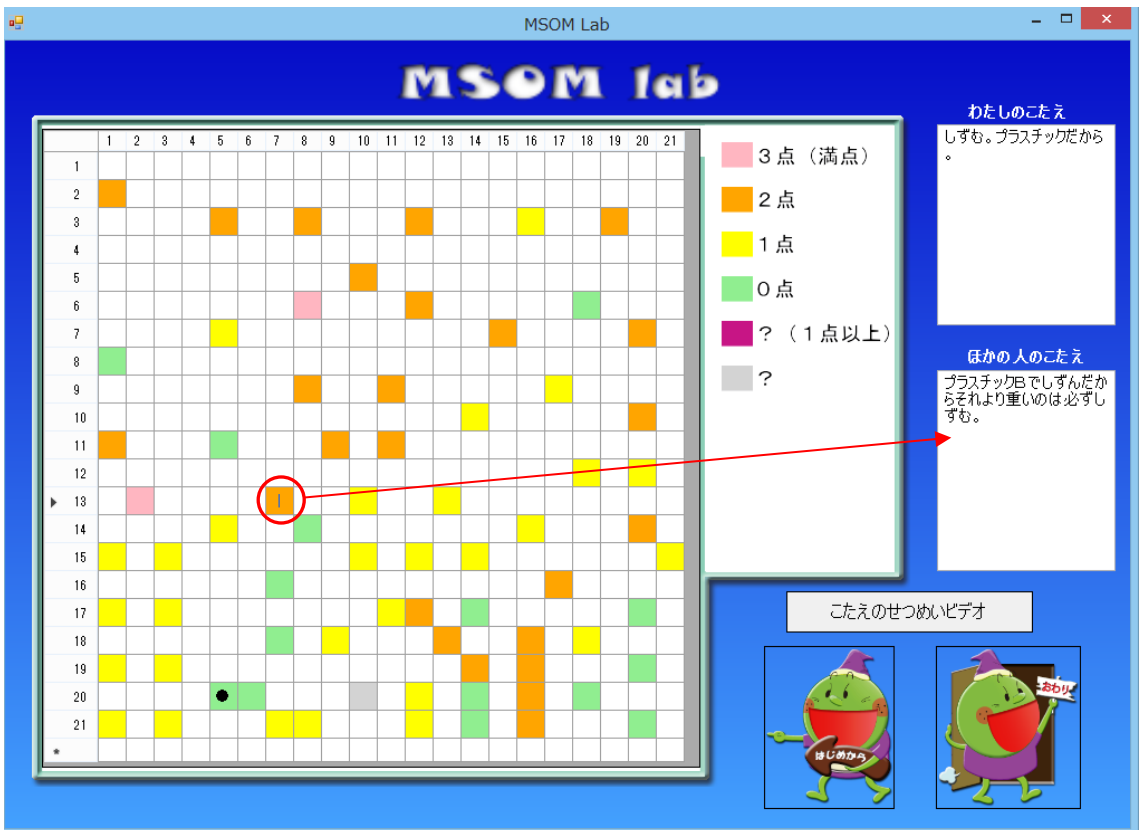


図 4.6 解答例の参照

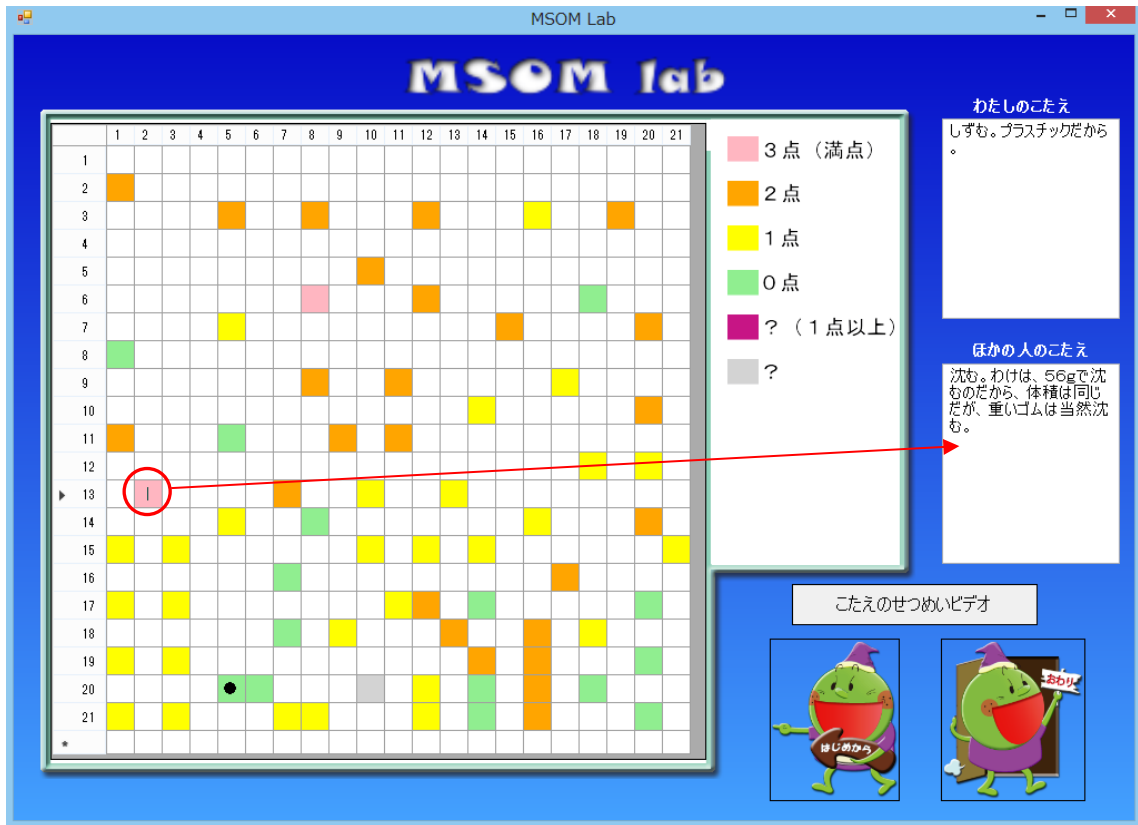


図 4.7 解答例の参照

以上のように、自分の解答のセル（●）の色と解答事例、また、周辺のセルの色と解答事例から、自分の得点が判断できる。また、自分の解答の改善などを科学的な考えから理解することができると考えられる。なお、同じセルの中に、1点から3点の解答例が位置する場合、1点以上であるが得点が判別できない場合は「■赤紫色」、0点の解答も含む場合は「■灰色」にしており、そこに位置すると判別できないので、周辺の解答を参考にして評価をする必要がある。色のないセルには解答例が位置していない。

⑤解答の解説および終了

解答の解説は、「こたえのせつめいビデオ」をクリックすると、図 4.8 に示したように解説動画のフォームが表示され、動画による解説が始まる。「ビデオをとじる」をクリックし

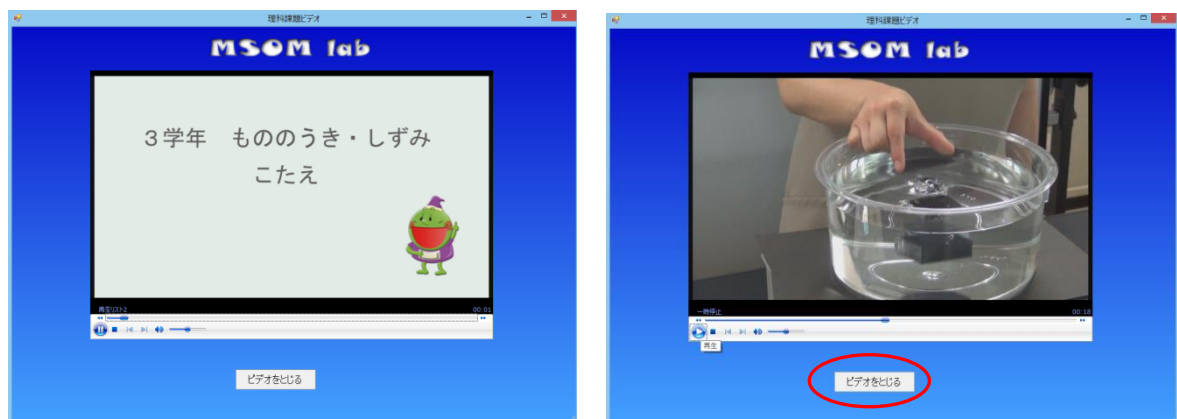


図 4.8 動画による答えの解説

てビデオを閉じる。図 4.9 に示したように自己組織化マップのフォームの「はじめから」や「おわり」のロゴをクリックすることにより、最初の課題選択のメニューに戻ったりシステムを終了したりすることができる。



図 4.9 はじめ戻る操作と終了の操作

#### (4) システムの更新

システムの解答事例および評価については、今後、データの追加や修正により、解答の



図 4.10 データのバージョン表示

参照事例を適切なものにしたたり、評価の妥当性を高めたりすることが考えられる。そこで、システムの最新のデータを web サイトにおいてダウンロードできるように考えている。図 4.10 に示したように、システムトップフォームの「Msom lab」ロゴの右下に薄くデータのバージョンが示される。研究報告書の配布時のデータのバージョンは「201601」と表示される。Web サイトにおいて、最新のものかどうかをチェックし、必要に応じて最新のデータをダウンロードできるように考えている。

## 5 考 察

今回作成したデスクトップ版および web 版のシステムについて、動作確認を行った結果、課題選択、動画による課題の提示、自己組織化マップによる評価の表示、解答の参照といった一連の動作に、問題がないことが確認できた。とくに、評価については、基本的に 3 点満点で評価し、0 点から 3 点までの各得点の色分けをして自己組織化マップに表示することができた。

任意の解答を入力することにより、自己組織化マップに解答が位置づけられ、その解答を周りの解答事例と比較した。その結果から、任意に入力した解答は、おおむね類似した解答事例に配置されており、システムによる評価の妥当性が確認された。また、自分の解答のセルの色や周辺のセルの色の確認、そして、自分の解答の近くのセルをクリックして解答例を参照することによって、評価結果を確認することができた。このことを通して、

科学的に妥当な考え方について、自分自身で評価することにより、科学的思考力や表現力を高めることができると考えられる。

一方、小学校版の問5のように、観察・実験の目的に関する課題については、誤答が、観察・実験の目的ではなく、その結果に関するものが多くみられた。具体的には、「ビーカーについて水滴が、ビーカーの重さを測ることにより、ビーカーの中から出てきたのではないことを示そうとした実験」であるといった実験の目的ではなく、「ビーカーが冷やされて水滴がついた」といった実験の結果を書く誤答が多くみられた。このように、課題の内容を誤って解釈している場合には、解答事例だけでは、十分に修正できないことが考えられる。これらの誤答については、何らかの解説を示していくことが、必要であると考えられる。

以上のように、解答事例やその点数等の修正も含め、解答の解説のあり方について今後検討する必要があるとあり、課題としてあげられる。

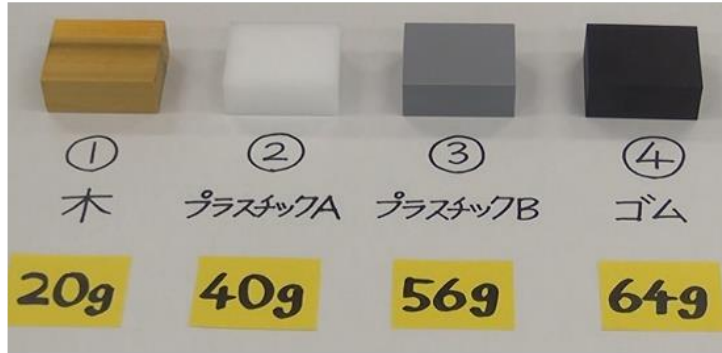
資料1 課題

<小学校>

問1

【もんだい】

④のゴムは水にうくとおもいますか、しずむとおもいますか、わけもいっしょに、あなたの考えを書きましょう。



問2

ダンゴムシ  
5月2日 はれ ソム

石をはぐるとたくさん  
いた。



【もんだい】

ソムくんのかんさつカードを見て、もっと  
きろくしたらよいことや、そのきろくのために  
ひつようなものがあれば書きましょう。

問3

【もんだい】

ソムくんは、このじっけんで何をしらべようと思ったのか書きましょう。





問4

【もんだい】

さらに40分ご、ア、イ、ウのどの位置に月があるとよそうしますか、わけもいっしょに書きましょう。



問5

【もんだい】

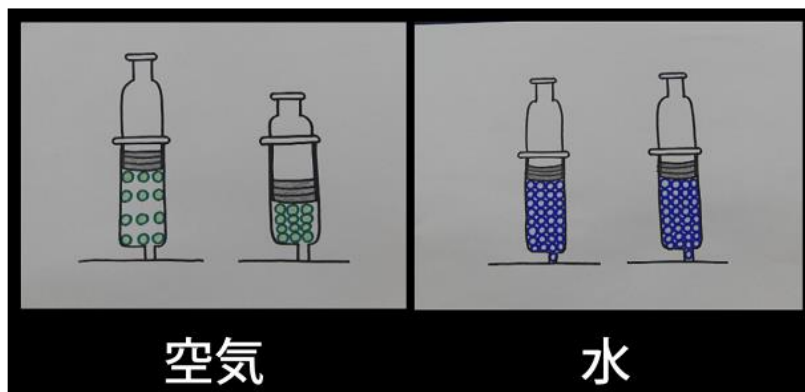
ソムくんは、このじっけんから、どうしてビーカーの中から水が出てきたのではないと示すことができる考えたのか、あなたの考えを書きましょう。



問6

【もんだい】

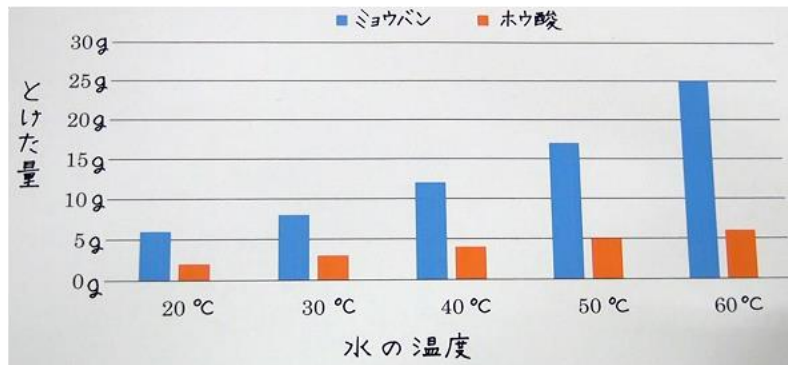
ソムくんのりゅう子モデルは、空気は水とちがっておしちぢめられることをしめしているでしょうか。わけもいっしょに、あなたの考えを書きましょう。



問7

【もんだい】

60℃のときにホウさんをとけるだけとかしたものを20℃までひやすと、ホウさんの出てくる量は、ミョウバンの時よりも多いですか、少ないですか、同じですか、グラフもつけて、そう考えたわけもいっしょに書きましょう。



問8

【もんだい】

ソムくんは、実験のどこを直したらよいと思ったのでしょうか、わけもいっしょに書きましょう。

### インゲン豆の発芽

- ・水
  - ・適当な温度
- +
- ・土



問9

【もんだい】

このそうちを使って、川の流れるのはたらきについて、ほかにどのようなことが実験できると思いますか、あなたの考えを書きましょう。



問 10

【もんだい】

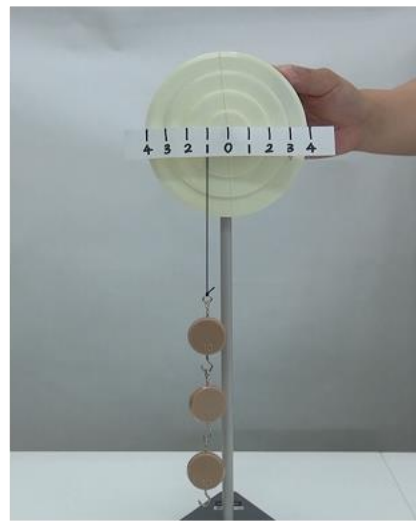
かん電池はどちらもいっぱいになるまでじゅう電しています。このまま豆電球をつけたままにすると、どちらの乾電池のほうが早くなくなり、豆電球がつかなくなると思われますか。あるいは同じくらいに、なくなると思われますか。理由もいっしょに答えましょう。



問 11

【もんだい】

りんじくにてこと同じきまりかどうか調べるためには、ソム君はどのようにして調べたらよいと思えますか。あなたの考えをわけもいっしょに書きましょう。



問 12

【もんだい】

この結果から、ソム君のよそうは正しかったですか、まちがっていましたか、わけもいっしょに書きましょう。



<中学校>

問 1

【問題】

実験結果は、このような表になりました。水中で物体が軽くなることについて、どのような決まりがあるといえるのか、この表の結果から、あなたの考えを書きましょう。

物体	重さ	水につけた重さ	差
アルミニウム(大)	106g	66g	40g
アルミニウム(小)	64g	40g	24g
鉄(大)	315g	275g	40g
鉄(小)	188g	164g	24g

問 2

【問題】

エム君は、先ほど溶けるだけとかした食塩水に、ミョウバンが何g溶けるか実験しようと思いました。ミョウバンは何g溶けるとおもいますか、あるいは溶けませんか。 答えとその理由を書きましょう。



問 3

【問題】

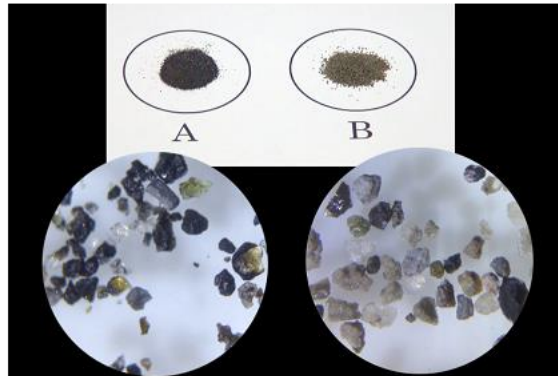
エム君は、葉から水が蒸散していることをもっとはっきりさせるために、この実験と比較する実験をしたらよいと思いました。あなたならどのような実験をしますか、書きましょう。



問 4

【問題】

AとBの火山灰について、見た目と顕微鏡での観察結果から、共通点と違いのある点について書きましょう。



問 5

【問題】

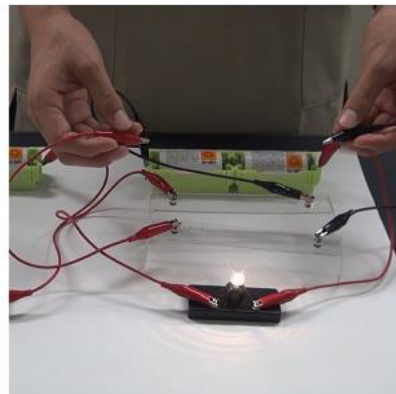
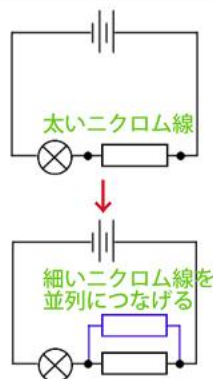
この質量をはかると、ペットボトルを振る前にはかった164.3グラムよりも、重いですか、軽いですか、変わりませんか、答えを理由といっしょに書きましょう。



問 6

【問題】

今度は、先ほどの太いニクロム線の回路に、細いニクロム線を並列につなぐと、豆電球の明るさは、明るくなりますか、暗くなりますか、変わりませんか、答えと理由を書きましょう。



問 7

【問題】

この少し黒くなった血液に、今度は酸素を吹き込もうと思います。血液の色はどんな色に変化するでしょうか、変化しないでしょうか、答えとその理由を書きましょう。



問 8

【問題】

この実験結果から、雲が生じるための条件として、どのような条件が関係すると考えられますか、あなたの考えを書きましょう。



問 9

【問題】

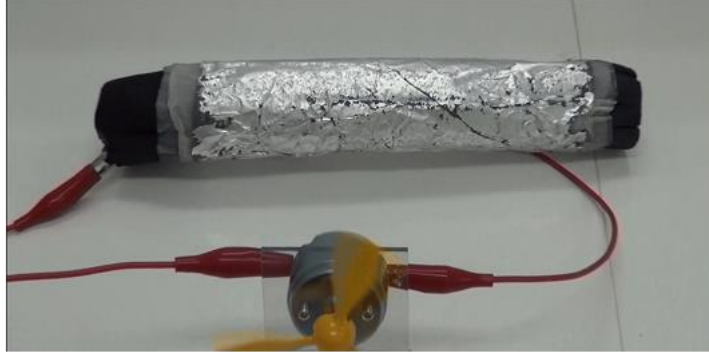
実験結果を表にしました。この表からどんなことが考察されますか、理由とともに説明しましょう。

高さ(cm)	金属球(110g)		金属球・小(60g)		プラスチック球(14g)	
	距離(cm)	速度(m/s)	距離(cm)	速度(m/s)	距離(cm)	速度(m/s)
5	11.1	0.8	7.0	0.8	2.0	0.8
10	22.6	1.1	11.2	1.1	4.0	1.1
15	32.0	1.2	16.0	1.3	4.9	1.3
20	44.0	1.5	22.8	1.4	7.1	1.6

問 10

【問題】

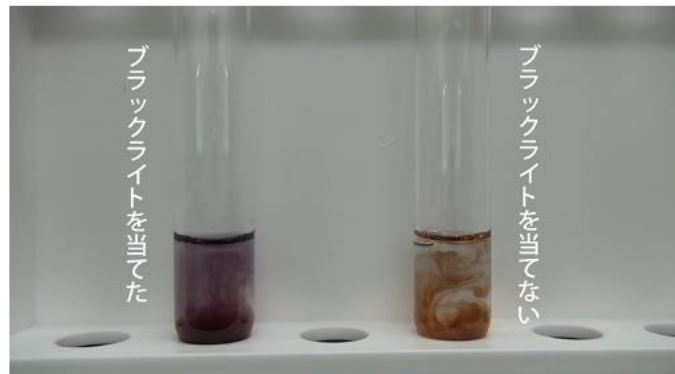
しばらくモーターをまわしておくと備長炭電池のアルミニウムはくには、穴があいてきます。この変化から、備長炭を用いたこの仕組みが、どうして電池になるのか、その理由もいっしょに書いてみましょう。



問 11

【問題】

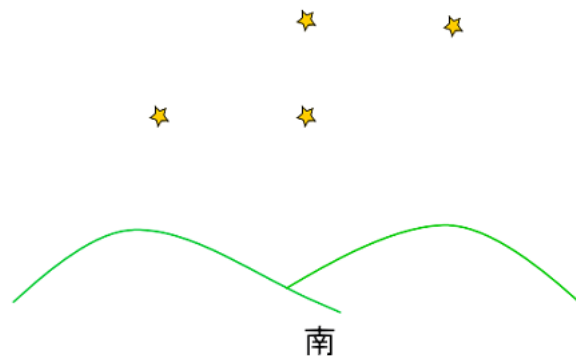
林の土を用いた実験で、エム君は何を明らかにしようとしたのか、あなたの考えを書きましょう。



問 12

【問題】

星座が南中することが観察できる場合は、南中高度は、日によって変わるでしょうか、変わらないでしょうか。理由といっしょに書きましょう。



## 資料2 評価基準

### 小学校課題評価規準

課題	点数	解答例
問 1	3	「沈んだプラスチックと同じ大きさで、それよりも重いゴムは沈む」など、同じ大きさあるいは形と比較して、それよりも重いという理由が述べられている。
	2	「沈んだプラスチックより重いから」など、重さの比較は見られるが、同じ大きさや形という観点からの比較が述べられていない。
	1	「一番重い」など、やや比較は見られるが、同じ大きさや形という観点からの比較が述べられていない。
	0	「重いから」など、形や大きさ、他の物との比較が述べられていない。
問 2	3	大きさについて記録することが述べられている。
	2	住んでいる場所（どこで見つけたかは書いてあるため減点とした）
	1	細かい形や見かけの特徴（スケッチと言葉で特徴は書いてあるため減点とした）
	0	ここでは、ダンゴムシの観察に限定したため、それ以外のもの、「気温」など、記録としてはあるとよいが、それらについては「0」とした。
問 3	3	「鏡の数を増やして太陽の光をたくさん当てることによって、壁の温度は高くなるかどうか、変化するかどうか」など、鏡の数と太陽の光の量、そして温度との関係が書かれている。
	2	「鏡の数を変えることによって、温度が変わるかどうか」など、鏡の数については書かれているが、太陽の光の量については書かれていない。
	1	「太陽の光を当てるとあたたかくなる」など、実験の結果が書かれている。
	0	「日かげと日なたと違い」など、鏡の数や温度のことが書かれていない。
問 4	3	「答えア、今、東なので、南の方にのぼる」など、現在の方位をもとに、動く方向が書かれている。
	2	「答えア、南の方にのぼるから」など、動く方向は書かれているが、現在の方位については書かれていない。
	1	「答えア、のぼるから、上に行くから」など、動く方向のみ書かれている。
	0	ア以外の答え。答えはアでも理由が書かれていない。
問 5	3	「ビーカーから水が出たのであれば重さは変わらないが、重さが変われば、ビーカーから水が出たのではないことをいえるから」など、実験の意味について重さが変わる場合と変わらない場合の両方から、根拠をもとに述べられている。
	2	「ビーカーの重さが変わることを示すため」など、根拠が述べられていない。
	1	「ビーカーが重くなる」など、結果のみを書いている。
	0	「重さは変わらない」など、予想した結果や観察される現象のみを書いている。
問 6	3	「空気の方はつぶにすきまがあり、縮むことができるが、水はつぶにすきまがないので縮まない」ことなどが述べられている。
	2	つぶに言及しているが、空気あるいは水のどちらかのみを書いている。
	1	「空気はすきまがある。水にはすきまがない」など、つぶについての説明が書かれていない。
	0	「空気はおしちぢめられる」など、つぶや隙間について書かれていない。
問 7	3	60℃と20℃のときに溶けるミョウバンの量の差と、60℃と20℃のときに溶ける食塩の量の差を比較している。
	2	ミョウバンか食塩のどちらか一方の、60℃と20℃の溶ける量の差のみを書いている。
	1	60℃や20℃で溶ける量などは書かれているが、溶ける差についての説明が書かれ



		ていない。
	0	「ホウ酸のほうがよく溶けている」など、温度の違いによる溶ける量の違いが書かれていない。
問 8	3	「鉢に畑の土を入れる」「鉢を畑の場所にもっていく」など、畑の土以外の条件を同じにする必要があることを述べている。
	2	条件を同じにする必要があることは書かれているが、畑に植えることで条件が異なっていることについての説明が書かれていない。
	1	条件を統一する事例や観点は書かれているが、科学的な条件としては十分でない。
	0	条件を統一することが書かれていない。
問 9	3	「傾き」「水の速さ」「水の量」を変えるなどについて、実験装置をどのように変えてこれらの条件を調べるかが書かれている。
	2	何を調べるかは書かれていても、実験の方法が書かれていない
	1	何を調べるか、単語のみで十分な説明がない。
	0	何を調べるか書かれていない。
問 10	3	「明るくつく豆電球のほうが、電流がたくさん流れるので早く乾電池がなくなり、豆電球がつかなくなる」など、明るさと電流の量（強さ）の関係から述べている。
	2	「明るくつくので、電気を使うから」など、明るさと電気の関係が述べられている。
	1	「明るくつくので」または「電気を使うから」などが書かれている。
	0	「電熱線の細いほうが、暗いので、すぐに消える」など。
問 11	3	「3のところにおもりを一つのせて釣り合うかどうかを調べる」など、てこと同じように、うでの長さとおもりの重さの関係で釣り合うかどうか調べることが書かれている。
	2	「支点から遠いほどおもりが軽くて釣り合うかどうかを調べる」ことなどが書かれている。
	1	「1, 2, 3とおもりをのせて調べる」など、計画性のある実験が書かれている。
	0	「おもりをのせてみる」など、実験操作のみ書かれている。
問 12	3	「間違っている。(中心に)一本の水の通り道があるのではなく、たくさんの水の通り道が(まわりのほうに)ある」などが書かれている。
	2	「間違っている。茎の外がわのほうに色がついている」など、正しくはどうかの説明が不十分である。
	1	「間違っている、一本の通り道ではない」など、正しくはどうかの説明が述べられていない。
	0	「正しい、茎の上から下まで色がついていたから」など。

### 中学校課題評価規準

課題	点数	解答例
問 1	3	「物体の重さに関係なく、大きさ（体積）が同じであれば、同じだけ軽くなり、大きさ（体積）が大きいほど軽くなる」、または、「重さが違っていても体積が同じならば、元の重さと水に浮かせたときの重さの差は同じである」など、体積と重さの関係から述べられている。
	2	「重さに関係なく、大きさが大きいほど軽くなる」など、体積が同じであれば同じだけ軽くなるといった、体積との関係についての説明が不十分である。
	1	「大きさが大きいほど軽くなる」など、重さに関係しているかどうかについては

		述べられていない。
	0	体積の関係から述べられていない。
問 2	3	「ミョウバンは 6g 溶ける。食塩が溶けていてもミョウバンが溶けるのには影響ないから」など、食塩が溶けていることと独立していることが述べられている。
	2	「ミョウバンは 6g 溶ける。食塩水でも溶けるから」など、食塩をあげているが、食塩が溶けていても関係ないことが述べられていない。
	1	「ミョウバンは 20℃で 6g 溶けるから」など、実験結果のみで食塩が溶けていることとの関係が述べられていない。
	0	「飽和していて溶けない」など。
問 3	3	「葉を全部取り除き、袋に水滴がつくかどうか調べる」「葉を少なくし、袋に水滴がつく量が少なくなるかどうか調べる」「葉にワセリン（油）を塗って、袋に水滴がつく量が少なくなるかどうか調べる」など、比較するための条件の設定を明確に述べている。
	2	「葉を取り除いた（少なくした、ワセリンを塗った）ものと比べる」など、方法は述べられているが、どのような結果（水滴の量など）を比べるのか、明確に述べられていない。
	1	葉を取り除く。葉を少なくする。葉にワセリン（油）を塗るなど、方法のみが書かれている。
	0	比較のための条件設定が書かれていない。
問 4	3	共通点は、角張っているなどの粒の様子や、白っぽいものと黒っぽいものの両方があるなどの色、差異点は、Aの方は黒っぽい粒が多く、Bの方は白っぽい粒が多いことなどが書かれている。
	2	共通点は書けているが、差異点はどちらか一つの火山灰の特徴しか書かれていない。
	1	共通点か差異点のどちらか一方が書かれている。
	0	共通点と差異点を区別して書いていない。
問 5	3	「変わらない（同じ重さ）、ペットボトルに物質の出入りがないので」といった物質の出入りの観点から、理由が書かれている。
	2	「変わらない、石灰水と二酸化炭素が反応しただけだから」など、化学反応したことのみが理由として書かれている。
	1	「変わらない、石灰水が白く濁っただけだから」など、現象のみを理由として書いている。
	0	「変わらない」といった結果のみが書かれている。
問 6	3	「明るくなる。並列回路になったぶん電流が強くなるから」など、並列回路と電流の関係から述べている。または、「明るくなる。回路全体の抵抗が小さくなり電流が強くなるから」など、全体の抵抗と電流の関係から述べている。
	2	「明るくなる。回路の電流があわさって強くなるから」など、並列回路に関する説明はあるが説明が不十分、または、「明るくなる。並列回路にすることで抵抗が小さくなるから」など、電流についての説明が不十分。
	1	「明るくなる。電流が強くなるから」など、回路については述べられていない。または、「明るくなる。抵抗が小さくなるから」など、回路や電流については述べられていない。
	0	電流や抵抗、回路について書かれていない。
問 7	3	「二酸化炭素で黒くなったので、酸素を入れると元の色になる（または赤くなる、明るい赤になる）」など、二酸化炭素との比較から書いている。

	2	「酸素で赤くなる」など、酸素のみについて書いている。
	1	「赤くなる」など、色の変化のみを書いている。
	0	「変化する」など、どう変化するのが書かれていない。
問 8	3	①水滴，水分，湿気，水蒸気，②気圧を下げる，③温度を下げる，④塵，のうち3つ以上の条件について書かれている。
	2	①から④のうち2つの条件が書かれている。
	1	①から④のうち1つの条件が書かれている。
	0	上昇気流，露点に関する記述など，実験の条件には関係ないことが書かれている。
問 9	3	表のデータを説明して，次のうち一つ以上を書いている。 ①球（物体）の重さに関係なく，同じ高さから転がした球の速度は同じになる。 ②球（物体）の重さに関係なく，高いところから転がすほど球の速度は速くなる。 ③球（物体）が重いほど，板の移動距離は大きくなる。 ④同じ重さの球（物体）で，高いところから転がすほど，板の移動距離は大きくなる。
	2	表のデータの説明が不十分で，①から④のうち一つ以上書いている。
	1	表のデータの説明がなく，①から④のうち一つ以上書いてある。
	0	条件と結果についての説明が不十分である。
問 10	3	「アルミニウムが溶けてイオンになって，電子の流れができるから」など，イオンや電子について書いている。
	2	「アルミニウムが溶けてイオンになる」など，イオンについてのみ書いている。
	1	「電子が流れるから」など，アルミニウムに言及がなく，電子についてのみ書いている。
	0	イオンや電子について書かれていない。
問 11	3	「ブラックライト（紫外線）によって，土の中のデンプンを分解する細菌（生物など）が影響を受け，デンプンを分解しなくなるかどうかを調べる」など，細菌とでんぷんの分解の関係から述べている。
	2	「ブラックライトによって，土の中の細菌（生物など）が影響を受けるかどうか」など，細菌の受ける影響は書いているが，でんぷんの分解との関係については書いていない。
	1	「土の中の細菌（生物など）がデンプンを分解するということ」など，細菌の働きについては書いているが，ブラックライトの影響については書いていない。
	0	ブラックライトによる細菌の影響やでんぷんの分解について書かれていない。
問 12	3	「地球の公転軌道の距離（大きさ）に比べ，星は遠いところにあるので影響を受けず，季節などが変わっても南中高度は変わらない」など，公転軌道の距離と星の距離とを比較して書いている。
	2	「星は遠いところにあるので」など，公転軌道の距離や地球と太陽の距離などとの比較が書かれていない。
	1	「星座の位置などは変わらないので」など，星が遠くにあることの間接的な表現のみが書かれている。
	0	星について，距離の関係から書かれていない。