自己組織化マップによる子どもの 科学的表現能力の評価法の開発

課題番号 22500849

平成22・23・24年度科学研究費補助金・基盤研究(C)

研究成果報告書

平成 25 (2013) 年 2 月

研究代表 松原道男

(金沢大学学校教育系)

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22年度 400,000円 平成23年度 300,000円 <u>平成24年度 300,000円</u> 合計 1,000,000円

はじめに

PISA や TIMSS などの国際的な学力調査において,日本の児童・生徒の科学的 な表現力,とくに自由記述における科学的な根拠に基づく説明が十分でないこと が指摘されてから,久しくなります。現行の学習指導要領では,理科の学習を含 め,各教科における言語活動が重視さるようになりました。

理科の授業においては、予想や実験計画、実験の考察などにおいて、科学的な 根拠に基づく説明が求められています。授業においては、これらについて、記述 させたり発表させたりすることによって、その育成を図ったり評価が行われたり しています。クラス全体での発表の場などを通して、評価やフィードバックが行 われますが、その場で一人一人の子どもを細かく評価することは少ないと思われ ます。教師が、ノートやワークシートに記述された内容を評価して、返していく ことが一般的です。できれば、その場で表現した内容を評価し、それぞれの子ど もにフィードバックしていけば、学習効果があがるといえます。

そこで、本研究においては、理科の問題に対して、自由記述した回答を自動で 評価し、子どもに返していけるシステムの開発を行うことにより、子どもに科学 的な表現能力の育成を図ることを目的としました。

システムの開発については、当初、パソコンにすべてのシステムを含むものを 考えましたが、システムの更新およびシステムのデータのセキュリティの配慮か ら、web上で活用できるものに変更しました。

問題については TIMSS2007 の記述問題を中心に,小学生用と中学生用の独自 の問題を数問,付け加えました。とくに TIMSS の回答データについては,国立 教育政策研究所教育課程研究センターの猿田祐嗣総合研究官・基礎研究部副部長 の協力を得ることができました。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

本システムは、教師でも子どもでも自由にアクセスして利用できるようになっ ています。自由に活用していただき、科学的な表現についての指導に役立ててい ただければと思います。また、本システムの評価は、自己組織化マップによって 行っています。回答事例の同じようなものが近くにくるような、カテゴリー化さ れたマップの構成になっています。正答や誤答のいろいろな回答事例を参照する ことができますので、その点からも授業設計や指導に役立てることができると思 います。本システムについて、いろいろと活用していただければ幸いです。

自由記述評価システム「MsomLab」サイト

http://msom.ed.kanazawa-u.ac.jp/

研究代表 松原 道男

2

1	問題の所在	4
2	2 研究の目的	5
3	3 研究の方法	5
	(1)自己組織化マップ利用の意義	5
	(2)研究経過と研究方法	5
4	開発したシステム	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)自由記述評価システム「MsomLab」による回答の評価方法	14
	(4)自由記述評価システム「MsomLab」の操作方法	15
5	5 考 察	28
資	₹ 料	29
	○TIMSS2007:小学生用記述問題	29
	○TIMSS2007:中学生用記述問題	33
	○小学生用:一般記述問題	37
	○中学生用:一般記述問題	38

1 問題の所在

TIMSS などの国際的な学力調査においては,日本の子どもの科学的な記述能力 の問題点が指摘されている¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。そのような指摘の中で,新学習指導要領にお いては,言語に関わる活動の重要性が指摘され,科学的な表現力の育成が求めら れることとなった⁵⁾。子どもの科学的な記述能力を高めるためには,その記述内 容の正誤を含めた回答カテゴリーを明確に判断し,評価することが必要である。 ところが,子どもの自由記述などの評価は,客観的な評価が難しかったり,時間 がかかったりするといった問題点があげられる。そこで,自由記述を自動で評価 するシステムがあれば,子どもの科学的な記述能力を高めるのに役立てることが できると考えられる。

これまでの研究においては、自己組織化マップのを用いて、記述内容や発話な どのテキストデータを集約するシステムの開発を行ってきた。このシステムは、 テキストマイニングの一つの方法としてとらえることができる。これまで、子ど もの記述内容の傾向を明らかにしたり、教師の授業中の発話を分析したり、さら に、教科書内容の分析に用いたりしてきた 70809)。開発したシステム(システム名 称 MSOM)は、Excel のマクロを用いたもので、語句の関連の強さを距離で表し、 語句の頻度を色分けして示すことにより、大量のテキストデータを集約し、テキ スト全体の内容を把握するものである。このシステムを応用し、従来のようにテ キストデータから単語を自己組織化マップに配置するのではなく、各回答のほう を自己組織化マップに配置することにより、自由記述の評価に用いることが考え られる。

<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・生徒の回答分析から-」,日本科学教育学会年会論文集,26,49-50, 2002。
- 2) 猿田祐嗣:「科学的論述力と指導法との関連について-国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS)の国際比較データから-」、日本科学教育学会年会論文集 28,537-538,2004。
- 3)中山迅・大塲裕子・猿田祐嗣:「TIMSS 理科の論述形式課題に対する回答に見る日本の 児童・生徒の特徴(7):9個の課題の分析結果に見られる傾向」,日本科学教育学会年会論 文集,29,467-468,2005。
- 4) 猿田祐嗣:「TIMSS 理科の論述形式問題に対する解答に見る日本の児童・生徒の特徴 (12): 正答率や無答率の分析による論述形式問題への取り組みの推移」,日本科学教育学 会年会論文集,33,437-438,2009。
- 5)文部科学省:「小学校学習指導要領解説理科編」,大日本図書, 1-6, 2008。
- 6) T.Kohonen:「自己組織化マップ」、シュプリンガー・フェアラーク東京、102-171、1996。
- 7) 松原道男:「自己組織化マップを用いた理科教科書内容の分析」,金沢大学教育学部紀要 教育科学編,57,11-16,2008。
- 8)松原道男:「自己組織化マップを用いた理科授業分析法の開発」,金沢大学人間社会学域 学校教育学類紀要,2,37-43,2010。
- 9) 松原道男:「平成 19~21 年度科学研究費補助金基盤研究(C)「子どもの科学的表現力の 育成を図る評価法と授業分析法の開発」研究成果報告書(研究代表:松原道男), 2010。

2 研究の目的

本研究では,自己組織化マップを用いて,子どもの科学的な記述内容を評価す るシステムの開発を行うことを目的とした。

理科の自由記述に関する問題に対して,すでに評価された回答データをもとに, 自己組織化マップを作成する。この構成された自己組織化マップに,新たに自由 記述される回答を位置づけて評価する方法を開発するものである。

3 研究の方法

(1)自己組織化マップ利用の意義

本研究において,自己組織化マップを評価方法に用いる理由は次の通りである。 自由記述の回答は,いろいろな観点からの記述があり,一人一人異なるといえる。 あらかじめ回答の枠や軸を想定した分類はできないと考えられる。また,これか ら記入される未知のものと,これまで記入されたデータを照合しても,一致する ものがあるとは限らない。どちらかというと一致しない場合のほうが多いといえ る。したがって,まず既に回答されたものをもとに,類似点や相違点を相対的に 分類し,正誤などの評価結果を示す必要がある。そして,その類似点や相違点と 評価結果をもとに,新たに記述される回答を評価する必要がある。

以上のように、相対的に分類していくには、従来の多変量解析などの方法はな じまない。また、新たなデータを位置づけるといったことを含めて、論理的な分 類というより、直観的な分類を行う必要がある。つまり、正確に一致させるとい うより、だいたい一致させるシステムのほうが有効にはたらくといえる。コンピ ュータは、もともと一定の手続きで正確に計算するために作られたものであるた め、このだいたいといったことが苦手であるが、それを表現する方法の一つとし て、自己組織化マップをあげることができる。自己組織化マップは、Kohonen が 提唱した理論で、ニューラルネットワークの考え方に基づくものである。

以上のことから,本研究においては,自己組織化マップによって評価を行うこ とを考えた。

(2)研究経過と研究方法

これまでの研究においては、自己組織化マップの作成は、Excelのマクロを用いて行ってきた。テキストデータの単語の関連を示すもので、テキストマイニングの方法として位置づくものである。本研究では、この Excel のマクロを生かす

ために、同プログラミング言語である Visual Basic .net による開発を考えた。そこで、Windows 環境において開発を進めた。

システムは当初,教師用として開発を行い,教師が子どもの記述内容を入力し, 出力した評価結果を参考にすることを考えた。ところが,子どもが直接入力して 参考にすることも考えられたため,教師と子どもの両者が利用できるものに開発 の変更を行った。そして,理科の問題で回答事例と評価の観点が明確なものを考 慮し,TIMSS2007の問題と回答事例によって,システムの開発を行うことにし た¹⁾。

まず, Windows のアプリケーションとして作成したシステムについては, デザ インの修正や具体的な回答事例を示すことなどの改善の指摘を受け²⁾, それらに ついて改善を行った³⁾。

一方,Windows アプリケーションにおいては、利用のためにシステムの配布を 行う必要があり、マイナーな修正を行うたびに配布が必要になること、回答事例 をすべてシステムに入れておく必要があり、情報の保護の点から好ましくないこ となどが考えられた。そこで、システムを web 版にすることにより、システムの 更新や回答情報の管理を行うことにした。web 版については、これまでのシステ ムを生かすため、Windows サーバーを用いることにし、asp.net を用いてシステ ムを改編した⁴⁾。さらに、TIMSS の問題に加えて、小・中学生向けの一般的な理 科問題も含めた。その問題については、得点に関する情報も提示できるようにし た⁵⁾。

<参考文献>

1) 松原道男:「自己組織化マップによる科学的記述内容の評価法の開発(1)-TIMSS2007 の問題と回答を例に-」,日本理科教育学会全国大会発表論文集第8号,406,2010。

2) 松原道男:「自己組織化マップによる科学的記述内容の評価法の開発(2)-TIMSS2007の自由記述の自動評価システムー」,日本教科教育学会全国大会論文集, 58-59,2010。

3) 松原道男:「自己組織化マップによる科学的記述内容の評価法の開発(3) - 自由記述の自動評価システムの試行 -」,日本理科教育学会全国大会発表論文集第9号,198,2011。

4) 松原道男:「自己組織化マップによる科学的記述内容の評価法の開発(4) - web 版自動評価システムの設計 -」,日本教科教育学会全国大会論文集,154-155,2011。

5)松原道男:「自己組織化マップによる科学的記述内容の評価法の開発(5) - web 版自動評価システムにおける点数化について - 」,日本理科教育学会全国大会発表論文集第10号, 160, 2012。

4 開発したシステム

(1)システムの概要

システムは、自由記述問題の既存の評価された回答を自己組織化マップに配置 し、新たに自由記述される回答をそこに位置付けることにより、評価することを 基本とした。開発したシステムは、Windows サーバー上で動作するように、 asp.net により作成した。自由記述の問題は、次の4種類である。具体的な問題 内容は、巻末の資料に示している。

- ・TIMSS2007 小学生用問題:12 問
- ・TIMSS2007 中学生用問題:12 問
- ·小学生用一般問題:3問
- •中学生用一般問題:4問

システムのサイトは、次のサイトである。

http://msom.ed.kanazawa-u.ac.jp/

(2)システムの基礎データの作成

①既存のシステムの活用と分析プログラムの開発

まず,既存の自由記述の回答を自己組織化マップに配置するための分析が必要になる。そこで,これまでに開発してきた自己組織化マップによる語句関連システム「MSOM」を活用することにした。「MSOM」は,Excelのマクロを用いたもので,大量のテキストデータを集約し,テキスト全体の内容を把握するものである。文章化されたテキストデータについて,単語の関連が強いほど近くのセルに配置され,出現頻度がセルの色で示される。

このシステムを応用し,従来の ようにテキストデータから単語を 自己組織化マップに配置するので はなく,各回答のほうを自己組織 化マップに配置することを考える。 つまり,類似した回答どうしが近 くに配置される自己組織化マップ を作成することにより,自由記述 の評価に用いることを考えた。そ して,これらのデータをシステム に活用することにした。



図 1.1 語句関連システム「MSOM」

Excel のマクロの部分である「msom」を改編し,次のような「msom_plus」を Excel のマクロにより作成した。

②「msom_plus」の開発と利用

以上のことから、「MSOM」の

開発した「msom_plus」は、7つのシートからなり、各シートにおいてデータ が処理され、次のシートに移っていくというように分析が進む。7つのシートは、 「code」,「data」,「count_program」,「kohonen」,「map」,「color」,「weight」 である。「msom_plus」においては,従来の「msom」に,「code」,「color」,「weight」 の3つのシートが付け加えられている。

a.「code」シート

このシートには、課題に対する回答をデータとしてセットしておく。図 1.2 に 例を示した。回答データの順番は、任意でよいが、最も左のセルに示された数字 がその回答の番号になる。自己組織化マップには、この番号が配置される。開発 するシステムにおいて、自己組織化マップに配置された回答番号をクリックする と、その番号の回答が示されるようにする。そのために回答番号をつけている。 「回答コード」の列に示された数字は、回答パターンである。この数字は正答の ほうが小さい値になるようにしておく。たとえば、正答は「1」、準正答は「2」、 部分正答は「3」、誤答パターン1は「4」、誤答パターン2は「5」などのように 示しておく。単純に正答「1」、誤答「2」でもよい。パターン数は最大 7 までで、 1~7 までの数字を用いるようにする。

1				
2			回答コード入力シ	シート
3				
4				
5				
6				msom_plus (Ver1.20)
7				2012_7
8				
9				
10		回答コード		
11	1	1	2日おいたことで牛乳か空気中の酸素と化合し たから	
12	2	1	2日たつことによって、牛乳の粒子に酸素が結 合し、牛乳が酸化する、これは化学的なものな ため、化学変化となる。	
13	3	1	2日間、空気にふれていて、酸化したんだと思う から。	
14	4	1	2日間で、牛乳が酸素と化合したから。	
15	5	1	2日間の間に分解が進み酸化したから。	
		1	アルカリ性が酸性にかわり、その気体自体が、 他の物にかわったから。アルカリ性が空気と結 びついて酸性になったから。	
16	6			
17	7	1	アルカリ性が酸性に変わったから	
18	8	1	おだやかに酸素と化合したから	
19	9	1	くさって酸化した。	
20	10	1	コップの牛乳は、ほうっておくと酸性になるので 青色リトマス試験紙は、赤色になる	
21	11	1	さんかしたと思ったから。	
22	12	1	そのままおいといたために酸素等とまざりあった から	
14 4 9	· ▶ code	/data/count_progra	m_kohonen_map_color_weight_	

図 1.2 「code」シート

b.「data」シート

シートの例を図 1.3 に示す。本シートにおける分析の前に、フリーソフトであ る形態素解析ソフト「chasen」を用いて、「code」に貼り付けているすべての回 答のテキストデータを対象に、「基本形」と「品詞」を求めておく。その結果を、 本シートの最も左の「基本形」、「品詞」のセルに貼り付ける。次に、貼り付けた 単語について、分析の対象としない品詞があれば、シートの上段に示された品詞 のチェックボックスにチェックをいれる。そして、貼り付けた単語数を「素デー タ単語数」に記入し(例では 6,187)、「実行」をクリックする。そうすると、自 動的に重複単語がカットされ、用いられている単語とその度数が示され、

「count_program」シートに移る。

2			重複	単語整理プログラム			
	🗌 未知語		詞—数 🗌 副詞				
	D 775-	□接統詞 □代	名詞 🔽 句読点			kmsom (Ver1.20)	
	☑ 助詞	□感動詞 □ 接	[0]]			2012_7	
3	🔽 助動詞	□ 名詞-固有 □ 連	体詞				
4						重複力ット単語数	
5	素データ単語数	6187	宝 行	除去後単語数	2770	417	
7	演算力ウント	6187		演算力ウント	2770		
8							
9 10	基本形	品詞	基本形	日間	基本形	品詞	度数
11 1	2	名詞-数		名詞-数		1 名詞-数	5
12 2	8	名詞-接尾-助数詞		名詞-数		2 名詞-数	52
13 3	<i>Б</i> <	動計目立		「名詞」一致	1	리중-알티	1
16 6	/C - U	均期间 农园 非有去 、船		2011年1月1日 1月1日 1月1日 1月1日 1月1日 1月1日 1月1日 1月	1	記ちーー版 ニューニー 社会問題	ð
10 0	-2	사태가 가려고 가다.			\ \	=2 5 - 125川(東)	0
17 7	て	ゆ i 司 : 40-		: -/口言可	/	티 두 김 아씨에 이 아이 아	1
10 0	T-FL tv			: -1069-15X) -251第二版标	Г	12月	1
19 9	空気	2페이퍼(2페이) 포크2페이/ (1993년 2페-一般		2. 2.11-11-11-11-11-11-11-11-11-11-11-11-11-		記名加朗	1
20 10	<u>ф</u>	名詞-接尾-副詞可能		2.11-数	Ó	記문	4
21 11	, o	助詞-連体化		2 名詞-数	→	記号一般	4
22 12	酸素	名詞一一般		? 名詞-数	A	記号-アルファベット	1
23 13	ک	助詞-格助詞-一般		? 名詞-数	В	記号-アルファベット	1
24 14	化合	名詞-サ変接続	:	2 名詞数	С	記号-アルファベット	1
25 15	オる	計詞-白立) 2111-数	CO2	名詞-一般	1
10	9.0	9/09 D D					
26 16	た	助動詞		? 名詞-数	あたる	動詞-自立	1

図 1.3 「data」シート

c. $\lceil count_program \rfloor \ge - \rceil$

本シートの例を図 1.4 に示す。このシートでは、「data」シートにおいて抽出さ

1			 単語カウント ⁻	プログラ	Ъ																	
3																						
4																						
5		単語数	417	最大	3																	
6		データ数	6187				-	4-														
7		演算力ウント	6187	カウント			兲	1T														
8		列力ウント	445	445					-			Г										
9		10000		1.10								-										
10	番	単 語	品詞	度数	1	2	З	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
11	1	牛乳	名詞-一般	220	1	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
12	2	する	動詞-自立	215	1	2	1	1	1	0	0	1	1	0	2	0	1	0	0	2	0	0
13	3	· 変化	名詞-サ変接続	154	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1
14	4	なる	動詞-自立	83	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	2	0	1
15	5	5 化学	名詞-一般	72	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
16	6	i 物質	名詞-一般	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
17	7	いる	動詞-非自立	65	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
18	6	変わる	動詞-自立	57	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
19	9	くさる	動詞-自立	54	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	10) 2	名詞数	52	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	11	酸性	名詞-一般	51	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	1	1	3	0	1
22	12	こと	名詞-非自立-一般	45	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
23	13	8 🗄	名詞-接尾-助数詞	45	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	14	酸化	名詞-サ変接続	40	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
25	15	;何	名詞-代名詞-一般	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	16	;酸素	名詞-一般	31	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
27	17	かわる	動詞-自立	29	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
28	18) 思う	動詞-自立	29	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
29	19	り物理	名詞-一般	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	20	たつ	動詞-自立	26	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	21	空気	名詞-一般	26	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	22	紙	名詞-接尾-一般	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
33	- 23	てる	動詞-非自立	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	24	リトマス	名詞-一般	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
35	25	にわ	名詞-非自立-副詞可能	23	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
36	26	; 青色	名詞-一般	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
37	27	' 化合	名詞-サ変接続	20	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
38	- 28	後	名詞-接尾-副詞可能	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	29	アルカリ性	名詞-一般	19	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
40	30)もの	名詞-非自立-一般	19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
41	31	性智	之詞——船	19	0	- 0	0	0	0	0	0		Ο	Ο	Ο	Ο	0	Ο	Ο	0	0	

図 1.4 「count_program」シート

れた単語と品詞が、出現度数の大きい順に並び替えられて、左のセルにセットされる。図の例では、417の単語が抽出されている。この処理では、一人の回答者 がどの単語を何回用いているかといったデータを各列に作成する。つまり、列は、 回答数だけデータが作成されることになる。「最大」のところには、任意の数字を 入れる。通常「3」にしてある。これは、一つの回答において、同じ単語の出現 が3より多い場合でも、「3」として処理することを示している。つまり、一人の 回答者がある単語を1回用いれば「1」、同じ単語を2回用いれば「2」、3回用い れば「3」、そして4回以上同じ単語を用いても「3」というデータになる。

本シートの実行は、「最大」に任意の数を入力し、「実行」をクリックする。そ うすると、以上に述べたデータセットが自動的に作られ、次の「kohonen」シー トに移る。

d.「kohonen」シート

本シートの例を図 1.5 に示す。このシートにおいては、「count_program」シー トで作成されたデータセットがそのまま貼り付けられている。このデータセット をもとに、自己組織化マップが作成されるが、次のことを確認して実行を行う。 「正答」の数字については、「code」シートで設定した正誤の回答パターンにお いて、どの値までが正答(部分正答を含む)かの数字を入力する。次に、訓練回 数を設定する。この値は、演算の繰り返し回数であり、値が大きいほど自己組織 化マップの作成が緩やかに進み、各回答の識別が細かくなる。ただし、値を大き くすると演算に時間がかかることになる。目安として「列データ数」、つまり回答

1		単語数	417									0	3	4	5	©	Ø															
2		列データ数	445		[正答	5	まで				-	_		-	-	-															_
3		最大値	3								1	2	3	4	5	6	7															
4		訓練回数	55,000																													
5																																
6									+	3 <u>—</u>																						
7								5	夫	17																						_
8		現訓練数	55,000																													
9																																
10	番	単語	度数	1	2	з	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
11	1	牛乳	220	1	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
12	2	する	215	1	2	1	1	1	0	0	1	1	0	2	0	1	0	0	2	0	0	1	1	2	0	1	0	2	2	1	1	1
13	3	変化	154	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
14	4	なる	83	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	2	0	1	0	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0
15	5	化学	72	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
16	6	物質	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
17	7	いる	65	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	8	変わる	57	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	9	くさる	54	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
20	10	2	52	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
21	11	酸性	51	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	1	1	3	0	1	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0
22	12	こと	45	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	13	8	45	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	14	酸化	40	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1
25	15	何	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	16	酸素	31	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
27	17	かわる	29	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	18	思う	29	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	19	物理	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	20	たつ	26	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	21	空気	26	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
32	22	紙	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	23	てる	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	24	リトマス	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	25	ため	23	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
36	26	青色	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	27	化合	20	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
38	28	後	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	29	アルカリ性	19	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	30	もの	19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.11	- 21	杜賢	10	_ ∩	\cap			0	, n,				0	0	0	0	- 0	0	0	Ο	0	Ο	0	0	0	0	0	Ο	0	0	0	-0

図 1.5 「kohonen」シート

数の100倍程度の数字を設定しておくとよい。

右上の各色に示された数字は、「code」シートで設定した回答パターンの数字 に対応している。自己組織化マップにおいて、セルに配置された各回答が、この 回答パターンに対応した色のセルになる。たとえば、設定された回答パターンが 3つであれば、1から3の色が、自己組織化マップに用いられて示される。この ことにより、自己組織化マップに配置された各回答が正答か誤答か色でわかるよ うになる。以上の設定を行い「実行」をクリックすると処理が始まる。この処理 には、ある程度の時間が必要になる。処理が終了すると、自動的に「map」シー トに移る。

本シートにおける自己組織化マップの作成においては、「msom」と同じ形式の データセットを用いている。そして、「msom」では、行に配置された単語をマッ ピングするが、「msom_plus」では列に配置された回答(番号)をマッピングす る。このように、「msom_plus」では、行と列を入れ替えるような形で、「msom」 の分析方法を転用している。

e.「map」シート

本シートの例を図 1.6 に示す。このシートでは、自己組織化マップが表示され る。セルに示された番号は、各回答の番号で、「code」シートに示された回答番 号に対応するものである。また、セルの色は、「code」シートに示された回答パ ターンであり、「kohonen」シートで設定した色が示される。なお、一つのセルに 複数の回答が位置した場合で、両方とも正答(部分正答を含む)の場合、「kohonen」 シートの設定にはない「赤紫色」になる。また、正答と誤答の両方が同じセルに 位置した場合には、やはり「kohonen」シートの設定にはない「ベージュ」色で

3	1	Q) (3) @	6	6	Ø																																								
4			_					_			首紹	60	4	45		4	45																														
5	_	1	2	3 (\$?	1 0	ų <i>(</i>																																								
2																																															
	40	7 0	0	0	0	0	0	0	77	0	0	0	0	0	302	0	0	304	0	0	0	303	0	0	313	0	0	316	0	0	0	308	0	0	314	0	0	0	193	0	0	0	319	0	0	0	2287259
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	321	0	0	0
a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	267	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	416	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	312	0	0	0	0	0	0	0	0	325	0	0	323	0	0
12	30	5 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	307	0	320	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	443	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	11	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	234	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	226	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	429	0	0	0	0	253
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74279	0	0	306	0	0	0	0	0	0	0	0
10	28	6 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	153	0	0	0	0	0	318	0	0	0	22%70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4207425	0	0
20	0	0	0	0	0	0	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	246	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	317	0	121	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	301	0	0	0	0	0	0	0	1507420	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	338	0	0	0	0	0	0	0	315	0	0	0	0	0	0
24	13	2 0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	309	0	0	0	0	310	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	219	0	212	0	0	0	0	0	159	0	0	49
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	0	0	0	109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	191	0	0	0	86	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	300	0	0	0	0	87	0	135
27	0	0	0	0	0	356	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	0	0	0	0	0	311	0	0	0	0	163	0	195	0	161
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	223	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	0	0	0	0	432	0	0	0	0	398	0
29	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	192	0	0	151	0	0	0	0	105'271	0	344	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	arge a	0
31	0	0	0	0	0	165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	190299	0	189	0	238	0	433	241	0	0	0	346	0	0	123
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	164	0	0	0	0	439	0	0	414	0	0	0	0	421	0	0	0	0	0	0	412	0	0	0	0	0	0	236	0	0	0	0	0	0	327	0	334	0
33	21	8 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	340	0	0	0	0	0	0	0	298	0	0	0	0	0	0	2407290	0	0	0	0	0	364
34	0	0	0	0	245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	270	0	0	442	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152	0	110	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	239	0	0	206	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	401	0	0	0	76'406	0	0	295	0	0	0	130	0	0
14 4 I	⊢ ÞI	000	le /	data	1/c	ount	pro	grar	n/k	oho	nen	l m	ар 🗸	colo	or Z	weig	ht 🗸	1																													4

図 1.6 「map」シート

表示される。さらに、同じセルにいくつかの誤答のパターンが位置した場合には、 「灰色」で表示される。

自己組織化マップのサイズは,回答数によって変化するようになっている。例 に示した回答では,445の回答で,47セル×47セルの大きさになっている。 f.「color」シート

本シートの例を図 1.7 に示す。このシートは、「kohonen」シートで作成された 自己組織化マップの各セルの色を数値化したものである。色のないものは「0」、 その他の数値は、「kohonen」シートで設定した色と同じである。このデータは、 開発するシステムの自己組織化マップにおけるセルの色のデータとして用いる。 なお、設定にない色は、一つのセルに複数の回答が位置づけられた場合で、次の 数値になる。灰色:8、ベージュ:9、赤紫色:10。

 J
 K
 L
 M
 N
 O
 P
 Q
 R
 S
 T
 U

 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 0
 A B CDEFGHI V W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO 0
7
0 0 . 0 0 0 0 0 0 0 0 7 7 0 7 1 1 7 7 7 0 6 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 7 0 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 7 0 0 0 0 0 0 0 0 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 7 0 0 0 0 0 0 0 0 7 0 0 14 0 0 0 7 0 0 0 7 0 7 0 0 2 0 0 0 0 1 0 0 0 6 0 0 6 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 2 0 0 0 0 0 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 7 0 0 0 0 0 0 6 0 0 0 17 Ω 0 0 2 0 7 0 0 0 0 0 0 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 5 0 0 0 0 6 0 0 0 0 0 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 7 0 2 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 6 6 0 0 4 0 7 21 22 0 0 0 1 0 2 0 0 0 0 0 0 0 24 25 0 0 0 6 0 0 0 0 0 0 0 0 7 0 0 0 9 0 0 0 7 0 7 0 0 0 0 0 0 9 0 7 0 8 0 8 0 6 0 7 0 0 0 , 0 0 7 7 0 27 0 1 0 6 0 0 0 6 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 7 0 0 7 0 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 6 0 0 9 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 7 0 0 1 0 0 30 0 0 1 0 0 0 0 7 0 0 0 0 0 0 0 7 7 0 0 0 0 0 0 6 0 7 0 1 0 0 0 0 0 0 6 0 1 0 0 33 0 0 0 0 0 0 0 9 0 6 0 0 0 0 0 0 6 0 0 8 0 7 2 0 0 0 0 0 0 0 0 7 36 37 38 0 0 0 0 0 0 0 0 7 0 0 0 0 0 0 0 1 0 6 7 0 0 0 0 0 1 0 2 0 0 7 0 7 0 7 7 0 0 0 0 0 0 0 7 40 41 0 7 0 0 0 7 7 7 0

図 1.7 「color」シート

g. $\lceil weight \rfloor \mathrel{\checkmark} \vdash \mathrel{\vdash}$

本シートの例を図 1.8 に示す。このシートは、自己組織化マップの各セルに設 定された荷重である。荷重は、一つのセルにおいて、抽出した単語の数だけ設定 されている。例にあげた自己組織化マップでは、セルの一つ一つに、抽出した単 語の数である 417 の荷重が割り当てられている。つまり、全部で 47×47×417 の荷重が示されている。図 1.8 の表の一行目は左から「1」「1」で、自己組織化 マップの座標(1,1)のセルを示している。その右のセルの数値からが荷重であり、 例では 417 の荷重が続く。

1 1 0.0031117 0.2632387 0.8295043 0.3428242 0.303004 0.902868 0.0000000 0.0031106 0.0000000 0.2663504 0.8 2 1 2 0.0050702 0.2615002 0.8295703 0.3436827 0.3027100 0.8978524 0.0002086 0.0000006 0.0050699 0.0002303 0.2666586 0.8 3 1 4 0.0044918 0.2230999 0.7490436 0.3029372 0.8264532 0.0035761 0.1113028 0.0024761 0.0000932 0.2612089 0.8 5 1 5 0.0089002 0.1239222 0.5507473 0.2060454 0.3029372 0.8264532 0.035761 0.1113028 0.00015174 0.0000320 0.2288578 0.7 6 1 6 0.008654 0.327573 0.006443 0.3046454 0.425309 0.2583132 0.888779 0.0015174 0.0000341 0.2628538 0.6888779 0.0015174 0.0000341 0.2625343 0.2631205 0.6603164 0.0000004 0.027538
2 1 2 0.0050702 0.2615902 0.8255700 0.3436927 0.3027100 0.8978524 0.0002266 0.0010066 0.0050699 0.0003203 0.2665685 0.8 3 1 3 0.0044580 0.2531604 0.8087879 0.3441676 0.3027470 0.8908607 0.0041857 0.0129978 0.0002761 0.0000320 0.2616208 0.8 4 1 4 0.0044918 0.2230999 0.7490436 0.3029372 0.8264532 0.0357261 0.113028 0.0024761 0.0000320 2.528547 0.7 6 1 6 0.0098654 0.0356408 0.3725853 0.1067198 0.302814 0.6151192 0.1343751 0.4177423 0.000720 0.2589847 0.7 6 1 7 0.3366599 0.008779 0.3138515 0.0502422 0.3094844 0.2757878 0.26518242 0.0027908 0.0006189 0.26514498 0.6 7 1 7 0.3310813 0.0308967 0.2614996 <td< td=""></td<>
3 1 3 0.0048580 0.2531604 0.8087879 0.3441676 0.3027487 0.8903607 0.0041857 0.0129978 0.0047785 0.0002816 0.2618430 0.8 4 1 4 0.0044918 0.2230999 0.7490436 0.3029398 0.3029312 0.264532 0.0357261 0.1113028 0.0024761 0.0000328 0.2259854 0.7 5 1 5 0.0086002 0.1239222 0.5507473 0.2060454 0.3029814 0.6151192 0.1313751 0.4177423 0.0016260 0.0000388 0.2259855 0.6 7 1 7 0.036659 0.008779 0.3139515 0.0502422 0.3094844 0.2756788 0.2535132 0.8340033 0.0000189 0.2648498 0.6 8 1 8 0.03217523 0.0087496 0.312967 0.2647496 0.2631205 0.860164 0.0000088 0.001158 0.263133 0.6606164 0.0000004 0.001058 0.2631343 0.656188 0.0000004 0.001065
4 1 4 0.0044918 0.2230999 0.7490436 0.309398 0.3029372 0.8264532 0.0357261 0.111302B 0.0024761 0.0000932 0.2612089 0.8 5 1 5 0.0088002 0.1239222 0.5507473 0.2060454 0.3029374 0.6151192 0.143751 0.4177423 0.001670 0.0000638 0.258857 0.6 6 1 6 0.008659 0.008779 0.3139515 0.0062432 0.3094844 0.2756780 0.2281532 0.8840033 0.000722 0.258938 0.6 7 1 7 0.036659 0.008779 0.312867 0.036900 0.2981767 0.2614524 0.8518242 0.002098 0.000158 0.2624385 0.6 9 1 9 0.0315851 0.0089031 0.311198 0.3098097 0.2614523 0.8518242 0.000008 0.001158 0.263134 0.6 10 1 10 0.0315851 0.0089031 0.312865 0.0315844 0.3103995
5 1 5 0.0089002 0.1239222 0.5507473 0.2060454 0.302814 0.6151192 0.1343751 0.4177423 0.0016260 0.000588 0.2598547 0.7 6 1 6 0.0086594 0.0366496 0.372583 0.1067198 0.3046454 0.4223094 0.2268298 0.6988779 0.0015174 0.0000720 0.258980 0.6 7 1 7 0.036599 0.0087779 0.3139515 0.0502432 0.3094484 0.256788 0.255132 0.840033 0.0032093 0.0000720 0.2583980 0.6 9 1 9 0.0310813 0.008169 0.3108361 0.031198 0.3098097 0.264196 0.2631205 0.8603164 0.000008 0.001105 0.2631354 0.6 10 1 10 0.0315951 0.0089061 0.312269 0.0365954 0.3110390 0.2272658 0.2661053 0.8518330 0.0000000 0.0006020 0.2285393 0.6 12 1 12 0.0566
6 1 6 0.0098654 0.0356408 0.3725853 0.1067198 0.3046545 0.4223094 0.2268298 0.6988779 0.0015174 0.0000341 0.2622955 0.6 7 1 7 0.366599 0.0087779 0.3139515 0.0502432 0.30944644 0.2756788 0.2535132 0.8340033 0.00027908 0.0000722 0.2589380 0.6 8 1 8 0.0327523 0.0087496 0.310851 0.0504320 0.3093677 0.2641926 0.8518242 0.0007780 0.0006189 0.2653434 0.6 9 1 0.0315951 0.008931 0.3109255 0.0315944 0.3099150 0.2631341 0.2625333 0.8596898 0.000000 0.0011055 0.2561153 0.6 11 1 1.0 0.0356985 0.03122069 0.365554 0.3114980 0.257258 0.2561153 0.8518330 0.000000 0.0011065 0.2561053 0.6 12 1 1.2 0.056638 0.0060592 0.0660522
7 1 7 0.0366599 0.0087779 0.3139515 0.0502432 0.3094484 0.2756788 0.2535132 0.8340033 0.0032093 0.000722 0.2589380 0.6 8 1 8 0.0327523 0.0087496 0.3123667 0.0369006 0.3093367 0.2687067 0.2614524 0.8518242 0.000708 0.0001618 0.2634438 0.6 9 1 9 0.0315951 0.0089169 0.31098167 0.2634431 0.2625333 0.856888 0.0000004 0.0010165 0.2631533 0.656164 0.000000 0.0011065 0.263133 0.6561689 0.0000004 0.0010062 0.2625333 0.6561883 0.0000004 0.0010062 0.2625333 0.6561880 0.0000004 0.001065 0.2561053 0.6 11 1 1 0.0365963 0.03277945 0.055281 0.31110390 0.2572658 0.2561053 0.6518330 0.000000 0.0004040 0.2037383 0.53258902 0.060021 0.32558902 0.0660221 0.32558902 0.06
8 1 8 0.0327523 0.0067496 0.312367 0.0369367 0.2687067 0.2614524 0.8518242 0.0027908 0.0006189 0.2554489 0.6 9 1 9 0.310813 0.008169 0.312867 0.039387 0.2687067 0.2614524 0.8518242 0.0027908 0.0006189 0.2554489 0.6 9 1 9 0.310815 0.0089031 0.311925 0.031594 0.6 0.2653130 0.859688 0.0000004 0.001092 0.2625333 0.859688 0.0000004 0.001092 0.26251333 0.6 11 1 0.365955 0.013263 0.3122069 0.365954 0.3110390 0.2572658 0.251053 0.851830 0.000000 0.001605 0.26251333 0.5 12 1 12 0.059638 0.0090610 3.727945 0.0595281 0.3411865 0.264513 0.3237836 0.7393675 0.0000000 0.00523492 0.0660221 0.3 14 1 14 0.019819
9 1 9 0.0310813 0.008169 0.3108381 0.0311198 0.308097 0.2641996 0.2631205 0.8603164 0.000008 0.001158 0.2631354 0.6 10 1 10 0.315851 0.0089031 0.3108255 0.0315954 0.3089097 0.2631205 0.8603164 0.000004 0.001092 0.2631334 0.6 11 1 10.0365995 0.013263 0.3108255 0.311498 0.2927538 0.257658 0.8518330 0.0000000 0.001605 0.2265333 0.5 12 1 12 0.056638 0.0906161 0.3727945 0.0595281 0.3411865 0.2045149 0.237383 0.7393675 0.0000000 0.0052492 0.0606221 0.3 13 1 13 0.0427240 0.0176731 0.7151697 0.028643 0.458659 0.066052 0.0660221 0.3259802 0.0000000 0.0523492 0.0660221 0.3 14 1 14 0.0198191 0.071748 0.8670900
10 1 10 0.0315951 0.0089031 0.3109255 0.0315944 0.3099150 0.2635431 0.2625333 0.8596888 0.000004 0.001092 0.2625339 0.6 11 1 1.0 0.0365955 0.0132643 0.3122069 0.365954 0.3110300 0.2572658 0.2661053 0.6518330 0.0000000 0.0011005 0.2561053 0.5 12 1 12 0.059638 0.007731 0.7151697 0.0289643 0.204519 0.2060221 0.3258802 0.0000000 0.0523492 0.0660622 0.3258802 0.0000000 0.052264 0.0066062 0.2 14 1 14 0.0198191 0.0071748 0.8670900 0.0138094 0.5004125 0.0060617 0.0260622 0.338331 0.0000000 0.0852264 0.0066062 0.2 15 1 15 0.018252 0.0085897 0.5004125 0.006177 0.2183331 0.0000000 0.085264 0.001247 0.2 16 1.16 0.0124165
11 1 11 0.0365595 0.0103263 0.3122069 0.03655954 0.3110390 0.2572658 0.2561053 0.651830 0.0000000 0.001165 0.2561053 0.66 12 1 12 0.0596638 0.0090961 0.3727945 0.0595281 0.3411085 0.245419 0.2037833 0.7393675 0.0000000 0.00523492 0.0660221 0.3259802 0.0000000 0.0523492 0.0660221 0.3259802 0.0000000 0.0523492 0.0660221 0.3259802 0.0000000 0.0523492 0.0660221 0.3259802 0.0000000 0.0523492 0.0660221 0.3259802 0.0000000 0.0523492 0.0660221 0.3259802 0.0000000 0.0523492 0.0660221 0.3259802 0.0000000 0.0523492 0.0660221 0.325981 0.0000000 0.0523492 0.0660221 0.3259812 0.006162 0.138351 0.0000000 0.085264 0.0066021 0.257435 0.0000000 0.083271 0.0001247 0.2 15 1 15 0.0124165 0.0046655
12 1 12 0.0596638 0.0090961 0.3727945 0.059221 0.3411865 0.2045419 0.2037383 0.7393675 0.000000 0.0008040 0.2037383 0.5 13 1 13 0.427240 0.076731 0.7151697 0.0289643 0.458658 0.0660592 0.0660221 0.3258802 0.0000000 0.0523492 0.0660221 0.3 14 1 14 0.0198191 0.0071748 0.8670900 0.0138094 0.5004125 0.006617 0.0066022 0.138831 0.000000 0.0852264 0.006127 0.2 15 1 15 0.012252 0.0063909 0.820395 0.128783 0.5004125 0.00001247 0.1388931 0.000000 0.8893701 0.0001247 0.2 16 1 16 0.0124165 0.004655 0.8910700 0.0065897 0.466585 0.0000001 0.1183507 0.0000000 0.183214 0.0000001 0.1 17 1 17 0.00281701 0.0292865 <t< td=""></t<>
13 1 13 0.0427240 0.0176731 0.7151697 0.0289643 0.4586859 0.0660592 0.066021 0.3259802 0.000000 0.0523492 0.0660221 0.3 14 1 14 0.0198191 0.0071748 0.8670900 0.0138044 0.5004125 0.0066121 0.3259802 0.0000000 0.0852244 0.0066022 0.2 15 1 15 0.0182252 0.003909 0.8820395 0.012878 0.5036845 0.001247 0.1218866 0.000000 0.0852264 0.0066022 0.2 16 1 16 0.0124165 0.0046655 0.8810700 0.0085897 0.4665695 0.0000015 0.121886 0.0000000 0.1389575 0.0000001 0.1389575 0.0000000 0.138957 0.0000000 0.1 17 1 17 0.0292485 0.9079846 0.0000000 0.4106532 0.0000000 0.183507 0.0000000 0.183514 0.0000000 0.1 18 1 18 0.0281701
14 1 14 0.0198191 0.0071748 0.8670900 0.0138094 0.5004125 0.0066117 0.006602 0.139831 0.000000 0.0852264 0.006602 0.2 15 1 15 0.0182252 0.0063909 0.8820395 0.0128783 0.5036445 0.001270 0.001214 0.1218866 0.0000000 0.0852074 0.0001247 0.2 16 1 16 0.0124165 0.006550 0.8910700 0.0085897 0.4665695 0.00000015 0.1527430 0.0000000 0.138925 0.0000001 0.1389250 0.0000000 0.1832507 0.0000000 0.183214 0.0000000 0.183214 0.0000000 0.183214 0.0000000 0.183214 0.0000000 0.183214 0.0000000 0.183214 0.0000000 0.183214 0.0000000 0.183214 0.0000000 0.183214 0.0000000 0.183214 0.0000000 0.183214 0.0000000 0.183214 0.0000000 0.183214 0.0000000 0.183214 0.0000000 0.1833507 0.00000000 0.19
15 1 15 0.0182252 0.0063909 0.8820385 0.0128733 0.5068455 0.0001270 0.2001247 0.1218866 0.0000000 0.0893711 0.0001247 0.2 16 1 16 0.0124165 0.0046655 0.8910700 0.0065897 0.4665695 0.0000005 0.1527430 0.0000000 0.1308955 0.0000015 0.11 17 1 17 0.0093248 0.0057206 0.8987391 0.0046652 0.0000001 0.1683214 0.0000001<
16 1 16 0.0124165 0.0046655 0.8910700 0.0085897 0.4665695 0.0000036 0.0000015 0.1527430 0.0000000 0.1308955 0.0000015 0.1 17 1 17 0.0093248 0.0057206 0.8987391 0.0046542 0.430783 0.000001 0.1833507 0.0000000 0.1683214 0.0000001 0.1 18 1 18 0.0281701 0.0292865 0.9079846 0.0000000 0.4106532 0.0000000 0.2246836 0.0000000 0.1953971 0.0000000 0.1
17 1 17 0.0093248 0.0057206 0.8987391 0.0046542 0.4330783 0.000001 0.1833507 0.000000 0.1683214 0.000001 0.1 18 1 18 0.0281701 0.0292865 0.9079846 0.0000000 0.4106532 0.0000001 0.0000000 0.2246836 0.0000000 0.1953971 0.0000000 0.1
18 1 18 0.0281701 0.0292865 0.9079846 0.0000000 0.4106532 0.0000000 0.2246836 0.0000000 0.1953971 0.0000000 0.1
19 1 19 0.0669112 0.0827750 0.9090827 0.0000000 0.4135447 0.0158404 0.0000000 0.2435949 0.0000000 0.1766603 0.0000000 0.1
20 1 20 0.1211544 0.1402480 0.9090906 0.0000000 0.4590257 0.0191488 0.0000000 0.2490406 0.0000000 0.1278775 0.0000000 0.11
21 1 21 0.1979258 0.2434124 0.9090903 0.0000000 0.5281038 0.0455863 0.0000000 0.2302857 0.0000000 0.0323666 0.0000117 0.2
22 1 22 0.2162769 0.2772595 0.9089045 0.0000000 0.5346776 0.0608798 0.0000000 0.2241565 0.0000000 0.0106850 0.0029967 0.2
23 1 23 0.1568888 0.3063781 0.9053509 0.0000000 0.4581503 0.1457786 0.0000000 0.1565702 0.0000000 0.0058699 0.0099299 0.1
24 1 24 0.1213409 0.3354883 0.8886158 0.000000 0.4299803 0.1936992 0.0000000 0.1283709 0.0000000 0.0028547 0.0163014 0.1
25 <u>1</u> <u>25</u> 0.0735693 0.3902451 0.8472720 0.0000000 0.4114507 0.2548988 0.0000000 0.1099383 0.0000000 0.0015277 0.0269800 0.0
26 1 26 0.0431830 0.4718659 0.7756101 0.0000000 0.4439302 0.2953661 0.0000007 0.1413301 0.0000000 0.0002201 0.0355764 0.0
27 1 27 0.0550289 0.5477363 0.7187827 0.000000 0.4933339 0.3030153 0.0000045 0.1909343 0.0000000 0.0000063 0.0544087 0.0
28 1 28 0.0708311 0.5900667 0.6918215 0.000000 0.5202612 0.3029980 0.0000314 0.2182601 0.0000000 0.0000036 0.0698020 0.0
29 1 29 0.0987942 0.5911335 0.7152060 0.0000000 0.4927763 0.2988956 0.0041310 0.1901839 0.0000000 0.0000025 0.0983562 0.0
30 1 30 00890270 05400276 06030800 0000000 04051544 02370000 00632632 04465003 0000000 00026089 00870730 00

図 1.8 「weight」シート

③「msom_plus」による分析の内容

「msom_plus」においては、以上のように各シートの処理を経て自己組織化マ ップの作成とそれに関するデータが作成される。とくに、自己組織化マップの作 成にあたっては、「kohonen」シートを中心に次のような数値処理を行っている。 まず、回答数によって自己組織化マップのサイズが決定される。次に「map」シ ートに示される自己組織化マップを構成する一つ一つのセルには、初期状態にお いて、1以下の値が単語の数(例では 417)だけランダムに配置される。

次に、回答(例では 445)の中から一つを任意にとりあげる。そのデータは、 「kohonen」シートに対応する1つの列データで、445の中の一つである。その データは単語数(例では 417)だけデータがあり、そのほとんどが「0」である。 しかし、その中である単語が1回用いられると、そのセルには「1」が付される。 ここでは、一つの回答に同じ単語の使用数の最大を3にしているため、荷重とし ては「1/3」,2回用いられていると「2/3」,3回以上は「1」の値が割り当てられ る。そのデータセットと自己組織化マップの各セルに割り当てられた値とを照合 し、その回答のデータセットに最も近い自己組織化マップのセルが一つ抽出され、 そのセルがその回答の位置となる。そして,そのセルやその周辺のセルの荷重を, その回答データと誤差が少なくなるように少し変化させる。このことにより、周 辺のセルの荷重がその回答データに類似した値になる。次に、445の回答の中か ら他の回答を一つ選び、そのデータと自己組織化マップの各セルに付された荷重 とを照合し、最も近いセルを一つ選び、同様の処理を行う。これを「訓練回数」 で設定した回数だけ繰り返す。そして、訓練回数が進むにつれて、変化させる周 辺のセルの範囲を小さくしていく。このことにより、同じような単語を用いた回 答どうしが、近くのセルに配置されるように変化する。

④抽出されたデータと形態素解析ソフト「chasen」の組み込み

開発したシステムには, msom_plus の分析を中心に, 次のデータをテキストフ ァイルとして収め, 基本データとした。

i)回答例に関するデータ

- ・回答番号を付した回答例
- ・回答例のデータ数
- ii)自己組織化マップに関するデータ
 - ・自己組織化マップのセル数
 - ・自己組織化マップのセルの色データ
 - ・自己組織化マップの各セルの荷重
 - ・各セルに配置されている回答番号

iii)形態素解析に関するデータ

- ・回答例で用いられている単語と品詞
- ・回答例で用いられている単語数

以上のデータについては、TIMSS の小・中学生用の問題は 400 から 600 の回 答例を分析している。また、一般問題については、小学生用問題は 150 から 160、 中学生問題は 140 から 150 の回答例を分析している。

なお、システムの回答欄に自由記述される回答を形態素解析するために、シス テムには「chasen」を組み込んだ。

(3)自由記述評価システム「MsomLab」による回答の評価方法

開発したシステムは、「MsomLab」と命名した。MsomLab の回答欄に自由に 記述された回答を分析、評価する手順は、次の通りである。なお、「青字」は利用 者側の操作、その他はシステムの動作である。また、下線は、システムに設定さ れたデータである。

i)問題の選択

ii)問題の表示

- iii)自由記述による「回答」
- iv)「chasen」によって入力された回答が形態素解析される。単語と品詞が抽出 され、データとして保存される。
- v)<u>単語 品詞データ</u>とiv)の回答データが照合され、「回答」の数値化が行われる。
- vi)数値化された「回答」と自己組織化マップの<u>荷重データ</u>を照合し,最も一致し ている自己組織化マップのセルを抽出する。
- vii) 抽出された自己組織化マップのセルを中心に,20×20 のセルの範囲で,自己 組織化マップを表示する。その際,vi)で選ばれたセルにプロットを付し,入 力された回答の自己組織化マップにおける位置を表示する。
- viii)表示された自己組織化マップの各セルの<u>色データ</u>を読み込み,その色を表示 する。
- ix)表示する各セルに対応した回答例のデータを読み込む。

x)自己組織化マップの任意のセルをクリックすると、そのセルに対応する回答 例を表示する。

(4)自由記述評価システム「MsomLab」の操作方法

具体的なシステムの操作は、次のとおりである。ここでは、TIMSS の中学生用 問題を例にあげて説明する。操作法は、他の問題もすべて同じである。 ①問題の種類の選択

図 2.1 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。「TIMSS2007 小学生問題」、「TIMSS2007 中学生問題」、「一般問題小学生用」、「一般問題中学生 用」の4種類の問題のボタンの一つをクリックする。ここでは、「TIMSS2007 中学 生問題」を例にあげて説明する。

	自由記述評 MSOI	価システム ユ 1gb	
◆更新情報 2012.12.25 自己組織化マッ	ブへの配置精度があがりま	した。小・中学校一般問題	を追加しました。
 ◆はじめての方へ 操作方法について以下の解 ○操作方法の解説ビデオ 	!説ビデオまたは解説書をご ○ <u>操作方法の解説</u>	覧ください。なお、解説ビラ <u>â(PDF)</u> の <u>マッフ</u>	^ニ オは別サイトになります。 <u>プの凡例の解説(PDF)</u>
◆自由記述問題 次のボタンの一つをクリック 「チェック」をクリックすると自動 ※ 一般問題は、過去の石	します。問題のメニュー画面 動で評価します。評価結果が 川県基礎学力調査問題を参	がでますので、問題を選び 1出るまでに14秒程度かか 考にしたものがあります。	Ў回答欄に自由に記述し、 ります。
TIMSS2007 小学生問題	TIMSS2007 中学生問題	一般問題 小学生用	一般問題 中学生用
(12問)	(12問)	(3問)	(4問)
1	<mark>乳い合わせ先 msom(アット</mark> 金沢大学 学校教 <u>松原研究室</u>	マーク)ed.kanazawa-u.ac.j 育系 松原道男 Swebサイト	jp
※TIMSS 猿田祥	のデータに関しては、国立教 右嗣 総合研究官・基礎研究	な育政策研究所教育課程码 部副部長の協力を得てい	形究センター ます。
 ◆補足 ○評価には自己組織化マッフ です 	を用いていますが、評価に	ついては今後修正を図りな	がら、精度を上げていく予定
 ○ 当システムの開発の経緯 >> 解説のサイト 	▶解説は、次のサイトに示し	ています(別サイトになりま	す)。

図 2.1 システムのトップメニュー

②プルダウンによる問題の選択

「TIMSS2007 中学生問題」の問題が表示されたら,図 2.2 に示したように「問題」をプルダウンする。ここでは,問 11 の「太陽と月からの光」の問題を選んだとする。「太陽から出た光が地球にとどくには8分かかりますが,同じ速度で進む光が月から地球にとどくには1.5 秒しかかかりません。その理由を書きなさい」という問題が示される。



↓プルダウンして選択



図 2.2 問題の選択

図 2.3 に示したように、「記入」のところに理由を自由に記入する。ここでは、 「月は太陽に比べて、地球に近いから」という回答を記入したとする。記入を終 えたら「決定」をクリックする。結果がでるまで、14 秒程度待つ。結果は、画面 が変わり自己組織化マップに示される。

月は太陽に比べて、地球に近いから」 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

図 2.3 回答の記入

③自己組織化マップの結果の解釈1

評価結果は、図 2.4 に示した自己組織化マップによって表示される。自分の回答の位置が黒丸「●」で示される。また、自分の回答が右上の枠に示される。自分の回答のセルはピンク色になっている。凡例をみるとピンク色は正答になっている。自分のセルのところにも色が付いているのでクリックすると、図 2.5 に示したように、そこに位置している回答例が、右下の枠に示される。ここでは、「月は太陽に比べて地球に近いから」と表示されている。句読点が異なるが、自分の回答と、同じ内容の回答になっている。このように色の付いたセルには、回答例があり、自分の回答が正答であることがわかる。

その他の近くのセルをクリックすると、たとえば、図 2.6 に示したように「月 と地球は太陽と地球より近いから」とか、図 2.7 に示したように「月と地球は近 いけど太陽と地球は遠いから」という回答が示される。自分の回答とほぼ同じで 正答の色になっているので、やはり自分の回答は正答であると判断できる。



図 2.4 自己組織化マップによる評価結果の表示



図 2.5 回答例の参照



図 2.6 回答例の参照



図 2.7 回答例の参照

次に,近くの誤答を参照してみる。ここでは,たとえばオレンジ色で誤答が示 されているので,それをクリックすると,図2.8に示したように「月と太陽では, 地球からの距離にかなりの差があるから」という回答になっている。自分の回答 と比較すると,距離に差があるとは書かれているが,どちらが近いかあるいは遠 いかが示されていない。そのため,誤答になっていることが考えられる。このよ うに正答だけでなく誤答も参照することにより,自分の回答を評価しやすくなる とともに,科学的にどう説明していけばよいかを学ぶことができる。

自分より離れた回答例をみると、たとえば図 2.9 に示したように、「太陽のほう が月より地球への距離が遠いから」というように、遠いほうを強調した表現であ ったり、図 2.10 に示したように「太陽から地球より月から地球のときのほうが距 離が短いから」など、自分とは異なる表現の回答をみることができる。



図 2.8 回答例の参照



図 2.9 回答例の参照



図 2.10 回答例の参照

凡例については,図 2.11 に示したように,TIMSS では正答と誤答の回答パター ンがコード化されており,そのコードに対応して色分けをしている。コードにつ いては,国立教育政策研究所のTIMSS2007の研究報告書等を参照のこと。一般問 題については,得点で色分けをしている。

凡例の「正答複合」、「正誤複合」、「誤答複合」は次の意味である。

- ・「正答複合」: TIMSS においては異なる正答パターンの回答が,また,一般問題 においては異なる得点の回答が,同じセルに位置した場合に示される。正答の パターンや得点は不明であるが,正答あるいは部分正答である。
- ・「正誤複合」:正答の回答と誤答の回答が同じセルに位置した場合に示される。 正答か誤答かは判別できない。
- 「誤答複合」: TIMSS の誤答のパターンで、異なる誤答のパターンが同じセルに 位置した場合に示される。誤答のパターンは不明であるが、誤答である。
 参照する回答については、異なる回答が同じセルに入った場合、そのセルをク
- リックすると、複数の回答の一つだけが表示されるようになっている。



図 2.11 自己組織化マップのセルの色の凡例

④自己組織化マップの結果の解釈 2

同じく「TIMSS2007 中学生問題」の問3を例にあげる。この問題は、図3.1 に 示したように、牛乳の変化が化学変化か物理変化かを答えるとともに、その理由 を答える問題である。問題によっては、答えと理由を記入する問題がある。ここ では「化学変化」ということで「1」を選び、その理由について、たとえば「リ トマス試験紙の色が変わったから」と回答したとする。まず、答えの「チェック」 をクリックすると答えが出る。理由については、「決定」をクリックすると自己組 織化マップが表示される。

問3牛乳(S02-12) ▼	
太郎さんは青色リトマス試験紙を使 は青色のままでした。2日後,同じ牛 変色しました。 牛乳にはどのような変化が起きたの どちらか1つの番号を書きなさい。 ①化学変化 ②物理変化	って、コップの中の牛乳を調べたところ、試験紙 乳を調べたところ、青色リトマス試験紙は赤色に でしょうか。
なぜそう答えたのか、理由を説明し	なさい。
答 え	チェック デェック
記入	または「決定」を うりりかしてね 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、
Ļ	
自由記述評価システム 問3 牛乳(S02-12) ・	自由記述評価システム 問3 牛乳(S02-12) ・
太郎さんは青色リトマス試験紙を使って、コップの中の牛乳を調べたところ、試験紙 は青色のままでした。2日後、同じ牛乳を調べたところ、青色リトマス試験紙は赤色に 変色しました。 牛乳にはどのような変化が起きたのでしょうか。 どちらか1つの番号を書きなさい。 ①化学変化 ②物理変化 なぜそう答えたのか、理由を説明しなさい。	太郎さんは青色リトマス試験紙を使って、コップの中の牛乳を調べたところ、試験紙 は青色のままでした。2日後、同じ牛乳を調べたところ、青色リトマス試験紙は赤色に 変色しました。 牛乳にはどのような変化が起きたのでしょうか。 どちらか1つの番号を書きなさい。 ①化学変化 ②物理変化 なぜそう答えたのか、理由を説明しなさい。
苦え ¹ 第122	۱ (جمرح) تحمد على المحمد الم
リトマス試験語の色が束わったから (水)(*****) 記入 送意 (水)(*****)	リトマス試験紙の色が変わったから () 22 入 ()

図 3.1 「TIMSS2007 中学生問題」の問3と回答例

評価結果は、図 3.2 の自己組織化マップである。自分の回答の位置「●」は、 誤答の色になっている。クリックして回答例をみると、図 3.3 に示したように「リ トマス紙の色が変わったから」となっており、ほぼ自分の回答と同じであること がわかる。そこで、近くの正答をクリックすると、たとえば、図 3.4 に示したよ うに「リトマス試験紙が赤に変わったから」という回答になっている。さらに、 違う正答をクリックすると図 3.5 に示したように「アルカリ性が酸性に変わった から」、また、図 3.6 に示したように「リトマス紙の結果から、アルカリ性→酸性 になったから」という回答になっている。

これらのことから、色が何色に変わり、何性なのかを説明したほうがよいこと がわかり、自分の回答は不十分であることがわかる。このように自分の回答に近 い回答を参照することにより、より科学的な表現に改善していくことができる。 また、自分の回答より遠い回答をクリックすると、たとえば図 3.7 に示したよう に「牛乳に空気中の酸素が結びついて違う物質ができたから」とか、図 3.8 に示 したように「牛乳が発酵して酸化したから」といった回答が示される。これらの 回答例は、自分とはかなり異なる回答であり、これらを参照することによって、 幅広い考えをもつことができると考えられる。



図 3.2 自己組織化マップによる評価結果の表示



図 3.3 回答例の参照



図 3.4 回答例の参照



図 3.5 回答例の参照



図 3.6 回答例の参照



図 3.7 回答例の参照



図 3.8 回答例の参照

5 考 察

以上のようにして開発したシステムについて、Windows サーバー上で動作の確認を行った。その結果、問題の選択と表示、回答の記入、自己組織化マップによる結果の表示、参照回答例の表示等について、問題なく動作することが確認できた。

本システムでは、入力した回答の評価については、正誤等の色分けされたセル に回答が配置されることによって、おおよその評価を行うことができる。また、 自分の回答の近くには同じような表現での正答や誤答が配置されており、それを 参照することによって、正誤について詳しく確認ができる。

本システムにおいては、自分の回答が誤答の場合、近くの正答を参照すること によって、正しい考え方や表現の仕方を学ぶことができる。一方、自分の回答が 結果的に正答と判断されても、近くの正答からよりよい回答を得られる場合があ る。また、自分が正答であっても、近くの誤答を参照することにより、誤答にお いて考えの誤っている点や表現の不十分な点を確認することができ、正しい回答 についての考えを深めることができる。さらに、自分の回答と遠くに位置付けら れている正答の回答例を参照することにより、自分とは異なる表現や考え方の正 答も確認でき、表現の仕方や考え方を広げることができると考えられる。

以上のように、本システムにおいては、単に記述内容の正誤を判断するだけで なく、回答例の参照により、考え方や表現の仕方について、理解を深めていくこ とができると考えられる。また、本システムから、授業での話し合いなどにおい て、結果的に誤答であっても、自分の意見を発表することは、自分にとってもみ んなにとっても勉強になるということがわかる。

自由記述の評価だけでなく、本システムの発展的な活用について、本システム ではいろいろな正答や誤答の回答事例を参照できるため、それをもとに授業設計 や指導に役立てることができると考えられる。また、本システムは、科学的な表 現活動だけでなく、自由記述の回答については、理科の教科を問わずあらゆる教 科に応用できると考えられる。

28

資 料

OTIMSS2007:小学生用記述問題

問 1



問 2

はなこさんの先生が、太陽が当たるまどのそばに水の入った皿を置きました。帰ると きに、はなこさんがその皿の中をのぞいて見ると、水はなくなっていました。 なぜ水がなくなったのか、その理由を説明しなさい。

問 3









問 6

たろうさんとはなこさんは、同じヒマワリから、たねを1つずつ取り、同じ大きさの 植木ばちに土を入れ、それぞれにたねをまきました。そして、たろうさんが1つのはち を家で育て、はなこさんがもう1つのはちを家で育てました。 しばらくしてから、ふたりが花をくらべると、下のえのように成長にちがいがあること が分かりました。 たろうさんのヒマワリ はなこさんのトマワリ たろうさんとはなこさんの育て方がちがたっと思われることを一つ書きなさい。

問 7



問 8



問 9

人間は海の水をそのまま飲むことはしません。

その理由を説明しなさい。

問 10

月と太陽のちがいを1つ書きなさい。

問 11

ある島に,1 ぴきの大ガメがすんでいます。このカメはオスで,この種類の特しゅ な大ガメとしては,最後に残った1 ぴきです。 このカメは子どもをつくって,この種類のカメのぜつめつをふせぐことができるで しょうか。

(1)答えの番号を書きなさい。①はい②いいえ

(2)答えの理由を説明しなさい。

問 12

車がひとばんじゅう屋外にちゅう車していました。よく朝,雨もふっていないのに, 車はぬれていました。

この水はどこからやってきたのでしょうか。

OTIMSS2007:中学生用記述問題

問 1

	温度	塩の溶解量	水の体積	密度
真水	25° C	0 g	100 cm ³	1.0 g/cm3
塩水	25° C	10 g	100 cm ³	?
上の未完成	の表は、真水	と塩水に関する	oデータを比較	したものです
塩水の密度	はいくらです	か。		
)答えの番号	を書いてくた	ごさい 。		
①1. 0g/c	m ³			
@1. 0g/c	m³ より小さい	<u>,</u> ۲		
(3)1. 0g/c	m ³ より大きい	<u>،</u>		
のなっの理由	「た説明」てく	イださい		

問 2

暑い気候の土地に住んでいる人々と、寒い気候の土地に住んでいる人々の平均体温を比べると、どのような違いがあるでしょうか。
答えの番号を1つ書きなさい。
①暑い気候に住んでいる方が高い
②暑い気候に住んでいる方が低い
③両方の気候とも同じ

なぜそう答えたのか、理由を説明しなさい

問 3

太郎さんは青色リトマス試験紙を使って、コップの中の牛乳を調べたところ、試験紙 は青色のままでした。2日後、同じ牛乳を調べたところ、青色リトマス試験紙は赤色に 変色しました。 牛乳にはどのような変化が起きたのでしょうか。 どちらか1つの番号を書きなさい。 ①化学変化 ②物理変化

なぜそう答えたのか、理由を説明しなさい。

問 4

運動をすると心臓の鼓動がはやくなる理由を説明しなさい。

問 5

太郎さんは、水の入っているなべをストーブにのせて熱しました。沸騰し始めたと ころで水温を測ったところ100℃でした。太郎さんは火を強めてさらに5分間沸騰させ 続けました。それからふたたび水温を測りました。

その時の水温は、100℃より高いですか、100℃より低いですか、あるいは100℃ ですか。

答:_____

そう答えた理由を説明しなさい。

問 6

花子さんは、小型の同じ容器2つに同じ量の水を入れました。花子さんはその片方 に大さじ1杯の食塩を溶かし、2つの容器を冷凍庫に入れました。それから花子さん は片方が凍るまで5分おきに容器を観察しました。

花子さんは、この実験からどんなことを発見できますか。

問 7

住宅の電気は直列回路ではなく,並列回路を使って配線されています。 住宅に並列回路を使うことの<u>利点</u>はなんでしょうか。 問8



問 9

地下水はどのようにして汚染されるのか、例を1つ書きなさい。

問 10

木を植えると、なぜ土壌侵食を減らすことができるのか説明しなさい。

問 11

太陽から出た光が地球にとどくには8分かかりますが、同じ速度で進む光が月から 地球にとどくには1.5秒しかかかりません。その理由を書きなさい。





〇小学生用:一般記述問題

問 1

ビニルハウスでイチゴを作っている農家があります。その農家では、イチゴの 花がさくころにビニルハウスにミツバチの巣箱を入れて、ミツバチをはなします。 ミツバチをはなした方がイチゴがたくさん実るそうです。そのわけを考えて書き ましょう。

問 2

ホウ酸をとけるだけとかした水溶液をビーカーに入れて、理科室にだれもさわらない ようにして置いておきました。3日後、水溶液を観察すると、とけて見えなくなってい たホウ酸がビーカーの底にでていました。そのわけを考えて書きましょう。

問 3



左の図は、ある日の日本付近の 雲画像(気象衛星の雲の写真)で す。「×」のところでは、天気は この後どうなると予想されますか。 また、そう考えた理由を書きま しょう。 〇中学生用:一般記述問題 問1

白山の山頂(約2700m)で、空のペットボトルにふたをして、ふもとまで持って くると、ペットボトルはどうなるか。また、そうなった理由を「大気圧」という 語句を用いて説明しなさい。

問 2

コップに入った水をストローで水を吸い上げられるのは、なぜか。「大気圧」という 語句を用いて、理由を簡単に説明しなさい。

問 3



38



