自己組織化マップを用いた理科教科書内容の分析

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 松原, 道男 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/9618

自己組織化マップを用いた理科教科書内容の分析

松 原 道 男

An Analysis of Contents of Science Textbooks by Using Self-Organization Map

Michio MATSUBARA

I 問題の所在

理科の学習においては、自然を対象にした問題解決活動を通して、自然に対する感性や心情、観察・実験の技能、科学的思考、科学的知識などを獲得させる。ここで、感性や心情、観察・実験の技能は言語化しにくいが、科学的思考や科学的知識は、言語化や記号化が容易である。つまり、科学的思考や科学的知識は、抽象度が高いといえる。

この抽象化された思考や知識の形成については、図1に示したように、問題解決などを通して具体的な自然事象をイメージ化し、抽象化していくことによるものがあげられる[1]。また、教師や子どもどうしの対話、教科書などのすでに言語化されたものによる影響があげられる。これらの影響は、子どもの発話や記述内容に反映するといえる。

理科における我が国の子どもの記述内容については、国際的な比較調査により、科学的な根拠や理由などを説明する力が十分でないことが指摘されている[2)3)]。そこで、これらの力を育成するためには、まず、教師の発話や教科書の内容、さらに子どもの説明や記述内容を分析し、評価することが必要になるといえる。この中で特に教科書分析に着目すると、質的分析においては、量や程度といった特定の言葉の利用や、イオン、モルなどの科学的概念の取り扱いなどの分析が行われている[4)5)6)]。また、観察・実験といった特定の学習活動の分析が行われている[7)]。一方、量的分析においては、語や句点、漢字、図などの数、文章や図の占める面積の割合、文体の割合などの分析が行われている[8)]。しかし、これらの研究においては、質および量の両側面から、教科書の記述内容全体にわたった分析は十分に行われていないといえる。

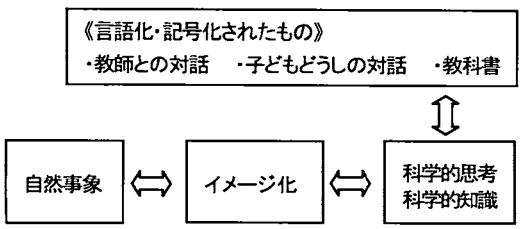

図1 理科における抽象的な思考や知識の形成要因

そこで、これまでの研究においては、まず、授業中の教師の発話を分析する方法として、自己組織化マップ[9)]を用いる方法を明らかにしてきた[10)]。そして、この方法を用いると、教科書の内容や子どもの記述内容についても分析が可能であると考えられた。また、このように教師の発話や教科書、子どもの記述内容に対して、同じ方法を用いて分析できれば、カリキュラムや授業全体について、総合的にとらえることができると考えられた。

II 研究の目的

以上のことから、本研究においては、教師の発話内容を分析してきたこれまでの方法を応用し、教科書の記述内容について、自己組織化マップを用いて分析する方法を明らかにすることを目的とした。

平成19年9月28日受理

Ⅲ　方法

1．自己組織化マップを用いる意義

自己組織化マップは、ニューラルネットワークの一つと考えられ、従来の多変量解析による分類よりも優れているといった指摘もある[11]。教科書の内容については、一つ一つの文章をみていくことも必要であるが、同じキーワードが教科書に数箇所でてくることも多く、その単元全体を見ていく必要がある。また、子どもにとっては、単元全体からイメージ的にとらえることもあると考えられる。つまり、部分の分析でなく全体的な分析が必要となり、自己組織化マップはそのような分析に長けていると考えられる。

2．分析の対象とした教科書の内容

自己組織化マップによる分析方法、およびそこから明らかになることを具体的に示すため、2社の教科書の内容を比較分析することにした。分析の対象としたのは、中学校第2分野の「火山」に関する内容であり、A社、B社の2つの教科書を対象とした。今回は、本文の科学的な説明文章に着目することを考え、挿絵の説明や図の見出し等は分析の対象とせず、本文の内容のみを分析の対象とした。

3．自己組織化マップによる分析方法

授業中の発話内容を分析したこれまでの方法を用いて、次の手順で自己組織化マップを作成した。

(1) 文章からの単語と品詞の抽出

①教科書の本文のテキスト化

まず、教科書の本文をテキスト化してデータとする。その際、文章のまとまりについて、基本的には句点から句点までを一つの文章とすることを原則とした。しかし、「○○は、□□となる。これを△△という。」などの定義、「○○は、□□となる。これは△△だからである。」といった根拠を示すような文章は、句点があってもこれで一つの文章とみなして分析を行うこととした。

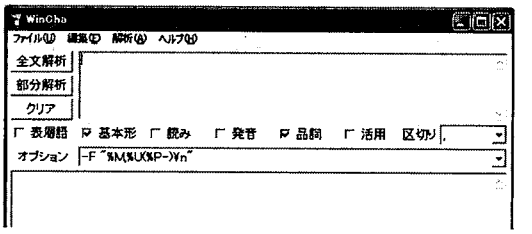

図2　形態素解析ソフト「茶筌」の画面

②「茶筌」による単語と品詞の抽出

・テキスト化したデータから形態素解析フリーソフト「茶筌」を用いて、単語とその品詞を抽出する。その際、同じ単語が活用の違いで異なった単語として分析されないようにするため、図2に示したように「表層語」ではなく「基本形」にチェックを入れる。さらに、「品詞」にチェックを入れ、区切りとして「,」を用いて分析を行う。

・出力される結果は、1行ごとに「一つの単語,品詞」といった形式になっている。また、出力データは1文章の区切りごとに、「EOS」という記号が付加されている。

・この出力結果について、ワープロソフト等にコピーし、テキストファイルとして保存する。

(2)Excelによるデータの作成

Excel を用いて分析データおよび自己組織化マップを作成する一連のマクロを作成した。開発したものは、Excel の一つのファイル(以下MSOM)に収められているが、その中に図3に示したように4つのシートがあり、分析段階ごとに次のシートへ加工されたデータが送られるようになっている。分析の手順は次の通りである。

①「data」シート

・茶筌で作成したカンマ区切りのテキストファイルを Excel で開く。図3に示したように開発した MSOM の「data」シートの2列目の指定の位置に、そのデータを貼り付ける。1列目に示した数値からデータ数を読み取り、「素データ単語数」の右のセルにデータ数を入力し、「実行」をクリックする。

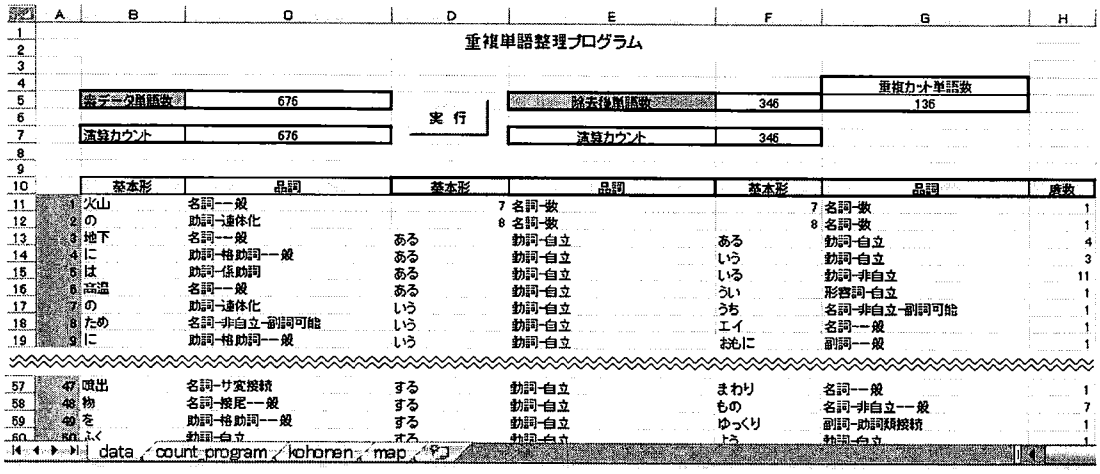

図3　「data」シートの画面

・「実行」によって、データから重複した単語が取り除かれるとともに、助詞、助動詞といった本文の内容とあまり関係のない品詞の単語が除かれる。さらに、各単語の出現頻度がカウントされるとともに、出現頻度の多い順に単語が並び替えられ、次の「count_program」シートに配置される。

②「count_program」シート

・「count_program」シートでは、「data」シーに配置した「茶筌」のデータから、図4に示したように1文章ごと（「茶筌」で付加された「EOS」から「EOS」の間)、「count_program」の各行に配置された単語が含まれている数をカウントし、各列に配置するようになっている。

・「count_program」シートの「最大」の右のセルには、1文章中にある単語が複数回出てきたときの上限のカウント数を設定する。たとえば「3」と設定した場合、1文書中に4回同じ単語が出てきてもデータ上は「3」となる。「3」以下の場合はそのままの数となる。

・「実行を」クリックすることによって、データが作成され、次の「kohonen」シートに「単語」、「度数」とともに、データが配置される。

③「kohonen」シート

・「①」～「⑦」の色つきのセルの下の数値は、マップに配置されるその単語の度数に対応してセルの色を表示するためのものである。青から赤にかけて度数が多くなるようになっており、任意の数を入れる。

・「訓練回数」の右のセルに演算の繰り返し回数を入れる。10,000から30,000くらいの値が妥当と考えられる。

・「実行」をクリックすることにより、演算が開始され、終了と同時に「map」シートに自己

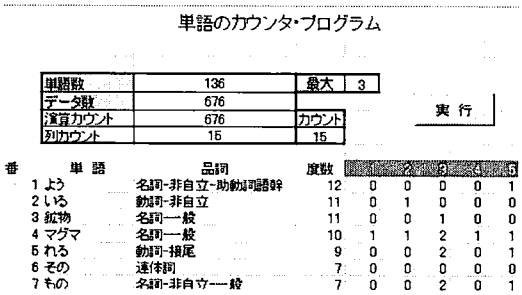

図4「count_program」シートの画面

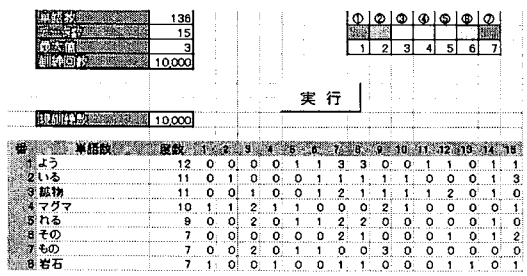

図5「kohonen」シートの画面

組織化マップが作成される。

④「map」シート

・自己組織化マップでは、関連の高い単語どうしを近くのセルに配置し、その単語の出現頻度がセルの色で示される。

・セルによっては、3段階の線で仕切りが入っているところがあり、その間には隔たりがあることを示す。この仕切りは、単語が隣接していても、二重線、太線、極太線（赤色）の順で、単語間の隔たりが大きいことを示す。

Ⅳ　結果および考察

自己組織化マップでは、同じセルあるいは近くのセルに配置された単語は関連があると判断できる。分析対象とした単元の内容について、「マグマ」、「火山」、「深成岩」、「火山岩」、「鉱物」などがキーワードになると考え、これらの単語と関連のある単語についてみていくことにした。A社およびB社の自己組織化マップを図6と図7に示した。特にキーワードの部分の自己組織化マップを図の右に拡大して示している。また、図7をもとに、キーワードと関連のある単語を表1にまとめた。

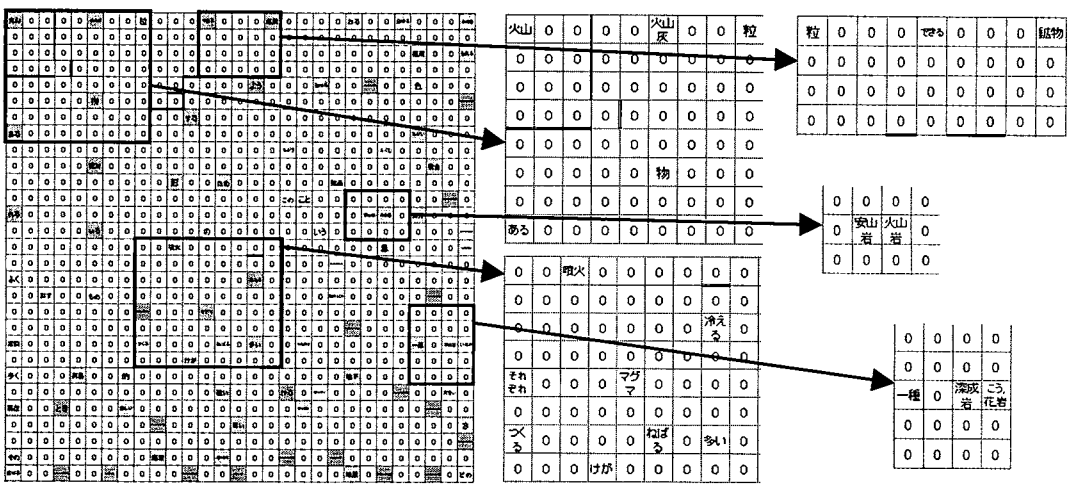

図6　A社の自己組織化マップ

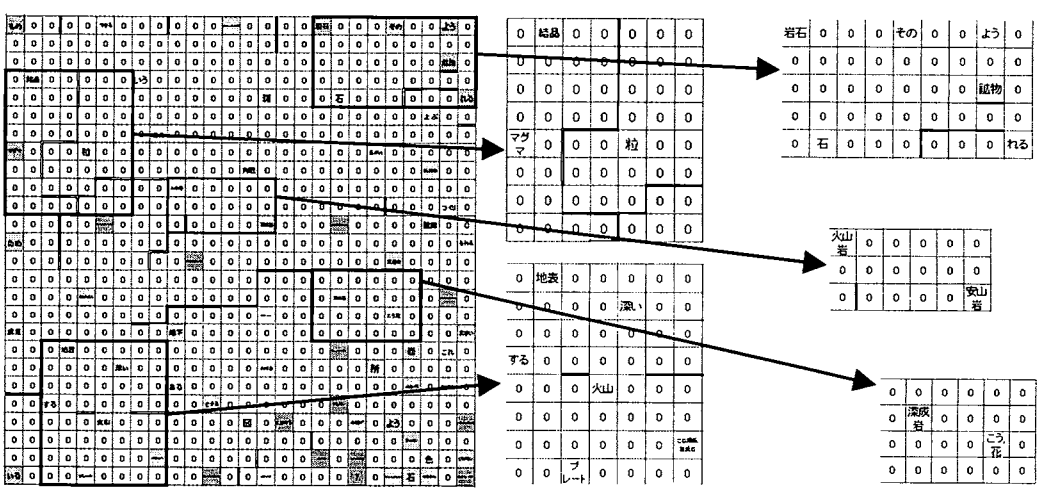

図7　B社の自己組織化マップ

表1　キーワードと関連のある単語

	関連のある単語	
キーワード	A社	B社
マグマ	噴火，冷える ねばる	結晶，粒
火山	火山灰，粒	プレート、地表
深成岩	花こう岩	花こう岩
火山岩	安山岩	安山岩
鉱物	粒，できる	岩石，石

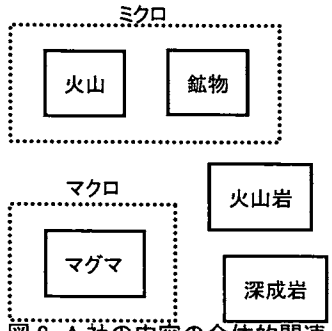

図8　A社の内容の全体的関連

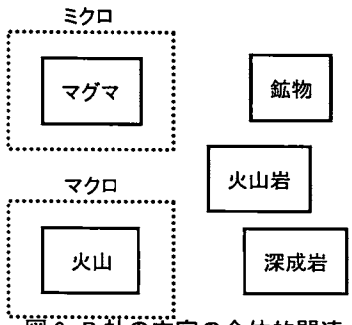

図9　B社の内容の全体的関連

図7および表1より、「マグマ」については、A社は「噴火」や「ねばりけ」などの単語との関連がみられた。これはマクロな視点による関連と考えられる。一方、B社では「結晶」や「粒」といった単語との関連がみられ、これはミクロな視点による関連と考えられる。「火山」については、A社は「火山灰」や「粒」といった単語との関連がみられた。これはミクロな視点による関連と考えられる。一方、B社では「プレート」や「地表」といった単語との関連がみられ、これはマクロな視点による関連と考えられる。「深成岩」と「火山岩」については、両社とも同じように「花こう岩」、「安山岩」などの単語との関連がみられた。「鉱物」については、A社は「粒」や「できる」といった単語との関連がみられ、これは鉱物の観察時における形状などとの関連と考えられる。一方、B社では「岩石」「石」などの単語と関連がみられ、これは岩石の構成物としての関連と考えられる。

以上の結果について、キーワード全体の関連を図に示したのが図8および図9である。図8から、A社は「火山」と「鉱物」がミクロな視点から関連している。これとやや独立して「マグマ」などのマクロな視点の内容がある。「火山岩」と「深成岩」は、両視点の中間あたりに位置していることがわかる。一方、B社は、A社と異なり「マグマ」はミクロな視点であり、「鉱物」やその他のキーワードとの関連は弱い。また、「火山」もA社と異なりマクロな視点である。「火山岩」と「深成岩」は、A社と同じように両視点の中間あたりに位置している。

V　まとめおよび今後の課題

以上の結果から、自己組織化マップにより、教科書の内容について単語の関連から細かく見ていくことができ、どのような観点から記述されているかを分析することができるといえる。また、単語の関連のまとまりに着目し、そのまとまりを全体的にみていくことにより、内容全体の構造を分析することができるといえる。これらのことから、本研究の分析方法を用いることにより、子どもの科学的な事象の解釈やその根拠に影響すると考えられる教科書の記述内容について、単語の関連から分析することができると考えられる。

今後の課題としては、一つは、教科書の挿絵や写真などの見出しや解説、観察・実験の方法などの図示による説明、科学コーナーなどの文章の取り扱いがあげられる。今回は、本文の内

容のみを分析の対象としたため、今後、これらを含めた分析方法について検討する必要がある。二つ目は、分析にあたっての文章の区切り方についてである。文章の区切り方は、基本的には句点から句点までを一文として考えたが、定義や理由等、文章をつなげなければ意味をなさないものは、それを一まとまりにした。文章のまとまりをどう区切るかによって、分析上、自己組織化マップの結果が多少異なるため、この区切り方についても今後検討する必要がある。

参考文献

1)吉田淳：「学習とイメージ」、78-79、1987、初教出版

2)松原静郎：「中学校理科における指導法の改善への提言」、理科の教育、Vol.48、No.563、56-59、1999

3)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

4)久田隆基：「程度や量の強弱・大小などを表すことばの小学校理科教科書における使用の実態」、日本理科教育学会研究紀要、Vol.25、No2、35-42、1984

5)佐藤明子・高橋治・菊地洋一・村上祐：「イオン学習の適時性－教科書の国際比較に基づいて－」、理科教育学研究、Vol.46、No.2、21-28、2006

6)片平克弘・高野恒雄・長洲南海男：「モル概念の定義と必要性に関する教科書記述の分析及び生徒の意識調査－モル概念指導のための基礎的資料として－」、日本理科教育学会研究紀要、Vol28、No1、27-34、1987

7)中山迅・猿田祐嗣・川崎謙：「日本の小学校理科教科書に見られる観察と結論の導出のあり方－第4学年の動物や植物にかかわる内容について－」、日本理科教育学会全国大会発表論文集第 5 号、75、2007

8)広瀬正美、大森雅彦、橋本健夫：「教科書の内容の数量化の一方法について」、日本理科教育学会研究紀要、Vol. 26、 No.3、41-48 、1986

9)T.コホネン「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

10)松原道男：「自己組織化マップを用いた理科授業分析(１)－中学校「電流」単元を例にして－」、日本理科教育学会全国大会発表論文集第 5 号、354、2007

11)徳高平蔵他監修：「自己組織化マップ応用事例集 SOM による可視化情報処理」、海文堂、97-99、2002