

平成 22 年 5 月 17 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2009

課題番号：19500731

研究課題名（和文） 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

研究課題名（英文） The Development of Evaluation Method and Classroom Analysis Procedures to Promote the Students' Scientific Expression Skills

研究代表者

松原 道男（MATSUBARA MICHIO）

金沢大学・学校教育系・教授

研究者番号：80199843

研究成果の概要（和文）：本研究では、子どもの科学的表現力育成の観点から、理科授業における教師の発話と子どもの記述内容を評価する方法の開発を行った。Excel によって自己組織化マップを作成するソフトの開発を行い、理科授業における教師の発話と子どものワークシートへの記述内容を分析した。その結果、本研究の分析方法が子どもの科学的表現力育成のための評価や授業分析に有効であることが明らかになった。また、本研究で開発したソフトおよび収録した授業ビデオの DVD を作成した。

研究成果の概要（英文）：In this study, the method of evaluating the teacher's utterance and the students' description in the science class was developed for promoting students' scientific expression skills. The software that was able to make the self-organizing map by Excel was developed, and the teacher's utterance and the students' description of work-sheets in the science classes were analyzed by the software. As a result, it was clarified that analysis method in this study was effective for the evaluation and the classroom analysis procedures for promoting students' scientific expression ability. Moreover, the DVD including the software and the collected classroom video was made.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	500,000	150,000	650,000
2008 年度	500,000	150,000	650,000
2009 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,500,000	450,000	1,950,000

研究分野：理科教育

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・科学教育

キーワード：理科授業、授業分析、自己組織化マップ、発話記録、科学的表現力、記述内容、分析ソフト

1. 研究開始当初の背景

理科の学習においては、観察・実験に関わる予想や結果・考察などの学習場面において、いろいろな表現方法を併用して、子どもにノ

ートやワークシートに考えを記入させることが多い。これは、科学的な思考力を育成するうえで重要な学習活動となる。

表現活動の中で、記述による表現活動の子

どもの実態および問題点については、TIMSSの論述形式の課題などにおいて明らかにされている。たとえば、正答率の低い問題では、理由の説明ができないことや、自然事象について現象的説明はできるがその自然の仕組みにかかわる理論的知識にもとづいて説明することが困難であることが指摘されている。また、論述形式の正答率が相対的に低いことの要因について、教師は解答のための理由を述べることを理科の重要な目標ととらえていないことや、科学を実世界の表現方法と認識している教師が少ないことが明らかにされている。

以上のことから、理科の学習を通して、子どもに科学的、論理的な記述の能力を育成することが必要であると指摘できる。そのためには、理科の学習において子どもの記述内容を適切に評価するとともに、教師においてもその育成を図る点から授業を評価していく必要があるといえる。しかし、これまでの研究における子どもの記述内容の分析は、記述内容を直接定性的にカテゴリー化し、その特徴をとらえるという方法がとられている。この方法は、かなりの労力と時間を要する。また、授業分析においても、教師および子どもの発話をそのまま記録し、定性的に分析する方法が主流であり、これも時間を要するとともに、分析において主観が多くはいるといった問題点があげられる。

以上の問題点は、記述や発話内容といった文章として表現できるものの分析方法が、長年確立していないことによる。

2. 研究の目的

以上のように、子どもの科学的表現力の育成に関する問題点として、まず、記述内容や発話内容など、文章として表現できるものの分析方法が確立していないことがあげられる。本研究では、子どもの科学的表現力の育成のためには、まず、科学的表現を行う際の言語活動を適切に評価する方法の開発が必要であると考えた。そして、その分析において、とくにコホネン(T.Kohonen)の自己組織化マップに着目した。

以上のことから、本研究では、自己組織化マップを用いて子どもの記述内容の論理的、科学的側面について評価する方法、および授業の発話記録から授業分析の方法を開発することを目的とした。その際、学校で一般的に用いることができるような分析方法を開発し、分析のためのソフトの配布および科学的、論理的表現能力の育成の観点から、授業ビデオを通して指導の改善点を示した DVD の作成を行うことにした。

具体的には、次のことを行うことにした。

a. 教師の発話や子どもの記述内容を自己組

- 織化マップで表現する分析ソフトの開発。
- b. a の分析ソフトを用いた教師の発話や子どもの記述内容の分析方法の開発。
- c. 科学的な表現力育成の観点から、本分析方法を用いた授業分析の例示。
- d. 分析ソフトや授業ビデオを収めた DVD の作成。

3. 研究の方法

(1) 自己組織化マップを用いて分析する意義

本研究において、自己組織化マップを分析に用いる理由は次の通りである。教師の授業における発話は、いろいろな教育的意図をもって行われているが、その中には学習者に対して科学的な説明を行ったり、科学的な論拠を促したりするものが含まれると考えられる。教師のこれらの一つ一つの説明は、学習者に影響すると考えられ、それを分析することが必要である。また、それだけでなく、教師は1時間の授業において、同じ科学的な概念にかかわる言葉を、違った観点や状況で何回か用いることが多く、この教師の発話全体によって学習者は科学的な表現にかかわる知識構成に影響を受けると考えられる。そこで、教師の一部の発話だけでなく、授業全体の発話から、ポイントとなるキーワードや科学的用語を対象に、その言葉をどのように関連付けて用いているかを分析することが、学習者の科学的な表現力の育成には必要であると考えられる。

学習者のワークシートの記述内容についても同様である。学習者が授業全体をとおして科学的な表現にかかわる知識構成について、どのように影響を受けたかをみるためには、学習者全体の記述内容から、ポイントとなるキーワードや科学的用語が、どのように関連付けられて用いられているかを分析する必要がある。

自己組織化マップは、全体のデータから関連のあるものを分類していくことに長けており、教師の発話および学習者の記述内容全体について、語句の関連付けを分析することができると考えられる。

(2) 基盤となるアプリケーションソフト

本研究において開発する自己組織化マップ作成ソフトは、広く一般の利用を可能にするため、特殊な設定や操作を必要としないことを基本に考え、Excel のマクロを用いて作成し、分析できるように考えた。

また、自己組織化マップ作成にあたっては、発話記録をテキスト化し、単語と品詞を特定する必要がある。これについては、フリーソフトである日本語形態素解析「茶釜」を用いることとした。

(3)分析の対象とした授業

2007年から2009年にかけて、表1に示した11の授業をビデオカメラで撮影し、教師と子どもの発話をテキスト化した。また、ワークシートに子どもが考えを記入した授業については、ワークシートの記述内容をテキスト化し分析の対象とした。

表1 分析の対象とした授業

番号	学年	授業名
01	小6	物が燃える不思議学習
02	小5	花から実へ
03	中1	力による不思議な現象
04	小6	水溶液の性質
05	中1	地層の重なりとひろがり
06	小3	明かりをつけよう
07	小6	生物と環境
08	中1	身のまわりの物質とその性質
09	中2	大気の動きと天気の変化
10	小5	もののとけ方
11	小6	私たちのくらしと環境

(4)分析の観点

教師の発話および学習者の記述内容について、自己組織化マップを作成し、それをもとに使用頻度の高い語句や科学的な表現にかかわる語句の関連について、分析することにした。作成された自己組織化マップをもとに、①頻度が高く授業にかかわりのある語句、②授業においてキーワードとなる語句を残し、単語間の距離を保って、図3のような簡易マップに示した。この図全体の語句の関連から、教師がどのように科学的な表現を行っているのか、また学習者が記述を行っているのかを分析し、教育的考察を行うことにした。

4. 研究成果

(1)開発した自己組織化マップ作成ソフト

開発した自己組織化マップ作成ソフト(MSOMと命名)では、次のような手順を用いて自己組織化マップを作成できるようにした。

①発話や記述内容のテキスト化

発話や記述内容について、ワープロソフトを用いてテキスト化を行う。その際、一文章ごとに改行を行う。これにより「茶筌」による分析で、一つの文章の区切りを判断できる。発話記録については、話し言葉であり一つの文章の判断は難しいため、意味の上から一つの文章の区切りを判断するようにした。

②「茶筌」による日本語形態素解析

「茶筌」は、奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科を中心に開発された形態素解析のフリーソフトである。「茶筌」を利用して、テキスト化した文章を単語に分割し、その単語の「基本形」と「品詞」を求めた。「基本形」と「品詞」は「,」で区切り、全データをカンマ区切りファイルとして保存

した。単語の「基本形」としたのは、語句が活用によって変化しても同じ単語としてとらえるためである。

③自己組織化マップ作成ソフトによる分析

自己組織化マップ作成ソフトでは、まず、「茶筌」のデータから不必要な品詞の単語や重複単語を除き、必要な単語の抽出を行う。そして、一文章ごとに、その抽出した単語が含まれているかどうかのデータを作成し、そのデータをもとに自己組織化マップを作成する。この一連の処理が、MSOMのマクロとして組み込まれている。MSOMは「data」、「count_program」、「kohonen」、「map」の4つのシートからなる。各シートでの処理を終えると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。

図1がMSOMの最初のシート「data」シートである。このシートに「茶筌」で分析したデータを貼り付ける。上段にあるチェックボックスから、分析に必要としない品詞にチェックを入れる。その上で「実行」をクリックすると、分析に必要としない品詞の単語と重複した単語が取り除かれる。さらに、各単語の出現頻度がカウントされ、次の

「count_program」シートに配置され、画面は「count_program」シートに移る。



図1 自己組織化マップ作成ソフト

「count_program」シートでは、一文章につき1列を用いて、抽出された単語の頻度のデータを作成し、次の「kohonen」シートに移る。「kohonen」シートは、自己組織化マップを作成するシートである。単語の度数に対応してセルの色を表示する設定と訓練回数を設定し、「実行」すると演算を開始する。演算の終了と同時に「map」シートに移り、図2に示したような自己組織化マップが作成される。自己組織化マップでは、関連の高い単語どうしが同じセルや近くのセルに配置され、その単語の出現頻度がセルの色で示される。出現頻度が低い単語から高い単語に向けて、青系統の色から赤系統の色へ7段階で示される。この作成された自己組織化マップをもとに、頻度が高く授業にかかわりのある語句や、授業のキーワードになる語句だけを残し、その関連を図3のような簡易マップに示す。

述内容も科学的な表現ができているとともに、実験結果についての根拠にもとづいた考察や、予測についての根拠の記述がみられる。

一方、科学的な表現活動にかかわる教師の発話がみられない授業は、次のような授業である。実験結果にもとづいた考察について、科学的な根拠が不明確である授業があげられ、このような授業が多い。そのほか、実験の方法を考案するにあたって根拠が不明確な授業、実験結果の表現法について、その方法の科学的根拠が不明確な授業、考えの交流において、科学的根拠が不明確な授業である。これらについてのワークシートの記述内容も科学的な表現の観点からは、十分な表現が行われていないといえる。

授業において、教師のほうで科学的な根拠を示してしまうと、学習者はそれを書き写すだけになってしまうといった懸念があり、学習者に科学的な根拠を考えさせて書かせるといったことが多いと思われる。そのため、本研究で示した結果のように、教師の科学的な根拠にもとづく表現が少ないことが考えられる。しかし、科学的な根拠について表現することを促したり、観点を示したり、その表現方法について指導したりする必要はあるといえる。とくに実験結果の考察については、その根拠を記述したり、どのような表現でまとめたりするかの指導が必要である。また、実験計画や実験結果の表現などについても、その根拠について学習者に考えさせることが必要であると思われる。

以上のように、本研究においては、自己組織化マップを用いて授業における教師の発話の分析および学習者の記述内容の分析を行った。この方法によって、従来、定性的に主観が入りながら分析されてきた授業について、一定の手順と定量化された方法により、授業の特徴をマップに表現でき、それをたたき台として客観的な議論が可能になると思われる。また、学習者の記述内容についても同様である。子どもの記述内容の特徴を明らかにし、授業改善や指導に役立てていけると思われる。

(4) 本研究の成果と今後の展望

以上のように、本研究においては、これまで行われてきた授業分析や学習者の記述内容の分析に対して、新たな科学的な方法を提唱することができたと思われる。また、本研究の手法は、テキスト化されたものについて適用が可能であり、今後多方面にわたった応用が考えられる。すでにこれまでに、教科書の内容の分析や比較、いろいろな評価規準の比較、授業整理会におけるコメントの整理や分析、web 上の書き込みの整理や分析などの応用について試行している。本研究成果は、理科教育研究に新しい研究手法を提唱する

ものとして位置づけられると思われる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

1. 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，第2号(2010)，37-43，査読無

〔学会発表〕(計4件)

1. 松原道男，理科授業整理会における自己組織化マップの活用，日本理科教育学会北陸支部大会，2009.11.21，金沢大学(石川県)

2. 松原道男，自己組織化マップを用いた理科授業分析(3)－教師の発話分析から得られる授業改善のポイントについて－，日本理科教育学会第59回全国大会，2009.8.19，宮城教育大学(宮城県)

3. 松原道男，自己組織化マップを用いた理科授業分析(2)－中学校「力と圧力」の発話記録とワークシートの分析を例にして－，日本理科教育学会第58回全国大会，2008.9.15，福井大学(福井県)

4. 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－，日本理科教育学会第57回全国大会，2007.8.5，愛知教育大学(愛知県)

〔その他〕

ホームページ

<http://www.ed.kanazawa-u.ac.jp/~matubara/>

DVD

開発したソフトおよび収録した11の授業ビデオ，授業の発話記録などを収めたDVD報告書。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松原 道男 (MATSUBARA MICHIO)

金沢大学・学校教育系・教授

研究者番号：80199843