

自己組織化マップを用いた理科授業分析法の開発

松原 道男

The Development of Analysis Procedures in Science Class Using Self-Organizing Maps
Michio MATSUBARA

I 問題の所在

授業分析については、教師および学習者の発話や記述内容、その他の行動など、分析の対象は多く存在する。また、様々な観点から分析を行うことができるため、分析者によっていろいろな方法がとられている。一つの分析法として確立したものに、1960年代後半のフランダース（Flanders, N.A.）¹⁾によるカテゴリーシステムがあげられる。このシステムの背景には行動主義の考えがある。この影響を受け、日本の理科教育においては、1970年代に小金井²⁾がOSIAシステムによる授業分析法を開発している。教師および学習者の行動を客観的に評価できる特徴があり、とくにコミュニケーションの観点から行動の出現頻度を量的に分析している。この方法は具体的な教材内容に依存しないため、どの授業にも適用できる。しかし、教師や学習者の行動は授業内容に依存しているため、どのようなコミュニケーションのパターンがよい授業であるのかといった基準となるものはない。そのため、ベテランの教員と初任や教育実習生などの行動の違いなどが明らかにされたが³⁾、1980年代後半からは日本では下火になった。

その後の理科の授業分析では、教師および子どもの発話や行動をそのまま記録し、その詳細な内容を質的に分析し、教師の指導観の解明や指導技術の改善についての考察が行われている⁴⁾。エスノグラフィーなどの手法によるこれらの定性的な分析手法は、授業の質的内容に踏み

込んだ考察ができる。一方、時間を要するとともに、分析においては発話や行動に対する解釈について、分析者の主観がはいるといった問題点があげられる。

量的な分析法に質的な分析法を加味したものに、前迫ら⁵⁾による発話記録から単語の出現頻度を求める方法があげられる。量的だけでなく、どのような語句が用いられているかといった質的な学習内容に踏み込んだものである。ただ、単語の出現頻度だけでは、発話内容の科学的な説明や論理性といったことを十分に分析できないといえる。その分析のためには、たとえば、概念地図のように単語間の関連を明らかにする必要があると考えられる。

II 研究の目的

以上のことから本研究においては、量的授業分析と質的授業分析の両方を考慮した授業分析法を開発することを考えた。とくに、新学習指導要領⁶⁾の理科授業においては科学的な表現活動（言語活動）が強調されている。そこで、教師の発話を中心とした発話内容の科学的な表現を対象に、量的・質的分析を行うために、コホネン（Kohonen, T.）⁷⁾の理論に基づく自己組織化マップの導入を考え、それを用いた授業分析法を開発することを目的とした。

III 授業分析法の開発

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論拠を促したり、科学的な説明を行っ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何回か用いることが多く、学習者は教師の発話全体によって、科学的な表現力にかかわる知識構成に影響を受けることが多いと思われる。このように、教師の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、その言葉がどのように関連付けられているかを分析することが、学習者の科学的な概念や表現力の育成にかかわると考えられる。ところが、教師の発話が多くなると、一般的な方法ではそれをまとめるのは困難である。

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いる。そのため、教師の授業における発話を概念地図のように、語句の関連付けから表現することができると考えられる。

2. 開発した自己組織化マップ作成ソフト

本研究において開発した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を用いることにした。まず、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「茶筌」を用いることとした。そして、発話などはデータが多いため、それに対応できるExcel2007を用いることとした。これまでの研究⁸⁹⁾をもとに、修正改善を行い、次のような手順で分析できるものを開発した。

(1) 発話のテキスト化

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自然言語処理学講座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 (MSOM) による分析方法

自己組織化マップ作成ソフト (MSOM) 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。

「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、青色から赤色の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や図4のような簡易な関連図に示した。

IV 授業分析

1. 分析対象

本研究における授業分析法の有効性を明らかにするため、同じ学習内容の授業であるが、異なる2人の教師によって実施された授業を比較分析し、その考察を通して、本分析法の有効性を明らかにすることにした。

分析の対象としたのは、中学校第1学年「力と圧力」に関する単元の授業Aと授業Bである。両授業とも、いくつかの紙コップの上に板を置き、それに乗ってもつぶれないことから、圧力について考えさせる授業である。授業Aは、石川県内の公立中学校第1学年「力と圧力」に関する単元の1時間分である。授業Bは、小倉ら¹⁰⁾によって研究され、「理科ねっとわーく」に公開されている1時間分の授業である。

2. 分析方法

分析対象とした2つの授業について、授業に

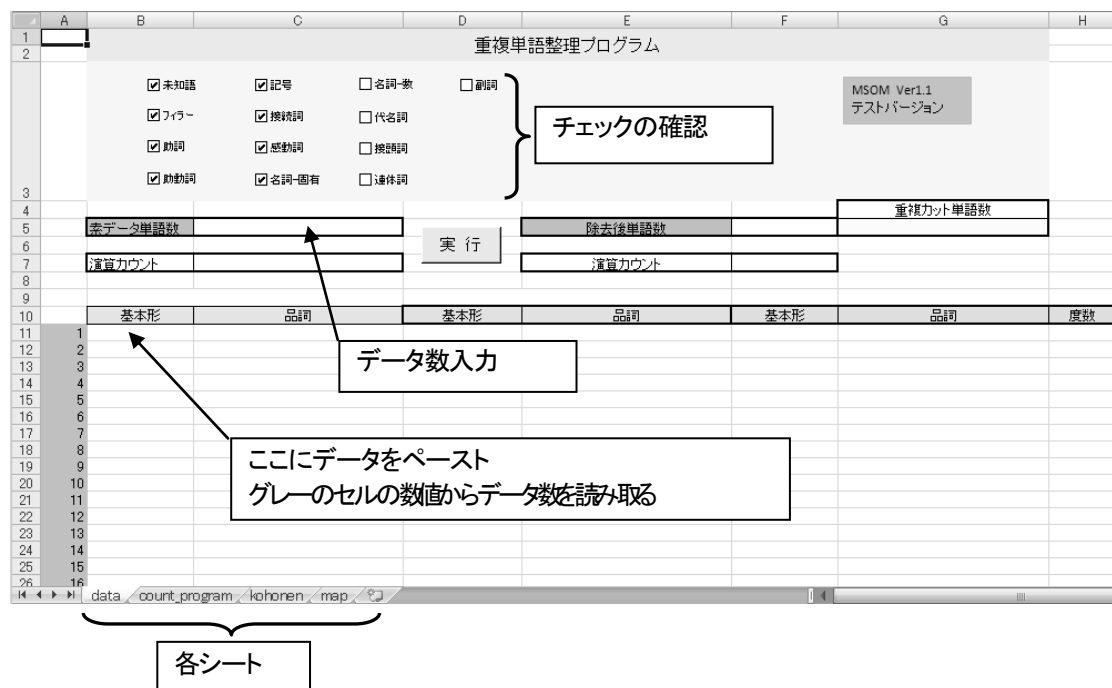


図1 自己組織化マップ作成ソフト(MSOM)

おける発話をテキスト化した。とくに、教師の発話について、自己組織化マップを作成し、科学的な表現活動の観点から語句の関連について、

両授業を比較分析することにした。

3. 授業分析の結果と考察

授業Aと授業Bのそれぞれについて、自己組

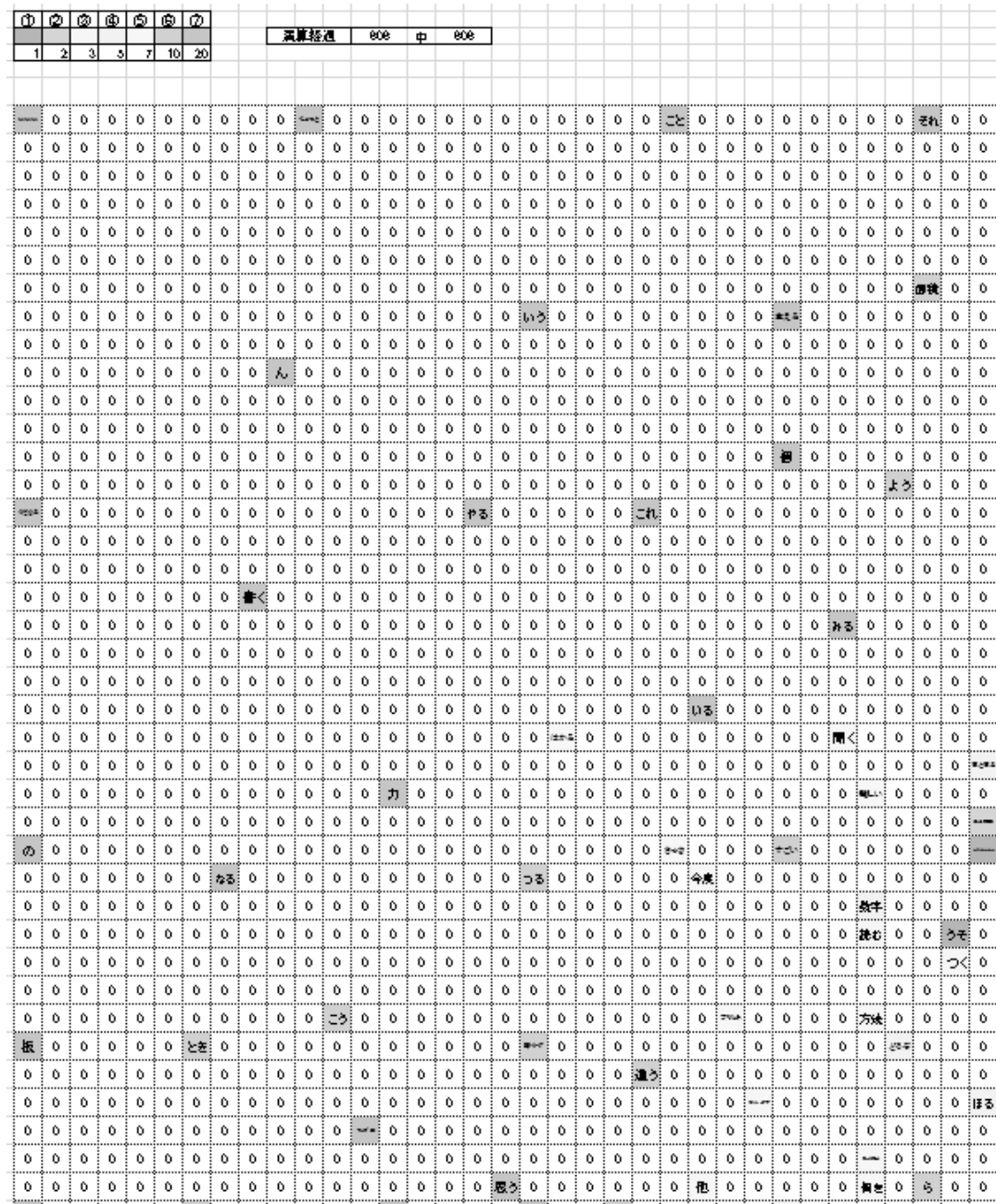


図2 自己組織化マップの例(一部)

図3の全体の語句の関連から、次のような文章の組み立てができる。

- a (上中) : 「面積を支えるのが同じでない」
b (右中) : 「置くと何ミリへこむ、沈む。」
c (右下) : 「発表の用意ができる」、「計算ができる。」
d (左中) : 「力をはかるのはすごく難しい。」
e (左下) : 「紙コップの上に人を乗せるとどうなると思う。」
f (下中) : 「水を入れる実験の基準を測る。」、「実

以上のような文章を構成することができ、次のように考察できる。問い (e,b) がいくつかあげられるが、授業の課題に明確に位置づくものではない。実験 (f, d) についての発話であるが、実験結果 (a) はそれに対応した結果ではない。子どもの状況確認 (c) がみられる。全体において用語の関連が拡散的であり、あまりまとまりはみられない。また、授業 A のキーワードとしては、「力」、「支える」、「分散」などがあげられる。これらの語句の結びつきをみると、「力」については、「はかる」、「つる」、「支える」

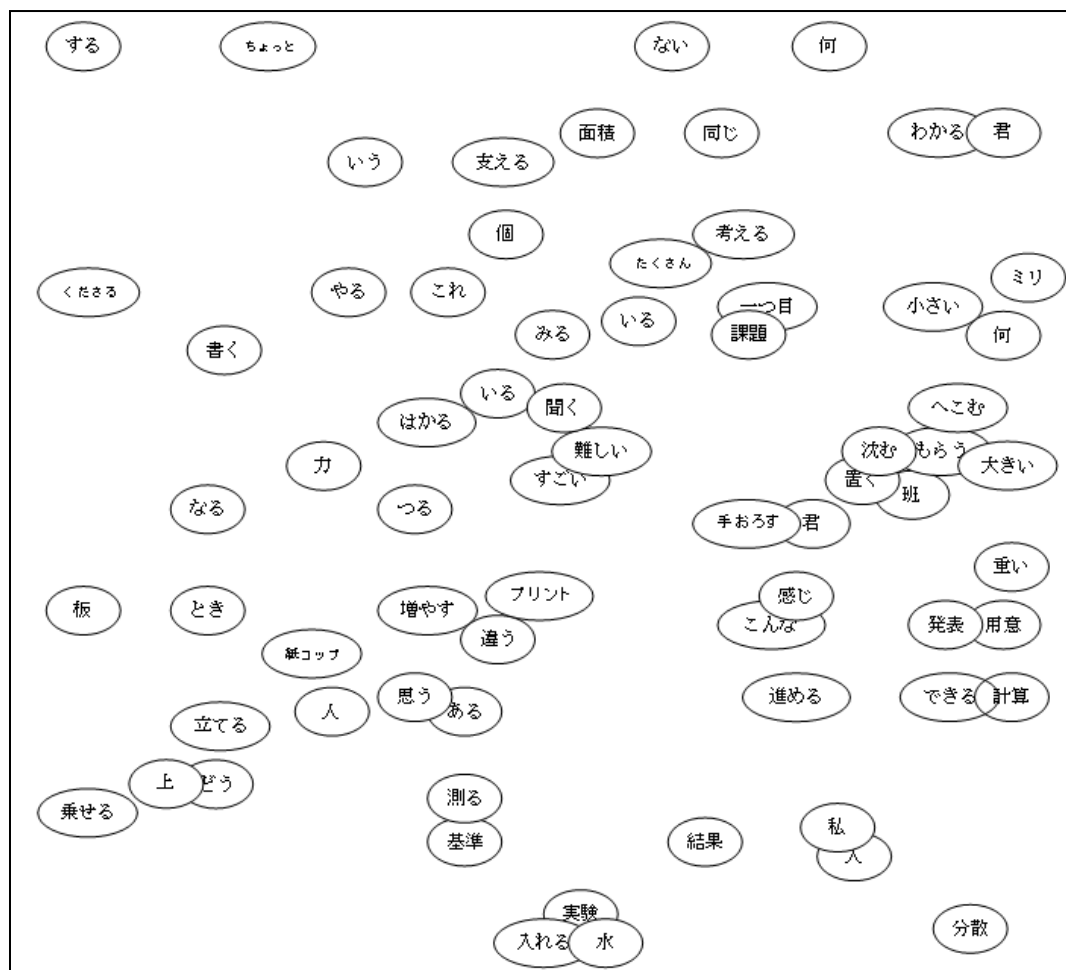


図3 授業Aの関連図

については、「面積」、「個」。「分散」については独立しており関連した語句はあまりない。キーワードから、科学的な表現に関する語句の関連はみられず、この3つのキーワードの間の関連もみられない。以上のことから、事象の体験を中心にした授業と思われ、実験結果に基づいて科学的な結論を導くといった特徴はみられないといえる。

授業Bについては、図4の全体の語句の関連から、次のような文章の組み立てができる。

- a (左上) : 「体重何キロ、紙コップ何個」
- b (左中) : 「面積を見る」
- c (左下) : 「実験でこの小さい圧力」、「力が出る」、「どう計算を使う」
- d (中上) : 「矢印を書いてください」
- e (右上) : 「ちょっと見る」、「500 ニュートン」、「5センチ」
- f (右中) : 「言ってみる」、「考えがわかる」、「広げよう」
- g (右下) : 「なぜ潰れるか」

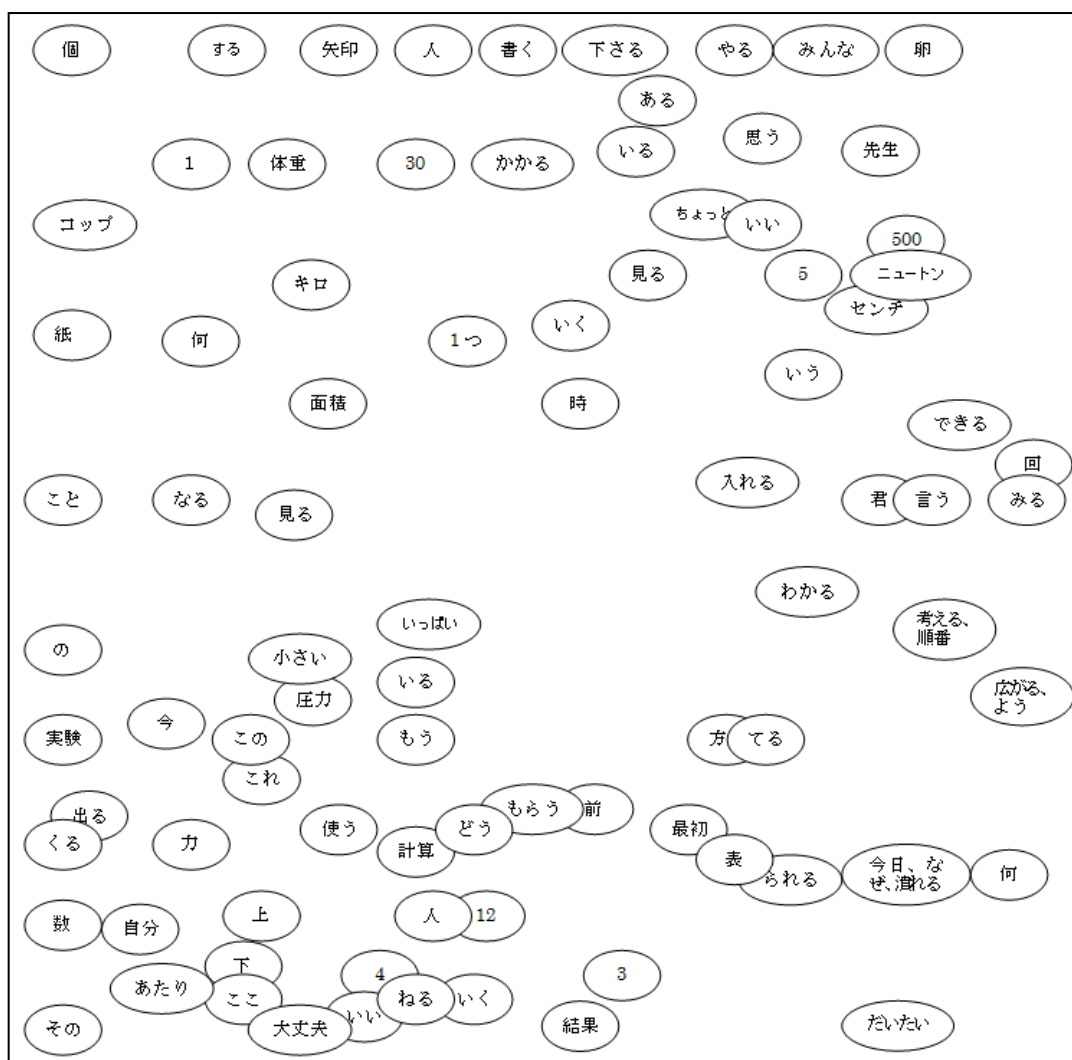


図4 授業Bの関連図

h (下中):「結果は3、4でいい、大丈夫」

以上のような文章を構成することができ、次のように考察できる。事象の提示(a)から、問い(g)、実験の結果(b,c,d,e,h)、考察の発表(f)といった内容になっている。課題に対応した実験結果と考察についての発話がみられ、具体的な数値や計算の発話がみられる。また、本授業のキーワードとしては、「面積」、「圧力」、「力」、「計算」などがあげられる。これらの語句の結びつきをみると、「面積」については、「何」、「キロ」。「圧力」については、「小さい」。「力」については、「出る」、「くる」。「計算」については、「どう」、「使う」の関連がみられる。とくに「圧力」、「力」、「計算」は近くに配置され、科学的な表現に関する語句の関連がみられると考えられる。以上のことから、課題に対する実験結果に着目することを通して、「圧力」などの科学的な概念に関連付けられる発話がみられる。

V 考察

2つの授業とも同じような学習内容であるが、教師の発話から、授業Aは、事象の体験を中心とした授業になっており、授業Bは実験結果を中心に、科学的な概念を導く学習といった特徴をみることができる。このように、本研究による分析法を用いて、科学的な表現の観点から、授業の質的な分析を行うことができると考えられる。

今後は、これらの学習者の発話を関連させ、授業全体として、教師と学習者の発話がどう関連付けられ、学習者がどのような科学的な表現を行い、科学的な概念を形成していくかについて分析を行う必要がある。

(付記)

本研究の主な内容は、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」(研究代表:松原道男)による。

参考文献

- 1) 日本理科教育学会:「現代理科教育体系 第5巻」、27-60、1979。
- 2) 1)と同書
- 3) 伊藤武:「教育実習生の授業分析—OSIAによる小学校理科授業の分析—」日本教科教育学会誌、5巻、2号、53-59、1980。
- 4) 稲垣成哲・山口悦司:「理科授業のエスノグラフィー:リソースに媒介された教師—子どもの関係性の会話分析的検討」、日本理科教育学会研究紀要、Vol. 38、No. 2、135-146、1997。
- 5) 前迫孝憲ほか:「授業分析におけるコンピュータ利用の検討」、日本教育工学雑誌、14巻、2号、81-88、1990。
- 6) 文部科学省:「小学校学習指導要領」、2008年3月告示。
- 7) 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。
- 8) 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。
- 9) 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—」、日本理科教育学会全国大会発表論文集第6号、301、2008。
- 10) 小倉康:「優れた小中学校理科授業構成要素に関する授業ビデオ分析とその教師教育への適用」、平成15～18年度科学研究費補助金基盤研究(A)研究成果報告書、2007。