

大学生の熱概念に関する研究：複数の比喩を用いた調査を通して

著者	里岡 亜紀, 中山 迅
雑誌名	宮崎大学教育学部附属教育実践研究指導センター紀要
巻	4
ページ	1-11
発行年	1997-03-22
URL	http://hdl.handle.net/10458/3458

大学生の熱概念に関する研究

— 複数の比喩を用いた調査を通して —

里岡 亜紀*・中山 迅**

A Study on University Students' Concept of Heat: Research Using Plural Metaphor

Aki SATOOKA* and Hayashi NAKAYAMA**

要約

レイコフとジョンソンは、「われわれの通常概念体系は、その大部分がメタファーによって構造を与えられる」と指摘している。本研究の中心的なねらいは、このことが熱概念に当てはまるのかどうか実証的に検討することである。そのために、熱がどのような比喩によって説明され、さらにその比喩が相互にどう連結して熱概念の構造を与えるのかを明らかにしようとした。そして、大学生を対象とする調査を計画・実施した。

調査の結果として、大学生は熱概念の説明において、「心」「恋」「空気」「音」「電気」「太陽」といった言葉を「統合」「並列」「連鎖」などの方法で連結することが分かった。このことから、大学生の「熱」概念には比喩的構造があることが示唆された。

さらに、数量化理論第Ⅲ類を用いて分析を行ったところ、「空気」と「電気」、そして「恋」と「心」が、グループを形成することが分かった。このことから、大学生は、「恋」や「心」と、「電気」や「空気」を異なった比喩としてとらえていることが示唆された。

1. はじめに

従来の理科教育では、科学と比喩は無縁であるとする考え方があった。この理由として、科学の特質の一つとしての「客観性」と、比喩の解釈で生じる「主観性」とが相いれないという考え方が挙げられる。しかし、その反面、科学の仮説や理論を発想する際に比喩が関与することはしばしば指摘される。例えば、K.Holyoak and P.Thagard (1995, pp.185-209) は、著名な科学理論が生み出されたり、アイデアが発想されたりする際にアナロジーが関係している事例を列挙している。その事例の中には、音/水面波、地球/月(ガリレオ)、地球/船

宮崎大学大学院*・宮崎大学教育学部**

Graduate School Student of Education, Miyazaki University*

Faculty of Education, Miyazaki University**

(ガリレオ)、光/音(ホイヘンス)、熱/水(カルノー)、ベンゼン/蛇(ケクレ)、染色体/数珠つなぎの糸(モーガン)、心/コンピュータなどがある。仮に、完成された科学理論自体は比喩とは呼べないという立場を取る人がいるとしても、少なくともその理論構成の背景には比喩的な要素が介在していることは認めるであろう。我々は、これをさらに進めて、科学理論や科学概念の本質的な理解において、比喩的な要素の役割を見過ごすことはできないと考えた。つまり、科学にかかわる学習においては、比喩が本質的な意味を持っていると考えたのである。

このことを、「言葉」という観点で取り上げたのが、Sutton(1980)である。彼は、科学がその歴史の中で、用語の意味を意図的に限定的なものとして定義してきたことを指摘している。これは、正確であいまいさのない記述を目的としたものであった。しかし、同時に彼は、言葉や概念の理解という観点からは、これとは異なる観点が重要であることを指摘している。つまり、概念の意味が他の概念との関係づけの程度で決まるという立場を前提として、「知的な学習は意味づけを行うことである」と主張している。そして、意味づけを行うための一つの方法として、「たとえば…のようだ」などと、自分の言葉で再表現を行うことの重要性を指摘している。学習者は、言葉を単に字義通りに取り入れれば理解できるのではなく、意味的に関係のある他の言葉と関係づけることで理解が可能になるという主張である。

「理解」という観点で比喩をとりあげた論説としては、上野(1987)が示唆的である。彼は、まず、レイコフとジョンソン(1986a,1986b)のメタファ論に基づいて、メタファの役割を「見立て」として位置づけている。そして「理解」自体を「劇場」に見立てて、「理解の劇場モデル」を展開している。彼が例として取り上げたのは力学である。力学には必ず物体が登場し、物体間の相互作用について論じられる。そこで彼は、物体に「する人」と「される人」といった役割づけをすることを提案したのである。彼によれば、メタファには物事のキャストイング(役割づけ)を明確にする働きがある。そのため、メタファによるキャストイングの変更が、学習者の見方を変えるというのである。このように、メタファなどの比喩には、キャストイングの変更を容易にするはたらきがあり、その特徴を利用して学習者の見方を転換することが可能である。さらに、教授論としては、それを利用して問いの生成の仕方を変えることも可能になる。比喩的な思考が、科学の本質的な理解を促す可能性を指摘した論説と言える。

本論文で取り上げようとする熱概念の学習においても、そこに比喩的要素の重要性は否めない。熱や温度の概念に関する従来の研究には、熱に対する子どもの素朴概念の背景に、熱をある物質にたとえる見方が存在することを示唆するものが多い。例をあげると、Erickson(1979)が見いだした「金属棒が端の方まで温まるのは、熱が金属棒にそって動いていくからだ。」という子どもの考えの背景には、熱を移動する物体にたとえた考え方がある。また、Appleton(1985)が見いだした「温度とは温かさ・つめたさが水の中にどのくらい入っているかである」という子どもの説明は、温度を「熱さ(あつさ)」という物質と「冷たさ」という物質の混合結果と考える一種のたとえと解釈できる。さらに、香西(1992)は、熱を質量のある物質としてとらえるために、物体を加熱すると重くなると考える子どもの存在を指摘している。

これらは、どれも熱を実体のある物質に見立てた考え方である。換言すれば、これらの子どもは「熱は物質のようなものだ」というメタファを通して、熱についての概念を構成していると考えることができる。このように、熱概念をはじめとする科学概念の理解に比喩が関係していることを、間接的に示す研究は多い。

このような比喩的 concept の構成については、レイコフとジョンソン(1986a, 1986b)の説を

取り上げなければならない。彼らは、概念の構成と比喩の関係について大胆な説を展開し、その後の研究に大きな影響を与えている。彼らの説の主要部分は次のようなものである。

「人間の概念体系の一部は、基本的に比喩的である。」(1986b, p.35)

「われわれの通常概念体系は、その大部分がメタファーによって構造を与えられている。」(1986a, p.94)

彼らはさらに、「比喩概念」を「(1)方位的比喩」「(2)存在論的比喩」「(3)構造的比喩」といった、基本的な3つのタイプに分類している(1986b)。

これに対して、瀬戸(1995, p.41)は、「メタファー以外に概念体系を構成すると考えられるものは、いくつかある。(…中略…)メタファーは、概念体系を構成する主要なメンバーのひとつではあろうが、それが「概念体系の大部分」を構成するという断言には、相当の但し書きが必要であらう。」として、レイコフとジョンソンのメタファー論を無制限に取り入れることへの問題点を指摘している。つまり、概念のすべてが比喩的に構成されるわけではないのである。このことは、レイコフ自身も指摘しており(レイコフ&ターナー, 1994, p.69)、比喩的に構成される概念の割合がどの程度であるのかは不明である。

そこで、熱概念が比喩的に構成されるものであるかどうかについても、慎重に検討する必要がある。比喩的な要素がある場合には、熱概念のうちどのような側面が比喩的に構成されるのかも検討する必要がある。前述のように、熱概念にかかわる素朴概念の中には比喩的な要素があることは、いくつかの研究から示唆されているが、熱についての学習者の概念にそれがあのかどうか、あるとすればどのような側面でどのように関係しているのかをあらためて検討しておく必要がある。これが、本研究で取り上げる第1の問題である。これについては、熱についての比喩の生成を求める方法での調査を計画した(調査Ⅰ)。

つぎに、レイコフとジョンソンが指摘している「メタファーによって構造を与えられている」という部分も、熱概念についての具体的な検討が必要な部分である。仮に熱概念の構成に比喩的な要素があった場合、そこに比喩的な構造があるかどうか、またあるとすればどのような構造があるのかを検討する必要がある。これらが、本研究で取り上げる第2の問題である。

レイコフらによれば、メタファーには、「ある面を際立たせ、ある面を隠す」という特徴がある。そのため、熱・力・電気といった抽象的な科学概念を一つのメタファーだけを使って表そうとすると、表現したい内容を言い尽くせない場合がある。そのような時には、複数の比喩を使うことで、この問題が解決できる。そこで、個人の概念の比喩的な構造の少なくとも一部分は、複数の比喩の連結によって形成されていると考えた。このような考えから、複数の比喩を使った調査を計画した(調査Ⅱ)。この調査では、複数の比喩の連結の仕方を調べることによって、レイコフらの「われわれの通常概念体系は、その大部分がメタファーによって構造を与えられている」という主張が、熱概念にあてはまるのかどうかを確かめようとした。そのため、熱という一つの主題に関して、たとえる語が複数で異なる場合、これらの比喩がどのように意味的に連結されるのかについての分析を試みる(調査Ⅱの分析1)。

ここで分析1は、個人の熱概念がどのような比喩の連結を通して構造化されるのかを明らかにするものである。そこでさらに、熱概念を構成する個々の比喩の関係がどのようなものかを、集団の中で探る分析を計画した。調査Ⅱの選択肢として掲げられた比喩のうち、回答者がどれを選んだかをデータとした多変量解析である(調査Ⅱの分析2)。これによって、比喩の大きな分類が可能になる。

以上をまとめると、本研究で実施する調査と分析は以下の通りである。

調査Ⅰ……熱概念についての比喩生成法による調査

調査Ⅱ……熱概念を構成する比喩の構造についての自由記述式調査

- ┌ 分析 1 複数の比喩の連結の分析(個人)
- └ 分析 2 回答者に選ばれた比喩の分類のための多変量解析(集団)

なお、調査Ⅱでは、調査Ⅰで得られた比喩を利用した。

2. 調査Ⅰ 熱概念についての比喩生成法による調査

(1) 調査Ⅰの目的

調査Ⅰの目的は、熱概念を構成する比喩が存在するかどうか、さらには、熱概念を構成する比喩には、どのような種類と内容があるのかを探索的に明らかにすることである。さらに、調査Ⅱで利用する比喩を得るという目的も兼ねている。

(2) 調査Ⅰの方法

調査は質問紙法で実施した。内容は、以下の文章を提示し、完成法で比喩の生成による回答を求めるものである。この方法は、楠見(1995)を参考にしたもので、比喩生成法と呼ばれる。

熱は _____ のようなものだ。(比喩の内容)
それは _____ だからである。(注目した側面)

ここで、「比喩の内容」は既知の知識領域であり、「熱」を例えるための基底領域に相当する。(楠見・松原, 1993を参照)。

(3) 調査Ⅰの対象者

調査対象は、以下の通りである。

対象：大学3年生(宮崎大学教育学部)	137人	
中学1年生(宮崎県西都市立中学校)	35人	
中学3年生(宮崎大学附属中学校)	78人	合計 250人

(4) 調査Ⅰの分析方法

比喩の文章を選択するために、調査から得られた回答を「比喩の内容」と「注目した側面」のそれぞれで分類した。分類は、回答をカードに転記し、それを仕分けする方法で行った。

(5) 調査Ⅰの結果

(5-1) 比喩の内容による分類

得られた回答を、熱についての比喩の内容(「何にたとえたか」)で分類した。その結果を、表1にまとめて示す。この表は、3つの集団(中学1年生・中学3年生・大学生)を対象にした結果を併せて示したものである。

(5-2) 注目した側面による分類

次に、比喩において注目した側面（「たとえ理由」）によって回答を分類した。そして、その中に含まれているたとえ(比喩の内容)についての集計を行った。

表2は、その分類結果を示したものである。

(6) 調査Iの考察

これらの比喩が生成されたことから、回答者の熱概念には、比喩的要素が関与しうることが示された。

表1を見ると、全学年にわたって回答された比喩の内容は少ない。しかし、それに比べると、2つの学年だけから出てきている比喩の内容は多いことがわかる。

表1と表2を見比べると、「火」は13人中9人が、感覚にかかわる側面(「熱いから」など)をたどっている。「太陽」は、10人中8人が、やはり感覚にかかわる側面(「熱いから」など)をたどっている。同様に、「音」は、11人中10人が「変化」にかかわる側面(伝導や位置の変化)をたどっている。「火」「太陽」「音」の3つの比喩は、その比喩を用いた時に注目した側面がほとんど一種類に限られていることが特徴である。これに対して、その他の比喩では、一つの比喩が複数の側面をたどるために用いられている。これは、複数の側面に注目していることを意味している。

3. 調査II. 複数の比喩を使った自由記述式調査

(1) 調査IIの目的

調査IIの目的は、熱概念を構成する比喩の連結の仕方を探ることである。さらに、熱概念の構成に関係する比喩の分類を行うことも目的とした。

調査問題は、楠見(1995)の「複数の比喩間の統合と意味構造」を参考に作成した。これは、あらかじめ5つの比喩の文章を与え、ある一つの主題についての自由記述を求めるものである。

今回は、「熱」を主題にして、複数の比喩を学生がどのようにして関連づけるのかを調査するために、6つの比喩の文章を与えた。あらかじめ与える比喩の文章は、調査Iの結果を元に選択した。

表1. 熱についての比喩の内容の分類

比喩の内容	人数	中1	中3	大学
火 ◎	13	4	5	4
音	11	0	11	0
太陽 ○	10	3	0	7
心 ◎	9	1	1	7
恋・愛	8	0	0	8
空気 ○	7	0	5	2
エネルギー ◎	6	1	1	4
振動 ○	5	0	4	1
水	5	0	5	0
電気・電子	5	0	5	0
風 ○	5	0	4	1
夏 ○	4	1	0	3
怒り ○	4	2	0	2
魔法 ◎	4	1	2	1
波紋	3	0	3	0

○：2つの学年集団で回答があったもの

◎：3つの学年集団で回答があったもの

表2. 熱の比喩生成において注目した側面の分類

側面の分類規準	含まれている比喩の内容	人数
感覚	火	9
	太陽	8
	夏	4
感情	心	2
	恋	2
存在	空気	4
発熱	エネルギー	2
	電気	2
変化	音	10
	恋	3
	風	3

表2中の「分類規準」は、注目した側面として書かれている内容を分類して命名したものである。

(2) 調査Ⅱの方法

調査Ⅰの結果から、調査Ⅱで利用する比喩を選んだ。その際の選択規準は以下のようなものである。

- ・複数の側面に注目できる比喩を含むようにする。(心・恋)
- ・理科で教える概念を含むようにする。(空気・音・電気)
- ・日常的な見方としてのメタファを含むようにする。(太陽)

これらの観点で熱をたとえる言葉を6つ選び、調査Ⅱの問題を作成した。

調査の形式は、自由記述式の質問紙法である。まず、自由記述を行う時にもととなる比喩を一個以上選択するよう求める。そして、選択した比喩の解釈や説明を自由に記述するよう求める。調査問題の内容は、図1のようなものである。

<調査>

これから、「熱」をテーマにして文章を記述してもらいます。まず、もとにする比喩を下の6つの中から選んで(複数可)、○印をつけてください。

- () 熱は空気のようなだ。 () 熱は音のようなだ。
 () 熱は心のようなだ。 () 熱は恋のようなだ。
 () 熱は電気のようなだ。 () 熱は太陽のようなだ。

選んだ比喩の解釈・説明からはじめて、「熱」について、自由に記述してください。

.....

図1. 調査Ⅱの調査問題

(3) 調査Ⅱの対象者

調査対象は、宮崎大学教育学部の3年生98人である。対象者はすべて、教員免許取得にかかわる理科教育の教職科目の受講者である。

(4) 調査Ⅱの分析方法

分析1 比喩の結合のしかたの分析を行う。

分析の手順は、以下の通りである。

- (1) 提示した比喩文において選択された比喩を特定し、その選択回数を調べる。
- (2) 選択された比喩において注目した側面として文中に記述されているものを特定する。
- (3) 複数の比喩を選択した回答について、各回答の比喩の結合の仕方を分類する。

手順(3)で複数の比喩を選択した被験者が、その比喩をどのように結びつけているかを分析する。ここでは、比喩の結びつけ方を分析することにより、どのような意味づけ(側面)で、比喩を結合しているかがわかる。分析においては、以下に示すような、楠見(1995, p.113)の「複数の比喩間の連結法」の分類枠を採用した。

並列：一つの主題のもつ異なる側面、下位カテゴリーとして結びつける

対比：正反対の特徴に注目して比較する

連鎖：時間的關係、因果關係に基づいて結びつける

統合：共通の特徴やイメージを結びつける

分析2 数量化理論第Ⅲ類を用いた比喩の内容のカテゴリー分類

6つの比喩(比喩の内容)の一つひとつをカテゴリーと考えた。そして、その比喩を選んだ

場合には、そのカテゴリーに反応したものとして数値「1」を付与し、選んでいない場合には、「0」を付与してデータマトリクスを作成した。そして、数量化理論第Ⅲ類によって、反応パターンによる比喩の分類を行った。用いたプログラムは、田中豊（1984）によるものである。

(5) 調査Ⅱ 分析1の結果

(5-1) 選択された回数

「熱」という言葉の説明において、6つの選択肢のそれぞれの言葉を選んだ被験者の人数を表3に示す。さらに、その比喩が選ばれた人数の間に差があるかどうかを検討するために、McNemar検定（肥田野他,1985; p.108参照）を実施した。表4は、その χ^2 値を示したものである。

表3および表4より、6つの比喩の文章のうち、「太陽」にたとえた比喩文が一番多く選択されていることがわかる（McNemarの χ^2 検定）。しかし、その他の5つの文章では、選択された回数に差があるとは言えない。

表3. 各比喩を選択した人数

	人数		人数
空気	24	音	23
心	27	恋	29
電気	19	太陽	59

表4. McNemar検定による χ^2 値

	空気	音	心	恋	電気	太陽
空気	—	0	0.110	0.410	0.593	21.81*
音		—	0.250	0.625	0.346	18.02*
心			—	0.030	1.360	15.50*
恋				—	2.134	13.14*
電気					—	30.42*
太陽						—

* : 危険率1%で有意差あり ($\chi^2_{0.01}=6.63$)

(5-2) 複数の比喩の結合の仕方について

98名の被験者のうち、複数の比喩を選択した者は50名であった。そこで、その50名を対象として、複数の比喩を選択した被験者が、その比喩をどのように結びつけているかを分析した。結果のうちの代表的な例を表5に示す。

補見の分類枠にしたがって分類された熱についての比喩の結合方法の出現度数を表6に示す。表6より、「熱」に関する複数の比喩の結合方法としては、統合と並列が多ことがわかる。統

表5. 複数の比喩の統合方法の具体例:「熱」について

熱		(活動の源) 心 (向かっていく) 恋 (あつい) 太陽	人の活動の源 相手に向かっていこうとする あつい	並列	
熱 (激しい) (あつい)		恋 太陽	恋心は、激しい 気性が激しい	統合
熱	—— 太陽 空気		照りつけていると真っ赤になる 太陽の光でまわりの空気がねっさされている	連鎖	

表6. 熱についての比喩の結合方法の出現度数

並列	対比	連鎖	統合	不明	統合・並列	並列・連鎖	統合・連鎖
13	0	5	20	4	6	1	1

合は、共通の特徴やイメージを挙げて結びつける結合方法であり、並列は主題のもつ異なる側面を結びつける結合方法である。また、対比を用いた被験者は一人もいなかった。

(6) 調査Ⅱ 分析1の考察

楠見 (1995, p.118) は直喩・隠喩の概念化の機構には、次の2つが含まれていることを指摘している。

(a) 概念の意味に制約を加え、下位カテゴリを明確化する意味変化

(b) 理解を広げ、因果関係、物語を生み出し、エピソードを想起する意味拡張や意味深化

今回の結果で比較的多く用いられた「統合」と「並列」には、熱の概念において、主として上記の(a)の働きがあると考えられる。今回の調査結果で一番多く用いられていた「統合」は、熱概念を明確化するために一つの側面を強調し、そのために「恋」「太陽」などの複数の比喩を連結するものである。一方「並列」は、熱概念を明確化するために複数の側面を強調し、それぞれに対応する比喩として「心」「恋」「太陽」などを連結する方法である。

統合と並列が、比喩連結の方法として多くの回答に用いられたことは、熱をなにか別の一つまたは複数のものにたとえることで、熱概念の意味に制約を加え、それに基づいて下位のカテゴリを明確化する回答が多かったことを意味している。統合や並列で用いられた「たとえの理由」には、「燃える」「あたたかい」「伝わる」「目に見えない」「なくてはならない」などがある。回答者は、こういった側面の強調のために複数の比喩を用いることで、「熱」の概念に隣接するカテゴリーをより明確にしている。

今回の結果は、熱概念には、レイコフら (1986) が指摘するような、部分的にメタファーによって与えられている構造があることを確認したものと言える。

(7) 調査Ⅱ 分析2の結果

6つの比喩(比喩の内容)の一つひとつを数量化理論における「反応カテゴリー」と考え、その比喩を選択したかどうかをデータとして数量化理論第Ⅲ類による分析を試みた。その結果、固有値が0.562, 0.513, 0.356, 0.319, 0.281の5つの解が得られた。この中で、最初の2つの解について、カテゴリーに付与された値による散布図を描いた(図2)。そして、この図に基づいて反応パターンによる比喩の分類を

表7. 数量化理論第Ⅲ類による分類の固有値とカテゴリーに付与された数値

	第1根	第2根
固有値	0.562	0.513
空 気	0.037	-0.321
音	1.735	-1.598
心	0.610	0.967
恋	0.534	1.675
電 気	0.074	-0.626
太 陽	-1.257	-0.311

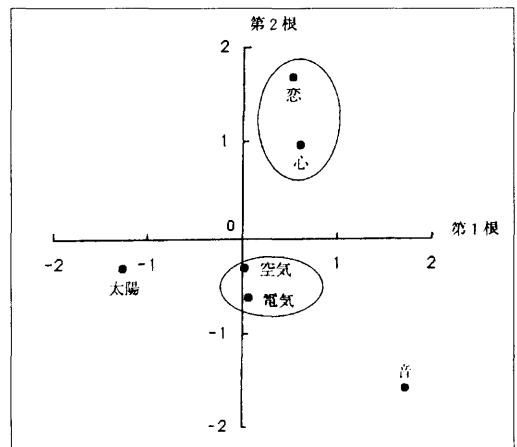


図2. 数量化理論第Ⅲ類によるパターン分類のグラフ

行った。

図2から、「熱は恋のようだ」と「熱は心のようだ」(グループ1)、「熱は電気のようにだ」と「熱は空気のようにだ」(グループ2)がそれぞれのグループを形成していることが分かる。そして、「音」「太陽」が、グループを形成せずに孤立して存在することがわかる。このことから、熱を説明するために大学生が選択したたとえの選択パターンは、「恋」「心」のグループ(グループ1)と、「電気」「空気」のグループ(グループ2)で異なっていることがわかる。それは、大学生は、「恋」「心」などの比喩と、「電気」「空気」などの比喩を異なったものとしてとらえていることを示唆している。

グループ1の比喩とグループ2の比喩の違いについて、さらに詳しく探るために、それぞれの比喩において回答者が注目した側面を整理したのが表8である。ここでは、グループ1(「恋」・「心」)、グループ2(「空気」・「電気」)において挙げられた「たとえの理由」(注目した側面)の分類を行い、それぞれの側面に注目した人数を集計した。

表8. 数量化理論第Ⅲ類により分類されたグループの比喩において注目した側面

たとえの理由 (注目した側面) [選択した人数 (N=98)]	グループ1 (恋・心) (N=35)	グループ2 (空気・電気) (N=43)	
熱い・あたたかい [54]	25	17	*
熱くする・あたたかくする [19]	10	9	
燃える・ほのお [17]	11	5	*
熱くなったり冷たくなったりする [14]	13	2	*
移動する・伝わる [22]	11	12	
変化する [16]	6	7	
目に見えない [17]	6	10	
生物にとって欠かせないもの [15]	6	6	

* : 危険率5%の χ^2 定で有意差あり

この表より、グループ1(恋・心)においては、「熱い」・「燃える」・「熱くなったり冷たくなったりする」といった側面が、グループ2に比べて多く出現していることが分かる。

(8) 調査Ⅱ 分析2の考察

ここでは、大学生が、「恋」「心」(グループ1)の比喩と、「電気」「空気」(グループ2)の比喩を異なったものとしてとらえていることが示唆された。さらに、グループ1の「恋」「心」では、注目した側面として「熱い」・「燃える」・「熱くなったり冷たくなったりする」などが、グループ2に比べて多く出現している。これらの側面は、温度の変化と燃焼にかかわる内容である。一方、「心」、「恋」は、科学とかけ離れた内容による比喩である。この結果は、温度変化や燃焼といった熱の関連事項の特徴を例える際には、「恋」「心」といった、科学とはかけはなれた人間的、心情的な例えが使われやすい傾向があることを示している。これは、大学生が、熱現象にかかわる温度変化や燃焼を理解する際に、「恋」とか「心」といった人間的な諸現象を通して理解しようとしている可能性を示唆するものである。

4. 調査Ⅰ・調査Ⅱを通しての考察と今後の課題

比喩生成法による調査Ⅰから、熱概念にも比喩的要素が関与しうることが示唆された。これを受けて実施した調査Ⅱでは、大学生が複数の比喩を統合や並列といった方法で結合することで熱概念を説明することが示された。これらの調査結果は、少なくとも部分的には、熱概念に比喩的な構造が存在することを示している。

また、調査Ⅱの分析Ⅰで、多くの大学生が、熱概念を比喩の「統合」や「並列」という方法で説明したことは、「熱」という用語が、他のさまざまな用語と意味的に連結しうることを示している。Sutton (1980) は、科学概念も他の概念と意味的なつながりを持つことで理解が可能になることを指摘したが、今回の調査では、熱概念もその例外ではないことが示された。

一方、比喩を用いることは、やみくもに熱概念の意味の多様性を増すことにつながるのではないことも、今回の調査結果は示している。例えば、「熱」の「伝わる」という側面を説明するために「音」「心」「恋」「電気」の4つを挙げた学生がいる。これは、比喩の結合方法としての「統合」の典型的な例である。この場合、この学生は比喩を「熱の伝導性」に絞り込んで使用しており、楠見 (1995, p.119) が指摘するように、比喩が概念の意味に制約を加える役割を果たしている。「空気」で「目に見えない」という側面を例え、「心」で「伝わる」という側面を例えるというように、「並列」による結合方法を用いた学生の場合も、やはり比喩を用いることで概念の意味の範囲が、「目に見えない」と「伝わる」という2つの面に絞り込まれている。

今回の結果は、熱概念の比喩的な構造の存在を示したと同時に、比喩を使用した場合の意味の明確化の効果も間接的に示したものであった。

調査Ⅱの分析Ⅱでは、「恋」と「心」、そして「電気」と「空気」がそれぞれグループを形成することが示された。ここで、発展的な考察の試みとして、これらの違いを「日常性の文脈」と「科学の文脈」という観点で検討してみたい。

上野・有元・吉岡 (1995) は、「概念変化は、単に一つの概念構造が別の概念構造へ移行するということではなく、むしろ談話の文脈の拡張的再文脈化に関連したプロセスとしてとらえられるべきである」と述べている。また、村山 (1995) は、科学を学ぶ時に「大切なのは科学という談話を自分のものにすることであり、そこで何を扱うかではない」と述べている。

今回の調査では、回答者に「熱」を6つの中から選んだ比喩を用いて説明することを求めたが、与えた「恋」「心」「空気」「電気」「音」「太陽」の中には、主として日常的な談話の文脈で使用される言葉（「恋」「心」と、主として科学的な会話の文脈で用いられやすい言葉（「空気」「電気」）、そして、どちらの文脈でも使用される言葉（「音」「太陽」）が含まれていた。数量化理論第Ⅲ類で、「恋」「心」と「空気」「電気」が分れた背景には、これらが異なった談話の文脈で用いられやすい用語であるという原因があるのかもしれない。

このことを確かめるためには、自由記述で書かれた文章がどのような文脈で書かれているかを、それぞれの例えについて比較することが必要であるが、今回の分析からは、明確な違いを指摘することはできなかった。

しかし、今回の結果を、比喩によって構成される概念の構造と談話の文脈の関係で論じていくことは、科学についての学習の資源（リソース）の一つとして比喩を考察していく上では大切であろう。このことについては、今後の検討課題である。

引用文献

- Appleton, K., CHILDREN'S IDEAS ABOUT TEMPERATURE, *Research in Science Education*, Vol.15, p.122-126, 1985.
- Erickson, G. E., Children's Conceptions of Heat and Temperature, *Science Education*, Vol.63, No. 2, pp.221-230, 1979.
- 肥田野直・瀬谷正敏・大川信明, 『心理教育統計学』, 培風館, 1985.
- Holyoak, K.J. and Thagard, P., *Mental Leaps: Analogy in Creative Thought*, The MIT Press, London, 1995.
- 香西武, 「小中学生のものの温まり方に関する学習について」, 日本理科教育学会研究紀要, Vol.32 No. 3, pp.61-70, 1992
- 楠見孝, 『比喩の処理過程と意味構造』, 風間書房, 1995
- 楠見孝・松原仁, 「認知心理学におけるアナロジー研究」, 情報処理, Vol.34, No. 5, pp.536-546, 1993.
- G. レイコフ・M. ジョンソン, 渡部昇一他訳, 『レトリックと人生』, 大修館, 1986a
- G. レイコフ・M. ジョンソン, 山梨正明訳, 「2 人間の概念体系における比喩構造」, M. ミンスキー他著, 佐伯胖編, 『認知科学の基底』, 産業図書, 1986b, pp.35-56.
- ジョージ レイコフ・マーク ターナー, 大堀俊夫訳, 『詩と認知』, 紀伊國屋書店, 1994.
- 村山功, 「科学はいかにして学ばれるか」, 佐伯胖他編, シリーズ 学びと文化3 『科学する文化』, 東京大学出版会, pp.1-33, 1995.
- 瀬戸賢一, 『空間のレトリック』, 海鳴社, 1995.
- Sutton, C., Science, language and meaning, *School Science Review*, Vol.62, pp.47-56, 1980.
- 田中豊他編, 『パソコン統計解析ハンドブックⅡ多変量解析編』, 共立出版, 1984, pp.296-313.
- 上野直樹, 「わかることの深まりと広がり 一理解の劇場モデル」, 『教育の方法2 学ぶことと子どもの発達』, 岩波書店, pp.70-109, 1987.
- 上野直樹・有元典文・吉岡有文, 「アーティファクトの社会的編成 一物理学の学習のための会話のデザイン」, 日本認知科学会「教育環境のデザイン」研究分科会研究報告, Vol. 2, No. 3, pp.39-45, 1995.

(1997年1月10日受理)