

数学教育における
メタファー思考を解釈する学習活動に関する基礎的考察
——「議論は平行線」と「方程式は天秤」を事例として——

小 泉 健 輔

**A Fundamental Study about Learning Activities to Interpret
Metaphorical Thinking in Mathematics Education**

—— Through the Consideration about “The discussion is parallel”
and “The equation is a balance” ——

Kensuke KOIZUMI

数学教育における メタファー思考を解釈する学習活動に関する基礎的考察

——「議論は平行線」と「方程式は天秤」を事例として——

小 泉 健 輔

群馬大学共同教育学部数学教育講座

(2021年9月29日受理)

A Fundamental Study about Learning Activities to Interpret Metaphorical Thinking in Mathematics Education

—— Through the Consideration about “The discussion is parallel” and
“The equation is a balance” ——

Kensuke KOIZUMI

Department of Mathematics, Cooperative Faculty of Education, Gunma University,

Maebashi, Gunma 371-8510, Japan

(Accepted on September 29th, 2021)

1. はじめに

(1) 研究の背景

子どもには独自の数学的現実があり、教師や研究者は何らかのモデルを介してのみ、子どもの理解を理解することができる (Steffe et al, 1983; Steffe et al, 1988). 数学教育におけるメタファー研究は、子どもなりの見方を理解するための有効な手段の一つとして、脚光を浴びてきた (Soto-Andrade, 2014).

一方で、教育活動におけるメタファーの可能性は、内的思考の可視化といった役割だけにとどまらない。本稿では、算数・数学の理解の深化との関係に目を向け、子ども同士の相互作用も視野に入れながら、比喩的に考える過程を積極的に奨励した学習活動について検討したい。比喩的に考える活動を通して算数・数学の理解の深化へとつなげていくことが可能かどうか、といった論点は、先行研究においては未

だ考察対象とされてきていない論点である。

なお、メタファーはアナロジーやモデルなど、近接する考えとの異同や互いの関連性が常に議論の対象となってきた (Carreira, 2001; 中山, 1998). 本稿では、メタファーによる関連付けは、ある対象を理解するのを助けるために別の経験の一部を利用することを目的として、「異質なモノ・コト同士」を「敢えて関連付ける」点に特徴がある (ペッパー, 1987; 岩田, 1988) ものと捉える立場に立つ。そして、メタファー思考自体についても今後育成すべき重要な資質・能力の一つとして見据えつつ、手段的な活用としての可能性に目を向けて、メタファー思考を解釈する行為という切り口から、算数・数学の理解の深まりを目指した学習活動について探っていくことをねらいとするものである。

(2) 研究の目的と方法

本稿の目的は、数学教育におけるメタファー思考を解釈する学習活動に関する基礎的考察として、小泉（2018）で設定した概括的な枠組みに対して、具体的な特徴を見出すことである。

そのための方法として、広く浸透している代表的な表現を取り上げる意図から、日常場面における「議論は平行線」といった表現と、数学の学習場面における「方程式は天秤である」といった表現を取り上げ、それらの表現を解釈する際の思考過程を内省的に分析・考察することにより、探っていくこととする。

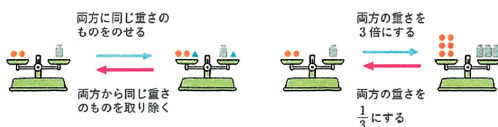
(3) 数学教育における先行研究と本研究の立場

メタファー思考は、「物事の本質を抽出し、それを端的に表現する」といった今後育成すべき重要な資質・能力の一つ（日本学術会議数理科学委員会数理科学分野の参照基準検討分科会，2013）とも深い関連があり、メタファー思考の育成自体についても、今後着目・考察していく価値のある論点である（小泉，2018；小泉，2019）。それとともに、メタファー思考の有する一般的な特徴を考えると、算数・数学の理解を深めるための手段的な活用としても、着目すべき可能性を有している。

数学教育におけるメタファー研究は、言語に中心性を置いた、理解を深めるためのアプローチとして位置付けられる（Sfard, 1997）。例えば「方程式は天秤である」「集合は容器である」といった表現があるように、概念の獲得を目指してメタファーが活用されている場面は、実は偏在している（國岡，2020；橋本，1992；添田，1998）。

例えば図1は、中学1年の教科書において、天秤のメタファーを介して、方程式とは何かについて理

つり合っている天びんに、次のような操作をしても天びんはつり合う。



つり合っている天びんと同じように、等式には次のような性質がある。

図1 「方程式は天秤である」メタファー

解を深めている場面の例である（池田ほか，2021）。「つり合っている天びんと同じように、等式には次のような性質がある。」との記述にもあるように、方程式を天秤に見立て、天秤の特徴を介して方程式の理解を促していることになる。

方程式と天秤とはそもそも異なるものであるが、「釣り合い」という点に、共通性を見出すことができる。「未知」の対象である方程式の特徴をつかむために、馴染みのある既知の世界の中から「天秤」を持ってきて、「天秤」を通して「方程式」の理解を促しているわけである（図2参照）。この場合の「方程式」の側を被喩辞あるいはターゲット、「天秤」の側を喩辞あるいはベース、などと呼ばれており、本稿では、ターゲットとベースで統一する。

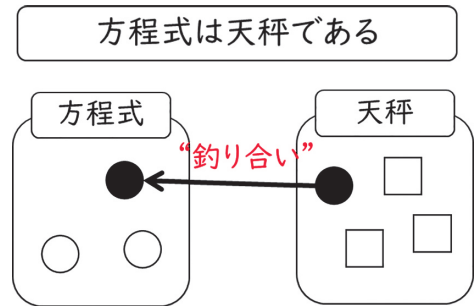


図2 方程式を天秤に見立てて理解する

これまで、メタファーに焦点を当てた先行研究は、教師にとっての教材研究や解説的な活用を中心に考察が進められてきた。また、子どもの行うメタファー思考に焦点を当てた場合にも、子どもなりの見方を理解するといった、教師あるいは研究者にとっての目的に主な関心が寄せられてきた傾向にある（Soto-Andrade, 2014）。

それらの研究においては、比喩的に考える過程をさらに積極的に奨励することを通して、算数・数学の理解を深めることへとつなげていくことが可能かどうか、といった考察はほとんど行われてきていないのが現状である。上述した「方程式は天秤である」のようなメタファーに対しても、それを説明のための単なる方便として終わらせてしまうのではなく、ベースとターゲットの間の対応関係を考察したり、他のベースを探ったりするなど、理解を深めるため

の学習活動としての取り扱いには、さらなる検討の余地がある。また、それぞれの子ども同士で互いの見方を聴き合うことを契機とした相乗効果も期待できるものであることから、授業における子ども同士の相互作用も視野に入れながら考察を進めていくことも重要である。

以上を踏まえ、本稿では、メタファー思考の促進を通して算数・数学の理解を深めるといった方向から、学習活動の新たな可能性について探っていくことをねらいとする。その上で今回は、以下の二つの意味で考察対象を焦点化する。一つ目は、メタファー思考を促進する学習活動の展開について、数学の世界と日常経験の世界との間で関連付ける場合に着目した枠組みのもとで検討することである。二つ目は、メタファーを活用して表現する行為と解釈する行為に分けたときに、後者の解釈する行為に焦点を当てることである。当然、表現する行為においても、内的思考が算数・数学の理解を深める上でどのような影響を与え得るかは重要な論点であるが、まずは検討のしやすさの面から、解釈する行為のみを対象として考える。

2. 数学教育におけるメタファー思考に関わる基礎的考察

(1) メタファー及びメタファー思考の捉え

言語形式の面からは、「AはBのようだ」の表現を直喩、「AはBだ」の表現を隠喩とする区別があり、メタファーは隠喩を意味する場合が多い。言語学分野においては伝統的に、標準的な意味からの逸脱により「印象の強さ」を得るといった、レトリックを用いた表現とその効果に着目されてきた（滝浦・大橋, 2015）。

それに対して、ある事柄を他の事柄を通して理解し、経験することにメタファーの本質はあると捉える認知意味論の台頭とともに「ただ単に言語の、つまり言葉遣いの問題ではない」（レイコフ・ジョンソン, 1986, p.7）ことが主張され、メタファーに対するアプローチは多岐にわたる学問領域へと派生した（鍋島・楠見・内海, 2018）。岩田（1988）は、何をもってメタファーとするかは研究者によって意

見の分かれるところであるものの、異なる範疇に属しているものを取って用いるという意図性と、何らかの面で認識しうる類似性があるという、意図性と類似性の二つの要件を満たすという点では一致していると述べた上で、「異質なモノ・コト同士を写像的に重ね合わせてみる」という、とりわけ意図性の方を強調している。

この点について、先述の「方程式は天秤である」を例にとって考えてみたい。ターゲットとベースの両者には、そもそも知覚的類似性や論理的必然性があるって結び付けられているわけではない（國岡, 2020）。それを敢えて意図的に行うのは、ターゲットよりも馴染みのあるベースの中に、ターゲットの本質に関わる要素を見出し、両者を領域横断的に関連付けることによって、具体的で納得のいく理解を志向しているわけである。このように、「異質なモノ・コト同士」を「敢えて関連付ける」、という点を、メタファーを活用する際の象徴的な特徴として取り出すことができる。

以上のことを踏まえて、本研究ではメタファー思考について、小泉（2018）での捉えを一部調整し、ターゲットの本質を抉り出しそれを端的に理解・表現することを目的として、ターゲットとは異なる世界の中から類似するベースを探り出し、ベースによってターゲットを説明しようとする思考、と捉えることとする。そして、メタファー思考の結果、生成された表現をメタファーと呼ぶ。また、思考に着目する立場から、直喩と隠喩の言語形式については区別せず、表現に依らずに、意図的に喩えようとすることを重視する。

(2) メタファーの特徴とその「危険性」

① メタファーの特徴

メタファーの働きとしては、コミュニケーションと知識獲得、創造と鑑賞といった点が挙げられる（楠見, 2007）。メタファー思考は、抽象的で分かりにくい事柄（ターゲット）を、より具体的で分かりやすい異なった種類の事柄（ベース）に見立てて理解する際に特に有用である（瀬戸, 1995）。

また、メタファーの生成とは、「人+もの+状況」

を一つの単位として「自分なりの言葉で表現する」という個人的で内的な活動であり（宮里・丸野，2007），表現者なりの見方が表れるとともに，時として異なる側面に着目し，切り取っていることが明らかになることもある．例えば，レイコフ・ジョンソン（1986）は「議論」という概念を取り上げ，「議論は戦争である」，「議論はダンスである」といった複数のメタファーの例を挙げながら，「戦争」や「ダンス」といった相手の既有知識に基づいた表現により，それらを通して「議論」を特徴付ける働きを説明している．どのようなベースと構造的な類似性を見出して結びつけるかによって，ターゲットの全く異なる側面が浮かび上がってくる．「議論は戦争である」では，勝ったり負けたりし，攻撃したり防御したりすることが強調されるのに対し，「議論はダンスである」では，議論には勝者も敗者も存在せず，調和をもってバランスよく議論を交わすことが強調される（山田，2018）．

上記の例からもわかるように，メタファーによる表現の違いは，各々が妥当なものであるならば，あくまでも重点を置く視点の違いを浮き彫りにするのであり，どちらかの優劣を決するというよりは，基本的には互いが鑑賞の対象となるといった特徴がある．

また，「異質なモノ・コト同士」を結びつけ，そこから新たな視点を創発する機能もある（岩田，1988）．楠見（2007）は以下の例を挙げながら，二つの側面からそれを説明している．一つ目は，発明や発見を生む働きであり，その例として，軽自動車のデザインにおいて，球のメタファーは最小表面積で最大容積を得る斬新なデザインを生んだことを挙げている．二つ目は，学問の理論構築における働きであり，その例として，心を情報処理機構にたとえることによって認知心理学が生まれたことを挙げ，メタファーが理論の変化を生むことがあると考察している．

② メタファーの「危険性」

メタファーによる関連付けでは，ターゲットとベースとは必然的に異なる世界の事柄であり，その上で，ターゲットのある一部分のみを切り取って関連付けるという特徴がある．それ故に，以下のよう

な「危険性」も視野に入れておく必要のあることが指摘されている（楠見，2007; Chiu, 2000）．

まず，過剰な一般化に対する懸念である．例えば，認知科学において「認知を計算とみなす」とメタファー的に捉えた場合は，計算では捉えることのできない認知を見逃す危険がある，といった具合である．このように，暫定的な（transitional）ものとしてではなく，絶対的な（absolute）ものとしてメタファーを見なしてしまうと，誤った理解や推論へとつながり得る．

また，実体化に対する懸念がある．例えば，認知心理学でよく用いられる「記憶における短期記憶と長期記憶の貯蔵庫」といった「箱」のメタファーは，人間の頭の中という対象に対するイメージ化につながる反面，このメタファーが，情報を蓄える二つの「箱」が実際にあるかのごとく振る舞い始めると，情報が脳に分散表現されている面を見落としてしまう危険があるという．

このように，特に初学者にとっては，対象となる知識が少ないためにメタファーの限界を認識することが難しく，不適切な比喩的推論によって誤った認識へと至る可能性のあることが指摘される．

③ メタファー思考と批判的思考の相補性

メタファーには上記のような「危険性」がある．そこで，その「危険性」を補う思考との対の関係を捉えておくことが重要であり，認知心理学の分野においては，メタファー思考と批判的思考の相補性が論点となってきた（楠見，2007）．メタファー思考と批判的思考とは互いに補い合う関係であり，メタファー思考が先行する際に，批判的思考はそれを評価する役割として着目されてきているのである．

メタファー思考と批判的思考とが相補的であるといったとき，メタファー思考が批判的思考を補う面，批判的思考がメタファー思考を補う面といった両面があるわけであるが，本稿ではメタファー思考に軸足を置く立場から，特に後者に着目していくこととする．メタファー思考から批判的思考へとといった流れを想定すれば，その流れの中に含まれる，多面的，分析的に吟味する思考が駆動する瞬間は，理解の深

まりを生むために、着目すべき価値のある瞬間である。メタファー思考の「危険性」を避けるのではなく、その「危険性」を正しく認識した上で、それをむしろ契機と捉え、考えを深めるための好機として生かそうとする、以下のような見方が大切になってくる。

すなわち、メタファーによる関連付けは常に暫定的であることに関しては、如何なるメタファーも、「まだ他の可能性があるのではないか」や「改善の必要性があるのではないか」といった批判は常に免れない。言い換えれば、そのように暫定的であるからこそ、多面的、分析的に吟味すべき余地が多分に残されているとも言えるわけである。つまり、ターゲットとベースとが必然的に異なること、及びメタファーによる関連付けは常に暫定的であることを積極的に捉えていくことにより、批判的思考が駆動する瞬間に目を向け、「危険性」にもなり得る面をむしろ契機と捉えていくものであり、考えを深めるための好機として生かそうとする見方であると言える。

3. メタファー思考を解釈する学習活動に関する具体的考察

(1) 考察の対象と基本的な考え方

今回考察を行うのは、表1における「B2: 他者のメタファー思考を解釈する」についてである。筆者は小泉(2018)において、学習活動の展開について考察するための枠組みとして「どのような行為を対象とするか」(A: 行為)の観点と「どのような学習場面を設定するか」(B: 場面設定)の二観点を設定し、観点Aと観点Bの組み合わせにより4通りの学習活動に類型化した(表1)。本稿では、表1の分類のうち、A2・B2については、具体的な授業展開を念頭に置きつつ、さらに二通りに分けて考察を行っていくことになる。

小泉(2018)においては概括的な分類を行ったのみであったため、本稿においては、「B2: 他者のメタファー思考を解釈する」場面を想定したA1・B2及びA2・B2に焦点を当てて、具体的な事例に基づきながら考察を行い、どのような特徴が見出せるかを探っていきたい。

表1 4通りの学習活動(小泉, 2018)

A: 行為 \ B: 場面設定	B1: メタファー思考を行って表現する	B2: 他者のメタファー思考を解釈する
A1: 日常場面で、数学用語をメタファーとして活用する行為	A1 B1	A1 B2
A2: 数学学習で、日常用語をメタファーとして活用する行為	A2 B1	A2 B2

具体的な事例として、広く浸透している代表的な事例を取り上げる意図から、A1・B2については日常場面における「議論は平行線」といった表現を、A2・B2については数学の学習場面における「方程式は天秤である」といった表現を、それぞれ取り上げる。

そして、教室での学びを想定したとき、特にA2・B2については、ある一つのメタファーが引き金となって自分なりの異なるベース探り始め、第二、第三、とメタファーが次々と子どもから出されるような状況も自然に想定できる。そこでA2・B2については、「方程式は天秤である」から派生した第二、第三のメタファーが出されるような状況が生じ、複数のメタファーの対比を視野に入れた場合についても、考察対象とすることとした。第二、第三のメタファーについては、今回は筆者が考えた「方程式はシーソーである」と「方程式は機械化である」を用いることとした。

まとめると、以下の場合についての考察を行っていくことになる。

- ・ A1・B2の思考過程に対する考察
事例: 「議論が平行線をたどる」
- ・ A2・B2の思考過程に対する考察(初発のメタファーを対象とした場合)
事例: 「方程式は天秤である」
- ・ A2・B2の思考過程に対する考察(複数のメタファーの対比も視野に入れた場合)
- ① 同じ性質に着目した複数のメタファーの対比
事例: 「方程式は天秤である」と「方程式はシーソーである」
- ② 異なる性質に着目した複数のメタファーの対比
事例: 「方程式は天秤である」と「方程式は機械化である」

(2) A1・B2の思考過程に対する考察

「議論（日常場面）が平行線（数学）をたどる」といった表現を例として、この文章の意味を解釈してみる。その際の思考を、小泉（2018）をさらに精緻化する方向で内省的に考えてみると、以下の四つの連動する思考過程によって捉えることができると考える。

まず、日常場面において、平行（平行線）という数学用語がどのような意味で用いられているかについて、その日常場面の意味に基づいて解釈する必要がある（過程 a）。次には、平行（平行線）のどの性質が切り取られているのかを考え、平行の概念にはどういった性質があるのかを振り返ることになる。例えば、両方向に限りなく延長しても、いずれの方向においても交わらない二直線、距離が一定な二直線、方向が同じ二直線、錯角が等しい、といった意味のあることを捉えることになる（過程 b）。そして、aにおける日常的な解釈と、bにおける数学的概念の性質とを対比し、整合する要素は何か、両者に一致する部分を見極めることになる。「議論は平行線をたどる」の表現の場合には、「両方向に限りなく延長しても、いずれの方向においても交わらない」が対応しているのではないかと解釈が引き出される（過程 c）。cで関係が特定されたとき、その日常場面において、何故その数学用語が用いられたのか次なる問いとして気になり出す。言い換えれば、「なぜ平行（平行線）という用語なのか」と表現としての有効性を探る方向性や、「他の似たような用語ではダメなのか」などと他の可能性を模索する方向等に問いが広がっていく可能性がある（過程 d）。a～dのプロセスを図式化すると、図3のように表される。

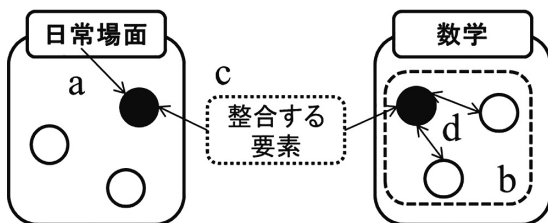


図3 A1・B2の思考過程

(3) A2・B2の思考過程に対する考察（初発のメタファーを対象とした場合）

次に、「方程式は天秤である」といった表現を例として、國岡（2020）を参考としながら、この文章の意味を解釈してみる。

まずは、天秤の特徴を想起したり（過程 a）、方程式のどの性質が切り取られているのかを考えるために、方程式の性質について振り返ったりすることが要求される（過程 b）。この a と b は、順不同で行われるものと考えられる。そして、天秤の特徴と方程式の性質とを対比し、整合する要素は何か、両者に一致する部分を見極めることになる（過程 c）。「方程式は天秤である」の場合には、天秤の釣り合いを保つには左右に同じ質量の物を乗せる必要のある点と、等式の相等性とが整合しているのではないかと解釈が引き出される。cで関係が特定されたとき、場合によっては、「天秤よりも良い表現があるのではないか」や「方程式にはより本質的な他の性質があるのではないか」といった問いが出ることもあるだろう（過程 d）。その思考を整理すれば図4のようになる。

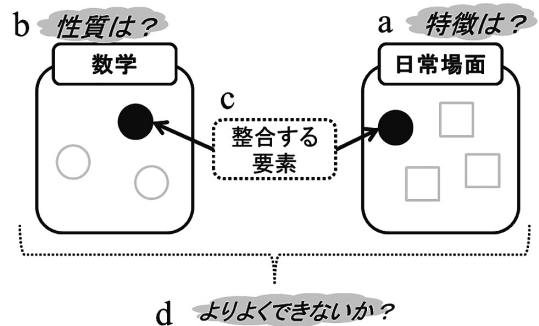


図4 A2・B2の思考過程

(4) A2・B2の思考過程に対する考察（複数のメタファーの対比も視野に入れた場合）

授業場面においては、誰かのメタファーが契機となり、他の児童生徒の思考にも波及する状況が想定できる。

「方程式は天秤である」といった表現は、少なくとも次の二つの意味で、「まだ他の可能性があるのではないか」や「改善の必要性があるのではない

か」と考えていく余地がありそうである（図5参照）。一つ目は、天秤ではなく他のもので言えないか、という思考である。これは、「釣り合い」の共通性は保ったまま、ベースを言い換えようとしていることにあたる。二つ目は、「釣り合い」ではない特徴を取り出して言えないか、という思考である。これは、ターゲットの異なる特徴に光を当てようとしていることにあたる。

このように、複数のメタファーの対比も視野に入れた場合には、少なくとも、同じ性質に着目した場合か、異なる性質に着目した場合か、の二通りの状況に区別し、各々の場合で何が期待できるかを明確にしていくことが望ましいと判断した。前者を①、後者を②として考察を進めていく。

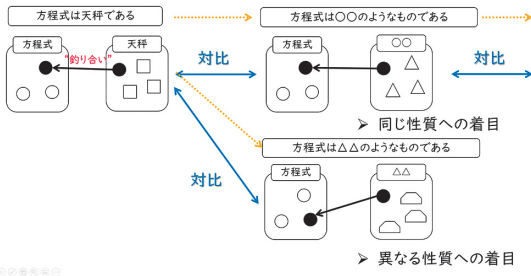


図5 二通りの区別のイメージ図

① 同じ性質に着目した複数のメタファーの対比

例えば、誰かが「方程式は天秤みたいなものだ」と表現したとする。これは、方程式における等式の相等性と天秤におけるバランスとが共通している点に着目した表現であると解釈できる。そして、「だったら、シーソーみたいなものでもある」といったように、誰かのメタファー表現が契機となり、他の児童も同じ共通点に着目した別のベースを対応させ始めるような状況が想定できる。これは、ターゲットの指し示す要素をすでに把握した上で、それに対応する他のベースをさらに探っている行為である。

この行為は一見すると、同じことを表現を変えて繰り返し述べており、既に光を当てたいターゲットの特徴が明らかになっているのであれば、必ずしも無くてもよいやり取りのようにも思えるが、そうではないと考える。それは、個別性・多様性という視

点による。たとえターゲットの指し示す要素は同じであっても、表現を変えた異なるメタファー表現を子ども同士で聴き合うことで、自分にとって最ものを射た理解につながる表現が出るかもしれない、ということである。理解を促したいターゲットの要素は同じであっても、それをどういったベースを通して理解するかは多様であってよいものであり、「それぞれあって、どれを通して理解してもよい」だけに、好み (preference) が尊重される。ここに、教室での授業という場でメタファー思考を取り扱う一つの意味が表れる可能性がある。表現の多様性に支えられて、個人個人の趣向や、より馴染みのある背景に対応するような、理解しやすいベースが見つかる可能性があるという意味で、学習の個性化を目指した指導の一つの形にもなり得るということである。

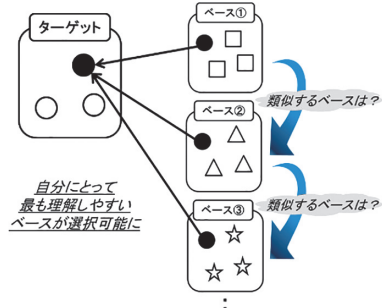


図6 同じ性質に着目した複数のメタファーの対比のイメージ

② 異なる性質に着目した複数のメタファーの対比

①のようなやり取りを経て、数学的概念における異なる要素を切り取った表現が出されることも想定できる。例えば、方程式は「社会科で学んだ機械化と同じとも言えるんじゃない」といった具合の表現である。これは、関係性を等式で表現するまでは大変なもの一旦表現しさえすれば形式的処理に落とし込むことができる点と、初期投資にコストがかかるもの一旦機械を導入してしまえばあとは自動化できる点に共通性のあるものと解釈できる。これは、等式の相等性とは異なる要素を切り取っている。すなわち、異なる要素を切り取っている複数

のメタファー表現を解釈する活動へと導かれることになる。

これは、レイコフ・ジョンソン（1986）の「議論は戦争である」、「議論はダンスである」の例のように、ターゲットにおいて明示的でない、顕著でない意味に改めて注目させるという、ターゲットの意味特徴の強調が顕在化するような場面であり、それまでは必ずしも明示的でなかった意味についても含みこみながら、数学的概念の多面的な意味を整理する契機となり得るのではないかと考える。

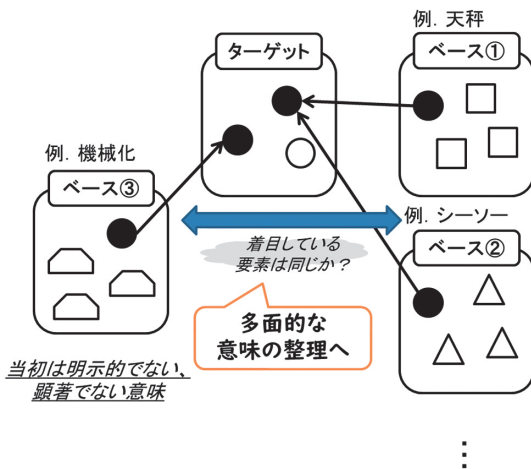


図7 異なる性質に着目した複数のメタファーの対比のイメージ

4. おわりに

(1) 本稿の知見

本稿の目的は、数学教育におけるメタファー思考を解釈する学習活動に関する基礎的考察として、小泉（2018）で設定した概括的な枠組みに対して、具体的な特徴を見出すことであった。本稿の知見を、考察を行った対象ごとにまとめると、以下の通りとなる。

・ A1・B2 の思考過程に対する考察

事例：「議論が平行線をたどる」

過程 a ~ d の四つの連動する思考過程によって捉えることができ、特に過程 b と過程 d が算数・数学の理解の深化をもたらす可能性がある。

・ A2・B2 の思考過程に対する考察（初発のメタ

ファーを対象とした場合)

事例：「方程式は天秤である」

過程 a ~ d の四つの連動する思考過程によって捉えることができ、特に過程 b、及び批判的思考が働くことで引き出される過程 d において、算数・数学の理解の深化をもたらす可能性がある。

・ A2・B2 の思考過程に対する考察（複数のメタファーの対比も視野に入れた場合)

① 同じ性質に着目した複数のメタファーの対比

事例：「方程式は天秤である」と「方程式はシーソーである」

個別性・多様性という視点から重要な行為であり、表現の多様性に支えられて、個人個人の趣向や、より馴染みのある背景に対応するような、理解しやすいベースが見つかる可能性があるといった意味で価値がある。

② 異なる性質に着目した複数のメタファーの対比

事例：「方程式は天秤である」と「方程式は機械化である」

ターゲットにおいて明示的でない、顕著でない意味に改めて注目させるという、ターゲットの意味特徴の強調が顕在化するような場面であり、数学的概念の多面的な意味を整理する契機になり得るといった意味で価値がある。

(2) 今後の課題

今後の課題としては、本稿における基礎的考察を実践研究へと生かしていく方向とともに、異なる事例を用いた場合の異同を見極めることなどが挙げられる。

参考・引用文献

- Carreira, S. (2001). The mountain is the utility: on the metaphorical nature of mathematical models. In J.F. Matos, W. Blum, S.K. Houston and S.P. Carreira (Eds.). *Modelling and mathematics education: ICTMA9: applications in science and technology*, Chichester: Horwood Publishing, 15-29.
- Chiu, MM (2000). *Metaphorical reasoning: origins, uses, development and interactions in mathematics*. Educ J,

- 28(1): 13-46.
- 橋本正継 (1992). 数学の教授・学習過程における比喩について (I): 教授活動におけるメタファーの役割. 日本数学教育学会数学教育論文発表会論文集, **25**, 155-160.
- 池田敏和ほか (2021). 中学校数学 1. 学校図書.
- 岩田純一 (1988). 補稿「比喩ル」の心: 比喩の発達の観点から. 山梨正明著, 比喩と理解, 東京大学出版会, 161-180.
- 小泉健輔 (2018). 算数・数学学習におけるメタファー思考の育成に関する基礎的研究: 日常生活における数学用語の活用焦點を当てて. 数学教育学会誌, **59** (1・2), 19-29.
- 小泉健輔 (2019). 数学教育におけるメタファー研究に関する論点整理. 群馬大学教育学部紀要自然科学編, **68**, 7-12.
- 國岡高宏 (2020). 2.4 数学理解の概念メタファー. 岩崎秀樹編著, 数学教育研究の地平, ミネルヴァ書房, 133-149.
- 楠見 孝 (2007). 第12章 批判的思考とメタファ的思考. 稲垣佳代子・鈴木宏昭・大浦容子編著, 新訂認知過程研究: 知識の獲得とその利用, 放送大学教育振興会, 153-168.
- レイコフ, G・ジョンソン, M 著, 渡部昇一・楠瀬淳三・下谷和幸訳 (1986). レトリックと人生. 大修館書店.
- 宮里 香・丸野俊一 (2007). 子どもの比喩生成・理解過程における研究レビューと新たなモデルの提案. 九州大学心理学研究, **8**, 121-131.
- 鍋島弘治朗・楠見 孝・内海 彰編 (2018). メタファー研究 1. ひつじ書房.
- 中山 迅 (1998). 子どもの科学概念の比喩的な構成. 科学教育研究, **22** (1), 12-21.
- 日本学術会議数理科学委員会数理科学分野の参照基準検討分科会 (2013). 大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準 数理科学分野.
- ペッパー, S,C (1987). 哲学におけるメタファー. アレゴリー・シンボル・メタファー, 151-174.
- 瀬戸賢一 (1995). メタファー思考: 意味と認識のしくみ. 講談社現代新書.
- Sfard, A. (1997). Commentary: On Metaphorical Roots of Conceptual Growth. In L. English (Ed.) *Mathematical reasoning: analogies, metaphors, and images*. Lawrence Erlbaum Associates, London, 339-371.
- Soto-Andrade. J (2014). Metaphors in Mathematics Education. in S.Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education*, Springer, 447-453.
- 添田佳伸 (1998). 数学教育におけるメタファーの役割: メタファーと創造性について. 日本数学教育学会数学教育論文発表会論文集, **31**, 241-246.
- Steffe LP, Glasersfeld E v, Richards J, Cobb P (1983). *Children's counting types: philosophy, theory, and application*. Praeger Scientific, New York.
- Steffe LP, Cobb P, Glasersfeld E v (1988). *Construction of arithmetic meanings and strategies*. Springer, New York.
- 滝浦真人・大橋理枝 (2015). 日本語とコミュニケーション. 放送大学教育振興会.
- 山田圭一 (2018). 言葉の意味の変化をもたらす体験とはどのようなものか: ヴィトゲンシュタインの比喩的表現の考察をもとに. 科学基礎論研究, Vol.46, No.1, 1-9.

