

## Learning a Scientific Concept

### : Metacognition with the Use of Social Metaphorical Mapping

鈴木真理子  
Mariko Suzuki

滋賀大学  
Shiga University  
mariko@edu.shiga-u.ac.jp

#### Abstract

This research focused on the concept of ‘force (CHI-KA-RA in Japanese)’ in Newtonian mechanics. The author developed a tool, based on metaphor, to interpret student thinking in learning about scientific topics. The study provides an example of using the tool to trace the process of mutual changes in thinking during a dialogue among students who have different perspectives on the same topic. ‘Social metaphorical mapping’ was used to interpret a dialogue between two groups of junior high school students with different epistemological paradigms with regard to the concept of ‘force (CHI-KA-RA in Japanese)’ in a learning environment with a computer simulation. Both source domains were recontextualized through social metaphorical mapping and the process of mutual changes in concepts was traced. Participants 1) noticed that the Buridanian<sup>1</sup> concept of ‘force’ differs from the Newtonian concept of ‘force’, 2) differentiated between the concepts of ‘force’ that use the same Japanese term ‘CHI-KA-RA’, and 3) noticed that the Buridanian concept of ‘force’ resembles the Newtonian concept of ‘momentum.’

**Keywords — Social Metaphorical Mapping, Metacognition, Scientific Concept**

#### 1. はじめに

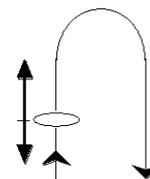
1960年代に登場した新科学哲学は、科学的知識に対する見方を根底から覆した。Kuhn (1962, 1970) は、科学者集団が共有している「パラダイム」、言い換えれば範型を科学研究という活動の中で共有し、研究を進めている状態を「通常科学」と呼んでいる。一方、天文学や物理学の世界での Copernicus や Newton, Einstein の仕事に見られる

<sup>1</sup> Buridan was a French scientist in the 14th century who proposed a theory of impetus.

ように、それまでのパラダイムでは説明しきれない理論を提唱し、既存のパラダイムと競合し、新たなパラダイムが構築される時、これを「科学革命」としている。「科学革命の構造」(Kuhn, 1962, 1970) が発表されたことにより、科学的知識は絶対的な真実として存在し、発見され、累積的に進歩していく、という従来の科学的知識観が問い直された。そして、科学的知識はその時代の科学者集団によって社会的に認知されたものという見方が成り立つようになる。ここから、科学的知識ならびに科学概念は、コミュニケーション共同体である科学者集団によって規定され、彼らが自然現象について説明し合うときの言葉ととらえられる、という視点が生まれてきた(野家, 1993)。

Clement は、高校物理を履修した工学部1年生に、空中に投げ上げたコインに働く力を問うた

(Clement, 1982)。ニュートン力学の「力」の概念を使って説明すると、空気抵抗が無視できれば、ボールに働く力は重力のみになる。重力による下向きの加速度によって、コインは上昇するとき減速し、最高点で速度が0になり、下降するとき加速する。工学部1年生のうち88%が、図1のように回答した。例示されているプロトコルによれば、下向きの力(「重力」)より大きい上向きの力(「投げる力」)によってコインは上昇し、コインが上昇



するに従って、「投げる力」が「重力」によって徐々に小さくなる、となる。

図1 コイン問題の典型的な誤解答 (Clement, 1982: 67を参考)

Clement の例において、科学概念とは異なる力の概念は、科学史上に存在した Buridan の「インペトウス (impetus) (動いている物体に刻み込まれた動力)」概念に似ている。[1]

## 2. 社会的メタフォリカルマッピング

Lakoff (1993) は‘Love is a journey.’という例を挙げ、日常的な思考や活動で用いるメタファーは、使い手がより理解している source domain の‘journey’を、使い手があまり理解していない target domain の‘love’に mapping して理解を助ける道具と説明する。科学の学習の場でも、図 2 に示すように、学習者がより理解している source domain の日常的な「力」を、target domain の科学的な「力」に mapping し、先のような誤概念が生じ得ると考えられる。

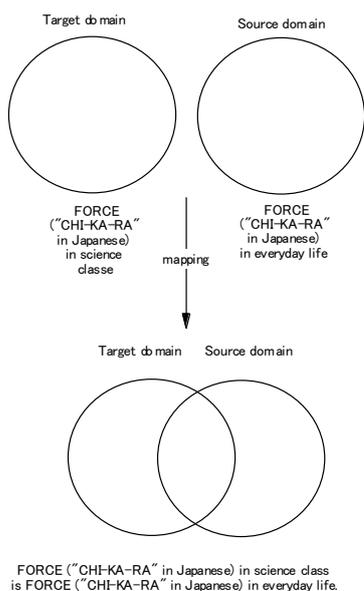
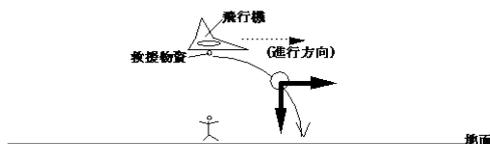


図 2 力概念でのメタフォリカルマッピング

本研究では、異なる認識論的な「力」(一方は Buridan 的「力」、もう一方は Newton 的「力」)を source domain とする中学生 6 名 2 グループ(1 グループ 3 名)が Newton 力学をシミュレートするソフトウェア (Knowledge Revolution 社 Interactive Physics) を使い、彼らの考えを外化しながら物体の運動 (図 3 参照) について対話した。対話の意味を読み解く道具として、筆者が提案する社会的メタフォリカルマッピングという枠組みを使った。この解釈枠組みは、個人の理解に

離民キャンプの上空を水平に時速200kmで飛んでいる飛行機があります。飛行機が無い約50kgの救援物資を飛んでいる飛行機から投下することになりました。離民キャンプに立っている人の丁度真上の高度50mの所で物資を放します。離民キャンプに立っている人には危険です。



A説: → (横矢印)の力と↓(下矢印)の力がかかっている。  
B説: → (横矢印)の速さと↓(下矢印)の力がかかっている

図 3 課題と 2 つの異なる考え

注目した Lakoff の考えを社会的なものに拡張している。対話を分析した結果、2 グループの学習者が互いに自分の source domain を相手の target domain に mapping し合っている過程が可視化された。彼らは 1) Buridan 的「力」が Newton 的「力」と異なることに気づき、2) 同じく「力」という言葉を使いながら、2 つの「力」の指し示すイメージを別のものととらえ (図 4 参照)、3) Buridan 的「力」が Newton の言う「運動量」に似ていると気づいたことが確認された。[2]

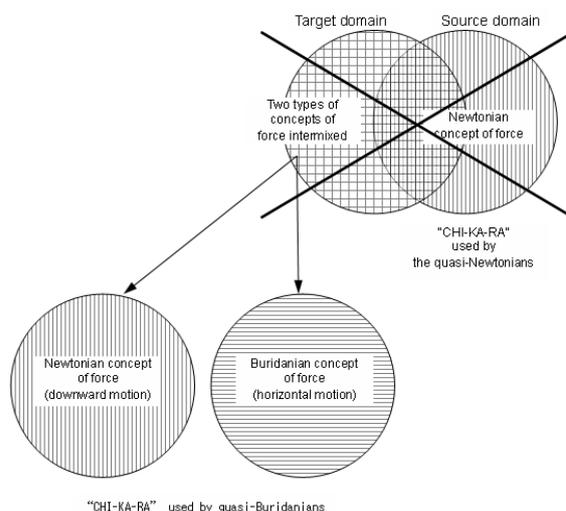


図 4 2 つの「力」の指し示すイメージの区別  
参考文献

- [1] 鈴木真理子 (2006) 『科学領域における共同学習に関する研究』風間書房 (東京)
- [2] Suzuki, M. (2005) Social Metaphorical Mapping of the Concept of Force ‘CHI-KA-RA’ in Japanese. International Journal of Science Education, 27(15), 1773-1804