

科学館展示を用いた数学科内容学

花木 良 伊藤 直治
奈良教育大学 教育学部

吉井 貴寿
理数教育研究センター

1. はじめに

学校教育で扱われる数学は不変ではなく、時代とともに変化する。例えば、昔は計算尺が取り上げられ、中学校ではその使い方、高校では指数対数においてその仕組みが紹介されていた。その後、実用的価値がなくなると計算尺は学校数学から姿を消し、計算機(アルゴリズム)が入るようになった。しかし、現行の学習指導要領の高等学校数学では、以前あった「数値計算とコンピュータ」がなくなっている。その解説には、アルゴリズムという語が整数の性質で一度だけ挙げられているのみである。「情報」という科目ができたことも関係するが、社会に必要となる点を踏まえると、「数学」でも充実させる必要があると考える。現代化の頃には、位相的な見方を入れようとし、中学校の数学で取り上げたが、すぐになくなった。

これらが続かなかった理由は、適切な教材がなかったり現職教員への研修や教員養成が不十分であったりしただけではなく、社会の理解が十分に得られなかったためであるとも考えられる。そして、このような問題を解決するためには、特に専修免許をもつ教員が児童・生徒のみならず保護者や社会に対しても、率先して数学を説明・発信するよう努めねばならない。この変わりゆく数学を説明・発信する力を養うことが必要とされている。

安彦ほか(2014)では、教科内容学の現状を指摘し、教科教育学の質的改善を構想している。ここでは、「教科専門」の学問に根ざした教科教育学を実現するための三つの原則を挙げている。これらは学習指導要領作成のための理論的基礎として用いられることが期待されている。このような指摘は西園ほか(2009)のp.3にもある。

- (1) 各学問の歴史を、科学史的な観点から整理する。それは自ずと「人間の内外の認識史・認知の変化の歴史」になる。したがって、この「科学史的作業」を、各教科の背後に必要なこととして行う。
- (2) 各学問の最も基礎的な概念と、最新の研究成果とを、できるだけ明瞭に伝達・説明できるよう、言語化・図式化する。この両者が背中合わせの場合は、その関連性をつけておく。

- (3) (1)(2)を前提にした各教科の教育方法・指導法を、それに組み合わせる。

ここで重要なのは、もちろん(1)(2)である。例えば、(1)の観点からは「言語」や「数」などは、人類がこれをどのようなものとしてつくり、道具として使い、対象化して分析・研究してきたのか、これを主な研究者のものだけでも現代までたどってみれば、人類の「言語や数の認識史」の学問ができてくる。その上で、(2)により、現代の到達点から見ると、その価値や社会的役割・将来像などが、人類の認識を変容させ、発達させるものとして、その望ましさや危険とともに考察することができる。

昨今、数学教育学の研究は、養うべき能力やその指導方法に関するものが主流となっており、その内容に関わるものは比較的少なくなっている。そこで、数学科内容学として、これ(「教科専門」の学問に根ざした教科教育学の実現)を目指すべきであると考えた。ここで、(1)は博物館との関連が深く、(2)はものを通して原理原則を伝える科学館展示との関連が深い。

教員養成系大学で、最先端の数学や学校教育では扱われない数学を学ぶ学生は、そのような数学を学習することに留まらず、それを児童や生徒に限らず多くの人に伝える力を備えていることが望ましい。そのためには、在学中からそのような場をもつことが大切であり、科学館や博物館を通した展示は最適な取組であると考えられる。

本稿では、数学科内容学の中に科学館展示を位置付けることを提案し、実際に2月にきつづ光科学館で行った特別展示物とその背景や価値を紹介する。

2. 具体的な展示物とその価値

・知恵の輪

位相的な見方は数学においても図形をみる目を養う意味でも重要なものである。位相幾何学に属す結び目理論や空間グラフ理論は現在盛んに研究が行われており、近年、DNA 結び目やプリオンへの応用も指摘されている。一方で、日本数学教育

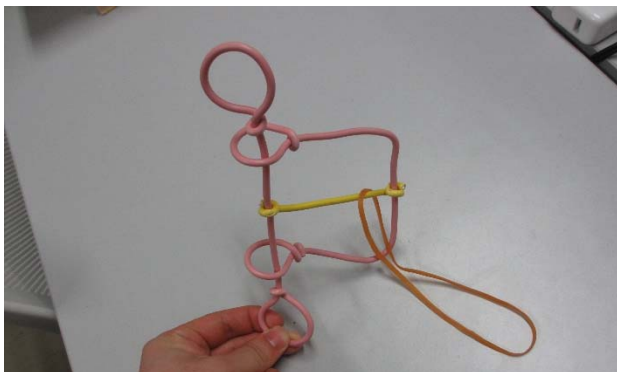


図1 知恵の輪

学会は、「算数科図形カリキュラムの検討—どの学年でも立体図形を一—」という報告書を2008年に発行しており、空間図形に関する新たな教材開発が望まれている。これを実現するために、軟性の輪ゴムが剛性の針金に絡んでいるものを外す知恵の輪を取り上げた。したがって、この展示物では最新の研究分野の紹介と空間認識の育成を行っている。第一著者は、この知恵の輪を幾何学の授業や「先端科学の基礎概念」という一般教養の授業で取り上げている。

・シーソーのバランス・コントロール

シーソーの上に台車を載せ、その台車を左右に動かすことによってシーソーのバランスをとるシステムを展示した。このシステムでは、シーソーの傾きと台車の位置を計測し、それらの情報から台車を左右にどれくらい動かせばよいかをコンピュータで計算している。その計算は最適制御理論に基づいて行われており、卒業研究の題材として取り上げている。この展示では、一見そうとは見えないところに数学が利用されていることを来館者に伝え、数学の有用性を認識してもらうことを目指している。展示にあたっては、台車の速度を考慮し、来館者にコントロールの様子をわかりやすく伝えるため作成したプログラムを用いた。

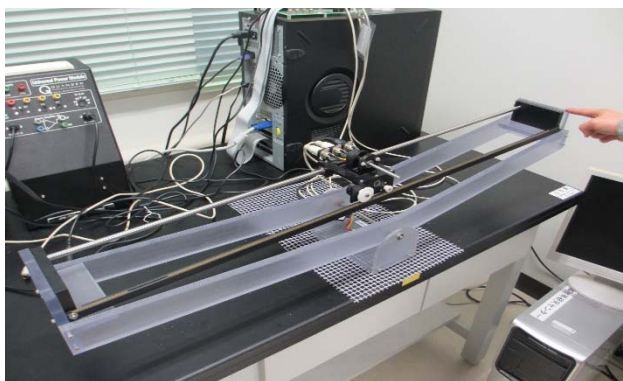


図2 シーソー

このような題材が広く多くの人に普及することを期待する。このように、学校数学をよりよくする題材の選択肢が増えていくことを望む。

3. おわりに

今回は、数学に関してのみ論じたが、実際の科学館における特別展では理科（物理、化学、生物）も扱った。また科学館を博物館等に置き換えれば、国語、社会、美術等も同様の取組が可能である。このような方向で教科内容学が発展すれば、それは教科専門と社会を繋ぐ機能を果たすようになるであろう。これにより、社会全体が各教科の専門的な研究成果に触れ考える機会を豊富に有するようになることを待望する。また、科学館展示を通じた算数・数学科教員養成に関しては吉井ほか(2015)で論述した。

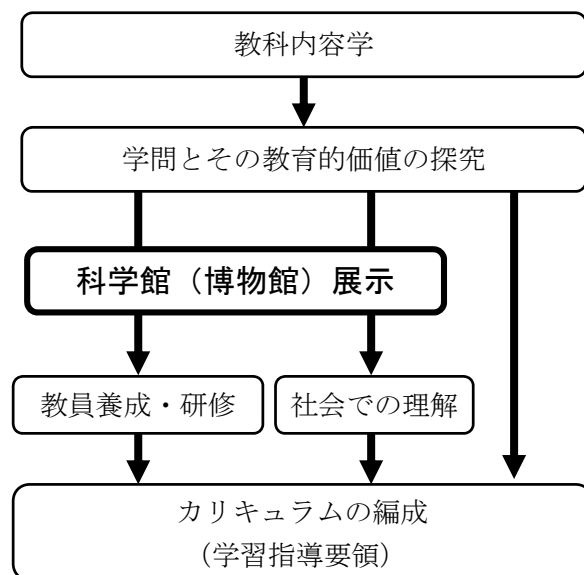


図3 科学館（博物館）展示の役割

参考文献

安彦忠彦, 日下部龍太「教科専門と教職専門をつなぐ新教科教育学の構想」(2014), 神奈川大学心理・教育研究論集 第35号, pp.5-11.

西園芳信, 増井三夫編著『教育実践から捉える教員養成のための教科内容学研究』(2009), 風間書房.

吉井貴寿, 伊藤直治, 近藤裕, 花木良, 舟橋友香, 加藤哲也, 荘司雅規, 村田沙耶「科学館との連携を通じた算数・数学科教員養成の構想」(2015), 数学教育学会 2015 年春季年会論文集, pp.221-223.