

数学展示を用いたアウトリーチ活動の構想

—日本数学会市民講演会の考察から数学展示物の産出—

岐阜大学 花木 良, 熊本大学 吉井 貴寿

E-mail : hanaki@gifu-u.ac.jp, tyoshii@educ.kumamoto-u.ac.jp

概要：数学でもアウトリーチ活動が盛んに行われている．そこには，講演会や中高生向けの講座・大会などが挙げられる．今回，数学展示を用いたアウトリーチ活動の構想を提案する．具体的には，日本数学会の市民講演会の内容を考察し，展示物となり得るものを挙げる．また，展望として，学会や市民講演会に合わせて各地で展示を行ったり，それらが普及し各大学のオープンキャンパス等でも展示会が行われたりすることを希求する．

検索語：科学館，数学展示，市民講演会

1. はじめに

アウトリーチ活動は，様々な学問で盛んに行われている．数学では，講演会や中高生向けの講座・大会などが多数開催されている．近年，北海道大学総合博物館に数学ブースが誕生したり，東京理科大学に数学体験館が設置されたりし，数学展示も行われている．本稿では，数学展示に焦点化し，展示物を用いたアウトリーチ活動を構想する．

科学館における数学展示は海外には数多いが，わが国には少なく，その必要性が学校外での科学技術教育の重要性とともに議論されていた(馬淵, 1997)．しかし，科学館における算数・数学の展示物は充実していないことが指摘されている(長崎ほか, 2012)．そして，科学館で活用することが可能な具体物の開発が望まれている．教員養成系大学・学部及び数学科内容学の役割として，科学館を用いて，数学の進展を知らせることが提案されている(花木ほか, 2016)．そこでは，位相幾何学を用いた知恵の輪と最適制御理論を用いたシーソーのバランスコントロールが紹介されている．

2. 研究の目的と方法

研究の目的は，数学の研究を周知したり数学の魅力を伝えたりするための数学展示の拡充を図ることである．方法として，今回は，日本数学会発行の「数学通信」に着目し，2008年以降に発行されたものの中で取り上げられている市民講演会の内容を考察する．これに着目するのは，予備知識

をあまり必要としないように配慮されていたり，視聴者を惹きつける工夫が図られていたり，一見数学と関連しないと思われるものから数学の研究に触れられたりしているからである．展示物を契機に数学通信を読んだり専門書で学んだりすることを期待する．杉原(2015)や新井(2005, 2018)の錯視に関連するものは，日本科学未来館で「数理の国の錯視研究所」として展示が行われている．

3. 展示可能性のある講演と数学展示案

市民講演会の内容を考察し，数学展示になり得るものが数多く存在することを示す．その際，手で触れられるハンズオン展示とハンズオン以外の展示に分けて整理する．

ハンズオン展示

奈良(2018)は折りガミや折り畳み式製品に関して実用されている例(宇宙のソーラーパネルやヘルメット，折り畳みボックス)を示しながら，その仕組みと数学について伝えている．折りガミを折って模倣作品を作ってみたり，ヘルメットの実物に触れてみたりする展示が考えられる．

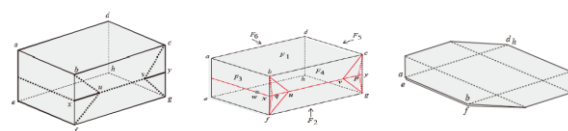


図 18. 厚みのないボックスの連続的折り畳み

図 1 折り畳めるボックス [7]

小林(2017)は，代数幾何の話題を，円筒型と

メビウス型の帯をいくつか貼り合わせた図形を中央で切ると、いくつに分かれるかという問題をグラフを用いて解くことで導入をしている。帯をいくつか用意し、来場者が自由に貼り付け切り考察したり、クイズを解いたりする展示が考えられる。

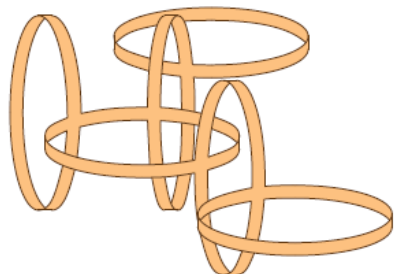


図 3: 今回の問題：すべて中央で切り離すと何個に分かれるか？

図 2 切り離す問題 [8]

時枝 (2014) は、ラトルバックや一方向に回すとさかだちするが他方向ではさかだちしないさかだちごまなどの不思議な現象を紹介している。これらを展示し、亀の位置を変えて考察したり、コマを回したりの体験ができるという。

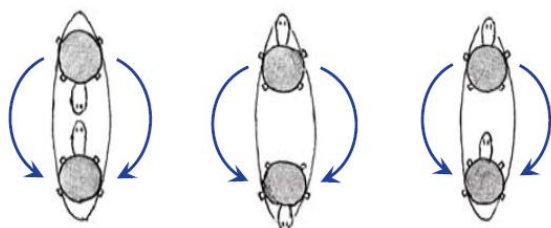


図 3 ラトルバック [9]

谷山 (2014) は空間グラフ理論と関連した知恵の輪の話題を扱っている。そこでの知恵の輪は剛性な形に軟性な紐が絡まっているものであるため、実際にそのような知恵の輪を用意し、来場者が挑戦する展示が考えられる。

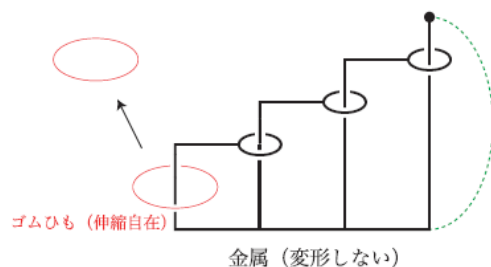


図 4 知恵の輪 [10]

秋山 (2012) は正四面体のいかなる展開図も平面をタイル張り可能であることを、何枚も重ねて

作った正四面体を切り、同じ展開図をいくつか生成し、それを敷きつめて伝えている。他にも、多角形や多面体の変形をイラストを加えて魅せている。これらの作品を鑑賞したり、正四面体を切ったり、多角形や多面体を作ってみたりする展示が考えられる。

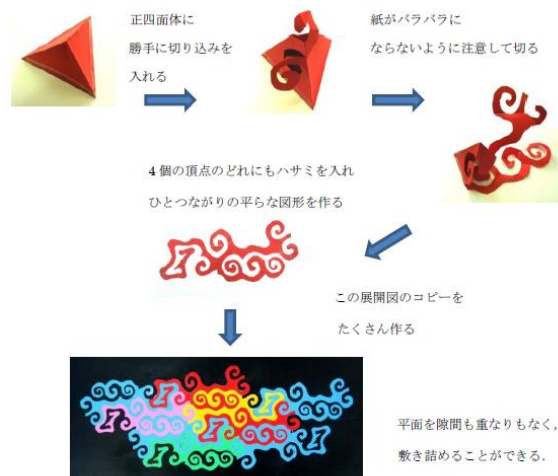


図 5 正四面体の展開図 [11]

森吉 (2010) は「調和級数から指数定理へ」と題し、調和級数の話題では、ピタゴラス音階やコインの斜塔を扱っている。弦を用意し、その長さと音の関係を体験したり、コインの斜塔を作ったりする展示が考えられる。



図 6 コインの斜塔 [12]

ハンズオン以外の展示

小林 (2015) は、変形体が迷路を解くことを示したり、粘菌が作るネットワークが実際の鉄道網に類似したりすることを紹介している。これらの動きを動画で見せる展示が考えられる。

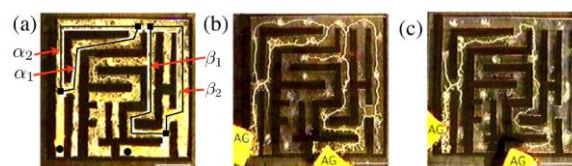
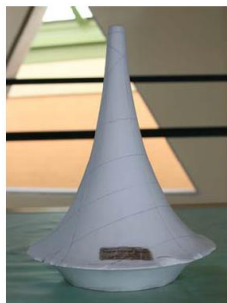


図 7 変形体が迷路を解く [13]

河野 (2009) は代数幾何, 微分幾何, 双曲幾何と関連した幾何学模型や 4 次元の正多面体を針金模型で表現したものを解説している. これらの模型と数式や特徴を展示することが考えられる.



$$\begin{aligned}x &= \frac{\cos u}{\cosh v} \\y &= \frac{\sin u}{\cosh v} \\z &= v - \tanh v \\(0 \leq u < 2\pi, \quad 0 \leq v < \infty)\end{aligned}$$

図 8 擬球 [14]

伊藤 (2011) は家紋や正多面体を見せ対称性を群で記述できることを伝え, 結晶群について紹介している. 家紋や正多面体を飾り, 対称性の分類を見せたり, クイズにしたりする展示が考えられる.

桐



橘



図 9 家紋 [15]

整数論と関連して, 小木曾 (2010) は Green-Tao の等差数列定理 (素数列にはいくらかでも長い等差数列が存在する) など紹介している. 1 から 10,000 までの数字を書き, 素数を色付けし, 素数の分布を見たり, 素数の個数を感じたり, 等差数列を探したりするポスター展示が考えられる. 黒川 (2008) はユークリッド素数列にすべての素数が現れるかという未解決問題を初期値を変えてみせている. これらの列をポスター展示すると視覚的に伝わると考える.

他にも, 日本の数学者に着目した講演や和算に関連するものもあり, これらもポスター展示をすると科学者の紹介のように多くの人が楽しめる.

4. 展望

市民講演会では, 実演や動画を見せられている場合もあり, 今回挙げた以外にも数学展示にできるものがあると考えられる. また数学通信には市民講演会以外にも展示物の種になる記事があるので,

新たな題材を発掘していきたい. 数学展示には, 多くの人が気の向くまま触れたり探ったりできる長所がある. 数学という学問への興味が沸く.

実際の展示に当たっては, 解説や展示物を詳細に詰める必要があるので, 今後提案していきたい.

さらに, 学会や市民講演会に合わせて各地で展示を行ったり, それらが普及し各大学のオープンキャンパス等でも展示が行われたりすることを希求する. 展示物をデータ化し, 3D プリンタで出力し, 量産化や簡便化を図っていきたい.

引用文献

- [1] 馬淵浩一, 「科学館における数学展示の現状と将来」 数学教育学会誌 vol.38, no.1-2, pp.49-62, 1997.
- [2] 長崎栄三, 松島充, 「算数・数学に関する科学博物館・科学館における事業等」, 日本数学教育学会誌 vol.94, no.2, pp.2-7, 2012.
- [3] 花木良, 伊藤直治, 吉井貴寿, 「数学科内容学の新たな役割—科学館展示を用いた数学の発信—」, 日本数学科内容学会誌 vol.2, no.1, pp.119-128, 2016.
- [4] 杉原厚吉, 「数理で探る錯覚の秘密—仕組みがわかると視覚の偉大さも見えてくる—」, 数学通信, vol.20, no.2, pp.5-11, 2015.
- [5] 新井仁之, 「視覚とウェーブレット—錯視はどのようにして現れるか—」, 数学通信, vol.10, no.3, pp.4-20, 2005.
- [6] 新井仁之, 「人の視知覚に切り込む数学とその応用—調和解析, 錯視, 画像処理, アート—」, 数学通信, vol.23, no.2, pp.5-22, 2018.
- [7] 奈良知恵, 「折り畳み式製品の数理工学 —折り紙から厚板ボックスへ—」, 数学通信, vol.22, no.4, pp.24-35, 2018.
- [8] 小林正典, 「リアルな代数幾何 —メビウスの帯からトロピカル曲線まで—」, 数学通信, vol.22, no.2, pp.5-14, 2017.
- [9] 時枝正, 「おもちゃからの数理モデル」, 数学通信, vol.19, no.3, pp.6-18, 2014.
- [10] 谷山公規, 「知恵の輪のトポロジー」, 数学通信, vol.18, no.4, pp.19-26, 2014.
- [11] 秋山仁, 「美の背後に潜む数理」, 数学通信, vol.17, no.2, pp.6-18, 2012.
- [12] 森吉仁志, 「調和級数から指数定理へ」, 数学通信, vol.15, no.2, pp.44-48, 2010.
- [13] 小林 亮, 「単細胞が教えてくれること —粘菌からロボットへ—」, 数学通信, vol.19, no.4, pp.5-14, 2015.
- [14] 河野俊丈, 「幾何学模型アーカイブからの眺望」, 数学通信, vol.14, no.2, pp.4-16, 2009.
- [15] 伊藤由佳理, 「鏡の国に行ってみよう! —対称性のはなし—」, 数学通信, vol.15, no.4, pp.23-30, 2011.
- [16] 小木曾啓示, 「混沌の中の秩序—素数列をめぐる—」, 数学通信, vol.14, no.4, pp.7-25, 2010.
- [17] 黒川信重, 「素数からゼータの未来へ」, 数学通信, vol.13, no.3, pp.23-29, 2008