

## 書 評

「メビウスの帯」

クリフォード・A・ピックオーバー 著，吉田三知世 訳

日経 BP 社，2007 年

河本裕介（防衛大学校）

メビウスの帯は，トーラスやクラインの壺などと共にトポロジーと呼ばれる数学に登場する有名な図形であり，帯の両端をねじって貼り付けることで得られる 1 つしか面を持たない曲面です．本書では，数学及び数学以外の科学，技術，芸術，文学，音楽などメビウスの帯が影響を及ぼしている様々な世界の話題が豊富に紹介されており，「メビウスの帯百科事典」といった内容になっています．これほど多岐にわたる話題を収集していることは実に驚かされることであり，ピックオーバー氏の教養の高さとあらゆる世界への興味の深さに敬意を表したいと思います．私にとっても初めて知る面白い話がたくさんあり，本書を読んでとても楽しむことができました．

読者にとって本書は，メビウスの帯に関する有益な情報を提供してくれる優れた情報源であるといえます．読者は最初の章から順番に読む必要はなく，興味を引かれた話題から好きな順番に見ても内容が理解できるように工夫されています．そしてそれぞれの話題については，その一番目立つさわりの部分に触れるにとどめています．ある特定のテーマに踏み込んでさらに詳しく勉強するための本格的な書物や，トポロジーなど数学の専門書に進むための参考文献や資料なども紹介されています．

本書の中で最初に注目した話題は，1 章で紹介されている「アフガン・バンド・トリック」です．少し説明させていただきますと，それは 19 世紀の末，メビウスの帯が手品の世界に登場するというもので，アフガン・バンド・トリックと呼ばれるこの手品では細長い紙の両端を貼り付けて作った 3 種類の輪のセンターラインを観客にハサミで切らせます．輪が大きいので，観客には 3 つの輪は同じ様にしか見えないのですが，実は紙の両端の貼り付け方が違います．最初の輪は紙を全くねじらずに貼り付けており，2 番目のものはメビウスの帯，つまり両端を 180 度回転させて貼り付けられています．そして 3 番目の紙は両端を 360 度回転させて貼り付けています．観客が輪のセンターラインをハサミで切ると全く異なる 3 通りの結果になります．（私も授業の中で実際にやってみたのですが，初めて見た学生は大変喜んでいました．興味のある方は是非実験して頂きたいと思います．）

本書の中では、この手品が教会で人々の神への信仰を深めるゴスペルマジックとして用いられているという話題が紹介されています。神と人、人と人との結びつきや神の偉大さを説く役割を果たすのだそうです。

アフガン・バンド・トリックが宗教の世界に登場することは、その根底にメビウスの帯という数学的な背景があることと決して無関係ではないと思います。純粋数学の理論を言葉や式のみを用いて短時間で一般の人に説明することは容易ではありません。この手品が人々を魅了する理由は、たとえ理論的な詳しい内容は知らなくても、言葉や式ではなく視覚的、直観的に数学の世界の奥深さのようなものを認識することができるからではないでしょうか。それは単に不思議なものという以上の何かであり、大げさに言うところ、ある種の神聖さを感じられるものなのかもしれません。

本書の中で特に興味深いのは、4章で紹介されているメビウスの帯の技術や化学の世界への応用に関する部分です。例えば、研磨面積が大幅に拡張される「メビウス研磨ベルト」や、従来のベルトより長い寿命を維持できるという「メビウスの帯型コンベヤーベルト」の話題などが紹介されています。ベルトをメビウスの帯の形状にすることによって両面が均等に磨耗し、また表側と裏側が交互に現れるため、ベルトの表面が高温にさらされても長持ちするなどの利点があるという説明には大変納得できました。同様の考え方がクリーニング装置のフィルターをはじめ、私達が日常使っているプリンタやゼロックスなどの機器にも応用されているという話にも本当に驚かされます。

さらに驚かされるのは、化学の世界においてメビウスの帯型の骨格構造を持つ分子やタンパク質が研究されており、それらをバイオエンジニアリングなどに活用し農業や薬の開発に応用する試みが行われていることです。以前、北海道大学の研究グループが文部科学省の21世紀COEプログラムの研究拠点として、トポロジーを物質科学や生命科学など多様な科学の観点から横断的、統一的に理解することを目指しているという話を聞いたことがあります。本書では、そのプロジェクトの概念や手法の基盤となる研究の1つとして、彼らが直径50ミクロン、幅1ミクロン以下という世界初の「メビウスの帯型結晶」を発見したという実に興味深い話題も紹介されています。

この様に本書では、メビウスの帯が手品や宗教、それに数学以外の科学など様々な世界に影響を及ぼしていることが紹介されていますが、同時に本書はメビウスの帯や数学者メビウスに関連した様々な数学の優れた解説書でもあります。2章では結び目理論について歴史的な背景や化学や生物学などとの関係を詳しく解説しており、5章ではオイラー数や球面の裏返し、メビウス関数などの面白い話題を数学の専門家ではない一般の読者向けに分かりやすく説明しています。

通常、一般向けに書かれた本ではなるべく数式は用いずに文章と図のみで説明するこ

とが多いと思います。本書がうまく書かれていると思うのは、基本的には従来のように文章や図で説明しながらも適度に数式や記号も登場させ、読者に数学特有の雰囲気を感じさせる工夫もされています。著者の説明のうまさというか、表現力の高さを感じましたが、詳細は是非本書で確認して頂きたいと思います。

全く個人的なことで申し訳ないのですが、現在所属している大学で大学院生向けの教養の科目を担当しています。大学院生といっても数学専攻ではなく、情報や機械システムなど工学系の学生がほとんどで、「位相幾何学概論」という科目名の私の授業に学生が押し寄せるはずもありません。例年、受講者は1名、もしくは0名で「本年度開講されず」といった具合です。ところが今年は3名の受講者がおり、トポロジーの初歩的な内容を解説しながら本書を副読本として活用しています。前述のアフガン・バンド・トリックも授業の中で紙とハサミを使って実際にやってみましたし、彼らが授業の内容を視覚的に理解するための助けになればと思い、本書の中で面白いと思った話題のいくつかを取り上げて説明したりしました。例えば、「宇宙がどんな形をしているのか」とか、「4次元以上の空間とはどんな世界か」などの話に彼らはとても興味を引かれた様子で、積極的に質問をしていました。

彼らの反応から、本書で紹介されている様々な話題を通じて、数学に対する興味や親しみを持ってもらう教育的な効果が期待できるのではないかと感じました。大学に入って数学の勉強にどのように取り組めばよいのか苦心している人や、これから数学関係の学科に進みたいと考えている高校生にも是非本書を推薦したいと思います。教養課程で学ぶ微積分や線形代数などは、学生にとって高校までの数学とのギャップが比較的小さいように思います。しかしさらに進んだ内容では、論理や抽象的な概念が多く登場し、それまで知っていたものとは全く別世界の数学に戸惑う人は少なくないと思います。

メビウスの帯という比較的身近な対象から数学と一般の世界との様々な「つながり」を知ることで、数学を理解するための足がかりというか、それが自分にとっても確かに意味のあることなのだという認識を深めることができるのではないのでしょうか。そして本書をきっかけに、社会の中で数学を好きになる人がさらに増えれば、それは実に素晴らしいことであると思います。