



## なるほど納得ゼミナール

数学体験館で制作された新作品をひとつずつ本コラムにて紹介します。

その52

### ダブル充填

最近はまだ見かけませんが、以前は三角パックとかテトラパックと呼ばれる四面体の紙のパックの容器に入った牛乳やジュースがありました(写真1)。



写真1

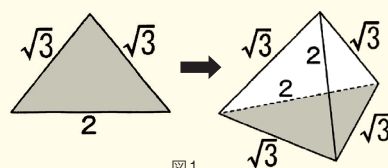


図1

三角パックは、正四面体に似ていますが、正確にはそうではありません。各面が $2:\sqrt{3}:\sqrt{3}$ の二等辺三角形の形をした四面体です(図1)。この四面体はある重要な特性を備えています。この四面体は、空間充填可能(空間を隙間なく埋め尽くす)な立体です。この四面体を向きを変えながら縦に積み上げると、正三角柱状にすき間なく配置ができます(図2)。さらにこの正三角柱を6つ組み合わせると、正六角柱状に配置できることになります(図3)。牛乳屋さん、四面体の紙パック牛乳を正六角柱状の容器に並べて効率よく運搬していました(写真2)。

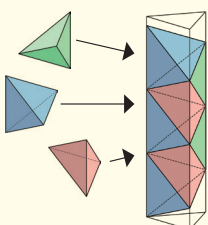


図2

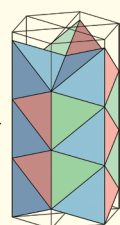


図3



写真2

実は、この四面体は空間充填可能であるばかりではありません。図4は、この立体のひとつの展開図であり、この展開図をいくつも用いれば平面を隙間なく敷き詰めることができます(図5)。つまり、平面充填可能(平面を隙間なく埋め尽くす)な展開図をもつわけです。

さらに、展開図とは、立体の辺に沿って切ったものを開いて、ひとつつながりの平らな図形にしたものですが、立体のどこを切っても良いことにすれば、図6のように、四面体の展開図は長方形になります。この展開図をロール紙から切り取っていけば、さらに無駄な部分が一切出ない効率的なパッケージになります。実際に三角パックを開くと、写真3のようになります。

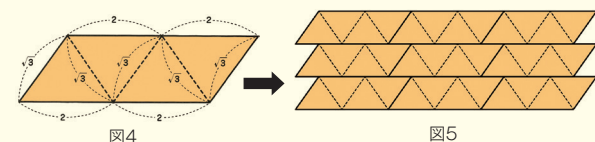


図4

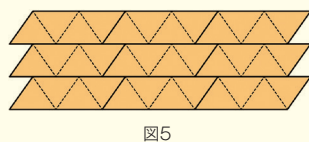


図5

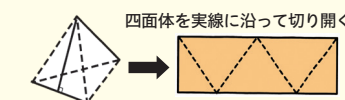


図6



写真3

この四面体のように、空間充填可能な立体で、かつ、その立体の少なくともひとつの展開図が平面充填可能である立体を“**ダブル充填可能な立体**”といいます。

ちなみに、立方体も空間充填が可能な立体ですが(図7)、ダブル充填可能な立体でもあります。立方体の場合は、辺に沿って切り開いた展開図が、図8のように全部で11種類ありますが、これらの展開図はすべて平面充填可能です。紙面のスペースの都合で、平面充填の例を3つ紹介します(図9)。

立方体



図7

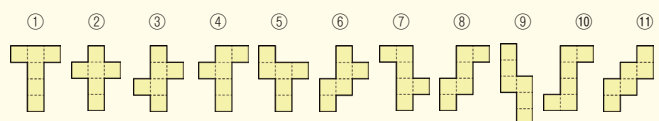
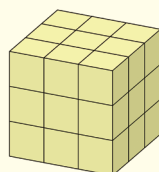


図8

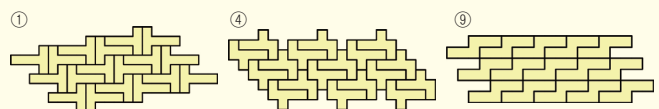


図9

ダブル充填可能な立体は、現在では、数多くの立体が知られており、面の個数が4~8のものはそれぞれ無数にあります。現在知られているなかで面の個数が最も多いものが、写真4で示される十二面体です。この十二面体は、立方体の向かい合う2つの面に四角錐を張り合わせた形をしています。写真5、6はこの十二面体を用いて空間充填していく様子です。図10は、この立体の展開図のひとつで、平面充填可能なものです。図11のように平面充填します。



写真4



写真5



写真6

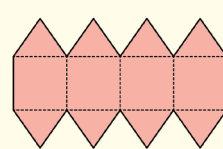


図10

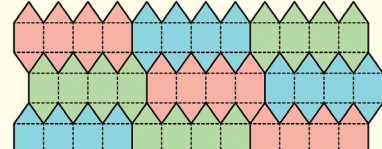


図11

(文責・制作 数学体験館テクニカルディレクター 山口康之)

●お問合せ先

東京理科大学 理数教育研究センター  
(事務局：学務部 学務課)

〒162-8601 東京都新宿区神楽坂1-3  
TEL. 03-5228-7329 FAX. 03-5228-7330

理数教育研究センターホームページ



<https://www.tus.ac.jp/mse/>

数学体験館ホームページ



<https://www.tus.ac.jp/mse/taikenkan/>

# 理数教育フォーラム

Renovate Math & Science Education

## 第52号

2025.12

発行：理数教育研究センター

## Contents

- 1 心理学の学習論から読み解く  
科学コミュニケーションの進化
- 2 地学教育と  
科学コミュニケーション
- 3 高校生のための  
サイエンスプログラム  
—あなたも1日大学生—  
「インフラを守る技術を  
体感しよう」実施報告
- 4 なるほど納得ゼミナール  
ダブル充填

### 心理学の学習論から読み解く 科学コミュニケーションの進化

教職教育センター  
准教授

西村 多久磨



科学コミュニケーションという言葉は、いまや研究者だけでなく教育やメディア等、様々なところで耳にするようになりました。科学の知を社会に広め、理解や信頼を育む営みである科学コミュニケーションには、その伝え方に長い歴史があります。本稿では心理学の学習論の観点からその変遷を解説していきましょう。

初期の科学コミュニケーションは、科学的知識を欠いている一般の人々に、科学者が知識を教えればよいという発想を持っていました。この考えは欠如モデルと呼ばれ、心理学における行動主義的学習とよく似ています。行動主義では、刺激と反応が結びつくことによって学習が進むと考え、学習者は外部からの情報を受け取る受動的な存在とみなされています。科学者が「刺激(情報)」を伝え、人々がそれに「反応(理解)」を示すという構図です。

しかし、この考えでは人々の科学への理解や信頼を深めることは難しいという課題に直面しました。そしてこれを機に、科学者はより効果的な伝え方を模索し、科学の知を人々に正確に理解されることを目指し始めたのです。心理学における認知主義的学習では、学習者を外部からの情報を理解する能動的な存在とみなし、学習者の情報処理や理解過程、そして知識の意味づけに焦点を当てます。科学館での展示説明やメディアのノーベル賞解説は、まさに認知主義的学習を体現した活動例です。

近年では、学習者が社会的な関わりを通じて知識を再構成することを学習と捉える、社会構成主義的学習が台頭してきました。科学者が科学をより身近に伝え、人々が科学を体験的に理解することを重視する姿勢は、まさに社会構成主義的学習の狙いと合致しています。STEAM教育は、学習者が他者との協同を通じて社会的な知の構築を目指す、社会構成主義的学習の代表例といえるでしょう。学習者は単に知識を意味づける存在ではなく、社会の中で他者と関わりながら知識の意味を創り出す主体的存在なのです。

このように科学コミュニケーションは、「知識の一方的伝達(行動主義)」から「知識理解の促進(認知主義)」そして「社会経験に基づく知識の共創(社会構成主義)」という変遷を経てきました。こうした流れは、科学を「専門家のもの」から「社会全体で共有し育てるもの」へと変えていく動きともいえます。科学を伝えることは、もはや説明するだけでなく、人々が社会の中で新しい価値を共に創り出せるような教育的営みへと進化を遂げているのです。



データサイエンスの模擬授業@オープンキャンパス



ポジティブ心理学について語る@日本心理学会



## 地学教育と科学コミュニケーション



教養教育研究院野田キャンパス教養部 教授  
理数教育研究センター併任教員

関 陽児

不調法ではありますが、「地学教育」が高校の理系コースにおいてはほぼ存在しない点からご説明します。例えば、東京理科大学の学生で高校時代に「地学基礎」を学修した者は数％です。本学学生の地学の学修はほぼ中学校止まりです。端的に言えば、科学技術の専門家で、地学リテラシーをもつ人が極端に少ないのがわが国の現状です。その結果、地学の科学コミュニケーションにおいては、通常の①専門家と一般市民との関係、に加えて②地学専門家と地学リテラシーをもたないその他の専門家との関係、の2点を考える必要があります。以下に、①と②に関連する代表的な事例をご紹介します。

### 「最も危険なS級活断層」大阪上町断層や福岡警固断層の30年間発生確率はたったの数％！

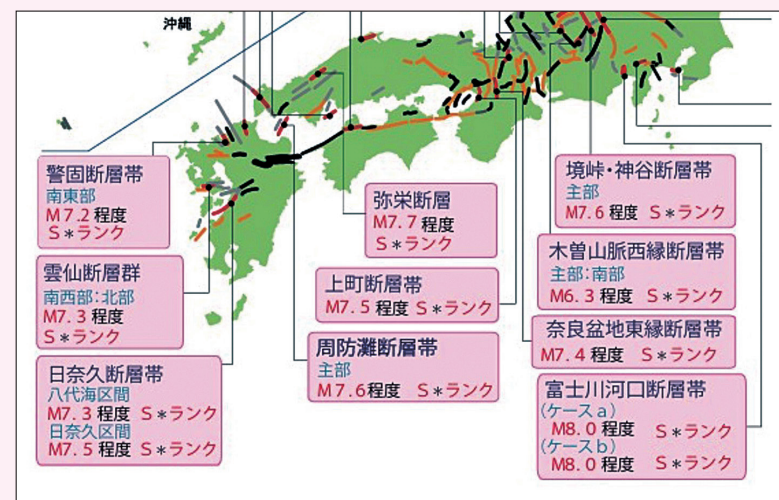
どちらも大都市直下の活断層でM7を超える巨大地震の発生が予想されています。地震が起これば阪神大震災級の大災害となる可能性が高い「満期」の断層です。ところが30年発生可能性の数字は、3％(上町断層)ないし6％(警固断層)と意外に小さい。再来周期が数千年で誤差もあるので統計的には小さくなります。この数字を示して「危険です！」と地域の方々に訴えたらどう受け止

められるでしょうか。30年以内に90％以上は起こらない→安全だ～と思う人も少なくないでしょう。阪神大震災や熊本地震などのM7級の巨大地震災害でも、事前の評価は同様でした。非常に危険度が大きく、最大限の地震対策が必要であることを地域住民に伝える(①)には、まだ工夫の余地がありそうです。

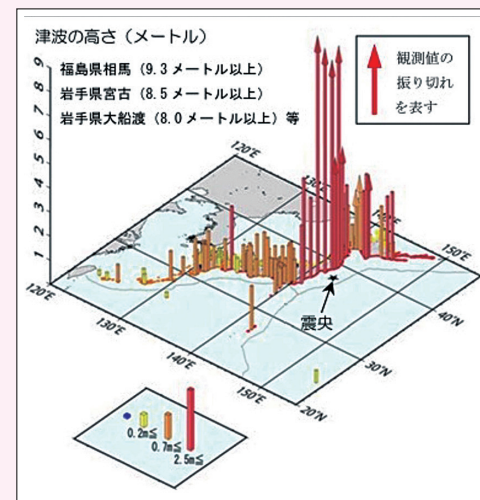
### 2011年東日本大震災：重大事故を起こした原発、起こさなかった原発

この地震は千年に一度という連動型巨大海溝地震で、福島第一原発がそれに備えることは経済合理性の観点から難しかったのでしょうか。しかしその時ほぼ同じ波高の津波に襲われながらも事故に至らなかった施設もあります。宮城県の女川原発では建設前に、千年前の貞観地震巨大津波を精査した上で敷地を高くしました。福島第一では、多くのチャンネルから巨大津波への要対策の進言がありながらも無策のままあの日を迎え、その損失額は10兆円超えです。この件は、上記の②の問題を想起させます。

みなさん、独習で構いません。地学を学んでください。きっと命と暮らしとお財布を守ることに役立つはずです。



西南日本の活断層長期評価(気象庁HP)



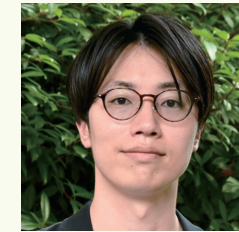
2011年東日本大震災での到達津波波高(気象庁HP)

## 高校生のためのサイエンスプログラム ―あなたも1日大学生― 「インフラを守る技術を体感しよう」実施報告



創域理工学部 社会基盤工学科  
講師

橋本 永手



創域理工学部 社会基盤工学科  
講師

柏田 仁

社会基盤工学科が担当した本プログラムでは、「鉄を錆から守る！電気防食の原理と体験」、「水害時の流れの解明！最新の画像解析技術の体験」という2本立ての体験を行いました。社会基盤工学というと巨大構造物を扱う印象が強いですが、実際には、見えないところで社会を支える防食・維持管理技術、水害や土砂災害などの自然現象の理解と対策も重要な領域であり、その広がりを知ってもらえる機会となりました。

「鉄を錆から守る！電気防食の原理と体験」では、高校化学で学ぶ酸化還元反応や電池の知識を出発点として、実際の鋼構造物に適用される電気防食の原理を工学的に導きました。高校生には、自分たちが教室で学んでいる内容が、社会基盤を支える技術として活用されていることを実感してもらいました。そのうえで、学んだ原理を踏まえて電気防食の実験系を自ら組み上げてもらいましたが、課題の難易度は高校教科書レベルよりもやや高めに設定し、個人の直感だけでは太刀打ちできず、チーム内での議論が不可欠となるようにしました。最後に電源の極性(プラスとマイナスのどちらをどちらの電極につなぐか)だけはあえて教えず、これまでに学んだ知識とチーム内での相談に基づいて自分たちで決定させました。このプロセスを通じて、高校生は普段の学習が社会に役立つ仕組みづくりにつながることを体感するとともに、自らの判断が結果に影響を与えることへの責任や、一人では解けない課題に対して議論と協働によって解決を図る

チームワークの大切さについて学ぶ機会となりました。

後半パートでは、気候変動によって激甚化・頻発化する豪雨災害の現状や、国内で発生した水害事例について講義を行いました。その後、実際の水害時に住民が撮影した動画を教材とし、高校生自身が手を動かして解析を体験するワークを実施しました。今回使用した動画は災害現場にて住民の方が撮影した揺れの大きい素材であり、解析には一定の難しさがありました。しかし、動画のブレ補正、視点の固定化、上空視点への変換、そして最終的な流速算定という一連の手続きを順に体験することで、高校生の皆さんは「映像が科学のデータになる」ことを実感した様子でした。ワーク中には、ステップが進むごとに驚きの声が上がリ、手法の意味が腑に落ちた瞬間には納得の表情を見せるなど、活発な反応が見られました。

今回のプログラムを通じて、社会基盤工学の担う領域の広さと、見えないところで社会を支える防食技術や災害の仕組みを科学的に読み解く面白さを感じてもらえたのであれば嬉しく思います。東京理科大学では、今後も高校生に向けて科学の魅力を伝える取り組みを継続していきます。

創域理工学部 社会基盤工学科  
ホームページ  
<https://www.cv.noda.tus.ac.jp/>



電気防食実験の様子



画像解析の様子



橋本先生と学食へ