

「親子で体験する数理ワークショップ ～デザインの中に隠された数学～」の報告

東京大学大学院数理科学研究科 佐々田 槇子
数学教育者・ジャズピアニスト 中島 さち子

1. 「親子で体験する数理ワークショップ」について

2017年3月26日(日)13時～17時、首都大学東京にて、小学校4年生～中学生とその保護者を対象に、数学の楽しさを親子で体験していただく「親子で体験する数理ワークショップ ～デザインの中に隠された数学～」を開催しました。開催に先立ち、参加してくださる親子をウェブ上で募り、当日は小学生8名、中学生6名、保護者13名が参加していただきました。講師は佐々田槇子・中島さち子の2名が担当し、日本テセレーション協会の荒木義明さん他スタッフやパズル学園代表の本奈代子さん、早稲田大学理工学術院の岩瀬英治先生などの大人スタッフ5名、東京大学・慶應義塾大学・名古屋大学の大学生及び大学院生スタッフ10名、その他一般企業の方や名古屋大学の伊藤由佳理先生や奈良女子大学の嶽村智子先生など有志の方々5名にもお手伝いいただき、総勢50名ほどの会となりました。

今回このワークショップが実現したのは、昨年夏に東京大学にて開催しました「数理女子ワークショップ」がきっかけでした。慶應義塾大学理工学部数理科学科の坂内健一先生と共に運営している「数理女子」というホームページ <http://www.suri-joshi.jp> の企画の1つとして、女子小・中学生とそのお母様方を対象に開催したものです。「数理女子ワークショップ」は、夏休み最後の土曜日となる8月27日に開催されましたが、予想をはるかに超えた好評をいただき、私たちスタッフ一同にとっても、やり甲斐や発見の多いものとなりました。そして、その経験を日本数学会の小谷理事長(当時)にお話する機会に恵まれ、今回のワークショップ開催に至りました。

※第1回数理女子ワークショップ参加者感想：

<http://www.suri-joshi.jp/enjoy/workshopsurijoshi/>

2. 当日の様子

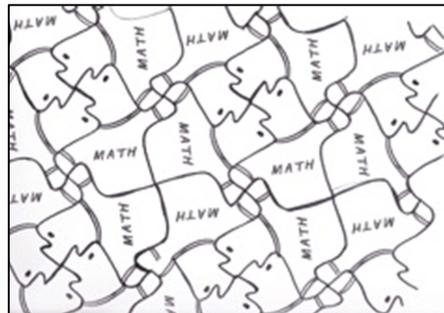
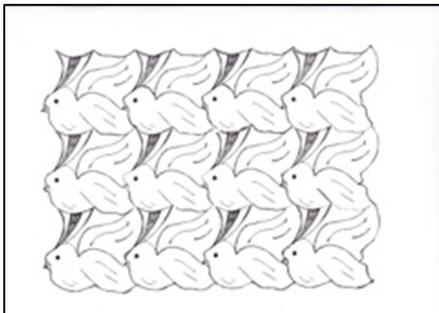
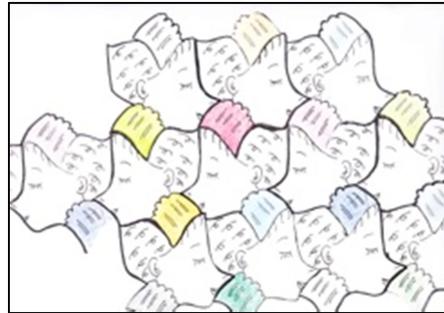
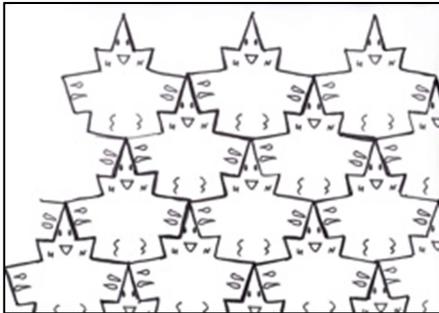
当日は雨天であったにも関わらず、多くの参加者の皆さんが期待を胸に集まってくださいました。最初に、伊藤由佳理先生の用意してくださったポスターが展示されているスペースで集合しました。伊藤先生には、大学の授業の課題として、学生さんが各自の数学研究を色鮮やかにまとめられたポスターを提供いただきました。題材が多様で、大学で学ぶ数学の広がりや垣間みることができました。ワークショップが始まる前から、展示されたポスターを見て、数学の世界へのワクワク感が増していきます。

2.1 親子別々の部屋でのワークショップ

はじめに、講師2名から「数学とデザインのつながりを通して、数学の自由さや学校で学ぶ数学とは異なる側面、魅力をぜひ感じてほしい」こと、そして「何よりも楽しんでほしい」ということをお伝えしました。それからすぐに、子供達と保護者の方はそれぞれ別の部屋へ移動しました。保護者の方にも、子供の付き添いではなく、子供達と同じ目線でワークショップを体験していただきたいと思い、あえて別々の部屋で行いました。各部屋では、3, 4人ごとにグループに分かれ、各グループには学生などが TA (Teaching Assistant) として加わり、会話をさりげなくファシリテートします。

2.2 自由に「発見」

いざ、ワークショップ前半開始！グループごとの机には、すでに、事前に講師（中島）が家族の協力を得て作製した色々な敷き詰め模様の絵が置かれています。皆、席に着いた時点から絵に興味津々。まず行ったグループ内での自己紹介では、名前と共に、机の上から好きな絵を1つ選び、自分で自由にタイトルをつけて紹介しました。タイトルのつけ方は、皆さんの個性が光っていました。そして、自己紹介から自然な流れで<発見タイム>へ！手元にあるさまざまな敷き詰め模様のデザインを見ながら、グループ内で、自由に絵の持つ特徴を「発見」していききました。



数学は苦手と仰っていた方もいらっしゃいましたが、敷き詰め模様の特徴発見については、どんどんアイデアが溢れてきました。「同じ部分の繰り返しでできている」

「この点をおさえてぐるぐる回すと元に戻る」「どの点を中心と見るかで、絵の印象が変わる」「人や動物が多い」「隙間がない」「この絵はお化けだ！」などなど・・・

子供部屋ではさらに、「右を向いているものと左を向いているものがある」「この線で折ると、右左がぴったりくっつく」「これは、この点で90度回転させると元の絵と重なる」「こっちだと120度. あ、60度回すと絵が重なる点もある!」「この絵はこの点で点対称(180度くるっと回すと絵が重なる)」「基本となる平行四辺形が見えてきた」「いや、三角形が…」「この直線が鍵だ!」などと、男の子も女の子も小学生も中学生も入り混じってどんどん議論が白熱し、中にはマジックで平行四辺形や三角形を書き出す人、はさみで一部切り出す人も. グループによっては、子供の熱弁する発見が数学的に難しく、大学生のTAが頭を抱えていました.

その後、グループごとに前に出て順に発見を発表します. 皆、発表の内容も手法も面白いアイデアや工夫が凝らされており、私たち講師やスタッフも時に驚かされ、大いに感心しながら、楽しく発表を聞きました.

一方の保護者の部屋でも、1つの絵を徹底的に分析するグループや、幾つかの絵の共通点を探すグループなど、多様な議論の発展が見られました. ただ、全体的な印象として、子供達に比べると「発見」の種類はやや少なく、他の方の意見に影響されやすい様子も見られ、参加者ご自身も「頭が固くなっている」「無難な正解をつい探してしまう」といった感想を持たれていました. また、発表も子供達が全員で行ったのに対し、大人の方々は「私はできませんので、お願いします」と譲り合う様子が度々みられ、子供から大人へと成長する中で、数学に対して、あるいは発表するということに対して苦手意識が増えていってしまう方が多いのかもしれない、という印象を受けました. こうしたワークショップは、保護者の方にも数学に対するイメージを変えていただけるチャンスなのかもしれません.



いろいろな特徴が見つかったところで、「敷き詰められている」ことと「繰り返してできている」ことには実は違いがあることを紹介し、手元の敷き詰め模様は全て、2方向への繰り返し(平行対称性)がある「繰り返し模様」であることを確認しました. 他にも、「線対称性(鏡映)」「回転対称性」「ずらし鏡映」などがあることを紹介した後、改めて手元の絵の模様に関心するさまざまな「対称性」を確認・発見しました.

2.3 「分類」に答えはない

少し休憩をはさみ、引き続き各グループに分かれて、対称性によって「アルファベットの分類」をしてみました。アルファベット「A, B, C, D...」の中には線対称性を持つもの、点対称性をもつもの、線対称性と点対称性の両方をもつもの、があります。

線対称性だけ：A, B, C...

※例えばBは下の膨らみが大きい場合は線対称ではないという声も！

点対称性だけ：N, S...

線対称性と点対称性の両方：H, I...

どちらもない：F, G, J...

線対称・点対称などの言葉を全く知らなかった子供たちも、講師からの説明だけでなくグループの仲間やTAとの議論や視覚的な体験を通じて、「対称性」を理解していきます。

模様の「対称性」は、デザイナーが新しいデザインを生み出す際のヒントになっていることを紹介し、今度は、グループごとに、手元にあるさまざまな敷き詰め模様を「対称性」という観点から分類してもらいます。

「回転対称性」をもつかどうか、「線対称性」をもつかどうか、「右を向いたり左を向いたりしているか」など分類の仕方はいろいろあり、分類の仕方に正解はありません。実は、これは今回のワークショップの一つの重要なメッセージでした。

余談となりますが、昨年のワークショップの準備にあたり、参加者に数学のどのような側面を伝えたいかをスタッフで議論した際、「算数・数学はいつも答えが一つ」ではなく、例えば「どのようなルールで分類するか」「何に着目するか」を決めるのは自由だと伝えたい、という声が多くあがりました。ルールに従って答えを出すことも勿論大切ですが、そのルールを作ることには、さらなる面白さと意味があり、答えのない「分類」を通じてそれを体感してほしいという狙いで、この「分類」というワークを行うことにしました。

当日の各グループの「模様の分類」の発表は、実際、グループごとの個性が表れた非常に多彩で面白いものとなりました。子供たちは全員が発表に参加し、元気にアイデアを披露しました。参加者の全ての方に、「分類」の答えが一つではないことを、体感していただけたのではないかと考えています。

いろいろな視点での分類を発表してもらった後、実はこの「対称性のみ」に着目した「(2方向への)繰り返し模様」の分類は、細かくルールを作って区別してみても、17種類しかないことを紹介しました。そして、なぜ17種類なのかという不思議に迫るためのヒントとなる話、3次元の「繰り返し模様」の話、「繰り返し模様」ではない「敷き詰め模様」(ペンローズタイリング等)の話、そこからノーベル化学賞につながる準結晶が発見された話、と話題は広がっていきました。

2.4 Tea time

その後、疲れた頭を休ませるために、全員での **Tea time** をもうけ、スタッフや子供たち、保護者の交流の時間をもちました。皆さんから感想を伺うと、「数学は面白い」「楽しい」「何気ないデザインの中に数学が隠れていて、びっくりした!」「数学なのに、計算が全然なくて驚いた」といった嬉しい感想がたくさんありました。先述の伊藤先生のポスターや日本テセレーション協会が提供して下さったさまざまなテセレーション（敷き詰め模様）のパズルにも人が群がり、さまざまな角度から数学を楽しんでいただきました。すっかり仲良くなって一緒に遊ぶ子供たちの笑顔も見られました。

2.5 オリジナル作品作り

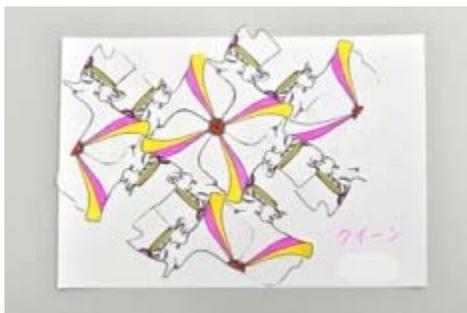
後半は、お待ちかね (!?) のオリジナル敷き詰め模様作品作りです。まず、皆さんのお手元に、4種類の四角や三角の紙、セロファンテープ、油性ペン、はさみ、のり、手書き用OHPシートがあることを確認しました。これらを使って、前半で学んだいろいろな「対称性」を持つ作品を作っていきます。まず、ルールブックの中から好きな対称性を決めます。そして、ルールに沿って好きな形の紙に自由に切り込みを入れて、テープで貼り合わせ、そこに絵を描いていきます。そして、その絵をOHPに写しとります。OHPに写す事によって、反転した絵をコピーすることができます。その1枚の絵をもとに裏表がある場合などを確認して約10枚印刷します。その同じ絵柄の紙をホチキスで数カ所留め、絵の輪郭に沿ってはさみでカットしていきます。それらを1枚ずつに広げ、画用紙の上で、絵をうまく敷き詰めていきます。複雑な図形が、きれいに繰り返しつながっていく様は、仕組みがわかかっていても感激です!皆さんの集中力が増していくのが、周りで見守っているスタッフにも伝わってきました。出来上がった敷き詰め模様には色を塗り、ニックネームやタイトルを書いて終了です。



途中、大学生スタッフは忙しくコピーしながらも、参加者の皆さんの発想力にびっくり。プロのデザイナーの方々も参加者の斬新な発想に驚きながらニコニコ、いろいろな机を回っていました。作品作りには個性も如実に現れ、可愛い綺麗な色使いの作品の方

もいらっしやれば、細かく細かく複雑に切り出してしまい苦勞する方、ざっくり切って後から発想力で勝負する方などさまざま。

最後は子供と大人が合流して、皆で全作品を壁に貼りだしました。皆さんから個性的な作品が次々に登場しました。カラフルな『ひな鳥』『紅葉』、対称性をうまく生かした『クイーン』、『タコのダンス』などなど、実に素敵な作品がずらり！斬新な発想に皆、お互いに驚き、笑い、刺激を受けました。一人ひとりが作品タイトル紹介と一日の感想を述べ、スタッフ・講師も一言感想を述べたのち、最後にワークショップの様子を見にきてくださった日本数学会の小谷理事長（当時）よりご挨拶を頂きました。日本数学会として初の小・中学生対象のワークショップ開催ではないかと思いますが、無事、参加者皆で楽しく「数学を発見・数学を使って創る」ことができ、ホッとしました。



3. 終わりに

本ワークショップの開催準備にあたり、ワークショップの内容に関しては一度実施していたこともあり、不安や負担感はありませんでした。一方で、予想外に苦勞したのは、参加者の個人情報等の取り扱いでした。小・中学生を対象としていることもあり、記録としての撮影の是非、各参加者が個人的に撮影した画像への対応、申し込み内容やアンケートの管理等について、数学会の理事の先生方にも度々ご相談しながら、慎重に決めていきました。内容そのものの準備以外にかなりの労力を注がなければならな

いのは残念なことです，SNSが普及した現代において，今後も避けて通れない問題ではないかと思えます。

最後に，当日書いていただいたアンケートを一部ご紹介させていただきます．まずは保護者の方々です：「親もワークショップするという点が良かったです」「自由な発想をすることが大切だと思いました」「数学という言葉聞くだけで嫌悪感がありましたが，意外と身近でとても楽しいものだと思います」「終始楽しい雰囲気，親子共に楽しめました」「学生時代数学は嫌いでした．今日は楽しかったです」「数学＝計算＝試験の為の…と思っていた世界観が変わりました．もっと前に体験したかったです」．次に子供達です：「図工感覚で楽しかった」「世界には数学があふれていると思いました」「物理や美術と合体させることで，数学も面白くなることができました」「数学は大嫌いでしたが（特に幾何），今回のワークショップで親近感を感じました」「自分が作ってもできたのがびっくりした」「グループの人たちとのアイディアの共有がとても楽しかった」「自分が発見したことを創造にいかすことができたのでとても面白かった」「なぜ（回転対称が）4種類の角度しか存在しないのか家で考えてみたいと思いました」．

スタッフは事前のリハーサルに加え，当日は午前中の買い出しや会場設営，機器の動作チェックなどから始まり，午後6時近くまでの長い一日となりましたが，参加者の方々の笑顔に助けられ，刺激をたくさんもらった楽しい時間となりました．また，本ワークショップの事前準備及び当日の運営にあたって，会場となった首都大学東京のスタッフの方をはじめ，多くの方にご尽力を頂きました．あらためて感謝申し上げます．

今回のワークショップでは，「数学の楽しさや魅力を伝えたい」という想いをダイレクトに届けることができましたと思います．私たちも，改めて，数学の魅力を参加者の皆さんからたくさん教えていただきました．これからも，こうして皆さんと直接会話しながら，一緒に数学の魅力を発見していける機会を作っていきたいと思えます．

この度は，日本数学会より貴重な機会をいただき，スタッフ一同大変感謝しております．本当にありがとうございました．

（写真撮影：河野裕昭）