

# 結び目のゲームを作って遊ぼう！

群馬工業高等専門学校

清水 理佳

## 1. はじめに

「女子中高生夏の学校～科学・技術・人との出会い～」(略して夏学)は独立行政法人国立女性教育会館が主催の、女子中高生や保護者・教員を対象として毎年行われている、理系の進路選択を応援する3日間のイベントです。今年は女子中高生115名、保護者26名、中高教員11名が参加しました。(中高生の参加希望者については今年も定員を上回ったため選考がありました。)協賛団体のひとつである日本数学会からは2日目午前の実験・実習と、2日目午後のポスター展示の出展がありました。本稿では、実験・実習「結び目のゲームを作って遊ぼう」の様子をご報告いたします。

## 2. 実験・実習「結び目のゲームを作って遊ぼう」の参加者のみなさんについて

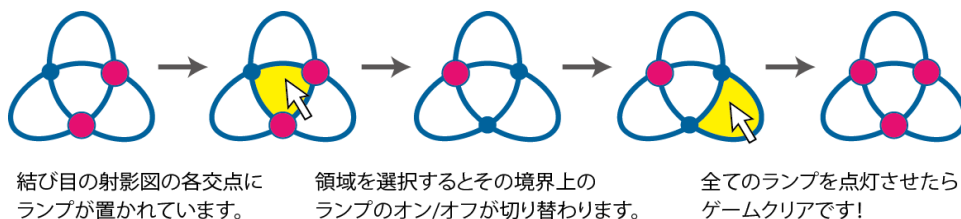
11 テーマある実験・実習の中から私たちのテーマ「結び目のゲームを作って遊ぼう」を選んでくださったのは、中高生9名、保護者2名の計11名でした。このテーマを選んだ理由は様々で、数学が好きだからとか、学校の先生が授業中に結び目理論を紹介してくれてもっと知りたいと思ったからとか、また数学に興味がある女子を応援するサイト「数理女子」を見て来てくれた生徒さんもありました。数学科希望の生徒さんもたくさんいて、数学に興味を持ったきっかけ等も聞くことができました。数学の読み物を読んで数学が好きになったとか、高校の数学の先生から数学の面白さを教えてもらったとか、様々でした。ちなみに私自身も数学科希望のきっかけは数学の読み物と高校の先生だったので親近感がわきました。それと同時に、普段とても大事な年代の学生と接しているということを高専教員として再認識しました。



実験・実習の様子

### 3. 領域選択ゲームについて

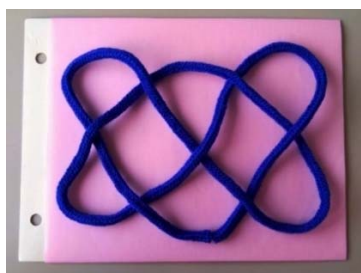
領域選択ゲームとは、結び目理論から生まれたゲームであり下図のようなルールのゲームです。



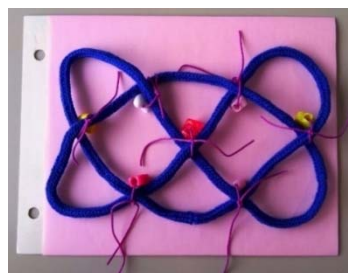
どんな結び目射影図でも、どんなランプの初期状態でも必ず解けるということが証明されており、自由にゲームを作ることができるので工作にとっても適していると言えます。

### 4. 領域選択ゲームの工作の様子

実験・実習では、最初にトポロジーや結び目理論の紹介をして、次に領域選択ゲームの説明をして、その後にみんなで領域選択ゲームを作って遊びました。以下に工作の手順をご紹介します。材料は100円ショップ等で購入できて、作業も簡単で気楽に作ることができるのでイベント等におすすめです。



①



②

① 好きな色のひもで好きな結び目を作ります。当日は結び目の一覧表を配って参考にしてもらいました。

② 交差点にビーズを細いひも（難しかったらモールでも）で付けます。ゆったりめに！



③



④

③ 結び目を、交差点周りを避けて接着剤で固定します。これもゆったりめに！自由に飾り付けして完成。

④ 乾いたら領域選択ゲーム（手動）で遊べます。

接着剤を乾かす時間の関係で②と③の順番を入れ替えてもOKです。当日は、接着剤が乾くのを待ちながら、各グループでホワイトボードとマグネットで領域選択ゲームをして遊んでもらいました。

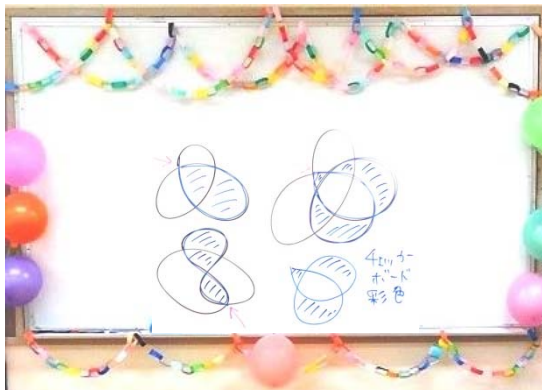


様々な結び目の領域選択ゲームができました。

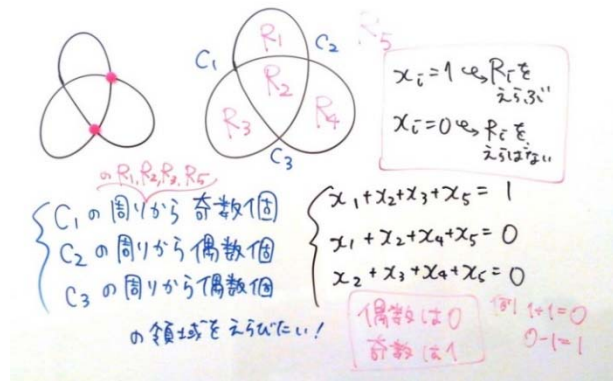
<①に関連して> 最近の結び目理論界でのニュースとして、明治時代の国定教科書に大変ハイレベルな結び目教育の指導要領が載っていたことが話題になりました。(詳細は大阪市立大学数学研究所のホームページ等を参照。) 当時の小学生は高度な結び目をひもで作ることができていたようです。

### 5. ゲームの攻略法について

実験・実習の最後に、領域選択ゲームの攻略法を2つ紹介しました。他にも見つけたら教えてね、とお願いしておきました。



攻略法1



攻略法2

攻略法1：(既約な射影図の場合) 変えたい交点から結び目射影図をたどる。ただし各交点は直進。もとの点に戻ってきたら得られた閉曲線の内側(チェッカーボード彩色したところ)に対応する領域を選択する。(詳細は数理女子のサイト等を参照：<http://www.suri-joshi.jp/enjoy/knot/>)

攻略法2：mod 2 の連立方程式を解く。

## 6. ポスター展示について

2日目午後のポスター展示は、今年は新テーマ「暗号と数学」で行われました。大島先生のわかりやすいご説明と、手書きで温かみのあるポスターは女子中高生たちからとても好評でした。説明の際に寸劇を取り入れたりもしました。



準備の様子



ポスターの説明の様子

## 7. 終わりに

実験・実習を一緒に担当していただいた大山口菜都美先生（秀明大学）、久野恵理香さん（東京工業大学）、ポスター展示をご担当いただいた大島和幸先生（愛知工業大学）、私たちのリーダーで今年から一緒に企画委員もさせていただき企画の段階からお世話になった柏原賢二先生（東京大学）、そして予算のことから何から何までお世話になり、また毎年励ましていただいている小磯深幸先生（九州大学）、ありがとうございました。数学会からは講師や TA の旅費や、中高生への景品の提供もいただいています。また、数学会会員であり今年には日本数式処理学会からポスター展示をされた藤村雅代先生（防衛大学）、照井章先生（筑波大学）、また TA の平澤くるみさん（筑波大学）とも相談コーナー等でチームを組ませていただき大変お世話になりました。ありがとうございます。また私は実験・実習の講師をさせていただくのは今年で5回目でしたが、領域選択ゲームの工作は毎年数学会メンバーの皆様からたくさんの助言をいただき進化を続けています。特に大山口さんとは毎年一緒に計画して、新しいアイテムやプリントを作ってもらったりして、とても感謝しています。さらに、夏学参加者の女子中高生たちにも毎年刺激をいただき感謝しています。例えば今年、全ての勉強（歴史とか英語とか国語とか全て）は数学を勉強するためにやっているんです、と元気に話してくれた生徒さんがいて、その言葉がとても心に響きました！



数学会メンバー