

「女子中高生夏の学校 2015」の一体感型実験の報告

東京大学大学院総合文化研究科 柏原賢二

女子中高生夏の学校とは

私は、2015年の8月6日から8日の3日間、埼玉県の嵐山町の国立女性教育会館で開催された「女子中高生夏の学校 2015～科学・技術・人との出会い」（以降では「夏の学校」と書きます。）に参加して、一体感型実験の講師をさせてもらったので、それについて報告します。夏の学校は、女子中高生に理系の進路を選択してもらおうというイベントで、多くの理系の学会の協力のもとで行われています。

数学会からの参加状況

日本数学会は、夏の学校の協賛団体であり、毎年、多くの数学会関係者に夏の学校への協力をしていただいています。九州大学の小磯深幸先生は、数学会理事として、数学会における夏の学校関連の予算等でお世話になっています。2015年も夏の学校において、数学会のポスターブースの説明にご協力いただきました。日本大学の平田典子先生には、TAを毎年、手配していただいています。数学会の男女共同参画社会推進委員でもある愛知工業大学の大島和幸先生は、毎年ポスターブースの担当をお願いしています。今年、「結び方と数学」というタイトルで展示を行いました。どのような結び目が数学的に異なるといえるかを、ジョーンズ多項式から説明するというポスターです。群馬高専の清水理佳先生と秀明大学の大山口菜都美先生には共同で「結び目のゲームを作って遊ぼう」という実験実習を担当いただきました。お茶の水女子大学の学生の森下奈保子さんに実験のTAをお願いしました。防衛大学校の藤村雅代先生には、数学会と数式処理学会との共同名義の実験として、「見えないけれどこんなに綺麗、「複素数」の世界をのぞく」というタイトルでコンピュータを使った実験を行ってもらいました。また、数学会から、女子中高生に渡されるボールペンなどのグッズの提供も受けております。



清水先生と大山口先生の実験の様子

一体感型実験とは

一体感型実験は、3日間の夏の学校の日程のうち、最終日の午前9時から11時までの2時間で行われる、中高生の生徒全員で行う実験です。昨年、「夏の学校10周年を記念して、全員で一体になって、感動が味わえるようなイベントがなにかあったらいいのではないか」という学生TAの企画委員からの提案で始まりました。夏の学校における通常の実験実習は、10名程度の生徒に対して行われますが、一体感型実験の場合は、広い会場に100名以上の夏の学校の中高生の全員参加で行われることとなります。実行委員会の場では一体感型実験の実験として、なにをやるのがよいかいろいろ意見が出たのですが、準備がたいへんだったり予算オーバーだったりして、なかなか決まりませんでした。それで私が提案した案が準備がそれほど大変そうでないので採用されることになりました。そ

これは、コンピュータの CPU 内部で行われる加算の演算回路を、人間がビットになってシミュレートする「人間コンピュータ」というタイトルの実験です。一体感型実験は、今年で2年目ということになりますが、昨年も今年も、私が同じ「人間コンピュータ」という題目で、だいたい同じ内容で行っています。今年の内容をもとに、次の節で説明したいと思います。

一体感型実験「人間コンピュータ」

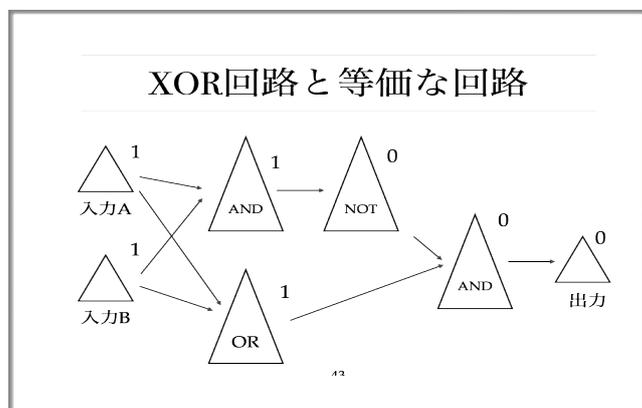
1ビットを1人の人間（生徒）がシミュレートします。立つと1で、座ると0を表すします。

最終的には、数十名で協力して、2桁の2進数の足し算を行うことが目標です。大きな会場で生徒約120名に対して行います。6人で1班で20班あります。各人に椅子を用意して、30名ずつ4つのグループに分けて、それぞれ円になって向き合うように座ってもらいました。

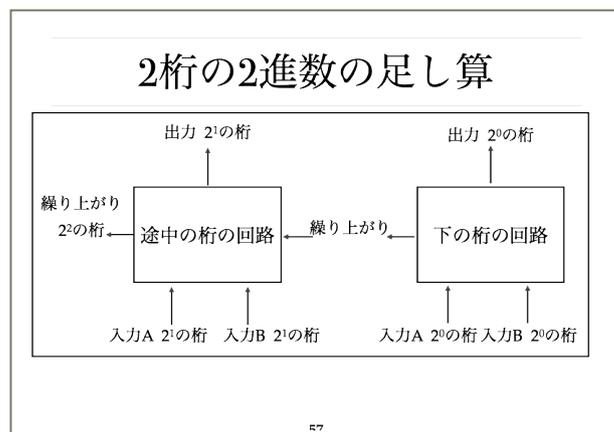
まず、スクリーンに映したスライドを使って、2進数の概念を私から説明します。その後、生徒は、1班6人で組みになって、6ビットの数を表現してもらいました。工作用紙をテープでとめてひとりひとり三角帽子を作ってもらいます。そして帽子に6人がそれぞれ1, 2, 4, 8, 16, 32と書いて、かぶってもらいます。その後、会場前方のステージ上から指示した10進の数を、6人で立ったり座ったりして2進数で表現してもらいます。たとえば、33と指示した場合には、32さんと1さんが立って、他の人は座るということです。前のステージ上では、数学会からのメンバーや数人の他の学会の人たちにも協力してもらって、例となるパフォーマンスを行ってもらっていました。また、数学会からのTAの森下さんに司会を手伝ってもらいました。また、20名ほどの夏の学校のTAにも手伝ってもらって、適宜、生徒の指導を行ってもらいました。

2進数の次には、AND回路、OR回路、NOT回路、XOR回路のそれぞれを学びます。たとえば、AND回路は、入力2名、出力1名、AND役1名の4名で構成します。新たに帽子を作ってもらって、入力A、入力B、AND、出力などと帽子に書いてもらいます。回路の線がつながっていることは、短い紐の両端をそれぞれの人々が手で持つことで表します。入力の1と0をステージ上から与えて、その出力を生徒が考えて、立ったり座ったりしてもらいます。OR回路やXOR回路も同様です。NOT回路は、3名で回路を作ります。また、XOR回路は、AND回路、OR回路、NOT回路の組み合わせで表現出来ることを学びます。

最後に、2進数の足し算についてスライドを使って説明して、AND回路やXOR回路などの組み合わせで、2桁の2進数の足し算を表現することを目標にしました。入力が2進数Aの下桁、上の桁、2進数Bの下桁、上の桁4つ



当日用いたスライドの一枚



です。出力は、1, 2, 4の桁の3つになります。下の桁の加算の回路と、上の桁の加算の回路を例示して、それらを組み合わせて、2桁の足し算の回路を考えてもらいました。

実施結果

昨年も、今年も、ほぼ上の内容で実験を行ったのですが、昨年はなかなかうまくいきませんでした。生徒からの実験後のアンケートの内容によると、難しく、途中からよくわからなくなった人が多かったようです。参加生徒は、中3から高3までいるので、2進数を学習済みの人も、そうでない人もいます。また、実験は最終日の午前中に行われるのですが、前日夜遅くまではしゃいだりしてつかれている生徒が多いようで、実験に参加せずに椅子の上でぐっすり寝てしまっていた生徒も散見されました。そこで、昨年の反省を生かして、今年は、生徒にじっくり考えさせるよりも、答えをステージで早めに教えて、それを真似てもらおうようにしたりして、あまり理解しなくても参加できるように工夫しました。少し簡単になったと思います。今年の生徒のアンケートの結果はまだわかりませんが、昨年よりはうまくいったのではないかと思います。ただ、2時間という時間は少し足りなかったようで、最後の2桁の2進数の足し算の回路を作る部分で、15分ほど時間をとったのですが、だいたい完成したグループとそうでないところがあったようです。夏の学校終了後、個別に生徒から、「数学があまり好きではなかったけれど、数学も楽しく学べることがわかりました。学校の授業で先生にやってもらいたいので資料をもらえないでしょうか。」というメールをもらったので、うれしかったです。

今年は、夏の学校の実行委員長もやりつつ、同時に一体感型実験の講師も担当したので、夏の学校期間中は、一体感型実験で使う文房具の準備や会場設営やらがなかなか大変でした。実験前日夜に数学会関係者など協力者みんなで集まってステージパフォーマンスの練習もしました。実験にご協力いただいた方々、ありがとうございます。来年は、一体感型実験も他の先生が担当して、まったく別の内容にリニューアルされる予定です。

夏の学校について

残りの部分で、夏の学校のより詳しい説明、および、その実行委員長を務めた経験について、少し書きます。夏の学校の主催団体は、国立女性教育会館（NVEC）であり、会場の提供とともに、夏の学校に関する事務処理などをお願いしています。NVECは、宿



今年の一休感型実験の様子



前日の練習の様子

泊施設を備えた研修所ですが、夏の学校の期間中は、夏の学校が全館貸切となっており、NWECは、女性関連のイベントだけでなく、男性のみの研修でも使えるようです。夏の学校は、JSTの「女子中高生の理系進路選択支援プログラム」の委託事業として行われており、男女共同参画学協会連絡会の後援で行われています。また、日本学術会議との共催になっていて、日本学術会議からは、保護者・教員の参加者向けプログラムでのご講演などをお願いしました。参加者は、全国各地から集まった中3から高3の女子中高生、約120名に加えて、教員や保護者の参加者もいます。中高生の参加者希望者は、定員よりも毎年多いので、申込書の参加動機などを参考に選抜を行っています。教員や保護者向けのプログラムは、生徒のプログラムとは別に行われています。

夏の学校の企画委員は、学会からの委員、中学高校高専の教員、NWECの夏の学校担当職員からなっており、さらに学生のTAから、学生企画委員として数名が運営に参加しています。夏の学校の参加生徒向けのいくつかの主要なプログラムは、学生企画として行われており、学生主体のプログラムが多く行われていることが夏の学校の特徴となっております。学生TAの中には、もともと夏の学校に中高生として参加した人も多く含まれております。学会からのスタッフが日本全国から集まっているのも夏の学校の特徴になっています。

夏の学校のプログラムは、第1日目は、講演中心で、南極観測隊に参加したことのあるオーロラの研究者の女子大学院生の講演などが行われました。中高生が、どうしたら南極観測隊に参加できるのかなどの質問を熱心に行っていました。第2日目は、午前中に実験実習が行われます。実験実習は、全部で16件あり、各生徒はそのうちのひとつの実験に割り当てられ、実験実習を体験します。第2日目の午後からはポスターセッションが行われました。ポスターセッションには、学会を中心としたさまざまな団体が出展し、全部で38ブースありました。生徒によるポスターの人気投票も行われ、今年は数学会は上位に入れませんでした。夏の学校初参加の応用数学会と、同じく初参加の数式処理学会が、それぞれ人気のポスターブースのひとつとして選ばれていました。ポスターのあとは、学生企画のGateWayというイベントが行われて、学会などから参加した実行委員や、学生TAが、中高生からの進路などの相談に答えていました。

夏の学校の実行委員長は、1年ごとの交代制で毎年変わります。昨年は、日本物理学会の方が実行委員長を務めました。2015年は、日本数学会からの委員である私が実行委員長をつとめさせていただきました。日本数学会からの実行委員長就任は初めてだそうです。学会からは、各学会の男女共同参画の担当者が企画委員として参加することが多いようです。しかしながら、委員には任期があることが多く、長く企画委員を務めている人がそれほどいないので、私が委員長をやることになった次第です。私は、日本数学会の男女共同参画社会推進委員会のメンバーとして、夏の学校をここ数年間担当してきたのですが、今年の6月で推進委員の任期を迎えました。しかし、夏の学校の実行委員会の委員長になったために、特別に、日本数学会からの委員として参加させてもらいました。

夏の学校は、年5回開かれる実行委員会や、メールなどで企画担当者との連絡を取りながら企画を進めていきます。企画委員みなさんのご協力、大きな問題もなく、無事、夏の学校を終えることができました。メールをたくさん書いたり、打ち合わせに行ったり、それなりに忙しかったのですが、なかなか貴重な経験をさせていただきました。できれば、来年も夏の学校に参加したいと思っていますので、よろしくお願いします。

「女子中高生夏の学校2015～科学・技術・人との出会い～」日程表(予定)

	8月6日(木)		8月7日(金)		8月8日(土)	
	第一日		第二日		第三日	
	中高生	保護者・教員	中高生	保護者・教員	中高生	保護者・教員
7:30						
8:00			朝食		朝食	
9:00			移動		移動	
10:00			サイエンスアドベンチャーⅠ 「ミニ科学者になろう」 ・実験、実習 (150)	実験・実習の参加・見学 (150)	「一体感型実験」 (120)	夏の学校を振り返る (60) 夏の学校を振り返る (60)
11:00					一体感型実験の参加・見学(60)	
12:00			昼食・休憩		休憩・移動	
	受付				学生企画 「夏学振り返りと表彰式」 (45)	
					サイエンスアンバサダー任命式 閉校式 (45)	
13:00			写真撮影		解散	
	開校式(30)					
14:00	サイエンスアンバサダー 「自分の将来について考えよう」(30)		サイエンスアドベンチャーⅡ 「研究者・技術者と話そう」 (1)ポスター展示 キャリア相談 (2)国際交流 (170)	サイエンスカフェⅡ 「研究者・技術者、大学生との座談会」 (110)	サイエンスカフェⅢ 「中学、高校、大学の教員の連携」 (110)	
15:00	休憩				サイエンスカフェⅢ 「企業における女性研究者の活躍」(40)	
	キャリア講演(45×2=90) ①木村知代さん (株式会社ちふれ化粧品総合研究所) ②福田陽子さん (東京大学大学院理学系研究科)					
16:00	休憩・移動		休憩・移動			
17:00	学生企画 「サイエンスバトル!」 (90)	夏の学校を知る (90)	学生企画 「Gate Way」 (90)	サイエンスカフェⅣ 「ポスター展示・キャリア相談」 (90)		
18:00	休憩		休憩・移動			
	夕食(グループごと)		夕食(交流会)			
19:00	休憩・移動		休憩・移動			
20:00	学生企画 「i future ～理系人生を体験しよう～」 (90)	サイエンスカフェⅠ 「日本学術会議、学会、大学、企業等の研究者・技術者との座談会」 (90)	学生企画 「キャリアプランニング」 (90)	サイエンスカフェⅤ 「海外理工系事情」 (90)		
21:00	休憩・移動		休憩・移動			
22:00	天体観望会(希望者) 研究者・技術者やTAへのキャリア・進学懇談会(希望者) 国際交流「英語相談所」(希望者) (60)		研究者・技術者やTAへのキャリア・進学懇談会(希望者) 国際交流「もっと話そう英語」(希望者) (60)			

夏の学校 2015 プログラム