

次世代計算機は数学ガールの夢を見る？

横山 俊一 (Shun'ichi Yokoyama)¹

九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 / JST CREST

1 女子中高生夏の学校 2013

2013年8月8日(木)から10日(土)までの2泊3日の日程で、埼玉県比企郡嵐山町にある国立女性教育会館(NWEC)にて「女子中高生夏の学校2013～科学・技術者のたまごたちへ～」(以下「夏学」と略記)が開催されました。今回筆者は福岡大学の濱田龍義先生よりお誘いを頂き、2日目午前のプログラム「サイエンスアドベンチャーI: ミニ科学者になろう」の実習講師をお引き受けしました。また、日本数学会としての出し物であったポスター「結び方と数学」にも補助として携わりました。本稿は実習の内容とその様子、その他イベントを通して感じたことなどを思うままに書き連ねた回顧録です。

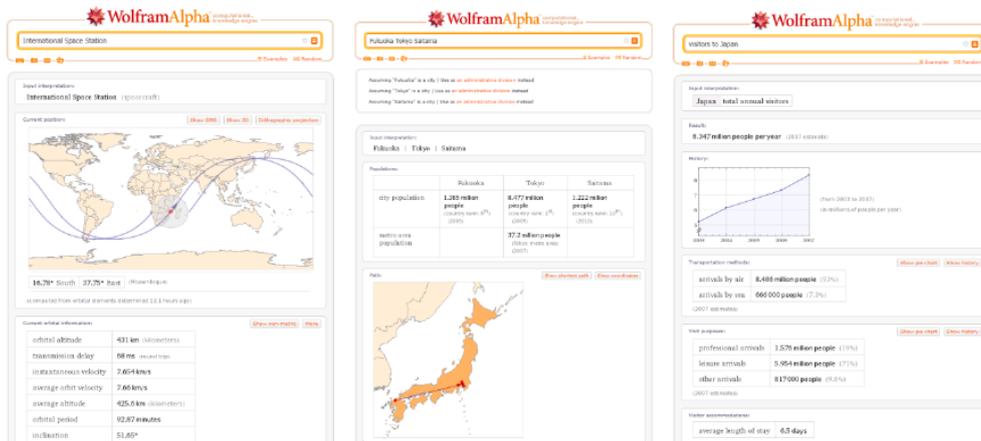
この「夏学」イベントは毎年8月の夏休み期間に開催されており、今年は女子中高生・保護者・教職員・学生TAなどを合わせて約200名が参加する大イベントとなりました。会館での合宿形式ということで、プログラムも朝から晩まで盛りだくさんの内容でしたが、女子生徒さんは疲れを微塵も見せることなく、10代のバイタリティーに只々圧倒されました。寧ろ私たち大人の参加者が、10代のエネルギーをもらって元気になったような気がします。会場も閑静な住宅地とバイパスを挟んだ緑豊かな場所にあり、都会の喧騒を忘れてイベントに打ち込める快適な環境でした。交通アクセスの面でも適しており、池袋から東武東上線の快速で1時間(乗り換えなし)で最寄駅に着きます。「国立女性教育会館」という名前ですが、男性も施設を利用することが可能な上、宿泊費用は非常に安く設定されていますので、今後も研究集会等で広く利用されることを願っています。

2 次世代計算機 Wolfram Alpha

今回実習講師を担当するにあたって、数学とコンピュータの両方を含みつつ内容をどう組み立てるか、非常に悩みました。筆者は計算代数・整数論を専門としていますが、昨年度までの内容を見てみると、コンピュータを使った幾何学を取り上げたものが多く、その全てが非常に直感的で分かりやすい題材でありながら、最先端の話題も盛り込むという意欲的なものでした。そこで今回もその方針をとりつつ、普段中学・高校では全く触れることのないソフトウェアを使ってみることにしました。それがWolfram Alpha² (ウルフラム・アルファ)です。

¹s-yokoyama(at)imi.kyushu-u.ac.jp

²<http://www.wolframalpha.com/>



Wolfram Alpha は正確には「計算知識エンジン」と呼ばれるもので、元々は理論物理学者であった Stephen Wolfram が最高経営責任者（CEO）を務める Wolfram Research が提供するウェブサービスの一種です。この記事をお読み頂いている皆様には、同社が発売している Mathematica の方が馴染みが深いかもしれませんが、Wolfram Alpha は Mathematica にコンシェルジュが付いたようなものであり、高度なプログラミング知識が無くても手軽に計算を楽しめる、まさに次世代の計算機として注目を集めています。驚くべきは、このサービスが無料³で利用出来るという点で、実習を終えた女子生徒さんが家でも引き続き使えるというメリットもあります。

例えば上の画像は左からそれぞれ “International Space Station”, “Fukuoka Tokyo Saitama”, “Visitors to Japan” と入力した時の実行結果です。一つのフレーズから Wolfram Alpha はインターネット上にある様々なデータを収集・解析し、数学的なデータを返します。例えば国際宇宙ステーションが今現在地球上のどこにいて、どのように動くのかをリアルタイムで計算して表示します。また複数のデータを比較したり、増減をグラフ化したりすることも得意です。

Wolfram Alpha の最大の魅力は、その手軽さと「とっつきやすさ」にあります。例えば等差数列の有限和

$$1 + 4 + 7 + \dots + 10000 = 16671667$$

を計算させる場合、通常はまず一般項を用いた形に変形し

$$1 + 4 + 7 + \dots + 10000 = \sum_{n=1}^{3334} (3n - 2)$$

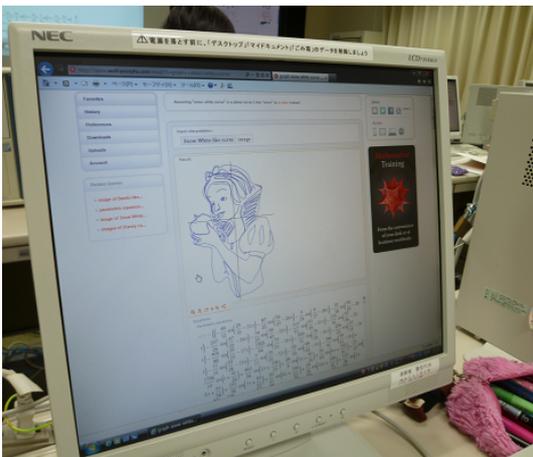
として処理します。例えば Mathematica では `Sum[(3*n-2), {n, 3334}]` となります。しかしこの場合、項数が 3334 個であることを調べたり、処理関数が Sum であることを見付けるまでが少し面倒です。また、このような内部関数が無いシステムでは for ループで足し込む処理を行わなければなりません。これに対し Wolfram Alpha は

³プロフェッショナル・アカウント（有料）もあり、インタラクティブモードなどの拡張機能が利用出来るようになっています。またタブレット端末やスマートフォンで使うためのアプリもリリースされていますが、こちらも有料です（約 100 円）。

$$1+4+7+\dots+10000$$

とだけ入力すれば、その答えだけでなく一般項の情報も計算して出力します。つまり Wolfram Alpha の内部では、持っている知識を参考に数列の規則性を見出し、一般項を予測するという処理が自動で行われているということです。普段手計算で行うような“+...+”の記法をそのまま入力として使えるので、プログラミングが苦手でも使いこなすことが出来ます。機械語の Sum や for ループ処理と“+...+”との円滑な橋渡しが Wolfram Alpha の最大の魅力と言っても過言ではないかもしれません。

さて当日は「世界を『計算』してみよう！」というタイトルで、15名の女子生徒さん（高校生11名、中学生4名）と見学の保護者・教員の方3名にご参加頂きました。実習では2人または3人でチームを作り、自分の興味の赴くままに Wolfram Alpha を使ってもらいました。入力は英語のみということで、最初は女子生徒さんには少しハードルが高いのではないかと心配していましたが、実習開始後ものの10分程度で基本的な使い方を全員がマスターしてしまい、自発的に興味深いデータを得ようと一生懸命 Wolfram Alpha を使いこなしている姿に驚きました。



例えば左上の写真では、平面曲線による白雪姫の簡単なスケッチが出力されています。これは女子生徒さんの一人が見つけたものですが、その下に複雑な数式が表示されているのが見てとれます。実は Wolfram Alpha はインターネットから白雪姫の画像を入手し、そこから特徴を表す曲線を明示的に構成し、可視化しています。曲線は媒介変数表示で与えられますが、よく観察すると三角関数を何度も複雑に合成して実現していることが分かります。丁度高校で三角関数を学んだばかりの生徒さんにとってこの経験は衝撃的だったようで、単純な波形からこのような曲線が生まれる数学の奥深さに感動したという生徒さんもありました。

実習の最後には Wolfram Alpha の延長として Wolfram Demonstrations Project⁴ を少しだけ紹介しました（右上の写真）。これは科学技術計算に纏わる様々なデモンストレーションツールを公開するプロジェクトで、その数は約9000種類にも及びます。今回、日本数学会として結び目理論に纏わるポスターを展示することになっていたので、結び目の3D可視化ツールの実演を行いました。なお Wolfram Demonstrations

⁴<http://demonstrations.wolfram.com/>

Project に投稿されているツールを実際に使うには Wolfram CDF Player (無料) をインストールする必要があるが、それにはメールアドレスの登録が必要となっています。その代わりに Wolfram Alpha とは異なり、一度インストールしてしまえばオフライン環境でも使用することが可能です。

今回参加してくれた女子生徒さんには、実習で使用したスライドやビデオ等を入れた USB メモリを一人に一本記念品として配付しました。また、このような知識エンジンの最先端を知ってもらうために IBM が推し進めている Watson 人工知能プロジェクトの紹介も行いました。実習ではこの Watson がアメリカのクイズ番組「ジヨパディ！」でクイズ王に挑戦する様子を纏めた短いビデオを上映し、どのような数学的処理が内部で行われているかを概説しました。参加した女子生徒さんも興味を持って聞いて下さり、色々と自発的に質問をする生徒さんもいました。そして何より、この Watson プロジェクトを既にニュースなどで知っていたという学生さんも 2~3 人いたことに大変驚きました。

3 嬉しかったこと・大切なこと

3 日間の夏学を通して一番印象的だったイベントが、2 日目の夜に行われた交流会でした。女子生徒さんが会館 1F のラウンジに集結し、自分の興味のある分野のグループに飛び込んで（就寝時間ギリギリまで）進路相談などをするイベントなのですが、今年は休む間もなくたくさんの女子生徒さんが来てくれて嬉しい限りでした。思い出せるものを幾つか挙げると：

- 数学が得意だけれど、社会のどんなことに役に立つの？
- どんな仕事に就けば数学を活かせるの？
- 自分は経営工学を勉強したいが、この分野は文系・理系が混在している。理系に進むメリットは何？

などの質問があり、数学会からのメンバーと協力して色々楽しい話を提供出来るように努めました。中には「宇宙飛行士にはどうやったらなれるの？」という面白い質問もあり、宇宙工学を専攻する JAXA との繋がりもある研究者の方と一緒に悩みながら進路相談に乗ったりもしました。この時間は本当に私達にとっても勉強になることばかりで、将来同じような悩みを抱えて尋ねてくる生徒さんや学生さんへのアドバイスのヒントを沢山得ることが出来ました。夜も更けて眠いはずの生徒さんが皆目を輝かせて、私たちの話をしっかりと聞いてくれているのを見て、これからの日本の科学分野の未来は明るいなと嬉しく思ったりもしました。

そんな中（数学とは少し話題が離れますが）とても印象的な出来事がありました。相談に来てくれたその女子生徒さんを仮に A さんとしましょう。A さんは理系科目が大好きで、まだどの分野に進むか悩んでいる高校 1 年生の子でした。A さんは私の名札にある「九州大学」の所属を見るなり、こんな質問をしてくれました。以下その時の感じをなるべく再現して書いてみます：

九州大学は、アサガオの研究でとっても有名なんですよ！? 実は私、アサガオが大好きで、庭でいくつかアサガオを育てているんですが、とっても奇妙なことが起きたんです。他のアサガオは皆花を咲かせているのに、たった一つだけ、花を咲かせることもなくずっと茎が伸びているものがあるんです！ しかも夏学に来る直前、突然茎が二股に分かれて伸び続けているのを見て驚きました。これってめずらしいことなんでしょうか？

私はその探究心に心を打たれました。まさに今回の夏学のサブタイトルである「科学・技術者のたまご」の殻を破らんとするその意欲と、科学を愛する純粋な心に感動しました。そして、丁度生物学を専攻する九州大学の知り合いの教授や友人が数名いたことを思い出し、ぜひ詳細な資料（写真や観察日記）を送ってほしいとお願いしました。Aさんからの手紙が届き次第、彼らにじっくりと考察してもらう予定です。このように、夏学というのは単に大人の研究者と女子生徒さんの交流をするだけの場ではなく、第一線の研究者と女子生徒さんの「橋渡し」をする最高の場でもあることを認識しました。我々は大学という組織に長く勤めているため、他分野との交流の敷居はそれほど高くありませんが、10代の女子生徒さんにとっては、雲の上の人に直談判するようなものと思われるかもしれません。そういった固定観念を取り払い、サイエンスへの道を開いてあげることも、私達の使命なのではないかなと再確認した出来事でした。と同時に、こういった意欲ある生徒さんが私たちを尋ねて来てくれた際には、あたたかく迎えてあげる事、そして一人前の科学者として接してあげる事が重要なのではないかと思いました。

4 おわりに

2日目午後の日本数学会としてのポスター「結び方と数学」の出し物も大変盛況でしたが、そちらの報告は大島先生の報告をご覧頂ければと思います。特に、今回のポスター発表で興味を持って下さった女子生徒さん数人が、学んだことを新聞「夏学タイムス」に纏めるイベントにてテーマとして選んで下さり、より詳しい内容をインタビューしたりしながら習得してくれたことはとても嬉しかったです。女子生徒さんの個人名が含まれているためここに掲載出来ないことが大変残念ですが、完成した新聞は我々専門家も目を見張るほどの出来栄で感動しました。またそれ以外の新聞も全て、各グループがアイデアを持ち寄って一生懸命作成したことが伝わってくる素晴らしいものでした。本当に忘れられない3日間で、私達も負けていられないなという気持ちになりました。個人的には、こんなに面白く刺激的な活動には毎年参加したいなと思っているのですが、同時に色々な方にこの活動を知ってもらい、そして女子中高生さんのエネルギーを感じ取って頂きたいという思いも強く持っています。この取り組みが永く続く事、そしてこのイベントをきっかけとして元気一杯の女性科学者が沢山生まれることを願って、筆を擱きたいと思います。

謝辞

まずは今回夏学の実行委員を担当され、準備段階から夏学当日に至るまで多大な援助をして下さいました柏原賢二先生（東京大学）と、NWEC 担当者としてサポートをして下さいました千装将志氏に感謝申し上げます。また、3日間行動を共にしながら様々な面でご協力下さいました大島和幸先生（愛知工業大学）、清水理佳先生（群馬高専）、大山口菜都美さん（お茶の水女子大学）、そして筆者の実習 TA として参加して下さいました千島萌記さん（津田塾大学）に御礼申し上げます。特に千島さんは実習だけでなく、1日目の学生 TA プログラムからお手伝いに入って下さり、女子中高生の皆さんと駆け回りながら靴擦れを起こしつつも、いつも元気に笑顔で TA のお仕事を全うしてくれました。このような素晴らしい学生さんを推薦賜りました津田塾大学の松野一夫先生と太田香先生に心より感謝しております。

加えて、今回このような記事を書くきっかけを与えて下さいました平田典子先生（日本大学）、並びに小磯深幸先生（九州大学 IMI）、宮岡礼子先生（東北大学）にも御礼を述べたいと思います。

最後に、筆者は夏学への参加に際し日本数学会より旅費の援助を賜りました。誠に有難うございました。



写真左：日本数学会ポスター「結び方と数学」の前で記念撮影。カメラマンは筆者。左から順に小磯先生、千島さん、大山口さん、清水先生、大島先生、柏原先生、平田先生。

写真右：日本数学会としてのもう一つの実習のテーマ「領域選択ゲーム」(Region Select)に関する結び目の模型も展示しました。

Shun'ichi Yokoyama

Institute of Mathematics for Industry, Kyushu University

744 Motooka, Nishi-ku, Fukuoka, 819-0395, Japan

E-mail Address: s-yokoyama(at)imi.kyushu-u.ac.jp

所属は 2013 年 10 月現在のものです。