

# 西大和学園における Super Science Highschoolの授業 - プログラミング・可視化・VR教育の試み -

日本原子力研究所 関西研究所 光量子科学研究センター  
光量子シミュレーション研究グループ 上島 豊

## 1. 緒 論

国際数学・理科教育調査など多くのデータが青少年の科学技術離れを指摘している。文部科学省は、科学技術および理科の理解増進を図るために「科学技術・理科大好きプラン」を立ち上げ、推進している。日本原子力研究所関西研究所<sup>1</sup>では、「科学技術・理科大好きプラン」の柱の2つである Science Partnership Program(SPP)および Super Science High-school(SSH)に関わっている。

SPPでは、京都府の嵯峨野高校および奈良県の国立奈良女子大学附属中学校高等部と連携し、最先端科学の講演や研究所の見学を実施した。平成14 - 16年度にわたり、奈良県SSH指定高校の西大和学園<sup>2</sup>において可視化・バーチャルリアリティーをキーワードに物理、生物、情報、美術の最先端を横断的に学ぶ授業に挑戦した。本報告では、SSHとの連携を通じて行った新しいスタイルの授業モデルの開発について紹介する。

## 2. 初めてのSSH授業のプラン

私と西大和学園の接点は、平成14年度の1回の特別授業と研究所の見学から始まった。ここで、私は初めてSSHというものを知った。そして、平成15年度から、年間を通じてのSSH授業を担当することになった。

研究所が継続して行っている Super Science Seminar(S-cube<sup>3</sup>)の第1回と7回で、私は、光の話と3次元CGに関するセミナーを行ったことがあり、バーチャルリアリティーが受講意欲を高めるのに効果的であることは、感じていた。バーチャルリアリティーという特殊なものを一般のセミナーに利用できたのは、研究所と株式会社ケイ・ジー・ティ<sup>4</sup>

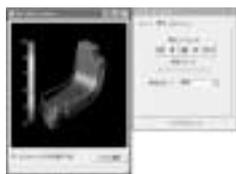


図1 3次元CGビューア 3DAVS-Player

が共同開発した3次元CGビューア3DAVS-Playerおよび当研究所が開発協力をした可搬型バーチャルリアリティー装置 PortableVRという廉価で扱いやすいものがあったからこそであった。しかし、今までは単発のセミナーのみの実施であり、そ



図2 可搬型バーチャルリアリティー装置

のままでは1年間に渡るSSHの授業のテーマにはなりえなかった。そこで、すでに専門学校で可視化の授業を行っていた株式会社ケイ・ジー・ティの宮地氏に相談した。宮地氏は、すでに様々なタイプの授業をこなしており、非常に参考になるコメントをもらった。そして、彼が第8 - 10回S-cubeで行った読図による立体地図作成のプログラムや津山工業高等専門学校 寺元氏、富山商船高等専門学校 早勢氏と共著出版物の「みるみる身につくC言語」を利用することで、オリジナル授業をアレンジできる目処がついた。

私の担当クラスは、13名の有志高校2年生で構成されており、以下の内容で授業を進めた。

### 1) ガイダンス

- ・今年1年間で行うことの話
- ・“みるみる身につくC言語”を使って授業プログラミングとは

実際にインストールして環境構築

`mkdir, ls, ls-l, rm, rm-r, pwd, cd`等のUNIX基本コマンドを覚える

- ・VR装置、3管式プロジェクタの内部観察

### 2) “みるみる身につくC言語”を使った簡単なC言語プログラミングの実習

- ・変数、代入、データ型、配列、for文
- ・2次元波の鳥瞰図の表示

すでに作ってあるデータをソフトに読み込んで表示させた

### 3) 読図およびプログラムの実行

- ・地元の山(二上山)地図の等高線の読図  
50×50格子(2500点)中、一人150点担当
- ・コンパイル,実行,AVSによる表示を行った
- ・二上山地図の読図データの表示
- ・フラクタルについて(下記URL参照)  
<http://www.itblpg.apr.jaeri.go.jp/itblpg/resource/digital.html>
- ・ジュリア集合のプログラムの説明

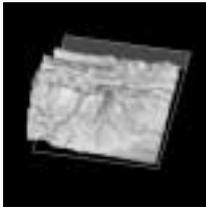


図3 読図作成した二上山地図

- 4) プログラムを使ったパラメータサーベイ
- ・ジュリア集合の数学的説明
  - ・プログラムのパラメータを変えて,各自ジュリア集合のプログラムできれいな絵を作成した

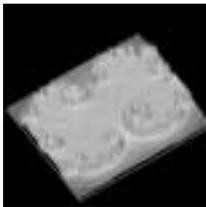


図4 プラグラムで作成したジュリア集合

- 5) 光に関する講義
- ・光の歴史に関して  
眼鏡は,悪魔の道具。目の悪い人は,その宿命を神から授かったのをそれを変えることは神への冒瀆という考え方があった事など説明
  - ・光の基礎に関して  
電場・磁場の重なった波  
磁石や静電気を帯びた下敷を振っても光は出ている  
TV,FM,AM,電子レンジも光の一種である  
光がなぜ3原色か?人間は,赤,緑,青を感じる3つの視細胞から構成されているから  
我々は,ほとんど白黒の世界の人と変わらないほど貧弱な色空間しか認識できていない
- 6) 光についての質問とバーチャルリアリティー
- ・VRの原理  
両眼視差  
偏光を使った光の透過,遮断

## 7) 相対性理論と光

- ・特殊相対性理論を説明し,光のドップラー効果や光行差による視野の歪みに関して説明

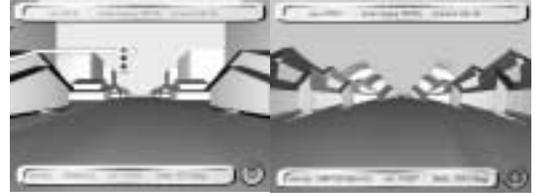


図5 特殊相対性理論の効果を体験できるソフト  
これは,サイエンス展示・実験ショーアイデアコンテストで文部科学大臣賞を受賞している。

## 8) 3次元のCGを描く基本ツールと可視化

- ・3次元のモデリング言語 MGFとその表示ソフト 3DAVS-Playerの説明を行い 数種類のサンプルを作成した
- ・可視化というものの説明および実例を見せた
- ・色空間RGBの説明をし,加色混合と減色混合の違いを説明し,作成したMGFデータの色を変化させた

## 9) MGFの基本オブジェクトの作成演習

## 10) オリジナルCG製作のためのグループわけ

- ・研究プレゼンテーションのテーマ決定  
(光,プログラミング,可視化,VR)
- ・オリジナルCGのグループわけとテーマ決定

## 11) 絵コンテ作成

- ・オリジナルCGの基本オブジェクト設計
- ・動きに関するシナリオ作成

## 12) CGのバーチャルリアリティー化

- ・Portable VRの使用・調整方法の説明  
視差をどのようにつけければ自然な立体に見えるか?  
人によって見え方に違いがあるか?

## 13) プレゼンテーションの方法と技術

- ・PowerPointの使い方と詳細な技術の説明  
タイトルには,そのページが最も表したいことを2行で書き,タイトルを全て集めて読むだけで内容をわかるようにする  
内容には,単語と絵とグラフのみを使い,発表時にタイトル行の文章の根拠を述べる  
文字はゴシックで24point以上を使う

## 14) プレゼンテーションのリハーサル

## 15) コンファレンスホールでの発表会

### 3. 授業の集大成の研究発表会

平成16年2月26日に日本原子力研究所本津サイトの多目的棟コンファレンスホールにて発表会を行ない、各グループの研究発表およびオリジナルCGのバーチャルリアリティー映写を行った。各グループの最終作品の一部を紹介する。

#### 第一班 研究テーマ「可視化」

##### CGテーマ「空母」

研究発表では、可視化がテーマであり、自分達が二上山の読図を行い、3次元立体地図を作成したことを例に挙げて、可視化プロセスの必要性や他の利用例を紹介し、その重要性を説明していた。

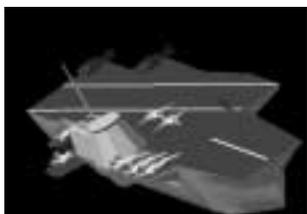


図6 第一班作品「空母」

特に、座標系と格子に関しては、詳しく説明しており、円柱座標系、球座標系、構造格子、非構造格子など、CG作成時に役立ったということを発表していた。

オリジナルCGは、10万点におよぶ座標データにより作成されており、その曲面の美しさは、目を見張るものがあった。また、空母の上に載る飛行機とヘリコプタは、雛形を作り、それを平行移動することで数を増やし、見栄えをよくする工夫をしていた。さらに、飛行機とヘリコプタの離陸着陸シーンなども作成しており、アニメーションとしての完成度も高かった。しかし、そのデータの精細さのためファイルサイズが100MBを超えることもあり、最も力作であったアニメーションでは、飛行機とヘリコプタの数を減らさざるを得なかった。

#### 第二班 研究テーマ「プログラミングとアルゴリズム」

##### CGテーマ「古代ギリシャ」

研究発表では、プログラミングとアルゴリズムをテーマにして、素数を見つけ出す「エラトステネスのふるい」というアルゴリズムを例にとって有限の手続きで答えを出す仕組みを考え出す事

が、プログラムの基本であることを説明していた。また、CG作成時の作業効率化にもプログラミングとアルゴリズムが一役買っていることに触れていた。



図7 第二班作品「古代ギリシャ」

オリジナルCGは、昨年オリンピックが開催されたアテネのバルテノン神殿である。現存する部分だけでなく、当時の状況を文献などで調べて、巧みな想像を働かせて全景を完成させている。柱は、本物のように非常にきれいな波模様が入っているが、小さな円柱を大きな円周上に稠密に並べることで実現しており、ここでもプログラミングとアルゴリズムの力が発揮されている。ギリシャ時代の文献を調べるのに時間がかかり、動画まで行き着かなかったが、歴史建造物や化石から当時を再現する技術の片鱗をうかがわせる取り組みであった。

#### 第三班 研究テーマ「光と色の世界」

##### CGテーマ「スライムランド」

研究発表では、光と色をテーマにして、光が波の性質を持ち、その波の間隔で色が異なって見えるということや、その色というのは光の性質ではなく、人間の3種類の視細胞の感度により決まっているもので、感じ方には個人差がある、ということを発表していた。

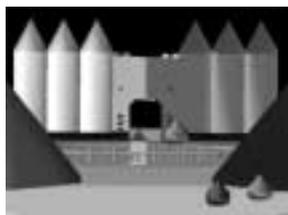


図8 第三班作品「スライムランド」

オリジナルCGは、オブジェクト自体が変形するスライムをテーマにその王国を作成した。自分達がスライムをどのようにポリゴン化して作成したかを見せるために、ワイヤーフレームから表面着色の過程を3次元CGアニメーションで再現し

ていた点など、発想の柔軟さが際立った。実際には、より格子点を増やし、スライムランドで多くのスライムが飛び跳ねて遊んでいるシーンを作りたいかったようだが、ソフトウェアの速度が遅く、アニメーションに見えないため、独立アニメーションとして複数のスライムだけがジャンプして集まり、一つのスライムになるシーンなども作っていた。

#### 第四班 研究テーマ「VR メカニズム」

##### CGテーマ「クリスマス」

研究発表では、VR メカニズムということで、実際に発表会でも使った Portable VR を例に取り、立体視のメカニズムや人間の認識に関してわかりやすく説明していた。また、Portable VR で使われている光の偏光についても触れられており、説得力のあるプレゼンテーションだった。

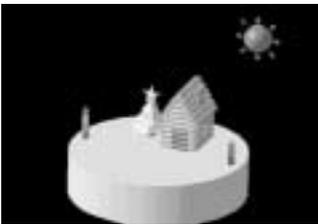


図9 第四班作品「クリスマス」

オリジナルCGは、クリスマスをテーマにしており、クリスマスケーキをモチーフにして箱庭クリスマス的一天を作り上げていた。クリスマスケーキの箱のリボンが取れるところから始まり、昼間太陽が昇り、人が家から出入りし、やがて夕方になり、サンタクロースが煙突から入っていくと言うシナリオ重視の作品に仕上がっていた。一つ一つのオブジェクトは、単純であるが、その組み合わせとシナリオにより、感情的没入感を醸成していた点には、感心した。

#### 4. 初めての授業感想および次回への展望

一昨年、初めてSSH授業を行っての正直な感想は、子供達の能力の高さ及びその熱心さが予想をはるかに超えているということである。最後の発表作品やプレゼンテーション資料は、徹夜をしてまでこだわり続けた結果である。

実際にMGFは、人力でCGの座標データをテキストフォーマットで打ち込むと言う極めてプリ

ミティブな仕様にもかかわらず、1000万点を越える座標入力をしたグループまでである。また、そのプリミティブな仕様であるからこそ座標変換のプログラム作成をしたり、自分の思うような彩色をするためにインターネットで色テーブルをRGBに変換するツールを探してきたりなどの工夫も生まれていたのも事実である。

また、授業を通じて最もよかったと思ったことは、「私達でもやればできる」という気持ちを持ってもらったことだ。実は、SSH授業は、通常授業に上乗せして行われるため学生には負担が高く、通常授業での集中力の低下や学力低下が心配されていた。しかし、この授業を通じて、不得意だった物理などの科目で積極的に質問するようになった生徒もいると報告を受けている。やはり、壁を乗り越えたことによる自信が、積極性を生んだものだと思っている。

また、光の特徴、物理シミュレーション=プログラム、データを眺めるための可視化、可視化の表現方法とモデリング、光と色の関係、人間の認識、色認識、立体認識等の分野横断的テーマが有機的につながった授業という意味では、概ね成功していると思われる。生徒達は、CG製作と言う一つのテーマに関わる様々な分野横断的背景を調べながら進んでいった。これは、現在専門家が進み、科学の孤立化が懸念される状況において、分野横断的意識が醸成される手法として注目すべきことである。

---

#### 参考URL

- 1) 日本原子力研究所 関西研究所 木津サイト  
<http://www.wapr.apr.jaeri.go.jp/jaeri/j/index.php>
- 2) 学校法人 西大和学園  
<http://www.nishiyamato.ed.jp/ny/>
- 3) 日本原子力研究所 計算科学技術推進センター ITBL 利用推進室  
<http://www.itblpg.apr.jaeri.go.jp/itblpg/>
- 4) 株式会社ケイ・ジー・ティ  
<http://www.kgt.co.jp/>

---

#### 参考文献

井上徳之, 毛利衛, 「スーパーサイエンススクール」, 数研出版, 2003年