

楽しく学ぶ数学セミナー「大学の数学への架け橋」解析学編

楽しく学ぶ算数・数学プロジェクトにおける高等学校教材の開発

渡辺 泰治^{*1}, 中馬 悟朗^{*2}, 服部 晃^{*3}, 高木 茂^{*4}

この「プロジェクト」における高等学校教材の開発の目的は、小・中・高等学校を通して学んできた数学について、その「楽しさ」を再確認するとともに、大学での数学または実社会での数学の学習に結びつけることとした。数学を4つの分野（解析的分野，幾何的分野，代数的分野，確率統計的分野）に分けて開発しているが，ここでは，その中の解析的分野について報告する。この教材は，生徒が自主的に楽しく学ぶことができるように，構成的手法による学習と多様な媒体を組み合わせた教材となっていることが特徴である。

<キーワード> 数学，高等学校，大学，構成的，マルチメディア，e-learning

1. はじめに

岐阜県内の自主研究グループ「楽しく学ぶ算数・数学プロジェクト」は，岐阜県教育委員会や岐阜大学教育学部附属カリキュラム開発研究センター等と連携して，児童・生徒が楽しく学ぶためのWB T教材の作成を行っている。

その中で，高等学校の教材開発の目的は，高校卒業後に大学や実社会へ踏み出す生徒が，高等学校までに学んだ内容をより深めたり，大学の数学で学ぶ内容を垣間見たり，実社会で数学を応用する手法を学んだりしながら，「数学の本質的な楽しさ」を体感できるようにすることとした。すなわち，小・中・高で学んできた数学を，「楽しさ」という視点で再確認するとともに，今後の数学の学習において接続の良いものとするのである。

そのために，まず広範な数学の分野を解析的分野・幾何的分野・代数的分野・確率統計的分野の

4つに分け，それぞれの分野の特徴を生かして，面白さや楽しさがにじみ出せるようにした。また，学習の対象者は，高校数学の2年までの内容（数学，数学A，数学，数学B）を履修した生徒とした。さらに，教材の構成は，一つの分野に対して4回程度の講義及び演習で構成し，それをネットワークを通して利用できるようなe-learning 的教材としてまとめることとした。

2. 「解析学編」のねらい

「解析学編」のねらいは以下のとおりである。

- ・ 解析学における「数学の本質的な楽しさ」として極限概念を中心に据えるとともに，現象を分析する解析的手法を学ぶことを通して，その有用性や発展性も「楽しさ」として位置づける。
- ・ 学習方法として，表計算ソフトを利用し，抽象的な概念を構成的に理解する手法（後述）をとる。

*1 YASUHARU Watanabe： 岐阜県総合教育センター（〒501-8384 岐阜市藪田南 5-9-1）

*2 GORO Chuman： 岐阜大学教育学部（〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1）

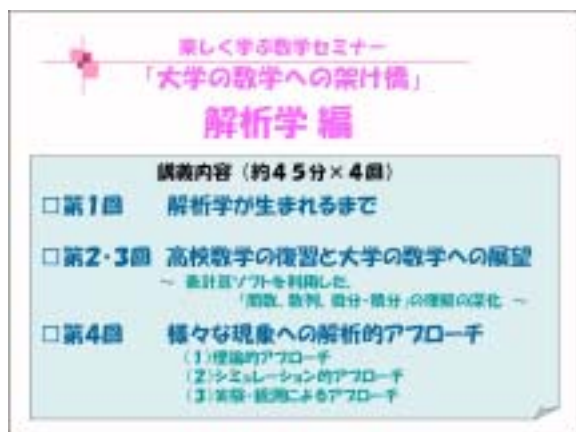
*3 AKIRA Hattori： 岐阜県総合教育センター（〒501-8384 岐阜市藪田南 5-9-1）

*4 SHIGERU Takagi： 岐阜県総合教育センター（〒501-8384 岐阜市藪田南 5-9-1）

- ・上記のねらいが効果的に具現化できるように、多様な媒体による教材の開発をする。
- ・学習の効果を高めるためのIT活用方法について、ノウハウを蓄積する。
- ・教材を授業や自学自習の中で試用し結果を評価するとともに、それらに基づいて改良しながら、マルチメディア教材のあり方を検討する。

3. 「解析学編」の構成

本編は、下図のように4回の講義及び演習から構成されている。



「解析学編」の全体構成

各講義及び演習の概要は次のとおりである。

第1回は、「解析学が生まれるまで」と題して、解析学の中心に在る極限の考え方がどのように生まれてきたかを、歴史的なエピソードを通して学習する。

第2・3回では、「高校数学の復習と大学の数学への展望」と題して、「関数」「数列」「微分・積分」を復習するが、パソコンの表計算ソフトを利用しながら学ぶという方法をとる。これは、抽象的に定義された概念を表計算ソフト上に具体的に構成していくことを通して体験的に学ぶこと(ここでは、構成的手法と呼ぶこととする)を示している。また、内容面についても単に既習内容を復習するだけではなく、大学の内容にも若干取り入れなが

ら学習する。

第4回は、「様々な現象への解析的アプローチ」と題して、解析学を道具として利用する立場から、3つの手法で、いくつかの身近な現象の分析を試みる。ここでも表計算ソフトを利用し、構成的手法により学習をすすめる。

4. 具体的な内容

本編の具体的な内容は次のとおりである。

[第1回]

ゼノンの逆説のひとつである「アキレスと亀の競争」を題材にし、「限りなく続く」ことを定式化した極限操作の考え方を学ぶ。

[第2回]

現象を追跡する道具である関数を、表計算ソフト上で作成しグラフ化することを通して学ぶ。特に、関数の重ね合わせや合成関数も扱い、その考え方を体感する。

[第3回]

現象を追跡するもうひとつの道具である数列を、表計算ソフト上で生成しグラフ化することを通して学ぶ。

また、関数を操作する演算としての「微分する・積分する」という極限操作を、表計算ソフト上で模擬的に体験する。

[第4回]

身の回りに起こる自然現象や日常的な現象を題材に、その原理や仕組みを探求する解析的な手法を3つ紹介する。ここでは、

「理論的アプローチ」として、落体の運動を、微分積分の理論的手続きにより究明する例

「シミュレーション的アプローチ」として、人の間にうわさが広がる現象を、表計算ソフト上の模擬計算により究明する例

「実験・観測等によるアプローチ」として、音階と弦の長さの関係を、測定値から表計算ソフトを利用して究明する例

を紹介しながら、解析学の考え方や応用の仕方の一端を垣間見るとともに、それぞれ違った分野に進む生徒が解析学を使う立場から発展的に学習できるように工夫した。

5. 多様な媒体による教材の作成

生徒が楽しみながら自学自習できることを目指して、単に講義の視聴や教科書的な読み物を提供するのではなく、ITを利用した様々な媒体による教材作成を試みた。その主なものは次の3つの媒体である。

印刷教材

講義のビデオ映像と、

それに連動した PowerPoint 画像

実習・演習用表計算ソフトファイル

これらの媒体はそれぞれ長所短所があるが、互いに有機的に連携させたり、短所を補い合ったりできるように工夫した。それぞれの教材は、ネットワークを通して提供される。



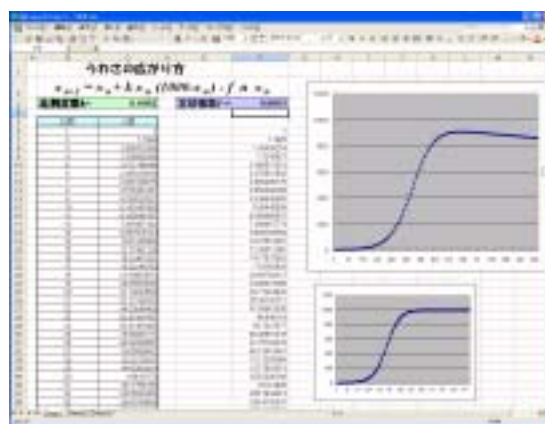
多様な媒体による教材の提供画面の例

生徒は、学習内容の全体が記述された印刷教材を中心に、ビデオ映像と PowerPoint 画像を参照しながら学習をすすめる。また、表計算ソフト上でおこなう実習や演習では、提供された表計算ソフト教材を起動し、映像と画像の解説に従って実

際に操作しながら学習する。



動画と PowerPoint の画面の例



表計算ソフト教材の例

6. 今後の課題

今回試作した教材は、高校2年以降の生徒が「学校間総合ネット」*を利用し、自主的に自学自習することを前提としている。このような e-learning 的教材は今までにあまりなく、学校教育の中では利用されてこなかったため、教師側も生徒側もかなり戸惑うことが想像できる。現時点ではまだ十分な実証実験が実施できていないので、今後学校で実験的に利用し評価しなければならない。また、このような教材はIT環境の状況にも影響されるので、今後の進展にも注視しなければならない。

*「学校間総合ネット」とは、県内の学校を結ぶ教育用イントラネット。現在は県立学校間が接続。今後、小中学校へも接続予定。