

# 日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 3 回 助成期間：平成 18 年11月1日 ～ 平成 19 年10月31日

テーマ： アドバンシング数学—新しい『数学』教科書を目指して—

氏名： 戸田 晃一 所属： 富山県立大学 工学部

## 1. 課題の主旨

高校や大学等の「数学」と「物理学」の教科書執筆段階の思想には大きく異なる点がある。項目の配列や記述をする段階で、その進展の歴史、つまり時間の序列、を意識するかどうかである。数学は、その体系の「美」を重んじるために、その歴史よりも定理・公式などの結果 及び その体系美を意識する。物理学は、「現象」を重視するために、歴史的な「流れ」に重点を置く。ところが英国物理学会が 1990 年代に物理学教育改革委員会を設置して、3 年以上の議論を重ねた成果として新しい物理学教科書「アドバンシング物理学」を作成した。英国では 2000 年より実際に高校で採用されている。最近日本においても、邦訳版が出版され、国立大学附属高校の一部で使用されているという報告もある。この教科書では「歴史」ではなく理論体系を重視し、ホームページ や 付属 CD-ROM を最大限利用する。これは大変な反響を呼んでいる。

そこで、歴史的な流れを重んじ、e-learning を意識した新しいタイプの『数学』教科書「アドバンシング数学」を作成することを、本プロジェクトの主目的とする。現在予定している教科書の全シリーズの完成には、数年かかると思われる。

## 2. 準備

◎ 本プロジェクトは、教材作成・整備、実践・調査、広報活動で構成されている。

### 【教材作成・整備】

高等学校や大学（教養教育課程）での使用を念頭に、数学の履修分野の内で『線形代数』及び『微分・積分』に焦点を当て、独自の教材を作成する。教材作成の過程では、勤務大学で指導しているゼミ生にも協力してもらい、教材作成自身を彼らの指導の材料とする。また、関連して独自の1CD(DVD)-Linux、数学自主学习支援ホームページ 及び リモート望遠鏡システムを整備する。

◎ 1CD(DVD)-Linux とは、CD-ROM(DVD-ROM)一枚でどのPCからでも起動でき、Windows用PCでも、CD(DVD)ブートすることで、Linuxとして使うことができる。

### 【実践・調査】

勤務大学内の FD 活動や小学生から一般の方までを対象とした科学縁日であるダヴィンチ祭において、本プロジェクトの紹介を通して教材作成のための種々の調査を行う。

### 【広報活動】

教材は使われなければ意味がない。そのため、作成・整備した教材を広く紹介し実際に使用してもらえるように広報活動を展開する。教材開発には多くの時間が必要である。本プロジェクトの協力者も探していく。

### 3. 指導方法

#### 【教材作成・整備】

1. 教科書「アドバンス数学」(線形代数編)の企画、構成及び作成に着手した。(完成にはあと1,2年かかると思われる。) 数学の発展の歴史を意識した配列を行うことに配慮した。担当している学生には、文献の検索、例題作成、説明文の内容の吟味を主体的に行ってもらった。
2. 同(微分・積分編)の企画・構成を行い、作成の準備段階に入った。
3. KNOPPIXというオペレーティングシステムを本プロジェクト用に改良する準備を行った。また、当初計画のKNOPPIX以外の1CD(DVD)-Linuxのヴァリエーションの可能性についても探った。
4. 私が管理する数学自主学習支援ホームページ及びリモート望遠鏡システムを本プロジェクト用に改良を行った。これについては、当初計画には無かった、電子黒板との併用についての可能性についても簡単な考察を行った。

#### 【実践・調査】及び【広報活動】(これらは区別することなく同時に行う。)

任意のアンケート調査を行い、履修状況や既存の教科書への不満や要望、本プロジェクトにより作成・整備される教材への要望などの調査を行う。また、本プロジェクトの紹介として実際に制作途中の教科書を閲覧していただき、1CD(DVD)-Linux・数学自主学習支援ホームページ・リモート望遠鏡システムを使用してもらい、その意見などの調査やPRを行う。

### 4. 実践内容

#### 1. ダヴィンチ祭 制作教室「目でみるむげん」(2007年8月4日)

ダヴィンチ祭とは、勤務大学において毎年8月の第一週目の土曜日に開催している、小学生から一般の方までを対象とした科学縁日である。当日はダヴィンチ祭と平行して大学のオープンキャンパスも行われており、小学生・中学生や保護者だけでなく、近隣の住人、高校生や県内外の高校・予備校学関係者ら概算で9,850名(その内小学生の参加者1,470名、その他は中学生以上の学生または父兄、関係者)の参加者がいた。

今年は、同僚と「目でみるむげん」という制作教室を出展し、万華鏡の作成や仕組みの説明などを行った。その会場外に、本プロジェクトで作成中の教材を展示し、PC等によるデモンストレーションを行った。また、任意のアンケート調査を行い、履修状況や既存の教科書への要望についての調査も行った。本出展会場に記録として残っている参加者は317名であるが、記録は後日資料を自宅に郵送希望した方の数なので、実際にはそれ以上の参加があった。

#### 2. 教養教育 数学・物理学と専門基礎的科目との連携についての検討会(2007年10月15日)

勤務大学内におけるFD活動の一つとして私が世話人の一人として開催した教養教育の基礎科目担当者(専任・非常勤)と専門学科の基礎科目担当教員(専任のみ)間の連携を検討する会議で、本プロジェクトの紹介(制作途中の教科書、1CD(DVD)-Linux、数学自主学習支援ホームページ、リモート望遠鏡システム)を行った。(参加者は合計26名:専任教員が17名で、非常勤講師が9名である。)

本プロジェクトの紹介を行ったが、そこから全入時代を迎える(た)大学における学部における基礎科目の教育法や指導法の体系的な構築について話が広がった。

## 5. 成果・効果

**【教材作成・整備】**当面は学内での使用を念頭に置いているが、明らかに、院内教育支援、生涯学習や高・大連携という社会貢献に活用できる。また、学生が主体となって、教科書を企画するという事は、学生にこれまでに自分がうけてきた教育を見直すきっかけを与えた。

**【実践・調査】**現役の高校生や教員の方からの意見を数多く頂き、作成者では気づかないような構成、情報などをえることができた。勤務大学の非常勤講師の中には、高等工業専門学校の現職教員、高校の退職者（校長経験者を含む）もいるので、アピールとしても良い機会であったと思う。

**【広報活動】**本プロジェクトの反響は予想以上に多く、資料請求が数多くあった。本プロジェクトに興味をもってくれた方とは、今後とも情報交換などをしていくつもりである。この中から有志を見つけて、これからの連携を模索したい。また、何を求められているのか、何を期待されているのかを詳しく分析していき、今後の活動の方針などを決めていきたい。本報告書3ページ「8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事」にある「発表&交流」も参照してほしい。

## 6. 所感

学校の先生の中には貴財団や本助成のことを知らない方も多数おり、貴財団の取り組みや本助成活動も、私の出来る範囲で、行った。もっと貴財団の取り組みを広報すべきである。

## 7. 今後の課題や発展性について

1. 既に完成している部分を勤務大学の担当講義で用いる。これにより誤植の発見、記述の修正、例題、練習問題、解答の検討を行う。
2. 富山県立大学の科学縁日で展示を行い、広く本プロジェクトをPRする。
3. 富山県内高校・高専教員との懇談会を数多くもち、広く本プロジェクトをPRし現場での使用をすすめる。
4. 当面は勤務大学で使用するが、県内高校での使用（副教材）に向けて運動していく。また、生涯教育用教材、病院内等での施設内教育用教材として積極的に提供していく。

## 8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

### ○ 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

なし

### ○ 発表&交流

1. 日本大学・お茶の水キャンパス(2006年11月20日):

理工学部(物理)の教授紺野公明氏及びそのグループに本取り組みについての紹介を行った。

2. 慶應義塾大学・日吉キャンパス(2006年12月19日):

慶應義塾大学の教養教育を担当する日吉キャンパスで本取り組みについての紹介を行った。理系科目を担当している大学教員や附属高校の教員と意見交換を行うことができた

3. 東京理科大学・野田キャンパス(2007年9月19日～20日):

理工学部物理学科の専任講師 澤渡 信之氏 と その同僚の方々に本取り組みについての紹介を行った。教材作成のテクニックについて詳細に報告し、また図やグラフについての書き方や便利なソフトウェアについての情報収集を行ってきた。

### 【教材制作方法】

- 実施内容が教材開発の場合、ここから1～2ページ使って、教材の制作方法を記載願います
- 実施内容が教材開発でない場合、このページ以降を削除願います

教材作成でまず一番大事なことは、その教材を使う人間（学生）の立場に立った表現や内容にする努力をすることです。作成者の好みや主義主張が全面にでるようなものではダメです。

本プロジェクトでは、教材として「数学の教科書」を作成しています。以下に教科書作成に関する私の制作方法を書きます。

1. 数式をきれいに書くために「*Latex 2 $\epsilon$* 」というソフトウェアを用いました。（これは科学論文などを作成するために広く用いられているものです。汎用性が高く、ほとんどの市販、フリーのオペレーティングシステムに対応しています。）ある程度の慣れが必要ですが、数式の美しさは他の追随を許しません。
2. グラフや図の作成には、私は Wolfram Research 社の Mathematica を用いました。しかしこれに関しては他のソフトウェアやフリーウェアでも代用できます。
3. 図や絵を扱うためのソフトウェアは *Adobe Illustrator* を用いました。初心者にも使いやすいものです。また、PDF として取り扱うために、同 *Acrobat* も使用しました。その他にも教科書作成段階でいろいろとソフトウェアを使用しました。これらのソフトウェアには、市販のマニュアル本や WEB 上のフリー解説があります。これらは大変有効です。教科書を書くには、その内容はもとより、書くための技法の勉強も欠かせません。
4. 教科書を作成するためには、既存の教科書の構成や内容の取捨選択の調査、例題や練習問題の難易度や解答例などを詳細に調査する必要があります。他と同じ内容のものを作っても意味がないので。
5. 第三者に定期的にもってもらい意見を聞くことも重要です。作成しているうちに自己満足な内容や表現になっていたり、思わぬ間違いをしたりすることがあります。