

# 専門・基礎融合型教育のための物理数学教材の開発

Development of learning materials for physical-mathematics education in cross-curriculum courses

○由比 政年<sup>※1</sup>  
Masatoshi YUHI

前野 賀彦<sup>※2</sup>  
Yoshihiko MAENO

斎藤 武久<sup>※1</sup>  
Takehisa SAITOH

キーワード: 物理数学, 専門・基礎融合科目, 学習教材

Keywords: Physical Mathematics, Cross Curriculum, Learning Material

## 1. はじめに

工学専門教育を効果的な形で進めていくためには、基礎となる数学的・論理的思考力を育成することがきわめて重要である。一方で、学生の理科離れが懸念されるように、数学・力学等の科目を敬遠する学生が増加しているのも事実である。こうした学生気質の変化に柔軟に対応し、社会からの要請に応え得る効果的な教育方法を確立する上で、その核となる教材を継続的に開発・発展させていくことは本質的に重要である。

著者らは、社会の要請や学生気質の変化に柔軟に対応し、個々の学習意欲を引き出して効果的な工学教育を実施するための施策として、専門教育と基礎教育を融合させた新しいタイプの講義形態を提案し、環境科学の題材を活用した物理数学の基礎教育を試みている(由比・斎藤, 2005)。これは、環境デザインや土木工学に関連する専門的題材を通じて数学の基礎学力を磨くという新しいタイプの融合科目であり、微分・積分、ベクトル解析、確率・統計等、専門科目を履修する上で重要な数学的事項を、各専門分野における応用例を題材にとって学習することが中心である。また、学習過程を通じて、専門科目履修に必要な数学的センスを養成することを目指しており、特に、図形的なイメージの把握や具体的な適用法の習得に力点を置いた指導を実施している。以下では、この活動の中核となるオリジナルテキスト(由比・前野, 2005)と関連課題の開発、現在までの受講学生からのフィードバック評価について報告する。

## 2. 開発教材の特徴

学習効果を最大限に引き出すためには、教室での講義と自宅での復習を的確に連携させることが必要である。このため、今回の取り組みにあたっては、主な教材として、講義用テキストと課題演習用のプリントを新規に開発した。講義用テキストは、工学的目的を明

確にし、必要なプロセスをていねいに解説することで論理的思考の過程を理解させ、合わせて、多種多様な活用法を示すことで数学の有用性を実感させる内容とした。その特徴は、以下の3点に代表される。

- ①従来の数学の分類体系にはとらわれない形で内容を選択し、氾濫水に対する進行予測や地球温暖化による気候変動の予測など、工学的視点に基づいて、ストーリー性を持たせる形で議論が進行するよう構成に特徴を持たせた。
- ②人口の将来予測、河川の氾濫、都市計画といった、環境科学・土木工学に関係した多種多様な分野から題材を取り上げ、工学の諸分野と数学との緊密なつながりや工学基礎技術としての数学の有用性を読者が実感できるよう考慮した。
- ③初学者が手探りで学習を進める段階では、具体例にあたって一つ一つの考え方を直観的に理解し、自分なりのイメージを描けるようになることが重要との観点から、グラフ、写真、図を多用し、図形的イメージについて詳細な解説を提示した。

図1および図2は、それぞれ、河川氾濫から最急勾配方向・勾配ベクトルへと議論展開した例、および、干潟地形の観測結果から、データの分布特性を説明した例を示す。最初の例では、急流河川の氾濫事例とその際の氾濫経路から、氾濫水が底面地形の最急降下方向に流れやすいことを示し、最急降下方向を数学的にどう表現できるかを発見的な方法で考察し、勾配ベクトルの学習へと発展させている。

一方、自宅復習用の課題プリントは、以下のような多角的・複合的内容とした。これは、次の段階に進む前に、学習内容を一般化して整理するという過程を経験させることを意図したものである。

- (a) 講義内容の要約(ポイントの整理, 記述力向上)
- (b) 反復練習課題(計算力向上)
- (c) 応用課題(土木的な適用例で総合力育成)
- (d) 英文和訳(読解力向上, 違う角度からの反復)
- (e) アンケート(学生からのフィードバック)

<sup>※1</sup> 金沢大学大学院自然科学研究科環境科学専攻

<sup>※2</sup> 日本大学理工学部土木工学科

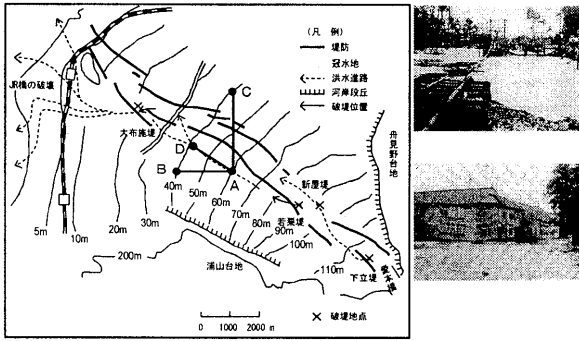


図1 氾濫水進行方向と最急勾配方向の説明図

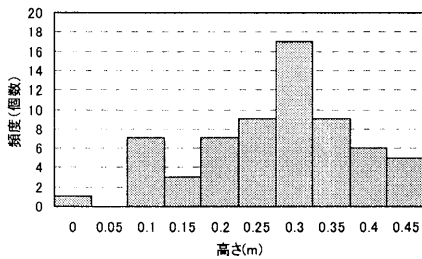
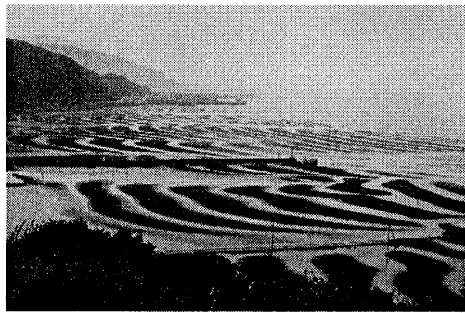


図2 干潟地形の特性に関する説明図

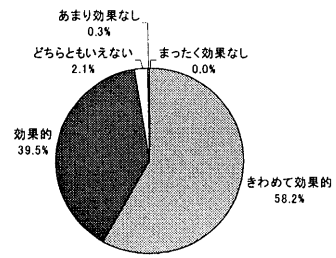
### 3. 学生からのフィードバック

新規開発した教材の活用効果に関する学生アンケートの結果を図-3に示す。これまでの4年間計337名の回答者中98%程度の学生が、新規に開発した講義用テキスト、自宅学習用課題ともに効果的に機能したと答えており、開発教材が、当初意図した目的を的確に果たしていることがわかる。

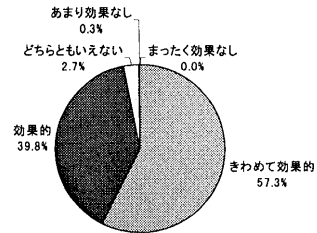
なお、同時に実施した達成度評価結果では、本テキストを使用した講義を受講することで、95%以上が学習目標（1年前期終了時に最小自乗近似により回帰直線の算定ができる。）を達成し、90%程度が論理的な思考力を伸ばすことができたという回答している。また、専門基礎融合型という新しい科目形態への支持も高く（図-3）、本科目で提案された手法が、学習意欲を喚起する上できわめて有効な手段となることも確認されている。

学生の自由記述による感想や試験答案、レポート等から判断すると、受講生の基礎的なスキルは確実に向上しており、数学の有用性を実感させ、学習意欲を増進させることにも十分成功している。

(問)テキストは、内容の理解を助ける上で効果的でしたか



(問)課題プリントは、内容の理解を深め、実力をつける上で効果的でしたか



(問)専門の題材を例にとることで、興味を持って学習できましたか

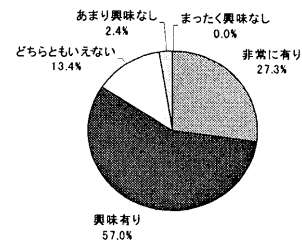


図3 受講学生からのアンケート評価

### 4. おわりに

専門・基礎融合科目という講義形態のもとで、環境科学の題材を活用した物理数学教育を実施した。その成果として、専門分野との関連を重視した効果的な教材を新規開発することができた。受講学生からのアンケート結果は、非常に高い評価を示しており、当初意図した目標を満足行く形で達成することができた。今後は、更に内容を発展、充実させ、効果的なデジタルコンテンツ（例えば、外村ら、2004）を活用する等、より一層教育効果を高められるよう検討を進めている。

### 参考文献

- 1) 由比政年, 前野賀彦 編: 工学基礎技術としての物理数学-I: 導入編, ナカニシヤ出版, (2004), 197p.
- 2) 由比政年, 斎藤武久: 土木工学の題材を活用した物理数学基礎教育の試み, 工学教育, 第53巻, 4号, (2005), pp.30-34.
- 3) 外村隆臣, 中道 誠, 山田文彦: 水面波投影装置の電子教材としての利用について, 工学教育, 第52巻, 5号, (2004), pp.28-32.