

# 土木建設工学の題材を活用した物理数学基礎教育の試み

— 専門・基礎融合科目の導入による学習意欲の増進 —

A trial on physical-mathematics education using materials in civil engineering courses

- Development of a cross curriculum to motivate freshmen -

○由比 政年<sup>\*1</sup>  
Masatoshi YUHI

齋藤 武久<sup>\*1</sup>  
Takehisa SAITOH

キーワード：基礎物理数学，専門・基礎融合科目，学習意欲

Keywords: Physical Mathematics, Cross Curriculum, Learning Motivation

## 1. はじめに

金沢大学工学部土木建設工学科では、平成14年度より、学部1年生を対象に専門・基礎融合科目を新設導入し、土木建設工学の題材を活用した物理数学教育を実施している。科目新設の意図は、「土木建設で用いる数学」を、土木建設分野における応用例を題材として学習・理解させることである。本科目は厳密な理論より、直観的なイメージの把握や具体的な適用法を重視した内容であり、その目的は以下の二点に代表される。

- ・ 専門科目履修のために最小限必要な数学的素養・センスを養成する。
- ・ 一年前期から専門に関連した科目を設け、基礎科目と専門科目との緊密なつながりを示すことで、学生の学習意欲を増進させる。

## 2. 講義設計および教材開発

本講義の内容は、微分・積分、ベクトル解析、確率・統計等、土木建設工学の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解説することが中心である。また、その過程を通じて、土木建設工学の学習にあたって最小限必要な数学的・工学的素養・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。

実際に講義に活用した題材例を以下に列挙しておく。

人口の将来予測、斜面測量、ダムからの排出流、海洋波の伝播速度、静水圧分布、溶岩流、山間地測量、扇状地地形、地球温暖化、干潟地形、溶岩ドームの発達、スキー場斜面、都市計画調査、交通量の予測、材料試験、河川からの氾濫予測等。この内、氾濫予測の項目で用いた解説例の一部を図1に示す。

講義設計にあたっての基本指針は以下の通りである。

\*1 金沢大学大学院自然科学研究科環境科学専攻

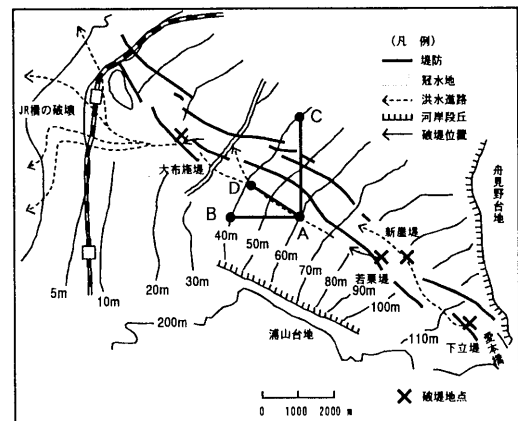


図1 氾濫水進行方向と最急勾配方向の説明図

- ①講義と復習をトータルに考えて講義設計を行う。
- ②講義にストーリー性を持たせ、最終目標を具体的に提示する。
- ③上記二点を実施するためのオリジナル教材を新規に開発する。

学生に提示した学習目標の最終到達イメージは、都市人口と交通発生量の観測データが与えられた時、そのデータをもとに、人口50万人の都市の交通発生量を最小自乗近似に基づいて予測できるというものである。

新規に開発した教材は、講義用テキストと課題演習用のプリントであり、講義用テキストには以下の点に特徴を持たせた。

- ・ グラフ、写真、図を多用し、図形的イメージを示す。
- ・ 土木に関連した題材を多用して、興味を引き出す。
- ・ 工学的目的を明確にし、そこから必要な式を導くことで論理的思考の過程を理解させ、有用性を実感させる。
- ・ 例題を必ず含めることで、適用イメージを持たせ、記憶の定着を図る。

一方、自宅復習用の課題プリントは以下のような内容とした。

- ①講義内容の要約（ポイントの整理，記述力向上）
- ②英文和訳（読解力向上，違う角度から反復）
- ③反復練習課題（計算力向上）
- ④応用課題（土木的な適用例で総合力育成）
- ⑤アンケート（学生からのフィードバック）  
受講態度，理解度，興味・関心度，  
講義の総合評価

学生の自己申告によると，各回の復習課題の所要時間は，約 2.5 時間程度である。

### 3. 実施結果および目標達成度

授業初回にガイダンスおよび基礎学力診断を実施した後，次の二つのステージに沿って講義を実施した。

<第 1 ステージ：勾配ベクトルを使った氾濫予測>

- ①微分を使って少し先の近似値を予測する：  
テーラー展開とその応用
  - ② $x, y$  方向の断面を切り出して変化率を調べる：  
二変数関数の偏微分
  - ③斜め方向の変化を予測する：  
二変数関数のテーラー展開とその応用
  - ④斜め方向の変化率を調べる：  
二変数関数の方向微分
  - ⑤最急傾斜方向を求める：  
スカラー量の勾配
  - ⑥演習：氾濫水の進行方向予測
- <第 2 ステージ：最小自乗近似を用いた交通量予測>
- ⑦データの特性を抽出する：平均と分散，標準偏差
  - ⑧二変数データ間の関係を回帰直線で表現する  
(最小自乗近似法)
  - ⑨演習：都市交通量の発生予測

講義終了時に実施した学生アンケートの集計結果の一部を以下に示す。まず，最終の学習到達目標に関しては，次のような優れた結果が得られた。なお二年間での回答総数は 170 名である。

- ・最小自乗近似による回帰直線の算定が行える。
 

A. 十分達成できた	47.1% (80 人)
B. 大体達成できた	50.0% (85 人)
C. やや達成できなかった	2.9% (5 人)
D. まったく達成できなかった	0%

また，教材に関しては次のような結果が得られた。

- ・講義テキストは，内容の理解を助ける上で効果的だった。
 

A. きわめて効果的	67.6% (115 人)
B. 効果的	31.8% (54 人)
C. どちらともいえない	0.6% (1 人)
D. あまり効果なし	0%
E. まったく効果なし	0%

- ・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だった。

A. きわめて効果的	62.4% (106 人)
B. 効果的	36.5% (62 人)
C. どちらともいえない	0.6% (1 人)
D. あまり効果なし	0.6% (1 人)
E. まったく効果なし	0%

さらに，学生の意欲増進に関しては，次のような結果が得られた。

- ・土木建設に関連のある題材を例にとることで，興味を持って学習に取り組むことができた。

A. 非常に有り	27.6% (47 人)
B. 興味あり	55.3% (94 人)
C. どちらともいえない	15.3% (26 人)
D. あまりなし	1.8% (3 人)
E. まったくなし	0%

- ・土木建設分野での適用例を見ることで，数学の有用性を感じることができた。

A. 十分に感じた	38.2% (65 人)
B. 感じることができた	55.3% (94 人)
C. どちらともいえない	5.9% (10 人)
D. あまり感じない	0.6% (1 人)
E. まったく感じない	0%

なお，学生の自由記述による感想では以下のような意見が寄せられている。

- ・専門の土木の例を用いた問題を解くことで，実用的な力がつき，何よりも興味が湧いた。
- ・講義を受けて，ちゃんとした誘導があって，自分でも回帰直線を求めることができたので感激しました。
- ・数学が，実際，工学のツールとして役立つことに実感が湧いた。
- ・数学の実用性が以前より明確になってきた。

### 4. おわりに

専門・基礎融合科目を新設導入し，土木建設工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，専門科目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。また，講義実施後の学生アンケート結果では，受講生から非常に高い評価，支持を受け，当初の科目新設の目標を満足行く形で達成することができた。試験答案やレポートから判断すると，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。今後は更に他科目との連携を深める方向で検討を進めている。