

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 21 日現在

機関番号：33302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350202

研究課題名(和文)クリティカルシンキングを活用した専門基礎数理リテラシーの育成と評価

研究課題名(英文) Training and evaluation of mathematical literacy for engineering courses  
utilizing critical thinking

研究代表者

西 誠(Nishi, Makoto)

金沢工業大学・基礎教育部・教授

研究者番号：00189250

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は工学系の大学生が大学卒業までに身につけるべき「学士力」形成において必要不可欠な能力である各専門分野の数理リテラシーに着目した。具体的には専門課程教員への調査を通じて、各専門分野において、どのような数理リテラシーを習得し実践することが必要であるかを明確にする。その上で、専門教員と基礎教員が連携して土木工学対応型の数理リテラシーを効果的に学習するためのクリティカルシンキングを活用した学習方法について研究した。その結果、専門を意識して数学を学ぶことによって学生の数理に対する意識と数理リテラシーが向上したことが確認された。

研究成果の概要(英文)：This research focused on mathematical literacy for engineering college students to form "Bachelor of Engineering" to be acquired by university graduation. Through surveys of engineering course teachers, we checked mathematical literacy, which is necessary each engineering field. Then, we studied the learning method utilizing critical thinking mathematics literacy in cooperation of engineering course teachers and fundamental mathematics and science teachers. As a result, it was confirmed that students' awareness of mathematical literacy improved by studying mathematics with engineering consciousness.

研究分野：数理教育、工学教育

キーワード：数理工教育 専門との連携 アクティブラーニング クリティカルシンキング 反転授業

## 1. 研究開始当初の背景

中央教育審議会は大学卒業までに学生が最低限身につけなければならない能力を「学士力」と定義している。そして、この「学士力」に関する主な内容としては、

### (1) 知識・理解

専攻する特定の学問分野における基本的な知識を体系的に理解（多文化の異文化に関する知識の理解，人類の文化・社会と自然に関する知識の理解）

### (2) 汎用的技能

知的活動でも職業生活や社会生活でも必要な技能（コミュニケーション・スキル，数量的スキル，情報リテラシー，論理的思考力，問題解決力）

### (3) 態度・志向性

自己管理能力，チームワーク・リーダーシップ，倫理観，市民としての社会的責任，生涯学習力

### (4) 統合的な学習経験と創造的思考力

自らが立てた新たな課題を解決する能力

が規定されている。

上記の「学士力」形成の課程において，工科系の大学においては数理に関する基礎的知識である「数理リテラシー」が重要な役割を果たしている。しかも，「1. 知識・理解」の項目に記載されているように，「専攻する特定の学問分野における基本的な知識を体系的な理解」のための数理リテラシーの修得には，専門分野毎に独自の数理リテラシーがあり，その学習目標達成のためのアプローチも専門分野毎に大きく異なる。

他方，上記の「学士力」を大学卒業生に確実に身につけてもらうため，その学習成果に関する「質保証」が求められている。そのため，「数理リテラシー」についても，専門分野毎にその学習成果を明確にする判断基準が必要となってくる。

このような状況の中で，学生が大学で修得する数理リテラシーの効果的な学習と理解度向上を目指したさまざまな研究がおこなわれている。他方で，学生が各専門分野別に必要な数理リテラシーを習得するためには，修得した数理の知識を単なる知識としてではなく，専門分野の学習の中で数理の知識をより高いレベルで活用できる能力に高めていく必要がある。

他方，このような取り組みを実践するためには専門教員との連携が不可欠である。すなわち，専門教員と基礎教育の教員が協力し，学生が専門で必要とされる学習内容を検討した上で，専門教員と協力しながら，専門に基礎数理の知識を活用する能力である専門分野独自の「数理リテラシー」を修得するこ

とのできる授業システムを総合的に構築する必要がある。もし，このシステムが構築し実践することができれば，専門分野独自の数理リテラシーの修得に加えて，基礎数理教育と専門教育の融合を図ることができ，学士力形成のためのより効果的な教育が可能になる。

## 2. 研究の目的

上記の学術的な背景をふまえ，本研究は工学系の大学生が大学卒業までに身につけるべき「学士力」形成において必要不可欠な能力である各専門分野の数理リテラシーに着目する。具体的には専門課程教員への調査を通じて，各専門分野において，どのような数理リテラシーを習得し実践することが必要であるかを明確にする。その上で，土木工学分野を先行例として専門教員との連携の下で土木工学対応型の数理リテラシーを効果的に学習するためのクリティカルシンキングを活用した学習方法について研究する。

## 3. 研究の方法

本研究は各専門分野において大学生が大学卒業までに身につけるべき「学士力」における専門分野別数理リテラシーを明らかにするとともに，土木工学分野を先行例として専門教員との連携の下で各専門分野別数理リテラシーを効果的に学習するための授業運営について検討した。具体的には以下の研究を実施した。

### (1) 数理リテラシー項目の作成

機械系，電気系，情報系，建築系，土木系などの代表的な専門分野において，どのような数理能力を獲得し実践することが必要であるかを，聞き取りや専門教員向けのアンケートにより実施した。そしてその結果をふまえて専門分野別の数理リテラシー項目を作成を行った。

### (2) 土木系技術者のための数理リテラシー項目の検討

まず，基礎と専門の教員でプロジェクトチームを作成し，(1)でまとめた情報を検討した上で，環境建築系技術者として必要な数理リテラシーを専門分野ごとに抽出した。さらに，それぞれのリテラシーを修得するための学習項目を検討した。

### (3) 数理リテラシー修得のための学習や授業方法の検討

環境建築系技術者のための数理リテラシーは単なる知識を学ぶだけでなく，修得した知識を自ら専門に活用することができる能力である。

本研究では、専門性のある課題から数理に関連する内容を見出し解決する経験ができる学習法を考えるとともに、その学習法を授業に取り込むための手法について検討した。

#### (4) 数理リテラシー検討結果の基礎教育へのフィードバック

検討した土木系学科のための数理リテラシーの内容をふまえ、基礎教育の授業科目において、専門との連携を意識した課題を導入し、金沢工業大学の授業の中に導入されている学生が自ら積極的に授業に取り組む「総合力・ラーニング」の課題として取り組むこととした。この取り組みによって基礎科目における専門の必要性を意識させ、専門のための数理リテラシーの知識の習得の向上を図るとともに、専門との接続をよりスムーズにする試みを行った。

#### (5) 基礎と専門の連携した「環境建築系数理」授業の構築と実践

検討した数理リテラシーの項目について学習するための授業を基礎と専門の教員が連携して構築した。そして、金沢工業大学の「環境建築系数理」において、実際に数理リテラシー修築のための授業として実践した。なお、この授業は基礎と専門の連携科目として専門の教員と基礎の教員が共同して実施した。

#### (6) 数理リテラシーの評価

最後に数理リテラシー修得度確認テストを対象学生に対して実施し、その結果を検討する。これにより、この教育プログラムを経験した学生が、どの程度専門に必要な数理リテラシーの知識を習得し、専門科目に活用する能力を有しているかを定量的に評価した。

また平成 26 年度に調査しまとめた電気系、機械系、情報系などの学科においても、土木系の実践結果をふまえて、「学士力」形成のための専門別数理リテラシーを検討した。

### 4. 研究成果

上記の研究目的と方法に基づき研究を実施した結果以下の研究成果を得た。

#### (1) 専門分野別数理リテラシーの調査

機械系、電気系、情報系、建築系、土木系などの代表的な専門分野において、どのような数理能力を獲得し実践することが必要であるかを調査する。そしてその結果をふまえて、それぞれの専門分野でどのような数理リテラシー項目が必要であり、それぞれの項目を学習するためにはどのような数学的知識が必要かを明確にした。

#### (2) 専門と連携した数理リテラシーと学習項目の検討

(1)で分析した結果の中で、土木系分野について、数理工教育研究センター（基礎側）の教員と土木系（専門側）の教員でプロジェクトチームを編成し、「学士力」形成に必要な土木系の数理リテラシーを習得するための授業を構築した。

#### (3) 数理リテラシー修得のための連携授業の構築と実践

金沢工業大学で実施されている教育改革に合わせて、専門のための数理リテラシー修得のための導入授業となる「環境建築系数理」科目を基礎の教員と専門の教員で共同して開発し、実践した。この授業では、それまで学んできた基礎科目の知識を専門科目に応用する経験をしながら、専門に必要な数理リテラシーを学ぶことによって、専門科目における数理基礎の知識の重要性を再認識できるプログラムとして実施し、有効な学習効果が得られたことが確認できた。

そして、以上の研究により、

- (1) 「学士力」形成における専門分野別数理リテラシーの明確化
- (2) 土木系のための数理リテラシー修得のための連携授業の有効性
- (3) 数理リテラシー修得度調査による達成度が確認された

### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

1. 数理基礎科目における学生が自分の所属学系以外の専門分野の内容に挑戦できるレポート課題の試行, 北庄司信之, 金沢工業大学 KIT Progress - 工学教育研究 -, Vol. 25, 査読有り, pp.11 - 20, (2015).
2. 数理基礎科目における新入生が専門分野への学習意欲を確認できるレポート課題の試行, 北庄司信之, 金沢工業大学 KIT Progress - 工学教育研究 -, Vol. 22, 査読有り, pp.81 - 89, (2015).

〔学会発表〕(計 6 件)

1. 基礎と専門の数理共同科目における教育効果の検証, 西 誠, 数学教育学会 2017 年度春季例会, 査読なし, pp.22 - 27 (2017)
2. 数理基礎と専門との連携科目の実践と効果, 西 誠, 数学教育学会 2016 年度秋季例会, 査読なし, pp.92 - 94 (2016)
3. ピア・インストラクションを用いた数学の概念理解の取り組み, 西 誠, ICT 利用による教育改善緩急発表会資料集, 査読なし, pp.138-141 (2016)
4. 数理科目の反転授業における ICT の活用, 西 誠, 私学情報教育協会, 教育改革

ICT 戦略大会資料，査読なし，pp.184-185 (2016)

5. 基礎数理科目における反転授業の実施とその教育効果，西 誠，加原智彦，木谷幸造，私学情報教育協会，教育改革 ICT 戦略大会資料，査読なし，pp.194-195 (2015)
6. 自ら行動する人材育成を意識した数理科目の授業構築 - 第 3 報：学生が自分の所属学系以外の専門分野の内容に挑戦できる課題の試行 - ，北庄司信之，日本工学教育協会平成 27 年度工学教育研究講演会講演論文集，査読無し，pp.278 - 279, (2015).

〔図書〕(計 2 件)

西 誠，土田義郎 他，金沢工業大学出版，「環境・建築系数理」平成 28 年度版，2016, 138

西 誠，土田義郎 他，金沢工業大学出版，「環境・建築系数理」平成 27 年度版，2015, 138

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

西 誠 (NISHI, Makoto)  
金沢工業大学・基礎教育部・教授  
研究者番号：00189250

### (2) 研究分担者

北庄司 信之 (KITASHOJI, Nobuyuki)  
金沢工業大学・基礎教育部・教授  
研究者番号：80278100

宮里 心一 (MIYAZATO, Shinichi)  
金沢工業大学・基礎教育部・教授  
研究者番号：60302949

土田 義郎 (Tsuchida, Yoshirou)  
金沢工業大学・基礎教育部・教授  
研究者番号：20227424