

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 4 月 28 日現在

機関番号：55301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23531232

研究課題名(和文) 実践的な工学技術者に適した数学的モデリングの思考パターン習得法に関する研究

研究課題名(英文) Research on patterns of thinking for mastering the method of mathematical modeling in engineering education

研究代表者

松田 修 (MATSUDA, Osamu)

津山工業高等専門学校・一般科目・教授

研究者番号：60342549

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円、(間接経費) 810,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の成果は、通常の授業の中で実践できる「データを近似する関数を推測する」というタイプのモデリングの授業法を提示したことにある。一般的に行われている数学的モデリングにおいては、モデリング初心者が数学的モデルを深化させることは困難であるという指摘等から、その具体的な学習法についての研究は試行錯誤の状態が続いている。今回、提案する授業法は、通常の授業の中で実践できる数学的モデリングの授業法であり、「工学的現象を数学的に扱おうとする意識付けや動機を育む」という視点から考案したものである。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to propose an effective teaching method of mathematical modeling from the viewpoint of problem-solving capability, which has been an important theme of school education recently. More specifically, it is teaching materials for mathematical modeling that can be practiced in the daily lesson, and is a teaching method of the type of "inferring the function which approximates the data". The author teaches mathematics in a National College of Technology in Japan, which is called a KOSEN. For basic mathematics in engineering education, the author believes that the method of "inferring the function which approximates the data" is very basic and important.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学・教科教育学

キーワード：数学的モデリング 数学教育 数学学習教材 思考パターン

1. 研究開始当初の背景

現在、高専において問題となっている一つが、物理や工学において数学力がないと指摘される点にある。三角比がわかっていない、対数計算ができない、簡単な微分や積分の計算ができないなどの指摘は決して少なくない。しかし、高専合格者の入試成績や高専機構が行っている学習到達度試験などの調査等から、学生の数学的学力はある程度の水準に達しているとされている。この学力観の相違の原因はどこにあるのか。

本学では、物理や専門科目で数学が使えないとされるこの状況は、高専生の「学ぶ意欲を低下させる」との危機感から、その原因を探るべく、物理・数学教育システム改革ワーキンググループを作り、調査を行ってきた。その結果、数学自体、特に計算能力に関しては、やはり、ほとんどの学生が、物理や工学で最低限必要としているものをクリアしていた。それにも関わらず、物理のテストにおいて、同程度の計算を扱う問題においては、正しい式変形を行い正解に至る学生はほとんどいない状況であった。そこで、数学力低下とされる原因が文章問題を数式化する際、何をどう扱ってよいのか等の思考の混乱に陥っているのではないかと考え、どの程度の数式化ができないかを調査してみた。その結果、小学生程度の問題であれば、ほぼ完全に数式化して解くことができるが、中学程度、高専1年程度に進むに従って、文章を適切に数式化することができない学生が極端に増えた。このことを、昨年度の数学教育の会という主に高校と大学数学教育を研究する会で発表したところ、原因は、中学、高校の指導要領にあるという意見を聞くことができた。つまり、上で述べた問題は完全に理科で扱うことにされ、数学では取り扱わないことになっているということである。

ところが、物理や工学的現象を数式化して解くという作業（訓練）は、物理や専門科目の中でもほとんど時間がとれない現状にある。数学では、数学の概念自信を理解してもらうために、 x と y 等の限定された記号だけを使い、単純でわかりやすく整理された問題のみを扱い練習させる。一方、物理や工学では、数学の知識を前提として、各科目で扱う概念を説明した後、得られた公式を残りの少ない時間を使って問題を解かせてみるが、かなりの学生が解くことができなく、意味を理解していないと現状を嘆く。そしてそれは数学力がないからだとされてきた。

このような中、高専の数学の授業において、多少なりとも物理や工学を取り扱った例などを扱ってみようという議論はこれまでに何度もあった。しかし、データをとるまでの作業で終わっており、実際に、どのような方法で実践すればよいかという研究や議論には発展していないのが現状である。

ところで、以前、学生に「わかったと思う感覚」のアンケートを実施したところ、自分

が目標としているイメージやモデルに学習した内容が重なったとき、本当にわかったという気になり意欲が湧くという意味の回答が多くあった。さらに、単に与えられた問題を解かされたときでも、たとえその問題が解けたとしても、何のために解いているのか、その意味が分からないままの状態であるときは、わかったという感覚には繋がらなく、勉強の意欲も湧かないという回答も多かった。そこには単に機械的に数学を学んで理解させることより、如何に日常性や物理的現象、工学的現象などと結びつけるかという工学を学ぶ中の数学教育の方向性が伺える。

以上のことから見えてくることは、「現象を数式化して解く」という訓練、つまり数学と物理や専門科目との接続的な教育指導が抜け落ちているということであり、このことが、物理や工学において数学力がないとされる大きな要因になっている可能性が高い。一方、もし、学生自身が、現象を数式化して解くことが比較的スムーズにできるようになれば、それは学習の意欲にも結びつくともいえる。以上より、現象を数式化してシミュレーションする工学的手法に結びつけるためにも、工学に適した数学的モデリングの思考パターンの習得法に関する研究は、今後の工学数学教育に大きな意味をもってくると確信する。

2. 研究の目的

「現象を数式化して解く」という意味において、数学と物理や専門科目との接続的な教育指導が抜け落ちている。この問題に取り組みために、本研究は、物理や工学で学習する数式モデルを、数学教材の立場から分析し、初心者向けの数学的モデリングの思考パターン習得の学習教材開発を目的とする。たとえば、各単元において、そこで扱うグラフに近い物理現象のグラフを提示し、ある予測を行わせる等の訓練を反復して行うといったテキストの開発である。

より詳細には、次のことを明らかにし、この新しい教材に反映させる。

- (1) 物理や工学において、初心者向けの数学的モデリングの思考パターンが可能なものを抽出し、数学教材（問題）を提示する。
- (2) 抽出した問題を整理し、問題の難易度を分類する。
- (3) 初心者向けの数学的モデリング問題集を作成し、その使用方法も提示する。
- (4) 初心者向けの数学的モデリング問題集を使った授業を展開し、使用前と使用後の物理や工学の数学力を再調査し、その分析結果を提示する。

3. 研究の方法

(1) 物理や工学において、初心者向けの数学的モデリングの思考パターンが可能なものを抽出する作業を行い、具体的に数学教材化（問題集作成等）していく。

(2) 同時進行として、本学の物理・数学教育改革ワーキンググループを中心に、数学、物理、工学の連携に関する研究会を作り、研究会に参加する有志を学外にも呼びかけ、工学数学における数学的モデリングに関する研究集会を開催する。

(3) (1) で集められた数学モデリング教材に適したものを再検討する。

(4) 初心者向けの数学的モデリング問題をリストアップする。

(5) モデリングの訓練を行うクラスと行わないクラスに分けて授業を行ない、物理や工学における数学力(計算力)調査を実施する。

本研究の目的は、近年の学校教育のテーマである問題解決能力という観点から、数学的モデリングの効果的な授業法を提案することにある。新しいタイプのモデリングの授業法の発見のために、平成23年度には、これまでの研究に関する調査を行った。その概要は以下である。

[1] 日本数学教育学会高専・大学部会では、佐藤らにより、1996年から2000年までの4年間に、工学系に必要とされる数学に関する調査研究が行われた。それらにおいては、化学系[S1]、機械系[S2]、[U1]、[M]、電気系[A1]、情報系[Ta]、土木系[Tu]の各分野で扱われている内容を、現在の高専の数学内容と比較するという立場から詳細な分類研究が行われた。その結果、高専の数学の学習内容自体は、工学系に必要とされる数学の内容を十分に満たしていると結論づけられた。その上で、これらの継続研究として、(1) 新しい時代に合った、工学系、技術系の基礎としての数学教育内容の研究、(2) それらを取り入れたカリキュラムの研究、(3) 学生の質的变化に対応した教授法の研究、等が提案されている。著者は、特に佐藤[S1]らの提案(1)が、数学的モデリング研究とそれを用いた新しい数学教育内容の研究の方向性を暗示したものと捉えている。

[2] 2000年以降、日本数学教育学会高専・大学部会における工学系の数学教育研究に、阿蘇を中心としたTAMSという教育研究活動[A2]がスタートした。これは主に上に挙げた(3)の学生の質的变化に対応した教授法を意識した研究とみることができる。その中で、阿蘇[A3]や梅野[U2]などのグラフ電卓を使った教育法の実践研究などの成果は、教授法だけでなく数学的モデリング研究に通じるものと捉えることもできる。その他、佐伯らの例えば、[Sa]にあるような数学的モデリングに関する研究の有用性の報告等も注目できる。しかし、これまでの数学的モデリングの実践研究は、実験を伴ったものがほとんどであり時間的な問題という大きな課題が残る。この意味で、これまでは、通常の授業において統一的に扱うことができる数学的モデリングの授業法を提示するまでには至っていなかったといえる。

4. 研究成果

本研究における最大の研究成果は、数学の授業の中で扱う数学モデリングの方法として、「データを近似する関数を推測する」というタイプのモデリングの授業法を、具体的な形で提起できたことである。それは、論文「数学的モデリングの授業法(初等関数編)」で詳細に論じた。以下はその抜粋である。

(1) 高専のような工学系の教育機関における専門科目の授業は、物理や工学における対象を数学によって記述されたモデルによって進められる。したがって、「データを近似する関数を推測する」というタイプのモデリングの授業法は、数学の授業の中で、物理や工学における数学の実用的価値を、学習者のレベルにあった適切でかつ多くの教材を用いて体験させるものであると考える。

(2) 個々の個性(能力)を重視し学び合いのスタイルで行われている体育の授業と従来の数学の授業とを比較するし、本研究の目的である通常の授業の中で実践できる「データを近似する関数を推測する」というタイプのモデリングの授業の導入の意義が明らかになる。すなわち、体育の授業の一つの単元においては、ほとんどが最終課題を「ゲームあるいはミニゲーム」としている点を注意したい。その上で、一つの単元における学習活動は大きく3段階に設定される。第1段階は「オリエンテーション」であり、そこでは、ホワイトボード等を使って、競技のルールとその競技に必要な効果的な体の動きの説明がある。第2段階は「練習方法(基礎訓練)の体験」である。そして第3段階は、ゲームあるいはミニゲームを通して、その単元の目的である関心、意欲、知識等を総合的に楽しみながら体験させることである。これに対し、これまでの高専の数学の一般的に行われている授業は、まず、その単元で扱われる基本的な概念の定義、そこから得られる定理や公式等の説明を黒板で講義し、公式などの使い方を例題を通して説明する第1段階の「オリエンテーション」があり、その後、学生にそれぞれ、教科書の章末問題や問題集などの問題を解かせている第2段階の「練習方法(基礎訓練)の体験」で構成される。しかし、第3段階に対応するものがない。勿論、第2段階で扱う教科書の章末問題や問題集などの問題は、教育的に非常に洗練された問題であり、その中に物理や工学に関連付けられたものもある。しかし、講義することや学生に解かせる問題を作ることなどの主体は常に我々教師の側にある。そして、教える側である我々は工学系の数学で扱われる学習内容の必要性を常に意識し理解しようとしているにもかかわらず、通常の授業において、教えられる側、すなわち学生たちはそれらを意識することなしに、単に重要であるからという意図だけで学習させられている現状がある。以上のような数学の授業の在り方は、体育の授業において、ミニゲームをする機会も

なく、終始、練習方法（基礎訓練）ばかりを体験させられているイメージに近い。このようなことから、本研究から提示される通常の授業の中で実践できる「データを近似する関数を推測する」というタイプのモデリングの授業は、実験等を含んだ時間を要する研究活動という大げさなものではなく、通常の授業の中で物理や工学との関連をミニゲームに近い体験から得られるものである。そして、モデリング体験を通して工学を学ぶ上での数学の役割と目的を、明確に学生に伝えることができるようになることができる。

本研究で提案する「データを近似する関数を推測する」というタイプの数学的モデリングの授業法は、以下の3つの理由から、高専の第1学年の基礎数学で扱う初等関数の学習内容の中核に位置付けてもよいと考える。

(1) データの近似関数による解析は工学教育では不可欠な要素である。

(2) 学生は適切な関数を物理や工学で扱う現象と対になって理解できる。

(3) 学生はいろいろな情報の中から適切な情報を選んで、自分なりの分析で関数を決定する能力を養うことができる。

特に、理由(3)についていえば、従来の教育における数学の問題が、それを解くために必要最小限度の情報（条件）しか与えられていないことと対比的である。これまで、教室内で扱われてきた問題の多くは、出題者側から与えられた情報（条件）が非常に重要で、それらが問題を解く道筋に直結しており、正解となる関数はただ一つに決まってしまう。このような状況においては、解答者の心理的プレッシャーは大きく、解き方が正確にわかっていなければ正解にたどりつけないという否定的な信念を学習者に植えつけるものになる。これに対して、解答に直接関係ないものも含まれた様々な情報の中から適切な関数を見出すことは、自分なりの視点や方法で見つけるものである。他の学生が導きだした関数と数値が多少異なっても、「適切な考え方」に基づいていれば、ある程度許容される。すなわち、学習者はこのような安心感により、出題意図に正確に従わなければならないと怯える心理的負担は軽減される。以上のことから、データを近似する関数を推測する授業法は、教師が数学の授業の中で、学生に対して求めている「適切な考え方の理解」という本来の目的も含んでいる。

以下に、「データを近似する関数を推測する」というタイプの数学的モデリングの授業法の具体的な作業項目を列挙しよう。

(1) 作業は学び合いのスタイルで行う。

(2) 教師は扱う単元の関数に関係するデータを、物理や工学の現象を利用して、教育的な配慮に基づいて適切に用意する。

(3) 方眼紙を用意し、データをなるべく正確にプロットさせる。

(4) プロットした方眼紙にデータを近似する曲線を描かせる。

(5) 近似曲線をもとに近似する関数を推測させ、それを求めさせる。

(6) もとのデータに対応する近似した関数の関数値を計算させ、与えられたデータと比較させる。

(7) 近似関数からある種の量を予測させる。

特に、作業(3)については、清水[S]の中で紹介されているシェーンフェルド[Sf]の問題解決行動のモデルにおいて、「洞察や仮説は正確な図からもたらされる」という公理の有用性を基礎にしている。データを方眼紙の上にプロットする作業は、意外にも個人差が出やすい。そして近似関数を求める作業の中で明らかになることだが、正確にプロットする学生の方が、雑にプロットする学生よりも近似関数の精度が高い。すなわち、データなるべく正確に方眼紙の上にプロットする作業を行うことが、その後の作業および学習内容の理解に大きく影響するのである。教師はこの点に常に注意をはらい、学び合いの中でお互いに注意し合ったり議論し合ったりできる環境を整えることが大切である。

以下、具体的な3つの教材例を提示する。

例題1（2次関数の単元での教材）：水平なグラウンドのある高さの位置からボールを投げたボールの軌跡のデータを、 x をボールの水平距離、 y をボールの高さとして提示し、放物運動の近似関数を推測させる。勿論、データには観測誤差が含まれている。その手順は、まず、データを方眼紙になるべく正確にプロットさせる、次に、関数 y がどのようなものとなるかを推測し、自分なりの式を導かせる、最後に、自分が推測した式とデータを比較させ、誤差を最小にする方法を議論させる。

例題2（指数・対数関数の単元での教材）：あるバクテリアの個体数 s の増殖の様子を、時間変数を t として1時間ごとに調べたデータを提示し、まず、データを方眼紙になるべく正確にプロットさせ、次に自分なりの式を導かせる、最後に、自分が推測した式とデータを比較させ、誤差を最小にする方法を議論させる。

例題3（三角関数の単元での教材）：一定電圧の交流電圧をコイルに接続したときの時間 t 秒後の電流 I の誤差付きデータを与え、まず、データを方眼紙になるべく正確にプロットさせ、次に自分なりの式を導かせる、最後に、自分が推測した式とデータを比較させ、誤差を最小にする方法を議論させる。

著者は、平成24年度と25年度に、上の例題を使った数学的モデリングの授業を、各単元に3コマ（1コマは50分授業）で行って見た。3コマの理由は、通常の学習を基礎訓練

とし、数学的モデリングをミニゲームと考える立場からは、1コマだけのミニゲームでは、1コマ目の自分で考えた近似法を反省し、次で新しい試みを行うという主体性を喚起させる点で、その意味を失うと考えたからである。実際に、グループ学習で行った結果、回を重ねる度に、それぞれのグループでの、データをどのように扱うべきであるかといった議論が活発になり、それに伴って個々人の近似関数の精度は上がっていった。

課題として、当初の目的である「データを近似する関数を推測する」というタイプのモデリングの授業法が、物理や工学における数学力にどう影響を与えたかという点についての研究が残された。しかし、「データを近似する関数を推測する」というタイプのモデリングの教材においては、等比数列や等差数列といった単に数学的なデータを議論させるのではなく、自然現象から得られるデータを教材として用いる点においては、学ぶ側に、他の分野との関連性を、作業の中から感じ取らせることができるものであると考える。今回は、物理や工学で基本となる関数の重要性を、データを近似という面に焦点を当てて、研究を行ったが、さらに一歩進んで、データから微分方程式をたてるというモデリング法を研究する課題も残されている。

最後に、高専の数学教員を集めて、「実践的な工学技術者に適した数学モデリングの思考パターン習得法に関する研究」に関する研究集会についてその成果を報告する。研究集会は、平成23年度は2回、平成24年度、平成25年度にそれぞれ1回ずつ開催することができた。それぞれのタイトル、日時、場所は以下である。

(1) 新しい高専の数学教育法を考える研究集会「教えない授業について」、日時：平成23年10月28日(金)13:00-17:00、場所：福井高専

(2) 新しい工学数学教育を考える会— 数学的モデリングとその周辺—、日時：平成24年2月11日(土)13:00-17:00、場所：津山高専

(3) 高専数学教育シンポジウム— 数学的モデリング、物理教育とその周辺—、日時：平成24年11月23日(金)、場所：津山高専

(4) 高専数学教育シンポジウム— 数学的モデリング、物理教育とその周辺—、日時：平成25年10月5日(土曜日)、場所：東京都立産業技術高等専門学校

当初は、授業内でいかにモデリングを扱うかがテーマであったが、研究集会を行う度に、授業外で学生に数学の研究活動を行う指導を行っている先進的な事例があがってきて、この活動を利用して、通常授業に活かすことはできないかとの提案が出された。それを受けて、平成25年度の研究集会では、数学に

関連する学生が行っている研究活動を学生自身がプレゼンテーションする会とした。そしてその様子と学生との議論の中から、今後の数学教育の方向性を探った。以上4回の研究集会の成果として、タイトル「高専生による数学研究シンポジウムの報告— 数学モデリング、物理へのアプローチ—」が、日本数学教育学会高専・大学部会研究論文誌(2013.12)に掲載された。

<参考文献>

[A1] 阿蘇和寿 他, 工学に必要とされる数学に関する研究4—電気系分野(電磁気学)における数学—, 日本数学教育学会高専部会研究論文誌 vol.3 No1, pp96-126, 1996.

[A2] 阿蘇和寿, よりよい数学の授業に向けたトータル・アプローチ計画—その現状と今後の活動について—, 日本数学教育学会高専・大学部会研究論文誌 vol.11 No1, pp69-77, 2004.

[A3] 阿蘇和寿, 数学の授業における学生の探究活動—テクノロジーの効果的な活用に向けて—, 日本数学教育学会高専・大学部会研究論文誌 vol.9 No1, pp31-50, 2002.

[M] 松田重生 他, 工学に必要とされる数学に関する研究6—機械系分野(熱力学)における数学—, 日本数学教育学会高専・大学部会研究論文誌 vol.6 No1, pp95-108, 1999.

[S1] 佐藤義隆 他, 工学に必要とされる数学に関する研究1—化学系分野における数学—, 日本数学教育学会高専部会研究論文誌 vol.3 No1, pp95-124, 1996.

[S2] 佐藤義隆 他, 工学に必要とされる数学に関する研究2—機械系分野(材料力学)における数学—, 日本数学教育学会高専部会研究論文誌 vol.4 No1, pp99-128, 1997.

[Sa] 佐伯昭彦, テクノロジーを活用した数学的活動の教材開発とその有効性に関する研究, 日本数学教育学会誌. 臨時増刊, 数学教育学論究 86, pp27-34, 2006.

[Sh] 清水美憲, 算数・数学教育における思考指導の方法, 東洋館出版社, 2007.

[Sf] Schoenfeld, A.H. Beyond the purely cognitive: belief systems, social cognition, and metacognition as driving forces in intellectual performance. Cognitive Science, Vol. 7, 329-363, 1983.

[T] 槻橋正見, 佐伯昭彦, 氏家亮子, グラフ電卓と各種センサーを用いた数物総合の実験・観察型授業について: 数物ハンズオン授業, 日本教育工学会大会講演論文集 14, pp43-44, 1998.

[Ta] 高木和久 他, 工学に必要とされる数学に関する研究5—情報系分野(符号理論)における数学—, 日本数学教育学会高専部会研究論文誌 vol.5 No1, pp127-146, 1998.

[Tu] 坪川武弘 他, 工学に必要とされる数学に関する研究7—土木系分野(構造力学)における数学—, 日本数学教育学会高専・大学部会研究論文誌 vol.7 No1, pp101-124,

2000.

- [U1] 梅野善雄 他, 工学に必要とされる数学に関する研究 3 -機械系分野 (流体力学) における数学一, 日本数学教育学会高専部会研究論文誌 vol.4 No1, pp129-156, 1997.
- [U2] 梅野善雄, グラフ電卓が切り開く数学教育の新世界 -テクノロジーの効果的な活用に向けて-, 日本数学教育学会高専・大学部会研究論文誌 vol.7 No1, pp1-20, 2000.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2件)

- (1) 松田 修, 数学モデリングの授業法 (初等関数編), 2012. 12, 日本数学教育学会高専・大学部会論文集, 第 19 号, pp79-88 (査読有)
- (2) 松田 修 (ほか 23 名), 高専生による数学研究シンポジウムの報告 -数学モデリング, 物理へのアプローチ-, 2013. 12, 日本数学教育学会高専・大学部会論文誌, pp. 120-122 (査読無)

[学会発表] (計 11 件)

- (1) 松田 修, 幾何学を中心にした線形代数の演習型授業の紹介 -Maxima と十進 BASIC を使う-, 第 1 2 回グラフ電卓研究会, 2011, 7, 2, 福井工業高等専門学校
- (2) 松田 修, 数学モデリングの思考パターン研究の提案, 新しい工学数学教育を考える会 -数学モデリングとその周辺-, 2012, 2, 11 津山工業高等専門学校
- (3) Osamu Matsuda, ON REPEATED LEARNING FOR MATHEMATICAL MODELING IN ENGINEERING, 2th International Congress on Mathematical Education, 8 July - 15 July, 2012, COEX, Seoul, Korea
- (4) 松田 修, 数学モデリングのための新教材の提案, 高専数学教育シンポジウム -数学的モデリング, 物理教育とその周辺-, 2012, 11, 23, 津山工業高等専門学校
- (5) 松田 修, 数学モデリングを実践するための教材, 数学教育の会夏の会, 2012, 9, 2, 御茶ノ水女子大学
- (6) 松田 修, 数学モデリングと学生の研究活動, 数学教育の会年回, 2013, 1, 14, 御茶ノ水女子大学
- (7) 松田 修, 数学モデリングと学生の研究活動, 日本フィボナッチ協会/第 11 回研究集会, 2013, 3, 10, 東京海洋大学
- (8) Osamu MATSUDA, A Teaching Method of Mathematical Modeling - Inferring the Function which Approximates the Data -, 2013. 11 Proceedings of the International Workshop Mathematical Literacy at the University Level: connections with the Secondary-Tertiary Transition,

pp. 100-107

- (9) 松田 修, 数学的モデリングの授業法, 2013. 8, 4, 日本数学教育学会高専・大学部会, 山梨大学
- (10) 丸尾優佳, 間庭早紀子, 松田修, フラクタル連分数の研究とその応用, 高専数学教育シンポジウム-数学的モデリング, 物理教育とその周辺-, 2013, 10, 5, 都立産業技術高専
- (11) 小林祐志, 赤松昌俊, 松田修, Farey 数列の高次元化とその応用, 高専数学教育シンポジウム-数学的モデリング, 物理教育とその周辺-, 2013, 10, 5, 都立産業技術高専

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

タイトル: 工学数学教育プロジェクト～ 数学的モデリングの基礎を授業で実践するための教材～

http://www.tsuyama-ct.ac.jp/matsuda/mathED/Math_modeling/modeling_index.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松田 修 (MATSUDA Osmu)

津山工業高等専門学校・一般科目・教授
研究者番号: 60342549