

数学分野

第1節 数学教育における学士力の考察

数学は、諸現象の背後に潜む原理や諸法則を見出すためのものの見方を提供するものとして、諸科学の共通基盤と認識されている。例えば、経済、医療・福祉、環境、エネルギー、工学分野など様々な領域で、イノベーションのための道具として数学の重要性が高まっている。

高度情報化、国際化、価値観が多様化する社会の中で持続可能な発展を目指していくためには、従来の考え方に固執することなく新たに社会を変革する力が求められてくる。

このような時代の要請に応えるには、市民一人ひとりが数量的スキルを身に付けた上で、問題を数理的に表現し、解決できる能力を育む必要がある。

したがって、数学教育における学士力では、自然・社会現象の中にある数理的性質を原理的に理解し、論理的思考や数理的表現を用いて考察を行い、それを社会生活の中で積極的に活用できることに目標を置いた。

そこで、求められる数学の活用レベルに応じて、社会人基礎として身に付ける一般レベルから、専門分野で数学を活用できるレベル、専門分野で数学を応用できるレベルまでの三つを到達目標として考察した。

一つは社会生活に現れる数の基礎的な概念を理解し、身のまわりの問題解決に利用できること、二つは自然・社会現象を数学的に捉え、図や数式を用いて具体的に表現することができること、三つは数理的表現に基づいて問題の発見・解析ができ、結論を導き出すことができることとした。

【到達目標】 <社会人基礎として身に付ける一般レベル>

1 社会生活に現れる数の基礎的な概念を理解し、身のまわりの問題解決に利用できる。

高校までの数学では数学自身が抽象化した概念の取得、数式の取り扱いが主であり、実社会との関連が薄かった。

ここでは、市民として生活の改善や社会の変革に関与できるようにするための数量的スキルを身に付けさせねばならない。そのためには、数を単なる知識でなく、数の概念、比、指数、対数、組合せ、確率などの特徴や性質を正しく理解して、「身のまわりの問題の解決」（例えば、貯蓄と消費、複利計算の問題など）に利用できるようにすることを目指す。

【コア・カリキュラムのイメージ】

数の概念、比、指数、対数、集合、組合せ、確率、社会生活と数の関係性など

【到達度】

- ① 社会生活に現れる身のまわりの問題を数の概念と関連づけることができる。
- ② 数値化された情報の真意・内容を数の基本的な概念を用いて計算できる。
- ③ 計算結果を吟味し、社会生活の中で活用できる。

【測定方法】

- ①～③は、単なる数学的なスキルを確認するに留まらず、他分野の課題に数学の知識を活用できることを論述式の筆記試験、レポートなどにより、確認する。

【到達目標】 <専門分野で数学を活用できるレベル>

2 図・数式などの基本技能を用いて自然・社会現象の表現方法を理解できる。

ここでは、専門教育における基礎的な課題を解決するために、数量化・モデル化などにおいて各専

門分野で必要となる数理表現の基本技能を身に付けさせねばならない。そのためには、現象を表すための数式・関数、いろいろな事項の関連を図示するための図・グラフ、自然・社会現象のシミュレーションを行うための表現方法を理解させる必要がある。

【コア・カリキュラムのイメージ】

三角関数、指数関数、対数関数、座標とグラフ、確率分布、グラフ理論、微分積分、ベクトルと行列、自然・社会現象の数量化・数式化など

【到達度】

- ① 自然・社会現象のさまざまな数理を2次関数、分数関数、指数関数、対数関数、三角関数などの数式や図・グラフで表すことができる。
- ② もの間の関係（例えば、工程表など）を点と線の「グラフ」で表すことができる。
- ③ 自然・社会現象を微分積分学の諸概念と関連付けで理解できる。
- ④ 平面や空間などにある数量を、ベクトル・行列を用いて考察できる。
- ⑤ 自然・社会現象に現れる代表的な確率分布を理解できる。

【測定方法】

問題の解析に①～⑤の技能を活用できることを論述式の筆記試験、レポートなどにより、確認する。

【到達目標】 <専門分野で数学を応用できるレベル>

3 数理的表現に基づいて問題の発見・解析ができ、結論を導き出すことができる。

ここでは、専門教育の中で課題の発見から解析を行うために、数学的アプローチによる新しい観点から問題を定式化して論理展開を行うことができなければならない。

そのためには、専門教育と数学を融合し、高度な数学的知見や手法を活用して専門分野の問題解析に役立てることができるようにする必要がある。

【コア・カリキュラムのイメージ】

微分方程式、数理モデル、シミュレーションなど

【到達度】

- ① 自然・社会現象を微分方程式と結び付け、その解として考察できる。
- ② 自然・社会現象から問題を発見し、数理的に表現できる。
- ③ 数理的表現に基づいて自然・社会現象を解析し、論理的に結論をまとめることができる。

【測定方法】

問題設定は、必要に応じて他分野とも連携し、演習による討論、その解決法のレポート、プレゼンテーションなどにより、確認する。

第2節 到達目標の一部を実現するための教育改善モデル

数学教育における教育改善モデル【1】

上記到達目標の内、「社会生活に現れる数の基礎的な概念を理解し、身のまわりの問題解決に利用できる」を実現するための教育改善モデルを提案する。

1. 到達度として学生が身につける能力

- ① 社会生活に現れる身のまわりの問題を数の概念と関連づけることができる。
- ② 数値化された情報の真意・内容を数の基本的な概念を用いて計算できる。
- ③ 計算結果を吟味し、社会生活の中で活用できる。

2. 改善モデルの授業デザイン

2.1 授業のねらい

従来、教養数学の授業では、高等学校数学の復習を中心に大学専門課程で要求される基礎的な数学の教育を実施してきたが、社会生活の中で実践的に数学を活用するまでには至っていない。

ここで提案する授業は、学びの動機付けを行うために身近なテーマから出発し、社会生活の中で数学の役割を理解し、生涯に亘って役立つ数の基礎的な概念と計算能力を身に付けさせることを目指す。

2.2 授業の仕組み

ここでは、4年間または6年間のカリキュラムを通して学びが定着できるように、授業終了後もネット上で学修の場を提供することを前提としている。そのためには、数学担当教員と他の科目の教員が連携して実践的に数学力を発揮・展開できるよう教育計画を策定する。

学修到達度の確認は、学修ポートフォリオ*上で自己点検・評価を行う。また、到達していない部分の学修については、ファシリテーター*が学生目線で支援する。

2.3 授業にICT*を活用したシナリオ

以下に、授業シナリオの一例を紹介する。

- ① 社会生活の中での数学の活用例をネットやメディアで提示し、学びの動機付けを行わせる。
- ② 上記到達度の①～③に掲げた課題の中からテーマを選択し、社会事象との関連付けを数学的に考えさせ、その結果を学修支援システム*に掲載し、学びの進捗状況を共有する。
- ③ 問題を考える過程で必要になった計算を演習させる。なお、基礎的な計算が身に付いていない学生には、eラーニング*で基礎力の習得を徹底させる。
- ④ 授業終了後も他の関連科目の学びの中で基礎的な数学力の展開が図れるように、ネット上でプラットフォーム*を構築して支援できるよう、教員間の連携を図る。
- ⑤ 4年間または6年間に亘る切れ目のない学修が可能となるよう、学び直しや振り返りなどができるプラットフォームを構築し、ファシリテーターがネット上でフォローアップを行う。

2.4 授業にICTを活用した学修内容・方法

以下に、学修内容・方法の一例を紹介する。

- ① 単純な計算練習だけに留まらず、例えば、貯蓄と消費の問題、複利計算、震度とマグニチュード、降水確率といった他分野での活用例を提示し、学びの動機付けを行わせる。
- ② 例えば、降水確率をテーマにその意味や計算方法をグループで考えさせ、その過程で必要になった計算を演習させる。
- ③ グループの学びのプロセスを学修支援システムに掲載し、多様な考え方や学びを共有する。
- ④ 学内で準備できない関連分野の基礎知識については、ソーシャルネットワーク上での授業コンテンツの利用、学外の教員、社会の関連機関との連携で入手する。
- ⑤ 学びの過程は学修ポートフォリオに記録し、振り返りを行わせ、個別の指導・助言を教員やファシリテーターがネット上で支援する。

2.5 授業にICTを活用して期待される効果

- ① 学修ポートフォリオにより、学修目的や学びのプロセスが明確になり、主体的な学修が可能となる。

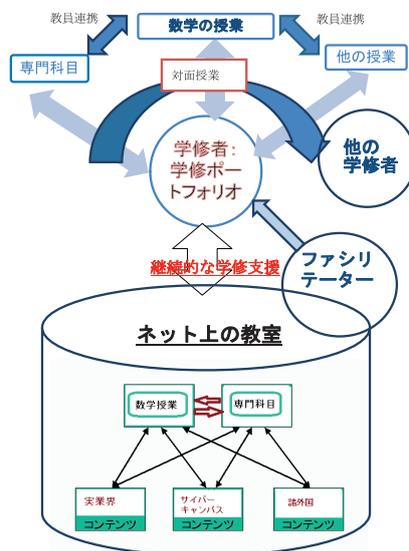


図 授業の仕組みのイメージ

- ② 対面やネット上でのファシリテーターの学修支援により、学び直しや振り返りが可能となり、継続して自ら学ぶ姿勢を身に付けられる。

2.6 授業にICTを活用した学修環境

- ① 学生自らによる主体的学修を支援する学修ポートフォリオを持つ学修支援システムが必要である。
 ② 教員間がネット上で連携を図るためのプラットフォームが必要である。
 ③ 数学活用例を収集・蓄積し、利用できるような教材クラウドが必要である。

3. 改善モデルの授業の点検・評価・改善

改善モデルの点検・評価・改善は、数学担当教員と専門基礎科目の教員が連携して作成した教育計画について、客観的に評価できる評価シートをもとに共有し、定期的に行う。また、学協会、団体のコンソーシアム等を通じて、中立的な立場からの示唆的な意見も取り入れながら、各教員が役割分担して改善の方法を検討する。

4. 改善モデルの授業運営上の問題及び課題

- ① 数学担当教員と他の科目の教員が連携できるよう、大学のガバナンスとして制度化する必要がある。
 ② 学修支援のための上級学年生・大学院生によるファシリテーターを制度化する必要がある。
 ③ 大学間や関連機関が参画できるような大学連携及び産学連携の仕組みを組織的に構築する必要がある。

数学教育における教育改善モデル【2】

上記の到達目標の内、「図・数式などの基本技能を用いて自然・社会現象の表現方法を理解できる」を実現するための教育改善モデルを提案する。

1. 到達度として学生が身につける能力

- ① 自然・社会現象のさまざまな数理を2次関数、分数関数、指数関数、対数関数、三角関数などの数式や図・グラフで表すことができる。
 ② ものの間の関係（例えば、工程表など）を点と線の「グラフ」で表すことができる。
 ③ 自然・社会現象を微分積分学の諸概念と関連付けで理解できる。
 ④ 平面や空間などにある数量を、ベクトル・行列を用いて考察できる。
 ⑤ 自然・社会現象に現われる代表的な確率分布を理解できる。

2. 改善モデルの授業デザイン

2.1 授業のねらい

数学の授業の多くは、公式や定義の学修に終始しており、具体的な自然・社会現象の問題を数学的に捉える習慣がない。

ここで提案する授業は、自然・社会現象の中の問題を具体化し、理解するための数理的表現を身に付けることを目指す。

2.2 授業の仕組み

ここでは、数学の基礎的な概念や計算力が身に付いていることを前提とする。到達していない場合は、eラーニング等で学修させる。数理的な技能、表現の学びを踏まえた上で、自然・社会現象の中の問題に対し最適な数理的表現ができるようにするために、連携授業や学修ポートフォリオを

活用する。

到達度の確認は、知識理解については筆記試験などで行い、数理的な表現については他分野との連携の中で協働して評価を行う。

2.3 授業にICTを活用したシナリオ

以下に、授業シナリオの一例を紹介する。

- ① 数学の基礎的な概念や計算力が身に付いているかどうか、確認テストを行う。
- ② 三角関数、指数関数、対数関数、座標とグラフ、確率分布、グラフ理論などの基礎的な技能を学ばせる。
- ③ 自然・社会現象の具体的な問題からテーマを選ばせ、グループで数理的な表現のための課題認識を行わせる。
- ④ 課題認識に基づき、自然・社会現象を数学的に捉え、図や数式を用いて具体的に表現させる。
- ⑤ 対面や学修支援システム上で学修成果についてグループ単位で相互評価し、振り返りを行う。

2.4 授業にICTを活用した学修内容・方法

以下に、学修内容・方法の一例を紹介する。

- ① 利益改善のための商品の最適な価格設定を決める方法を、対面や学修支援システム上で議論させ、学びの過程を学修ポートフォリオに記録する。
- ② ①の問題を数理的に表現するために必要な基礎知識（三角関数、指数関数、対数関数、座標とグラフ、確率分布、グラフ理論など）を対面や学修支援システム上で学ばせる。
- ③ ①と②を繰り返し行わせることで、価格設定の問題を数的に捉える習慣をつけさせる。
- ④ 議論に基づいて価格設定のプロセスを数理的表現を用いて考察させ、その結果をグループ間で相互評価し、最適な価格設定を求める方法について議論させ、振り返りを行わせる。
- ⑤ 価格設定のプロセスが最適な数理的表現であるかどうかを他分野の教員と連携する中で評価を行う。

2.5 授業にICTを活用して期待される効果

- ① 学修支援システムを用いることにより学びのプロセスが記録でき、振り返りに活用できる。
- ② 対面やネットを通じて他分野の教員の評価を受けることで、学びの質保証を確保できる。

2.6 授業にICTを活用した学修環境

- ① 学生自らによる振り返りを行う学修ポートフォリオを持つ学修支援システムが必要である。
- ② 他分野との連携を行うためのプラットフォームが必要である。
- ③ 自然・社会現象における数理的表現を学ぶための事例や教材のクラウドが必要である。

3. 改善モデルの授業の点検・評価・改善

改善モデルの点検・評価・改善は、数学担当教員と数学を活用する他分野の教員が専門分野で数学を活用する能力が身についているか意見を共有し、定期的に行う。また、学協会、団体のコンソーシアム等を通じて、中立的な立場からの示唆的な意見も取り入れながら、数学教員が授業を振り返り、改善の方法を検討する。

4. 改善モデルの授業運営上の問題及び課題

- ① 数学担当教員と他の科目の教員が連携できるよう、大学のガバナンスとして制度化する必要がある。
- ② 大学間のコンソーシアムによるクラウドをガバナンスの支援のもとで構築する必要がある。

第3節 改善モデルに必要な教育力、FD※活動と課題

【1】数学教員に期待される専門性

- ① 強い使命感と倫理観を持ち、社会的な貢献ができる専門家であること。
- ② 複合的視点に立って創造的かつ柔軟な考え方ができること。
- ③ 抽象化したモデルを構築して解析できること。
- ④ 数学と社会生活との結びつきを気づかせ、興味・関心を抱かせ、主体的に取り組ませられること。
- ⑤ ICTなどの教育技法を駆使して、参加型の教育ができること。

【2】教育改善モデルに求められる教育力

- ① 授業のカリキュラム上の位置づけを十分に理解し、カリキュラムポリシーに沿った授業を実施できること。
- ② 数学の知識を社会生活に現れる課題と関連づけて、主体的に学修に取り組ませられること。
- ③ 予習・復習を徹底させ、授業でグループディスカッションやプレゼンテーションを通じて能動的な学習を展開できること。
- ④ 他分野の教員と積極的に協働して、数理的表現の活用度合いを評価・改善し、学修支援できること。
- ⑤ ICTなどを活用して学生とのコミュニケーション、適切な教材作成、eラーニングができること。

【3】教育力を高めるためのFD活動と大学としての課題

(1) FD活動

- ① 教員間の連携のもとに教育内容とカリキュラムポリシーとの整合性及び検討を継続的に行う必要がある。
- ② 教育事例の研究報告会に主体的に参加し、教員同士のディスカッションを通じて問題点を共有し、ブラッシュアップする必要がある。
- ③ 予習・復習を徹底し能動的な学修を促進するために教育方法に関する研究報告会を積極化し、教員同士が教え合い、学び合うことが必要である。
- ④ グループ学習を促進する指導法についてのワークショップを組織的に行う必要がある。
- ⑤ 教養科目と専門科目の担当教員間で意見交換を徹底し、問題点を共有して教育方法の在り方を討議し、解決策を見出す必要がある。

(2) 大学としての課題

- ① 大学が掲げる教育理念、教育目標を反映した教育方法や評価基準・方法の策定などについて、教員の主体的な取り組みを支援・推進する必要がある。
- ② 授業の録画、教材コンテンツ、ネットワーク上のディスカッションを可能にするための多様なコンテンツをアーカイブする必要がある。
- ③ 学修ポートフォリオを活用した学修支援を実効あるものとするために、大学として組織的な取り組みと支援が必要である。
- ④ ICTを活用した教育手法を支援する組織を大学として整備する必要がある。
- ⑤ 世界を視野に入れた教育の質保証を持続的に行う責任がある。