

# 教養数学におけるチーム基盤型学修について

井川 信子

## 1. はじめに

2001年、教養基礎科目である『数学』担当教員として着任した。着任当初より、学生の主体的な学び（アクティブ・ラーニング CAL: Active Learning）を実現する発問型授業、双方向型授業など授業の仕組みを工夫し実践している（例えば [1], [2] 参照）。ときを同じくしてMIT Open Course Ware（以降単にMITOCWとよぶ）が公開され、大変興味を覚えた（参照 [3]。当初は一般教養科目から公開されたが現在は様々な分野で公開されている）。当時は大学全入時代を迎え多様な学修モチベーションを持つ学生に対する集合授業（個別対応の授業ではなく教室に複数の学生を集めて同時に実施する授業）において、如何に学生の主体的学修を定着させるかが大きな課題であった。そのような背景のなかで集合授業を設計する際に、OCWの存在は1つの重要な要素であると考えていた。

私立大学情報教育協会（以降、私情協とよぶ）サイバーキャンパスコンソーシアム数学運営委員会（以降、CCCMATHとよぶ）の委員の話がきた。我々の抱える授業運営における課題の解決策の糸口が得られるかもしれないと期待しつつ参加した。2008年度からは本格的に委員会議事録も作成さ

れ、今日に至っている（参照 [4]）。

学生の能動的な学修、自ら問題を発見し解決するいわゆるアクティブ・ラーニングを実現するには、ICTの活用、グループによる事前事後学修と課題発見・解決学修（チーム基盤型学修（TBL：Team-Based Learning））が必要だと考えている。本稿では、2015年度までの私情協での活動報告と、実際の授業運営について議論やその課題についてまとめる。

## 2. 私情協の活動

### 2.1 分野別学士力『数学』とは

まず、分野別学士力『数学』とはどのように定義するかについて、非常に長い時間、何回もの会議を重ねて議論した。

大学教育全体の背景として、18歳人口の減少による大学全入時代を迎えたうえに、現在の学生はインターネット、携帯電話を利用すれば世界中の情報を容易に入手することができる超情報化社会の中で、昔に比べるとさまざまな価値観を持ち、大学生活を送っている。多くの教員は、学びの目的やモチベーションにおいても多様な学生に接しながら授業を行うことを余儀なくされている。そのような現実の中で、大学教育のおもな役割は、教員個人の専門的知識の披露や、従来の「すべての人に同じ知識と同じ体験を与える教育」、すなわち、基礎教育のスクリーニングという部分から、「一人ひとりの生涯に最良の教育」を提供することに転換する方向にあるという考え方（例えば安西 [5]）から検討を開始した。極端にいうと、多くの大学教育の役割が、学生個々の生涯におけるキャリア形成のための、いわゆる準備講座を開講すること、といっても過言ではないかもしれない。

一方、数学という学問は従来、小平によると（参照 [6]）、「数学は論理に従わなければならないが、論理には関係がない。数学が論理に帰着されるものならば、誰にでもわかるはずであるが、数学のわからない生徒が多

い事実をみても、数学は本質的に論理と異なると思う。数学とは、自然現象の中の数学的現象を研究する学問であり、数学を理解するということは数学的現象を「見る」ことであろう。ここで「見る」といったのは、目で見るとは違うけれども、視覚に近いようなある種の感覚によって知覚することである。いわば直観に近いような、純粋な感覚を「数覚」とよぶが、この数覚によると考える。」という。そして、数学者は定理を証明する際には主としてこの数覚を用いていると考える。また小平は平面幾何で論理を学んだという。補助線を引くのは大脳右半球、論理などは左半球の分担、幾何の問題を解くことで脳の全体の訓練になると。大学生の学力低下の原因については、そもそも学力とは知識の量ではなく、自分でものを考える力であるが、適齢を無視して早くから教えようと競った結果、生徒は教えられたことを暗記することに忙しくて自分でものを考えるゆとりを失ってしまった（あるいは自分で考える習慣が身につけていない）ことだという。

高等教育における数学の役割と到達目標について考察した。高等教育において今一度、数学の学びの本質を考えると、数学研究者を養成する場合は、小平のいう数覚の訓練に尽きるのかと思うが、一般の大学学士課程で広く学生が身につけるべき力を考える場合は、本来の数学を学ぶというよりも、数学をいかに活用するかについて学ぶことが、目的となろう。すなわち、学生自らに考えさせる、学生自ら考えさせる力を身につけさせるようにするために数学の授業を構築する。自然現象や社会現象を数理的表現に基づいて問題を発見し、解析し、結論を導くことができることを目指す到達目標の達成が、授業のねらいであろう。

以上のような基本的な考えのもとに授業計画およびシナリオを考えた。

## 2.2 授業計画およびシナリオの考え方

### (1) 数学の社会での活用

数学の学びにおいて、数学が実際にどのように活用されているのかを可

能な限り知ることは、数学の学びにおけるひとつのモチベーションとなろう。例えば、「学士課程において〇〇〇学を学びたいが、そこで数学は〇〇〇〇という形で活用されているのか!」という理解は、学びのモチベーションを高めるであろう。そこで実際に調査すると、あまりにも多くの分野で活用されているのであるが、その一部を列挙する。

文献 [7] では、13人の企業リーダーと一人の政治家の数学談が紹介されている。企業における意思決定、企業の製品の最適化などに数式や数学理論や数理的シミュレーションが直接に役に立っている例だけでなく、問題は何かをとらえ分析し、その解決策を決断するという思考過程においても役立ったことなどが紹介されている。文献 [8] でブルギニョンは、「日常生活の中に広がりつつある数学的対象、身の回りの数学」を次のように上げている。

- ◎ 工業製品の概念 特にものや構造が“well-defined”な仕方でデザインされていること。また製品のライフパンやマーケットとの関係など。
- ◎ コミュニケーション社会に向かって 情報の質の担保、情報源の独立性と価値のチェックに関連した一種の認証システムの開発
- ◎ 生物システム たとえばワトソン・クリックの相補性（DNA 2重らせん構造）や分子など。離散的であり、幾何学的なものである。
- ◎ 遠距離通信とイメージ・システム 遠距離通信の性能の保証、データ伝送におけるセキュリティ保証（RSAコード）、伝送されるデータの質と構造：イメージデータの圧縮・解凍、大域位置検査システム（GPS）。
- ◎ データ解析、統計、世論調査 天体観測から市場までさまざまな場面でのデータ収集と解析、バーコードシステムによる認識、医療スキャナーのトモグラフィバージョン、世論調査など統計から導き出される主張が正しいのかどうかをチェックすること。

- ◎ 自動機械とロボット エレベーター，自動車，電話，人工衛星などの自動システム，自動車や飛行機などの輸送システムにおけるスケジューリング，燃料を節約するためにとられる最適化問題。
- ◎ 金融商品と保険 派生商品（デリバティブ）と選択売買権（オプション）。
- ◎ 経済戦略 価格設定の問題，先物市場，ビール醸造会社は週末の悪天候に関して保険をかけることができるなど。

数学教育での問題提起や教材作成のもととなるメタ知識において，上記のような分野でのトピックスを扱うことで学修モチベーションを向上できるかもしれない。

## (2) サイバーキャンパスコンソーシアムの活用

2011年4月に10周年を迎えたMITOCW #mathematics [9] による“知の公開”を皮切りに，わが国でもJOCWコンソーシアム [10] が立ち上がり，2010年1月現在，23の大学が加盟し日本語・英語あわせて1500のコースが公開された。帝塚山大学からはじまり，私情協が連携しているサイバーキャンパスコンソーシアムTIES [11] など，これから大学を目指す高校生や現役大学生にとっても他大学の講義ノードや動画による授業風景をみて学ぶことができる。教員も，シラバス作成や授業計画，教材作成に参考にすることで，自らの授業改善に役立てるようになった。これらの授業コンテンツが“講義単位”ではなくて，“授業項目”単位にタグ付けできれば，教員が運営している授業に引用できる可能性が広がる。すなわち，サイバーキャンパスコンソーシアムによる教育コンテンツのデータベース化と，SCORM (Shareable Content Object Reference Model, [12] 参照) 対応などコンテンツフォーマットの標準化による共通利用の可能性である。また，講義はiTunes Uによる動画配信やiPhoneなどのスマートフォンなどによるモバイルに対応させるなど，OCWをさらに共通化して動画配信

やモバイル対応に拡張した学修環境（この環境を仮にハイパー OCWとよぶ）を構築して授業に活用できるようになりつつある。

そうなると授業コンテンツを単独教員が作成するよりも、個々の“授業項目”ごとのコンテンツの提案は、コンソーシアムにおける複数教員によるもので、ハイパー OCW上にそれぞれの最良授業コンテンツの作成が可能になる。そのコンテンツを最大限に活用して、実際の授業をマネジメントする、ディレクトする責任者は担当教員であることにはほかならない。

### 2.3 大学教育への提言

前節のような考え方のもとに、数学を専門にする学士課程、数学を活用する学士課程、数学は基礎的な教養と位置付ける学士課程を想定し、『大学教育への提言』（2012, [13] 参照）では、数学の学士力について段階的に次のように設定した：

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、専門教育の基礎レベル、専門教育の応用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例示し、簡単な計算ができること、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】〈一般レベル〉

- 1 社会生活に現れる数の基礎的な概念を例示し、簡単な計算ができる。

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、組合せ、確率など

### 【到達度】

- ① 数のいろいろな概念をその関係とともに例示できる。
- ② 社会生活に現れる比や概数の意味を理解し、計算できる。
- ③ 累乗で増える量の具体例や対数の便利さを例示し、計算できる。
- ④ 場合の数が「順列」になるケースや「組合せ」になるケースなどを例示し、計算できる。
- ⑤ 確率のもつ統計的意味、直感的意味などを例示し、計算できる。

### 【測定方法】

- ①～⑤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】**〈専門教育の基礎レベル〉

2 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，現象を数式として表すために必要な関数，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に必要な確率分布などを利用した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，グラフ理論など

**【到達度】**

- ① 自然・社会現象の数理を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適切な図・グラフで表すことができる。
- ② もの間の関係を点と線の「グラフ」で表すことができる。
- ③ 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。

**【測定方法】**

問題の解析に①～③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】**〈専門教育の応用レベル〉

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】**

数理モデル，シミュレーション

**【到達度】**

- ① 自然・社会現象の中から問題を発見し、数理的に表現できる。
- ② 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】**

①と②の問題設定は、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。

## 2.4 到達目標の一部を実現するための教育改善モデル

### (1) 数学教育における教育改善モデル【1】

前述の到達目標の内、「社会生活に現れる数の基礎的な概念を例示し、簡単な計算ができる」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 数のいろいろな概念をその関係とともに例示できる。
- ② 社会生活に現れる比や概数の意味を理解し、計算できる。
- ③ 累乗で増える量の具体例や対数の便利さを例示し、計算できる。
- ④ 場合の数が「順列」になるケースや「組合せ」になるケースなどを例示し、計算できる。
- ⑤ 確率のもつ統計的意味、直感的意味などを例示し、計算できる。

## 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 前述到達度の①～⑤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などに掲載し、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。
- 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。

## (2) 数学教育における教育改善モデル【2】

到達目標の内、「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」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適切な図・グラフで表すことができる。
- ② ものの間の関係を点と線の「グラフ」で表すことができる。
- ③ 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をさせ, 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学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。

## 2.5 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

#### (3-1) 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。

### (3-2) 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。

## 3. 実際の授業の現状と課題

前述のような数学教育改善モデルの実現をめざしつつ、数学授業で実現できていること (3.1)、現状形態 (3.2)、改善したい点 (3.3) について、述べる。

### 3.1 学生の主体的な学びを実現するための授業の仕組みとして

- (1) 学修者中心の視点を教授法に取り入れ，学生がどれだけ学んだかを定量的に評価できるように確認テストを毎回行う。
- (2) 講義内容（音声も含む），黒板の記録，学生の質疑やディスカッションの様子，演習問題の解答例などを録画（動画）し，授業の予習・復習，課題提示に活用する。
- (3) レビューシートにより，学生は授業後の感想，質問を書き込む，教員はフィードバックコメントを送る。

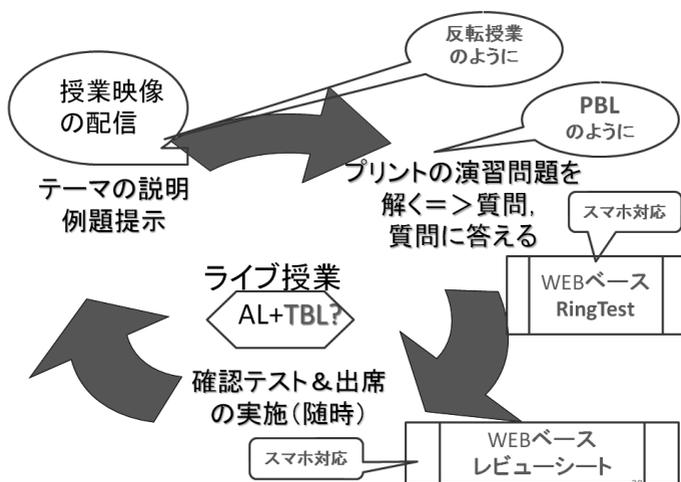


図1 授業の進め方の工夫

### 3.2 担当科目（数学関連）

現在，数学 I，II（教養基礎科目）を担当している。私情協CCCMATHでまとめた到達目標1および2に準拠した内容を盛り込んだ授業である。全学生対象の選択科目であるが，平均履修者数約500名（250名×2クラス）で主に1年生が多く，学科は経済・経営，スポーツ健康学科の履修者

が比較的多い（表1参照）。履修する学生が授業に期待することやかかわり度、数学力などにばらつきがある。

表1 受講学生の学年・学科構成比（2015年統計）

学年	構成比	学科	構成比
4年	15%	経済	26%
3年	10%	経営	28%
2年	17%	その他	46%
1年	58%		

### 3.3 学生が主体的に学ぶためのチーム基盤型学修の導入

- (A) 担当教員と、あるいは、クラスのなかで、ディスカッション（コミュニケーション）ができる“グループ”（仲間）が必要である（授業共同体の形成）。
- (B) 学生が授業について、学びたい事柄（興味）、学びたいエネルギーが必要である（学士力との連携）。

この2つが重要であると考えている。そこで現在の問題点改善策を次のように考える：

- ・“グループ”の現状は、該当授業外に構築されたゼミや部活等の仲間の継続であり、意図的なグループ作りができていない。その改善案を考える。
- ・授業時間、回数、シラバス（講義内容）などの制約により、十分なディスカッションの時間の確保ができていない。→失敗を恐れなくてTBL実践するには、授業外でもディスカッションできる環境等（ICT活用）が不可避。
- ・学修のモチベーション向上として、予習・復習のための授業動画配信を実施しているが、“予習・復習をしている”学生あるいは、学生グループの可視化が実現できていないので、ライブ授業で、よりの確な

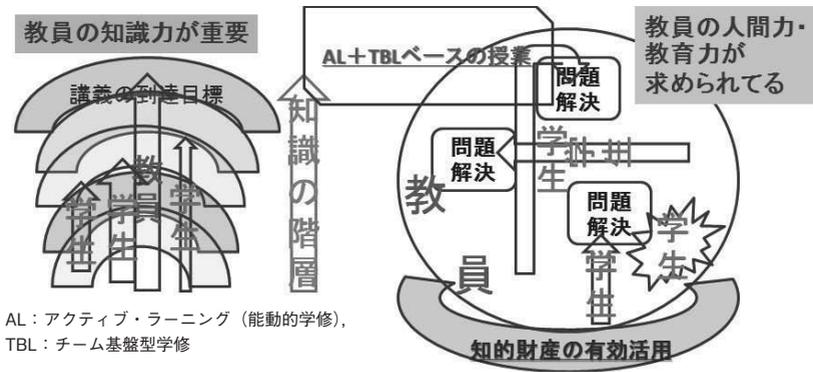


図2 日本を支える若者育成のための授業形態変更のイメージ

内容説明が実現できていない。→学修ポートフォリオなどのICT活用。  
 ・レビューシートの仕組みを活用しているが、履修者（グループ）が多いので、完全なフィードバックが実現できていない。→学修ポートフォリオのICT活用，TA，ファシリテータが必要であると考える。

図2は、2018年問題を乗り越え、20年後の日本を支える若者の育成のための教育という観点にたつと、従来型のライブ授業の形態（左図）を、学生（あるいは学生グループ）個々の問題解決を主体とした新たな授業形態（右図）に変更することが望まれるであろうイメージを表している。

### 3.4 到達目標3の実現について

学士力に必要な教養数学教育，他の専門科目の基礎としての数学教育は，TBLの精度向上の実施により，到達目標1，2を実現する授業になるであろう。到達目標3を実現する授業構築には，学士課程における専門科目と科目横断的な連携を，あるいは，社会（企業等）との連携を実現するための仕組みが，今後必要だと考える。

これらの実現のためには，現在実施している学部横断型共通科目としての数学の位置づけには限界があるように考えている。

## 4. まとめ

流通経済大学着任後から2012年に『大学教育への提言』をまとめるまでを中心に述べた。その後、2013年に日本学術会議から『大学教育分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準』が報告された（[14] 参照）。CCCMATHで考えてきた内容にぶれはないと思う。2013年度からは実際教育にどのようにアクティブ・ラーニングを実施していくか、その事例研究を実施している。2014年度は新松戸校舎にて、井川（流通経済大学）、曾布川拓也氏（早稲田大学グローバルエデュケーションセンター）、鈴木秀幸氏（東京大学大学院情報理工学系研究科）の3人が話題を提供し全国から集まった教員と大学における数学教育について意見交換を行った（[15] 参照）。特に初年児教育での徹底した個人指導によるアクティブ・ラーニング実践が着目された。2015年度は“他分野との連携”をテーマにアクティブ・ラーニング事例研究を実施した（[16] 参照）。CCCMATHグループは、“経済学・経営学・数学グループ”に属し、碓井健寛氏（創価大学経済学部）、青木茂樹氏（駒沢大学経営学部）、井川（流通経済大学）の3人が話題を提供し、70人以上の教員が全国から参加して活発な意見交換が実施された。

大学学士課程における数学教育の基準を提示したが、個々の大学における教育方針、教学マネジメントにゆだねられる学士課程の中でどのように数学教育を位置づけられるか議論して、私情協を通して考案した授業改善モデルの実践をめざしたい。

### 参考文献

- [1] 井川, “教養基礎としての数学教育におけるICT活用の試みと課題”, 社団法人私立大学情報教育協会, 大学教育と情報 (JUICE Journal), Vol.16 No.1, pp.12-14, 2007.9.
- [2] 井川, “合成音声音読と確認テストによる強化学習支援システムの事例研究”, 流

経法学第7巻第2号, pp.99-118, 2007.12.

- [3] MITOCW (Open Course Ware), <http://ocw.mit.edu/index.htm>, 2001–現在.
- [4] 私立大学情報教育協会サイバーキャンパスコンソーシアム数学運営委員会議事録, <http://www.juce.jp/CCC/math.html>, 2008–2015.
- [5] 安西祐一郎, “「知情意の総合力」育め”, 日本経済新聞 (教育), 2011.1.10.
- [6] 小平邦彦, 『怠け数学者の記』, 岩波書店, 2000.
- [7] 儀我/小林編, 『数学は役に立っているか』, シュプリンガー・ジャパン, 2010.
- [8] J. -P.ブルギニョン, 『数学と社会の新しい関係』, V. J. アーノルド他編, 『数学の最先端 21世紀への挑戦』, 2, シュプリンガー・ジャパン, 2006.
- [9] MITOCW #mathematics, <http://ocw.mit.edu/courses/#mathematics>, 2001–現在.
- [10] JOCWについて, [http://www.jocw.jp/AboutJOCW\\_j.htm](http://www.jocw.jp/AboutJOCW_j.htm), 2004-2012.
- [11] サイバーキャンパスコンソーシアムTIES, <http://www.cccties.org/>, 2015.
- [12] SCORMとは, <http://satt.jp/dev/scorm.htm>, 2012.
- [13] 私立大学情報教育協会, 『「大学教育への提言」—未知の時代を切り拓く教育とICT活用—』, 2012.11.27.
- [14] 日本学術会議数理科学委員会数理科学分野の参照基準検討分科会報告, “大学教育分野別の質保証のための教育課程編成上の参照基準数理科学分野”, 2013.9.18.
- [15] 井川, “教養数学における失敗を恐れないチーム基盤型学修”, 分野別教育におけるアクティブ・ラーニングの事例研究: 数学教育分野, 私情協, 2014.9.9.
- [16] 井川, “社会科学系の経済・経営と数学が連携する授業について”, 分野連携グループのアクティブ・ラーニングの対話集会: 経済学・経営学・数学グループ, 私情協, 2015.12.26.