現代社会を豊かに生きるための智としての数学
～ 高等教育における「生活の数学」～

佐々木　隆宏（現代教育研究所研究員）

現代社会に生きる我々は数学の恩恵を享受しており、もはや数学は我々人類にとって必要不可欠な存在である。その一方で文科系の大学生は、経済学のような数学を使う専門分野でない限り、高等教育において数学に触れる機会は少ない。このような現状は文科系の大学生が中等教育までに学んだ算数・数学と生活との関わりを理解することなく学習を終えてしまうことにつながる。したがって算数・数学を学習することは進級や進学のためであるという意識を醸成することになる。しかしながら、市民として数学と深く関わりのある現代社会を豊かに生きるためには、数学と生活との関わり方について理解し、活用することが必要であると思われる。そこで本研究では高等教育における文科系の大学生を対象とした数学教育の可能性について考察し、講義科目「生活の数学」の内容を検討する。

Key word ： 市民　高等教育　数学教育　生活の数学

1. 文科系の大学生に対する数学教育の在り方

数学は個人としての人間に関わっているとともに、個人から形成される社会にも関わっている。したがって、数学と無関係に生活することはもはや不可能である。一方で、文科系の大学生は数学を使う専門分野でない限り、大学生になってから数学に触れる機会は少ない。このことは算数や数学で学んだ知識および考え方が生活の中でどのように活用できるかを知る機会を失うことになる。したがって、高等教育における文科系の大学生に対する数学教育の在り方を検討することは大きな意義をもつ。それでは、文科系の大学生はどのような数学を学べばよいのであろうか。「専門職業人」にポジショニングすれば、そこで必要となるのは高度な専門的知識としての数学である（浪川，2012）。しかしながら、そのような高度な数学は必ずしも文科系の大学生が学ぶ必要はない。一方で、私たちは独立した個人ではなく、社会に生きる個人、すなわち市民として社会的責任を負う存在でもある。「市民」にポジショニングすれば、どのような数学を理解し、どのように生活に活かせばよいのであろうか。それは数学との関わりの様態によって様々であろう。数学的知識を能動的に用いるか、受動的に用いるか、あるいは数学における考え方をより広い自らの人間の可能性の一部としていくか、数学を自らの教養の一部として位置づけていくかなど、様々な可能性がある。本研究では市民としての生活と数学との様々な関わり方の可能性を閉ざすことのないように数学を学ぶことが、現代社会を豊かに生きるための数学的素養を身につけることになると考え、高等教育における文科系の大学生に対する数学教育について検討する。

2. 数学はどのような性格をもった学問であるか

高等教育における文科系の大学生に対する数学教育について検討するにあたり、教育内容である算数や数学がどのような性格をもった学問であるかを概観する必要がある。社会的構成主義を唱えるポール･アーネスト（1991）は数学を社会的構成物とみなし数学の知識と概念は発展し変化するとしている。また、サル･レスティーヴォ（1985）も数学の知識の社会学を発展させる中で、数学を社会的構成物とみなしている。したがって、この視座に立つと、社会の変化に伴って数学

についての認識も変化すると考えられる。浪川(2012)は、数学者の立場から、数学認識の歴史的変容も考慮しつつ数学の本質を次の4つの観点から述べている。

(1)　数学の基礎は数と図形である。
(2)　数学は抽象化した概念を論理によって体系化する。
(3)　数学は抽象と論理を重視する記述言語である。
(4)　数学は普遍的な構造の学（数理モデル）として緒科学に開かれている。

これら4つの観点のそれぞれについて概観する。

(1)　数学が考察の対象とする数と図形は、言葉とともに人間が持つ代表的な抽象認識である。現実の世界における様々な概念が量として数値化され、それらの関係として自然法則が記述されることから、自然科学をはじめとする諸分野が数学を言葉として用いているのである。図形は空間内にある様々な形という質を認識するものである。このとき、数学が行なうことは、形の持つ特定の特徴のみに着目して他の一切を捨象する。数学に特有な抽象性、厳密性はここにある。

(2)　数学の対象である数や図形を扱うためには、現実の複雑なものの中から、ある概念を抽象化しその本質を数学的に厳密に定義する。この考え方から数学は演繹的に抽象的概念を創出していく。そのうえで現実の持つ複雑性を回復するために、諸概念を体系的に結び付けてそれらの関係を明らかにし、一個の有機体として再構成する。その構築を支えるものが論理である。

(3)　数学は抽象と論理を重視する記述言語である。概念を抽象化し、論理的に組み合わせるということは言語の持っている働きでもある。つまり、数学は一種の言語である。ただし、記述を主とする言語である。そして、理論を記述するときの核となる部分には、演繹的推論が用いられる。しかしながら、それらを用いてすべての論理の連鎖を書き下すことは効率的ではないので、いくつかの定理、公式、アルゴリズムなどのサブルーチンを用いて、記述や思考を効率化することになる。また、具体的な数の代わりに文字を用いることで、数学言語は極めて大きな汎用性を獲得した。

(4)　数学は普遍的な構造（数理モデル）の学として諸科学に開かれている。数学が言語であるとすれば、数学の理論（数理モデル）は文芸作品と比べられる。数学が自然言語の文芸作品と大きく異なるのは、その理論が普遍的で、それゆえ自然や社会を記述するモデルになることである。つまり、ある現象が数学理論の要求する諸前提をみたすことがわかれば、その理論を数理モデルとして、その結果を用いることにより現象の様々な帰結が直ちに得られることである。

3. 高等教育における「生活の数学」の目的

算数や数学教育の目的は時代により、また主唱者によって異なるが、算数や数学の道具的価値および実用的価値を中心に据えた実用的目的論、算数や数学学習の陶冶的価値（算数･数学の学習が人間形成に寄与するという価値）を中心に据えた陶冶的目的論、算数や数学の文化的価値（算数･数学は人類にとって貴重な文化であり、それを学ぶことには価値があるという考え）を中心に据えた文化的目的論はそれらに共通な視点といってよいだろう（例えば、佐々木 1978a, 1978b；仲田，1997；長崎･滝井，2007)。

「生活の数学」は、「生活の」が数学を修飾していることにより限定的である。このことから、目的も限定的になるのであろうか。日常生活の様々な場面に算数や数学が道具的実用的に関わっていることは論を俟たない。したがって、「生活の数学」の目的には実用的目的論を据えることができる。

また、我々には職業や居住地を自らの意思で選択することができ、物を購入する場合にも数多くある中から選ぶことができる。このような社会は民主主義だからこそ実現できるものであり、自分が幸福になるために合理的な判断ができる個人を前提とする。それだけではなく司法･立法･行政に責任をもって参加する個人であることを前提に民主主義は成立している。つまり、市民に

は論理的思考力を身につけて民主主義国家に責任ある主体として参加することが望まれているといえる。したがって、「生活の数学」の目的には陶冶的目的論を据えることができる。

さらに、文化や芸術は人々に楽しさや感動、精神的な安らぎや生きる歓びをもたらし、人生を豊かにするとともに、豊かな人間性を涵養し、想像力を育むものである。人生を豊かに生きるためには文化や芸術は欠かせない。したがって、「生活の数学」の目的には文化的目的論を据えることができる。以上の考察により、「生活の」という修飾語は数学教育における実用的、陶冶的、文化的目的論に対して限定的ではないといえる。

一方、ポラック(1988)は数学教育の目的を次の４つに分類して論じている。

(1)　日常生活のために必要とされる数学

(2)　知的な公民のために必要とされる数学

(3)　職業や専門のために必要とされる数学

(4)　人間の文化の一部としての数学

４つの目的のうち、(1)、(2)、(4)はそれぞれ実用的目的論、陶冶的目的論、文化的目的論に対応すると考えられるが、(3)を実用的目的論から独立して論じているという特徴がある。また浪川（2012)も数学を学ぶ意義を個人の生活に関わる場合と専門職業人における場合に分けて論じている。職業や専門のための数学は高度な内容であることが多く、主として高等教育で専門的に学ばれる。したがって、必ずしも文科系の大学生が学ぶ必要はない。しかしながら、職業や専門の数学を活用して生み出されたものは、生活の至るところに現れている。例えば、携帯電話の様々な機能は高度な数学を活用して作られている。その機能を意味もわからない状態で使う場合より、その機能が作動する理由を例え話として知っているだけでも生活の中で算数や数学を感じ取ることができるはずである。そこで職業や専門のために必要とされる数学は、その結果として得られるものを含めて算数や数学が使われる場面をお話として知っていることも必要であると考える。したがって、「生活の数学」では数学の理論そのものを学ぶのではなく、理論の意味することや、その理論から得られた数値の意味を理解·活用し、現代社会を豊かに生きるための数学的素養を身につけることを目的とする。そのためには、どのような内容を、どの程度、どのようにして学ぶかを考慮する必要がある。本研究では内容についての検討を行ない、その内容の程度および学習方法については今後の検討課題とする。

4. 高等教育における「生活の数学」を学ぶことの意義

我々は数や図形の知識を日常的に活用している。最も基本的な例はお金の計算であるが、それだけではなく「大きい」「強い」「重い」「濃い」「熱い」などの様々な性質の度合いを数量化している(銀林, 1975)。また、相似·平行などの幾何学的性質についての知識をもっていなければ、地図から道順や方向、距離を読み取ることは不可能である。したがって、「生活の数学」を学ぶことで、数や諸科学の知識を日常的に一層活用することができる。

また、数学は社会科学や自然科学を記述するモデルであり、その内容を記述するのに数式が使われる。生活を単なる身の回りのことだけではなく広く社会生活も対象に含めると、生活の中で数学的に与えられた情報を利用し、情報の価値や正しさ、適切さを判断することが多い。数式から得られた数値を正しく理解するには、そこで用いられている理論を知る必要がある。このとき我々に必要なことは、理論そのものを理解することよりも、理論の意味することや、その理論から得られた結果の意味を理解することである。そのためにはある程度の数学的な知識が必要となる。例えば、小学校算数で学んだ速さは平均の速さであるが、自動車や電車の走りを考えると瞬間の速さ、つまり微分積分の考え方が現れる。したがって、「生活の数学」を学ぶことで、数学が諸科学の基礎言語であることを知り、数学的に表現された内容を理解し、判断することができる。

さらに我々は科学技術が高度に発達した社会を生きている。その社会では、つねに数学を基礎とする高度な科学技術から得られた数字に対しての判断を迫られる。このとき、その数値の妥当性について適切な判断を下すためには、そこで数理モデルが用いられているとの認識を含む、ある程度進んだ数学の知識および能力が必要になる。「生活の数学」を学ぶことで、数学理論を用いて得られた事項について市民として判断することができる。

5. 講義科目「生活の数学」の内容の検討

生活と関わる数学に関する中等教育段階における授業実践については、これまでにも様々な取り組みがある（渡辺，2005；岡本，伊織，2011；工藤，2012）。これらの授業実践は数式に数値をあてはめて得られる結果の意味を考える内容が多い。しかしながら、それでは理論から得られた結果の意味は理解できるかもしれないが、理論の意味することについては理解できるとは考えられない。理論そのものを理解しないまでも数式の意味を理解していなければ、数値をあてはめて計算をしているだけに過ぎないからである。したがって、市民として数学の理論を用いて得られた事項について判断することができたとしても、数学的に表現された内容を理解し、学習によって得られた知識を日常生活に活用できるわけではない。このことを踏まえて授業科目「生活の数学」の内容を表 1 にまとめた。

第 1 講と第 14 講では、学生がもつ数学という概念の変容を評価するためにコンセプトマップをつくる活動を取り入れる。コンセプトマップは概念地図とよばれるもので、コンセプト（概念）間の関係をノードとリンクとリンク語を使って描いた図であり、中心に焦点質問が置かれる（田口･松下，2015）。つまり、コンセプトマップは焦点質問（本研究では「数学とは何か」）をめぐる概念間のつながりを階層的なネットワーク構造で図示したものである。コンセプトマップには学習ツールとしての機能と評価ツールとしての機能がある（田口･松下，2015）。本研究では評価ツールとしての機能に焦点化し、コンセプトマップの授業前後の変化によって学習の質の違いを捉えようとした。

第２講から第 4 講では、日本で発達した数学である「和算」や個人の生活の中で現れる図形や数に関する内容を取り入れることにより、文科系の大学生にも受け入れやすいと思われる数学の文化的･実用的側面に触れるようにする。第 5 講から第 9 講では高校の数学を活用する内容を取り入れる。ここでは、数学が諸科学の基礎言語であることを知り、数学的に表現された内容を理解し、判断する内容にする。具体的には個人の経済活動や情報の危機管理に応用できる例を扱う。第 10 講から第 12 講までは、数学理論を用いて得られた事項について市民として判断することができるように主に統計的内容を取り入れる。第 13 講では現行の教育課程では高校の範囲を超えた行列を用いて人間関係を数理的に分析する手法を取り入れる。高校の範囲を超える数学は高度な内容であることが多いため文科系の大学生が学習することは難しいが、行列は、いくつかのデータを表にまとめるという素地的な活動を中等教育段階までに経験していることから授業中に新たに学習することが可能なだけではなく、様々な場面で活用されていることから有用性も実感できる数学である。

	主　　題	内　　容
第１講	数学とは何か	算数・数学教育の目的論・コンセプトマップの作成
第２講	日本の算数	関孝和と和算
第３講	生活の中の図形	黄金比・白銀比・フラクタル図形･折り紙と数学
第４講	生活の中の数	フィボナッチ数列・二進法（数あてゲームなど）
第５講	経済活動と数学	個人の経済活動に現れる数学（ローン金利など）
第６講	モジュロ演算とアルゴリズム	ISBN，曜日あてゲーム，ユークリッドの互除法など
第７講	情報の危機管理と数学	RSA 暗号理論・公開鍵暗号の仕組み

第８講	ベイズの確率	原因を探るための数学的ツール·感染者問題
第９講	期待値とゲーム理論	数学的手法を用いた意思決定・判断
第 10 講	選挙と数学	多数決の数理・比例代表選挙の議席配分方法
第 11 講	市民のための統計（1）	平均余命・視聴率・天気予報・偏差値
第 12 講	市民のための統計（2）	さまざまな統計資料の読み方
第 13 講	社会ネットワーク分析	組織の中心的人物は誰か
第 14 講	数学とは何か	コンセプトマップの作成

以下において学習テーマの内容について説明する。

(1) 関孝和と和算

現在、我々が用いている数学は江戸時代後期から明治時代に輸入された西洋数学である。日本に西洋数学が輸入されるまでは関孝和を中心として発展した日本独自の数学「和算」があった。関孝和は１変数の代数方程式を記す方法（天元術）から多変数の代数方程式を記す方法（傍書法）を開発した。さらに多変数の高次連立代数方程式を解く場合の変数を減らす方法として行列式や終結式の理論を世界に先駆けて創始した。また、19 世紀のヨーロッパでは円周率の数値計算を早めるためにエイトケン加速法が用いられていたが、それよりはるか以前に関孝和は同様の理論を用いていた。このように日本の数学は非常に進歩していた一方で、数学で用いる記号については西洋数学より不便であった。さらに江戸時代の数学では関数概念が最後まで確立されなかったことと微分積分が十分に発展しなかったことから、明治時代になって和算が西洋数学に取って代わられることとなった。日本で発展した数学の存在を知ること、その内容について理解することは、日本に住む学生にとって意義のあることである。

(2) 黄金比·白銀比

黄金比はもっとも調和のとれた比とされており、自然界や芸術作品の中にみられる比である。数学的には、横長の長方形において、縦を１辺とする正方形を切り取ったときの残りの長方形がもとの長方形と相似になるような縦と横の比として定義される。アテネのパルテノン神殿や、ミロのヴィーナスの臍から頭までの長さと臍から足元までの長さの比は黄金比に近い値をとる。この他にもクレジットカード（JIS2 型）や名刺（普通型 4 号）も黄金比に近い値をとる。

また、A4 サイズの紙の縦横比は白銀比（あるいは大和比）と呼ばれている。大学生は日常的にコピー機を使用する機会があると思われるが、コピー機の倍率にもさまざまな数値が与えられている。コピー機の操作パネルには具体的な用紙サイズが書いてあるとともに 141%や 71%といった倍率も書いてある。これらを理解するために必要な数学は相似比と面積比の関係、無理数の知識である。必要な数学的概念知識だけであれば中学生や高校生が学ぶ内容であろう。しかしながら、コピー機の日常的な使用頻度で判断すると大学生の方が利用頻度は高いと思われる。拡大あるいは縮小コピーをするという自らの行動の数学的側面を理解することからも倍率についての知識は必要であると考えた。

(3) 図形・フラクタル図形

我々は「形」という特別な「質」から特定の特徴のみ着目して、他の一切を捨象するという作業を日常的に行っている。例えば「地図」である。自宅から駅までの道順を説明する場合、細かい情報は捨象して曲がり角など必要最小限の情報のみを図に示すはずである。また、地図から道順だけではなく距離や方向が読み取れるのは、我々が平行・相似といった幾何学的性質についての知識をもっているからである。

また、シダの葉のように自己相似構造をもつ図形の応用例もある。夏の気温が高い日に木陰に入ることで涼しく感じられることがある。樹木の数学的構造を分析して同構造の日よけをつくれば，木陰と同じ効果が得られる。このことは自然界にある対象物の数学的構造を分析して生活に役立てている例である。人工物だけではなく自然界にも数学を応用する対象物があることを示す具体例は数学の有用性を理解することに寄与する。

(4) 折り紙と数学

折り紙は１枚の紙から巧妙な折り方と切り口で複雑な形状の完成品を作り上げることに特徴をもつ日本の伝統的な工作である。折るという単純な操作により幾何学的対象の形状を変容させることから、折り紙は数学と関わっていることがわかる。近年、折り紙のこのような特徴を応用する動きがある。例えば、複雑なアンテナを宇宙空間に設置しようとする場合、宇宙空間へ持ち込んでから展開できるようにアンテナを折りたたんでおくことに応用されている。

(5) 十進法と二進法

数の表現方法には数を言葉で表す「命数法」と、数を記す「記数法」がある。我々が現在用いているのは十進記数法であり、1 から 9 までの 9 個の数字と、空位を表す「0」を用いて、いくらでも大きな数やいくらでも小さな数を表すことができる。十進記数法はインドで考え出され、アラビアを経由してヨーロッパに広まった。十進記数法は四則演算のアルゴリズムをもち、筆算という計算方法を生み出した。したがって、十進記数法の発明は数学の発展にとって重要なものであることがわかる。また、コンピューターの普及とともに重要性を増している二進法の理解も必要であろう。コンピューターは十進法ではなく二進法が用いられている。二進法は高校で学習する内容であるが、講義では二進法の性質を利用した「数あてゲーム」や「ロシア農夫のかけ算」に取り組むことで二進法に関する深い理解が期待できる。

(6) 個人の経済活動に現れる数学

貨幣経済のもとで暮らしを支える我々にとって前提となるのが個人の経済活動である。活動範囲は個人により差があるが、大学生はカードを利用して物を購入することや、将来的には住宅ローンを借り入れて住宅を購入する可能性もある。また、個人の財産を管理する場合にも預貯金だけではなく投資信託・ファンドといった金融商品を購入することがある。いずれの場合においても個人には複数の選択肢があり、自らが判断しなければならない。そのためには金融に関する専門家でなくても、利用しようとする内容についての仕組みを概念的に理解しておき、盲目的に騙されないようにしておくことが個々人にとって必要なことである。

(7) モジュロ演算とアルゴリズム

モジュロ演算は整数の除法における剰余の計算である。モジュロ演算は高校の数学 A「整数の性質」では扱わず、理数科が履修する理数数学特論において扱うことになっている。しかしながら、簡便であり有用であることから、多くの数学 A の教科書でもモジュロ演算についての説明がある。モジュロ演算の学習は単なる計算練習にとどまるのではなく、曜日あてゲームや ISBN の仕組みの理解へ応用しながら行うことが大切である。具体的な問題解決場面を設定することで、モジュロ演算の有用性を確認することができるからである。ISBN は図書の注文処理や在庫管理のコンピューター処理をするためのコード番号である。ISBN の仕組みを理解することで、膨大な量の図書を分類・整理することによる効率化の工夫を知ることができる。

また、2 つの整数の最大公約数を求める場合に行なう計算として素因数分解がある。素因数分解は桁数が大きい整数の場合に計算が困難になる。それに対してユークリッドの互除法は最大公約数を求めるアルゴリズムであり、一定の計算手続きにより形式的に問題を処理することの良さを理解することができる。ユークリッドの互除法は生まれてから 2000 年以上が経過しているが現在でも新鮮かつ有益である。例えば、秘密情報を送受信するための暗号を構成することへ応用することができる。

(8) 情報の危機管理と数学

中学校で学習する整数の素因数分解は、桁数が小さい場合は容易に計算できるが、桁数が大きい整数を素因数分解するには膨大な時間を要する。この素因数分解の困難性を暗号理論に応用したのがリヴェスト（R.L.Rivest）、シャミア（A.Shamir）、アドレマン（L.Adleman）である。彼らは 1977 年に「公開鍵暗号系」を考案した。公開鍵暗号の理論では暗号化鍵と復号化鍵は異なっている。暗号化鍵から復号化鍵を導くことは理論上可能であるが、桁数の大きい整数を素因数分解する必要があるため、計算量的に復号化鍵を導くことは実行不可能であるとする考え方であ

る。さらに公開鍵暗号系では暗号化鍵を公開できるという利点があることから商業用としての用途がある。この理論は高校の数学から容易に導くことのできる「フェルマーの小定理」を利用していることから、文科系の大学生でも理解可能であると考えられる。

(9) 期待値とゲーム理論

ゲーム理論は社会において相互に依存する関係にある人間の行動や意思決定を研究し、人間行動の分析を通して社会の成り立ちやあり方を研究する学問分野である（岡田，2014)。簡単な支配戦略や囚人のジレンマは数式を用いずに論理によって取り組むことができる。混合戦略のナッシュ均衡点も基本的な確率や期待値、一次関数の知識があれば簡単な問題であれば、学生が自ら解決することができる。高校では確率の期待値は扱われていないが、従前の学習指導要領では数学Ⅰで扱われており、高校1年程度の数学の知識があればゲーム理論の基礎を話として理解することができる。

(10)選挙と数学

2015 年 6 月に選挙権年齢を現在の「20 歳以上」から「18 歳以上」へと引き下げる改正公職選挙法が成立した。したがって、基本的にはすべての大学生に選挙権が与えられることになることから、大学生の選挙への興味･関心を数理的側面から引くことも考えられる。そこで、選挙の根底にある原理として「多数決」を扱った。多数決は集団における意思決定を行なう際に多数派の意思を採用することである。このとき、多数決による選出では公平性が保たれるわけではない。例えば、18 世紀の社会学者コンドルセ(Condorcet，1743-1794)は投票場面において各投票者の選好順序は推移的である一方、集団としての選好順序に循環が現れる場合の存在を指摘した（投票のパラドックス)。また、米国南部の国道建設計画案についての上院での採決で実際に起こったのがアジェンダ・パラドックス（Agenda Paradox）である。アジェンダ・パラドックスは二者択一で選出すると比較の順序により結果が異なることを示すものである。

また、我が国の現在の選挙制度は比例代表制である。比例代表制における議席の分配方法には、ドイツやスイスで用いられているヘア･ニーマイヤー方式、我が国で用いられているドント方式、その他にもサン･ラグ方式やクオータ方式など様々な方法がある。算数を用いてドント式をはじめとする議席の分配方法について、その仕組みと特徴を比較することは、学生にとって自らの責任で投票することにつながる。

(11)市民のための統計・ベイズの確率

我々が日常生活の中で多くの情報に接しながら市民としての社会的責任をもって行動する場合、そこで与えられる様々な説明の妥当性を判断しなければならない。その場合に与えられる説明には統計が直接あるいは科学的説明の根拠という形で間接的に用いられている。例えば、各種の世論調査、視聴率、学力調査の結果のような社会的な事柄に関わる内容から、電気製品を購入する際に参照する製品のパンフレットに示される表やグラフなどで示される内容である。このとき、我々は提示された内容の妥当性を判断できる程度の統計に関する感覚・能力を成人として持っている必要がある。つまり、与えられた統計グラフが何を意味しているかを適切に読み取ることは状況の理解・判断において極めて重要である。

また、事象の起こりやすさを意味する確率は学校教育では「数学の問題」として学習するが、実際の生活場面に即して学習する必要もある。ベイズの確率を用いることで、迷惑メールかどうかの判断をすることができ、感染症の検査で陽性反応が出た場合の再検査の必要性を数学的に説明することなどができる。これにより、確率を「数学の問題」ではなく現実の問題を解決するためのツールであるという認識を持つことが期待できる。

(12)社会ネットワーク分析

人間社会における人間関係の構図を数学的に分析する方法として社会ネットワーク分析がある。クレブズ(2002)は 2001 年 9 月 11 日に起こったアメリカ同時多発テロ事件に関して、アルカイダ組織を数学的に分析した。民間航空機をハイジャックしてアメリカを攻撃した犯人 19 人と、19 人と関係のあるアルカイダ組織 62 名について公開されている情報だけをもとに人間関係のネッ

トワーク図をつくり数学的な処理により現場指揮者を務めた人物を特定することに成功したのである。このように数学を用いることで、テロ組織や犯罪組織に関して得られた情報をもとに組織のネットワーク図を分析して組織の重要人物を捉えることができる。社会ネットワーク分析で用いる数学は行列である。行列は高校では扱わないが、いくつかのデータを表にまとめるという素地的な活動を中等教育段階までに経験していることから授業中に新たに学習することが可能なだけではなく、様々な場面で活用されていることから有用性も実感できる数学である。

以上のテーマの一部は 2015 年度に開講している「生活の数学」でも取り上げているが、2016 年度に開講予定の「生活の数学」において実践する予定である。今後は以上のテーマに関して、文科系の大学生を対象とした教材を開発することが課題である。

【引用文献】

1) 浪川幸彦,「数学, 学ばれるべきもの：数学という学問から見た数学を学ぶ意義」(〈特集〉私の考える数学教育の意義), 日本数学教育学会誌 **94**(11), pp.22-25, 2012.
2) Ernest,P., *The Philosophy of Mathematics Education*, ROUTLEDGE FALMER, 1991.
3) Restivo,S., *The Social Relations of Physics,Mysticism and Mathematics,Dordrecht.* Pallas Paperbacks, Reidel Publishing Company, 1985.
4) 佐々木盛男, 算数科学習･教授目標の基本的事項(1), 日本数学教育学会誌 **60(2)**, pp.3-12,1978a.
5) 佐々木盛男, 算数科学習･教授目標の基本的事項(2), 日本数学教育学会誌 **60(4)**, pp.2-14,1978b.
6) 仲田紀夫, これからの数学教育の目的･目標論-現場からの試案-, 日本数学教育学会誌 **59(9)**, pp.2-6, 1997.
7) 長崎栄三･滝井章編著, 何のための算数教育か, 東洋館出版社, 2007.
8) Pollak,H., *Mathematics as a Service Subject-Why?,* Howson et al, pp.33-34, 1988.
9) 銀林浩, 量の世界-構造主義的分析-, むぎ書房, 1975.
10) 渡辺信, 数学と社会の架け橋の必要性, 数学教育論文発表論文集 **38**,pp.691-696,2005.
11) 岡本理生･伊織三之, RSA 暗号の教材化についての一考察」, 福井大学教育実践研究 **(35)**, pp.87-95, 2011.
12) 工藤大輔, 日常生活と数学との関わりについて, 第 61 回北海道算数数学教育研究大会第 1 分科会 (指導法Ⅰ), 2012.
13) 田口真奈･松下佳代,コンセプトマップを使った深い学習 (哲学系入門科目での試み) ,松下佳代編：ディープ･アクティブラーニング,勁草書房, pp.165-187, 2015.
14) 岡田章, ゲーム理論・入門, 有斐閣, 2014.
15) Valdis E.Krebs, *Uncloaking Terrorist Networks,* First Monday, Volume**7**(4), 1 April, 2002.