じっきょう
数学資料 No. 67

早稲田大学（文系学部）における数学教育の新しい取り組み
～高等学校数学との連携～

早稲田大学政治経済学術院・グローバルエデュケーションセンター　瀧澤武信

2013 年度現在，早稲田大学では主に文系学部（政治経済学部，法学部，商学部，社会科学部，文学部，文化構想学部，および教育学部，人間科学部，スポーツ科学部，国際教養学部の一部）の学生を対象に「数学基礎プラス α（金利編），α（最適化編）」，「数学基礎プラス β（金利編），β（最適化編）」，「数学基礎プラス γ（線形代数学編），γ（解析学編）」という各 1 単位，計 6 科目を設置している。

それぞれフルオンデマンド（対面授業なし）の 8 回の講義として実施し，これら 6 科目の 2013 年春学期の延べ受講者数は 2,489 名，2008 年後期に運用を開始して以来の累積延べ受講者数は 17,965 名である。

これらの科目を設置した理由の一つは，筆者が「解析学入門」などを担当している政治経済学部経済学科の学生が，「経済学」を誤解して，入学後に「数学」でつまずいて苦労しているのをよく見てきたからである。高等学校の教科「公民」の中に「政治・経済」という科目がある（標準単位数は 2 単位）。ところが，「政治・経済」で指導する「現代の経済」という項目では，「マクロ経済」の観点を中心に扱うこととなっており，数学的な取り扱いについては，深く教えないことになっている。

実際の教科書でも，「景気の変動」という項目の場合，アメリカなどの景気についてのグラフが示されるが，「これは三角関数の形である」などとは書かれていない。また，「需要と供給」の関係のグラフでは，せいぜい「需要曲線」と「供給曲線」が交わる箇所が「均衡状態である」と書かれているだけで，それが「微分（あるいは極値問題）に関係する」とは書かれていない。そのため，高校生が「経済学」は定性的に分析するものであって定量的に分析するものではないと考えるのも無理はないだろう。そのことが「経済学は社会科学であるから数学を理解していなくても理解できる」という誤解を生み，「数学はよく分からないけれど，『地理歴史』『公民』科目が得意だから」という理由で経済学科に入学してくる。「地理歴史」「公民」の理解はもちろん重要であるが，「数学」の理解も同様に重要であることを忘れてしまっているようである。

もくじ

論説
早稲田大学（文系学部）における数学教育の新しい取り組み…… 1
紹介
統計領域での GeoGebra の活用事例…… 5
実践記録
複素数平面上における 2 次方程式の虚数解の存在位置について…… 9
学校紹介
福井県立武生高等学校…… 13
談話室
安田まさえさん…… 16

早稲田大学の場合，文系学部へは「数学」による受験をせずに入学することができ，かなりの数の学生は数学受験をしていない。その他にも，入学試験合格のために必修科目の「数学Ⅰ」を高校１年生の前半で終え，それ以後は「地理歴史」「公民」科目などの入学試験対策に充てる時間を多くするなど，「数学」から遠ざかっていた学生も以前は多く入学していたようである。

「数学基礎プラスα」などの科目を設置する前は，高校数学（数学Ⅰ，数学Ⅱ，但し 1989 年改定）の復習教材を用いていた（数学Ⅰは関西学院高等部の丹羽時彦先生の「放課後の数学」を早稲田用に改編していただいたもの，数学Ⅱは早稲田大学高等学院数学担当教員に作成いただいたもの）。これらは数学的に優れたものであるが，文部科学省の縛りがある高校数学に特化しすぎており，必ずしも大学文系の学生向けではなかった。

たとえば，三角関数の色々な性質は，数学が好きな生徒・学生にとっては興味を引き，実際に役に立つものでもあるが，中には「高校時代にただただ覚えさせられた」という印象を持ってしまった生徒や学生もいる。中学校までは数学が嫌いではなかった生徒・学生が高校で数学嫌いになるのは，このあたりで「覚えさせられた」と感じているからではないだろうか。

一方，文系学部の学生といえども，数学的な能力がなければ社会生活が送れないという危機感は学生自身も持っている。数学以外の科目の学習状況から，「論理的な思考」が必ずしも不得意ではない学生が多いのでそれほど悲観はしていなかったが，計算や公式を覚えるのが苦手なために「自分は数学ができない」と思い込んでいる学生の誤解を取り除き，やる気を起こしてもらわなければならない。また，「数学は実生活に役に立たないのでは」という疑問を持つ学生には「数学を知らないと実生活で損をするかもしれない」と思わせることで，「いやいやではなく，卒業までに学んでおきたい」という意識を持たせたい。さらに，実質的には内容の殆どが高校数学のものではあっても，高校数学では扱わない範囲も取り入れるなどして，「高校の復習ではなく，大学で学ぶべき内容である」と思わせるようにする必要がある。こうした観点を踏まえ，学習内容の作成に取り掛かった。

早稲田大学の学部入学者は毎年１万人くらいおり，2008 年に出口保証的な意味で，大学卒業生として最低限必要な知識・技術である「口語英語」や「日本語文章表現」からなる，「１万人シリーズ」という講義をちょうど始めるところであった。いわゆる「読み，書き，算盤」的な卒業後の社会生活において必要となる基礎的な能力を高めるための講義で，その流れに乗って数学に関する新たな科目を設置することになった。

まず，どのような数学科目をどの程度設置するか，どのような科目名をつけるかを決める必要があった。「学生が卒業までに受講したい（しなければ）と思う内容」であることも重要で，「分かりやすい名称で，講座数を増やしていった場合にも違和感がないもの」になるように気を付けて議論をし，科目の名称は「数学基礎プラスα」とした。

続きの科目名は「数学基礎プラスβ」，また，「解析学」や「線形代数学」などの数学的な科目名をつけると，本来受講してほしい「数学が嫌いな学生」が履修しなくなると考え，数学の内容でありながら「金利」や「最適化」を表に出し，解析学の代わりに「金利編」，線形代数学の代わりに「最適化編」と名付けた。さらに，たとえば「金利で損をしないために」という副題をつけることになった。後にこれらの上級的な内容として「数学基礎プラスγ」を設置した。

実際の運営に当たっては，「質問しやすい環境を整備すること」，「分かりやすい教科書を書くこと」などが重要である。そのため，2008 年春学期（前期）に新規の助教（1 名）を採用し，担当してもらうこととした。また，科目の有用性を検証するための「監修教員グループ」（筆者を含め，３名程度の専任教員）を設け，さらなる環

境整備のために，LMS(Learning Management System) の機能の充実と十分な数の数学的素養のある大学院生を TA として採用することとした。質問対応は当初から TA が行っているが，その方法は，mail，BBS，対面指導と様々である。その他に，TA リーダ，TA の補助業務を行う SA（学部生）を配置することとした。また，同時に，「教科書」，「オンデマンドコンテンツ」，「テスト問題」の作成も行い，受講者のレベルに応じて適切な科目が履修できるように自己判定用のコンテンツを作成した。α（金利編），β（金利編），γ（解析学編）のレベルの概要は文末に掲載しているので確認して欲しい。

2008 年度秋学期（当時の名称は後期）から，毎学期 1 科目ずつ，まず合計 4 科目展開した。当初はパンフレット，その後は主に入学式でのビデオによる案内で広報活動を行っている。

開講当初は，文系学生が入学後のなるべく早い時期に受講し，大学での教育についていけるようにすることが狙いであったが，実際に受講していた学生は大学 4 年生が多かった。この背景には「これまでこうした科目がなかったこと」，「文系学部に入学すると数学を学ぶ機会が極端に少なく，数学に飢えていたこと」などがあった。また，金融機関への就職が決まってから改めて「金利」を基礎から学ぶ学生が多かったとも考えられる。

2013 年度春学期現在，開講以来，受講者数は順調にが増加し，累積受講者数は既に 1 万人を上回った。各学年ともほぼ同数が受講しているが，学部別で見ると当初の想定とは異なり，先進理工学部の受講者数が商学部，政治経済学部に次いで多い状況である。実際に受講した学生の受講動機を調べてみると，「金利や最適化など数学の実社会への応用例に興味があったから」，「数学を基礎から勉強したかったから」，「論理的な思考能力を身に付けたかったから」などを動機とする学生が多かった。

最後に，2013 年春学期（前期）における総括になるが，学生の受講率（登録者数に対しての受講者数）については，初回の講義が 80％，最終回が 75％程度となっており，オンデマンド形式ではあるが，通常講義の受講率との大きな差は無く，全体的に高い受講率を維持できているといえる。

学習効果については，受講開始前と終了後に，数学の好き嫌い別のそれぞれの集団について同一問題で出来具合を調査している。特に，数学が「少し嫌い」だった集団（28 名）は 10 点満点で，3.5 から 8.4 に，「とても嫌い」だった集団（15 名）は 2.4 から 8.7 に伸び，全体の平均で見ても 4.4 から 8.9 に伸びている。数学嫌いを含めた，どの集団においても十分な成績の伸びがみられるため，学生の理解度を高めた上で，一定の効果を挙げたと言えるだろう（次ページの＜図＞参照）。

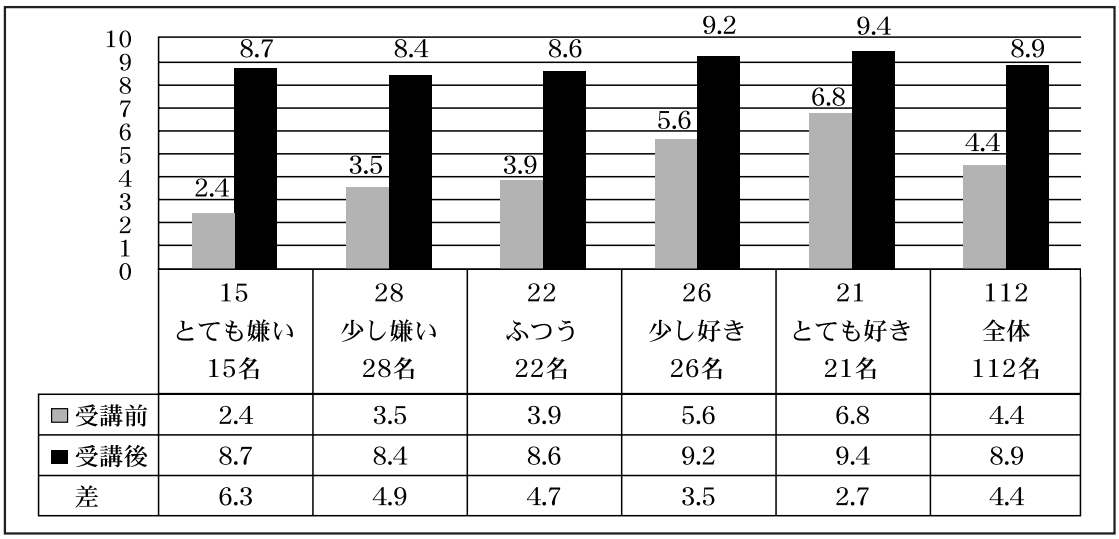
学生の受講後の感想として，「金利の基本が身についた」，「高校数学の理解が深まった」という意見が多くみられ，結果として大学の文系学部において高校数学との連携を高められたと思う。

受講生の実際の声は，Web 上に掲載してあるので，下記のリンクから＜1 万人の数学「数学基礎プラス α・β」＞を参照して頂きたい。

http://open-waseda.jp/academic_lite/index.php

今後は，現在筆者が所長をつとめているグローバルエデュケーションセンターで展開し，早稲田大学としても学生の学力の向上につながるように「高校数学と大学での学習内容との連携」をさらに高めて行くことになる。

図　2013 年度　春学期　α金利編　受講前後の出来具合比較（10 点満点・同一問題）



	15 とても嫌い 15名	28 少し嫌い 28名	22 ふつう 22名	26 少し好き 26名	21 とても好き 21名	112 全体 112名
■受講前	2.4	3.5	3.9	5.6	6.8	4.4
■受講後	8.7	8.4	8.6	9.2	9.4	8.9
差	6.3	4.9	4.7	3.5	2.7	4.4

© 上江洲弘明 早稲田大学 オープン教育センター 助教 2013

各科のレベルの概要

・α（金利編）

高校数学Ⅰ（２次方程式の解の公式も怪しいレベル）の学生でも理解できるところから始め，単利と簡単な複利計算など金利の概要が分かるところまで。数学的には「数列」,「数列の和」が理解できる程度まで。

・β（金利編）

大学文系学部数学受験ができる程度のレベル（数学Ⅱ，数学Ａ，数学Ｂが大体理解できている。２次方程式の解が実数解（重解の場合も含む）の場合には解けるレベル）の学生が理解できるところから始め，連続複利などが分かるところまで。数学的には「連続関数」,「ネピアの数（自然対数の底）の存在定理」の概要が理解できる程度まで。

・γ（解析学編）

大学理工系学部受験ができる程度のレベル（数学Ⅲまで大体理解できている。２次方程式の解が複素数解の場合にも解けるレベル）の学生が理解できるところから始め，２変数関数の条件付き極値問題が理解できる程度までの範囲を想定した。