

理学教室による数学教育の変遷

— きめ細やかな教育を目指して —

竹 中 俊 美

1 まえがき

理学教室では数学教育として、教養教育科目と工学部、経営情報学部専門基礎科目を担当している。

古くから数学は自然科学の基礎であるのみならず、文系理系を問わず、数学的な考え方やものの見方が、広い範囲で思考に影響を与えている。この視点で、教養教育科目は、数学の学習を通して考える力を養い、社会人として生きていく総合力を習得させる一環の教育プログラムの一部として教育を進めている。

また、専門基礎科目においては、専門分野での未知なものに取り組む方法—課題の発見、道筋を立てた論理思考と問題解決能力—を修得させることを目標にしている。

本文では、中部大学における数学教育改革の推移を述べ、さらに今後の課題を考えることにする。理学教室の中でも、数学教育に対して色々な考え方や見方もあり、ここで述べることは私の勝手な解釈の元にまとめたものである。

2 工学部の補習教育

昭和55年に入学直後の基礎学力テスト（本学では、フレッシュマンテストと呼ばれている）が実施されることになった。入学生の基礎学力を調べることが目的であった。このテストは、30問を出題した。このうち10問は中学の内容で30点とし、次の10問は高校1、2年の内容で30点、最後の10問は高校3年の内容で

40点、合計100点とした。

当時の資料を見ると、試験時間の不足もあり特に高校3年に履修する内容が不出来であった。その後、フレッシュマンテストは、高校の教育課程の変更に伴い何回か改訂されてきた。現在、工学部、経営情報学部、応用生物学部で実施されている。

前半部分として高校1年までの範囲を3学部共通として30分で行い、後半部分では工学部は数学Ⅲまで、他の2学部は数学Ⅱ、数学Bを30分で実施している。成績の結果は、多様化する入学生の実態に伴い、入学生の学力格差が大きくなり、台形型の幅広い成績分布となっている。

昭和58年に基礎学力の十分でない学生に対して、補習として「数学」という名称の科目が設けられた。この科目は、大学での微分積分学を履修するのに必要な高校数学の内容を補完する目的であった。特に、新入生が苦手とする指数関数、対数関数、三角関数を重点としていた。さらに、フレッシュマンテストを利用して履修を義務とする学生を指定していた。

「数学」は1年前期週2回の講義、演習で行われた。「数学」を指定された学生は、「数学」の単位取得後、通常の1期遅れで、「微分積分学」を履修することとした。テキストは教室独自に作成された。なお、平成2年より、「数学」は「基礎数学」に科目名を変更された。履修者の負担を考慮して、3単位が認定されている。

1 年前期週 2 回の講義で「基礎数学」の内容を身に付けるには、無理な学生が目立つようになってきた。そこで、演習時間の確保と数学のもつ楽しさを教えるために「基礎数学セミナー」が平成 9 年から実施された。翌平成 10 年に、この科目は 1 単位が認定されることになった。

講義方法は、「基礎数学」と連動して、「基礎数学」の講義で解らなかった内容を解説すること、また、学生が与えられた演習問題を独力で考え、解き、その際に出てくる解らないことや疑問に答えるという形式にした。T. A. を活用し、個々の質問に答えられるようにした。

1 変数を対象とした「微分積分学Ⅰ」は、工学部の一部の学科は選択科目になっている。

「基礎数学」の単位を取得した学生は必ずしも全員が「微分積分学Ⅰ」を履修しなければならない訳ではないが、殆ど全員が履修している。

そして、「基礎数学」を指定された学生が「微分積分学Ⅰ」においても講義を理解出来るように、1 年後期に「微分積分学セミナー」も開講している。「微分積分学Ⅰ」は講義内容も豊富であり、理解には、手助けが必要と考えたからである。昨年よりこの科目も 1 単位認定されるようになった。

図 1 は「基礎数学」を指定した学生の入学生に対する割合、基礎数学の指定者が「基礎数学セミナー」を履修する割合を示したものである。高校数学のカリキュラムの変更に伴い、フレッシュマンテストも変更したのにも関わらず、「基礎数学」の指定者数が急増している。

大学の数学教育現場から指摘されているように、現在の高校数学のカリキュラムは統一性のない内容になっており、基礎学力が十分に身に付かないことが原因であろう。

資料 1 に、「基礎数学」指定者数と「基礎数学セミナー」受講者数を記した。

3 「数学教育を考える会」の活動

平成 11 年に、理学教室の数学担当教員は、多様化する学生に応じた本学独自のきめ細やかな教育の必要性を痛感し、担当教員の中で北村助教授を議長とし「数学教育を考える会」を発足させ、本学の数学教育の検討を開始した。この会は現在も存続し、本学に合った数学教育を模索している。

「数学教育を考える会」が行った計画と実行した経過は以下の通りである。

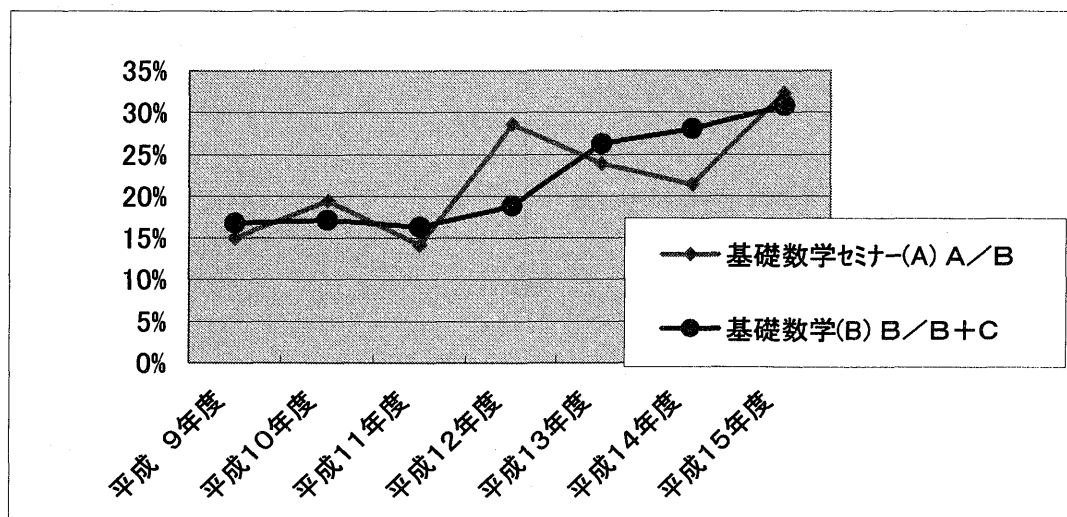


図 1. 基礎数学指定者の割合

平成 11 年度

「数学教育を考える会」が発足し、集中的に会議を開き、本学学生に合う数学教育を議論した。その中で、習熟度別クラスと学生に合った教科書作りの必要性が議題となった。その他に、数学講義方法の紹介等の F D 活動を行った。60 分講義の可能性も検討された。

平成 12 年度

(1) 習熟度別クラス編成は、「微分積分学 I, II」を対象に行なうとし、翌年度に実施することとした。

(2) 教科書作り：

本学の学生に合った教科書を作ることにした。作成する教科書は、「基礎数学」、「微分積分学」（標準クラス用）、「線形代数」とした。数学担当教員全員を上記の 3 つの教科に分け、教科書作成に従事することとした。

(3) 授業時間の検討：

現行の 90 分講義に対して、60 分講義の可否を検討し、学生にアンケート調査を行った。現行の 90 分講義を支持する学生が過半数を占めていた。

平成 13 年

(1) 「微分積分学」は習熟度別クラス編成（標準クラスと発展クラス）を実施した。「基礎数学」を含めると、フレッシュマンテストによるクラス分け人数比は、「基礎数学」：「微積分標準クラス」：「微積分発展クラス」＝1：2：1 の割合であった。

(2) 教室で作成した教科書の検証：

数学教室編の教科書に対して、実際の講義で使用した時の問題点を議論し、演習問題の適否を検討した。

(3) 「線形代数 I」についても次年度から、

習熟度別クラス編成の実施を決定した。

(4) フレッシュマンテストの改訂：

過去に何度か、フレッシュマンテストは改訂されてきたが、高校の数学新課程に対応するように改訂することにした。

平成 14 年

(1) 本学の非常勤講師を招き、教科書改善のための検討会を実施した。そこで出された意見を参考にし、次年度用教科書の改訂を行うことになった。この改訂では、「微分積分学」は、標準クラス、発展クラス共に教室編の教科書を使用することに決め、発展クラス向けの内容や演習問題を明示することにした。

(2) 教養教育科目の検討：

教養教育部が取り組む教育形態として、社会が直面している問題や科学技術のトピックスを課題として取り上げ、教養科目の中から関連性のある科目群で構成するという学習形態を提案した。テーマとして「環境」が相応しいと考えた。

(3) 教養教育科目で提案した学習形態で、数学関連科目に対しても課題学習が適応できないかを検討した。

(4) 「微分積分学セミナー」は単位なしで講義されていたが、1 単位認定の是非を議論し、単位を認定するように提案することとした。

(5) 学生が履修申告の際、質問や相談に応じるため、特に、新入生向けに「数学教室相談窓口」を開設した。

(6) フレッシュマンテストの改訂：

前年度の改訂の中で正解率の悪い問題を変更すると共に、今までの解答方法（5 個の解答群より正解を選択）を数値マーク方法に変更した。

4 習熟度別クラス編成の効果

年々、入学生の学力が低下する中で、教育水準を維持しながら、学生に分かり易い講義をして、不合格者を増やさないという目的で始まった数学教育改革であった。図2は、最近の成績状況を示している。なお、数学教育改革の直前の資料として、平成10年を取り上げたのは、フレッシュマンテストの成績が、平成11年に比較してやや平均点が高かったことによる。

まず、習熟度別クラス編成や教科書を作成した効果として、「微分積分学Ⅱ」、「線形代数Ⅱ」の選択率の向上が挙げられる。分かり易い講義や親しみのもてる教科書により、履修者が増えたものと思われる。一方、選択率の向上は、当初、該当科目の成績低下をもたらした。しかし、全体として、履修者の成績は向上したと言えるのではないだろうか。講義内容を精選した結果と考えられる。

なお、平成14年の「微分積分学Ⅰ」は、定期試験当日、台風の影響で1ヶ月延期されるといふハプニングがあった。その時の成績低下により、基礎学力の定着には至っていないと痛感させられた。どのような講義方法で、基礎知識を

定着させるかが、今後の課題であろう。

資料2において、各年度の具体的な成績を挙げた。

資料3は、平成14年の標準クラスと発展クラス間の成績結果を比較したものである。平均点を比較すると、明らかに成績格差が見られる。しかし、この成績格差は、フレッシュマンテストから推定される成績格差よりも良くない。両クラス間では、教育内容に差があり、発展クラスの内容がかなり難しくなっていたことが第一の原因と思われる。次に、発展クラス受講者間においても学力格差があることが原因と思われる。

教える側の立場として、クラス内の学生の学力格差が縮まったことにより、教え易くなったという印象がある。

5 今後の課題

理科系離れが進む一方で、益々多様化する学生にどの様に対処したらよいのかと考えると、今後の数学教育改革には、多くの課題を残している。当面の課題として挙げると、次のようなことが考えられる。

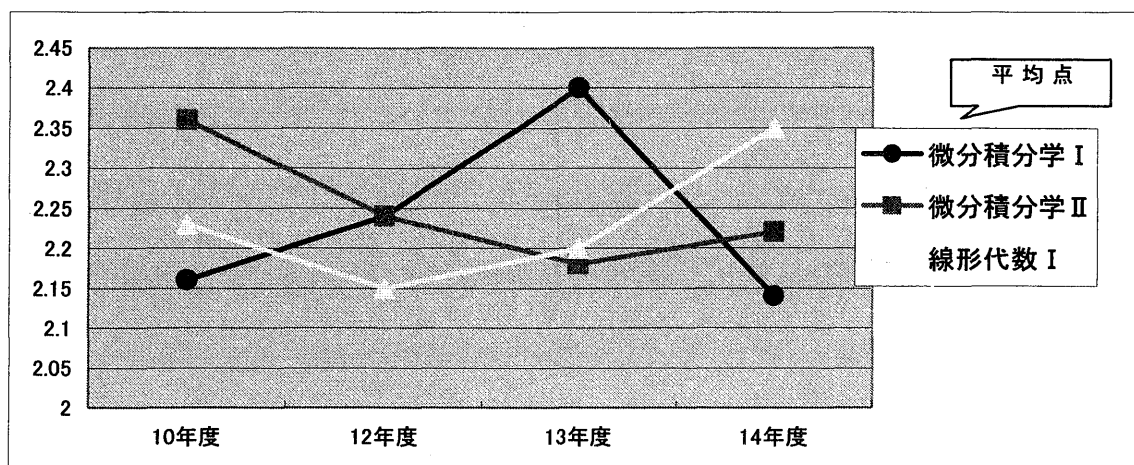


図2. 習熟度別クラス編成前後の成績評価

(1) 教養教育科目の充実

今までの数学教育の改革は、専門基礎科目が中心であり、教養科目に対する検討は十分にされていない。昨年提案した課題型学習は、学生が興味を持つ具体的問題から入り、学生自ら、その問題を分析し解決することにより、数学的な知識と思考力の育成が目的であった。

「数学の考え方」は、その導入部分を担うであろう。現在は、専任教員の担当割合が低く、担当者ごとに教授内容が異なる。導入の役割に相応しいように、講義内容を調整検討する必要がある。

(2) IT化への対応

現在コンピュータの使用は、「自然科学ゼミナール」において科学技術計算ソフト「マセマティカ」と統計科目で「エクセル」が使用されている。来年度の新入生からコンピュータの個人所有が始まる。コンピュータの個人所有に対応した授業形態も必要である。数学の基礎科目である「基礎数学」、「微分積分学」、「線形代数」においても、講義内容を理解させるような補助的な使用も考慮するべきと思われる。さらに、コンピュータ関連の数学講義も検討されてもよいと思われる。

(3) 数学基礎科目の教育改革の課題

「微分積分学」は、高校数学の知識を大いに必要とし、さらに講義内容が豊富である。その分、学生が微積分を理解するのに困難がある。

「微分積分学」の教科書作りも、定理の証明をどの程度に重視するかが議論されてきた。演習問題も類題が豊富なものがよいのか、精選されたものがよいのかと検討もされてきた。結論を出すことは、個人の考えの相違もあり、難しいと思われる。

「基礎数学」も「微分積分学」を理解させる

ための補完教育と考えると、もう少し「微分積分学」に直結した内容が望ましいが、一方、「微分積分学」を含めて数学科目を理解するのに必要とされる高校数学の知識も多い。また、数学的な基礎知識を身に付けるために、演習に多くの時間を要するのも事実である。講義時間数に応じた効果的な教育方法の確立が望まれる。

(4) 課題型学習「数理の科学」

理学教室より、「テーマカレッジ・環境」が提案された。その主旨の中にテーマカレッジは、「教養教育科目に目的意識をもって勉強するための1つの履修方法である。」とある。また、学習方法として、「課題研究型学習」の実践が唱えられている。この提案で出された課題研究型とは、学生が自分の課題を見つけ、学生自ら主体的に課題を解決することを目的としている。

理科系科目では、高校生の授業時間数の不足や受験への対応で、十分な数理的思考を経ずに来ている学生も多い。最初は、課題を与え、その解決に必要な事柄を教え、課題解決へと導く。次に、教員の指導の下で、各自に合った数理関係の科目を履修し、学生自ら課題を設定して、最終的に、ゼミナール「数理のめがね」で解決をするという構想である。すなわち、入学時から3年後期ないし4年前期までの期間で、系統立ったプログラムで学生が数学や物理を履修するというものである。早期実現に向けたプラン作りが必要である。

入学生の学力格差を考えたとき、推薦入学者に対して、入学前教育も実施する必要があるだろう。しかし、入学予定者が高校在学中であることを考慮すると、実施できる期間は限られる。実施出来ても3月末の1週間ぐらいと思われる。

(教授 工学部 理学教室)

資料 1 基礎数学指定数

	基礎数学セミナー(A)			基礎数学(B)			微分積分Ⅰ (C)	
	クラス数	履修者数	A/B	クラス数	履修者数	B/B+C	クラス数	履修者数
平成 9 年度	1	28	15%	3	187	17%	16	930
平成 10 年度	1	42	19%	3	216	17%	16	1044
平成 11 年度	1	26	14%	3	184	16%	16	944
平成 12 年度	1	60	29%	3	210	19%	16	904
平成 13 年度	2	66	24%	7	276	26%	13	774
平成 14 年度	2	62	21%	7	290	28%	12	745
平成 15 年度	2	106	32%	7	328	31%	12	737

資料 2 習熟度別クラス編成前後の成績評価

微分積分学Ⅰ		履修者数	A	B	C	E	合格計	不合格計	平均点
平成 10 年度	人数	1071	170	301	365	235	836	235	2.16
	%	100	16	28	34	22	78	22	
平成 12 年度	人数	905	145	281	302	177	728	177	2.24
	%	100	16	31	33	20	80	20	
平成 13 年度	人数	771	132	269	257	113	658	113	2.40
	%	100	16	35	33	15	85	15	
平成 14 年度	人数	744	85	237	270	152	592	152	2.14
	%	100	11.4	31.8	36.2	20.4	79.4	20.4	

微分積分学Ⅱ		履修者数	A	B	C	E	合格計	不合格計	平均点
平成 10 年度	人数	466	75	161	158	72	394	72	2.36
	%	100	16	35	34	15	85	15	
平成 12 年度	人数	475	72	126	200	77	398	77	2.24
	%	100	15	27	42	16	84	16	
平成 13 年度	人数	608	102	165	212	129	479	129	2.18
	%	100	17	27	35	21	79	21	
平成 14 年度	人数	423	72	115	153	83	340	83	2.22
	%	100	17	27.1	36.1	19.6	80.2	19.6	

線形代数Ⅰ		履修者数	A	B	C	E	合格計	不合格計	平均点
平成10年度	人数	910	194	240	265	211	699	211	2.23
	%	100	21	26	29	23	77	23	
平成12年度	人数	778	138	188	277	175	603	175	2.15
	%	100	18	24	36	22	78	22	
平成13年度	人数	845	196	188	256	205	640	205	2.20
	%	100	23	22	30	24	76	24	
平成14年度	人数	996	196	296	333	171	825	171	2.35
	%	100	19.6	29.7	33.4	17.1	82.7	17.1	

資料3 平成14年度標準クラス・発展クラスの成績評価

微分積分学Ⅰ		履修者数	A	B	C	E	合格計	不合格計	平均点
平成14年度 標準	人数	540	54	165	187	134	406	134	2.01
	%	100	10	30.5	34.6	24.8	75.1	24.8	
平成14年度 発展	人数	204	31	72	83	18	186	18	2.48
	%	100	15.1	35.2	40.6	8.8	90.9	8.8	
合 計	人数	744	85	237	270	152	592	152	2.14
	%	100	11.4	31.8	36.2	20.4	79.4	20.4	

線形代数Ⅰ		履修者数	A	B	C	E	合格計	不合格計	平均点
平成14年度 標準	人数	809	150	233	276	150	659	150	2.29
	%	100	18.5	28.8	34.1	18.5	81.4	18.5	
平成14年度 発展	人数	187	46	63	57	21	166	21	2.6
	%	100	24.5	33.6	30.4	11.2	88.5	11.2	
合 計	人数	996	196	296	333	171	825	171	2.35
	%	100	19.6	29.7	33.4	17.1	82.7	17.1	

微分積分学Ⅱ		履修者数	A	B	C	E	合格計	不合格計	平均点
平成14年度 標準	人数	357	49	93	136	79	278	79	2.09
	%	100	13.7	26	38	22.1	77.7	22.1	
平成14年度 発展	人数	66	23	22	17	4	62	4	2.91
	%	100	34.8	33.3	25.7	6	93.8	6	
合計	人数	423	72	115	153	83	340	83	2.22
	%	100	17	27.1	36.1	19.6	80.2	19.6	