

工業高等専門学校における数学教育のあり方

菅 原 道 弘*

小 野 寺 隆**

The Ideal Way about the Education System in Mathematics in the Technical College

Michihiro SUGAWARA

Takashi ONODERA

要 旨

最近、高等専門学校の教育課程が改正された。これを契機に、高等専門学校における数学教育のあり方を考えてみる。

はじめに、教育課程改正の経緯と、中学校の数学教育の現状を考察し、ついで専門各科目で扱われる数学的内容を徹底的に調査した。それらの結果と、われわれ長年の教育経験をもとに、工業高等専門学校における数学教育の真の姿を考究してみる。

Synopsis

Recently, the curriculum for technical college has been revised.

Taking this opportunity, we want to consider the way that the education system in mathematics in technical college should be.

At first, we review the process of the revision of the curriculum, and the present conditions of education system in mathematics of junior high school.

Next, we carry on through investigations of all mathematical items in special subjects in technology.

This article intends to pursue the ideal style in the education of mathematics of technical college, considering the result of the investigation and on the basis of our long period experience in teaching mathematics.

§ 1 教育課程の改正の経緯

昨年(昭和51年)高等専門学校設置基準⁽¹⁾の一部が改正された⁽²⁾。そのために高等専門学校の教育課程は従来より許容度のある弾力的なものとなった⁽³⁾。今までわれわれが教育課程を具体的に展開していくに当たっては、昭和38年に文部省が作成した高等専門学校教育課程の標準^{(4),(5)}(以下「教育課程の標準」と略称する。)に示された詳細な標

準を拠りどころにして来た。このような詳細な枠の中での教育は、高等専門学校制度が軌道に乗るまでは必要であったが、創設後数十年を経た今日では、(3)で述べているように、カリキュラムの硬直化を来していることは事実である。それゆえに教育課程に係わる事項は、こゝ数年来国立高等専門学校協会(以下「国専協」と略称する。)における最も重要な課題の一つであった。そこでの協議検討の結果を受けて、文部省は高等専門学校教育課程の調査研究会議を設け、昭和49年6月以降、慎重審議の上、今回の高等専門学校設置基準の改正に至った⁽⁶⁾。続いて国専協は専門委員会として、教育方法等改善調査会(以下「改善調査会」

* 講師 一般教科数学

** 教授 一般教科数学

と略称する。)を設け、教育課程編成のための基礎資料作成への努力を重ね、近くその集大成が公表される段階に至っている。

そもそも教育課程とは、学校卒業までに要求される教育内容と、その修学年限内における授業および指導の時間の配分を含めた教育計画を定めるものであって⁽⁷⁾、現場で教育に携わるものとしては、一時もないがしろにできない。特に新制度の高等専門学校(以下「高専」と略称する。)においては、既存の教育機関と異なり、無からの出発であり、迷いと摸索の中で多大な産みの苦しみを経て今日に至っている。その足跡の一端は、棚町知弥編の高専教育関係研究文献目録^{(8),(9),(10)}からも十分窺い知ることができる。そして上記各機関による教育課程改善への検討は、現場における個々の研鑽の結果を吸い上げる方向で続けて来られたものとの一応の評価はされている。しかし尚今後多くの課題が残されているのは当然である。

今回の教育課程の改正では、教育課程の標準は従来のものとは異なり、大綱的なものにとゞめ、各学校を拘束することなく、より多くの創意と工夫の加わる余地を残す方向で示されたこと⁽³⁾は優れた改善というべきである。

以上のような諸情勢の中にあつて、特に高専における数学は、外では世界的な数学教育改革の波を受けての初等・中等教育の大巾な教育課程の改正⁽¹¹⁾と、内では専門各科目との接触部分の多い特性とから、今回の改正を待つまでもなく、教育課程の再考の機は熟していたのである。従つて改善調査会の数学分科会で、いち早く教育内容と授業時間配分等について詳細な具体案の発表⁽¹²⁾を見たのは、もとより担当委員の努力の賜物ではあるが、数学教育界全般の改正への地盤が整っていたからともいうべきであろう。

§ 2 中学校数学の変遷

昭和52年7月に中学校の新学習指導要領が公示された⁽¹⁶⁾。前回の改正⁽¹³⁾が昭和44年であり、僅か8ヶ年で再度の改正となった。なお小学校の学習指導要領も同時に改正されている⁽¹⁵⁾。

初等・中等教育は国民全体に係わる問題であるだけに、今回の改正は多くの世論を沸せている。中でも数学は、小・中・高そして高等教育機関へと連なる中で体系的に扱われる学科の性格や、常に受験競争の矢面に立たされる社会性等から、強く関心を持たれ、騒がれている科目である。また

数学教育の改革は、今世紀のペリー、ムアの運動⁽¹⁷⁾以来常に国際的規模での課題となり易く⁽¹⁸⁾、我国での指導要領の改正もまた内外各機関での討議結果に強く影響されて来たのである⁽¹⁹⁾。特に昭和44年の指導要領改正時における算数・数学科の大巾な変更は、いわゆる「数学教育の現代化」の世界的風潮の中から産れたものである⁽²⁰⁾。しかし一方では、このようにして集合論や公理主義等の現代数学的要素を、初等教育に無批判に取り入れる現数学教育界に対して、終始警鐘を鳴らし続けて来た小平邦彦の主張^{(21),(22),(23),(24)}に同調するものも多かった。

今回の指導要領改正の基になった教育審議会の答申⁽²⁵⁾は昨年(昭和51年)12月になされた。この答申では、数学に対して従来の範囲を限定したり、内容を上級学年に移項したり、更に全く削除したりするものを合せると20項目以上にも及んでいる。そのほとんどが、いわゆる現代化教材の集合、代数構造、位相幾何、確率などであり、上記の反対意見を受け入れる方向でなされている。この答申の線に沿って行われた今回の指導要領の改正は、現代化を推進して来た側では、これを大巾な後退とみるであろうが、一応貴重な試行錯誤の上に立つ改善と受け留めるべきである。それゆえ中学校から引継ぐ路線にある高専として、その改正の方向で数学教育を考えねばならない。しかし今回の改定を教訓として、徒らに規程の改正に振り廻されることなく、数学教育に対するわれわれ自からの姿勢を確立しておくことが肝要である。

§ 3 入学者の数学学習能力

現行の中学校学習指導要領に基づく教育が、完全実施となったのは昭和47年(1972年)であり、その卒業生が昭和50年(1975年)から高専に入学している。その現代化の波を直接被った学生の数学修得状況を、入学試験の成績から分析してみると表1の通りである。この表作成の資料は国立教育研究所数学教育研究室作成のもの^{(26),(27)}を用いた。

表1より正答率50%以下を拾ってみると

51年度 B₍₃₎₍₅₎₍₆₎ C₍₂₎₍₃₎₍₄₎ D₍₁₎

52年度 A₍₈₎ C₍₁₎₍₂₎₍₃₎₍₄₎ D₍₁₎ E₍₁₎₍₂₎

である。51年度のB₍₃₎₍₅₎₍₆₎および52年度のC₍₃₎₍₄₎は、時間制限下の入学試験では従来とも成績不良な領域であり、52年度のA₍₈₎は程度が高く新指導要領から外されることになった領域であ

表 1 入学者選抜学力検査における合格者の正答率および平均点

昭 和 51 年 度 (345人)			給 和 52 年 度 (231人)		
教 学 内 容		正答率%	数 学 内 容		正答率%
A、 数 式	(1) 整 数	94.2	A、 数 式	(1) 分 数	73.6
	(2) 無 理 式	78.3		(2) 無 理 式	79.2
	(3) 整 式	77.4		(3) 1 次不等式	94.4
	(4) 連立 2 元 1 次方程式	92.2		(4) 2 次方程式	92.6
	(5) 不等式に表現 (文章題)	83.8		(5) 比 例 配 分	78.2
	(6) (5) の 解	63.2		(6) 方程式に表現 (文章題)	95.3
	(7) 方程式に表現 (文章題)	67.5		(7) 不等式に表現 (文章題)	78.3
	(8) (7) の 解	73.6		(8) (7) の 解 (2 元 1 次)	21.6
B、 図 形	(1) 3 角 形	93.9	B、 図 形	(1) 円 と 直 線	93.1
	(2) 円	77.1		(2) 3 平方の定理	64.9
	(3) 立 体 図 形 (直方体)	40.3			
	(4) (3)の表面積	63.2			
	(5) (3) の 長 さ (垂線)	25.5			
	(6) (3) の 体 積 (3 角 錐)	23.5			
C、 関 数	(1) 1 次 関 数	82.3	C、 関 数	(1) 比 例	28.1
	(2) (1) の 解 (不連続)	15.9		(2) 逆 関 数	33.8
	(3) 1 次 関 数 (文章題)	22.9		(3) 立 体 図 形 (文章題)	2.8
	(4) 逆 関 数	16.2		(4) 平面・空間融合 (文章題)	13.0
D、	(1) 場 合 の 数	22.9	D、	(1) 確 率	20.3
				(2) 期 徒 値	54.3
E、	(1) 和 集 合	68.1	E、	(1) 和 集 合	17.3
				(2) 共 通 集 合	29.3
平 均 点		標 準 偏 差	平 均 点		標 準 偏 差
59.1		16.0	50.7		13.8

(注) 配点は各小問毎 5 点宛 100 点満点。ただし 52 年度 B₍₁₎、C₍₃₎は 10 点宛。表中の D は「確率・統計」、E は「集合・論理」である。

標本は 27 校からランダム・サンプリングによる抽出答案である。

る。そのほか残余のものは兩年度とも、いわゆる現代化教材といわれるものである。教育の成果を計るのに、拙速な態度は危険であるし、またほんの入門的なものを羅列しただけの現代化教材の中から適切な問題を作成することの困難さを了承したとしても、その不消化振りは、はっきりと現われている。一方 A の数式、B の平面図形など従来の教材に関するものは極めて高い正答率であり、このことは伊藤俊彦⁽²⁸⁾の分析結果からも明らかである。

こゝで入学試験制度の功罪はさて置いて、入学試験の関門を突破して来た学生に限ってみれば、入学試験の成績での上では数学の学力低下を指摘できない。ただし創設当時に比し、学生の質的低下を訴える声は高く^{(29),(30),(31)}他、また能力格差の

報告もあり⁽³²⁾、更に入試成績と入学後の成績の間の相関関係が弱く^{(33),(34),(35)}他、特に数学については「入試成績は全く当にならない」⁽³⁶⁾などの論文を総合するときに、入学試験の成績がそのまゝ、学力を現わしているとの速断は避けねばならない。

§ 4 専門学科科目との関連

高専における一般科目は、教育課程の標準の「一般科目の目標」で与えられる通り「一般教養と、専門の技術を身につけるための基礎的能力を養うため」のものである。従って一般科目の教育課程の編成に当っては、5ヶ年一貫教育を能率的に発揮できるよう、専門科目との有機的な関連保持に努めねばならない。特に専門各科目と接触面の多い数学としては、専門各科目で扱われる数学内容を

熟知しておくべきである。そのために、現在使用されている専門各科目の教科書を調べてみた。資料として(1)全国工業高専 52 年度採用教科書一覧表 (46 校中資料入手 44 校) から、(2)本校設置の 4 学科 (機械工学科・電気工学科・工業化学科・土

木工学科) と同一学科分を、(3)特に数学の使用頻度の高いと見た数科目を各学科毎に必修科目を中心に選んだものを表 2 に示す。
つぎに表 2 の教科書を調べ数学内容を項目別に分類したのが表 3 である。なお項目名は岩波数学辞典の部門別項目表⁽³⁷⁾による。

表 3 からつぎのことが解る。

- (1) 解析学 (微分・積分学) が中心である。
- (2) 関数方程式 (常微分方程式, 偏微分方程式等) の使用頻度が高い。(尤も内容的には簡単な線形方程式の解法が主である。)
- (3) 関数論, 確率・統計は予想した程見当らない。
- (4) 簡単な行列式計算は盛んに使用されているが、行列は 1・2 の科目以外見当らない。
- (5) ベクトルおよびベクトルの微積分は割合に扱われている。
- (6) 数学教材として好適な 2 次曲面の応用は殆んど見当らない。

§ 5 数学科採用教科書

昭和 52 年度の全国高専数学科の教科書採用状況は、表 4 の通りである。資料は表 2 に用いたものと同じである。

表 4 から、つぎのことが解る。

- (1) 以前の採用校の多かった高等学校検定教科書は 8 校のみである。
- (2) 1, 2 学年で高専用教科書として発行されているのをを用いている学校が殆どで、44 校中 42 校ある。
- (3) 3 学年で一般書と高専用とが半々位となるが、4 学年の応用数学ではまた高専用教科書の採用が増加している。

§ 6 数学教育の指導理念

高専における数学科目の目標は、教育課程の標準の言葉を借りるまでもなく、

- (1) 数学の論理的、体系的な組立の過程の理解と、その基本的な考え方を習得さす。
 - (2) 数学の知識と技能を習熟させ、実際に応用できる能力を養う。
 - (3) 数学を、科学や技術に積極的に応用する態度を養う
- ということには異存はない。しかしこの 3 項目の目標を、それぞれどのような重さをもって受け止めて指導するかによって、数学教育の内容や方法は一変するのである。

表 2 専門学科採用教科書

学科	科 目	教 科 書	発 行 所	採用校
共 通	応 用 物 理	物 理 学	裳 華 房	6
		工業基礎物理(上・下)	東 京 書 籍	各 6
		基礎物理学(上)	裳 華 房	5
	情 報 処 理	Fortran 入門	培 風 館	11
		基礎情報理論	昭 晃 堂	8
機 械 工 学 科	材 料 力 学	材料力学 (I)	森 北 出 版	6
		材料力学 (I)	コ ロ ナ 社	6
		改訂材料力学要論	コ ロ ナ 社	6
		材料力学 (II)	コ ロ ナ 社	5
	熱 力 学	応用熱力学	産 業 図 書	10
		工業熱力学	産 業 図 書	6
		わかりやすい熱力学	森 北 出 版	5
	水 力 学	水力学および水力機械	工 学 図 書	7
		水 力 学	森 北 出 版	6
		流体工学	横 書 店	5
		水 力 学(第 2 版)	産 業 図 書	5
電 気 工 学 科	電 氣 磁 気 学	電気磁気学	朝 倉 書 店	11
		基礎電磁気学	電 気 学 会	9
		電気磁気学	オ ー ム 社	5
		電子工学	コ ロ ナ 社	18
	電 子 工 学	電子工学	朝 倉 書 店	11
		電子回路	コ ロ ナ 社	11
		電子回路	朝 倉 書 店	8
		電子回路	森 北 出 版	6
	電 気 回 路	電子回路 (I)	昭 晃 堂	5
		交 流 理 論	電 気 学 会	18
		回路網理論	電 気 学 会	11
		電気回路 (I)	コ ロ ナ 社	7
工 業 化 学 科	物 理 化 学	物理化学序論	培 風 館	5
		初歩化学工学	いずみ書房	8
	化 学 工 学	化学工学概論	共 立 出 版	5
		化学工学 (I)	岩 波 書 店	5
	反 応 工 学	反応工学概論	日 刊 工 業	7
	構 造 力 学	構造力学 (I)	コ ロ ナ 社	10
土 木 工 学 科	水 理 学	構造力学 (II)	コ ロ ナ 社	9
		水 理 学	コ ロ ナ 社	12
	測 量 学	測 量 (I)	コ ロ ナ 社	19
		測 量 (II)	コ ロ ナ 社	18
	土 質 工 学	土 質 工 学	彰 国 社	6
		土 質 工 学	森 北 出 版	6

(注) 採用校が 5 校以上の教科書のみ掲げた。
調査校数は機械工学科 (機械電気工学科を含む)、電気工学科 (情報電子工学科を含む) は 44 校、工業化学科 (化学工学科を含む) は 26 校、土木工学科 (土木建築工学科を含む) は 25 校である。

表3 専門科目数学内容一覧

学 科		共 通	機 械			電 気				工 化			土 木					
科 目		応用物理	情報処理	材料力学	熱力学	水力学	電気磁気学	電子工学	電気回路	電子回路	物理化学	化学工学	反応工学	構造力学	水理学	測量学	土質工学	
最 低 単 位 数		3~4	2	4	2	2	4	4	6	選択	4	5	選択	8	4	5	3	
A、集合・論理	記号論理		○							○								
	集 合																	
	実 数	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	複 素 数	○	○			○	○	○	○	○					○			
	Boole 代数		○															
B、代数・幾何	代数方程式	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	行 列 式						○		○	○				○				
	行 列								○	○								
	ベクトル	○	○	○		○	○	○	○	○				○	○			
	Euclid 幾何学	○		○		○			○					○	○	○	○	
	円錐曲線	○		○		○								○	○			
	2 次 曲 面																	
	座 標 (極, 円柱等)	○		○	○	○	○	○	○	○					○			
C、解析学	指数・対数・双曲線関数	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	3 角・逆 3 角関数	○	○	○		○	○	○	○	○		○		○	○	○	○	
	微 分 法	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	偏 導 関 数	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	全 微 分	○		○	○	○	○	○		○	○	○			○	○	○	
	積 分 法	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	重 積 分	○		○	○	○	○							○	○			
	線・面積分	○		○	○	○	○							○	○			
	Fourier 級数・変換		○	○					○	○							○	
	Laplace 変換			○					○	○								
	多項式近似		○							○		○	○			○		
D	正 則 関 数	○				○				○					○			
	等 角 写 像					○	○											
E	常微分方程式	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	
	偏微分方程式	○		○	○	○	○	○		○	○				○		○	
	楕円・双曲・放物型偏微分	○		○		○	○	○		○					○		○	
F	確率分布・過程		○							○		○				○		
	Markov 連鎖・過程		○															
	統 計 量											○				○		
G	次 元 解 析	○			○	○						○			○			

(注) 表中部門別記号のDは「関数論」、Eは「関数方程式」、Fは「確率統計」、Gは「力学」である。

表 4 数学科採用教科書

	書 名	発 行 所	採 用 校 数				
			1 年	2 年	3 年	4 年	5 年
高 校 用	数 学 I	東 京 書 籍	4				
	数 学 I	旺 文 社	2				
	数 学 I および II	数 研 出 版	2				
	数 学 II	東 京 書 籍	2				
高 専 用	高専の数学 I	森 北 出 版	22				
	基礎数学	大 日 本 図 書	9				
	代数学・幾何学	大 日 本 図 書	8	4			
	基礎数学	東 京 書 籍	4				
	高専の数学 II	森 北 出 版	1	19	1		
	微分積分学	大 日 本 図 書		11			
	高専の数学 III	森 北 出 版		1	12		
	解 析 学	大 日 本 図 書			7	1	
	応用数学 I	大 日 本 図 書			2	17	1
	応用数学 II	大 日 本 図 書			3	15	
	微分方程式	東 京 書 籍			2		
そ の 他	線形代数	培 風 館		3			
	微分積分学精説	培 風 館		3			
	解析学概論	裳 華 房			10	3	
	ワイリー工業数学(上), (下)	ブレイン図書		1	1	2	
	応用解析学	森 北 出 版				2	
	統計通論	共 立 出 版			1	1	
	工業応用数学	朝 倉 書 店			1	1	
	数値計算	エイエンス社				3	1
備 考	数学演習			1		1	
	1 校でのみ採用の教科書数		2	8	11	6	1

(注) 採用校が2校以上に亘るものを掲げた。各学科間に差異のあるときは、機械工学科のものをを用いた。

2ヶ学年以上に亘るものは、最初の学年に掲げた。

1ヶ学年2冊以上併用もあるので採用校数は延数となっている。

目新しいものとしては、旭川の自主編成教科書、豊田の岩波微積分読本(1年)ラングの解析入門(2年)がある。

われわれは先ず遠山啓⁽³⁸⁾を始め多くの数学教育者のいう「数学教育は数学を教えること」を原点としたい。工業高専で教えるが故に、単に工学を理解するための手段としての数学で終ってはならない。末梢的な計算技術の指導ではなく、一貫した思考論理を基盤とする数学の体系を教えこまねばならない。

そもそも数学には、純粋思考の面と、科学へ応用のための計算技術という面とがある。この後者の側面のみを強調するのは世界的傾向である。昨日まで数学教育界を風靡していた現代化の波も、

実は技術革新の余波である^{(19),(24)}他ことなど考えるとき、数学の純粋思考的側面の衰退を反省的に捉え返さねばならない。われわれが少年の頃ユークリッド幾何に夢中になった思い出などを単なる旧時代の感傷と捨て去るべきではない。永らく工業高専教育の場にあると、工業高専は工業技術者養成のための教育機関であるとの意識の有無は別としても、すぐに社会的生産活動に役立つ人材を養成しようとする方向で考えがちである。「すぐに役立つ知識は、すぐに役立たなくなる」、「現在各企業では大学生にさえも、すぐに役立つ知識

など求めていない」等との塚崎幹夫⁽³⁹⁾の指摘は正しい。深作光貞⁽⁴⁰⁾のいう通り「断片的な知識の集積だけでは、創造の自由志向は生れてこない」のは当然である。

数学教育は純粹思考を重視することから出発したい。総花的知識の羅列でなく、真に数学的能力を伸す方向で内容の精選がなされねばならない。とはいえ、われわれは「数学のための数学」などと独善的なことをいっているのではない。他教科への応用を無視するというのではない。数学的純粹思考の基盤の上に、他教科へ通用する力を養わねばならないのである。どの専門分野においても、使いたい時に直ちに活用できるような便覧式の知識を与えることでなく、各分野において直面する数学的事項を積極的に考えてみようとする能力を培うことこそ肝要なのである。

§ 7 数学教育課程の編成方針

以上の各節の考察と資料のもとに、工業高専における数学教育内容並びに教育計画の方向を、われわれ長年の体験を踏えて展開したい。

先ず第1に、学生即ち教えられる側への配慮がなされねばならない。相手を無視しての単なる理想案は画餅にすぎない。入学してくる学生の能力が重要な要素となる。この観点から § 3 の分析を行った。そこで言及した通り、入学試験成績からは、数学の学力低下を断定はできないが、学生の質的低下は事実である。しかし入学生の中学校での数学の学習到達度は、それ程低くなく、適切な計画と指導とがあれば、十分目標達成の可能な範囲にあるといってよい。また特に指摘のある計算力の低下^{(29),(30)}も、高専では、理工工学科目が多く、数学以外でも常に計算技術の修得がなされ、しかも5ヶ年の継続指導のできる制度の長所と相俟って、卒業までには何とか回復させ得るとみてよい。

第2には § 6 で論じた数学教育の基本的なあり方を踏えた上で、§ 4 でみた専門学科科目との調和を如何に計るかが重要である。幸いなことに、専門学科で扱う数学の殆んどが微分・積分学である。というよりは、表3でみる限りでは微分・積分学のみで十分ではないかとの極論ができるほどである。これは調査に当たったわれわれの予想を遙かに越えた実態である。従って「高専における数学は、微分・積分学を柱として、その応用を扱うのが最良である」との方針が進むことになる。

すでに § 6 で論及したように、数学の学習内容

が、浅く、広く、中途半端であってはならない。教える以上は徹底的にせねばならない。そのためには微分・積分学が最適なのである。17世紀の後半にはじまって、18世紀に古典力学の有力な武器となり、現在なお数学以外の科学や工学に広く活用されているということだけを採り上げるのではない。すでに4世紀にも及ぶ歴史的経過の中で、大きく、まとまった体系に育ち上った微分・積分学は、何よりも教え易く学び易い数学である。遠山啓⁽⁴¹⁾の説の通り「自然の複雑な変化の過程を無限小の部分に細分し、その細分した空間や時間の中の法則を発見し、その法則を連結することによって真の法則を得るというのが基本的な方法であり、自然の過程を細分することが微分に相当し、それを連結することが積分に当る」。この分析・総合の思考方法が微分・積分学の学習の期間中貫ぬかれていることが特に注目に値するのである。更に微分・積分学は、学習過程において、同一計算の反復練習が絶えず行われる内容に構成されているので、上級学年に進むにつれて、自然と高度な計算技術の修得可能な面も無視できない。

尤も、微積分学を太い柱として高専の数学を組立てることは、藤田弘尚⁽⁴²⁾にもみられる通り、当初からのものであり、このたびの改善委員会数学分科会の基礎資料もまた同一方向である。

こゝでわれわれは高専の数学は微分・積分学中心でよいことを再確認し、一層の内容の精選を行って徹底的に指導すべきである。

しかし、微分・積分学偏重のあまり、微分・積分学万能に落入る危険を警戒せねばならない。そのために線形代数学を採り入れる必要がある。田村二郎⁽⁴³⁾が述べているように「微分・積分学と、線形代数学の両分野を終了する地点で、大抵の分野に対する基本的な知識と、感覚的訓練が得られる」ことは数学の学習過程上事実である。線形代数学は、微分・積分学とは異なる概念と方法を用いる数学の重要な部門である。この場合、大学の理・工科系の教養課程の内容⁽⁴⁴⁾のように、無定義のベクトルから構成される線形空間の公理主義的な展開は困難であるし、代数の基本概念や、群や環などの構造を行列によって表現することなども無理である。特に低学年では、行列、ベクトルは数以外のものを演算の対象にする点で質的な違和感がある。順序としては、行列式で計算に馴れさせてから入る現行の方法がよいであろう。ただ単なるベクトル代数や行列演算で終るだけでなく、最小限線形変換や、2次形式の行列まで行うべき

である。線形代数学は現代化の波に乗った部門であり、(45)、(46)などの他、高等学校においても数多くの実践研究がなされているが、今後に残されている課題が多い。

以上のように高専における数学は、あくまでも微分・積分学を中心に置き、線形代数学を側面とし、他に確率・統計を多少補って組立てるべきなのである。

§ 8 数学科の授業内容

本校現行の授業項目に、本稿の主張を盛り込んだものを表5に示す。項目の呼称は教育課程の標準に準じた。

表5 数学授業項目と学年配当

学年	A 系 列		B 系 列	
	項 目	単位数	項 目	単位数
1	(1)3角関数	2	(1)式と計算	4
	(2)平面解析幾何		(2)方程式・不等式	
	(3)順列と組合せ		(3)関数とグラフ	
			(4)指数、対数関数	
2	(1)行 列 式	2	(5)数列と級数	4
	(2)ベクトルと行列		(1)微 分 法	
	(3)空間図形		(2)微分法的应用	
3	(1)確率・統計	2	(3)積 分 法	4
	(2)ベクトル解析		(1)積分法的应用	
			(2)偏 微 分	
			(3)重 積 分	
4	(1)線形代数	2	(4)常微分方程式	2
	(2)フーリエ級数・積分		(1)常微分方程式Ⅱ	
	(3)ラプラス変換		(2)偏微分方程式	
	(4)数値計算		(3)複素関数	
		8	(4)特殊関数	14

(注) A系列が線形代数等コースで、B系列が微分・積分学コースである。

表5の授業内容および方法等で特に留意すべき点を述べると

(イ) A系列では

1 (1)は中学校で欠くことになっている領域で、入学後に直ちに数学以外の科目にも使用されることと、単独に指導できる内容であることから最初に置く。逆3角関数はこゝでふれずB系列で扱った方がよい。

1 (2)は従来の解析幾何でB系列の進度を考慮しつつ、2次曲線までとする。極座標も扱う。

2 (1)は計算を主とし、連立方程式の解法まで扱い、B系列と異なる演算を会得さす。

2 (2)はA系列中の主要部門で、指導に特に工夫を要する。複素数のベクトル表示を含む。

2 (3)は空間におけるベクトルから、それにより構成される幾何学をとり上げる。

3 (1)の確率は、理論的な部分に深入りすることなく、応用面を重視する。

3 (2)まで来ると、B系列の進行と相俟って、ベクトルの微分・積分も抵抗なくできる。ストークス、グリーンの定理までふれる。

4 (1)は線形変換、対称行列や2次形式まで扱うようにする。

4 (2)(3)(4)はB系列のものであるが、時間の配分上こゝに置いた。

4 (2)は応用として境界値問題に利用する。

4 (3)は逆変換も扱い、微分方程式に应用する。

4 (4)は多項式近似、特に補間公式や最小2乗近似も扱う。4 (2)との連繫もとる。

(ロ) B系列では

1 (1)は中学校の復習を主とし、技巧を要する計算を避ける。

1 (2)は絶対不等式の証明は簡単なものに留める。

1 (3)は2次関数のグラフを特別扱いにしないで、初等関数の最初のものとみる。

1 (4)は逆関数の好例としてみる以外は、指数、対数計算を主とする。底eはふれない。

1 (5)は収束発散級数の具体的例示を行い、こゝでは基本的なものにとどめる。

集合・論理または写像などは特に項目を設けず、各所で必要あればふれる程度にする。

2は従来の進め方でよい。たゞ問題練習を多くする。図形への応用に片寄ることなく、物理や工学への応用も扱うようにする。

3 (2)は従来より時間を多くとり、常微分と同じように抵抗なく計算のできるようにする。

3 (3)は計算を主とし、応用として図形のみに片寄らぬこと。変数変換まで行う。

4 (1)は微分演算子による解法を含む。

4 (2)はA系列の4 (2)(3)との連絡をとりつつ、波動方程式、熱伝導方程式なども扱う。

4 (3)は初等関数の理解を深めるために、微分・積分学の延長上で捕え、いわゆる関数論をやろうとしない。

4₍₄₎はガンマー、ベータ、ベッセル関数等であるが、その一部は2₍₃₎、3₍₃₎などで扱うこともある。

以上簡単に、数学科の教育課程編成上の留意点を述べた。使用する教科書としては、全国的に採用されている高専用のものが、今回の教育課程の改正でいち早く内容変更が行われ、量・質ともに一応の要求は満たされている。しかしそれだけでは多少物足りない。高学年においては一般書も加えて、積極的な内容選択を行うことを忘れてはならない。

教育課程の問題は、われわれにとって常に旧くも新しい問題である。日々の講義の中でも学生の反応を適確に捕らえ、よりよいものへの努力を重ねて行かねばならない。「高専は大学に準ずるところのミニ大学などといわれるようになり今日に至った」⁽⁴⁷⁾との厳しい批判があり、それを肌で感じないでもないが、高専制度創設に尽力された人々が志向した学校をめざし、初心に帰って、高専独自の教育を掲げねばならないのである。

終りに本稿の調査資料の収集に力を貸していただいた菅原修三事務官と、その整理を煩わした居組谷靖子事務官に感謝の意を表する。

文 献

- (1) 文部省：高等専門学校設置基準，文部省令第23号，昭和36年8月30日（1961）。
- (2) ——：高等専門学校設置基準及び学校教育法施行規則の一部を改正する省令，文部省令第32号，昭和51年7月24日（1976）。
- (3) 高等専門学校教育課程の調査研究会議：高等専門学校教育課程の改善について — まとめ— 文部省，昭和51年7月（1976）。
- (4) 文部省大学局技術教育課：高等専門学校教育課程の標準（試案），昭和38年3月（1963）。
- (5) ——：高等専門学校教育課程の標準，昭和43年3月（1968）。
- (6) ——：高等専門学校の新しい教育課程の基準について，昭和51年11月（1976）。
- (7) 山住正巳：教育課程，現代教育学2，岩波講座，（1960），268。
- (8) 棚町知弥編：高専教育関係研究文献目録（その1），有明，11号（1975），1—19。
- (9) ——：高専教育関係文献目録（その2），有明，12号（1976），1—20。
- (10) 棚町知弥，轟 一郎編：高専教育関係文献目録（その3），有明，13号（1977），1—15。
- (11) 秋月康夫：数学教育の現代化，数学，14巻（1963），173—174。
- (12) 国専協教育方法等改善調査会数学分科会：教育課程編成のための基礎資料，昭和52年3月（1977）。
- (13) 文部省：中学校学習指導要領，告示第199号，昭和44年4月14日（1969）。
- (14) ——：高等学校学習指導要領，告示第281号，昭和45年10月15日（1970）。
- (15) ——：小学校学習指導要領，告示第155号，昭和52年7月23日（1977）。
- (16) ——：中学校学習指導要領，告示第156号，昭和52年7月23日（1977）。
- (17) カジョリ，小倉金之助訳：初等数学史下，共立全書，（1970）。
- (18) 小倉金之助，鍋島信太郎：現代数学教育史，大日本図書，（1957）。
- (19) 森 毅：現代数学と数学教育，裳華房，（1976）。
- (20) 弥永昌吉：数学教育の現代化について，科学，43巻（1973），482—486。
- (21) 小平邦彦：New Math 批判，科学，38巻（1968），531—532。
- (22) ——：数学教育を現代化の呪縛から解放せよ，数学セミナー，169号（1975），11。
- (23) ——：日本数学教育に思う，日経新聞，昭和50年5月5日（1975）。
- (24) ——：数学教育を歪めるもの，文芸春秋，昭和50年8月号（1975），128—132。
- (25) 教育課程審議会：小学校・中学校および高等学校の教育課程の改善について，文部省，昭和51年12月（1976）。
- (26) 国立教育研究所：昭和51年度国立高専入学者選抜学力検査（科目別研究レポート7），教育研究振興会，（1976）。
- (27) ——：昭和52年度国立高専入学者選抜学力検査（科目別研究レポート9），教育研究振興会，（1977）。
- (28) 伊藤俊彦：高専の入試における数学科の成績分析について，宇部，21号（1975），9—18。
- (29) パネル討議（司会下坂 実）：工業高等専門学校における教育課程は今後如何にあるべきか，工業教育，21巻2号（1974），23—38。
- (30) 文部省：昭和51年度東日本地区高等専門学校教員研究集会記録（当番校旭川），昭和51年7月（1976）。
- (31) シンポジウム（司会田島一郎）：数学教育現代化の軌道修正，日本数学教育会誌——数学教育，28

- 卷 (1974), 16-26。
- (32) 飯田 敏: 1年生の数学に関する意識と実態調査, 日本数学教育学会高専・大学部会, 昭和51年8月 (1976)。
- (33) 江角鉄造: 高専入学時とその後の学業成績の相関 (II), 松江, 5号 (1970), 25-32。
- (34) 中村 強: 入試と入試後における学業成績追跡調査 (II), 木更津, 4号 (1971), 35-38。
- (35) 野田 宏: 入学抜時とその後の成績変動に関する一考察, 和歌山, 9号 (1974), 115-123。
- (36) 滝 栄之輔: 数学の成績の追跡調査, 都城, 9号 (1975), 261-267。
- (37) 日本数学会: 岩波数学辞典 (第2版), (1968), 19-23。
- (38) 遠山 啓: 数学教育の基礎, 現代教育学9, 岩波講座 (1960), 1-16。
- (39) 塚崎幹夫: 教育における公と私, 中央公論, 昭和52年4月号 (1977), 112-123。
- (40) 深作光貞: 1人称の教育を提唱する, 中央公論, 昭和52年4月号, 124-135。
- (41) 遠山 啓: 数学教育の内容と方法, 現代教育学9, 岩波講座, (1960), 218-220。
- (42) 藤田弘尚: 高専における数学, 大阪府立, 7号 (1968), 73-80。
- (43) 田村二郎: 市民の数学, 図書, 324号 (1976), 50-62。
- (44) 秋月康夫, 赤 攝也: 大学における数学教育, 数学, 18巻9号 (1966), 110-114。
- (45) 里 剛, 杵築 実: 数学教育課程試察 (第2報), 旭川, 11号 (1974), 153-178。
- (46) 宮本一郎: 高専における数学教育の現代化 (第4報), 富山, 8号 (1974), 151-158。
- (47) 今西周蔵: 工業教育の教育目標, 奈良, 10巻 (1974), 85-88。
- (注) 文献中の地名はそれぞれ工業高等専門学校紀要の略称である。

(昭和52年11月30日受理)