

# ソ連の教育を視察して

## ORを中心に(2)

坂本 実

今回は、ソ連のOR研究、教育の中心をなすモスクワ大学「計算数学とサイバネチクス学部」について主として述べることにします。

### 1. モスクワ大学計算数学・サイバネチクス学部を訪ねて

私たち訪ソ団は、4月23日午後、モスクワ市のシンボルともいえる、モスクワオリンピックの記念パッチにも採り入れ、またわれわれにも写真でおなじみのあの雄大な高層建築をもつ、レーニン丘の広大なモスクワ大学構内にある計算数学・サイバネチクス学部長室を訪ねた。

学部長 チホノフ教授(科学アカデミー会員、1906年生。関数解析、とくに、不適切設定の問題に関する業績が多い)および関連ある教授数名との2時間ほどの話し会をもち、あらかじめ副総長室で依頼しておいた資料をいただいた。また、教育・研究用の「科学・研究センター」の見学のおさそいを受けたが、残念ながら、時間の都合で見学はできなかった。学部長は小柄な白髪の非常に度のきつい眼鏡をかけた、相当な高齢者にみえた。学部長は、はっきりとした口調で、専修大学でのコンピュータ教育についての質問から始めて、この学部では、計算機実習を数学年におわたって実施していること、少人数の学生別の徹底した研究指導を行なっていて、学生のすぐれた研究の成果は各種学術雑誌に積極的に発表させていることなどを話された。

この学部は、電子計算機の発達と、その科学、技術、経済面の応用の拡大に伴い、電子計算機の効果的利用、電子計算機そのものの能力向上に関係する研究をなす応用数学の高等の資質をもつ専門家を養成する目的で、1970年に創立されたものである。1755年に創立されたモスクワ大学での最も新しい学部であろう。

学部は9つの講座から構成されている。それらは、つぎの通りである(括弧内は講座主任)。

#### 1. 計算数学(チホノフ、アカデミー会員、教授)

2. 数理統計学(プロホロフ、アカデミー会員、教授)
3. 最適制御(ポントリヤギン、アカデミー会員、教授)
4. オペレーションズ・リサーチ(クラフノシエコフ、教授)
5. 一般数学(イリン、教授)
6. 数学サイバネチクス(ヤブロンスキー、アカデミー通信会員、教授)
7. アルゴリズム言語(代理、トリホノフ、助教授)
8. システム・プログラム(シュウラーブウラ、教授)
9. 計算複合体の自動化(コロレエフ、教授)

### 2. 同学部のカリキュラム、OR教育について

この学部は、専門は「応用数学」、資格は「数学」(卒業後、「数学士」と称するという意味であろうか)となっており、「教育案」(カリキュラム)では、「計算機技術手段の応用」と「電子計算機の数学的保障」とよぶ2つの専門化科目群がある(「学科」あるいは「コース」に相当するものであろうか)。講座もこれに対応していて、前節で述べた1~4が前者の、6~9が後者の、5は両者の教育を担当する形となっているといえよう。

教育案は、大学側との協議のうえ高等・中等専門教育省が設定するものであって、その一部を原形のまま翻訳したものを表1に示してある。

表1の科目1~5は、他大学にも共通していて、本学部では全授業時間数の約1割の授業時間を占めている。

これに関連して、先回のモスクワ大学経済学部カリキュラム中、科目「経済政策」と書いたものを「政治経済学」、表中の専門の略記「政策」を「政治」に訂正させていただきます。

同表の科目26、27は選択科目であって、専門化「計算技術手段の応用」では、物理学、力学に関する主として計算的方法、不適切問題の解法、漸近的方法、常微分方程式とその境界値問題、確率論、統計学に関する73科目が準備されている(これらの詳細、講義概要、担当者、時間数等は略す)。

表1 教育案

モスクワ大学, 計算数学・サイバネチクス学部

番号	科目名	学期配当				時間数					割当て(学期, 週)												
		試験	実技試験	設計実習	学年研究	計	内 訳					1学	2学	3学	4学	5学							
							講義	実験	実習	ゼミ	学研	年	年	年	年	年							
											1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
											18	16	18	16	18	16	18	14	18	16			
											時間数/1週間												
1	ソビエト共産党史	1,3				170	84			86	4	3	3										
2	マルクスレーニン哲学	4,6				140	80			60				5	2	2							
3	経済学	6,7				140	70			70							4	4					
4	科学的共産主義		8,9			80	40			40									2	3			
5	科学的無神論の基礎		9			24	24														2		
6	ソビエト法		9			30	30														2		
7	外国語	6	1,2,3 4,5			336				336				4	4	4	2	2	4				
8	体育		1~6			204				204				2	2	2	2	2					
9	専門への入門					18	18							1									
10	数理解析	1,2,3 4,5,7	1,2,4 3,5,7			752	420			332	8	8	8	8	5	4	3						
11	代数と解析幾何学	1,2	1,2			256	136			120	8	7											
12	微分方程式	4	3			136	68			68				4	4								
13	物理学	3,5,8	4,6,7			304	200			104				4	4	4	2	2	2				
14	数理物理学の方程式	6	5			136	68			68							4	4					
15	確率論と数理統計学	5,7	5,6			174	116			58							4	3	3				
16	離散数学	2,3				102	66			36				3	3								
17	計算機とプログラミング	2,3	9			104	104							2	2	2							
18	数値法	4,6				82	82										2	2	2				
19	ゲームの理論とオペレーションズ・リサーチ	8				64	64												2	2			
20	極値問題の解法	8				64	64												2	2			
21	自然と制御の数学モデル系列からの科目	9				64	64														2	2	
22	経済における数学モデル		8			28	28															2	
23	計算機実習		1~7			376	376							3	3	3	4	3	3	3			
24	自動管理システム入門		9			36	36															2	
25	応用数学の方法論と歴史		9			36	36															2	
26	専門化科目	5,7,8 8,9	6,8		7	458	258	200									4	4	9	4	4	2	
27	追加学習	5,7	3,4,6,8			498	208			290	2	1	2	2	5	6	6	6					
						4812	2364			912	204	1332		34	33	35	33	37	40	34	22	17	2

[生産実習] 第8学期, 週2日; 第9学期, 週3日.

そのうち, 最適化, 最適制御, OR関連科目をとり出して表示したものが表2である(番号は便宜的につけた. 上で列記した分野名にはこれらは略した). これらの科目を仮りに分類し, すべての科目を全学生が履修するわけではないが, その講義・ゼミ時間数をそれぞれについて計算すると, 最適制御関係(科目2,4,5,6,24;504時間), ゲームの理論関係(8,9,10,18,19,20;408時間), 数理経済学関係(13,14,15;272時間), 待ち行列システム(21,22;128時間)となりゲームの理論関係が重要視されていることに気づかれることであろう.

このことは, 1975年に57歳で死亡される前の5年間講

座の主任であり, またアカデミー・計算センター・OR室を組織していたゲルメイエル教授の業績によるものである.

彼とその協力者(弟子たち)によるORでの独自の問題意識, 問題設定, それらの諸結果, およびその教育への反映については, 彼の2冊の著書からも知ることができる. それらは, つぎのものであり, 筆者の手元にあったものだが, 今回の訪ソでも献本を受けた. すなわち,

OR理論入門, 1969年, ナウカ出版

非対立利害ゲームの理論, 1976年, ナウカ出版

であって, ソ連のOR研究, 教育において指導的役割を

表 2 最適化・最適制御・OR関連専門科目

科 目	学 期	時間数 講義 ゼミ	科 目	学 期	時間数 講義 ゼミ
1 線形代数の数値的方法	7,8	64	13 経済学における数学モデル	8,9	68,
2 最適制御	5	134,	14 "	7-10	136
3 凸解析とその応用	5,6	88, 68	15 数理経済学入門	5,6	68
4 微分方程式	7,8	88, 68	16 最小化の数値法	5,6	68
5 微分ゲーム	8,9	44, 68	17 極値問題の解法	5,6	68
6 最適制御理論の基礎	5	34	18 ゲームの理論	5,6	68
7 極値の最適探索	5-10	136,	19 ORにおける最適化およびゲーム的方法	5,6	68
8 非対立利害ゲーム	5,6	68,	20 "	7,8	68
9 "	5,6	68	21 優先権のある待ち行列システム	6,7	64
10 ミニ・マックス問題の解法	7,8	68,	22 待ち行列システム	7,8	64,
11 数理計画法	5,6	68,	23 決定論的および確率論的最適制御	5,6	68,
12 "	2	64,	24 統計的決定関数	1	32,

果たしているマイシェーフ（科学アカデミー・計算センター）の編集になるシリーズ「最適化とOR」に納められているものである。これらは、いずれも、本学部での講義テキストとして、それぞれ1967, 1972年モスクワ大学出版局から出版されたオフセット版が基礎となっており、現在も教科書に使用されている(表2の科目名参照)。

前者は、ORの一般的定義から出発して、ORワーカーは意思決定システム（オペレーティング・サイド）に属し、意思決定者の助力者であるとして、両者間のもつ情報の相違を考慮し、ORワーカーの任務である戦略（決定）の評価、最適戦略の探索等を、最適保証原理を導入して、一般的数学的に論じたものである。

ソ連の一OR学派がゲルメイエルによって形成されたとされているが、その研究分野の1つは、平等な参加者による意思決定の理論であって、古典的ゲームの理論では扱われていなかった、たとえば、情報の自発的交換の可能性、集団決定の安定性等に関する多くの重要な結果が得られている。

もう一方の分野は、階層構造をもつシステムでのコントロールに関するもので「ゲルメイエルの階層モデル」とよばれるものを中心とするもので、中央集権経済における管理機構の分布のためのすぐれた方法論を与えるものと評価されている。これが、上記2番目の書物の内容のあらましである。

これらのテキストは、その内容の理解、発展方向の発見に役立つように綿密に作られた問題集とともに、教育に役立てられている（「OR理論入門」に主として関連した問題集の献本を受けた）。このように、独自の新しい研

究成果を盛りこんだテキストとそれに関連した充実した問題集による教育は、ソ連の大学では珍しいことではないようである。

### 3. おわりに

ソ連の小旅行で得た見聞、入手資料および手元の資料にもとづいて、ソ連のORの研究、教育のごく一端を紹介した。今回訪問した専門大学、研究所の紹介は紙面の都合でなし得なかった。それらは、機会があれば、そのときにゆずることにする。

次第にその独自の研究成果を生み出しているソ連のORに、わが国の研究者がより一層の関心をもつことは、大きな意義をもつことと思われる。さらに、ソ連の研究者との直接的かつ継続的な交流が実現するようになれば、そのことは両国のこの分野の研究の発展のみならず、両国間の友好を深めるうえに大きく貢献することであると信じます。

ここで、今回の招請に対し、ソ連邦高等・中等専門教育省、エリューチン大臣および同省の方々に、訪ソ実現を可能にくださったソ連対外友好文化連絡団体連合会、日本対外文化協会の方々、親切に迎えていただき資料を提供していただきました訪問機関の方々、また私を今回の訪ソ団に加えていただきました専修大学の関係各位、楽しく有意義な旅行ができるようになった同行の諸先生方への感謝の意を表させていただきます。

（さかもと・みのる 専修大学）