



ソ連における科学研究の一端*

河野 忠 義**

まえがき

1963年4月2日から2週間、私は東京大学名誉教授兼重寛九郎先生に随行して、ソ連における科学研究の一端にふれる機会が与えられたので、そのうちからオートメーションと電子計算機に関連する事柄について以下に述べてみたい。

ソ連邦科学アカデミー

科学アカデミーはソ連における科学研究の総本山であることはいまさらいうまでもない。その起源をさぐれば、遠く1624年にペーター大帝によりフランスに範をとって当時の帝都ペトログラード、現在のレニングラードに創設されたものである。ロシア革命の後にはアカデミーは新政府の管理するところとなり、組織的にもまた機能的にも逐次根本的な変革が加えられた。かくしてその本部がレニングラードからモスクワに移されたのは1934年であり、その年の12月に新体制による第1回の会議が開催されている。

以来アカデミーは発展をつづけ、その傘下に膨大な研究所群を擁し、国家の科学上の計画立案を提唱する機関としてきわめて重要な役割を果たしてきた。しかしながら1961年4月に至り科学アカデミーの機能役割に抜本的な改革が行なわれることとなり、国の科学的計画立案は科学アカデミーの手を離れ、またこれまでその管轄下にあった研究所の約半分は工業に移管されることとなり、かくて科学アカデミーは科学研究・科学研究者の訓練・海外の科学団体との接触という三つの機能に集中することができるようになった。

ともあれ科学アカデミーは強大な機関であり、いわば1個の省を形成して十分の予算をもち、これを傘下の研究所に配分するという実権を持っている。現在アカデミーは、物理および数学・化学・地質および地理学・生物学・工学・哲学および法学・歴史学・経済学・文学および言語などの各部門と新設のシベリヤ部で組織され、そのそれぞれの部門に多数の研究所を有

している。

ソ連の科学労働者の数は1960年末現在で354,000人以上で、うち博士は11,000人、学士の称号をもつものは100,000人であるといわれる。また科学施設の数には3,800以上で、その中には1,500の研究所が含まれている由である。これらの研究所、研究者のうち科学アカデミーに所属するものが何割を占めるかは詳かでない。

科学アカデミーを構成するのはアカデミー会員ならびに通信会員であることはいうまでもなく、さらにこのうちの31名で幹部会が形成されている。科学アカデミー総裁と4名の副総裁はもちろんこの幹部会の構成員である。

1963年4月3日、雪の中を車で科学アカデミーへ案内される。建物の規模は上野の学術会議程度と思われる。総裁不在で第1副総裁キリリン氏の歓迎を受け、茶菓の御馳走になりながら挨拶を交換し歓談が行なわれる。キリリン副総裁は年令およそ50才ぐらいの温厚な学者で、専門は熱力学とか。副総裁の案内でアカデミー本部内の各部屋を案内される。いずれも豪華な装飾にいろどられ、歴史的な雰囲気にも包まれている。

科学アカデミーのケルディッシュ総裁にお目にかかったのは4月12日、ナショナルホテルで催された総裁の招宴の席上においてである。ケルディッシュ総裁は眼光のするどい、智的にしてしかも精かな感じのする白髪の学者である。年令は50過ぎ。氏はもともと数学者で航空機の振動の研究などに従事され、今日では宇宙科学の研究に指導的役割を果たしてをられると聞く。総裁は兼重先生に対し日ソ間の科学交流の労を謝され、先生は科学アカデミーの招待に対し御礼の言葉を述べられる。続いてキリリン副総裁、山田大使の挨拶等々と乾盃を重ね、なごやかな歓談が2時間以上も続く。色々の話題の中で特に印象に残っているのは、世界に共通の言葉が普及するのと、万能翻訳機械が完成するのといずれが早いかという問題に対し、キリリン副総裁はそれは機械の完成の方が早いであろうとの意見を出され、おおかたの出席者がこれに同意するという一幕のあったことである。

最後に、最近のニュースによる科学アカデミーの改

* A glimpse of the scientific research in U.S.S.R., by Tadayoshi Kohno (Assistant Chief Engineer, Japanese National Railways)

** 日本国有鉄道

組についてつけ加えたい。これによると7月4日の科学アカデミーの総会の席上で、副総裁フェドセーエフ氏は科学とイデオロギーと題する大講演を行ない、多くの組織上の問題が討議され、科学アカデミーの新しい組織、すなわち次の15部門が決定されたとのことである。

数学、一般物理および応用物理、核物理、エネルギー理論と工学、地質、制御技術とプロセス、一般化学と工業化学、物理化学と無機化学、生化学、生物物理学と活性化化合物の化学、生理学、生物学、歴史、哲学と法学、文学と言語学。

この新しい組織をこれまでのそれと比較すれば、いろいろと意味の深い示唆が与えられる。

科学アカデミーの自動制御および遠方制御研究所

科学アカデミー本部を訪れた4月3日の午後3時過ぎ、カランチェスカヤ通りの「自動制御および遠方制御研究所」を訪問。アカデミー会員である研究所長のトラベズニコフ教授の暖い歓迎を受ける。この研究所は1936年に設立されたものであり、同所長は1960年6月末モスクワで開かれた国際自動制御連合の第1回大会で「オートメーションと人類」というきわめて示唆に富んだ開会報告を行なったことで有名である。教授はオートメーションの目標と方針について同報告の中で次のように述べている。

「オートメーションの目標が達成されるのは工業上のプロセスのあらゆる段階が、すなわちすべての基本的な工業、運輸業、建築、機械の組立・調整・点検・輸送・配給などが自動化されたとき、換言すれば細分化された遠方制御システムをカバーする広範囲な電子計算機の使用により、高度の自動化が実現したときのみである。しかしながらこのプロセスから人間が完全に除去されることはあり得ない。監督・保守・研究・開発は必ずや人間の多少とも系統立った配慮を必要とする。制御の領域における人間の潜在能力は実に大きなものであり、機械によって全面的に凌駕されることは絶対あるまいと思われる。したがって、制御システムにおける人間の最良の利用法を見だし、プロセスの制御で人間活動にとって最良の条件をつくり出すことは、自動制御理論・生理学・心理学・技術の各分野にたずさわる科学者の第1の高貴な義務である。」

大会でこのように明快にオートメーションを論じたトラベズニコフ所長はおだやかな口調で研究所の概況

を次のように説明される。

「当所は optimum control と adaptive system についての基礎的研究を行ない、cybernetics の発展について寄与しつつある。特に最近は、産業における制御と生物体におけるそれとの関連づけに進展しつつある。われわれは科学研究上の成果を産業に応用することに大きな関心をもっているが、特定の産業に対する具体的な応用は当所の任務ではない。今日化学および冶金工業においては自動制御が、また電力産業においては遠方制御が著しく普及しつつある。われわれの科学上の新しい原理の発見はテストされ、しかる後に、産業に導入されることになるが、このこと自体は各産業における科学者技術者によって遂行される。われわれはその仕事に協力し援助を与えることが任務である。現在当所では15~20の研究室をもち、科学研究者の数は約300名である。」

所長から主要な研究者に紹介され、少時懇談後研究所内を案内される。変数が1から144に及ぶ最適化装置、電気の代りに空気を使用した制御要素、図形認識実験装置などを見学し、再会を約して5時すぎ辞去する。

4月13日10時過ぎ再度同研究所を訪問。所長出張のためアベン副所長に迎えられ研究室を見学する。最初にアイゼルマン教授の研究室で話を聞く。

「当研究室では cybernetics に関する研究に従事している。これまでは非線形制御の理論的研究に幾多の成果をあげたが、現在は図形認識の問題を取り扱っている。この問題は、人間が機械にいかにか教えるかということにつきる。米国におけるごとく専用の機械を作るのではなく、万能型の電子計算機を使用し、いかにかプログラムするかというアプローチをとっている。たとえば a という文字を n 次元座標面の特定の点に対応させれば、いかなる a という文字でもこの点の近傍のある領域によって代表させることができる。これを機械にプログラムすればよい。非線形制御の研究についてはこれまで日本の研究者との情報連絡がよくできていたが、図形認識の問題についても是非とも日本の学者と連絡を持ちたいと望んでいる。」

次の研究室ではバシリエバ教授より電子素子および磁性、半導体素子についての研究状況を聞く。

「われわれは信頼度の問題について理論的な立場から考察し、その成果を実用に移すことを行なっている。新しい手法の導入によって信頼度が大いに改善されるということは往々あり得ることである。次は素子

の設計上の全般的な問題を取り扱っており、また各素子の標準化についてもとりあげている。他方磁氣的論理素子の開発を行なっており、周波数が16~400サイクルの高信頼度部品の開発に成功し実用化している。」

引き続き同研究室の若い研究者からアナログ計算用の磁気および半導体部品、1メガサイクル以上の高周波のデジタル用磁気部品の研究などについて説明を聞く。目標は高信頼性にしてかつ電力消費量の少ない部品の開発にあるとのことである。

● 次の研究室に移り、ガブリロフ教授の話聞く。

「われわれの研究の第1は **switching circuit** の理論および **finite automaton** についてであり、第2は特殊用途の計算機の設計、第3は信頼性の問題、第4は論理機械の設計原理の研究である。最後のものについては、いくつかの計算機を一つに統合する問題や論理素子を最小にする問題などがその1例である。」

ついで別室でリレー回路設計用の3種の特殊計算機、たとえば回路図どおりにプラグを挿入すればその **output** が自動的に印刷されるもの、回路図をカードにパンチし、これを機械に入れば誤りが自動的にチェックされるものなどを見学。

希望とあればどの研究室でも案内するというアベン副所長の好意に感謝しつつ、12時半研究所を去る。

2度にわたって訪問したこの研究所の建物はやや老朽して諸々を修理中であると同時に、狭隘になったので目下新しい建屋を建設中である。したがって現状ではどの研究室も実験装置で一杯になっており、部屋の中を通るのに一苦勞するといった有様である。しかし自動制御に関する基礎的な研究を広範囲に展開しており、すぐれた成果をあげていることは疑問の余地はない。

科学アカデミー精密機械および 計算技術研究所

ロシアにおける計算機の歴史は1911年クリロフが微分方程式を解くための機械を作ったことに始まるといわれる。ソ連において最初に試作された電子計算機はレベデフを長とするチームによって設計された“**BESM**”であり、1952年に運転に入った。ブルックとヴジリフスキイをそれぞれ長とするチームによって設計された“**M-3**”および“**Strela**”は今日最もよく知られた電子計算機である。さて科学アカデミー所属の精密機械および計算技術研究所はこの分野における最も有名な科学施設である。

4月5日午後3時すぎ同研究所を訪問。所長レベデフ・アカデミー会員、副所長ムヒン教授、パーディッシュ博士に迎えられ、同所長の訪日のスケジュールについて打ち合わせを行なった後、電子計算機 **software** の開発状況について質問をする。**compiler** としては **Algol** を使用している由であるが、細部は不詳。終ってパーディッシュ博士の丁寧な案内で研究室を見学。磁気コアの性能試験を自動的に行なう装置、**Biax** を使用した記憶装置、**thin film** の基礎的研究を行なう実験装置などを熱心に説明される。所長室でムヒン副所長から **BESM** に関する書物などを多数寄贈され、5時すぎ同所を辞去する。

明らかに、この研究所においては電子計算機、特に **hardware** についての基礎的研究をその主要な任務としているものと考えられる。電子計算機の試作や電子計算機利用の推進という問題は科学アカデミーの所管外と判断される。

精密機械および計算技術研究所訪問に先立って、前日の4月4日雪の降る中を訪れた科学アカデミー所属物理研究所でも電子計算機に関連のある研究が行なわれていた。この研究所は理論物理学から半導体に至る広汎な物理学の分野をカバーし、光学・螢光体・宇宙線などの研究室があり、また試作工場、低温室、計算センター、図書館などが完備していることはいうまでもない。これなどのうち、電子ビームを使った半導体の研究、人工ルビーを用いた半導体の純度の研究、宇宙線の軌跡の自動解析装置、トンネルダイオードの研究などを見学したことを附言して置きたい。

グルジア科学アカデミーの電子エレクトロニクス・自動化・遠方制御研究所

グルジア共和国は、黒海とカスピ海にはさまれた地帯にあるソ連邦を構成する15の共和国の一つであり、北はコーカサス山脈を境としてロシア共和国、東はアゼルバイジャン共和国、南はトルコに接し、西は黒海に面した小国である。その首都トビリシにグルジア科学アカデミーがある。

4月8日10時すぎ、エレクトロニクス・自動化・遠方制御研究所の副所長チチナツェ博士に案内されて同研究所を訪問。所長エリアンジュビリ教授の歓迎を受け、研究所の概況説明を聞く。

「当研究所は1957年に組織されたグルジア共和国科学アカデミーに所属し、オートメーションやエレクトロニクス、電子計算機の産業への応用を研究するこ

とが任務である。当研究所の活動は二つの主要な分野をもち、その一つは理論的研究であり、他は理論的成果や新しい装置の応用である。理論的研究としては、自己調整システム、動的プロセスの統計的問題、機械翻訳などである。他方グルジャ共和国の産業面への応用としては、冶金工業、機械加工工業、電力などへのオートメーションの実用化である。当共和国では鉄鋼、化学、機械加工、電気、食料、繊維、マグネシウム、石炭などが代表的産業である。

この研究所は総員250人で、そのうち科学者50人、技術者100人、残りが技術員や管理者である。6部と試作工場に分れているが、目下拡充中であり毎年20～30人程度を増加しつつある。

ついで研究室の見学に移る。主要なものを列挙すれば次のとおりである。

○「前へ」・「右へ」など7とおりの言葉で命令すれば、そのとおりに運動する装置。数字をマイクで話すとそれを自動的に印刷する装置。アルファベットを発音すればマトリックスに組んだランプに固有のパターンを表示する装置。

○微分方程式をアナログ計算機に入れておき、ランダムな条件をインプットして自動的に **organizing system** を求めることができる装置。

○プログラムを紙テープでインプットする工作機械の自動制御システム。

○40のプロセスの **time chart** をプログラムとしてもったミリングの自動制御システム。

○自動制御研究用の万能形電子計算機——建設中。クロックは250 kc、磁気コアおよび2台の磁気ドラムを持ち、真空管式。

ウズベック科学アカデミーとエネルギー・自動化研究所

モスクワでは毛皮の帽子をかぶって雪の中を歩いていたのに、ここタシケントでは日中の気温は20°Cを越す暖さで、人々はまるで夏姿である。

4月10日正午前、ウズベック共和国の科学アカデミーを訪問。アリホフ総裁に迎えられ挨拶を交し、アカデミーの説明を聞く。

「当アカデミーは1943年に組織され、現在10,000名の人員を擁し、年間予算1,500万ドルをもつ。アカデミーは6部門からなり、それぞれ多くの研究所を有している。

物理・数学部門……物理数学、物理学、原子核、電

子計算機などの研究所

工学部門……電力、水力、機械、燃料、鉱山などの研究所

化学部門……化学、高分子などの研究所

地質部門……地質学、ガスおよび石油などの研究所
生物学部門……植物学、動物学、遺伝学などの研究所

社会学部門……言語および文学、哲学、東洋学、歴史学、経済学、芸術などの研究所

このように当アカデミーは原子力から電子計算機、半導体などの広範囲におよぶ科学研究を行なっており、アカデミー会員32名、同通信会員47名を擁し、各種の科学雑誌や毎年50冊以上の単行本を出版している。当アカデミーは各共和国のアカデミーと密接な情報連絡を有し、また外国の学術団体とも情報交換を行なっている。

科学アカデミーを辞去して、その足で午後1時すぎ同アカデミー所属のエネルギーおよび自動化研究所を訪問。ファジロフ教授に迎えられ、同教授の部屋で説明を聞く。

「当研究所は1944年に設立され、目下拡充のための建設を行なっている。主な研究室としては、電子計算機利用、高電圧、自動化、電気機械、遠方制御などがある。特に電力システムへの **cybernetics** 利用に大きな関心をもっているが、現状では未だ一研究室内の一部分を占めているに過ぎない。しかし間もなく独立の研究室とし、さらに将来は独立した研究所になるであろうと信じている。現在総員250人であるが、本年中には300人となる予定である。

当共和国では目下電化が盛んに行なわれており、当研究所もこれに役立つ多くの成果を挙げている。たとえば10～200サイクルの周波数変換機の開発や、複雑な電力システムへの遠方制御の応用などをあげることができる。当共和国には水力、ガス、石炭など豊かな資源を有しており、これらを利用して発電し共和国内に供給するのはもちろん、他の共和国にも提供している。当研究所は共和国内の産業その他に対し科学的援助を与えることを任務とするものである。」

ついで同教授の案内で電力、高電圧、遠方制御などの各研究室を見学し、午後3時すぎ同所を辞去する。

あとがき

ソ連における科学研究の特色は、国家的見地から組織化が徹底的に行なわれていることであろうと考えら

れる。一般的に言って研究には基礎研究から応用研究へ、さらに実用化研究へと長いプロセスが存在する。したがって研究には専門別という横の断面と、研究の段階別という縦の断面があり、それぞれの研究は縦と横という二つの次元で位置づけることができる。ソ連における研究はこの2次元の位置づけが国家的な規模で整然と組織されていることが大なる特長であり、かつまた強みであると考えられる。

具体的な例として、オートメーションの研究についていえば、基礎的な研究は科学アカデミー所属の自動制御および遠方制御研究所で、応用研究となるとオートメーションおよび機械化国家委員会所属の研究所で実施される。たとえば工作機械の自動制御という研究は、オートメーションおよび機械化国家委員会所属の工作機械研究所で担当される。このように応用研究の段階になれば当然問題は具体的になり、かつ必然的に試作や試験を伴うことになるので、大規模な実験工場が附置されることとなる。かくして研究開発が進めば最終的には生産過程にこの成果が移されねばならぬ。それにはこの研究成果が国家計画委員会に提出され、これに基づいて生産計画が立てられて製造工業の各部門に指令が下され生産が実行されることになる。

電子計算機の研究についても同様である。電子計算機の基礎的な研究は、科学アカデミーの精密機械および計算技術研究所で遂行され、応用研究となるとラジオおよび電子工業国家委員会所属の研究所で実施される。以下同様の過程を経て現実の生産にもちきたされる。

わが国を含めて西欧資本主義国では科学研究は、大学におけるもの、政府機関におけるもの、民間企業におけるものなどに大別されるが、それぞれの機関における研究の性格はさほど明確ではない。民間企業においてきわめて基礎的な研究がすぐれた学者によって追求されているといったことは往々あり得ることである反面、大学の研究がひどく実用的なものであったりする事例も決して少しとしない。

科学と技術の進歩は、科学研究の前線をますます広汎なものとし、またその深さを要求することとなる。したがってこの広大な科学の前線をさらに押し進め、かつこれを人類社会に有用に活用するためには少くとも国家的な規模での組織化を必要とすることはもちろん、さらには国際的な分担と協同とを必須とする事態

にまで立到りつつある。なによりもわれわれはこの事実を注視しなければならないと考える。

もちろん大規模な組織化というものは、いろいろな問題や弱点を伴いがちであることもまた事実である。たとえば一つの企業内で基礎研究からその製品化へと単一のコントロール下で進行する方がはるかに能率的であり、かつまた効果的であるということも十分成り立ち得る。しかしこのような事例は次第に特異なかつまた稀なケースとなるであろうと考えられる。それは多くの前提条件が満足された時に始めて可能となるものであって、決して普遍的に成立するものではないであろう。

私はここで何らかの結論を急いで出そうとするものではない。ただソ連で訪問した研究者がいつでも満足して自らの研究に没頭している様子は膚で感じることができ、また研究者の社会的地位の高いことを裏書きする事例をしばしば実際に体験した。わが国にもすぐれた頭脳の少くないこともまた事実である。しかしこれらの頭脳が力一杯仕事をする場がわが国で与えられているのか、これらの人達が社会的に十分酬いられる状態にあるのかと考えるとき、私は問題を感じざるを得ない。

ソ連における科学研究で気のつくもう一つの点は、ソ連の辺境の小共和国、たとえばグルジャヤやウズベックなどの共和国においてもそれぞれ自らの科学アカデミーを有し、多数の立派な研究所を持ってオートメーションや電子計算機など科学の第一線の研究を進めていることである。もちろん内容的にはモスクワのそれに比し応用的な色彩を強くしているとはいえ、驚異の念を禁じ得ない。

幸いにして私は、オートメーションや電子計算機利用が、鉄道という場においてどのように研究され、具体化されているかを実見する機会が与えられた。この点については別の機会でも報告するとして、オートメーションや電子計算機の研究が単に学問として深く追求されているにとどまらず、現実の社会面への応用についても実に精力的な努力が払われ、実際に効果をあげていることを附言するにとどめたい。

最後に貴重なソ連訪問の機会を与えられた、兼重先生を始め国鉄の十河前総裁、島前技師長、ならびにソ連のトラベツニコフ教授に対し、心から感謝の意を表すものである。