

ソ連, ヨーロッパのプラズマエレクトロニクス 研究の現状

— プラズマおよびレーザーに関する国際会議に出席して —

大阪大学工学部 山 中 千代衛*

まえがき

この8・9の二カ月、ソ連ノボシビルスクにおける第3回プラズマ物理と核融合に関する国際会議：8月1日～7日、英カラムにおけるプラズマ診断の会議：8月19日～22日、マンチェスターにおける第2回固体装置の会議：9月3日～6日、独ハンブルグにおける第7回 MOGA 会議 (Microwave and optical wave generation and amplification)：9月16日～20日およびポーランドワルシャワにおける URSI レーザー計測の会議：9月24日～26日に出席し、研究報告をするとともにその間を利用してモスクワ、レニングラード、ストックホルム、ミュンヘン、エルランゲン、アイントホーフェン、マンチェスター、リバプール、パリ、フラスカッチェなどにあるプラズマとエレクトロニクスの研究所を歴訪した。

第一印象は案外本質的な内容を捕捉している場合が多いと思うので、正確なデータは他日に期すことにしてとり急ぎその大様を報告することにしたい。なお専門的な学術報告は雑誌「超高温研究」に掲載の予定である。

ノボシビルスク報告

7月27日(土)午前11時横浜の南棧橋を出発したハバロウスク号は7月29日(月)午後3時ナホトカに入港した。ソ連船では1等もツーリストクラスも同一待遇である。乗組員は、男女とも勤務時間外はのんびりと水浴、日光浴、大学の実習生も大分いるようである。船は学生、若人、OL、老人、婦人、芸能人、団体セット旅行組など250人満床の大繁盛である。到着港ナホトカはちょっと青森のような感じであった。上陸の手続はゆっくりしたもので5時30分下船。インツーリストの導くまま雨の中バスでナホトカ駅へ行く。蒸暑い。日の未だ高い午後7

時15分夜行列車にのりハバロウスクへ出発。翌7月30日午前10時30分雨上りのハバロウスク着。レニン広場の中央ホテルで一斉昼食、バスで飛行場へ行く。同行のメンバー名大・高山、内田、奥田、日大・大西、佐藤、理研岡本、京大・宇尾、板谷、新潟大・今津氏らは当地で一泊。筆者、中井、阪上の阪大の三人と原研・田中氏とはノボシビルスクへ直行する。2時、3時一向に飛行機が来ない。場内のインツーリストにかけ合うと、日本人の方は日本人墓地に関心がお有りだろうからということで、シベリヤで倒れた旧日本軍の同胞の墓地を訪ねる。アルミニウムの名札が何百とコンクリートの墓標に張付く。夏草の中で冥福を祈る。5時、6時やっとイリュージョン18が準備され、途中イルクーツクで35分休み、

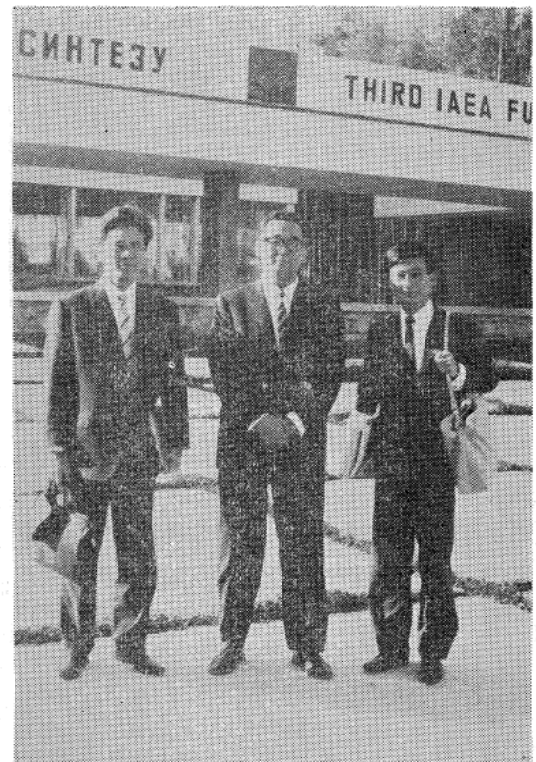


図1 ノボシビルスク会議場にて
右より中井講師、筆者、阪上講師

* 電気工学教室 教授

夜半12時30分ノボシビリスク着、時差4時間あり正味10時間30分の飛行でぐったりして着陸、日本語の上手な Frolva 夫人が夫と共に出迎え、ノボシビリスクの研究員2名も同行50kmの夜道をワゴンにて宿舎へ急ぐ。午前2時着、何とか部屋をみつけて3時就寝。7月31日(水)会議場であるサイエンスクラブを下検分する。ここノボシビリスクの研究学園都市(Akademgorodok)はノボシビリスクの市街より25km離れた独立の町で大学と多くの研究所よりなっている。この町に住むのは研究者をはじめいわゆるテクノクラートといわれるクラスのエリートに限られている。町の首脳はソ連科学アカデミーのシベリヤ部であって大学の外に核物理、熱物理、有機化学、無機化学、結晶、生物物理、遺伝学、自動制御と電気計測、数学、地球物理、半導体、化学反応と爆燃、理論と応用力学、水力学、経済学の研究所が軒をならべて立ち並んでいる。この外ショッピングセンター、映画館、銀行、運動場、住宅等よりなる。近くのオビ海はダムによりオビ川をせき止めて作った人造湖で気候調節の目的を兼ねている。ソ連としては最上の研究学園都市である。ここでは天才少年に対する数学の特殊教育が行われ、有名な見せ場になっている。ソ連人の中にも天才は特殊教育で作られるものでないという見解の人も多いのであるが、結論はどうであろうか。

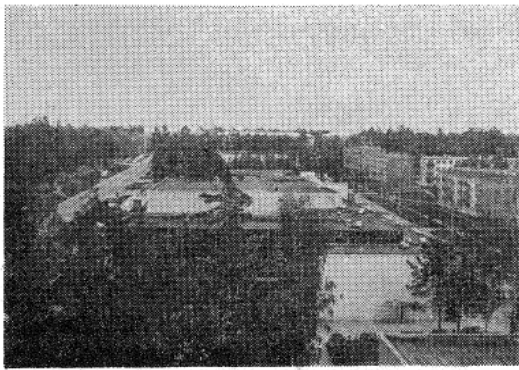


図2 ノボシビリスク研究学園都市

会議は8月1日(木)より7日(水)まで開かれ、英、仏、西、露の同時通訳で行われた。オーストリアにある国際原子エネルギー機関より、L. Agnew 氏が来て、運営の中心になっている。参会者は約300名、地元のソ連が167名、この他に大学院学生も多数加わっている。米国68名、仏29名、西独27名、英19名、次が日本の15名、以下伊11名、オランダ10名、スウェーデン7名、ポーランド6名、チェコ5名、他数名の国が10カ国位であった。論文の数は124、わが国からは筆者らの無衝突衝撃波の論文がトップ初日で以下京大の宇尾氏、板谷氏、名大プラズマ研高山、池上氏、宮原、長尾氏、日大佐藤、大西氏の6件

が採択された。会場の同時通訳は言葉によって大変出来、不出来があり、時には通訳が「The speaker should absolutely be slow down」と悲鳴を上げることしばしば、後日、レニングラードのヨッフエ研究所に行くと通訳が不足で狩り出されたという Dr. A. B. Bererin があらわれた。同時通訳として本職でない人が混っていたのでは無理もないと感じた次第である。

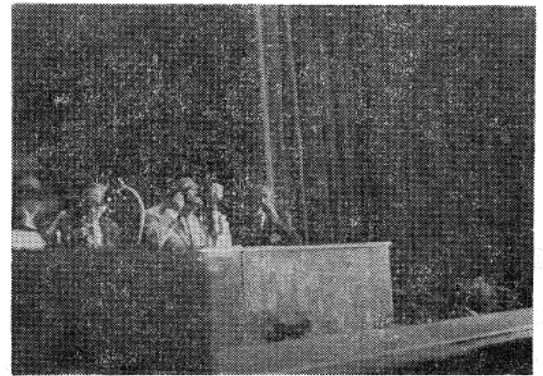


図3 第3回プラズマ核融合国際会議

筆者らの関係する無衝突衝撃波の研究発表は他に8件ありほとんどが θ ピンチを用いたもので申し合わせたように同じ内容、筆者の研究はプラズマ銃による波の駆動、セシウムのプラズマ高速流、レーザーの応用とバラエティがあってその意味ではかなり特長的であったと感じた。今後この特長を生かして、測定データを重厚につみ上げて行くことが必要である。これからの研究の動向としては磁界に斜め又は平行の衝撃波の伝ばんが中心になるものと考えられる。

ここノボシビリスクの核物理研究所は所長が G. I. Budker 氏、例の電子と陽電子のストレージングを2つ有する加速器がある。彼のアイデアはきわめて独創的で、その方面では令名が高い。付属工場でさらに大規模なものを製作中である。ここにはプラズマ部門が別があり、衝撃波のグループは R. Z. Sagdeev 氏が主任である。コスモスという太陽風モデルの実験、UN-4、UN-6 というプラズマ銃と磁化プラズマによる実験装置、水コンデンサーを用いた高速 θ ピンチ形実験装置がそろっており、いろいろのプラズマパラメーターの下で衝撃波の実験が行われている。実験は E. P. Kurtmullaev 氏がその中心になっている。Cs プラズマは女性研究者 N. S. Buchelnikova 女史が中心で非線形波動をしらべている。この研究室は女性をいただくだけあって大変生張面なしきたりと見受けた。この他小型のステラレーターとヘリカル磁界のトーラスがある。

しかし何といたってもここはソ連における衝撃波研究の中心である。

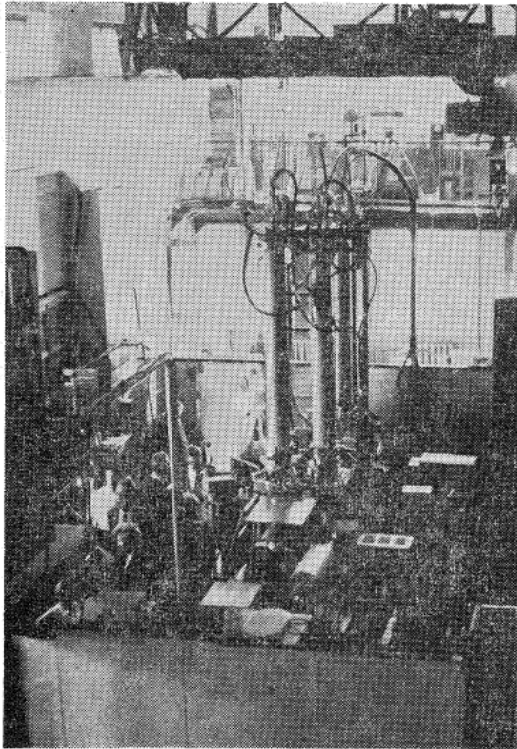


図4 ノボンビリスク衝撃波研究装置

初日の夕刻ンベリヤアカデミー主催のリセプションがあり、L. A. Artsimovich 氏以下総出の歓待で、このあとロシアの歌とおどりのショーが行われ、結構はでな演出であった。

最近ソ連においても英語を国際語として使って行こうとする空気が強く研究者の主だった人は大抵英語が分る。若手の大学院生らは片言程度の人が多いようである。インツーリストは英語の分る女性と仏語の分る女性のペアがいる。一般の人人やホテル従業員は全く英語を解らないが若干独語が通じるのは大変面白い。先にのべた Frolova Olga Pavlouna 夫人は日本語の先生で、非常に正しい日本語をしゃべり、漢字、仮名を読み書きする。ノボンビリスクの大学の講師である。この会議のため動員され、命令によって日本人学者のまわりをエスコートすることになり大いにつとめて呉れた。日頃日本人の旅行者があると、動員されるらしい。彼女位に日本語を駆使出来る人はソ連に20人位いると言うことである。レコード等で勉強したそうで未だ日本へ来たことはない。主人の Frolov Boris Alexandrovich 氏は鉾山機械の技師で、当然のことながら共働きである。子供が2人いるとか。万国博がはじまるとこの兩名は日本に派遣されてくるという話であった。彼女には Sagdeev の論文の翻訳を持ちかけた所、テープレコーダーを相手に半日きっちりつき合ってくれ、露英の翻訳が出来た。何でもノボン

ビリスクの学者の論文を国際学会に出す時、英訳をしたことがあって、よい出来であるとはめられたそうである。お礼に失礼ながら口のあいたサントリーの丸瓶を進呈したら大形の露和字典を入れて来た日本製のポケットブルバッグに入れて持ち帰った。主人が大好きとかいうことである。

ソ連ではホテルや外人の集会所にはかならず「ベリオズカ」というドル店がある。コニャックとか毛皮とかちょっと気のきいたものをドルとか円で売っている。外貨吸収の政策であろうが、これがソ連人のドル買を助長しているらしい。公定1ルーブルが400円、すなわち1.1ドルであるが、実勢はその5分の1とも言われ、街頭でドル買の声をよく聞く。たとえば Frolova 夫人の給料は200ルーブル、主任研究員で800ルーブル、邦貨換算それぞれ8万円、32万円というのは強制レートである。実効購買力はおおの1.6万円、6.4万円程度。家賃その他の安さを考慮しても、低い感じで民生安定はまだまだと言うのが本来の姿であろう。

中日4日(日)はリクリエーション。会議がチャーターした汽船にのりオビ海巡航。この湖は長さ300km、巾50km、半島に上陸し昼食、にぎり水の中で水浴する人多数、多くの参会者と、相互理解を深め、午後11時帰港した。

会議ではインフォーマルミーティングが盛んにひらかれ、衝撃波についても2回、筆者らの関心の対象であるレーザープラズマについても、私の Popoular 氏主催で開かれ、日本の研究計画に関し詳細な報告を求められた。

私は CGE の J. Rabieux 氏がレーザーを用いたプラズマ生成の研究を分類し、直接核融合の可能性とプラズマ源としての取扱の比較を与え、これに対応するレーザーの性能を示した。米の A. F. Haught 氏、M. J. Rubin 氏は互に競合関係にあるが共に磁界中にプラズマをとじこめる計画をすすめている。伊の B. Brunelli 氏は重水素の水を作る方式に熱心であるが大出カレーザーを持たぬ点が弱点となっている。

ソ連 Lenedev 研究所の Skilkov 氏は、中性子発生の要点を紹介し、Ralvinovich 氏も多重光量子電離とか、UV レーザーの報告を行っていた。

この会議ではプラズマ物理に関する基礎的分野のセッションが半分近くをしめ、大型装置の研究発表はやや減少気味であった。しかしソ連のトコマック装置は地道な積み上げが行われた結果出色の出来との評判をもらった。ただ同種の研究装置が他国で追試されていないため、正確な判定は後日にのばされたようである。しかし一般的に言ってトロイダルシステムの方がより有望と考えられ、オープンエンド型の装置はより基礎的な面で活路を見出

すのではないかとの意見が多かった。内部導体型の装置は、マイクロ不安定がないのでカラム会議では評判がよかったが、その後、導体面の損失もあり特に低密度、低温度領域での実験であるため核融合装置につながるものではないというのが一般の評価である。

かわってプラズマフォーカスとかレーザープラズマの登場があり、この種のパルスシステムが今後盛んになって来る気配がある。無衝突衝撃波もタービュレンスと関連し今後ますます研究されるであろう。

8月6日(火)夕 Agnew 氏主催のカクテルパーティーその後、大阪大学へ来たこともある当地の Soloukin 教授がカリフォルニア大学の Van Atta 氏とその令息、内田氏と筆者を夕食に自宅へ招待、林の中の住宅に行く。日本で言うと中流のコテジ風の建物である。敷地は大変ひろく隣の家にはコーネル大学から来たアメリカの燃焼の専門家がいる。一年滞在している由。Soloukin 氏は現地における本会議の責任者で大変いそがしくしていたが、今夕は会議も終りに近づきほっとした所であった。日本とも研究者の交換をしようと話す。特に国と国との交渉が面倒であれば、大学同志でやればよかろうとも言う。とに角この国の学者は個人的に接触するときわめて友好的である。帰途、夫婦でホテルまで徒歩で送ってくれた。ところが一方、インツーリストの女の子でも机をはさんで応対するとたちまち、木で鼻をくくったような態度になるのは何とも不可思議な現象である。

モスクワ報告

今回の国際会議に際し関係の研究所はすべて視察に開放するというので大いにハッスルし、7日(水)会議の終るや否や午後4時30分ホテルを出発。飛行場にかけて6時、7時15分離陸、きわめてやかましい飛行機で一路モスクワへ出発した。まず爆撃機並み、満員の乗客、まずい食事、5時間の夜間飛行の後、モスクワ時間9時着陸、インツーリストのスロモーターサービスで、いらいらしながらウクライナホテル着11時30分、スターリン自慢の見た所きわめて豪華で、きわめてサービスの悪いホテルの一室に落ちついたのが翌8日(木)午前1時であった。この日当然のこのように夕食をとばされた。

8月8日(木) ラジオ工学とエレクトロニクス研究所を見学。ここはアカデミー会員 V. A. Kotelnicov 氏が所長、A. E. Basharinov 教授に連絡してあった所、研究所の Dr. N. N. Zalogin がウクライナホテルまで迎えに来てくれる。この研究所はモスクワの中心部にあり、元モスクワ大学の古風な建物にある。Basharinov 研究室は、電波伝播、衝撃波、焰の特性、水のレーザー等を研究している。当日は休暇で会えなかったが、その後ド

イツ、ポーランドで話しあった M. E. Zhabotinski 教授の研究室では筆者と同じ液体レーザー、ガラスレーザーを研究している。今年の始め頃来日した U. Kislov 教授は電子管の担当である。昼食は研究所の主だった人人とホテルモスクワに招待された。3時過ぎより Dr. Bugavev と Dr. Zalogin が研究所の車ボルガでモスクワを見下ろすレーニン丘のモスコウ大学、科学アカデミー、クレムリンを案内して呉れた。例の赤い広場、ウスペンスキー寺院、イワン大帝鐘楼、つり鐘の王様、大砲の王様を見物したが、クレムリンの改築工事に工兵隊が動員されて建築工事を実施しているのはちょっと変わった風景であった。



図5 ソ連科学アカデミー

8月9日(金) P. N. Levedev 研究所見学。バスが迎えに来て、筆者ら2名、仏1名、ドイツ3名、イギリス1名が参加。ここは物理全般に関する研究所で総員3000人、研究者800人をかかえている。まずプラズマ関係の M. S. Rabinovich 氏の所で総説を拝聴する。彼はレーザープラズマにも関心があり、ノボシビルスクのレーザーのインフォーマルミーティングにも顔を出して一席ぶっていた。現にレーザーのグループを配下に持っている。当研究所で筆者と旧知の Krokhin 教授とは別のグループである。ここには9研究グループがあり、最近はラジオ天文学と宇宙物理に力が入っている由である Rabinovich 氏の話によると主たるグループとして核物理グループ Frank 教授、光メソン関係 Lasarev 氏、Cherenkov 氏、高エネルギー電子、宇宙線関係 Girno 氏、Fan 氏、光学、分光関係 Sushinski 氏、Mandelstein 氏、量子エレクトロニクス Basov 氏、このグループに Krokhin 氏は属している。高周波振動 Prokorov 氏、半導体、低温等々、Rabinovich 氏のグループは、プラズマ加速器とプラズマ物理であって理論関係15名、実験は次の4部門に分けられる。11MWの電力源を持ち、200 KGauss の界磁がある。

(1) ステラレーター、I. S. Shpigel 氏が中心で、3台

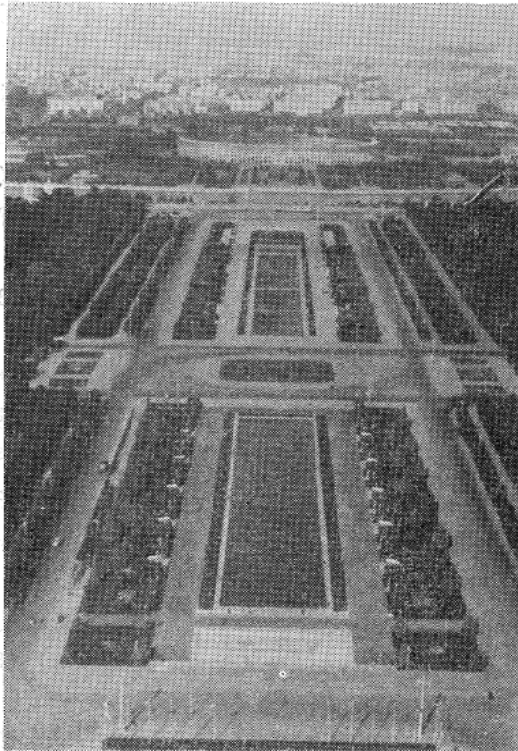


図6 モスクワ大学より市街を望む

のステラレーターを持ち特殊のユニットコイルで磁界のシッターが可変になるよう工夫している。クルチャトフ研究所のような大形をねらわず小形で多様化を考慮している。一般に、ここでは無衝突プラズマが対象とされている。Rabinovich氏によれば米プリンストン研究所はブルドーザーのようでその通ったあとは草1本ないと言っていた。

(2) プラズマと電磁波の部門 M. Batanov 氏

1958年輻射によるプラズマ加速の問題を研究しはじめたが不安定性があらわれ、非常に困難な局面にあった。最近バンチプラズマを対象にして加速を考慮している。また不安定性をテーマにしてタービュレンスへの移行等も調べている。Cs プラズマも持っている。

(3) レーザーの多重光子電離 W. B. Delone 夫妻
Nd ガラス、ルビーとそれぞれの2倍高調波レーザーを用意して実験中である。

(4) レーザースパーク J. A. Askarian 氏
いろいろレーザー放電の実験をやっている。これらのグループで年に60~80論文を発表する由である。何かノルマのようなものがあるような気がする。

このあと Krokhin 氏を訪ねる。彼は休暇中をわざわざモスクワに戻り、待っていてくれた由。Bason 氏配下の量子エレクトロニクスのグループは半導体レーザー、ガスレーザー、光学標準と彼の大出力ガラスレーザーとよりなっている。Krokhin 氏は1昨年来日している。

その時には 20GW 100J. 5ns のガラスレーザー開発の話聞いたが、最近モードロックレーザーを用い 30J, 10^{-11} S のパルスを開発中で、LiD のターゲットにレーザー光を入射し、この時発生する高温度小スポットでは 10^{-10} 秒の間密度は固体と同程度、温度 2KeV のプラズマが発生するとか。この時統計的に見てレーザーと相関のある中性子を検出した由である。レーザー電源は 1MJ, 増幅レーザーは 5 段よりなり増幅利得 10^4 , ガラスロッドは直径 45mm, 長さ 60cm, ポンプ用ランプは 6 (15KJ×6) モスクワ電子管工場製 Nd の濃度は初段 7%, 出力段 3%, ビーム発散角 10^{-3} rad, ガラスロッドの破壊限界は 10^{-11} sec パルスで 10^{11} W/cm² 以上, 5ns で 10^6 W/cm², このガラスは磁器ルツボで作られ白金を含まぬもので、レニングラード光学機械ユニオン (AOMO) のロモノソフ工場で作られている。

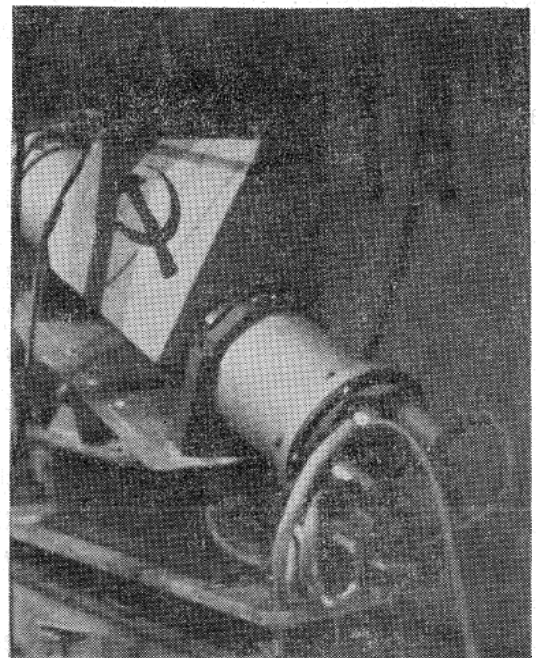


図7 レベデフ研究所 大出力ガラスレーザー

8月10日(土) もう一度来ませんか ということで再び Krokhin 研究室訪問、あれこれ細かい所を調査し、昼になり彼の車モスクワピッチでレストランスポーツニクへ食事に行く。ワインを飲んで4人で大体20ルーブル見当のようである。1ルーブル400円の公定で換算しても1人当たり2000円、したがって食事は日本の方がはるかに割高である。

ピエゾ点火ガスライターを進呈すると大層珍らしがっていた。ただしガスが切れたらどうするのかこの方が心配である。その後彼の車でノボデピッチ僧院へ行く。ここは多くの教会が博物館になった現時点で、なおロシア正教の教会として生命を保っている所、このような場所

生産と技術

が20カ所位モスクワにある由である。聖人の墓の前で十字を切る老人引きもきらず、丁度僧院の中でおつとめがあり、入口でローソクを買って中に入る。若い僧がロシア風に香煙をふりまきながら参詣者の間を祝福してまわると、土下座で祈祷する人もあり、コーラスが流れ、敬虔に神をたたえるさまはマルクスレーニン主義のソビエトロシアと何かちぐはぐで大変印象が深かった。

この時節では日が暮れるのは10時近くである。

8月11日(日)は休養日。タクシーでメトロポールホテルのNo.4ホールへ行き、観光バス登録、このあと赤の広場のレーニン廟へ行く。例によってロシア人延々4kmに及ぶ行列をつくり入場を待っている。10~11時が外人用の時間というがもうとくに過ぎている。割り込みを計画、巡査に旅券をちらつかせて長蛇の列の先頭にとび入り、レーニンのミイラを見物する。ナトリウムランプの照明で真偽の程はさだかでない。あとはモスクワ一般の観光ルートにのる。米人観光客がやたらと多い。雨が降ってやや寒くなって来た。

8月12日(月) 原子力委員会所属のクルチャトフ研究所をバスにて訪問する。同行者約30人位。厳重な管制の門より入り会議場にて主任研究員の Panov 氏が内容の概説を行なう。この研究所は設立以来25年を経過しており、当初の目的は米国の原子爆弾開発に追付くため設立されたものである。シカゴ大学においてフェルミが最初に原子炉を臨界運転に持込んだのに5年おくれ1946年12月に臨界に成功した由である。1955年アカデミー会員 Saharov の提案でプラズマ関係の研究が開始され、L. A. Artsimovich や理論家の M. A. Leontovich が中心となっている。この他に基礎科学として核物理、固体物理、生物物理等があり、各建物は森の中に分散してなかなか全貌はつかみ難い。

プラズマ部門については総人員800人、内研究者200、技工等600であって大体次のような編成である。テーマと主たる研究者を例挙すると Artsimovich グループは

1. Tokomak L. A. Artsimovich, V. S. Strelkov
2. High Frequency Stabilization S. M. Osovets, Y. M. Glagorev
3. Open end machine PR-5, PR-6 M. S. Ioffe
4. Plasma Focus N. V. Filippov, A. I. Morozov

この部門は大きな工場のようなE形の建屋にあり、大型装置のまわりには小型のテスト装置が数にして10程度配置されている。小装置は1, 2の研究者と技工数名より編成されたチームに属し個々の問題点を解明するという方式である。これらの結果が集約されて中心装置の設計、研究、改造に寄与する訳である。このような積上げ方式はいかなる計画においても常に取られるべき方策で

あると思われる。わが国においてもロケット開発はまさにこの道程にそって進んで来た。プラズマ研究が一発ホームラン式アプローチをねらってあえなく三振を喫することがないように、とくに新研計画に関して、当事者は熟考される必要があろう。問題は会議の積重ねではなくて、予備実験が数多く行われ、その上にプロジェクトが積上げられるということである。

Tokomak は周知のようにソ連の看板装置、直径3m位の太いトラスできわめて均一なたて磁界 35KG をもち、オーム電流 100KA を変圧器式に流し、プラズマ密度 5×10^{13} 、電子温度 300ev を得ている。この状態で10msのエネギーとじこめが観測されている。粒子のとじこめは小形装置ではさらに長いことが分っているが大形器では未測定である。プラズマの分布を多重チャンネルのマイクロ波で精密にはかる計画である。

高周波安定化研究では動的な安定化を目標とし進行波をコイルに沿って走らせ、密度 10^{14} 、電子温度 30~35ev のプラズマを対象にしている。

最近の話題であるプラズマフォーカスが簡単な装置の割によい結果を出している。電流の立上りは、 5×10^{11} amp/sec、圧力 0.1~1 torr の重水素中で中性子、X線を発生している。

P.R. 5, P.R. 6 はミラー装置で電子ビームを通じて実験している。

第2のグループは大型入射装置で別の建屋にある。

5. OGRA I, II D. A. Panov

6. Ioninjectors N. N. Shemashko

有名な OGRA I 形はイオン源の性能向上に対応して再建中である。ミラー中に1.3Aのイオン源を導入し、バーンアウトをねらう計画である。II形は、密度 10^8 程度で不安定性の研究に重点がおかれている。

イオン源の研究はリバモア形を採用し長足に進歩しているようである。

第3のグループも別棟にあり

7. Turbulent heating E. K. Zavoysky

8. Shock Wave G. E. Smolkin

が中心のテーマで逆方向プラズマ流の間のイオン音波不安定による乱流加熱と無衝突衝撃波の研究を実施している。筆者らは主として専門を同じくする Smolkin 氏の所で無衝突衝撃波の実験について話し合った。Image intensifier と Image converter の組合せをうまく使っている。

レニングラード報告

8月13日(火) レニングラードへ移動、ホテルモスコーに宿る。

8月14日(水) タクシーによりヨッフェ研究所訪問、レーザー関係の Zaidel 氏は心臓病のため入院中、副所長格の N. V. Fedrenko 教授に会う。所長はアカデミー会員 B. P. Konstantinov 氏で全員で2000人、この下に原子核部、固体物理部、Tuchikevich 氏、ポリマー工学部 Zukof 氏があり、プラズマ部門は、診断と核融合に分れている。前者は3部門あり、粒子計測、原子衝突断面積の決定等の基礎部は Fedrenko 氏の所管、中性粒子エネルギー分析器が同時計数の手法を用いて完成している。光学計測が Zaidel 氏、レーザーの散乱計測プログラム等も扱っている。核融合部は V. E. Golant 氏の所管の高周波とプラズマの相互作用、マイクロ波計測、ターブレンス、トロイダル装置と B. P. Peregoud 氏の minimum B に関するトポロジカルな磁界研究がある。これはたて磁界をもつトーラスの大径を0にした時磁界面等を対象にしている。

午後7時 Fedrenko 氏が車で町を案内してくれる。レニングラードは大変美しい町で、海洋性の気候である。

8月15日(木)、Fedrenko 氏の連絡によりエフレモフ研究所より V. V. Piroqousky 氏が筆者ら2名をホテルまで迎えに来る。同行布望者がその後増加し米人の Marcus 氏を同道、内田、奥田、板谷氏らも参加。この研究所は電子物理装置の研究所で所長は E. G. Komar 氏、ここは1946年に設立され、あらゆる型の加速器を設計するのみならず現在では核融合研究装置を設計し、全ソに供給している。Tokomak Ogra, I, II, PR-6 などもここで設計建設された。プラズマ研究は L. W. Dubovoy 氏らの少数グループが行っている。全体では工学畑の人が多く、全人数は1500人、目下拡張工事中である。

日本人の訪問者は最初である由、所長 Komar 氏は日本のエレクトロニクスに大層敬意を払っている。彼の自慢話は1956年 Kurchatov 視察団が英国のプラズマ装置 Zeta を見学し、このコピーである α 装置を作ることになり、無よりスタートして6カ月で見事に完成したということである。この時は資金、人員は全く制限なしに、建設を実施したそうである。現在はもはや退役して、記念物になっている。所長の説によると研究者は装置作りに時間を空費すべからずむしろ出来た装置のボタンを押すのに専念すべしという。ここに本研究設立の意義があるらしい。ウオトカで乾杯して辞去する。

このあと筆者ら2名は Piroqousky 氏に送られて飛行場へ、5時10分離陸、一路ヘルシンギへ向う。乗機カレベルは極めて静かで快適、まるで別世界へ出てゆくような気持であった。

このあとストックホルムの王立工科大学を手はじめに

欧州の研究所を視察したのであるが、大分子定の紙数も越えたので欧州報告は参加した国際会議のスケールと内容および訪問先を示すにとどめたい。

むすび

今度の出張に際して学術的には始めに述べた国際会議に出席し研究発表を行うと共に調査事項として大出力レーザーの開発状況とその応用ならびに無衝突プラズマ中の衝撃波研究の動向を明らかにすることが当面の目標であった。この外に内心ひそかに期待していたのは、ソ連の科学技術の開発のすすめ方、たとえば月ロケットに代表されるようなトップレベルの研究はいかにして達成されたかを感知することであった。ところが一見なかなか真相がつかめない。どの研究所に行っても個々の局面ははなはだ旧弊である。アメリカの研究所のようなスマートさがない。測定器もそれ程目新しくはないし、方法も地味である。研究組織も個人的つながりが重要で、ソ連らしさが見えない。

それにあらを探せばいくらかもある。ちょっと話が余談になるが研究都市ノボンピリスクの唯一のホテル、ゴールドンバレーのエレベーター等は学生が実習に作った位にしか見えない粗末なものである。本製の扉はおさまりが悪く、ややもするとスイッチのコンタクトが働かない。がたがたやるとやっとスタート。各階行のストップを示す押ボタンはメモリーがないから第1番に押された階へ直行するという始末である。この町には自動制御の研究があるが全くこれとは無縁である。

このような現場に出会うと全く判断が混乱してしまう。それではわれわれは何にソ連科学技術の進歩を保証する鍵を求めたらよいのであろうか。筆者の答はまず第1に科学技術を尊重する姿勢が根本であると思う。この原則が確立すると当然の帰結として、科学者、技術者の大量養成と十分な資金の投入が行われる。共産主義社会では自由競争の原則は成立しないとよく言われるが、ソ連の科学技術者の競争は激甚である。テクノクラートは弱肉強食の世界におかれる。ノルマさえこなせばよいというムードは一般大衆にのみ許されている。テクノクラートといえども数が多い。したがってせり合がきついのである。せり負けた者は大衆のレベルへ還元される。獨創性が尊重され、奨励され、時に非現実的空想的論文があらわれることがあるのも、この政策によるためである由。

それから資金の投入は α 装置の例で示したように、政策的に行われる。計画経済であるから必要に応じ民生を圧縮すれば、相当の資金はたちどころに用意出来る。

次に言えることは先のエレベーターの例で分かるように極端な技術の集中が行われる。必要であっても政策と

生産と技術

して重点でないものは全く野ばなしの状態におかれる。この国では自然的な経済原則による技術の平均化作用は全くおこらない。煙草に火をつけるのにライターは不要という訳であろう。

われわれとは全く、異質の道を歩んでいる。われわれ日本の経験では、現在までのところ自由経済の道の方が人民にとって幸福であるように見える。経済競争の最終目標であるユートピアが同じであるとすれば、その途中

においてわれわれの方式の方がはるかにすぐれている。しかし今後が問題である。道草は許されない。わが国も科学技術による立国を国是として大きく前進する必要がある。精神文化はさておくとして、物質文明は科学技術の進歩により決定づけられる。科学技術は人の養成と資金の投入と時間の積で定まる。このどれを欠いても国際競争に勝利は得られない。この自明の原理がわが国では未だ政治に十分反映していないように見える。

付 表

日 時	訪 問 先	場 所	研 究 者	内 容
8/ 1 木 8/ 7 水	第3回プラズマ物理と核融合研究国際会議	Novosibirsk Akademgorodak USSR	R. I. Soloukin R. Z. Sagdeev R. Kh. Kurtmullaev	会議 衝撃波、プラズマ
<small>参会者—論文数, 276-127 (USSR 167-36, 米 68-33, 仏 29-9, 西独 27-12, 英 19-15, 日本 15-6, 伊 11-5, オランダ 10-3, スエーデン 7-1, ポーランド 6-1, CSSR 5-1)</small>				
8/ 8 木	Inst. of Radio Eng. and Electronics	Moscow Prospect Marx USSR	A. E. Basharinov M. E. Zhabotinski	プラズマ 液体レーザー レーザー
8/ 9 金 8/10 土	P. N. Levedev Institute	Moscow Leninsky Prospeet USSR	M. S. Rabinovich O. N. Krokhin	プラズマ 大出カレーザー
8/12 月	I. V. Kurchatov Institute of atomic energy	Moscow USSR	L. A. Artsimovich G. E. Smolkin	プラズマ 衝撃波
8/14 火	A. F. Ioffe Physico Technical Institute	Leningrad USSR	N. V. Fedrenko B. P. Peregoud	粒子計測 プラズマ
8/15 水	D. V. Efremov Scientific Research Institute of Electro-Physical Apparatus	Leningrad USSR	E. G. Komar	加速器 プラズマ装置
8/16 金	Royal Inst. of Technology	Stockholm Sweeden	Carl-gunne Fälthammer L. Danielson	プラズマ 天体プラズマ
8/19 月 8/22 木	プラズマ診断会議	Culham Lab U. K.	P. A. H. Saunders J. W. M. Paul D. E. Evans A. N. Dellis N. J. Peacock	レーザープラズマ 衝撃波 レーザー散乱 μ散乱, 赤外 プラズマフォーカス
<small>参会者—論文数151-48 (英 67-16, 独 20-9, 仏 19-6, 米 7-5, 伊 6-0, スエーデン 4-0, カナダ 4-2, 日本 3-6, スイス 3-0)</small>				
8/27 火	Inst. für Tech. Hoch Schule	Arcisstrase	H. Prinze	高電圧工学
	Siemens AG zentral Lab für nachrichtentechnik	Hofmannstrase München germany	D. Rüb G. Zeidler H. Kiemle	レーザー ホログラム
8/28 水	Inst. für plasma physik	Garching Germany	R. Wienicke K. Büchle	レーザープラズマ 衝撃波

			H. Klingenberg U. Shumacher H. Röhr	θ ピンチ タービュレンス 散乱
8/29 木	Siemens zentral Lab.	Erlangen Germany	H. Düll	半導体磁界測定 超伝導
9/2 月	Philips Research Lab	Eindhoven Holland	W. J. Wittman	CO ₂ レーザー
9/3 火	固体装置会議	Univ. of Manchester	E. H. Rhoderick	会議
9/6 金		Inst. of Science and Technology, UK		光検出素子 I. C. 薄膜
参会者一論文数315-32 (英 235-26, 米 23-3, 独 8-0, スイス 8-0, 日本 6-2)				
9/6 金	University of Liverpool	Liverpool U. K.	J. M. Meek J. D. Craggs K. R. Hearne	気体放電
9/9 月	CEN	Fontane-aux-Rose France	P. Hubert R. Papoular R. Aymar M. Trocheris	プラズマ レーザー マイクロ波 散乱
9/10 火	CGE Centre de Recherches	Marcoussis France	J. Riffard J. Robieux H. Mallet	レーザー 非線形光学
9/11 水	CEN	Sacley France	T. Consoli L. Slamer	レーザー プラズマ
9/13 金	Laboratrio Gas Inizzati	Frascati Italy	A. Manus B. Brunelli C. Marton	プラズマ物理 レーザー 衝撃波 CsQ machine 核融合 プラズマフォーカス 爆発磁界
	ESRIN	Frascati Italy	B. Proca G. Fiocco E. Jordan	レーザープラズマ 散乱
9/16 月 9/20 金	第7回マイクロ波と光波 の発生と増巾 国際会議 MOGA	Universität Humburg Germany	F. W. Gundlach	半導体装置 量子エレクトロニクス ビーム装置
参会者一論文数358-218 (独 161-36, 英 57-18, 仏 47-14, 米 34-32, スイス 9-1, 日本 8-7, USSR 6~6)				
9/18 水	Impulse physics Institute	Humburg Germany	B. Frügel	ストロボキン ナノ光源 レーザー加工機
9/20 金	Institute für angewandte physick	Humburg Germany	H. Raether	電子なだれ

9/24 火 9/26 木	レーザー計測会議 (URSI)	Warsaw Poland	S. Hahm	光学標準 エネルギーパワー測定 プラズマ計測 周波数計測 干渉計測
参会者—論文数80—42 (ポーランド 26-1, USSR 20-18, 米 10-11, 仏 9-7, 東独 4-2, 日本 1-1)				