

工学部・電離層研究施設の歴史と人々

大家 寛（東北大学名誉教授、福井工業大学名誉教授）

1. 設立

昭和 36 年（1961 年）、電離層研究施設が設置されたが、当時の文部省令で大学に設置された研究施設としてまだ広くは普及していない組織だった。この年、同時に東京大学では地球物理学研究施設、そして名古屋大学には宇宙線望遠鏡研究施設が発足した。当時聞きなれない組織であったことは、ちょうど時期的には、孤児やあるいは障害をもつ人たちのケアのための施設が社会現象として広く知られていたもので、関連教室の教授たちは、冗談ではあったが、そうした施設と間違ふ風情を示した。

その設立には、宇宙時代の到来が主因であるが、我が国でスペース・フィジックスに取り組む気概に満ちたリーダー達の情熱に文部省、とくに飯田調査官を中心に国際学術課が対応してくれた結果である。この施設設立には、京都大学では青春時代に文部省電波物理研究所で活躍された前田憲一教授が関わり、東京大学では永田 武 教授、名古屋大学では関戸弥太郎教授、このほか東北大学からは加藤愛雄教授、そして東京大学天文台の畑中武夫教授も大きな影響力を持っていた。1957 年、我が国も国際共同研究、国際地球観測年に参加し、宇宙空間の研究活動が大きく芽を吹き始めた。国際的に立ち上がりだした、スペース・サイエンス、および、スペース・フィジックスに対し、宇宙科学、および、宇宙空間物理学という言葉を提案したのは永田教授と聞くが、彼が我が国の研究者組織の育成を目指し、すでに述べた各大学のリーダー達と学際的に共同研究の協力網を密接に構築して得られた成果である。

こうした、学際共同研究網の歴史はまったく新しかった。大学の組織は、大学事務局が動き、学部長指導で進むのが前例であったが、研究施設の設立は、大学側に立てば、一教授の設立成果と理解されかねない状況で、各大学で新発足の施設は運営面や事務構成の労苦は否めないものがあつた。しかし、我が国の宇宙科学の黎明期に躍如としてその任に当り、確かな成果を出してきたことが歴史に深く刻まれている。

2. 第一期 (1961 年～1966 年)

2.1 構成員

1961 年 4 月より筆者は工学部電子工学科、前田研究室・助手として、赴任し、前田教授からの要請で電離層の電波観測を主任務とし、自らはロケット実験への参加も希望していた。しかし、電離層研究施設の発足が決まり、理学部地球物理学科博士課程を終えた桜井邦朋氏とともに 電離層研究施設助手となり、工学部電子工学科・講師から昇任した加藤 進 助教授と施設発足の諸準備と事務作業に入った。

施設長は工学部長に預けられたが、設立の主旨は前田教授の電離層研究にあつた。関連して、東京大学地球物理研究施設は南極でのオーロラ観測と宇宙空間の電波、特にホイッスラー空電観測を謳って柿岡に施設拠点を置くのに対応し、京都大学電離層研究施設は宇治構内を本拠地として電離層の垂直電波打ち上げと VLF 電波観測の実施が謳われていた。電離層垂直電波打ち上げは、実は、前田教授が当時の郵政省電波研究所の前身である電波物理研究所時代から当研究所の業務として実施されてきていたもので、京都大学に赴任後、国際地球観測年参加のプロジェクトの一つとして、

工学部電子工学科の構内にて実施されていた、しかし、その成果は電波研究所が果たした本格的な内容に至っていなかった。また VLF 電波観測も計画された宇治構内は既に高度に都市化され、設置された 60m ループアンテナも人工電波雑音の前にさして威力は発揮できない状態であった。むしろ、電離層研究施設・設立の学界への大きな貢献は、京都大学を背景にした、優れた人材育成にあった。設立を期したリーダーとしての本心もここにあったであろうことが、汲み取られる。即ち、当時を振り返ってみると、前田教授は研究予算のため表向き表明されたとの観測にも率先して携わらず、助教授や助手に義務的研究テーマとして要請しその成果に依存していた。しかし、大きな貢献は電離層研究施設の人的構成を指導した点に見られる。

設立年度の秋、前田教授の意向により、電波研究所から大林辰蔵氏が電離層研究施設の超高層物理学分野教授として招聘された。37 歳の新進気鋭の教授で、その学問への情熱、周囲のスタッフ、及び学生に及ぼす影響は画期的なものがあった。その後、この研究施設から我が国はもとより国際的指導力をもった研究者を輩出する原動力となったのである。

2.2 研究内容

i) 理論研究

後に述べるロケット、人工衛星観測における貢献とは対比的に、地上観測では、見るべきものはなかったが、電離層研究施設の第一期を特徴づけるのは理論研究で、世界に先駆けて計算機実験の芽を育てる場ともなった。また、大林教授は電離圏から先へ関心を強め、当時アメリカの研究者達が鋭意志向していた磁気圏研究へと向かっていた。Axford – Hines が磁気圏対流理論を出した直後で、磁気圏構造に関心を寄せ、磁気圏にカルマンの渦の存在を仮定し、流体相似の力学モデルの提案をしている。研究の流儀は深く穿った独創性よりも、発表されている個々の研究に対し統合した見通しを与え、学問内容への情熱的理解が当の研究者に対し自ら気づかない研究内容への意義を認識させ、その興味を掻き立てる指導性があった。

加藤助教授は大気潮汐波の研究に取り組んでいた。その後、二年間オーストラリアで Martin 教授を訪ねての研究期間も通じ、大気潮汐波のセミ・ダイアーナル現象を見出し厳密な理論を完成させている。大気と電離圏の問題を開拓して行く大きなスタートで、後に電離層研究施設が超高層電波研究センターへ展開し中間圏研究に向かう上で大きな貢献をする出発点となっている。

桜井助手も理論とデータ解析を中心とした研究者であった。大学院生時代から関心を持っていた太陽電波放射とフレアの原因を究明していたが、太陽プラズマ中の電磁流体波等、当時としては最先端のテーマに関心を寄せていた。他局で観測されている電波源のデータに対し太陽面プロットを行い、経度方向の左右非対称性を見出していた。その研究スタイルは研究現場主義ではなく、豊富な文献知識を得意としていた。

ii) 実験観測研究

大林教授は、電離層研究施設の研究内容を自らが得意とする理論的解析研究に閉じず、実験研究の可能性を模索していた。電波伝搬を利用した電離層電子密度構造の観測に常に関心を注いでいたが、当時、米国で行われていた飛行体から発信される電波の Doppler 効果に関する研究を取り上げていた。この研究の一環としてスタンフォード大学と共同で OGO 衛星の観測も実施している。前田教授がリーダーとしての役割を持って大きく関わっていたことも反映し、ロケット観測にも乗り出していた。観測の一つとして中波電波・放送局からの電波に対するロケット運動による Doppler 効果を使い D 層電子密度分布を観測するプロジェクトを立てた。これは、当時、同志社大学教授であった小川 徹 氏との共同実験として試みられた。また D 層電子密度モニターを心掛けたリオメタ

一の設置も試みられた。しかし、どれも、継続的でなく、本格観測とは言えなかった、多忙であったこともあるが、理論研究のリーダーとして、実験は他者に譲るとの考えであったかもしれない。

こうした時期 1963 年から、大家助手は、インピーダンス・プローブの開発に着手している。動機は本人が宇宙観測に乗り出す新しいテーマを求めている時に出された大林教授の示唆による。当時、我が国ではラングミュアー・プローブに交流を重畳させることを着想した高山プローブを原型とするレゾナンス・プローブが一世を風靡していた。大林教授はこれと対抗する計測器として NASA ゴダード研究所で試みられていたインピーダンス・プローブをイメージして、大家助手にその開拓を託していた。簡単な追試から NASA ゴダード研究所で試みられていたインピーダンス・プローブは浮遊容量から来る原理的な誤差が免れないことが判明し、当時研究歴の一こまとして大変興味ある経過をたどったのであるがまた、レゾナンス・プローブはイオンシースの存在から、やはり、測定結果に 40~60%にも及ぶ原理的な誤差が避けられないことが判明した。大家助手はそのどの誤差も含み得ない原理的に誤差 0%の周波数箒引ブリッジ型・インピーダンス・プローブを開発した（当時ジャイロプラズマ・プローブと命名されたが、他のプローブ研究者たちはこの名を避け、インピーダンス・プローブと言い慣わした）。現在でもロケット実験で、最先端で使われているインピーダンス・プローブである。この新しいプローブ創出の成果は以降、我が国の飛翔体による観測において、電離層研究施設が大きな推進役を務める原動力となったと言っても過言でない。

iii) コンピュータ実験の誕生

大林教授は自らは実施するか否かを問わず、新しい領域を開拓することに指導性を発揮していたが、そうした貢献として、次に大きく取り上げられるのはコンピュータ実験プロジェクトの始動である。その契機は、やはり、米国の研究チームの試みにあるが、それまで常識としてきたコンピュータを解析的計算機として使うのではなく、コンピュータの記憶素子をプラズマ・エレメントとして配置し、エレメント間に働く最も原初的な電磁力のみアルゴリズムとして扱う、即ち、計算機を実験媒体として用いる思想によるものであった。大林教授は計算機利用に造詣の深かった津田孝夫講師にこの情報を伝え、その指導下にあった当時大学院博士課程学生佐藤哲也氏などが鋭意この領域の開拓を始めた。当時まだコンピュータの計算機資源は乏しく、たぶんに非線形問題への取り組みなど、思想的取組に終わっていたが、このとき練られた思想と手法は後に京都大学理学部・助手を経て東京大学地球物理研究施設・助教授になった佐藤哲也氏に受け継がれている。彼は世界をリードすべく計算機シミュレーション分野の誕生を促し、これは、さらにその影響を強く受けた松本紘助教授によって大きく成長させられている。これは後に電離層研究施設が発展した超高層電波研究センターのプロジェクトの一つとして花開いている。

3. 第二期（1967 年～1973 年）

3.1 構成員

1967 年度、大林教授の東京大学宇宙航空研究所・教授への転出で電離層研究施設の設定は終了し第 2 期に入る。この年は電離層研究施設に第二部門が設立され、第一部門（超高層物理学）は教授 加藤 進、助教授 大家 寛、助手 坂口 瑛、麻生武彦（一時、助手、北 一麻呂、田畑孝一であったが、転出）第二部門（超高層電波工学）は教授 小川 徹、助教授 桜井邦朋、助手 荒木 徹・薮崎 努 の布陣であった。

電離層研究施設の骨格の形成と運営の基礎は依然、前田教授の構想の中にあったが、大林教授が、当時、全国国立大学共同利用研究所の指導者の一人として求められ東京大学宇宙航空研究所教授として転出した。この事態は当初構想がなく、電離層研究施設の運営構想を大きく変貌せざるをえな

い状況になった。それは特に実験面に表れ、新しく量子電子工学の道を歩み始めていた小川教授に、その将来を託す部分が多くなったと理解される。

3.2 研究内容

i) 科学衛星 REX (電波) への取り組み

大林教授は共同利用研究所においては、その共同利用の機能を活かす面からは模範と言われるプロジェクトの実施に入った。即ち京都大学チームに主力のある内容をもつ科学衛星 REX (Radio Wave Experiment Satellite) をリーダーとして推進することになった。ここでは、京都大学電子工学科の木村磐根教授は VLF 電波観測、及びサイクロトロン・不安定実験、研究施設側では大家助教授がインピーダンス・プローブ観測器をもって参加し、小川 徹 教授はプロジェクト・サイエンティストとして、科学観測のまとめ役を要請された。1968 年、衛星の軌道投入後三日目、プロジェクトは不運にも、神戸大学担当の高エネルギー粒子観測器への高圧投入に際して発生した放電事故で、ミッション停止の止む無きにいたったが、インピーダンス・プローブ観測の得た三日間のデータはロケット実験に比して膨大で、後に二名の博士の誕生となっている。

ii) 量子電子工学の応用

第二部門誕生で招聘された小川 徹 教授が鋭意推進した研究テーマは Optical Pumping Magnetometer であった、宇宙観測プロジェクトでルーチンの採用されるまでにはなっていなかったが、当時京都大学電子工学科では取り組むものがいなかった、量子電子工学分野を育てるべく大いに貢献した。このプロジェクトの実行班を務めた藪崎助手は後にこの分野の一人者と成長している。小川教授の研究スタイルは楚々として、どちらかといえば知識人が趣味を楽しんでいる風情で、熱気に満ちた大林教授の場合と対照的なものを感じさせた。しかし、電離層研究施設再建への理解は深く、第一部門の加藤教授との連携を大切にしていた。

iii) 雌伏時代と 2 助教授の長期海外出張

加藤教授の理論研究はその完成期に近づいていたがこの第 2 期では次のステージに向かったの準備段階とも位置付けられよう。首脳陣が準備期間として設定ともとれるこの時期、1968~1971 年にわたり桜井、大家両助教授が相次いで、NASA での客員研究者として、長期外国出張している。当時のわが国は、まだ研究環境が一級に達していなかったが、助教授クラスの研究者を長期外国出張させ、その実力を養うことは行き届いた配慮であった。その結果、桜井助教授はメリーランド大学客員教授の道にすすんだが、大家は帰国後、我が国の宇宙科学の進展に飛躍的に貢献するようになったと言って過言でない。即ち、当時、宇宙開発事業団の開始に関わる漁業問題による遅れや過去に重なった人工衛星打ち上げ連続失敗による影響などから、プロジェクトの遅延のため、協力者が枯渇寸前となった東京大学宇宙航空研究所に対し、新しい理念をもって参加できたのは、大林教授に協力を続けた大家助教授と、平尾教授に協力した東京大学地球物理研究施設の等松教授以外、見いだせないと言われた時代であった。

4. 第三期 (1974 年~1980 年)

電離層研究施設の第 3 期での成功は、研究プロジェクトの集中化がもたらしたと言えよう。それは大家助教授が東北大学・理学部超高層物理学研究施設の誕生により教授としての招聘を受諾する時期と一致している。電離層研究施設で培われた大林教授、大家助教授が外部で学界に貢献するこ

とが、新しい陣容となった電離層研究施設側からは、良き刺激となり、また良き協力関係をもって望む契機となっていたと理解しても大きく間違っていないであろう。

4.1 人員構成

第一部門は 加藤 進 教授、松本 紘 助教授、麻生武彦助手、津田敏隆助手、第二部門は小川 徹 教授のもと、藪崎 努 助教授、筒井 稔 助手 北野正雄助手となった。なお第二期と三期の間、鋭意 VLF 電波の研究に取り組んできた荒木 徹 助手は請われて理学部助手に、計算機管理を行ってきた坂口助手は筑波大学助教授に転出している。このほか特にこの時期には電子工学科・木村磐根教授が指導学生であった松本 紘 助教授の誕生に関連し、電離層研究施設運営に積極的に協力し、同研究室の深尾昌一郎助手は新プロジェクト誕生に積極的に関わっている。

4.2 研究内容

i) IS レーダー計画

電離層観測研究の有力な手段として伝統的な電波の垂直打ち上げについて、ロケット、人工衛星による直接測定が強力に推進されてきたが、第三の方法として強力な電波打ち上げによるインコヒーレント・スキャッター (IS) 観測がある。1960 年代米国がペルーのヒカマルカに設置した施設は世界的に広く知られて来たが、1960 年代後半にこの IS 施設を訪れた前田教授は大変感激し、我が国でもそうしたプロジェクトの可能性はないかと、話題にしたことがあった。爾来経つこと 15 年余り、ヒカマルカに遊んだ深尾助手を圧倒したのが再びこの IS 施設であった。彼の強い志向はそれまで研究施設としては目立った成果のなかった地上からの電離層観測に対し新たに取り組む契機を与えた。即ち彼の IS 施設への志向を活かした動きが、加藤、小川、木村三教授の絆によって、形あるものになった。IS レーダー計画の始動である。

ii) 宇宙プラズマ実験観測

松本 紘氏の電離層研究施設助教授就任は、IS レーダー観測を中枢プロジェクトに選ぶことになった研究施設では、捉え方によっては勢力分散であったかもしれない、しかしそれまで、研究施設側で大家助教授等が開いてきた東大宇宙航空研究所との共同研究所との関係を持続する意義をもっていたし、松本助教授が最も得意とするコンピュータ実験を現実の宇宙プラズマ実験と結合するという点からは、世界をリードする独創性を生む契機を与えていた。またこのグループは航空宇宙研究所で大林・大家が中心になって推進していた磁気圏プラズマ観測衛星 EXOS-B プロジェクトにも参加していた。

iii) 流星風レーダー

IS レーダー計画は加藤教授の大気運動、波動理論の進展とその将来への展望とマッチし、また、流星出現高度での大気力学の実証手段として熱意を帯びた取り組みをうむことになった。麻生武彦助教授と津田助手は加藤教授と協力した流星風レーダ観測実験を成功させている。

5. 終りに

当時まだ私は若く、“人は自分に何らかの利益、利用価値がなかったら他者にはかかわらない” 位な視点があった。逆に取り立てられたら其の役に立とうと健気にも一生懸命だったのかも知れない。

しかし、歴史を振り返ると、その背景には、その時点では何人も知り得なかった、もっと大きな存在とその意思の働きが、着実に流れている。電離層研究施設の歴史においてしかり、前田教授の意図は電離層研究施設の実現で報われた、しかし前田教授が思いもしなかった発展、多くの研究者の誕生と成長が与えられていた。大林教授の存在と貢献も然り、大林教授にしてもはかり知れない、即ち自ら意図した成果とは別に思いもしなかった発展が生まれていたであろう。加藤教授にとっても電離層研究施設の歴史は極めて感慨の深いもので、電離層研究施設を超高層電波研究センターとして発展的に改組した後に IS レーダーの実現という大事業を成し遂げたのである。この実現には、小川、木村教授の協力はもとより、ここに育てられた新進気鋭の研究者、深尾昌一郎氏の存在は欠かせない。松本紘氏の成功もやはり電離層研究施設がなくては叶わなかったであろう。筆者も東北大学・超高層物理学研究施設に場所は移したが、その後の学界への貢献を、もし評価してもらえらば、その出発点はこの電離層研究施設と、そこでともに過ごさせて頂いた方々の影響なくしてありえない。

研究施設は一つの制度実験という一面があった。教室の部門増としてではなく一時期の重点的で特徴あるテーマに対し、実績ある教授達の学際的な取り組みに対し、文部省がスポンサーとして支援するといった背景があった。特に測地学審議会関連分野は典型的な領域で、宇宙空間分野での成功を礎に、地震学分野へと移行し、最後に気象学分野にも影響が及んでいる。担当として大学学術局が関与しなかったため、実際運営はかなり綱渡りの面もあった。東京大学・地球物理研究施設は、その立地条件として遠隔地である柿岡が指定されていたが、運営上は本郷キャンパスの教室ビルの隙間に肩身せまくプレハブ棟を建てての研究活動であった。電離層研究施設も、当初は、教授、助教授の相部屋として第2電気教室の一室に、助手は事務棟の2階に間借りして始まった。第二部門のスタートで、本来の立地である宇治キャンパスに移ったが、臨時教員養成所後の俄か作りの規格外ビルを使うことになった。うっかりすると、電気系教室からの島流しともとられかねない外観であった。しかし、その内容こそ、これまで述べてきたような評価に値する成果につながったのである。最後にこの研究施設の活動を誠心誠意支えてきた、松尾、辻井、森田、大石、の歴代技官の方々、そして各時代の事務官、さらに辻本事務補佐はじめ歴代の事務補佐のかたがたに感謝しつつ本稿を閉じたい。

(著者略歴)

大家 寛：1936 年年生まれ。京都大学工学部電子工学科卒、同大学院電子工学専攻修士課程修了。京都大学工学部助教授から東北大学院理学研究科教授を経て 2000 年に退官。その後、福井工業大学工学部教授を歴任。東北大学名誉教授、福井工業大学名誉教授。専門は、宇宙空間物理学。