

第1節 総 記

第1項 沿 革

超高層電波研究センター(以下、センターと称す)の前身は本学工学部附属の電離層研究施設である。電離層研究施設の簡単な歴史を振り返り、センターの背景と沿革を述べる。

電離層研究施設は工学部電子工学教室の教授前田憲一の世界的な学術業績が認められて、超高層物理学部門1部門よりなる電離層電波伝搬、電離層物理学を研究する研究施設として出発した。

昭和36(1961)年に初代教授として郵政省電波研究所より大林辰蔵、助手に工学部より大家寛が着任、昭和37(1962)年には工学部より助教授加藤進、理学部より助手桜井邦朋が着任した。大林は前田の研究分野の電離層から研究領域をさらに宇宙空間へと広げ、磁気圏や惑星間空間を研究対象とした。当時、東京大学宇宙航空研究所の併任教授を務めていた前田はロケットによる電離層探査の先駆的役割を果たし、大林、大家はインピーダンスプローブによって電離層の諸物理量のロケット計測とプラズマ波の研究を推進した。一方、加藤は大気潮汐波、電離層イレギュラリティーの研究、桜井は磁気流体波、太陽宇宙線・フレアの研究に従事した。昭和40(1965)年に工業教員養成所助教授として転出した桜井の後任に工学部より助手坂口瑛が昭和41(1966)年に着任し、計算機によるデータ解析を担当した。昭和42(1967)年に大林が東京大学宇宙航空研究所教授として転出し、加藤が教授に昇任、大家が助教

* 扉の写真は、超高層電波研究センター研究棟。

授に昇任した。後任助手には昭和42(1967)年に北一麻呂、昭和43(1968)年に田畑孝一が順に技官より昇任し、さらに彼らの転出に伴って、昭和44(1969)年に麻生武彦が助手に着任した。昭和49(1974)年には大家が東北大学理学部教授として転出し、助教授松本紘が工学部より着任し、昭和52(1977)年には助手津田敏隆が着任した。加藤、麻生、津田は流星レーダーによる電離圏潮汐波の研究、中層・超高層大気力学の研究を進める一方、工学部助手深尾昌一郎と中層・超高層大気観測用大型レーダーの基礎的研究を開始した。一方、松本は科学衛星 EXOS-B(じきけん)など衛星・ロケット実験、室内実験、理論・計算機実験による電離層・磁気圏のプラズマ波動の研究および宇宙太陽発電所の研究に従事した。

昭和42(1967)年に第2部門が設置されるまでの間、電離層研究施設と工学部電子工学教室前田研究室、および前田退官のあとを継いだ教授木村磐根の研究室とは密接に協力し合っていた。前田研究室には神戸大学教授として転出した電離層観測研究の松本治弥、磁気圏プラズマ波動の研究を進めていた木村やアンテナ研究の現工学部助教授鷹尾和昭、電離層イレギュラリティーの非線形計算機実験の佐藤哲也(現：核融合科学研究所理論・シミュレーションセンター長)らがおり、電離層研究施設と一体となって学生の指導・研究に当たっていた。また、本学情報工学教室を開いた坂井利之、矢島修三、津田孝夫、上林彌彦、電気系教室教授となった長尾真、数理工学教授となった茨木俊秀ら電離層物理学以外に計算機、情報工学、数理科学の研究者が多く前田研究室におり、現センターの研究の発展に大きい影響を与えている。

一方、昭和42(1967)年に第2部門として超高層電波工学部門が設置され、同志社大学より教授小川徹が着任、工業教員養成所から助教授桜井が着任、理学部より荒木徹、同志社大学より藪崎努が助手に着任した。昭和45(1970)年には桜井がNASA(アメリカ航空宇宙局)へ転出し、荒木が理学部助教授に転出した。昭和49(1974)年には藪崎が助教授に、筒井稔が技官から助手に昇任し、昭和52(1977)年に助手北野正雄が着任した。小川はHF(短波)ドップラーによる電離層擾乱および量子電子工学の研究、荒木は超高層物理学部門

の加藤と共に VLF(超長波)電波による低域電離層の研究、藪崎、北野は光ポンピング磁力計、レーザー光ポンピングの研究、筒井は電離層擾乱の研究と超高層物理学部門の松本らとプラズマチェンバーによるプラズマ波動の研究に従事した。

昭和50(1975)年頃から、電離層研究施設の加藤と小川、工学部電子工学教室の木村の3教授がIS(電離層観測用の大型)レーダーの建設の計画を立てた。昭和52(1977)年度からはレーダーシステムの構想・設計を進めると並行して、諸外国の同種レーダーの現状調査を兼ねてヒカマルカレーダー(ペルー)やアレシボレーダー(プエルトリコ)を用いた中層大気運動の観測も実施された。計画立案後6年の歳月を費やして、昭和56(1981)年に中層大気を主たる観測領域とする超高層計測も可能なMUレーダー(中層・超高層大気観測用大型レーダー)計画が認められた。

以上の発展を経て、同年電離層研究施設は改組され、全国共同利用研究センター「超高層電波研究センター」として新しく発足した。設置目的は「超高層および中層大気に関する電波観測およびこれに関連する研究を行うとともに、全国の大学その他の研究機関の共同利用に供する」とされた。昭和56(1981)年のセンター発足から平成3(1991)年度まで6期11年にわたり、加藤がセンター長を務め、センターの基礎を築いた。加藤の停年退官を受けて、後任に松本が平成4(1992)年にセンター長を引き継ぎ、現在に至っている。昭和58(1983)年には超高層物理学部門に信楽MU観測所の担当として助手佐藤亨が任用された。昭和59(1984)年にはMUレーダーが完成し、全国共同利用に供され始めた。発足当初の部門は、電離層研究施設より改組された超高層物理学、超高層電波工学の2部門のみであったが、昭和60(1985)年にレーダー大気物理学部門(教授1名、助教授1名)が新たに認められ、昭和63(1988)年に助教授深尾昌一郎が教授に昇任した。昭和61(1986)年にはレーダー情報処理室(助教授1名)が設置され、レーダーによる大気物理研究関連部門が強化された。超高層物理学部門の加藤らレーダーグループはレーダー大気物理学部門やレーダー情報処理室と共同でMUレーダーの次の大型研究プロジェ

クトとして、インドネシア赤道域に超大型の「赤道レーダー」を建設する構想を練り、その推進を図った。この赤道レーダー計画はその後、センター内および関係各方面と協議を進め、平成6(1994)年には本センターとは独立の新たな組織で実現を図ることになった。

一方、昭和62(1987)年に小川の停年退官の後、超高層電波工学部門の研究内容は教授松本の着任によって、これまでの量子電子工学、HF ドップラー研究から宇宙プラズマ波動、衛星・計算機実験、マイクロ波送電などの研究に変わった。さらに、昭和60(1985)年には外国人客員部門としてレーダー環境科学研究部門が認められ、後述のように多数の優秀な外国人研究員を受け入れている。

平成4(1992)年にはそれまでMUレーダーと並行して行われていた電算機共同利用の研究を拡大し、電波科学に関する本格的な計算機実験のためのKDK(京都大学電波科学計算機実験装置)を新たに導入して、全国共同利用研究に供し始めた。次いで平成6(1994)年には数理電波科学部門(教授、助教授、助手各1)が新たに認められて宇宙プラズマ関連研究部門が強化された。また、MUレーダー共同利用観測の強化のため、「実時間データ処理装置」が平成4(1992)年に認められ、研究が新しく展開している。平成6(1994)年にはレーダー観測、衛星プラズマ波観測、計算機実験より出てくる超大量のデータを保存、整理する超高層電波科学データ・アーカイブシステムも新たに導入され、これまでに蓄えられた貴重なデータの有効利用と新たなデータ解析の共同利用に役立つ体制ができつつある。

なお加藤は大気潮汐波の負のモードに関する発見とMUレーダーの建設の業績が認められ昭和62(1987)年日本人として初めて英国王立協会アップルトン(Appleton)賞を受賞したほか、平成元(1989)年には日本学士院賞を受賞している。

電離層研究施設は工学部電子工学教室における電離層、宇宙電波工学研究の発展として出発したが、初代教官は東京大学、本学理学部出身者が多かったのが特色である。しかし、その後の若手研究者の多くは工学部電子工学教

第37章 超高層電波研究センター

室、電気系教室から採用されてきた。電離層研究施設ならびにセンターの教官の転出先も東京大学宇宙航空研究所(現：文部省宇宙科学研究所)、東北大学理学部、本学理学部地球物理学教室、物理学教室、本学工学部電気系教室、筑波大学工学部など多方面にわたり、それぞれの分野の第一線で活躍している。

また、センターと電離層研究施設とは、国際的に幅広い学術的貢献をしてきた。IGY(国際地球観測年、1957～58年)のあと IQSY(太陽活動極小期国際観測年、1964～65年)、IASY(太陽活動期国際観測年、1969～71年)、IMS(国際磁気圏観測計画、1976～79年)、MAP(中層大気国際協同観測計画、1982～85年)、ISTP(国際協同太陽地球系観測プログラム、1989年～)、アジア・太平洋地域を中心とする地球環境変動の研究(新プログラム、1990～94年)、STEP(太陽地球系エネルギー国際共同研究、1991～95年)、ISY(国際宇宙年、1992年)等に積極的に参加してきた。

以上本センターとその前身である電離層研究施設の歴史を略述したが、センター発足後の各部門、新設部門の歴史、発展、研究内容については、次節の各部門の項で述べられている。

センターでは以上に述べたように、長い歴史と伝統を有し、「電波」というキーワードを中心に、電離層観測から出発し、「電波の、電波による、電波科学のための」宇宙空間観測、地球大気観測、計算機実験、電波応用技術開発などへと発展し、人類の生活基盤である地球大気環境、新世紀の新しい人類の活動領域である宇宙空間の電磁環境に関する基礎的学術研究、基礎技術開発の研究が脈々と続けられている。今後ますます発展するこの分野の研究のメッカとしてその重要性は高く、その責任は重い。

第2項 概 況

本センターの組織は固定研究部門としての超高層物理学部門、超高層電波工学部門、レーダー大気物理学部門、数理電波科学部門、レーダー情報処理

室と、外国人客員部門としてのレーダー大気環境科学部門、その他事務掛と信楽MU観測所からなる。教官定員は教授4、助教授5、助手3の計12である。またセンターの重要事項を審議するため協議委員会と、センター運営に関する重要事項についてセンター長の諮問に応ずるため運営委員会が設置されている。現在のこれらの委員名と旧委員名をそれぞれ表37-1から表37-3に示す。また、運営委員会の下部組織としてMUレーダー、および電波科学計算機実験に関わる2つの共同利用専門委員会が設置されている。

本センターは庁舎として京都大学宇治構内に研究棟を、滋賀県甲賀郡信楽町に信楽MU観測所を有する。研究棟は5階建て建物の1階から4階部を占め総床面積は1,580㎡である。一方、信楽MU観測所には延べ7.8haの敷地内に観測棟、宿泊棟が建てられておりそれぞれ1,107㎡および402㎡の床面積を有する。

本センターの財政規模は年々発展しつつある。物件費、人件費の総計は、昭和56(1981)年には9,940万2,000円であったが、平成4(1992)年には2億8,026万6,000円になった。文部省科学研究費補助金、奨学寄付金、受託研究費、民間との共同研究費等外部資金の導入にも努力しているが、その総額も同期間に1,923万6,000円から1億5,676万6,000円と顕著な増加を示している。

表37-1 協議員(平成6年度)

所 属	氏 名	所 属	氏 名
京都大学理学部長	佐藤 文隆	京都大学工学部教授	木村 磐根
京都大学理学部教授	廣田 勇	京都大学工学部教授	長尾 真
京都大学理学部教授	荒木 徹	京都大学防災研究所所長	田中 寅夫
京都大学工学部長	西川 禪一	当 セ ン タ ー 長	松本 紘
京都大学工学部教授	小倉 久直	当 セ ン タ ー 教 授	深尾昌一郎

表37-2 運営委員(平成6年度)

所 属	氏 名	所 属	氏 名
〔学外委員〕		〔学内委員〕	
宇宙科学研究所教授	西田 篤弘	理 学 部 教 授	廣田 勇
国立極地研究所教授	平澤 威男	理 学 部 教 授	荒木 徹
核融合科学研究所教授	佐藤 哲也	工 学 部 教 授	木村 磐根
東北大学理学部教授	大家 寛	防 災 研 究 所 教 授	光田 寧
東京大学理学部教授	小川 利紘	セ ン タ ー 長	松本 紘
名古屋大学太陽地球	国分 征	セ ン タ ー 教 授	深尾昌一郎
環境研究所教授		セ ン タ ー 助 教 授	津田 敏隆
九州大学理学部教授	タカハシツ トム	セ ン タ ー 助 教 授	大村 善治
通信総合研究所部長	小川 忠彦		
気 象 研 究 所 部 長	田中 豊顯		

表37-3 旧委員(協議員、運営委員)

所 属	氏 名	所 属	氏 名
〔学外委員〕		〔学内委員〕	
宇宙科学研究所教授	大林 辰蔵	理 学 部 長	山口 昌哉
東北大学理学部教授	上山 弘	〃	巽 友正
東京大学理学部教授	福島 直	〃	寺本 英
名古屋大学空電研究 所教授	柿沼 隆清	〃	長谷川博一
名古屋大学太陽地球 環境研究所教授	小口 高	〃	日高 敏隆
九州大学理学部教授	沢田 竜吉	〃	丸山 和博
九州大学理学部教授	瓜生 道也	理 学 部 教 授	前田 坦
電 波 研 究 所 部 長	羽倉 幸雄	〃	山元龍三郎
〃	松浦 延夫	〃	スギウラマサ ヒサ
(後名古屋大学太陽地 球環境研究所教授)			
通信総合研究所部長	石嶺 剛	工 学 部 長	佐藤 俊
〃	丸橋 克英	〃	近藤 良夫
気 象 研 究 所 室 長	青木 忠生	〃	赤井 浩一
〃	木田 秀次	〃	神野 博

第1節 総 記

工 学 部 長	得丸 英勝
〃	中川 博次
工 学 部 教 授	板谷 良平
工 学 部 教 授	池上 文夫
防災研究所所長	芦田 和男
〃	高田 理夫
〃	奥田 節夫
〃	柴田 徹
〃	土屋 義人
〃	村本 嘉雄
防災研究所教授	光田 寧
セ ン タ ー 長	加藤 進
センター教授	小川 徹
センター助教授	藪崎 努

第2節 部門の発展

第1項 超高層物理学部門

超高層物理学部門は、昭和56(1981)年4月の改組に伴い、教授加藤進、助教授松本紘、助手麻生武彦および津田敏隆で発足し、主としてレーダーを用いた中層・超高層大気の研究と、計算機実験や飛翔体観測を用いた宇宙空間プラズマの研究を開始した。

中層・超高層大気物理学の研究としては、加藤が昭和57(1982)年から4年計画で行われたMAP(Middle Atmosphere Program、中層大気国際協同観測計画)を国際的に主導した。またMAPにおけるわが国での大きな柱とされたMUレーダーの建設を、本部門が中心となり、超高層電波工学部門ならびに工学部無線通信工学講座の密接な協力を得て、昭和56(1981)年度から始めた。昭和58(1983)年4月、信楽MU観測所勤務の助手として本部門に佐藤亨が採用され、装置の調整と観測制御・データ取得プログラムの開発が開始された。昭和59(1984)年11月に全システムの完成を迎えた後、対流圏・成層圏・中間圏における大気重力波の研究、ならびに大気重力波の砕波による乱流層の生成、レーダー電波の乱流散乱機構等について研究を進める一方、MUレーダーによる電離圏IS観測法の開発も行った。なお麻生は昭和58(1983)年に工学部電気工学教室助教授に、また佐藤は昭和63(1988)年に工学部電気工学第二教室講師に、それぞれ昇任して転出した。

一方、宇宙空間プラズマ分野の研究は、計算機実験、科学衛星・ロケット観測という手段を用いて、松本が中心となって進められた。特に、計算機実験による非線形プラズマ過程の研究は、松本らが工学部電気工学第二教室時

代からの研究テーマを継続・発展させたものである。松本らは、電磁粒子コード・LTS(長時間スケール)コード・電磁ハイブリッドコード・線形分散解析パッケージ等の計算機実験コード・ソフトウェアを完成させ、それらを用いて、シャトル電子ビーム実験、重イオン加熱問題、トリガードエミッション発生機構問題などに取り組み、工学・理学の両面で成果をあげた。また、これらの計算機コードは、常に京都大学大型計算機センターにおいて最も大きな計算プログラムの位置を占め続け、計算機速度の急激な向上やベクトル計算機の導入などと並行してシミュレーション空間の拡大と精度の向上が行われてきた。

科学衛星観測では、電離層研究施設時代に打ち上げられた EXOS-B 衛星のプラズマ波動観測データの解析が、松本を中心として行われ、米国スタンフォード大学などと共同でトリガードエミッションについての研究が行われた。そして、この衛星によるプラズマ波動観測の流れは、磁気圏尾部探査衛星 GEOTAIL による観測へと引き継がれていく。

また、先駆的工学研究として、また衛星軌道上の超大型太陽電池パネルによる発電を目指す SPS(宇宙太陽発電)計画に関連した研究も、松本らを中心に開始された。特に、昭和59(1984)年1月には宇宙科学研究所と共同で、マイクロ波による宇宙-地球間エネルギー伝送が電離層に対する影響を明らかにすることを目的とする MINIX(Microwave Ionosphere Nonlinear Interaction Experiment)と呼ばれる親子ロケット実験を世界で初めて成功させた。松本は昭和62(1987)年に超高層電波工学部門教授に昇任し、これらの研究は同部門において継続されている。

一方大気レーダー観測の方面では、地球大気大循環の心臓部である赤道大気を観測する赤道レーダーの実現のための予備調査として、昭和60(1985)年から数次にわたって行った現地調査に基づいて、スマトラ島西部のプキティンギ市近郊を建設予定地とした。以後数回にわたって現地土地測量や電波環境調査を実施してきているほか、アクティブ・フェーズド・アレイ・アンテナ、半導体送受信器を含む赤道レーダーのシステム設計を行っている。ま

平成2(1990)年より毎年1回、ジャカルタにおいて「インドネシア地域における赤道大気観測に関する国際シンポジウム」を継続開催し、またインドネシア人若手研究者の教育を目的にレーダー大気観測技術のセミナーを随時開催するなど、インドネシアにおけるレーダー大気物理学の育成を目指している。この間、昭和62(1987)年に津田がレーダー情報処理室助教授に昇任し、昭和63(1988)年に山本衛、平成元(1989)年に中村卓司が助手に採用された。これら一連の研究は加藤が平成4(1992)年3月に停年退官を迎えた後も、発展的に継続されている。

上記とも関連して本部門では、平成2(1990)年から5年計画で行われている文部省科学研究費補助金・創成的基礎研究(新プログラム)「アジア・太平洋地域を中心とする地球環境変動の研究」に中心的に参画し、インドネシア赤道域のレーダー観測と、MUレーダーを用いた新しい大気観測技術の開発を行っている。まずインドネシア赤道域の観測については、平成4(1992)年11月よりジャカルタ郊外のPUSPIPTEK(国立科学技術研究センター)構内に設置した観測所において流星レーダーと境界層レーダーを用いた観測を継続中であり、インドネシア各地でのラジオゾンデ観測とともに赤道域大気波動の解明を目指している。また新しい観測方法の開発として、MUレーダーに音波発射装置を付加することによって大気温度の遠隔測定を可能とするRASS(Radio Acoustic Sounding System)の開発を進めて従来の観測高度を大幅に改善し大気温度・風速構造の微細構造等の解明に成功しているほか、MUレーダーに外付けアンテナを付加することによって流星飛跡による中間圏・下部熱圏の風速、温度の観測を常時可能にするシステムを開発中である。さらに最近ではMUレーダーのデータ取得システムの性能向上を目指した「MUレーダー実時間データ処理システム」の開発が行われたほか、中緯度電離圈イレギュラリティに関して新しい発見的研究が行われるなど、そのフィールドと内容はますます広がりつつある。

以上の研究活動と並行して、加藤を中心に大気力学関係の、松本を中心に宇宙プラズマ・計算機実験関係の国際シンポジウム・ワークショップや国際

学校の開催を積極的に推進してきた。特に平成4(1992)年3月に主催した「中層大気に関する国際シンポジウム」では、MAPおよびそれ以後の中層・超高層大気研究の研究の広がりを感じさせる研究発表が行われ、国際的な研究の進展に大いに貢献した。

第2項 超高層電波工学部門

超高層電波工学部門は、電離層研究施設時代より引き続き教授小川徹、助教授藪崎努、助手筒井稔および北野正雄により構成されていた。まず、昭和57(1982)年から4年間の中層大気国際協同観測の一環として、中層大気と電離圏大気との力学的結合を研究する目的で、宇治キャンパス内の本センターを基地局とし、京都大学防災研究所屯鶴峰観測所、神戸大学工学部の2カ所にHFドップラー観測装置を設置し、三角形の観測網による昼夜連続の観測を行った。また、高精度磁力計の開発、ロケットによる超高層磁場測定を試み、さらに、光ポンピングによる原子と電磁波の相互作用、原子衝突による多重極モーメントの緩和、移行、色素および半導体レーザーの周波数の高度安定化、光双安定性、三重安定等の種々の非線形光学現象などの研究を行った。これらの研究に加え、宇宙空間で生起しているプラズマ波動現象を実験的に確かめるために、当時超高層物理学部門助教授であった松本紘を中心としたプラズマ・チェンバー実験に参画し、電子ビーム放出実験等によるプラズマ波動励起の研究を発展させた。

教授小川徹は昭和62(1987)年3月に停年退官し、同時に助教授藪崎努は理学部助教授に、また、昭和63(1988)年9月には助手北野正雄が工学部電子工学教室講師として転出し、半導体レーザーなどの量子電子工学の研究は、理学部、工学部において、継続して行われることとなった。

一方、昭和62(1987)年7月より教授として松本が超高層物理学部門助教授から昇任、昭和63(1988)年3月には助手として大村善治が工学部助手から転任し、計算機実験、科学衛星による宇宙プラズマの研究、および、宇宙太陽

発電に関する研究が、超高層物理学部門から独立・継続されることになった。平成元(1989)年4月には大村が助教授に昇任し、同時に助手として小嶋浩嗣が着任した。また、平成4(1992)年3月、助手筒井稔は京都産業大学助教授として転出し、同年9月、助手として臼井英之が着任した。

宇宙プラズマの計算機実験における研究では、計算モデルの2次元、3次元への拡張、宇宙飛翔体に相当する内部導体の導入および自由境界化などが図られ、それに伴い計算機実験コードの改良が行われ、より現実に近いモデルによる実験が行えるようになった。例えば、シャトルテザー衛星系および、太陽突入衛星周辺でのプラズマ電磁環境、磁気リコネクションに関する研究などが積極的に行われている。

科学衛星による観測では、平成4(1992)年に打ち上げられた磁気圏尾部探査衛星 GEOTAIL にプラズマ波動観測器を搭載し、全国の共同研究者と共にそのデータ解析を行っている。特に、BEN(広帯域静電ノイズ)の波形を初めて捉えることに成功するなど、多くの新たな観測結果をもたらしている上、計算機実験によりそれらの波動現象の発生メカニズムの研究を詳細に行っている。このように、衛星観測と計算機実験の連携は、宇宙プラズマ研究に新たな突破口を開いた。

宇宙太陽発電に関する研究では、MINIX ロケット実験で観測された非線形現象の理論解析を計算機実験を用いて行う一方で MINIX をさらに発展させ、平成4(1992)年にはマイクロ波送電で模型飛行機を飛ばす MILAX (Microwave Lifted Airplane Experiment) 飛行実験、平成5(1993)年には世界で初めて電離層中でのマイクロ波エネルギー伝送 ISY(国際宇宙年) — METS (Microwave Energy Transmission in Space) ロケット実験を成功させた。これらの実験では、新たに開発された FET(電界効果トランジスタ)アンプおよびフェイズド・アレイ・システムの組み合わせにより、宇宙太陽発電において最も重要な要素であるマイクロ波によるエネルギー伝送技術の研究が行われた。平成6(1994)年からは、これらの実績を踏まえて、さらに大規模な地上でのマイクロ波エネルギー伝送実験を行っている。

第3項 レーダー大気物理学部門

当部門は昭和60(1985)年4月に設置され、MUレーダー建設に計画立案当初から深く関わってきた深尾昌一郎が、同年11月に工学部電気工学第二教室講師から助教授として着任、昭和63(1988)年4月には教授に昇任して現在に至っている。また平成元(1989)年4月には山中大学が山口大学から講師として着任した。部門発足以来、超高層物理学部門およびレーダー情報処理室と密接な連携のもとに、全国の共同利用者および外国からの共同研究者と共に、MUレーダー観測を中心とした大気物理学とレーダー工学の両面に関わる研究を推進している。

具体的研究課題としては、第1にこれまで個別に研究されてきた大気圏各高度領域の上下結合ならびにエネルギー・運動量等の鉛直輸送の解明に重点を置いている。また、新しい大気レーダー観測技術の開発に関して、大気境界層から下部対流圏に至る領域を精密に観測する可搬型境界層レーダーの開発、下層～中層大気に対するMUレーダー観測の発展として空間領域・周波数領域干渉計法などの新しい観測法、ウェーブレット解析などの新しい解析ソフトウェアを開発している。

第2に、下層～中層大気現象に中小規模現象に関する力学的研究として、MUレーダーと境界層レーダー、二周波共用型気象レーダー等を組み合わせ、さらに気象庁や他大学とも協同して対流圏内の観測を実施し、雲対流の組織化(クラスター)や降水機構、対流圏界面の多重化や重力波の発生機構など、レーダーによる新しい観測対象を開拓して研究している。またMUレーダー観測と理論的・数値的研究を組み合わせ、成層圏・中間圏の重力波に関する研究を行い、重力波が砕波して生成する乱流層の微細構造、乱流による鉛直渦拡散係数の気候学、重力波フラックスのモデリングなどの成果を得ている。

第3に、超高層大気・電離圏力学に関する観測的研究として、MUレー

第37章 超高層電波研究センター

ダーに加え、アイオノゾンデ(電離層観測設備)、可搬型電離圏レーダー(日米協同)等を用いて、重力波が関与した電離圏大規模擾乱現象の存在を発見するとともに、熱圏中性大気の大循環の推定にも成功している。また内外の観測施設や研究機関と協同してグローバルな電離圏の観測データ解析を行い、太陽高度・活動度、地磁気変化、中層大気波動の侵入に伴う超高層大気の長期変動について研究を進めている。

以上のほか、地球環境問題、水圏・生物圏あるいは磁気圏・太陽系空間との相互作用、他惑星の大気圏なども視野に入れて、将来の新しい大気科学の設立へ向けて積極的に活動している。

第4項 レーダー情報処理室

レーダー情報処理室は昭和61(1986)年4月に設置された。定員は助教授1名であり、昭和62(1987)年4月に超高層物理学部門から津田敏隆が着任した。レーダー技術を活用した大気環境計測のリモートセンシング技術の研究開発、ならびに観測されるデータの情報処理を行っており、MUレーダーを用いた全国共同利用研究の中核となっている。さらに、風速や大気温度・湿度の微細構造の観測を基に、波動による力学・熱エネルギー輸送の詳細なプロセスを研究している。これを基に大気層間の結合過程を明らかにし、地球環境変化に関わる基礎研究を推進している。また、こういった観測技術を基に海外観測を実施しており、地球環境変化を解明する上で重要であるインドネシア域の赤道大気の地上観測を推進している。

第5項 レーダー大気環境科学部門

外国人客員部門であるレーダー大気環境科学部門は、超高層大気・宇宙空間プラズマにおける電波科学の最先端の研究を外国の研究者と共同で推進することを目的として昭和60(1985)年4月に設置された。以来、国際的に著名

な学者を客員教授と客員研究員として各1名ずつ招聘している。

人事選考に際しては、客員教授は3カ月以上、客員研究員は原則として6カ月以上本センターに滞在し、関連分野の最新知識について講義、あるいは共同研究することを条件としており、平成6(1994)年3月までに計20名が着任した(表37-4参照)。広く世界各国から優秀な研究者が集まり、国内の研究者だけでは包括しきれない諸問題の研究を推進し、いずれも優れた研究成果をあげている。

表37-4 レーダー大気環境科学部門の客員教授、客員研究員

外国人研究員氏名	所 属	招聘年	期 間
トーマス バンザーン (Thomas E. VanZandt)	米国・商務省海洋大気庁	昭和61年	3 カ月
ウィリアム オリバー ジュニア (William L. Oliver Jr.)	米国・マサチューセッツ 工科大学	昭和61年	1 年
リチャード ドヴィアク (Richard J. Doviak)	米国・国立暴風雨研究所	昭和62年	3 カ月
アドルフ イーベル (Adolf Ebel)	西ドイツ・ケルン大学	昭和62年	5 カ月
フィル マックルア (J. Phil McClure)	米国・テキサス大学	昭和62年	11カ月
ブルース ツルタニ (Bruce T. Tsurutani)	米国・カリフォルニア工 科大学	昭和63年	3.5カ月
ウェイン ホッキング (Wayne K. Hocking)	オーストラリア・アデレ イド大学	昭和63年	4 カ月
ジョン ギリー (John C. Gille)	米国・国立大気物理研究 所	昭和63年	3.5カ月
チラックル レディ (Chillakuru A. Reddy)	インド・国立宇宙科学研 究所	昭和64年	8 カ月
ロナルド ウッドマン (Ronald F. Woodman)	ペルー・地球物理研究所	平成元年	3.5カ月
ミゲル ラーセン (Miguel F. Larsen)	米国・クレムソン大学	平成2年	5 カ月
ケネス デーヴィス (Kenneth Davies)	米国・商務省宇宙環境研 究所	平成2年	3 カ月

第37章 超高層電波研究センター

ローランド ツノダ (Roland T. Tsunoda)	米国・スタンフォード国際研究所	平成3年	3カ月
ヘンリック イエルキ (Henric M. Ierik)	米国・プエルトリコ大学	平成3年	7カ月
デイヴィッド シュクルアール (David R. Shklyar)	ロシア連邦・国立地磁気・電離層・電波伝搬研究所	平成4年	5カ月
アルマンド ブリンカ (Armando L. Brinca)	ポルトガル・リスボン工科大学	平成4年	6カ月
キース コール (Keith D. Cole)	オーストラリア・ラ・トローブ大学	平成4年	4カ月
ニコラス ロマーシン (Nicolas L. Romashin)	ロシア連邦・ロシア科学アカデミー電波電子工学研究所	平成5年	11カ月
ロバート ヴィンセント (Robert A. Vincent)	オーストラリア・アデレード大学	平成5年	3カ月
グラハム フレーザー (Grahame J. Fraser)	ニュージーランド・カンタベリー大学	平成5年	6カ月

第6項 数理電波科学部門

当部門は、「電波科学計算機実験装置」を用いた大規模計算機実験、電磁界の数理解析、レイトレイシング等により、宇宙空間を舞台とする電磁波・プラズマ波動現象や波動一粒子相互作用等の非線形電磁力学の研究を行うために、平成6(1994)年度予算で認められた。超高層電波工学部門と協力して宇宙プラズマ関係、宇宙電波工学関連の研究を推進する。

第3節 共同利用施設・設備

全国共同利用施設である本センターは、信楽 MU 観測所に MU レーダーを中心とする様々なレーダーを、一方、宇治構内の研究棟に KDK(京都大学電波科学計算機実験装置)を中心とする計算機システム群を共同利用設備として有している。

第1項 信楽 MU 観測所

MU レーダーを主要設備として有する信楽 MU 観測所(写真37-1)は、センター設置の昭和56(1981)年よりその開設の準備が進められた。昭和57(1982)年4月には滋賀県甲賀郡信楽町の国有林内に造成を開始、翌昭和58(1983)年3月に、観測棟と宿泊棟が完成し、レーダー装置の一部が搬入された。これに伴い同年4月助手1名と非常勤職員2名が採用され信楽 MU 観測所の運用が始まった。翌昭和59(1984)年度初めより MU レーダー装置の一部を使った全国共同利用が開始され、すべての装置が完成した同年11月には開所式が挙行され、正式に共同利用施設としての運用が始まった。

観測装置の中心をなす MU レーダーは、大型アレイアンテナを備えた大出力 1 MW の中層・超高層大気観測用 VHF 帯レーダー(周波数46.5MHz)であるが、その最大の特徴は、この種のレーダーとして世界で初めてアクティブ・フェーズド・アレイ方式のレーダーを構想し実現したことである。すなわち、総計475本のアンテナ素子(3素子八木アンテナ)それぞれに取り付けた小型半導体送受信機をコンピューターで制御することにより、高速でビーム方向を変える観測、あるいは、アンテナを分割して使用する多ビーム観測



写真37-1 信楽 MU 観測所全景

なども可能にした。これらの機能は現在までも他の大気観測レーダーに並ぶもののない特徴であり、それらを生かした観測研究が積極的に行われてきている(写真37-2)。

信楽 MU 観測所には MU レーダーのほかにも多数の観測装置が設置され、共同利用に供されている。例えば、5 GHzおよび14GHzの2周波数の電波を用いて雨滴や雲を観測する「二周波共用型気象レーダー」や、短波帯の電波で電離圏の電子密度高度分布を観測する「電離圏観測装置(アイオノゾンデ)」、小型気球に観測装置を取り付けて放球し、高度30kmでの気圧・気温・湿度を測定する



写真37-2 MU レーダーアンテナ群と観測棟

「ラジオゾンデ」などがある。また、観測所の運用開始から10年経過した平成5(1993)年には、「実時間データ処理システム」がMUレーダー装置に附加され、MUレーダーのデータ取得能力が飛躍的に向上し、従前より効率的なレーダー運用や高度な観測が可能となった。このほかに信楽MU観測所には共同利用には供していない各種の観測装置がある。「流星レーダー」は、電離層研究施設時代から建設、改良が続けられてきたVHF(超短波)レーダーで、高度80～110km風速、温度変動を観測する。一方、「境界層レーダー」は、1,357.5MHzの電波を用いて、MUレーダーでは観測できない地上2 kmでの領域(大気境界層)を含む下層大気の風速を測定する、小型・可搬のレーダーシステムであり、平成3(1991)年度に研究開発された。両レーダーは、平成4(1992)年11月インドネシアに移設し現在も観測を継続中である。

その他、レーダーに音波を併用して大気温度のリモートセンシングを行うRASS(Radio Acoustic Sounding System)や、種々のMUレーダー観測中に流星からの散乱を傍受する併設設備「流星観測用電波干渉計」などユニークな観測設備が本センターで開発され、運用されている。

信楽MU観測所には観測設備のほかに、共同利用研究者の滞在のための共同研修室や宿泊施設が設置されており、また研究会等の開催のために研修室も準備されている。年間延べ250名から300名の宿泊滞在者を迎えている。また、研究者や一般からの見学依頼も積極的に受け入れて施設の公開に心掛けており、年間200名から400名の見学者が訪れている。

同観測所に常勤職員として勤務してきた者は、助手佐藤亨(昭和58～62<1983～87>年)、助教授津田敏隆(昭和62～平成2<1987～90>年)、助手山本衛(昭和63～平成3<1988～91>年)、助手中村卓司(平成3～6<1991～94>年)であり、平成6(1994)年7月からは再び山本が着任している。

第2項 電波科学計算機実験装置およびその他の計算機システム

計算機実験による電波科学研究においては、全国共同利用計算機センターの大型計算機ではユーザー1人当たりのCPU(中央演算装置)占有時間および使用ディスク容量に制限があるため、近年の3次元粒子モデル等の「計算機実験」の超大規模化に必ずしも十分対応しきれない傾向がある。本センターではこのような状況に鑑み、長時間にわたって少数の電波科学研究者がそのCPUを独占使用して大規模計算実験を行うことを目的としたKDK(京都大学電波科学計算機実験装置)をそれまでのS-3500ミニコンピュータによる小規模なデータ解析、計算機実験にとつてかわるものとして平成5(1993)年3月に導入した。

KDKシステム(写真37-3)は、高速演算を行う「超高層データ分析システム」、および、そこで得られた実験結果を解析する「電波データ解析処理システム」から構成されている。「超高層データ分析システム」は、大規模計算機実験を行うために2 Gbyteの主記憶装置と2基のベクトルプロセッサを搭載し、240MFLOPSの倍精度演算速度を有する。「電波データ解析処理システム」は、計算機実験結果の解析、およびプログラムの開発のためのもので、256Mbyteの主記憶装置と1基のベクトルプロセッサを搭載し、100MFLOPSの単精度演算速度を有する。両システムは互いにFDDI(高速データチャネル)により接続され、総容

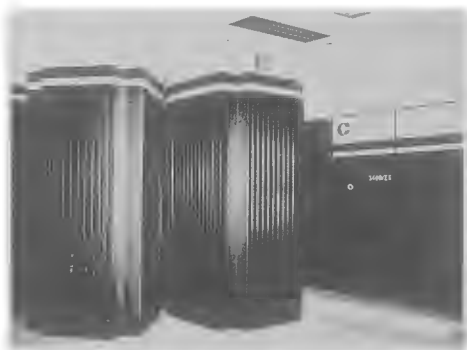


写真37-3 KDK(京都大学電波科学計算機実験装置)(左)と超高層電波科学データ・アーカイブシステム(右)

量65Gbyte に及ぶ磁気ディスク上に置かれた大量データの高速転送を可能としている。また、KUINS(京都大学統合情報通信システム)ネットワークを介してインターネットと接続されており、共同利用者の遠隔地からの使用の便を図っているほか、ネットワークでのアクセスが困難な利用者のために、公衆電話アナログ、デジタル回線経由での共同利用もできるよう配慮されている。

以上のような KDK メインシステムに加え、そのデータ解析を補助する周辺装置として、グラフィックハードコピー用のポストスクリプト対応カラープリンタ、より複雑な物理現象の時間発展を理解するために必須である高品質アニメーション作成用レーザーディスク録画再生装置、Gbyte 単位の数値データのバックアップに用いられる 8 mm テープスタッカなどが備えられている。これらの KDK システムは、24時間ほぼ定常的に運用され共同利用に供されている。

また、本センターの MU レーダー観測や衛星観測、計算機実験等から毎年膨大な量のデータが蓄積されるが、これらは下層大気から超高層大気の長期変動を研究する上で極めて貴重な資料である。これらのデータを保存し、また共同利用者が来所しなくともデータを利用できるようにするために平成 6 (1994) 年度に「超高層電波科学データ・アーカイブシステム」が導入され、MU レーダー観測データとプラズマ波動データのすべてを共同利用者がオンライン処理で利用することができるシステムが構築されつつある。このデータ・アーカイブシステムは60Gbyte の高速磁気ディスクと 8 Tbyte の容量を持つ磁気テープライブラリーからなり、インターネットを介して国内はもとより世界中の計算機から利用できるようになるものである。

第4節 共同研究の発展

本センターは全国共同利用施設という性格上、センターの施設・設備を用いた全国共同利用研究はもちろん、客員研究部門を中心とした国際共同研究、および各種国際会議・シンポジウム、国際学校の開催にこれまで積極的に取り組んできた。

第1項 全国共同利用研究

全国共同利用研究は、先述のとおりセンターの主要設備である「MUレーダー」を中心とする信楽 MU 観測所内観測設備の共同利用と、電波科学計算機実験装置による共同利用の2つを柱として行われてきた。これらの全国共同利用は、いずれも公募課題について、本センター運営委員会のもとにセンター内外の委員で組織された「MUレーダー共同利用専門委員会」ならびに「電波科学計算機実験専門委員会」（いずれも任期2年）で、センター共同利用施設利用内規に基づいた審査を経て、センター長が決定する形態をとり、運用されている。

「MUレーダー」と関連設備である「電離圏観測装置」「二周波共用型気象レーダー」「ラジオゾンデ」等の共同利用課題数は、昭和59(1984)年の正式運用開始当初は年間十数件であったが10年後の平成5(1993)年度には年間約60件に至るまでに発展している。MUレーダー運用時間は年間約4,000時間以上であり、その効率的運用についても国際的に評価が高い。「大気圏」および「電離圏」のそれぞれを対象とする標準的観測を定期的に設けて、数件の研究課題が同じ標準観測データを共用して使用し、多くの課題を限られ

た観測時間で実施するよう努めている。課題の公募は前期(4～9月)と後期(10～3月)の2回にわけて実施している。

一方、平成3(1991)年度より、観測装置の共同利用のほかに、MUレーダーで長期間に蓄積されたデータベースの公開利用「MUレーダーデータベース共同利用」が進められている。これは、観測から3年経過した観測データを翌4月をもって公開とし、共同利用研究に供するもので、年1回の公募は、MUレーダー共同利用研究に準じて行われ、年間約4～5件が採択されている。

信楽MU観測所は、大気物理学・気象学、超高層物理学、天文学・宇宙物理学、電気・電子工学、宇宙工学など広範囲の分野にわたる、多くの国内外の研究者に利用されており、それらの成果は数多くの学術論文として公表されている。特に、近年はMUレーダー観測所内やその近傍に関連する観測装置を搬入しMUレーダーとの協同観測を行う共同利用者が増加してきている。例えば、平成2(1990)年、および平成3(1991)年には北海道大学理学部のグループが気象レーダーとの同時観測を、また平成5(1993)年には米国SRI(スタンフォード国際研究所)の研究者がVHF帯可搬型レーダーを設置して電離圏E層不規則構造の観測を実施している。また、同年には郵政省通信総合研究所、名古屋大学太陽地球環境研究所などがGPS(Global Positioning System)衛星による全電子密度観測装置を、また平成6(1994)年には郵政省通信総合研究所が衛星電波のシンチレーション観測装置を設置し、それぞれMUレーダーとの協同観測で成果をあげている。また、国立環境研究所や東京都立大学などのライダー(レーザーレーダー)との協同観測や、通信総合研究所の中波レーダーとの中間圏協同観測などの国内協同観測はもとより、国立中央大学(台湾)との梅雨前線の協同観測、アデレード大学(オーストラリア)、サスカチュワン大学(カナダ)の中波レーダーとの中間圏下部熱圏の協同観測、クレムソン大学、ネブラスカ大学(米国)との対流圏干渉計観測の協同研究等の国際的な協同観測研究でも多くの成果をあげており、MUレーダーは大気観測研究の国際観測センターとしての地位を着々と固めつつあ

る。

一方、超高層プラズマおよび電波科学の分野の計算機実験研究の中核センターとして、当センターでは、昭和61(1986)年度以降、全国共同利用大型計算機センターにおける計算機実験研究者の利用負担金を補助する形でその共同利用研究を支援してきている。共同利用期間は4～12月の9カ月であるが、公募時期は年1回で、「電算機共同利用専門委員会」がMUレーダー共同利用と同様の手続きで公募を行ってきた。また、同年度よりミニコンピューター S3500(富士通社製)の共同利用研究も並行して行ってきたが、平成5(1993)年に KDK(京都大学電波科学計算機実験装置)が設置され、これを中心とした共同利用研究が新たにスタートした。そして、これを機に、「電算機共同利用専門委員会」は、「電波科学計算機実験専門委員会」と改名された。

昭和61(1986)年度以降続いている全国共同利用大型計算機センター、および本センター所有ミニコンピューターでの共同利用は、宇宙プラズマ研究、大気力学モデル研究、レーダー観測データ処理に関する利用が主に行われているが、KDK による共同利用の開始により、より一層広範囲の研究者が参加し、宇宙プラズマ、MHD(Magnetohydrodynamic)発電、地球、木星大気シミュレーション、地下物体探査レーダーに対するシミュレーション、レーダーによる宇宙浮遊物体調査のシミュレーションなど、非常に多彩な研究課題について成果が得られている。

第2項 国際共同研究

本センターはその研究対象が地球大気・宇宙空間に生起する物理現象に関わっていることから、グローバルな国際協力関係が研究を推進する上で極めて重要であるとの認識のもとに国際的な研究を積極的に推進してきた。前述のとおり、本センターは、地球大気・宇宙空間に関して歴史的にも名高いIGY(国際地球観測年)を手始めに、その後の数々の大規模な国際共同研究計画に参画し、現在では国際的に研究分野の動向を主導するまでに至ってい

る。また、昭和57(1982)年以降、外国人客員部門への研究者招聘に加えて、日本学術振興会の外国人特別研究員として、博士号取得後の若手研究者を各1～2年の期間、諸外国から受け入れている。また、文部省科学研究費補助金等の支援や自国からの派遣経費により本センターを訪問し、共同研究を行っている研究者も数多い。本センターに滞在した招聘外国人学者・外国人共同研究者(外国人客員研究員ならびに短期訪問者を除く)の数は、平成元(1989)年以降、毎年4～8名であり、アメリカ合衆国、オーストラリア、イギリス、ニュージーランド、インドネシア、フランス、中国、ロシア、などからの訪問者が多い。

第3項 国際会議・国際学校

本センターが中心となって推進している研究課題に関連して、国際会議の企画開催も積極的に行ってきた。これまでに文部省国際シンポジウム集会開催経費・科学研究費補助金その他の助成を受けて開催した国際研究集会としては、「ISSS(スペース・プラズマ・シミュレーション国際学校およびシンポジウム)」(昭和57<1982>年、平成3<1991>年、写真37-4)、「国際MAPシンポジウム」(昭和59<1984>年)、「MAPにおけるレーダー技術の発展と将来に関する国際ワークショップ」(昭和61<1986>年)、「宇宙プラズマ中の能動実験ワークショップ」(昭和62<1987>年)、「ISAR(大型レーダー国際学校)」(昭和63<1988>年)、「MST(中間圏、成層圏、対流圏)レーダー国際ワークショップ」(昭和63<1988>年)、「インドネシア地域における赤道大気観測に関する国際シンポジウ

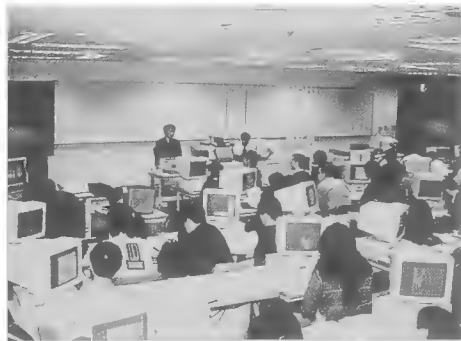


写真37-4 ISSS(スペース・プラズマ・シミュレーション国際学校およびシンポジウム)

ム(ジャカルタにて開催)」(平成2<1990>年、平成3<1991>年、平成4<1992>年、平成5<1993>年)、「中層大気に関する国際シンポジウム」(平成4<1992>年)、「URSI(国際電波科学連合)総会」(平成5<1993>年、京都ローカル委員会に参加)、「宇宙プラズマ中の非線形波動とカオスに関する国際ワークショップ」(平成6<1994>年)があり、ほぼ毎年1回の頻度で国際会議を開催してきたことになる。このような国際会議の開催は、最先端の研究成果に関する情報交換の場として本センターの研究活動を刺激する上で大変意義があるが、一方、本センターが国際的に研究動向を主導していく立場を確立していく上でも重要である。また、国際学校を開催し、本センターが過去に蓄積した研究成果・研究手法を広く海外の研究者に提供し、当該研究分野の研究者層を国際的に育成するための活動も行われている。例えば、宇宙プラズマの計算機実験や大気のレーダー観測技術に関する一連の講義などがこれらの国際学校で行われている。

さらに、本センターが国際的にも草分けである計算機実験の分野では、平成2(1990)年度にセンター内にSTEP SIMPO(STEPシミュレーション推進室)を設置し、ほぼ年4回の割合で“STEP SIMPO NEWSLETTER”約1,000部を全世界に向けて発行して、シミュレーション・計算機実験の最新情報の交換を行っている。

一方、地球大気の観測研究の分野では、赤道域に分布する発展途上国の研究者との交流を重視しており、平成2(1990)年以降、毎年インドネシア政府機関と共同で、ジャカルタにおいてインドネシア地域における赤道大気観測に関する国際シンポジウムを開催し、最先端の研究成果をインドネシア人研究者に紹介、大気レーダー科学の育成を図っている。一方、現地における共同観測、調査等の機会をとらえてレーダー観測技術等に関する研修コースを開催し発展途上国における人材の発掘ならびに研究グループの育成・指導をも積極的に推進している。

第5節 教 育

本センターの教育・研究活動の端緒は京都大学工学部電気系学科において芽生えた電波工学・超高層物理学の研究にたどることができる。具体的には、昭和36(1961)年に本センターの前身である工学部附属電離層研究施設が創設され、電離大気中の電波伝搬や電離大気の物理的特性ならびに大気力学の研究が開始されたのである。この研究施設は工学部に属していたため、教育活動は主に工学部ならびに工学研究科において行われた。しかし、教官は工学部ならびに理学部を卒業した研究者が着任しており、おのずから教育・研究活動も学際的な特徴を持っていた。

過去半世紀余りに飛躍的に発展した電波科学は、地球大気・宇宙空間の電磁波に関わる様々な物理現象の振る舞いを解明すると同時に、電磁波を活用した新技術の開発を刺激し、この分野に新たに多くの理工学の研究課題をもたらした。本センターの進展はこの動向に合致しており、大学院教育における研究テーマは、地球大気ならびに宇宙空間における電磁波の様々な特性を科学的に理解すること、さらに電磁波を活用した先端的リモートセンシング技術を基礎にして大気運動を研究する等、地球大気・宇宙空間を舞台とした最新の科学・技術的な課題を追究することが主である。昭和56(1981)年以降、毎年13~26名の工学研究科電子工学専攻の学生が本センター超高層物理学、超高層電波工学ならびにレーダー大気物理学部門で研究を行い、社会に巣立っていつている。また、平成5(1993)年からは理学研究科地球物理学専攻(平成6<1994>年6月の同研究科改組後は地球惑星科学専攻)の学生もレーダー大気物理学部門およびレーダー情報処理室で研究を行っており、平成6(1994)年現在5名がこれに相当している。これらの学生の中からほぼ毎年1

第37章 超高層電波研究センター

～2名が博士課程に進学して当センターで研究を続けており、平成5(1993)年度までに博士学位取得者数は延べ19名に達している。

また、本センターの全国共同利用研究を通して本学以外の大学院生の独創的な研究課題の進展を促しているほか、外国人研究者との共同研究を推進することで、本邦外の大学院生等の教育にも貢献している。昭和56(1981)年以降平成5(1993)年までで、研修生、研究者、日本学術振興会特別研究員の延べ数はそれぞれ16名(うち外国人13名)、3名(うち外国人2名)、15名(うち外国人10名)である。さらに、前述されているように、国内・国際シンポジウムを企画、開催したり、計算機シミュレーションおよび大気レーダーの両分野でそれぞれ国際学校を開催することにより、国内的、国際的に若い研究者の育成を図る努力を続けている。

こうして電離層研究施設における20年間、さらにこれがセンターに発展的に改組されてから今日までの10余年間、不断に続けられた研究・教育活動によって、本センターは地球大気・宇宙空間に関する電波科学・リモートセンシング研究の国際的拠点の1つとなるに至った。今後一層の努力を傾注し学界ならびに産業界の発展に貢献することが、当センターに課せられた重要な責務である。