九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

九州大学百年史 第7巻 : 部局史編 IV

九州大学百年史編集委員会

https://doi.org/10.15017/1801803

出版情報：九州大学百年史. 7, 2017-03-31. 九州大学
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

第 43 編

超高圧電子顕微鏡室

第 1 章　創設の経緯と組織・体制

第 1 節　社会的背景

（1）世界・日本における電子顕微鏡事情

電子顕微鏡は 1931（昭和 6）年に M.ノールと E.A.F.ルスカ（ベルリン工科大学、ドイツ）によって最初に作られ、1934 年には光学顕微鏡の分解能 0.5μm を超えた。1939 年には世界最初の商用機が作られ、ウィルスの観察に成功した。これを契機に、電子顕微鏡は医学・生物学研究者により盛んに利用され、国際的にその有用性が認知されるようになった。日本においても、1939 年頃から電子顕微鏡の開発・国産化が官民一体となって開始され、1941 年には国産機第 1 号が完成した。第 2 次大戦中も研究開発は続けられ、戦後間もなく商用機が開発された。産学官連携による電子顕微鏡開発が本格化し、1955 年には国内の電子顕微鏡設置台数は 250 台に達した。また、像観察だけでなく電子回折も可能であるという特徴、試料を加熱しながら観察できるなど、日本製電子顕微鏡の技術が評価され、海外への輸出も始まった。

1970 年代に入り、医学・生物学分野では研究者の関心が分子生物学へシフトし、形態学を中心とした従来の利用者が漸減した。一方、物質・材料分野での電子顕微鏡利用は、当初微粉体やバルク材料の表面レプリカ観察に限られていたが、金属薄膜試料作製法の発達・普及ともあいまって電子顕微鏡の利用者は急激に増加した。先進国では自動車や電気製品などの開発や量産化が加速され、製品の品質向上のために材料の品質向上、新規材料の開発が求められ、物質材料評価・開発のために電子顕微鏡が必要とされた。

電子顕微鏡の性能・機能は電子の加速電圧にも大きく依存し、加速電圧が

高くなるほど①電子の波長が短くなり、像分解能が向上すること、②電子の速度が増して試料透過能が増大すること、③電子の弾性散乱が増大する一方非弾性散乱が低減することにより像質の改善が期待される、などから次第に加速電圧の高い電子顕微鏡が注目されるようになった。日本のメーカーも 1960 年代になって加速電圧 500 kV～1000 kV 以上の超高加速電圧電子顕微鏡（以下、「超高圧電顕」と略）の開発・製品化に力を注いだ。特に、金属材料分野では格子欠陥の研究が非常に活発な時期であり、厚い試料の観察が可能な超高圧電顕は必要不可欠な装置となった。また、高速電子を材料に照射した時に起こる、照射損傷・照射誘起相変態などの研究も注目された。さらに、電子回折の多波動力学的効果、特に「臨界電圧効果」が発見され、回折結晶学分野における超高圧電顕の有用性が示された。1970 年代になって、日本製の超高圧電顕がスウェーデンを最初として、米国・中国・ベルギーなど外国に相次いで設置された。国内でも、大阪大学・名古屋大学・北海道大学・東京工業大学・京都大学・東京大学・東北大学および九州大学などに加速電圧 1000kV 級の超高圧電顕（阪大は 3000kV）が次々に設置された。超高圧電顕開発で培った技術は汎用電子顕微鏡の高性能化にも活かされ、電子顕微鏡は「新幹線」「トランジスタラジオ」「ビデオカメラ」などとともに、1970 年代の日本が世界に誇れる技術として高く評価され、日本は電子顕微鏡のトップメーカーとなった（小島建治「透過電子顕微鏡技術発展の系統化調査」、『国立科学博物館技術の系統化調査報告』第 11 集、2008 年）。

（2）学内における電子顕微鏡事情

電子顕微鏡が九州大学に最初に導入されたのは 1950（昭和 25）年医学部の戸田忠雄（細菌学教室教授）の研究室であり、研究対象は主にバクテリアやウィルスの形態観察であった。その後ミクロトームによる多様な生物薄片試料作製法の発展とあいまって、細胞学を中心として広範な生物分野への応

用が盛んになり、1970 年代当初までは電子顕微鏡利用者は医学・生物学分野の研究者で占められていた。九州大学における医学・生物学分野の研究・教育成果は目覚ましく、医学部では、山田英智・浜清（ともに解剖学教室教授、後に東大教授）、武谷健二（微生物学教室教授、1976 年日本電子顕微鏡学会会長）、小池聖淳（まさあつ）（微生物学教室、後に歯学部教授、佐賀医科大学教授）、山元寅男（解剖学教室教授）、天児和暢（かずのぶ）（微生物学教室教授）ら、また農学部では、日高醇（植物病理学教室教授、1962 年日本電子顕微鏡学会会長）が、それぞれ生物学分野ならびに電子顕微鏡関連の学会をリードした（天児和暢、「九州大學での電子顕微鏡の始まり」、『學士鍋』第 159 号、2011 年、pp.45-47。桶田一徳・中村桂一郎「医学・生物学の電子顕微鏡黎明期：福岡～アメリカ～日本」『顕微鏡』Vol.46, No.4、2011 年、pp.277-288）。

その後、電子顕微鏡は物質の微細組織・構造の研究に必須の装置として認識され、工学部・理学部・農学部などにも設置されたが、当初の最高加速電圧は 100kV（一部 120kV）であった。農学部には、電子顕微鏡による植物ウィルスの研究で有名な日高醇（前述）が日本専売公社秦野研究所から教授として赴任して来ていた。1968 年に工学部の冶金系学科（北島貞吉教授・江口鉄男教授）と応用力学研究所（北島一徳教授）に当時開発されたばかりの最高加速電圧 200kV の透過電子顕微鏡が導入された。この頃まで、九州大学の物質材料分野には電子顕微鏡を専門とする研究者はいなかったが、これを契機にこの分野の研究者の電子顕微鏡への関心が一気に高まった。

第 2 節　超高圧電子顕微鏡の導入

電子顕微鏡の高加速電圧の有効性が認識されるにつれ、九州大学においても理工系学部の教員から超高圧電顕導入の要望が出された。当時（1960 年代後半から 1970 年代当初）大学の新しい学際領域の教育研究が模索されてい

図 43-1 創設期の超高圧電子顕微鏡室

た時期でもあり、超高圧電顕導入を目的として、医学部・歯学部・農学部・理学部・工学部・教養部および応用力学研究所などの教職員が自発的に勉強会を発足させた。1971（昭和 46）年 3 月には、超高圧電子顕微鏡設置準備委員会（委員長日高醇、副委員長江口鉄男（金属物性学教室））および同準備専門委員会（委員長北島貞吉（放射線物性学教室））が設置された。1972 年度に超高圧電顕設置のための概算要求を開始したが、東北大学・東京大学に設置された翌年、1974・75 年の 2 年度にわたって設置が認可された。

文部省への説明の任にあたった北島は、当時の準備専門委員会で次の 2 点を強調し、超高圧電顕設置の意義・経緯を説明した。①九州大学への超高圧電顕設置は医学・生物学分野での実績によるところが大きく、またこの実績を基礎に電子顕微鏡法を医学・生物学分野以外の分野の研究に展開することは、九州大学の教育研究の発展に大きく寄与すること、②1973 年後半以降の石油ショックに伴う物価および人件費の高騰のため、当初内示された予算では仕様書通りの装置導入は困難となったが、文部省からの 2 年度目の予算措置で仕様書通りの性能を実現することは可能であること、ただし各種試料ホルダーを初めとする付属装置を十分に賄うことはできないこと。

図 43-2 超高圧電子顕微鏡 JEM-1000 本体（1976 年設置）と性能チェックのために撮影された金の格子像
金結晶の（200）格子面の間隔 0.204nm が識別されている。

箱崎地区工学部 3 号館中庭の旧応用理学教室（赤レンガ造り）跡に、2 階建ての建物（640m²）が 1975 年 12 月に竣工した（図 43-1 参照、その後 1987 年に 2 階部分約 70m² が増築された）。翌 1976 年 1 月から 3 月にかけて超高圧電子顕微鏡 JEM-1000 型（日本電子(株)製、図 43-2 参照）が設置され、4 月から 6 月末まで装置の調整・基本性能確認および検収を実施した。その後は専門委員を中心としたチームによる基礎データの採取および試用に供され、10 月から九州大学の教職員・学生に開放、待望の共同利用業務の開始にこぎつけた（『超高圧電顕室研究報告』No.1、1977 年）。

第 3 節　運営組織

超高圧電子顕微鏡室（以下、「超電顕室」と略）は学内共同利用施設として

図 43-3 江口前室長主催の G.インデン博士歓迎会の 1 コマ（福岡市呉服町割烹「ながとみ」にて、1983 年 12 月）
①林安徳（主任）②G.インデン（Max Planck Inst）③美浦康宏（専門委員）④江口鉄男（初代室長）⑤松村晶（後の 6 代目室長）⑥木下智見（後の 4 代目室長）⑦根本實（後の 3 代目室長）⑧友清芳二（後の 5 代目室長）。右上は 2 代目室長北島貞吉。

位置付けられ、その運営規則が 1975（昭和 50）年 12 月、同細則が 1976 年 7 月に施行された。超電顕室は、九州大学の管理運営組織上工学部の傘下に置かれ、人事・経理および用度などの事務は工学部事務部が担当している。したがって、室長および主任はそれぞれ工学部教授および工学部教員から選任することが内規として申し合わされた。工学部以外の教授も室長に選任されるようになったのは 2004（平成 16）年からである。超電顕室専任職員としては、2 名の技術職員が配置された。現場を指揮する教員不在の下での運営には多くの支障を伴うことから、全学運用教員のポスト（1977 年 4 月から 1987 年 3 月までは講師、同年 4 月から 2002 年 3 月までは助教授）が配置された。

第 4 節　運営理念と目標

超電顕室の運営理念は、江口鉄男初代室長が提唱した「自主、民主、公開」を基礎に、九州大学の利用者、特に若い教職員・学生が自発的・自律的に研究できる環境を担保し、これら利用者の要望を注意深く有効に汲み取りながら運営することに努め、さらに教育研究成果を国内外に積極的に公開し、外部からの評価を新たな教育研究に反映させることを旨としている。この運営理念に基づき、①高度かつ円滑な全学共同利用を推進（以下、「教育研究支援機能」と略）し、②共同利用者の提案・要望を活かした先進的顕微法の研究や、それに基づく装置・技術の開発（以下、「先進的顕微法・技術開発」と略）と、③学際研究や異分野融合研究を推進（以下、「研究機能」と略）するとともに、それらの過程で「教育研究支援機能」「先進的顕微法・技術開発」「研究機能」の高度化サイクルを円滑に進め、九州大学の教育研究の高度化・先端化を図ることを目標に掲げた。これらの目標を達成するために必要な技術開発には、学部や研究室間の壁を乗り越えて共同研究チームが結成され、科学研究費など学内外の研究補助資金事業に積極的に応募した。利用者による運営費の一部分担、技術講習会による技術普及、電子顕微鏡技術に関する最新情報と課題の共有、研究成果の公開などの基本施策がとり入れられた。このような理念・目標により、九州大学超電顕室は、後々全国の他大学類似施設と違う独自の経過をたどることになる（『超高圧電顕室研究報告』 No.30、2006年）。

第 5 節　装置の利用と維持管理

（1）利用手続きなど

共同利用業務を円滑におこなうために、利用者は①課題申請、②技術講習の受講、③利用料の支払い、④利用報告書の提出、⑤研究成果報告が求められる。当初は研究室（講座）ごとの課題申請が多かったが、2007（平成 19）年度に運営費交付金以外の資金による支払ができるようになってから、支払に充てる資金ごとに課題申請をするように改められた。

利用枠決定

1 日を Ⅰ 枠（10:00～14:00）、Ⅱ 枠（14:30～18:30）、Ⅲ枠（19:00～23:00）に分け、夜間や休日にも使用できるようにした。ただし、夜間・休日の使用者は専任技術職員に認められた操作習熟者に限定された。装置の利用日時割り振りにあたっては、機会均等と公平さに配慮し、決定は 1 週間単位で行われる。その結果は施設掲示板に暦形式で掲示され、何時、誰が、どのような頻度で、どの装置を使用しているか、など装置の予約状況が一目でわかる。

利用記録と利用料の支払い

装置ごとに使用記録簿が用意され､利用者が記録した利用時間（自己申告）を基に利用料が算出される。利用者は年度末に、利用時間に応じて各部局事務部経理係を通して校費で支払うよう定められ､施設発足時から実施された。機種ごとの利用料金が定められ、科学研究補助費や外部資金による支払いが可能になったのは 2007（平成 19）年度からである。

（2）装置の維持・管理など

日常の装置運転・管理と利用者の技術指導には、超電顕室の 2 名の専任技術職員があたる。このために技術職員には以下の配慮がなされた。①装置のちょっとしたトラブルには、メーカーの技術サービスマンに頼ることなく迅速に対処できるよう、技術職員の技量向上のためできる限り機会を与える。②利用者の高度な技術的要求に応えられるよう利用者との共同研究への参加および各種研究会や電子顕微鏡学会などへの積極的参加。③専門委員との連携を密にする。技術職員の手に余る技術相談には、専任教員・主任および専門委員があたる。これにより、技術職員・専任教員・主任および専門委員を中心とした利用研究者の間での最新技術情報の交換や課題の共有がスムーズに行われる。

第 2 章　施設の沿革と共用設備の推移

新しい設備の導入、スタッフの人事異動、特別企画行事などを以下年代順に列記する（『超高圧電子顕微鏡室　達成度評価資料』、2009 年）。

1975 年　4 月　学内共同利用施設「九州大学超高圧電子顕微鏡室」発足（室長　江口鉄男工学部教授）

1975 年　7 月　第 1 回 HVEM 研究会開催　講師：永山在明（歯学部）、二神光次（応用力学研究所）（以降毎年数回開催、詳細は第 3 章第 4 節参照）

1975 年 10 月　真鍋武志技能職員着任

1975 年 12 月　超高圧電子顕微鏡棟竣工

1976 年　3 月　超高圧電子顕微鏡 JEM-1000 設置

1976 年　7 月　第 1 回利用者講習会（以降定期的に開催、詳細は第 4 章第 4 節参照）

1976 年 10 月　超高圧電子顕微鏡共同利用業務開始

1976 年 11 月　田中鍒士技術職員、工学部冶金系学科より配置換・着任

1977 年　3 月　補助電子顕微鏡 JEM-200（後の 200BS）設置（概算要求）

1977 年　5 月　『超高圧電顕室研究報告』No.1 発刊（以降毎年発行、詳細は第 3 章第 3 節参照）

1977 年　6 月　友清芳二専任講師着任（学内運用ポスト、工学部冶金系学科から）

1979 年　3 月　江口鉄男室長退任（総理工へ配置換のため）

1979 年　4 月　北島貞吉室長就任（工学部応用原子核工学科教授）

1983 年　3 月　**分析電子顕微鏡 JEM-200CXS（後の 2000FX）設置**（概算要求）

1986 年　8 月　創立 10 周年記念シンポジウム（九大工学部）

1987 年　3 月　超高圧電子顕微鏡改造（加速管）

1987 年 11 月　部屋の増改築：1 階のドラフト付き試料準備室を 2 階に増築された部屋へ移設、400kV 電子顕微鏡設置のために床下に除振架台設置

1987 年 12 月　**原子直視型高分解能電子顕微鏡 JEM-4000EX 設置**（概算要求）

1988 年　3 月　超高圧電子顕微鏡改造（高分解能化）

1989 年　3 月　北島貞吉室長退任（停年退官のため）

1989 年　4 月　根本實室長就任（工学部材料工学科教授）

1989 年　5 月　超高圧電子顕微鏡改造記念講演会（九大国際ホール）

1993 年　3 月　汎用電子顕微鏡として JEM-200CX を歯学部より移管

1995 年　3 月　超高圧電顕フロンガス対策（高電圧タンク容器交換、代替ガス SF_6 液化回収装置設置）高圧ガス製造所として認可を受ける、他の電子顕微鏡も SF_6 ガスに置き換え

根本實室長退任

1995 年　4 月　木下智見室長就任（工学部応用原子核工学科教授）

1996 年　3 月　**ナノプローブ電子分光型電子顕微鏡 JEM-2010FEF 設置**（補正予算）

集束ガリウムイオンビーム（FIB）試料加工装置 FB2000 設置（補正予算）

1997 年　3 月　アジア学術セミナー（日本学術振興会と超高圧電子顕微鏡室の共催）（詳細は第 3 章第 6 節参照）

プログラム・プロジェクト（P&P）スタート（詳細は第 3 章第 4 節参照）

1997 年 12 月　友清芳二専任助教授、工学部教授へ転出

1998 年　4 月　渡辺万三志専任助教授着任

2000 年　3 月　超高圧電子顕微鏡 JEM-1000 の加速管交換

2001 年　3 月　渡辺万三志専任助教授退職（米国リーハイ（Lehigh）大学へ）

2001 年　4 月　金子賢治専任助教授着任

学内リサーチコア制度スタート（詳細は第 3 章第 4 節参照）

2001 年 10 月　**デジタル電子顕微鏡 TECNAI-20 導入**

2002 年　3 月　学内運用助教授ポスト解消

2002 年　4 月　金子賢治助教授配置換（工学研究院材料工学部門へ）

文科省ナノテクノロジー総合支援事業（2002～06 年）「超顕微解析支援」*受託*

2003 年　3 月　**3 次元観察用電子分光型電顕 JEM-3200FSK 設置**（総長裁量経費）

ローレンツ電顕 TECNAI-F20 設置（文科省ナノテク支援事業経費）

2003 年 12 月　*文科省より新超高圧電子顕微鏡設置予算内示*

2004 年　3 月　木下智見室長退任（停年退官のため）

2004 年　4 月　法人化にともない、運営委員会において*「超高圧電子顕微鏡室の中期目標・計画」を策定*（詳細は第 3 章第 7 節参照）

友清芳二室長就任（総理工融合創造理工学部門教授）

2004 年 12 月　田中鍒士技術職員、専任教員（助手）に配置換（工学部運用枠借用）

2005 年　1 月　大尾岳史技術職員着任

新超高圧電子顕微鏡用建物（CE20 棟）竣工（伊都地区）

2005 年　3 月　**新超高圧電子顕微鏡 JEM-1300NEF 本体設置**（概算要求）

福岡県西方沖地震発生（20 日）、箱崎地区の古い超高圧電子顕微鏡をはじめ各種電顕に甚大な被害

2005 年　4 月　新超高圧電子顕微鏡 付帯設備整備計画スタート（概算要求、特別設備費、5 年計画）

2005 年 10 月 *超高圧電子顕微鏡フォーラム開設*（財団法人九州大学学術研究都市推進機構（OPACK）内に。詳細は第 4 章第 2 節参照）

2006 年　3 月 日韓電子顕微鏡法チュートリアル・ワークショップ（伊都）
友清芳二室長退任（定年退職のため）

2006 年　4 月 「*電子顕微鏡技術研修制度*」（入門・初級・中級コース毎に実施、学外者も受け入れ）*スタート*
松村晶室長就任（工学研究院エネルギー量子工学部門教授）

2006 年　9 月 新超高圧電子顕微鏡設置記念国際シンポジウム開催（西新プラザ）

2007 年　3 月 超高圧電子顕微鏡室本館（CE21 棟）竣工（伊都地区）
古い超高圧電子顕微鏡 JEM-1000 地震被害から復活（文部科学省の予算措置により、箱崎地区）

2007 年　4 月 *文科省先端研究施設共用イノベーション創出事業*「九州地区ナノテクノロジー拠点・ネットワーク（2007～11 年）」*受託電顕利用料金支払法変更*（装置ごとに料金設定、運営費交付金以外の資金での支払可能、毎月徴収）

2007 年　6 月 真鍋武志技能職員退職

2007 年 10 月 *各種機器類の箱崎から伊都地区への移設完了*

2008 年　3 月 **ナノ超構造創製・レーザービーム照射装置（超高圧電顕用）付加**（概算要求）

2008 年　4 月 *超高圧電子顕微鏡室研究プロジェクト制度スタート*（詳細は第 3 章第 4 節参照）

2009 年　3 月 **ナノ超構造創製・元素分析装置（超高圧電顕用）付加**（概算要求）

2009 年　9 月 *第 12 回 FEMMS Meeting（Sasebo）開催*

2009 年 10 月 *超高圧電子顕微鏡室達成度評価実施*

2010 年　1 月 *超高圧電子顕微鏡室外部評価実施*

2010 年　3 月 **集束イオンビーム試料加工装置（FEI Quanta 3D 200i）設置**（目的積立金）

超伝導マイクロカロリーメーター分析 SEM（Zeiss ULTRA55 + SII-nanotechnology）設置（補正予算）

収差補正走査透過電子顕微鏡（JEM-ARM200F）設置（補正予算）

新超高圧電子顕微鏡（JEM-1300NEF）レーザー偏光装置設置（受託研究費）

田中鍠士助教定年退職

2010 年　4 月 藤昇一助教着任（工学研究院運用枠）

第 3 章　各種装置の導入経緯と利用状況

第 1 節　装置の導入

既設の超高圧電顕 JEM-1000 は設置以来、超電顕室の理念および目標に基づき以下の様な積極的改造あるいは老朽化対策を実施してきた。すなわち、試料着脱方式をトップエントリー方式からサイドエントリー方式へ改造、高分解能用対物レンズの導入、強磁性材料観察用対物レンズの導入、TV カメラの導入､各種試料ホルダー類の充実などを随時行った｡老朽化対策として、1987（昭和 62）・88 年度には高電圧タンク内部の改造、真空排気系の交換、電気・電子部品の交換などを実施した。1995（平成 7）年には絶縁ガスとして使用してきたフロンガスを SF_6 ガスへ転換する改装を、2000 年には加速管の交換を実施した。これらに要した金額は合計数億円以上（毎年の維持費を除いて）に上る。2005 年 3 月 20 日に発生した福岡県西方沖地震では、超高圧電顕にも甚大な被害がおよんだが、文部科学省の計らいで 2 年後には復旧された（約 1 億円を要したと聞いている)。

超高圧電顕は、自動車で例えれば F1 レース用にメーカーの技術の総力をあげて作る特別仕様車であり、一般公道を走るためのものではない。運送手段としては、乗用車・ライトバン・バス・トラック・ダンプカーなど目的に応じた使い分けが必要であるのと同様、微細構造・ナノ構造解析のためには超高圧電顕 1 台あれば事足りるというものではなく、いろいろな機能・性能を持つ電子顕微鏡を研究目的に応じて使い分ける必要がある。科学・技術の進歩とともに､電子顕微鏡の機能･性能に対する研究者の要求は高度になり、メーカーもそれに応えるために次々と高性能装置を開発する｡超電顕室でも、利用研究者の技術的要望をメーカー技術者に投げかけると共に、新機能・性

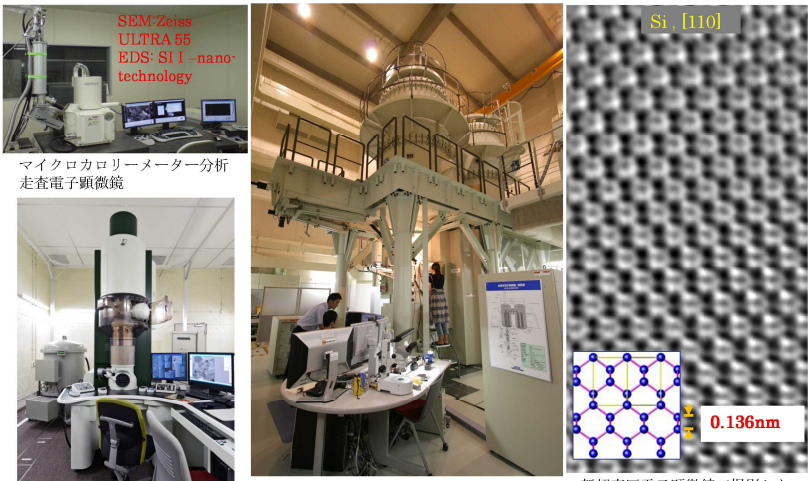

図 43-4 超高圧電子顕微鏡室の新しい設備の一部（2010 年度現在）

能をもつ電子顕微鏡の導入に努めてきた。学内外の関係者の理解と協力によって、その時々の最高性能の電子顕微鏡が導入された。2010 年現在、機能・性能の異なる高性能電子顕微鏡 8 台、各種試料作製装置、観察結果を解析する各種コンピュータソフト等が揃い、世界に誇れる研究施設に発展している（図 43-4）。

新しい機能・性能を持つ装置の導入を契機に、入手できる情報の質、応用範囲とともに研究対象・研究内容・利用者層が大きく変わっている。このような視点から見ると、超電顕室設立から今までを大きく以下の 4 つの時代に区分することができる。

第 1 期：1975～83 年　超高圧電顕 JEM-1000、補助電子顕微鏡
JEM-200BS

第 2 期：1984～95 年　分析電子顕微鏡 JEM-200CXS（試作機、後の
JEM-2000FX）

第 3 期：1996～ 2005 年　ナノプローブ電子分光型分析電子顕微鏡

JEM-2010FEF（試作機）、集束ガリウムイオンビーム試料加工装置 HF2000、ローレンツ電子顕微鏡 TECNAI-F20

第 4 期：2006 年～　　オメガ型電子分光装置付き超高圧電顕微鏡 JEM-1300NEF（世界唯一）

球面収差補正装置付き走査／透過電子顕 JEM-ARM200F（世界最高性能 X 線検出器付き）

第 1 期は、すべての利用者が超高圧電顕に群がるようにして使った時代である。他に高性能電子顕微鏡がなかったこともあって夜間、土日・祭日も高頻度で使用された。研究対象は微細組織観察・高分解能格子像観察・結晶構造解析・電子線照射損傷過程の観察など広範囲に及んだ。ちなみに、後に九州大学総長をつとめる和田光史（農学部土壌学）・杉岡洋一（医学部整形外科）は、この時期の利用者であった。

第 2 期は従来の電子顕微鏡法に新しくエネルギー分散型 X 線分光法という化学組成分析機能が付加された時代である。これにより、観察している領域の局所的元素濃度を知ることができるようになり、材料科学における応用分野が飛躍的に拡大した。

第 3 期は顕微鏡の光源に相当する部分が従来のタングステンを加熱する方法から、熱電界放射方式に変わり、高品質の電子ビームを得ることができるようになった。X 線分光法の他に電子エネルギー損失分光法の機能が加わった。これによって画質が格段に改善されただけでなく、極微小領域の構造解析や組成分析が可能となった。従来の顕微法と新しいエネルギー分光法とが融合された分析型電子顕微鏡が活躍した時代である。また、集束ガリウムイオンビームによる試料作製法が確立され、従来試料作製がネックになって観察不可能であった物質・材料の観察が可能になった。

第 4 期は顕微法と分光法を融合した新しい超高圧電子顕微鏡の時代である。さらに、従来不可能と言われていた電子顕微鏡用磁界レンズの球面収差補正が可能となり収差補正走査・透過電子顕微鏡が出現した。これにより超高圧

電顕でなくても高い像分解能が得られるだけでなく、従来の結像法とは異なる高品質の走査透過電子顕微鏡像が得られるようになった。画像記録法は、従来の写真フィルムに代わって CCD カメラや CMOS カメラが活躍するようになった。

第 2 節　利用状況

(1) 申請課題数の推移

電子顕微鏡の利用状況を示す指標は利用課題数・利用件数と使用時間である。1976（昭和 51）年から 10 年間の電子顕微鏡利用状況は、申請課題数が

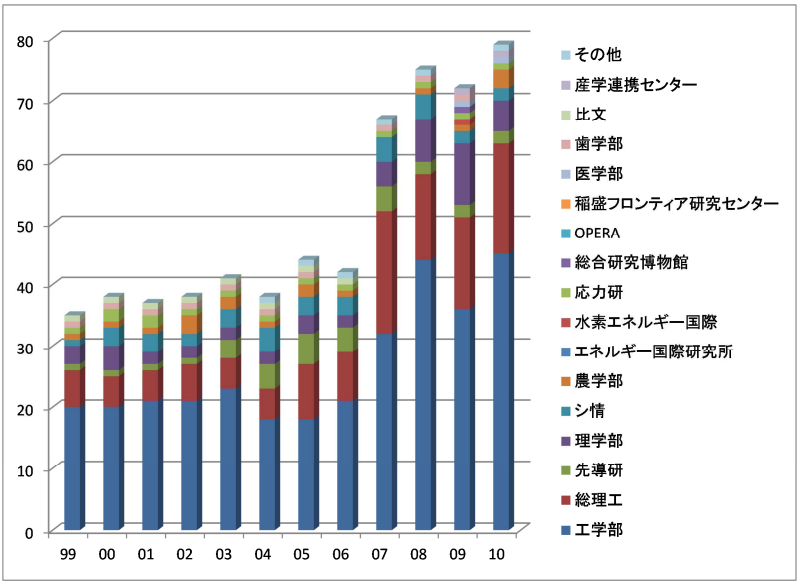

図 43-5　1999～2010 年の学内研究課題数の推移
縦軸は実施課題件数。

毎年 20～30 件、超高圧電顕の利用件数が毎年 200～300 件、使用時間は毎年 1500～2500 時間、補助電子顕微鏡の使用件数は毎年 200～300 件、使用時間は毎年 1300～2500 時間に達した。主な利用者の所属部局は工学部・総合理工学研究科・理学部・農学部および応用力学研究所であり、工学部と総理工を合わせた利用件数は全体の 6～7 割を占めていた。なお、この間の他大学利用割合は 1～2%である。1999（平成 11）～2010 年の研究課題数の推移を図 43-5 に示す。

第 3 節　研究・教育支援成果

（1）成果報告と公開

超高圧電顕室研究報告書

前述（第 1 章第 5 節）したように、超電顕室の装置を利用して得られた成果の一部は毎年発行される『超高圧電顕室研究報告書』に掲載されている。学術専門誌などに公表された成果は､部局別にまとめて掲載されているので、これを見れば利用者の毎年の研究成果、超電顕室の支援成果の概要を知ることができる。この報告書は Elsevier が発行している学術専門雑誌 *Ultramicroscopy* の「本、雑誌、国際会議録、など出版物紹介：執筆者 P. W. Hawkes」において頻繁に取り上げられている。その一例（*Ultramicroscopy*, 50（1993）p.110）を以下に紹介する。

> The Annual Reports of the HVEM laboratory of Kyushu University for 1992 are now available (14 papers in English, 24 in Japanese) and give a good idea of the current uses of these instruments, which seem to be falling out of favor elsewhere.

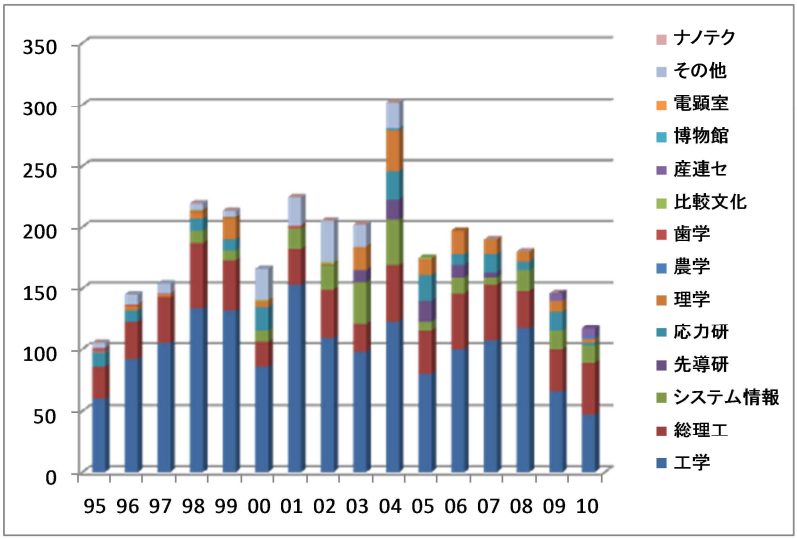

図 43-6 超電顕室の装置利用によって得られた発表論文数の推移
縦軸は論文数、横軸は西暦。

発表論文

ここでは支援成果を表す例として、過去 15 年間の発表論文件数の部局別推移を図 43-6 に示す。

(2) 研究者の育成

超電顕室の研究支援成果を表す例として、論文発表数とは別に博士学位取得のための支援成果がある。超電顕室の装置を使った研究成果が基になって学位を取得した研究者総数はおよそ 200 名にのぼる。これら学位取得者は学内外で活躍している。大学で活躍している人あるいは活躍した人たちは 30 名以上にのぼる（2004 年 3 月現在)。

第 4 節　情報提供と課題の共有：研究会・研究プロジェクト

（1）HVEM 研究会

超電顕室が発足した 1975（昭和 50）年から「HVEM 研究会」を毎年数回実施しており、2010（平成 22）年度末現在第 177 回目を数えている。研究会の内容は、特定の課題に対する勉強会、利用者の成果発表会、国際会議出席者の報告会、内外の著名な研究者の講演会等多種多様である。この研究会は電子顕微鏡技術の普及、電子顕微鏡に関する新技術・最新情報提供、利用者間の情報・意見交換、電子顕微鏡技術に関する問題点の共有などに重要な役割を果たしている。毎回の参加者は平均 30 名程度である。177 回目までの講師の内訳は学内 169 人・学外 55 人・海外 64 人に達している。

（2）学内研究プロジェクト

九州大学では 1997（平成 9）年から学内措置による研究費補助事業：教育研究プログラム・研究拠点形成プロジェクト（P&P）が始まった。超電顕室では木下室長をグループリーダーとして、専門委員を主要メンバーとする 11 名からなるグループで「ナノプローブ電子分光型電子顕微鏡法の新展開」という課題を応募し、見事に採択された。この研究目的は、電子エネルギー損失分光法が加速電圧 400kV でも有効かどうかを確かめ、超高圧電顕への適用性を探ることであった。この P&P のメンバーと専門委員が中心になって、次期超高圧電顕（2005 年 3 月に納入されることになる新超高圧電顕）の概念設計が行われた。この P&P は、2001 年から研究費補助なしの学内リサーチコアという制度に改められたが、超電顕室の取組は「超顕微科学リサーチコア」として、現在まで引き継がれている。

（3）超高圧電子顕微鏡室研究プロジェクト

2008（平成 20）年度から超電顕室利用研究者によるユニークな研究に対して電子顕微鏡使用料を補助する制度が始まった。これは、新しい電子顕微鏡技術の開発、新しい応用分野の開拓、新しい試料ホルダーの開発などにかかわる研究、あるいは超電顕室スタッフと共同で実施される研究でその成果が他の利用者にもただちに役に立つ可能性のあるものなどを対象としている。毎年 5～10 件の課題が採択されてきた。その成果は HVEM 研究会や成果報告書に報告され、九州大学独自の成果を学内利用者に還元することに役立っている。

第 5 節　学会活動など

超電顕室に最も関係の深い学会は日本電子顕微鏡学会である。超電顕室利用者の中にはそれぞれ自分の研究の専門の学会に加えて電子顕微鏡学会においても活躍している人たちがいる。電子顕微鏡学会には表彰制度として 1956（昭和 31）年に作られた瀬藤賞がある。これは日本電子顕微鏡学会賞（後の顕微鏡学会賞）と位置付けられている。超電顕室発足以来の九州大学における受賞者は 8 名にのぼる（2010 年度現在）。

学会活動としては、超電顕室運営委員の柴田洋三郎が日本電子顕微鏡学会第 57 回学術講演会（2001 年 5 月、アクロス福岡）の実行委員長を務めた。同じく運営委員の桑野範之が日本顕微鏡学会第 50 回シンポジウム（2005 年 11 月、医学部百年講堂）の実行委員長を務めた。室長の松村晶が The Twelfth Frontier of Electron Microscopy in Materials Science（2009 年 9 月、佐世保）の実行委員長を務めた。

第 6 節　特別企画行事・国際交流など

超電顕室では、節目ごとに特別行事を企画実施してきた。その主なものは以下の通りである。

創立 10 周年記念シンポジウム（1986 年 8 月、箱崎）ではフランスと英国から講師を招聘し、115 名の参加者があった。

アジア学術セミナー（1997 年 3 月、箱崎）は、当時世界最新のナノプローブ電子分光型電子顕微鏡（FEG、Ω 型、200kV、JEM-2010FEF）が設置されたのを機会に、木下智見室長の陣頭指揮の下、日本学術振興会との共催で、アジアの若手研究者向けに実施されたものである。日本・世界の第一線で活躍している研究者を講師に迎えて、2 週間のセミナーを実施し、座学だけでなく豊富なデモンストレーションと実習も交えた。さらに、最終日には大阪大学の超高圧電顕見学、京都大学の極低温電子顕微鏡見学なども取り入れた。日本学術振興会から旅費滞在費の補助を受けた受講生数はアジア諸国から 20 名、国内から 20 名、これに一般参加者 30 名を加えた総数 70 名であった。一方、講師陣は、海外の著名研究者 12 名、国内の著名研究者 12 名、九州大学内研究者 10 名であった。このセミナーは受講生にも非常に好評であっただけでなく、内外の注目を浴びた。この時の受講生は現在いろいろな分野で活躍している。なお、セミナーの講義内容は *Proceedings of the Asian Science Seminar on NEW DIRECTION IN TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPY AND NANO-CHARACTERIZATION OF MATERIALS* として九州大学出版会から刊行された。

日韓電子顕微鏡法チュートリアル・ワークショップ（2006 年 3 月、伊都）は日韓の研究者・学生合わせて 35 名の参加者があった。

新超高圧電子顕微鏡設置記念国際シンポジウム（2006 年 9 月、西新）では、英国・米国・中国・韓国から各 1 名、学外から 5 名の講師を招聘し、約 100 名の参加者があった。

日本－マレーシア国際シンポジウム（Japan-Malaysia International Symposium on Advanced Technology、マレーシア・日本大学センターMJUC 主催）MJISAT2007（2007 年 11 月、クアラルンプール）では超電顕室から松村室長をはじめ多数の利用研究者が参加、超電顕室の活動状況、九州大学におけるナノテク支援事業、利用者の研究成果等を紹介した。

第 7 節　中長期目標

九州大学では法人化を機に大学として中期目標を掲げ、それを実施するための計画を策定することが決まった。超電顕室も以下に示すような中期目標・計画を掲げた（2003 年度の運営委員会で決定）。

研究に関する目標（抜粋）

①研究水準及び研究の成果等に関する目標

②研究実施体制等の整備に関する目標

③その他の目標：社会との連携、国際交流等に関する目標

第 8 節　達成度評価と外部評価

上で述べた目標には、「超電顕室としての達成度評価と外部評価」の実施が掲げられた。これに従い、2009（平成 21）年度に評価が実施された。評価結果はそれぞれ『超高圧電子顕微鏡室達成度評価資料』および超高圧電子顕微鏡室『外部評価報告書』としてまとめられた。外部評価委員として学外の学識経験者 4 名（国立大学 2 名・国立研究機構 1 名・企業研究所 1 名）が委嘱された。その時の外部評価委員による総合評価結果（講評・指摘事項・提言など）を抜粋して以下に示す（超高圧電子顕微鏡室『外部評価報告書』、

2010 年)。

高く評価された点

・電子顕微鏡という特殊性の高い研究機器において「課題申請制度・受益者負担制度」を先駆的に取り入れて確立した点。

・利用者の報告書を「超高圧電顕室研究報告」として毎年欠かさず発行・配布し続けている点。

・毎年欠かさず「電子顕微鏡技術講習会」を開催し電子顕微鏡技術の普及と利用者の拡大に努めてきた点。

・当初、内輪の勉強会からスタートした「HVEM 研究会」が、現在は世界的に著名な研究者を招くまでに発展している点。

・九州大学学術研究都市推進機構のもとに設立された「超高圧電子顕微鏡フォーラム」が産官学交流・連携を促進する上でユニークな役割を果たしている点。

第 4 章　学外への機器開放

学内共同利用施設としてスタートした超電顕室の機器利用実績の中で、他大学の利用割合は 1～2%であった。学内共同利用施設から、企業を含む学内外を対象とした設備共用施設へと大きく舵を取ったきっかけは 2002（平成 14）年度から始まった「文部科学省のナノテク支援事業」である。この背景には、「ナノテクノロジー・材料の開発」が国の基本戦略の 1 つにあげられたことがある。さらに国家財政が逼迫して、以前のように研究者の要望に応えて大型研究設備を全国の大学に順次設置する余裕がなくなったため、全国的に見て拠点機関に設置しそれを全国で共用するように（大規模な研究開発費を「選択と集中」により配分）、財務省と文部科学省が方針転換を図ったからである。

これらの文部科学省の事業では学外共用による先端大型機器の有効利用、大学の持つ知的能力の活用、産官学連携、分野横断、技術者育成等を通しての「社会的貢献」が求められている。この傾向は特に法人化以降顕著になっている。大学の使命は言わずと知れた「教育と研究」による社会的貢献であったが、上記のように、目に見えるかたちの「社会的貢献」が求められるようになった。これは今後、大学が大きく変わっていく重大な要素を含んでいる。

第 1 節　文部科学省の施設共用・研究支援制度

ナノテクノロジー総合支援事業

超電顕室は 2002 年度から始まった文部科学省の「ナノテクノロジー総合

支援事業（2002～06 年度）」の実施機関に採択された。この時採択された機関は東北大学金属材料研究所、独立行政法人物質・材料研究機構、大阪大学超高圧電子顕微鏡センターおよび九州大学超電顕室の 4 機関であった。これらの機関のうち、超電顕室だけが唯一学内措置で運営されている、「専任の研究スタッフがいない施設」であった。この採択は、超電顕室が実質的に「共同利用のセンター的役割を果たしている」と評価されたことを示すものである。この事業では、室長が実施責任者となり、「ナノマテリアル開発のための超顕微解析」の名のもとに、超高圧電顕 JEM-1000 を含む 4 台の電子顕微鏡を開放し、①試料作製、②動的「その場観察」、③難観察物質解析、④極微小領域解析の 4 部門にわたる支援を行った。

初年度は装置を購入する予算も配分され、ローレンツ電子顕微鏡 TECNAI F20 が設置された。また、超電顕室が採択されたことに対して梶山千里総長から特別裁量経費による最新鋭装置「3 次元観察用電子分光型電子顕微鏡 JEM3200FSK」購入の機会が与えられた。

毎年の支援実績は、申請件数 30～40 件、技術相談 30～40 日、試料作製 30～40 日、電子顕微鏡使用日数 200～230 日に達した。

文科省先端研究施設共用イノベーション創出事業

上記ナノテク総合支援事業の終了後、2007（平成 19）年度から第 2 期目の「文科省先端研究施設共用イノベーション創出事業」がスタートした。第 1 期目は「超高圧電顕を利用した解析支援」という専門分野ごとの連携を基本としていたのに対して、第 2 期目は全国の 13 拠点から構成され、それぞれの拠点には複数の研究機関が含まれるかたちをとっており、産官学連携と研究領域を横断する連携も求められた。九州大学からは超電顕室の「超顕微解析グループ」と工学研究院の研究者が主要構成員である「分子・物質合成解析グループ」が一緒になって応募した「九州地区ナノテクノロジー拠点・ネットワーク（2007～11 年度）」事業が採択された。この拠点形成には北九

州産業学術推進機構の「MEMS（Micro-Electro-Mechanical System）測定解析グループ」ならびに九州シンクロトロン光研究センターと佐賀大学シンクロトロン光応用研究センターから成る「放射光 SOR を用いたナノ計測・分析グループ」が加わった。超顕微解析グループの毎年の支援実績は第 1 期目とほぼ同程度の支援実績（例えば 2009 年度は支援件数 27 件、技術相談日数 35 日、試料作製 23 日、電子顕微鏡使用日数 150 日）であった。文部科学省の指導で 2009 年度より学外利用者からも利用料金を徴収するようになった。学外利用者に対する九州大学の利用料金は、学内利用者と同じ金額を適用している。

第 2 節　超高圧電子顕微鏡フォーラム

企業を含む学外への設備開放・共用という点では、超電顕室は全国にさきがけて 2005（平成 17）年に木下室長の指揮の下、学外への会員制サービス事業「超高圧電子顕微鏡フォーラム」を立ち上げた。これは、財団法人「九州大学学術研究都市推進機構」の下に作られた研究支援組織で、会費を払って入会した企業または大学・公立研究機関会員に対して以下の 4 点を提供する。(1) 情報サービス、(2) コンサルティング、(3) 教育・研修支援、(4) 研究・技術支援。会員のランクには 3 種類あり、それぞれ会費と提供されるサービスの内容が異なる。年によって会員企業数は、増減はあるが、例年数社から 10 社未満である。フォーラムに収められた会費を原資にして同推進機構から委託費を受けて、超電顕室が上記 4 項目のサービス事業を実施している（『超高圧電顕室研究報告』No.30、2006 年）。

第 3 節　超高圧電子顕微鏡連携ステーション

学外利用制度としては、2010（平成 22）年度から 6 年計画でスタートした、文部科学省の「超高圧電子顕微鏡連携ステーション」がある。これは、北海道大学・名古屋大学・大阪大学および九州大学にある超高圧電子顕微鏡装置群の連携活用・相互利用・補完的利用を目的とするもので利用者は大学の研究者（大学院生を含む）に限られている。利用者はステーションの超高圧電顕を無料で使用でき、出張旅費の補助もある。

第 4 節　電子顕微鏡研修制度

第 1 章で述べた電子顕微鏡講習は 2005（平成 17）年度から、学内だけでなく学外者へも開放する「電子顕微鏡研修」制度へと生まれ変わり、前節で紹介した「超高圧電子顕微鏡フォーラム」と超電顕室との共催で実施されている。学外からの受講は原則有料としているが、上記文部科学省の施設共用・支援事業の利用者は無料で受講できる。

入門・初級コースは毎月 1～2 回実施、中級コースは以下の 7 テーマごとに年 1 回実施している。①超高圧電顕法、②高分解能電子顕微鏡法、③分析電子顕微鏡法、④電子回折法、⑤マイクロカロリーメーター・分析 SEM 法、⑥TEM トモグラフィ法、⑦FIB による試料作製法。上級コースは不定期に、利用者の要望に応じて実施する。

超電顕室発足以来、毎年欠かすことなく実施されている電子顕微鏡講習に対して、社団法人日本工学教育協会から 2005 年業績賞が与えられた。表彰理由は 30 年以上にわたる「電子顕微鏡技術の習得および普及をめざした教育実践」であり、当時の室長（友清芳二）と主任（金子賢治）が代表して表彰を受けた。過去 2000 年から 2010 年の受講者数は毎年 120～180 名（学外

受講者は数%）に達している。

図 43-7 研修（講義）の一コマ（2007 年、伊都キャンパス）

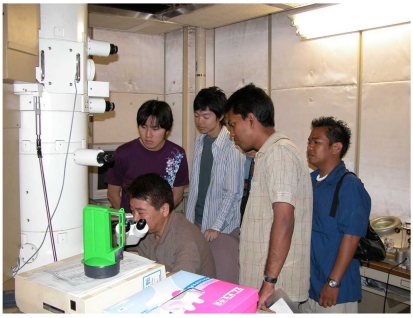

図 43-8 研修(実習)風景(2003 年、箱崎)

図 43-9 研修(実習)風景(2008 年、伊都)

第 5 章　新超高圧電子顕微鏡の設置と伊都キャンパスへの移転

第 1 節　新超高圧電子顕微鏡の設置

超高圧電顕 JEM-1000 の更新計画は 1992（平成 4）年に始まり、文部省へ複数回相談に行ったが、キャンパス移転計画との兼ね合いもあって、進展は見られなかった。しかし、専門委員が中心になって、「次世代超高圧電子顕微鏡」に関する学内研究組織が作られ、本格的検討が開始された。この活動が認められて、1997・98 年には学内最初の P&P に採択された。このプロジェクトでの検討を基に新超高圧電顕の概念設計が行われ、電子顕微鏡メーカーの技術者との度重なる綿密な打ち合わせを経て、概算要求する新超高圧電顕の基本機能・性能が決定された。伊都キャンパスへの移転計画が具体化するのを待って、再度概算要求をした結果、2003 年 12 月文部科学省より新超高圧電顕設置予算 （2004 年度） 内示があった。2005 年 1 月に、伊都キャンパスに新超高圧電顕用建物（CE20 棟）が竣工した。新超高圧電顕には空気ばね式の特殊除振架台が必要なため、建物の建設と並行してこの設置を行う必要があった。その頃伊都キャンパスにはインフラが全く整っておらず、道路もない、電源も水道もガスもない状態であった。このため、電子顕微鏡納入に携わった日本電子(株)は、経験したことのない幾多の困難な課題を克服することを強いられた。同年 3 月に新超高圧電顕本体設置が始まった。設置途中の 3 月 20 日に発生した福岡県西方沖地震により一部機材の破損を生じたため予定より若干遅れたが、無事本体の設置が完了した。

新超高圧電顕の装置名と型式は、3 次元超構造多元解析超高圧電子顕微鏡 JEM-1300NEF である。主な機能は①オメガ型電子エネルギー分光機能、②

図 43-10　2009 年頃の超電顕室の建物
CE20 棟（右側）と CE21 棟（左側）。

遠隔操作・データ交信機能、③レーザー光照射機能、④エネルギー分散型 X 線分析機能、⑤走査透過像観察機能である。本体は 2004 年度の予算で設置され、調整･試用を経て 2005 年秋から共同利用が開始された。上記①～⑤はそれぞれ 2005 年度から 2009 年度まで 5 年計画で整備された。このようにして、2009 年度に世界唯一の超高圧電顕が誕生した。これに要した費用は建物建設費を含めておよそ 22 億円と聞いている。1975（昭和 50）年当時の旧超高圧電顕の費用（建物建築費を含む）3 億円（当時の大学院修士修了生の月額初任給の約 1 万倍）と比べると約 7 倍の値段である。

第 2 節　伊都キャンパスへの移転

2007（平成 19）年 3 月に超電顕室本館（CE21 棟）が竣工した。旧超高圧電顕は老体である上､部品の補給もままならないため､移設は不可能である。しかしよく維持管理されてきたので、当分の間使用できると判断され、箱崎地区で引き続き利用することになった。これ以外の電子顕微鏡や試料作製装置などの移設は 2007 年 6 月から 10 月にかけて行われた。図 43-7 に超高圧電顕室の建物 CE20 棟および CE21 棟を示す。

第 3 節　おわりに

超電顕室は発足以来 35 年､共同利用施設として順調な発展をとげてきた。これを可能にした要因は以下の通りである。

(1) 前述した運営理念と目標が歴代室長によって忠実に守られたこと

(2) 室長・主任および利用研究者から選任された専門委員の滅私奉公的働き

(3) 全学運用定員枠あるいは工学部（工学研究院）運用定員枠による専任教員の配置

(4) 維持・管理費の確保：文科省からの維持費と利用者による利用料分担制度

(5) 関連部局の理解と支援、特に工学部（工学研究院）の材料工学部門とエネルギー量子工学部門、総合理工学研究科（総合理工学研究院）の融合創造理工学部門と物質科学部門からの有形・無形の支援

どんなに優れた装置があってもそれだけでは成果は挙がらない。成果を挙げるのは人＝研究者であり、組織を動かすのも人である。室長の陣頭指揮はもちろんのこと、利用者代表であり、優れた頭脳集団である専門委員の理解と協力､現場で指揮をとる専任教員（学内措置の運用ポスト）と主任の働き、これらのどれ 1 つが欠けても今の施設は実現していなかったであろう。

超高圧電顕 JEM-1300NEF は伊都キャンパスにおける大型新鋭機器の代表格として、伊都キャンパス訪問者の見学対象の 1 つになっていて、毎年多くの見学者がある。ちなみに 2009（平成 21）年度の見学者総数は 523 名（オープンキャンパス時の高校生見学者を含む）であった。

工学研究院、総合理工学研究院と共同で大学活性化制度に申請し、教授 2 名分の人事ポイントと「超電顕室」から「超顕微解析研究センター」への改組が認められ、2014 年 4 月 1 日からスタートした。