

## 1. はじめに

文部科学省では、平成 14 年度より、第三者評価に基づく競争原理により、世界的な研究拠点の形成を重点的に支援し、国際競争力のある世界最高水準の大学づくりを推進するために、「世界的研究教育拠点の形成のための重点的支援 - 21 世紀 COE プログラム -」を開始した。

本研究報告書は、21 世紀 COE プログラムの「機械・土木・建築・その他工学」の学問分野で、平成 15 年度に採択された大阪大学「原子論的生産技術の創出拠点」が、「ナノメートルレベルの表面創成システムの開発」を目指して、平成 15 年 4 月から平成 20 年 3 月までの 5 年間に研究教育を推進した結果をまとめたものである。

研究経過を総括すると、初年度の平成 15 年は研究開発および教育環境の整備に力を注ぎ、その結果、世界最高性能の研究開発用ウルトラクリーン実験施設を平成 16 年 3 月に完成させた。これで、新しい原子論的生産技術開発の基礎研究を前 COE(平成 8~14 年度)で設置したウルトラクリーンルームで推進し、応用研究、特に企業との実用化研究をウルトラクリーン実験施設で実施する体制が整った。平成 15、16 年度には、実用化を目指した装置として、数値制御プラズマ CVM (Chemical Vaporization Machining) 装置および大気圧プラズマ CVD (Chemical Vapor Deposition) 装置を新規に開発し、民間企業との共同研究に活用した。平成 17~19 年度には、拠点での研究開発および博士課程学生の研究教育のための共通設備を導入し、世界最高水準の「物づくり」研究開発拠点に相応しい充実した施設・設備が整備された。

ところで、「原子論的生産技術の創出拠点」の目標として、独自に開発した製造プロセスである EEM (Elastic Emission Machining) やプラズマ CVM、大気圧プラズマ CVD、超純水のみによる洗浄および電気化学加工法の応用展開を当初掲げていた。まず、EEM とプラズマ CVM に関しては、波長  $0.8 \text{ \AA}$  の硬 X 線用集光ミラーを開発し、SPRING-8 において世界最小集光径 25nm を達成した。また、EEM では、国家プロジェクト「極端紫外線露光システム技術開発機構(Extreme Ultraviolet lithography system development association; EUVA)」に参画して、EUV 用光学素子の最終仕上げ加工の要求仕様である表面粗さが  $0.15 \text{ nmRMS}$  以下、加工速度が従来の 100 倍を達成した。プラズマ CVM では、国家プロジェクト「高効率 UV 発光素子用半導体開発」において、エピタキシャル成長前の GaN 半導体基板の超平坦化に成功し、デバイス特性を向上した。大気圧プラズマ CVD、超純水のみによる洗浄・電気化学加工法に関しては、民間企業との共同研究を実施し、実用化に繋がる成果を上げた。もう一つの目標である、新しい原子論的生産技術の開発では、①触媒反応援用研磨法や②ローカルウェットエッチング法、③大気開放型プラズマ CVM、④大気圧プラズマ化学的移送法、⑤多孔質カーボン電極大気圧プラズマ CVD、⑥数値制御大気圧プラズマ犠牲酸化法を新規に発想し、その技術開発に成功した。それぞれのプロセス技術は、すべてが民間企業との連携または NEDO 産業技術助成を受けている。産業界での実用化に向けて順調に研究開発が進捗した。

教育では、様々な基礎科学や先端産業の分野で必要とされる「物」を原子論的生産技術の研究開発によって具現化し、実用化する人材を育成することを目標とした。そこで、アカデミックポジションに就く研究者のみならず、産業界において製造技術の研究開発を担う即戦力となる博士課程の学生を研究開発プロジェクトに参画させて実践教育を実施した。その結果、博士課程へ進学する学生が増え、学生の国際会議、論文の発表件数が大幅に増加した。また、若手研究者は、JST さきがけ研究者が 3 名、海外留

学者が3名等、成長は目覚ましい。

さらに、平成19年5月には、本拠点の成果を応用して社会貢献するために、「電子デバイス生産技術共同研究講座(シャープ株式会社)」が設立した。本21世紀COEで開発された製造技術を液晶ディスプレイや太陽電池等の電子デバイスの生産技術に活用することを目的としている。本拠点の成果を新しい生産技術として産業界に発信するためにも共同研究講座の意義は大きい。このように、本研究拠点では当初の目標以上の成果を得たと総括できる。

本報告書は、2. 拠点形成の目的と概要、3. 研究拠点の形成活動実績、4. 情報発信、5. 教育活動実績、6. 研究活動実績、7. 研究成果リスト、8. 獲得した外部資金について述べる。

ここに、「原子論的生产技術の創出拠点」の形成という貴重な機会を与えて頂いた文部科学省の方々を始め、ご支援を賜りました大阪大学の関係者に深く感謝の意を表するとともに、今後とも関係者各位のご指導とご支援をお願いする次第である。