

## 2.2 研究実施計画

本拠点では、新たに発想した製造プロセスに関して、利用する物理・化学現象を量子力学に基づくシミュレーションにより原子・電子レベルで解明してプロセスを設計する。そのために、加工や成膜等の実プロセスのシミュレーションを可能とする高速・高精度の大規模第一原理分子動力学計算プログラムを開発する。また、完全なる再現性を保証するための理想的な物理環境であるウルトラクリーンルーム、ウルトラクリーン実験施設において、発想を確認する基礎的な実証実験を行う。このように、従来の製造技術では不可能な、原子レベルの精度をもった実用サイズの「物」を製作する新たな「原子論的生産技術」を、加工・材料・計測・制御・計算物理の領域が一体となって継続的に研究開発する。

また、21世紀の基礎科学や先端産業においては、あらゆる分野から原子スケールの精度が必要な「物」を製作するための生産技術の開発が求められている。そのために、これまで当該研究グループで独自に開発した、世界一の原子オーダーで平坦な表面が得られる EEM (Elastic Emission Machining)、大気圧プラズマを用いた無歪高能率加工法であるプラズマ CVM (Chemical Vaporization Machining)、機能薄膜の超高速形成が可能な大気圧プラズマ CVD (Chemical Vapor Deposition)、超純水のみによる電気化学加工法、超精密非球面形状計測法、および新たに創出する「原子論的生産技術」を、個々のニーズに応じて効果的に組み合わせることにより実用化のための生産システムとして完成させる。

研究開発の方策としては、本拠点を中核として、学内はもとより、他大学との学-学連携、国公立研究機関との官-学連携を図る。これにより、前 COE における研究成果をさらにステップアップして実用化する研究プロジェクト、および基礎科学や先端産業等の多くの分野から要請されるキーデバイスおよびプロセスを開発した「原子論的生産技術」により具現化して貢献する連携研究プロジェクトを推進し、本拠点での「原子論的生産技術」の有用性を実証する。以下に本拠点における研究プロジェクトを列挙する。なお、【 】内は連携先を表す。

- (1) 生体細胞観察のための超高精度 X 集光線ミラーの作製と硬 X 線ナノ分光イメージングシステムの開発【理化学研究所(SPring-8)、国立国際医療センター研究所】
- (2) 極端紫外光リソグラフィー用光学素子の開発【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】
- (3) 高効率発光デバイス用 GaN 超平坦化半導体基板の開発【国家プロジェクト 高効率 UV 光行素子用半導体開発プロジェクト】
- (4) 大気圧プラズマによる機能薄膜の高能率形成技術の開発【国内民間企業】
- (5) 半導体デバイス製造のための超純水のみによる低環境負荷型加工・洗浄プロセスの開発【国内民間企業】
- (6) 最先端半導体デバイスの開発【国内民間企業】
- (7) 自己組織化デバイスの開発【物質・材料研究機構】
- (8) 極端紫外光源の開発
- (9) 新しい超精密形状計測法の開発【高エネルギー加速器研究機構】
- (10) 表面ナノスケール計測技術の開発と応用
- (11) 超精密加工プロセスの第一原理シミュレーション
- (12) 第一原理シミュレーションによるナノスケール構造の機能予測【国際共同研究】
- (13) 新しい原子論的生産技術の創出