

超精密科学研究センター —原子レベルの物づくり—

大阪大学大学院工学研究科
附属超精密科学研究センター長

遠藤 勝 義

1. 設立の経緯

超精密科学研究センターは、文部省 COE「大阪大学・超精密加工研究拠点」が、「完全表面の創成」をテーマに、森 勇藏先生（初代センター長）を研究リーダーとする、創造性豊かな世界の最先端の学術研究を推進する卓越した研究拠点をさらに発展させて応用展開すべく、平成 13 年 4 月に大阪大学大学院工学研究科附属の「原子レベルの物づくり」の研究拠点として開設されました。当初、教授 1 名、客員教授 1 名、准教授 1 名、助教 1 名のスタッフでスタートしています。また、平成 16 年 3 月に、図 1 に示す 21 世紀プラザ（超伝導フォトンクス研究センターと創造工学センターとの合築）が竣工し、ウルトラクリーン実験施設が稼働しています。本センターは、従来技術では作り得ない原子レベルの精度を必要とする、21 世紀に求められる電子・光デバイス等を作るために、物理・化学現象を原子・電子論的立場から深く思考して製造プロセスに応用する「原子レベルの物づくり」を創出し続けることを使命にしています。



図 1 21 世紀プラザ

2. 原子レベルの物づくり

これまで日本の繁栄を支えてきたのは、優れた製造技術であり、これからも「物づくり」が我が国の産業の生命線であることは言うまでもありません。しかし、1990 年代以降、圧倒的に優位であった我が国の製造業にも翳りが見られ、危機的状况にあります。これは、日本の製造業が、人件費を含めた生産コスト上昇のために海外へ生産拠点を移すようになり、産業の空洞化を引き起こしたからです。さらに、これまで多くの努力が払われて完成した、競争力の源となる製造技術のノウハウも製造装置とともに海外へ流出しています。今後、我が国が科学技術創造立国として生き残るためには、日本でしかできない独創的な生産技術を継続的に開発し、高付加価値の「物」を常に作り続けることが残された唯一の道であります。

ところで、独創的な生産技術の開発は、経験に基づくノウハウの蓄積による従来型的手法では不可能であります。つまり、オリジナルな先端技術の開発では、先端技術であるが故に、他に手本を求めることはできません。このように、進むべき方向すらはっきりしない未知の技術に挑戦する場合、唯一指針となり得るのが科学であります。これからの製造技術開発では、技術に利用する物理現象を物理学に基づいて十分に理解する必要があり、特に原子レベルの精度を目指した「物づくり」技術の場合、量子力学が大きな役割を果たします。そして、最先端製造技術の開発を推し進めるためには、物理現象を極限にまで利用することが必要となるため、技術は科学そのものとなってくとも言えます。

超精密科学研究センターでは、21 世紀の日本を担う先端産業や自然の根源を明らかにする基礎科学から求められる、原子のレベルの精度が問題となるような物理現象の極限に迫る「物づくり」に挑戦します。つまり、原子レベルの精度を必要とする電子・光デバイ

ス等を製作するために、あらゆる物理・化学現象を原子・電子論的立場から理解して極限まで利用する「原子レベルの物づくり」を提唱し、それを確立することを目的としています。

具体的には、まずプロセスに利用する表面を舞台にした物理・化学現象を原子・電子の振舞から理解することが必要です。そのためには、量子力学の第一原理に基づく計算機シミュレーションを駆使して、「物づくり」のプロセスに活用する表面反応過程を解明しなければなりません。また、この表面反応過程を表面科学の手法を用いて、実際に原子構造・電子状態を観察することから実証することが必要です。そして、原子・電子のレベルから理解された物理・化学現象を活用して新しい超精密加工プロセスを開発するとともに、超精密加工によって創製された表面上に、多層膜や微細構造を形成するための成膜・微細加工プロセスも新しく開発しなければなりません。当然、これらのプロセスによって作られた表面や膜、微細構造の機能を評価する極限計測技術の開発も不可欠です。最終的には、開発したプロセスを組み合わせ、目的を達成するデバイスを作製して、そのデバイスを評価すべきです。このように、本センターは、プロセスに活用する物理・化学現象を原子・電子レベルから解明することに始まり、その現象を制御する独創的なプロセス装置を開発し、なおかつその装置によって実際に「物」を作り、計測評価するところまでを一貫して研究することを目指しています。

3. ウルトラクリーン実験施設

本センターでは、「原子レベルの物づくり」のフィロソフィーに基づいて、斬新なコンセプトの生産技術の創出を推進します。このような原子・電子レベルの先端技術の開発では、わずかな不純物が実験結果に影響を及ぼすため、実験雰囲気およびプロセスに用いられる水・ガスからあらゆる汚染物を取り除いたウルトラクリーンな環境を準備しなければ、研究開発に不可欠な再現性と信頼性が保証されません。そこで、当時世界最高の超純水と超高純度ガスを供給できるウルトラクリーン実験施設(図2)を平成16年に設置しました。

ウルトラクリーン実験施設では、工学研究科にある多くの最先端技術シーズを「物」として作り、機能を計測評価するための最先端生産技術を継続的に開発し、大学の成果をいち早く社会に還元することを目指します。



図2 ウルトラクリーン実験施設

4. 研究組織

平成23年度から当センターの第二期がスタートしています。基幹専攻から2名の助教ポストを移籍し、新たに図3に示す4ユニット制(原子制御製造技術研究ユニット、機能表面創成研究ユニット、環境デバイス創成研究ユニット、極限光学デバイス創成研究ユニット)を導入しています。

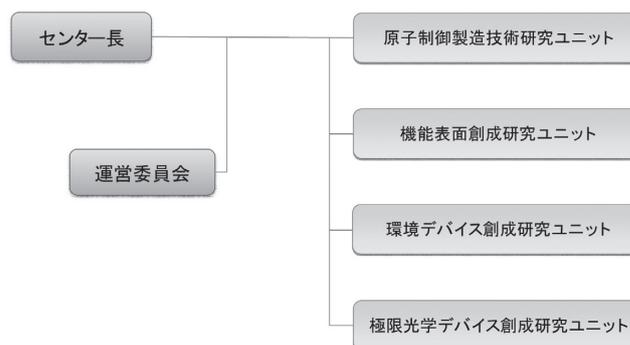


図3 研究組織

5. おわりに

本センターでは、基礎科学や先端技術から要請される、既存の生産技術では到底作り得ない「物」を作製するために、他大学や他研究機関と学-学、官-学、産-学の連携・協力を積極的に進め、大学の研究成果をいち早く社会に還元する役割を担います。このように、大学の研究成果を実用技術にまで高めることで、日本の製造業の復興を支えることを志しています。さらに、本センターが、世界中の研究者が「一度はそこに行って研究したい」と思うような魅力的な研究センター、まさにセンター・オブ・エクセレンスに発展し、我が国の将来を担う研究者の修行の場となることを期待する次第であります。

(精密 昭和55年卒 57年修士)