

	16 研究交流 1				
書 名	平成16年度 機械工業発展のためのナノ技術導入に関する調査研究(Ⅱ) ーナノ技術導入研究交流会報告書ー				
発行機関名	社団法人 日本機械工業連合会				
発行年月日	2005年3月	頁 数	198頁	判 型	A4

[目 次]

- I 序
 - II はしがき
 - III 委員名簿
 - IV 原稿執筆分担
 - V 平成16年度の活動概況
 - VI 目次
 - 1. はじめに
 - 2. ニーズアンケート調査
 - 2. 1 アンケート実施方法
 - 2. 2 アンケート結果
 - 2. 3 機械工学的諸量によるニーズとシーズの関連付け
 - 2. 4 アンケートまとめ
 - 3. シーズ調査
 - 3. 1 講演
 - 3. 1. 1 フラーレンの製造およびその設計のための分子シミュレーション
 - (1) 分子動力学法シミュレーションによる単層カーボンナノチューブの生成メカニズム
 - (2) 金属内包フルラーレン生成の分子動力学シミュレーション
 - 3. 1. 2 ナノ粒子の機能化と応用
 - 3. 1. 3 ナノ製造技術 ーナノ粒子の機能発現
 - 3. 2 見学
 - 3. 2. 1 京都大学工学研究科電子工学専攻野田研究室
 - (1) High-Q photonic nanocavity in a two-dimensional photonic crystal
 - (2) Photonic Device Based on In-Plant Hetero Photonic Crystals
 - (3) 訪問レポート
 - 3. 2. 2 京都大学国際融合創造センター藤田研究室
 - (1) 集束イオンビームによる基板加工とナノ構造制御
 - (2) 京都大学における産学連携研究の推進 (ナノテクノロジー分野を中心に)
 - (3) 訪問レポート
 - 3. 2. 3 京都大学工学研究科材料化学教室平尾研究室
 - (1) ナノ構造制御・ナノ加工技術による新機能ガラスの開発・
 - (2) 訪問レポート
 - 3. 2. 4 立命館大学理工学部マイクロ技術研究センター (杉山センター長)
 - (1) マイクロ・ナノシステム技術研究の展望ー立命館大学における取り組みー
 - (2) 訪問レポート
 - 4. ナノ技術のシーズとニーズのマッチング
 - 5. 終わりに (提言)
- Appendix
- 1. ナノ技術の機械産業/技術分野における応用に関するアンケート調査依頼
 - 2. ナノ技術の機械産業/技術分野における応用に関するアンケート

[概要]

ナノテクノロジー（超微細技術）は、物質の構造や機能を原子・分子レベルで操作・制御して新しい機能やより優れた特性を作り出す技術で、新素材やエレクトロニクス、バイオなどの分野で大きな革新をもたらすと期待され、2010年には市場規模が20兆円に成長するとの予測もある。

わが国政府が研究開発の四大重点分野に掲げる「情報通信」「ライフサイエンス」「環境」「材料・ナノテクノロジー」の中でも、「材料・ナノテクノロジー」の研究費は唯一2桁台の伸び率を示している。また、主要企業の約3割がナノテクノロジーの事業化に向けて動き出しているとの新聞報道もあり、その期待の大きさは言うまでもない。

ナノテクノロジーが研究開発段階からビジネス化段階へと進みつつある中で、わが国の強みといわれる「ものづくり」技術の中にナノ技術を導入・適用させていくことは、今後の継続的な発展にとって欠かせない課題である。

そこで、平成15年度から産業技術委員会の下部組織に「ナノ技術導入研究交流会」を設置して、ナノテクノロジーを、主に製造（加工）技術、計測技術、光エネルギー制御技術等の機械工業が優位に展開できるための現状の課題と今後の展望等について調査研究を開始した。

初年度目の調査では、ナノ要素技術を、ナノ材料、加工プロセス、計測・制御、設計に分類し、これらの技術を組み込んだデバイスをナノデバイスと定義し、それらの技術が、微小な構造・形状に起因する通常の方法や技術にはない特殊な機能や特徴を有するものであれば、その長さのオーダーに関わらず、ナノ要素技術として扱うこととした。さらに、ナノ技術のシーズと機械工業分野におけるニーズとのマッチングを容易にするために、ナノ技術の特性を機械工学的特性量で整理することの有効性を検討した。具体的な機械工学的特性量として、機械力学的特性（たとえば弾性係数や引張り強度、硬度）や熱・流体的特性（粘度、熱膨張係数、熱伝導率、表面張力、接触熱抵抗、熱容量、熱伝達率）、電気的特性（表面抵抗、比誘電率、標準電極電位、圧電率）、磁気的特性（透磁率、磁化率、臨界磁場）、光学的特性（屈折率、反射率、透過率）、化学的特性（触媒特性、耐腐食性、抗菌性）を取り上げ、巨視的な量で整理することを試みた。このような整理をしたうえで、量産性、コスト、信頼性などのより巨視的な特性量に結びつけ議論してゆくことが重要であることを明らかにした。

また、ニーズからもナノ技術へアプローチすることが重要であると考え、機械工業分野におけるニーズを収集し、その実現に求められる機械力学的な物性値や特性量で分類して、最後にシーズの整理とニーズの整理とを付き合わせることで、機械工業・技術におけるナノ技術の応用の可能性を明らかにする方向性を打ち出した。

2年度目にあたる平成16年度調査では、前年度の成果を活用し、ナノテクに対するニーズに関するアンケート調査を日機連・産業技術委員会、及びナノ技術導入研究交流会のメンバーを対象に実施した。その結果、次のような分析結果が得られた。

（ナノ技術に関するニーズアンケート調査結果）

◎ナノ・マイクロ技術との関わりの段階により、必要とするものが異なる。

ナノ技術との出会いのきっかけ→『技術データベース』

ナノ技術の利用→『計測技術』、『設計サービス』

ナノ技術の製品化→『低コストな量産技術』

◎機械工業分野で課題を抱えている製品／分野の市場規模は、国内であれば100億円を超えるものが、世界全体では1000億円を超えるものが多い。

◎ニーズから期待される性能値は、現状技術での限界性能値の数倍程度の効率向上や数分の1程度への精度向上である。

◎機械工業分野の技術者は、『高性能化』や『新機能付加』など性能、機能に関する付加価値がナノ技術により与えられることに期待している。

◎優れた機械工学的諸量を持った材料を生み出す技術として、『ナノ材料』に対する期待が大きい。

◎「課題が顕在化する製品性能（ニーズ）」と「ナノ技術（シーズ）」との間を「機械工学的諸量」を橋渡し役として関連付けることで、現在抱えている課題の解決の糸口をナノ技術に見つける助けになると考えられる。

また、産業技術に応用可能なナノテクのシーズ調査を、専門家による講演と先端研究を実施している大学の研究室を訪問することにより把握した。

これらのニーズとシーズの把握から、機械工学的諸量を介してニーズとシーズのマッチングを行った。具体的には、機械システムが日常扱っている技術領域よりは小さなスケールの現象の把握から、ナノ技

術を用いてその課題解決のブレークスルーを生み出した事例を取り上げ、ナノ技術の機械・マクロシステムの課題解決への応用のイメージを提示した。

＜マクロシステムへのナノ技術応用の成功事例＞

- 1) 無反射ディスプレイカバー材、
- 2) 高記録密度 HDD
- 3) 高強度化ガラス材
- 4) 高熱伝導性エポキシ樹脂
- 5) 流体抵抗低減ナノミセル

これらの事例の分析結果から、機械システムサイドのニーズと、ナノ技術サイドのシーズが、機械システムの領域で、ナノ・マイクロレベルの現象を扱うときに活用される機械工学的特性量や物理量などで整理され、データベース化されていれば、両者の融合は極めて効率よく進むであろうことを明らかにした。

最後に、ナノ技術の現状、ナノ技術におけるシーズとニーズのマッチングの重要性とその効果、産業界から見たナノテクの先端技術の研究開発の課題、さらには、ナノ技術の機械工業分野への導入に向けての取り組み方に対する提言を示した。