

「材料の気持ち」を測るビジネス

—「ナノ物性」はナノスケール物性ではない—

株式会社日産アーク
物性解析グループ主管

叶 際 平
(Jiping YE)

ナノメートル領域における「ナノ物性」とは？

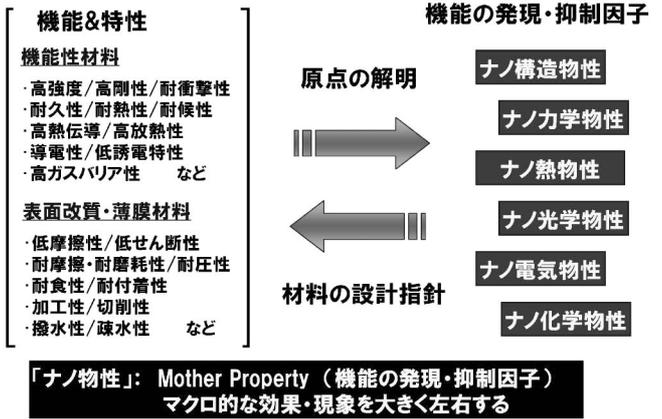


図1 様々なナノ物性とマクロな現象に関するイメージ (ホームページ URL: <http://www.nissan-arc.co.jp/>より転載)。

材料分析・解析会社の究極の目標は、「材料の気持ち」を直接に測ることである。「材料の気持ち」が分かれば、材料の設計指針を明らかにすることができる。よって、材料開発時の実験パラメータを減らすことにより、巨大な開発コストを抑え、開発期間を大幅に短縮させることができる。ところで、「材料の気持ち」を理解できる直接的な計測技術とはどんな手法であるか、またどうすればそういった手法を開発できるのだろうか？これらを、まず明確にしなければならない。

現在、様々な分野で、ナノサイズ特有の物質特性を創出・制御することにより様々な機能の発現および飛躍的な機能向上の実現が可能になり、ものづくりへの新たな期待が高まっている。このことは、ナノメートル領域における「ナノ物性」が材料機能の発現・抑制因子としてマクロな効果・現象を大きく左右していることに由来する。私は、材料機能・特性を反映するマイクロストラクチャー(微細構造)は「マイクロスケール・ストラクチャー」と呼ばれないように、「材料の気持ち」を教えてくれる「ナノ物性」も「ナノスケール物性ではない」と言うべきであると強く思っていた。実は、10年前にいろいろなことを考えた末、私はこう確信していた。図1にナノ物性とマクロな物性の関係を概念的にまとめてみた。

10年前に、私は現在の会社に転職したのをきっかけとして、自分の新たな専門分野を作り出す必要がある機運に恵まれた。会社に属している自分が自分の新たな専門分野を創出するには、自分の興味、市場のニーズ、会社の利益の3つのベクトルを一致させることが、必要最低条件であった。そのため、お客様のニーズ調査や、分析会社の業務実態の分析など、自分なりにできることをすべて行った。お客様は、付加価値の高い材料を求め、高性能・特性を得るために、分析会社に材料分析・解析を依頼していた。分析会社は、様々な分析機器を使いこなし、材料の形態・組織・構造・状態を分析・計測し、過去の蓄積された経験と知識に基づき、材料の複雑な現象を推定していた。しかし、材料の形態・組織・構造・状態は、材料の性能・特性を知る間接情報であり、物性ではないことに気づき、微小分析エリアからの物性計測を実現すれば、材料の本当の気持ち(本質)が解ることを悟った。いろいろと探求した結果、微小エリアから様々な物性を計測できるナノプローブ計測技術を、私の専門分野にした。

当時、ナノプローブ計測技術は、微小エリアから様々な物性を計測できる手法として注目されていたが、大学、国立研究所の基礎研究に留まっており、工業材料への応用は見当らなかつた。製品開発に直結した分野にも適用可能な、材料分析・解析力をもった計測技術の開発は、莫大な資金および長い期間を要することで不可能だと考えられていた。また、このような計測技術が商品化されても、その開発コストに見合った材料の分析解析費用の回収が難しいとも言われていた。しかし、私は、この新規計測技術を実用先端材料へ適用することができれば、「材料の気持ち」がわかる「ナノ物性」計測技術を有することになり、材料設計指針の明確化で材料開発コストを削減できることにより、高い分析料金でも、市場

依頼ニーズがあると考えた。

この十年間、「ナノ物性」が「材料の気持ち」を直接的に教えてくれる物性であることを実感した事例は、数えられないほどであった。そのなかでも、ナノプローブ計測技術を用いた材料のマクロな効果とミクロ現象の相関に関する様々な研究の中で、開発初期に深い印象として残った例は2つほどあった。一つは、自動車エンジン内のしゅう動面に形成されたトライボフィルムのナノ機械物性・ナノ摩擦特性評価を行うことで、数十年も謎に包まれたトライボフィルムの摩擦低減機構を明らかにしたものであった。マクロな効果である摩擦低減はトライボフィルムの表面から深さ10nm辺りに存在する層状物質が持つ低ナノせん断応力に由来することが分かった⁽¹⁾⁻⁽⁵⁾。もうひとつは、窒化珪素焼結材料の熱伝導を妨げる粒界密度を減らすことに効果のある高温熱処理を行えば、マクロな熱伝導率は必ず上がる、という神話を打ち破ったことであった。共同研究者と私は、検出困難な不純物が高温熱処理時に窒化珪素の結晶粒内に拡散し、結晶粒内の熱伝導性が低くなり、結果的に、高温熱処理でマクロな熱伝導率を低下させてしまうこともあり得ることを解明した⁽⁶⁾⁻⁽⁸⁾。

大学や国立の研究機関でさえ基礎研究を継続するのは困難になりつつある社会情勢のなかで、極めて先端的な計測技術を自前で開発するという基礎研究に近い活動をしながらか、その成果となる商品をR&D(開発)部門のお客様に売り込み、自分の生計を立てることはやはり大変なことであった。しかし、現在、ナノプローブ顕微鏡法を始めとする様々な「ナノ物性」を計測できる手法が開発され、「ナノ物性」とマクロな効果・現象との相関から、材料の設計指針を明らかにする分析・解析サービスを提供できるようになり、市場も急激に成長している。基礎研究の成果そのものを商売として成り立たせたことは、とても素晴らしいことと、実担当者として誇りに思う。それについても、「ナノ物性」は、やはりナノスケール物性ではなく、「材料の気持ち」を直接教えてくれる物性であるということに、改めて感心している。

文 献

- (1) J. Ye, M. Kano and Y. Yasuda: Trib. Lett., **13**(2002), 41-47.
- (2) J. Ye, M. Kano and Y. Yasuda: J. Jap. Soc. Trib., **48**(2003), 60-68.
- (3) J. Ye, M. Kano and Y. Yasuda: Trib. Lett., **16**(2004), 107-112.
- (4) J. Ye, M. Kano and Y. Yasuda: J. Appl. Phys., **93**(2003), 5113-5117.
- (5) J. Ye, S. Araki, M. Kano and Y. Yasuda: Jan. J. Appl. Phys., **44**(2005), 5358-5361.
- (6) J. Ye, N. Kojima, K. Furuya, F. Munakata and A. Okada: J. Thermal. Analysis and Calorimetry, **69**(2002), 1031-1036.
- (7) J. Ye and A. Okada: J. Am. Ceram. Soc., **86**(2003), 1365-1369.
- (8) J. Ye and A. Okada: J. Euro Ceram. Soc., **24**(2004), 441-448.

(2008年11月25日受理) (連絡先: 〒237-0061 横須賀市夏島町1番地 ㈱日産アーク)