

中小企業が担うナノテク技術と新産業



特集 1

有限会社 フロンティアマテリアル
代表取締役社長 中村 恭之氏

●はじめに

私は、先ほど伊藤先生がお話しされました社会人教育の第一期生です。講座を通じて私として良かったのは、ナノの世界により興味を持てるようになったことです。伊藤先生から、すでに7年たっているので何か話題があるだろうからと講演の指名がありましたので、本日はナノについて私の思っていることを話したいと思います。

私は堺の高校を卒業しました。高校の先生に物理学を学びたいと相談したところ物理学校、今の東京理科大学を勧められました。卒業時、理論物理学では食べていけない等の話があり、興味があった物性物理学を大阪大学の藤田英一先生の所で学び特殊金属メーカーに入社しました。幸いにも、日本のエレクトロニクス材料の製造に携わり、日本のエレクトロニクス産業の発展を身近に体験できました。

定年後にフロンティアマテリアルという会社を創設しましたがこれは知人の早稲田大学の先生から勧められ、ベンチャーインキュベーションとして始めたものです。創設後9年経ちましたが会社の仕事以外ではNEDOの技術委員やJAXAのコーディネータなどを経験しました。大阪大学のナノテク教育プログラムには2004年に参加させていただきました。

●フロンティアマテリアル

当社での取り組みは中小企業と共に新規材料を織り込んだ商品化を進めることです。

4年前東京の墨田区の援助で防災機器として中小企業の方々とマイクロマルチ発電機の試作品を創案し作りしました。風力、太陽光の光と熱のエネルギーを電気変換してLEDを点灯させたもので錦糸公園と緑町公園で現在も夜には自動的に点灯しています。

伊豆の修善寺では水も電気もない山の中にエコハウスを建てました。雨水と太陽光発電とバッテリーで蓄電する独立型のクリーンエネルギー利用です。

最近では40年も前に発明した金属の結晶模様を巨大化した装飾板が昔のプロジェクト仲間により東

京銀座の本通りに新たに作られた90基のLED街路灯に装着され設置されました。

当社では、生産や製造はできませんが先端材料を用いたオリジナル商品のコーディネートをしています。今、色々な方々と共同して YLD やったるでーという事業を進めています。客先ニーズの提案に対してメンバーのオリジナルな発想を生かした商品化のお手伝いをしています。趣味的な要素もありますが、その商品が社会に役立つことを望んでいます。

2003年には、当社主催のFML研究会でナノテクを取り上げ 東京大学の桑原先生にはナノクリスタルセラミックス 富士通の研究所の主任研究員にはカーボンナノチューブ 東京工業大学の桑原先生にはエレクトライドの詳細なお話をさせていただきました。この時にナノの面白さを知りました。その後伊藤先生から社会人教育の話があり受講させていただくことになったわけです。

●ナノテク技術とは

ナノテク技術とはどんなものかと調べてみたところ、平成13年の総合科学技術会議報告書の中に定義が書いてありました。「ナノメートルのオーダー



講師 中村 恭之氏

で原子・分子を操作・制御し、ナノサイズ特有の物質特性等を利用して、新しい機能、優れた特性を引き出す技術の総称」とあります。ところが、ほとんどのところがナノというより、ミクロンオーダーの話を取り上げて、ナノであると表しています。一般的にはナノテク技術の範囲よりも、マイクロメートルより微小なものを扱う技術、そのように解釈してよいのではないかと思います。ナノと言うよりサブミクロンという感じですが。

ナノテクの基礎技術ですが、計測、ナノ材料、加工の3分野からなり、このうち計測分野がいちばんのキーとなるものです。私が大学院生時代に研究室の藤田先生が来られ、私の机の上に塩をまいて写真を撮られました。なぜかという、その後の広島での物理学会で、その写真を見せて「原子が見えた」とおっしゃいました。1966年のことですが、その頃は原子が一つずつ判別できるとは誰も思っていなかったし、見えるはずがありません。時を経て物質材料研究所に行ったところ、原子が移動したとか、原子がここにあるとか、直接には見えないものの、原子が見えるところまで計測技術は進んできたということです。そのことによって、いろんなことが分かるようになっていました。

材料もナノ粒子をつくる技術が現在ではより発達してきました。ある研究所に行ったら、ナノレベルの配線ができるということでした。それはレーザーを当てて、取り出した銀、銅などの原子をヘリウムガスで誘導しているという話を聞きました。ナノ粒子のことを聞いたら、年間80トンの生産レベルにあるということでした。ナノを80トンなんて私は考えたこともありませんでした。2004年くらいの頃でしたが、当時すでにかかなりの分野でナノの技術があったということです。さらに加工分野では、非常に細かい加工ができるようになっていました。いずれにしても、これら3分野で、ナノの技術が非常に発達しているということで、脚光を浴びているわけです。

ちなみに、私が2004年に社会人教育講座を受講した際のナノエレクトロニクス・ナノプロセス学コースの講義内容ですが、毎回先生方が3時間通しで講義をしていただきました。1回ごとの読みきりであり、非常に多くの事象、資料を網羅して話していただきました。特に面白かったのは、データが全て電子情報になっていて、自分でそれらを加工でき、

情報が自分のものになるということです。

●ナノの世界

私なりに、ナノの世界についてももう少し話したいと思います。1メートルの1000分の1が1ミクロンですが、1ミクロンの1000分の1、つまり1メートルのマイナス9乗がナノということです。この話を聞いて私が思いついたのが、「現代物理学の世界」(白揚社刊)という本に、ガモフという人が発表した記事が載っていて、その中に「我々はマクロコスモとミクロコスモの真ん中として生きている」という面白い記述があります。どんなことかということ、人間が1メートルの背の高さとして10の何乗という形で他のものを表せば、銀河系集団が22乗、惑星系が14乗、太陽-地球が10乗、エベレストが6乗、鯨が2乗。マイナス何乗という世界では細胞がマイナス6乗、原子がマイナス10乗。ナノは10のマイナス9乗なので、月や火星の距離(プラス9乗)の真ん中。人間は、自分の感知している上と下の真ん中程度で生きていると感じます。いろんな本を読んでもみると、やはり同じようなことを考えている人がいて、どうも人間は真ん中という次元にあるようです。なぜこのような世界に生命体が存在するかという話の中にも、そんな捉え方があるようです。この図表がガモフさんの考えたこと(宇宙の空間尺度と時間尺度)です。計測でもプラスのここまで分かればマイナスのここまで分かる。どうもそのようになっているみたいで、ガモフさんの考えは面白いと思います。秒も瞬きが1秒ということで、これの上と下というところで人間の感覚があるように感じます。

ここで写真を見てもらいます。目玉があって、よく見てみると水晶体は相になっているようで、それがこんな感じにつながっています。人間のつくった構造体でこんなものがあります。一方で人間の体の中にも同様の構造体があるのです。小さなものから見ると顕微鏡で見える小さいもの、これは20ナノメートル。これはバクテリアフェージですが、足を出して細胞につかまっている所まで見えます。これはエイズウィルスです。現代ではこのようなものが平気で見えるようになってきたということです。サイズを変えていくと、0.5ミクロンのサイズではミトコンドリア(1.5ミクロン)が見えます。これはDNAの線です。どんどん拡大していくと、これ

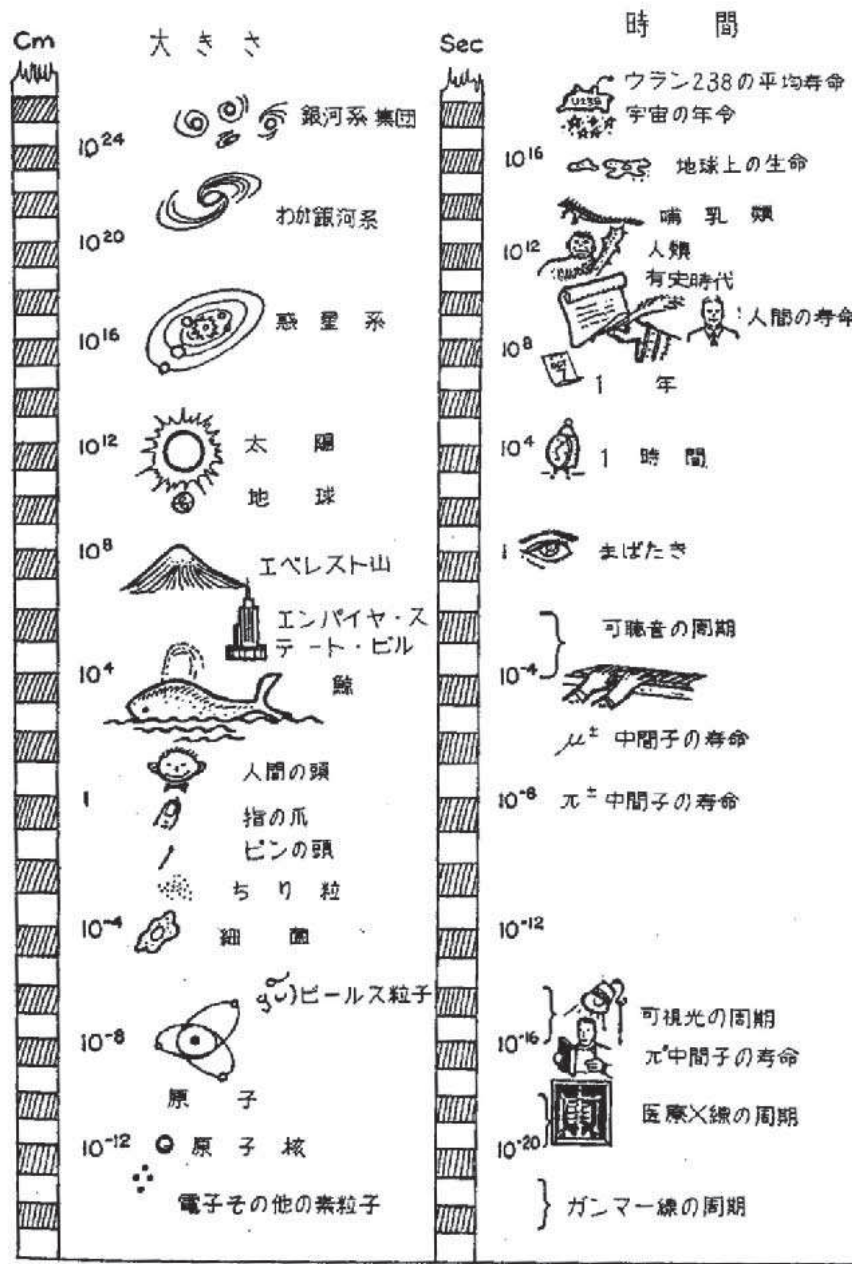


図1 宇宙の空間尺度と時間尺度 宇宙の中でのわれわれの地位
現代物理学の世界 白揚社 ガモフ全集別巻 上巻 人間次元の科学

は耳の細胞です。耳にこんなものがあるとは思えないのですが、人間の体はこのようなものによって構成されているわけです。何を言いたいかというと、小さいものが集まって人間になっている。実は我々が肉眼で見える感覚より遥かに小さいものから、人間は成り立っていると言いたいわけです。ナノというものは別の世界ではなく、ナノで構成したものがミクロンであり、ミクロンで構成したものがミリになっているみたいです。

●ナノ材料のつくり方

ナノのものでどんな材料をつくるのか。これはカーボンナノチューブですが、いろんな形でつくられます。カーボンの結晶構造によって非常に小さなナノレベルのものが出来ます。ナノメタルについて面白いことが書いてあります。金属には色々な層があります。その相がナノの大きさであれば、やはりナノメタルであります。いろんな方法でつくられるのですが、これ自身はそんなに難しい機械を使ったわ

けでもなく、今までの機械を改造したもので出来るということです。ナノ粉のつくり方の一例ですが、これはCVDでつくります。これはレーザーで液中粉碎、これは電気爆発法。様々な方法でナノ粉ができますが、それぞれ特性があるようです。それを活かすことができると、商品が出来ることになります。このほかにナノメタルとしてファインメットがあります。軟質磁性材料のアモルファスから始まる10ナノメートルの微細な結晶が非常に優れた特性を示します。このファインメットというのは、現在すでに電磁鋼板に代わるものとして使われています。一枚の金属板の中にナノの大きさ部分に独特の特性を持ったものがあると独特な特性を持つ板となるのです。

30ナノメートルというと、光の波長の10分の1くらいになりますので、光では見えません。だから扱うには非常に難しくなります。ナノ粉を凝集させるとかしてサブミクロン級の大きさまで大きくして使用する場合があります。

●ナノ材料の性質

ナノの注目される性質ですが、ナノ粉では微小なので高集積化ができます。つまり、小さい単位でつくるため非常に高度なものが出来ます。表面積が非常に大きいものをつくれれば、触媒、フィルター、センサなどの機能が向上します。また、微小構造体をつくれれば、薬剤の集中投与や治療が出来ます。ナノ材料を集めた構造体は、ミクロン以上の大きさの材料でつくられた構造体とは異なる性質が現れます。その例として①CNT・フラーレン、②融点の変化、③超塑性現象、④ゼオライトの多孔体、などがあります。とくに②融点の変化ですが、表面に寄与する原子が多いので今までのような融点より低い温度で溶けやすいということがあります。そのものの小ささで使うのには難しく、その集積体としてのサブミクロン程度まで集積させて取り扱われることがあります。

●中小企業とナノ材料

ナノ材料がなぜ中小企業なのかについて、ある本では次のように書いてあります。ナノテクは研究開発型市場が対象。ナノ系新材料は数多くの可能性があります。ものづくり経験が大切であり、即断即決

で小回りのきく中小企業に期待しています。要するにナノテクというのは、研究だけして終わりというようなことが多いのですが、中小企業がこれに関わることによって、具体的な仕事をする事ができる。もう1つは、即断即決が出来るということは、大企業ですと自らで決断するにはなかなかできないことが多いのですが中小なら即決の可能性が大きいし、小規模の中でうまく進むということです。

ただ、事業化して儲けようとした時には大事なことで、1つはユーザーニーズの的確な把握をすることです。また、自社技術の強みを見直し、技術を高度化するという事です。さらに外部の知恵の活用。これはベンチャー企業、大学、研究機関、商社など、できるだけいろんな所の知恵を活用することです。そして私がいちばん大切だと思うのは、ナノテクの考え方を理解する人を増やしていくことです。私達はこうしたことができますとユーザーにアピールすることです。これだけのことをやれば、かなりナノテク企業としてやっていけると思っています。

課題は収益と開発負担のバランス。これは私たち小さい会社を感じる事なのですが、いくら注ぎ込んでも収益が上らなければ失敗になります。駆動力というのは、「待ったなし」の現状認識であると思っています。

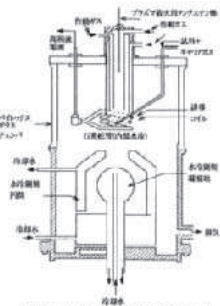
●おわりに

ナノというのは、単なる大きさの単位ですから、ナノが科学技術に何かをするというものではありません。人間の知覚できる世界は広がり、直接作用できる空間は増加しています。現在計測できる最小単位は0.2ナノメートルくらいだそうです。加工できる大きさ、取り扱える大きさも同じです。そして従来の古典力学的世界と量子力学的世界、この両方が存在する世界ということです。先ほど紹介したように、ウィルスなど従来は見えなかったものが見えるようになりました。非常に良い時代になったと思います。見たことのない世界はいっぱいあるわけですが、学者だけを楽しませるわけにはいかないと私は思います。やはり企業として楽しんでいきたいと思っています。そのためには、物質を知り、そのことを人間のためだけでなく、地球のためになるようにしたいと思っています。ナノテクという言葉が当たり前の世界が始まっています。企業としてまずは興味を持ち、

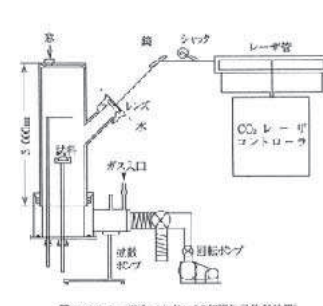
自分に何ができるかを問いかけて、できる範囲で対応しながらその世界に入る。また、ナノテクを利用するのは、今しかないと気付くことが大切だと思います。

昔、ベリリウム銅の開発で粒界析出や微小な相の制御をしていましたが、じつはナノの世界であることに気がきました。測定できない現象をいろんな想定で開発を進めたことを思い出します。もう一度、測定が格段上がった現在の計測技術で確認したいものです。私が今取り組んでいるのは、金属ナノ粉の低温焼結特性の利用です。微小粉の構成原子数が内部より表面に多くなり、そのため焼結時の原子の拡散が体拡散から面拡散に移ったからです。ミクロンの粉とナノの粉、この組み合わせも面白そうです。

開発段階でいろんな知恵と技術が必要になります。人的ネットワークがありますので、新たな発見と新たな進展があります。だから、先ほど紹介した社会人教育プログラムなどに参加することは、非常に大きなネットワークになってくると思います。その積み重ねがオンリーワンの技術を得て、オンリーワン商品をつくり出せると信じています。自分なりに、自社なりにナノの世界に入りませんか。ご清聴、ありがとうございました。

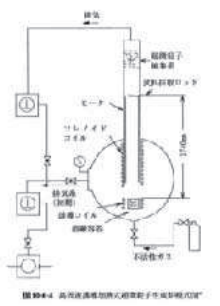


高周波誘導プラズマ炉

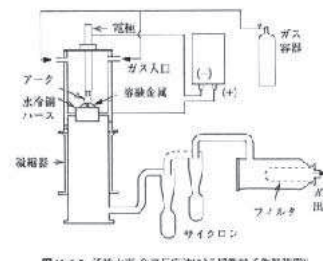


レーザービーム加熱式

超微粉の製造方法



高周波誘導加熱式



活性水素-金属反応法

図 2

