

産学官との連携



取材日：2022年11月25日
(一社) 日本科学機器協会 会議室

東京農工大学大学院 工学研究院教授

かみや ひでひろ

神谷 秀博 先生 に聞く

ナノテク、エネルギー、医療、食料まで、多様な分野で
進歩の鍵を握る微粒子研究 下

聞き手：梅垣喜通 日本科学機器協会 広報委員長
西岡光利 日本科学機器協会 広報副委員長
岡田康弘 日本科学機器協会 事務局長
(取材・撮影・編集協力：クリエイティブ・レイ(株) 安井久雄)

神谷 秀博 先生のプロフィール

【学 歴】

1981年3月 名古屋大学工学部化学工学科卒業
1986年3月 名古屋大学大学院工学研究科化学工学専攻博士後期課程修了
工学博士 名古屋大学学位取得

【職 歴】

1986年4月 日本学術振興会特別研究員に採用 (昭和61.5まで)
1986年6月 名古屋工業大学助手工学部に採用 (平成元、2まで)
1989年3月 名古屋大学助手工学部に転任 (平成5.3まで)
1993年4月 東京農工大学助教授工学部に昇任 (平成7年大学院新設に伴い移籍)
2003年5月 東京農工大学教授 大学院生物システム応用科学研究所に昇任
2010年4月 同大学評議員、大学院生物システム応用科学府副学府長
2013年4月 同大学大学院生物システム応用科学府学府長 (平成31年3月まで)
2017年4月 同大学 グローバルイノベーション研究院 (GIR) 研究院長 (令和2年3月まで)
2019年4月 同大学 副学長
2020年4月 同大学 理事・副学長 (現在に至る)

【受 賞】

2001年4月 日本機械学会産業化学機械部門「貢献表彰」
2001年8月 微粒子工学に関する研究により、「粉体工学情報センター学術奨励賞」 (IP賞)
2005年5月 粉体工業技術協会、粉体工業展賞「ナノテクノロジーに関する貢献表彰」
2007年3月 化学工学会平成18年度学会賞「研究賞」
2011年9月 第二回鉄鋼環境基金「鉄鋼技術賞」
2013年8月 日本エアロゾル学会「高橋幹二賞」
2014年5月 Advanced Powder Technology, 「Best paper Award」
2016年3月 化学工学会粒子・流体部会「技術賞」
2017年3月 化学工学会平成29年度「学会賞・技術賞」
2021年5月 日本粉体工業技術協会「技術賞」
2023年1月 ホソカワ粉体工学振興財団「KONA award」
2023年3月 化学工学会 令和4年度「学会賞」

【主な専門領域】

界面構造設計等によるナノ粒子、微粒子の付着・凝集挙動制御を基礎に材料、環境・エネルギー、医薬、顔料、さらに食料生産等の諸分野への応用展開に取り組む。



ナノレベルの粒子を
いかに凝集させないか？
分散凝集で世界的成果を

神谷先生は微粒子、粉体の研究の中で「分散凝集」ということを大きなテーマの1つに掲げ、様々な実績を挙げられています。こちらについて、ご教示いただけますか。

神谷 前号でお話したように、ナノ粒子、あるいは粉体は、非常に小さいために様々な分野に応用出来るユニークな特性を発揮します。しかし難点があります。小ささゆえに凝集しやすいのです。これは(ファンデルワールス力などの)表面間引力の効果が大きな物体より大きくなるためです。

本当は1粒1粒サラサラと分かれています。欲しい粉体がくっついてしまうことがあるのですね。

神谷 そうです。この凝集をいかにして防ぐかがきわめて重要な課題です。それが出来ないと、化学産業にしても、ライフサイエンスにしても、実用上様々な問題が発生することになります。その解決のため、私の研究室では、ナノ粒子の溶液中での分散に着目し、分散・凝集制御のための基礎研究に第一に取り組んできました。つまり、何らかの液体にナノ粒子、微粒子を溶かした時に、凝集をコントロールして個々の粒子に分散出来る手法を基礎的に解明してきました。粒子の表面に分散剤、リガンドと呼ばれる界面活性剤のような有機分子を修飾するのですが、その分子構造が分散性に与える影響を研究しています。ちなみにリガンドとは、物質に特異的に結合する比較的低分子の化合物を総称する一

産学官との連携

般用語ですが、私の分野では粒子に吸着、反応する結合部分と溶媒への親和性を高める有機鎖からなる界面活性剤のような構造の化合物を一般に対象にしています。「ナノ粒子に分散剤を被覆させる」状態のイメージとして、「球体の表面に毛が生えたように分散剤が覆う」ような図を思い浮かべていただけますか。

最初にリガンドを用いて合成したナノ粒子が、溶液中で良好な分散に成功したのは、オレイン酸型分散剤を用いた研究がありました。

オレイン酸は、最近、健康志向の話題でよく耳にしますね。

神谷 そうです。2004年頃に発表された論文で、図1の構造のオレイン酸の有機鎖構造でナノ粒子の表面を覆うと、トルエンなど極性の低い溶媒によく分散することが報告されました。オレイン酸は、親水性の金属酸化物に吸着し易い吸着基の部分と、極性の低い溶媒との親和性が高い有機鎖の部分があります。極性が高い液体は水素と酸素でできている水が代表例で、一分子の中の酸素の方に電子がより多く存在する確率が高い電子が局在しているので、極性が高い溶媒です。アルコールも末端のOH基の酸素に電子が偏っているので極性が高いです。

一方、トルエンのように、ベンゼン環や炭化水素は電子が特定の元素に偏って存在する傾向が弱く、比較的均等に分布しているので極性が低いことになります。その結果、水とトルエンは、親水性、疎水性の液体となり、互いに混じ



図1 オレイン酸の構造と、界面活性剤、リガンドの特徴

り合わないようになります。ナノ粒子の材質が、金属酸化物の場合には表面はOH基となるので、親水性が高くなり、疎水性のトルエンへの分散は悪くなり、粒子同士が集まるようになります。表面にオレイル基を付けると、トルエンとの相性がよくなり、分散することになります。

逆に、極性の低い炭素粒子は、水には分散しないですね。この場合は炭素の表面にOH基を付けるような表面処理をします。低極性の溶媒に親水性のナノ粒子を分散させるには、オレイン酸型のリガンドが良いことが発見されましたが、なぜ、分散性が良くなるかは、未だ完全に分かっていません。

それが分かると、例えば酸化チタンのナノ粒子を産業で使う時に、こういう分散剤を使えば良いということ

で、実用しやすくなるわけですね。

神谷 そういうことになります。専門的になりますが、図2に示したように、問題点として、オレイン酸が付いたナノ粒子はトルエンの中では分散しているものの、少しでも親水性の物質、例えばメタノールが入るとナノ粒子は凝集して溶媒は濁ってしまっていました。

また、ナノ粒子を高分子や樹脂に分散させる場合、トルエンなどにオレイ



図2 溶媒物性の変化で凝集、重合時の反応で変形など課題の事例

産学官との連携

ン酸を修飾したナノ粒子を分散させた上で、樹脂の原料になるモノマー添加すると、溶液の物性が変化、凝集してしまいます。また、モノマー溶液中で分散を維持してたのに、モノマーを重合する過程で、モノマーと表面の分散剤が複雑な化学反応を起こして、**図2**の右の写真のように、ぐちゃぐちゃの樹脂が出来てしまうことができました。

こうした問題がなぜ起こるかと言うと、分散していたナノ粒子が不規則に凝集して、その凝集体が濁りやポリマーの重合反応を阻害するためと考えられておりました。ですので、ポリマーやモノマーを溶かして溶媒の物性が変わっても、ナノ粒子のままで分散してくれているような分散剤を突き止めることは、大きな課題だったのです。

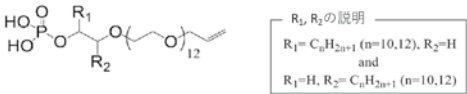
色々な性質の溶媒にナノ粒子を分散できるのが重要なですね。

神谷 はい、その通りです。そこで我々は、様々な溶媒に分散可能な、万能分散性をナノ粒子に付与できるリガンドを探索しました。一つの分子の中に親水性、疎水性の構造を持った界面活性剤が候補となり、多数の市販品を集めて、かたづけしから試験してみました。その結果、2009年にリリースされた成果ですが、**図3**に示すようなある界面活性剤が金属酸化物のナノ粒子を「アルコールのような親水性の溶媒にも疎水性の油にも安定して分散させる」機能を持つことを発見しました。親水性と疎水性の構造を有するリガンドを酸化チタンのナノ粒子に吸着させたところ、アルコールのような親水性溶媒でも、トルエンのような疎水性の高い溶媒でも、安定に分散させる現象を発見したのです。この最

初の発見は、当時、修士学生で、現在、大阪大学・助教の小早川先生、当時、私の研究室の助教で、現在、横浜国立大学・准教授の飯島先生との研究成果として得られました。

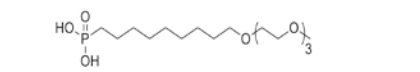
この時は市販の界面活性剤で構造がやや複雑で不純物を含んだものでしたが、飯島先生が横浜国大に異動された後、助教として赴任した岡田先生（現在は、本学農学部准教授）と、2017年にこの万能分散性を持つ構造は、**図4**に示したより単純な構造で達成できることを発見しました。

粒子の材質や、粒子に吸着、結合する部位と分散させる溶媒や粒子径により適切な有機鎖の構造の親水性と疎水性のバランスを変化させることで、分散剤の機能を合理的に設計・合成する、「オーダーメイドな分散剤」の合成が可能になったのです。



M. Iijima, M. Kobayakawa, M. Yamazaki, Y. Ohta and H. Kamiya, J. Am. Chem. Soc., 131(45) (2009) 16342-16343

図3 万能分散性を示した市販のリガンド



Y. Okada, K. Ishikawa, N. Maeta, H. Kamiya, Chem. Eur. J. 2018, 24, 1853–1858

図4 構造設計したリガンド

それは大きなトピックでしたね。2017年から、さらに進化しているのでしょうか。

神谷 その後も「分散剤の構造とナノ粒子の分散性の相関」を様々な視点で検討してきました。ここが極められていくと、色々な物質のナノ粒子の応用、例えばナノ流体、ナノ部材製造プロセスの実用化が進められます。

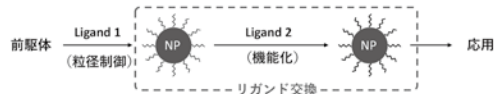
例えば、リガンド構造の研究のひとつに、「分散剤の有機鎖の長さ」に

関するものがあります。先ほどの球体の表面の髪の毛の例でいえば「毛の長さ」は炭素数になります。

例えば、この大きさの酸化チタンのナノ粒子には、「炭素数12の分散剤が最も分散性が良好」といったことが分かりました。この他、オレイン酸構造のような二重結合や酸素が炭素鎖に入った場合の効果、その位置が、吸着基に近い場合、末端の場合など位置の影響、有機鎖も同じ炭素数でも分岐型と直鎖状でどちらがナノ粒子の分散力が強いのか、など、様々な因子があるので、その影響を見るために分子構造の異なるリガンドを合成し、ナノ粒子の材質や大きさ、形状と溶媒の組み合わせで、どういった鎖長や構造のリガンドが良いか、など体系化する研究を進めてきています。体系化には、多くの因子があり、なかなか先が長いテーマではあります。

この数年間で、ナノ粒子に関して分からなかった事や出来なかった事が、明らかにされているんですね。

神谷 近年は、ナノ粒子の分散に関連した新規な手法や解析方法も飛躍的に発展しています。ナノ粒子を合成する際にも、界面活性剤を用いて合成反応を制御して、粒子の大きさや形状、結晶構造を調整する手法が進歩しています。**図5**に示したように、合成時に用いた界面活性剤と溶媒の組み合わせが、そのあとの材料や素材の応用では、合成時と異なる溶媒を用いることも多いです。実際に、粒子合成時には、オレイン酸構造の界面活性剤を使ったけども、樹脂を溶かす時には親水性溶媒が良い、となるとオレイン酸構造でない界面活性剤を使わないといけなことになります。



ナノ粒子材質とLigand吸着基構造の適切な選択

粒子合成溶媒中での粒子分散に使う有機鎖構造
必ずしも一致せず
ナノ粒子利用時に適切なLigand有機鎖構造
最終利用有機鎖の吸着基の吸着力が高いことが必要。

図5 リガンド交換の課題

つまり界面活性剤の交換が必要になり、合成時に使った界面活性剤のナノ粒子との親和性より強い親和性のある吸着基を使った界面活性剤を使わないと交換が起きないことになります。

界面活性剤の粒子表面への修飾は、物理的な吸着から強固な化学結合が起きているものまで、様々なので、どのような機構で吸着が起きているか、吸着基による強さの強弱の解析・評価法の発展が必要になります。

この吸着力の強さの評価も、簡便な手法として **図6**の方法があります。メタノールとシクロヘキサンは、親水性と疎水性なので、室温では分離しますが、40℃以上に温めると均一に混ざり、室温に戻すと二層に分離します。最初、メタノールに分散する親水性の高いリガンドをナノ粒子に吸着させると、ナノ粒子はメタノール側に居ます。次に、吸着基を変えた疎水性のリガンドを添加して、温度を上げると均一になり攪拌後に室温に戻します。親水性のリガンドの吸着力が弱いと、親水性リガンドがナノ粒子表面から追い出され、疎水性リガンドに置き換わるので、温度を下げるとシクロヘキサンの方に粒子

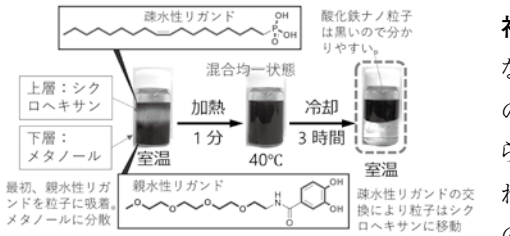


図6 リガンド交換の目視による評価法

が移る、という現象が目視で確認できる、という手法です。

更に、近年は、NMR（核磁気共鳴）を用いたリガンドの吸着、脱着特性の評価法も進歩してきています。**図7**に示すように、溶媒中にリガンドが溶けていると、NMRの特定の結合構造の信号は鋭いピークを示すのですが、ナノ粒子の表面に吸着すると、このピークはナノ粒子の影響で、鋭さが弱まり広がった信号になります。最初、あるリガンドを吸着させてNMRを取り、そこに違うリガンドを入れ、吸着力が後で添加したりリガンドが強いと、最初に吸着したリガンドが脱離して鋭いピークが出てくる、外れないと添加したリガンドの鋭いピークが出現する、という監察で、どちらが強い吸着力があり、リガンド交換ができるか分かるわけです。

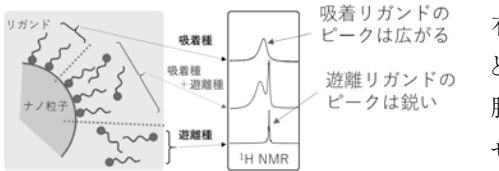


図7 NMRを用いた吸着、脱着状態の評価法

ナノ微粒子の実用化は日本・世界の産業界でどれくらい進んでいるか

電子材料をナノで作るという段階には、まだ至ってないでしょうか。

神谷 ナノ粒子で電子材料を作るとなると、コンデンサーなどセラミックス系の部材が対象になりますが、残念ながら、世界的に見ても、ナノ粒子から作れるレベルにはなっていません。一番の問題は、ナノ粒子ですと、どうしても固体濃度が高く流動性のあるスラ

産学官との連携

リーや下ペーストが作れないという課題があります。そのため、所謂、ファインセラミックス材料の原料粒子は、サブミクロンサイズの粒子が、粒子を溶媒に分散させ混錬して塗布する、といったプロセスで作る電子材料では、使われています。材料が低濃度だとなぜ問題かという理由を、**図8**に示しました。非常に単純な話で、基板上に塗布して乾かした後に、すき間が出来て断線してしまうのです。乾かした時に粒子は集る性質があるので、空孔や亀裂が出来てしまうわけです。粉を原料にする素材であるリチウム電池やコンデンサー用のチタン酸バリウムも、ナノ粒子を用いるとこの問題にぶち当たります。

医薬品の面でも、ナノ粒子やナノサイズのカプセルの実用化が進んでいるかという点、実は未だに研究開発段階のものが多いです。例えば、肺に有用な薬剤を届けるための吸入製剤という分野でも、ナノレベルの薬剤を肺へ届かせるものは実用化されていません。ナノでなくても肺には、PM2.5、つまり2.5μm以下であれば、届くのですが、医薬品の場合、過剰な投与は副作用が発生するので、確実にある量を正確に投与しないといけません。したがって、実用化されているのは、インフルエンザの治療薬が吸引で行われてます。これは、インフルエンザウイルスが増殖する気管に処方されるため、ミクロンのレベルの医薬品粒子を用いています。肺に入れる必要はないのでやや大きめ、ということですね。医薬品へのナノテクの活用は、実は20年ほど前から取り組まれてます。なかなか実用に至った例は少ないのですが、皮膚の毛穴に滞留する直径200 nmのマイクロカプセルは、化粧品や育毛剤への応用で実用化されて

産学官との連携

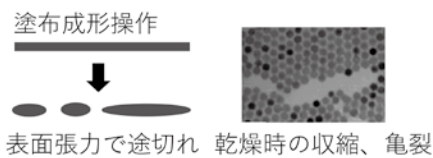


図8 低濃度のスラリー塗布の場合の乾燥時途切れ、亀裂発生

います。表面も皮脂との親和性が高くなるよう、表面が制御されており、おおきさもこれ以上大きいと毛根に入らず、小さいと毛根に滞留せず血管などに移動し、体内に拡散してしまうので、育毛などの効果が出ないわけです。

生活用品などに適した粒子の大きさというのはあるのでしょうか。

神谷 ヨーロッパなどではナノ粒子の健康面のリスクが、ナノリスクとして問題とされています。300 nm以下の粒子は、先ほどの化粧品用のカプセルと同様、体内に毛穴を通じ入るので、製品にナノ粒子を含んではいけないと、規制されました。日本のナノテク製品も攻撃を受けかけているんです。実際、日本国内で開発されたナノテク化粧品などが、ヨーロッパでは売ることが出来ないという恐れもあります。

ナノ粒子の材料への応用に話を戻すと、とにかく高い粒子濃度で流動性の高いスラリー、ペーストができません。また、ポリマーレンズの中に高屈折率のナノ粒子を均一に分散すると、透明性を維持しながら屈折率を上げることはできますが、ポリマーが脆くなる現象が起こります。研究が一步進めば、また新しい問題が出てきて、足踏み状態にあるというのが実状と言えます。

現在、普及しているリチウム電池も、この電池でノーベル賞を受賞された吉野先生らが開発を始められたのは

1990年代、実用化されてきたのは2010年頃ですから、開発開始して実用化するには20年くらいかかるものと思います。ナノテクが着目されたのは、2000年くらいで、既に20年の年月が過ぎようとしているので、そろそろという焦りはあります。

前号で少し触れられていた、「農業」への微粒子の活用はどうでしょうか。

神谷 農作物を作るのに、種から苗を作り、苗を圃場に植えて生育させる、というプロセスがあります。苗を作る苗床を、粉体工学的観点を入れて、図9に示すように、適度の空隙率と撥水性を与えると、苗の根が大きく育ち、その苗から異常気象に強い強靱な作物や、収量が増え、美味しい農作物ができることが分かりました。

実際にご協力をいただいた農家で、例えば日照り続きで異常熱波だった年に、通常の苗床で育てた場合は全滅したけれども、開発した苗床で育てたものは、トマトが収穫でき、大変高く売れた、と喜ばれていました。

当初、私も「土も粉体だ」と思って研究を始めたのですが失敗しました。私たちのような化学工学の人間は、土壌を無機物、有機物の複合体としてしか見てませんでした。しかし、土はもっと複雑なのです。土壌には、害虫や、微生物、細菌といったこと、様々な生物が存在し、非常に複雑な複合的な作用で、土壌を形成しています

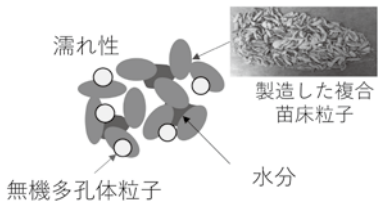


図9 合成苗床の微構造

ので、生物について詳しく知っていないと、生産性の高い農作物はできないという事は、最初に農業方面にアプローチした時に、身をもって学びました。とはいえ、この苗床には、微粒子や粉体の知見も役立つ可能性もあります。詳しいところは、これから農学部 of 先生方と協力して解明していくテーマです。いい苗を作るためには、どうやら適度な空気、酸素と適度な水が必要で、立派な根が張らないということがまずありました。発芽して苗になる段階では植物はまだ光合成はしておらず、酸素と水が必要です。苗床の構造と撥水性などが重要と思われます。

試行錯誤の段階にあるのが正直なところですが、この食料生産の問題は、これから先、重要なテーマだと思っています。肥料の原料であるアンモニアは、ドイツの研究者ハーバーとボッシュが開発した手法により、空気中の窒素から出来るようになりましたが、それ以前は、アンモニアは天然のチリ硝石からしかできず、その名の通り南米のチリでしか産出しないので、資源を求めて戦争が起きていたほどです。

現在は、別の肥料成分であるリンが入手しにくくなっています。リンも産地が限られ、ロシアのウクライナ侵攻で、輸入に障害が発生しています。政府もリンの確保のため、下水を処理して出る汚泥は、人間の排泄物が元になっているのですが、リンが多く含まれています。この汚泥をメタン発酵して、メタンを燃料として取り出して、残りの残渣にはリンを多量に含み、臭いは消えるので乾燥して肥料として利用する試みもあります。汚泥のイメージが悪く、自然界由来が実は多いのですが、重金属が含まれるため、有害物質の低減も課題ではあります。

いずれにしても「食料、エネルギー

の安全保障」は、今回のウクライナ侵攻で、国家のテーマだと認識されました。日本だけでなく、どの国も、いつの時代も重要な課題でしょう。

食糧問題を抱えている国は多数あります。そうした技術が進むと、その解決につながるわけですね。

神谷 電子材料などは競争的なもので、なかなか国際貢献に資するということになりませんが、食料、エネルギー、環境などの課題は、開発した技術が直接国際貢献に繋がりやすい面があります。ちなみに近年の中国や東南アジアの科学・技術の発展は、すごいものがあると感じています。現在のところ、日本は教える立場ですが、逆に東南アジアの各国に教えてもらうようになるかもしれないと思うことがあります。

農工大の私の所属する学科に、最近、インドネシア出身の新進気鋭の研究者を准教授として迎えたのですが、本当に素晴らしく優秀で、しかも人柄も良い方です。こうした人材と連携していくことが、日本にとって重要で、良好な関係を築けないとこの先、わが国は危ないと真剣に危機感を感じました。

私が若い頃、優秀な研究者がいる国は、アメリカや、ドイツ、英国などの欧米各国、フィンランド、スウェーデンなどが頭に浮かびましたが、今では中国、韓国の他、東南アジア各国、インドもレベルが上がっています。

東京農工大の留学生は中国が最も多く、東南アジア、中東、中南米、アフリカなどからも来ていて、みんな高い向学心を持っています。しっかり育て、帰国後に日本との懸け橋になってもらうのが肝要と思います。もちろん大学として軍事転用などの技術流出を防ぐことは重要で、非常にナーバスな課題と

産学官との連携

なっています。

先生が次々と有用な発見をされるように、世界的にもナノや粉体の研究が盛んなのでしょうか。

神谷 海外でもこの分野は盛んですが、セラミックスなどの分野は日本が微粉体の取り扱いの一朝一夕では身につかないノウハウ、基盤技術を有しているため強いです。粉体分野について、私も海外の先生たちに有力な友達がいて、頻繁に情報交換をするなど、仲良くしています。ドイツのErlangen大学（フリードリヒ・アレクサンダー大学エアランゲン＝ニュルンベルク）のPeukert教授は同い年で特に仲が良く、先週も会ったばかりです。ドイツの巨大プロジェクトのリーダーをされ、一流誌のチーフ編集者を務めるなど、有力な教授です。博士の学位をドイツの大学で取得後、日本の粉体工学関連では有名なホソカワミクロンという企業に2年ほど在籍された経験を持ちます。「粉体工学と材料プロセスの関係の重要性を学ぶことができ、その経験を基礎に研究を発展し、ドイツで教授になることができた。日本は私の研究基盤の礎を築いた国で感謝している。」と、話しておりました。来月来日される、カナダのBritish Colombia大学のElice教授も、流動層の分野で活躍され日本との関係は強いです。流動層分野では、豪州・Monash大学のAibing Yu教授も米国学会の賞を受賞するなど活躍していますが、彼の弟子が私の研究室に3年間在籍し、今は中国で教授をしています。フィンランドのAalto大学のEsko Kauppinen教授は、エアロゾル、カーボンナノチューブの権威ですが、日本ファンで再三来日し、毎回、ギターを

弾けるバーに行き、披露して楽しませてくれます。インド出身で、ドイツ・ケルン大学のS. Mathur教授も、博士の学位取得後、日本でポスドクを暫くしてからドイツに渡り、現在、米国セラミックス協会の会長をしています。中国科学院の馬 光輝教授は、東工大の大学院で学位取得後、農工大の助手を数年勤め、そこでマイクロカプセルの基礎研究を積みました。その後、中国の国家重点研究室の教授に招かれ、医薬品、薬剤搬送システムに基礎研究を応用し、大活躍されてます。一つの建物が彼女の研究室で100名を超えるスタッフ、学生が所属しています。人格者で、日本の他、欧州、米国でも著名でファンの多い研究者です。本学で、引き留めるべきだった、とやや反省しております。

先生の人柄が、多くの人を惹きつけるのだらうと感じます。各国の研究者の成果が、ビッグなビジネスに繋がっている現場をご覧になることもあるのでしょうか。

神谷 基礎研究が、どう産業界やビジネスにつながっているかは、コロナ禍で現地になかなか行けないため、最近の動向は、分かりませんが、中国では蘇州にナノテク関連だけの巨大な研究拠点があり、米国や欧州、豪州の著名大学が分校を設置し、優秀な中国人学生を選抜して本国の大学院に入学させるシステムが完成しています。そこは、インキュベーション施設も国のサポートで完備していて、とても活気があり、中国の若い人がどんどん起業しています。今後どういったビジネスを生み出していくのだらうかと、非常に迫力を感じさせます。

産学官との連携

広範な学会、団体で 国内外を問わず広く活躍

先生が活動されている学会や団体について教えてください。

神谷 一番長い付き合いになるのは、粉体工学会です。そこでは長年、論文誌の編集長もやっておりました。また、化学工学会も長く、1981年から会員で、2017年から2019年まで、理事および国際交流センター長でした。

現在も継続しているのが、2013年からドイツ委員会の委員長として、ドイツ化学工学会と連携協定を結んで、毎年のように日独シンポジウムをそれぞれの国で開催してます。ちなみに今年は「水素」をテーマに9月に東京ビックサイトで、化学工学会主催で開催のINCHEM Tokyoという展示会で日独の講演会を実施します。ドイツ化学工学会が、現在、ドイツの水素の巨大国家プロジェクトを牽引していることが関係しています。風力発電や太陽光発電の再生可能エネルギーは発電量が天候により変動することが宿命です。それを電池に蓄えられれば良いのですが、大型の電池は、パソコンなどで実用化している小型電池のように、実用化が進んでいません。安全で効率の高い大型電池がないために、太陽光発電した電気が余ってしまい、出力制限するようなことが、九州で起きています。ドイツは、作った電気で水を電気分解して水素にし、水素を電池代わりに使うというプロジェクトをやっているのです。効率的に電気分解をする電極を開発したり、水素蓄えたり、水素の輸送方法まで全部トータルでやる、ドイツの化学工学会が主体となって、国家プロジェクトを大きな規模で進めています。

日本は個別技術の開発は各企業で進んでいるのですが、全体を俯瞰的に構想する点がやや弱いです。

まさに現代の最前線という感じがします。そして本当に他の学会、団体でのご活躍も多く、驚きます。

神谷 古いところでは、1986年から日本セラミックス協会の会員で、理事もやらせていただきました。

1994年から日本機械学会の会員になり、産業化学機械部門の部門長を勤めました。簡単に言うと化学と機械の中間にあたる産業機械に関する部門でした。

1995年からは日本エネルギー学会にも所属し、ここでも学会誌の編集委員をやっていました。それから耐火物協会にも顔を出しておりました。ここでは、「不定形耐火物と粉体工学」講座の編集委員長を2〜3年やっておりました。不定形耐火物とは、レンガのような固体状になったものでなく、耐火物の粉を高濃度に分散させたスラリーを吹き付けてから固化させるもので、固体分率が90数%以上でも流動する技術で、驚きました。

2001年からは、日本粉体工業技術協会で、新たに創設された微粒子ナノテクノロジー分科会のコーディネーターや、ナノ粒子の安全性検討委員会などの仕事を行ったほか、「ナノ粒子の安全な利用」という本を出しました。これは先に述べた、ナノリスク、ナノ物質の安全性が問題になり、厚生労働省とどう安全性を担保するか、協会の委員会として議論をする中で集めた知見を編集して一冊にまとめました。業界でも、欧州への製品の新規輸出の際に大変参考になる、“教科書的”な感じで読まれております。

海外でも「Powder Technology（パウダーテクノロジー）」という雑誌の編集担当を平成14年からやっているのです、20年以上となります。また、アメリカ化学会、日本化学会など、色んな学会や団体とお付き合いさせてもらい、仕事をしてきたという感じです。

幼少期は「お寺を継ぐ」 宿命を背負って葛藤する

先生の幼少期は、どんな少年時代をお過ごしだったのでしょうか。

神谷 私の実家は、静岡県浜名湖の東岸にある小さな臨済宗のお寺で、お寺の跡継ぎになる宿命を負っていました。父親が、あまり身体が丈夫ではなかったので、小学校の高学年くらいから、父の代わりに檀家を回って、法事でお経を読んだりもしていました。

高校生になり、将来の進路を考える時期になると「ちょっと僧侶は嫌だな…」と思うようになりました。檀家の皆さんは、いい方々ばかりではありましたが、幼少期から手伝いをしていて、人の死に絶えず直面する職業ということに戸惑いも感じていたように思います。

理系が得意と思いこんでいたので、理科系の大学に進学することを決めましたが、家も小さなお寺で経済的なゆとりはありませんので国立大学か、臨済宗の本山直営の大学しか選択肢がありませんでした。その結果、一生懸命勉強して、かろうじて名古屋大学の化学工学科に入れたわけです。

先生は環境問題への興味をお持ちだったということでしょうか。

神谷 そうですね。三重の四日市ぜんそくをはじめ、四大公害病の裁判を

中学、高校の頃に聞いていましたので、環境問題のことをやりたいと思っていました。お話してきたように、微粒子工学、粉体工学の視点から、これまでに環境に関連する研究にも携わりましたが、定年後に改めて腰を据えて環境問題や食料・エネルギー問題の研究を進めていきたいと思います。

科学を理解する上では 国語のチカラも大切

日本の理科教育や今の子ども達に伝えたいことはございますか。

神谷 どうしても受験のための理科教育になっているので、それが、論理的に物を考えることを弱くしているように思います。そもそも、文系・理系で分ける事が良くないと言われていますが、それは私も思います。

私達の研究でも、意外に国語が非常に大事なのです。論理的思考能力を持って、筋道を立てて、説明する力がやっぱりサイエンスには必要なのです。だから国語はきちんと勉強した方がいいし、育てる環境が必要だと思います。私は僧になりたくないので、理系を選んだところがありますが、気がついたら「国語の方が得意かも」ということもありました。そして現実的に、研究では提案して予算を獲得しないといけませんので、国語力がないとどうにもなりません。私は提案書を審査する側の経験がありますが、国語力に乏しい提案も結構あります。何が言いたいのかが分からない、という提案書に出会いますが、そうした場合、なかなか研究費を獲得することは難しいです。また、ビジネスの場でも国語力がないとインパクトのある本質的な発言、意見を述べることは出来ないでしょう。

産学官との連携

そして必要なものは、やはり人間力でしょう。難しいところですけど、偏屈なほどサイエンスにしか興味が無い天才的な方は稀にいます。しかし全部が全部、そういう人が受け入れられるかは分かりません。ただ、逆に排除してしまうのは非常に良くないです。要は、様々な個性を大事にする、人間としての包容力が一番大事だと思います。

最近では、むしろ年配の方が、無理難題や非論理的なことを言ったりしてきたのではないかと感じることがあります。最近の若い人は、良くできた人が多いと思います。印象としては、ちょっと出来過ぎているのかなと思うぐらいです。

そして東京農工大も女子学生が多いことは触れましたが、今は理系に進む女性も多くなったことは好ましいと思います。性別に関係なく、興味を持って学んで欲しいと思います。

当協会や科学機器メーカーに、メッセージをいただけますか。

神谷 私は、微粒子関係の計測装置、分析装置など、様々な機器でお世話になってきました。

先程、微粒子の分散凝集についての研究のことを話しましたが、実は初期の頃、付着力を測定しても、7桁くらいバラついた結果が報告される状態でした。これは、測定方法が良くなかった訳ですね。正確に測れるように

なると、理論と測定値がぴつたりと合ってきて、理論が見直されることも起きています。

機器を開発してきてくれたメーカーの方々には本当にありがたいです。私が一番使うものとしては、粒子の大きさを測る装置などですが、日本のメーカーも大変に頑張ってもらっています。とにかく粉体計測装置というのは非常に重要だと思っています。

海外の事例ですが、小さい会社がとても素晴らしい装置を作っていたのですが、大手に買収された後に、メンテナンスやケアの質が悪くなったことがありました。原子間力顕微鏡が代表例ですが、残念に思っています。

科学機器は発明をした方が会社を作る人が多いのですが、ある程度会社が大きくなると、経営的に維持が難しくなることが多いようです。規模が大きくなったら製品のケアも含め、気を遣っていただけるとありがたいです。

神谷先生は産業界との距離が近い場所で研究を深められ、いろんな分野で問題解決や産業の発展に寄与されてきたことを感じました。今後の活躍に期待しています。

次号「科学の峰々」では、
東京大学 定量生命科学研究所
小林 武彦先生にお話を伺います。

生命、エネルギー、食糧、
多用な問題解決の可能性を
微粒子は秘めています

