

# “溶ける？ 溶けない？”から“溶けないものを混ぜる”まで

楢本 洋 極限環境場物質探索グループ（研究嘱託）



「談話室」への執筆の機会をいただき、日本原子力研究開発機構（含む原研時代）に於ける、基礎科学と材料科学の境界領域での研究活動の軌跡を辿ることにした。

初期の物理部時代には、高融点金属（Nb、Mo）中の軽元素（D、 $^3\text{He}$ 、 $^{20}\text{Ne}$ ）の微視的な存在状態を理解するため、高速イオンと固体内原子の衝突過程（内殻電子励起、チャネリング、核反応）を利用して、関連する原子の結晶学的な位置を決定した。その結果、原子配列の局所的な乱れ（Nb-Mo合金中のMo、NbやMo中の照射欠陥）と軽元素が「複合体」を形成し、溶解度が見かけ上大きくなることを示した。反跳注入した不安定原子核をプローブにする計測では、必要な原子核の量は溶解度以下で十分であるが、材料の実態に即した情報を得るため、安定同位体を追加注入する必要があった。

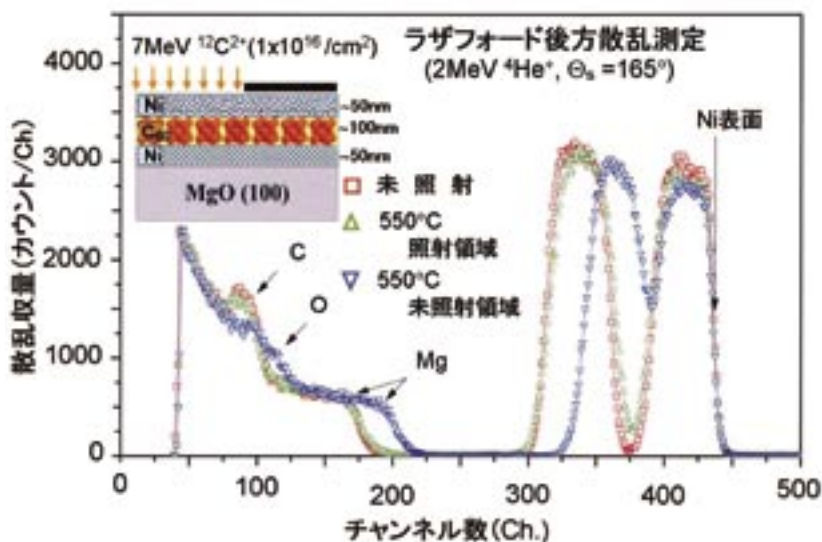
原子配列の局所的な乱れが溶解度を見かけ上増加させる現象は、常圧下でのダイヤモンドの合成に利用された。イリジウム（Ir）には固溶しない炭素原子を、多量にイオン注入して過飽和状態を実現した後、熱処理して照射欠陥を消滅させると、結合の相手を失った炭素原子は表面に移動・核生成して、Ir結晶格子と整合したナノサイズのダイヤモンドを形成した。

「溶ける、溶けない」を意識した一連の研究の中で、均質な混合物からの自発的な組織形成の過程に興味を持った。超臨界状態や希ガス・金属の混合物の利用

も考えたが、最終的には $\text{C}_{60}$ と遷移金属原子との混合物を選択した。組織形成の視点からは、結合形成と薄膜歪による結合解離が競合する過程に面白さがあり、材料

科学的には、ビーム照射や熱処理などによる $\text{C}_{60}$ の選択的除去（分子鑄型化）や同素体変換による遷移金属粒子の被覆（耐環境性付与）の可能性があったからである。下図はラザフォード後方散乱法による $\text{C}_{60}$ 膜（Ni/ $\text{C}_{60}$ /Ni/MgO基板）の解析例で、イオン照射や熱処理が、微細構造のデザインに有効なことを示している。300～450Chの領域のスペクトルが二つのNi層からの情報で、 $\text{C}_{60}$ 層はNiが不足した「谷」状の部分に相当する。熱処理（550℃）により、 $\text{C}_{60}$ 分子は表面のNi層を通して蒸発・除去が可能であり（ ）、一方イオン照射（7MeV  $^{12}\text{C}^{2+}$ ）により同素体変換された非晶質炭素は移動が困難で、薄膜構造は安定化する（ ）。

これらの研究を経験する中で自然観も変わり、個体の特性とその集団の振舞との関係に関心を持つようになった。ここでは二つの観察例を紹介しよう。まずは、人里離れた深山の湖での釣りの経験である。この釣りでは、餌のワカサギをまず捕獲する必要がある。ところが、多くのワカサギは、緩く集団を形成しているが独立性が強く、ポートで追いかけても、簡単に逃げられてしまう。経験を重ねるうちに、緩慢に移動している集団もいるのに気づく。予想どおり、この集団は安眠をむさぼっていて、前方からでも、網で簡単に捕獲できた。独立な行動をとっている集団との違いに、改めて驚かされた。もう一つの例は、ある展示館で見聞した「ジャンボ繭」作りの試みである。品種改良した「優秀な蚕」は身の丈に合った小さい繭をきちんと作るが、大きな容器に放っても、従来の個体の活動範囲を超えることはなかった。もちろん、この試みでは絹素材の生産性向上が目的なので、ホルモン活性物質の投与に



よる個体の大型化が主題であったが、遊び心から蚕の共同作業に期待したらしい。ここでは、在来種の又昔(またむかし)に着目した。又昔は所かまわず糸を吐く“不良の蚕”とされてきたが、80匹程度の集団にしたところ、ランプシェイドにも利用できるほどの“ジャンボ繭”(約35cm長)を作り上げた。多数の“不良の蚕”が、「サボる方向で協調して、エネルギー節約型の対称性の高い造形を試みたもの」と勝手に解釈し、心楽しくなった。

このように楽しい自然観察ではあるが、関連する分野の研究者には“モノ”の科学から“コト”の科学への発想の転換が要求され、一方、研究環境の上では社会との強い関連を意識せざるを得ない状況におかれている。我々は“不良の蚕”の集団の様な存在とも思える。ひょっとすると、「我々個々の生き様とその集団社会の産物」が、格好の観察・研究の対象になっているかもしれない。

## 日本での生活

浄念 信太郎 アクチノイド化合物磁性・超伝導研究グループ(リサーチフェロー)

私が東海村に来たのは三年前の夏の暑い日でした。私はブラジルに生まれ育った日系人であり、自分の親の母国である日本での生活、そしてブラジルでの物性研究から興味を持っていた中性子散乱による磁気構造の研究を行うことをうれしく思いました。この三年間の日本原子力研究開発機構での研究は私にとってかけがえのない経験でした。JRR3のすごい設備とふれあうことができ、また原子力機構の優秀な研究者とスタッフのお世話によって、研究に専念することができました。とくに非常に興味深いアクチノイド化合物を、研究グループのみなさんと一緒に研究できたことを誇りに感じ、そして幸福でした。原子力機構の多くの方々に感謝いたします。

日本での生活は非常に面白かったです。とくに東海村はすごく気に入りました。村としては大きな町並みを示しているけど、のどかで気持ちのいいところでした。また、夏には花火大会、秋の紅葉、冬の雪そして春の桜の風景は日本の四季を感じさせ、たのしい思い出を作ることができました。ブラジルでは季節の変わりを感じるができなくて、日本の四季を味わうことができたのはすばらしかったです。季節といえば日本料理の旬というものを覚えました。夏秋冬春で味わう日本料理はすばらしかった、そして東海村で食べる魚介類料理は格別にうまいと思いました。そして最も思い出に残った料理はグループのみんなと味わったすき焼きでした。みんなで食べ

る楽しさ、そして味が本当にうまかった。これまでブラジルで食べたすき焼きは何だったのだろうかと考えさせられるほどでした。

この三年間では日本国内での物理学会、そして一人旅で青森、北海道、関東、関西、そして九州を訪れることができ、日本を楽しみま

した。とくに冬の北海道は私にとってかけがえのない思い出として残りました。ブラジルは雪に縁がない国であり、初めて札幌を訪れたときの町の雪景色には感動しました。また、父のふるさとである大分では多くの親戚が暖かく迎えてくれうれしかったです。年末年始には必ず大分へ行き日本の正月を親戚と一緒にすごしました。

私の日本での生活はかけがえのない多くの人々に出会い、多くの学ぶこと遊ぶことがあって快適な生活でした。私にとって日本の恩師である目時さん、グループの金子さん、本多さん、そしてお世話になった多くの方々に深く感謝いたします。



笠間では陶器づくりにも挑戦しました