



材料科学の研究体制に思う

藤田 廣 志*

私がまだ小学生の頃に宇宙旅行と題する科学小説を読んだことがあったが、その中にシリウス星についての記事があり、この星は原子核だけでできているので非常に重く、地球上では想像もできない物質でできている星であると書かれていたことがひどく印象的でした。その時そんな物がつくれたらなああと漠然と考えたことを今でも明瞭に記憶しています。その後なんとなく材料屋の道を歩み、今では材料の格子欠陥とその役割について調べることが職業となっていますが、今だにシリウス星どころか、格子欠陥さえ完全には制御できずにもたもたしている状態です。そこで、この号は新年号でもある関係上、子供の頃の夢を思い出して上記の表題を選んだ次第です。

ところで、近年科学の驚異的な進歩によってますます目的に適した材料の開発が強く要求されていることはエレクトロニクスとか宇宙科学の例を挙げるまでもなく明確なことです。しかし材料とは通常人に対する空気のようなもので、うまくいっている時には全く問題にされず、何かことが起って大騒ぎにされる性質のもので、そこで、第2次大戦中に U.S.A. のエレクトロニクス陣の強い要求で半導体材料の代表的な Si とか Ge の高純化が急速に進歩したように、また最近では軍事目的とか宇宙科学の分野からの要求で材料屋が狩り出されて材料科学と称する分野が生まれたように、絶えず外部からの要求に引きずられて進歩する宿命をもっています。その結果、少なくとも外見的には、その要求の母体が強大なればなる程その進歩の速度も大きく、当然の結果として現在では材料科学の頂点に U.S.A. が位置し、それを

ソ連が追いかけている状態です。もちろん彼らの優位は膨大な規模の予算に支えられている点もありますが、U.S.A. とかヨーロッパ勢の成果には独創性を重んじる科学の伝統もかなり寄与しているようです。この独創性が、外部からの要求とは直接関係なくとも独自に新しい材料を見出し、または造り出してきた場合も多くあると思えます。

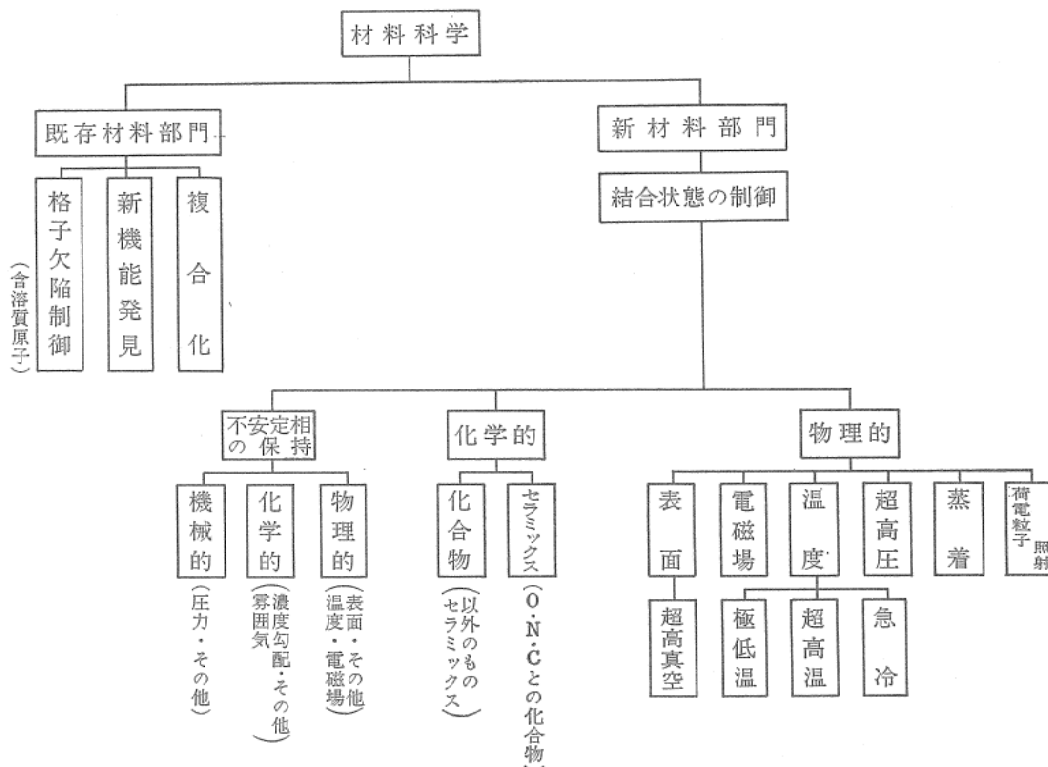
では我が国ではどうでしょう。上述のような国家的規模の要求も少なく、しかも材料に関係する学協会の協力も表面的で、学生を含めても高々20名程度の小グループがおのおのの独立して細々と新材料の開発を試みているのが現状です。これでは先進国に追い付くどころか、ますます大きく水を開けられるだけで、先進国で開発された材料の模倣に甘んじなければならない現状を打破することは不可能となります。

そこで思い切って、ここからが初夢ですが、現在の研究体制を一変して、下記のような我が国独自の組織づくりを進めてはいかかがかと考える次第です。

その前に、まず材料科学をどのように取扱うかが問題ですが、私なりの系列化を表1に示しました。すなわち材料科学では、まず既存材料の見直しと、新材料開発を2本柱とします。この既存材料分野ではまず複合化、ついで最近注目を浴びた形状記憶材料のような既存材料での新機能の発見が大切ですが、それにも増して重要なのは溶質原子も含んだ材料内の格子欠陥の制御でしょう。例えば最近各所で得られている電気抵抗比 (RRR) が10,000を越える高純鉄では、比重などの物理量を別とすると、われわれが教科書で教わった錆び易いとか、低温で脆くなるとかといった鉄の一般的な性質は全く書き直さなくてはならなくなっています。このようなことは特に体心立方金属で顕著ですが、最

*藤田廣志 (Hiroshi FUJITA), 大阪大学, 工学部, 金属材料工学科, 教授, 工博, 金属物理

表1 材料科学の分類の一例



近では面心立方金属でも類似のことが次第に明らかになっていきます。今まで製錬とか精製技術の不完全さから物質固有の性質だと信じていたのが、SiとかG₀のようにやっと真の性質を見定めることが可能となりつつあります。その結果、今まで脆いとか雰囲気敏感だと思っていた高融点材料や金属間化合物、その他の化合物の劣性はこれら不純物原子をはじめとする格子欠陥を正確に制御することによって大きく変化することが期待できます。したがって真の意味の材料の新機能は、案外このような格子欠陥の制御によって続々と発見されるかも知れません。

既述のU.S.A.とかソ連ではこの分野の研究が長足の進歩を遂げ、次々と新しい応用も試みられている様子ですが、我が国では既述のように、わずかに数カ所で金属の高純化に取り組んでいるだけで、本格的な研究には程遠いし、全般的にはこの分野の研究に情熱をもって取り組む人も少ないのが現状です。

一方、新材料開発では結合状態の制御が中心となります。その代表的なものは化学結合を利用する手法で、セラミックスはじめ、金属間化

合物などすべての化合物がその対象となります。この場合にも既述の各元素での格子欠陥制御が重要であることはもちろんです。ただし、この手法では状態図以外のものは期待できません。これに対して、新しく結合状態を変えるのには物理的手法が主役となります。この中には機械的と呼ぶ方がふさわしいものも含まれますが、大別して上述の化学結合の安定化促進のためと、状態図からは予測できない結合状態を実現する分野とがあり、特に後者は今後重要となる分野でしょう。この従来の状態図からは予測できない新しい結合状態を人工的に創り出すことは冒頭に述べたシリウス星の誕生につながる事です。ここで考えねばならないのは、われわれは地球上で生活をしている関係上地球上での尺度で考える習慣がつきまとうことです。しかし一度眼を広大な宇宙に向けると、地球上で宇宙に存在する極限状態での物理量に匹敵するのは極低温ぐらいで、高压、高温、強磁場、高真空などは桁違いに差があるし、そのような物理条件下で実現した高密度物質に関しては較べようもない程です。幸にして、このような桁違いの差も技術の進歩によってこの十年間に急速に

縮まりつつあり、新しい結合状態を実現する目的には可成り可能性のある価に近づいています。そのよい例が高圧合成で、ダイヤモンドをはじめ、10年前には殆んど不能であった宝石とか鉱物も易々と人工的に製作できるばかりか、固体水素を創ることすら可能となりつつあります。この高圧以外の手法には表に示したように荷電粒子の打込みとそれによる材料の損傷、蒸着による混合、高電磁場内の処理の他に、複合化とか反応の起点となるばかりか、ウイスキーのように格子欠陥の挙動を左右する寸法効果の基本ともなる表面の制御などがあります。それにもましてこの分野で重要となるのは、以上の過程で創られた不安定相をいかに材料として実用化できるかにあります。例えば超電導材料のようにこの分野にもまた表のような種々の手法が必要ですが、一例を挙げると高圧発生には材料の熱膨脹を利用するなどの、意外に簡単な手法が見付かる可能性もあります。

紙面の都合で個々については詳しく述べる事ができませんが、以上のように考えると材料科学の将来は正に薔薇色ということが出来ます。

しかし、ここで重要なことは、以上の過程はすべてそれに付随する装置とか手法が確立した時点で可能となることで、そのためには材料屋自らが各目的の装置とか手法を開発することが最も効果的ですが、最低限そのような各種装置を開発している人々と密接につながり、十分それらの人々の立場を尊重して真の共同研究のできる体制をつくり出すことが絶対必要です。そのような観点から画いてみた研究体制が図1です。この体制は固定部門と流動部門とから成り、固定部門には装置とか手法の確立した共同利用のセンターと、それらの開発を担当する研究施設の一部が所属するだけで、中央に書いてある研究グループはすべて流動部門であり、研究施設も目標が新しくなる毎に流動的にスタッフが移動します。今この体制の規模を大学単位と考えますと、まず表1に示した各手法に対応したセンターが配置されますが、これらのセンターに設置される各種装置の開発または設置はすべて担当研究施設に一任されます。

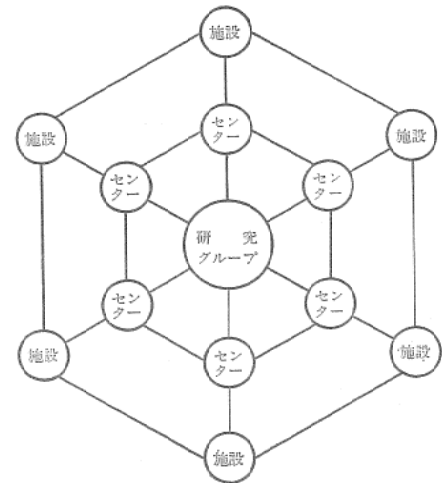


図1 材料科学の研究体制の一例

この研究施設ではその装置だけで自分の専門の仕事が十分できるレベルの高いものを試作し、その2号機的なものをセンターに設置して共同利用とすることになり、センターの運営はセンター自体に委任されます。これらに要する予算は全体制の必要度に応じて順次他に優先して概算要求される制度が必要です。またセンターに設置される装置については施設が互に協力し合うことは勿論です。このように周辺に各種センターを配した体制の中に、各部局から提案されたプロジェクトの中から認可されたグループがチームを組んで表1の材料開発の個々と取組みますが、その成果は或る期間、例えば5年を限度として厳しく評価され、その継続の可否が決定されます。またプロジェクトのメンバーには現在の大学院課程以上の学力を有する人達の参加が適当と考えられますし、国の内外を問わず、学外からの参加も望ましいことでしょう。

実は上述の構想の骨子は、昭和44～45年に大阪大学における材料科学の将来像を私達が議論して作成した時のもので、当時菅田教授が姿なき研究所と名付けたものに類似します。当時は図1の研究グループの核には既存の研究所がふさわしいという具体案も一部にありましたが、私達の力不足で10年経た今日でも具体化の実が挙っていません。しかしこの10年間に、この構想とは別としても、阪大では超高圧、超高温、超高磁場などの世界的な技術の他に、各種測定装置も開発されています。したがって、全学的な規模でこれらの装置の開発を促進すると

ともに、それらに関係している人々の協力を得ることができれば、10年前に比して遥かに図1の研究体制の具体化は可能な状態にあるともい

えます。1日も早く、阪大で図1のような研究体制を確立して、材料科学の飛躍的な発展を期したいものです。

協会だより

当会主催第8回水処理研究会は昨年11月16日(金)に開催盛況裡に終わりました。ここに御報告いたします。

研究会は大阪科学技術センター8階ホールにて出席者100余名のもと生産技術振興協会池田悦治理事長のあいさつで始められ、阪大工学部市川邦介教授による「COD測定法—特に新しいCOD_{mn}—AgNO₃法について—」の講演があり、昼食後、阪大工学部藤田正憲助教授

の「省資源・省エネルギーからみたメタン醗酵について」、阪大工学部末石富太郎教授と大阪市水道局総務部主幹であり大阪市立大学工学部講師玉井義弘氏による「省資源・エネルギーからみた水需給の考察」、阪大工学部橋本奨教授「汚泥・下廃水の処理・処分問題—エネルギー的考察—」の講演後、予定時間をはるかにオーバーする活発な質疑応答も行われ午後6時終了いたしました。

