
ガラス研究機関訪問

— 第 3 回 無機材質研究所 —

無機材質研究所 第 9 研究グループ
貫井昭彦

Introduction to National Institute for Research in Inorganic Materials

Akihiko Nukui

*National Institute for Research in
Inorganic Materials*

Abstract

In view of the great demand from various fields of science and technology for basic research in inorganic Materials, the Government decided to establish NIRIM, National Institute for Research in Inorganic Materials, in 1966. The entire Institute was moved to Tsukuba academic city in 1972, making it the first organization. New materials, especially inorganic advanced materials, are the basis for advanced technology. The institute carries out basic and special research in the creation of such inorganic materials. Recently pioneering fields such as energy, electronics and spacecraft require a wide variety of materials. Under a comprehensive research structure, the institute is working on the development of new inorganic materials with a variety of characteristics, such as refractory, electronic, magnetic, optical, superconducting, bio, intelligent materials etc. The research of the institute is based on the interrelation among synthesis, analysis and evaluation of properties. Organization of the institute consists mainly of 14 research groups, 1 station, 2 centers and administrative division. Furthermore the institute was selected one of the first institutes as a Center Of Excellence(COE).

The research group is unique, because it is dissolved and a new research group is organized to undertake a new project basically every five year. In the institute glass research(chalcogenide glass) has started from 1970 as one of the 14 research groups. Then "aluminosilicate glass", "rare earth sillicate glass" and "rare earth aluminosilicate glass" were studied consequently every five year. New glass research, which concens with "VI group-oxide glass(MOx·ROy, M:Te, Mo and W)", will start from April in 1995 instead of tellurite glass research(1990 ~1995). Introduction concerns mainly with organization, research system, facility and main equipments supporting research, including research activity of the glass group.

〒305 つくば市並木1丁目1番
TEL 0298-51-3351

無機材質研究所は当時工業材料としての固体物質、いわゆるニューセラミックス等の基礎研究を総合的かつ基礎的に推進する目的で昭和41年（1966年）に科学技術庁に属する研究所として設立されたものです。平成8年（1996）に30周年を迎える比較的新しい研究所と言えます。設立当初は東京で他の研究機関に間借りしていましたが、昭和47年（1971年）、「つくば研究学園都市」に研究機関の第一号として移転しました。当時は研究学園都市とは名ばかりで原野のまっただ中に住処と研究所がポツンとあり、当時の研究生活は今でも語り草になっています。無機材質研究所のちょっと年がいった研究者にその話を乞うときっと長話になるので注意が必要です。長靴と懐中電灯が必需品であった時から四半世紀経ち、研究学園都市も随分その姿を整えてきたようです。ただ外も内も美しい姿になったかどうかが問題です。その様なつくば研究学園都市の変遷以上に世界の材料研究の進展・変化は、例えば超伝導材料研究のように激しいものがあるかもしれません。そのような状況の下で先頭に立つためにはしっかりした科学技術が必要です。また先端科学技術にとって新材料、特に新しい機能を持つ無機材質は重要な基盤です。昨今エネルギー、エレクトロニクス、航空宇宙などの先端分野からは無機機能性材料に対するさまざまな要請があります。従って研究所では綿々と続けるべき基盤的・基礎的材料研究とともに時代や社会の要請に応じた材料研究、例えば耐熱材料、超硬材料、電磁気材料、イオン工学材料、光学材料、超伝導体材料、生体材料やインテリジェント材料などに関し、優れた性質を持つ新しい無機材料の開発を目指し、総合的に研究を進めています。その様な研究を実施するために無機材質研究所（無機材研）は以下に述べる様な組織、体制、環境で活動しています。

研究所の研究部門はグループ研究体制という独特の研究組織を採用しています。すなわち多くの専門分野の研究者が一つのグループを構成

し、期間を定めて解散・再編成するものです。その他に極限状態における基盤技術を基本に置いた超高压カステーションや将来の研究の芽となる未知物質を探索するためのセンター及び先端材料を重点的に研究する先端機能性材料センターがあり、グループ研究と連携・協力しながら研究を進めています。また世界のセラミックス研究の中核機関として位置づけられたCOE（Center of Excellence）組織が当研究所内で活動しています。簡単な研究組織図を図1に示します。

研究関連の人数は現在、研究者が116名、技術系スタッフが18名で合計134名です。技術系スタッフは研究支援として共通部門に属しますので、1セクション当たりの研究者人数は限られてしまい6～8名程度です。その他、グループ研究などに密接に関係した研究者を招聘し協力を願う客員研究官や外部研究者として特別研究員、企業や外国からの研究者が加わることとなります。同時に大学、他研究所や企業などと共同研究も多く成されています。予算規模は試験研究費、施設整備費及び人件費等の総予算として平成5年度で33.5億円です。設立初期においては研究関連の人数は約400名構想でした。しかし種々の要因により、特に昭和50年頃からほとんど増えず、現在の人数になっています。予算は昭和60年前までほとんど横パイで、昭和60年代に入り、大幅に増加しています。現在、限られた研究者の人数や予算などに関連した研究所特有（？）の問題もあります。

「グループ研究」

グループ研究は、少し大げさになりますが、高いリスクを持つ創造型の研究を効率良く行うために適した組織であると考えています。合成、分析、物性といった分野の研究者が一つのグループを構成し、概ね5年間の研究期間を定めて研究を行い、研究目標を達成するとグループを解散し、新しい研究課題のもとに研究グループを再編成するという体制です。現在14の研究グ

グループが各々の目標に対し研究活動を続けています。研究グループのテーマ名にも特徴があり、物質名になっています。研究グループで扱う素材は分け方にもよりますが、酸化物、窒化物、硫化物や炭化物等で、形態は単結晶、多結晶、薄膜や非晶で時には繊維を扱うなど多岐に渡っています。それら物質系の合成研究、分析（状態解析や組成分析等）や物性・機能研究を三角形の関係にして組織的・総合的に研究することを目指しています。

全ての研究グループを紹介するには紙面の都合もあり、平成5年度のカレントなグループテーマと簡単な内容を記載したものを表2を示しておきます。

（ガラス研究グループ）

この紙面はガラス関連の雑誌であり、本来はガラス研究部門を中心に詳述し、研究所全体の紹介を行いたいのですが、ガラス・アモルファスなどの非晶質物質を主に研究するグループは14研究グループ+3部門（ステーションとセンター）の中で僅か1グループで、現在、グループ構成員は6名（これまで特別研究員、企業や外国からの外部研究者が在籍し、年による増減がある）で研究していることもあり、ガラス研究機関というための位置づけが極めて難しいものです。それに先に記したようにガラス研究はグループ研究の一つであり、5年毎に研究テーマが変わります。しかも現在のグループ研究—テルル酸塩ガラス—は今年度（平成7年3月）で終わることになっており、どの様な内容を紹介したらよいのか迷います。聞き直れば、このような状況も無機材研のグループ研究の特徴の一つであるかもしれません。

そこで研究所におけるガラス研究の変遷を見てもみますと、まず1970年のカルコゲンガラス研究が端緒となっています。当時は第一次のカルコゲンガラスの興隆時期であり、その中で効果的な成分系の合成方法の確立を目指して奮闘していました。その後1975年から5年毎にアルミノケイ酸塩ガラス、希土類ケイ酸塩ガラス、希

土類アルミノケイ酸塩ガラスとテーマは変わりましたが、耐アルカリ性ガラスや高弾性率のガラス研究を中心として一連のガラス研究が行われました。その間、優れた耐アルカリ性ガラスを始めとし、希土類アルミノケイ酸塩ガラス研究においてはマシナブルガラスセラミックスやフォトケミカルホールバーニング現象を示す有機物/シリカハイブリッドガラス等を生み出しています。1990年からは種々の環境により生ずる状態変化を利用した機能性を考慮したテルル酸塩ガラスが続き、平成7年度からはこれまでのグループ研究を基礎に、また新たな研究視点を加えながらVI族系酸化物ガラス研究がスタートします。

参考のため、これまでのテルル酸塩ガラス研究の簡単な研究内容の紹介をします。テルル酸塩ガラスでは加熱や光照射によって生じる構造変化（構造緩和や結晶化、相転移やガラス化等）や光学的性質変化（屈折率、透過率等）を利用した相変化型ガラスやサーモクロミックガラス等の研究、さらには光との相互作用によるアップコンバージョン蛍光発光を利用した波長変換ガラスの研究も同時に行っています。それらの合成に関しては熔融冷却法を中心に行っています。ゾルゲル関連では金属アルコオキシドを用い非晶質多孔体膜に種々の酸化物膜をディップ法や電着法によりコーティングした耐アルカリ性複合皮膜の研究も行っています。気相法では TeO_2 膜を始めとし機能性非晶質薄膜の合成を試みています。またガラス研究の基本である、“組成を変える”とともにミクロな状態を解明し、その特異な状態から物性・機能を考えるという視点から電子状態や構造状態の解明も主要な研究です。実際には放射光を用い、異常分散を考慮した動径分布やEXAFS解析、さらに実験室系ではラマン分光やNMR等でガラス構造の解明を行ってきました。また光電子分光法と $\text{DV-X}\alpha$ 計算等によって化学結合状態の解明も試みています。状態変化に関しては加熱による構造変化を時間分解型X線その場解析で、

光学的性質変化は微小光学系エリプソメーターでの解明を試み始めています。その他、種々の性質評価は各々の解析・評価装置で、表面状態はSEM、AFMやSTM等を用いて観察を行っています。これらの研究視点や手法はVI族系酸化物ガラスの研究にも活かされる予定です。

平成4年度(1992年)からグループ研究と並行してインテリジェントガラスに関するプロジェクト研究を行っています。インテリジェント材料は日本で生み出された材料概念ですが、まだほとんど抽象的に取り扱われています。さらに、それを成り立たせるのに、いろいろな要素があり、しかも絡み合っていますので、実体が見えにくいかもしれません。ここではインテリジェント機能に関する最も基本的機能要素であり、センサー、プロセッサ、イフェクター機能を一つの物質内で発現させるというコンセプトで研究を進め、具体的には種々の環境により生じるガラスの状態変化現象をもとに上記の機能を発現させることを目指し、グループ研究との関係を保ちつつ研究を進めています。

これらの研究に携わっていた或いは携わっているグループ研究員ですが、重複もあり、概ね分けると合成関係が3名、構造状態や状態変化関係が1(2)名、物性関係が2名です。プロジェクト研究は他のグループの研究員の参加もあります。研究の進展には外部研究者の協力や共同研究に負う所も多く、今後できるだけその人たちの協力を願うものです。

ここでグループ研究やプロジェクト研究を支えている主要な装置類を記しておきます。

合成装置関連

高温ガラス熔融急冷装置

不純物を制御できる薄膜合成スパッタリング装置

その場観察装置や物性評価装置

時間分解型高温X線回折装置

縦型高温EXAFS装置

微小光学系エリプソメータ

蛍光・発光測定用分光装置

原子間力顕微鏡(平成7年度導入)

その他、研究所においては、大型装置である超高圧高分解能電子顕微鏡、イオン打ち込み装置を始めラマン分光、NMR等多くの利用できる装置があり、必要に応じ、それらを使用しています。

これまで述べてきたグループ研究組織の他にステーションとセンターを簡単に紹介します。

「超高圧ステーション」

長期的かつ大規模な研究資源の投資が必要とされる極端技術等の基盤技術の開発を意図しています。このステーションは超高圧極限状態に係わる新技術を開拓するもので、これまで大型ダイヤモンドや立方晶BN単結晶合成のための高圧装置の超高圧化や大型化の研究をしています。また超高圧下での物質状態の研究のための計測技術や超高圧を利用した材料合成研究等も行われています。

「未知物質探索センター」

新物質探索のための先端的、創造的な研究手法の開発を目指しています。現在、化学反応、物性予測理論や高次データベース化などに基づく材料設計により、新物質の探索・創製を試みています。

「先端機能性材料センター」

社会的要請の大きい超伝導材料やスーパーダイヤ(気相合成の立方晶BN膜と単結晶ダイヤモンド膜)などの高機能セラミックスの研究・開発は研究グループや研究所の枠を越えた“プロジェクト研究”を行う必要があり、このセンターはそれらの背景を受け、集約的・重点的に実施するための組織です。現在スーパーダイヤを中心に研究・開発が行われています。

「COE」

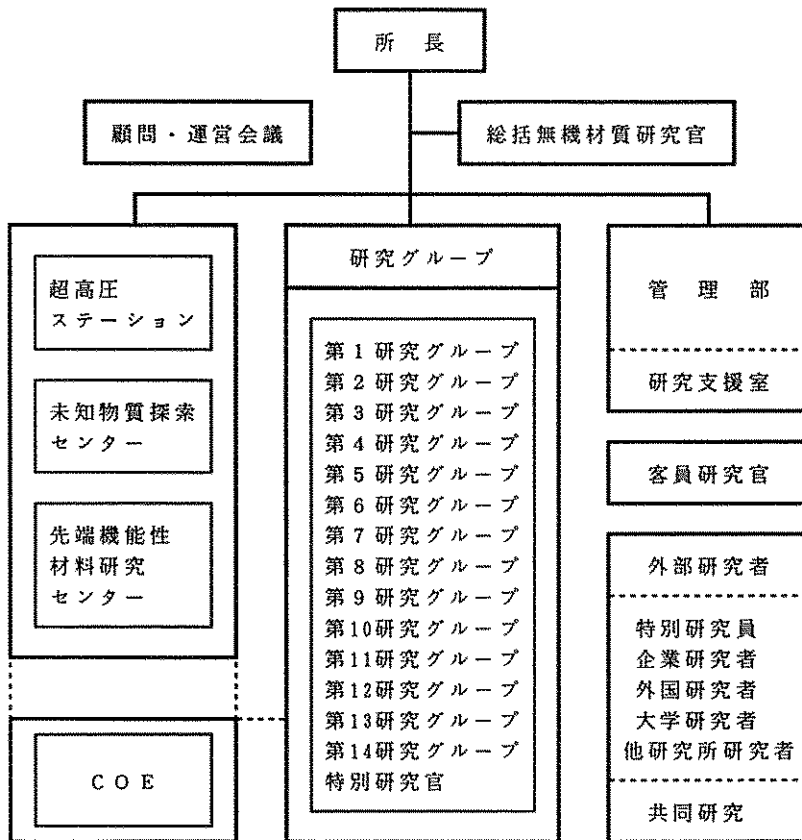
COEは中核的研究拠点という意味で、卓越した研究指導者のもとに第一線の外部研究者、

優れた研究施設、充実した研究支援体制を整備しながら、国際性、解放性、独創性に優れた研究所を目標にするという、並々ならぬ意向を持つ組織です。現在「超高压力」「超高温」「超微細構造解析」の3分野をCOE化の研究対象領域とし、これらの3分野の連携を図りながら「超常環境を利用した先端材料研究」を推進し、材料研究におけるCOE化を目指しています。

「結 び」

ガラス研究機関の紹介ということですが、無機材研におけるガラス関連の研究の割合が小さく、いささか羊頭狗肉になってしまった趣があります。

テルル酸塩ガラス研究が始まってから5年ほど経った現在から眺めると、初期計画より、進んだ成果が得られたりしています。それもグループの研究者を始めとし企業・外国等からの外部研究者の参加あるいは大学等の研究機関との共同研究のおかげであり、改めて、いろいろの考え方でディスカッションや類縁の研究者との共同研究の必要性や大切さを感じます。このことを念頭におき、より多くの方とコンタクトができるように無機材質研究所を紹介しつつ、ガラスのグループ研究やプロジェクト研究並びにグループにある先端装置(?)を紹介しました。無機材質研究所やガラス研究グループに少しでも興味を持って下されれば幸いです。



組 織 名	研 究 対 象 材 質 名 等	期 間
第 1 研究グループ	イットリア [Y ₂ O ₃] 「粉末合成」、「焼結と拡散」、「焼結体の物性」、「荷電粒子応用特殊実験装置を利用した薄膜合成や拡散現象解析」に関する研究	H 5～9 年度
第 2 研究グループ	複合銀硫化物 [Ag-M-S] 「相関係及び合成」、「構造及び相転移」、「物性」に関する研究	H 4～8 年度
第 3 研究グループ	窒化ケイ素 [Si ₃ N ₄] 「高靱性セラミックスの合成」、「微構造の評価」、「破壊機構」に関する研究	H 4～8 年度
第 4 研究グループ	バリウムペロブスカイト [ABO ₃] 「多結晶体・厚膜・薄膜の合成」、「評価と物性」に関する研究	H 5～9 年度
第 5 研究グループ	スメクタイト [E _x (M ₂₋₃)(Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₂ ·nH ₂ O] 「高純度化及び単結晶化」、「スメクタイト及び関連化合物の有機・無機複合体の合成」、「構造、物性」に関する研究	H 2～6 年度