

北陸先端科学技術大学院大学 ナノマテリアルテクノロジーセンター

北陸先端科学技術大学院大学ナノマテリアルテクノロジーセンター

邱 建 備

Introduction of Center for Nano Materials and Technology, Japan Advanced Institute of Science and Technology

Jianbei Qiu

Center for Nano Materials and Technology, Japan Advanced Institute of Science and Technology

この春、筆者は北陸先端科学技術大学院大学（以下「北陸先端大」に省略）に就任することになった頃、よく「北陸先端科学技術大学院大学ってどんな大学なの？」と周囲から聞かれます。北陸先端科学技術大学院大学は、先端科学技術分野にかかる高度な基礎研究を推進するとともに、大学等の研究者の養成のみならず、企業等において先端科学技術分野の研究開発を担う高度の研究者、技術者等の組織的な養成および再教育を行うことを目的として 1990 年に設立された我が国初の国立の独立大学院です。そして、北陸先端大の学内共同研究施設の一つとして平成 4 年 4 月に設置された新素材センターは、平成 14 年 4 月に改組され、新たな教育コースを設け、ナノマテリアルテクノロジーセンターとして設置されました。本センターにはナノテクノロジー研究に重要な高度の分析・解析装置が集中的に配置され、クラス 10 のク

リーンルームを含む 6 室のクリーンルーム等の施設があります。具体的な研究内容を大きく分けるとナノマテリアルテクノロジーセンターは、ナノ情報通信、ナノ生体デバイスと量子デバイス材料三つのグループとなります。それぞれの研究目的として、ナノ情報通信材料グループは無機非晶質材料における革新的材料特性の実現および三次元光回路材料のためのナノレベル構造制御技術・機能応用技術の創出、ナノ生



写真1 平成 14 年 4 月、ナノマテリアルテクノロジーセンターの除幕式が行われた。右より 2 人目は初代センター長牧島亮男教授。

〒923-1292 石川県能美郡辰口町旭台 1-1
北陸先端科学技術大学院大学
ナノマテリアルテクノロジーセンター
TEL 0761-51-1479
FAX 0761-51-1455
E-mail: qiu@jaist.ac.jp

体デバイスグループはナノデバイスとして合成高分子等の設計・開発により、DNAを用いた高密度記録媒体とその保存デバイス等ナノ材料の開発、量子デバイス材料グループはデバイス小型化の限界を超える究極の省エネルギーデバイスの多値理論デバイス、メモリーデバイス実現のための量子デバイス開発の基礎研究となります。本稿ではガラス分野であるナノ情報通信材料グループを紹介します。

平成13年から発足して間もないナノ情報通信材料グループに所属するナノフォニクスガラス研究室は、現在、牧島亮男教授と筆者の二人のスタッフと修士課程学生5人で構成されています。研究活動の面では、溶融法、ゾル・ゲル法で作製した非晶質特にガラスを対象として、熱による分相法、あるいは超高エネルギー外部場を利用して、主に光学特性に着目して、その評価・解析を中心に研究を行っています。具体的なテーマを大きく分けると、(1)液相における分相現象を利用した微小球作製と特性、(2)希土類イオンを含有するガラスの光機能と光デバイス、(3)光活性イオンを含有するガラスの極限場印加による新光機能の発見、(4)ゾル・ゲル法による有機・無機ハイブリッド機能性化合物の作製、となります。その内容を以下に簡単に紹介します。

(1) 液相における分相現象を利用した微小球の作製



写真2 ナノマテリアルテクノロジーセンター棟
外観

ガラスにおける分相現象としては、液相線温度以下で起きるバイコールに代表される分相現象が大変有名ですが、液相線温度以上で起こる分相現象も大変興味深いものがあります。当研究室では、アルカリ土類ホウ酸塩系ガラスでの液相温度以上で起きる分相現象に着目しています。これらの組成では、比較的低い温度で実験ができ、析出相が核生成・成長・オストワルド成長と各段階を追って観察することができます。その析出機構の解析のためにその場観察、微小重力実験も行っています。その機構の一つは、核生成機構であり、球状の析出物(分相粒)が母相に均一に分散しているような分相組織が得られます。さらに、光機能性物質である希土類イオンを添加することによって、希土類イオンが選択的に分相粒内に取り込まれることがこれまでの研究で明らかになっています。また、析出相と母相の化学耐久性の違いを利用することで析出相のみを取り出すことが可能であり、熱処理条件を制御することにより、数mm～数十mmまで比較的容易に制御することができます。これを利用して、光機能性ガラス微小球を作製することができます。さらに、希土類イオンを添加するとその多くが析出相に入るために、微小球内での共振現象も観察することができました。

(2) 希土類イオンを含有するガラスの光機能と光デバイス

希土類イオンは狭い波長領域で光吸収・発光をおこないd族遷移元素と比べて準安定励起状態の寿命が長い、発光量子効率が高いなどの特徴を持っています。希土類イオンを含有するガラスは光信号の伝達・記録・処理における材料として有望視されています。ところで、これらの希土類イオンの機能性を十分に発揮させるために、希土類イオンドープガラスマトリックスに要求されることは、ガラスの耐候性、化学的安定性、希土類イオンの安定なドープ能、低フォノンエネルギー、光透過波長の広域性などがあります。本研究においては酸化物、フッ化

物あるいは硫化物ガラスにおける希土類イオンの光機能を基礎的立場から研究を行うことであり、将来的に光機能性ガラスの開発と実用化に貢献したいと考えています。

(3) 光活性イオンを含有するガラスの極限場印加による新光機能の発見

ガラスは原子の並び方に結晶のような規則性がない非平衡構造を取っているため、ガラスに外部からのエネルギー（光，熱，力など）を与えることにより，網目の切断，欠陥の生成，原子配列の組み換えなどの新しい構造を形成でき，その結果，ガラスの密度変化，ガラスにドープしている活性イオンの酸化還元の変化，結晶化あるいは異方性の変化など様々な変化が生じることを考えられます。最近，フェムト秒レーザーを用いてガラス中の所望の場所に新しい構造を形成する技術として発展しつつあり，三次元メモリーデバイスや，光導波路など可能にする新しい材料技術の有力手段として期待されています。筆者らは最近フッ化物，酸化物または硫化物ガラスを超高圧印加することによって，永久高密度化現象を見出しています，これはガラス内部の網目の切断により原子配列が組み合えた結果と考えられています。さらに，残光性のあるガラスに超高圧を印加することで今までと異なった発光現象が発見され，ESR 測定した結果，新たな欠陥が生成していることが

判明し，そこで，超高圧，超短パルス幅レーザーなどの極限場印加方法を巧みに利用すれば，ガラスの秩序構造をナノオーダー単位で制御することができ，新しい光機能性をもつ材料の創製につながると期待しております。

(4) ゾル・ゲル法による有機・無機ハイブリッド機能性化合物の作製

ゾル・ゲル法により合成されるこれらの機能性材料は，近年急速に発展し多様化しています。構造材料の他に，光学デバイス，分離媒体，触媒および触媒担体，マイクロエレクトロミック・コーティング膜，センサー膜などとして，より高性能・高機能な材料を得るために，有機成分と無機成分をナノスケールで複合したナノハイブリッド材料を得る研究が盛んに行われています。一般に知られているように有機物質は，柔軟性があり耐熱性が悪いが無機物質は，硬く耐熱性に優れている特性があります。当研究室では，有機分子と直接結合をつくるたとえば錯体形成を利用して，有機分子と無機分子系のマトリックスの組み合わせにより，初めて機能する有機-無機複合体の合成を目指しています。

当研究室は発足してから一年余り，力と経験がまだまだ足りないなので，研究・教育にご協力とご助言をよろしくお願いいたします。