

「アモルファスとナノ構造のカルコゲナイドに関する第一回ワークショップ」参加報告

北海道大学 大学院工学研究科

田中 啓司

Report on the 1st International Workshop on Amorphous and Nanostructured Chalcogenides –Fundamentals and Applications–

Keiji Tanaka

Hokkaido University, Faculty of Engineering

表記のワークショップが今年6月25～28日にブカレスト（ルーマニア）で開かれた。また29日には、かのドラキュラ伯爵の居城であったというブラン城へのエクスカージョンがあった。観光案内はさておき、まずはワークショップの話から。

このワークショップがブカレストでひらかれたのは、アモルファス半導体研究の創始者の一人である Grigorovici の 90 歳の誕生日をお祝いして、という理由からである。したがって彼の後継者と目される Popescu が、一人で精力的にワークショップの準備と運営にあたったように見えた。参加者総数は約 100 人。地元ルーマニアから 29 人、その他（参加者数）は、ブルガリア（11）、ロシア（11）、ウクライナ（9）、アメリカ（6）、日本（6）、イギリス（5）、フランス（5）と続く。旅費のことを

考えると、ほぼ現在の世界のカルコゲナイドガラス研究者分布を反映しているように思う。

発表は、口頭発表（約 40 件）とポスター（約 50 件）からなり、口頭発表は一会場でなされたので、すべてを聞くことができた。報告された研究は、光伝導の応用素子を除いて、カルコゲナイドガラスに関する研究分野（図）をほぼカバーしていたと思う。以下に、私の主観で選択した、いくつかの発表を紹介する。

まず構造に関連した基礎研究では、Lucovsky が遷移金属酸化物とカルコゲナイドの類似性を指摘した。彼の興味は、今や前者に移っているようであるが、カルコゲナイドガラスの長い研究歴を感じさせる含蓄に富むものだった。また Boolchand は、例の Phillips の束縛モデルを発展させた研究をレビューした。要するに、「共有性ガラスの構造変化は平均配位数が 2.4 で突然生じるのではなく、2.4 の周辺に構造遷移領域がある」という主張である。束縛モデルに関する発表は、Wang や細川からもなされた。ただし Saiter が報告したように、カルコ



ゲナイドガラスの物性は経時変化が顕著だから、細かく組成依存性を議論するのにどれほどの意味が在るかは難しいところだと思う。

一方、電子物性については、田中が「ギャップ内状態を支配しているのは Mott らが提案した荷電欠陥ではなく、wrong 結合である」と主張した。また Andriesh は、彼らが続けている非線型光学現象をレビューした。

光誘起現象については多くの発表がなされた。たとえば、嶋川や Ganjoo は照射下の過渡的变化について、詳細な実験結果を要約し、モデルを提案した。その他、Kolobov は一連の EXAFS を用いた研究を、Jain は光電子分光で得られた新しい結果を、Frumar はラマン散乱の結果を、Lyubin は光誘起異方性を、Krecmer は光変形現象を、レビューした。光誘起現象は、「カルコゲナイドガラスに特有な面白い現象」としてずいぶん研究されてきたが、そろそろ何らかの実用化がなされても良い頃だと思う。

一方、光エレクトロニクスに関する研究では、Agawal, Robertson, Messaddeq といった南北

アメリカ勢が中心だったが、Heo の発表も素晴らしかった。光ファイバー材料の純度の問題、ファイバー増幅器や光 IC への応用、またフォトニック結晶用の構造材としての研究、などが報告された。しかし、光 IC への応用に関する仕事は、かつて日本でもずいぶん研究されたところであり、リバイバル研究（と言っては失礼か？）が「もの」になるのかどうかは未だ不明という感じがした。なお、カルコゲナイドガラスの高純度化とその評価に関しては、Chubanov らが詳細な研究結果を報告して注目された。

カルコゲナイドガラス中の銀やリチウムのイオン伝導については、基礎と応用についてそれぞれ Ribes と Pradel がレビューした。応用としては、第一に、電池の固体電解質が念頭に浮かぶが、有機材料などの競争相手も手強い。

なお今回のテーマの一つに掲げられた「ナノ構造」については、それほど多くの発表があったわけではない。Nesheva は彼女らの長年の多層膜 ($\text{SiO}_x\text{-CdSe}$ など) 研究の結果を紹介した。Greaves は、ゼオライト中に分散させた

CdS などの構造解析を報告した。また Kikineshi は多層膜の光誘起現象を述べた。「ナノ」は今や世界中の流行り言葉である。しかし、カルコゲナイドガラスに限って言えば、1970 年代の丸山らの先駆的なビジコンへの応用を除けば、未だ新目標が見つかっていない。

商品化については、ただ一人の会社からの参加者だった太田（松下電器）の DVD に関する発表が注目をあびた。シルクロードの話から始まり、実際の製品を手にとつての発表は、日本の技術力の面目躍如といったところだった。ただ次回には、カナダや日本などで開発中の X 線イメージング素子の話しなども聞きたいものである。

なお 28 日には、まとめとしての討論会が開かれた。まず始めに、嶋川が基礎について、Agawal が応用について、ワークショップで話題となったトピックスをレビューし、それらについての議論がなされた。私の印象では、特に光ファイバーなどで材料の純度が切実な問題になっている一方、DVD では純度というよりもむしろ最適な組成選が依然として重要なように見えた。前者が結晶にも共通な問題なのに対し、後者はアモルファス物質に特有な話なのが面白い。

また 28 日には、今回新たに作られた二つの賞の発表があった。このうち excellence in non-crystalline chalcogenides を称える Ovshinsky 賞には、Elliott と田中が選ばれた。また、今回のワークショップで最良の研究報告者に与えられる Kolomiets 賞は、Boolchand が受賞した。このような賞の創設が、今後の、特に若手の、研究の励みとなることを期待する。

以上をまとめると、総じて、新奇な発見や発明についての報告は少なかった感は拭えない。しかし、これまで顔を会わすことが少なかった物理、化学、光エレクトロニクス関係のカルコゲナイドガラス研究者が一同に会し、共通の問題を議論できたということは、なにものにも代え難い。なおプロシーディングは、J. Optoe-

lectronics and Advanced Materials の 3 巻 2 号（出版済み）と 3 号として出版される。

研究以外の話しにも少しふれたい。ルーマニアへ行く前に、研究室の N 君に「ルーマニアといえば、ドラキュラ」と言われ、実は私も興味津々だった。しかし実際は、単なる山の中腹にある中世の城である（というところだが）。特に今回に限って言えば、天気が良いすぎたのが、雰囲気壊した感じが強い。しかし、さすがに観光客が多らしく、城の周囲の土産物店は半端な数ではなかった。観光案内書によれば、ドラキュラ伯爵というのはかつてトルコの侵略に抗して勇敢に戦った愛国の領主ということである。もちろん、古い話だから、ずいぶんと血なまぐさい戦いだったらしい。それをストーリーカーというアイルランドの作家が上手に小説にしたのが、世界中に有名になった理由らしい。

上でも少しふれたが、ルーマニアの歴史は侵略との戦いそのもののように見える。古くはローマ帝国、それからトルコ、ソ連、ドイツ（ナチ）に侵略され、それが終わったと思ったら、とんでもない大統領が国を牛耳った。それらがやっと終わり、21 世紀になって、これから新しい国作りを始めようというところだろう。陰ながら応援したい気持ちになった。

ただ、日本では考えられない素晴らしいこともあった。私達の泊っていた大学宿舎の隣が、なんとオペラ劇場。そして、ワークショップ期間中の或る晩に「カルメン」が上演されることを、某先生が目ざとく発見。なんと、最上の席でも 200 円弱 (!)。かなりの数のワークショップ参加者が、値段と内容に感激したことは言うまでもない。経済的には日本よりもはるかに貧しいと思われる東欧の国でも、芸術（や科学）に多大な公的補助があるという。これこそヨーロッパの伝統か。

最後に、日本の企業（および公的研究機関）に要望を書かせて下さい。この種の集会に参加

すると、しばしば「日本は世界第二の GNP 国なのに、なぜ企業はこのような集会へ援助金を出してくれないのか？」と問われて答に窮します。なんとかならないものなのでしょうか？実は、

第二回のワークショップを 2003 年に日本で開く、という案が検討されています。「GNP は二位だけれど、物価が高くて旅行しづらい国」という印象を払拭したいものです。