

## 会議報告

# 「The 15th International Conference on Crystal Growth (ICCG-15) in conjunction with The 13th Conference on Vapor Growth and Epitaxy and The US Biennial Workshop on Organometallic Vapor Phase Epitaxy」報告

会議名：The 15th International Conference on Crystal Growth (ICCG-15) in conjunction with The 13th Conference on Vapor Growth and Epitaxy and The US Biennial Workshop on Organometallic Vapor Phase Epitaxy

日程：2007年8月12～17日

会場：グランドアメリカホテル，ソルトレークシティ，ユタ，アメリカ

URL：http://www.crystalgrowth.us/iccg15/index.php

第15回結晶成長国際会議とその関連学会が，2007年8月12日から17日の日程で，アメリカ，ユタ州，ソルトレークシティ，グランドアメリカホテルで開催された。参加講演数は，口頭講演400件以上，ポスター講演300件以上にのぼり，日本結晶成長学会関係者の発表も多数あった。

### 1. 結晶成長基礎—理論と実験—

金沢大学総合メディア基盤センター 佐藤正英  
名古屋大学大学院理学研究科 勝野弘康

「結晶成長基礎—理論と実験—」の分科会は，13日，14日，16日の3日間に7つの口頭発表のセッションと1つのポスター発表のセッションに分かれて行われた。口頭では42件の発表がなされ，ポスターでは50件程度の発表がなされた。以下にこの分科会の報告をしたい。口頭発表は主として佐藤が報告し，ポスター発表は主として勝野が報告するが，この分科会では理論と実験に関する非常に幅広い内容の基礎研究が発表されるため報告者の知識や理解力不足で不確となった点もある。その点はお許し頂きたい。

初日にはセッションⅠ～Ⅲまでが行われた。セッションⅠでは，フェーズフィールドモデルの報告が5件なされた。歪みの効果や流体の効果を取り入れたモデルに関する研究や，従来のモデルを発展させて原子レベルの描像を取りこんだフェーズフィールド結晶の考えを用いた研究が発表された。セッションⅡでは，溶液から成長する界面についてX線を用いた原子レベルでの解析に関する実験や，ベッカーデリングモデルを数値的に解いてクラスターの大きさの分布を調べる理論，および分子動力学法による結晶の秩序化の計算機実験など，多様な話題が報告された。セッションⅢでは，固体-融液界面でのステップ・スティフネスやカイネティック係数を分子動力学法により見積もる研究や

不凍タンパクの吸着による結晶の成長形の変化の研究が発表された。また，エッチングされた微斜面の緩和に関するモンテカルロ法による研究や，フェーズフィールド結晶を用いた結晶の平衡形の研究などが報告された。

2日目は，セッションⅣからⅥまでの口頭発表とポスター発表がなされた。セッションⅣでは，ステップの挙動の話題が多数扱われた。フェーズフィールドモデルに応力の効果を取り入れてステップの挙動を調べた研究，溶液の流れを取り入れたステップの挙動の理論や，吸着子が引き起こす熱的なステップ束の形成の理論などがあつた。さらに連続体極限での表面の非線形方程式を数値的に調べた研究などもあつた。セッションⅤでは実験が多く発表された。コロイド結晶での核生成の観測の発表やKDP結晶での不純物の偏析係数の測定，鏡像異性体の混合の有無と成長形に関する発表などがあつた。セッションⅥでは，氷柱の表面を念頭に置いた結晶表面の形態不安定性の理論的研究，ヘテロエピタキシーでの不整合欠陥の効果の理論的研究，平坦な結晶表面近傍での粒子が流体から受ける drag force の影響についての理論的研究などに加え，VLS成長に関する原子レベルの過程に関する研究などが発表された。

ポスター発表はプログラムには54件予定されていたが，実際には発表されなかったものもあつた。飲み物が準備された部屋で他の分科会のポスター発表と並列して1時間だけ行われた。タイミングが悪かったのか，発表者が不在であつたものもいくつかあつた。他の分科会に比べてその発表数は多いため1時間という短時間では全てを見ることはできなかったが，吸着原子の拡散に異方性がある場合のステップパターンに関する研究，セル・オートマトンを用いてナノワイヤ形成機構を指摘する研究といった結晶の形態形成機構の解明に焦点を当てた報告が多くなされた。ほとんどのポスター発表では無機物を研究対象としていたが，有機物を対象としたものもあつた。

4日目にはこの分科会の最後のセッションであるセッションⅦが行われた。HVPE成長時のGaN(0001)面に関してやGaPにサーファクタントを用いることでP型のドーピングが促進されることを示す第一原理計算結果の報告に加え，2成分系での結晶成長や熱揺らぎの効果についてのフェーズフィールドモデルによる理論的な研究，樹枝状結晶の成長時の横枝の変形の観察など，このセッションも基礎のセッションらしく多種多様な研究が一堂に報告された。

最後に報告者の感想を少々述べたい。報告者が理論的研究をしているのでそう感じるのかもしれないが、実験の多様さに比べて理論的研究はフェーズフィールドモデルによる研究に偏っていた気がする。形態不安定化を調べる時も、まず線形安定性解析を行って…というのとははや流行らないのか？また、他の分科会を見る時間がなかったので何とも言えないが、分子動力学や第一原理計算による計算機実験は、より物質を意識した他の分科会で発表されているのかもしれない。

## 2. 機能性結晶

東北大学金属材料研究所 志村玲子, 木村博充  
機能性結晶の評価やその結晶育成技術に関する研究が, Plenary talk, Prize talk などの招待講演を始めとして, [Bulk crystal growth], [Oxide, halides, and crystals for radiation detection], [Crystal growth under applied external fields], [Crystal growth of laser host and NLO crystals], [Functional oxides: epitaxial thin films and multilayers], [Novel materials], [Crystal growth technology] などの複数のセッションにまたがって, 口頭/ポスター含めて数多く発表された。結晶成長とその技術に特化した学会ということで, 結晶の特性評価だけでなく, その育成手法との関連や, 具体的な技術的側面等も詳細に紹介されており, ポスター前での議論は白熱し, 大変興味深い学会であった。本報告(機能性結晶関連講演)では, その膨大な講演の数々を, 紙面の都合からバルク結晶での研究の口頭発表を中心に駆け足で紹介する。

機能性結晶に関連する Prize Talk では, スペインの Veronica Bermudez 博士が  $\text{LiNbO}_3$  結晶の育成条件の最適化により, 任意間隔の自発的な周期的反転構造の作製の実現について, また, Plenary 講演では大阪大学の佐々木孝友教授が溶液攪拌による高品質  $\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$  結晶の育成やフェムト秒レーザーを使用したタンパク質結晶の核形成制御等に関する概説がなされ, 好評を博していた。

Crystal growth of laser host and NLO crystals は, 本学会の大きな領域を占めるセッションの一つであり, 波長変換材料としての GaAs 等の周期的空間反転構造の報告, 新規レーザーホスト材料として興味深い超高融点材料であるセスキオキサイド作製に関連する一連の発表や, Nd, Yb, Er 等の希土類元素を添加したバナデイト, ポレート結晶のレーザー材としての光学特性とその育成手法の改良に関する発表, さらに, MgO や Fe, Ru などの不純物を添加した非線形光学材料としての  $\text{LiNbO}_3$  結晶の育成や特性に関する発表等がなされた。

Novel materials では  $\text{LiNbO}_3$  結晶の置換型である  $\text{CaBaNb}_2\text{O}_6$ ,  $\text{Ca}_x\text{Sr}_y\text{Ba}_{1-x-y}\text{Nb}_2\text{O}_6$  の結晶育成と状態図に関する報告や, 非線形光学材料である MnHg, ZnHg 系チオシアネート錯体結晶の育成と物性に関する報告などを始めとして数多くの講演が行われた。

Oxide, halides, and crystals for radiation detection では,  $\text{LaCl}_2$  等の塩化物, ホウ化物,  $\text{Cs}_2\text{CeBr}_5$  や  $\text{K}_2\text{CeBr}_5$  などの臭化物, LuGAG 等の酸化物の他 CdZnTe などの育成手法やシンチレータ特性について発表され, 放射線の検出に関する興味の高さが伺われた。

Bulk crystal growth は, 各種材料の大型結晶作製の試みや育成した結晶の特性評価の発表が主体であり, また, 結晶作製のシミュレーション等もあり Crystal growth technology のセッションの発表と被る要素もあった。本セッションでは GaAs や Si 等の半導体の作製と欠陥評価や, 高温環境下での圧力センサー用途の LGS や LTG 等の各種酸化物材料,  $\text{CaF}_2$  等のフッ化物, DAST やベンゾフェノンなどの有機結晶等について多様な報告がなされた。

Crystal growth technology は, 育成技術の開発に重きを置いたセッションであり, 半導体材料を中心として酸化物等の機能性結晶なども扱い, 形状の制御や大型化, 自動制御など, 結晶の特性の向上や効率の良い育成に役立つ技術, 特に CZ 法に関連する技術改良やそのシミュレーションに関する発表が多数講演された。

また, Crystal growth under applied external field では, セッション全体として, 磁場を外場とした講演が多くなされた。新しい試みとして, 外場を電場にした非コングルエントのランガサイトのコングルエント化について Invite 講演があった。その他, 超音波や圧力等の外場の使用で結晶の高品質化を目指す研究等, 外場印加下での結晶成長が幅広く発表され, 新たな技術開発への関心の高さが伺われる。今後, これらの新手法を用いた機能性結晶の新たな探索や品質向上に期待したい。

## 3. 半導体バルク結晶

東北大学金属材料研究所 太子敏則

今回の ICCG-15 で行われた半導体バルク成長に関する発表, セッションのうち, 筆者が特に印象的に感じたものは以下の二つである。

一つめは, 二日目に行われた Growth of Crystalline Silicon and Other Photovoltaic Materials のセッションである。小さめの会場に立ち見の聴講者が何人も現れ, ホテルの従業員が慌てて会場後方に椅子を並べているのが印象的だった。太陽電池関連の会議としては International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC) が有名であるが, ICCG においても関心が高いことが示された。発表はキャスト法による多結晶シリコンの成長に関するものが大半を占め, 低コスト化, 不純物挙動の話題が多い中で, 東北大金研の中嶋教授がデンドライト成長を利用した方位制御高品質多結晶シリコンに関する発表をされ, 多結晶品質が太陽電池変換効率に与える影響についての詳細な説明をドイツ人研究者が特に熱心に聴講していた。筆者は, CZ 法による大粒径シリコン多結晶成長に関する発表をポスターで行ったが, そのいびつな結晶形状を