

ナノワイヤの研究動向

阪大産研 柳田 剛、北大 本久順一、北大 原真一郎、物材機構 深田直樹

自己集合的に形成される1次元ナノワイヤは、従来技術では予想しえなかった機能デバイスへと展開する全く新たな手法として世界的に急速な広がりを見せている研究分野であるが、当学会では各材料分野における議論に留まり、ナノワイヤに関する研究者が集まり議論する場が少なかった。本シンポジウムではナノワイヤの最新研究動向に関して最先端の研究を展開しておられる先生方に講演して頂き、シリコン・化合物半導体・酸化物・有機物等を含む材料横断的な議論を行うことを目的とした。全てのシンポジウムが学会初日に集中する日程ではあったが、シンポジウム会場には非常に沢山の方々にご来場頂き、立ち見が絶えない盛況ぶりであった。最初に、「イントロダクトリートーク：ナノワイヤ研究の進展と動向」と題して本久順一（北海道大学）が、半導体ナノワイヤの歴史と世界的なナノワイヤ研究潮流について紹介した。60年代に米国ベル研ワグナーらにより発見されたシリコン芯状結晶成長に始まり、90年代に日立の比留間らによる化合物半導体ナノワイヤの先駆的なデバイス応用研究、更に2000年以降米国・欧州を中心としたナノワイヤ研究が進展してきたことが紹介された。更に、バイオデバイス応用等の最新の世界的なナノワイヤ研究成果と共に今後のナノワイヤ研究の方向性が議論された。加えて、応用物理学会・MRSとのジョイントシンポジウムとして2012年4月にサンフランシスコで開催されるナノワイヤセッションに関する案内があった。「InAsナノワイヤの回路応用」と題して和保孝夫（上智大学）が、InAsナノワイヤの創製と交流電界法により基板上の望みの位置にナノワイヤを空間配列制御する手法を紹介した。更に、この手法を用いて形成された電気回路デバイス及び動作実証を報告した。低温プロセスで単結晶ナノワイヤを任意の基板上で配列制御し、デバイス化するものであり今後のナノワイヤ研究の潮流となる研究結果である。「Si基板上III-V族化合物半導体ナノワイヤの成長と応用」と題して山口雅史（名古屋大学）が、GaAsナノワイヤをMBE法により形成し、そのSiドーピングの影響と単一のナノワイヤにおける熱起電力を測定した結果について報告した。1次元ナノワイヤにおける熱起電力の増強が理論的にも予測されており、今後の進展が期待される興味深い結果である。「IV族半導体ナノワイヤの成長と不純物ドーピング」と題して藤井稔（神戸大学）が、VLS法によるSiナノワイヤ形成と不純物ドーピングに関する結果を報告した。評価に関してはラマン測定とファノ共鳴を用いた手法でドーパントの活性について評価した結果が紹介された。半導体ナノワイヤにおける不純物ドーピングとその活性・空間分布については世界的に活発に議論されているトピックスであり、今後のナノワイヤ中へのドーピング手法における更なる理解と進展が望まれる。「自己触媒VLS法によるInP-InAsヘテロ構造ナノワイヤの結晶成長」と題して症国強（NTT物性基礎研）が、自己触媒VLS法を介したInP-InAsヘテロ構造ナノワイヤの形成に関する報告を行った。原子レベルで急峻なヘテロ界面が化合物の組み合わせ・順序で異なるという結果が示された。急峻なヘテロ界面の形成技術はナノワイヤ構造をより特徴的なものとするうえで不可欠な要素技術であり今後の更なる発展が期待される。

「III族窒化物半導体ナノワイヤ/量子ドットのMOCVD結晶成長と光学特性」と題して有田宗貴（東京大学）が、III族窒化物半導体ナノワイヤをMOCVD法により形成した結果を報告した。サファイア基板における自己形成ナノワイヤ成長法とマスクを用いた選択成長法によるナノワイヤ形成が紹介された。更に、ナノワイヤ中にヘテロ構造を導入し量子ドットを形成し、その量子ドットに起因する光学特性が示された。ナノワイヤを利用して望みの位置に量子ドットを形成する技術は今後の進展が大いに期待される研究分野である。「近赤外発光デバイス向けInP系ナノワイヤの形成」と題して河口研一（富士通研）が、InP系ナノワイヤの形成と近赤外発光物性について紹介した。「発光素子用ビルディングブロックとしてのZnOナノ結晶」と題して岡田龍雄（九州大学）が、VLS法を用いたZnOナノワイヤ形成、不純物ドーピングおよびその光学特性について報告した。ZnOナノワイヤにおけるレーザ発振に関する報告もあり、酸化物材料の物性を利用したナノワイヤ研究の進展が期待される。「計算科学から見た半導体ナノワイヤの形成機構」と題して秋山亨（三重大学）が、化合物半導体のナノワイヤ形成過程を第一原理計算等の計算科学の観点から説明した。計算科学がより微視的な観点でナノワイヤ形成過程や機能物性発現に対して原理的理解・新しい提案を行っていくことが今後より重要になると思われる。

「Ge(110)-16x2及びSi(110)-16x2 単ドメイン表面をテンプレートとした分子ナノワイヤー作製」と題して山田洋一（筑波大学）がシリコン、ゲルマニウム表面上において有機分子をナノワイヤ配列制御する手法を紹介した。有機物と無機物を自在にナノワイヤという形態と介して融合する技術は興味深く、今後はより材料横断的な議論が望まれるところである。上記全ての発表に対して非常に活発な質疑応答が行われ、当初予定時間より大幅に遅れるという事態になってしまったが、逆にこの活発な議論が今後の当学会におけるナノワイヤ研究の発展に繋がることを期待している。