

# ナノワイヤの可能性

## - ナノ構造形成・ナノ物性探索・新奇デバイス応用への展開 -

阪大産研 川合知二

北大 福井孝志

自然の摂理を介して形作られるナノワイヤは、微細加工限界を凌駕したデバイスへと展開する有力な手法として近年世界的に急速な広がりを見せている研究分野である。特に米国・欧州では材料横断的に非常に活発な研究が行われているが、日本では各材料研究分野における進展に留まり、ナノワイヤに関する研究者が集まり議論する場が少ないのが現状である。そこで、本シンポジウムではナノワイヤの可能性をそのナノ構造形成・ナノ物性探索・新奇デバイス展開の観点からシリコン・化合物半導体・酸化物等を含む材料横断的な議論を行うことを目的とした。

最初に、「イントロダクトリートーク：ナノワイヤの可能性」と題して福井孝志（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。様々な応用展開が報告されているナノワイヤ研究の重要な課題として“キラアPLICATION”を発掘する重要性が指摘された。「無機系新規ナノチューブ・ナノワイヤ - の創製と機能発現」と題して板東義雄（物材機構）が、BNナノチューブの創製と絶縁性・高熱伝導性を兼ね備えた特性が発現することを報告した。加えて、ZnSナノワイヤの創製とその光物性に関する結果が報告された。「半導体ナノワイヤのデバイス応用」と題して本久順一（北海道大学）が、III-V族化合物半導体ナノワイヤを有機金属気相選択成長法により形成し、その電界効果トランジスタ及びナノワイヤレーザデバイス群を構築した結果について報告した。横型FET及び縦型サラウンディングタイプFETデバイスがその特性と共に実証された。ナノワイヤレーザに関しては、ファブリ - ペロ共振器の形成及びレーザ発振が実証された。「VLS成長法によるナノワイヤデバイス応用のための成長均一性と再現性の改善」と題して古藤誠（キャノン）が、VLS成長機構を利用したGeナノワイヤ形成における径・長さサイズの均一性制御に関する報告を行った。VLS成長機構において、金属触媒と半導体材料の共晶液滴が過飽和にいたるプロセスの不均一性が形成されるサイズのばらつきを生み出すことを明らかにした。基板表面モフォロジーを変化させることでサイズ分布が劇的に均一化されることを実証した。更に、CMOSプロセスと整合性の良いプロセスでGeナノワイヤを形成し、FETチャネルとして適用したバイオセンシングデバイスの構築を報告した。「酸化物ナノワイヤ：構造創製～不揮発性メモリへの展開」と題して柳田剛（大阪大学）が、VLS法を介した酸化物ナノワイヤ形成機構、酸化物ヘテロナノワイヤ構造体の創製及び抵抗スイッチング不揮発性メモリ効果に関する報告を行った。10nm級のナノワイヤサイズで安定した低消費電力不揮発性メモリ効果が実証された。「ボトムアップ手法によるシリコンナノワイヤの創製および不純物ドーピング」と題して深田直樹（物材機構）が、不純物ドーピングされたシリコンナノワイヤをレーザ - アブレーション法を用いて形成し、ドーパントのナノワイヤ中における電子状態をラマン分光法及びESRにより詳細に検討した結果を報告した。「VLS法によるIII-V族化合物半導体ナノワイヤ構造形成と光物性」と題してGuoqiang Zhang(NTT物性基礎研)が、VLS法を用いたIII-V族化合物半導体ナノワイヤ及びヘテロ構造を形成し、その光物性に関する結果を報告した。GaAsナノワイヤの光物性のサイズ依存性や、ヘテロ構造を用いたエアギャップ構造、基板面に平行成長するナノワイヤ構造が実証された。「ZnOナノロッド量子構造によるナノフォトニクスデバイスの進

展」と題して八井崇（東京大学）が、ナノワイヤ及び量子ドットを用いたナノフォトニックデバイスを紹介した。ZnOナノワイヤ先端部に量子井戸構造を構築することで井戸層からの強い励起子発光や共鳴するエネルギー準位間での近接場光エネルギー移動を制御したANDゲート特性が実証された。「界面張力を用いた印刷法によるシリコンナノワイヤの選択配置」と題して中川徹（パナソニック）が、シリコンナノワイヤを大量生産が可能なブレーディング法でウエハー上の疎水・親水化パターン上に選択配置が可能であることをそのメカニズムと共に実証した。本手法はナノワイヤを低温プロセスでデバイス化する有力な一つの手法として注目されている。「まとめ：総合討論と今後の展開」と題して川合知二（大阪大学）が、上記講演の総括と今後ナノワイヤ研究における重要な方向性を議論した。

今後、本シンポジウムの開催が、日本における材料横断的なナノワイヤ研究の促進とイノベーションにつながる学問体系の構築の推進と産業応用への展開・普及に大いに寄与すると期待される。