

「革新的次世代デバイスを目指す材料とプロセス」研究領域成果報告会に寄せて

研究総括 東京農工大学名誉教授 佐藤 勝昭

1. 本研究領域発足の経緯

1.1 戦略目標に基づく公募方針の決定・アドバイザーの選定

このさきがけ研究領域は、文部科学省から提示された平成 19 年度戦略目標「新原理・新機能・新構造デバイス実現のための材料開拓とプロセス開発」に基づいて設定されました。この戦略目標は、2005 年に ITRS ロードマップが半導体デバイスの微細化がハーフピッチ 22nm の極限を迎えるに当たって掲げた 3 つの戦略、すなわち、Moore の法則をさらに伸ばす「More Moore」、従来の半導体デバイスにない機能を付加する「More than Moore」、さらにシリコン CMOS を超える新しい原理を取り入れる「Beyond CMOS」のうち、beyond CMOS に焦点を当て、その材料開拓とプロセス開発を進めることを目標として策定されたものでした。この中で文部科学省は、「戦略事業実施期間中に達成を目指す研究目標」として、(1) 非シリコン系半導体 (GaAs、InSb などの化合物半導体、GaN、AlN、ダイヤモンドなどのワイドギャップ半導体) による従来の CMOS を超える次世代デバイス用材料、(2) 光・電気・磁気機能の多元的な融合・変換を利用して新規なデバイスの構築を可能にする材料、(3) ナノレベル・分子レベルでの加工により新規なデバイスの構築を可能にする材料、(4) 薄く、軽量で、湾曲性・屈曲性ならびに耐衝撃性を有する携帯デバイス用の材料の 4 項目について開拓とプロセス開発を進めることを求めました。

JST では、この戦略目標を受けて、「革新的次世代デバイスを目指す材料とプロセス」と題したさきがけ研究領域を設定、研究総括として私を選定しました¹。

私は、これを受けて、「募集に当たっての研究総括の方針」を次のように設定しました。すなわち、「この研究領域は、CMOS に代表される既存のシリコンデバイスを超える革新的な次世代デバイスを創成することを目標として、環境やエネルギー消費に配慮しつつ高速・大容量かつ高度な情報処理・情報蓄積・情報伝達を可能とする新しい材料の開拓およびプロセスの開発を図る挑戦的な研究を対象とするものです。具体的には、高移動度ワイドギャップ半導体材料、スピントロニクス材料、高温超伝導体を含む強相関系材料、量子ドット材料、ナノカーボン材料、有機半導体材料などが挙げられますが、これらに限らず、将来のデバイス化を見据えた新しい材料または構造及びプロセスの開拓に向けた独創的な研究が含まれます。」として公募を行いました。

同時に、領域アドバイザーとして、粟野 (富士通：ナノカーボン)、岡本 (東大：強相関)、小田 (東工大：ナノエレ)、工藤 (千葉大：有機エレ)、五明 (NEC：結晶工学)、小森 (産総研：フォトニクス)、高梨 (東北大：スピントロニクス)、谷垣 (東北大：分子エレ)、名西 (立命館大：ワイドギャップ)、藤巻 (名大：超電導エレ)、波多野 (日立：半導体デバイス) の 11 名 (括弧内の所属は発足当時) を選びました。領域アドバイザーの選定に当たっては、戦略目標に具体的に挙げられた材料やプロセスの分野がまんべんなくカバーされるように配慮するとともに、企業の研究者、男女共同参画にも配慮しました。11 名のうち 4 名がさきがけ経験者であることが選定後にわかりました、過去のさきがけから各分野の中心的研究者が輩出していることを実感しました。

1.2 研究課題の採択

平成 19 年度、20 年度、21 年度の 3 期にわたって公募し、トータル 326 件の応募があり、内 33 件の

¹同じ戦略目標の下、同じ年に CREST 研究領域「次世代エレクトロニクスデバイスの創出に資する革新材料・プロセス研究」(研究総括：渡部久恒博士) もスタートしております。

研究課題を採択しました。採択率は約 10%でした。採択に当たっては、書類選考で採択予定数の 2 倍程度に絞り、面接選考で採択を決めましたが、必ずしも完全な合議制ではなく研究総括の主導性で最終的な採択課題を決定しました。幸い研究意欲が高く、アグレッシブかつ、協調性に富む優れた 33 名を選ぶことができました。1 期生はスピントロニクス関係に偏ったので、公募方針を補足する形で 2 期はワイドギャップを、3 期は有機・分子の研究者の応募を促しました。この結果、戦略目標に掲げられた分野をほぼ均等にカバーすることができました。

2. 研究のマネージメント

これまでの 5 年間に、領域会議を 10 回開催しました。領域会議では、毎回、アドバイザーによる各分野の最新の展開についての特別講演を頂いたほか、積極的に他のさきがけ領域の研究者を招き情報交換に努めました。合宿形式の領域会議においては、研究者同士のディスカッションが非常に盛んで、しばしば予定時間をオーバーして議論が沸騰し、継続討論会として深夜まで熱く語り合いました。

さらに、研究者からの要請により、2-3 名の講演者とアドバイザー・研究者を含め 10~15 名程度の少人数によるミニワークショップをこれまでに 10 回開催し、領域会議では十分に議論し尽くしていない内容を 1 時間の話題提供と 1 時間のディスカッションというゆったりした時間配分で議論してきました。これが研究の進捗に大きな効果を見せました。

研究総括は、四半期報と半期に 1 度の報告を求め、研究状況の把握に努めました。報告された進捗状況に応じて、研究費の増減、前倒し・繰り越しなど柔軟な運営に努めました。また、採択時、研究者の異動時、および最終年度にはサイトビジットを行い、研究環境の把握、研究方針の相談などに応じました。特に最終年度においては、「決して結果を求めるのではなく、後になって、あのときさきがけでやっておいたことが役に立ったといえるように、きちんとしたことをやりなさい」と申してきました。

さきがけには、人材育成という側面があります。さまざまな表彰の機会があれば、可能な限り推薦に努めました。この結果のべ 50 にのぼる受賞がありました。

めざましい成果が得られた場合は、できる限り、広報活動にも力を注ぎました。せつかくのさきがけの成果がそのままになるのではなく、できれば次につながるように、JST 内部、あるいは外部への働きかけも行っています。ナノエレクトロニクス関連では、TIA(つくばイノベーションアリーナ)とのシンポジウムの開催も企画しています。

3. 研究の成果

研究のアウトプットとしては、現在まで国際雑誌への論文掲載 329 件、国内雑誌への論文掲載 22 件、国際会議での発表 516 件（うち招待講演 177 件）、国内会議での発表 707 件（うち招待講演 117 件）、その他出版物、国際 7 件、国内 50 件、合計 1571 件、特許出願 49 件（うち海外出願 9 件）受賞は延べ 50 件となっています。これまで、齊藤研究者、福村研究者、組頭研究者、東脇研究者、富岡研究者、野田研究者らがプレス発表を行い、大きな反響がありました。

戦略目標に掲げられた 4 つの課題、(1) 非シリコン系半導体、ワイドギャップ半導体による従来の CMOS を超える次世代デバイス用材料、(2) 光・電気・磁気機能の多元的な融合・変換を利用した新規なデバイス材料、(3) ナノレベル・分子レベル加工による新規なデバイス材料、(4) フレキシブルかつ強靱な携帯デバイス用材料の開拓とプロセス開発のいずれについても大きな進展があり、戦略目標の達成に資する成果が得られたと自己評価しております。詳細については、各研究者の発表をお聴きいただきディスカッションに加わってください。いくつかの成果はデバイスコンセプトのパラダイムを変えるようなものであり、今後、本領域の成果がイノベーションにつながっていくものと確信しております。