

独立行政法人通信総合研究所におけるナノテクノロジー・材料分野の取組

通信総合研究所 関西先端研究センター ナノ機構グループ

1 基礎データ

ナノテクノロジー研究開発に関するナノ機構グループの方向

次世代の情報通信、ITのためのデバイスの開発を目標に、その基礎研究を行っている。本研究グループは、平成5年度に将来の情報通信のデバイス開発を目標に、電気通信フロンティア研究開発のプログラムの一環として、ナノ機構研究室として新設された。平成10年度には、情報通信ブレークスルー基礎研究21の基に再編した。分子ナノテクノロジーを中心に据えて、国内の他の研究機関に対する独自性を出してきた。さらに、平成11年度には、分子のナノ構造と既存のデバイス技術の接続を計ることを目標に、物質・材料研究機構との開放的融合研究をスタートさせ、超高真空技術や操作プローブ顕微鏡技術の導入を図った。

ナノ機構グループの基本的研究方向は、有機材料を中心とした有機合成、ナノファブリケーション、レーザー分光、ナノ領域電子計測、操作プローブ顕微鏡技術などを融合したナノ領域の構造、及び新規機能の創出の研究である。合成によって、一つの分子に出来る限りの機能を付加させ、自己組織化によって基板上でデバイス構造を組み立てる。その組み立てを真空中で行うための分子の導入法を開発するとともに、ナノ電極を作製する研究を行う。これらの技術の集積によって、分子エレクトロニクス、分子オプトエレクトロニクスの開発を行う。

ナノテク研究の課題名、内容、予算金額、予算区分

【課題名】： 高度情報通信のための新機能分子材料の研究

研究開発制度の名称：「情報通信ブレークスルー基礎研究21」

（「情報通信デバイスのための新機能・極限技術の研究」領域）

開始時期と終期：平成10年開始、平成19年度終了予定

資金の種類：プロジェクト

予算区分：一般会計（一般枠）、14年度より運営費交付金

参加人数：22名

予算金額：平成13年度 2.5億 14年度～17年度予定 2.0億/年

研究開発外部評価

事前評価：平成9年度 中間評価：平成12年度

内容

次世代の情報通信、ITのためのデバイスの開発を目標に、その基礎研究を行う。分子間の相互作用を制御した光機能ナノ材料や電子の偏りなどを制御したナノサイズの電子機能性有機分子を開発し、導波路構造や単電子トンネル素子構造を作製し、その特性を評価する。

【課題名】:「分子ハーモニック構造の構築と電磁場制御デバイスの研究」

研究開発制度の名称： 文部科学省：科学技術振興調整費 開放的融合研究

開始時期と終期：平成11年開始、平成15年終了予定

資金の種類：競争的資金 予算区分：一般会計

参加人数：42名(併任含む)

予算金額：平成13年度 1.9億 期間：平成11年度～平成15年度

研究開発外部評価

事前評価：平成10年度 中間評価：平成13年度予定

内容：

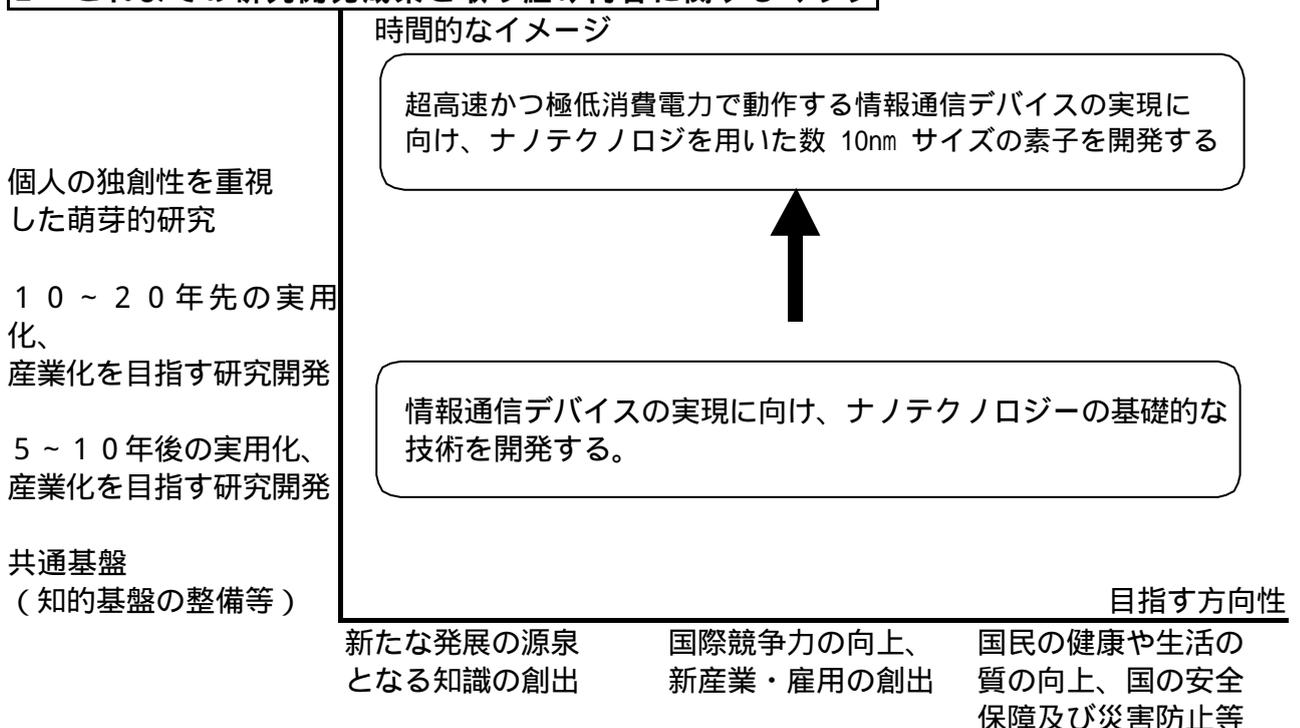
ナノサイズの分子デバイスを作る事を目標に、有機分子によって空間構造を組み立てその電子、光特性を測定する。基板上で特殊な空間構造をとる有機分子を合成し、真空中に放出して、分子間力や金属との親和性などを基本とする自己集積能によって空間構造を作り、その電子特性、光特性を測定する。

(2) 施設・設備等の整備

整備内容

分子ナノテクノロジー研究の拠点化を目指し、平成10年度補正予算に基づき(23億)先端デバイス研究棟を関西先端研究センター内に建設した。平成12年3月に竣工し、現在は分子ナノテクノロジー関連の研究を中心に運営を開始している。また、この研究棟の竣工に合わせて、平成12年度の補正予算に基づき(8.2億)ナノ構造の作製及び評価装置の整備を行った。

2 これまでの研究開発成果と取り組み内容に関するマップ



3 研究開発成果について

・特許・論文の動向

超構造分子自身の設計と開発、この分子を用いた電子機能、光機能に関する研究論文、特許を出している。さらに、分子の自己組織化に基づくナノ構造の創成などについて成果を出している。

・国際学会・ワークショップ等での招待講演の状況

平成12年度は、6件の招待講演（内3件が国際学会）、平成13年度は、すでに4件の招待講演（2件は国際会議）を受けている。

4 我が国のナノテクノロジー・材料分野に関する競争力に関する評価

液晶や有機EL素子に代表されるように、日本の有機関係のデバイス技術はこれまで他の国に比ベリードしていたと思われる。ナノテクノロジーと言う観点からは、これらの特性を改善させるだけでなく、新たな機能素子が開発される可能性を持っている。このため、欧米でのこの分野の取り組み、特に米国では、スタンフォード大やMIT、ベル研究所などに代表される様に、極めて迅速かつ規模が大きい。

競争力という観点では、早いか、遅いか最も重要な指標になると考えるが、米国と比べた場合、競争にならない。たとえばMITの光デバイス（ナノテク）では、大学が独自に加工などを請け負う研究所を持っており、広く活用されている。これに対し日本では、国研・大学で各研究グループでの研究は深く細分化されているが、集約機能を持った研究組織はない。専門外の研究者が、たとえばEB（Electro Beam lithography：電子描画装置）やFIB（Focused Ion Beam：収集イオンビーム）を使って（当然時間もかかる）やらざるを得ず、発想の転換から研究着手まで時間がかかるのが現状と思われる。それを得意とする企業に持ちかけても、生産性がないのですぐに対応してくれる場合は少ない。

研究者の求心力、優れた研究者を一定の研究機関に集約させると言う観点からは、米国に比べ日本はかなり弱い。

基礎研究レベルでは、日本は世界的にみても重要な位置にあると思われる。Nature、Scienceなどの日本からの採択数の伸びがそれを裏付けている。特に、若手（たぶん40代前半の年代）の活躍が目立っている。必ずしも国内での評価と国外での評価が一致しないのが問題で、新しいことに挑戦できる環境の整備が必要である。

応用と産業化と言うテクノロジーの観点から評価すると、ナノテク分野では日本は立ち後れている。米国の大学教授は、ベンチャー企業の顧問を兼任しており（事実上の社長。制度的に社長にはなれない）、研究室レベルの研究成果を即実用化を目指す流れがすでに構築されている。大学での義務は、週1、2回の講義だけであり、自由度が非常に高いためベンチャーに専念できる環境は、制度的にも日本は見習うべきである。また、学生も若いうちから起業化の訓練を与えられるので、サイエンスからテクノロジーへの展開を身をもって経験できる。日本における今後の課題は、基礎研究の潜在性をいかにしてテクノロジーへと展開するかである。

5 研究開発評価システム

研究所の外部評価としては、研究評価委員会と運営評価委員会に分かれて実施を行う。このうち研究評価委員会は、研究実績の評価を4つの専門分野（情報通信部門、無線通信部門、電磁波計測部門、基礎先端部門）に分けて行う。委員としては、外国からの委員を含めると共に、部門によっては民間の研究者を含めるという方針に基づき選出を行ってきた。平成13年度以降は、これらの実績を踏まえつつ更に客観的な評価システムを策定中である。

また運営評価委員会は、研究評価委員会の評価結果を踏まえつつ、研究所の研究活動全般について評価を行う。委員としては、産・学・官の有識者、外国におけるCRLに近い研究分野の研究所長、及び人文系の有識者を含める、などの方針に基づき選出を行う。

更に、「情報通信ブレークスルー基礎研究21」の課題については、プロジェクトの成果や進め方等に関して学識経験者からなるブレークスルー21推進会議によって平成12年度に中間評価を行った。また、科学技術振興調整費開放的融合研究では、平成13年度に中間評価を実施する。

6 ナノテクノロジー・材料分野の推進に向けた政策的見解

平成13年度から17年度までの五ヶ年を見通した上での問題意識等

(1) 省として意識している研究開発のねらい、期待される効果に関する考え方

情報通信デバイス等におけるブレークスルーをねらった重点的・戦略的研究として、情報通信技術に結びつくナノテクノロジー・材料に関する研究を、研究所の重点施策のダイナミックプロジェクトとして推進していく。

この分野のこの期間における中期目標は、

情報通信デバイス技術に深くかかわる光・電磁波と材料・物質の両側面から、新しい機能の発現や極限的な光制御・計測に関して総合的な研究を行う。数100nmサイズの素子作成のための分子の物質制御を実現するナノテクノロジーなどの、新機能・極限技術を開発する。

具体的な研究計画としては、

超高速かつ極低消費電力で動作する情報通信デバイスの実現に向け、ナノテクノロジーを用いた数100nmサイズの素子のための基礎技術を開発する。

将来の情報通信への期待される効果としては、

個人用情報端末の小型化・処理速度の高速化、小型大容量情報蓄積、ミリ・マイクロサイズの医療装置情報通信、体埋め込みの情報端末や各種ロボットに対する情報通信技術、薄型でフレキシブルな表示画面等の高機能化の実現につながる。

(2) 産官学の役割分担・連携についての考え方

大学はシーズとなる研究、国の研究機関は重点化実施課題・リスクの高い課題・技術確立につながるシステム技術、民間研究機関は、実用化に近い技術及び将来製品化につながる可能性のある技術の開発を主に実施する。これらは、相互に関連しながらシーズから実用化に技術が迅速に移行するように連携を強める。その産官学連携プラットフォームとして当所のような国の研究機関が連携拠点となるように考える。

「情報通信ブレークスルー基礎研究21」においては総務省で大学、民間企業などの有識者からなる推進会議を開催しており、産学官の役割や民間への技術の展開などについて意見を伺い、研究の推進に役立てている。

(3) 他省庁との施策との関連で重複排除、効率化、工夫した点

情報通信技術につながるナノテクノロジー・材料に関する研究を実施する。特に、当所が実績を有する情報通信デバイスのための分子ナノテクノロジーの研究を中心に、情報通信装置の高集積回路や省電力・小型化に関する技術開発を進める。分子系をナノテクノロジーの基本材料として研究推進している機関は、少なく独自性を出し、他省庁との重複を排除している。

また、科学技術振興調整費開放的融合研究「分子・ハーモニック構造の構築と電磁場制御デバイスの開発」の中においても、超高真空STM(Scanning Tunneling Microscope: 走査トンネル顕微鏡)による表面観察の研究を分担しながら、ナノテクノロジー研究を推進している。先端的な技術は、個々の研究機関が個別に対応するのではなく、得意とする研究領域の融合によって対処するよう努力している。

研究の効率化の観点では、特定の領域の優れた研究者や技術者を年齢に関係なく活用している。