

応用物理学会・JST合同特別公開シンポジウム
「分子技術、新ステージへの胎動」

技術俯瞰における分子技術の多様性

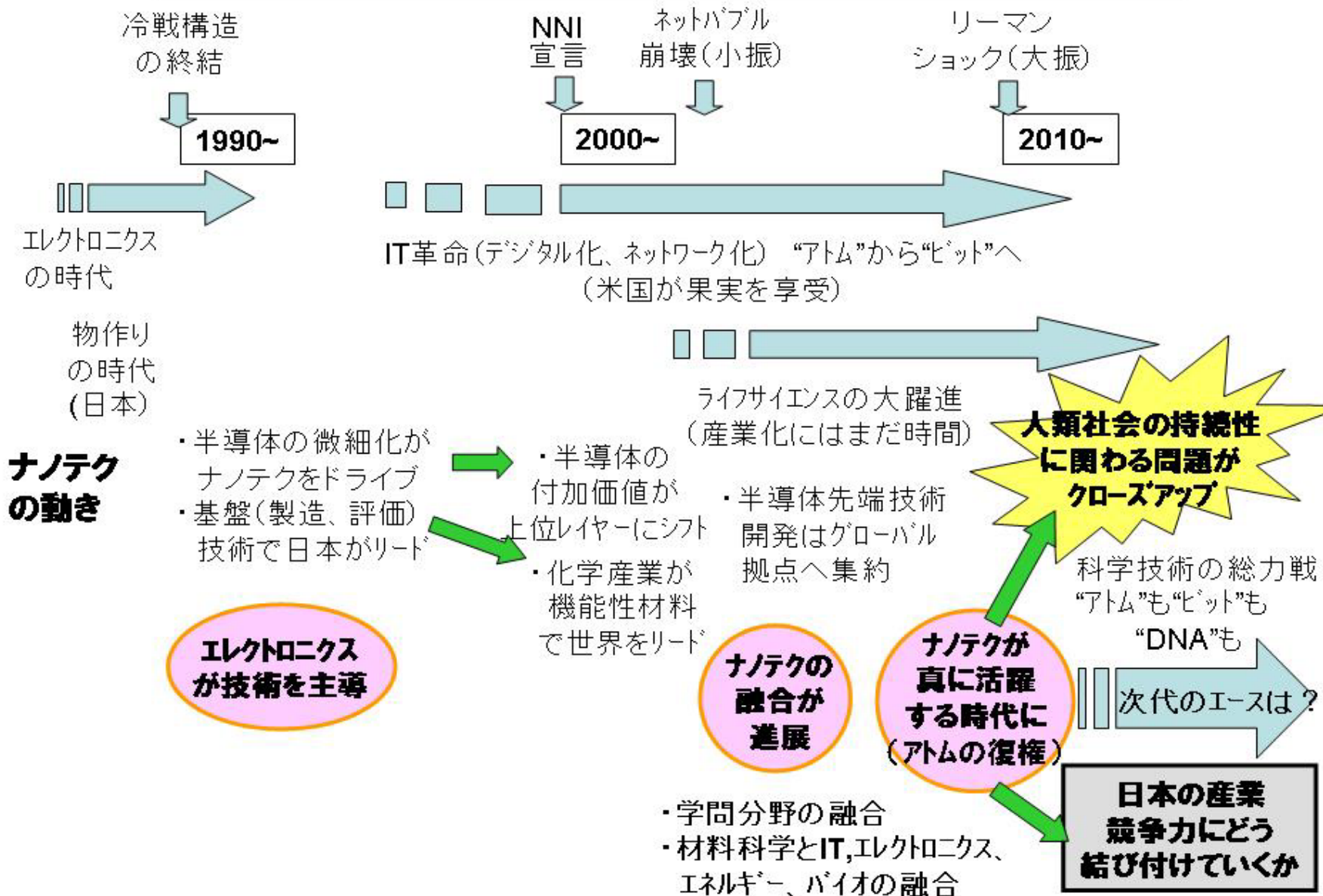
2010年9月16日

曾根 純一

(独)JST研究開発戦略センター

(独)物質・材料研究機構

科学技術と産業をめぐる時代の流れとナノテクの進化



分子技術によるイノベーションへの期待

- (1) 半導体微細化の限界顕在化、材料技術への期待
 - ・微細化限界⇒電子機器の性能向上の困難さ
 - ・製造装置の大型化、高価格化⇒資源・エネルギー多消費“さらなる省エネ化の要求、多様な機能への要求”
- (2) 地球的課題(エネルギー、温暖化、資源、水問題等)解決への期待
 - ・快適、利便な社会の追及⇒持続可能な社会の追求“高効率、低コストの太陽電池、燃料電池、2次電池等の要求”
“(1), (2)共通して省エネルギー低環境負荷プロセスへの要求”
- (3) 生命科学の急激な進展、産業応用(医療・健康・環境)への期待
 - ・ゲノム、タンパク質レベルでの機能、構造理解の進展
 - ・人や環境との調和からソフト材料(生体・有機材料)が重要に“分子レベルのセンシング、分子標的薬、DDSが実用化へ”

分子レベルからの部材、デバイスのイノベーションへの期待

分子レベルシミュレーション/計測・合成技術の進歩、分子科学の知の蓄積

日本の産業競争力としての分子技術

- **材料科学は日本が強さを発揮してきた学問分野**
⇒それを反映して素材産業、電子部品産業では世界をリード
- **分子科学も日本が世界のリーダーとして一翼を担う**
⇒分子科学の蓄積をベースに広範な応用を可能にする技術として発展させる必要性
- **亜(中、台、韓、シンガポール他)も同様の領域に強み、日本を急追**
⇒強いナノテク基盤技術をベースにシステム化先行、世界をリード

先鋭化



複合化



システム化(*)

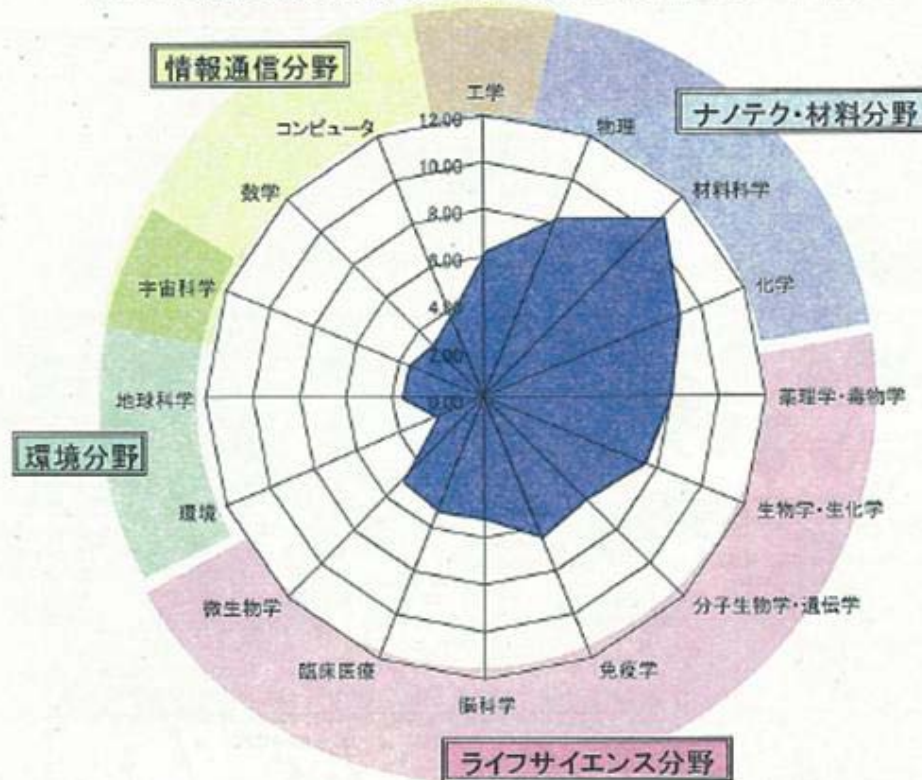
(*)課題に対し、ソリューション化、インテリジェンス化、高付加価値化



医療・健康、環境エネルギー、情報通信などの広範な応用分野からの要請に応える「分子技術」の体系を構築する必要がある

材料科学、化学、物理の学問分野で強い日本

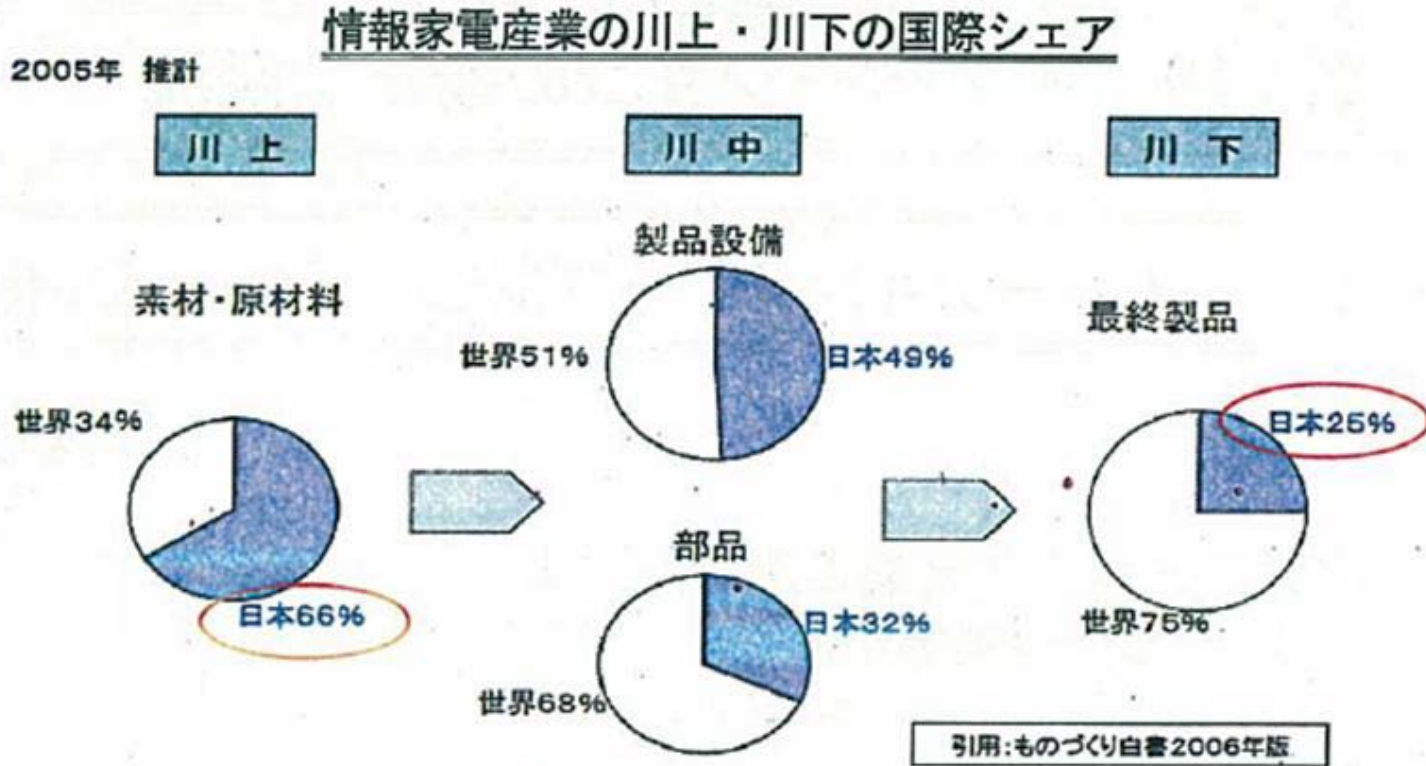
日本の論文被引用数の分野別比較(直近5年間)

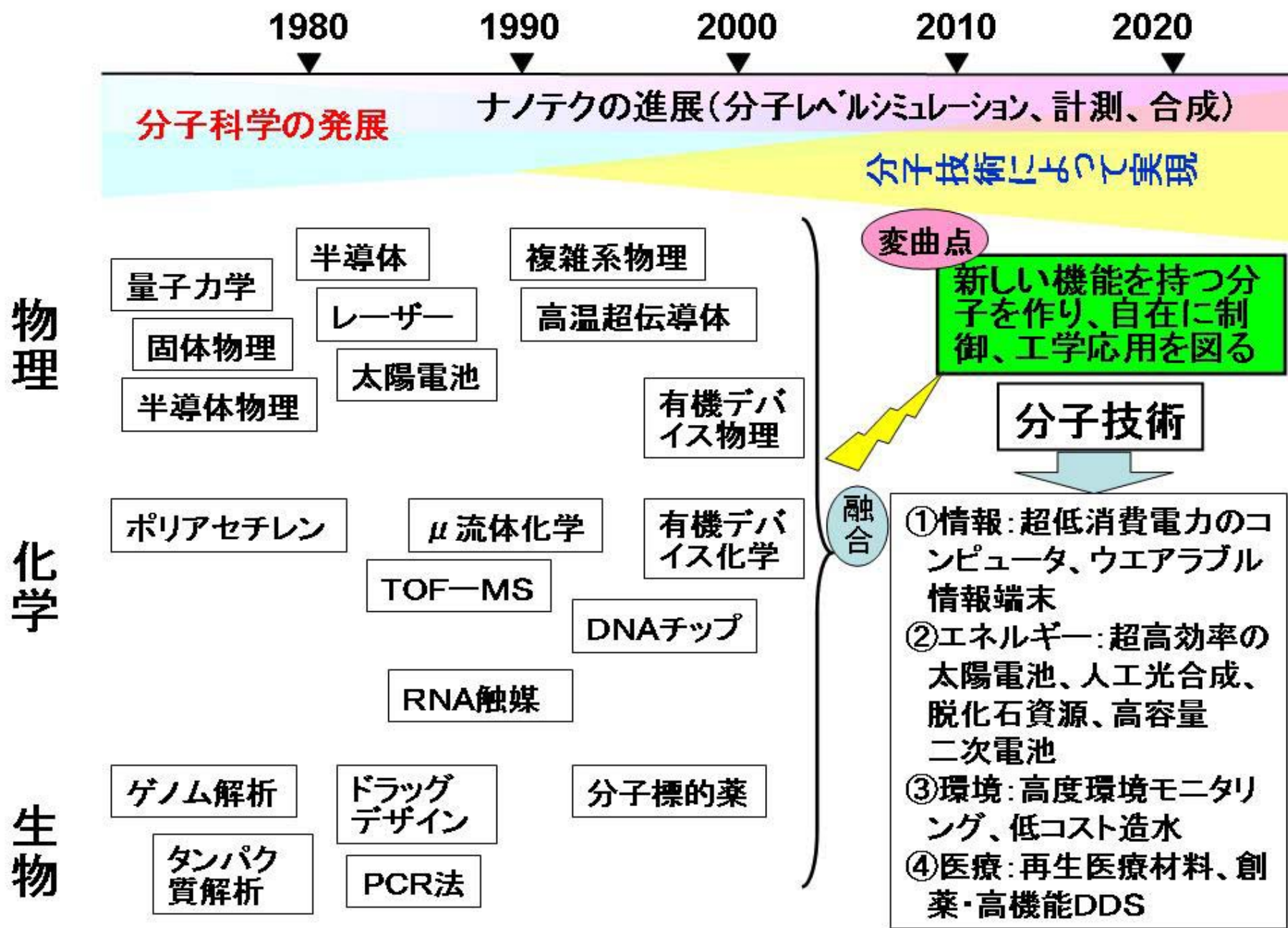


経産省作成の産学官連携
会議(2009)資料より。
トムソンロイター社のDBによる

- 各学問領域で直近5年間に上位20位以内に存在する日本の研究機関数
 - ・材料科学:20機関、化学:5機関、免疫学:4機関、物理:3機関
 - ・その他12の学問領域では0~1機関

日本のものづくり産業における国際シェアの2極化傾向





「分子技術」ワークショップ



■JST主催による「分子技術」ワークショップを開催@H.21.12.17

「分子技術」

分子科学の知見を基に、分子を設計・合成・操作・制御・集積することによって、分子の特性を活かしながら所望の機能を創出し、広範な応用に供するための一連の技術の総称として定義

- ・「分子技術」は日本にとって重要な基幹的技術たり得るのか
- ・自然科学、情報科学を包含する物質科学の融合技術か
- ・日本が、グローバルに先導できる技術的ポジションにあるか
- ・今、国で大きく取り上げて推進するタイミングなのか。

従来の解析ベースから

狙った機能の発現を目指した設計ドリブンの分子技術へ

「分子技術」を横断的に捉え総合的な枠組みにより研究開発推進

変換・プロセスの分子技術

低環境負荷・高効率な物質変換。分子レベルの構造設計に基づく新たな反応・触媒・システム開発

電子状態制御の分子技術

分子性半導体の電子状態を自在に制御。分子間の電荷授受、有機半導体の基礎学理構築

形状・構造制御の分子技術

分子の形状、ナノ・マクロ構造の制御による新機能創出。形状認識や特殊構造構築・制御

集合体・複合体の分子技術

生体の分子集合体・複合体、生命分子システムの化学制御や、高分子複合材料技術

物質輸送の分子技術

生体内における分子の輸送(移動)やイオン移動、膜物質を介した分子の移動など、分子物質を輸送する技術

設計・創成の分子技術

所望の機能を持つ分子を設計・創成。分子技術全体の基盤をなす。精密合成技術と理論・計算科学との協同により、一般化手法を提示し、各分子技術へ提供

従来の解析ベースから

狙った機能の発現を目指した設計ドリブンの分子技術へ



独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
Center for Research and Development Strategy Japan Science and Technology Agency

「分子技術」を横断的に捉え総合的な枠組みにより研究開発推進

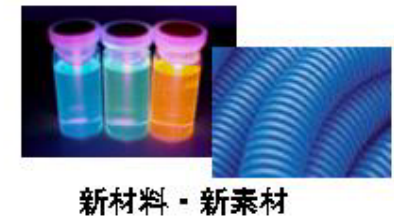
変換・プロセスの分子技術	電子状態制御の分子技術	形状・構造制御の分子技術	集合体・複合体の分子技術	物質輸送の分子技術
低環境負荷・高効率な物質変換。分子レベルの構造設計	分子性半導体の電子状態を自在に制御。	分子の形状、ナノ・マクロ構造の制御による新機能創出	生体の分子集合体・複合体、生命分子システム	生体内における分子の輸送(移動)やイオン移動、膜

- 電子状態制御: 分子エレクトロニクス、太陽電池 量子効果の発現
- 化学プロセス: 電気化学反応、触媒反応
- 形状効果: 化学反応の場を人為的にコントロール、
バイオ応用で重要(分子・生体物質センシング、DDS、タンパク質相互作用)
- 原子、分子、イオン移動: 燃料電池、2次電池、不揮発メモリ(ナノブリッジ等)
- 集合体: 分子の機能をマクロな系にどう展開するか。

協同により、一般化手法を提示し、各分子技術へ提供

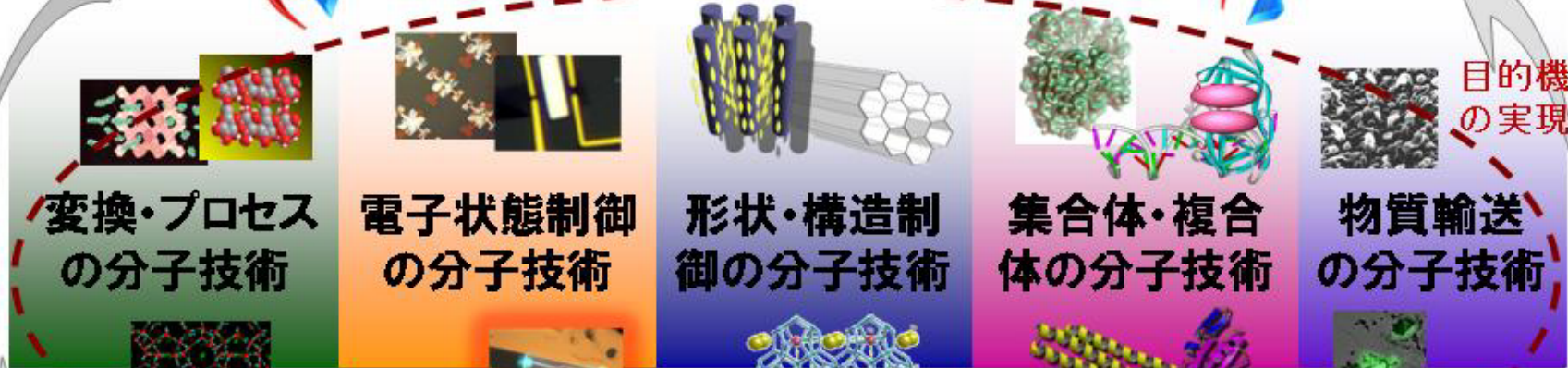
従来の解析ベースから 狙った機能の発現を目指した設計ドリブンの分子技術へ

産業技術



技術的課題の明示・機能の要請

解決策の提示



目的機能の実現

基礎研究への翻訳

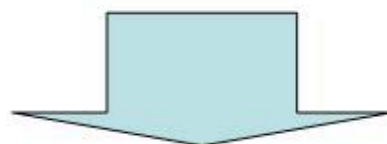
新知見
新現象

分子の設計・創成

物理 評価・解析・計測 化学 分子科学 生物 計算科学 数学

WSでの議論の結論

- 分子技術の提供する多様な機能、多様な応用可能性
- 広範な学術分野、技術分野との連携・融合の必要性



- ✓国として分子技術の研究開発を推進、加速し、日本の産業競争力強化に結び付けていくべき
- ✓複数の学界でのシンポを通じ、異分野融合の流れを創出、基幹技術として国への提言に結び付けていくべき

* JST-CRDSのWEBサイト<http://crds.jst.go.jp>にアクセス、CRDSの成果、続いて戦略イニシアティブをクリックすることで、ワークショップの詳細議論内容が入手可能

中核技術に育てるための推進方策

- 物理学、化学、生物学、数学、工学など**幅広い学問領域の融合**が求められる
- 「分子技術」を構成する各技術領域における**共通の課題を顕在化、異分野の研究者**が連携して取り組める場、基盤技術を提供できる場(**プラットフォーム**)を構築
- **省庁間・ファンディング機関を跨る活動**が必要(内閣府、文科省、経産省の連携、JST・NEDO競争的資金)
- 将来必要な技術テーマに関し、**産業界の意見を取り込む仕組み**を構築、それにより**基礎科学研究者を動機付け**
- **関連諸学会間**の壁を取り払う**連携**が必要
- 異分野研究者の**ネットワーク**を構築

海外: Molecular Foundry (NSRC / NNI / 2005-)



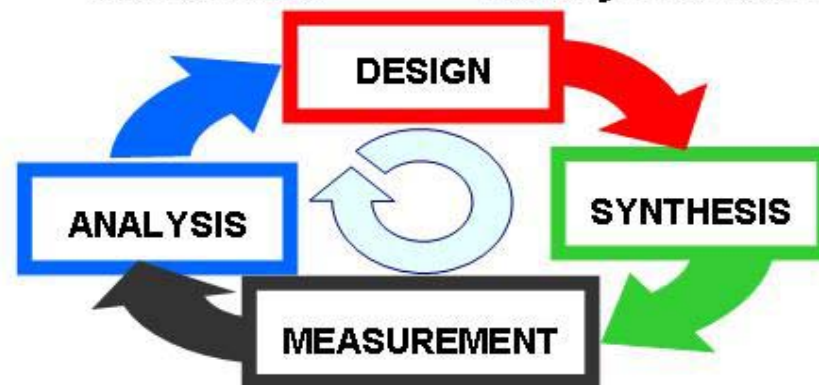
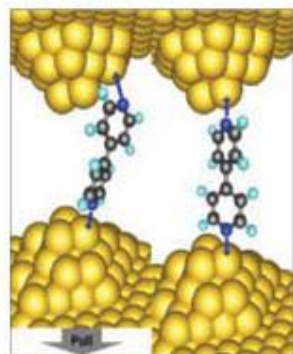
Director, Molecular Foundry



Steven Chu



Carolyn Bertozzi



産学官に開かれたナノサイエンス研究の共同利用施設
分子工場(Molecular Foundry) / ナノスケール材料の合成・評価・理論
/ ナノ構造をより大きな機能性複合体へと集積
ソフト(バイオ、高分子)とハード(無機、微細加工)の学際的研究開発

Under one roof *Mutual understanding*