

IV. 文部科学省におけるナノテクノロジー・材料分野の施策

平成19年度予算額 333.2億円

平成18年度予算額 292.2億円

※独立行政法人運営費交付金中の推計額を含む。

1. 分野融合・イノベーションを支える研究基盤の構築

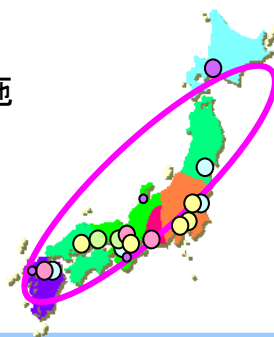
先端研究施設共用イノベーション創出事業 (ナノテクノロジー・ネットワーク)

- ・最先端の大型設備・特殊設備の共用化及び技術支援を実施

平成19年度予算額：31.8億円の内数

平成18年度予算額：新規

実施期間：平成19～23年度



X線自由電子レーザーの開発利用 【国家基幹技

- ・物質の一原子レベルの超微細構造や化学反応の超高速動態・変化を瞬時に計測・分析することを可能とするX線自由電子レーザーを実現

平成19年度予算額：74.7億円

平成18年度予算額：23.1億円

実施期間：平成18～22年度



2. 社会への成果還元に向けた目的志向のプロジェクト研究

キーテクノロジー研究開発の推進 (ナノテクノロジー・材料を中心とした融合新興分野研究開

<10～15年後の実用化が期待される研究開発>

○元素戦略

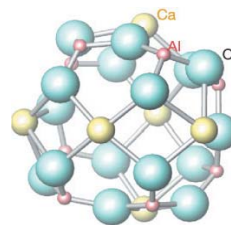
- ・元素の特性に着目し、希少元素・有害元素の代替、戦略的利用のための技術基盤の構築を体系的に推進

○継続課題

- ・超高密度情報メモリの開発、ナノ環境機能触媒の開発、ナノバイオ拠点の形成等を着実に推進

平成19年度予算額：21.4億円

平成18年度予算額：20.1億円



元素戦略

経済活性化のための研究開発プロジェクト（リーディング・プロジェクト）

<比較的短期間で実用化が期待される研究開発>

○電子顕微鏡要素技術開発

・ナノテクノロジー研究における最も基盤的なツールである電子顕微鏡について、次世代のより高性能でより使い易い電子顕微鏡実現のための要素技術開発を行う

平成19年度予算額：4.6億円

平成18年度予算額：4.3億円

○継続課題

・新原理デバイス開発、人工臓器の開発、超高感度NMRの開発等を着実に推進



3. 独立行政法人等における新たな知を生み出す独創的・先端的研究開発の推進

独立行政法人物質・材料研究機構における研究の推進

－ナノ材料の社会受容のための基盤技術の開発
－次世代白色LEDのための発光材料の開発等

平成19年度予算額：161.2億円

平成18年度予算額：162.7億円

独立行政法人理化学研究所における研究の推進

－交差相関物性科学研究プログラム
－先端光科学研究～エクストリーム・フォトンクス
－物質情報変換化学研究プログラム等

（ナノテクノロジー・材料相当分、一部再掲）

平成19年度予算額：94.3億円

平成18年度予算額：43.9億円

4. その他ナノテクノロジー・材料関連施策

独立行政法人科学技術振興機構 における研究の推進

科学研究費補助金、科学技術 振興調整費（ナノ・材料関係）

○ナノテクノロジー分野別バーチャルラボの推進
（戦略的創造研究推進事業）

- ・超高速・超省電力高性能ナノデバイス・システムの創製
- ・新しい物理現象や動作原理に基づくナノデバイス・システムの創製
- ・高度情報処理・通信の実現に向けたナノファクトリーとプロセス観測
- ・高度情報処理・通信の実現に向けたナノ構造体材料の制御と利用
- ・医療に向けた化学・生物系分子を利用したバイオ素子・システムの創製
- ・ソフトナノマシン等の高次機能構造体の構築と利用
- ・医療に向けた自己組織化等の分子配列制御による機能性材料・システムの創製
- ・環境保全のためのナノ構造制御触媒と新材料の創製
- ・エネルギーの高度利用に向けたナノ構造材料・システムの創製
- ・情報、バイオ、環境とナノテクノロジーの融合による革新的技術の創製

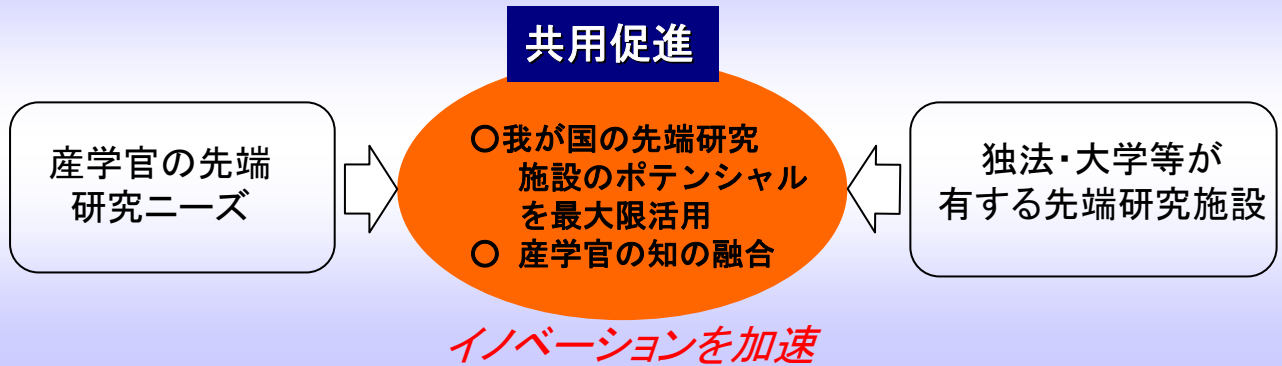
○先端計測分析技術・機器開発事業（ナノ・材料関係）

1 先端研究施設共用イノベーション創出事業 (ナノテクノロジー・ネットワーク)

1 プロジェクトの概要と目的

大学、独立行政法人等の研究機関が有する先端的研究施設・機器の共用を進め、イノベーションにつながる成果を創出するために実施。本事業を通じて、産学官の研究者による戦略的かつ効率的な研究開発や、研究機関・研究分野を越えた横断的な研究開発活動を推進することにより、継続的に産学官の知の融合によるイノベーションの加速を目指す。

独法・大学等の先端研究施設の共用を進め、イノベーションを加速



施設共用総合窓口・エリアネットワークによる情報提供・情報共有 (共用可能施設・設備一覧、利用条件・状況等)

産業戦略利用

…先端的研究施設を用いて具体的な技術課題の解決を行い、イノベーションを創出

分野を限らず、産業利用のポテンシャルが高い先端研究施設を採択し、産業利用や共同研究による具体的な技術課題の解決のための研究環境を提供
(例)地球シミュレータ、NMR施設、高出力レーザー装置 等

ナノテクノロジー・ネットワーク

…ナノテクノロジー分野における多様な研究からの技術シーズを伸ばし、イノベーションにつなげる

ナノテクノロジー研究の特性にふさわしい機器を配し、ナノテクノロジー研究環境として求められる研究機能(「ナノ計測・分析」、「超微細加工」、「分子合成」、「極限環境」)を有する機関(群)を採択し、全国の産学官の研究者に最先端の研究環境を提供

支援内容

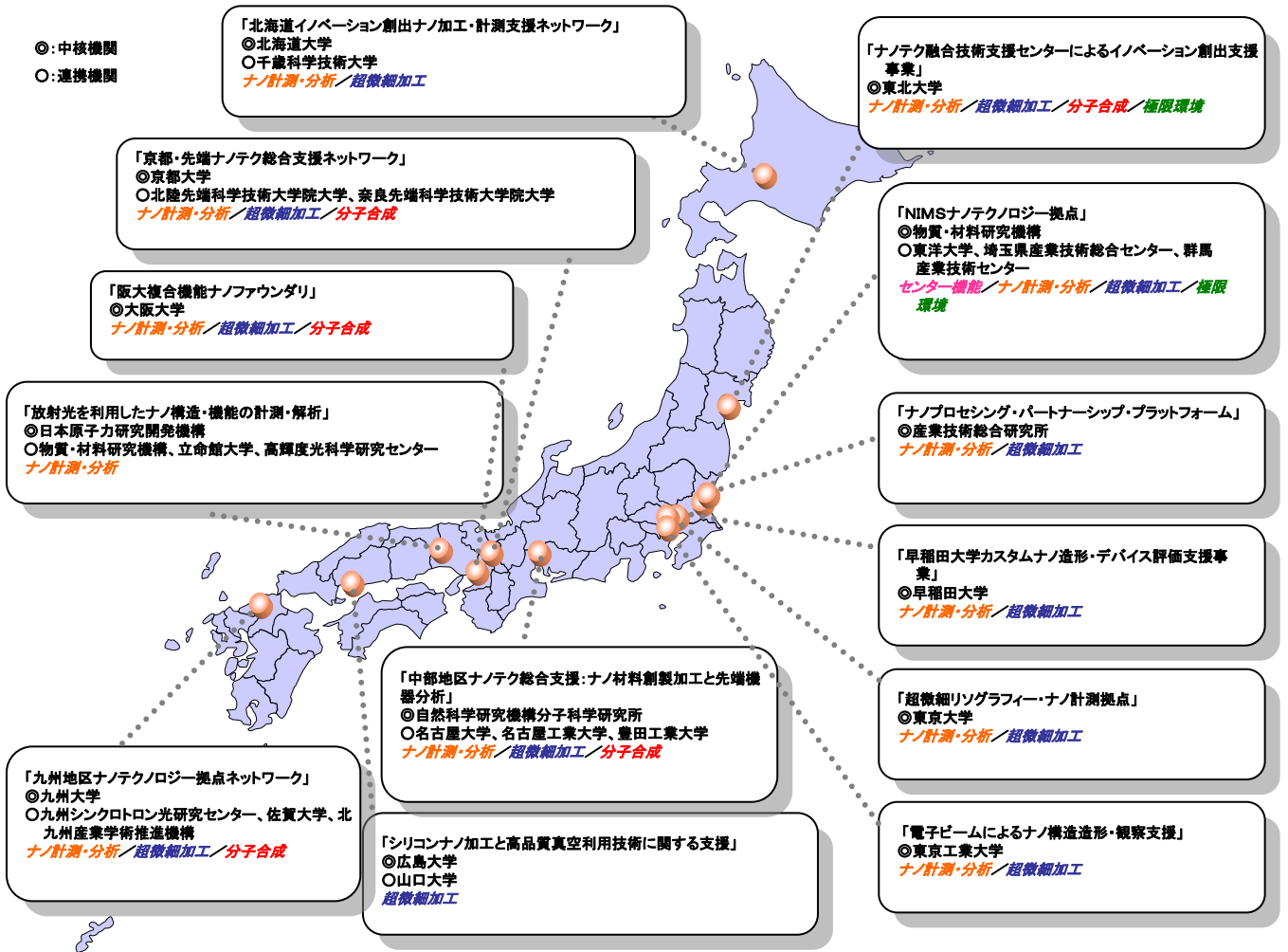
- ①施設共用の運転実施に係る経費の支援(運転費及び施設共用を技術的に支援する「施設共用技術指導研究員(仮称)」)
- ②産業界に対する共同研究・利用課題の提案・相談を担当する「共用促進リエゾン(仮称)」を必要に応じ配置

2 研究期間と予

平成18～22年度
18億円(新規)

3 実施体制

◎: 中核機関
○: 連携機関



4 背景

米国NNIN（国家ナノテクノロジーインフラネットワーク）をはじめ、欧州や韓国など世界でナノテクノロジー支援拠点の整備が進む中、国際競争力確保の観点からも早急な対応が必要である。我が国では「ナノテクノロジー総合支援プロジェクト」（平成14～18年度）により、支援機関の先端的な研究環境を活用して具体的な成果を創出しているところであり、さらにナノテクノロジー研究環境の整備を目指す。

5 期待される効果

ナノテクノロジー研究の特性にふさわしい最先端の施設・設備と高度な技術を有する機関において、ナノテクノロジー研究に携わる産学官の利用希望者に対して、施設・設備を共用化し、利用機会を提供する。共用化に際しては、施設・設備のオペレーションや技術相談・技術支援を行い、イノベーションにつながる研究成果の創出を目指す。

X線自由電子レーザーの開発利用

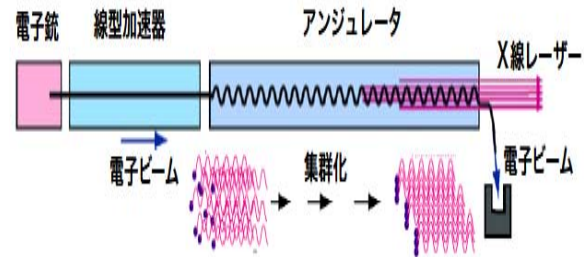
【国家基幹技術】

1 プロジェクトの概要と目的

大型放射光施設(SPring-8)の10億倍を上回る高輝度のX線レーザーを発振し、原子レベルの超微細構造、化学反応の超高速動態・変化を瞬時に計測・分析することを可能とする世界最高性能の研究施設を平成23年度からの共用開始を目指して整備する。これにより、ナノテクノロジー・材料分野やライフサイエンス分野など、様々な科学技術分野に新たな研究領域を開拓し、欧米に先んじる成果の創出を目指す。

放射光による強力な“高干渉性硬X線”の実現

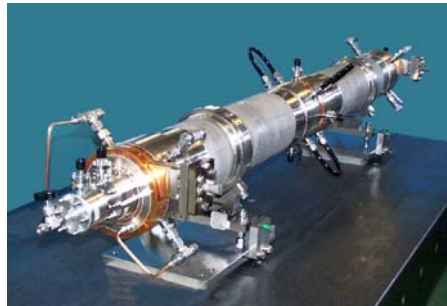
- ⇒ レーザーと放射光の特徴を併せ持つ光
- ・ **短い波長** [硬X線 (波長0.1ナノメートル以下)]
- **原子・分子レベルでの構造解析**
- ・ **短いパルス** [フェムト秒パルス (10兆分の1)]
- **より高速な動態・変化を捕捉**
- ・ **強力な光** [超高輝度 (SPring-8の10億倍)]
- **物質深部の解析、瞬時のデータ取得**
- ・ **質の良い光** [高干渉性 (完全コヒーレント性)]
- **よりシャープな像の取得・精密計測**



X線自由電子レーザーの構成



熱カソード型電子銃
より鋭い電子ビームを発生



Cバンド線型加速器
高加速勾配により、短い距離
で高いエネルギーまで加速



真空封止型アンジュレータ
短波長・高干渉性・高輝度な
X線レーザーを発振

2 開発期間と予算

平成18～22年度

平成19年度予算額：74.7億円

平成18年度予算額：23.1億円

3 プロジェクトの必要性と背景

X線自由電子レーザーは、広範な科学技術分野にブレイクスルーをもたらし、その発展を強力に牽引する研究開発基盤であることから、欧米との熾烈な開発競争が行われている。このような状況の下、完成直後から最大限に活用するためには、装置開発のほか、発振されるX線レーザーを利用した研究手法の開発も必要であることから、我が国においても高性能の研究基盤を早期に整備し、重要な技術を世界に先駆けて特許化するための研究を加速させる。

4 期待される効果

多孔性金属錯体のナノ細孔に気体分子が吸着している様子を、超微細かつ高速な現象の観察が可能なX線自由電子レーザーにより解析することにより、気体分子の選択・出入れ機構が明らかとなり、新しい気体吸着素子の開発につながる。これにより、目的の気体分子を意のままに制御できるナノ細孔の設計が可能となり、水素吸蔵材料などの開発が期待される。

また、膜タンパク質は、細胞膜にあって細胞内外の物質・情報伝達を担い、細胞内の生理現象を調節している。X線自由電子レーザーでは、単分子レベルでの構造解析が可能となることから、膜タンパク質の構造・機能の解明により、細胞内の生理変化を誘引・制御できる物質の開発が可能となり、創薬や生体ナノマシンの開発促進が期待される。



X線自由電子レーザーにより、ガス分子を取り込む様子を解析すれば、特定のガス分子を選んで取り込む新しい素材の開発が可能に。

5 実施体制

理化学研究所、高輝度光科学研究センター

6 プロジェクトの進捗状況

- ・ 加速器装置類・加速器収納部建屋の設計に着手（平成18年4月）
- ・ プロトタイプ機による光の発振に成功（平成18年6月）
- ・ 第1回X線自由電子レーザーシンポジウムの開催（平成18年11月）
- ・ 利用推進研究課題の公募・採択・実施（平成18年度）



3 キーテクノロジー研究開発の推進

(1) 原子スイッチを用いた次世代プログラマブル論理演算デバイスの開発

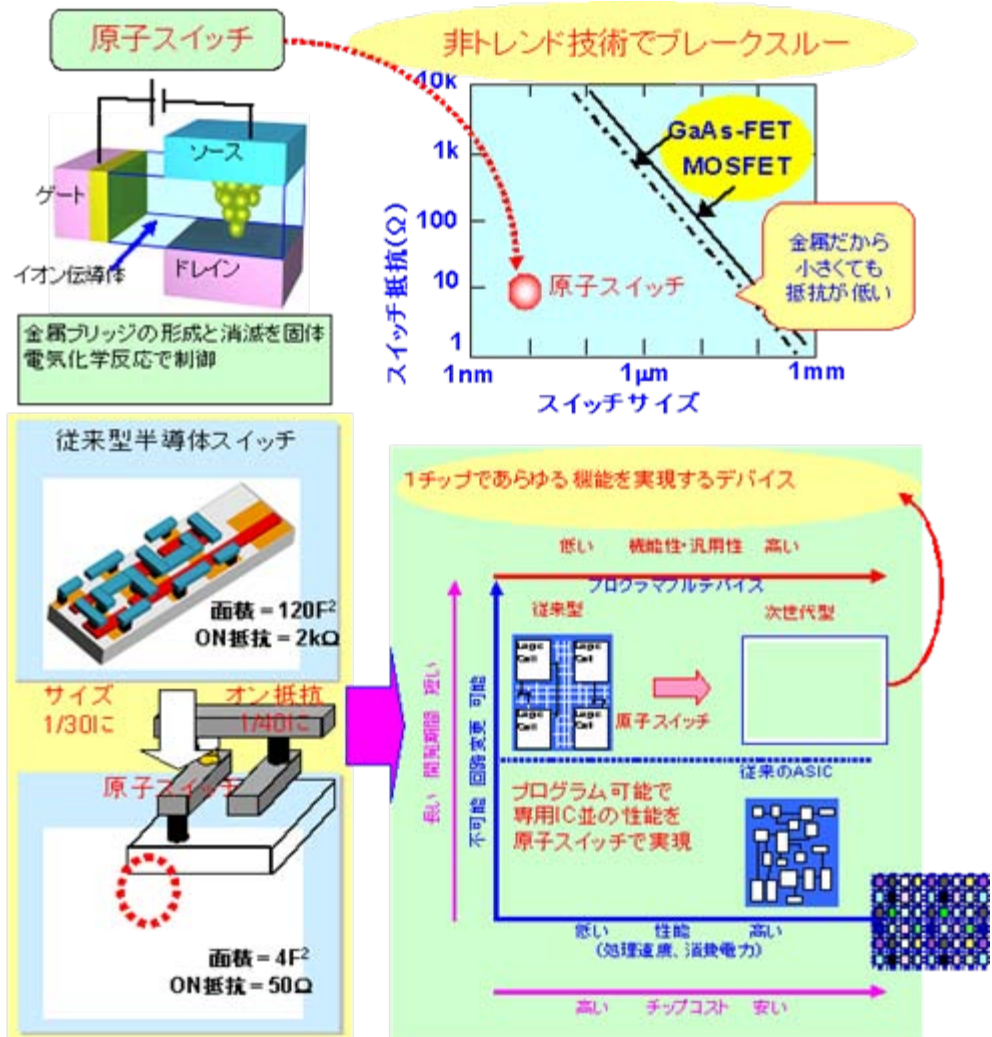
1 プロジェクトの概要と目的

非シリコン系材料を用いて、半導体トランジスタの微細化限界を超えた演算デバイス開発を行うことを目的とする。

基盤材料として固体電解質を用い、電極間に金属ブリッジの形成と消滅を制御して動作する原子スイッチは、半導体トランジスタと較べて、素子サイズが小さく、スイッチオン抵抗も小さい。さらに、半導体トランジスタと異なり、電源をオフしても状態が保たれる不揮発性を備えている。

この特徴を利用すると、プログラム可能で、かつ、専用IC (ASIC) 並の性能を持ったプログラマブル論理演算デバイスの開発が可能になる。

本研究では、チップサイズ1/10以下、演算規模10倍以上、実現可能な機能数（プログラム可能数）数万倍以上を実現するデバイスの製品化基本技術開発を行う。



2 研究期間と予算

平成17～21年度

平成18年	平成19年
2.5億	2.4億

3 プロジェクトの必要性と背景

回路変更によって様々な機能を実現するプログラマブル論理演算デバイスは、ユビキタス情報化社会を実現する上で、極めて重要、かつ不可欠なデバイスである。また、近年、専用ICの開発コストも増大の一途を辿っている。容易に回路の再構成が出来るプログラマブルデバイスを用いれば、開発コストの大幅削減と開発期間の大幅短縮を実現できることから、専用ICに代わるデバイスとしても期待されている。

4 期待される効果

専用IC並の高い性能を持ち、かつ1チップであらゆる機能を実現可能なプログラマブル論理演算デバイスの開発が可能になる。

5 実施体制

プロジェクトリーダー 青野 正和 (物質・材料研究機構)

日本電気(株)、東京大学、自然科学研究機構分子科学研究所

6 進捗状況

早期実用化に向けて、半導体デバイスとの混載を実現するための素子構造とプロセス開発を行い、その動作と信頼性を確認した。

(2) 磁性フォトニック結晶を用いた超光情報メモリ

1 プロジェクトの概要と目的

ナノ構造磁性フォトニック結晶を用いた超高速薄膜光位相変調デバイス、光フェーズロック方式による多値階調ホログラム記録技術、ナノゲル構造を有するフォトポリマー材料とを組み合わせることにより、究極的には40Tbits/inch²の記録密度と800Gbpsに達するデータ転送レートを具備する超光情報メモリを開発する。

- ① ナノ構造磁性フォトニック結晶を用いた薄膜光変調デバイス
- ② ナノゲル構造を有するハイレゾリューション・フォトポリマー
- ③ 光フェーズロック方式による多値階調ホログラム記録技術



2 研究期間と予算

平成17～21年度

平成18年	平成19年
2.5億	2.4億

3 プロジェクトの必要性と背景

フォログラムメモリは、国内外を通じて、次世代光メモリとして注目されている。すでにコリニアホログラムメモリを開発し、世界で初めて連続回転する光ディスクに記録再生できることを示した。

この成果をふまえ本プロジェクトで、ナノテクノロジー・材料と光メモリ技術を組み合わせることで、世界に先駆けて次世代型超高密度光情報メモリを開発する。

4 期待される効果

従来の記録密度の100倍以上の記録を可能とする超光情報メモリ開発を行い、メモリ分野で世界標準を獲得する。

5 実施体制

プロジェクトリーダー 井上 光輝（豊橋技術科学大学）

（株）オプトウェア、FDK（株）メモリーテック（株）、共栄社化学（株）

6 進捗状況

超光情報メモリの基本光学系（光フェーズロック方式）を開発し、原理実証に成功した。また、ナノスケールで構造を制御した磁性フォトリソグラフィ結晶を形成し、プロトタイプMOSLM素子を構築した。さらに、ナノスケールで反応場を制御したナノゲルフォトリソグラフィを形成し、ホログラム記録の精細度が極めて高いことを実証した。