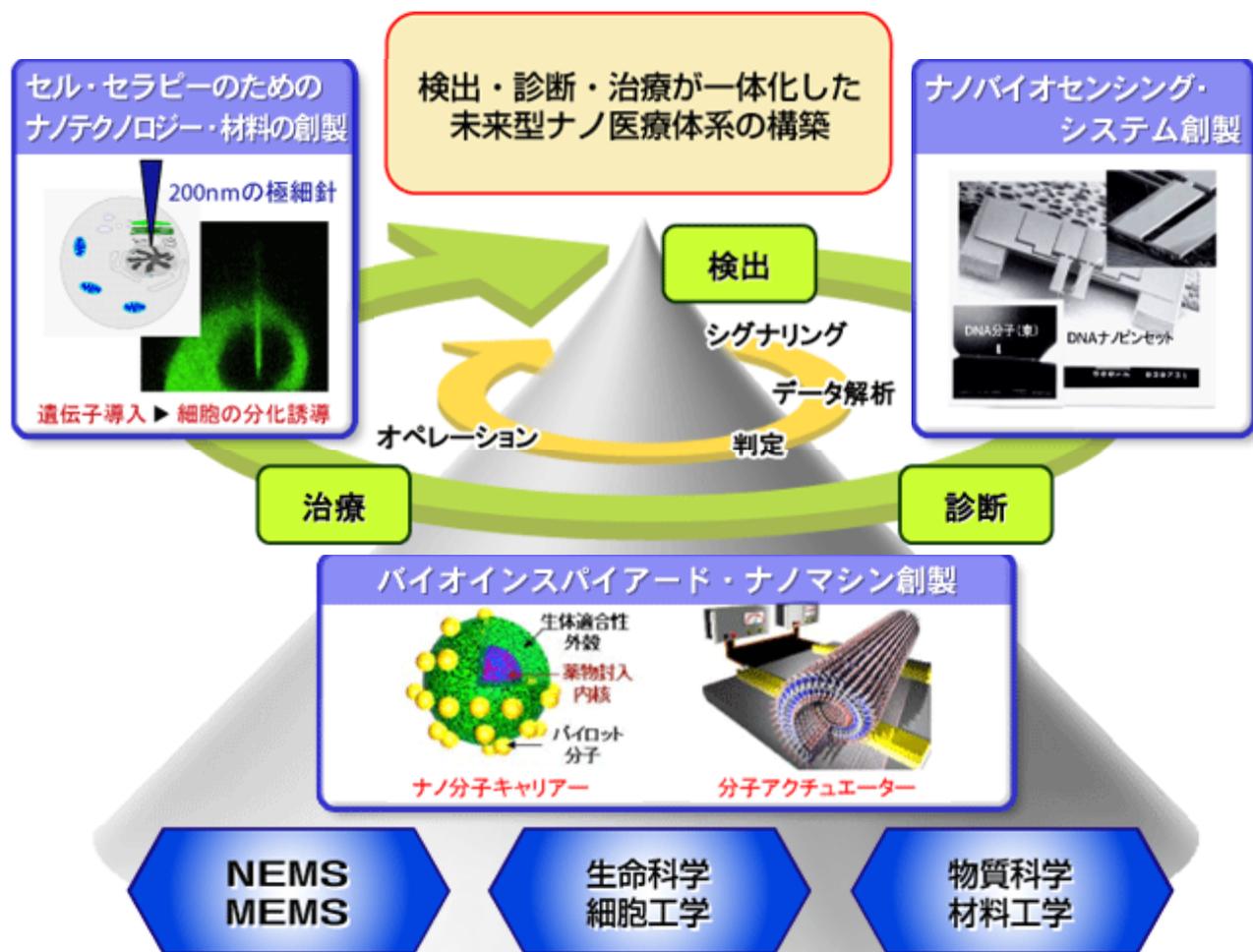


(3) ナノバイオ・インテグレーション研究 拠点の形成

1 プロジェクトの概要と目的

生体の高度なシステムを材料中に秩序立った形でナノレベルで創り込むナノバイオ・インテグレーションの概念に基づいて次の3つの領域の研究を推進する。

- ①分子アッセムブリーとNEMS技術の融合によるバイオインスパイアード・ナノマシンの創製
- ②多元生体情報の精密時空間分析を実現するナノバイオセンシングシステムの創製
- ③特異性に優れた高信頼性セル・セラピーを実現するナノテクノロジー・材料技術の創製



2 研究期間と予算

平成17～21年度

平成18年	平成19年
6.0億	5.5億

3 プロジェクトの必要性と背景

バイオ医療の研究は欧米でも多くの研究機関で見られ、特に電子工学の参画が多い。本拠点では、有機合成・ポリマー化学と生物化学、薬学に加え、産業機械工学や生産技術研究所の機械工学の専門家が参画し、精密なナノスケールでの微細加工のベースによる研究を進めている。

4 期待される効果

ナノテクノロジー・材料技術を基盤として生体機能の本質をナノ構造レベルまで掘り下げて解明する分野融合的科学技術体系の創成と知的基盤の確立を図り、ナノレベルの時空間生体制御に基づく革新的「ナノ医療」の構築と未来を牽引するナノバイオ新産業の確立を促す。

5 実施体制

プロジェクトリーダー 片岡 一則（東京大学）

6 進捗状況

拠点研究スペースを整備し、グループ内およびグループ間の連携研究の展開のための体制を構築。

研究成果としては、分子機械、光導電性ナノケーブル、人工DNAで金属イオン配列を制御（ナノマシングループ）、アレイ化高感度検出系とマイクロ流路からなる細胞機能制御システムの構築、ナノポリマーで人工関節の寿命を延長（ナノバイオセンシンググループ）、ナノキャリアによる膵臓がんの標的治療、インクジェットプリンターによる人工骨（セルセラピーグループ）などが挙げられる。

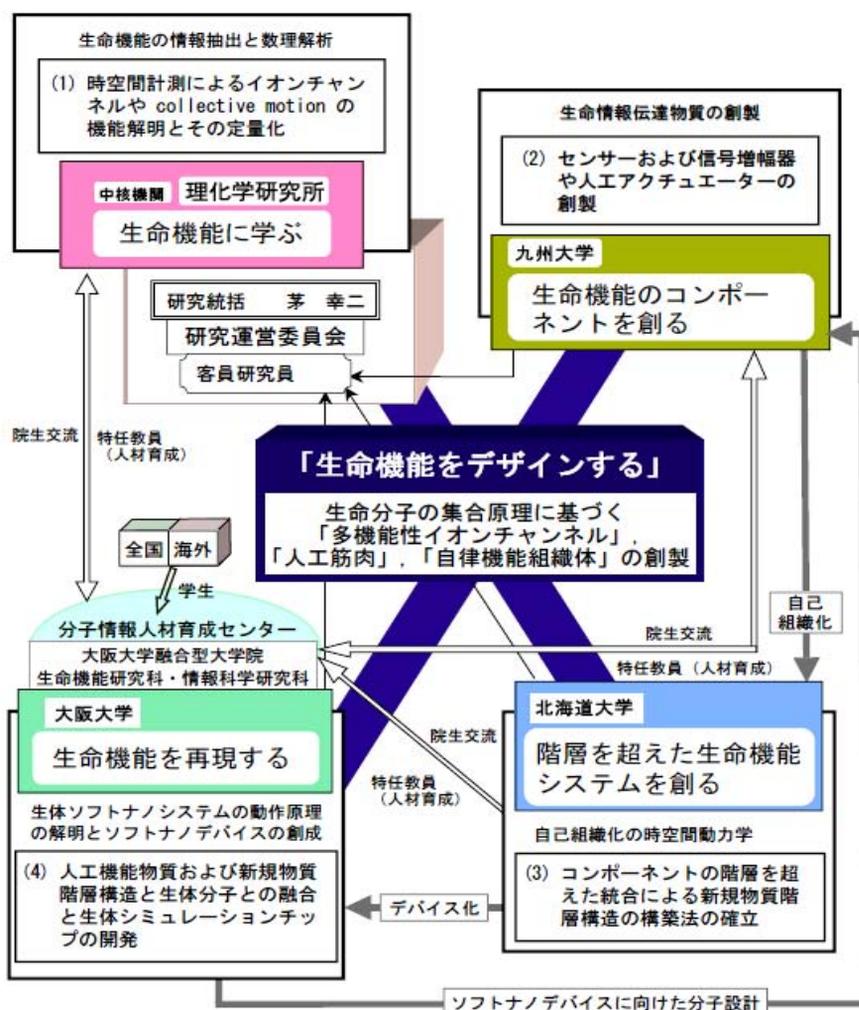
また、国際シンポジウム「NanoBio Tokyo 2006」を開催するとともに、UCLAのCalifornia Nano Systems Institute (CNSI)との合同シンポジウムや、チューリッヒ工科大ETH/ローザンヌ工科大EPFLとのジョイントシンポジウムを開催予定。

(4) 生命分子の集合原理に基づく分子情報の科学研究ネットワーク拠点の科学研究ネットワーク拠点

1 プロジェクトの概要と目的

生物固有の階層性を越えた物質創成現象に着目し、その基盤理論としての情報科学を介して新しい物質材料科学を創出する。具体的には、生命機能の根源である生物の分子認識、情報伝達、エネルギー伝達機能、情報処理機能の定量的解明とその機構の応用を目指す。理化学研究所、九州大学、北海道大学、大阪大学の国内4拠点の連携のもとに、研究・教育ネットワークを構築し、次世代の国益に資する新たな物質材料科学分野の創出を図る。

生命分子の集合原理に基づく分子情報の科学研究ネットワーク拠点
研究推進体制図



2 研究期間と予算

平成17～21年度

平成18年	平成19年
1.3億	1.3億

3 プロジェクトの必要性と背景

諸外国でも研究機関や関係企業がナノテクとバイオの融合による実用を目指した研究開発を盛んに行っている分野ではあるが、物理化学的な定量的観点をもった考察と、それを実地で行う微視的観測、さらには情報処理機構の数理的解明を総合した、多機関連携の研究は前例が無い。個々の観測技術においては、我が国は装置開発、観測運用の両面において世界にひけを取らない水準であり、理化学研究所においても、関連各分野において既に幾多の研究成果をあげている。

4 期待される効果

- ①機能性イオンチャンネルの作成、高機能センサーデバイスの開発
- ②高強度人口筋肉材料の開発、人口筋肉材料の評価

5 実施体制

プロジェクトリーダー 茅 幸二（理化学研究所）

九州大学、北海道大学、大阪大学

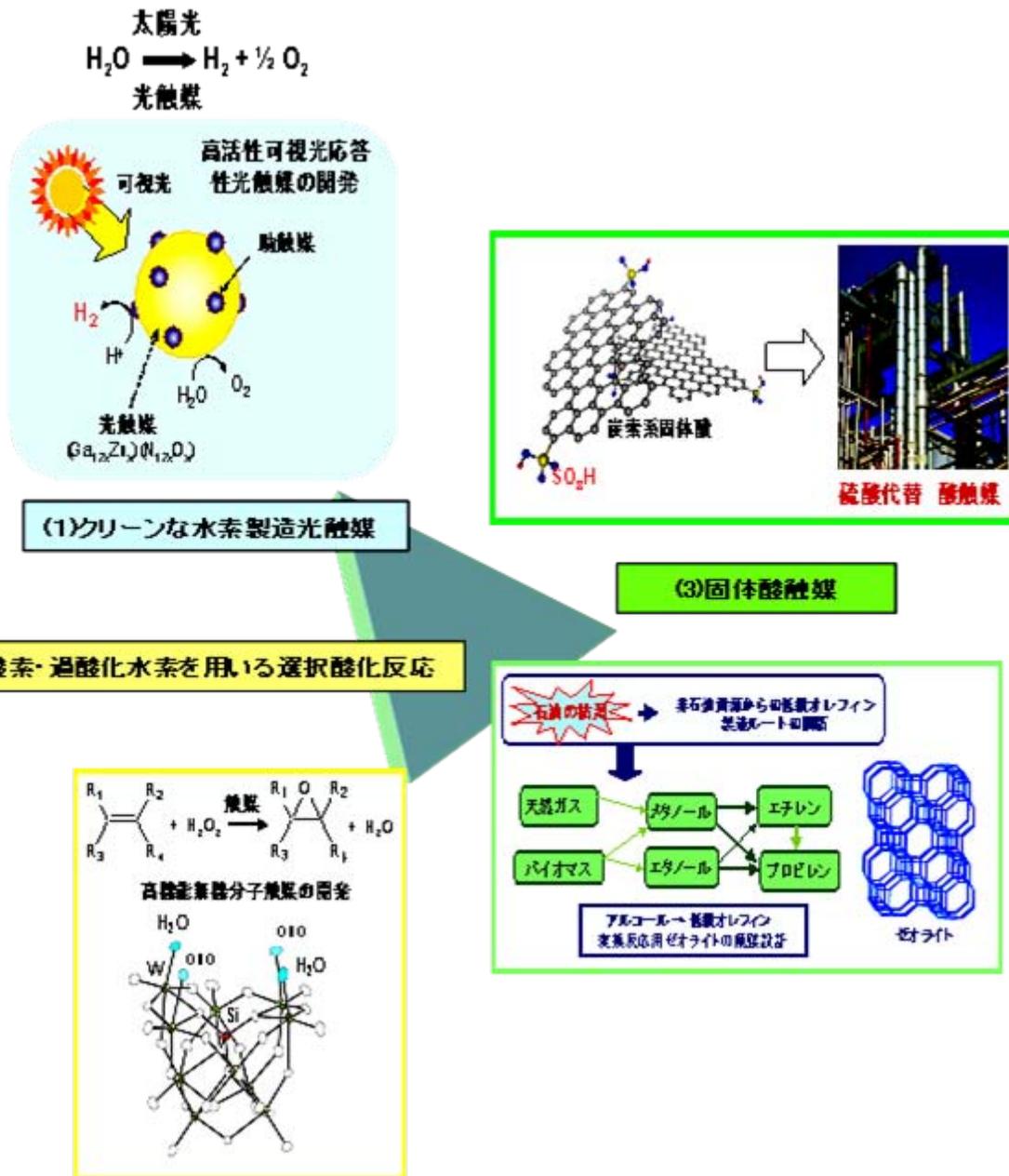
6 進捗状況

リアルタイムで接続可能なWEB会議システムを活用し、拠点内および拠点間での研究情報交換や質疑応答に用い、また、適宜、一堂に会して運営委員会を開催することで、強固な拠点間相互ネットワークを実現している。さらに、各拠点で展開される研究コンポーネント間を繋ぐ人材として4人の博士研究員が流動的に活動し、マルチサイトを包括する新奇な研究テーマの提案などが提示され、ネットワーク拠点としての新しい研究の種を産み出し始めている。同時に、特任教員がメディエーターとして先端研究と人材育成をリアルタイムで連動したスクーリングを開催（“分子情報人材育成センター”が主催）、これにより連携機関間の人的交流が促進され、多数の連携研究の萌芽が得られ、独創的な連携研究が進められている。

(5) ナノ環境機能触媒の開発 ①

1 プロジェクトの概要と目的

独創的・先端的触媒開発を行うことにより、現在人類の直面する環境問題・エネルギー問題に本質的に貢献できる触媒技術の確立を目指す。



2 研究期間と予算

平成18～22年度

平成18年	平成19年
2.1億	2.0億

3 プロジェクトの必要性と背景

触媒は、多様な物質合成・分解反応や製造プロセスに用いられている社会の基盤となる材料である。触媒プロセスにおける高いエネルギー効率や高い転換効率などの実現はエネルギーや資源の有効利用のためには重要である。環境調和型の触媒反応プロセスの開発は欧米でも活発に行われ始めているが、当該分野においてわが国は世界をリードしている。

4 期待される効果

ナノスケールで構造設計・制御された革新的な触媒の研究開発を行い、希少元素の使用量を大幅に削減した環境調和型化学プロセス、環境浄化プロセス、有機合成、創薬や水素製造などの新しい化学プロセスを世界に先駆けて創製する。

- ①太陽光と水から水素製造を目的としたエネルギー変換型光触媒の開発及び実用的プロセスの提案
- ②酸素および過酸化水素を酸化剤とする高活性・高選択性酸化触媒の開発
- ③硫酸代替可能な固体酸と新規なゼオライト触媒の開発

5 実施体制

プロジェクトリーダー 堂免 一成（東京大学）

東京工業大学、(株)三菱化学、(株)日本触媒

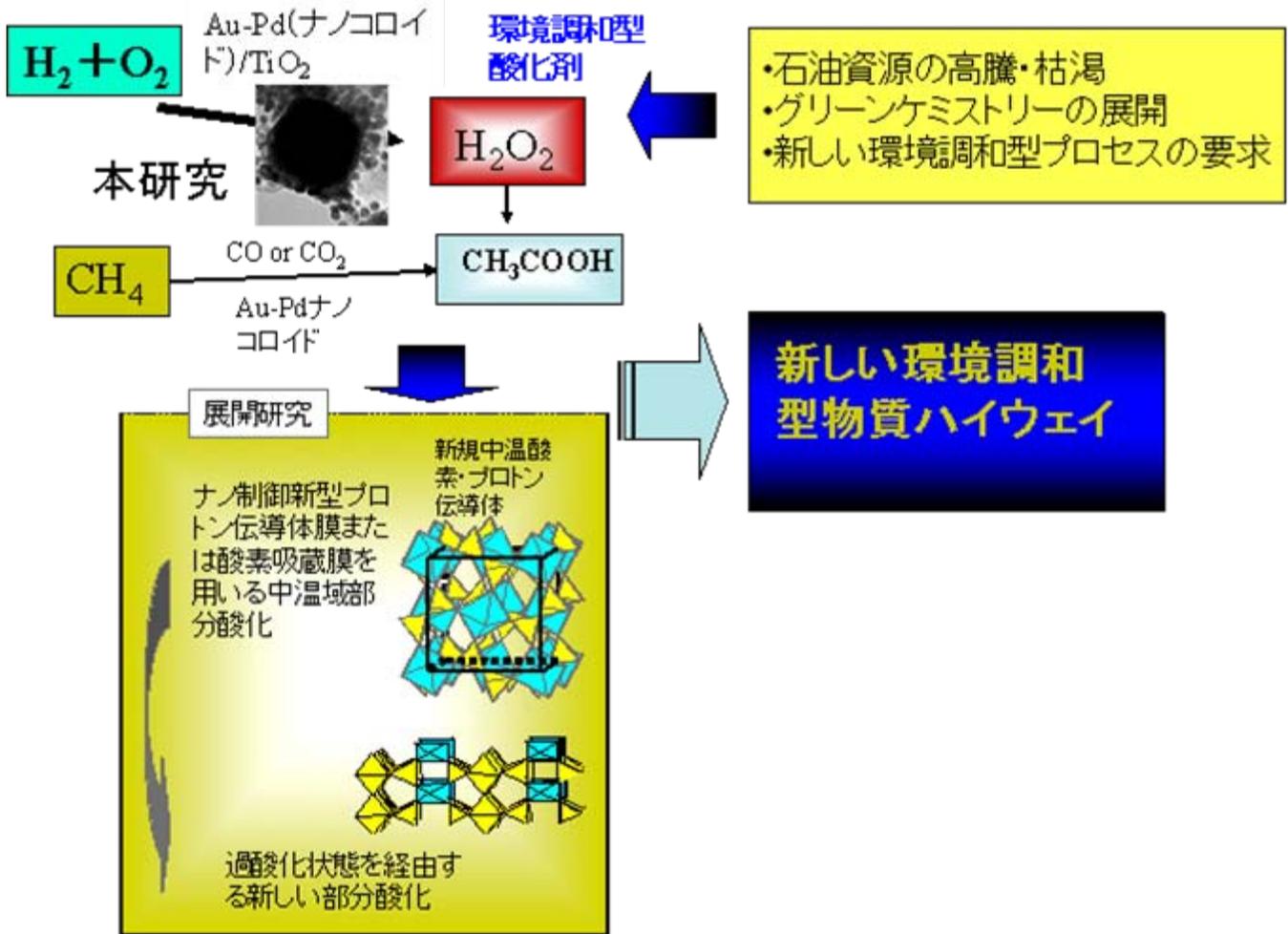
6 進捗状況

水素製造光触媒では、水素生成活性点（助触媒）の改良、反応温度の制御などで量子収率が2倍以上向上することが見出された。炭素系固体酸は、セルロースの加水分解に非常に高い活性を有し、バイオエタノール合成プロセスへの応用を検討している。ゼオライト系固体酸触媒は、企業においてベンチスケールの検討を開始する

(5) ナノ環境機能触媒の開発 ②

1 プロジェクトの概要と目的

本研究は構造を制御したPd-Au系ナノコロイドを触媒として、 H_2 などの還元的雰囲気、酸素分子から還元的に発生させた活性酸素を用いて、新しい環境に調和するプロセスを創出し、資源枯渇やエネルギー問題に柔軟に対応する、触媒プロセスを開発しようとするものである。本研究の革新的な点は水中で、おもに卵の殻のような構造のナノコロイド触媒を用いて H_2 を部分酸化して H_2O_2 を高選択的に合成可能な触媒系の構築を行うとともに、工業化を検討する。また過酸化物を用いて新しい部分酸化反応を検討し、展開反応を検討する。最終的には膜型反応器を用いて、過酸化物から発生する活性酸素で、有用化合物を合成する新しい環境調和型触媒プロセスの開発を行う。



2 研究期間と予算

平成18～22年度

平成18年	平成19年
0.8億	0.7億

3 プロジェクトの必要性と背景

現在、 H_2O_2 は種々のユニークな部分酸化反応を進行できることに加え、副生物も H_2O_2 なので、種々の分野で、需要が高まっている。そこで、 H_2 から直接 H_2O_2 が合成できる直説法の工業化が期待されている。

4 期待される効果

環境に調和した酸化剤としての H_2O_2 が重要酸化剤となっているが、過酸化水素の合成はアントラキノン法というエネルギー多消費型で、多くの有機溶媒を用いる環境への負荷の大きなプロセスで合成され、 H_2O_2 を工業的には高価な酸化剤としている。本研究では還元雰囲気、酸素を活性化するという新しい着想で、過酸化水素を合成するとともに、過酸化物を經由して、従来は進まないと考えられていた反応を進行できる革新的環境調和触媒物質変換プロセスの創出を行い、新しい化学プロセスの開発を目指します。

5 実施体制

プロジェクトリーダー 石原 達己 (九州大学)
名古屋大学、大分大学、昭和電工(株)

6 進捗状況

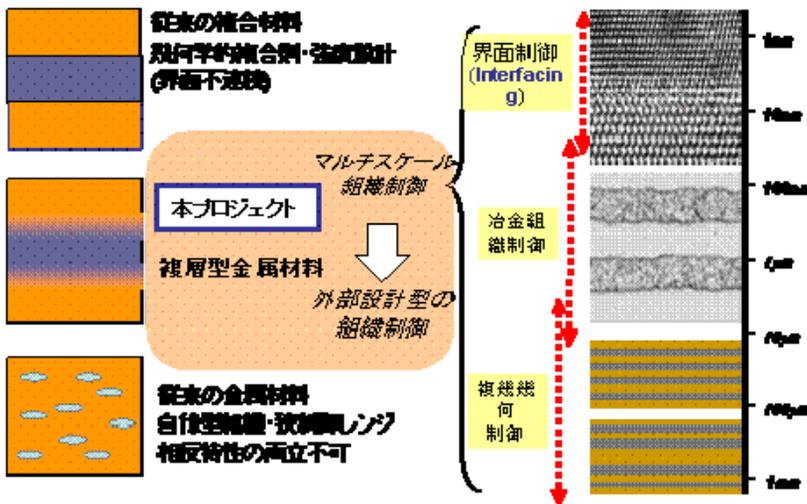
ルチル型 TiO_2 を担体とし、粒径を18nm程度に制御したPd-Au触媒を用いると、 H_2O_2 の選択率を大きく向上でき、 H_2O_2 選択率はほぼ100%となった。さらに、粒径を制御したナノコロイドを触媒とすると高い H_2O_2 選択率を維持して、 H_2 転化率を向上できるので、 H_2O_2 収率が5%程度（従来は1%以下）と高くなることを見出した。

(6) 組織制御構造体の開発

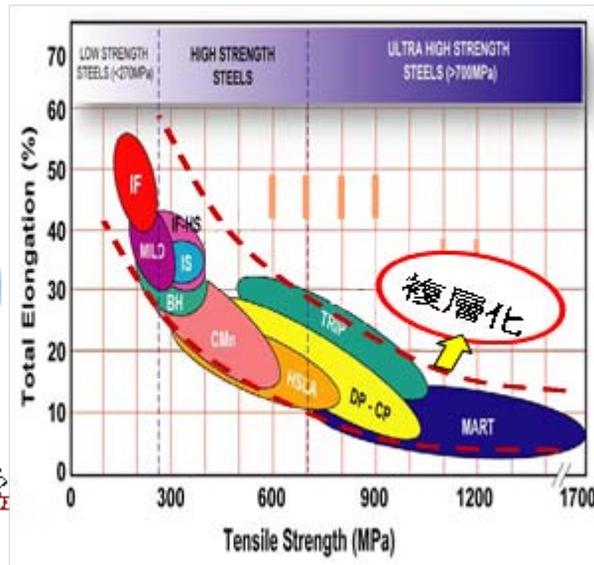
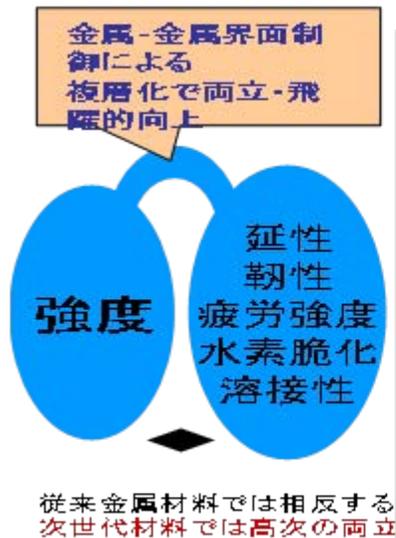
1 プロジェクトの概要と目的

高速で軽量な次世代移動体や安全で信頼性の高い次世代構造物を実現する複層型の新たなコンセプトの高強度金属構造材料を開発する。具体的には、

- ・ 複層の幾何学制御、構成層の冶金制御、複層のヘテロ界面制御 (Interfacin g) を重畳したマルチスケール制御から、高強度と高延性の両立、強度と靱性や加工性、溶接性の両立を可能にする複層鋼板および複層Tiシートを開発する。
- ・ その実現に不可欠な金属 - 金属ヘテロ界面のミクロ/ナノ構造や組成、応力分布、および界面強度の支配因子を解明し、その制御技術を確立する。



次世代移動体に向けた高強度-高延性複層鋼板の実現



2 研究期間と予算

平成18～22年度

	平成18年	平成19年
	2.7億	2.6億

3 プロジェクトの必要性と背景

移動体の高強度・軽量化は、高速・高性能化のみならず、省エネ・省資源、低排出ガスの環境負荷低減に不可欠である。自動車をはじめ、世界中で取り組まれるが、材料高強度化に伴う延性低下や疲労などの多くの課題解決策が見出されておらず、ブレークスルーが必要である。

4 実施体制

プロジェクトリーダー 小関 敏彦(東京大学)

東北大学、熊本大学、上智大学、物質・材料研究機構、新日本製鐵(株)、特殊金属工業(株)

5 進捗状況

高強度－高延性複層鋼板の実現に向け、高強度マルテンサイト鋼と高延性オーステナイト鋼の複層化を熱延ルートおよび冷延ルートから試作開始。複層化幾何学的設計をFEMから検討するとともに、複層組織制御、界面制御効果を力学評価及びナノ解析により着手した。

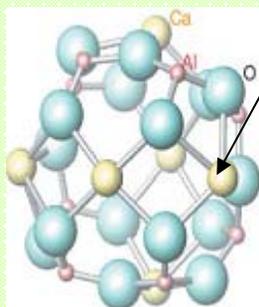
(7) 元素戦略プロジェクト

1 プロジェクトの概要と目的

希少資源・有害材料の代替、戦略的利用のための技術基盤を構築する。構造や組織を工夫した機能発現、材料機能を決める特定元素の役割解明と使用量大幅削減や新機能開拓につながる材料技術革新を、産学分野融合により第3期戦略重点分野のひとつとして実施する。

- ①豊富で無害な元素からなる高機能材料で代替
 - …代替技術により希少元素・有害元素を使わない
 - (例) 酸化物のナノ構造の研究から、豊富な石灰と酸化アルミニウムを原料とするインジウムに代わる液晶ディスプレイ用材料へ
- ②戦略元素の有効機能の活用
 - …希少元素・有害元素の使用量を大幅削減／新機能開拓
 - (例) 貴金属元素の電子状態の研究から、現行の白金触媒の数十倍の活性を持つ自動車用触媒へ
- ③元素に着目した複合機能の解析と設計
 - …環境負荷の小さい材料の設計／複合機能の設計
 - (例) コンピュータによる材料の設計や手法の開発

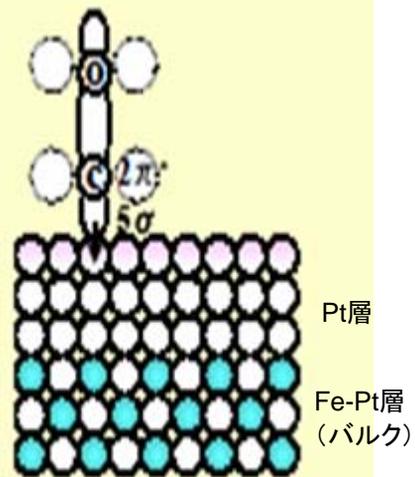
石灰+酸化アルミニウム
を原料とする新構造



H⁻ などアニオンを取り込ませる (導電性の実現)

$12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ 籠状構造体
(本来は透明で絶縁性)

インジウムに代わる液晶
ディスプレイ材料の可能性



Pt皮膜で覆われた耐CO被毒
Pt合金 (5d電子欠損)

下地にFe合金があると、表面Ptの電子密度が下がり、CO吸着しにくくなる

表面数nmの電子状態制御により従来白金(Pt)の約20倍の高活性触媒実現

2 研究期間と予算

平成19～23年度

平成18年	平成19年
—	4.2億

3 プロジェクトの必要性と背景

希少元素は、日本の先端技術・産業での利用が進む反面、資源偏在や困り込み、価格急騰などによる需給危機が懸念されている。

希少資源問題や有害物質対策に対する抜本的解決策として、それらの代替材料技術の革新が必須である。



元素戦略の推進

物質・材料の特性・機能を決める元素の役割を解明し、利用する観点から、「材料研究のパラダイム」を変革し、新しい材料の創製につなげる研究

4 実施体制

本プロジェクトは、経済産業省の希少資源戦略と連携し、得られたシーズについて実用化研究へと展開する予定である。経済産業省が逼迫需給に対応した特定元素（In、Dy、W）へのリソースの集中投入を行うのに対し、文部科学省は中長期的な基盤技術の研究開発を推進する。

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)

(1) ナノテクノロジーを活用した新しい原理のデバイス開発

1 プロジェクトの概要と目的

生物界では、全く同じ構造をもつタンパク質が大量に生産されており、タンパク質の自己組織化によるナノ構造の作製も日常的に行われている。またある種のタンパク質では無機材料を析出する能力もある。これらタンパク質の特長を生かして、以下の3つの開発を行い、バイオ技術と半導体技術の融合を完成させる。

- ①内部空間を持つタンパク質を鋳型として、同じ大きさの多種類のナノ無機材料を合成する。(タンパク質+無機材料) 複合材料を作製する。
- ②タンパク質の自己組織化により、(タンパク質+無機材料) 複合材料をシリコン基板上に、配列化したりナノ配置する。
- ③出来上がったナノ構造から、タンパク質部分だけを除去して電子デバイスを作製する手法を完成する。



2 研究期間と予算

平成15～19年度

平成18年	平成19年
3.0億	2.5億

3 プロジェクトの必要性と背景

希少元素は、日本の先端技術・産業での利用が進む反面、資源偏在や囲い込み、価格急騰などによる需給危機が懸念されている。

希少資源問題や有害物質対策に対する抜本的解決策として、それらの代替材料技術の革新が必須である。

4 期待される効果

現在の微細化技術の限界を越える、より小型・省電力・高機能なデバイス開発を可能とするバイオ技術利用プロセス。

5 実施体制

プロジェクトリーダー 山下 一郎（松下電器産業）

大阪大学、東京工業大学、奈良先端科学技術大学院大学、東北大学

6 進捗状況

これまでに、バイオによる多種類のナノ粒子合成、シリコン基板上へ（タンパク質+無機材料）複合材料の配置技術、デバイス応用技術の要素技術を完成し、バイオ分子を利用したメモリ素子の作製と動作に成功した。この成果により、これまで有望ではあるが極めて困難とされていたバイオ分子の半導体応用が現実のものとなってきている。

2 研究期間と予算

平成15～19年度

平成18年	平成19年
3.4億	2.9億

3 プロジェクトの必要性と背景

高付加価値・多品種生産という特異な医療産業分野に適した産官学連携・医工連携研究開発体制を確立する。新規人工臓器材料の開発とナノ・バイオ融合分野における基本特許群の取得を通し、欧米依存型の我が国の医療産業の競争力を強化する。

4 期待される効果

ナノ・バイオの融合による生体適合材料・人工臓器材料の開発

5 実施体制

プロジェクトリーダー 立石 哲也（物質・材料研究機構）

東京大学、京都大学、東京女子医科大学、ペンタックス、千代田アドバンスト・ソリューションズ、奈良県立医科大学、東京医科歯科大学、横浜市立大学

6 進捗状況

人工骨は臨床に向けたデータ収集、人工靭帯などは大型動物試験と平行に一部人に対する治療を開始した。すい臓、肝臓などでは、免疫隔離技術、異所的な組織構築技術、細胞集合体形成技術などを確立し、作製した細胞集合体の機能化に関する検証を小動物を使って開始した。また、血管を誘導するゲル、ナノファイバー等を開発し小動物モデルで機能を検証中であり、概ねプロジェクト開始時点のスケジュール通りの成果が得られている。

(3) 超高感度NMRの開発

1 プロジェクトの概要と目的

従来の限界をはるかに超える感度10倍の世界最先端NMR分析技術を開発する。
(世界初のスプリット型超伝導磁石方式のNMR技術の開発。)

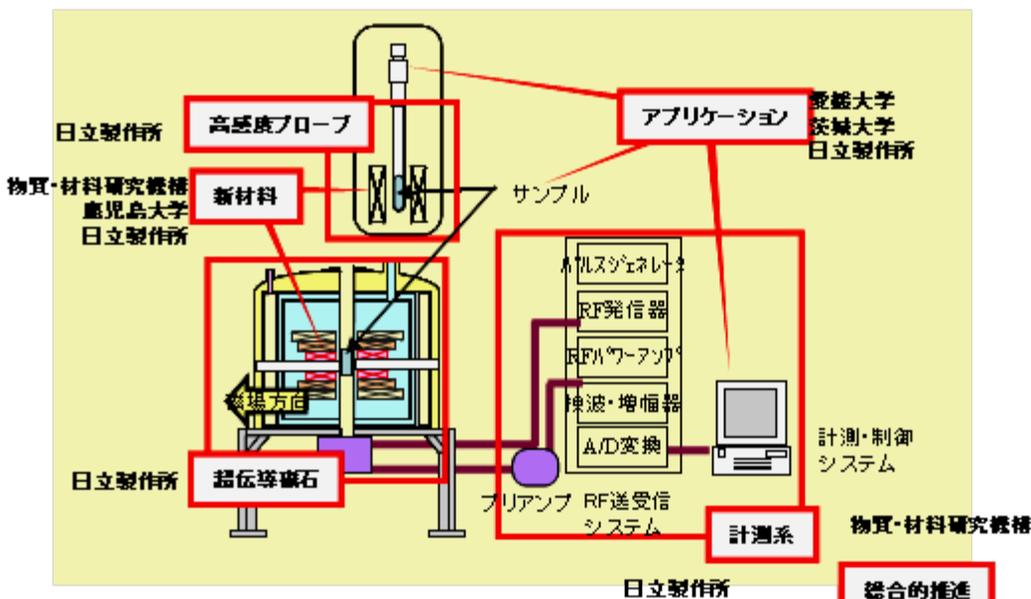
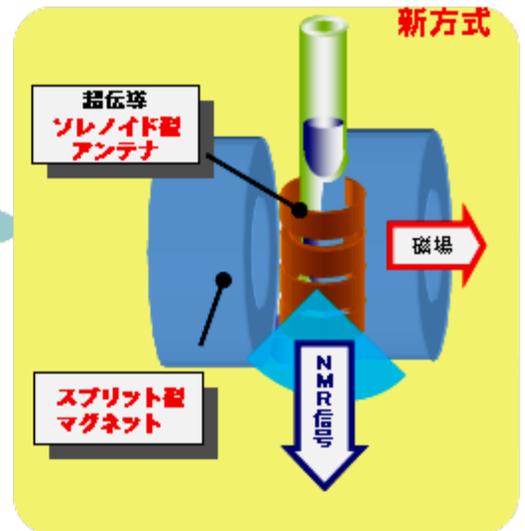
- ①次世代型超高感度計測（信号/ノイズ比~10,000）を実現するための革新的なNMRシグナル検出方式の開発。
- ②スプリット型超伝導磁石方式の採用で初めて可能となる開放性試料空間を利用した新アプリケーション技術の開発。

我が国が強い超伝導材料、低温分野の技術

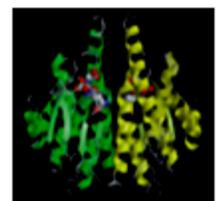
メーカーとユーザーが一体となって
分析基盤ツール製品に具現化

我が国の技術を次世代世界標準へ

材料分野での優位性を活かさず、製品
では外国製品が優位な現状



本プロジェクトにおける研究開発要素



高次のタンパク質
構造解析が可能



超微細構造の
解析能力向上

2 研究期間と予算

平成15～19年度

平成18年	平成19年
3.2億	2.4億

3 プロジェクトの必要性と背景

NMR分析装置は、我が国が強い超伝導材料・低温分野の機器でありながら、製品としては外国製品が優位な状況。産学官の結集のもと製造側とユーザー側が一体となって、今までにない高感度、且つ、使いやすい計測システムを実現し、ナノテク・バイオ等の先端科学技術分野を支える重要な基盤ツールに育てる。

4 期待される効果

高感度化により今までにない微量分析や高速分析が可能になる。新方式で初めて実現される開放試料空間により、今までにない応用への道が拓かれる。我が国独自の新しい方式で世界最高の感度や新アプリケーションを実現することにより、分析機器としてのみならず、バイオや創薬の分野をはじめとし基礎研究から産業に及ぶ広範な分野において世界最高レベルの開発力・競争力の獲得につながるものと期待される。

5 実施体制

プロジェクトリーダー 北口 仁（物質・材料研究機構）

日立製作所、鹿児島大学、茨城大学、愛媛大学

6 進捗状況

感度向上実証用の原型機（300MHz機）を試作し、新方式による感度向上を実証した。ハイエンドプロトタイプ機（600MHz機）は試験運転を開始した。

高感度化のための冷却型プローブ開発では、従来型よりも高感度を得ることに成功した。

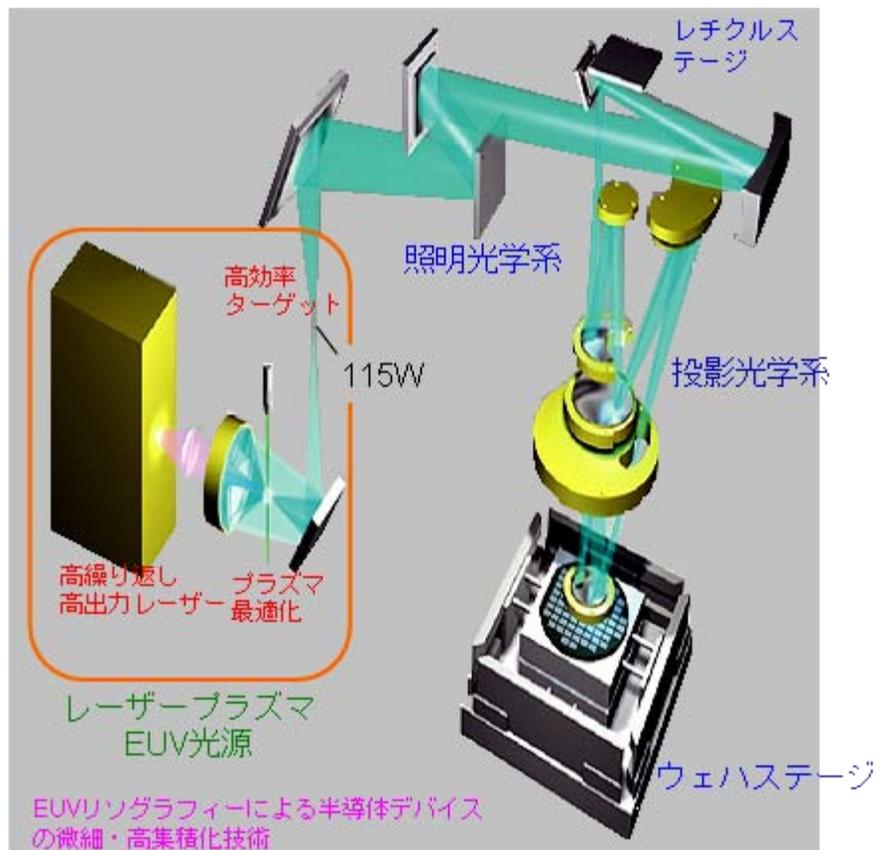
アプリケーション開発では、広い試料空間の特徴を利用した分析手法とその利用技術の開発を進めている。

(4) 極端紫外 (EUV) 源開発等の先進半導 製造技術の実用化

1 プロジェクトの概要と目的

経済産業省が推進するEUVリソグラフィーの装置化・システム化技術開発プロジェクトとの強い連携の下で、大学に蓄積された高性能レーザー技術とプラズマ制御技術を用いて、EUV光源の物理機構の解明とEUV光源の実用化に必要な基盤技術の開発を分担する。そのため、

- ① EUV光発生の実験的・理論的データベースの構築
- ② 我が国独自のEUV光源ターゲットの開発
- ③ 高性能レーザー技術の開発を行い、高出力・高効率EUV光源実用化のための指針を与える。



2 研究期間と予算

平成15～19年度

平成18年	平成19年
8.3億	7.5億

3 プロジェクトの必要性と背景

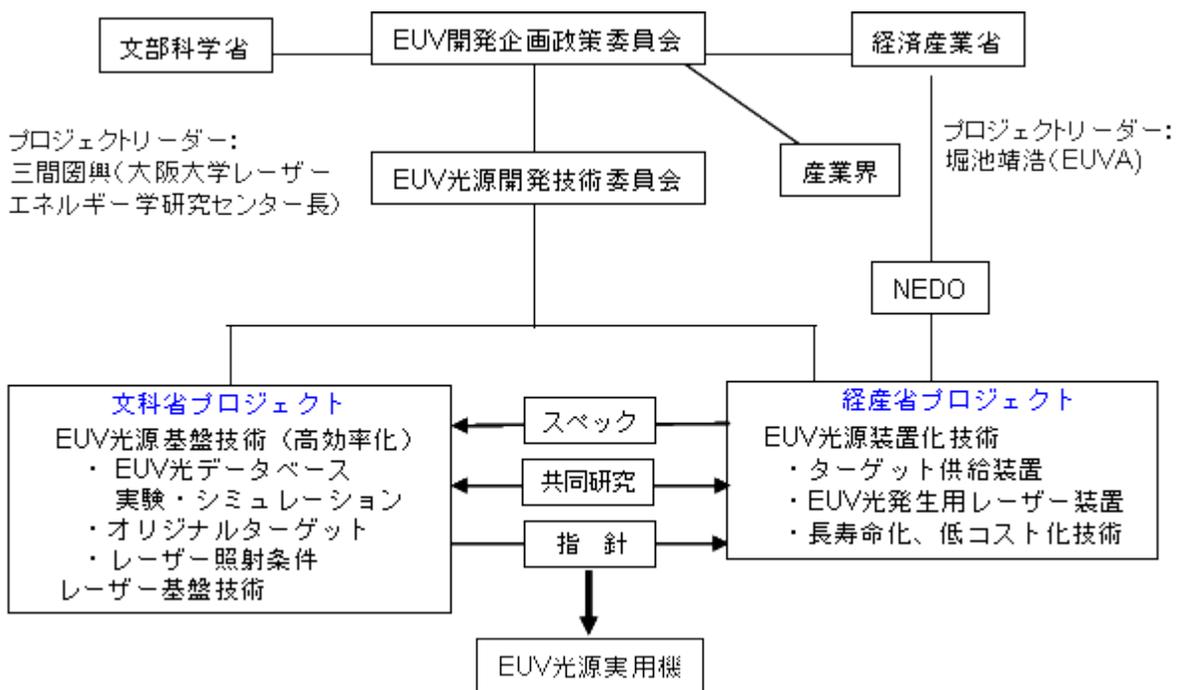
LSI 製造における細線化は国際的に凌ぎを削る競争が行われており、国際半導体技術ロードマップでは、2010年にhp45nmの線幅が示されている。

2007年現在hp65nmの線幅を、hp45nm以細にまで細線化するために必要なEUVリソグラフィ技術を開発する。

4 期待される効果

高感度化により今までにない微量分析や高速分析が可能になる。新方式で初めて実現される開放試料空間により、今までにない応用への道が拓かれる。我が国独自の新方式で世界最高の感度や新アプリケーションを実現することにより、分析機器としてのみならず、バイオや創薬の分野をはじめとし基礎研究から産業に及ぶ広範な分野において世界最高レベルの開発力・競争力の獲得につながるものと期待される。

5 実施体制



6 進捗状況

EUVデータベースの構築において、高効率のEUV変換が可能なスズ材料に絞り込み、4%以上のEUV変換が可能なレーザー条件の最適化指針を提供した。ターゲット開発では、クリーンEUV光源に必要な微量スズの連続供給技術の開発を行っている。高性能レーザーの開発では、露光装置における露光のオン・オフ動作に適合するレーザーの間歇運転技術を開発し、併せてファイバーレーザー等の低コスト化基盤技術の開発に着手した。