

# 革新的技術一覧

配布資料2

目標	革新的技術	
(i) 産業の国際競争力強化	高速大容量通信網技術	・オール光通信処理技術
	電子デバイス技術	・スピントロニクス技術
		・3次元半導体技術
		・カーボンナノチューブ技術(キャパシタ開発)
	高度画像技術	・3次元映像技術
	組込みソフトウェア技術	・高信頼・生産性ソフトウェア開発技術
地球温暖化対策技術	・高効率な太陽光発電技術 ・水素エネルギーシステム技術	
(ii) 健康な社会構築	知能ロボット技術	・生活支援ロボット技術
	医療工学技術	・高齢者・障害者自立支援技術(ブレイン・マシン・インターフェイス)
		・低侵襲医療機器技術(触覚センサー内蔵型内視鏡)
	再生医療技術	・iPS細胞再生医療技術
(iii) 日本と世界の安全保障	創薬技術	・iPS細胞活用毒性評価技術
	創薬技術	・感染症ワクチン開発技術(マラリア)
	検知技術	・非接触可視化・分析技術(テラヘルツ)
	食料生産技術	・主要作物環境耐性・多収化技術(小麦・大豆等)
		・広域回遊魚類完全養殖技術(ウナギ・マグロ)
	希少資源対策技術	・レアメタル代替材料・回収技術
グリーン化学技術	・遺伝子組換え微生物利用生産技術(エネルギー・化学工業原料)	
	・新触媒化学製造プロセス技術(水中機能触媒)	
新材料技術	・新超伝導材料技術(磁性元素超伝導体等)	

## 国家基幹技術一覧

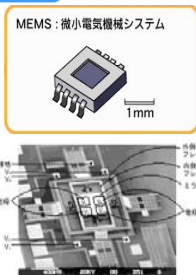
(国の存立に係わる最先端技術として国主導で取り組む国家基幹技術についても引き続き重点的に投資)

次世代スーパーコンピュータ
海洋地球観測探査システム
X線自由電子レーザー
高速増殖炉(FBR)サイクル技術
宇宙輸送システム

# MEMS集積化技術(マイクロ・エレクトロ・メカニカル・システム)

## 技術の概要

- ・従来の単機能のMEMSを集積化。異分野技術の融合等による新機能・多機能・高性能・超小型のMEMS\*を開発。



\*MEMS: 機械要素部品と電子回路を一体化した微細なデバイス

## 日本の技術の優位性

- ・各々が機能を持つデバイス(ウェハ)を4層集積したデバイスの試作機は、我が国が世界に先駆けて開発。
- ・集積化については日本がトップレベル。

## 社会へのインパクト

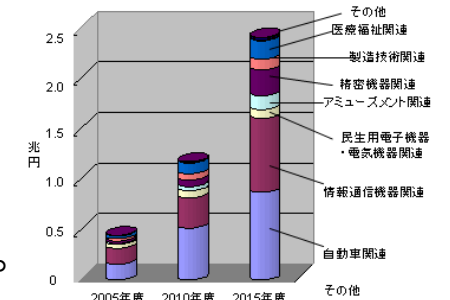
- ・わが国が得意とする超小型化や信頼性向上といった高付加価値ものづくりをさらに高機能化、高付加価値化する。
  - ・低コストで製造するための技術開発により、成果の社会への還元が加速。
  - ・各種センシングデバイス等の開発により、様々な分野への展開が期待される。
- ▶ 2015年度市場予測のうち、医療・環境分野は1割以下。16年度以降の拡大が期待。

(例)・医療分野

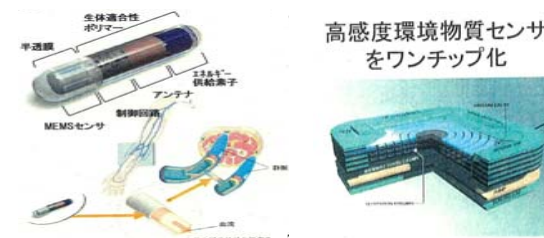
- ・人体に与える負荷を軽減させる超小型診断機の普及により疾患の予防・早期発見を効果的に推進。  
(例、血糖値測定等の体内埋込型検査デバイス)

・環境分野

- ・現在高価な分析器により評価している環境物質、ウイルス等の検出を、超小型チップで行う。  
(例、環境物質等を発生源で定常検査)



(財)マイクロマシンセンター調べ  
その他: 農林水産、航空宇宙、都市環境検査、エネルギー、バイオテクノロジー



## 開発のための必要とされる組織・体制

- ・産学官の異分野の多種多様な人材が結集した研究開発
- ・成果を共有し、早期の実用化をめざす。
- ・製造ラインを持たない中小・ベンチャー企業を含めた新規事業参画を容易にする、試作ラインを有する製造拠点・ネットワークの整備・高度化

## 必要とされるシステム改革事項

- ・国際標準化の推進  
(国際競争力の観点から、評価方法の標準化等が必要。)
- ・研究費を統合的に運用できる仕組み

# 新触媒化学製造プロセス技術(水中機能触媒)

## 技術の概要

- ・様々な触媒の活用により、投入するエネルギー及び資源や排出される廃棄物の抜本的な削減をもたらす「生産革新」的な化学プロセスの実現
- ・グリーンサステナブルケミストリー技術。

## 日本の技術の優位性

- ・水中で機能する触媒は世界初、我が国オリジナル技術。
- ・「サイエンス」「アメリカ化学会誌」等トップレベルの学術誌に論文が掲載。
- ・総被引用回数は化学分野で世界で10位以内。
- ・基本特許(物質特許)は出願済み。

## 社会へのインパクト

### ○(例)有機溶媒の利用を大幅に軽減する触媒技術

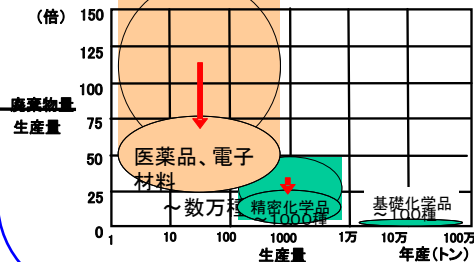
#### 従来プロセス

- ・溶媒として大量の有機溶媒使用

#### 新触媒プロセス

- ・従来有機溶媒中でのみ行われてきた合成が水中で可能となる新プロセス→脱溶媒・溶剤
- ・ケミカル廃水処理、ファインケミカル医薬品製造等へ展開可能

<省廃棄物プロセスの実現>



○化学産業全体の廃棄物の25%を削減(約400万t)

○生産性の向上

資源生産性...3倍 土地生産性...10倍  
時間生産性...10倍 エネルギー生産性 5倍

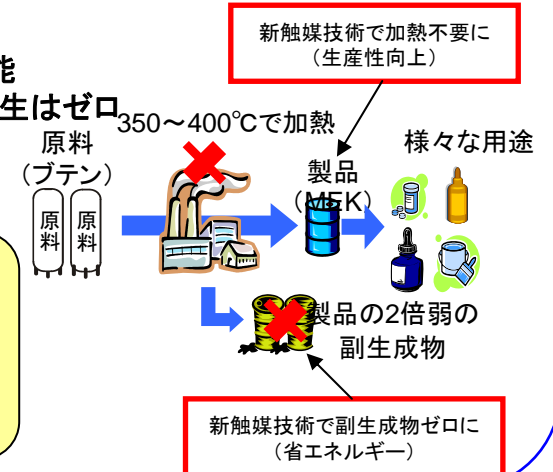
### ○(例)副生成物をゼロにする製造技術(MEK製造)

#### 従来プロセス

- \*MEK:メチルエチルケトン(国内年間製造量:27万t)
- ・350~400℃に加熱
- ・副生成物(硫安)が製品の2倍弱発生(約50万t)

#### 新触媒プロセス

- ・常温、常圧で製造可能
- ・副生成物(硫安)の発生はゼロ



## 開発のための必要とされる組織・体制

- ・大学、独法、民間企業の連携で要素技術の開発
- ・実証プラント開発、ユーザーによる製品評価並びに実用プラント稼動を目指した基盤整備

## 必要とされるシステム改革事項

- ・特になし

## 革新的技術概要

目標	革新的技術	革新的技術による効果	技術の優位性 (世界トップレベルの 根拠)	
(i)産業の 国際競争力 強化	高速大容量 通信網技術	オール光通 信処理技術	スイッチ・経路処理を含め、ネットワークのオール光化技術により、爆発的に増大する情報を処理可能とする一方で、ネットワークにおける電力効率を数十倍程度向上した超高速基幹ネットワークの構築が可能となる。また、次世代イーサネット規格等の国際標準の獲得も目指した技術確立等により、我が国の国際競争力が強化される。	波長多重による光ファイバ1本当りの伝送容量の拡大や光スイッチの切り替え速度(ナノ秒オーダー)等については、日本が世界トップレベル。
	電子デバイス 技術	スピントロニ クス技術	電子の移動にかえてスピンを活用することで、従来と比べ画期的に高速・高性能な不揮発性メモリ(フラッシュメモリに比べ、書き込み速度 1000 倍、書き込み回数はほぼ制限なし)等の開発が可能となる。これにより、待機時の電源を不要とする全く新しい機器や低消費電力デバイスの出現が期待される。	スピン注入磁化反転方式による不揮発性メモリについては、すでに世界最大規模(2MbRAM)の開発に成功。現在、世界に先駆けて 10Gb 以上を狙った磁気方向が面に垂直になる素子を開発中。
	3次元半導 体技術	3次元半導 体技術	今後のユビキタス社会には、単純なキー入力にかえて、音声・触覚・動作等による利用者にとって自然な操作のできる、より進化した携帯端末が必要不可欠。半導体デバイスに3次元化という全く新しい概念を導入することで、このような高度な処理を必要とする人間に優しいユーザーインタフェース等を携帯端末に収まるコンパクトさで実現する超高性能半導体デバイスの開発につなげる。	日本では 99 年から DRAM 積層技術などの開発を行っており、2~3 年遅れて本格研究を始めた欧米をリード。今回、異種チップ混合型の3次元半導体技術の開発についても、半導体メーカーを中心に先進的な取り組みが行われている。
	カーボンナノ チューブ 技術(キャパ シタ開発)	カーボンナノ チューブ 技術(キャパ シタ開発)	カーボンナノチューブ(CNT)が持つ高い電子移動度、大きな表面積等の優れた特性をキャパシタに適用することにより、従来製品に比べ2倍以上の高出力かつ高エネルギー密度、また従来を遙かに上回る充放電特性と寿命が実現でき、ハイブリッド建設機	CNTは我が国で発見され基本特許も抑えている我が国が強い技術である。配列した長尺単層CNT合成技術は「サイエンス」の化学分野で引用回数トップ(2005)。

			械等の大型機器への応用が可能となる。	
		MEMS集積化技術 (マイクロ・エレクトロ・メカニカル・システム)	従来 MEMS(機械要素部品と電子回路を一体化した小型デバイス)を更に集積化し、多機能・高性能・超小型の MEMS を開発する。例えば、環境物質等のきめ細やかな環境情報を取得するため、環境物質センサと無線通信機能等を集積化した厚さ1mm以下、数mm角の複合機能 MEMS を安価に製造し、国内の様々な場所に設置することができるようになるなど、新たな産業の創出が期待される。	各々が機能を持つデバイス(ウェア)を4層集積したデバイスの試作機は我が国が世界に先駆けて開発。
高度画像技術	3次元映像技術		ホログラフィの原理を活用した、3次元映像化技術により、実物と同等の超リアルな映像を、視聴者の前に浮かび上がらせることを可能とする。人間の感性と映像技術の相互作用を追究し、平面表示の限界を超えて事象との共存感を格段に高めることにより、視聴者にとって、極自然で迫力のあるコミュニケーションを実現する。また、立体音響技術等との組合せにより、臨場感を一層高め、テレワーク、医療、教育、商取引、芸術・芸能分野等様々な分野で新たな情報サービスを創造する。	日本は、3次元映像技術について産学官連携体制で研究開発を進め、欧・米・韓に先行している。欧・米・韓では、専用メガネ等を活用する複数視差映像表示技術が中心であるのに対し、日本が取り組む電子ホログラフィ技術は、実物反射光と全く同じ光の状態を再現するため、複数視差技術に比べ、リアルさや臨場感で圧倒的に優位である。
組込みソフトウェア技術	高信頼・生産性ソフトウェア開発技術		規模が急速に拡大する組込みソフトウェア開発分野において、信頼性と生産性を飛躍的に向上させるため、複数のマイコンチップや多様なアプリケーションに対応できる国際標準となる基盤ソフトウェアアーキテクチャを開発するとともに、ソフトウェアエンジニアリング手法やモデルベース開発手法等により、組込みソフトウェアの開発効率を従来の倍程度に上げるとともに、世界トップクラスの信頼性を達成する。ソフトウェア分野だけでなく自動車産業等での国際競争力をさらに強化させる。	組込みソフトウェアは、わが国が強いものづくりを支える基盤技術であり、現状では、リアルタイム性、信頼性、高機能の面で優位性がある。

	地球温暖化対策技術	高効率な太陽光発電技術	再生可能エネルギーとして大きなポテンシャルを秘めている太陽光発電の 2020 年における発電コストを 14 円/kWh、変換効率を 10～19%、2030 年に発電コストを火力発電並みの 7 円/kWh、変換効率を 15～22%に向上することを目指し着実な技術開発を実施することで、2030 年には2兆円を超える産業に育て上げる。	1974 年のサンシャイン計画に始まる技術開発により、効率向上、低コスト化、導入普及施策が進められた結果、生産量は1999年以降世界一位、累積導入量は世界トップ水準にある。
		水素エネルギーシステム技術	原子力を用いて、温室効果ガスを排出しない水素製造技術を確立することにより、地球温暖化対策とエネルギー安定供給を両立しつつ、将来水素を利用する還元製鉄、燃料電池自動車等の新たな環境エネルギー産業の創生を促すことで、日本の成長を支えることができる。 我が国では、ISプロセスの運転制御法を開発（特許出願3件）し、2004年に毎時30リッター規模の連続水素製造を達成した。また、2005年に実用材料（セラミックス）製反応器の試作に成功している。一方、米仏はISプロセスの共同研究を進めており、本年、実用材料製装置による毎時200リッター規模試験を行う計画である。	現在の工業的大規模水素製造技術である天然ガス等の水蒸気改質は大量のCO <sub>2</sub> が発生する。水電解は、水力・原子力発電等の電源を用いればCO <sub>2</sub> フリーの成熟技術であるが経済的競争性に劣る。高温ガス炉等からの高温熱を用いる新方法である熱化学法（IS プロセス、WH プロセス）及び高温水蒸気電解は高温熱利用のため高効率期待され、なかでも、純熱化学法のIS プロセスは、電解を併用する他法に比べ、大電力不要かつスケールメリットが期待できる非常に優れた方法であり、我が国は、本研究開発の先頭にある。
(ii)健康な社会構築	知能ロボット技術	生活支援ロボット技術	超高齢社会に向け、産業分野だけでなく、家事や福祉・介護といった幅広い分野に適応できる国民生活支援のためのロボットを実現する。このため、ロボット技術の三要素（センサ、制御、駆動）の更なる高度化と、システムとして高い安全性・信頼性・適応性を実現する統合技術を開発する。これにより、ロボット開発の効率向上（例えば、セル生産ロボッ	・日本は産業用ロボットの稼働台数（世界全体の約4割）、生産台数（約8万台／年）及びその要素技術（特許出願件数）において世界トップレベル ・汎用化（モジュール化）に向けたアプローチは、日本が先行

		トの場合、開発期間の 1/2 以下への短縮化が目標)を図る。また、これらの技術により、生活の場で人と安心して共生できるロボットを実現し、特に、負担の深刻化が進んでいる介護活動を支援することにより、障害者を抱える家族や介護者を毎日の重労働から解放する。	・多様なロボット開発の基盤となる日本発の「RTミドルウェア技術」が 2007 年末に国際標準として承認 ・人間との親和性も含めたシステム統合技術は、国際的に日本が先行
医療工学技術	高齢者・障害者自立支援技術 (ブレイン・マシン・インターフェイス)	約430万人といわれる要介護者や約10万人の脊髄損傷者等、疾病や事故によって身体の自由が利かなくなった方々が、自らの意思や思考を脳活動(脳波など)の変化として受信機(センサー)に伝え、それをデジタル信号に変えて支援機器に伝える、ブレイン・マシン・インターフェイス技術の開発により、自由に機能支援機器を操作することが可能となる。その結果、高齢者、障害者が介護なしに思いのまま行動できるようになる。	脳とのインターフェイスに必要となる赤外光技術レーザー技術、マイクロチップのセンサー技術は、世界トップレベルの技術。
	低侵襲医療機器技術(触覚センサー内蔵型内視鏡)	内視鏡手術は、現在様々な分野で普及してきている。今後、高度な3次元画像表示技術やセンサー技術等を利用して、高度な手術機能等を付加することにより、手術精度の向上が図られ、癌や心疾患等内視鏡手術が難しい領域へと手術適用範囲が広がる。また、心身への負担が少なく機能を温存させながら、がん等の病変の摘出が可能となる。予想される医療費の削減効果については、入院日数や治療期間の短縮等により、例えば、早期胃がんに対する内視鏡手術により、約200億円の削減が見積もられており、今後、新技術の展開と手術適応の拡大により、数百億円規模の医療費の削減が期待される。	内視鏡技術は、1971年～2003年に米国で出願された特許のうち41%が日本国籍であり、世界トップクラスの技術。
	心機能人工補助装置技術	植え込み型除細動機(ICD)は、循環器疾患(患者数:国内3500万人、世界10億人)の最終像である慢性心不全において、致死性不整脈を停止し、生存率を高めるためのものであるが、除細	・無痛性除細動を実現する停電力除細動技術は、我が国が激しい開発競争を勝ち抜き世界に先駆けて開発した。

			<p>動時に激しい苦痛を伴うこと、長時間の失神が不可避であること、心不全自体の進行を止められないこと等課題がある。本技術による低電圧無痛性植え込み型除細動機(超ICD)では、低電圧による無痛化、高速診断による失神の回避、自律神経刺激による心不全の進行予防が可能となる。また、本技術による次世代呼吸循環補助システムは抗血栓性と耐久性に優れ、これによって年間約18万人に上る心臓血管病による死亡の30~40%を占める急性期死亡の救命をはかることができる。さらに、抗血栓性、耐久性に優れた体内埋め込み型小型人工心臓システムによって、これら患者も心臓移植を待たずに在宅生活、社会復帰することが可能となる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・従来技術を比べて長期間効果を発揮する世界的にも類を見ない抗血栓性血液表面修飾技術。</li> <li>・人工心臓システムの回転軸のない血液ポンプ技術は、消費電力の少なさ、耐久性、安定性において世界の最先端であり、世界最小最軽量を実現する可能性がある。</li> <li>・生命維持に必要な技術が国産で提供可能になる。</li> </ul>
	再生医療技術	iPS細胞再生医療技術	<p>iPS細胞を活用した再生医療により、約10万人の脊髄損傷者や約20万人の視覚障害者、約26万人の人工透析患者(医療費1兆3000億円)、約228万人の糖尿病患者(医療費1兆1500億円)等事故や疾病等により、社会生活に制約を受けている方々の身体機能を向上させることが期待できる。</p>	<p>ヒトのiPS細胞の樹立に世界で初めて成功。</p>
	創薬技術	iPS細胞活用毒性評価技術	<p>薬剤の副作用及び化学物質の有害性について、その人のiPS細胞を分化させて様々な臓器の細胞を作成し、それを用いることにより、服用前の副作用や、人体への影響を評価することが期待できる。また様々な細胞と遺伝子情報をバンクとして整備することによって、創薬において薬効や副作用の評価が効率的に行うことが出来るようになる。また、iPS細胞を用いた疾患モデルの細胞を作成することで、疾患メカニズム等の解明が進む。</p>	<p>ヒトのiPS細胞の樹立に世界で初めて成功。日本の創薬等を支援する細胞バンクである細胞薬物の毒性に関するデータベース(トキシコゲノミクス)は世界トップクラスの規模。</p>
(iii)日本と世界の安全保障		感染症ワクチン開発技術(マラリア)	<p>世界で毎年、5億人以上が感染しているといわれるマラリアを予防するワクチンは、ワクチン作成に用いる適切な材料(タンパク</p>	<p>これまで停滞していたマラリアワクチン開発研究において、マラリアタンパク質の</p>



		質)が得られない等の課題があり、未だ実現されていない。植物機能を活用してタンパク質を取得する技術を用いることにより、マラリアのワクチン作成に必要な材料の候補となる様々なタンパク質を迅速に取得することが可能となる。それらの有効性についての検証を進めていくことにより、近い将来ワクチン作成が可能となる。	候補を効率的に取得する植物を利用した技術は、我が国独自の新しい。関連特許も取得済。
検知技術	非接触可視化・分析技術(テラヘルツ)	従来の分析システムでは、大型で分析時間のかかる高出力パルスレーザーを用いているが、半導体デバイス技術に立脚したテラヘルツセンサーを実現することなどにより、小型で安価なリアルタイムの分析装置を開発し、食品取扱施設での食品混入物検査、空港等でのセキュリティチェック、製造工程における医薬品や半導体の製造工程の検査、大気中の環境汚染物質のモニタリング等が可能となる。	常温で世界最高周波数の 1THz 発振を半導体デバイスにより実現。光通信技術を応用したテラヘルツパルス発生技術は日本独自。材料分光データベースは日本のものが世界最大。
食料生産技術	主要作物環境耐性・多収化技術(小麦・大豆等)	イネゲノム情報を活用し、不良環境(乾燥、塩害、湿潤環境等)に適応した農作物(稲・麦・大豆等)の品種改良によって、従来技術では達成困難であった品質や単収で従来の2倍以上の収量増となる優良品種、干ばつ等の災害に強い品種等を作成。これにより、農地を有効利用し、世界的な食料需給の安定を実現する。	イネゲノムおよび遺伝子機能解析により100以上のイネ遺伝子特許を取得済。産業応用としても欧米が行っていない研究領域であり優位性が高い。
	広域回遊魚類完全養殖技術(ウナギ・マグロ)	従来、資源枯渇が懸念される天然資源のみから捕獲してきたウナギ・マグロの稚魚を、卵から育てる完全養殖技術の確立により、天然資源の保護に貢献するとともに日本の家庭の食卓を豊かにする。	異種の卵を産ませる借り腹技術は日本がトップ。特に減少著しい海洋資源のマグロの完全養殖、シラスウナギの人工養殖は日本でのみ成功。
希少資源対策技術	レアメタル代替材料・回収技術	我が国経済を支える自動車、ロボット、エレクトロニクス等の先端産業においてレアメタルは不可欠。薄型ディスプレイに必須のインジウム等の代替技術や回収・再利用技術を開発することにより、これら先端産業の持続可能性を確保する。	代替材料開発ではインジウムを使用しない透明電極材料分野で世界トップ。砒素を安定化し、レアメタルを回収できる技術で日本は世界のトップ。

	グリーン化学技術	遺伝子組換え微生物利用生産技術 (エネルギー・化学工業原料)	食料と競合しない再生可能なバイオマスを原料としてバイオエネルギーや化成品を製造することができるGM微生物を用いたバイオプロセス技術の開発により、従来の微生物醗酵よりも数倍程度の高効率でバイオエタノール生産が可能になり、エネルギー消費・廃棄物が少ない省エネ・環境調和型循環産業を実現する。さらには、製造されたバイオエタノールやブタノール等を従来の石油の代わりに既存の石油化学プラントで活用していくという新たなエネルギー革命にもつながるものと期待される。	微生物を利用した醗酵技術は研究者が多く、日本の強み。石油に頼らないエネルギー生産や化成品生産への応用研究も日本では盛ん。発酵や醸造食品も含めた、発酵微生物を利用する技術、またはそれを利用するための基盤技術を含めた特許・実用新案は1979～2000年の間に約36,000件。その後も毎年1,500件ほどの出願が続いている。
		新触媒化学製造プロセス技術 (水中機能触媒)	様々な触媒技術の活用により、従来の化学製造プロセスと比較して省エネ、廃棄物削減、生産性向上を実現する。例えば、塗料や接着剤に用いられるMEK(メチルエチルケトン)は年間27万tが製造されているが、水中で機能する新触媒を用いると、従来350～400℃に加熱する必要のあったプロセスが常温で可能となる上、MEKの2倍弱発生していた副生成物(硫安)がゼロとなり、大幅な廃棄物削減、省エネが実現する。	水中で機能する新触媒は、我が国の独自技術であり、「サイエンス」誌や「アメリカ化学会誌」等、トップレベルの化学誌に論文が掲載されている。総被引用回数は世界で10位以内。
	新材料技術	新超伝導材料技術 (磁性元素超伝導体等)	新たな超伝導材料を研究開発することにより、従来にはない「高い超伝導転移温度」、「大電流・強磁場に耐える超伝導材料」が実現すると期待される。これにより、超伝導応用機器の小型化・低コスト化が可能となり実用化が加速する。また、例えば現在技術開発中の超高速大量輸送システムであるリニアモーターカーへの応用も期待される。	日本で、多くの元素で置換可能で自由度が高く、新しいメカニズムや優れた特性が見込まれる超伝導物質系が最近発見。

## 国家基幹技術概要

国家基幹技術	概 要
次世代 スーパーコンピュータ	理論、実験と並び、現代の科学技術の方法として確固たる地位を築きつつある計算科学技術をさらに発展させるため、世界最先端・最高性能のスーパーコンピュータを開発・整備。次世代スーパーコンピュータを最大限利活用するためのソフトウェアを開発・普及。
海洋地球観測探査 システム	衛星による全地球的な観測・監視技術と、海底の地震発生帯や海底資源探査を可能とする我が国独自の海底探査技術を開発し、全地球の多様な観測データを統合解析し、有用な情報に変換して提供。
X線自由電子レーザーの 開発・共用	現在の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。
高速増殖炉（FBR） サイクル技術	発電しながら消費した燃料以上の燃料を生産することにより長期的なエネルギー安定供給を確保し、放射性廃棄物の潜在的有害度の低減に貢献できる可能性を有するFBRサイクル技術の実用化に向けた研究開発を実施。
宇宙輸送システム	我が国が必要な時に、独自に宇宙空間に必要な人工衛星等を打ち上げる能力を確保・維持するため、H-IIA ロケット、H-IIB ロケット（H-IIA 能力向上型）及び宇宙ステーション補給機（HTV）に係る研究開発を実施。