

ナノテクノロジー・材料分野 重要な研究開発課題集 (平成18年2月14日案)

目次

○ ナノエレクトロニクス領域

- ・環境と経済を両立する
省エネルギー・環境調和ナノエレクトロニクス技術 p. 2
- ・従来のシリコン半導体を超える
次世代シリコンベースナノエレクトロニクス p. 3
- ・電子・光制御ナノエレクトロニクス技術 p. 4
- ・ナノエレクトロニクス部材の低価格化技術 p. 5
- ・ナノスケールに対応した半導体製造 p. 6
- ・セキュリティエレクトロニクス技術 p. 7

○ ナノバイオテクノロジー・生体材料領域

- ・生体の構造・機能などを解明する
分子イメージング技術 p. 8
- ・DDS・イメージング技術を核とした診断・治療法 p. 9
- ・超微細加工技術を利用した機器 p. 10
- ・極微量物質を検出する技術 p. 11
- ・生体内の分子を操作する技術 p. 12
- ・ナノバイオテクノロジーを応用した食品 p. 13
- ・再生誘導用材料 p. 14
- ・生体に優しい高安全・高機能性生体デバイス p. 15

○ 材料領域

- 【エネルギー】
- ・新エネルギー利用を具現化する材料の開発 p. 16
- ・省エネルギー、エネルギー高効率化のための
革新的材料の開発 p. 17
- 【環境】
- ・有害物質・材料対策、健康問題解決に資する材料技術 p. 18
- ・希少資源／不足資源代替
並びに効率的製造法技術の開発 p. 19
- ・環境改善・保全のための材料・プロセス開発 p. 20
- 【国際競争力】
- ・電子産業強化のための部材・プロセス技術の開発 p. 21
- ・国際競争力のある輸送機器のための材料・プロセス技術 p. 22
- ・材料産業の革新を目指すプロセス技術の開発 p. 23
- 【安心・安全】
- ・安心・安全社会を実現する材料・利用技術の開発 p. 24

○ ナノテクノロジー・材料分野 推進基盤領域

- 【技術基盤】
- ・革新的ナノ計測・加工技術 p. 25
- ・量子ビーム高度利用
計測・加工・創製技術 p. 26
- ・物性・機能発現指向の
シュミレーション・デザイン技術 p. 27
- 【推進基盤】
- ・ナノテクノロジーの責任ある研究開発 p. 28
- ・ナノテクノロジー・材料分野の
人材育成と研究開発の環境整備 p. 29
- ナノサイエンス・物質科学領域
- ・「量子計算技術」 p. 30
- ・「界面の機能解明・制御」
- ・「生体ナノシステムの動作機構解明」
の戦略的推進
- ・多様な基礎研究の推進 p. 31
- 【→ 基礎研究の推進】

環境と経済を両立する省エネルギー・環境調和ナノエレクトロニクス技術

概要	選定理由		
デバイスレベルでの消費電力の徹底的な低減と、システム・回路との連携による消費電力の無駄を省くことを目的とした、ナノ領域特有の物理現象・化学現象を積極的に利用したナノデバイス技術の開発。 対象となる研究開発領域：超低消費電力エレクトロニクス、分子・有機エレクトロニクス	エレクトロニクスにおける、デバイスレベル及びシステム・回路での省エネ化や高効率化は、すべての社会活動の省エネ・効率化の基盤となる。		
成果目標	個別政策目標	中政策目標	
<u>ナノ領域特有の物理現象・化学現象を積極的に利用したナノデバイス技術を開発することにより、デバイスレベルでの消費電力を徹底的に低減するとともに、システム・回路との連携による消費電力の無駄を省くことにより、電子機器およびその他の装置・システム等の消費電力を削減し、国家の省エネルギー政策にデバイスレベルから貢献する。</u> 【文科省(一部)】【経産省(暫定)】【環境省】	世界を先導する省エネルギー国であり続ける	(4)地球温暖化・エネルギー問題の克服	
研究開発目標			
・45nm レベルの半導体デバイス・プロセス・材料技術(2010 年頃までに) (2010 年までに、45nm レベルの半導体微細化による高速度・低消費電力デバイスを実現する。【経産省】) ・パワーデバイス、高周波デバイス(2011 年頃まで) (2010 年頃までに、シリコントランジスタにとってかわる10W/cm³ 級パワーデバイス(現在5W/cm³ 級の約2倍)により高効率インバータを実現し、また、350GHz 級の高周波デバイス(現在200GHz 級の約1.8倍)を実現する。【経産省】) ・電気・光技術を活用した高効率なネットワークデバイス (2007 年頃に通信量 40Gb/s 級の高速通信機器を実現。2008 年頃に通信量 10Tb/s 級の光スイッチングデバイスを実現。 2011 年頃に低消費電力な高速ルータ用超電導デバイスを実現。【経産省】) ・革新的材料等による高効率な表示・発光デバイス (2011 年までに、革新的材料による高効率な表示・発光デバイスを用いた次世代大型平面ディスプレイを実現する。 2011 年頃に革新的な効率のディスプレイ用偏光板の実現。2007 年頃に集積化した低消費電力ディスプレイを実現。【経産省】) ・大容量・高速・低消費電力のギガビット級メモリ・ギガビット級ストレージ (2012 年頃までに、増大する情報量に対応する1.2Tb/in² 級の大容量・高記録密度ストレージ(現在150Gb/in² 級の約8倍)を実現する。【経産省】) ・分子、有機などの新材料、あるいはスピンなど、従来のシリコンエレクトロニクスで利用されていない材料・機能を利用したデバイス (2015 年頃まで【文科省】) ・その他 (2010 年頃に情報家電の低消費電力化、高度化(多機能化等)に資する半導体アプリケーションチップを実現。2008 年頃に低消費電力な積層メモリを実現。【経産省】)			

従来のシリコン半導体を超える次世代シリコンベースナノエレクトロニクス

概要		選定理由	
シリコンナノ領域特有の物理現象・化学現象を積極的に利用して、現在の半導体技術をさらに発展させるデバイス技術を実現するとともに、従来の半導体の動作原理を打破する新デバイス技術を模索する。 対象となる研究開発領域：シリコンナノエレクトロニクス			
成果目標		個別政策目標	中政策目標
シリコンナノ領域特有の物理現象・化学現象を積極的に利用して、現在の半導体技術をさらに発展させるデバイス技術を実現するとともに、従来の半導体の動作原理を打破する新デバイス技術開発を目指す。これらにより、デバイス性能を飛躍的に高め、世界を魅了するユビキタスネット社会を実現させるとともに、日本の強い情報家電等の具体的アプリケーションに特化して行うことで、日本のこの分野における国際競争力をさらに高め、世界においてリーダーシップを発揮する。 【文科省(一部)】 【経産省(暫定)】		現在の半導体の動作原理を打ち破る革新的デバイスを実現する	(6) 世界を魅了するユビキタスネット社会の実現
		ナノテクノロジー・革新部材を駆使して今世紀のマテリアル革命を先導する	(8) 科学技術により世界を勝ち抜く産業競争力の強化
研究開発目標			
・45nm レベルの半導体デバイス・プロセス・材料技術 (2010 年までに、45nm レベルの半導体微細化による高速度・低消費電力デバイスを実現する。【経産省】) ・シリコンエレクトロニクスの大幅な高度化・高機能化につながる材料・構造・界面などの機能解明 (2015 年頃まで【文科省】) ・高性能プロセッサ等の情報処理チップ (2010 年頃に情報家電の低消費電力化、高度化(多機能化等)に資する半導体アプリケーションチップを実現。【経産省】) ・パワーデバイス、高周波デバイス ・その他 (2008 年頃に低消費電力な積層メモリを実現。【経産省】)			

重要な研究開発課題

電子・光制御ナノエレクトロニクス技術

概要

新しい高速大容量情報通信・情報処理技術、セキュリティ技術開発を目指して、従来のシリコンエレクトロニクスで利用されていない材料もしくは機能に対して、ナノ領域特有の物理現象・化学現象を積極的に活用することにより、既存技術の原理的限界を超え、新規機能を有する加工、デバイス、システムを開発する。
対象となる研究開発領域：インターコネクト、新センシング技術、大容量不揮発性メモリ、スピントロニクス、ナノフォトニクス、フォトニックネットワーク

選定理由

既存技術の原理的限界を超えた新しい高性能・高機能光デバイス・システムの実現が期待される。

成果目標

従来のシリコンエレクトロニクスで利用されていない材料もしくは機能に対して、ナノ領域特有の物理現象・化学現象を積極的に活用して、現在の半導体技術をさらに発展させるデバイス技術を実現するとともに、従来の半導体の動作原理を打破する新デバイス技術開発を目指す。これらにより、デバイス性能を飛躍的に高め、世界を魅了するユビキタスネット社会を実現させるとともに、日本の強い情報家電等の具体的アプリケーションに特化して行うことで、日本のこの分野における国際競争力をさらに高め、世界においてリーダーシップを発揮する。【文科省】【経産省（暫定）】

個別政策目標

現在の半導体の動作原理を打ち破る革新的デバイスを実現する

ナノテクノロジー・革新部材を駆使して今世紀のマテリアル革命を先導する

中政策目標

(6) 世界を魅了するユビキタスネット社会の実現

(8) 科学技術により世界を勝ち抜く産業競争力の強化

研究開発目標

【現在の性能をジャンプアップ】

- ・大容量メモリ・ストレージ、および光メモリ (2015 年頃まで【文科省】)
(2012 年頃までに、増大する情報量に対応する 1.2 Tb/in² 級の大容量・高記録密度ストレージ(現在 150 Gb/in² 級の約 8 倍)を実現する。【経産省】)
- ・新電気・光デバイス (2015 年頃まで【文科省】)
(2008 年頃に通信量 10Tb/s 級の光スイッチングデバイスを実現。【経産省】)
- ・分子・有機などの新材料、あるいはスピンなど、従来のシリコンエレクトロニクスで利用されていない材料・機能を利用したデバイス (2015 年頃まで【文科省】)
(2012 年頃にスピン注入磁化反転方式のメモリを実現。2011 年頃に革新的な効率のディスプレイ用偏光板の実現。【経産省】)

【アプリケーションにおける国際競争力】

- ・大容量メモリ・ストレージ、および光メモリ
(2012 年頃までに、増大する情報量に対応する 1.2 Tb/in² 級の大容量・高記録密度ストレージ(現在 150 Gb/in² 級の約 8 倍)を実現する。【経産省】)
- ・新電気・光デバイス
(2008 年頃に通信量 10Tb/s 級の光スイッチングデバイスを実現。【経産省】)
- ・分子・有機などの新材料、あるいはスピンなど、従来のシリコンエレクトロニクスで利用されていない材料・機能を利用したデバイス (2015 年頃まで【文科省】)
- ・量子情報処理, 量子通信, 量子暗号
- ・単一量子に関わる基礎技術の高度化と多量子化に向けた基盤技術の創出 (2015 年頃まで【文科省】)

ナノエレクトロニクス領域

重要な研究開発課題

ナノエレクトロニクス部材の低価格化技術

概要	選定理由		
コスト競争力の高いナノエレクトロニクス材料・部材・デバイスを提供するために、ナノエレクトロニクス領域のすべての開発過程において、開発開始当初からコスト低減意識を徹底した材料・技術開発。			
対象となる研究開発領域:超低価格エレクトロニクス			
成果目標	個別政策目標	中政策目標	
ナノエレクトロニクス領域のすべての開発過程において、開発開始当初からコスト低減意識を徹底し、コスト競争力の高いナノエレクトロニクス材料・部材・デバイスを提供することにより、技術面のみでなくコスト面での国際競争力を確保する。 【経産省(暫定)】	現在の半導体の動作原理を打ち破る革新的デバイスを実現する	(6) 世界を魅了するユビキタスネット社会の実現	
研究開発目標			
・低コスト半導体製造 ・入手容易な材料の利用および容易な制作性を可能とする電子材料 ・ディスプレイ部材(2015年頃まで【経産省】) (2010年までに微小領域のプリントが可能なナノコンタクトプリント技術の確立とフレキシブル有機 TFT 部材の開発を目指す。 上記技術を活用し、2015年までに下記のような製造技術の開発を目指す。 ○巻き取り可能な曲面ディスプレイ ○シール状 IC タグ【経産省】) ・大容量ストレージ・メモリ ・光学部材 ・低コスト製造技術(2015年頃まで【経産省】) (2010年までに有機ナノファイバーの高速連続製造技術を確立し 2015年までに下記のような製造技術の開発を目指す。 ○高エネルギー密度のキャパシター(0.5円/F) ○高パワー密度の超小型二次電池 (10kW/kg)【経産省】)			

ナノエレクトロニクス領域

重要な研究開発課題

ナノスケールに対応した半導体製造

概要	選定理由		
32nm 以降の半導体製造技術に向けた、ナノスケールに対応した半導体製造技術および装置の開発。 対象となる研究開発領域: ナノスケール半導体製造			
成果目標	個別政策目標	中政策目標	
<u>造形・加工</u> における新しいナノテクノロジー技術を展開させ、ナノスケールに対応した半導体製造技術および装置を開発することにより、32nm 以降の半導体製造技術での優位性を確保する。【文科省(一部)】【経産省(暫定)】	他国が追随できない先端ものづくり技術を進化させる	(7) ものづくりナンバーワン国家の実現	
研究開発目標			
・リソグラフィ等の半導体微細加工技術 ・ナノ構造の加工・造形技術 (2015 年頃まで【文科省】)			

ナノエレクトロニクス領域

重要な研究開発課題

セキュリティエレクトロニクス技術

概要	選定理由		
将来の情報セキュリティ確保のために、ナノ領域特有の物理現象・化学現象を積極的に利用した認証・通信技術開発。 対象となる研究開発領域: セキュリティエレクトロニクス			
成果目標	個別政策目標	中政策目標	
ナノ領域特有の物理現象・化学現象を積極的に利用した認証・通信技術を開発することにより、インターネット社会における情報セキュリティを堅固なものにする。【文科省(一部)】【経産省(暫定)】	情報セキュリティを堅固なものとし、インターネット社会の安全を守る	(12) 暮らしの安全確保	
研究開発目標			
・生体認証技術 ・解読不能な通信技術 (2015 年頃まで【文科省】)			

重要な研究開発課題

生体の構造・機能などを解明する分子イメージング技術

概要		選定理由	
ナノメートルレベルでの生体の構造や機能を正確・精密に理解するため、分子イメージング用ハード、ソフト及びプローブ技術を開発する。 対象となる研究開発領域：生体分子イメージング		分子標的の創薬が可能となってきた現在、的確な標的を設定するためにも分子レベルでの生命現象の解明が不可欠である。	
成果目標		個別政策目標	中政策目標
非侵襲で、静的構造・動的挙動を観察する超精密分析技術などの計測・解析技術の基盤構築と、解析技術の基礎となる理論・数理モデル構築を構築し、世界最高水準の生体分子の構造と機能の關係のデータベースを構築する。		(生体の構造・機能などを分子レベルで解明する)	(1)新しい原理・現象の発見・解明
生体分子の構造・機能に関する知見を、がん、循環器疾患や脳神経系疾患をはじめとする各種疾患との關係の解明につなげ、新薬の創製や治療法の開発に資することで、国民を悩ます疾患を克服する。		(生体の構造・機能などを分子レベルで解明し、効果的創薬につなげる)	(9)国民を悩ます病の克服
研究開発目標			
・2011 年までに、タンパク質などの生体分子の構造を静的・動的に観察するためのX線利用イメージング技術を開発し、機能との關係をデータベース化する。特に、循環器疾患や脳神経系疾患をはじめとする各種疾患との關係を解明する。 ・2010 年度までに、テラヘルツ光からX線までの各種イメージング技術を整え、生体膜や細胞内器官が機能する仕組みを解明する。 ・2011 年までに、生きた細胞内部の中の一機能分子の動きを追跡する技術を開発する。 ・2011 年までに、創薬における薬効評価に資するナノレベル機能イメージング技術を開発する。 ・2011 年までに、循環器疾患や脳神経系疾患の原因タンパクの同定、タンパク構造決定、in silico drug discovery 法による化合物設計を経て、複数個以上の新規化合物を開発し、それらを前臨床研究レベルあるいはそれ以上のレベルに到達させる。 ・2012 年までに、in silico 創薬技術等との連携により、効果的創薬を可能とするナノレベル構造・機能イメージング技術を開発する。 ・2014 年までに、タンパクなどの生体分子の構造と機能の關係のデータベースを構築する。 ・2015 年までに、医薬品の効き目を細胞クラスターで評価するシステムを確立する。			

重要な研究開発課題

DDS・イメージング技術を核とした診断・治療法

概要

バイオテクノロジー、IT、およびナノテクノロジーを融合させることにより、高性能・低副作用 DDS キャリアを開発し、キャリア・薬物複合体の生体内動態のリアルタイム観察システムにより超早期に病変を診断するとともに、薬剤デリバリーの最適化を図る。また、長期に薬剤を担持・安定化・徐放できる徐放製剤等を開発し、重要疾患に対して効果が大きく副作用の少ない、細胞及び細胞内の核・小器官などをターゲティングする治療法を確立する。

対象となる研究開発領域：生体分子イメージング、ナノバイオ DDS(ヒト用、家畜用)

選定理由

がん特に難治性がんの超早期診断の実現、転移性がん・難治性疾患・生活習慣病・遺伝子疾患などへの副作用が少なく、治療効果の高い医療の実現のためには不可欠な技術である。

成果目標

- ・がん、循環器疾患、難治性疾患、生活習慣病、遺伝子疾患などへの超早期診断と副作用が少なく、治療効果の高い医療が実現する。
- ・DDS ワクチン開発・供給体制を確立することにより、医療の形態を治療から予防にシフトさせるとともに、インフルエンザなどの大流行を抑制する。
- ・痛み・かゆみなどの不快な症状を抑制する DDS を実現することにより、QOL 向上を図る。
- ・家畜用 DDS を開発し、抗生物質への依存を著しく低減した家畜の衛生管理技術を確立することで、食の安全・安心につなげる。

個別政策目標

バイオテクノロジーとITやナノテクノロジーを融合した新たな医療を実現する

中政策目標

(9) 国民を悩ます病の克服

研究開発目標

- ・2010 年までに、高薬効・低副作用 DDS キャリアを開発するとともに、イメージング技術を利用したキャリア・薬物複合体の生体内動態のリアルタイム観察システムを構築する。
- ・2011 年までに、1mm 程度のがんを分子レベルで診断する技術を確立する。
- ・2013 年までに、ウイルスの変異に迅速に対応できる DDS ワクチン開発・供給体制を確立する。感染症以外に対する効率的ワクチンの技術を確立し、医療の形態を治療から予防にシフトさせる。
- ・2016 年までに、長期的に薬剤を担持・安定化・徐放できるナノ薬物送達システムを実現し、難治性疾患への応用の道を拓く。
- ・2016 年までに、抗生物質使用量を著しく低減した家畜衛生管理技術を確立する。

重要な研究開発課題

超微細加工技術を利用した機器

概要 低侵襲な診断・治療機器やバイオプロセスへの応用を目的として、半導体加工技術を基本とするナノマシニング技術を利用した超微細アクチュエータ、高集積センサ、Lab-on-Chipなどのデバイスを開発する。 対象となる研究開発領域：NEMS、マイクロアレイ・マイクロチャネル	選定理由 がんをはじめとする各種疾患の超早期診断と低侵襲かつ安全な超早期治療を外来や短期間の入院で提供できるようにするためには、必須の技術である。また、環境リスクの予防的な管理体制を構築するための基盤技術となり得る。
---	--

成果目標	個別政策目標	中政策目標
・ナノ技術を駆使した、臨床現場で使用可能な低侵襲診断機器・低侵襲治療機器を開発し、副作用が少なく個人に最適化した治療効果の高い医療を実現することにより、低侵襲かつ安全な超早期治療を短期間の入院や外来で提供できるようになる。これにより国民を悩ます重要疾患(がん、循環器疾患、糖尿病、認知症等)を克服する。 ・神経と電子回路を機能的に連結するインターフェースを実用化し、人工感覚器を開発する。これにより、視覚・聴覚などの感覚障害を補う治療が実現する。	バイオテクノロジーとITやナノテクノロジーを融合した新たな医療を実現する	(9) 国民を悩ます病の克服
・ナノテクノロジーを活用した環境技術を開発し、環境リスクの予防的な管理体制を構築する。	化学物質が人体と環境へ与える害を最小化する	(5) 環境と調和する循環型社会の実現

研究開発目標

- ・2011年までに、ナノバイオ融合MEMS製造における下記基盤技術を開発し、医療応用や環境リスク低減のための開発に繋げる。
 - バイオ物質の表面パターニングを任意の形状で可能とする。
 - タンパク質などの分子を任意の位置、配向で固定する。
 - ナノ物質の化学的修飾を精度±10nmでの位置決めを行う。
- ・2011年までに、デバイスやバイオセンサ等、ナノ技術を駆使して生体構造・組織への適合性を高めた医療機器の開発を進め、臨床現場で活用できるようにする。
- ・2014年までに、微細加工技術により、DDSキャリアの開発や、超微細内視鏡治療システムを構築する。
- ・2014年までに、体内埋め込み型ICチップ、使い捨てICチップなどを開発し、個人毎に最適な治療を行う医療を構築する
- ・2015年までに、細胞活性評価用マイクロLab-on-Chipデバイスの開発を行い、環境中有用微生物の迅速検索を可能とする。
- ・2015年までに、センシングナノ構造体上に人工組織を形成させたユニット(バイオナノ協調体)の開発を行い、環境汚染物質等による生体影響評価を迅速簡易に可能とする。
- ・2016年までに、人工網膜などの高度な体内埋め込み機器を開発する。
- ・2016年までに、超微小埋め込み型医療機器を用いた医療について、臨床実験・治験を行う段階まで到達させる。
- ・2020年までに、神経と電子回路を機能的に連結するインターフェースを実用化する。
- ・2020年までに、有害性評価チップ等によるきめ細かな環境対策を実現する。

重要な研究開発課題

極微量物質を検出する技術

概要 生物現象に代表されるナノレベルの制御技術や、IT 技術及びナノ構造加工技術を組み合わせることにより、体内における極微量物質の検出精度を飛躍的に向上し、重要疾患(がん、循環器疾患、糖尿病、認知症等)の早期診断を実現すると共に、環境モニタリングの高度化による環境リスクの最小化を達成する。 対象となる研究開発領域: ナノバイオセンサ(ヒト用、家畜用)	選定理由 体内で起こる疾病の早期状態を的確に把握することにより、重要疾患の超早期診断が可能となる。 また、環境面においても、環境汚染物質の早期検出により、汚染防止の対策を立案が可能となる。
---	--

成果目標	個別政策目標	中政策目標
・タンパク質、ペプチド、糖鎖、金属など生体試料中の極微量物質を検出するためのバイオセンサーやデバイスを開発することにより、早期かつ低侵襲の診断を実現する。	バイオテクノロジーとIT やナノテクノロジーを融合した新たな医療を実現する	(9) 国民を悩ます病の克服
・化学物質有害性評価チップ等を開発することにより、環境中極微量化学物質・食品毒・抗原物質などの検出と評価を行い、安心・快適な暮らしにつなげる。	化学物質が人体と環境へ与える害を最小化する	(5) 環境と調和する循環型社会の実現

研究開発目標

- ・2010 年までに、血液や体液、尿中などのタンパク質、ペプチド、糖鎖、金属など極微量物質を検出するためのバイオセンサーやデバイスを開発する。
- ・2020 年までに、化学物質を高感度に検出可能な昆虫のフェロモン受容体などの生体システムを模したナノバイオデバイスを開発する。

重要な研究開発課題

生体内の分子を操作する技術

概要

生体における細胞や臓器の構造や機能を分子レベルで理解し、このレベルで直接操作する技術確立する。

対象となる研究開発領域：細胞内分子操作

選定理由

近年の分子ナノテクノロジーの進展を受けて、これまでにはない次世代の医療技術を開拓できる可能性が高い。

成果目標

生体分子イメージング技術などを併用して、細胞内生体分子などの捕捉や移動技術、細胞表層分子の操作技術確立することにより、生体の構造や機能を含む生命現象のメカニズムを分子レベルで解明し、生命現象のメカニズムを活用・制御する基本技術開発に資する。

個別政策目標

(生体を分子レベルで操作する)

中政策目標

(1) 新しい原理・現象の発見・解明

研究開発目標

- ・2011 年までに、細胞内における構造・機能分子の捕捉・イメージング技術確立する。
- ・2015 年までに、生体を分子レベルで操作する技術確立する。
- ・2016 年までに、生体分子イメージング技術などを併用して、細胞内生体分子などの捕捉や移動技術、細胞表層分子の操作技術確立する。

重要な研究開発課題

ナノバイオテクノロジーを応用した食品

概要 ナノ粒子の物理化学的特性を利用して腸管吸収特性が高く、機能性成分の含有率の高い安全で高品質の食品を開発する。 対象となる研究開発領域: ナノバイオ食品		選定理由 我が国の食料の多くは輸入に頼っているが、ナノテクノロジー分野での国際競争力は高い。この技術を応用した食品を開発することにより、食料自給率を向上させると共に、高機能性食品を海外へ輸出することが可能となる。	
成果目標 ナノバイオテクノロジーを活用した機能性成分を向上した食品を開発することで、国民が生涯健康な生活を送ることができるようにすると共に、食品物性制御技術やナノテクノロジーを活用して、消費者ニーズの高い食品や食品栄養成分の長期安定保存システムを開発することにより、国際競争力が高く、安全で高品質な食料を安定して供給するための体制を確立する。2016 年に食料自給率を 45%まで向上させることに資する。		個別政策目標 国際競争力の高い、安全で高品質な食料を提供する	中政策目標 (8) 科学技術により世界を勝ち抜く産業競争力の強化
研究開発目標 ・2010 年までに、食品のナノ粒子の物理化学特性、腸管吸収基礎特性等を解明する。 ・2015 年までに、食味を損なわずに機能性成分を食品に安定的に取り込む技術等を開発する。 ・2017 年までに、世界に先駆け、新しい食感や風味を持つ食品や機能性成分の腸管吸収が著しく向上した食品を実用化する。 ・2020 年までに、ナノ構造を活用した食品栄養成分の長期安定保存システムを開発する。			

重要な研究開発課題

再生誘導用材料

概要 臓器移植が限定されるわが国においては、これに代わる臓器、器官の再建、機能回復を図る治療法としての再生医療の確立が重要である。臓器移植によらず腎臓、肝臓、心筋、皮膚、骨、靱帯、軟骨等の臓器、器官の再建、機能回復を可能にするために生体組織の形成・再生をナノ構造・形態と細胞の相互作用の視点から捉え、その機構を理解して生体組織再生に不可欠な再生誘導用材料開発、ハイブリッド化、多次元足場構築、組織培養システム構築、再生メカニズム解明、再生機能・過程評価等を行い、臓器・器官再生の臨床応用を目指す。 対象となる研究開発領域：再生誘導促進材料、再生培養システムと再生誘導治療	選定理由 再生医療確立の鍵となるテクノロジーをそれを支える材料として極めて重要		
成果目標	個別政策目標		中政策目標
再生医療の確立により、角膜、脾臓、肝臓、心筋、血管、皮膚、骨等の臓器・器官の再建と機能回復を図る。	失われた人体機能を補助・代替・再生する医療を実現する		(9) 国民を悩ます病の克服
研究開発目標			
・様々な生物現象をナノレベルで観察し、生体組織の形成・再生と再生過程・機能評価ならびにそれを促進・誘導する機能性足場材料を開発すると共にその再生メカニズムの解明と再生誘導材料の役割を明らかにする。 ・臓器、器官を再生するための細胞の増殖、分化と機能改変のための培養システムならびにその周辺技術を開発し、再生医療を確立するための細胞適合性材料の開発ならびに多次元再生用足場構築時術を確立する。 ・生体内の代謝システムに組み込まれ、生体組織を修復する非生物由来材料を創製する。 ・感染症リスクの少ないコラーゲン抽出手法を開拓する。 ・2010年には皮膚や骨、軟骨等の組織再生を可能にすると共に、角膜の再生治療を実用段階にまで発展させる。 ・2015年までに心筋や血管等の再生を可能にすると共に、抗血栓作用を半永久的に発揮し血栓化することなく表面が内皮化する生体適合性技術を開発し、臨床試験・治験段階まで発展させる。 ・肝臓等の臓器再生を可能にする再生医療技術の確立を目指す。			

重要な研究開発課題

生体に優しい高安全・高機能性生体デバイス

概要

多くの国民が高齢化に伴って必要とする、骨折・骨疾患治療、血栓除去、臓器外科手術等の治療をより容易に、信頼性高く享受し得る医療を提供することが極めて重要である。これを支える生体材料開発、医用デバイス設計・組み立て・制御技術の開発を行う。そのための骨・臓器再建・機能保全用材料開発、とりわけナノテクノロジーを駆使して材料界面・表面改質、形態制御による生体に優しい医用デバイス、センサー、機能材料の基盤技術確立し、人工骨、インプラント、人工歯根、人工心臓、人工視覚、血栓除去デバイス、手術用デバイス等を開発すると共に、治療・診断のための評価手法を開拓する。また、人工心臓、人工骨、人工視覚など失われた生体機能を再建、回復、代替するための材料、デバイス材料の開発とその設計・組み立て・制御技術確立すると共に手術支援等のためのデバイスを開発する。

対象となる研究開発領域：生体再建、機能保全デバイス材料の創製（長寿対応医療材料）、生体再建促進・治療診断のための機能評価法の確立、医用デバイス材料の開発と設計

選定理由

多くの国民が等しく受けられる失われた機能回復・代替のための医療を等しく受けられるための医用デバイス開発が高齢化社会を快適に過ごすために求められている。

成果目標

個別政策目標

中政策目標

多くの国民が高齢化に伴って必要とする治療をより容易に、信頼性高く享受し得る医療を提供し、快適ではつらつとした老後を保証する医療を医用材料・デバイス面で支える。

失われた人体機能を補助・代替・再生する医療を実現する

（１０）誰もが元気に暮らせる社会の実現

研究開発目標

- ・人工腎臓、人工心臓、人工骨、人工歯根などの生体医療材料・デバイス・インプラント開発のための生体親和性、融合性ならびに安定性の高い材料開発・合金設計ならびに加工・形態制御技術、表面処理技術開発ならびにデバイス設計、制御技術を開発する。
- ・人工心臓、補助心臓、手術用デバイスに関しては血栓形成抑制等のための材料開発、表面機能改質技術の開発を行う。
- ・体内埋め込み電子機器と生体の界面を制御しての人工視覚などでの電気刺激や電気刺激の取り出しの長期取り出し、デバイスの長期使用、信頼性向上を材料面、設計面から図る。
- ・2010年には体内埋め込み型人工心臓を体外人工心臓と同レベルまで高める。
- ・2015年までに良好な界面適合性を有する材料・形状による生体適合性を向上させたインプラントを開発し、人工骨等の医用デバイスの国産比率を飛躍的に向上させる。
- ・2020年までに神経と電子回路を機能的に連結するインターフェイスを実用化する。

新エネルギー利用を具現化する材料の開発

概要 新エネルギーとしての水素社会の構築のための燃料電池関連材料開発、超伝導材料の開発、携帯電話の多機能化に対応できる 2 次電池の高容量化やマイクロ燃料電池の開発、新規熱電材料の開発を目的として、エネルギー及び環境問題の大幅な改善を目指す。 対象となる研究開発領域:水素利用・燃料電池用材料、新エネルギー・次世代クリーンエネルギー開発	選定理由 クリーンな新エネルギーの利用を、現実的に可能にする材料の開発は、わが国の直面する大きな課題である。	
成果目標	個別政策目標	中政策目標
高効率燃料電池、超伝導技術を利用した機器、廃熱利用のための熱電発電(技術)等の新しいエネルギーの利用を具現化する材料技術を開発することにより、石油に頼らないクリーンな新エネルギー利用を実現に貢献する。	世界で利用される新たな環境調和型のエネルギー供給を実現する	(4) 地球温暖化・エネルギー問題の克服
研究開発目標		
・ 燃料電池が新エネルギー源として現実的に利用可能(コスト1/10、効率30%アップ)な技術的道筋を明確にする。 水素吸蔵量 4.0mass% at 150 実用航続距離 400km を可能とする水素吸蔵材料の開発。(2015 年水素吸蔵量 5.5mass% at 150 、実用航続距離 500km を達成。) ・ 定置用燃料電池: 材料技術:発電効率劣化 1%以内/4 万時間および製造技術:50 万円/1kw の低価格化達成。(2015 年) ・ 熱電材料については、性能指数 ZT>1 で、かつ現実的に応用が可能な材料を実現する ・ 超電導では77K 以上の温度で使用可能な1000m以上の線材を産業化する。臨界電流密度 10 万 A/cm2 at 20K の性能を持つ 1km 超電導線材コイル。(2020 年) ・ CNTを用いたキャパシタの開発 ・ 性能指数 ZT>1を満たし、環境負荷の少ない元素から構成される熱電材料 ・ 燃料電池分野では非貴金属系で現状と同程度の性能を有する触媒の開発 ・ 光触媒による水素製造では太陽光量子効率で、水の電気分解のよる効率に匹敵する性能をもつ材料の開発 ・ 水素充填あたり 500km の走行距離を 2015 年までに可能とする水素水素吸蔵合金の実現 ・ 現在の性能の5倍の性能の2 次電池		

重要な研究開発課題

省エネルギー、エネルギー高効率化のための革新的材料の開発

概要

火力発電や原子力発電において構造部材の高性能化による発電の高効率をはかることや、モータの高効率や太陽電池の高効率化を目指す。特に耐熱材料開発による効率の 5% 以上の向上を図る。熱交換機器では作動温度の低下、耐食プラントでは応力腐食割れを低減した鉄鋼材料の開発、低摩擦循環システム部材の実現なども目指す。

対象となる研究開発領域：【機能材料】太陽電池、高効率モーター用の高性能磁性材料、有機系基礎原料体系の構築（石油ナフサ以外の原料）、新規機能性物質の探索・開発および新規合成プロセスの開拓、【構造材料】高効率発電のための超耐熱材料の開発、耐食材料、高機能熱交換機器素材、高度摺動部材

選定理由

エネルギー資源の消費を最小限に抑え、二酸化炭素の排出量を低減し、環境の保全をはかることは喫緊の課題である。

成果目標

太陽電池材料や発電における高効率化を図るための構造部材や、発電もしくは動力源となるモーター関連材料など、エネルギーの高効率化に関わる材料の革新や飛躍的な高性能化を進めることにより、エネルギー資源の消費を最小限に抑えることに貢献する。

個別政策目標

世界を先導する省エネルギー国であり続ける

中政策目標

（４）地球温暖化・エネルギー問題の克服

研究開発目標

- ・高効率発電のための超耐熱材料の開発（効率 5% 以上向上）
- ・耐熱用鉄鋼材料（作動温度 + 50℃ 以上）
- ・耐熱用チタン系合金（大気中 800℃ でのクリープ特性 50% 向上）、
- ・超低摩擦循環システム部材（摩擦係数 0.05 以下の達成）
- ・セラミック被覆した耐熱材料の開発
- ・耐食プラント用鉄鋼材料（応力腐食割れ克服）、電導性有機皮膜を用いた耐食材料、耐過熱水蒸気腐食性材料
- ・高機能熱交換機器素材（作動温度の低温化、低熱源の利用）
- ・超低摩擦潤滑システム部材
- ・高効率モーター用の高性能磁性材料の開発：飽和磁束密度 2.0T、抵抗値 1.0Ωm を高機能磁性材料を開発 2011 年。2015 年までに実用化。
- ・太陽電池セルの超薄型化、多接合化により 14 円/kWh を達成。大容量蓄電材料（2020 年）

重要な研究開発課題

有害物質・材料対策、健康問題解決に資する材料技術

概要

有害物質の使用量を低減できる材料開発や、有害物質の検知技術および除去技術の構築により健康で安心できる社会の構築を目指す。

対象となる研究開発領域：有害物質・材料対策、健康問題解決に資する材料技術、有害物質センシング材料の開発、電波障害による健康問題、安全性解決に資する材料技術

選定理由

電子・電子気機器中の有害元素制限することで、廃電子・電気機器からの有害元素の排出を防ぎ、環境保全に貢献する。

成果目標

有毒物質の使用量を劇的に低減できる材料の開発、および健康への影響が指摘されている微量物質のセンシング技術と対策の確立により化学物質が人体と環境へ与える害を最小化する。

個別政策目標

化学物質が人体と環境へ与える害を最小化する

中政策目標

(5) 環境と調和する循環型社会の実現

研究開発目標

- ・鉛、ビスマス、砒素、カドミウム、アンチモンなどの有毒な重金属の使用量を 2005 年の水準の 1/10 以下にする
- ・非鉛非ビスマス系圧電セラミックス材料 (3 成分系 PZT 以上の特性 圧電定数 1.0×10^{-9} m/V 以上)
- ・環境と調和する構成元素からなるミリ波、サブミリ波領域の電磁波の高性能吸収材料を実現する。
- ・VOC、ダイオキシン、環境ホルモンの簡便で高感度なセンサーを実現すること

重要な研究開発課題

希少資源 / 不足資源代替並びに効率的製造法技術の開発

概要

希少資源・不足資源枯渇の影響のないサステナブル社会の確立を実現するために、代替材料の開発を目的とする。具体的には、非インジウム系透明材料、非貴金属系触媒などの希小金属代替材料などの開発を目指す。

対象となる研究開発領域: 非インジウム系透明材料、非貴金属系触媒

選定理由

資源枯渇の影響のないサステナブル社会の確立をはかると共に産業競争力強化のためには特定の産出国への脱依存を図る必要がある。

成果目標

個別政策目標

中政策目標

燃料電池用の貴金属触媒、透明電極用のインジウムや高保磁力磁石のディスプロシウムなど、産業応用で重要な材料機能を担う希少・不足資源元素を、クラーク数が大きく環境低負荷で毒性の問題ない元素を用いて代替する材料を開発する。また、これらの元素に対して、2005年水準よりも50%程度高い効率の製造・リサイクルプロセス技術を開発する。

持続可能な生態系・水循環の保全と利用を実現する

(5) 環境と調和する循環型社会の実現

研究開発目標

- ・ 非 W、Ta、Co 系工具用合金の開発 (新合金破壊靱性値 50% 向上)
- ・ 非インジウム系透明電極 (比抵抗率 10-5 Ω cm、400-700nm 可視光域波長で 95% 以上の透過率)
- ・ 非 Pt 系触媒 (材料費 1/100 で、80 で Pt 同等の触媒効果)
- ・ 非 Dy 系高保磁力 Nd-Fe-B 磁石 (Dy 無添加で保磁力 1.5MA / m 以上)

材料領域【環境】

重要な研究開発課題

環境改善・保全のための材料・プロセス開発

概要	選定理由	
環境の改善または保全のための環境に低負荷な物質を用いた高効率の浄化能力をもつ機能材料の開発や新しいリサイクル可能な材料とプロセス技術の開発。 対象となる研究開発領域：環境負荷最小製造プロセスの開発、有機系基礎原料体系の構築、環境浄化材料、ナノ環境材料(ナノ触媒等)、生分解性プラスチックの開発、人工不純物を利用したアップグレードリサイクル材料	材料高機能化とその応用技術開発の努力を環境・水質保全に適用できる。また、持続発展可能な社会の実現に向け、リサイクルしやすい材料はその基盤であり、早期実用化を進める必要がある。	
成果目標	個別政策目標	中政策目標
クラーク数が大きく環境低負荷な物質を用いた高効率の環境浄化材料の開発、新しいリサイクル可能な材料開発、及び新しいリサイクル方法となる革新的プロセス技術の開発を行うことにより、環境の改善や保全に貢献する。	持続可能な生態系・水循環の保全と利用を実現する	(5) 環境と調和する循環型社会の実現
研究開発目標		
・材料製造時の環境汚染尺度と開発する環境浄化能の比較から、達成すべき材料の環境(水質)浄化能目標値を定める。 ・可視光で量子効率30%以上の性能をもつ光触媒材料 ・触媒担持多孔質材料、酸素イオン伝導材料およびその応用技術開発により、水質浄化能目標値を達成した材料の実地試験の開始。 ・湖沼、河川での広域水質改善システムを開発。モデルとして示す。 ・ディーゼル排ガス中の粒状物質を除去性能が現在の2倍以上で、かつ信頼性の高いフィルター材料 ・エンジンやごみ焼却場から排出されるダイオキシンなどの有毒物質の低温分解触媒の開発 ・人工不純物を利用したアップグレードリサイクル材料 ・実用コストで製造可能な生分解ポリマー		

重要な研究開発課題

電子産業強化のための部材・プロセス技術の開発

概要

我が国の電子産業の優位性を堅固なものとするため、情報通信に必須のディスプレイ、ストレージ、光スイッチなどの基幹部材用に革新的な高性能を実現できる材料とそのプロセス開発を行う。

対象となる研究開発領域：次世代ディスプレイ用材料、半導体・素子関連材料、電子産業用部材・プロセス技術、ロボットセンサー材料開発、電子情報機器用関連材料、次世代センサー材料、新光通信ネットワーク構築用材料

選定理由

21 世紀の人類に強いインパクトを持つ情報通信技術において、我が国が世界をリードする地位を確保するために、そのキーとなる材料の革新的研究開発が必要。

成果目標

将来の電子産業を担う、高性能なディスプレイ、半導体、メモリー、ストレージ、センサー、ネットワーク機器に対して、物質科学やナノサイエンスの最近の進歩を取り入れた、新規の革新的材料・部材およびプロセス技術を開発し、情報通信分野でのわが国の先進性を確固たるものにする。

個別政策目標

ナノテクノロジー・革新部材を駆使して今世紀のマテリアル革命を先導する

中政策目標

(7) ものづくりナンバーワン国家の実現

研究開発目標

- ・High k 材料(誘電率 > 30 、MOS - Si 電子移動度 $> 600 \text{ cm}^2(\text{Vs})^{-1}$)
- ・2007 年 集積化した低消費電力ディスプレイを実現。
- ・2011 年 革新的な効率のディスプレイ用偏光板の実現。
- ・2011 年 走査線数 4000 本の高精細ディスプレイの実現。
- ・2011 年 革新的材料による高効率な表示・発光デバイスを用いた次世代大型平面ディスプレイを実現する。
- ・長寿命(50 万時間以上)、高輝度(10 万ルーメン/W)、低消費電力でかつ 40 インチ以上の大型化が現実的に可能な発光材料(有機、無機を問わない)
- ・フレキシブルエレクトロニクスを飛躍的に進展させる材料(有機、無機を問わない)
- ・2008 年 低消費電力な積層メモリを実現。
- ・2011 年 増大する情報量に対応する面密度 1.2Tb / in² 級の高記録密度磁気系ストレージ(現在 150Gb / in² 級の約 8 倍)を実現する。
- (・2012 年 スピン注入磁化反転方式のメモリを実現。)
- ・2007 年 通信量 40Gb/s 級的高速通信機器を実現。
- ・2008 年 通信量 10Tb/s 級の光スイッチングデバイスを実現。
- ・2010 年 100nm オーダーのフォトニック結晶構造をガラス表面にモールド成形する技術の実現
- ・2011 年 通信料 1Pb/s 級の光スイッチングデバイスを実現。
- ・半導体レーザーで働く高速光スイッチと3次元メモリー、磁場を用いず室温で動作するスピントロニクス材料
- ・強相関電子系などを利用した微小磁場などの超高感度センサー

重要な研究開発課題

国際競争力のある輸送機器のための材料・プロセス技術

概要

我が国の自動車産業を、今後 20 年間世界のフロンティアランナーとするためには、その基盤である素材・部材産業を一層強力にするための材料開発が必須である。具体的にはアルミ合金やマグネシウム系合金を利用し、25%の軽量化を図る。自動車車体20%の軽量化を目標とした炭素繊維強化複合材料の開発やTi系合金のエンジン部材としての応用研究、精密機械用セラミックス材料の開発、などが挙げられる。材料・部材の軽量化は地球温暖化・エネルギー問題の克服にも寄与する。

対象となる研究開発領域：【機能材料】次世代自動車用電気・電子制御系関連材料、【構造材料】軽金属系材料の高機能化、炭素繊維強化複合材料、精密機械用セラミックス材料の高機能化、航空・宇宙用セラミックス、セラミック部材の大型化プロセス

選定理由

産業競争力を強化し、かつ環境・資源負荷を低減する上で、自動車をはじめとする輸送用機器の低燃費化と生産効率向上は不可欠である。特に自動車に使用される部材は、不良ゼロの高品質かつ低価格が要求される。自動車で使われる電子部材は、電子産業用としても抜群の競争力を持つ。すなわち、車で勝つ事が、産業全体での競争力を持つことに通じることとなる。

成果目標

我国の産業全般への影響力が最も大きい自動車をはじめとする輸送用機器開発において、構造部材の高機能化・軽量化や、周辺機器に高付加価値を与える革新的な材料・プロセス技術の開発により、世界一の国際競争力の持続を支えることに貢献する。

個別政策目標

他国が追随できない先端ものづくり技術を進化させる

中政策目標

(7) ものづくりナンバーワン国家の実現

研究開発目標

- ・【軽金属系材料の高機能化】 燃費向上自動車用鉄鋼材料、アルミ系合金、マグネシウム系合金、自動車エンジン部材用 Ti 合金の実用化による自動車全体の軽量化 20%の達成。(2015 年)
- ・【炭素繊維強化複合材料】 自動車体軽量化(車体軽量化 20%)、航空機用としての応用の検討、炭素繊維を利用した高温用複合材料の開発
- ・【精密機械用セラミックス材料の高機能化】 超精密機械用低膨張セラミックス(長さ3m以上、比剛性率 150 の低コスト製造プロセス)、工具用硬質、耐磨耗セラミックス(耐久性能の 50%向上)
- ・【航空・宇宙用セラミックス】 航空・宇宙用セラミックス・複合材料(損傷強度保証技術と破壊強度向上指針)
- ・【SiC パワーデバイス】 キラー欠陥密度が0.1個/cm²以下の SiC 単結晶基板形成およびエビ技術の開発。 2015 年までにハイブリッド車電子制御用に SiC パワーデバイスを実用化。
- ・ 構造材料の革新により総重量の25%減を実現

重要な研究開発課題

材料産業の革新を目指す材料・プロセス技術の開発

概要	選定理由	
材料の実用化に極めて重要だが、これまで明らかに不十分であったプロセス技術ならびに材料機能を有効に発現させるための、ナノレベル領域での組織・構造・界面制御した材料創成技術を基盤とし、ミクロあるいはマクロ領域までの最適構造化のための加工技術を確立する。 対象となる研究開発領域：界面制御による材料機能の高度化、界面の物性シミュレーション手法の高度化、ナノ構造制御による材料新機能発現、ナノ材料プロセス、材料プロセスと加工技術研究、高スループット材料探索・最適化手法の開発	構造制御による材料の高機能化及びその応用・プロセス技術は、根底からの産業革新による競争力の強化や安全、環境など社会ニーズへの対応効果も大きい。	
成果目標	個別政策目標	中政策目標
粒界、構造、界面、接合などの制御により、材料物性を飛躍的に向上させる革新的材料およびその創成・加工技術の開発、および、ミクロ～マクロスケール領域での最適構造化が可能な加工技術の開発により、他国が追従できない先端ものづくり技術を進化させ、世界で勝ち抜く産業競争力を形成してゆく。	他国が追従できない先端ものづくり技術を進化させる	(8) 科学技術により世界を勝ち抜く産業競争力の強化
研究開発目標		
・結晶粒界制御により材料強度を2倍(高強度セラミックス、超塑性セラミックス、高強度金属材料、他) ・有機/無機界面制御による密着強度の向上(フレキシブルディスプレイ、電子ペーパー?、ナノインク) ・原子拡散制御薄膜材料(LSI用拡散防止材料、イオン伝導材料、CO2除去膜) ・従来のビルドアップ/ブレイクダウンプロセスの空白を埋める、ナノ～マクロスケールの全領域を同時連続で最適構造化することが可能なプロセスの確立		

重要な研究開発課題

安心・安全社会を実現する材料・利用技術の開発

概要	選定理由	
近未来に予想される大震災に対して、安全快適な国土を保障するための構造部材とその革新的プロセスの開発を目的とする。さらに、これらはBRICSの台頭による工業製品の国際競争激化に対して加工貿易立国を保障するための基盤構造材料開発でもある。具体的には、超高層ビル用超剛材料や高強度材料の開発を初めとして、構造材料のための革新的プロセスや利用技術開発も目標とする。	近未来に予想される大震災に対して、安全快適な国土を保障するために、各種の構造物の信頼性の向上や、その基本となる材料・プロセ技術、利用技術および検査技術について飛躍的な高度化を図る必要がある。また、突発的な災害や事故から身を守るための防具用材料を開発する。	
対象となる研究開発領域：【機能材料】耐熱性と快適性を併せ持つナノファイバー素材、【構造材料】高強度材料、ナノテクノロジーを活用した新構造材料、構造材料のための革新的プロセス技術、爆弾などのテロ被害防護用高エネルギー吸収材料		
成果目標	個別政策目標	中政策目標
大震災に耐えうる建築物のための高強度鋼等の革新的構造材料や、突発的なテロ、災害や事故から身を守る等の防護のための材料開発及び、それらの検査・評価・利用技術の飛躍的な向上を目指すことにより、国民の社会生活における安心・安全に貢献する。	災害に強い新たな減災・防災技術を実用化する	(11) 国土と社会の安全確保
研究開発目標		
・【高強度材料】 自動車用高強度鋼の安心使用限度の向上、高強度、高靱性、高疲労強度の鉄鋼、極寒地での構造部材、高強度ガラス		
・【ナノテクノロジーを活用した新構造材料】 超高層ビル用超剛材料、皮膜強化材料、建築亀裂部への微細浸透固結材料、自己修復(回復)材料、 高強度・軽量ナノ多孔体構造材料、結晶粒微細化高強度材料(数100nmサイズの結晶粒材料と低負荷加工技術)		
・【構造材料のための革新的プロセス技術】 無欠陥鋼板製造技術、建築材料のための素材種によらない万能接合技術、 建築材料損傷診断技術、大型部材非破壊検査技術、金属・セラミックス界面のレーザーなどの局所加熱による接合技術、 セラミックスナノ粒子の製造・制御技術、ポリマー自己組織化ナノアロイ技術		
・【爆弾などのテロ被害防護用高エネルギー吸収材料】 爆弾などのテロ被害防護用高エネルギー吸収材料		
破壊予測機能を有する構造材料 素材種によらない万能接合技術		

重要な研究開発課題

革新的ナノ計測・加工技術

概要

狙いとしては、2つある。新しい原理に基づく計測技術の開発によりナノテクノロジー・材料分野における新現象の発見・機能の発現など研究レベルの向上と新しい計測・評価・加工機器開発による同産業領域の拡大と国際的な競争力強化である。主に取りあげるべき技術領域としては、ナノの世界のスケールに対応できるナノプローブ技術と量子ビーム技術、ナノエレクトロニクス、ナノバイオセンサーの基盤となるNEMS技術である。適用すべき分野としては、ナノエレクトロニクスにつながる分野、ナノバイオにつながる分野を重点的に考える。

対象となる研究開発領域： ナノニアフィールド計測技術、ナノファーフィールド計測技術、ナノ集積化技術

選定理由

ナノの世界へアプローチする技術としては、日本がまだ比較的優位性があり、また飛躍的な発展が望める技術領域の代表例にはナノプローブ技術と量子ビーム技術がある。また、出口としては、ナノテクノ・材料の全技術領域の基盤技術として研究レベルの向上に貢献できるだけでなく、産業競争力の強化にも貢献できる。特に、既存産業の強化、新産業の創出と言う観点からは、ナノエレクトロニクスにつながる分野と健康・医療分野の高度化・拡大に寄与するナノバイオの分野と考えられる。

成果目標

・ナノニアフィールド、ナノファーフィールド計測技術において、これまでの形状計測中心から、ナノサイエンスに基礎を置き、物性・機能の計測、溶液中も含むあらゆる環境下での計測、実時間・高速計測をも可能とする技術シーズの創出をおこない、国際標準となる計測技術、データベースとして確立し、この分野の研究レベルの向上に貢献するとともに、産業応用に結びつく基盤技術とする。

・ナノエレクトロニクス分野に展開するために、完成度の高いフォトリソグラフィー技術を補完し、さらに独自の発展も可能な新しいナノ集積化技術体系を確立し、産業技術としての展開に結び付ける。また、同技術をナノバイオセンサーなどナノバイオ分野へも積極的に展開する。

・これまでの開発の研究開発制度を一步進め、「機器開発重点拠点」を設置し、計測原理の研究からバラエティーに富む応用に適合した機器開発も含めた統合的な研究開発を産・官・学の連携により強力に推進する。

個別政策目標

ナノテクノロジー・革新部材を駆使して今世紀のマテリアル革命を先導する

中政策目標

(2) 非連続な技術革新の源泉となる知識の創造

(7) ものづくりナンバーワン国家の実現

研究開発目標

・物性・機能の計測において、溶液中も含むあらゆる環境下における計測をも可能とし、実時間・高速計測も可能とする。また、細胞表面・内部の計測・分析・操作や材料・デバイスの内部のナノ構造や組成まで計測可能とする技術の見通しを立てる。(5年目標)

・ナノニアフィールド技術をナノサイエンスに基礎を置き、この分野の国際標準となる計測技術とする。また、産業的な広範な応用も可能とする。(最終目標)

・ファーフィールドからニアフィールドへのズーム機能(その反対)と動体認識機能を合わせ持つ新しい複合機器候補の絞込みと可能性の実証(5年目標)

・マクロ物質をとりまく環境状態を探りながら原子分子のダイナミクスを同時に計測することを可能とする(最終目標)

・完成度の高いフォトリソグラフィー技術を補完し、独自の発展が可能な新しい加工技術体系の実用化に見通しを立てるとともに、ナノ機能材料を用いた新しい集積化技術の要素技術になりうる技術シーズ群を選択し、ナノエレクトロニクス分野への展開の可能性を実証する。(5年目標)

・マスクレスナノ加工を産業技術として展開できるレベルまで高度化し、本格的なナノエレクトロニクスを実現できるナノ集積化技術の体系を確立する。(最終目標)

重要な研究開発課題

量子ビーム高度利用計測・加工・創製技術

概要

狙いとしては、これまで蓄積され、日本を特徴づける技術となっている電子・イオンビーム、X線、中性子線の技術を、さらに必要な基礎研究の付加も含む新たな視点による研究開発の展開により、産業分野の高度化・競争力強化に向けて、同技術群の高度な利用を可能とする。電子ビーム技術においては、限界が見えてきたこれまでの加速電圧の増大による高分解能から収差の補正と言う新たな視点により、優位性を確保する。アトムプローブ法においては、究極の組成分析を可能とする分析原理を実用的な意義を持つところまでブラッシュアップする。X線、中性子線技術においては、独自の発想により設置されてきた大型施設を維持・強化し、新しい現象の発見・原理の解明に合わせて、蓄積されてきた技術を新たな展開として活用システムの整備を行い、高度な産業応用を目指す。X線ナノビーム、高エネルギー分解能検出器の開発により、微小領域における極微量元素の組成分析を可能とし、材料・デバイスの研究開発に貢献するだけでなく、環境分析にも大きく貢献できる。

対象となる研究開発領域： 電子・イオンビーム利用技術、先進レーザー利用技術、X線利用技術、中性子線利用技術

選択理由

ナノの世界へアプローチする技術としては、日本がまだ比較的優位性があり、また飛躍的な発展が望める技術領域の代表例一つには広い意味での量子ビーム技術がある。しかし、電子顕微鏡においては、低加速電圧でも 0.1nm の高分解能を実現できる球面補正技術が欧米において開発され始め放置できない状況にある。一方、放射光や中性子を利用したこの分野における研究は世界トップレベルの技術を有し、今後5年間で世界有数の量子ビーム施設群を保有する計画もある。既存産業の強化、新産業の創出と言う観点からは、これまで実現できなかった材料・デバイス・部材の内部のナノ構造・組成の計測分析を可能とし、高度化・応用展開に寄与できる。

成果目標

・日本の強みである電子顕微鏡技術、放射光施設、高強度中性子線源、イオンビームなどの量子ビーム技術を生かして、低加速電圧でも高分解能の電子顕微鏡技術や長時間分解能が可能なX線自由電子レーザー(XFEL)などの新しい分析・計測技術を開発することにより、材料やデバイスの内部ナノ構造や反応のメカニズムなどの精密な分析・計測が可能となり、新しい知見を得るとともに産業競争力の強化にも貢献できる。

・放射光施設や高強度中性子資源などの大型施設の利用の仕組みを整備し、内部ナノ構造の非破壊計測、新しいエレクトロニクス材料、燃料電池用材料などのナノ材料の産業応用を積極的に進める。

個別政策目標

ナノテクノロジー・革新部材を駆使して今世紀のマテリアル革命を先導する

他国が追随できない先端ものづくり技術を進化させる

中政策目標

(2) 非連続な技術革新の源泉となる知識の創造

(7) ものづくりナンバーワン国家の実現

研究開発目標

・色収差補正電子顕微鏡技術、アトムプローブ技術の確立。(5年目標)

・フェムト秒レーザーパルスによる選択的励起状態生成や化学反応選択性向上技術の開発。(5年目標)

・卓上型の極微小領域・高エネルギー分解能を持つX線分析機器が通常の研究室にも設置できるようになり、材料・デバイスの開発、環境分析に大きく貢献できる。(最終目標)

・放射光、高強度中性子線源などの大型施設の高度利用の仕組みが一般的になり、材料・部材・デバイス開発の高度化を通して産業の競争力の強化に寄与する。(最終目標)

・ビームリソグラフィーなどの産業応用は、10年以内。(最終目標)

重要な研究開発課題			
物性・機能発現指向のシュミレーション・デザイン技術			
概要 第一原理よりサブミクロンサイズまでの物質の性質・機能を扱う標準理論を提供すると同時に、物性・機能の発現機構の解明を行い、新しい材料・構造開発手法をもたらす。従来の経験に基づく材料開発の非効率性を乗り越え、内挿法では偶然でしか発見できなかった新機能を論理的に導き出すことができる。このようなシュミレーション・デザイン技術を実証実験と連携させることにより環境調和材料、高効率エネルギー変換材料、安全安心のためのセンサー材料、生体調和材料などの高性能・ナノ機能性材料を低環境負荷のもとに効率良く開発することができる。たとえば、タンパク質におけるアミノ酸一次配列による分子内相互作用のシュミレーションとアンフォールディングに要する微小力の計測データから結晶化できていないタンパク質の3次元構造の生成を可能とする。 対象となる研究開発領域：ナノシュミレーション・デザイン技術		選択理由 日本で生まれた技術であり、材料・デバイスの研究レベルの向上のための標準的な理論にすることができる。実現したい物性・機能から出発して新機能材料をデザインすることができる。分子間相互作用にも展開することにより、創薬におけるスクリーニングやその相互作用のレベルを把握することができ、開発効率を向上できるなど、計測・加工技術と連携してより高い効果を生む基盤技術の開発であり、基礎科学から産業応用までの広い領域にかかわる重要課題である。	
成果目標		個別政策目標	中政策目標
・物性・機能発現指向のシュミレーション・デザイン技術として、第一原理と分子動力学計算などを複合してマクロな系までをカバーする日本発の標準理論として開発を行い、創薬、デバイス設計や素材の加工等の開発に応用する。		他国が追随できない先端ものづくり技術を進化させる	(2) 非連続な技術革新の源泉となる知識の創造 (7) ものづくりナンバーワン国家の実現
研究開発目標			
・サブミクロンサイズ(100nm)までのナノ構造の第一原理計算に基づくシュミレーション・デザインを可能にする。(5年目標) ・結晶化できないタンパク質のすべての構造解析に活用される。(最終目標) 半導体プロセス技術になじむスピントロニクス材料をデザイン、有機分子エレクトロニクスをデザインし実証実験に提供する。(5年目標) ・マテリアルデザインの標準的な理論として、新機能材料の開発のツールとして、一般的に利用される。(最終目標)			

重要な研究開発課題

ナノテクノロジーの責任ある研究開発

概要

人類がこれまで経験したことのない、ナノメートルスケールの物質制御による新材料、デバイス、システム創出は、広範の技術領域の基盤を革新する夢の技術体系となる可能性を持つ反面、不可視な人工物や生体制御が、予期せぬ災厄を社会にもたらす危険性もはらんでいる。想定される利益と損失を合理的に吟味し、社会的責任の観点から、即時的にそのバランスをとりつつ研究開発を実施することが、強くもとめられる。

本課題は、その実現の基盤を構築することを目的とするもので、技術としての信頼性、普遍性、安全性を確保するための標準化の推進、ナノ構造材料・デバイス・システムの安全性評価手法の確立とその適用、社会全体でのナノテクノロジーの正しい知識の普及、社会に貢献する産業化の支援を総合的に推進する。

対象となる研究開発領域：ナノ粒子の評価試験制度、ナノ粒子の生体影響評価、ナノ粒子の環境影響評価、ナノ計測、ナノリスク管理、テクノロジーアセスメント、ナノテクノロジー標準化、ナノテクノロジーのリテラシー向上、アウトリーチ

選定理由

科学技術が今日の社会に及ぼす絶大な影響を考えると、その先端を切り開く研究開発は、地球環境、生命倫理、安全衛生、人間性、文化などの広範な観点から、社会・人類に対して責任を踏まえて実施されることが不可欠である。その実現は、一人一人の研究者の自覚の高揚に加えて、中長期的な国家ビジョンのもとにシステマティックな取り組みがなされなければならない。

成果目標

ナノ粒子の特性やリスクの評価体制の確立し、リスク管理や関連法の整備等の法的課題、標準化やリスクガバナンスのような産業的課題、及び倫理や教育のような社会的課題を解決することにより、新しい科学技術であるナノテクノロジーの社会受容を促進する。

市民対話、アウトリーチ活動、教育活動、人材育成のプログラム開発と運用の活動を通し、新しい科学技術であるナノテクノロジーの普及に貢献する。

個別政策目標

ナノテクノロジー・革新部材を駆使して今世紀のマテリアル革命を先導する

現場を支えるものづくり人材を育成・強化する

中政策目標

(8)
科学技術により世界を勝ち抜く産業競争力の強化

研究開発目標

- ・ ナノ粒子の特性やリスクの評価の体制の確立
- ・ ナノリスクガバナンス活動の連携支援体制の確立
- ・ 産業化を指向したナノテクノロジー・材料の標準化の推進
- ・ テクノロジーアセスメントの方法論、アセスメント設計とロードマップ化
- ・ 市民対話、アウトリーチ活動、教育活動、人材育成のプログラム開発と運用等の活動を通して、ナノテクノロジーに関するリテラシー向上のための効果的アウトリーチプログラムの開発とその社会科学的評価を行う。

重要な研究開発課題

ナノテクノロジー・材料分野の人材育成と研究開発の環境整備

概要	選定理由	
ナノテクノロジー・材料分野において、基礎科学から産業展開への研究開発をシームレスに実行するための社会基盤整備を目的とする。具体的には、研究開発を担う研究者・技術者とともに、研究経営や企業化を担う産業人材を育成する。また、国全体としての研究開発の効率を高め、研究レベルの高度化と裾野の拡大を図り、研究成果の産業化を加速するために、高度な研究機器を備えたオープンアクセス型の研究拠点を全国的に展開するとともに、データベースの構築、産業化支援策の拡充を図る。	ナノテクノロジー・材料は極めて広範な自然科学分野を包含し、基礎科学から産業技術まで、世界的に急速に進歩しつつあるダイナミックな研究開発領域である。これを担う多様な人材を確保することは、国際的な競争力を向上する原動力となるものである。これらの人材が、自由闊達にその能力を発揮し、高い費用対効果のもとに研究開発を展開する社会基盤として、充実した高度機器や先端技術に自由にアクセスできる研究拠点、必要な技術情報を容易に入手できる高度データベース、産業化を支援する諸制度が一体的に整備されることが必要である。	
対象となる研究開発領域：人材育成、研究開発拠点整備、データベース、産業化インキュベーション		
成果目標	個別政策目標	中政策目標
ナノテクノロジー・材料分野における、基礎科学から産業技術まで、世界的に急速に進歩しつつあるダイナミックな研究開発に対応できる多様な人材を確保することにより、国際的な競争力向上の原動力をつくりあげる。	現場を支えるものづくり人材を育成・強化する	(8) 科学技術により世界を勝ち抜く産業競争力の強化
研究開発基盤を提供するオープンアクセス型の拠点施設や、データベースの構築、産業化支援策の拡充を図ることにより、国全体としての研究開発の効率を高め、研究レベルの高度化と裾野の拡大により、研究成果の産業化の加速に貢献する。	ナノテクノロジー・革新部材を駆使して今世紀のマテリアル革命を先導する	
研究開発目標		
・ ナノテクノロジー・材料分野の発展に即応する高等教育プログラムの開発とその効果評価 ・ 自立的発展が可能とするリカレント教育を充実など、産業人材育成プログラムの開発とその効果評価 ・ 自立的発展が可能な研究経営人材育成プログラムの開発とその効果評価 ・ 自立的発展が見通せる、微細加工、計測・分析、材料合成等の研究開発基盤を提供するオープンアクセス型の研究開発拠点施設の制度設計、構築、運用 ・ 学術情報、特許情報、材料データ、設計・シミュレーションツール、安全性評価ツールなどを系統的に蓄積し、公開する高度研究開発基盤データベースに関わる情報技術の開発、国際連携、データ標準化の推進、自立モデルの設計と運用 ・ 学術研究と産業応用の谷を埋める産業化インキュベーションに関わる制度設計と社会的効果の評価手法の開発		

重要な研究開発課題

「量子計算技術」「界面の機能解明・制御」「生体ナノシステムの動作機構解明」の戦略的推進

概要

現在は基礎研究段階にあるが、課題を設定した上で、戦略的に取り組むことが有効と考えられる研究開発の推進。

出口としての社会へのインパクトが大きい課題や、あるいは、ナノテクノロジー・材料分野の研究開発現場においてその解決が非常に重要とされている困難な横断的課題に対して、ナノサイエンスや物質科学において期待されるジャンプアップによってブレークスルーを目指す。

対象となる研究開発領域：分子系研究、界面・コンタクト系研究、量子コンピュータ系研究、強相関電子系研究、ユビキタス元素戦略、ソフトマテリアル、生体分子・ナノシステム系研究、やわらかいエレクトロニクス

選定理由

成果目標

現在は基礎研究段階にあるが、実現すれば出口としての社会へのインパクトが大きい「量子計算技術」等や、あるいは、ナノテクノロジー・材料分野の研究開発現場において横断的に非常に重要視されている「界面の機能解明」等に対して、多様なアプローチを用いた戦略的な取り組みを行い、新しい原理・現象の発見・解明とともに非連続な革新を図り、将来の情報通信、医療やものづくり国家としての国際競争力等の様々な分野に貢献することを目指す。

個別政策目標

中政策目標

- (1)
新しい原理・現象の発見・解明
- (2)
非連続な革新技術の源泉となる知識の創造

研究開発目標

・出口として波及効果が高い「量子計算技術」、(「分子デバイス」、「人工生体システム」)

・ナノテクノロジー・材料分野の横断的な課題としての「界面の機能解明」、「自己組織化」、「現行の物質・材料の限界克服への新しい展開(強相関電子材料における交差相関)」、「代替え材料・技術(ありふれた物質の高機能化・ユビキタス元素戦略)」

重要な研究開発課題			
多様な基礎研究の推進 → 「基礎研究の推進」			
概要		選定理由	
課題設定から研究者の自由な発想にもとづいた基礎研究により、ナノテクノロジー・材料分野の多様性を確保する。			
成果目標		個別政策目標	中政策目標
			(1) 新しい原理・現象の発見・解明 (2) 非連続な革新技术源泉となる知識の創造
研究開発目標			