

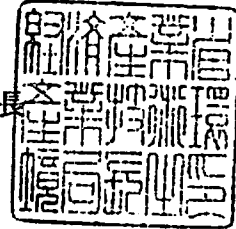
ナノテク・部材イノベーションプログラム基本計画

経済産業省

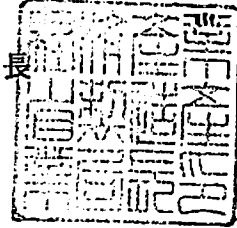
平成 21・03・25 産局第 1 号

平成 2 1 年 4 月 1 日

経済産業省産業技術環境局長



経済産業省製造産業局長



ナノテク・部材イノベーションプログラム基本計画の制定について

上記の件について、イノベーションプログラム実施要領（平成 1 6 ・ 0 7 ・ 2 7 産局第 1 号）第 4 条第 1 項の規定に基づき、別添のとおり制定する。

ナノテク・部材イノベーションプログラム基本計画

1. 目的

このプログラムは、情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなど、あらゆる分野に対して高度化あるいは不連続な革新（ジャンプアップ）をもたらすナノテクノロジー及び革新的部材技術を確立するとともに、その実用化や市場化を促進することで、我が国産業の国際競争力の維持・強化や解決困難な社会的課題の克服等を可能とすることを目的とする。

2. 政策的位置付け

○第3期科学技術基本計画（2006年3月閣議決定）

- ・「ナノテクノロジー・材料分野」は、特に重点的に研究開発を推進すべき分野（重点推進4分野）の一つに指定、優先的に資源配分することとされている。
- ・我が国の材料技術は、基礎研究から応用研究、素材、部材の実用化に至るまでの全ての段階において世界のトップレベルを堅持しており、我が国製造業の国際競争力の源泉となっている。

○「イノベーション25」（2007年6月閣議決定）

- ・「ナノテクノロジー・材料分野」は、中長期的に取り組むべき課題として、「1. 生涯健康な社会形成」、「2. 安全・安心な社会形成」、「4. 世界的課題解決に貢献する社会形成」、及び「5. 世界に開かれた社会形成」の分野に位置付けられている。
- ・所要の措置を講じていくことが必要である事項として以下の点が指摘されている。
 - ・学際領域・融合領域における教育等人材育成、拠点形成
 - ・社会受容を促すための積極的な取り組み
 - ・知的財産確保のための戦略的な取り組み

○「経済成長戦略大綱」（2006年7月財政・経済一体改革会議）

- ・「我が国の国際競争力の強化」の取り組みとして、高度な部品・材料産業やモノ作り中小企業の強化が掲げられている。
- ・「技術戦略マップ」の活用等により、ユーザー企業との垂直連携による研究開発を推進することを通して、我が国経済発展の基盤である高品質、高性能な部品・材料産業の強化を図ることが今後の取組として記載されている。

○「新産業創造戦略2005」（2005年6月経済産業省）

- ・部材分野は、新産業群の創出を支える共通基盤技術として位置づけられている。
- ・「高度部材・基盤産業」の集積を形成していることが、「ものづくり」に不可欠な基盤技術のネットワーク化を通じた現場レベルでの迅速かつ高度な摺り合わせを可能としており、我が国「ものづくり」の強みの源泉となっていると記載されている。

3. 達成目標

- ・世界に先駆けて、ナノテクノロジーを活用した不連続な技術革新を実現する。

- ・我が国部材産業の強みを更に強化することで、他国の追随を許さない競争優位を確保するとともに部材産業の付加価値の増大を図る。
- ・ナノテクノロジーや高機能部材の革新を先導することで、これら部材を活用した情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなどの幅広い産業の付加価値の増大を図る。
- ・希少金属などの資源制約の打破、圧倒的な省エネルギー社会の実現など、解決困難な社会的課題の克服を目指す。

4. 研究開発内容

[プロジェクト]

I. ナノテクノロジーの加速化領域

ナノテクノロジーを活用した不連続な技術革新を加速・促進する。

(1) 異分野異業種融合ナノテクチャレンジ（運営費交付金）

①概要

革新的なナノテクノロジーの研究開発を促進し、キーデバイスの早期実現を目指すため、大学や研究機関などの川上と企業などの川下の連携、異業種異分野の連携による提案公募によって、ナノテク実用化に向けたチャレンジを支援する。

②技術目標及び達成時期

マテリアル・プロセス研究、加工・計測技術研究、昨今の環境意識向上に対応した研究、社会課題を解決するための基盤技術研究に加え、異分野等の融合研究を推進することにより、2011年度までにナノテクノロジーの産業化のための基盤的技術を確立し、実用化を図る。

③研究開発期間

2005年度～2011年度

II. 情報通信領域

ナノテクノロジーや革新的部材開発技術を駆使して既存技術の微細化の壁を突破し、電子デバイス・光デバイスで世界をリードするとともに、高度化された製造技術の開発を行う。

(1) ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発—うち新材料・新構造ナノ電子デバイス（運営費交付金）

①概要

従来の半導体は、性能の向上（高速化、低消費電力化、高集積化）を確保するために微細化が進められてきたが、絶縁性、誘電率等の物理的限界、微細化に伴う製造コストの増大など、集積度向上によるメリットが十分達成されなくなっている。

本研究開発では、シリコンで培った微細化技術やデバイス原理を活用しながら、シリコン材料の物理的限界を突破するための“新材料”および“新（デバイス）構造”の開発を行い、次世代の電子デバイス技術を確立する。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、産業界が10年後を見据えた将来の電子デバイスを開発する際に、産業技術として活用できるかどうかの実現可能性を見極め、また技術シーズを確立する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(2) スピントロニクス不揮発性機能技術プロジェクト（運営費交付金）

①概要

将来のエレクトロニクスにおいて中核的な基盤技術となり得るスピントロニクス技術（電子の電荷ではなく、電子の自転＝「スピン」を利用する全く新しいエレクトロニクス技術）を確立するため、強磁性体ナノ構造体におけるスピンの制御・利用基盤技術を開発し、我が国が世界に誇るシーズ技術を核として、産学官の共同研究体制を構築し、将来の中核的エレクトロニクス技術における我が国の優位性の確保を図る。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、超高集積で高速な不揮発性メモリとして期待されるスピンメモリのための基盤技術を確立する。また、新ストレージ・メモリデバイス、不揮発性スピン光機能素子、スピン能動素子等の新しい動作原理によるスピン新機能素子の実現のための基盤技術を確立する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(3) ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発—うち窒化物系化合物半導体基板・エピタキシャル成長技術の開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

窒化物系化合物半導体は、パワーデバイス、高周波デバイス、発光デバイス等、重要なデバイスの飛躍的な性能向上と消費電力削減への貢献を期待されている。このため、従来の半導体材料では実現出来ない領域で動作可能なハイパワー・超高効率の電子素子、超高速電子素子等の作成に必要な窒化物系化合物半導体先進技術の国際競争力を強化すべく、高品質かつ大口径単結晶基板、高品質かつ大口径エピタキシャル成長技術等の開発を行う。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、次世代窒化物系半導体デバイスを実現する以下結晶作製技術を開発する。

1) 基板技術（GaN、AlNバルク結晶作製技術）

・口径2～4インチで高品質エピ成膜を可能とする低コストの単結晶基板作製技術の確立。

2) エピ技術（エピタキシャル成膜及び計測評価技術）

・低欠陥高品質エピ層を実現する成膜技術及び膜成長過程を計測評価する技術の確立。
・高出力かつ高安定動作可能なエピ層の実現
・高耐圧超高速な新しいデバイス構造の開発

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(4) 三次元光デバイス高効率製造技術（運営費交付金）

①概要

波面制御素子による空間光変調技術を確立し、ガラス中に三次元造形を高精度に一括形成できるプロセス技術を開発する。この技術を用いて、具体的な光デバイスを作製し、当該技術の有効性の確認と市場への早期参入のための基盤技術を確立する。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに波面制御素子による空間光変調技術を用いたフェムト秒レーザー照射技術等を確立し、高精度の光デバイスを高速に作製できるプロセス技術を開発する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(5) 低損失オプティカル新機能部材技術開発*（運営費交付金）（再掲）

①概要

近接場光の原理・効果を応用した低損失オプティカル新機能部材技術を開発し、実用化の目処を得ることを目的とする。動作原理に近接場光を用いるオプティカル新機能部材は、従来の材料特性のみに依存した光学部品では不可能な機能・性能を発揮し、液晶プロジェクター・液晶ディスプレイなど情報家電の省エネルギー、高性能・高信頼化を図る上でのキーデバイスとなることが期待できる。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、共通基盤技術として、ナノ構造部材の設計・作製・評価技術を開発するとともに、ナノ構造部材に発現する近接場光の機能を動作原理とする低損失オプティカル新機能部材を検討し機能を確認する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(6) 超フレキシブルディスプレイ部材技術開発*（運営費交付金）（再掲）

①概要

製造工程等の省エネルギー化を実現するために行う。従来、表示デバイスの製造には、真空蒸着と高温下での焼成と、それに伴う排ガス排水処理が必須であった。これを、ロールtoロール方式に代替することで常圧、常温下での製造を実現し、フレキシブルな薄型ディスプレイを製造する。そのために、有機TFT材料およびコンタクトプリント技術等を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術的目標及び達成時期

2009年度までに、実用化に向けた実証のための巻き取り方式ディスプレイのプロトタイプを試作する。またフレキシブルデバイス材料開発に貢献する部材ならびに薄膜複合化技術を開発し、これらをパネル化するための実用化技術を確立する。

③研究開発期間

2006年度～2009年度

(7) 半導体機能性材料の高度評価基盤開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

情報通信機器の高機能化や低消費電力化等の要求を満たす半導体集積回路を実現するため、新たな機能性材料開発に貢献する評価基盤技術を開発し、さらに開発した機能性材料を半導体及び半導体集積回路に適用できる統合的なソリューション技術を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術的目標及び達成時期

2011年度までに、半導体デバイス性能に直結する接合素子の性能性及び信頼性等、半導体製造プロセス全体を俯瞰しつつ、機能性材料開発が可能となる評価基盤技術を開発し、開発した機能性材料を用いた統合的なソリューションが提案できる材料評価基盤を構築する。

③研究開発期間

2009年度～2011年度

Ⅲ. ライフサイエンス・健康・医療領域

ナノテクノロジーを駆使して初めて可能となる診断・治療により革新的な医療を実現する。

(1) 次世代DDS型悪性腫瘍治療システムの研究開発事業（運営費交付金）

①概要

DDSのさらなる裾野の拡大、及び早期実用化を目指し、様々な外部エネルギー（機器技術）と薬剤技術を組み合わせることにより、比較的人体の深部にある臓器（肺、消化器）等のがんを対象としたDDS型治療システムの開発を行う。

②技術目標及び達成時期

光線力学治療システムの前臨床試験の開始及び治療効果・安全性の検証と、超音波診断・治療システムの前臨床試験を可能とする薬剤及び装置の完成に関する開発を難治性がんの治療に向けて行う。

③研究開発期間

2006年度～2009年度

(2) 個別化医療実現のための技術融合バイオ診断技術開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

我が国が有する微細加工技術・表面処理技術といったナノテク等の強みを活かし、染色体異常を高感度、高精度かつ迅速、安価で非コード領域までを検出するゲノムアレイや解析基盤技術開発を行うとともに、全自動解析システムの開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、BAC（染色体の断片）を用いた非コード領域を含むゲノム全領域を検出できる高精度ゲノムアレイを開発する。さらに、臨床現場において、微量サンプル（数ナノグラム）から、12時間以内に染色体異常（増幅、欠失、コピー数多型等）を、低コストかつ定量性・再現性を確保して検出ができる自動染色体異常解析シス

テムのプロトタイプを開発する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(3) 分子イメージング機器研究開発プロジェクト（運営費交付金）

i) 生活習慣病超早期診断眼底イメージング機器研究開発プロジェクト

①概要

細小血管の分子レベルでの代謝機能を非侵襲で可視化する細胞代謝イメージングを実現し、代謝異常を細胞レベルで観察することにより、生活習慣病に起因する血管病変等合併症の早期の診断・治療を図る。

②技術目標及び達成時期

2009年度までに、ナノテクノロジーを活用した光学基盤技術等を確立することにより、細胞やタンパク質レベルの組織診断を可能とする機器を開発する。

③研究開発期間

2005年度～2009年度

ii) 悪性腫瘍等治療支援分子イメージング機器研究開発プロジェクト

①概要

良性・悪性の区別も含めた腫瘍の超早期診断を実現するため、悪性腫瘍に特異的に反応する標的物質を利用することにより生体細胞の分子レベルの機能変化を抽出・検出できる機器の開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2009年度までに、全身で3mm、局所で1mmの分解能を有する分子イメージング機器を開発する。

③研究開発期間

2005年度～2009年度

iii) 新規悪性腫瘍分子プローブの基盤技術開発

①「概要

分子イメージングにおいて、病変を可視化する分子プローブの開発を一層強化・促進するため、分子プローブの基盤要素技術と評価システムの開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2009年度までに、新規の近赤外蛍光分子プローブ及び小動物用近赤外蛍光イメージングシステムを試作し、同システムを用いて分子プローブのがん特異性を定量的に評価するための条件等を明らかにする。

③研究開発期間

2008年度～2009年度

IV. エネルギー・資源・環境領域

ナノテクノロジーや革新的部材開発技術を駆使して、エネルギー・資源・環境等の社会的制約を克服すると同時に我が国の強みであるナノテク関連産業・部材産業の競争力を強化する。

(i) エネルギー制約の克服

(1) サステナブルハイパーコンポジット技術の開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

炭素繊維複合材料は、軽量、高強度等の優れた特性を有している。従来の熱硬化性樹脂を用いた炭素繊維複合材料では成形性・加工性に乏しくリサイクルが困難であったため、熱可塑性樹脂を用いた炭素繊維複合材料（CFRTP）の開発を行う。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2012年度までに、炭素繊維と熱可塑性樹脂との中間基材を開発し、高速成形技術、接合技術及びリサイクル技術を開発する。

③研究開発期間

2008年度～2012年度

(2) マルチセラミックス膜新断熱材料の開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

住宅やビルなどの冷暖房における大幅な省エネを実現する画期的な断熱性能を持つ壁および窓材料を、セラミックスのナノ多孔体構造やポリマー複合化構造などからなるマルチセラミックス膜アセンブリ技術によって開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、熱貫流率（熱の伝わりやすさ）が $0.3\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 以下、壁厚さ10mm程度の超断熱壁材料および熱貫流率が $0.4\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 以下、光（可視光）透過率が65%以上（Low-Eガラス使用）、ヘイズ率が1%以下の超断熱窓材料を実現する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(3) カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト（運営費交付金）（再掲）

①概要

高純度、高密度に配向した長尺の単層カーボンナノチューブの大量合成技術を開発するとともに、これを用いた従来よりも格段にパワー（電力）と蓄電量が大きなキャパシタを開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、単層カーボンナノチューブの高度配向技術及び大量生産技術を確立するとともに、キャパシタ製造技術を確立することで、 $20\text{Wh}/\text{Kg}$ の高エネルギー密度と耐久性を有する電気二重層キャパシタを開発する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(4) 革新的省エネセラミクス製造技術開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

小型炉設備で生産可能な小型セラミック中空ユニットを複数組みあわせることで、これまでその製造が難しかった複雑形状かつ大型セラミクス部材を省エネで製作することができる革新的なセラミック部材製造技術を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2013年度までに、高機能化された小さな精密ブロックを立体的に組み上げ、高効率で接合、一体化をし、複雑形状や大型の部材を製造可能とする革新的なプロセス技術の基盤を確立し、高耐性部材、高温断熱部材及び高比剛性部材の試作を行う。

③研究開発期間

2009年度～2013年度

(5) 革新的ガラス溶融プロセス技術開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

プラズマ等による高温を利用し瞬時にガラス原料をガラス化することにより、極めて効率的にガラスを気中で溶融（インフライトメルティング法）し省エネに資する革新的ガラス溶融プロセス技術を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2012年度までに、インフライトメルティング法により原料を溶解する技術、カレットをガラス原料として利用するため高効率で加熱する技術、カレット融液とインフライトメルティング法による原料融液とを高速で混合する技術を開発する。

③研究開発期間

2008年度～2012年度

(6) 高温超電導電力ケーブル実証プロジェクト（運営費交付金）（再掲）

①概要

革新的な高効率送電技術を確立して高温超電導ケーブルの実用化を促進するため、工業生産プロセスで実用化レベルに達している高温超電導線材（DIBSCCO等）を活用し、首都圏の系統に接続する実証試験及び評価を行う。

なお、本事業は、発電用施設による電気の供給の円滑化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、200MVA級の中間接続部を有した三心一括型高温超電導ケーブルを、冷却装置や保護装置などの付帯設備とともに66KV実系統に接続して、12ヶ月以上の長期連系試験を行うことによって総合的な安全性や信頼性を実証する。

③研究開発期間

2007年度～2012年度

(7) 発電プラント用超高純度金属材料の開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

超高純度金属材料を発電設備の蒸気配管等に実用化することを目指し、高純度金属材料の高度化に向けた低コスト・量産化製造技術を開発し、実使用環境における超高純度金属材料の耐久性試験等を行う。

なお、本事業は、発電用施設における電気の供給の円滑化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2009年までに、不純物総量100ppm未満、溶解量数100kg以上の低コスト・量産化技術製造技術を開発するとともに、製造された超高純度材料が発電プラントの各種機器に適用でき、本材料の持つ優れた特性を長期に亘って発揮できることを確認する。

③研究開発期間

2005年度～2009年度

(8) セラミックリアクター開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

低温域かつ高効率なエネルギー変換を可能とする次世代型セラミックリアクターの実現のため、世界最高効率の燃料電池マイクロセルの集積構造技術等の開発を行う。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2009年度までに、新電解質材料の適用や電極反応の高効率化等による、低温作動時（650℃以下）での出力性能を向上させる材料技術と共に、マイクロセルの集積構造化や精緻なインターフェース構築のための製造プロセス技術を開発。そして、これらの技術を統合することにより、次世代型セラミックリアクターとしてのプロトタイプモジュール実証（出力性能2kW/L等）を行う。

③研究開発期間

2005年度～2009年度

(ii) 資源制約の克服

(1) 希少金属代替材料開発プロジェクト（運営費交付金）

①概要

ハイテク製品の製造に不可欠であり世界的な需給逼迫が懸念されるレアメタル（タングステン、インジウム、ディスプロシウム）について、ナノテクノロジー等の最先端技術を活用して、代替材料開発・使用量削減を行う。なお、平成21年度からは、これまでの対象3鉱種に加えて、白金、セリウム、テルビウム等も研究開発の対象とする。

②技術目標及び達成時期

タングステン、インジウム、ディスプロシウムについては2011年度までに、白金、セリウム、テルビウム等については2013年度までに、使用原単位について現状と比較して削減ができる製造技術を開発し、ユーザー企業、大学等の外部機関に対して機能

評価のためにラボレベルで提供（試料提供）できる水準に至るまでの技術を確立することを目標とする。また、製品の機能や製造コストは現状と同等であることを少なくとも維持することを前提とする。

〔対象元素〕

- ・超硬工具向けタングステン（W）
- ・透明電極向けインジウム（In）
- ・希土類磁石向けディスプロシウム（Dy）
- ・排ガス浄化向け白金族（Pt）
- ・精密研磨向けセリウム（Ce）
- ・蛍光体向けテルビウム、ユーロピウム（Tb、Eu）

③研究開発期間

2007年度～2013年度

(iii) 環境制約の克服

(1) グリーン・サステイナブルケミカルプロセス基盤技術開発

①概要

化学品等の製造プロセスにおけるシンプル化、クリーン化、原材料・資源の多様化・有効利用、更に、廃棄物の減容化、容易なりサイクル等を実現し、産業競争力強化、国際規制の先取りを図って、将来にわたっても持続的に化学品等を製造するための必要なGSC（グリーン・サステイナブルケミストリー）プロセスを開発する。

②技術的目標及び達成時期

2015年度までに、有害な化学物質を削減できる又は使わない革新的な製造プロセス及び化学品の開発、廃棄物、副生成物を削減できる革新的な製造プロセス及び化学品の開発、資源生産性を向上できる革新的な製造プロセス及び化学品の開発を行う。

③研究開発期間

2008年度～2015年度

(2) 革新的マイクロ反応場利用部材技術開発*（運営費交付金）（再掲）

①概要

マイクロリアクター、ナノ空孔などの精密反応場を利用し、反応分子の自由な運動を活性種レベルで制御した革新的な化学反応プロセスと新機能材料創成技術の確立を目指す。さらに、マイクロリアクターとナノ空孔反応場の組み合わせ、各反応場とマイクロ波等のエネルギー供給手段との組み合わせにより協奏的反応場を構成し、さらなる高効率生産等を可能にする基盤技術を開発する。これらの技術の確立により、反応システムの小型化、多段プロセスの簡略化等を通じた化学産業の製造工程等の省エネルギー化を図る。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術的目標及び達成時期

2010年度までに、マイクロリアクター技術、ナノ空孔技術を軸とし、これらに更にマイクロ波、超臨界流体等のエネルギー供給手段を組み合わせた協奏的反応場を構成

することにより、これまでにない革新的な化学反応プロセスを確立し、新機能材料創成技術を実現する。さらに、これらの技術を用いて高性能・高機能電子材料、医薬中間体などの部材を開発する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(3) 循環社会構築型光触媒産業創成プロジェクト（運営費交付金）

①概要

我が国で発見された光触媒技術の新産業分野開拓を目指し、サイエンスにさかのぼることにより、紫外光のみならず、可視光レベルでの性能・機能の飛躍的な向上のための技術基盤を構築する。これにより、従来では困難とされてきた医療関連分野や住宅建材分野、環境関連分野等に光触媒技術を導入し、光触媒の最大のメリットである自然エネルギーを利用した安心・安全な環境を提供できる技術を開発する。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、材料レベルで紫外光応答型2倍、可視光応答型10倍の感度向上を達成し、その高感度光触媒を適用した薄膜プロセス技術の基盤技術を確立する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(4) 高感度環境センサ部材開発*

①概要

ダイオキシンをはじめとする極微量有害有機物質を超高感度で安価かつ簡易に計測するために、高感度セラミックセンシング材料を用いた環境センサーを開発する。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、ダイオキシン類、エストラジオール及びビスフェノールAについて、0.001ng・mlの濃度において有意な電気信号として検出し得る小型・携帯型計測器に挿入可能な寸法のセンサ部材の開発を目標とする。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(5) 次世代高信頼性ガスセンサ技術開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

一酸化炭素中毒やガス漏れなどのガス事故を限りなくゼロに近づけるため、センサ素子のナノレベルでのメカニズム解析及び開発設計を行い、コードレスで高信頼性を有する次世代高信頼性ガスセンサ（COセンサ・メタンセンサ）を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、最先端のナノテクノロジー及びMEMS技術を導入し、電池駆動で5年以上の長寿命、高信頼性（数百ppm以下の故障率）、低コストなCOとメタンのセンサを開発する。

③研究開発期間

2008年度～2011年度

V. 材料・部材領域

極めて広範囲な産業領域に波及する材料・部材領域について、ユーザー製造業等との連携（川上・川下連携）を促進し、高度な部材産業群の「すり合わせ力」を一層強化する。

（1）鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

プラント、構造物や自動車等の革新的な高効率化、省エネルギー化、長寿命化、安全・安心化を図るため、最新の科学的知見を導入し、鉄鋼材料及び鋼構造体を超高機能化する基盤的研究開発を行う。具体的には、高強度鋼、高機能鋼の実用化拡大の基盤となる（1）高級鋼厚板（高強度鋼、極低温用鋼、耐熱鋼）溶接部の信頼性・寿命を大幅に向上する溶接施工技術（高密度・清浄熱源溶接技術）、及び金属組織制御技術を基本とする材料技術（クリープ破壊及び水素破壊の機構解明等を踏まえた）の開発、（2）部材の軽量化を図るために強度、加工性等の最適機能傾斜を付与する機械部品鍛造技術（駆動部材の信頼性確保のための耐疲労破壊特性の向上を踏まえた）の開発を行う。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、高級鋼厚板（高強度鋼・極低温用鋼・耐熱鋼）の溶接を予熱・後熱なしに可能とする溶接技術と材料技術を開発するとともに、傾斜機能部材の鍛造技術を開発する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

（2）超ハイブリッド材料技術開発（運営費交付金）

①概要

従来実現が不可能と考えられていた相反する複数機能（トレードオフ機能）を両立できる材料を、異種素材の組合せ（ハイブリッド化）により実現するための技術を開発する。要素技術として、異種材料間の界面挙動をシミュレーション技術等により解明し、ナノレベルよりもさらに微小な原子・分子レベルでのハイブリッド化構造・配列制御のための合成技術を開発する。従来の単一材料では実現困難であったトレードオフの性能を引き出すことで、自動車用構造材料、パワーデバイス用材料、光学材料等を出口イメージとした、高機能革新部材製造に必要な技術基盤を開発する。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、電気・電子材料、光学材料、その他工業材料について従来材料では実現できなかった相反機能を解消するとともに、市場評価が可能な成果物を供試し、市場（ユーザー）から、客観的な実用化研究開発課題を抽出する。また、単なる相反機能の解消ではなく、相反機能を制御・実現する技術を開発する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(3) 先端機能発現型新構造繊維部材基盤技術の開発* (運営費交付金)

①概要

電界紡糸や熔融紡糸等により創製される極微細な繊維状材料に対してナノオーダーの成形加工や微細な界面加工ならびに複合化することで材料を高機能化した革新的部材を創出する。高機能新材料を求めるユーザーの要望を満たす繊維の極微細加工と高次複合化を解決する基盤技術開発を行う。

②技術的目標及び達成時期

2010年度までに、電界紡糸法による繊維高機能化、大型装置化技術およびナノ熔融分散紡糸法による超極細炭素繊維製造技術を開発し、これら基盤技術を活用して、高性能・高機能電池用部材、高性能・高機能フィルター用部材、高性能・高機能医療衛生用・産業用部材を開発する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(4) 次世代光波制御材料・素子化技術* (運営費交付金) (再掲)

①概要

ガラス材料に関する精密モールド技術を確立し、機能性の高い光波制御素子を低コストで生産できるプロセス技術を開発することで部材の小型化・高機能化を図りつつ、省エネを実現する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2010年度までにサブ波長レベルの微細構造をガラス表面にモールド成形する技術を実現し、実装可能な具体的なデバイスを作製する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(5) 高機能複合化金属ガラスを用いた革新的部材技術開発 (運営費交付金)

①概要

複合化金属ガラス(金属ガラスマトリックス中に第二相として微結晶や微粒子または微小空隙等を分散させたもの)を創製して、次世代高密度記録媒体、超微小モータ用部材および高強度・高導電性電気接点部材を開発する。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、複合化金属ガラス合金を創製し、従来の金属ガラス単層合金の持つ優れた特徴に加えて、塑性加工性、硬磁気特性、高電気伝導性等を付与する。この複合化金属ガラスの新規特性を用いて、従来の金属ガラス単層合金では為しえなかった革新的部材の開発を行い、さらに多様な工業製品に応用することで、我が国産業の優位性を確保する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(6) マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト* (運営費交付金)

①概要

マグネシウム合金部材について、製品歩留まりが高く、高耐疲労性を付与する鍛造技術の開発を行う。また、循環型素材としてのマグネシウム合金部材の特性を活かし、リサイクル材の鍛造用ビレット化に係る課題抽出を行う。当該技術開発により、マグネシウム鍛造部材製造技術の基盤を構築し、我が国の家電、自動車等の川下産業の競争力の強化に不可欠な高度部材を供給する。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに高強度・高耐疲労・加工性に優れたマグネシウム鍛造技術を確立する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

VI. 共通基盤領域

ナノテクノロジー、部材分野の研究開発に必要な加工・計測・解析技術等の共通基盤の確立とともに、リスク不安に対処したリスク管理手法を開発し、社会に貢献する産業化の支援を相互的に推進する。

(1) ナノ粒子の特性評価手法開発 (運営費交付金)

①概要

ナノ粒子のキャラクタリゼーション、計測技術の確立とともに、生体影響等評価手法、暴露評価手法及びナノテクノロジーによるリスク不安に対処したリスク管理手法を開発する。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、生体影響等評価手法、暴露評価手法及びリスク評価手法を開発し、ナノ粒子のリスク評価及び管理の考え方の提言を行う。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

注：*印のある研究開発プロジェクトは、2006年度より開始された新産業創造高度部材基盤技術開発の一環として実施しているもの。

5. 政策目標の実現に向けた環境整備（関連施策）

ナノテクノロジーは、情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなどの分野における科学技術の進歩や課題解決に貢献する重要な技術シーズである。そのため、ナノテクノロジーの研究開発と一体となった関連施策を実施することで、その成果を市場に出していくことが重要である。主な関連施策を、以下に示す。

〔技術戦略マップ〕

- ・NEDO及び経済産業省では、技術戦略マップを策定、毎年改訂し、ナノテクノロジー・部材分野の将来の方向性を見定めながら、合理的かつ効果的な研究開発プロジェクトを推進している。また、技術戦略マップを活用して、多様な連携（川上川下の垂直連携、異業種間の水平連携など）による研究開発を促進、支援し、当該分野の技術革新を促進している。

〔サンプル提供・実用化促進〕

- ・NEDOでは、実施するナノテクノロジー関連の研究開発プロジェクト成果のサンプルを対象として、それらを活用した用途の開発、実用化ないし製品化提案を有する企業とのマッチングを図ることで、プロジェクトの事業化を促進する取組みを実施している。

〔標準化〕

- ・経済産業省では、ナノテクノロジー関連の研究開発成果を社会及び市場等に普及するための環境整備として、ナノテクノロジーの標準化活動（ISO/IEC、JIS）を推進している。

〔広報〕

- ・ナノテクノロジーに関する先端技術及び製品等の世界最大の展示会である「nano tech」が毎年日本で開催されている。

〔社会受容〕

- ・ナノテクノロジーの産業化の推進とともに、ナノ粒子のキャラクタリゼーション技術や人の健康や環境に及ぼす影響等の潜在的な課題に関する知見を蓄積する等のナノテクノロジーの社会受容に対する取組みを推進している。
- ・経済産業省では、2006年度から「ナノ粒子の特性評価手法開発」を開始し、工業ナノ粒子の有害性評価手法、また、そのリスク評価手法の確立を目標としたプロジェクトを開始しているところ。
- ・OECDでは、2006年9月、化学品委員会に工業ナノ材料作業部会（WPMN）が設置され、代表的な14種の工業ナノ材料について、試験計画の合意と試験実施を目的とする「スポンサーシッププログラム」が実施されている。スポンサーシッププログラム対象物質のうち、カーボンナノチューブ（単層、多層）、フラーレンの3物質については日本が中心となって担当し、「ナノ粒子の特性評価手法開発」等の成果で貢献している。

〔人材育成〕

- ・経済産業省では、「製造中核人材育成事業」を実施しており、産学連携による波及効果の高い人材育成プログラムを開発、実践している。ナノテクノロジー関連の人材育成プログラムも複数実施している。

（例）ナノテク製造中核人材の養成プログラム

概要：情報家電、燃料電池、ロボット、医療機器、バイオ等の応用分野において、その産業の基盤と創出を支える中堅企業を対象として、「基礎加工技能・技術、特殊な要素技能・技術に習熟し、製造技術の高度化を図る人材」及び「豊富なナノ加工プロセスの知識や先端機器を使いこなすノウハウ等を習熟し、製造現場の技能・技術を統括できず人材」を育成するもの。

- ・ N E D Oでは、我が国の産業技術の発展のため、先端分野や融合分野の技術を支える人材の育成と、人的交流の面から産学連携を促進するための「場」の形成を促進する取組みを実施している（N E D O特別講座）。具体的には、優れた成果を生み出しつつあり、大学が技術の中核となっている研究開発プロジェクトをコアプロジェクトとし、そのプロジェクトリーダーの所属大学に拠点を設置し、関連技術の人材育成、人的交流の拡大、周辺研究の実施を行うもの。ナノテクノロジー関連の研究開発プロジェクトも複数実施している。

〔関係機関との連携〕

- ・ ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発—うち新材料・新構造ナノ電子デバイスプロジェクト、希少金属代替材料開発プロジェクトにおいては、文部科学省との合同会議を設置するなど、連携しつつプロジェクトを推進している。

〔他省庁との連携〕

- ・ 総合科学技術会議／連携施策群において、「ナノバイオテクノロジー」「ナノテク研究推進と社会受容」等が設置され、関係省庁と連携して実施している。

6. 研究開発の実施に当たっての留意事項

事業の全部又は一部について独立行政法人の運営費交付金により実施されるもの（事業に（運営費交付金）と記載したもの）は、中期目標、中期計画等に基づき、運営費交付金の総額の範囲内で、当該独立行政法人の裁量によって実施されるものである。

7. 改訂履歴

- (1) 平成12年12月28日付け制定。
- (2) 平成14年2月28日付け制定。材料ナノテクノロジープログラム基本計画（平成12・12・27工総第16号）は、廃止。
- (3) 平成15年3月10日付け制定。ナノテクノロジープログラム基本計画（平成14・02・25産局第8号）は、廃止。
- (4) 平成16年2月3日付け制定。ナノテクノロジープログラム基本計画（平成15・03・07産局第1号）は、廃止。
- (5) 平成17年3月31日付け制定。ナノテクノロジープログラム基本計画（平成16・02・03産局第7号）は、廃止。
- (6) 平成18年3月31日付け制定。ナノテクノロジープログラム基本計画（平成17・03・25産局第4号）は、廃止。
- (7) 平成19年4月2日付け制定。ナノテクノロジープログラム基本計画（平成18・03・31産局第13号）は、廃止。
- (8) 平成14年2月28日付け制定。
- (9) 平成15年3月10日付け制定。革新的部材産業創出プログラム基本計画（平成14・02・25産局第9号）は、廃止。
- (10) 平成16年3月7日付け制定。革新的部材産業創出プログラム基本計画（平成15・03・07産局第5号）は、廃止。
- (11) 平成17年3月31日付け制定。革新的部材産業創出プログラム基本計画（平成16・03・07産局第5号）は、廃止。
- (12) 平成18年3月31日付け制定。革新的部材産業創出プログラム基本計画（平成17・03・25産局第3号）は、廃止。
- (13) 平成19年4月2日付け制定。革新的部材産業創出プログラム基本計画（平成18・03・31産局第14号）は、廃止。
- (14) 平成20年4月1日付け、ナノテク・部材イノベーションプログラム基本計画制定。ナノテクノロジープログラム基本計画（平成19・03・20産局第1号）および革新的部材プログラム基本計画（平成19・03・19産局第4号）は、本イノベーションプログラム基本計画に統合することとし、廃止。
- (15) 平成21年4月1日付け制定。ナノテク・部材イノベーションプログラム基本計画（平成20・03・24産局第1号）は、廃止。

環境安心イノベーションプログラム基本計画

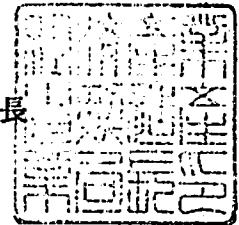
経済産業省

平成21・03・24産局第1号
平成21年4月1日

経済産業省産業技術環境局長



経済産業省製造産業局長



環境安心イノベーションプログラム基本計画の制定について

上記の件について、イノベーションプログラム実施要領（平成16・07・27産局第1号）第4条第1項の規定に基づき、別添のとおり制定する。

平成21・03・24産局第1号
平成21年4月1日

環境安心イノベーションプログラム基本計画

1. 目的

資源制約を克服し、環境と調和した持続的な経済・社会の実現と、安全・安心な国民生活を実現するため、革新的な技術開発や低炭素社会の構築等を通じた地球全体での温室効果ガスの排出削減、廃棄物の発生抑制（リデュース）、製品や部品の再使用（リユース）、原材料としての再利用（リサイクル）推進による循環型社会の形成、バイオテクノロジーを活用した環境に優しい製造プロセスや循環型産業システムの創造、化学物質のリスクの総合的な評価及びリスクを適切に管理する社会システムの構築を推進する。

2. 政策的位置付け

第3期科学技術基本計画（2006年3月閣議決定）及び分野別推進戦略（2006年3月総合科学技術会議）における国家的・社会的課題に対応した研究開発の重点推進分野である環境分野及び国の存立にとって基盤的であり国として取り組むことが不可欠な研究開発の推進分野であるエネルギー分野に位置付けられるものであるほか、次のとおり位置付けられている。

新産業創造戦略2005（2005年6月経済産業省）

先端的新産業分野として揚げられた戦略7分野の一つの「環境・エネルギー・機器・サービス」及び「健康・福祉・機器・サービス」に該当し、「技術戦略マップ」を活用し、効果的な研究開発を促進することが今後の取組として指摘されている。

「新・国家エネルギー戦略」（2006年5月経済産業省）

省エネルギーフロントランナー計画において省エネルギー技術開発の一層の推進を図ることとしている。

経済成長戦略大綱（2006年7月財政・経済一体改革会議）

「環境と経済の両立を図るため、金融面からの環境配慮を進めるとともに、環境技術の開発、3Rイニシアティブやアジア環境行動パートナーシップ構想による優れた技術・制度の国際的な普及と標準化等に向けた取組を進める」との方針が示されている。

イノベーション25（2007年6月閣議決定）

イノベーション立国に向けた政策ロードマップ - 社会システムの改革戦略 - 早急に取り組むべき課題「環境・エネルギー等日本の科学技術力による成長と国際貢献」において、「環境・資源・エネルギー等の世界的制約となる課題の解決に貢献し、技術開発や環境整備を通じて持続可能な産業体系・社会基盤・生活を実現することにより世界と日本の経済成長の原動力とするエコイノベーションを実現すべきである。」との方針が示されている。

イノベーション立国に向けた政策ロードマップ - 技術革新戦略ロードマップ「世界的課題解決に貢献する社会 ものづくり技術分野」の中で「3R型設計・生産・メンテナンス技術、製品の設計・製造段階でのリサイクル阻害物質の使用排除を可能とする技術、製品中の有用・有害物質管理技術の開発・標準化」が資源を有効利用し、環境に配慮したものづくり技術として位置づけられている。

21世紀環境立国戦略（2007年6月閣議決定）

今後1、2年で重点的に着手すべき八つの戦略の中で「3R関連法制度等の充実や技術開発の支援を通じて、製品のライフサイクル全体での天然資源投入量の最小化や

再生資源の高付加価値製品への利用を促進し、資源生産性の更なる向上と環境負荷の低減を図る」との方針が示されている。

同じく、今後1、2年で重点的に着手すべき八つの戦略のうち「環境・エネルギー技術の中核とした経済成長 - 環境技術・環境ビジネスの展開」において「環境重視・人間重視の技術革新・社会革新を図る「エコイノベーション」というコンセプトの下、我が国の強みである「ものづくり」と「環境・省エネ」の技術力を梃子に、持続可能な生産システムへの転換、ゼロエミッション型社会インフラ整備、環境価値を重視した持続可能な生活の実現に向けた技術革新と社会システム改革を一体的に推進し、その成果をOECD等を通じて世界に発信する。」との方針が示されている。

「地球温暖化対策技術研究開発の推進について」(2003年4月総合科学技術会議)

総合科学技術会議重点分野推進戦略専門委員会に設置された温暖化対策技術プロジェクトチームでまとめられた上記報告書における研究開発推進戦略に対応するものである。

京都議定書目標達成計画(2005年4月閣議決定)

目標達成のための対策と施策のうち地球温暖化対策技術開発の推進に位置づけられるものである。

Cool Earth - エネルギー革新技术計画(2008年3月経産省公表)

重点的に取り組むべきエネルギー革新技术「21」を含むものである。

低炭素社会づくり行動計画(2008年7月閣議決定)

「低炭素社会を目指し、長期目標を実現するために重要な革新的技術開発の推進及び既存先進技術の普及促進を行う。」とされている。

産業構造審議会廃棄物・リサイクル小委員会基本政策ワーキンググループ報告書(2008年1月)

「近年、安定供給が懸念されているレアメタルの中には、使用製品からの回収・再利用技術が確立していないものもあることから、回収された使用済製品から効率的に抽出するための新たな技術の開発にも取り組むべきである。」とされている。

バイオマス・ニッポン総合戦略(2006年3月閣議決定)

バイオマスの変換に関する戦略として、経済性の向上、革新的な変換技術の開発に取り組むこととしている。

ドリームBTジャパン(2008年12月BT戦略推進官民会議取りまとめ)

バイオテクノロジー(BT)を活用して、環境に優しい低炭素社会の実現と環境修復のための技術開発と実用化支援を行うこととしている。

3. 達成目標

・地球温暖化防止新技術

- (1) 世界全体の温室効果ガス排出量を現状に比して2050年までに半減するという長期目標を達成するため、経済成長と温室効果ガスの排出削減の双方を同時に達成できる革新的技術を開発するとともに、低炭素社会モデル構築に向けた取り組みを推進。

【目標】 世界全体の温室効果ガス排出量を現状に比して2050年までに半減

- (2) 「京都議定書」で課せられた温室効果ガス削減目標の達成

(「京都議定書目標達成計画」に示された各部門の目安としての目標(基準年比)は以下のとおり)

【目標】

エネルギー起源CO₂: +1.3~2.3%

非エネルギー起源CO₂: 0.04%

メタン: 0.9%

一酸化二窒素： 0.6%
 代替フロン等3ガス： 1.6%

() 「京都議定書目標達成計画」とは、「地球温暖化対策の推進に関する法律」に基づき、「京都議定書」の6%削減約束を確実に達成するために必要な措置を定めるものをいう(平成17年4月閣議決定、平成18年7月一部改定、平成20年3月全部改定)

・資源制約克服 / 3R

「第2次循環型社会形成推進基本計画(平成20年3月閣議決定)に基づき、2015年度までに以下の目標の達成を図る。

資源生産性：約42万円/トン(2000年度：約26万円/トン)

循環利用率：約14~15%(2000年度：約10%)

最終処分量：約23百万トン(2000年度：約57百万トン)

(備考)

資源生産性 = (GDP) / (天然資源等投入量)

循環利用率 = (循環利用量) / (循環利用量 + 天然資源等投入量)

・環境調和産業創造バイオ

バイオプロセスによって有用物質を生産し、廃棄物や汚染物質を発酵等により処理又は再資源化するという、循環型の産業システムを実現するために必要な技術基盤の構築を図るとともに、遺伝子組換え体の産業利用における安全性管理の充実を図る。具体的には、工業プロセスにバイオテクノロジーを導入することや、微生物や植物機能等を活用したモノ作り技術の開発、バイオマス利用、及びバイオ技術による産業廃水等処理技術の開発等を通して、環境調和型産業の創出に資する。

・化学物質総合評価管理

化学物質のリスクの総合的な評価を行いつつ、リスクを評価・管理するための技術体系を構築する。そのために、化学物質のリスクに係る国民の理解増進のための基盤、事業者が自らリスクを判断する手段及び国が規制等の施策を講ずる際の手段として、化学物質のライフサイクルにわたるリスクの総合的な評価管理を行うための手法を確立するとともに、リスクの削減に資するプロセス、手法の開発、さらには知的基盤を整備する。

4. 研究開発内容

- 1. CO2固定化・有効利用技術

地球温暖化対策のため、排出される二酸化炭素を分離回収・固定化することや、有用物質に変換する技術を開発し、低炭素社会の構築に資する。

() 共通技術開発等

(1) プログラム方式二酸化炭素固定化・有効利用技術開発

概要

二酸化炭素の固定化・有効利用技術開発は、現時点においては基礎的な段階に属する研究が多く、長期的観点からの取り組みが必要不可欠。このため本事業では将来において実現可能性の高い二酸化炭素固定化・有効利用技術に関する革新的な技術シーズを発掘し、実現可能性を確認した上で、基盤技術として確立する。

事業期間

1999年度～2011年度

実施形態

適切な研究課題等を選定して研究開発を実施。

(2) 地球環境国際研究推進事業

概要

地球温暖化問題の解決に向け、CTI（気候変動技術イニシアティブ）等の国際的な枠組みを活用し、諸外国の先進的取組との研究協力や、発展途上国への技術普及を進めることにより、世界的な温暖化問題への取り組みを強化する。

事業期間

2002年度～2011年度

実施形態

諸外国との連携のもと、テーマ毎に適切な体制を構築し実施。

() 二酸化炭素回収・貯留(CCS)に関する技術開発

(1) 分子ゲート機能CO₂分離膜の技術研究開発

概要

二酸化炭素回収・貯留(CCS)の実用化に向け、最大の課題のひとつであるCO₂分離回収コストの大幅低減を目指し、圧力を有するガスからのCO₂/H₂の分離用に期待されている膜分離技術の実用化のため、分子ゲート機能CO₂分離膜の高圧下におけるCO₂/H₂選択性の向上、分離膜モジュールの大型化等に取り組む。

技術目標及び達成時期

2015年頃において、石炭ガス化複合発電(IGCC)等で発生する圧力ガスから従来の3分の1程度(1,500円/t-CO₂程度)のコストでCO₂を分離回収することを可能とする膜分離技術の確立を目指す。

研究開発期間

2006年度～2010年度

(2) 二酸化炭素貯留隔離技術研究開発

概要

二酸化炭素回収・貯留(CCS)(地中貯留及び海洋隔離)の実用化に向け、CCS実施における安全性評価・社会的信頼醸成に必要な基盤技術や手法の開発に重点的に取り組む。本事業の実施にあたっては、国内外で実施される実証事業等と必要な連携をしながら取り組む。

また、本事業で獲得した安全性評価等に関する知見を活用し、CCS事業を計画する上での基礎情報である、貯留隔離ポテンシャルの調査を行う。

技術目標及び達成時期

貯留した二酸化炭素のモニタリング技術、挙動予測手法、環境・生物影響評価、安全性評価手法の開発、及び全国貯留層賦存量調査を行う。

研究開発期間

フェーズ1：2000年度～2004年度

フェーズ2：2005年度～2012年度

注) 本事業は、平成20年度までの「二酸化炭素地中貯留技術研究開発」(うち実証試験を除く)と「二酸化炭素の海洋隔離に伴う環境影響予測技術開発」を統合したもの。

(参考：「二酸化炭素海洋隔離に伴う環境影響予測技術開発」の研究開発期間)

フェーズ1：1997年度～2001年度

フェーズ2：2002年度～2006年度

フェーズ3：2007年度～2011年度

当初単独事業として2011年度まで実施する予定であったが、2009年度

より地中貯留技術研究開発と事業統合。海底下帯水層への地中貯留等に係る、安全性評価・環境影響評価等にこれまでの成果を活用する。

(3) 二酸化炭素削減技術実証試験委託費

概要

二酸化炭素回収・貯留(CCS)技術の実用化に向けた実証試験を行う。具体的には、火力発電所等の大規模発生源から分離回収したCO₂を年間約10万トン規模で地下帯水層(地下1,000m程度)等へ貯留する技術を実証するとともに、長期挙動予測可能な二酸化炭素挙動予測シミュレーション技術、モニタリング技術等の基盤技術の確立を行う。

技術目標及び達成時期

2015年度までに、CCS技術の本格導入となる、100万トン/年規模での地中貯留を実現するために必要な基盤技術を確立する。

研究開発期間

2008年度(補正)~2013年度

() 環境調和型製鉄プロセス技術開発(運営費交付金)

概要

高炉ガスからの効率的な二酸化炭素分離と中低温排熱の有効活用及び水素を炭素(コークス)の一部代替として鉄鉱石を還元する革新的製鉄プロセスの開発を行う。

技術目標及び達成時期

最終的な技術開発目標として製鉄プロセスにおけるCO₂排出量を30%削減することを目指し、2050年までに実用化する。

研究開発期間

2008年度~2017年度

() 大規模植林

(1) バイオ技術活用型二酸化炭素大規模固定化技術開発

概要

バイオエタノール化に適した樹木への環境耐性付与を遺伝子技術により実施し、これら原料樹木の不良環境下での効率的な植林技術を開発する。

技術目標及び達成時期

事業4年目までに、未利用の不良環境地でも生育できる高セルロース樹木を遺伝子技術により開発し、実証植林を行う。

研究開発期間

2008年度~2011年度

- 2. 脱フロン等技術

代替フロンの排出量を抑制するため、代替フロンを削減する技術(脱フロン等技術)を開発する。

(1) 革新的ノンフロン系断熱材技術開発(運営費交付金)

概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、住宅・建築物の省エネルギーという社会適用性に応えるため超微細発泡等による断熱性能の向上のための技術開発を行う。

技術的目標及び達成時期

既存のノンフロン断熱材では達成できていない断熱性能を実現し、更には従来のフ

ロン断熱材の断熱性能を超える高断熱性能を実現する断熱材を2012年頃を目途に開発する。

研究開発期間

2007年度～2011年度

(2) ノンフロン型省エネ冷凍空調システムの開発(運営費交付金)

概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、家庭用・業務用及び運輸用エアコン及びショーケース等に使用可能なノンフロンかつ高効率を達成でき、安全性についても配慮された新たな冷凍システムの開発を行う。

技術的目標及び達成時期

2009年度までに、ノンフロン(自然冷媒等)型省エネ冷凍・空調システムを開発する。

研究開発期間

2005年度～2009年度

・資源制約克服/3R

() 金属資源等3R対策

(1) 希少金属等高効率回収システム開発(再掲)

概要

小型電子・電気機器にはベースメタルや、金、銀等の貴金属の他、インジウム、ニッケル等の希少金属等を含有している。現状では、これらの機器が廃棄された後は、非常に高温で処理する乾式製錬技術を用いてリサイクル・処理されているため、多大なエネルギーを消費するばかりか、回収可能な金属が銅、金、銀等に限定されており、その他の希少金属等は回収できずに廃棄処分されている。このため、湿式製錬技術を活用した高効率な最適技術の開発等を通じて、回収工程の省エネルギー及び希少金属等の回収率向上を図る。

技術目標及び達成時期

- ・従来方法(乾式製錬)で処理する場合に比べて、大幅な省エネルギーの実現(省エネルギー効果:原油換算で約78万k1/年削減)
- ・廃小型電子・電気機器、廃超硬工具等中に含まれる希少金属等の回収率の向上(インジウム0% 90%、ニッケル50% 95%、コバルト0% 95%、タンタル0% 80%、タングステン90% 95%、レアアース0% 80%)

研究開発期間

2007年度～2010年度

(2) 希土類金属等回収技術研究開発

概要

今後、普及拡大が見込まれる製品の製造工程において排出されるレアアースを含む不要物など技術的・経済的に抽出が困難なレアアース含有物について、レアアース等有用金属のリサイクル技術の研究開発を行う。

具体的には、液晶パネル用ガラス、ハードディスク用ガラスの製造工程等で使用された低品位状態のレアアースについて高品位化し再利用するための技術開発を実施する。

技術目標及び達成時期

液晶パネル用ガラス、ハードディスク用ガラスなどの精密な表面処理が必要な製品の研磨に使用されているセリウム等のレアアースを含有する研磨剤について、

研磨廃滓中のレアアース成分と不純物の分離に新たな低温での化学的・物理的プロセスを確立・導入（具体的には低温での効率的な化学処理や、研磨剤成分ではなく不純物を物理的に分離する回収プロセスに変更する等）することでレアアース回収プロセスの低コスト化及びエネルギー使用合理化を目標とする。

研究開発期間

2008年度（補正）～2012年度

（3）希少金属代替材料開発プロジェクト（再掲）

概要

希少金属は、特殊用途において希少な機能を発揮する一方で、その希少性・偏在性・代替困難性から、市場メカニズムが必ずしもうまく機能せず、その供給停止は川下の経済成長の制約要因となりうるリスクを伴っている。近年、「コンピュータによる材料設計」、「ナノテクによる微細構造制御」等が飛躍的に向上した結果、従来できなかった、「コンピュータによる最適制御設計による候補元素系の探索」、「結晶粒界、界面の制御等マイクロ構造の制御」等が可能となりつつあることから、こうした最先端技術を用いることで、希少金属の新たな代替/使用量低減技術を開発する。

技術目標及び達成時期

2011年度までに、以下希少金属元素の使用原単位について現状と比較して以下の低減ができる製造技術を開発し、ユーザー企業、大学等の外部機関に対して機能評価のためにラボレベルで提供できる（試料提供）水準に至るまでの技術を確立することを目標とする。また、製品の機能や製造コストは現状と同等を少なくとも維持することを前提とする。

- ・透明電極向けインジウム（In）：現状から50%以上低減
- ・希土類磁石向けディスプロシウム（Dy）：現状から30%以上低減
- ・超硬工具向けタングステン（W）：現状から30%以上低減

研究開発期間

2007年度～2011年度

（ ）水資源制約克服

（1）環境調和型水循環プラント実証事業（運営費交付金）

概要

我が国が強みを持つ、膜技術を始めとする水処理技術を活用し、省水型・環境調和型の水循環システムを開発するとともに、海外展開等を支援する。

技術目標及び達成時期

2013年度までに省水型・環境調和型の水循環システムを確立し、以降、国内外の水不足が深刻な地域へ当該水循環システムを順次普及させる。

研究開発期間

2009年度～2013年度

（2）環境調和型水循環技術開発（運営費交付金）（再掲）

概要

我が国が強みを持つ、膜技術を始めとする水処理技術を強化し、省水型・環境調和型の水循環システムの開発に資する省エネ・省水型の要素技術を開発する。

技術目標及び達成時期

2013年度までに、以下の技術を開発する。

- 革新的膜分離技術の開発：

従来法に比べ膜透過加圧エネルギー等を50%以上削減。

- 省エネ型膜分離活性汚泥法（MBR）技術の開発：
従来法に比べ膜洗浄の曝気（空気気泡）エネルギー等を30%以上削減。
- 有用金属・有害物質の分離・回収技術の開発：
従来法に比べ汚泥の削減により汚泥処理・処分エネルギーを80%以上削減。
- 高効率難分解性物質分解技術の開発：
従来法に比べ窒素処理に係るエネルギーを50%以上削減。
オゾン酸化法等のエネルギーを50%以上削減。

研究開発期間

2009年度～2013年度

・環境調和産業創造バイオ

(1) 植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発

() 植物利用エネルギー使用合理化工業原料生産技術開発（運営費交付金）

概要

現在の化学工業プロセスに代わる、植物の有する有用物質生産能を活用した省エネルギー・低環境負荷型の工業原料生産プロセスへの変換を促進する。具体的には、工業原料の生産に関わる重要な物質生産プロセスに関する代謝系をゲノム情報に基づき解析するとともに、有用物質生産制御に必要な一連の代謝遺伝子群の発現を統一的に制御する技術の開発を行う。

技術目標及び達成時期

2009年度までに、工業原料として有望なバイオマスとしてイソプレノイド、油脂などの有用物質生産に関わる代謝経路とその調節メカニズム及び生産物質の蓄積・移動に係るメカニズムの解析を行い、関連遺伝子情報を整備するとともに、統括的発現制御技術を開発する。

研究開発期間

2002年度～2009年度

(ii) 植物利用高付加価値物質製造基盤技術開発

概要

動物や微生物による物質生産と比較して、安全性が高い、生産コストが低い、省エネルギーで環境調和型といった特徴を有する植物を活用した高機能タンパク質等の高付加価値物質生産（モノ作り）の基盤技術を開発するために、有用物質を高効率に高生産させる組換え植物の基盤技術を開発するとともに、閉鎖型人工環境下での高効率な栽培技術の開発を一体的に進める。

技術目標及び達成時期

2010年度までに、実用植物において実用可能なレベルまで有用物質を効率的に高生産・高蓄積させる組換え植物を開発するとともに、目的有用物質を安定かつ均一に生産・蓄積させる栽培技術を確立し、その生産の実用性を閉鎖型人工環境下において確認する。

研究開発期間

2006年度～2010年度

(2) 微生物機能を活用した環境調和型製造基盤技術開発（再掲）

() 微生物機能を活用した高度製造基盤技術開発（運営費交付金）

概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、省エネルギーかつ環境負荷が少ないといった特徴を有する微生物機能を活用した有用物質の革新的な生産プロセス（モノ作り）の技術を構築するため、産業用途に必要な機能既知遺伝子で構成されたゲノムを持ち、物質生産性向上につながる性能を備えた高

性能宿主細胞の創製や、微生物反応の多様化・高機能化技術を開発するとともに、バイオマスを原料として有用物質を体系的かつ効率的に生産する（バイオリファイナリー）ための基盤技術を開発する。

技術目標及び達成時期

2010年度までに、物質生産性向上につながる性能を備えた高性能宿主細胞を創製するとともに、バイオプロセスの実用化適用範囲の拡大のための微生物反応の多様化・高機能化技術の開発を行う。バイオリファイナリー技術については、バイオマスを高効率で糖化し、糖から高効率で各種化成品の基幹物質を生産するバイオプロセス体系を構築する。

研究開発期間

2006年度～2010年度

(ii) 微生物群のデザイン化による高効率型環境バイオ処理技術開発（運営費交付金）

概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、従来エネルギー多消費・廃棄物多排出型であった廃水・廃棄物処理において、微生物群の構成及び配置等を人為的に制御（デザイン化）することで、その処理効率を大幅に向上させ、省エネルギーで廃棄物も少ない高効率型廃水、廃棄物処理の基盤技術を確立する。

技術目標及び達成時期

2011年度までに、特定有用微生物群を人為的に安定導入・維持もしくは人為的に空間配置・優先化させる等のデザイン化技術を開発し、従来の廃水、廃棄物処理に比べより高効率で省エネルギーな処理技術を開発するとともに、実用化に資するための実証可能なテストプラント規模にて評価する。

研究開発期間

2007年度～2011年度

(3) バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（再掲）

概要

食料と競合しないセルロース系バイオマスからバイオ燃料を製造する革新的技術の開発を軸に、バイオ燃料生産に有用な遺伝子組み換えによる植物・微生物の開発等、バイオ燃料のコスト競争力強化に資するバイオリファイナリーの一環として、ブタノール、プロピレン等の製造技術の実用化を目指した開発を行う。

技術目標及び達成時期

2013年度までに、セルロース系バイオマスを原料とし、バイオ燃料製造の従来技術に比べて画期的に優れた効率や低コスト化を可能とする糖化・発酵等の基盤技術を開発するとともに、バイオマス利用に資する微生物の利用基盤技術の開発を行う。さらに、プロパノール等の高効率取得のための触媒開発等により、化成品製造の実用化を目指した技術開発を行い、バイオマスに関する燃料分野と化成品分野の融合・連携を図る。

研究開発期間

2007年度～2013年度

- 1. 化学物質総合評価管理

(1) 化学物質の最適管理をめざすリスクトレードオフ解析手法の開発（運営費交付金）

概要

化学物質のリスクを共通指標で比較、検討し、事業者等における代替物質の選択の際に、リスクの相互比較が可能となるリスク評価手法及び社会経済分析等リスクトレードオフ解析手法を構築する。

技術目標及び達成時期

2011年度までに、代表的な化学物質用途群につき、化学物質のライフサイクルに応じたあらゆる暴露を考慮した排出量推計手法や室内暴露評価手法等環境動態解析手法を構築する。さらに、用途群内の物質間でのリスクトレードオフ解析手法を開発する。

研究開発期間

2007年度～2011年度

(2) ナノ粒子の特性評価手法開発(運営費交付金)(再掲)

概要

ナノ粒子のキャラクタリゼーション、計測技術の確立とともに、生体影響等評価手法、暴露評価手法及びナノテクノロジーによるリスク不安に対処したリスク管理手法を開発する。

技術目標及び達成時期

2010年度までに、生体影響等評価手法、暴露評価手法及びリスク評価手法を開発し、ナノ粒子のリスク評価及び管理の考え方の提言を行う。

研究開発期間

2006年度～2010年度

(3) 構造活性相関手法による有害性評価手法開発(運営費交付金)

概要

従来動物実験による反復投与毒性試験に代わり、*in silico* や類推等を用いた予測・評価を可能とするため、既知の毒性情報を整備したデータベースを基に、よりの確に効率よく毒性を評価可能とする有害性評価支援システムを構築する。

技術目標及び達成時期

2011年度までに、公開されている反復投与毒性試験データや毒性作用機序情報が搭載されたデータベース、肝臓における代謝産物・代謝経路を予測する手法、及び対象とする化学物質の標的臓器・症状やその毒性の強さの範囲等を予測する手法を開発する。さらに、それらを統合して毒性判断に必要な情報を効率的に抽出する有害性評価支援システムを構築する。

研究開発期間

2007年度～2011年度

(4) 石油精製物質等簡易有害性評価手法開発(運営費交付金)(再掲)

概要

石油の生産及び流通の合理化を図る観点から、石油製品等に含まれる化学物質によるリスクを把握し、必要な対策を適切に行うことを可能とするため、*in vitro* 培養系技術等の活用により遺伝子組換え細胞等を用いた *in vitro* 系簡易有害性予測手法、また、トキシコゲノミクスを活用した短期動物試験結果と相関する遺伝子発現データセットを開発する。

技術目標及び達成時期

2010年度までに、遺伝子導入技術、幹細胞分化誘導技術、生物発光技術等を適用した培養細胞を用いて、試験期間1ヶ月程度、発がん性、催奇形性及び免疫毒性を予測評価できる試験手法を開発し、また、遺伝子発現解析技術を短期動物試験に適用し、28日間反復投与試験結果と相関する遺伝子発現データセットを完成させる。また、標準的な試験プロトコルを策定する。

研究開発期間

2006年度～2010年度

- 2 . 化学物質リスク削減技術開発

アスベスト含有建材等回収・処理等技術開発事業（運営費交付金）

概要

今後、大量の排出が予測されるアスベスト含有建材等の廃棄物を対象として、そのアスベスト含有状況について簡易かつ確実な探知・分析を可能とし、安全性、信頼性の高い回収・処理を実現する関連機器・システムの技術開発を行う。

技術目標及び達成時期

2009年度までに、アスベスト含有製品の使用時、解体・回収・廃棄時においてオンサイト方式で検出感度0.1wt%超レベルに検出できる計測技術を確立し、アスベストを含む建材等の回収・除去現場におけるアスベストの飛散及びばく露を最小化し、回収・除去の安全性及び信頼性等を確保する技術を確立する。また、アスベスト含有廃棄物の無害化処理における安全性、効率性に優れた技術を確立する。

研究開発期間

2007年度～2009年度

. その他

エコイノベーション推進・革新的温暖化対策技術発掘・実証プログラム（運営費交付金）

概要

エコイノベーション（環境重視・人間重視の技術革新・社会革新）の創出および、低炭素社会の構築のため、それに資するテーマを公募し、その実現可能性調査や地域実証試験を実施する。発掘された技術シーズや実証された有望な社会システムモデルは広く国民に示し、民間におけるエコイノベーション推進や低炭素社会構築に関する研究や取組を加速させる。

技術目標及び達成時期

F S 結果や実証モデルから生み出された公的機関の実施する研究開発件数や民間主導の取り組みモデル件数を事業のアウトカムとしてモニタリングする。

また、O E C D において、エコイノベーション・ロードマップとともに、その進捗を測る指標の2010年を目処にした作成が検討されているところ。こうした指標を参考とし、エコイノベーションが進展する度合いの数値化を可能にした上で調査段階でこれらの指標を設定し国際比較を行う。

研究開発期間

2008年度～2012年度

5 . 政策目標の実現に向けた環境整備（成果の実用化、導入普及に向けた取組）

【導入普及促進】

排出量の多い品目・業種や処理困難物を中心にリサイクルシステムなどの実証・市場化対策に関するフィージビリティ・スタディを実施する。

サプライチェーングループを対象に、部品等の仕様と原材料の使用・副産物の発生状況等に関する診断を実施し、製品設計及び製造プロセスの同時改善の方向性に関する提案、指導を行うとともに、取組事例を分析・評価し、資源投入量の抑制効果の高い優良な事例を公開する。

商品選択に資するわかりやすい3R配慮情報（省資源性や再生資源・部品の使用状況等）を消費者に提供し、環境配慮型製品の市場拡大を推進するため、指標の策定や、情報提供手法の確立、製品の情報検索が可能なシステムの検討・開発を行う。

3R対策が講じられている製品等の市場開拓を促進するため、政府が環境物品等を率先購入することを定めたグリーン購入法について、同法の判断基準が引き続き3R対策

を適切に反映するようにしていく。

化学物質の有害性評価、暴露分析、リスク評価等のデータベースの構築を図るとともに、それらの手法の各種活動（事業者の自主管理活動、事業者、地方自治体等が国民とリスクコミュニケーションを図る活動等）等への導入を図る。

公害防止設備に対する優遇税制等の支援を行う。

【法規制・制度改革】

二酸化炭素回収・貯留（CCS）の国内での本格実施に必要な法規制・制度の整備等に関して検討を行う。

資源有効利用促進法等のリサイクル関連法制度によるスキームを活用して、3R対策を網羅的に講じることにより、循環型社会の構築を図る。

遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律（カルタヘナ法）に基づく立入検査で査収した生物が遺伝子組換え生物であるか否かを判断するための基盤的な技術の高度化や収去方法を確立すること等により、的確な法律の執行体制を整備する。

【ガイドライン】

事業者による自主的取組を促進する観点から、産業構造審議会において策定している「業種別・品目別廃棄物処理・リサイクルガイドライン」（自主的な目標の設定）について、3R対策を加速する観点から適宜フォローアップを行い、改定を行う。

【基準・標準化】

各プロジェクトや民間における技術開発等で得られた成果のうち、標準化すべきものについては、適切な標準化活動（国際規格（ISO/IEC）、日本工業規格（JIS）その他国際的に認知された標準の提案等）を実施する。

CO₂回収・貯留後のモニタリング、植林等によるCO₂固定化量の計算、バイオマス利用時のCO₂排出削減量の評価、環境影響や安全性評価手法など、CO₂固定化・有効利用を推進するに当たって標準化が必要となる事項については、研究・開発状況や社会情勢を常に意識しながら計画的に標準化を推進する。

リサイクル品などの3R配慮製品に対する需要の創出・拡大を図るため、「環境JIS策定促進のアクションプログラム」に基づき、リサイクル品等の品質基準及び試験評価方法の規格（環境JIS）の策定を引き続き推進する。

バイオマス由来プラスチックにおけるバイオマス含有量測定の標準化を推進するとともに、生分解性プラスチックに係る微生物嫌気分解試験方法の国際標準化を着実に実施する。

石油精製物質等簡易有害性評価手法開発については、開発された簡易有害性評価手法等を2014年度を目途に経済開発協力機構（OECD）にテストガイドラインとして提案することを検討し、国際標準化を推進する。

【調達促進】

バイオマス由来プラスチック等、生物機能を用いた生産プロセスにより生産された製品について、グリーン購入法に基づく調達品目として位置付けられるべく検討を行う。

【広報・啓発】

研究開発プロジェクトの成果について広く普及啓発を図るため、シンポジウム等を行う。

3Rの普及・促進を図るため、毎年10月を「3R推進月間」とし、この期間を中心として、3R活動への関係者の取組を促すための「3R推進功労者等表彰」や、循環ビジネス振興のための「資源循環技術・システム表彰」等の普及啓発活動を実施する。

【知的基盤整備】

国内外との共同研究等を通じ、革新的な温暖化対策技術や方策についての情報交換に資する、情報ネットワークの構築等を行う。

物質生産用に関与された汎用宿主細胞や取得した生物遺伝資源は、独立行政法人製品

評価技術基盤機構に整備し、社会に幅広く提供する。

独立行政法人製品評価技術基盤機構の化学物質管理センターにて事業者・国民・公的機関の化学物質管理に関する冷静な対話（科学的知見の共有）を促進するための知的情報基盤整備を図る。

【国際協力】

生物多様性条約に基づく遺伝子資源へのアクセス促進事業において、日本のバイオ関連企業の遺伝子資源保有国（途上国）の遺伝子資源に対するアクセスを促進するための技術的環境整備及び遺伝子資源へのアクセス実施の調整を行う。

【他省庁との連携】

総合化学技術会議が推進する科学技術連携施策群の「食料・生物生産研究」及び「総合的リスク評価による化学物質の安全管理・活用のための開発技術」、ライフサイエンスPT、社会還元プロジェクトの下での関係府省間における適切な連携の実施。

【プロジェクト等との連携】

CO₂固定化・有効利用技術のロードマップに基づき、技術シーズ発掘型技術開発事業成果のプロジェクトへの取り込みや、プロジェクト間の連携により、低炭素社会モデルの構築に資する効果的なCO₂固定化・有効利用システムの実現を図る。

植物機能を活用したモノ作り基盤技術開発に係る2つのプロジェクト間での、遺伝子高発現技術やモデル植物での基盤技術及び実用作物への技術展開に関する情報交換を推進する。

6. 研究開発の実施に当たっての留意事項

- ・事業の全部又は一部について独立行政法人の運営費交付金により実施されるもの（事業名に（運営費交付金）と記載したものは、中期目標、中期計画等に基づき、運営費交付金の総額の範囲内で当該独立行政法人の裁量によって実施されるものである。
- ・プログラム目標等については、京都議定書目標達成計画の評価・見直しプロセスに伴う対応を行う。
- ・各プロジェクトを横断的観点からマネジメントする体制を整備し、技術の進捗状況や社会情勢等を踏まえた適切な資源配分、技術成果のレビュー、普及施策の検討、実施すべき技術開発テーマ・領域・分野等の検討等を実施する。

7. 改訂履歴

- (1) 平成12年12月28日付け、生物機能活用型循環産業システム創造プログラム基本計画、化学物質総合評価管理プログラム基本計画制定。
- (2) 平成14年2月27日付け、生物機能活用型循環産業システム創造プログラム基本計画制定。生物機能活用型循環産業システム創造プログラム基本計画（平成12・12・27工総第15号）は、廃止。平成14年2月28日付け、革新的温暖化対策技術プログラム基本計画、3Rプログラム基本計画、化学物質総合評価管理プログラム基本計画制定。化学物質総合評価管理プログラム基本計画（平成12・12・27工総第14号）は、廃止。
- (3) 平成15年3月10日付け制定。革新的温暖化対策技術プログラム基本計画（平成14・02・25産局第16号）、3Rプログラム基本計画（平成14・02・25産局第13号）、生物機能活用型循環産業システム創造プログラム基本計画（平成14・02・25産局第5号）、化学物質総合評価管理プログラム基本計画（平成14・02・25産局第7号）は、廃止。
- (4) 平成16年2月3日付け制定。革新的温暖化対策技術プログラム基本計画（平成15・03・07産局第18号）及びエネルギー環境二酸化炭素固定化・有効利用プログラム基本計画（平成15・03・07産局第19号）は、革新的温暖化対策技術プログラム基本計画に統合することとし、廃止。3Rプログラム基本計画（平成15・03・

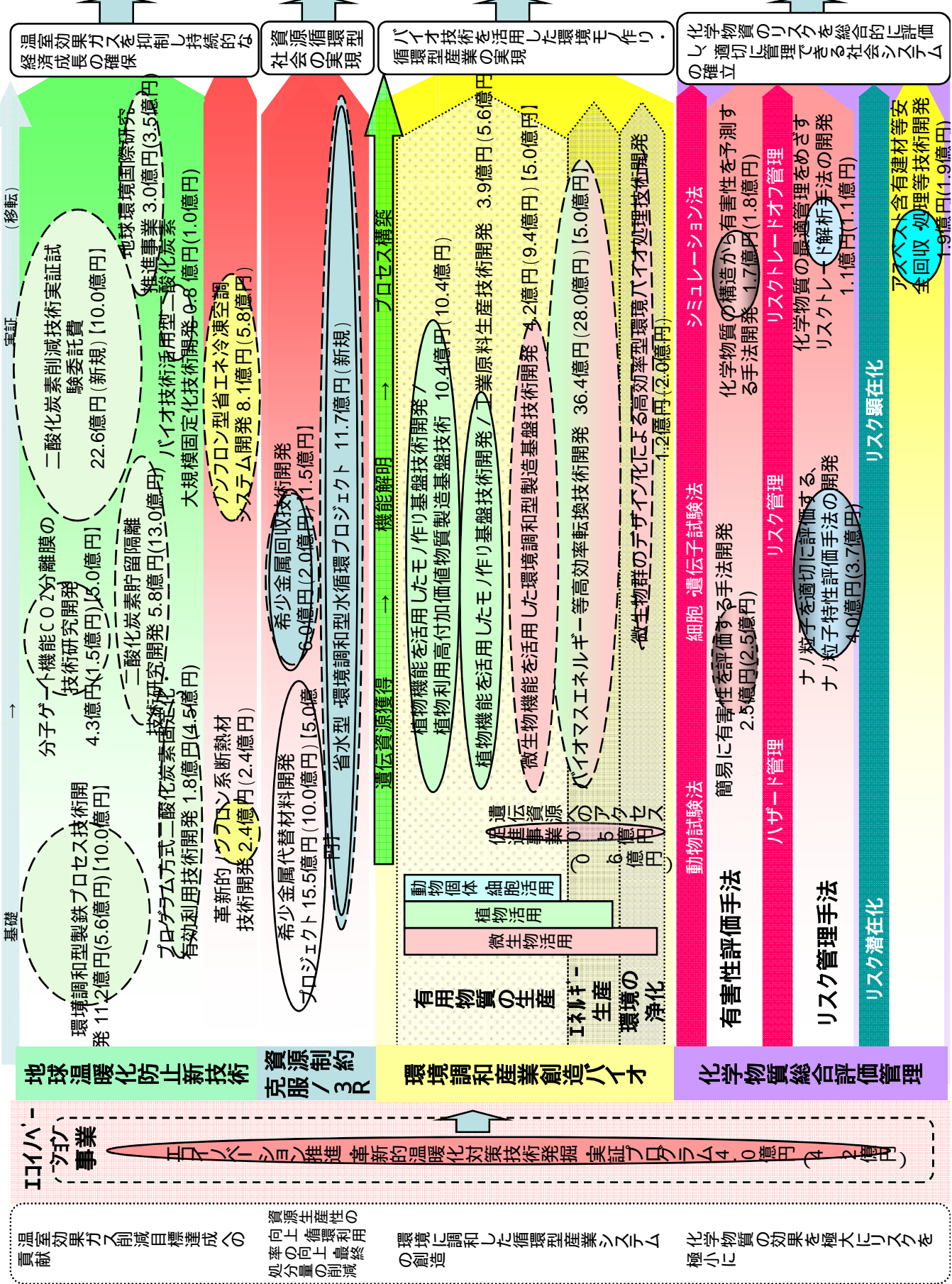
- 07産局第6号) 生物機能活用型循環産業システム創造プログラム基本計画(平成15・03・07産局第3号) 化学物質総合評価管理プログラム基本計画(平成15・03・07産局第8号)は、廃止。
- (5)平成17年3月31日付け制定。地球温暖化防止新技術プログラム基本計画(平成16・02・03産局第13号) 3Rプログラム基本計画(平成16・02・03産局第5号) 生物機能活用型循環産業システム創造プログラム基本計画(平成16・02・03産局第15号) 化学物質総合評価管理プログラム基本計画(平成16・02・03産局第3号)は、廃止。
- (6)平成18年3月31日付け制定。地球温暖化防止新技術プログラム基本計画(平成17・03・25産局第8号) 3Rプログラム基本計画(平成17・03・29産局第1号) 生物機能活用型循環産業システム創造プログラム基本計画(平成17・03・25産局第2号) 化学物質総合評価管理プログラム基本計画(平成17・03・25産局第10号)は、廃止。
- (7)平成19年4月2日付け制定。地球温暖化防止新技術プログラム基本計画(平成18・03・31産局第9号) 3Rプログラム基本計画(平成18・03・31産局第10号) 生物機能活用型循環産業システム創造プログラム基本計画(平成18・03・31産局第3号) 化学物質総合評価管理プログラム基本計画(平成18・03・31産局第11号)は、廃止。
- (8)平成20年4月1日付け、環境安心イノベーションプログラム基本計画制定。地球温暖化防止新技術プログラム基本計画(平成19・03・19産局第6号) 3Rプログラム基本計画(平成19・03・19産局第5号) 生物機能活用型循環産業システム創造プログラム基本計画(平成19・03・16産局第2号) 化学物質総合評価管理プログラム基本計画(平成19・03・20産局第2号)は、本イノベーションプログラム基本計画に統合することとし、廃止。
- (9)平成21年4月1日付け制定。環境安心イノベーションプログラム基本計画(平成19・03・25産局第7号)は、廃止。

[平成21年度予算額: 165億円]

各プロジェクト毎の予算額は21年度予算(20年度予算)(20年度補正予算)

資源制約を克服し環境と調和した持続的な経済成長と安全安心な国民生活の実現

5. 環境安心イノベーションプログラム



温室効果力削減目標達成への貢献
 資源生産性の向上
 循環利用の最終処分量の削減
 環境と調和した循環型産業システムの創造
 化学物質の効果を最大にしリスクを極小に

希少金属代替材料開発プロジェクト基本計画

(ナノテク・部材イノベーションプログラム・環境安心イノベーションプログラム)
「希少金属代替材料開発プロジェクト」基本計画

電子・材料・ナノテクノロジー部
新エネルギー部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

現在及び将来において我が国経済を牽引していく産業分野において、競争力を発揮し世界を勝ち抜いていくために、多様な連携（川上・川下産業の垂直連携、材料創製・加工との水平連携）による研究開発の推進により、当該市場のニーズに応える機能を実現する上で不可欠な高品質・高性能の部品・部材をタイムリーに提供し、又は提案することができる部材の基盤技術を確立することを目的とした「ナノテク・部材イノベーションプログラム」、及び環境・資源制約を克服し循環型経済システムを構築することを目的とした「環境安心イノベーションプログラム」の一環として本プロジェクトを実施する。

希少金属は、我が国産業分野を支える高付加価値な部材の原料であり、近年その需要が拡大している。しかし、途上国における著しい需要の拡大や、そもそも他の金属と比較して、金属自体が希少であり、代替性も著しく低く、その偏在性ゆえに特定の産出国への依存度が高いこと等から、我が国の中長期的な安定供給確保に対する懸念が生じている。これに対する具体的な対策として、平成18年6月、資源エネルギー庁から報告された「非鉄金属資源の安定供給確保に向けた戦略」において、①探鉱開発の推進、②リサイクルの推進、③代替材料の開発、④備蓄、等が整理され、現在それぞれにおける具体的な対策が進められている。

本研究開発は、この総合的な対策の一部として非鉄金属資源の代替材料及び使用量低減技術の確立を目的としている。

なお、平成18年3月28日に閣議決定された「第3期科学技術基本計画」では、「ナノテク・材料分野」を「重点推進4分野」の一つとして位置づけ、これに優先的に資源配分することとしている。本研究開発は、同分野に列挙されている「戦略重点科学技術」のうち「資源問題解決の決定打となる希少資源・不足資源代替材料革新技術」にあたるものであり、文部科学省の元素戦略プロジェクトと連携し基礎から実用化までの間隙のない支援体制を確立して行うもので、我が国の科学技術力の向上という観点からも極めて意義が高いものである。

(2) 研究開発の目標

最終目標では、以下希少金属元素の使用原単位（一製品当たり）について現状と比較して以下の低減が見込まれる製造技術を開発し、ユーザー企業、大学等の外部機関に対して機能評価のためにラボレベルで提供できる（試料提供）水準に至るまでの技術を確立する。また、製品の機能や製造コストは少なくとも現状と同等を維持することを前提とする。

対象元素	使用原単位の低減目標値	最終目標年度
透明電極向けインジウム (In)	現状から50%以上低減	平成23年度末
希土類磁石向けジスプロシウム (Dy)	現状から30%以上低減	
希土類磁石向けネオジウム (Nd)	現状から100%低減(代替)	平成27年度末
超硬工具向けタングステン (W)	現状から30%以上低減	平成23年度末
排ガス浄化向け白金族 (Pt)	現状から50%以上低減	平成25年度末
精密研磨向けセリウム (Ce)	現状から30%以上低減	
蛍光体向けテルビウム・ユウロピウム (Tb・Eu)	現状から80%以上低減	
排ガス浄化向けセリウム (Ce)	現状から30%以上低減	平成23年度末

(3) 研究開発内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、別紙の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。なお、研究開発項目⑩については、委託者選定後に具体的に設定する。

[委託事業]

- ①透明電極向けインジウム使用量低減技術開発
- ②透明電極向けインジウム代替材料開発
- ③希土類磁石向けジスプロシウム使用量低減技術開発
- ④超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発
- ⑤超硬工具向けタングステン代替材料開発
- ⑥排ガス浄化向け白金族使用量低減技術開発及び代替材料開発
- ⑦精密研磨向けセリウム使用量低減技術開発及び代替材料開発
- ⑧蛍光体向けテルビウム・ユウロピウム使用量低減技術開発及び代替材料開発
- ⑨Nd-Fe-B系磁石を代替する新規永久磁石及びイットリウム系複合材料の開発
- ⑩排ガス浄化向けセリウム使用量低減技術及び代替材料開発、透明電極向けインジウムを代替するグラフェンの開発

本研究開発項目は、実用化まで長期間を要するハイリスクな「基盤的技術」に対して、産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施する事業であり、委託事業として実施する。

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

研究開発項目①～⑤は、経済産業省により、企業、民間研究機関、独立行政法人、大学等（委託先から再委託された研究開発実施者を含む）から公募によって研究開発実施者が決定され、共同研究契約等を締結する研究体が構築され、平成19年度より委託により実施されている。平成20年度より、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「NEDO」という。）が本事業を運営・管理するに当たっては、外部有識者から構成される技術評価委員会等を設置し、平成19年度の進捗状況を踏まえた事業内容・計画及び実施体制の妥当性についての審議に基づいた評価を行った上で委託して実施する。研究開発項目⑥～⑩はNEDOが単独ないし複数の原則、本邦の企業、大学等の研究機関（原則、国内に研究開発拠点を有していること。ただし、国外企業の特別な研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点からの国外企業との連携が必要な場合はこの限りではない。）から公募によって研究開発実施者を選定後、共同研究契約等を締結する研究体を構築し委託して実施する。

また、各研究体の有する研究開発ポテンシャルの最大限の活用により効率的な研究開発の推進を図る観点から、各研究体には研究開発責任者（テマリーダー）を置き、その下に研究者を可能な限り結集して効果的な研究開発を実施する。

(2) 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDOは、経済産業省及び研究開発責任者と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標、並びに、本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて設置される技術検討委員会等における外部有識者の意見を運営管理に反映させるほか、四半期に一回程度、研究開発責任者等を通じてプロジェクトの進捗について報告を受けること等を行う。

また、本研究開発プロジェクトは、文部科学省の元素戦略プロジェクトと研究開発推進にあたり、お互いの研究開発成果・課題等について議論する。さらに、得られた研究開発成果については、合同シンポジウム等により積極的に公開する。

3. 研究開発の実施期間

研究開発項目①～⑤については、平成20年度から平成23年度までの4年間とする。平成19年度に経済産業省が実施した「希少金属代替材料開発プロジェクト」事業について、平成20年度よりNEDOの事業として実施するものである。

研究開発項目⑥～⑧については、平成21年度から平成25年度までの5年間とする。

研究開発項目⑨-1及び⑨-2については、平成21年度から平成22年度までの約1年間とする。
研究開発項目⑩については、平成22年度から平成23年度までの約1年間とする。
研究開発項目⑨-3については、平成23年度から27年度までの5年間とする。

4. 評価に関する事項

NEDOは、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の評価として、研究開発項目①～⑤については、中間評価を平成21年度、事後評価を平成24年度に、研究開発項目⑥～⑧については、中間評価を平成23年度、事後評価を平成26年度に、研究開発項目⑨-1及び⑨-2については、事後評価を平成23年度に、研究開発項目⑩については、事後評価を平成24年度に、研究開発項目⑨-3については、中間評価を平成25年度、事後評価を平成28年度に実施する。また、中間評価結果を踏まえ必要に応じプロジェクトの加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。なお、評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて前倒しする等、適宜見直すものとする。

5. その他の重要事項

(1) 研究開発成果の取扱い

①成果の普及

研究開発成果については、NEDO、実施者ともサンプル提供等普及に努めるものとする。

②知的基盤整備事業又は標準化等との連携

得られた研究開発の成果については、知的基盤整備事業又は標準化等との連携を図るため、必要に応じてデータベースへのデータの提供、標準案の提案等を積極的に行う。

③知的財産権の帰属

委託研究開発の成果に関わる知的財産権については、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、すべて委託先に帰属させることとする。

(2) 基本計画の変更

NEDOは、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、プログラム基本計画の変更、第三者の視点からの評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

(3) 根拠法

本プロジェクトは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第2号に基づき実施する。

(4) その他

本研究によって得られたあらゆる知的財産、また本研究の過程又は成果に基づき開発したプログラム、サンプル若しくは装置などの成果物について、本プロジェクト外（国内外）への供試・開示については、事前に研究開発責任者とNEDOに連絡する。その際に、NEDOが申請書の提出を求めた場合は、これに応じ速やかに提出する。

6. 基本計画の改訂履歴

(1) 平成20年3月 制定。

(2) 平成20年7月、イノベーションプログラム基本計画の制定により、「(1) 研究開発の目的」の記載を改訂。

(3) 平成21年3月、新鉱種追加により改訂。

(4) 平成21年12月

・研究開発項目⑥～⑧の委託者決定に伴う詳細目標と事業実施内容の確定による改訂。

・「明日の安心と成長のための緊急経済対策（平成21年度補正予算（第2号）」に係る研究開

発項目⑨の追加。

- (5) 平成22年3月、研究開発項目⑦-2 目標の細分化に伴い改訂。
- (6) 平成22年6月、採択条件等反映のため、研究開発項目⑨-1 および⑨-2 の最終目標等を改訂。
- (7) 平成22年12月、「円高・デフレ対応のための緊急総合経済対策（平成22年度補正予算（第1号）」に係る研究開発項目⑩の追加。
- (8) 平成23年7月
 - ・研究開発項目⑨-1 の後続テーマとして研究開発項目⑨-3 を追加

研究開発項目①「透明電極向けインジウム使用量低減技術開発」

1. 研究開発の必要性

現行のFPD用ITOターゲットは抵抗値、可視光領域での光透過性、良好なエッチング特性、アルカリ溶液での安定性の観点から In_2O_3 -90wt%+ SnO_2 -10wt%の組成比が主に利用されている。したがって、ITO製造におけるIn原単位を40%以上低減するために、従来のITO組成の In_2O_3 量を40%以上低減しても従来同等の導電性、エッチング性を維持する新規組成の開発を行う必要がある。 SnO_2 成分が増加すると抵抗率の上昇(高抵抗化)、難エッチング等の課題が予想されるため、抵抗率の上昇を解決する手段として低電圧スパッタ技術の導入、第4元素の添加を実施する。また、難エッチングの課題には H_2O 添加法の導入と第4元素の添加等を実施する。また、その後大型ターゲットの作製と工業化技術の開発を行うためには、第一原理計算による組成の適正化とそれらを基にした小型装置による省In組成のITO膜の実験的立証が必要である。

また、In量の使用原単位を10%以上改善するため、インジウムの使用効率をほぼ100%に高めることができ、さらに真空装置を使わず、エッチング工程が不要でエネルギー削減が可能なITOナノインクを使用した直接基板に描画する方法を開発する。

2. 研究開発の具体的内容

(1)「スパッタリング法における透明電極向けインジウム使用量低減化技術開発」

第4元素を添加することにより、ITO中のIn量を削減する新規組成ITOの開発を行い、かつ別途薄膜化技術を開発し、従来のITO組成で現状の薄膜のトータル厚さを削減する。これらの研究開発によりITO中のIn使用原単位の40%以上の削減を目標とする。

1) 新規ターゲット組成並びにその大型ターゲット焼成技術の開発

(a) 新規ターゲット組成開発

第一原理計算プログラムにより、超大規模シミュレーションをおこない、安定構造、状態密度、電荷密度分布等の解析を行う。得られた結果を用い、新組成ITO薄膜をコンビナトリアル実験手法により作製し、低抵抗、エッチング性、光透過度、高屈折率を向上した新規ターゲットを開発する。

計算機を用いた第一原理計算による手法とコンビナトリアル手法を用いた実験的検証の組み合わせにより、効率的に新規組成の省In組成のITO薄膜の開発を行う。基本的に第4元素は、できるだけ資源的に問題がないものを実施することとする。

(b) 新規ターゲット組成のスパッタプロセスでの支援技術開発

当初、新組成が確定するまでは、 SnO_2 含有量を増やしたITOターゲット(SnO_2 含有量がMax. 50wt%)を作製し、基板上への成膜と薄膜評価を進める。第4元素を添加した新規組成を受け、本プロセスで薄膜測定を行い、プロセスの効果を明らかにする。

(c) 新規ターゲットの開発(新規組成ターゲットの工業化技術開発)

ターゲットの大型化の問題点として、割れ、反り、低密度化がある。これらを解決するために、新規組成ターゲットの工業化技術開発を行う。

2) 透明電極膜の薄膜化スパッタ技術開発

1)の第4添加元素含有新組成の検討をするのと並行して、薄膜化(現状のITO膜構成よりも薄い膜厚)スパッタ技術によるInの省資源化を目指す。

(2)「非スパッタリング法による透明電極向けインジウム使用量低減技術開発」

ITOナノインク塗布法の導入により、装置内壁付着とエッチングでロスしている分をなくし、従来ターゲットとして大量に循環していたInの削減を目指す。これらにより、製造工程で使用しているIn使用原単位の10%を削減する。

1) インクジェット法塗布用ナノインク開発

現在広く実施されている液相法により得られるITO粒子は一次粒子径10~50nmの凝集粒子で、

その粉末抵抗値は $\sim 0.1\Omega\text{cm}$ である。インクジェット法にて薄膜（膜厚 $< 200\text{nm}$ ）、低表面粗さ（ $R_a < 10\text{nm}$ ）の要求を達成するためにインク化工程で強力な分散処理を行うが、完全に分散することは出来ず、歩留まりも悪く、さらにITO粒子表面の酸化等により抵抗値が急激に上昇してしまうと言った問題がある。これを解決するために、ゾルゲル法を主流とした、現行法を改良又は全く新規に開発する新規単分散ITOナノ粒子合成法の開発を行い、インクジェット法に適した工業化技術開発を実施する。

2) 静電塗布用ナノインク開発

粒子合成では、大量生産の指標である、合成系の金属イオン濃度が 0.1mol/L 以上となる濃厚系での液相反応について、特に形態制御と単分散を実現するために、単分散粒子合成の一般的手法である、ゲルゾル法をさらに発展させて、ITO単分散ナノ粒子合成技術の完成を目指す。また、形態制御された比較的大型のナノ粒子（数十nm）とその大型ナノ粒子を結合させるための数nmの粒子を合成し、最密充填を実現するための分布とその分布を実現するための静電塗布法を開発する。

3) シミュレーション

ナノ粒子の形状及びその集合分布を様々に変化させる事が可能なプログラムを開発する。それを用いて、さまざまなナノ粒子形状についてのシミュレーションを行い、表面充填率とナノ粒子量との関係から、塗布剤の最適な充填率を決定する。得られた結果を実験にフィードバックする。

3. 達成目標

中間目標：平成21年度

(1) 新規ターゲット組成では、小型スパッタリングの実験装置でシート抵抗 $50\Omega/\text{sq}$ を実現する。

薄膜化スパッタ技術開発では、ITO膜厚を 100nm 以下で透過率 85% 以上（測定波長 550nm ）を達成する。

以上の結果からInの使用原単位を 40% 以上削減できることを実験的に立証する。

(2) ナノインクによる電導膜について、透過率 80% 以上、ヘイズ 2% 以下、表面抵抗率 $1000\Omega/\text{sq}$ 以下を達成可能な塗布法の開発を目標とする。

以上の結果からInの使用原単位を 6% 以上削減できることを実験的に立証する。

最終目標：平成23年度

(1) 新規ターゲット組成では、所定の諸特性（体積抵抗率 $200\sim 250\mu\Omega\text{cm}$ 、透過率は波長 550nm で 85% 以上、エッチング性、高屈折率）を満足する材料を開発する。また、新規組成ターゲット作製工程の最適化を行い高密度（ 99.5% 以上）ターゲットの工業化技術を完成させる。

薄膜化スパッタ技術開発では、スパッタリング法における大型FPD用のITO膜の厚さを両面合せて現状値 220nm から 100nm 以下とし、シート抵抗 $16\Omega/\text{sq}$ （ $160\mu\Omega\text{cm}$ ）以下、透過率 85% 以上（測定波長 550nm ）とする製造技術を開発することを目標値とする。

以上の技術を確認しInの使用原単位を 40% 以上削減できる工業化・製造技術を確認する。

(2) インクジェット法では、焼成温度 $200\sim 300^\circ\text{C}$ 、膜厚 $< 150\text{nm}$ （ $R_a < 10\text{nm}$ ）、抵抗値 $< 5 \times 10^{-3}\Omega\text{cm}$ 、透明性 $> 96\%$ （ $450\sim 800\text{nm}$ ）、耐擦性 $> 3\text{H}$ を満足するITOインクの確立を目指し、In使用原単位削減率 10% を達成可能なインクジェット用ナノインクの開発を目標とする。

静電塗布法では、塗布プロセスと条件の最適化により、焼成温度 200°C 以下で、膜厚 200nm 以下、透過率 90% 以上、ヘイズ 1% 以下、表面抵抗 $100\Omega/\text{sq}$ 以下を目指し、In使用原単位削減率 10% を達成可能な塗布法の開発を目標とする。

以上の技術を確認しInの使用原単位を 10% 以上削減できる工業化・製造技術を確認する。

上記(1)、(2)の目標達成により、現在のITO薄膜で使用されているIn使用原単位の 50% 削減を達成する。

研究開発項目②「透明電極向けインジウム代替材料開発」

1. 研究開発の必要性

現状では、フラットパネルディスプレイ用透明電極は、ほぼ全面的にマグネトロンスパッタ製膜にて蒸着されたITO透明導電膜が採用されている。酸化亜鉛系材料は、その優れた光学的・電気的特性によって、従来からITO代替材料として最も有力な候補の一つであるが、製膜の均一性、光学的・電気的特性、耐熱性、耐薬品性等の特性値について所定の目標値を満足する必要がある。

したがって、酸化亜鉛系材料を対象にITO代替材料として利用可能な材料開発を実施する。

2. 研究開発の具体的内容

(1) 酸化亜鉛系混晶材料による高性能透明電極用材料の開発

酸化亜鉛の構成元素を他の様々な元素で置換した新しい混晶半導体を開発し、酸化亜鉛系材料の電気的特性及び化学的安定性を、液晶ディスプレイ用透明電極材料として実用に耐え得る水準にまで向上させる。

(2) 酸化抑制型マグネトロンスパッタ製膜技術(材料技術を含む)の開発

1) 酸化抑制型マグネトロンスパッタ製膜技術の開発

- ・酸化抑制製膜条件の最適化
- ・製膜初期制御技術の開発

2) 低酸素含有 ZnO 系焼結体ターゲットの開発

- ・最適 ZnO 系焼結体ターゲットの開発

(3) 酸化亜鉛系液晶ディスプレイの開発

- 1) 「大型基板対応製膜技術の開発」として、大型基板（第8世代-2, 160mm × 2,460mm）に対応した製膜技術及び製膜装置の実現の見通しを得る。
- 2) 「透明導電膜部材（ZnO 薄膜）の開発」として、耐熱・耐湿性、耐薬品性などの実使用条件を満足する条件にて抵抗率変化10%以下を達成する。
- 3) 「大型液晶パネルの応用開発」として、大型液晶ディスプレイを試作し、ITO透明導電膜と同等以上の表示信頼性を確保しつつ、紫色領域・青色領域・緑色領域において、透過率最大2%増大を達成する。

3. 達成目標

中間目標：平成21年度

スパッタ技術開発及び不純物の共添加等の材料開発により、化学的安定性、均一性に優れる成膜技術を開発し、4インチレベルのパネル試作を実施する。

最終目標：平成23年度

抵抗率、透過率、耐熱性、耐湿性、耐薬品性等の透明電極として使用に耐えうる諸特性を満足し、酸化亜鉛系材料及びその成膜技術を確立する。酸化亜鉛系材料を例えば液晶ディスプレイのカラーフィルター側の透明電極に適用することにより、インジウム使用原単位の50%以上低減を達成する。

- ・抵抗率： $4.5 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ 以下
- ・透過率：可視光平均透過率85%以上
- ・耐熱性：抵抗変化率 $\leq 10\%$ (230°C、大気中30分)
- ・耐湿性：抵抗変化率 $\leq 10\%$ (60°C、95%、500時間)
- ・耐薬品性：可視光透過率の変化率 $\leq 2\%$ (NaOH(5%)又はH₂SO₄(5%)室温10分浸漬)

研究開発項目③「希土類磁石向けジスプロシウム使用量低減技術開発」

1. 研究開発の必要性

現状の商用焼結磁石の保磁力は、理論値である異方性磁場（90kOe）の10%程度の値に留まっている。これはNd₂Fe₁₄B主相の結晶粒界で結晶磁気異方性が小さくなるウィークポイントが存在し、そこを起点として逆磁区が核生成するためと考えられている。よって、永久磁石の保磁力を上昇させるには、(1) 逆磁区の発生頻度を下げするために磁石粒子のサイズを小さくすること、及び(2) Nd₂Fe₁₄B相と粒界相との界面の状態を制御することが必要である。そこで、この2点を実現するための技術と指導原理を追求し、保磁力の向上を目指す。

2. 研究開発の具体的内容

(1) 「結晶粒の微細化・原料粉末最適化による保磁力向上技術の開発」

焼結磁石における結晶粒を数マイクロンサイズになるよう微細化することで、ジスプロシウム添加量を低減しても高保磁力が得られる焼結磁石の作製プロセスを確立する。

1) 次世代焼結磁石用原料合金の研究開発

結晶粒径と元素分布を制御することにより、高い保磁力が引き出せる原料合金を開発する。

2) 超微細結晶粒焼結磁石作製プロセスの開発

結晶粒径制御により高保磁力焼結磁石の作製プロセスを開発する。

3) 高保磁力磁石の焼結組織最適化に関する研究

Nd-rich相などの組織形態制御により焼結組織の最適化を図る。

(2) 「界面ナノ構造制御による保磁力向上技術の開発」

強磁場プロセス、薄膜プロセス、組織制御等を検討してNd-Fe-B系焼結磁石の界面ナノ構造を制御し、主相界面の格子整合性を向上させてジスプロシウム添加量の低減と高保磁力の実現の指針を得る。さらに、これらの指針をもとにジスプロシウムを磁石試料中で保磁力増加に効果的な部位に必要量のみを添加するジスプロシウム有効活用技術を開発し、ジスプロシウム添加量の削減を図る。

1) 強磁場を用いた界面構造制御による保磁力向上の研究

強磁場熱処理による粒界相の結晶配向を用いて、この界面構造をより均一にして高保磁力化を目指す。

2) 薄膜プロセスで制御した理想界面による保磁力向上の研究

理想的な磁石薄膜と粒界相物質を成膜し、磁化反転のモデル実験を行うことにより、保磁力のメカニズムを解明する。

3) 焼結磁石の組織制御による界面ナノ構造最適化の研究

ジスプロシウムの拡散制御技術の検討により結晶粒表面にジスプロシウムを優先偏析させる技術を開発する。

(3) 「界面構造解析と保磁力発現機構解明による指導原理の獲得」

Nd-Fe-B系焼結磁石の界面ナノ構造や磁化過程の詳細な解析をすることによって、現状の保磁力が異方性磁場（90kOe）の10%程度の値に留まっていること、従来の研究から結晶粒を小さくしても保磁力がある結晶粒径で急激に低減すること、などの理由を解明し、さらには計算科学を駆使することによって保磁力向上の指導原理を獲得する。得られた情報は上記項目(1)、(2)の製造プロセスへ還元する。

1) ナノ組織解析・原子レベル元素分析による界面構造評価

焼結磁石の粒界ナノ構造を原子レベルで解析し、粒界構造と保磁力の因果関係を解明する。

2) 中性子小角散乱法による平均界面構造評価と保磁力

中性子小角散乱測定により、保磁力の起源となる磁石内部の平均界面構造を明らかにする。

3) 微小結晶粒子集団における磁化反転機構と制御法の研究開発

磁化反転機構解析により保磁力の決定要因を解明する。

4) 希土類磁石の保磁力機構に関する理論研究

第一原理計算に基づく微視的立場から焼結磁石の保磁力の発現機構を明らかにする。

(4) 「自動車用磁石への応用」

自動車用磁石、特にハイブリッド自動車の駆動モータは、現在ジスプロシウム添加Nd-Fe-B系磁石

の大きな応用先である。本研究の遂行によって高保磁力高性能な Nd-Fe-B 系磁石を開発できれば、ジスプロシウム使用量の削減が最も効果的に実施できると考えられることから、例えば開発磁石の耐久性評価、モータ適用時の磁石の最適形状設計等といった当該分野への応用について検討を行う。得られた情報は、各製造プロセスへ還元するとともに更なる高性能化への指針とする。

3. 達成目標

中間目標：平成 21 年度

結晶粒径の微細化、強磁場プロセスによる界面ナノ構造制御技術等の開発により、ジスプロシウム使用量原単位 20%削減を達成する。

最終目標：平成 23 年度

下記の各項目について目標を達成し、ジスプロシウム使用原単位を 30%以上削減可能な技術を確立する。

(1) 結晶粒径 $2\mu\text{m}$ で元素濃度分布を最適化した原料合金、並びにジスプロシウムフリーで結晶粒径 $2\mu\text{m}$ 以下の焼結磁石、における量産化技術の確立。

(2) 強磁場プロセスやジスプロシウム有効活用技術の導入等によって、高保磁力化の実現 (10kOe 増加)。

(3) 内部又は界面の微細・平均構造と保磁力との相関や磁化反転機構を明らかにし、高保磁力省ジスプロシウム磁石開発における指導原理の確立。

(4) モータ出力密度 3 倍のための開発要素の明確化。

研究開発項目④「超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発」

1. 研究開発の必要性

本研究開発では超硬工具（切削工具）のタングステン使用原単位を30%以上低減するため、切削工具の基材部分をタングステン使用量の少ない材料に置きかえる「硬質材料のハイブリッド化」、及び工具の刃先近傍や表面以外について炭窒化チタンを主成分とする「複合構造硬質材料化」を図るための技術開発を行う。

2. 研究開発の具体的内容

(1)「ハイブリッド切削工具の開発」

焼き入れ鋼用切削工具向けに、炭窒化チタン系硬質材料基材に切削チップの先端部として cBN（立方晶窒化ホウ素）を接合し、ロウ付け cBN 切削工具と同等の切削性能を達成すると同時に、接合部には 1000℃の耐熱性をもたせる。

1) 異種材料のソリッド接合技術及びインサート材料の開発

切削工具の切刃部に要求される特性を有する硬質材料と基材となる材料を接合する技術を開発する。

2) ハイブリッド切削工具の実用化技術の開発

工業化に対応するため、実用工具における被接合材及び基材の形状設計、被接合材と基材の高精度位置決め技術等を開発する。

(2)「複合構造硬質切削工具の開発」

一般鋼及び鋳鉄用切削工具向けに、複数の硬質材料粉末を用いて粉末複合化成形した3次元ブレーカ付きM級切削チップを開発し、超硬合金工具と同等の切削性能を達成する。

1) 多相組織硬質材料の開発

多成分からなる多相組織硬質材料の焼結技術等を開発し、その特性を明らかにして超硬合金工具の機能代替を達成する。

2) 複合構造硬質切削工具の実用化技術の開発

多相組織硬質材料に3次元ブレーカが形成可能な複合構造硬質切削工具の実用化技術を開発する。

3. 達成目標

中間目標：平成21年度

(1)「ハイブリッド切削工具の開発」

従来よりもタングステン使用原単位を20%以上低減した硬質基材を開発し、先端部 cBN との接合技術を開発する。

(2)「複合構造硬質切削工具の開発」

粉末複合化成形技術の開発により、タングステン使用原単位を15%以上低減する。

最終目標：平成23年度

下記の各項目について目標を達成し、超硬工具（切削工具）のタングステン使用原単位を30%以上低減する。

(1)「ハイブリッド切削工具の開発」

- 1) 焼き入れ鋼用 cBN 切削工具におけるタングステン使用原単位を40%削減する。
- 2) 焼き入れ鋼に対する高負荷連続切削試験でロウ付けチップと同等の切削性能を達成する。

(2)「複合構造硬質切削工具の開発」

- 1) 一般鋼又は鋳鉄用被覆超硬工具におけるタングステン使用原単位を30%削減する。
- 2) 3次元ブレーカつきM級精度の複合構造硬質工具による一般鋼の断続切削試験で、コーティングを有する超硬合金と同等の切削性能を達成する。

研究開発項目⑤「超硬工具向けタングステン代替材料開発」

1. 研究開発の必要性

本研究開発は、超硬工具（切削工具、耐摩耗工具）のタングステン使用原単位を30%以上低減するため、WC基超硬合金に代わる硬質材料として有望な炭窒化チタン（Ti(C,N)）基サーメットについて、新規サーメット基材の開発及び新規サーメットを基材とした新規コーティング技術の開発を行い、切削工具及び耐摩耗工具に適用するサーメット及びコーティング技術を開発する。

2. 研究開発の具体的内容

（1）「サーメット及びコーティングの基盤研究」

サーメットの解析技術及び設計技術の開発、及び新規サーメット材料を開発するとともに、新規コーティング技術を開発する。具体的には以下の3項目を実施する。

1) 「サーメットの解析及び設計技術の開発」

組織、特性及び焼結性などに関する基盤技術を確立する。

2) 「新規サーメット材料の開発」

サーメットの組織や焼結収縮をより均一化し材料特性を改良するために、原料粉末として従来の単純な混合粉末ではなく、あらかじめ固溶体化した粉末を用いてサーメットを製造し、組織や特性を評価する。

3) 「コーティング技術の開発」

サーメット基材上への安定したコーティングを可能とするために、コーティング時の加熱温度を低温化した新規CVDコーティング技術の開発を行う。

（2）「切削工具用サーメット及びコーティング技術の開発」

上記（1）の成果を活用して、切削工具としてスローアウェイ切削工具や軸物切削工具（穴あけドリル）用のサーメットを対象とし、強度、靱性、熱衝撃性等の材料特性の最適化、成形・焼結プロセス技術の確立、コーティング向け積層化・傾斜組成化技術の確立、切削工具向けコーティング技術の確立等をおこなう。開発したサーメット及びコーティングにより切削工具を作製し、これにより、鋼やアルミニウム合金等の総合的切削性能を達成する。

（3）「耐摩耗工具用サーメット及びコーティング技術の開発」

上記（1）の成果を活用して、耐摩耗工具として線引きダイス・プラグ等用の高硬度型サーメット及び製缶工具・圧粉金型等の高靱性型サーメットを対象とし、強度、靱性、熱衝撃性等の材料特性の最適化、サーメット大型部材の成形・焼結技術の確立、被研削性・放電加工性等の改良、耐摩耗工具向けコーティング技術の開発等をおこなう。開発したサーメット及びコーティングによりダイス・プラグ用及び金型用耐摩耗工具を作製し、これにより、ダイス・プラグ及び金型としての総合的耐摩耗工具性能を達成する。

3. 達成目標

中間目標：平成21年度

下記の各項目について技術を確立する。

- ・サーメットの組織形成シミュレーション技術
- ・新規固溶体粉末を用いたサーメット合成技術
- ・新規コーティング技術

最終目標：平成23年度

下記の各項目について目標を達成し、新規炭窒化チタン（Ti(C,N)）基サーメット材料を開発することで、WC基超硬工具（切削工具、耐摩耗工具）よりもタングステン使用原単位を30%以上低減する。

（1）「サーメット及びコーティングの基盤研究」

1) 「サーメットの解析及び設計技術の開発」

積層体焼結（共焼結）のシミュレーション技術の確立と耐熱衝撃性や高温強度の機構を解明する。さらに、組織形成と破壊メカニズムを解明する。また、成形体構造評価技術を確立し、最終的に設計に必要なデータベースを構築する。

2) 「新規サーメット材料の開発」

下記の特性値を満足する新規サーメット材料を開発する。

- ・抗折力：3GPa
- ・破壊靱性値：15MPa・m^{1/2}
- ・耐熱衝撃抵抗：75W・m^{-1/2}

3) 「コーティング技術の開発」

サーメット基材上への安定したコーティングを可能とするために、コーティング時の加熱温度を低温化（800℃）した新規CVDコーティング技術の開発を行う。

（2）「切削工具用サーメット及びコーティング技術の開発」

切削工具用サーメットの成形・焼結技術、傾斜組成化技術等を確立し、下記の特性値を達成する。

- ・破壊靱性値：13MPa・m^{1/2}
- ・熱伝導率：30W/m・K
- ・サーメット工具による鋼等の総合的切削性能

このことで、軽切削用スローアウェイ工具で約70%、穴明けドリル用（軸物）切削工具で約70%のタングステン使用原単位の低減を実現する。

（3）「耐摩耗工具用サーメット及びコーティング技術の開発」

耐摩耗工具用サーメットの成形・焼結技術、研削・放電加工技術等を確立し、下記の特性値を達成する。

- ・硬さHV \geq 1400で破壊靱性13MPa・m^{1/2}以上の高硬度型サーメット
- ・硬さHV \geq 1200で破壊靱性15MPa・m^{1/2}以上の高靱性型サーメット
- ・サーメット工具によるダイス及び金型の総合的耐摩耗工具性能

このことで、ダイス・プラグ用耐摩耗工具で100%、金型用耐摩耗工具で約94%のタングステン使用原単位の低減を実現する。

研究開発項目⑥-1「排ガス浄化向け白金族使用量低減技術開発及び代替材料開発」
(遷移元素による白金族代替技術及び白金族の凝集抑制技術を活用した白金族低減技術の開発)

1. 研究開発の必要性

白金族は、自動車排ガス触媒を中心とする各種触媒、電気電子機器等に用いられており、排ガス触媒向けを中心に世界的に需要が増加している。白金の新地金生産は年間約 210 t であり、その 90%以上を南アフリカとロシアが担っている。白金の国内需要はおよそ 36 t、うち 27 t が自動車触媒向けであるが、供給の 80%を南アフリカに依存している。一方、南アフリカにおいては、近年設備や安全上の問題による鉱山閉鎖、電力不足による操業停止など、供給懸念が顕在化している。

今後、世界的な自動車需要の増加、及び特に日本・欧州を中心としたディーゼル排ガス規制の強化により、排ガス触媒向け白金族の需要が拡大すると見込まれる白金生産の 90%を南アフリカとロシアが担っていることから、将来の排ガス触媒等の需要拡大に対する供給不足が発生し、わが国の産業において成長阻害の懸念がある。

本研究開発は、自動車排ガス触媒等の白金族使用原単位を 50%以上低減するため、以下の基盤技術及び製造技術を開発する。

2. 研究開発の概要

本プロジェクトは、ディーゼル車両の排気ガス浄化触媒中の白金族使用量を 50%以上低減するために、遷移元素による白金族代替技術及び白金族凝集抑制技術を軸として、白金族使用量を低減した酸化触媒 (DOC : Diesel Oxidation Catalyst)、リーンNO_xトラップ触媒 (LNT : Lean NO_x Trap Catalyst)、ディーゼルパーティキュレートフィルター (DPF : Diesel Particulate Filter) 用触媒を実現するとともに、プラズマによる触媒活性向上技術、酸化触媒と DPF 用触媒といった異なる触媒の機能統合化技術を組合せたディーゼル向け排ガス浄化触媒システムを実現化することを目的とする。

(1) 遷移元素による白金族代替に関する研究開発

遷移元素化合物の活性点の活性原理を明らかにするとともに、DOC、LNT、DPFに必要な機能を明確化し、遷移金属化合物を使った活性点候補を決定する。また、DOC、LNT、DPFに対し、白金族使用量を減らした時に不足する機能を明確化し、遷移金属に置き換えた時の助触媒など活性向上策を決定する。

(2) 白金族凝集抑制手段に関する研究開発

低温時の活性が高い白金、ロジウム、パラジウムの各最適粒子サイズ、最適担体を明確化する。また、耐久試験後に触媒活性の低下が小さい最適粒子サイズを有する凝集 (シンタリング) 抑制手法を開発する。

(3) DPFの反応向上要素とその実現に関する研究開発

PM (パーティキュレート・マター) の反応モデルの決定、DPFの触媒担持モデルの構築と、DPFへの触媒担持位置の明確化を行う。また、DPFの触媒担持における制御因子、PMの酸化特性を明確化し、耐熱試験後に触媒特性が確保できる触媒担持位置を特定する。

(4) プラズマによる活性向上に関する研究開発

プラズマによる触媒の反応性向上原理の解明、触媒設計指針の明確化と触媒の改良、プラズマ反応を受けやすい触媒構造と組成の決定を行う。

(5) 排気触媒統合化に関する研究開発

現行の触媒システム (「DOC」+「LNT」+「DPF」の3つの触媒からなるシステム) の機能統合化 (「DOC+DPF」+「LNT」等からなるシステム) のために、DOC機能の明確化、PM浄化に対する課題の明確化、触媒システムの機能を統合化した時の課題を明らかにして、解決方法を確立し、システムの構成を決定する。

(6) 遷移元素化合物の実触媒化、量産化に関する研究開発

DOC、LNT、DPFそれぞれの触媒について、実触媒化、量産化技術を確立するために、使用量低減に対する課題の明確化と課題の解決方法の立案、耐久試験後 (触媒入口温度 700℃で 100 時間後) の特性が保たれる触媒仕様の明確化と仕様決定を行う。

3. 達成目標

ディーゼルエンジンの排ガス浄化向け触媒の白金族使用原単位を50%以上低減する基盤技術及び製造技術を開発することを目標とする。

中間目標：平成23年度

- (1) 遷移元素による白金族代替に関する研究開発
 - ・遷移元素酸化物によるTG測定法（TG：Transient Grating Method 過渡回折格子法）を開発する
 - ・DOC、LNT、DPF触媒用として触媒活性の向上策を決定し耐熱性向上技術の確立を行う
 - ・DOC、LNT、DPF触媒用として遷移元素活性点候補を3つ以上決定する
- (2) 白金族凝集抑制手段に関する研究開発
 - ・TGを用い低温活性に最適なPdの最適サイズ、最適担体を明確化する
 - ・Pt、Rhを使い最適な担体で耐久試験後の貴金属サイズを実現する
- (3) DPFの反応向上要素とその実現に関する研究開発
 - ・反応モデルの妥当性を検証し、PM反応モデルを決定する
 - ・DPFの反応性を向上させる触媒担持位置を明確にする
 - ・DPFの触媒担持における重要な制御因子を明らかにする
 - ・PMの酸化特性を明らかにする
- (4) プラズマによる活性向上に関する研究開発
 - ・触媒に必要な機能を列挙し、試作・評価により触媒設計指針を明確にする
 - ・常温にて酸素共存下で十分に機能するNO_x分解触媒を絞り込む
 - ・ハニカム、繊維等の構造やアルミナ等材料組成を検討し、プラズマに効果的な支持体構造と組成を選定する
- (5) 排気触媒統合化に関する研究開発
 - ・白金族、白金族代替を用いた統合化した触媒システム全体での課題を明らかにする
 - ・解決方策の具体案の検証を行い、耐久試験前で白金族使用量を85%低減可能な統合化システムを決定する
- (6) 遷移元素化合物の実触媒化、量産化に関する研究開発
 - ・耐久試験前において、DOCの白金族使用量60%低減を可能とする触媒仕様を決定する
 - ・耐久試験前において、LNTの白金族使用量75%低減を可能とする触媒仕様を決定する
 - ・耐久試験前において、DPFの白金族使用量65%低減を可能とする触媒仕様を決定する

最終目標：平成25年度

- (1) 現行の触媒システム（「DOC」＋「LNT」＋「DPF」の3つの触媒からなるシステム）について、平成21年10月に施行される排出ガス規制（ポスト新長期対応ディーゼル排気ガス基準）をクリアした、耐久試験後の触媒特性が確保できる触媒仕様を決定する。
 - ・ディーゼルシステム全体：白金族使用量50%以上低減（自主目標70%低減）
 - ・DOC単体：白金族使用量50%以上低減（自主目標60%低減）
 - ・LNT単体：白金族使用量50%以上低減（自主目標75%低減）
 - ・DPF単体：白金族使用量50%以上低減（自主目標65%低減）
- (2) 触媒機能を統合化した触媒システム（「DOC＋DPF」＋「LNT」等からなるシステム）について、平成21年10月に施行される排出ガス規制（ポスト新長期対応ディーゼル排気ガス基準）をクリアした、耐久試験後の触媒特性が確保できる触媒仕様を決定する。
 - ・ディーゼルシステム全体：白金族使用量50%以上低減（自主目標85%低減）

研究開発項目⑥-2「排ガス浄化向け白金族使用量低減技術開発及び代替材料開発」
(ディーゼル排ガス浄化触媒の白金族使用量低減化技術の開発)

1. 研究開発の必要性

白金族は、自動車排ガス触媒を中心とする各種触媒、電気電子機器等に用いられており、排ガス触媒向けを中心に世界的に需要が増加している。白金の新地金生産は年間約 210 t であり、その 90%以上を南アフリカとロシアが担っている。白金の国内需要はおよそ 36 t、うち 27 t が自動車触媒向けであるが、供給の 80%を南アフリカに依存している。一方、南アフリカにおいては、近年設備や安全上の問題による鉱山閉鎖、電力不足による操業停止など、供給懸念が顕在化している。

今後、世界的な自動車需要の増加、及び特に日本・欧州を中心としたディーゼル排ガス規制の強化により、排ガス触媒向け白金族の需要が拡大すると見込まれる白金生産の 90%を南アフリカとロシアが担っていることから、将来の排ガス触媒等の需要拡大に対する供給不足が発生し、わが国の産業において成長阻害の懸念がある。

本研究開発は、自動車排ガス触媒等の白金族使用原単位を 50%以上低減するため、以下の基盤技術及び製造技術を開発する。

2. 研究開発の概要

本プロジェクトは、ディーゼル排ガス浄化触媒システムにおいて、大量の白金族が使用されている酸化触媒 (DOC : Diesel Oxidation Catalyst) と触媒付ディーゼルパーティキュレートフィルター (DPF : Diesel Particulate Filter) を対象とし、白金族金属の使用量を 50%以上低減するための技術開発を実施する。基盤からプロトタイプ触媒製造までの必要な技術をシームレスにバランス良く取り組むことにより、大型ディーゼル車を主たる対象として白金族金属の使用量を低減し、かつ高い浄化性能を持つディーゼル排ガス浄化触媒システムの開発を目的とする。

(1) 白金族使用量を低減したディーゼル酸化触媒の開発

ディーゼル酸化触媒を対象として、以下の検討を相互補完的に実施し、HC/CO浄化性能、軽油燃焼性能、NO酸化性能を有する高活性・高耐久性触媒を開発する。

1) 触媒活性種の探索と高度設計

触媒活性種である白金族金属と担体、白金族金属間および添加物との相互作用を制御することにより、協奏的な効果により高い活性・安定性を有する触媒活性種組成や構造を明らかにする。

2) 触媒種複合化技術の開発

触媒性能を最大限に発現させるために、複数の触媒活性種および触媒担体をナノスケールで精密に合成し、それらを複合化する触媒調製技術の開発研究を行う。

3) 担体の設計と高度化

白金粒子の凝集の抑制と燃料や潤滑油ミストによる細孔閉塞を回避できる細孔構造を階層的に多元構造化した、硫黄分に対する化学的耐性を有する担体の開発を行う。

4) 要素技術統合による実用候補触媒材料の抽出

各要素技術を相互補完ならびに技術統合することにより、白金族使用量低減につながる触媒設計・合成技術を確立し、高性能な実用候補触媒の抽出を行う。

(2) 白金族代替DPF用触媒の開発

触媒付ディーゼルパーティキュレートフィルターを対象として、粒子状物質を直接酸化できる白金族代替触媒の開発を行う。具体的には、これまで高いスス燃焼性能を有することが見出されている銀触媒の実用条件における活性を向上させ、白金触媒の活性へ近づけることで白金族代替銀触媒を開発する。また、銀触媒のスス燃焼作用機構を解明するためのキャラクタリゼーションを実施する。

(3) 触媒の部材化技術とシステム構築

項目(1)および(2)で開発された新触媒材料について以下の検討を実施し、部材化の観点から白金族金属の使用効率向上を図る。

1) ハニカム基材へのコート技術の最適化

多層化、機能分離あるいは機能傾斜コート技術により、白金族使用量を低減した高性能新規酸化触媒及び高性能の白金族代替DPF触媒を開発する。

2) 触媒システム構築

開発した酸化触媒及び触媒付DPFの実用性評価を実施し、これらを白金族低減という観点で最も効率的に組み合わせる排ガス処理触媒システムの設計を行う。

(4) 実用触媒製造技術の確立

項目(1)～(3)で得られた成果を統合し、実用化のための開発として以下の検討を実施し、プロトタイプ触媒の試作と評価を行い、実用化の目途をつける。

1) 触媒の改良

確立した各要素技術のブラッシュアップを図り、抽出した有望な実用候補触媒群の実用性能改良を実施する。

2) 触媒大量調製技術の開発

プロトタイプ触媒の試作に向けて有望な実用候補触媒を大量に調製するための技術開発を行う。

3) プロトタイプ触媒の試作・評価

実機サイズのハニカム及びDPFにコーティングした触媒を試作し、実機を用いたベンチ評価を行う。

3. 達成目標

ディーゼルエンジンの排ガス浄化向け触媒の白金族使用原単位を50%以上低減する基盤技術及び製造技術を開発することを目標とする。

中間目標：平成23年度

(1) 白金族使用量を低減したディーゼル酸化触媒の開発

・活性種・複合化・担体高度化技術：活性・安定性が高く、実用的な反応条件の変動にも対応できる触媒活性種を開発する。複合ナノ粒子を担体に固定化する技術を開発する。担体の長期性能改良の指針を得るとともに、触媒活性種を効果的に担持する技術を開発する。

・担体設計実用化技術：担体用粉末粒子の試作規模をパイロットレベルに高めて実証試験を行うと共に、実排ガス試験用の担体用粉末を提供する。

・触媒機能高度化技術：解明された触媒活性の制御因子に基づいた白金族使用量低減につながる触媒設計指針を提案する。

・複合ナノ粒子調製技術：解明された触媒成分金属の複合化に関する知見に基づき、白金族使用量低減につながる触媒設計指針を提案する。

・実用候補触媒の抽出：以上の技術に基づき、模擬排ガスをを用いた条件で白金族使用量を従来より40%低減した酸化触媒を開発する。

(2) 白金族代替DPF用触媒の開発

・非白金族系DPF用触媒のスス燃焼温度400℃以下を達成し、白金族使用量を40%低減したDPF触媒を開発する。

(3) 触媒の部材化技術とシステム構築

・従来と比較して白金族使用量を10%低減できる機能分離コート技術を開発するとともに、各研究項目を総合した実用的なディーゼル排ガス触媒システムを提案する。

最終目標：平成25年度

(1) 実用触媒製造技術の確立

平成21年10月に施行される排出ガス規制(ポスト新長期対応ディーゼル排気ガス基準)をクリアし、白金族使用量を50%以上低減した触媒システムを開発する。

・750℃、50時間の耐久に耐えるディーゼル酸化触媒を開発する。

・800℃、50時間の耐久に耐えるDPF用触媒を開発する。

・プロトタイプ触媒の試作に向けて有望な実用候補触媒を大量に調製するための技術を確立する。

・開発した触媒について、実機サイズのハニカムとDPFを用いた触媒システムでトラックエンジンを用いたベンチ評価を行い、課題を確認する。この課題を解決し、実用性をもった触媒システムを開発する。

研究開発項目⑦-1「精密研磨向けセリウム使用量低減技術開発及び代替材料開発」
(代替砥粒及び革新的研磨技術を活用した精密研磨向けセリウム低減技術の開発)

1. 研究開発の必要性

セリウムは、フラットパネルディスプレイのパネルガラス、パソコン用ハードディスクドライブ内のガラスディスクの研磨材として用いられている。世界最大のレアアース供給国である中国からの輸出統計によれば、わが国は世界最大のセリウム消費国である(内需データが不明な中国を除く)。わが国におけるセリウム需要の過半(5割以上)は、研磨材向けの需要によって占められており、その消費量は平成19年現在9,000t(酸化物換算)ほどと推計されている。

今後、テレビのフラット化進行などにより、全世界でフラットパネルディスプレイの主要用途である薄型テレビの生産拡大が見込まれること、また新興国等におけるIT化進行などによりハードディスクドライブの主要用途であるパソコンの生産拡大が見込まれることなどから研磨材料向けセリウムの需要も拡大するものと思われる。

希土類元素(レアアース)であるセリウムは、全世界における供給の9割強を中国が担っていることから、将来の研磨材料等の需要拡大に対する供給不足が発生し、わが国の産業において成長阻害の懸念がある。

本研究開発は、研磨材料等のセリウム使用原単位を30%以上低減するため、以下の基盤技術及び製造技術を開発する。

2. 研究開発の概要

本プロジェクトは、精密研磨向けセリウム使用原単位を30%以上低減するために、代替砥粒の要求特性解明と代替砥粒の開発、革新的研磨技術を活用した研磨要素技術と研磨プロセス技術開発を行うことを目的とする。財団法人三重県産業支援センター高度部材イノベーションセンター(AMIC)に集中研究室を設置して研究開発を実施する。

(1) 研磨メカニズムの解明と代替砥粒の設計

量子分子動力学シミュレーションと実験による研磨メカニズムの解明を行うことで、研磨に対する詳細なメカニズム解明を迅速に進めるとともに、精密な代替砥粒の設計を実現する。

(2) 代替砥粒の研究開発

ペロブスカイト複合酸化物と既存砥粒改良型酸化物の両開発を迅速に行い有用な代替砥粒を得る。

(3) 革新的な遊離砥粒研磨メカニズムに基づく酸化セリウム使用量削減要素技術開発

フェムト秒レーザーなどを使用したガラス研磨前処理技術の確立と砥粒による研磨速度向上技術の確立、酸化セリウム砥粒使用量削減遊離砥粒研磨技術を確立するために電界砥粒制御技術・トライボケミカル研磨技術の開発、ラジカル環境場を考える革新的融合研磨技術とその開発、研磨副資材の研究開発を実施することにより、酸化セリウム使用量を削減する革新的な研磨メカニズムに基づく精密研磨の要素技術を開発する。

(4) 革新的オングストロームオーダー表面創製技術の開発

(1)～(3)の研究開発を統合し、フラットパネルディスプレイのパネルガラス向け電界砥粒制御技術融合研磨技術を導入する片面大型迅速精密研磨の開発、及びハードディスクドライブ向けガラスディスク用両面超精密研磨技術の開発並びに省酸化セリウム遊離砥粒研磨技術を確立するための電界砥粒制御技術融合研磨技術の確立を行う。

3. 達成目標

精密研磨向けセリウムの使用原単位を30%以上低減する基盤技術及び製造技術を開発することを目標とする。

中間目標：平成23年度

(1) 研磨メカニズムの解明と代替砥粒の設計

- ・量子分子動力学シミュレーションによる酸化セリウムによる研磨プロセスの電子論的メカニズムの解明及び、既存砥粒と単純ペロブスカイト酸化物をモデル材とした研磨メカニズムの解析によるモデル材の組成・構造と研磨特性の関連性を明らかにする。

(2) 代替砥粒の研究開発

- ・既存砥粒の研磨性能の把握・改良及び、複合酸化物を用いた代替砥粒構築プロセスの開発に

より、ラボレベルで酸化セリウム使用量の5%の代替を達成する。

- (3) 革新的な遊離砥粒研磨メカニズムに基づく酸化セリウム使用量削減要素技術開発
 - ・電界配置制御された砥粒とガラス試料面における摩擦摩耗による化学反応を援用する研磨技術の創出及びガラス基板と砥粒もしくはその分散媒が活発なラジカル反応場を醸成あるいはフェムト秒レーザーなどによるガラスの前処理の導入検討し、革新的な研磨技術を組み合わせた高度な精密研磨要素技術として従来研磨効率の30%向上を達成する。
- (4) 革新的オングストロームオーダー表面創製技術
 - ・要素技術を、高速電界トライボ片面研磨技術及び革新的な前処理技術を導入する両面研磨技術に適応することにより、ラボレベルで酸化セリウム使用量を10%削減する精密研磨システム技術を実験的に確立する。

最終目標：平成25年度

- (1) 研磨メカニズムの解明と代替砥粒の設計
 - ・研磨プロセスシミュレータとコンビナトリアル計算化学手法を融合による酸化セリウム代替砥粒の理論的最適化及び、既存砥粒と単純ペロブスカイト酸化物をモデル材とした研磨メカニズムの解析による材料特性とその特性が研磨に関与する機構を明らかにする。
- (2) 代替砥粒の研究開発
 - ・代替砥粒と研磨パットの最適化及び、複合酸化物を用いた代替砥粒の開発により、ラボレベルで酸化セリウム使用量の10%代替を達成する。
- (3) 革新的な遊離砥粒研磨メカニズムに基づく酸化セリウム使用量削減要素技術開発
 - ・酸化セリウム代替砥粒で構成したスラリーによる高効率な研磨要素技術開発及びガラス基板表面にフェムト秒レーザーやラジカル場を醸成しつつ研磨を試行し、要素技術として従来研磨効率の40%向上を達成する。
- (4) 革新的オングストロームオーダー表面創製技術
 - ・要素技術開発の成果を、高速電界トライボ片面研磨技術及び革新的な前処理技術を導入する両面研磨技術に適応し、最適化することで、ラボレベルで酸化セリウム使用量を20%削減する精密研磨システム技術を開発する。

研究開発項目⑦-2「精密研磨向けセリウム使用量低減技術開発及び代替材料開発」
(4 B O D Y 研磨技術の概念を活用したセリウム使用量低減技術の開発)

1. 研究開発の必要性

セリウムは、フラットパネルディスプレイのパネルガラス、パソコン用ハードディスクドライブ内のガラスディスクの研磨材として用いられている。世界最大のレアアース供給国である中国からの輸出統計によれば、わが国は世界最大のセリウム消費国である(内需データが不明な中国を除く)。わが国におけるセリウム需要の過半(5割以上)は、研磨材向けの需要によって占められており、その消費量は平成19年現在9,000t(酸化物換算)ほどと推計されている。

今後、テレビのフラット化進行などにより、全世界でフラットパネルディスプレイの主要用途である薄型テレビの生産拡大が見込まれること、また新興国等におけるIT化進行などによりハードディスクドライブの主要用途であるパソコンの生産拡大が見込まれることなどから研磨材料向けセリウムの需要も拡大するものと思われる。

希土類元素(レアアース)であるセリウムは、全世界における供給の9割強を中国が担っていることから、将来の研磨材料等の需要拡大に対する供給不足が発生し、わが国の産業において成長阻害の懸念がある。

本研究開発は、研磨材料等のセリウム使用原単位を30%以上低減するため、以下の基盤技術及び製造技術を開発する。

2. 研究開発の概要

本プロジェクトは精密研磨における酸化セリウムの使用量を30%以上低減するため、(a)従来と同等以上の研磨特性を有し酸化セリウムの成分比を30%削減した研磨材を開発すること、および(b)従来と同等の酸化セリウムの使用量で研磨能率を40%以上向上することを目指す。従来の遊離砥粒研磨技術では研磨能率が向上すると、それに呼応して仕上げ面粗さも悪化する。これに対して新しい研磨技術である4 B O D Y 研磨技術の複合粒子研磨法ではこうしたトレードオフの関係が打破され、高い研磨能率と優れた仕上げ面粗さをともに達成することができる。こうした観点から4 B O D Y 研磨技術の4つの要素である、砥粒、メディア粒子、工具(研磨パッド)、プロセス技術に注目し、それぞれに関した開発を実施することで総合的にガラス質工作物の精密研磨における酸化セリウムの使用量低減に関する基盤技術の開発を行うことを目的とする。

(1) 複合砥粒の研究開発

酸化セリウムの成分比を30%以上削減し、従来研磨と同等以上の研磨特性を達成する無機複合砥粒を開発する。その条件を満足する無機複合砥粒の構造や成分、化学的表面特性、幾何学的特徴を見出す研究開発を実施する。また、コア部に有機物や空孔、シェル部に酸化セリウム(あるいは代替酸化物)を配置したコアシェル構造を有し、かつ従来研磨と同等以上の研磨特性を達成する有機無機複合砥粒を開発する。この際、最適な有機物の材質や機械的特性、コア部の比重等を探索する研究開発を実施する。

(2) メディア粒子を用いた研磨技術の研究開発

研磨能率と仕上げ面粗さなど従来研磨のトレードオフの関係を打破し、従来研磨と同等以上の仕上げ面粗さで高研磨能率を達成するため、加工域に砥粒、工具(研磨パッド)、工作物、メディア粒子の4種類の固体(4 B O D Y)が存在する立命館大学谷が新たな概念として提案した複合粒子研磨技術の概念を適用し、その4番目の要素であるメディア粒子について、最適の物質を探索する研究開発を実施する。メディア粒子としては親水性無機粒子と親水化処理を施した有機粒子の適用を検討し、最適の親水化処理についても検討する。

(3) 研磨特性を向上させる研磨パッドの研究開発

化学的作用を活性化し研磨能率を高める可能性のある新しい素材からなる研磨パッドに関する研究開発、およびフラットパネルディスプレイ基板のように大型工作物に関しても工作物中央部の加工域へのスラリーの侵入を容易にし、工作物全面にわたって高能率に均質な研磨を実現する新しい構造を持った研磨パッドに関する研究開発を実施する。この際、研磨パッドに含有させる物質の作用メカニズムの明確化、工具に要求される物理的因子を明確化し、その物質の材質や幾何学的特性を最適化する。

(4) プロセス技術の研究開発

水和膜の生成機能が高い軟質ガラス質工作物に対して全く砥粒を使用しない加工技術としてパッドエッチング法の適用を検討するための研究開発、および水和膜の生成機能がきわめて低い硬質の水晶に対して水晶独自の特性である圧電効果を利用し研磨中に共振状態を実現して研磨能率を高める技術に関する研究開発を実施する。本研究項目ではそれぞれの装置開発と本技術に適した研磨パッドの開発およびプロセス技術の確立を目指す。

3. 達成目標

精密研磨向けセリウムの使用原単位を30%以上低減する基盤技術及び製造技術を開発することを目標とする。

中間目標：平成23年度

(1) 複合砥粒の研究開発

1) 無機複合砥粒の開発

- ・酸化セリウムの成分割合を30%以上減じ、代表的なガラス素材であるソーダガラスに対して従来の酸化セリウム砥粒と同等の研磨特性(研磨能率と仕上げ面粗さの比が同一)を実現する無機複合砥粒を見出す。

2) 有機無機複合砥粒の開発

- ・代表的なガラス素材であるソーダガラスに対して従来の酸化セリウム砥粒の研磨特性(研磨能率と仕上げ面粗さの比)の1.4倍以上の研磨特性を実現する有機無機複合砥粒を見出し、サンプルが提供できる状態にする。

(2) メディア粒子を用いた研磨技術の研究開発

1) 有機メディア粒子を用いた研磨技術の研究開発

- ・代表的なガラス素材であるソーダガラスに対して従来の酸化セリウム砥粒の研磨特性(研磨能率と仕上げ面粗さの比)の1.2倍の研磨特性を実現する有機メディア粒子を見出し、サンプルが提供できる状態にする。

2) 無機メディア粒子を用いた研磨技術の研究開発

- ・代表的なガラス素材であるソーダガラスに対して従来の酸化セリウム砥粒の研磨特性(研磨能率と仕上げ面粗さの比)の1.4倍の研磨特性を実現する無機メディア粒子を見出し、サンプルが提供できる状態にする。

(3) 研磨特性を向上させる研磨パッドの研究開発

1) 多孔質熱硬化性樹脂研磨パッドの研究開発

- ・代表的なガラス素材であるソーダガラスに対して従来の多孔質ウレタン研磨パッドあるいはセリアパッドと比較して、1.4倍以上の研磨特性(研磨能率と仕上げ面粗さの比)を実現する多孔質研磨パッドを見出し、サンプルが提供できる状態にする。

2) 隙間調整型研磨パッドの研究開発

- ・直径200mmのソーダガラスの工作物に対してうねりを発生させることなく均質に研磨することが可能な研磨パッドを見出し、サンプルが提供できる状態にする。

(4) プロセス技術の研究開発

1) パッドエッチング技術の研究開発

- ・代表的なガラス素材であるソーダガラスに対して従来の酸化セリウムを用いた研磨の研磨特性(研磨能率と仕上げ面粗さの比)と同等の研磨特性を実現するパッドエッチング技術を確立する。

2) 共振研磨技術の研究開発

- ・水晶の研磨特性(研磨能率と仕上げ面粗さの比)を従来の1.1倍以上にする研磨技術を実現する。

最終目標：平成25年度

(1) セリウム使用量低減に寄与する複合砥粒の開発

- ・酸化セリウム使用量低減率30%の無機複合砥粒を開発する
- ・酸化セリウム使用量低減率30%の有機無機複合砥粒を開発する

(2) セリウム使用量低減に寄与する複合粒子研磨法のメディア粒子の開発

- ・研磨能率40%以上向上できる有機メディア粒子を開発する
- ・研磨能率40%以上向上できる無機メディア粒子を開発する

(3) セリウム使用量低減に寄与する研磨パッドの開発

- ・研磨能率40%以上向上できる研磨パッドを開発する

- ・大型工作物の均一研磨を実現する
- (4) セリウム使用量低減に寄与するプロセス技術の開発
 - ・軟質工作物に対して砥粒フリーの研磨技術を開発する
 - ・水晶の研磨能率を20%以上向上する

研究開発項目⑧「蛍光体向けテルビウム・ユウロピウム使用量低減技術開発及び代替材料開発」
(高速合成・評価法による蛍光ランプ用蛍光体向け Tb、Eu 低減技術の開発)

1. 研究開発の必要性

テルビウムは、照明用三波長ランプ（蛍光灯）や液晶テレビのバックライトの蛍光体（緑色蛍光体の付活体）として用いられている。ユウロピウムも同様に照明用三波長ランプや液晶テレビのバックライト用蛍光体（赤色蛍光体の付活体）として用いられている。世界最大のレアアース供給国である中国からの輸出統計によれば、わが国は世界最大のテルビウム、ユウロピウム消費国である（内需データが不明な中国を除く）。わが国におけるテルビウム需要の過半（7～8割）は蛍光粉向けの需要によって占められており、その消費量は平成19年現在100t（酸化物換算）ほどと推計されている。また、ユウロピウム需要のほぼ全量は蛍光粉向けの需要によって占められており、その消費量は平成19年現在70t（酸化物換算）ほどと推計されている。

今後、地球温暖化対策及び省エネルギー対策の進展を受けた白熱電灯から蛍光灯への切替拡大により、全世界で照明用三波長ランプの生産拡大が見込まれること、またテレビのフラット化進行などにより、全世界で液晶テレビのバックライトの生産拡大が見込まれることなどから蛍光粉向けテルビウム・ユウロピウムの需要も拡大するものと思われる。

希土類元素（レアアース）であるテルビウム・ユウロピウムは、全世界における供給の9割強を中国が担っていることから、将来の蛍光粉等の需要拡大に対する供給不足が発生し、わが国の産業において成長阻害の懸念がある。

本研究開発は、蛍光灯等のテルビウム・ユウロピウム使用原単位を80%以上低減するため、以下の基盤技術及び製造技術を開発する。

2. 研究開発の概要

本プロジェクトは、蛍光ランプの蛍光体に含まれる Tb、Eu の使用量を80%以上低減するために蛍光ランプ用の材料及び新規製造プロセスの開発を行う。最新の高速理論計算手法、材料コンビナトリアルケミストリを用いて Tb、Eu 低減型蛍光体の開発、ランプの光利用効率を高めるガラス部材の開発を行う。また、これらの材料のランプシステムの適合性を高速で評価する基盤技術を確認する。製造プロセスとしては、製造工程の低温化技術の開発、蛍光体種別分離再利用技術の開発を行う。

(1) 蛍光体の Tb、Eu 使用量低減技術の開発

本項目では、高速量子化学計算による組成設計指針を利用しつつ、融解合成および粉体流動合成コンビナトリアルケミストリという蛍光体に適したコンビナトリアル合成を用いて、実用的なレベルの発光効率を持ち Tb、Eu の使用を30%低減した新規蛍光体、熱・光照射に対して安定な希土類代替蛍光体を見出す。また、これらの新規蛍光体の量産技術の開発を行う。

(2) ランプ部材の開発

本項目では、ランプ中の保護膜部材として使用する発光シリカガラス粉末等の開発とランプ中で発生した可視光を効率よく外部に取り出すためのガラス管の表面処理技術の開発を行う。これらによってランプ光束を向上させ、Tb、Eu の使用を30%以上低減する。また、開発されたガラスの量産方法について検討し、適切な量産方法について目処をつける。

(3) ランプシステムにおける最適化・蛍光体省使用製造技術の開発

本項目では項目(1)及び(2)で開発された材料についてランプでの適合性を高速で評価する技術を開発することで材料開発を加速する。また、開発された部材の光学的特性等をシミュレーション技術によって光利用効率等を最適化し、ランプ試作を行い、最終的な目標である蛍光ランプにおける Tb、Eu の使用量を低減する。また製造工程における蛍光体のロスをも20%以上低減するために、蛍光体塗布プロセスの低温化と蛍光体種別分離再利用技術の開発を行う。

3. 達成目標

蛍光体向け Tb、Eu の使用原単位を現状から80%以上低減する基盤技術及び製造技術を開発することを目標とする。

中間目標：平成23年度

(1) 蛍光体の Tb、Eu 使用量低減技術の開発

- ・ X線構造解析シミュレーターの開発による蛍光体構造の決定、高速化量子化学計算を利用して蛍光体の発光効率を予測するまでの手法を確立し、少なくとも一つ実証例を示す。
 - ・ ランプでの適合性、量産性に問題のない Tb、Eu の使用を 20% 低減できる蛍光体の組み合わせを提示する。
 - ・ 蛍光体の励起発光メカニズム、劣化メカニズムの組成依存性を明らかにする。
この見出された蛍光体の量産技術について目途をつける。
- (2) ランプ部材の開発
- ・ 従来のガラス・蛍光体と組み合わせて 15% 以上高い光束を実現できるシリカ皮膜を開発する。
 - ・ 全方位光に対して従来のガラス管より 10% 以上の取り出し効率を有するガラスを開発する。
量産化の方法について目途をつける。
- (3) ランプシステムにおける最適化・蛍光体省使用製造技術の開発
- ・ 蛍光体等の高速評価法を実際の材料に適用し、改良した上で方法論として確立する。
 - ・ 開発された材料を用いて実ランプ試作を行い性能試験を行い最終目標に向けての問題点を明確にする。
 - ・ 各材料の光束向上への寄与を定量的に明らかにする。
 - ・ ハロリン酸と 3 波長蛍光体の分離が可能になっていること。
 - ・ 100℃ 程度低温化できるプロセス技術を開発する。また新材料に適用する場合の指針を得る。
- (1) ~ (3) で開発された技術をあわせて Tb、Eu の使用量を 45% 以上低減することを目標とする。

最終目標：平成 25 年度

- (1) 蛍光体の Tb、Eu 使用量低減技術の開発
- ・ ランプでの適合性、量産性に問題のない Tb、Eu の使用を 30% 以上低減できる蛍光体の組み合わせを提示する。
 - ・ この蛍光体の量産技術を確立する。
- (2) ランプ部材の開発
- ・ 従来のガラス・蛍光体と組み合わせて 20% 以上高い光束が得られるシリカ保護膜を開発する。
 - ・ 全方位光に対して従来のガラス管より 10% 以上の取り出し効率を有するガラスを開発する。
 - ・ このガラス部材の量産方法について適切な方法を確立する。
- (3) ランプシステムにおける最適化・蛍光体省使用製造技術の開発
- ・ ランプ構成の最適化により Tb、Eu の使用を 5% 低減できる蛍光体の使用量低減技術を開発する。
 - ・ ランプ製造工場内で現在廃棄されている蛍光体が再利用できる技術を開発し、10% 以上の蛍光体の使用量を低減する。
 - ・ ランプ製造プロセスの改善により、蛍光体のロスを 10% 程度改善する。

最終的には細管ランプなどの技術を併用し、(1) ~ (3) で開発された技術をあわせて従来のものより製造時の Tb、Eu の使用量を 80% 以上低減することが可能なランプを提示する。

研究開発項目⑨-1「Nd-Fe-B系磁石を代替する新規永久磁石及びイットリウム系複合材料の開発」
(Nd-Fe-B系磁石を代替する新規永久磁石の研究)

1. 研究開発の必要性

我が国の低炭素社会実現に必要な電気自動車等の製品においては焼結永久磁石がキーデバイスであり、高保持力を得るためにレアメタルを使用している。これらレアメタルは一部の外国に供給を依存しているため研究開発項目③でジスプロシウムの使用量低減技術を開発しているところである。しかし昨今の世界的な環境意識の高まりから今後、これら製品の需要増加が見込まれるため、中長期的な視点から抜本的な対策が求められる。

このため、我が国の強みであるナノテク技術や新素材・部材の開発力を生かし、レアメタルに依存しない低炭素社会の実現を可能とする新規永久磁石の研究開発を促進する必要がある。

2. 研究開発の概要

資源枯渇に脅かされない至極ありふれた元素である鉄と窒素を主原料とすることにより脱希少金属化を可能とさせ、現行のNd-Fe-B系磁石の特性を凌駕するポテンシャルを持つ高飽和磁束・高磁気異方性新規磁石材料の探索を行う。鉄-窒素系化合物として窒化鉄系材料と希土類(R)-Fe-Nに着目し、モータ用途への応用展開をにらみつつ、ナノレベルの微細構造・形成解析と磁気特性評価を通し、窒化鉄の所望相の合成技術指針の獲得とR-Fe-Nのバルク化技術の構築を図る。

(1)「窒化鉄系材料の合成とその基礎特性把握」

これまで蓄積してきた窒化鉄薄膜に関する豊富な知見をもとに、これまで獲得してきたナノ粒子化技術を援用し、所望相である $Fe_{16}N_2$ 相が実現可能な直接合成あるいは間接合成技術の獲得を目指す。

(2)「R-Fe-N系磁石の高性能化に向けた要素技術開発」

R-Fe-N系化合物の優れた磁気特性に着目し、これらを高充填でバルク化して高性能磁石とするための要素技術を開発するため、磁性粉末やバインダ材料などの材料とパルス通電焼結法、低温せん断圧縮法、超高压法などのバルク化技術を検討する。また、非平衡相を作製できる薄膜法や超高压を用いて新たなR-Fe系化合物を探索する。

(3)「新規磁石材料の高特性化に向けた指導原理獲得」

アトムプローブなどの微細構造解析技術および電子顕微鏡観察によるナノ粒子の微構造観察技術を上記(1)項および(2)項で作製した新規磁石材料に適用し、粒子の粒径・形態や焼結状態、結晶配向性、組成分布等の構造情報を得て、新規磁石材料の高特性化に向け、それら構造的知見を合成・プロセス条件にフィードバックする。

(4)「モータの評価・解析」

新規磁石および希土類磁石を用いたモータの特性比較および新規磁石に適したモータ構造に関する検討で得られた知見を実証するため、実際に磁石モータを試作し、試験を行う。まずは先行して希土類磁石を用いたモータの試作・試験を行うことで、シミュレーションから実証試験までを一貫して行える態勢を作る。

3. 達成目標

最終目標：平成22年度

(1) 窒化鉄系材料の開発

- ・出来る限り早期に80%以上の $Fe_{16}N_2$ 相からなる微粒子を作製し、高性能磁石化に資する基本特性を確認する。
- ・磁石化に向けて、より保磁力を高める磁性粉末の開発指針を得る。

(2) R-Fe-N系材料の開発

- ・モータ用磁石としての実用を考え、保磁力20kOe程度を目標とする。

研究開発項目⑨-2「Nd-Fe-B系磁石を代替する新規永久磁石及びイットリウム系複合材料の開発」
(超軽量高性能モータ等向けイットリウム系複合材料の開発)

1. 研究開発の必要性

超軽量かつ高性能な次世代モータ、発電機やMRI等の次世代医療診断機器等の実現のためには、高い磁場を発生させることのできるコイル（電磁石）が必要となる。

イットリウムは光学ガラス、赤色蛍光体、自動車の排ガス処理用触媒等に利用されている稀少金属である。イットリウムを用いた複合材料は、ジスプロシウムを含有するモータ部材に将来的に代わる可能性があると期待されている。イットリウム系複合材料は、次世代モータ、発電機、医療診断機器等の実現には不可欠な材料であり、この開発を行う必要がある。

2. 研究開発の概要

本プロジェクトは、ジスプロシウムを含有するモータ部材に将来的に代わる可能性のある次世代モータ部材を実現するイットリウム系複合材料の開発を行う。イットリウム系複合材料は高温超電導材料であり、線材形状をしていることから界磁巻線同期回転機への適用が可能である。超電導材料は電気抵抗が零であることから損失なく電流を流すことができる。特に、イットリウム系超電導体（ $YBa_2Cu_3O_y$ ）は約 90 K 以上の臨界温度（ T_c ）を有し、特に磁場中で高い臨界電流（ I_c ）特性を示すことから、電動機等の回転機の磁場中での応用に適した材料である。しかしながら、コンパクトなモータを実現するためには効果的な磁場環境を作り出すことが必要であり、この条件を満たすためには、強力な電磁力に耐え得る機械的な強度と共に接続損失低減のために単長の長い線材が必要となる。そこで、本研究開発では、まず、必要な特性を有した超長尺イットリウム系複合材料を作製するプロセスを開発する。並行して、更に希少金属の利用率の低減が期待できるプロセス開発を行うと共に、イットリウム系複合材料を用いたモータに対する構造最適化のための課題を抽出することを目的とした概念設計、巻線技術及び冷却技術等の要素技術開発を実施する。

(1) 超長尺イットリウム系複合材料における希少金属使用量低減技術開発

本項目では、これまで国内で 500 m 長複合材料を実現できている作製プロセスを選択し、イットリウム系複合材料を用いた電磁石を実現するために必要な I_c を超える高い特性を有した超長尺複合材料を実現するプロセス開発を行う。

(2) イットリウム系複合材料の製造工程における希少金属利用率等の効率向上技術開発

本項目では、研究項目（1）で選択したプロセスに比べて現状では長尺作製実績は十分ではないものの原理的に高い原料収率が見込まれる作製手法において複合材料プロセスの開発を行うことで、イットリウム利用率向上技術の開発を行う。

(3) イットリウム系複合材料を用いた回転機要素技術開発

本項目では超長尺イットリウム系複合材料を用いたモータに対する構造最適化のための課題抽出を目的として、磁場、応力等のシミュレータの開発とこれを用いた構造評価を行なうと共にモータ開発の基軸になる傘型等異形界磁巻線、サーモサイフォン式冷却方式の要素技術の開発を並行して行う。

3. 達成目標

最終目標：平成 22 年度

(1) 300 A/cm 幅 (@ 77 K、自己磁場) の特性を有し、1 km を超える超長尺複合材料作製を見通す。

(具体的目標値)

- ・1km 長複合材料を作製し、平均 I_c が 200A/cm 幅以上 (@77 K、自己磁場) であることを実証する。
- ・同条件で作製した 10m 長以上の複合材料で I_c が 300A/cm 幅 (@77 K、自己磁場) 以上を実証する。

(2) 超電導層の連続形成プロセスにおいて、原料収率 40% 以上を見通す。

(具体的目標値)

- ・全成膜領域に対し、静止成膜により原料収率 40% 以上を実証する。
- ・成膜領域の一部を通過する移動成膜により、静止成膜結果から予想される成膜量を実

証する。

- (3) 大容量回転機（500kW級－1000rpm級）概念設計により、イットリウム系複合材料による大型回転機の優位性を見通す。また、傘型界磁巻線の試作とその熱的、電磁氣的、機械的特性評価およびサーモサイフォン式冷却試験とその冷却特性評価により、500kW級－1000rpm級回転機的设计に資する。

（具体的目標値）

- ・ 磁場－応力－伝熱を連成した回転機評価用シミュレータを開発する。
- ・ 上記シミュレータを用いた総合評価により傘型コイル利用回転機で従来の永久磁石回転機に比べ希少希土類元素使用量が 1/10 となる成立性を示す。
- ・ Ne を用いたサーモサイフォン式冷却装置において高速回転時の回転数と冷却能力の関係を明らかにし、回転機の冷却設計を可能にする。

研究開発項目⑨-3 Nd-Fe-B系磁石を代替する新規永久磁石の実用化に向けた技術開発

1. 研究開発の必要性

ハイブリット自動車や電気自動車、情報家電、産業機器等のモータの高能率化においては永久磁石がキーデバイスであり、日本で開発され最強の磁石と言われるネオジム磁石(Nd-Fe-B系磁石)は高保磁力を得るためにジスプロシウム(Dy)を使用しているが、ネオジム(Nd)やDyは一部の外国に供給を依存しており、研究開発項目③でDyの使用量低減技術を開発しているところである。しかし昨今の世界的な環境意識の高まりから今後、これら製品の需要増加が見込まれるため、中長期的な視点から抜本的な対策が求められる。

このため、我が国の強みであるナノテク技術や新素材・部材の開発力を生かし、Nd、Dyに依存しない新規永久磁石の研究開発を促進する必要がある。

これまでにネオジム磁石そのものの代替として研究開発項目⑨-1で窒化鉄系やR-Fe-N系(Rは希土類元素)の磁性材料の研究開発を行ったが、実用化までには至っていない。

従って、ネオジム磁石を代替する新規永久磁石の実用化に向けた技術開発を行う必要がある。

2. 研究開発の概要

資源枯渇に脅かされない元素を主原料とし、現行のNd-Fe-B系磁石と同等の性能を有する新規磁石の開発を行う。開発にあたっては、モータ用途への応用展開をにらみつつ、ナノレベルの微細構造・形成解析と磁気特性評価を通し、新たな磁性材料の成型技術の構築を図る。

(1) さらなる磁性材料の探索

窒化鉄(Fe₁₆N₂)以外の磁性材料で、現行のNd-Fe-B系磁石と同等の性能を有する磁性材料の探索を行う。

(2) 磁石化技術の開発

- ・「窒化鉄(Fe₁₆N₂)または上記2.(1)で探索された磁性材料」(以下、「新規磁性材料」と言う。)の大量合成に向けたスケールアップ技術の開発
- ・新規磁性材料の実用化に則した成型技術の開発
等

(上記は例示であり、公募により優れた提案があった場合は、これ以外についても実施するものとする。)

3. 達成目標

【中間目標】 平成25年度

(1) さらなる磁性材料の探索

新規磁性材料の候補を複数選定し、その材料の合成を行う。また、磁石化に向けた表面処理等の最適化検討に着手する。

(2) 磁石化技術の開発

- ・磁石化の検討を行うために必要な量の新規磁性材料を合成する。
- ・実用化に則した成型化の要素技術開発
- ・新規磁性材料を簡易的に成型し、成型化技術の開発指針を獲得する。

【最終目標】 平成27年度

(1) さらなる磁性材料の探索

調査した全ての材料について、その物性値、磁性材料としての特性値等の情報を取得し、新規磁性材料の選定を終える。

(2) 磁石化技術の開発

- ・選定した新規磁性材料を磁石とするための製造技術等を確立する。
- ・選定した新規磁性材料を用いて製造した磁石によりモータを試作し、その性能を評価する。

中間目標及び最終目標の詳細については採択者が決定した後、NEDO、テーマリーダー及び採択者との間で協議の上、当該目標の設定時期までの間において実施可能な目標を定めるものとする。

研究開発項目⑩-1「排ガス浄化向けセリウム使用量低減技術及び代替材料開発、透明電極向けインジウムを代替するグラフェンの開発」
(排ガス浄化向けセリウム使用量低減技術及び代替材料開発)

1. 研究開発の必要性

セリウムは、フラットパネルディスプレイやハードディスク向けガラス、デジタルカメラ等のレンズの研磨剤、排ガス浄化用助触媒、紫外線カットガラス、蛍光体向け等の材料として用いられている。世界最大のレアアース供給国である中国からの輸出統計によれば、わが国は世界最大のセリウム消費国である（内需データが不明な中国を除く）。わが国におけるセリウム需要（平成21年）では、研磨材向けが約79%、触媒向けが約13%、紫外線カットガラス向けが約8%になっており、その消費量は平成21年度現在約9,300t（酸化物換算）ほどと推計されている。排ガス浄化向けには、中国やインドをはじめとした世界的な自動車需要の増加、ガソリン車やディーゼル車の排出ガス基準値の強化への対応、白金触媒の材料コスト削減のための助触媒としての使用量増、などにより引き続き使用量が増えることが想定される。セリウムは、この半年で、急激な価格上昇、供給の大幅減に直面しているが、わが国が成長を期待する産業において成長を阻害する要因として懸念され始めている。

本研究開発は、排ガス浄化向けのセリウム使用原単位を30%以上低減するため、以下の基盤技術及び製造技術を開発する。

2. 研究開発の概要

本プロジェクトは、自動車排ガス浄化触媒システムにおいて、助触媒としての役割をもつセリウムの使用量を30%以上低減することを目標とする。

- (1) 排ガス浄化に対するセリウムの作用原理の獲得
- (2) セリウムを代替・使用量を低減する材料の開発
- (3) セリウムの使用を低減した触媒付きフィルターの開発
- (4) 触媒付きフィルター製造時のセリウムの省使用技術の開発
- (5) 触媒付きフィルター製造工程内からのセリウム回収システムの開発
- (6) セリウムを使用しない排ガス浄化触媒システムの開発
- (7) セリウム回収技術の開発

等

(上記は例示であり、公募により優れた提案があった場合は、(1)～(7)以外にも実施するものとする。)

3. 達成目標

排ガス浄化向けセリウム使用原単位を30%以上低減する基盤技術及び製造技術を開発することを目標とする。

最終目標：平成23年度

本研究テーマは希少金属安定供給確保に資するものとして、「円高・デフレ対応のための緊急総合経済対策（平成22年度補正予算（第1号）」の一環で実施するため、詳細な目標については採択者が決定した後、NEDO、テーマリーダー及び採択者との間で協議の上、実施期間において実現可能な目標を定めるものとする。

研究開発項目⑩-2「排ガス浄化向けセリウム使用量低減技術及び代替材料開発、透明電極向け
インジウムを代替するグラフェンの開発」
(透明電極向けインジウムを代替するグラフェンの開発)

1. 研究開発の必要性

インジウムは、液晶テレビやパソコンモニター等のフラットパネルディスプレイのガラス上の透明導電用にITO（インジウムと錫の複合酸化物）として使用されている。この用途向けの消費量は国内消費量の約90%を占めているが、その他にも高効率の太陽電池として注目されているCIGS系太陽電池や、化合物半導体、蛍光体向けなどに使われている。ここ数年、鉱山開発や、フラットパネルディスプレイ製造工程からのリサイクル化も進んでいるが、引き続き需要の拡大が見込まれている。

このような中、インジウムの使用量低減技術の開発、ZnOによる代替材料開発を本プロジェクトでは平成19年度より行っているが、インジウムの供給不安定による影響がなく、さらに新たな機能を備えた代替材料の開発も進められ成果が発表され始めている。グラフェン等のナノ炭素材料を用いた透明導電フィルムの開発は、炭素というありふれた材料を用いることから材料コスト低減や、フレキシブル用途への展開も可能であることから、我が国の産業競争力の向上が期待できる。一方でグラフェンをITO代替材料として実用化するためには、諸外国との開発競争に勝ち、透明電極開発の優位性を確保することが重要な課題となっている。

本研究開発は、ITO代替を実現するため、グラフェンによる透明電極の基盤技術及び製造技術を開発する。

2. 研究開発の概要

本プロジェクトは、グラフェンによる透明電極の実用化に向け、以下の技術を開発することを目標とする。

- (1) 透明電極用途の特性を満足するグラフェンを開発する
- (2) 透明電極用途の特性を満足するグラフェンの大量合成技術を開発する
- (3) 透明電極の使用に供する透明フィルムの製造技術（ロールtoロール製造技術等）を確立する

等

(上記は例示であり、公募により優れた提案があった場合は、(1)～(3)以外にも実施するものとする。)

3. 達成目標

グラフェンによる透明電極の実用化に向け、基盤技術及び製造技術を開発することを目標とする。

最終目標：平成23年度

本研究テーマは希少金属安定供給確保に資するものとして、「円高・デフレ対応のための緊急総合経済対策（平成22年度補正予算（第1号）」の一環で実施するため、詳細な目標については採択者が決定した後、NEDO、テーマリーダー及び採択者との間で協議の上、実施期間において実現可能な目標を定めるものとする。

技術戦略マップ

ナノテクノロジー分野

ナノテクノロジー分野

ナノテクノロジーは、物質の原子・分子レベルでの微細かつ緻密な制御により表面積効果や量子効果など、新たな現象や効果が期待できる究極のものづくり技術である。ものづくり国家を標榜する我が国にとっては、ナノテクノロジーは今後の産業技術の発展を担うキーテクノロジーとして不可欠なものであり、第3期科学技術基本計画（2006年3月）、イノベーション25（2007年6月）等でも重要分野として位置づけられている。

経済産業省では、世界に先駆けてナノテクノロジーを活用した非連続な技術革新を実現すること、ナノテクノロジーの活用により情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなど、多くの産業分野に資する高機能部材を数多く開発し、我が国産業の国際競争力の強化や解決困難な社会的課題を克服することなどを目標とした研究開発を推進している。

また、「新成長戦略(基本方針)」(2009年12月)においては、「グリーン・イノベーション」、「ライフ・イノベーション」が成長戦略として挙げられており、特にナノテク等の先端技術は、「グリーン・イノベーション」の推進に広く貢献できる技術として今後も注目される。

技術戦略マップ（ナノテクノロジー分野）は、ナノテクノロジー政策を推進する一つの施策として、ナノテクノロジーの技術を俯瞰し、2020年さらにはその先を見据え、応用が期待できる出口（製品等）を意識したロードマップを策定している。

ナノテクノロジー分野の技術戦略マップ

I. 導入シナリオ

(1) ナノテクノロジー分野の目標と将来実現する社会像

経済産業省におけるナノテクノロジーの推進に当たっては、我が国の経済社会にとって大きな課題である「安全・安心社会」、「環境調和型社会」等の実現のため、ナノテクノロジーにより“ナノテクで豊かな暮らし”“ナノテクで安全安心な社会”“ナノテクで持続可能な社会”“ナノテクで無駄のない生産”という4つの目標を掲げている（経済産業省：ナノテクノロジーによる価値創造実現のための処方箋（4つの国家目標と7つの推進方策）（2005年3月））。

同報告書で掲げられる、ナノテクノロジーで実現する社会像のイメージは、参考資料1のとおりである。【添付資料1：ナノテクノロジーで実現する2020年の社会像】

さらに、2008年3月には、これまでのナノテクノロジーに関する取組や現在の状況等を国内外と比較検討するとともに、前述の4つの目標を実現するため、今後特に重点をおくべき技術分野とそれらの推進方策を取りまとめたところである（経済産業省：ナノテクノロジー政策研究会報告書（2008年3月））。【添付資料2：ナノテクノロジー政策研究会報告書のポイント】

2009年12月30日に閣議決定された「新成長戦略（基本方針）」において、「グリーン・イノベーション」、「ライフ・イノベーション」が成長分野として挙げられている。多くの産業分野に広く貢献するナノテクノロジーは、両分野においても重要な役割を果たす。

(2) 研究開発の取組

経済産業省では、世界に先駆けてナノテクノロジーを活用した非連続な技術革新を実現すること、ナノテクノロジーの活用により情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなど、多くの産業分野に資する高機能部材を数多く開発し、我が国産業の国際競争力の強化や解決困難な社会的課題を克服することなどを目標とした研究開発を推進している。さらに、知的財産、標準化、社会受容等において国際的なリーダーシップを発揮することを目標とした研究開発及び関連施策を推進している。

(3) 関連施策の取組

ナノテクノロジーは、情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなど、多くの産業分野における科学技術の進歩や課題解決に貢献する重要な技術シーズである。したがって、ナノテクノロジーの研究開発と一体となった関連施策を実施することで、その成果を市場に出していくことが重要である。NEDO、経済産業省等では、技術戦略マップを策定、毎年改訂し、ナノテクノロジー・部材分野の将来の方向性を見定めながら、合理的かつ効果的な研究開発プロジェクトを推進している。また、技術戦略マップを活用して、多様な連携（川上川下の垂直連携、異業種間の水平連携など）による研究開発を

促進、支援し、当該分野の技術革新を促進している。その他、主な関連施策を、以下に示す。

[サンプル提供・実用化促進]

・NEDO では、実施する研究開発プロジェクト成果のサンプルを対象として、それらを活用した用途の開発、実用化ないし製品化提案を有する企業とのマッチングを図ることで、プロジェクトの事業化を促進する取組を実施している(サンプルマッチング事業)。ナノテクノロジー分野は特にシーズ技術とユーザーニーズとの組み合わせが重要であり、この制度による支援が有効に機能すると期待される。

[基準・標準化]

・経済産業省では、ナノテクノロジー関連の研究開発成果を社会及び市場等に普及するための環境整備として、ナノテクノロジーの標準化活動(ISO/IEC、JIS)を推進している。

・欧米では、積極的な標準化活動の推進により、ビジネスモデルの構築の基盤を固めており、韓国・中国も標準化活動に対する国際ビジネスの優位性を図る活動を開始している。

・これまでの標準化の主な取組は、次のとおり

-2005年5月にナノテクノロジーの国際標準化推進に向けてISO/TC229が設立がされ、「用語・命名法」、「計測・キャラクタリゼーション」、「健康・安全・環境」の3つのWGが設立。うち日本は「計測・キャラクタリゼーションWG」の主査に就任。

-2006年9月にナノエレクトロニクスに関する国際標準化推進に向けてIEC/TC113が設立され、「JWG1:用語・命名法※」、「JWG2:計測・キャラクタリゼーション※」、「JWG3:性能評価」の3つのWGが設立。うち日本は「計測・キャラクタリゼーション」の主査、及び「性能評価」の副主査に就任。(なお、※はISO/TC229とのジョイントWGとなっている。)

TC113主体のWG3において、現状産業界からの積極的な提案は見られないが、幹事国ドイツから将来スコープ拡大の提案があり、議長国米国からはナノコンタクト規格検討の提案があり、タスクグループが設置された。

-2008年5月には、ISO/TC229の4つ目のWGとして、中国提案により「材料規格」が設立。

-上記活動の中でにおいて、我が国としては、測定法を中心とする規格の提案を実施。

[広報・啓発]

・ナノテクノロジーに関する先端技術及び製品等の世界最大の展示会である「nanotech」が毎年日本で開催されている。

[ガイドライン整備]

・ナノテクノロジーの産業化の推進とともに、ナノ粒子のキャラクタリゼーション技術や人の健康や環境に及ぼす影響等の潜在的な課題に関する知見を蓄積する等のナノテ

クノロジーの社会受容に対する取組を推進している。

・経済産業省では、2006年度から「ナノ粒子の特性評価手法開発」を開始し、工業ナノ粒子のリスク評価管理手法の確立を目標としたプロジェクトを開始し、2009年10月に「ナノ材料リスク評価書」（中間報告書）を公表した。また、政策的対応として、2009年3月に取りまとめた「ナノマテリアル製造事業者等における安全対策のあり方研究会」報告書に基づき、ナノマテリアルの製造事業者等における自主的な安全対策を促進するための情報収集・開示プログラムを実施している。

・OECDでは、2006年9月、化学品委員会に工業ナノ材料作業部会（WPMN）が設置され、代表的な14種の工業ナノ材料について、試験計画の合意と試験実施を目的とする「スポンサーシッププログラム」が実施されている。スポンサーシッププログラム対象物質のうち、カーボンナノチューブ（単層、多層）、フラーレンの3物質については日本が中心となって担当し、「ナノ粒子の特性評価手法開発」等の成果で貢献している。

〔人材育成〕

・独立行政法人産業技術総合研究所は、産学官連携による波及効果の高い人材育成プログラムの開発を目的として実施された「製造中核人材育成事業」（経済産業省（2005～2007年度））において、ナノテクノロジー関連の人材育成プログラムを開発、実施を行っている。

（例）ナノテク製造中核人材の養成プログラム

概要：情報家電、燃料電池、ロボット、医療機器、バイオ等の応用分野において、その産業の基盤と創出を支える中堅企業を対象として、「基礎加工技能・技術、特殊な要素技能・技術に習熟し、製造技術の高度化を図る人材」及び「豊富なナノ加工プロセスの知識や先端機器を使いこなすノウハウ等を習熟し、製造現場の技能・技術を統括できる人材」を育成するもの。

・NEDOでは、我が国の産業技術の発展のため、先端分野や融合分野の技術を支える人材の育成と、人的交流の面から産学連携を促進するための「場」の形成を促進する取組を実施している（NEDO特別講座）。具体的には、優れた成果を生み出しつつあり、大学が技術の中核となっている研究開発プロジェクトをコアプロジェクトとし、そのプロジェクトリーダーの所属大学に拠点を設置し、関連技術の人材育成、人的交流の拡大、周辺研究の実施を行うもの。ナノテクノロジー関連の研究開発プロジェクトも複数実施している。

〔関係機関との連携〕

・ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発、希少金属代替材料開発プロジェクトにおいては、文部科学省との合同会議を設置するなど、連携しつつプロジェクトを推進している。

・経済産業省・文部科学省が協力のもと、2009年6月より産業技術総合研究所、物質・材料研究機構、筑波大学が中核となり、茨城県つくば市において世界的なナノテク研究

拠点を形成するための「つくばイノベーションアリーナ (TIA nano)」構想が推進されている。ナノエレクトロニクス、カーボンナノチューブ、ナノ材料安全評価などの研究領域、ナノデバイス実証・評価ファウンドリーなどのインフラを生かし、主要企業・大学との連携網を広げ、産学官に開かれた融合拠点として、ナノテクの産業化と人材育成を一体的に推進することとしている。

(4) 海外での取組

諸外国においては、ナノテクノロジーに関する国家戦略を発表、それに基づき予算配分等がされており、研究開発拠点形成などのインフラ整備、人材育成・教育等にも戦略的な投資がなされている。

[米国]

・2000年に国家ナノテクノロジー計画 (NNI:National Nanotechnology Initiative) が開始、2003年にはこれを強化するために「21世紀ナノテクノロジー研究開発法」を制定している。2007年12月には、NNI 戦略プラン (2004年) を改訂した新 NNI 戦略プランを発表し、2008年に PCAST (大統領科学技術諮問会議) による3年に1度の NNI に対する評価レポートを発表した。2009年においても NNI に従って、基礎・応用研究、分野横断的な研究拠点の構築等を継続している。

・ニューヨーク州オルバニーでは、州資金援助の下、IBM が中核となり、日本企業の資金・人材協力を得た、LSI 開発を中心としたナノエレクトロニクス拠点を形成している。

[欧州]

・第7次欧州研究開発フレームワークプログラム (FP7:2007-2013年) が開始され、ナノサイエンスから新生産技術にいたるまで FP6 (2001-2006) の2倍近くの予算が投入される。また、各国は独自の国家計画に基づき、投資が行われている。

・フランスでは、国立電子情報技術研究所と国立工科大学グルノーブル校が連携し、“MINATEC” が2006年6月に開設され、ST マイクロ社等と一体となってナノテク・ナノエレクトロニクス研究拠点を形成している。

・ベルギーは、州政府の支援の下、日本を含め、世界の500社超が連携している世界最大のナノテク研究所“IMEC”を擁しており、2000年以降に規模が倍増している。

・また、ロシアにおいても、2007年に8カ年の国家科学技術計画を発表し、2008年からはナノテク研究インフラ整備のため、NNN (国家ナノテクノロジーネットワーク) 計画を開始した。

[アジア]

・韓国、中国、台湾、シンガポールなど、各国が基礎から産業化に至るまで、ナノテクノロジーの重点化を継続している。韓国では、第2次科学技術基本計画 (2008-2012) により、重点化を図っている。

・2004年5月に「アジアナノフォーラム」がアジア13カ国で発足。フォーラムサミットの開催、人材交流等の活動を行い、各国が推進するナノテクノロジー政策の後押しを

することを役割の一つとしている。

・シンガポールでは、情報通信・材料工学関係の7つの国立研究所を一カ所に集約。50社を超える外国企業、ハーバード大等海外の大学とも連携するなど、2011年までに約6000億円を投資する。

(5) 民間での取組

ナノテクノロジービジネス推進協議会(NBCI)では、ナノテクノロジーの技術開発及びビジネス化のための情報交流や人的交流、大企業・ベンチャー企業・ベンチャーキャピタルなどの会員間でのビジネスマッチング、ナノテク各分野の情報共有および分野間のテクノロジーマッチング、政府への要望・提言などに関わり、ナノテクノロジーによる我が国の産業競争力の強化と国民生活の向上を目指す取組などを実施している。具体的には、市場の要求(出口)と技術(シーズ)のマッチングを図るためのナノテク製品や研究開発成果の発表・展示、ビジネス化に向けた情報交換等のための国際展示会やセミナーの開催、海外ベンチマーク調査、ビジネスロードマップの作成、社会受容・標準化活動などを推進している。

(6) 改訂のポイント

今回は、改訂を行っていない。

II. 技術マップ

(1) 技術マップ

ナノテクノロジーは、情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなど、多くの産業分野における科学技術の進歩や課題解決に貢献し、産業の振興や人間の豊かな暮らし、安全・安心で快適な社会などを実現する重要な技術シーズである(第3期科学技術基本計画より)。

技術戦略マップ2009におけるナノテクノロジー分野の改訂に当たり、同分野のユーザーフレンドリー性の向上と独自の付加価値を供するため、これまでのニーズプル型(ある出口に対してどのようなナノテクノロジーが活用されているか)から、シーズプッシュ型(どのようなナノテクノロジーが重要か)の観点での改訂を検討することとした。(※第24回産業構造審議会産業技術分科会研究開発小委員会資料6より。)

(2) 重要技術の考え方

技術戦略マップ2009におけるナノテクノロジー分野の改訂に当たり、有識者へのヒアリング及び委員会を設置することによる検討を行った。今回の改訂は、上述のとおり、新たにシーズプッシュ型の観点での改訂を行ったところである。

重要技術の考え方は、技術戦略マップ2008において重要技術として取り上げられているもの、現在、経済産業省が実施している研究開発プロジェクトにおいてキーテクノロジーとなっているもの、産業応用展開への波及効果が高く基盤的技術であるものを基準として選定した。

重要技術として位置づけた技術については、技術マップにおいて赤字で記載した。
今後、ナノテクノロジー分野における重要技術については、随時追加を伴う改訂をする予定である。

(3) 改訂のポイント

技術戦略マップ 2009 におけるナノテクノロジー分野の技術マップでは、ユーザーフレンドリー性の向上と独自の付加価値を供するため、これまでのニーズプル型（ある出口に対してどのようなナノテクノロジーが活用されているか）から、シーズプッシュ型（どのようなナノテクノロジーが重要か）の観点での改訂を行った。

技術マップ 2010 におけるナノテクノロジー分野改訂に当たっては、前年の方針を踏襲し、以下の 6 つの重要技術の追加を行った。

グラフェン、ナノクラスター、機能性ゲル、超微細インクジェット、光触媒、メタマテリアル

Ⅲ. 技術ロードマップ

(1) 技術ロードマップ

技術マップにおいて重要技術として位置づけた技術について、技術ロードマップを作成した。技術ロードマップの作成に当たっては、研究開発課題の解決のための研究開発シナリオを、さらに、当該技術がどういった出口（製品等）に応用が期待されるかを記載した実用化シナリオを、それぞれ時間軸上に示した。

また、技術ロードマップと合わせて、当該技術シーズの技術解説及び研究開発課題の概要等を記載する補足資料を、各シーズにおいて作成した。

(2) 改訂のポイント

技術戦略マップ 2009 におけるナノテクノロジー分野の技術マップでは、次の点を改訂した。

- ユーザーフレンドリー性の向上と独自の付加価値を供するため、これまでのニーズプル型（ある出口に対してどのようなナノテクノロジーが活用されているか）から、シーズプッシュ型（どのようなナノテクノロジーが重要か）の観点での改訂を行った。
- 研究開発課題の解決のための研究開発シナリオ及び当該技術がどういった出口（製品等）に応用が期待されるかを記載した実用化シナリオを、それぞれ時間軸上に示した技術ロードマップを作成した。
- 重要技術については、当該技術シーズの技術解説及び研究開発課題の概要等を記載する解説資料を作成した。

技術戦略マップ 2010 におけるナノテクノロジー分野の技術マップ改訂においては、技術マップにおいて追加した重要技術 6 件について、ロードマップを作成した。

IV. その他の改訂ポイント

○標準化シナリオの改訂

- ISO/TC229 及び IEC/TC113 の動向等を踏まえ、改訂を行った。

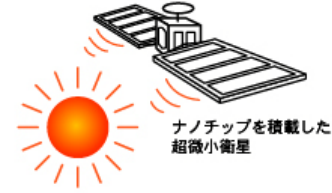
○ベンチマーキングの策定

- ナノテクノロジー政策研究会報告書（2008 年 3 月）から、ナノテクノロジーの国際競争力比較に該当する部分を抜粋したものを掲載した。
- 特許庁が実施する重点 8 分野の特許出願状況調査（ナノテクノロジー・材料分野）（平成 21 年 3 月）において、取り上げられているデータの一部を加工したものを掲載した。【ナノテクノロジー分野の国際競争ポジション】
- トムソン・ロイター社のデータベース Essential Science Indicators (2010. 01. 01 更新) に基づく日本の論文被引用数の分野別比較を掲載。
- EPO PATSTAT 2009 April のデータに基づく世界と日本でのナノテクノロジー関連特許の出願分野別割合を掲載。

ナノテクノロジーで実現する2020年の社会像



カーボンナノチューブを用いた革新的軽量高強度構造材



ナノチップを積載した超微小衛星

高エネルギー変換素子の実現による色素増感型太陽電池

ナノファイバーを用いた高性能防護服

超高感度ナノセンサーを活用した防犯システム

ナノレベル材料シミュレーションにより発見された常温超電導材料によるリニアモーターカー

マイクロプラントによる省スペース・高効率生産システム

自己組織化を利用した超高量子ドットコンピュータの実現

導電性高分子アクチュエータを用いた低侵襲治療機器の超小型化

リアルタイム治安管理

超衝撃吸収材による耐震構造材

ナノ構造制御による高効率熱電変換素子による

高選択性ナノフィルタを利用したon site型水素ステーション

カーボンナノホーンで触媒を担持した燃料電池の普及

カーボンナノチューブによる薄型省エネテレビ

ナノ粒子化粧品によるアンチエイジング

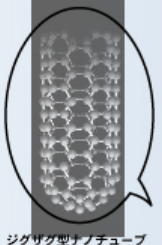
光触媒を用いたセルフクリーニング建材

有機ELを用いたユビキタスネットワーク

ナノフィルタによる大気汚染浄化

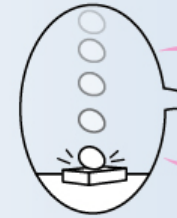
カーボンナノチューブを用いた耐震構造材の実現居住空間の拡大

カーボンナノチューブの構造



ジグザグ型ナノチューブ

ナノ複合材料による超衝撃吸収耐震構造材



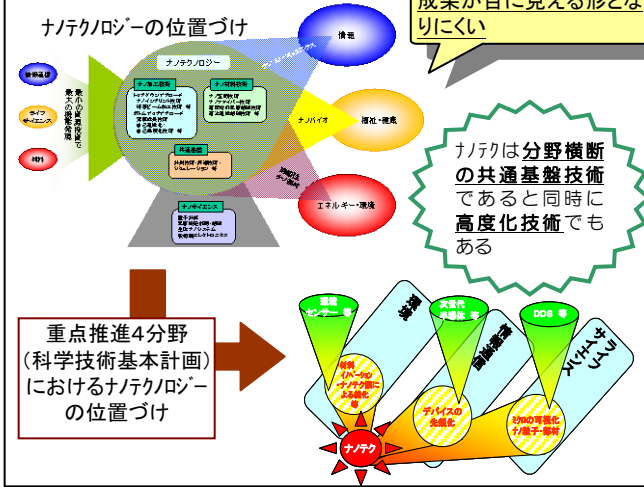
ナノセンサーによるアレルギー反応検知

極微量の汚染物質除去フィルタによる土壌汚染の無害化

花粉等微小物質を除去する室内空気浄化システム

ナノテクノロジー政策研究会報告書のポイント

ナノテクノロジーの位置づけ



ナノテクノロジーの現状と潜在力

ナノテクは既に身近に使われており 2020年におけるナノテク関連国内市場は約13兆円

磁気記録装置の記憶密度の推移

ナノ針による遺伝子操作

液晶ディスプレイに活用されるナノテクノロジー

- シリコンナノフォトニクス
- 超大容量メモリチップ
- 超格子構造熱電変換素子
- 太陽エネルギー変換材料
- ストレス計測チップ
- 心疾患マーカーセンサー等の実用化が期待される

ナノテクの世代 ~2010-2020

- 第1世代: 受動的ナノ構造
 - a. 分散と接触のナノ構造 例: エロゾル, コロイド
 - b. ナノ構造を内包した製品 例: コーティング, ナノ粒子強化
- 第2世代: 能動的ナノ構造
 - a. ハイブリッドによる医療 例: DDS, ハイブリッド
 - b. 物理化学活性 例: 3次元ナノ構造, 増幅器, フォトニクス, 環境応用型構造
- 第3世代: ナノシステムを統合したシステム
 - 例: 超導線を用いた、3次元構造と新しい層構造, DQPC
- 第4世代: 分子ナノシステム
 - 例: 分子ナノヒス, 層構造で新たに出現する機能を用いた分子ナノシステム

我が国の戦略・拠点

我が国の戦略・拠点

先駆的な取組み例も多く既存のリソースを体系化

ナノテクノロジー政策体系図(経産省・文科省)

ナノテクノロジー・ネットワーク構成13拠点とナノテクノロジー関連知的クラスター4地域

反映

総合科学技術会議「第3期科学技術基本計画」ナノテクノロジー・材料分野の戦略重点体系図等

諸外国の戦略・拠点

諸外国の戦略・拠点

国際競争力の強化を図るため投資増大策や国家戦略を続発

米国 国家ナノテクノロジーイニシアティブ [NNI] (2000年)
21世紀ナノテクノロジー研究開発法(2003年)
NNI 戦略プラン(2004年)

欧州 リソボン戦略(2000年)
第7次フレームワークプログラム [FP7] (2007年)

中国 国家中長期科学技術発展計画要綱(2006年)

韓国 ナノテクノロジー促進法(2002年)
第2期ナノテクノロジー総合発展計画(2006年) 等

米 NSF の研究拠点ネットワーク

欧州のナノテク研究拠点

積極的な拠点整備

諸外国が勢いを増す中で日本だけが現状維持傾向

唯一横這い

最下位

技術水準の傾向

開発予算の増加率

論文数の伸び率

停滞

目標とする社会の未来像と必要な技術分野

国際競争力の維持のために実現すべき目標と推進すべき技術開発

4つの目標と10の技術開発

「豊かな生活」・「安心・安全な社会」
「持続可能な社会」・「無駄のない生産」

3つの障害と8つの推進方策

目標実現に立ちはだかる障害と、それを乗り越えるための推進方策

① ナノエレクトロニクス技術分野
② 医療関連技術分野
③ 構造ヘルスマonitoring技術分野
④ 太陽電池・熱電変換関連技術分野
⑤ 超電導送電技術分野
⑥ パワーエレクトロニクス技術分野
⑦ 希少金属代替技術分野
⑧ 動的計測・シミュレーション技術分野
⑨ ミニマル・マニファクチャリング技術分野
⑩ 環境センシング・環境浄化技術分野

「魔の川」 研究 → 「死の谷」 開発 → 「ダーウィンの海」 事業化 → 産業化

企業内組織: 研究所(研究プロジェクト) → 開発センター(開発プロジェクト) → 事業開発部(事業化プロジェクト) → 事業部(工場)

推進内容: 新規技術シーズ創出・製品化のための要素技術 → 試作品開発・マーケティング・量産技術開発 → 開発製品の市場投入・コストダウン・販路開拓 → 販売生産体制整備・事業拡大戦略・商品ラインアップ・量産コストダウン

推進策: 課題設定型ナノテクチャレンジ, 世界水準の拠点整備, 経産省・文科省の連携強化, 予算配分の考え方, ベンチャーファンド活用, ナノテク関連団体, 社会受容への対応, 教育・人材育成

ナノテクノロジー分野の導入シナリオ

2010年

2020年

2030年

目標

- 世界に先駆けてナノテクノロジーを活用した非連続な技術革新を達成し、ナノテクノロジーによる世界最先端のものづくり国家を目指す。
- ナノテクノロジーを活用し、多くの産業分野に資する高機能部材を数多く開発し、我が国産業の国際競争力の強化や解決困難な社会的課題を克服する。
- 知財、標準化等の国際的な枠組みで我が国のリーダーシップを発揮する。

民間での取り組み

- ・ナノテクノロジー研究開発の活性化とイノベーションの創出
- ・ナノテクノロジーによる既存産業の製造プロセス、製品等の高度化
- ・ナノテクノロジーによる高付加価値産業の立ち上げ

市場環境の整備：ナノテクノロジービジネス推進協議会（NBCI）

- ・ビジネス委員会（シーズとニーズのマッチング活動）
- ・テクノロジー委員会（NBCIビジネスロードマップの作成）
- ・社会受容・標準化委員会（社会受容活動、国内・国際標準化活動）
- ・ネットワーキング活動（イベント、フォーラム、国際会議）
- ・政策提言、調査

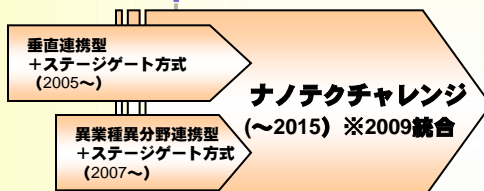
国際競争力の強化

「ナノテク・部材イノベーションプログラム」の推進

革新的機能を発現するナノスケールの構造制御技術・物質の開発

ナノテクを活用した非連続な技術革新を加速・促進する

垂直連携型・異業種異分野連携型＋ステージ方式研究開発の推進



出口となる産業分野（情報通信、医療、エネルギー、環境など）を念頭に置いたナノテクノロジー研究開発、高機能部材開発

ナノテクノロジーの確立に必要な共通基盤技術（加工、計測、解析など）の開発

ナノ粒子の特性
評価手法開発

知的基盤・
環境整備等

研究開発の取り組み

関連施策の取り組み

普及促進・
推進施策

環境整備等

人材育成に向けた取り組み（製造中核人材育成事業、NEDO特別講座など）

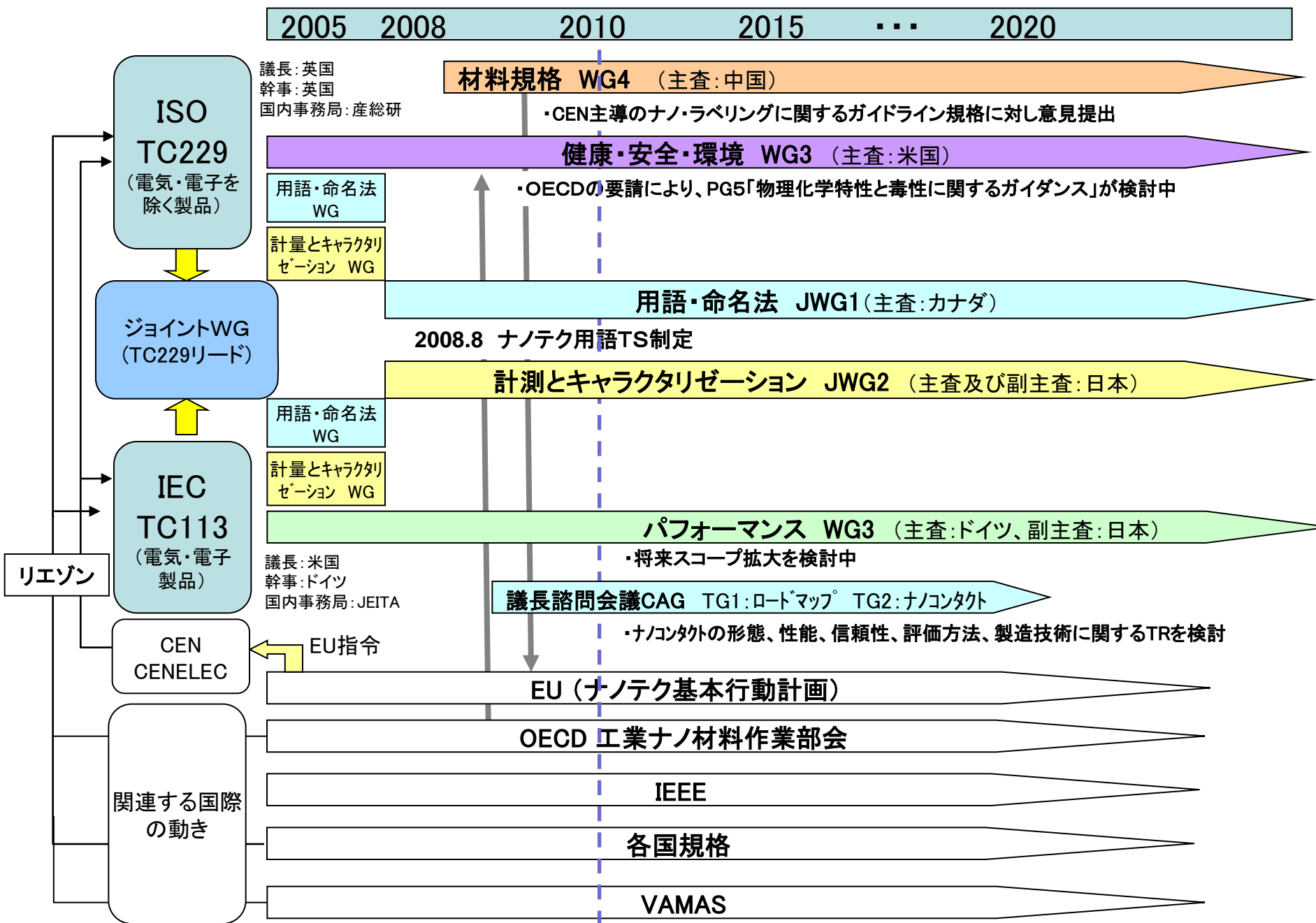
実用化促進に向けた取り組み（NEDO-NBCIサンプルマッチング事業など）

関連機関・他省庁との連携（総合科学技術会議連携施策群など）

標準化（ISO/TC229、IEC/TC113など）に向けた取り組み
→「標準化シナリオ」参照

社会受容に向けた取り組み（ナノ粒子の特性評価手法開発など）

ナノテクノロジー分野の国際標準化シナリオ (2010年3月)

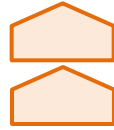
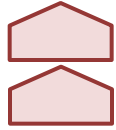


豊かな生活

安心・安全な社会

持続可能な社会

無駄のない生産



超精密製造加工分野

ナノプロセス

ナノ安全
ナノ標準化

ナノ計測・
ナノシミュレーション

計測評価装置分野

環境・エネルギー分野

グリーンナノテク

ナノエレクトロニクス

触媒・塗装・材料分野

ライフサイエンス分野

IT・情報通信分野

ナノバイオ

ナノデバイス

量子ドット、フォトニック結晶、ナノマシン、分子モーター、ナノ触媒、ナノピンセット、メタマテリアル

ナノプロパティ

スピントロニクス、近接場光、ナノフルイデイクス、ハリスティック伝導、量子効果材料、トンネル効果、電子干渉効果、プラズモニクス

ナノマテリアル

カーボンナノチューブ(CNT)、フラーレン、グラフェン、ナノダイヤモンド、ナノホーン、ナノ粒子、ナノポーラス材料、ナノ空間、ナノファイバー、ナノワイヤー、ナノシート、ナノクラスター、ナノカプセル、ナノコンポジット、ナノエマルジョン、ナノ磁性体、ナノゼオライト、ナノメタル、ナノガラス、ナノ結晶シリコン、ナノ結晶合金、 dendリマー、ナノセラミックス、ナノ高分子、ナノコンパウンド、ナノクリスタル、機能性ゲル、ピーボッド、光触媒

超微細インクジェット
精密ビーム加工
ナノインプリン
ナノリソグラフィ
ナノエッチング

ナノマニピュレーション
結晶成長技術
自己組織化
薄膜形成技術
(薄膜成長、ナノコーティング)

電子顕微鏡
走査型プローブ顕微鏡
放射光計測
1分子蛍光顕微鏡

ナノシミュレーション
Ab-initio計算
分子動力学法
マルチスケール法等

研究者の着想

※赤字＝重要技術として技術ロードマップを作成しているもの
下線のものは2010版で追加したもの

技術戦略マップ

超電導技術分野

超電導技術分野

超電導技術は、電気抵抗がゼロであるという特徴的な性質により電流が流れる際のエネルギー・ロスを抑えることができることや、磁石からでる磁力線を超電導物質が跳ね返す性質（マイスナー効果）、超電導物質内部に侵入した磁力線を捕捉してしまう性質（ピンニング効果）等の様々な特長を有している。1986年に「高温超電導物質」と呼ばれる酸化物系超電導物質が発見されたことをきっかけに、科学技術の大幅な加速進展のみならず、エネルギー・電力分野を始め、産業・輸送分野、診断・医療分野、情報・通信分野等の幅広い分野において、超電導技術の応用に関する期待が世界中で高まり広く研究に取り組まれてきたが、工業化を図るために不可欠な技術が近年出そろい始めており、超電導材料を用いた様々な機器の開発・実証・実用化が現実のものとなりつつある。その一方では、新しい超電導物質の発見や超電導現象の理論解明によるブレークスルーへの試みも続けられており、「常温超電導物質」の発見という人類の夢に向けた試みも絶えてはいない。【参考資料1：超電導の性質と将来性】 【参考資料2：超電導物質の探索】

また、京都議定書発効に伴う温暖化緩和策の一環としての省エネルギー技術の開発・導入や各種資源の枯渇・高騰等も喫緊の課題となっており、「クールアースーエネルギー革新技術計画」の技術テーマにも選定される等、超電導技術を早期に実用化することによって、環境負荷の低減と資源の有効な利用という2つの目的を効率的かつ実効的に達成し、多様な分野におけるエネルギーの効率的利用に資すること等が強く期待されている。

これらの状況を踏まえ、かつての「夢の超電導技術」から「21世紀のキーテクノロジー」と呼ばれるまでに進化を遂げつつある超電導技術について、諸々の社会ニーズに対応していくことを念頭に中長期的な観点と早期実用化の観点から技術戦略マップを作成した。

なお、2020年頃迄を目途に実現が期待される社会の姿についてのイメージを得るため、【参考資料3：社会に役立つ超電導技術 2020年の社会像】を示した。

超電導技術分野の技術戦略マップ

I. 導入シナリオ

(1) 超電導技術分野の目標と将来実現する社会像

研究開発の戦略的な推進については、様々な社会ニーズと研究開発目標との関係を明らかにした上で、効率的な研究開発体制を構築することが重要である。特に、超電導技術応用機器の開発に際しては、全ての機器開発の共通基盤技術である超電導材料の開発（線材化・バルク化・デバイス化）と機器適用周辺技術開発（冷凍・冷却技術）とを同時並行的に進め、要求仕様を相互にフィードバックさせながら、各種応用機器を実現するためのタイムリーな技術開発を進めていくことが必要不可欠である。

超電導技術分野は、その将来的な優位性の高さから、日米欧での熾烈な技術開発競争がなされているところであり、また、韓国、中国も積極的な技術開発を行っている等、海外の動向も無視できない状況にある。（【参考資料4：世界のY系超電導線材開発状況】【参考資料5：SFQ技術の国際評価】等）。しかし、研究開発を推進した結果として国際的な競争力を発生させ得るに足る研究成果が得られたとしても、実用化・事業化が行われなければ何の役にも立たない。研究開発の初期段階から将来の事業化を想定した企業が参画すること等により、スムーズな事業化につながる方策を講じていくことが重要である。

欧米においては、技術的に未成熟な段階から幾つものベンチャー企業が起業し、超電導技術産業に係る市場を創出するべくチャレンジを繰り返してきた。我が国においては、官民のリソースの選択と集中を行うことによりここまで研究開発を進めてきたところであるが、21世紀における良好な環境の維持と我が国経済の持続的成長とを両立させていくためには、超電導技術産業市場の早期創出と自律的な発展の開始に向けた導入普及促進策等の推進や、規制緩和、標準化等を通じた新たな市場競争ルールの導入といった関連施策を行うことにより、民間企業が市場競争の中で自ら効率的な事業展開を図っていくための戦略的な体制作りと研究開発とを一体的に推進することが必要である。

前述のように、近い将来において超電導技術を適用した機器の実現が期待される分野は、①エネルギー・電力分野（電力ケーブル、限流器、変圧器、発電機、フライホイール、SMES（超電導電力貯蔵装置）等）、②産業・輸送分野（船用モータ、磁気浮上式鉄道用マグネット、半導体引上装置、磁気分離装置等）、③診断・医療分野（MRI、NMR、MCG（心磁計）、MEG（脳磁計）、質量分析器等）、④情報・通信分野（ルータ・スイッチ、SFQコンピュータ、バンドパスフィルタ、ADコンバータ等）の4分野に大きく分けることができる。分野によって求められる社会ニーズ等には異なる部分があるが、共通基盤技術が成長しつつあることにより、戦略的な機器開発・導入を図るべき時期が到来していることについては一様である。そこで、4分野それぞれにお

ける代表的かつ戦略的な機器について、開発・導入に係る想定シナリオを時系列で示すこととした。

(2) 関連施策の取組

我が国経済が将来にわたって更なる発展を遂げていくためには、先導的効果を狙った高度に進んだ機器の開発投入や、全ての活動の基礎となるエネルギーについて将来顕在化することが懸念される資源制約等を総合的に考慮した、効率的なアプローチを図っていくことが重要である。また、そのためには、①研究開発の戦略的な推進が不可欠であるとともに、②国際的な競争力を有する研究成果の実用化・事業化の推進、③導入普及促進策、関連産業連携策、規制緩和、標準化等の関連施策と研究開発との一体的な推進が必要である。

[規制・制度改革]

- ・超電導技術の実用化を促進するため、高圧ガス保安法、電気事業法などの規制について導入促進のための規制緩和を図る必要がある。

[基準・標準化]

- ・超電導機器の導入に向けて、研究開発と並行して標準化の検討を進めることが重要なテーマについて、各分野の導入シナリオに示した。(2006年版策定時から)
- ・超電導関係の国際標準化のための取組及び具体的進展状況について理解を容易にするため、【参考資料6：超電導標準化マップ】を示した。(2007年版策定時から)

[広報・啓発]

- ・例年春に行われている「超電導技術動向報告会」や、2007年から冬に開催されることになった「超電導 EXPO」等の展示会を通じて、超電導技術及び超電導市場の最近の動向について広く周知する機会の増加を図る。

(3) 改訂のポイント

- エネルギー・電力分野及び産業・輸送分野を中心に、最新動向を踏まえた改訂を行った。特にエネルギー・電力分野及び産業・輸送分野については、2030年までの技術開発及び実用化のシナリオを追加した。
- エネルギー・電力分野、産業・輸送分野、診断・医療分野、及び情報・通信分野における技術開発及び実用化のシナリオについて、最近の研究開発の進展状況に伴う見直しを行った。
- エネルギー・電力分野において、今後の次世代電力システムへの展開の可能性も視野に入れ、従来のエネルギー貯蔵、送配電、発電用の機器を統合する「システムインテグレート」という領域を追加した。
- エネルギー・電力分野の関連施策にCO₂の25%削減目標(2020年)を加えるとともに、スペースの関係から一部の施策を削除した。
- エネルギー・電力分野等における海外での取組について、米国、欧州、アジアにおける最新の研究開発プロジェクト等を追記した。

Ⅱ. 技術マップ

(1) 技術マップ

超電導技術は、導入シナリオで示した4つの分野において、効率的かつ各々の導入目的に合致した研究開発を行うための技術指標を明確化する必要があるとの観点から技術をカテゴライズした。また、これらと同時並行的に進めていく必要がある共通基盤技術についても、素材・部品を供給するという観点から技術をカテゴライズした。

具体的には、それぞれ以下に示すような考え方に基づく分類を行っている。

① エネルギー・電力分野

エネルギー・電力分野の技術を、発電（創る）技術、送変配電（送る）技術、エネルギー貯蔵（貯める）技術の3つに大別し、これを大分類とした。また、それぞれの技術の利用形態に応じて開発すべき機器が異なるため、これを中分類とした。その上で、利用形態に応じた機器を開発するためにマイルストーンを置いて取り組んでいくことが必要と考えられる主要な技術課題（大電流化、低損失化等）について、小分類とした。

② 産業・輸送分野

産業・輸送分野の技術を、磁場応用（造る）技術、計測機器（測る）技術、回転機（動かす）技術、変圧器（変える）技術の4つに大別し、これを大分類とした。また、それぞれの技術の利用形態に応じて開発すべき機器が異なるため、これを中分類とした。その上で、利用形態に応じた機器を開発するためにマイルストーンを置いて取り組んでいくことが必要と考えられる主要な技術課題（小型軽量化、高磁場化、大容量化等）について、小分類とした。

③ 診断・医療分野

診断・医療分野の技術を、マグネット応用（視る）技術、加速器応用（治す）技術、高周波デバイス応用（測る）技術、SQUID応用（診る）技術の4つに大別し、これを大分類とした。また、それぞれの技術の利用形態に応じて開発すべき機器が異なるため、これを中分類とした。その上で、利用形態に応じた機器を開発するためにマイルストーンを置いて取り組んでいくことが必要と考えられる主要な技術課題（磁場安定化技術、高感度化等）について、小分類とした。

④ 情報・通信分野

情報・通信分野の技術を、コンピュータ・ネットワーク機器（判断する）技術、無線アクセス系機器（飛ばす）技術、計測機器（測る）技術の3つに大別し、これを大分類とした。また、それぞれの技術の利用形態に応じて開発すべき機器が異なるため、これを中分類とした。その上で、利用形態に応じた機器を開発するためにマイルストーンを置いて取り組んでいくことが必要と考えられる主要な技術課題（処理能力／ラック向上、低コスト化等）について、小分類とした。

⑤ 共通基盤技術

共通基盤技術は、超電導材料の開発（線材化・バルク化・デバイス化）及び機器適用周辺技術開発（冷凍・冷却技術）から構成されることから、これを大分類とした。超電導材料の開発については、それぞれを実現する製造方法やそれを加工する方法により技術的アプローチも異なると考えられるため、これを中分類とした。また、同じ製造方法でも物質により性質等が異なってくることから超電導物質別の小分類、同じ加工方法でも実現すべき形状により性質等が異なってくることから加工の要素技術別の小分類とした。

冷凍・冷却技術については、適用される対象の機器等により要求性能が大きく変わることから、これを中分類とした。また、同じ機器でも使用される超電導物質によって要求される冷却能力等が大きく異なってくることから、冷却能力・冷却手法別の小分類とした。

（２）重要技術の考え方

技術マップにおいて抽出された各技術項目はいずれも不可欠であり、官民の一体的取組みや民間の主体的な取組み等による積極的な開発が望まれるが、以下の観点から評価されるものを重要技術と位置づけ、技術マップ中に色分けして示した。

- ① 2020年頃迄を目途に、産業及び技術のブレークスルーを生み出す可能性のある技術
- ② 超電導技術による実現の可能性が高く、コスト・性能等の面で競争優位性を生み出す可能性のある技術
- ③ これらの機器を実現するために不可欠な共通基盤技術

（３）改訂のポイント

- エネルギー・電力分野、産業・輸送分野を中心に、最新動向を踏まえた改訂を行った。
- エネルギー・電力分野の電力ケーブルの技術小分類について、超電導ケーブルを実用化するために低コスト化が重要な課題であることから、「低コスト化」を重要技術に位置づけた。
- 産業・輸送分野の「廃水磁気分離装置」について、工業廃水や自然界に放出される排水の浄化・処理だけでなく、原料や廃棄物からの異物・有価物の磁気分離等の応用も有望と考えられることから、より広い用語として「排水・資源循環磁気分離装置」に修正した。また、「非接触磁気軸受回転機」を、より分かりやすく直接的な名称である「スピンコーター」に修正した。
- 産業・輸送分野の「車載用モータ」の技術小分類（小型軽量化、高速回転、効率向上）について、専門家の助言を得て、より適切な技術課題（小型軽量化、可変速駆動に対して高効率、高トルク密度化）に修正した。
- 産業・輸送分野の輸送用機器の技術中分類に、今後実用化が期待される「鉄道用直流き電」を新たに追加した。
- 診断・医療分野のマグネット応用の技術中分類に、今後実用化が期待される「細胞・

タンパク磁気分離」を新たに追加した。

Ⅲ. 技術ロードマップ

(1) 技術ロードマップ

技術マップに示された各技術課題のうち、重要技術として選定されたものについて、2020年頃迄を目途に、中長期的視点から各技術課題に必要と考えられるマイルストーンを配し、4つの技術分野及び共通基盤技術のそれぞれにおけるロードマップとして示した。

(2) 改訂のポイント

- エネルギー・電力分野、産業・輸送分野、共通基盤技術を中心に、全分野の技術ロードマップについて、最新の動向を踏まえた多くの改訂を行った。
- 特にエネルギー・電力分野、産業・輸送分野については、従来の2020年までのロードマップを2030年まで延長した。
- エネルギー・電力分野の電力ケーブルについては、技術マップの技術小分類において「低コスト化」を重要技術に位置づけたことを受けて、対応する項目・記述を技術ロードマップに追加した。
- 共通基盤技術－線材のBi2223の大電流化については、最新の状況に合わせて数値を改訂するとともに、量産ベースの数値であることを明記した。
- 共通基盤技術－線材のY(RE)系のコストについては、技術コストからプライスマドを含む値であることを確認した。
- 共通基盤技術－バルクの技術ロードマップについて、最新の状況を踏まえて、過年度のローリングにおいて今後の課題とされてきた全面的な見直し・改訂を行った。

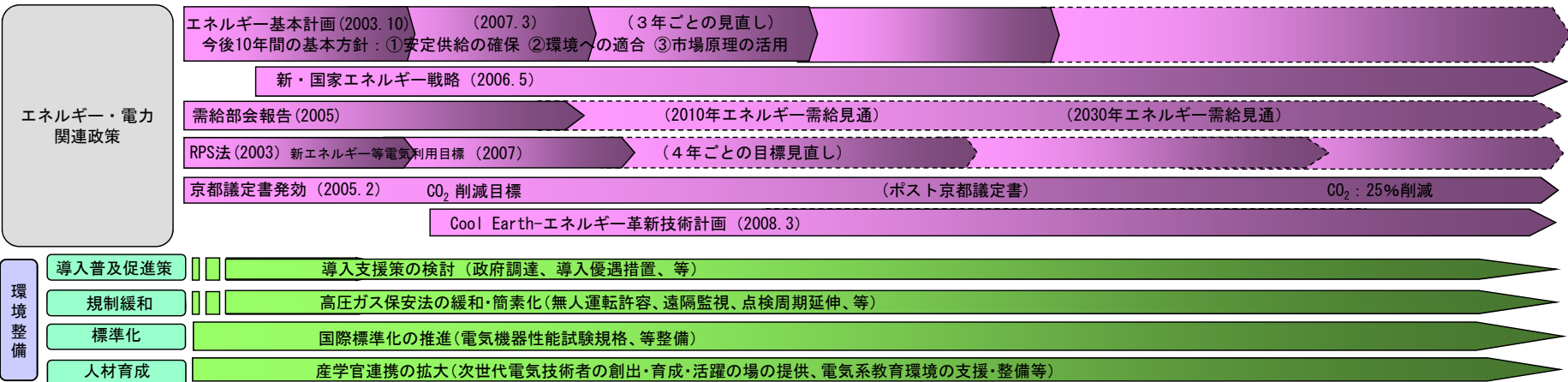
Ⅳ. その他の改訂のポイント

○ 特許の出願動向

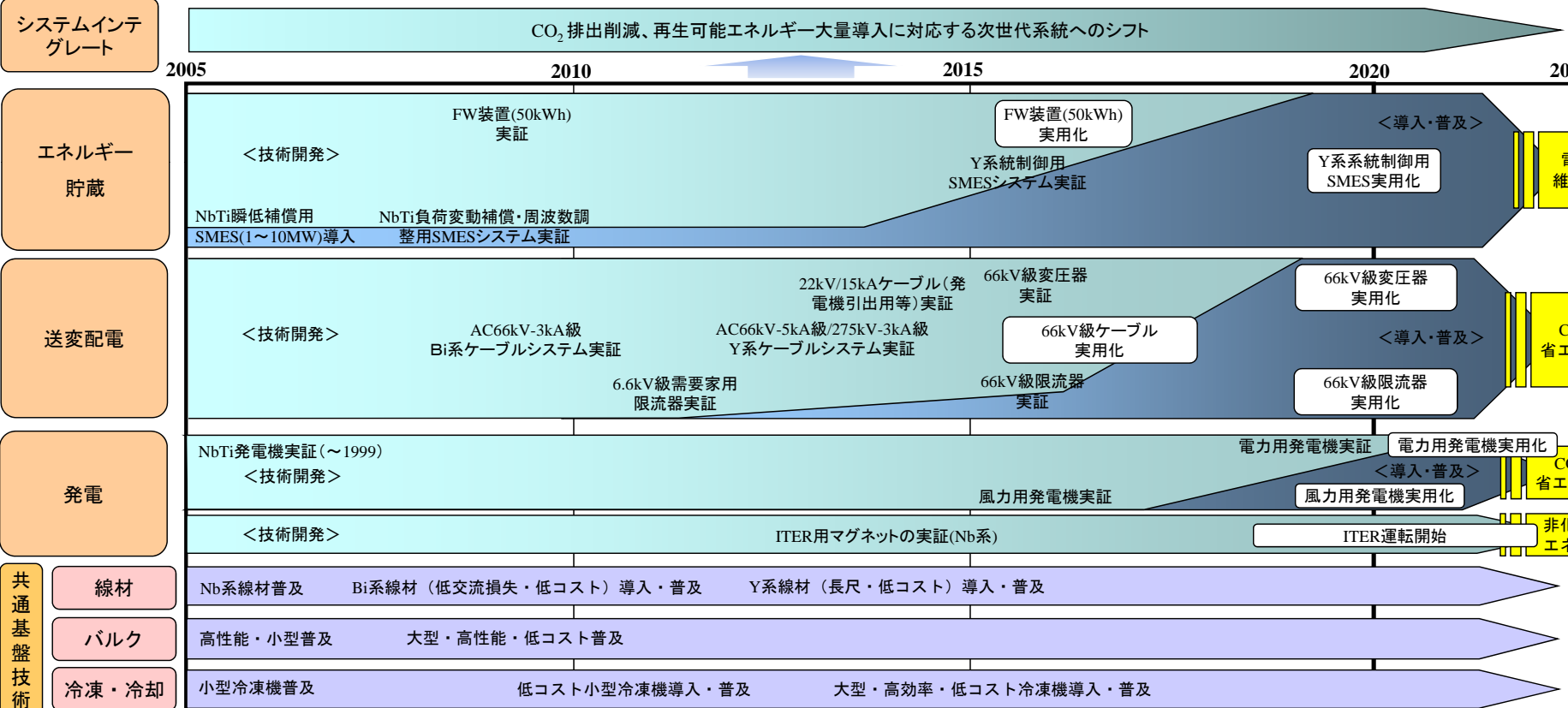
- 超電導技術に関する特許出願動向について、【参考資料7：超電導技術に関する国際特許出願動向】を新たに追加した。
- 日本、中国、韓国の超電導関連の国際特許出願件数とその世界に占める割合は、2000年代前半から後半にかけて大きく増加している。一方、米国、欧州は前半から後半にかけて減少している。ただし直近の動きを見ると、日本は2005年（国際出願件数）、2007年（世界に占める割合）をピークに減少傾向にある一方で、米国は2008年に国際出願件数を大きく増加させている。
- 世界平均と比べた場合の超電導分野への力の入れ方を示す超電導特化度は、日本が最も高く、かつ2000年代前半から後半にかけて上昇している。韓国も2000年代後半から、超電導分野に力を入れている。

超電導技術分野の導入シナリオ (エネルギー・電力分野) (1/4)

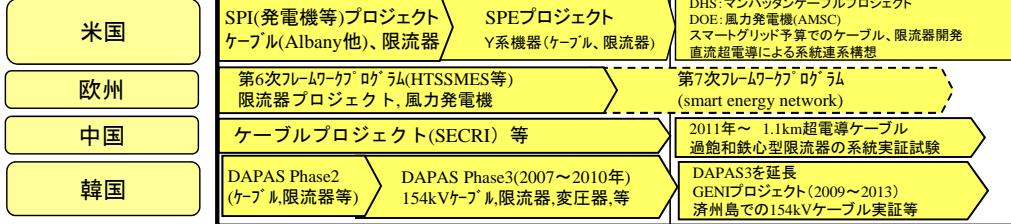
関連施策



技術開発



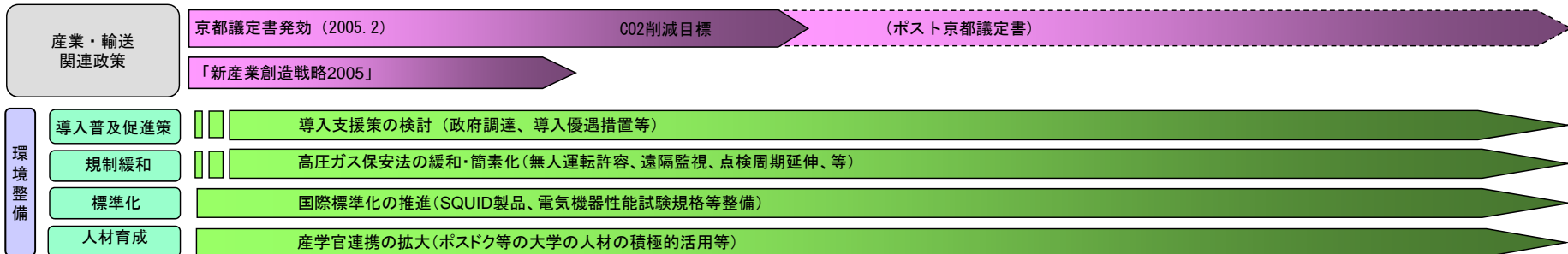
海外での取り組み



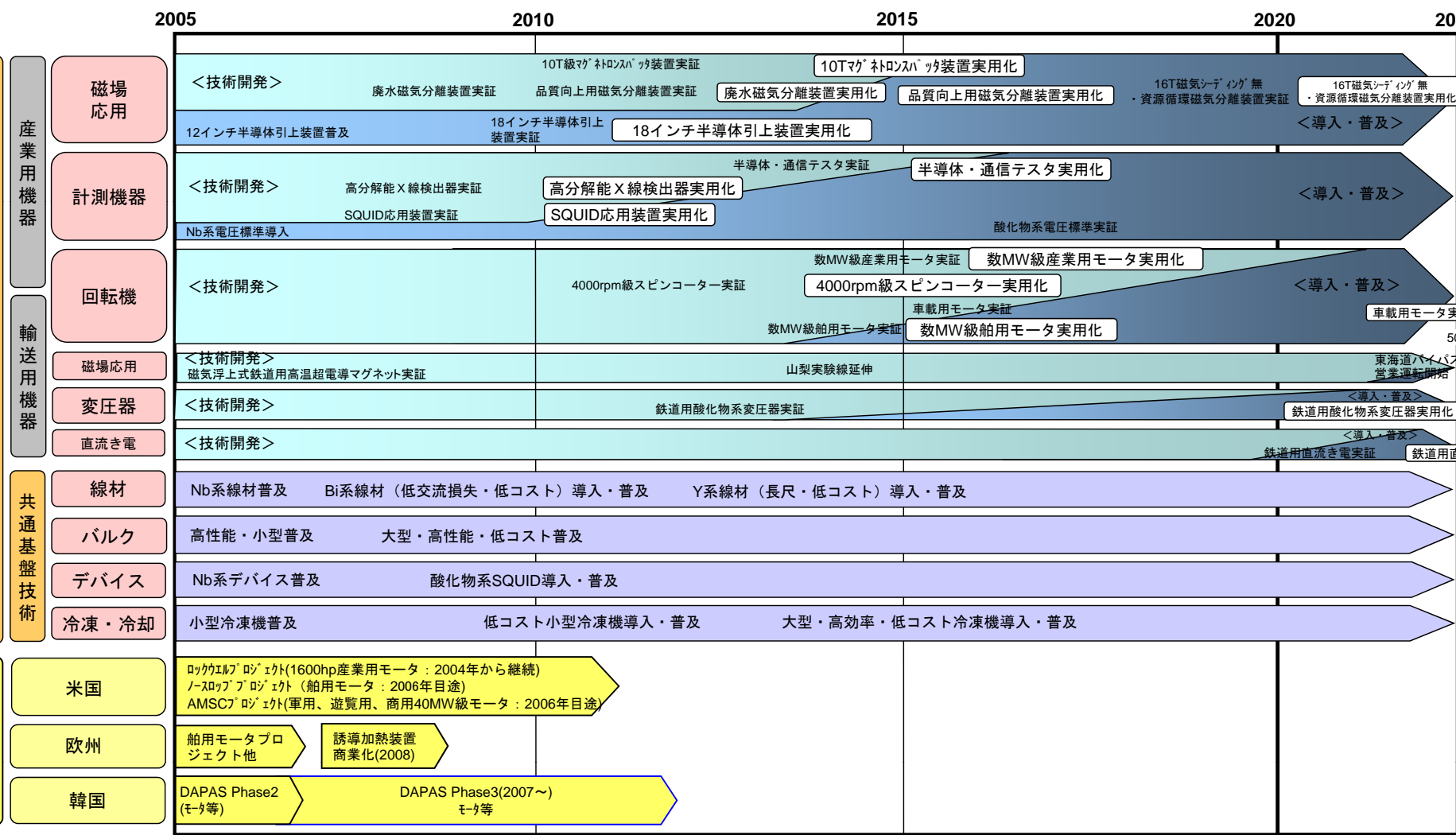
環境・エネルギー調和型社会の構築
 多様化する電源ニーズに対応する高信頼かつ高品質電力の供給・運用

超電導技術分野の導入シナリオ（産業・輸送分野）（2/4）

関連政策



技術開発



世界をリードする高度産業基盤構築

小型・軽量化、高速化、高度生産性等を通じた高度産業基盤の実現

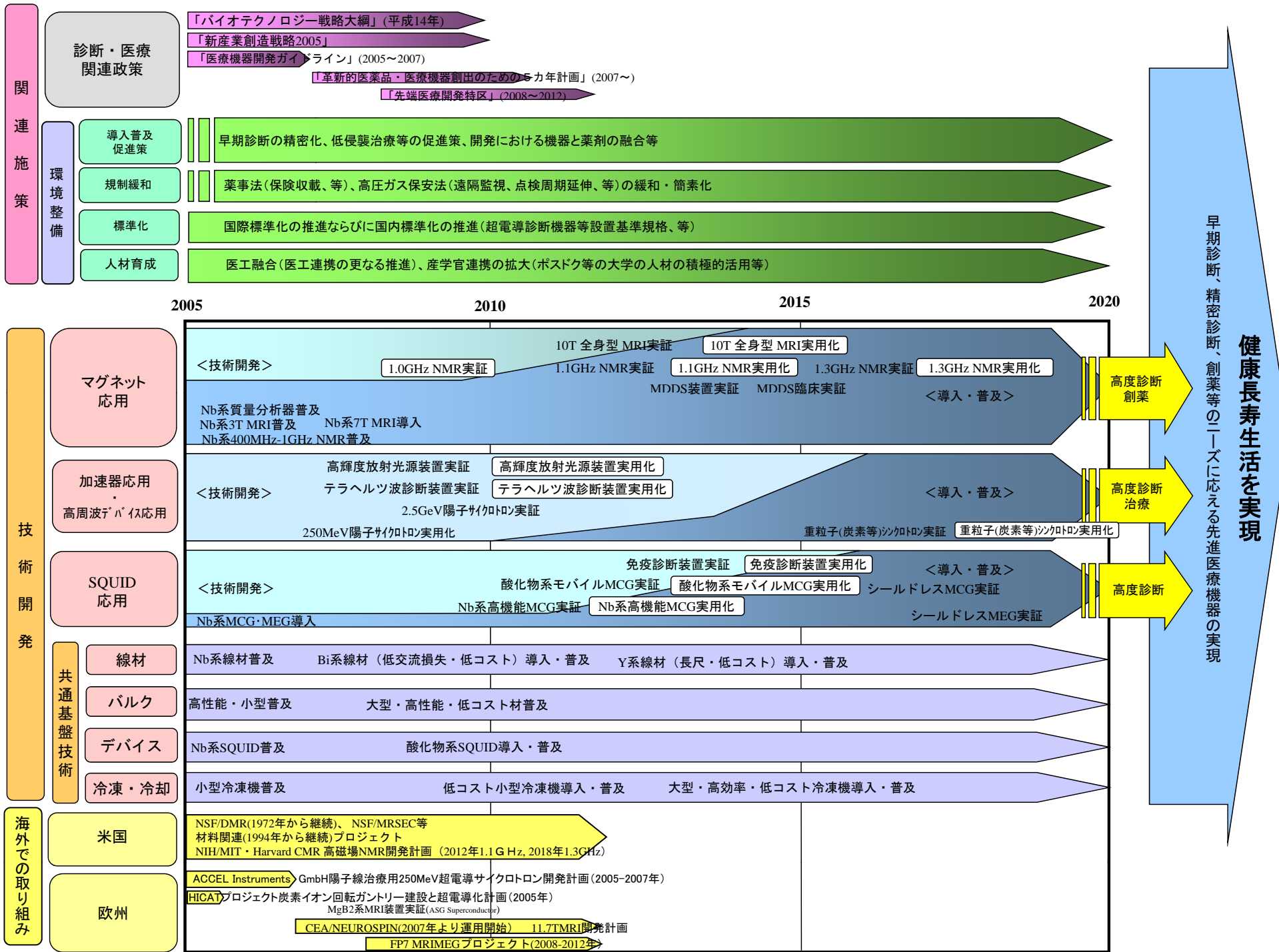
高度生産性 小型化

高度生産性 高信頼性

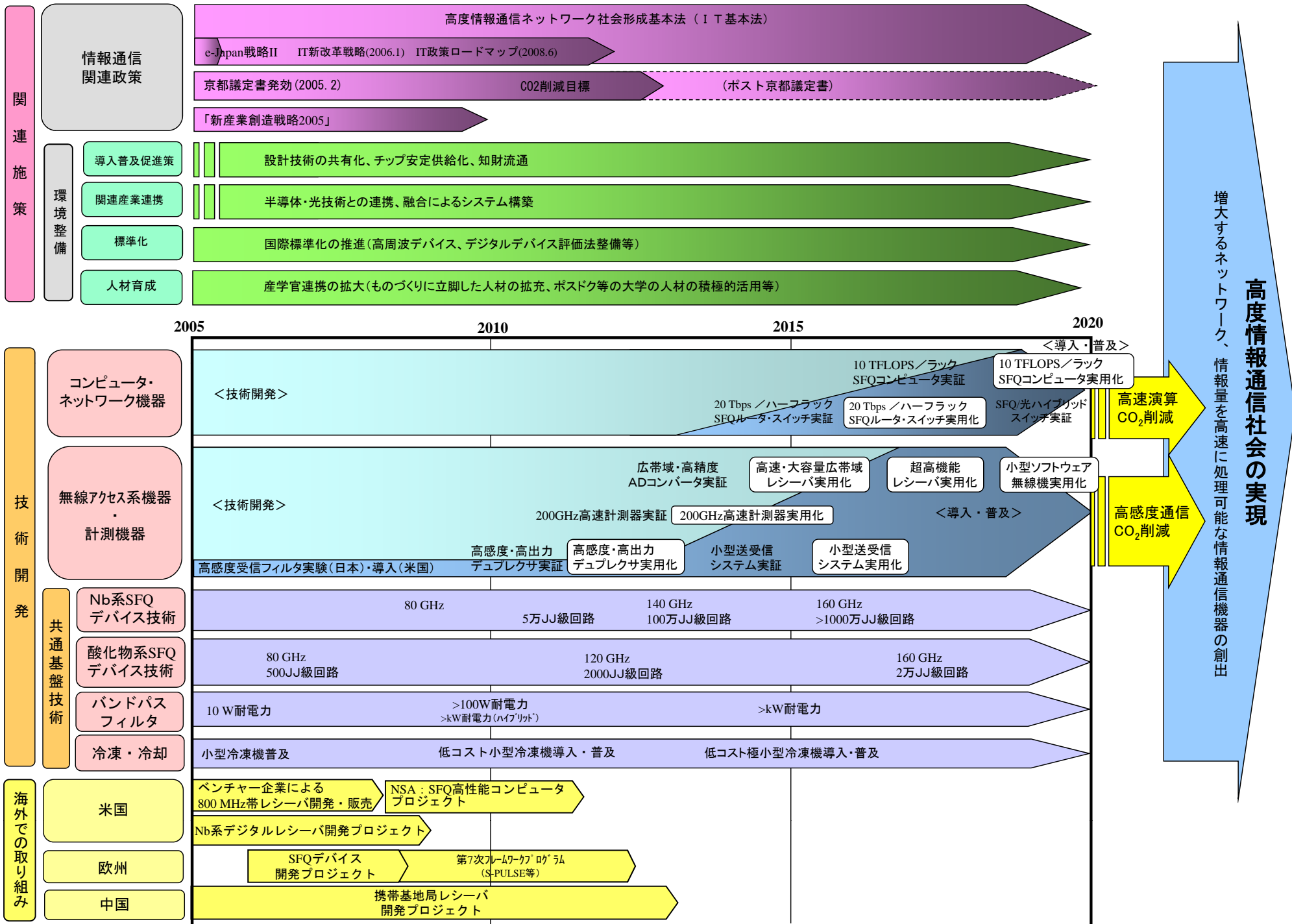
小型化 軽量化 CO₂削減

小型化 軽量化 CO₂削減

超電導技術分野の導入シナリオ (診断・医療分野) (3/4)



超電導技術分野の導入シナリオ（情報・通信分野）（4/4）



超電導技術分野の技術マップ(エネルギー・電力分野)

(1/5)

ニーズ	シーズ			
	技術大分類	技術中分類	技術番号	技術小分類
環境・エネルギー調和型社会の構築	エネルギー貯蔵	SMES	101	・低コストシステム化 ・大容量化 ・コイルの高性能化 ・高信頼性化 ・耐高電圧化
		フライホイール	102	・大容量化 ・低損失化 ・総コスト低減
	送変配電	限流器 (SN転移型)	103	・高電圧化 ・大電流化 ・常電導転移時高抵抗化 ・高速超電導復帰機構
		電力ケーブル	104	・長尺化 ・高電圧化 ・大電流化 ・低損失化 (AC) ・短絡対策 (AC) ・低コスト化
		電力用変圧器	105	・不燃化、コンパクト化 ・Sub-cool LN2技術 ・高電圧化 ・大容量化 ・低コスト化
		同期調相機	106	発電機と共通
	発電	発電機	107	・大容量化 ・低コスト、コンパクト化
		核融合用マグネット	108	・磁場中高特性化 ・大電流高強度化技術 ・低損失化 ・耐放射線化

 重要技術

超電導技術分野の技術マップ(産業・輸送分野)

(2/5)

ニーズ	シーズ					
	技術大分類	技術中分類	技術番号	技術小分類		
世界をリードする高度産業基盤構築	産業用機器	磁場応用	半導体引上装置	201	・ウエハ大口径化	
			鉄鋼圧延装置	202	・配列構造均一化	
			磁性材料調質装置	203	・配列構造均一化	
			排水・資源循環磁気分離装置	204	・高磁場化(磁気シーディング無)	
			粒子加速器	205	・高磁場化 ・磁場均一化	
			マグネトロンスパッタ装置	206	・高磁場化 ・大面積化	
			磁気シールド	207	・高臨界温度化 ・低コスト化	
		計測機器	半導体・通信テスタ (サンプラ)		208	・広帯域化 ・多チャンネル化 ・低コスト化(モジュールコスト) ・冷却技術
			電圧標準	交流	209	・出力周波数向上 ・高温動作化 ・高精度化
				直流	210	・高温動作化 ・高電圧化 ・低コスト化 ・低周波数利用技術
			X線検出器 (EDX)		211	・エネルギー分解能向上 ・計数率向上 ・小型化、低コスト化
			宇宙線検出器		212	・高感度化 ・小型化
			ミキサ		213	・低ノイズ化 ・高周波化
			ポロメータ		214	・エネルギー分解能向上 ・低コスト化
	SQUID 応用装置	構造物検査	215	・小型化、自動化 ・高機能化 ・測定高速化		
		食品・工業製品検査	216	・磁気シールド簡易化 ・異物検出限界向上 ・低コスト化		
		半導体検査	217	・空間分解能向上 ・測定高速化 ・低コスト化		
		鉱物探査	218	・探査深度 ・環境ノイズ除去技術 ・小型化		
	回転機	スピンドーター *		219	・高速回転化 ・高載荷力化	
		産業用モータ *		220	・高速回転、大容量化 ・小型軽量化 ・効率向上 ・低速回転、大容量化	
	輸送用機器	回転機	船用モータ *		221	・低速回転、大容量化 ・小型軽量化 ・効率向上 ・高速回転、大容量化
			車載用モータ *		222	・小型軽量化 ・可変速駆動に対して高効率 ・高トルク密度化
		磁場応用	磁気浮上式鉄道用マグネット		223	・信頼性向上、低コスト化
		変圧器	鉄道用変圧器 *		224	・大容量化 ・低損失化 ・小型軽量化
		直流き電	鉄道用直流き電		225	・システム化 ・省エネ

* 印は、「エネルギー・電力分野」の機器と関連する技術であり、環境・エネルギー調和型社会の構築にとっても重要である。

 重要技術

超電導技術分野の技術マップ(診断・医療分野)

(3/5)

ニーズ	シーズ			
	技術大分類	技術中分類	技術番号	技術小分類
健康長寿生活の実現	マグネット 応用	MRI	301	・大口径、短軸化 ・高磁場化 ・線材高特特性化 ・磁場安定化技術
		NMR	302	・超高磁場化 ・磁場安定化技術
		質量分析器	303	・高磁場化 ・高均一化
		MDDS (磁気誘導薬物配送)	304	・高磁場化 ・高磁気勾配化 ・小型・軽量化 ・低消費電力化 ・ナノ磁性粒子薬剤開発
		磁気誘導カテーテル	305	・高磁場化 ・高磁気勾配化
		細胞・タンパク磁気分離	306	・小型化 ・短時間励減磁
	加速器 応用	高輝度放射光源 (アンジュレータ・ ウイグラー)	307	・高輝度化 ・磁石ギャップ長可変技術
		テラヘルツ波 診断装置(光源)	308	・高機能化
		医療用粒子線 加速器	309	・高機能化 ・コンパクト化
	高周波 デバイス応用	MRI/NMR (高周波プローブ)	310	・高感度化 ・低損失化
		質量分析器 (イオン検出器)	311	・分解能向上 ・測定時間短縮 ・高機能化
		テラヘルツ波 診断装置(検出器)	312	・高機能化
	SQUID 応用	SQUID 免疫診断装置	313	・システム高感度化 ・高機能化(多検体処理) ・操作性向上 ・低コスト化
		MCG (心磁計)	314	・高感度化 ・磁気シールド簡易化 ・高機能システム化
		神経磁気診断装置 (MEG(脳磁計)、脊髄・末 梢神経磁場計測装置)	315	・磁気シールド簡易化 ・多チャンネル化 ・高機能化 ・低コスト化
		超低磁場NMR/MRI	316	・複合化 ・新機能化 ・分解能向上

 重要技術

超電導技術分野の技術マップ(情報・通信分野)

(4/5)

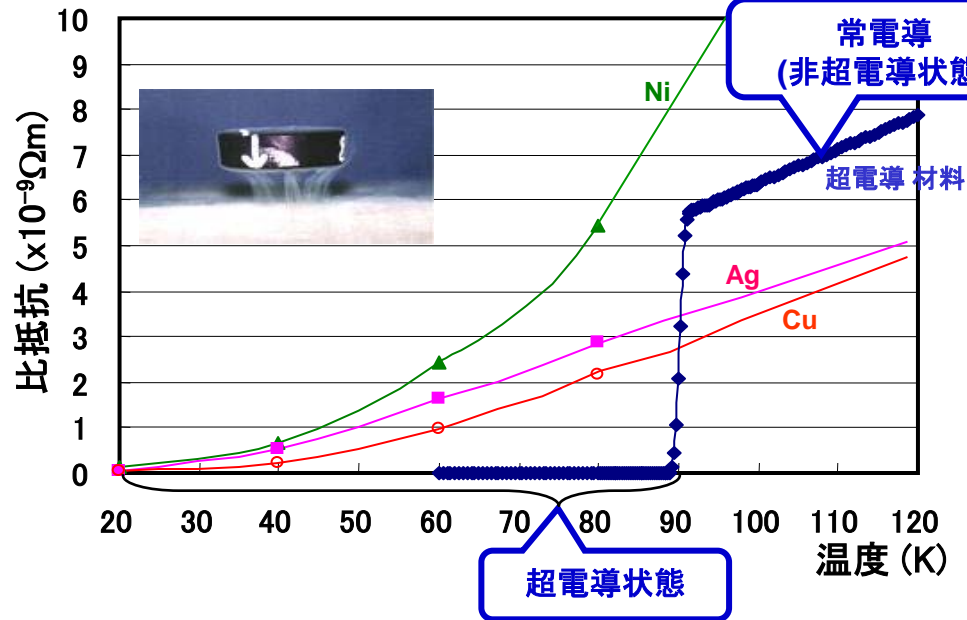
ニーズ	シーズ			
	技術大分類	技術中分類	技術番号	技術小分類
高度情報通信社会の構築	コンピュータ・ネットワーク機器	SFQルータ・スイッチ	401	<ul style="list-style-type: none"> ・大容量化 ・方式、アーキテクチャ ・ラック当たりスループット向上 ・低コスト化
		SFQコンピュータ、サーバ	402	<ul style="list-style-type: none"> ・SFQプロセッサの大規模化 ・高速超電導メモリ大容量化 ・処理能力/ラック向上 ・低消費電力化 ・アーキテクチャ
		量子コンピュータ	403	<ul style="list-style-type: none"> ・回路規模(対応量子ビット数)拡大 ・回路消費電力低減 ・高速化
	無線アクセス系機器	高精度・広帯域ADコンバータ(無線用)	404	<ul style="list-style-type: none"> ・方式 ・帯域・ビット精度向上 ・低コスト化 ・モジュール小型化
		受信フィルタ	405	<ul style="list-style-type: none"> ・高機能化 ・小型化 ・モジュール低コスト化 ・周波数調整技術
		送信フィルタ	406	<ul style="list-style-type: none"> ・耐電力特性向上 ・高調波歪み低減 ・送受信複合化 ・低コスト化
		衛星用通信機器(フィルタ、マルチプレクサ)	407	<ul style="list-style-type: none"> ・小型化、軽量化 ・高信頼化 ・高機能化 ・送受信複合化 ・冷却技術
		超電導アンテナ	408	<ul style="list-style-type: none"> ・指向性、効率向上 ・アレイ化 ・冷却技術 ・環境ノイズ影響低減技術
	計測機器	広帯域ADコンバータ(計測用)	409	<ul style="list-style-type: none"> ・帯域、ビット精度向上 ・モジュール小型化、低コスト化
		高速計測機器(サンブラ)	410	<ul style="list-style-type: none"> ・方式(入力、被測定対象) ・広帯域化 ・小型化、低コスト化 ・高感度化

 重要技術

超電導技術分野の技術マップ(共通基盤技術) (5/5)

技術大分類	技術中分類	技術番号	技術小分類
超電導線材技術	加工熱処理法技術 (含ブロンズ法技術)	501	・NbTi
			・Nb ₃ Sn
			・その他(Nb ₃ Al等)
	パウダーインチューブ法技術	502	・Bi2212
			・Bi2223
			・MgB ₂
			・その他
	薄膜線材技術	503	・Y(RE)系
			・その他
	導体化技術	504	・歪特性改善技術
・素線接続技術			
コイル化技術	505	・巻線技術	
		・絶縁技術	
		・コイル保護技術	
超電導バルク技術	溶融凝固バルク技術	506	・RE123系
			・Bi2212系
			・その他
	焼結バルク技術	507	・RE123系
・Bi系			
その他			・その他
超電導デバイス技術	デジタルデバイス技術	508	・Nb集積回路プロセス技術
			・NbN集積回路プロセス技術
			・酸化物集積回路プロセス技術
			・Nb系SFQデバイス
			・NbN系SFQデバイス
			・酸化物系SFQデバイス
			・入出インターフェイス技術
	・低温実装技術		
	SQUID応用技術	509	・Nbプロセス技術
			・酸化物プロセス技術
			・Nb系SQUID
			・酸化物系SQUID
	高周波デバイス技術	510	・実装技術
・MgB ₂ 薄膜技術			
・RE123系薄膜技術			
・バンドパスフィルタ			
・アンテナ			
冷凍・冷却技術	パワー機器用冷凍機技術	511	・4K冷凍機
			・20K～50K冷凍機
			・65K冷凍機
	デバイス機器用冷凍機技術	512	・4K冷凍機(1～3W)
			・4K冷凍機(0.1～0.5W)
			・50K、70K冷凍機
	大容量冷却技術	513	・LNG冷熱利用技術
			・サブクール冷却技術
			・LH ₂ 冷熱利用技術
	伝導冷却技術	514	・高効率冷却技術
			・薄肉断熱技術
	クライオスタット技術	515	・封止化技術
			・低熱侵入化
	電流リード技術	516	・機械的強度
			・耐高電圧化
			・大電流化

重要技術



3つの臨界値

臨界温度 (T_c)

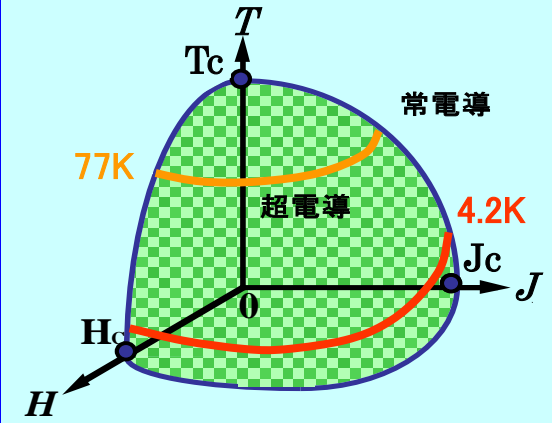
超電導を示す温度の上限

臨界電流 (J_c)

超電導を維持できる電流の上限

臨界磁場 (H_c)

超電導を維持できる磁場の上限



放散熱エネルギー
= (電流)² x 抵抗

エネルギー減衰

出力電気エネルギー

常電導金属(Cu等)

超電導 (= 抵抗ゼロ)

入力電気エネルギー

エネルギーロス無し

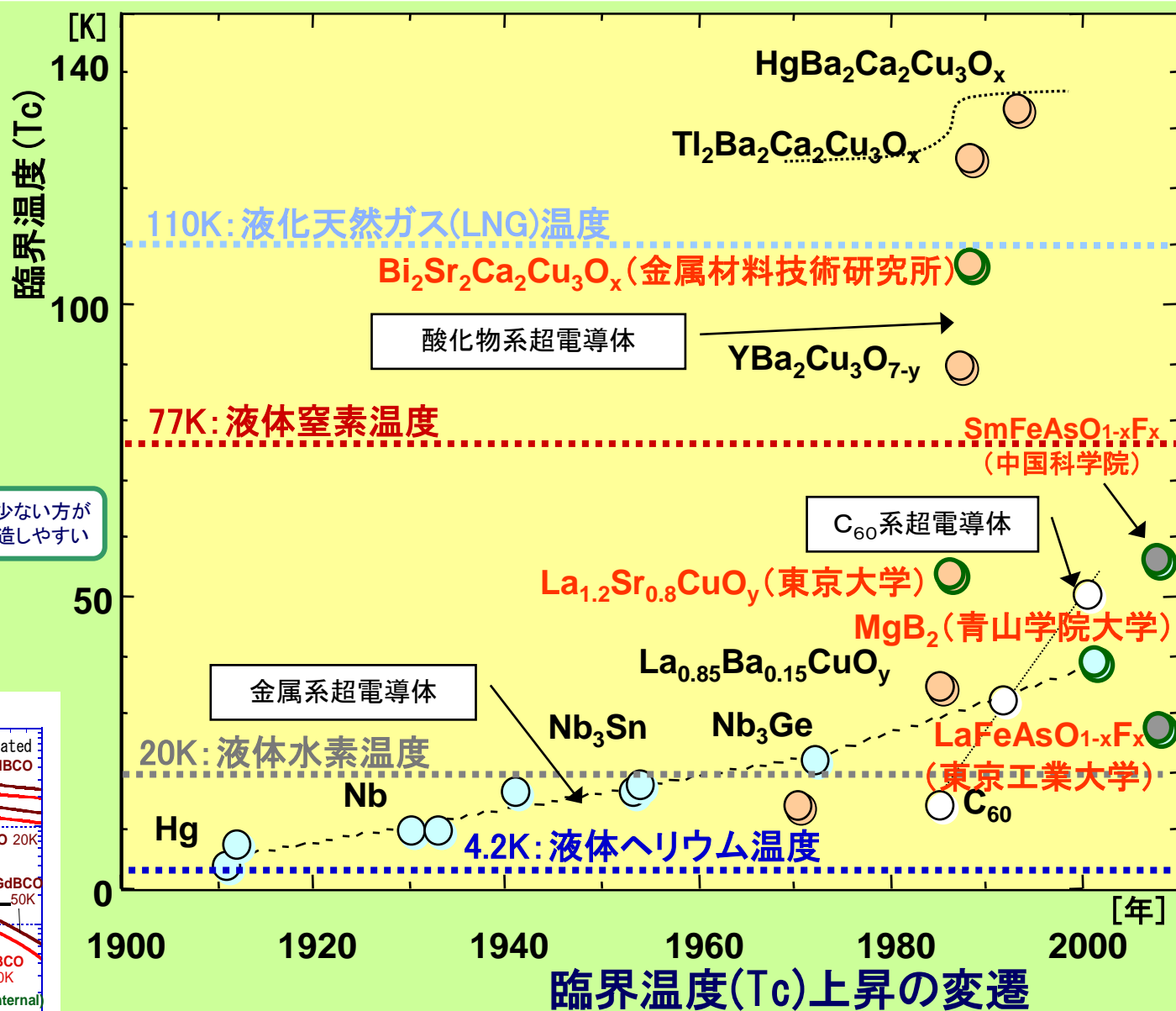
超電導の4条件(田中の基準)

以下の4条件を全てクリアして、初めて超電導体と認定される。
(東京大学の田中昭二教授が1987年に提唱した客観的条件)

- ➡ 結晶構造およびその物質の何が超電導体であるのか
- ➡ マイスナー効果を示すか
- ➡ 電気抵抗が転移点付近で急激に消失するか
- ➡ 実験結果に十分再現性があるか

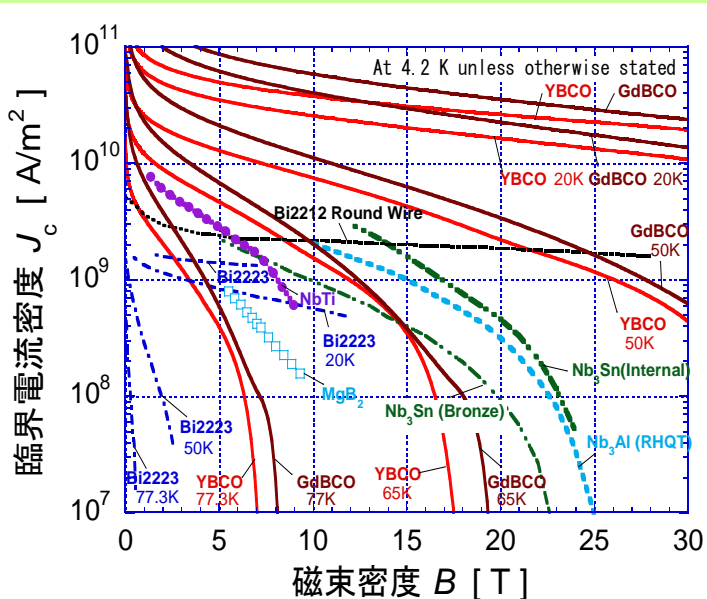
系 (代表物質)	元素数	T _c
Hg系 (HgBa ₂ Ca ₂ Cu ₃ O _x)	5	>110
Tl系 (Tl ₂ Ba ₂ Ca ₂ Cu ₃ O _x)	5	
Bi系 (Bi ₂ Sr ₂ Ca ₂ Cu ₃ O _x)	5	>77
Y系 (YBa ₂ Cu ₃ O _{7-y})	4	
Fe系 (SmFeAsO _{1-x} F _x)	5	>20
La系 (La _{0.9} Sr _{0.1}) ₂ CuO _y)	4	
MgB ₂ (MgB ₂)	2	
Nb系 (Nb ₃ Sn, NbTi)	2	>4.2

元素数が少ない方が
比較的製造しやすい

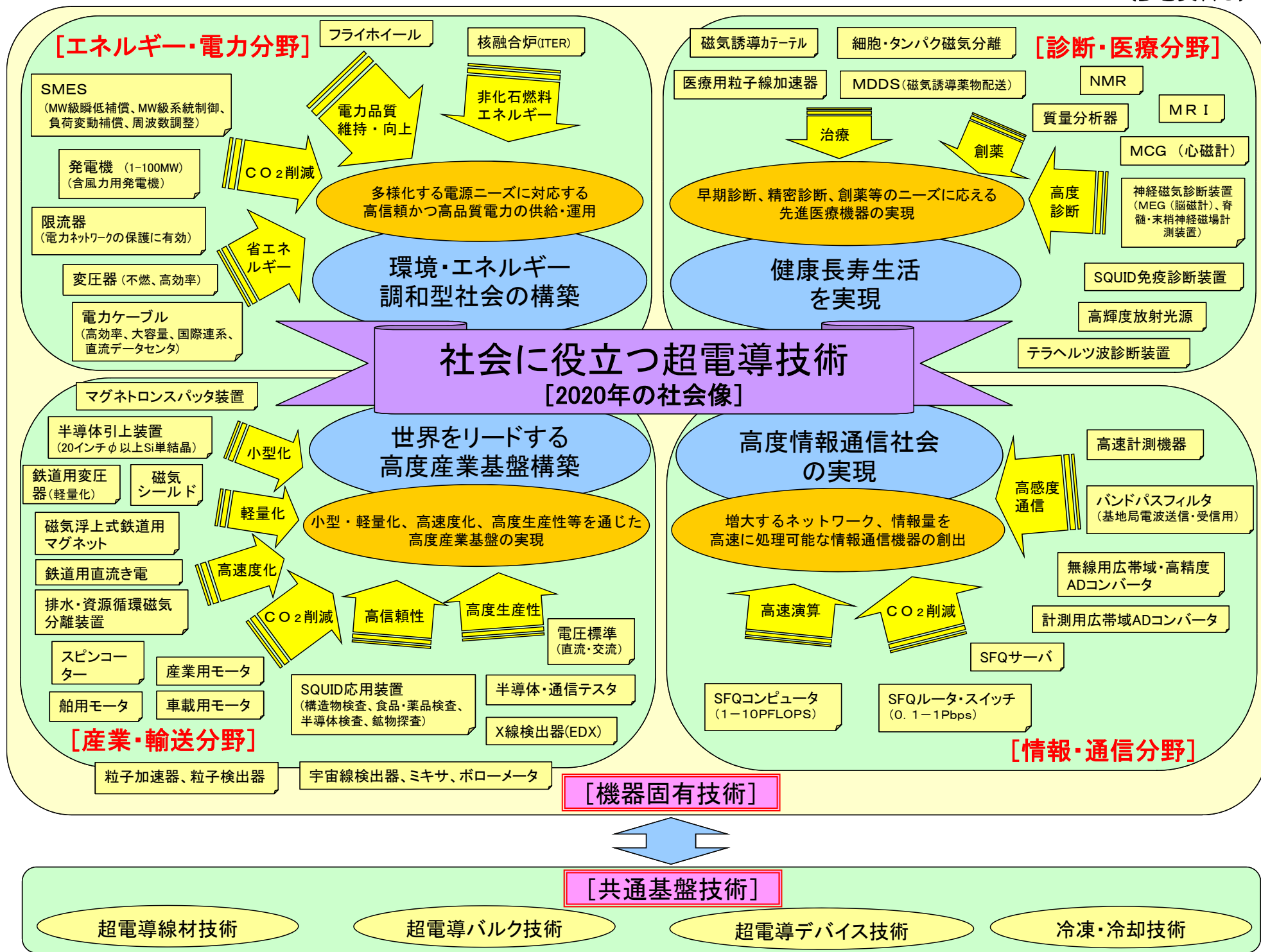


臨界温度(T_c)上昇の変遷

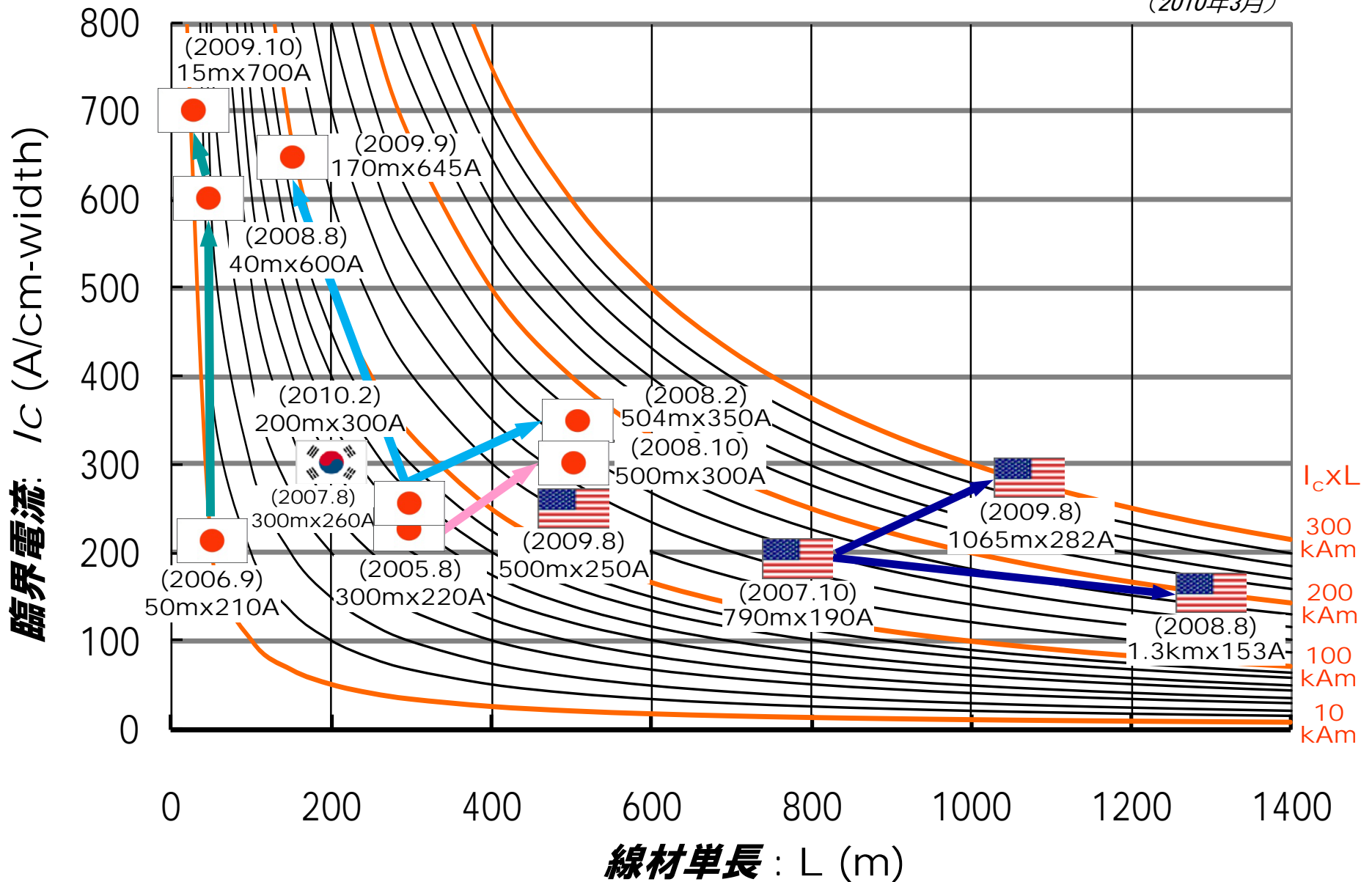
各種超電導線材の臨界電流密度
(九州大学 木須教授 作成)



(参考資料2：超電導物質の探索)



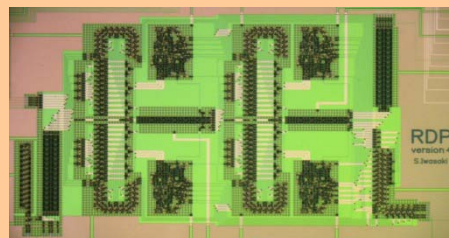
(2010年3月)



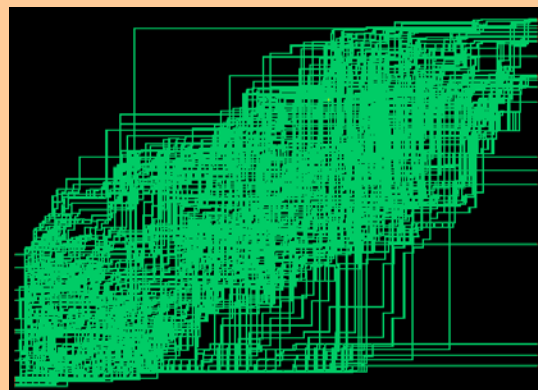
参考資料4：世界のY系超電導線材開発状況

(参考資料5：SFQ技術の国際評価)

名古屋大学がSRL標準プロセスで作製した11,000接合からなる20GHz動作再構成可能なデータパスを持つプロセッサ
(高性能計算機のアクセラレータとして使用) (2008.8)



超電導工学研究所及び名古屋大学が作製した自動配線ツールでレイアウトした大規模SFQ回路(16x16 switch circuit) (2005.3)



名古屋大学がSRL-ADPで作製した90GHz動作2x2 SW (2008.10)

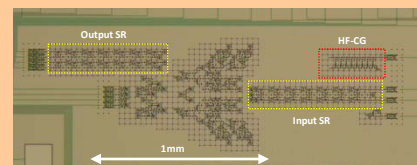


TABLE E-1. REASONS TO DEVELOP SUPERCONDUCTIVE COMPUTER TECHNOLOGY

Technological	Financial
NSA's computing needs are outstripping conventional technology.	Market forces alone will not drive private industry to develop SC technology.
RSFQ technology is an excellent candidate for higher-performance computing capability.	The federal government will be the primary end user of SC computer technology.
RSFQ technology has a clear and viable roadmap.	Other federal government missions will benefit from advances in SC technology.

TABLE E-2. RSFQ SUMMARY

Technical Advantages	Technical Challenges
The most advanced alternative technology.	Providing high-speed and low-latency memory.
Combines high speed with low power.	Architecting systems that can tolerate significant memory access latencies.
Ready for aggressive investment.	Providing very high data rate communications between room temperature technology and cooled RSFQ.

TABLE E-3. DIGITAL RSFQ TECHNOLOGY'S CURRENT STATE OF THE INDUSTRY

Country	Entity	Status
	ISTEC/SRL	- Joint government/industry center, probably doing the most advanced work in digital RSFQ anywhere in the world today. - Responsible for the Earth Simulator system.
	HYPRES	- Private company focused entirely on SC digital electronics. - Has operated the only full-service commercial foundry in the U.S. since 1983.
	Northrop Grumman	- Had the most advanced foundry and associated design capability until suspended last year. - Still has a strong cadre of experts in the field.
	Stony Brook U, UC Berkeley, JPL	- Currently conducting academic research.
	Chalmers U of Technology	- Currently conducting academic research.
	NSA, NIST	- Have resident expertise.

RSFQ技術の評価 ※米ではSFQをRSFQと呼称する
(米NSA「超電導技術評価」報告書(2005.8)より抜粋)



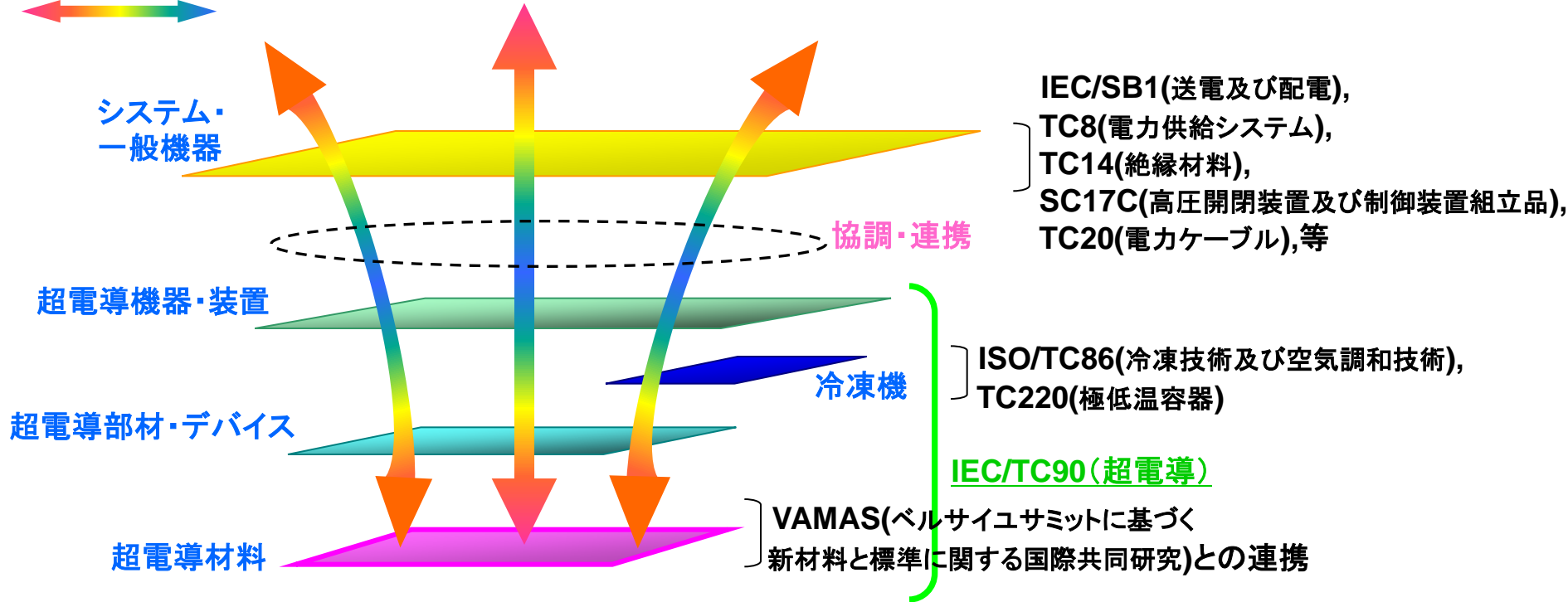
SUPERCONDUCTING TECHNOLOGY ASSESSMENT



National Security Agency
Office of Corporate Assessments
AUGUST 2005

(参考資料6:超電導標準化マップ)

活発 将来活動



	臨 界 電 流	残 留 抵 抗 比	機 械 強 度	表 面 抵 抗	臨 界 温 度	交 流 損 失	捕 捉 磁 場	
済								Nb-Ti
								Nb ₃ Sn
		検討						酸化物
							未定	MgB ₂

規格化進捗状況

※ 1性能ごとの規格ではないため、規格数と項目数は一致していない。

電流リードの特性
(1新規格案検討)
[2010年制定見込]

超電導材料の
性能試験方法
(13規格+改正)

研究発表・講演、文献、特許等の状況

1. 研究発表・講演

産業用超電導線材・機器技術研究組合

発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者	査読
H22年10月30日	講演(招待講演) International Workshop on Coated Conductors for Applications	Development of High-Rate Laser-CVD System for Long-Length Coated Conductor Fabrication	T.Izumi(ISTERA), Y.Shiohara(ISTERA), A.Ibi (ISTEC), A.Ito (Tohoku-Univ.), T. Goto (Tohoku-Univ.)	無
H22年10月5日	講演(招待講演) International Superconductivity Industry Summit(ISIS)-19	Challenges in Development of Coated Conductor in Japan	T.Izumi (ISTERA)	無
H23年3月4日	(ポスター) 元素戦略/希少金属代替材料開発 第5回合同シンポジウム	超軽量高性能モータ等向イットリウム系複合材料の開発	T.Izumi (ISTERA)	無

東北大学

発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者	査読
H22年12月8日	(国際会議・招待講演) International Workshop on Advanced Materials and Technologies for Global Energy and Environmental Challenges	High-Speed Growth of $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ Film by Laser Chemical Vapor Deposition	Takashi Goto, Pei Zhao, Akihiko Ito (Tohoku-Univ.)	無
H22年5月27日	(ポスター) 第119回東北大学金属材料研究所講演会	Effects of laser power on (100)-oriented CeO_2 and $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ film prepared on MgO single crystal substrate by laser chemical vapor deposition	Pei Zhao, Akihiko Ito, Rong Tu, Takashi Goto (Tohoku-Univ.)	無
H22年9月19日 ～26日	(ポスター) Tohoku・Novosibirsk Research Student Workshop	High-speed growth of $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ film with high critical temperature on MgO single crystal substrate by laser chemical vapor deposition	Pei Zhao, Akihiko Ito, Rong Tu, Takashi Goto (Tohoku-Univ.)	無
H22年10月28日	(ポスター) 平成22年度セラミックス協会東北北海道支部研究発表会	Fast epitaxial growth of a-axis- and c-axis-oriented $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ films on (100) LaAlO_3 substrate by laser chemical vapor deposition	Pei Zhao, Akihiko Ito, Rong Tu, Takashi Goto (Tohoku-Univ.)	無

H22年11月24日	(ポスター) 第120回東北大学金属材料研究所講演会	High-speed epitaxial growth of (100)-oriented CeO ₂ film on <i>r</i> -cut sapphire by laser chemical vapor deposition	Pei Zhao, Akihiko Ito, Rong Tu, Takashi Goto (Tohoku-Univ.)	無
H22年12月2日	(ポスター) KINKEN-WAKATE 2010	High-speed growth of YBa ₂ Cu ₃ O _{7-δ} film with high critical temperature on (100) SrTiO ₃ single crystal substrate by laser chemical vapor deposition	Pei Zhao, Akihiko Ito, Rong Tu, Takashi Goto (Tohoku-Univ.)	無
H23年1月11日	(講演) 第49回セラミックス基礎科学討論会	High-speed preparation of <i>a</i> -axis- and <i>c</i> -axis-oriented YBa ₂ Cu ₃ O _{7-δ} film on Hastelloy C276 tape by laser chemical vapor deposition	Pei Zhao, Akihiko Ito, Rong Tu, Takashi Goto (Tohoku-Univ.)	無
H23年3月1日	(ポスター) 平成22年度GCOE若手研究者研究報告会	High-speed growth of YBCO films on (100) MgO, LaAlO ₃ and SrTiO ₃ single crystal substrates by laser CVD	Pei Zhao, Akihiko Ito, Rong Tu, Takashi Goto (Tohoku-Univ.)	無
H22年11月10日	(論文) Superconductor Science and Technology 23 (12) pp. 125010 (2010).	High-speed growth of YBa ₂ Cu ₃ O _{7-δ} film with high critical temperature on MgO single crystal substrate by laser chemical vapor deposition	Pei Zhao, Akihiko Ito, Rong Tu, Takashi Goto (Tohoku-Univ.)	有
H22年2月15日	(論文) Applied Surface Science, 257 (9) (2011) pp. 4317-4320.	Fast epitaxial growth of <i>a</i> -axis- and <i>c</i> -axis-oriented YBa ₂ Cu ₃ O _{7-δ} films on (100) LaAlO ₃ substrate by laser chemical vapor deposition	Pei Zhao, Akihiko Ito, Rong Tu, Takashi Goto (Tohoku-Univ.)	有
H23年3月15日	(論文) Surface and Coatings Technology 205 (16) (2011) pp. 4079-4082	High-speed epitaxial growth of (100)-oriented CeO ₂ film on <i>r</i> -cut sapphire by laser chemical vapor deposition	Pei Zhao, Akihiko Ito, Rong Tu, Takashi Goto (Tohoku-Univ.)	有

名古屋大学

発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者	査読
H22年8月2日	(ポスター) Applied Superconductivity Conference 2010	Possibility of Nd:YAG- PLD method for fabricating REBCO coated conductor	Yusuke Ichino (Nagoya Univ.), Yutaka Yoshida (Nagoya Univ.), Takuya Yoshimura (Nagoya Univ.), Ikuo Ono (Nagoya Univ.), Yoshiaki Takai (Nagoya Univ.), Masateru Yoshizumi (ISTERA), Teruo Izumi (ISTERA), Yuh Shihara (ISTERA)	無
H22年9月15日	(講演) 2010年秋季第71回 応用物理学会学術講演会	Nd:YAG-PLD 法によるコー テッドコンダクター作製プ ロセスの検討	一野祐亮(名大)、吉田隆 (名大)、吉村拓也(名大)、 小野郁朗(名大)、高井吉 明(名大)、吉積正晃 (ISTERA)、和泉輝郎 (ISTERA)、 塩原融(ISTERA)	無
H22年10月28日	(ポスター) International Workshop on Coated Conductors for Applications 2010	Rapid Screening of New Pinning Materials by Using Nd:YAG-PLD method	Y. Ichino (Nagoya Univ.), Y. Yoshida (Nagoya Univ.), T. Yoshimura (Nagoya Univ.), I. Ono (Nagoya Univ.), Y. Takai (Nagoya Univ.), M. Yoshizumi (ISTERA), T. Izumi (ISTERA), Y. Shiohara (ISTERA)	無
H22年11月1日	講演 (招待講演) 23th International Symposium on Superconductivity2010	Development of coated conductor process by means of Nd:YAG-PLD method	Y. Ichino (Nagoya Univ.), Y. Yoshida (Nagoya Univ.), T. Yoshimura (Nagoya Univ.), I. Ono (Nagoya Univ.), Y. Takai (Nagoya Univ.), M. Yoshizumi (ISTERA), T. Izumi (ISTERA), Y. Shiohara (ISTERA)	無
H22年12月1日	(講演) 2010年度秋季低温工学・ 超電導学会	インプラーム Nd:YAG-PLD 法による IBAD-MgO 基板 上への YBa ₂ Cu ₃ O _y 膜作製	小野郁朗(名大)、一野祐亮 (名大)、吉田隆(名大)、高 井吉明(名大)、吉積正晃 (ISTERA)、和泉輝郎 (ISTERA)、塩原融 (ISTERA)	無
H23年5月27日	(論文) IEEE Transactions on Applied Superconductivity	Possibility of Nd:YAG- PLD method for fabricating REBCO coated conductor	Y. Ichino (Nagoya Univ.), Y. Yoshida (Nagoya Univ.), T. Yoshimura (Nagoya Univ.), I. Ono (Nagoya Univ.), Y. Takai (Nagoya Univ.), M. Yoshizumi (ISTERA), T. Izumi (ISTERA), Y. Shiohara (ISTERA)	有

発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者	査読
H22年10月27日	(講演) The 2nd Japan-Korea Superconductivity Workshop 2010	IMAGING OF LOCAL CURRENTS IN TFA-MOD PROCESSED COATED CONDUCTORS	K. Shiohara (Kyushu Univ.), K. Higashikawa (Kyushu Univ.), T. Kawaguchi (Kyushu Univ.), M. Inoue (Kyushu Univ.), T. Kiss (Kyushu Univ.), M. Yoshizumi (ISTERA), T. Izumi (ISTERA)	無
H22年10月28日	(講演) International Workshop on Coated Conductors for Applications 2010	Imaging of Two-Dimensional Distribution of Hall Probe-Microscopy	K. Shiohara (Kyushu Univ.), K. Higashikawa (Kyushu Univ.), T. Kawaguchi (Kyushu Univ.), M. Inoue (Kyushu Univ.), T. Kiss (Kyushu Univ.), T. Machi (ISTEC), N. Chikumoto (ISTEC), K. Nakao (ISTEC), K. Tanabe (ISTERA), M. Yoshizumi (ISTERA), T. Izumi (ISTERA), Y. Shioha (ISTERA)	無
H22年10月31日	(講演) 超電導材料若手研究会	走査型 Hall 素子磁気顕微鏡による TFA-MOD 法 YBCO 線材の臨界電流分布評価	塩原敬(九大), 東川甲平(九大), 川口鉄平(九大), 井上昌睦(九大), 木須隆暢(九大), 吉積正晃(ISTERA), 和泉輝郎(ISTERA)	無
H22年11月1日	(講演) 23rd International Symposium on Superconductivity	MEASUREMENT OF LOCAL CRITICAL CURRENTS IN TFA-MOD PROCESSED COATED CONDUCTORS BY USE OF SCANNING HALL-PROBE MICROSCOPY	K. Shiohara (Kyushu Univ.), K. Higashikawa (Kyushu Univ.), T. Kawaguchi (Kyushu Univ.), M. Inoue (Kyushu Univ.), T. Kiss (Kyushu Univ.), M. Yoshizumi (ISTERA), T. Izumi (ISTERA)	無
H23年5月18日	(講演) 2011年春季低温工学・超電導学会	長尺 RE-123 線材の面内臨界電流密度分布の非破壊評価に向けた走査型ホール素子顕微鏡システムの高速度化	東川甲平(九大), 今村和孝(九大), 塩原敬(九大), 井上昌睦(九大), 木須隆暢(九大), 飯島康裕(ISTERA), 斉藤隆(ISTERA), 吉積正晃(ISTERA), 和泉輝郎(ISTERA)	無
印刷中	(論文) Physica C: Superconductivity	MEASUREMENT OF LOCAL CRITICAL CURRENTS IN TFA-MOD PROCESSED COATED CONDUCTORS BY USE OF SCANNING HALL-PROBE MICROSCOPY	K. Shiohara (Kyushu Univ.), K. Higashikawa (Kyushu Univ.), T. Kawaguchi (Kyushu Univ.), M. Inoue (Kyushu Univ.), T. Kiss (Kyushu Univ.), M. Yoshizumi (ISTERA), T. Izumi (ISTERA)	有

2. 特許等

なし

3. その他の公表 (プレス発表等)

発表年月日	発表媒体	発表タイトル
H22年4月14日	鉄鋼新聞	超伝導線材で「研究組合」大型設備導入長尺線材を製造
H22年11月1日 ～3日	(パネル展示) 23rd International Symposium on Superconductivity	Development of Yttrium-based Composite Material for Ultra-light and High-performance Motors. (Rare Metal Substitute Materials Development Project)
H22年12月9日 ～11日	(パネル展示) エコプロダクツ 2010	超軽量高性能モーター等向イットリウム系複合材料の開発 (希少金属代替材料開発プロジェクト)
H23年2月1日	レアメタルニュース	[イットリウム系超伝導線材] 送電ケーブル開発、ネオジウム磁石代替研究線材の超長尺化、コストダウンなどの課題克服しライバルのビスマス系を追撃、超伝導線材「スマートグリッド」送電ケーブルの本命めざし実用化開発が加速ネオジウム鉄ボロン代替を目的に電磁石向けの研究も同時進行中