

## エネルギーイノベーションプログラム基本計画

### 1. 目的

資源に乏しい我が国が、将来にわたり持続的発展を達成するためには、革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及によって、各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築に取り組んでいくことが不可欠である。他方、エネルギー技術開発は、長期間を要するとともに大規模投資を伴う一方で将来の不確実性が大きいことから、民間企業が持続的な取組を行うことは必ずしも容易ではない。このため、政府が長期を見据えた将来の技術進展の方向性を示し、官民双方がこの方向性を共有することで、長期にわたり軸のぶれない取組の実施が可能となる。

エネルギー安全保障の確立や、世界全体の温室効果ガスを 2050 年までに半減するという長期目標を達成するため、以下に政策の柱毎に目的を示す。

#### 1-1. 総合エネルギー効率の向上

1970 年代以来、官民をあげて省エネルギーに取り組み、産業構造の転換や新たな製造技術の導入、民生機器の効率改善等により世界最高水準の省エネルギーを達成している。今後、「新・国家エネルギー戦略」に掲げる、2030 年までに GDP あたりのエネルギー利用効率を約 30% 向上を実現していくためには、産業部門はもとより、全部門において、総合エネルギー効率の向上に資する技術開発とその成果の導入を促進する。

#### 1-2. 運輸部門の燃料多様化

ほぼ 100% を石油に依存する運輸部門は、我が国エネルギー需給構造上、最も脆弱性が高く、その需給構造の次世代化は、将来に向けた早急な対策が不可欠な課題となっている。

「新・国家エネルギー戦略」に掲げる目標（2030 年に向け、運輸部門の石油依存度が 80% 程度となることを目指す）の実現のためにも、官民が中長期的な展望・方向性を共有しつつ、技術開発と関連施策を推進する。

#### 1-3. 新エネルギー等の開発・導入促進

太陽光、風力、バイオマスなどの新エネルギーは、エネルギー源の多様化や地球温暖化対策の観点から重要である。しかし、現時点では経済性や出力安定性といった普及へ向けての課題が存在する。

そのため、これらの課題解決に向けた技術開発の推進及び新エネルギーの導入促進のための関連施策の実施により、更なる新エネルギーの普及を推進する。

#### 1-4. 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

原子力発電は供給安定性に優れ、運用時に CO<sub>2</sub> を排出しないクリーンなエネルギー源である。安全確保を大前提に核燃料サイクルを含む原子力発電を着実に推進する。

#### 1-5. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

化石燃料資源の大宗を輸入に依存する我が国にとって、その安定供給の確保は国家安全保障に直結する課題である。このため、石油・天然ガス等の安定供給確保を目指し、我が国企業による資源国における資源開発等に対する支援等の施策を進めるとともに、その有効かつクリーンな利用を図る。

## 2. 政策的位置付け

低炭素社会づくり行動計画（2008年7月閣議決定）

2008年6月の福田総理（当時）のスピーチ「福田ビジョン」等を受け、我が国が低炭素社会へ移行していくための具体的な道筋を示すため、国全体を低炭素化へ動かす仕組みや革新的な技術開発、国民一人ひとりの行動を促すための取組について策定。

「環境エネルギー技術革新計画」や「Cool Earth - エネルギー革新技術計画」等に示された革新的技術の開発に5年間で300億ドル程度を投入するという具体的な目標が示された。

環境エネルギー技術革新計画（2008年5月）

温室効果ガスの大幅な削減を目指すだけでなく、エネルギー安全保障、環境と経済の両立、開発途上国への貢献等を考慮し、以下の戦略等を策定。

1. 低炭素社会実現に向けた我が国の技術戦略
2. 国際的な温室効果ガス削減策への貢献策
3. 革新的環境エネルギー技術開発の推進方策

Cool Earth - エネルギー革新技術計画（2008年3月）

2007年5月の総理イニシアティブ「クールアース50」を受け、世界全体の温室効果ガスの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、エネルギー分野における革新的な技術開発について検討をおこない、21の技術を選定。

エネルギー基本計画（2007年3月閣議決定）

重点的に研究開発のための施策を講ずべきエネルギーに関する技術及びその施策として、

1. 総合エネルギー効率の向上に資する技術
2. 原子力利用の推進とその大前提となる安全の確保に資する技術
3. 運輸部門のエネルギー多様化に資する技術
4. 新エネルギーに関する技術
5. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用に資する技術

以上が位置づけられている。

新・国家エネルギー戦略（2006年5月）

世界最先端のエネルギー需給構造の実現を図るため

1. 省エネルギーフロントランナー計画
2. 運輸エネルギーの次世代化計画
3. 新エネルギーイノベーション計画
4. 原子力立国計画

以上の計画が位置づけられている。また、資源外交、エネルギー環境協力の総合的な強化を図るため、「総合資源確保戦略」が位置づけられている。

第3期科学技術基本計画（2006年3月閣議決定）

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課題を重視して研究開発を推進する「推進4分野」であるエネルギー分野、分野別推進戦略（2006年3月総合科学技術会議）における「推進4分野」であるエネルギー分野に位置付けられている。

経済成長戦略大綱（２００６年７月財政・経済一体改革会議）

資源・エネルギー政策の戦略的展開として

- １．省エネルギーフロンランナー計画
- ２．次世代自動車・燃料イニシアティブ等による運輸エネルギー次世代化
- ３．新エネルギーイノベーション計画
- ４．原子力立国計画
- ５．資源外交、環境・エネルギー協力等の総合的な強化

以上が位置づけられている。

京都議定書目標達成計画（２００５年４月閣議決定）

「京都議定書の約束を達成するとともに、更に「脱温暖化社会」に向けて長期的・継続的な排出削減を進めるには、究極的には化石燃料への依存を減らすことが必要である。環境と経済の両立を図りつつ、これらの目標を達成するため、省エネルギー、未利用エネルギーの利用等の技術革新を加速し、効率的な機器や先進的なシステムの普及を図り、世界をリードする環境立国を目指す。」とされている。

### ３．達成目標

#### ３ - 総合エネルギー効率の向上

転換部門における「エネルギー転換効率向上」、産業部門における「製造プロセス効率向上」、民生・運輸部門における「省エネルギー」などにより、GDP当たりのエネルギー消費指数を２０３０年度までに少なくとも３０％改善することを目指す。

#### ３ - 運輸部門の燃料多様化

バイオマス由来燃料、GTL、BTL、CTLなどの新燃料、電気自動車や燃料電池自動車などの導入により、現在ほぼ１００％の運輸部門の石油依存度を２０３０年までに８０％程度とすることを目指す。

#### ３ - 新エネルギー等の開発・導入促進

太陽光、風力、バイオマスなどの新エネルギーの技術開発や燃料電池など革新的なエネルギー高度利用を促進することにより、新エネルギー等の自立的な普及を目指すことで、エネルギー源の多様化及び地球温暖化対策に貢献する。

#### ３ - 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

２０３０年以降においても、発電電力量に占める比率を３０～４０％程度以上とすることを目指すため、高速増殖炉サイクルの早期実用化、既設軽水炉代替へ対応する次世代軽水炉の開発、軽水炉技術を前提とした核燃料サイクルの確立、放射性廃棄物対策などの技術開発を推進する。

#### ３ - 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

石油・天然ガスの化石燃料の安定供給確保を目指し、資源獲得能力の強化に資する先端的な技術開発を推進するとともに、環境負荷低減のために化石燃料の効率的かつクリーンな利用を促進するための技術開発・導入を目指す。

#### 4. 研究開発内容

##### 4 - . 総合エネルギー効率の向上

##### 4 - - . 共通

###### (1) 省エネルギー革新技术開発事業 (運営費交付金)

###### 概要

テーマ公募型事業として、「Cool Earth-エネルギー革新技术計画」に基づき、「先導研究」、「実用化開発」及び「実証研究」の3つの技術開発フェーズに加え、「挑戦研究」フェーズを追加し、革新的な省エネルギー技術の開発を行う。

###### 技術目標及び達成時期

世界全体の温室効果ガス排出量を現状に比べて2050年までに半減するという長期目標を実現するための「Cool Earth-エネルギー革新技术計画」の主旨に基づき、大幅な省エネルギー効果を発揮する革新的なエネルギー使用合理化技術について研究開発・実用化を推進する。

###### 研究開発時期

2003年度～2013年度

###### (2) エネルギー使用合理化産業技術研究助成事業 (運営費交付金)

###### 概要

産業界や社会のニーズに応える省エネルギー技術のシーズの発掘とその育成、並びに、省エネルギー技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。この目的のため、産業界からの期待が高い技術領域・課題を提示した上で、大学や独立行政法人の研究者等から研究開発テーマを募集する。厳正な外部評価によって省エネルギー効果があり且つ独創的・革新的なテーマを選定し、研究者代表者個人を特定して助成金を交付する。

###### 技術的目標及び達成時期

独創性のある研究者等を助成すると共に、中間評価ゲート方式が醸成する競争的環境の下で企業との連携を強化させることにより、10～15年後の実用化が有望な革新的省エネルギー技術の研究開発を促進する。本事業では革新的省エネルギー技術の実用化への第1歩となる特許について、助成期間終了後の出願比率を100%とすることを目標とするとともに、省エネルギー技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。

###### 研究開発期間

2000年度～

###### (3) 新エネルギー技術実用化補助事業 (運営費交付金)(4 - - 参照)

###### (4) 非化石エネルギー産業技術研究助成事業 (運営費交付金)(4 - - 参照)

#### 4 - - . 超燃焼システム技術

##### (1) 環境調和型製鉄プロセス技術開発 (運営費交付金) (再掲)

###### 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。

###### 技術的目標及び達成時期

最終的な技術開発目標として製鉄プロセスにおけるCO<sub>2</sub>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

##### (2) 資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発 (運営費交付金)

###### 概要

高品位な製鉄材料(鉄鉱石・石炭等)の入手が困難になってきていることから、原料使用量の低減及び、比較的入手が容易な低品位原料の使用拡大を図ることが喫緊の課題となっている。本技術開発では、還元剤として低品位な石炭と鉄鉱石の塊成物を開発し、炉内反応の高速化・低温化を実現することにより、省エネルギーで高効率な革新的製鉄プロセスを開発する。

###### 技術的目標及び達成時期

2011年度までに、革新的塊成物の組成・構造条件の探索、革新的塊成物の製造プロセス、革新的塊成物による高炉操業プロセスを開発する。これらによる効果は、年産400万トン規模の中型高炉に適用した場合の炭材使用量のうち高品位炭使用量が約80%から50%程度に削減可能となるとともに、革新的塊成物を高炉に使用する操業技術の改良による還元材比の低減により、新開発のプロセスを含めた製鉄プロセスでの投入エネルギーは約10%削減される。

###### 研究開発期間

2009年度～2011年度

##### (3) 革新的ガラス溶融プロセス技術開発 (運営費交付金)

###### 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。

###### 技術的目標及び達成時期

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。

研究開発期間

2008年度～2012年度

(4) 革新的マイクロ反応場利用部材技術開発(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、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。

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。

研究開発期間

2006年度～2010年度

(5) 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)

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)及びクリープ破壊、金属組織制御技術を基本とする溶接材料技術(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。

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。

研究開発期間

2007年度～2011年度

## (6) 希少金属等高効率回収システム開発

### 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kL/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

## (7) 低品位鉱石・難処理鉱石に対応した革新的製錬プロセス技術の研究開発

### 概要

世界的な鉱石品位の低下、不要元素等の不純物の増加に対応するため、我が国非鉄金属業においては、低品位鉱石の利用拡大による我が国の鉱物資源の安定供給確保の強化が喫緊の課題となっているため、低品位・難処理鉱石の革新的な省エネルギー型の製錬プロセスを開発する。

### 技術目標及び達成時期

低品位鉱石及び難処理鉱石から効率的に銅等有用な非鉄金属を回収するため、低品位鉱石・難処理鉱石に対応した省エネルギー型プロセスによる新たな選鉱技術、製錬技術及び不純物対策技術の研究開発を行う。

#### (1) 高品位精鉱回収技術

低品位鉱石・難処理鉱石から高品位の精鉱を得る選鉱技術の開発。

ハンドリングが難しい極微細鉱等難処理鉱を処理する製錬技術の開発。

#### (2) 有用金属の抽出等回収技術

低品位精鉱から含有金属を高効率に回収する製錬技術の開発。

#### (3) 高濃度不純物の除去等対策技術

不要な元素(ヒ素、ビスマス、アンチモン等)等を多く含む精鉱からの不純物除去、分離、安定化等技術の開発。

上記要素技術を開発し、将来的にエネルギー消費原単位の悪化が予測される非鉄金属製錬について、省エネルギー見込み量、原油換算約2.6万KLを達成。

### 研究開発期間

2009年度～2012年度

## ( 8 ) 環境調和型水循環技術開発

### 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

## ( 9 ) 微生物機能を活用した環境調和型製造基盤技術開発

### i) 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

(10) 省エネルギー型化学技術創成研究開発補助事業

概要

化学企業が有する技術シーズの中で、省エネルギーのポテンシャルが大きいにもかかわらず民間だけで事業を進めるには開発リスクが大きいこと等がネックになって十分な研究開発費が投じられていない技術に対して、戦略的な研究開発支援を実施することにより、化学産業のみならず、各種最終製品や他産業において抜本的なエネルギー効率の改善を促進するものである。

技術的目標及び達成時期

2010年度までに、将来の発展が有望な技術に関する研究開発の実施とその実用化と普及を通し、化学産業のみならず他分野も含めた我が国省エネルギー対策への一層の寄与を目標とする。

研究開発期間

2004年度～2010年度

(11) エネルギー使用合理化繊維関連次世代技術開発

概要

製造エネルギーの低減を図ることができる革新的な繊維製品製造技術の開発や、使用することでエネルギー消費の低減が可能となる新たな繊維製品を開発。

技術的目標及び達成時期

2010年度までに、以下の開発を行う。

次世代資材用繊維の開発

ポリエチレンテレフタレート製造エネルギー低減技術の開発

研究開発期間

2005年度～2009年度

## (12) 高効率ガスタービン実用化技術開発

### 概要

省エネルギー及びCO<sub>2</sub>削減の観点から電力産業用高効率ガスタービンの実用化を目指し、大容量機(25万kW程度(コンバインド出力40万kW))の高効率化(52%~56%)のために1700級ガスタービンの実用化に必要な先端要素技術を適用した各要素モジュールの検証等を実施する。また、小中容量機(10万kW程度)の高効率化(45%~51%)のために有望とされている高湿分空気利用ガスタービンの実用化に必要な多段軸流圧縮機、多缶燃焼器等の開発を行うとともにシステムの信頼性等の検証を行う。

### 技術的目標及び達成時期

1700級ガスタービン実用化技術開発：先端要素技術を活用した燃焼器、タービン、圧縮機等各モジュールの検証等を行い、送電端熱効率56%以上の達成が可能なことを確認する。

高湿分空気利用ガスタービン実用化技術開発：2011年までに軸流圧縮機の3.5%(空気重量比)吸気噴霧冷却技術、低NO<sub>x</sub>燃焼技術(運用負荷帯で10ppm以下)等を開発すると共に、実機に近い条件での要素機器の信頼性・耐久性を確認する。

### 研究開発期間

2008年度~2011年度

## (13) エネルギー使用合理化高効率パルプ工程技术開発(運営費交付金)

### 概要

紙パルプ産業では、環境に関する自主行動計画に基づき、2010年度までに製品当たり化石エネルギー原単位を1990年度比13%削減し、CO<sub>2</sub>排出原単位を10%削減することを目指し、紙パルプ工程における省エネルギー対策を着実に進めているものの、より一層の省エネルギー対策を進めるためには、技術開発によるブレークスルーが必要となっている。紙パルプ産業は、エネルギー多消費型産業のひとつであり、紙パルプ工程での省エネルギー対策は波及効果が大きいことから、紙パルプ工程におけるエネルギー使用合理化に資する技術開発を提案公募により実施する。

### 技術的目標及び達成時期

京都議定書の第1約束期間中、又は、第2約束期間中を目途として実用化に至るような技術開発を行うことで、京都議定書の第1約束期間の目標を着実に達成するとともに、現在、検討が行われている第2約束期間に向けた省エネルギー対策の更なる深化を進めていく。

### 研究開発期間

2005年度~2010年度

## (14) 革新的省エネセラミックス製造技術開発(運営費交付金)

### 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な形状を持つ大型セラミッ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。  
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、複雑な形状の部材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。

研究開発期間

2009年度～2013年度

- (15) 発電プラント用超高純度金属材料開発(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (16) 先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発(4 - - 参照)
- (17) 噴流床石炭ガス化発電プラント開発(4 - - 参照)
- (18) 石油精製高度機能融合技術開発(4 - - 参照)

#### 4 - - . 時空を超えたエネルギー利用技術

- (1) 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)

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。  
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、20Wh/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。

研究開発期間

2006年度～2010年度

- (2) イットリウム系超電導電力機器技術開発(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (3) 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)(4 - - 参照)
- (4) 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (5) 燃料電池先端科学研究(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (6) 固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (7) 水素貯蔵材料先端基礎研究事業(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (8) 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (9) 固体酸化物形燃料電池実証研究(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (10) 大規模電力供給用太陽光発電システム安定化等実証事業(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (11) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (12) 革新型蓄電池先端科学基礎研究(運営費交付金)(4 - - 参照)

#### 4 - - . 省エネ型情報生活空間創生技術

##### (1) グリーンITプロジェクト(運営費交付金)

###### 概要

情報化社会の進展に伴うIT機器の消費電力の大幅な増大に対応し、抜本的な省エネを実現するため、サーバ、ネットワーク機器等の各装置の省エネに加え、省エネ型の巨大コンピューティング技術(グリーン・クラウドコンピューティング技術)、パワーエレクトロニクス技術を開発する。

###### 技術目標及び達成時期

2012年度までに、IT機器・システムのエネルギー消費効率を2倍に向上させる基盤技術を開発する。

###### 研究開発期間

2008年度～2012年度

##### (2) 次世代高効率ネットワークデバイス技術開発(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、ネットワークで伝送されるデータ量の爆発的増加に伴い、関連機器の消費エネルギーが増大している中で、ネットワーク全体の消費電力量を抑制することが喫緊の課題であり、消費エネルギーの低減に大きく貢献するルータ・スイッチの高速化のための研究開発を実施するとともに、機器そのものの消費エネルギーを低減するための研究開発を実施する。

###### 技術的目標及び達成時期

2011年度までに、1チャンネルあたり40Gbps超の通信速度に対応するトラフィック計測・分析・管理技術や40Gbpsのインターフェース、さらなる通信速度向上(100Gbps超)を実現するハードウェア技術、SFQ(単一磁束量子)スイッチに関する実現を可能とするための基盤技術を開発する。

###### 研究開発期間

2007年度～2011年度

##### (3) 次世代大型低消費電力ディスプレイ基盤技術開発(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、次世代の大型液晶及び大型プラズマディスプレイに関する低消費電力ディスプレイを実現するための研究開発を行う。

###### 技術的目標及び達成時期

2011年度までに、液晶に関しては、高効率バックライト、革新的なTFTアレイプロセス技術・製造装置及び低消費電力型の画像処理エンジン等に係る技術を確立する。また、プラズマディスプレイに関しては、超低電圧駆動等に係る技術を確立する。

###### 研究開発期間

2007年度～2011年度

(4) 有機発光機構を用いた高効率照明の開発 (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、蛍光灯に代わる高効率照明として有機EL発光機構を用いるための技術開発課題(発光効率、演色性、面均一性、生産コスト)等を明らかにし、それをブレイクスルーしうる技術シーズを抽出する。

技術目標及び達成時期

2009年までに現在一般に普及している蛍光灯照明に代わる高効率照明としての必要スペックを達成するとともに、次世代照明として同じく期待されているLEDとの差別化要素を技術的に達成し、大面積/高スループット/低コストで量産するプロセス技術を開発する。また、現在蛍光灯の間接・拡散照明が用いられている照明機器を代替する有機EL照明を実用的なコストで製造できる技術を確認する。

研究開発期間

2007年度～2009年度

(5) マルチセラミックス膜新断熱材料の開発 (運営費交付金)

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。

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 $0.3\text{ W/m}^2\text{ K}$ 以下、壁厚さ10mm程度の超断熱壁材料および熱貫流率が $0.4\text{ W/m}^2\text{ K}$ 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。

研究開発期間

2007年度～2011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)

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。

#### 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。

#### 研究開発期間

2006年度～2009年度

### (7) 低損失オプティカル新機能部材技術開発 (運営費交付金)

#### 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。

#### 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。

#### 研究開発期間

2006年度～2010年度

### (8) 次世代光波制御材料・素子化技術 (運営費交付金)

#### 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。

#### 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。

#### 研究開発期間

2006年度～2010年度

### (9) 次世代高効率エネルギー利用型住宅システム技術開発・実証事業

(運営費交付金)

#### 概要

ゼロ・エミッションハウスによる生活の大幅な省エネの実現に向け、家屋内直流配電システムや、電力需給の状態に応じた太陽電池等の分散型電源の制御、電力ネットワークを活用した家電の制御等、住宅全体としてエネルギーの最適制御

を行うシステムの開発・実証を行う。

技術的目標及び達成時期

2011年度までに、直流給電・配電に関する規格の標準化、直流配電の電流・電圧の規格化、蓄電池設置に係る安全規制の改正に対する提案が可能となる技術を確立する。

研究開発期間

2009年度～2011年度

#### 4 - - . 先進交通社会確立技術

##### (1) エネルギーITS (運営費交付金)

概要

平成19年5月の「次世代自動車・燃料イニシアティブ」に基づき、運輸部門のエネルギー消費効率改善のため、自動運転・隊列走行技術、高度交通流制御技術等の省エネルギーに資するITS技術の開発を行う。

技術的目標及び達成時期

2012年度までにCO2削減効果評価方法の確立を図るとともに、2020年代に実用化が見通せる運転制御、隊列走行の基盤技術の確立を目指す。

研究開発期間

2008年度～2012年度

##### (2) 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)

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。

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。

研究開発期間

2008年度～2012年度

##### (3) 次世代構造部材創製・加工技術開発 (次世代航空機用)

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、航空機、高速車両等の輸送機器への先進材料の本格導入を加速させるため、先進複合材料及び先進金属材料について部材開発、設計試作及び評価を実施することで、軽量化によりエネルギー使用効率を大幅に向上させる革新的な構造部材の創製・加工技術の開発を行う。

#### 技術目標及び達成時期

2012年度までに、複合材の構造健全性診断技術、チタン合金の創製・加工技術を確立するとともに、航空機用エンジンへの適用を目指し、耐熱・耐衝撃性に優れた複合材料を開発する。

#### 研究開発期間

2003年度～2012年度

#### (4) 環境適応型小型航空機用エンジン研究開発(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、エネルギー使用効率を大幅に向上し、環境対策にも優れた次世代の小型航空機用エンジンの開発にとって重要な要素技術の研究開発を行う。

#### 技術目標及び達成時期

2010年度までに、エネルギー使用効率を大幅に向上する構造設計技術、騒音、NOx等の環境負荷対応に優れた環境対策技術、インテグレーション技術、高バイパス比化等の高性能化技術といった要素技術の研究開発・実証を行う。

#### 研究開発期間

2003年度～2010年度

#### (5) 省エネ用炭素繊維複合材技術開発

##### 概要

航空機、自動車、鉄道、船舶等の輸送機械等における炭素繊維複合材の適用範囲を拡大し、省エネルギーの促進を図るため、先進的な炭素繊維複合材成形技術や、耐雷対策の容易化技術等の研究開発・実証を行う。

#### 技術目標及び達成時期

2013年度までに、従来の方法に比べ、曲率の大きな部位の成形も行うことができるVaRTM(バータム)法等の炭素繊維複合材成形技術や、炭素繊維複合材を用いた製品の耐雷性能を容易に確保する技術の研究開発・実証を行う。

#### 研究開発期間

2008年度～2013年度

#### (6) 燃料電池システム等実証研究(運営費交付金)(4 - - 参照)

#### (7) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発(運営費交付金)(4 - - 参照)

### 4 - - . 次世代省エネデバイス技術

#### (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)

##### 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。  
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

研究開発期間

2007年度～2011年度

## (2) 次世代低消費電力半導体基盤技術開発 (MIRAI) (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、IT化の進展、IT利活用の高度化を支え、あらゆる機器に組み込まれている半導体の低消費電力化を図るため、テクノロジーノード(微細化レベル)45nm以細の次世代低消費電力半導体を実現するため、微細加工の基盤技術やマスク(半導体素子製造過程で用いる原板)の低コスト化・製造時間短縮に必要な基盤技術の開発等を行う。

技術目標及び達成時期

2010年度までに、マスク設計・描画・検査の各工程に共通的なマスクデータ処理技術、繰り返しパターンやパターン重要度を利用した描画・検査高速化技術等の基本的な開発及びEUVLマスク基盤技術として、許容欠陥の指標明確化、ブランクス位相欠陥検査技術の確立等を完了する。

研究開発期間

2001年度～2010年度

## (3) 半導体アプリケーションチッププロジェクト (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、情報通信機器、特に、情報家電(車載を含む)の低消費電力化を実現できる半導体アプリケーションチップ技術の開発を行う。

技術目標及び達成時期

2009年度までに情報家電の低消費電力化を実現できるアプリケーションチ

ップ技術を開発する。

研究開発期間

2003年度～2009年度

(4) 次世代プロセスフレンドリー設計技術開発(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、あらゆる機器に組み込まれている半導体の低消費電力化を図るため、テクノロジーノード45nm以細の半導体に対応するSoC(System on Chip)設計技術を開発する。具体的には、テクノロジーノード45nm以細の半導体の共通設計基盤技術開発として、DFM(Design For Manufacturing)基盤技術を中核とした設計及び製造の全体最適を確保する全く新しいSoC製造フローを開発する。

技術目標及び達成時期

テクノロジーノード45nm以細のSoC開発において製造性を考慮した共通設計基盤技術を確立し、システムLSIデバイスの省エネルギーを実現するとともに、設計生産性を従来予想に比べ2倍にすることを目標とする。

研究開発期間

2006年度～2010年度

(5) 半導体機能性材料の高度評価基盤開発(運営費交付金)

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の半導体及び半導体集積回路への適用を可能とす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。

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。

研究開発期間

2009年度～2011年度

4 - - . その他

(1) 次世代構造部材創製・加工技術開発(次世代衛星基盤)

概要

国際商業市場における我が国衛星メーカーの競争力を強化するべく、準天頂衛星システム(利用者に対し、米国が運用するGPSとの補完による高精度な位置情報等の提供を可能にするシステム)の構築に不可欠な基盤技術(産業競争力強

化にも直結する衛星の軽量化、長寿命化に関する技術等)の開発を行う。本プロジェクトの一部については、他部門と比較して需要増加の割合が高い運輸部門のエネルギー消費を抑制すべく、自動車、高速車両等の輸送機器の軽量化・効率化にも資する複合材料製造設計等の基盤技術を確立するためのものであり、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。

静止軌道と一定の角度をなす傾斜軌道に複数の衛星を配置し、見かけ上、常に天頂付近に最低1つの衛星を位置させるシステム。

技術目標及び達成時期

2010年度までに、準天頂衛星システムの構築に不可欠な基盤技術(産業競争力強化にも直結する衛星の軽量化、長寿命化に関する技術等)の開発を実施し、宇宙空間での技術実証を行う。

研究開発期間

2003年度～2010年度

#### 4 - . 運輸部門の燃料多様化

##### 4 - - . 共通

- (1) 新エネルギー技術実用化補助事業(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (2) 非化石エネルギー産業技術研究助成事業(運営費交付金)(4 - - 参照)

##### 4 - - . バイオマス由来燃料

- (1) 新エネルギー技術研究開発(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (2) E3地域流通スタンダードモデル(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (3) バイオマス等未活用エネルギー実証事業(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (4) バイオマスエネルギー地域システム化実験事業(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (5) セルロース系エタノール革新的生産システム開発(運営費交付金)(4 - - 参照)

##### 4 - - . G T L 等の合成液体燃料

- (1) 天然ガスの液体燃料化(G T L)技術実証研究(運営費交付金)(4 - - 参照)

##### 4 - - . 燃料電池自動車および水素関連技術

- (1) 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (2) 燃料電池先端科学研究(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (3) 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (4) 水素貯蔵材料先端基盤研究事業(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (5) 水素社会構築共通基盤整備事業(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (6) 燃料電池システム等実証研究(運営費交付金)(4 - - 参照)

##### 4 - - . 電気自動車

- (1) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (2) 革新型蓄電池先端科学基礎研究(運営費交付金)(4 - - 参照)

#### 4 - . 新エネルギー等の開発・導入促進

##### 4 - - . 共通

###### (1) 新エネルギー技術研究開発(運営費交付金)

###### 概要

新エネルギーの自立的普及に向けて、太陽光、風力、バイオマスなど新エネルギー分野でのイノベーションを促進すべく、高効率かつ低コストを目指した先進的技術開発を実施する。具体的には以下の研究開発を実施する。

- A. 革新的な太陽電池の開発を実施する研究拠点を形成し、海外との研究協力等を行いながら、超長期の視野に立って、飛躍的な性能向上を目指した太陽光発電技術の開発を推進する。(革新型太陽電池国際研究拠点整備事業)
- B. 中長期的に、より一層の高効率化と低コスト化を目指して、革新的な材料、構造等を採用した太陽光発電技術の開発を推進する。(太陽光発電システム未来技術研究開発)
- C. 2020年の目標発電コスト14円/kWhおよび太陽光発電システムの大幅な効率向上を実現すべく、未来技術研究開発などで得られた要素技術開発の成果の内、実用化が期待できる太陽電池作製に係る技術について課題を設定し早期実用化を助成する。(太陽光発電システム実用化促進技術開発)
- D. 電力供給源としての太陽光発電の信頼性を確立し、今後の太陽光発電システムの円滑な普及促進を図るため、太陽光発電システムの大量普及時に不可欠な性能評価技術やリサイクル・リユース技術等システムの共通基盤技術に係る研究等を実施する。(太陽光発電システム共通基盤技術研究開発)
- E. PVシステムの普及拡大のため、「集中連系型太陽光発電システム実証研究」の設備を有効利用しながら、認証制度にも資する複数台連系に係わる試験方法を確立する。(単独運転検出装置の複数台連系試験技術開発研究)
- F. 風力発電技術の国際的な動向を把握しつつ、我が国の複雑地形における風力発電利用上の各種課題を克服するための基礎から応用までの技術について研究開発を行う。具体的には我が国の厳しい風特性を反映した風特性モデルの確立及び高々度風況観測を簡便に行うためのリモートセンシング技術の精度検証・評価を行う。

また、全国規模での落雷電流計測、落雷様相観測による雷特性の把握、落雷特性・落雷保護対策と被害実態との相関把握、上記を踏まえた効果的な落雷保護対策の検討及び実機規模での実雷による保護対策検証等を実施し、高精度落雷リスクマップを作成するとともに、風力発電設備へのより効果的な落雷等に対する対策を策定する。(次世代風力発電技術研究開発事業)
- G. 我が国特有の海上特性や気象・海象条件を把握し、これらの自然条件に適した洋上風況観測法や風力発電システムに関する技術開発とその実証を行なうと共に、環境影響評価システム手法を確立する。(洋上風力発電技術研究開発)
- H. バイオマスのエネルギー利用の促進を図るためには、発生地域が分散し、形状・性状が多種多様にわたるバイオマス資源を利用しやすい形態の有用エネルギーへ効率的に転換できる技術を開発する。(バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発)

I . 世界的にもベンチャー企業による太陽光発電、新型風力発電、燃料電池、バイオ燃料分野におけるイノベーション活動が活発化していることを踏まえ、詳細目標設定・多段階選抜形の米国S B I R制度を参考に特定のキーテクノロジーに対するベンチャーのチャレンジを強力に支援する。(新エネルギーベンチャー技術革新事業)

#### 技術目標及び達成時期

- A . 2050年までに「変換効率が40%超」かつ「発電コストが汎用電力料金並み(7円/kWh)」の太陽電池を実用化することを目指した研究開発の中で、変換効率40%超の実現に向けた技術の基礎・探索研究段階と位置づけて研究開発を実施する。
- B . 2020年頃に業務用電力料金並の発電コスト(14円/kWh、モジュール製造原価として75円/W程度)、2030年頃に火力発電の発電コスト(7円/kWh、モジュール製造原価として50円/W程度)の実現に向けた中・長期的な技術開発を行う。
- C . 2015年に向けて市場競争力を備えた本格生産・商用化を目指す。
- D . 2020年度の技術開発目標である発電コスト14円/kWhを目指し、中期的な視点での太陽光発電の普及拡大に資する。
- E . 2009年度末までに、電力系統側が受け入れ可能な、導入台数の制限のない能動型単独運転検出装置の試験方法を確立する。
- F . 2012年度までに、風力発電の基礎から応用までの技術について、国際的な動向を把握しつつ、我が国特有の気象・地形に起因する各種問題(風車耐久性等)を克服するための研究開発を行って、我が国の風車産業の振興に資するとともに、IEA RD&D WINDなどの最先端の国際的風力発電共同研究に研究成果を反映させる。
- また、2012年度までに、高精度落雷リスクマップを作成するとともに、風力発電設備へのより効果的な落雷等に対する対策を策定する。
- G . 2013年度までに、我が国の海象・気象条件に適した、洋上風況観測システム、洋上風力発電システム及び環境影響評価の手法等の技術を確立する。
- H . 2004年度より、バイオマスエネルギー転換プロセスにおける各工程のボトルネックを抽出し、2008年度までに開発が完了するよう、それぞれのボトルネックをブレイクスルーする要素技術開発を提案公募方式により実施する。更に、2005年度より2009年度まで、バイオマスのエネルギー転換・利用技術等の分野において2030年の普及を目指した新規な革新的技術を発掘するための先導技術研究開発を提案公募方式により実施する。
- I . 潜在的なオプションの顕在化や関連産業分野の技術開発による技術革新により、新エネルギー導入促進技術オプションの多様化と経済性の向上に寄与する。

#### 研究開発期間

2007年度～2011年度

## (2) 新エネルギー技術フィールドテスト事業(運営費交付金)

### 概要

2010年度の新エネルギー導入目標達成に向け、新技術を活用した太陽光発電及び太陽熱利用システムの有効性の検証、バイオマス熱利用システムの性能・経済性等の検証、風車立地に必要な高所の風況データの収集・解析など総合的な新エネルギーフィールドテストを実施する。具体的には以下のフィールドテストを実施する。

- A. 新技術を活用した太陽光発電システム等を設置し、出力特性等の情報収集及び分析を行うことで、その有効性を確認するとともに、ガイドラインの策定等により広く情報発信を行う。(太陽光発電新技術等フィールドテスト事業)
- B. 新利用形態の太陽熱利用システムや未利用分野においてシステムを設置し、出力特性等の情報収集及び分析を行うことで、その有効性を確認するとともに、ガイドラインの策定等により広く情報発信を行う。(太陽熱高度利用システムフィールドテスト事業)
- C. 広く薄く賦存するバイオマスを、民間企業や研究機関等において研究開発が終了段階をむかえた高効率に熱利用できるシステムを設置し、設置場所の熱需要に合わせたフィールドテストを実施することにより、実運転におけるバイオマス熱利用転換システムとしての課題抽出、解決を行い、早期実用化を図り、バイオマスエネルギーの導入促進を行う。(地域バイオマス熱利用フィールドテスト事業)
- D. 風力発電の導入目標(2010年度300万kW)を達成するため、共同研究事業者と大型風車の導入普及に必要な高所の風況データの収集・解析・評価を行い、公開する。(風力発電フィールドテスト事業)

### 技術目標及び達成時期

- A. 設置システムについて、2007年度に策定したガイドラインを2009年度、2012年度及び2015年度に見直し改訂する。
- B. 設置システムについて、2007年度に策定したガイドラインを2009年度に改訂する。また、2012年度及び2015年度に見直し改訂する。
- C. 一定レベルまで確立されたバイオマス熱利用技術について、性能や経済性等の状況・データを収集・分析し、熱利用システムの有効性を実証するとともに、これらの結果を公表することで汎用性の高い熱利用システムの確立し、2010年度のバイオマス熱利用の導入目標(308万KL)達成を目指す
- D. 2010年度までに、高所の風況データの解析・評価を行い、導入普及に有用な資料の取りまとめを行い、これらの結果を風力発電事業者、研究機関や風力発電事業を計画している各種団体等に公開することにより、風力発電導入の素地を形成し、風力発電の導入を拡大する。

### 研究開発期間

2007年度～2011年度

### (3) 新エネルギー技術実用化補助金(運営費交付金)

#### 概要

科学技術基本計画における戦略的技術領域・課題にかかる技術課題等で石油代替エネルギーの製造・生成・利用に資する実用化開発を行う民間企業に対し助成支援する。

#### 技術目標及び達成時期

助成事業終了後3年以上を経過した時点で25%の実用化達成率。加えて、知的資産経営の方針に対する審査時の評価を通じて、「技術等の知的資産を活かす経営の下で収益拡大を図る(技術を経営、収益につなげる)」意識を普及させる。

#### 研究開発期間

2000年度～

### (4) 非化石エネルギー産業技術研究助成事業(運営費交付金)

#### 概要

産業界や社会のニーズに応える石油代替技術のシーズの発掘とその育成、並びに、石油代替技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。この目的のため、産業界からの期待が高い技術領域・課題を提示した上で、大学や独立行政法人の若手研究者等から研究開発テーマを募集する。厳正な外部評価によって石油代替効果があり且つ独創的・革新的なテーマを選定し、研究者代表者個人を特定して助成金を交付する。

#### 技術目標及び達成時期

独創性のある若手研究者等を助成すると共に、中間評価ゲート方式が醸成する競争的環境の下で企業との連携を強化させることにより、10～15年後の実用化が有望な革新的石油代替技術の研究開発を促進する。本事業では革新的石油代替技術の実用化への第1歩となる特許について、助成期間終了後の出願比率を100%とすることを目標とするとともに、石油代替技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。

#### 研究開発期間

2000年度～

## 4 - - . 太陽・風力

### (1) 太陽光発電無線送受電技術の研究開発

#### 概要

将来の新エネルギーシステムとして期待される宇宙太陽光発電システム(SSPS)の中核的技術として応用可能なマイクロ波による太陽光発電無線送受電技術の確立に向け、安全性や効率性等の確保に不可欠な精密ビーム制御技術の研究開発を行う。

#### 技術目標及び達成時期

2012年度までに複数のフェーズドアレイパネル間の位相同期を行い、パイロット信号の方向にマイクロ波を電送するレトロディレクティブ技術を活用した精密ビーム制御技術の確立を目指す。

研究開発期間

2008年度～2012年度

#### 4 - - . 電力系統制御・電力貯蔵

##### (1) 革新型蓄電池先端科学基礎研究(運営費交付金)

概要

電池の基礎的な反応原理・反応メカニズムを解明することで、既存の蓄電池の性能向上及び革新型蓄電との実現に向けた基礎技術の確立を目指す。

技術目標及び達成時期

世界最高レベルの放射光施設を用いた評価装置により、蓄電池の反応メカニズムを解明するとともに、2030年に電気自動車の航続距離500km、コスト1/40を実現すべく、新材料の開発を行う。

研究開発期間

2009年度～2015年度

##### (2) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発(運営費交付金)(4 - - 参照)

##### (3) 大規模電力供給用太陽光発電システム安定化等実証事業(運営費交付金)(4 - - 参照)

#### 4 - - . バイオマス・廃棄物・地熱等

##### (1) E3地域流通スタンダードモデル創成事業(運営費交付金)

概要

離島(全域)におけるエタノール3%混合ガソリン(E3)の製造から給油までの大規模なフィールドテストを通じ、E3利用に関する社会システムモデルの構築と一般社会へ適用する際の技術課題の抽出を行う。

技術目標及び達成時期

2010年の「京都議定書目標達成計画」の導入目標(50万kl)に資するため、2009年度にE3利用の社会モデルを構築し、2011年度までにその検証を行う。

研究開発期間

2007年度～2011年度

##### (2) バイオマス等未活用エネルギー実証事業(運営費交付金)

概要

地域に賦存する未活用な資源であるバイオマスをエネルギーとして有効活用するため、溶融ガス化等熱化学的変換技術による燃料化システムやメタンガス等生物化学的変換技術による燃料化システム等の実証試験事業、事業可能性調査等を実施し、利用ノウハウ等を蓄積、本格的なバイオマス等エネルギーの導入を推進する。

技術目標及び達成時期

2009年度までに、バイオマス等の種別やエネルギー変換手法、更には地域

特性を加味した一連のエネルギー転換システム毎のフィージビリティスタディや試験設備の設置により、バイオマス等の運搬・収集、エネルギー転換及びエネルギー利用に係るデータの収集、分析、評価を実施し、その結果をフィードバックすることによって本格的なバイオマス等エネルギーの導入を目指す。

研究開発期間

2001年度～2009年度

### (3) バイオマスエネルギー地域システム化実験事業（運営費交付金）

概要

バイオマスエネルギーの資源収集・運搬、転換、残渣処理、利用までの一連の利活用システムについての、各要素の連携の最適化を図るための実証を実施することによって、地域特性に適合した地域主導によるバイオマスの地産地消・地域循環型の先導的モデルシステムを構築することによりバイオマスエネルギーの導入を促進する。

技術目標及び達成時期

2009年度までに、国内バイオマス資源の安定的かつ経済的な供給システム、最適なエネルギー転換技術、エネルギー転換後に発生する残渣の処理等の一連の地産地消型エネルギー転換システムについて、ノウハウ蓄積、課題抽出及びその対策方法の策定、技術確立を行う。また、ここで確立されたバイオマスエネルギーシステムは他地域への波及を先導する事例となることを目標とする。

研究開発期間

2005年度～2009年度

### (4) セルロース系エタノール革新的生産システム開発（運営費交付金）

概要

大規模安定供給が可能で、かつ食料と競合しない、草本系、木質系のセルロース系バイオマス原料の栽培からバイオエタノール製造までの一貫生産システムを構築し、環境負荷、経済性等を評価する。加えて、大規模生産に当たり危惧されている、生態系破壊、森林破壊、ライフサイクルでの環境負荷増大等の負の影響についての適切な評価、認証等、持続可能なバイオ燃料の生産拡大を担保する社会システム整備のあり方についても調査研究を行う。

技術目標及び達成時期

2015年までに、製造コスト40円/L以下、エネルギー回収率35%以上を達成するための技術開発を行う。

研究開発期間

2009年度～2013年度

#### 4 - - . 燃料電池

##### (1) 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発(運営費交付金)

###### 概要

自動車用、家庭・業務用等に利用される固体高分子形燃料電池(PEFC)の実用化・普及に向け、要素技術、システム化技術及び次世代技術等の開発を行うとともに、共通的な課題解決に向けた研究開発の体制の構築を図る。

###### 技術目標及び達成時期

2009年度までに、固体高分子形燃料電池の経済性・耐久性の向上や高性能化のための技術開発を行い、燃料電池の普及段階へ向けて必要な基本的技術を確立する。

###### 研究開発期間

2005年度～2009年度

##### (2) 燃料電池先端科学研究(運営費交付金)

###### 概要

燃料電池の基本的反応メカニズムについての根本的な理解を深めるために、高度な科学的知見を要する現象解析及びそのための研究体制の整備を行い、現状の技術開発における壁を打破するための知見を蓄積する。

###### 技術目標及び達成時期

2009年度までに、燃料電池内における反応機構を電気化学(電極触媒反応、イオン移動、分子移動等)及び材料化学(溶解・腐食反応、錯形成反応、ラジカル反応、固相内拡散等)の観点から解明する。また、燃料電池新技術の性能を適切に評価・実証するための基本システムを構築する。

###### 研究開発期間

2005年度～2009年度

##### (3) 固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発(運営費交付金)

###### 概要

固体酸化物形燃料電池(SOFC)は発電効率が高く、分散型電源として期待されるが、実用化・普及のためには耐久性・信頼性向上、低コスト化等の課題を解決することが必要であり、材料開発や劣化要因解明など基盤的な要素技術の研究を行う。

###### 技術目標及び達成時期

2012年度までに、耐久性・信頼性の向上のための劣化要因解明等の基礎研究、低コスト化のための材料等や高出力セルスタックの開発、起動停止対応等の実用性向上のための技術開発を実施する。

###### 研究開発期間

2008年度～2012年度

#### (4) セラミックリアクター開発（運営費交付金）

##### 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。

##### 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。

##### 研究開発期間

2005年度～2009年度

#### (5) 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発（運営費交付金）

##### 概要

水素の製造・輸送・貯蔵等に係る機器やシステムについて、性能・信頼性・耐久性の向上や低コスト化を目指す水素利用技術の研究開発を行い、水素社会の実現に必要な基盤技術の確立を図る。

##### 技術目標及び達成時期

2012年度までに、水素製造・貯蔵・輸送・充填に関する機器やシステムの信頼性・耐久性向上、低コスト化、性能向上等実用化検証や要素技術開発、及び当該技術を飛躍的に進展させることができる革新的技術開発や調査研究などを行い、その成果を産業界に提供することにより、水素エネルギー初期導入間近の関連機器製造・普及技術として完成させ、水素社会の真の実現に必要な基盤技術の確立を図る。

##### 研究開発期間

2008年度～2012年度

#### (6) 水素貯蔵材料先端基盤研究事業（運営費交付金）

##### 概要

世界トップ水準の優れた研究者を中核に、国内外の研究機関・企業のバーチャルな連携の下、高圧水素貯蔵に比べよりコンパクトかつ効率的な水素貯蔵を可能とする水素貯蔵材料の性能向上に必要な条件等を明らかにすることにより、燃料電池自動車の航続距離の飛躍的向上を図る。

##### 技術目標及び達成時期

2011年度までに、水素貯蔵材料の基本原則、さらには水素貯蔵能力の革新的向上に必要な条件を明らかにすることにより、水素をより安全・簡便・効率的かつ低コストに輸送・貯蔵するための技術基盤を確立する。

研究開発期間

2007年度～2011年度

(7) 水素先端科学基礎研究事業(運営費交付金)

概要

水素の輸送や貯蔵に必須な材料に関し、水素脆化等の基本原理の解明及び対策の検討を中心とした高度な科学的知見を要する先端的研究を、国内外の研究者を結集し行うことにより、水素をより安全・簡便に利用するための技術基盤を確立する。

技術目標及び達成時期

2012年度までに、水素脆化、水素トライボロジーの基本原理の解明及び対策の検討等を行い、水素をより安全・簡便に利用するための技術指針を産業界に提供する。

研究開発期間

2006年度～2012年度

(8) 水素社会構築共通基盤整備事業(運営費交付金)

概要

燃料電池の導入・普及に資する基盤整備のため、製品性能の試験・評価手法及び国内外の基準・標準の確立を図る。

技術目標及び達成時期

2009年度を目途に、安全性等に係るデータを取得し、そのデータを基に試験・評価手法の確立、国際標準の確立、規制の再点検を三位一体で進める。

研究開発期間

2005年度～2009年度

(9) 固体酸化物形燃料電池実証研究(運営費交付金)

概要

発電効率が高く、分散型電源として期待される固体酸化物形燃料電池(SOFC)の研究開発・実用化の促進のため、耐久性を始めとしたデータの取得・課題抽出等のための実証を実施する。

技術目標及び達成時期

2010年度までに、SOFCシステムの実証試験を数十～数百台規模で実施し、蓄積が不足している耐久性を始めとした実証データの取得・課題抽出等を行い、SOFC技術開発等へのフィードバックを行う。

研究開発期間

2007年度～2010年度

( 1 0 ) 燃料電池システム等実証研究 ( 運営費交付金 )

概要

実条件に近い中での燃料電池自動車等の実証走行や、高圧水素貯蔵システム、多角的な燃料供給システムの検証を進め、水素エネルギー社会における水素利用の課題等を抽出するとともに、燃料電池・水素に対する国民的理解の醸成を図る。

技術目標及び達成時期

2010年度までに、実使用条件下における技術的課題を抽出するとともに、環境特性、エネルギー総合効率、安全性、耐久性等に関する基準・標準に資するデータを取得し、燃料電池自動車、水素ステーションの研究開発等へのフィードバックを行う。

研究開発期間

2006年度～2010年度

( 1 1 ) 将来型燃料高度利用技術開発 ( 4 - - 参照 )

4 - . 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

4 - - . 軽水炉・軽水炉核燃料サイクル

< 新型軽水炉 >

( 1 ) 次世代軽水炉等技術開発

概要

2030年前後に見込まれる大規模な代替炉建設需要に対応するため、安全性・経済性、信頼性等に優れ、世界標準を獲得し得る次世代軽水炉の技術開発を行う

技術目標及び達成時期

2010年度までに、次世代軽水炉の実現に必要な要素技術開発等及びプラント概念の成立性について見通しを得るための概念設計検討を行う。

研究開発期間

2008年度～2010年度 ( 見直し )

< 軽水炉使用済燃料再処理技術の高度化 >

( 2 ) 使用済燃料再処理事業高度化

概要

再処理施設で用いられるガラス固化技術について、より多くの白金族元素等を含む高レベル廃液を溶融可能な新しい性状のガラスを開発するとともに、これに対応しうる新型の溶融炉を開発することにより、我が国の使用済燃料再処理技術の高度化を図る。新型ガラス溶融炉の開発に際しては、六ヶ所再処理工場の運転経験を反映する研究もあわせ行う。

技術目標及び達成時期

より多くの白金族元素等を含む高レベル廃液を溶融可能なガラス及び溶融炉の開発等によって、より高品質のガラス固化体を製造可能なガラス固化技術を開発する。

また、本事業によって開発されたガラス固化技術を、5年程度で更新が計画されている日本原燃株式会社六ヶ所再処理工場のガラス溶融炉及び同工場のガラス固化施設の運転に反映させる。

研究開発期間

2009年度～2011年度

#### < プルサーマルの推進 >

##### (3) 全炉心混合酸化物燃料原子炉施設技術開発

概要

プルサーマルが当面のプルトニウム利用策として期待されていることを踏まえ、既存の軽水炉に比べ約3倍のプルトニウムを装荷することができる全炉心混合酸化物燃料原子炉に必要な技術開発を行う。

技術目標及び達成時期

2011年度までに、原子炉の開発に必要な設計、解析、試験等を行い、全炉心混合酸化物燃料原子炉技術を確立する。

研究開発期間

1996年度～2011年度

#### < 軽水炉サイクルから高速増殖炉サイクルへの円滑な移行のための技術開発 >

##### (4) 高速炉再処理回収ウラン等除染技術開発

概要

FBR実証炉及び関連サイクル施設の早期実現を図るため、文部科学省と連携し、「高速増殖炉サイクル実用化研究開発」を推進する。そのなかで、次世代再処理工場から発生する高線量回収ウラン等を既存軽水炉燃料製造施設で取扱可能とする、次世代再処理工場と調和可能な回収ウラン等の除染技術について、調査・基礎試験等を行い、商業的に利用可能な除染技術候補の検討等を実施する。選定された技術については、プロセス試験等を実施する。

技術目標及び達成時期

2010年度までに、回収ウラン等の除染プロセスの候補技術の洗い出し及び候補プロセス技術の基礎試験を終了し、次世代再処理技術との適合性の検証を行い、プロセス試験を実施すべき除染プロセス技術を選定する。

また、2015年までに、選定した除染プロセス技術について工学化規模でのプロセス試験を行い、商業的に利用可能な転換前高除染技術としての実効性を検証する。

研究開発期間

2007年度～2015年度

#### < ウラン濃縮技術の高度化 >

##### (5) 遠心法ウラン濃縮技術開発

概要

我が国におけるウラン濃縮技術や生産能力の維持・向上のため、世界最高水準

の性能を有するなど国際的に比肩し得る経済性と性能を有する新型遠心分離機を開発する。

技術目標及び達成時期

2009年度までに、国際役務価格\$100/kg SWU相当を目指して、現在実用化している金属胴遠心分離機の約5倍という高い分離性能や同遠心分離器を上回る寿命など国際的に比肩し得る技術レベルを有する新型遠心分離機の開発を目指すとともに、最終仕様の新型遠心分離機を多数台用いたカスケード試験の実施により商用プラントとしての信頼性を確立し、運転要領の策定を行う。

研究開発期間

2002年度～2009年度

#### < 回収ウラン >

##### (6) 回収ウラン利用技術開発

概要

六ヶ所再処理工場で回収される回収ウランを再濃縮し、再び軽水炉で利用するため、濃縮施設等既存施設への影響等を把握し、転換プロセスを中心とした回収ウラン利用技術を開発する。併せて劣化ウラン酸化固形化についても検討を行う。

技術目標及び達成時期

2012年頃までに、劣化ウランの取扱・管理の容易さや貯蔵効率を向上させるための劣化ウラン酸化固形化（再転換を含む）技術の研究開発を行い、同技術に係る基礎プロセスを確立する。2015年度頃までに、再処理により回収される回収ウランの濃縮が可能な商用遠心分離機的设计を確定する。

研究開発期間

2008年度～2015年度

#### < 共通基盤技術開発 >

##### (7) 革新的実用原子力技術開発

概要

第4世代原子力システムに関する国際フォーラム（GIF）や国際原子力エネルギー・パートナーシップ（GNEP）等の国際協力枠組みにおいて国際連携による研究開発が提案されている技術分野や、近年希薄化が懸念される原子力を支える基盤技術分野について、産業界の参画やニーズ提示のもと、大学等が実施する研究活動への支援や将来の原子力人材の育成を実施しており、各分野の目的に沿った革新的な技術開発を行う。

技術目標及び達成時期

2011年度まで、基盤技術分野、国際協力技術分野において個別テーマ毎に研究開発を実施する。

研究開発期間

2000年度～2011年度（見直し）

#### 4 - - . 高速増殖炉（FBR）サイクル

##### （1）発電用新型炉等技術開発

###### 概要

FBR実証炉及び関連サイクル施設の早期実現を図るため、文部科学省と連携し、「高速増殖炉サイクル実用化研究開発」を推進する。具体的には、実証炉に必要な要素技術のうち、設計・建設段階において必要となる実プラント技術として、格納容器設計技術、耐震性評価技術、高温材料設計技術、保守・補修技術、大型構造物製作技術の試験等を実施する。

###### 技術目標及び達成時期

2010年度までに、実証炉の概念設計へ反映しうる設計基準データ等の技術的根拠を得る。

###### 研究開発期間

2007年度～2010年度

##### （2）高速炉再処理回収ウラン等除染技術開発（4 - - 参照）

#### 4 - - . 放射性廃棄物処理処分

##### （1）地層処分技術調査等

###### 概要

###### ）地層処分共通技術開発

高レベル放射性廃棄物等の地層処分における共通的技术として、今後段階的に進められる処分地選定の際に重要となる地質等調査技術の高度化開発を行う。

###### ）高レベル放射性廃棄物関連処分技術開発

高レベル放射性廃棄物処分に係る基盤技術として、人工バリア等の長期性能評価技術、処分場操業の際のオーバーパック溶接や搬送・定置等の遠隔操作技術の開発を行う。

###### ）TRU廃棄物処分関連技術開発

TRU廃棄物の地層処分に係る基盤技術として、高レベル放射性廃棄物との併置処分の可能性も念頭に、TRU廃棄物に固有に含まれる核種の閉じ込め技術や人工バリア等の長期性能評価技術の開発を行う。

###### 技術目標及び達成時期

###### ）地層処分共通技術開発

2011年度までに、処分地選定の初期段階で必要となる地上からの調査技術のうち、特に沿岸域の環境や高精度での地下水評価等に係る調査評価技術の高度化・確証を行う。

###### ）高レベル放射性廃棄物関連処分技術開発

2011年度までに、人工バリア等の長期性能評価技術や遠隔操作等の工学技術について高度化を図り、幅広い地質環境に対応可能な技術選択肢と成立性を提示する。

###### ）TRU廃棄物処分関連技術開発

2011年度までに、TRU廃棄物に固有に含まれるヨウ素129や炭素1

4の閉じ込め、高アルカリ環境下での人工バリアの性能評価等に関し、幅広い地質環境に対応可能なデータ・モデルの整備と技術選択肢の提示を行う。

研究開発期間

1998年度～2011年度

## (2) 管理型処分技術調査等

### ) 地下空洞型処分施設性能確認試験

概要

TRU廃棄物や発電所廃棄物等の余裕深度処分において検討されている「地下空洞型処分施設」の成立性確認のため、実規模大の空洞を利用した総合的な確認試験を行う。

技術目標及び達成時期

2011年度までに、実規模大の空洞内にコンクリートピット等からなる地下空洞型処分施設を構築し、施工性や初期性能の総合的な確認を行う。

研究開発期間

2006年度～2011年

## (3) 放射性廃棄物共通技術調査等

概要

### ) 放射性廃棄物重要基礎技術研究調査

放射性廃棄物処分に係る国内外の最新知見の収集・分析、重要かつ基礎的な課題の抽出並びに研究を実施し、長期に及ぶ処分事業等を支える技術基盤の拡充を図る。

### ) 放射性核種生物圏移行評価高度化調査

放射性廃棄物処分の安全評価に共通的な基盤情報として、生物圏における核種移行プロセスを評価するため、日本の風土を反映した核種移行パラメータ・モデルを整備する。

技術目標及び達成時期

### ) 放射性廃棄物重要基礎技術研究調査

2011年度までに、放射性廃棄物処分に共通的な重要基礎技術として、地質環境の長期安定性評価、人工バリアや岩盤の長期挙動評価等に係る知見を整備する。

### ) 放射性核種生物圏移行評価高度化調査

2011年度までに、沿岸域の環境も含めたわが国表層環境への適用とTRU廃棄物に固有の核種等を考慮した、生物圏核種移行のモデルとデータベースを構築する。

研究開発期間

2001年度～2011年度

#### 4 - - . 原子力利用推進に資する電力系統技術

##### (1) イットリウム系超電導電力機器技術開発(運営費交付金)

###### 概要

世界的にも我が国が最先端の技術力を有する次世代高温超電導線材を活用し、経済社会の基盤となる電力の安定的かつ効率的な供給システムを実現するため、系統を適正に制御し、電力供給を安定化させるための技術及び発電電力を無駄なく輸送するための高効率な送電技術の確立を目指す。

###### 技術目標及び達成時期

2012年度までに、イットリウム系超電導線材を用いたSME S、電力ケーブル、変圧器実現のための重要な技術開発を行い、各機器の成立性を実証する。

###### 研究開発期間

2008年度～2012年度

##### (2) 高温超電導ケーブル実証プロジェクト(運営費交付金)

###### 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(DI-BSCCO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。

###### 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。

###### 研究開発期間

2007年度～2012年度

#### 4 - - . その他電力供給安定化技術

##### (1) 大規模電力供給用太陽光発電系統安定化等実証事業(運営費交付金)

###### 概要

大規模太陽光発電を電力系統に連系した場合に課題となる系統安定化対策やピーク対策のための技術等を開発するとともに、その有効性を実証する。

また、国内外の先進的な次世代技術の価格性能を比較することを通じて技術開発を加速する。

###### 技術目標及び達成時期

2010年度までに、下記の実証研究を行い、その有効性を確認する。

(イ) 蓄電池等を組み合わせた出力変動抑制システムの有効性。

(ロ) 発電出力のピーク制御(午後のピーク帯へのシフト)の有効性。

(ハ) 大型インバータによる高調波抑制システムの有効性。

(ニ) 国内外メーカーの太陽電池モジュールの特性比較を行い、性能、経済性等

を比較・検証。

研究開発期間

2006年度～2010年度

## (2) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発(運営費交付金)

概要

蓄電池技術は、新エネルギーの出力安定化や燃料電池自動車(FCEV)・ハイブリッド自動車(HEV)・電気自動車(EV)等の高効率次世代自動車に共通する重要なコア技術である。そこで、高性能蓄電システムに係る要素技術開発、新材料開発及び基盤技術の開発を行う。

A．系統連系円滑化蓄電システム技術開発

B．次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発

技術目標及び達成時期

A．2010年度末において、寿命10年、コスト4万円/kWh、1MW規模のシステムおよび要素技術の確立と2030年において寿命20年、コスト1.5万円/kWh、20～30MW規模の蓄電システムを見通せる技術開発。また、新エネルギー対応の充放電パターン等、基礎データの整備、大型化に伴う安全性や寿命等の評価手法の確立。

B．2011年度末において、電池開発では、0.3kWhモジュールを作製し、重量エネルギー密度100Wh/kg、出力密度2000W/kg、寿命10年、コスト4万円/kWhを達成すること(条件:3kWhの組電池、100万台生産ベース)。電池構成材料及び電池反応制御技術の開発では重量エネルギー密度200Wh/kg、出力密度2500W/kg、コスト3万円/kWhを小型単電池で達成すること(上記と同条件)。たま、電池周辺機器開発では、格段の高性能化、コンパクト化、低コスト化を達成すること。さらに、重量エネルギー密度500Wh/kgを見通せる新規概念・構造の蓄電池基礎開発の他、劣化・寿命診断法、安全性評価などの各種試験法等の開発およびそれら共通基盤技術の基準・標準化。

研究開発期間

2007年度～2011年度

## (3) 発電プラント用超高純度金属材料の開発(運営費交付金)

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。

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。

研究開発期間

2005年度～2009年度

#### 4 - . 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

##### 4 - - . 石油・天然ガス・石炭の探鉱・開発・生産技術

###### (1) 石油・天然ガス開発・利用促進型大型/特別研究(運営費交付金)

概要

石油及び可燃性天然ガス資源の開発に係る技術の振興を図る観点から、大水深、複雑な地層といった悪条件化が進む石油・天然ガスの探鉱・開発技術、利用拡大が見込まれる天然ガス田の開発促進に資する天然ガス有効利用技術等について、短期間で実用化が期待され、民間ニーズに直結した研究開発を提案公募により実施する。

技術目標及び達成時期

2012年度までに、我が国の石油・天然ガスの探鉱・開発技術力の向上、及び天然ガスの利用の促進に向けた天然ガスの有効利用技術の開発を行う。

研究開発期間

2001年度～2012年度

###### (2) 石炭生産技術開発

概要

石油代替エネルギーである石炭の安定供給を図るため、発熱量が低いものの低灰分、低硫黄といった特徴を有する低品位炭の有効利用を目的として、低品位炭の発熱量を高め、自然発火性を抑制する低品位炭改質技術を開発する。

技術目標及び達成時期

2009年度までに、3500～5000kcal/kgの発熱量の低品位炭を瀝青炭並みの6000kcal/kg以上に改質する低品位炭改質技術を開発し、600t/d大型実証プラントでの製造技術を確立する。

研究開発期間

2006年度～2009年度

###### (3) 石油精製物質等簡易有害性評価手法開発(運営費交付金)

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

#### (4) 石油資源遠隔探知技術の研究開発

概要

我が国が開発・運用する多様な地球観測センサ(ASTER、PALSAR等)の地球観測データを用いて、石油・天然ガス等の安定供給確保のため、資源開発・探査、環境観測等に有効なデータの処理解析手法の研究開発を行う。また、地球観測データのような大容量のデータを容易に扱えるシステムの研究開発を実施することで資源開発・探査、環境観測を含む多様な分野でのリモートセンシングの利用拡大を図る。

技術目標及び達成時期

2010年度までに、資源開発・探査、環境観測等の分野における地球観測データ処理・解析技術の向上及び地球観測データの利用の拡大を図る。

研究開発期間

1981年度～2010年度

#### (5) ハイパースペクトルセンサ等の研究開発(運営費交付金)

概要

資源開発に有効な岩石・鉱物や地質構造解析の高次元解析を可能とするハイパースペクトルセンサの開発を行うとともに、軌道上におけるデータ取得の実証を行い、センサ技術の確立を行う。

技術目標及び達成時期

2011年度までにスペクトル分解能200バンド前後のハイパースペクトルセンサを開発し、地表面のスペクトル情報を取得して資源開発に有効なセンサ技術の実証を行う。

研究開発期間

2007年度～2011年度

#### (6) 次世代合成開口レーダ等の研究開発

概要

石油の生産及び流通の合理化を図る観点から行うものであり、石油及び可燃性天然ガス資源等の開発に資するため、資源探査能力を格段に向上した合成開口レーダである次世代合成開口レーダ(PALSAR)の健全性評価やセンサを維持することにより、取得される画像データを用いた石油・天然ガス資源の遠隔探知を行う技術を確立する。

#### 技術目標及び達成時期

PALSAARの開発、健全性の評価・維持を実施することにより、2010年度までに、レーダ技術の高度化（アンテナ指向の電子制御化、分解能の向上、多偏波観測等）を図る。

#### 研究開発期間

1993年度～2010年度

### (7) 極軌道プラットフォーム搭載用資源探査観測システムの研究開発

#### 概要

石油の生産及び流通の合理化を図る観点から行うものであり、石油及び可燃性天然ガス資源等の開発に資するため、資源探査能力を格段に向上した光学センサである資源探査用将来型センサ（ASTER）の健全性評価やセンサを維持することにより、取得される画像データを用いた石油・天然ガス資源の遠隔探知を行う技術を確立する。

#### 技術目標及び達成時期

ASTERの開発、健全性の評価・維持を実施することにより、2010年度までに、センサ技術の高度化（ポインティング機能の追加、分解能の向上、熱センサの搭載等）を図る。

#### 研究開発期間

1987年度～2010年度

## 4 - - . 石油・天然ガスの有効利用技術

### (1) 石油燃料次世代環境対策技術開発

#### 概要

バイオマス燃料から製造した石油製品が自動車排出ガスに及ぼす影響、新たな自動車燃焼技術（自着火燃焼（着火までに燃料と空気を十分に混合し、その混合気体を点火プラグの使用なしで圧縮することにより着火させる燃焼法でNOx排出低減、熱効率が高い等の利点がある））に適応した燃料に関する技術開発を実施する。

また、建設機械、発電機等のオフロードエンジンの排ガスによる環境負荷低減や石油燃焼機器の効率的な利用を進めるための技術開発を実施する。

#### 技術目標及び達成時期

バイオマス燃料の利用時における、燃料と自動車エンジン技術の両面の影響評価を進め、技術的課題を解決し、運輸部門における燃料多様化を目指す。

また、オフロードエンジンの規制は欧米が先行していることから、2012年頃、欧米において規制強化が予定されている排ガス規制に対応した技術を確立し、我が国における規制強化に対応可能な燃焼技術を実現することを目指す。

#### 研究開発期間

2002年度～2011年度

## (2) 石油精製高度機能融合技術開発

### 概要

石油精製業を中心とする石油コンビナート全体の横断的かつ高度な運営機能の融合を図り、単独企業のみでは達成困難なコンビナート域内の省資源、省エネルギーの向上を進めるため、異業種異企業間における限りある貴重なエネルギー資源の利用効率の高い生産技術に関し技術の開発・実証を行う。

### 技術目標及び達成時期

2009年度までに、我が国における他のコンビナートへの波及効果を含め、CO<sub>2</sub>排出量を63万トン/年削減可能とする技術を確立する。

### 研究開発期間

2006年度～2009年度

## (3) 将来型燃料高度利用技術開発

### 概要

省エネ、二酸化炭素削減効果が見込まれる燃料電池自動車の燃料である高純度(99.99%以上)水素を安定的かつ経済的に供給することは重要である。石油は、その長所として豊富な水素供給余力と安価な水素製造技術及び全国に展開した災害に強いガソリンスタンドを保有している。これら石油の長所を活かした水素供給システムの確立により、水素社会の早期実現に貢献するものである。本事業では、製油所からの高純度水素供給技術開発とガソリンスタンドを拠点とする高純度水素製造技術開発を行う。

### 技術目標及び達成時期

コスト低減のため製油所におけるナフサから高効率(80%以上)な高純度水素製造を可能とする新たな技術を開発する。また、供給地のガソリンスタンドにおいて有機ハイドライドから高純度の水素を高効率(80%)に取り出すための水素発生装置を開発する。また、脱硫後の灯油硫黄分を検出限界以下の10ppb以下とする脱硫剤の開発を行うとともに、貴金属使用量を2-3wt%から0.5wt%以下まで低減しても、従来と同等の高い性能が維持できる改質触媒を開発する。さらに、膜分離型反応器を用いた99.99%高純度水素の製造効率を80%、4万時間の耐久性が期待できる水素製造システムを開発する。

### 研究開発期間

2008年度～2010年度

## (4) 革新的次世代石油精製等技術開発

### 概要

原油価格の高騰・高止まりや原油の重質化と製品需要構造変化等の石油を巡る大きな環境変化のなか、連産品である石油製品を今後とも長期的に安定化かつ効率的に供給するためには、製油所の更なる高度化に向けた技術の開発実用化が必要である。このため、非在来型原油を含めた重質油を原料として、製油所におけるボトムレス化、余剰となる分解留分の高付加価値等のためのプロセスや触媒技術等の開発を行う。また、次世代の技術シーズ創出のため、これまでの技術とは

異なる発想により我が国唯一の革新的な新規触媒研究、新規膜分技術研究、新規製造プロセス研究等を産官学の連携等により実施する。

技術目標及び達成時期

2011年度までに重質油対応型高過酷度接触流動分解技術(HS-FCC)については、3千BD規模(商業レベルの1/10規模)の実証研究を通じ、プロピレン収率20%以上(既存技術4%程度)、将来不足が予想される高オクタン価ガソリン基材(RON98(既存技術92程度))の製造を可能とする技術を確立する。

研究開発期間

2007年度～2011年度

#### (5) 次世代高信頼性ガスセンサー技術開発

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、センサー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。

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。

研究開発期間

2008年度～2011年度

#### (6) 天然ガスの液体燃料化(GTL)技術実証研究(運営費交付金)

概要

硫黄等を含まず排出ガスがクリーン、着火性が高いという特徴を有することから石油系燃料代替として期待されるGTLについて、天然ガス中に含まれるCO<sub>2</sub>を除去せず、原料として積極的に活用することから、従来利用が困難であったCO<sub>2</sub>を多く含むガス田からの天然ガスが利用可能、CO<sub>2</sub>除去装置が不要であることによる生産設備コストの低減が可能、といった強みを有する我が国独自のGTL製造技術の確立を図る。

技術目標及び達成時期

2010年度までに、実証プラントによる運転研究(500バレル/日)を行い、商業規模でのGTL製造技術を確立する。

研究開発期間

2006年度～2010年度

#### (7) 石油・天然ガス開発・利用促進型大型/特別研究(運営費交付金)(4 - - 参照)

#### (8) 高効率ガスタービン実用化技術開発(4 - - 参照)

#### 4 - - .メタンハイドレート等非在来化石資源の利用技術

##### (1)メタンハイドレート開発促進委託費

###### 概要

日本周辺海域に相当量の賦存が見込まれ、国産のクリーンなエネルギー資源として有望なメタンハイドレートを利用可能とするため、資源量評価手法、生産手法及び環境影響評価手法等の確立のための技術開発を行う。

###### 技術目標及び達成時期

2016年度までに、商業的産出のための技術を整備することを目指し、日本周辺海域におけるメタンハイドレートの賦存状況と特性の明確化、有望賦存海域からのメタンハイドレート資源フィールドの選択及び現場産出試験等による生産手法の確立等を推進する。

###### 研究開発期間

2001年度～2016年度

##### (2)革新的次世代石油精製等技術開発(4 - - 参照)

#### 4 - - .石炭クリーン利用技術

##### (1)革新的ゼロエミッション石炭火力発電プロジェクト

###### 概要

石炭の高効率な利用を図るために、

- ・ 酸素吹きによる石炭ガス化発電の開発実証及び化学吸収法によるCO<sub>2</sub>の分離・回収技術の実証
- ・ 石炭ガス化発電からCCSまで一貫したトータルシステムの設計等
- ・ 次世代IGCC(石炭ガス化複合発電)など革新的な石炭ガス化技術にかかる先進基盤研究

を行う。

###### 技術目標及び達成時期

2009年度までに、パイロットプラントにおいて、高圧の石炭ガスからCO<sub>2</sub>の分離・回収技術の確立及びガス化炉の信頼性向上へ向けて、3炭種以上の適応炭種拡大試験を実施する。

###### 研究開発期間

2007年度～2012年度

##### (2)国際革新的ゼロエミッション石炭火力発電プロジェクト補助金

###### 概要

石炭火力発電から排出されるCO<sub>2</sub>の削減技術について諸外国との実証事業等を実施し、当該技術の普及基盤を整備することにより、エネルギー供給に対する環境上の制約を取り除き、もって我が国エネルギー需給構造の安定化を図る。

###### 技術目標及び達成時期

石炭ガス化技術等実証普及事業では、海外において取り組みが進められているゼロエミッション型石炭火力発電の石炭ガス化・発電技術、CO<sub>2</sub>分離回収技術、

CO<sub>2</sub> 輸送貯留技術等に関する情報収集や関連する技術調査の実施等により、我が国におけるゼロエミッション型石炭火力発電の実用化開発に資する技術・知見を得る。

酸素燃焼国際共同実証事業では、既存の微粉炭火力発電の改造による酸素燃焼方式のゼロエミッション型石炭火力発電プラントの実用化を目標とするものであり、既存のプラントの改造により対応可能であること、酸素燃焼を行うことにより、燃焼ガスからCO<sub>2</sub>を分離する装置が不要であることから、比較的lowコストで極めて大きなCO<sub>2</sub>削減効果が期待できる。

石炭火力発電原油増進回収国際共同事業では、2008年5月の日中首脳会談で合意された「日中間でのCCS-EOR（二酸化炭素の回収・貯留、石油増進回収法）協力」に係る日中共同事業として、中国における石炭火力発電CCS-EOR事業の事前調査としてCCS-EORの有効性確認、CCS-EORの経済性・事業実現性等を検討する。これらにより、多量のCO<sub>2</sub>排出削減を実現するモデルの構築、世界のCO<sub>2</sub>排出削減への貢献が期待出来る。

研究開発期間

2007年度～2016年度

### (3) 先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発費補助金

概要

従来の超々臨界圧火力発電（USC）は、蒸気温度の最高温度は630 程度が限界で、送電端熱効率も42～43%が原理的限界といわれてきた。しかしながら、近年の材料技術の進歩により、700 以上の蒸気温度を達成できる可能性が見えてきたことから、これらの材料を活用した先進超々臨界圧火力発電技術（A-USC）の開発を行うものである。A-USC は、蒸気温度700 級で46%、750 級で48%の高い送電端熱効率の達成が可能な技術であり、2020年以降増大する経年石炭火力発電のリプレース需要に対応するため、早急に技術開発を進める必要がある。そのため、ボイラーメーカー、タービンメーカー及び材料メーカーが共同でA-USC の技術開発に取り組む。

技術目標及び達成時期

平成22年度までにシステム基本設計を完了し、シミュレーションにより送電端熱効率46%～48%の達成が可能なことを確認する。平成24年度までにボイラー、タービン部材等が700 以上の蒸気温度に耐えられるかどうかを試作、評価し、経済性を含めたシステム成立性への見通しを得る。平成27年～平成28年度に実缶試験、回転試験を実施し、蒸気温度700 以上の条件下でボイラー、タービンの信頼性を確認する。また、ボイラー、タービン部材について3万～7万時間の長期信頼性試験を実施し材料特性を検証する。

研究開発期間

2008年度～2016年度

(4) 石炭利用技術開発(一部、運営費交付金)

概要

環境適合的な石炭利用の拡大を図るため、石炭利用プロセスにおける環境影響を低減させる手法の開発等、クリーン・コール・テクノロジーの開発を行う。

技術目標及び達成時期

2009年度までに、

- ・ 化学原料等に利用可能な合成用ガスを石炭乾留ガスから無触媒で製造する技術をパイロットプラントで確立する(無触媒石炭乾留ガス改質技術開発)。

2011年度までに、

- ・ 石炭利用プロセスにおいて、環境分析技術の高精度化、環境影響成分の挙動解析のためのモデルの構築等により、環境への影響低減手法を開発する(戦略的炭ガス化・燃焼技術開発)。

研究開発期間

1995年度～2011年度

- ・ 戦略的炭ガス化・燃焼技術開発 2007年度～2011年度
- ・ 無触媒石炭乾留ガス改質技術開発 2006年度～2009年度

(5) 噴流床石炭ガス化発電プラント開発費補助金

概要

供給安定性に優れた石炭の高効率かつ低環境負荷での利用を図るため、石炭をガス化して燃料とし、コンバインドサイクル(ガスタービンと蒸気タービンの組合せ)を駆動する高効率発電技術(石炭ガス化複合発電技術(IGCC: Integrated coal Gasification Combined Cycle)の実証試験を行う。

技術目標及び達成時期

2009年度までに、25万kWの実証機を用いた実証試験により、熱効率40.5%(送電端、高位発熱量ベース)を目指す。この目標は50万kWの商用機における熱効率46～48%に相当する。本技術は実証試験終了後の2010年度より商用化が可能である。

研究開発期間

1999年度～2009年度

(6) 資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発(運営費交付金)(4 - 参照)

4 - - . その他・共通

- ( 1 ) 新エネルギー技術実用化補助事業 ( 運営費交付金 )( 4 - - 参照 )
- ( 2 ) 非化石エネルギー産業技術研究助成事業 ( 運営費交付金 )( 4 - - 参照 )
- ( 3 ) 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発 ( 運営費交付金 )( 4 - - 参照 )
- ( 4 ) 燃料電池先端科学研究 ( 運営費交付金 )( 4 - - 参照 )
- ( 5 ) 固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発 ( 運営費交付金 )( 4 - - 参照 )
- ( 6 ) 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発 ( 運営費交付金 )( 4 - - 参照 )
- ( 7 ) 水素貯蔵材料先端基盤研究 ( 運営費交付金 )( 4 - - 参照 )
- ( 8 ) 水素社会構築共通基盤整備事業 ( 運営費交付金 )( 4 - - 参照 )
- ( 9 ) 水素先端科学基礎研究事業 ( 運営費交付金 )( 4 - - 参照 )
- ( 10 ) 固体酸化物形燃料電池実証研究 ( 運営費交付金 )( 4 - - 参照 )
- ( 11 ) 燃料電池システム等実証研究 ( 運営費交付金 )( 4 - - 参照 )

## 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）

### 5 - ．総合エネルギー効率の向上

- 事業者単位の規制体系の導入
- 住宅・建築物に係る省エネルギー対策の強化
- セクター別ベンチマークの導入と初期需要創出（高効率機器の導入補助等）
- トップランナー基準の対象機器の拡充等
- アジアにおける省エネルギー対策の推進を通じた我が国の国際競争力の向上
- 国民の省エネルギー意識の高まりに向けた取組

### 5 - ．運輸部門の燃料多様化

- 公共的車両への積極的導入
- 燃費基準の策定・改定
- アジアにおける新エネルギー協力
- 国際標準化による国際競争力向上

### 5 - ．新エネルギー等の開発・導入促進

- 補助金等による導入支援
- 新エネルギーベンチャービジネスに対する支援の拡大
- 新エネルギー産業構造の形成
- 電気事業制度・ガス事業制度の在り方の検討

### 5 - ．原子力利用の推進とその大前提となる安全の確保

- 電力自由化環境下での原子力発電の新・増設の実現
- 資源確保戦略の展開
- 次世代を支える人材育成
- 中小型炉の海外市場への展開、我が国原子力産業の国際展開支援
- 原子力発電拡大と核不拡散の両立に向けた国際的枠組み作りへの積極的関与
- 国と地域の信頼強化

### 5 - ．化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

- 資源国等との総合的な関係強化（研究開発の推進・協力、人材育成・技術移転、経済関係強化など）
- 化石燃料のクリーンな利用の開拓

## 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る実施されるもの（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。

また、事業名に（採択テーマ）と記載された事業は、提案公募事業により採択されたテーマを記載したものであり、その採択や評価等は、提案公募事業の実施機関の責任の下、実施されるものである。

## 7. 改訂履歴

- (1) 平成16年7月7日付け、省エネルギー技術開発プログラム基本計画、新エネルギー技術開発プログラム基本計画、燃料技術開発プログラム基本計画、電力技術開発プログラム基本計画、原子力技術開発プログラム基本計画制定。固体高分子形燃料電池/水素エネルギー利用プログラム基本計画(平成16・02・03産局第6号)は、新エネルギー技術開発プログラム基本計画に統合することとし、廃止。
- (2) 平成17年3月31日付け制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画(平成16・06・04産局第8号) 新エネルギー技術開発プログラム基本計画(平成16・06・04産局第10号) 燃料技術開発プログラム基本計画(平成16・06・04産局第12号) 電力技術開発プログラム基本計画(平成16・06・04産局第11号) 原子力技術開発プログラム基本計画(平成16・06・04産局第13号)は、廃止。
- (3) 平成18年3月31日付け制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画(平成17・03・25産局第14号) 新エネルギー技術開発プログラム基本計画(平成17・03・25産局第9号) 燃料技術開発プログラム基本計画(平成17・03・25産局第17号) 電力技術開発プログラム基本計画(平成17・03・25産局第12号) 原子力技術開発プログラム基本計画(平成17・03・25産局第13号)は、廃止。また、次世代低公害車技術開発プログラム基本計画(平成17・03・29産局第2号)は、省エネルギー技術開発プログラム基本計画及び燃料技術開発プログラム基本計画に統合することとし、廃止。
- (4) 平成19年4月2日付け制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画(平成17・03・31産局第19号) 新エネルギー技術開発プログラム基本計画(平成18・03・31産局第15号) 燃料技術開発プログラム基本計画(平成18・03・31産局第18号) 電力技術開発プログラム基本計画(平成18・03・31産局第17号) 原子力技術開発プログラム基本計画(平成18・03・31産局第16号)は、廃止。
- (5) 平成20年4月1日付け、エネルギーイノベーションプログラム基本計画制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画(平成19・03・26産局第1号) 新エネルギー技術開発プログラム基本計画(平成19・03・20産局第4号) 燃料技術開発プログラム基本計画(平成19・03・19産局第7号) 電力技術開発プログラム基本計画(平成19・03・16産局第3号) 原子力技術開発プログラム基本計画(平成19・03・23産局第2号)は、本プログラム基本計画に統合することとし、廃止。
- (6) 平成21年4月1日付け制定。エネルギーイノベーションプログラム基本計画(平成20・03・25産局第5号)は廃止。

## 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]

##### ．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)

###### 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。

###### 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。

###### 研究開発期間

2005年度～2011年度

##### ．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)

###### 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。

###### 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。

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)

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。

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。

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)

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。

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

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)

##### 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。

##### 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。

##### 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)

##### 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。

##### 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。

##### 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)

##### 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。

##### 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。

##### 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)

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。

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。

研究開発期間

2009年度～2011年度

・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)

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。

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。

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)

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。

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。

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)

)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

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。

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。

研究開発期間

2005年度～2009年度

)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

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。

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。

研究開発期間

2005年度～2009年度

)新規悪性腫瘍分子プローブの基盤技術開発

「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。

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。

研究開発期間

2008年度～2009年度

・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関連産業・部材産業の競争力を強化する。

## ( ) 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 )

#### 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。

#### 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。

#### 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 )

#### 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。

#### 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  $0.3 \text{ W/m}^2\text{K}$  以下、壁厚さ  $10 \text{ mm}$  程度の超断熱壁材料および熱貫流率が  $0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$  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。

#### 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 )

#### 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。

#### 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、 $20 \text{ Wh/Kg}$  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。

#### 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)

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。

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。

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)

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。

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。

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)

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(DI-BSCCO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。

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。

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)

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。

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。

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)

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。

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。

研究開発期間

2005年度～2009年度

( ) 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)

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。

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〕

- ・超硬工具向けタンゲステン（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）

研究開発期間

2007年度～2013年度

## （ ）環境制約の克服

### （1）グリーン・サステナブルケミカルプロセス基盤技術開発

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・サステナブルケミストリー）プロセスを開発する。

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。

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）

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。

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。

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)

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。

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。

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\*

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。

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、 $0.001 \text{ ng} \cdot \text{ml}$ 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。

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)

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。

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。

研究開発期間

2008年度～2011年度

### ・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）

##### 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（クリーブ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。

##### 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。

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）

##### 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。

##### 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。

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 )

概要

電界紡糸や溶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。

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溶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。

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 )

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。

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。

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 )

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。

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。

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 )

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。

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。

研究開発期間

2006年度～2010年度

・ 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 )

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

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。

(エネルギーイノベーションプログラム・ナノテク・部材イノベーションプログラム)  
「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発」基本計画

電子・材料・ナノテクノロジー部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

エネルギー資源の約 8 割を海外に依存する我が国にとって、これを効率的に利用すること、即ち、「省エネルギー」を図ることは、エネルギー政策上の重要な課題である。このため、更なる省エネルギー技術の開発・導入を進め、もって我が国におけるエネルギーの安定供給の確保を図ることを目的とした、「エネルギー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。

また、多様な連携（川上・川下産業の垂直連携、材料創製・加工の水平連携）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、または、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」の一環としても本プロジェクトを実施する。

鉄鋼材料の高機能化や長寿命化については、日本が最先端の技術力を維持し、世界を牽引してきた。しかし、エネルギー・インフラ分野で求められる極低温、腐食、高温・高圧など極限環境対応、輸送機器分野等での軽量化による高効率化、省エネルギー化、安全・安心等に向けて鋼材に対する社会的ニーズは、一段と高度化しており、既存技術の延長ではこれらの課題に対処することが困難になってきている。

他方、近年の科学の進歩により、ナノスケールでの結晶組織制御、工業分野に応用しやすいレーザ発生など電子工学分野における各種の革新的技術、計算機科学の進歩による高度なシミュレーションなど、異分野の新科学・技術との融合による新たな材料技術革新の可能性も高まっている。

このため、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。）は、産学の科学的知見を結集して鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤を構築し、これを産業技術へ繋げていくと共に、社会の共通基盤として情報の整備、提供を通じて、行政、産業界、地域住民等の中で科学的知見に基づいた正確かつ適切な認識の醸成を図る事業方針に基づき、以下のプロジェクトを実施する。

本プロジェクトの技術戦略マップ上の位置付けとしては、超長期エネルギー技術ビジョ

ンにおいて、運輸分野の自動車軽量化、産業分野の素材・部材の高性能化、転換分野の超々臨界圧火力発電に該当する。また、部材分野とし研究開発項目では、安全・安心分野の建築材料、環境・エネルギー分野等の自動車用部材、プラント用部材他に該当する。

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）高級鋼厚板溶接部の信頼性・寿命を大幅に向上する溶接施工技術及び金属組織制御技術を基本とする溶接材料技術、（２）部材の軽量化を図るために強度、加工性等の最適傾斜機能を付与する機械部品鍛造技術の開発を行い、鋼構造物、エネルギープラント等の高強度・高機能化・長寿命化、自動車等の更なる軽量化を可能とする。これにより、高度な省エネルギー社会を構築すると共に、日本製造業の国際競争力の更なる向上を図ることを目的とする。

## （２）研究開発の目標

鋼材の高強度化・利用技術およびその信頼性向上技術の開発により、プラント、構造物、自動車等に関する災害や事故から身体等の安全を確保する。具体的には共通基盤技術と実用化技術に分けて、下記の溶接技術と鍛造技術の２分野の技術開発を行う。詳細な数値目標は別紙の通り。

（中間目標：平成 21 年度末、最終目標：平成 23 年度末）

### 【共通基盤技術】

#### ① 高級鋼材\*の革新的溶接接合技術の基盤開発

（※高級鋼材とは、高強度鋼・低温用鋼・耐熱鋼の総称）

全体の最終目標 [予熱なしで 980MPa 以上の高級鋼（現状 400MPa）の溶接を可能とする溶接技術と材料技術の基盤を確立する]

研究開発項目に対する個々の目標

##### 1) クリーン MIG 溶接プロセス技術の開発

中間目標：溶接金属の含有酸素量：50ppm 以下で無欠陥の安定した施工を確保する手法の明示

最終目標：25mm 板厚で溶接パス数半減、スパッタ発生率半減

##### 2) ファイバーレーザー溶接及びレーザー・アークハイブリッド溶接適用基盤技術の開発

中間目標：板厚 12mm の高強度鋼 2 パス隅肉溶接継手の達成

最終目標：板厚 25mm の高強度鋼多層突合せ継手及び隅肉継手を JIS1 類の品質で形成する欠陥防止技術の開発

##### 3) 高強度鋼、低温用鋼厚板のための高強度・高靱性溶接金属の開発および溶接継手信頼性評価技術の研究

中間目標：溶接割れのない高強度溶接金属組織の必要条件とクリーン溶接金属で高靱性が得られる溶接金属組織の必要条件明示。継手部残留応力と疲労強度の関係の定量化

最終目標：強度 980MPa と韌性（-40℃で 47J 以上）を達成する要件を明示。継手部の残留応力適正制御技術、新溶接プロセス・新溶接金属による大型継手での破壊性能・信頼性評価技術確立

4) 溶接継手特性に優れた耐熱鋼の合金設計指針提示と長時間クリープ強度予測法の開発

中間目標：溶接継手クリープ強度係数0.7以上、3万hクリープ強度100MPaの700℃級耐熱材料の合金設計指針の提示。溶接継手のクリープ特性と組織劣化パラメータをリンクできるプラットフォームの構築

最終目標：破断時間推定精度 Factor of 1.2 の高精度クリープ強度予測法の提案

5) 溶接部水素侵入による低温割れ機構の研究

中間目標：単一の格子欠陥（空孔、転位、粒界等）を含む単純化された金属組織における格子欠陥と水素の相互作用エネルギーの定量化。メゾスケール（結晶粒数個～数十個レベル）での応力状態における水素の挙動解析技術の基盤構築。

最終目標：複数の格子欠陥が重畳する複雑金属組織での各種格子欠陥（空孔、転位、粒界等）における水素存在状態の定量化。メゾスケール（結晶粒数個～数十個レベル）での水素の影響によるき裂の進展モデル構築。単純化した金属組織を持つ 980MPa 高強度鋼での局所応力-局所水素量に基づく破断限界の取得。

## ② 先端的制御鍛造技術の基盤開発

全体の最終目標 [降伏強度 1000MPa 以上（現状 600MPa）を有する傾斜機能部材の鍛造技術の基盤確立]

研究開発項目に対する個々の目標

1) 鍛造部材の組織制御による傾斜機能付与技術の研究

中間目標：母材の析出強化最大化方策の抽出と鍛造プロセスによる細粒化指針提示

最終目標：降伏強度 1000MPa 以上を実現する VC 析出形態と加工熱処理条件の明示

2) 組織・特性分布を予測する鍛造プロセスのバーチャルラボシステム基盤技術の開発

中間目標：組織・硬さ分布予測可能なシステム構築（一般的な鍛造プロセス使用）

3) 高強度鍛造材のき裂発生・伝播メカニズム解明

中間目標：初期き裂の 3 次元形態と進展挙動の評価技術確立

最終目標：限界き裂長さに及ぼす非金属介在物と応力の影響を明確化

## 【実用化技術】

## ③ 高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発

全体の最終目標 [980MPa 以上の高級鋼（現状 400MPa）の溶接を可能とする溶接技術と

材料技術を開発する]

#### 研究開発項目に対する個々の目標

- 1) クリーン MIG 技術の低温用鋼・980MPa 級高強度鋼への適用性究明と継手性能評価  
中間目標：施工安定性・制御性などの実用性評価により実用可能なプロセスを絞り込み、溶接装置を試作  
最終目標：自動溶接システムを試作し、実構造を模擬した継手を作成。980MPa 級高強度鋼にて、純 Ar シールドで溶接品質：非破壊検査 JIS1 類、溶接効率：現行 MIG 溶接同等以上、強度が 980MPa 以上、 $-40^{\circ}\text{C}$ での靱性値が 47J 以上
- 2) レーザ溶接、レーザ・アークハイブリッド溶接技術の 980MPa 級高強度鋼への適用と、制御手法、継手性能評価法の提示  
中間目標：a. 12mm 厚鋼板の JIS1 類品質の 1 パス貫通突合せ溶接  
b. HT780、12mm 板厚の予熱なしで低温割れが発生しない溶接金属 (靱性 47J 以上、 $-40^{\circ}\text{C}$ )  
最終目標：a. 母材 HT780~HT980 において、溶接金属のシャルピー衝撃値が $-40^{\circ}\text{C}$ で 47J 以上、疲労強度が突合せ継手で JSSC 基準の E 等級、十字隅肉溶接継手で D 等級を得る  
b. 大型モデル溶接構造体を作成・継手性能を検証
- 3) 予熱・後熱なしに低温割れの抑止を可能とする 980MPa 級鋼用溶接材料の開発  
中間目標：高強度で高靱性が得られる溶接金属組織の必要条件の明確化  
最終目標：プロトタイプ溶接材料の提案。目標値：予熱・後熱なしで低温割れなし、靱性 $-40^{\circ}\text{C}$ で 47J 以上、強度 980MPa 以上
- 4) 熱処理なしで割れのない 9Ni 系低温用鋼用溶接材料の開発  
中間目標：溶接入熱と酸素量が溶接金属の機械的特性 (耐力、強度、 $-196^{\circ}\text{C}$ の靱性値)に およぼす基礎データベースを構築、溶接材料設計指針を提示  
最終目標：プロトタイプ溶接材料の提案。TIG 溶接の 2 倍の効率のプロセス条件下、耐力：590MPa 以上、強度：690~830MPa、 $-196^{\circ}\text{C}$ での靱性値：50J 以上
- 5) 溶接継手特性に優れた耐熱鋼の合金設計  
中間目標：実溶接継手強度係数 0.7 以上を実現できる、実機クリープ強度に及ぼす微細組織の変化機構・合金組成との関係の把握。耐熱鋼の新クリープ変形モデリング、新クリープ変形曲線予測法の提示  
最終目標：新クリープ変形モデリング、新長時間クリープ曲線予測法の高精度化および組織診断プラットフォームの構築に基づく Factor of 1.2 の高精度クリープ強度予測法の開発
- 6) 980MPa 級継ぎ手の水素侵入による低温割れの解明・信頼性確保のための予測手法の構築  
中間目標：空孔、転位、粒界などの格子欠陥における水素存在状態の定量評価。上記存在状態における水素に対する炭化物及び固溶炭素の影響の定量評価  
最終目標：粒界水素量の動的挙動の予測手法の構築。980MPa 級継ぎ手における粒界破断

限界（水素量、局所応力）の予測手法の構築

④ 先端的制御鍛造技術の開発

全体の最終目標 [降伏強度 1000MPa 以上（現状 600MPa）を有する傾斜機能部材の鍛造技術の開発]

研究開発項目に対する個々の目標

1) 高強度化・傾斜機能付与のための合金設計・プロセス開発

中間目標：同一成分鋼による 2 種類の加工熱処理条件で下記の性能を得る。

- a. 大型部品想定：0.2%耐力 900MPa 以上（高強度部）と 900MPa 未満（軟質部）
- b. 中型部品想定：0.2%耐力 900MPa 以上（高強度部）と 800MPa 以下（軟質部）
- c. 小型部品想定：0.2%耐力 1000MPa 以上（高強度部）と 900MPa 以下（軟質部）

最終目標：同一部材内で下記の性能を達成するプロトタイプの試作。

- a. 大型部品想定：0.2%耐力 1000MPa 以上（高強度部）と 900MPa 以下（軟質部）
- b. 中型部品想定：0.2%耐力 1000MPa 以上（高強度部）と 800MPa 以下（軟質部）
- c. 小型部品想定：0.2%耐力 1100MPa 以上（高強度部）と 900MPa 以下（軟質部）

2) 組織・特性分布を予測する鍛造プロセスのバーチャルラボシステムデータベースの構築

中間目標：システムを構成する各モジュール用データベースの構築（一般的な鍛造プロセス使用）

3) 転動疲労メカニズム解明と非金属介在物組成・サイズ制御指針提示

中間目標：内部起点疲労損傷状況と初期き裂観察状況と合致する非金属介在物周囲の応力状況シミュレーション技術を構築・検証。初期き裂形態に影響を及ぼす酸化物系介在物の要因を抽出

最終目標：材料力学と材料因子の両方を考慮した世界初の転動疲労試験の寿命予測式を構築し、目標寿命値に対する介在物サイズの臨界値を得る

(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。

**【共通基盤技術（委託事業）】** [委託事業]

① 高級鋼材の革新的溶接接合技術の基盤開発

- 1) クリーン MIG プロセス技術の開発
- 2) ファ이버レーザ・アークハイブリッド溶接適用基盤技術の開発
- 3) 高強度・高靱性溶接金属の開発および溶接継手信頼性評価技術の研究
- 4) 溶接継手特性に優れた耐熱鋼の合金設計指針提示と長時間クリープ強度予測法の開発

- 5) 溶接部水素侵入による低温割れ機構の研究
- ② 先端的制御鍛造技術の基盤開発
  - 1) 鍛造部材の組織制御による傾斜機能付与技術の研究
  - 2) 組織・特性分布を予測する鍛造プロセスのバーチャルラボシステム基盤技術の開発
  - 3) 高強度鍛造材のき裂発生・伝播メカニズム解明

【実用化技術（助成事業）】 [助成事業（助成率：2/3 以内）]

- ③ 高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発
  - 1) クリーン MIG の低温用鋼・980MPa 級高強度鋼への適用検討
  - 2) レーザ・アークハイブリッド溶接の 980MPa 級高強度鋼への適用検討
  - 3) 予熱・後熱なしに低温割れの抑止を可能とする 980MPa 級鋼用の溶接材料の開発
  - 4) 予熱・後熱なしで低温割れのない 9Ni 系低温用鋼溶接材料の開発
  - 5) 溶接継手特性に優れた耐熱鋼の合金設計
  - 6) 980MPa 級継手の水素侵入による低温割れの解明・信頼性確保のための予測手法の構築
- ④ 先端的制御鍛造技術の開発
  - 1) 高強度化・傾斜機能付与のための合金設計・プロセス開発
  - 2) 組織・特性分布を予測する鍛造プロセスのバーチャルラボシステムデータベースの構築
  - 3) 転動疲労メカニズム解明と非金属介在物組成・サイズ制御指針提示

## 2. 研究開発の実施方式

### (1) 研究開発の実施体制

本研究開発は、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し実施する。

研究開発に参加する各研究開発グループ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、研究開発責任者（プロジェクトリーダー）国立大学法人 名古屋大学 副総長 宮田 隆司氏を置き、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。

本研究開発において、NEDO が主体となって行うべき基礎的・基盤的研究開発であると判断される研究開発内容に示した【共通基盤技術】の事業は委託により実施し、市場化に向けた産業界の具体的な取り組みが示されるべき実用化研究開発であると判断される研究開発内容に示した【実用化技術】の事業は助成（助成率 2/3）により実施する。

### (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、NEDO に設置する委員会及び技術検討会等、外部有識者の意見を運営管理に反映させる他、四半期に一回程度プロジェクトリーダー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。

## 3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は、平成 19 年度から平成 23 年度までの 5 年間とする。

研究開発項目①-3)の一部「低温用 9%Ni 鋼厚板に関連した研究開発」については、平成 19 年度から平成 21 年度までの 3 年間とする。

研究開発項目①-4)の一部「700℃級プラント用耐熱材料の合金設計指針提示」については、平成 19 年度から平成 21 年度までの 3 年間とする。

研究開発項目①-5)については、平成 19 年度から平成 21 年度までの 3 年間とする。

研究開発項目②-2)については、平成 19 年度から平成 21 年度までの 3 年間とする。

研究開発項目③-1)の一部「低温用鋼厚板の溶接接合技術開発」については、平成 19 年度から平成 21 年度までの 3 年間とする。

研究開発項目③-4)については、平成 19 年度から平成 21 年度までの 3 年間とする。

研究開発項目③-5)の一部「700℃級超々臨界火力発電用耐熱鋼の設計指針提示と試作」については、平成 19 年度から平成 21 年度までの 3 年間とする。

研究開発項目④-2)については、平成 19 年度から平成 21 年度までの 3 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、成果の技術的意義なら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中間評価を平成 21 年度、事後評価を平成 24 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

- ・ 共通基盤技術の形成に資する成果の普及

研究開発成果については、NEDO、実施者とも普及に努めるものとする。

- ・ 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、知的基盤整備または標準化等との連携を図るため、データベースへのデータの提供、標準情報（TR）制度への提案等を積極的に行う。

- ・ 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、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 号及び第 3 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、また本研究の過程または成果に基づき開発

したプログラム、サンプルも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、事前にプロジェクトリーダーと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19年3月、制定。

（2）平成19年6月、研究開発責任者（プロジェクトリーダー）決定に伴い改訂。

（3）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。

（4）平成22年3月、平成21年度の間評価を踏まえ、研究開発した基盤技術により各企業での実用化研究に移行しても事業化が見込まれる実施テーマを繰り上げ終了することにより、大幅な縮減予算においても最大限事業成果を達成できる研究開発体制に刷新、加えて繰り上げ終了テーマの一部最終目標を改訂。

（5）平成23年3月、前回改訂の内容補足のため、研究開発項目毎に特記事項を追記、及び文言等軽微な修正。

(別紙)研究開発計画

研究開発項目① 高級鋼材の革新的溶接接合技術の基盤開発

1) クリーン MIG 溶接プロセス技術の開発

1. 研究開発の必要性

高級鋼（高強度鋼、低温用鋼）において高強度溶接金属でありながら高靱化を果たすには、溶接雰囲気中に酸素を含まない純不活性ガス雰囲気での溶接が不可欠である。現状は、このための溶接法として TIG 溶接やプラズマ溶接が適用されている。しかしこの溶接法では施工能率が低く、かつ電極などの生産管理などが必要となり、高施工能率を有する MIG 溶接法の適用が待望されている。現状の MIG 溶接は数パーセント以上の活性ガス（酸素や炭酸ガス）を不活性ガス中に混合して実用に供するが、溶接金属中の含有酸素量は 200ppm 以上となり課題が多い。しかし、活性ガスを含まない純 Ar 雰囲気での MIG アーク溶接（クリーン MIG 溶接）は、世界中で過去 50 年間安定した溶接は不可能とされている。

高級鋼厚板溶接継手性能の抜本的向上のポイントは、溶接金属中の含有酸素量を鋼材並みの 30ppm 程度に抑制（酸化介在物レス）することであり、活性ガスを含まない純 Ar 雰囲気での安定なクリーン MIG 溶接法の開発こそが不可欠である。

2. 研究開発の具体的内容

従来は母材および熔融池表面における陰極点の不安定で激しい挙動がクリーン MIG 溶接不可能の主因とされてきたが、ごく最近、安定溶接の阻害要因として、ワイヤの溶滴移行形態が強く影響することが指摘されている。本研究開発では、クリーン MIG 溶接の安定化制御技術の究明を目指し、安定なクリーン MIG 溶接のための制御技術として、2つの安定化アプローチにより取り組む。

開発に必要な開発課題・研究項目は以下の通り。

(1) 同軸複層構造ワイヤを活用する MIG 溶接の安定化制御因子の明確化

同軸で複層材質構造を持つ新溶接ワイヤにより、溶滴移行形態を制御して、クリーン MIG 溶接施工安定化を追求する。このための基本制御パラメータを明確にする。

(2) 電離プラズマガス流を活用するプラズマ MIG 溶接の安定化制御因子の明確化

電離したプラズマの強制ガス流により、溶滴移行形態、アーク熱源形態を制御して、小入熱・高溶着・高速溶接をクリーン溶接施工で実現するため、純アルゴン雰囲気における高速熱プラズマ流の安定生成因子を明確にする。

(3) 厚板クリーン MIG 溶接におけるアーク熱源分布制御条件の明確化

上記(1)(2)の解決を受けて、陰極点挙動などのクリーン MIG アーク熱源の特徴を明らかにし、厚板開先の狭隘化による一層の高効率施工で、かつ小入熱施工法を目指す。このときの溶接欠陥（融合不良やブローホール、ならびにオーバーラップやアンダーカットなど）

防止のためのパルス制御因子を明確にして、無欠陥クリーン溶接制御法を開発する。

(4) 高速熱プラズマ流によるアーク溶接環境制御条件の明確化

所望成分の溶接金属の形成のみならず極低スパッタを可能とするためのガス流などのパラメータおよび溶接ヒューム削減のためのパラメータを明らかにし、真にクリーンな MIG 溶接の安定化基礎技術を確立する。

3. 達成目標

中間目標：

基本クリーン溶接制御法を開発し、溶接金属の含有酸素量 50ppm 以下を達成。

最終目標：

実用的な溶接構造継手を対象に、開先狭隘化により、25mm 厚鋼板での溶接パス数を 1/2、スパッタ発生率を 1/2 に減化した高能率・クリーン溶接プロセス基盤技術を達成。

## 研究開発項目① 高級鋼材の革新的溶接接合技術の基盤開発

### 2) ファイバーレーザ溶接及びレーザ・アークハイブリッド溶接適用基盤技術の開発

#### 1. 研究開発の必要性

高エネルギー密度のレーザ溶接、特にファイバーレーザ溶接はアーク溶接に比して幅が狭い深溶け込みの溶接部を得ることができ、高速溶接で、かつ母材熱影響及び溶接変形の低減が可能なために注目を浴びてきた。しかし高強度鋼中・厚板の溶接にレーザ溶接を実用化するためには、(1) 溶接欠陥の発生を防止する制御技術の開発、(2) 強度と靱性のバランスの取れた溶接金属の組織制御、(3) 疲労特性に優れた溶接ビード形状の制御技術が重要な課題である。変形の小さい精密溶接を目指す場合にはレーザ単独溶接、開先ギャップ裕度の拡大及び隅肉継手への適用を期待する場合にはレーザ・アークハイブリッド溶接が適するため、両プロセスを同時に研究する必要がある。中・厚板の溶接において最も大きな問題は溶接欠陥が発生しやすいことであり、これらを確実に防止する技術を確立することが不可欠である。また、ハイブリッド溶接においては、組織制御と余盛形成の為にフィラーワイヤの効率的な添加のためにワイヤ添加に伴うスパッタの発生を極力低減する必要がある。一方、低温割れの防止や継手靱性の改善を目指した溶接金属の組織制御においては、溶接金属中の各元素濃度やガス含有量を最適に制御することが必要である。特にフィラーワイヤの添加により溶接金属の成分調整が可能なハイブリッド溶接においては、添加元素を均質に分布させるための制御技術を確立する必要がある。また、精密で高性能な溶接を行うには、センシング及び適用制御技術の開発が不可欠である。以上を実現するには、溶接時のキーホール挙動、熔融金属の流動挙動、アーク挙動、溶滴移行現象、アーク・レーザ相互作用等の溶接現象の素過程を解析し、その結果を基にそれぞれに適した制御技術を確立することが必要である。最終的には高効率ですぐれた集光特性を持った固体レーザであり、かつ装置の小型・軽量化により、現地・現場溶接への適用も可能な高出力ファイバーレーザを用いた高強度鋼中・厚板の溶接技術の開発を行うが、基礎的な研究段階では、レーザ波長やビーム集光特性の影響を評価するために厚板溶接が可能な他のレーザを用いた取り組みも行う。

#### 2. 研究開発の具体的内容

板厚 12～25mm、突き合わせ及び隅肉継手を対象に以下の検討を行う。

- (1) 溶接現象の解析、溶接欠陥発生機構の解明とその防止
- (2) 溶接金属内ガス含有量の最適化制御
- (3) 低スパッタで効率的な溶加材ワイヤ添加制御
- (4) 溶接金属内均一合金化プロセス制御
- (5) 疲労強度向上のための溶込み形状・表面ビード形状制御
- (6) 自動溶接化のための高速センシングと制御技術基盤の提案

### 3. 達成目標

#### 中間目標：

- ・板厚 12mm の高強度鋼溶接継手の溶接欠陥発生機構を解明し、溶接品質が JIS1 類相当の貫通完全溶け込み溶接、及び 2 パス隅肉溶接継手製作の為の基盤技術の確立。
- ・効率的なワイヤ添加制御法及び均質合金化プロセス並びにビード表面形状制御の基盤技術を確立するための指針の提示。

#### 最終目標：

- ・板厚 25mm の高強度鋼において、多層突合わせ継手及び隅肉継手を JIS1 類の品質で形成する為の欠陥防止技術の開発
- ・効率的なワイヤ添加制御法及び均質合金化プロセス、さらにビード表面形状制御の基盤技術の確立。

## 研究開発項目① 高級鋼材の革新的溶接接合技術の基盤開発

### 3) 高強度鋼、低温用鋼厚板のための高強度・高靱性溶接金属の開発および溶接継手信頼性評価技術の研究

#### 1. 研究開発の必要性

高強度鋼はマルテンサイトを主組織とするため、溶接金属に導入されるマルテンサイト組織での高靱化が重要な課題となる。マルテンサイト溶接金属が硬くて脆いという概念は、溶接金属の含有酸素が多いことに依存しているためと考えられ、酸化物系介在物を激減すれば、マルテンサイト組織は高強度で高靱性を示すはずである。低温用 9%Ni 鋼でも、クリーン溶接金属とすれば高強度でかつ低温靱性の優れた溶接継手が得られる可能性がある。溶接金属の酸素含有量を鋼材並に抑制できる研究開発項目①、②の成果を見極めつつ、このクリーン溶接金属を前提に、割れ感受性が低く、強度と靱性のバランスのとれた新しい溶接メタラジーを切り開く。一方、マルテンサイト組織は水素に起因する低温割れ感受性が高いため、溶接前に予熱処理が行われる。この組織に残留 $\gamma$ 相を分散させそこに水素をトラップすれば予熱無しでも低温割れ抑止可能と期待される。その反面、強度が下がるため高強度鋼として必要な強度の確保とのトレードオフとなる。また、オーステナイト相を安定化すると凝固時に凝固割れを起こしやすい。そこで、強度と耐割れ性を両立するための最適なオーステナイト相の量、分散形態等を最適化し所与の水素量に対する溶接割れ防止要件を明確化する。さらに、マルテンサイト変態開始の温度を300℃以下に下げることにより、常温における残留応力を低下させ、低温割れを抑制する効果も期待される。

一方、オキサイドメタラジーによる結晶粒微細化手法を前提に現在活用されている溶接金属を、開発課題①、②の成果として得られる入熱が抑制されたクリーンプロセスに適用した際には、介在物の少ないクリーンな組織と熱的条件の変化による結晶粒微細化が両立され、強度・靱性バランスに優れた継手特性の確保に結びつく可能性が期待される。この場合、基本的に合金系となるため、母材による希釈を考慮する必要がなくなるので、汎用の溶接技術として展開される可能性がある。

これらの溶接金属の開発とクリーン溶接プロセスの成果として得られる継手の性能評価は開発の妥当性評価、ならびに開発技術の実用化展開を支える重要な情報であり、主に破壊靱性、疲労強度の観点から世界最先端の溶接技術の基盤情報としての蓄積をはかる。

#### 2. 研究開発の具体的内容

強度、靱性に優れかつ予熱を省略しても割れが生じない高強度鋼溶接金属の開発に必要な開発課題・研究項目は以下の通り。

- (1) 溶接金属の凝固・組織形成挙動その場観察技術の確立
- (2) 高Ni、Crマルテンサイト系溶接金属および9%Ni系溶接金属の凝固割れならびに低温割れ防止要件の明確化と靱性確保要件の明確化

(3) 水素拡散集積挙動のシミュレーション  
(4) HT980共金系溶接金属の低温割れ防止条件、靱性改善メカニズムの検討  
(5) 急冷溶接金属の微細アシキュラーフェライトの結晶学的解析  
(6) 実用的溶接材料の成分設計に必要な金属組織と化学組成設計指針の確立  
開発された溶接技術の下に試作される高強度鋼の中・大型継手性能評価の観点から実施する研究開発項目は以下の通り。

- (7) 中性子回折等による残留応力場計測と疲労強度の関係の定量化、ならびに残留応力制御技術と制御モデルの構築  
(8) 残留 $\gamma$ 相を含む溶接金属の低温割れ評価試験法、及び疲労伝播および靱性改善効果の解析・評価法の構築。  
(9) クリーンMIG、レーザ溶接に固有の狭幅溶接金属部の破壊評価手法、ならびに小型継手で得られる限界CTOD値を用いた中・大型継手の破壊性能評価手法の構築

### 3. 達成目標

中間目標：

- ・溶接金属組織の形成過程と化学組成の関係に関する基礎データベースの構築
- ・予熱なしで溶接割れが生じない溶接金属組織の必要条件とクリーン溶接金属で高靱性が得られる溶接金属組織の必要条件の明確化
- ・継手部残留応力と疲労強度の関係の定量化
- ・溶接金属中の残留 $\gamma$ 相による疲労強度、脆性破壊強度向上の条件の明示

最終目標：

- ・大型の溶接継手で予熱無しでも溶接割れが生じないための要件、及び強度980MPaと良好な靱性（-40℃で47J以上）を得るための要件を明確化。
- ・予熱フリーでTIG溶接の2倍の効率で溶接施工できる9%Ni鋼用溶接プロセス条件の下で、耐力が590MPa以上、強度が690～830MPa、-196℃での靱性値が50J以上を達成できる要件の明確化。
- ・継手部の残留応力適正制御技術の提示と、大型継手での破壊性能・信頼性評価技術の確立

### 4. 特記事項

平成21年7月に実施した中間評価において、本研究は当初の計画通り順調に進捗していると評価された。その中でも低温用9%Ni鋼厚板の溶接に関連する基盤技術の成果は研究開発項目③-4)に活用可能であり、本プロジェクト終了後、実用化が見込まれる。また、低温用鋼に関連する最終目標も平成21年度末に達成したため、研究開発項目①-3)の一部である「低温用9%Ni鋼厚板の溶接に関連した研究開発」を平成21年度で終了する。

## 研究開発項目① 高級鋼材の革新的溶接接合技術の基盤開発

### 4) 溶接継手特性に優れた耐熱鋼の合金設計指針提示と長時間クリープ強度予測法の研究

#### 1. 研究開発の必要性

我が国では高度成長期に建設された多くの基盤インフラが徐々に計画寿命を迎え、その適切な更新、あるいは部分補修が喫緊の課題となっている。また、他方、エネルギー・電力安定供給の観点からは、燃料のベストミックスとCO<sub>2</sub>排出削減の両立が必要であり、これまでに、高効率新型発電プラントの導入・安定稼動によって、国際的にもCO<sub>2</sub>排出削減の先導的な役割を果たしてきた。

しかしながら、近年省エネ、安定操作を目指し導入された新型プラントにおいては、高強度材の使用が拡大しているが、これまでに経験のない損傷事例が溶接部等で発生することが報告され、大きな課題となっている。このような極限環境で使用される溶接構造物材料について、その損傷過程を正確に理解しないと、材料の高性能化を達成することはもはや不可能となっている。すなわち、溶接構造物材料が破壊に至るまでの変化をごく初期から寿命の末期まで高精度で測定し、新しい長時間強度予測技術を確立することと、環境条件の過酷化に対応可能な高性能材料の開発が強く望まれている。

本提案では、原子サイズからナノサイズまで測定可能な新しい材料の長時間強度予測技術法を確立して、現在、発電・エネルギー生産で使用されている高強度高温材料の溶接継手部および母材の長時間強度を正確に予測し、基盤インフラの安全使用に資すると共に、解明した強化機構をもとに極限環境での使用が想定される（溶接継手部を含む）高温機器材料のさらなる高性能化に必要な耐熱鋼の合金設計指針および組織制御指導原理の提示およびそれらの技術の総合化によるクリープ強度計測技術法の基礎研究を行う。

#### 2. 研究開発の具体的内容

##### (1) 母材、HAZの長時間強度予測技術と合金設計指針の提示

局所的結晶方位解析の高精度・高度化と極小ひずみ変形挙動解析法、極小クリープ試験法、組織自由エネルギー推定と組織変化シミュレーション法による組織劣化機構の解明と実プラント課題解析を総合化したクリープ強度予測パラメータの提案と合金設計指針の提示。

##### (2) 溶接継手クリープ強度特性に優れた新高強度鋼の合金設計指針の提示

フェライト系耐熱鋼の局所的組織回復機構と、オーステナイト系耐熱鋼のクリープ損傷機構の解明に基づく高クリープ強度化指導原理の提案と合金設計指針の提示。

##### (3) 長時間クリープ強度予測技術の高精度化

クリープ破断強度推定技術の高度化と既存の組織診断データ検証および陽電子消滅寿命測定法による組織劣化機構の解明とそれに基づく組織劣化およびクリープ強度予測パラメータを提示し、クリープ強度予測プラットフォームの構築。

### 3. 達成目標

中間目標：

- ・溶接継手クリープ強度係数0.7以上、3万hクリープ強度100MPaの700℃級耐熱材料の合金設計指針の提示。
- ・溶接継手のクリープ特性と組織劣化パラメータをリンクできるプラットフォームの構築。

最終目標：

- ・破断時間推定精度 Factor of 1.2 の高精度クリープ強度予測法の提案。

### 4. 特記事項

平成21年7月に実施した中間評価において、本研究は当初の計画通り着実に進捗しており、耐熱鋼の合金設計指針が明確にされていると評価された。また、平成22年度以降に各企業での実用化研究に移行しても事業化が可能であると見込まれるため、財源の有効活用を目的に、本研究開発項目①-4の一部である耐熱鋼開発を終了し、長時間クリープ強度予測法の開発に集中する。これにともない、最終目標の一部「溶接継手クリープ強度係数0.7以上、10万hクリープ強度100MPaの700℃級プラント用耐熱材料の合金設計指針の提示」を削除する。

## 研究開発項目① 高級鋼材の革新的溶接接合技術の基盤開発

### 5) 溶接部水素侵入による低温割れ機構の研究

#### 1. 研究開発の必要性

「高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発」課題においては、継ぎ手の高性能化・高信頼性を強度 980MPa レベルで達成することを目標としている。継ぎ手部が高強度化するほど水素脆化による低温割れが懸念されるが、高強度であっても予熱後熱フリーを実現するために溶接プロセスでの水素侵入を防ぐ溶接を目指している。しかし、溶接条件の乱れによって溶接金属中に 1 質量 ppm を超える水素が侵入して低温割れを起こす懸念があり、この低温割れに対する安全性を保障する技術構築が本課題の目標達成にとって必要不可欠である。本研究開発項目では、複雑な内部応力状態と多階層金属組織が重畳する溶接部における低温割れを対象として、溶接金属や高強度母材の金属組織の最適化指針を得るための共通基盤研究を行う。

低温割れの破面形態は粒界割れであり、その現象は、溶接プロセス中に侵入した水素が応力集中部に拡散集積して、さらに局所的には結晶粒界に水素が偏析して粒界強度を弱めて引き起こされると定性的には理解されている。したがって、低温割れを直接的に支配する結晶粒界の水素偏析量を定量的に評価する手法が確立することが求められる。すなわち nm レベルでの局所的な水素の存在状態の解明が求められる。しかし 980MPa 級高強度鋼においては、一定の水素量（平均量）条件においてすら、「粒界での水素偏析量」や「粒界強度と水素偏析量の関係」は定量的に示されていないのが現状である。この理由のひとつは、1000MPa 級高強度が多階層微細金属組織であるために、結晶粒界以外の種々のトラップサイト（格子欠陥や第二相）に水素が存在して、結晶粒界に存在する水素を直接観察する実験手法がないためである。さらに、各種トラップサイトにおける水素結合力に関して信頼できる実験値がないために、平衡分配論を用いた熱力学的計算手法によって結晶粒界の水素偏析量を評価できないためである。

ここでは単純化したモデル材料を用いた高精度な実験研究と原子、分子レベルからメゾスケールレベル（結晶粒数個～数十個レベル）の計算手法を用いた計算研究を相補的に遂行することによって、低温割れを直接的に支配する結晶粒界の水素偏析量の定量評価を実現して、nm レベルでの局所的な水素の存在状態に関する知見に基づいた低温割れ（水素割れ）機構の解明に関する研究を行う。

溶接継ぎ手をはじめとして鋼材の高強度化が指向されるなか、高強度化のボトルネック課題である水素脆性に関する明確かつ定量的な描像を描くことによって、鉄鋼利用産業の技術基盤の基礎力アップに寄与する。

#### 2. 研究開発の具体的内容

##### 実験研究を中心にした分野

原子空孔、転位、結晶粒界、第二相介在物をそれぞれ独立に評価できる単純化したモデル組織を対象にして高精度な水素昇温脱離プロファイルを求めて、各種水素トラップサイトのトラップエネルギー（結合エネルギー）を実験的に求める。単純化したモデル組織を対象として、局所応力-局所水素量に基づく破断限界を実験的に求める。

#### 計算研究を中心にした分野

原子、分子レベルでの計算手法を用いて各種トラップサイトのトラップエネルギー等を求める。さらに結晶粒界強度に対する水素の影響を評価し、これらの基礎的物理量を用いてメゾスケールでの応力状態における水素の挙動を解析し、水素の影響によるき裂の進展等のモデル化を行う。

### 3. 達成目標

中間目標：

- ・単一の格子欠陥（空孔、転位、粒界等）を含む単純化された金属組織における格子欠陥と水素の相互作用エネルギーの定量化
- ・メゾスケール（結晶粒数個～数十個レベル）での応力状態における水素の挙動解析技術の基盤構築。単純化したモデル組織での局所応力-局所水素量に基づく破断限界の取得。

最終目標：

- ・複数の格子欠陥が重畳する複雑金属組織での各種格子欠陥（空孔、転位、粒界等）における水素存在状態の定量化
- ・メゾスケール（結晶粒数個～数十個レベル）でのき裂の進展等のモデルの基盤構築。単純化した金属組織を持つ 980MPa 高強度鋼での局所応力-局所水素量に基づく破断限界の取得。

### 4. 特記事項

平成 21 年 7 月に実施した中間評価において、本研究は当初の計画通り順調に進捗していると評価され、基盤技術の成果は研究開発項目③-6) で活用可能であり、本プロジェクト終了後、実用化が可能であると見込まれる。また、最終目標についても平成 21 年度末に達成したため、本研究開発項目③-5) を平成 21 年度で終了する。

## 研究開発項目② 先端的制御鍛造技術の基盤開発

### 1) 鍛造部材の組織制御による傾斜機能付与技術の研究

#### 1. 研究開発の必要性

自動車などの軽量化・燃費改善のための鍛造部品の更なる高強度化が求められている。高強度化の阻害要因である被削性との両立が不可欠であり、そのために、同一成分で加工熱処理を駆使して、必要な箇所を高強度化し、それ以外は被削性のために軟質化する傾斜機能付与技術の確立が求められている。強化部は従来以上の強度を出しながら、強度をそれほど必要としていない箇所には相応の強度を持たせるといった鍛造部品として望む強度分布を付与する有望な手法としては、鉄鋼材料の組織を制御する技術としての析出制御と結晶粒制御が考えられる。

鍛造部品においてもフェライト基地組織の細粒化が実現できれば、析出強化を重畳させる前のベース強度向上という点で極めて望ましい。本研究開発では鍛造における鋼の析出制御メタラジーと細粒化メタラジーを基礎的に解明し、現実的かつ効率的な鍛造部品の析出制御と細粒化の指導原理を確立する。

また、鍛造品では薄板のような多段の加工を採用せずに超細粒化を図ることが求められるため、細粒化のメカニズムを明らかにした上で、鋼組成、析出分散相の組み合わせなどにより細粒化を達成できる加工熱処理の指導原理を確立することが必要である。

鉄鋼の相変態組織では、変態温度が低下するほど強度が上昇する。低温での変態によって形成されるベイナイトおよびマルテンサイト組織は、非調質鋼の代表的組織であるフェライト+パーライト組織のように加工熱処理を用いずとも、変態ままで結晶粒が微細で高密度の転位を含む高強度鋼として最も適した基地組織である。非調質鋼のさらなる強靱化のためには、冷却制御によるベイナイト/マルテンサイト組織の利用が必要不可欠である。

鍛造は小減面で大ひずみの導入が可能であり、同時に、様々なすべり系を活用できるとも言われているが、現状はこの利点を十分利用しきれていない。これは同一相当塑性ひずみ下におけるひずみを異なる方向から導入する効果が明らかではないためである。そこで、オーステナイトおよびフェライトの動的再結晶の臨界ひずみに及ぼす多方向加工の影響を明らかにする必要がある。

#### 2. 研究開発の具体的内容

##### (1) 析出強化を最大にする指導原理の提示

- ・組成制御による成長抑制や準安定相析出などの非平衡状態の利用などによるフェライト+パーライト組織における析出強化の最適化を図る。
- ・相変態および加工時の析出メカニズムの解明と影響因子の明確化が必要。特に、析出強化に有効な相界面析出を最大にする条件の検討を、析出メカニズムと相変態制御の両方の観点から検討する。炭化物以外の析出物を利用することによって、炭化物の析

出強化との両立を図る。

(2) 細粒化を実現する指導原理の提示

- ・細粒化を図るため、鉄鋼が持つ様々な組織形成の原理を駆使し、具体的には、逆変態・動的再結晶・動的変態、ベイナイト+マルテンサイト微細複合組織の創生技術、多方向加工等の細粒化指導原理の解明を検討する。

3. 達成目標

中間目標：

母材の析出強化最大化方策の抽出と鍛造プロセスによる細粒化指針提示

最終目標：

降伏強度 1000MPa 以上を実現する VC 析出形態と加工熱処理条件の明示

4. 特記事項

- (1) 平成 20 年 12 月に実施した技術推進委員会において、本研究は鍛造部品の高強度化について「析出強化」と「微細化」の 2 通りのアプローチから検討しているが、より実現性の高い「析出強化」に注力すべきとの提言を受けた。また、最終目標については、「降伏強度以上で $\gamma$ 域 (900°C) 加工でフェライト粒径  $2\mu\text{m}$  以下、 $\alpha$  域および  $\alpha + \gamma$  域加工でフェライト粒径  $1\mu\text{m}$  以下の超細粒の実現」から「降伏強度 1000MPa 以上を実現する VC 析出形態と加工熱処理条件の明示」に読み替えすることを提言された。このため、平成 21 年度からは財源の有効活用を目的に「析出強化」に資源を集中する。
- (2) 平成 21 年 7 月に実施した中間評価において、本研究は当初の計画を上回るペースで進捗していると評価された。また、上記(1)の平成 20 年度の技術推進委員会で提言された最終目標の読み替え案も了承されたため、平成 22 年 3 月に最終目標を変更した。

## 研究開発項目② 先端的制御鍛造技術の基盤開発

### 2) 組織・特性分布を予測する鍛造プロセスのバーチャルラボシステム基盤技術の開発

#### 1. 研究開発の必要性

制御鍛造では、加熱温度、加工温度、ひずみ、冷却速度などの因子を制御して、目標とする強度分布を得る必要がある。本研究では、ターゲット部品を製造する際に、目標とする強度分布を得るための最適工程設計を可能とするシミュレーションシステム基盤技術の開発を行う。これにより、さまざまな鍛造部品に対して、目標とする強度分布を得るための工程設計が簡便に行うことが可能となる。

#### 2. 研究開発の具体的内容

- (1) ベース鋼の一般的な鍛造プロセスに対して、バーチャルラボシステムの各構成要素である各モジュール（変形抵抗、再結晶・析出・変態予測、強度・部品特性予測）用のデータベースを基に、各モジュールの構築を図る。
- (2) ベース鋼の一般的な鍛造プロセスを対象に、大変形マルチスケールシミュレーションモデルシステム（前方押し出し用鍛造部品解析モデルの開発、大変形域用 FEM 解析モデルの開発、強度・部品特性分布予測）を開発し、二次元軸対象モデルにて、システムの検証を行う。

#### 3. 達成目標

中間目標：

組織・硬さ分布予測可能なシステムの構築（一般的な鍛造プロセス使用）

#### 4. 特記事項

平成 21 年 7 月に実施した中間評価において、本研究は当初の計画を上回るペースで進捗していると評価され、平成 21 年度末には中間目標を達成した。開発された基盤技術を活用することにより各企業での実用化研究に移行しても事業化が可能であると見込まれる。本研究開発項目②については、財源の有効活用のため平成 21 年度で終了する。これにともない、最終目標を削除する。

## 研究開発項目② 先端的制御鍛造技術の基盤開発

### 3) 高強度鍛造材のき裂発生・伝播メカニズム解明

#### 1. 研究開発の必要性

鋼材を高強度化したとき、および、制御鍛造により傾斜機能を付与した時に課題となる内部起点疲労損傷の疲労き裂発生・伝播メカニズムを解明し、き裂の進展、あるいは停留するかを決める限界き裂長さに及ぼす非金属介在物と応力の影響を明確化することが、高疲労強度化、高寿命化に必要である。さらに、内部起点疲労のメカニズム解明には、従来難しかった疲労損傷や初期き裂観察技術の高度化が不可欠である。

#### 2. 研究開発の具体的内容

- (1) 電子線後方散乱局所的疲労損傷分布評価技術の活用による高強度鋼の疲労損傷評価技術の確立、および結晶方位と介在物などの応力集中との重畳効果の分離解析技術の開発。
- (2) 金属組織の 3 次元観察装置を鉄鋼材料中のき裂観察にも活用できるように観察技術確立し、従来、非常に手間がかかり非現実的であった初期き裂の 3 次元観察を可能にする。さらに、本処理の間に失われる非金属介在物の組成分析が可能な技術を構築し、介在物組成の影響の明確化に寄与する。
- (3) 高強度（高硬度）鋼において、局所的な内部起点疲労き裂周辺の磁気特性を 3 次元的に測定し、進展・停留挙動を評価する技術を確立する。また、その技術を活用し、き裂進展挙動（伝播、あるいは停留）に及ぼす種々要因（非金属介在物、応力）の影響抽出とモデル化を行う。

#### 3. 達成目標

中間目標：

初期き裂の 3 次元形態と進展挙動の評価技術確立

最終目標：

限界き裂長さに及ぼす非金属介在物と応力の影響を明確化

## 研究開発項目③ 高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発

### 1) クリーン MIG 技術の低温用鋼・980MPa 級高強度鋼への適用性究明と継手性能評価

#### 1. 研究開発の必要性

980MPa 級高強度鋼厚板では溶接低温割れの防止のために予熱・後熱を実施せざるを得ず、また、靱性確保のために入熱制限が必要なため、その適用は高付加価値の構造物に限定されてきた。一方、低温用鋼では溶接部の靱性を確保するため能率がよいとはいえない TIG 溶接（立向）および SAW（横向）による多層溶接を余儀なくされてきた。

溶接部の低酸素化が可能な革新的なクリーン MIG・プラズマ MIG 溶接技術ならびに溶接装置の開発と、これに対応した溶接材料の開発がなされれば生産性は飛躍的に向上し、低コストで高級鋼を用いた資源・エネルギー分野（パイプライン、LNG 基地等）、産業・社会インフラ分野（化学プラント、橋梁等）、及び輸送機分野（船舶等）、海洋構造物等の構造物の製造が可能となる。

#### 2. 研究開発の具体的内容

基盤技術で開発する新溶接プロセスに対し、ファブリケータは保有する構造物の製造技術・ノウハウを用い、適用性究明ならびに継手性能評価で協力を行う。

基盤技術で開発された溶接技術・プロト溶接装置の溶接・施工安定性・制御性など実用性を評価する。各制御因子の影響を把握し、実用可能なプロセスを絞り込む。実用レベルの溶接装置ならびに新しく開発された 1 次試作溶接材料を用いて基本継手を製作し、継手性能を評価する。

これと並行して、ロボット等を用いた自動溶接システムを構築または実機用溶接装置に新プロセス装置を組み込み、実用性の評価および改造を行う。基本継手性能を反映した 2 次試作溶接材料を用いて、実構造を反映した継手形式・溶接姿勢による継手を試作する。その継手性能ならびに信頼性評価を関係機関と分担実施する。

#### 3. 達成目標

##### (1) 中間目標

- ・開発されたクリーン溶接技術の施工安定性・制御性など実用性を評価し、各制御因子の影響を把握し、実用可能なプロセスを絞り込むとともに、溶接装置を基盤研究を基に試作する。
- ・別途開発された 1 次試作ワイヤを用いて継手を製作し、予熱・後熱なしで低温割れが生じないことを、試験体で確認すると共にその継手性能を調査する。

##### (2) 最終目標

- ・開発されたクリーン溶接用電源と溶接材料を用い、自動溶接システムを製作し、これにより実構造を模擬した継手を、予熱・後熱なしで作製する。
- ・980MPa 級高強度鋼では、純 Ar シールドで溶接品質は現行 MIG 溶接と同等（非破壊検査

JIS1 類) を確保し、現行 MIG 溶接と同等かそれ以上の溶接能率で、強度が 980MPa 以上、 $-40^{\circ}\text{C}$ での靱性値が 47 J 以上を目標とする。

- 低温用鋼では、純 Ar シールドで溶接品質は非破壊検査 1 類を確保し、現行 TIG 溶接の 2 倍以上の施工能率で耐力が 590MPa 以上、強度が 690~830MPa、 $-196^{\circ}\text{C}$ での靱性値が 50J 以上を目標とする。
- 980MPa 級高強度鋼では、各種溶接継手における疲労特性および疲労強度を確認し、疲労設計応力を提示する。

#### 4. 特記事項

平成 21 年 7 月に実施した中間評価において、本研究は高い目標にもかかわらず順調に進捗していると評価された。中でも、研究開発項目①-1)で開発された基盤プロセス技術を活用した低温用鋼の溶接接合技術開発は平成 21 年度末に最終目標を達成し、実用化の目途が得られたため、本研究開発項目③-1)の一部である「低温用鋼に関する溶接接合技術開発」を、平成 21 年度で終了する。

### 研究開発項目③ 高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発

#### 2) レーザ溶接、レーザー・アークハイブリッド溶接技術の 980MPa 級高強度厚鋼板への適用と、制御手法、継手性能評価法の提示

##### 1. 研究開発の必要性

高強度鋼板はアーク溶接（TIG、MAG、SMAW、SAW 等）を中心に多くの研究がなされ、既に使用されている。しかし、溶接割れ防止のための予熱・後熱の実施、溶接金属の靱性を確保するための入熱制限、十分とはいえない溶接継手疲労特性、溶接継手信頼性向上・許容欠陥寸法の適正化など課題が残されている。

一方、最近レーザー溶接の大出力化やレーザービームの高品質が格段に進歩し、厚鋼板に適用できるレベルの実用機も開発されており、上記課題を解決できる溶接方法として期待できる。よって、本研究では、レーザー溶接基礎・基盤技術を受けて、レーザー溶接による構造物の設計に不可欠な厚鋼板レーザー継手強度に関する現状未整備の各種データを系統的に集約し、高強度鋼板のレーザー溶接構造物の実用化を推進するための研究開発を実施する。

##### 2. 研究開発の具体的内容

供試鋼板として、HT590（25t）、HT780（12，25t）、HT980（25t）を用い、突合溶接および隅肉溶接において、以下の開発を行う。

###### (1) レーザ溶接プロセスの開発

- ・溶接欠陥（ポロシティ、スパッタ）抑制技術と溶接ビード形状（幅、高さ、止端部形状）制御技術の実継手への適用・確認
- ・溶接金属の均質化技術の実継手への適用・確認
- ・溶接線のシームトラッキング技術、及び溶接状況（プラズマ発生、溶込み深さ、ビーム貫通状況）のセンシング技術の実継手への適用・確認と実機向けプロトタイプの製作

###### (2) レーザ溶接金属の開発

- ・溶接金属の組織制御による靱性向上技術の実継手適用、ならびに実継手を模擬した溶接割れ試験法の開発と低温割れ評価技術法の開発を踏まえた予熱なし施工の実現

###### (3) レーザ溶接継手の破壊安全性評価技術の開発

- ・簡易靱性評価手法の大型試験を含む実継手での検証
- ・溶接止端形状制御による継手疲労特性向上技術の実継手による確認と理論付け
- ・大型構造物による継手性能と信頼性の評価・確認

##### 3. 達成目標

中間目標：

- ・板厚 12mm 鋼板に対する JIS1 類レベルの 1 パス貫通突合せ溶接プロセスおよび 2 パス完全溶込み隅肉溶接プロセスの達成

- ・板厚 12mmHT780 鋼板に対する予熱なしで低温割れが発生しない溶接金属の開発とその溶接金属靱性： $vE-40 \geq 47J$  の達成。
- ・溶接部靱性の簡易評価手法の提案と、溶接継手疲労特性向上要因の明確化。

最終目標：

- ・板厚：12～25mm の HT780～HT980 に対し、予熱なしで割れが生じない JIS1 類レベルの品質を有するレーザ溶接による突合継手および隅肉継手を得る
- ・継手性能としては、母材 HT780～HT980 において、溶接金属のシャルピー衝撃値が $-40^{\circ}C$ で 47J 以上、疲労強度が突合継手で JSSC 基準の E 等級、十字隅肉溶接継手で D 等級を得る。同時に、破壊靱性、疲労強度などのレーザ溶接継手のデータベースを構築する
- ・レーザ溶接による実構造物向け溶接システム（プロトタイプ）を製作して大型モデル実溶接構造物を作成し、施工性の確認、改善および継手性能を検証する

## 研究開発項目③ 高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発

### 3) 予熱・後熱なしに低温割れの抑止を可能とする 980MPa 級鋼用の溶接材料の開発

#### 1. 研究開発の必要性

本研究開発では、980MPa 級高強度鋼厚板の高能率アーク溶接に用いられる耐低温割れ性と強度・靱性を確保した溶接材料の開発を行う。

現状の高強度鋼厚板のアーク溶接では、低温割れ抑制に要する予熱・後熱処理、および、機械的特性確保のための入熱制限が必要であり、これらに伴う施工効率の低下が高強度鋼厚板の普及障害となっている。これを解決するには、溶接金属の耐低温割れ性と強度・靱性を確保することが最重要課題であり、それを実現するには、耐低温割れ性と機械的特性を同時に満足する溶接金属微細組織の制御技術、および、実継手における母材希釈の影響を加味した溶接材料の成分設計が必要である。この観点から、本研究開発では、基盤研究開発項目③で得られる冶金的知見および基盤研究開発項目①の新アーク溶接プロセス技術を参照しつつ、予熱・後熱なしで低温割れ性を抑制し、かつ、強度・靱性に優れた溶接材料の開発を行う。

#### 2. 研究開発の具体的内容

##### (1) 高強度鋼低温割れ防止のための溶接金属の成分設計

- ・高合金系組成・共金系組成における溶接金属の組織形成機構を解明し、残留オーステナイト量の制御技術の指針を得る。
- ・耐低温割れ性に及ぼす残留オーステナイトの量・形態および拡散性水素量の影響を解明し、組織バランスによる耐低温割れ性制御技術の指針を得る。

##### (2) 高強度鋼強度・靱性確保のための溶接金属の成分設計

- ・高合金系組成・共金系組成の溶接金属における強度・靱性バランスに及ぼす残留オーステナイト量、酸素量の影響解明と組織バランスによる強度・靱性制御技術の指針を得る。

##### (3) 高強度鋼用革新的アーク溶接材料の開発

- ・(1)(2)の知見を基とし、継手性能に及ぼす施工条件、母材希釈の影響を明確にし、溶接材料の最適成分設計指針を得る。(プロトタイプ溶接材料の提案)
- ・研究開発項目①②の新クリーンアーク溶接プロセス(クリーン MIG、プラズマ MIG)、およびファイバーレーザ、レーザ・アークハイブリッド溶接への適用技術を開発する。
- ・新溶接材料と新溶接プロセスを用いて製作した溶接部の継手性能・信頼性の評価を行う。

#### 3. 達成目標

##### (1) 中間目標

溶接金属組織の形成過程と化学組成の関係を明らかにするとともに、試作ワイヤを用いて予熱なしで低温割れが生じない溶接金属組織の必要条件と高強度で高靱性が得られる溶接金属組織の必要条件の明確化を行う。

## (2) 最終目標

実用溶接材料の開発に結びつくプロトタイプの溶接材料の開発を行う。

目標値 : 予熱・後熱なしで低温割れなく、靱性-40℃で 47J 以上、かつ強度 980MPa 以上を確保する。

### 研究開発項目③ 高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発

#### 4) 熱処理なしに割れの抑止を可能とする 9Ni 系低温用鋼のプロトタイプ溶接材料の開発

##### 1. 研究開発の必要性

世界的に地球温暖化防止に取り組む中、CO<sub>2</sub> 排出量を削減できる LNG(液化天然ガス)への関心が高い。LNG は天然ガスを-162°Cの極低温に冷却・液化してタンク等の容器に貯蔵されるが、容器には低温脆性破壊防止のため 9Ni 鋼と言われる高級鋼材が使用されている。これまで 9Ni 鋼の溶接部には極低温下での破壊を防止すること、また 9Ni 共金系では高効率に溶接できる溶接プロセスがなかったことから、低温靱性に優れた Ni 基系の溶接金属が採用されてきた。しかし Ni 基溶接金属は強度が低い弱点があり、溶接金属部、すなわち鋼材を厚肉化して対応しているのが実態である。そのため 9Ni 鋼の特長である高強度を充分には生かせていない。

溶接金属部を薄肉化でき、かつ高効率に溶接施工できる高強度で低温靱性に優れた溶接材料の開発が強く求められている。

##### 2. 研究開発の具体的内容

現在汎用されている Ni 基溶接材料に加え、もともと高強度である共金系 9Ni 系溶接材料も検討対象とする。具体的な研究開発内容は以下となる。

###### (1) 凝固割れ防止技術の開発

いずれの溶接材料も溶接過程で凝固割れが発生する可能性がある。凝固割れの支配因子を固体/液体分配平衡や固体内拡散挙動、デンドライト成長挙動などの観点から明確化するとともに、こうした支配因子を組み入れて凝固過程をモデル化・シミュレーションを実施し、凝固割れ防止に繋がる溶接材料設計指針を導出する。

凝固過程のモデル化には凝固現象を正確に把握する必要があり、凝固過程をその場観察できる評価手法の高度化も並行して進める。

###### (2) 強度・靱性・割れ向上技術の開発

本プロジェクトで開発するクリーン溶接プロセスである「レーザ」と「MIG」は従来の溶接プロセスとは溶接入熱が大きく異なるばかりか、溶接金属中の酸素量が従来に比べて大幅に低減する。そこで溶接金属部の強度や靱性、割れ感受性(再熱割れや低温割れ)を支配する因子を、金属組織に加えて、酸化物や析出物の観点も含めて明確化し、溶接金属部の強度や靱性、耐割れ感受性(再熱割れや低温割れ)を兼備できる溶接材料設計指針を導出する。

介在物や析出物の制御が主要ポイントの一つであり、これらの生成・成長過程をモデル化・シミュレーションできる技術も並行して進めていく。

###### (3) クリーン溶接プロセスに適合した 9Ni 系厚鋼板に対応したプロトタイプ溶接材料の開発

上記 2 点の開発は、①は液相状態、②は固相状態での材料設計技術となる。これらの材料設計技術を連携させ、液相から固相に至る一貫過程での溶接材料設計指針を導出し、クリーン溶接プロセスに適合した 9Ni 系厚鋼板に対応したプロトタイプ溶接材料を開発する。

### 3. 達成目標

中間目標：

溶接入熱と酸素量が溶接金属の機械的特性(耐力、強度、 $-196^{\circ}\text{C}$ の靱性値)におよぼす基礎データベースを試作ワイヤを用いて構築し、最終目標に向けた溶接材料設計指針を提示する。

最終目標：

予熱フリーで TIG 溶接の 2 倍の効率で溶接施工できるプロセス条件下で、耐力が 590MPa 以上、強度が 690~830MPa、 $-196^{\circ}\text{C}$ での靱性値が 50J 以上を達成できる 9Ni 鋼用プロトタイプ溶接材料を開発する。

### 4. 特記事項

平成 21 年 7 月に実施した中間評価において、本研究開発は高い目標にもかかわらず順調に進捗していると評価された。研究開発項目①-3)で開発された基盤技術を活用することで最終目標を平成 21 年度末に達成し、実用化の目途が得られたため、本研究開発項目③-4)を平成 21 年度で終了する。

## 研究開発項目③ 高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発

### 5) 溶接継手特性に優れた耐熱鋼の合金設計

#### 1. 研究開発の必要性

我が国では高度成長期に建設された多くの基盤インフラが徐々に計画寿命を迎え、その適切な更新、あるいは部分補修が喫緊の課題となっている。また、他方、エネルギー・電力安定供給の観点からは、燃料のベストミックスとCO<sub>2</sub>排出削減の両立が必要であり、これまでに、高効率新型発電プラントの導入・安定稼動によって、国際的にもCO<sub>2</sub>排出削減の先導的な役割を果たしてきた。

しかしながら、近年省エネ、安定操作を目指し導入された新型プラントにおいては、高強度材の使用が拡大しているが、これまでに経験のない損傷事例が溶接部等で発生することが報告され、大きな課題となっている。このような極限環境で使用される溶接構造物材料について、その損傷過程を正確に理解しないと、材料の高性能化を達成することはもはや不可能となっている。すなわち、溶接構造物材料が破壊に至るまでの変化をごく初期から寿命の末期まで高精度で測定できる新しい強度予測技術の確立と、極限環境で適用可能な新しい設計指針に基づいた新しい高クリープ強度合金の開発が強く望まれている。

本提案では、原子サイズからナノサイズまで測定可能な新しい強度予測技術体系法を確立して、現在、発電・エネルギー生産で使用されている高強度高温材料の溶接継手部および母材の組織変化・強度低下機構を明らかにし、基盤インフラの安全使用に資すると共に、解明した強化機構をもとに極限環境での使用が想定される、溶接継手強度低下が問題とならない高温機器材料のさらなる高性能化に必要な鋼材の合金設計と Factor of 1.2 の高精度クリープ強度予測技術を確立する。

#### 2. 研究開発の具体的内容

##### (1) 700℃級超々臨界火力発電用耐熱鋼の設計指針の提示と実験室的試作。

10万hクリープ破断強度100MPa、溶接継手クリープ強度係数0.7以上を実現できるフェライト系耐熱鋼(650℃)、オーステナイト系耐熱鋼(700℃)、Ni基合金(750℃)の設計指針の開発および溶接継手部のクリープ強度向上材料設計指針を含めた新高クリープ強度耐熱鋼の設計指針の提示と実験室的試作を行い、溶接継手クリープ強度係数0.7以上の実証とクリープ強度評価を開始する。

##### (2) 溶接部および母材の高精度クリープ変形・組織劣化モデリング技術の確立

原子・ナノスケールでのクリープ変形、組織劣化機構の解明に基づき、クリープ変形・組織劣化モデルを開発し、Factor of 1.2の高精度クリープ強度予測技術を確立する。

#### 3. 達成目標

中間目標：

- ・実溶接継手強度係数0.7以上を実現できる、実機クリープ強度に及ぼす微細組織の変化機構・合金組成との関係の把握。
- ・耐熱鋼の新クリープ変形モデリング、新クリープ変形曲線予測法の提示。

最終目標：

- ・新クリープ変形モデリング、新長時間クリープ曲線予測法の高精度化および組織診断プラットフォームの構築に基づくFactor of 1.2の高精度クリープ強度予測法の開発

#### 4. 特記事項

平成 21 年 7 月に実施した中間評価において、本研究は当初の計画通り順調に進捗していると評価された。その中でも耐熱鋼の合金設計の指導原理が明確にされており、平成 22 年度以降に各企業での実用化研究に移行しても事業化が可能であると見込まれるため、財源の有効活用を目的に耐熱鋼開発を終了し、長時間クリープ強度予測法の開発に集中する。これにともない、以下に示す最終目標の一部を削除する。

「下記 a. ～c. の実証を通じ、700℃級超々臨界火力発電用耐熱鋼の設計指針提示と試作、溶接継手クリープ強度係数 0.7 以上の実証の目処を得る。

- a. フェライト系耐熱鋼；100MPa at 650℃
- b. オーステナイト系耐熱鋼；100MPa at 700℃
- c. Ni 基合金；100MPa at 750℃」

### 研究開発項目③ 高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発

#### 6) 980MPa 級継ぎ手の水素侵入による低温割れの解明・信頼性確保のための予測手法の構築

##### 1. 研究開発の必要性

高級鋼においては溶接プロセスにおいて生じる種々の攪乱の結果 1ppm を超える水素が侵入して低温割れを起こす懸念があり、この低温割れに対する安全性を保障するフェールセーフ技術構築が本課題の目標達成にとって必要不可欠である。

このような技術構築においては、対象となる 980MPa 級高強度鋼での「破断限界応力-水素量マスターカーブ」の構築が求められる。さらにそのマスターカーブは、複雑な内部応力状態に対応できなければならない。すなわち鋼材や部材の破壊に対する優劣を評価するのではなく、与えられた溶接条件（応力と水素量）での破壊の有無を定量的に評価する技術手法が必要である。これによって初めて、高性能高信頼性継ぎ手可以实现できる。

金属組織の最適化指針の構築においては、焼き入れままマルテンサイト組織を対象にした検討が求められる。これまでの耐水素脆化に優れた高強度鋼開発は焼き戻しマルテンサイト組織を対象にしたものであり、焼き入れままマルテンサイト組織を対象とした組織最適化に関して有用な指針は得られていないのが現状である。焼き入れままマルテンサイト組織では、過飽和な固溶炭素が存在するが、この固溶炭素と水素の競合偏析を考慮した検討が不可欠である。また、溶接金属においては冷却時に内部応力が発生して塑性変形が付与されるために、各種格子欠陥における水素存在状態の定量化と破断限界に関する塑性変形の効果を評価する必要がある。

これら溶接金属や高強度母材の金属組織の最適化指針に関する技術開発によって、生産性が高くかつ低温割れの懸念のない溶接技術に対する鉄鋼利用産業からの強いニーズに答えることが出来る。

##### 2. 研究開発の具体的内容

###### 実験研究を中心とした分野

高強度ボルト鋼（焼き戻しマルテンサイト組織）で検討が進められている局所応力と局所水素量に基づく破壊限界のマスターカーブを、共通基盤技術で取得したデータを基にして、塑性変形が付与された焼き入れままマルテンサイト組織に適用する手法を構築する。

###### 計算研究を中心とした分野

共通基盤技術における取り組みと連携しつつ、焼き入れままマルテンサイト組織の特徴である固溶炭素に着目して水素割れのモデル基盤を構築して、溶接金属組織と組成の最適化指針の開発を行う。

### 3. 達成目標

中間目標：

- ・ 空孔、転位、粒界などの格子欠陥における水素存在状態の定量評価
- ・ 上記存在状態における水素に対する炭化物及び固溶炭素の影響の定量評価

最終目標：

- ・ 粒界水素量の動的挙動の予測手法構築。980MPa 級継ぎ手における粒界破断限界（水素量、局所応力）の予測手法の構築

## 研究開発項④ 先端的制御鍛造技術の開発

### 1) 高強度化・傾斜機能付与のための合金設計・プロセス開発

#### 1. 研究開発の必要性

本研究開発では、鍛造部材の軽量化と加工性(切削性)を両立させるために、化学成分の最適化(合金設計)と加工熱処理条件の最適化(プロセス開発)を行う。

鍛造部材の軽量化のためには、高強度化が必須であるが、そのままでは加工性の低下が避けられない。しかし鍛造部材で高強度を求められる箇所は一部分であるため、同一部品内において高強度部と軟質部を造り込むことで傾斜機能が付与され、鍛造部材の軽量化と加工性の両立が可能となる。本研究開発では強度制御幅が大きいと予想される VC の析出強化を主体に検討する。

#### 2. 研究開発の具体的内容

以下の項目に対して研究を進めることにより、目標を達成する。

##### (1) VC の析出強化を最大化・最小化するための合金設計・プロセス開発

量産部材として用いられている中高炭素鋼のフェライト+パーライト組織を前提とし、高強度化を図るために V を多量添加した成分系で研究を進める。多量添加した V による VC 析出強化を最大化できる化学成分、加工熱処理条件を調査する。それと並行して、傾斜機能付与のため、同一成分鋼で VC の析出強化を最小化するための加工熱処理条件を調査する。

##### (2) マトリックス(フェライト+パーライト組織)の強度制御のための合金設計・プロセス開発

鋼材、組織は上記(1)と同様の前提とし、フェライト+パーライト組織の高強度化・傾斜機能付与を図るための化学成分、および組織制御のための加工熱処理条件について調査する。

#### 3. 達成目標

中間目標：

同一成分鋼による 2 種類の加工熱処理条件で下記の性能を得る。

- a. 大型部品想定：0.2%耐力 900MPa 以上(高強度部)と 900MPa 未満(軟質部)
- b. 中型部品想定：0.2%耐力 900MPa 以上(高強度部)と 800MPa 以下(軟質部)
- c. 小型部品想定：0.2%耐力 1000MPa 以上(高強度部)と 900MPa 以下(軟質部)

最終目標：

同一部材内で下記の性能を達成するプロトタイプの試作。

- a. 大型部品想定：0.2%耐力 1000MPa 以上(高強度部)と 900MPa 以下(軟質部)
- b. 中型部品想定：0.2%耐力 1000MPa 以上(高強度部)と 800MPa 以下(軟質部)
- c. 小型部品想定：0.2%耐力 1100MPa 以上(高強度部)と 900MPa 以下(軟質部)

#### 研究開発項目④ 先端的制御鍛造技術の開発

##### 2) 組織・特性分布を予測する鍛造プロセスのバーチャルラボシステムデータベースの構築

###### 1. 研究開発の必要性

本研究では、先に開発されたベース鋼の強度分布を予測するシミュレーションシステムに対して、開発鋼のデータベースを新たに組み込み、開発鋼を用いた場合での強度分布を得るための最適工程設計を可能とするシミュレーションシステムの構築を行う。これにより、さまざまな鍛造部品に対して、目標とする強度分布を得るための工程設計や、軽量化のための形状設計が可能となる。

###### 2. 研究開発の具体的内容

- (1) ベース鋼の一般的な鍛造プロセスの基盤技術の各モジュールに対応するデータベースの作成・構築
- (2) ベース鋼の一般的な鍛造プロセスを対象に、大変形マルチスケールシミュレーションモデルシステム（前方押し用鍛造部品解析モデルの開発、大変形域用 FEM 解析モデルの開発、強度・部品特性分布予測）を開発し、二次元軸対象モデルにて、システムの検証を行う。

###### 3. 達成目標

中間目標：

システムを構成する各モジュール用データベースの構築（一般的な鍛造プロセス使用）

###### 4. 特記事項

平成 21 年 7 月に実施した中間評価において、本研究は基礎的な分野で順調に進捗していると評価された。また、研究開発項目②-2)との連携により実用化に向けたプロセス用バーチャルラボシステムの枠組みを完成できたため、各企業での実用化研究に移行しても事業化が可能であると見込まれる。よって、財源の有効活用のため、本研究開発項目④-2)を平成 21 年度で終了する。これにともない、最終目標「システムを構成する各モジュール用データベースの構築と、大変形マルチスケールシミュレーションモデルの構築（開発鋼種、開発鍛造プロセスを使用した、プロトタイプ試作モデルの強度測定によるシステム検証）」を削除する。

#### 研究開発項目④ 先端的制御鍛造技術の開発

##### 3) 転動疲労メカニズム解明と非金属介在物組成・サイズ制御指針提示

###### 1. 研究開発の必要性

鋼材を高強度化したとき、および、制御鍛造により傾斜機能を付与した時に課題となる内部起点型疲労損傷の中でも、最も重要かつ、現象やメカニズムが知られていない転動疲労において、そのメカニズムを明確にすると同時に、さらなる高強度化・高寿命化のための制御指針の提示が必要である。さらに、高強度化・高寿命化された鋼材の使用を促進するためには寿命予測式の構築と臨界介在物径の明確化が不可欠である。

###### 2. 研究開発の具体的内容

- (1) 転動疲労剥離起点となる可能性が高いサンプル内部介在物を同定後、転動疲労中の剥離プロセス経時変化を非破壊的に追跡観察し、剥離プロセスの概況を把握する。
- (2) 非金属介在物周囲の応力解析シミュレーション手法を確立する。また、上記に合わせて詳細に観察したき裂発生以前の損傷状況、き裂発生・伝播挙動を、応力解析結果と合わせて、転動疲労メカニズムを明確化する。
- (3) 内部起点疲労損傷における起点欠陥すなわち非金属介在物の性状と疲労寿命との関係を転動疲労実験により求めて、臨界起点欠陥サイズ臨界サイズが求まる転動疲労寿命予測式を立案する。さらに、非金属介在物組成・サイズを変化させた試作材を用いた転動疲労試験により寿命式の検証を行なう。

###### 3. 達成目標

###### 中間目標：

内部起点疲労損傷状況と初期き裂観察状況と合致する非金属介在物周囲の応力状況シミュレーション技術を構築・検証。初期き裂形態に影響を及ぼす酸化物系介在物の各種要因を抽出

###### 最終目標：

材料力学と材料因子の両方を考慮した世界初の転動疲労の寿命予測式を構築し、目標寿命値に対する介在物サイズの臨界値を得る

# 技術戦略マップ(エネルギー分野)

～ 超長期エネルギー技術ビジョン～

平成17年10月

経済産業省



運輸

## 運輸分野ロードマップ(資料2 - 2)

# 運輸分野の技術スペックの考え方

## ケース、分野共通の条件

資源制約の条件：想定した石油ピーク(2050年)、天然ガスピーク(2100年)までに、他のエネルギー源と互換可能な状態とする

環境制約の条件：CO2排出量/GDPを、2050年に1/3、2100年に1/10以下とする

## 各ケースの技術スペック

効用(人・km、トン・km)は、GDPに比例して増大。自動車、航空機、船舶、鉄道のシェアは変わらないと仮定。

ケースA(石炭等の化石資源とCO2回収・隔離の最大利用ケース)およびケースB(原子力の最大利用ケース)

2050年までに現在の石油から合成燃料主体に移行。2100年には電化・水素化率100%。

ケースC(再生可能エネルギーの最大利用と究極の省エネルギー実施ケース)

環境制約条件と需要分野間の省エネルギー可能性のバランスを考慮し、運輸分野では2100年に効用あたり70%の省エネルギーを目指す。さらに、輸送機関別の省エネ可能性を考慮して、自動車は2100年に80%の省エネを技術スペックとして設定。この技術スペックを実現するためには電化・水素化率100%が必要。

## ケースCの2050年技術スペック

の共通条件、需要分野間の省エネルギー可能性のバランスとともに2100年技術スペックからのバックキャストを考慮し、運輸分野全体および輸送機関別の省エネルギー技術スペックを設定。自動車の省エネルギー技術スペック実現に必要な電化・水素化率を設定。

## 2100年、2050年の条件を満たす個別条件から、バックキャストによって2030年の個別条件を設定。

(例)2050年で自動車の40%程度が電化・水素化するなら、2030年には市場で競合できる程度に普及開始が求められる。

## 各時点の個別条件を満たすために求められる技術スペック、時期等をロードマップとして整理。

	2000	2030	2050	2100
効用(人・km、トン・km)	1倍		1.5倍	2.1倍
必要エネルギー量 (運輸全体)		20%削減	50%削減	70%削減
自動車 必要エネルギー量		30%削減	60%削減	80%削減
電化・水素化率	0%	1%以上	40%	100%
CO2原単位	160 g-CO2/km (1倍)	100 g-CO2/km(2/3倍)	50 g-CO2/km(1/3倍)	0 g-CO2/km
航空機・船舶・鉄道		10~20%削減	20~35%削減	30~50%削減
必要エネルギー量				

結果的に、1/10以上を達成

GDPに比例して効用が増加した場合を基準にして、転換分野からの供給が必要なエネルギー(単位当たりの削減量)

運-2

## 運輸分野の技術スペック実現のための技術群の考え方

技術スペック実現のためのパスは「省エネルギー」と「燃料転換」が主要な柱。省エネルギーには機器単体(車両、船舶、航空機)の省エネルギーと、交通システム全体の連携による省エネルギーとがある。

機器単体の省エネルギーでは、i) 駆動・推進システムの高効率化、および、ii) 移動体(車体、船体、機体)の軽量化が重要。

燃料転換は、i) 石油消費削減のため天然ガスや石炭を原料とする合成燃料の導入、ii) カーボンニュートラルなバイオマス由来燃料の導入、そして究極的には、iii) 使用時にCO2を排出しない水素または電気への転換である。水素・電気への転換は、駆動・推進システムの変更も伴うため、駆動・推進システムの高効率化と表裏一体の関係にある。水素と電気の比較では、エネルギー貯蔵密度と補給速度の点で水素の方が有利であり、近距離用自動車と鉄道以外は水素の利用を想定。水素化・電化が難しい用途は、2100年時点でも炭化水素系燃料の使用を想定。

### 自動車

2100年のエネルギー需要を80%低減を達成するために、全ての自動車を効率の高い燃料電池ハイブリッド車(燃料は水素)や電気自動車に代替。その結果、電化・水素化率100%となり、車両からのCO2排出原単位はゼロになる。

2050年にエネルギー需要を60%低減するため、燃料電池ハイブリッド車と電気自動車が合計で4割程度のシェア(ストックベース)を確保するとともに、残りの大部分は内燃機関ハイブリッド車となっていることが必要。

自動車の主流は、「内燃機関従来車 内燃機関ハイブリッド車 燃料電池ハイブリッド車」と移り替わり、電気自動車は短距離走行が主体の小型車を中心に使用される。内燃機関用の燃料は、2050年までに石油から合成液体燃料主体に移行する。移行の過程では、石油系燃料と合成燃料が混合利用される。

### 船舶、航空機、鉄道

2100年までに船舶40%、航空機50%、鉄道30%のエネルギー消費削減を目指す。

船舶のうち内航船は軽量化、動力効率改善などで省エネを進め、2050年以降、水素化による脱炭素化に向かう。

外航船は海外のエネルギーインフラ等の問題もあり2100年時点でも炭化水素系燃料に依存するが、省エネやバイオマス利用等を推進し、化石燃料依存は極力抑制。

航空機は、水素・電気への転換が相対的に難しいため2100年時点でも炭化水素系燃料を使用。

元来効率の良い輸送であり既に電化率の高い鉄道は、電化・水素化率100%を前提に効率改善を徹底。

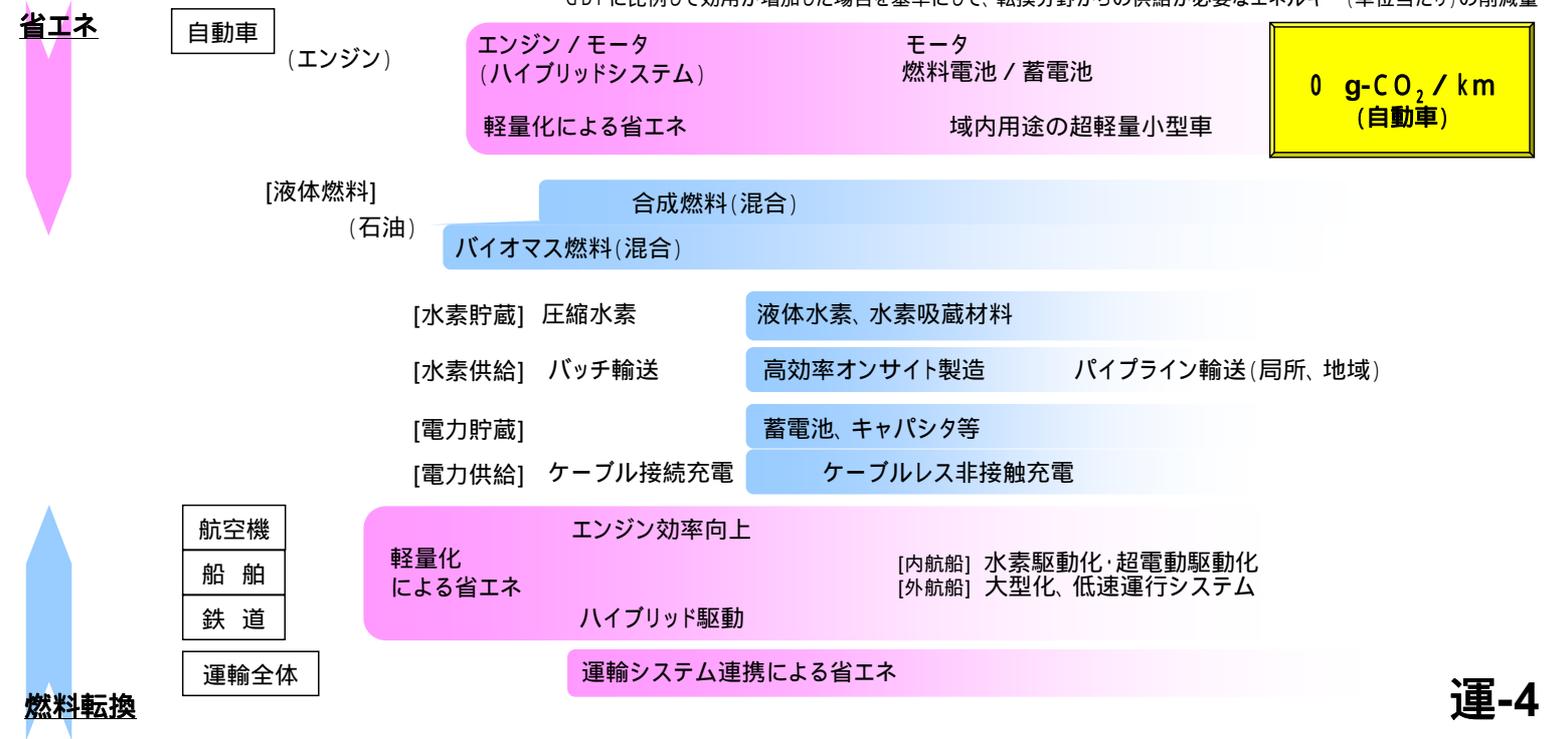
### 交通システム

交通流制御、無人運転(効率化・軽量化)といった既往システムの向上によりエネルギー効率の向上を進めることが第一。これに加え、自動車主体に陥りがちな交通に関し、鉄道・船舶へのシフト・組み合わせによる効率化を推進する(根本的なモーダルシフト)。これには設備機器の開発に加え社会システムの大きな改編が必要であるが、本検討では純粋に技術的な解決課題を対象とし、社会システムの改編によるエネルギー消費改善は含まない。

運-3

運輸	2000	2030	2050	2100
効用(人・km、トン・km)	1倍		1.5倍	2.1倍
転換分野からの供給が必要な必要エネルギー量 (運輸全体)		20%削減	50%削減	70%削減
自動車 必要エネルギー量		30%削減	60%削減	80%削減
電化・水素化率	0%	1%以上	40%	100%
CO2原単位	160 g-CO2/km (1倍)	100 g-CO2/km (2/3倍)	50 g-CO2/km (1/3倍)	0 g-CO2/km
航空機・船舶・鉄道 必要エネルギー量		10~20%削減	20~35%削減	30~50%削減

GDPに比例して効用が増加した場合を基準にして、転換分野からの供給が必要なエネルギー(単位当たり)の削減量



## 自動車の軽量化

材料の軽量化(高強度化)および乗用車の小型車シフトにより車両を軽量化



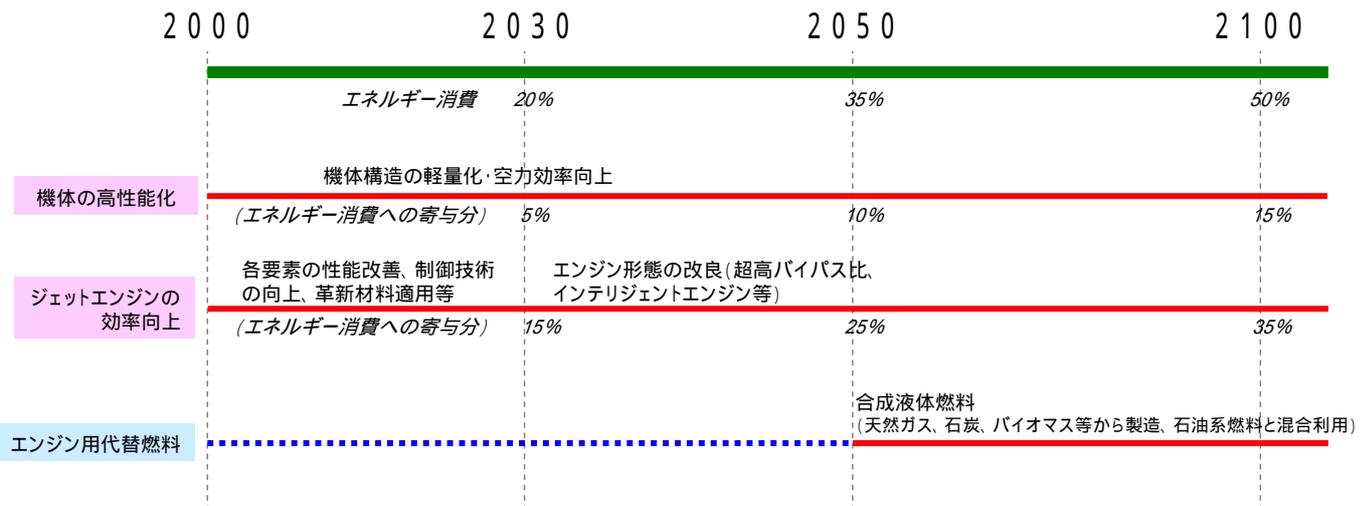
### 技術以外の要因

小型車シフトに対するインセンティブ、ユーザー意識

運12

## 航空機

省エネルギーのための主要技術は、機体の高度化とエンジン効率向上。両方併せて50%減が見込まれる。ジェット燃料は、現在の石油系から将来は合成液体燃料に替わる。燃料インフラの追加整備を最小限に抑えるため、合成液体燃料は石油系燃料と任意の比率で混合使用できることが望ましい。将来、自動車・船舶等での水素利用が一般化した場合には、航空機における水素利用の可能性も検討。



### 技術以外の要因

徹底した安全性の追求

運-13



産業

## 産業分野ロードマップ(資料2 - 3)

### 産業分野の技術スペックの考え方

#### ケース、分野共通の条件

資源制約の条件 : 想定した石油ピーク(2050年)、天然ガスピーク(2100年)までに、他のエネルギー源と互換可能な状態とする

環境制約の条件 : CO<sub>2</sub>排出量 / GDPを、2050年に1/3、2100年に1/10以下とする

#### 技術スペック設定の基本的な考え方と連関

ケースA(石炭等の化石資源とCO<sub>2</sub>回収・隔離の最大利用ケース)およびケースB(原子力の最大利用ケース)

大規模集約設備ではCO<sub>2</sub>の回収隔離が、それ以外の施設では電化・水素化が求められる。

ケースB(原子力の最大利用ケース) 原材料として必要な場合以外は、電気 / 水素によって製造することが求められる。

ケースC(再生可能エネルギーの最大利用と究極の省エネルギー実施ケース)

経済発展しながら資源制約、環境制約を克服するためには、効用あたりの必要エネルギー量を70%削減することが求められる。産業分野では、ケースCが技術的に最も厳しいのでこれを中心に、以下のように技術スペックを設定した。

- 1) 製造プロセスに必要なエネルギーの原単位を50%削減する。ただし、物質に保存されるエネルギーを除く。
  - 2) 製品中に保存されるエネルギーの80%を物質エネルギーとして再生する。
  - 3) 製品価値の総量をGDPに比例して増大させつつも、その効能や機能に必要な物質量を減らす「高機能化」を4倍にする。
- この3つの技術スペックを追求して、産業分野での多様性に対応するとともに、さらなる飛躍ポテンシャルを用意した。

#### 2100年からバックキャストで技術スペックを設定

2100年からバックキャストして、2050年および2030年の技術スペックを設定した。

#### 各時点の個別条件を満たすために求められる技術スペック、時期等をロードマップとして整理。

産業	2000	2030	2050	2100
製造量 × 製品の価値	1倍		1.5倍	2.1倍
必要エネルギー量	-	25%削減	40%削減	70%削減
1) 製造エネルギー原単位改善	-	20%削減	30%削減	50%削減
2) 物質エネルギー再生率		50%	60%	80%
3) 高機能化(強度等) (機能 / 物質量)	1倍	2倍	3倍	4倍

GDPに比例して効用(製造量 × 製品の価値)が増加した場合を基準として、転換分野からの供給が必要なエネルギー(単位当たり)の削減量

## 産業分野の技術スペック実現のための技術群の考え方 (1)

産業分野は、資源に乏しい我が国の経済基盤を支えるとともに、各分野における技術シーズを提供する役割を担っている。ここでは我が国の産業が資源制約や環境制約を克服しつつ国際競争力維持向上に寄与する革新的な技術をエネルギー分野から洗い出すことに挑戦した。

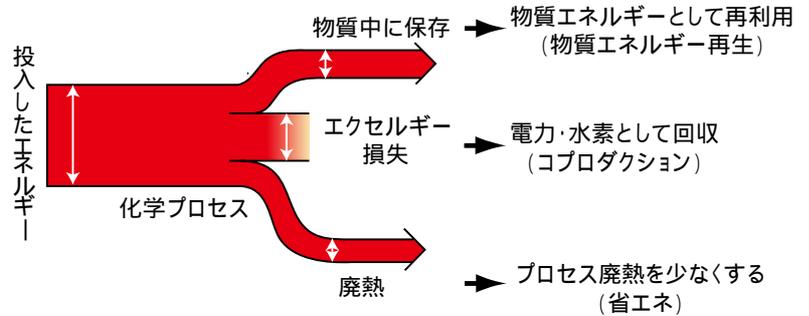
産業分野は多様なプロセスで生産活動を行っており、またエネルギー利用形態も様々であるため、エネルギー多消費型の素材系4業種(製鉄、化学、セメント、紙パ)とその他との5つに分けて検討した。その他には、農林水産業、鉱業、建設業などの非製造業、機械、食料品などの工業が含まれる。

素材系4業種では、(天然)資源から製品を生産するとともにその生産プロセスにおいて多様なエネルギー転換が同時に行われるという特徴を有しつつ、物質生産(物質転換)部門とも認識することができる。

### 【製造プロセスにおけるエネルギー利用の高度化「うまくつくる」】

素材系の物質生産(物質転換)部門におけるエネルギー消費構造を右図に示す。投入されたエネルギーは、物質中に化学エネルギーとして保存されるもの、燃焼過程等でエクセルギー損失となるもの、プロセスでの廃熱

の3つになる。とがプロセスで消費したエネルギーであり、これらを削減することにより、必要エネルギー量を削減する。このうち、を電気や水素として回収するのが、コプロダクション(物質とエネルギーの併産)である。



### 【物質エネルギーの再生「上手につかう」】

製品(物質)は自らの中に化学エネルギーを保存しており、製品が社会での使命を終えたあと、このエネルギーを物質あるいはエネルギーとして再生させる。製造時必要とするエネルギーの60%以上を物質として保有している化学品および紙の製造プロセスでは、物質エネルギー再生による改善効果が大い。さらに、産業間連携にとどまらず、セクターを横断して廃棄物を製造プラントに利用したり、併産した電力や水素などをバウンダリーを越えて利用するなど、クロスバウンダリーの取り組みが重要となる。

### 【少ない資源での製品製造によるエネルギー削減「良いものをつくる」】

「少ない資源での製品製造によるエネルギー削減」は、「高機能化」を達成するための技術群を列挙しており、わが国の国際競争力の維持拡大のために欠かせないアイテムであるだけでなく、各分野における技術革新のシーズを提供する重要な課題である。

産-2

## 産業分野の技術スペック実現のための技術群の考え方 (2)

【製鉄】 現在の高炉による生産プロセスは副生ガスや排熱などが高度に回収利用されるなど、極めてエネルギー効率が低い。今世紀前半は既存プロセスの改善更新や次世代プロセスの導入と、廃棄物(廃プラ・廃タイヤ・バイオマス)の活用による一次投入エネルギーの削減が進められると考えられる。また、再生可能エネルギーを利用した水素供給が可能となるまでの間、副生水素が水素供給源の一翼を担う。今世紀後半には、技術革新に加えて資源・環境制約の観点から、還元材の非炭素化や高炉・転炉法に代わる革新製鉄プロセスの登場も想像できる。また還元材としての石炭の利用と環境制約を両立させる手段として、製鉄プロセスで発生するCO2を未活用の中低温排熱を利用して分離回収する技術も有効である。

【化学】 石油(ナフサ)を原料および主燃料として利用しているため、2050年までには、石油を使わない新規の製造プロセスを完成させなければならない。現在は、ナフサを熱分解してエチレン、プロピレンあるいはBTXなどの基礎原料を製造する工程と基礎原料を基にして数万種類といわれている化学品にする合成工程とで成り立っている。

新規プロセスとしては、バイオマス、廃棄物および石炭をガス化して、COとH2の合成ガスとし基礎原料を製造し、合成プロセス以降は、既存の製造インフラを利用するのが合理的と思われる。化学では、投入エネルギーのうち60%が物質として保存されているので、製造プロセスで消費される40%のエネルギーを省エネおよびコプロダクションで削減するとともに物質中に保存されている60%のエネルギーを物質エネルギー再生するためガス化炉に投入することによって、必要エネルギー量の削減を目指す(このシステムをサステナブル・カーボンサイクル化学体系(SC3)と命名する)。

【セメント】 原料として石灰石を、主燃料として石炭等を利用してセメントを製造しているが、廃棄物・副産物(高炉スラグ、石炭灰、副産石膏、廃タイヤ等)を受け入れて原料、燃料として利用し、廃棄物の固定化にも寄与している。将来的には、各分野や他業種で導入されるガス化炉からの残渣や紙パ産業からの再生できない紙の廃棄物など、多様な最終廃棄物を原料あるいは燃料として利用し、石灰石および燃料を一切を使わない「ゼロエミッション型セメント」プロセスが期待される。

【紙パ】 現在でも製品の60%を再生し、おおむね3回程度循環利用するとともに、パルプ工場の黒液は、重油や石炭などの燃料と一緒に製紙工場で電力や熱のエネルギーとして再生利用されている。将来的には、バイオマスガス化複合発電設備の採用により、化石燃料をまったく使わず、生産活動を行うだけでなく、外部への電力供給も行えるような製造プロセスが期待できる。また、バイオテクノロジーを利用した高成長樹木を生育させる技術は、業界を越えた効果が期待できる。

【共通技術】 炭素を物質として利用する業種を中心として、バイオマスや廃棄物は貴重な原料・燃料となってくるので、これらを含めた物質のマネージメント技術も今後必要となってくる。

産-3

産業	2000	2030	2050	2100
製造量 × 製品の価値	1倍		1.5倍	2.1倍
転換分野からの供給が必要な必要エネルギー量	-	25%削減	40%削減	70%削減
1) 製造エネルギー原単位改善	-	20%削減	30%削減	50%削減
2) 物質エネルギー再生率		50%	60%	80%
3) 高機能化(強度等) (機能/物質質量)	1倍	2倍	3倍	4倍

GDPに比例して効用(製造量×製品の価値)が増加した場合を基準として、転換分野からの供給が必要なエネルギー(単位当たり)の削減量

### 製造プロセスにおけるエネルギー利用の高度化「うまくつくる」

(製造プロセスの省エネ)

革新的製造プロセスの開発  
バイオ・ナノ触媒の利用等

ゼロエミッション型プロセス

コージェネ・熱のカスケード利用

物質・エネルギーの連携・統合

コプロダクション(物質とエネルギーの併産)

バイオマス/水素利用

(化石資源利用)

### 物質エネルギーの再生「上手につかう」

物質再生プラントの効率向上

資源循環型生産プロセス

クロスバウンダリーの取組

分離・分別化容易設計  
耐久性向上

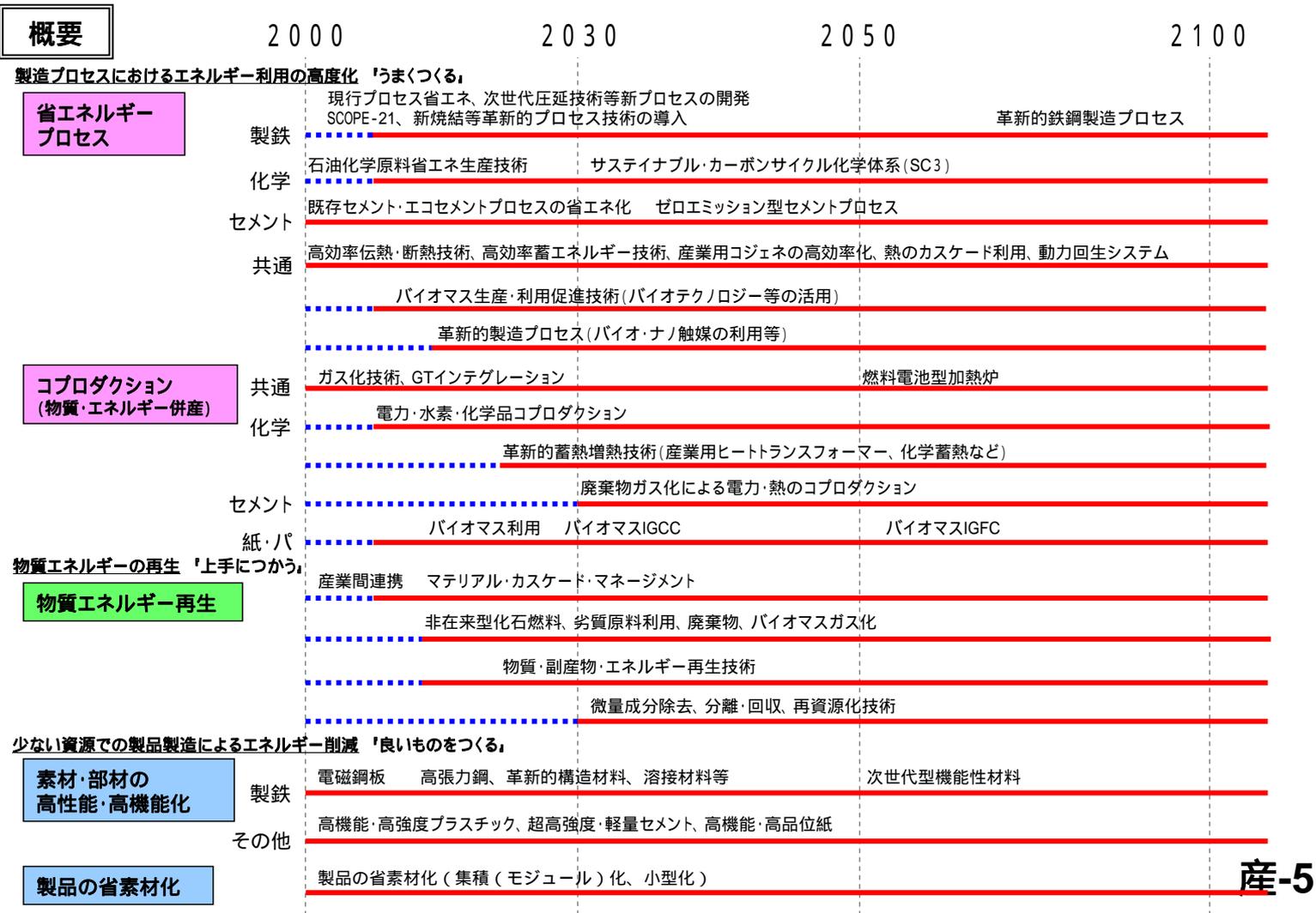
製品の省素材化(構造・機構の高度化等)

素材・部材の高機能化・高性能化(高強度化等)

分野を越えた  
物質・エネルギー  
の再生利用

### 少ない資源での製品製造によるエネルギー削減「良いものをつくる」

産-4



産-5

**少ない資源での製品製造によるエネルギー削減「良いものをつくる」**

**素材・部材の高性能・高機能化**

産業分野は各分野における技術革新のシーズを提供しており、このため、製品の高性能化は重要な課題である。国際競争力維持向上の観点からも重点的かつ継続的に取り組む必要がある。

製鉄：高張力鋼、高機能性電磁鋼板等の性能向上を図る。超長期的には現在の性能を大きく革新する新機能材料を開発する。

化学：高機能・高強度プラスチック等を導入する。一般的にコモディティ分野といわれる基礎化学品・基礎素材から、スペシャルティ分野である高機能物質、機能材料、部材・デバイスへ移行し、高度部材産業が化学の中心になる。

セメント：軽量セメントや超高強度セメント等を導入する。

紙・パ：紙はかなり軽量化が進んでいるため、高機能化が中心となる。

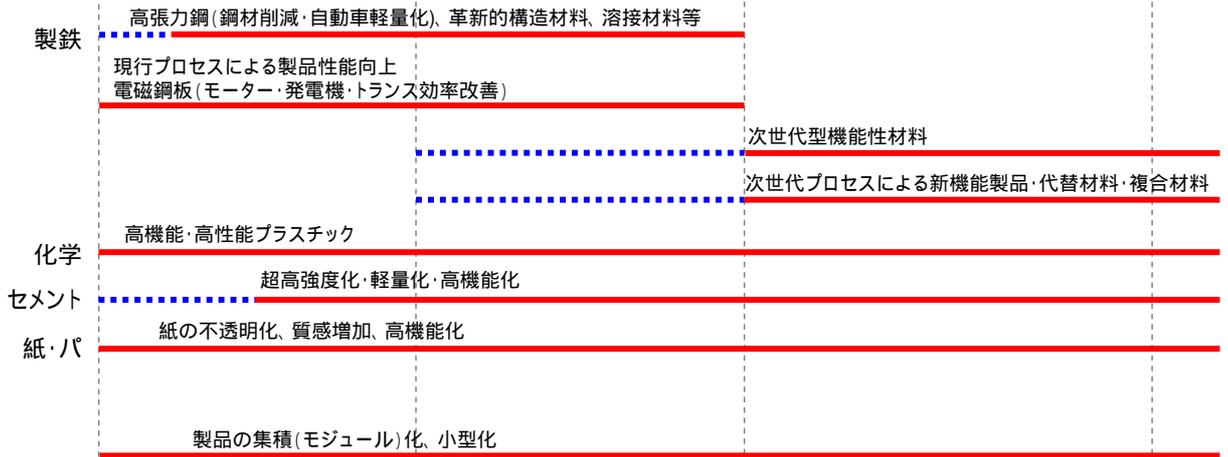
**製品の省素材化**

製品の集積(モジュール)化、小型化により省素材化を推進する。

2000 2030 2050 2100

**少ない資源での製品製造によるエネルギー削減「良いものをつくる」**

**素材・部材の高性能・高機能化**



**その他(産業全体共通)**

CO2分離・回収技術：特に製鉄において重要。製鉄の場合、まずCO2を高濃度に含む副生ガス(高炉ガス)からのCO2分離が最も効率的と考えられ、まず取り組まれるべきである。

また、将来製造プロセスの改善等により副生ガス中のCO2が減少した場合には、副生ガス燃焼排ガスからのCO2回収も合わせて考慮することが重要となる。

水素・電力高効率利用技術：転換部門からの電気、水素の高効率利用。水素燃焼タービン技術等水素を高効率に燃焼させる技術が重要となる。

物質マネジメントシステム：技術のみではなく、社会システム設計が重要となる。

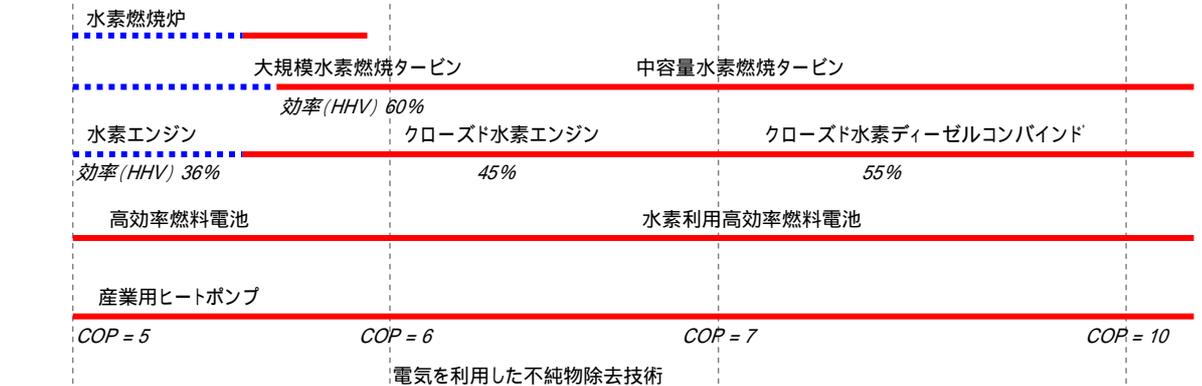
2000 2030 2050 2100

**その他(産業全体共通)**

**CO2分離・回収**



**水素・電力高効率利用技術**





轉換

## 轉換分野ロードマップ(資料2 - 4)

## 転換分野の技術スペックの考え方

### ケース、分野共通の条件

資源制約の条件：想定した石油ピーク(2050年)、天然ガスピーク(2100年)までに、他のエネルギー源と互換可能な状態とする

環境制約の条件：CO<sub>2</sub>排出量/GDPを2050年に1/3、2100年に1/10以下とする

### 技術スペック設定の基本的な考え方

需要分野が必要とするエネルギー量を各ケースにて不足無く供給していく。

転換	2000	2030	2050	2100
需要端での全エネルギー需要 (最大ケース)	1倍		1.5倍	2.1倍
ケースA: <b>化石資源 + 二酸化炭素回収・隔離(CCS)利用ケース</b>				
電化・水素化率	1倍		2倍	4倍 約8兆kWh
ケースB: <b>原子力利用ケース</b>				
電化・水素化率	1倍		3倍	4倍 約8兆kWh
ケースC: <b>省エネ + 再生可能エネルギー利用ケース</b>				
電化・水素化率	1倍		2倍	3倍
				需要分野の省エネ0.3倍 約2兆kWh
CO <sub>2</sub> 原単位	370 g-CO <sub>2</sub> /kWh (1倍)	270 g-CO <sub>2</sub> /kWh (2/3倍)	120 g-CO <sub>2</sub> /kWh (1/3倍)	0 kg-CO <sub>2</sub> /kWh CCS併用化石燃料使用時 110 g-CO <sub>2</sub> /kWh(1/3倍)

各ケースの発電量は、需要端での全エネルギー需要 × 電化水素化率(ケースCでは、需要分野の省エネを掛け合わせる)  
例)2100年のケースA:2000年の発電量約1兆kWh × 2.1倍 × 4倍 = 約8兆kWh

転-2

### ケースA (石炭等の化石資源とCO<sub>2</sub>回収・隔離の最大利用ケース)

需要側での省エネおよび機器効率向上がないという想定の下、エネルギー需要は2100年で約2倍、石油および天然ガスのピークに備えるために電化・水素化率が約4倍になるため、2000年の総発電量の約8倍の供給が必要となる。

### ケースB (原子力の最大利用ケース)

ケースAと同様に約8倍の電力あるいは水素の供給が必要となる。

### ケースC (再生可能エネルギーの最大利用と究極の省エネルギー実施ケース)

需要側での省エネ(需要側での創エネ含む)および機器効率向上のため、需要側が必要とするエネルギー量は、省エネ等がない場合に比べて約0.3倍に。電化・水素化率は、相対的に電気・水素以外の割合が大きくなるために約3倍。したがって、2000年の総発電量の約2倍の供給が必要となる。

### 2100年、2050年の条件を満たす個別条件から、逆算によって2030年の個別条件を設定。

(例)ケースB:原子力最大利用ケースではウラン資源の制約から、ウラン利用率の向上が重要である。2100年では約80%、2050年では約30%が必要であり、2030年では現状の1%以下から5%程度にまで向上させることが必要となる。

### 各時点の個別条件を満たすために求められる技術スペック、時期等をロードマップとして整理。

## 転換分野の技術スペック実現のための技術群の考え方

エネルギー需要を効率的かつCO<sub>2</sub>排出原単位改善を図りつつ満たすため、以下の3つの技術群の備えが必要。

### 化石資源利用の効率的利用

石油ピークに備えて天然ガスへの燃料転換、さらには資源量が比較的豊富な石炭への燃料転換を行う。しかしながら、石炭等の資源も有限であるため、発電(転換)効率向上など化石資源利用の高効率化が重要である。このためには、ガス化発電(燃料製造)技術、燃料電池と複合した高効率発電技術が必要である。また、CO<sub>2</sub>排出を伴うため、CO<sub>2</sub>回収・隔離(CCS)技術が必須となる。

### 原子力利用技術

核燃料資源の有効利用が必要である。そのためには、現状の軽水炉の効率向上とともに、核燃料サイクルの確立が必須となる。

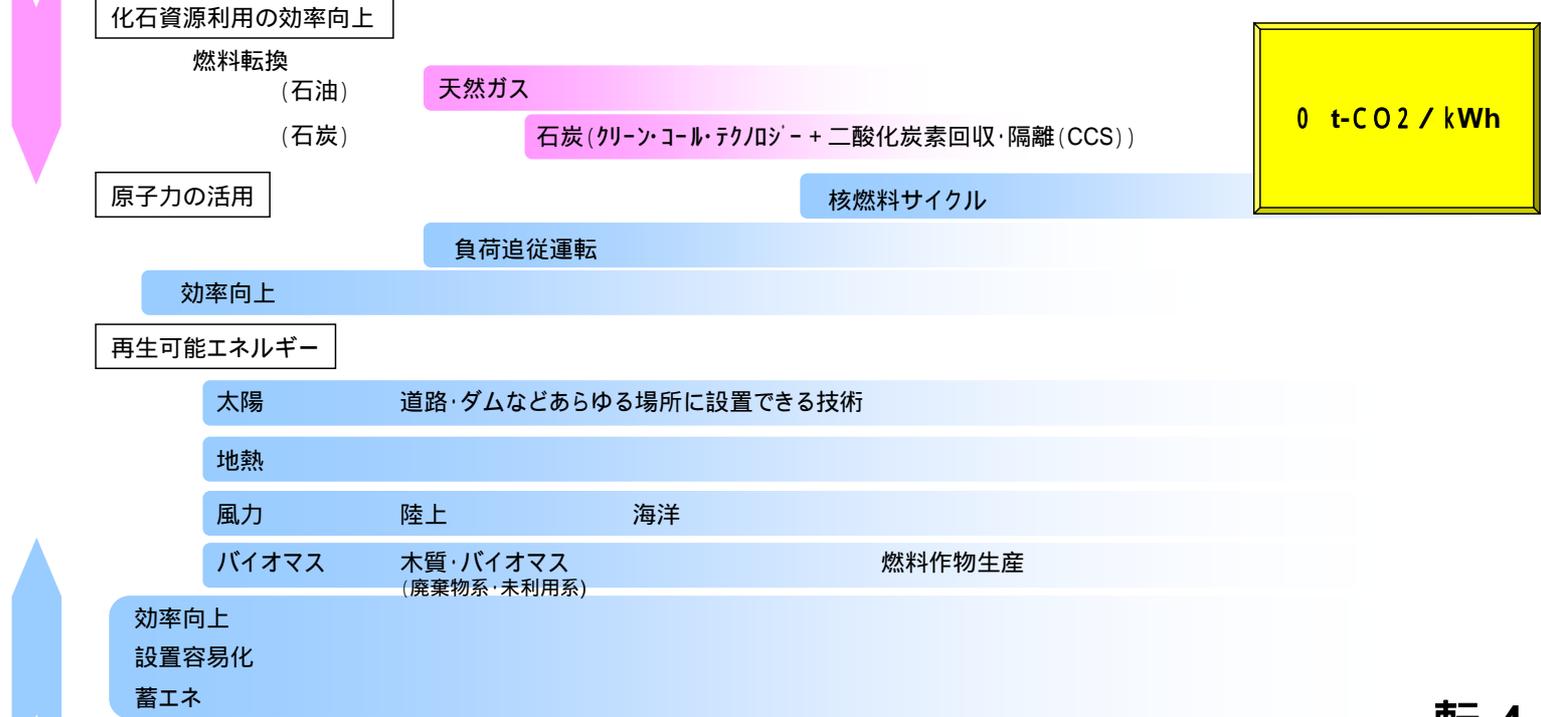
### 再生可能エネルギー利用技術

太陽、地熱、風力、バイオマスなどの再生可能エネルギーによる発電(転換)効率向上が重要である。太陽や風力などの設備利用率は低く、大きな設備容量を必要とするため、設置を容易にする技術も必要である。また、自然エネルギーは気象条件等に左右されるため、需要とのマッチングを図るには、大規模な蓄エネルギー技術や系統制御(エネルギーマネジメント)などのネットワークシステムが必須である。

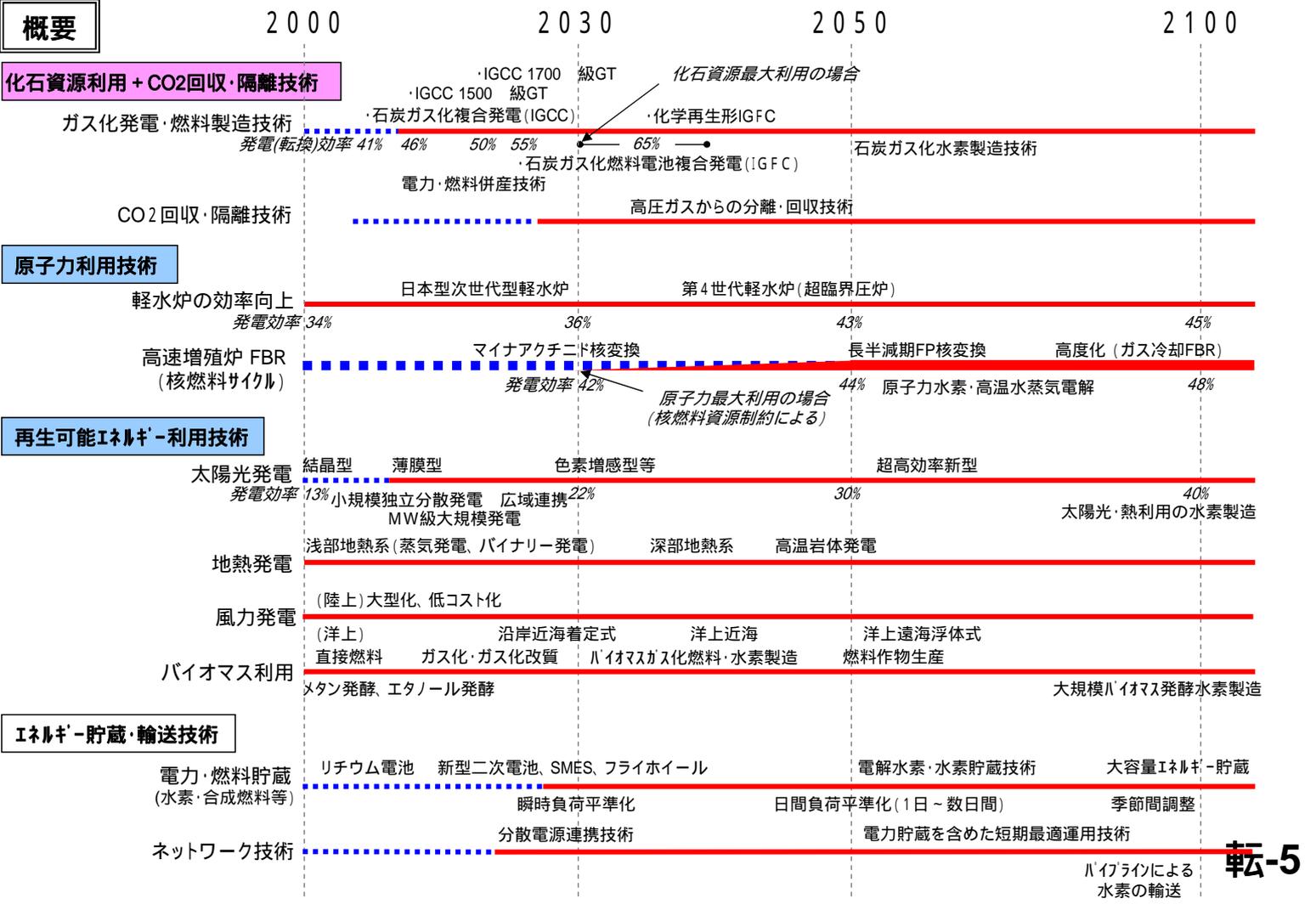
転-3

転換	2000	2030	2050	2100
需要端での全エネルギー需要 (最大ケース)	1倍		1.5倍	2.1倍
電化・水素化率	1倍		2倍	4倍
CO2原単位	370 g-CO2/kWh (1倍)	270 g-CO2/kWh (2/3倍)	120 g-CO2/kWh (1/3倍)	0 kg-CO2/kWh CCS併用化石燃料使用時 110 g-CO2/kWh(1/3倍)

化石使用量の削減



非化石エネルギーの導入



### 化石資源利用 + CO2回収・隔離技術

資源埋蔵量が比較的多い石炭、非在来型化石資源等の化石資源によってエネルギー供給を賄うために必要な技術  
 発電効率等の向上および化石資源の利用に伴って発生するCO2を回収・隔離する技術が必要  
 需要側での機器効率向上などによる省エネがないという想定の下では、エネルギー需要は2050年で1.5倍、2100年で2.1倍、電化・水素化率が2倍、4倍になるため、2000年の総発電量約1兆kWh(3,800PJ)は、2050年には約3兆kWh(11,000PJ)、2100年には約8兆kWh(29,000PJ)のエネルギー供給が必要となる。



### 石炭等化石資源量の確保

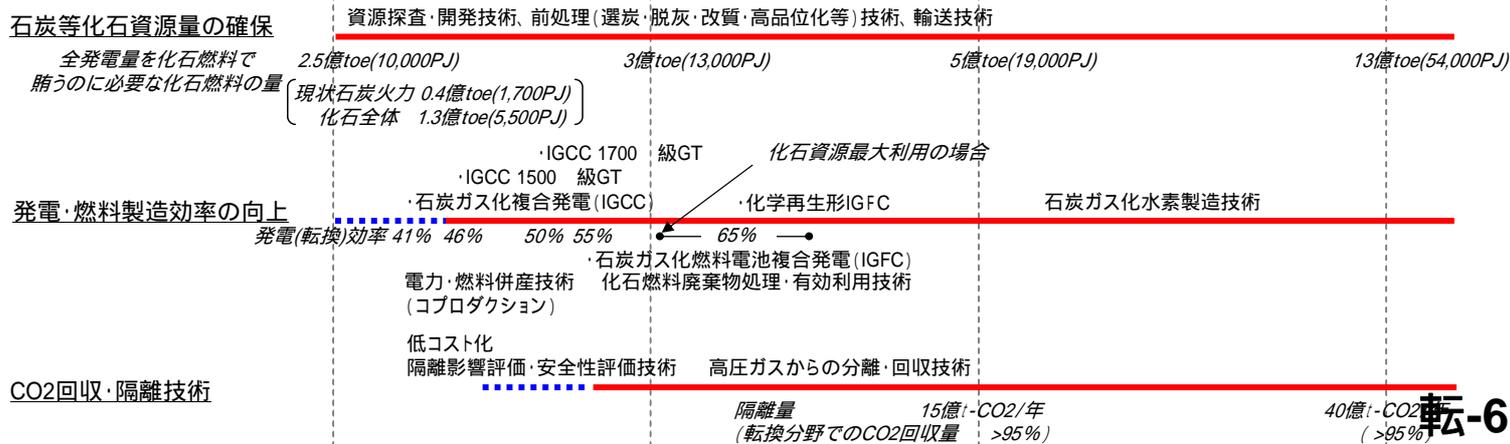
2100年で約8兆kWh(29,000PJ)のエネルギー供給を賄うためには石炭等化石資源量の確保が必要となる。  
 現在の石炭火力による発電量は約2千億kWh(600PJ)であり、設備容量は約35百万kWである。2000年の年間の発電用石炭輸入量は、約0.6億トン(0.4億toe、1,700PJ)である。供給するエネルギー量を全て化石燃料で補うとすると、発電(転換)効率向上を考慮しても、2050年には7億トン(4.5億toe、19,000PJ)、2100年には約20億トン(13億toe、54,000PJ)の石炭調達が必要となり、資源探査・開発技術、選炭・脱灰等の前処理技術、大量輸送技術の開発が必要である。  
 蒸気タービン等に利用する水の確保も重要となってくる。

### 発電・燃料製造効率の向上

化石資源の有効利用として、発電・燃料製造のさらなる高効率化が重要。  
 石炭ガス化複合発電(IGCC)に始まり、最終的には燃料電池と複合したIGFC、およびエクセルギーも有効利用する化学再生形IGFCにより高効率化を図る。  
 脱灰・改質などの前処理技術、排ガス処理・石炭灰の有効利用など、クリーン・コール・テクノロジーの周辺技術の開発も必要。

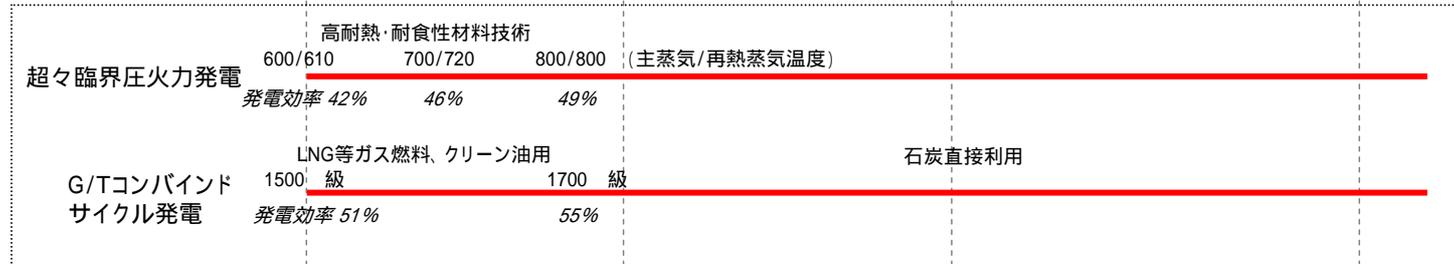
### CO2回収・隔離

化石資源の利用にはCO2排出を伴うため、CO2の回収・隔離技術が必須である。化石資源を最大限利用するケースでは、40億トン-CO2/年の貯留場所の確保が必要となる。



転-6

### 既存発電方式



### 技術以外の要因

他の化石に比べ埋蔵量が多い石炭の重要性が認識されているが、経済の伸展、電力需要の今後の増大が不透明であり、さらに電力自由化の拡大、地球温暖化に伴うCO2環境制約の今後の負担が不透明な状況にあることから、効率が高い大型火力、新たな発電システムの導入、CO2排出量の多い石炭火力導入は進みにくい状況。  
 地中隔離可能量: 日本及び近海におけるCO2地中貯留可能量は約35~900億トン(エン振協調べ)とされる。2030年以降にCO2回収隔離が行われるとすれば、2075年程度にて貯留可能量を超える。隔離量確保の観点からも、海洋隔離の隔離影響評価・安全性評価、国際間取り決めが必要である。  
 総合効率向上(エネルギー有効利用)として大規模熱供給・有効利用技術/社会システムづくりも併せて重要である。

転-7

## 部材分野の技術戦略マップ

### I. 基本的な考え方

#### (1) 状況認識

我が国の材料技術の国際的優位性を支えているものは、①過去数十年に亘る多くの研究者・研究機関の弛まぬ努力と研究の蓄積に加えて、②多様な垂直連携・水平連携のメッシュの中で極めて濃密且つ迅速な摺り合わせの連鎖を最大の強みとする高度部材産業の集積にあると言える。

高度部材産業の集積は、自動車や情報通信機器等の産業に高信頼で高性能な部材を提供することで我が国の経済社会の発展を支えている基盤である。一方で、昨今の国際競争の激化において、材料の汎用的な加工等では、アジア諸国の技術向上による国内産業の空洞化が懸念されている。このような状況下に鑑み、「経済成長戦略大綱」（2006年7月6日財政・経済一体改革会議）では、部材産業の強化が、我が国の国際競争力の強化のための重要な取り組みとして位置付けられている。

#### (2) 研究開発の方向性と技術戦略マップ

上述のような状況認識の上に立てば、高度な材料技術と科学的洞察に裏打ちされた先進的な研究開発による部材の高付加価値化が、我が国の産業界全体における喫緊の課題であると言える。新産業創造戦略で示されている先端的な新産業等に、市場のニーズに応える機能を実現する上で不可欠な革新的高度部材をタイムリーに供給していくことが求められているのである。また、我が国における高度部材産業集積の特性に鑑みれば、研究開発の初期段階から多様な連携による摺り合わせ力を発揮していくことが、国際競争力の維持・強化を図るにおいて極めて重要である。さらに、多様な連携を必要とする部材の研究開発が、異分野融合の核、すなわち「異分野の融合をもたらす触媒」となる可能性についても留意する必要がある。このような研究開発の方向性に沿った部材の技術戦略マップを、今後20年程度を見据えて策定する。

### II. 導入シナリオ

#### (1) 目標

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・材料産業群の強化を図ることを目標とする。これにより情報通信、健康、環境・エネルギー等の新市場及び新たな雇用を創出し、安全・安心社会の構築に貢献する。

#### (2) 研究開発の取り組み

①世界トップレベルの材料技術と多様な連携による摺り合わせの連鎖という我が国部材産業固有の強みを促進する研究開発、②最適な行工程で素材の特性を部材に創り込み、目的とする機能を実現するための材料創成と成形加工を一体化した材料プロセス技術を構築するとともに、技術の体系化を図る研究開発③省エネルギー等社会の持続的な発展に資する部材の研究開発等を推進している。

### (3) 関連施策の取り組み

研究開発の成果を普及させるためには、人材育成や標準化等の導入普及促進策推進と共に、国際対応等の環境整備も重要である。

## Ⅲ. 技術マップ及びロードマップ

### (1) 部材の市場・社会ニーズと技術課題

新産業創造戦略を踏まえ、部材の重要な出口分野として、燃料電池、情報家電、医療・福祉／安全・安心、環境・エネルギー等の4分野を設定した。これら4分野に関してそれぞれの最終製品から部材に求められる機能を抽出し、その機能を発現する高度部材の名称等を研究開発の対象として記載することによって、材料創製技術を俯瞰するマップを策定した。さらに、そのような部材を製造するための共通基盤技術について、材料製造技術、加工技術、計測・評価・検査技術、シミュレーション技術の4分野に分類して俯瞰する。

### (2) ロードマップの策定

本分野のロードマップでは、まず「出口から部材に求められる機能」、「求める機能を実現する高度部材」、「研究開発の方向性」を示している。次いで、各重要技術の年次展開を、目標とすべきマイルストーンと共に時間軸上に示している。

部材分野の対象領域は極めて多岐にわたる。このため、特に重要度が高く、且つ技術戦略マップ中の他分野において部材の観点からの議論が不十分と思われるものから、順次策定をしてきた経緯がある。2006年版までには、以下の3部材と1プロセス技術について、ロードマップが策定されている。

- 燃料電池分野に関わる部材
- 情報家電分野に関わる光学部材
- 環境分野に関わる環境センサー部材
- 加工技術分野の中の精密化学物質合成プロセス技術

これらに加えて、2007年版では以下の4部材に関して、新たにロードマップの策定を行った。

- 安全・安心分野に関わる自動車用部材
- 環境・エネルギー分野に関わる自動車用部材
- 安全・安心分野に関わる建築用部材

#### ○ 環境・エネルギー分野に関わる建築用部材

これらの部材は、広く社会の中で使用されており、それらが革新的に高度化されたものが実用化され普及すれば、安心・安全（耐災害・耐事故機能等）や環境・エネルギー（省エネ・省資源機能等）に対して極めて大きな貢献があるものと期待される。

また、これら4部材に関しては、材料横断型のロードマッピングを行った。すなわち、鉄鋼・非鉄金属・金属ガラス・セラミックス・高分子・繊維といった様々な材料を横に並べて、お互いの長所を認め合うことで、個別の部材について現実的なオプションを提示することとした。その一環として、「鉄鋼技術戦略マップ」と「ファイバー分野マップ」という、材料の視点から策定された技術ロードマップとの連携を図った。具体的には、両マップの関係者に委員会の委員に就任頂き、その御知見やそれぞれのマップに記載された項目を、可能な限り反映した。

さらに、上記4部材に対しては、研究開発成果の普及、並びに、国際競争力強化の観点から、研究開発戦略と標準化戦略の一体化を図るため、技術ロードマップ策定の議論と並行して、標準化に関わるロードマップの策定の議論を行った。策定した標準化ロードマップは、技術ロードマップに挿入した（背景に桃色の斜線を入れた）。但し、製品規格に関する標準化については省略した。

なお、これら以外の部材・技術が重要でないということは意味しない。2008年以降の技術戦略マップにおいても、部材分野においてロードマップを策定する領域を順次拡大していく予定である。

### (3) 重要技術の考え方とその表示

「目的への貢献・ボトルネック性」、「学際・業際的研究開発の必要性」、「部材としての研究開発の必要性」、及び「他機能への影響」の四つを共通評価指標とした上で、次の二つの場合に大別して考え方を整理し、重要技術を選定した。選定された技術については、技術マップ上で区別して表示した。

#### ○主として市場ニーズの充足を指向する技術

四つの共通指標に加えて、「市場性」を評価指標とした。安全・安心分野に関わる自動車用部材、及び、環境・エネルギー分野に関わる自動車用部材については、この全五指標に関して委員会で個別に議論し、評点の高いものを重要技術として選定した。また、他の部材・共通基盤技術については、関連する委員会で行われた議論を基に事務局で総合判断を行い、重要技術を選定した。

このようにして選定された重要技術は、技術マップ上で背景に黄色の斜線を入れることで表示した。

#### ○主として政策的及び社会的ニーズの充足を指向する技術

四つの共通指標に、政策的・社会的ニーズに関わる指標を加えた。安全・安心分野に関わる建築用部材、及び、環境・エネルギー分野に関わる建築用部材については、「サステナビリティへの寄与」を政策的・社会的ニーズに関わる指標として選定し、全五指標に関して委員会で個別に議論した上で、評点の高いものを重要技術として選定した。但し、環境・エネルギー分野に関わる建築用部材に関しては、そもそもサステナビリティへの寄与が見込まれない部材については技術マップに記載できなかったため、実質的には四つの共通指標のみで評価したことになる。その他の部材・共通基盤技術については、関連する委員会で行われた議論を基に事務局で総合判断を行い、重要技術を選定した。

このようにして選定された重要技術は、技術マップ上で背景に水色の縦線を入れることで表示した。

### IV. 改訂のポイント

#### 1. 新規ロードマップ策定領域

以下の4分野について、材料横断的なロードマップを策定した。

- 安全・安心分野に関わる自動車用部材
- 環境・エネルギー分野に関わる自動車用部材
- 安全・安心分野に関わる建築用部材
- 環境・エネルギー分野に関わる建築用部材

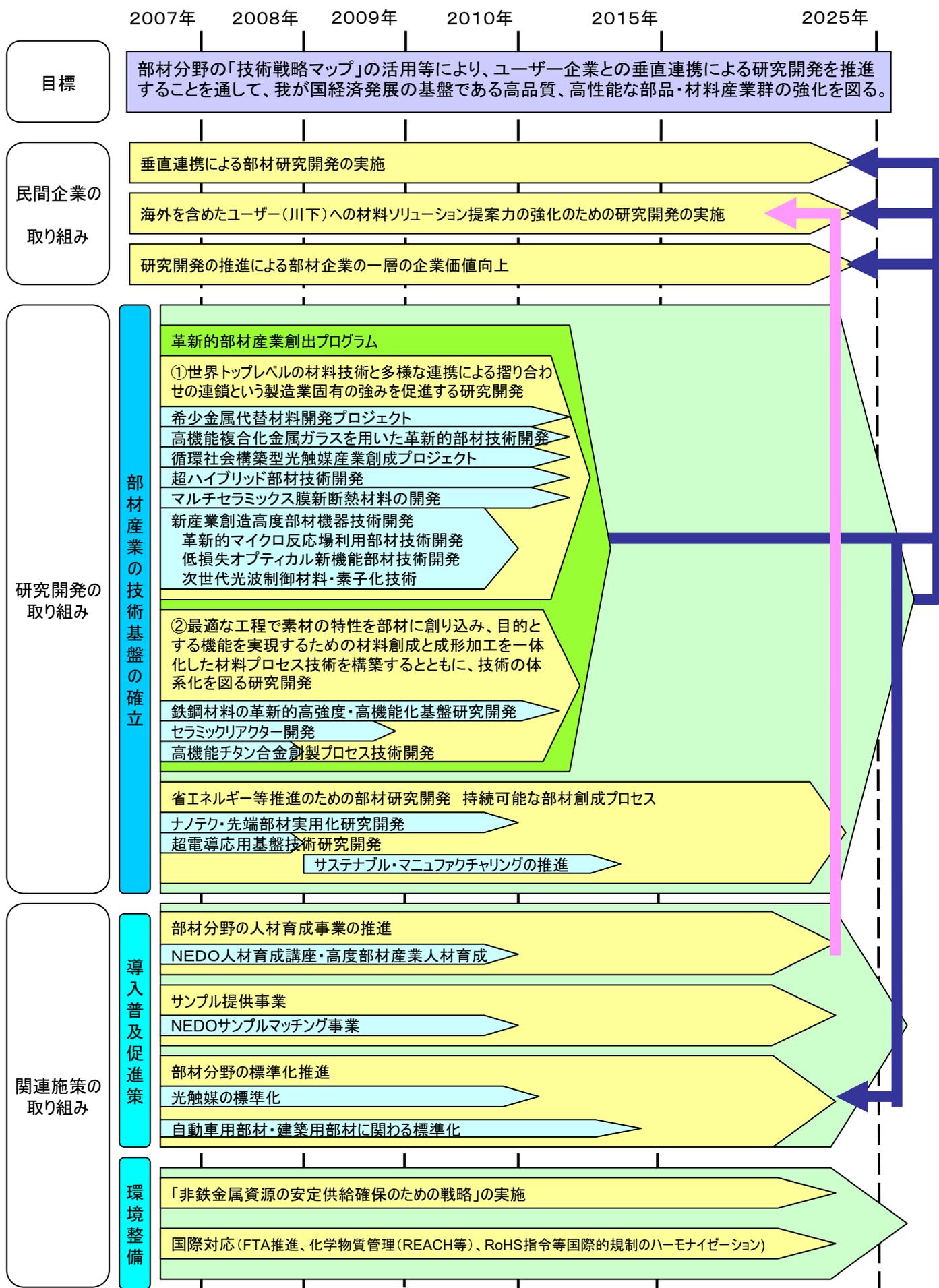
#### 2. 標準化ロードマップの策定

研究開発成果の普及、並びに、国際競争力強化の観点から、研究開発戦略と標準化戦略の一体化を図るため、技術ロードマップ策定と同時に、標準化に関わるロードマップ策定を行った。

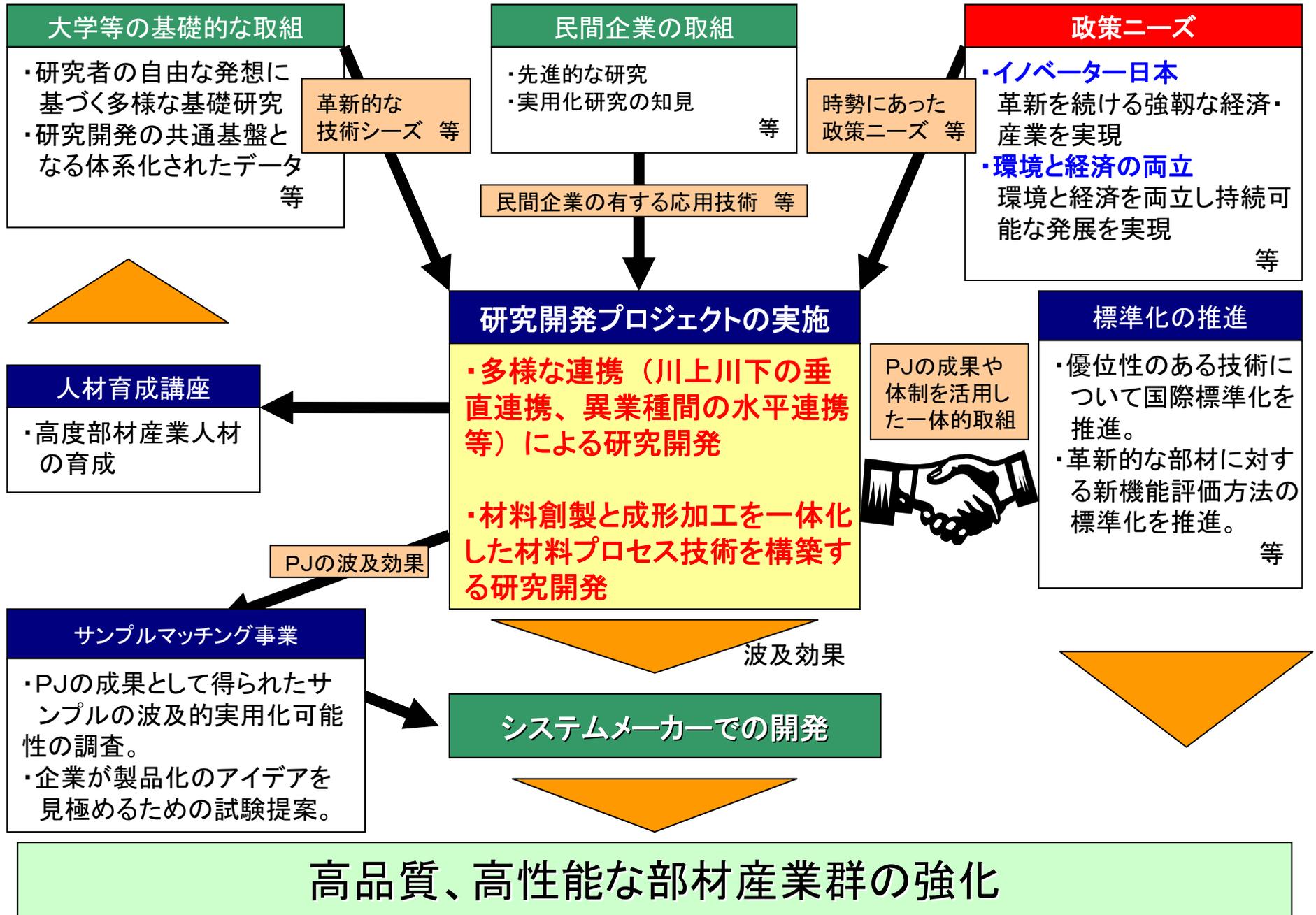
#### 3. 他技術マップとの連携

関連が深い材料について他で策定している「鉄鋼技術戦略マップ」及び技術戦略マップ「ファイバー分野」との連携を図った。

# 部材分野の導入シナリオ



# 部材分野の研究開発プロジェクトのフロー図



# 部材の展開

参考1

## 燃料電池

自動車用(水素型)  
PEFC用部材

家庭用(燃料改質型)  
PEFC用部材

モバイル用DMFC  
用部材

小型及び可搬型  
SOFC用部材

中温型SOFC用部材

高温型SOFC用部材

## 情報家電

半導体関連部材

素子・センサー部材

実装部材

光学部材

ディスプレイ部材

記録部材

## 医療・福祉／安心・安全

自動車用部材

建築用部材

生体適合部材

防護服

生活化学品

分析機器用反応部材

## 環境・エネルギー等

自動車用部材

移動体用軽量発電機

建築用部材

二次電池  
キャパシター

環境負荷低減部材

・センサー  
・フィルター  
・光触媒等

光触媒水素製造用  
部材

水素製造部材

プラント用部材

産業機械用部材

太陽電池

ロボット用部材

### 計測・評価

(構造特性・信頼性評価、誘電体・半導体等材料特性・信頼性評価、化学特性評価、光学特性計測、生体適合正等・生化学的評価、組織・構造解析、非破壊検査・ライン検査、ナノ計測)

### 加工技術 (付加加工、機械加工、化学加工、エネルギー加工、新製造プロセス)

### 材料製造技術 (液相プロセス、精密化学物質製造プロセス、気相プロセス、固相プロセス、複合プロセス)

### シミュレーション (ナノシミュレーション、流体・熱・電気シミュレーション、固体シミュレーション、インフォマティクス、データベース)

## 共通基盤技術

### Ⅲ. 医療・福祉／安全・安心分野

対象部材 (大項目)	対象部材 (中項目)	対象部材 (小項目)	出口から求められる機能	求められる機能を発現する高度部材		評価指標						
				名称	特徴・概要	目的への貢献・ボトルネック性	他機能への影響	市場性	学際・実用研究の必要性	部材としての研究開発の必要性		
自動車用部材	衝突安全用部材	運転者・搭乗者安全用部材	窓・ミラー	視認性向上	ガラス、ミラー(特にフロントガラス)		○	○	○			
			車台・外板	衝撃エネルギー吸収	Al、Mg合金ボース材製衝撃吸収材	低耐力・高延性・高エネルギー吸収	○		○	○		
					高強度衝撃吸収鋼材	DP鋼、TRIP鋼等の衝撃吸収に優れ、かつ高強度の鋼材、部材	○	○	○		○	
					エネルギー吸収CFRP部材	CFRP筒状体(圧縮破壊型・引張破壊型)	○	○	○		○	
					エネルギー伝達部材(ピラー)	側面衝突エネルギーをクロスメンバー等に伝搬させる	○		○	○	○	
			キャビン・ピラー・メンバー	高剛性の維持(衝突変形抑制)	高剛性鋼材	DP鋼、TRIP鋼等の衝撃吸収に優れ、かつ高強度の鋼材、部材	○	○	○		○	
			エアバック	有害物質不使用	非アジ系ナトリウムエアバック	毒性のない作動ガス		○	○			
			シートベルト・シートなど	局所的障害低減(むち打ちなど)	シート・ヘッドレスト	頭部衝撃を緩和		○	○			
		衝撃吸収ステアリング	ドライバーのうける衝撃を緩和			○	○	○				
	歩行者等安全用部材	車台・外板	衝撃吸収	衝撃吸収部材(エラストマーetc)	バンパーなどの外装部品に用い衝突時のエネルギーを吸収し歩行者への被害を軽減する					○	○	
				衝突安全フード(CFRP)	逐次破壊・エネルギー吸収能の付与	○	○	○	○	○	○	
				衝撃吸収フード(金属)	衝撃吸収構造(波板、コーン構造など)エンジンとの間隔確保(デプロイブル・ボンネットなど)	○	○	○				
	運転支援用部材	運転支援用部材	電装系	制御の高度化	金属ガラス製圧力センサ	高強度、低ヤング率の金属ガラスをブレーキ油圧制御用圧力センサに使用し、高精度化を図る。		○	○	○	○	

対象部材 (大項目)	対象部材 (中項目)	対象部材 (小項目)	出口から部材に対し求められる機能	求められる機能を発現する高度部材	評価指標					
					サステナビリティへの寄与	目的への貢献・ボトルネック性	他機能への影響	学際・実用研究の必要性	部材としての研究開発の必要性	
構造安全用部材		骨格	高強度化	震度Ⅶ弾性構造システム用鋼材	○	○		○	○	
				超高強度コンクリート	○	○		○	○	
				開口部補強システム	○	○		○	○	
				震度Ⅶ弾性構造システム用複合部品	○	○		○	○	
		骨格	高靱性化	高靱性鋼材	○	○		○	○	
				鋼材補強用FRP	○	○		○	○	
				高靱性コンクリート(高強度繊維補強)		○	○		○	○
				簡易基礎補強材料	○	○		○	○	
		開口部			ガラス耐力壁		○		○	
		骨格	振動エネルギー吸収・減衰	制振材料		○	○		○	○
				構造用複合材料					○	○
				制振・免震ダンパー用鋼材		○	○		○	○
				ダンパー			○		○	
				制振部品・システム			○		○	
				免震部品・システム			○		○	
FRP耐震パネル										

建築用 部材		システム	損傷制御	損傷制御機構	○		○			
		システム		損傷制御設計(プレストプレキャストコンクリート工法)			○			
	火災安全用部材	外装・内装・骨格	耐火性の付与	不燃化・難燃化	不燃化木材				○	○
		骨格		耐火鋼材			○			○
		外装・骨格	耐火塗料			○				○
		外装	熱流遮断	断熱塗料			○			○
		骨格		耐火被覆材			○			○
		システム	火災断熱・遮熱システム			○				○
	健康安全用部材	内装	室内空気等浄化	脱VOC化	非VOC建材	○	○	○	○	○
		内装		化学物質・ウイルス等吸着建材(ナノポーラス・ゼオライト等)	○	○	○	○	○	○
		内装		化学物質・ウイルス等分解建材(光触媒等)	○	○	○	○	○	○
		内装		VOC吸収、有害物質防御加工繊維	○	○	○	○	○	○
		システム		化学物質・ウイルス等吸着フィルター			○		○	
		開口部		花粉防止スクリーン					○	
		開口部用部品		自然換気システム	○	○			○	○
	快適住環境用部材	内装・開口	吸音・遮音	高性能吸音材			○	○	○	○
		内装・開口		高性能遮音材			○	○	○	○
		内装・床	床衝撃音遮断床材			○	○	○	○	
		内装	電波吸収	電波吸収材			○	○		
		開口部	結露防止	無結露窓(窓+窓枠)	○	○				
防犯・セキュリティ用部材	開口部	侵入防止	超高強度窓材			○	○	○	○	
	開口部(窓)		防犯窓用フィルム			○				
	システム		IT利用防犯システム			○	○			
リフォーム用部材	外装・骨格	補強	耐熱塗料			○			○	
	基礎		簡易基礎補強材料	○	○	○	○	○		
	骨格・外装		ひび割れ充填材	○	○	○	○	○		
	システム		摩擦ダンパー	○	○					
	システム		簡易耐震用部材			○	○			
	システム		外付耐震補強工法	○	○					

対象部材 (大項目)	対象部材 (小項目)	出口から部材 に対し求められる機能	求められる機能を発現する高度部材
	遺伝子治療用部材	安全性、導入効率、疾患部位指向性、細胞取り込み性、遺伝子移行の効率、特異的細胞認識	ナノファイバー/炭酸アパタイトコンポジット
	バイオチップ	高精度、高感度、高密度化	DNAチップ、プロテインチップ(ダイヤモンド、DLC)
	再生医療用部材	細胞増殖性、組織形成特性、細胞培養特性	繊維径制御材、細胞培養基質、ES細胞の大量・高効率培養

生体適合部材		生体適合性	医療用ゲル、止血剤
	生体軟組織代替部材	生体非反応性、高寿命	人工皮膚、筋肉部材、臓器被覆、縫合可能面状材料、人工神経、繊維部材
	生体硬組織代替部材	生体適合性	セラミック球の化学的安定性、ナノボロジカルマテリアルの創出
生体適合性、生体非反応性、高寿命		人工骨、歯用生体部材、骨充填剤	
生体適合性、症例に適合したフレキシブルなニアネット成形性、生体親和性・高耐食性、生体組織結合性		高分子金属ハイブリット材料、Niフリーステンレス鋼、生体用Ti(合金)・セラミックス・高分子、ロータス型合金(Ti, Niフリー)、DLCコーティング治療部品(血管、ステント、ガイドワイヤ)	

防護服	生理活性部材	生理活性、健康増進	ダイナミックステイウェア
	耐熱繊維	耐火性、耐熱性	強化繊維、高放熱性繊維(高分子、ガラス、炭素繊維)
	耐衝撃繊維	防刃防弾	強化繊維、高剪断繊維(高分子、ガラス、炭素繊維)
	特殊機能繊維	ガス・毒性品除去素材	軽量吸収剤(ナノ繊維、多孔質吸着剤)
		フィルタリング機能素材	マイクロフィルター、抗原抗体反応制御(多孔質、ナノ繊維)
		耐中性子	原子カブラント材料(重原子繊維)
		閃光高速遮光	レーザー光遮光、多光子遮蔽材(非線形光学材)
超軽量化、安全性向上	ナノファイバーコーティングを用いたスマートファブリック		
ウェアラブル電源	低温度差発電、軽量・フレキシブル、高出力	高効率熱電変換材料	

分析機器用反応部材	診断用医療機器	(製造)時間短縮	バイオクリスタル(ナノファイバーによる三次元マトリックスに細胞を固定したもの)
		生体非反応性	Ti(合金)、センシング素子用生体高分子、DLCコーティングプローブ(DDS対応)、Niフリー合金部材
		バイオ素子選択機能	ナノ空間制御部材
		高速応答性、高感度選択性	センサ部材、高感度ダイヤモンドセンサ(酸素、抗原等)
		量子光学特性	高輝度ナノ粒子蛍光材
	ポータブル分析機器	微小空間反応性、耐食性	マイクロ化学材料、マイクロ空間化学部材
		耐食性、触媒性、反応性	局所表面エネルギー改質部材
		非汚染性	マイクロチップエンジニアリングプラスチック(表面改質)、マイクロ流路(UV硬化レジン、ダイヤモンド)
		化学的安定性、半導体デバイスとの適合性、触媒とのアフィニティ、微小デバイスとのコンパチビリティが高い、加工	物理化学チップデバイス

産業機器用部材	耐食部材	耐食性	高耐食性表面加工鋼材
	電磁波吸収体	高周波電磁波の吸収	CNT透明電磁波吸収体

IV. 環境・エネルギー分野等

対象部材(大項目)	対象部材(中項目)	対象部材(小項目)	出口から求められる機能	求められる機能を発現する高度部材		評価指標					
				名称	特徴・概要	目的への貢献・ポトルネック性	他機能への影響	市場性	学際・業際研究開発の必要性	部材としての研究開発の必要性	
省エネルギー・CO2削減用部材	軽量化・高強度化用部材	車台・外板	CFRP,Mg・Al等鉄系以外の材料による軽量化・高強度化	展伸用Al合金製骨格構造部材(バンパー、ボディー、ドア部材等)	軽量、減衰能	○		○	○	○	
				展伸用Mg合金製骨格構造部材(バンパー、ボディー、ドア部材等)	軽量、減衰能	○		○	○	○	
				CFRP外板部材	比剛性の極めて高い超軽量外板	○		○	○	○	
				CFRTPボディー部材	軽量・高剛性・高強度	○		○	○	○	
				ダイカスト用マグネシウム合金製骨格部材(ピラー、ドアインナ等)	軽量・高耐力・高延性・一体構造化、減衰能	○		○	○	○	
				金属ガラス板材	強度が鉄鋼の3倍の金属ガラスをボディー外板に使用することで、薄肉化による軽量化が図れる。	○		○	○	○	
		ヒラー・メンバー等	CFRP,Mg・Al等鉄系以外の材料による軽量化・高強度化	ダイカスト用マグネシウム合金製内装部品(シートフレーム、インパネ等)	軽量・一体構造化、減衰能	○		○	○	○	
				樹脂系内装部品材料	耐久性・質感etc		○	○			
				超高強度ハイテン車体部材	成形性の良い980MPa級以上のハイテンを開発し車体用鋼板をゲージダウンする	○		○	○	○	
		内装部品	鉄系材料による軽量化・高強度化	高ヤング率鋼板車体部材	鋼板のヤング率を向上させることにより、車体用鋼板をゲージダウンする				○	○	
				高強度鋼線(スチールラジアルタイヤ用)	高強度のラジアルタイヤ用鋼線 耐久性、燃費(軽量化)、安全性			○	○	○	○
		車台・外板	鉄系材料による軽量化・高強度化	高強度鋼線(スチールラジアルタイヤ用)	高強度のラジアルタイヤ用鋼線 耐久性、燃費(軽量化)、安全性			○	○	○	○
	タイヤ	鉄系材料による軽量化・高強度化	高強度鋼線(スチールラジアルタイヤ用)	高強度のラジアルタイヤ用鋼線 耐久性、燃費(軽量化)、安全性			○	○	○	○	
	窓材	透明部材代替	プラスチックウインドウ	剛性、耐候性にすぐれたプラスチック製	○			○	○	○	
	電装系	電子部品用部材の高性能化	軽量電子部品	小型化、軽量化を図った電子部品				○	○	○	
			高強度・高導電性接点部材	銅-ベリリウム合金を上回る強度、パネ特性、および導電性を有する複合化金属ガラスを電気配線のコネクタに使用することで、小型化・軽量化を図る。				○		○	
			プラスチック系光ファイバー	軽量・高情報伝送量・高耐久性の光ファイバー	他の技術戦略マップ(光学部材)で検討済み						
	エンジンの小型・軽量・高効率化用部材	シリンダヘッド・ブロックなど	エンジン本体の軽量化	AC4Cシリンダヘッド、シリンダーブロック	AC4Cアルミ合金は、熱疲労寿命特性に優れ、高出力エンジンにおける高負荷、高温環境下ですぐれた耐久性を有する	○		○	○	○	
				耐熱マグネシウム合金製エンジン周辺部品(シリンダーブロック、トランスミッションケース、オイルパン、エンジンクレードル等)	エンジン鋳物部品へMg(軽量、減衰能)を適用する(アルミの代替)	○		○	○	○	
				カーボンナノファイバー強化マグネシウム合金製エンジン部品(ピストン等)	軽量、低摩擦係数、耐摩耗性、減衰能	○		○	○	○	
				鉄(超微細粒鋼板、部分強化型高強度部材)	組織の微細粒化により強度と成形性の両者を向上 必要な部分を高強度化し部品の軽量化を図る	○		○	○	○	
		電子部品	電力の有効利用	省電力デバイス	エンジン制御デバイスの省エネ化促進	○		○	○	○	○
				エネルギー回生	車載用電力回生機器システム	超軽量、高効率電力回生システム			○	○	
		燃料噴射用部材	燃料供給の効率化	超高压コモンレール材料(ディーゼル)	現行耐圧を大幅に上回る軽量コモンレール			○	○	○	○
(セラミック)ノズルインジェクター				燃費と排ガス対応のため、噴孔が益々小径化する傾向			○	○	○	○	
ボルト			高強度ボルト	ボルトを高強度化(20T以上)することにより締結部位を小型軽量化する	○		○	○	○	○	
コンロッド			軽量コンパクトコンロッド	エンジンの軽量化・静粛性	○		○	○	○	○	

自動車用部材

自動車用部材	バネ	部品の軽量化	金属ガラスパネ材	高強度、低ヤング率の金属ガラスをエンジン用弁バネに使用し、軽量化と小型化を図る。	○		○	○	○		
			高強度弁ばね	主として鋼を高清浄化することにより、ばねを小型軽量化する	○		○	○	○		
		センサー		金属ガラス製圧力センサ	高強度、低ヤング率の金属ガラスを燃料噴射制御用圧力センサに使用し、高率化と小型化を図る。				○	○	
	エンジン摺動摩擦低減のための部材	エンジン部品全般	エンジン内部での摩擦損失低減	ピストンリング、ピストンスカート、シリンダー	摩擦損失低減、耐摩耗性向上/低フリクション化とガスシール、バルancing性が要求される	○		○	○	○	
				カーボンナノファイバー強化マグネシウム合金製エンジン部品(ピストン、シリンダーブロックの部分複合化等)	軽量、低摩擦係数、耐摩耗性、減衰能	○		○	○	○	
		接触界面		高潤滑性金属	ギア等の摩擦抵抗を削減	○	○				
		オイル		低フリクションエンジンオイル	エンジンの摺動部に用いられるオイル	○	○	○			
	動力伝達の高効率化のための部材	歯車	伝達ユニットの小型化・高効率化	高疲労強度・高衝撃強度歯車	動力を伝達する歯車強度を向上させることによりトランスミッション、デファレンシャルユニットを小型化する	○	○	○		○	
		ベルト		ベルト(歯付ベルト、Vベルト)	自動車エンジンカムシャフトを駆動する歯付ベルトとオルタネータなどの補機を駆動するVベルト。レイアウト自由度と効率的な伝達が可能	○	○	○		○	
			オイル	高トラクションオイル	トランスミッション用オイル	○	○	○			
	燃料の多様化に対応するた	燃料タンク・供給系	バイオエタノール・ガスホール対応など	高耐食性燃料タンク・供給系部品	エタノール、バイオディーゼル、DM E、GTL等の新規燃料に対して十分な耐食性を有する材料	○	○	○	○	○	
	排気ガスのクリーン化・無排気ガス化用部材	排気ガス中有毒物質削減用部材	触媒コンバータ等本体	長寿命・高効率化	ディーゼル排ガス浄化システム	ナノPM捕集・高効率NOx浄化機能等を有する高次構造制御フィルタ	○	○	○	○	○
					高性能排ガス浄化触媒ユニット(担体)	リサイクル性にも優れた高性能排ガス浄化触媒(3元触媒)	○	○	○	○	○
			排気系	長寿命・耐熱・耐食	排気マニフォールド	高温排気ガスを触媒コンバータへ送る	○		○	○	○
		無排気ガス化用部材	モーター	ハイブリッド自動車 燃料電池自動車 電気自動車などの実用化	駆動用モーター	高性能モーター用部材ー小型超強力磁石の開発	○	○	○	○	○
			高性能電磁鋼板		モーターの小型化を可能とする高性能電磁鋼板	○	○	○			
電気ストレージ			省エネシステム用電気系統/電源		高耐性小型コンデンサ等電子部品・高性能二次電池・小型燃料電池	○	○	○	○		
燃料電池セル・スタック			大容量キャパシタ		高エネルギー密度かつ高速充放電	○	○	○	○		
			電解質膜		中高温(100~200℃)で動作し高効率	他の技術戦略マップ(燃料電池関連)で検討済					
			非白金系燃料電池		白金以外の触媒を使用						
低コスト燃料電池電極			性能は現行品同等で安価								
水素タンク	高圧水素タンク	軽量、高耐圧の圧力容器									
水素供給系	水素インフラ用材料	水素インフラを構築するための脆化抑制などを目的とした材料									
3R化対応用部材	リデュース化対応用部材	金属部全般	製造工程最適化	稀少金属使用削減技術	稀少金属使用量を最小限とした材料	○		○	○	○	
			代替添加元素探索	希土類元素等の稀少資源削減化技術(Mg合金)	低コスト化、安定供給を促進			○	○	○	
		表面(メッキ部)	代替工法	亜鉛代替高性能めっき技術	亜鉛を代替する新しいめっき	○		○	○	○	
	リサイクル化対応用部材	車台・外板、内装など	易再資源化	鉄化促進	リサイクルの観点からの鉄鋼材料の使用量拡大	○		○			
				銅使用量削減技術	鉄鋼リサイクルと銅リサイクルの分離	○	○	○			
			シュレッダーダスト0化	シュレッダーダストの発生削減を極限まで追及した素材	○		○	○	○		

				水平・アップグレードリサイクル技術(Mg合金)		○	○	○	○	
再生可能資源化対応用部材	バイオプラスチックの利用等のための部材	車台・外板、内装など	バイオプラスチック	バイオコンポジット外板類	天然繊維+バイオ由来プラスチックからなりカーボンニュートラル	○		○	○	
				ポリ乳酸部材(含繊維)	植物由来のポリ乳酸を使うためカーボンニュートラル	○		○	○	
			バイオ由来石油化学製品原料	バイオポリオレフィン部材(バンパーなど)	バイオ原料から製造したカーボンニュートラルなポリオレフィンを用いる	○	○		○	○
				バイオエンブレ部材	バイオ原料から製造したカーボンニュートラルなナイロンなどを使う	○	○		○	○
その他環境負荷低減のための部材	製造時の環境負荷低減・投入エネルギー削減用部材	金属部品一般	製造工程の削減・高効率化	高強度ダイカスト部材(Al, Mg合金)	高品質・一体構造化による部品点数削減	○		○	○	
				双ロール鋳造法による直接薄板製造技術(Al, Mg合金)と圧延技術	低コスト・高効率製造	○	○		○	○
				高強度鋳造部品	鍛造部品に匹敵する鋳造部品製造技術		○	○		○
				マグネシウム溶湯用SF6フリー溶解・鋳造技術	地球温暖化効果削減	○	○		○	○
			投入エネルギー削減	省エネ型鋳造システム用型部材	例えばナノボア分散により耐スケーリング性、難濡れ性、強度、耐食性にすぐれた鋳造用セラミック部材を用いて、熱ロスが少ない鋳造プロセスを確立する			○	○	○
洗車・メンテナンスに係る環境コストの低減	金属部材(耐蝕性が要求される部品全般)	超寿命化・耐久性向上	金属ガラス板材	ステンレスの1万倍の高耐食性を活かしてボディ外板や足回り部品、消音機等の耐久性が向上			○	○	○	

対象部材(大項目)	対象部材(中項目)	対象部材(小項目)	出口から部材に対し求められる機能	求められる機能を発現する高度部材	評価指標(サステナビリティへの寄与は技術マップに掲載する前提条件)			
					目的への貢献・ポルトネック性	他機能への影響	学際・実業研究開発の必要性	部材としての研究開発の必要性
環境負荷低減用部材	外装・内装	外装・骨格	リサイクル・廃資源の再利用(廃材の削減・高付加価値化)	アップグレードリサイクル金属系建材	○		○	○
		内装		リサイクルプラスチック建材	○		○	○
		外装・内装		リサイクル無機建材	○		○	○
		外装・骨格		リサイクル複合建材	○		○	○
	内装	植物系資源利用(再生可能資源の利用)	生分解性プラスチック			○		
			高性能化木材	○		○	○	
	骨格	希少資源の不利用・使用量削減	レアメタル等不添加高強度鋼	○			○	○
			高強度化軽金属材料	○	○		○	
	骨格・固定部品	骨格・固定部品	FRP構造材	○	○		○	○
			緑化対応コンクリート	○		○	○	
	屋根・外装	骨格	緑化構造材	○		○	○	○
			軽量土壌	○		○	○	
	屋根仕上げ	外装・屋根	生物塗料	○		○	○	○
			リユース・リサイクル容易性(再利用のためのコスト低減)	リユース鋼構造システム			○	○
	開口部	骨格	単一素材サッシ				○	○
高耐久性鋼材			○		○	○		

建築用部材	長寿命化用部材	骨格	長時間耐久性の付与	震度Ⅶ弾性構造システム用鋼材	○		○	○	
		外装・内装・骨格		高耐久性軽金属建材	○		○	○	
		外装・内装		高耐久性無機建材	○		○	○	
		内装		高耐久性樹脂建材	○		○	○	
		骨格		FRC	○				
		外装・屋根等仕上げ		高耐久性表面処理材（塗料など）	○	○	○	○	
		外装下地		高耐久性シーリング材	○		○	○	
		骨格固定部		超高強度ボルト	○	○			
		外装・骨格等		乾式接合法		○		○	
		外装・屋根仕上げ		メンテナンス性の改善	セルフクリーニング（耐汚染性表面処理）	○	○	○	○
		省エネルギー用部材		外装・内装	省エネルギー型環境制御	高性能断熱材（壁材）	○	○	○
開口部	高性能断熱材（窓材）		○	○		○	○		
外装・内装	高性能蓄熱材		○			○	○		
内装	発熱・放熱繊維		○	○		○	○		
外装仕上げ	高反射塗料		○	○		○	○		
外装仕上げ	高性能保水建材		○	○		○	○		
内装	高性能調湿建材		○	○		○	○		
開口部	太陽エネルギー制御材料		○			○	○		
開口部	機能性窓		○			○	○		
開口部	次世代換気システム		換気システムについては「健康安全で記載」						
外装・開口部	省エネルギー型室温制御機構		○			○	○		
内装	FPDパネル			○					
屋根	新エネルギー利用型環境制御		高性能太陽電池材料	別途エネルギー関連の技術戦略マップで検討					
外装			高性能熱電変換材料						
屋根		太陽電池パネル							
システム		空気集熱型空調システム							
システム	燃料電池システム								
リフォーム用部材	内装接合部	リフォームの容易化	易分解接着剤	○		○	○		
	内装		ユニット化建材	○		○			

対象部材（大項）	対象部材（小項目）	出口から部材に対し求められる機能	求められる機能を発現する高度部材
	センサー	検出濃度範囲の拡大、正確性、高感度、高速応答性（即応性）、高選択性、高耐久性、小型、低価格	<p>センサーデバイス(機能化・集積化・マルチセンサー化)</p> <p>分子認識部位(ナノ粒子・空間制御・界面形成・制御・高次構造形成・制御・抗体設計・再生)</p> <p>トランスデューサ(電気・電子式トランスデューサ:超小型化、高速電子移動材料利用による感度・応答性向上・共振・表面弾性液などを利用したトランスデューサ:超小型化・高周波化による感度・応答性向上・光利用トランスデューサ:新燐光・蓄光材料/粒子の開発・磁気利用トランスデューサ:磁気共鳴などを利用した感度・分解能向上)</p> <p>質量分析計関連部材(小型化、集積化、低消費電力化)</p> <p>センサー補機類(前処理関連部材:加工技術の改善による生産性向上・校正標準関連部材:校正・標準化機能の小型化・内蔵・統合型センサー用部材:補機類の小型化、省電力化、軽量化、リモート型センサー用部材:低消費電力化、無線/LAN機能の複合、小型化、低価格化)</p>

環境負荷低減部材	フィルター	高耐熱性、除去率向上、高濾過効率、高効率除去、耐熱性、低圧損、高透過性、ナノ粒子除去、耐熱性、低圧損、高透過性、水処理、吸着性・広表面積、イオン交換特性、吸着特性、環境浄化性能	高性能・超耐熱性ナノフィルタ、環境浄化用触媒担持ナノフィルタ、有害物質除去用高効率光触媒、超微粒子状物質の捕集用多孔体セラミックス・ナノ繊維・多孔体の空隙(形態制御)、排気ガス浄化用フィルター、アクティブ多孔体(表面制御による機能付与)、分離膜、選択透過膜(ナノ繊維、吸着膜、ろ過膜)、ケイ素系規則性ナノ多孔材料分離膜及び土壌改質、室内環境浄化・土壌浄化材料
	吸着剤	ガス吸着性	粒状物質捕捉(多孔体セラミックス)
	高度水浄化	高効率電気分解	ダイヤモンド電極
	グリーン触媒	触媒特性など物理化学的特性	ケイ素系規則性ナノ多孔材料
	(光)触媒	防汚性、高感度、耐食性、高効率、VOC分解	光触媒材料、高密度高アスペクト加工が可能な耐食性、触媒作用を持つ材料、光触媒表面処理鋼板等の適用技術の開発、環境改善技術開発
	構造材	リサイクル性、他ポリマーとの複合性、低毒性、マイクロ波による重合特性、低摩擦抵抗、特定条件発泡性、高靱性、高強度、軽量、高耐熱、低温・短時間反応	ポリ乳酸、ナノ繊維、海洋生分解プラスチック、生分解性ポリマー、低摩擦抵抗生分解性コーティング剤、発泡性材料、構造制御されたFRP、建材・構造材(エンジニアリングプラスチック)
プラント用部材	耐環境流体回路部材	耐熱性・耐久性、耐食性・耐放射線、耐食性・緻密性、耐クリープ性	化学プラント配管(チタン、耐熱浸炭鋼)、原子力プラント材料(金属材料)、廃棄物発電用部材(蒸発管・過熱器管等)、プラント用配管類(高効率発電用ボイラーチューブ、反応器、油井管)、熱交換器耐食材料
	耐環境シール部材	耐熱性・耐久性	オイルシール、ガスバリア(有機無機複合材料)
	耐環境構造部材(耐蝕、耐熱、耐圧、等)	耐久性、省エネ、耐摩耗性、耐熱性、耐食性、高強度、低コスト	超高温タービン翼部材(タービン翼)、ボイラ部材(ウェアリングノーズ等)、ディーゼル発電用部材(ピストンリング・シリンダライナ等)、塩素等の腐食雰囲気強い耐熱構造部材
太陽電池	発電材料	高性能化、大面積化、省資源、省生産エネルギー、低コスト化、光触媒機能	薄膜シリコン合金材料、Inフリー化合物半導体材料、アンテナ系・光電荷分離系材料、高分子固体型色素増感材(高分子材料)、サブ波長構造形成有機太陽電池部材(有機)
	電極材料	低抵抗化、低温製造、高透過率、省資源、バンド整合、電荷輸送性	非In系材料、多元系材料、高湿度低湿度対応プロトン伝導膜、異方性輸送(ナノ誘電体)、超ホール輸送材料(高分子、複合材料)
	基板材料	低コスト、低温製造、軽量化、薄膜化	高バリア性ポリマー、長寿命ポリマー、超精密軽量セパレータ部材
軽量動機	熱電変換部材	高出力、システムコンパティビリティ、低温作動、小型化	熱電変換モジュール
二次	高エネルギー密度キャパシタ	高エネルギー密度、高出力密度	高エネルギー密度キャパシタ
	高出力スーパーキャパシタ	高出力、長寿命	高出力スーパーキャパシタ

電池・キャパシター	スーパーキャパシタ用高誘電体材料	絶縁性、高誘電率	HIGH-k材料(有機無機複合材料)
	二次電池電解液	電解特性	電解液(イオン性流体)
		薄膜化	高分子配列材料(強靱薄膜)
二次電池用活性物	耐熱性、耐久性、耐食性	フッ素、ケイ素材料、有機蓄電材料	高出力活物質制御、電気二重層制御(レドックス材料)、ヒステリシスループ制御(可逆性材料)

光触媒水素製造部材	色素増感材	光触媒機能	高分子固体型色素増感材(高分子材料)
	光合成太陽電池材料	光触媒機能	アンテナ系・光電荷分離系材料
	光触媒半導体材料	電荷輸送性	異方性輸送(ナノ誘電体)、超ホール輸送材料(高分子、複合材料)
	隔壁	耐熱耐久性	高強度多孔質材料

水素製造部材	超イオン伝導電解質	イオン導電性	超イオン伝導電解質材料(高分子材料、イオン性流体)
	イオン選択透過材料	選択透過性	イオン選択透過性材料(多孔質、フッ素材料、フッ素代替)
	ガス(分子)選択透過材料	選択透過性	ガス選択透過性材料(多孔質、複合材料)、分子選択透過セラミックス材料

産業機械用部材	構造材	制振性、比剛性	結晶性・微細構造制御部材、多孔質金属(鉄系、アルミ系、合金系金属)
	摺動部材	耐摩耗、高温強度、耐食性	Ti-Si-C三元系化合物セラミックス

ロボット用部材	骨格用構造材	高弾性・強靱性、高比剛性、高比強度	バネ材料(金属材料、高分子材料)、軽量骨格材料(セラミックス、有機無機複合材料)、重量骨格材料(金属材料、セラミックス) 軽量金属(マグネシウム・チタン)構造部材
	駆動用部材	繰返特性・高出力、超微細駆動制御、圧電変換、高速応答性、低ヒステリシス性、圧電変換機能	高弾性変形、自己修復材(エラストマー、ゲル材料) 形状記憶金属人工筋肉(ニッケル-チタン等)、圧電変換材(高分子材料)、超微小ギア(高機能複合化金属ガラス)
	駆動用構造部材	迅速応答	ソフトマテリアル(ネットワーク材料、エラストマー)
	センサー	耐久性・耐候性、高精度感受性、スマートデバイス	耐擦過材料(無機コーティング)、光学アレイ(透明材料、接着) インテリジェント材料、MEMS
	表面部材	高品位、耐久、耐候、撥水撥油、セルフクリーニング、熱伝導、触感・質感	分散、高品位、耐久、耐候塗料(微粒子塗装)、撥水撥油(ナノ多孔表面)、光触媒、比熱制御(ゲル材料、複合材料)、ソフトマテリアル(エラストマー、ゲル材料、保湿材料)





防犯・セキュリティ	目標	試験方法で定義した実地に試験を行うものとして定めるすべての手口について、攻撃の開始から5分以上人体が通過できる状態にならなかったと判定された試験体は、試験に合格		基準適合住宅数の拡大																			
	侵入防止	超強度窓材	超強度窓材	性能基準の標準化	材料・機構の開発																		
リフォーム	目標	3%程度(平成11~15年平均)		5%																			
	補強	簡易基礎補強材料	アラミド繊維基礎補修シート	広幅・高速製造技術の開発	性能評価、設計・施工方法の開発	性能評価方法の標準化																	
			炭素繊維補強シート	広幅・高速・多層積層シート製造技術の開発	性能評価、設計・施工方法の開発	性能評価方法の標準化																	
		ひび割れ充填材	部材性能再生型ひび割れ充填材	既存充てん材の性能評価方法の標準化	母材と類似した力学的特性とするための材料組成調整技術の確立	母剤再生充てん材の性能評価方法の標準化	多様な建材組成への対応	補修した部材の耐久性能評価技術の確立	施工方法の開発														

## 部材分野のロードマップ（環境・エネルギー／自動車用部材）

大項目	中区分	対象部位	出口から求められる機能	求められる機能を発現する高度部材名称	特徴概要	研究開発の方向性																
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
省エネルギー・CO2削減	軽量化・高強度化	車台・外板	CFRP・Mg・Al等鉄系以外の材料による軽量化・高強度化	展伸用Al合金製骨格構造部材（バンパー、ボディー、クローシャーパネル部材等）	軽量、減衰能	自動車外板用アルミ合金圧延板の開発	高強度・高耐食性・高成形性・良表面性状															
						展伸用Al合金製骨格構造部材（バンパー、ボディー、クローシャーパネル部材等）	軽量、減衰能	自動車外板用アルミ合金圧延板の開発	バークハード性、高r値新合金の開発													
						低床自動車外板用アルミ合金圧延板の開発	コスト×1.0倍 5000系合金 6000系合金															
						自動車バンパー用アルミ合金押し出し材の開発	連続鍛造圧延技術の確立 鋼並みの耐力、延性															
						高品質大型スラブ、ピレットの製造技術の確立	結晶粒径：0.5~1mm 結晶粒径：100μm以下 面削：数mm以下 スラブ：Wt. 5m×t.0.5m×L5m以上 ピレット：φ0.5m×L5m以上 結晶粒径：50μm以下 面削：数mm以下 ピレット：φ12 inch×L5m以上															
						広幅圧延技術の確立	超音波振動付加型ホットトップ半連続鍛造等の技術の開発 既存開発&微細化剤及び高速冷却技術 板幅：0.3m 圧下率：10%/パス ロール：室温 板幅：2m 圧下率：30%/パス以上 加熱ロールを用いた高圧下率圧延技術の開発															
						高強度化	耐力：150MPa 伸び：20% 耐力：200MPa 伸び：20% 耐力：250MPa 伸び：20% 高合金マグネシウム合金の温間加工技術の開発 時効析出型マグネシウム合金の温間加工技術の開発 高合金マグネシウム合金並み 希土類元素含有合金並み 展伸用アルミニウム合金並み															
						耐食性の向上	高純度化技術の確立（Fe量10ppm未満） 高耐食性マグネシウム合金の開発 組織制御（傾斜材料的要素）															
						表面性状の向上	鏡面仕上げ 最終圧延技術としての冷間圧延技術と熟処理技術の確立															
						成形性の向上（r値、HEM性など）	250℃ LDR:2.5以上（鋼の室温での限界深絞り値） 100℃で鋼並みの深絞り性 室温で鋼並みの深絞り性 結晶粒微細化、集合組織の制御と温間プレス技術の確立 新合金開発、組織微細化、部品扱い集合組織制御と冷間プレス技術の確立															
						高速押し出し技術の確立	アルミニウム合金の約1/10 アルミニウム合金の約1/2 アルミニウム合金と同等 動的再結晶の容易な新合金開発および金型構造の最適化 静水圧押し出し等を用いた量産技術の確立															
						高強度・高靱性化鍛造材	A6000系並の鍛造性 A6000系並の強度・靱性 動的組織変化を利用した組織制御技術の確立 鍛造による組織制御（微細化、結晶方位）															
						プレス成形技術の開発（含む金型技術）	250℃で鋼並みの深絞り性 低温（100℃）加工可能 冷間加工可能 温間プレス技術の確立 冷間プレス技術の確立 異方性を考慮した成形シミュレーション技術の確立															





















#### 4. 評価の検討状況

##### (1) 事業の位置付け・必要性

###### ● 事業自体の必要性

鉄鋼材料の高機能化、長寿命化については、日本が最先端の技術力を維持し、世界を牽引してきた。しかし、エネルギー・インフラ分野で求められる極低温、腐食、高温・高圧などの極限環境対応、輸送機器分野等での軽量化による高効率および省エネルギー対応、さらに安心・安全対応に対する鋼材の社会的ニーズは近年一段と高度化している。既存技術の延長ではこれらの課題に対処することが困難になってきている。

他方、近年の科学の進歩により、ナノスケールでの結晶組織制御、工業分野に応用しやすいレーザー発生など電子工学分野における各種の革新的技術、計算機科学の進歩による高度なシミュレーション技術など、異分野の科学技術・技術との融合による新たな材料革新の可能性も高まっている。

このため、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、安心・安全化を図るために、最新の科学的知見を導入し、鉄鋼製品の高強度・高機能・長寿命化を加速することが必要である。

###### ● 位置づけ

戦略重点分野としては、生活の安心・安全を支える革新的テクノロジー・材料技術に位置づけられ、研究開発プログラムとしては、省エネルギー技術開発プログラムに位置づけられる。

##### (2) 研究開発目標の妥当性

###### <目標>

鋼材の高強度化・利用技術およびその信頼性向上技術の開発により、プラント、構造物、自動車等に関する災害や事故から身体等の安全を確保する。具体的には共通基盤技術と実用化技術に分けて、下記の溶接技術と鍛造技術の2分野の技術開発を行う。

(中間目標：平成21年度末、最終目標：平成23年度末)

###### 【共通基盤技術（委託事業）】

###### ①高級鋼材※の革新的溶接接合技術の基盤開発

(※高級鋼材とは、高強度鋼・低温用鋼・耐熱鋼の総称)

全体の最全体の最終目標 [予熱なしで980MPa以上的高级鋼(現状400MPa)の溶接を可能とする溶接技術と材料技術の基盤を確立する]

###### 個々の研究開発項目に対する目標

###### 1. クリーンMIG溶接プロセス技術の開発

(中間目標)溶接金属の含有酸素量：50ppm以下で無欠陥の安定した施工を確保する手法の明示

(最終目標)25mm板厚でパス数半減、スパッタ発生率半減

###### 2. ファイバーレーザ、レーザ・アークハイブリッド溶接適用基盤技術の開発

(中間目標)板厚12mmの高強度鋼2パス隅肉溶接継手の達成

(最終目標)板厚 25mm の高強度鋼多層突合せ継手, 及び隅肉継手を JIS1 類の品質で形成する欠陥防止技術の開発

3. 高強度鋼、低温用鋼厚板のための高強度・高靱性溶接金属の開発および溶接継手信頼性評価技術の研究

(中間目標)溶接割れのない高強度溶接金属組織の必要条件とクリーン溶接金属で高靱性が得られる溶接金属組織の必要条件明示。継手部残留応力と疲労強度の関係の究明。

(最終目標)強度 980MPa と靱性 (-40°C で 47J 以上) を達成する要件を明示。継手部の残留応力適正制御技術、新溶接プロセス・新溶接金属による大型継手での破壊性能・信頼性評価技術確立

4. 溶接継手特性に優れた耐熱鋼の合金設計指針提示と長時間クリープ強度予測法の開発

(中間目標)溶接継手クリープ強度係数 0.7 以上、3 万 h クリープ強度 100MPa の 700°C 級耐熱材料の合金設計指針の提示。溶接継手(母材・HAZ)のクリープ特性と組織劣化パラメータをリンクできるプラットフォームの構築

(最終目標)溶接継手クリープ強度係数 0.7 以上、10 万 h クリープ強度 100MPa の 700°C 級プラント用耐熱材料の合金設計指針の提示。破断時間推定精度 Factor of 1.2 の高精度クリープ強度推定法の提案

5. 溶接部水素侵入による低温割れ機構の研究

(中間目標)単一の格子欠陥(空孔、転位、粒界等)を含む単純化された金属組織における格子欠陥と水素の相互作用エネルギーの定量化。メソスケール(結晶粒数個~数十個レベル)での応力状態における水素の挙動解析技術の基盤構築。

(最終目標)複数の格子欠陥が重畳する複雑金属組織での各種格子欠陥(空孔、転位、粒界等)における水素存在状態の定量化。メソスケール(結晶粒数個~数十個レベル)での水素の影響によるき裂の進展モデル構築。単純化した金属組織を持つ 1000MPa 高強度鋼での局所応力-局所水素量に基づく破断限界の取得

②先端的制御鍛造技術の基盤開発

全体の最終目標 [降伏強度 1000MPa 以上(現状 600MPa)を有する傾斜機能部材の鍛造技術の基盤確立]

個々の研究開発項目に対する目標

1. 鍛造部材の組織制御による傾斜機能付与技術の研究

(中間目標)母材の析出強化最大化方策の抽出と鍛造プロセスによる細粒化指針提示

(最終目標)降伏強度 980MPa 以上で  $\gamma$  域 (900°C) 加工でフェライト粒径  $2\mu\text{m}$  以下、 $\alpha$  域および  $\alpha + \gamma$  域加工でフェライト粒径  $1\mu\text{m}$  以下の超細粒の実現

2. 組織・特性分布を予測する鍛造プロセスのバーチャルラボシステム基盤技術の開発

(中間目標)組織・硬さ分布予測可能なシステム構築(一般的な鍛造プロセス使用)

(最終目標)組織・硬さ分布予測可能なシステム構築(開発鍛造プロセス使用、プロトタイプ試作モデルの強度測定にてシステム検証)

3. 高強度鍛造材のき裂発生・伝播メカニズム解明

(中間目標)初期き裂の 3 次元形態と進展挙動の評価技術確立

(最終目標)限界き裂長さをに及ぼす非金属介在物と応力の影響を明確化

## 【実用化技術（助成事業）】

### ③高級鋼材の革新的溶接接合技術の開発

全体の最終目標 全体の最終目標 [980MPa 以上の高級鋼（現状 400MPa）の溶接を可能とする溶接技術と材料技術を開発する]

個々の研究開発項目に対する目標

#### 1. クリーン MIG 技術の低温用鋼・980MPa 級高強度鋼への適用性究明と継手性能評価

(中間目標) 施工安定性・制御性などの実用性評価により実用可能なプロセスを絞り込み、溶接装置を試作

(最終目標) 自動溶接システムを試作し、自動溶接システムを試作し、実構造を模擬した継手を作成。980MPa 級高強度鋼にて、純 Ar シールドで溶接品質：非破壊検査 JIS1 類、溶接効率：現行 MIG 溶接同等以上、強度が 980MPa 以上、 $-40^{\circ}\text{C}$ での靱性値が 47 J 以上

#### 2. レーザー溶接、レーザー・アークハイブリッド溶接技術の 980MPa 級高強度鋼への適用と、制御手法、継手性能評価法の提示

(中間目標) a. 12mm 厚鋼板の JIS1 類品質の 1 パス貫通突合せ溶接

b. HT780、12mm 板厚の予熱なしで低温割れが発生しない溶接金属（靱性 47J 以上、 $-40^{\circ}\text{C}$ ）

(最終目標) a. 母材 HT780~HT980 において、溶接金属のシャルピー衝撃値が $-40^{\circ}\text{C}$ で 47J 以上、疲労強度が突合継手で JSSC 基準の E 等級、十字隅肉溶接継手で D 等級を得る

b. 大型モデル溶接構造体を作成・継手性能を検証

#### 3. 予熱・後熱なしに低温割れの抑止を可能とする 980MPa 級鋼用溶接材料の開発

(中間目標) 高強度で高靱性が得られる溶接金属組織の必要条件の明確化

(最終目標) プロトタイプの溶接材料の提案。目標値：予熱・後熱なしで低温割れなし、靱性 $-40^{\circ}\text{C}$ で 47J 以上、強度 980MPa 以上

#### 4. 熱処理なしで割れない 9Ni 系低温用鋼用溶接材料の開発

(中間目標) 溶接入熱と酸素量が溶接金属の機械的特性（耐力，強度， $-196^{\circ}\text{C}$ の靱性値）におよぼす基礎データベースを構築、溶接材料設計指針を提示

(最終目標) プロトタイプ溶接材料の提案。TIG 溶接の 2 倍の効率のプロセス条件下、耐力：590MPa 以上，強度：690~830MPa， $-196^{\circ}\text{C}$ での靱性値：50J 以上

#### 5. 溶接継手特性に優れた耐熱鋼の合金設計

(中間目標) 実溶接継手強度係数 0.7 以上を実現できる、実機クリープ強度に及ぼす微細組織の変化機構・合金組成との関係の把握。耐熱鋼の新クリープ変形モデリング、新クリープ変形曲線予測法の提示

(最終目標) 下記 a. ~c. の実証を通じ、 $700^{\circ}\text{C}$ 級超々臨界火力発電用耐熱鋼の設計指針提示と試作、溶接継手クリープ強度係数 0.7 以上の実証開始。

a. フェライト系耐熱鋼；100MPa at  $650^{\circ}\text{C}$

b. オーステナイト系耐熱鋼；100MPa at  $700^{\circ}\text{C}$

c. Ni 基合金；100MPa at  $750^{\circ}\text{C}$

・新クリープ変形モデリング、新長時間クリープ曲線予測法の高精度化および組織診断プラットフォームの構築に基づく Factor of 1.2 の高精度クリープ強度予測法の開発

6. 980MPa 級継ぎ手の水素侵入による低温割れの解明・信頼性確保のための予測手法の構築

(中間目標) 空孔、転位、粒界などの格子欠陥における水素存在状態の定量評価。上記存在状態における水素に対する炭化物及び固溶炭素の影響の定量評価

(最終目標) 粒界水素量の動的予測手法の構築。980MPa 級継ぎ手における粒界破断限界（水素量、局所応力）の予測手法の構築

④先端的制御鍛造技術の開発

全体の最終目標 [降伏強度 1000MPa 以上（現状 600MPa）を有する傾斜機能部材の鍛造技術の開発]

個々の研究開発項目に対する目標

1. 高強度化・強度差形成のための合金設計・プロセス開発

(中間目標) 同一成分鋼による 2 種類の加工熱処理条件下での性能を得る。

- a. 大型部品想定：0.2%耐力 900MPa 以上（高強度部）と 900MPa 未満（軟質部）
- b. 中型部品想定：0.2%耐力 900MPa 以上（高強度部）と 800MPa 以下（軟質部）
- c. 小型部品想定：0.2%耐力 1000MPa 以上（高強度部）と 900MPa 以下（軟質部）

(最終目標) 同一部材内で下記の性能を達成するプロトタイプを試作。

- a. 大型部品想定：0.2%耐力 1000MPa 以上（高強度部）と 900MPa 以下（軟質部）
- b. 中型部品想定：0.2%耐力 1000MPa 以上（高強度部）と 800MPa 以下（軟質部）
- c. 小型部品想定：0.2%耐力 1100MPa 以上（高強度部）と 900MPa 以下（軟質部）

2. 組織・特性分布を予測する鍛造プロセスのバーチャルラボシステムデータベースの構築  
(中間目標) システムを構成する各モジュール用データベースの構築（一般的な鍛造プロセス使用）

(最終目標) システムを構成する各モジュール用データベースの構築と、大変形マクロシミュレーションモデルの構築（開発鋼種、開発鍛造プロセスを使用した、プロトタイプ試作モデルによるシステム検証）

3. 転動疲労メカニズム解明と非金属介在物組成・サイズ制御指針提示

(中間目標) 内部起点疲労損傷状況と初期き裂観察状況と合致する非金属介在物周囲の応力状況シミュレーション技術を構築・検証。初期き裂形態に影響を及ぼす酸化物系介在物の要因を抽出

(最終目標) 材料力学と材料因子の両方を考慮した世界初の転動疲労の寿命予測式を構築し、目標寿命値に対する介在物サイズの臨界値を得る

<妥当性>

本研究開発の達成目標は、先導研究として平成 17 年度に実施した「先端的鉄鋼材料開発基盤研究調査委員会（委員長：牧正志京都大学大学院教授）」における鋼材需要業界を対象としたアンケート調査や、NEDOPOST1 に対するパブリックコメントの結果を踏まえたものである。

### (3) 研究開発マネジメント

NEDOPOSTにより、広い分野の有識者からいただいたご意見を反映させる。既に NEDOPOST1 において、本研究開発の必要性・検討すべき方向について多くのご意見をいただいている。さらに、事前評価委員会および NEDOPOST2 におけるご意見を基本計画に反映させる。

研究体制は公募を行い、基盤技術を担当する大学・国研等とその応用により実用化を検討する材料メーカー・加工メーカーの最適な垂直連携のフォーメーションを構築することにより実用化の加速を図る。

プロジェクト開始後 3 年目に中間評価を行い、その結果を踏まえて、事業全体について見直しを行うことを想定している。

### (4) 研究開発成果

鋼構造物、エネルギープラント等の高強度・高機能化・長寿命化の大幅な加速、および自動車等の更なる軽量化を可能とする最適傾斜機能部材の製造が可能となり、高度な省エネルギー社会を構築すると共に、日本製造業の国際競争力の更なる向上を図る。

省エネルギー効果としては、

1. 高級鋼の革新的溶接技術：高級鋼厚板（高強度・低温用）に予熱後熱フリー高能率溶接技術等を使用することで、2030 年 12.6 万 kL/年、また発電所への耐熱鋼材の採用により 2030 年 190 万 kL/年の石油削減効果が見込まれる（=577 万 kl×30%）。

2. 先端的制御鍛造技術：自動車鍛造部品の軽量化による燃費改善により、2030 年 53.3 万 kl/年の石油削減効果が見込まれる。

### (5) 実用化・事業化の見通し

#### 市場規模

1. 溶接技術高度化による、造船（鋼材需要 400 万 t/年）、橋梁（50 万 t/年）、ラインパイプ（180 万 t/年）等の分野への高強度鋼活用拡大、及び急増する世界の LNG 需要（2030 年に 2000 年比、5 倍）に必要な貯蔵容器等のインフラ需要への対応。

2. 超々臨界圧火力発電用耐熱鋼材【計 1330 億円の市場規模】

国内リリース；25 億×2 基/年：50 億円

原子力関係は国内価格 10 倍で：500 億円

海外新設 13 億×60 基で約 780 億円

3. 荷重・超寿命軸受け鋼材の機械部品への適用

2030 年度までに、軸受け鋼：11.5 万 t/年、機械構造用鋼：23 万 t/年の市場拡大が図れる。さらに、鉄系鍛工品の総生産量は 230 万 t/年。その内の 66%が自動車用。

#### 実用化・事業見通し

1. 950MPa 級鋼を用いたクリーン MIG・レーザー溶接鋼構造物（橋梁・造船・エネルギー・インフラ等、2015 年）

・ 9Ni 系 LNG 貯蔵容器への新溶接材料・溶接プロセスの適用（2016 年）

2. 超々臨界圧火力発電プラントの配管用等への 700°C 級耐熱鋼の展開（2015 年）

3. 高耐力非調質コンロッド用鋼（2015 年）、強化部・切削可能な非強化部を有するジョイント・ギアシャフト等部品

(6) その他特記事項

5. 総合評価

NEDO の実施する事業として適切であると判断する。

## 「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発基本計画（案）」に対するパブリックコメント募集の結果について

平成19年3月13日  
NEDO技術開発機構  
ナノテクノロジー・材料技術開発部

NEDO POST 3において標記基本計画（案）に対するパブリックコメントの募集を行いました結果をご報告いたします。  
みなさまからのご協力を頂き、ありがとうございました。

### 1. パブリックコメント募集期間

平成19年2月27日～平成19年3月5日

### 2. パブリックコメント投稿数＜有効のもの＞

計0件