

# 高効率かつクリーンな革新的発電・燃焼技術の実現

## エネルギー(2)

中間目標、アウトカム  
(2020年以降)

主な取組

2013年度

2014年度

2015年度

2016年度

### 要素技術開発

#### 高効率分離回収法の確立と低コスト化

- 技術開発**
- 【エ・経08】
    - 固体吸収剤を用いたCO2小型回収試験装置の作製と開発したシミュレータの改良
    - CO2小型分離膜モジュールの性能を総合的に評価
- 研究成果の取り纏め**
- 固体吸収剤の材料安定性、耐久性評価及び実用性評価
  - CO2小型分離膜モジュールの運転試験、耐久性評価試験

知見の提供

### 施工技術の開発

### 実用化技術開発

#### 一貫システムの実証フィールド着工

- 【エ・経10】 **実証試験準備の開始**
- 地上設備の建設着工

#### 大規模実証（地中貯留）

- 実証試験の開始**
- 海底下貯留層への圧入試験

### 運用手法の技術開発

#### 環境影響等の評価手法の開発

- 技術開発**
- 【エ・経09】CO2移行解析
    - 海洋生物影響評価手法の構築
    - 海域でのCO2拡散シミュレーション手法の高度化

- 【エ・経09】貯留性能評価手法
  - S波情報をとりに入れた地質モデルの構築

- 研究成果の取り纏め**
- CO2移行解析
    - 万一のCO2漏洩による海域環境評価手法の開発

- 貯留性能評価手法
  - 地質モデル構築手法開発

知見の提供

#### モニタリング技術の開発

- 技術開発**
- 【エ・経09】CO2挙動解析技術の開発
    - 光ファイバ観測データの解析及び光ファイバの試作
    - 微小振動観測
    - 地化学反応を考慮したシミュレータの検討

- CO2挙動解析技術の開発
  - CO2圧入と微小振動との相関関係の解明と対応
  - 地中埋設型光ファイバの製作・試験
  - 地化学反応シミュレータによる長期挙動予測の実施

- 研究成果の取り纏め**
- CO2挙動解析技術の開発
    - 圧入されたCO2挙動モニタリング技術の開発、及びCO2長期挙動予測手法の開発

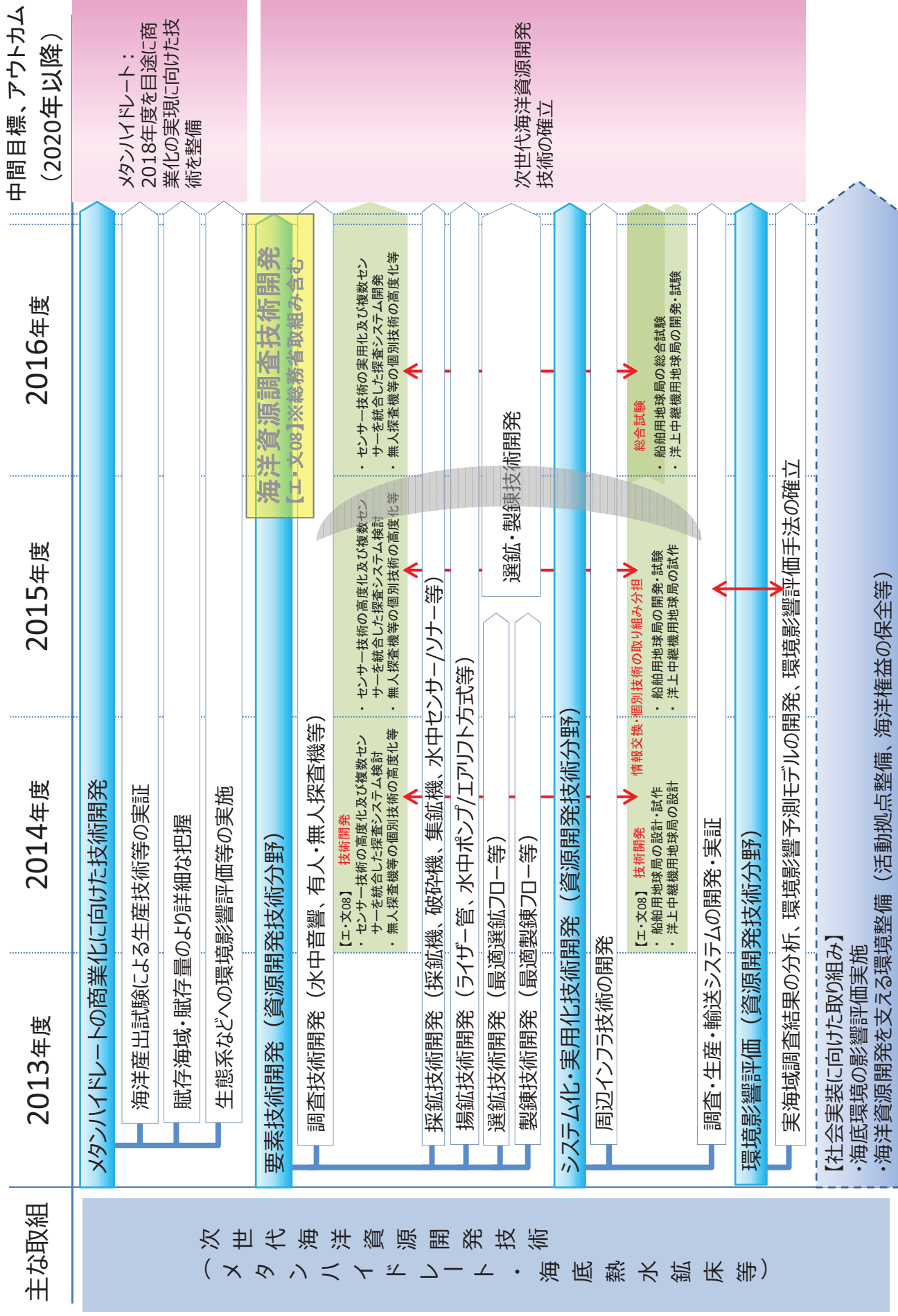
二酸化炭素分離・回収・貯留技術の実用化

【社会実装に向けた取り組み】

- 国際競争力強化に係る技術基準、認証システム等の国際標準化の推進

# エネルギー源・資源の多様化

## エネルギー(3)



次世代海洋資源開発技術の確立

【社会実装に向けた取り組み】  
 ・海底環境の影響評価実施  
 ・海洋資源開発を支える環境整備 (活動拠点整備、海洋権益の保全等)

# エネルギー源・資源の多様化

## エネルギー(3)

中間目標、アウトカム  
(2020年以降)

主な取組

2013年度

2014年度

2015年度

2016年度

### 要素技術開発

**光触媒・新規触媒開発**  
【エ・文06】  
技術開発  
・触媒表面反応理論の構築  
・微粒子表面エネルギーの解析  
・微粒子合成手法の確立

【エ・経11】  
・ギ酸の水素キャリア利用のための触媒開発

・触媒表面反応理論の構築  
・微粒子表面エネルギーの解析  
・微粒子合成手法の確立

・表面反応の解析  
・微粒子触媒の反応解析

・表面反応の解析  
・微粒子触媒の反応解析

### 革新的触媒技術の開発 【エ・文06】【エ・経11】【エ・経26】

・表面反応の解析  
・微粒子触媒の反応解析

### 二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発

【エ・経26】  
技術開発  
・光触媒(ソーラー水素製造)のモジュール化に向けた課題抽出  
・水素・酸素分離膜候補を抽出  
・合成触媒による反応プロセスの最適化、小型ハイロットの仕様検討

情報交換・成果の受渡し  
・光触媒(ソーラー水素製造)のモジュール化に向けた課題抽出及びエネルギー変換効率1%達成  
・水素・酸素分離膜候補を抽出  
・合成触媒による反応プロセスの最適化、小型ハイロットの仕様決定及びオレフィン収率70%(ラボレベル)達成

・光触媒(ソーラー水素製造)のモジュール化に向けた課題抽出及びエネルギー変換効率3%を達成  
・水素・酸素分離膜候補を確定  
・モジュールの仕様を決定  
・小型ハイロット規模での合成触媒による反応プロセスを確立

要素技術の確立  
・光触媒(ソーラー水素製造)のモジュール化に向けた課題抽出及びエネルギー変換効率3%を達成  
・水素・酸素分離膜候補を確定  
・モジュールの仕様を決定  
・小型ハイロット規模での合成触媒による反応プロセスを確立

革新的触媒技術の要素技術の確立

### 有機ケイ素機能性化学品製造プロセス技術開発

【エ・経26】  
技術開発  
・砂から有機ケイ素原料を製造するための反応経路と触媒探索  
・有機ケイ素原料から高機能有機ケイ素部材を製造するための反応経路と触媒探索

・砂から有機ケイ素原料を製造するための反応経路と触媒探索  
・有機ケイ素原料から高機能有機ケイ素部材を製造するための反応経路と触媒探索

・砂から有機ケイ素原料を製造するための反応経路と触媒探索  
・有機ケイ素原料から高機能有機ケイ素部材を製造するための反応経路と触媒探索

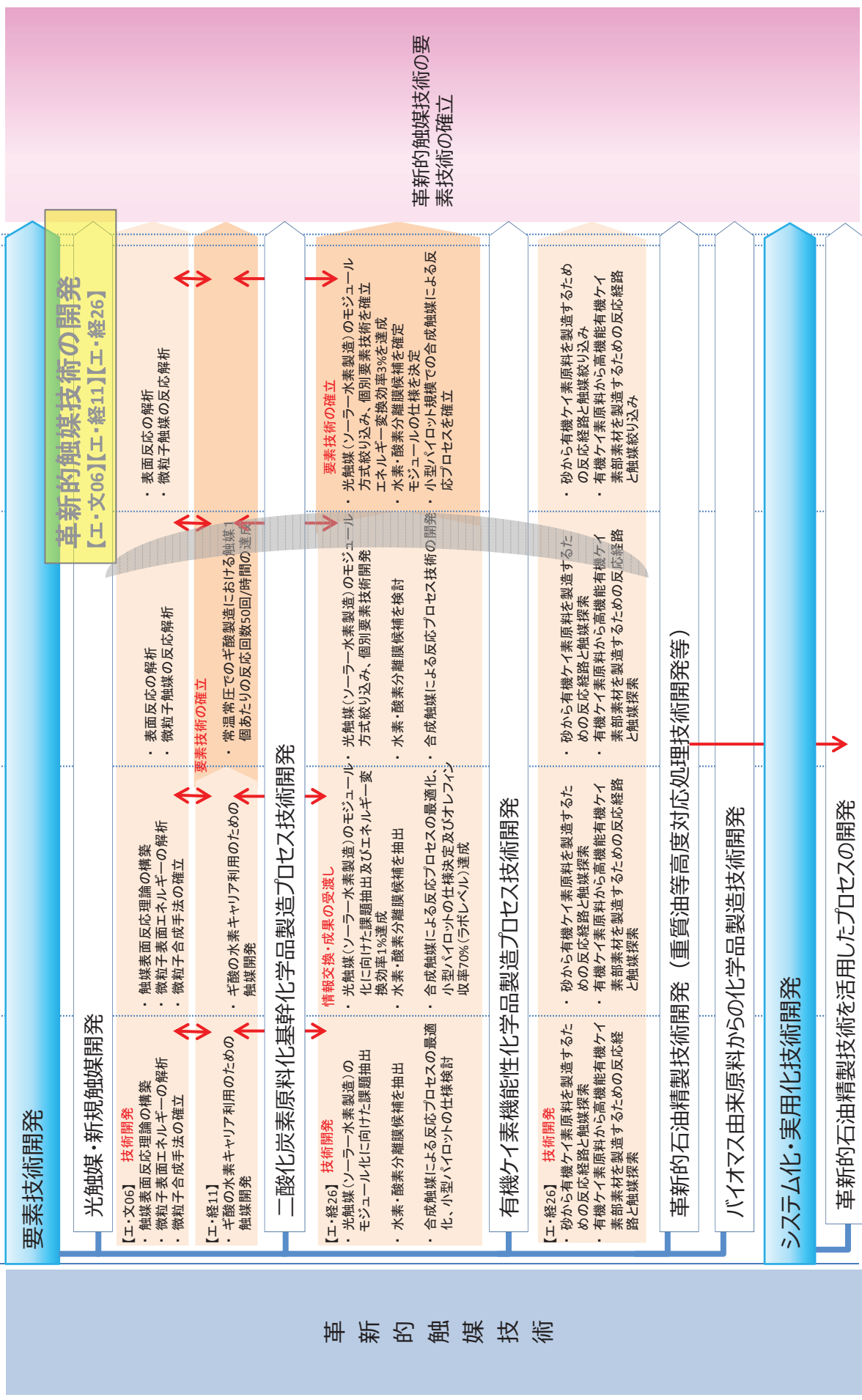
・砂から有機ケイ素原料を製造するための反応経路と触媒探索  
・有機ケイ素原料から高機能有機ケイ素部材を製造するための反応経路と触媒探索

### 革新的石油精製技術開発 (重質油等高度対応処理技術開発等)

### バイオマス由来原料からの化学品製造技術開発

### システム化・実用化技術開発

### 革新的石油精製技術を活用したプロセスの開発



# エネルギー源・資源の多様化

## エネルギー(3)

中間目標、アウトカム  
(2020年以降)

主な取組

2013年度

2014年度

2015年度

2016年度

### 要素技術開発

#### 微生物類由来の燃料製造技術開発

- 【エ・農01】技術開発**
- 微生物類からの石油代替燃料製造に適用できる高油脂含量株の育種
- 情報交換・個別技術の取り組み分担
- 【エ・経39】技術開発**
- 屋内培養で、最大38g/m<sup>2</sup>・日(25トン/ha・年相当)の生産可能な大量培養の条件を検討
  - 大量培養に係る技術開発
  - 油脂生産プロセスに係る技術開発

- 微生物類の屋外培養に適した高油脂含量株の開発
- 屋内培養で、最大38g/m<sup>2</sup>・日(25トン/ha・年相当)の生産可能な大量培養の条件を検討
- 大量培養に係る技術、培養槽のスケールアップに係る技術の開発
- 油分生産能力向上に係る技術開発

#### バイオ燃料の開発 【エ・経39】【エ・農01】

- 成果の展開

#### セルロース系由来の燃料製造技術開発

- 【エ・経39】技術開発**
- 燃料用バイオマス生産植物の評価・選定技術
  - 土壌改良等の植栽技術などを用いた収量アップ等の基盤技術研究
  - 遺伝子導入による前処理・糖化向上、不林地耐性等の植物の育種
  - 有用微生物の改良、及びパイロット詳細設計
  - 高活性酵素生産菌の改良、及びパイロット詳細設計
- 情報交換・個別技術の取り組み分担
- 【エ・農01】**
- バイオ燃料生産に適した資源作物の育種・栽培技術の開発
  - 林地残材を原料に現場(林地内)でバイオ燃料を製造する技術の開発
  - 林地残材由来のリグニンから化学製品を製造する技術の開発

- 燃料用バイオマス生産植物の評価・選定技術
- 土壌改良等の植栽技術などを用いた収量アップ等の基盤技術研究
- 遺伝子導入による前処理・糖化向上、不林地耐性等の植物の育種

- 燃料用バイオマス生産植物の選定技術
- 土壌改良等の植栽技術等の検証試験
- 遺伝子導入による前処理・糖化向上、不林地耐性等の植物等の圃場試験

- 実用化に向けた燃料用バイオマス生産植物の選定技術
- 土壌改良等の植栽技術等の検証試験
- 遺伝子導入による前処理・糖化向上、不林地耐性等の圃場試験

### バイオ燃料

バイオエタノール生産設備の拡大・整備

### 実用化技術開発

#### セルロース系由来燃料の生産システム開発

- 【エ・経39】技術開発**
- パイロットプラントの建設(1万kl/年)に向けて、前処理・糖化と発酵プロセスの最適組み合わせを検証
  - 有用微生物の改良
  - 高活性酵素生産菌の改良

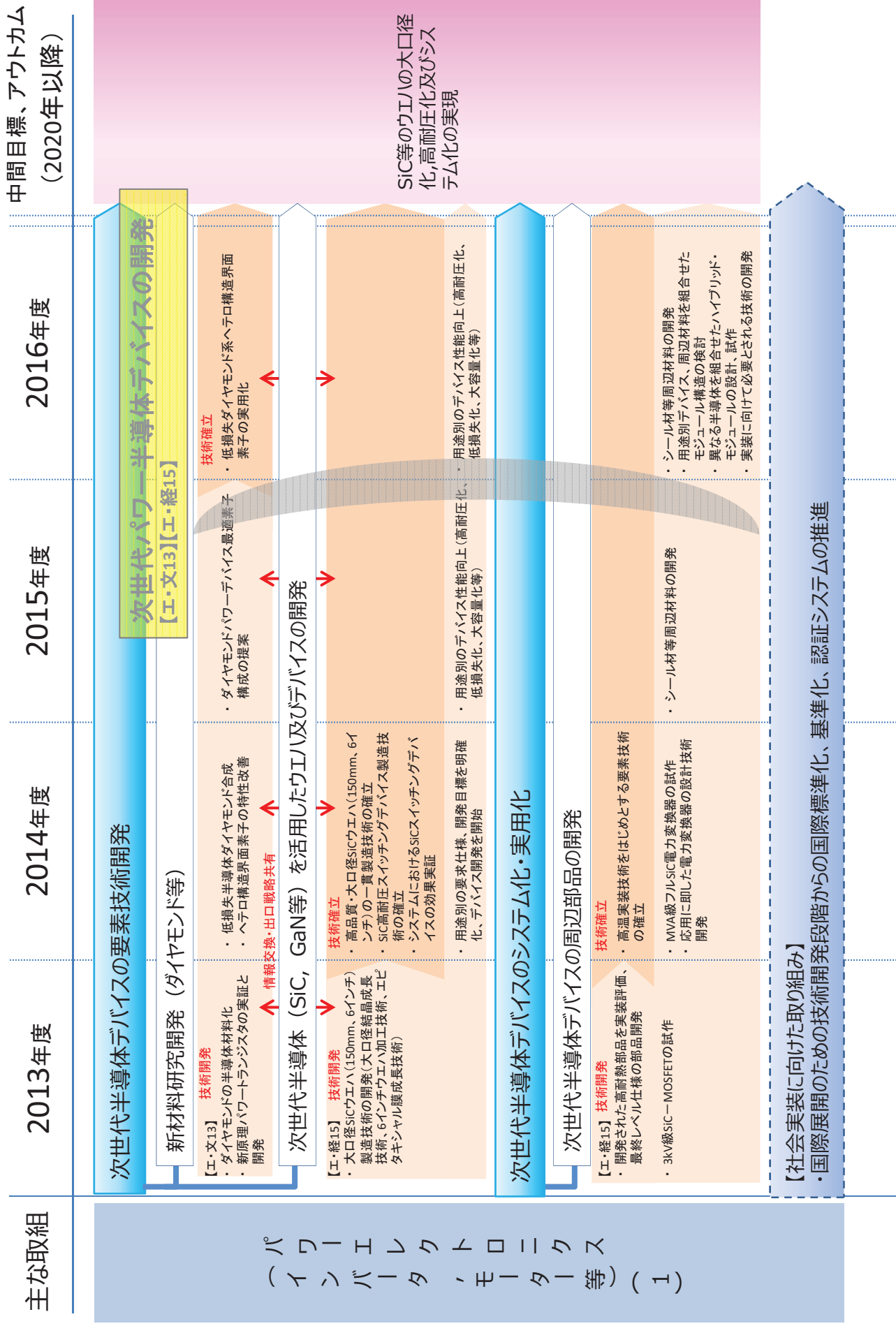
- 【エ・経39】**
- パイロットプラント(1万kl/年)の概念設計、基本設計を実施
  - エタノール大量生産技術開発
  - 酵素大量生産技術開発

- 【エ・経39】**
- パイロットプラント(1万kl/年)の建設
  - 有用微生物・高活性酵素生産菌を用いる設備に商用展開するための生産技術開発

成果の活用

# 革新的デバイス開発による効率的エネルギー利用

## エネルギー(4)





# 革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用

## エネルギー(4)

中間目標、アウトカム  
(2020年以降)

主な取組

2013年度

2014年度

2015年度

2016年度

### 次世代モーター部材の要素技術開発

#### 新規高性能磁石開発

- 【エ・経30】 **技術開発**
- 磁石粉末にNdリッチ相を均一に膜厚数nmで付ける方法の検討
  - HDDR法による高異方性磁石粉末製造の予備実験

- 【エ・経30】
- 磁石粉末にNdリッチ相を均一に膜厚数nmで付ける方法の開発
  - HDDR法による高異方性磁石粉末製造の開発

- 【エ・経30】
- 結晶粒肥大化を防止する焼結技術開発
  - HDDR法による高異方性磁石粉末に対する粒界拡散法の最適化

- 【エ・経30】 **技術確立・実用化**
- 結晶粒肥大化を防止する焼結技術検討
  - HDDR法による高異方性磁石粉末製造法の最適化
  - 現在の耐熱性ジスプロジウム含有ネオジム焼結磁石の1.5倍の最大エネルギー積「180℃において38MGOe」を持つジスプロジウムを使わないネオジム磁石の開発

#### 低損失軟磁性体開発

- 【エ・経30】 **技術開発**
- 低損失軟磁性材料の合成プロセスの開発
  - 固化プロセスの開発

- 【エ・経30】
- 低損失軟磁性材料作製プロセスの開発
  - 三次元固化プロセスの開発

- 【エ・経30】
- 低損失軟磁性材料作製プロセスの効率化
  - 三次元固化プロセスの開発

- 技術確立・実用化**
- 低損失軟磁性材料大量合成プロセス検討
  - 複雑形状に適用できる三次元固化プロセスの開発
  - 磁気特性が「Bs1.6T以上」「400Hz・ITにおける損失3W/kg台」を両立する「Fe基ナノ結晶軟磁性材料」の実用化

### 次世代モーター部材のシステム化・実用化

#### 次世代モーター部材の構成技術の開発

- 【エ・経30】 **技術開発**
- 既存高性能磁石材料を用いた高効率モーターによる特性の評価

- 【エ・経30】
- 最適な磁性材料の特性の検討

- 【エ・経30】
- 既存高性能磁石材料を用いた高効率モーターの作製、試験

- 技術確立・実用化**
- モーター特性、磁性特性を最適化させた高効率モーターの作製
  - 製造プロセス技術の開発

### 成果の応用

#### 希少金属代替材料の技術開発

- 【エ・経37】 **技術開発**
- 不安定なナノ粒子の製造及びその焼結技術の開発
  - Pt族：耐震動、加熱冷却サイクル試験
  - Bi：少含有量での濡れ性確認試験等
  - La：電極単体での安定性試験等
  - Y：電解質の厚みの薄化等
  - Ge：シリコナーゲルマンニウム系発電セル材料の組成分析等

- 【エ・経37】
- 不安定なナノ粒子の製造及びその焼結技術の開発
  - Pt族：耐震動、加熱冷却サイクル試験
  - Bi：少含有量での濡れ性確認試験等
  - La：電極単体での安定性試験等
  - Y：電解質の厚みの薄化等
  - Ge：シリコナーゲルマンニウム系発電セル材料の組成分析等

- 【エ・経37】
- 燃料電池の試作による電気的安定性試験及び熱安定性試験
  - シリコナーゲルマンニウム系太陽電池の試作による電気的安定性試験及び熱安定性試験

パワーエレクトロニクス  
(インバータ、モーター等) (2)

現在の磁石よりも強い  
高性能新規磁石の実  
現とエネルギー効率の高  
い省エネ型モーターの実  
現

成果の活用

#### 【社会実装に向けた取り組み】

- 国際展開のための技術開発段階からの国際標準化、基準化、認証システムの推進

# 革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用

## エネルギー(4)

中間目標、アウトカム  
(2020年以降)

主な取組

2013年度

2014年度

2015年度

2016年度

### 超低消費電力デバイスの開発

### 極端紫外光(EUV)による微細化・低消費電力技術開発、革新的な次世代低電圧デバイス開発

**【エ・経13】 要素技術開発**

- EUVによる微細化・低消費電力技術開発
  - 回路線幅16nm用対応のEUVマスク検査・レジスト材料技術の確立
  - 回路線幅11nm用で細対応のEUVマスク検査・レジスト材料要素技術の検討開始

**要素技術確立**

- 回路線幅11nm用で細対応のEUVマスク検査・レジスト材料技術の確立
- 革新的な次世代低電圧デバイス開発
  - 各デバイスの集積化技術、信頼性向上技術の開発
  - 各デバイスの周辺回路を含むLSIの動作実証、信頼性確認

※ 各デバイス、磁性変化デバイス、相変性デバイス、原子移動型スイッチ、ナノドランジスタ構造デバイス、ナノカーボン配線

- 回路線幅11nm用で細対応のEUVマスク検査・レジスト材料技術の確立

**要素技術確立**

- 各デバイスのマクロ(LSI)レベル集積による動作実証、信頼性確認
- 親和性の高いデバイス同士を集積させた融合技術による超低電圧動作LSIの動作実証

### 半導体チップの三次元実装技術の開発

### 不揮発性素子とその利用技術の開発

**技術開発**

- 【エ・文12】**
  - 素子寸法が20nm以下のスピントロニクス材料・素子技術を開発
  - スピントロニクス方向を安定的に保持するための技術の高度化

**情報交換**

- ノーマリーオフコンピュータ技術の動作検証
- 想定アプリケーションの個別動作検証

**【エ・文07】**

- 強相関系物質のモデル物質についての理論的検証

### 不揮発性素子を利用したデバイスの開発

【エ・文07】【エ・文12】【エ・経01】

- 常温でのスピントロニクス方向の安定保持技術の高度化
- 論理集積回路技術を開発

**成果の普及展開**

- ノーマリーオフコンピュータ技術の電力消費性能検証
- 新材料の開発、物性評価
- デバイスの構築に必要な原子レベルで平坦な界面を実現する技術の確立

- 高速電界磁化反転の実現
- 試作デバイスの性能評価

### システム化・実装化技術の開発

**【エ・経03】 技術開発**

- 車載用障害物センシングデバイス、障害物検知・危険認識プロセス、フローデータ処理プロセス、それぞれの開発における重要技術課題及びその解決法の明確化

- 車載用障害物センシングデバイスの仕様設計及び製造技術開発
- 障害物検知・危険認識プロセスのアルゴリズムの設計・検証及び試作品の設計・評価
- フローデータ処理プロセスの設計・環境開発及びチップ試作

- 車載用障害物センシングデバイスのチップ試作
- 障害物検知・危険認識プロセスのソフトの設計・評価
- フローデータ処理プロセスのチップ試作

- 車載用障害物センシングデバイスの車載実地評価
- 障害物検知・危険認識プロセスの車載実地評価
- フローデータ処理プロセスのカーハバシステムへの搭載評価

10倍程度の電力効率のノーマリーオフコンピュータ技術を実現

デバイスの超低電力化を実現

半導体チップの三次元実装技術の実用化

# 革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用

## エネルギー(4)

中間目標、アウトカム  
(2020年以降)

主な取組

革新的電子デバイス  
(情報機器、照明、ディスプレイ等) (2)

2013年度

2014年度

2015年度

2016年度

### 超低消費電力通信技術の開発

#### 光電子ハイブリッド回路集積技術開発

- 【エ・経05】 技術開発
- 小型光電子変換チップ試作、動作確認とシステム化技術に係る基本設計

- 小型光電子変換チップの量産技術開発と信頼性向上、低消費電力を指向した技術開発

- 小型光電子変換チップを搭載したアクティブオプティカルケーブルの開発

- 小型光電子変換チップを実装した光I/O付LSI基板の基本設計・試作に着手

#### 超高速・低消費電力光通信技術の開発

- 【エ・総01】 技術開発
- 光信号のまま情報伝送できるネットワークのための光周波数利用効率向上技術、光ノードアーキテクチャ技術等の開発
  - 効率的な光パケットスイッチング技術、高速パースト信号の收容技術等の開発

- 光パケットと光バスを統合的に扱い、省エネルギー化、可用性を向上するネットワーク実現のための研究開発
- 1端子あたりのスイッチング機能を5Tbpsクラス実現のための基盤技術を実証

- 光パケットと光バスを統合的に扱うことのできる光ネットワークのアーキテクチャを確立、研究開発のテストベッドによる実証

- 1端子10Tbps伝送を低消費電力で実現するために必要な要素技術を開発

- 400Gbps伝送を低消費電力で実現するための要素機能を開発、それらを統合した伝送用デジタル信号処理回路を設計

- 400Gbps伝送用デジタル信号処理回路の試作・動作検証

- 技術確立・製品化
- 400Gbps伝送用デジタル信号処理回路を搭載した通信装置の製品開発

- 400Gbps対応通信装置の製品開発し、国内外の通信ネットワークへの導入を開始

#### 超高速・低消費電力無線通信技術の開発

- 【エ・総02】 技術開発
- 半導体トランジスタにて最大発振周波数800GHzを実現し、300GHz帯で最大出力10mWのパワーアンプを作製
  - Ga203デバイスの耐圧1kVを実現

- テラヘルツ波帯で動作する半導体デバイスをを用いた300GHz無線通信実験を実施

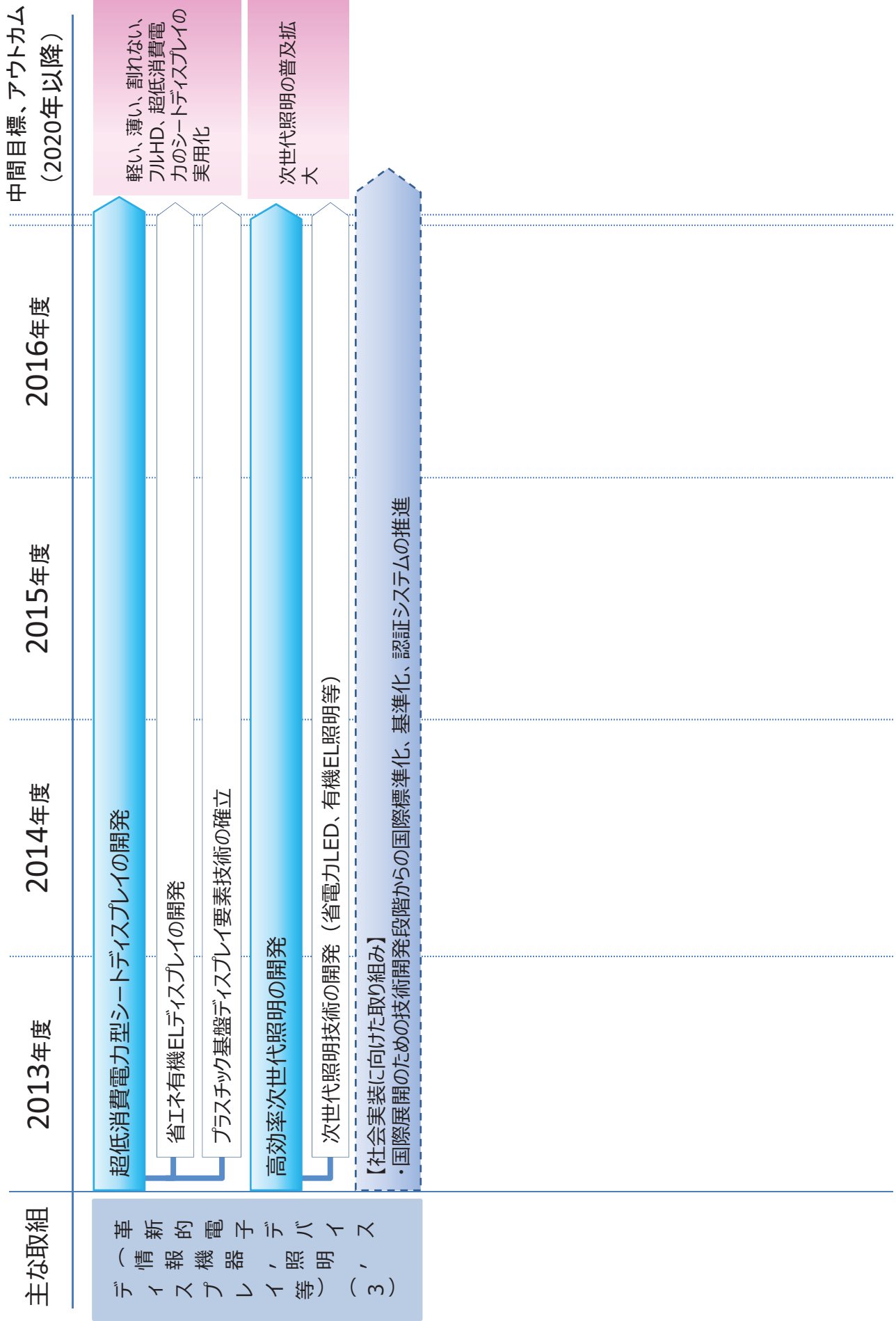
- H27年度に比べ更に高周波数(500GHz程度)で動作可能な半導体デバイスを実現

光電子ハイブリッドシステムの実用化  
超高速・低消費電力光通信の実用化



# 革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用

## エネルギー(4)



# 革新的構造材料の開発による効率的エネルギー利用

エネルギー(5)

中間目標、アウトカム  
(2020年以降)

主な取組

2013年度

2014年度

2015年度

2016年度

## 新部素材等の要素技術開発

### 新部素材開発 (金属系・炭素系・有機系等)

【エ・文14】  
技術開発  
・電子論、解析評価、材料創製の3グループからなる拠点機関の設置  
・全連携機関が横断的に連携する共同研究組織により電子欠陥の理論研究を推進

技術確立・商業化  
・スーパーグローブ法CNTの商業化

【エ・経14】  
技術開発  
・CNT分散法・分散液評価法・リスク評価などの共通基盤技術まとめ

・高品質グラフェン作製技術の開発と透明導電フィルム、放熱材への応用検討  
(小サイズのサンプル作成と評価の実施)

### 構造部材への適用技術の開発 (自動車・航空機等) の軽量化等

【エ・経16】  
技術開発  
・アルミ：新合金設計  
・チタン：製造プロセスの設計  
・マグネシウム：新合金設計・合金評価方法の検討  
・鉄鋼：革新鋼板の開発に向けた各種検討  
・炭素繊維複合材料：モデル部材の選定、材料設計等  
・炭素繊維：新規製造プロセス開発

【エ・文10】(再掲)  
・複合材適用による航空機エンジンの高効率化、機体の低抵抗・軽量化に関する研究

## 革新的構造材料の開発 【エ・文10】【エ・文14】【エ・経16】

・格子欠陥理論により希少元素の役割を解明、革新材料の創製

情報交換・成果の受け渡し

・単層CNTを用いた極限環境・高耐久性ゴムなどの高機能部材の商業化  
(スーパーグローブ単層CNT商業プラントの立ち上げ(生産量10t/年))

・高品質グラフェンの大面積積層技術の確立(大面積の透明導電フィルムの作製、ユーザーへのサンプル提供・評価の実施)

輸送機器 (自動車・航空機等) の構造部材に適用し軽量化に貢献

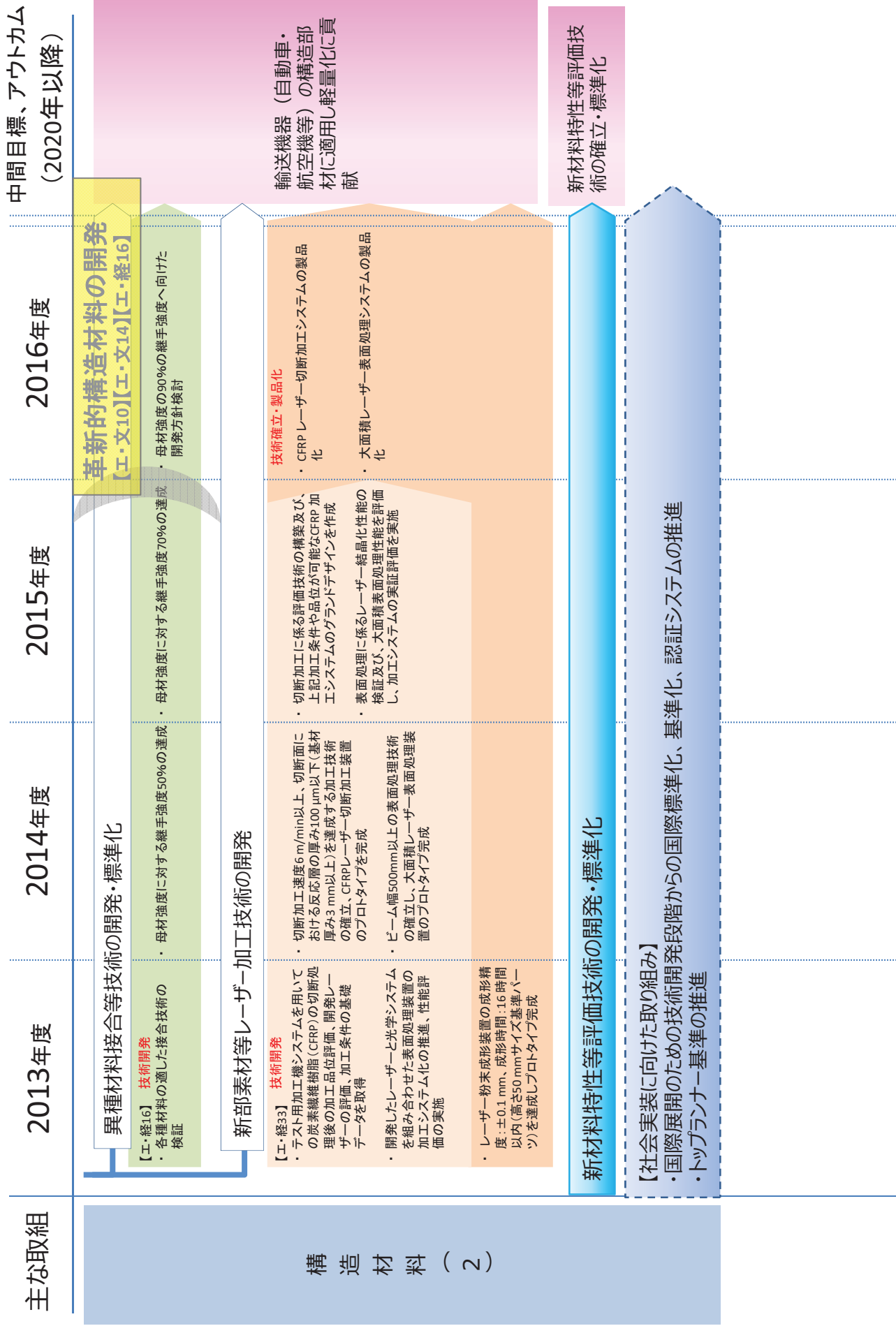
・アルミ：新合金強化  
・チタン：高強度チタン材開発  
・マグネシウム：新合金開発  
・鉄鋼：革新鋼板の開発  
・炭素繊維複合材料：材料設計技術の体系化  
・炭素繊維：新規製造技術の確立

情報交換・成果の受け渡し

・複合材適用による航空機エンジンの高効率化、機体の低抵抗・軽量化の技術実証

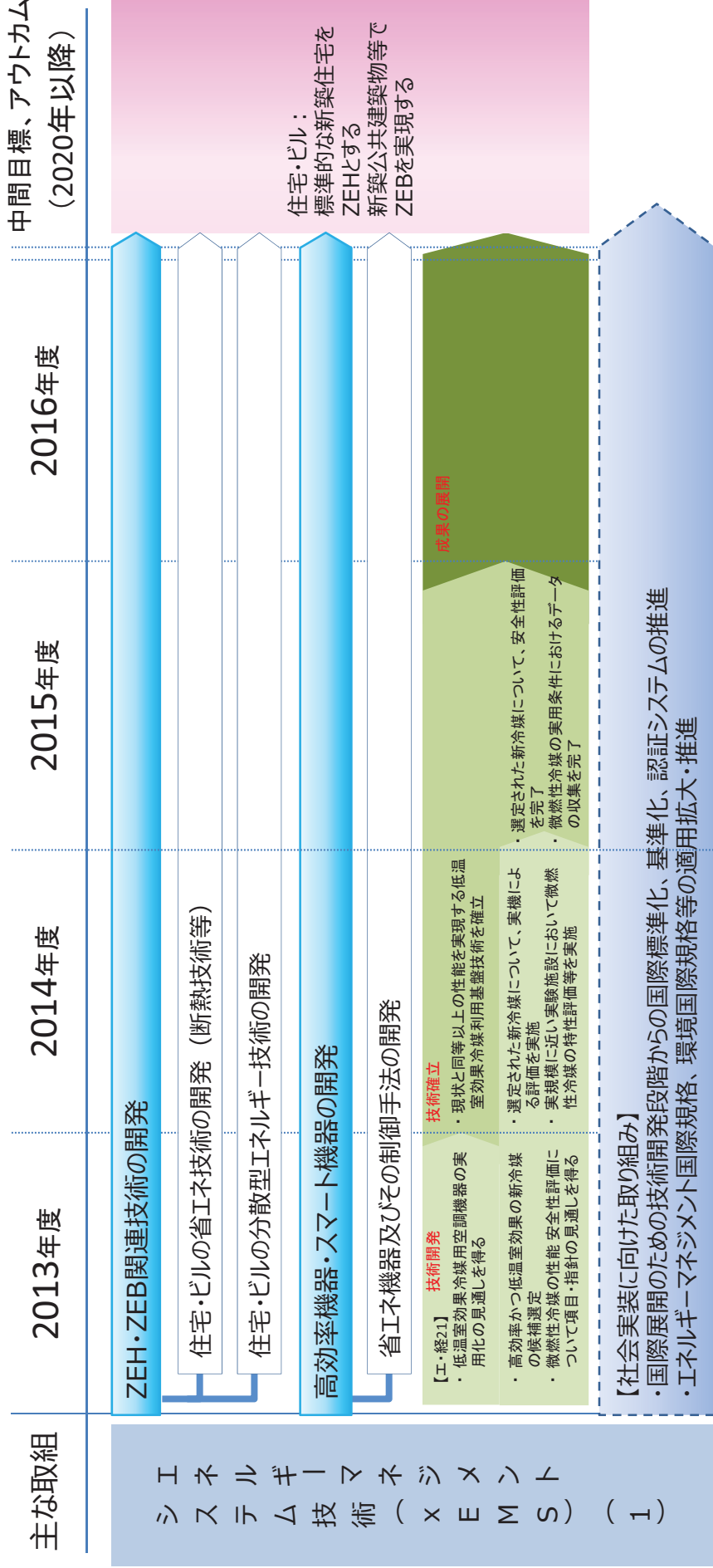
# 革新的構造材料の開発による効率的エネルギー利用

エネルギー(5)



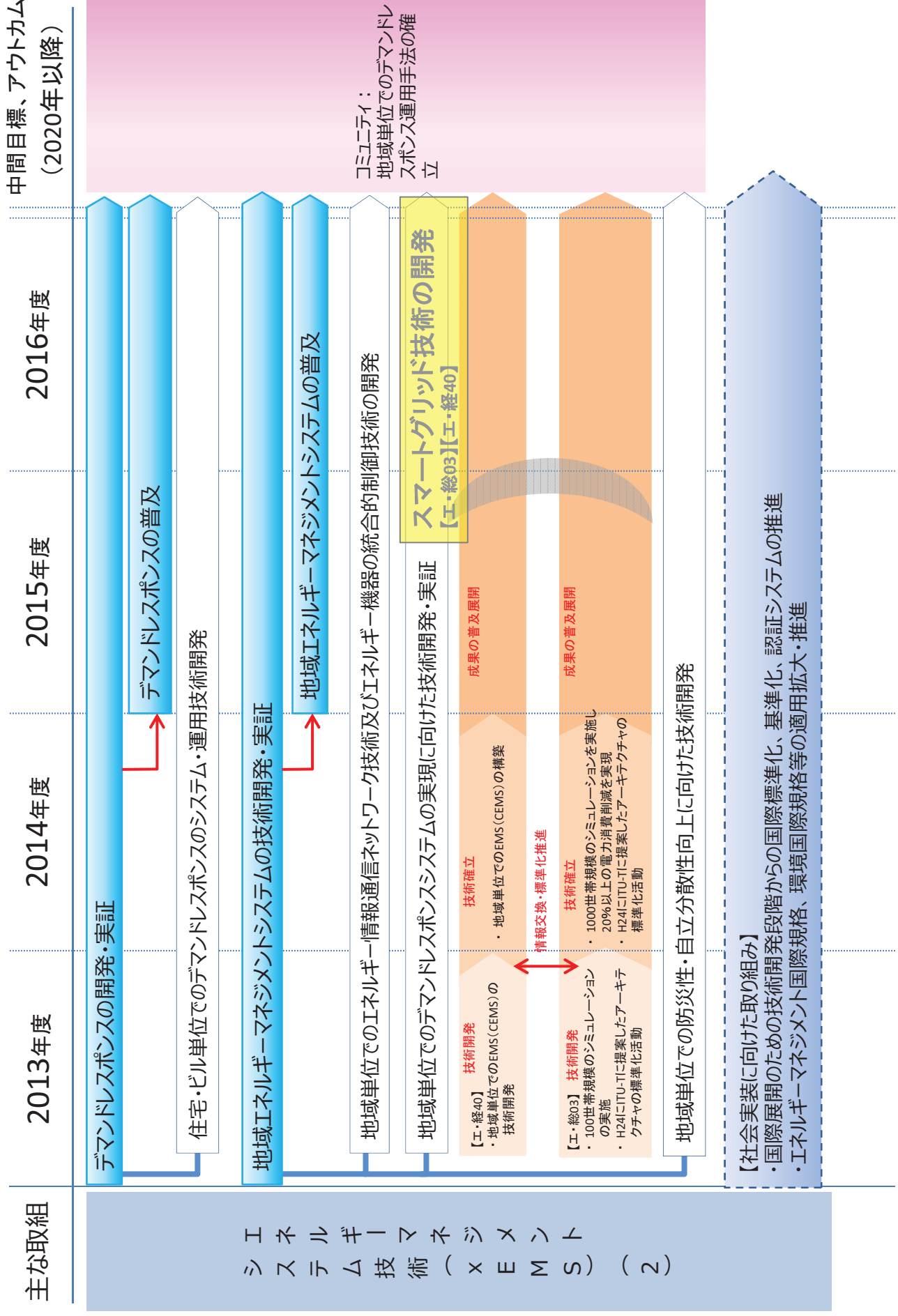
# 需要側におけるエネルギー利用技術の高度化

## エネルギー(6)



# 需要側におけるエネルギー利用技術の高度化

## エネルギー(6)





# 需要側におけるエネルギー利用技術の高度化

## エネルギー(6)

中間目標、アウトカム  
(2020年以降)

主な取組	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	
省エネプロセス技術	工場・プラント等における革新的省エネプロセスの技術開発				
	化学製品製造プロセスの省エネ化技術の開発				
	環境調和型製鉄プロセス技術の開発				
	【エ・経29】 技術開発 ・ 高炉からのCO2削減技術検証に係る試験高炉(10m <sup>3</sup> 規模)を設計 ・ 高炉からのCO2分離回収技術の開発	・ 高炉からのCO2削減技術検証に係る試験高炉(10m <sup>3</sup> 規模)の建設開始 ・ 高炉からのCO2分離回収技術の開発	・ 試験高炉(10m <sup>3</sup> 規模)の建設完了 ・ 実証高炉(100m <sup>3</sup> 規模)の基本仕様提案に向けた検証試験を開始 ・ 高炉からのCO2分離回収技術の開発	・ 試験高炉(10m <sup>3</sup> 規模)創業による各種検証を実施 ・ 高炉からのCO2分離回収技術の開発	
	エレクトロニクス製造プロセスの省エネ化技術の開発				
【エ・経22】 技術開発 ・ 要業技術の統合による連続製造試作ラインの立ち上げ ・ 短タクト化印刷技術の開発及び乾燥・焼成工程の低温プロセスの開発 ・ 大面積均質化印刷技術の開発 ・ 印刷TFEアレイの高動作速度化技術の開発	・ 個別要素技術の整合化による標準製造試作ラインの高度化 ・ デバイス試作評価による実用化課題の抽出	・ 個別要素技術の集積による連続印刷プロセスの開発 ・ 高性能フレキシブルデバイスの製造実証	・ 個別要素技術の集積による連続印刷プロセスの開発 ・ 高性能フレキシブルデバイスの製造実証		
セメント製造プロセスの省エネ化技術の開発					
【エ・経27】 技術開発 ・ 省エネ型クリンカ焼成技術、クリンカ焼成プロセスのシミュレーション解析技術、クリンカ焼成プロセスの温度計測技術をミニプラントに適用し、省エネ効果を確認	・ 技術確立 ・ セメント製造プロセス全体の設計提案を実施 ・ 実験的検証による実用化に向けた技術課題の抽出	成果の普及展開			
その他生産プロセスの省エネ化技術の開発					

革新的省エネプロセス  
技術の確立

【社会実装に向けた取り組み】  
・ 国際展開のための技術開発段階からの国際標準化、基準化、認証システムの推進  
・ エネルギーマネジメント国際規格、環境国際規格等の適用拡大・推進