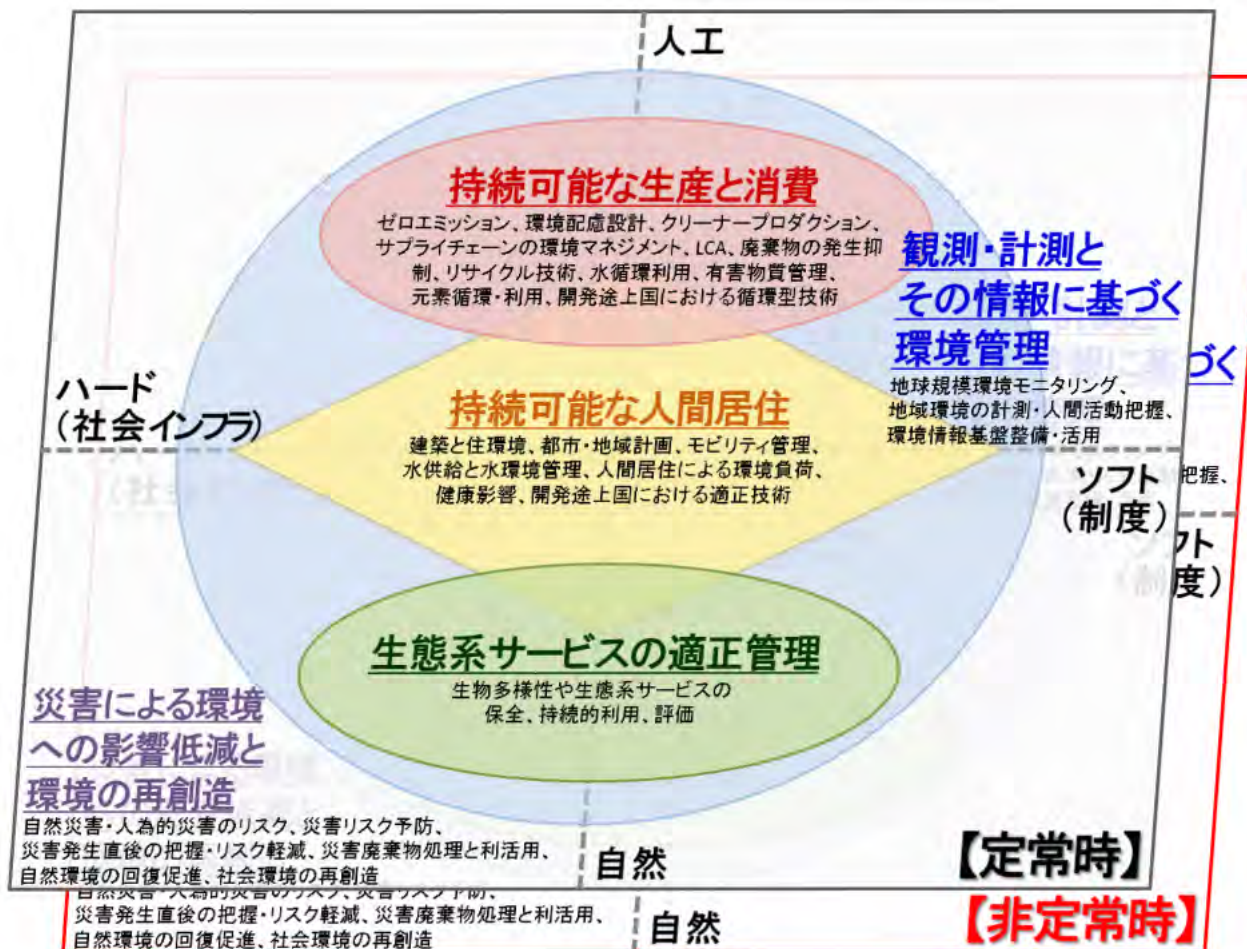


# ④環境区分 – 区分俯瞰図

## 俯瞰の視点

- 環境は人の健康を含む生命の持続性の基盤であることから「**次世代のための環境**」を前提
- 環境に影響を及ぼす事象を予測し先手を打つという考え方が必要であり、対策が事後対応的であった異常気象や自然災害をも対象に含めた「**環境設計・創造**」を基本理念
- 普遍的な課題解決型科学技術の記載を目指し、2015年という時点を強く意識した俯瞰を実施



※上記「俯瞰の視点」から研究開発で重要となる5項目（下線）を抽出し、4項目については2次元で表現。残る1項目（災害...）は「定常時」「非定常時」の2階層で表現。

## ④環境区分 – 技術の動向

### ➤ 都市人口増加に伴う環境負荷やエネルギー消費の増大への対応

- 開発途上国を中心に都市の大気汚染や水質環境の問題が顕在化、越境汚染の問題も指摘
- 先進国では高毒性物質の大量暴露やその毒性影響発現の可能性は減少しているが未解決課題も存在
  - 残留性有機汚染物質（POPs）による長期影響や経世代影響
  - 低毒性物質の少量暴露、環境汚染物質の複合暴露
  - 新規材料による健康影響 等
- コンパクトシティ（集約型都市構造）の考え方への注目
  - 大きな人口減少や超高齢化社会を迎える日本では賢い縮退（スマートシュリンク）の観点が必要

### ➤ 生物多様性・生態系サービスの研究

- 生物多様性条約COP10での愛知目標（2011年以降の10年間における新戦略計画）採択や「生物多様性と生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム（IPBES）」設立の合意
  - › 例：環境省環境研究総合推進費S-9「アジア規模での生物多様性観測・評価・予測に関する総合研究」、CREST、SATREPS

### ➤ 持続可能な生産と消費への転換

- 地球温暖化対策、循環型社会形成、化学物質管理などへの対応  
→ 排出物質への対応から、環境負荷の小さな生産プロセス導入等の対応へと変遷

### ➤ 災害に関する環境研究

- 自然災害研究は日本で顕著、人為的災害や災害リスク研究は欧米が先行
  - › 例：国立環境研究所「災害環境研究」

### ➤ 環境計測・観測

- 古くから様々なレベルで多くの研究開発が実施  
膨大な種類・量のデータを処理する技術、情報の信頼性や統一性確保、各種モデルとの統合など、その有効活用に向けた対策が一層重要

## ④環境区分 – 今後の研究開発のポイント

- **都市の環境負荷・エネルギー消費を低減し持続可能な人間居住を実現する**
  - 環境負荷が小さくても快適な居住環境の形成
  - GHG発生量の多くを占める運輸・交通への対応
  - 開発途上国の都市環境の、居住性向上と同時に環境負荷を低減する技術の開発
- **生態系サービスを適正に管理する**
  - 生活を支える生態系サービスの持続的利用
  - 生物学や生態学に加え、農学や林学、薬学、工学、経済学等の研究者も含む総合的な研究体制の整備
- **持続可能な生産と消費を実現する**
  - 製品のライフサイクルを通じて生じる環境負荷の把握とその削減の一層の強化
  - 産業の下流部門における、枯渇が懸念される元素の回収と再利用にかかる技術の開発
- **災害による環境への影響を減らし、環境を再創造する**
  - 災害リスクや災害に伴う有害物質放出等のリスクの把握・低減・予防
  - 災害廃棄物の処理と利活用
  - 自然環境の回復促進や社会環境の再創造
- **観測・計測による情報に基づいて環境を管理する**

(将来顕在化する環境問題を事前に捉え環境管理を実現することにより課題解決へ寄与)

  - これまでの実績やデータを生かし活用していくための包括的な仕組みの構築
  - 既存手法では不十分な計測技術の一層の進展 等

## 1. 分野の変遷

## 2. 分野の範囲と構造

## 3. 各俯瞰区分の構造と研究開発

- ① エネルギー供給区分
- ② エネルギー利用区分
- ③ 原子力区分
- ④ 環境区分

## 4. 国際比較結果

## 5. 今後の方向性

# 国際比較結果

国・地域	概略
日本	<ul style="list-style-type: none"><li>+ [全体] <b>基礎・基盤的な研究・技術では諸外国に比べて極めて高い。</b></li><li>- [全体] <b>一部の分野では研究者の減少が問題。分野間連携が弱く、新技術創出が遅れがち。</b></li><li>± [全体] 応用開発では精力的な展開を進めているが広く普及されるものが少ない。</li><li>- [全体] 要素技術のみならず<b>システム・パッケージでの海外展開に向けた取り組みが課題。</b></li><li>± [再生可能エネルギー] FIT開始後太陽光を中心に導入が進んでいるが、諸外国に対し導入は遅れている。</li><li>± [原子力] 発電所事故に対応する研究に加え、環境修復、放射線影響に関する研究が進んでいるが、核燃料サイクル等の分野は震災以前に比べ停滞。</li></ul>
米国	<ul style="list-style-type: none"><li>+ [全体] <b>巧みな研究開発体制のもとで新しい技術の芽を生む土壌があり、基礎、応用、産業化さらには海外展開による従来技術の拡大まで広く活発な取り組みがある。</b></li><li>+ [再生可能エネルギー] 基礎・応用研究ともに盛んで産業化も順調。</li><li>+ [原子力] リスク評価研究が幅広く実施され、廃炉措置、使用済み核燃料や放射性廃棄物管理に関する研究が進んでいる。</li></ul>
欧州	<ul style="list-style-type: none"><li>+ [全体] 大型プロジェクトの推進など、<b>バランスよく基礎、応用、産業化を進めている。研究者層も厚い。</b></li><li>+ [全体] <b>社会的側面を取り入れた研究開発を実施し実社会へ適応している。</b></li><li>+ [再生可能エネルギー] 導入に積極的で、洋上風力、地熱などの産業化も進行。</li><li>+ [原子力] 全般的に研究も産業化も非常に進んでいる。</li></ul>
中国	<ul style="list-style-type: none"><li>+ [全体] <b>基礎研究レベルは現状ではそれほど高いとは言えないが、応用、産業化と合わせて順調に伸長。</b></li><li>+ [全体] 海外からの技術移転のスピードが速く、<b>国内研究開発体制も整備、拡充されつつある。</b></li><li>+ [全体] 環境と経済の両立を重視した政策を実施。</li><li>± [再生可能エネルギー] 従来型太陽光技術は順調に伸びているが、今後は風力導入が中心。</li><li>± [原子力] 原子力発電の導入に積極的で全般的に研究は活発だが、防災や廃止措置の社会的研究は手薄。</li></ul>
韓国	<ul style="list-style-type: none"><li>+ [全体] <b>基礎、応用、産業化はそれぞれ順調に伸長。</b></li><li>+ [全体] 日米欧の個別要素技術の取り込みと産業化の能力は高く輸出産業にも活かしている。</li><li>± [再生可能エネルギー] システム構築は日本同様これからだが<b>国の戦略的政策と企業の実行力は着目すべき。</b></li><li>+ [原子力] 逼迫する国内の貯蔵スペース問題を背景に廃棄物貯蔵・管理に関する研究が進展。</li><li>+ [原子力] リスク評価、ナトリウム冷却炉も比較的進んでいる。</li></ul>

## 1. 分野の変遷

## 2. 分野の範囲と構造

## 3. 各俯瞰区分の構造と研究開発

- ① エネルギー供給区分
- ② エネルギー利用区分
- ③ 原子力区分
- ④ 環境区分

## 4. 国際比較結果

## 5. 今後の方向性

# 国の方針との対応

- 環境・エネルギー分野の公的な研究開発の方向性は、**国の方針に大きく依存**。
- 国の方針をはじめとする社会的期待に応える技術を準備し提供していくことが必要。

## ➤ 第四次環境基本計画

- 「持続可能な社会を構築する上で、「安全」の確保を前提に「低炭素」・「循環」・「自然共生」の各分野を統合的に達成する。」

## ➤ エネルギー基本計画（第四次）

- 「エネルギー政策の要諦は、安全性を前提とした上で、エネルギーの安定供給、経済効率性の向上による低コストでのエネルギー供給を実現し、同時に、環境への適合を図るため、最大限の取組を行うこと」

## ➤ 科学技術イノベーション総合戦略2014

- 特に取り組むべき政策課題の一つに  
「クリーンで経済的なエネルギーシステムの実現」
- その実現に向けて特に重点的に取り組むべき3つの課題：
  - クリーンなエネルギー供給の安定化と低コスト化
  - 新規技術によるエネルギー利用効率の向上と消費の削減
  - 高度エネルギーネットワークの統合化

## ➤ 第5期科学技術基本計画（議論中）

- 「エネルギー科学技術の研究開発プロジェクトの推進にあたっては、要素技術が持つシーズ力のほか、「3E+S」の観点を踏まえてプロジェクト設計を行うことが必要である」という視点が重要視

# 研究開発の重要な考え方（まとめ）

エネルギー

1. エネルギー消費総量の削減を最重要視する。あらゆるエネルギー利用プロセスの高効率化、省エネルギーの強化、需給の平準化などに研究開発努力を継続する。
2. クリーンな再生可能エネルギーの最大導入を図る。システム化によるエネルギーミックスにより導入を促進する。
3. 安定的かつ経済的な電力供給を維持するために、当面、石炭、天然ガスの高効率クリーン利用を進める。
4. 分散型エネルギーシステムを導入して、総合効率や危機対策上のメリットなどを生み出す。
5. エネルギー・物質資源の多様化により、供給安定性・持続性を確保する。
6. 原子力は安全性の確保を大前提に、エネルギー需給構造の安定性に寄与する重要なベースロード電源として位置付けるものの、原子力への依存度については可能な限りを低減する方向で現実的なシナリオを検討する。並行して、事故で学んだことを活かし、安全性確立のために技術の高度化への努力を続ける。

共通

7. 中長期の温暖化ガス排出削減シナリオを再構築し、国際的枠組み構築へイニシアチブをとる。
8. 優れたエネルギー・環境関連技術の海外普及に取り組み、世界の格差是正、温暖化対策に貢献する。

環境

9. 次世代のために、人の健康を含む生命の持続性の基盤となる環境への負荷を限りなく縮小する。
10. 将来顕在化する環境問題を事前に捉え先手を打つことにより、環境を設計・創造していく。

（笠木、2012年を一部修正）



## 【参考】重点研究開発領域（1/2）

環境・エネルギーユニットでは、俯瞰報告書の研究開発領域の検討作業を通じて、特に優先的に取り組むべき研究開発領域を「**重点研究開発領域**」として議論し、以下の24領域を抽出

### ➤ エネルギー供給区分

1. 低品位石炭資源の革新的な改質・輸送・転換技術とエネルギー・製鉄分野への利用
2. 高効率火力発電（全負荷帯での超高効率発電によるCO2排出量抑制）
3. 太陽光
4. 重質油高度利用
5. 非在来型石油天然ガス資源の採掘技術
6. エネルギーネットワーク（分散電源と再生可能エネルギーとの融合システム）
7. 高効率固体酸化物形燃料電池（中温電解と可逆動作型固体酸化物燃料電池）
8. 天然ガス高度利用
9. バイオマス利活用（固体燃料、液体・気体燃料、生物設計）
10. 新規石油化学製品製造ルート

### ➤ エネルギー利用区分

1. エネルギーの効率的利用がもたらす多面的便益の最大化と損失の最小化に関する研究
2. エネルギーの個別的利用の効率化と集約的利用の最適化
3. 都市の人流・物流の効率化に向けたICTの活用とビッグデータの整備

## 【参考】重点研究開発領域 (2/2)

### ➤ 原子力区分

1. 原子力におけるリスク・ガバナンス
2. 原子力政策と国際協力
3. 原子炉廃止にかかるマネジメント
4. 国際的視野、社会的視野を含んだ撤退戦略
5. 高レベル放射性廃棄物の管理・処分
6. プルトニウムの管理手法
7. 核燃料サイクルの技術

### ➤ 環境区分

1. 人間居住の持続可能性を高めるコンパクトシティの実現
2. 生態系サービスの持続的利用のための評価と管理
3. 動脈側と静脈側を統合したマテリアルフローマネジメント
4. 災害を想定した環境科学的予防・対処と災害後の環境再創造の科学と技術



# Appendix

- 1 化石資源利用の高効率発電（省化石資源消費・高効率化）**
  - 1.1 高効率火力発電
  - 1.2 高効率固体酸化物形燃料電池
- 2 化石資源利用における二酸化炭素排出削減（低炭素化・温暖化抑制）**
  - 2.1 二酸化炭素回収・貯留システム（CCS）
- 3 再生可能エネルギー導入による低炭素化の推進（低炭素化・温暖化抑制）**
  - 3.1 太陽光
  - 3.2 風力
  - 3.3 バイオマス（固体燃料、液体・気体燃料、生物設計）
  - 3.4 地熱
  - 3.5 海洋エネルギー（波力、潮流、海流、海洋温度差）
- 4 高品位エネルギーの安定供給（エクセルギー、セキュリティ、負荷平準化、環境負荷低減）**
  - 4.1 重質油の高度利用
  - 4.2 低品位石炭資源の革新的な改質・輸送・転換技術とエネルギー・製鉄分野への利用
  - 4.3 天然ガスの高度利用技術（超高効率発電・天然ガスからのコプロダクション（トリジェネレーション）  
・LNG冷熱利用技術による高効率化）
  - 4.4 非在来型石油・天然ガス資源の探掘技術
  - 4.5 全負荷帯での超高効率発電によるCO<sub>2</sub>排出量抑制
  - 4.6 中温作動の固体電解質による新規プロセス
  - 4.7 分散電源と再生可能エネルギーとの融合システム
  - 4.8 エネルギーネットワーク技術
- 5 ものづくりの高効率化（製造業高効率化、低位熱高度利用）**
  - 5.1 排熱利用低温吸熱反応  
（吸熱反応による排熱回収のための低温作動型触媒、低温排熱の高質化技術－エクセルギー再生）
  - 5.2 産業分野における熱利用、未利用熱の効率的利用
  - 5.3 新規石油化学製品製造ルート
- 6 輸送用燃料の低炭素化**
  - 6.1 バイオマス利活用とバイオ燃料製造技術

## 1 社会的期待に対応するエネルギーサービス

- 1.1 安全安心を支えるエネルギー利用
- 1.2 労働、雇用や生活スタイルとエネルギーサービス
- 1.3 健康、医療、介護、高齢者支援におけるエネルギーサービス
- 1.4 省エネ対策がもたらすコベネフィットの評価と見える化

## 2 エネルギー効率の高いサービスの提供

- 2.1 エネルギー消費実態の把握
- 2.2 ネットワークとビッグデータの活用
- 2.3 需要側資源を活用したエネルギー需給マネジメントシステム
- 2.4 消費者行動に着目したエネルギー利用の高効率化
- 2.5 熱利用実態を踏まえた機器高効率化
- 2.6 建物躯体と建築設備の統合的高効率化
- 2.7 次世代交通・運輸システム
- 2.8 新しいエネルギー利用を社会に定着させる技術

## 3 低炭素なエネルギー利用

- 3.1 次世代自動車の利用拡大と高効率化
- 3.2 未利用中低温排熱源の効率的活用
- 3.3 建築物における太陽熱エネルギー活用
- 3.4 水素エネルギーの利用浸透

## 1 原子力をより安全に維持・活用する場合に取り組むべき研究課題

- 1.1 リスク評価と管理の手法
- 1.2 原子炉の設計・建設・維持
- 1.3 原子炉の保全学
- 1.4 原子力に関する防災
- 1.5 過酷事故への対応
- 1.6 原子力基盤技術の開発
- 1.7 新型炉（核融合含む）の研究・開発
- 1.8 核燃料サイクルの技術

## 2 原子力の将来にかかわらず取り組むべき研究課題

- 2.1 高レベル放射性廃棄物の管理・処分
- 2.2 低レベル放射性廃棄物の管理
- 2.3 使用済み核燃料の管理
- 2.4 プルトニウムの管理手法
- 2.5 ウラン廃棄物の管理手法
- 2.6 原子炉の廃止措置（デコミ）
- 2.7 福島第一原子力発電所事故への対応
- 2.8 環境修復の手法
- 2.9 環境・人体への放射線影響（防護含む）
- 2.10 原子力に関するリスクと人間・社会
- 2.11 原子力に関する規制
- 2.12 3S（原子力安全、核セキュリティ、保障措置）
- 2.13 原子力に関する国際的視野
- 2.14 原子力の政治経済学

## 3 原子力に依存しない場合に取り組むべき研究課題

- 3.1 国際的視野、社会的視野を含んだ依存脱却戦略

### 1 持続可能な人間居住

- 1.1 建築と住環境（室内環境、建物の環境性能、建物周辺の環境）
- 1.2 都市・地域計画（コンパクトシティ、インフラ管理含む）
- 1.3 モビリティとその管理
- 1.4 安全な水の供給（水道と安全性確保）
- 1.5 水環境管理（下水道、浄化槽、湖沼、水辺創造など）
- 1.6 人間居住による環境負荷（GHG排出、水、大気への排出、緑地の喪失）
- 1.7 都市環境と健康影響（大気、化学物質、緑地、熱環境等）
- 1.8 開発途上国の人間居住と適正技術

### 2 生態系サービスの適正管理

- 2.1 生物多様性の保全と持続的利用
- 2.2 陸域資源と生態系管理（含む陸水）
- 2.3 沿岸域および海洋の資源と生態系管理
- 2.4 流域レベルの生態系管理（森林から海まで）
- 2.5 生物多様性及び生態系サービスの評価
- 2.6 生態系サービスの管理システム・制度のための技術管理

### 3 持続可能な生産と消費

- 3.1 製造業におけるグリーン技術（ゼロエミッション、環境配慮設計（DfE）、クリーナープロダクション）
- 3.2 サプライチェーンの環境マネジメント
- 3.3 LCAに基づく生産と消費管理
- 3.4 廃棄物の発生抑制
- 3.5 リサイクル技術（都市鉱山含む）
- 3.6 水の循環利用技術
- 3.7 有害物質のマネジメント（PRTR、RoHS含む）
- 3.8 元素の循環と利用（リン・窒素）
- 3.9 開発途上国による循環型技術（農村型小規模バイオガス化装置）

### 4 災害による環境への影響低減と環境の再創造

- 4.1 自然災害（地震、津波、台風、干ばつ、豪雨、豪雪、火山等）が地域環境へ及ぼすリスク
- 4.2 人為的災害（工場等での事故、危険物質運搬時の事故等）が環境へ及ぼすリスク
- 4.3 災害のリスク（人間への被害、環境への被害）の予防対策
- 4.4 災害発生直後の環境情報観測・把握手法とリスク軽減手法
- 4.5 災害廃棄物処理と利活用
- 4.6 自然環境の回復過程の促進
- 4.7 社会環境の再創造手法

### 5 観測・計測と情報に基づく環境管理

- 5.1 地球規模の環境モニタリング（リモートセンシングと実測）
- 5.2 地域の環境と人間活動の把握（地域の環境計測、人間活動とその影響の把握）
- 5.3 環境情報基盤の整備と活用（ユビキタス情報、環境ビッグデータ、GIS）