

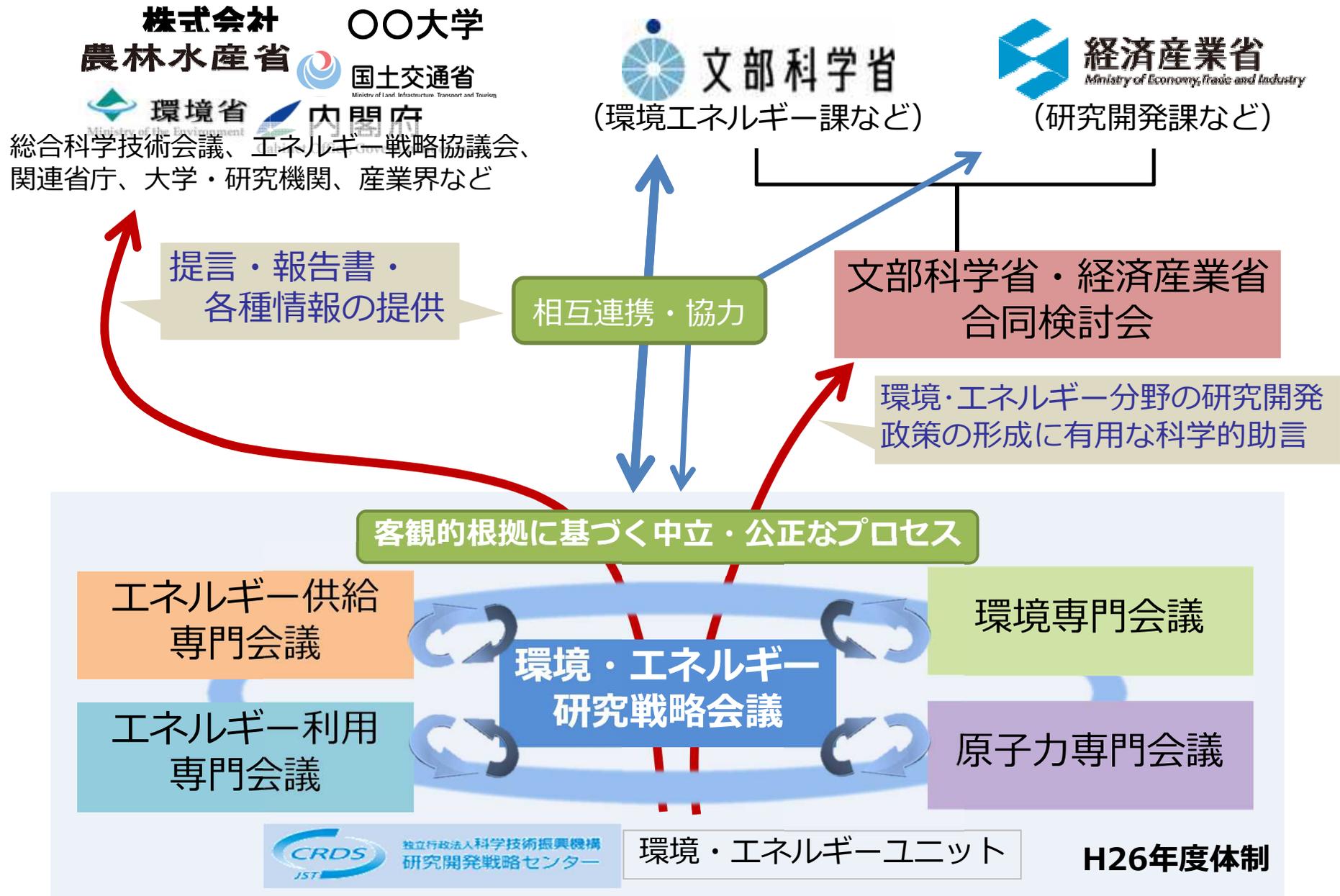
# 第5期科学技術基本計画の策定に向けた エネルギー科学技術・環境科学技術の 研究開発について ～CRDSでの議論から～

科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会  
第7回環境エネルギー科学技術委員会

平成26年10月24日（金）  
JST研究開発戦略センター（CRDS）  
環境・エネルギーユニット



# CRDSにおける検討体制と関係機関との相関



# 平成26年度 環境・エネルギー研究戦略会議委員(19名)

(平成26年6月11日時点、敬称略・五十音順、適宜拡充予定)

相澤 益男	科学技術振興機構 顧問	◆は専門会議主査
岩崎 一弘	内閣府 参事官 (グリーンイノベーショングループ)	
◆大垣 眞一郎	公益財団法人 水道技術研究センター 理事長	
◆岡崎 健	東京工業大学 大学院理工学研究科 教授	
◆岡本 孝司	東京大学 大学院工学系研究科 教授	
岡島 博司	トヨタ自動車株式会社 技術統括部 主査/担当部長	
柏木 孝夫	東京工業大学 環境エネルギー機構エネルギーセンター 教授	
加藤 信介	東京大学 生産技術研究所 教授	
篠崎 資志	科学技術振興機構 科学技術プログラム推進部 研究振興事業グループ 参事役	
須田 義大	東京大学 生産技術研究所 教授/センター長	
瀬川 浩司	東京大学 先端技術研究センター 教授	
橋本 和仁	東京大学 大学院工学系研究科 教授	
牧野 尚夫	財団法人電力中央研究所 エネルギー研究所 副所長	
松尾 浩道	文部科学省 研究開発局環境エネルギー課 課長	
松橋 隆治	東京大学 大学院工学系研究科 教授	
◆村上 周三	一般財団法人建築環境・省エネルギー機構 理事長	
山地 憲治	地球環境産業技術研究機構 理事	
渡邊 昇治	経済産業省 産業技術環境局研究開発課 課長	
渡辺 政廣	山梨大学 燃料電池ナノ材料研究センター センター長	

(オーガナイザ：笠木 伸英 JST研究開発戦略センター 副センター長/上席フェロー)

## 第5期科学技術基本計画の策定に向けて 議論まとめ (1/3)

第9回CRDS環境・エネルギー研究戦略会議(2014.6.11)において、  
**「第5期科学技術基本計画の策定に向けて」自由討議。**  
特定技術に関する議論ではなく、大きな枠組み、あるいは断片的なことについて、各委員の考えをフランクに紹介していただいた。

- ・ 科学的な原理・原則に基づいて目標技術を見極めることが必須である。エネルギー分野で、熱力学的な優劣、資源の賦存量、コストの成立性などを見過ごした課題の取り上げ方がされる場合があるので注意が必要である。
- ・ 第4期科学技術基本計画が改定され、その後政権交代後、再興戦略、科学技術イノベーション総合戦略に沿ってロケットスタートを果たした。現政権は3本目の矢としてのイノベーション、それを創出する原動力としての科学技術に大きな期待を有している。
- ・ 第5期を語る前に、第4期を十分に見届けるべきである。特に、イノベーションはどのような効果と結果を生んだのか。

## 第5期科学技術基本計画の策定に向けて 議論まとめ (2/3)

- ・ 科学技術イノベーションと共に、大学の機能別類型化をはじめとした**大学改革**をさらに進めなければならない。**産学官の人と資金の実質的な乗り入れ**が必要である。
- ・ 政治の流れは速く、それに応えてゆく必要性があるが、一方で5年ごとに政策を回してゆくだけでなく、**より長期的な展望をもって科学技術政策、基本計画を立案していく必要**もある。特に、**若い世代が希望を持って科学技術分野に入り**、じっくりと問題に取り組めることなしには、持続性ある研究開発エコシステムは成り立たない。
- ・ インパクトの大きい基礎研究の重要性は変わらない。ただし、イノベーションを創出し、経済成長を促すなど、その**成果が社会に還元される道程を当初から想定した基礎研究を、いかにして実現するかが大きな課題**である。産学官の実質的な連携が重要であり、触媒としてのファンディング機関の役割も鍵である。**イノベーションの成果を国際的に展開することにも注力が必要**である。

## 第5期科学技術基本計画の策定に向けて 議論まとめ (3/3)

- ・ エネルギー基本計画は、わが国の将来のエネルギー供給について明確な指針を呈示していない。そうした中、電力市場の自由化、発電・送配電分離が進んでいく。政治局面で環境条件は大きく揺れる可能性があるが、益々競争的に進むオープンイノベーションを基盤とした技術開発でわが国は負けるわけにはいかない。わが国特有の優れた技術を見捨ててはいけない。
- ・ エネルギー基本計画、STI総合戦略などに沿った研究開発を組織的に進めるために、エネルギー分野の政策立案も含めた統合的なナショナルセンターを構想する必要がある。
- ・ 供給者、需要者の接近が進行している。ネットワークに繋がれた産業構造が急速に変容する（Next Industrial Revolution）中で、供給者と消費者は相互に役割を共有する時代になる。そのような中での、エネルギーの新しい需給システム、マネジメントシステムが重要になる。
- ・ 研究開発課題、エネルギー政策オプション選択において、公正で論理的なプライオリティ付け、集団的意思決定を行う方法論が必要である。

# 国策として研究開発すべき課題

- 研究開発の成否が極めて不確か、研究投資額が巨額など、民間が開発に着手しにくい技術課題（ex. 海底資源開発など）
- 既存のインフラやマーケット構造を大きく変えることが社会導入の前提となる技術課題（ex. 分散エネルギー技術、パイプライン、モーダルシフトなど）
- 社会ビジョンから要請されるが経済性が見通せない技術課題（ex. 資源循環技術など）
- 科学原理的に優れた可能性が予測されるが、実用までに長期間を要する技術課題（ex. 核融合、宇宙発電など）
- 地球規模の人類共通課題の解決（ex. 気候変動、食料生産、生物多様性など）

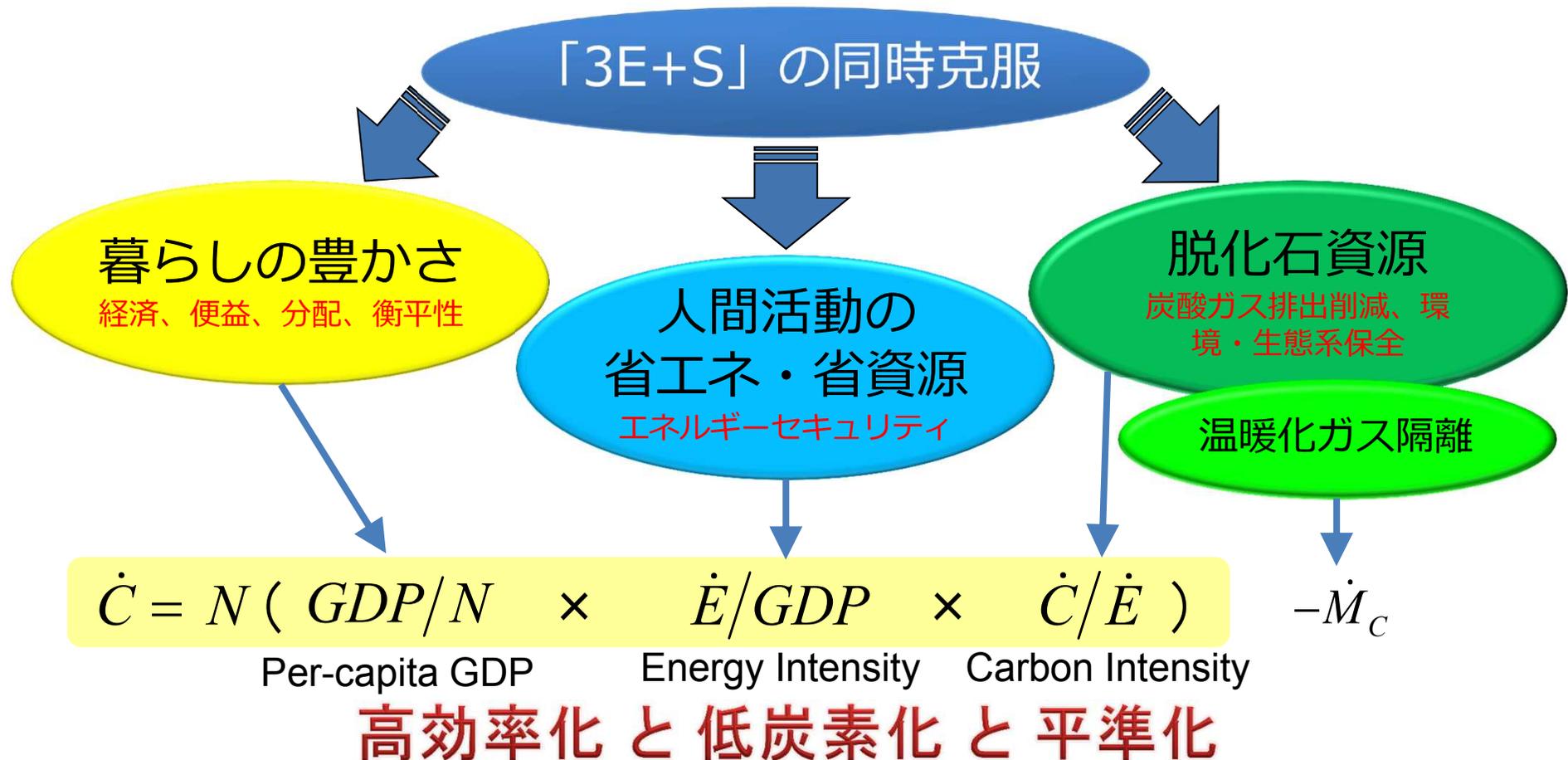
(2012.9.14 第4回 CRDS環境・エネルギー研究戦略会議 資料3より)

# 環境・エネルギー分野の俯瞰にあたっての基本的な考え方

## 社会的期待の捉え方

——→ エネルギー・環境問題の基本骨格、原理原則を考える

「エネルギー安定供給 (Energy)」 「環境性 (Environment)」  
「経済性 (Economy)」 「安全性 (Safety)」



# CRDS環境・エネルギー分野俯瞰の検討状況

## ●研究開発の俯瞰報告書 環境・エネルギー分野（2015年）3章目次構成（案）

### 3. 俯瞰区分と研究開発領域

#### 92研究開発領域

#### 3.1 エネルギー供給区分

20研究開発領域

- 3.1.1 化石資源を効率よく電力に変える（省化石資源消費・高効率化）
- 3.1.2 化石資源からの二酸化炭素排出を減らして電力を得る（低炭素化・温暖化抑制）
- 3.1.3 再生可能エネルギー導入により低炭素化を推進する（低炭素化・温暖化抑制）
- 3.1.4 安定に高品位なエネルギーを得る（エネルギーセキュリティ, 負荷平準化, 環境負荷低減）
- 3.1.5 ものつくりを効率化する（製造業高効率化, 低位熱高度利用）
- 3.1.6 輸送用の燃料をつくる（輸送用燃料高度化）

#### 3.2 エネルギー利用区分

16研究開発領域

- 3.2.1 社会的期待に対応するエネルギーサービス
- 3.2.2 エネルギー効率の高いサービスの提供
- 3.2.3 低炭素なエネルギー利用

#### 3.3 原子力区分

23研究開発領域

- 3.3.1 原子力をより安全に維持・活用するために取り組むべき研究課題
- 3.3.2 原子力の将来にかかわらず取り組むべき研究課題
- 3.3.3 原子力から撤退するために取り組むべき研究課題

#### 3.4 環境区分

33研究開発領域

- 3.4.1 人間の居住を持続可能にする
- 3.4.2 生態系サービスを適正に管理する
- 3.4.3 持続可能な生産と消費を実現する
- 3.4.4 災害による環境への影響を減らし、環境を再創造する
- 3.4.5 情報に基づいて環境を管理する

# エネルギー分野において今後取り組むべき技術

基本的な考え方や俯瞰結果を踏まえ、大きな方向性として

- ✓ 量的インパクトの大きい目標技術
  - ✓ 生活スタイルを変える技術
- に取り組むべきである

例えば・・・

- クリーン・コール・テクノロジー（CCT） + CCS
- 石炭ガス化燃料電池複合発電技術（IGFC）
- 褐炭ならびに木質バイオマスの利用（発電・化学・製鉄）
- 地熱発電
- 宇宙太陽光発電
- 高効率ワイヤレス送電  
(車、ロボット、無人飛行機、その他パワーケーブルでは機能が制限されるもの用)

一部はすでに、経産省・NEDO・J-COALなどで取り組まれている。  
文科省としてどのように位置づけるかが肝要。

# 環境分野の俯瞰にあたっての基本的な考え方

- 環境は「人の健康を含む生命の持続性の基盤」である  
→ 俯瞰では「**次世代のための環境**」を前提とした
- 今後は「**環境設計・創造**」という視点が必要である
  - 環境への影響を及ぼす事象を予測し先手を打つという考え方
  - 対策が事後対応的であった異常気象や自然災害も対象とする
- 普遍的な「課題解決型」科学技術の記載を目指すとともに、**2015年と**  
**いう時点を強く意識**すべき
- 中立的ではあるが、意志のある俯瞰
- 今後顕在化する社会的課題は分野を超えた総合的な課題
  - ① **人間の居住の持続可能性**
  - ② **生態系サービスの適正管理**
  - ③ **持続可能な生産と消費**
  - ④ **災害による環境影響の減少と環境の再創造**
- 観測・計測、データ収集は、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で課題解決に寄与する必要
  - ⑤ **観測・計測とその情報に基づく環境管理**

# 環境・エネルギー分野俯瞰結果に基づく重点研究開発領域（案）

## エネルギー供給（20領域について専門会議にて議論継続中）

- 中低温域作動の革新的反応と材料（排熱利用低温吸熱反応）
- 高効率固体酸化物形燃料電池
- 低品位・未利用固体炭素資源の革新的な改質転換・輸送・利用技術
- 新規石油化学製品製造ルート
- エネルギーネットワーク技術
- CCT（クリーンコールテクノロジー）とCCS 等
- 高効率火力発電

## エネルギー利用（16領域について専門会議にて議論継続中）

- 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
- 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
- 次世代交通・運輸システム

## 環境技術

- 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
- 生態系サービスの持続的利用のための評価と管理
- 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
- 災害環境研究  
（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）

## 【環境区分】重点研究開発領域（案）

### 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

- 都市・地域空間を効率的な形態に見直し、環境負荷低減や健康で質の高い生活を実現することで、人間居住の持続可能性を高める。
- 人口流入・増加が前提の海外のコンパクトシティとは異なり、人口減少や超高齢化社会を迎える我が国では、最先端の研究課題である賢い縮退（スマートシュリンク）に挑戦しなければならない。
- スマートシュリンクは、公共交通の採算性確保やインフラ整備・維持管理の効率化と費用縮小をもたらす。

### 生態系サービスの持続的利用のための評価と管理

- 生態系サービスを持続的に利用していくために、生態系サービスの評価や生態系の管理に関する研究開発とその成果の応用に取り組む。
- 特に、社会科学との連携研究の進展をはかり最新の科学的知見を生かすことが求められる。
- 愛知目標の達成にむけ、国による公的な研究開発の推進に着手すべきである。
- Future EarthやIPBESなどの国際的な動きも活発化しており、こうした動きへの貢献も念頭に置く必要がある。

### 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

- マテリアルフローの動脈側と静脈側を統合的に、かつ社会全体として管理するための評価手法や資源循環技術を開発する。
- グローバル化・複雑化が一層進み、地域依存性のある環境影響や地域偏在性のある資源消費の計測・評価のために地域レベルでの解像度が求められる。また、静脈までを含む企業の枠を超えた対策は国が推進すべき領域である。
- 統合的管理をめざす研究は世界的にも先端的であり、ポスト先進国のマテリアルフロー管理のあり方を示す意味で世界への貢献は大きい。

### 災害環境研究（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）

- 災害時のような非定常的な状態を対象とした環境科学の構築とその応用に取り組むことで、突発的に発生するため予測が難しく、被害の事前回避が不十分にならざるを得ない事態に対する災害に伴い生起する環境リスクを低減させる。
- 自然災害では地震、津波、台風、干ばつ、豪雨、火山等、人為災害では工場での事故、危険物質運搬時の事後等に伴う有害な液体・気体の漏えい等の、環境への影響が高次、広範囲に及ぶ災害を研究対象に想定する。
- 実社会において有用なものとするために、民、産、官との連携のもと研究開発を進める。

# 戦略プロポーザル 課題解決型研究開発の提言(1) 「都市から構築するわが国の新たなエネルギー需給構造」

エネルギーに関する課題解決型の研究開発、とくにわが国の都市におけるエネルギー利用・消費の高効率化を課題とした研究開発の在り方について提案

国内111都市(人口20万人を超える市と特別区)を対象に、エネルギー利用の現状分析とあるべき将来像を検討。

都市におけるエネルギー問題に取り組む基本的な方針：「高効率化」「低炭素化」「平準化」

高効率なエネルギー利用都市の実現への基本的な考え方：

都市に共通

- ・都市の設計、維持、管理においてエネルギーの観点を持つ
- ・局所的な個別最適が進められがちなエネルギーマネジメントを都市の規模で捉える
- ・エネルギーの消費削減や有効利用を、都市の経済社会的機能の向上や都市利用者のエネルギー以外の便益の向上へ繋げる

都市の類型ごと

- ・大規模都市圏では、限られた空間や時間で極端に高密度化するエネルギー需要を平準化させ、安定かつ信頼性の高い需給構造を構築する
- ・中規模都市では、分散するエネルギー需要を集約化（コンパクト化）させ、効率化させる。



比較的大きな寄与が期待される

エネルギーの高効率利用に向けた9つの方策

- ① エネルギーネットワーク上での需給調整
- ② 住宅での省エネ促進と再生可能エネルギー利用
- ③ 建築物での省エネ促進と再生可能エネルギー利用
- ④ 未利用エネルギーの地域利用促進
- ⑤ 土地利用や空間配置の見直し
- ⑥ 内燃機関の燃費向上と次世代自動車の普及促進
- ⑦ 都市内の交通流の改善
- ⑧ 多様な交通手段の使い分け
- ⑨ 配電電口スの低減

実施

中長期的観点からの5つの研究開発領域

(社会への量的、質的な波及効果が大きく、2030年頃を見据えて国が主体的に取り組む必要があると考えられる研究開発領域)

- A. 高度・多層的なエネルギーマネジメントシステム（EMS）の構築
- B. 都市部街路における自動車交通の効率化
- C. 都市内での創エネルギー・省エネルギー促進
- D. エネルギーとそのコベネフィットの観点を加えた都市設計
- E. エネルギー利用ビッグデータの活用

# 高効率都市：研究開発戦略の取りまとめ結果概観

あるべき社会の姿（将来ビジョン）

3E+Sの同時実現

持続可能なエネルギー需給構造の構築

## 高効率なエネルギー利用都市

「高効率化」

「低炭素化」

「平準化」

大規模都市圏（あるべき姿）  
需要集中の平準化、  
高効率利用・有効利用

### 中長期的観点からの5つの研究開発領域

A. 高次・多層的なエネルギーマネジメントシステムの構築

B. 都市部街路における自動車交通の効率化

C. 都市内での創エネルギー・省エネルギー促進

D. エネルギーの観点を加えた都市設計

E. エネルギー利用ビッグデータの活用

中規模都市（あるべき姿）  
需要の集約化・コンパクト化

課題達成のための研究開発の共通基盤： 分野の融合・連携、役割連携  
模擬エネルギーシステムと実地域における研究成果の有効性の評価、検証  
**統合的な推進方策**

1. エネルギーネットワーク上での需給調整

2. 住宅での省エネ促進と再生可能エネルギー利用

3. 建築物での省エネ促進と再生可能エネルギー利用

4. 未利用エネルギーの地域利用促進

5. 土地利用や空間配置の見直し

6. 内燃機関の燃費向上と次世代自動車の普及促進

7. 都市内の交通流の改善

8. 多様な交通手段の使い分け

9. 配変電口スの低減

### 都市でのエネルギー消費を大幅削減する9つの方策群

大規模都市圏（現状・トレンド）  
人口集中・高密度・エネルギー需要集中

課題：都市における  
エネルギー利用・消費の高効率化

中規模都市（現状・トレンド）  
人口流出・低密度・エネルギー需要分散

人口集中が進むと  
予想される国内の  
大規模な都市圏

都市化 エネルギー資源制約 地球温暖化

人口の流出や分散が  
予想される中程度の  
人口規模の地方都市

現在から10年後までに起こる社会変化の方向