



分野別ロードマップ概要(資料1)

○以下、分野毎のロードマップ概要版(素案)を示す。

○分野毎に2枚構成。

1枚目: 主な技術目標と技術的備えの考え方。

2枚目: 技術的備えに対応する主要技術(点線はR&D段階、実線は商用開始以降)



概-1

○分野毎の考え方

(全体) 需要分野では、得られる「効用(経済活動、生活の質など)」は、GDPに比例して増大することが共通の前提。その上で、連鎖脱却に向け、必要エネルギー量(=転換分野からの供給エネルギー)の原単位を最小化する等の必要な技術的備えを行う。

※GDP(日本): 2050年で1.5倍、2100年で2倍程度と想定。

(民生分野) 家庭では世帯当たり、業務では床面積当たりの「効用」はGDPに比例して増大。必要エネルギー原単位を改善するため、①今後新たに出現する機器を含め、できる限り省エネ、②太陽光等の身の回りのエネルギーを使って創エネ。①と②を究極まで進めれば、転換分野に頼らず自立化。また、再生可能エネルギーによる創エネが進むにつれて、余剰エネルギーをネットワークを通じて融通。

(運輸分野) 自動車による「効用(=台数 × 移動距離)」がGDPに比例して増大。必要エネルギー原単位を改善するため、①動力の効率向上、軽量化等による省エネ。ただし、将来のエネルギー原単位改善、CO₂原単位改善のためには、モータによって動く燃料電池自動車または電気自動車が主流になる必要がある。②燃料側では、バイオマス燃料、合成燃料を混合した混合燃料が増大した後、石油ピークを迎える今世紀半ば以降、水素または電気の割合が増大していく。

(産業分野) 製品による「効用(=機能)」はGDPに比例して増大。必要エネルギー原単位を改善するため、①素材・製品の高性能化・高機能化、②製造プロセスの改善・革新的な製造プロセスの開発(省エネ、エネルギーの有効利用、プロセスでの物質・エネルギーの併産)、③製品中に取り込まれた物質資源・エネルギーの再生利用を図る。

また、製造プロセスを活用することによるクロスバウンダー(産業と民生、産業間、産業と転換など)の取組による社会全体での効率改善。

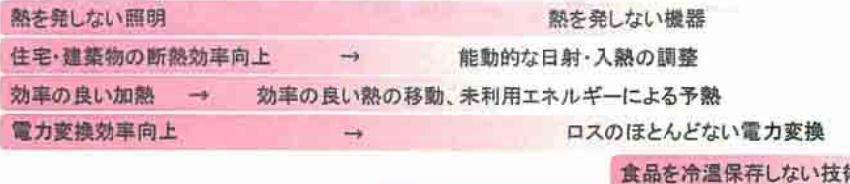
(転換分野) エネルギー需要を効率的かつCO₂排出原単位改善を図りつつ満たすため、①化石燃料の効率的利用を図りつつ、②原子力、再生可能エネルギーなどの非化石エネルギーによるエネルギー供給にシフト。さらに、③供給サイドの変動分を平準化する必要が増大することから、大規模な蓄エネルギーなどのネットワークシステムが必要となる。

概-2

民生	2000	2030	2050	2100
全必要エネルギー量	1倍		1.5倍	2.1倍
転換分野からの供給が必要なエネルギー量※ (家庭/業務)		45% / 35%削減	60% / 55%削減	80% / 80%削減
CO2原単位 (家庭) 3.5 t-CO2/世帯(1倍) (業務) 118 kg-CO2/m2(1倍)	1.9 t-CO2/世帯(1/2倍) 77 kg-CO2/m2(2/3倍)	1.1 t-CO2/世帯(1/3倍) 40 kg-CO2/m2(1/3倍)	0 t-CO2/世帯 0 kg-CO2/m2	

省エネ 使用機器の効率向上

※GDPに比例して全必要エネルギー量が増加した場合を基準として、転換分野から供給が必要なエネルギー(単位当たり)の削減量



自立化

0 t-CO2/世帯
0 kg-CO2/m2

創エネ 効率向上・耐久性向上

エネルギー・マネージメント

BEMS・HEMS

【建築物・住宅の自立化】

需要のマネージメント → 需要と創エネのマネージメント → 余剰エネルギーを地域で融通
(地域でのエネルギー供給) → 地域での供給、貯蔵マネージメント → 地域の需給マネージメント

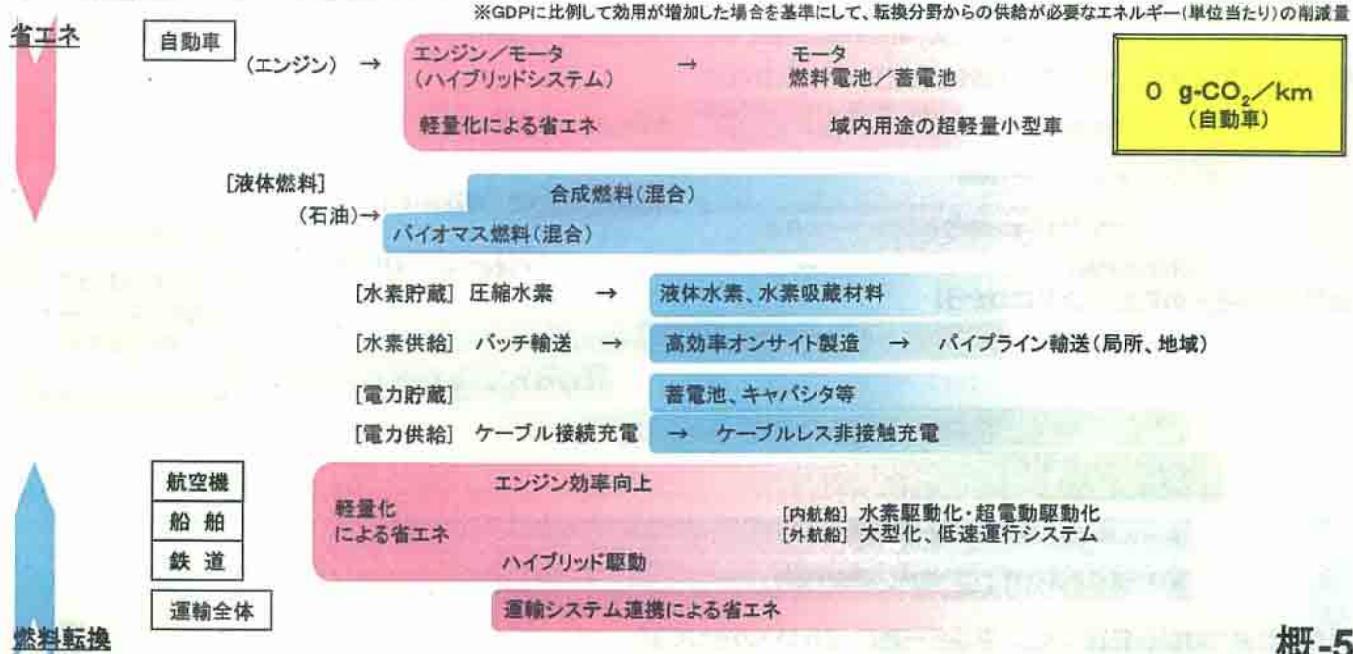
TEMS 【地域の自立化】

概-3

民生	2000	2030	2050	2100
省エネ				
照明	高効率照明	高効率LED 有機EL照明	低熱損失高効率照明	
自然光利用技術	高度太陽光利用照明 (高効率集光・伝送)		蓄光、生化学発光	
空調・給湯	高断熱化、室内空気質改善、快適性向上		能動調整機能付き建材	
住宅・ビル用高性能建材				
高効率空調システム	高効率ヒートポンプ、蓄熱空調、太陽熱・排熱等未活用熱源利用			
化石燃料利用分散電源	燃料電池コジェネ	ハイブリッドシステム (業務用)	(水素利用超効率燃料電池)	
高効率給湯	高効率ヒートポンプ給湯	真空断熱貯湯		
厨房	高効率調理	新調理加工技術		
動力・その他	情報家電 (大型ディスプレイ等)	省エネPDP・LCD、大容量光通信・ストレージ	(食品) 長期品質保持 LED、ELディスプレイ (高精細、大型、低消費電力)	
共通技術	高効率デバイス (電力変換等)	45nmプロセス SiC	GaN、AlN等 CNTトランジスタ／ダイヤモンド半導体	単電子トランジスタ
創エネ	未利用エネルギーを電力等に変換	熱電変換	圧電変換、磁歪変換、バイオ光電変換	
太陽光発電	薄膜型 低コスト化、高効率化、設置容易化	色素増感型、有機薄膜型等	超高効率新型	
エネルギー・マネージメント	モニタリング	ネットワーク化による連携制御	需要予測 (ライフスタイルや快適性を取り入れた制御)	
HEMS・BEMS (地域でのエネルギー・マネジメントシステム)	TEMs	エネルギー融通	エネルギー貯蔵との連携制御 系統との連携制御	
エネルギー貯蔵・ネットワーク (電気・熱・水素)	リチウム電池	新型二次電池、蓄熱	ローカル・エネルギー・ネットワーク(LEN)	水素利用燃料電池 分散エネルギー貯蔵

概-4

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%	0%	1%以上	40%	100%
CO2原単位 160 g-CO2/km (1倍)	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※				



概-5

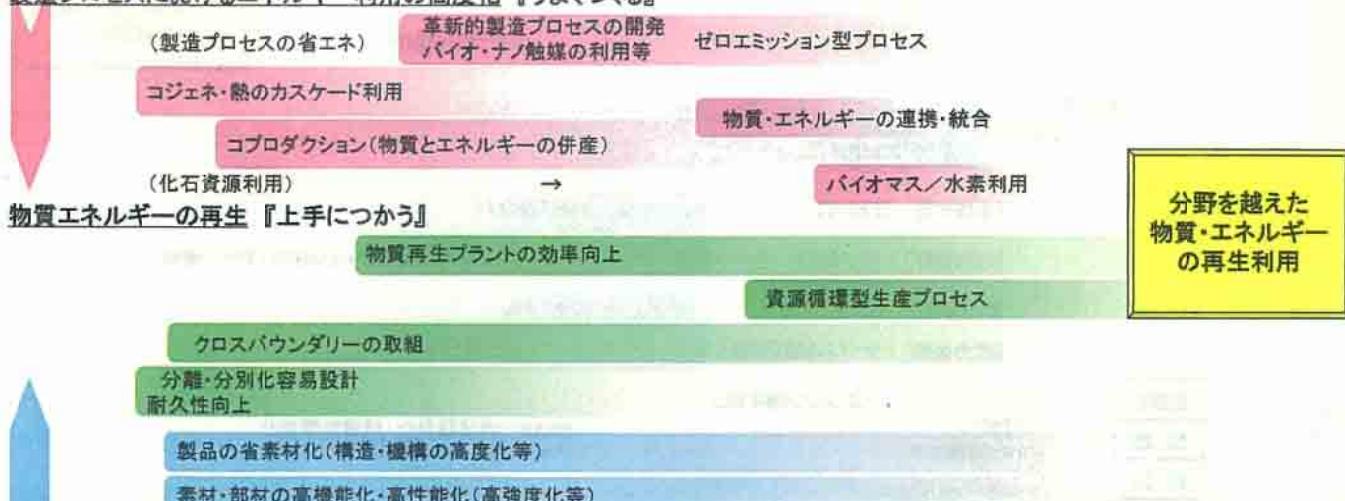
運輸	2000	2030	2050	2100
自動車	※燃費は現状内燃機関比を表す (軽量化等の効果含む)			
内燃機関ハイブリッド車	車体軽量化、エンジン効率向上、モータ・電力変換効率向上、システム制御高度化 燃費 1.5倍			(燃料電池ハイブリッド車に移行)
合成液体燃料	GTL	CTL		
バイオマス燃料	エタノールまたはETBE、BDF	BTL		
燃料電池ハイブリッド車	FC効率向上、蓄水素部・車体の軽量化、モータ・電力変換効率向上 燃費 3倍		太陽電池による補助給電	
水素貯蔵	圧縮、液化、貯蔵材料(無機、合金、炭素、有機)		4倍	5倍
水素供給	副生水素パッケージ輸送 オンサイト燃料改質 オンサイト水電解			パイプライン輸送
電気自動車(近距離用)	電池・車体の軽量化、モータ・電力変換効率向上 燃費 4倍		太陽電池による補助給電	
蓄電	リチウム電池		6倍	リチウム電池または新型蓄電装置
電気供給	(手動ケーブル接続式) ケーブルレス自動非接触式			
自動車共通技術 軽量化	超高張力鋼、高張力アルミニウム、マグネシウム、チタン、複合材			
空調省エネ	ヒートポンプ効率向上、断熱、遮光			
航空機	機体高性能化、ジェットエンジン効率向上			燃費 2倍
船舶	[内航船] 軽量化 電動化・プロペラ配置の分散最適化・超電導モータ [外航船] 大型化、航行速度最適化		水素燃料電池船	
鉄道	軽量化、モータ・電力変換効率向上、架線・電池ハイブリッド化 (非電化区間) ディーゼル・電池ハイブリッド車	水素FC・電池ハイブリッド車		

概-6

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』



概-7

産業	2000	2030	2050	2100
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』				
省エネルギー プロセス				
鉄鋼	現行プロセス省エネ、次世代圧延技術等新プロセスの開発 SCOPE-21、新焼結等革新的プロセス技術の導入			革新的鉄鋼製造プロセス
化学	石油化学原料省エネ生産技術	サステナブル・カーボンサイクル化学体系(SC3)		
セメント	既存セメント・エコセメントプロセスの省エネ化	ゼロエミッション型セメントプロセス		
共通	高効率伝熱・断熱技術、高効率蓄エネルギー技術、産業用コジェネの高効率化、熱のカスケード利用、動力回生システム バイオマス生産・利用促進技術(バイオテクノロジー等の活用)			
コプロダクション (物質・エネルギー併産)				
共通	ガス化技術、GTインテグレーション 電力・水素・化学品コプロダクション		燃料電池型加熱炉	
化学会社		革新的蓄熱増熱技術(産業用ヒートransformer、化学蓄熱など)		
セメント		廃棄物ガス化による電力・熱のコプロダクション		
紙・パ	バイオマス利用 産業間連携 マテリアル・カスケード・マネージメント	バイオマスIGCC	バイオマスIGFC	
物質エネルギーの再生『上手につかう』				
物質エネルギー再生				
鉄鋼	非在来型化石燃料、劣質原料利用、廃棄物、バイオマスガス化			
その他	物質・副産物・エネルギー再生技術			
		微量成分除去、分離・回収、再資源化技術		
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	電磁鋼板 高機能・高強度プラスチック、超高強度・軽量セメント、高機能・高品位紙		次世代型機能性材料	
その他	製品の省素材化(集積(モジュール)化、小型化)			
製品の省素材化				

概-8

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

化石資源利用の効率向上

燃料転換

(石油) → 天然ガス

(石炭) →

石炭(クリーン・コール・テクノロジー+二酸化炭素回収・隔離(CCS))

0 t-CO2/kWh

原子力の活用

核燃料サイクル

負荷追従運転

効率向上

再生可能エネルギー

太陽 道路・ダムなどあらゆる場所に設置できる技術

地熱

風力 陸上 → 海洋

バイオマス 木質・バイオマス → 燃料作物生産
(廃棄物系・未利用系)

効率向上

設置容易化

蓄エネ

非化石エネルギーの導入

概-9

転換	2000	2030	2050	2100
化石資源利用+CO2回収・隔離技術			※化石資源最大利用の場合	
ガス化発電・燃料製造技術	発電(伝達)効率 41% IGCC 1700°C級GT IGCC 1500°C級GT 石炭ガス化複合発電(IGCC)	50% 55% IGCC 1700°C級GT IGCC 1500°C級GT 石炭ガス化複合発電(IGCC)	65% ・IGFC ・IGFC ・IGFC	石炭ガス化水素製造技術
CO2回収・隔離技術			高圧ガスからの分離・回収技術	
原子力利用技術				
軽水炉の効率向上	発電効率 34%	36%	43%	45%
高速増殖炉 FBR (核燃料サイクル)	マイナクチニド核変換 発電効率 42%		長半減期FP核変換 ※原子力最大利用の場合 (核燃料資源制約による)	高度化(ガス冷却FBR) 原子力水素・高温水蒸気電解
再生可能エネルギー利用技術				
太陽光発電	結晶型 発電効率 13% 小規模独立分散発電→広域連携 MW級大規模発電	薄膜型 発電効率 22%	色素増感型等 30%	超高効率新型 40% 太陽光・熱利用の水素製造
地熱発電	浅部地熱系(蒸気発電、バイナリー発電)	深部地熱系	高温岩体発電	
風力発電	(陸上)大型化、低成本化 (洋上)直接燃料	沿岸近海定式 ガス化・ガス化改質	洋上近海 バイオマスガス化燃料・水素製造	洋上遠海浮体式 燃料作物生産
バイオマス利用	メタン発酵、エタノール発酵			大規模バイオマス発酵水素製造
エネルギー貯蔵・輸送技術				
電力・燃料貯蔵 (水素・合成燃料等)	リチウム電池 新型二次電池、SMES、フライホイール	調時負荷平準化 分散電源連携技術	電解水素・水素貯蔵技術 日間負荷平準化(1日~数日間)	大容量エネルギー貯蔵 季節間調整 電力貯蔵を含めた短期最適運用技術
ネットワーク技術				パイプラインによる水素の輸送

概-10