



民生(家庭) 民生(業務)

民生分野ロードマップ(資料2-1)

民生分野の技術スペックの考え方

①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

②各ケースの技術スペック

- 効用はGDPに比例して増大
- ケースA(石炭等化石資源と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) 転換部門からの電気または水素を100%エネルギー源とする(電気・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) 省エネルギーおよび創エネルギーにより2100年には、外部に依存するエネルギー需要を80%削減。

③ケースCの2030年および2050年の技術スペック

- 電化・水素化率(転換部門および民生分野内での創エネルギー)は、2100年で100%とし、創エネルギーの導入可能量、化石資源制約等を考慮し、2050年および2030年の電化率を設定。
- 家庭部門および業務部門におけるエネルギー需要の削減率、その削減率の省エネルギーおよび創エネルギーの内訳はそれぞれのエネルギーの導入の可能性を考慮し、2100年の最終技術スペックからバックキャストで設定。

④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
電化・水素化率 (家庭/業務)		55%/50%	70%/70%	100%/100%
転換分野から供給されるエネルギー量※ (家庭/業務)		45%/35%削減	60%/55%削減	80%/80%削減
省エネルギーによる削減の内訳 (家庭/業務)		30%/30%削減	35%/45%削減	40%/50%削減
創エネルギーによる削減の内訳 (家庭/業務)		15%/5%削減	25%/10%削減	40%/30%削減
CO2原単位 (家庭)	3.5 t-CO2/世帯(1倍)	1.9 t-CO2/世帯(1/2倍)	1.1 t-CO2/世帯(1/3倍)	0 t-CO2/世帯
(業務)	118 kg-CO2/m2(1倍)	77 kg-CO2/m2(2/3倍)	40 kg-CO2/m2(1/3倍)	0 kg-CO2/m2

※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、転換分野からの供給が必要なエネルギー(単位当たり)の削減量

民-2

民生分野の技術スペック実現のための技術群の考え方

民生分野における必要エネルギーおよびCO2排出原単位の技術スペック実現においては、「再生可能エネルギー最大利用と究極の省エネルギー実施ケース」の場合が最も技術的に困難なものとなり、他のケースの技術開発ニーズもこのケースに包含される。この技術スペック実現のためには、

- (1) 今後新たに出現する機器を含めてできる限り省エネを実施
- (2) 太陽光等の身の回りのエネルギーを使って創エネを実施

(1)と(2)を究極まで進めることで、転換分野からのエネルギーに頼らない自立化が可能となる。また、再生可能エネルギーによる創エネ導入量の拡大に伴い、余剰エネルギーをネットワークを通じて融通、さらには分散貯蔵して最大限に活用することが可能となる。

- ①省エネは、トップランナー機器の導入により家庭が先行し業務がこれに続く。これに加えて空調関係では機器のみならず建物の断熱・遮熱性能の向上が、給湯についてはヒートポンプの導入がそれぞれ効果的である。中期的にはエネルギーマネジメントが一定の役割を果たす。生活の質の向上やライフスタイルの変化に合わせ新規に導入される機器も順次省エネが行われる。
- ②創エネは、太陽光発電を始めとして各地域の特色を活かして様々な種類のものが導入される。設置機会(スペースなど)やエネルギー価格等の条件により、当初は戸建ての家庭から始まり、順次、集合住宅、業務ビルに普及する。
- ③電化・水素化は、家庭および業務とも当初は省エネ機器の導入および高齢化などによるライフスタイルの変化、その後は再生可能エネルギーによる電気および水素の供給増、また外部からの化石エネルギーの減少により、2000年の水準からほぼニアに上昇する。
- ④省エネ先行の後、創エネが進み、需給バランスがとれた戸建て等からエネルギーの自立化が始まり、地域大での創エネルギー普及に伴い、業務あるいは地域大の自立化が普及する。再生可能エネルギーの活用による自立化では、エネルギー貯蔵が重要な役割を果たす。

民-3

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)	1.9 t-CO2/世帯(1/2倍)	1.1 t-CO2/世帯(1/3倍)	0 t-CO2/世帯
(業務)	118 kg-CO2/m2(1倍)	77 kg-CO2/m2(2/3倍)	40 kg-CO2/m2(1/3倍)	0 kg-CO2/m2

※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、転換分野からの供給に必要なエネルギー(単位当たり)の削減量

省エネ

使用機器の効率向上

- 熱を発しない照明 → 熱を発しない機器
- 住宅・建築物の断熱効率向上 → 能動的な日射・入熱の調整
- 効率の良い加熱 → 効率の良い熱の移動、未利用エネルギーによる予熱
- 電力変換効率向上 → ロスのほとんどない電力変換
- 食品を冷温保存しない技術

自立化

0 t-CO2/世帯
0 kg-CO2/m2

微小エネルギーの利用 (微小な圧力、温度、振動、電波等の利用)

微小エネルギーで作動可能を実現する省エネ

微小エネルギーを利用した創エネ

太陽光発電

ベンキのように塗るなどあらゆる場所に設置できる技術
窓にも設置できる技術
曲面にも設置できる技術
設置容易化

創エネ

効率向上・耐久性向上

エネルギー・マネジメント

BEMS・HEMS

【建築物・住宅の自立化】

需要のマネジメント → 需要と創エネのマネジメント → 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、貯蔵マネジメント → 地域の需給マネジメント

TEMS

【地域の自立化】

概要

	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	住宅・ビル用高性能建材	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
	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)	(水素利用超高効率燃料電池)
厨房	高効率給湯	高効率ヒートポンプ給湯	真空断熱貯湯	
	高効率調理	高効率調理器	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 長期常温保存 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	色素増感型、有機薄膜型等	超高効率新型
エネルギー・マネジメント	HEMS・BEMS	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)
	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
		低コスト化、高効率化、設置容易化		

省エネ

- 省エネはトップランナー機器の導入により家庭が先行し業務がこれに続く
- これに加えて空調関係では機器のみならず建物の断熱・遮熱性能の向上が、結露についてはヒートポンプの導入がそれぞれ効果的である
- 中期的にはエネルギーマネジメントが一定の役割を果たす
- 生活の質の向上やライフスタイルの変化に合わせ新規に導入される機器も順次省エネが行われる



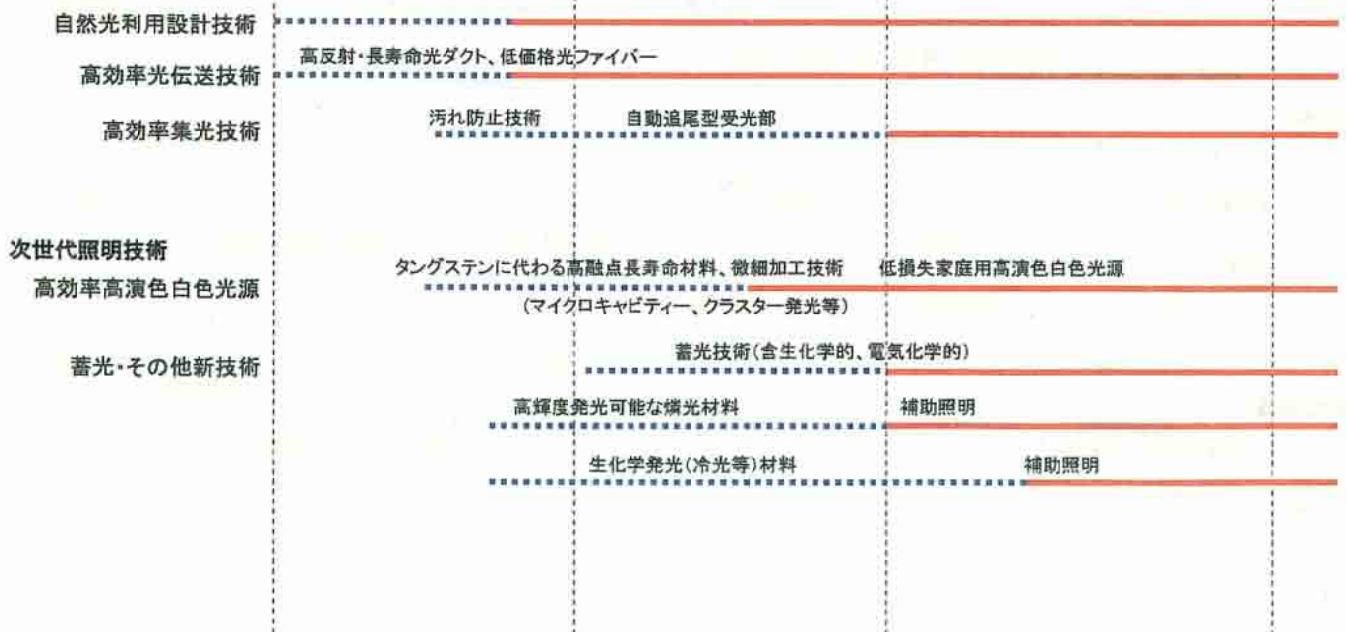
照明技術

- 主照明用として、現在の蛍光灯の熱損失を低減した高効率蛍光灯および高効率化白色LED等の技術開発を推進し、省エネ技術スベックとして、2030年で30%、2050年で35%以上の削減率を達成する。
- 環境性にも配慮した無水銀蛍光灯の効率改善を進め、2050年以降に高効率蛍光灯としての置き換えを図る。
- 演色性の高い高効率白色光源を開発し、熱損失の大きな白熱電球に置き換えるとともに積極的に自然光利用を促進する。
- 蓄光を含む新しい照明技術を開発し、2050年頃、補助照明としての一部実用化を図る。



民-6

自然光利用技術



技術以外の要因

- 省エネラベリング制度等によるトップランナー機器の導入普及施策

民-7

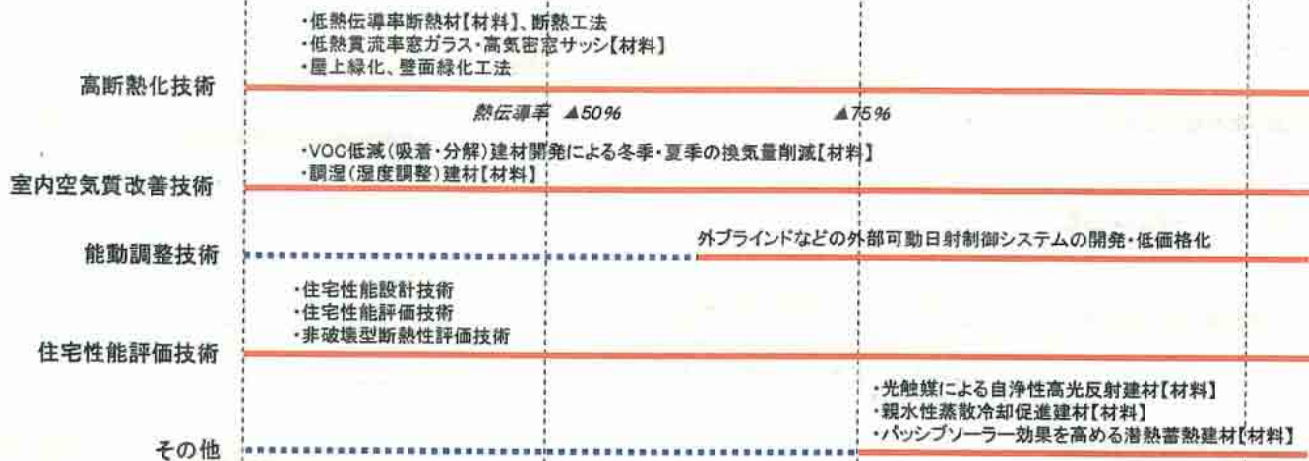
空調・給湯技術

- 家庭部門の消費エネルギーの約30%および業務部門の約40%を占める空調エネルギーを建物高断熱化、空調機器効率化で削減
- 家庭部門の約30%、業務部門の約20%を占める給湯用エネルギーを高効率ヒートポンプの導入により削減
- 熱需要とのバランスにより、化石燃料利用分散電源、将来的には水素利用燃料電池の導入により省エネが図られる



住宅・ビル用高性能建材

- 高気密・高断熱化により室外との熱の出入りを少なくして空調エネルギーを削減するとともに、計画換気により健全で快適な空気環境を保つ
- 簡便かつ高精度な住宅性能設計技術、住宅性能評価技術による高性能住宅の普及
- 断熱材料、調湿材料、蓄熱材料等の材料技術開発および建材への適用

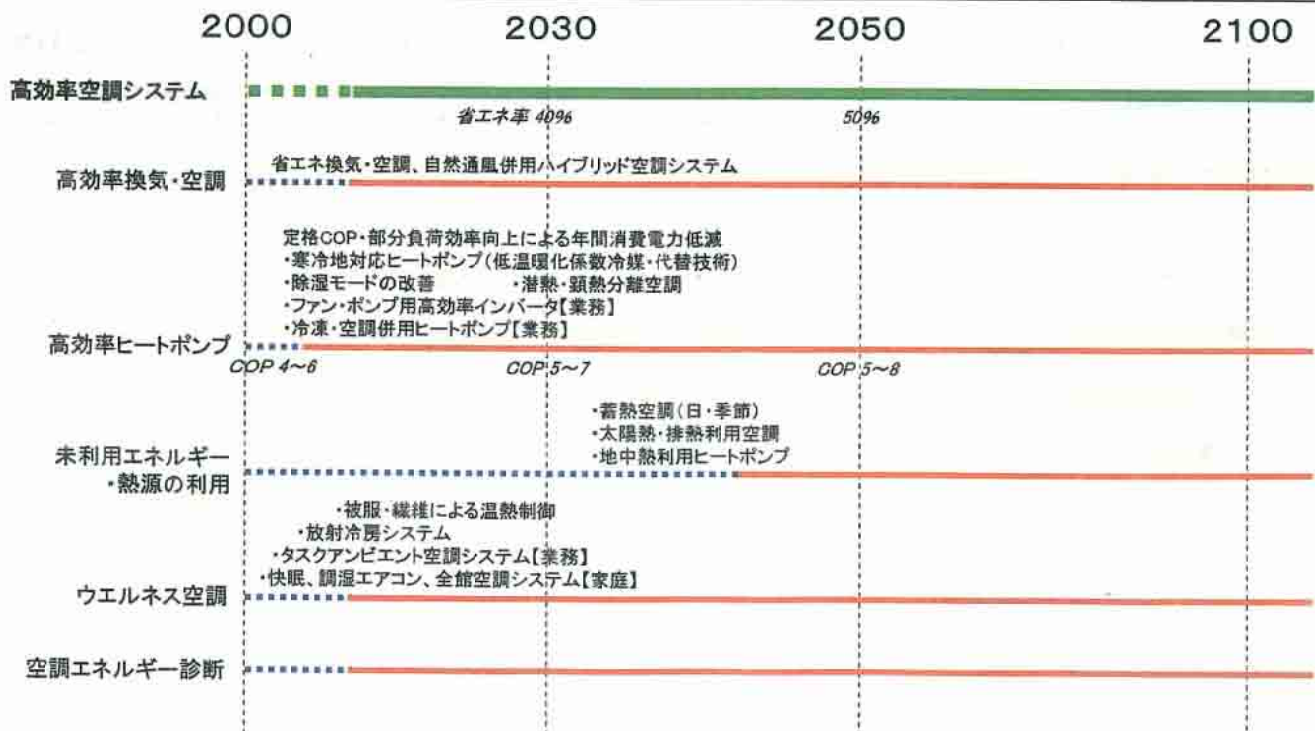


技術以外の要因

- 住宅性能表示制度の拡充と高性能住宅の普及施策

高効率空調システム

- ヒートポンプ暖房の普及、トップランナー・省エネラベリング底上げにより2030年までに省エネ率40%達成
- 機器の省エネに加え、未利用エネルギー・熱源の利用技術開発・商品化・普及により2050年までに省エネ率50%達成
- 健康・快適(ウエルネス)と省エネを両立した技術でライフスタイルに応じた空間の質を向上

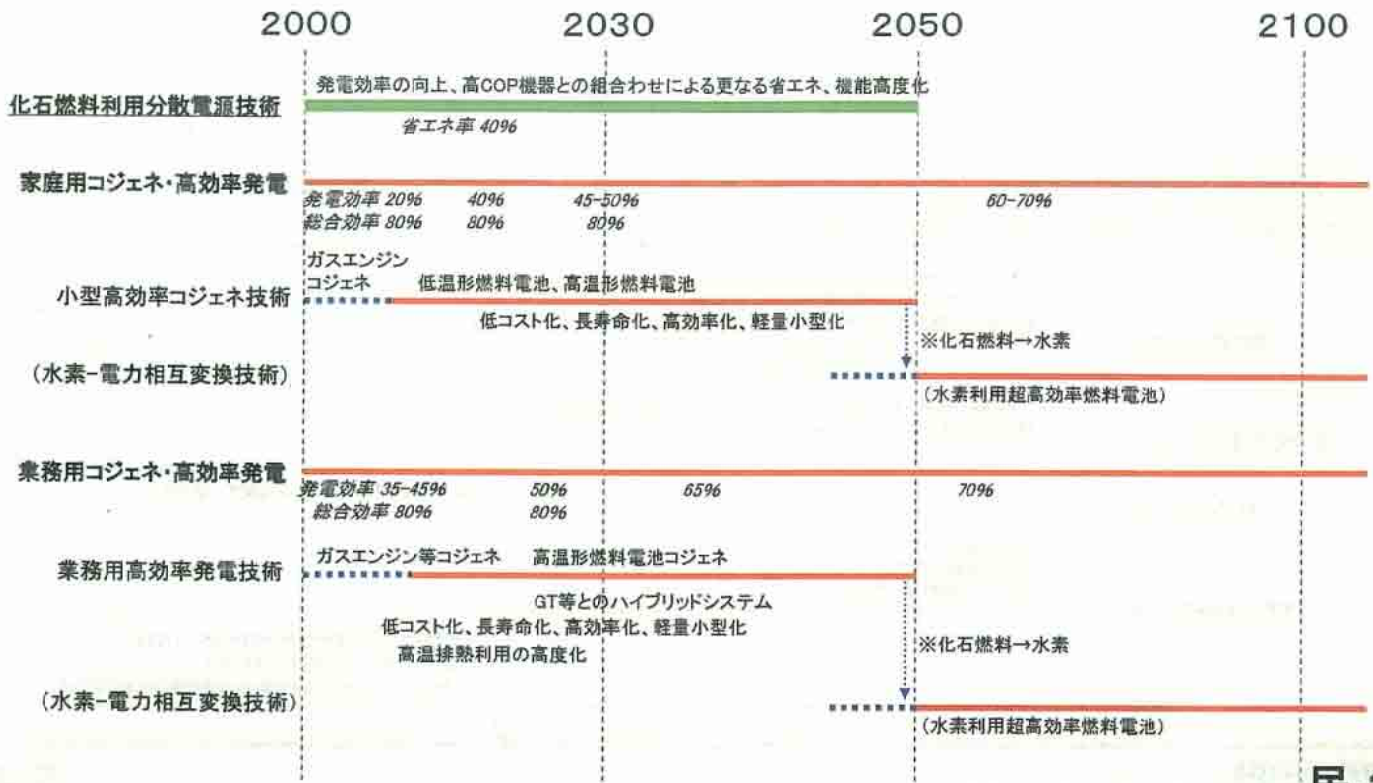


技術以外の要因

- 省エネラベリング制度等によるトップランナー機器の導入普及施策

化石燃料利用分散電源技術

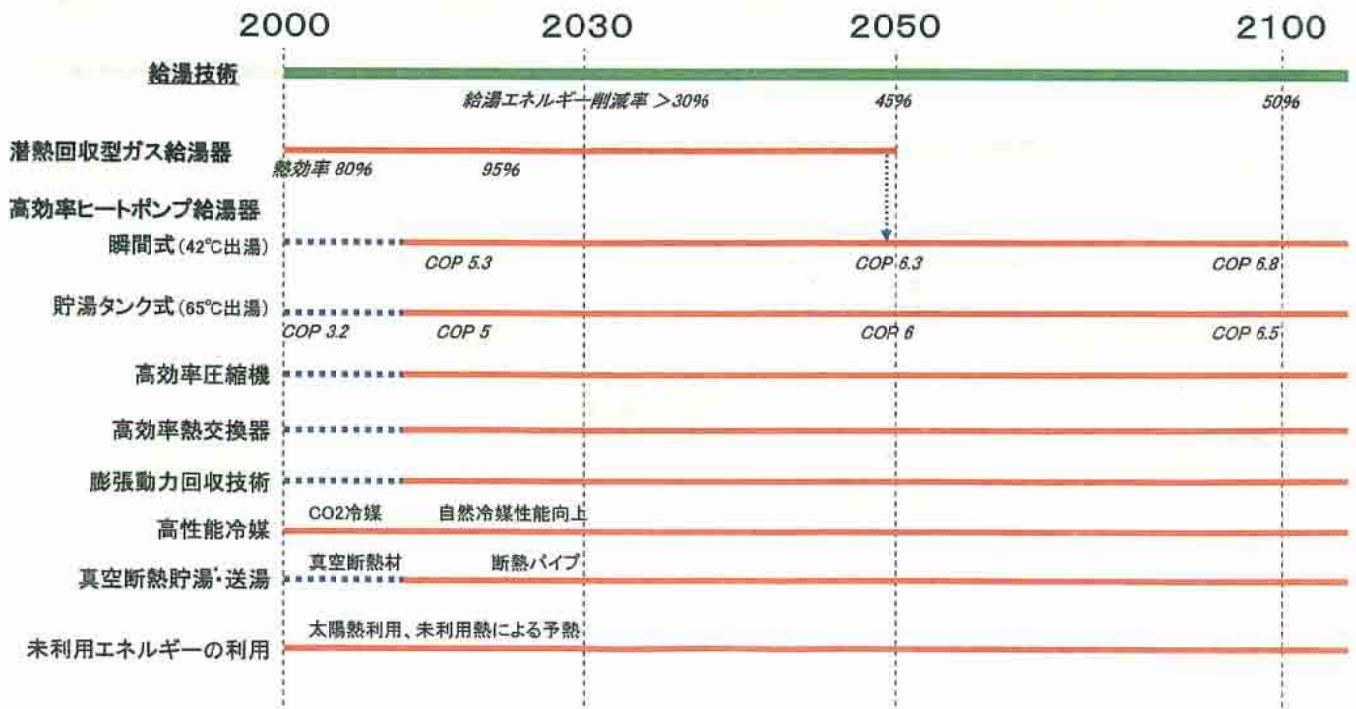
- 熱の有効利用のため、2050年までは化石燃料利用コジェネの効率化、2050年以降はエネルギー貯蔵としての水素の利用のためコジェネを普及
- 家庭用：ガスエンジンコジェネ→低温形燃料電池、高温形燃料電池→水素利用高効率燃料電池
- 業務用：ガスエンジン等コジェネ→高温形燃料電池コジェネ→(GT等とのハイブリッドシステム)→水素利用超高効率燃料電池



民-10

給湯技術

- 高効率ヒートポンプ式給湯器等の高効率給湯器の開発
- 太陽熱利用技術および家庭内排熱などの未利用熱による予熱技術の開発および普及



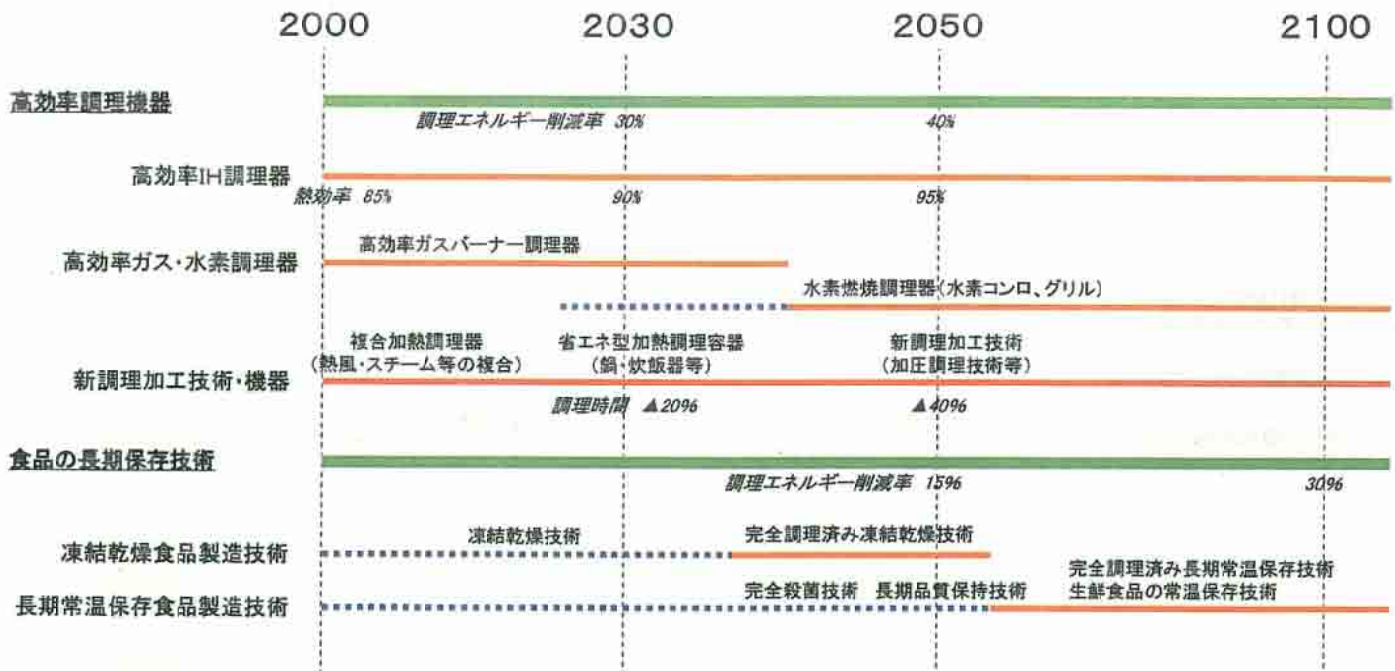
技術以外の要因

- 省エネラベリング制度等によるトップランナー機器の導入普及施策

民-11

厨房

- 調理機器の高効率化、新調理加工技術、省エネ型加熱調理容器(調理時間の短縮化)等の組合せにより、調理エネルギー使用量を2030年までに30%、2050年までに40%削減
- 2050年以降は、完全調理済み食品の長期常温保存技術等によっても調理エネルギーを削減し、機器の省エネと合わせて、厨房分野の省エネ技術スペックである家庭40%、業務50%を達成
- 2050年には凍結乾燥食品を、2100年には常温保存食品の開発により、冷蔵・冷凍食品保存のためのエネルギーも削減

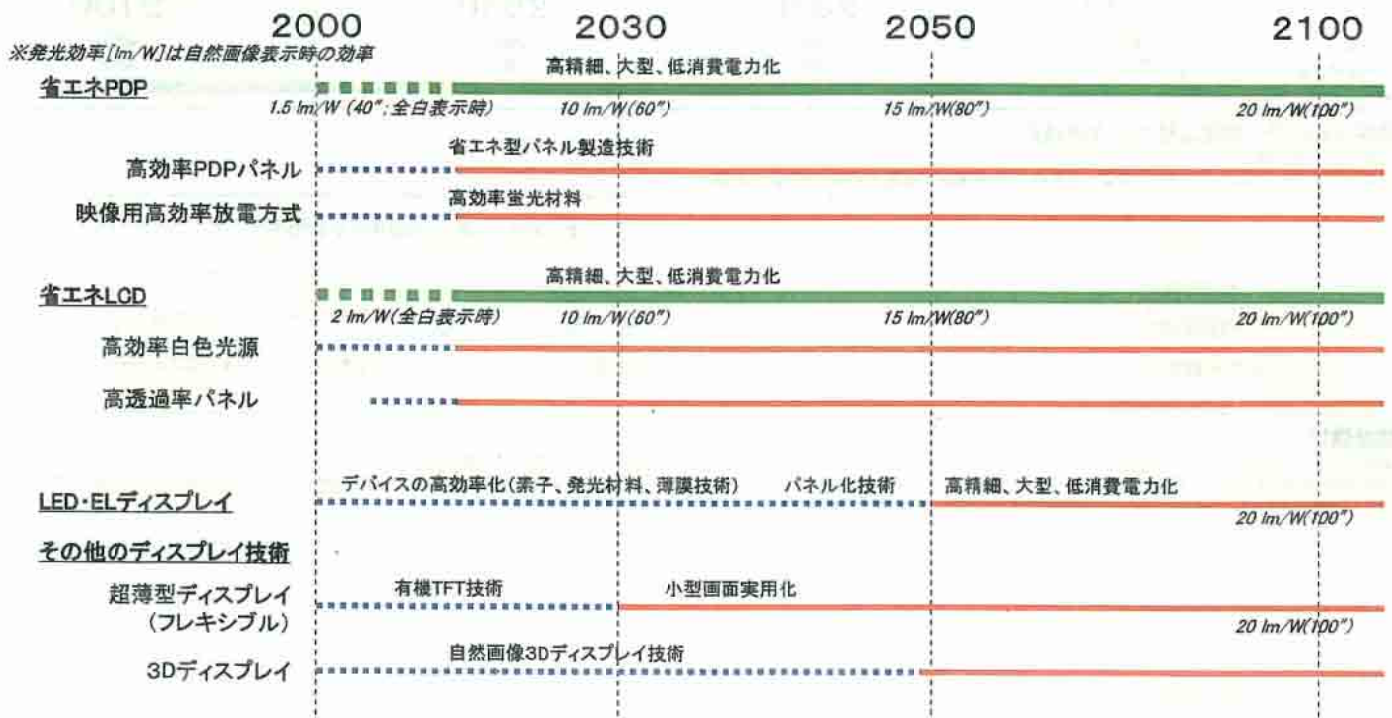


技術以外の要因

- 省エネラベリング制度等によるトップランナー機器の導入普及施策

動力・その他

- 将来出現する新たな機器も含めて様々な電気機器が省エネの対象として考えられるが、大画面ディスプレイで代表する
- PDP、LCD等の大画面化にあわせたFPDの省エネ化技術開発推進により、2050年度エネルギー削減率>40%を達成
- 2100年、発光効率 20 lm/W(画面サイズ100インチ級)を技術スペックとする自発光・固体次世代ディスプレイ技術の開発を推進する

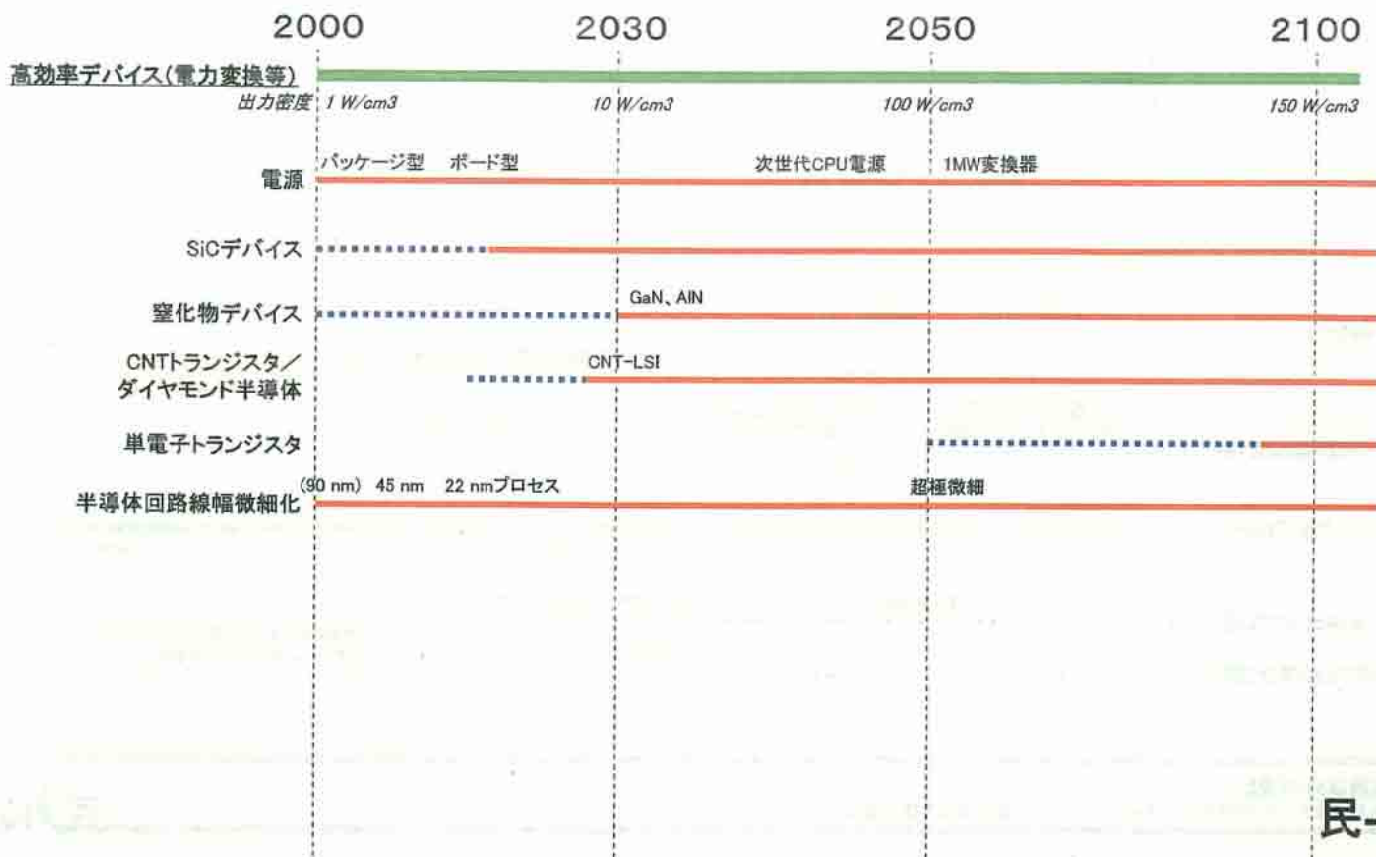


技術以外の要因

- IT、ユビキタス、ロボット等、電力需要の大幅な増大の可能性
- 省エネラベリング制度等によるトップランナー機器の導入普及施策

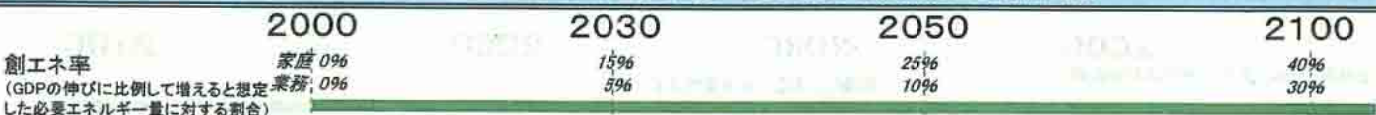
共通技術

- 照明、空調、給湯、動力その他全分野の共通技術としてパワーデバイスの高効率化が重要
- パワーデバイスは、空調・給湯、動力等の機器全般の高効率化およびHEMS・BEMS等のマネージメントにも必要



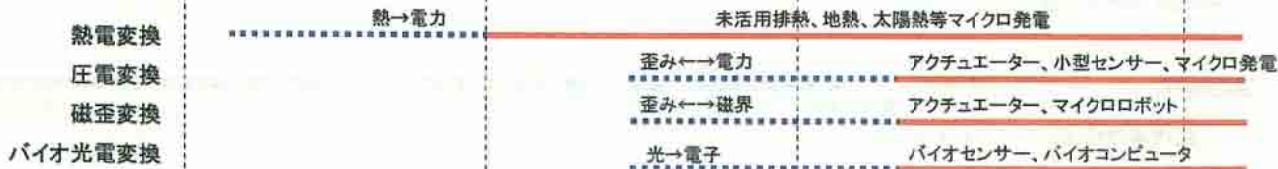
創エネ

- 太陽光発電を始めとして各地域の特色を活かしてバイオマスなど様々な種類のものが導入
- 設置工事、維持管理、廃棄に関しても技術の確立が重要
- 設置機会(スペースなど)、設置の容易性、エネルギー価格の条件により、当初は戸建ての家庭に始まり、順次、集合住宅、業務に普及



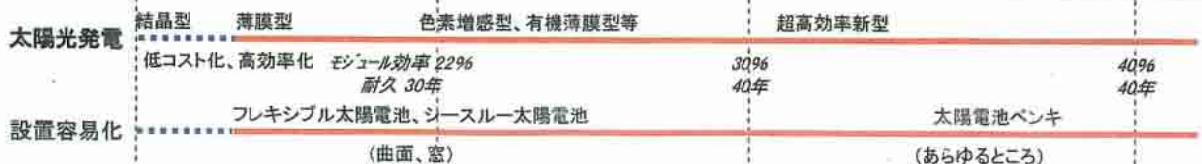
未利用エネルギーの電力等への変換技術

- 技術的ハードル高い
- 個々のポテンシャルは小さいが、省エネとあわせ今後増加する電気機器の自立化に貢献



太陽光発電

- 結晶シリコン、薄膜シリコン、色素増感型など複数の方式の開発当継続き、発電効率、生産性、耐久性等の観点から選択されていく
- 多様な用途・設置場所・利用形態に対応するために、モジュールの多様化(軽量、フレキシブル、両面受光、インバータ内蔵など)、多機能化(遮音性、断熱性、防眩性等の機能付加)、建材・部材との一体化等の付加価値増加に向けた技術開発も必要
- 効率、設備費、工事費、耐久性、適用性の改善、系統運系の規格化、連携機器の高性能化・低価格化によるトータルな経済性の向上



技術以外の要因

- 導入補助事業などの普及施策

エネルギーマネージメント

- 家庭、業務のニーズをより良い品質で満たし、かつ省エネを実現するために、機器の個別の制御を超えたエネルギーマネージメント(HEMS・BEMS)が導入され、さらに地域的に統合されTEMSが形成
- 太陽光発電、バイオマス発電等によるエネルギー供給、エネルギー貯蔵により需要とのマッチングを図り、さらには系統との連携制御によりトータルな省エネを達成

HEMS・BEMS

- HEMSは2030年頃までに全世帯に導入。需要予測、エネルギーマネージメントによる省エネ効果10%
- 創エネ機器等とのネットワーク化による連携制御による省エネ効果15%
- BEMSは2030年頃までに事務所ビルの半数以上(大規模事務所ビル中心)に導入

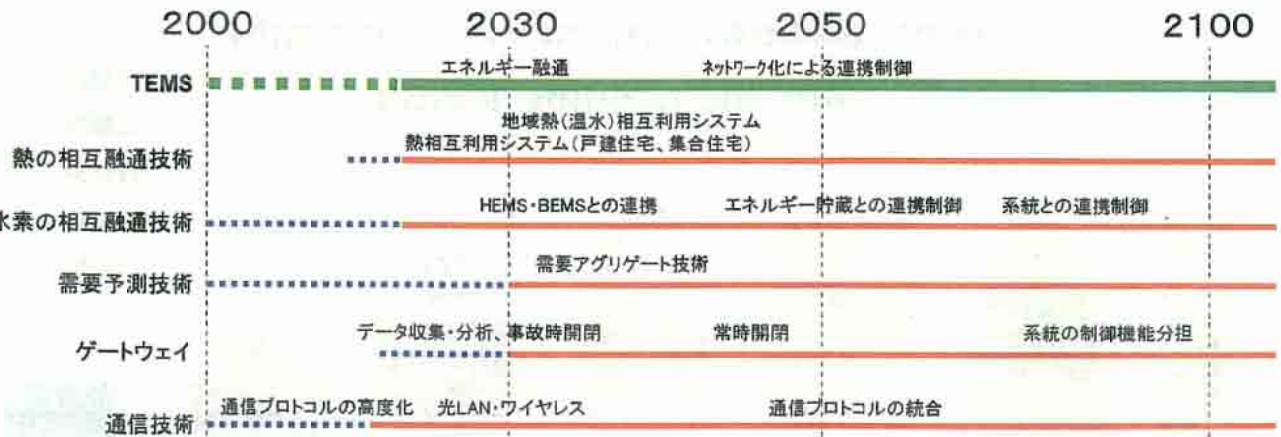


技術以外の要因

- 家電製品・業務用機器の規格化、システムの標準化
- ESCO事業の普及、ESP(エネルギー・サービス・プロバイザー)等の省エネビジネスの発展

TEMS

- 太陽光発電などの分散電源の導入促進などを目的に、ローカル・エネルギー・ネットワーク(LEN)が形成される。
- BEMS・HEMSの普及にあわせ、地域のエネルギーマネージメント(TEMS)が始まる。
- 再生可能エネルギー導入に伴い、エネルギー貯蔵を含めたエネルギーマネージメントが行われる。
- TEMSが普及し、系統の電圧・周波数制御を分担する。



技術以外の要因

- エネルギー特区、規制緩和などの施策による導入促進
- ESCO事業の普及、ESP(エネルギー・サービス・プロバイザー)等の省エネビジネスの発展

エネルギー貯蔵・ネットワーク

- 蓄電などのエネルギー貯蔵、セキュリティ向上、潮流変動抑制などの要件を持つ場所から導入が始まり、再生可能エネルギーの普及に伴い昼夜間の出力変動の対応などのために導入が広がる(家庭の場合昼夜間での蓄電必要量は20kWh/世帯程度)
- 再生可能エネルギーの普及の進展により蓄電による貯蔵可能量を越えた分について、水素などによる貯蔵が開始され、水素利用技術も同時に実用化される
- 創エネの導入に伴い、貯蔵も含めたネットワークが形成される



民生分野における各エネルギー技術の寄与度

わが国における2000年度の民生部門の最終エネルギー消費は、全最終エネルギー消費の約1/4を占め、家庭と業務は各々その約1/2を占めている。この民生部門において、今回作成したエネルギー分野のロードマップにおける各分野の技術が技術スペックの実現に寄与する大きさは以下のように想定される。

家庭一世帯あたりの二次エネルギー消費は空調(暖房・冷房)で1/4、給湯で1/4、残りが照明および動力その他である。近年、暖房便座などにより電力消費量が伸びたように、今後もより快適な生活を志向する結果、何ら対策なしで推移した自然体(BaU)シナリオにおける家庭のエネルギー消費の合計量は、各用途で多少の伸び率の大小はあるものの、継続的に伸びるものと考えられる。

業務のエネルギー消費状況は、事務所、学校、飲食店、小売店、病院、ホテルなど業態により大きく異なり、省エネルギーの観点からは、病院、ホテルのような一定の熱需要を持つ需要とそれ以外とで取り組みが異なる。

この状況において、

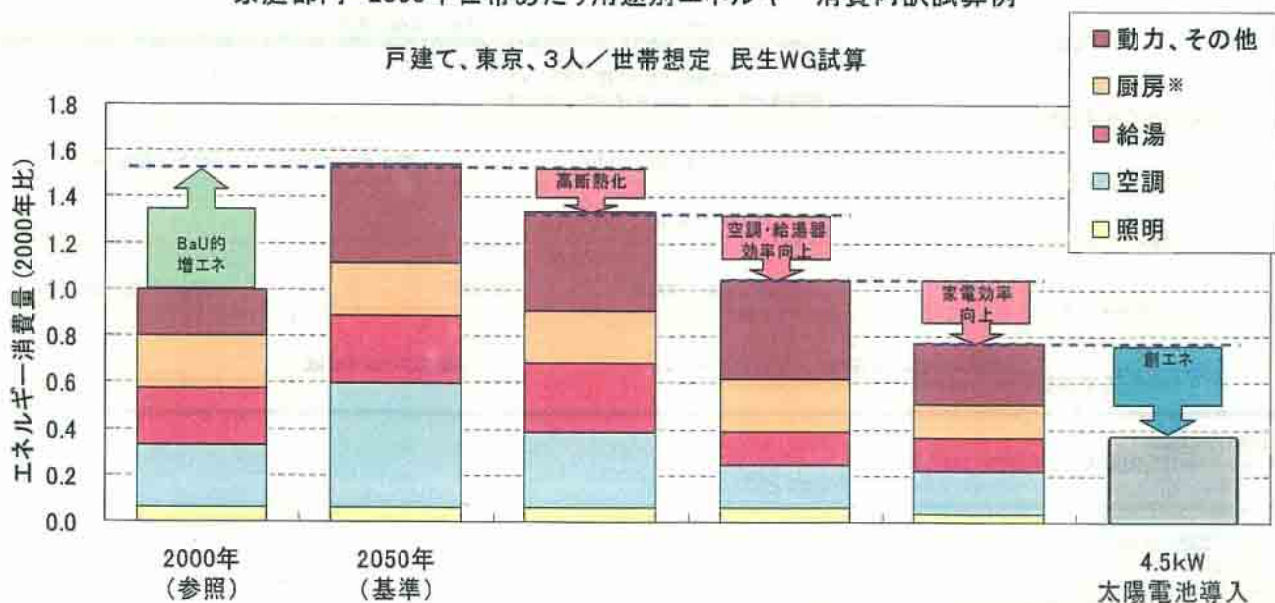
- (1) 空調は、家庭・業務とも、より広い面積をより長時間にわたり、より快適な室内環境を保つために、BaU的なエネルギー消費量は増大する可能性が高いが、材料や設計・診断技術の進歩による建物の断熱性能の向上および空調機器の性能の向上により、2050年に想定されるエネルギー消費量を約50%削減するために重要度の高い分野となる。
- (2) 給湯は、給湯量が漸増すると想定されるが、高効率ヒートポンプなどの省エネルギー機器の導入、コージェネや太陽熱などとの組み合わせにより、大きな省エネルギー効果が期待される分野である。
- (3) 照明は、全体に占める割合は小さいが、技術開発により大きな割合の省エネルギーが見込まれる分野である。
- (4) 厨房および動力その他は、テレビの大画面化に代表される従来機器の高級化、高齢化・健康重視・情報機器の常時使用、調理に代表される電化の進展などのライフスタイルの変化に合わせ、新たな様々な機器などが導入され、今後最も大きなエネルギー消費の伸びが想定される。テレビ等の電気機器の高効率化、待機電力の最小化のための技術など、この分野の重要性は大きい。
- (5) 高効率デバイス(電力変換等)は、電気製品の電源、制御などに用いられ、より効率的な運転制御とそれ自体の損失低減により、様々な分野に共通して重要な技術である。
- (6) 創エネルギー分野において、最も広く適用可能な技術は太陽光発電であり、セル自体の開発に加え、様々な建物、施設あるいは空きスペースに本来の効用を損なわずに安価かつ広く導入するため、建材、施工技術などの役割は大きい。バイオマス、風力など他の再生可能エネルギーや熱電変換等の未利用エネルギーに関しても、住宅や業務用ビルのそれぞれの特色に応じて導入を図る必要がある。
- (7) エネルギーマネジメント技術は、個別の機器の省エネに加えて自動消灯や空調の適性温度管理などを通して当面一定の省エネ効果が期待される。創エネの進展により再生可能エネルギーの導入量が増加し、省エネの進展と相まって自立的な運用が世帯、ビル単位で可能になる段階では、HEMS・BEMSによる蓄電も含めた最適運用が重要となる。再生可能エネルギー普及が更に進んだ段階では、エネルギーの相互融通、貯蔵、エネルギー供給の品質維持(電力の場合の電圧、周波数など)にTEMSは重要な役割を果たす。

参考として、図に3人世帯での2050年における省・創エネの導入の試算例を示す。

民-18

家庭部門 2050年世帯あたり用途別エネルギー消費内訳試算例

戸建て、東京、3人/世帯想定 民生WG試算



*厨房はコンロの他、冷蔵庫、電子レンジ、換気扇等の厨房における機器を含む

民-19