

注) この検討内容はまだ試算の段階であり、今後多少数値等
の変更を行う場合がありますので予めご了承ください。

地域に根ざしたー80% 脱温暖化シナリオの検討

化学工学会第74年会（横浜）

平成21年3月18日～20日

堀尾 正靱（科学技術振興機構 社会技術研究開発センター）

重藤 さわ子（科学技術振興機構 社会技術研究開発センター）

日高 正人（パシフィックコンサルタンツ株式会社）

日米欧の温暖化ガス削減の 数値目標

	EU	日本	米国
中期目標 (20年まで)	90年比で 20%削減	09年中に 策定	90年水準 まで削減
長期目標 (50年まで)	90年比で 60~80% 削減	現状比で 60~80% 削減	90年比で 80%削減

英国：60%
フランス：75%
ドイツ：80%

注) 米国はオバマ大統領の政策構想
引用) 日本経済新聞2008年11月26日

60～80%削減総合シナリオの検討例

■低炭素社会2050プロジェクト

2004～2008年度 国立環境研究所ほか

（脱温暖化社会に向けた中長期的政策オプションの多面的かつ総合的な評価・予測・立案手法の確立に関する総合研究プロジェクト）

特徴

2050年における社会経済の想定（現在想定される主な脱温暖化対策技術も含む）に基づいて、産業連関を考慮し、CO₂削減の制約のもとに、「一般均衡モデル」により詳細な計算を行って、70%削減のシナリオを作っている。

単純な収支モデルの意義

- 詳細な経済モデルの使用がかえって問題の本質や構造を判りににくくし、素人にもわかる説明を困難にしている可能性がある。
- バックキャストの目標シナリオの計算は、産業構造がかなり変わった2050年時点のものであり、現在の社会経済システムに基づいてパラメータが決定されている産業連関モデルや均衡モデルに根拠が十分にあるわけでもない。
- 単純な仮定からどのようなシナリオが描けるかの検討もしてみる価値がある。

技術、社会、各シナリオの結合による - 80%への地域ごとのシナリオ構築

大胆だが間違いのない
未来を見据えた
技術シナリオの
提案と実証

CO₂ 削減・
吸収改善効果
○○t/yr

×

人々を動かす
社会シナリオ
の提案と実証

実現性・速度
の係数 0~1

時間軸・社会シナリオ
・制度不全対策
・政治経済的手法
・合意形成シナリオ

大きな可能性
を持つ
実質シナリオ

実質削減効果
△△ t/yr

||

地域主体形成
(担い手作り・合意形成)
構想・手順

ー80%へのシナリオ

①EV・HV化による脱石油(脱内燃機関)徹底推進【運輸】
重量車両はハイブリッド化

②ごみ処理横断化による高効率エネルギー回収【廃棄物】

③自然エネルギーの大幅導入(石炭火力を優先代替;熱は石油代替)【電力】

④省エネ型木造家屋化(80%省エネ家屋化、半数の世帯が2世帯居住化)【民生】

⑤【産業部門】の省エネ+生産量の変化

(木造家屋増加に伴う鉄・セメント等削減+自動車生産台数減少効果を含み、80%目標値に調整)

自然エネルギーの大幅導入【電力・熱】

【計算の前提条件】



■将来の廃止する電力をどう考えるか？

①石油火力

②石炭火力（ただし、一部は残す。出力100万kW、
年間発電量876,000万 kWh）

③天然ガスとする。原子力は、廃止することも安全性の
確保の観点で不明のため、現状維持

（発電導入分は石炭火力発電代替を前提、熱導入分は化
石燃料代替を前提）

■将来人口→現在の0.74倍

（人口問題研究所の2050年予測値から）

■利用電力・燃料→現在の0.74倍となると仮定

自然エネルギーの大幅導入【電力・熱】

太陽光発電

可能発電量＝設置場所数×発電能力

※戸建住宅、集合住宅、学校に分けて推計

水力発電

環境省「地球温暖化対策技術検討会」データを採用

風力発電

新エネルギー部会資料(総合エネルギー調査会, 平成12年1月)
より利用可能量分発電量の最大値を採用

バイオマス(森林、廃材等DRY系)発電

2050年自然エネルギービジョン(環境エネルギー政策研究所)
の導入目標を、林業活性化効果を見込んで補正

【CO2削減量の推計】

自然エネルギー導入による推定発電量 [万kWh/年] (%)

太陽光発電	9,601,047	37.8
小水力発電	1,790,700	7.1
風力発電	809,400	3.2
バイオマス(森林、廃材等Dry系)発電	13,170,000	51.9
Total	25,371,147	100

【電力】CO2削減量＝発電量×CO2排出原単位※

※2006年の電力の排出原単位は、石油・石炭火力発電を削減する方向で両者の平均（0.86kg-CO2/kWh）

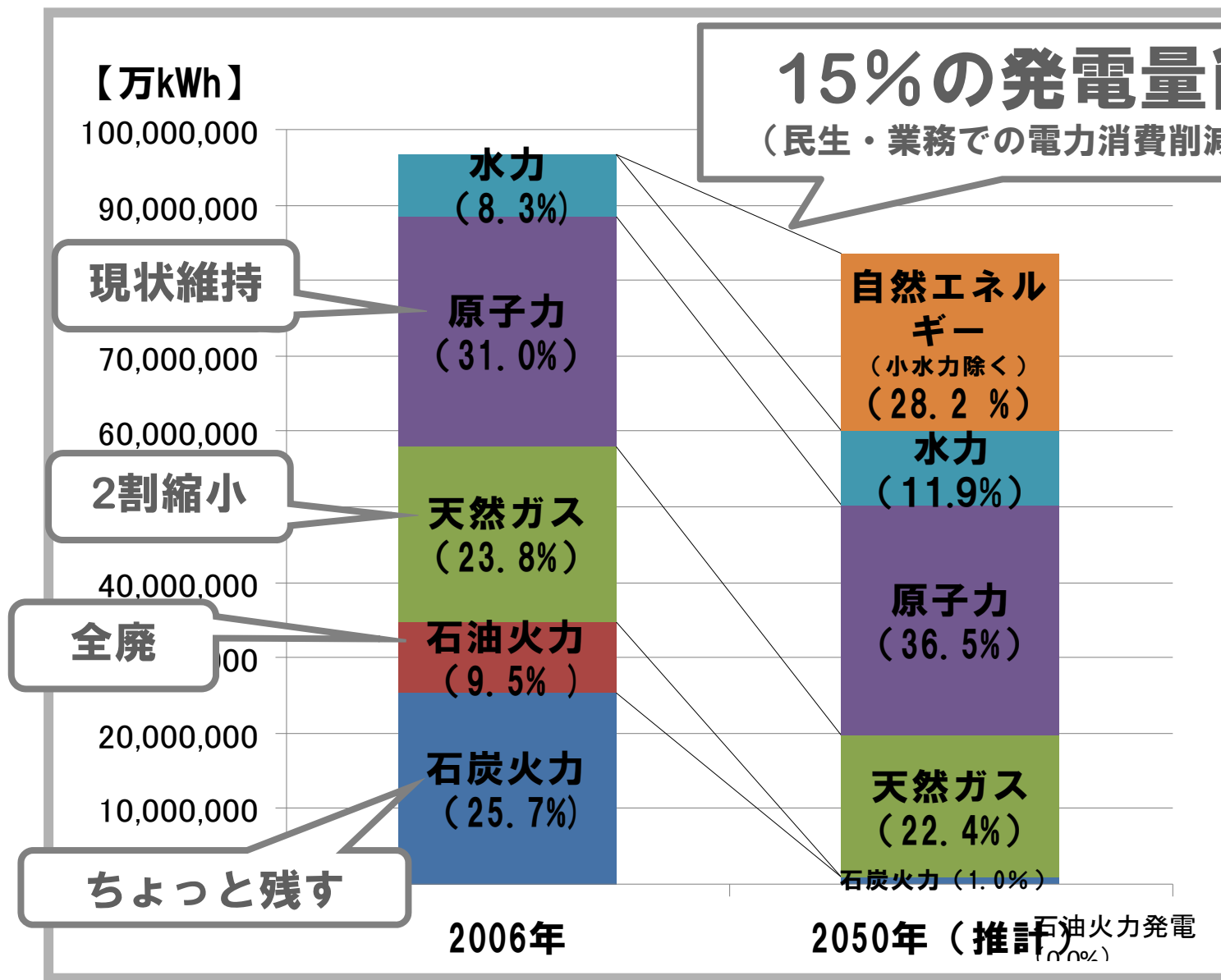
バイオマス熱利用

2050年自然エネルギービジョン導入目標：715PJ

【熱】CO2削減量＝相当化石燃料×CO2排出原単位

エネルギー部門削減率：31.8%（2006年比）

適用シナリオによる電源構成の推移



EV・HV化による脱石油(脱内燃機関)徹底推進 【運輸】

【計算の前提条件】

- 将来人口が減少（輸送量燃料の使用も減少）→0.74倍
 - 輸送部門については、ガソリン車を100%EV化、またディーゼル車については、8割を電気自動車化する。
 - 使用する電力は、農村部では自然エネルギーベース、小水力とバイオマスおよび太陽光の一部を除いた天然ガス＋原子力＋大型水力＋および太陽光による電力供給を推定。
- ※ただし、自動車自体の将来像（小型化・大型化など）や輸送手段の変化は考慮していない。

EV・HV化による脱石油(脱内燃機関)徹底推進 【運輸】

【CO2排出削減量の推定】

■現在のガソリン・ディーゼル利用に対応するCO2排出量が削減されるとする。

$$\text{CO2削減量} = \text{燃料消費量} \times \text{CO2排出原単位}$$

運輸部門削減率：15.2%（2006年比）

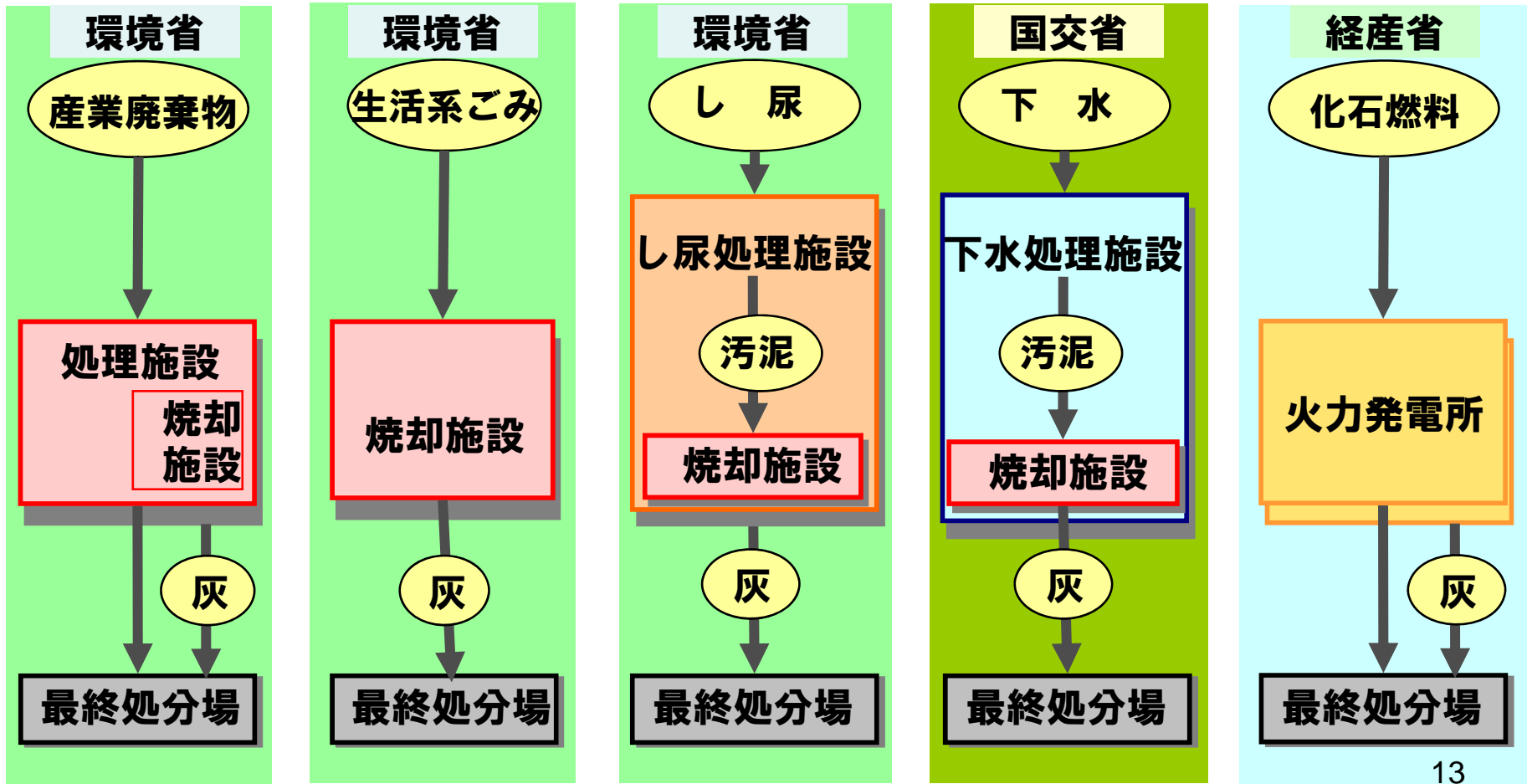
【電力需要増加の検証】

■このシナリオによる電力需要増加＝225,448万kWh

※自然エネルギーによる発電量増（25,371,147万kWh）に十分含まれるので、CO2排出にほとんどつながらない。

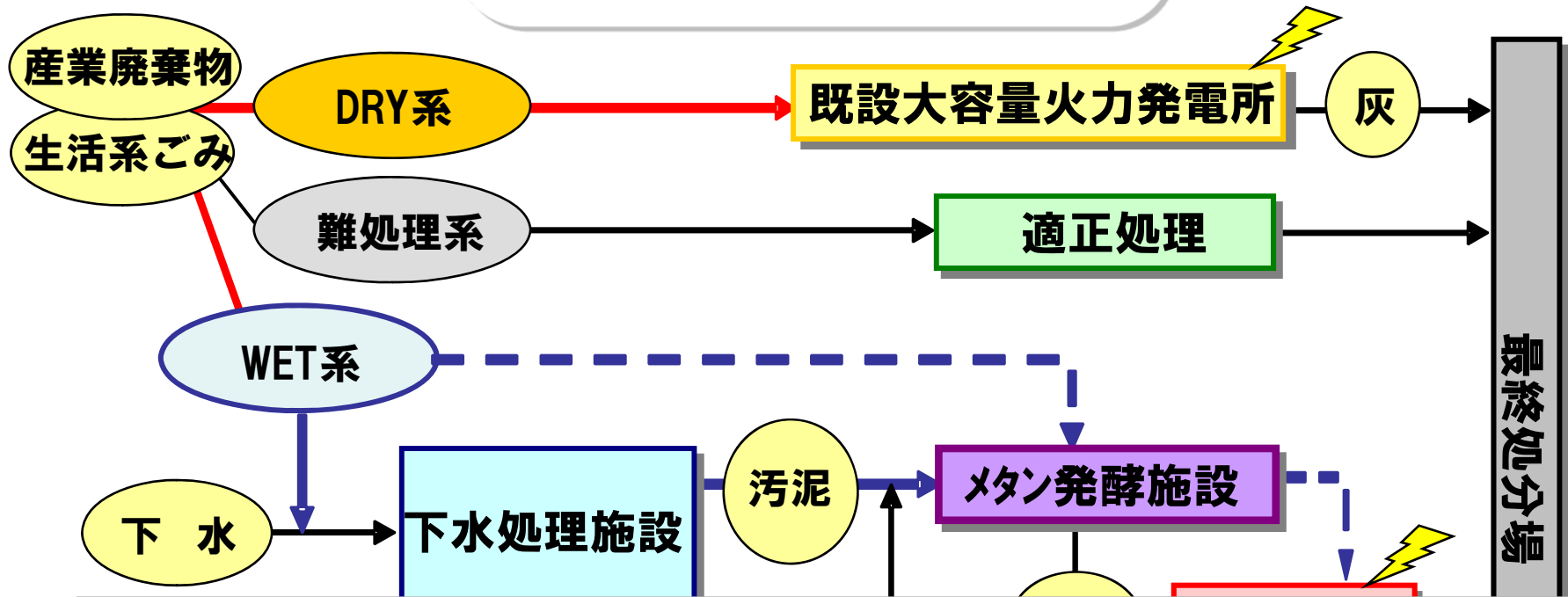
ごみ処理の高効率エネルギー回収【廃棄物】

【どう考えるか】 現在の縦割りを横断的フローに！



ごみ処理の高効率エネルギー回収【廃棄物】

横断的なフロー



全国大都市圏におけるPEGASUS試算
(横断的フローシナリオ適用) → 1900万t-CO₂削減
廃棄物部門削減率：2.0% (2006年比)

住宅の省エネ型木造家屋化【民生】

【計算条件の設定】

- ① 将来人口が減少 →0.74倍
- ② 高齢化が進み、2世帯住宅の需要が増加するとともに、郊外マンションなどの非木造集合住宅が減少
→2世帯化への変化は、木造住宅は全戸、集合住宅は非木造の半分が木造住宅へ移行するとする。
- ③ 木造戸建、木造集合住宅は2050年までに全て建替を行うものとする（建て替え周期は40年とする）
- ④ 2世帯化は世帯人員数が増加することにより、世帯当りの消費エネルギー（原単位）が1.5倍増加（日本建築学会資料より）

【計算条件の設定】

⑤ エネルギー削減メニュー

	暖房	冷房	給湯	照明・家電・他
削減メニュー	<p>住宅蓄熱性能アップ ⇒暖房の必要性が減少 ⇒燃料等使用量減 (従来の1割程度の利用)</p> <p>ペレットストーブなどの利用 ⇒化石燃料の使用が減</p> <p>製品の効率化 ⇒燃料等使用量減</p>	<p>住宅蓄熱性能アップ ⇒冷房の必要性が減少 ⇒燃料等使用量減 (従来の1割程度の利用)</p> <p>風の通る住宅や庭 ⇒冷房の必要性が減少</p> <p>製品の効率化 ⇒電気等使用量減</p>	<p>太陽熱、粉炭給湯の利用 ⇒燃料等使用量減</p> <p>建築設備(風呂釜など)の保温性能アップ ⇒燃料等使用量減</p> <p>※ライフスタイルでも減少</p>	<p>自然採光 ⇒照明利用減</p> <p>省エネ電灯 ⇒電気使用量減</p> <p>省エネ家電 ⇒電気使用量減</p>

※リフォーム住宅での削減メニュー

【計算条件の設定】

④ エネルギー消費量の削減率

建て替え（戸建て木造・戸建非木造・集合木造）

電力消費(住宅(設備含む)+家電)	70%
電力以外(住宅(設備含む)+家電)	85%

リフォーム（集合非木造）

電力消費(住宅(設備含む)+家電)	47%
電力以外(住宅(設備含む)+家電)	21%

※給油機などは、住宅設備に含まれる。

エネルギー消費量削減による 【CO2排出削減量の推定】

■電気・燃料の使用削減分により削減されたとする

$$\text{CO2削減量} = \text{2006年 CO2排出量} - \text{2050年推定 CO2排出量}$$

$$\text{CO2排出量} = \text{消費エネルギー} \times \text{排出原単位}$$

※世帯当たり消費エネルギーは、外岡ら(2008) 日本建築学会環境系論文集、「都道府県別・建て方別住宅エネルギー消費量とCO2排出実態の詳細推計」のデータを利用

※2006年の電力の排出原単位は、石油・石炭火力発電を削減する方向で両者の平均(0.86kg-CO2/kWh)、2050年電力の排出原単位はその後の全電源平均として0.25kg-CO2/kWhを想定

国産材利用による木材の社会ストックによる 【CO2排出削減量の推定】

$$\text{CO2排出量相当} = \text{国産材利用量} \times \text{木材中炭素割合} \times 44/12$$

(t-Wet/年) (0.5)

※40年間を対象として、住宅の建て替えに使われる木材の使用量を1年あたりに振り分け、1年あたりのCO2ストック量を算出。

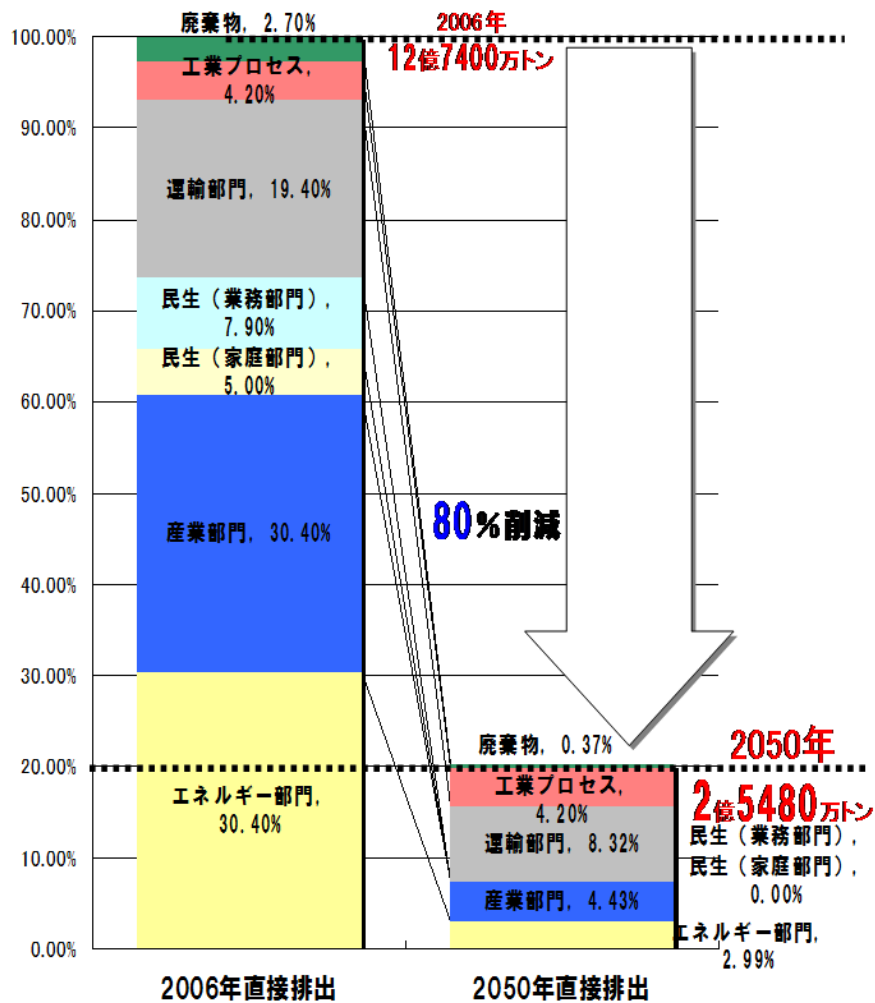
省エネ型木造家屋化削減率：

21.6% 【エネルギー消費量減】

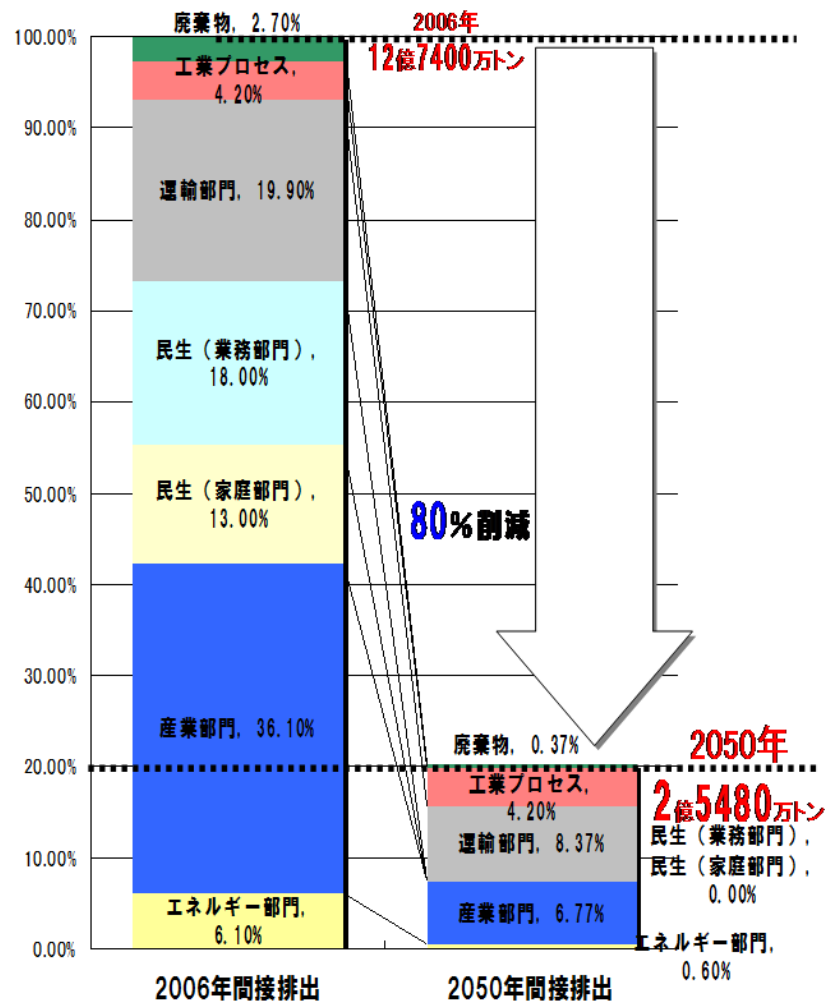
1.4% 【炭素の社会ストック】

【部門】CO2削減分野	CO2削減方法と計算内容	CO2削減率 2006年 総排出量基準	各部門削減率
		人口0.74倍を想定 ()は現状維持のと	2006年 各部門排出 量基準
①【運輸】EV・HV化による 脱石油（脱内燃機関）徹底推進 重量車両はハイブリッドD化 （軽油20%）	走行時に低効率な内燃機関車を、高効率発電電力使用 のEVに置換。トラックなど重量級業務用車両はHV。 ※使用する電力は、農村部では自然エネルギーベース、小水力とバイオマ スおよび太陽光の一部(これは省略できそう)を除いた天然ガス+原子力+大 型水力+および太陽光による電力供給を想定。 EVによる電力需要=225448万kWhr/年（③の自然エネル ギー増に十分含まれるので、CO2排出にほとんどつながら ない）	15.23% (0.0764)	78.49%
②【廃棄物】ごみ処理の高効率 エネルギー回収	DRY系廃棄物:高効率火力発電所での利用+ Wet系:メタン発酵	2.02% (0.0173)	56.21%
③【エネルギー】自然エネルギー の大幅導入	2050年までの自然エネルギー増=25371147万kWhr/年	31.83% (0.2355)	64.80%
	自然エネルギー（発電）導入分は石炭火力を代替 石炭火力は百万kWに圧縮	26.60% (0.1969)	
	自然エネルギー（熱）導入分は化石燃料を代替	5.22% (0.0386)	
④【産業】産業部門の省エネ プロセス化	《バランス値》	7.42%	24.39%
・他分野の削減に伴う減少	木造家屋増加に伴う鉄・セメント等生産量減少 +国内分自動車生産台数減少	6.71%	22.07%
・自己削減努力	自己削減分《バランス値》	0.71%	2.32%
⑤【民生】住宅の省エネ型 木造家屋化	シートBによる計算	23.52%	
・省エネ住宅および 多世帯居住化	80%省エネ木造家屋化、 現在の半数の世帯が2世帯居住化(住宅まとめシート)	22.06%	
・木造家屋による 炭素の社会ストック	木材の社会ストック増加(シートB参照)	1.46%	20
Total		80.00%	

まとめ：CO2排出量80%削減の内訳

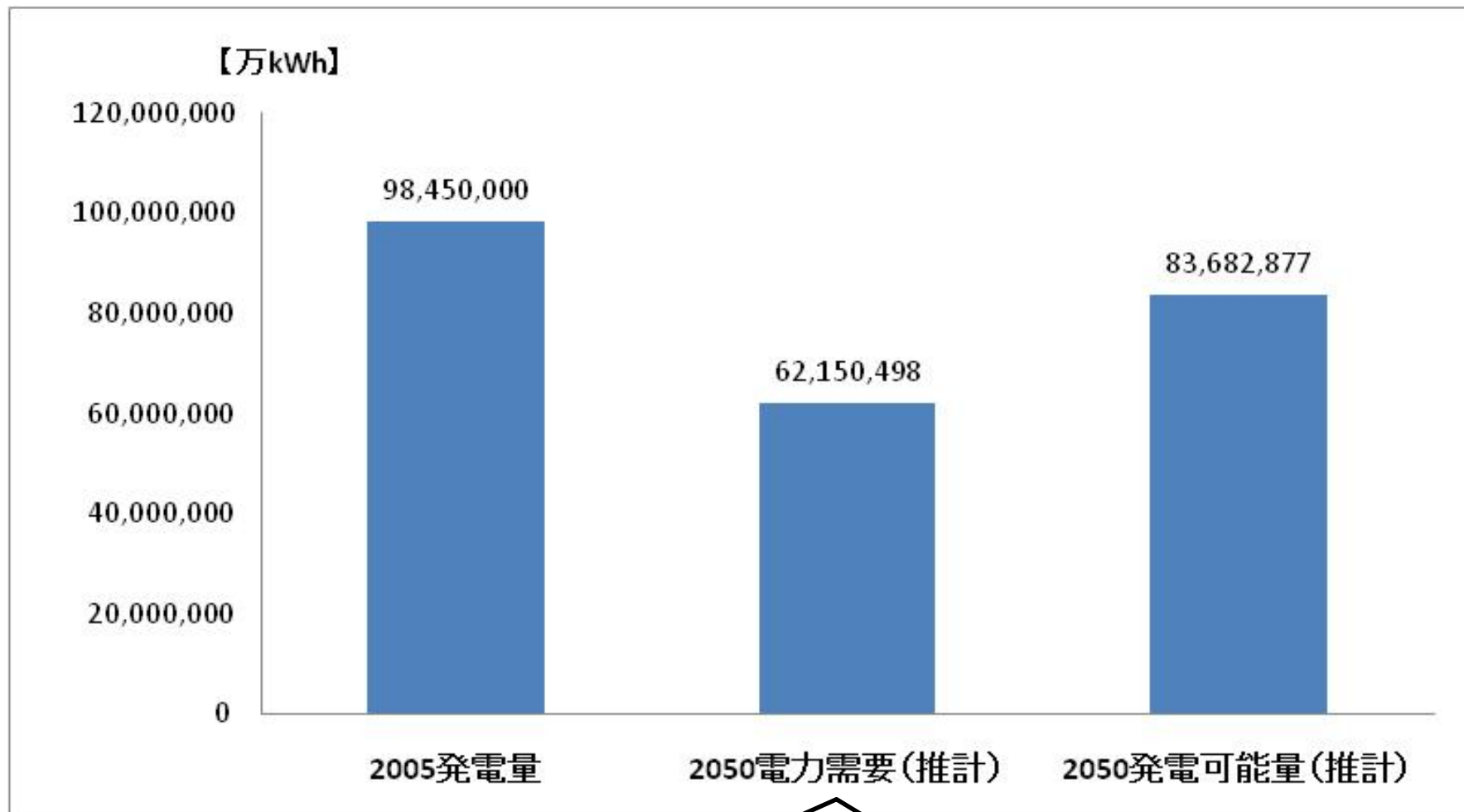


直接排出量



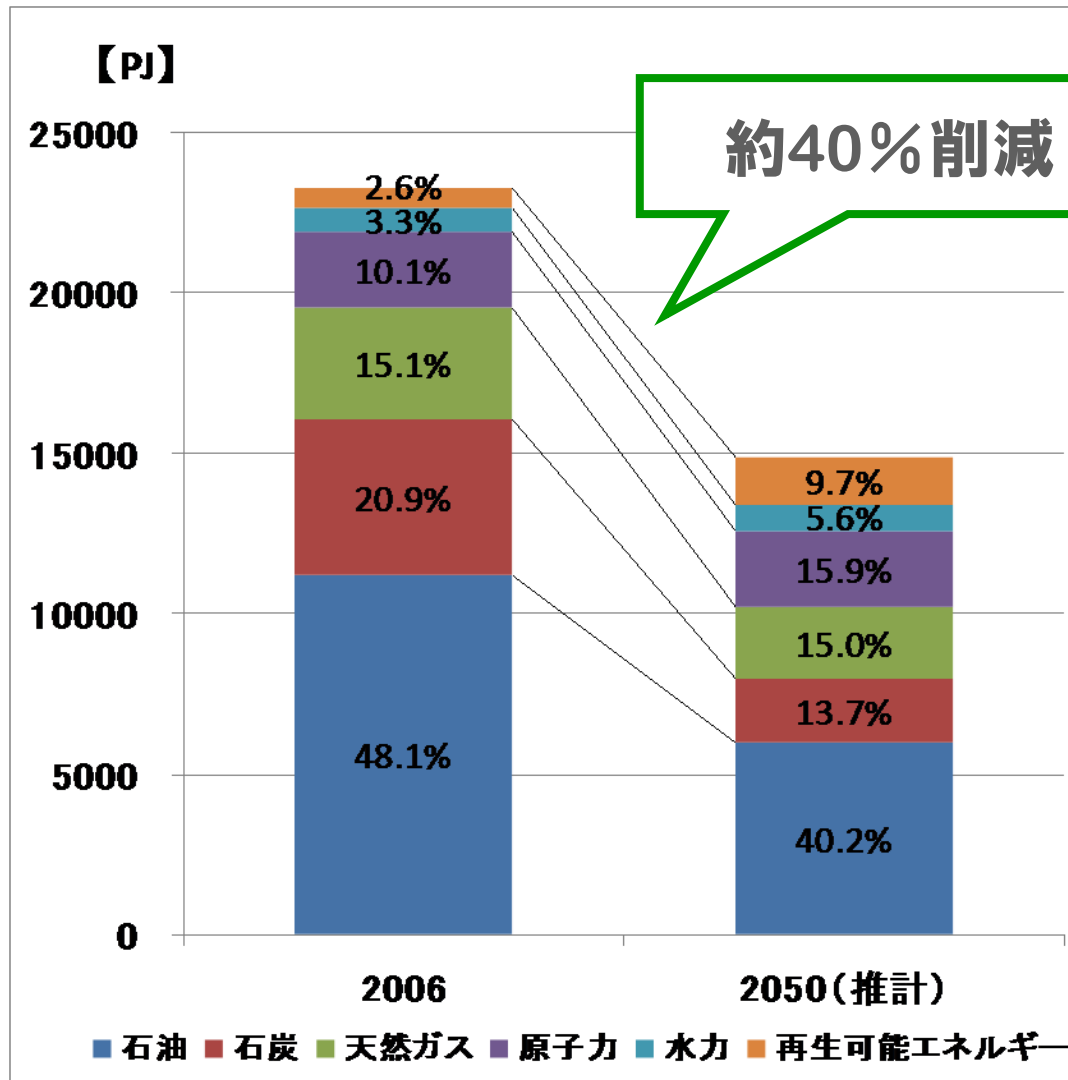
間接排出量

まとめ：電力需給



運輸部門の電化による電力需要増加分含む

まとめ：1次エネルギー構成の推移



終わりに

■CO2大幅削減は必ずしも経済・産業活動を制約しない

■小水力、EV、木造建築普及等の、地域からのシナリオは-80%に向けた大きなポテンシャルを持ちうる。

-80%シナリオ

- 交通システムはオール電化
- 自然エネルギーの最大限利用
- 住宅の省エネ木造化の推進+多世代居住
- 家電等の省エネ化へ

ご清聴、ありがとうございました。