

# 国内の温室効果ガス排出削減可能性 省エネ対策を中心に

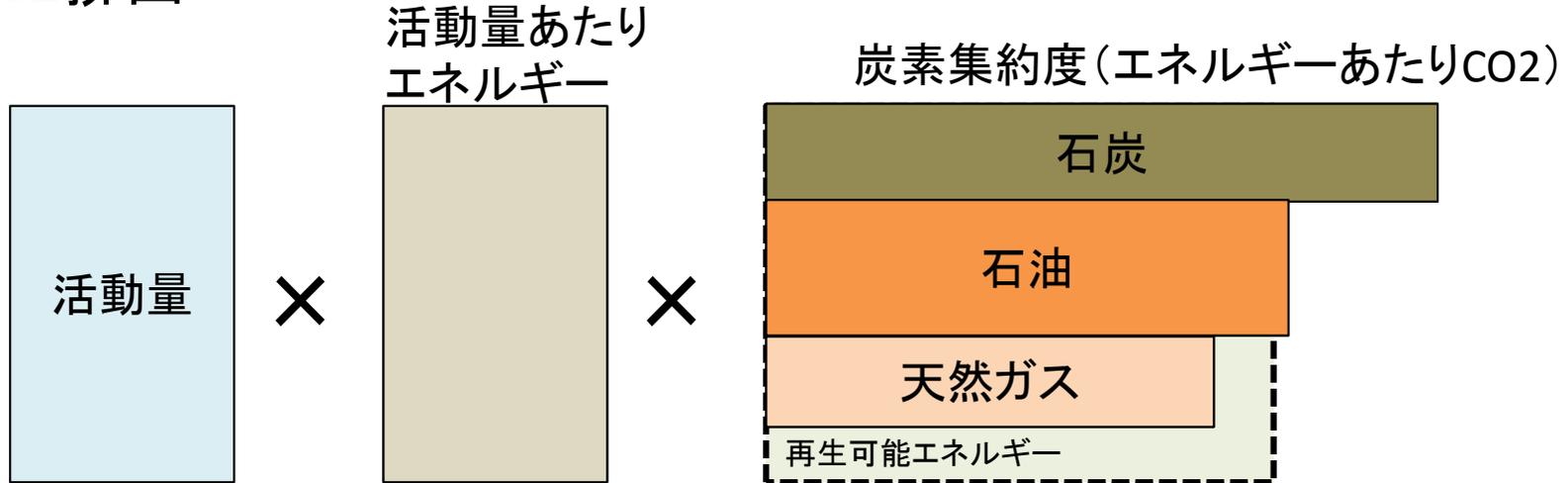
気候ネットワーク連続セミナー第1回

2015年2月24日(火)

歌川学 (産総研)

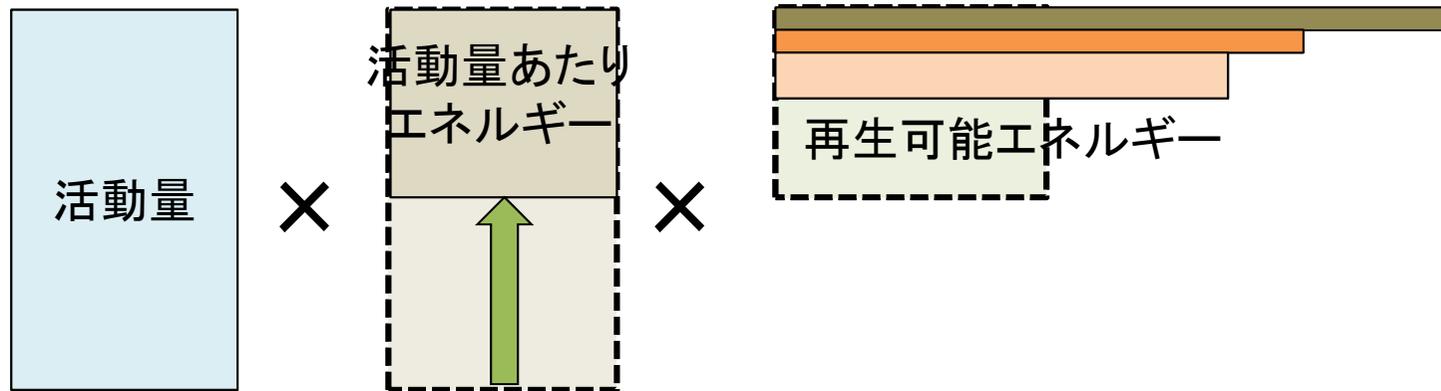
# C02排出と削減対策

## C02排出



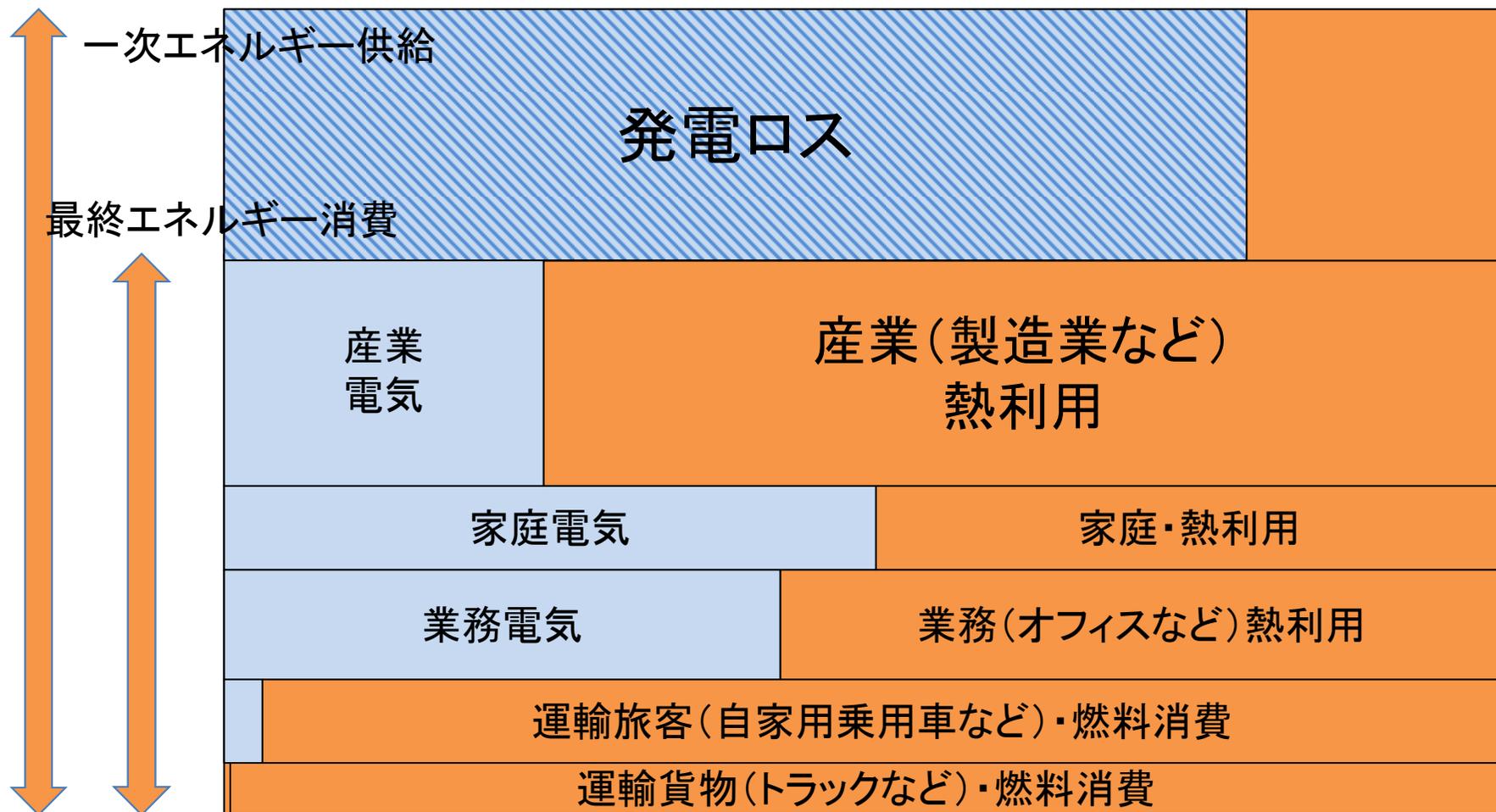
## C02削減対策

エネルギー効率を上げ(省エネ)、エネルギーあたりCO2の小さい燃料に転換。



# エネルギー構造

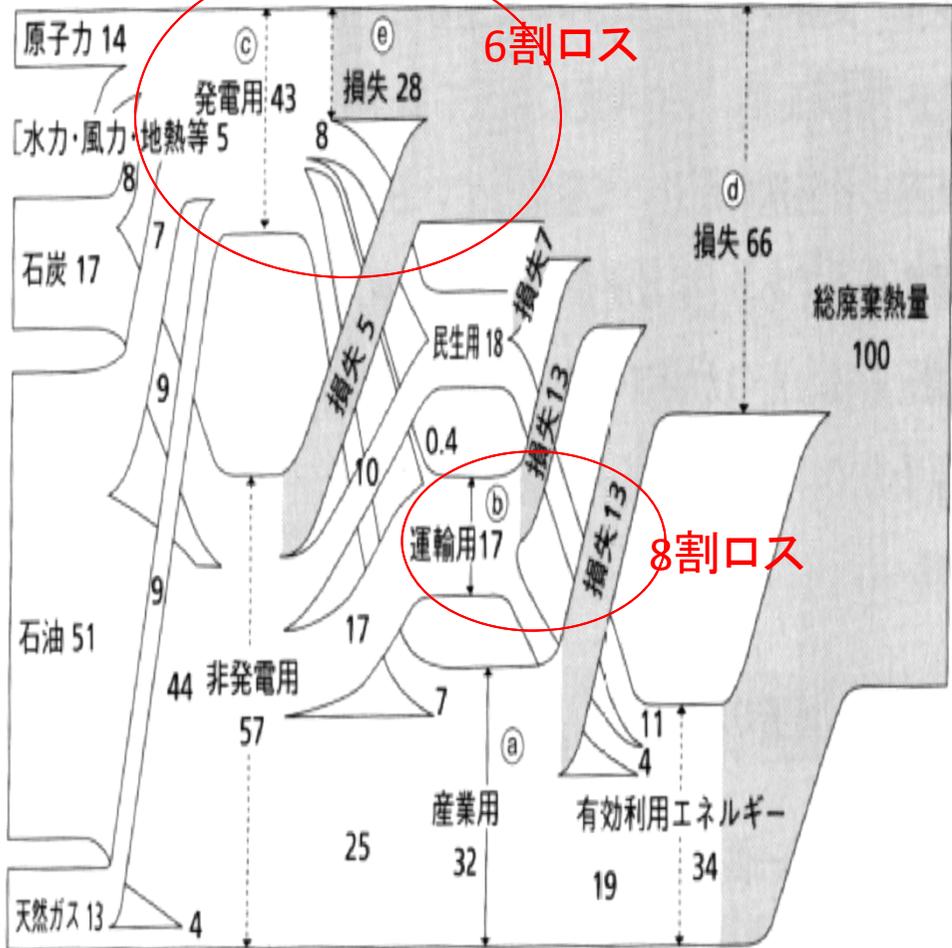
- ・ 電力以外に熱利用、運輸燃料もある（発電用燃料等の割合は全体の4～5割）
- ・ 電力でも、電力消費より発電所での発電ロスの方が大きい。
- ・ 家庭の割合は小さい。



# 省エネの可能性

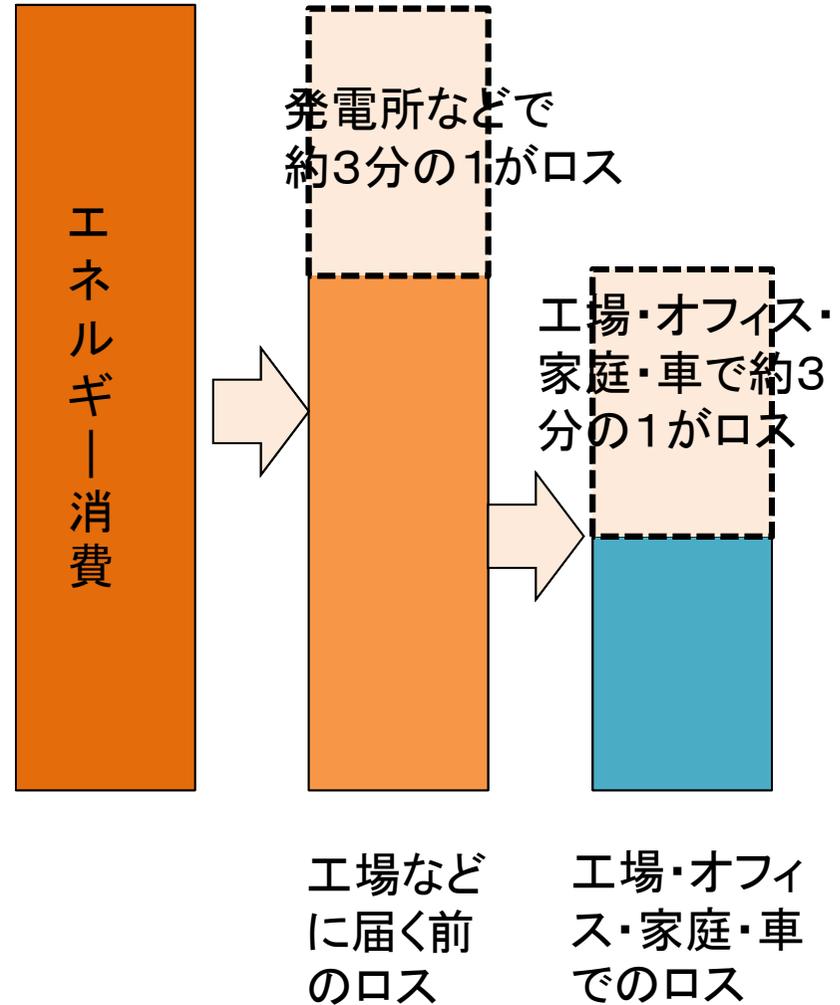
## 日本のエネルギーの3分の2は無駄に

一次エネルギー国内供給  $2.2 \times 10^{16}$  KJ

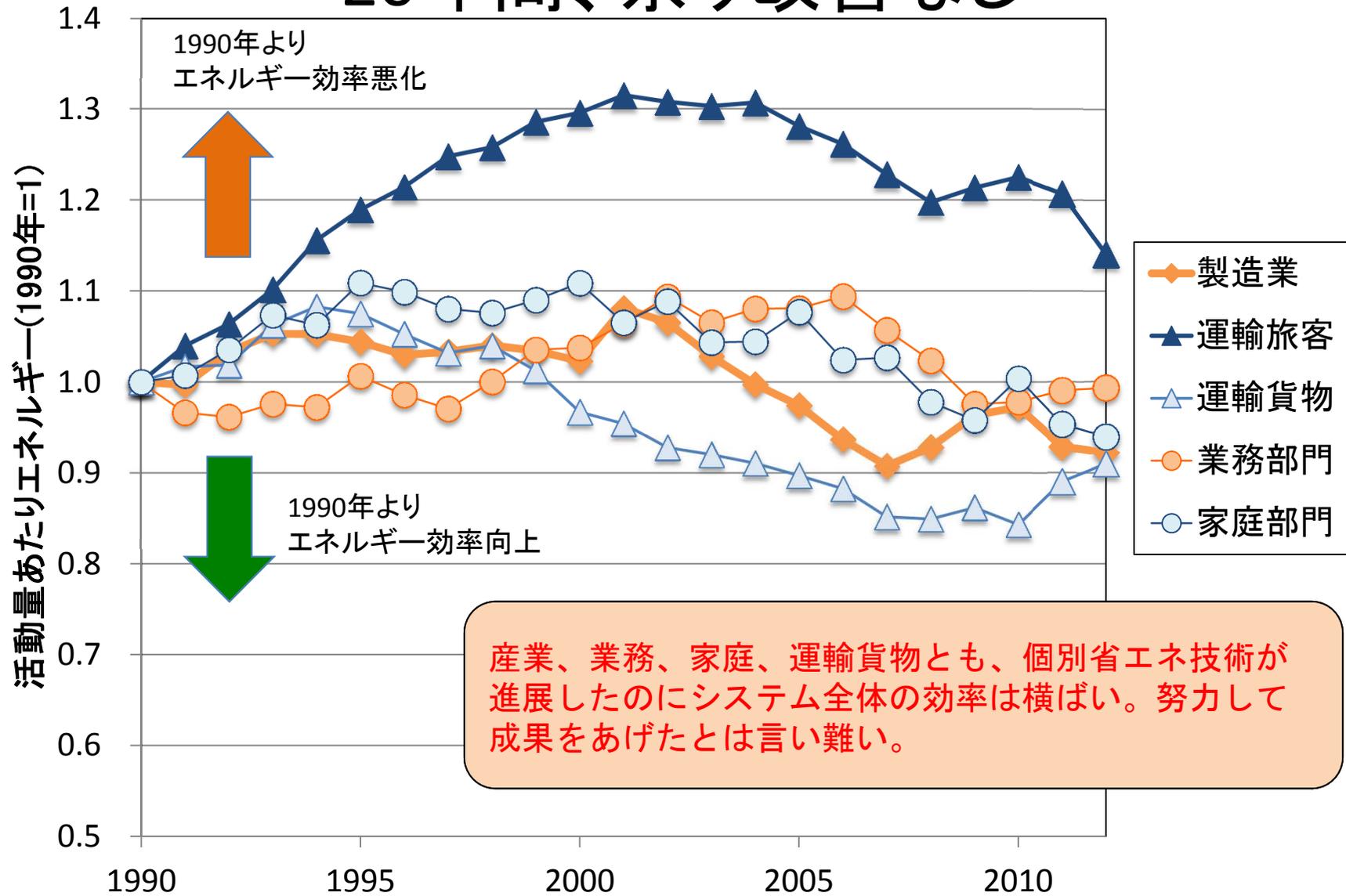


平田先生の研究

有効に使っているエネルギーは3分の1。残りは熱として捨てている



# 各部門のエネルギー効率 20年間、余り改善なし



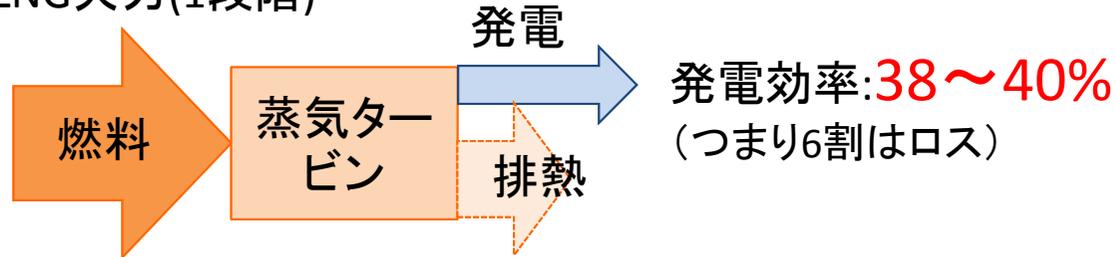
産業、業務、家庭、運輸貨物とも、個別省エネ技術が進展したのにシステム全体の効率は横ばい。努力して成果をあげたとは言い難い。

生産量・指数、床面積、世帯数、輸送量あたりのエネルギー量

資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」「エネルギー需給確報」などより作成。

# 発電所の省エネ例

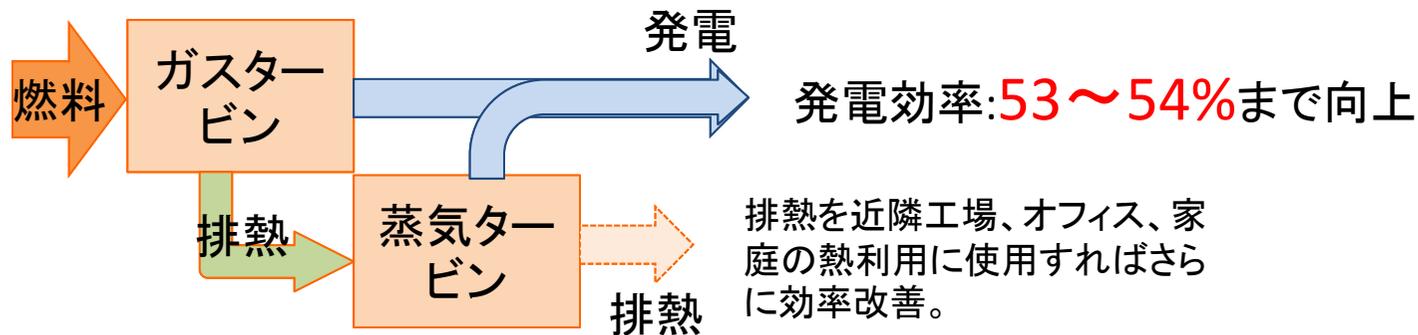
旧型LNG火力(1段階)



東京電力川崎、関西電力姫路第二など  
CO2と燃料を発電量あたり ▲25~30%  
燃料費、▲約200億円/年削減(100万kW, 設備利用率70%)

中国電力水島など、旧型石炭火力→新型LNG火力で  
▲60%以上(省エネ+燃料転換)

コンバインドサイクルLNG  
火力(2段階発電)

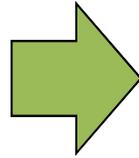


排熱を近隣工場、オフィス、家庭の熱利用に使用すればさらに効率改善。

注：石炭火発は新型でも発電効率でLNG火力に劣る(44%程度)。発電量あたりCO2排出量は旧型石油火力のみ、最新LNG火発の2倍以上のCO2を排出。

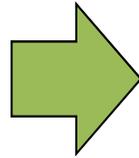
# 工場の省エネ例（主に電気）

旧型の特殊空調(クリーンルーム、恒温室用など。1年中使用)  
旧型:新型の2倍のエネルギーを使用



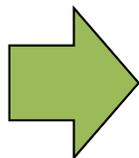
設備更新でエネルギー▲50%の事例。  
(光熱費▲3億円/年)

厳しすぎる温度湿度設定運用  
(夏も冬も20度±1度で湿度±10%など)



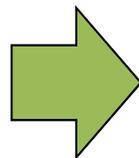
設定変更でエネルギー▲40%の事例。  
(光熱費▲3000万円/年)

旧型各種生産設備  
出力制御しにくい送風機やモーター、過剰なコンプレッサー  
(空気漏れも) などなど



設備更新・改修・運用でエネルギー▲50%の可能性

旧型の従業員用照明・空調  
ボイラー暖房、旧型集中型冷暖房設備、水銀灯、旧型蛍光灯などなど



空調は▲50%、照明は▲50~70%の可能性  
設備更新などでエネルギー▲50~70%(再エネとあわせ購入電力▲92%)の事例。

- 光熱費削減で投資回収。回収後は利益。
- 省エネ設備投資→受注する国内企業に利益

# 工場の省エネ(熱)

## 熱の使い回し



工程ごとに燃料を使い、熱を捨てる場合。



熱の「使い回し」有効利用。

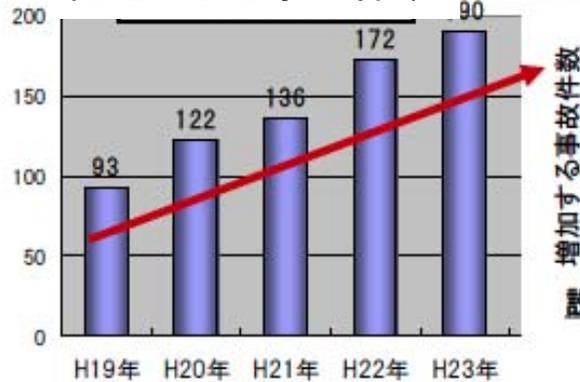


技術	省エネ	工場全体比	備考
ボイラー更新と排熱回収	▲50%	▲27%	飲料工場の例
排熱回収	▲84%		機械工場の例(省エネ小委第3回)

# 工場の省エネ(熱)



劣化による事故件数



増加する事故件数

設備劣化・腐食等による事故件数  
(高圧ガス保安協会統計資料より)

(※) corrosion under insulation



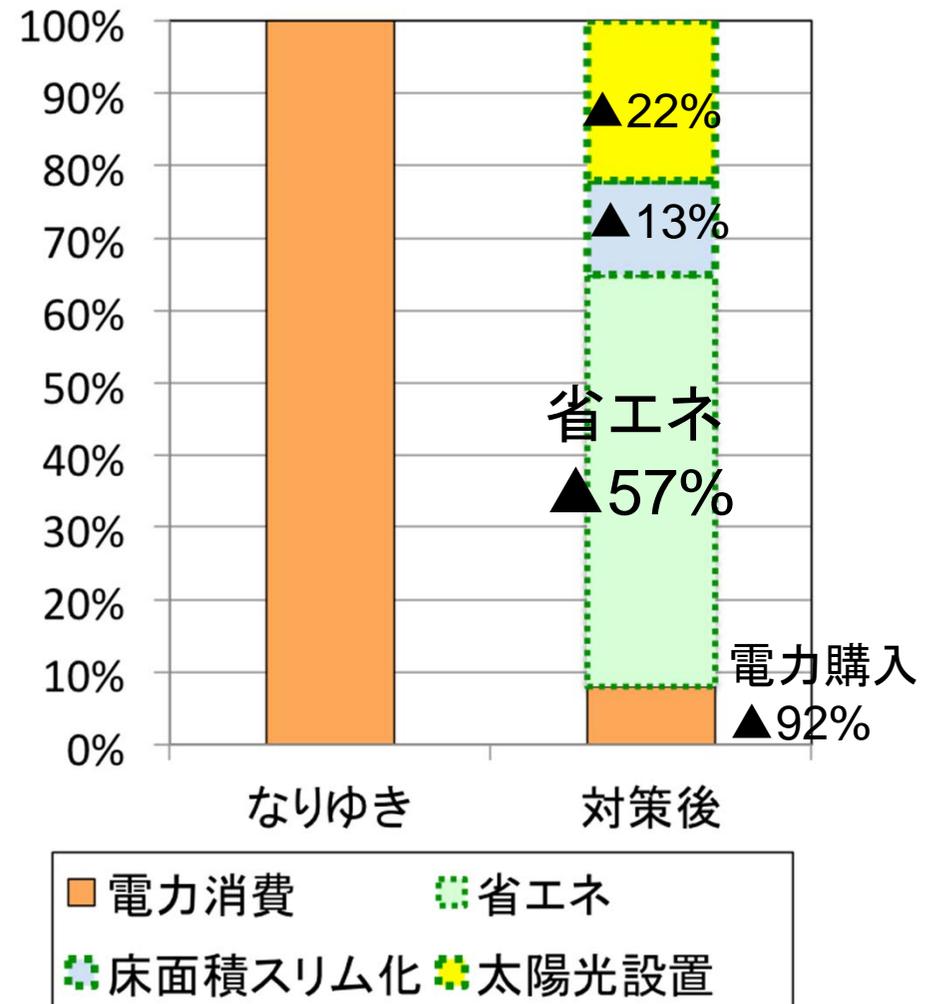
(省エネルギーセンター：総合資源エネルギー調査会省エネ小委員会第3回資料2)

## 配管断熱、蒸気漏れ

- 配管保温が不十分な箇所からの熱漏洩防止、蒸気漏れ防止
- 配管保温をしても、保温材劣化によるロス(上図)。これが工場のエネルギーの約1割。
- 省エネ事業で保温強化事例多数。

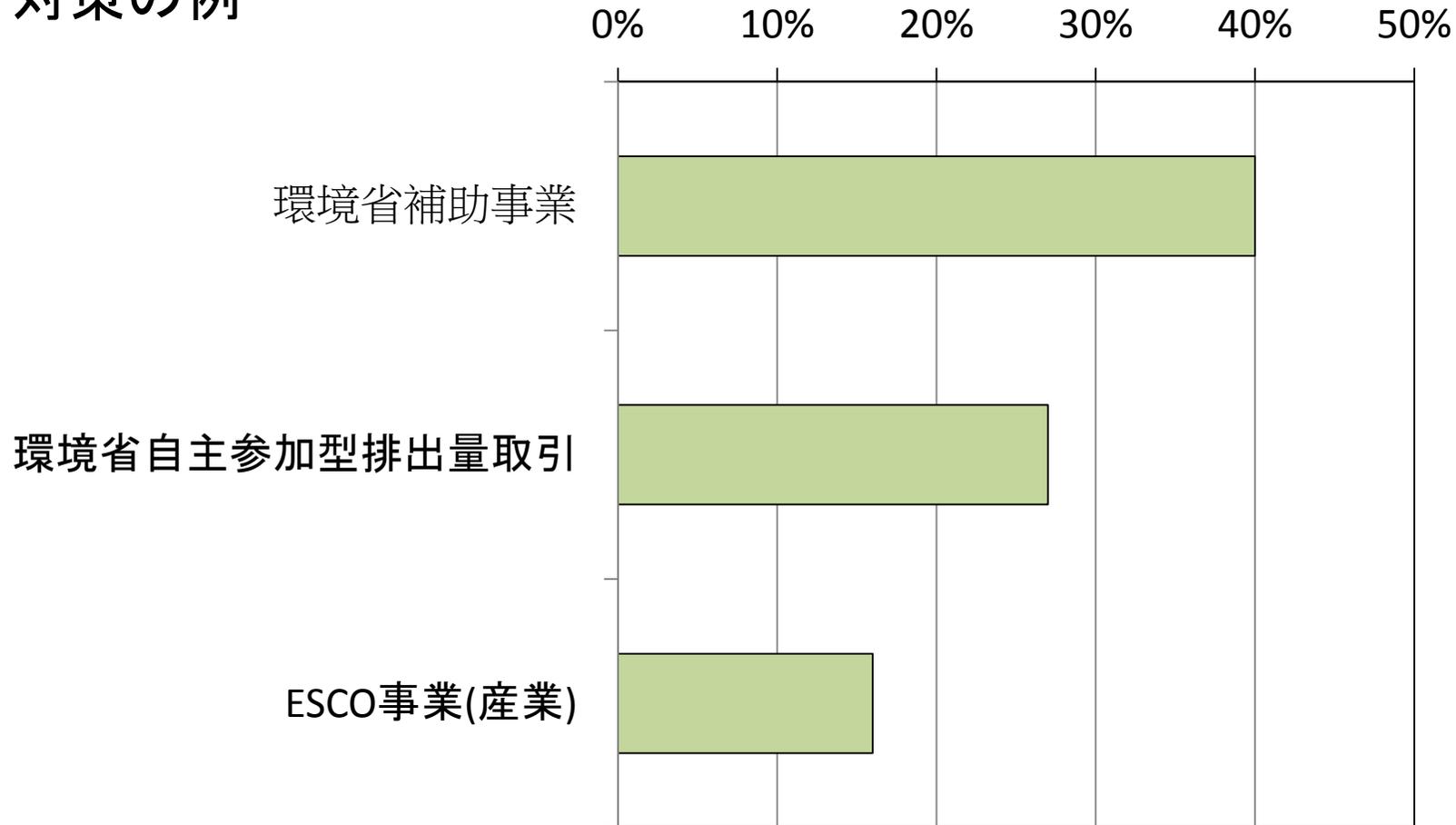
# 工場の省エネ（従業員むけ照明空調）

- 照明と一般空調の更新・改修で大きな削減。
- 右は機械工場のユーティリティ（照明、空調）削減計画



# 工場の省エネ(全体)

- 旧型設備や老朽化した所も多数。また使用が効率的でない例も。
- 対策の例

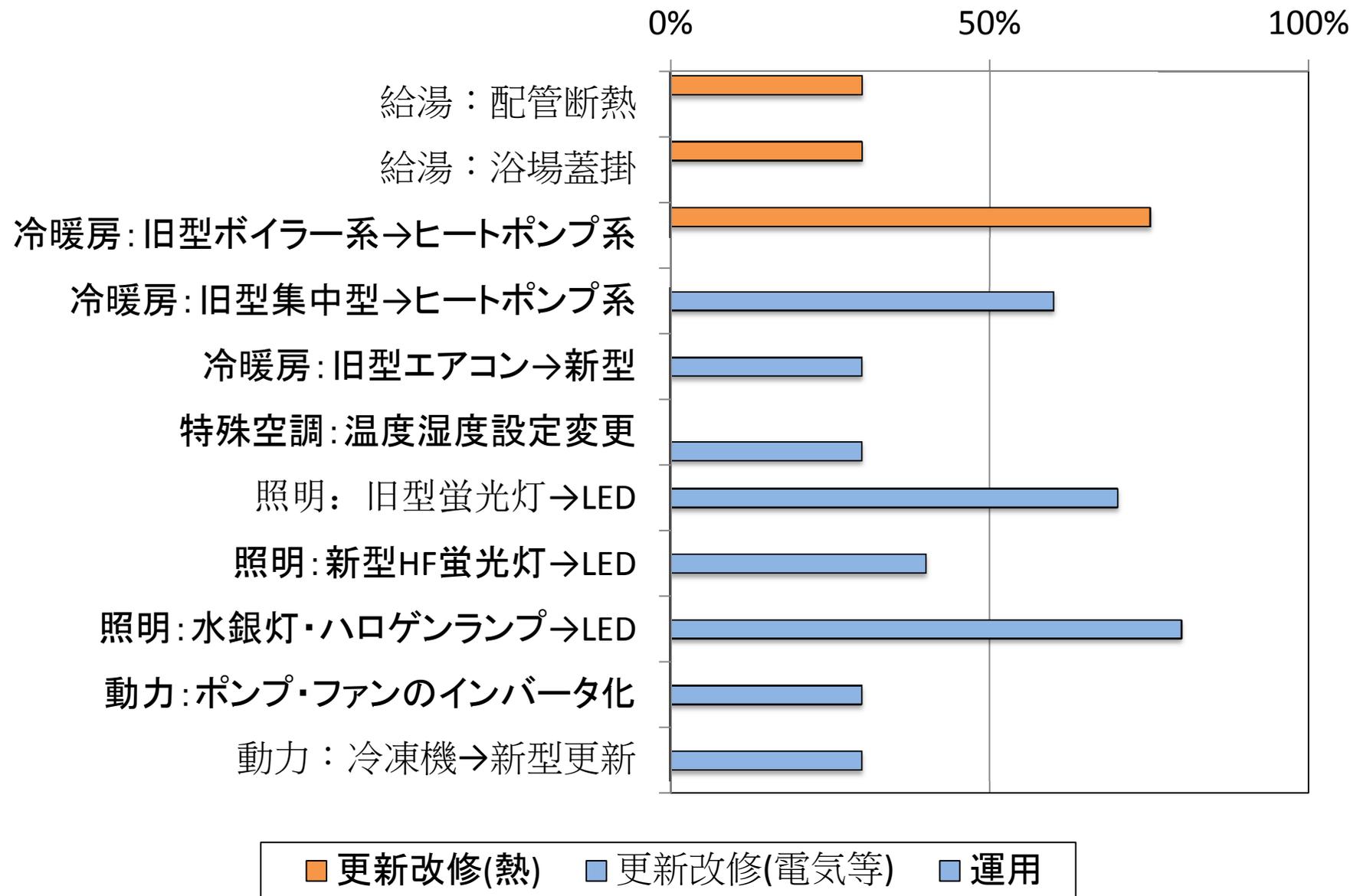


補助事業は西日本の工業都市での対策診断実施の平均。投資回収3.7年

自主参加型排出量取引は参加企業の排出量規模(全体で100万トン超)の大きい1期から4期の平均。

ESCOは設備更新のあるものの平均。

# オフィス等の省エネ

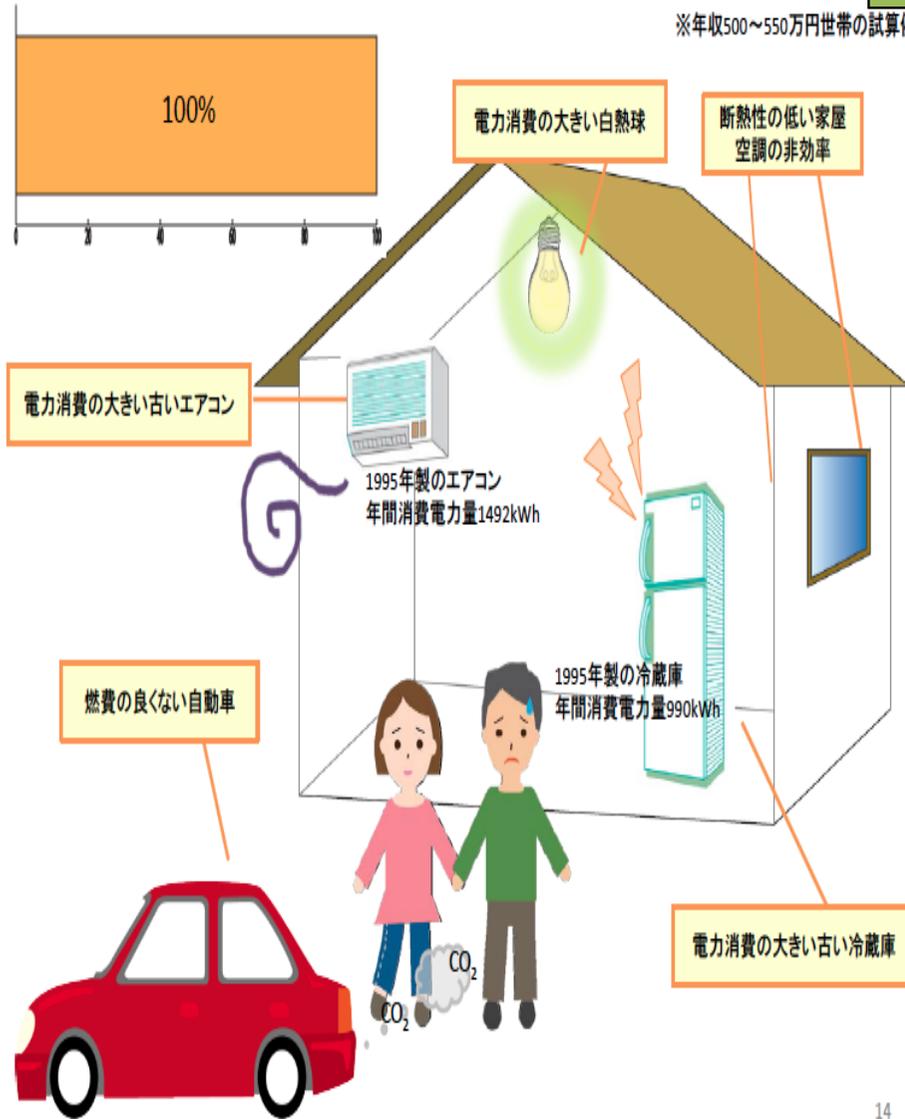


旧型設備多数。使用が効率的でない例も。ESCOで(投資回収が短い例で)20%削減例多数。

# 家庭の省エネ

省エネ対策をしていない家のエネルギー需要を100%とすると…

※年収500～550万円世帯の試算例

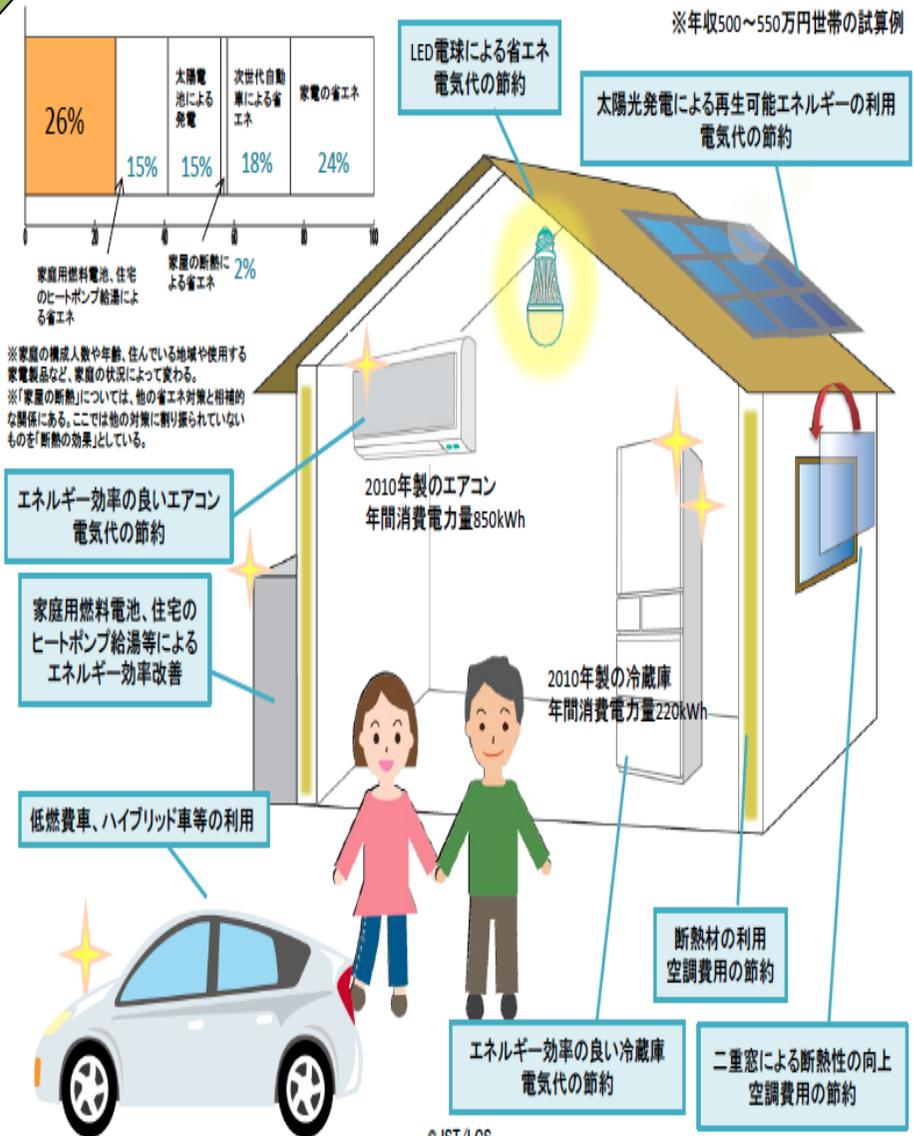


©JST/LCS

14

省エネ対策をすると家庭のエネルギー需要は26%(1/4程度)まで減らせます

※年収500～550万円世帯の試算例



©JST/LCS

15

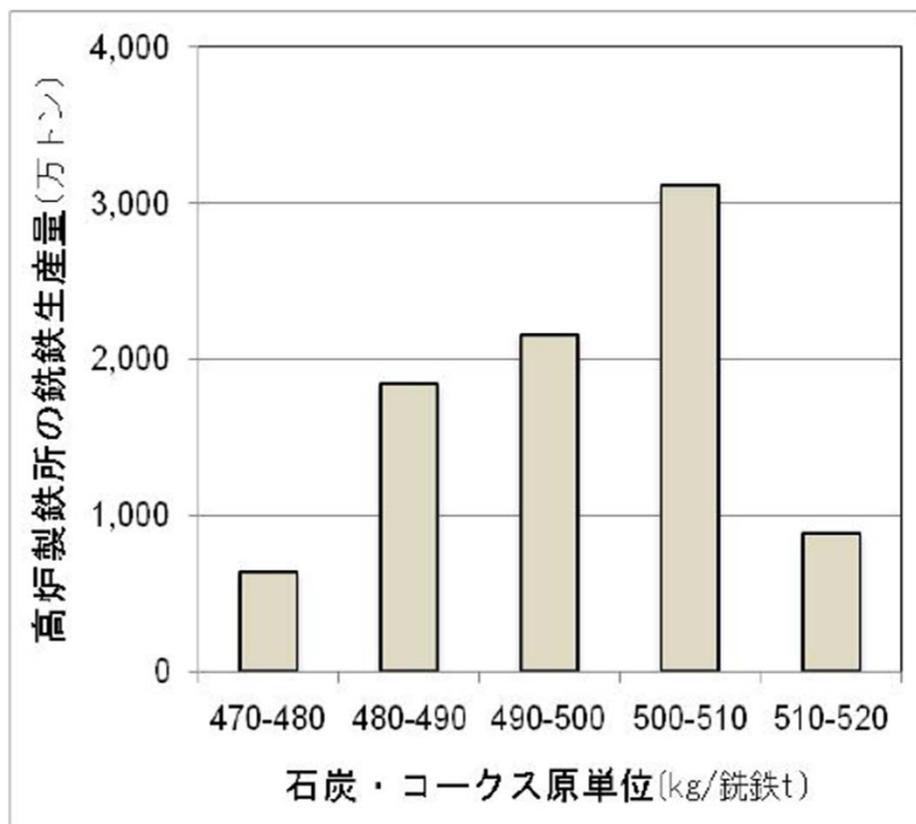
エネルギー・環境に関する選択肢ごとに国民生活への経済影響を解析  
独立行政法人科学技術振興機構低炭素社会戦略センター

# 省エネ可能性目安「同業他事業所と効率を比較」

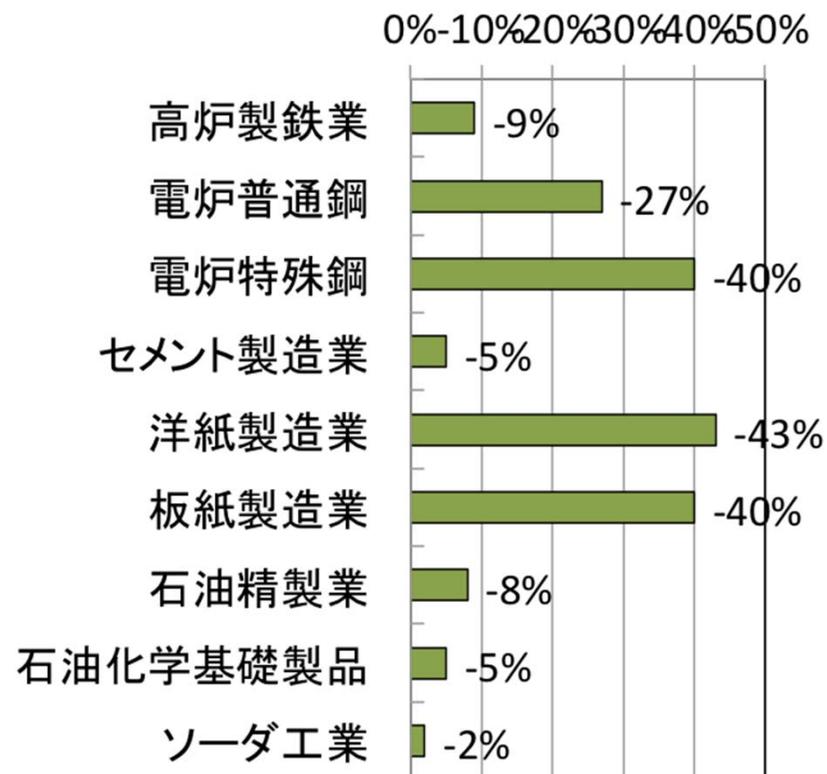
## 素材製造業：省エネ法「ベンチマーク」

### 工場単位のエネルギー効率を向上

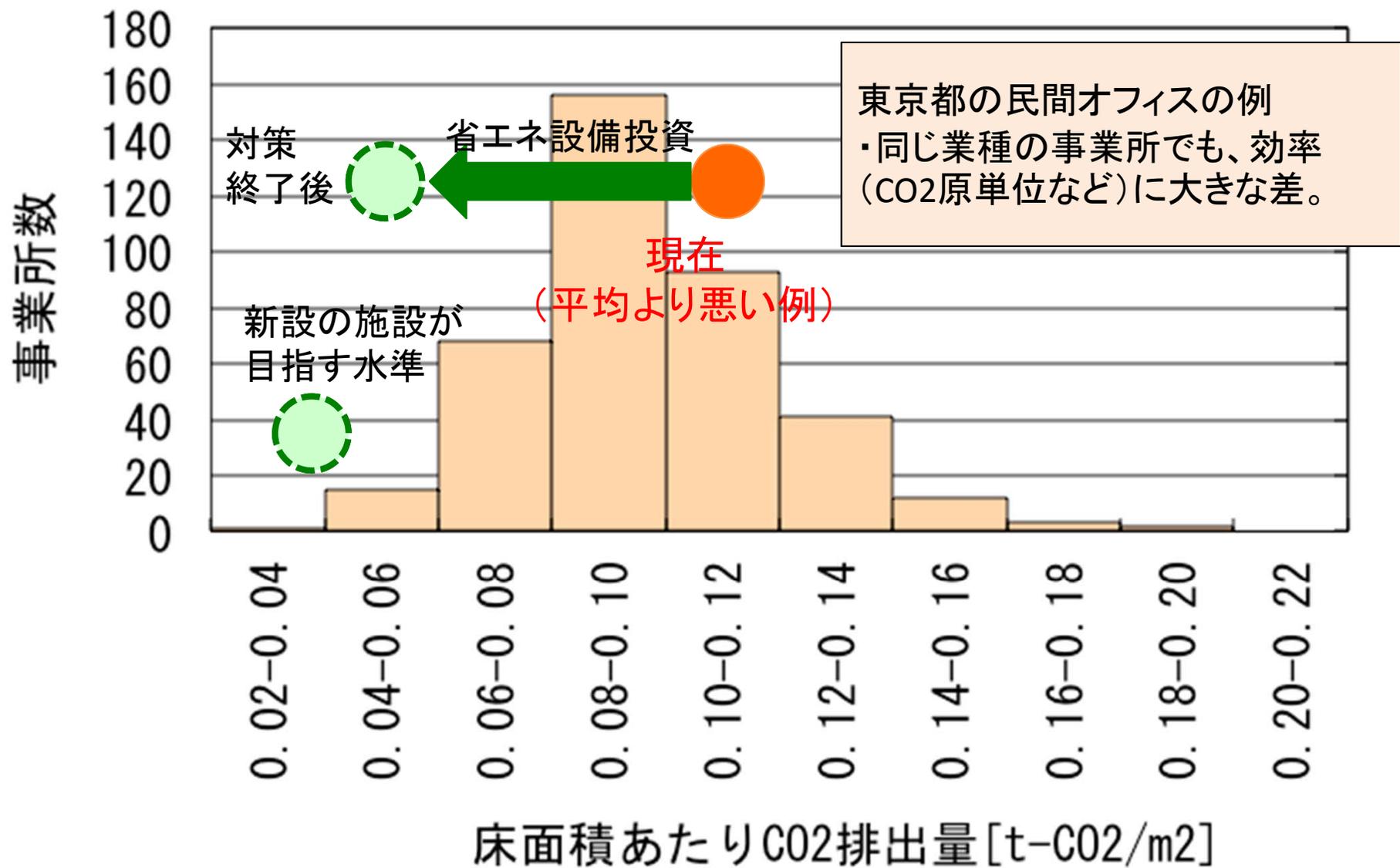
生産量あたりのエネルギー(例)



ベンチマーク(偏差値60レベル)達成時に可能な業種全体の省エネ



# 省エネ可能性目安「同業他事業所と効率を比較」 民間オフィスの効率、4倍の格差



# シナリオの検討

モデル種類:ボトムアップモデル

対象ガス:エネルギー起源CO2のみ

試算期間:2050年まで

活動量:政府試算と比較するため、政府の出している値を採用。

対象技術や活動量:何らかの政策を導入した場合の技術的可能性を試算。

以下の表の通り。

	技術対策	材料生産と運輸輸送量
BAUケース	特になし	政府想定 of 生産量、輸送量。
対策1ケース (技術普及、政府想定活動量)	省エネ, 燃料転換, 再生可能エネルギー普及において, 既存優良技術を普及.	想定される将来トレンド通り (エネルギー環境会議慎重ケースを中心に)
対策2ケース (技術普及+トレンド通り)		
対策3ケース (技術対策強化+新技術+スリム化)	上に加え, 将来有力視される新技術の活用	物質生産や輸送量等に関し, 必要とされる社会サービスを維持しながらスリム化を図り, 資源消費を削減

# 技術導入の時系列イメージ

原発事故前    現在    2020    2025    2030    2050

## 温暖化対策

エネルギー起源CO2:90年比、目安

▲25%

▲40%

▲50%

▲80%

可能?

可能?

可能?

可能?

## 省エネ

運用改善

商業化トップ省エネ技術の  
全事業所・家庭への普及

さらに普及継続

新技術(オプション)

## 再生可能 エネルギー

再生可能エネルギー普及  
(エネルギー環境会議想定超  
2030年に4000億kWh)

電力は全て再エネ  
(変動電源は40~50%)

熱利用、運輸燃料も再エネ  
普及(100%まで見込まず)

新型LNG火力建設(概ね電力会社計画)  
旧型はピーク時のみ使用。

LNG発電量は最大で現状程度とし、省エネ進展で削減。

## 燃料転換

発電所での石炭・石油のフェーズアウト。  
石炭→ガスでなく、省エネ分で削減。

工場・業務での石  
炭・石油のガス転  
換。

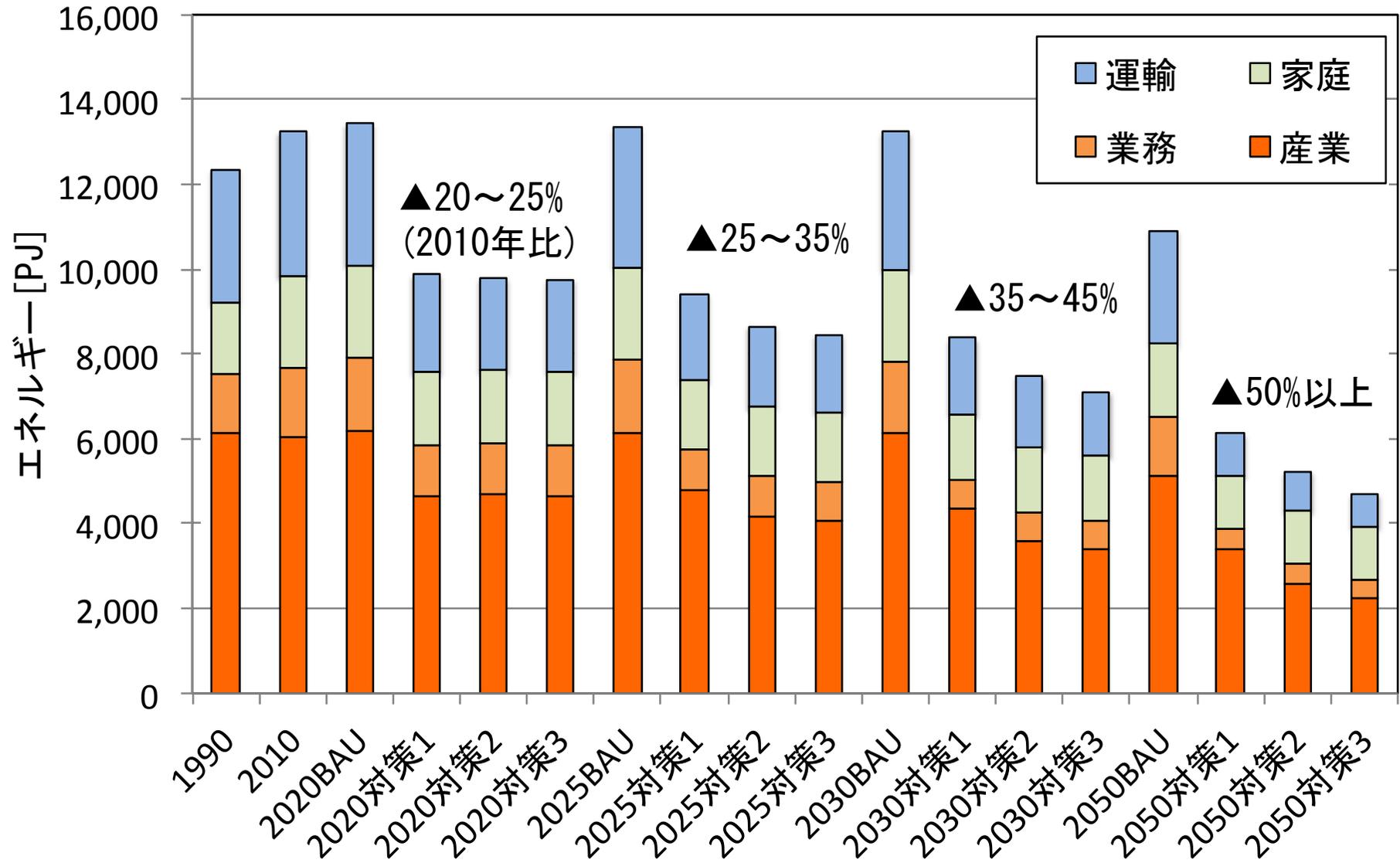
排出枠購入、CCSは見込まない。

我慢や強制生産減なしの効率化対策で、排出削減可能かを検討。

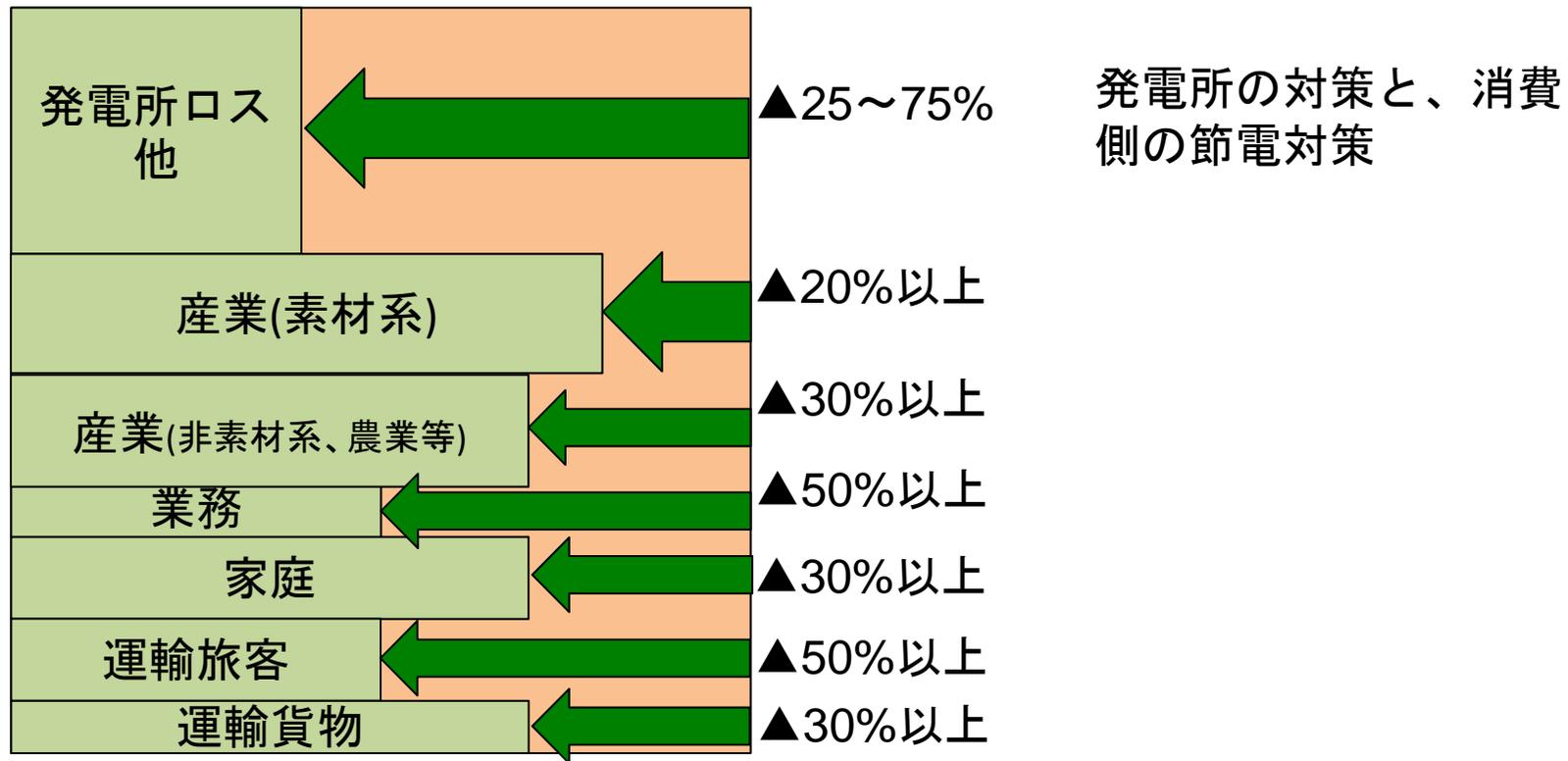
# 省エネ対策技術

部門など		想定技術 (商業化された優良技術)	想定技術 (新技術)	備考
エネルギー転換		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ LNG火発（汽力発電）は2030年に全てコンバインドサイクルに移行（石炭石油火力は縮小）</li> </ul>	想定なし	削減率で評価
産業部門	素材系製造業	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 省エネ法ベンチマーク想定水準を2030年に全工場が達成。</li> <li>・ リサイクル材料割合増（鉄鋼）</li> </ul>	鉄鋼高炉の新技術	削減率で評価
	非素材系製造業, 非製造業	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 生産設備は環境省自主参加型排出量取引, ESCOなどの対策水準を想定する。</li> <li>・ 従業者向け空調照明は業務部門対策に準ずる。</li> </ul>	想定なし	削減率で評価
業務部門		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 設備・機器の効率改善</li> <li>・ 建築物の省エネ向上</li> <li>・ BEMS, CEMS</li> </ul>		
家庭部門		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 機器の効率改善</li> <li>・ 住宅の省エネ向上</li> <li>・ HEMS, CEMS</li> <li>・ 集合住宅ではCO2HPを加えた中央ボイラで給湯、暖房、冷房</li> </ul>		
運輸旅客部門		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ トップランナー燃費車に順に置換</li> <li>・ 次世代車は2030年にHV20%、EV20%程度。</li> <li>・ 燃料電池車見込まず。</li> </ul>	想定なし	
運輸貨物部門		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ トップランナー燃費車に順に置換</li> <li>・ 次世代車は2030年にEV5%程度。</li> </ul>	想定なし	

# 最終エネルギー消費（部門別）

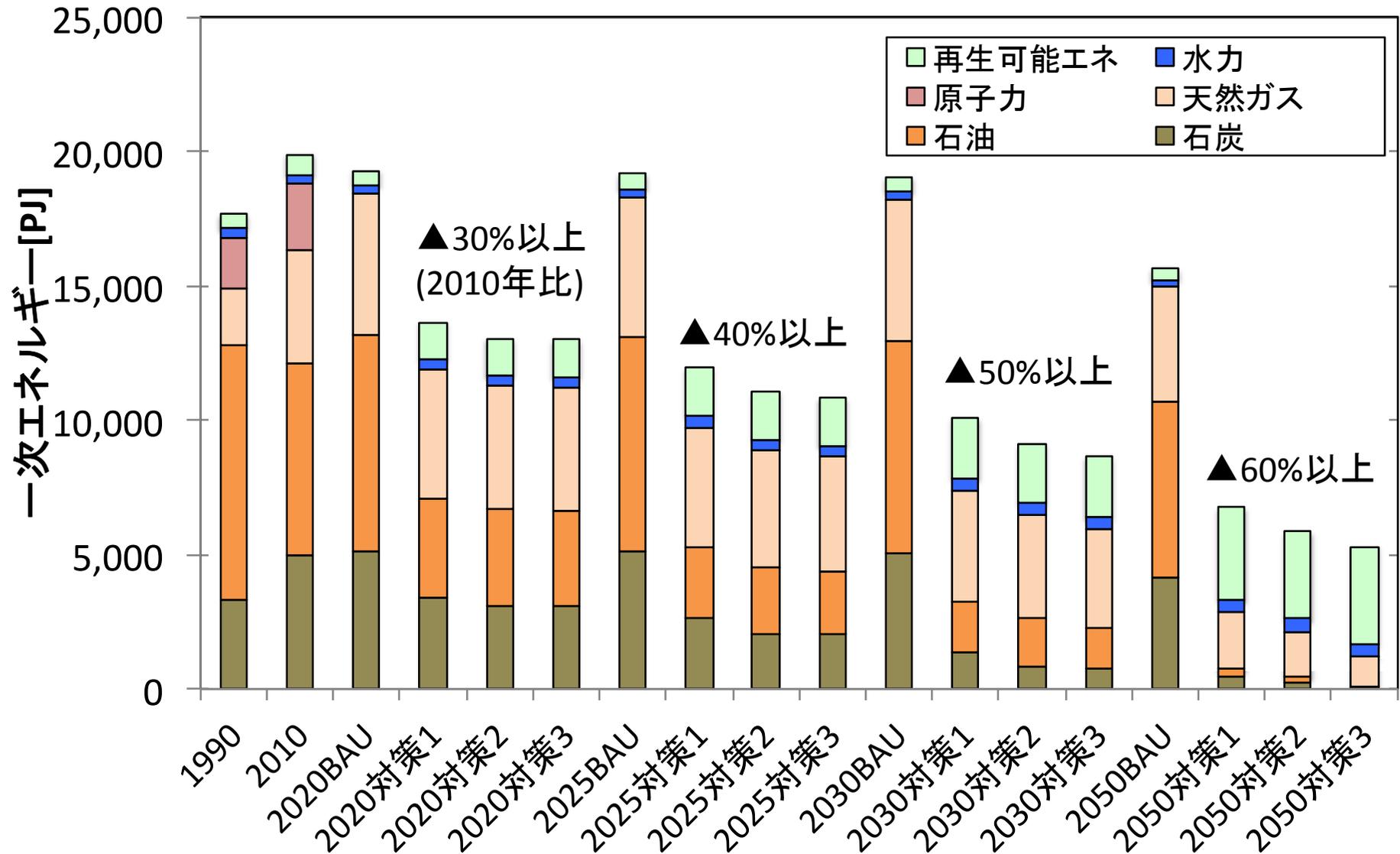


# 2030年のエネルギー消費量(総量、2010年比)



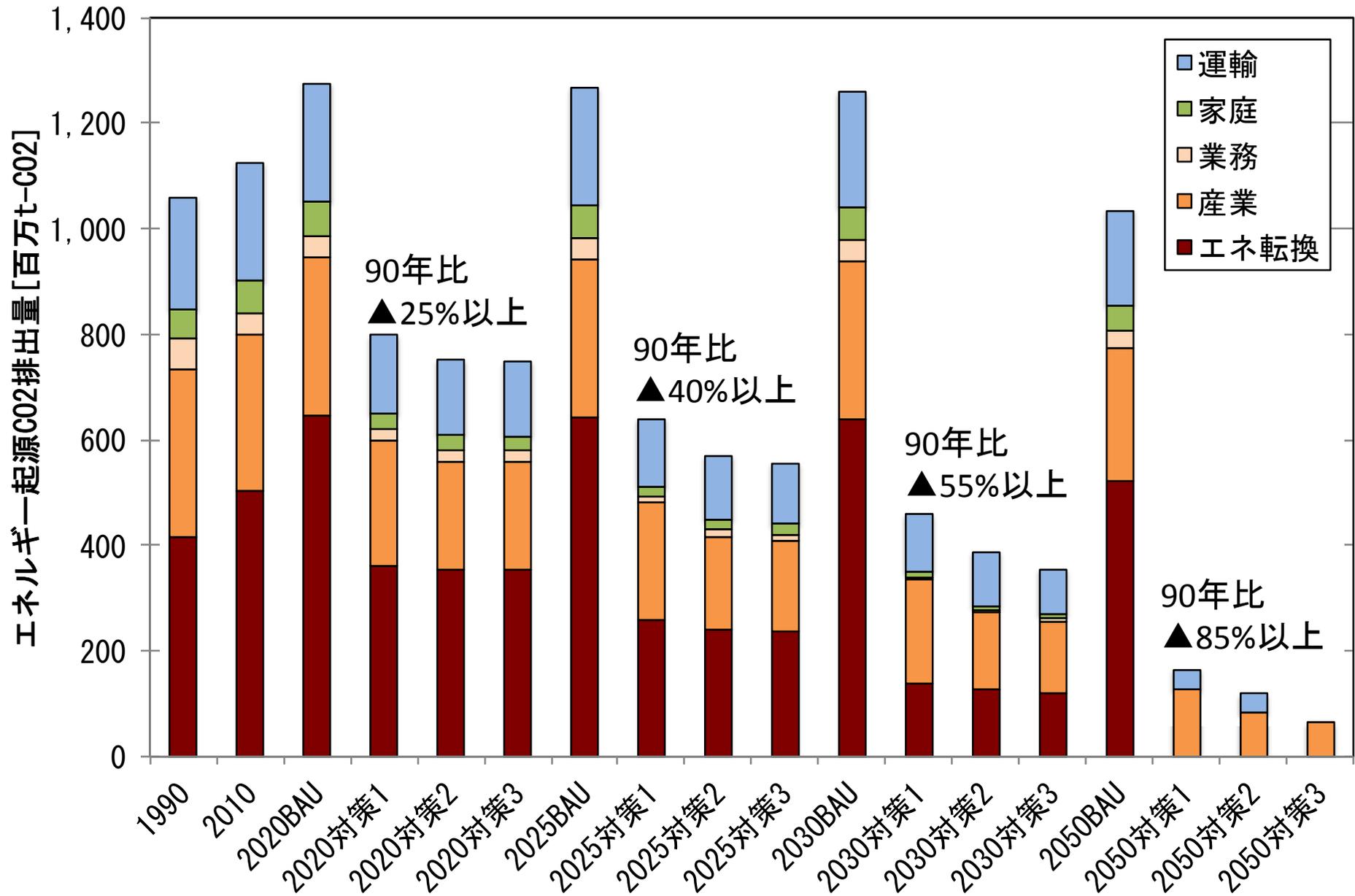
新技術、スリム化なしに実現できる技術的可能性がある。

# 一次エネルギー供給



(発電ロスは火力のみ)

# エネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量

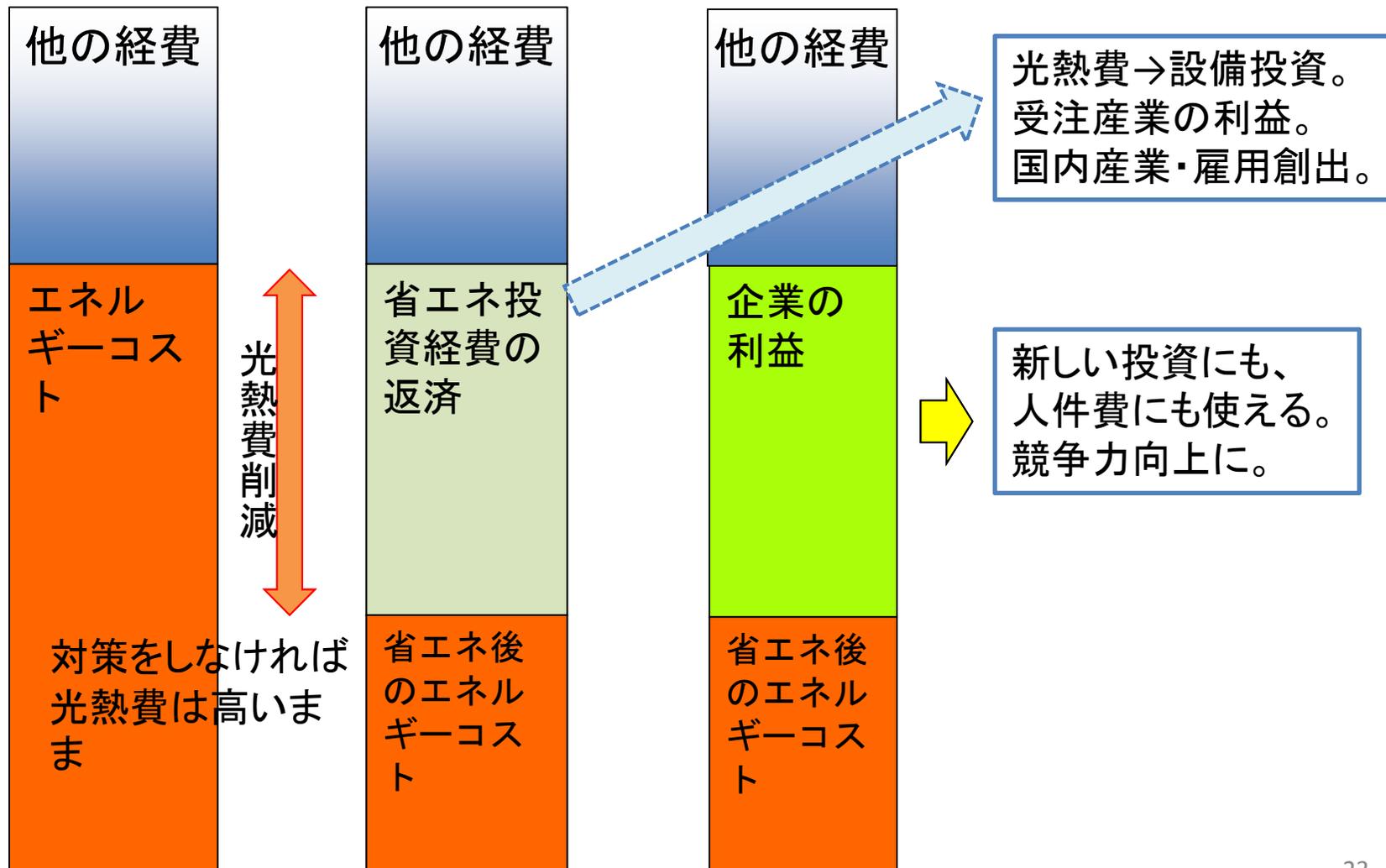


# 省エネの多くは投資回収、利益に。

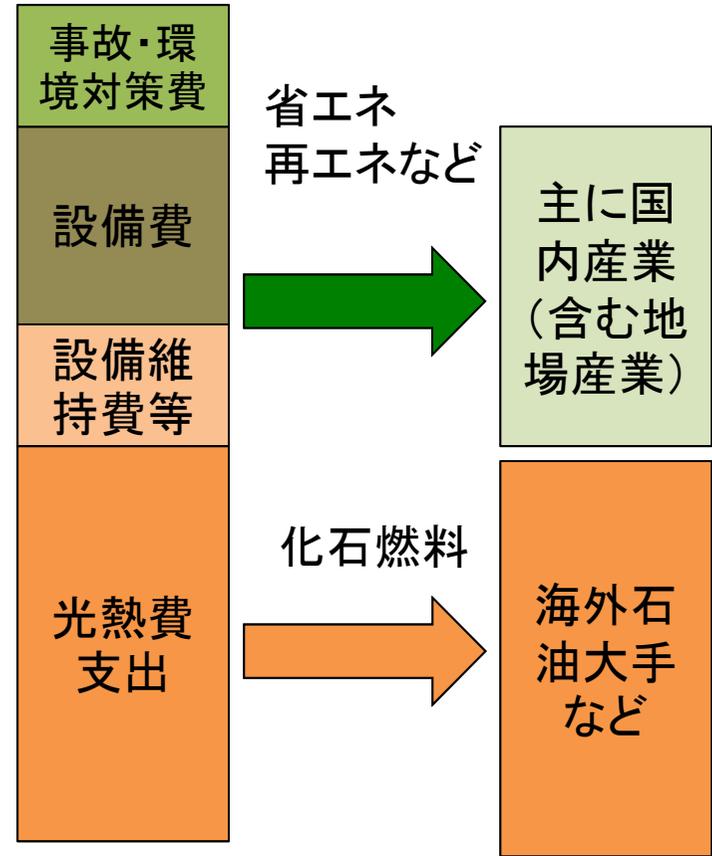
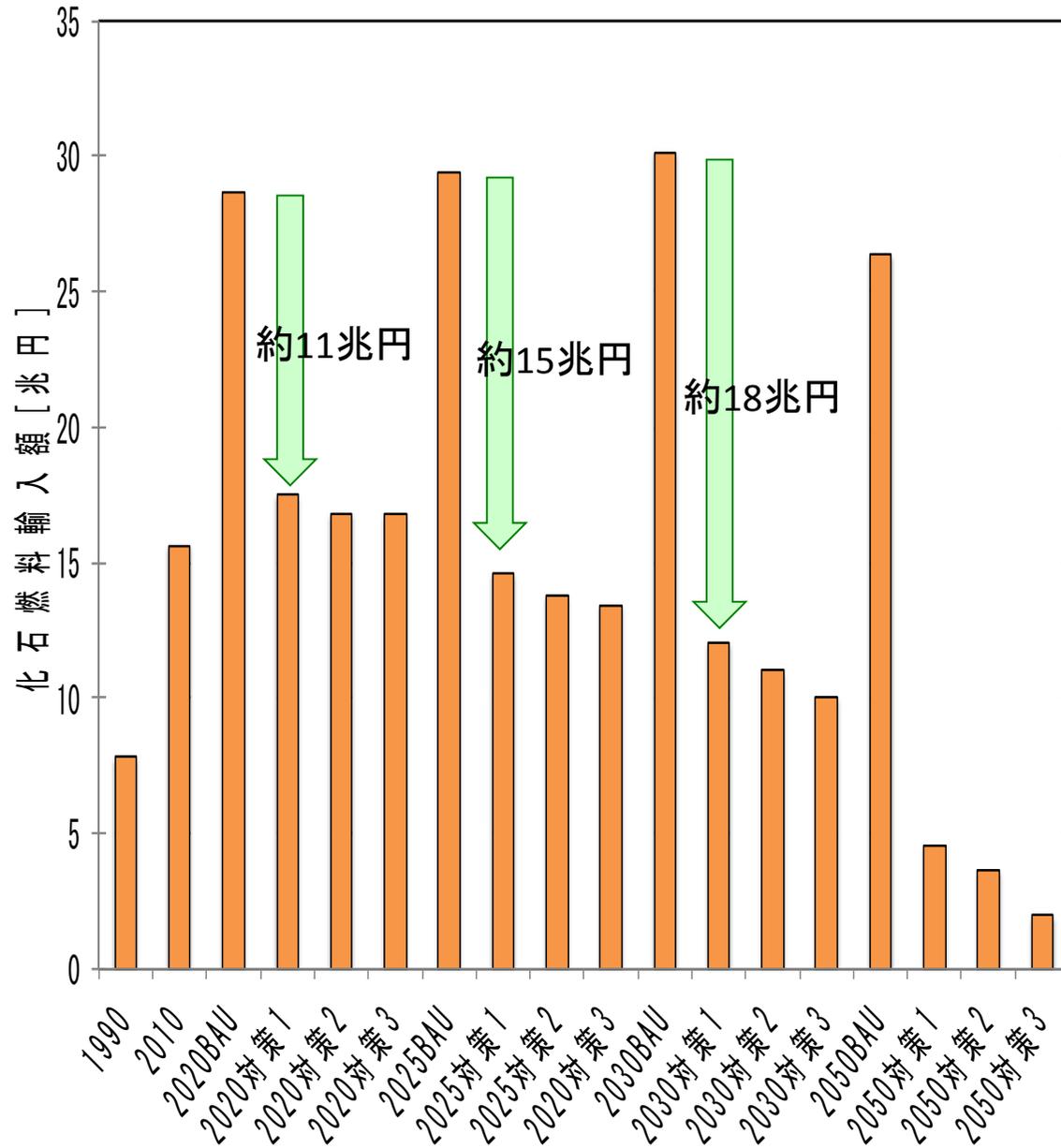
<対策前>

<対策実施後 &  
投資回収前>

<対策実施後 &  
投資回収後>



# 輸入化石燃料費

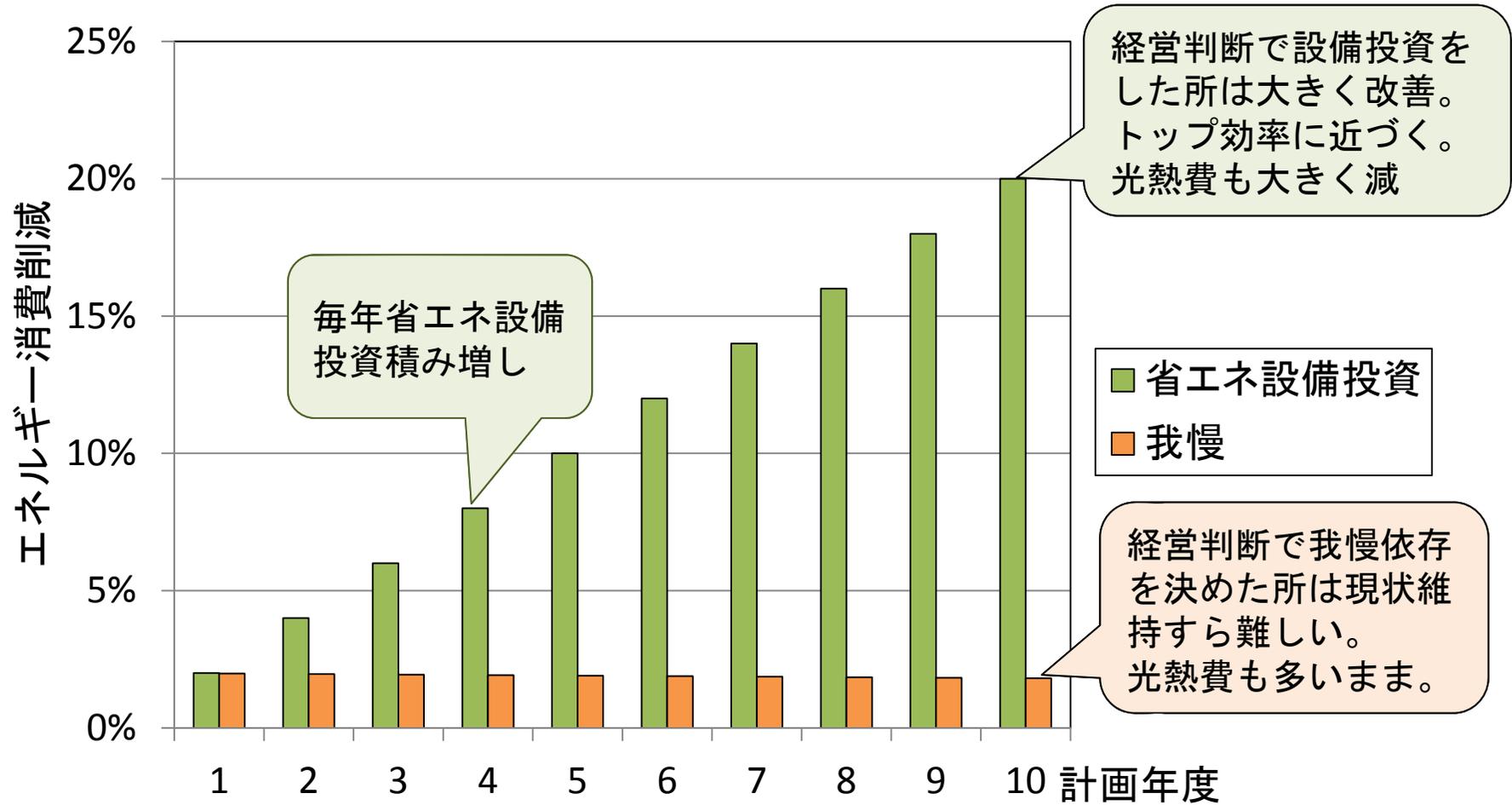


# まとめ

- 日本にも大きな省エネの余地。調査でさらに発見・拡大。
- 技術普及（商業化された最良技術による旧型設備更新・改修・運用）の効果大。
- 投資回収可能な対策が多い。
- 最終エネルギーを2030年に30%以上削減の技術的可能性がある。再生可能エネルギー普及、燃料転換（化石燃料低炭素化）とあわせ、日本でもエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量を2030年に50%以上削減する技術的可能性がある。
- 技術的可能性を現実の削減にする対策促進政策、情報提供などが課題。



# 省エネ設備投資と我慢



# 用途に適したエネルギー

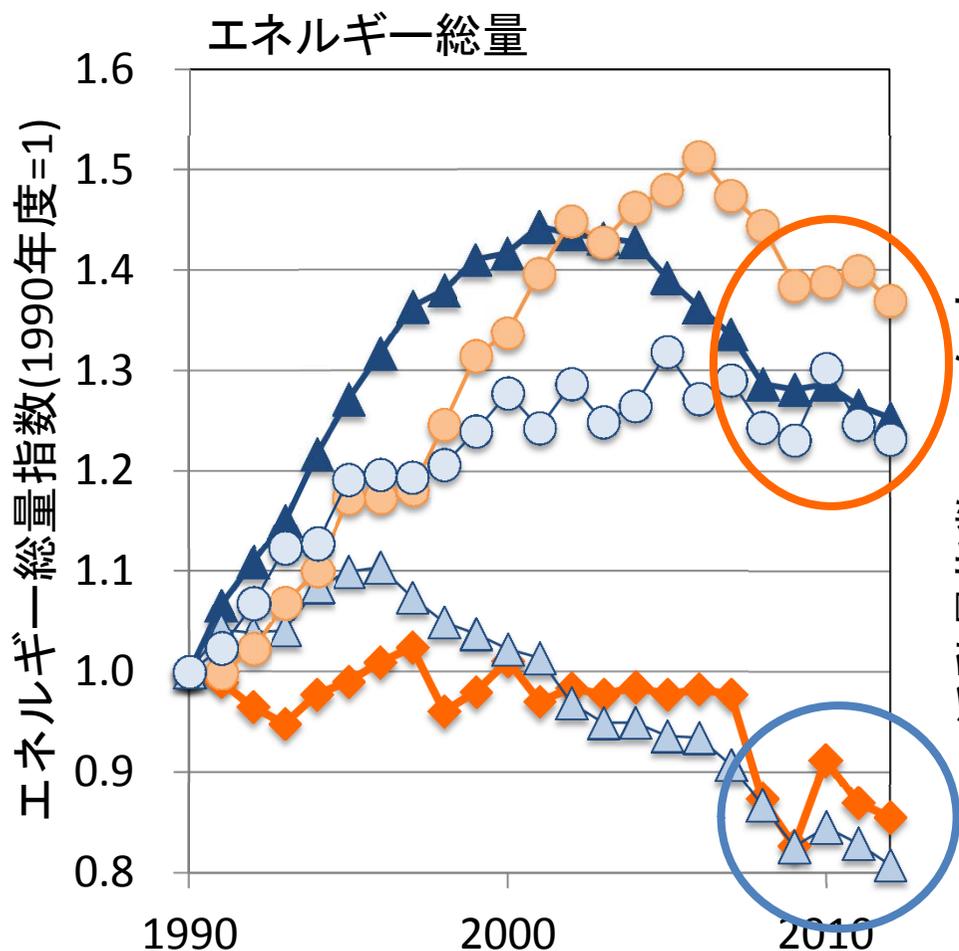
「電動のこぎりでバターを切るな」エイモリー・ロビンズ

	電気	化石燃料	排熱、太陽熱等	
電気機器の駆動	○	×	×	← 再エネ電力
運輸	△電気自動車	○	×	← 将来：バイオマス燃料など
高温熱利用 (製鉄など材料生産)	△一部	○	×	← 将来：バイオマス燃料など
民生の高温熱 (調理用の熱)	△	○	×	← 将来：バイオマスなど
低温熱利用 (冷暖房、給湯等)	●	●	◎	← 再エネ低温熱 (太陽熱、バイオマスコジェネの排熱、地熱温泉熱)

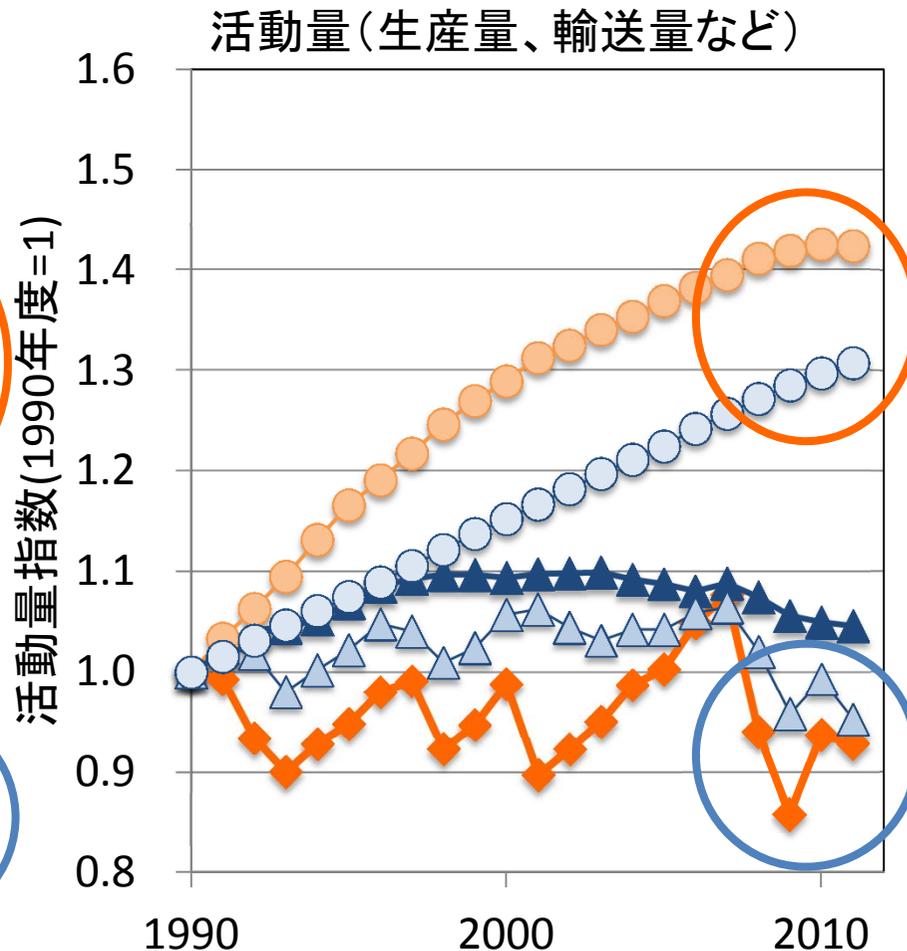
再エネ低温熱や排熱に任せる選択を検討。

# エネルギー総量と活動量

- 活動量増の部門でエネルギー総量増加。
- 活動量微減の部門はエネルギー総量微減  
→両方共「効率」が改善せず、問題(前のスライド)
- 運輸旅客だけは輸送量微増でエネ大幅増(効率悪化)



◆ 製造業 ▲ 運輸旅客 ▲ 運輸貨物  
● 業務部門 ○ 家庭部門



◆ 製造業 ▲ 運輸旅客 ▲ 運輸貨物  
● 業務部門 ○ 家庭部門

## 供給・炭素集約度低減対策

年度	燃料転換	再生可能エネルギー			原子力
		電力	熱利用	運輸燃料	
2020	・石炭・石油の発電量減	・エネルギー環境会議想定程度（約2500億kWh）	・低温熱の一部で再エネ普及	・見込まない	ゼロとする。
2030	・石炭，石油火発は副生ガスのみ	・エネルギー環境会議想定程度（約4000億kWh） 変動電源約3割		・新技術ケースで再エネ転換。自動車燃料全体で10%分転換	
2050		基本的に再生可能エネルギー（約5000億kWh） 変動電源4～5割	・家庭業務の熱利用を再エネ転換	・新技術ケースで再エネ転換	

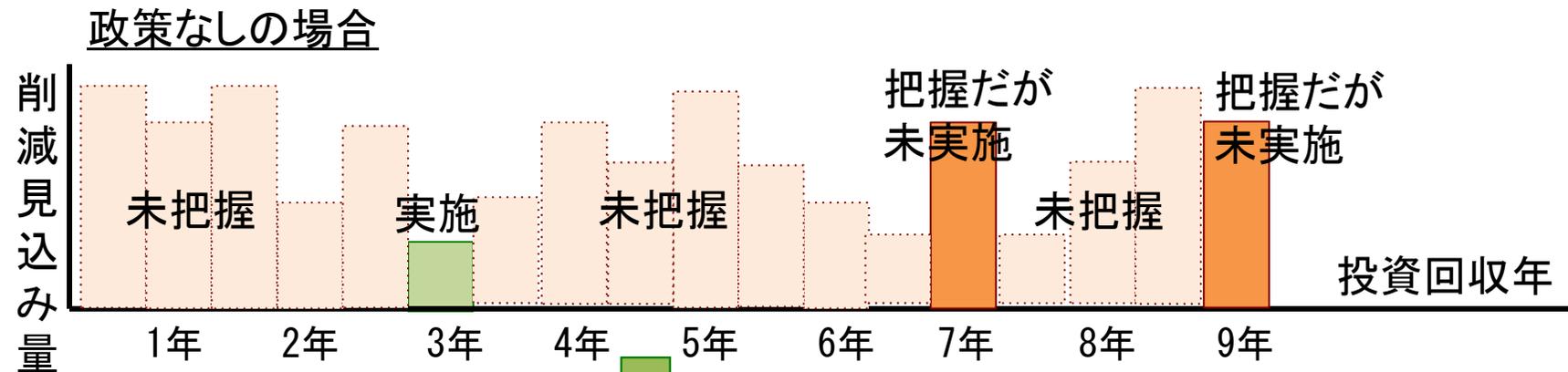
# 活動量想定

ケース	2020,2030	2050	備考
BAU 対策1	<ul style="list-style-type: none"> <li>総合資源エネルギー調査会長期エネルギー需給見通し委員会の値</li> </ul>	人口比で2030年値が減少していくと想定。	粗鋼生産量はリーマンショック前維持、など。
対策2	<ul style="list-style-type: none"> <li>トレンド通り</li> <li>具体的にはエネルギー環境会議「慎重ケース」の値</li> <li>粗鋼生産量、セメント生産量、運輸貨物輸送量は「低成長ケース」の値</li> </ul>	人口比で2030年値が減少していくと想定。	トレンド通り。リーマンショック後に生産、輸送量減の実態を反映
対策3	対策2よりスリム化	スリム化	効率拡大で無理なくスリム化

ケース	材料の効率的利用	輸送の効率化
対策3 (対策2よりスリム化)	<ul style="list-style-type: none"> <li>資源消費量削減・建築の長寿命化による建材生産の削減</li> <li>将来のビル建築は鉄筋コンクリートから鉄骨構造物への転換</li> <li>建材と容器包装材の再使用，リサイクル促進による材料生産の削減</li> <li>炭素繊維，木質系素材利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンパクトシティ化や公共施設の配置変更による輸送距離縮小。 (公共交通機関のシェア拡大、貨物のモーダルシフト拡大)</li> </ul>

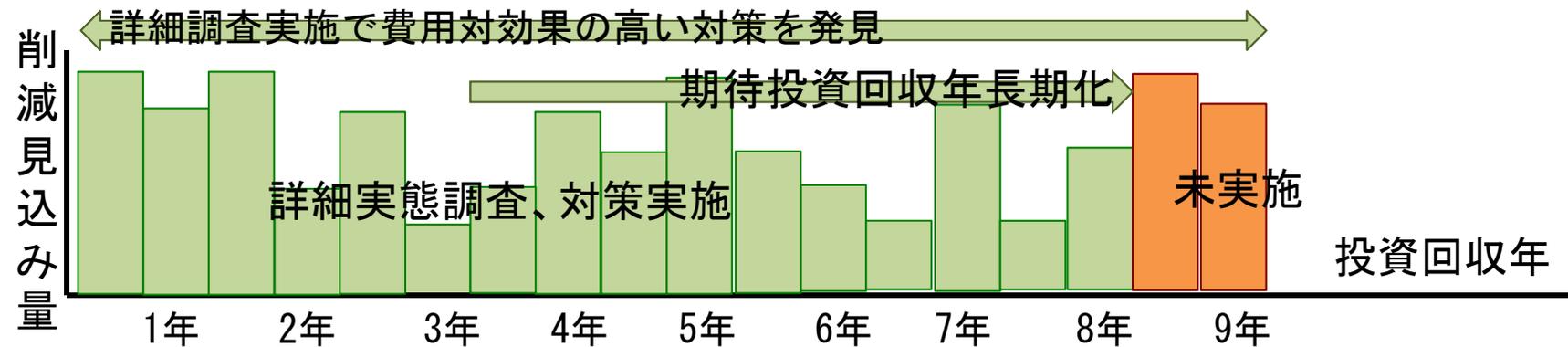
# 対策コスト試算

- 設備投資額と光熱費削減より対策コストを試算。
- 計算期間：民生運輸13年、発電所・産業15年
- 割引率3%
- 政策導入で、投資回収年が中期(3年超)の対策も取り組みが進む。



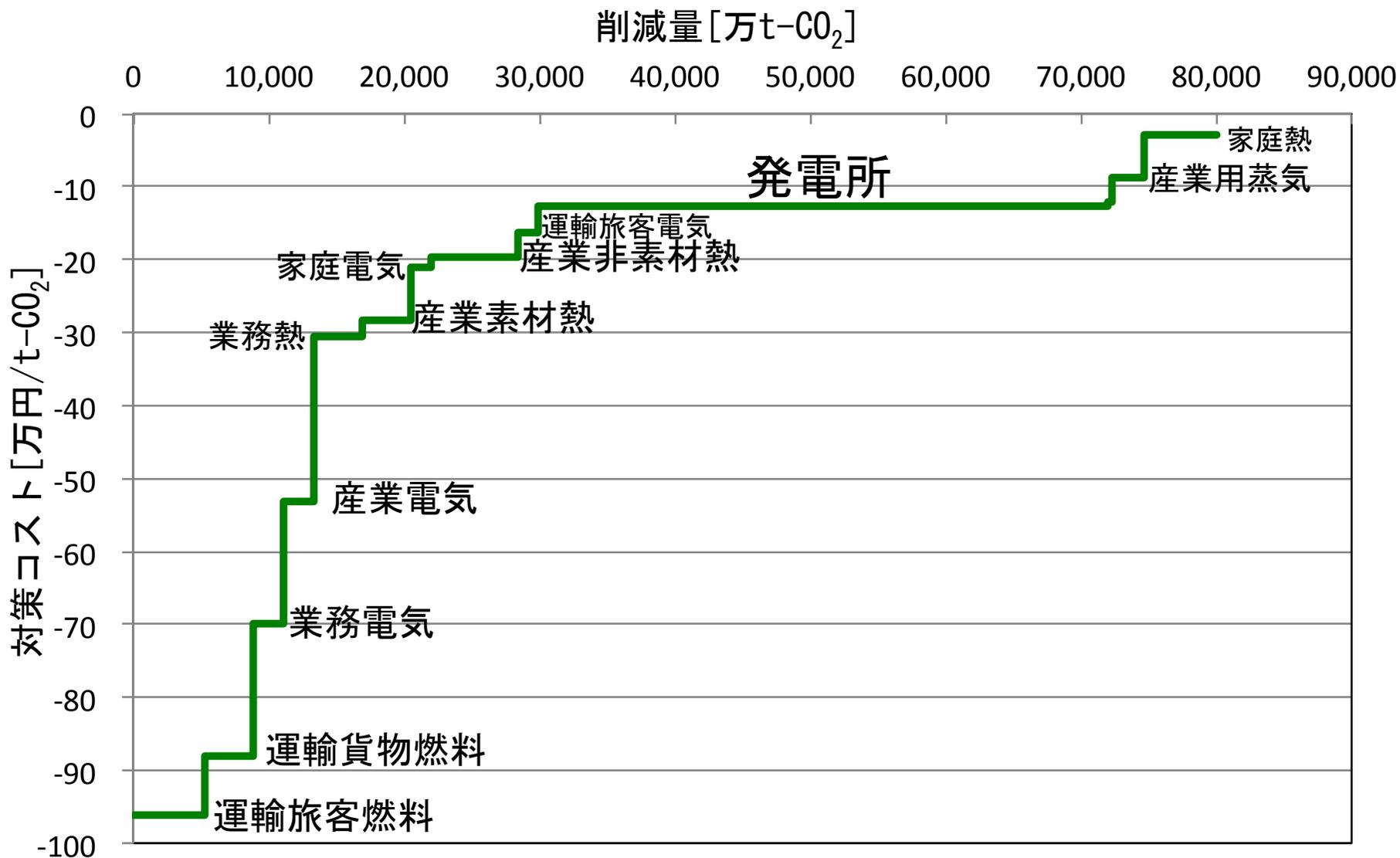
政策の後押しがある場合

政策導入

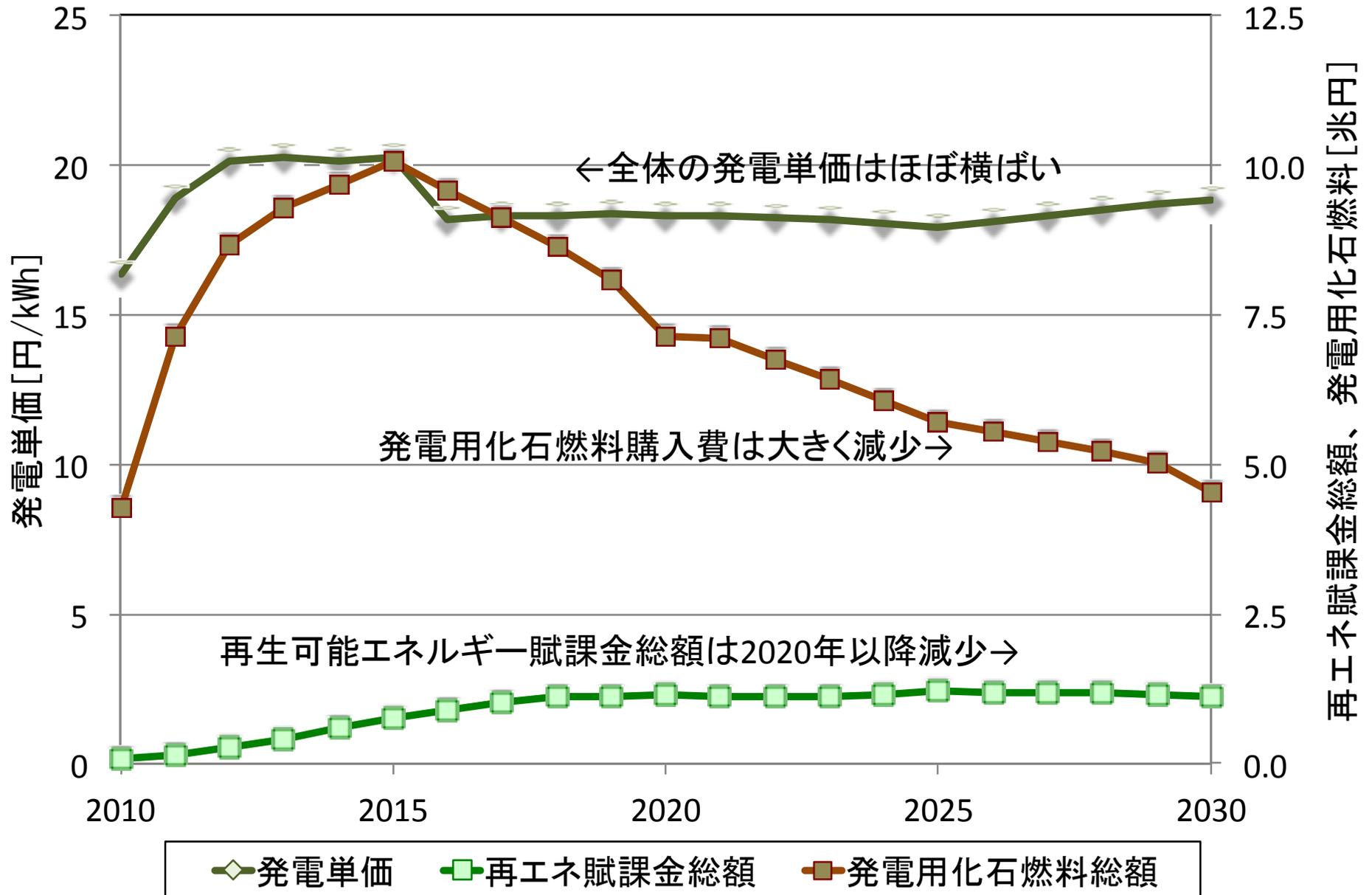


# 対策コスト試算

- 設備投資額と光熱費削減より対策コストを試算
- 計算期間：民生運輸13年、発電所・産業15年
- 割引率3%を想定
- 政策導入で、投資回収年が中期(3年超)の対策も進展



# 再生可能エネルギー電力コスト推定



# (参考) 温暖化対策強化で 需要増の産業、影響を受ける産業

種類		該当業種	排出割合	国内総生産分担率	雇用者数	輸出に占める割合
対策強化が需要増に直結		機械 建築 他に、一部素材（電炉製鉄やリサイクル材）、エネルギー関係サービス業など	約5%	約80兆円	800万人	70% 〈温暖化対策製品の国際競争が重要に〉
対策強化でビジネスチャンス		大半の製造業、運輸業、サービス業	約20%	約420兆円	4200万人	20%
悪影響を懸念(ただし、賢い対策でビジネスチャンスに)	軽度 (売上比エネルギーコスト割合が数%)	化学(無機化学素材、有機化学素材)、洋紙製造業、石油精製業	約15%	約4兆円	15万人	5%
	中度 (売上比エネルギーコスト割合が10-20%)	電力、鉄鋼高炉、セメント製造業	約50%	約4兆円	16万人	5%

## 温暖化対策と雇用

対策投資	研究者・組織	投資	経済波及効果	雇用(2020年)
温室効果ガス 25%削減	CASA	2030年 13.2兆円/年	27.8兆円/年(一次効果) 33.7兆円/年(二次効果)	156万人(一次効果) 200万人(二次効果)
	藤川ら		233~287兆円/10年	165~190万人
再エネ電力16 ~18%(大規模 水力を含む)	再エネ普 及方策検 討会		26兆円	59万人
再エネ電力 25%(大規模 水力含む)	牛山ら	8.4兆円/年	17兆円/年(一次効果) 22兆円/年(二次効果)	88万人(一次効果) 117万人(二次効果)
再エネ電力 18%	ドイツ (参考)			2011年実績38万人 (製造と運用の直接雇用)

CASA以外は2020年の値。

CASA地球温暖化資料2013に加筆修正