

既存優良技術を用いた中期的な省エネの可能性

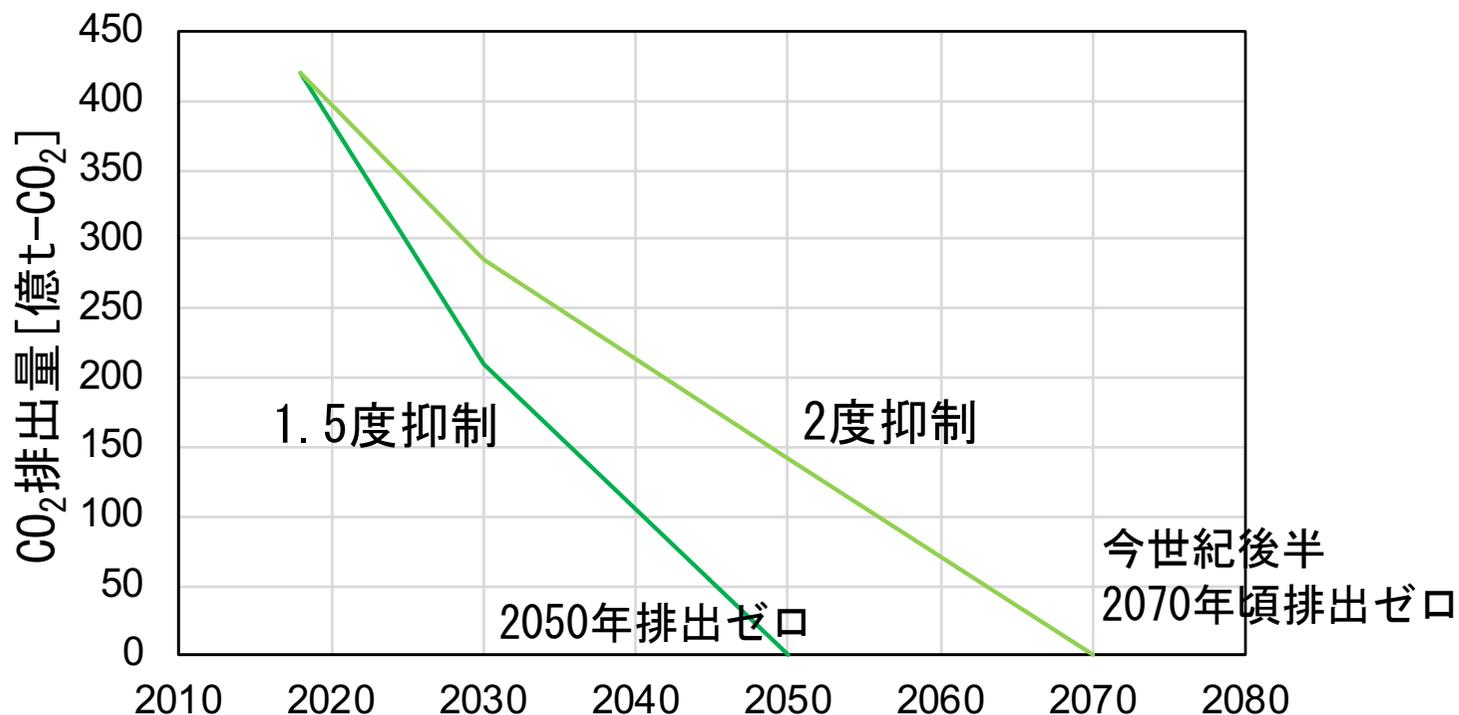
2020年6月29日

歌川学（産総研）

報告の構成

- 日本の現状、これまでの推移
- 省エネ対策
- 日本全体のエネルギー消費削減可能性

気温上昇1.5°C、2°Cのための世界のCO2排出削減



1.5°C気温上昇(産業革命前比)、早ければ2030年にも。この10年の対策が重要。

気温上昇1.5度

カーボンバジェット:世界の排出の10-18年分

世界のCO2排出削減経路例:2030年▲45%(2010年比)、2050年排出ゼロ

気温上昇2度

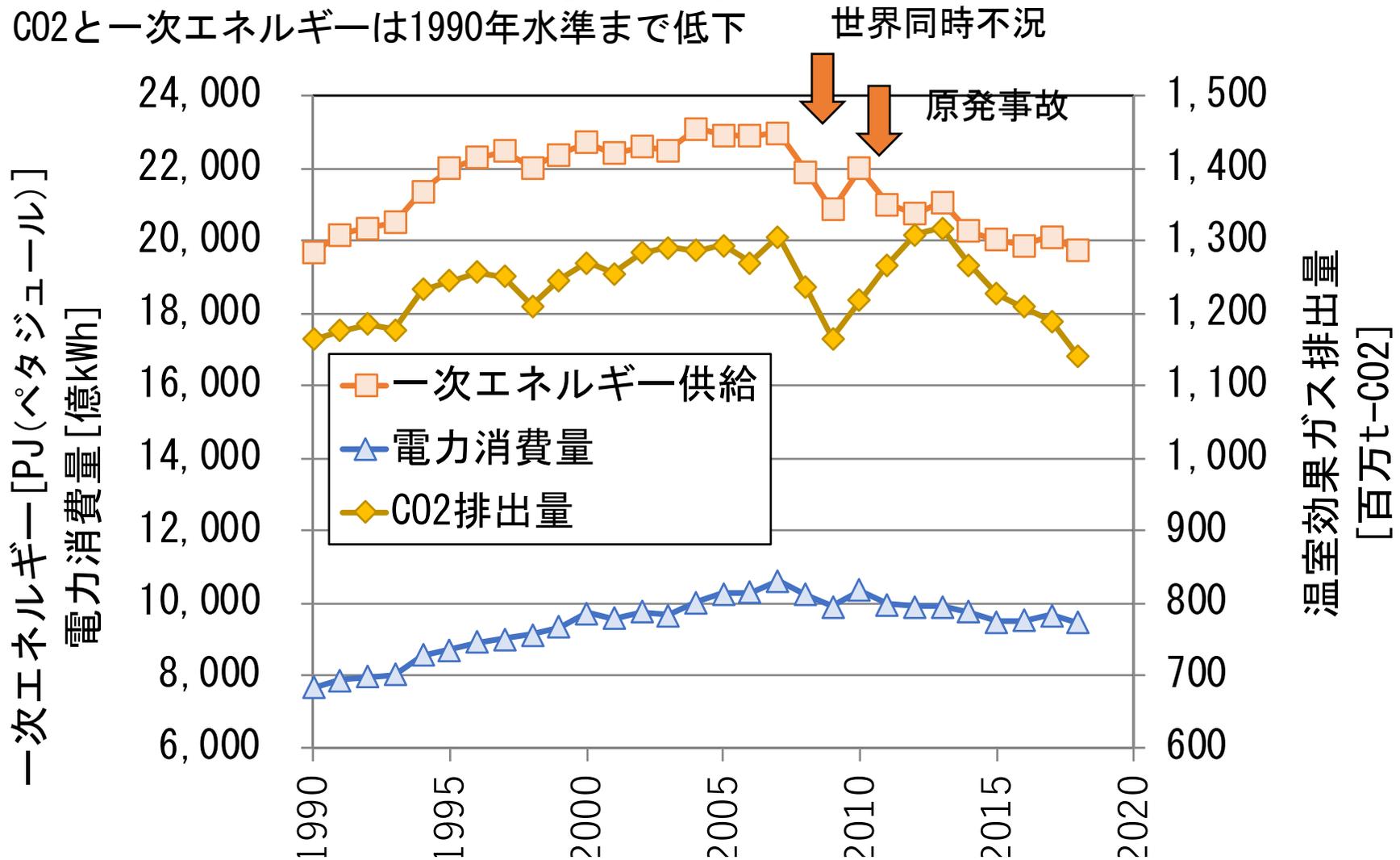
カーボンバジェット:世界の排出の18-21年分

世界のCO2排出削減経路例:2070年頃排出ゼロ

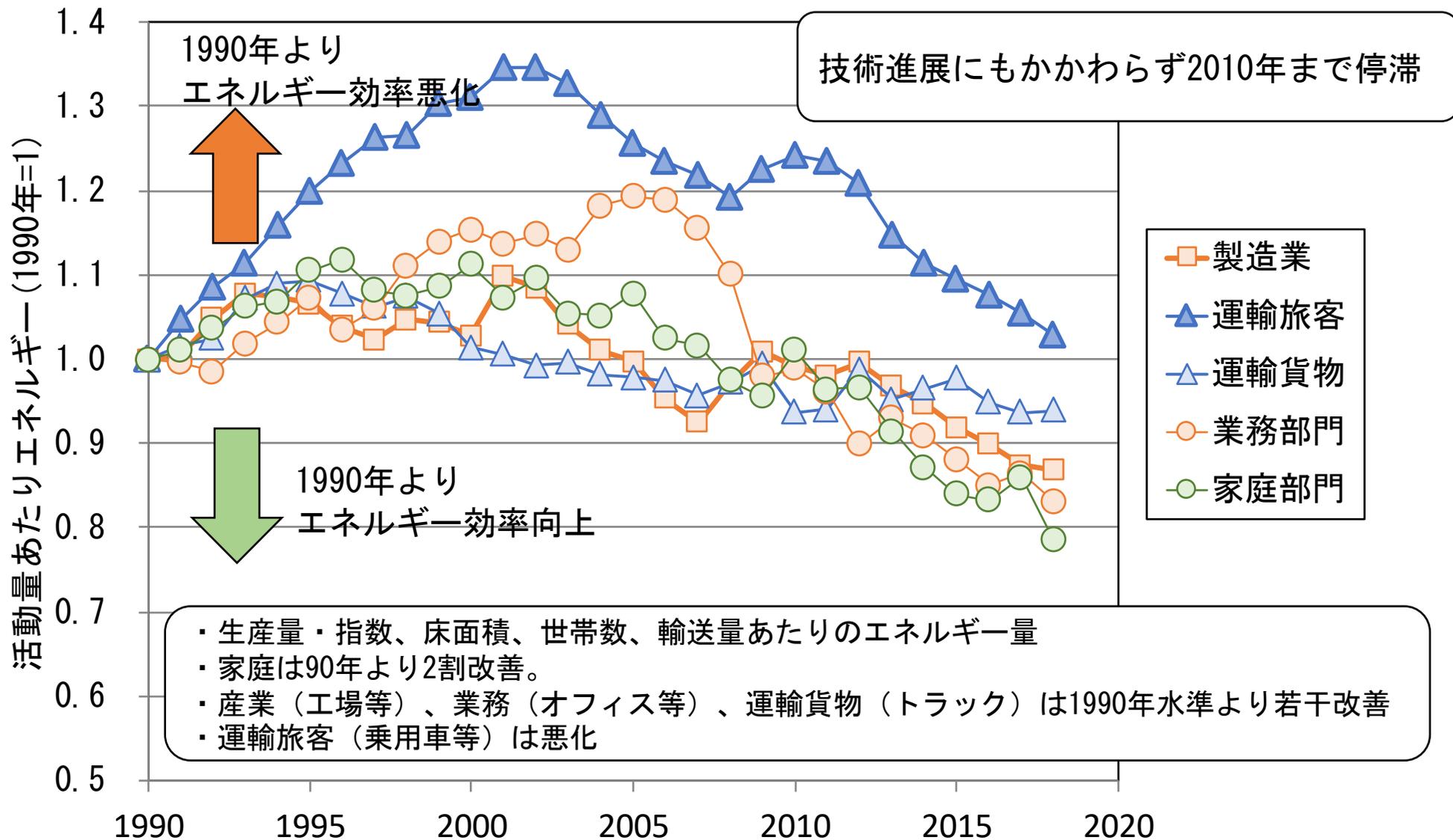
日本のエネルギーと電力消費量、CO₂排出量 2010年以降省エネ進展

欧州では英独など90年比3割前後削減の国も

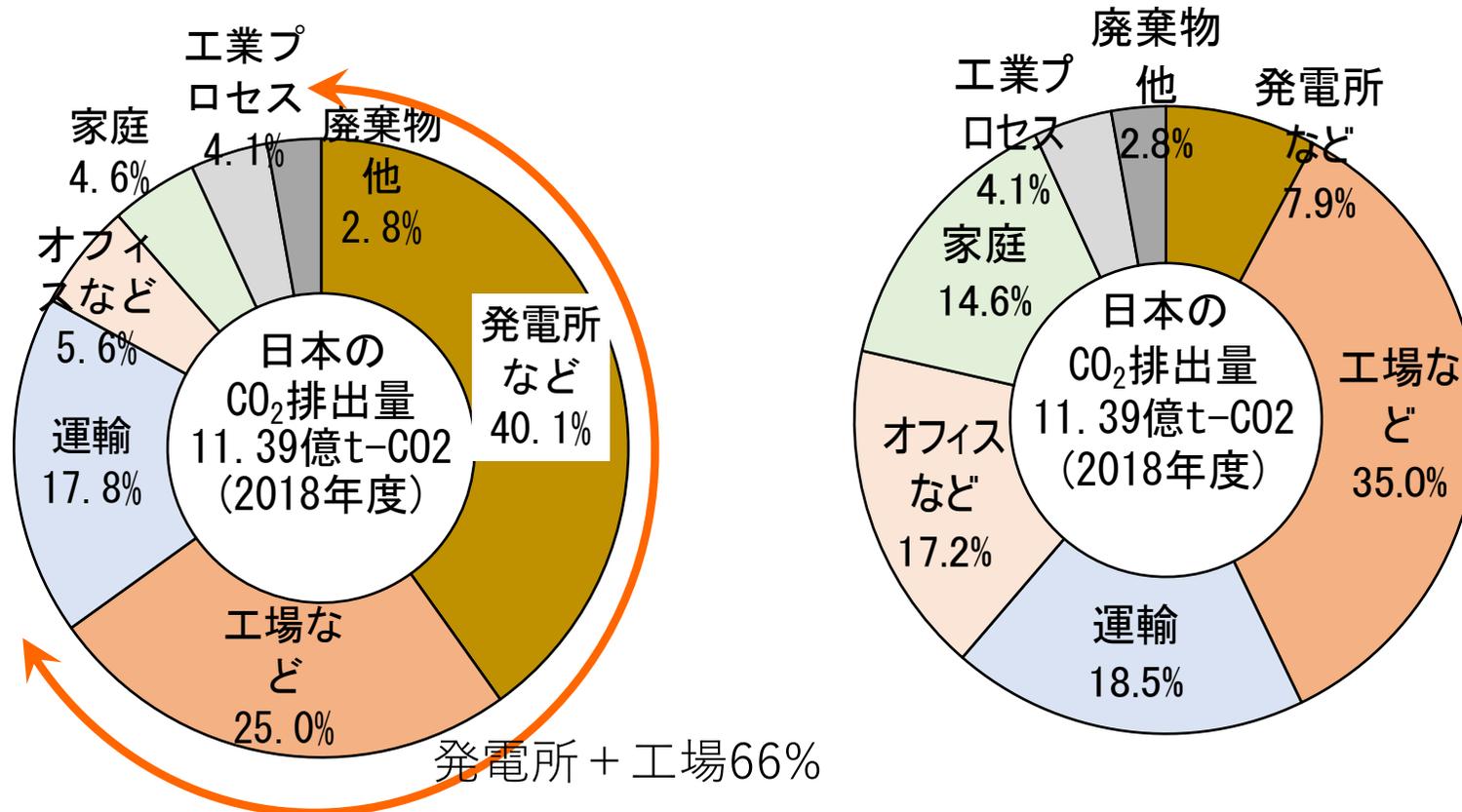
原発事故(2011年)以降に省エネ進展。
2018年度にいずれも2010年度比約10%削減。
CO₂と一次エネルギーは1990年水準まで低下



各部門のエネルギー効率の推移 2010年まで停滞、原発事故後改善



日本のCO₂排出割合

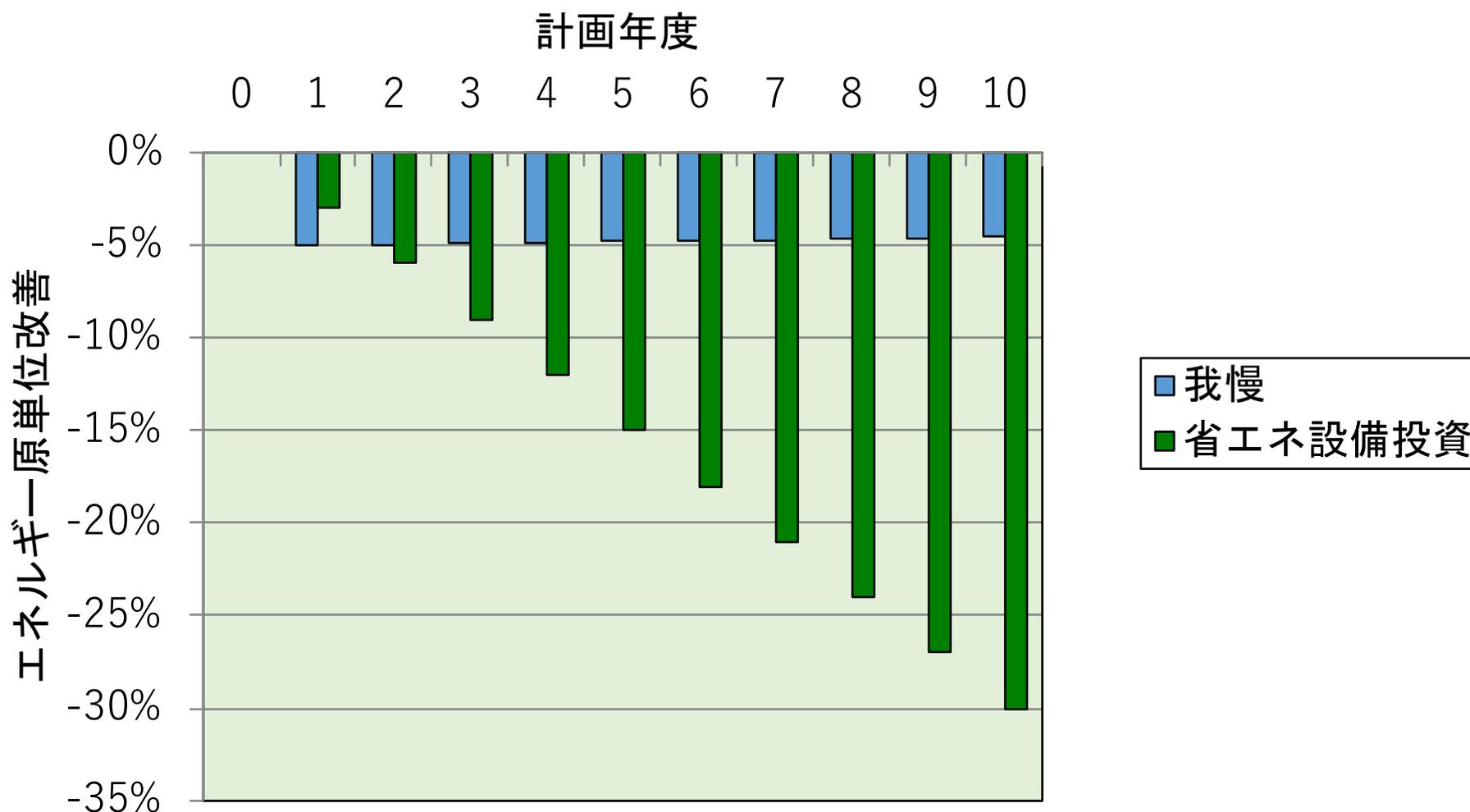


左：発電時の排出を発電所の排出とした場合、 右：電気の消費側の排出とした場合

発電時の排出を発電所のものとカウントすれば、発電所と工場で3分の2を排出

省工不対策

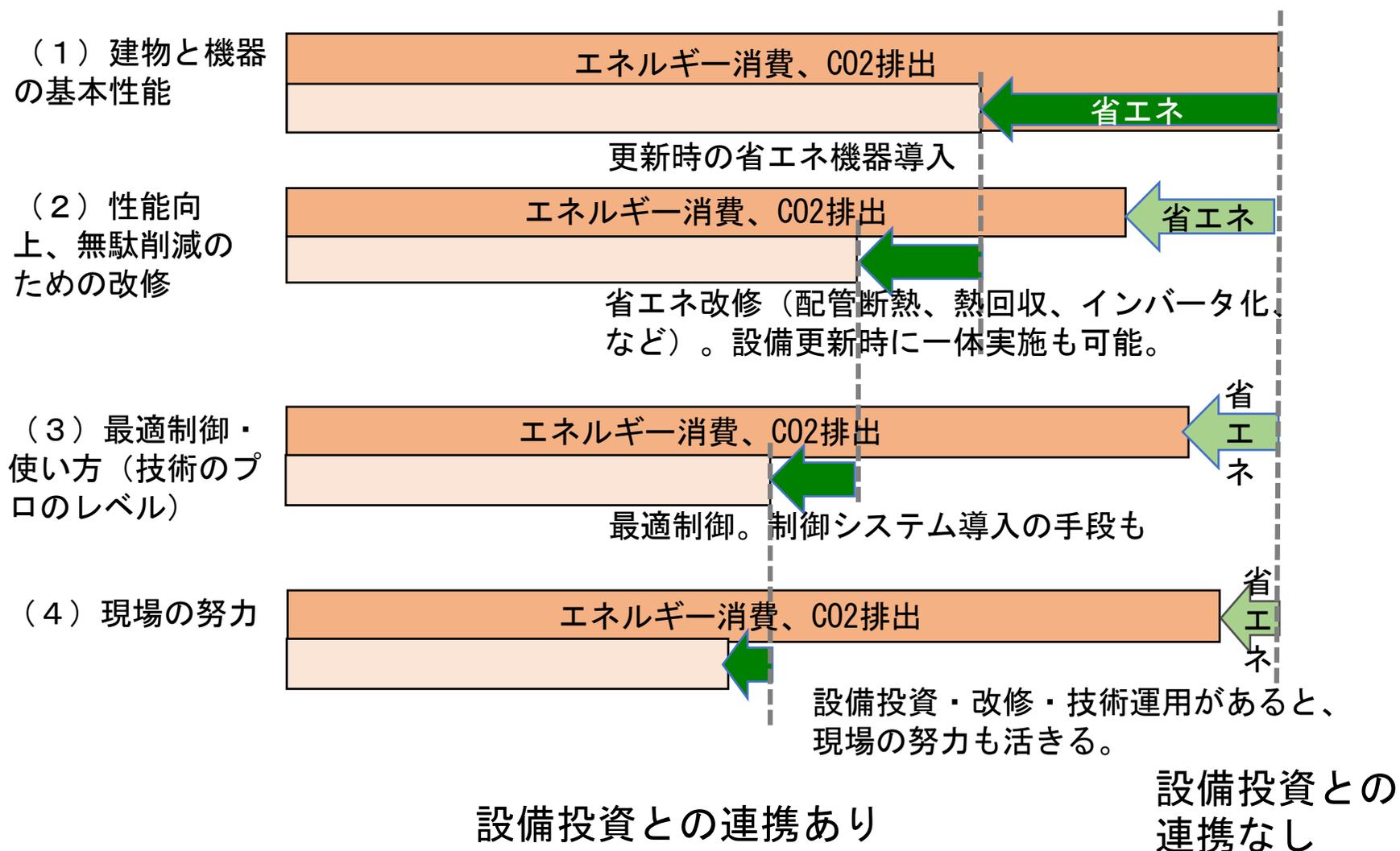
「設備投資」と「我慢」模式図



我慢（省エネ行動の一つ）は毎年続けないと後戻りしてしまう可能性。
省エネ設備投資は一度実施すれば後戻りしない。翌年は別の対策を実施し、
「対策の積み重ね」で増やしていくことが可能。

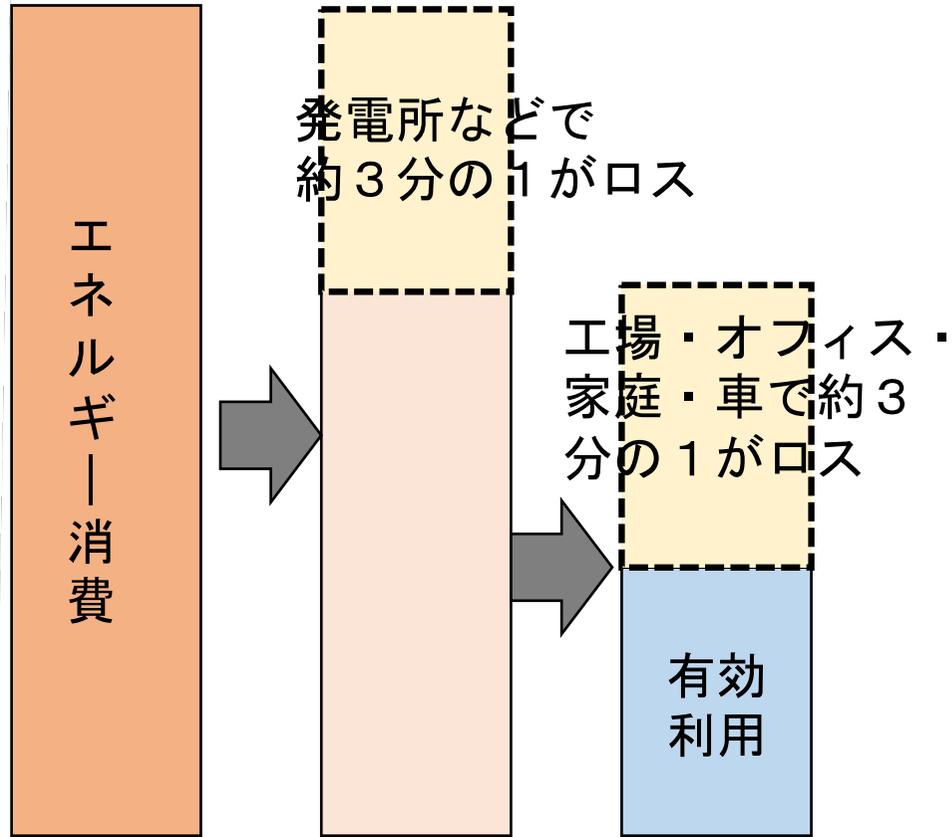
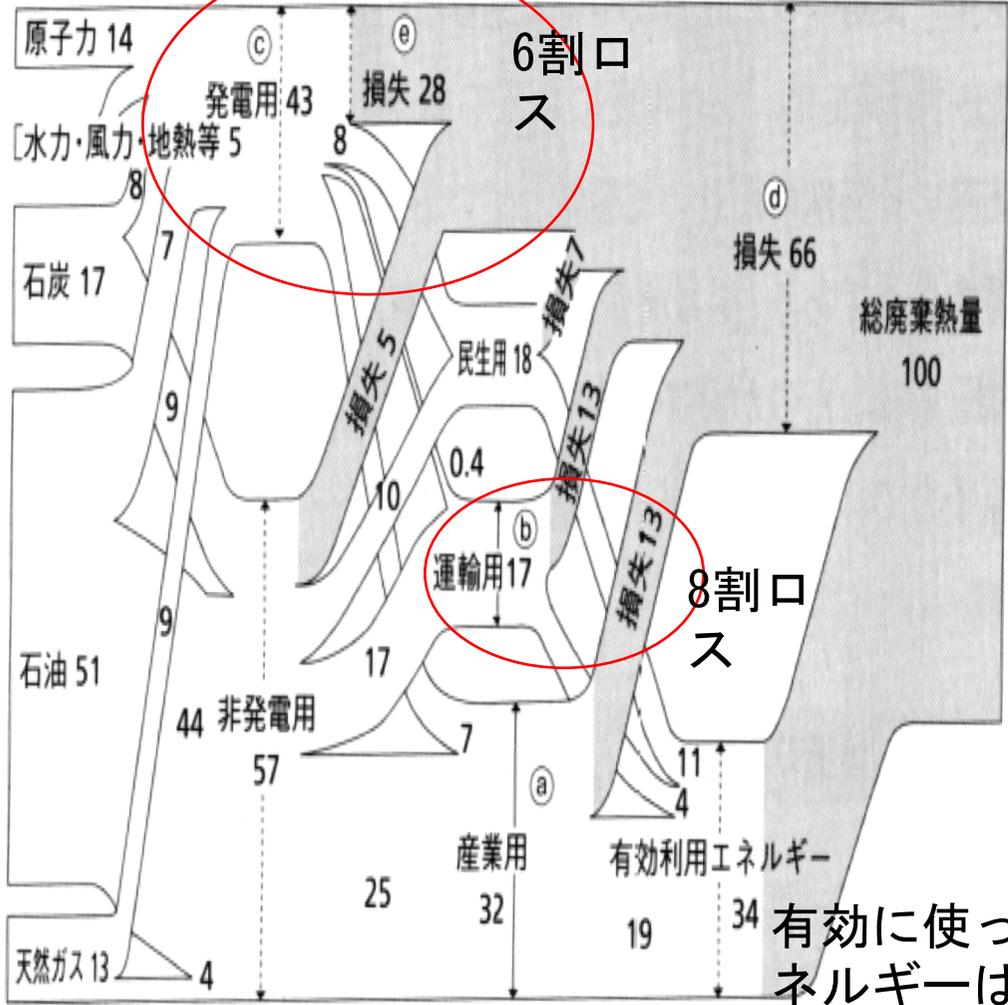
省エネ対策～経営判断と現場の努力

設備投資権限のある経営者の判断が重要。政策や公的情報がそれをサポート。



日本のエネルギーの3分の2は無駄に →大きな省エネの可能性

一次エネルギー国内供給 $2.2 \times 10^{16} \text{ kJ}$



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

工場などに届く前のロス

工場・オフィス・家庭・車でのロス

発電所の省エネ

火力発電所の省エネ、発電効率の差

- ばらつき要因は設備の性能。
- LNG火力発電所では技術進展(他は余り進まず)。
- 発電効率のよい方が、燃料消費もCO₂も燃料代も削減
- 今後は火力全体を減らす。効率の低い方から停止・廃止

東京電力川崎 2-2, 2-3列 中部電力西名古屋 関西電力姫路第二	1600°Cガスタービン + 蒸気タービン	→	発電効率 約54%
東京電力川崎1, 2-1 千葉3, 富津4 中部電力新名古屋8 関西電力堺港	1500°Cガスタービン + 蒸気タービン	→	発電効率 約53%
東京電力 千葉1, 2、品川、富津2, 3 中部電力新名古屋7 関西電力姫路第一	1300°Cガスタービン + 蒸気タービン	→	発電効率 約50%
	1100°Cガスタービン + 蒸気タービン	→	発電効率 約43%
	従来型 (蒸気タービンのみ)	→	発電効率 約40%

工場の省エネ対策

工場の省エネ(熱利用)の劣化



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

12

(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)

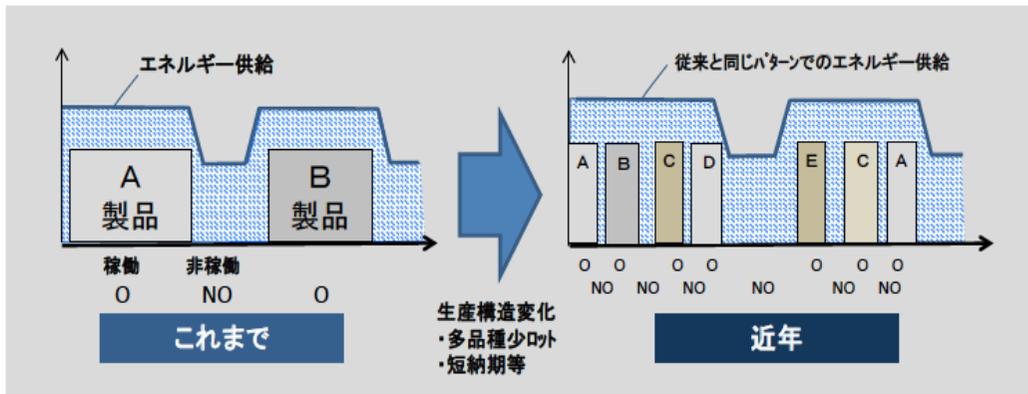
配管断熱、蒸気漏れ

- 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。

一定運転→出力調整が必要（設備対応は？）

【生産現場におけるエネルギー消費パターンの変化例】

○ 製造現場では、「短期・多量」「少量・多品種」「高付加価値化・差別化」といった生産構造変化が、固定的エネルギーのロス要因となつてきていると推測される。



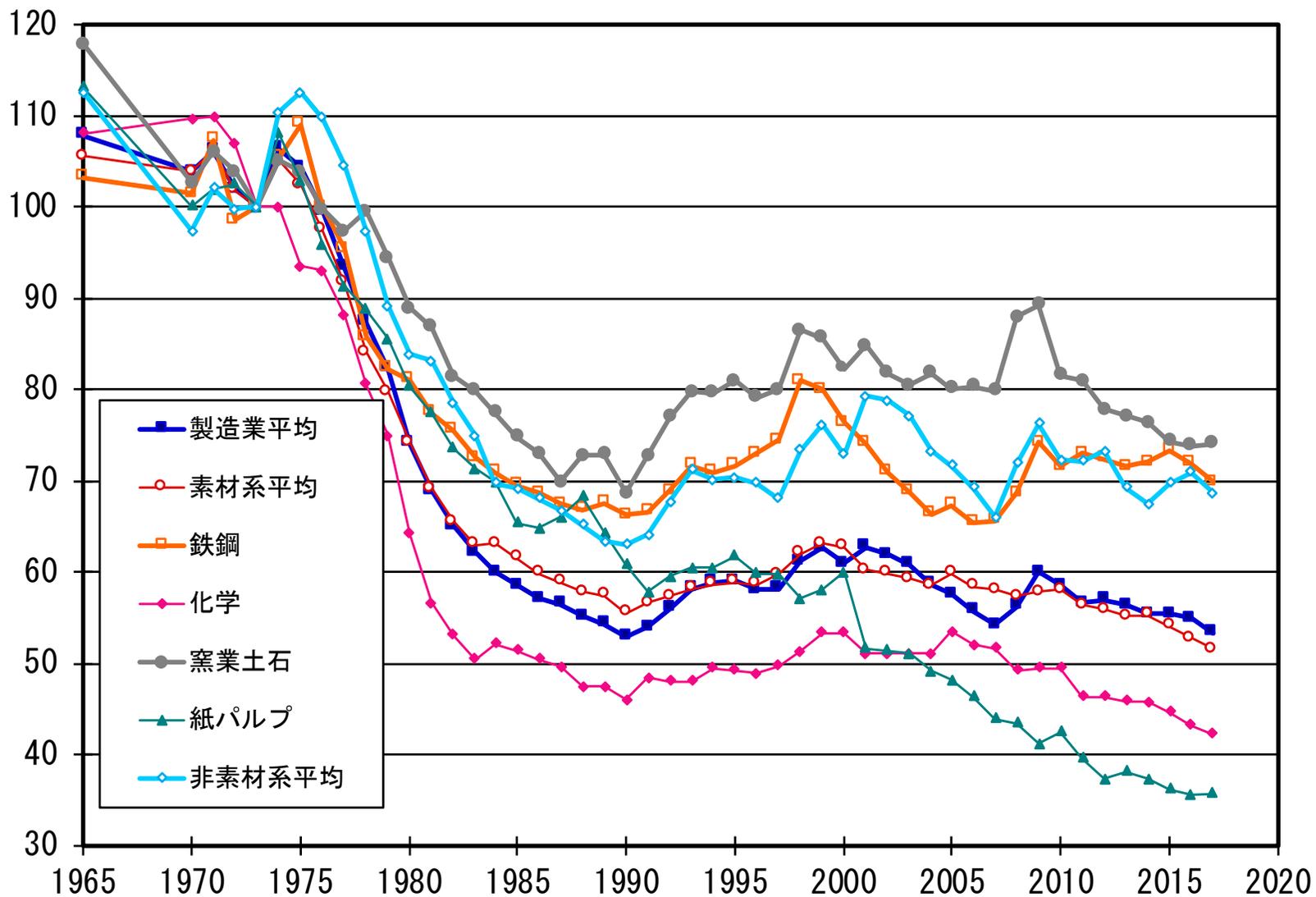
従来型は常にフル出力
→需要に応じて出力変動可能に
(大きな省エネに)

対応技術	
電気	<ul style="list-style-type: none"> モーター、ポンプ、ファンの出力調整可能技術（インバータ化など） コンプレッサーなど運転台数を変化
熱	<ul style="list-style-type: none"> ボイラーなど小口化、運転台数を変えて制御（効率化）

製造業のエネルギー効率の推移

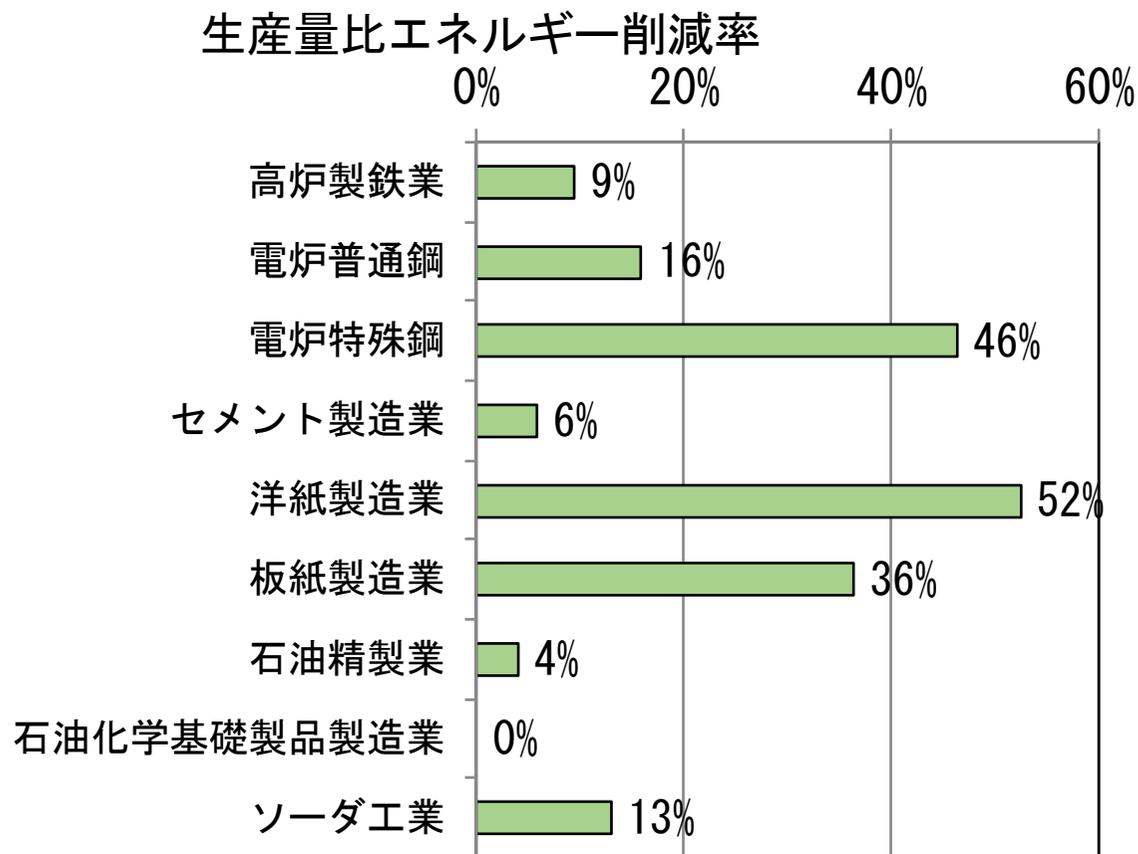
1985年頃から製造業のエネルギー効率は停滞

生産指数あたりエネルギー消費量推移(1973=100)



素材製造業の他社並み対策による省エネ可能性(2018)

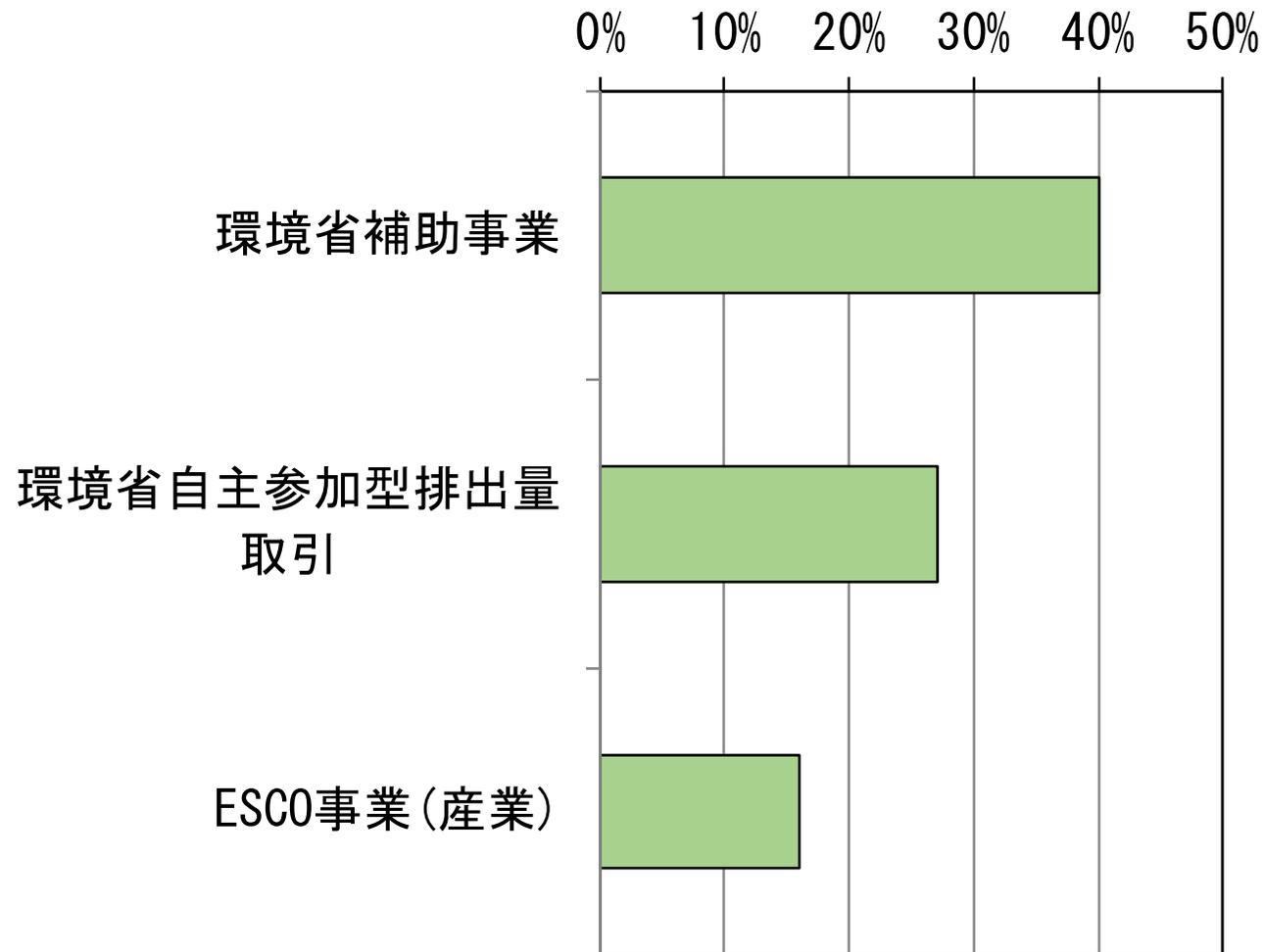
業種平均→業種優良事業所（優良工場で取り入れている技術を採用。改修を含む）で大きな省エネ



石油化学は今後目標強化？（他業種は目標達成が増えると目標強化してきた）

工場の省エネの例

- 非素材製造業（食料品、機械など）の対策実施。



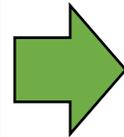
補助事業は岡山県での対策診断実施の平均。投資回収3.7年

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。

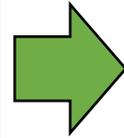
工場の省エネ例（主に電気）

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



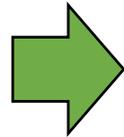
設備更新でエネルギー▲50%の事例。

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）



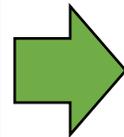
設定変更でエネルギー▲40%の事例。

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

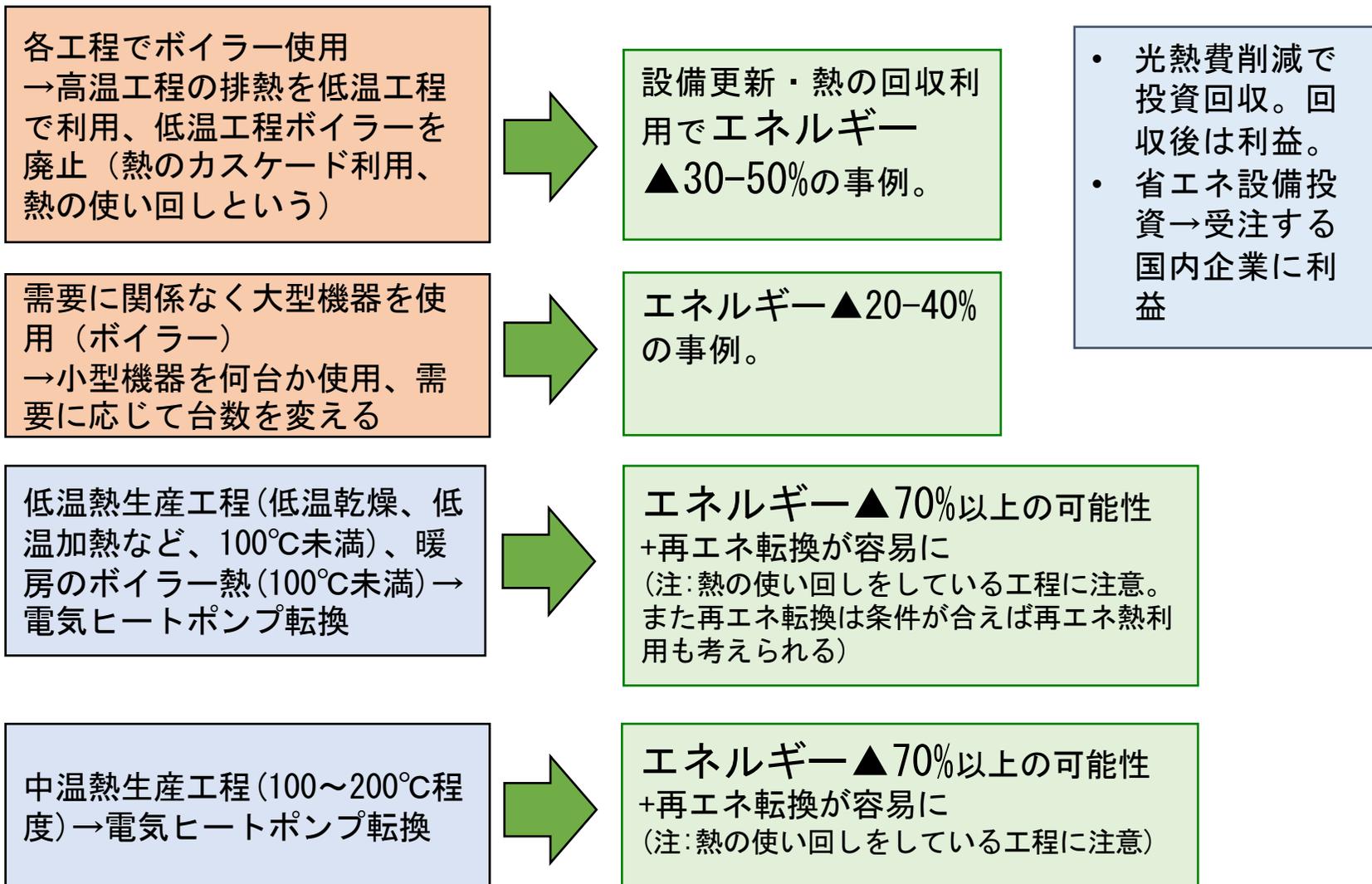
旧型の従業員用照明・空調
ボイラー暖房、旧型集中型冷暖房設備、水銀灯、旧型蛍光灯などなど



空調は▲50%以上、照明も▲50%以上の可能性
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

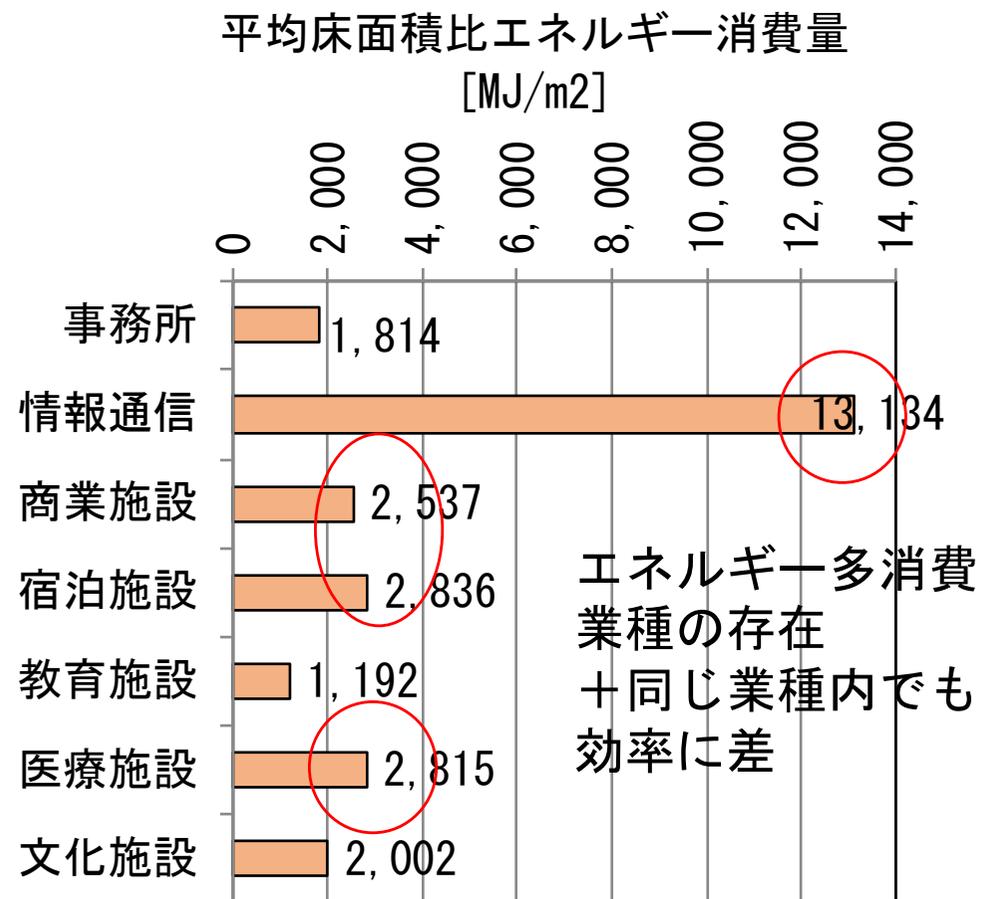
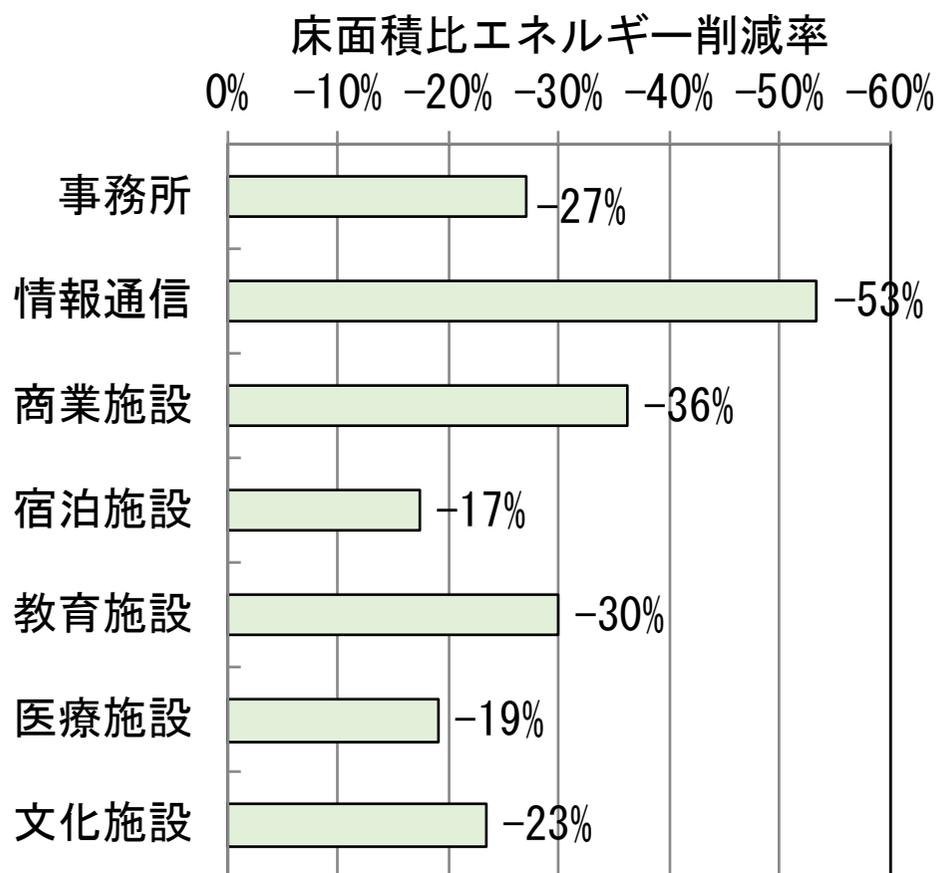
工場の省エネ：熱の有効利用



オフィス、家庭の省エネ対策

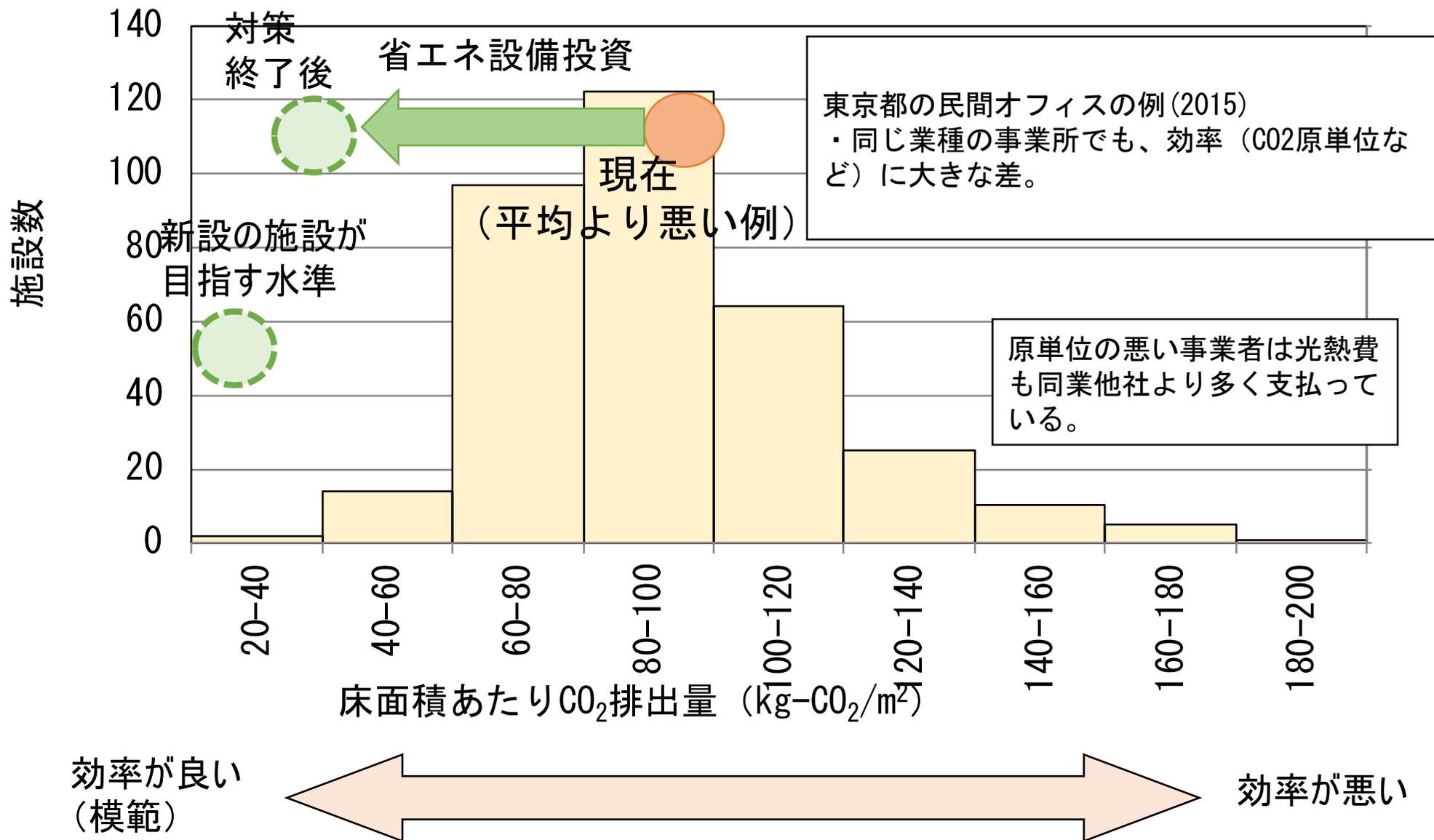
オフィスなどの他社なみ対策による省エネ(2017)

業種平均→業種優良事業所で大きな省エネ



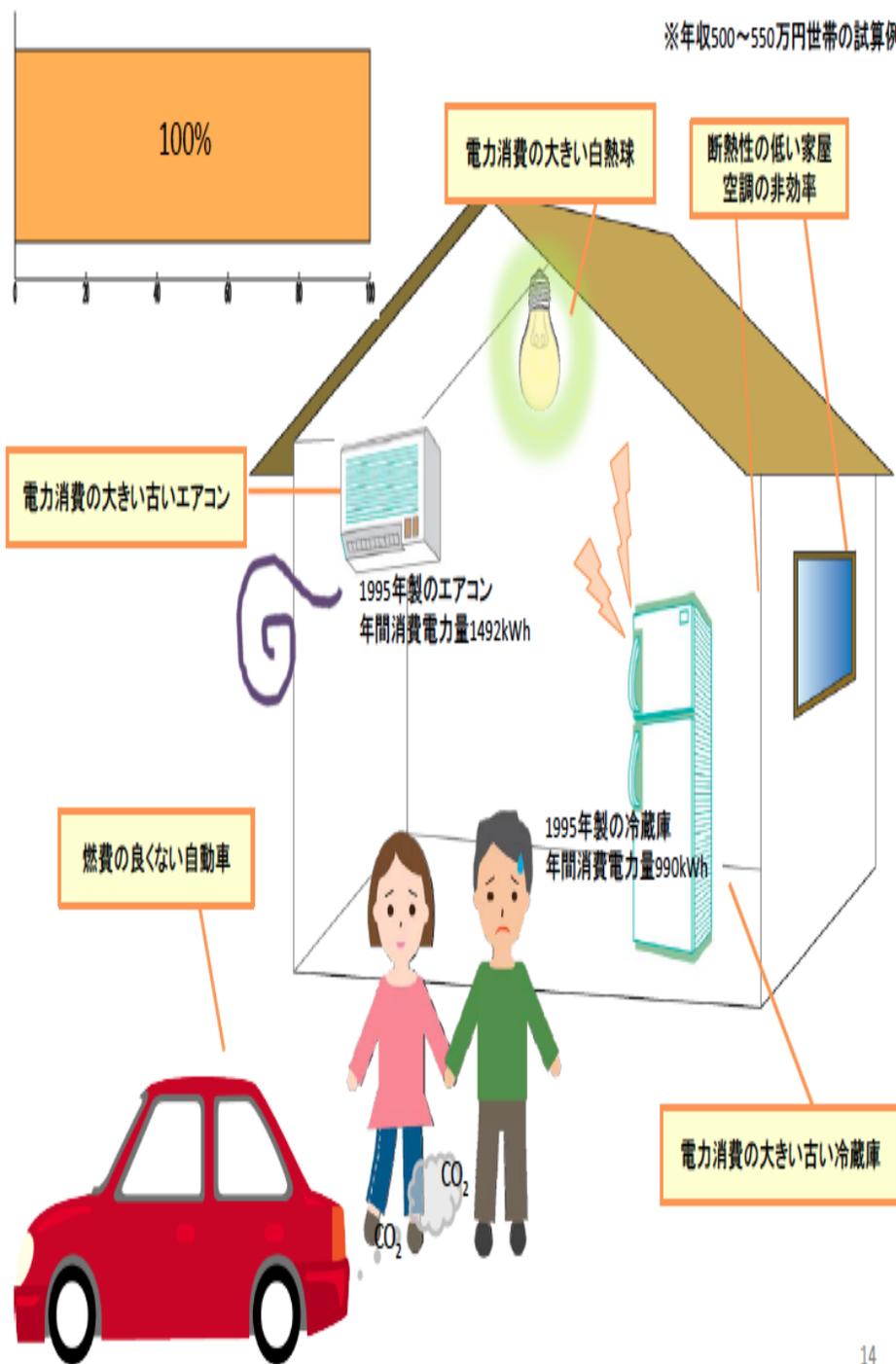
2017年度各業種平均から優良事業者(上位15%)レベルになった時の削減。

東京都の民間事務所の床面積あたりCO₂排出量(2015) 効率に差



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…

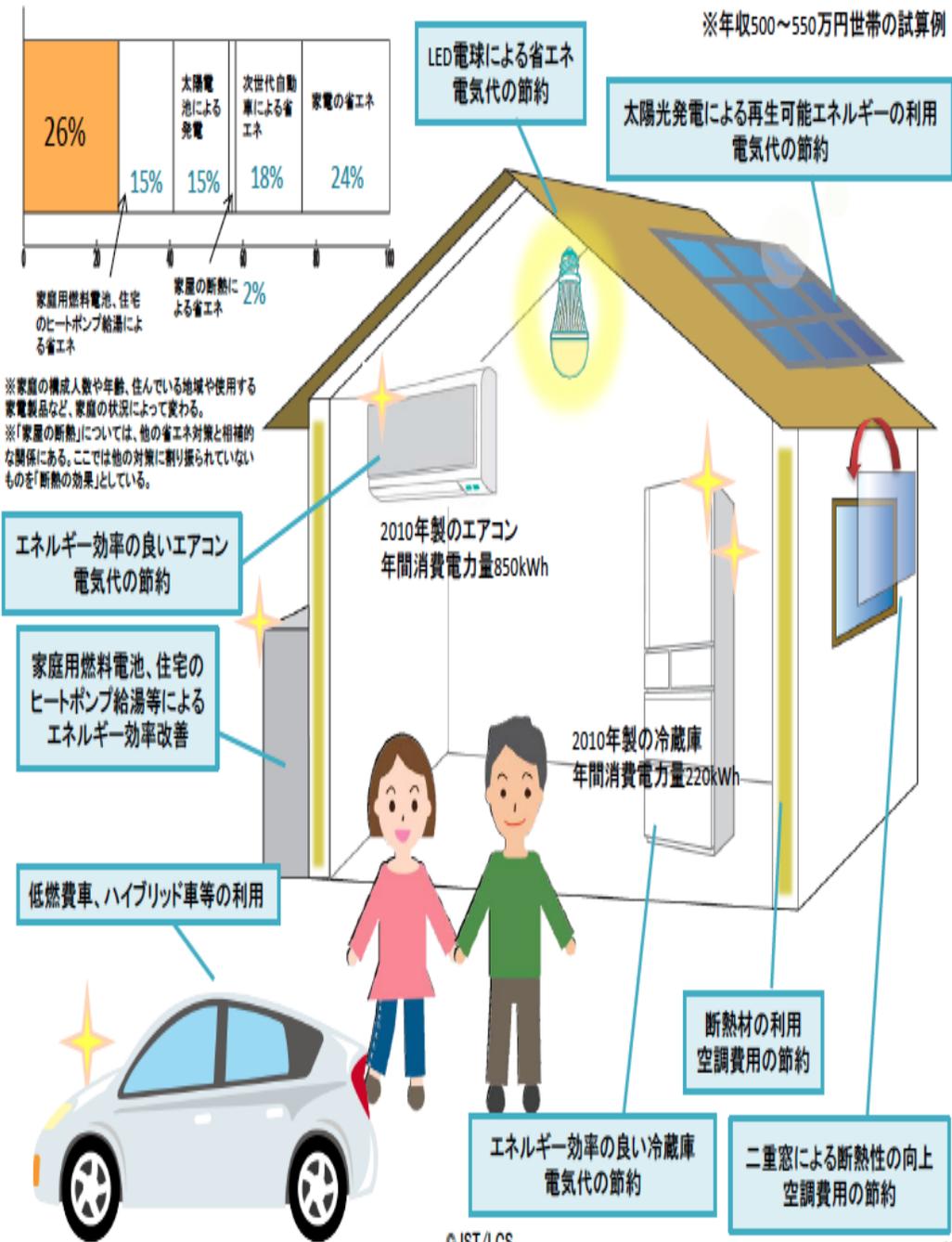
※年収500～550万円世帯の試算例



©JST/LCS

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

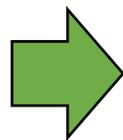
※年収500～550万円世帯の試算例



©JST/LCS

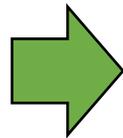
業務部門の省エネ例（主に電気）

旧型空調特に旧型集中型冷暖房設備→省エネ空調（可能なら個別空調）



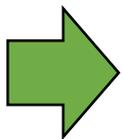
設備更新などでエネルギー▲30~70%

旧型照明、特に水銀灯、旧型蛍光灯など→LED



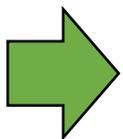
設備更新などでエネルギー▲50%
新型蛍光灯→LEDでも▲20%
スイッチ小分けで更に削減

特殊空調（冷凍倉庫、マシンルームなど。1年中使用）
→省エネ冷凍空調設備



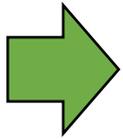
設備更新でエネルギー▲20-50%

電気温水器（ヒーター）



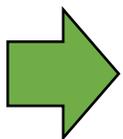
ヒートポンプ化でエネルギー▲70%以上
再エネ転換なら太陽熱温水器も

マシンルームなどの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%等）



設定変更でエネルギー▲20-30%

旧型電気設備
出力制御しにくい送風機やポンプ

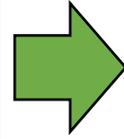


設備更新・改修エネルギー▲30%

- 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

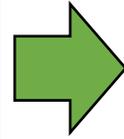
業務部門・家庭部門の省エネ：熱の有効利用

断熱建築物
日本型ゼロエミッションビル
(ZEB) (またはZEB ready)
さらに欧米なみ断熱ビル



断熱基準比▲5割
無断熱から見れば
エネルギー▲7割
(欧米型はもっと削減)

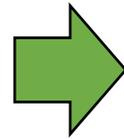
断熱住宅
日本型ゼロエミッション住宅
さらに欧米なみパッシブ断熱
住宅



断熱基準比▲5割
無断熱から見れば
エネルギー▲8割
(欧米型はもっと削減)

他にも省エネ技術多数。

暖房のボイラー熱など→電気
ヒートポンプ転換



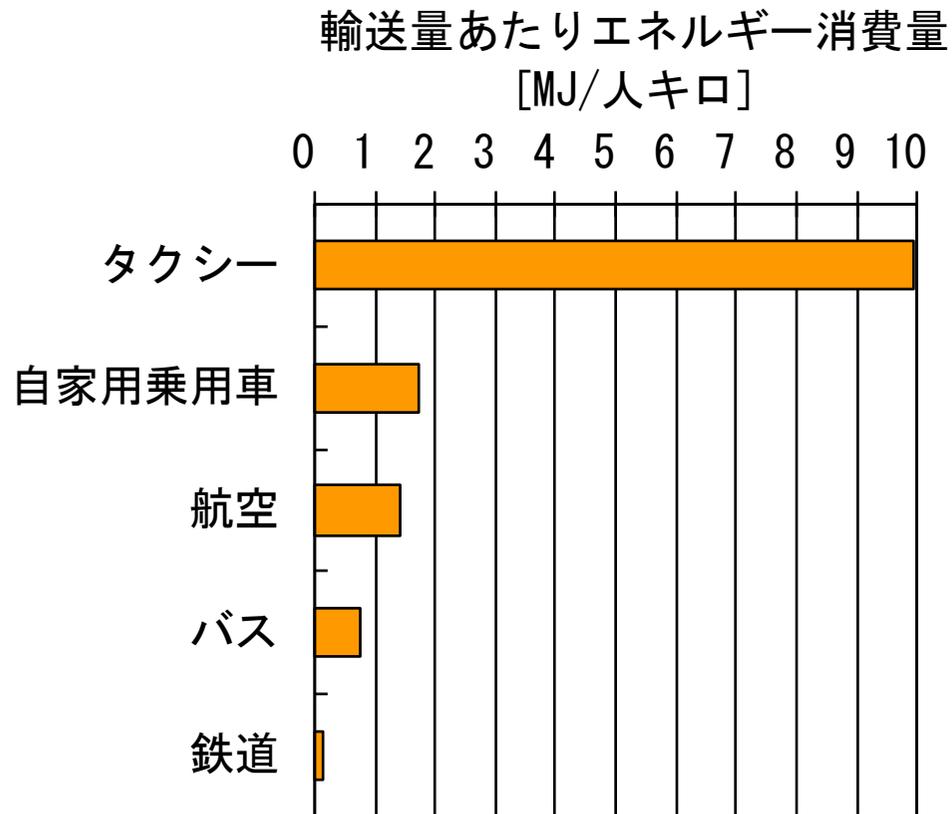
エネルギー▲70%
以上の可能性

- 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

運輸部門の省エネ対策

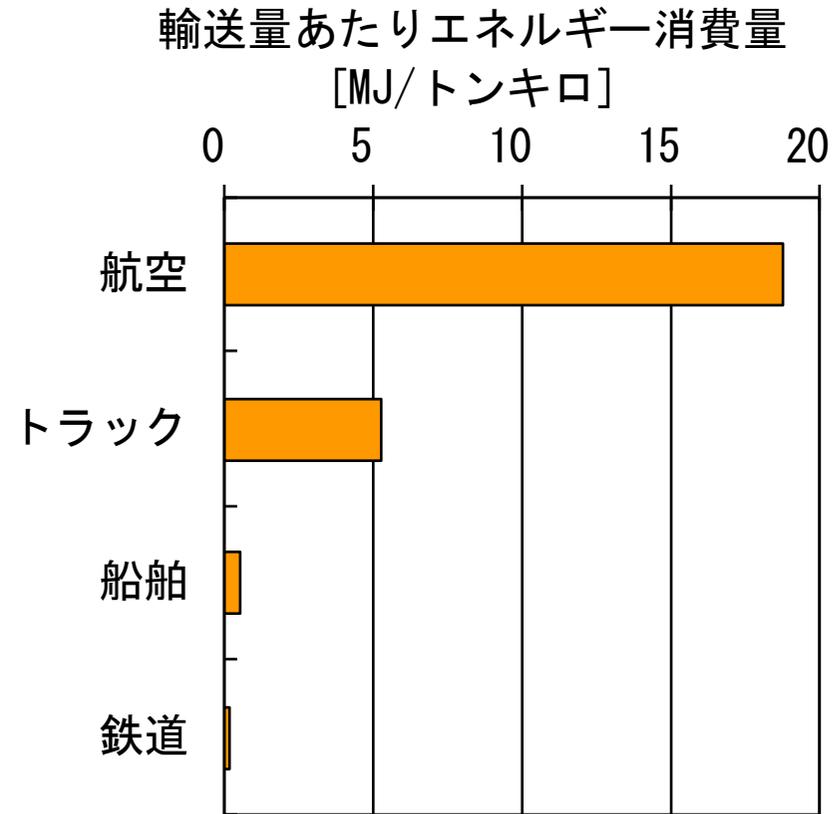
運輸部門の輸送量あたりエネルギー消費量(2018)

運輸旅客



乗用車はバスの2.5倍、鉄道の11倍。
電気は二次エネルギーで計算。

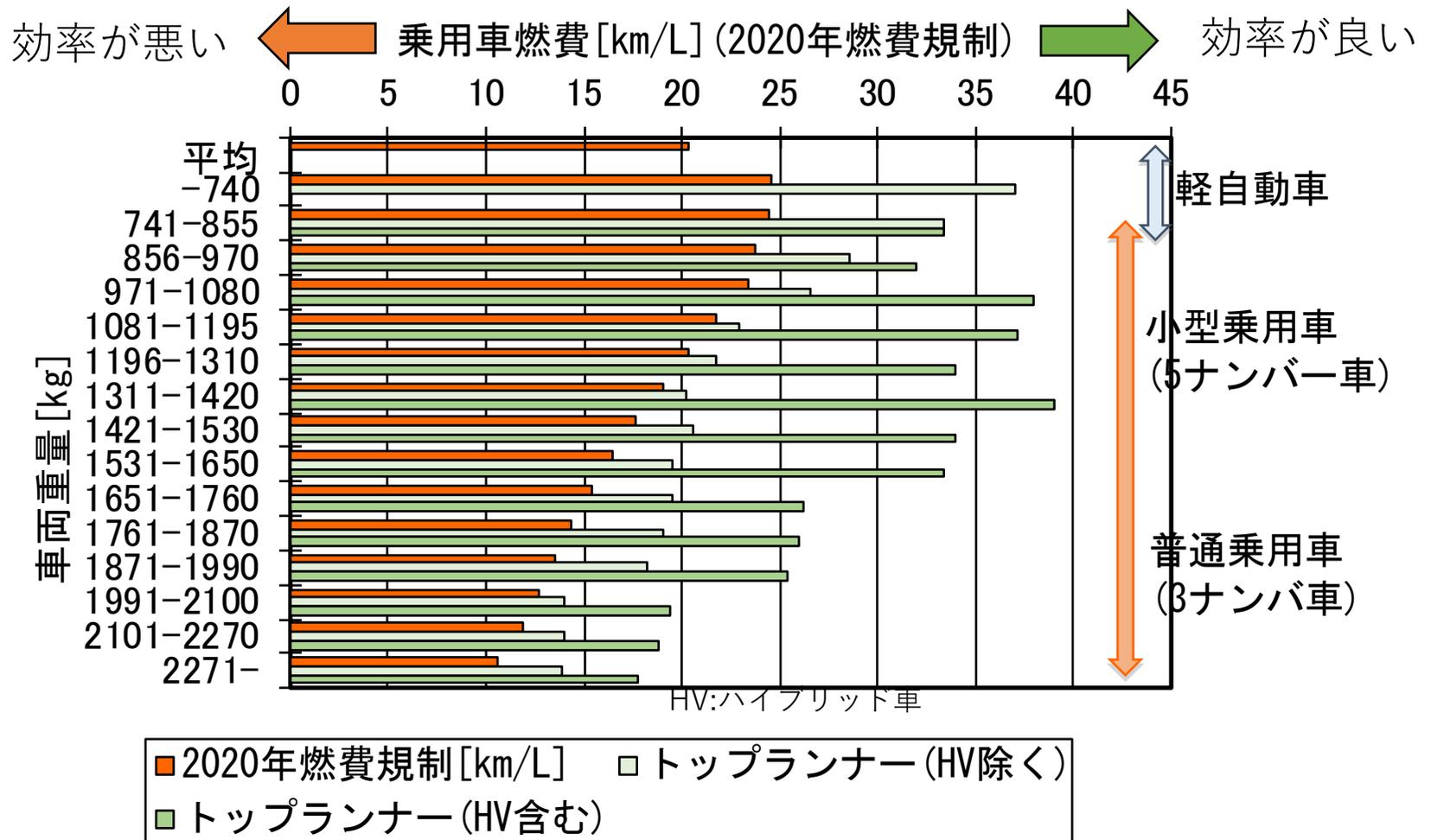
運輸貨物



トラックは船舶の10倍。

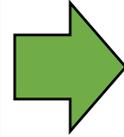
乗用車の大きさ別燃費

- 同じ大きさ、重さでも、燃費基準を大きく超える優良(省エネ)車がある。
- 大型化すると極端に燃費が悪い。これはハイブリッド車でも同じ。



運輸部門の省エネ（車を中心に）

ガソリン乗用車の燃費のよい車への更新による燃費改善



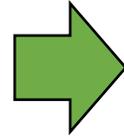
エネルギー▲2~4割

バス、トラックの燃費のよい車への更新による燃費改善



エネルギー▲2割

乗用車の電気自動車転換

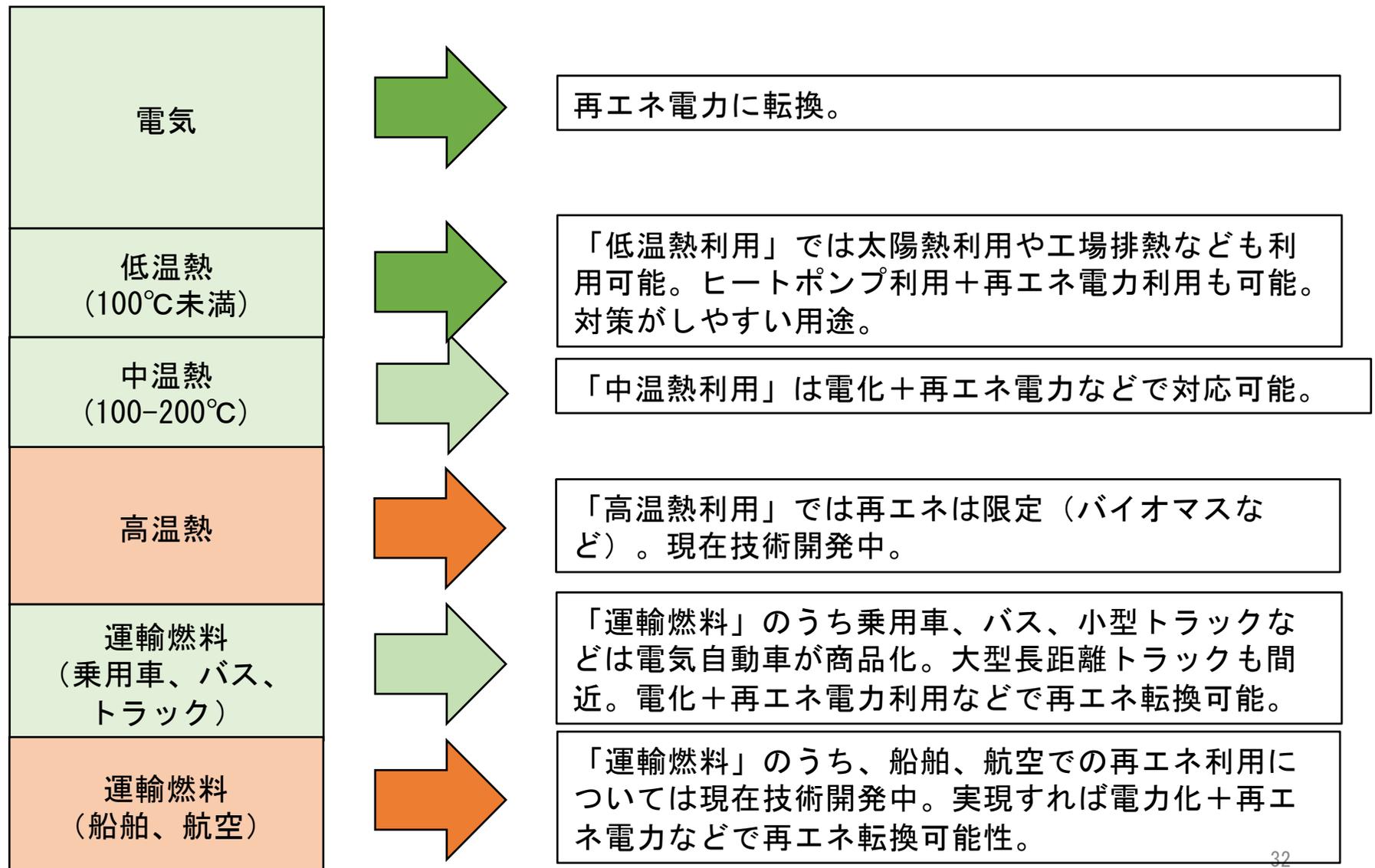


エネルギー▲70-80%の可能性
(ガソリンと電気のエネルギーで比較。一次エネルギー換算しない)

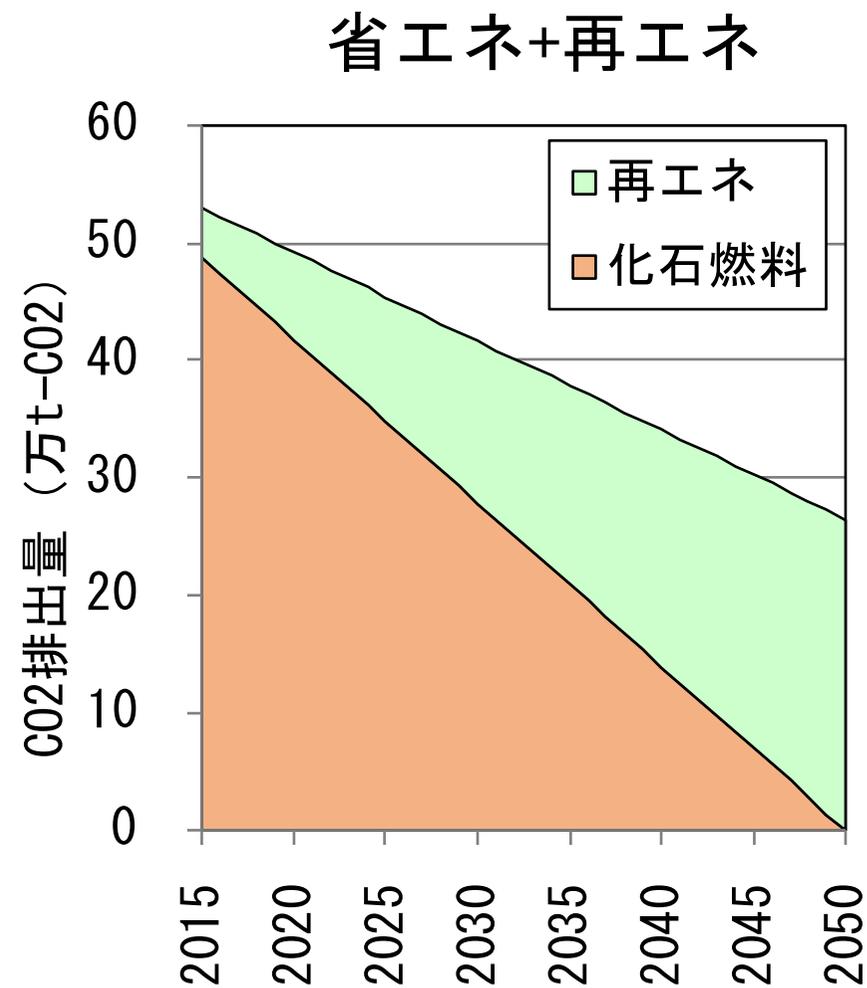
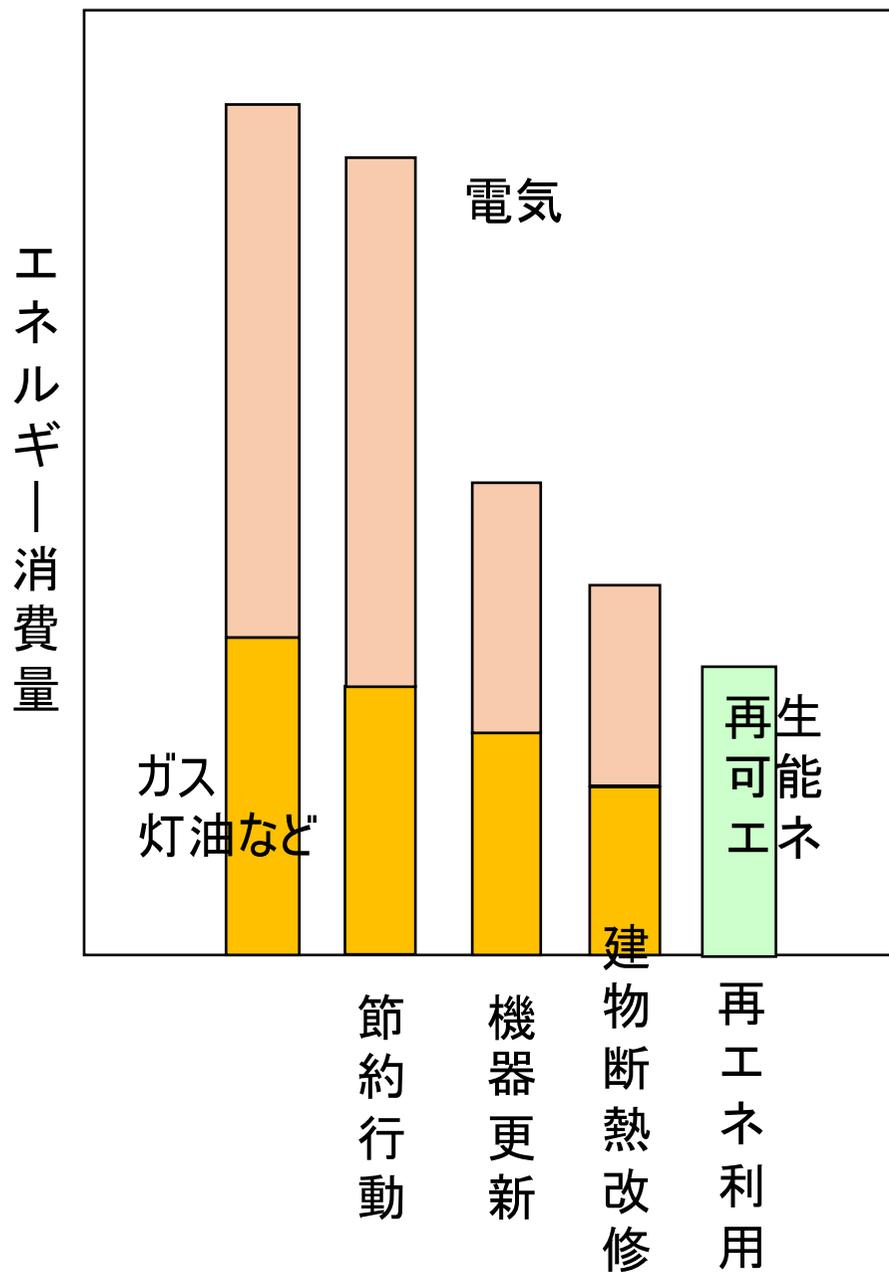
- 光熱費削減で投資回収。回収後は利益。
- 省エネ設備投資→受注する国内企業に利益

再エネとの関係

エネルギー利用と再生可能エネルギーの用途



省エネ・再エネ対策の模式図



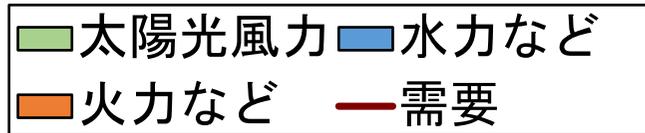
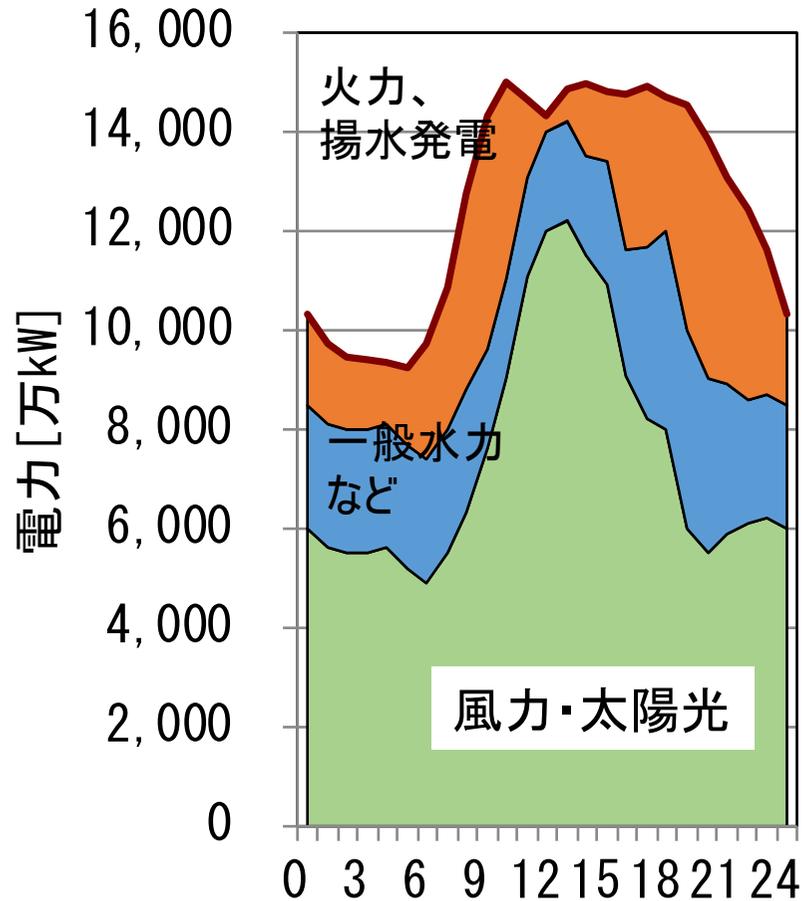
CO2ゼロには・・・
 エネルギー消費総量も半減
 (光熱費もおそらく半減)

再エネ拡大時の省エネ

変動再エネ電源を使いこなす
ために

再エネ化のための電化
その際の省エネ

- 夕方の需要削減
- 夕方・夜から太陽光の卓越する昼へのシフト



エネルギー消費
全体削減（基本）

日本の2050年削減対策

省エネ対策

部門		2030年度まで	2050年度まで
産業部門	素材製造業（鉄鋼、セメント、化学工業、製紙）	省エネ法ベンチマーク水準を各業種で達成 電炉割合50%	2030年水準維持 電炉割合70%
	非素材製造業、非製造業	生産設備：補助事業やESCO等の実績水準 冷暖房照明は業務部門なみ改善	2030年水準維持
運輸部門	旅客	乗用車、バスの平均燃費は現在の燃費規制のトップレベルに 自家用乗用車で電気自動車普及20%、タクシー・バスで3%	乗用車、バスは電気自動車転換 鉄道、船舶、航空は2030年水準維持
	貨物	トラックの平均燃費は現在の燃費規制のトップレベルに トラックの電気自動車」普及3%	トラックの90%を電気自動車に転換 トラックの一部、鉄道、船舶、航空は2030年水準維持
業務部門、家庭部門		照明・機器の省エネ機器転換、断熱建築普及	断熱建築普及

新技術開発を見込まない。（トラックの電気自動車化のみ。商品化間近）

再生可能エネルギー普及、燃料転換(天然ガス転換)

対象		2030年度まで	2050年度まで
電力		再エネ拡大(約44%)、 石炭石油火力終了、残る火力はガス	再生可能エネルギー転換
熱利用	業務・家庭(低温熱利用)	再エネ拡大、一部天然ガス転換	再生可能エネルギー転換
	高温熱(鉄鋼高炉)	石炭利用、一部天然ガス転換	石炭利用、一部天然ガス転換
	高温熱(高炉以外)	一部天然ガス転換	天然ガス転換
	産業中温熱利用	一部天然ガス転換、一部電化、排熱利用など	一部電化(再エネ電力使用)、天然ガス転換
	産業低温熱利用	再エネ拡大、排熱利用	再生可能エネルギー転換
運輸燃料	乗用車、バス、トラック	電気自動車導入	電気自動車転換(再エネ電力使用) トラックの一部は天然ガス
	船舶、航空		石油利用

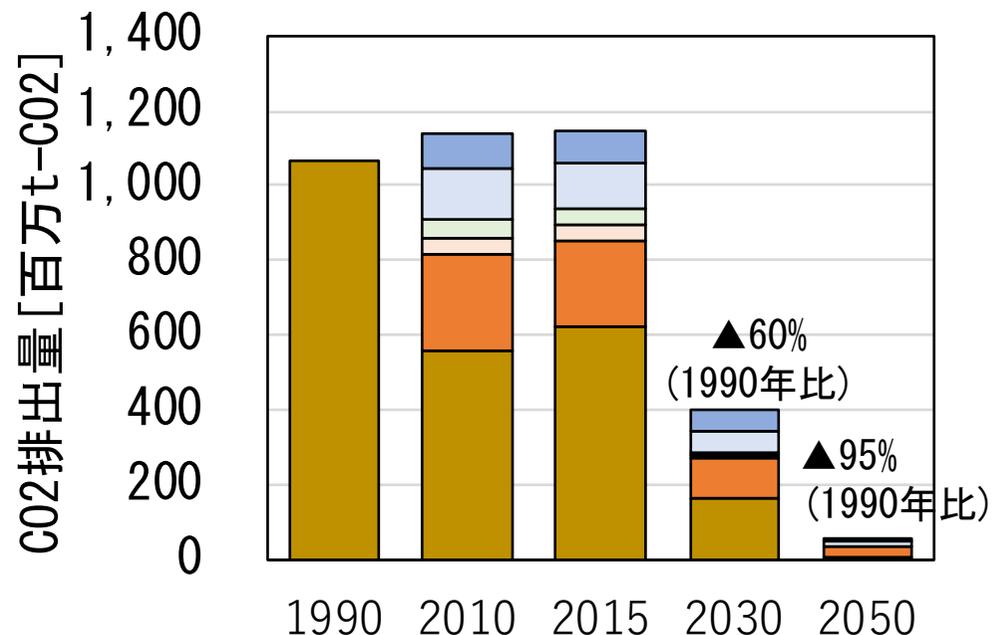
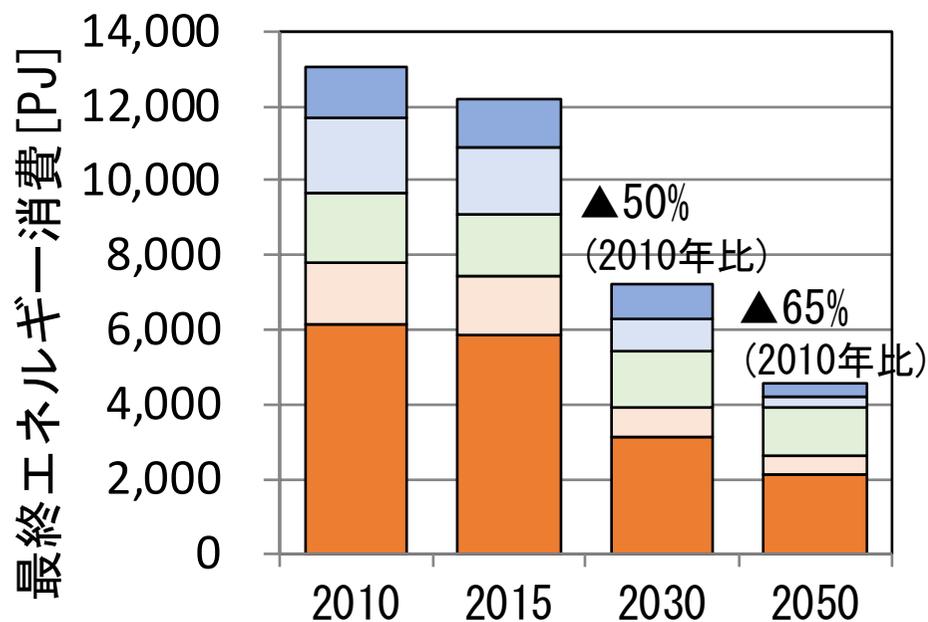
原子力は見込まない。

CO2回収貯留など見込まない

エネルギー消費量

エネルギー起源CO₂排出量

世界で、2050年頃にCO₂排出ゼロ、再エネ100%が可能との研究多数。
日本では植屋の研究で2050年再エネ100%。

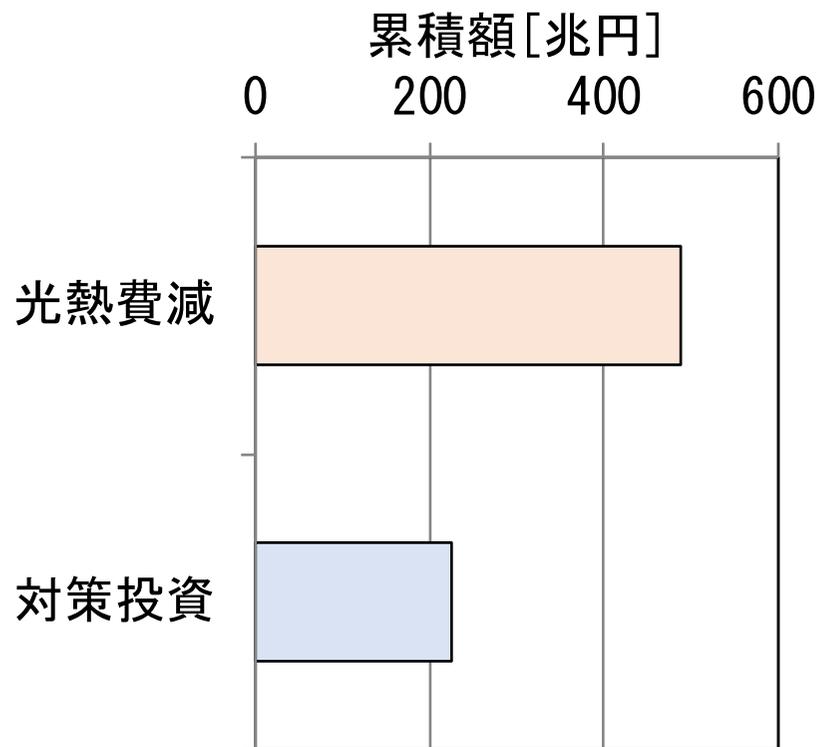


■産業 □業務 □家庭 □運輸旅客 ■運輸貨物

■エネ転換 ■産業 □業務
□家庭 □運輸旅客 ■運輸貨物

対策による光熱費減(2018-2050)と累積対策投資額

対策なしの場合に比較し対策ケースで光熱費が大きく削減、全体として投資回収可能と推定。



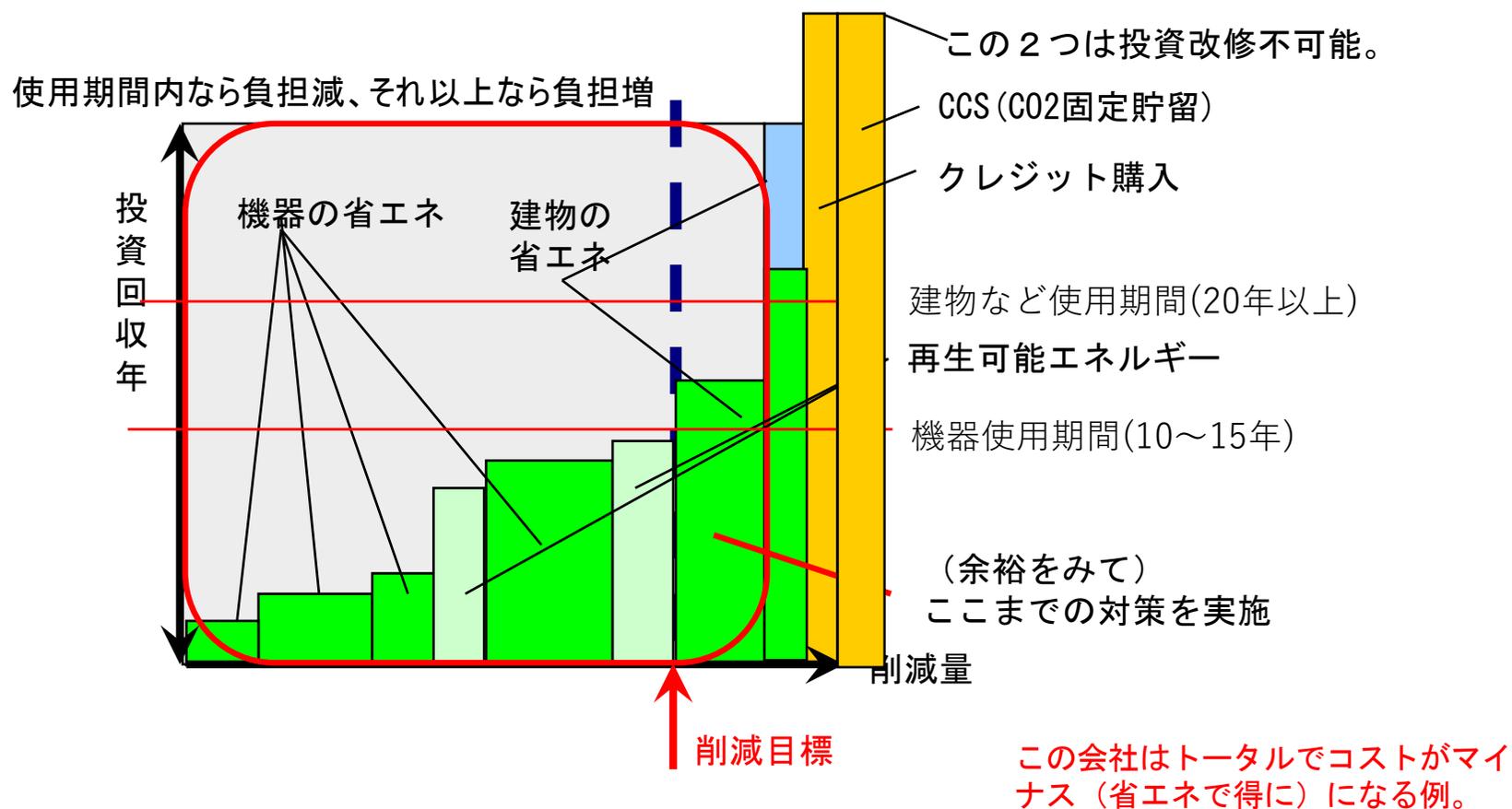
燃料単価はIEA世界エネルギー需給見通し2018年版で計算。

省エネ設備単価は現状通り。

再エネ電力は、太陽光、風力とも、2030年に2018年の国際価格に下がると想定。

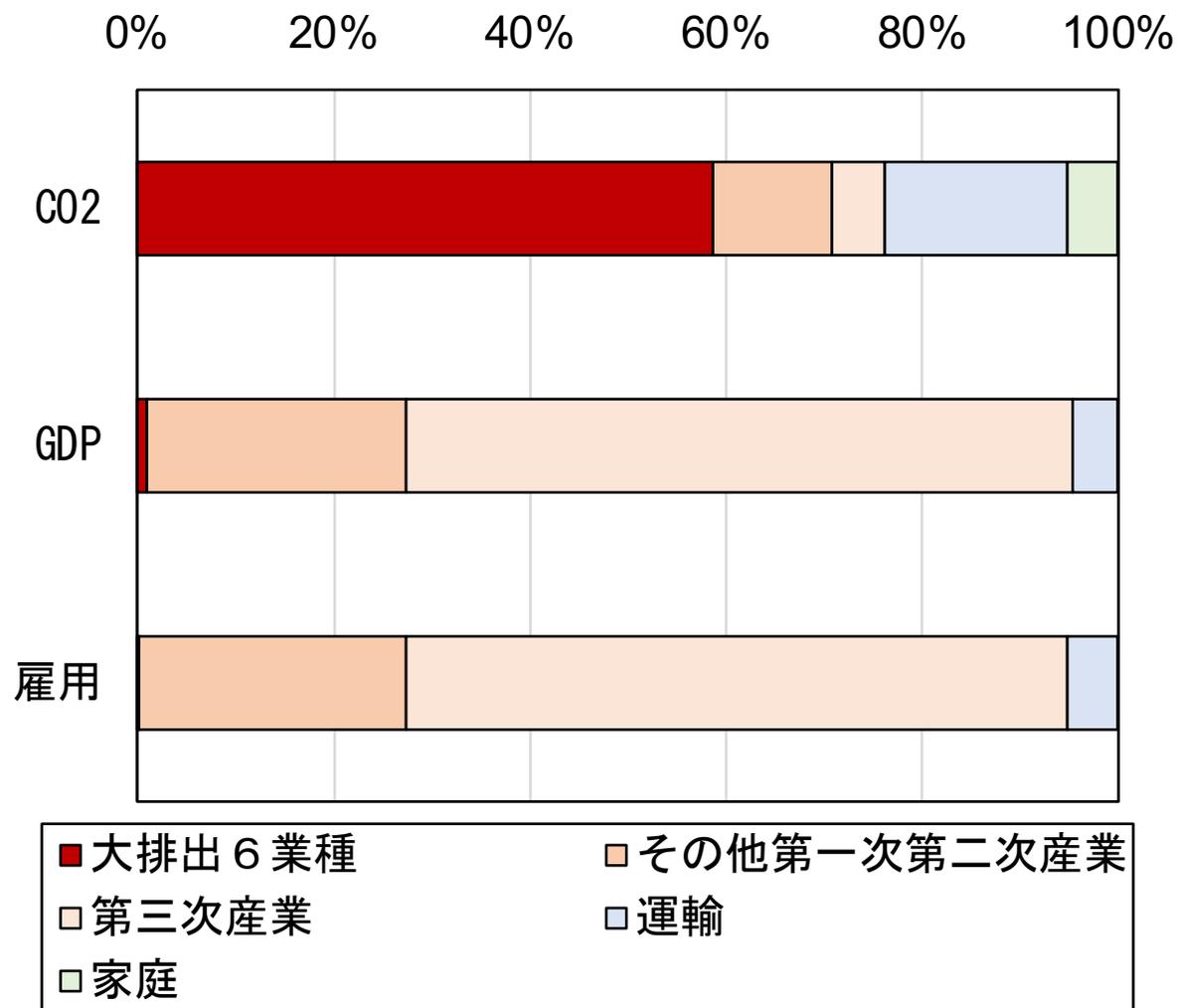
割引率3%で計算。

費用対効果



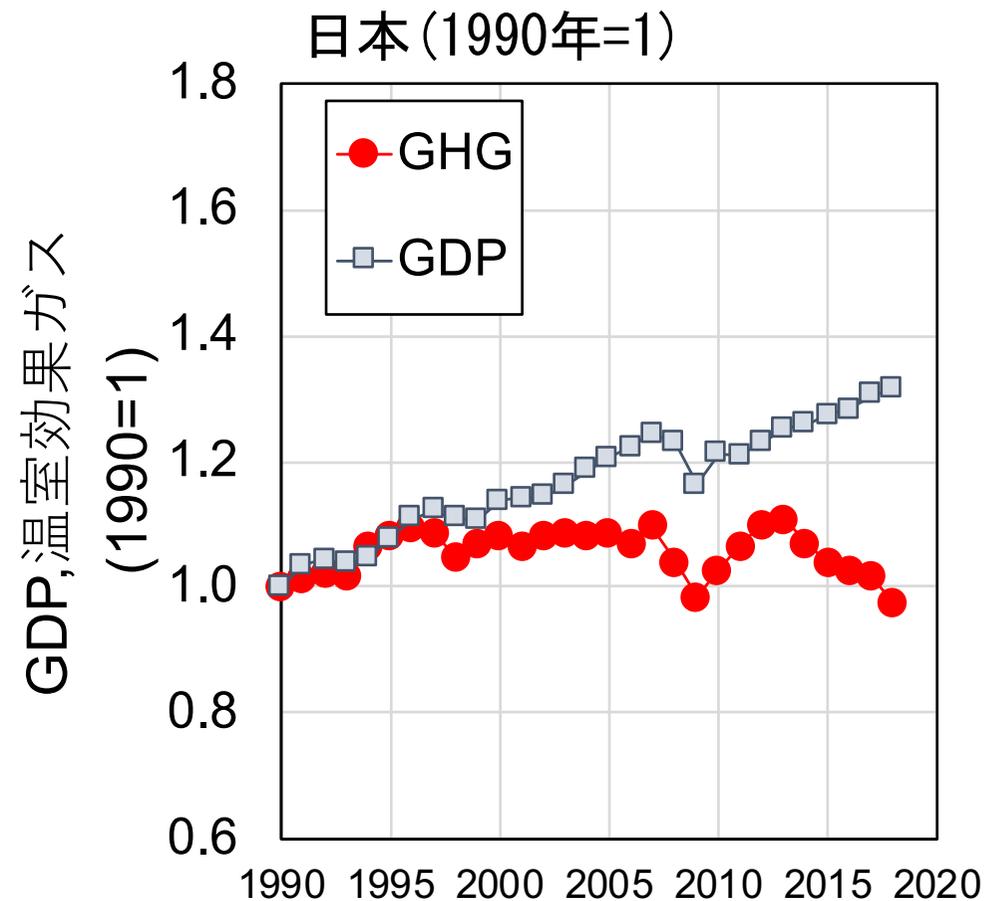
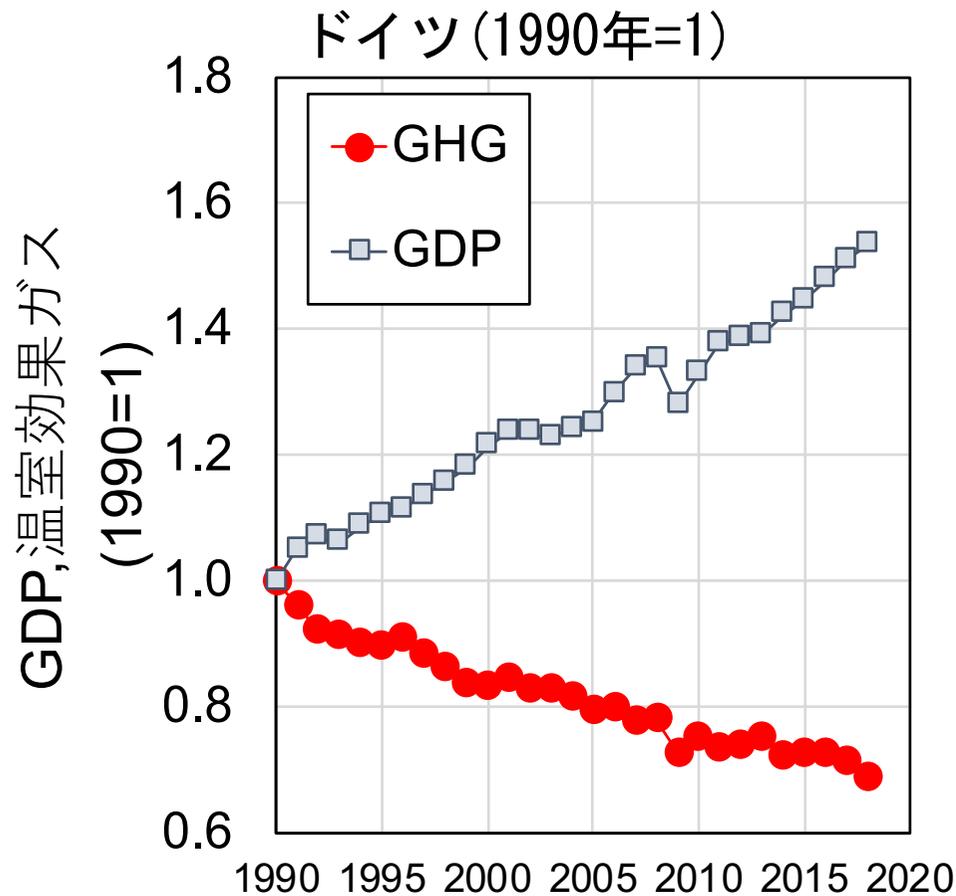
投資回収年：初期投資を光熱費減で何年でもとがとれるか。
費用は、初期投資だけでなく光熱費減も入れたトータルを考えることが必要

日本のCO₂排出、GDP、雇用



注：大排出6業種は、火力発電、高炉製鉄業、化学素材（ソーダ工業・石油化学基礎製品など）、洋紙製造業・板紙製造業、セメント製造業、石油精製業。（2015年段階）

GDP (国内総生産) と温室効果ガス排出



※ドイツに限らず、EU全体と欧州20数ヶ国が日本より高い経済成長率でかつ排出削減。産業のサービス化と、省エネ・再エネ産業のようにCO₂削減を仕事にする産業が発展。

まとめ

- パリ協定、IPCC1.5°C特別報告を契機に世界で将来の脱炭素に向けた動き。省エネも対策の柱。
- 既存優良技術の広範な普及で、エネルギー半減などの大きな削減が技術的に可能。
- エネルギー総量削減に加え、変動再エネにあわせた省エネ対策が可能。
- 対策費・設備投資費は一般に光熱費減より小さい。対策は光熱費としてほぼ域外流出していたお金を市内で循環。対策が地域発展に寄与すると期待される。