

# 既存優良技術を用いた中期的な省エネの可能性

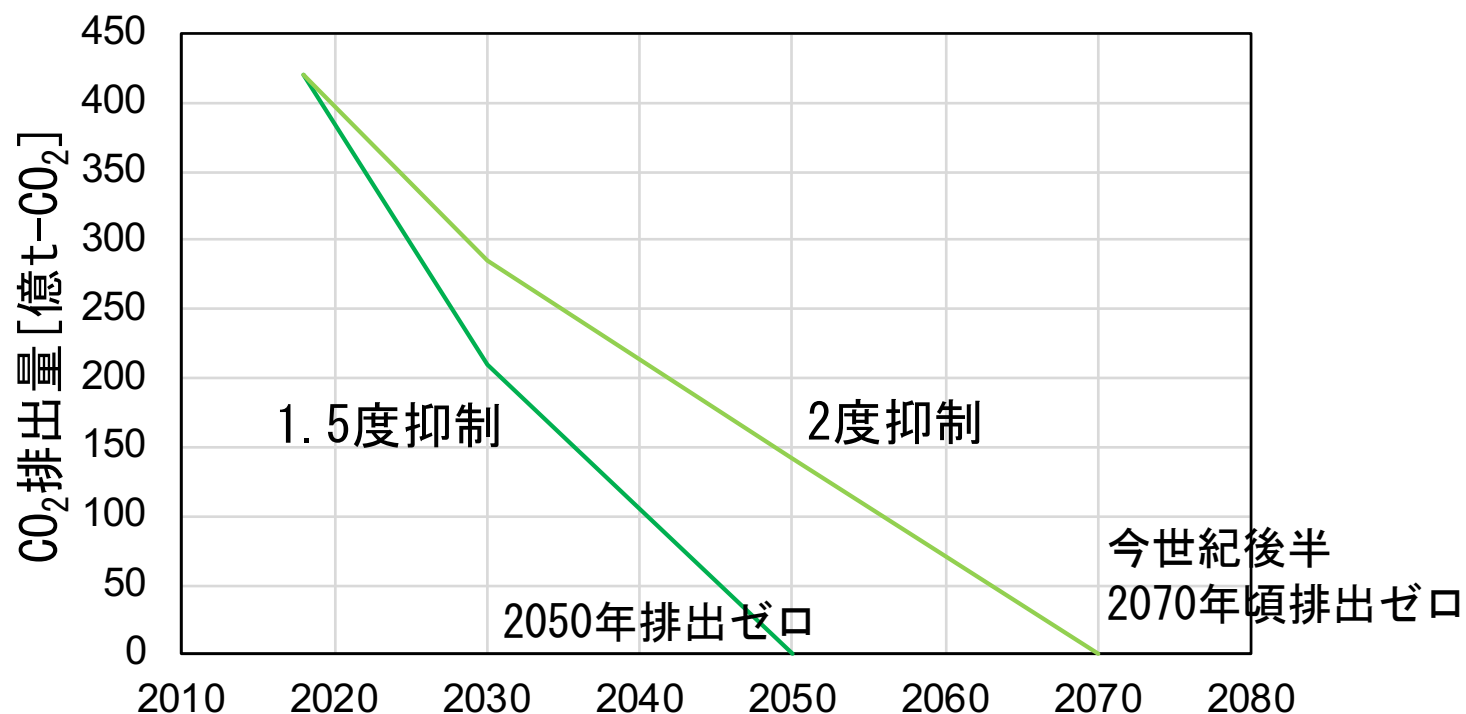
2020年6月29日

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

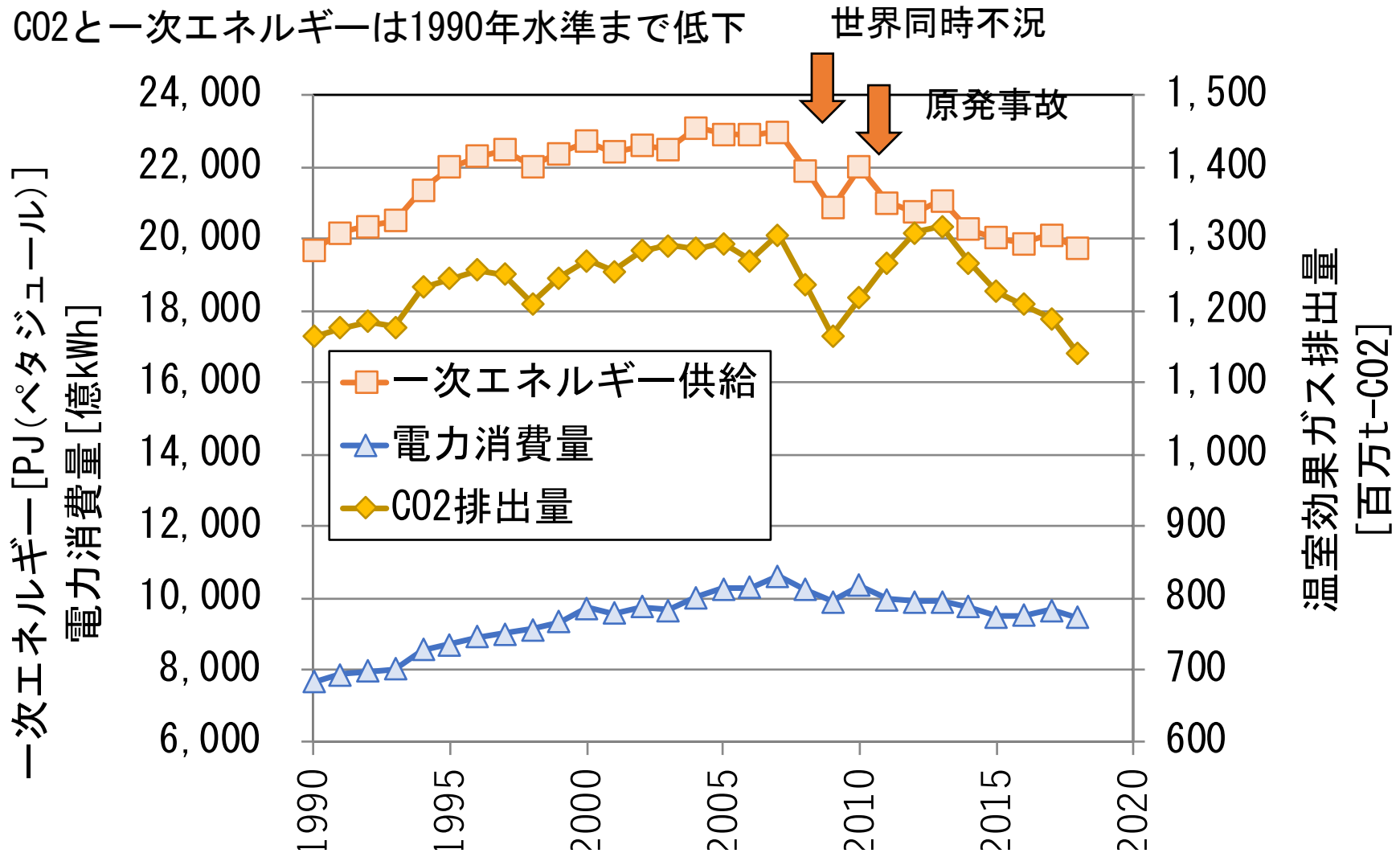
カーボンバジェット:世界の排出の18-21年分

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、CO<sub>2</sub>排出量 2010年以降省エネ進展

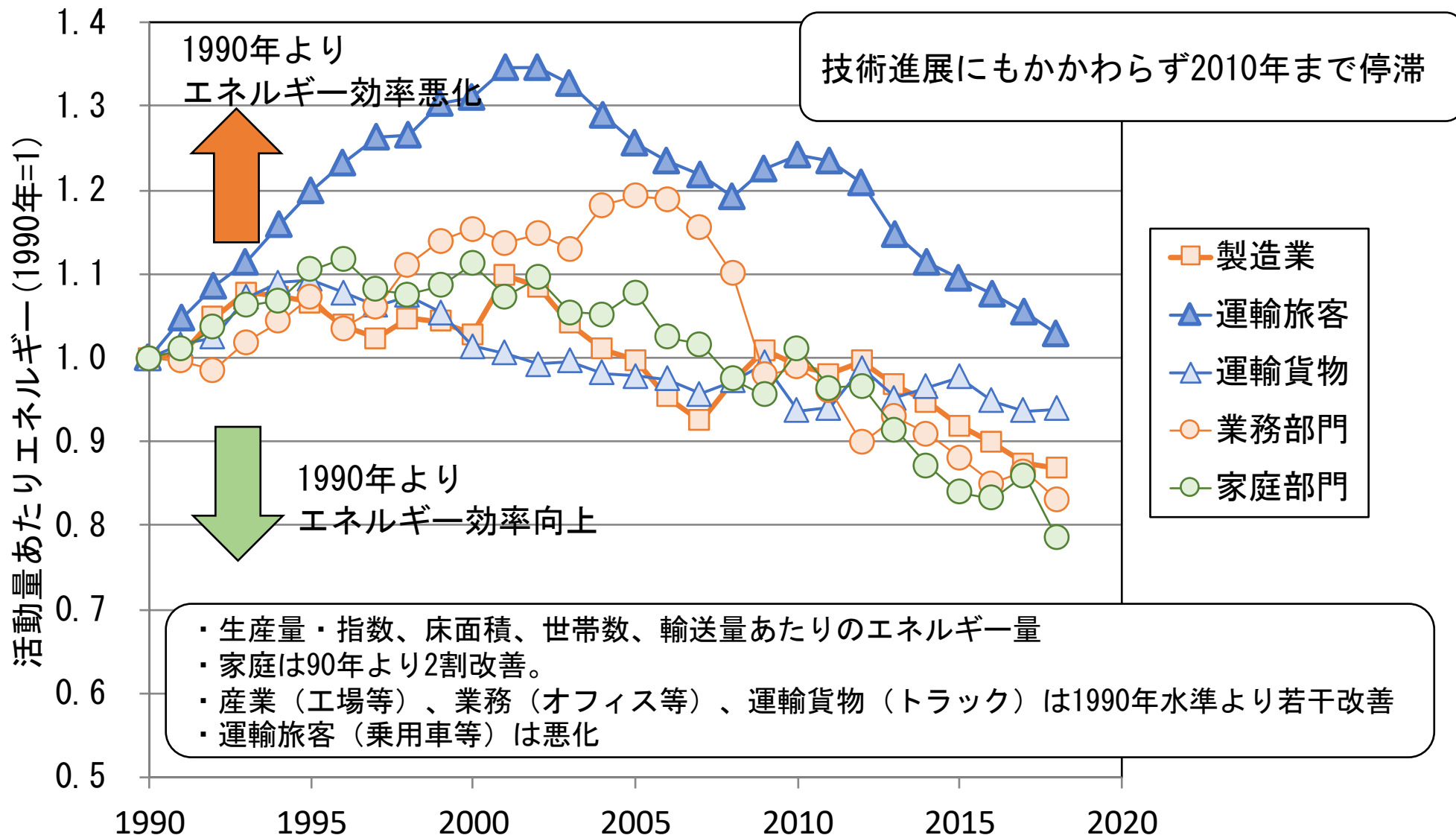
欧州では英独など90年比3割前後削減の国も

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。  
CO<sub>2</sub>と一次エネルギーは1990年水準まで低下

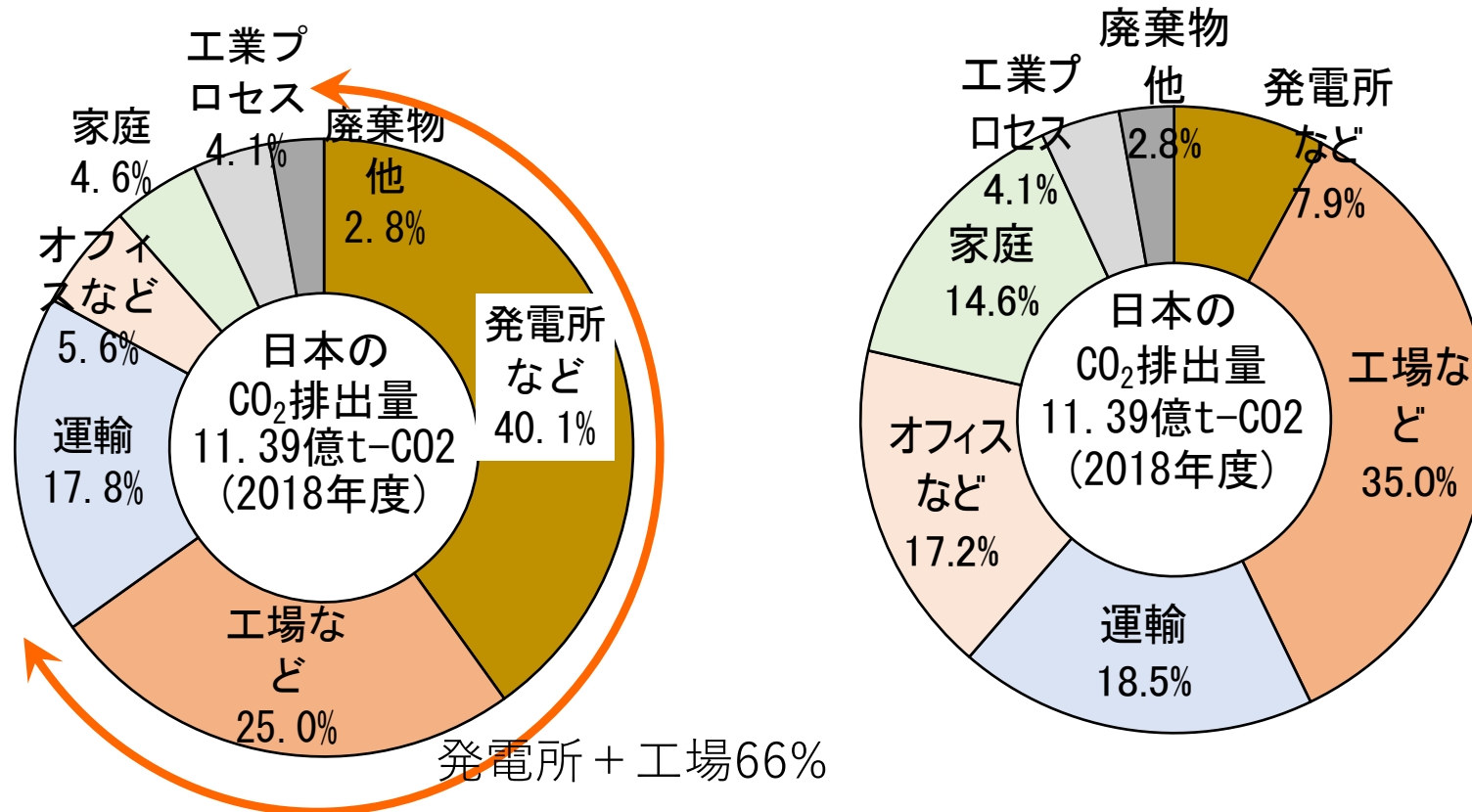


# 各部門のエネルギー効率の推移

## 2010年まで停滞、原発事故後改善



# 日本のCO<sub>2</sub>排出割合

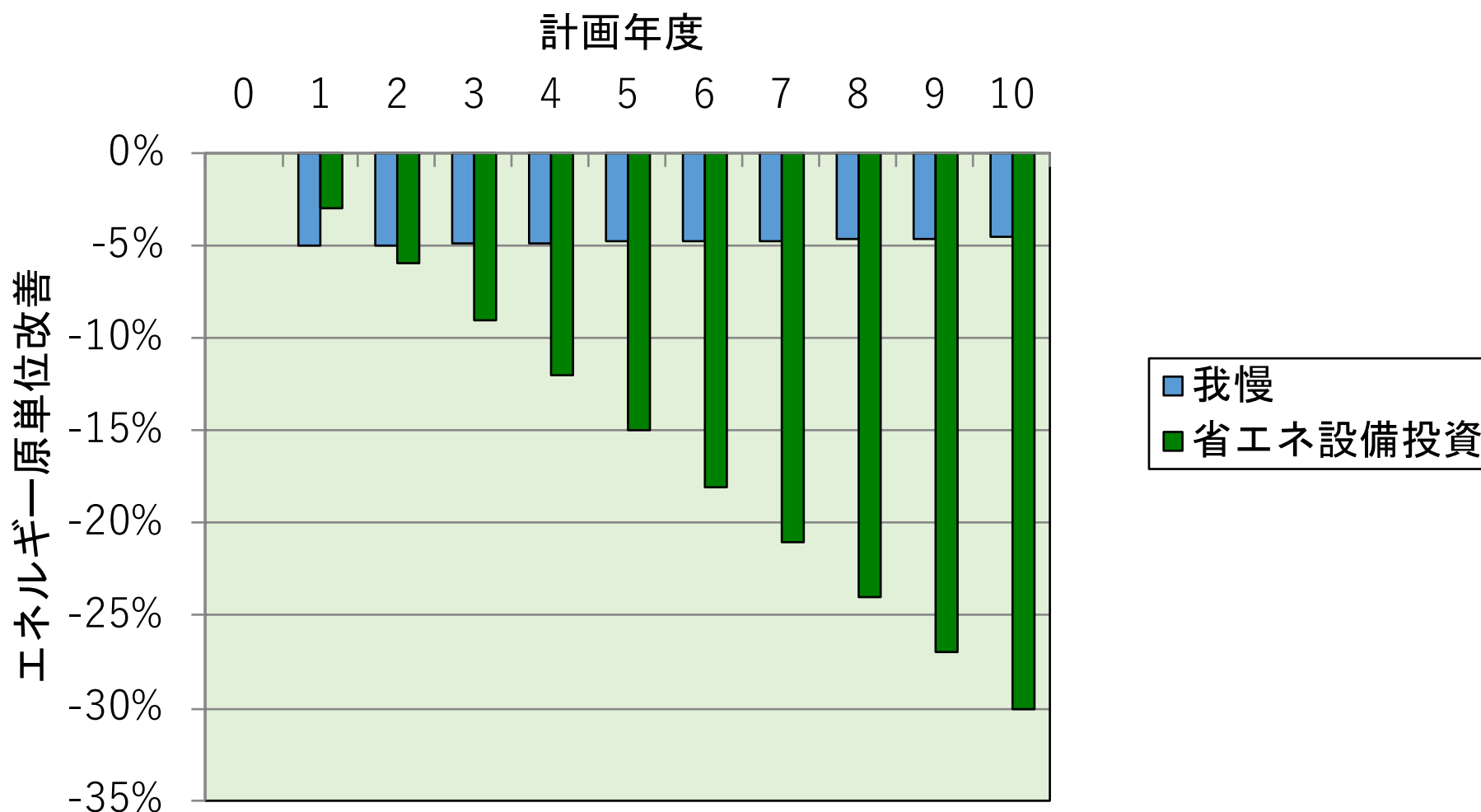


左：発電時の排出を発電所の排出とした場合、 右：電気の消費側の排出とした場合

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

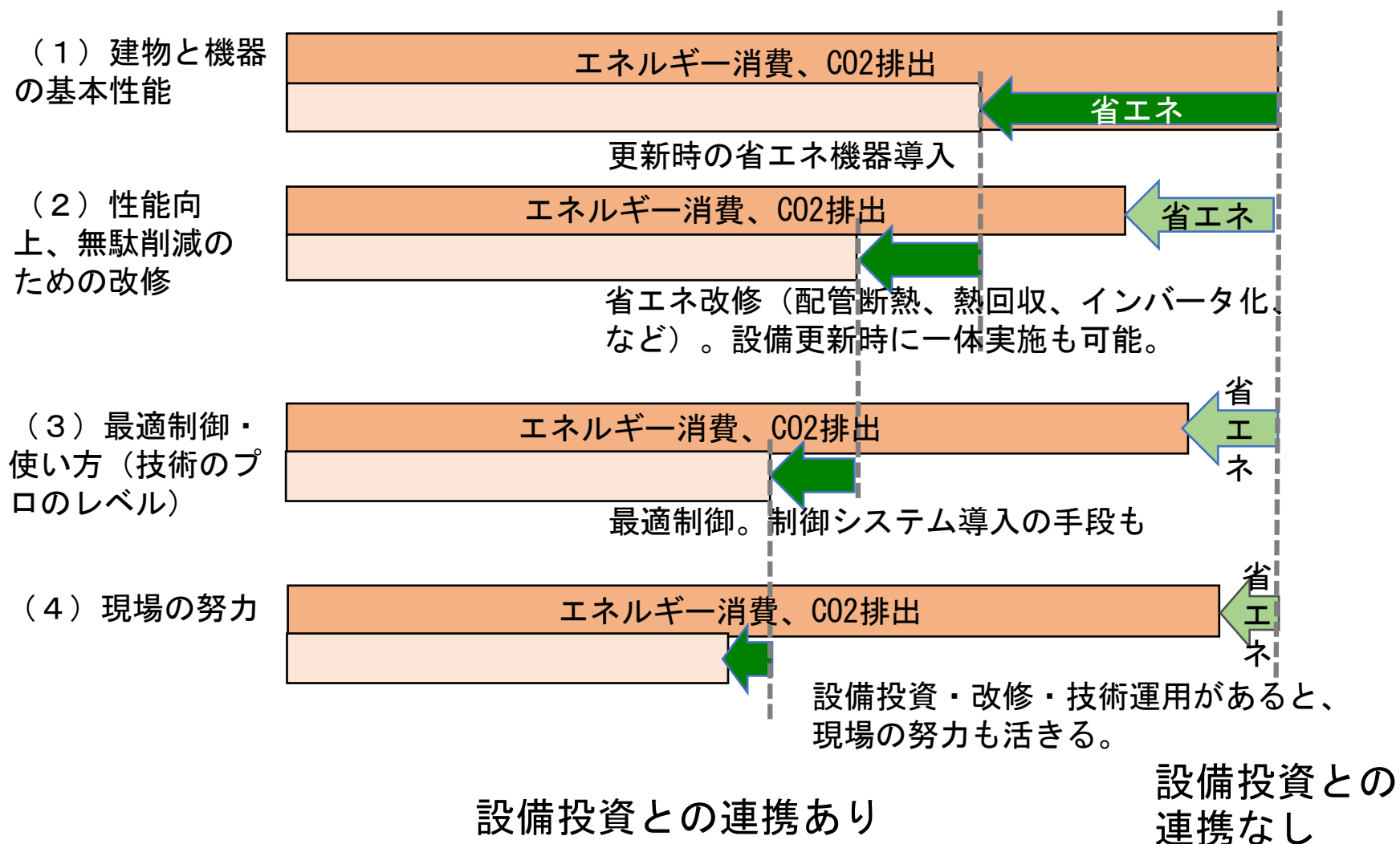


我慢（省エネ行動の一つ）は毎年続けないと後戻りしてしまう可能性。  
省エネ設備投資は一度実施すれば後戻りしない。翌年は別の対策を実施し、  
「対策の積み重ね」で増やしていくことが可能。



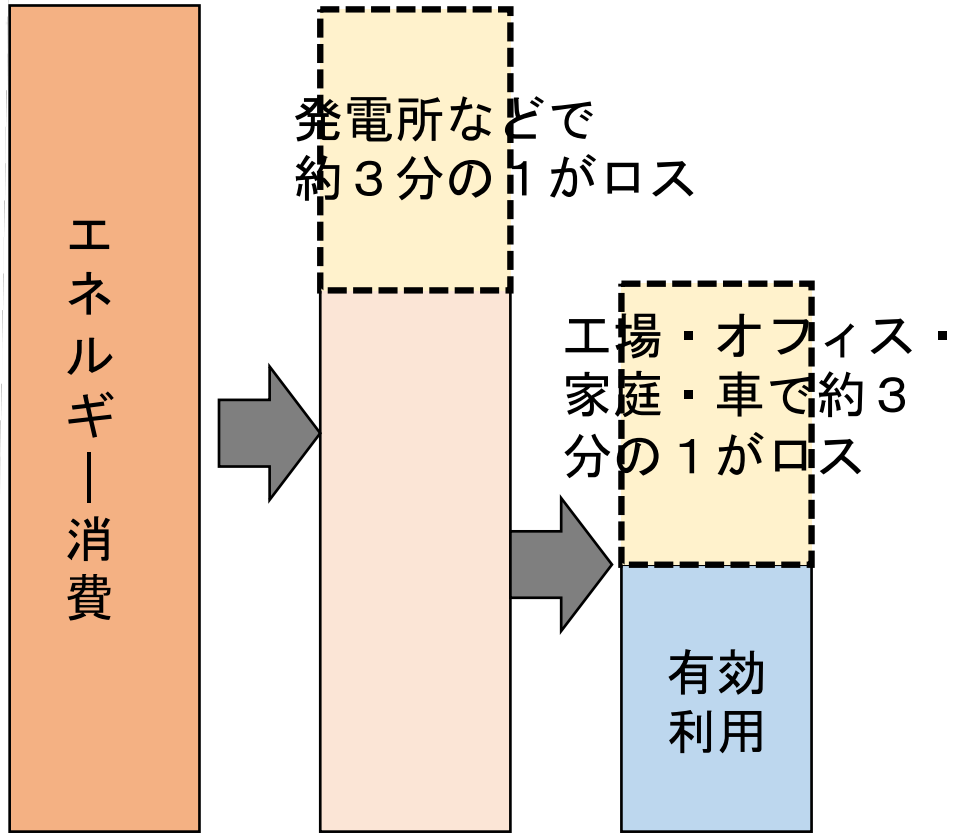
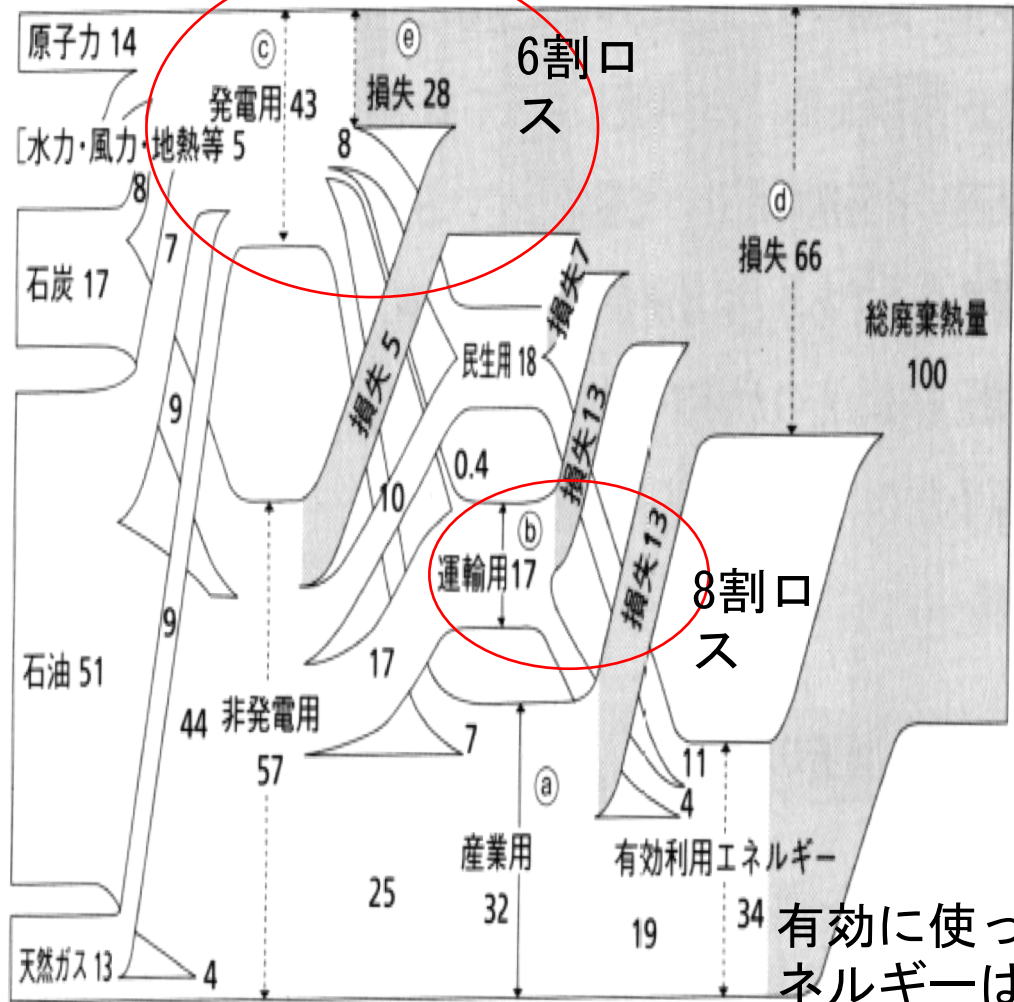
# 省エネ対策～経営判断と現場の努力

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

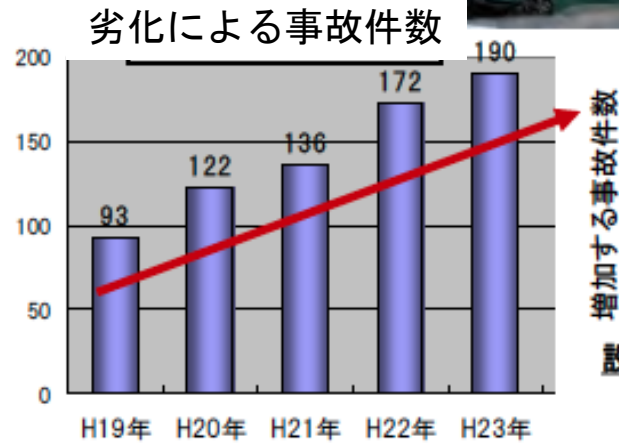
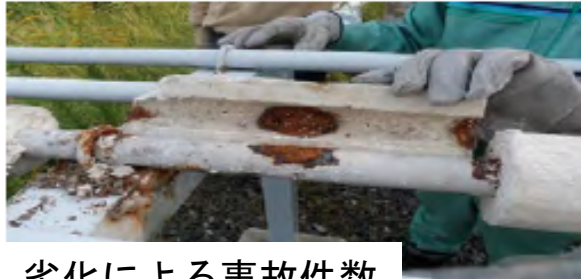
# 火力発電所の省エネ、発電効率の差

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

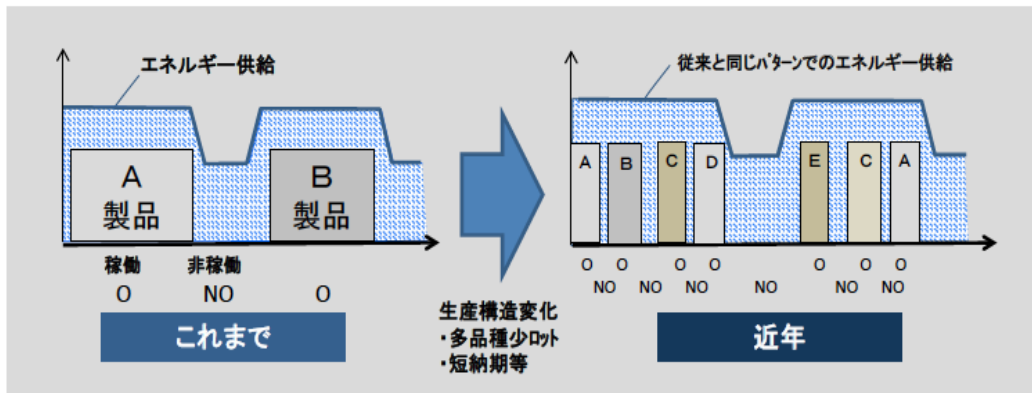
## 配管断熱、蒸気漏れ

- 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。



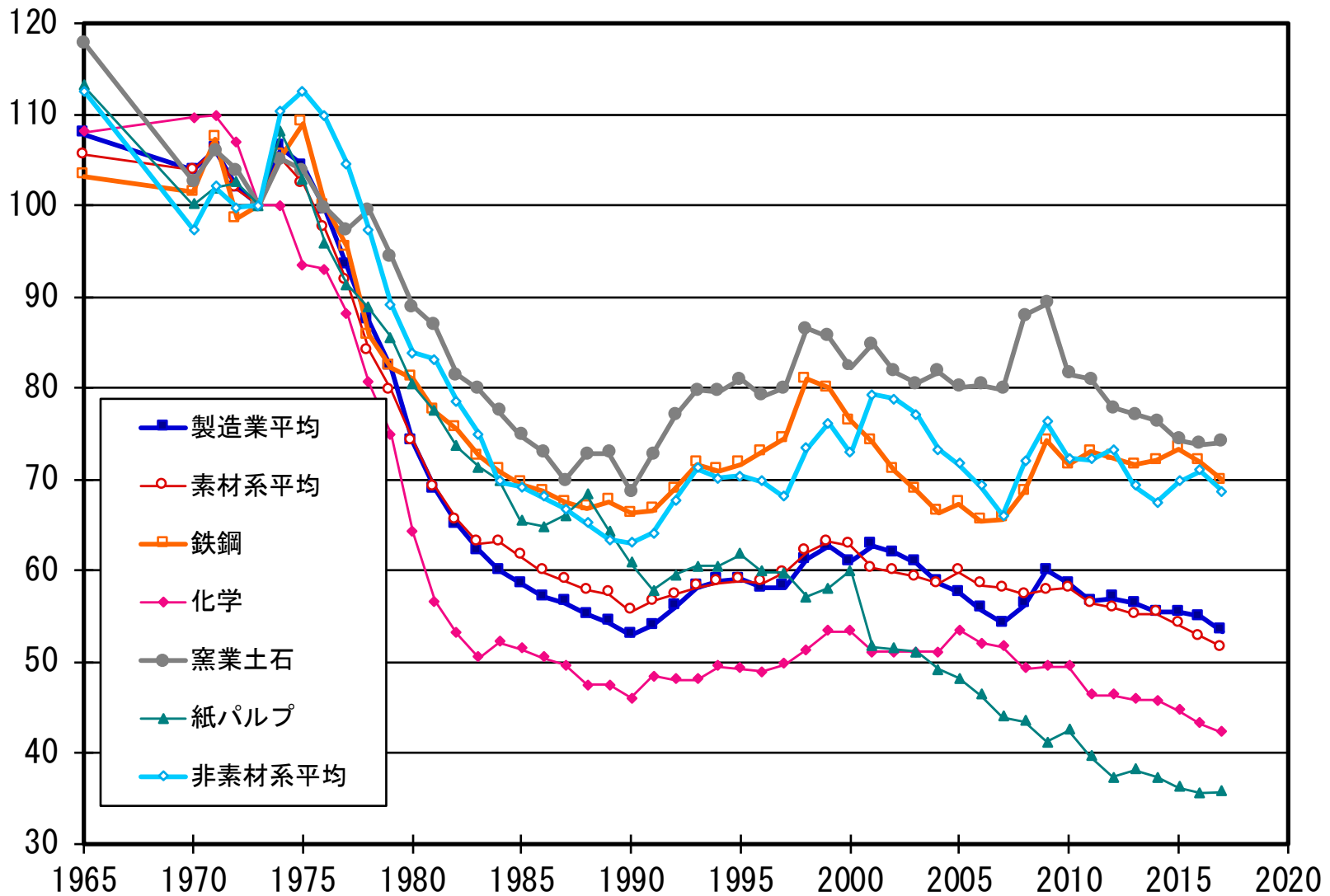
従来型は常にフル出力  
→需要に応じて出力変動可能に  
(大きな省エネに)

| 対応技術 |   |
|------|---|
| 電気   | <ul style="list-style-type: none"> <li>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）</li> <li>コンプレッサーなど運転台数を変化</li> </ul> |
| 熱    | <ul style="list-style-type: none"> <li>ボイラーなど小口化、運転台数を変えて制御（効率化）</li> </ul>                                 |

# 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

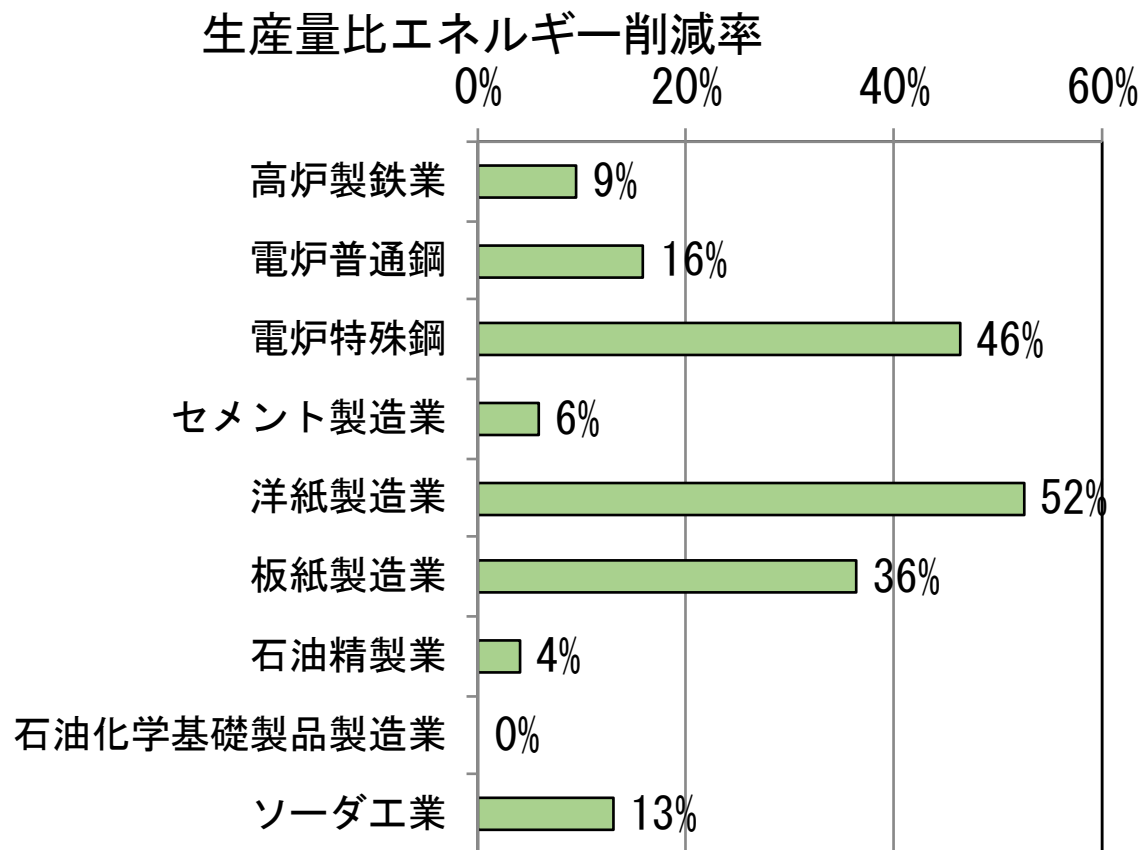
生産指数あたりエネルギー消費量推移(1973=100)





# 素材製造業の他社並み対策による省エネ可能性(2018)

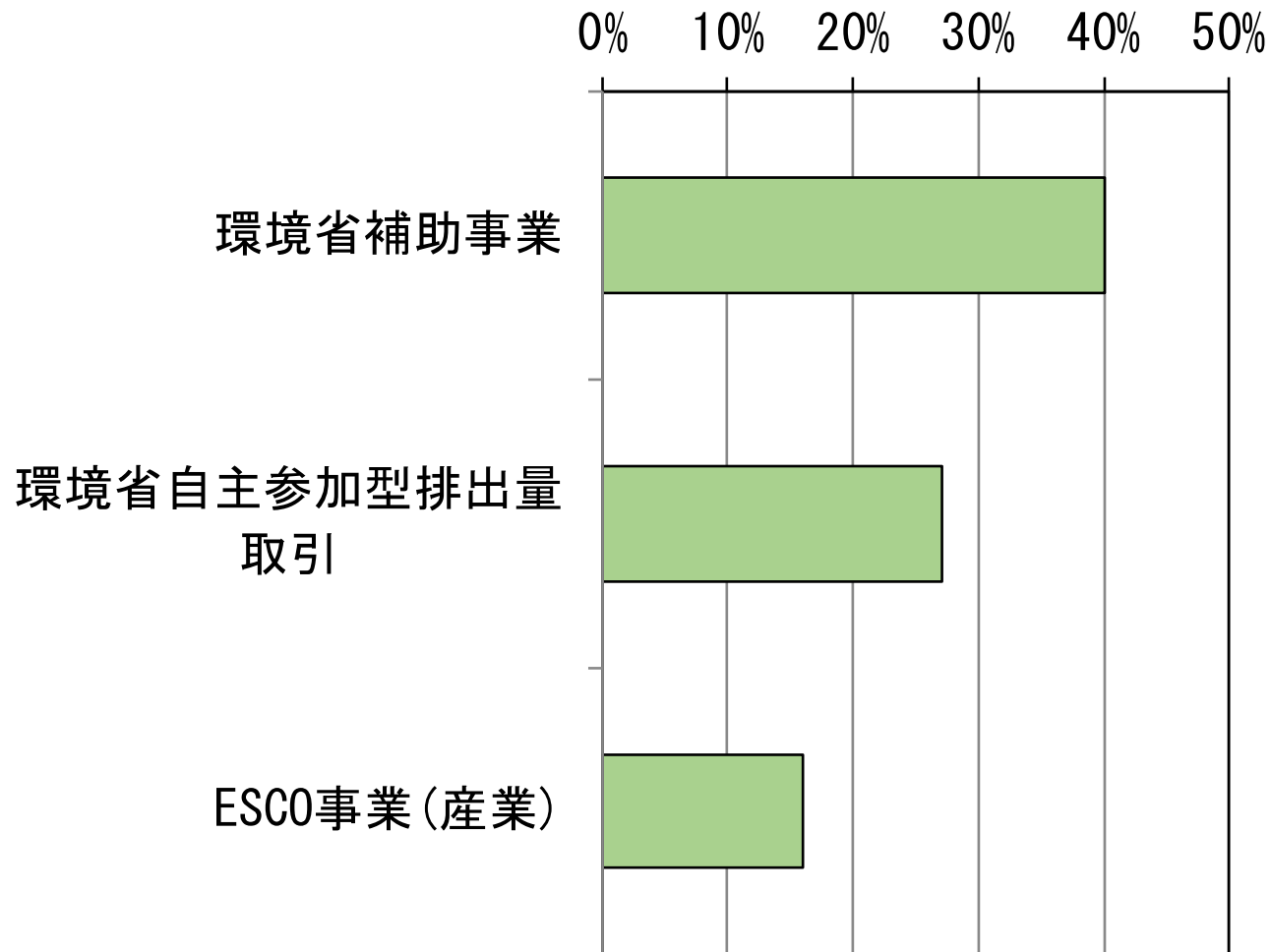
業種平均→業種優良事業所（優良工場で取り入れている技術を採用。改修を含む）で大きな省エネ



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。



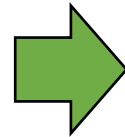
補助事業は岡山県での対策診断実施の平均。投資回収3.7年

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。

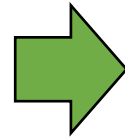
# 工場の省エネ例（主に電気）

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



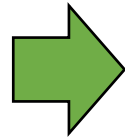
設備更新でエネルギー▲50%の事例。

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）



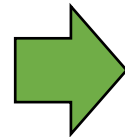
設定変更でエネルギー▲40%の事例。

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

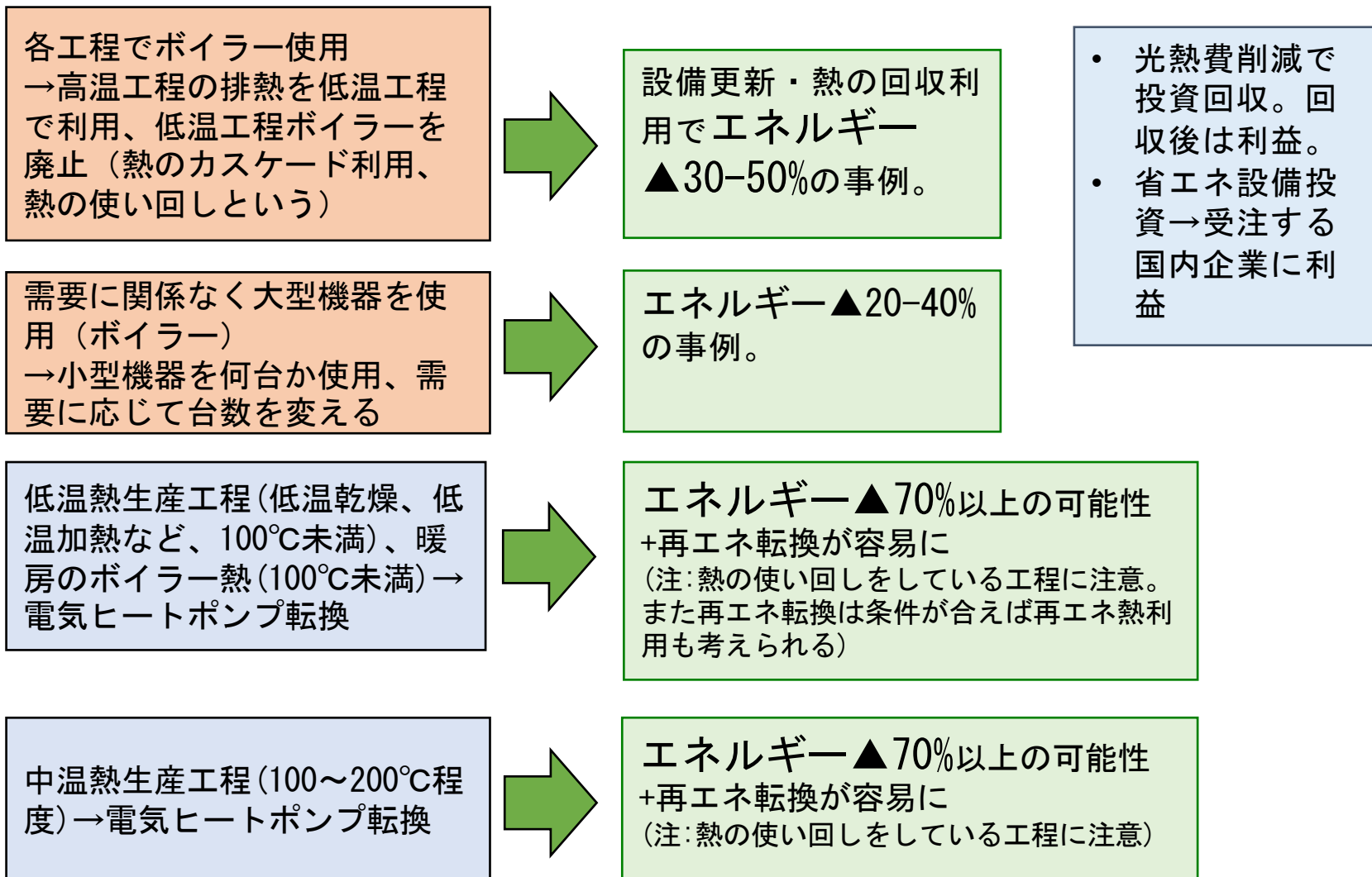
旧型の従業員用照明・空調  
ボイラー暖房、旧型集中型冷暖房設備、水銀灯、旧型蛍光灯などなど



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

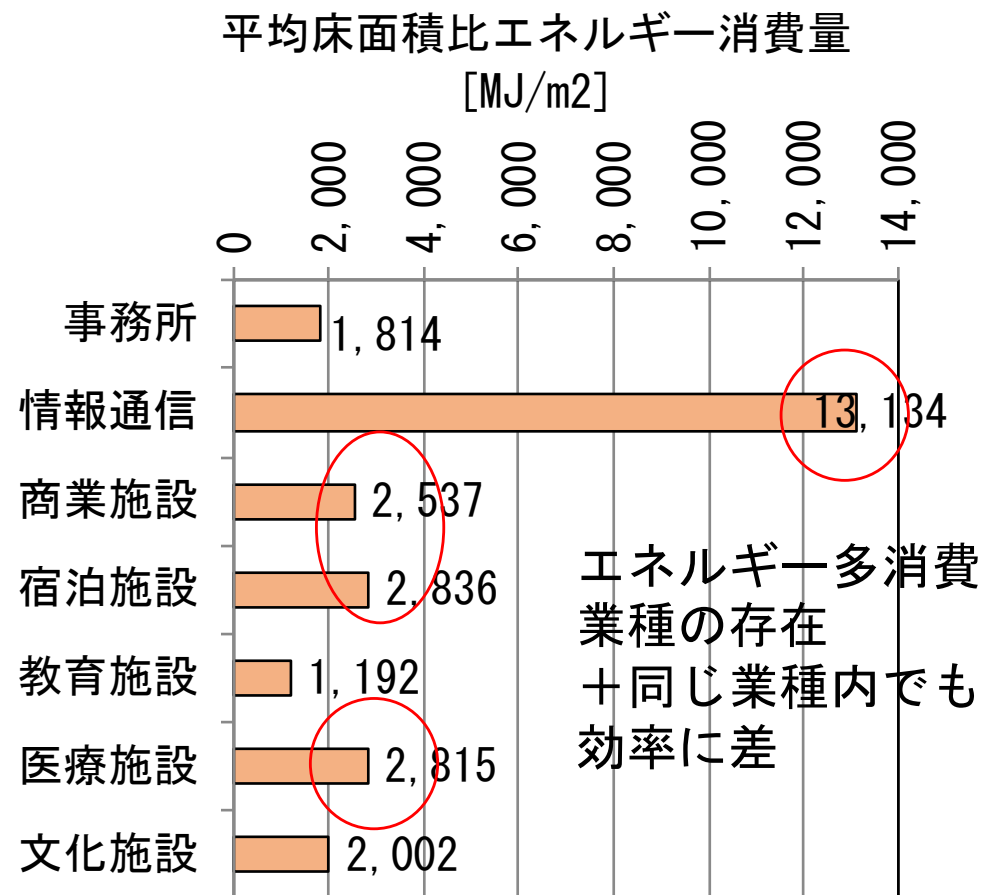
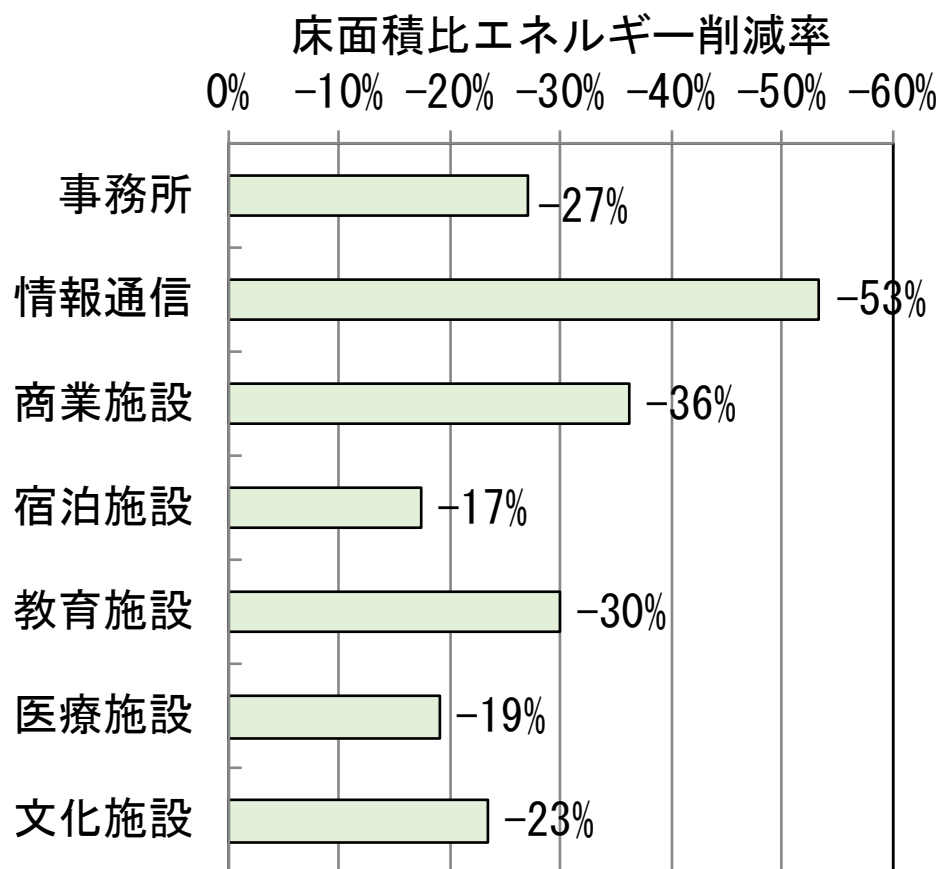
# 工場の省エネ：熱の有効利用



# オフィス、家庭の省エネ対策

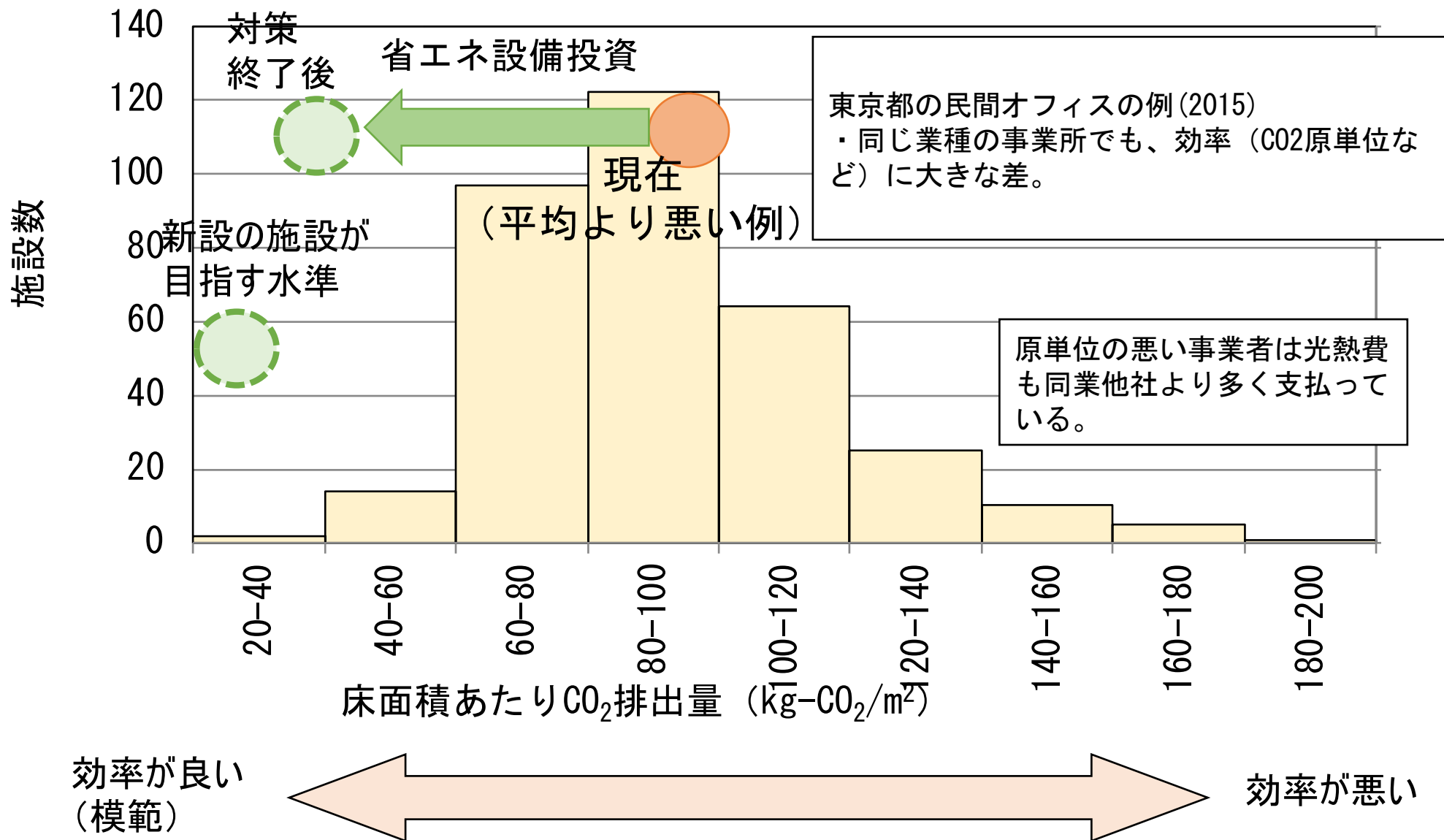
# オフィスなどの他社なみ対策による省エネ(2017)

業種平均→業種優良事業所で大きな省エネ



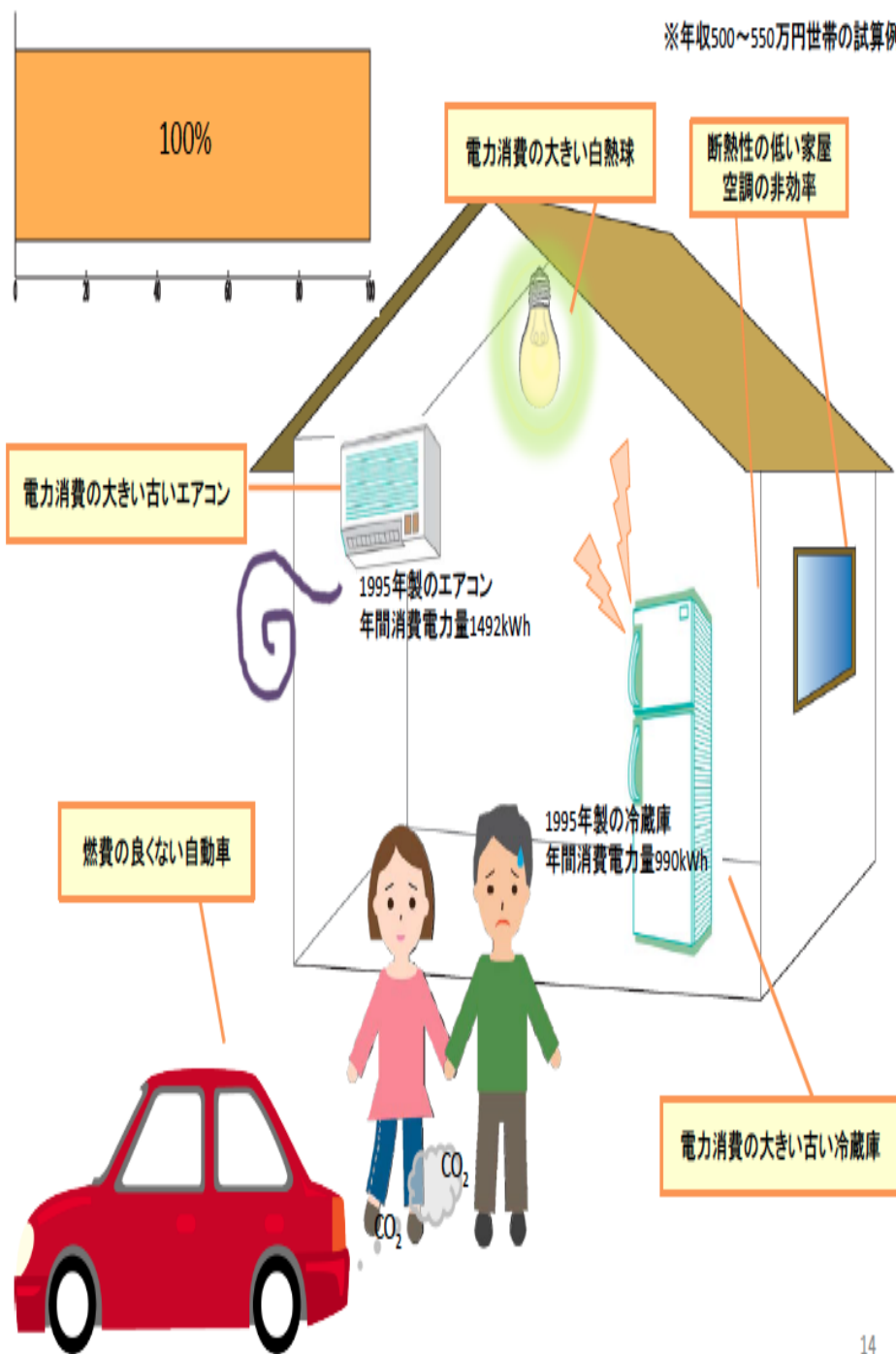
2017年度各業種平均から優良事業者(上位15%)レベルになった時の削減。

# 東京都の民間事務所の床面積あたりCO<sub>2</sub>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...

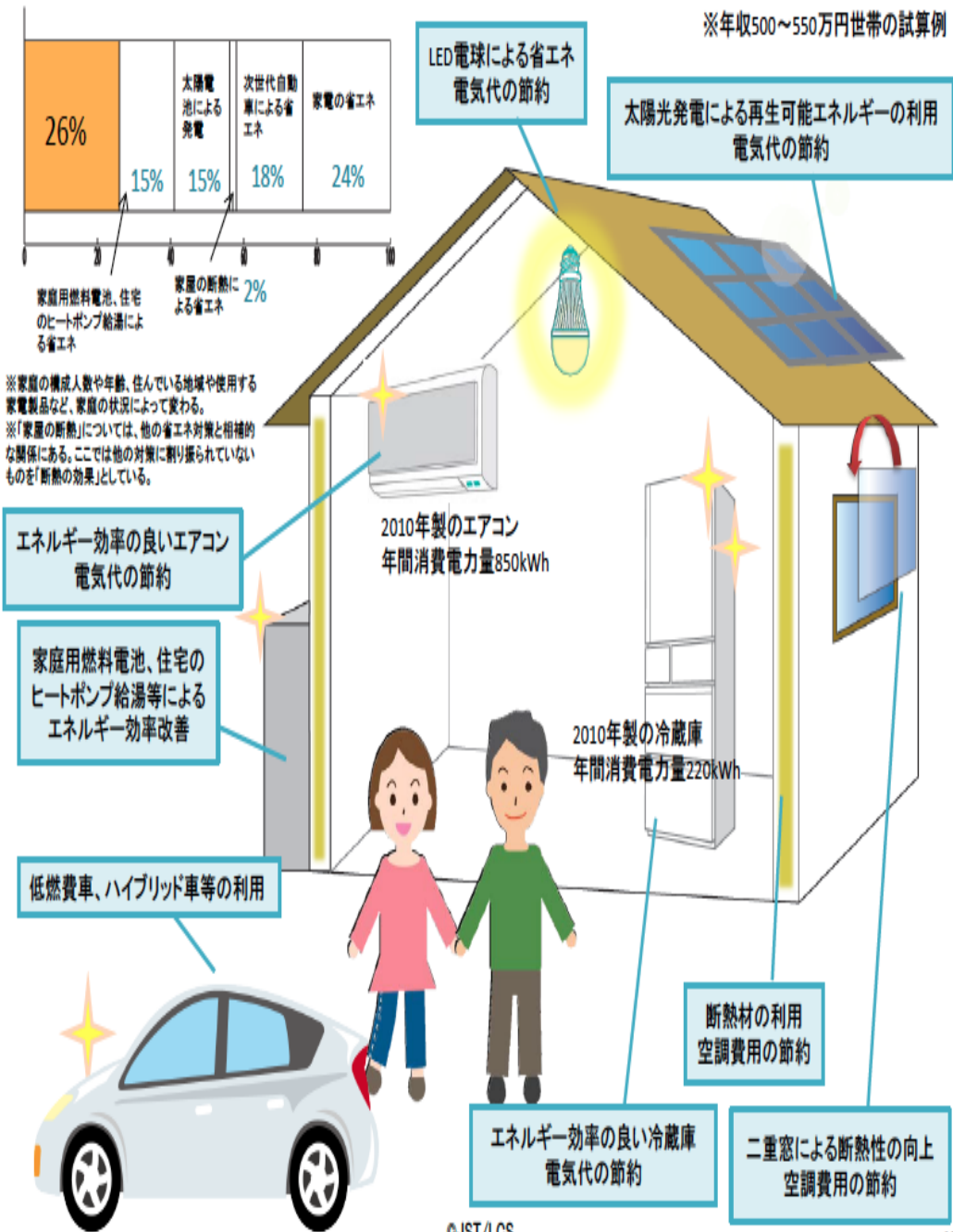
※年収500～550万円世帯の試算例



©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

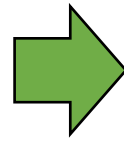
※年収500～550万円世帯の試算例





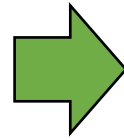
# 業務部門の省エネ例（主に電気）

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）



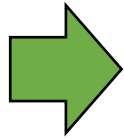
設備更新などでエネルギー▲30~70%

旧型照明、特に水銀灯、旧型蛍光灯など→LED



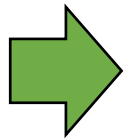
設備更新などでエネルギー▲50%  
新型蛍光灯→LEDでも▲20%  
スイッチ小分けで更に削減

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

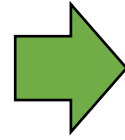


設備更新・改修エネルギー▲30%

- 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

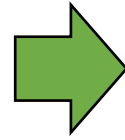
# 業務部門・家庭部門の省エネ：熱の有効利用

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)

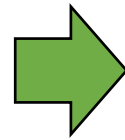
断熱住宅  
日本型ゼロエミッション住宅  
さらに欧米なみパッシブ断熱  
住宅



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



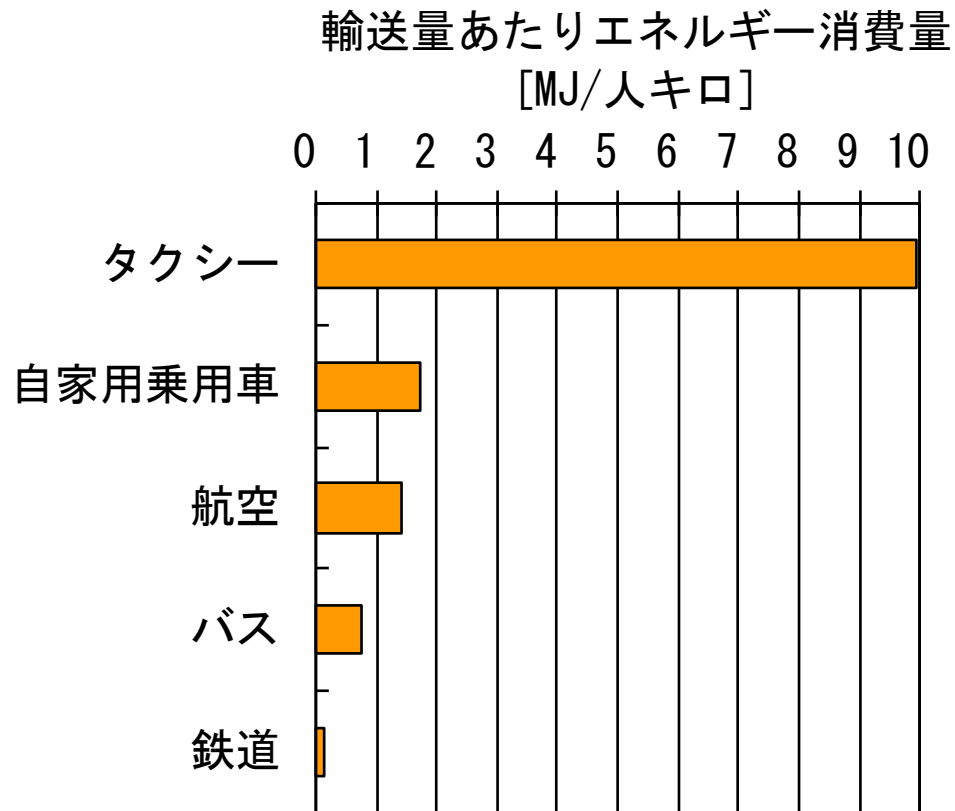
エネルギー▲70%  
以上の可能性

- 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

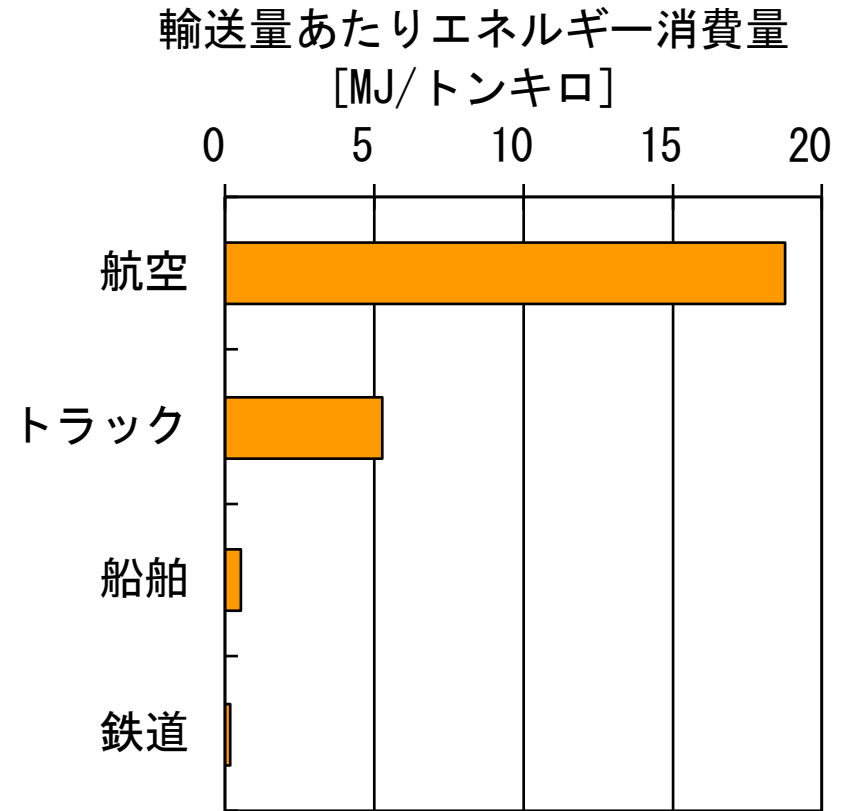
# 運輸部門の輸送量あたりエネルギー消費量(2018)

## 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。

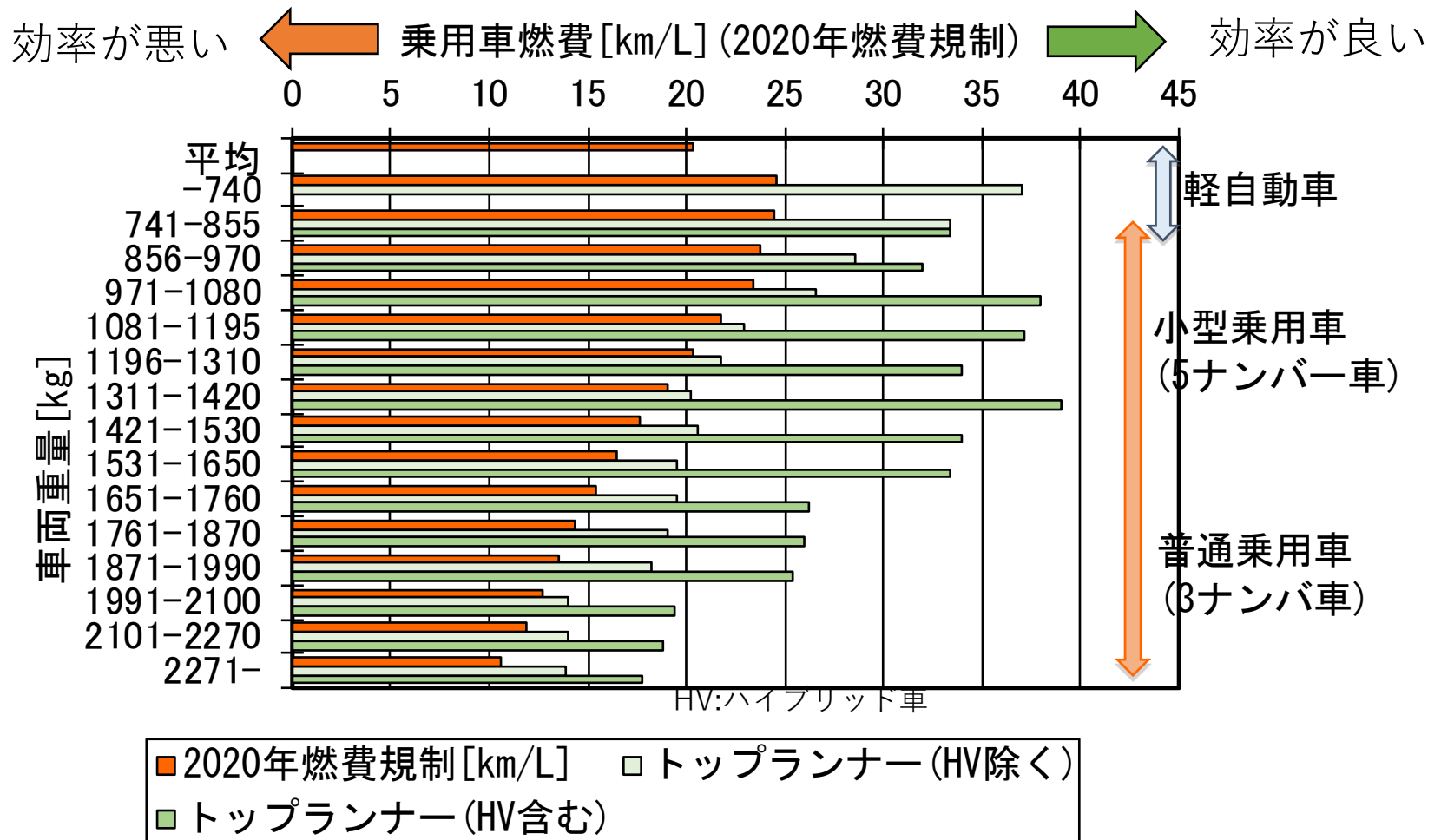
## 運輸貨物



トラックは船舶の10倍。

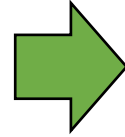
# 乗用車の大きさ別燃費

- 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



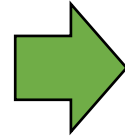
エネルギー▲2~4割

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

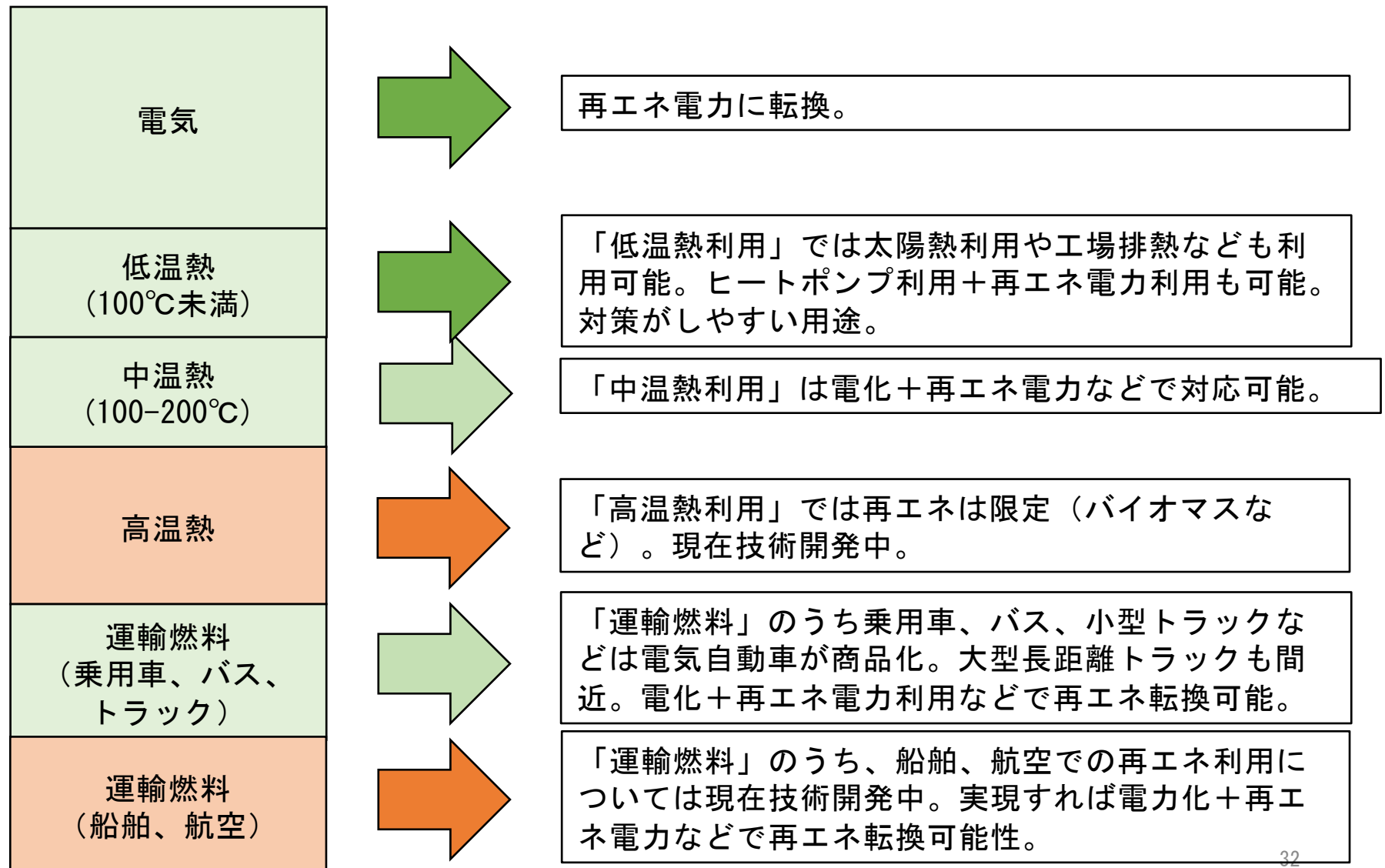


エネルギー▲70-80%の可能性  
(ガソリンと電気のエネルギーで比較。一次エネルギー換算しない)

- 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

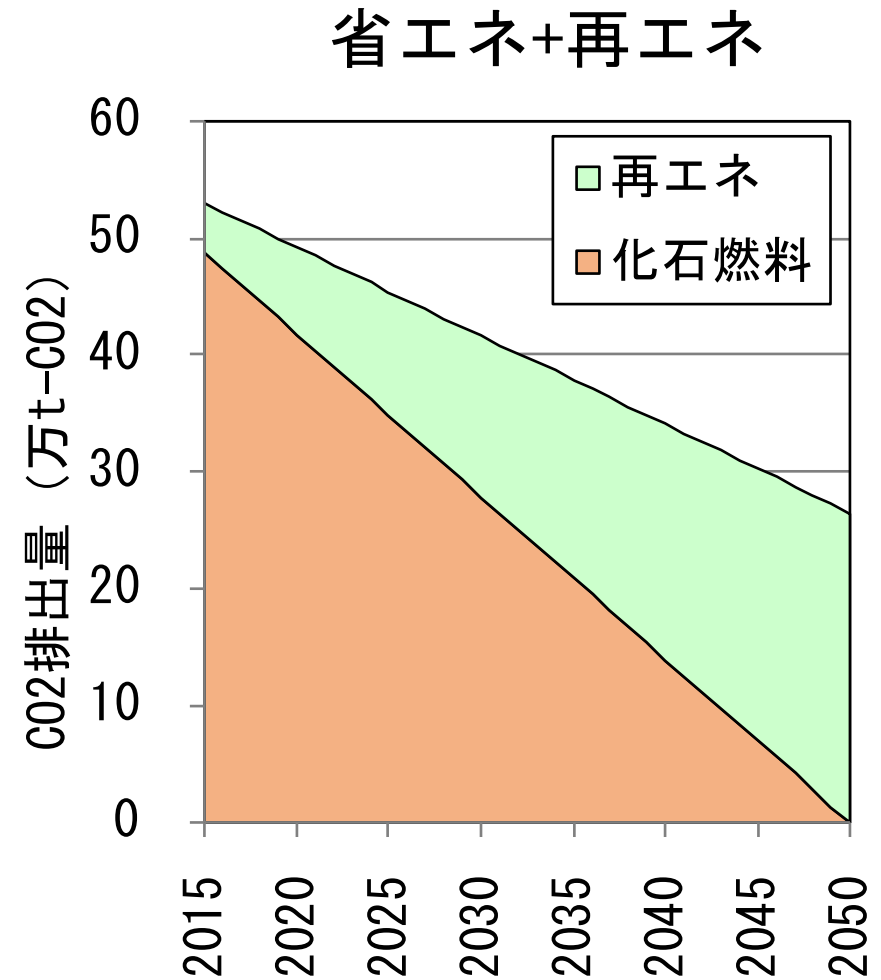
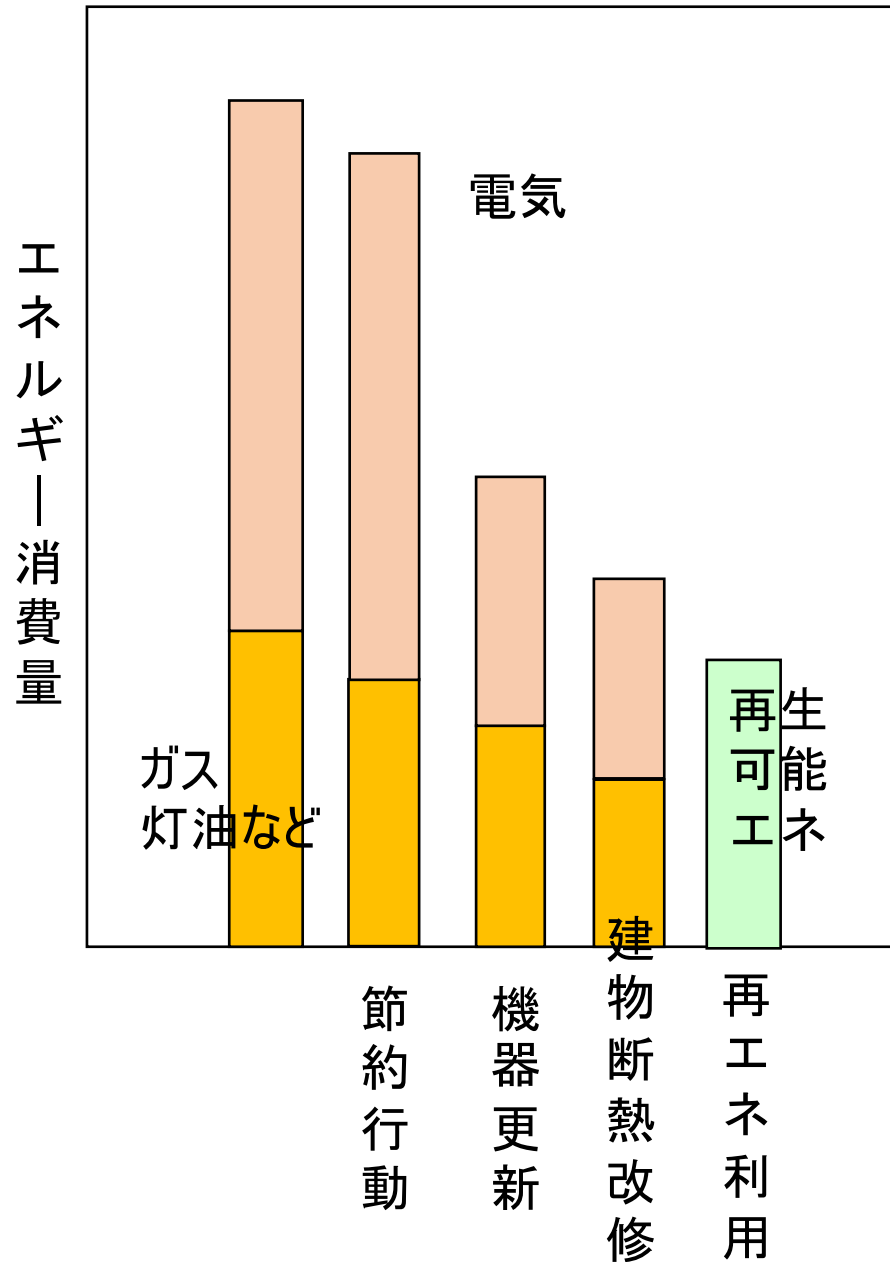
# 再エネとの関係

# 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



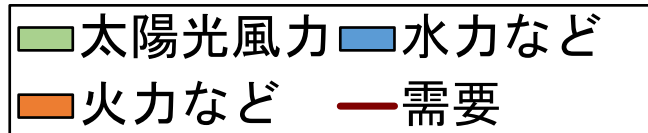
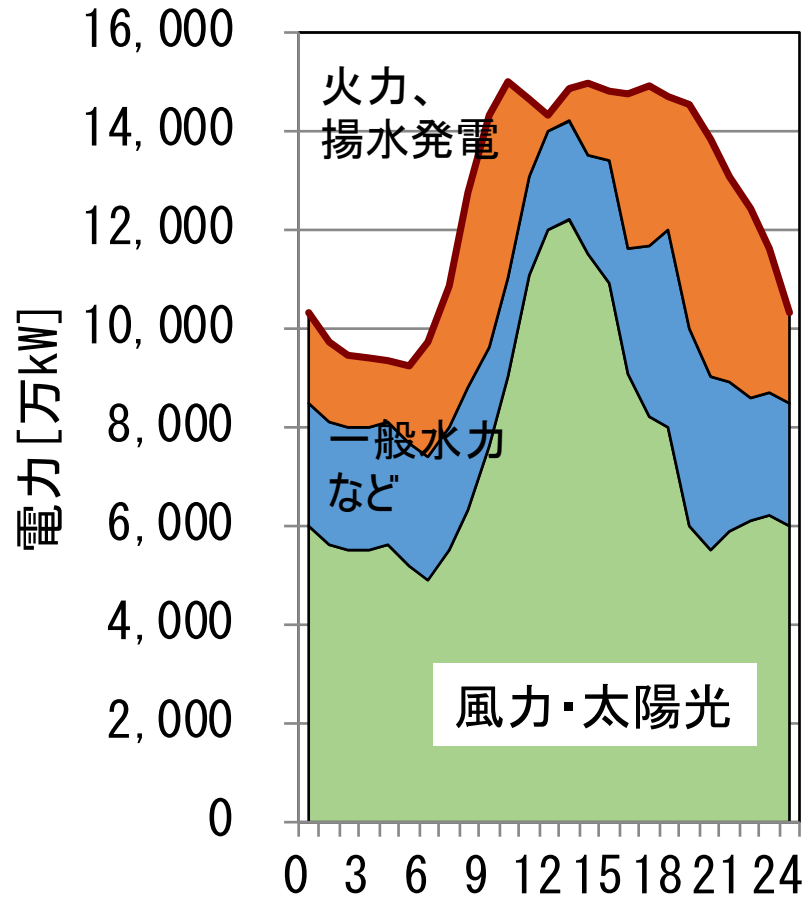
CO2ゼロには・・・  
 エネルギー消費総量も半減  
 (光熱費もおそらく半減)

# 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<br>電炉割合50%                              | 2030年水準維持<br>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<br>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<br>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<br>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<br>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<br>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%)、<br>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)<br>トラックの一部は天然ガス |
|      | 船舶、航空        |                                  | 石油利用                             |

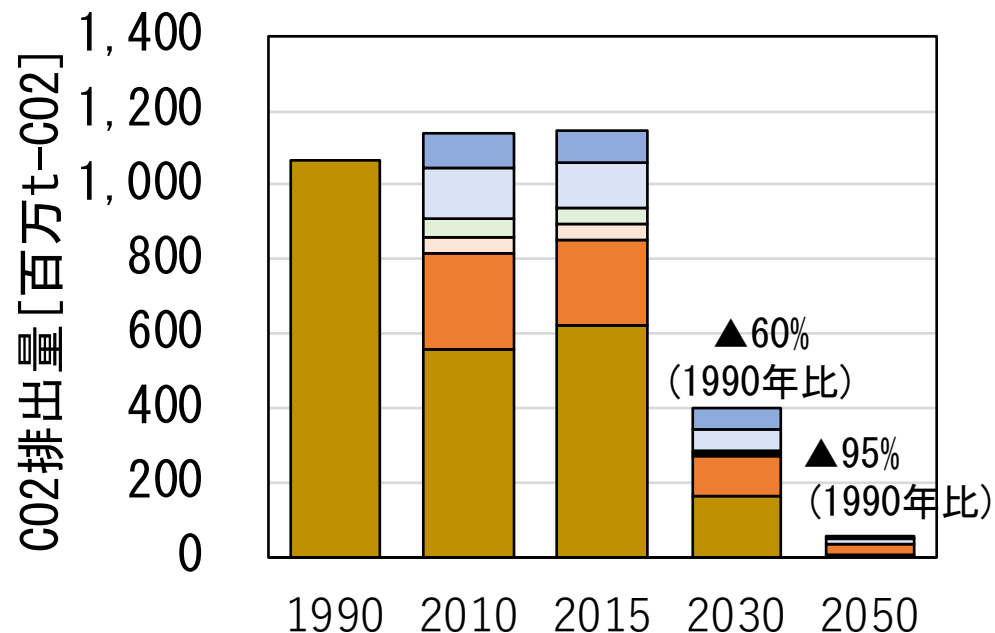
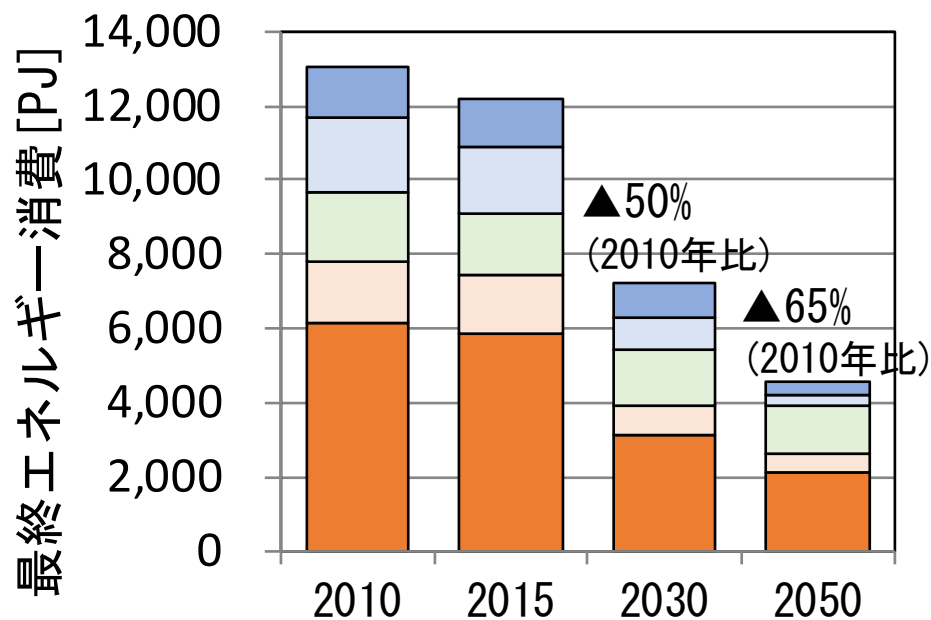
原子力は見込まない。

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CO<sub>2</sub>排出量

世界で、2050年頃にCO<sub>2</sub>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%。

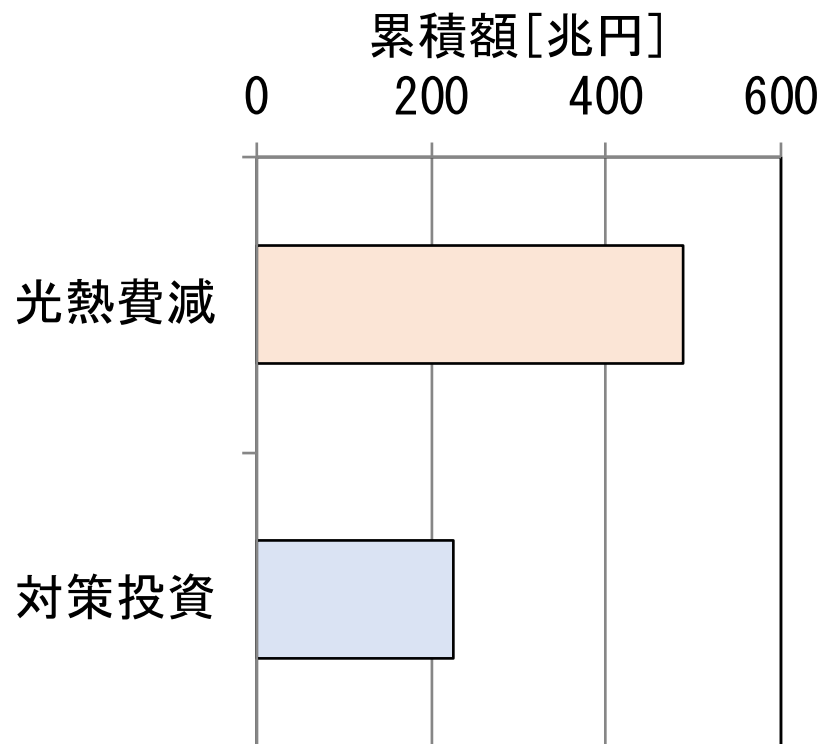


■産業 □業務 □家庭 □運輸旅客 ■運輸貨物

■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。



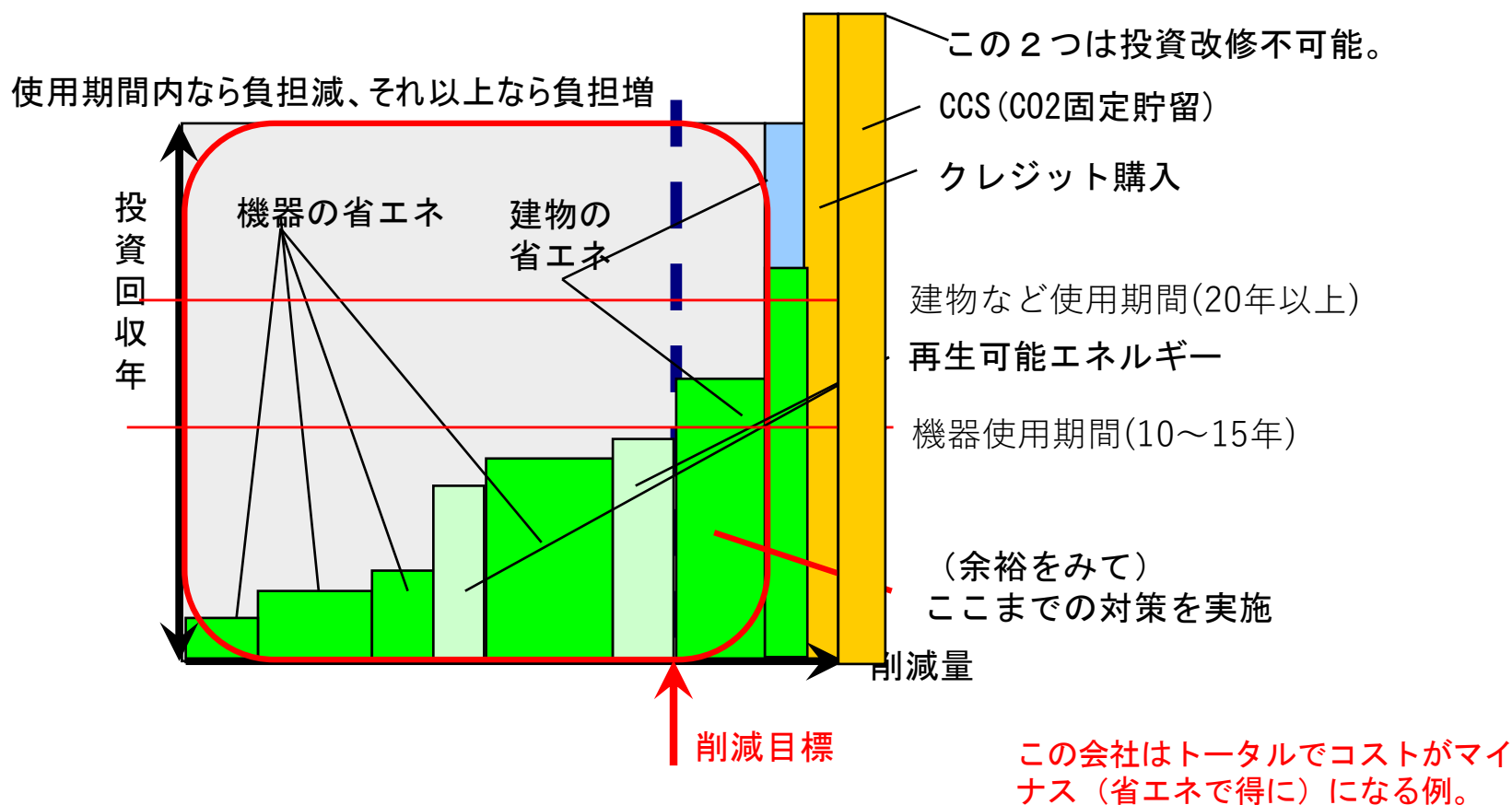
燃料単価はIEA世界エネルギー需給見通し2018年版で計算。

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。

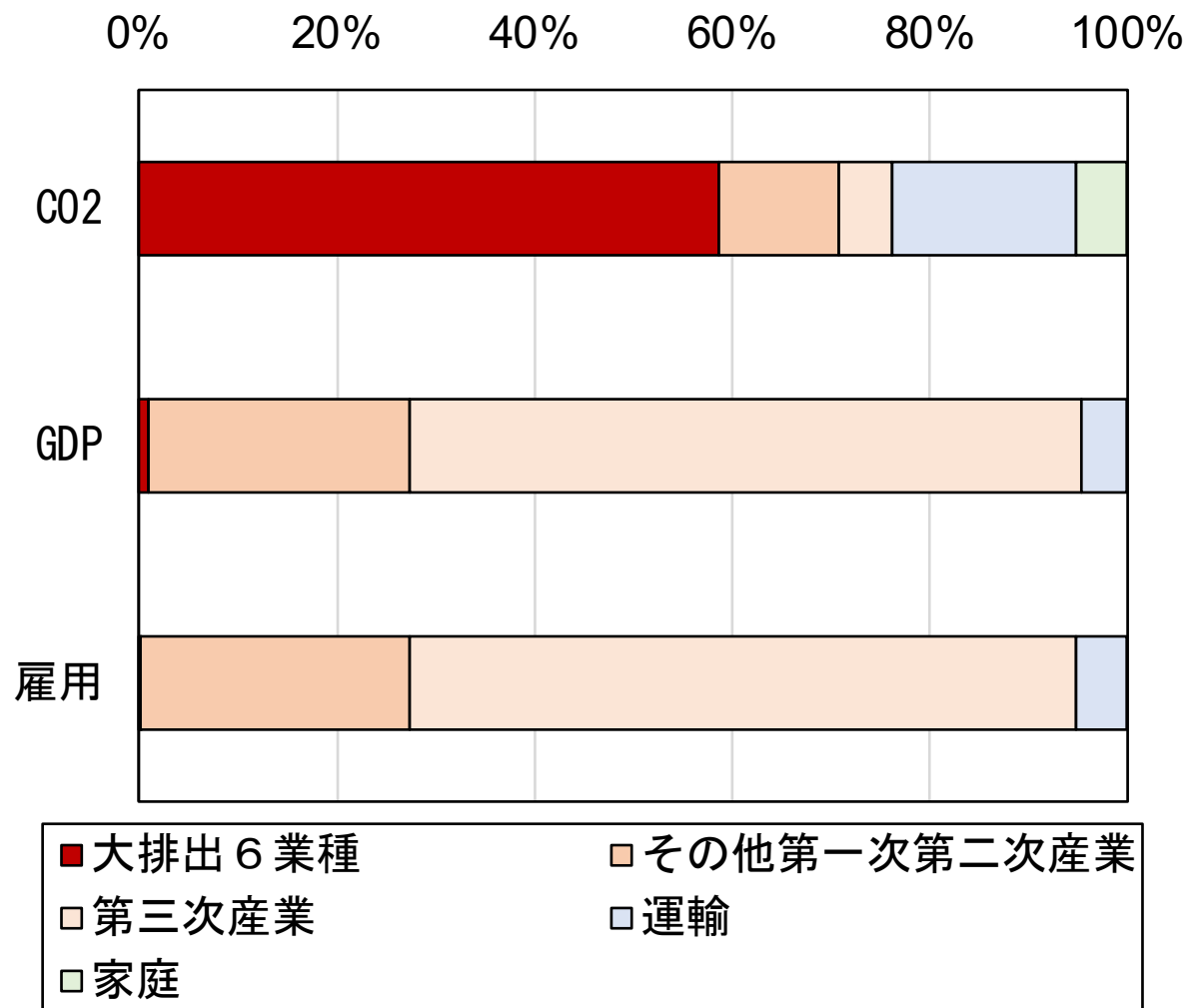
# 費用対効果



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

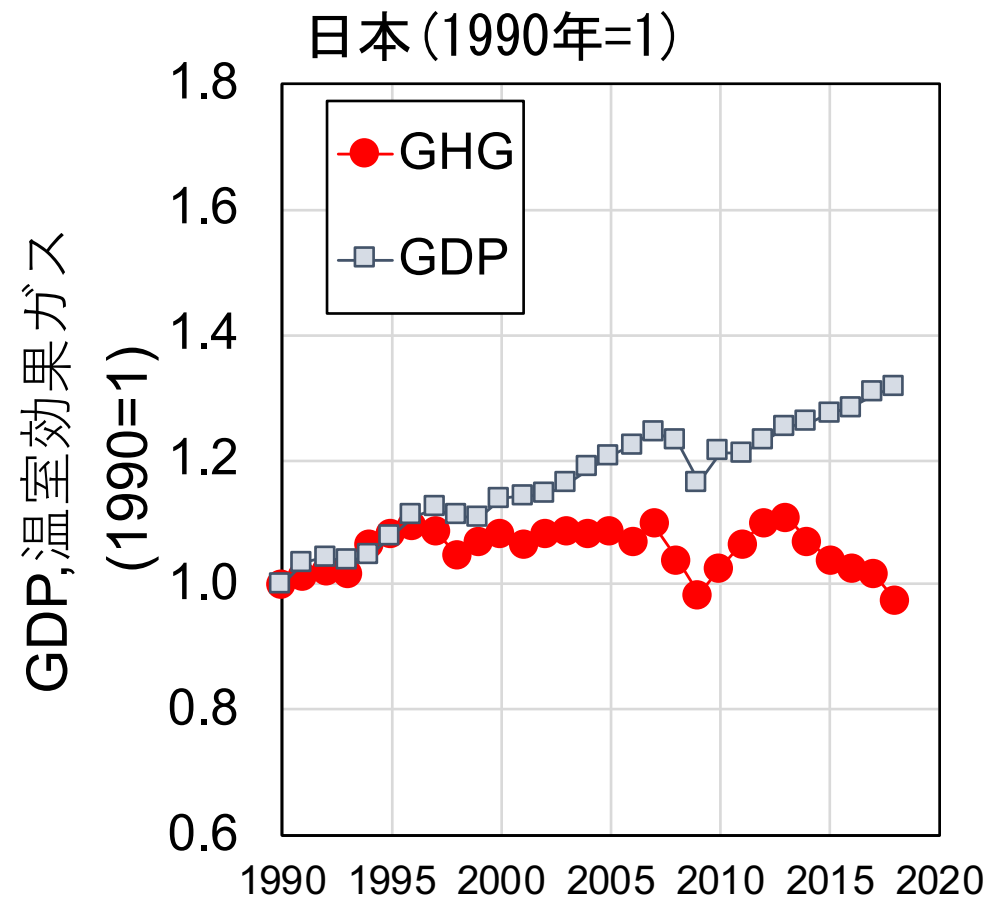
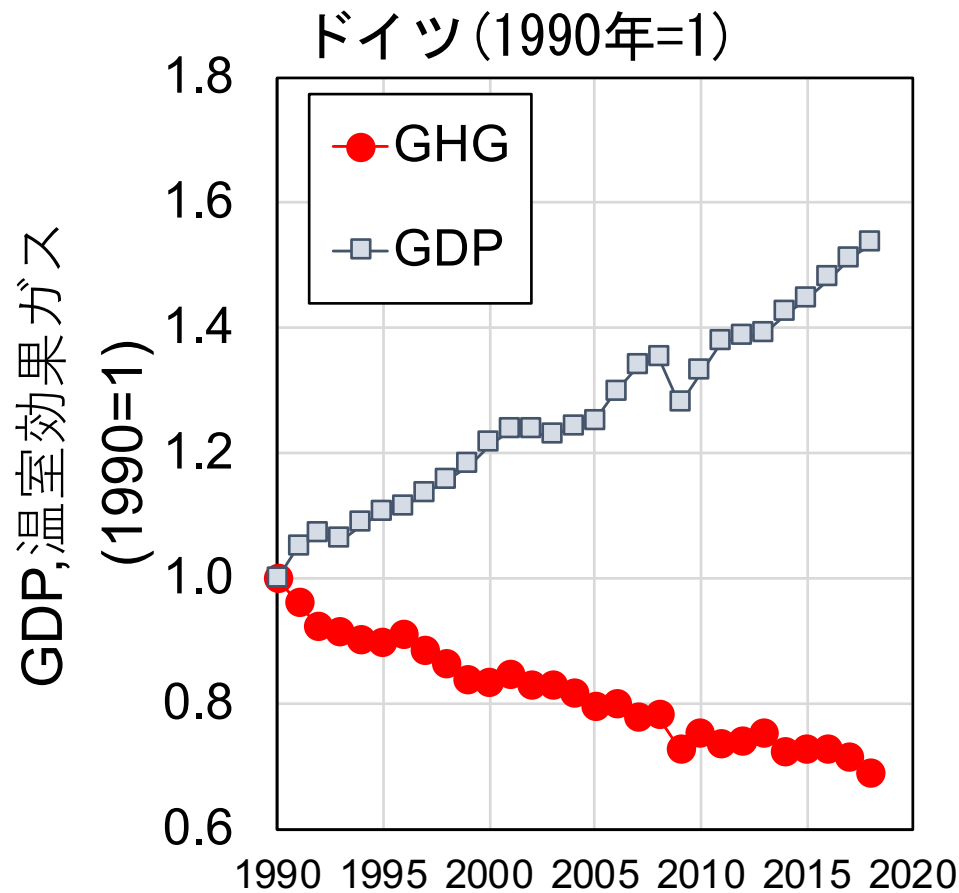


# 日本のCO<sub>2</sub>排出、GDP、雇用



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CO<sub>2</sub>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。