

# 2050年にむけたエネルギー消費削減対策シナリオ 省エネ技術普及対策と活動効率化対策

歌川学(産総研)・外岡豊(埼玉大学名誉教授)

# はじめに

- パリ協定：今世紀後半人為的温室効果ガス排出ゼロ
- 省エネ技術は進展を続け、材料消費効率改善など活動量を無理なく削減させる検討も進んでいる。
- 日本でも省エネ再エネ対策で2050年段階で大きな削減を、確実かつ費用効果的に実現することを検討。

# 先行研究

- 日本の対策研究でも、2050年にむけた温室効果ガス排出量の80%を超える削減が可能との研究がある
- 大城・増井、槌屋、歌川・外岡・平田など
- 本報告では日本の2050年頃の脱炭素に向けた再エネ普及研究と報告分担を行い、エネルギー消費削減対策についてボトムアップモデルにより検討を行う。

# ケース分け

ボトムアップモデルを使用。  
ケース分けは以下の通り。  
今回は(1)と(3)の比較、(2)と(4)～(6)の比較を示す。

	BAU(対策無し)	技術普及	新技術・水素技術利用
大量生産継続	(1) BAU大量生産	(3) 対策1大量生産	(7) 対策2大量生産
活動量中位	(2) BAU活動量中位	(4) 対策1活動量中位	(8) 対策2活動量中位
活動量効率化		(5) 対策1活動量効率化	(9) 対策2活動量効率化
活動量スリム化		(6) 対策1活動量スリム化	(10) 対策2活動量スリム化

- 原子力、CCSは使わない。

# 対策ケース分け(3種類)

	内容
対策なし(BAU)	エネルギー原単位が変化しないと想定。
技術普及	産業・業務・家庭・運輸旅客・運輸貨物各部門とも商業化省エネ対策技術普及を図る。新技術は基本的に想定しない。
新技術・水素技術利用	近い将来の実用化が想定される新技術を一部想定。 産業高温熱、大型運輸むけに水素技術利用を想定。

ここでは対策なしと技術普及を説明。

# 活動量4ケース

	内容
大量生産継続 ケース	<p>2030年度までは総合資源調査会の長期エネルギー需給見通しの粗鋼生産量、セメント生産量、エチレン生産量、紙板紙生産量、旅客輸送量、貨物輸送量の通り。</p> <p>2030～2050年度は、製造業の生産量、旅客輸送量、貨物輸送量は人口減に比例して減少。</p> <p>機械製造業は2050年にむけ生産指数44%増を見込む。</p>
活動量中位 ケース	<p>産業の活動量(生産量・指数)、運輸旅客・運輸貨物の活動量(輸送量)を人口比例で減少と想定。</p> <p>産業部門の素材生産量は上に加え、市場変化・新興国現地生産化による輸出分相当の生産量減を想定。</p> <p>機械製造業は2050年にむけ生産指数44%増</p>
活動量効率化 ケース	<p>活動量中位ケース想定に加え、建物長寿命化(3倍)による素材生産量減として紙2%、化学素材2%、窯業土石製品20%、鉄鋼5%の削減を見込む。</p> <p>また情報化による紙生産減15%を見込む。</p>
活動量スリム 化ケース	<p>活動量効率化ケースの想定に加え、使い捨てプラスチック生産の減少、土木工事の減少(公共工事一巡化により年間の土木用材料生産を3分の1に)を想定。</p> <p>粗鋼生産のうち電炉の占める割合を90%に高める。</p>

# 大量生産継続ケースの比較

# 活動量

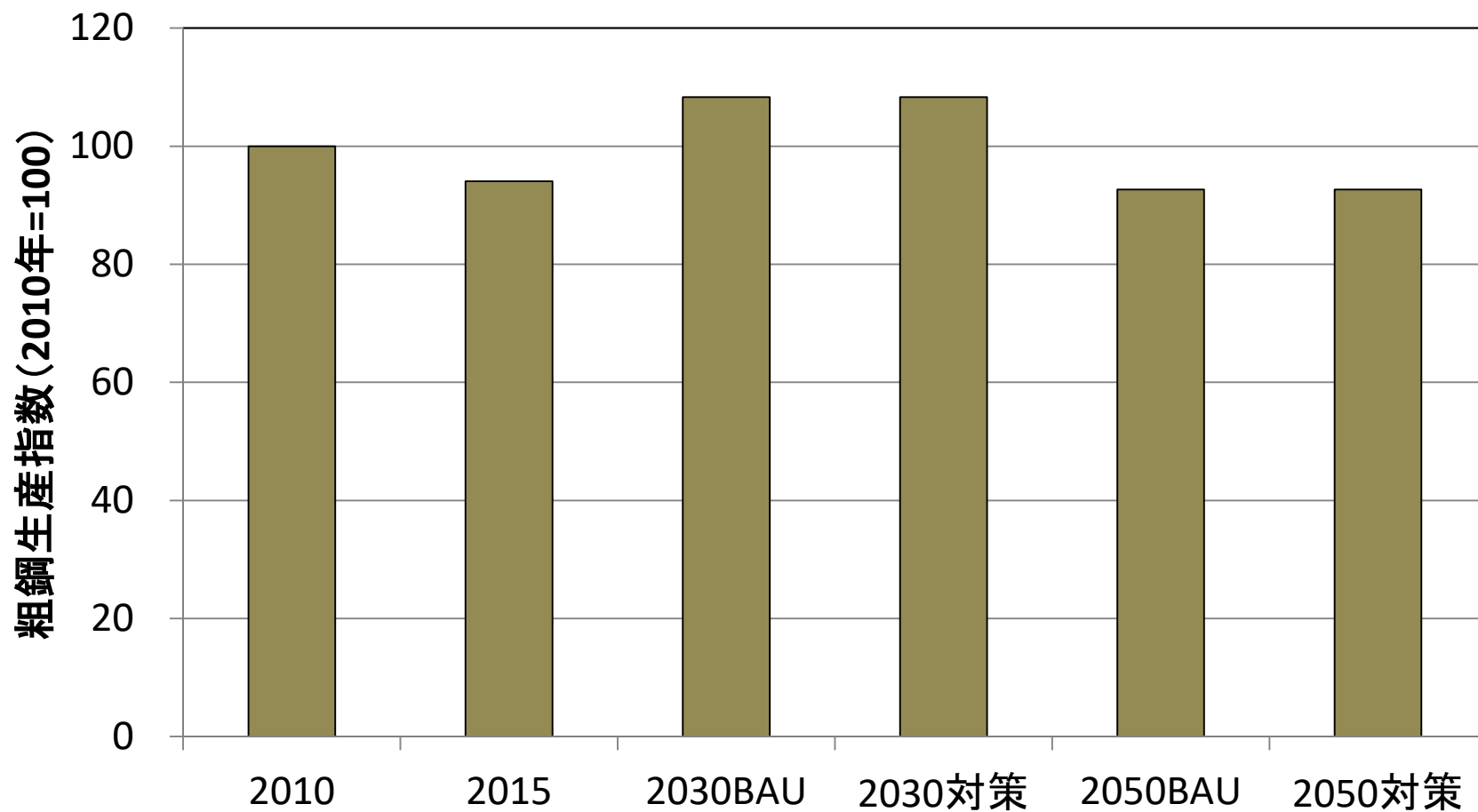
ケース	内容
大量生産継続ケース	2030年度までは総合資源調査会の長期エネルギー需給見通しの粗鋼生産量、セメント生産量、エチレン生産量、紙板紙生産量、旅客輸送量、貨物輸送量の通り。 2030～2050年度は、製造業の生産量、旅客輸送量、貨物輸送量は人口減に比例して減少。機械製造業は2050年にむけ生産指数44%増を見込む。

## 省エネ対策

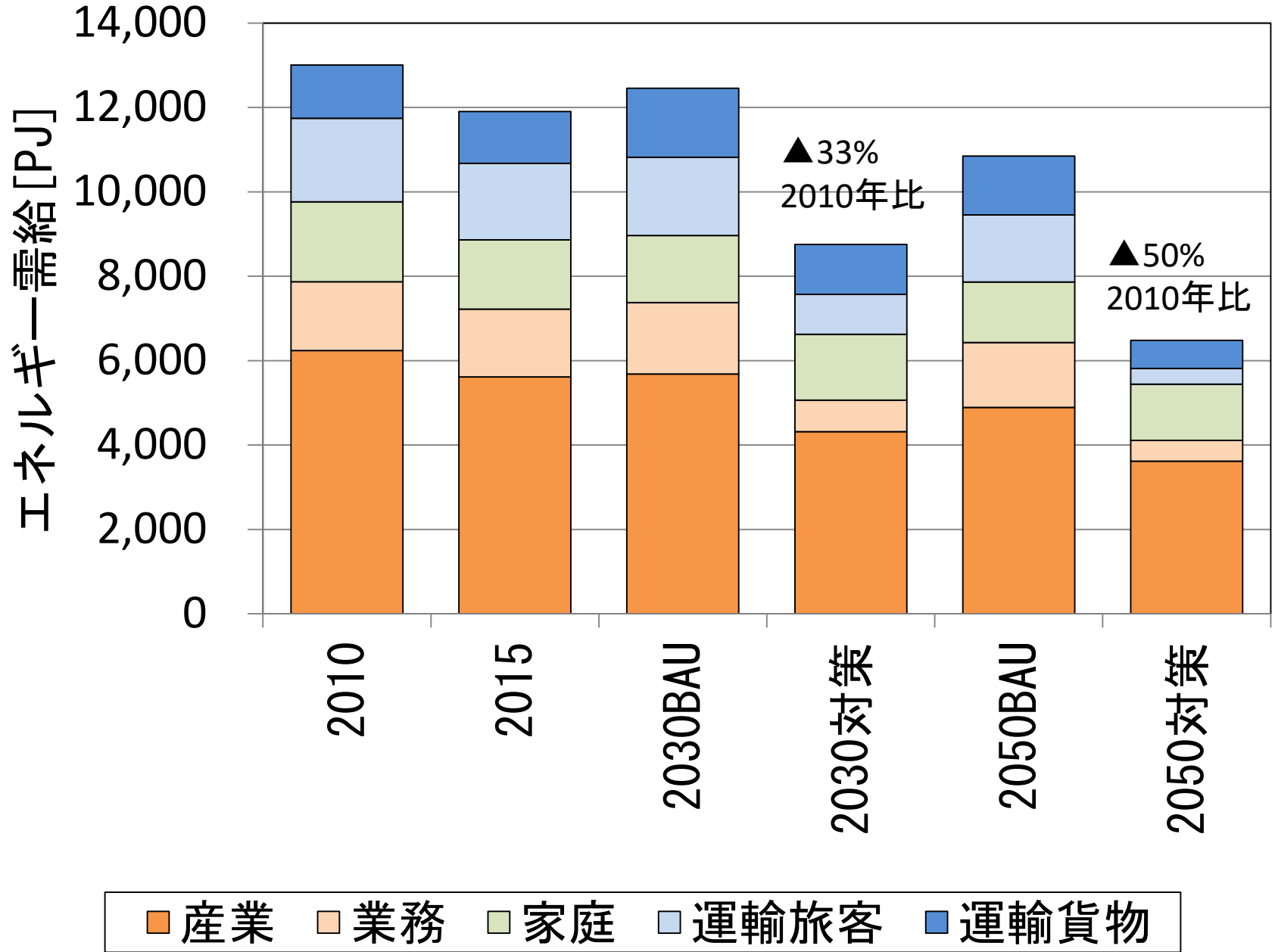
部門		2030年度	2050年度
産業部門	素材製造業 (鉄鋼、セメント、化学工業、製紙)	省エネ法ベンチマーク水準を各業種で達成	2030年原単位水準維持
	非素材製造業、非製造業	生産設備:補助事業やESCO等の実績水準 冷暖房照明は業務部門なみ改善。	2030年原単位水準維持
運輸部門	旅客	乗用車、バスは現在の燃費規制のトップレベルに。	乗用車、小型バスは電気自動車に転換 大型バス、鉄道、船舶、航空は2030年原単位水準維持
	貨物	トラックは現在の燃費規制のトップレベルに。	小型トラックは電気自動車に転換 大型トラック、鉄道、船舶、航空は2030年原単位水準維持
業務部門、家庭部門		照明・機器の省エネ機器転換、断熱建築普及	断熱建築普及



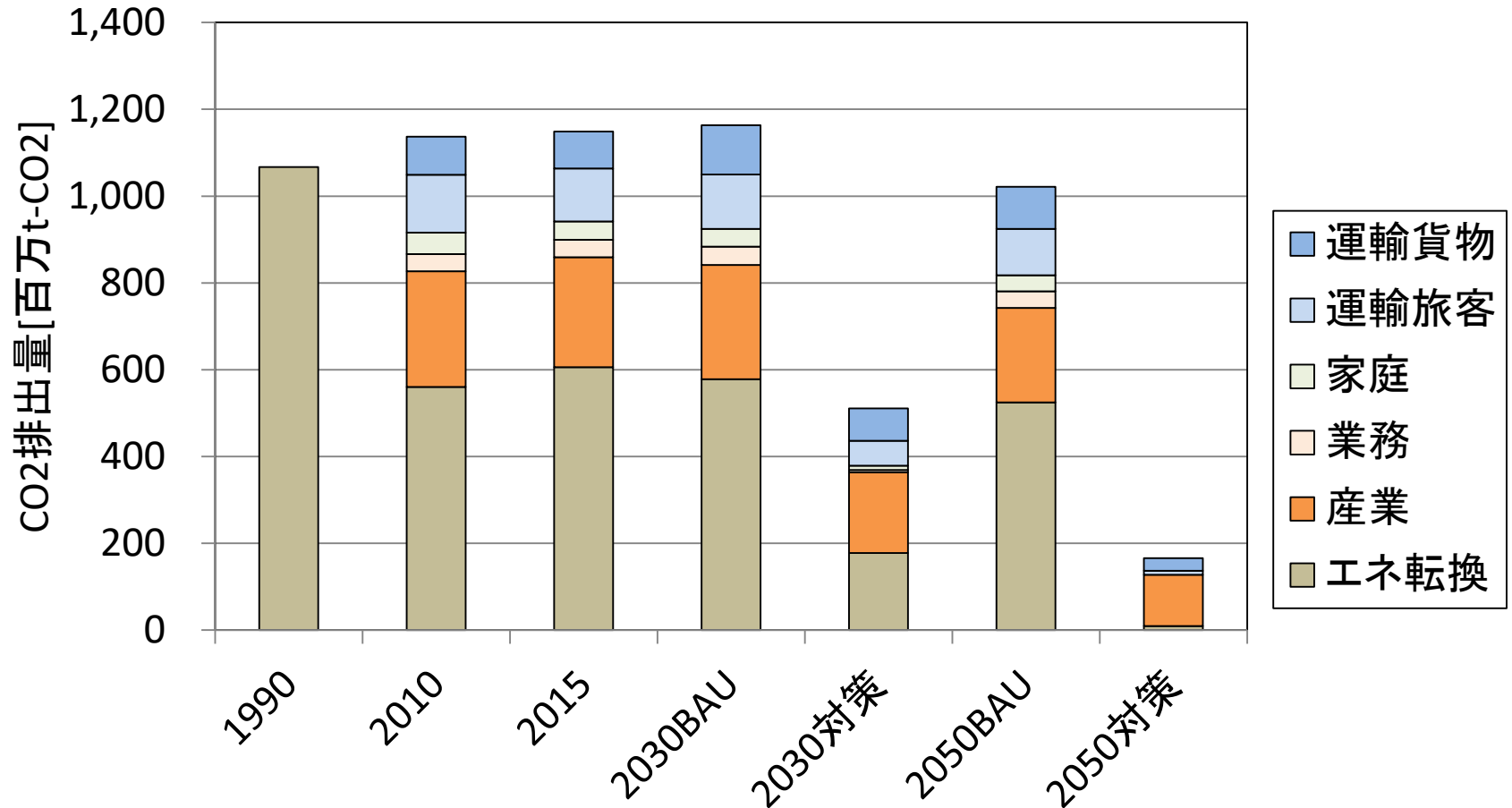
# 活動量の例(粗鋼生産)



# 結果：最終エネルギー消費



# 参考：CO2排出量



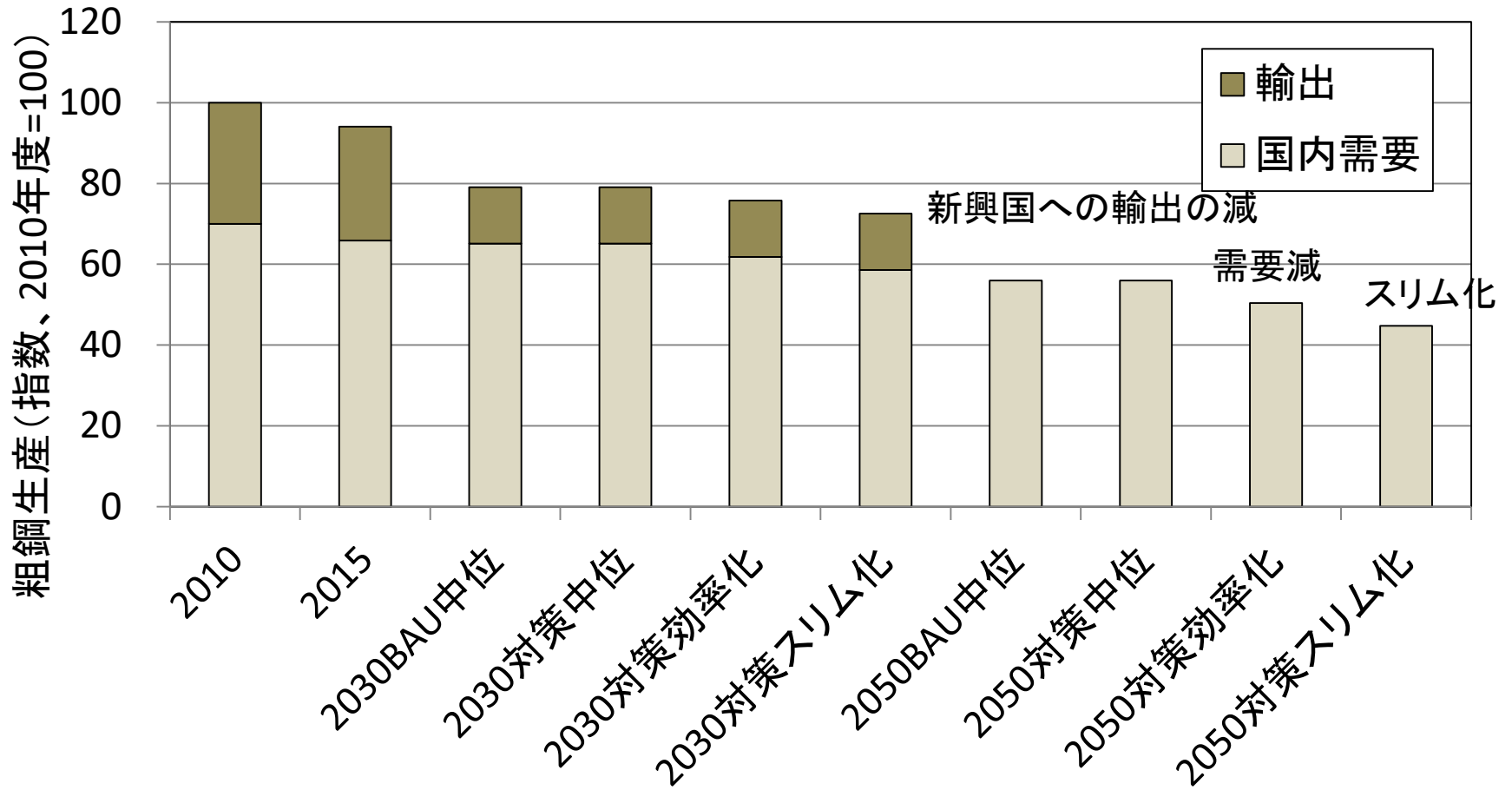
電気、業務家庭用低温熱は再エネ転換。産業熱と運輸燃料で化石燃料が残る場合。  
これでも2050年に90年比▲84%削減。再エネ100%化は次の報告参照。

活動量中位などの場合

# 活動量4ケース

	内容
大量生産継続 ケース	<p>2030年度までは総合資源調査会の長期エネルギー需給見通しの粗鋼生産量、セメント生産量、エチレン生産量、紙板紙生産量、旅客輸送量、貨物輸送量の通り。</p> <p>2030～2050年度は、製造業の生産量、旅客輸送量、貨物輸送量は人口減に比例して減少。</p> <p>機械製造業は2050年にむけ生産指数44%増を見込む。</p>
活動量中位 ケース	<p>産業の活動量(生産量・指数)、運輸旅客・運輸貨物の活動量(輸送量)を人口比例で減少と想定。</p> <p>産業部門の素材生産量は上に加え、市場変化・新興国現地生産化による輸出分相当の生産量減を想定。</p> <p>機械製造業は2050年にむけ生産指数44%増</p>
活動量効率化 ケース	<p>活動量中位ケース想定に加え、建物長寿命化(3倍)による素材生産量減として紙2%、化学素材2%、窯業土石製品20%、鉄鋼5%の削減を見込む。</p> <p>また情報化による紙生産減15%を見込む。</p>
活動量スリム 化ケース	<p>活動量効率化ケースの想定に加え、使い捨てプラスチック生産の減少、土木工事の減少(公共工事一巡化により年間の土木用材料生産を3分の1に)を想定。</p> <p>粗鋼生産のうち電炉の占める割合を90%に高める。</p>

# 活動量の例(粗鋼生産)

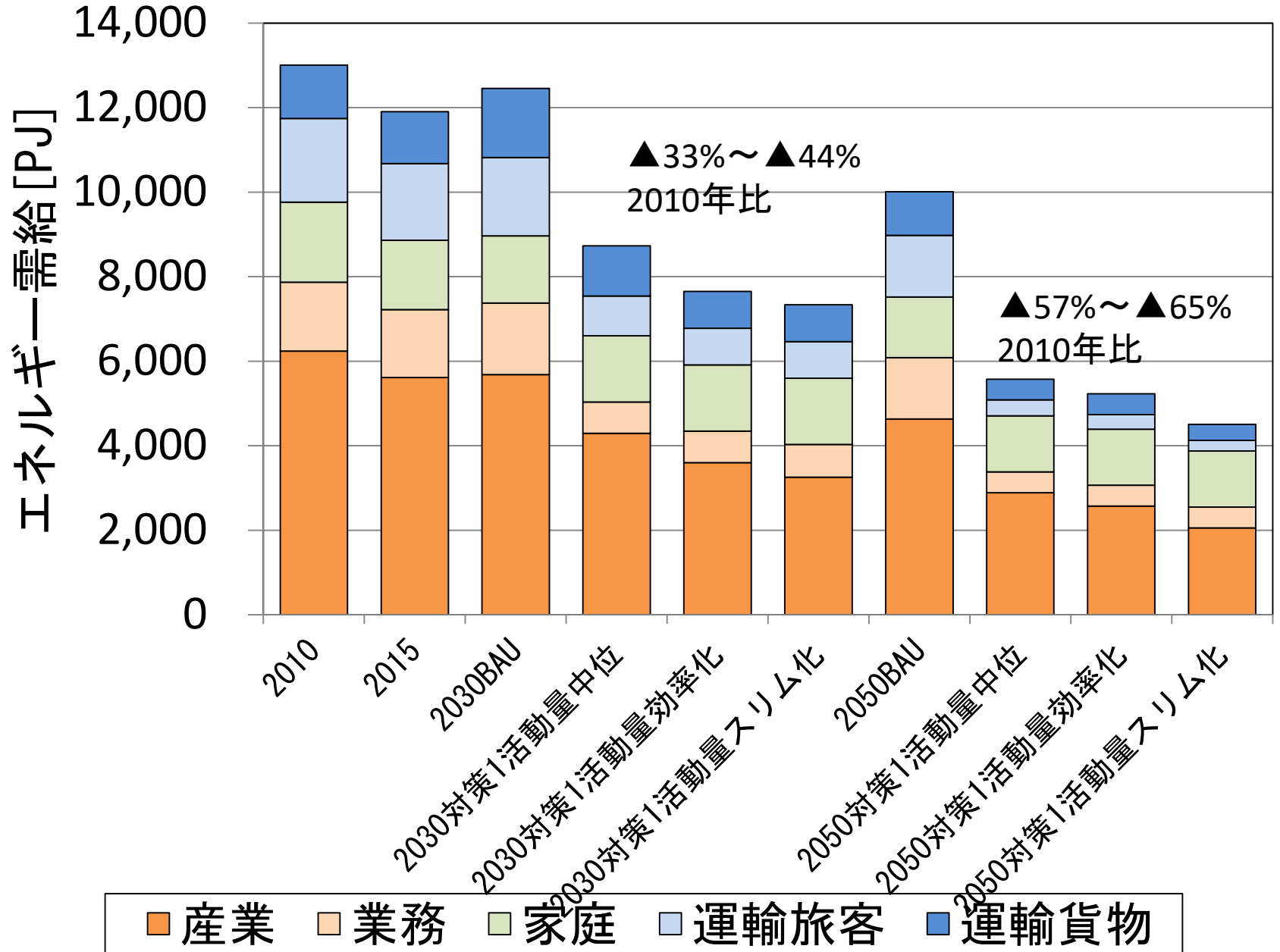


# 省エネ対策

部門		活動量ケース	2030年度	2050年度
産業部門	素材製造業(鉄鋼、セメント、化学工業、製紙)	大量生産継続、活動量中位	省エネ法ベンチマーク水準を各業種で達成	2030年原単位水準維持
		活動量効率化		
活動量スリム化	電炉割合拡大			
	非素材製造業、非製造業	共通	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年原単位水準維持
運輸部門	旅客	共通	乗用車、バスは現在の燃費規制のトップレベルに。	乗用車、小型バスは電気自動車に転換 大型バス、鉄道、船舶、航空は2030年原単位水準維持
	貨物	共通	トラックは現在の燃費規制のトップレベルに。	小型トラックは電気自動車に転換 大型トラック、鉄道、船舶、航空は2030年原単位水準維持
業務部門、家庭部門		共通	照明・機器の省エネ機器転換、断熱建築普及	断熱建築普及

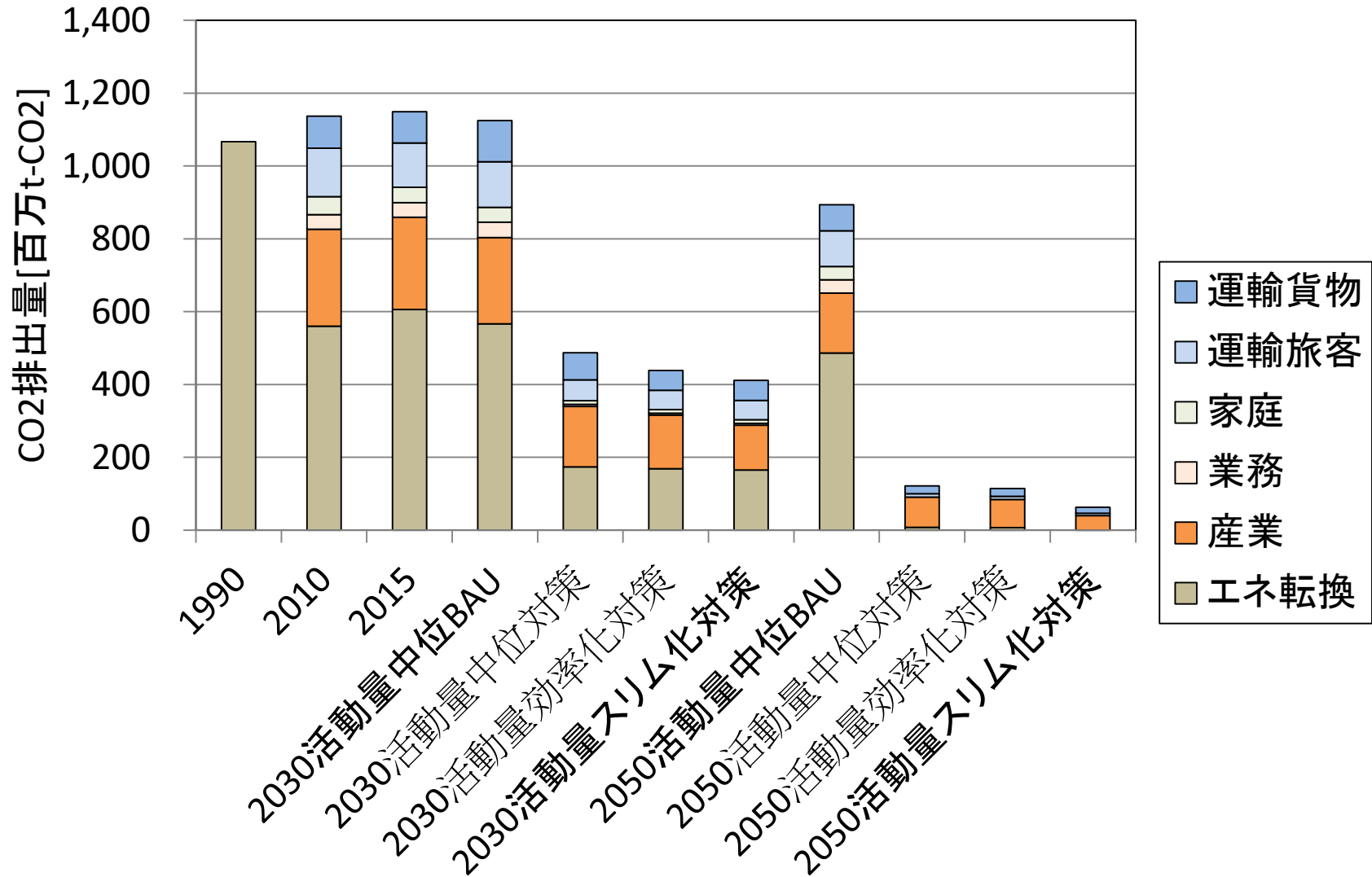
赤字は2030年以降の技術改善を見込んでいない。

# 結果：最終エネルギー消費





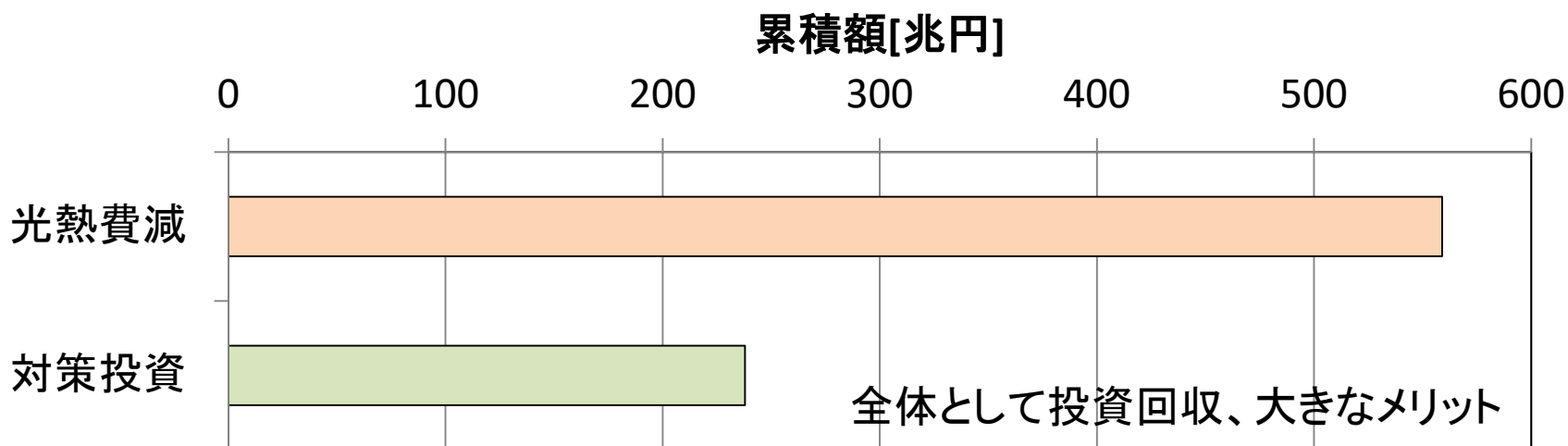
# 参考：CO2排出量



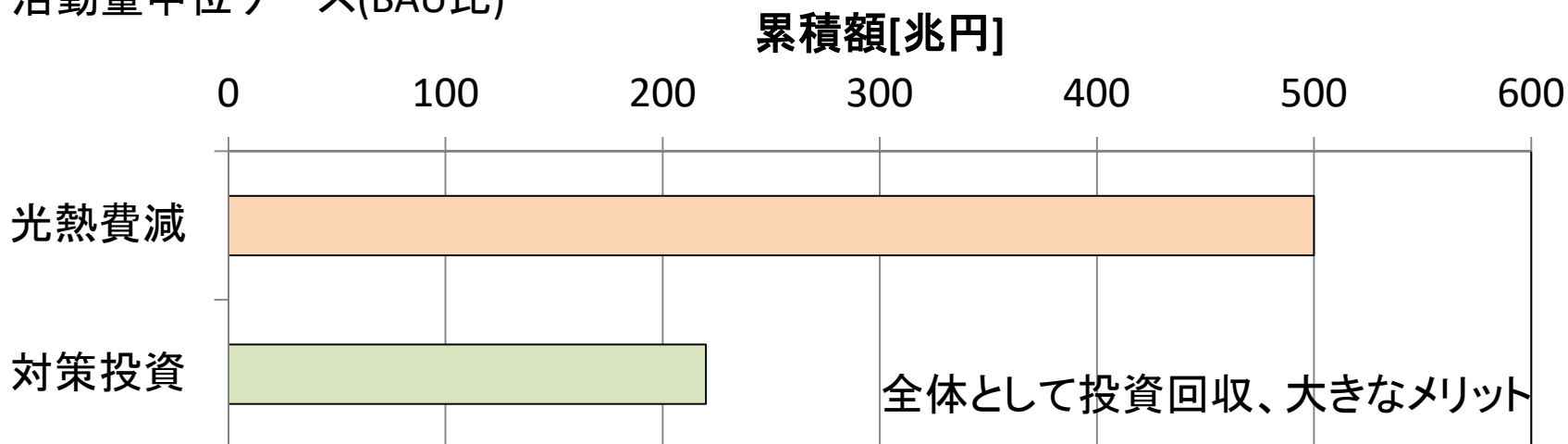
電気、業務家庭用低温熱は再エネ転換。産業熱と運輸燃料で化石燃料が残る場合。  
これでも2050年に90年比▲89～95%削減。再エネ100%化は次の報告参照。

# 対策による光熱費減と投資額

大量生産継続ケース(BAU比)



活動量中位ケース(BAU比)



予稿より光熱費、対策投資額ともに減

# 考察

## 想定した省エネ対策について

- 想定技術は、現状で商業化、運輸部門の電気自動車化も導入が開始されているもので、保守的な想定。

## 対策の実際の導入について

- 対策は全体として投資回収可能。但し、費用効果的でも情報が届かないなど様々な理由で導入されないこともある。対策を確実に実現するためには政策を導入し担保あるいは補強することが望ましい。
- 政策手法については環境法・環境経済・環境政策の社会科学の諸研究で様々な議論の積み重ねが行われている。

## 活動量について

- 素材生産などエネルギー多消費の活動量が増加すれば、一般に単年度のエネルギー消費量、CO<sub>2</sub>排出量、累積CO<sub>2</sub>排出量は増加。累積CO<sub>2</sub>排出量を一定以下にするには、活動量が予測より増加すると予測される場合、対策を積み増しかつ前倒し導入、それを促す政策も前倒し導入し担保補強することが考えられる。

## 対策コストについて

- 大量生産ケース、活動量中位ケースとも、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、対策主体全体に大きな利益をもたらす。対策で浮く光熱費が消費に回る際の経済寄与、省エネ対策設備投資による経済寄与の両面で経済に大きな寄与がある。

# まとめ

- 2050年頃の脱炭素化にむけ、エネルギー消費量の技術的削減シナリオを検討した。
- 大量生産が継続する場合、商業化省エネ技術普及で最終エネルギー消費を2050年度2010年度比約50%削減、電力消費量は同期間に約40%削減することが技術的に可能。
- 活動量が人口減程度に減少、かつ材料消費の効率化を行う場合、商業化省エネ技術普及で最終エネルギー消費を2050年度2010年度比約60%削減、電力消費量は同期間に約45%削減することが技術的に可能で、省エネ技術普及が脱炭素化に大きく寄与。
- 対策コストは削減光熱費と投資額を比較すると投資額が削減光熱費の約半分で投資回収可能であり、対策実施者には全体として利益になる。