

環境省地球環境研究総合推進費戦略研究開発プロジェクト/日英共同研究「低炭素社会の実現に向けた脱温暖化2050プロジェクト」  
「2050日本低炭素社会」プロジェクトチーム 2008年8月 国立環境研究所・京都大学・立命館大学・東京工業大学・みずほ情報総研  
「日本低炭素社会シナリオー二酸化炭素70%削減御シナリオ:」日刊工業新聞社発行

## 2050日本低炭素社会シナリオ: 温室効果ガス70%削減可能性検討

本研究は、日本を対象に、2050年に想定されるサービス需要を満足しながら、主要な温室効果ガスであるCO<sub>2</sub>を1990年に比べて70%削減する技術的なポテンシャルが存在することを、バックキャスティング手法によって明らかにしている。

1. 概要	1
2. 本研究の特徴	7
3. シナリオ検討手順	8
4. 主要な結果	27
5. 分析結果と考察	32
	全40枚

総合科学技術会議エネルギーPT 2008年8月19日  
プロジェクトリーダー 国立環境研究所 西岡秀三



## 概要(1)

### 低炭素社会の実現に当たっての前提

- ・ 一定の経済成長(2~1%/年/人)を維持する活力ある社会
- ・ 社会シナリオ(A.活力型/B.ゆとり型)によって想定されるエネルギー(を必要とする)サービスの維持
- ・ 提案されている革新的な技術の想定、ただし核融合などの不確実な技術は想定しない
- ・ 原子力など既存の国の長期計画との整合性配慮
- ・ 本研究の対象は、削減ポテンシャルの実証とそのための手順検討であり、炭素排出コストの市場への内部化などの政策措置については、言及していない

## 主要な結論(1)

### 70%削減の可能性・コスト・分野

- そのような前提のもとで、CO2排出量70%削減は、エネルギー需要の40~45%削減とエネルギー供給の低炭素化によって、可能となる。
- この2050年CO2排出量70%削減に関わる技術の直接費用は、年間約6兆7千億円~9兆8千億円である。これは想定される2050年のGDPの約1%程度と見られる。
- 需要側のエネルギー削減は、一部の部門でエネルギー需要増があるものの、人口減や合理的なエネルギー利用によるエネルギー需要減、需要側でのエネルギー効率改善で可能となる。

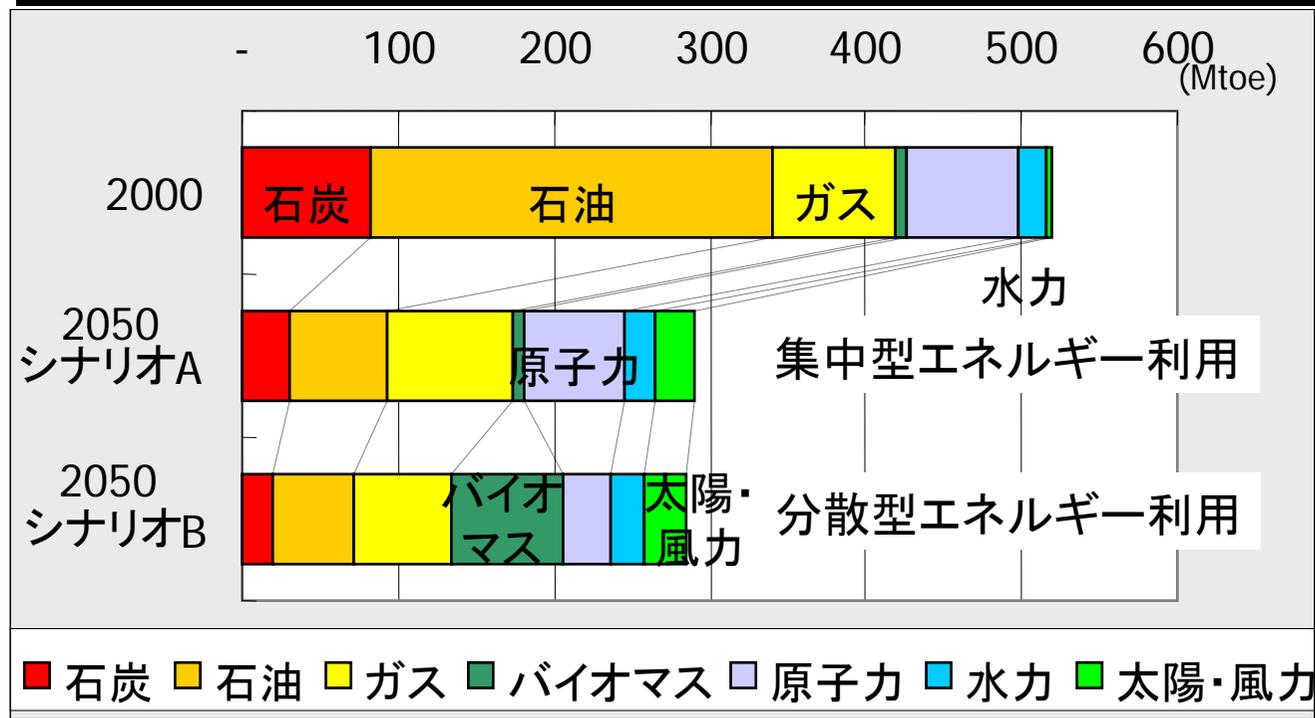
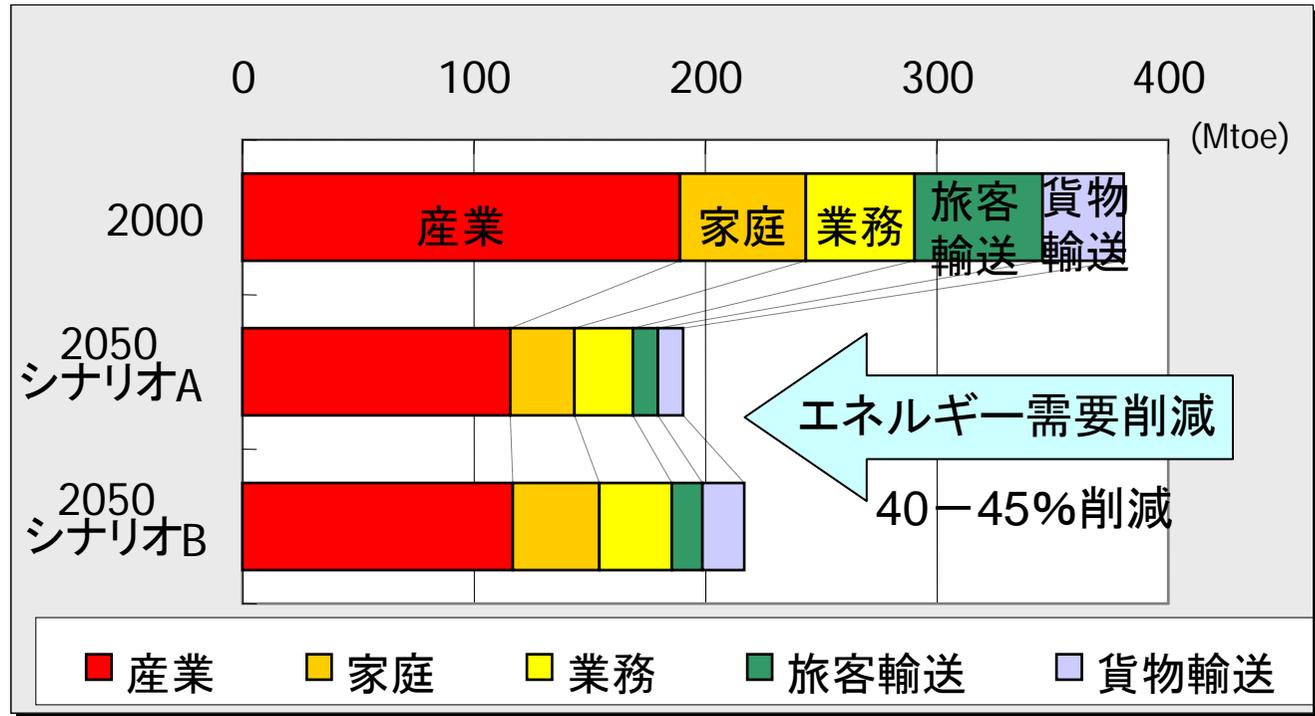
結果

# CO<sub>2</sub>70%削減 シナリオ

消費側の賢い選択で  
エネルギー消費は  
40-45%へらせる！

需要・供給側  
の等分の努力

再生可能エネ導入など  
一次エネルギーを  
低炭素に！



## 主要な結論(2)

### 70%削減の可能性・コスト・分野

- ・各部門でのエネルギー需要量削減率(2000年比)は以下のように見積もられる。幅は、想定した2050年社会のシナリオによる差である。
  - ・ 産業部門:20~40% 構造転換と省エネルギー技術導入など
  - ・ 運輸旅客部門:80% 適切な国土利用、エネルギー効率、炭素強度改善
  - ・ 運輸貨物部門:60~70% 物流の高度管理、自動車エネルギー効率改善
  - ・ 家庭部門:50% 建替えにあわせた高断熱住宅の普及と省エネ機器利用
  - ・ 業務部門:40% 高断熱建造物への作替え・建直しと省エネ機器導入
- ・エネルギー供給側では、低炭素エネルギー源の適切な選択(炭素隔離貯留も一部考慮)とエネルギー効率の改善の組み合わせで、低炭素化が図られる。

## 低炭素社会実現のために必要な手順

経済成長と必要とされるであろうエネルギーサービスを維持しつつ低炭素社会を実現するためには、

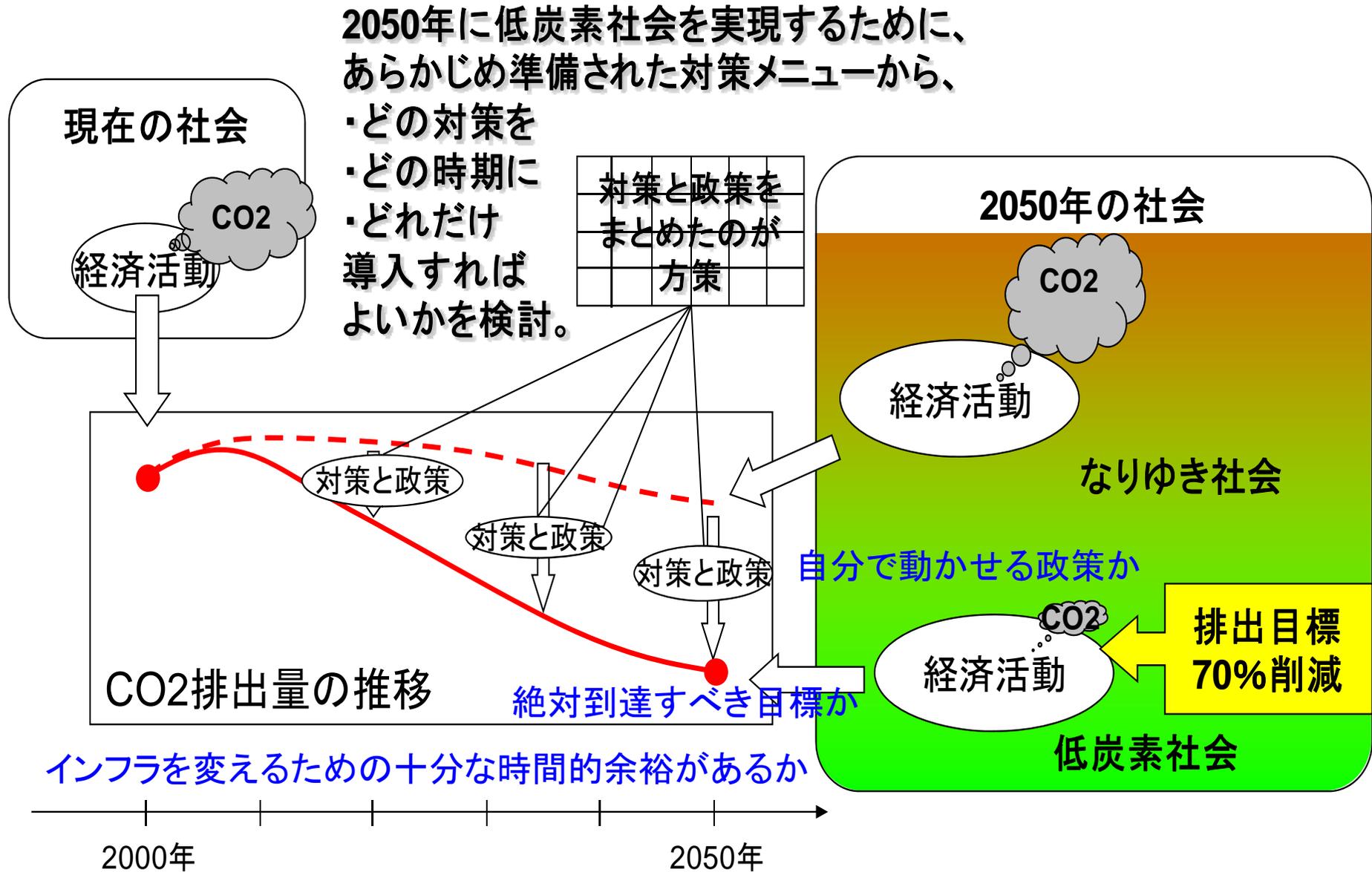
- ・当然見込まれる産業構造転換や国土インフラ投資を、早期から低炭素化の方向にむけて確実に進める。
- ・その上に、省エネルギー・低炭素エネルギー技術の普及、開発、投資を加速
- ・政府の強いリーダーシップが不可欠
  - 早期の国民的目標共有
  - 社会・技術イノベーションに向けた総合施策の確立
  - 削減ポテンシャルを現実のものとする強力な普及・促進策の実施
  - 長期計画にもとづく確実な政府投資
  - 民間投資誘導を推進

## 日本低炭素社会シナリオ研究の「ウリ」

1. 環境省総合推進費研究(2004－2008)研究所・大学研究者60名の成果  
環境省提案ではない(←予測:政府見通しを全部は取り入れてはいない)
2. バックカスティング手法の適用:70%削減するという目標に向かって、い  
つどんな手を打ってゆくかの研究(←フォアカスティング手法)
3. 総合施策の検討:削減目標のフレキシビリティ/都市・住宅・オフィス/  
交通・国土利用/IT効果/エネルギー供給システム/技術政策をカバー
4. アウトプット:可能性の検証、および可能にするための政策
  - 例:技術開発の加速と技術競争、早めのインフラ整備、障壁となる社会  
制度(慣習、法規則、政策システム、)改善、コスト推定、施策手順と  
効果定量的推定(12の方策)、[経年必要資源量推定]
5. 需要側での削減の重要性、社会システム改革の必要性を指摘

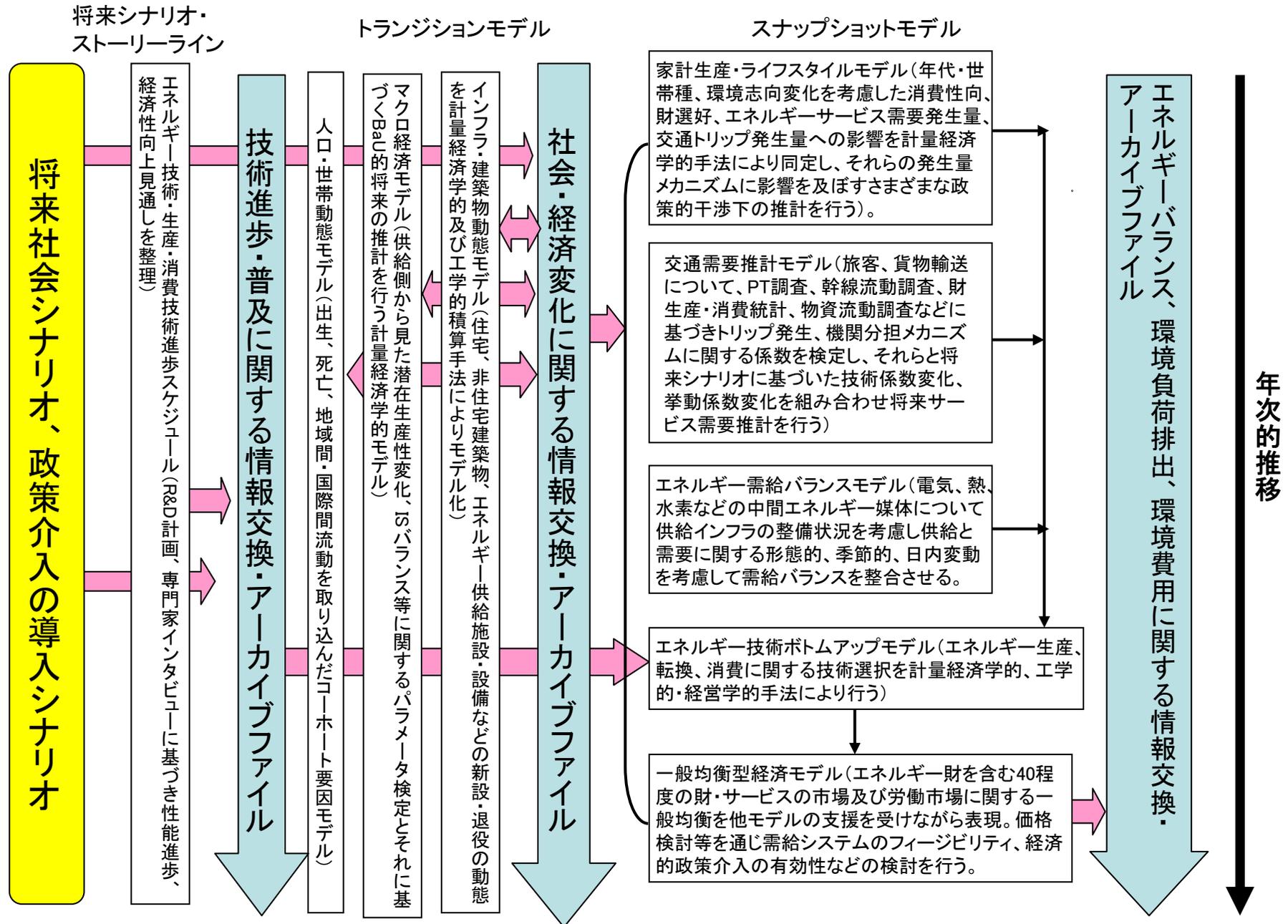
手順(1)

## バックキャストイングと2050年低炭素社会に向けた方策の役割



# 手順(2)

## 低炭素社会シナリオ構築手法



手順(3)

## 2つの将来ビジョン想定:

人々の考え方、人口、国土・都市、生活・家庭、経済・産業  
に関する叙述的なシナリオを開発している

### シナリオA

企業や政府などの積極的な技術開発投資を背景に技術進歩率は高く、また社会全体として経済活動は活発であり、一人あたり年間経済成長率2%/人・年を維持している。

これらの高い経済成長率を支える要素としては、技術進歩に加えて個人レベルでの活発な消費と高い労働意欲が挙げられる。就業に関しては老若男女や国籍の区別がほとんどなく、個人の能力、特性、専門性に応じた雇用が標準となり、機会の平等が実現している。

これまで女性が担ってきた家事は大部分が外部化・機械化されており、仕事以外の空いた時間は自分のキャリアアップのために活用するなど人々は「自分の夢」のために費やす時間が多い。

また、消費に関しては新しい技術や製品・サービスを積極的に受け入れるため、消費は旺盛であり買い替えのサイクルも比較的短い。

一世帯の構成人数は減少し、家族よりも個が重視され、若者や高齢者の一人暮らしが増加する。地方より都心部、戸建て住宅よりも集合住宅に居住する人口が増加し、利便性の高い生活を好む風潮が強い。

### シナリオB

一人あたり年間経済成長率は1%/人・年であるが、ボランティア活動など経済として現れない活動も活発に行われるため、必要なサービスは充分享受できる。

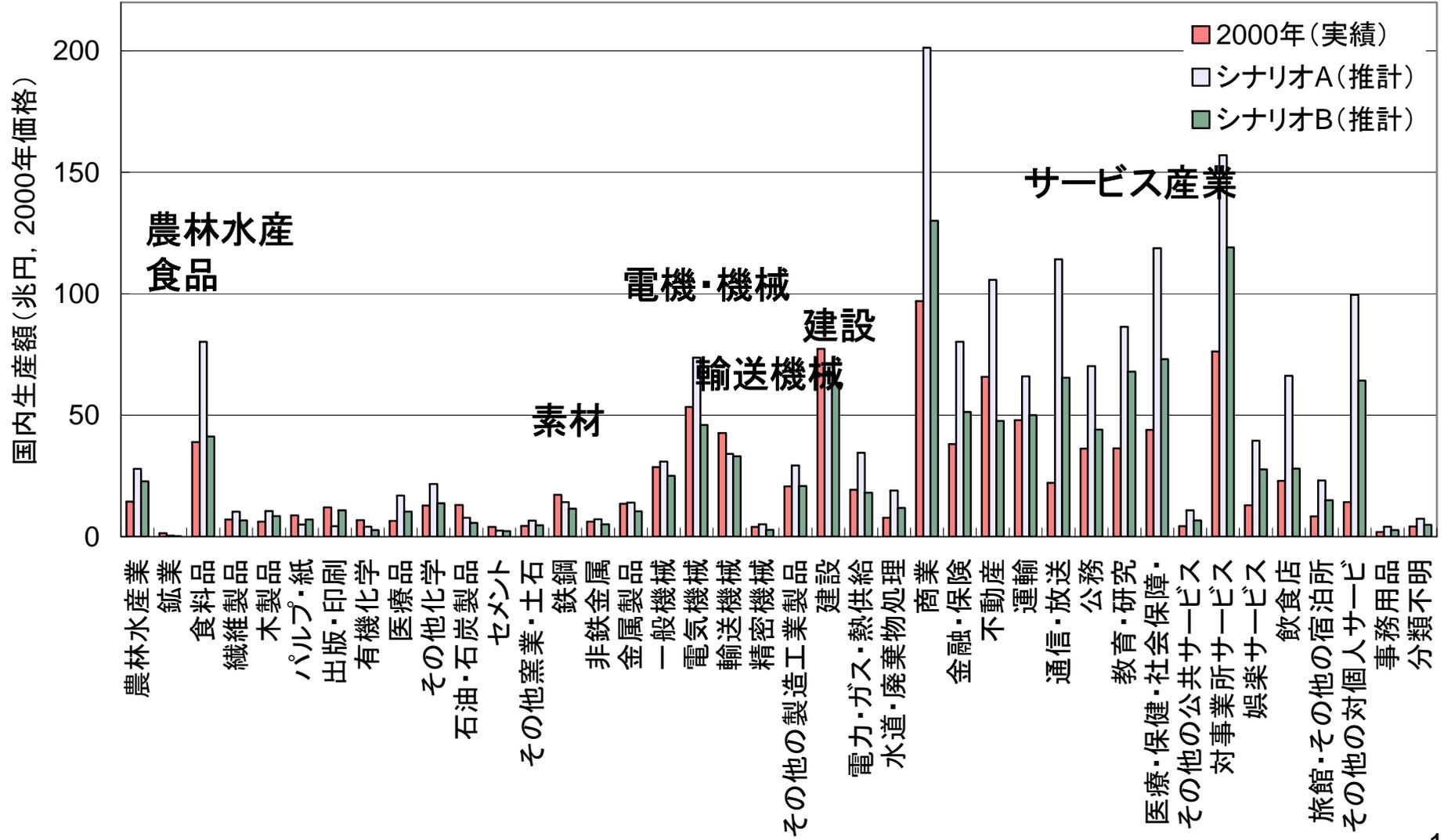
地方においても十分な医療や教育などのサービスを受けることが可能になるなど、不便のない生活が可能になっていくため、自らのライフスタイルに合った特色のある地域（地方等）に移り住んでいく人が増加し、結果的に都心から地方への人口・資本の分散が進む。

また、農村などで庭付き一戸建てを持つ人が増加するなど、戸建て住宅に居住する人が増加し、一世帯あたりの構成人数と床面積が増加する。

ワークスタイルとしては、夫が外で働き、妻が家庭内で家事をするという従来の標準的なスタイルから、各家庭のライフプランにあわせて二人でバランスをとりながら収入を確保するスタイルが普及・定着している。家事については家族内で分担されたり、地域内のボランティアやNGOなどがそれぞれの地域で提供している無償のサービスなどを活用したりするケースが多く見られる。一方で家族と過ごす時間が増加し、余暇時間には趣味やスポーツ、習い事などのほかに、ボランティア活動や農作業、地域活動に従事する人が増加する。

ひとつの地域の中にも多様な個性が存在するが、その分他者を尊重し、共に強みを出し合って協力し合う知恵を持って生活している。

## 2050低炭素社会の産業構造推定(CGE)



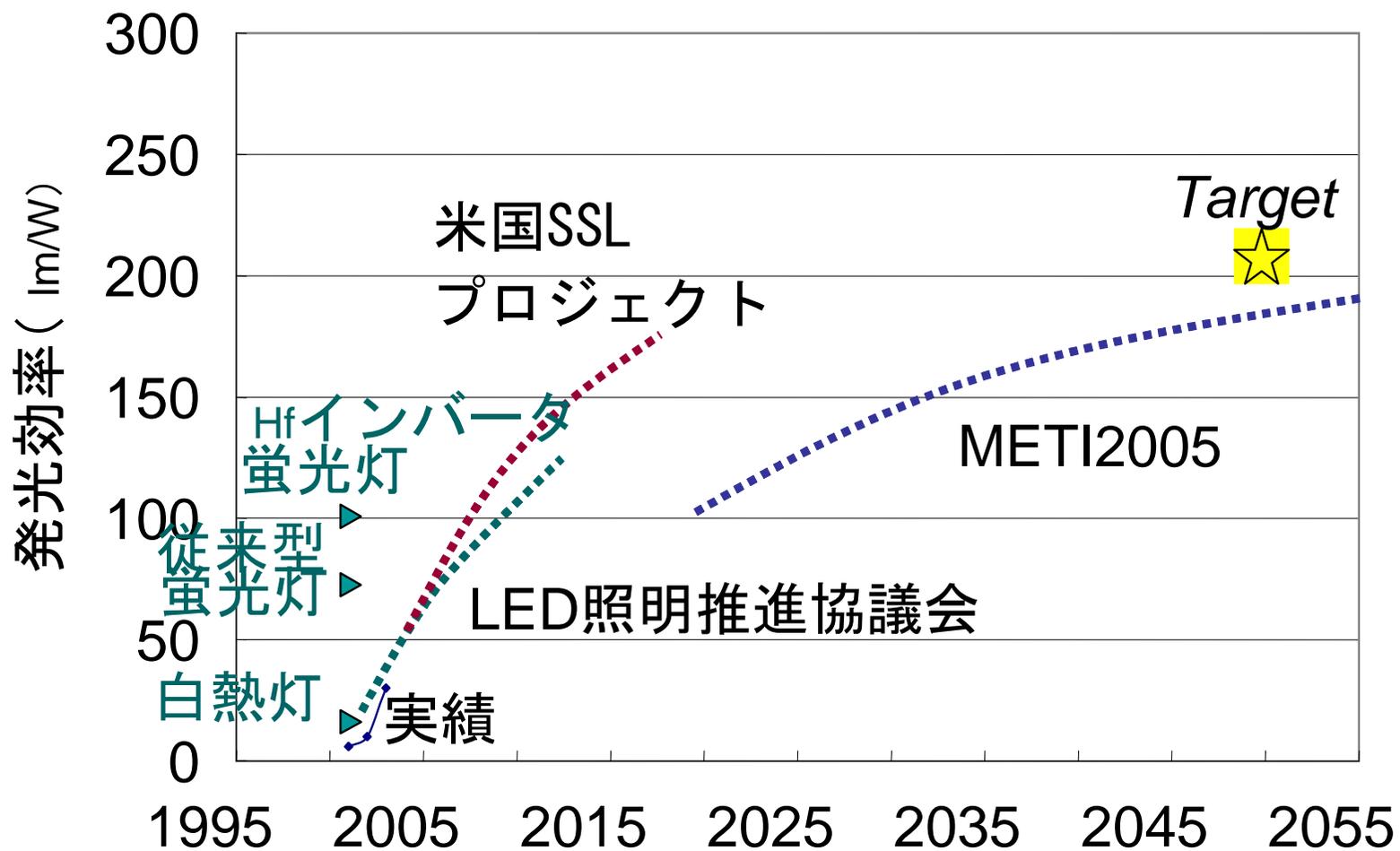
手順(5)

## 対象とした主要技術 エネルギー需要の90%をカバーする約400技術を対象とする

部門	主要な対策技術リスト
民生部門	高効率ヒートポンプエアコン, 高効率電気給湯器, 高効率ガス給湯器, 高効率石油給湯器, 太陽熱給湯器, 高効率ガスこんろ, 高効率電気調理器, 高効率照明, 高効率映像機器, 高効率冷蔵庫, 高効率搬送動力, ガスヒートポンプ, 燃料電池ヒートポンプ, 太陽光発電, BEMS, 高断熱住宅・建築物, エコライフナビゲーションシステム, 電子新聞・電子雑誌など
運輸部門	高効率レシプロエンジン自動車, ハイブリッドエンジン自動車, バイオアルコール自動車, 電気自動車, プラグインハイブリッド自動車, 天然ガス自動車, 燃料電池自動車, 自動車車両の軽量化, 自動車車両の空気抵抗低減, 低転がりタイヤ, 高効率鉄道, 高効率船舶, 高効率航空機, 高度道路交通システム, リアルタイム&セキュリティ交通システム, サプライチェーンマネジメント, バーチャルコミュニケーションシステムなど
産業部門	高効率ボイラ, 高効率工業炉, 高効率モーター, 高効率自家発電装置, 次世代コークス炉, 廃プラスチック原燃料化, エコセメント, 接触分解プロセス, メタンカップリング, 嵩高紙, 黒液ガス化発電など
エネルギー転換部門	高効率石炭火力発電(石炭ガス化複合, アドバンスド加圧流動床, バイオマス混焼など), 高効率天然ガス火力発電, 高効率バイオマス火力発電, 風力発電(陸上・洋上), 原子力発電, 水力発電, 副生水素, 天然ガス改質水素製造, バイオマス改質水素製造, 電気分解水素製造, 水素ステーション, 水素パイプライン, 水素タンクローリー, CCS(炭素隔離貯留)など

手順(6)

対策技術進歩の例：照明のエネルギー効率の見通し



## 需要側対策メニューの例

- 家庭部門

- 暖房需要: 高断熱住宅で6割程度削減
- 照明: LED照明普及率 50% LED照明効率 蛍光灯比300%
- その他家電需要: HEMSの普及、待機電力削減技術、エコライフの実践に伴い、割程度抑制

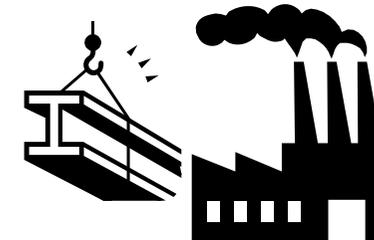


- 業務部門

- 冷暖房需要: 省エネビルで暖房需要が5割、冷房需要が2割程度削減、さらにBEMS普及やエコワーク実践で1割程度追加抑制
- 給湯需要: CO2給湯ヒートポンプ COP=5
- 燃料電池 発電効率40%、熱効率45%

- 運輸部門

- 自動車旅客・貨物輸送の10%が鉄道(8%)、バス(2%)にシフト
- 技術効率: ハイブリッド車2.47倍、電気・FC自動車3.33倍



- 産業部門

- 素材製品の国内生産の縮小: 現在の半分: 消費地近郊生産, 建設業の縮小, リサイクル率の向上
- クリーンプロダクトの浸透: 現在の石炭・石油消費の半分が天然ガスに転換(石油化学・鉄鋼を除く)、On-Off制御, 高効率化によりボイラーエネルギー消費10%削減、高性能工業炉の普及に伴いエネルギー消費40%削減

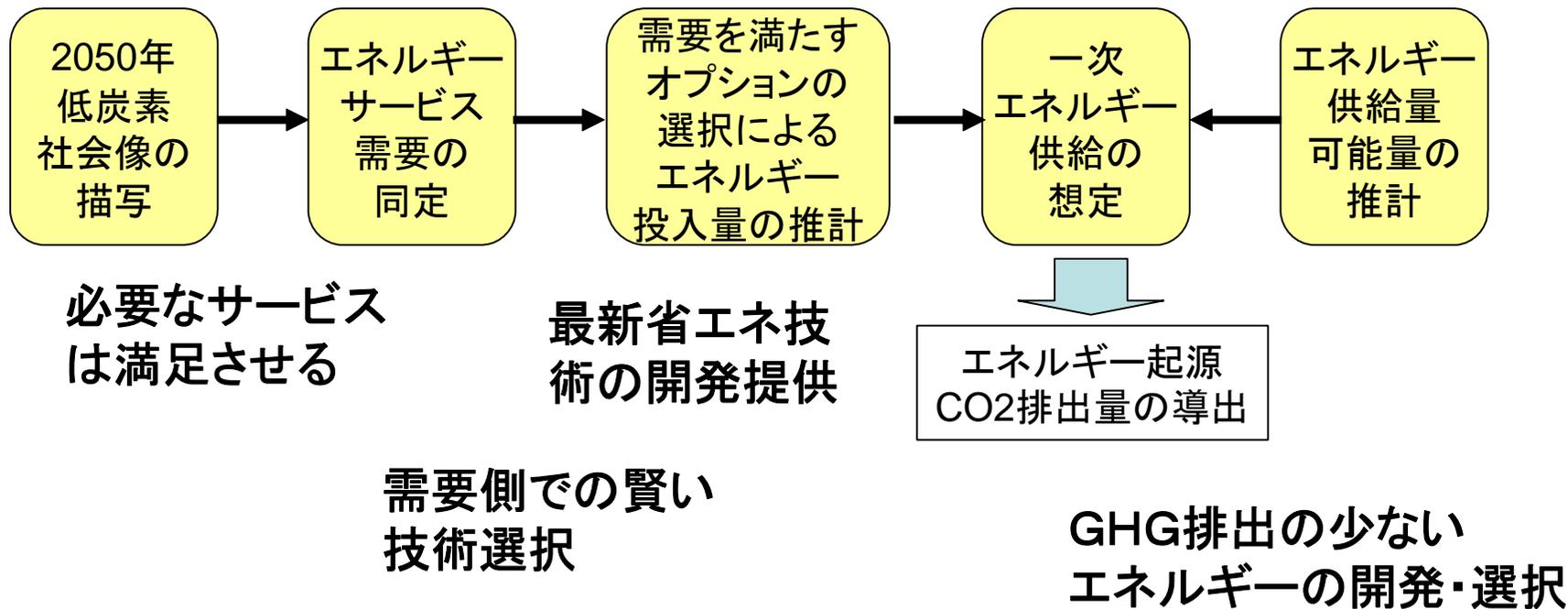
手順(8)

## 削減可能性検討の手順

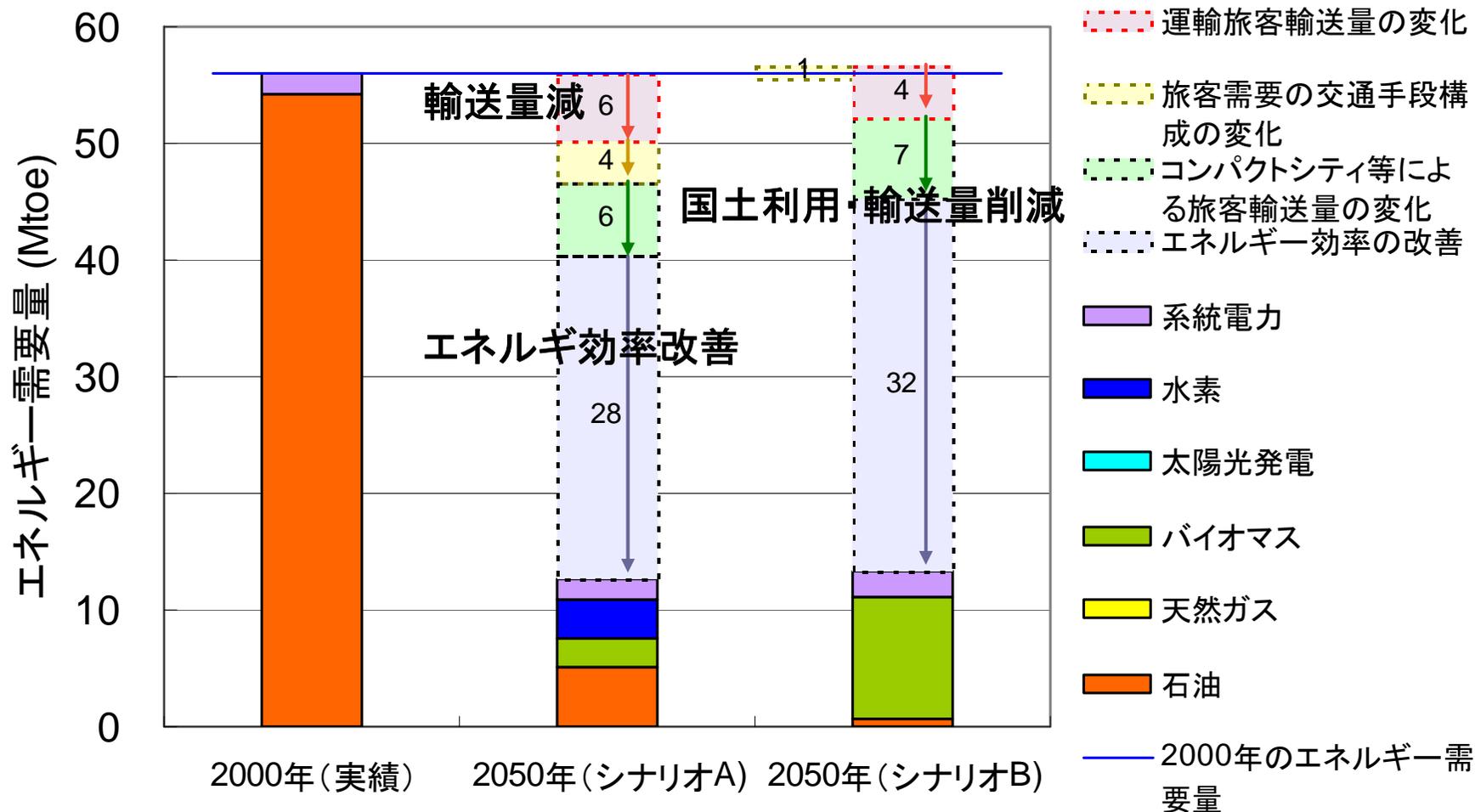
2050年には  
どんな社会になって  
るか？

合理的な技術選択  
をしたときに必要な  
エネルギー量は？

GHG排出の少ない  
エネルギーは？



# 例：運輸旅客：適切な国土利用、エネルギー効率改善で 80%もエネルギー需要が削減



運輸旅客輸送量の変化：人口減少による移動総量の減少

旅客需要の交通手段構成の変化：公共交通機関(LRT等)によるモーダルシフト

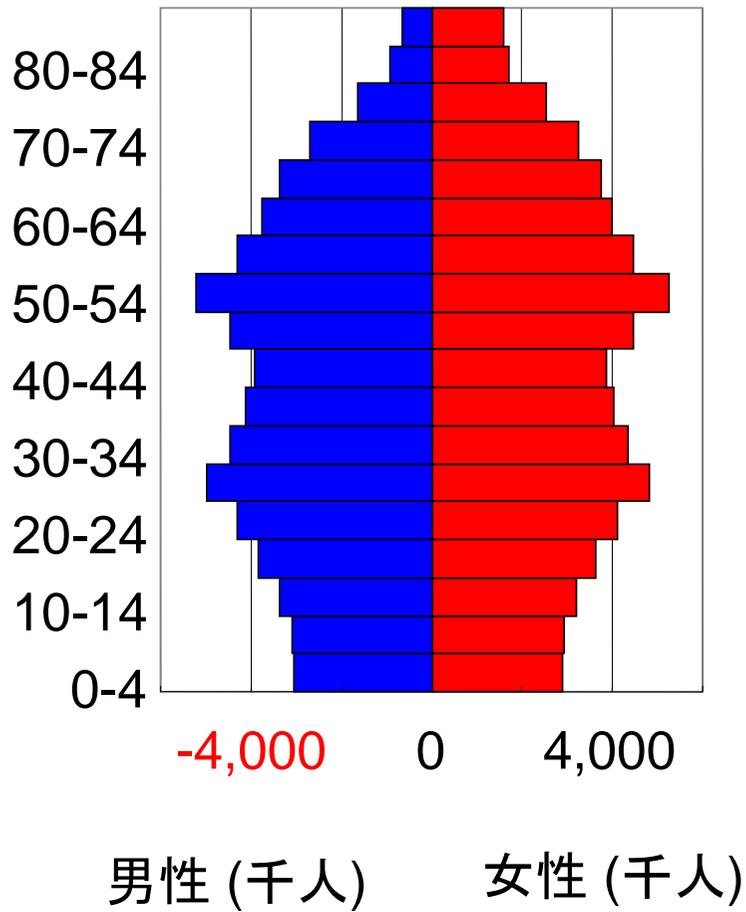
コンパクトシティ等による旅客輸送量の変化：目的地が近在化することによる移動距離の減少

エネルギー効率の改善：自動車などの旅客輸送機器の効率改善(ハイブリッド化、軽量化等)

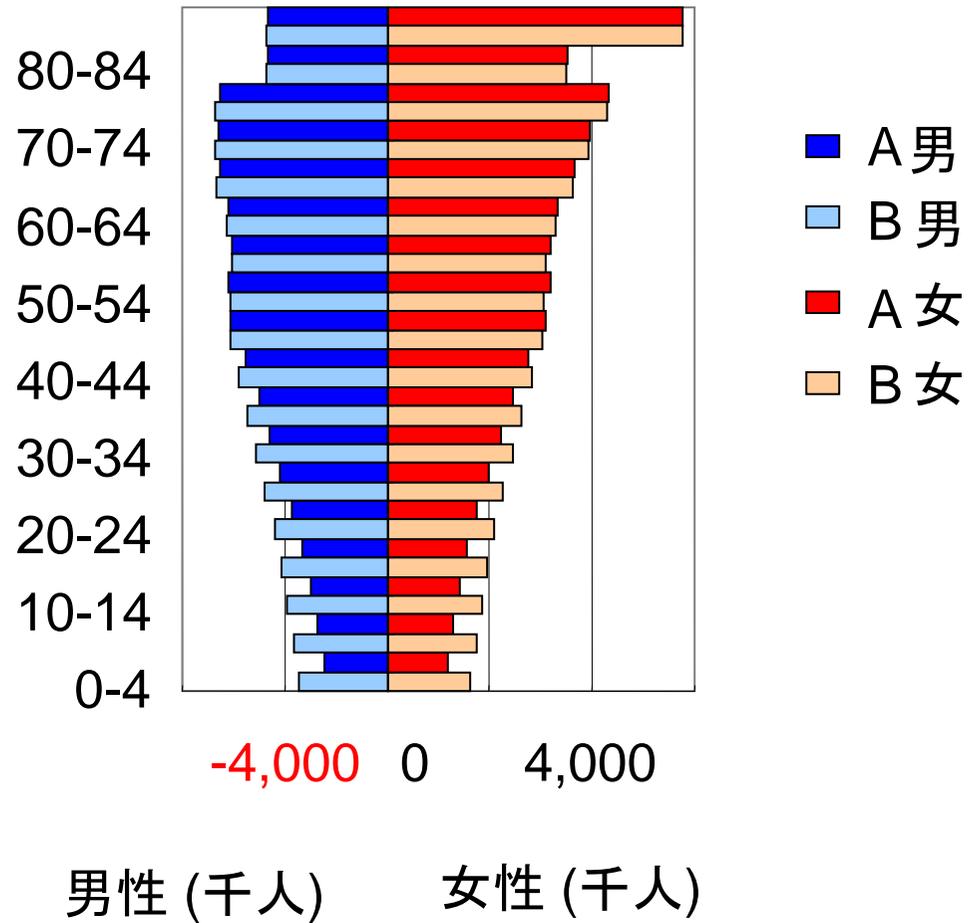
# 社会のイメージを描く

## 日本の人口は？

年齢区分

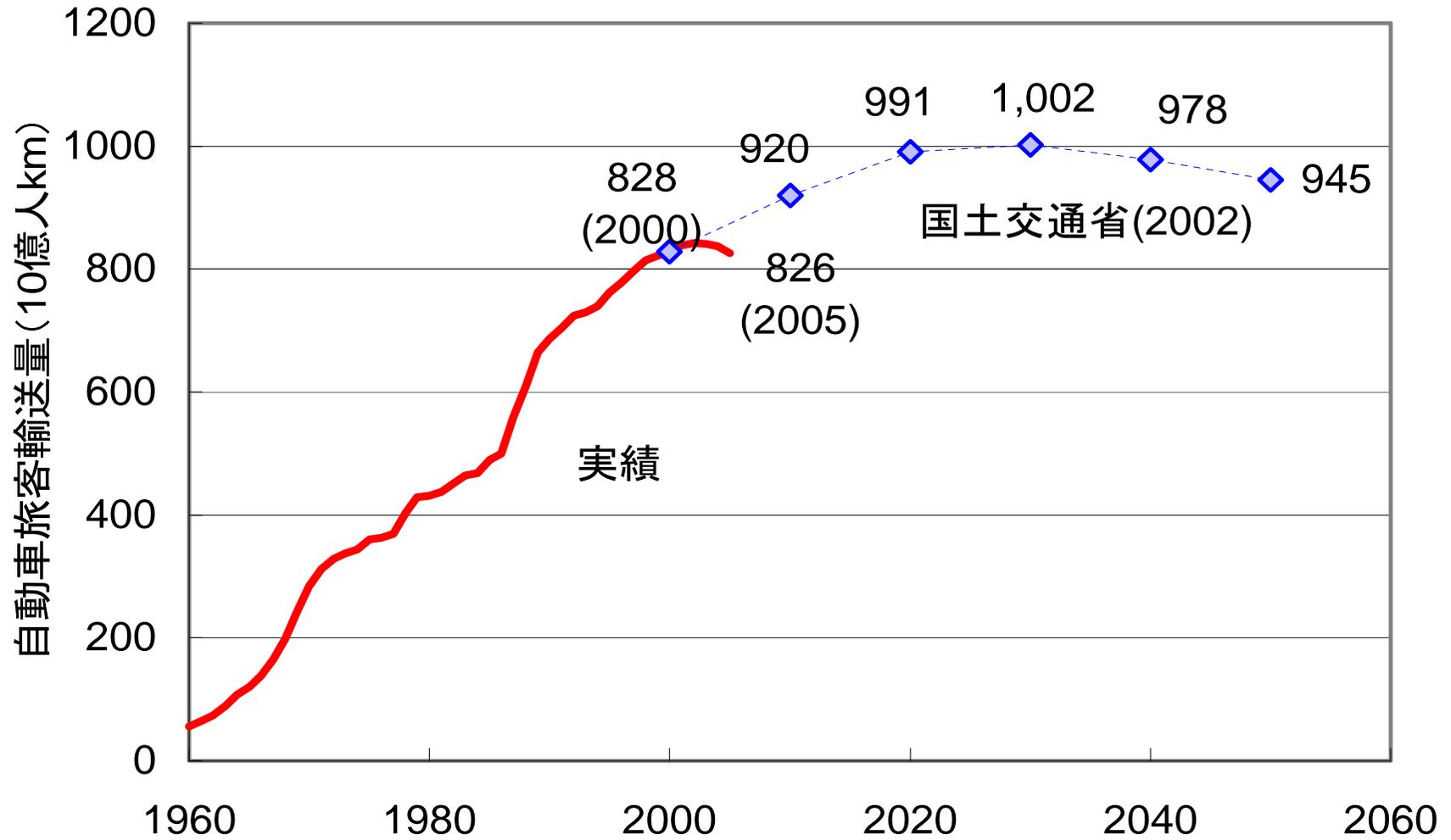


年齢区分

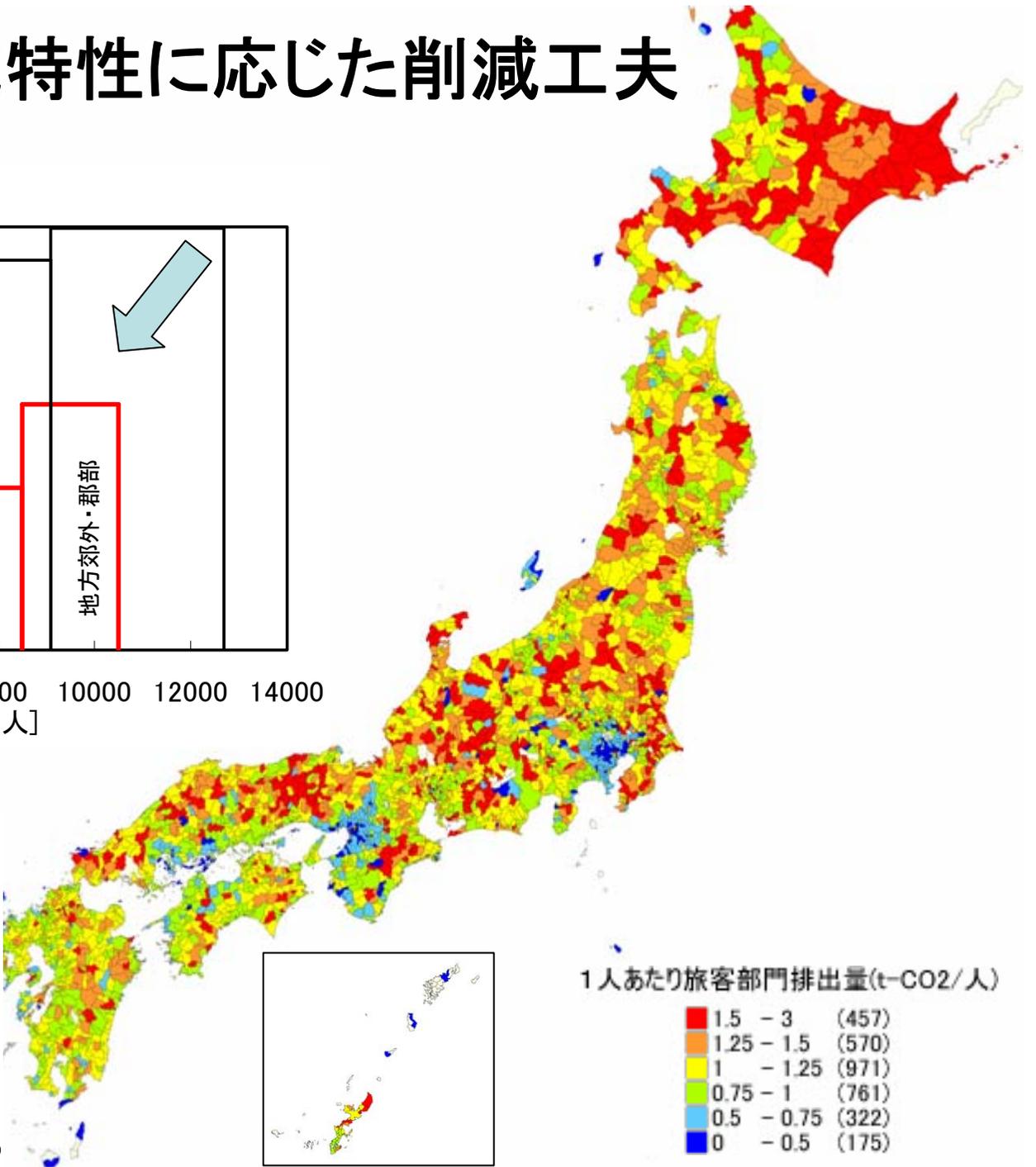
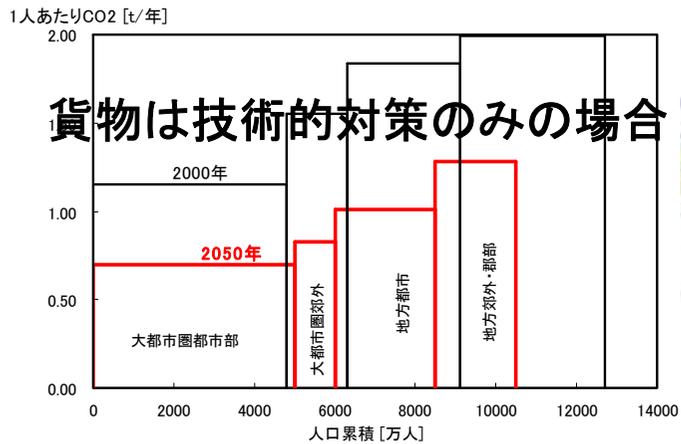
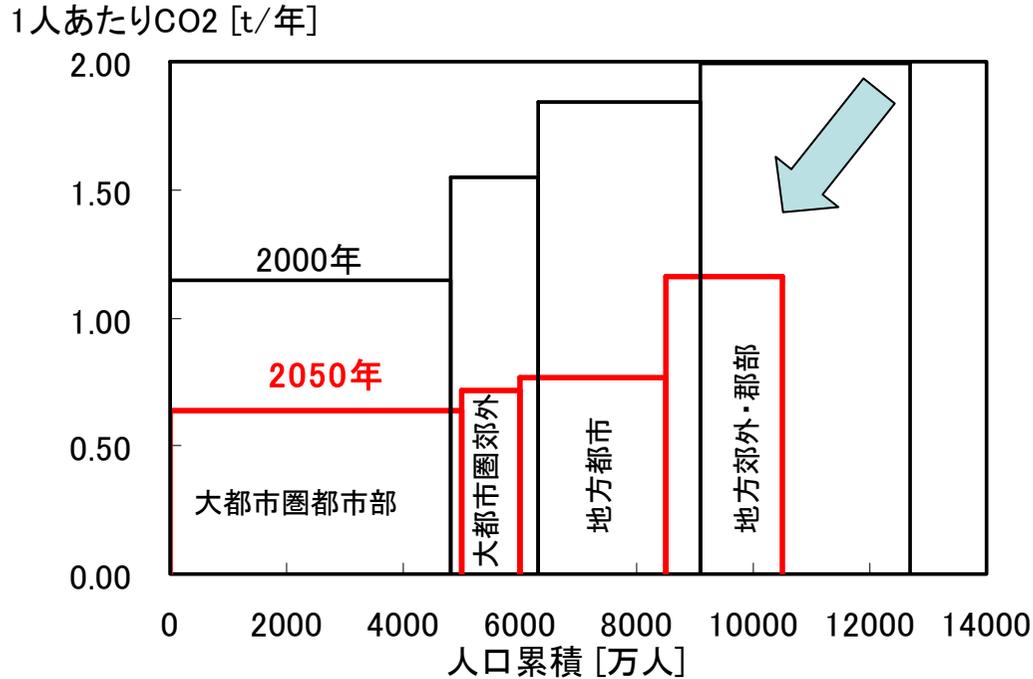


- A 男
- B 男
- A 女
- B 女

# 自動車旅客交通の国交省予測と実績



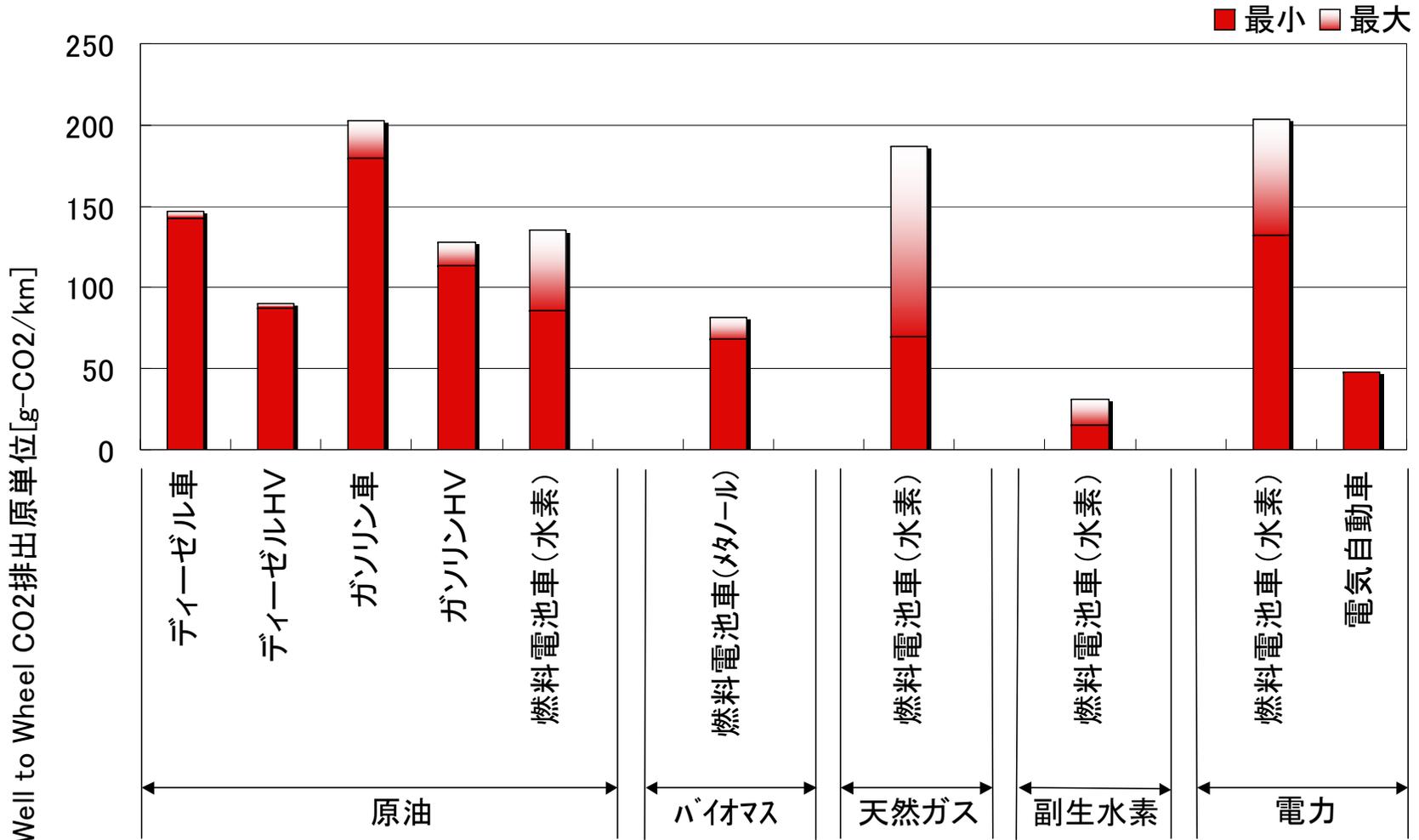
# 交通：地域特性に応じた削減工夫



# 地域特性に応じた削減策

	大都市圏都市部	大都市圏郊外	地方都市	地方郊外・郡部	全国
徒歩圏の高密度化	●導入済み	△駅前再開発	△駅前等再開発	△集落再構築	202→82(t) 60%減
都市の高密度化	△都心再開発	×	△地方都市の再評価	×	
公共交通システム活用	●(△貨物)	△環状方向の鉄道、P&R	○LRT	△福祉目的乗合交通	※80%削減は容易ではない
積載率改善	△適正規模の車両活用	△適正規模の車両活用	△乗合促進	×	※貨物輸送、都市間輸送、国際輸送の捉え方など、課題は多い
燃費改善	○都心モード。鉄道効率改善	○都市モード	△元々比較的燃費が良い	△元々比較的燃費が良い	
低炭素燃料	△自動車分担率が低い ため	○	○	○	
人口(百万人)	48→50	15→10	28→25	36→20	127→105
t-CO2/人	1.15→0.64	1.55→0.72	1.84→0.77	1.99→1.16	1.59→0.78

自動車のCO<sub>2</sub>排出原単位



※HV: ハイブリッド車の省略形

※電力: 日本の平均電源構成

※燃料電池車: 回生エネルギーを二次電池で回収

※水素: 圧縮水素を仮定