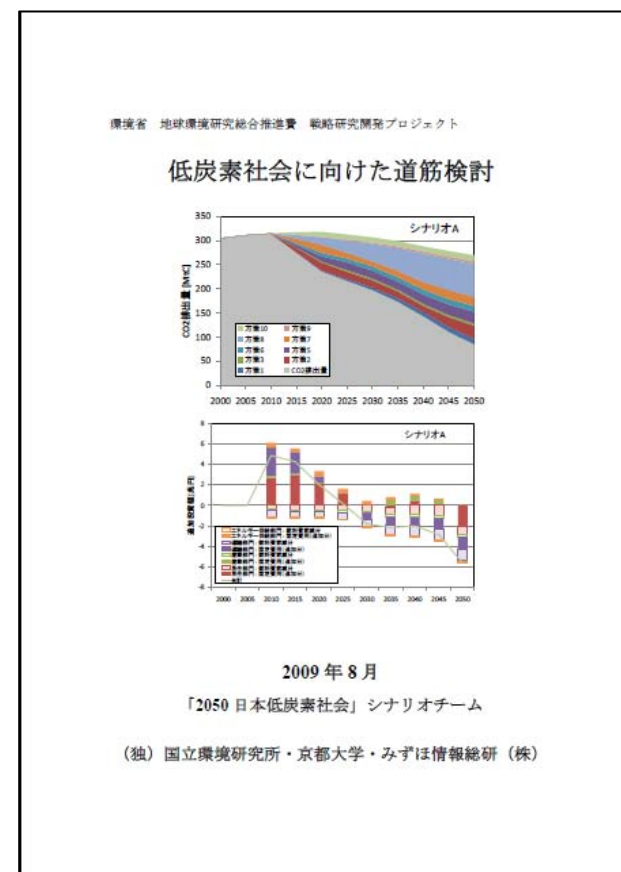


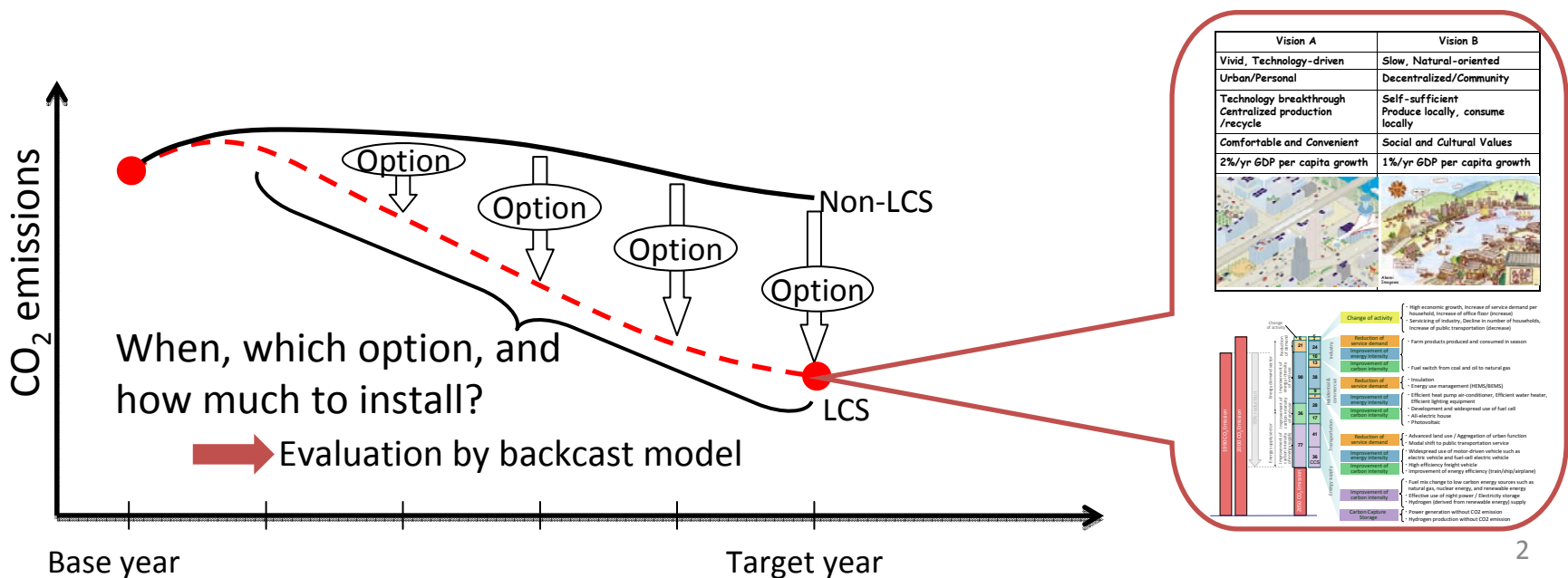
「低炭素社会に向けた道筋検討」の概要



芦名秀一・藤野純一・増井利彦・藤原和也・
日比野剛・甲斐沼美紀子・松岡譲
(2050日本低炭素社会シナリオチーム)

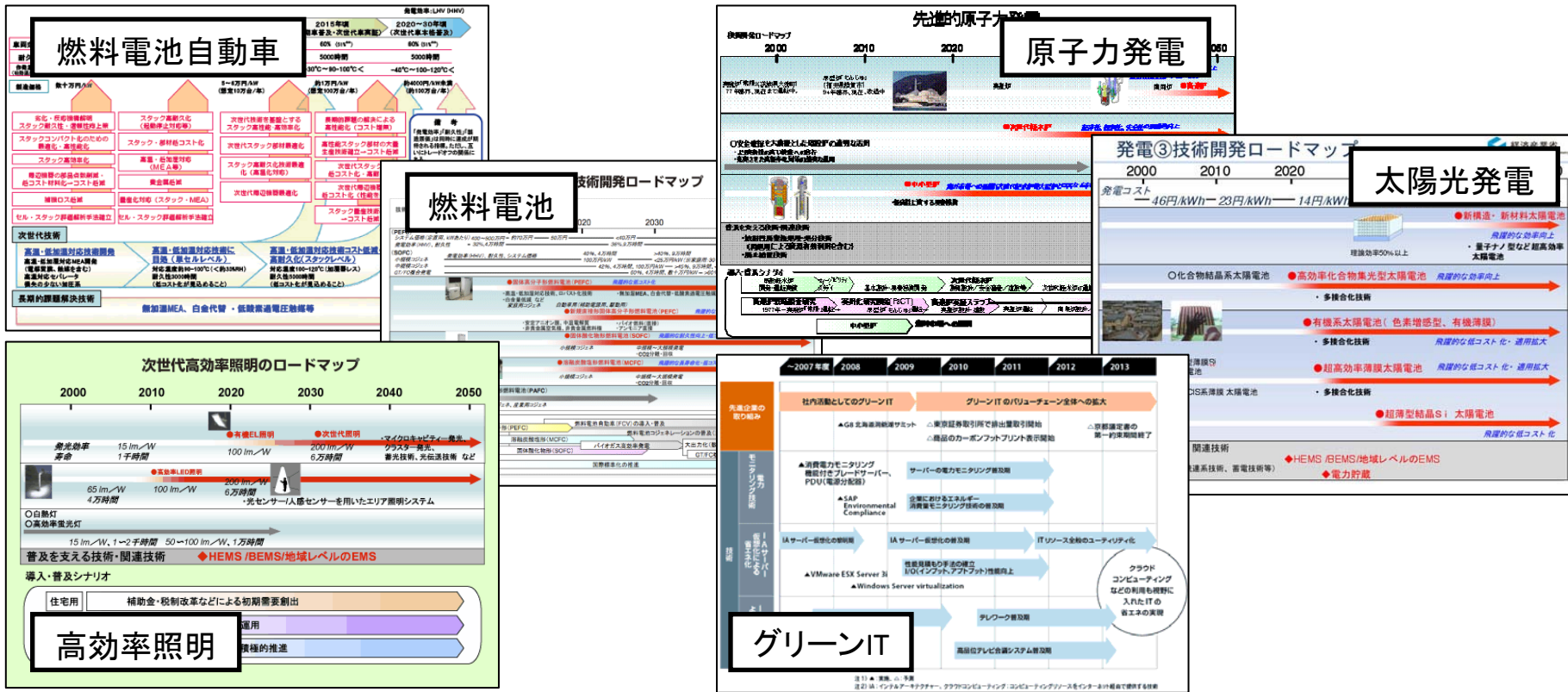
日本低炭素社会研究の進展

- 2004年以来、環境省の地球環境研究総合推進費戦略研究開発プロジェクト(S-3)として、日本において低炭素社会は実現可能か、それを実現するための制度、政策はどのようなものかを検討してきた。
 - 「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」「低炭素社会に向けた12の方策」等。
- 残されている課題：描いた将来像への道筋を定量的に描くこと



低炭素社会への道筋をどう考えるか？

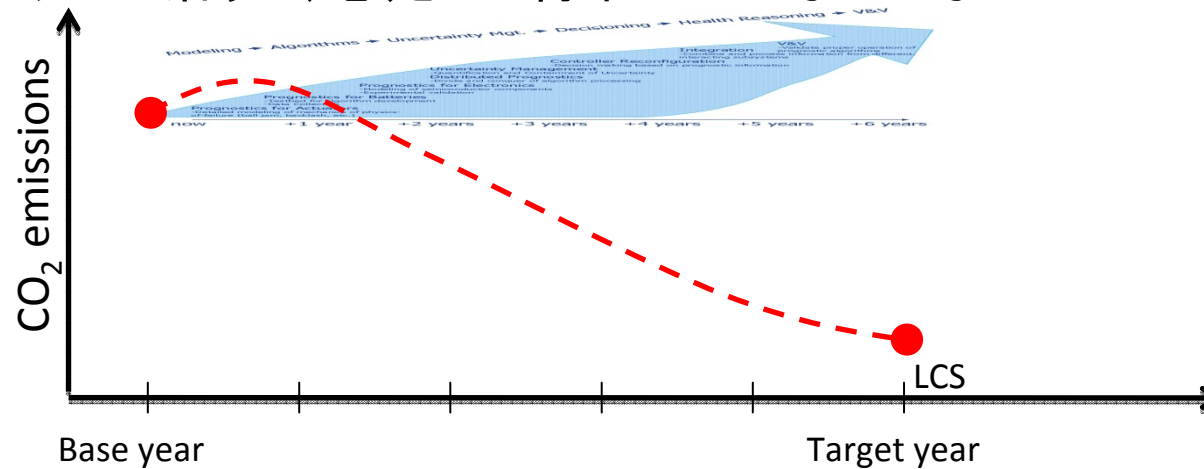
- 低炭素技術それぞれに将来のロードマップが示されている。



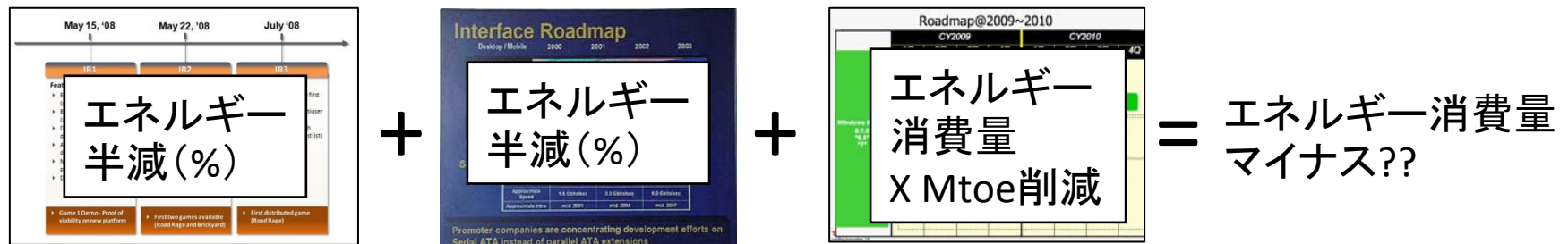
- 知りたいこと: 低炭素社会に到達するための総合的なロードマップ。
- 課題は2つ
 1. それぞれのロードマップに従うことで想定した将来像に到達できるか？
 2. ロードマップ間での干渉はないのか？(エネルギーバランス、経済活動など)

道筋検討に当たっての課題

- 各ロードマップに沿うと、想定した将来にはつながらない



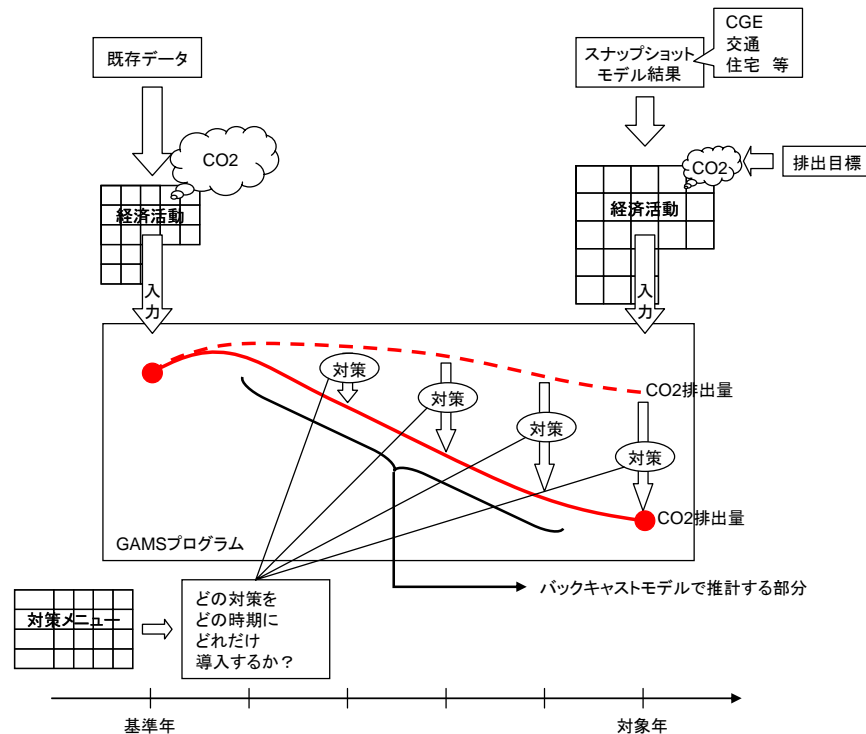
- ロードマップ間で干渉が生じてエネルギーバランス、経済活動に不整合が生じる



エネルギーバランスや経済活動の整合性を保ちつつ、将来の低炭素社会に至る道筋を定量的に評価できるもの=バックキャストモデル

バックキャストモデルの概要



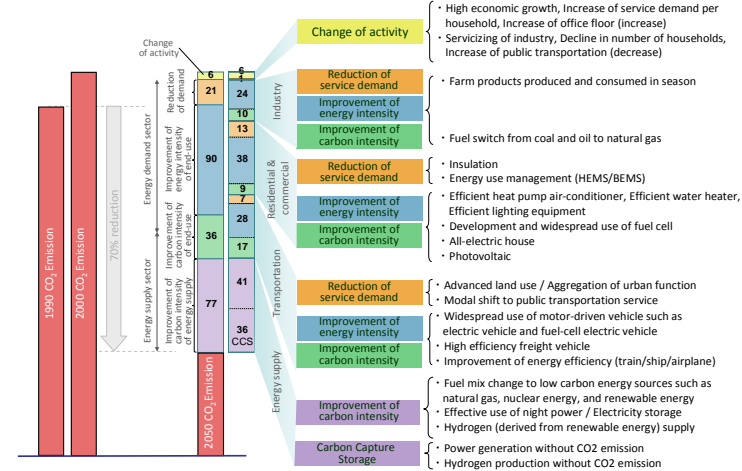
- シナリオとして描かれた将来の社会・経済活動を実現するために、現在から対象年までにエネルギーサービス需要を満足しつつどのような施策(対策・政策・方策)を、どのような組み合わせで、いつどれだけ導入すればよいかをある基準のもと評価し、CO2排出パス、投資パスや定量的データを加味した工程表等を提示するもの
- 各部門の活動量は、シナリオそれぞれの社会変化や人口構成変化等を加味して設定し、外生条件として与える
- 基準年と対象年のエネルギー消費や産業構造、CO2排出構成はエネルギー・スナップショット・ツール(Energy Snapshot Tool、ESS)やCGEモデルを入力値とし、その他の年(中間年)については内生的に推計する。
- 定式化は混合整数計画法を用い、最適解の導出にはGAMSのCplexソルバを用いた。



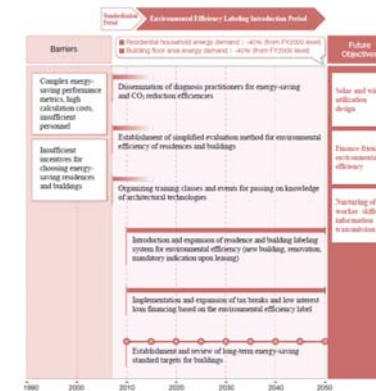
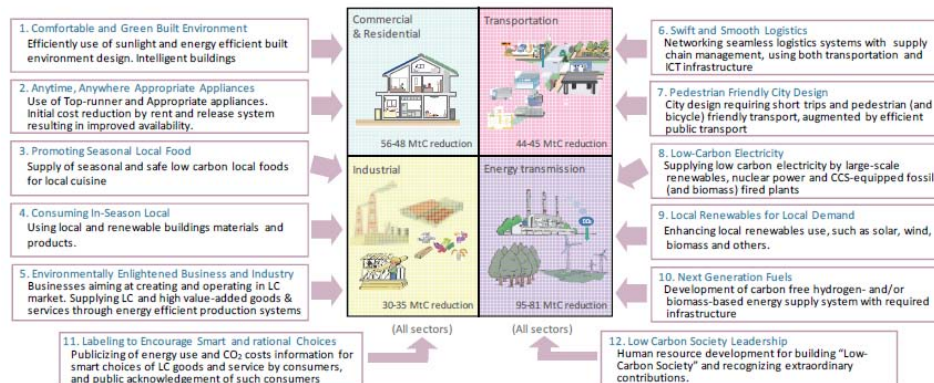
日本低炭素社会研究への適用 ～2050年CO₂排出量70%削減への道筋検討～

- 2050年の低炭素社会像は、「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」のシナリオAとBを想定。

Vision A	Vision B
Vivid, Technology-driven	Slow, Natural-oriented
Urban/Personal	Decentralized/Community
Technology breakthrough Centralized production /recycle	Self-sufficient Produce locally, consume locally
Comfortable and Convenient	Social and Cultural Values
2%/yr GDP per capita growth	1%/yr GDP per capita growth

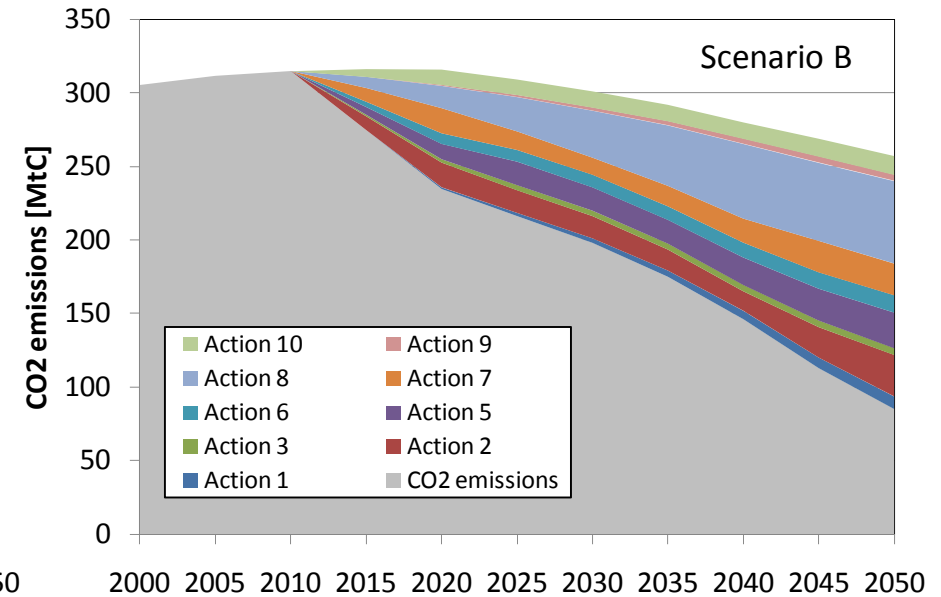
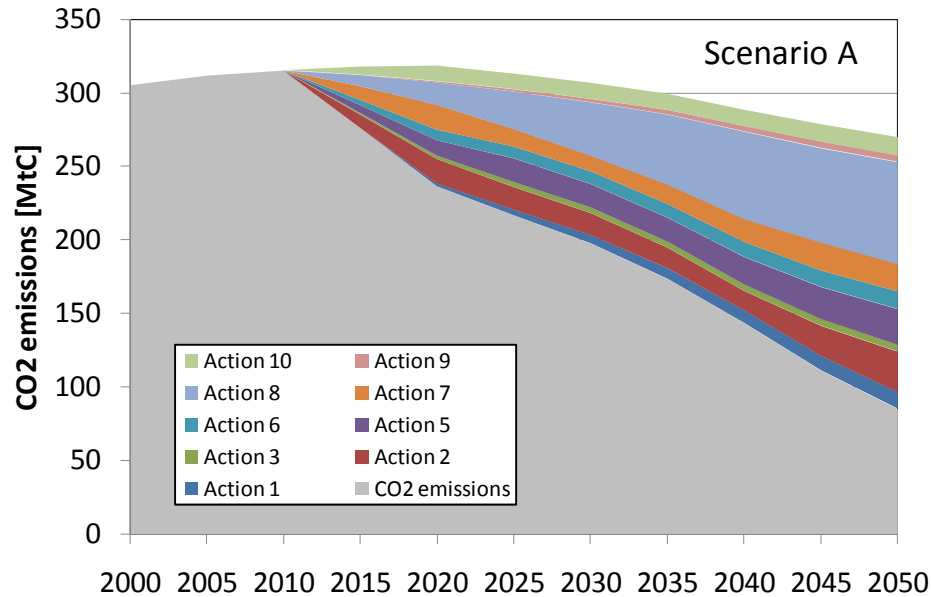




- 各対策のロードマップは、12の方策で検討したものを想定



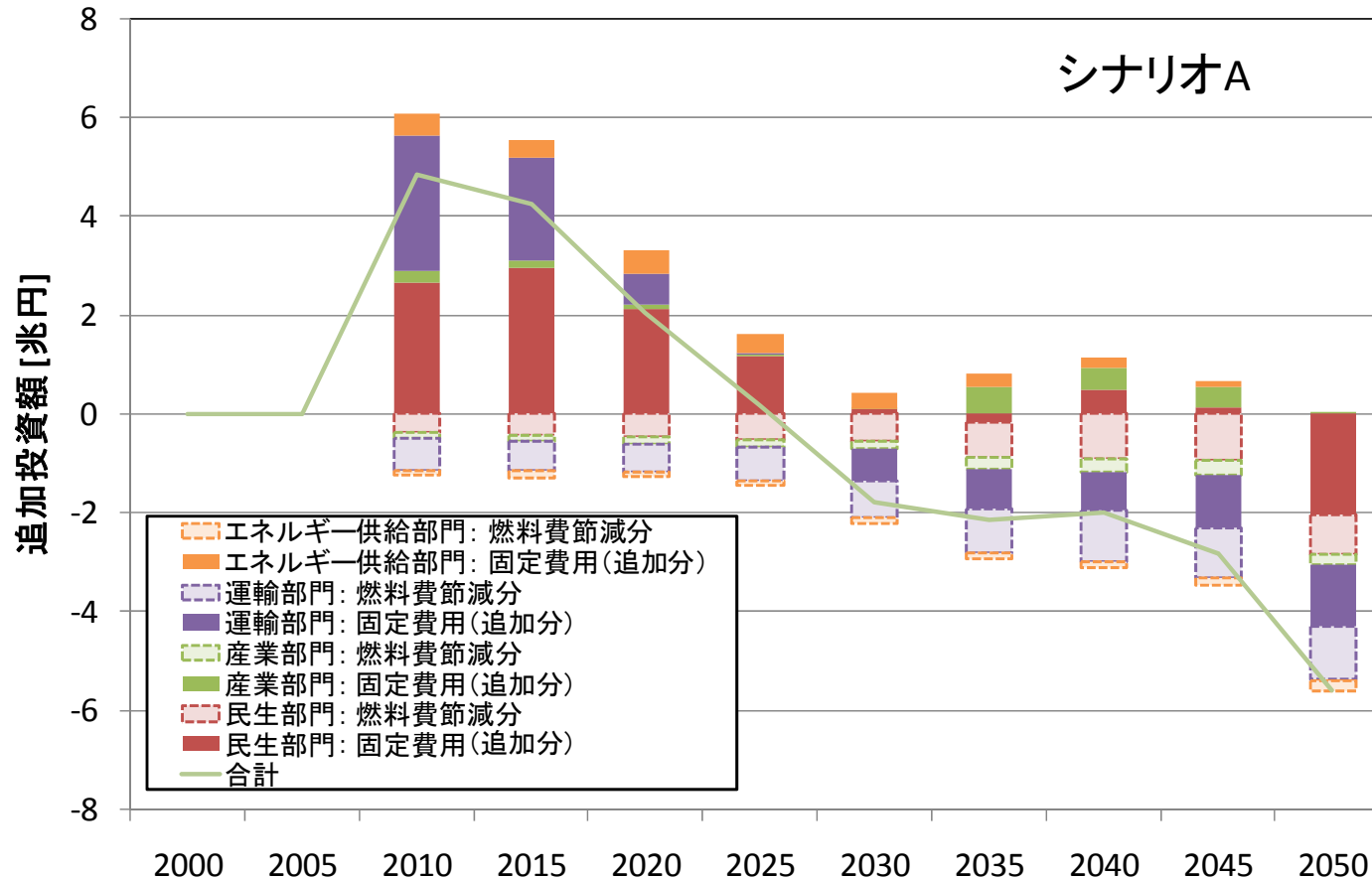
- 将来の低炭素社会に向かうために、総費用が最小となる道筋を検討する。

2050年CO₂排出量70%削減への道筋



- 2050年に1990年比70%削減を達成するための道筋は、シナリオA、Bともにほぼ同様。
- 方策ごとの削減量は、想定している対策・方策メニューが異なることから、シナリオA、Bでやや違いがある。
- 対策は2010年から導入が進み、2020年には1990年比-17%、2030年には1990年比-30%を通る早期削減対策パスが、総費用最小化の観点からは最適である。

2050年CO₂排出量70%削減を実現するための投資

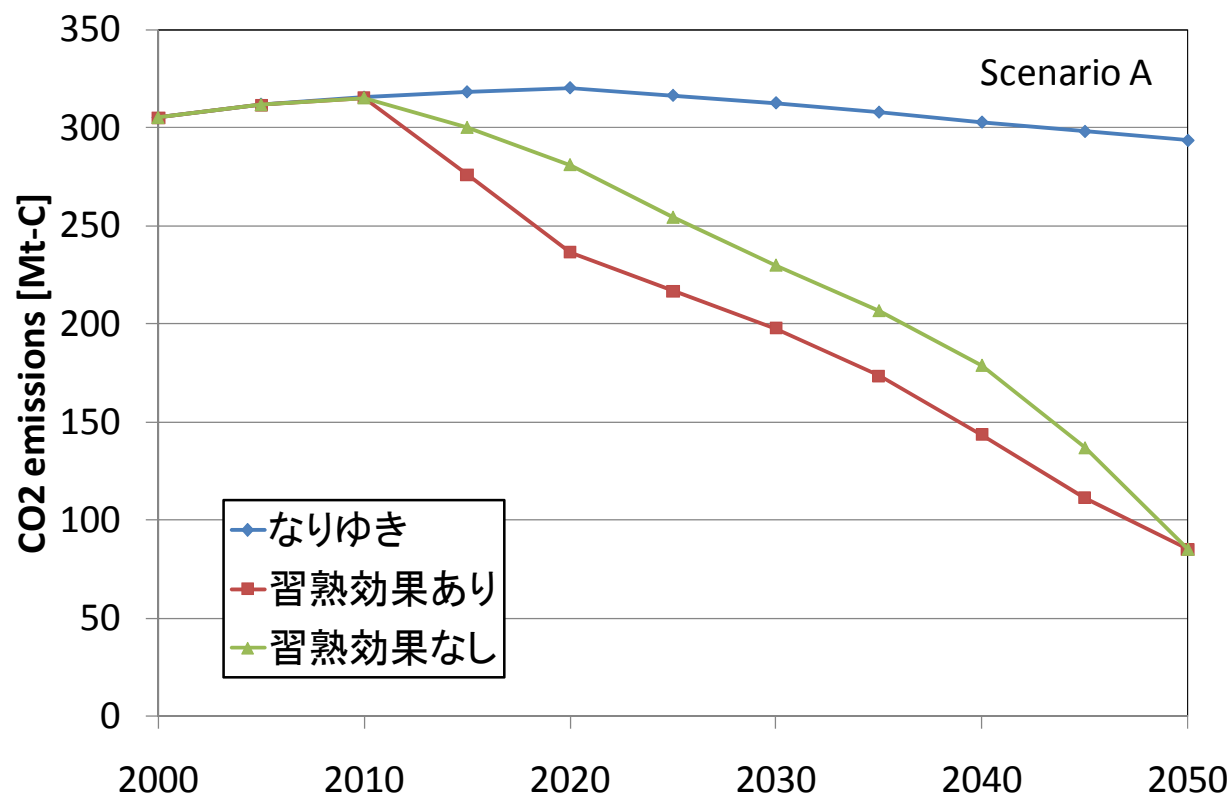


- シナリオA、Bのいずれでも初期には燃料費節減分を加味しても年間5兆円程度の追加投資を要する。
 - 固定費用の追加分のみでは、2010年にはシナリオA、B問わず民生部門に年間2.5兆円、運輸部門に年間2.5兆円を要する。
- 運輸部門については、習熟効果と都市構造の変化などによる運輸需要低下もあり以降急激に低下して2020年にはほぼゼロとなるが、民生部門については引き続き2030年頃まで2兆円程度を要する。
- これらの投資は、民生部門では高効率機器や高断熱住宅、運輸部門では次世代自動車など、効率改善の余地が大きく、コスト低減が見込める対策に向かっている。

70%削減への道筋を検討する中でわかったこと

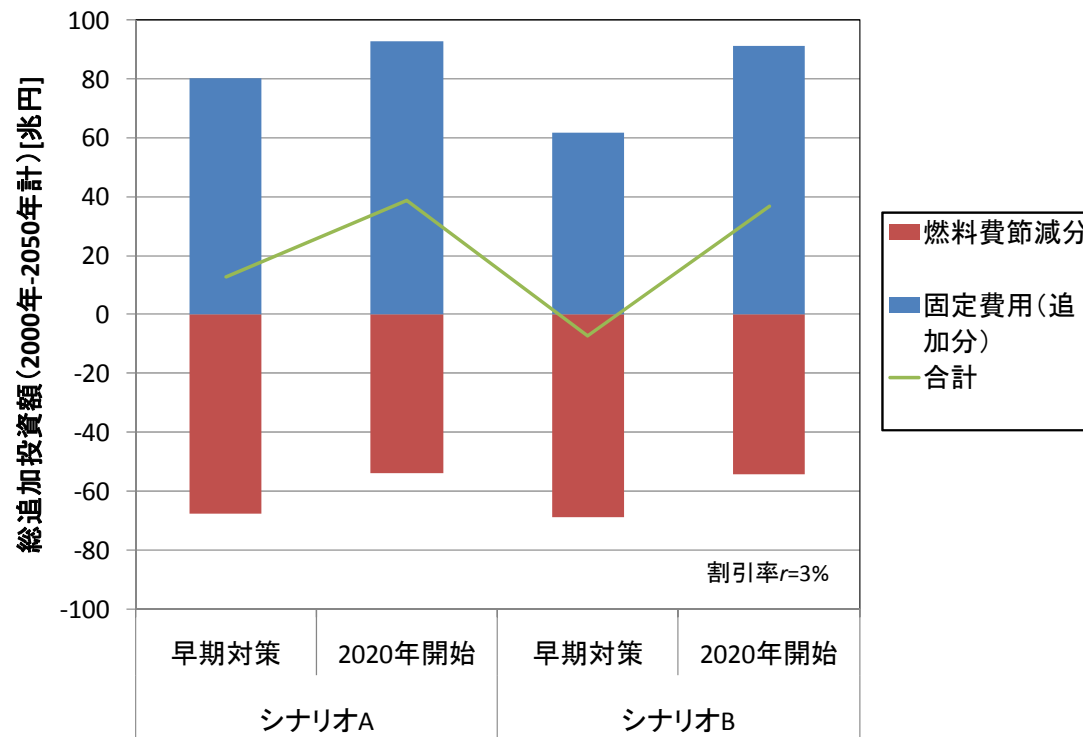
- 低炭素社会を費用最小化となるように実現するためには、早期に対策を開始するのがよい。なぜか？
 - 1) 技術には習熟効果があり、対策導入量拡大に伴いCO₂削減技術の追加費用が安価になる
 - 2) 後送りすると低炭素社会実現までに要する総費用が高額になる
 - 3) インフラ整備はすぐできないため、2050年直前に低炭素型へ転換することは困難である
 - 4) 将来の技術開発・普及には不確実性があり、ある低炭素型技術の開発が予定通りに進まないなどの理由により予期していた導入量が確保できないことが明らかになった時に、別の技術に乗り換えて普及を進めるだけの機会を確保する必要がある
- さらに、解析には含めていないが低炭素社会構築の目的に沿うために
 - 5) 温暖化の抑制には累積排出量が影響することから、2050年単年のCO₂排出量を削減したのみでは、低炭素社会の目指す気候安定化は達成できない

理由1: 技術には習熟効果があり、対策導入量拡大に伴いCO₂削減技術の追加費用が安価になる



- 技術に習熟効果がないとするならば、対策導入は先送りされる。
- 過去の研究等でも技術の習熟効果の重要性は指摘されているところであり、習熟効果を加味すると早期対策が有効であることが示唆されている。

理由2：後送りすると低炭素社会実現までに要する総費用が高額になる



- 早期対策では、期間中の固定費用(追加分)はシナリオAで80兆円、シナリオBでは62兆円、年平均ではそれぞれ2兆円、1.55兆円。
 - 燃料費の節減分(それぞれマイナス68兆円、マイナス69兆円)を加味すると、費用総計でシナリオAで12.7兆円、シナリオBでは-7兆円。
- 対策開始が10年遅れると、追加投資額(固定費用)はシナリオAでは93兆円、シナリオBでは91兆円。
 - 燃料費節減分も減少し、シナリオA/Bともに54兆円まで低下、その結果として、総追加費用はシナリオA、Bそれぞれ39兆円、37兆円に増加。

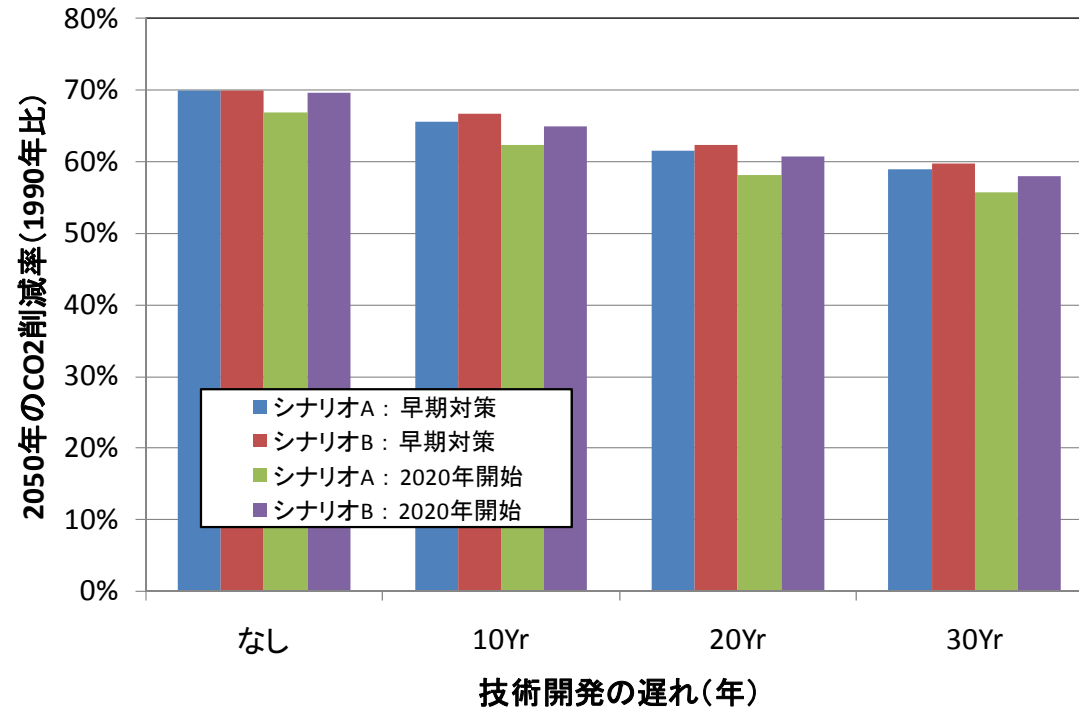
理由3: インフラ整備はすぐできないため、2050年直前に低炭素型へ転換することは困難

- 社会インフラ(都市構造・交通インフラ・エネルギーインフラ・建築物など)は耐用年数が長い
- インフラの置き換えタイミングを逃してしまうと、2050年までに所要の低炭素型インフラに転換することが困難になり、結果的にCO₂排出量の目標に到達できない可能性が高まっていく

部門	平均耐用年数
道路	51年
港湾	49年
航空	16年
旧国鉄	22年
日本鉄道建設公団等	26年
地下鉄等	34年
旧電電公社	18年
下水道	57年
廃棄物処理	40年
水道	39年
都市公園	43年
文教施設 (学校施設・学術施設)	39年
文教施設 (社会教育施設・社会体育施設・文化施設)	41年
工業用水道	38年

	インフラ整備の遅れ (MtC)				
	遅れなし	2020年開始	2030年開始	2040年開始	2050年開始
シナリオA (1990年比)	85.2 (-70%)	86.7 (-69.5%)	109.5 (-61.4%)	134.6 (-52.6%)	161.3 (-43.2%)
シナリオB (1990年比)	85.2 (-70%)	85.2 (-70%)	106.2 (-62.6%)	131.7 (-53.6%)	158.3 (-44.3%)

理由4: (技術開発・普及の不確実性)ある技術が予定通りに進まない時に別の技術に乗り換える機会が必要



- 技術開発・普及の進展が想定より10年ずれ込むと、早期対策の場合には2050年のCO2排出量はシナリオAで97.7 Mt-C(1990年比-65.6%)まで削減できるが、2020年から対策を開始するケースでは107.0 Mt-C(1990年比-62.3%)までしか削減できない。
- 30年も遅れるケースでは、早期対策の場合には116.6 Mt-C(1990年比-59.0%)まで削減できるのに対して、2020年から開始するケースでは125.9 Mt-C(1990年比-55.7%)と1990年比で見て5%近い差が生まれる。

低炭素社会に向けた道筋検討のまとめ

何をしたか？

- 2050年までに日本低炭素社会を実現するためには、技術的対策や政策をいつ、どの程度実施することが費用効果的であるかをバックキャストモデルによる定量検討に基づいて検討した。

何がわかったか？

- 日本低炭素社会の実現には、できる限り早く低炭素技術・政策への投資を進め、2010年からCO2削減パスへ移行する早期対策が肝要である。
 - 特に民生部門に対しては2010年から2025年にかけて毎年2.5兆円、運輸部門に対しては2010年から2015年にかけて毎年2.5兆円の投資を要するが、2050年に近づくにつれて習熟効果による費用低減が見込め、期間全体では燃料費節約分も含めてシナリオAで12兆円、シナリオBでは-7兆円の追加費用まで抑制される。
- 早期対策が必要な5つの理由：
 1. 技術には習熟効果がある：対策導入量拡大に伴いCO2削減技術の追加費用は安価になる
 2. 後送りすると低炭素社会実現までに要する総投資額が高額になる
 3. インフラ整備はすぐには実施できない。
 4. 将来の技術開発には不確実性があり、別の技術に乗り換えて普及を進めるだけの機会を確保する必要がある検討対象外の項目として：
 5. 温暖化の抑制には累積排出量が影響する。