

平成23年度環境省環境研究総合推進費
研究成果報告会

No.5 「 Rfe-11T1:
実装可能な技術による我が国の未来エ
ネルギーシステムの構築」
革新型研究開発領域(統合評価枠)

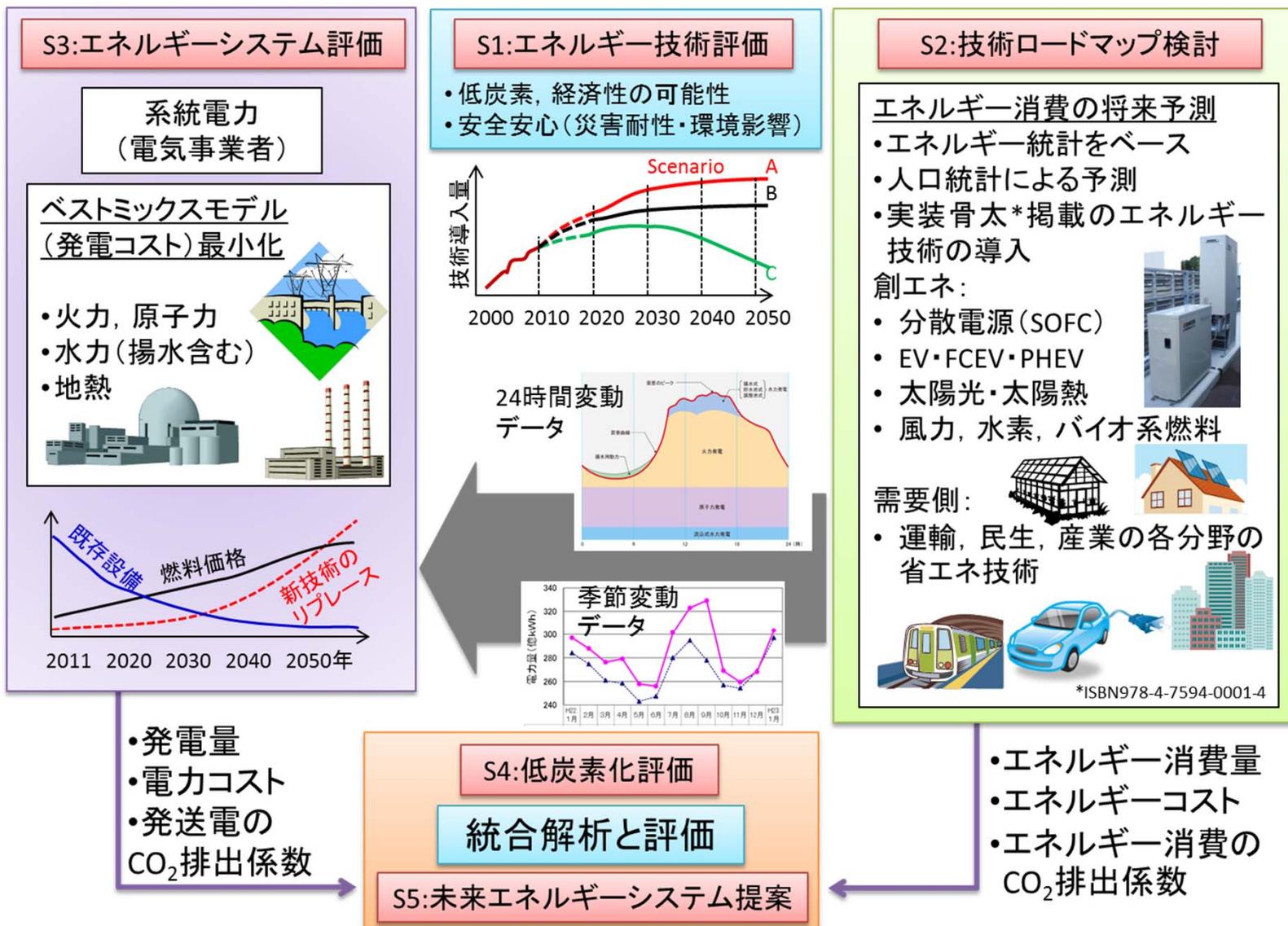
◎加藤之貴、研究代表者、東京工業大学(S5)
早稲田大学(S1)、東京大学(S2)、九州大学
(S3)、名古屋大学(S4)

第1会場
(第5研究分科会／持続可能な社会・政策研究)
平成24(2012)年3月9日(金) 11:20～11:40
都道府県会館、東京都千代田区平河町2-6-3
(S:サブグループ)

研究の目的

エネルギーシステムの定量的な評価ツールを提供する。

特徴1 動的過程を考慮(人口減による需要変化(S2)、技術の進展(S2)、導入技術のリプレース(S3))、特徴2 制約条件の検討(リスク評価(S1))、特徴3 統合的解析(S5)



S1:エネルギー 技術のリスクの評価と解析

導入量	2040年で安全炉として高温ガス炉 6.6 GW 熱出力		
検討項目	影響	特記事項	
原子力発電			
技術面	△	現在、日本原子力開発機構にある高温ガス炉 (HTGR)、高温工学試験研究炉 (HTTR)、熱出力 30MW、があり世界最高出力温度 950℃を達成している。国産技術を総合した世界最高技術を有している。高温ガス炉は軽水炉に対して受動安全性が高い。一方で原子炉としての不安が日本現在2年が軽用いりの心冷り受き、当面の源のHT交流ての軽水炉は原子力発電の起る関心が小さかった。今後技術継承が望まれる。原子力むを得ない。現在、HTGRに、中国が着工を進めておも着実な技術継承を進め、常れる。	
太陽光発電			
経済面	△	経済面	○
資源面	△	資源面	△
立地面	×	立地面	△
耐災害面	△	耐災害面	○
		環境影響面	○
		政策制度面	○
環境影響面	△	その他	△
政策制度面	×		
その他	—	政策制度面	○
		その他	
エアコン			
世界販売量トップ 10 社のうち 6 社が中国・台湾で日本は 2 社。2011年現在の国内販売価格は 既築住宅で 45~55 万円/kW 程度 新築で			
家庭用エアコン			
特記事項			
技術面	○	2010 年度の国内導入実績 106 万 kW。2011 年度同見込み 130~150 万 kW。	
経済面	○	1999 年の省エネ法改正に伴うトップランナー方式の導入により大幅な性能向上が図られ、2007 年にはフローベースの暖房 COP=5.35, 冷房 COP=4.85 を達成した。その後、目標年度が 2010 年度以降のエアコンについては通年エネルギー消費効率 (APF) が基準として導入され、目標値として 5.8 (家庭用冷房能力 3.2 kW 以下の場合) が掲げられている。	
資源面	△	堅調に普及が進んでおり、2008 年現在の保有数は 2.6 台/世帯に至っている。冷暖房兼用エアコンの全国平均の小売価格は 185,000 円 (2007 年) 程度と推計されているが市場は成熟しており、価格変動は小さいと考えられる。	
立地面	○	圧縮機のモーターに Nd や Dy などの希土類磁石が使用されており、安定した確保には注意が必要である。	
耐災害面	△	特に問題はない。	
環境影響面	△	駆動エネルギー源である電力の復旧状況により左右される。	
政策制度面	○	機器効率の向上により CO ₂ 排出量は低減されつつあるが、コンプレッサーおよび配管からの冷媒 (フロン類) の漏えいによるオゾン層破壊、地球温暖化への影響が懸念されている。2020 年には HCFC の生産が禁止されオゾン層破壊に対する懸念が小さくなるものの、現在の主用冷媒である HFC も温暖化係数が高く、引き続き地球温暖化への対応が必要である。	
その他		トップランナー方式の導入により機器単体のエネルギー効率は大幅に向上しており、本方式の有効性は高い。一方、エネルギー消費効率の低い旧型エアコンの更新促進を図る適切な施策の導入が望まれる。	

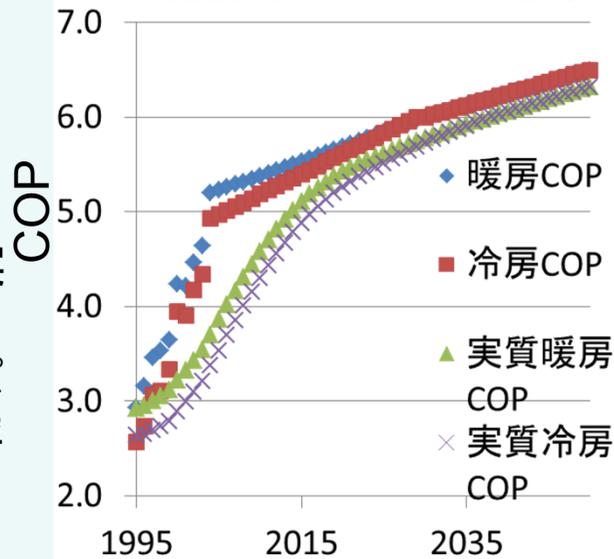
S2: リスク評価に基づく技術ロードマップ検討

S1
リスク評価結果

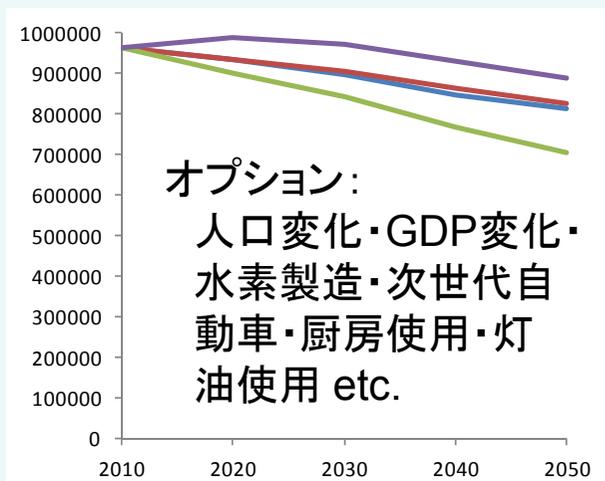


- ・各種導入実績データ
- ・各種導入ポテンシャル評価

技術ロードマップ検討



需要量予測



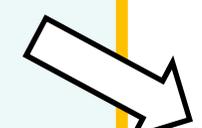
太陽光
風力
地熱
EV等

個別技術
のCO₂排出量

シナリオ設定

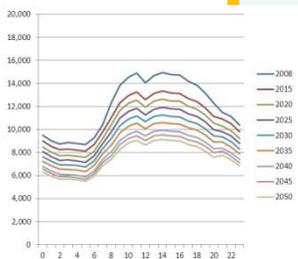
各技術導入の有無や割合
(家庭、業務、
運輸等)

- ・時間、季節変動実績データ
- ・人口統計による予測値(総務省)
- ・GDP成長率一人当たり +1%/年

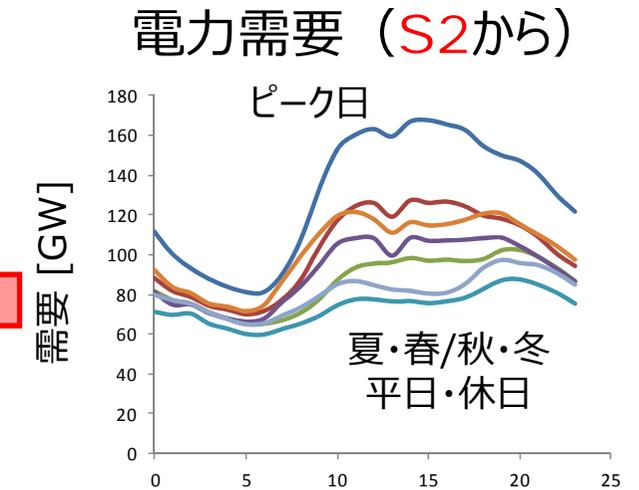
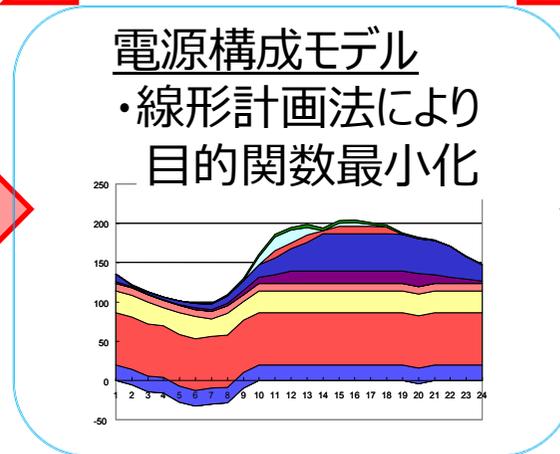
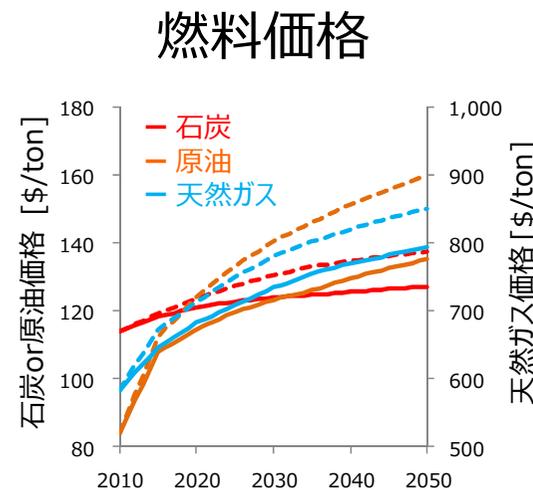
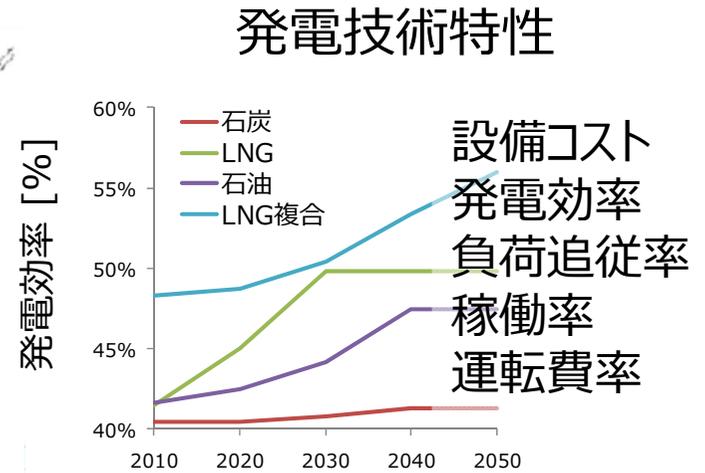
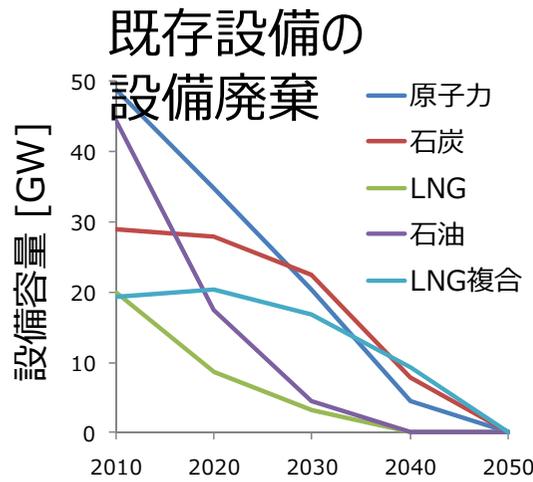


S4, S5

S3
時間変動・
季節変動



S3: エネルギーシステム評価研究



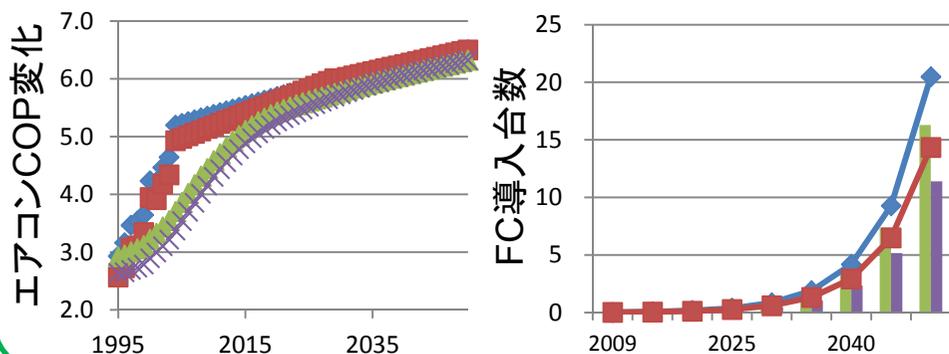
各種時系列データを入力とし、2050年までの電源構成のあり方を定量化

S4: 低炭素化効果の評価

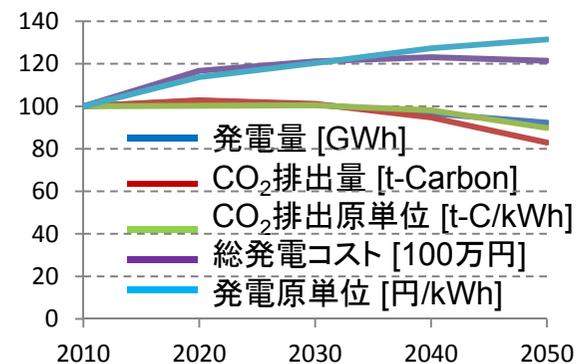
S2(需要予測モデル)

S3(電力供給Best Mixモデル)

Scenario設定
個別技術の性能・CO₂排出係数

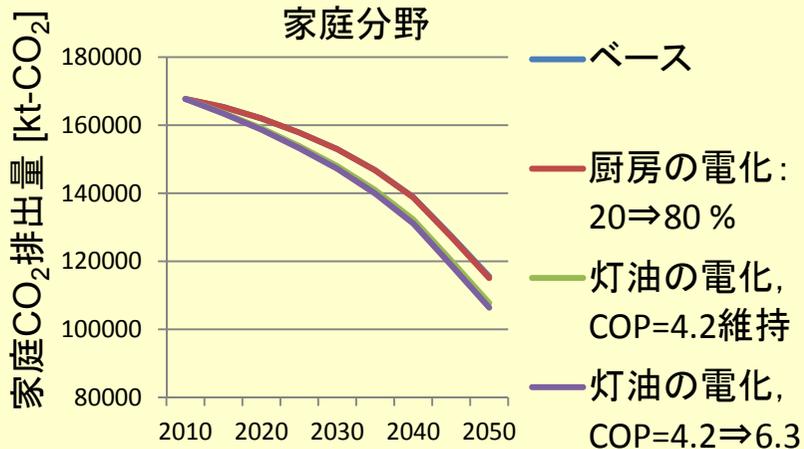


発送電のCO₂排出係数



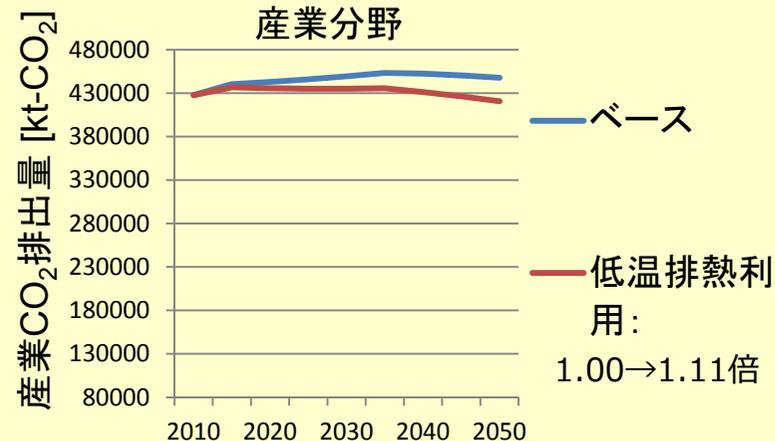
○ 各技術の低炭素化効果の定量的把握・貢献性評価

家庭分野



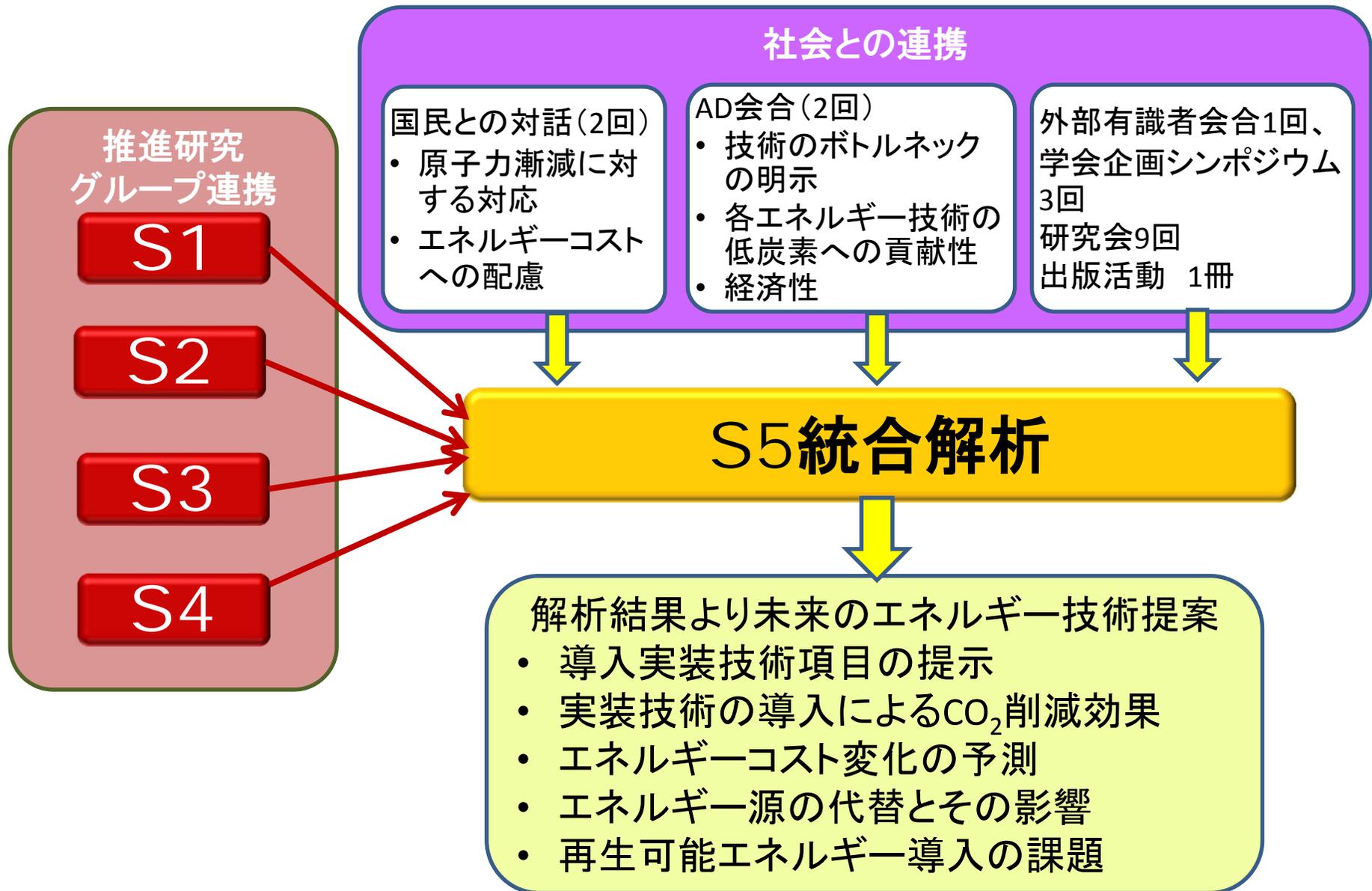
厨房の電化(=オール電化)の
低炭素化効果は小さい(家庭分野▲0.4%)

産業分野



低温排熱利用の促進は
低炭素効果大きい

S5: 未来エネルギーシステム提案



統合解析条件

検討技術項目

需要側シナリオオプション例(2050年目標)

分野	検討項目		基本進展	積極進展	
運輸	自動車(ICE,HV,PHV,FCV,EV) 鉄道、航空機、船舶	人口変化	人口統計に準拠		
		GDP変化	一人あたり年1%成長		
家庭・業務	SOFC、ガス厨房機器、ガス給湯器、太陽熱給湯機、電気エアコン	自動車	燃費向上		
		自動車	域内FC+EV割合	0	80%(2050)
		自動車	遠距離FC割合	0	80%(2050)
産業	自家発電、農業プロセス改善、クレーン・モーター改善、鉄鋼プロセス、化学再生発電、蒸留・膜ハイブリッド、低温排熱利用	家庭	厨房電化	0.2	80%(2050)
		業務	厨房電化	0.2	80%(2050)
発電方式・一次エネルギー源	火力(LNG-GCC,LNG-火力,石油、石炭、揚水) 再生可能(水力、太陽光、風力、地熱) 原子炉(軽水炉、高温ガス炉)	家庭	灯油の電化	0	東北以北 50%(2050) 関東以南 80%(2050)
		業務	灯油の電化	0	東北以北 50%(2050) 関東以南 80%(2050)
		軽水炉	運転終了	再起動+40年運転で終了	
		高温ガス炉	基数(2050)	0	11

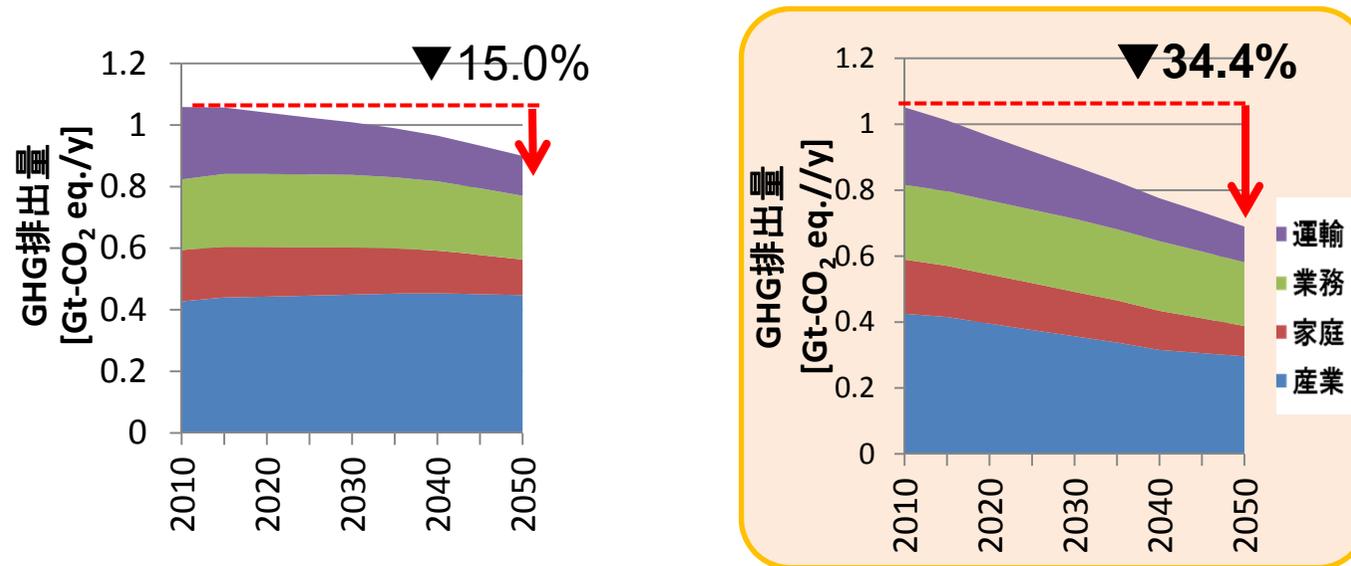
電力供給側シナリオオプション例

青字は計算済事例

燃料コスト	a. 新政策シナリオ	b. 現状外挿	
発電技術コスト	a. 従来型コスト	b. 見直しコスト (コスト等検証委員会)	
設備償却期間	a. 一定	b. 変更	
定期点検	a. 現状一定	b. 将来見直し	
供給予備率	a. 従来 (8%)	b. 見直し	
原子力発電	a. 再稼働・新設無	b. 再稼働無	c. 新設あり
石炭火力	a. 制約無	b. 一定量使用	c. CCS
石油火力	a. 増設無	b. 一定量使用	
LNG火力	a. 制約無		
LNG複合火力	a. 制約無		
水力	a. 一定容量を確保	b. 廃棄・新設考慮	
揚水	a. 一定容量を確保	b. 廃棄・新設考慮	
蓄電技術	a. なし	b. 次世代自動車	c. 設備新設
地熱発電	a. 5GWまで漸増	b. 廃棄・新設考慮	
太陽光発電	a. 現状維持	b. 150GW導入	c. 400GW導入
風力発電	a. 現状維持	b. 30GW導入	
炭素税	a. 考慮せず	b. 考慮 (低位)	c. 考慮 (高位)

統合解析結果：需要側予測

実装可能技術の積極導入で34%までCO₂削減が可能



(a) 基本ケース
(標準的な技術向上あり)

(b) 積極進展ケース(実装可能技術を積極的に導入)

図 実装技術による総合GHG削減効果の計算例

統合解析結果：電力供給側

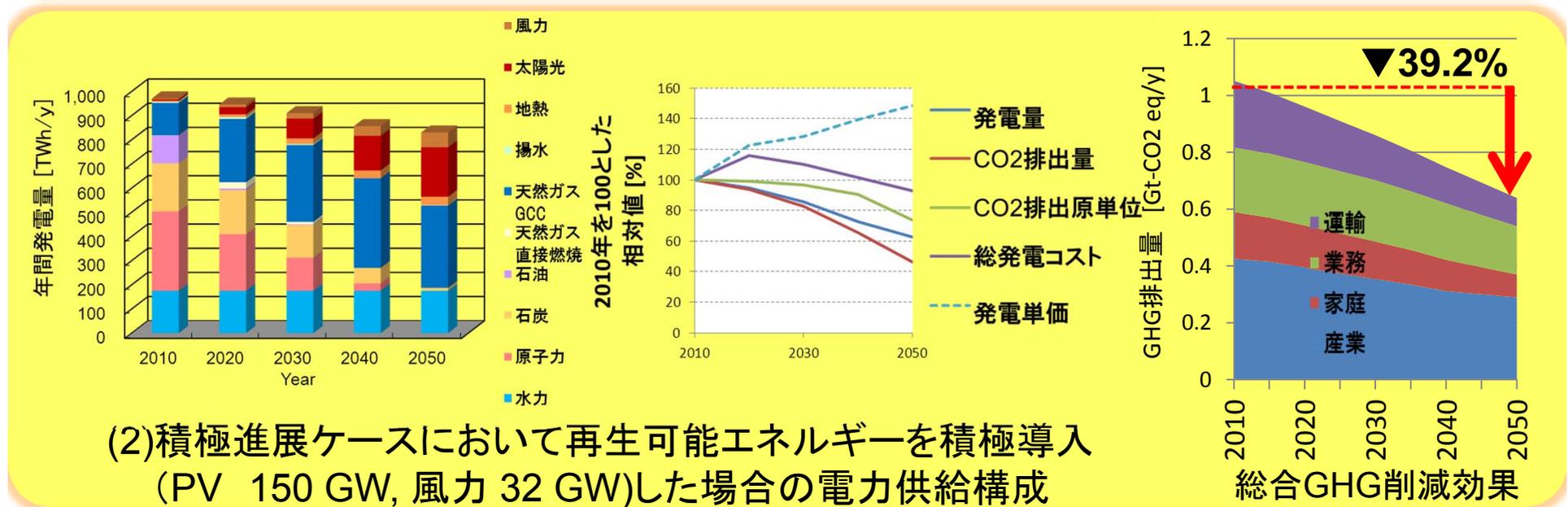
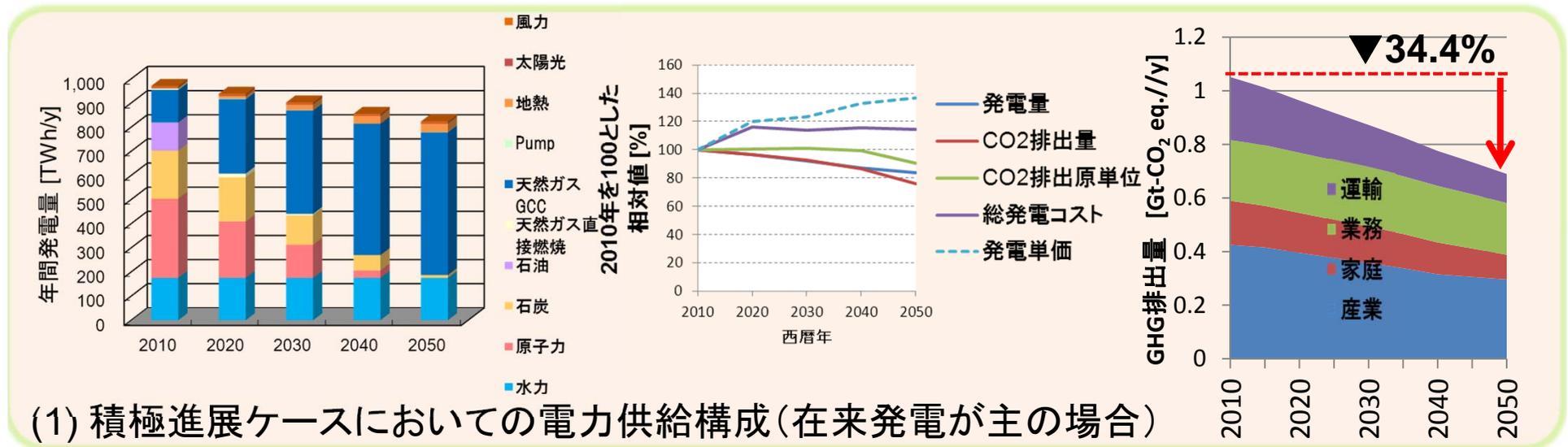


図 積極進展ケースに対する電力ベストミックス構成の計算例(PV/風力の影響)

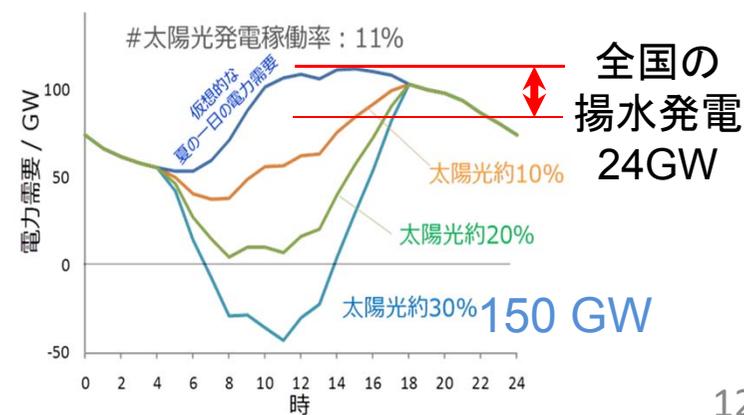
まとめ

実装可能性を判断基準とした2050年までのエネルギー技術の導入によるエネルギー需要変動、二酸化炭素排出削減効果を評価できるツールを開発した。

- エネルギー需要・供給・省エネ技術に係る様々なオプションを設定したシナリオ解析を実現
- 実装可能なエネルギー技術が進展し積極的に導入されることで、**3割以上のCO₂排出の低減が可能**。産業排熱回収、次世代自動車導入、灯油の電化などが有効。さらに**太陽光、風力発電の導入で4割まで低減が可能**。
- **原発再稼働、40年で廃炉の場合、電源構成の最適化により低炭素化が可能**であるが、**発電単価上昇が課題**。
- 火力発電については**高効率な発電装置への置換が重要**。
- 様々なシナリオ解析に基づく課題抽出・政策提言が可能。

例)再生可能エネルギー大規模導入時

- ・**電力貯蔵技術が必須**
- ・**垂直統合型の電力会社経営は困難**
⇒**電事法・固定買取制度の見直しが必須**



主な発表論文



- 松方正彦他: 日本経済新聞 ゼミナール「エネルギーと技術」、全36回、2011年8月24日～10月14日
- 加藤之貴、他4件: シンポジウム <東日本大震災後のエネルギーシナリオを考える>、化学工学会札幌大会、E211-214、2011年8月26日、北海道大学
- 松方正彦、他4件: シンポジウム <2011年夏以降の電力需給とエネルギービジョン>、化学工学会 第43回秋季大会、V202-V219、2011年9月16日、名古屋工業大学
- 松方正彦、古山通久: ゼロから見直すエネルギー 節電、創エネからスマートグリッドまで、丸善、2012年2月28日
- 菊池康紀他: 実装可能な技術による将来エネルギーシステムの設計、日本LCA学会第7回研究発表会、pp. 10-11、2012年3月7日、東京理科大学
- Yukitaka Kato, *et al.*, “Feasibility Study on Carbon Recycling Iron-Making System“, *Proc. of 1st International Conference on Energy Efficiency and CO₂ Reduction in the Steel Industry (EECRsteel 2011)*, 2011年6月30日, Düsseldorf, Germany
- 中垣隆雄: Exergy recuperation of mid and low quality heat by chemical reactions, *ASME 2011 Energy Sustainability Conference & Fuel Cell Conference*, 2011年8月9日, Washington DC, USA
- 加藤之貴他、シンポジウム – 化学産業技術フォーラム – 「実装可能技術で築くエネルギーシステム」、化学工学会第77回年会、XB208、XB213-218、2012年3月16日、工学院大学

ご清聴ありがとうございました。