

低炭素化に向けた再生可能エネルギー 余剰電力対策技術の役割

2019年1月

日本エネルギー経済研究所
東京大学
東京大学

川上恭章
小宮山涼一
藤井康正

目次

2

IEE
JAPAN

1. 研究背景と目的
2. 分析手法・前提条件
3. 結果・考察

余剰電力の活用が低炭素化実現のポイント

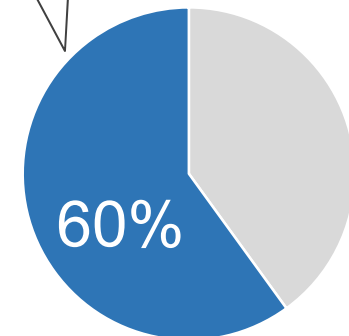
低炭素化とVRE発電の普及

- ❖ 2017年の世界の発電能力増分の半数がVRE発電
- ❖ PV+蓄電池の価格競争力
- ❖ 日本:2050年主力電源化
- ❖ PVは2012-2017年で42GW増加

余剰電力発生とGHG80%削減

- ❖ VRE発電大量導入に伴う需給調整面での課題
- ❖ 非電力部門の低炭素化の重要性
- ❖ 水電解水素やメタネーションはどの程度貢献し得るか?

非事業用発電

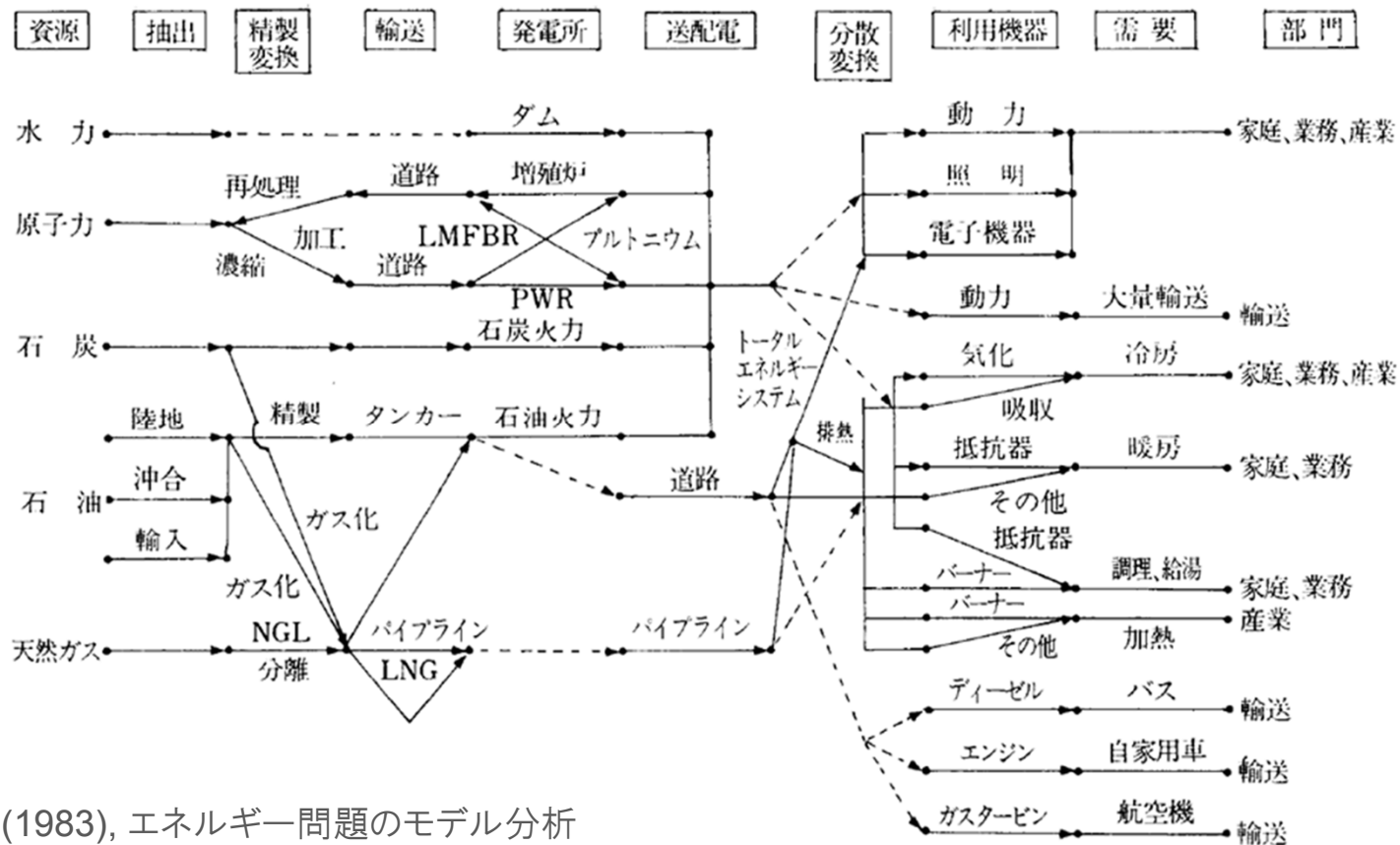


エネルギー起源CO₂

多地域・高時間解像度モデルによる分析

エネルギーシステム技術選択モデルによる分析

- ❖ 電力部門と非電力部門を統合的に考慮することが重要
 - MARKAL/TIMES(IEA), MESSAGE(IIASA), DNE21+(RITE)



(出典)大山(1983), エネルギー問題のモデル分析

多地域・高時間解像度モデルによる分析

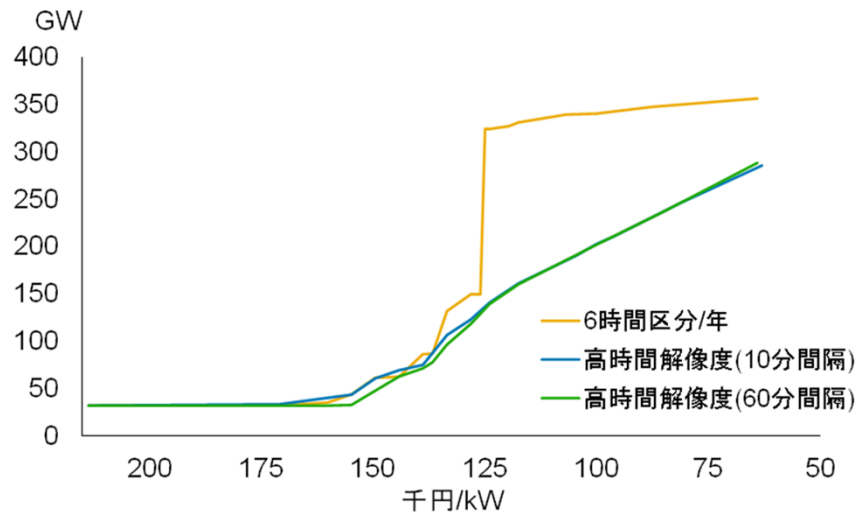
エネルギーシステム技術選択モデルによる分析

- ❖ 電力部門と非電力部門を統合的に考慮することが重要
 - MARKAL/TIMES(IEA), MESSAGE(IIASA), DNE21+(RITE)

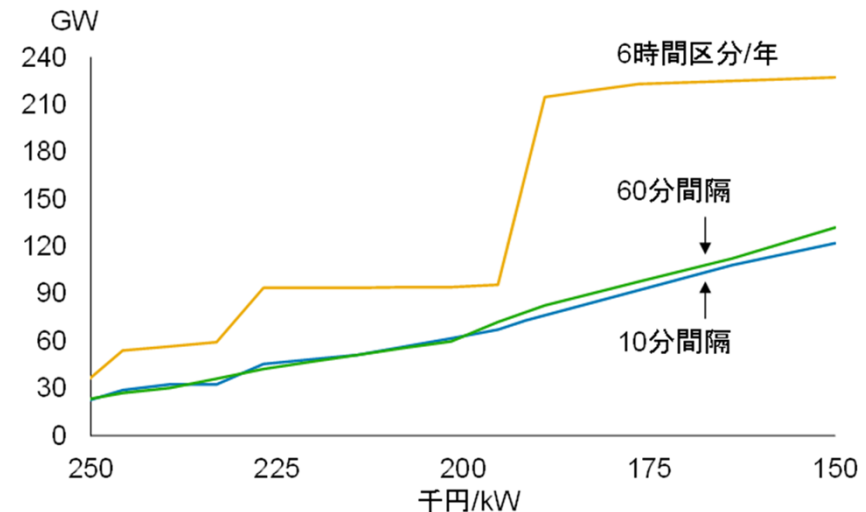
高時間解像度化の必要性

- ❖ 既存モデルの4~48時間区分/年→VRE発電導入量の過大評価
- ❖ コスト(平均発電コスト・CO₂限界削減費用)の過小評価

PV導入量の評価差(2030年)



風力導入量の評価差(2030年)



目次

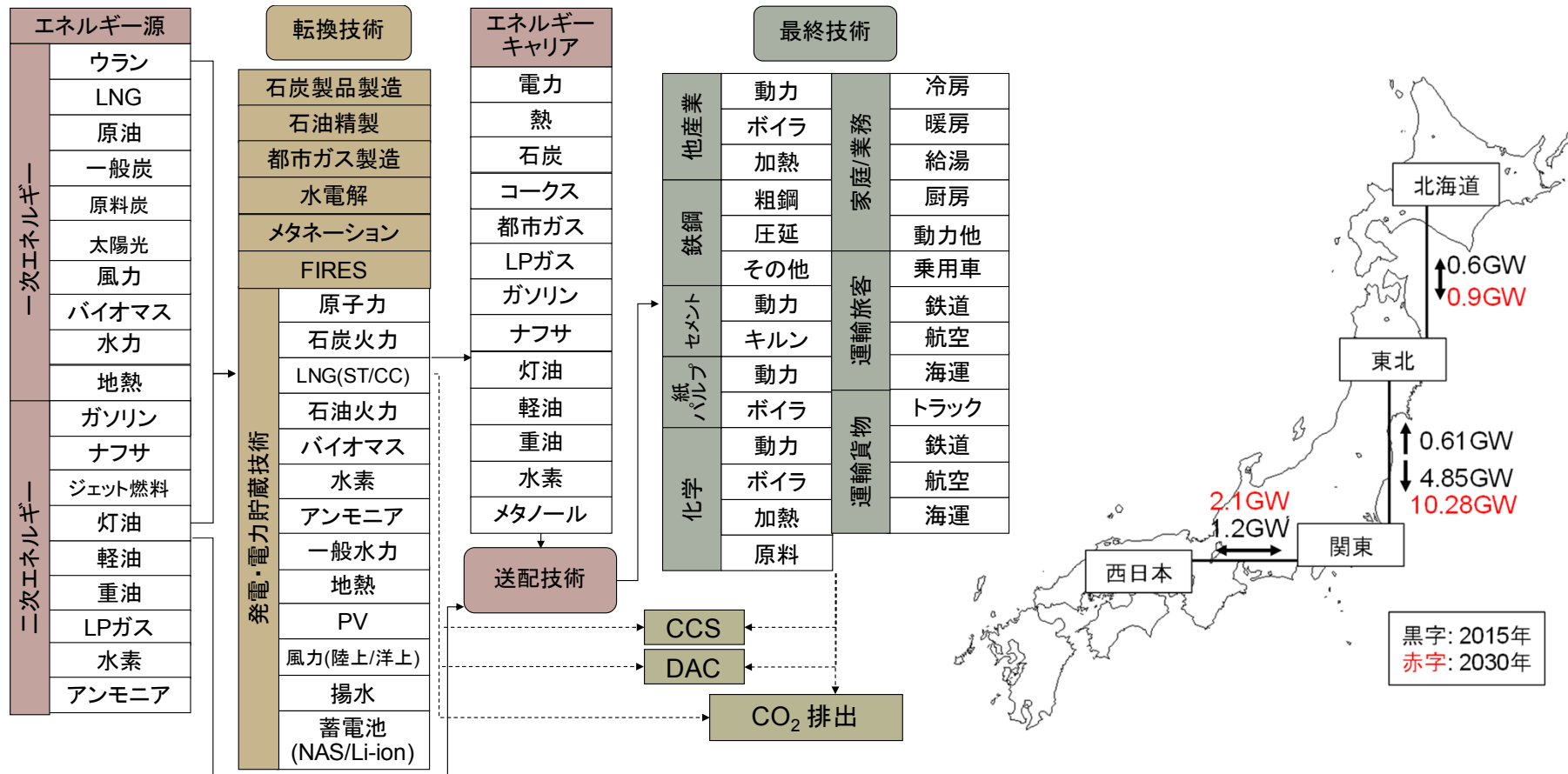
6

IEE
JAPAN

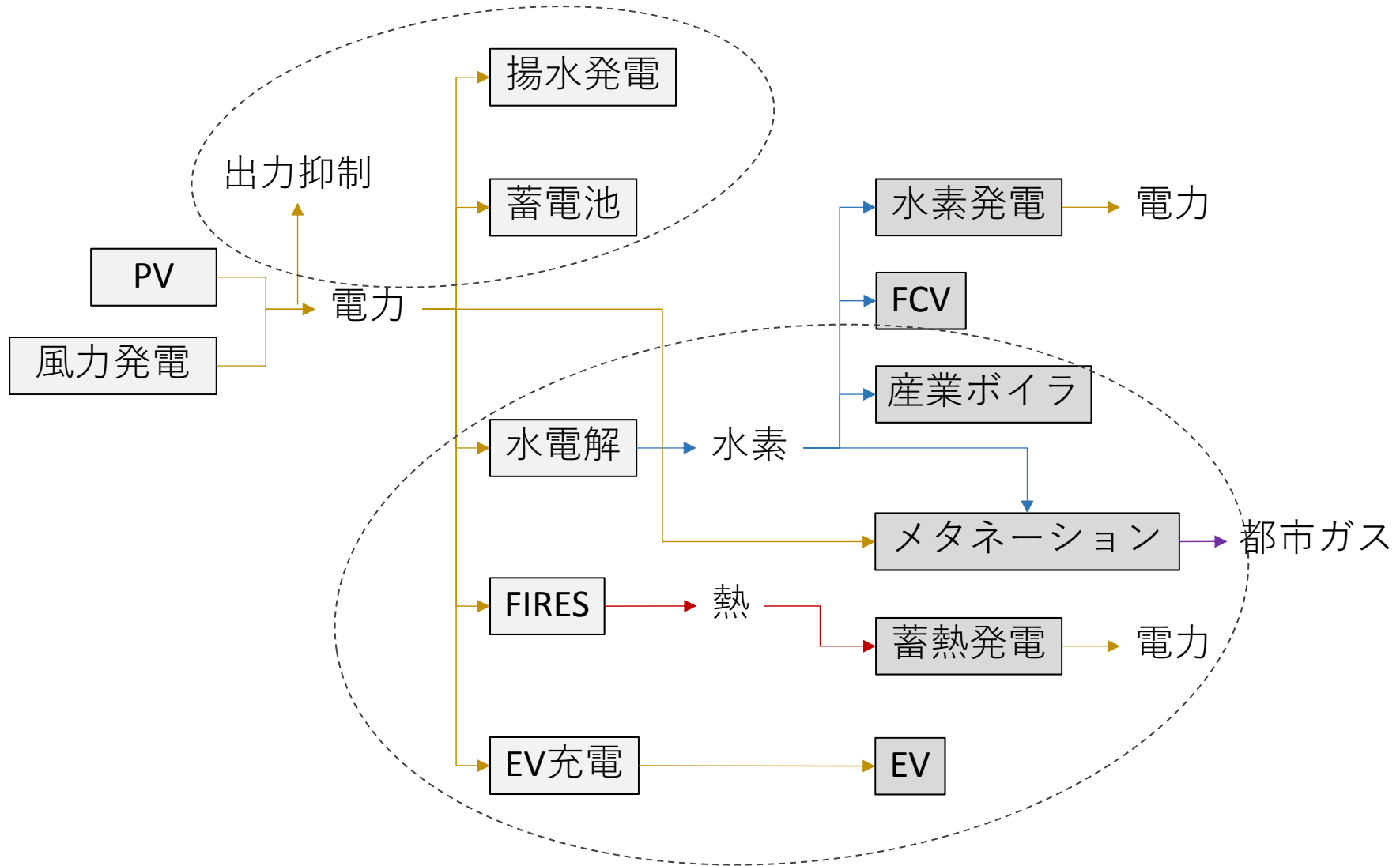
1. 研究背景と目的
2. 分析手法・前提条件
3. 結果・考察

4地域・60分解像度モデルによる2050年分析

- ❖ MARKALの定式化をベースに、大規模LP問題として定式化
 - 変数1,100万個、制約条件2,500万本
- ❖ 電力部門や余剰電力の活用技術は60分間隔・365日連続の時間解像度
- ❖ 約150のエネルギー技術



余剰電力対策技術

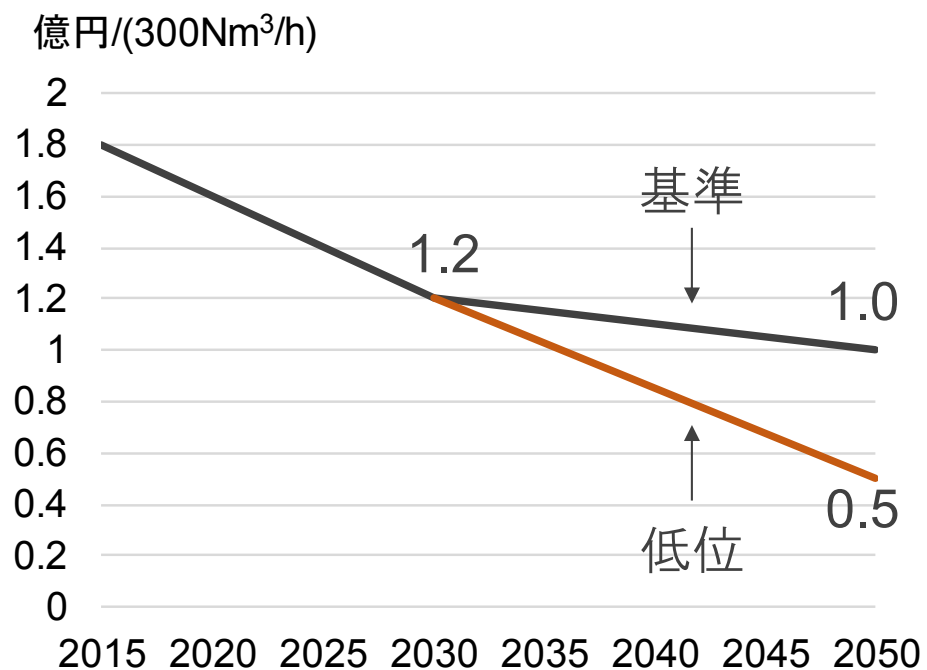


6つのケース設定

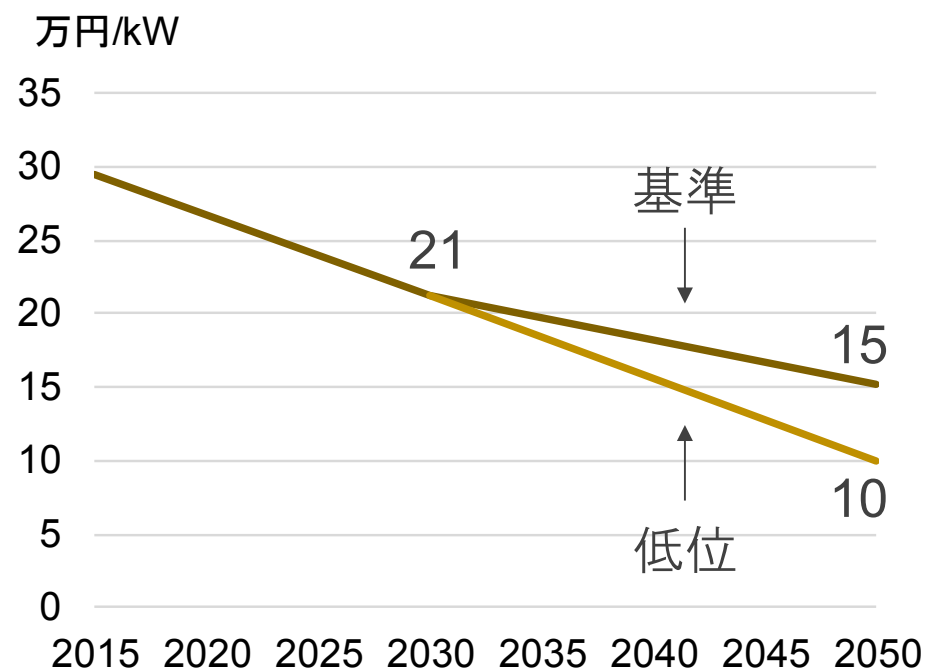
	ケース名	2050年 CO ₂ 削減率	水電解コスト	PVコスト
1	C50	50%	基準	基準
2	C50・電解	50%	低位	基準
3	C50・電解・PV	50%	低位	低位
4	C60	60%	基準	基準
5	C60・電解	60%	低位	基準
6	C60・電解・PV	60%	低位	低位

水電解コストとPVコスト

水電解システムの設備コスト



PVシステムの設備コスト



ポイントとなる前提条件

電力部門

- ❖ 原発:60年稼働、新設リプレイスなし:2050年21GW
- ❖ VRE発電:地域別に設備容量上限を設定
 - 2050年の日本合計上限:PV332GW、風力100GW
- ❖ 地域間連系線:増強なし(既に将来の増強が決まっているものを除く)
- ❖ 蓄電池:2050年2.0万円/kWh(NAS)

非電力部門

- ❖ EV充電設備コスト:31万円/6kW
- ❖ カーボンフリー水素は限定的:輸入水素なし;輸入アンモニア1,000万トン
- ❖ CCSも限定的:2030年10万トン、2050年100万トン

目次

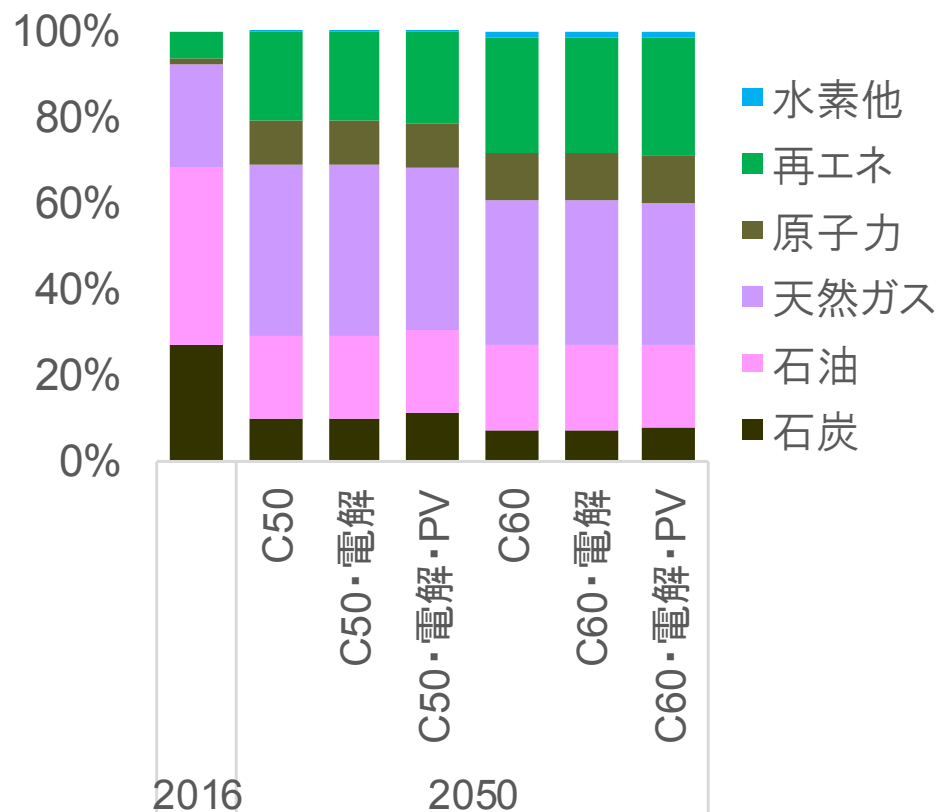
12

IEE
JAPAN

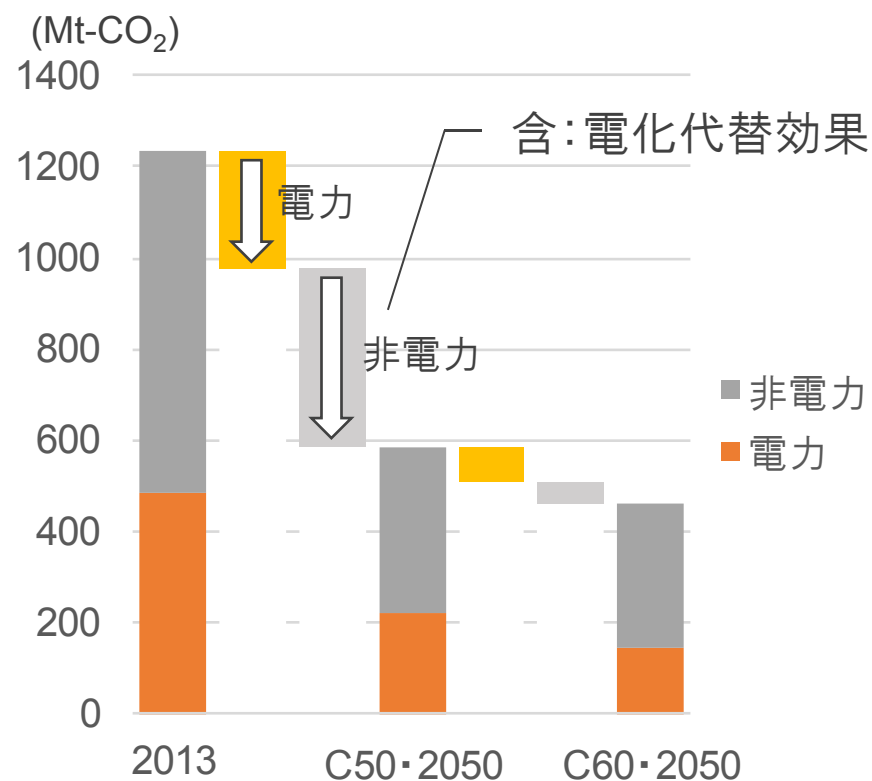
1. 研究背景と目的
2. 分析手法・前提条件
3. 結果・考察

CO₂削減のイメージ:全体像

一次エネルギー消費構成



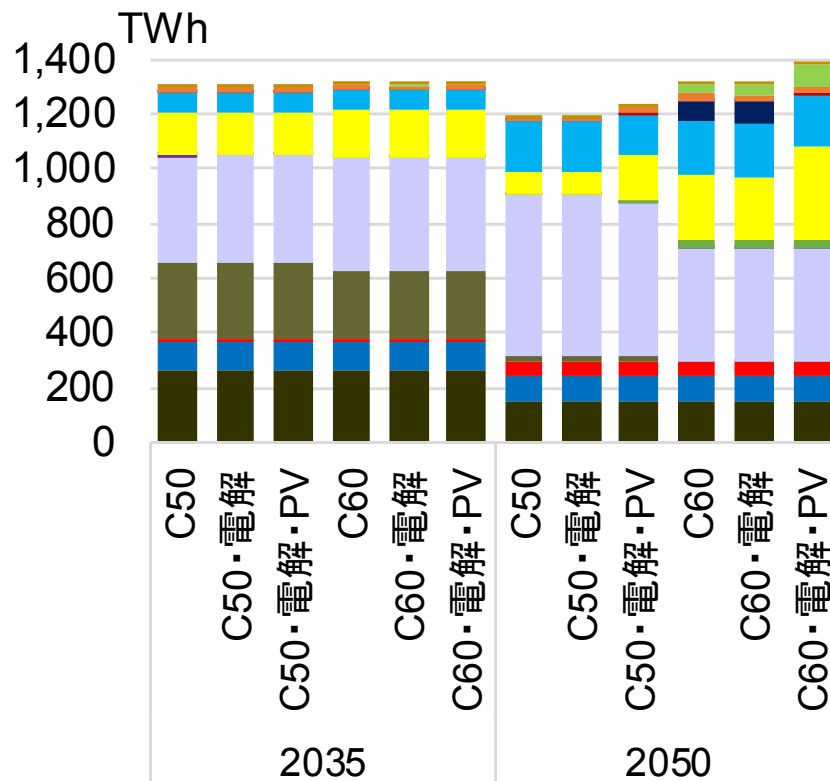
CO₂削減への寄与



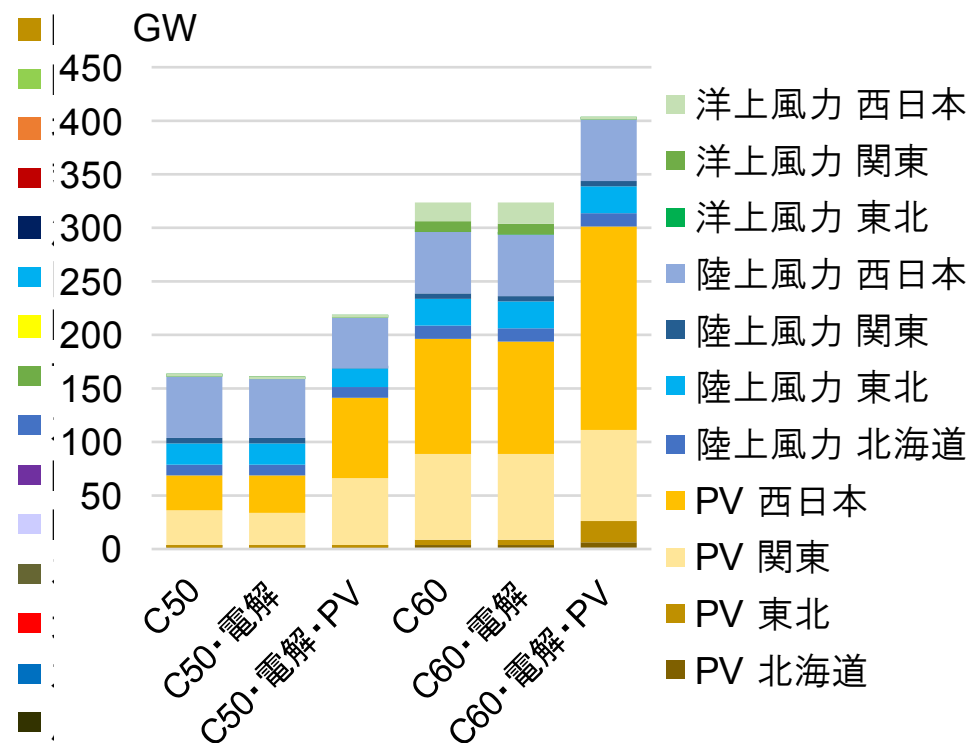
- ❖ 天然ガスシフトが合理的: 利用制約考慮せず
- ❖ 電力部門の低炭素化が肝
- ❖ 最終消費部門での電化: 2016年28%→2050年35~37%

発電量構成とVRE発電導入

発電量構成



VRE発電の導入量

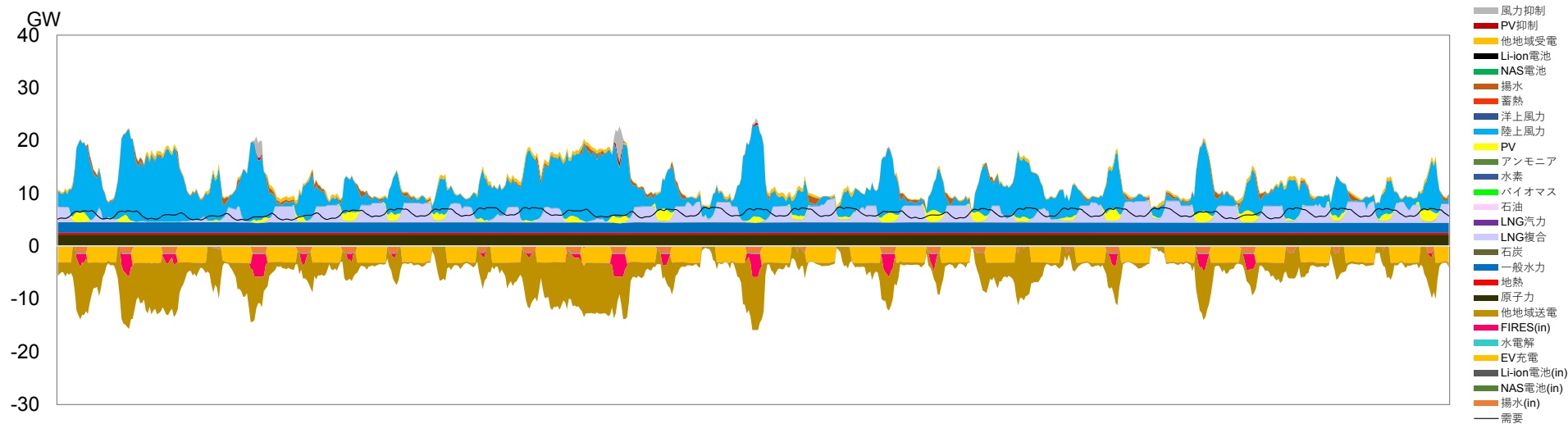


❖ 電力部門のCO₂排出原単位:110~190g/kWh

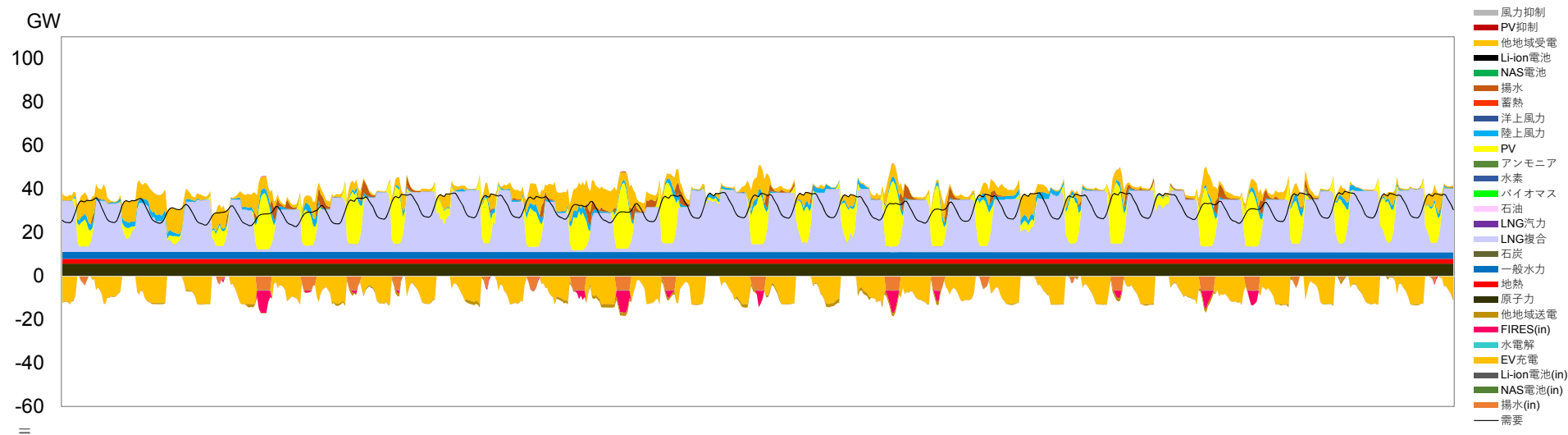
❖ PV:関東、西日本、風力:北海道、東北

電力需要運用と余剰電力への対応～50%削減

C50(東北)

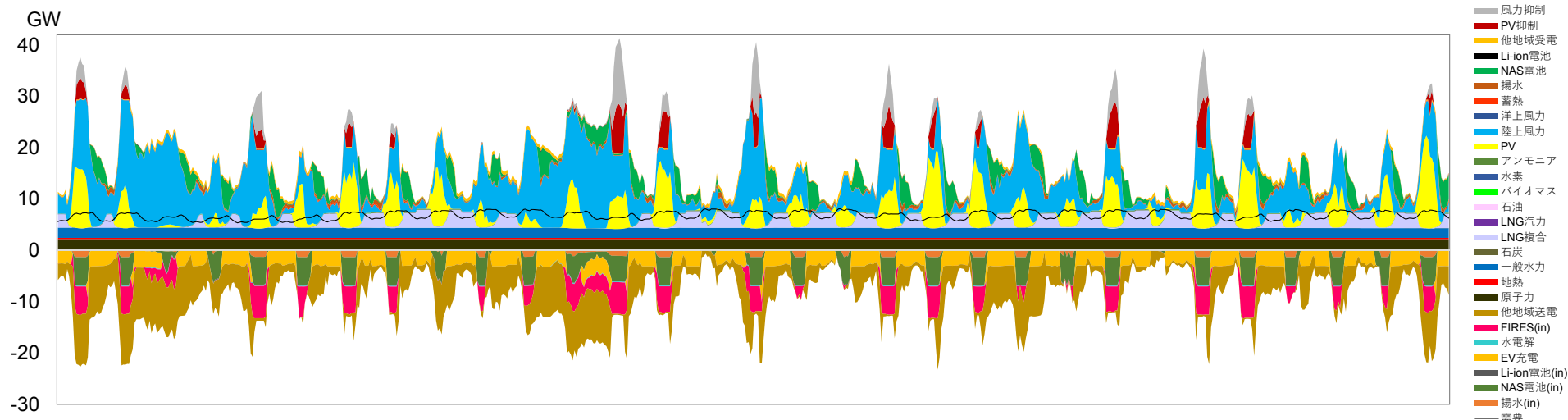


C50(関東)

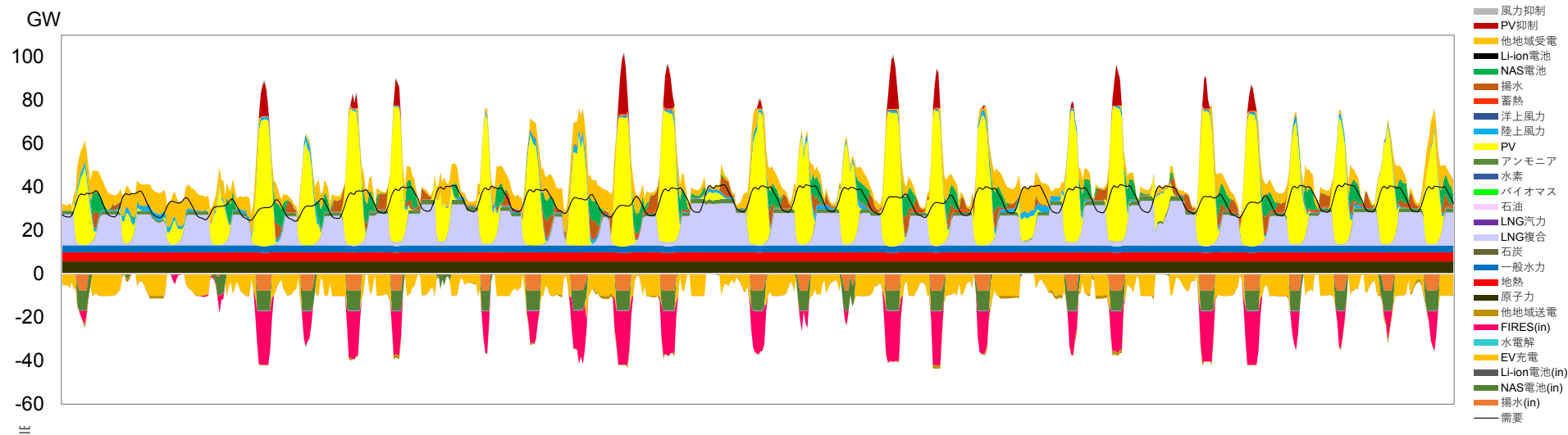


電力需要運用と余剰電力への対応～60%削減

C60・電解・PV、(東北)

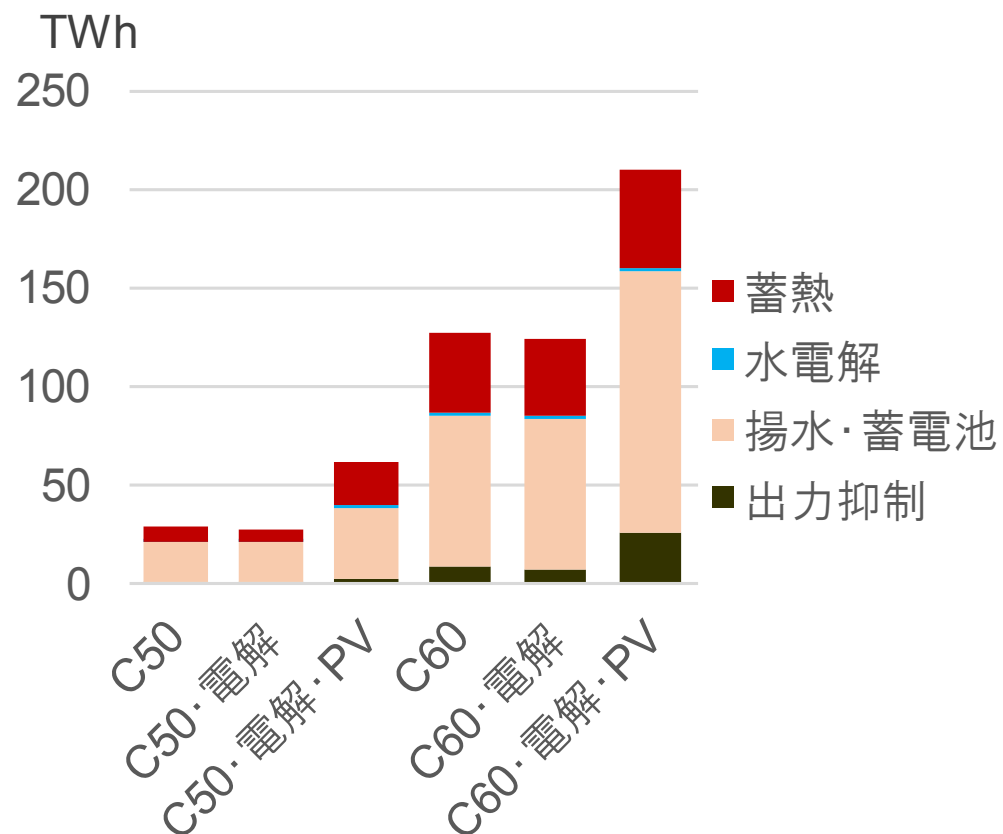


C60・電解・PV、(関東)



電力需要運用と余剰電力への対応

余剰電力の発生量と対応



- ❖ 揚水・蓄電池が主で、
水電解(メタネーション)の稼働はわずか

まとめ

1. 2050年にCO₂排出量を50~60%削減する場合、電力部門と非電力部門の削減寄与は概ね同程度。電化は進むことから、電力部門の低炭素化が非常に重要
2. VRE発電は一次エネルギー消費の20%前後を占める。余剰電力が100TWh規模で発生し、主に揚水・蓄電池、熱変換、出力抑制により対応するのが合理的
3. 水電解水素製造やメタネーションの導入は限定的。余剰電力対応は低設備利用率につながることから、設備コストの高い技術は不利

