

京都大学 再生可能エネルギー経済学講座 第4回 部門A研究会、
2021年1月25日(月)

電力需給分析の視点からのコメント

東京大学 大学院工学系研究科 原子力国際専攻
小宮山 涼一

報告書：「実潮流に基づく送電線運用による北海道地域の再生可能エネルギー導入量推計」(2020)

コメント：

基幹系統(275kV)、8,760時間、実潮流を踏まえた有意義な分析

- 多くの既存研究は地域間連系線のみ考慮
- 地内線の考慮は再エネ分析にとって重要(コスト、出力制御他)
- 送電線実潮流を踏まえた現実性のある電力負荷の想定

設備容量所与でのメリットオーダー分析→適切な需給分析結果

- 風力発電→石油、石炭の順に代替(P.18, 図9)
- 揚水式水力、一般水力、石炭による需給調整(P.15 図7)

北海道に着目した意義ある分析

- 再エネ潜在量大、系統規模小(容易ではない需給運用、電力NW運用)
- 北海道の電源起動停止計画やNW増強は重要な課題

P.19「本分析より、実潮流に基づく送電線運用のもとでは、北海道地域の275kVの送電線においては、風力発電の設備容量を1,950MW（2018年度450MWの4.3倍）に、太陽光発電の設備容量を1,855MW（2018年度1,605MWの1.16倍）に増加させても、追加の基幹送電線を整備せずに系統接続し、ほとんど出力抑制することなく電力を供給できることが示された。これは、新規発電所の接続の可否判断における「空容量」が現状でゼロと示されている送電線でも、実潮流に基づく運用が十分に可能であり、新規接続余地があることを意味している。」

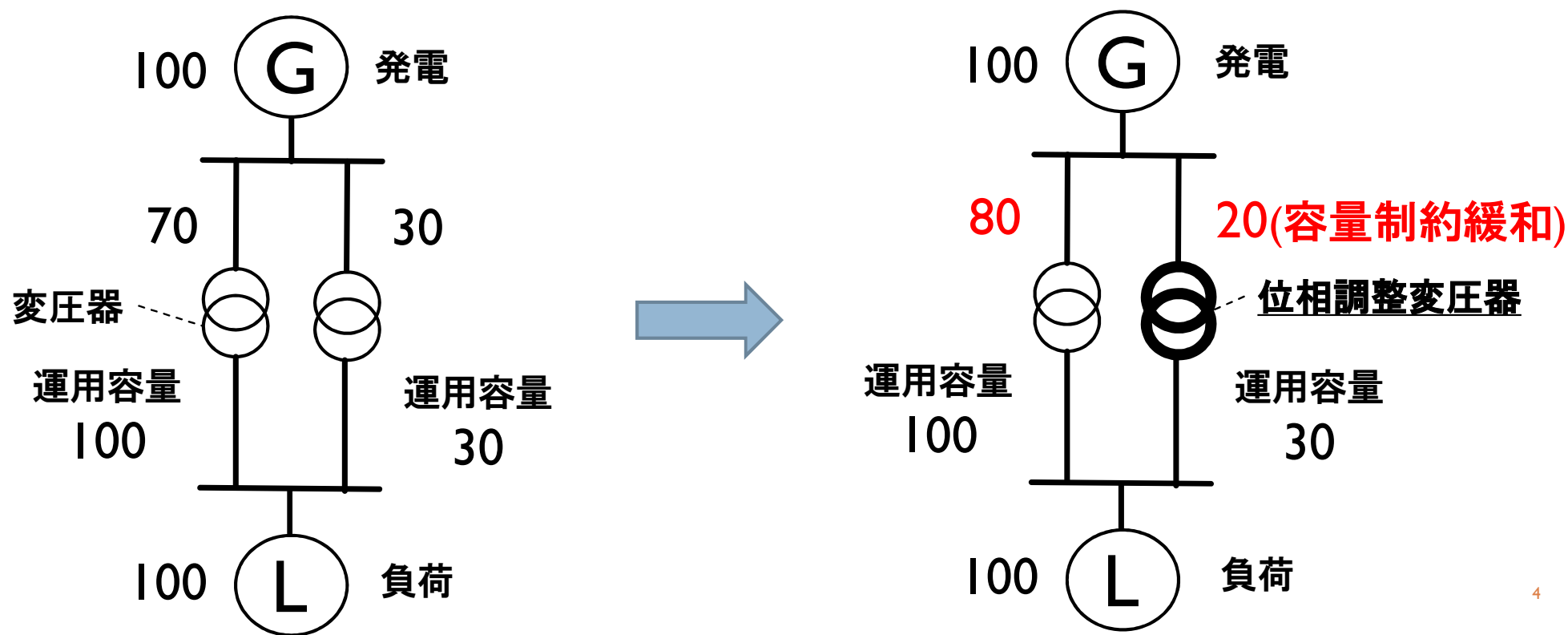
質問①：

他の187kV幹線(函館幹線、新得追分線、日高幹線)の容量制約の解消が前提との理解でよろしいでしょうか？

- 基幹系統の運用には様々な課題（基幹系統はループ系統が多い）
系統故障時の重潮流の問題→フェンス運用など
- 付近の幹線の容量制約が、運用容量に制約を与える
函館幹線、新得追分線、日高幹線(187kV)→道南幹線、狩勝幹線(275kV)
- 系統増強や位相調整変圧器の導入が有効

(参考)送電線空容量の改善方策例

既存系統増強の代わりに、既存系統を有効に運用→容量制約の緩和



(参考)北海道電力; 北海道の基幹系統増強案について(2019年)など



質問②：

各シナリオ(A,B,B+Nuc)の電力システム総コストをご教示頂けないでしょうか？(どのシナリオのコストが最小になりますでしょうか？)

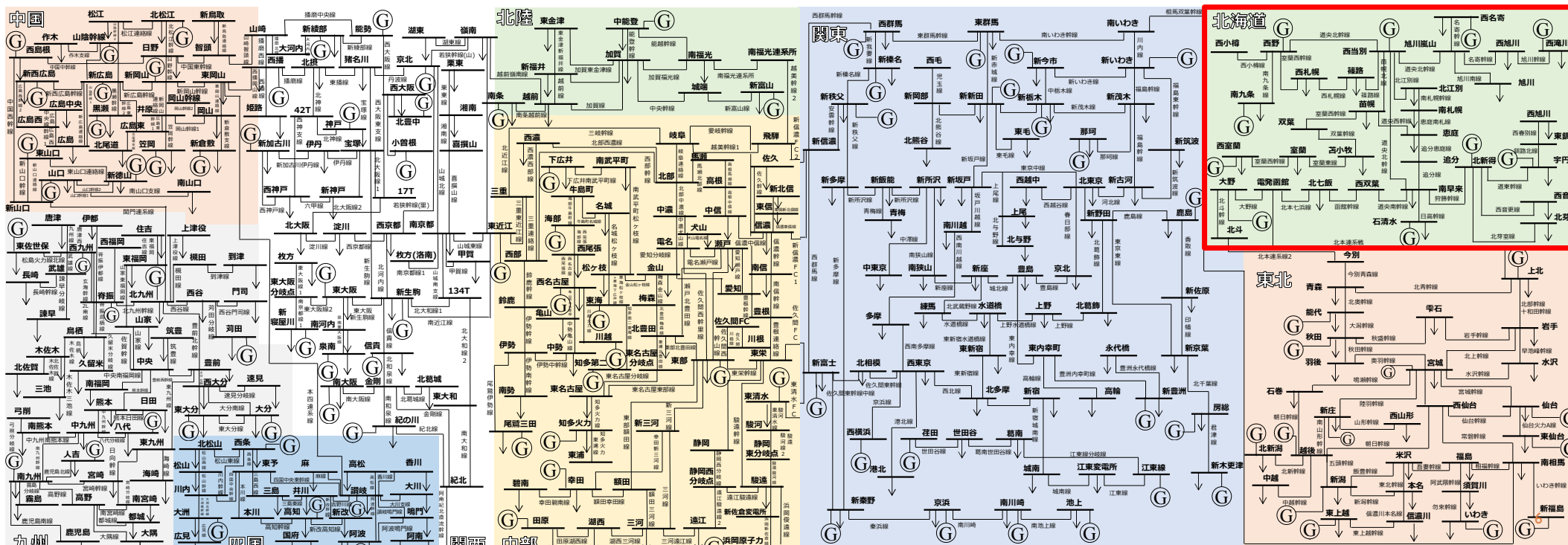
質問③：

モデルは2018年度の設備容量を所与として計算しておりますが、2018年度の実需給をどの程度、再現できておられますでしょうか？

(参考)日本の電力系統の数値シミュレーション

電力基幹系統モデル

全国(352母線、441本の基幹送電線)、北海道(33母線、50本の基幹送電線)



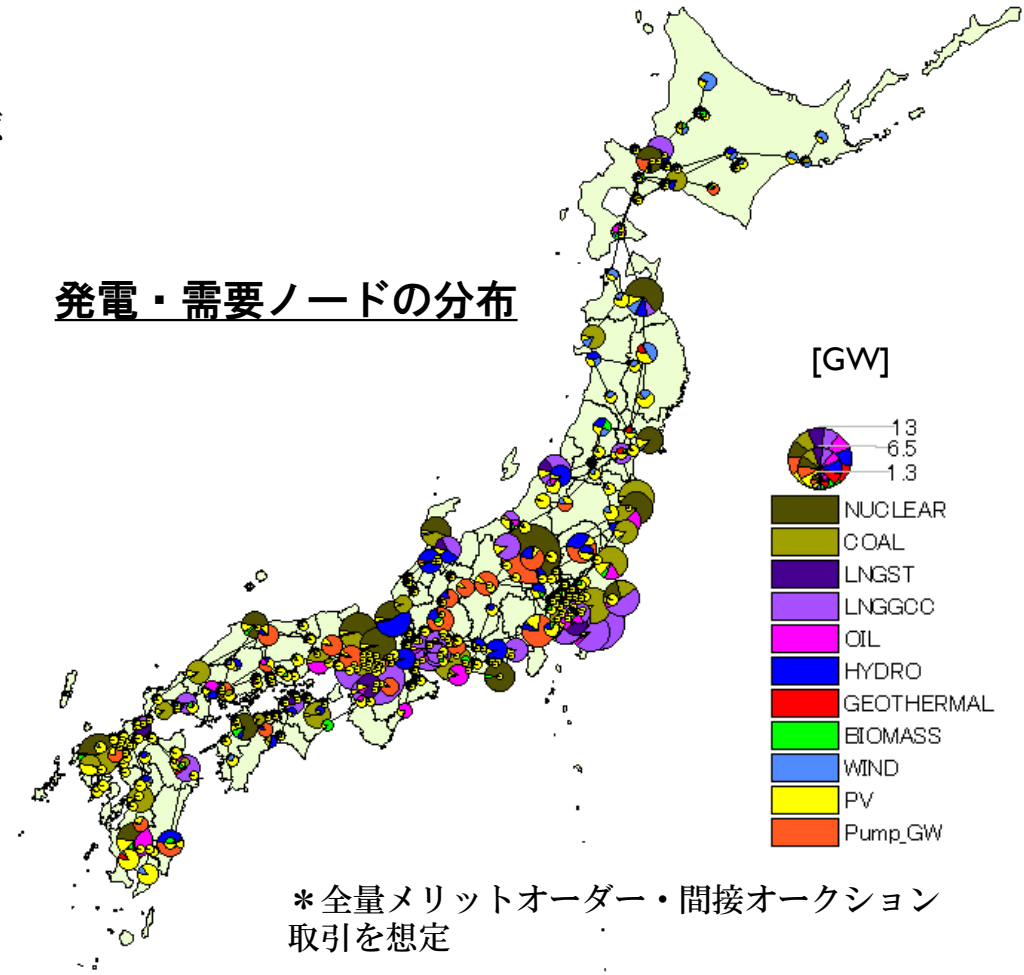
【西日本】

【東日本】

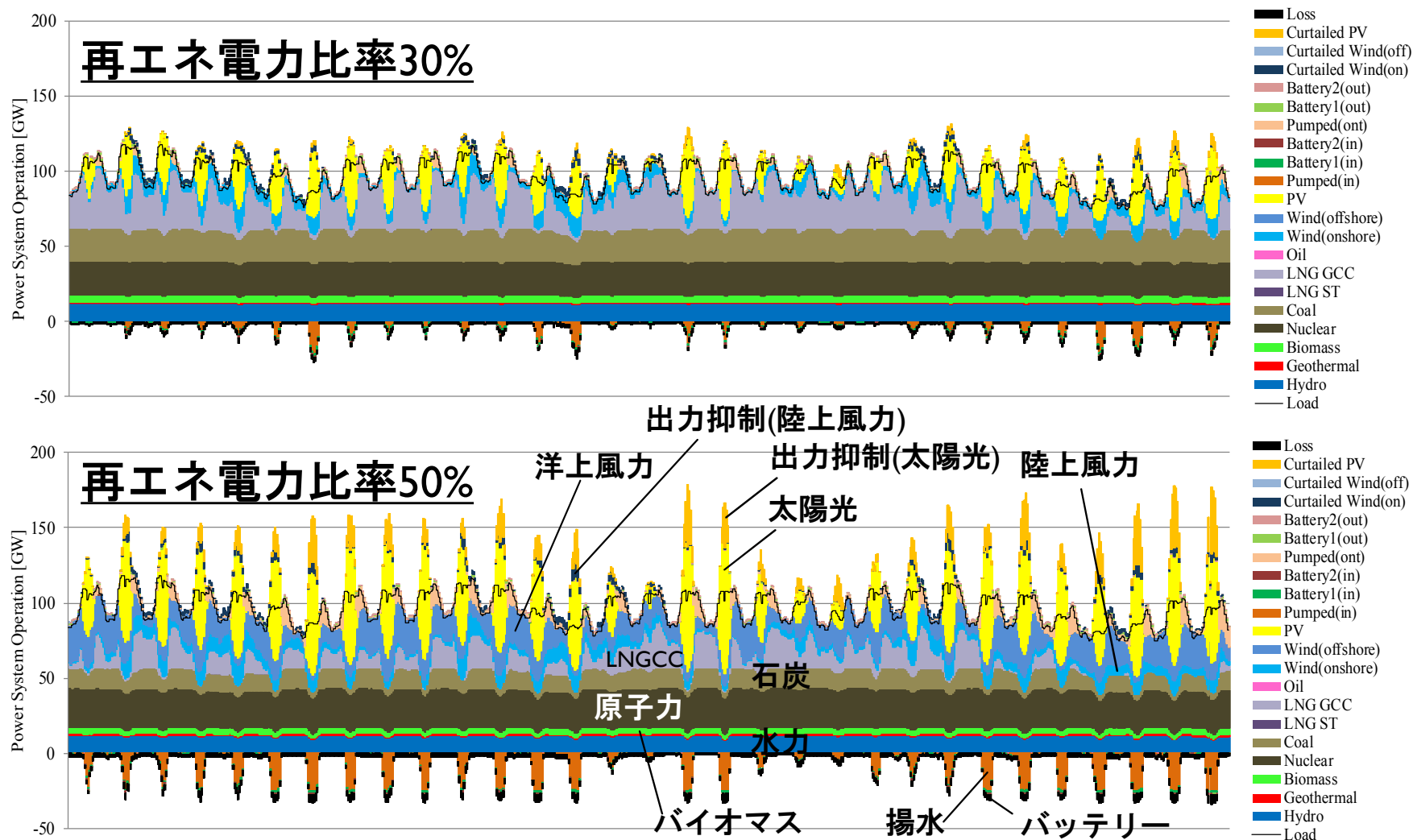
(参考)日本の電力システムの数値シミュレーション

- **分析手法：電力需給モデル(線形計画法)**
 - 目的関数：固定費(発電・電力流通設備)+燃料費(火力・原子力)+電力貯蔵設備運用費
 - 制約条件：同時同量制約、発電出力制約(定検パターンを考慮→作業停止計画も最適化)、供給予備力制約、負荷追従制約、最低出力制約(火力・原子力)、送電容量制約、電力貯蔵設備制約、設置可能容量制約、SNSP制約など
- **地理的解像度：352母線、441本の基幹送電線(沖縄除く)**
 - アメダスを基に、352地点別に日射量、風況を考慮
- **時間解像度：**
 - 10分値以上で任意選択可能(1時間値で分析)
 - 6時点/時間×24時間/日×365日=52,560時点/年
- **発電設備：石炭, ガス複合, ガス汽力, 石油, 原子力, 水力, 地熱, バイオマス, 海洋, 太陽光, 風力**
- **電力貯蔵設備：揚水, NAS電池(長周期変動用), Li-ion電池(短周期変動用)**
- **諸前提：経済産業省の長期エネルギー需給見通し(2030年)、広域機関の供給計画等を基に設定**
- * **計算規模：(10分値) 制約条件数：3.7億本、内生変数2.6億個**

発電・需要ノードの分布



(参考) 電力需給の見通し(日本全体、1月)



(Source) Komiyama R., Fujii Y.; Large-scale integration of offshore wind into the Japanese power grid, *Sustainability Science*, Springer (2021) (Accepted to be published)

電力化(電化)の見通し

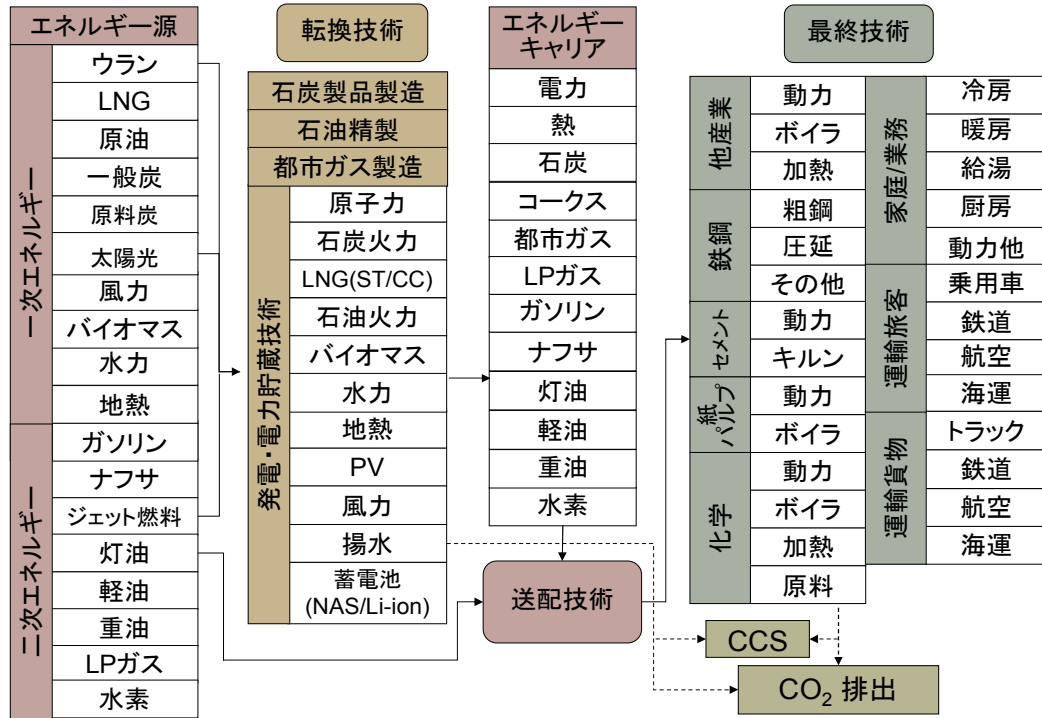
P.19 「今後、様々な部門における電化の促進による電力需要増加要因と、人口減や省エネの促進などによる電力需要削減要因がある。また、蓄電池やディマンドレスポンスといった技術の普及によって電力需要が2018年度と変わる可能性がある。これらの需要側の変化を捉えた分析が必要と考えられる。」



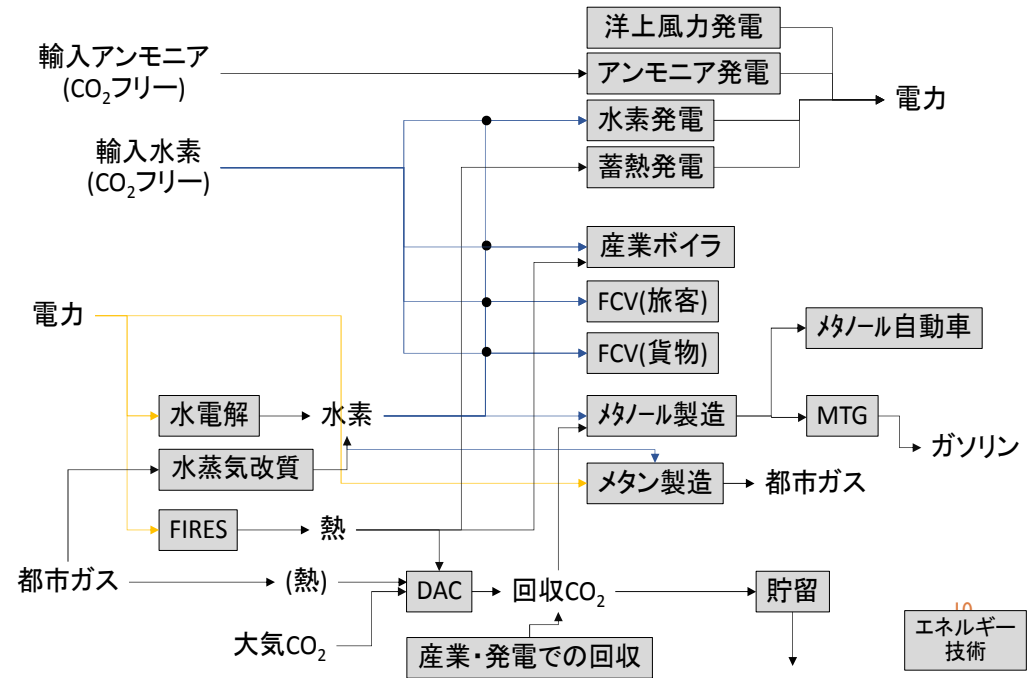
カーボンニュートラル実現に際し、電力需要増加の可能性⁹

(参考)2050年カーボンニュートラル実現のシミュレーション

エネルギー技術選択モデル (システム総コスト最小化型モデル)*



新技術のモデル化* (水素、燃料電池自動車、蓄熱発電、大気中CO₂直接回収、メタネーション、アンモニア等)



(参考)川上,小宮山,藤井,電気学会論文誌B,138(5), 382-391 (2018), 川上,小宮山,藤井,エネルギー・資源学会論文誌, 39(4), 10-19 (2018)

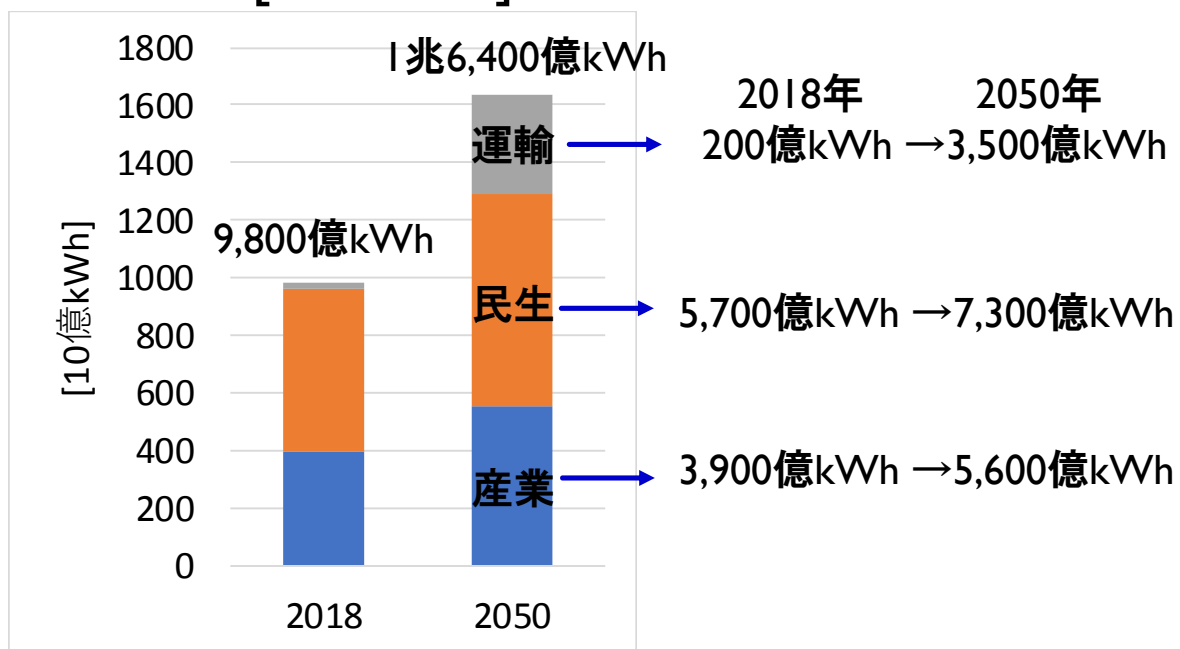
(参考) 電力化(電化)の見通し

電化+電力脱炭素化はカーボンニュートラル実現の有効なオプション

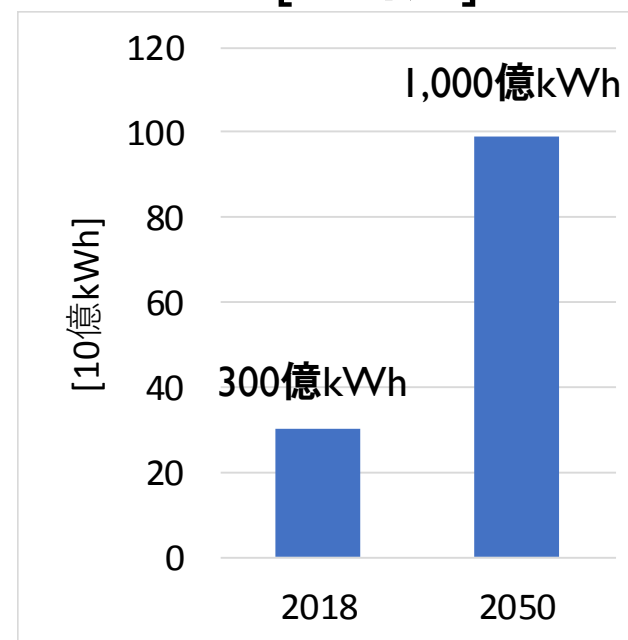
日本の最終消費部門の電力需要：(2018年)約1兆kWh →(2050年)約1.6兆kWh

最終消費部門の電力需要(2050年カーボンニュートラル実現)

[日本全体]

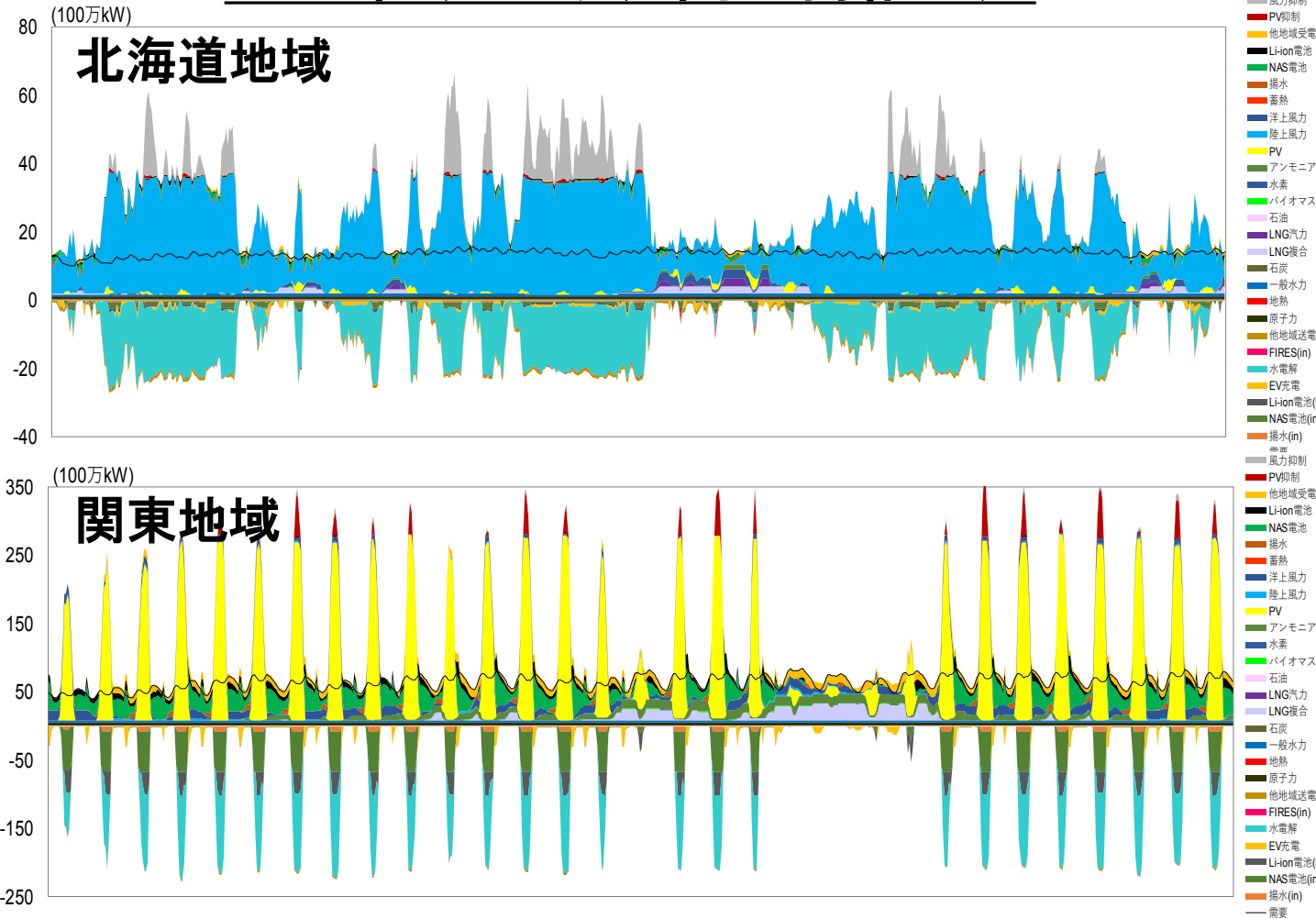


[北海道]

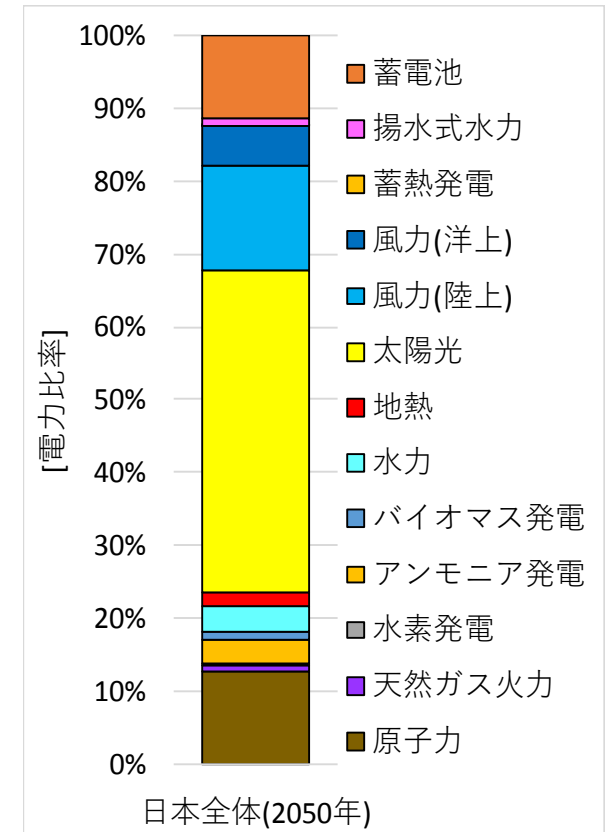


(参考)電力需給の見通し(2050年カーボンニュートラル実現)

2050年5月一ヶ月間の需給運用



日本の電力比率 (2050年、CN実現)



*上限制約想定の上での一試算
 原子力：約5千万kW, 陸上風力：約2.9億kW,
 洋上風力：約8千万kW