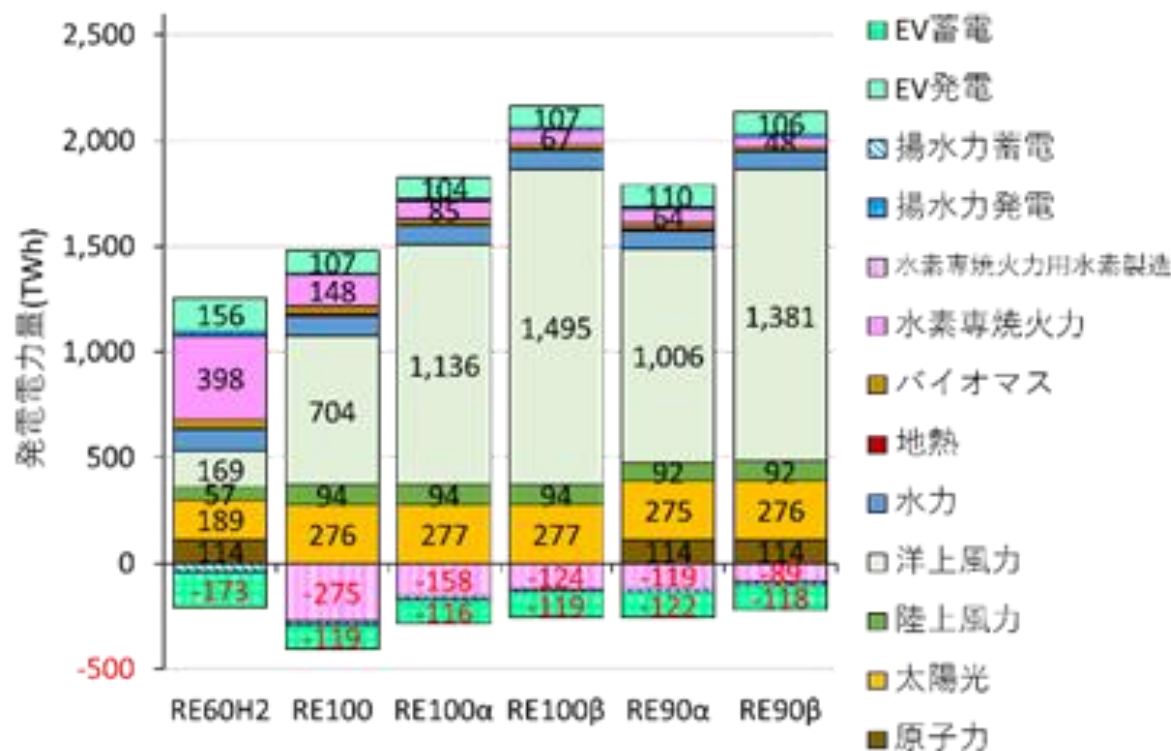


実潮流に基づく電力系統運用シミュレーションを用いた
日本の再生可能エネルギー実質100%シナリオにおける
電力需給構造分析結果
— 再エネの変動性にどのように対応するか。 —

年間の需給バランス：全シナリオ

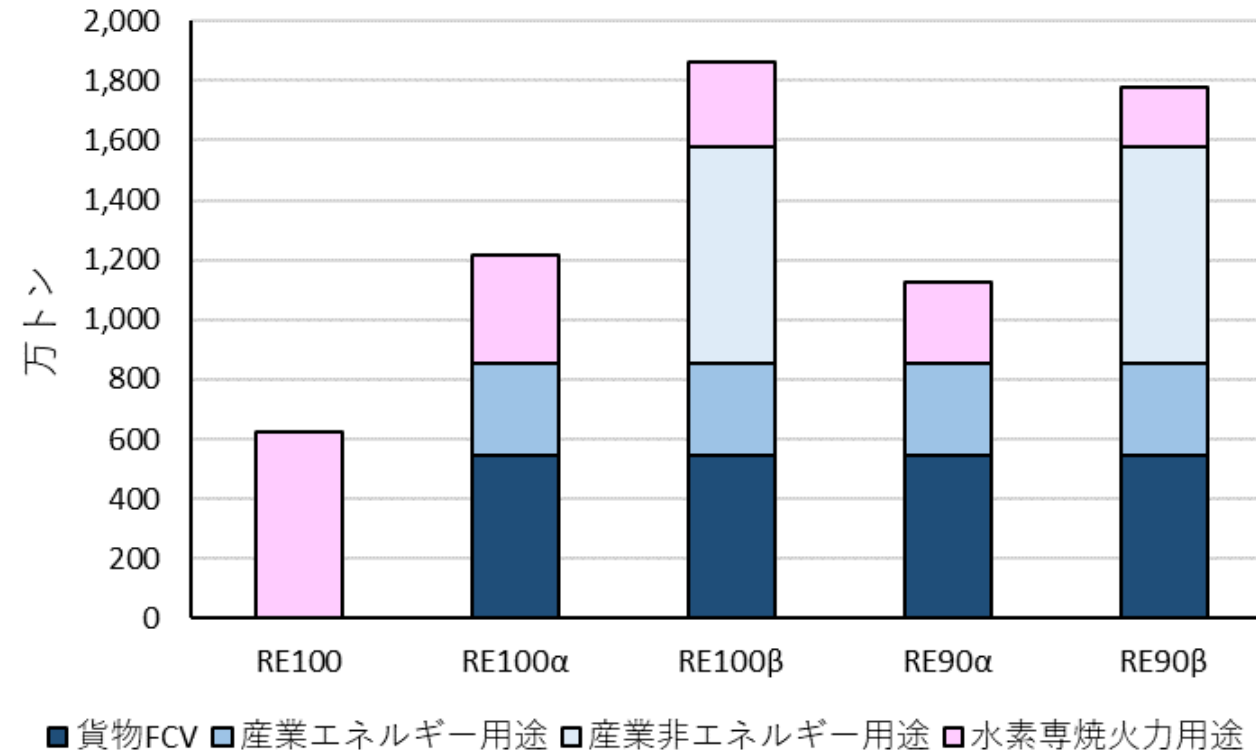
- RE100シナリオでは、水素製造と水素専焼火力の組み合わせが、電力の需給に大きな役割を担った。
- しかし、洋上風力発電の発電電力量が増えるに連れて、水素専焼火力の発電電力量が小さくなった。
→電力部門以外で用いられる水素の製造も、電力部門と合わせて考える（セクターカップリング）ことで、効率的なエネルギーシステムが構築できる（詳細は後述する）。
- この結果、EV蓄電池による電力需給の役割が相対的に大きくなる。

シナリオ別電源別発電電力量



(参考) シナリオ別水素製造量

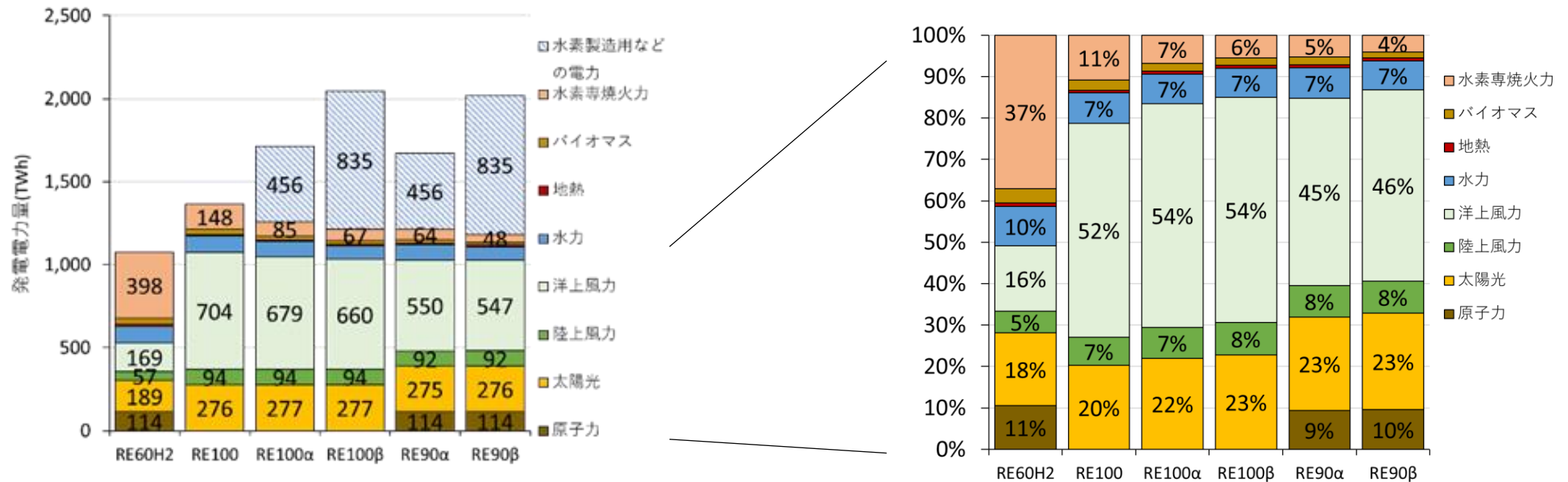
シナリオ別水素製造量



(参考) 便宜的に計算した電源構成：全シナリオ

- RE100 α 、RE100 β 、RE90 α 、RE90 β シナリオでは、水素製造用に消費された電力はすべて、洋上風力からの電力と仮定した場合の電源構成
- RE100→RE100 α →E100 β と国内再エネを用いた水素製造が増えるにつれて、水素専焼火力の発電電力量が減少する。

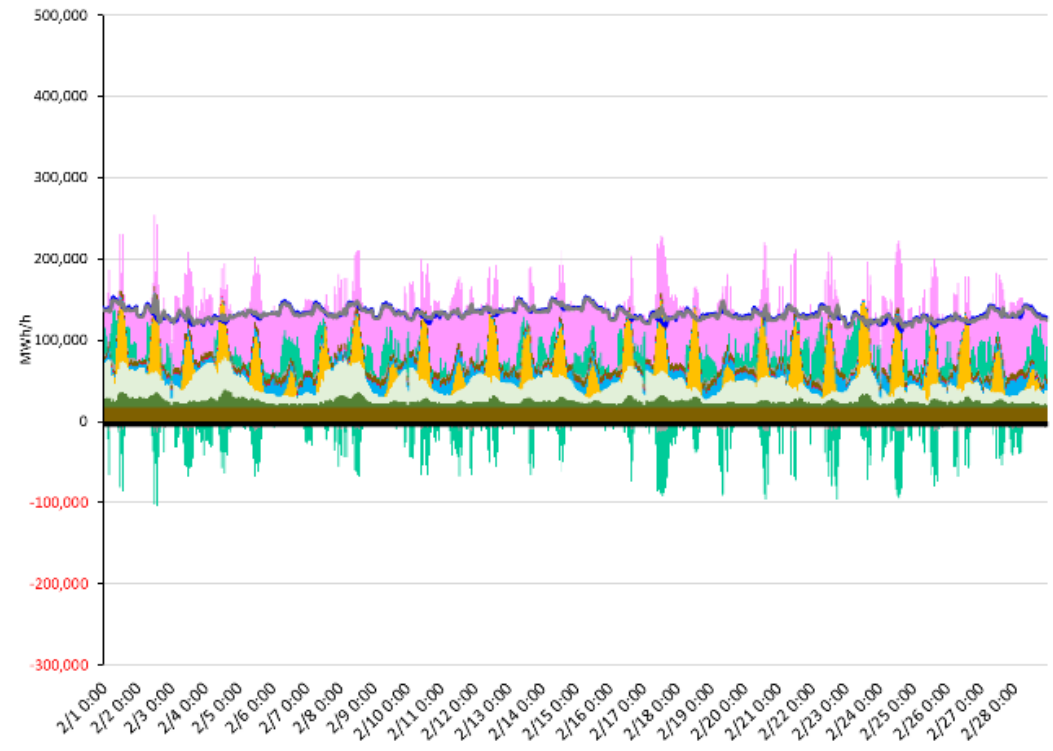
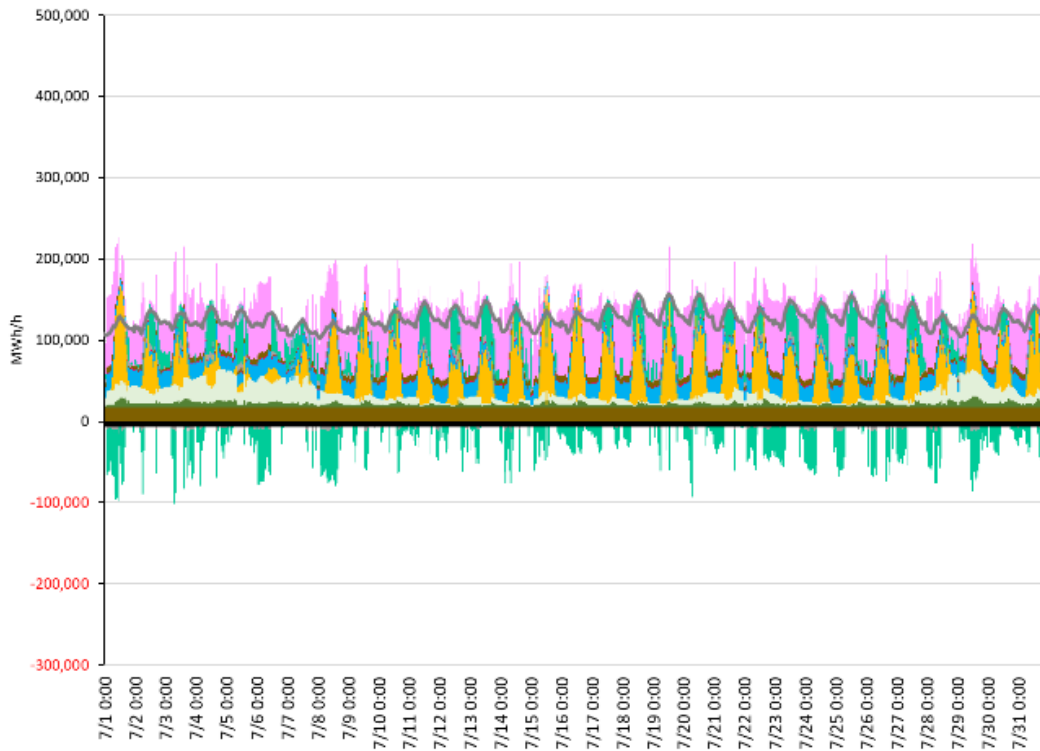
系統電力需要に対応した電源別発電電力量（左）とその割合（右）



7月と2月の電力需給状況（時間解像度は1時間）：RE60海外水素シナリオ

RE60海外水素シナリオでは、ほとんどの時間帯で水素専焼が稼働する。

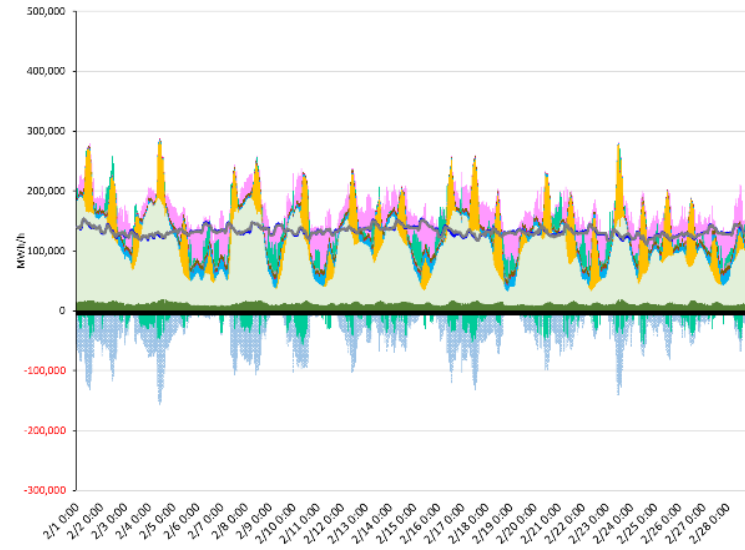
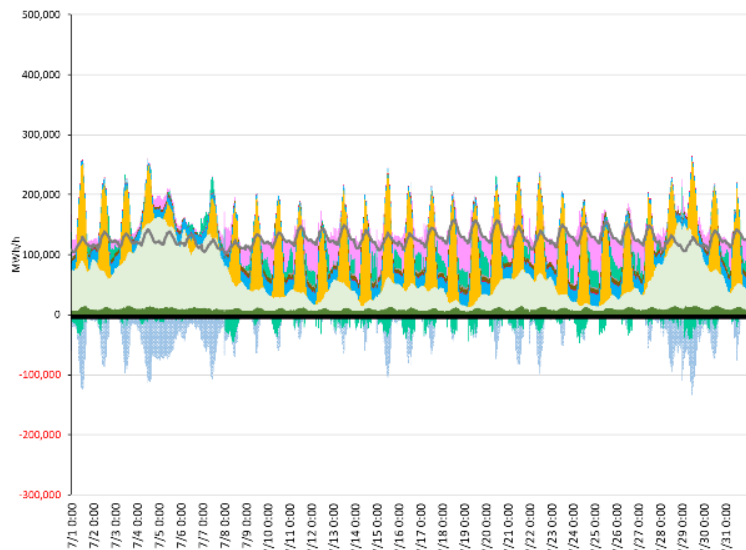
RE60海外水素シナリオ（左図：7月、右図：2月）



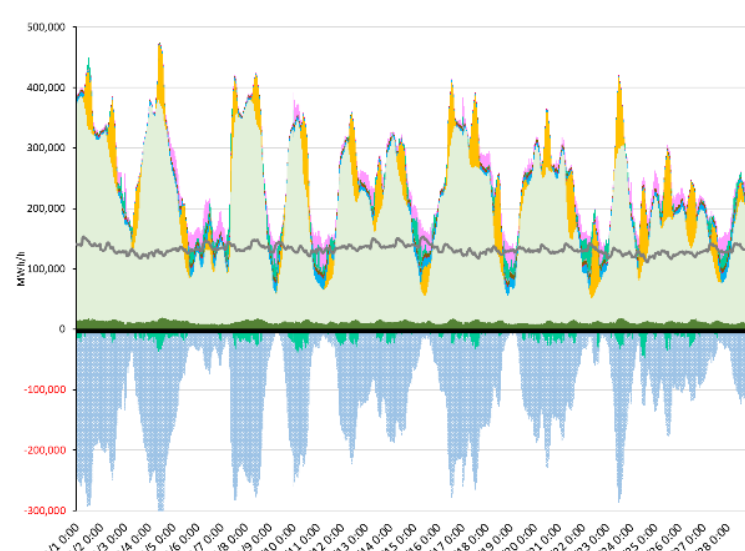
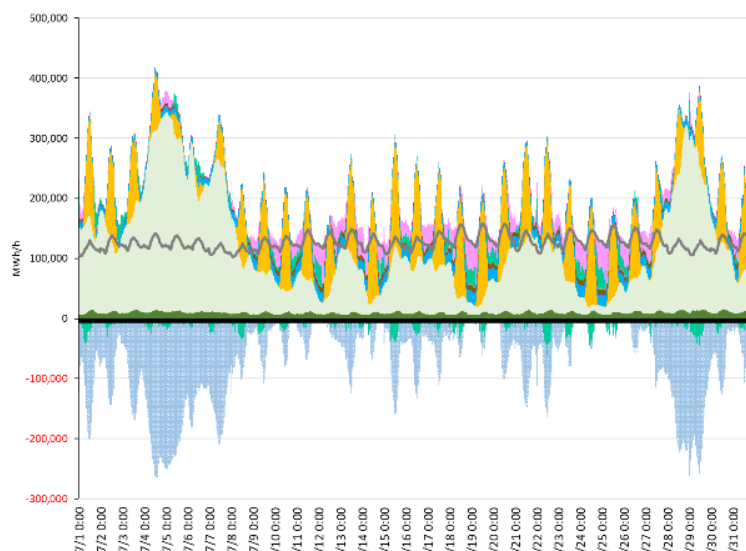
7月と2月の電力需給状況（時間解像度は1時間）：RE100、RE100 β シナリオ

冬場に再エネ電力が余剰となる時間が多いが、夏場は再エネ電力が不足する時間帯が多い

RE100シナリオ
(左図：7月、右図：2月)



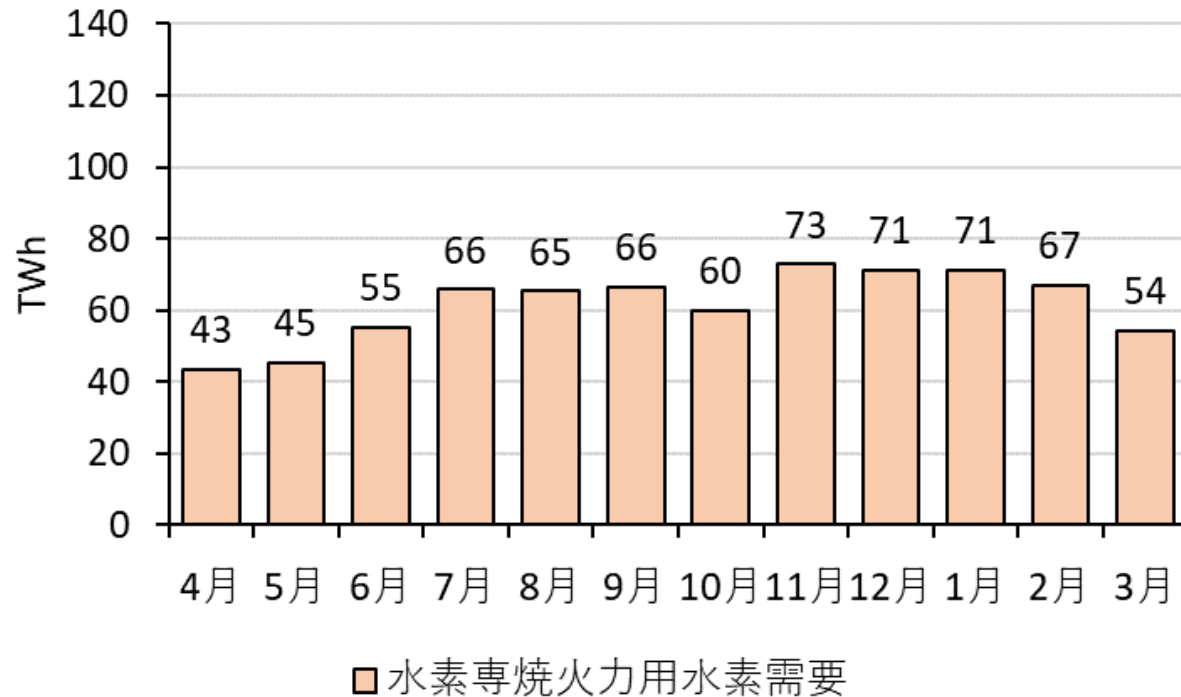
RE100 β シナリオ
(左図：7月、右図：2月)



水素の需要供給バランス：RE60海外水素シナリオ

夏季と冬季では、春季の1.5倍の水素が水素専焼火力用に必要。
→海外サプライチェーンの中で、供給を調整する必要がある。

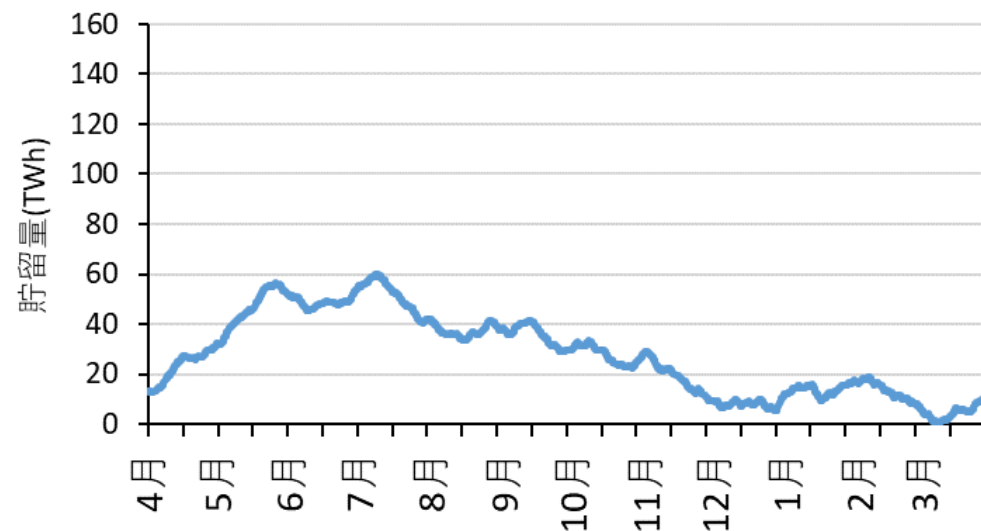
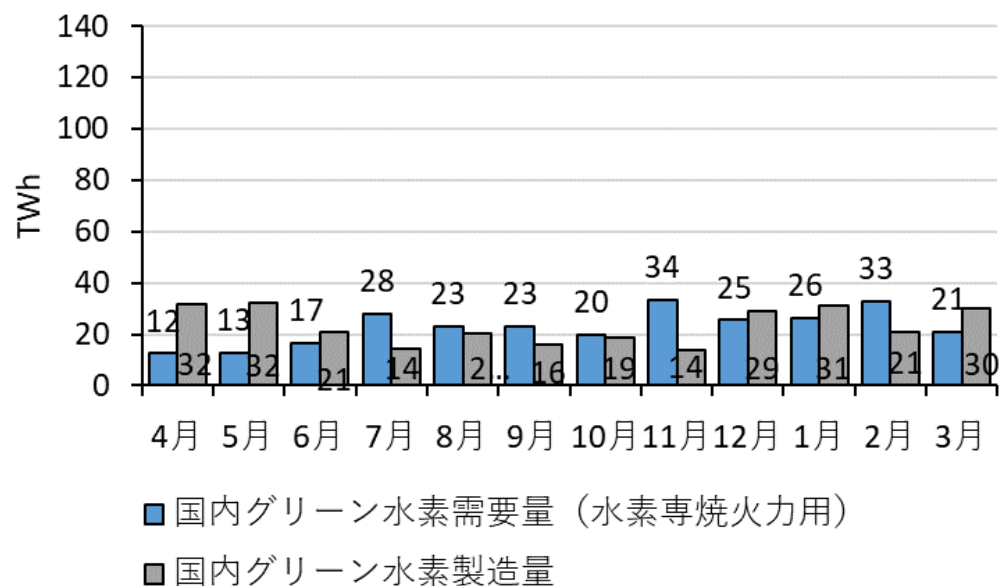
RE60海外水素シナリオ（水素専焼火力用輸入水素需要）



水素の需要供給バランス： RE100シナリオ

RE100シナリオでは、春季から夏季にかけて、水素を製造し、夏季から秋季で水素火力を消費する。
60TWh（152万トン）分の水素貯設備が必要

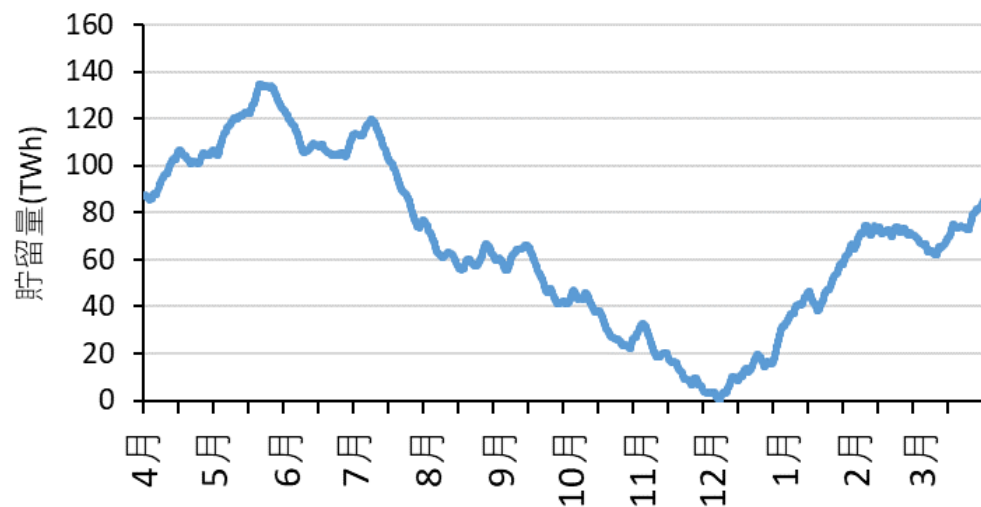
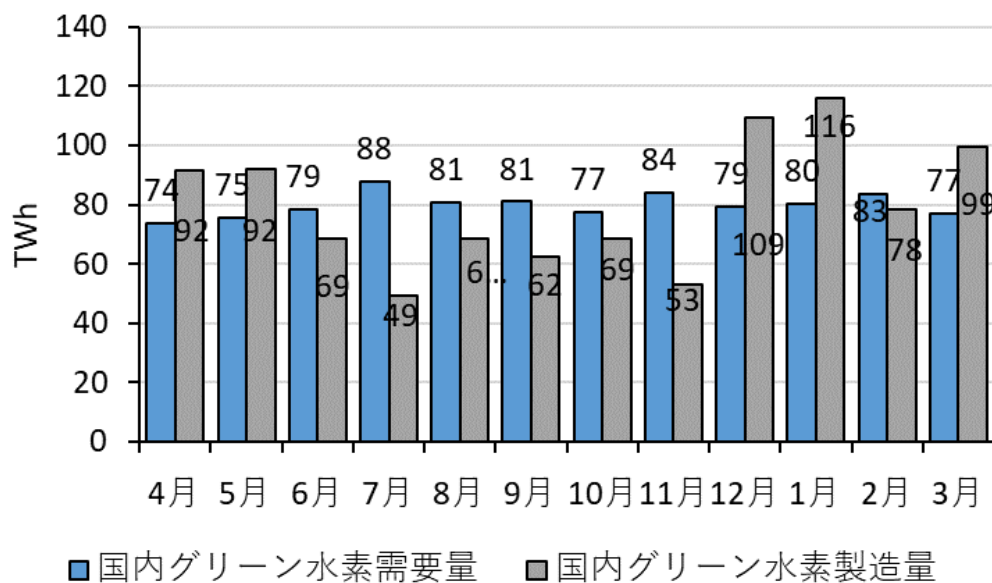
RE100シナリオ（左図：月別国内グリーン水素需要と製造量、右図：水素の地下貯蔵量時系列推移）



水素の需要供給バランス： RE100βシナリオ

- RE100βシナリオでは、冬季から夏季にかけて、水素を製造し、夏季から秋季で水素火力を消費する。
- 140TWh**（354万トン）分の水素貯設備が必要。これは、新潟及び磐城沖休廃止ガス田の水素地下貯留ポテンシャル推計値合計(**530TWh**)よりも小さい値
- なお、電力以外のセクターの水素消費量は、すべての月で一定と仮定。

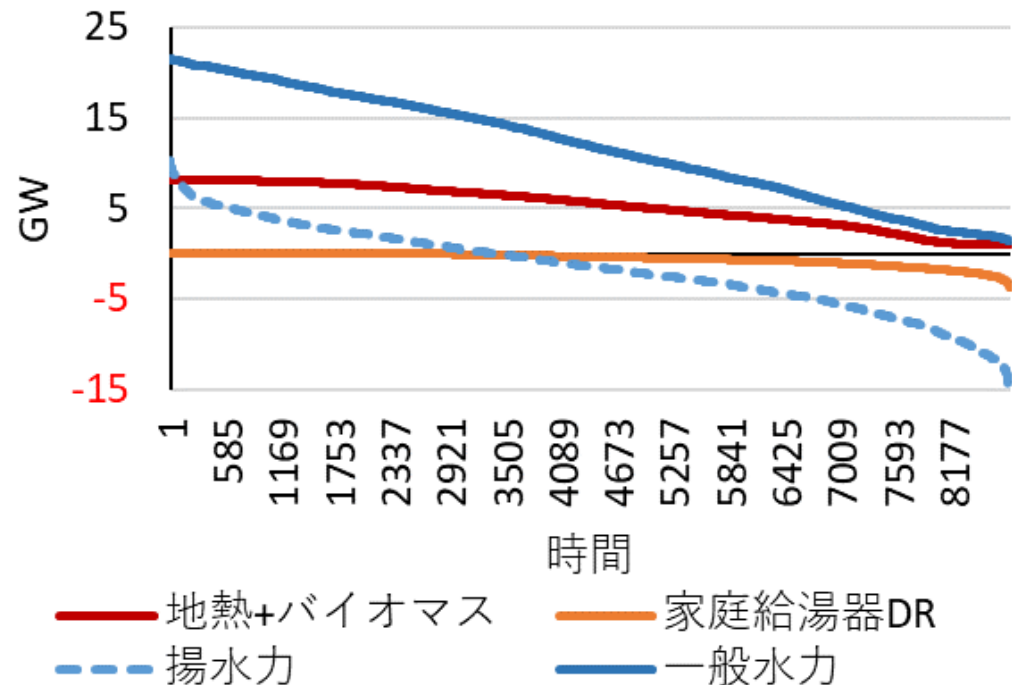
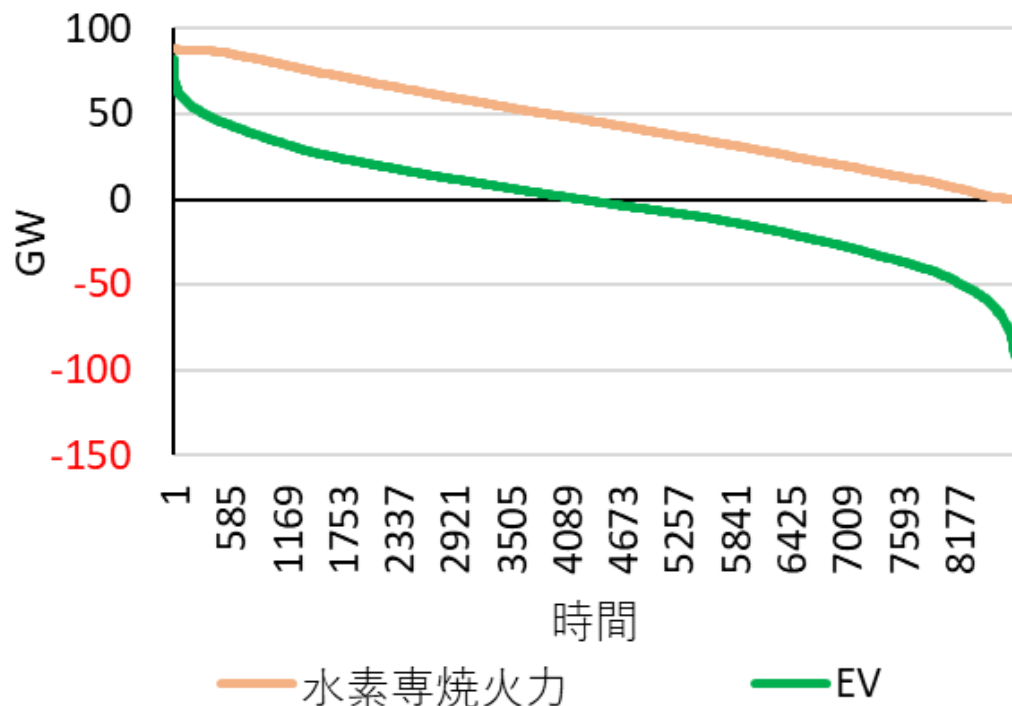
RE100βシナリオ（左図：月別国内グリーン水素需要と製造量、右図：水素の地下貯蔵量時系列推移）



柔軟性の供給力：RE60海外水素シナリオ

水素専焼火力が最大であるが、RE60シナリオでは瞬間的にはEVも大きな調整力を供給している。一般水力、揚水力が続く。

RE60海外水素シナリオ（左図：25GW以上の柔軟性供給力、右図25GW未満の柔軟性供給力）

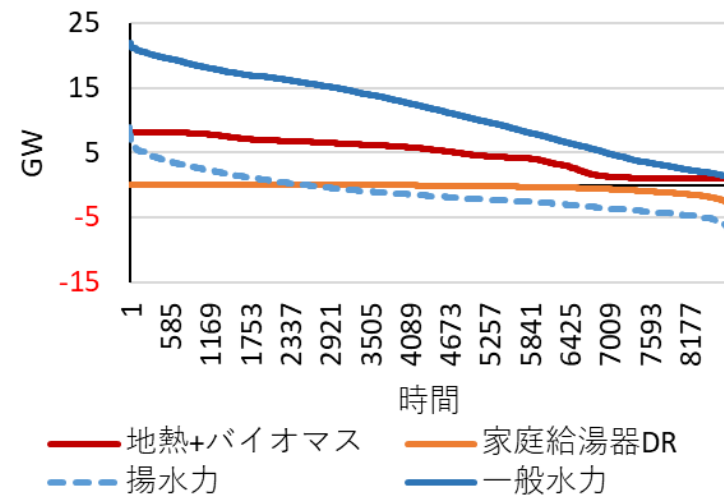
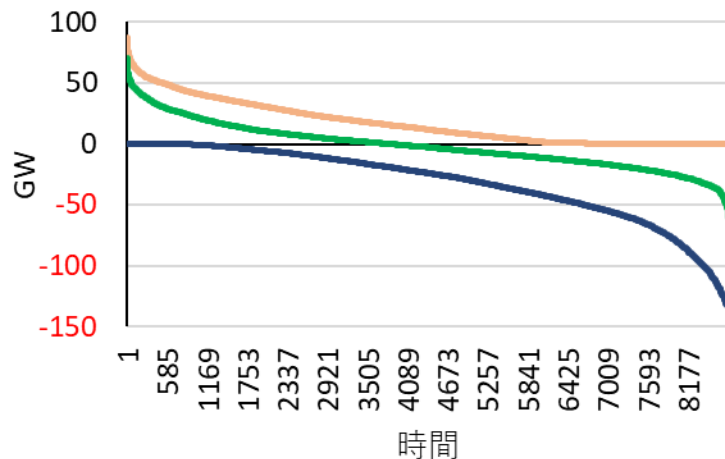


柔軟性の供給力：RE100、RE100βシナリオ

- 再エネの設備容量が大きいRE100βでは、再エネの余剰電力を吸収する水素製造設備の柔軟性供給力が高い。
- 水力について、揚水力のみならずダム付きの一般水力発電も大きな柔軟性を供給する。

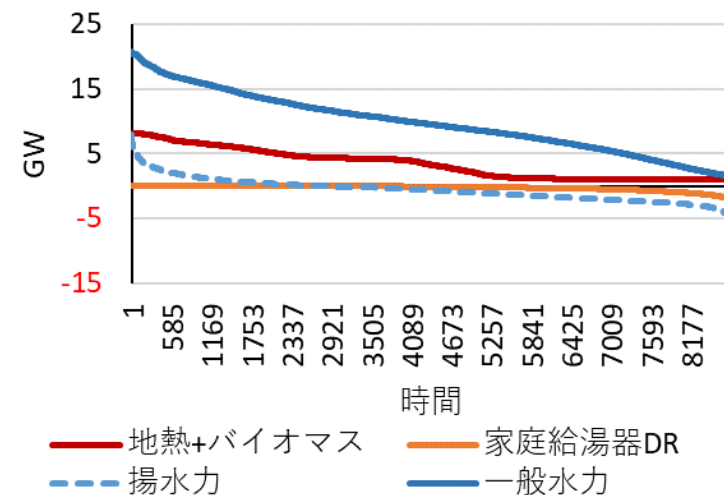
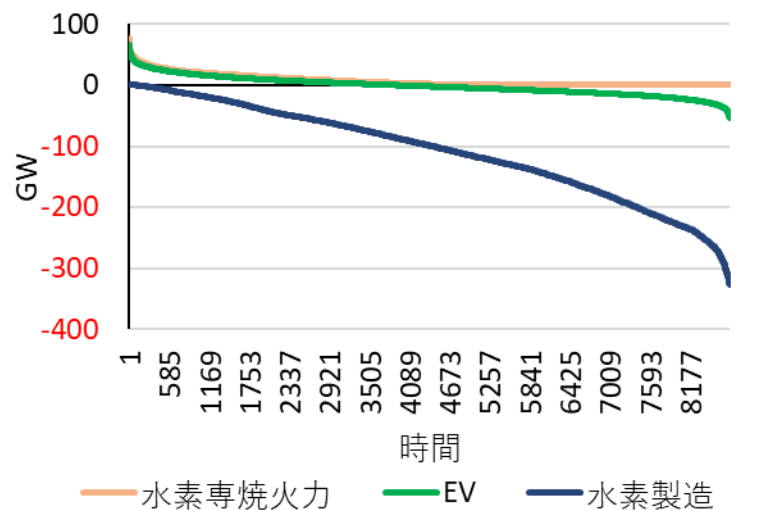
RE100シナリオ

- 左図：25GW以上の柔軟性供給力
- 右図：25GW未満の柔軟性供給力



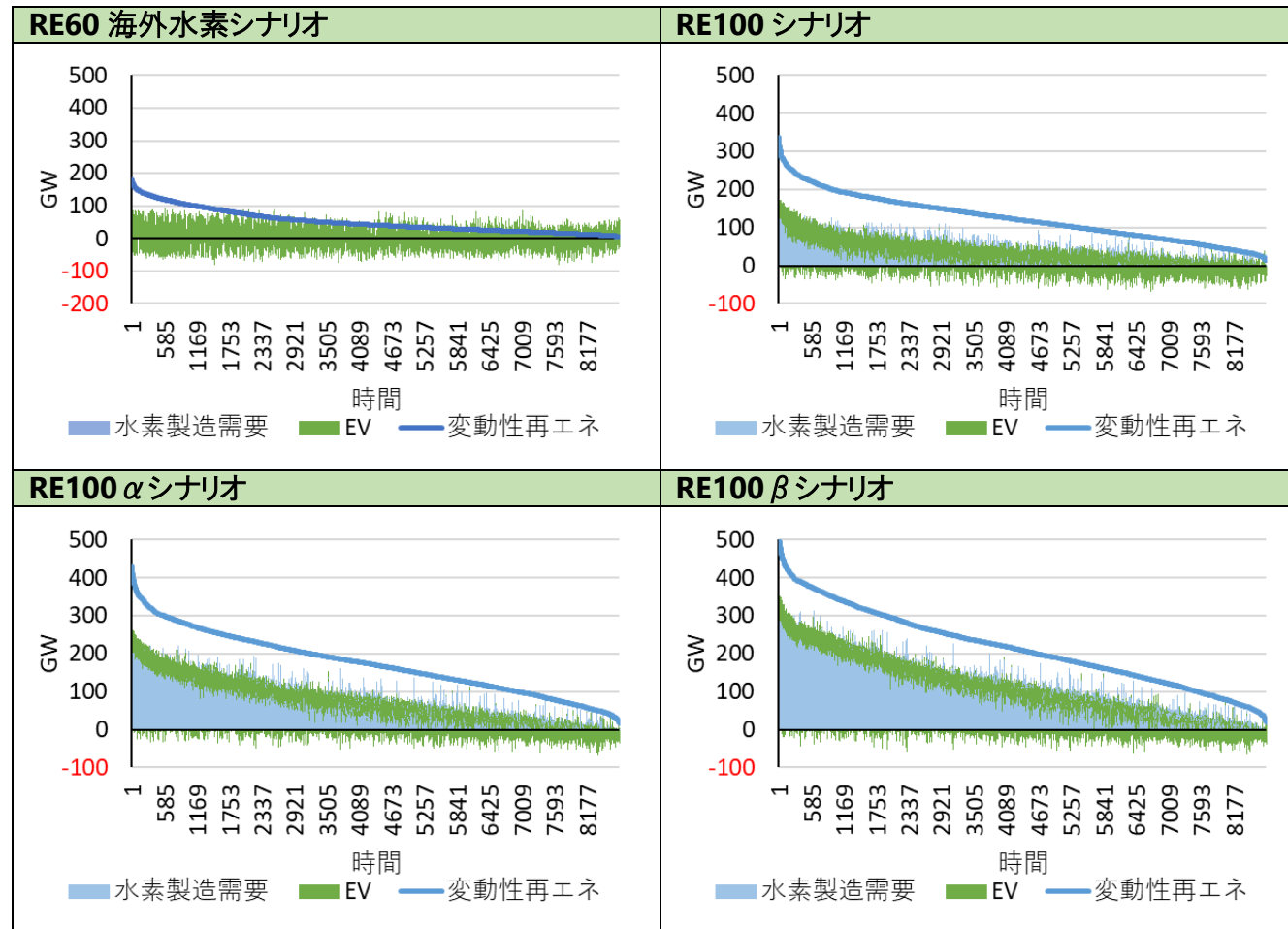
RE100βシナリオ

- 左図：25GW以上の柔軟性供給力
- 右図：25GW未満の柔軟性供給力



長期と短期の需給バランス達成に貢献する主な柔軟性リソース

- 再エネの長期変動に対しては、水素製造装置で対応している。
- EV蓄電池は短期の細かい変動に主として対応している。



VREの出力抑制率

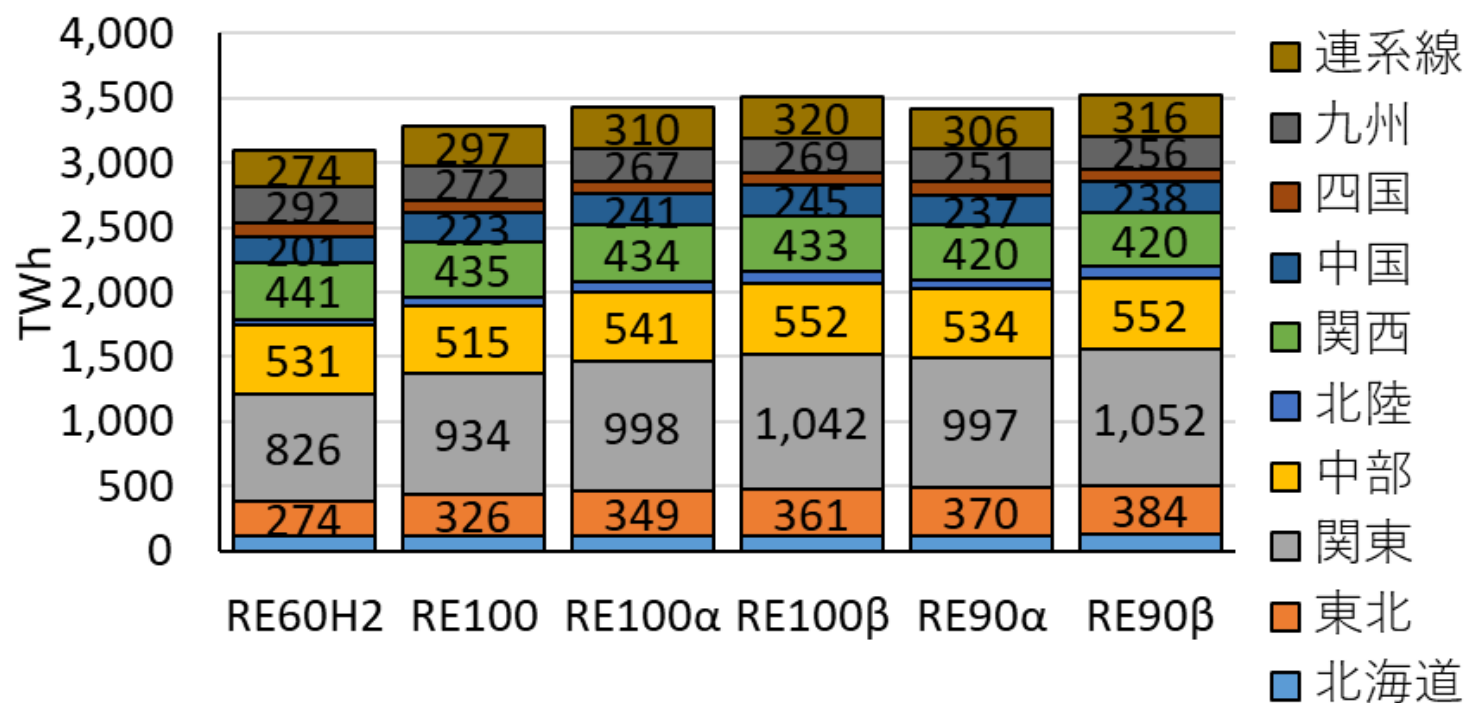
- 国内グリーン水素の製造を想定しないRE60海外水素シナリオと国内グリーン水素の製造を想定するRE100シナリオの間で、再エネの出力抑制率の差が顕著
- RE100→RE100 α →RE100 β と水素製造装置の容量が大きくなるにつれて、再エネの出力抑制率が改善されている。
- RE60海外水素では、夏場の出力抑制率が顕著。
→余剰となった太陽光発電の電力を消費するリソースが不足。

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	全国
RE60海外水素													
太陽光	3.3%	8.1%	6.9%	21.1%	23.4%	7.4%	4.5%	1.7%	3.2%	2.8%	1.9%	3.6%	8.9%
陸上風力	8.1%	9.1%	7.9%	16.8%	16.6%	7.4%	9.4%	4.0%	6.9%	6.4%	4.3%	7.8%	8.5%
洋上風力	7.1%	6.5%	6.3%	9.6%	11.7%	5.1%	7.0%	4.2%	5.9%	5.2%	3.9%	6.4%	6.4%
RE100													
太陽光	2.1%	4.1%	1.4%	0.6%	1.1%	0.7%	1.3%	0.9%	1.4%	1.7%	1.3%	2.2%	1.6%
陸上風力	4.2%	4.5%	2.2%	1.4%	1.7%	2.5%	4.4%	2.7%	5.2%	4.8%	3.3%	4.1%	3.5%
洋上風力	0.8%	0.8%	0.3%	0.2%	0.3%	0.4%	1.1%	0.6%	1.0%	0.9%	0.6%	0.7%	0.7%
RE100α													
太陽光	1.6%	2.9%	1.1%	0.6%	0.9%	1.0%	1.2%	0.6%	1.2%	1.3%	1.4%	2.5%	1.4%
陸上風力	4.1%	3.3%	2.1%	1.3%	1.7%	2.4%	4.4%	2.4%	5.3%	4.8%	3.4%	3.9%	3.4%
洋上風力	0.6%	0.7%	0.4%	0.4%	0.3%	0.5%	0.9%	0.5%	0.9%	0.9%	0.7%	0.8%	0.7%
RE100β													
太陽光	1.6%	3.0%	1.0%	0.6%	0.8%	0.8%	1.2%	0.6%	1.3%	1.3%	1.5%	1.9%	1.3%
陸上風力	3.9%	3.4%	1.9%	1.2%	1.6%	2.4%	4.3%	2.7%	5.1%	4.4%	3.3%	3.4%	3.2%
洋上風力	0.5%	0.6%	0.3%	0.3%	0.2%	0.4%	0.7%	0.4%	0.7%	0.7%	0.5%	0.5%	0.5%

送電線の年間潮流量合計値①

国内再エネが増えるにつれて送電線内の電力潮流量も増えるが、増加量は1.2倍以下。
→水素導管でもエネルギーを融通しているため。

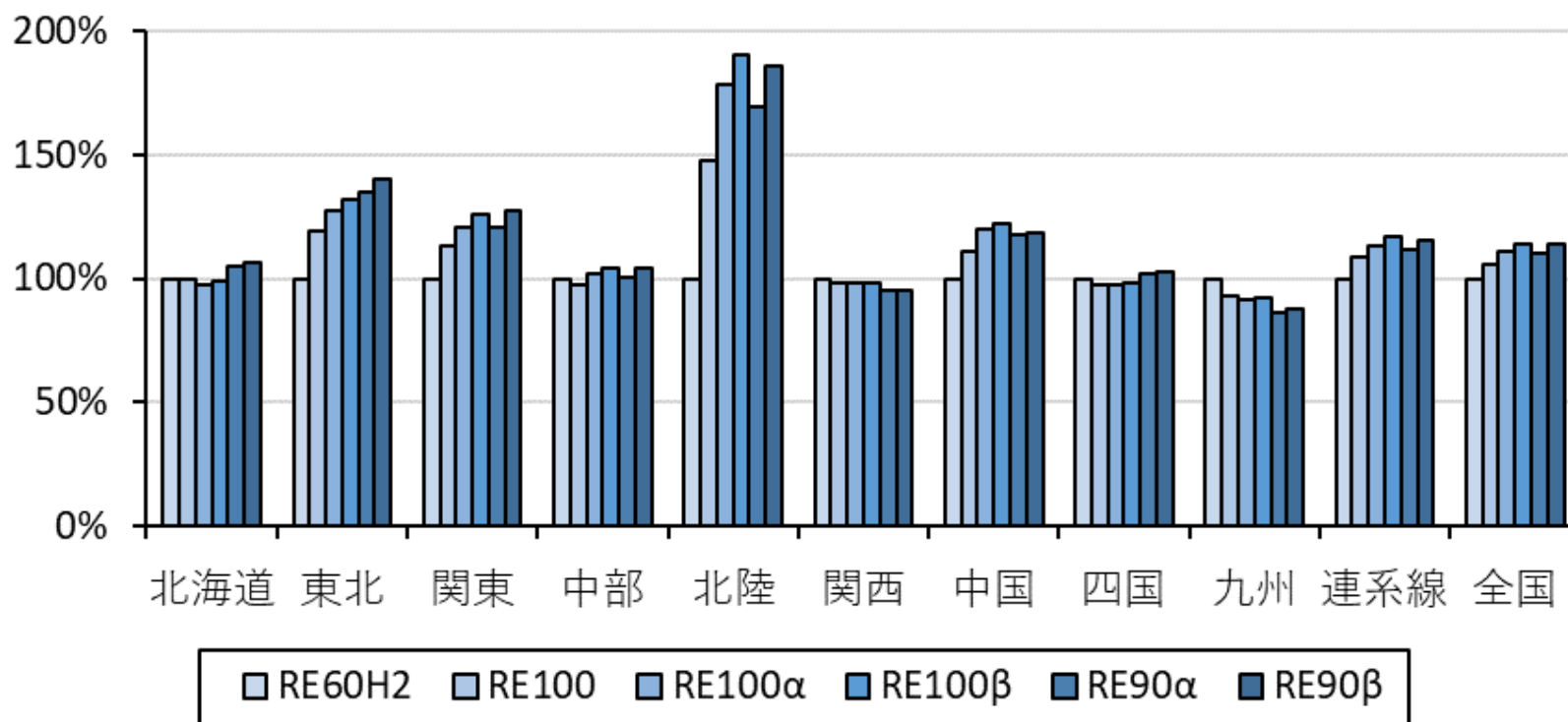
地域別の送電線の年間潮流量合計値



送電線の年間潮流量合計値②

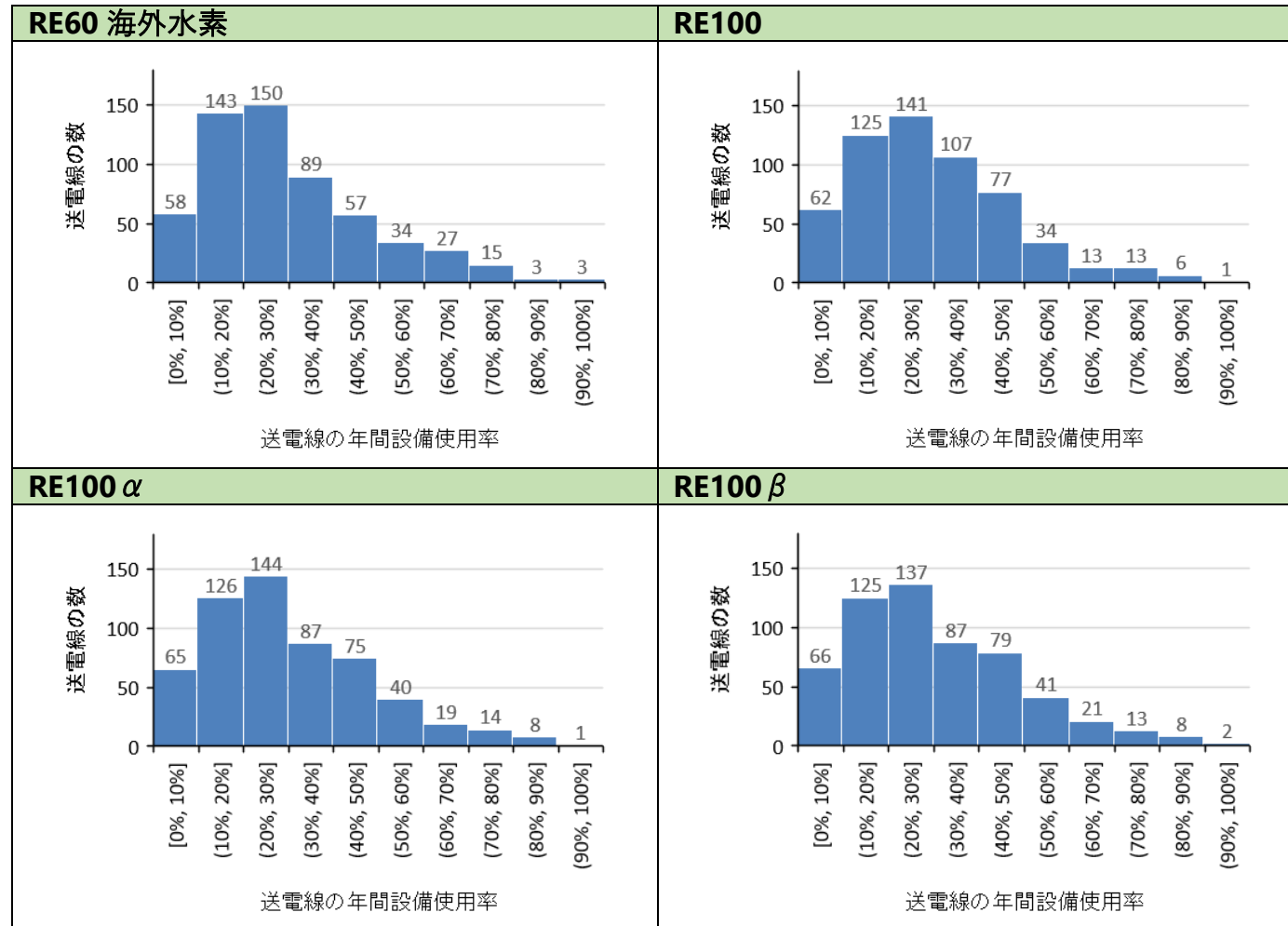
地域別にみると、電力需要量に対して洋上風力の設備容量の大きい東北、北陸では送電の潮流量が増える。これらの地域では、関東や関西・中部といった大電力需要地を結ぶ地域間連系線の容量が大きい地域である。

地域別の送電線の年間潮流量のRE60海外水素シナリオに対する変化率

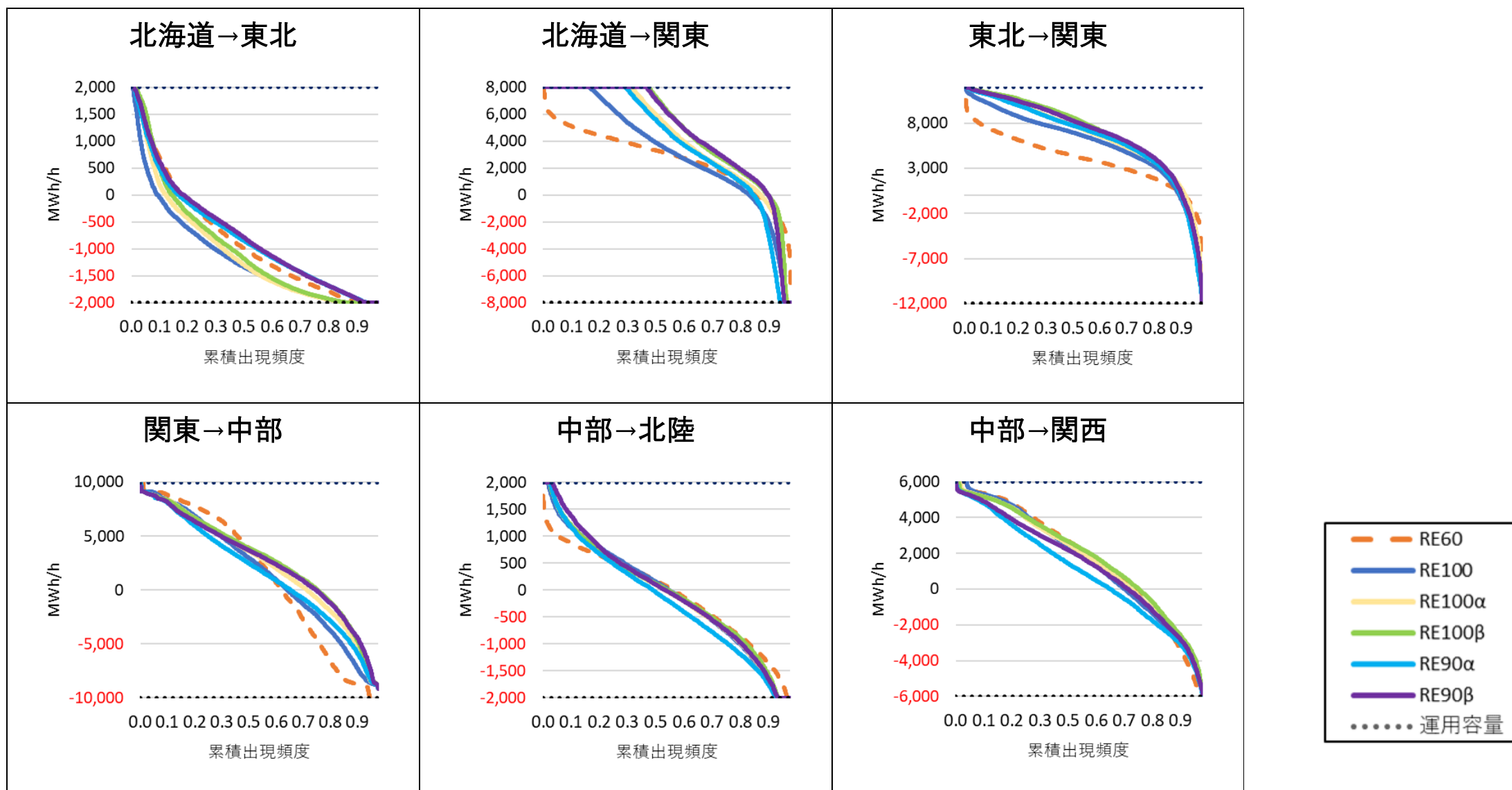


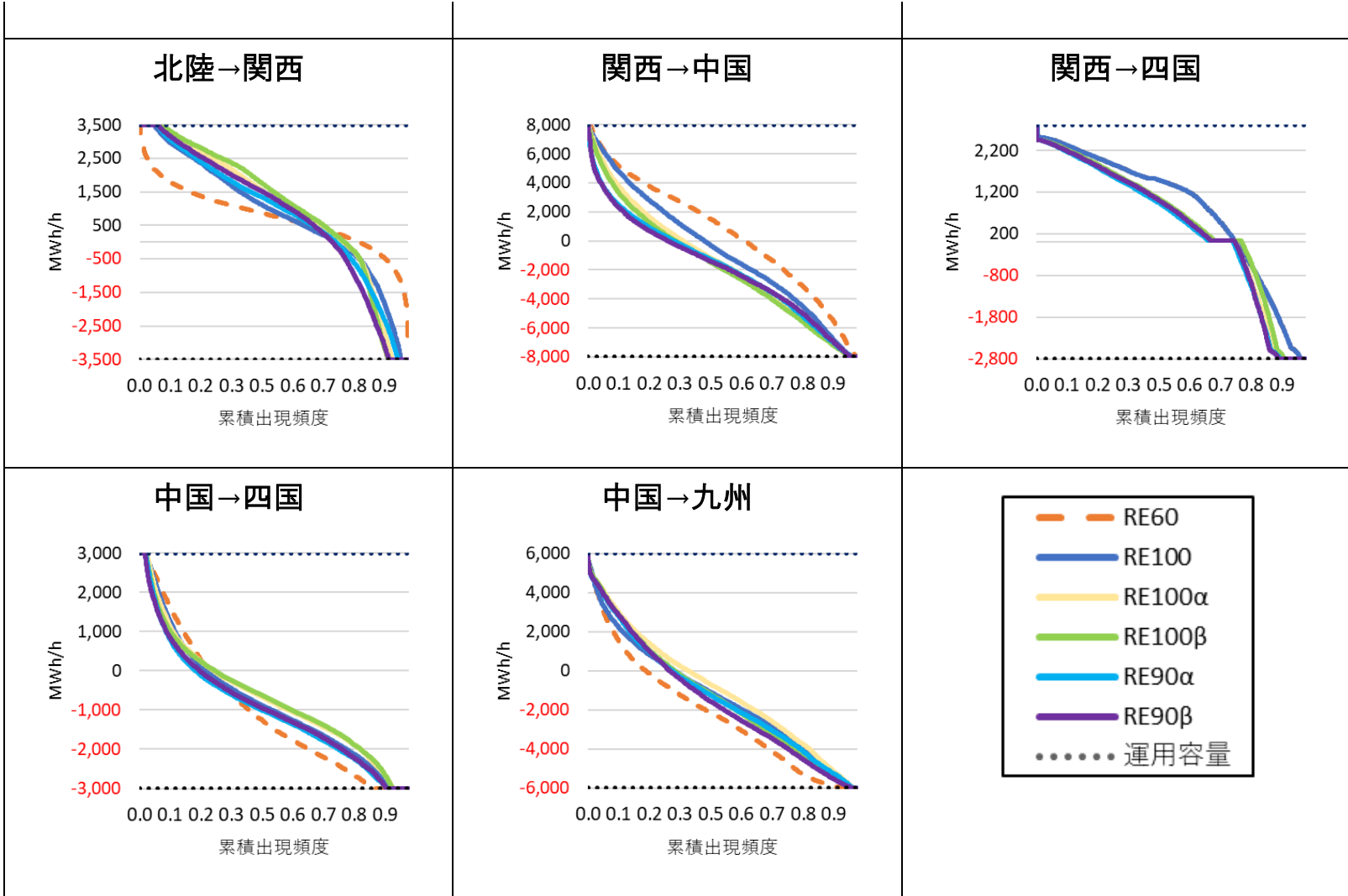
送電線：各シナリオの送電線の年間設備利用率（運用容量ベース）

再エネの設備容量が増えるにつれて、ヒストグラムの山が真ん中付近に寄ってきている。
→送電線設備利用率を平準化する効果が見られる。



参考：地域別、シナリオ別の地域間連系線の年間持続曲線（時間解像度は1時間）





分析のまとめ

- 今回のシナリオでは、水素製造装置、水素専焼火力、一般水力、揚水力発電の順に、電力需給バランスを達成するための柔軟性を供給する結果となった。
- 特に、再エネ比率を高めるには、再エネの出力が低下する季節に、電力を供給できる長期エネルギー貯蔵電源の必要性が示唆された。
 - 今回レポートでは示していないが、PVの設備容量を増やしても、夏場の電力不足は解消されない。
- 電力の需給バランスを送電線だけに頼らずに、水素ネットワークも活用することで、再エネ比率を高める展望を描くことができる。今後は、水素パイプラインや水素貯蔵設備の実現可能性を検討する必要がある。
 - 仮に、これらの水素を製造場所近辺の新潟及び磐城沖休廃止ガス田に地下貯蔵する場合、本分析で想定したガス田の貯蔵能力は、水素の貯蔵必要量よりも十分に大きいことが確認された。
- 電力系統に水素製造装置を接続することで、太陽光発電、洋上風力発電の出力抑制を抑える効果が得られた。再エネの設備容量に応じて、水素製造設備の容量を大きくすればするほど、その効果は大きい。
- 送電線ネットワークとガスネットワークを合わせて考えることで、送電線の負荷を減らすようなシナリオが構築できることが示された。

今後の課題

- 電力需要の精緻化（進行中）
- コスト分析（進行中）
- 水素製造設備の容量と再エネ設備容量のバランス
 - 今回のシナリオでは、水素製造設備の設備利用率が35%程度。
- リサーチクエッションに応じた様々なシナリオの構築
- 風力発電の出力カーブの精査
- 下位系統や配電網レベルの分析
- 製造業におけるデマンドレスポンスの効果を考慮した分析
- 北海道から本州に接続する海底直流ケーブルの接続点の見直し
- 設備利用率が低い長期変動に対応する電源を確保する制度の整理
- ガス導管ネットワーク整備を進める制度の整理

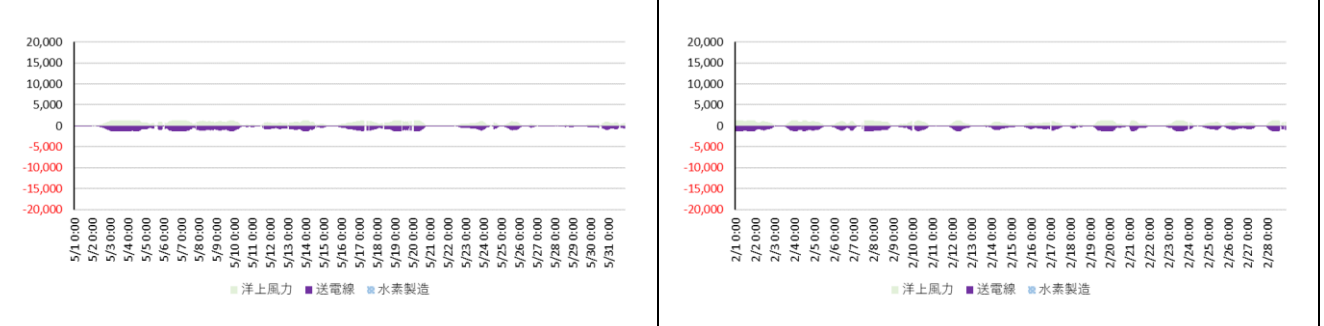
參考資料

洋上風力及び水素製造装置がある変電所における変化 (電力需給バランス)

- RE100シナリオでは、洋上風力の電力の大半が送電線を通じて他の変電所に送電されている。
- RE100βシナリオでは、変電所に接続される洋上風力のみならず、変電所外からの電力を消費して、水素製造をしている。

新佐原変電所における5月と2月電力需給状況

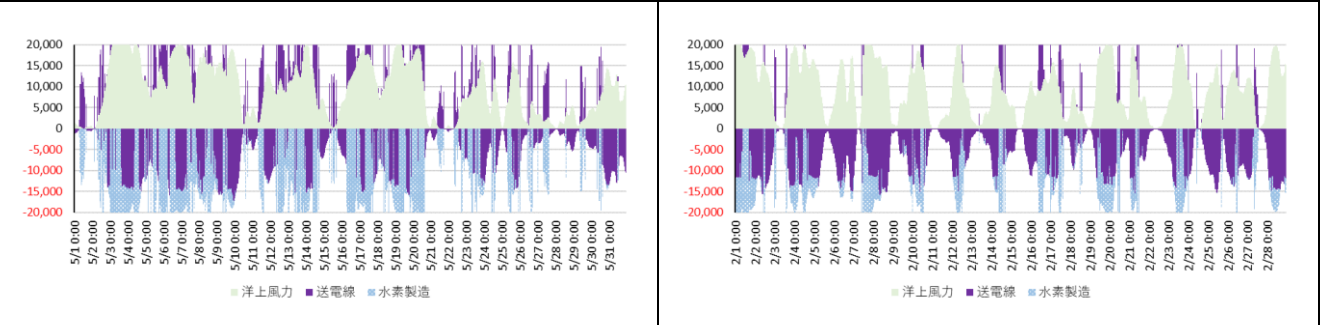
RE60 海外水素シナリオ(左図:5月、右図:2月)



RE100 シナリオ(左図:5月、右図:2月)



RE100βシナリオ(左図:5月、右図:2月)



洋上風力及び水素製造装置がある変電所における変化 (送電線)

再エネ（洋上風力）の設備容量の増加とともに、「新佐原→他変電所」のみならず、「他変電所→新佐原」方面の潮流も増加

他のノードでの余剰電力を用いて水素を製造している。ただし、風力発電の余剰電力なのか太陽光発電の余剰電力なのかは特定できない。

