

# 日本の系統運用における自然エネルギー大量導入の課題

---

報告者：分山 達也

自然エネルギー財団特任研究員/九州大学エネルギー研究教育機構准教授

# 系統運用における課題と現状の対策

## 課題

### 系統接続

系統空容量不足

増強のための接続の遅れ

系統増強の費用負担

### 需給運用

低需要時の供給余剰

将来の出力抑制見通し

九州本土では出力制御が発生

### 柔軟性

需要・出力変動への調整の能力の不足

出力変動緩和基準の設定

## 現状の対策と課題

日本版コネクト & マネージ

系統混雑管理の効率化

無制限無補償の出力抑制

出力予測や抑制指令の効率化・抑制基準の明確化

蓄電池設置のための費用負担

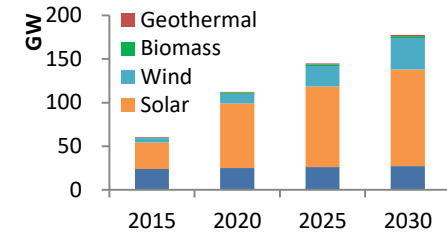
電力システムの柔軟性の向上

# 研究レポート

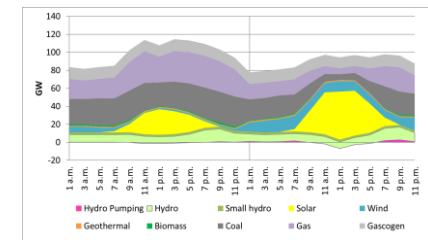
## 2030年日本における変動型自然エネルギーの大量導入と電力システムの安定性分析



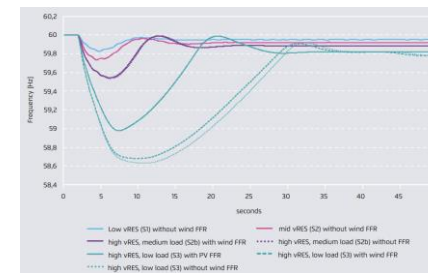
### 2030年シナリオ設計



### 需給シミュレーション

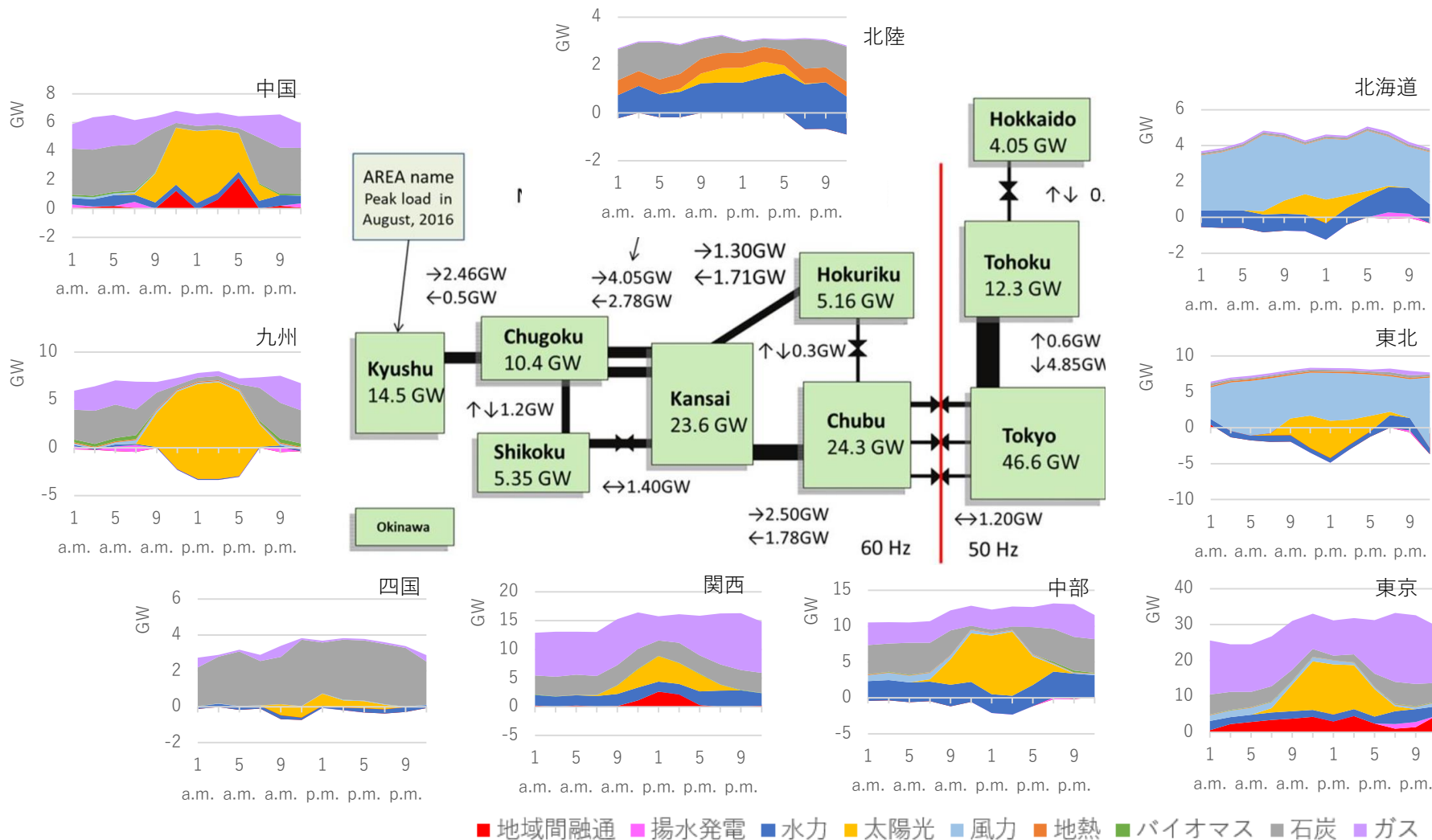


### システムモデル分析



# 需給シミュレーション

2030年の各月の最大／最小需要日における時間別需給構造を計算（SWITCH model\*を利用）

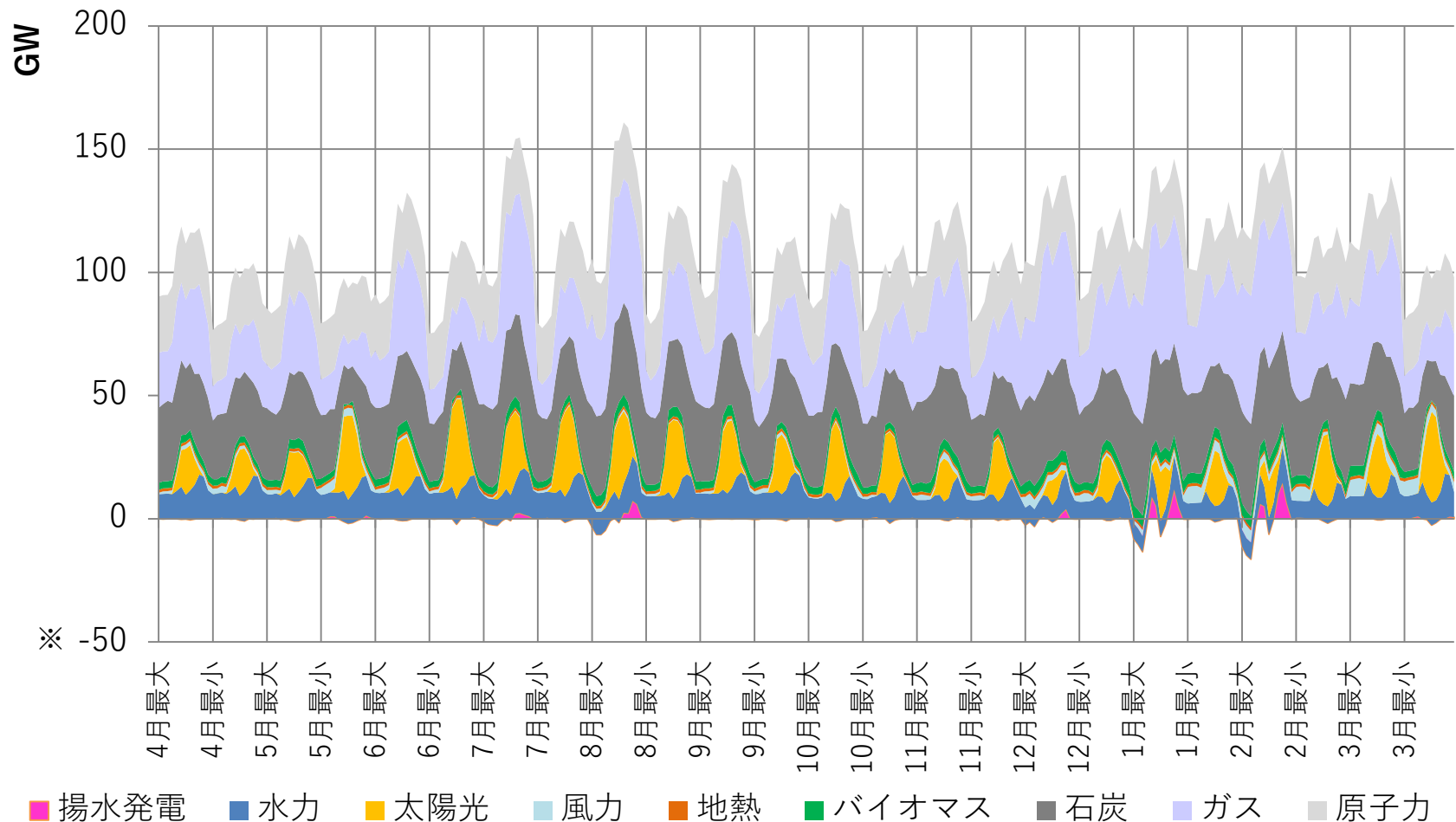


\*SWITCH model: Fripp Mathias博士（現在ハワイ大学Assistant professor）により開発され、UC Berkeley Renewable & Appropriate Energy Laboratoryを中心に利用されている分散型容量拡張モデル。コストを最小化する各地の需給バランス（地域間融通含む）を計算。

# 政府目標シナリオ：代表日の時間別需給構造

政府目標シナリオ：長期エネルギー需給見通し水準（太陽光64GW, 風力 10GW）  
変動型自然エネルギーによる瞬時供給比率は最大42%と推計

図 2030年各月の最大需要日・最小需要日における時間別需給構造（政府目標シナリオ）

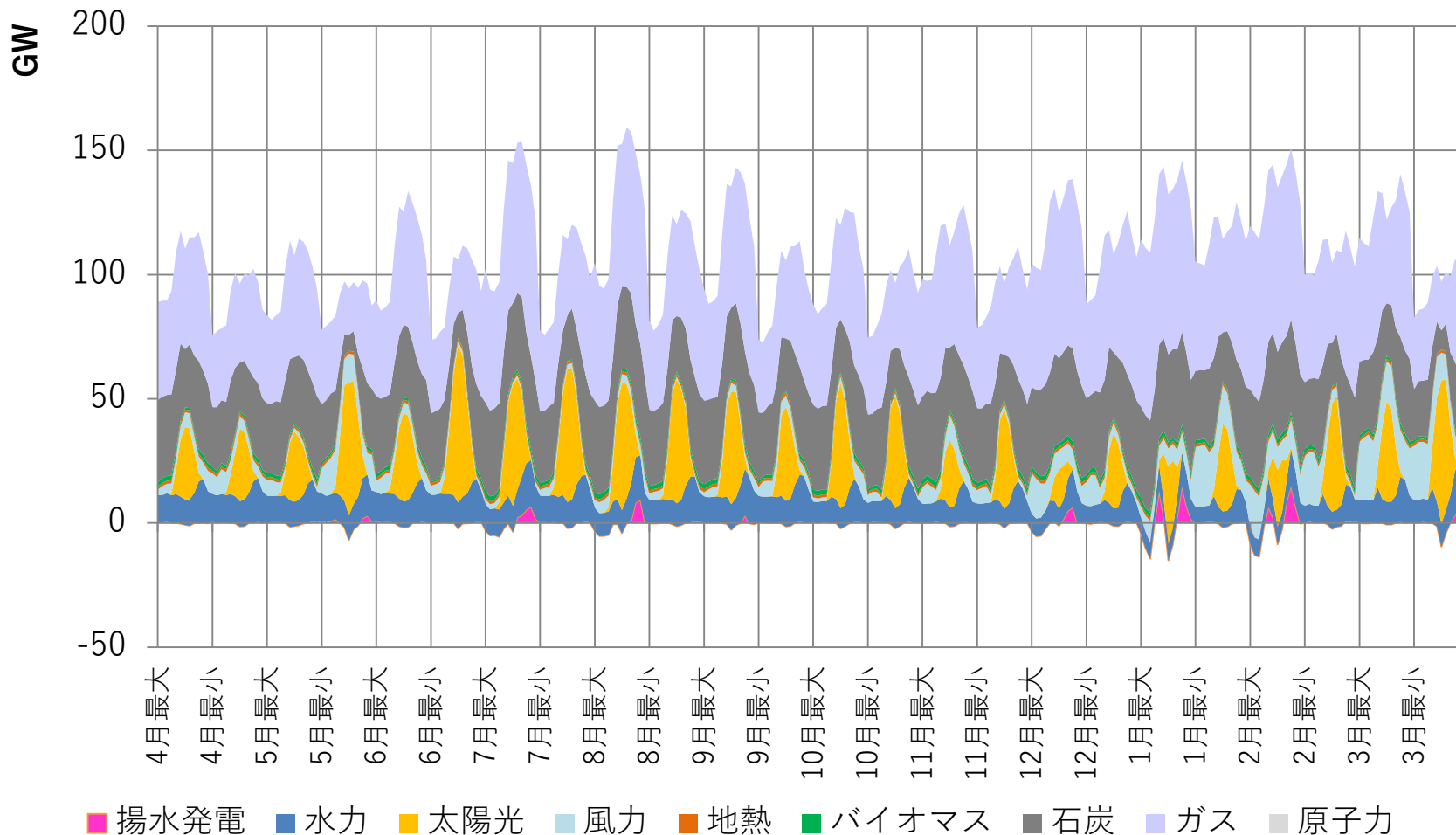


※マイナス の方向への伸びは、揚水運転を示している。

# 自然エネルギー導入シナリオ：代表日の時間別需給構造

自然エネルギー導入シナリオ：業界目標水準（太陽光100GW, 風力36GW）原子発電ゼロ  
変動型自然エネルギーによる瞬時供給比率は最大72%と推計

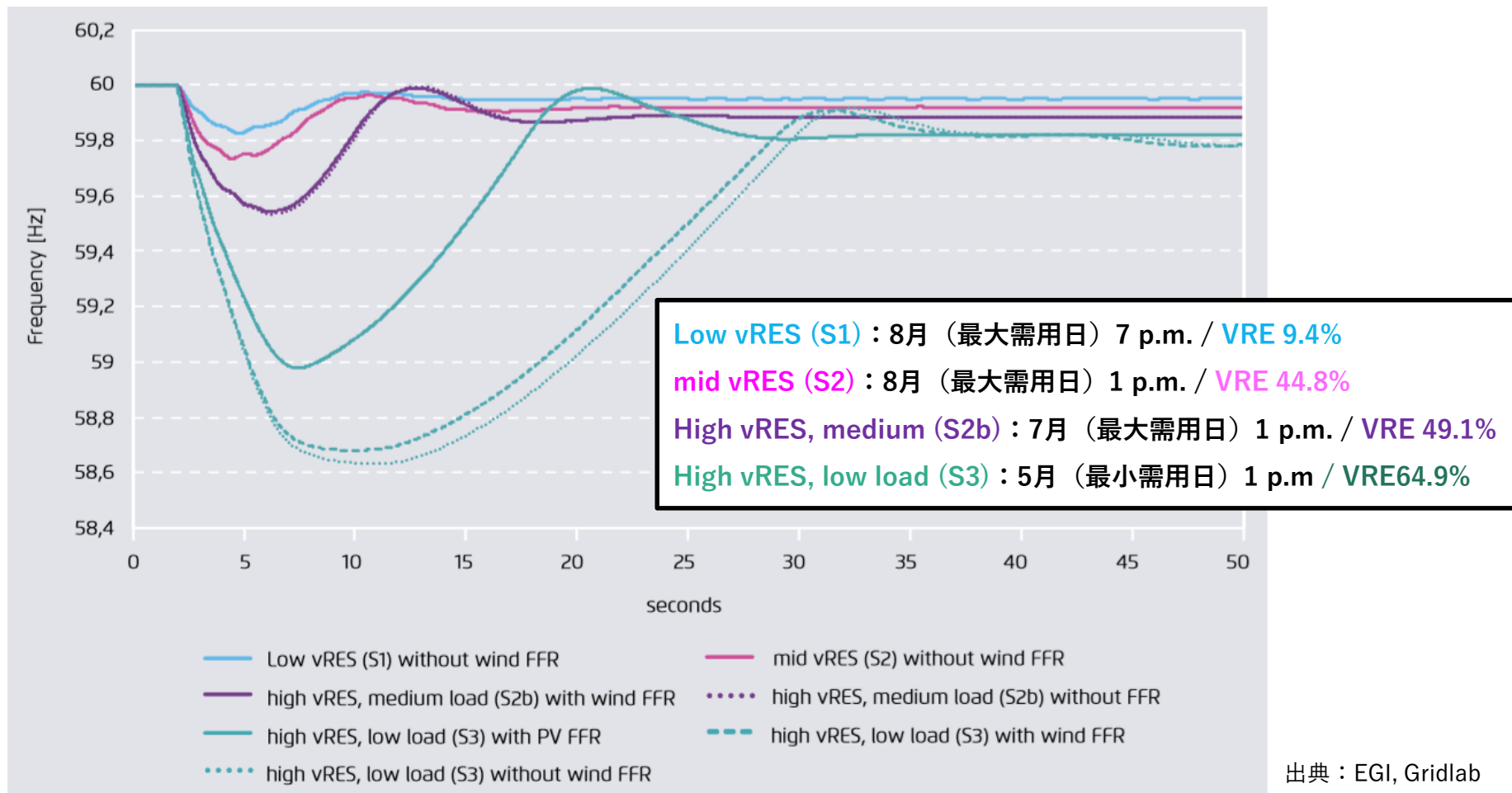
図 2030年各月の最大需要日・最小需要日における時間別需給構造（自然エネルギー導入シナリオ）



# システムモデル分析結果①

変動型自然エネルギーの瞬時供給比率の上昇に伴い事故時の周波数低下量は拡大する。しかし風力発電や太陽光発電のFFR：高速周波数応答サービスの利用により、低下量を許容範囲に収めることが可能である。

図：「自然エネルギー導入シナリオ」における西日本での電源脱落（1,500 MW）後の周波数応答（FFRあり／なし）

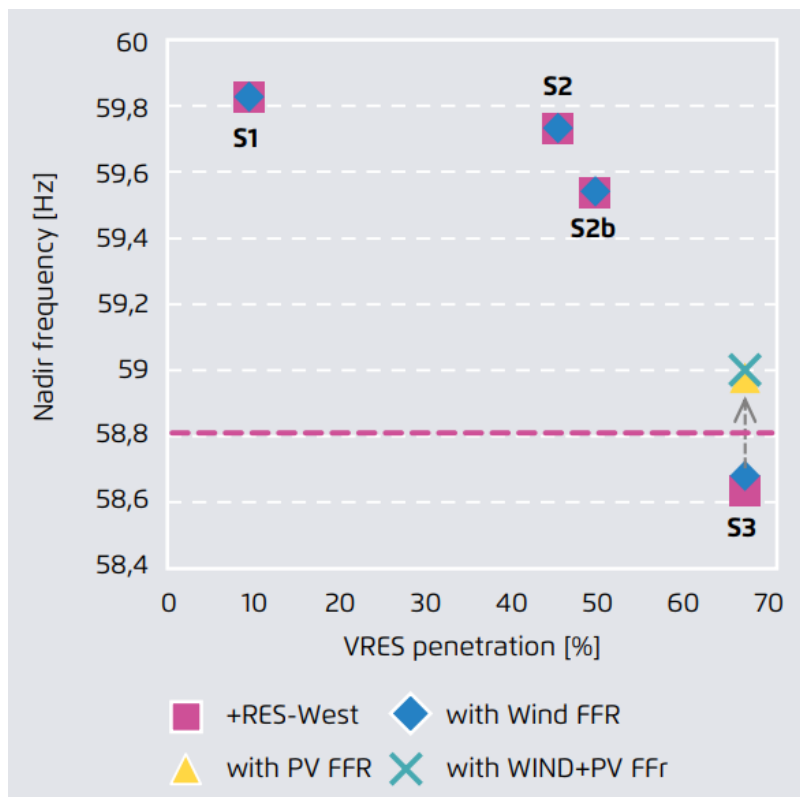


出典：EGI, Gridlab

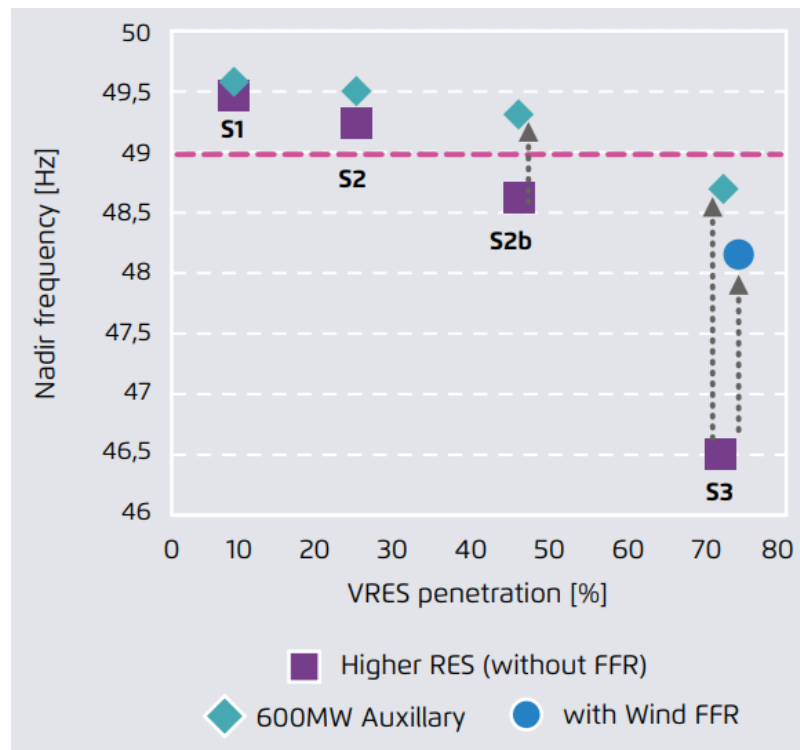
# システムモデル分析結果②

高速周波数応答（FFR）サービスを利用することで、変動型自然エネルギー（VRE）の瞬時供給比率が東日本地域で60%、西日本で70%程度まで上昇しても、周波数安定性を許容範囲に維持することが可能になる。つまりこれらの水準まで、需給バランスによる出力抑制を回避することができる。

左図 西日本同期エリアにおける周波数低下の評価



右図 東日本における周波数低下とVRES供給比率（600 MW アンシラリー・サービスあり／なし）





# 変動型自然エネルギーの瞬時供給可能比率と出力抑制

- 高速周波数応答（FFR）サービスを利用し、VREの瞬時供給可能比率を高めることは、出力抑制量を低い水準で維持することにつながる（年間RE40%程度で抑制率4%未満）。
- これに加えて、2050年に向けたさらなる導入拡大に伴う出力抑制量増を低減する上では、ストレージの活用や国内・国際連系線の拡大などの対策が課題となる。

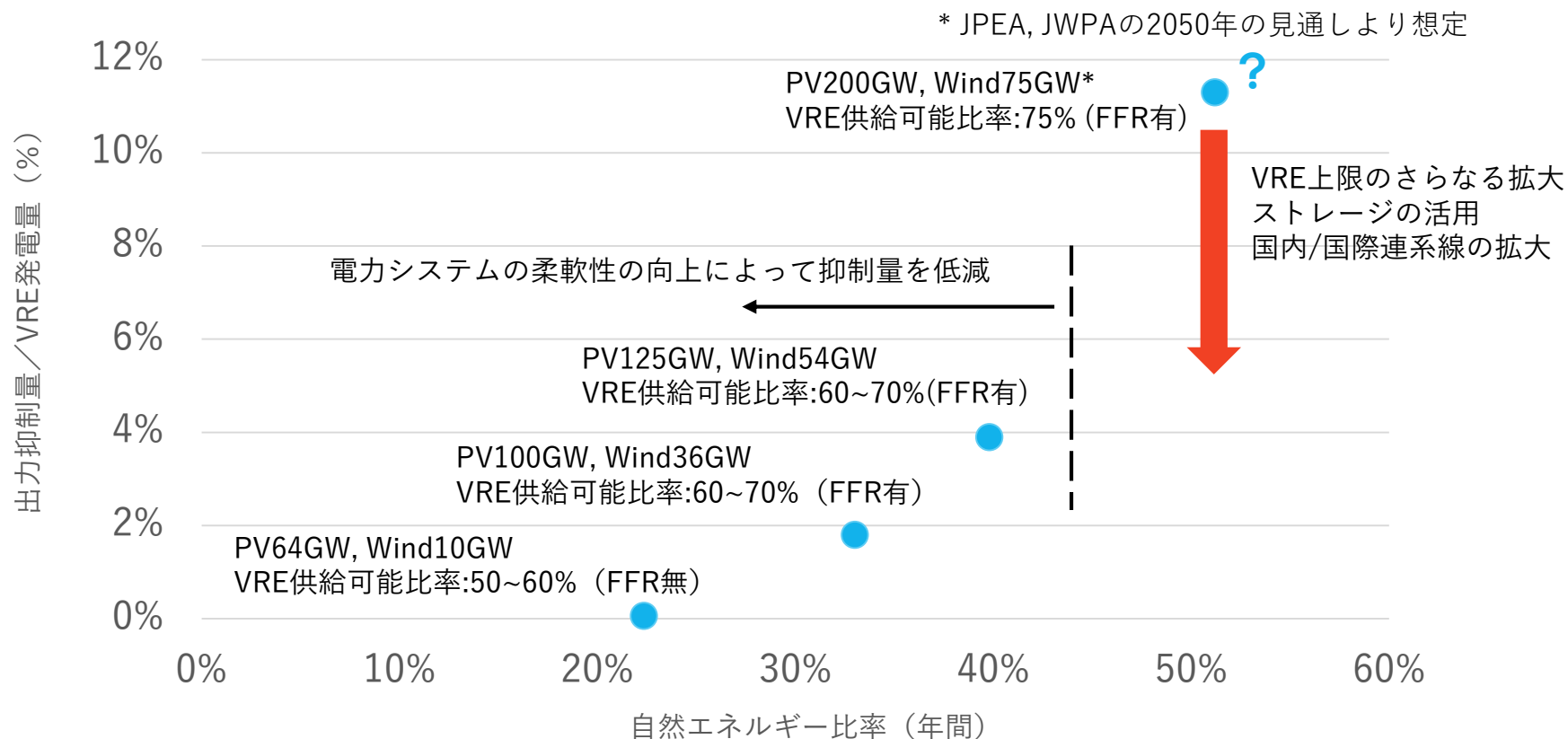


図 変動型自然エネルギーの導入拡大と出力抑制割合

# まとめ

## 系統接続

### 現状の対策と課題

日本版コネクト & マネージ

系統混雑管理の効率化

## 需給運用

無制限無補償の出力抑制

出力予測や抑制指令の効率化・抑制基準の明確化

## 柔軟性

蓄電池設置のための費用負担

電力システムの柔軟性の向上

### 本研究からの示唆

出力抑制量や蓄電池の必要量を低減するために、変動型自然エネルギーの瞬時供給可能比率を高める

- ①太陽光や風力発電の高速周波数応答（FFR）サービスを活用
- ②市場ルールを活用し柔軟性高めるインセンティブを与える

長期的には、ストレージの活用、国内/国際連系線の拡大といったインフラへの投資も含めた対策の検討が必要