



自然エネルギー財団  
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

REvision2024 Session 1  
Prospects and Challenges for 80% Renewables in 2035  
Solar will Lead the Energy Transition

# 2035年電力部門の自然エネルギー80%に向けて

Challenge to 80% Renewables in power sector in 2035

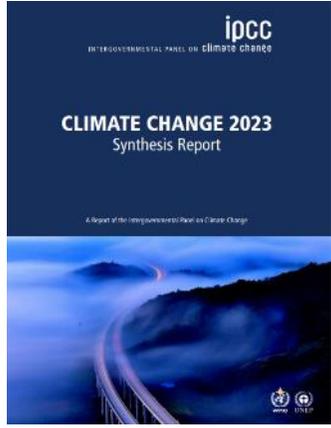
Mar. 14<sup>th</sup>, 2024  
Renewable Energy Institute

# なぜ2035年までに電力由来CO<sub>2</sub>排出80%削減が必要なのか？

Why is 80% CO<sub>2</sub> reduction needed by 2035?

## 気候変動対策 Countermeasures against climate change

気候変動に関する政府間パネル (IPCC)  
第6次評価報告書統合報告書 (AR6)  
2023年3月 (Mar. 2023)



気候変動は人間の幸福と惑星の健康に対する脅威である（確信度が非常に高い）。全ての人々にとって住みやすく持続可能な将来を確保するための機会の窓が急速に閉じている（確信度が非常に高い）。

Climate change is a threat to human well-being and planetary health (very high confidence). There is a rapidly closing window of opportunity to secure a liveable and sustainable future for all (very high confidence)

|   |                 | 2019年の排出水準からの削減量<br>Reduction from 2019 emission levels |            |             |             |
|---|-----------------|---|------------|-------------|-------------|
|   |                 | 2030  | 2035       | 2040        | 2050        |
| オーバーシュートしない又は限られたオーバーシュートを伴って温暖化を1.5°C (>50%) に抑える<br>Below 1.5°C | GHG             | 43 [34-60]  | 60 [48-77] | 69 [58-90]  | 84 [73-98]  |
|   | CO <sub>2</sub> | 48 [36-69]  | 65 [50-96] | 80 [61-109] | 99 [79-119] |
| 温暖化を2°C (>67%) に抑える<br>Below 2.0°C                                | GHG             | 21 [1-42]   | 35 [22-55] | 46 [34-63]  | 64 [53-77]  |
|   | CO <sub>2</sub> | 22 [1-44]   | 37 [21-59] | 51 [36-70]  | 73 [55-90]  |

## G7合意に基づく先進国としての責任 Responsibilities as Developed Countries under the G7 Agreement

G7広島サミット成果文書 (G7 Hiroshima Leaders' Communiqué)  
2023年5月 (May 2023)



我々は、2035年までに電力セクターの完全又は大宗の脱炭素化の達成及び気温上昇を摂氏1.5度に抑えることを射程に入れ続ける

Our collective goal for a fully or predominantly decarbonized power sector by 2035.

|               | 電力部門における自然エネルギー目標 (Target of REs in Power sector) |                                       |
|---------------|---|---------------------------------------|
|               | 2022年実績 (2022 Record)                             | 2030・2035年目標 (2030/2035 Target)       |
| カナダ (Canada)  | 76 %  | Zero CO <sub>2</sub> Emission in 2035 |
| ドイツ (Germany) | 48 %  | 80% REs in 2030                       |
| 英国 (U.K.)     | 44 %  | 100% in 2035                          |
| イタリア (Italy)  | 32 %  | 72% REs in 2030                       |
| フランス (France) | 25 %  | 40% Res in 2030                       |
| 米国 (U.S.)     | 22 %  | Zero CO <sub>2</sub> Emission in 2035 |
| 日本 (Japan)    | 22 %  | 36-38% REs in 2030                    |

(出典) AR6 統合報告書「政策決定者向け要約」文科省、経産省、気象庁、環境省による和訳[2023年11月時点]

(出典) 外務省 G7広島サミットWEBサイト [https://www.mofa.go.jp/mofaj/ms/g7hs\\_s/page1\\_001673.html](https://www.mofa.go.jp/mofaj/ms/g7hs_s/page1_001673.html)

# 自然エネルギーによる電力由来CO<sub>2</sub>排出量の大幅削減

Substantial reduction of CO<sub>2</sub> emissions through REs



自然エネルギー財団  
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

## 気候変動対策2035年エネルギーミックスへの提言（第1版）

Proposal for the 2035 Energy Mix (First Edition)

2035年度の電力需要・自然エネルギー発電の設備利用率などを想定し、電力供給の80%を自然エネルギーとするための設備容量を試算

Rough estimation was conducted how much REs capacity is needed to achieve 80% REs supply in Japan power sector, assuming demand in 2035, capacity factor, etc.



| 設備容量 Capacity<br>(GW) | 2022年度末<br>Mar. 2023 | 2035年<br>Apr. 2035 | 倍率<br>Magnification |
|-----------------------|----------------------|--------------------|---------------------|
| 太陽光 Solar PV          | 70.4 (AC)            | 280.2 (DC)         | × 4.0               |
| 風力 Wind               | 5.2                  | 59.8               | × 11.5              |
| バイオマス Biomass         | 5.5                  | 9.2                | × 1.7               |
| 水力 Hydro              | 22.0                 | 24.6               | × 1.1               |
| 地熱 Geothermal         | 0.6                  | 1.6                | × 2.7               |
| 合計 Total              | 103.7                | 375.4              | × 3.6               |

# 2035年を想定した電力需給シミュレーション

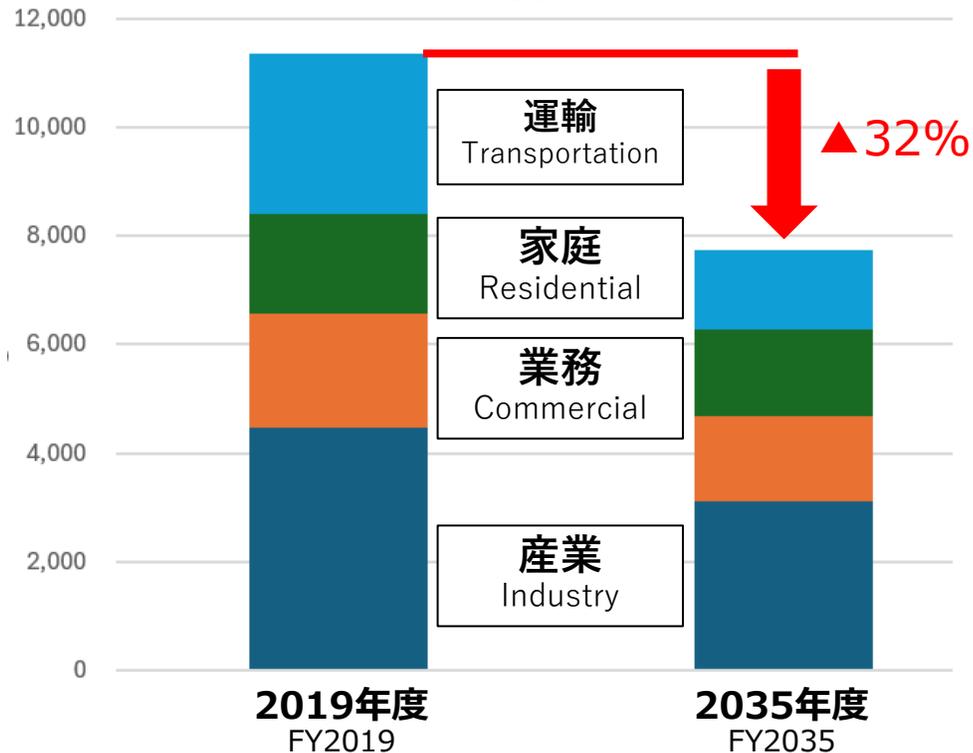
Power supply and demand simulation assuming the year 2035



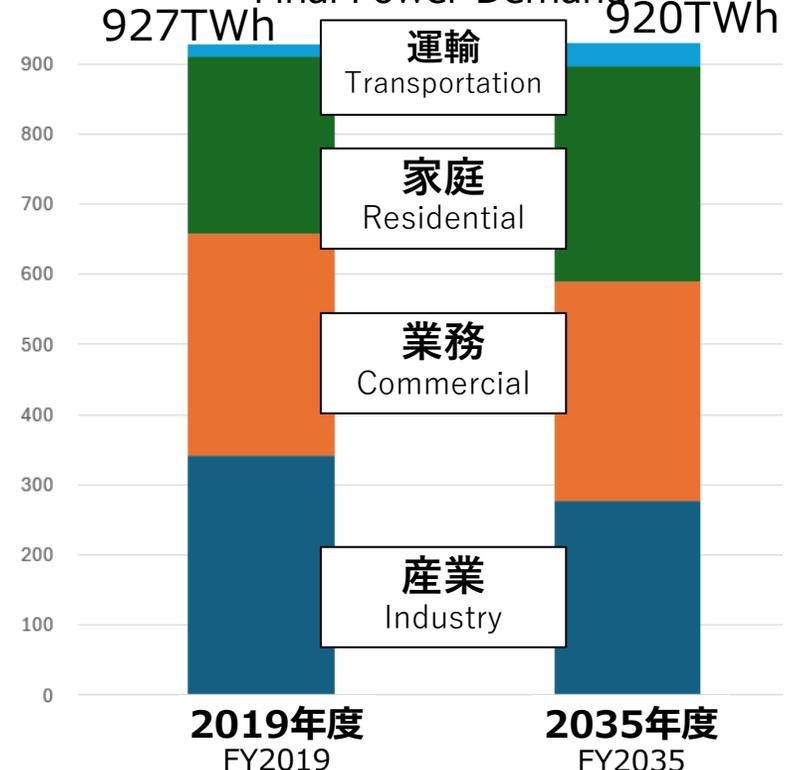
自然エネルギー財団  
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

## 主な計算条件 Assumption

### 最終エネルギー消費 (PJ) Final Energy Demand



### 最終電力需要 (TWh) Final Power Demand



- エネルギー消費は2035年度までに32%減。削減量が多いのは産業部門と運輸部門。
- 産業部門は、素材産業のエネルギー効率改善、活動量減による削減を想定。
- 運輸部門では燃費規制、EV化の効果を想定。

- Final energy demand is reduced by 32% by 2035. The largest reductions is in the industrial and transportation sectors.
- In the industrial sector, reductions are assumed to come from improved energy efficiency and reduced activity in the material industries.
- In the transportation sector, the shift to EVs are assumed.

- 最終電力需要は、2019年度と同等レベルになると想定。
- 家庭部門は暖房・給湯の電化が進み、また、運輸部門はEV拡大で増加。
- 産業部門はエネルギー効率化により減少。

- Final power demand is assumed to be at the same level as in FY 2019.
- In the residential sector, demand increase due to the electrification of heating and hot water supply, and in the transportation sector, demand increase due to the expansion of EVs.
- In the industrial sector, demand decrease due to energy efficiency.

# 2035年を想定した電力需給シミュレーション

Power supply and demand simulation assuming the year 2035



自然エネルギー財団  
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

## 主な計算条件 Assumption

|                              |          |
|------------------------------|----------|
| Solar PV                     | 280.0 GW |
| Onshore Wind                 | 34.9 GW  |
| Offshore Wind (Bottom Fixed) | 25.0 GW  |
| Offshore Wind (Floating)     | 20.1 GW  |

+ Storage Battery : 60 GW/148GWh  
 Pumped Hydro: 25 GW/200GWh

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| Solar PV                 | 5.9 GW |
| Onshore Wind             | 0.5 GW |
| Offshore Wind (BF)       | 0.2 GW |
| Offshore Wind (Floating) | N.A.   |

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| Solar PV                 | 9.1 GW  |
| Onshore Wind             | 10.5 GW |
| Offshore Wind (BF)       | 7.2 GW  |
| Offshore Wind (Floating) | 3.9 GW  |

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| Solar PV                 | 26.0 GW |
| Onshore Wind             | 2.5 GW  |
| Offshore Wind (BF)       | 0.3 GW  |
| Offshore Wind (Floating) | 0.9 GW  |

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| Solar PV                 | 25.0 GW |
| Onshore Wind             | 2.0 GW  |
| Offshore Wind (BF)       | 0.2 GW  |
| Offshore Wind (Floating) | 0.2 GW  |

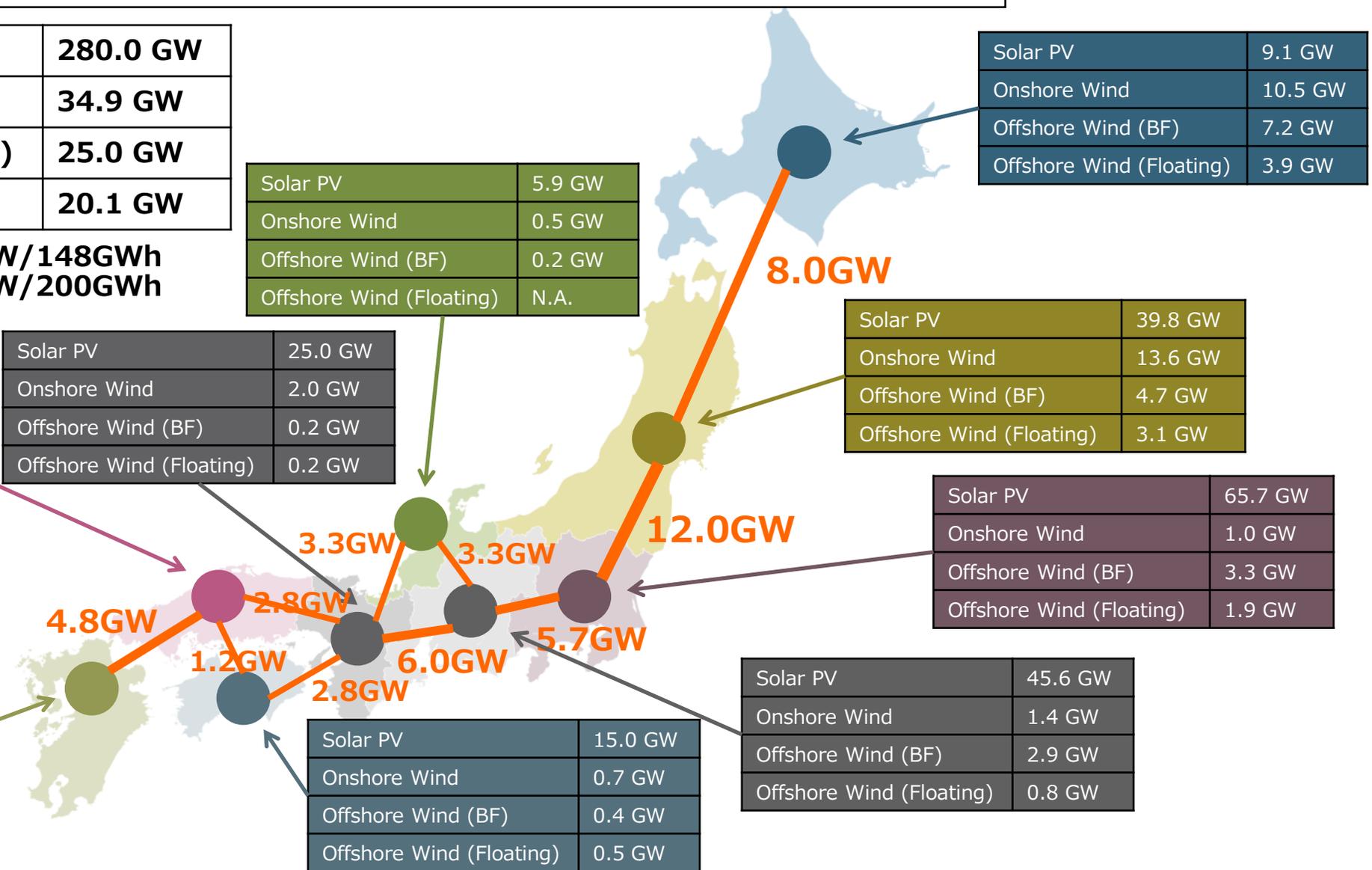
|                          |         |
|--------------------------|---------|
| Solar PV                 | 39.8 GW |
| Onshore Wind             | 13.6 GW |
| Offshore Wind (BF)       | 4.7 GW  |
| Offshore Wind (Floating) | 3.1 GW  |

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| Solar PV                 | 56.6 GW |
| Onshore Wind             | 2.3 GW  |
| Offshore Wind (BF)       | 5.8 GW  |
| Offshore Wind (Floating) | 8.8 GW  |

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| Solar PV                 | 15.0 GW |
| Onshore Wind             | 0.7 GW  |
| Offshore Wind (BF)       | 0.4 GW  |
| Offshore Wind (Floating) | 0.5 GW  |

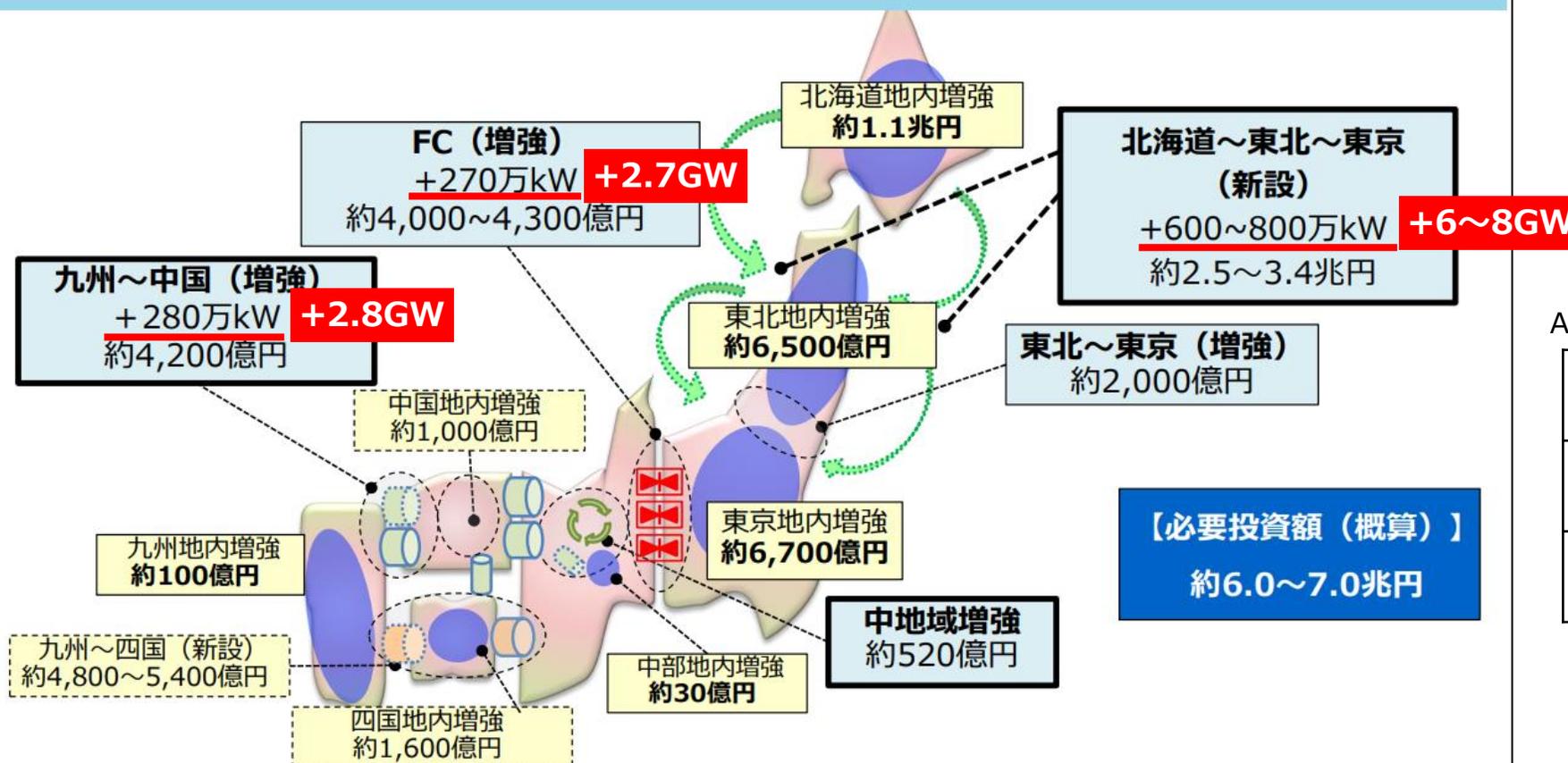
|                          |         |
|--------------------------|---------|
| Solar PV                 | 65.7 GW |
| Onshore Wind             | 1.0 GW  |
| Offshore Wind (BF)       | 3.3 GW  |
| Offshore Wind (Floating) | 1.9 GW  |

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| Solar PV                 | 45.6 GW |
| Onshore Wind             | 1.4 GW  |
| Offshore Wind (BF)       | 2.9 GW  |
| Offshore Wind (Floating) | 0.8 GW  |



**(参考) マスタープランについて**

- 再エネ大量導入とレジリエンス強化のため、電力広域的運営推進機関において、2050年カーボンニュートラルも見据えた、広域連系システムのマスタープランを2023年3月29日に策定・公表した。
- 並行して、北海道～本州間の海底直流送電等について、具体的な整備計画の検討を開始。



**OCCTOマスタープランの前提条件**  
Assumptions of the OCCTO master plan

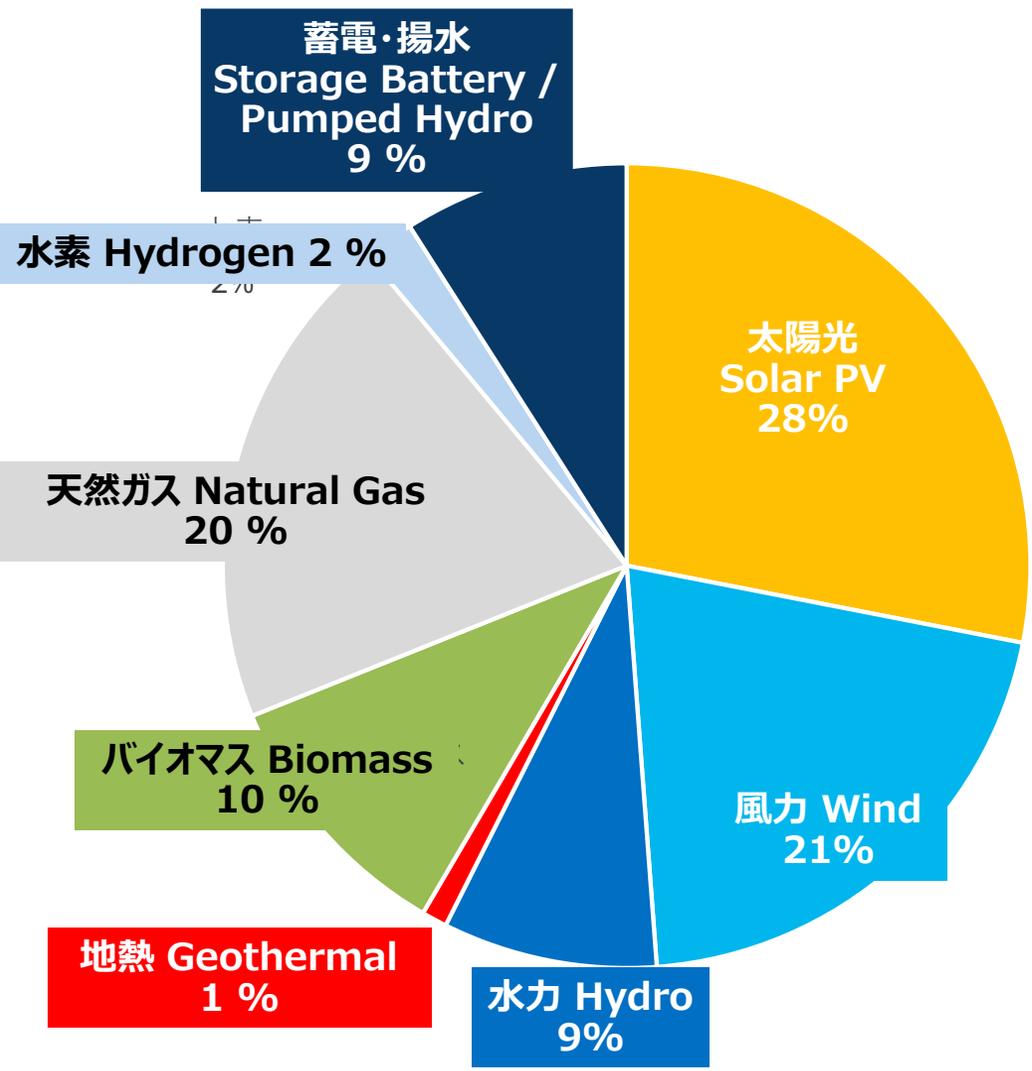
|                       |        |
|-----------------------|--------|
| 太陽光<br>Solar PV       | 260 GW |
| 陸上風力<br>Onshore Wind  | 41GW   |
| 洋上風力<br>Offshore Wind | 45 GW  |

(出典) 広域系統長期方針 (広域連系システムのマスタープラン) (電力広域的運営推進機関2023年3月29日策定) のうちベースシナリオより作成

# 2035年電力需給シミュレーション結果

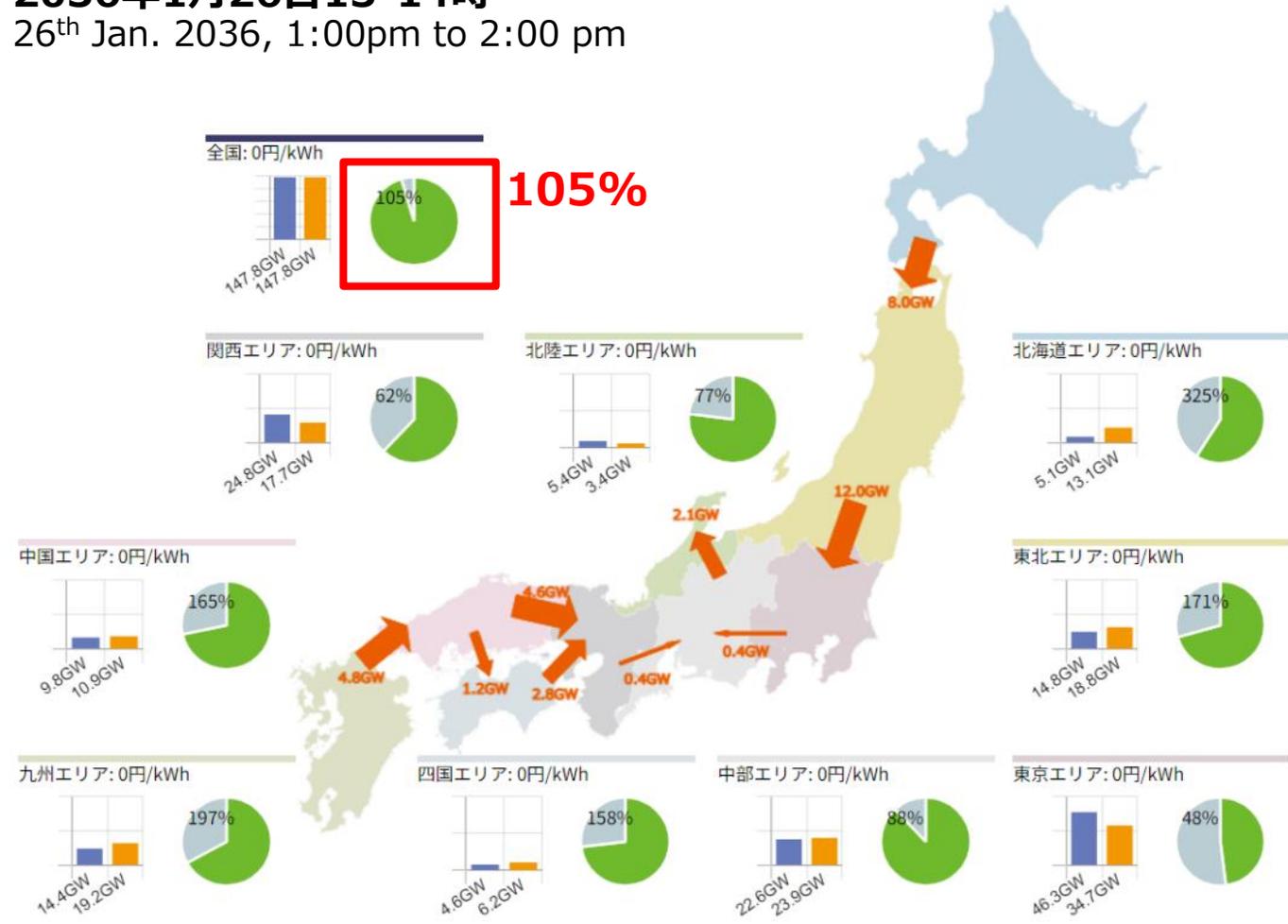
## Results of Power supply and demand simulation

### 2035年電源構成 Power mix in 2035



### 100%自然エネルギー供給断面 100% REs supply

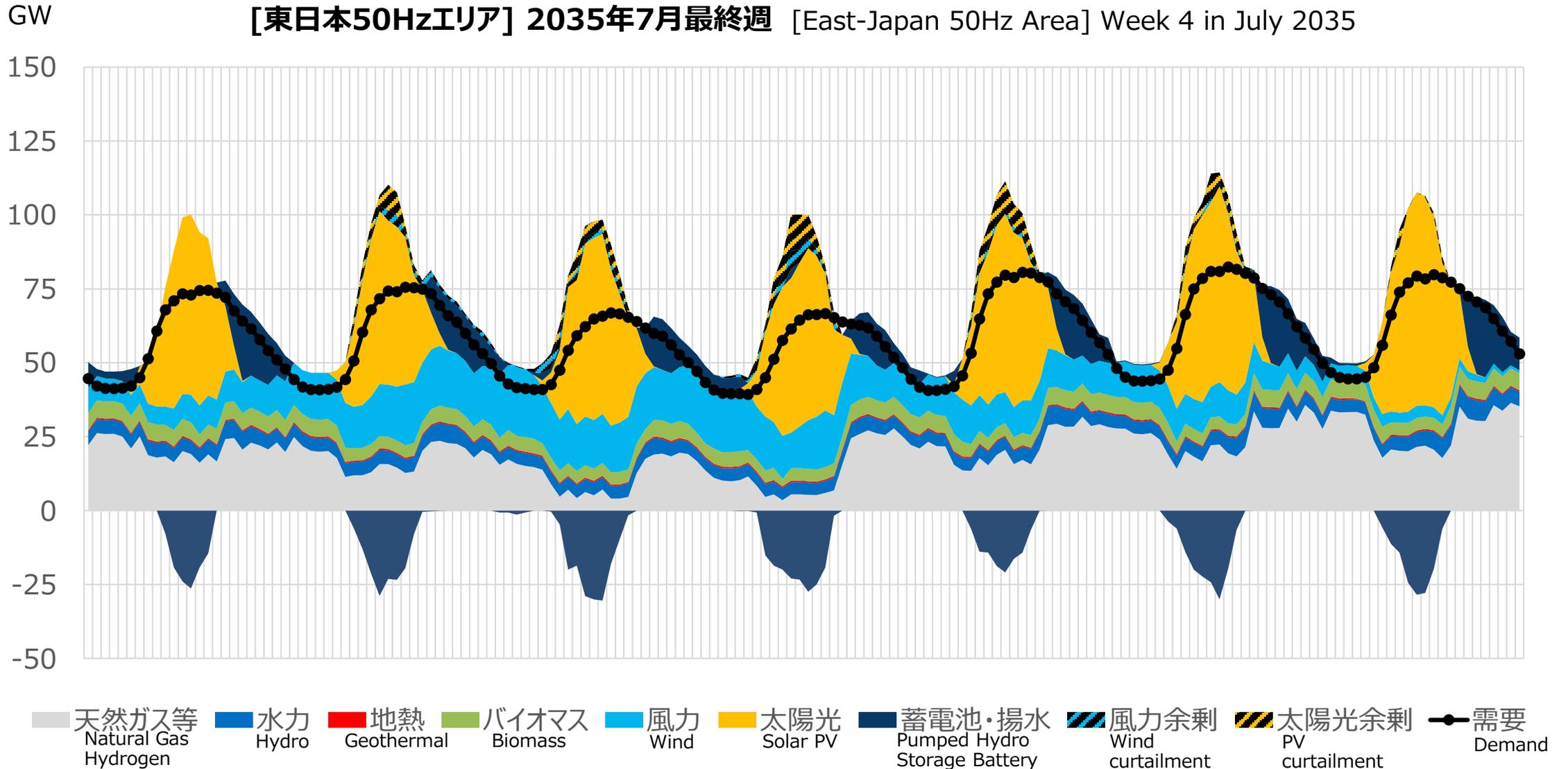
2036年1月26日13-14時  
26<sup>th</sup> Jan. 2036, 1:00pm to 2:00 pm



# 2035年電力需給シミュレーション結果

Results of Power supply and demand simulation

## 夏季需要ピークの週 A week of demand peak in summer

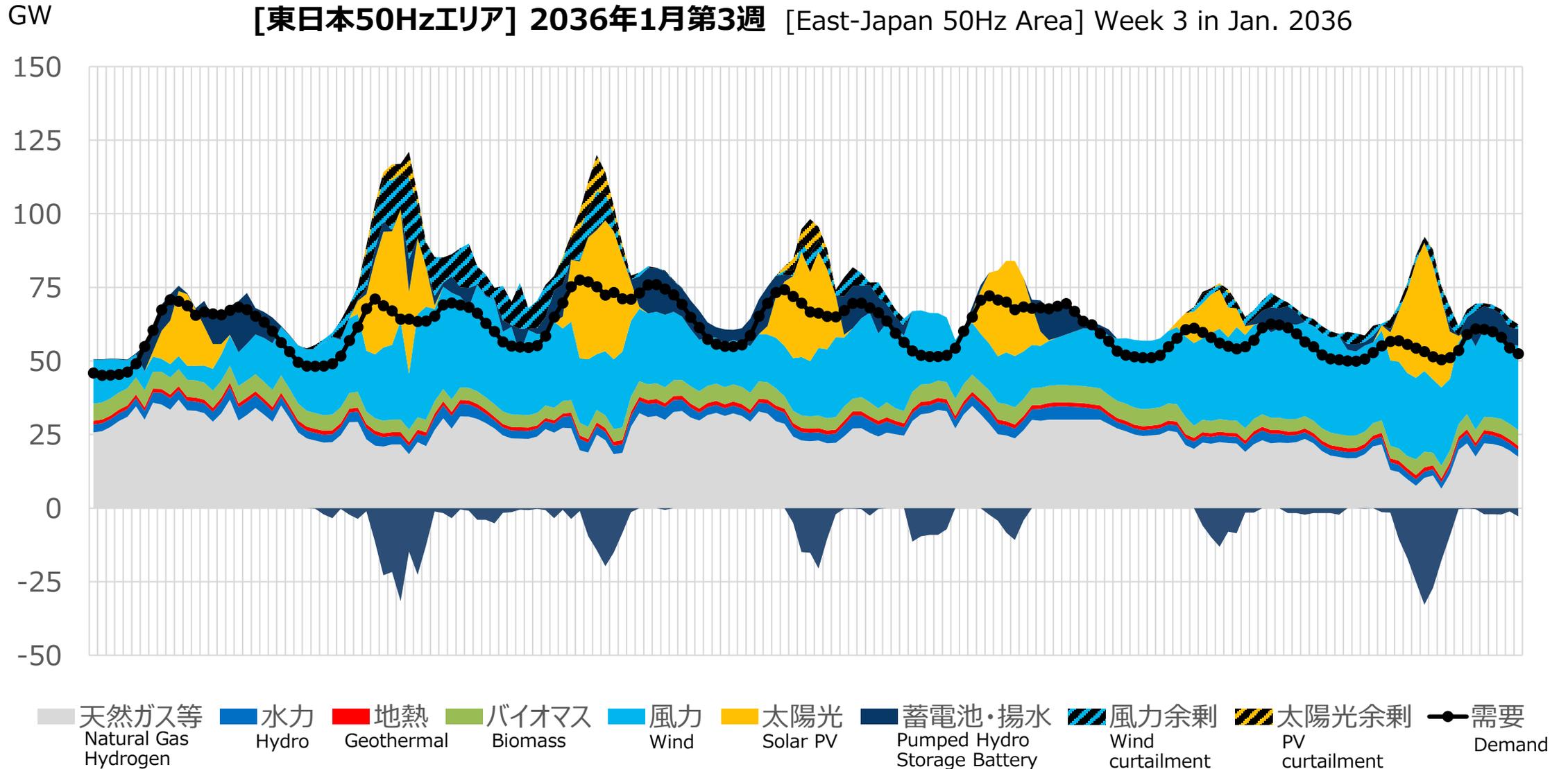




# 2035年電力需給シミュレーション結果

Results of Power supply and demand simulation

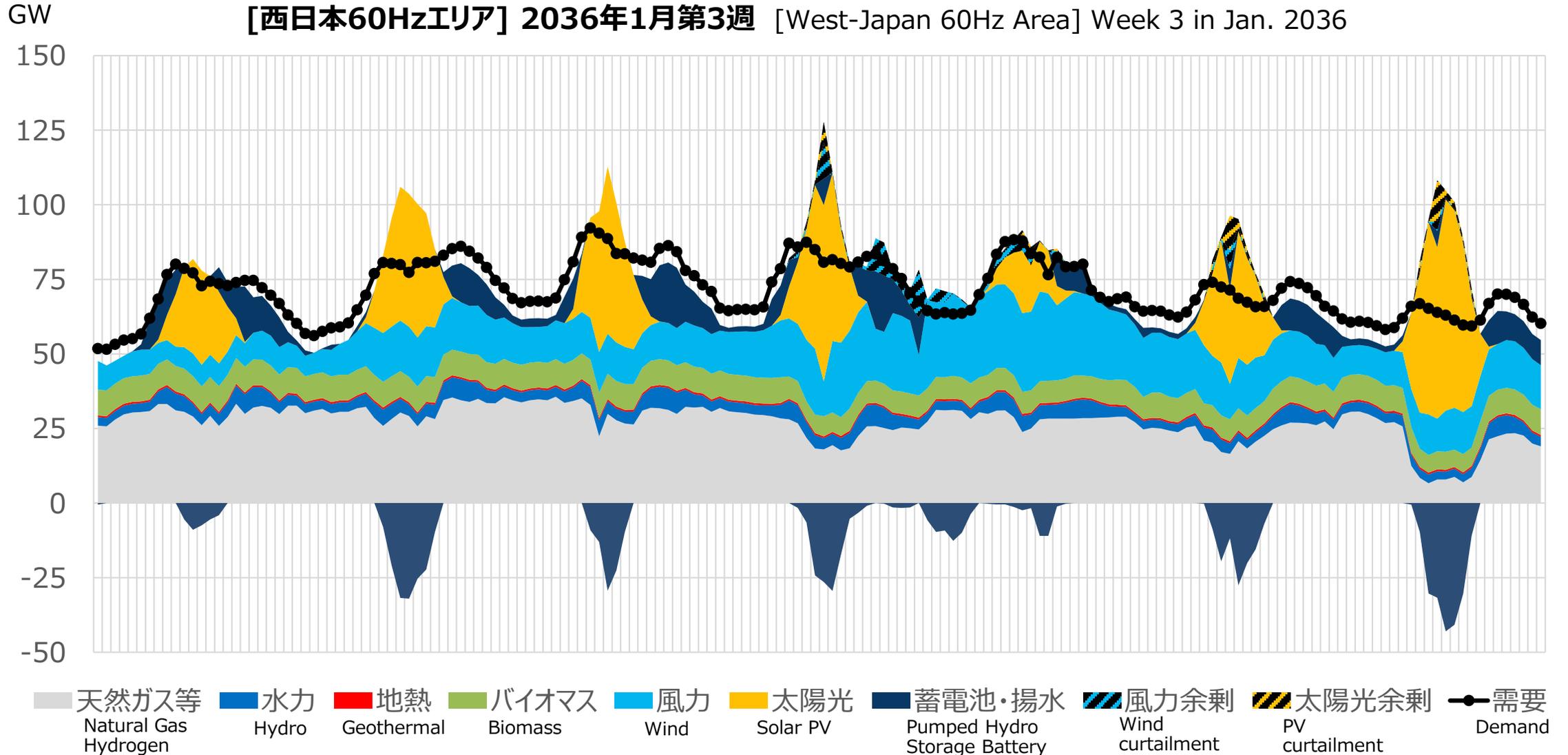
## 冬季需要ピークの週 A week of demand peak in summer



# 2035年電力需給シミュレーション結果

Results of Power supply and demand simulation

## 冬季需要ピークの週 A week of demand peak in summer

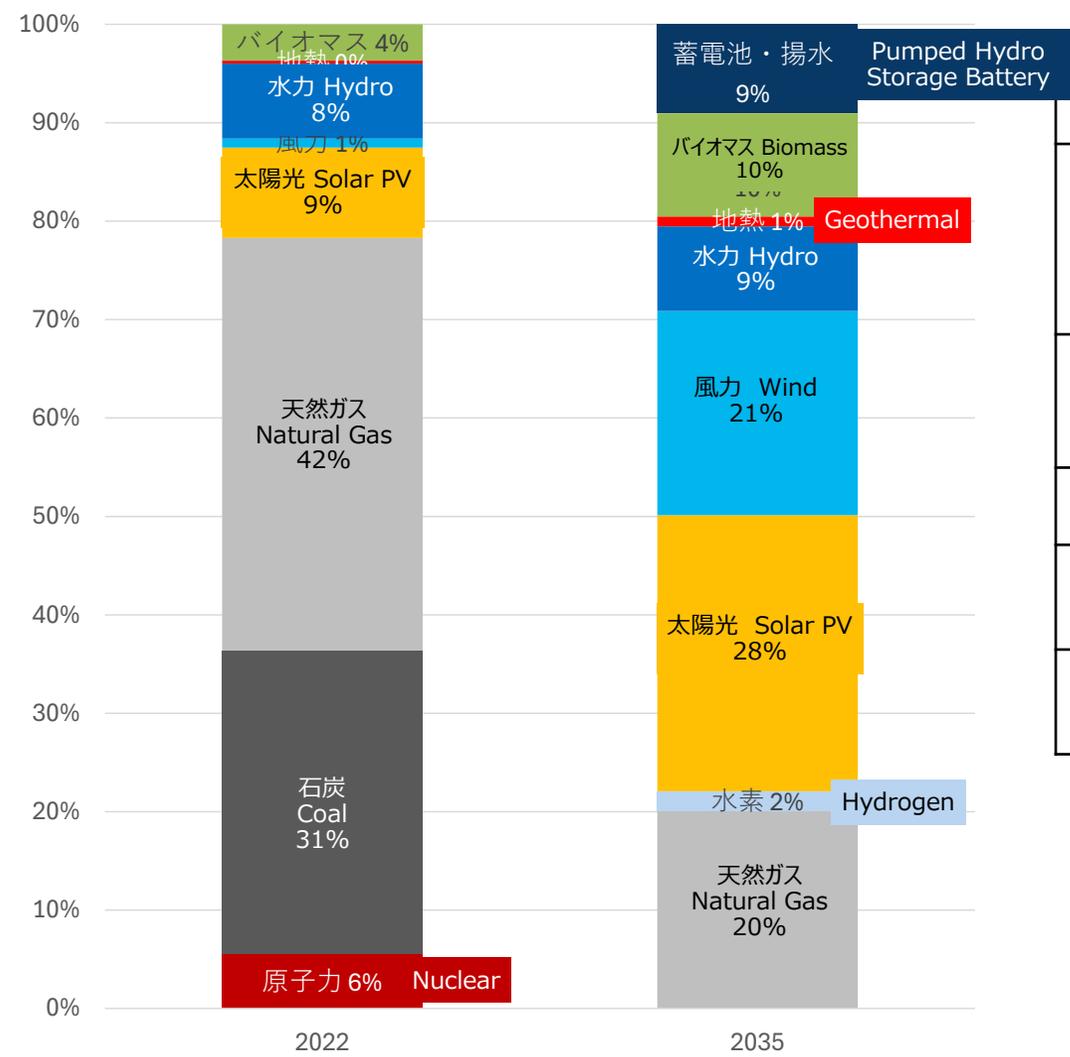


# 2035年電力需給シミュレーション結果

## Results of Power supply and demand simulation

### 2022/2035の比較

Comparison between 2022 and 2035



### 2035における平均発電コスト

Average cost of power generation

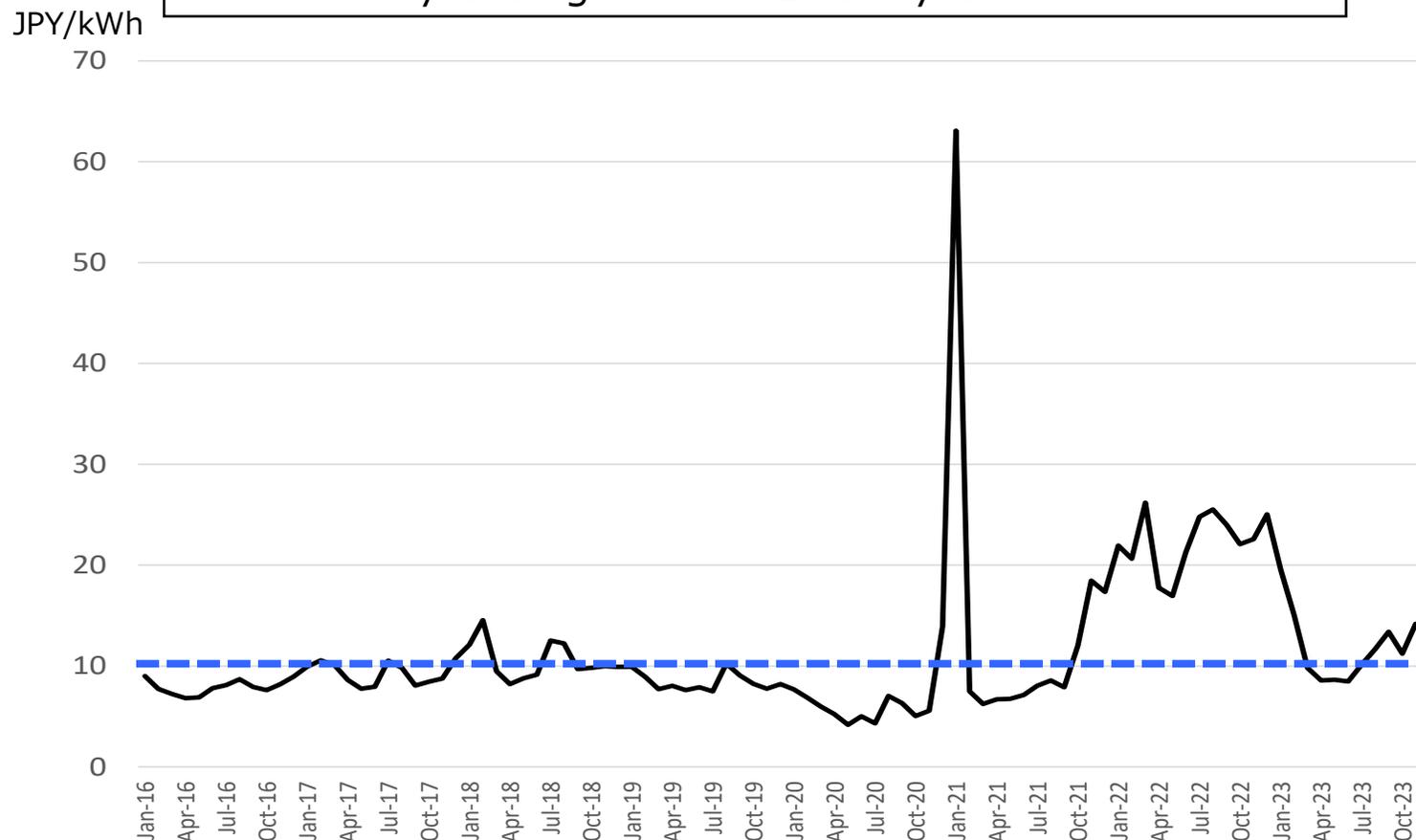
|          | PV              | Onshore Wind    | Offshore Wind   | Hydro     | Geothermal | Biomass    | Natural Gas                  | Hydrogen                             | Pumped Hydro           | Battery                  |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------|------------|------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------|
| CAPEX    | 11.7~17.0 万円/kW | 21.1~27.1 万円/kW | 35.4~61.7 万円/kW | 64 万円/kW  | 114 万円/kW  | 39.5 万円/kW | 12.6 万円/kW                   | 12.6 万円/kW                           | 64 万円/kW<br>0.2 万円/kWh | 1.8 万円/kWh<br>0.9 万円/kWh |
| OPEX     | 0.3~0.7 万円/kW   | 0.7~0.9 万円/kW   | 1.3 万円/kW       | 0.9 万円/kW | 2.4 万円/kW  | 2.6 万円/kW  | 0.4 万円/kW                    | 0.4 万円/kW                            | 0.9 万円/kW+0.1 万円/kWh   | 0.1 万円/kW+0.1 万円/kWh     |
| Lifetime | 40 years        | 25 years        | 25 years        | 60 years  | 40 years   | 25 years   | 35 years                     | 35 years                             | 60 years               | 20 years                 |
| Fuel     | N.A.            | N.A.            | N.A.            | N.A.      | N.A.       | 1000 円/GJ  | 6.8 USD/m <sup>3</sup> -mBTU | 30 円/Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> | N.A.                   | N.A.                     |
| LCOE     | 6.4~7.0 円/kWh   | 5.6~7.2 円/kWh   | 10.0~13.9 円/kWh | 4.9 円/kWh | 9.6 円/kWh  | 19.1 円/kWh | 8.2 円/kWh                    | 16.5 円/kWh                           | N.A.                   | N.A.                     |

\* “万円/kW” means 10,000 JPY/kW  
\* “円/kWh” means JPY/kWh

**9.8~10.7円/kWh (JPY/kWh)**



前日スポット市場における月平均の推移  
Monthly average in the JEPX day-ahead market



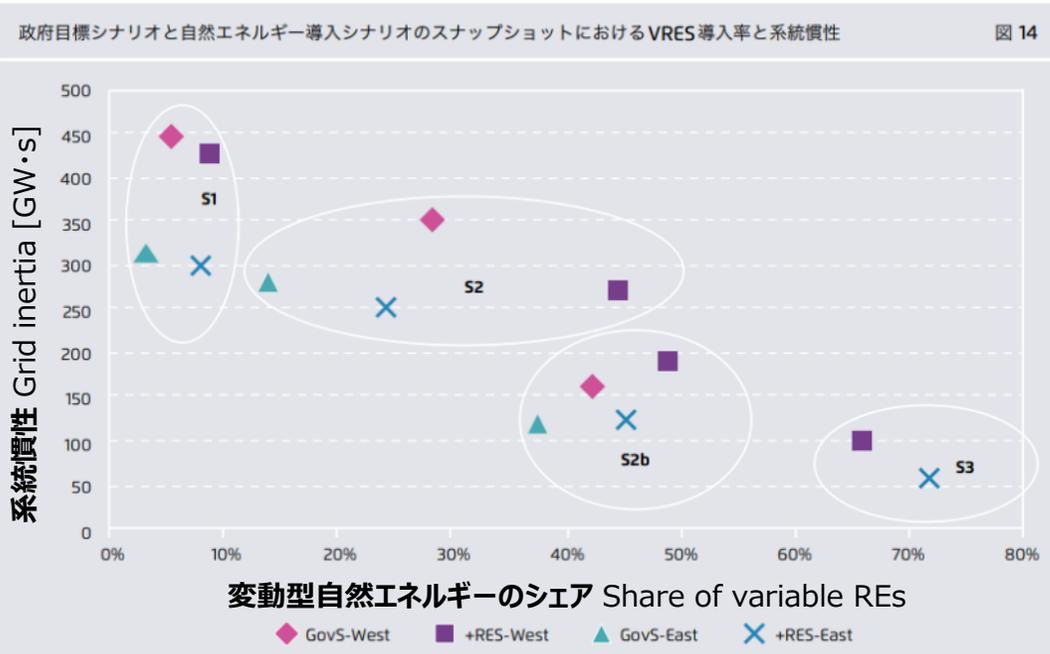
2035年の平均発電コスト  
Average cost of electricity generation  
in 2035

(出典) 日本卸電力取引所WEBサイトより自然エネルギー財団作成

※仮にLNG輸入価格がウクライナ危機後の平均輸入単価 (20USD/mmBTU) になった場合、2035年の電源構成であれば発電コストは+2.4円/kWhの上昇にとどまる。

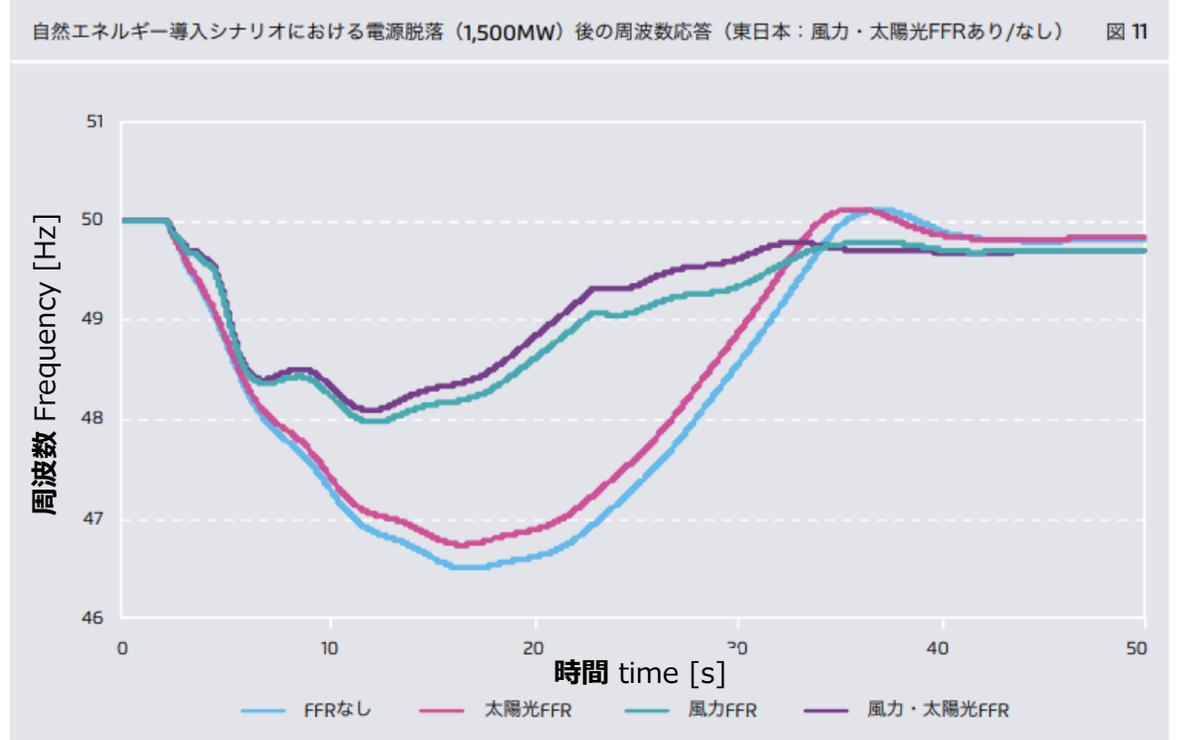
\*If the LNG import price were to reach the average import unit price just after the Ukraine crisis (20 USD/mmBTU), the power generation cost would increase by +2.4 JPY/kWh under the 2035 power supply mix.

## 系統慣性の減少 Decrease in grid inertia



(出典) 自然エネルギー財団・アゴラ・エナジーヴェンデ「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」(2018年12月)

## 自然エネルギーによる高速周波数応答の提供 Fast Frequency Response (FFR) provided by REs



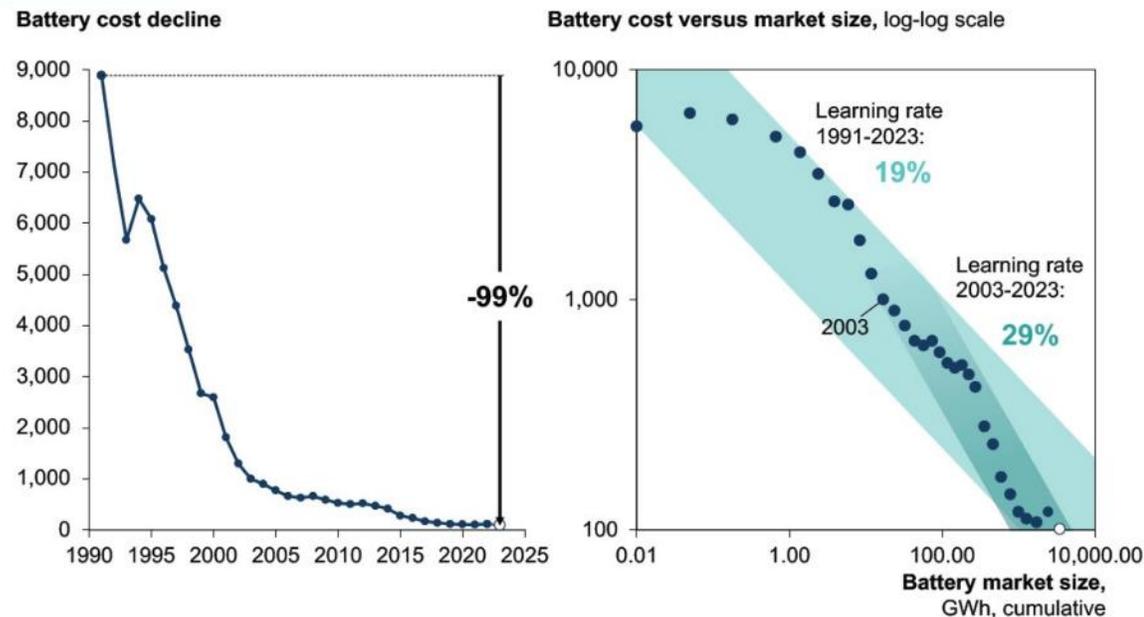
**どうやって太陽光・風力の導入を加速するか？**  
How can we accelerate the introduction of solar and wind power?

| 設備容量 Capacity (GW) |                                    | 2035年<br>Apr. 2035 |
|--------------------|------------------------------------|--------------------|
| 太陽光<br>Solar PV    | 住宅<br>Housing                      | 45.8 (DC)          |
|                    | 非住宅建物<br>Non-residential buildings | 113.3 (DC)         |
|                    | 地上設置<br>On ground                  | 121.2 (DC)         |
| 風力<br>Wind         | 陸上<br>Onshore                      | 34.9               |
|                    | 洋上着床式<br>Offshore bottom fixed     | 25.0               |
|                    | 洋上浮体式<br>Offshore floating         | 20.1               |

**住宅・建物への「太陽光 + 蓄電池」の設置**  
Acceleration of solar PV with storage battery installation in housing and buildings

**蓄電池のセルコストが100USD/kWh程度まで低下する価格低下が進み、ストレージパリティ水準を下回った可能性**  
Storage parity may have been achieved as the cost of storage battery cells has dropped to around 100USD/kWh.

Figure 3: Lithium-ion battery prices, \$/kWh (left), \$/kWh log scale (right)

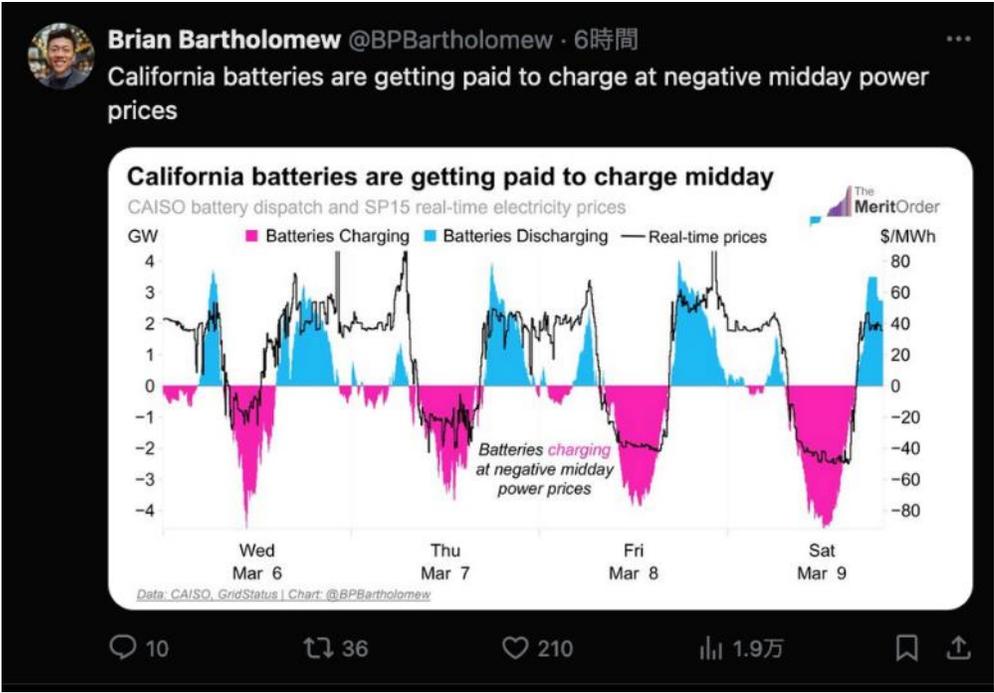


Source: Ziegler and Trancik (2021)<sup>8</sup> for 1991-2014, BNEF Lithium-Ion Battery Price Survey (2023)<sup>9</sup> for 2015-2023, RMI analysis

(出典) RMI "X-Change: Batteries" [https://rmi.org/wp-content/uploads/dlm\\_uploads/2023/12/xchange\\_batteries\\_the\\_battery\\_domino\\_effect.pdf](https://rmi.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/2023/12/xchange_batteries_the_battery_domino_effect.pdf) (2023年12月)

### 地上設置太陽光への蓄電池併設 Accelerate installation of storage batteries in solar power plants for power sales business

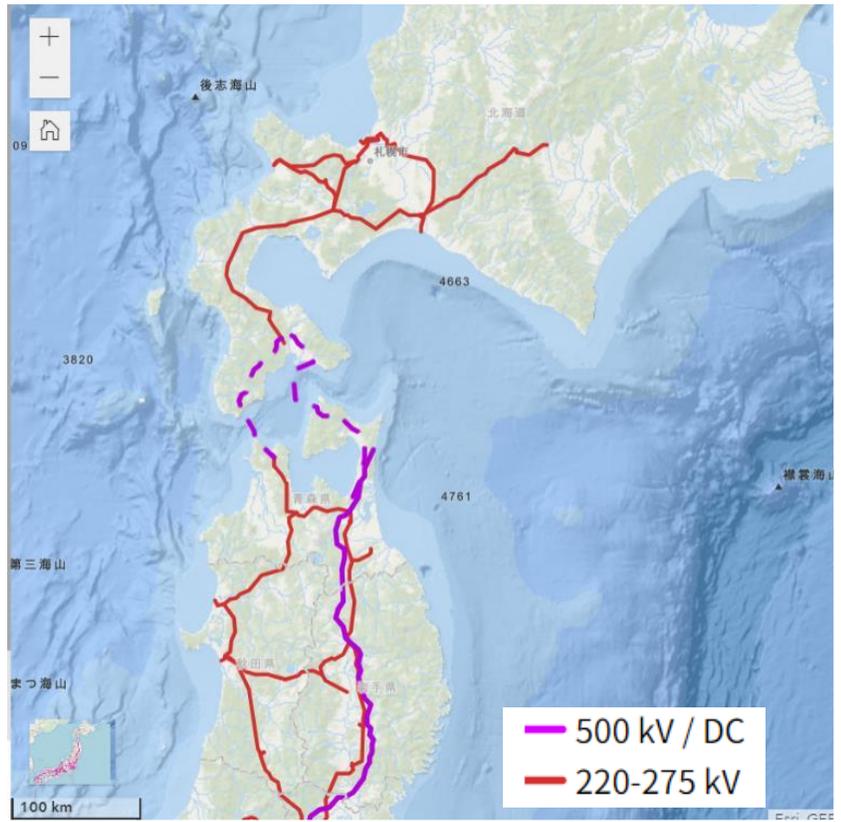
**FIP(Feed-in-Premium)スキームとネガティブプライスによる蓄電池導入インセンティブの拡大**  
Expanding incentives for battery storage installations through FIP schemes and negative pricing



(出典) <https://twitter.com/BPBartholomew/status/1766692040014758344>

### 浮体式を含む洋上風力の導入環境整備 Accelerate installation of offshore wind, including floating type

**マスタープランに基づく送電線整備に加え、地内送電線の整備**  
In addition to reinforce transmission lines based on the OCCTO Master Plan,  
the development of transmission lines within each TSO area is also needed.



# Paradigm Shift in Energy



自然エネルギー財団

RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

CONTACT:  
Renewable Energy Institute  
e-mail: [info AT renewable-ei.org](mailto:info@renewable-ei.org)