

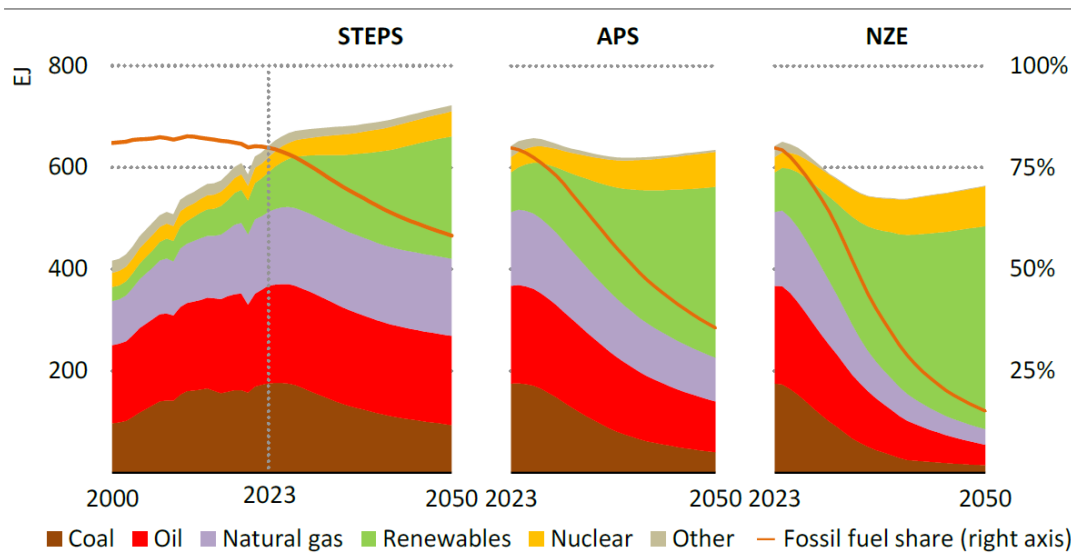
# 北海道大学が取り組む GX (グリーントランスフォーメーション) Green Transformation On Hokkaido University

北海道大学サステナビリティ推進機構  
Institute for the Advancement of Sustainability,  
Hokkaido University  
教授 加藤 悟  
Prof. KATO Satoru

## 世界の再生可能エネルギー : Renewable Energy in the World

2

どのようなシナリオでも化石エネルギーから再生可能エネルギーへのシフトが進む  
Each **fossil fuel peaks by 2030** in all scenarios and then declines over time  
as renewables and other low-emissions sources of energy increase strongly



IEA, CC BY 4.0.  
IEA, World Energy Outlook 2024

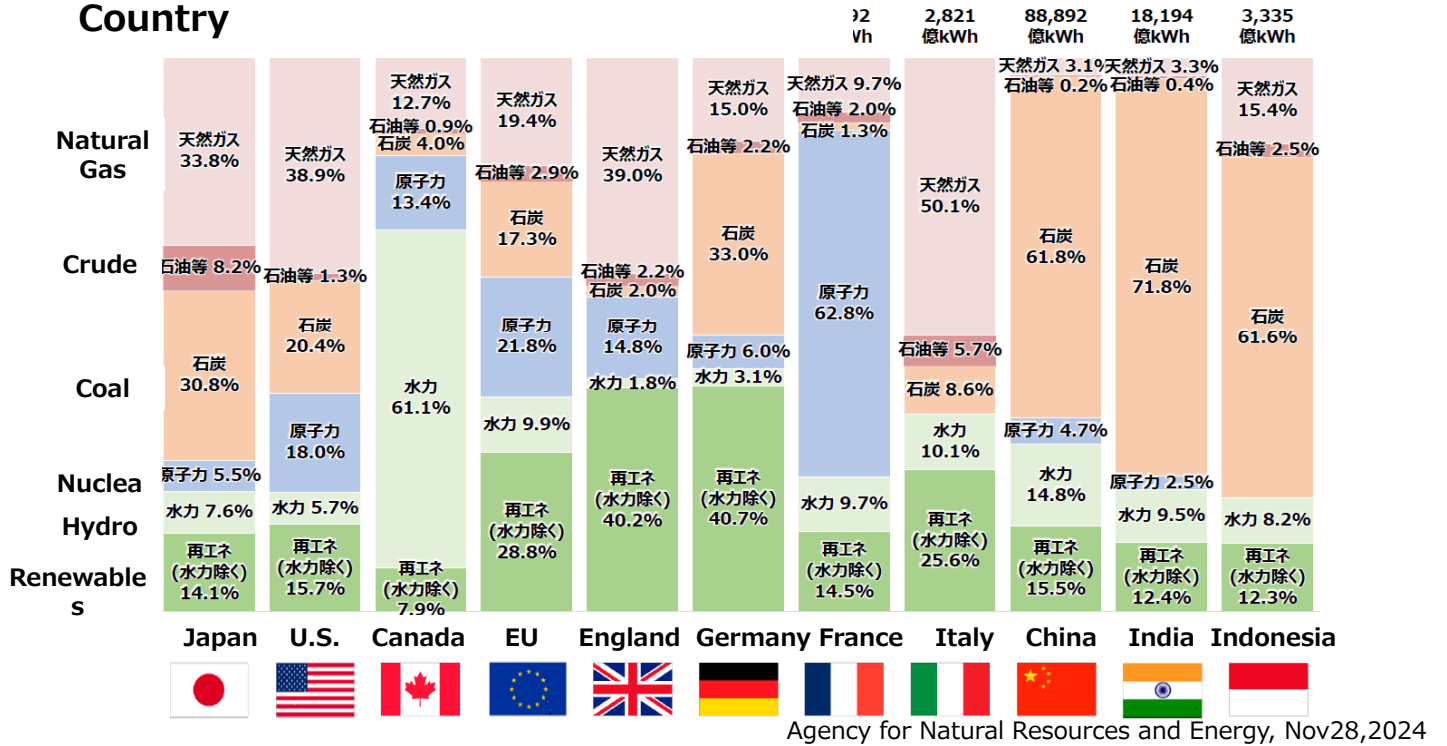
*Each fossil fuel peaks by 2030 in all scenarios and then declines over time  
as renewables and other low-emissions sources of energy increase strongly*

Notes: EJ = exajoules; STEPS = Stated Policies Scenario; APS = Announced Pledges Scenario; NZE = Net Zero Emissions by 2050 Scenario. Renewables includes modern bioenergy. Other includes the traditional use of biomass and non-renewable waste.

電源構成の各国比較を行うと主要国の中で、日本は再生可能エネルギーの割合は低い。A comparison of power source composition among countries shows that among major countries, Japan has a low share of renewable energy.

Power Supply Composition in Each Country

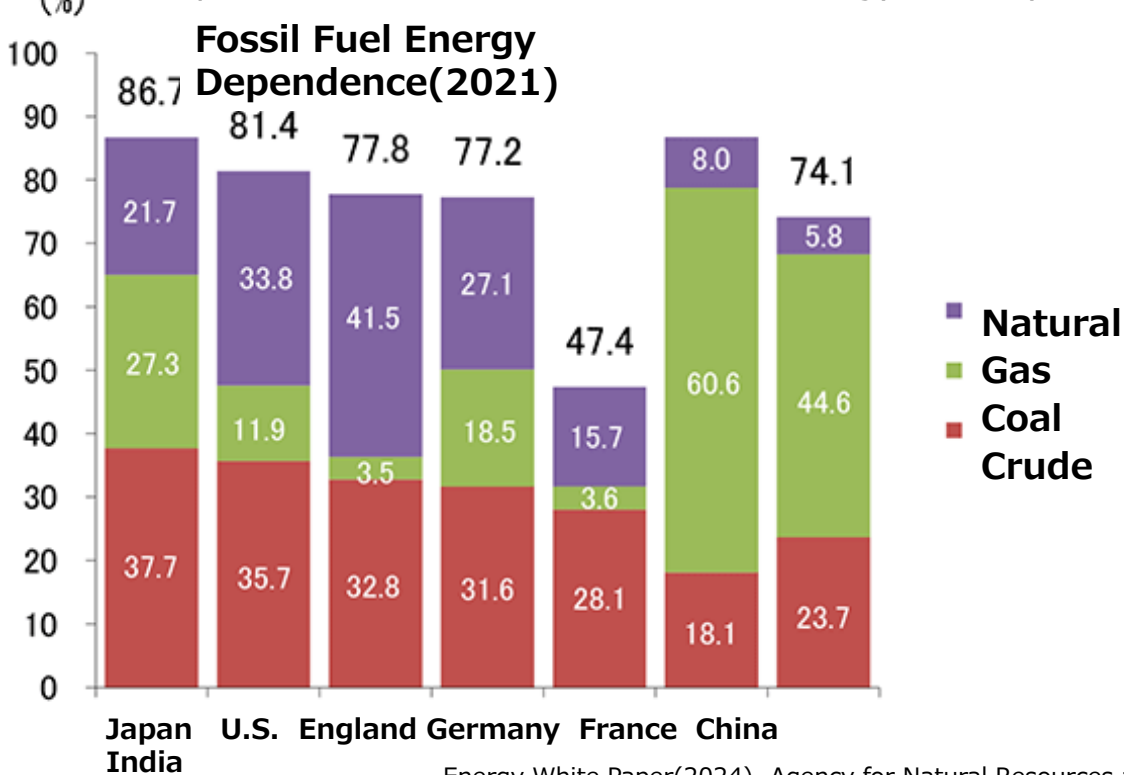
第55回総合資源エネルギー調査会基本政策分科会 (2024年5月15日) 資料1より抜粋



Agency for Natural Resources and Energy, Nov28,2024

化石エネルギー依存度で見ると、日本は主要国の中でとても高く、エネルギー安全保障の面からも改善が求められている。

In terms of fossil energy dependence, Japan is very high among major countries, and improvement is needed in terms of energy security.



Energy White Paper(2024), Agency for Natural Resources and Energy

日本の再生可能エネルギー導入目標は、2030年に36～38%と設定している。

更なる太陽光発電の普及と風力発電の開発が計画されている。

Japan's renewable energy introduction target is set at 36-38% by 2030. Further penetration of solar power and development of wind power are planned.

Fiscal year	2011	2023	2030
Renewables Total	10.4%	22.9%	36-38%
	113 × 10 <sup>9</sup> kWh	225 × 10 <sup>9</sup> kWh	336-353 × 10 <sup>9</sup> kWh
Solar	0.4%	9.8%	14-16%
	4.8 × 10 <sup>9</sup> kWh	96.5 × 10 <sup>9</sup> kWh	129-146 × 10 <sup>9</sup> kWh
Wind	0.4%	1.1%	5%
	4.7 × 10 <sup>9</sup> kWh	10.5 × 10 <sup>9</sup> kWh	51 × 10 <sup>9</sup> kWh
Hydro	7.8%	7.6%	11%
	84.9 × 10 <sup>9</sup> kWh	74.8 × 10 <sup>9</sup> kWh	98 × 10 <sup>9</sup> kWh
Geothermal	0.2%	0.3%	1%
	2.7 × 10 <sup>9</sup> kWh	3.4 × 10 <sup>9</sup> kWh	11 × 10 <sup>9</sup> kWh
Biomass	1.5%	4.1%	5%
	15.9 × 10 <sup>9</sup> kWh	40.1 × 10 <sup>9</sup> kWh	47 × 10 <sup>9</sup> kWh

Agency for Natural Resources and Energy, Nov28,2024

しかしながら、日本では急激に太陽光発電を増やした結果、いくつかの地域でトラブルが発生しており、適切な導入が求められてきている。

However, the rapid increase in solar power generation in Japan has resulted in problems in several areas, and there is a growing need for proper implementation

**Landslides**



**No fence or wall**



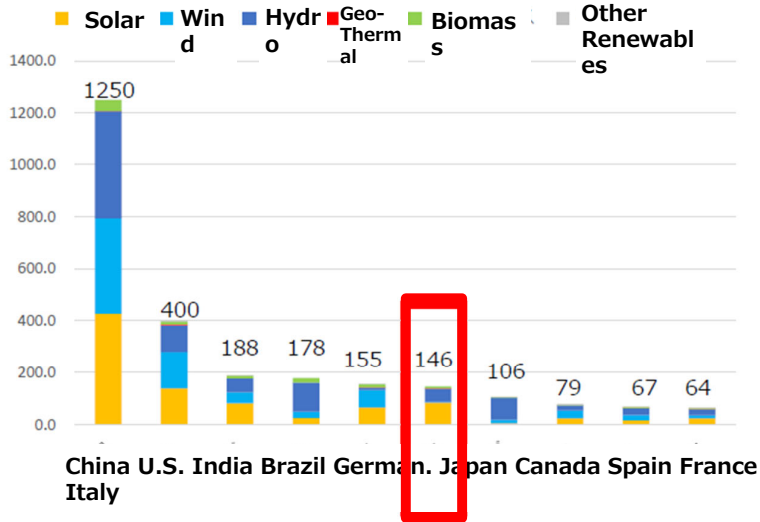
**Left unmanaged and unattended Deterioration of landscape**



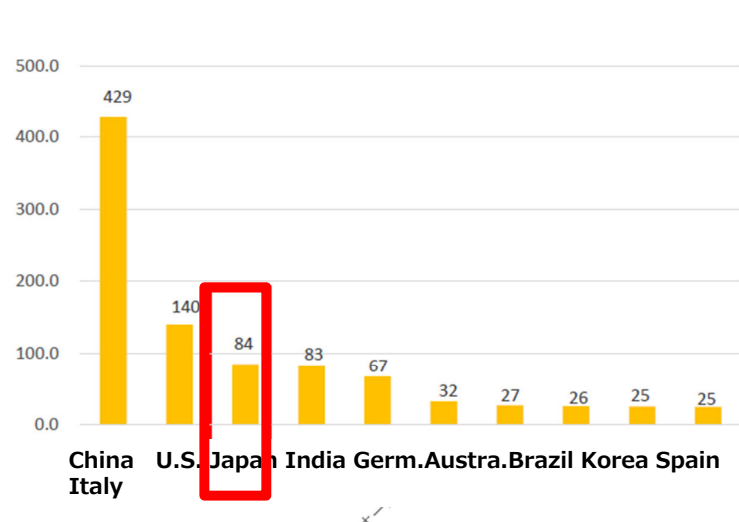
Agency for Natural Resources and Energy, Nov28,2024

日本の再エネ導入容量は世界第6位であり、太陽光発電の導入容量で見れば世界第3位である。  
 Japan's installed capacity for renewable energy is the sixth largest in the world, and in terms of installed solar power capacity, it is the third largest in the world.

Installed renewable energy capacity(2022)



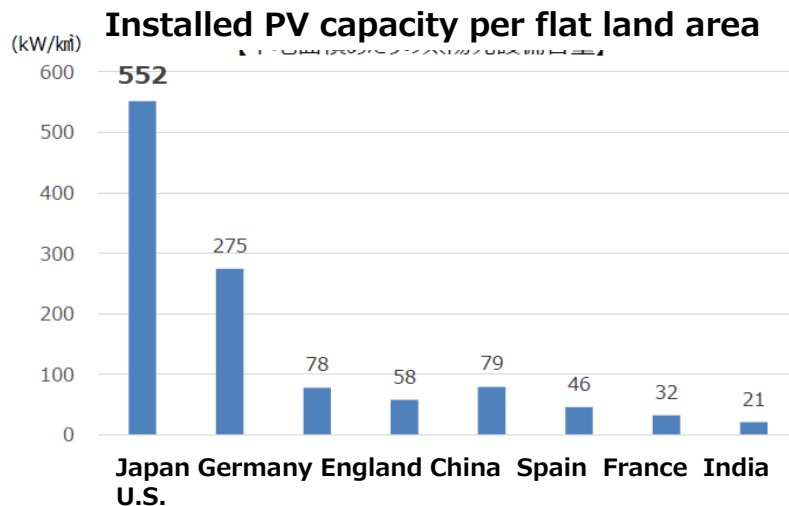
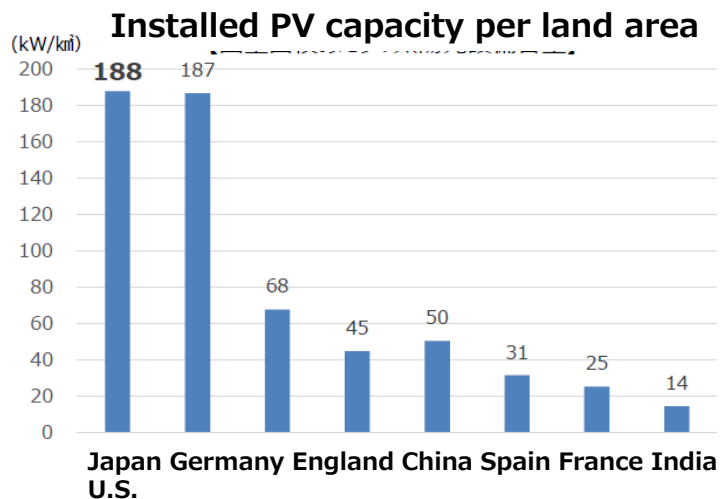
Solar power installed capacity(2022)



Agency for Natural Resources and Energy, Nov28,2024

出典 : Renewables 2023 (IEA) より資源エネルギー庁作成

日本の国土面積当たりの太陽光導入容量は、主要国の中で最大。  
 日本は平地が少なく、平地面積あたりで評価するとドイツの約2倍の容量となる。  
 Japan has the largest installed PV capacity per land area of any major country.  
 Japan has little flat land, and when evaluated per flat land area, its capacity is about twice that of Germany.



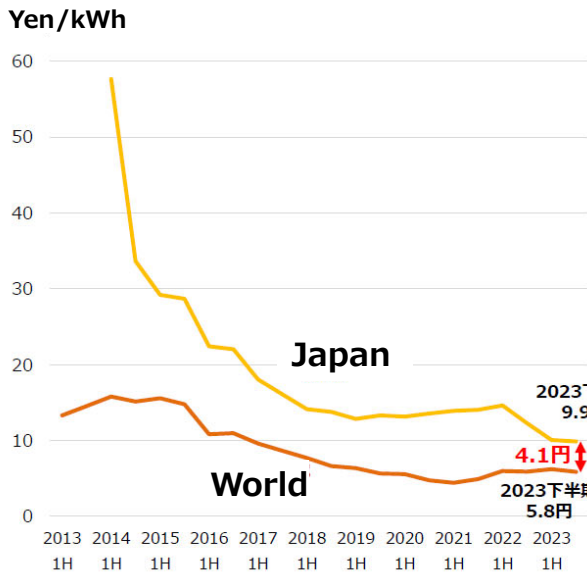
Agency for Natural Resources and Energy, Nov28,2024

日本の太陽光発電のコストは、着実に低減している。  
 風力発電のコストは、下げ止まっている。

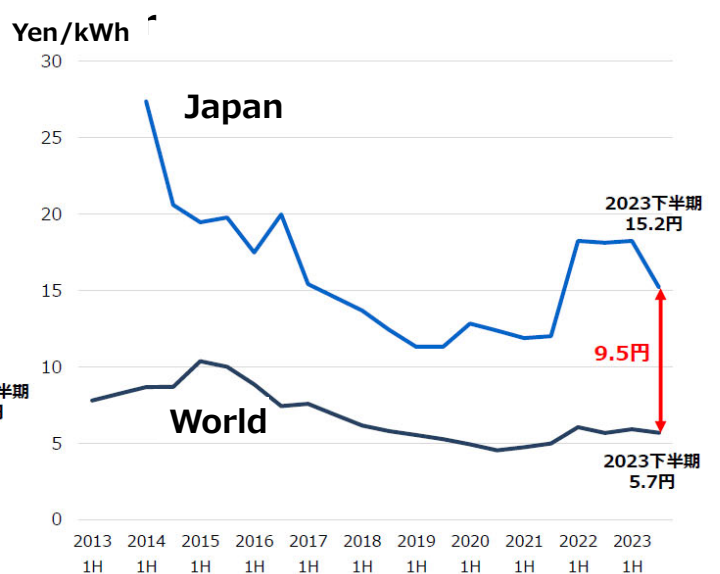
どちらも、円安の影響もあるが、世界でのコストより高くなっている。

The cost of solar power in Japan is steadily declining. The cost of wind power generation has stopped falling. Both of these costs are higher than the costs in the rest of the world, partly due to the depreciation of the yen.

**Generation cost of solar power**



**Generation cost of onshore wind**

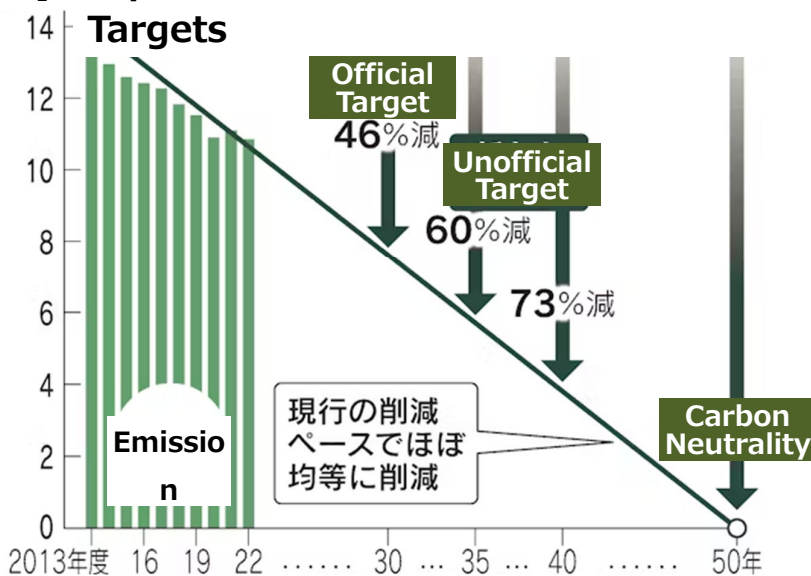


Agency for Natural Resources and Energy, Nov28,2024

日本の温室効果ガス排出削減目標は、2030年度46%減(2013年度比)、2050年度実質ゼロである。現行の削減ペースは順調に進んでいる。

Japan's greenhouse gas emission reduction target is 46% reduction in FY2030 (compared to FY13) and virtually zero in FY2050. The pace of reduction in the manuscript is on track.

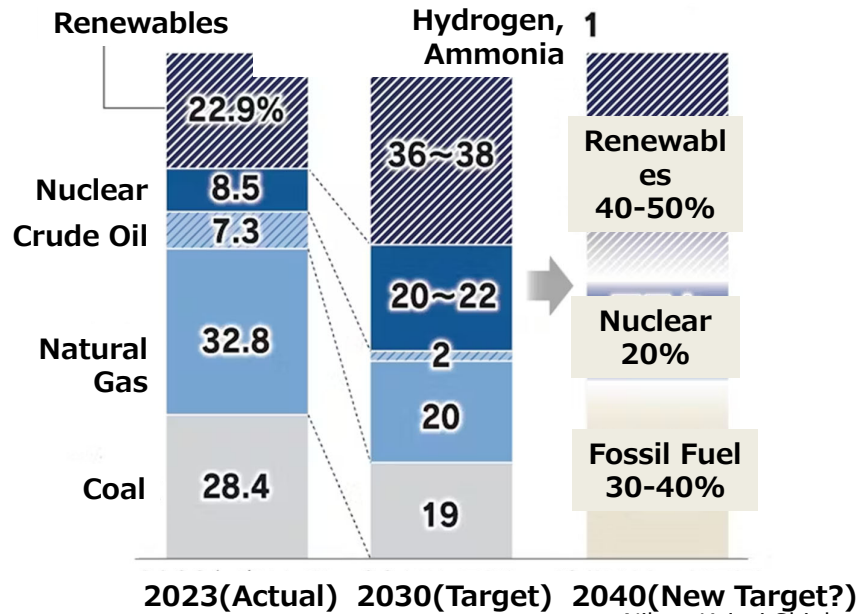
**10<sup>8</sup>ton-CO<sub>2</sub> Japan's Greenhouse Gas Emissions and Reduction Targets**



Nihon Keizai Shinbun, Nov23,2024



現在の日本は2040年における電源構成目標を定める最終段階にある。再生可能エネルギーの割合を5割に、化石エネルギーの割合を3割にできるかがポイントとなる。Japan is currently in the final stages of setting its power source composition targets for 2040. We would like to maintain the share of nuclear power at 20% and aim to increase the share of renewable energy to 50%. In this way, the share of fossil energy would be about 30% and the 73% reduction could be achieved.



Nihon Keizai Shinbun, Dec.9,2024

IGES（地球環境戦略研究機関）は、1.5℃ロードマップでの再生可能エネルギー導入量の想定を行った。

各業界団体、政府が公表している目標値を守った上で導入量を予測すると、短期的には太陽光発電を中心に導入が進み、2030年代から洋上風力発電を大幅に導入しなければならない。

IGES (Institute for Global Environmental Strategies) has made assumptions about the amount of renewable energy to be introduced under the 1.5°C roadmap.

If the amount of introduction is forecasted by adhering to the targets announced by various industry associations and the government, solar power generation will be the main source of introduction in the short term, and offshore wind power generation must be significantly introduced starting in the 2030s.

Wind Power	2030	2035	2040	2050	Remarks
Onshore	26GW	31GW	35GW	40GW	Wind Power Association
Offshore(Territorial Sea)	8GW	24GW	45GW	45GW	Public-Private Council
Offshore(EEZ)	0GW	20GW	90GW	360GW	Marine Technology Forum

Solar Power	2030	2035	2040	2050	Remarks
Silicon Solar	125GW	174GW	219GW	300GW	Photovoltaic Association
Perovskite and other next-generation PVs	0GW	19GW	44GW	145GW	IGES Estimate

Agency for Natural Resources and Energy, Nov28,2024

太陽光発電は次世代型とのミックスが計画されている。  
ペロブスカイト太陽電池の導入により、発電コストが下がり、発電導入量を増やすことができ、発電施設の安全保障面でも向上が見込まれる。

A mix of next-generation solar power generation is planned.

The introduction of **perovskite solar cells** is expected to lower the cost of power generation, increase the amount of power generation installed, and improve the security of power generation facilities.

ペロブスカイト太陽電池（シリコン型との比較）

- ①少ない製造工程で製造コストが低い
- ②軽量性や柔軟性がある
- ③主要な材料であるヨウ素の生産量は、日本が世界シェア30%（世界2位）

Perovskite solar cells (compared to silicon type)

- 1) Low manufacturing cost due to fewer manufacturing processes
- 2) Lightweight and flexible
- 3) Japan has a 30% share (2nd in the world) of the global production of iodine, the main material used in perovskite solar cells

Agency for Natural Resources and Energy, Nov28,2024

ペロブスカイト太陽電池は、省資源、製造に必要な温度や期間などの面で優れている。反面、現時点では、耐久性やリサイクル性などが課題となっている。今後の技術開発と量産化により、発電コストはシリコン太陽電池と同等になると予想されている。

Perovskite solar cells are superior in terms of resource conservation and the temperature and duration required for manufacturing.

On the other hand, durability and recyclability are currently issues. With future technological development and mass production, the cost of power generation is expected to be comparable to that of silicon solar cells.

	Silicon solar cells	Perovskite film type
Main materials	Silicon	Iodine/ Lead
Optical absorption coefficient	10 <sup>4</sup> /cm	10 <sup>5</sup> /cm
Number of days of production	More than 3 days	About 1 day
Production temperature	More than 1,400°C	150°C
Manufacturing Engineering	Turnkey Manufacturing	Precision Engineering
Installation	Established style	Various installation possibilities
Recycling	Requires a system	Under development

Agency for Natural Resources and Energy, Nov28,2024

風力発電は、日本で最も期待されている再生可能エネルギー電源である。

陸上風力発電は、開発しやすい平野部で一定の導入が進んだ結果、適地が減少している。景観や環境、自然生態系への影響に対応する必要がある。

洋上風力発電は沿岸部ではさまざまな利害関係が存在し調整が求められる。沖合では浮体式の風力発電となるが、世界的に設置事例は少なく、不確実性が残っている。日本は、2030年までに10GW、2040年までに浮体式も含めて30~45GWの案件形成を目指す。

Wind power is the most promising renewable energy source in Japan.

Onshore wind power generation has been introduced to a certain extent in plains, which are easy to develop, and as a result, suitable sites are decreasing. The impact on the landscape, environment, and natural ecosystems must be addressed.

Offshore wind power generation requires coordination in coastal areas due to the existence of various interests. Offshore, floating wind turbines are used, but there are few examples of their installation worldwide, and uncertainty remains. Japan aims to form 10 GW projects by 2030 and 30-45 GW by 2040, including floating projects.

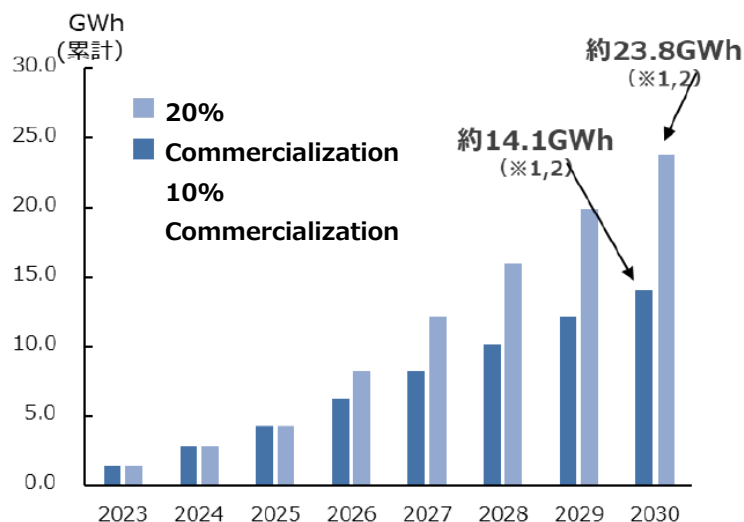
## 蓄電池（系統用）の導入 : Installation of storage batteries (for the grid)

太陽光や風力などの再生可能エネルギーは間欠性エネルギーのため、蓄電という二重投資が必要不可欠である。大規模な太陽光発電、風力発電には、系統用蓄電池の導入が求められる。2030年に累計23.8GWh程度の導入が見通されている。

Since renewable energy sources such as solar and wind are **intermittent energy**, a **double investment** in energy storage is essential.

Large-scale solar and wind power generation requires the installation of grid storage batteries, which are expected to total about 23.8 GWh in 2030.

### Deployment of grid storage batteries (forecast)





新しい技術開発も進められている。その一つに積雪発電がある。

東京電気通信大学と（株）フォルテが取り組んでいる。

温度差発電の一種で、雪という冷熱と、融雪のためのバイオマスボイラーからの廃熱を利用し、スターリングエンジンを用いた発電機を用いる。ニセコでの実証実験では1.2kWの発電機を動かした。

New technological developments are also underway. One such technology is **snow power generation**. The University of Electro-Communications and Forte Inc. are working on this project. It is a type of **thermal power generation** that uses the cold heat of snow and waste heat from biomass boilers for melting snow to generate electricity using a **Stirling engine**. In the demonstration experiment in Niseko, a 1.2kW generator was operated.



Pre-experiment in Aomori Pref.



Stirling Engine

Tokyu Hudosan Holdings

北海道は、再生可能エネルギーの導入ポテンシャルは大きい。

その反面、人口減少や少子高齢化など多くの先進国が直面する課題先進地でもある。

このセンターは、再エネ導入にあたり、地域の適切な環境影響評価を行い、生物多様性の損失を止め、自然を回復軌道に乗せる**ネイチャーポジティブ**と、地域のコミュニティデザインと地方創生を実現する**地域社会ポジティブ**を両立させる社会システムの実装を目指している。

**Hokkaido has great potential for introducing renewable energy.**

On the other hand, it is also an advanced region facing challenges that many developed countries face, such as declining population and aging society with fewer children.

In introducing renewable energy, the center aims to implement social system that balances **nature positivity**, which stops the loss of biodiversity and puts nature on a recovery track, and **local society positivity**, which realizes local community design and regional development, by conducting appropriate **environmental impact assessments** for the region.



RERECには、3つの研究グループがある。

環境社会システム研究グループでは、再生可能エネルギー設備の導入のあたり、地域での合意形成プロセスについて研究する。導入地域内での合意形成だけでなく、他の地域との関係や自然環境の保全、次世代との調和も考慮する必要がある。

再生可能エネルギー基盤研究グループでは、発電、蓄電、送電の各電力システムの研究を行う。

人材育成グループでは、関連人材の育成のためのカリキュラム作成とその実施を行う。

REREC has three research groups.

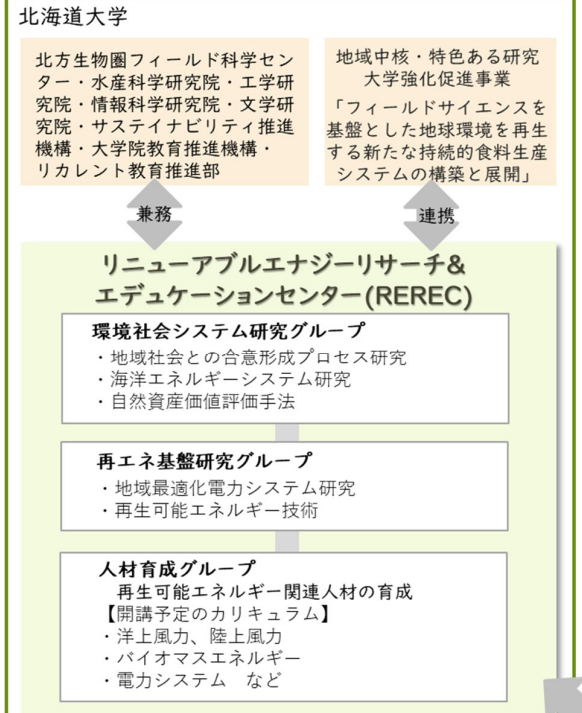
**The Environmental and Social Systems Research**

**Group** studies the process of consensus building in communities when introducing renewable energy facilities. It is necessary to consider not only consensus building within the area of installation, but also the relationship with other areas, preservation of the natural environment, and harmony with the next generation.

**The Renewable Energy Infrastructure Research Group**

will conduct research on power generation, storage, and transmission systems.

**The Human Resource Development Group** will create and implement a curriculum for the development of relevant human resources.



REREC Home Page

北海道大学GX先導研究センター構想（2025年夏） : GX Leading Research Center (Summer 2025):

北海道大学ではGX先導研究センターの設置構想が進んでいる。

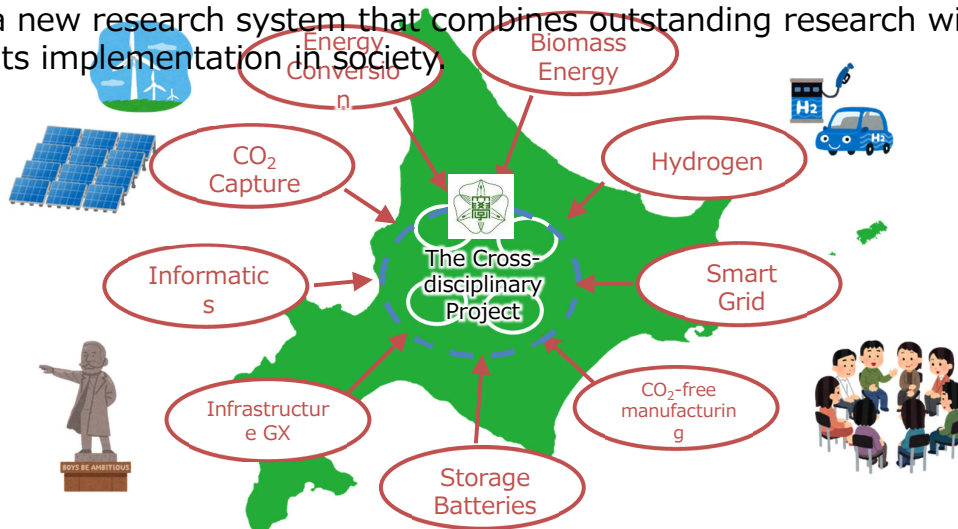
センターの基盤研究部門では、GX先導研究を連携して推進するとともに、体系的GX教育プログラムを構築し、世界のGXをけん引できる人材育成する。

分野横断プロジェクト研究部門では、分野横断型の研究ユニットを設置し、そこに社会展開力のある卓越研究とその社会実装を両立する新しい研究体制を構築する。

Hokkaido University is moving forward with a plan to establish a **GX Leading Research Center**.

**The Basic Research Division** will collaborate to promote GX-led research and establish a systematic GX education program to foster human resources capable of leading GX around the world.

**The Cross-disciplinary Project Research Division** will establish cross-disciplinary research units and build a new research system that combines outstanding research with social application and its implementation in society.





ご清聴ありがとうございました。  
Thank you for your attention.