

The 11th NEDO-CDTI Joint Workshop
“Technologies for Hydrogen Valley in Spain and Japan – Regional H2 Value Chain”

Hydrogen



水素が
次世代エネルギー
社会を切り拓く!

Electrification and Hydrogenation
to Achieve Carbon Neutrality

Takashi Yatabe

Producer / General Manager

Engineering Management Office Engineering Strategy Unit /
Hydrogen Business Office TEPCO Research Institute
Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc.



The 11th NEDO-CDTI Joint Workshop

“Technologies for Hydrogen Valley in Spain and Japan – Regional H2 Value Chain”

Hydrogen



水素が
次世代エネルギー
社会を切り拓く!

カーボンニュートラルに向
けた電化と水素化

東京電力ホールディングス（株）

技術戦略ユニット 技術統括室

経営技術戦略研究所水素事業準備室長

プロデューサー 矢田部 隆志





Overview of TEPCO

TEPCO

Holding Company

Tokyo Electric Power Company Holdings



Consolidated Subsidiary: 29 companies

TEPCO

Fuel & Thermal Power Generation Company

TEPCO Fuel & Power



Corporate Management



General Power Transmission and Distribution Company

TEPCO Power Grid



Transmission & Distribution

TEPCO

Electricity Retail Company

TEPCO Energy Partner



Retail

TEPCO

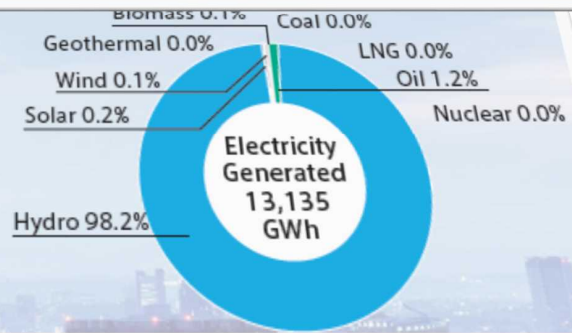
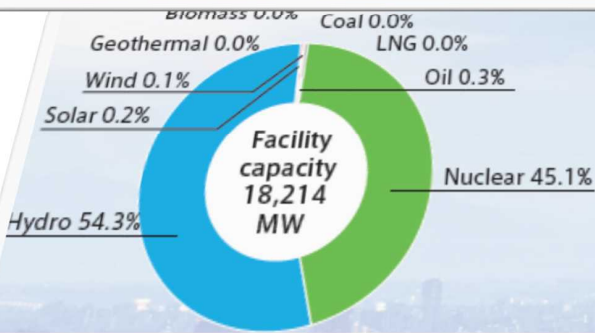
Renewable Energy Power Generation Company

TEPCO Renewable Power



Renewable Energy Generation

Jera



Overview of TEPCO

TEPCO

持株会社

東京電力ホールディングス



連結子会社 29社

TEPCO

燃料・火力発電事業会社

東京電力フエール&パワー



経営支援・管理



一般送配電事業会社

東京電力パワーグリッド



一般送配電

TEPCO

小売電気事業会社

東京電力エナジーパートナー



小売

TEPCO

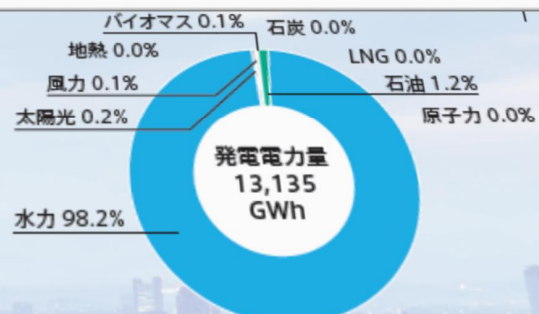
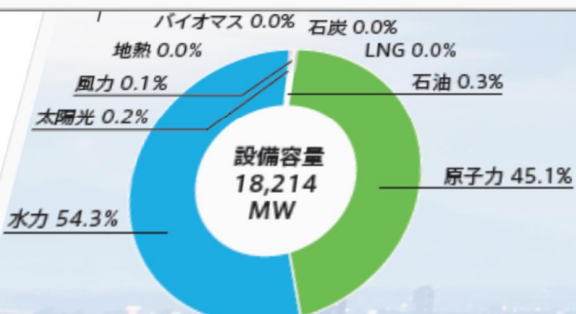
再生可能エネルギー発電事業会社

東京電力リニューアブルパワー



再生エネルギー

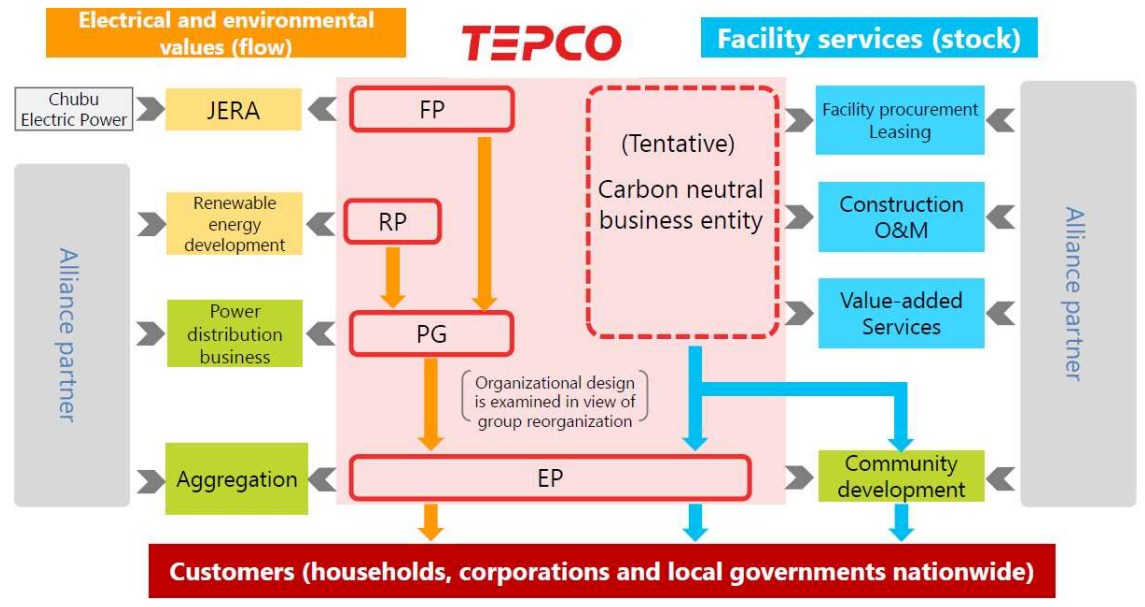
Jera





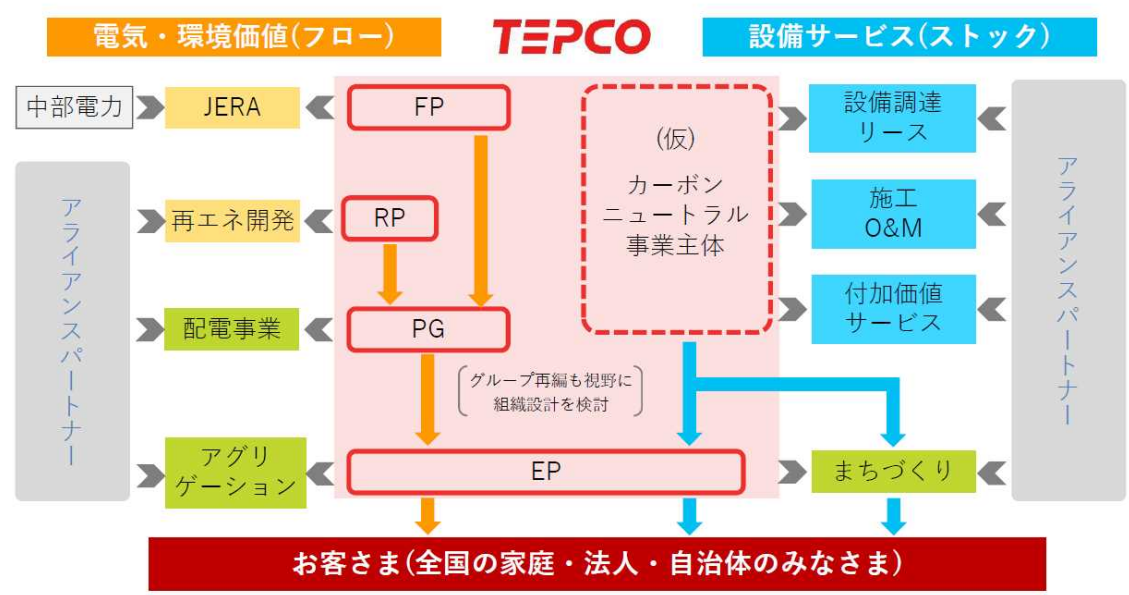
Policy regarding demand of TEPCO group

- ✓ We will promote alliances with a focus on the nationwide expansion of our facility service and aggregation business. To do so, we will examine business structure reform in view of group reorganization including recombination of the current business structure.



東京電力グループの需要に関する方針

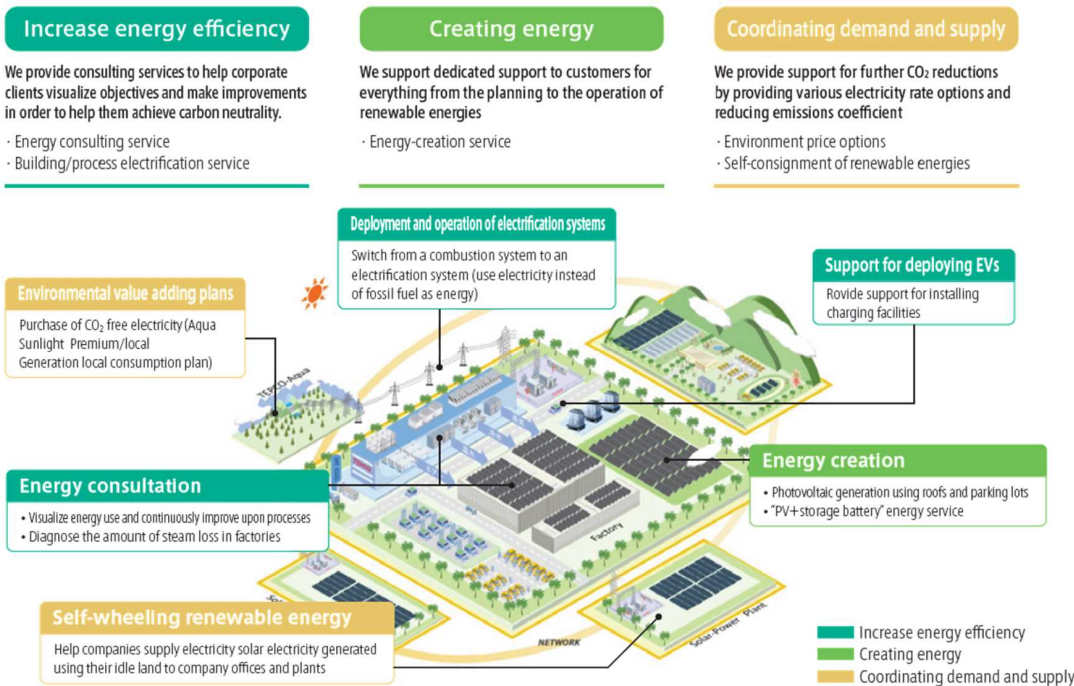
- ✓ 設備サービス・アグリゲーション事業の全国展開を最重点分野としてアライアンスを進めます。そのため、現在の事業体制の組み換えも含めたグループ再編も視野に入れた事業構造変革を検討してまいります。





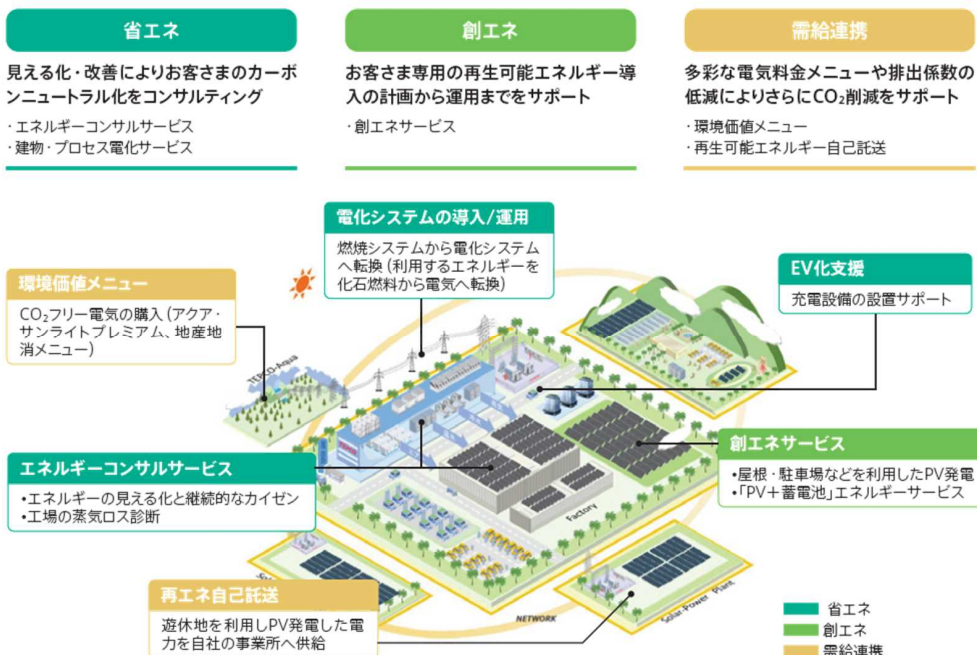
Carbon Neutral Solutions

✓ We provide total support from everything from clarifying the objective of carbon neutrality to equipment maintenance and improvement.



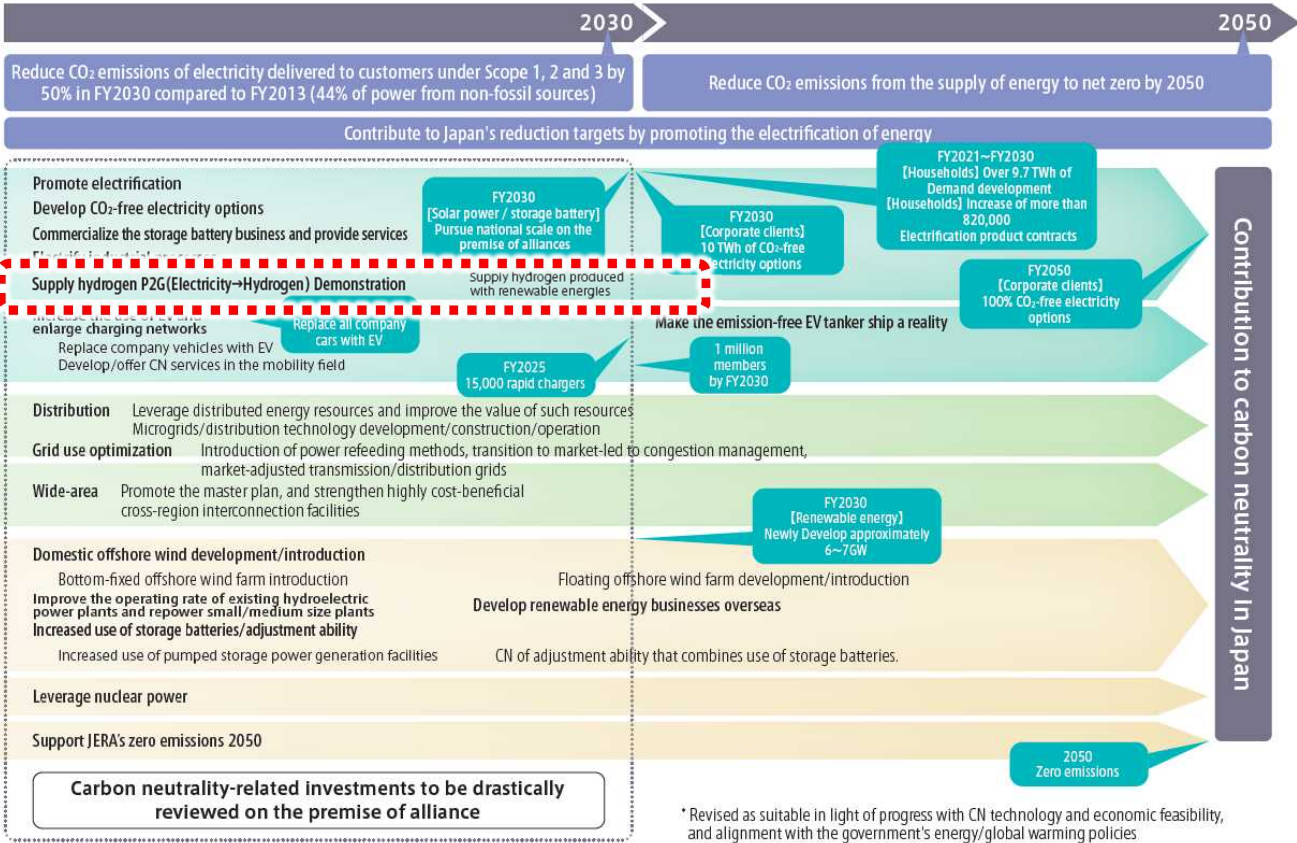
カーボンニュートラルソリューション

✓ カーボンニュートラル実現の目的の明確化から設備維持・改善までをトータルサポート。

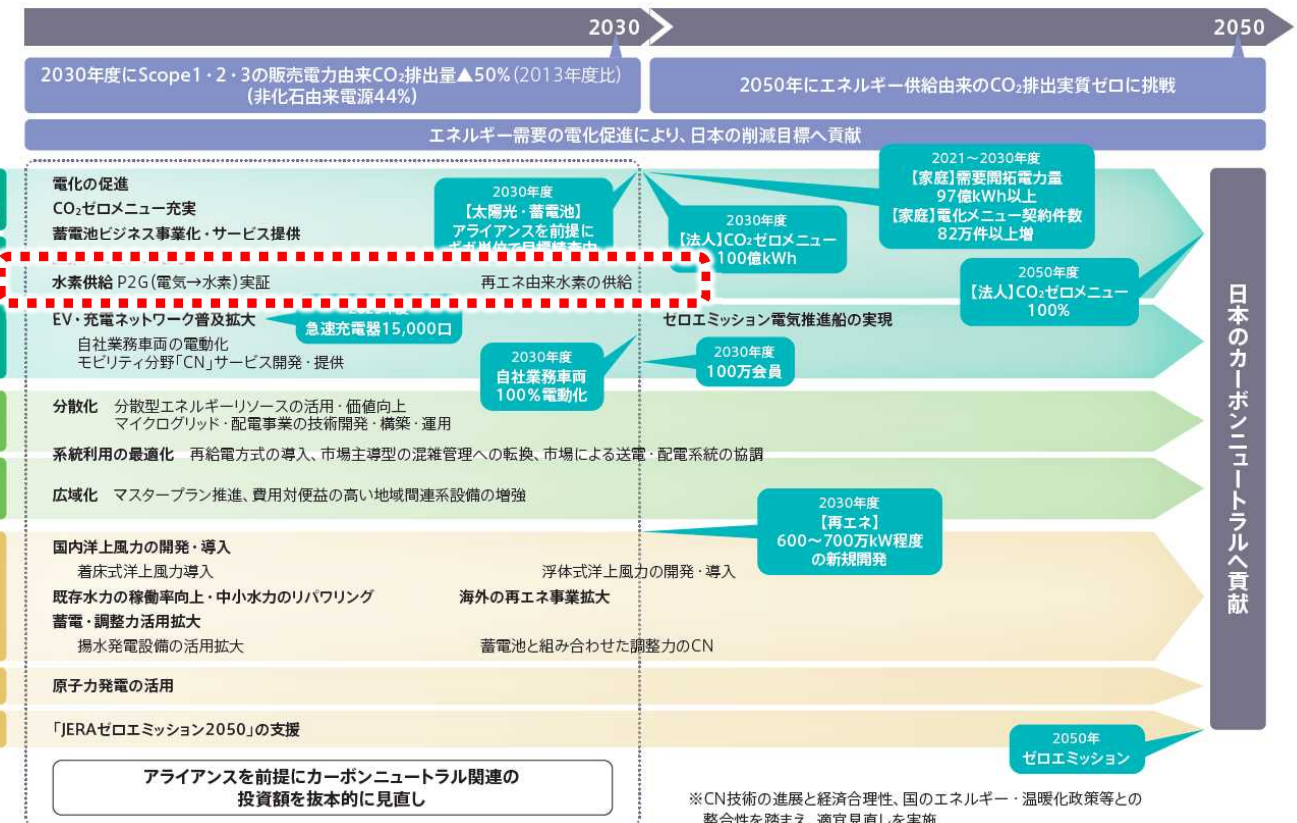




Summary of carbon neutrality roadmap



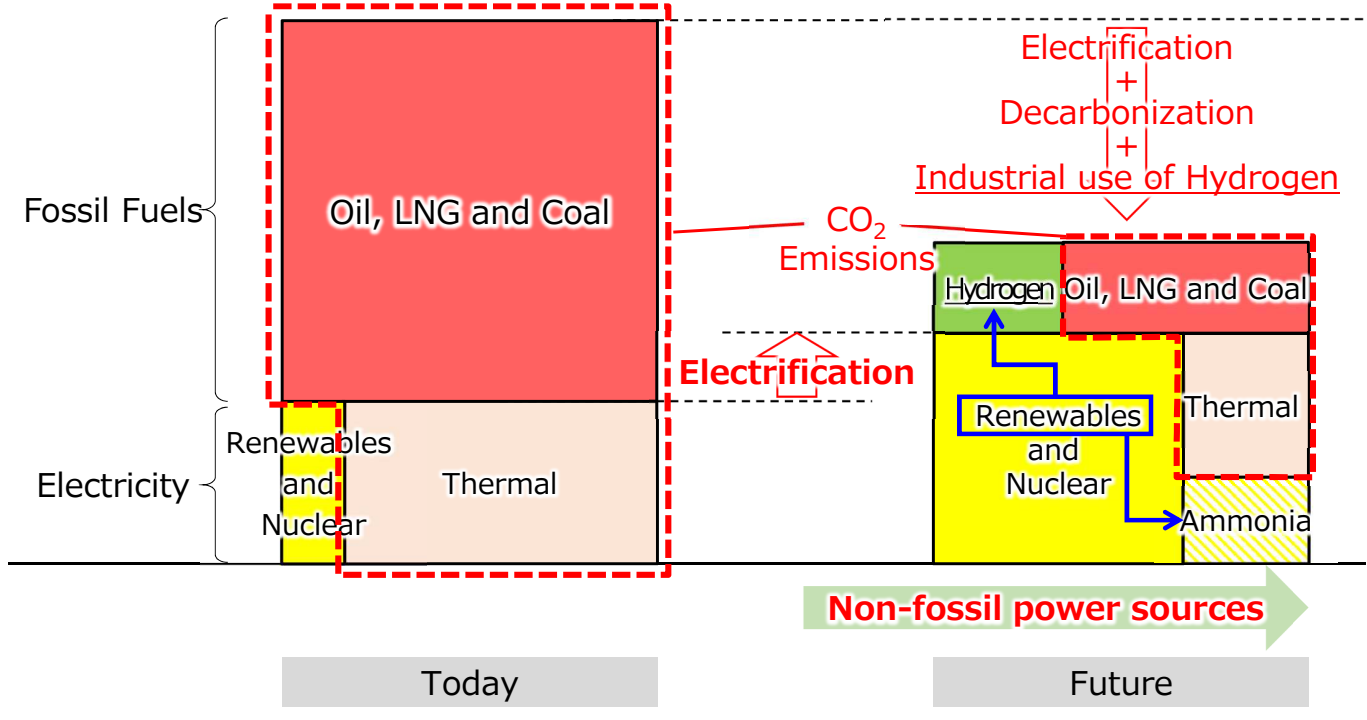
カーボンニュートラルロードマップの概要





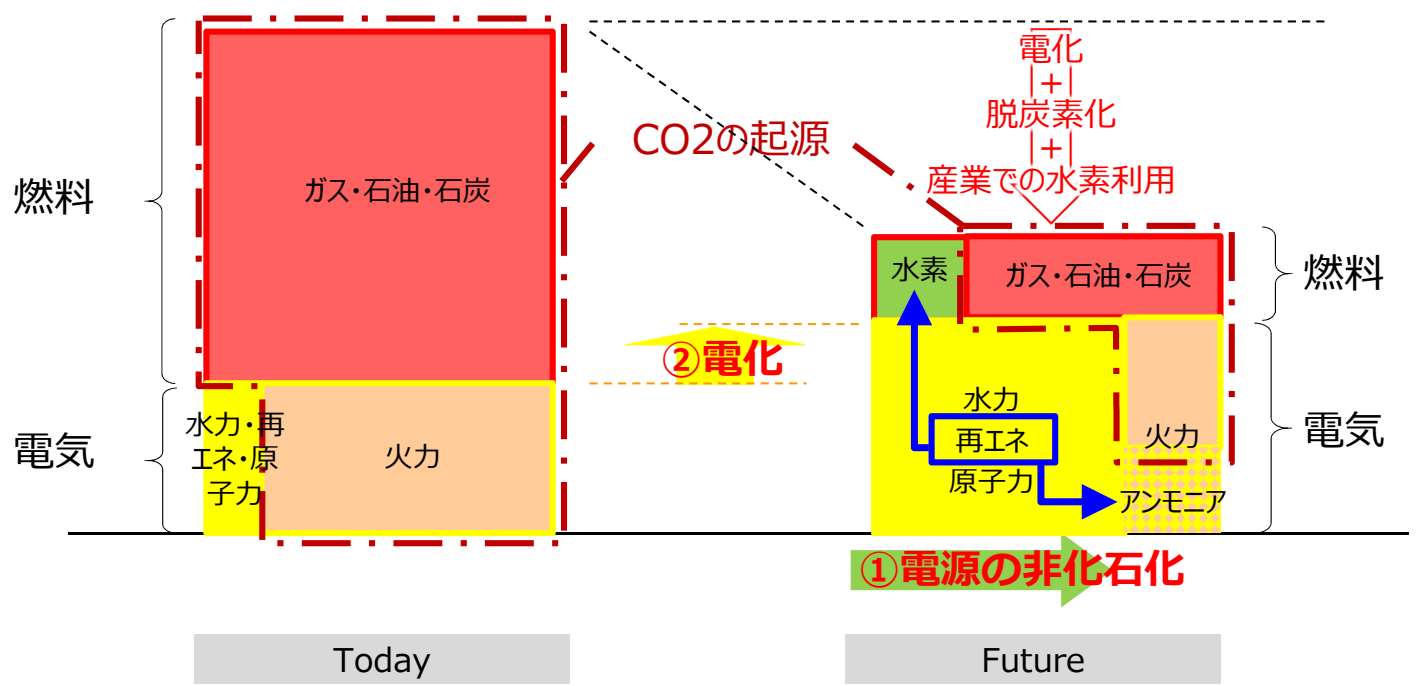
Incorporating Hydrogen into our Energy Mix

- ✓ Replace the direct use of fossil fuels with the use of electricity.
- ✓ Accelerate Decarbonization by multiplying “Non-fossil power sources” and “Electricity.”



カーボンニュートラルの鍵は「電化」と「電源の非化石化」の掛け算

- ✓ カーボンニュートラルの実現には化石燃料直接利用を電気利用へ代替していくことが重要。
- ✓ 給湯等の熱源のヒートポンプ化や、輸送部門の動力の電動化など、「電化」と「電源の非化石化」の掛け算で脱炭素化を加速。

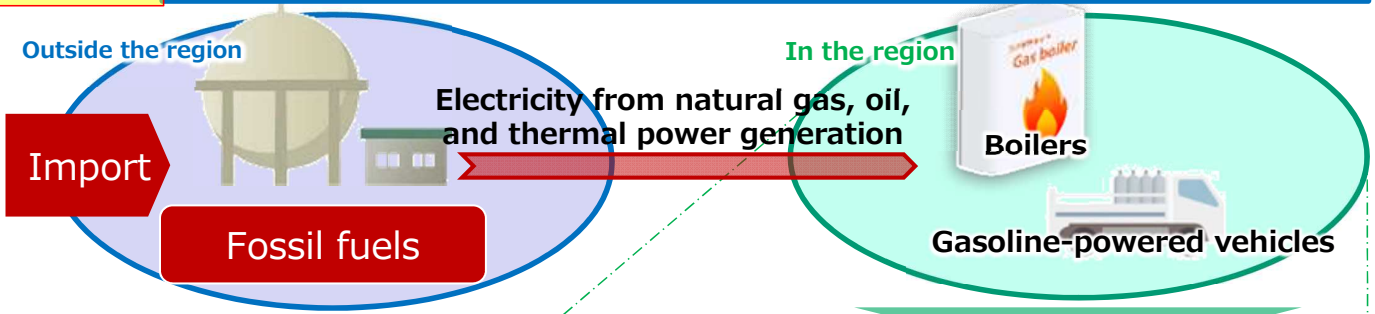




Energy Trends (Today and Future)

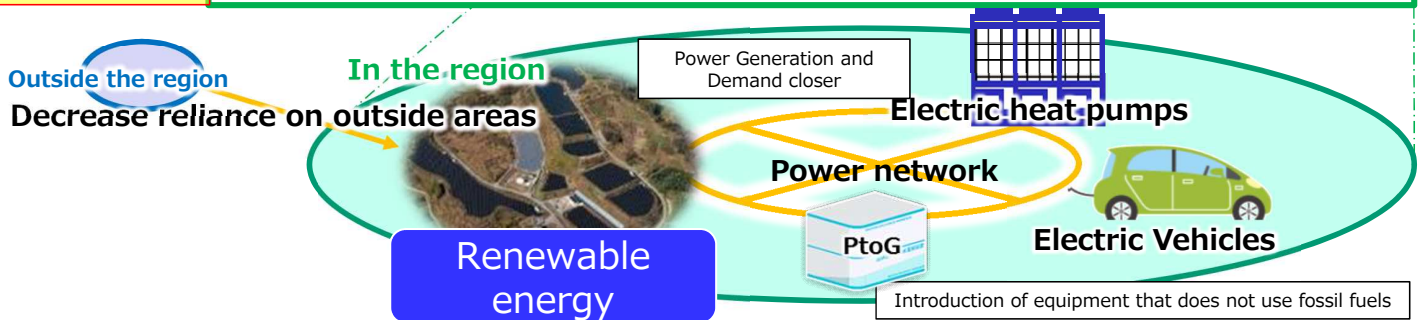
Today

Import of fossil fuels from outside the region



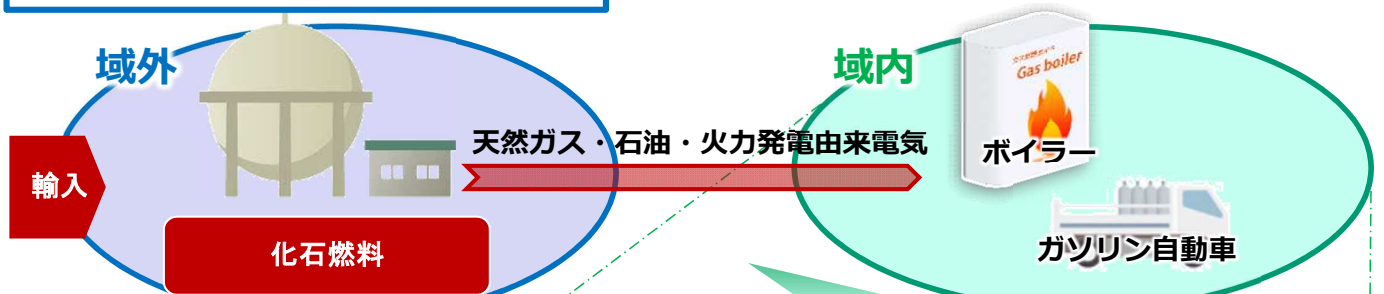
Future

Local production and local consumption of CO₂-free energy in the region



Energy Trends (Today and Future)

従来：エリア外から化石燃料を調達



これから：地域でCO₂フリーのエネルギーを地産地消

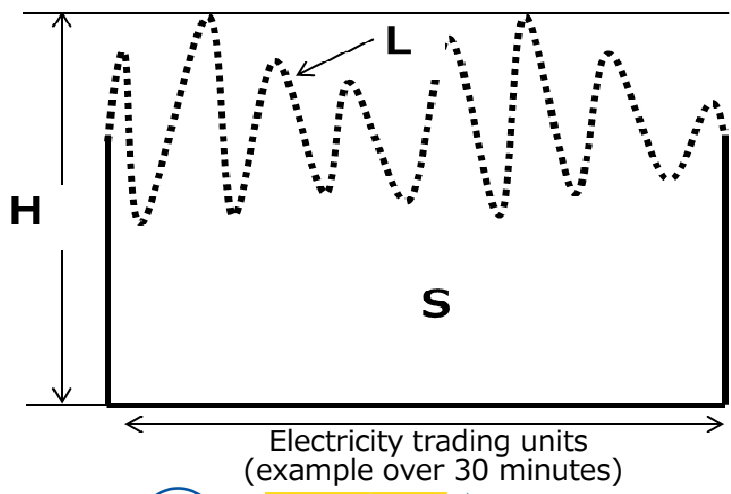




Three Values of Electricity

✓ The final product of electricity business is energy (kWh). The market for electricity mostly means “kWh market”. However, this is not the only value that electricity offers.

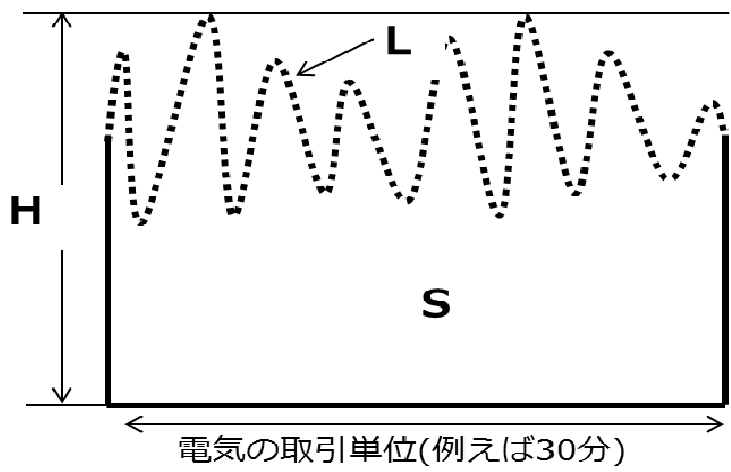
- ① **Energy** value of electricity as **kWh value**: area S
- ② **Call option**: Value for which kWh can be produced on demand (kW value: H height)
- ③ **Flexibility**: Value of maintaining kWh quality (frequency, voltage, etc.) by flexibly following fluctuations in supply and demand (**min. kW value**: length L)



電気の3つの価値

✓ 電気事業の最終商品はエネルギー(kWh)。電気の市場とは多くの場合kWhの市場。ただし、電源が提供する価値はこれだけではない。

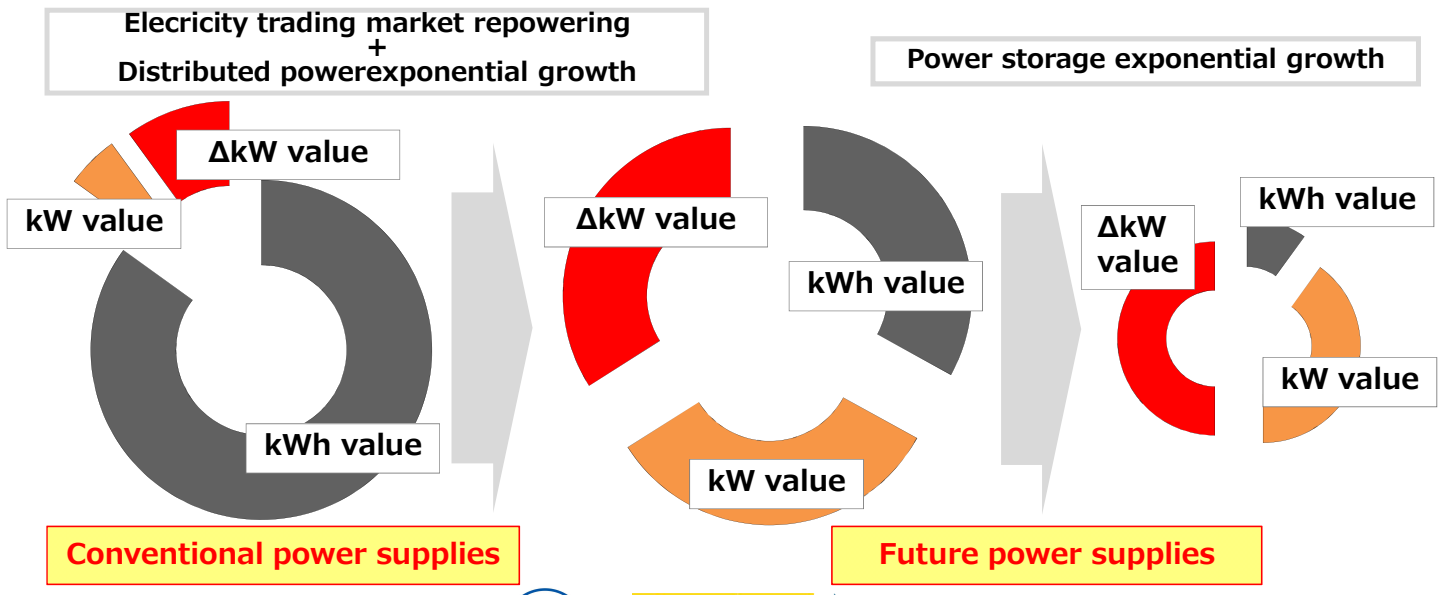
- ① エネルギーとしての電気の価値 (kWh価値 : 面積S)
- ② コールオプション : kWhを需要に応じて生産できる価値 (kW価値 : 高さH)
- ③ 柔軟性 : 需給の変動を柔軟にフォローし、kWhの品質 (周波数・電圧等) を維持する価値 (ΔkW価値 : 長さL)





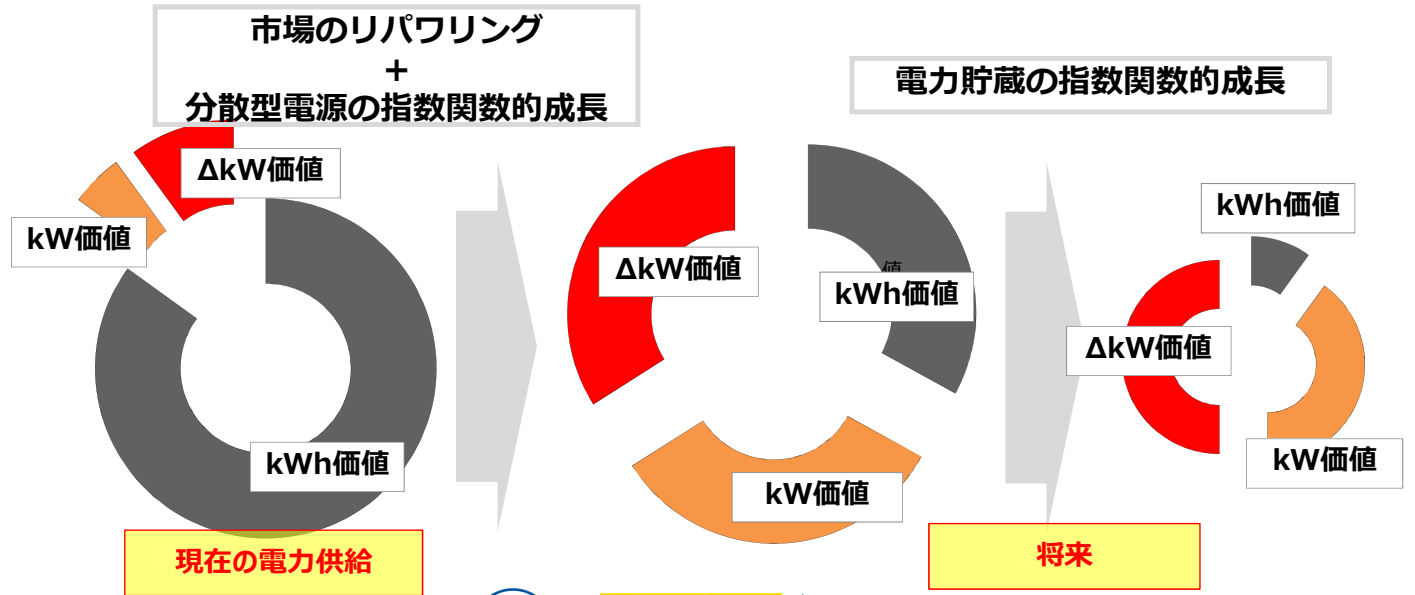
What Power Decentralization Will Bring to the Power Generation Market

- ✓ Conventional power supplies can deliver all three values. However, those have limited capacity of kW and ΔkW value.
- ✓ Since the distributed power source can not supply kWh and ΔkW , flexibility is required even on the user side.
- ✓ Challenge to operate DR (Demand Response) with Power to Gas that can utilize more ΔkW .



電源分散化は発電市場に何をもたらすか

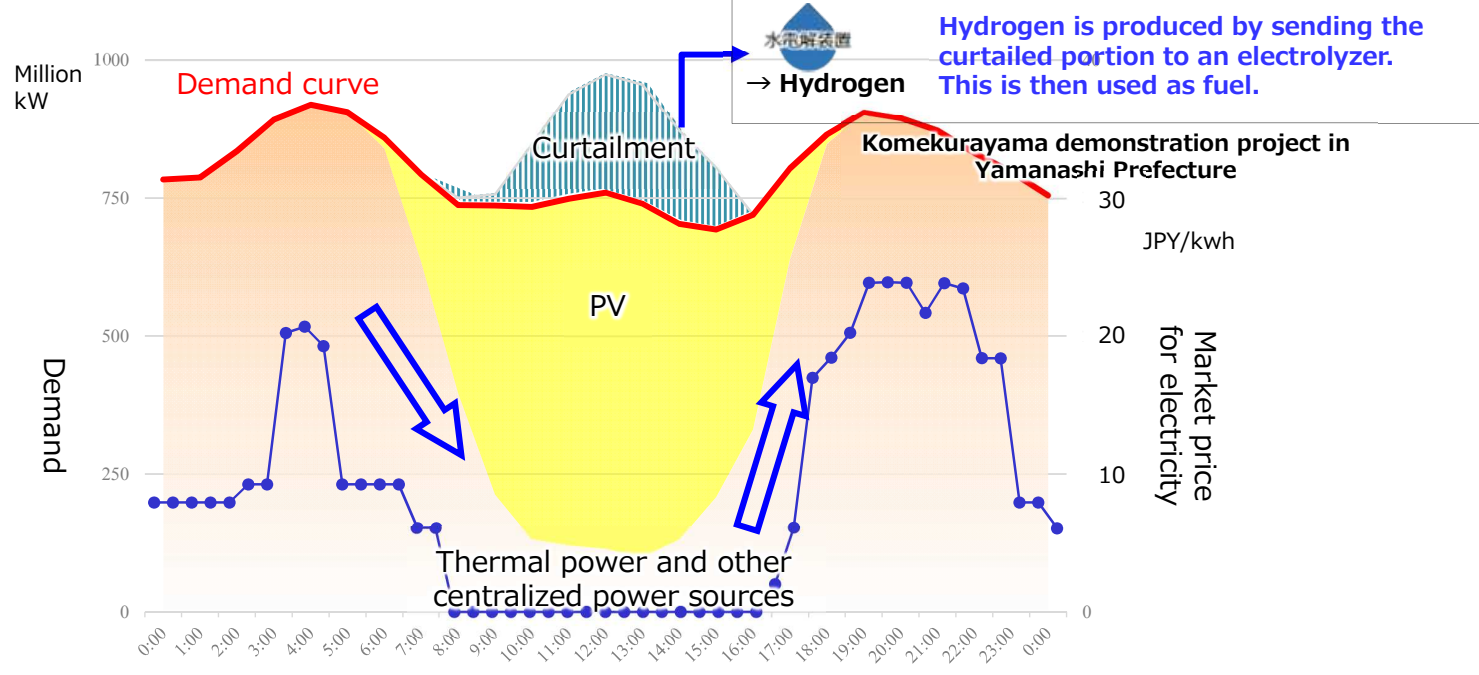
- ✓ 従来型の電源は(得手不得手はあっても) 3つの価値すべてを供給できた。
 - ✓ しかし、分散側電源はkWと ΔkW は供給できないため、利用側でもフレキシビリティが求められる。
- ⇒ ΔkW をより多く活用できるPtoGによるDR運用にチャレンジ





What Power Decentralization Will Bring to the Power Generation Market

- ✓ The number of light load days, when renewable energy is curtailed, increases.
- ✓ During this time, the market price is almost zero yen/kWh.

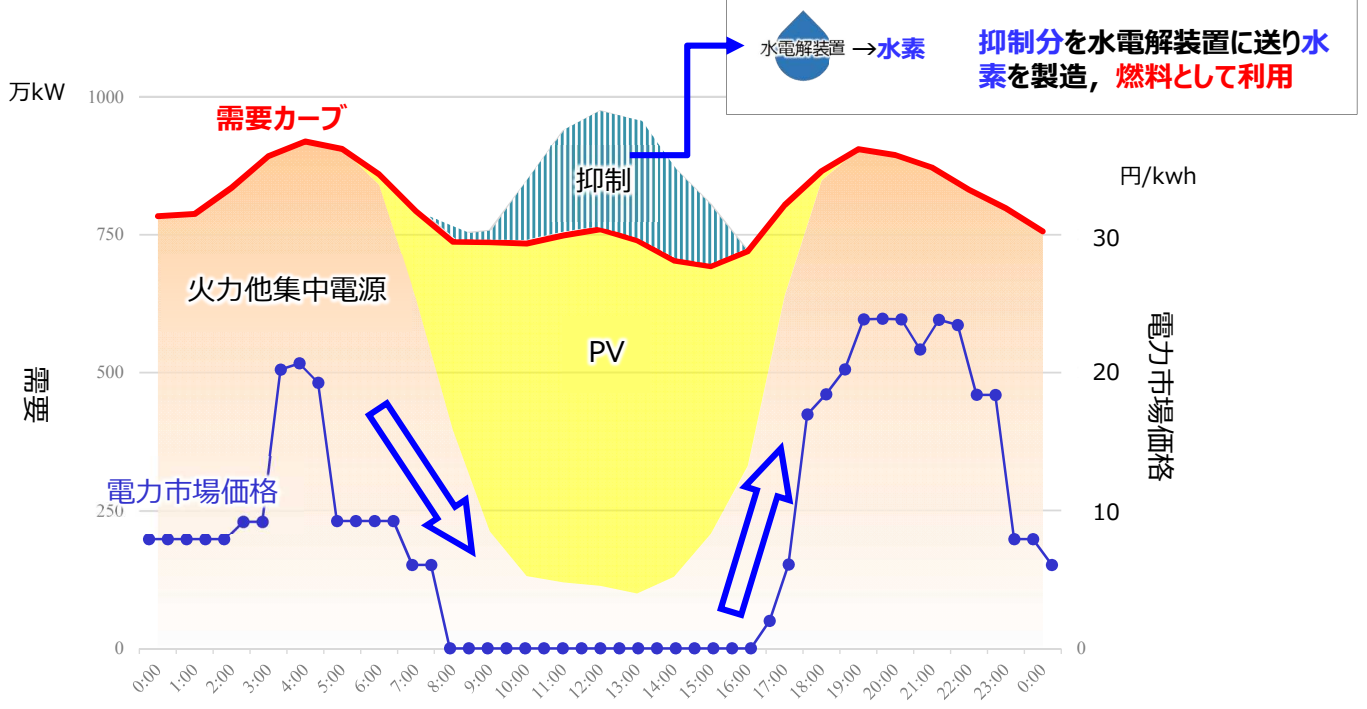


Example: Data from the Kyushu Area: April 3, 2022



再エネ余剰の増加

- ✓ 再エネが抑制される軽負荷日が増加。
- ✓ その間、市場価格はほぼ0円/kWh。



Example: Data from the Kyushu Area: April 3, 2022





Hydrogen Transportation

- ✓ Hydrogen poses many challenges for transportation, but green hydrogen promotion using power transmission and distribution networks is highly compatible with existing infrastructure
 - Hydrogen transport: low energy density, difficulties in liquefaction and compression, metal corrosion (hydrogen embrittlement)

<Types of Hydrogen Transportation>

	No.	Raw materials	Manufacture	Transportation	Manufacture	Customers	Assessment
Green Hydrogen	1	Renewable energy	—	Electricity transmission and distribution network	On-site manufacturing and storage	Plants	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Wide-area supply possible ✓ Utilization of existing facilities
	2		Water electrolysis				
Blue Hydrogen	3	Fossil, etc.	Modification and by-product CO ₂ separation storage and use	Gas conduit Lorries	—	Plants Business Sites	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Technical issues ✓ High cost ✓ Safety
	4						
Overseas hydrogen	5	—	—	Ocean-going vessels	—	Thermal power stations plants	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cost-effective conditions



水素の輸送

- ✓ 水素は、輸送に多くの課題が存在するが、送配電網利用のグリーン水素促進は既存インフラとの親和性が高い
 - 水素輸送：低いエネルギー密度、液化・圧縮の困難さ、金属腐食（水素脆化）

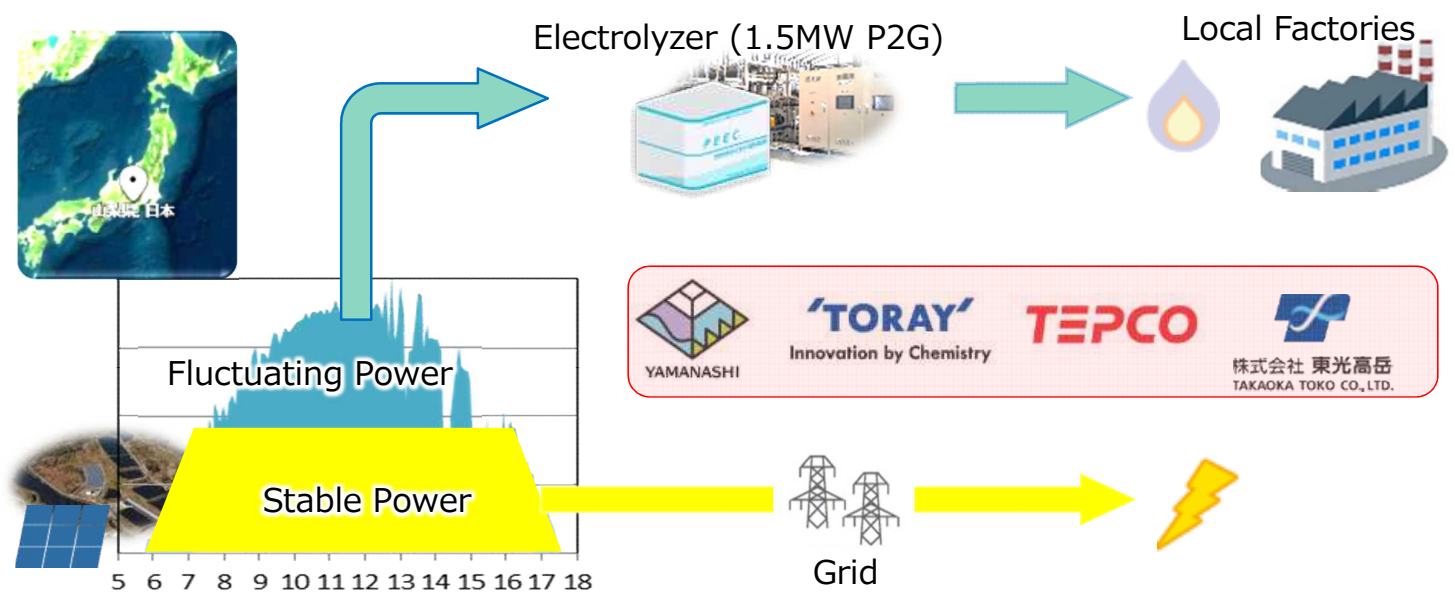
<水素輸送の種類>

	No.	原料	製造	輸送	製造	需要家	評価
グリーン水素	1	再エネ	—	送配電網	オンサイト製造・貯蔵	工場	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 広域供給可能 ✓ 既存設備活用
	2		水電解				
ブルー水素	3	化石等	改質・副生 CO ₂ 分離 貯留・利用	ガス導管 ローリー	—	工場 事業所	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 技術的課題 ✓ 高コスト ✓ 安全性
	4						
海外水素	5	—	—	外航船	—	火力発電所 工場	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 経済性が条件



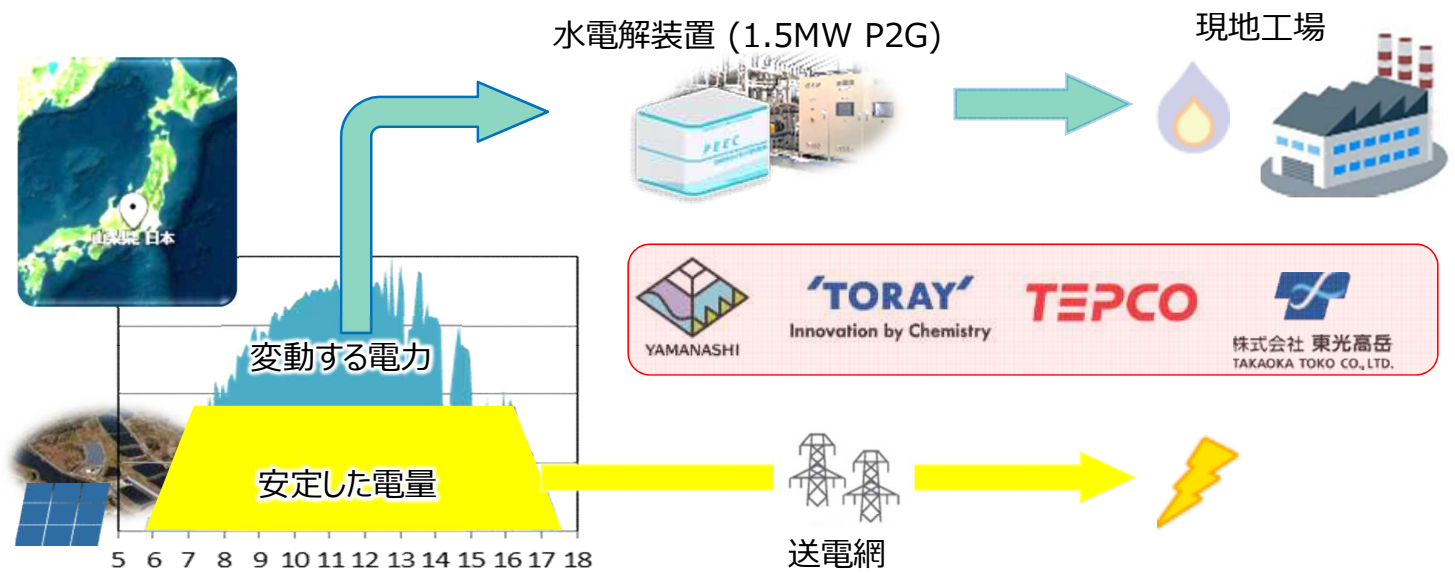
Hydrogen Supply P2G Demonstration in Yamanashi

- ✓ In 2016, the Yamanashi Prefectural Office, Toray, Takaoka Toko and TEPCO started a trial operation of Japan's first supply chain where CO2-free hydrogen produced from surplus solar energy replaces fossil fuels as a fuel to meet the high-heat demands of manufacturing sites.
- ✓ Solar energy converted to hydrogen is easily stored and transported, and when used as fuel in manufacturing, increases safety while lowering production costs.



山梨県における水素供給P2Gの実証試験

- ✓ 2016年, 山梨県・東レ・東光高岳・東京電力HDは, 製造現場の高温熱需要に対応するため, 化石燃料に代わり, 太陽光発電の余剰エネルギーから製造したCO2フリー水素を燃料とする, 日本初のサプライチェーンの実証試験を開始。
- ✓ 水素に変換されたエネルギーは貯蔵や輸送が容易であり, 製造現場で燃料として使用することで, 安全性を高めるとともに製造コストを下げることが可能。

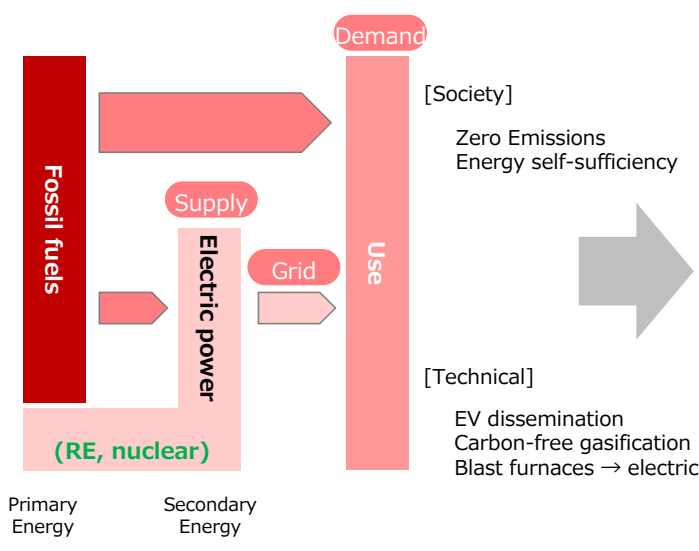




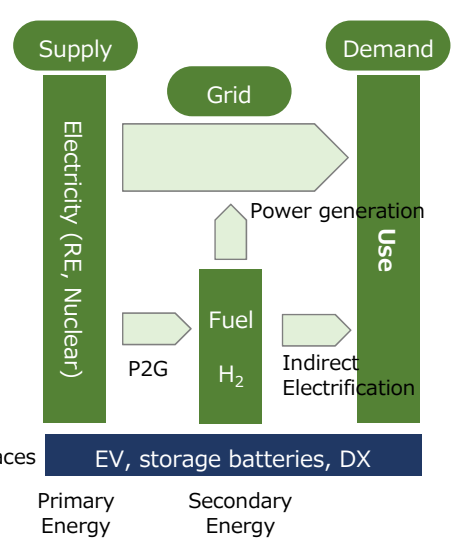
Energy Transformation

✓ As the introduction of renewable energy progresses, the usage of secondary energy will overtake that of primary energy.

<Current situation>



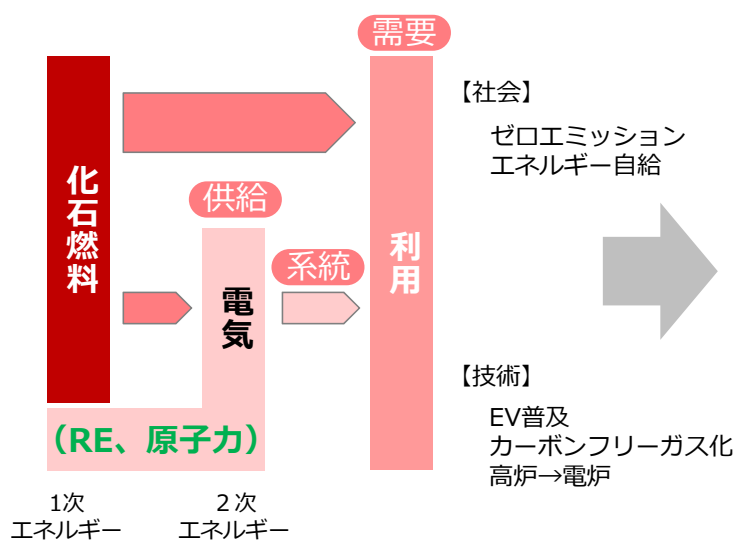
<Future>



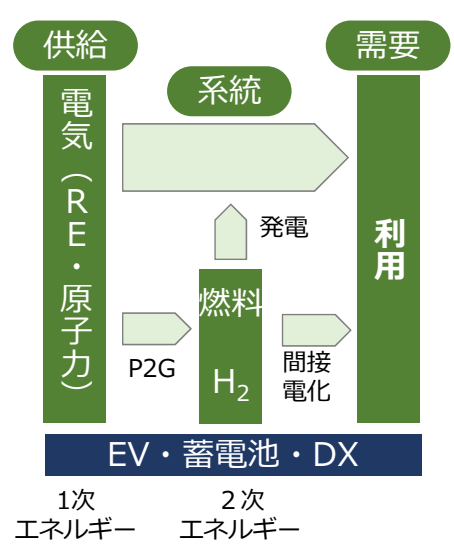
エネルギーフローの転換：EX（Energy Transformation）

✓ 再エネ電気の導入が進むと1次エネと2次エネが逆転

<現状>



<将来>





Summary

✓ Toward carbon neutrality

- Direct consumption of fossil fuels, which accounts for 70% of final energy consumption, must be reduced.
- Multiplication of "electrification of demand" and "de-fossilization of power sources".
- Challenge PtoG in areas that are difficult to electrify, such as industrial and transportation sectors (indirect electrification).
- Investment and social implementation toward carbon neutrality for economic growth.



まとめ

✓ カーボンニュートラルに向けて；

- 最終エネルギー消費の70%を占める化石燃料の直接消費の削減が必要
- 「需要の電化」と「電源の非化石化」の掛け算
- 産業部門・運輸部門など電化困難な領域はPtoGをチャレンジ（間接電化）
- カーボンニュートラルに向けた投資・社会実装で経済成長へ。