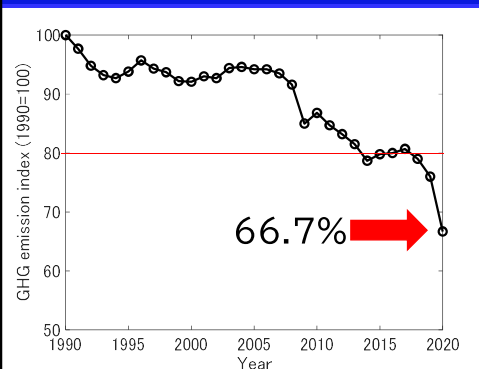


# 波力発電と市場動向 2022

今井康貴

佐賀大学 海洋エネルギー研究センター

## EU温暖化ガス排出量の推移(1990=100%)



- EU2020計画の結果
- 2020年には1990年比66.7%に削減され、当初削減目標を達成した。

Eurostat (2021), Greenhouse gas emission statistics - emission inventories, [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Greenhouse\\_gas\\_emission\\_statistics\\_-\\_emission\\_inventories](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Greenhouse_gas_emission_statistics_-_emission_inventories)

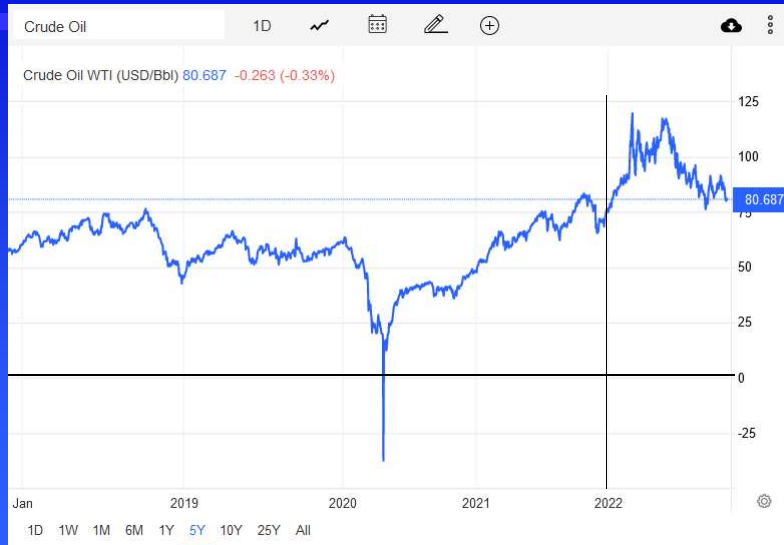
## Germany Natural Gas Border Price (USD/MMBtu)



[https://ycharts.com/indicators/germany\\_natural\\_gas\\_border\\_price](https://ycharts.com/indicators/germany_natural_gas_border_price)

2

## WTI原油價格 USD/Bbl



<https://tradingeconomics.com/commodity/crude-oil>

3

## JOGMEC 天然ガス・LNG 価格 2022/11



- ナイジェリア、マレーシアで供給面の問題が発生。
- モザンビークの浮体式LNG液化設備からの新規LNG生産、米国LNGプロジェクト輸出再開が期待される。

<https://oilgas-info.jogmec.go.jp/nglng/index.html>

4

## EU再エネ導入指針 Renewable energy directive

- 2019 EUの風力と太陽光による発電量が初めて石炭を上回る
- 2021 再生可能エネルギー指針が2030年の再エネ導入目標を40%に引き上げる提案
- 2022 REPowerEU計画が2030年の再エネ導入目標を45%に引き上げる提案

[https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en)

5

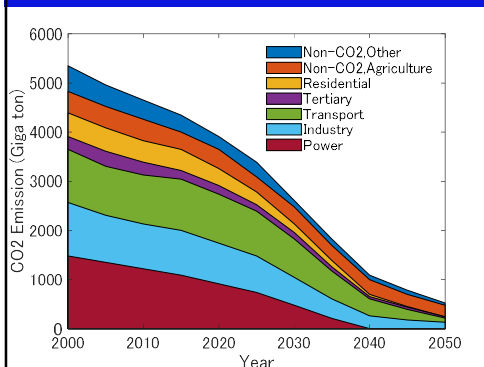
## REPowerEU (2022年5月)

- ロシアの化石燃料への依存を急速に減らし、再生可能エネルギーへの移行を早めるための計画
- 復興・回復基金(RRF: Recovery and Resilience Facility)が、EU内のインフラやエネルギープロジェクト、改革に関する計画や資金調達の調整を支援する
- 欧州グリーンディール法の「Fit for 55」パッケージにおける拘束力のあるエネルギー効率目標を9%から13%に引き上げる
- 参加国に代わってガス購入の交渉と契約を行う「共同購入メカニズム」の開発を検討
- 自然エネルギーの2030年の主要目標を40%から45%に引き上げる

[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_22\\_3131](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_3131)

6

## EU2050 脱炭素ロードマップ



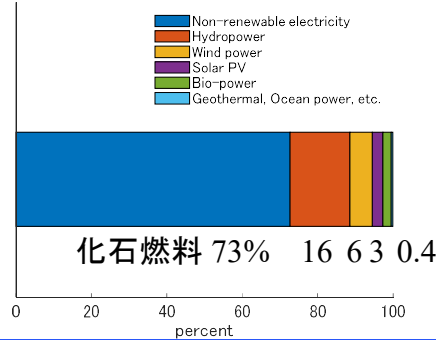
- 電気部門の排出量は、再生可能エネルギーによって最も削減される。
- 産業部門では、生産プロセスのエネルギー効率改善により、排出量を削減する。

- 運輸および農業部門は、2050年までの完全脱炭素化は技術的に不可能と考えられている。運輸部門の目標は2050年までに排出量の60%削減

RePowerEUでロシア化石燃料離れ, 再エネ加速を狙う

EU (2019), Going climate-neutral by 2050,  
<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/92f6d5bc-76bc-11e9-9f05-701aa75ed71a1>

## 世界全体の発電用エネルギーの割合(2020)

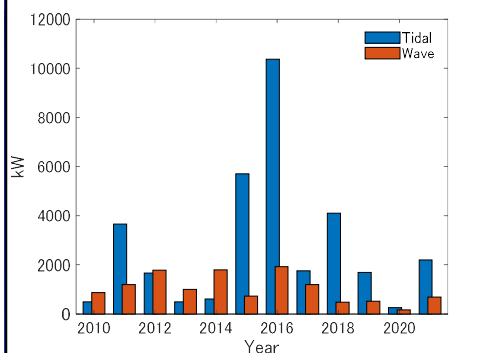


- 地熱, 海洋等は0.4%
- しかし, 海洋エネルギーは未利用資源量が大きいので, 今後拡大が期待される。

REN21 (2022), Renewables Global Status Reports, <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>

8

## EUにおける潮流および波力装置の設置容量(2021)



潮流発電装置:

- 2021年に260kW設置
- 現在11.5MW稼働中

波力発電装置:

- 2021年に200kW設置
- 現在1.4MW稼働中

Ocean Energy Europe (2022), Ocean Energy Key trends and statistics 2021, [https://www.oceanenergy-europe.eu/wp-content/uploads/2022/03/OEE\\_Stats\\_2021\\_web.pdf](https://www.oceanenergy-europe.eu/wp-content/uploads/2022/03/OEE_Stats_2021_web.pdf)

9

## 近年試験された波力発電装置

UniWave200	Wave Swell Energy	200kW	King Island, Tasmania	2021
OE35	Ocean Energy	500kW	Hawaii, USA	2021
Zhoushan (Sharp Eagle)	Guangzhou Institute of Energy Conversion	500kW	Wanshan Island, Zhuhai city, China	2020
Changshan (Sharp Eagle)	Guangzhou Institute of Energy Conversion	500kW	Wanshan Island, Zhuhai city, China	2021



[www.waveswell.com](http://www.waveswell.com)



[oceanenergy.ie](http://oceanenergy.ie)



[global.chinadaily.com.cn](http://global.chinadaily.com.cn)



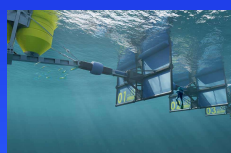
IEA - Ocean Energy Systems (2021), Wave current energy developments highlights 10

## 近年試験された波力発電装置

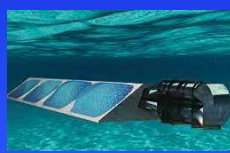
LAMWEC	Laminaria	200kW	Bergium	2021
Wavepiston	Wavepiston AS	200kW	Denmark	2019
mWave	Bombora	1.5MW	Wales	2021
PowrBuoy	OPT	3kW	North sea	2020



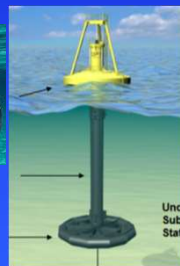
LAMWEC  
([www.emec.org.uk](http://www.emec.org.uk))



Wavepiston  
([www.wavepiston.dk](http://www.wavepiston.dk))



mWave  
([bomborawave.com](http://bomborawave.com))



PowerBuoy  
([oceanpowertechnologies.com](http://oceanpowertechnologies.com))

11

## OE35 Buoy (OceanEnergyUSA)



- 全長41m, 全幅 19m
- 喫水 10m, 排水量 862t
- 発電機 0.5MW (最大 1.25MW)
- 2021年7月に米軍海域に設置

<https://www.offshore-energy.biz/covid-19-delays-oe35-buoy-commissioning-in-hawaii/>

12

## HWEC



Havkraft社 (NORWAY)  
30kW  
1:10スケール



<https://havkraft.no/>

13

# Blue X



Mocean Energy社  
UK (SCOTLAND)  
10kW



<https://www.mocean.energy>

14

# Waveroller



AW Energy社  
Finland  
350kW

2019-2022

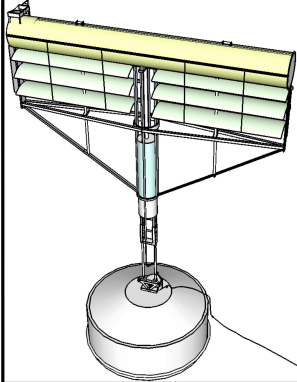


<https://aw-energy.com/waveroller/>

15



## Slow mill



Slow mill社  
Netherlands  
40kW

<http://www.slowmill.nl/>

16

## Waveline Magnet device



SWEL社  
CYPRUS  
?kW



<https://swel.eu/>

17

## Penguin 2



Wello Oy 社, Finland  
600kW

5 MW wave energy farm  
in Barbados

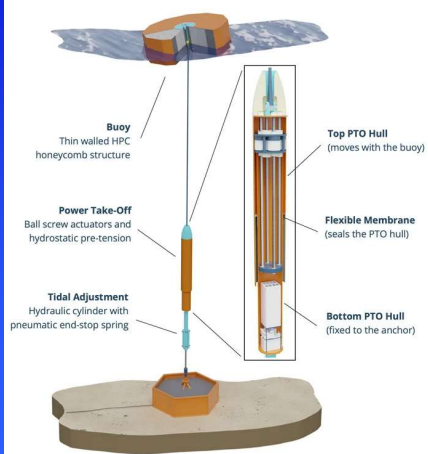
台湾でファーム

<https://wello.eu/>

18

## Infinity WEC

500 kW InfinityWEC Wave Energy Converter - Generation 6



Ocean Harvesting 社  
Sweden  
500kW

<https://oceanharvesting.com/>

19

## Gaia 淡水化ブイ



Ocean Oasis 社  
Norway  
?kW  
主に海水淡水化

<https://www.oceanoasis.co/launch-of-pilot-buoy-gaia/>

20

## TritonC



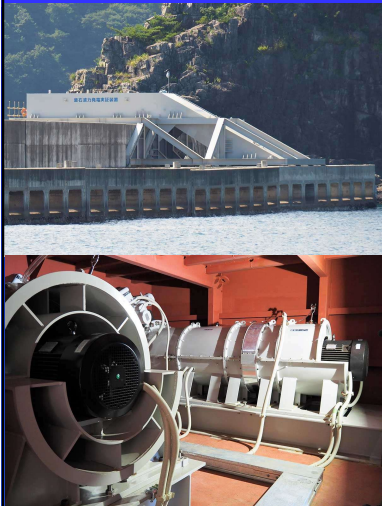
Oscilla Power 社  
US  
?kW  
ハワイWETSで試験中



<https://www.oscillapower.com/>

21

## 振動水柱型波力発電装置



岩手県釜石市2022年7月発電開始  
環境省事業「インテリジェント吸波式波力発電  
による地域経済循環ビジネスモデル実証事業」

<https://marine-energys.com>

<https://en-trance.jp/news/kamaishishinbun-news/31950.html>

22

## 振り子型波力発電装置(油圧シリンダ鉛直配置式)



- 神奈川県平塚市  
2020年2月設置
- 45kW at  
Hs=1.5m
- 2023年福島県浪  
江町に設置予定

[https://www.kyuei.co.jp/210901\\_e-WaveRD\\_siryo.pdf](https://www.kyuei.co.jp/210901_e-WaveRD_siryo.pdf)  
<https://hamasakoi.jp/archives/news1/102201/>

23

## 平塚市による会社設立(2021/9/1)

### 株式会社 e-ウェーブ R&D

海洋立国の日本でグリーン電力を波で創る  
自治体と民間企業が協力して会社を立ち上げ

#### 【業務内容】

- ✓ 波力発電所の建設に関わる企画・調査・設計
- ✓ 発電事業者の高い障壁となる各種の許認可手続き代行
- ✓ 波力発電所の設置による地球環境保全、地域振興に関わるコンサルティング

#### 【所在地】

神奈川県平塚市

#### 【株主（発起人）】

- ✓ 法人は民間企業3社\*と平塚市  
\* (株)ワイテック、(株)東京久栄、(株)サンユウビルエンジニアリング
- ✓ 個人株主7名

・ 民間企業3社と平塚市が新企業を設立

・ 波力発電所の建設に関わる企画・調査・設計業務などを行い、2025年までに電力量1メガワットを超える波力発電所の展開を目指す

<https://e-waverd.co.jp/>

24

## 国土交通省スマートアイランド推進実証調査(R2～)

### スマートアイランドの推進

国土交通省

公共交通や医療・教育の不足、ライフラインの脆弱性といった離島地域の課題を民間企業等有する新技術の実装により解決するスマートアイランドの取組を推進。

#### 取組のイメージ

##### 離島地域の課題【ニーズ】の例

##### 【海上交通】

- 物資の輸送を海上に依存しており、荒天が継続すると島内の生活物資が不足し、島民の生活に支障を来す。



##### 【公共交通】

- 離島地域においては人口減少に伴いバスなどの公共交通網が衰退し、住民の生活に支障を来す。



##### 【観光】

- 離島地域を訪れる観光客は増加傾向であるものの、繁閑の差が著しく、特に夏季の多客期に十分な輸送サービスを提供できない。



##### 【エネルギー】

- 独自で発電所を有している離島においては、本土に比して高コストなエネルギー供給体制となっている状況。



##### 【医療】

- 都市部に比して不便な生活環境や採算確保の困難さから医師不足が常態化しており、島民に対して十分な医療サービスが提供できていない。



・・・など

##### 民間企業等有する新たな技術・知見【シーズ】の例

- ドローンによる輸送サービスの提供



- 自動運転グリーンスローモビリティによる公共交通サービスの提供



- 再生可能エネルギー、蓄電池などを活用した新たな電力供給体制の確保



- ICTを用いた遠隔診療の実施



・・・など

離島地域が有する課題【ニーズ】と民間企業が有する新技術等【シーズ】をマッチングさせ、現地に実装

<https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/chirit/smartisland.html>

25

## 回答されたニーズ(引続き募集中)

スマートアイランドの実現に向けたニーズ提案

令和22年11月29日から令和22年3月13日まで、スマートアイランドの実現に向けたニーズ・シーズを募集しました。本ページでは、18の地方公共団体から提案いただいたニーズ提案を掲載しています。

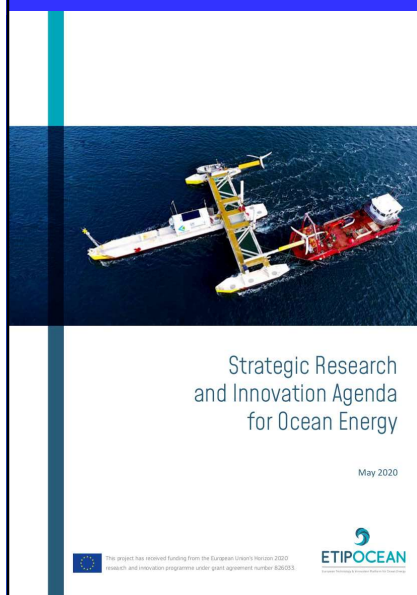
○提案の分野と地方公共団体の一覧  
(分野をクリックすると当該分野のニーズ提案をダウンロードできます。)

	交通・モビリティ	エネルギー	物流	防災	観光	教育	健康・医療	環境	産業	担い手確保・人材育成	その他
1 本島町	◎	◎									
2 利島村	◎	◎	◎	◎				◎			
3 佐渡市	◎							◎	◎		
4 南知多町	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎				
5 島羽市							◎				
6 笠岡市		◎		◎					◎		
7 三豊市	◎	◎	◎		◎			◎		◎	
8 播磨市	◎			◎		◎	◎				◎
9 対馬市	◎				◎		◎		◎		
10 佐世保市	◎	◎	◎	◎	◎		◎		◎		
11 新上五島町	◎		◎	◎	◎						
12 五島市		◎		◎							
13 五島市			◎	◎							
14 五島市			◎				◎				
15 西海市	◎										
16 長崎市			◎								
17 薩摩川内市	◎										

<https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/chirit/smartisland.html>

26

## Strategic Research and Innovation Agenda for Ocean Energy / ETIP Ocean 2020



- European Technology and Innovation Platform for Ocean Energy (ETIP Ocean)
- 優先すべき研究と技術をリストアップ
- 装置開発者向け

<https://www.etipocean.eu/resources/strategic-research-and-innovation-agenda-for-ocean-energy/>

27

## Strategic Research and Innovation Agenda for Ocean Energy / ETIP Ocean 2020

海洋エネルギーの研究、開発、革新における課題領域と優先トピック

### 1. 海洋エネルギー装置の設計と検証

- ・実際の海の状況での経験を増やすための海洋エネルギー装置のデモンストレーション
- ・海洋エネルギーパイロットファームのデモンストレーション
- ・PTOおよび制御システムの改善とデモ
- ・他の部門からの革新的な材料の適用
- ・新しい波力エネルギー装置の開発
- ・潮汐用ブレードとロータの改良

28

## Strategic Research and Innovation Agenda for Ocean Energy / ETIP Ocean 2020

### 2. 基礎、接続、係留

- ・浮体式海洋エネルギー装置用の高度な係留・接続
- ・海底固定海洋エネルギー装置の接続システムの改善

### 3. ロジスティクスと運用

- ・海上物流と運用の最適化
- ・状態監視と予知保全の計装

### 4. エネルギーシステムの統合

- ・ニッチな市場における海洋エネルギーの商業的な開発と実証
- ・海洋エネルギーの系統スケールのメリットの定量化と実証

29

## Strategic Research and Innovation Agenda for Ocean Energy / ETIP Ocean 2020

### 5. データ収集と分析およびモデリングツール

- ・海洋エネルギー装置の設計と運用を最適化する海洋観測とモデリング

- ・海洋エネルギーのオープンデータリポジトリ

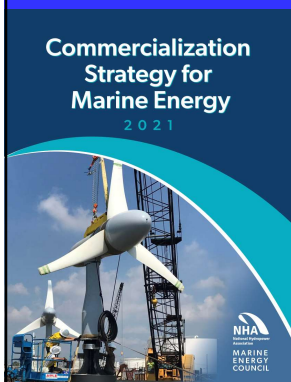
### 6. 分野横断的な課題

- ・海洋エネルギーの環境および社会経済的影響の改善

- ・標準化と認証

30

## US Marine Energy Commercialization Strategy (米国海洋エネルギー商業化戦略)



National Hydropower Associationの Marine Energy Councilが予想する米国海洋エネルギー技術の導入量

50 MW by 2025

500 MW by 2030

1 GW by 2035

この展開目標を達成するために、10分野での連邦政府の行動が提案された。

National Hydropower Association - Marine Energy Council (2021), Commercialization Strategy for Marine Energy 2021

31



## US Marine Energy Commercialization Strategy

1. 海洋エネルギー技術システムの設計、製造、デモンストレーションのサポート
2. 分散型電源機能への投資
3. オフグリッド電力への投資
4. 基礎研究と技術のサポート
5. テストインフラストラクチャと技術検証アクティビティのサポート
6. 海洋エネルギー技術導入への金銭的インセンティブ
7. 国際的な経験と基準の活用

National Hydropower Association - Marine Energy Council (2021), Commercialization Strategy for Marine Energy 2021

32

## US Marine Energy Commercialization Strategy

8. 認可の合理化と規制障壁の削減
9. 労働力の増加への支援
10. 連邦政府の計画、人員配置、および業界の関与

National Hydropower Association - Marine Energy Council (2021), Commercialization Strategy for Marine Energy 2021

33

## ITTC 7.5-02-07-03 国際試験水槽会議(ITTC)ガイドライン

1	Floating Offshore Platform Experiments	2021 3
2	Analysis Procedure for Model Tests in Regular Waves	2021 3
3	(Model Tests on Tanker-Turret Systems) Deleted	2014
4	(Active Hybrid Model Tests of Floating Offshore Structures with Mooring Lines) Deleted	2021
5	Passive Hybrid Model Tests of Floating Offshore Structures with Mooring Lines	2021 3
6	Dynamic Positioning System Model Test Experiments	2021 2
7	Wave Energy Converter Model Test Experiments	2021 2
8	Model Tests for Offshore Wind Turbines	2021 2
9	Model Tests for Current Turbines	2021 2
10	Guideline for VIV Testing	2021 1

34

## ITTC 7.5-02-07-03 国際試験水槽会議(ITTC)ガイドライン

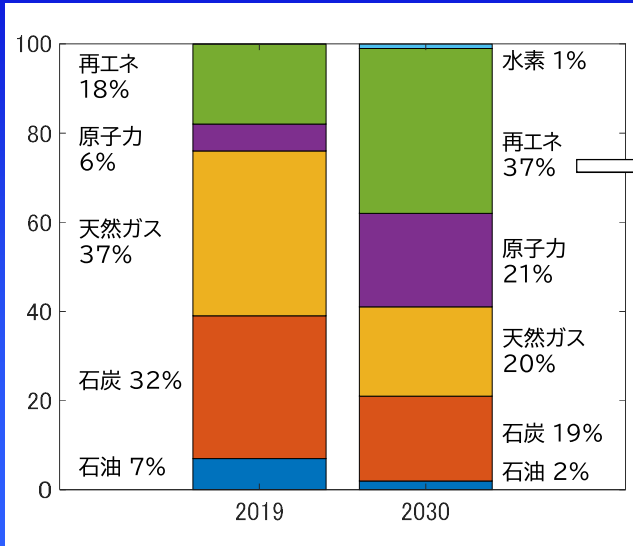
11	Guideline for Model Tests of Stationary Multi-Bodies Operating in Close Proximity	2021 1
12	Uncertainty Analysis for a Wave Energy Converter	2021 1
13	Guideline for VIM Testing	2021 1
14	Analysis Procedure of Model Tests in Irregular Waves	2021 1
15	Uncertainty analysis - Example for horizontal axis turbines	2021
16	Model Construction of Offshore Systems	2021 0
17	Uncertainty Analysis for Model Testing of Offshore Wind Turbines	2021 0
18	Practical guidelines for numerical modelling of wave energy converters	2021

<https://itcc.info>

35

## まとめ

### 2030年の電源構成目標(第6次エネルギー基本計画)



太陽光 15%  
 水力 11%  
 風力 5%  
 バイオマス 5%  
 地熱 1%

資源エネルギー庁:2030年度におけるエネルギー需給の見通し(2021)

## 総合・原子力

### 難しい「電源別コスト」/エネ庁、



主な電源の発電コスト

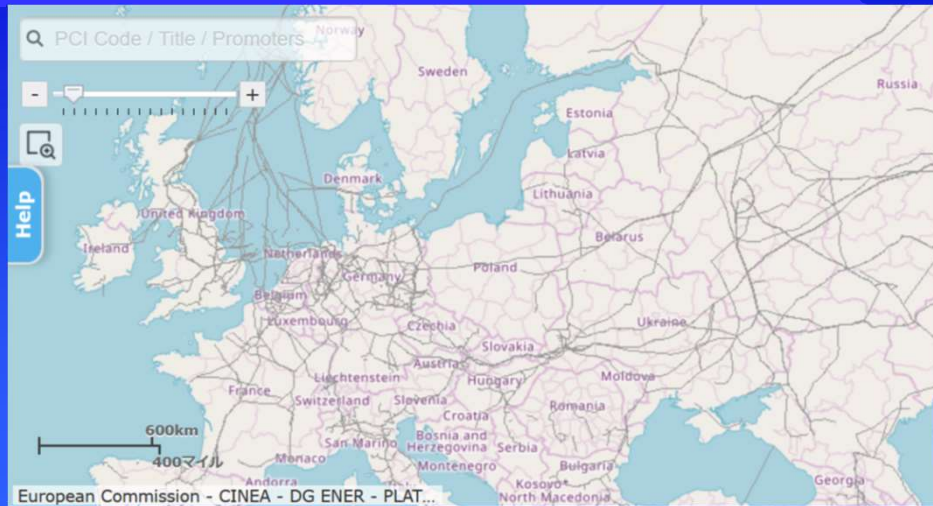
電気新聞web  
2021年8月5日

## 2020 EU climate & energy package

### ヨーロッパ2020気候およびエネルギーパッケージ (2009年制定)

1. 2020年までに、温室効果ガス排出量を1990年のレベルと比較して少なくとも20%削減(可能であれば30%)。
2. 最終エネルギー消費に占める再生可能エネルギーの割合を20%に増やす
3. エネルギー効率を20%向上

## ロシアからのガスパイプライン輸送



[https://ec.europa.eu/energy/infrastructure/transparency\\_platform/map-viewer/main.html](https://ec.europa.eu/energy/infrastructure/transparency_platform/map-viewer/main.html)

40

## Rules and guidelines

- DNV, DNVGL-RU-OU-0512, Floating offshore wind turbine installations, 2021/7改訂
- IEC/TS 62600-10 Ed. 2.0:2021 (en) 海洋エネルギー — 波, 潮差及びその他の海流コンバータ — 第10部: 海洋エネルギーコンバータ(MEC)の係留方式の評価 2021/7改訂
- ISO 29400, Ships and marine technology — Offshore wind energy — Port and marine operations, May 2020;

41

## Rules and guidelines

- ABS Guide for Building and Classing Bottom-Founded Offshore Wind Turbine Installations, July 2020;
- ABS Guide for Building and Classing Floating Offshore Wind Turbine Installations, July 2020;