

NEDO Sunshine Project
50th Anniversary Symposium
June 20, 2024

**The 50th Anniversary of “Sunshine Project”
and
Wind Power Development in Japan**

Prof. Emeritus Ashikaga University
Izumi Ushiyama

Sunshine Project and Wind Power Development in Japan

1. The 1973 Oil Crisis; the IEA and the Sunshine Project

2. History of LWG introduction by NEDO

2.1 Futopia Project and the Sunshine Project

2.2 The Pioneering period of LWG Development

2.3 Wind Atlas and WPG for Remote Islands

2.4 Wind Power Generation Field Test Project

3. Japanese Style WPG and Present Status

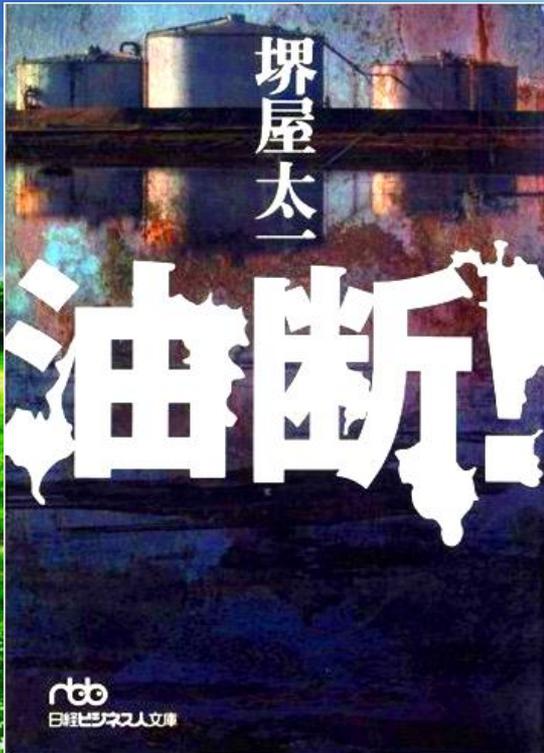
4. Rapid Progress of Offshore WPG

The Sunshine Project

Initiated in July, 1974

Just after “The Oil Crisis”
in 1973

The Origin of
Japanese National
Projects on
Renewable Energy
Technologies!



Mr. Taichi SAKAIYA

From the 10-year history of the Sunshine Project

Solar Energy Technology

太陽熱発電システム
太陽光発電システム
太陽熱電子発電; 宇宙発電; etc
太陽冷暖房・給湯システム
太陽エネルギー新技術

Geothermal Energy

探査・採取技術
熱水利用発電技術
火山発電技術
地熱エネルギー多目的利用技術

(Coal Gasification/Liquefaction)

Hydrogen Energy

水素製造技術
水素輸送・貯蔵
水素利用技術: 燃焼; 化学利用; 燃料電池; etc
水素保安技術
水素エネルギーシステム

General Technology

Total System

Technology Assessment

Wind Power Generation, Ocean Thermal Energy Conversion

International Cooperation, etc.

Sunshine Project and Wind Power Development in Japan

1. The 1973 Oil Crisis; the IEA and the Sunshine Project

2. History of LWG introduction by NEDO

2.1 Futopia Project and the Sunshine Project

2.2 The Pioneering period of LWG Development

2.3 Wind Atlas and WPG for Remote Islands

2.4 Wind Power Generation Field Test Project

3. Japanese Style WPG and Present Status

4. Rapid Progress of Offshore WPG

“Futopia Project” by Science and Technology Agency

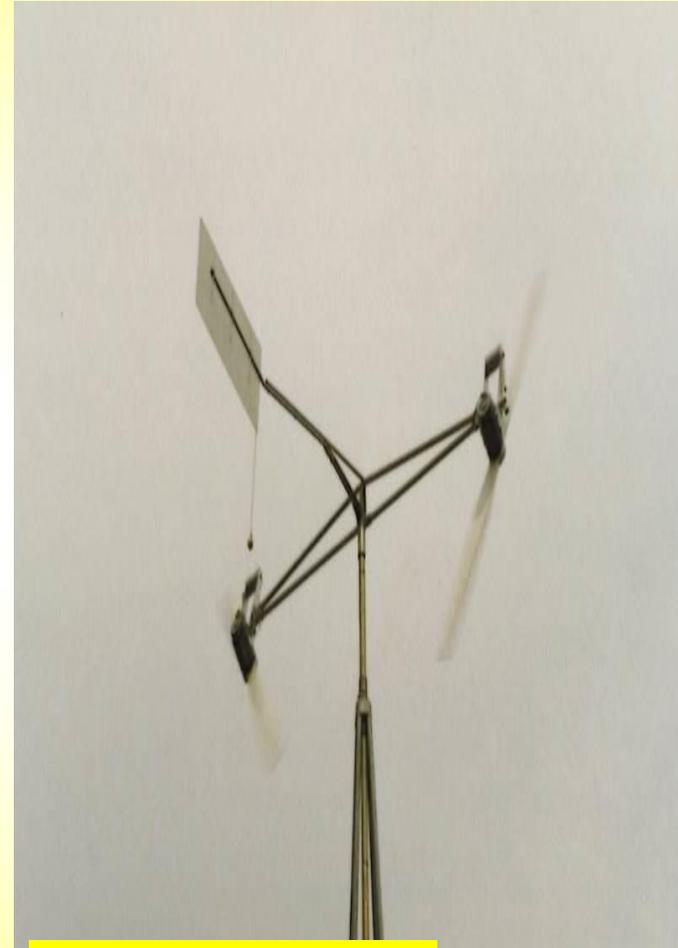
Demo. Test of Small Wind Turbines (1978~1979)



富士電機製 750W
(愛知県知多半島
武豊農業試験センター)

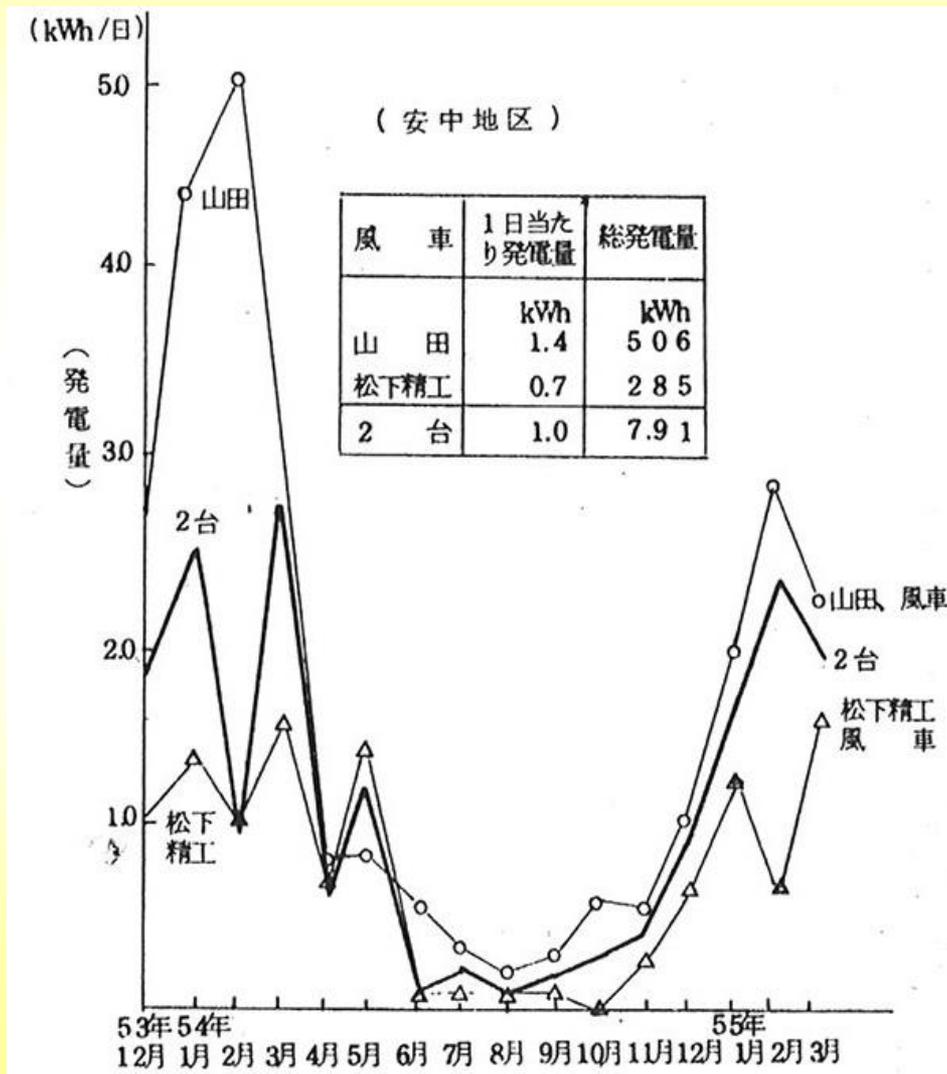


松下精工製 3kW
【群馬県 安中ゴルフ場】



山田風車 1kW
(愛知県知多半島
武豊農業試験センター)

Operation result of Small Wind Turbines at Annaka in Gunma Pref.



JWEA has established in 1977

ひと

日本風力エネルギー協会
をつくった

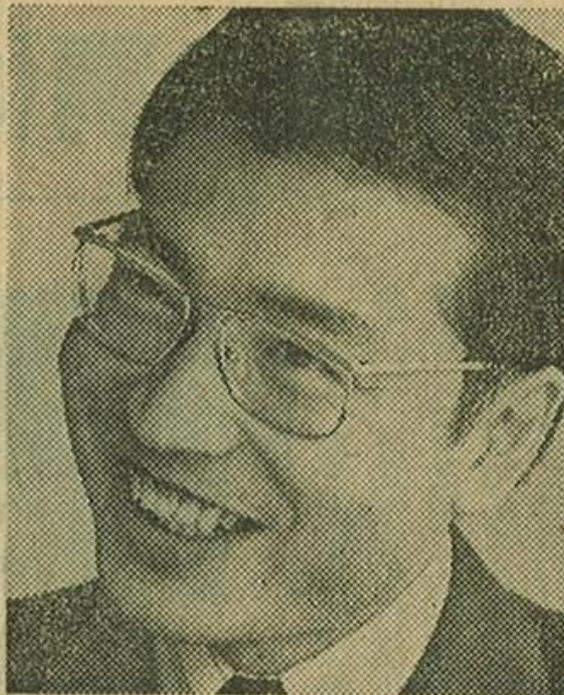
牛

山

泉

昨年と一昨年、国際ガスタービン会議でアメリカに行ったとき、めばしい風力発電施設を何カ所か見た。「たとえはオクラホマ州立大は全学あげて取り組み、町の一五分の電力を供給しているんです」。感心の体である。「全米でエネルギー節約運動が盛ん。国家的プロジェクトに参加しようという意識が、一人ひとりに強烈」。それに比べると。「ええ。うちの学生を見ても、車で来る必要はなさそうなのに乗って来たり」

このアメリカの見聞や日本の現状を、太陽エネルギー学会誌に書いた。「反響がありましてね。全国各地から手紙がいっぱい。思わぬ知り合いが出来て、やりとりしてゆくうちに、風力



長野県生まれ。上智大理工学部卒。同大学院博士課程ののち46年足利工業大講師、49年助教授。工博。川崎市在住。35歳。

エネルギー協会を、と思ったわけです」。今月末発足にこぎつけた。会長は航空宇宙工学の佐貫亦男氏に。

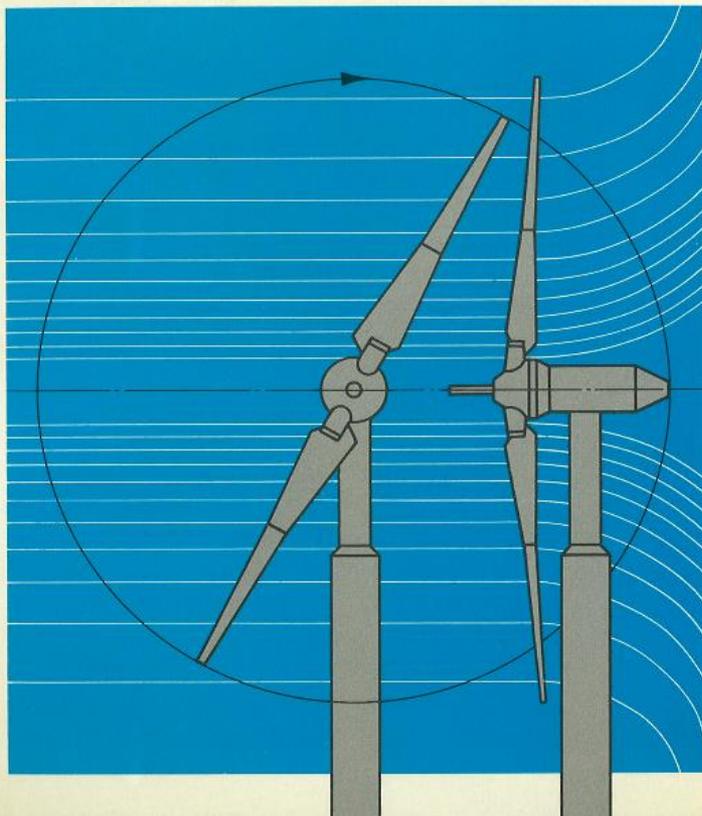
当面、会員は何人？ 「六十人くらい。北海道から沖縄まで。中学生もいれば、企業家もいる。もちろん各地で一匹おおかみで風車をつくってきたアマチュアも」。機関紙発行、研究発表、見学会などを計画中という。「政府もやっとな腰を上げかかってきました。ただ、お役所には使命感がない」

朝日新聞、1977年(昭和53年)11月

“A Guidebook for Wind Energy”

風力エネルギー読本

工学博士 本間琢也 編 ● オーム社



サンシャイン計画風力準備研究会の
報告書を市販

(1979年)

執筆者一覧 (50音順)

- | | |
|-------|-----------------------|
| 牛山 泉 | (足利工業大学工学部助教授・工学博士) |
| 津曲辰一郎 | (株式会社三菱総合研究所) |
| 本間 琢也 | (工業技術院電子技術総合研究所・工学博士) |
| 水谷 八郎 | (工業技術院機械技術研究所) |
| 吉田 作松 | (日本気象協会研究所・理学博士) |
| 萬 昌夫 | (株式会社三菱総合研究所) |

Sunshine Project and Wind Power Development in Japan

1. The 1973 Oil Crisis; the IEA and the Sunshine Project

2. History of LWG introduction by NEDO

2.1 Futopia Project and the Sunshine Project

2.2 The Pioneering period of LWG Development

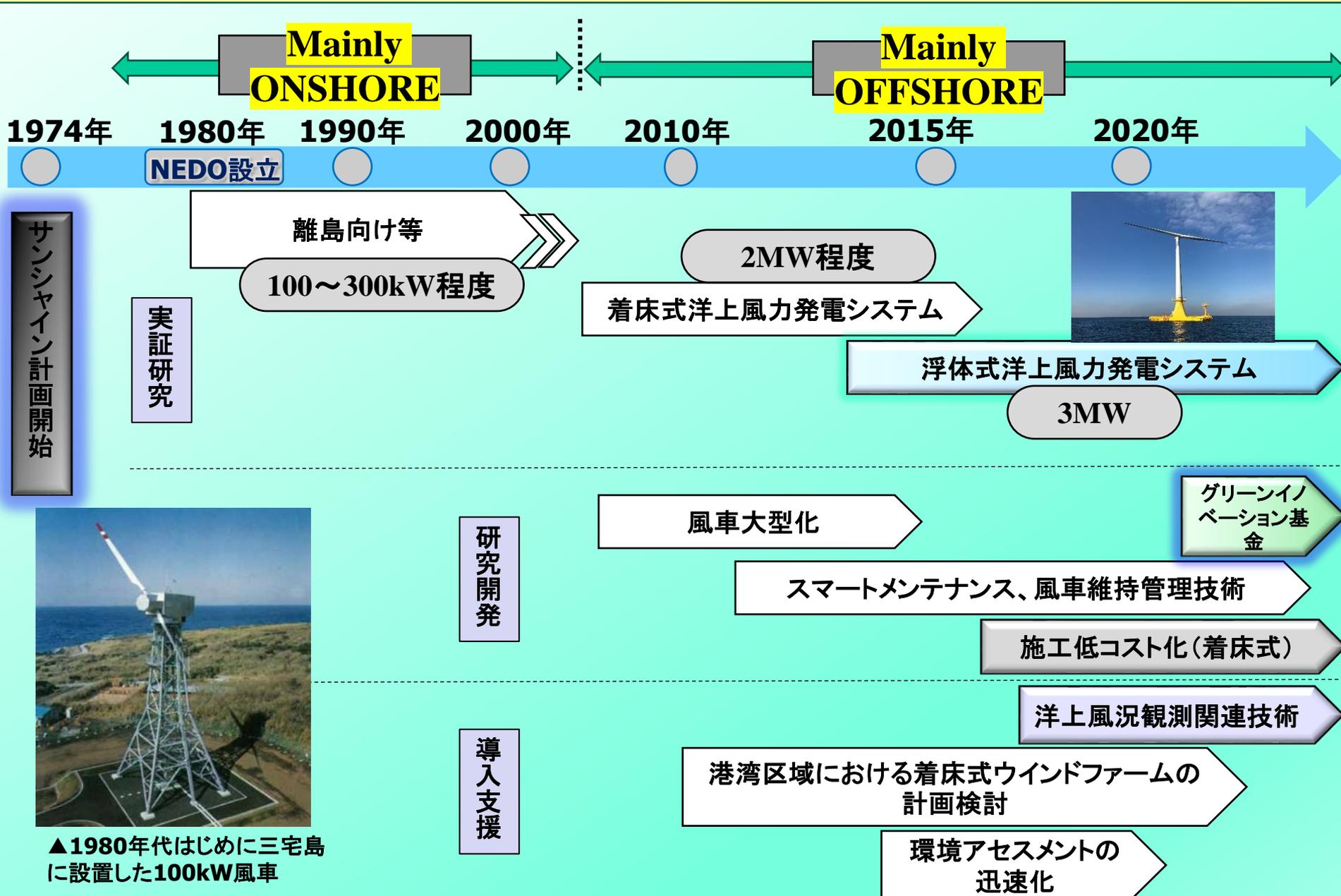
2.3 Wind Atlas and WPG for Remote Islands

2.4 Wind Power Generation Field Test Project

3. Japanese Style WPG and Present Status

4. Rapid Progress of Offshore WPG

Transition of NEDO's WPG Project



NEDO 100kW

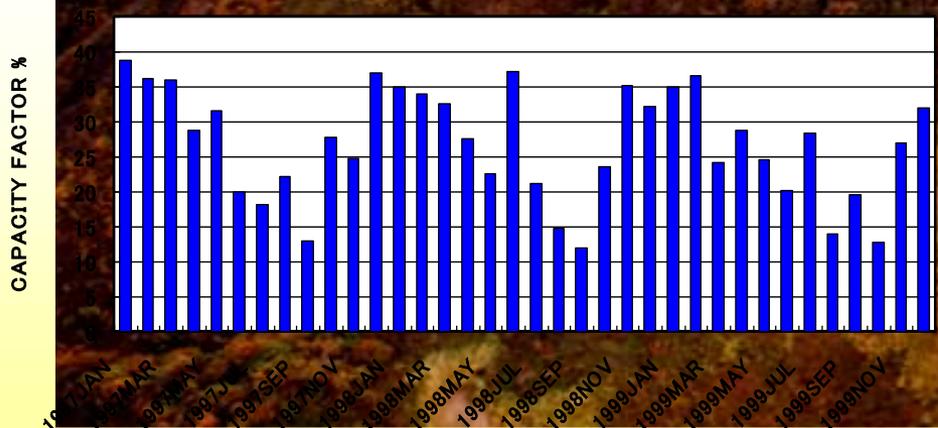
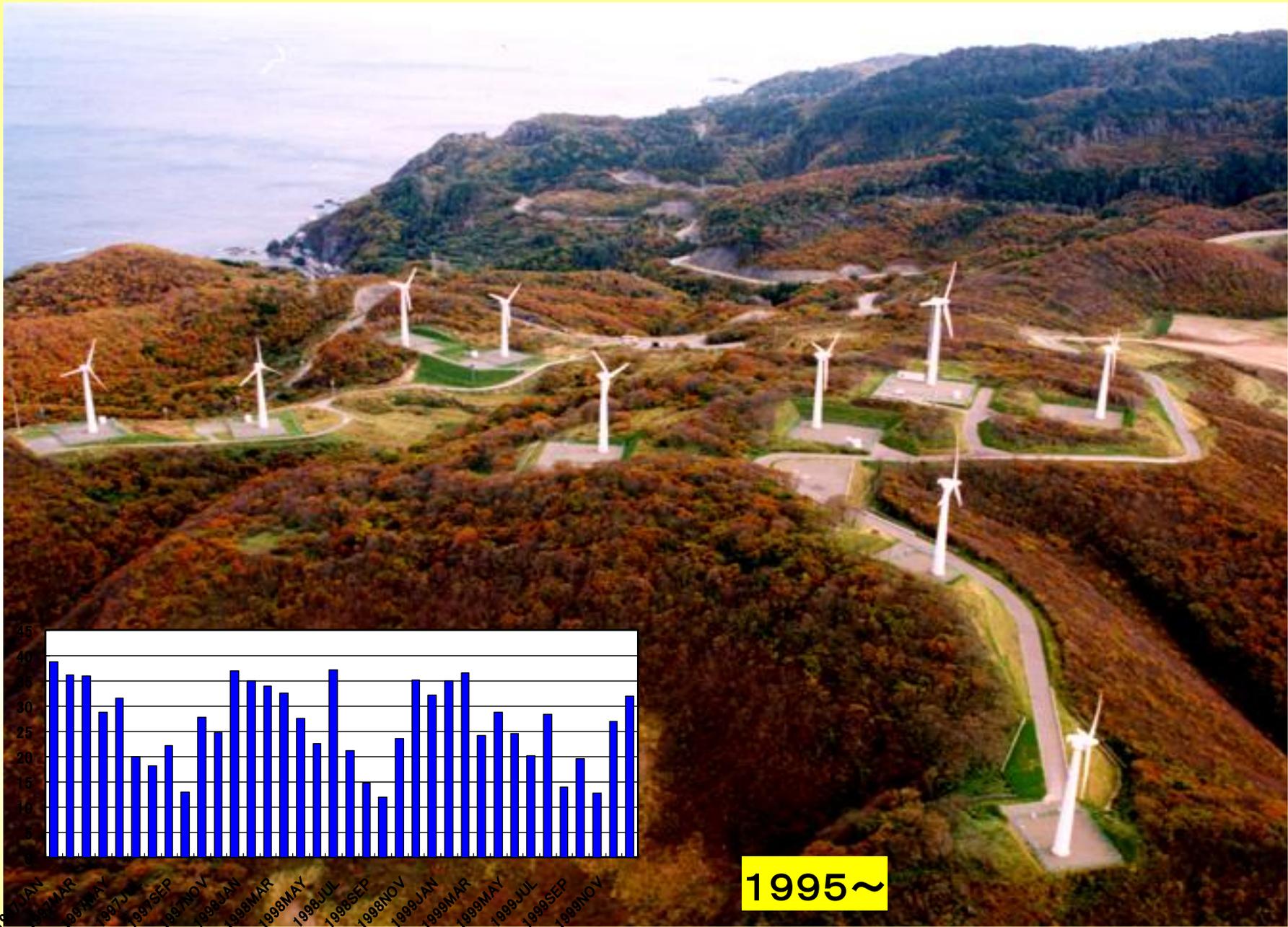


NEDO 500kW



1991, Tappi Wind Park, Aomori

**Miyakejima,
Tokyo(1981~1985)**



1995~

NEDO Tappi Wind Park (Minmaya, Aomori)



**Tehachapi WF in California, MHI 300kW WTG
former half of 1980's**

WTG (600kW) Production Line (MHI in Nagasaki)

Sunshine Project and Wind Power Development in Japan

1. The 1973 Oil Crisis; the IEA and the Sunshine Project

2. History of LWG introduction by NEDO

2.1 Futopia Project and the Sunshine Project

2.2 The Pioneering period of LWG Development

2.3 Wind Atlas and WPG for Remote Islands

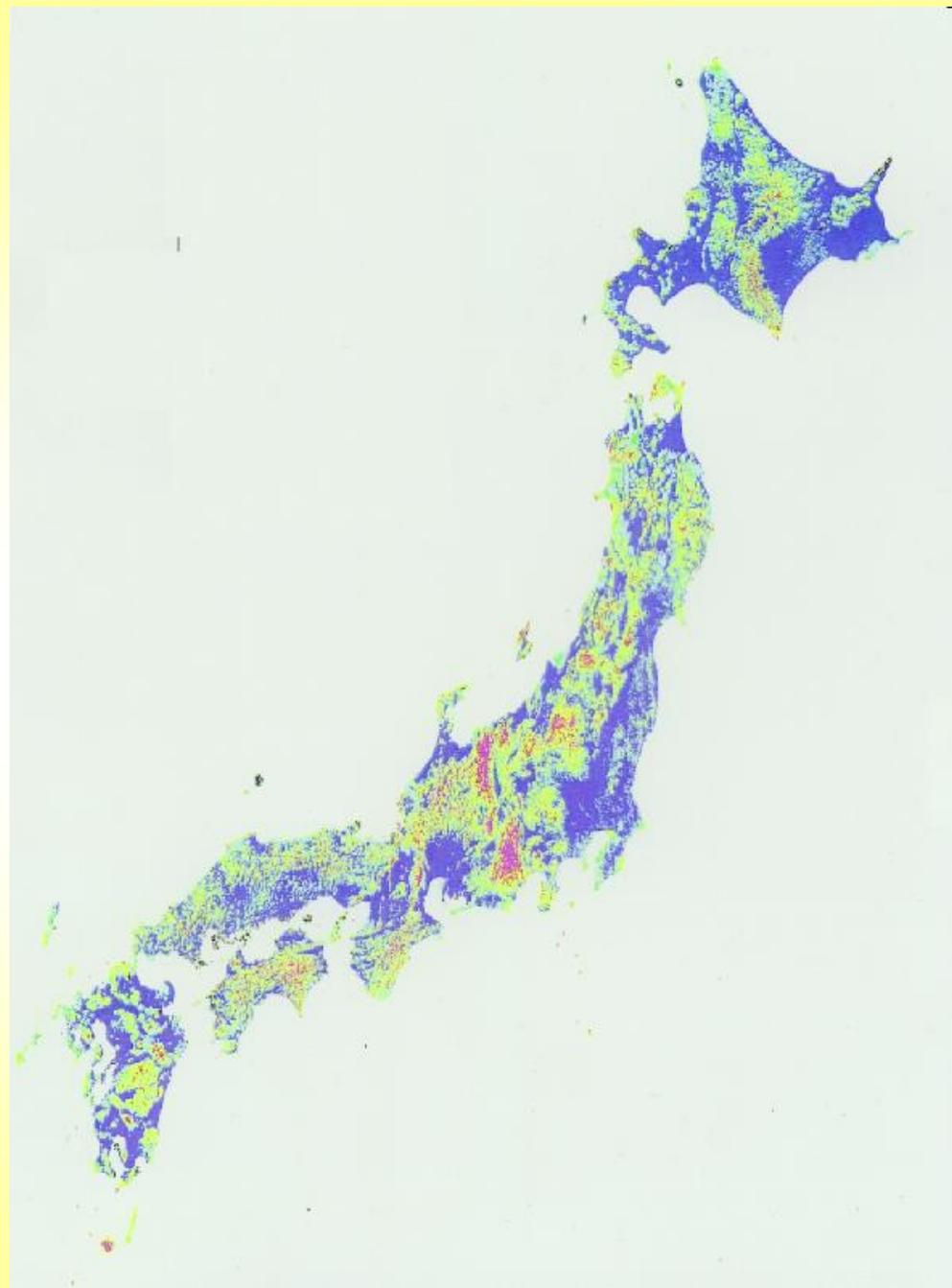
2.4 Wind Power Generation Field Test Project

3. Japanese Style WPG and Present Status

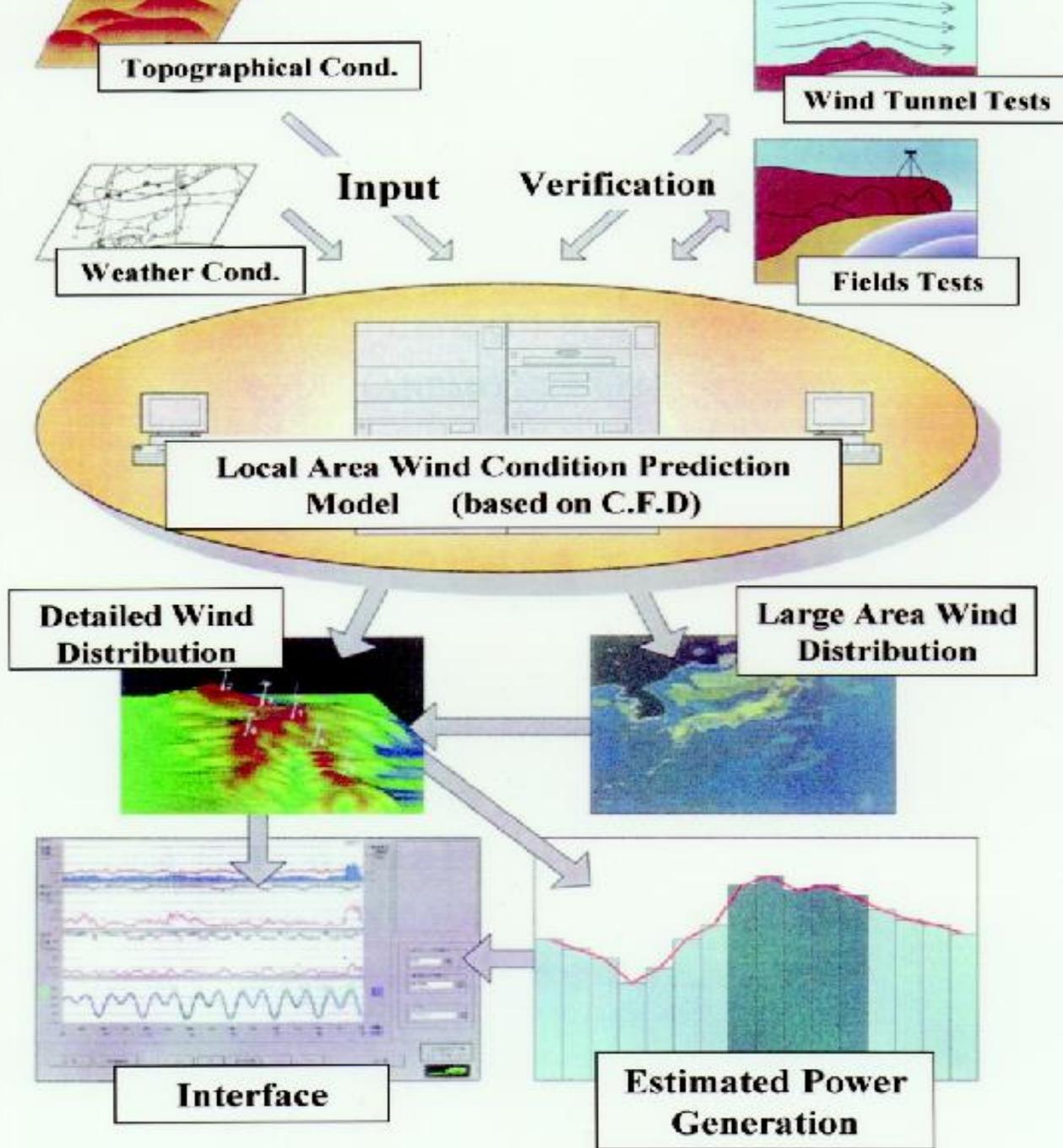
4. Rapid Progress of Offshore WPG

Wind Atlas of Japan

(1999~2002)



Local Wind Map



**Local
Weather
Prediction
Model
Development
(1999~2002)**



NEDO 100kW WTG for Remote Island (Izena Island in Okinawa) 1999~2004

FHI 40kW → 100kW → 2000kW
(SUBARU) (Down Wind) **HITACHI**



Invertible for Typhoon

Sunshine Project and Wind Power Development in Japan

1. The 1973 Oil Crisis; the IEA and the Sunshine Project

2. History of LWG introduction by NEDO

2.1 Futopia Project and the Sunshine Project

2.2 The Pioneering period of LWG Development

2.3 Wind Atlas and WPG for Remote Islands

2.4 Wind Power Generation Field Test Project

3. Japanese Style WPG and Present Status

4. Rapid Progress of Offshore WPG



1650kWx 19 → 4300kWx6

J Power; Tomamae Green hill Wind park
(Tomamae-cho, Hokkaido, 2000~, 2023 replaced)



Imported WTG from Germany: ENERCON 2MW

Micon, Lagerway, Nordex, Dewind, Bonus, Vestas, Siemens, GE etc.

Sunshine Project and Wind Power Development in Japan

1. The 1973 Oil Crisis; the IEA and the Sunshine Project

2. History of LWG introduction by NEDO

2.1 Futopia Project and the Sunshine Project

2.2 The Pioneering period of LWG Development

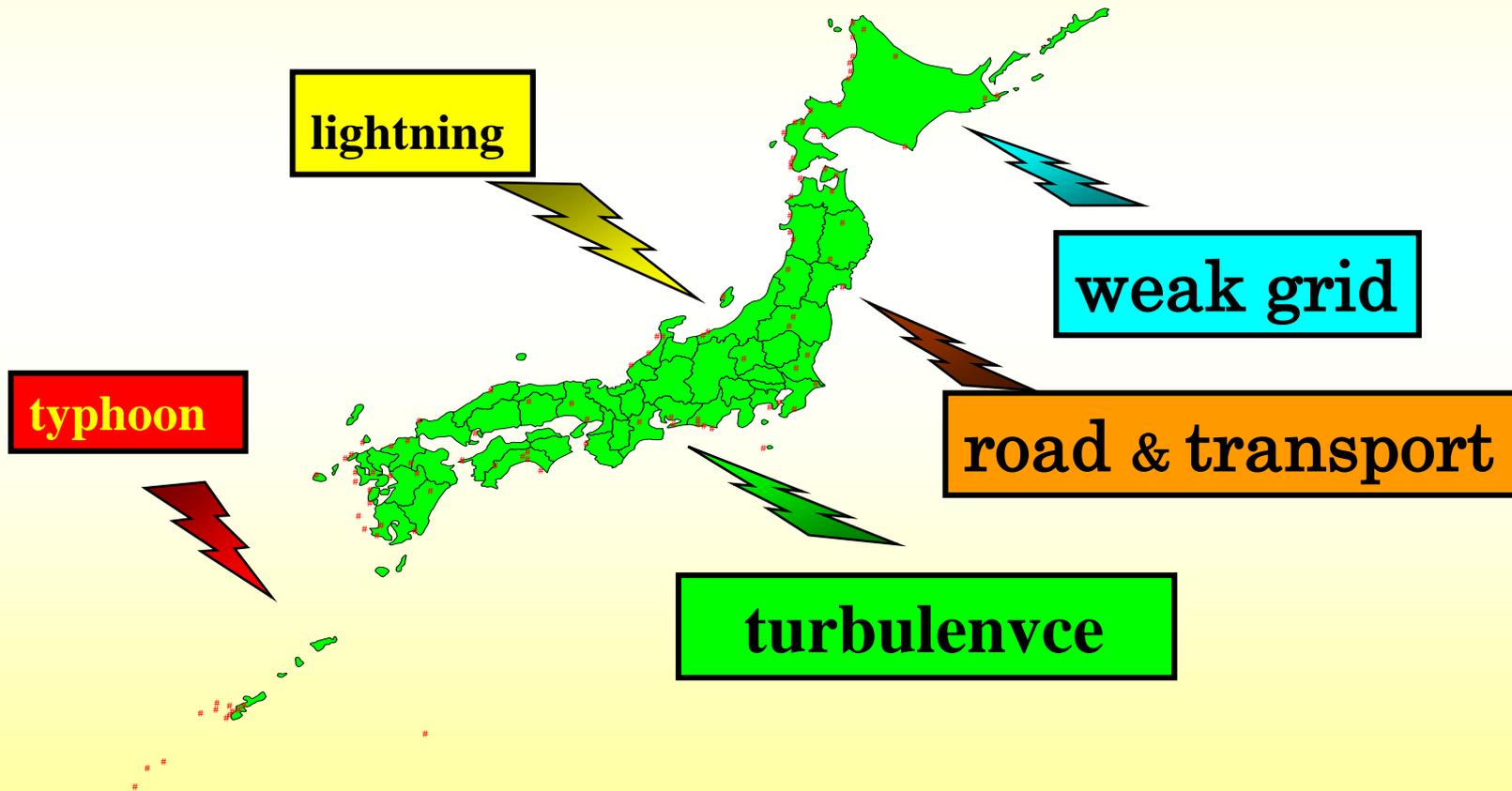
2.3 Wind Atlas and WPG for Remote Islands

2.4 Wind Power Generation Field Test Project

3. Japanese Style WPG and Present Status

4. Rapid Progress of Offshore WPG

A peculiar environment due to the Japanese topography





Wind turbine collapse by Typhoon-Miyako Island in Okinawa (2003-Sep.11, Max. inst. wind speed 74.1m/s)

**No.6 : Enercon 600kW
Blade Broken**

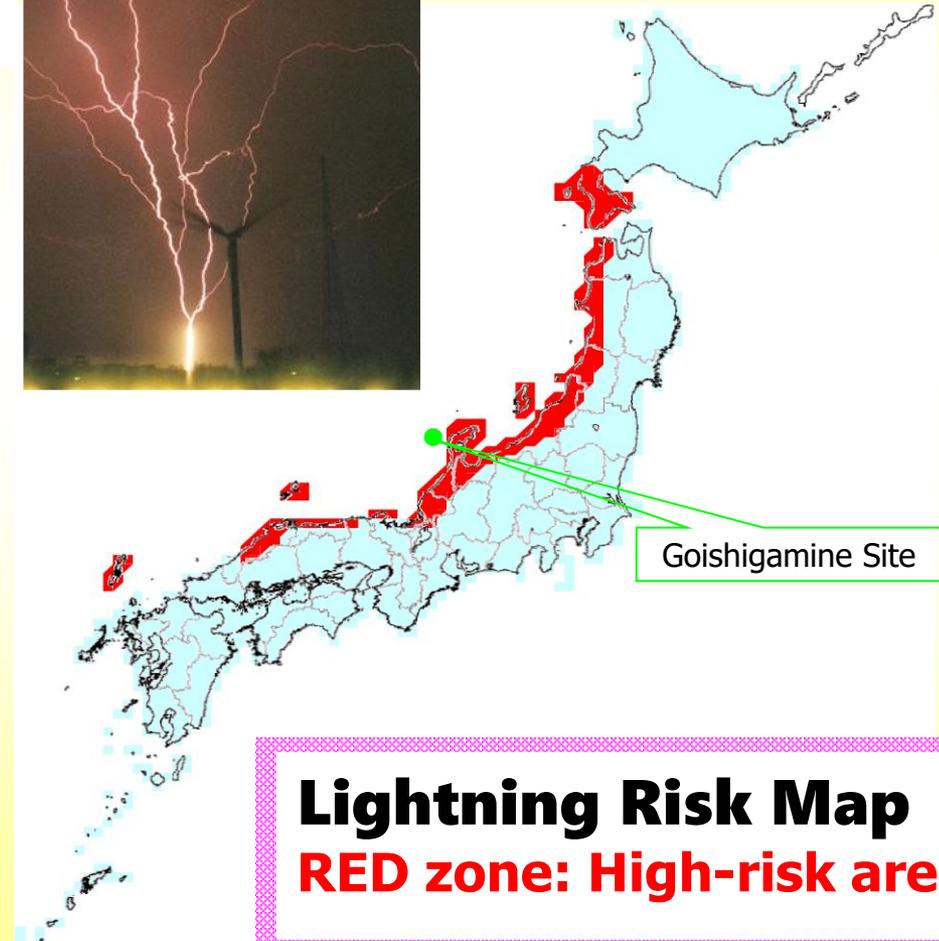
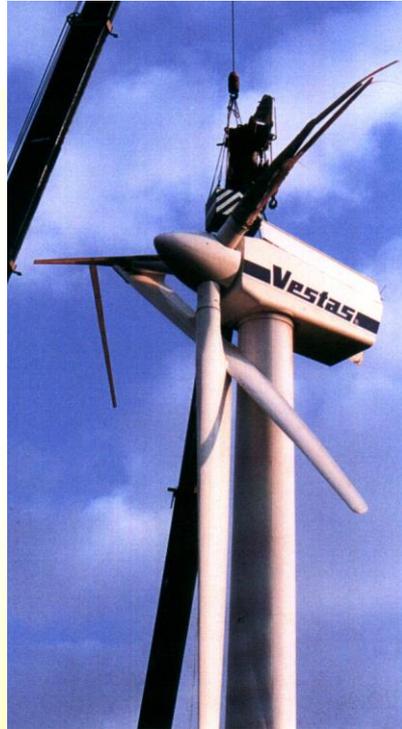
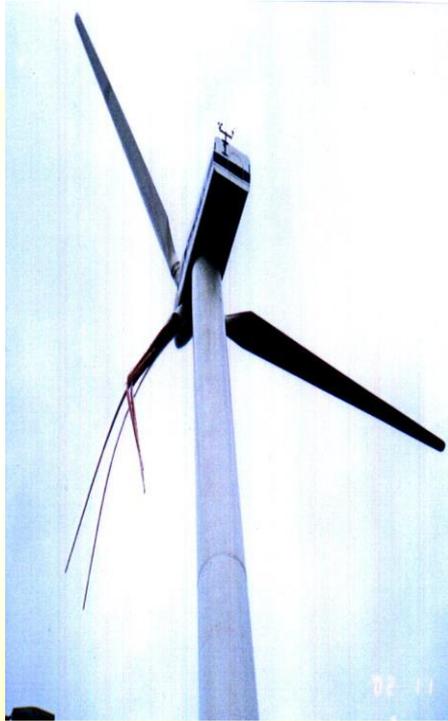
No.4: Micon 400kW Cover Fly Away

No.3,5: Micon 400kW Fell Down



Lightning Strike Countermeasure Guidelines

WTG damage by lightning



- Measured lightning strikes at Goishigamine Site
- Include strong attacks ranging 400-500 C.

New and Additional Transmission Lines for WTG (New “Northern Hokkaido Transmission line”)

②送電網整備ならびに風力発電開発エリアと推進上の課題

稚内・宗谷エリア

猿払・浜頓別エリア

【想定建設費用】

送電網整備事業： 約400～1,200億円（互長100km～300km、4億円/kmとした場合）

風力発電事業： 約900～4,200億円（30万kW～140万kW、30万円/kWとした場合）

※送電網整備事業には補助金(50%)が交付される予定です。

天塩・遠別・初山別
エリア

西名寄発電所



風力発電所開発エリア

送電網整備候補エリア

既設北電送電線

既設北電変電所・開閉所

本州へ送電

道北エリアの風力発電の
潜在容量を活かすためには、
道内系統の増強と北
本増強を含めた更なる調
整力の確保が必須

想定140万kW



Former LWTG manufacturers in Japan



MHI
2.5 MW
(7MW)



JSW
2.7 MW
(3MW)



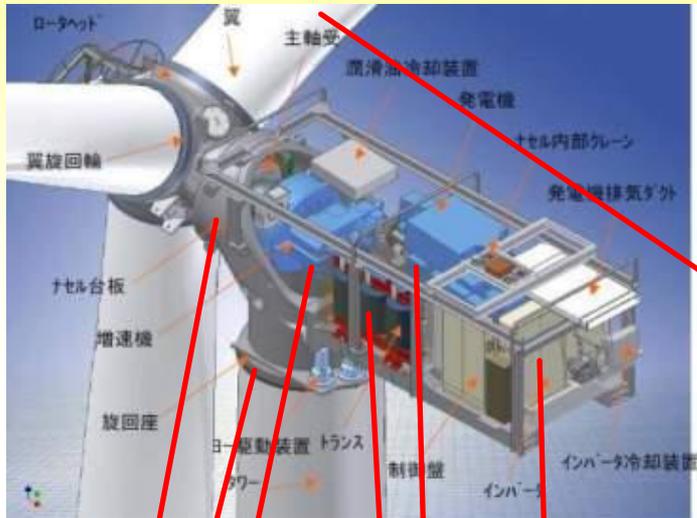
KOMAIHALTECH Inc.
300 kW
(1MW)



Hitachi Ltd.
2.0 MW
(5MW)₂₇

Former

WTG and Major components Supplier



LWTG maker: 三菱重工・富士重工・日本製鋼所・
駒井鉄工

SWTG maker: 神鋼電機・ゼファー・那須電機鉄工・
エフテック・中西金属工業・MECARO・菊川工業・
ジーエイクラフト・前川製作所・豊瑛電研・ニッコー

ブレード: 日本製鋼所・ジーエイクラフト(クラレ)

FRP: 日本エピカ・昭和高分子・大日本インキ・
日本冷熱・旭ガラス・日本電気がラス・東レ
(三菱レーヨン・東邦テナックス・クラレ)

発電機: 日立・三菱電機・東芝・明電舎・シンフォニアテクノロジー(旧 神鋼電機)

変圧器: 富士電機・利昌工業

電気機器: 日立・三菱電機・東芝・富士電機・安川電機・明電舎・フジクラ

軸受: ジェイテック(旧 光洋精工)・日本精工・NTN・コマツ・日本ロハロ

増速機(歯車): 石橋製作所・大阪製鎖(住友重機械)・コマツ

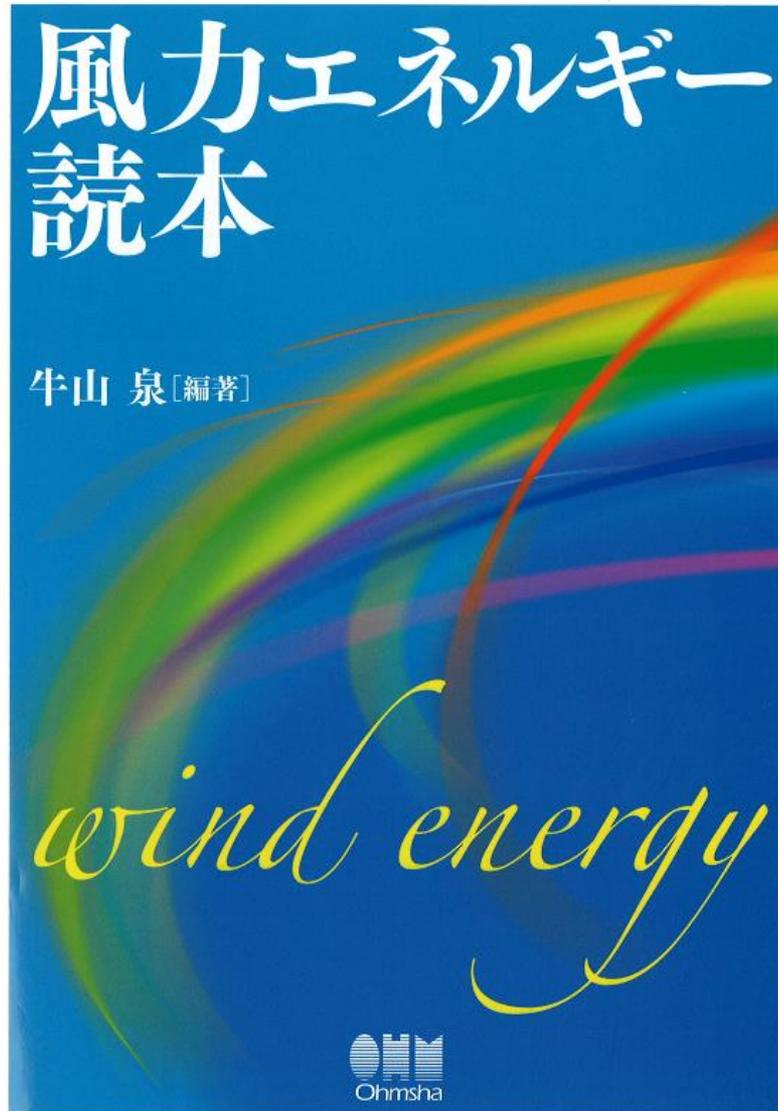
油圧機器: カワサキプレジジョンマシナリ(川崎重工)・日本ムーグ

機械装置: ナブテスコ・住友重機械・豊興工業・曙ブレーキ

鉄鋼・鋳物: 日本製鋼所・日本鋳造

A New "Guidebook for Wind Energy"

(2005年)



編者

牛山 泉 (足利工業大学)

執筆者および担当箇所 (五十音順, 所属は執筆時)

石原 孟 (東京大学)	3章
魚崎 耕平 (財団法人 日本気象協会)	11章
牛山 泉 (足利工業大学)	1章, 9.1節~9.4節
小川 晋 (社団法人 日本電機工業会)	8.2節, 12.1節
窪田 新一 (財団法人 新エネルギー財団)	12.2節
斉藤 哲夫 (富士電機システムズ株式会社)	8.3節
杉谷 照雄 (千代田化工建設株式会社)	3章
勝呂 幸男 (三菱重工業株式会社)	6章
鈴木 章弘 (有限会社 風力エネルギー研究所)	10章
鈴木 和夫 (株式会社 日立エンジニアリングサービス)	8.1節
鈴木 靖 (財団法人 日本気象協会)	2章
関 和市 (東海大学)	5章
中尾 徹 (イー・アンド・イー ソリューションズ株式会社)	3章
永尾 徹 (富士重工業株式会社)	6章
根本 泰行 (足利工業大学)	4章, 9.5節
松坂 知行 (八戸工業大学)	7章
村上 光功 (日立造船株式会社)	8.4節

Floating Type Offshore WPG System Demonstration Study in Fukushima water

2011~2015

2016~

浮体サブステーション

コンパクトセミサブ浮体
(2MW)

V字型セミサブ浮体
(7MW)

アドバンストスパー浮体
(5MW)



3つの成功への鍵

技術的挑戦 / 社会的合意 / 福島復興

設計技術の確立 / 試験・検証 / 最適化

経済性の向上 / 技術の標準化 / 産業の創出

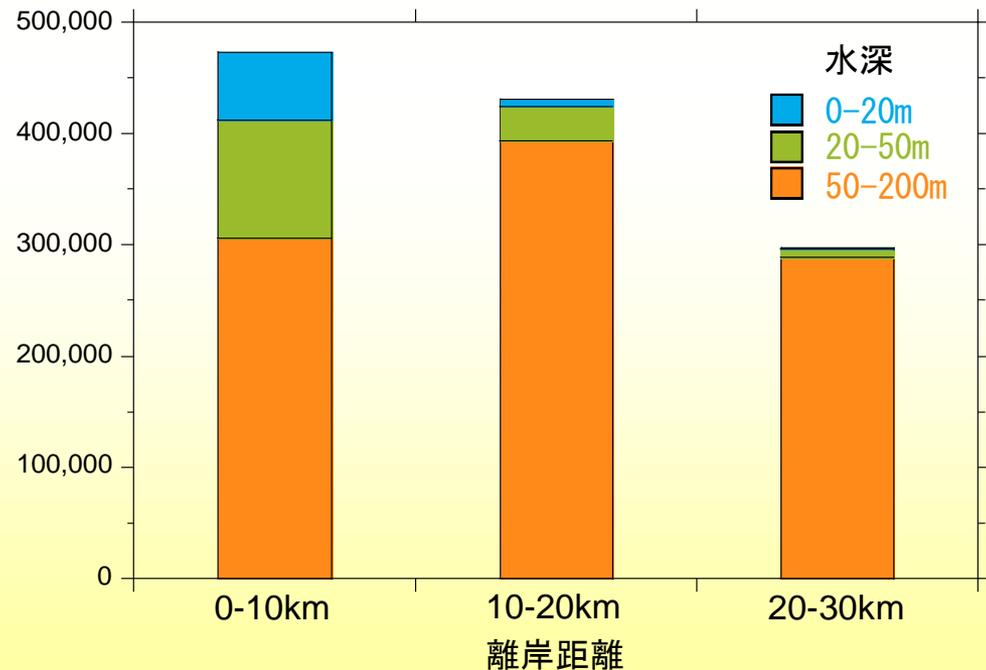
Offshore Wind Potential in Japan

■NEDOによる洋上風力賦存量評価

- 風速7m/s以上, 離岸距離30km, 水深200m までの洋上風力発電賦存量は, 約12億kW
- 水深50-200mの範囲の賦存量は水深50m までの賦存量の4倍以上

■洋上風力発電の開発可能性

- 着床式**洋上風力発電の適応限界水深と考えられる50mまでの賦存量は約2億1000万kW、設置可能海域内の5%が利用可能とした場合, **1000万kW**の設備容量
- 浮体式**洋上風力発電が実用化されれば, 水深200mまで設置可能海域の賦存量は約12億kWとなり、利用可能率を4%とした場合, **4800万kW**の設備容量



➡ 一般海域からEEZへ

Floating Type Offshore WPG System Demonstration Study



浮体式（北九州市沖）
事業期間：2014年度～2023年度
2019年5月 実証運転開始

着床式（銚子沖）
事業期間：2009年度～
2016年度
2013年3月 実証運転開始

着床式（北九州市沖）
事業期間：2009年度～2016年度
2013年6月 実証運転開始



The 40th Anniversary of Sunshine Project



牛山

古川理事長

堺屋太一氏

中鉢氏

桑野氏

荒木元新工本課長

Sunshine Project and Wind Power Development in Japan

1. The 1973 Oil Crisis; the IEA and the Sunshine Project

2. History of LWG introduction by NEDO

2.1 Futopia Project and the Sunshine Project

2.2 The Pioneering period of LWG Development

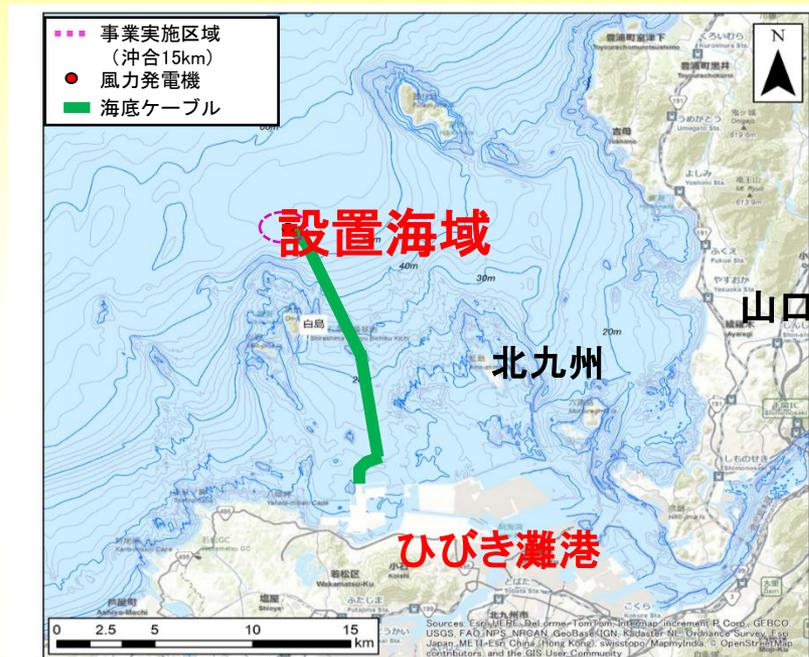
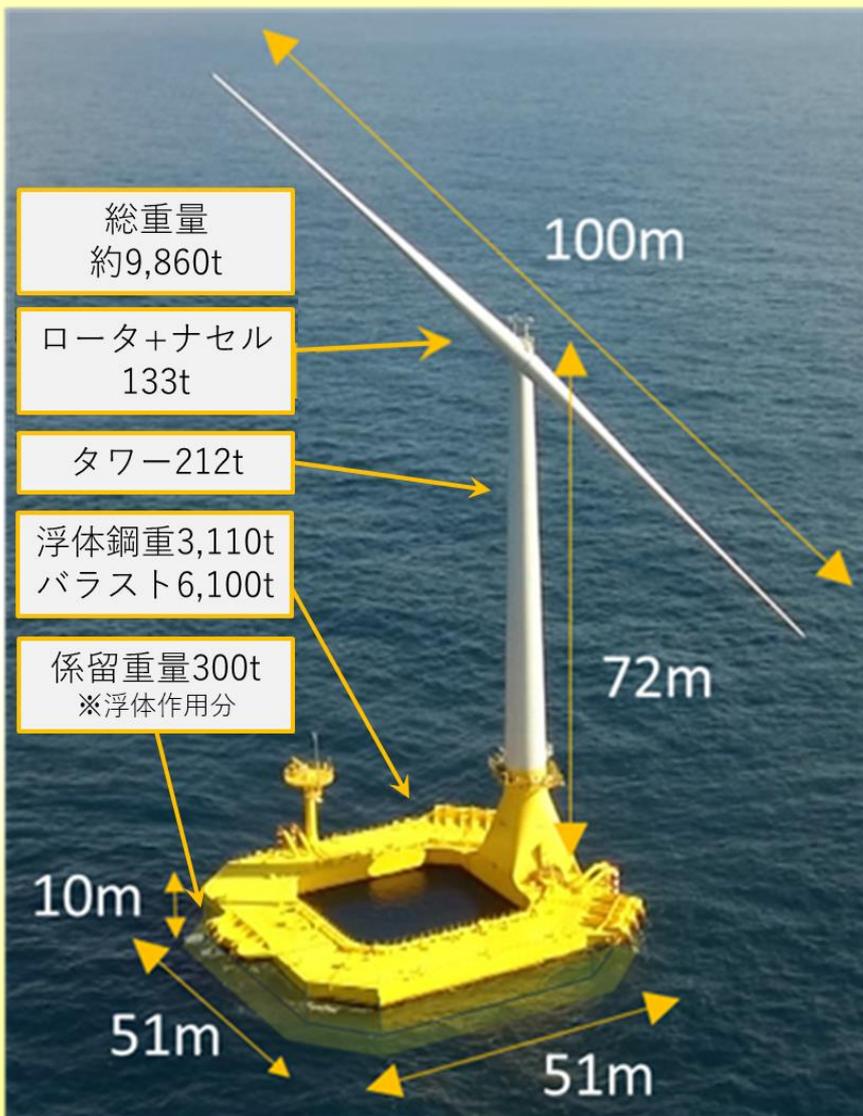
2.3 Wind Atlas and WPG for Remote Islands

2.4 Wind Power Generation Field Test Project

3. Japanese Style WPG and Present Status

4. Rapid Progress of Offshore WPG

Next Generation Floating Offshore WPG System Demonstration Study (Barge type)



実施体制	丸紅、東京大学、日立造船、九電みらいエナジー、コスモエコパワー、グローバル
設備容量	・定格3MW、アップウインド、2枚翼
浮体形式	・バージ型(鋼製)、 サイズ:51m×51m×10m
技術的特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・バージ型浮体:ダンピングプール(浮体動揺低減) ・2枚翼風車による軽量化 ・浅い喫水7.5m

Development Support Project for Offshore WF

「洋上風況観測ガイドブック」

(日本語版/英語版)をNEDO HPで公開中

https://www.nedo.go.jp/library/fuukyoku_kansoku_guidebook.html

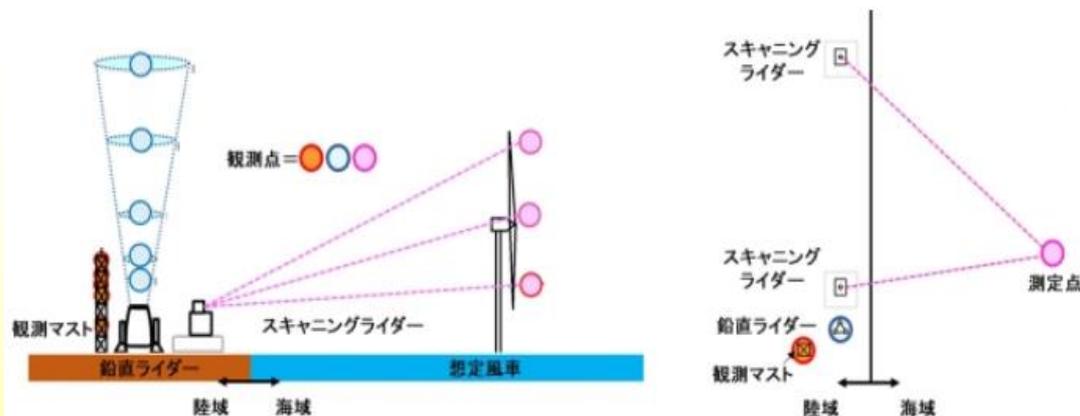
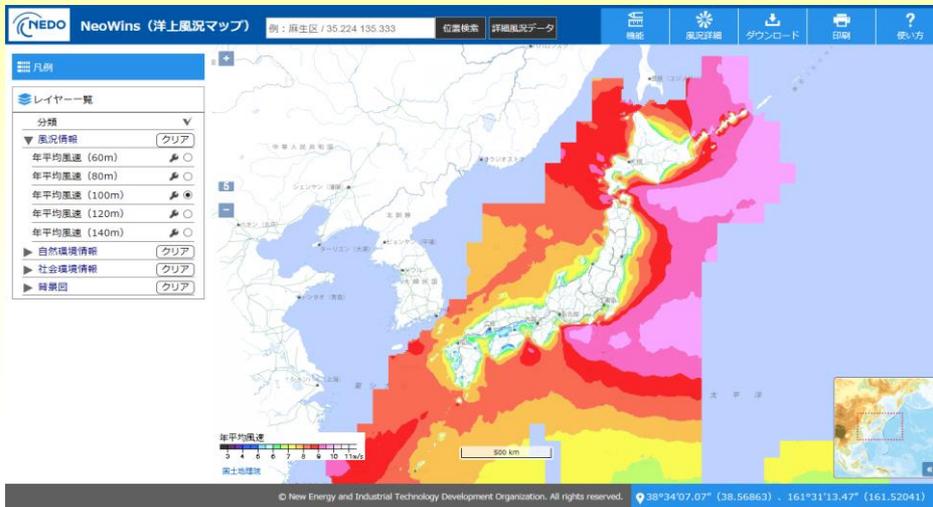


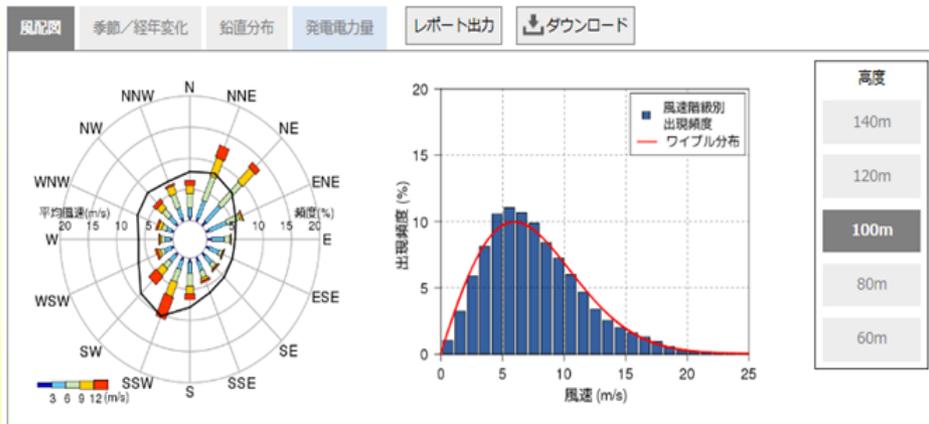
図1 デュアルスキャンングライダーによる風況観測の模式図
(左：陸域からの風況観測の図、右：真上から見た図)

NEDO's Support Development of Offshore WF



風況

緯度：35°40'53.98" | 高度：100m | 年平均風速：7.57m/s | ファイブル係数：1.97, 8.54m/s | ベキ指数：0.116
 経度：140°49'12.98" | 水深：10m (※参考値) | 離岸距離：2.3km (※参考値) | 長期年平均風速標準偏差：0.238m/s | データソース：WRF



風配図・風速階級別出現頻度

洋上風況マップ(NeoWins)を 作成・公開

NEDOは高精度のシミュレーションから得られる風況情報に加えて、水深、海底地質等の自然環境情報、港湾区域、航路等の社会環境情報など、洋上風力発電を計画する上で必要な種々の情報を一元化した「NeoWins(洋上風況マップ)」を2017年に公開。

最新の気象データや風況の実観測データを用いたマップの更新・機能追加を検討中。

Green Innovation Fund

Cost reduction of Offshore Wind Generation

Outline of the Project

日本における洋上風力の導入拡大と産業競争力強化の好循環を達成するため、深い海域でも導入余地が大きい**浮体式を中心とした洋上風力発電の早期のコスト低減を行い、日本のみならず、海外(特にアジア)への導入拡大を図る。**

Term

2021年度～2030年度(10年間)

Budget

1,195億円 ※NEDO負担額

	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度	2029年度	2030年度
【フェーズ1-①】 次世代風車技術開発事業	1) 風車仕様の最適化 2) 風車の高品質大量生産技術 3) 浮体搭載風車の最適設計 4) 次世代風車要素技術開発 5) 低風速域向けブレード									
【フェーズ1-②】 浮体式基礎製造・設置 低コスト化技術開発事業	1) 浮体基礎の最適化 2) 浮体の屋産化 3) 係留システムの最適化 4) ハイブリッド係留システム 5) 低コスト施工技術の開発									
【フェーズ1-③】 洋上風力関連電気 システム技術開発事業	1) 高電圧ダイナミックケーブル 2) 浮体式洋上変電所									
【フェーズ1-④】 洋上風力運転保守 高度化事業	1) 運転保守及び修理技術の開発 2) デジタル技術による予防保全・メンテナンス高度化 3) 監視及び点検技術の高度化 4) 落雷故障自動判別システムの開発									
【フェーズ1-⑤】 浮体式洋上風力における 共通基盤開発	1) 浮体システムの最適な設計基準・規格化等開発 2) 浮体システムの大規模/高速生産等技術開発 3) 大水深における係留・アンカー施工等技術開発 4) 大水深に対応する送電技術の開発 5) 遠洋における風況観測手法等の開発									
【フェーズ2】 浮体式洋上風力実証 事業	【実証フェーズ】 1) 浮体、風車、係留システム、ケーブル等の一体設計									

Phase 1 : 345億円

Phase 2 : 850億円

Green Innovation Fund

Cost reduction of Offshore Wind Generation

Shase1 ①~④

①次世代風車の
技術開発事業

②浮体式の基礎製造・
設置低コスト化技術開
発事業

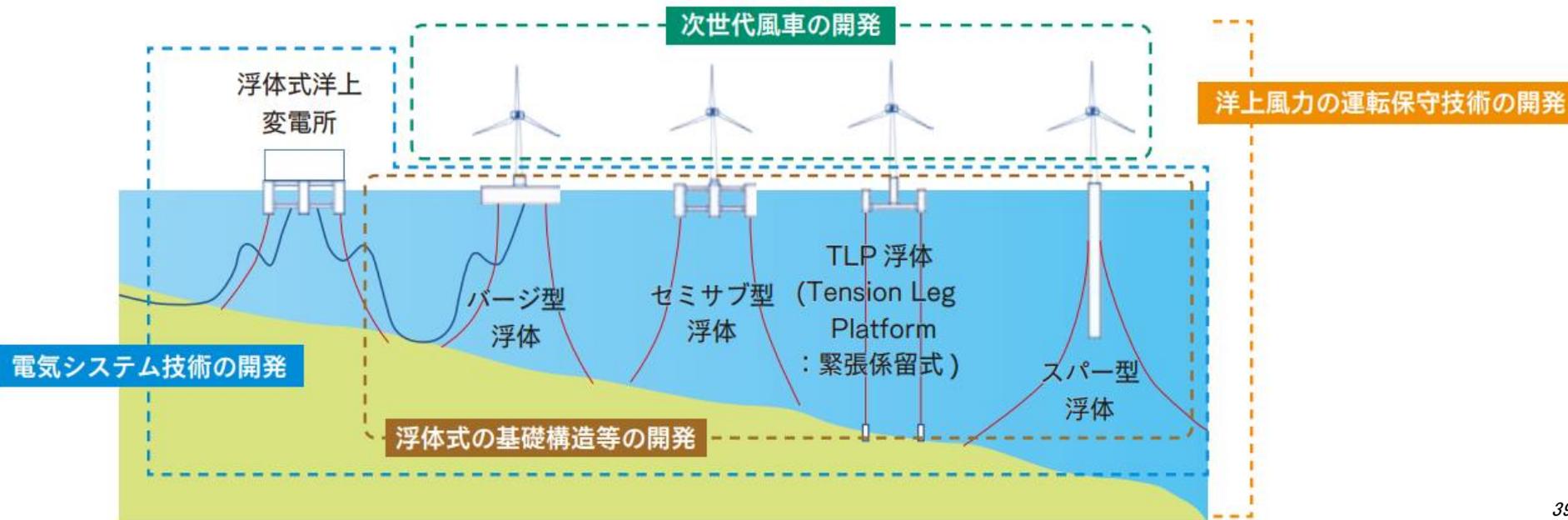
③洋上風力関連
の電機システム技
術開発事業

④洋上風力運転
保守の高度化事業

Phase2

浮体式洋上風力の実証事業

風車、浮体、係留システム、ケーブルの挙動・性能・
施工性・コストを考慮した一体設計により、信頼性の
向上と低コスト化が必要であるため、ユーザー（発電
事業者）を巻き込んでプロジェクト全体の発電コスト
低減にコミットする形で、システム全体として関連技
術を統合した実証を行います。

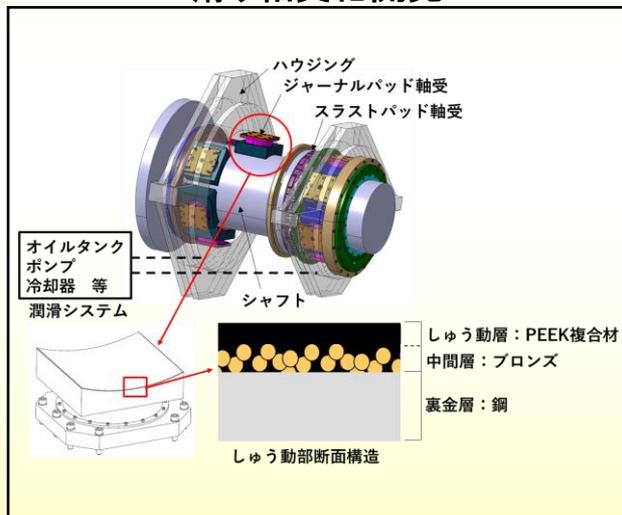


Research & Development Items Phase 1-①

Project for Next Generation Floating Offshore WPG System

グローバルメーカーとの協働を視野に入れながら、日本・アジア市場向けの洋上風車要素技術を開発し、設備利用率の向上および大量生産技術の確立によりコストを低減する。

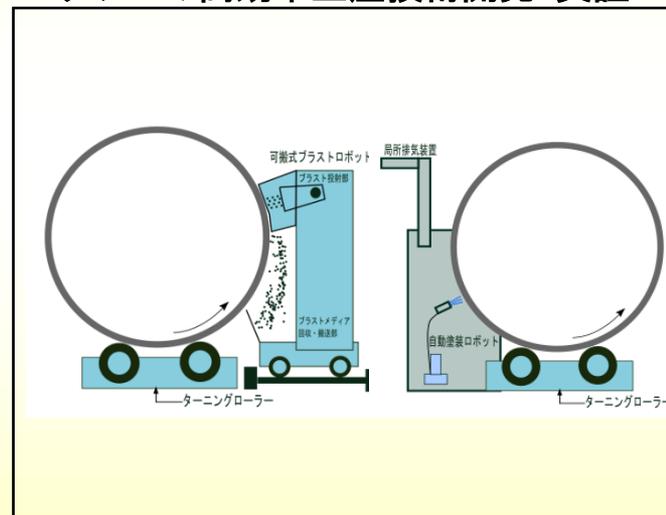
滑り軸受化開発



超大型主軸受の低コスト化開発



タワーの高効率生産技術開発・実証



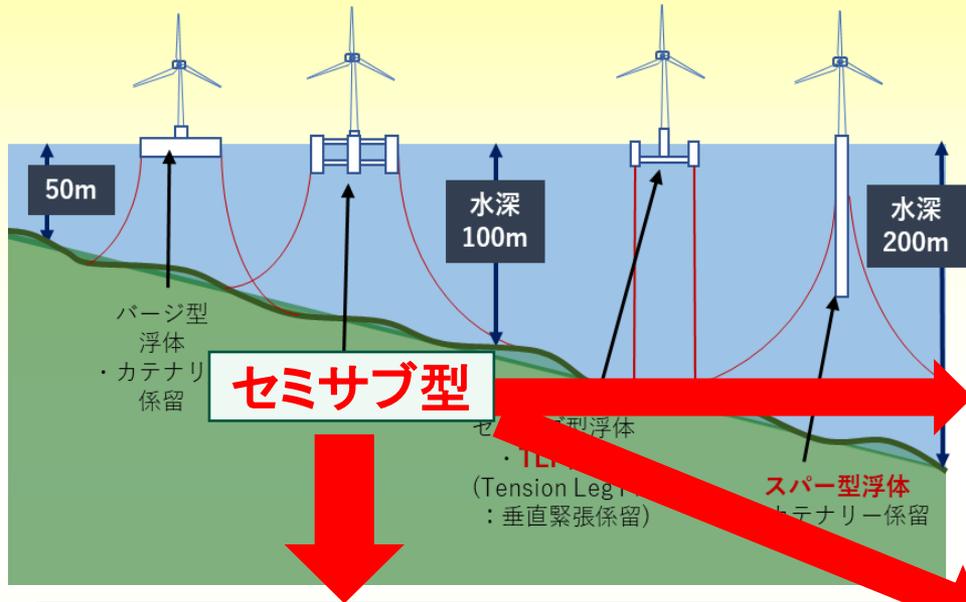
実施者:
● 大同メタル工業株式会社

実施者:
● NTN株式会社

実施者:
● 株式会社駒井ハルテック

Research & Development Items Phase 1-②

浮体式基礎製造・設置低コスト化技術開発事業



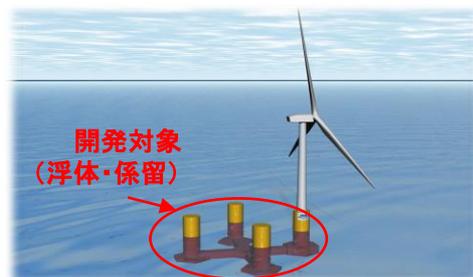
セミサブ型ハイブリッド浮体の量産化・低コスト化

【助成先】
日立造船株式会社
鹿島建設株式会社



セミサブ型浮体・ハイブリッド係留システムに係る 技術開発及び施工技術開発

【助成先】
ジャパン マリンユナイテッド株式会社
日本シッパード株式会社
ケイライン・ウインド・
サービス株式会社
東亜建設工業株式会社



早期社会実装に向けたセミサブ型浮体式基礎製造・設 置の量産化・低コスト化

【助成先】
東京瓦斯株式会社



※出典 <https://www.principlepower.com/news/kowi-worlds-largest-floating-windfarm-fully-operational>

From now, NEDO's Projects

GI Fund Phase II

現在実施しているフェーズ1の各要素技術開発に引き続き、最速で2023年度からフェーズ2として実海域における浮体式洋上風力の実証事業を実施予定。

ユーザー(発電事業者)を巻き込んでプロジェクト全体の発電コスト低減にコミットする形で、過去の実証事業による知見も踏まえ、システム全体として関連技術を統合した実証を行う。

フェーズ1：要素技術開発

テーマ①：次世代風車技術開発事業(補助、5年程度) 【予算額:上限150億円→上限180億円】

- 風車仕様の台風、地震、落雷、低風速等の自然条件への最適化、日本の生産技術やロボティクス技術を活かした大型風車の高品質大量生産技術、**次世代風車要素技術開発等**

テーマ②：浮体式基礎製造・設置低コスト化技術開発事業(補助、3年程度) 【予算額:上限100億円】

- 浮体の大量生産、合成繊維と鉄のハイブリッド係留システム、共有アンカーや海中専有面積の小さいTLP係留等

テーマ③：洋上風力関連電気システム技術開発事業(補助、3年程度) 【予算額:上限25億円】

- 高電圧ダイナミックケーブル、浮体式洋上変電所等

テーマ④：洋上風力運転保守高度化事業(補助、3年程度) 【予算額:上限70億円→上限40億円】

- 洋上環境に適した修理や塗装技術、高稼働率の作業船の開発、デジタル技術による予防保全・メンテナンス高度化、ドローン等を用いた点検技術の高度化等



フェーズ2：浮体式実証

フェーズ2：浮体式洋上風力実証(補助、最大8年) 【予算額:上限850億円】

風車・浮体・ケーブル・係留等の一体設計を行い、最速2023年度から事業に着手



連携



フェーズ1テーマ⑤： 共通基盤技術開発(補助、最大8年)

浮体システムの最適な設計規準・規格化、浮体基礎の大量・高速製造技術の開発、大水深に対応する係留や電気システム等



商用化・社会実装

フェーズ1の成果(先端技術)を活用した案件は、高い補助率を適用

From now, NEDO's Projects GI Fund Phase II Four-Candidate Waters

北海道石狩市浜益沖

北海道岩宇・南後志地区沖

MARUBENI group

秋田県南部沖

C-TECH group

愛知県田原市・豊橋市沖

出典: 経済産業省ニュースリリース(2023年10月3日)「再エネ海域利用法に基づく促進区域の指定、セントラル方式による調査対象区域及びGI基金(浮体式実証)の候補区域について」

<https://www.meti.go.jp/press/2023/10/20231003002/20231003002.html>

Thank you very much for your attention !

7MW

2MW

サブステーション

5MW

**Fukushima
Floating type WTG**

