

# 「風力発電システムを含むエネルギーインフラ実証 事業（ロシア連邦サハ共和国）」（事後評価） （2017年度～2021年度 5年間）

## 事業概要説明資料【公開】

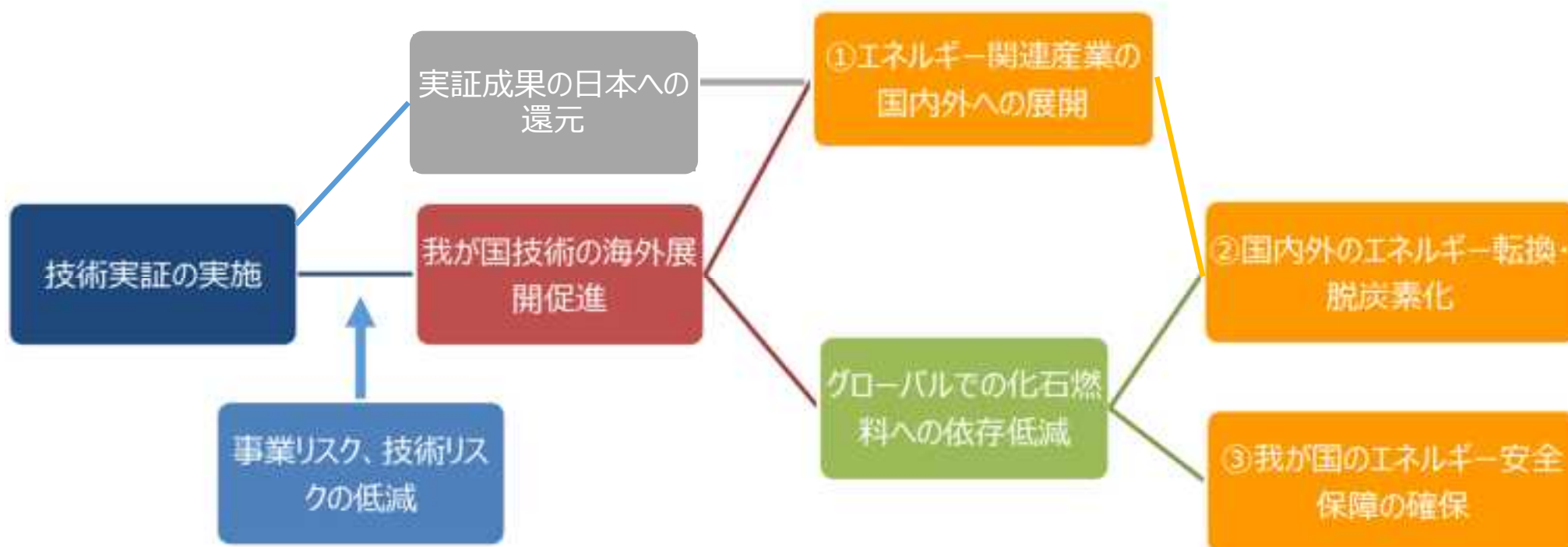
株式会社東光高岳、三井物産株式会社、株式会社駒井ハルテック  
NEDOプロジェクトチーム(スマートコミュニティ・エネルギーシステム部、国際部)

2022年6月

1. **事業の位置付け・必要性【NEDO】**
  - (1) **事業の意義**
  - (2) **政策的必要性**
  - (3) **NEDO関与の必要性**
2. **事業マネジメント【NEDO】**
  - (1) 相手国との関係構築の妥当性
  - (2) 実施体制と課題共有・問題解決
  - (3) 事業内容・計画の妥当性
3. **事業成果【東光高岳、三井物産、駒井ハルテック】**
  - (1) 目標の達成状況と成果の意義
4. **事業成果の普及可能性【東光高岳、三井物産、駒井ハルテック】**
  - (1) 事業成果の競争力
  - (2) 普及体制
  - (3) ビジネスモデル
  - (4) 政策形成・支援措置
  - (5) 日本への波及効果

## エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業

3E+S（安定供給、経済性、環境適合、安全性）の実現に資する我が国の先進的技術の海外実証を通じて実証技術の普及に結び付ける。さらに、制度的に先行している海外のエネルギー市場での実証を通じて、日本への成果の還元を目指す。これらの取組を通じて、我が国のエネルギー関連産業の国内外への展開、国内外のエネルギー転換・脱炭素化、我が国のエネルギーセキュリティに貢献することを目的としている。（出所：基本計画）



# 1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の意義 (2) 政策的必要性

## ● ロシア極東の電力事情における課題

- ロシア極東地域には、基幹電力系統につながっておらず、電力供給を小規模なディーゼル発電設備に依存する、独立系統地域(マイクログリッド)が数百~数千カ所程度存在。  
⇒これらの地域では、燃料輸送コストが高く発電単価が非常に高い。また、旧ソ連時代に建設した旧式の老朽化したディーゼル発電設備は、エネルギー効率が悪くCO2排出量も多い。
- ロシア国内では再エネ導入の具体的な目標(2024年度に2018年度比で4.5%増)が示されており、極東地域では風況に恵まれている地域も多いと言われているが、これらの地域の多くは冬は-30℃以下となる過酷な環境下に存在しており、極寒冷地でも稼働可能な技術の確立ができれば風力発電の普及可能性あり。

### ロシア国内の独立系統地域

※ ■ が独立系統地域



## ● 本事業の意義

- 風力発電機、ディーゼル発電機、蓄電池とエネルギーマネジメントシステムの組み合わせによる独立系統での低コストかつ安定的なエネルギー供給の実現  
※風力発電機及び高効率ディーゼル発電設備による燃料の焚き減らし・CO2排出削減の実現  
※ディーゼル発電機による原油とディーゼル油による混焼焚きの実現 (発電単価の低減)
- 成功事例の無い-30℃以下の極寒冷地での風力発電システムの実現

# 1. 事業の位置付け・必要性 (3) NEDO関与の必要性



## NEDOが推進すべき事業

### 「NEDOのミッション」

エネルギー・地球環境問題の解決、産業技術の強化

### 「国際エネルギー実証のミッション」

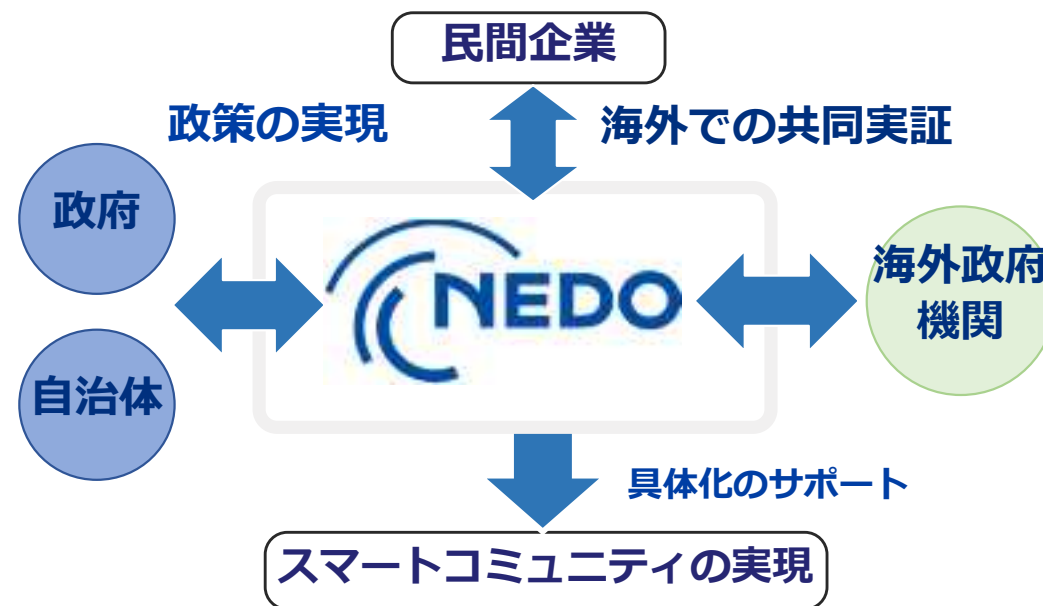
将来の先行実証、エネルギーセキュリティへの貢献、日本企業の海外展開支援



実証事業を円滑に遂行していくためには、官民一体となった取り組みが必要であり、政府機関とのネットワークを活用し、民間企業の海外市場での取り組みをサポート



**『実証の場』を創出**



- ✓ サハ共和国政府及び国営電力会社ルスギドロと協力して、北極圏に位置するサハ共和国ティクシで、極寒冷地における風力発電システムを検証
- ✓ 風力発電機、ディーゼル発電機、蓄電池及びエネルギーマネジメントシステムを組み合わせ、独立システムでも低コストで安定的なエネルギー供給を実証  
(ディーゼル発電機でディーゼル油と原油焚きの混焼運転を実証)

1. 事業の位置付け・必要性 【NEDO】
  - (1) 事業の意義
  - (2) 政策的必要性
  - (3) NEDO関与の必要性
2. **事業マネジメント 【NEDO】**
  - (1) 相手国との関係構築の妥当性**
  - (2) 実施体制と課題共有・問題解決**
  - (3) 事業内容・計画の妥当性**
3. 事業成果 【東光高岳、三井物産、駒井ハルテック】
  - (1) 目標の達成状況と成果の意義
4. 事業成果の普及可能性 【東光高岳、三井物産、駒井ハルテック】
  - (1) 事業成果の競争力
  - (2) 普及体制
  - (3) ビジネスモデル
  - (4) 政策形成・支援措置
  - (5) 日本への波及効果

## 2. 事業マネジメント (1) 相手国との関係構築の妥当性



- 2016年12月16日 サハ共和国及びルスギドロと意向表明書を交換
- 2017年9月6日 サハ共和国及びルスギドロと意向表明書を交換
- 2018年2月27日 サハ共和国及び  
ルスギドロとMOC締結



MOC締結の様子

- 2018年11月7日 風力発電機 運転開始式



設置した風力発電機の様子

- 2020年12月22日 システム全体の運転開始に関する記念式典

- 2020年12月28日 システム全体の  
実証運転開始



風力発電機の運転開始式の様子

- 2021年2月 MOC期間延長

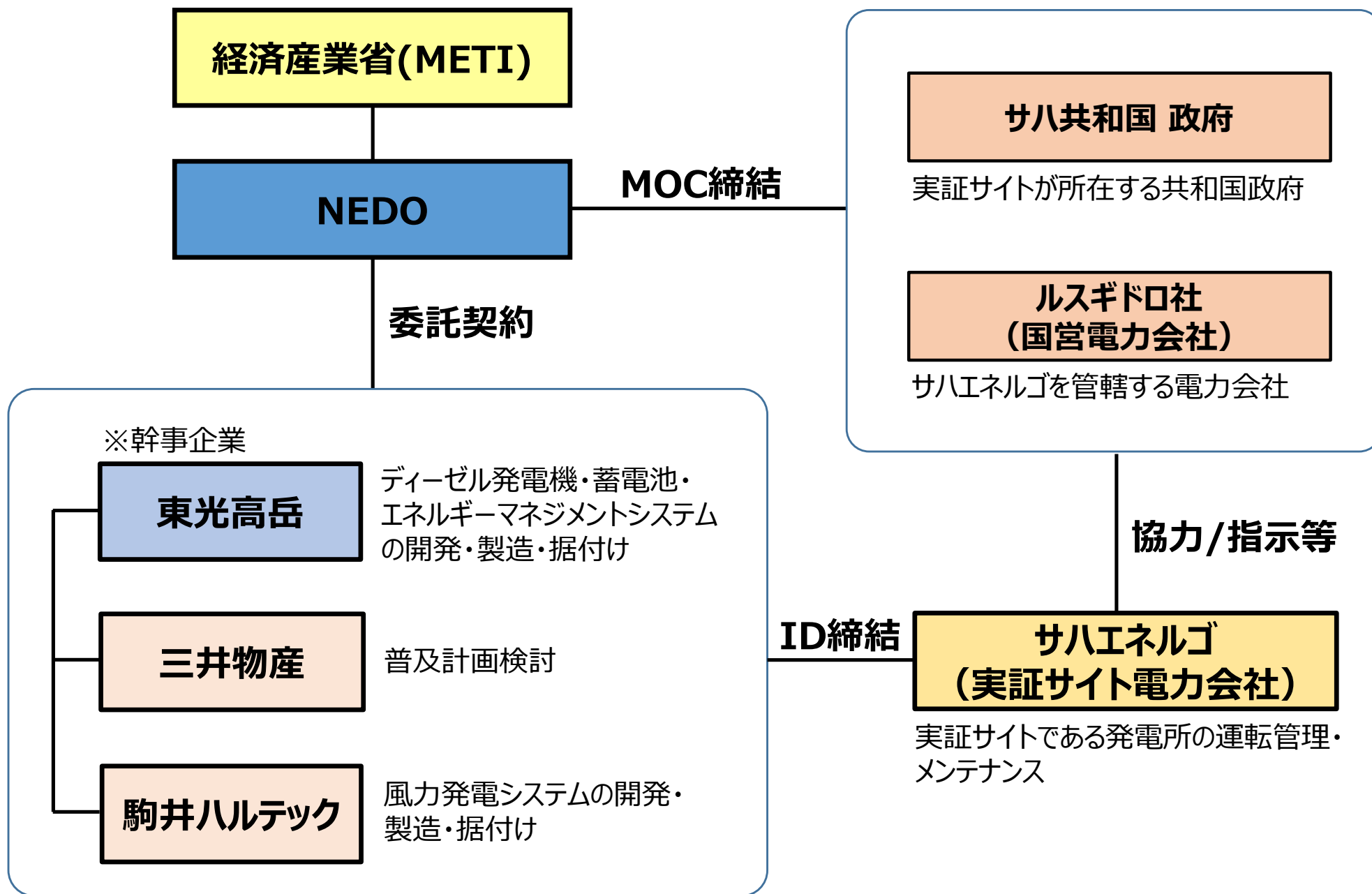


建設した発電所建屋の外観

- 2021年11月30日  
実証運転終了

- 2022年2月28日  
事業終了

### 実施体制





## 2. 事業マネジメント (2) 実施体制と課題共有・問題解決

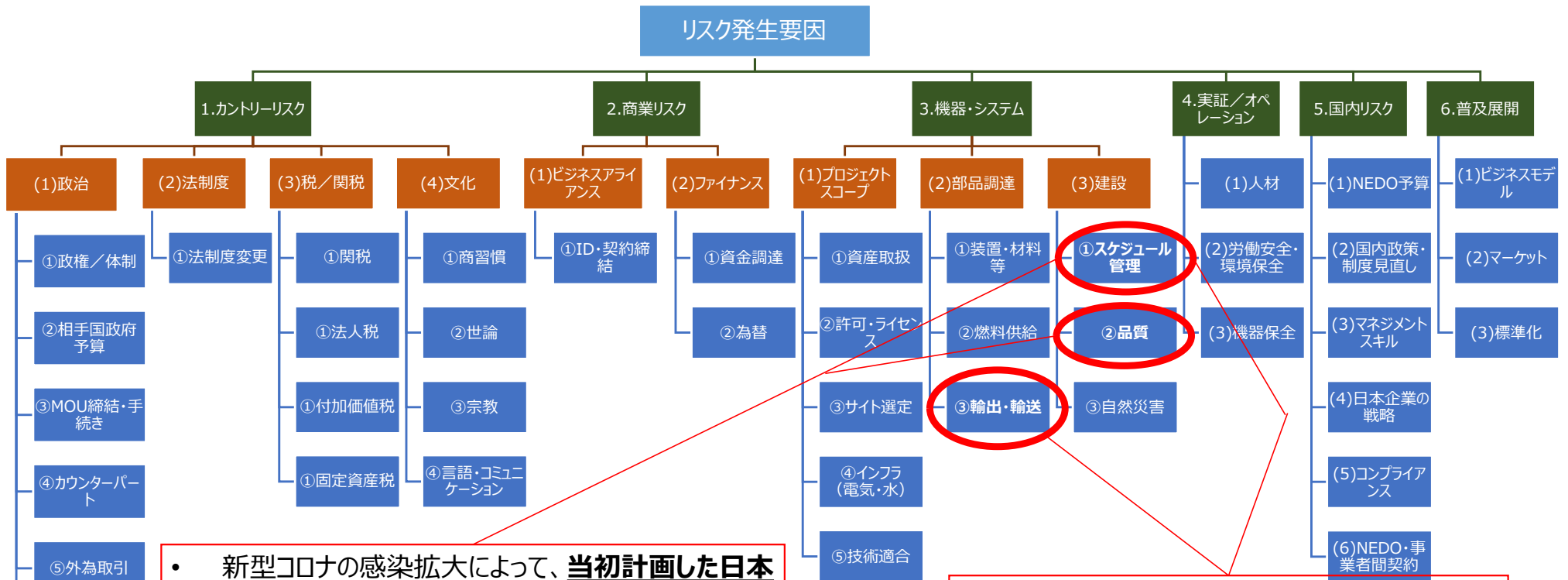


会議体等	頻度 または回数	目的	具体例
<b>MOC/ID当事者間の定例会議</b> (NEDO、東光高岳、三井物産、駒井ハルテック、ルスギドロ、サハエネルギー)	月1回 必要の都度	<ul style="list-style-type: none"> <li>プロジェクト・スケジュール管理</li> <li>情報共有・課題解決に向けた合意形成、および事業の円滑な推進のための便宜供与の依頼</li> <li>必要な実務処理のための働きかけ</li> <li>成果の情報発信・広報の共同推進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>懸案事項の共有と、解決方法の提案と合意形成</li> <li>実証終了後の資産運用・管理のための合意形成</li> </ul>
<b>日本側定例会議</b> (NEDO、東光高岳、三井物産、駒井ハルテック)	月1回 必要の都度	<ul style="list-style-type: none"> <li>NEDO⇔委託者間で交わす「実施計画書」に基づく、進捗実行管理</li> <li>NEDO規定・責任範囲内の意思決定、承認のため協議等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>定例進捗管理                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 情報・課題・問題の共有</li> <li>▶ 予算の適切な管理</li> <li>▶ 情報発信・広報の推進</li> <li>▶ 対処方針・審議 (適宜)</li> </ul> </li> </ul>
<b>ID当事者間の定例会議</b> (東光高岳、三井物産、駒井ハルテック、サハエネルギー)	月1回 必要の都度	<ul style="list-style-type: none"> <li>機器の製造・輸送・設置の状況、現地設置機器の運用状況、メンテナンス状況等の共有、懸案事項の解決方法の協議</li> <li>取得データ分析と技術的課題整理</li> <li>普及活動</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>定例プロジェクト進捗管理                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 情報・課題・問題の共有</li> <li>▶ 予算の適切な管理</li> <li>▶ 情報発信・広報の推進</li> <li>▶ 対処方針・審議 (適宜)</li> </ul> </li> </ul>
<b>リスク管理</b> (関係者全員)	適宜	<ul style="list-style-type: none"> <li>「国際実証におけるリスクマネジメントガイドライン」に基づき、実証を実施する上でのリスク要因について、NEDOと事業者で議論を行い、想定されるリスクに対する対応計画を検討・策定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>次項参照</li> </ul>

## 2. 事業マネジメント (2) 実施体制と課題共有・問題解決



2018年2月にNEDO国際部が制定した「国際実証におけるリスクマネジメントガイドライン」に基づき、国際実証を実施する上でのリスク要因について、NEDOと事業者で議論を行い、想定されるリスクに対する対応計画を検討・策定し、事業に臨んだ。



• 新型コロナの感染拡大によって、当初計画した日本側機器の組立てに必要な日本人技術者の派遣が困難になったが、日露間で協議を重ね、代替案（周辺国の関係企業からの技術者派遣、日本からのリモート対応等）で対応するとともに、最終段階では必要最小限の技術者派遣を行い、十分な品質を確保したうえで計画どおり2020年12月の実証運転開始ができた。

• 実証サイトのあるティクシでは、屋外での作業が短い夏に限定されることから、機器の事前組み立て（モジュール化）等の代替方策について日露間で共有・協議することによって、据付け作業が進捗できた。

• 北極海輸送を含め、ロシア国内で数千キロの機器輸送が必要になったが、日露間で情報共有、工程・スケジュール管理を徹底することで大きな遅れなく工程を進捗できた。

### 事業内容・目標

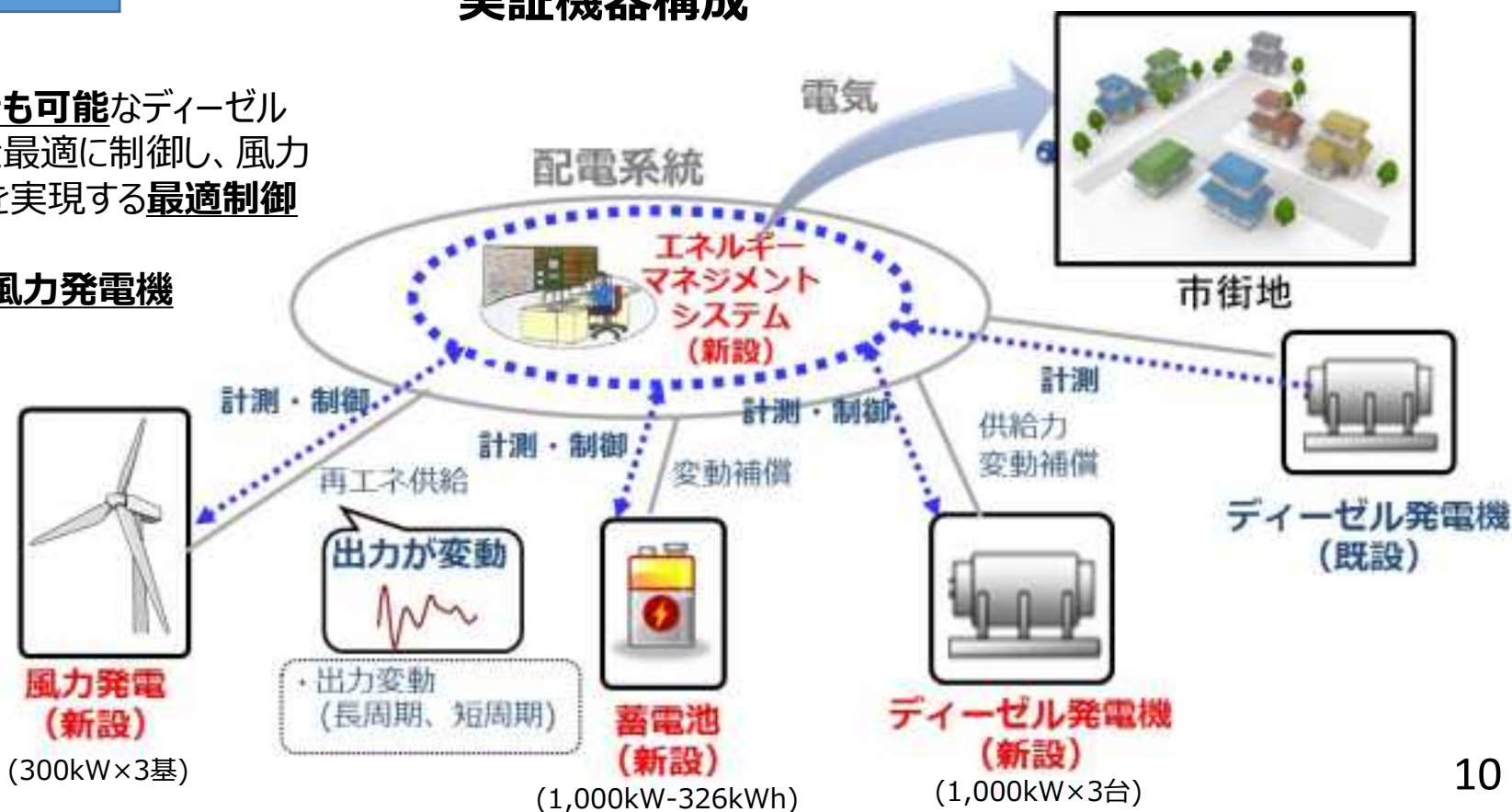
- −30℃以下の極寒冷地で稼働可能な風力発電機の有効性を確認**するとともに、**高効率のディーゼル発電機（原油との混焼焚き運転を含む）**、蓄電池、及びエネルギーマネジメントシステムを組み合わせた**マイクログリッドを構築**することにより、**低コスト（年間約16%のディーゼル発電用燃料の削減）**かつ**安定的なエネルギー供給技術の実現**し、ロシア国内や近隣諸国で同様の環境にある地域への普及計画を策定する。

### 実証概要

#### 実証機器構成

##### 【実証技術】

- ①原油との混焼焚きも可能なディーゼル発電機**、蓄電池を最適に制御し、風力発電の最大活用を実現する**最適制御協調システム**
- ②極寒冷地仕様の風力発電機**



### 実証テーマ

#### ①再エネ制御協調システム及び混焼焚きディーゼル発電機の有効性検証

- 1) ディーゼル発電機、風力発電機、蓄電池、エネルギーマネジメントシステムを組み合わせて構築したマイクログリッドの最適制御協調システムの有効性検証
  - a) 再エネ出力最大活用による省エネ・代エネ効果
  - b) 高効率ディーゼル発電機の運転による、燃料削減効果・保守メンテナンス費の削減効果
  - c) 蓄電池システムとディーゼル発電機の協調制御運転下における電力品質の安定性
- 2) ディーゼル発電機3台の内1台で、原油とディーゼル油の混焼による運転を行い、燃料費やメンテナンスコストの削減効果を検証するとともに、原油とディーゼル油の最適比率の確認

#### ②極寒冷地仕様の風力発電システムの有効性検証

- 1) 極寒冷地仕様の風力発電システムの有効性確認
  - a)  $-30^{\circ}\text{C}$ 以下の低温運転時の安全性及び適正出力を確認し、運転下限温度を確認
  - b) 風力発電機内温度が、機器性能上問題の無い $-40^{\circ}\text{C}$ 以下にならないことを確認
- 2) 着氷検出制御の検証
  - a) 運転に悪影響を及ぼす着氷条件を明確にし、風力発電機の運転停止時間の最小限化の検討
- 3) 普及に資する、極寒冷地風車設計認証、現地生産化計画
  - a) 普及時の風車導入促進を目的に、日本海事協会(NK)の設計承認のためのデータ収集
  - b) 風力発電機製造の一部を原産地化し、製品価格および輸送コストを低減するための調査

#### ③ビジネスモデル、普及可能性検討

- 1) ディーゼル発電機、風力発電機、蓄電池、エネルギーマネジメントシステムを組み合わせて構築したマイクログリッドの最適制御協調システムについて検証する

## 2. 事業マネジメント (3) 事業内容・計画の妥当性



### スケジュール

年度	FY2017				FY2018				FY2019				FY2020				FY2021				FY2022			
	4/6	7/9	10/12	1/3	4/6	7/9	10/12	1/3	4/6	7/9	10/12	1/3	4/6	7/9	10/12	1/3	4/6	7/9	10/12	1/3	4/6	7/9	10/12	1/3
	<b>実証前調査</b>				★ MOC 締結				★ 風力発電機 運転開始式				実証事業				★ システム全体 運転開始式				実証設備 継続利用			
テーマ①	システム設計・輸送・据付け								実証運転								分析							
テーマ②	システム設計・輸送・据付け				実証運転																分析			
テーマ③	市場調査								ビジネスモデル・普及可能性の検討															
NEDO 負担額	1.8億円				4.2億円				10.4億円				1.5億円				1.7億円				-			
	<b>総計 19.6億円</b> (内訳① : 14.1億円、② : 5.2億円、③ : 1.2億円)																							

#### 【相手国負担】 21.7億円

- ロシア国内での資機材輸送、機器のモジュール化、配電系統延長
- 新発電所の基礎工事、建屋建設、機器類の据付・調整、配管・ケーブル布設・接続、通信網整備
- システムの現地調整試験・試運転、実証運転期間中の機器運用・各種点検と非常時の一次対応

1. 事業の位置付け・必要性 【NEDO】
  - (1) 事業の意義
  - (2) 政策的必要性
  - (3) NEDO関与の必要性
2. 事業マネジメント 【NEDO】
  - (1) 相手国との関係構築の妥当性
  - (2) 実施体制と課題共有・問題解決
  - (3) 事業内容・計画の妥当性
- 3. 事業成果 【東光高岳、三井物産、駒井ハルテック】**
  - (1) 目標の達成状況と成果の意義**
4. 事業成果の普及可能性 【東光高岳、三井物産、駒井ハルテック】
  - (1) 事業成果の競争力
  - (2) 普及体制
  - (3) ビジネスモデル
  - (4) 政策形成・支援措置
  - (5) 日本への波及効果

### 3. 事業成果：

## ①再エネ制御協調システム及び混焼焚きディーゼル発電機の有効性検証



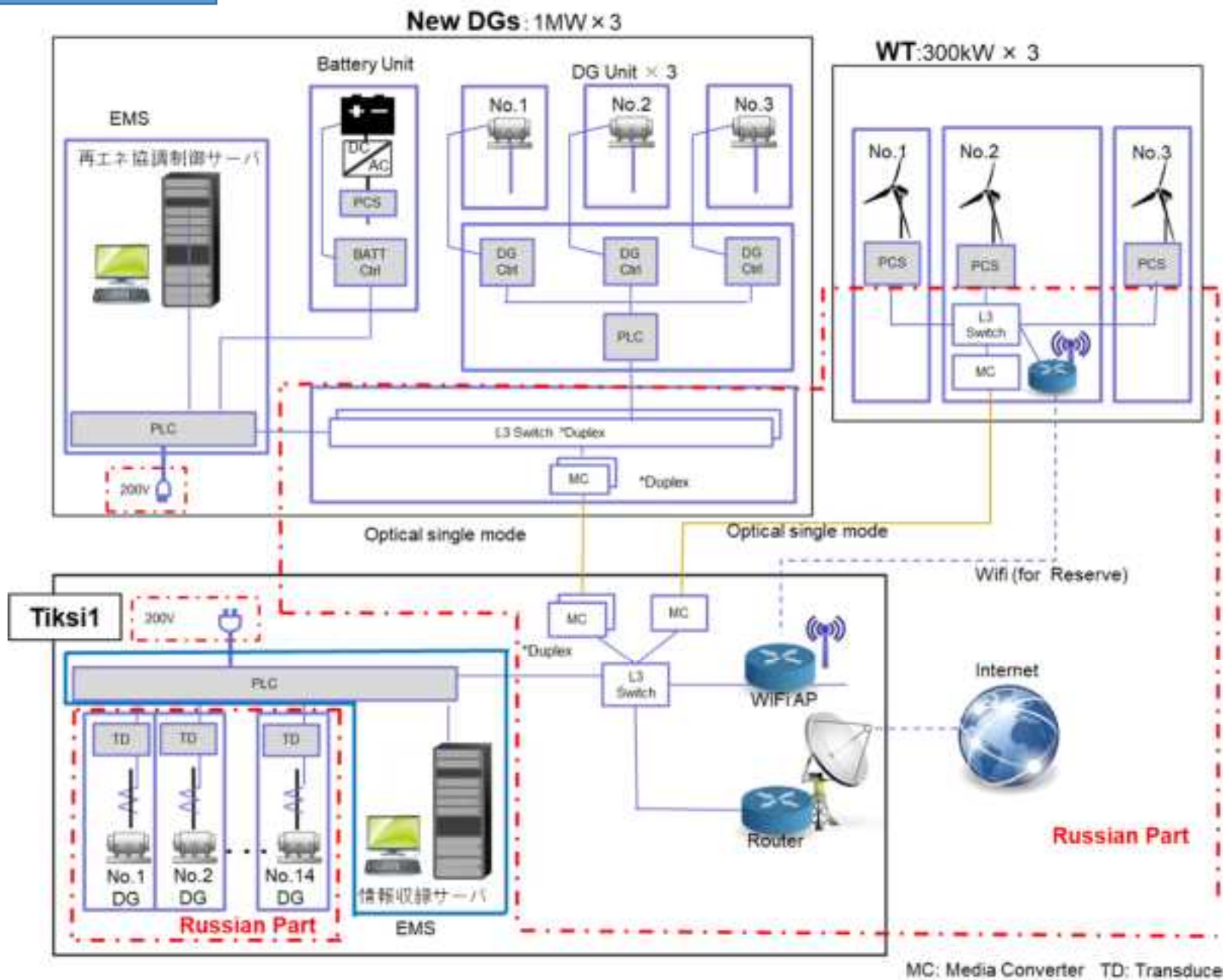
	実証テーマ	成果	達成度	残った課題等
①-1	<p>□ディーゼル発電機、風力発電機、蓄電池、エネルギーマネジメントシステムを組み合わせ構築したマイクログリッドの最適制御協調システムの有効性検証</p>			
	<p>a) 再エネ出力最大活用による省エネ・代エネ効果  <b>【達成度の評価基準】</b>                      ・省エネ・代エネ効果1,156kL/年</p>	<p>・省エネ・代エネ効果は、<u>取得データ補正後1,379kL/年</u>を確認</p>	◎	
	<p>b) 高効率DGの運転による、燃料削減効果・保守メンテ費の削減効果  <b>【達成度の評価基準】</b>                      ・燃料削減効果 軽油39g/kWh                      ・DG負荷率50%以上</p>	<p>・新設DGの燃料削減効果として<u>最大48g/kWh</u>を確認                      ・DG負荷率<u>50%以上</u>を確認                      ・保守メンテは、点検期間の<u>20%以上の延伸</u>を確認</p>	◎	
	<p>c) 蓄電池システムとDGの協調制御運転下における電力品質の安定性  <b>【達成度の評価基準】</b>                      ・電力系統安定化 周波数50±0.2Hz                      ・電圧 6.3kV±10%)</p>	<p>・周波数滞在率は、<u>68%から99%まで改善</u>                      ・目標電圧に対し、<u>最大値6.4kV(+1.2%)</u>、<u>最低値6.2kV(-1.2%)</u>と許容内を確認</p>	◎	
①-2	<p>□ディーゼル発電機3台の内1台で、原油とディーゼル油の混焼による運転を実施  <b>【達成度の評価基準】</b>                      ・実証研究期間中に、<u>原油:ディーゼル油による混焼焚きを達成</u></p>	<p>・実証運転期間中において<u>原油:ディーゼル油による混焼焚きで問題なく運転できる</u>ことを確認</p>	○	

# 3. 事業成果 :

## ①再エネ制御協調システム及び混焼焚きディーゼル発電機の有効性検証



実証系統構成図



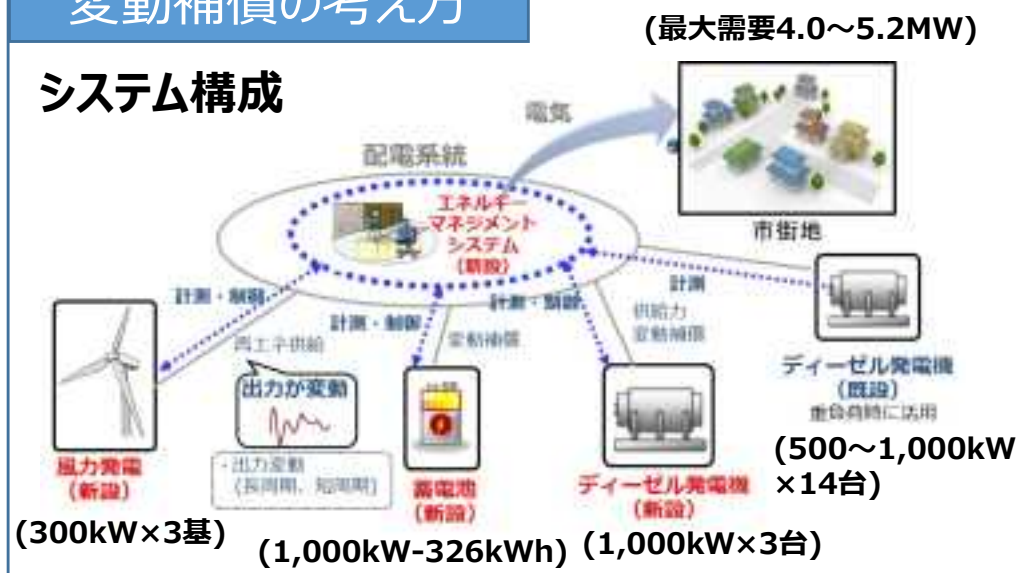


# 3. 事業成果：①再エネ制御協調システム及び混焼焚きディーゼル発電機の有効性検証

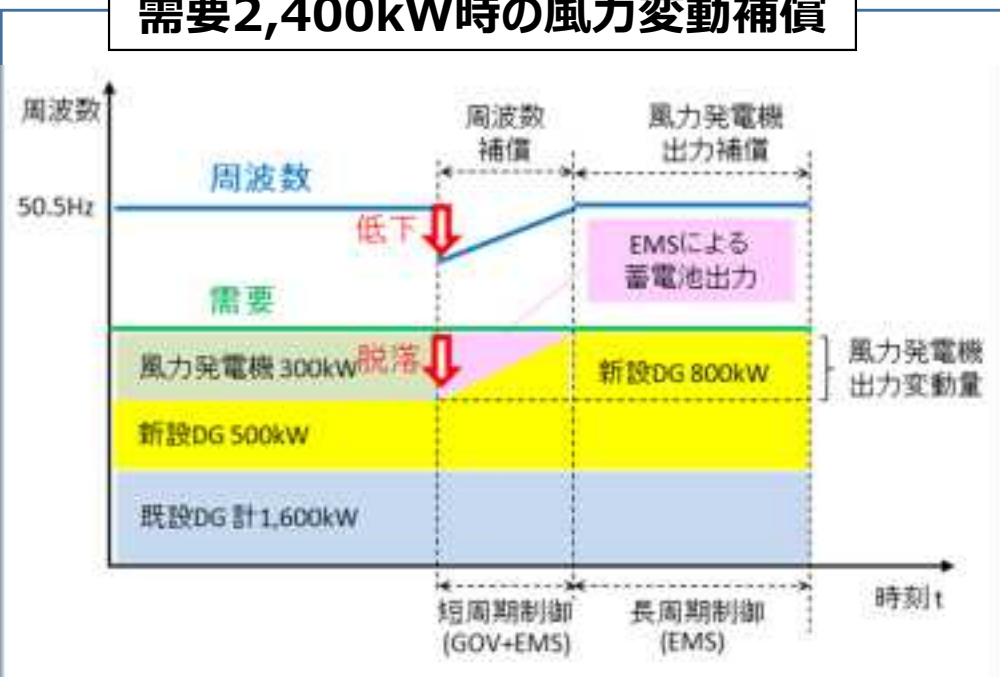


## 変動補償の考え方

### システム構成



### 需要2,400kW時の風力変動補償



## 需要に応じたEMS制御協調運転

- 以下のとおり、**新設DG・風力発電・既設DGは需要にあわせて運転**
  - ロシア側要望で、**既設DGは、熱源確保のため、常時計1,000kWを出力**
  - ①の1,000kWを差し引いた需要に対し、**新設DGは連系可能な最大台数(最大800kW(\*)×1~3台)で連系**
  - 風力発電は、左図の風力変動補償のとおり、新設DG 800kWごとに最大300kW(\*)で連系**  
(\*)新設DGは、風力発電による変動にあわせ、効率的な運転が可能な500~800kW間で調整しながら、(新設DG+風力発電)が計800kWになるよう運転
  - ①~③で**不足する分は、既設DGが供給**



### 3. 事業成果： ①再エネ制御協調システム及び混焼焚きディーゼル発電機の有効性検証



実証テーマ①-1：ディーゼル発電機、風力発電機、蓄電池、エネルギーマネジメントシステムを組み合わせる構築したマイクログリッドの最適制御協調システムの有効性検証

#### a) 再エネ出力最大活用

- ・省エネ・代エネ効果目標1,156kL/年（原油換算）に対し、実績は 698kL/年であり、目標に対し未達
- ・ただし、実証運転期間中における、当初計画にない発電停止や発電量抑制(\*)分を追加補正した場合、**省エネ・代エネ効果は1,379kL/年となり、当初計画した目標を達成**

(\*)当初計画にない発電停止や発電量抑制

- ・機器の定期点検や、運転中に発生したトラブルの原因究明のための停止が、新型コロナに伴う日本からのリモート対応等により想定よりも長期間になった
- ・ロシア側から既設DGの発電量確保(熱源への供給)の要請があり、新設DGの運転台数に制限が生じた



# 3. 事業成果：①再エネ制御協調システム及び混焼焚きディーゼル発電機の有効性検証

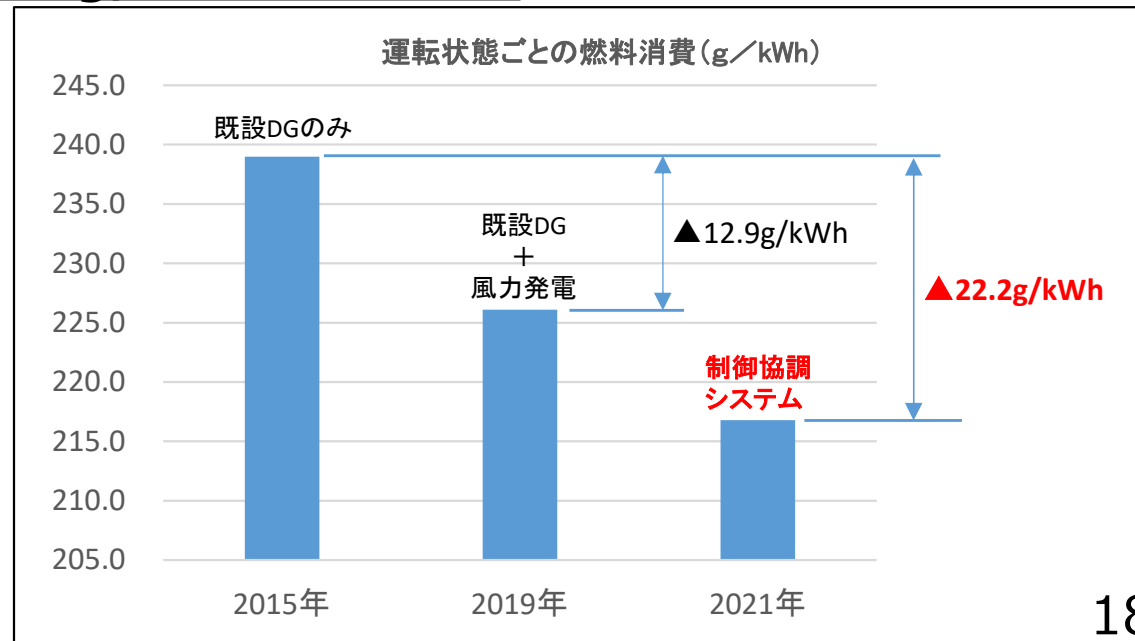
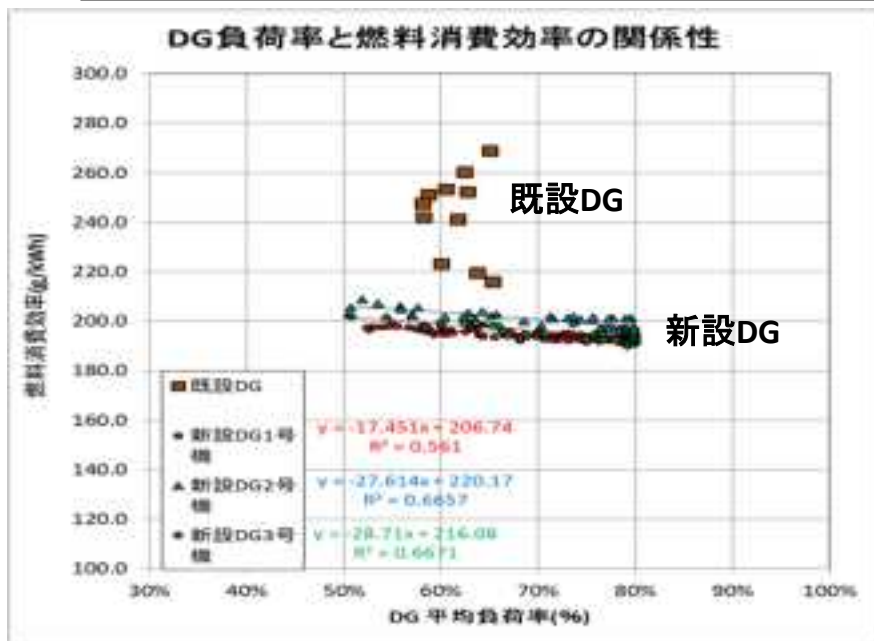


実証テーマ①-1：ディーゼル発電機、風力発電機、蓄電池、エネルギーマネジメントシステムを組み合わせ、構築したマイクログリッドの最適制御協調システムの有効性検証

## b) 高効率DGの運転による、燃料削減効果・保守メンテナンス費の削減効果

### ①燃料削減効果

- 新設DGが高効率となる50%以上(過負荷運転はしないことを前提)での運転を目指したEMS(\*)を設計  
 (\* ) 長周期変動のEMS  
 300kWの風力発電機の長周期の出力変動は、新設DGが高効率で運転できる500~800kWに出力を変更して追従させるとともに、800~1,000kWはDG台数変更時の起動・解列幅に設定
- 実証運転の結果、**新設DG1,2,3号機の燃料消費効率はそれぞれ192,195,191g/kWhとなり、いずれも目標である200g/kWh以下を達成。また、既設DGの平均燃料消費量239g/kWhに対し最大48g/kWh削減を達成** (左図のとおり)
- 今回の**最適制御協調システム(新設DG+風力発電機+既設DGによる運転)による年間の平均燃料消費量は、既設DGのみの場合と比較し、22.2g/kWhの削減を達成** (右図のとおり)



### 3. 事業成果： ①再エネ制御協調システム及び混焼焚きディーゼル発電機の有効性検証



実証テーマ①-1：ディーゼル発電機、風力発電機、蓄電池、エネルギーマネジメントシステムを組み合わせ、構築したマイクログリッドの最適制御協調システムの有効性検証

#### b) 高効率DGの運転による、燃料削減効果・保守メンテナンス費の削減効果

##### ②保守メンテ費の削減効果

- 既設DGは、号機ごとに使用開始からの運転時間、および機器の状態に合わせた保守メンテナンスによる停止もあるが、新設DG(風力発電機)の稼働後の「既設DGの運転時間・発電量」は、以下のとおり**20%以上の削減を達成**

	2020年	2021年実績	削減率(%)
運転時間(h)	35,922	28,730	20.1
発電量(MWh)	17,870	13,518	24.4

- なお、①-1 a)に記載した抑制等なく運転できた場合は、以下のとおり、**40%以上削減できると想定**

	2020年	2021年(制約なし)	削減率(%)
運転時間(h)	35,922	21,180	41.1
発電量(MWh)	17,870	10,257	42.7



- 既設DGは、上記の運転時間削減によって、**20%以上(抑制なしの場合は40%以上)の点検期間の延伸が図れた**。今後、設備過剰分となった**既設DGを廃止することができれば、更なる点検対象の削減も可能**
- なお、制御協調システムは、**今回新たに設置した新設DGや風力発電機等のメンテナンスも必要になってくる**が、試算の結果、運転時間・必要の都度行っている14台の既設DGのメンテナンスの延伸による削減効果が大きく、**使用年数が長くなるほどメンテナンスの削減効果は比例して大きくなる**ことを確認(5年後には、**総額で4.9百万円の保守メンテナンス費削減が可能**)

### 3. 事業成果：①再エネ制御協調システム及び混焼焚きディーゼル発電機の有効性検証



実証テーマ①-1：ディーゼル発電機、風力発電機、蓄電池、エネルギーマネジメントシステムを組み合わせ、構築したマイクログリッドの最適制御協調システムの有効性検証

#### c) 蓄電池システムとDGの協調制御運転下における電力品質の安定性（1 / 2）

- ・300kWの風力発電機の短周期の出力変動は、蓄電池(1,000kW-326kWh)にて品質を維持

- ・その結果、次の通り品質が維持できたことを確認【周波数】

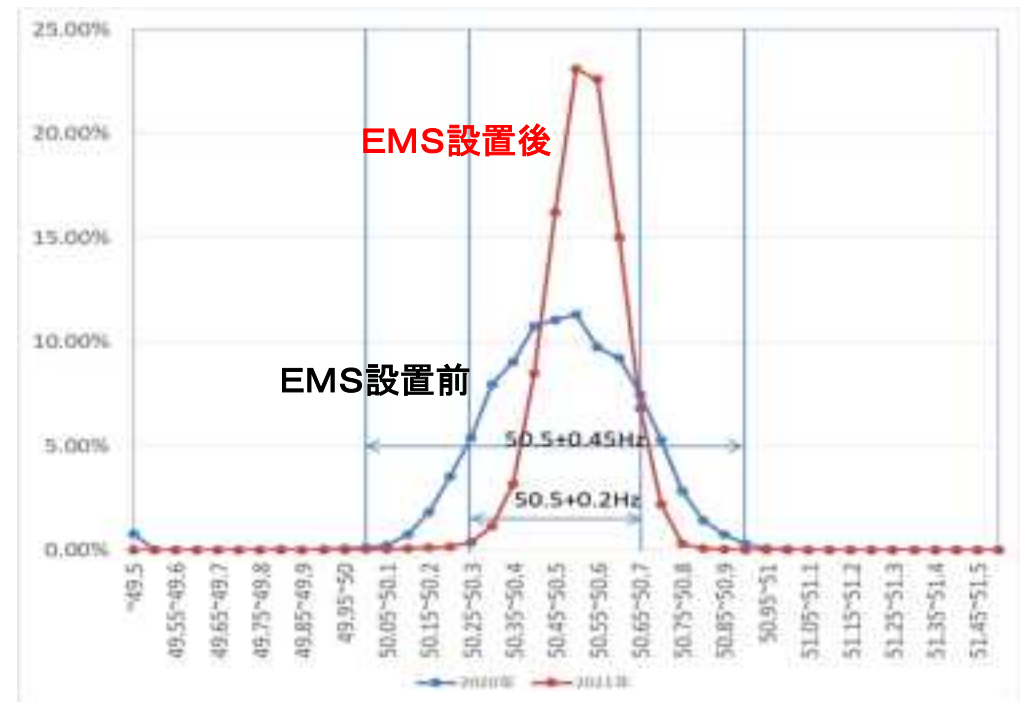
- ・ロシア側との協議により、目標値とする運用周波数を $50.5 \pm 0.2\text{Hz}$ に変更
- ・滞在率は、**EMS設置前の68%に対し、EMS設置後は99%まで改善**（右図のとおり）

#### 【電圧】

- ・目標電圧 $6.3\text{kV} \pm 10\%$ に対し、**最大値 $6.4\text{kV} (+1.2\%)$ 、最低値 $6.2\text{kV} (-1.2\%)$** と許容範囲に収まり、安定していることを確認できた

#### 【SOC】

- ・実証期間中、風力発電が最大出力からの変動( $900\text{kW} \Rightarrow 0\text{kW}$ )は発生しなかったが、 $800\text{kW}$ の出力変動(低下)あり。この際のSOCは**想定範囲の動作( $900\text{kW}$ 換算でSOC運用下限付近まで低下したが枯渇なし)**を確認



# 3. 事業成果：①再エネ制御協調システム及び混焼焚きディーゼル発電機の有効性検証



実証テーマ①-1：ディーゼル発電機、風力発電機、蓄電池、エネルギーマネジメントシステムを組み合わせ、構築したマイクログリッドの最適制御協調システムの有効性検証

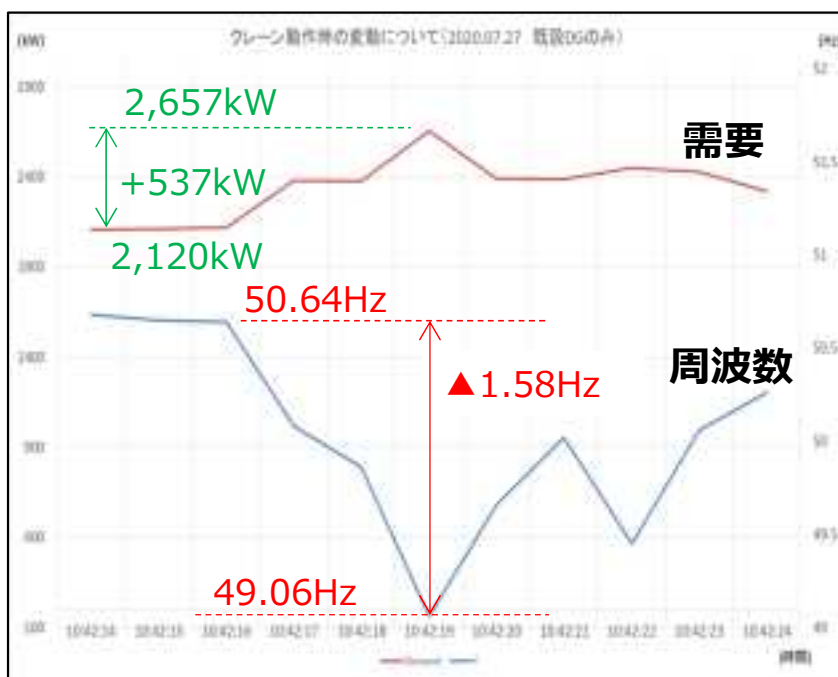
## c) 蓄電池システムとDGの協調制御運転下における電力品質の安定性 (2 / 2)

【現地課題への対応例】

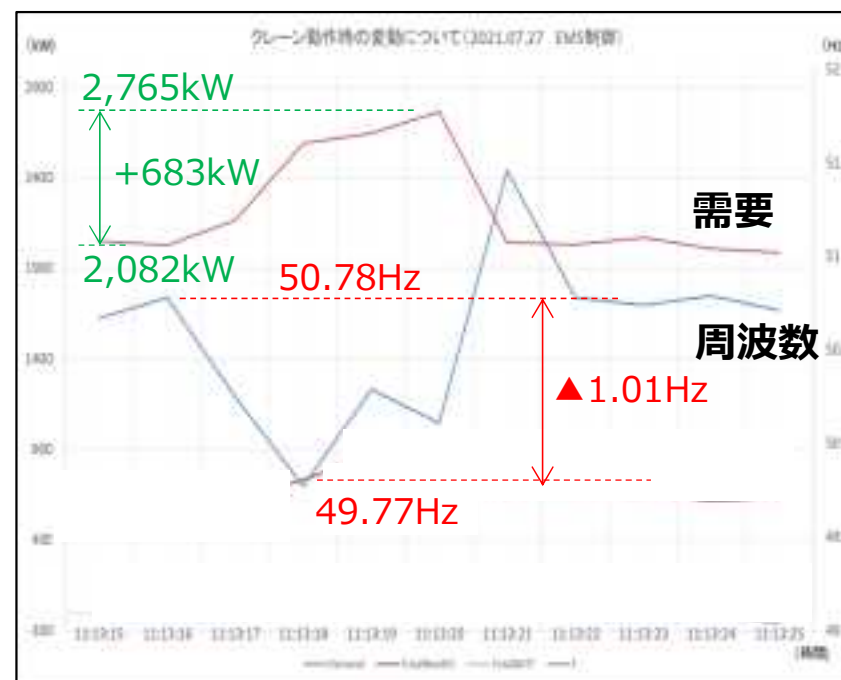
- ・ティクシでは、**低需要期**(2MW程度)の夏期に大型クレーンが稼働し(\*)、**需要の25%相当(500kW程度)の負荷変動が発生**する

(\* )ティクシでは北極海が凍結しない夏期に、海運事業のための大型クレーンが稼働

- ・**最適制御協調システムの導入**により、**導入前**の2020年7月(左図)は**1.58Hzの周波数低下が発生**していたのに対し、**導入後**の2021年7月(右図)の周波数低下は**1.01Hzまで抑制**でき、**▲0.47Hzの系統安定化が図れた**



最適制御協調システム導入前 (2020年7月)



最適制御協調システム導入後 (2021年7月)

### 3. 事業成果：①再エネ制御協調システム及び混焼焚きディーゼル発電機の有効性検証



実証テーマ①-2：ディーゼル発電機3台の内1台で、原油とディーゼル油の混焼による運転を行い、燃料費やメンテナンスコストの削減効果を検証するとともに、原油とディーゼル油の最適比率を確認する

#### ○実証運転結果

- ・実証運転期間中において、原油:ディーゼル油による混焼焚きで問題なく運転できることを確認した

### 3. 事業成果： ②極寒冷地仕様の風力発電システムの有効性検証



実証テーマ		成果	達成度	残った課題等
②-1	<b>□ 極寒冷地仕様風力発電システムの有効性確認</b> a) -30℃以下の低温運転時の安全性・適正出力を確認し運転下限温度を確認 <b>【達成度の評価基準】</b> ・-30℃より低い温度での運転確認	・運転下限温度として、 <u>-35℃まで運転できることを確認</u>	◎	
	b) 風車内温度が、機器性能上問題の無い-40℃以下にならないことを確認 <b>【達成度の評価基準】</b> ・-40℃以下にならないことを確認	・-40℃を下回ることなく保護（最も低い測定箇所で-28.6℃）されており、 <u>内部機器は問題なく稼働</u>	◎	
②-2	<b>□ 着氷検出制御の検証</b> a) 運転に悪影響を及ぼす着氷条件を明確にし、運転停止時間の最小限化の検討 <b>【達成度の評価基準】</b> ・着氷条件の運転停止への影響確認	・ <u>着氷による運転停止はなし、現地の着用を想定した解析等を実施</u>	◎	
	<b>□ 普及に資する、極寒冷地風車設計認証、現地生産化計画</b> a) 導入促進を目的とした、日本海事協会(NK)の設計承認のためのデータ収集 <b>【達成度の評価基準】</b> ・ <u>認証に必要なデータの収集</u>	・ <u>極寒冷地風力発電機設計認証に向けた運転データ及び気象データを取得</u>	○	・データを整理し認証へ向けた関係機関との調整
②-3	b) 風車製造の一部を原産地化し、製品価格・輸送コストを低減するための調査 <b>【達成度の評価基準】</b> ・ <u>-30℃より低い温度での運転</u>	・ <u>主要部品の原産地化に対して実現可能性の調査・検討を実施</u>	○	・普及へ向けて、原産地化の調査・検討の継続



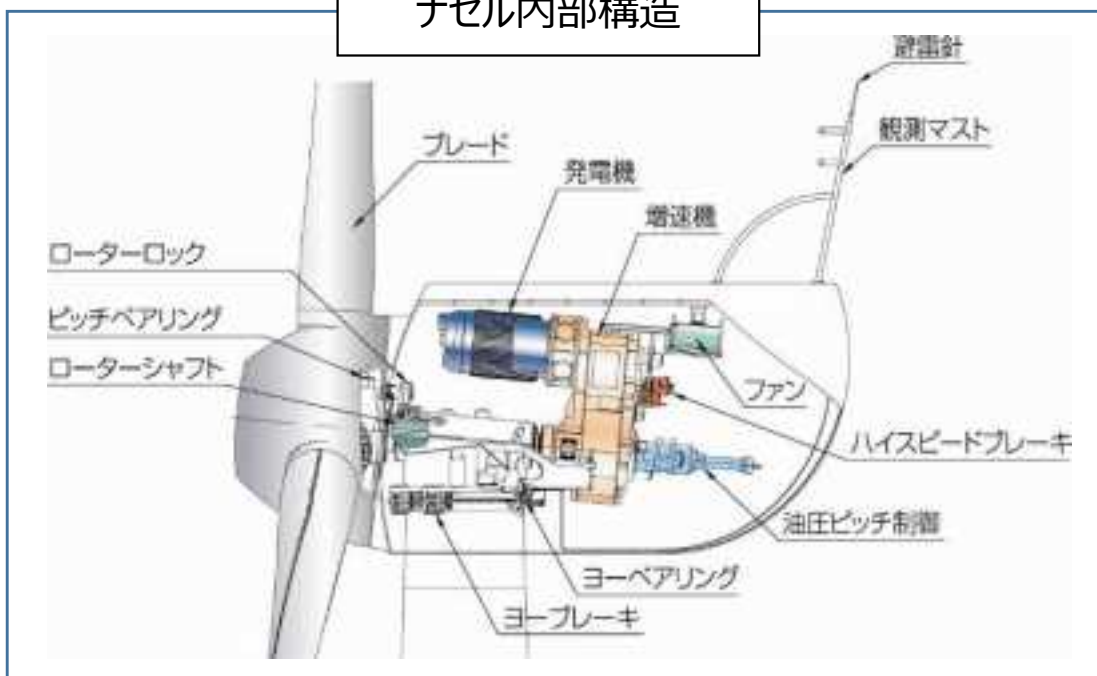
### 3. 事業成果： ②極寒冷地仕様の風力発電システムの有効性検証

#### 駒井ハルテック製 極寒冷地仕様風力発電機の詳細



- ブレード長：16m  
※10tトラックで輸送可能な最大長さ
- ナセル重量：18t以下
- タワー高さ：41.5m、4~5ブロック  
※個別重量を10t以下におさえることで、トラック輸送可能

ナセル内部構造



【駒井ハルテック製寒冷地仕様と極寒冷地仕様の違い】

	寒冷地仕様	極寒冷地仕様
風車クラス	クラスⅡa	クラスⅡs
定格容量	300kW	
ローター直径	33m	
基準風速 (m/s)	42.5	
極値風速 (m/s)	59.5	
平均風速 (m/s)	8.5	
乱流強度 Iref	0.16	
運転風速範囲 (m/s)	3~25 (-30℃以下)	3~22 (-30℃以下)
運転温度 (℃)	-30~30	-35~30
待機温度 (℃)	-40~40	-50~40

### 3. 事業成果： ②極寒冷地仕様の風力発電システムの有効性検証



#### 実証テーマ②-1：極寒冷地仕様風力発電システムの有効性を確認する

・実証運転期間中における、駒井ハルテック製極寒冷地仕様風力発電機の運転実績

	実績(注)	備考
時間稼働率TA(Technical Availability)	90.0%	発電時間+非発電の運転中(停止以外でカットイン以下等)が対象
時間稼働率OA(Operational Availability)	75.9%	発電時間が対象
設備利用率	22.4%	

(注)スライド17に記載した「当初計画にない発電停止や発電量抑制」のとおり、新型コロナによって停止期間が長期化したことによる影響等もあり、当初の想定よりも低い傾向となった



### 3. 事業成果： ②極寒冷地仕様の風力発電システムの有効性検証



#### 実証テーマ②-1：極寒冷地仕様風力発電システムの有効性を確認する

##### a) $-30^{\circ}\text{C}$ 以下の低温運転時の安全性・適正出力を確認し運転下限温度を確認

- ・実証期間中(2019年1月～2021年12月)の外気温 $-35^{\circ}\text{C}$ 以下の日は 延べ31 日で、最低気温は  $-41.6^{\circ}\text{C}$ を記録
- ・本実証において、風車は $-35^{\circ}\text{C}$ の耐設計（風車内部温度が適正に維持できれば $-40^{\circ}\text{C}$ まで運転可能）としており、実証期間中、 $-36.7^{\circ}\text{C}$ までは問題なく運転することを確認できたが、
- ・実証サイトにおいて、 $-35^{\circ}\text{C}\sim-40^{\circ}\text{C}$ においては、風力発電を行うための風速( $3\text{m/s}$ 以上)が得られない(風が吹かない)ことを確認できたことから、運転下限温度（耐設計温度）は、設計どおりの「 $-35^{\circ}\text{C}$ 」で問題ないことを確認

##### b) $-30^{\circ}\text{C}$ 以下の低温運転時の安全性・適正出力を確認し運転下限温度を確認

- ・外気温は $-41.6^{\circ}\text{C}$ を記録したが、風力発電機内部（ナセル、タワーベース内部他）は $-40^{\circ}\text{C}$ を下回ることなく保護されており（最も低い測定箇所では $-28.6^{\circ}\text{C}$ ）、内部機器は問題なく稼働していることを確認

### 3. 事業成果： ②極寒冷地仕様の風力発電システムの有効性検証



#### 実証テーマ②-2：極寒冷地の運転に影響する着氷検出制御を検証する

##### a) 運転に悪影響を及ぼす着氷条件を明確にし、運転停止時間の最小限化の検討

- ・実証運転期間中における着氷による運転停止はなし（現地で西方向からの着氷の可能性が高いことを確認）
- ・ただし、現地での着氷を想定し、ブレードへの着氷による空力性能の変化に伴う出力低下、着氷による負荷の増大に伴うブレード破損や風力発電機寿命の低下への影響についての解析を実施

#### 実証テーマ②-3：普及に資する、極寒冷地風車設計認証、現地生産化計画を検討する

##### a) 導入促進を目的とした、日本海事協会(NK)の設計承認のためのデータ収集

- ・ $-30^{\circ}\text{C}$ 以下の寒冷地気候を持つ国々への風力発電機建設の提案を可能とする極寒冷地風力発電機設計認証に向けた運転データおよび気象データを取得（実証終了後に認証へ向け、認証機関との調整を実施）

##### b) 風車製造の一部を原産地化し、製品価格・輸送コストを低減するための調査

- ・普及展開時の優位性を確保するため、風力発電機の輸送コストを削減可能な主要部品の原産地化に対して実現可能性の調査・検討を実施（実証終了後も、成果普及へ向け、調査・検討を継続）

1. 事業の位置付け・必要性 【NEDO】
  - (1) 事業の意義
  - (2) 政策的必要性
  - (3) NEDO関与の必要性
2. 事業マネジメント 【NEDO】
  - (1) 相手国との関係構築の妥当性
  - (2) 実施体制と課題共有・問題解決
  - (3) 事業内容・計画の妥当性
3. 事業成果 【東光高岳、三井物産、駒井ハルテック】
  - (1) 目標の達成状況と成果の意義
4. **事業成果の普及可能性 【東光高岳、三井物産、駒井ハルテック】**
  - (1) 事業成果の競争力
  - (2) 普及体制
  - (3) ビジネスモデル
  - (4) 政策形成・支援措置**
  - (5) 日本への波及効果**

- ロシアに加え、平均気温が-30℃を下回るエリアがあり、主要電力系統が整備されていない近隣諸国（ノルウェー・フィンランド・カザフスタン・モンゴル）において、再エネに関連する政策動向を調査した結果、**いずれの国も再エネの導入拡政策を掲げていることを確認**しており、本実証で十分な実証成果を得た**寒冷地仕様の風力発電機については、政策に基づき十分普及が見込まれる**
- また、ロシア、フィンランドでは、長期目標としてカーボンニュートラル達成も掲げており、**老朽化した従来型のディーゼル発電機は、風力発電機及び高効率ディーゼル発電機への置き換えによる温室効果ガス削減効果**が見込まれるため、本実証システムに対する**ニーズは今後益々高まっていくものと考えられる**

ロシア	<ul style="list-style-type: none"> <li>2050年までに、森林などによる吸収量を差し引いた温室効果ガスの純排出量を2019年比約60%削減し、2060年までにカーボンニュートラルを達成する目標</li> <li>※極東や北極圏等といった独立電力系統地域における、主たる電源であるディーゼル発電機の更新にあたり、風力等の再エネの導入を指針として制定</li> </ul>
ノルウェー	<ul style="list-style-type: none"> <li>2030年までに、CO2排出量を1990年比50～55%削減し、長期目標として、遅くとも2050年までにカーボンニュートラルを達成する目標</li> <li>水力以外の再エネでは特に風力を推進</li> </ul>
フィンランド	<ul style="list-style-type: none"> <li>2030年までに、温室効果ガス排出量を非排出権取引部門で2005年比39%削減し、再エネ使用量を2020年代に全体の50%とし、2045年までにカーボンニュートラルを達成する目標</li> </ul>
カザフスタン	<ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギーミックスに占める再エネの割合を2030年までに10%、2050年までに50%とする目標</li> </ul>
モンゴル	<ul style="list-style-type: none"> <li>2030年までに再エネ導入比率を30%に引き上げる目標</li> <li>2015年から2023年にかけて、エネルギー安全性と再エネ開発の基盤の確立、再エネ部門の法的環境の改善に重点をおき、2024年から2030年にかけて二次エネルギーを輸出し、持続可能な再エネ分野を開発する目標</li> </ul>

- 日本では、ティクシと同様の寒冷気候かつ独立系統であるエリアが少ないが、**寒冷で風況のよいエリアへの風力発電機の導入や、離島などへの再エネ制御協調システム（高効率ディーゼル発電機、風力発電機、EMS）の導入にあたって本実証で得た成果の適用が十分可能**であると考えられる