

# 風力発電メンテナンスにおける担い手の育成

## — AIを活用したメンテナンス技術の導入 —

薄井 繭実

(経済産業委員会調査室)

1. はじめに
2. 我が国の風力発電の現状
3. 導入が進みつつある我が国の洋上風力発電の状況
  - (1) 導入状況及び導入計画
  - (2) 海域利用ルールの整備
4. 風力発電業界における人材不足
5. 担い手確保に向けた現状と課題
  - (1) 人材育成のための教育プログラムの策定
  - (2) トレーニングサイトの不足への対応
  - (3) 独立系メンテナンス事業者育成のための環境整備
6. AIを活用したメンテナンス技術の開発
  - (1) スマートメンテナンスを支える通信技術の開発
  - (2) Condition Monitoring System (CMS) 高度化技術開発
  - (3) スマートメンテナンス点検プラットフォームの開発
7. おわりに

### 1. はじめに

風力発電については、欧州や中国など世界における導入拡大に比べ、我が国は導入実績及び導入目標双方において出遅れている状況にある。しかし、2018年11月に成立した「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律」(以下「再エネ海域利用法」という。)により、洋上風力発電を行うための事業環境が整備されたことを受けて、我が国においてもその事業化に向けた動きが加速しつつある。そうした中で、再生可能エネルギー(以下「再エネ」という。)全体の事業拡大の課題として、人材育成の問題が指摘されており、風力発電業界においても、従来から慢性的な人材不足の状態にある

とされる。その背景には、マイナーな産業であり業界で働くきっかけが少ないこと、プロセスごとに必要な職種が異なり多様な職種が必要とされること、専門的な教育プログラムを実施している教育機関が少なく適切な教育プログラムが乏しいことなどが指摘されており<sup>1</sup>、特に保守・運用等を行うメンテナンス分野の人材確保が喫緊の課題となっている。

そこで、本稿では、風力発電メンテナンス分野における担い手の育成とその課題、また AI 等を活用して風車のメンテナンスを効率的に行うことを可能とする技術開発の動向やその導入状況等について紹介する。

## 2. 我が国の風力発電の現状

2018 年末時点における世界の風力発電の設備容量は 5 億 9,155 万 kW であり、同年の新規導入量は 5,132 万 kW となっている。そのうち洋上風力の新規導入量は 450 万 kW であり、新規導入量の 8.8% に上っている<sup>2</sup>。洋上風力発電は、現在世界で最も飛躍的に導入が拡大している再エネ電源の一つであり、特に欧州では海洋国家であるイギリスを中心に導入が進んでいる。欧州における 2018 年 12 月時点の設備容量は 1,828 万 kW に達しており、今後 2020 年に 2,500 万 kW、2030 年までに 6,650 万 kW の洋上風力を開発し、欧州全体に必要な電力の 7.7% を供給するという野心的な目標が掲げられている<sup>3</sup>。また、近年中国も急速に導入を拡大してきている。

一方、我が国の風力発電については、2000 年以降導入件数が大きく増加し、2017 年度末時点での導入量は、2,253 基、出力約 350 万 kW となっており、今後さらに導入が拡大することが見込まれている<sup>4</sup>。未稼働分を含めた固定価格買取制度による認定量は 2017 年度末時点で 906 万 kW であり<sup>5</sup>、地域別に見ると東北、北海道、九州において導入が進んでいる。将来的なエネルギー需給構造の見通しを示した長期エネルギー需給見通し（以下「エネルギーミックス」という。）では、2030 年度における風力発電の設備容量見込みは 1,000 万 kW（うち陸上風力 918 万 kW、洋上風力 82 万 kW）、発電電力量見込みは 182 億 kWh（うち陸上風力 161 億 kWh、洋上風力 22 億 kWh）とされており<sup>6</sup>、現状の認定量は既にエネルギーミックスの値に迫るものとなっている。しかし、エネルギーミックスにおける風力発電の発電電力量見込みは、2030 年度の総発電電力量のわずか 1.7% 相当（うち陸上風力 1.5%、洋上風力 0.2%）であり<sup>7</sup>、世界の導入拡大に比べ遅れを取っている状況となっている。

---

<sup>1</sup> 一般社団法人日本風力エネルギー学会編集委員会編「誌上座談会 我が国の風力発電を担う人財の育成について」『日本風力エネルギー学会誌』Vol. 40, No. 4（2016年4月）500頁

<sup>2</sup> GWEC『Global Wind Report 2018』29頁

<sup>3</sup> 石原孟「洋上風力発電の現状と将来展望」『第20回風力エネルギー利用総合セミナーテキスト』（足利大学総合研究センター、2019年6月）1-43頁

<sup>4</sup> 『平成30年度 エネルギーに関する年次報告』145頁。なお、出力量は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の調査によるものであり、単機出力10kW以上かつ総出力20kW以上の風力発電設備で稼働中のものを集計したものとされている。

<sup>5</sup> 同上

<sup>6</sup> 経済産業省「長期エネルギー需給見通し関連資料」（2015年7月）47頁

<sup>7</sup> 前掲脚注6の長期エネルギー需給見通しに基づく、2030年度の風力発電の発電電力量見込みである182億kWh（うち陸上風力161億kWh、洋上風力22億kWh）を2030年度の総発電電力量10,650億kWh程度で除した値。

### 3. 導入が進みつつある我が国の洋上風力発電の状況

#### (1) 導入状況及び導入計画

我が国の洋上風力発電の導入量（運転を開始したもの）は約2万kWで、そのほとんどが国の実証事業となっている<sup>8</sup>。日本は、海底の地形が急に深くなる形状であり、台風や地震が多いという自然環境の特性があることから、このような環境への適応やコスト削減を図るために実証事業が行われてきたとされる<sup>9</sup>。洋上風力発電の設置がもたらす環境への影響を調べるための環境アセスメントの手続き中の案件は近年急速に増加し、図表1のとおりとなっており、実証事業の段階から企業が事業参入を行う段階に入ってきたといえる。

図表1 洋上風力発電の環境アセスメント手続きの実施状況（都道府県）

都道府県	事業名称	事業規模 (kW)
北海道	(仮称) 石狩湾新港洋上風力発電事業	10.4万
北海道	石狩湾洋上風力発電事業	最大100万
北海道	(仮称) 檜山エリア洋上風力発電事業	最大72.2万
青森県	むつ小川原港洋上風力発電事業	最大8万
青森県	(仮称) つがる西洋上風力発電事業	最大100万
青森県	(仮称) 陸奥湾洋上風力発電事業	最大80万
青森県	(仮称) つがる洋上風力発電事業	48万
青森県	(仮称) 横浜町洋上風力発電事業	最大8万
青森県	(仮称) 青森西北沖洋上風力発電事業	50万
青森県	(仮称) 鱒ヶ沢洋上風力発電事業	最大43.2万
秋田県	(仮称) 秋田港洋上風力発電事業	最大5.46万
秋田県	(仮称) 能代港洋上風力発電事業	最大8.82万
秋田県	(仮称) 秋田県北部洋上風力発電事業	最大45.5万
秋田県	(仮称) 秋田県由利本荘市沖洋上風力発電事業	最大83.82万
秋田県	(仮称) 八峰能代沖洋上風力発電事業	最大約18万
秋田県	(仮称) 秋田洋上風力発電事業	最大150.1万
秋田県	(仮称) 秋田中央海域洋上風力発電事業	最大50万
秋田県	(仮称) 能代・三種・男鹿沖洋上風力発電事業	47.5万～54万程度
千葉県	(仮称) 銚子沖洋上風力発電事業	最大37万
新潟県	(仮称) 新潟北部沖洋上風力発電事業	最大50万
福井県	(仮称) あわら沖洋上風力発電事業	最大20万
静岡県	(仮称) パシフィコ・エナジー遠州灘洋上風力発電事業	最大65万
静岡県	(仮称) パシフィコ・エナジー南伊豆洋上風力発電事業	最大50万
和歌山県	(仮称) パシフィコ・エナジー和歌山西部洋上風力発電事業	最大75万
山口県	(仮称) 安岡沖洋上風力発電事業	最大6万
佐賀県	(仮称) 唐津洋上風力発電事業	最大40.85万
佐賀県	(仮称) 唐津洋上風力発電事業Phase2	最大20万
長崎県	(仮称) 五島市沖洋上風力発電事業	最大2.2万
長崎県	(仮称) 西海江島洋上風力発電事業	最大24.7万
長崎県	(仮称) 西海洋上風力発電事業	最大51.3万

(出所) 環境省「環境影響評価情報支援ネットワーク」環境アセスメント事例情報の検索結果データを基に作成<[http://assess.env.go.jp/2\\_jirei/2\\_2\\_search/index.html](http://assess.env.go.jp/2_jirei/2_2_search/index.html)> (2019.10.16 最終アクセス)

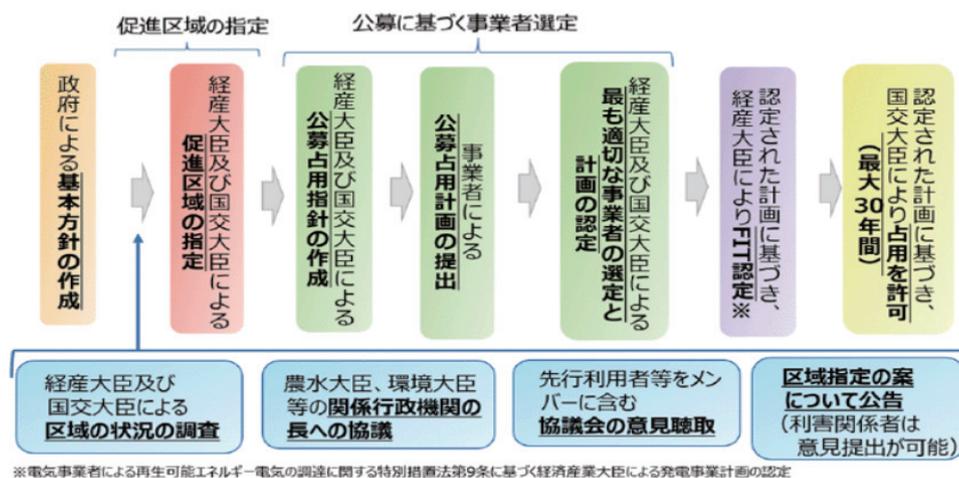
<sup>8</sup> 資源エネルギー庁スペシャルコンテンツ「日本でも、海の上の風力発電を拡大するために」(2018年12月6日) <<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/yojohuryokuhatuden.html>> (2019.10.16最終アクセス)。このうち、NEDOの実証事業として実施されていた千葉県銚子沖における沖合洋上風力実証設備については、2019年1月1日から商用運転が開始された。

<sup>9</sup> 同上

## (2) 海域利用ルールの整備

2018年7月に閣議決定された第5次エネルギー基本計画において、「洋上風力については、世界的にはコストの低減と導入拡大が急速に進んでいる。陸上風力の導入可能な適地が限定的な我が国において、洋上風力発電の導入拡大は不可欠である」とされた。しかし、洋上風力の本格的な導入に当たって、一般海域を長期で占有することについての統一ルールがないことや、先行利用者との調整に関わる枠組みがないことが事業の大きな課題とされてきた。これらの課題に対応するため、2018年に再エネ海域利用法が成立し、2019年4月1日から施行された。同法では、洋上風力発電事業を行いやすい環境を整備するため、自然条件や系統接続の確保等の観点から一定の要件を満たした区域を促進区域として指定し、当該区域では事業者には最大30年間の占有許可を与えることとしている(図表2参照)。

図表2 再エネ海域利用法の手続きの流れ



(出所)『平成30年度エネルギーに関する年次報告』253頁

同法は、2030年度までに運転が開始されている区域を5区域とすることをKPI(重要業績指標)としており、現在、促進区域の選定に向けた作業が実施されている。2019年7月には、促進区域の指定に向けて既に一定の準備段階に進んでいる区域として11区域が整理され、そのうち4区域については、有望な区域として、協議会の組織や国による風況地質調査の準備を直ちに開始することとされている<sup>10</sup>。

## 4. 風力発電業界における人材不足

資源エネルギー庁において実施された「平成26年度新エネルギー等共通基盤整備促進事業」の一環として、国立大学法人東京大学において、再エネ関連事業を推進する人材育成のための知識体系の整理に関する調査が実施された。本調査では、再エネ分野における

<sup>10</sup> 経済産業省ニュースリリース「再エネ海域利用法における今後の促進区域の指定に向けて有望な区域等を整理しました」(2019年7月30日) <<https://www.meti.go.jp/press/2019/07/20190730001/20190730001.html>> (2019.10.16最終アクセス)

人材の状況や、求められる人材像、また、再エネ人材の偏在性についての調査も実施された<sup>11</sup>。同調査の結果では、再エネ全体の事業拡大の一番の課題として、必要な人材の確保が難しく、人材育成には長期間を要することが明らかとなった<sup>12</sup>。風力発電業界においても従来から慢性的な人材不足の状態にあるとされるが、その背景としては、①風力発電業界がマイナーな産業で業界で働くきっかけが少ないこと、②風力発電は風力発電所の計画から設計、建設、保守・運用と多様なプロセスにより事業が成り立っており、多種多様な職種が必要であること、③専門的な教育プログラムが高校、大学を通じてほとんどないこと、④風力発電業界の高齢化が進み、さらに若い人が適切に参入参画していくことが難しく、特に中間層が乏しいことなどが指摘されている<sup>13</sup>。設計、建設、保守・運用とそれぞれの段階での人材確保が課題となる中、特に保守・運用については事故予防、稼働率向上、それに伴う収益性の向上に大きく関係する分野であり、風力発電事業の確実性や予見性を確保するために重要となる。風車のメンテナンスには規模の大小によるものの日常保守管理業務については風車3基あたり概ね1人のメンテナンス人員が必要であり<sup>14</sup>、国内の風車基数から算出すると約690人程度の人員が必要となるところ、現状は500人程度しかおらず、190人程度が不足している<sup>15</sup>。さらに、今後の風車の設置基数及びそれに伴うメンテナンス要員数に関する一般社団法人日本風力発電協会の推計では、2020年度には6,020基、要員数1,000人～2,000人となり、2030年度には1万6,100基、要員数2,700人～5,400人となるとの見通しも示されており<sup>16</sup>、メンテナンス人員の不足は喫緊の課題となっている。

## 5. 担い手確保に向けた現状と課題

### (1) 人材育成のための教育プログラムの策定

エネルギー分野の事業活動を担う専門的人材の効果的な育成等と、それによるエネルギー関連産業の健全な成長・高度化の促進を目的として、2014年12月に、再エネ分野の事業活動に必要な人材を網羅的に示すとともに、人材に期待される役割や人材が備えるべきスキルや知識を体系的かつ具体的に示すためのガイドブックである「再生可能エネルギースキル標準 (GPSS: Green Power Skills Standard)」が策定された。ガイドブックは概要編、キャリア・スタイル体系編、知識体系編の3部構成となっており、第2部のキャリア・スタイル体系編では再エネ事業者における人材の役割やスキルに関する指標が、第3部の知識体系編では、再エネ事業者に求められる知識等がまとめられている。

上記ガイドブックは再エネ全般にわたるものであるが、再エネに係る人材不足の現状を

<sup>11</sup> 前掲脚注1 486～487頁

<sup>12</sup> 飯田誠「風力の発展を支える人材育成の試み」『第38回風力エネルギー利用シンポジウム』(2016年11月) 179～181頁

<sup>13</sup> 前掲脚注1 487頁

<sup>14</sup> 前掲脚注12 191頁

<sup>15</sup> デロイトトーマツコンサルティング合同会社「平成29年度電気施設等の保安規制の合理化検討に係る調査風力発電業界の構造調査 最終報告書」(2018年3月16日) 38頁

<sup>16</sup> 一般社団法人日本風力発電協会「Wind Vision Report～真に信頼される電源を目指して～」(2016年2月) 74頁～75頁。本資料の推計においては、2014年度は3基当たり1人、2020年度及び2030年度においては3～6基当たり1人で要員数を算出しているとされている。

踏まえ、各地において人材育成に向けたプロジェクトが始動している。風力発電分野では、大学、高専等において風力メンテナンス講座を開講し、実習も取り入れた講習・トレーニングプログラムの構築を行っている秋田県のほか、高専と連携して人材育成の取組を行っている福島県、産学官連携の下に風力発電の人材育成プログラムの構築・推進に関する活動を進め、その一環として人材育成研修を実施している福岡県北九州市等の事例がある<sup>17</sup>。風力発電事業の導入の進展に伴い、風力発電事業が進展しつつある地域において人材育成プロジェクトの動きが出てきてはいるが、実際に社員研修等に当たる風力発電事業者やメンテナンス事業者からは、大学の講義等向けではなく現場のメンテナンスに資する風力発電の基礎を教えるための適切な教材の策定や、事業者が策定した教育プログラムを確認し評価するような機関の必要性が指摘されている<sup>18</sup>。

## (2) トレーニングサイトの不足への対応

風車のメンテナンスを行うためには、普通運転自動車免許の取得や高所作業車運転技能講習の受講などが義務づけられているほか、電気主任技術者、車両建設機械、フォークリフト、クレーン運転など数多くの資格を取得することが望ましいとされている<sup>19</sup>。また、安全な作業環境を確保するため、欧州を始めとする世界の風力発電事業者及び風車メーカー等で構成される非営利組織GWO (Global Wind Organization) のトレーニングを受講することが推奨されている<sup>20</sup>。GWOのBST (Basic Safety Training : 基本安全トレーニング) は、①心肺蘇生法等の救命処置や怪我への応急処置等を学ぶFirst Aid (ファーストエイド)、②重量物の搬送方法や移動方法、リスク管理などを学ぶManual Handling (マニュアルハンドリング)、③風力発電設備における防火や消火方法などを学ぶFire Awareness (ファイアアウェアネス)、④風車からの脱出訓練や車梯子からの救助訓練等を行うWorking at Height (高所作業)、⑤海上における救命処置や風車建設時の安全確保等を学ぶSea Survival (海上サバイバル) の5つのコースから成り、GWOが認定したトレーニング組織でトレーニングを受講することでGWO認証を取得することができる<sup>21</sup>。しかし、2019年9月時点で、我が国の認証施設は、青森県上北郡六ヶ所村にあるイオスエンジニアリング&サービス株式会社の施設と福岡県北九州市に所在する日本サバイバルトレーニングセンターのみとなっている。GWOトレーニングプログラムは2年に1回更新しなければならぬため、欧州など海外にトレーニングを受けに行く必要が生じることもあり、事業者の大きな負担となっている。また、GWO認定組織に限らず、トレーニングサイトが不足しており、風車の現物を使用してトレーニングできる施設を整備すべきとの指

<sup>17</sup> 前掲脚注1 500頁、東京大学・いわき市「大学等の復興知を活用した福島イノベーション・コースト構想促進事業」(2019年4月1日)、北九州市「北九州市 風力発電の人材育成研修」〈[http://jwpa.jp/pdf/201812\\_Kitakyushu\\_JinzaiIkusei.pdf](http://jwpa.jp/pdf/201812_Kitakyushu_JinzaiIkusei.pdf)〉(2019.10.16最終アクセス)

<sup>18</sup> 前掲脚注1 492頁

<sup>19</sup> 前掲脚注12 188頁

<sup>20</sup> イオスエンジニアリング&サービス株式会社「GWO安全トレーニング」〈<https://eos-es.co.jp/img/work/training01.pdf>〉(2019.10.16最終アクセス)

<sup>21</sup> 同上

摘もある<sup>22</sup>。

### (3) 独立系メンテナンス事業者育成のための環境整備

風力メンテナンス業界における独立系メンテナンス事業者（以下「サードパーティ事業者」という。）は、風車メーカーや発電事業者等から委託を受けて運用及び保守点検（O&M：オペレーションアンドメンテナンス）のみを専門で行う事業者のことである。風車はかつては売り切り型のビジネスモデルであったものの、近年は長期間にわたるO&Mの提供も併せてパッケージ化した形でのビジネスモデルに転換しているとされる。欧州においては、O&Mを外注する傾向が強くなり、サードパーティ事業者への外部委託ビジネスが増加している<sup>23</sup>。欧州において、サードパーティ事業者の参入が進んでいる背景には、風力発電事業などでよく用いられるプロジェクトファイナンス<sup>24</sup>において、貸し手がO&M実績及び品質についても評価して融資の判断を行う仕組みがあるとされ、サードパーティ事業者による稼働率保証の提供が認められている<sup>25</sup>。その結果、サードパーティ事業者の参入が促進され、風車メーカーによるトラブルシューティング等の情報開示<sup>26</sup>、O&M市場の競争環境の整備、それに伴う価格の低減効果が生み出されている。それに対して、日本では、融資の際の稼働率保証の提供はメーカーのみしか認められておらず、サードパーティ事業者のO&M実績等を評価する仕組みもないことから、サードパーティ事業者が新規参入することが難しく、適切な競争環境が整備されていない状況にある。日本においても自社で社員へのトレーニングを実施したり、ITを活用したメンテナンス技術の研究開発などを行っている事業者の例<sup>27</sup>があるものの、現状ではサードパーティ事業者の数は極めて少ない。適切かつ安価で効率的に風車のメンテナンスを行えるよう事業環境を整備するためにはこのようなサードパーティ事業者の育成を促していくことが重要であろう。そのためには、先に述べたようにサードパーティ事業者がプロジェクトファイナンスにおいて、稼働率保証提供を行う主体として認められるようにすることが必要と考えられるが、その前段階としては、サードパーティ事業者のO&M実績や品質を第三者が評価できる仕組みを構築し、保安レベルの向上を促すことが有効とされている<sup>28</sup>。

---

<sup>22</sup> 前掲脚注1 492頁

<sup>23</sup> 前掲脚注15 50～54頁

<sup>24</sup> 事業者の信用力や担保をもとに必要な資金を金融機関や金融市場から調達する「コーポレートファイナンス」に対して、事業自体から生じるキャッシュフローをもとに資金を調達する方法。

<sup>25</sup> 前掲脚注15 58頁

<sup>26</sup> 風車メーカーはトラブルシューティング等のノウハウの開示に積極的ではないとの指摘があるが、サードパーティ事業者が参入することで情報開示が進みやすくなっているとされている。（前掲脚注15 68頁）

<sup>27</sup> 株式会社北拓は、我が国における風力発電の大手メンテナンス会社の一つであり、同社は、自社で所有するトレーニングサイトにおいて社員へのトレーニングを実施しているほか、AR（Augmented Reality：拡張現実）とVR（Virtual Reality：仮想現実）を融合したMR（Mixed Reality：複合現実）という物理空間と仮想空間が共存した空間を創出してリアルタイムで仮想空間のコンテンツを操作できる技術の開発を行っている。（株式会社北拓取締役副社長吉田悟「風力発電業界における人材育成に立ち向かうための取り組み」『第20回風力エネルギー利用総合セミナーテキスト』（足利大学総合研究センター、2019年6月）2-16～2-29頁）

<sup>28</sup> 前掲脚注15 68頁

## 6. AIを活用したメンテナンス技術の開発

我が国国内の風車は部品の故障や事故によるメンテナンスのための停止時間が長く、海外の風車と比較して設備利用率は低い水準にとどまっている。また、我が国の運転維持費は、世界の平均と比較すると大規模修繕が発生していない場合においても倍近い水準であり、内訳の中では特に修繕費の割合が大きくなっているとされる<sup>29</sup>。稼働率や設備利用率の向上、修繕費のコスト低減といった課題に対応するため、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、国立大学法人東京大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所において、2013年度から2017年度にかけて「スマートメンテナンス技術研究開発」が実施された。スマートメンテナンス技術とは、風車に設置されている状態監視システム（CMS：Condition Monitoring System）データとAIを活用して大型部品の異常検知や故障予知を行う技術である。同技術の開発は、従来の事後対応型O&Mシステムから予測対応型のO&Mシステムへの転換を可能とし、メンテナンスコストの縮減、稼働率<sup>30</sup>向上、設備利用率<sup>31</sup>の改善に寄与するとされており、実際に本事業の実地検査において稼働率95%の達成、設備利用率21%から23%への改善効果が確認された<sup>32</sup>。以下では、本事業により確立されたスマートメンテナンス技術の要素技術についてその概要を紹介する。

### （1）スマートメンテナンスを支える通信技術の開発

風車のICT通信は有線通信が大半であるとされ、通信の欠損が起こりにくい反面、落雷時にサージ電流<sup>33</sup>により各機器の故障・断線が起こりダウンタイム（故障やメンテナンス実施のための風車の停止時間）増長の一因となるケースがあるほか、一度断線が起こると回復に長期を要し、制御監視不能となる危険性やデータの欠損が生じる可能性がある。他方、無線通信は、回線状況により通信不良が発生する懸念があることや、通信コストについても不明瞭であったが、有線に比べて雷の影響を受けづらく断線による通信断のリスクも少ないとされている<sup>34</sup>。

そこで、スマートメンテナンス技術研究開発においては、無線通信インフラ整備として

---

<sup>29</sup> 一般社団法人日本風力発電協会 コスト競争力強化タスクフォース「JWPAコスト競争力強化TF報告書～グリッドバリエーション達成に向けて～」(2019年1月) 35頁

<sup>30</sup> 稼働率とは、ある期間中において全暦時間から風車の保守又は故障による停止時間を差し引いた値の、同期間中の全暦時間に対する比とされ、稼働率(%) = {24(時間) × 365(日) - 故障又は保守による停止時間(時間)} / 24(時間) × 365(日) とされている。(安田陽「意外と知らない稼働率と設備利用率の違い」『環境ビジネスオンライン』(2014年5月19日) <<https://www.kankyo-business.jp/column/007754.php>> (2019.10.16最終アクセス))

<sup>31</sup> 設備利用率とは、ある期間中における風車総発電量の、同期間中に定格出力で運転したと仮定して風車が発生可能な発電量に対する比とされ、設備利用率(%) = 年間発電電力量(kWh) / 定格出力(kW) × 24(時間) × 365(日) とされている。前掲脚注30参照。

<sup>32</sup> 飯田誠「風力発電等技術研究開発／風力発電高度実用化研究開発／スマートメンテナンス技術研究開発（リスク分析）」『平成30年度NEDO成果報告会発表資料』(2018年10月3日) 25頁

<sup>33</sup> 定常運転時の送配電線路において、スイッチの開閉や雷撃などにより送配電線路に瞬間的に定常運転時の電圧を超える過電圧が発生する。この過電圧の発生に伴って送配電線路に流れる過電流のことをサージ電流という。(大原久征「送配電線路における過度現象(サージ)」『エネルギー総研レビュー第41号』(2015年Vol. 3) 18頁)

<sup>34</sup> 朴仕益ほか「風車の冗長型無線通信システムの開発」『第37回風力エネルギー利用シンポジウム』(日本風力エネルギー学会、2015年11月) 398頁

N T T Docomo と共に冗長型無線通信システム<sup>35</sup>を開発した。同システムは、通信回線の状態を監視し、メイン回線に異常が発生した場合はバックアップ回線に自動的に切り替わり、メイン回線が復旧した場合には自動的にメイン回線に切り替わる通信回線自動切り替えシステムを採用している。これにより欠落のない通信を達成することが可能とされている<sup>36</sup>。なお、冗長型無線通信システムは、NEDOが現在、北九州市沖で実施している浮体式洋上風力発電システムの実証機「ひびき」において採用されている。

## (2) Condition Monitoring System (CMS) 高度化技術開発

風力発電システムの監視システムとしては、発電機能の監視、制御を行うSCADA (Supervisory Control And Data Acquisition: 監視制御とデータ取得) と構成機器の健全性を監視するCMS (Condition Monitoring System: 状態監視システム) があり、CMSは構成機器個別の異常検出において有効であるものの解析システムやセンサ設置に要するコストの関係上、風力発電システム全体に適用するのが難しいとされ、一方、SCADAはCMSよりデータ粒度が粗く、構成機器別の異常予兆検知が難しいものの一般的にほとんど全ての風力発電システムに設置されていることから適切な解析手法が存在すれば低コストの診断が可能となるとされている<sup>37</sup>。CMSは、大規模事故保全のための技術として用いられ、振動センサ、変位センサ、温度センサなどの対象物に取り付けられた各種測定センサにより遠隔で連続または断続的にデータ収集を行い、その取得データを基に部品の異常を早期検出するシステムである<sup>38</sup>。従来、CMSは故障によるダウンタイムを意識して部品の異常を数か月前に発見することは困難とされていたが、スマートメンテナンス技術研究開発においてCMSから得られた軸受けの損傷進展と振動データの間接関係を調査することで、損傷の進展と振動レベルの上昇は一定の比率ではなく、段階的に上昇する傾向があることが確認され、主軸等大型部品の異常を人が検出する1～3か月前に発見することができることが実証された<sup>39</sup>。また、SCADAについてもネットワークを通じて遠隔地にデータを提供し、SCADAが収集したデータを二次利用した解析システムから風力発電システムの健全性を評価することにより、風車の異常予兆を3か月前に検知することが可能となることが実証された<sup>40</sup>。

## (3) スマートメンテナンス点検プラットフォームの開発

スマートメンテナンス点検プラットフォームは、事前にデータ化された点検帳票に各サ

---

<sup>35</sup> コンピューター分野において「冗長」とは、機器やシステムの構成要素について、同じ機能や役割を持つものをあらかじめ用意しておき、異常が発生した時に肩代わりできるよう待機させておくことをいう。

<sup>36</sup> 前掲脚注32 14頁

<sup>37</sup> 安田晃久ほか「SCADAデータを用いた風車の健全性評価の基礎検討」『第37回風力エネルギー利用シンポジウム』(日本風力エネルギー学会、2015年11月) 377頁

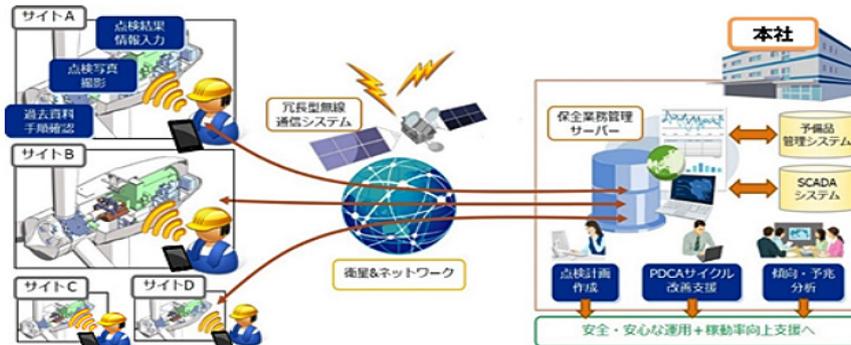
<sup>38</sup> NEDOニュースリリース「事故対応から故障予知へ、新たな風力発電のメンテナンス技術を確立—風車の状態監視データとAIの活用による故障予知技術—」(2018年3月30日) <[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100939.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100939.html)> (2019. 10. 16最終アクセス)

<sup>39</sup> 前掲脚注32 15頁

<sup>40</sup> 同上

イトでの点検作業を記録・集約して保守業務管理サーバーに保管することで、現場のメンテナンス技師及び各拠点の風車設備管理者間で情報を共有し、状況を把握、管理することを可能とするシステムである（図表3参照）。また、各現場においても、本システムの活用により風車実機上においてタブレット端末を用いて過去の点検記録や点検マニュアル、トラブル対処法を検索することが可能となる<sup>41</sup>。

図表3 スマートメンテナンス点検プラットフォームの概要



（出所）NEDOニュースリリース「事故対応から故障予知へ、新たな風力発電のメンテナンス技術を確立ー風車の状態監視データとAIの活用による故障予知技術ー」（2018年3月30日）

各部品の健全性の確認と維持を目的として定期的に行われる保守点検は、チェック項目が膨大で、かつ、継続的な経過観察の変動記録が必要であるが、メンテナンス体制によっては点検を行うこと自体に時間がかかり、点検の記録作業に時間をかけられない場合が多いとされている<sup>42</sup>。プラットフォームを活用して点検結果をタブレット端末に入力することで、従来の紙媒体やExcel等既存のPC機能の活用と比べて点検作業中に記録データ化が完了するため点検記録報告書作成等の事務作業を点検作業と同時に行うことができるなど点検作業に加え点検記録作業も効率化され、事業所内作業時間が3分の1に削減されることが実証された<sup>43</sup>。また、稼働中の風車から発報されるエラー情報により点検を行うトラブル点検業務については、主にメーカーマニュアルに沿って対処されるもののエラー内容だけでは故障部位の特定ができないことが多く、部位の特定、及び正確な処置がメンテナンス技師のスキルに依存するとされる<sup>44</sup>。このトラブル点検業務についてもプラットフォームの利用により、エラーに対する対処報告書をトラブル点検業務の対処マニュアルとしてタブレット端末に保存し、風車実機上で参照したり、対処マニュアル以外にも現場で参照するメーカー等の資料を全てタブレット端末に格納し、作業に紐付けながら確認を行うことが可能となった<sup>45</sup>こと等により、作業時間を20～40%削減されることが実証された<sup>46</sup>。

<sup>41</sup> 前掲脚注32 20頁

<sup>42</sup> 津田美穂ほか「風車稼働効率向上に向けたメンテナンス効率化支援ICTシステムの開発」『第37回風力エネルギー利用シンポジウム』（日本風力エネルギー学会、2015年11月）390頁

<sup>43</sup> 前掲脚注32 20頁

<sup>44</sup> 前掲脚注42 391頁

<sup>45</sup> 同上

<sup>46</sup> 前掲脚注32 20頁

NEDOでは、スマートメンテナンス技術研究開発の成果等を踏まえ、2018年度からはCMSによる風車の運用データや故障・事故情報を収集、蓄積するデータベースを構築し、AIを活用して故障の事前予知情報を提供したり、蓄積された過去の情報をもとに故障・事故からの早期復旧に関する情報等を提供したりするアプリケーションを組み込んだデータベースの開発を行うこととしている<sup>47</sup>。本事業の実施期間は2018年度から2020年度であり、国内の風力発電事業者等が利用可能な統一的なデータベースを開発し、風車稼働率97%を目指すとしている<sup>48</sup>。

## 7. おわりに

洋上風力発電の本格的な導入を控え、風力発電分野における人材育成への早急な対応が求められており、とりわけ本稿で紹介したメンテナンス分野の担い手の育成が喫緊の課題となっている。今後の人材育成においては、AI等を活用したスマートメンテナンスの導入など最新の技術等を活用するとともに、それらの技術開発の動向も踏まえて対応に当たることが重要であろう。また、メンテナンスコストの低減や稼働率向上に向けては欧州を参考としてサードパーティ事業者の育成を促していくことも有効と考えられる。

2019年6月に閣議決定された「インフラシステム輸出戦略（改訂版）」では、低炭素化・脱炭素化技術の海外展開の一環として洋上風力発電を新規に重点分野とすることが示された。近年、国内の主要な風車メーカーが相次いで自社開発と製造から撤退を表明している中で<sup>49</sup>、インフラ等の海外輸出を目指していくには、AIを活用したスマートメンテナンス技術の海外展開などメンテナンス分野での進出を目指すことが現時点では有力な手段の一つと考えられる。そのような観点からもメンテナンス分野における担い手の育成や技術開発は重要であり、中長期的な観点から取り組むことが必要であろう。

### 【参考文献】

飯田誠「風力等自然エネルギー技術研究開発／風力発電高度実用化研究開発／スマートメンテナンス技術研究開発（リスク分析）」『平成30年度NEDO成果報告会発表資料』（2018年10月3日）

（うすい まゆみ）

<sup>47</sup> NEDOニュースリリース「風力発電設備の稼働率向上に向けたデータベースシステム開発に着手—AIによる故障予知機能などを実装し、風車稼働率97%以上を目指す—」（2018年8月23日）〈[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101010.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101010.html)〉（2019.10.16最終アクセス）

<sup>48</sup> 同上

<sup>49</sup> 三菱重工は、2014年に国内での風車製造と陸上風車からの撤退を表明し、デンマークのヴェスタス社と半額出資により新たにMHIヴェスタス洋上風力会社を設立。日立製作所は、2019年1月、自社開発の風車の製造販売から撤退し、ドイツのエネルコン社の風車の取り扱いに軸足を移すと発表。日本製鋼所は、2019年4月、風力発電機の製造・販売事業から撤退することを発表。国内風車メーカーの相次ぐ撤退の背景には、激しさを増す海外メーカーとの低価格競争や大型開発の競争に対して、海外メーカーと組むことで新たな方向を見出そうとしたのではないかとされている。（一般社団法人日本風力エネルギー学会「我が国の風力分野に関わる諸問題に関する考察」『日本風力エネルギー学会誌』Vol. 43, No. 1（2019年5月）6頁）