

次世代風力発電サービスを支える遠隔監視と IoT 連携技術

Remote Monitoring and IoT Coordination Technology that Support the Next-generation Wind Electricity Service

村 里 優 一

要 約 再生可能エネルギーの中でも、風力発電は次世代のエネルギーとして期待されているが、風力発電設備の故障事故は増加傾向となっている。日本ユニシスは、異常や故障の予兆を監視する「IoT 遠隔監視システム」とエネルギー状況を一元管理する「エネルギーマネジメントシステム」を組み合わせた「次世代風力発電サービス」の開発を進めている。2016年8月には実証実験を開始し、安定した風力発電設備環境の提供をしている。また、2018年度のサービス開始に向けて故障予測機能の開発に取り掛かっている。

Abstract Among renewable energy, wind power generation is expected as next-generation energy, but the equipment breakdowns of wind power generation tend to increase nowadays. Nihon Unisys is developing a “Next-generation wind electricity service system” which is a combination of a “IoT remote monitoring system” and a “Energy management service system”. First system mentioned above in a combined system monitors abnormality and sign of failure in system or equipments. And a second system unifies the management of energy status. We commenced the demonstration experiment in August, 2016. We are developing a stable wind power generation facility environment. We are also working on the development of a failure prediction function for the start of service in fiscal 2018.

1. はじめに

日本における電力消費量は1970年度の約460TWhに対し、2011年度には2倍強の約1,050TWhへと年々増加している。そうした中、2011年に発生した東日本大震災は、原子力発電への信頼を低下させ、火力発電への依存度を高め、結果的に化石燃料による発電を全発電量の約9割に増大させた。こうしたエネルギー供給の脆弱性は、日本のエネルギー政策に対する大きな課題となっている。環境破壊を抑制し、省エネを推進するために、再生可能エネルギーを始めとした多様なエネルギー源の活用がこれまで以上に求められているのである^[1]。

一般に再生可能エネルギーというと、太陽光や太陽熱、水力、風力、バイオマス、地熱などが知られている。その中でも風力発電は、他のエネルギーと比べ導入ポテンシャルが高い。環境省が2011年4月に公開した「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書」を見ると、太陽光（非住宅系）の導入ポテンシャルが1.4億kWであるのに対し、風力発電は陸上風力で2.8億kW、洋上では15.7億kWに達するなど、実に太陽光の2倍から10倍の数値を示している^[2]。

このようにクリーンなエネルギー源として着目される風力発電ではあるが、本格的な普及には課題がある。本稿では、2章で日本における風力発電の普及状況と課題について述べ、3章で、それらの課題に対する日本ユニシス株式会社（以降、日本ユニシス）の取り組みについて、4章で実証実験について紹介する。また、5章で、日本ユニシスが目指す今後の風力発電事業に

ついて考察する。

2. 日本の風力発電の普及状況と課題

日本の風力発電の本格稼働は、2003年4月に施行された「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」いわゆるRPS制度^{*1}の開始に遡る。RPS制度は、電気事業者に対し、販売する電力量に応じて一定割合以上新エネルギーなどから発電する電気を導入することを義務づけた^[3]。これにより、日本は当時、イギリスに次ぐ世界8位の風力発電国となった。しかしながら、その後は新規導入量が停滞し、2015年度には日本における風力発電の導入量は、世界18位まで後退することとなる^[4]。日本での風力発電導入が停滞した理由として、以下の三つがある。それぞれの課題と解決方法を述べる。

一つ目は経済性である。風力発電の設置場所は、数を増やすにつれ、比較的設置し易い平野部から山間部・洋上へと移っている。こうした場所へ設置する際に課題となるのが、建築コスト・発電コスト^{*2}の増大である。コストを低減するためには、ハードウェアの面からの技術向上に加えて、メンテナンス費の削減と機器の長寿命化推進が必要である。そのための故障検知や監視システムの整備が必須要件となっている。

二つ目は日本の気象特性である。これには、台風による強風や風向の乱れなどが挙げられる。こうした日本独自の気象特性に応じた「日本型風車」の開発が重要となる。また、エネルギーマネジメントシステムとしては、気象検知・高度な風況（特定の場所の風の吹き方）予測といった補完機能が要求される。

三つ目は導入促進のための政策である。風力発電設置に適した沿岸線は、自然公園や保安林等になっている場合が多く、また景観上の問題から、設置が規制される場合が多い。設備普及のためには、ある程度の規制緩和が必要とされていることも事実である^[5]。

こうした風力発電普及に向けた課題への対応として、第一にハードウェアの面から、「垂直軸型マグナス式風力発電機」^{*3}などの日本型風車の開発が進められている。マグナス式風力発電機は垂直軸型の風力発電機に分類され、風向の変化や台風の様な強風に対し優れた耐久性を持つ。このマグナス式風力発電機については、4章で詳しく紹介する。

一方、ソフトウェアの面からは、故障検知や監視システム、加えて、風況予測といった機能の開発・整備が求められる。また、経済性を向上させるためには、点在する複数の風力発電機を遠隔から一元監視することができ、様々な機種 of 収集データの違いを吸収し、共通の形式でデータを管理・分析できる柔軟性の高いエネルギーマネジメントシステムが必要となる。クラウド型サービスシステムとして、導入コストを抑えることも重要なシステム要件と考える。

日本ユニシスは、異常や故障の予兆を監視する「IoT遠隔監視システム」と、エネルギー状況を一元管理する「エネルギーマネジメントシステム」を組み合わせた「次世代風力発電サービス」の開発を進めている。次世代風力発電サービスは、風力発電機の状況を管理し、異常を早期発見することで、投資対効果の高い発電環境の実現を目指している。

3. 次世代風力発電サービス

本章では、次世代風力発電サービスの概要とシステム構成・画面構成について記載する。

3.1 次世代風力発電サービスの特徴

次世代風力発電サービスは、日本ユニシスの「EMS（エネルギー管理システム）」と「IoT ビジネスプラットフォーム」を統合し、風力発電機の稼働状況や異常検知などの遠隔運用監視をワンストップで提供することを目指している（図1）。それぞれの概要を以下に説明する。

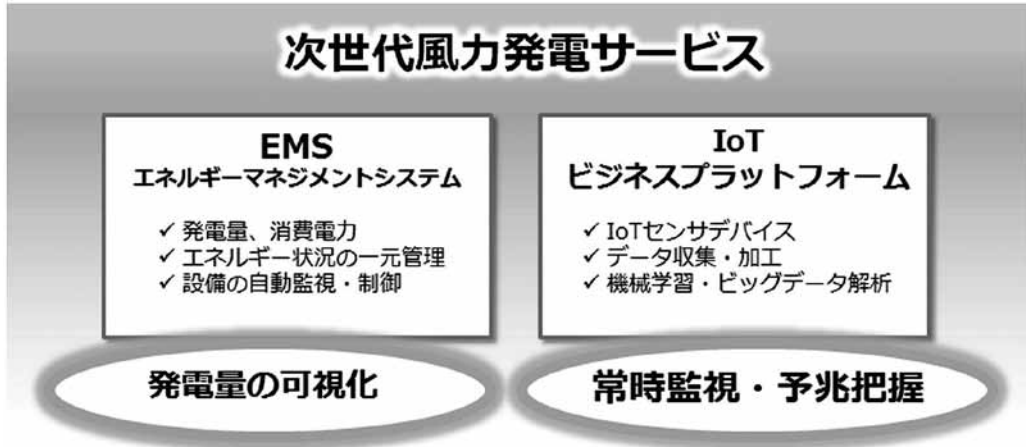


図1 次世代風力発電サービスの概要

1) EMS（エネルギー管理システム）

日本ユニシスでは、クラウド型のEMS（エネルギー管理システム）を展開しており、ビルを対象としたBEMS、マンションを対象としたMEMS、戸建て住宅を対象としたHEMSをサービスとして提供している。

次世代風力発電サービスでは、エネルギーの使用量を単位時間あたりに「見える化」する機能を発電量等のデータに置き換えることにより、風力発電機の状況を監視している。また、ライブカメラによる動画と静止画での監視も行っている。

2) IoT ビジネスプラットフォーム

IoT ビジネスプラットフォームは、IoTを活用するシステム構築のために、日本ユニシスが開発したプラットフォームである。各種センサーやネットワークの設置から、認証・セキュリティ機能、データの収集・加工・蓄積・機械学習までをワンストップで提供するサービスである。

次世代風力発電サービスでは、このプラットフォームを利用することにより、エネルギーの使用量の他に、風力情報や機器の状態をデータとして取得して監視している。

3.2 次世代風力発電サービスのシステム構成

次世代風力発電サービスのシステム構成を図2に示す。次世代風力発電サービスは、「ライブカメラ」「AWS^{*4}ライブカメラ」「AWS IoT 風力発電遠隔監視システム」を組み合わせる一つのサービスとして提供している。

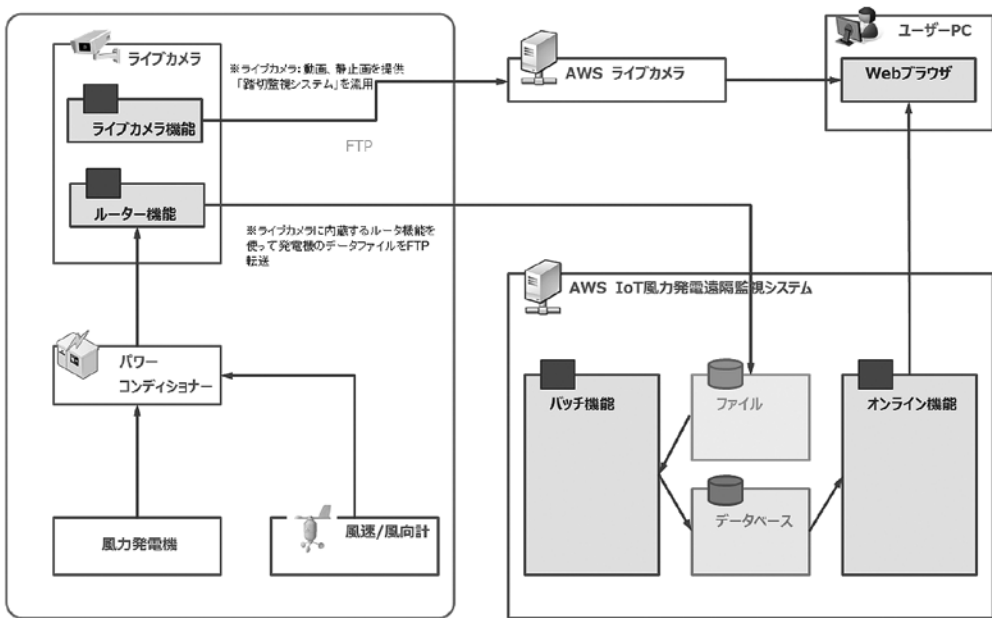


図2 次世代風力発電サービスのシステム構成

風力発電機から取得したデータは、ライブカメラのルーター機能を利用して、IoT 風力発電遠隔監視システムへ連携している。データは1秒毎に計測し、1分に1回、連携ファイルへ出力しており、データベースへのデータ取込は5分に1回実施している。

表1は、IoT 風力発電遠隔監視システムが連携しているデータ項目の一部である。発電量や風速/風向などのエネルギーデータ以外に、電流や温度など発電機の状態を示すデータも含まれている。これは次世代風力発電サービスの開発当初から「風力発電設備の故障予測」の機能開発が構想として含まれていたためである。

表1 連携データ一覧

No	データ項目	No	データ項目	No	データ項目
1	シーケンス ID	9	太陽光発電電力	17	太陽光発電電流
2	IPAddress	10	使用電力	18	バッテリー電流
3	DATA No	11	風速	19	インバータ入力電流
4	DATE	12	風向	20	風力発電機回転数
5	TIME	13	風力発電電圧	21	電磁ブレーキ動作回数
6	エラーフラグ	14	太陽光発電電圧	22	盤内温度
7	パワコン接続状態	15	バッテリー電圧	23	バッテリー温度
8	風力発電電力	16	風力発電電流	24	IGBT フィン温度

3.3 次世代風力発電サービスの画面構成

次世代風力発電サービスが提供するエネルギー情報参照画面の機能を表2に示す。機能の特徴として、以下の点が挙げられる。

- ① 拠点全体と発電機毎の発電量の両方が、1画面内でわかる
- ② 発電量と風速を同じグラフに表示することで、発電量と風速の相関がわかる
- ③ ダウンロードでは、1秒毎のデータが出力される

表2 次世代風力発電サービス 画面機能一覧

No.	機能名称	機能概要
1	発電量表示	拠点単位で本日の発電量と積算発電量を表示 発電機毎に、本日の発電量を表示
2	発電情報表示（自動更新）	設定する秒単位の間隔で画面を自動更新
3	発電機の状況表示	発電機毎の機器の状態を一覧で表示
4	グラフ表示切替（本日）	本日の発電量、風速、風向をグラフで表示 グラフにカーソルを当てると数値を表示
5	グラフ表示切替（日毎）	日毎の発電電力を表示 表示期間は1ヶ月間
6	CSVダウンロード	指定した期間の発電量、風速、風向、機器の状態を CSVファイルで出力

稼働状況を監視するため、発電量を風速や風向情報も含めて、日別・月別にグラフ形式にして「見える化」している（図3）。その他に発電機の状況を把握するため、風力発電機から取得した回転数や電流値も一覧で表示している（図4）。



図3 遠隔監視システム画面イメージ



図4 遠隔監視システム状況表示イメージ

監視カメラを用いた映像監視では、鉄道踏切の支障（故障など）や事故の発生を即座に検知する日本ユニシスのクラウド型映像監視サービス「スマートユニサイト」の技術を応用し、通信機能を持ったカメラにより、発電設備を監視する（図5）。定期的に静止画を自動取得する他に、任意の時間の静止画と動画を手動で取得することができる。



図5 映像監視画面イメージ

4. 沖縄県南城市での実証実験による運用と効果

前章で紹介した「次世代風力発電サービス」の効果実証のため、日本ユニシスは株式会社チャレナジー（以降、チャレナジー）と共同で、2016年8月7日から沖縄県南城市で実証実験を開始した。本章でその概要について解説する。

4.1 実証実験の概要

実証実験はチャレナジーが開発した「垂直軸型マグナス式風力発電機」と、日本ユニシスの「次世代風力発電サービス」を組み合わせた環境で実施した。チャレナジーは様々な風況化での安定的な電力供給実現を実証実験の目的としている。この実証実験において、日本ユニシスの次世代風力発電サービスは以下の役割を担った。

- ① 発電量の見える化機能による発電量・風速・風向などのデータの提供
- ② ビデオカメラ機能による映像データ（静止画・動画）の提供
- ③ 発電機の状況を示す機器データの提供

垂直軸型マグナス式風力発電機の特徴について記載する。垂直軸構造を採用したマグナス式風力発電機は、プロペラの代わりに垂直軸に配置した3本の円筒翼を回転させることで発生するマグナス力効果（一様流中に置かれた回転する円柱または球に、一様流に対して垂直方向の力（揚力＝マグナス力）がはたらく現象）を用いて、風車全体を回転させる仕組みである。そのメリットは円筒翼の自転数により発電量の制限が可能で、フェールセーフな設計（障害発生時に常に安全に制御する設計）を取っていることにある。また、円筒翼はプロペラよりも丈夫で低コストとなっている。

島国である日本は風向や風速が常に変化する環境であるが、プロペラ式の風力発電機と比べて、風の強弱や風向きの影響を受けない垂直軸型マグナス式風力発電機により、安全性・安定性の高い発電環境が構築できる。また、ホテルやビルの屋上や、地理条件により制約を受ける離島での発電も可能となる。

4.2 実証実験の経緯と結果

実証実験の経緯を以下に示す。次世代風力発電サービスは、2016年8月19日の稼働以降、継続して、チャレナジーの垂直軸型マグナス式風力発電機の遠隔監視を行っている。

2016年7月	沖縄県南城市に実証実験機の設置
2016年8月7日	実証実験機の落成式 実証実験の開始
2016年8月19日	次世代風力発電サービス稼働
2016年9月6日	台風13号の風況化での発電実験
2016年10月4日	台風18号の風況化での停止実験
2017年9月13日	台風18号の風況化での発電実験

実証実験は、2016年9月6日に台風13号の接近状況下での発電実験、2016年10月4日の台風18号の接近状況下での停止実験に成功し、2017年9月13日には台風18号の接近状況下で、再び発電実験に成功している。その後も、実証実験は継続して行っており、次世代風力発電サービスは安定した実証実験環境の提供を支えている。

垂直軸型マグナス式風力発電機は、台風下でも稼働できることが実証され、低コスト化・静音化といった日本の風力発電の普及の課題にも対応できており、今後の風力発電の普及に役立つことが期待できる。

4.3 次世代風力発電サービスの効果と課題

今回の実証実験を通して、日本ユニシスは次世代風力発電サービスの EMS における以下の効果と課題を確認した。課題については、次章で対策の展望を述べる。

[効果]

- ・遠隔監視により、現地に赴くことなく、発電機の状態を常時確認できる
- ・1秒間隔のデータを集約して数値で見える化し、発電機の稼働状況を確認できる
- ・複数拠点・複数台の発電機の状態を一元管理できる

[課題]

- ・大量データの分析方法の確立
- ・様々なパワーコンディショナーとの接続の汎用性（メーカーに依存しない）とインタフェースの多様性の実現

5. 次世代風力発電サービスの今後の展望

前章で挙げた次世代風力発電サービスの課題に対する、今後の展望について記載する。

5.1 大量データの分析方法の確立

現在の次世代風力発電サービスでは、得られたデータをどのように活用するかが、利用者に委ねられている。そのため、風力発電設備に不具合が発生した場合、利用者が異常を認識して初めて対応を開始することになる。対応手順は以下の四つからなる。

- ① 発電設備のデータを日々確認する
- ② 確認したデータから異常と見られる数値を発見する
- ③ 映像データや過去の事例などから問題箇所を推測する
- ④ メンテナンス作業に取り掛かる

これらの手順のうち、①②③は利用者の作業となるため、「即時対応ができない」「判断誤りがある」などの問題が顕在する。この問題点に対応した機能が、次の次世代風力発電サービスに必要な機能と考えている。

次世代風力発電サービスは24時間監視を行っており、発電機の状態をリアルタイムに取得している。そのため、日々蓄積されていく膨大なデータの中から異常と思われるデータをリアルタイムで見つけることができる。異常を発見した場合、すぐに利用者にアラートを通知することで、迅速なメンテナンス作業の取り掛かりが期待できる。

日本ユニシスは既にこの開発に着手している。2017年度は利用者に委ねられていた異常を検知する判断をアルゴリズム化する開発、2018年度にはサービス提供するための画面開発を行い、早ければ2018年度内に利用者による運用を開始する予定である。

5.2 接続の汎用性とインタフェースの多様性の実現

日本で風力発電が普及するためには、風力発電機の設置数と発電量を増やす必要がある。現在の日本では大小に関係なく、多くの企業が様々な特徴をもった風力発電機を開発しており、各地で実証実験を行っている。次世代風力発電サービスは、利用している EMS が様々なメーカーと接続し、取得したデータを同じ画面上で表示することができ、汎用性と多様性の実現に対応した機能を備えている。また、次世代風力発電サービスを利用すれば、適用するシステムを低コストかつ短期間で開発することができる。

次世代風力発電サービスは、様々なメーカーの風力発電機や、複数の発電機を多数の拠点で利用している顧客に対して、効率的なエネルギーマネジメントの提供を目指している。

6. おわりに

日本における風力発電は大きなポテンシャルを持っており、今後の発展が見込まれる一方で、設備が増加するにつれて、メンテナンスコストの上昇や機器の故障といった問題も増加傾向になっている。

次世代風力発電サービスは、2016年8月19日に沖縄県南城市の実証実験で稼働を開始し、2017年9月現在も稼働中でメンテナンス作業の効率化に役立っている。また、2018年度のサービス開始に向けて、故障予測機能の開発に取り掛かっている。

次世代風力発電サービスを多くの風力発電設備に適用することで、メンテナンスの効率化と風力発電機の故障の削減を実現し、風力発電の更なる発展に寄与できれば幸いである。

最後に、本稿の執筆にあたりご協力いただいた関係者各位に心より感謝いたします。

-
- * 1 RPS制度とは「Renewables Portfolio Standard」制度の略で、新エネルギー間の競争を促しつつ、電気事業者に新エネルギー等を電源とする電気の一定割合以上の利用を義務づけるもの。
 - * 2 発電を維持するためのコスト。
 - * 3 チャレナジー社が開発した「マグナス式」と「垂直軸型」を組み合わせた新型風力発電機。
 - * 4 Amazon Web Services, Inc. が提供する、企業を対象とした Web サービス形態の IT インフラストラクチャーサービス。

- 参考文献** [1] NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第2版, 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構, 2014年2月
<https://www.env.go.jp/earth/report/h23-03/index.html>
 [2] 平成22年度 再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書, 環境省, 2011年4月
<https://www.env.go.jp/earth/report/h23-03/index.html>
 [3] 企業のための風力発電導入 AtoZ, 資源エネルギー庁
http://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/new_energy/pdf/huryoku_donyu.pdf
 [4] 【エネルギー】世界の風力発電導入量とビジネス環境 ～2015年の概況～, 株式会社ニューラル, 2016年5月
<https://sustainablejapan.jp/2016/05/06/wind-power-market/11154>
 [5] 日本における風力発電の現状と課題, 日本風力発電協会
http://jwpa.jp/2011_pdf/90-22mado.pdf

※上記参考文献に含まれる URL は、2017年9月26日時点での存在を確認。

執筆者紹介 村 里 優 一 (Yuichi Murasato)

2004年日本ユニシス(株)入社。入社時より通信事業者関係の開発業務に従事。2012年よりエネルギー分野の電力関連のシステム開発業務に従事。2016年からは風力発電のシステム開発にも参画。

