

研究評価委員会

「風力発電等技術研究開発／②風力発電高度実用化研究開発／ iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発」(中間評価) 分科会 議事録及び書面による質疑応答

日 時 : 2021年11月22日(月) 12:30~17:15

場 所 : NEDO 川崎本部 2301/2302/2303 会議室 (オンライン接続あり)

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>*リモート参加

分科会長 本田 明弘* 弘前大学 地域戦略研究所 所長・教授
分科会長代理 安田 陽* 京都大学 大学院経済学研究科 再生可能エネルギー経済学講座 特任教授
委員 古賀 久志 電気通信大学 大学院情報理工学研究科情報・ネットワーク工学専攻 准教授
委員 原田 文代 株式会社日本政策投資銀行 執行役員 (GRIT 担当)
兼経営企画部 サステナビリティ経営室長
委員 三保谷 明 株式会社ジャパンウィンドエンジニアリング 代表取締役会長

<推進部署>

小浦 克之 NEDO 新エネルギー部 部長
佐々木 淳(PM) NEDO 新エネルギー部 統括研究員
渡部 良朋 NEDO 新エネルギー部 専門調査員
相川 慎一郎 NEDO 新エネルギー部 主査
三枝 俊介 NEDO 新エネルギー部 主査
高原 亮策 NEDO 新エネルギー部 主任
山家 美歩 NEDO 新エネルギー部 主任
酒井 なつ美 NEDO 新エネルギー部 職員

<実施者>*リモート参加

勝呂 幸男(PL)* 一般社団法人風力エネルギー学会 代表委員 (オブザーバーとして参加)
飯田 誠 東京大学 先端科学技術研究センター 特任准教授
上野 敏之 島根県産業技術センター 専門研究員
守谷 吉弘 株式会社守谷刃物研究所 常務取締役 加工品事業部長
山本 和男 中部大学 工学部電気電子システム工学科 教授

<評価事務局>

森嶋 誠治 NEDO 評価部 部長
伊藤 正昭 NEDO 評価部 主査
佐倉 浩平 NEDO 評価部 専門調査員

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 a) 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
 - b) 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し
- 5.2 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
 - 6.1 風車運用高度化技術研究開発 (委託事業)
 - 6.2 風車運用・維持管理技術高度化研究開発 (助成事業)
 - 6.2.1 無人航空機 (UAV) と AI 画像解析の活用による風車の高度な次世代型運用・維持管理技術開発
 - 6.2.2 洋上風力発電用 CTV 及び洋上ブレード補修ゴンドラの開発による維持管理技術の高度化
 - 6.2.3 風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケールトライボ解析・実験による最適潤滑剤設計
 - 6.2.4 風車ブレード用高耐久ダイバーストリップの開発
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
 - ・開会宣言 (評価事務局)
 - ・配布資料確認 (評価事務局)
2. 分科会の設置について
 - ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき事務局より説明
 - ・出席者の紹介 (評価事務局、推進部署)
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について

議題3及び議題4に関しては、評価事務局より、既に資料を用いて各委員に事前説明を実施し委員からの質問にも回答済みであること、推進部署、実施者にも事前に説明済みであること、また、Youtube で視

聴の一般傍聴者にも、配信 URL を連絡した際に議題 3 及び議題 4 についての資料を格納した URL を示し、事前に閲覧できるよう案内済であること、の説明があった。さらに、評価における評点について、スライドを用いて「中間点を設けない 4 段階の評価であるため、A・B はポジティブ、C・D はネガティブとする」旨の補足説明がなされた。以上、議題 3 及び 4 については、事前の説明と質疑応答をもって実施済とした。

5. プロジェクトの概要説明

5.1 a) 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント

b) 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見直し
推進部署より資料 5 に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

5.2 質疑応答

【本田分科会長】技術の詳細については議題 6 で扱うので、ここでは主に事業の位置付け・必要性、マネジメントについて議論をします。それでは、事前にやり取りをした質疑応答も踏まえて、ご意見、ご質問をお願いします。

先ず、私からの質問です。先ほどの説明で、イントロダクションの部分はほとんど洋上風力がポイントだったと思います。今回、委託と助成がありますが、将来的には洋上風力につながる中で、陸上からの技術シフトも必要という観点で、特に洋上だけのプロジェクトではないという理解でよろしいですか。

【佐々木 PM】ご指摘の通りです。もちろん、洋上に特化した部分という開発項目もありますが、こちらは十分陸上風力にも適用できるものと考えています。そういう意味では、まずは洋上風力を見据えながら、陸上風力にもしっかりフィードバックできる技術です。むしろ、陸上で培ったノウハウを洋上に移転するといった位置付けと考えています。

【原田委員】概要説明 5 ページに記載の洋上風力の官民協議会には私も参加しています。作業部会でこの分野が合意されたということは理解しています。NEDO として、その他の分野と比べてこちらを取り上げた決定的な共通要素はありますか。

【佐々木 PM】5 ページの資料は、技術開発という観点で示しています。この事業で強く位置付けるのは、低コスト化です。先ほどの分科会長からのご指摘のように、一義的な洋上風力ですが、陸上も含めて、コストが欧米に比べて高止まりになっています。例えば、今回対象とする技術は、着床風力を見ても O&M は 35% と非常に高い割合を全体のコストの中で占めています。いかにコストを低減させるかの点が、NEDO が 2008 年から実施していた風力発電全体の大きなテーマです。コストに占める O&M の割合が非常に多い点に着目して、ここ数年、O&M の技術開発が非常に重要と考えています。本日報告する運用高度化は 2018 年から実施していますが、実はその前からスマートメンテナンスという事業で実施をしています。O&M のコスト低減の位置付けは重要です。コスト低減というキーワードの中で、O&M は非常に重要という位置付けが既に動議付けとしてあり、この事業を実施する大きな理由になっています。

【原田委員】O&M の中でも、いろいろな要素技術があると思います。今回のものは、その中で低コスト化の効果が大きいので選んだ、という説明だと理解しました。それでよろしいですか。

【佐々木 PM】そのようにご理解ください。特に委託事業に関しては、インパクトが大きいと考えています。

【古賀委員】資料 5 の 30 ページです。実用化・事業化の考え方です。プロジェクト終了後、実用化・事業化されているかについて、NEDO はどのようにチェックしますか。

【佐々木 PM】NEDO 全般としては、今回、評価部主催で中間評価、あるいは今後、事後評価を実施します。その中でも追跡評価の項目があります。プロジェクト終了後、どのように社会実装あるいは実用化を

行っているかをしっかり追跡、分析するスキームがあります。一方、助成事業は、補助金適正化法という別の法律によりますが、事業終了後5年間は、企業化状況報告という事業化に向けた取り組みあるいはその状況報告を、事業者をお願いしています。NEDOの事業として、そういうフォローを行っています。先ほど社会実装と言いましたが、その点を見極めていきたいと考えています。

【古賀委員】こちらに書かれている2030年度までフォローアップが続くというということですか。

【佐々木PM】事業によって終了期間が異なりますが、5年程度はしっかり見ていきます。

【本田分科会長】安田先生、もしくは三保谷様はいかがですか。

【安田分科会長代理】特に現時点ではありません。

【三保谷委員】先ほどから社会実装という言葉が随分出ています。実際に実用化・事業化がなければ意味がないということだと思います。33ページの「成果の実用化・事業化の見通し」の詳細は非公開セッションでの説明ということですが、風力の事業団体あるいは私どもには風力エネルギー学会もあります。こういった所とも連携しつつ、具体的なアクションをとっていくことをお考えですか。

【佐々木PM】ご質問のように、この技術を使ってもらうときには、事業者の考えを反映すること、あるいは使ってもらう環境の整備が非常に重要だと思っています。そういう意味では、業界団体ともしっかりと連携して、社会実装を進めていく体制を組んでいます。詳細は後ほど説明します。

【古賀委員】予算が適正に執行されているかというチェックはどのように行われていますか。

【佐々木PM】成果については、しっかり技術担当を付けて確認しています。費用についても、検査担当者が付いて、原則年2回から3回の検査を実施しています。実際に購入したもの、研究開発の成果の整合性を確認しながら、予算執行をしています。

【三保谷委員】特に洋上風力のメンテナンスに関しては、北九州や秋田、福島あるいはそれ以外の地域も含めて、地域がO&Mの産業化に非常に大きな期待を寄せています。地域との関連の中での展開もお考えですか。後ほど、この説明も出てくるのでしょうか。

【佐々木PM】メンテナンス事業については、後ほど、事業者から補足をしてもらいます。メンテナンス事業は、地域の協力がなくては成り立たないと考えています。どちらの地域でも、しっかり活用できる情報のプラットフォーム化が必要です。今回、プラットフォーム化についての検討は十分に行っています。実際にどのように各地域に落とししていくかに関しては、それぞれの議論になると思います。まずはどの地域でも、使ってもらえるプラットフォーム構築を行う状況までは、説明できると考えています。地域との協力は非常に重要です。

【本田分科会長】私から追加で質問します。先ほど、メンテナンスに関する計画はかなり前から行っているという説明がありました。例えば、風力関係の国内の産業が撤退してしまったという、ドラスティックな状況変化があると思います。これから進んでいく中で、頻繁に状況の変化があったときに、現在計画している5年、10年という線表を、必要であればタイムリーに見直していくことは、NEDOのスキームには入っていますか。

【佐々木PM】この事業というより、NEDO全体の話かもしれません。NEDOは5年間という期間の中期計画の中で、最新の国の動向等を反映した形での全体計画を実施しています。プロジェクトのレベルになると、しっかりと専門家の意見を聞きながら、あるいは国の方針に従って、方向性を変えていきます。プロジェクトを実施するにあたっては、基本計画を制定しますが、その柔軟な変更もこれまでと同様にしっかりと対応していきたいと考えております。最初の各プロジェクト単位でも、特に委託事業等は、技術委員会を開催するなどして、できるだけ最新の情報や最新の動向に従った形で、柔軟に計画を変更する体制を常に持って実施しています。

【本田分科会長】ぜひ、よろしく申し上げます。それでは、次に進みます。

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明

省略

7. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

8. まとめ・講評

【本田分科会長】 それでは、議題8のまとめ・講評です。三保谷委員から始めて、最後に私という順番で講評します。

【三保谷委員】 今回、多種にわたって研究項目がありました。先ほどから指摘があったように、洋上のみならず陸上もまだこれからという状況だと思います。例えば、山間部での風力開発はますます進む状況にあり、雷に関しての研究テーマは、今後、陸上風力にとっても非常に有効ではないかと思っています。今後のメンテナンス事業は、非常に大きな分野です。皆さんご承知のように、国内に大きな風車メーカーがないという状況の中で、今後、わが国の風力産業はO&Mに着目していくべきだと思います。ここから世界レベル、あるいはそれ以上のものを生み出して、それによる産業の活性化をぜひ果たしていただきたい。

本日は6件の紹介がありました。特に最初の研究テーマは、これまで風力事業者が非常に苦労していたところで、情報を集約する形で今後のメンテナンス、事故の予知、事故の未然の防止も視野に入れたシステム開発であり、非常に先見性がある有用なものと思います。今回、これで終了と伺いましたが、この研究成果を地域や人材と結びつける形で、より良い発展をしていただけたらと思います。

UAVも、まだこれからです。いろいろな条件下での稼働が、これからの課題になると思います。大きな分野として成長が期待されるので、こちらもぜひお願いしたい。CTV、ブレード補修ゴンドラの開発あるいは人材育成についても、まさにこれから拡大していく洋上風力において、喫緊の課題として期待されています。これもぜひ取り組んで、成果を出していただきたい。

潤滑油についてですが、日本の場合は海洋汚濁防止法という非常に厳しい法律があります。油脂類が海洋環境にどのような影響を与えるかという課題があり、自然素材のものから作ることも研究テーマに加えていただきました。風力が環境汚染の元になってしまうのは、非常に問題です。こういったこともテーマに入れて、今後も取り組んでいくことは、大変ありがたい。

それから、ダイバーストリップについてです。山の上に風車を作っていく陸上風車においては、非常に重要なテーマです。経済的な効果は、ぜひ明示する形で仕上げてもらえればありがたいです。

【原田委員】 本日は、私どもが融資や投資をしている国内外の案件で、悩みどころも含め、いろいろな個別の要素技術の研究を説明してもらい、自分のこととして聞いていました。洋上風力は官民協議会で、ライフタイムコストで2040年までに国内調達比率60%にするというターゲットがあります。コストについては着床式で1kW/h当たり8~9円という、いずれも非常に野心的な目標を掲げています。この達成のためにも、敢行後のコストの大層を占めるO&Mをいかに国内の企業や事業者が担っていくか、その競争力を上げるということと同時に、コストを下げることが極めて重要と認識しています。

今回の各事業はこのO&Mのコスト低下に大きく寄与する、幾つかの重要な要素技術の研究開発です。ひとつひとつは見かけからは小さく見えるかもしれませんが、実装段階になれば、日本の洋上風

力全体にコストのみならず、安全性などで、新しい企業を呼び込んでいくことも考えられます。全体としては、大きなインパクトを与えるものではないかと思っています。

今回、残念ながら、一部の皆様には共有できない非公開の部分もありますが、詳細をお聞きして、どのテーマも研究としては一定の成果を上げていることが分かり、非常に嬉しく思っています。実装していく段階では考えなければならない課題も見えてきたので、ぜひ NEDO、事業者がその辺りも深掘りしていただきたい。

また、本研究でも地域のかたがた、次世代の若い工業高校の生徒さんなども入ってもらえるような、うまく地域や次世代のリソースを使っていくような例もあります。ぜひ NEDO には、当事業のみならず、他の事業を検討される際にも、このような観点を持っていただきたい。

中身については、欧米にはない雷や台風への対策や東アジアの展開も具体的な十分できるような技術も多かったです。そういうことも含めて、今後、この研究成果を公開していく際には、先ほど述べたような、どういったインパクトがあるのかを関係する業界のいろいろな関係者、例えば私どものような投資家、保険会社、技術のコンサルティングを行っている会社等ともよく対話をして、一般の方にも分かりやすい形で発信していただければと思います。

【古賀委員】 私はコンピュータサイエンスの専門家ですので、基本的には各要素技術の中で、人工知能的なアプローチが適切に使われているかといった観点で見えています。私の専門と関わる分野としては、委託研究と助成の中にある UAV です。

1 点目の委託研究は、深層学習を使って異常検知を行うという研究です。風車という、データとしては必ずしも多くない分野を転移学習という最新の技術を使って、少ない学習データで高い異常検知率を達成しているということで、世界的にもコンペティティブな要素技術になっていると思いました。

もう 1 点の UAV についてです。洋上はドローンからの写真で異常検知を行うというチャレンジングな内容ですが、既に多くの画像も収集されていて、これから成功する可能性は高いと思います。

それ以外の個別の材料系の話なども聞きましたが、それぞれ着実に研究しているという印象があります。本日、話を聞いた限りでは、事業期間の最後までには目標は達成するという感触を持っていません。

今後、数値的な目標は達成できると思うので、あとは成果の発表をいかに公表していくかということになります。国内だけではなく、海外で特許を取ったり、論文化したりという部分も含めて、世界に対して日本の技術を示していただきたい。

【安田分科会長代理】 先ほど、非公開セッションでお伝えしたことを公開セッション用に少し短く言葉を変えて、2 点、指摘します。さらに、関連して 2 点の計 4 点、お伝えしたいと思います。

まず、陸上でも洋上でも先行する欧州は、メンテナンス技術も試行錯誤しながら確立しています。その中、日本が発信できる技術あるいはノウハウとして何ができるかという後発者であるからこそその利点、日本の特殊環境における課題を発信していただければと思います。これが最終的な報告書に、どのようにまとめるかという点に絡んでくると考えています。それに関連して、規格との整合性が重要になります。例えば IEC 等を見ても、従来は風力メーカーのための規格で、こういう要件で作ってください、こういう性能を満たしてくださいということが多いものでした。次第に風力事業者のための規格、こういう風に運転してください、こういうことを推奨しますというものに変わりつつあると感じています。

そういう点で、今回の高度化の研究、維持管理の研究は、非常に重要な役目になります。日本で培った技術を国際規格に盛り込むといった視点を持ちながら、どのように国際的な風力技術に日本が貢献できるかも、ぜひ最終的な報告書のどこかに書いてもらえればありがたい。

最後に、規格とも関連しますが、今回のお話はほとんどがメンテナンスに関することでし

た。陸上でも洋上でも新規参入者が多い産業で、メンテナンスに対して、残念ながらあまり重要性を感じていない、あるいは軽視しがちです。新規参入者に対して、あるいは政策決定者や周辺住民のかたがたに対して、メンテナンスがいかに重要であるかを示していただきたい。精神論ではなくて数値で示して、こういうコストをかけて投資をしてメンテナンスをすれば、こういう効果がある、こういうベネフィットがあるという方向で示していただきたい。リスクマネジメントは、例えば、日本産業規格でも JISQ31000 のシリーズがあります。今回のプロジェクトが、それらの規格にも適合する整合性があるという書きぶりにも思われます。現時点で、コンフリクトがあるというわけではないが、ISO や JIS で決められたリスクマネジメントの考え方が、このような形で今回の技術やノウハウに生きているというように、うまくまとめれば、今後の国際規格への対応につながるものと考えています。

【本田分科会長】委員の先生がたからいろいろコメントがありましたので、私からは重複するコメントは不要だと思います。幾つか、申し上げたい点があります。

先ほど、原田委員からもありましたが、本日発表のあったひとつひとつの内容と国としてのポリシーとを、どう関連付けていくかという点は、まだ議論を含めて検討が必要ではないでしょうか。それを NEDO のリーダーシップの下で進めていただきたい。必ずしも技術だけで全て解決するわけではありません。いろいろな仕組みを含めて、総合的にトライしていくべきだと思っています。

本日は、幾つか非常に優れた日本の技術の発表がありました。それを聞いて、非常に嬉しく思いました。まだ眠っている技術があるのではないかとも思います。これから 10 年、20 年、30 年後の風車のマーケットは大きくなっていくと思いますので、眠っている技術を表に出して、そこに突入する仕組みづくりができればと考えています。ぜひ、積極的な取り組みをお願いします。

【伊藤主査】委員の皆様、本当にありがとうございました。ご講評を受けまして、推進部署より、新エネルギー部の小浦部長よりコメントをいただきます。

【小浦部長】本田分科会長をはじめ、委員の皆様には、本日だけでなく、事前のいろいろな資料の読み込みも含めて、本当に長い時間をかけて、中間評価に協力をいただき、ありがとうございました。新エネルギー部なので、他に太陽光やバイオマス、地熱などもあります。2030 年のエネルギーミックス、あるいは 2050 年のカーボンニュートラルに向けて、特に洋上も含めた風力に対する注目、期待が高まっていることを日々感じています。その中で、特に O&M に注目をして、われわれは研究開発をサポートしています。今回、中間評価という形で皆様からいろいろ指摘をいただきました。あと 2 年間、事業は続きますので、今回の指摘を踏まえて、しっかり今後の事業運営に反映していきます。特に成果の見せ方に関して、いろいろと有意義な指摘をいただきました。NEDO として、また経済産業省とも協力をしながら、この成果をしっかり世の中に発信していく、分かりやすく見せていくという形で、洋上風力あるいは広い意味での風力発電への国内外からの大きな期待に応えていきたいと思っています。本日は長い時間、ありがとうございました。

【佐々木 PM】本事業のプロジェクトリーダーをお願いしている勝呂先生から、一言、全体を通してコメントをいただきたいと思います。

【勝呂 PL】皆さんのコメントと重複するかもしれませんが、全部の研究を地道によく取り組んでもらったと感じています。1 点だけ気になったことを話します。日本の風車はヨーロッパやアメリカと比べると、設計条件として少し特殊ということをもっと理解して、それを基に、潤滑油や洋上風車、落雷といった問題を考えていかなければいけないと感じました。今後の開発においても、その点を十分に考えておかないといけない。誤解を生むかもしれませんが、極端な言い方をすると、海外への輸出には日本のような厳しい自然環境がないので、もっと安くつくってほしいということがひとつあります。それから、日本は海外の風車メーカーが数多く入ってきていますが、日本の風や雷をきちんと理解しても

らわないといけないとずっと発言しています。現在、風車は風が非常に強く吹く、山の上、尾根に建つようになりました。IECの基準を超えるような風が吹いるところもあります。そういう点をきちんとフォローしていくことが必要になります。本日発表のあった研究の例えばダイバーストリップや潤滑油の問題にしても、ヨーロッパで運転するよりは日本で運転したほうが厳しいということを理解して、サイトアセスメントで適切な風車を選択することも含め、検討をしていただきたい。

皆さん、長い間、ご苦労さまでした。あと2年間程度、実装してフォローがあると思います。よろしく願いいたします。

【本田分科会長】ありがとうございました。それでは以上で議題8を終了します。

9. 今後の予定

10. 閉会

配布資料

資料1	研究評価委員会分科会の設置について
資料2	研究評価委員会分科会の公開について
資料3	研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
資料4-1	NEDOにおける研究評価について
資料4-2	評価項目・評価基準
資料4-3	評点法の実施について
資料4-4	評価コメント及び評点票
資料4-5	評価報告書の構成について
資料5	プロジェクトの概要説明資料（公開）
資料6	プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
資料7	事業原簿および参考資料（公開）
資料8	評価スケジュール
番号なし	質問票（公開及び非公開）

以上

以下、分科会前に実施した書面による公開情報に関する質疑応答について記載する。

「風力発電等技術研究開発／②風力発電高度実用化研究開発
／iv) 風車運用・維持管理技術高度化研究開発」(中間評価) 分科会

質問票

資料番号 ・ご質問箇所	ご質問の内容	回答		委員氏名
		公開可/ 非公開	説明	
全般				
資料 5 p.29	「知的財産権の確保に向けた取り組みについて」 論文発表数に対して、特許出願件数の少なさが気になりました。論文発表したということは、公知の技術になって特許出願ができませんが、現状の特許出願件数は本プロジェクトが想定していた目標を満たしているのでしょうか？	公開	委託事業においてはバイ・ドール既定に基づいて知的財産等は各事業者に帰属することとしております。委託事業および助成事業においても、知財をオープン化（特許、ソフトウェア登録など）する、もしくはクローズ化（ノウハウなど）する戦略は、各事業者により独自であるため、具体的な特許出願件数の目標は設定していません。	古賀委員
開発テーマ I -① 風車運用高度化技術研究開発（研究開発）				
資料 6-1 p.12 (非公開資料における公開可能な内容)	②機械学習につき世界の検知率のデータに着き、根拠をお示し下さい（論文等）。検知率につき、機種や設備容量毎に有意な差違は見られましたか？	公開	機械学習の世界の検知率のデータについては、いくつかの論文・データを分析し参考文献としております。その中から、比較的年代が近く直接的にご覧いただける論文・データとして以下論文を例示させていただきます。また補足資料として添付致します。	原田委員

			<p>● Bach-Andersen, M, Rømer-Odgaard, B, Winther, O. Deep learning for automated drive train fault detection. Wind Energy. 2018; 21: 29- 41.</p> <p>https://doi.org/10.1002/we.2142</p> <p>この論文の中で、Fig.5は「検知精度」を表しております。こちらの $\Delta t = -30 \text{ days}$、$-60 \text{ days}$ が本研究の予測検知目標と同じタイミングに相当しますが、いずれも7割程度の検知精度となっています。</p> <p>また、本研究では低回転の主軸に対しても検知性能が落ちていない点において、他の研究との差異として優れていると考えております。</p> <p>なお、機種や設備容量に差を発生させないことが転移学習を採用するポイントの一つになります。転移学習は、他の風車の他の部位で学習させた特徴量を転移させているため、真に重要な特徴だけを転移させないと検知率が落ちてしまいますが、本研究では適切に転移ができていますので、機種や設備容量に差異を感じさせない検知を実現できています。</p>	
--	--	--	--	--

開発テーマ I-② 風車運用高度化技術研究開発（風車故障事故に関する国内外の動向調査）				
資料 5 p.17	国内外の動向調査において、社会制度や取り組みで大きく異なり、我が国が注力すべきと考えられる点が判りましたら説明頂けますか。	公開	<p>風力発電で先行している欧米では、風車の経年劣化に伴う故障・事故に係る情報の蓄積や、それらに対応する研究開発（例えば、ブレードのリサイクル、リーディングエッジの浸食など）が進みつつあります。我が国においても、これらの事項への取り組みが必要ではないかと考えております。</p>	本田分科 会長

開発テーマⅡ-① 無人航空機 (UAV) と AI 画像解析の活用による風車の高度な次世代型運用・維持管理技術開発				
資料 5 p.18	<p><これまでの成果>における②の 1 行目にある「耐風速性」という意味は、位置保持が困難になる限界という事でしょうか？それを越えた場合に生じるリスクが判れば解説頂けますか。</p>	公開	<p>ここでいう「耐風速性」は、資料 5 (p.18) に記載されている定常風速下において、使用しております機体が位置保持可能であることを示しており、機体の限界性能ではありません。この値は、この事業において必要と想定した要求性能であって、使用しております機体の限界性能以下で設定しております。</p> <p>限界性能を超えた場合に発生するリスクに関しましては、使用しております機体が風に流される、あるいは、機体姿勢が不安定になるなどの現象が発生することで、操縦・制御不能になる、あるいは、墜落するなどのリスクが考えられます。今後は、突風などに対する性能も評価・検討することも予定しております。</p>	本田分科 会長
資料 6-2-1 p.2 (非公開資料における公開可能な内容)	<p>海外の類似製品・サービスとの比較や、本研究開発の優位性・独自性は？</p>	公開	<p>UAV を用いた点検に関しては、個別の技術要素について国内外で検討や開発が進められているものの、本研究のような陸上基地から洋上風車間の長距離に対応した実用化事例は確認されませんでした。本研究は、この点で優位性、独自性があると考えており、風車の停止時間の短縮、保守・保全費用削減などに貢献できると考えております。</p>	安田分科 会長代理

<p>資料 6-2-1 p.6～8 (非公開資料における公開可能な内容)</p>	<p>曇天・雨天時や夕方・夜間などの視認性が悪い時の試験や実績は？</p>	<p>公開</p>	<p>曇天時や夕方などの視認性が悪い時の試験実績はございません。 今後、点検時に想定される条件を考慮した上で、曇天時や夕方などの視認性が悪い状態での検討・試験を実施する予定としております。</p>	<p>安田分科 会長代理</p>
<p>資料 6-2-1 p.16 (非公開資料における公開可能な内容)</p>	<p>UAV 点検の活用方法として、毎日定時に同じ三次元コース、画角で飛行・画像撮影し、画像の差異から異常発見する方法は可能でしょうか？外観点検に徹した活用方法です。</p>	<p>公開</p>	<p>同じ三次元コース、画角で飛行・画像撮影を行い、画像の差異から異常発見することは可能であると考えております。 本研究で行なう UAV 点検の活用方法としましては、点検コース（撮影ルート、画角など）、撮影のタイミング等をプログラミング・制御することが出来ますことから、技術的には実現可能と考えています。</p>	<p>三保谷 委員</p>
<p>資料 5 p.18</p>	<p>AI を用いた画像解析による自動判定を行うとのことですが、近年の AI では高い検出精度を達成するために事例画像を多く揃えることが求められます。洋上風車を UAV で撮影可能であることは理解したのですが、AI ソフトウェアの開発に十分な画像を用意できる目途は立っているのでしょうか？不具合の事例画像を準備するのが大変そうに思いました（大抵の風車は正常稼働しているのに）。</p>	<p>公開</p>	<p>現在、風車の点検画像を 1000 枚程度入手し、そのうち 500 枚程度が風車の不具合を含む画像となっております。 今後、どのような条件の画像を、どの程度入手する必要があるか等の検討を行ない、引き続き必要な画像データの収集を行なう予定としております。</p>	<p>古賀委員</p>

開発テーマⅡ-② 洋上風力発電用CTV及び洋上ブレード補修ゴンドラの開発による維持管理技術の高度化				
資料5 p.19	<ul style="list-style-type: none"> ・本事業期間内の2022年度いっぱいCTVの建造およびゴンドラの製作まで行うのでしょうか？ ・洋上風力発電の保守要員育成プログラム作成や国際認証の取得は多岐にわたり、時間も要すると思いますが、何年程度のスケジュール感で考えられているでしょう。 	公開	<p>CTVについては、2022年6月に竣工を予定しております。また、ゴンドラについては、既にベースの機体の制作は完了しております。現在、日本の法規制に即した改良を加えた上で、実証試験を実施しております。</p> <p>GWOのBasicトレーニングの認証は、本研究開始前の2019年に取得しております。本研究においては、現在、洋上風力発電向けのトレーニングプログラムを構築しております。基本的なSS, BTT, ART, EFAについては、2022年度内を目標に認証を取得する予定としております。</p>	本田分科 会長

<p>資料 6-2-2 p.10 (非公開資料における公開可能な内容)</p>	<p>認証取得までの各工程の必要最短時間は？ 認証取得者は年間何名を想定（もしくは目標）としているか？</p>	<p>公開</p>	<p>認証取得のための設備準備および図書類準備は最短 6 ヶ月程度を見込んでおります（それぞれを同時進行で実施）。しかしながら、コロナによる渡航制限等の影響により、各工程の遅延のリスクがあることから、工程管理には十分に留意して計画を実施する必要があると考えております。</p> <p>一方、認証取得者の想定に関しては、本研究では、100～150 名を想定しております。なお、国内の BST4 受講者については、2021 年 4 月までで 50 社、160 名を超えております。</p>	<p>安田分科 会長代理</p>
<p>資料 6-2-2 p.17 (非公開資料における公開可能な内容)</p>	<p>実用化・事業化の見通しは、どのような洋上風力発電シナリオに基づいているか？ シナリオが低位・高位の場合の見通しは？</p>	<p>公開</p>	<p>実用化・事業化の見通しについては、2020 年 12 月に国から示されました「洋上風力産業ビジョン（第一次）」において明記された導入目標（2030 年までに 1,000 万 kW 等）を基に算出しております。</p> <p>シナリオの低位・高位については、現状、詳細には検討しておりません。本研究終了後時点での洋上風力発電導入シナリオの修正・変更等を考慮して、適宜事業計画を修正することを予定しております。</p>	<p>安田分科 会長代理</p>

開発テーマⅡ-③ 風力発電機の長寿命化に向けたマルチスケールトライボ解析・実験による最適潤滑剤設計				
資料 5 p.20	洋上風車ではギアレスのタイプが増えてきている様に見受けられますが、増速機と軸受に対する本技術の有効性は異なるのでしょうか。	公開	増速機（歯車）と軸受に対する本技術の有効性に関しては、求める性能の方向は同じであると考えております。したがって、得られる技術の有効性については、いずれの機構に対しても適用は可能であると考えております。	本田分科 会長
資料 6-2-3 p.9、12、15 (非公開資料における公開可能な内容)	新材料の開発要件として、風車周辺の環境に飛散あるいは漏洩した時の安全性や回収の容易さが求められるのでは？特に洋上風力の場合、海防法による規制や中和剤等は使用できない等の制約があります。	公開	潤滑油の飛散や漏洩の際の安全性や回収の容易さが求められることに関しましては、十分に認識はしておりますが、現時点では具体的な検討には至っておりません。今後、潤滑剤の仕様がある程度確定した段階で、風力発電事業会社、アフターメンテナンス会社等とも協力して対応を検討する予定にしております。 なお、現在開発・検討中の潤滑油については、環境規制物質を使用せずに設計を進めております。また、潤滑剤に用います新規の材料については、天然物由来や生分解性の基材も視野に入れて検討を進めております。	三保谷 委員

開発テーマⅡ-④ 風車ブレード用高耐久ダイバータストリップの開発				
資料 5 p.21	ブレード制作後の施工で表面に凹凸が生じると思いますが、それによる騒音発生は心配ないでしょうか？接着方法はどのように想定されているでしょう。	公開	<p>騒音に関しましては、エロージョン防止シート等と同様に、ブレード面と滑らかに成型・固定することで、音の発生源となる可能性のある突出部分を可能な限り少なくするように施工しております。現在、同様の方法により施工したブレードを用いて、フィールドテストを実施しておりますが、現時点では音量の増大や音質の変化などの発生は確認されていません。引き続き、フィールドテストに協力いただいている発電事業者様とも連携を密に、注意深く観測を実施することを予定しております。</p> <p>接着方法に関しまして、本研究では、ブレードとダイバータストリップの間に、種々のブレード表面へのデバイス固定に実績のある変成シリコンを充填して接着しています。</p>	本田分科 会長
資料 6-2-4 p.10～11 (非公開資料における公開可能な内容)	ダイバータストリップによる風切り音発生（増加）の有無は？	公開	<p>ダイバータストリップを設置したことによる風切り音の発生（増加）に関しましては、エロージョン防止シート等と同様に、ブレード面と滑らかに成型・固定することで、音の発生源となる可能性のある突出部分を可能な限り少なくするように施工しております。現在、同様の方法により施工したブレードを用いて、フィ</p>	安田分科 会長代理

			<p>ールドテストを実施しておりますが、現時点では音量の増大や音質の変化などの発生は確認されていません。引き続き、フィールドテストに協力いただいている発電事業者様とも連携を密に、注意深く観測を実施することを予定しております。</p>	
<p>資料 6-2-4 p.10～11 (非公開資料における公開可能な内容)</p>	<p>ダイバータストリップの可塑性は？（風車運転中のブレードのたわみによる経年影響は？）</p>	公開	<p>本研究では、シリコンにより成型されているダイバータストリップを使用しております。</p> <p>シリコンなどのゴム系製品の疲労については、繰り返し応力（力）が大きく影響する金属とは異なり、繰り返しひずみ量（変形、たわみ）に大きく影響されます。</p> <p>ゴム系製品の疲労が顕著になる繰り返しひずみ量は、数 10%以上とされています。一方、運転中の風車ブレードに生じるひずみ量は、大きい部分でも数%であることから、疲労が顕著となるひずみ量に達しておらず、経年劣化の影響は少ないと考えております。</p>	安田分科 会長代理