

産業構造審議会保安分科会電力安全小委員会
新エネルギー発電設備事故対応・構造強度ワーキンググループ
(第1回)－議事録

日時：平成25年2月14日（金曜日）15時～18時

場所：経済産業省別館5階513各省庁共用会議室

議題：

1. 議事の運営について
2. 本WGの役割及び事故原因究明等の進め方について
3. 太鼓山風力発電所事故について（報告・審議）
4. 今冬に発生した落雷に起因すると推定される事故について（報告・審議）
 - ・遊佐日向川風力発電所事故について
 - ・国見岳風力発電所事故について
 - ・オロロン風力発電所事故について
 - ・追分ソーラン風力発電所事故について
 - ・あわら北潟風力発電所事故について
 - ・ジェイパワーひびき風力発電所事故について
 - ・輪島コミュニティウインドファーム事故について
5. 今冬の落雷に起因すると推定される事故を踏まえた発電用風力設備に対する落雷対策について（審議）
6. 株式会社日本製鋼所風車におけるピッチベアリングの不具合事象について（報告）
7. その他（今後のスケジュール他）

議事内容

○渡邊電力安全課長　それでは、定刻となりましたので、ただいまから産業構造審議会保安分科会電力安全小委員会第1回新エネルギー発電設備事故対応・構造強度ワーキンググループを開催いたします。石原先生がちょっとおくれられているようでございますが、そのうちみえられると思いますので、開催させていただきたいと思います。

私は、事務局を務めさせていただきます電力安全課長の渡邊です。どうぞよろしくお願いいたします。

本日はご多用の中、さらにこの悪天候の中、お集まりいただきまして、誠にありがとうございます。心から感謝申し上げます。

初めに、開会に当たりまして、産業保安担当審議官の村上からご挨拶申し上げます。

○村上審議官　産業保安担当審議官の村上でございます。本日は本当に天気の悪い中、お集まりいただきまして、ありがとうございます。

本日は、名前が少し長いワーキンググループの第1回目でございます。これまでの経緯でございますけれども、風力発電所の事故については、実は複数の省庁にまたがる安全確認の審査を当省で一本化するというワーキンググループがございました。実は事故もそこで取り扱っていたわけでございますけれども、最近になり、落雷等により、多数事故が出ておりますので、そうしたことを踏まえまして、新しいワーキングとして1回目の開催をすることになったわけでございます。

これまで、幸い人的被害はないわけでございますけれども、人的被害が出てからでは遅いですから、この辺を肝に銘じて、当面、風力発電所の事故防止について急いでまいりたいと思っております。

このワーキンググループでは、事故の防止のために、機能的に実行可能なソフトの対策を先行させながらもハード面についても議論していくということを考えております。委員の皆様には、それぞれのご専門の立場から貴重なご意見を頂戴しながら進めてまいりたいと思いますので、どうぞよろしくお願い申し上げます。

○渡邊電力安全課長　本ワーキンググループは、先ほど村上からの話にもございましたけれども、風力発電設備構造強度ワーキングを改組したということでございます。座長に

つきましては、引き続き勝呂先生にお願いしたいと存じます。

初めに、勝呂座長から一言お願いいたします。

○勝呂座長 皆さん、こんにちは。勝呂でございます。寒い中、ご苦労さまです。

今まで支持構造物中心に進めてきましたけれども、事故が多発しているということがあって、改組いたしました。引き続き座長ということで、私は個別には専門的なところはないのですが、逆にいうと、設計屋として風力をいろいろつくったり、直したりということをやってきましたので、それを活用して、よりよい風車にしたいと思っておりますので、よろしく申し上げます。

○渡邊電力安全課長 ありがとうございます。ここからの議事進行につきましては、勝呂座長にお願いいたします。

○勝呂座長 それでは、効率的に進めていきたいと思っておりますので、協力をよろしく申し上げます。

では、まず事務局から委員の紹介と資料の確認をお願いします。

○渡邊電力安全課長 本日でございますけれども、委員9名中、石原先生が来られても8名になろうかと思っております。7名でもワーキングの定足数は満たしているということでございます。

今回から新たに3名の委員にご就任いただいております、一言、自己紹介をいただけますと幸いです。

まず、早稲田大学理工学術院教授の川田宏之委員、お願いいたします。

○川田委員 初めまして、川田でございます。

私は、複合材料といまして、CFRP並びにGFRPの破壊の耐久性評価というものを専門にしております。メインの構造部材でこのような事故が多発しているということでお声がかかったのかと思うのですが、なかなか難しい材料であるとともに、ある意味、魅力的な材料でもあるということなので、正しいジャッジをしていきたいと思っております。よろしく申し上げます。

○渡邊電力安全課長 ありがとうございます。続きまして、東京大学大学院工学系研究科電気工学研究専攻准教授の熊田亜紀子委員、お願いいたします。

○熊田委員 東大の熊田でございます。どうぞよろしくお願い申し上げます。

私の専門は高電圧一般でして、どちらかというと電力機器の絶縁とか、そういったことを主にやっておりますけれども、雷関係なども少々はかじっております。どうぞよろしく

お願いいたします。

○渡邊電力安全課長　　ありがとうございます。関西大学システム理工学部電気電子情報工学科准教授の安田陽委員、お願いいたします。

○安田委員　　関西大学の安田と申します。どうぞよろしくお願いいたします。

私の専門は高電圧工学でございまして、どちらかといえばアプリケーションのほうということで、今は主に風力発電の雷対策を専門にやっております。また、電気学会のほうでも同様の活動が数年にわたり行われておりますが、4月から雷リスクマネジメントを考慮した風力発電の耐雷設計の専門委員会が、私が委員長を拝命して、発足する予定でございます。

そういった形で、私個人の研究だけではなくて、学会サイドからでもご協力させていただきたいと思っておりますので、よろしくお願いいたします。

○渡邊電力安全課長　　どうもありがとうございます。また、落雷対策の専門家といたしまして、新たにオブザーバーとしてご出席いただく方をご紹介します。横山先生、一言、自己紹介をいただけますでしょうか。

○横山オブザーバー　　横山です。実をいうと、私はこの近くに勤めております。本日は電力中央研究所の名前を使っておりますが、今、運輸安全委員会の委員をやっております。よろしくお願いいたします。

○渡邊電力安全課長　　どうもありがとうございます。また、本日でございますが、説明者といたしまして、事業者側から京都府、JFEエンジニアリング、庄内環境エネルギー、日立パワーソリューションズ、北陸電力、エコ・パワー、電源開発、日本製鋼所、能登コミュニティウインドパワー、日本風力発電協会の皆様方にご参加いただいております。大変ありがとうございます。

続きまして、配付資料の確認をいたします。議事次第、配付資料一覧、委員名簿、資料1から6、参考資料1から2までがあります。また、委員限りということで、横山オブザーバー作成の資料を机に置かせていただいております。配付資料に不備がございましたら、進行中でも手を挙げていただきまして、事務局にお知らせいただければと思います。

私からは以上でございます。

○勝呂座長　　それでは、議事に入りたいと思います。

まず、資料1と2について事務局から説明をお願いします。討議の時間をできるだけ多くとりたいと思っておりますので、簡潔にご説明をお願いします。よろしくをお願いします。

○渡邊電力安全課長　それでは、資料1に基づきまして、まず初めに議事の運営についてご説明いたします。資料1、右上に書いてあるものでございますが、「議事の運営について（案）」でございます。

「本ワーキンググループの議事の運営については、以下のとおりとする」ということでございまして、原則公開とし一般傍聴を認める。座長の判断で非公開とすることができるものとする。これが1つ目でございます。

2つ目としまして、会議の配付資料及び議事録は原則として公開。議事要旨は速やかにホームページを通じて公表。ただし、特別の事情がある場合には、座長のご判断で配付資料、議事録、もしくは記事要旨の一部、または全部を非公開とすることができるものとするということでございまして、これは一般的など申し上げましょうか、審議会での議事の運営のルールでございます。

引き続きまして、資料2でございますけれども、本ワーキングの役割及び事故原因究明等の進め方についてご説明させていただければと思います。

資料2でございます。「進め方について（案）」でございますけれども、まず位置づけでございます。昨年12月17日でございますけれども、このワーキングの上部の組織でございます電力安全小委員会におきまして、冒頭、村上審議官からもお話がございましたが、風車の落下事故、あるいは落雷によるブレードの破損事故ということで、公共の安全確保の観点からも懸念される事故が数度にわたり発生しているということでございまして、当初、設置したワーキングの目的といいますか、ミッションを超える話——昨年ずっとご検討いただいていたということでございますけれども、これを機に、こういったことがございましたので、事故対応、原因究明、さらにはこれらに基づく技術基準の改正を明確にミッションとする専門家会議を設置することが必要だろうとされたということでございます。このためでございますけれども、ワーキンググループを改組したいということでございます。

具体的な役割でございますが、2. のところでございます。事故原因究明等の進め方でございますが、まず(1)で事故対応でございますけれども、個別の事象ごとに①から⑤まででございます。

こういった対応をすべきではないかということでございまして、①事実関係の確認、これは関係者からお話をお聞きし、さらにはみずからこの事故原因をこのワーキングとしてやるということで、必要に応じ、追加情報の提供を当然依頼する。

②で事故原因の究明でございますけれども、これも原則としては設置者、関係者の方に

事故原因を究明いただいて、その確認でございますが、必要に応じて追加情報提供を依頼し、このワーキングとして事故原因を究明したいということでございます。

また、再発防止策の確認・検討でございますけれども、これも同様でございますが、当ワーキングとしても追加情報提供を依頼し、効果的かつ効率的な再発防止対策の検討、確立を行う。

さらに、④でございますが、再発防止策の一環でもございますけれども、技術基準等の電事法体系化における制度改正の必要についても検討を行いたいということでございます。最終的には、これら事故について報告書をまとめるということでございます。

また、(2)でございますが、これも従前のワーキングでも役割としてもっていただいたところでございますが、引き続き建築基準法から電事法への一本化に係る対応もこの役割でございます。

(3)その他で、さまざま類似することもあるだろうということでございますが、裏のページは、最初の1. に書いてございます昨年12月17日の電力安全小委員会の資料そのものでございます。これは参考までにということでございます。

私からの説明は以上でございます。

○勝呂座長 ありがとうございます。今のご説明ですけれども、ご意見、ご質問等あったらお願いします。よろしいでしょうか。――では、次の議題の事業者からの説明をお願いしていきたいと思えます。

時間が限られていますので、説明時間は各社で3分程度、質疑応答を5分程度ということで進めていきたいと思えます。最後にも質疑応答の時間を設けますので、手短にお願いしたいと思います。

まずは資料3-1から3-2、3-3ということで、京都府から太鼓山風力発電所の事故についての説明をお願いします。

○京都府（中川） 京都府の中川でございます。メーカーのJFEエンジニアリングの

○JFEエンジニアリング（牧原） 牧原と申します。

○京都府（中川） 2人で説明させていただきます。

太鼓山の風力発電所事故につきましては、前回、昨年11月26日に事故の概要報告をさせていただきます。そのときにご指摘を受けております内容について詳しくご報告したいと考えております。

まず、資料3-1の概要版を使いまして、事故の概要だけご報告させていただきます。

風車の大きさですけれども、ハブ高さ50メートル、定格出力 750キロワットということで、ほぼ中型の風力発電設備でございます。

1 ページ目の右のところに、風車のタワーとナセル、機械側の断面、写真 2—1、2—2 でございますけれども、載せております。3月に風車が落下したということで、2—1 でございますけれども、手前側がタワーのトップ部、上側のほうでございます。その下側のほうがナセルの下部、ちょうどボルトが着いているところがございまして、そのフランジが本来タワーについていたものでございます。フランジとタワー、シェルの溶接部分から破断しているという状況で、非常にショッキングな事件でございました。

全体の事故のシナリオは、前回のご報告の中でご報告させていただいたのですけれども、金属疲労ということで起こっております。タワー自体が破断した大きな原因といたしましては、先ほどみていただきましたフランジのボルトの折損、ボルトが切れることによって、さらにタワー側に応力が集中したということがありまして、急速に疲労破壊が進んだということでございます。その疲労破壊に伴いまして、通常の発電時でございましたけれども、それを起因として延性破壊、さらには風車からのタワーと風車の破断という現象が起こって、風車が落下したという状況になっております。

その対策につきましては、3枚目に再発防止策ということで、表—5に3点挙げさせていただいております。先ほどいいましたように、タワーとナセルをつなぐボルトの破断が今回の事故に大きく影響があったということで、前回の報告におきましては、タワートップボルトの点検、あるいは交換といったことを中心に再発防止策を行うということでご報告させていただいております。前回のときに、タワートップボルトの折損の原因も金属疲労であったわけですが、そこについて定量的な検証、対策を進めるべきというご意見をいただきまして、その内容について事業者としての検討を、メーカーさんのご協力を得てやってきたものでございます。

全体の計画といたしましては、そこに書いておりますように、タワートップボルト折損防止対策の十分な検証ということで、現在は六角の通常のハイテンションや高力ボルトによって接続しているわけですが、これの軸力に注目いたしまして、トルクと軸力の関係がどうだったのか、それがボルトの寿命にどのような影響を与えるのかといったことについて、具体的な調査、解析を進めていきたいと思っております。ラボテスト、室内でのトルク、あるいは軸力の導入の関係については、既に調査に着手したところであります。来週、2月中には実機での軸力の導入がどうなのかといったことについても調査を進めて

いきたいと思っております。

ボルトの寿命予測ということでございますので、当然一定の解析をしていく必要があるということでございます。今回は太鼓山の風車の空力弾性モデルというのをつくりまして、時刻暦の応答解析、いわゆる動的解析を進めていきたいと考えております。そういったことから、発電時のボルト軸力の予測、あるいは各種導入軸力時のボルトの寿命評価といったものについて、定量的な評価ができるようにということで考えております。

また、実機における対策ということで、ボルトのタイプについても少し研究していきたいと考えております。具体的に申しますと、植え込みボルト、寸切りボルト、あるいはスタッドボルトといわれているようではございますけれども、直接軸力を導入できる、確認できるといったボルトの効果についても検証していきたいと思っております。

現在、実機での調査をするのに当たって、実機の発電時の荷重等も確認すべきであるということで、今、実機の点検等を進めております。引き続き実機でのボルトの調査、検証をして、できるだけ早くこちらのご報告にもまいりたいと思っております。おおむね3月には一定の現地での試験調査関係についてはデータがとれるのではないかと考えております。

あと、太鼓山の風力発電所の事故につきましては、京都府で専門家会議を設置しております。そちらのほうでの専門家委員の方へのご報告をいたしまして、ご意見を踏まえた上で最終報告としてまとめたいと考えております。

当面、運転を再開しなければいけないというところがあるのですけれども、これからは安全性を第一に、事故を起こさないという前提で、運転再開を目指してしっかりと頑張っていきたいと思っておりますので、よろしく願いいたします。

以上でございます。

○勝呂座長 ありがとうございます。今の説明ですけれども、何かご意見とかご質問とかありましたらお願いします。よろしいですか。——そうしたら、時間もないので、次に進めていきたいと思えます。

次が、この冬、発生した落雷に起因すると想定されている事故についての審議ということで、まず資料4-1から庄内環境エネルギーの遊佐日向川風力発電所事故についてということで説明をお願いします。

○庄内環境エネルギー（加藤） 庄内環境エネルギー代表取締役の加藤でございます。このたびの遊佐日向川風力発電所のブレードの折損の事案につきまして、その原因、対策

等についてご報告を申し上げさせていただきます。詳細報告については、日立パワーソリューションズ・前川より申し上げますので、どうぞよろしくお願いいたします。

○日立パワーソリューションズ（前川） 日立パワーソリューションズの前川と申します。お手元の資料に従って説明させていただきます。

まず、発電所の概要ですが、場所は山形県遊佐町、酒田市と遊佐町の間に建っております。E-82という2,000キロクラスの風車が1台でございます。

次の2ページ目に風車の外形がございまして、ハブ高さ73メートル、ブレードの直径が82メートルというサイズの機械でございます。

では、3ページ目、早速事故発生時の状況と落雷の調査結果からご説明したいと思えます。

まず、図1は、風車の遠方監視装置の中に残ってございました当日の運転データでございまして、2013年11月20日、ここでは19時20分から入っておりますけれども、19時25分ごろ、それから19時56分でスピナー内、これは回転部の中で異音を検出されております。このあたりで風車に落ちたかどうかはわかりませんが、雷が既に発生したのだらうと思っております。

最後に、21時38分と40分に同じようなスピナー内の異音を検出しております。これがその下の表1にありますように、フランクリン・ジャパンさんの記録データと一致しております。45キロアンペア、21キロアンペアといった雷がここに落ちたものだと予想しております。

その後、風車は運転を続けておりました、約20分後の22時に、再度スピナー内での異音を検出され、ピッチコントロール異常と風向風速計異常が検出され、風車がここでとまっております。

次に、3番目の折損までの状況なのですが、まずブレードの折損状況としては、根元から3分の1あたりでちょうど2つに折れ曲がるような形でございます。

ブレード折損までの経緯ですが、ライブカメラでも撮ってあったのですが、21時38分に落雷を確認しております。そのまま運転を続けて、その後の20分間の運転の中で、最初の雷撃で受けた損傷が拡大して、20分後に真ん中から折れたと。折れた際に、ちょうど半分ぐらいに折れてしまっていますので、ブレードの先端がナセル、もしくはスピナーに当たって落ちたものと推測しております。これは、ブレードチップが風車の真下に落ちていることや、ローターのアルミカバーやナセルに打痕が確認されていることから、このような

落下の経緯であったと予想しております。

次に、落雷規模の推定ですが、右上の写真がちょうど落雷時のウェブカメラの写真でございます。先ほどの表1から電流値の最大値は45キロアンペアということがわかっておりました。一方で、風車の固定部と回転部の間の落雷電流を逃すところに放電ギャップがつくってあるのですが、ちょうど発電機の固定側に放電痕が残っております。ライブカメラからブレードの位置が特定できますので、そこから予想した放電痕が真ん中の丸い絵のところにあります、左上のほうにある11時方向の15センチの放電痕になります。したがって、電流の継続時間を回転数で求めますと、上の式にありますように63ミリ秒。これを単純な三角形の波形であったと予想して電荷量を求めると 1,418クーロンということで、かなり大きな雷であったということが予想されます。事故後にいろいろな方々に聞いたのですが、かなり年配の方も、こんな雷は今まで聞いたことがないということなので、そういう結果からも、こういう大きな雷であったと予想しております。

6 ページ目のブレード折損原因の推定ですが、ブレード自身が先端のレセプタで受けて、ダウンコンダクターと呼ばれる導体でブレードの根元に来て、そこから今度はハブのほうに、ピッチを動かすのでブレードは回転しますので、エアギャップを設けている。それが先ほど放電痕が残った回転部、エアギャップに流れていくという仕組みになっています。

放電経路なのですが、2)のところに写真1、2、3とありますが、写真1がブレードチップ、写真2がそのブレードチップから内部のアルミ導体を通す導線の部分です。ちょっとみにくいのですが、ここはいずれも溶断等はみられず、電流はここを流れていったのだろうと推定できます。ただ、写真3にありますように、内部導体の一部に黒く変色したところがみられていまして、ここにはかなり大きな電流が流れたのであろうと思っております。

したがって、最初の破損は 1,400クーロンクラスの雷が落ちて、チップからダウンコンダクターに流れたのですが、それではどうも流し切れずに、一部はFRPの表面等に分流して、それが加熱の原因となってブレードの内部に損傷を起し、それがその後の20分の継続運転で徐々に拡大して行って、最終的に損傷に至ったと推定しております。

最後に、対策ですが、600クーロン以下の落雷に対しては、計算上、全く問題ないと予想しているのですが、今後も 1,000クーロン以上の雷の可能性がゼロというわけではないので、応急対策としては、雷検出器で風車に停止措置を行いたいと思っております。雷があつて、その後点検して、安全性を確認していくという方法で運転していきたいと思ってお

ります。あと、念のために風車から 250メートル付近のところに進入禁止柵と注意看板を設置しています。

恒久対策といたしましては、先ほど 1,400クーロンが全部流し切れなかったということもありましたので、今、メーカーであるエネルコン社と協議を進めておりますけれども、ブレード内部導体系の改良を何とかしたいと考えております。

以上が事故の推定原因と対策でございます。

○勝呂座長 ありがとうございます。今のご説明ですけれども、ご意見、あるいはご質問等ありましたらお願いします。お願いします。

○横山オブザーバー 中座なので、よろしいですか。きちんした分析しているのを水を差すようなことをいって大変申しわけないのですけれども、私の「委員限り」と書いてある資料の1番目のところに私のレポートが書いてあります。1,400クーロンという推定はちょっと過剰と思っております。

黒板を貸してもらっていいですか。

(板 書)

1番目の話は何をいっているかということ、三角形で設定しているのですけれども、そこにパンフレットを置いてやってみて、夏季の波形を出しまして、はっきりいえば、冬季雷というのは波形がめちゃめちゃです。ですから、冬季雷にどういう波形があるというのはほとんど定説はありません。

1つは、これは先ほど説明がされたような三角波に近いものでいいのですけれども、その後だらだらと続いて、こうなっている（急に上がる）ようなケースが1つと、2番目は、もともとこういうところにパルス状のものがのる。実をいうと、フランクリン・ジャパンさんにきちんと聞かなければいけないのですけれども、この波形がもっと長いと、実をいうとひっかからない可能性が多いです。

実をいうと、こういうパルス線は、夏の雷とほぼ似ているような波形なのですけれども、フランクリン・ジャパンのものは、普通はこれをひっかけます。ですから、これをひっかけているか、いずれにしても、多少大きいことは確かなのですけれども、これを全部ローターのところの傷からこの長さとするのはちょっと無理があるというのが1つです。

あとは座って話をしますけれども、それまでいろいろな問題にも響いてくるのですけれども、雷はどこに飛びつくかという話と、ここでの原因として、アルミの平板のところを流れる流れないという話をしていることについては、私のコメントの中の2ページ目の5

行目のところの雷電流の影響の評価ということで、この大電流の評価をしなければなりません。これは飛びつきとは関係ありません。落ちた後、どのように流れるかという話なのですけれども、そのところで、あの様に低い緩いのがあっても、多分焼け焦げはつくだろうということ。

もう1つは、アークの熱的、それから金属のほうの熱的な伝導の話で、多分尾を引くでしょう。つまり、電流がかなり減衰したといっても、その後少し長引くことはあるだろうと。この量は私にはわかりません。だから、私も少しいかげんなことをいっています。ですから、その長さから時間を求められたら非常に正確な計算がされています。64ミリ秒は正確なのですけれども、それはちょっと過大になる傾向があるということが3つ目です。

それから、私は40年もやっていますけれども、人の話というのは半分以上で聞いたほうがいいです。音とか光というのは感覚的ですから、大きいから大きかったというのは全然成り立ちません。私の経験から、はっきりいって成り立ちません。

そういうことから、1,400というのは、見積りとしては確実に大きくなるほうに出ていて、本当に1,000クーロン以上あったかというのは——1,000クーロンというのはあります。今まで私が測定したり、ほかの方が測定したもので、1,000クーロンというのはまれですけれども、あるということはわかっています。ただし、1,400というところまで行くかどうかというのはちょっと問題が多いと思っています。普通には1,000クーロンというのが1つのめどだと思っています。

もう1つ、ついでに、そこには書いていないのですけれども、かえっていろいろなことをいって申しわけないのですが、実際、アルミ平板を流れ出した電流が、アルミ平板が溶けるとかそういうことが起きていないのにFRPのほうに行ったというのは、ちょっと変な推論ではないかなと思います。アルミ平板自身がものすごく加熱されて、温度が上がっている状態ならそっちのほうに何かの影響はありますけれども、アルミ平板が平気な状態であるのにそっちのほうに移るといふ根拠は、私にはちょっとわかりかねるというのが、ちょっと言い過ぎかもしれませんが、この報告からみた私の意見です。

○勝呂座長　ありがとうございます。どうぞ。

○川田委員　質問しようと思っていたのです。後半のほうの話がちょっとかぶっているのですけれども、1,400クーロンが大きいか小さいかということについて、私はわかりませんが、FRPの破壊のノードからみると、事業者の説明では、真ん中のところから

折れたという説明にはなっていないと思うのですが、何か構造的な欠陥部位がそこにあらかじめあったのかということをお教えいただきたいのです。

○日立パワーソリューションズ（前川） もちろん類似機の運転実績をもっておりますから、構造的な欠陥はないものと思っています。

○川田委員 そうしますと、真ん中から壊れたという理由はどのように考えればよろしいのですか。

○日立パワーソリューションズ（前川） この周辺に焦げた部分が見られているということです。

○川田委員 皆さんに配られている6ページの写真—3というのがその焦げた部分ということですか。

○日立パワーソリューションズ（前川） これとはちょっと違いますね。

○川田委員 その資料はどこにあるのですか。

○日立パワーソリューションズ（前川） 今回のものには損傷部分の写真は入れておりません。

○川田委員 わかりました。そうすると、焦げたというのは、熱が何らかの形で発生して、FRPに熱的な損傷があったと考えればいいのですか。

○日立パワーソリューションズ（前川） はい。

○川田委員 それがどうして真ん中というか、その部位になるのでしょうか。

○日立パワーソリューションズ（前川） なぜかということですか。

○川田委員 はい。

○日立パワーソリューションズ（前川） 折れたところに焦げ跡があったので、そこで何が起きたのかわかりませんが、そこに欠陥ができた。最弱部分。例えば、ひびが割れたとか、接着が剥がれたとかというところが恐らくこの真ん中辺に起きたので、そこから折れたと想像しております。

○川田委員 レセプタといいますか、電気を流すのは端っこから真ん中のほうまで1本で通っているわけですね。

○日立パワーソリューションズ（前川） はい。

○川田委員 それが、どうしてその真ん中のところで焦げたのかということがちょっとわからないのです。

○日立パワーソリューションズ（前川） 先生がおっしゃるように、分流したことが考

えられないというお話でしたけれども、そういうことが起きたのだろうと我々は推測しているのですが。

○横山オブザーバー 導体がきちんとつながっていれば、分流することはほとんどないと思います。焼け焦げがあるというのは、どの位置ですか。

○日立パワーソリューションズ（前川） この辺から3分の1ぐらいです。

○横山オブザーバー 先端から3分の1ぐらいですか。

○日立パワーソリューションズ（前川） 根元から3分の1です。

○横山オブザーバー 1つあるのは、結局、縁面をはって行って、放電が飛び込みというのはあるのです。私のパンフレットの27ページの図にあるように、放電というのは飛び込みはしていきます。FRPは絶縁材料としては弱いので、飛び込みがあるのですけれども、余りにも下なので、そういったのは世界の例でも余り下のほうからは飛び込みにくいのです。ものすごく難しい条件になるのです。

いずれにしても、川田先生もおっしゃるように、導体が電流の流れている状態で、途中から絶縁に移るといのはちょっとあり得ないですね。これも導体と不導体でやったらそんなことは完全にあり得ないので、これはちょっと無理な推測だと私は思います。

○勝呂座長 どうぞ。

○安田委員 幾つか基本的なことをお聞きしたいのですが、先端のレセプタに着雷痕はありましたでしょうか。

○日立パワーソリューションズ（前川） はい。

○安田委員 どの部分で、どのような……？ 写真—1ではよくみえないのですが。

○日立パワーソリューションズ（前川） 申しわけございません。私も物は直接みていないのですが、複数あったと聞いています。要するに、これまでの運転の中で。今回の落雷がどこだというのは特定できておりません。

○安田委員 もしよろしければ、そういった詳細情報をさらに入れていただくとありがたいと思うのですが、もう1つは、逆に破損したブレードのほうに何らかの放電痕というのは確認されましたでしょうか。

○日立パワーソリューションズ（前川） 折損部分ですか。

○安田委員 全ての場所です。先端でも根元でも、壊れたところで何らかの落雷痕、焼け焦げ、放電痕というのは……。

○日立パワーソリューションズ（前川） 折れたそのものの場所だけに焼け焦げの跡が

残っています。

○安田委員　それ以外にはなかったと。

○日立パワーソリューションズ（前川）　見当たらなかったです。

○安田委員　全て確認した上でなかったということでしょうか。

○日立パワーソリューションズ（前川）　はい。

○安田委員　わかりました。ありがとうございます。

○石原委員　2点ですが、1点目は、ご説明にあるように、何らかの焼け焦げとかがあって、弱くなって折れるということも否定できないのですが、そもそも、もし口があいていて――昔、釜石の事故のときは非常に似たような形でブレードが折れてしまうとか、その場合は、必ずしも電氣的、あるいは弱くならなくても、風によっても折れる可能性があるのです。シェル構造なので、ブレードがもととつながっていないと非常に弱くなる構造なのです。もし口が裂けたようなことがあれば、途中で折れることもあり得るので、だから必ずしも電氣的というか、そこだけを強調しなくても、壊れた後には折れるということは、大型風車の場合は結構起こるといえるのは、釜石の場合はかなり何基もこういう状態になっていたので、それは1つコメントとして。

2番目は、600クーロンに耐えられる構造になっているというのが6ページのところに書いてありますが、設計上では600クーロンの電流が流れても全く問題ないというか、それが設計的に保証されているもの、あるいは認証とか、何かのエビデンスとか、何かあるのですか。

○日立パワーソリューションズ（前川）　これは、あくまでも日本サイドで計算して、600クーロンの電界に対して温度上昇が規定値以内で溶けたりすることはないということで証明しております、メーカーはあくまでもIECの基準でつくっておりますので……

○石原委員　300クーロンですね。

○日立パワーソリューションズ（前川）　300クーロンということになります。

○石原委員　だから、その言い方に気をつけないと、さっきの600クーロンというのは、本来ちゃんと600クーロンに耐えられる設計でないと600クーロンあるということはいってはいけません。いったら、それは全く誤解を与えるので、そこは厳密にやっていただきたい。IECの300クーロンだったら300クーロンの商品だということをお願いしたい。

○横山オブザーバー　600クーロンの話なのですけれども、温度上昇を引き下げ導体と

どうか、アルミの平板でやっていると思うのですがけれども、普通はアルミの平板がこれほどがっちりしていなくても、600クーロンで上がる温度上昇というのは非常に限られて、そういうものは300でも600でも、例えば、溶けたり強烈な温度上昇が起こるといふのはそんなにはないと思うのです。せいぜい20～30度とか、そのぐらいでとまると思うのです。

実をいうと、引き下げ導体とか、そういうところで起こる事故といふのは、接続部の十分な接触によって起こっているのがほとんどなのです。これは世界でも日本でもそうなのですけれども、そういう導体部分の温度上昇があったから起こったと思われるような事故は、私が思う限りほとんどないのです。ですから、今の日立さんの説明でやっておられるのは、導体に600クーロン流しても、その温度上昇といふのはこのぐらいでとまるからいいのだということになっているので、それはとりあえず正しいと思うのですが、実際には、この場合も含めて、接続部のところが不良でアーク状態になって、それで空気の圧力がかかるということを考えることのほうが先だと思います。

○勝呂座長　ありがとうございます。私も聞きたいことがあるのですがけれども、たくさん案件があって、時間がないので、済みませんが、事業者の方をお願いなのです。今いろいろ質問が出ましたけれども、写真―3といふのは、さっきの話だと、黒色化は電流が流れたところではないとか、そういう話があるので、もう一度きちっとこの原因と推定原因、それから、機械の構造から考えてどのぐらいのレベルまで本当に耐えられるのだとか。例えばここにすずがありますが、これで内圧がかかって割れたと書いてありますけれども、内圧といふのはどのぐらいかかって、接着面はどのぐらいの強度があって、だから割れたのだとか、そういうところをもう少しきちっとわかるような説明書を次回までにつくっていただけたらと思います。時間があれるので、次の案件に進めていきたいと思っておりますので、そういうことでお願いします。

○日立パワーソリューションズ（西川）　わかりました。

○勝呂委員　次に、4―2です。北陸電力の国見岳風力発電所事業についてということで、説明をお願いします。

○北陸電力（水野）　北陸電力電力流通部の水野でございます。国見岳風力発電所2号機の風車破損事故の報告につきまして、資料に基づいて報告させていただきます。

資料は2部構成になっておりまして、1枚目は、12月1日にこの事故が発生いたしましたので、そちらの電気事故報告の中間報告として12月26日に報告させていただいたものです。2ページ目は、その後、破損といひますか、焼損いたしましたブレードを平地の部分

までおろしまして、そこで復元していろいろな調査をしておりますので、現状までの調査状況という形の2部構成で説明させていただきます。

それでは、まず1ページから簡略に説明させていただきます。

まず、国見岳風力発電所の概要ということで、図1の図面をみていただければわかると思いますが、所在地は福井県福井市の北西部に位置しております。標高が640メートルという国見岳のところに建っている風力発電所でございます。出力が900キロワットのもので2台ございます。運転開始は、福井県が建設されまして、2002年12月に運転開始、その後、2010年4月1日から弊社が福井県様から譲り受けて、その後、運転、保守をしております。

風力発電設備の概要は、製造者がNEGミーコンさんでございます。概要といいますか、風車の外形図は図2をごらんください。

事故の概要ですが、昨年12月1日日曜日、9時24分に2号機の火災報知器が動作いたしまして、弊社の技術員駐在所に警報が鳴りました。その2分後、たまたま修繕工事で現地におりました弊社の社員が、風車が燃えている、そして風車が脱落しているということを現地で確認しております。その後、消防の方に来ていただきまして、12時04分に鎮火を確認しております。

続きまして、左下の事故状況につきまして説明させていただきます。当時の気象状況ですが、福井県の全域に雷注意報が発令されておりました。さらに、嶺北といいますか、福井県の北部に大雨注意報が発令されておりました。福井地方気象台の観測データによりますと、未明から5時半ごろまでにかけて、断続的に発雷が実際に確認されております。

国見岳風力発電所の周辺の状況ということで、発電所に設置しております雷センサーの動作記録、さらには弊社の落雷位置評定システム、LLSのデータから確認させていただきますと、次のようなことがわかりました。

まず、風車から400メートルほど南に離れたところに雷センサーを設置しておりますが、そちらが4時40分、5時30分、6時30分の3回、雷を検出しております。LLSでは、その発電所付近の落雷を5回観測しております。5時30分に2回、5時33分に3回でございます。

風の状況ですが、2号風車のデータが喪失されておりますので、350メートルほど離れた1号風車に記録された風速データによりますと、4時半ごろから6時過ぎぐらいまではゼロから3メートル、その後は、8時ごろまでは3～8メートル、それ以降はゼロメート

ルということでございます。

事故発生時の2号風車の運転状況ですが、記録が途中で欠落されておりますので、その途中までの運転データからは次のことが確認できました。4時40分に雷センサーが動作いたしまして風車を停止しております。その後、5時30分に再度雷センサーが動作したときに、通信装置の異常、それから主の遮断機、NFBのオフが同時に発生しております。それ以降、残念ながら運転データが記録されていないという状況です。

続きまして、右のほうに行きまして、風車の破損状況です。下の図3、図4、図5を見比べながらみていただければと思います。

タワー内部の昇降設備、あるいはナセル各部の強度の安全が確認できませんので、さらに冬季ということで、発雷、積雪、強風のために安全にクレーンで作業できませんことから、まず地上の設備、落下物、それから空撮によるハイビジョンカメラでの撮影、こういうものでハブとナセルの状況を確認させていただきました。

ブレードの落下状況ですが、写真、あるいはこちらの右のほうの図をみていただければわかりますように、○A、○B、○Cという順番で、全てハブの直下に落下しております。さらに、○Aブレードといたしまして、左の風車の外形図でトップに立っている、一番高いところに位置しているブレードの先端が3つに分かれて飛散しておりました。

ハブとナセルの破損状況は、図4の空撮した写真をみていただければと思いますが、ブレード、ハブカバーは焼損し落下しておりますけれども、そのほかの金具とかは残った状態です。ハブの中には、チップブレーキ操作用の油圧装置が焼けた状態でそのまま残っております。ナセルのほうになりますと、カバーは焼けておりますが、発電機、増速機、主軸といった主要機器につきましては、原形がほぼ確認できる状態になっておりました。

なお、図4の写真の右側から中央部にかけて、ハブから増速部にかけての焼損が特に顕著だと考えております。

続きまして、裏の2ページ目です。こちらが破損しました風車の羽を平野部にもってきまして、弊社の敷地の中で再度復元して、今、現状の調査をしているところです。調査結果につきまして、4点ばかり現状の調査状況を報告させていただきます。

まず、ブレードの先端にありますチップブレーキなのですが、○Aブレードにつきましては、図1-aにありますように、部品として大きく3つに分かれて飛散しておりますけれども、表面上は焦げた跡がございません。ただ、裏のほうに行きますと、チップブレーキの先端部、それから途中でお話しします、途中のロッドのちょうど折れたところで若干

黒くなったような焦げ跡が確認できました。

下のほうの各ブレードの破損状況ですが、各ブレードとも黒くなっているところが消失してないところです。各部とも翼の根元部、ハブの根元のところが燃えているということがこれでわかるかと思います。

続きまして、仮に雷が入ったとして、それがどのような経路で流れてくるのか、その経路につきまして調査しております。

まず、レセプタとレセプタをはめているブロックにつきましては、レセプタは各翼2個ずつついているのですが、6個のうち2個は発見されておりますが、残り4個はまだ発見されておられません。レセプタをおさめますブロックにつきましては3つとも発見されておりますけれども、飛散しましたOAブレードのブロックは一部のみ発見されているという状況です。

レセプタブロックの損傷状況ですが、図3をみていただくとおわかりいただけますように、OB、OCのブレードのところにつきましてはほぼ原形で残っておりますが、OAブレードのものにつきましては、このように何個か分かれたような状態で現在残っているという状況です。ただ、分析いたしますと、レセプタブロックと同じ要素でできておりますので、その一部ではないかと考えております。

最後に、各ブレードのダウンコンダクタの状況ということで、右上のほうの一連の流れ等をみていただければわかると思いますが、図6はダウンコンダクターのロッド部分、こちらは先端が溶けた形で切れております。さらに、ここから上のレセプタまでの部品が、残念ながらまだ現地でも発見されていないという状況でございます。図7は、ダウンコンダクターの途中のワイヤー部分なのですが、こちらで若干素線が切れてアークした跡が見受けられます。図8は、この後、ダウンコンダクタのステンレス帯と呼ばれるところなのですが、こちらにつきましても若干亀裂があって、そこからアーク跡が見受けられました。

このような状態から、今回の風車の破損事故の起因となりましたのは、OAブレードへの雷撃が起因だと考えておりますけれども、この後、雪が溶けまして、ハブ、ナセルを安全に地上におろしてから細かな現物調査に入っていきたいと思います。

報告は以上です。

○勝呂座長 ありがとうございます。何かご質問とか確認しておくこと等あったらお願いいたします。――私から1点だけ。まずちょっと気になっているのは、雷が4時40分、5時8分、5時30分とずっと出ているのですけれども、火災報知器が鳴ったのは9時24分なの

ですよ。

○北陸電力（水野） はい。

○勝呂座長 何でこんなに時間がたってから火災報知器が鳴ったのかなというのが非常にわかりにくいなと思ひまして……。

○北陸電力（水野） 実は火災報知器が設置してありますのは、上部のハブ、ナセルの中にあるのではなくて、タワーの部分、地上から18メートルのところに設置されております。したがって、雷があったときに、上部のほうは燃えていたのでしょうかけれども、上部のほうですと火災報知器は検知できませんで、結果的にタワーの下に羽が落ちまして、その羽の熱が伝達してタワー内に入ってきたときに、タワーの内部の配電盤とかの一部焦げているところとか、溶損しているところがありますので、その煙で検知したのが9時24分ということで、4時間ばかりずれているのは、そのせいではないのかなと推察しております。

○勝呂座長 ちょっとあまのじゃくかもしれないですけども、ナセルが燃えたのが先だとしたら、この話はそのまま続いてしまうということはないですか。どういう言い方かというと、油のところを何かで火事になって、例えばブレードの焼け方などは、焼けているという言い方は変なのだけれども、みんな根元のほうがよく焼けていますよね。そうすると、ナセルの燃え方が一番激しいようにみえますので、ここが燃えて、それがずっと火が伝わって、ブレードが根元から燃えたということは考えられないのかなと、ぱっとみていて思ったのですけれども。

○北陸電力（水野） 勝呂座長がおっしゃるとおり、我々もこの燃え方から考えまして、ハブのところではやはり激しく燃えて、そこで風車が結局自重に耐えられなくなって落ちて、また次の風車が落ちてということの繰り返しでなったのではないのかなと。こちらのほうでは燃えていますので、タワーの中まで煙がなかなか入ってこなかったのではないかと推察しております。

○横山オブザーバー このケースは、ブレードが3枚落ちているのです。ブレード側で被害があって、ブレードの上のほうから焼けたなら普通は1枚で済むので、これは明らかにハブのほうで燃え出して、その後でブレードが落ちたと考えるのが普通です。これで矛盾は全然ないと思います。

○勝呂座長 ほかに。どうぞ。

○安田委員 最初に、ちょっとコメントをさせていただきたいのです。要望についてで

すけれども、2ページ目全体で出てきていますダウンコンダクターと書かれておりますが、これはチップ用のワイヤーのことですよ。

○北陸電力（水野）　　そうです。ワイヤーと、こちらの図面でいいますと、レセプタブロックから途中のダウンコンダクターのワイヤーを接続するまでの間は、実はステンレス製のロッドにもなっております。

○安田委員　　そうしますと、通常、チップブレーキ用の性状のワイヤーですけれども、これはダウンコンダクタ、要するに接地線とみなしてもよいぐらいの径はちゃんと確保されていたのでしょうか。

○北陸電力（水野）　　ダウンコンダクタ、こちらのワイヤー部分は70スクエアということで、当時のメーカーさんとしては、ダウンコンダクタとしてワイヤー部分を兼用しても、IECの基準の300クーロンには耐えられるという仕様だったと聞いております。

○安田委員　　IECの61400-24のことをおっしゃっていると思うのですがけれども、こちらにはチップブレーキ用のスチールワイヤーは、通常、ダウンコンダクタとしては十分ではないというようにIECではしっかり書かれております。300クーロンには十分だったというメーカーさんの見解でよろしいですか。

○北陸電力（水野）　　ステンレス製ですので、実際に300クーロン流しますと、温度上昇が二百数十度ということで、かなり上がることは上がるのですがけれども、それでも一応このレベルには耐えられるというお話で聞いておりました。

○安田委員　　もう一点のご質問をさせていただきますが、今度のご質問ですけれども、ダウンコンダクタないしワイヤーからナセルへの伝達経路というのはどのようになっていますでしょうか。つまり、ブラシなのかギャップなのか。

○北陸電力（水野）　　詳しい話は坂井からさせていただきます。

○北陸電力（坂井）　　坂井です。雷電流のルートですけれども、レセプタ、ダウンコンダクタ、ロッド部、それとワイヤーの後、チップブレーキの操作用の油圧シリンダーというのがあります。それをバイパスするためにステンレスの板2枚で雷電流をハブのケースへ流しています。ハブの金属製のケースから、今度は風車の軸のほうへ流れていきまして、その後はタワーの本体へつなぐのですけれども、途中で主軸受けのベアリング部とか、風車を回転させるためのベアリング部がありますので、そこをバイパスするために絶縁電線を使っています。そういうルートでタワーへ落として、タワーの地上階のところ、今度は地面の下の接地網につなげてあるというようになっています。

○安田委員 絶縁電線とおっしゃいましたけれども、それはギャップではなくて、ブラシということですか。何らかのメカニカルなコンタクトは常にあるということでしょうか。

○北陸電力（坂井） 1カ所だけ、主軸から主軸受けをバイパスするところの電流の取り出し方は、主軸が回転していますので、そこはブラシで接続しています。

○安田委員 わかりました。ありがとうございます。

○勝呂座長 これは、ハブ、ナセルが上ですよ。

○北陸電力（水野） はい。

○勝呂委員 さっき、いろいろなコメントがあったと思いますけれども、春になったらとか、雪が解けたらこれをおろして、細かく確認してもらおうということになるのではないかと思うのです。

最後に1点だけ、もう1つ気になったのは、ブレードにいわゆる落雷として、例えば他の事故の状況みていると、割れたとか、そういうのが出ています。これは、そういう割れみたいなのはないのですか。スパークが飛んで割れが発生していたというのは、この報告書にはないみたいなのですか。

○北陸電力（水野） 今、現地で詳しく調べているところでありましてけれども、調べている限りはそのようなものはみられなくて、ブレードのチップの先端部分だけは明らかに飛散したということは確認できましたが、そのほかのところでは亀裂が入っていたりというものは、ごらんのとおり完全復元の状態ではございませんけれども、この中で残っているところを確認する限りはございませんでした。

○勝呂座長 ありがとうございます。

○安田委員 問題は、何らかの放電があったとして、何で火災に至ったのかというメカニズムの解明が必要かと思えます。

○勝呂座長 時間もあれなのですから、上にまだあるということで、放出物をもう一回調査していただいで……

○北陸電力（水野） どのような可燃物が上に残っているのかも含めて調査したいと思います。

○勝呂座長 よろしくお願ひします。そうしたら、次に進めていきたいと思ひます。

次は、オロロン風力発電所ということで、資料4—3です。お願ひします。

○エコ・パワー（蔵野） では、エコ・パワーの蔵野と申します。よろしくお願ひいたします。隣におりますのは、エコ・パワー・駒込及びエコ・パワーの山崎です。よろしく

お願いいたします。

このたびは、当社の事故によりまして、さまざまな方にご迷惑及びご心配をおかけしたことをまずおわび申し上げます。

では、まずオロロン風力発電所1号機ブレード落下について報告させていただきます。本件事故につきましては、まだ現時点で中間報告の段階です。まだまだ原因調査が続いている段階であります。

まず、サイトなのですけれども、北海道羽幌町、合計800キロワットです。400キロワットの風車が2基あるところがございます。運転開始が1998年。風車はミーコン製のものでございます。この風車には400キロワットと100キロワット2種類の運転モードをもっているものであります。ローターの直径は31メートル、ハブの高さが36メートルとなっております。

事故の概要でございますが、2013年12月5日、0時10分と推定しておりますが、被雷によりブレード1本が根元から飛散、落下したということと、ハブカバーが脱落、それとブレードチップとブレード片が周辺に飛散したということでございます。

まず、右の上のところに図-3がありまして、ブレードの構成図があります。これに従って説明していきたいと思っております。

先端のほうから受雷部、ブレードチップがありまして、ブレードワイヤーで先端のブレードチップ、これは空気ブレーキなのですけれども、それを出し入れして、空気ブレーキとして使用するシステムです。ブレードワイヤーが中央に通っておりまして、雷電流を逃がすためのライトニングケーブルがついているという仕組みになっております。

事故状況ですけれども、当時の12月5日、0時10分ごろなのですが、風が約5、6メートル、雨、気温は3.6度前後だったという状況です。フランクリン・ジャパンの落雷解析をしてもらっていますが、10キロ圏内で3回の落雷が確認されている。フランクリン・ジャパンによれば、冬季雷においては10キロ圏内で同時刻に発生したものは同じ雷と。ここに落ちた雷とみなしていいということでございます。

風車の運転状況ですけれども、12月5日、0時10分35秒に制御コンピュータの電源が喪失したという記録が残っております。その当時は、風速が7.4メートルということで、1,500回転、400キロワットモードの運転モードだった模様です。

周辺の電力系統なのですけれども、この時間、5日の0時10分から1時19分まで配電線の事故があつて停電が発生したという情報があります。

風車の損傷状況ですけれども、ブレード1本が根元から脱落、飛散、落下したということです。ブレードチップ、先端部分ですけれども、それが約120メートルほど飛散したと。遠くまで飛んでいったということです。それと、ブレードチップの先端には被雷の跡がみられました。ブレード自体は前面と後面に分かれまして、前面、後面がそれぞれ、その地図で示します②及び③のところに飛散したということです。それと、ブレードワイヤーが溶断していたのが確認されております。ライトニングケーブル自体も断線しておりました。これは、疲労解析したところ、今回は落雷と推定していますが、落雷の前の段階で疲労破壊が起こっていたという分析が今出てきているところです。あと、細かな部品、これは大物の部品が飛散した状態だけ書いてありますけれども、これ以外の細かな部品も周辺に散らばっているという状態であります。④で描いてありますのはハブカバー、これは風車のやや前方のところに落ちていると。これ、地図は北が上になっておりまして、当時、南南東の風だったということで、ほぼ南南東の方向から、下側のほうから吹き上げていて、ローターの回転方向周辺に物が散らばっている状況ということです。それと、ハブの根元にブレードを点検するふたがあるのですけれども、ふたが飛散しておりまして、損傷ブレードから空気が噴出したような跡がナセル側に痕跡として残っておりました。

電気設備、制御設備等々になりますが、1号機、2号機、タワー内の避雷器が損傷している。受変電設備のブレーカーがトリップして焼けているものがある。あと、通信系のもの、電線等が焼損している形跡がありました。これは落雷を示すものではないかという見方をしております。

事故原因の分析ですけれども、現地調査を年が明けてから1月10日に行いました。これは専門家の方に入ってくださいまして、勝呂先生を含めてみてもらっております。ご指摘としては2つありまして、まず雷電流のエネルギーが、風車で想定していたものより大きかった可能性、それと、ブレード内部にさまざまなスパーク痕跡があったのですけれども、ブレードワイヤー、ライトニングケーブルが以前からふぐあい、あるいは破断していた可能性があるということで、ライトニングケーブルだけですけれども、その後の解析で実際に破断していたことわかっております。

あと、部品の分析を現在実施しております。ブレード内部の部品の切断、溶断している箇所もありましたので、その分析をしております。また、ブレード内にアーキング、またはスパークしたと思われる黒い跡がブレード内部にありましたので、その成分の分析を今しているところです。

それと、放電試験をこれからやろうとしております。ブレードの内部の導通部分について放電試験をやって、実際に所定の電荷をかけて溶けるのかどうかといったことをやろうとしております。あと、ブレードが今回飛散して飛んでしまっているのですが、そのふぐあいの発生メカニズムのあたりも解明していきたいと思っております。

事故原因のまとめなのですが、事故原因についてはまだ現在調査中なのですが、落雷により、ブレード内で異常放電が発生したのだろうという見方をしております。スパークが発生して、瞬間的な熱膨張で内圧が上昇したということでブレードが破損、損傷したということで、その結果、落下したと考えております。

要因としては、先ほどの繰り返しになりますけれども、事故以前の落雷でブレード内の導線部の導通に断線等のふぐあいがあったのではないかとということと、設定を超える大きな落雷ではなかったかという見方をしております。

再発防止策ですけれども、事故原因についてはこれから明確にして、それに対して再発防止策を講ずる予定です。ただ、現在実施しておりますのは、今回、広範囲に部品が飛び散ったということで、運転中に落雷を受けたのではないかと見方をしております。このような被害になっただろうということで、落雷警報を受けた段階で落雷の可能性があると判断をした場合には、風車停止の処置をしております。

なお、これまでも落雷対策としてはやってきておりますが、落雷被害があったと推定されたときには巡視点検を実施したり、通信系がどうしても落雷に弱いものもありまして、通信系の被害を最小限にするような改善は今まで実施してきたところでした。

このブレードの I E C の規格なのでございますけれども、当時、古い1990年代のスペックでできておりまして、最大 200クーロンに耐えるブレードということをメーカーから確認しております。

以上です。

○勝呂座長　これと、次の追分ソーラン風車もエコ・パワーさんで、なおかつ機器も同じなので、そうしたら、引き続きこっちをやってもらって、後で一緒に何か質問があればと思います。

○エコ・パワー（蔵野）　では、資料4-4、追分ソーラン風力発電所2号機のブレード破損・落下事故について報告いたします。

これは、江差町にある風車、これもやはりNEGミーコン製 400キロワットが2基ある場所です。そのうちの2号機が今回、一部部品が脱落いたしました。

発生日時は現時点でわかっておりません。発見日時、現物をみつけたのが1月31日の16時13分ということです。状況としましては、ブレード1枚のチップ部分の反受風面側の表面部材、これはFRP製なのですが、これが欠損していることを発見しました。これは剥がれて飛散したのではないかと推定しております。寸法としては2,190ミリ、約2メートル強です。それと、幅が約1メートル。重さは、現物がまだみつかっていないので確認できませんけれども、約10キロと推定しております。

事故状況なのですが、気象状況としましては、当社はオロロンの事故を受けて、ブレードの導通試験を北海道内を中心に同機種を優先してやっていたところでした。1月25日の段階での点検で当該風車を点検しておりますが、この日以降、フランクリン・ジャパンからは、10キロ以内で落雷があったという情報はありません。

発見の経緯なのですが、他社の方がこの周辺を通ったときに、ブレードの先端の色が変わっていますよというお知らせをいただきました。それで直ちに両号機とも運転停止しております。

現地の業務委託先で点検してもらったところ、どうも先端が剥がれている、欠損しているように見えるという報告を受けました。翌日2月1日に当社の保全の者が現地に行きまして、ブレードの表面がやはり剥がれているということを確認しまして、安全処置としまして、下側に向けてとめておいたという処置をしております。

2月2日以降、ブレードの表面剤の搜索を開始しております。ですが、最大半径約500メートル範囲ぐらまで、国有林等々もあるのですが、その範囲まで搜索範囲を広げて、最大7名体制で搜索しておりますが、現時点でまだみつかっておりません。現地は雪も大分多くなってきておりまして、これから継続して探すのはちょっと難しいということで、また時期を改めて搜索したいと思っております。

風車の運転状況では、1月25日以降、発見される1月31日までのデータなのですが、途中、風向風速計のエラーと発電機関係のエラーが短時間出て、その後、復帰しております。それ以外、特に大きな不具合はエラーとしてはないという状況であります。

その下に写真がありまして、風車そのものの写真とブレードチップの部分です。これは黒ずんでいるように見えるのですが、ブレードチップ部の表面のFRPが剥がれているということです。

あと、サイト状況でございますが、1月25日に、このオロロンの事故を受けてブレードの点検をしております。外観点検も含めて実施し、基本的に導通試験をやるという

ことを主眼に置いた点検をやりました。特にその段階ではブレード自体に損傷はみつからなかったということです。レセプタの機能、これは導通の試験ですけれども、これにも特に異常はみつからなかったということです。

2月1日、2日、現場状況を確認しましたが、ブレードチップ以外については特に損傷はなかったということです。あと、サイトの入り口には一般車両を立入禁止するゲートがあったのですけれども、2月4日の段階で追加の立入禁止する処置を実施しております。

1月25日、ブレードの点検が終わった以降、通信不能の故障、避雷器の動作、いわゆる被雷した場合によく出るような症状なのですけれども、そういったものは特に出ていない。つまり、落雷があったという証拠は余りみつかっていないという状況であります。

事故原因の調査です。損傷ブレードのとりおろしがまだ現地作業できておりません。来週以降、とりおろしを実施する予定です。それと、欠損したブレードチップ、これはまだみつかっていないものですが、これも発見した後に分析して原因を調査したいと思っております。

推定原因なのですが、このブレードは2002年1月に被雷で損傷が発生しておりました。その年の2月に補修作業を実施した履歴がありました。このときの補修が運転時間の経過に伴ってどんどん劣化が進行したのかなど。それで剥離した可能性もあるという見方をしております。1月25日にブレード点検したのではないかとありますが、1月25日の点検は、レセプタの導通試験を主目的として、表面部材の張り合わせ部分までに入念な点検まではしていなかった、そのために気づかなかった可能性もあるのではないかと考えております。1月25日以降、被雷した兆候というのは特にみつかっていなく、落雷が直接原因ではない可能性もあるなという見方をしております。ただ、これも欠損したブレードの表面部材をみつけてから方向性、対策、原因を調査したいと思っております。

再発防止策ですけれども、原因調査とともに再発防止策を検討します。それと、補修実績のあるブレードについては、定期的な経過観察を実施するという事で検討しております。補修実績のブレード数を今現在調査しているところです。ひょっとしたら、補修したものを、経過観察を入念にやっていたら、この被害は防げたのではないかとことも考えております。

以上であります。

○勝呂座長　　ありがとうございます。何かご意見、ご質問等あればお願いします。――補修などについては、例えば補修の要領書とか、こういうことをやりましたというような

実施書みたいな、そういう報告書というのはあるのですか。

○エコ・パワー（蔵野） 報告書はあります。当時、NEGミーコンのメーカーの資格をもったSVが作業しているという報告書が残っております。

○勝呂座長 それが完了したというか、そのときの試験を例えば超音波でやったとか、打音検査をやったとか、そういうプロセスとか、最終的にきちっとでき上がっているというのを確認するような手法というのは何か適用されているのですか。

○エコ・パワー（蔵野） 通常の補修を終わった後の一通りの点検、外観点検のように思われます。

○勝呂座長 外観検査ぐらいですか。

○エコ・パワー（蔵野） そうです。

○勝呂座長 ほかに何か。よろしいですか。どうぞ。

○石原委員 資料4-3の4番目のところ、「(推定)」と書かれてあるのですが、今回、断線などの不具合が生じたというのは一応書いてあるのです。1つ伺いたいのですが、導通しているかどうかというのは、例えばメンテナンスとか検査というか、一般でいえば定期検査です。これはどういうときにチェックするのですか。今回、事故が起こったからいろいろ調べることになったのですが、メーカーでこういったところをどういう頻度で、どういう形でこの健全性を評価しているのか、その辺をちょっと教えてください。

○エコ・パワー（蔵野） まずメーカーからは、定期点検項目としてこの部分の導通を点検しなさいという項目はありません。ただし、自社では数年前から自主的にブレードの点検を外観点検、それと導通試験といったものを実施してきているところでした。

○石原委員 そうすると、今回のオロロン風力発電所に関しては、その前はいつごろこの試験をされたのですか。

○エコ・パワー（蔵野） 2011年9月に導通試験を実施して、正常であるということを確認しております。

○石原委員 社内の規定だと2011年9月だとすると、その後を考えると2年に1回の頻度で社内、あるいはそれより長くなる……。

○エコ・パワー（蔵野） まだ社内では決まっておりません。やはり順番にやっていかなければならないということで、方針を決めてやってきていたところでした。

○石原委員 わかりました。ありがとうございます。

○勝呂座長 どうぞ。

○川田委員 オロロン風力発電のほうで、ブレードワイヤーが溶断したと。その前に疲労があったという発言があったのですけれども、その写真みたいなものは、このデータではない、記述もないと。

○エコ・パワー（蔵野） この中には入れてありません。申しわけありません。ライトニングケーブルの部分です。その両端が端子でついているのですけれども、その片側が切れていたということになります。

○川田委員 疲労の痕跡があったという発言があったのですけれども、それはここに文章もないのですけれども、データもないと。

○エコ・パワー（蔵野） 済みません、その結果が出たのが2日ほど前です。

○川田委員 わかりました。ありそうということですか。

○エコ・パワー（蔵野） そうです。

○川田委員 それから、追分なのですけれども、2002年に被雷による損傷が発生しと。先ほど質問もあったと思うのですけれども、補修作業をしたと。目視による検査でオーケーして、非破壊的な補修の確認はしていないということだったのですけれども、これを発見するに至った理由は何なのですか。

○エコ・パワー（蔵野） 2002年の件ですか。

○川田委員 はい。

○エコ・パワー（蔵野） まず、通信系に不具合、エラーが出まして、現地に調査に行ったと。そのときにブレードの不具合をみつけたという報告を受けております。

○川田委員 それは、もちろん停止せざるを得ないような損傷であったということなのですか。

○エコ・パワー（蔵野） 通信不具合があって見に行ったところ、先端に不具合があったので、そのままとめたと。

○川田委員 目視で判断したわけではなくて、そういう被害があったので、検査したところやはり損傷があったと。それを修理したということですか。

○エコ・パワー（蔵野） はい。

○川田委員 わかりました。

○勝呂座長 今のは通信の問題があつて、たまたまそのところに行ったら機械的にあそこが壊れているということでしょうか。

○エコ・パワー（蔵野） そうです。

○勝呂座長 通信が原因で壊れているというわけではないですね。

○エコ・パワー（蔵野） ではないです。

○勝呂座長 また質問があろうかとは思いますが、次がありますので、気になったところは、後でもいいですから、事務局に細かなところを質問していただいて、事業者の方に答えていただくという形をとりたいと思いますので、済みませんが、その次に進めさせてください。

次は、J—WINDさんから、あわらの北方風力発電所の事故ということで、資料4—5で説明をお願いします。

○電源開発（本庄） 4—6も同じ事業所、同じメーカーの風車ということで続けてよろしいでしょうか。

○勝呂座長 そうですか。では、4—5と4—6を続けてお願いします。

○電源開発（本庄） 電源開発の本庄、日本製鋼所の吉田の2人で2件説明させていただきます。よろしくお願いします。

資料は、お手元にA3で2枚なのですけれども、委員の先生方には別途詳細な資料をお配りしております、そちらもみているということで、きょうはポイントだけ説明させていただきたいと思いますので、よろしくお願いします。

それでは、まずあわらの資料から説明いたしますが、J—POWER、日本製鋼所製の風車を3種類所有しております、1つは、こちらのあわらのJ82、これは笠取の事故の風車と同じ風車でございます、風車の詳細な説明は省略いたします。これと別に、J100というJSWのプロトタイプの風車、あと、洋上にJ82を改造した風車をもっております、そのうち、あわらのJ82とひびきのJ100でレセプタが外れたという事象でございます。洋上の風車につきましては、レセプタが外れてございません。3種類、異なるタイプのレセプタだったのですが、そのうち2つのタイプでレセプタが外れたという事象でございます。

原因究明等につきましては、異常着雷に対してレセプタの固定方法に不備があったのかということで原因を考えております、きょうはその報告をさせていただきたいと思っております。現在、再発防止について社内で検討しているところでございます。

時間もありませんので、事故状況を省略いたしまして、ブレードの損傷状況から説明いたしますと、ブレードは着雷痕が4カ所ありましたが、Cの着雷痕が致命傷になりまして、ブレードの後縁側が裂けてレセプタが外れた事象と考えております。

その内容につきまして、右側の上の絵1枚で説明していきたいと思います。こちらの絵がJ82の風車のブレードの先端の構造でございまして、頭についておりますのが4.8キロのアルミ製のレセプタでございまして、三角形のところは露出してございまして、その下の台形の部分がブレードの外皮に囲まれて表に出ていないところでございまして、外皮が前縁側、後援側、赤いハッチングで描いてありますが、それぞれ接着してございまして、ここを接着することで、くさびのような効果でレセプタが外れないようにしていただくと。レセプタ自身もプラスチックの部分と接着してございまして、青いハッチングで描いてある接着部分でございまして、それほど強力な接着力がないということございまして、主に両側の赤いハッチングの部分の接着に頼ってレセプタを保持してございました。

雷がレセプタに当たると思っていたのですが、そうでなくて、レセプタの下のダウンコンダクタのところに入り込みまして、このときに先端の空洞部分で空気が膨張いたしまして、後援側の接着が剥がれて、それからアルミとプラスチックの接着のところについても剥がれてしまいました。この構造ですと、こういった接着剤が剥がれると、ダウンコンダクタ1本で支えるような形になるのですが、4.8キロと随分重いダウンコンダクタをつけておりました関係で、このダウンコンダクタの銅製のスリーブのところは引き抜けて飛んでいったというものでございまして、こういう構造ですので、レセプタに着雷しないで、異常な着雷をして口が裂けたときには、レセプタが非常に外れやすいということございまして。

当初は、この先端部分は、これだけ大きなレセプタをつけていれば、ここで雷を受けるものだということで考えていたのですが、あわらの冬季雷に対しては、こういう大きなレセプタをつけていても、レセプタを外して着雷するということが、口開きが発生してレセプタが外れるということになっていることがわかりました。

再発防止なのですが、先ほど申しました洋上風車でレセプタが落ちていないということで、レセプタのとりつけ方式が全く異なっておりまして、このタイプのレセプタにとりかえることを基本に、さらに直撃雷検出装置をつけて、雷が直撃したときに風車を停止するということを実施しようと思っております。

さらに、写真をみてわかりますように、あわらは人家が非常に近いこと、それから、冬季雷地域ということで、冬の非常に危ない雷をたくさん受けることを考慮いたしまして、追加的に③番、機械的な脱落防止対策、これはワイヤーなどを用いてレセプタの脱落防止を図る方法、それから、雷接近時の風車の事前停止の方法も含めてあわらでは対策をとる

ということを考えてございまして、ここにつきましては、次回のワーキングで具体的な方法とスケジュールにつきまして報告させていただきたいと思っております。こちらがあらでございまして。

次の資料で、ひびきの説明に入らせていただきます。

ひびきにつきましては、日本製鋼所のプロトタイプの J 1 0 0 という 2.7メガの風車がついておりまして、同じく12月にレセプタが外れた事象でございまして。これもフランクリン・ジャパン等の記録にはないのですが、補修員がみていたということで、雷が原因でございまして。あわらと違ひまして、レセプタに雷が落ちているということなのですが、それでもレセプタが外れてしまったという事象でございまして。

2番のところにブレードの損傷状況ということで、こちらは落雷痕が3カ所確認されておりまして、BとCの落雷痕はレセプタの金属が露出しているところに当たっておりますが、Aが致命傷になったと思われる落雷痕です。これはFRP越しにレセプタの根元に当たっている雷でございまして。

落ちたレセプタの損傷状況を右のほうに写真で4枚載せてございまして、左上がレセプタの着雷面でございまして。根元のところに雷の溶損の跡がございまして、それによって着雷面のプラスチックの繊維が破断してございまして、この面につきましては、落雷時に外皮による保持の能力を失っていたものと思われまして。

その裏でございまして。この面が接着をもっていれば飛ばずに済んだのですが、接着剤についてもきれいに剥離してしまったということで、両面、外皮による保持力がなくなっております。

その下がスリーブをとめてあるねじのところでございます。こういったところにアーク痕があるかなと思ひて観察したのですが、特にアーク痕が残ってございませぬ。

右の下でございまして。これは、このねじにダウンコンダクタの先端を差してねじ留めしていたのですが、そこをみますと、まず絶縁の外皮が剥がれておりまして、アークジェットと思われる現象の跡が残っております。

銅のスリーブは、この下の絵でダウンコンダクタの先端の構造を少し書いております。軟銅の線の先に銅のスリーブをかぶせて、それをレセプタの穴に入れてねじどめしていたのですが、このスリーブが銅線と一緒に溶けてくっついて曲がっている。ねじの跡がへこんで筋になっているということで、このスリーブの状態をみますと、この部分が相当高温になって、ねじ留めも効かなくなつてズルッと抜けていった痕跡がみてとれます。こうい

った痕跡から、右の下の絵で今回のレセプタの脱落の構造を書いてございますが、最初にレセプタの根元に雷が入りまして、このときに外皮による保持力がなくなってございます。それでも、このレセプタは、J 8 2と違いまして非常に軽いレセプタで、ねじ留めだけで遠心力に対して保持できるように計算されていたのですが、これがしっかりと先端部分の接続の処理をしていなかったことで、この部分に 8,000度から1万度のアークジェットが発生いたしまして、この銅スリーブの先端のところをやわらかくなって、結果として、こちらのねじ留めも効かずに外れてしまったと考えております。

このJ 1 0 0のレセプタの構造は、プロトタイプということで、小さなレセプタでつくってみたのですが、再発防止としては洋上タイプのレセプタと同じものにとりかえるということで検討しております。それから、直撃雷検出装置ということで考えてございます。

あわらと比べて2つほど項目が少ないのですが、これにつきましては、冬季雷地域でないこと、風車が社有地の中に建っておりまして、民家、道路まで 600メートルほど離れているという立地事情も考慮いたしまして、この2点にさせていただいております。

以上でございます。

あわらとひびきには直接関係ないことなのですが、ほかの同じような風車の対応について保安監督部にご報告に行ったときに、そういったところについてご質問がありましたので、その辺はメーカーさんから説明していただきたいと思います。

○日本製鋼所（吉田） 日本製鋼所です。今、同タイプのレセプタにつきましては緊急点検を全てやっております。先端の状況を目視確認及び異音等で確認しながら異常の有無を確認しております。異常のあったものについてはすぐ停止させていただきまして、修理に入るという形で今考えております。

以上です。

○勝呂座長 ありがとうございます。後でまとめて事務局からも説明がありますので、そのところで聞きたいと思いますが、今のあわらとひびきの件でご質問等あれば……どうぞ。

○石原委員 再発防止策の内容をみますと、①、②、③、④と、もう一個のほうは①、②なのでございますけれども、①、②の②の中に2つありまして、①番は直接落雷を受けたときの検出装置の設置と、もう1つは風車の停止。1つのほうは分けているのですけれども、もう1つのほうはまとめている。これは分けたほうがいいですか。それとも1つの対策と考えているのですか。

○電源開発（本庄） 書きぶりはあわらの①番、②番がひびきの①番、②番ということで……。

○石原委員 設置時の停止はしないということですか。

○電源開発（本庄） そうでございます。

○石原委員 わかりました。③番目の機械的脱落防止というのは昔からいろいろ考えられているのですが、要は、実際1本のワイヤーでそれを何とか防ごうというイメージですよ。もちろん洋上風車用のレセプタをちゃんと採用すれば、本来十分な耐力があつて、基本的に飛散はしないと理解していますが、なぜ機械的な脱落防止までも必要なのですか。

○電源開発（本庄） 私ども、洋上の対策で十分脱落しないと思っておりますが、念のためという位置づけで機械的な対策を追加してございます。これを行うことで、住民の理解を得られることも多いと思っております。

○石原委員 この設計とか計算をちゃんとやる予定ですか。例えば、こういうのをつけて剥がれたとき、これはもつのですか。これは疲労の問題がかなり発生するのです。住民大会で説明するのはいいのですけれども、学術的にこういった形でもつような設計は可能なのですか。

○電源開発（本庄） 今考えているのは、ダウンコンダクタに電力会社で使っている、中に鋼芯が入った線を使うということを考えておまして、その材料とか接続金具自体は十分信頼性のあるものと考えてございます。これを引っ張り試験等もやって、それで強度は確認しようかなと思っております。疲労につきましては、今検討しているところでございます。

○石原委員 どうもありがとうございます。

○勝呂座長 ほかによろしいですか。——洋上風車で実績ありというのが、逆にいうと、これだとまだわかりにくいなと思うので、私ももう少し調査させてください。お願いします。

○電源開発（本庄） 次回、詳細に説明させていただきます。

○勝呂座長 これ、川田先生などにお聞きしたいのですけれども、ちょっとした落雷とかスパークが飛んで、レセプタとかFRPがぼんと破裂するとか結構出ているのです。内圧がこのくらいまで上がるというのは、先生に聞くか、誰に聞いていいのかわからないのですけれども、例えばさっきのだと、アークをして温度が8,000～1万度ぐらいまで上がったとか、内圧で破裂しましたという説明が結構あるのですが、それは本当に上がってい

るのでしょうかというのが私の疑問なのです。

○横山オブザーバー　私がコメントを書いているところがありますが、クーロンの評価の仕方がいろいろあるのですが、200クーロンぐらいの電荷量になると圧力が上がって、従来の——いつのことかといわれると困るのですけれども、少なくとも7、8年前にできている羽だと割れ目ができる可能性があるというのは実験しています。

○勝呂座長　だから、逆にいうと、例えばさっきのオロロン風車みたいに1998年とか結構古いものがあります。そうすると、経年変化で、例えば接着層がすごい弱くなるとかなんとかというのと影響があるのかなという気がしながら聞いていたのですけれども、この風車そのものは2011年ですから、そんなに古くはないわけです。だけれども、落雷がぼんと1発入ったら、ここのところで接着がみんな弱くなって、くっついていたところがぼんと剥がれたと。

○横山オブザーバー　2つあって、1つは放電の失敗なのです。放電がレセプタで補足されないで割れて、放電の位置から普通引き下げ線がありますから、ダウンコンダクタからそこに放電していくのですけれども、そこまでの間がアークの距離。大概絶縁の中の内面を通過してそこに行くのですけれども、その間がアークの強さです。

もう1つが、ちょっとわからないところもあるのですけれども、先ほどからいっているダウンコンダクタの接続が悪くて、それが溶けて、その中でアークが発生して、それで温度上昇が起きて破れるというものです。説明が悪いのは、先ほど200クーロンで起きているというのは、実をいうと、実物の羽の3メートルか4メートルで切ったもののところでの圧力がそのぐらいに上がるということで、例えば羽の先端部で、部分的に放電が先ほどみたいに起きたときに、どのぐらいの圧力がどこの部位にかかるかという細かいことはやっていないですね。ですから、そういうことをやらなくてはならないかもしれませんが、そこら辺はある程度推定でもいいと思います。だから、まだそういうところに少しあやふやさがあるということです。

○勝呂座長　ありがとうございました。どうぞ。

○川田委員　どのぐらいの内圧がかかるかという爆発的なエネルギーは私はわからないのですけれども、羽の構造で、私が知っている限りにおいては、RTMという製法でつくって張り合わせているわけです。ですから、内圧に対してもつような構造ではないということはいえると思います。

もう1つ、構造劣化が起こっているのではないかというご指摘があって、時間が短い

だけれどもということなのですけれども、もし起こっていたならば、これは普通の羽としては機能できない。要するに、接着面が剥がれているわけですから、それはないと思っています。

○勝呂座長　　そうすると、さっきのことに戻りますけれども、落雷ではないけれども羽が割れましたみたいな報告がオロロン風車だったかな……

○川田委員　　それは、もちろん部分的にどこかに欠陥はあるわけで、今、全体的に起きているかという話ではないと。

○勝呂座長　　わかりました。ありがとうございます。

○石原委員　　コメントではなくて、過去のことを思い出して、釜石の事故調査について三菱重工さんが、爆発するときどのぐらいのエネルギーが出るかということをしごく詳しく調べられていて、そのときの接着剤が非常にねばねばというか、化学反応しているような接着剤だと一瞬口があくのですが、これは戻る。一方で、接着剤が、今、座長がおっしゃったように、もしそういうのが一回あるとすると、強度が出てきても非常にぱりっと、爆発というのはせいぜい 1,000分の 1 秒とか 500分の 1 秒の間にあいたら、今度は戻らなくなってしまう。ねばねばでなくなるということがもしあるとすれば、今、座長が心配している古い風車の場合は、落雷に対して弱くなることもあり得るということが、そのときの事故の調査から考えられるのではないかと考えています。本当はそうかどうかわからないけれども、前の釜石の事故調査は非常に詳しくやられていますので、ぜひ参考にさせていただければと思います。

○勝呂座長　　ありがとうございます。まだご質問とか議論したいところがあると思いますけれども、能登コミュニティウインドパワーから、輪島コミュニティウインドファームの事故についてということでご説明をお願いします。

○能登コミュニティウインドパワー（高木）　　それでは、輪島コミュニティウインドファーム 2 号風力発電機落雷による風車ブレード損傷事故についてということでご説明させていただきます。

私は、能登コミュニティウインドパワー株式会社の高木と申します。よろしく申し上げます。

まず、早速なのですけれども、1 番、輪島コミュニティウインドファームの概要ということで、風力発電所の概要、所在地につきましては、石川県輪島市門前町地内ということで、運転開始が 2010 年 12 月 1 日、事業者といたしましては、株式会社関電工様と株式会社

明電舎の2社の出資会社である能登コミュニティウインドパワー株式会社、定格出力が2万1,980キロ、2,000キロを10基、1,980キロ1基ということで、図がちょっと小さいのですが、右側に輪島コミュニティウインドファームの設置の配置図がありまして、赤い◎の右の一番上がNo.1で、今回はその下のNo.2の落雷ということでございます。

風力発電機の概要につきましては、右の下に絵をつけてありますけれども、風車といたしましては、ドイツ、リパワーシステムズ社製のMM82という風力発電機でございます。定格出力は2,000キロ、タワーの高さ69メートル、ローター径が82メートルという風車となっております。

当日の事故状況等につきましては、現場で維持管理を行っている弊社の技術員の佐々木から説明させていただきます。

○エムウインズ（佐々木） 当日の事故状況ですけれども、1月8日、事故当日の天候は曇り、穏やかな風速で、雷情報もなく、全機運転していました。ふだん雷注意報や警報があると、保安規定の細則で決めているのですけれども、安全のため、保安停止をするようにしています。ですが、今回は雷注意報もなかったもので、全機通常運転をしていました。

4時50分に、事故があった2号機にて風車制御装置がピッチコントローラー通信異常を検知し、自動停止しました。当時、雷注意報はなかったのですけれども、このとき、天候が急変したおかげで雷が発生したようです。8時に事前計画していた予定作業、これは北陸電力様の指示による停電作業なのですけれども、そのため、遠隔で風車を全機停止操作し、停電操作を実施しました。8時20分に、雷もあったため、日常現場巡視点検を開始し、8時30分に2号機のブレードの破損を発見しました。これが2ページ目の写真①です。10時に2号機の外観と周辺状況確認を終了し、2号機周辺に飛散物は確認されませんでした。16時25分に2号機以外の風車設備には異常がみられなかったため、停電作業後の復電を実施し、2号機以外は運転を再開しました。17時25分に発雷のおそれなくなったということで、2号機のブレード内部点検を実施し、ブレード内部のダウンコンダクタの溶断、これは写真②になりますけれども、中の銅の電線が溶断してしまいました。あと、写真③番目になりますけれども、導電部を研磨しているブラシの脱落が確認されました。

ちょっと飛びますけれども、3枚目です。ブレード破損を風車のメーカー指定のブレード補修専門業者に依頼し、2月6日から作業を開始しました。補修に適した気温ではないため、緊急処置のみの対応となります。完全な復旧に向け、ことしの春からですけれども、もうすぐ再度補修を実施する予定です。

○能登コミュニティウインドパワー（高木） 現状は、ブレードの補修専門員の判断で、今の写真①—7ということで、緊急処置は完了しております、技術者の判断では、この状態で回しても問題ないと。ただ、今はまだ寒い時期なので、もう少し温かくなった時期に完全な補修をするという状況になっています。

今、電気2系統を含め確認しております、特に問題なければ復旧ということで、今の現場のほうでは対応しております。

以上でございます。

○勝呂座長 ありがとうございます。今のご説明に対してご意見、ご質問がありましたらお願いします。どうぞ。

○安田委員 細かい点でちょっと確認させていただきたいのですけれども、ダウンコンダクタ及びブラシは1ヵ所のみでしょうか。複数箇所ある中の1ヵ所がやられたということでしょうか。

○エムウインズ（佐々木） 2枚目の内容ですね。

○安田委員 はい。

○エムウインズ（佐々木） ダウンコンダクタはブレードの根元からすぐ、点検口から入ってすぐの場所の1ヵ所のみです。ブラシはローターの左右に1個ずつあるのですけれども、片方のみの脱落でした。

○安田委員 ブラシは2つあるのですね。

○エムウインズ（佐々木） はい、ブラシはローターに対して左右2つあります。

○安田委員 ダウンコンダクタはブラシとどのようにつながっているのですか。

○エムウインズ（佐々木） ブレード先端から落ちた雷がダウンコンダクタを通過して、ブレード固定のボルトからピッチのベアリングに落ちまして、ハブから写真③の水色に塗装されている部分、そこからちょっと隠れているのですけれども、エアギャップを通過してタワーのほうに落ちていくようになっています。

○安田委員 ダウンコンダクタの溶断したところが先なわけですね。

○エムウインズ（佐々木） そうです。

○安田委員 1本のブレードに対してダウンコンダクタがそこで飛んだ。それはそうですね。了解しました。

あともう1つ質問です。写真①—2で、リーディングエッジが裂けているようにみえるのですが、写真が途中で切れておりますけれども、結局、裂けた長さはどの程度でしょう

か。

○エムウインズ（佐々木） 先端から3メートルぐらいです。

○安田委員 これはもう完全に接着剤が剥がれたような形にみえるのですけれども。

○エムウインズ（佐々木） そうですね。ぱっくりいっています。

○安田委員 わかりました。ありがとうございます。

○勝呂座長 どうぞ。

○石原委員 ちょっと質問。要は今後の対策については一応修理したのですが、そもそもこれ、ダウンコンダクタが溶けてしまったとか壊れたのは、今回この設計は、もともとIECの耐雷設計だと、クラスIだと300クーロンに対しての設計ですか。

○能登コミュニティウインドパワー（高木） はい。

○石原委員 そういう意味では、今の推測というのは、それを超えて落雷したという認識と理解していいですか。

○能登コミュニティウインドパワー（高木） と思われます。

○石原委員 もう1つ、その辺はぜひもう少し考察していただきたい。要はこれを修理して復旧すればいいのか、それとも落雷に対して、将来的に対策を考えたほうがいいのかというのはもう少し検討していただいて、そこはもう一度明確な結論を出していただければありがたいと思っています。

もう1つは、研磨ブラシが脱落したというのは、これも余り説明がなかったのですけれども、これ、またもとに戻して使っているようにみえるのですが、それでよろしいですか。

○エムウインズ（佐々木） 脱落というのは、ブラシをばねで押さえているのですけれども、それが押し出されて、ただ外れただけです。

○石原委員 その構造についても何も説明がなかったので、何で脱落したとか、何で剥がれたとか、もともと押さえているものが押さえ切れなくなって落ちたような感じで、また戻せばいいのだけれども、そもそも何でそれが落ちたのか、今説明できますか。

○エムウインズ（佐々木） 何か爆発的なものがあったのかなと思っています。

○石原委員 放電するとき？

○エムウインズ（佐々木） ええ。

○石原委員 そう考えていると。

○エムウインズ（佐々木） エアギャップを通るときに、瞬間の爆発的な応力でばねが押し出されて落下したと思います。

○石原委員 その辺もこの中には何も書いていないので、少し考察していただけると…
…。

○エムウインズ（佐々木） わかりました。

○能登コミュニティウインドパワー（山口） 全体的に原因究明も、再発防止も書いて
いなくて大変申しわけないなと思っております。これにつきましては、今後、中でちゃん
とした原因究明と対策について検討していきたいと思っておりますので。

○石原委員 よろしくお祈いします。

○安田委員 石原先生の前半の質問について、もう一回確認させていただきたいので
けれども、IECの300クーロンというお話がありましたが、運開が2010年ですから、N
EDOのガイドラインに従って600クーロンを考慮されているはずではないのでしょうか。

○能登コミュニティウインドパワー（山口） これは300クーロンなのですけれども、
計算をメーカー側にお願いしてしまして、600クーロンもつのかという計算を出して
もらってしまして、計算上で600クーロンもちますという回答が来ています。多分これを
この資料で出しているという……。

○安田委員 その計算というのは、例えばコンダクターの強度とか。

○能登コミュニティウインドパワー（山口） はい、ダウンコンダクタ、いわゆる導線
の温度上昇とか、そんなものを計算したものです。

○安田委員 メーカーさんは、リーディングエッジとかFRP回りの計算はされて
おりますでしょうか。

○能登コミュニティウインドパワー（山口） 温度上昇、何度もちますというもの
については考察をやっています。

○安田委員 最初のほうで石原先生からコメントがありましたけれども、何をもって
600クーロンもつのかというのは、やはりもう少し日本国内で審議する必要があるか
もしれないですね。

○勝呂座長 ありがとうございます。今のことに関連しますけれども、さっき安田先生
も聞きましたが、これ、焼けているところはみんなダウンコンダクタの溶断と研磨ブラシ
の脱落と書いてあるけれども、いわゆるアースブラシが通っているところが吹っ飛んで
いるということで、ここが何クーロンもつかなどという計算はやっていないわけ
ですね。今度、それを修正しましたというのも、前の形に戻したということなので、同じ
ぐらいのことが来れば、また同様のことが発生する可能性はあると考えていいの
ですね。わりま

した。ありがとうございます。

それでは、次に行きたいと思っておりますので。最後に、雷について横山先生から何か追加でコメントがあればと思っておりますけれども、ちょっと時間が過ぎているので。

○横山オブザーバー　先ほど、私のコメントの中で1番は説明しましたので、2ページ目を開いていただいて、今からちょっと生意気なことをいいますので、半分聞いていただいて、(2)の今後の検討の方向性というのは、10年よりもっと前かもしれませんけれども、出力500キロワットという出力もいろいろあるのですが、新しいものとは分けて考えないと、ごちゃ混ぜにしてやっていると、いつまでも普及に対していろいろな問題があるので、それは分けたほうがいいというのが私の考えです。

というのは、先ほどからレセプタの問題があったり、特にチップブレーキなどのワイヤーとかそういうもののコネクタの部分、接続部分にかなり問題があるのがあって、そこでアークが発生してしまうということがあって、先ほどからいっている問題の中でも、3分の1ぐらいはその問題なのです。

2番目の雷電流の影響の評価というのは、言い方が悪くて申しわけないけれども、先ほど試験をするといっている中にも、雷がどのように飛びつくかということと、飛びついたもののクーロン量がどう流れるかという問題は全然違って、放電の問題というのは、実際のものを模擬するというのはできないのです。それは私も電力中央研究所で随分やっているのでございますけれども、実験でやれることはほぼ飽和状態になっています。それはいろいろなこと、測定とか、我々も含めた今までの実験結果から推定する以外にはほとんどありません。

それで、これからやるといっているものは、放電という名前をつけてオロロンの方なども説明してはいますが、そうではなくて、大電流試験、アーク試験なのです。そのことをはっきりさせて、アークというのはどのように流れて、どのぐらいの熱が起こるかということをやるのが目的ですので、私から説明してもいいですけれども、その試験のやり方をもうちょっときちんとしておいたほうがいいのではないかと思います。

それから、風車の停止措置ですけれども、真ん中の1番目、私は反対だったのですが、前は風車を回転させていると風車に飛びつきやすいということをいっている人がいたのです。これについては、論文が明らかなもので4つぐらい出ています。今の状態は、回っていても、回ってなくても、特に飛びつきには関係ないというのが主流だと思ってください。回っているほうが落ちやすいというのもありますけれども、私も含めて主流はこっち

です。

2番目は、むしろ今の問題というのは、落雷して傷がついているのを回転させているから広がるというのが一番問題だと思っています。

その予防で、今度はいつ停止させるかということですが、落ちたというのがわかってから停止させることはいいのです。もちろん傷ができてからというまでわかっていたほうがいいのですけれども、そうはいつでも被害が出ているときは予防停止をさせるということをやりますが、実際問題、冬季雷で予防停止の判断をすると、ある場所によっては1ヵ月以上停止しなくてはなりません。ですから、これはきちんとシミュレーションして、この判断基準でとめるとどのくらいの停止期間になるかということをやってもらって、それで判断することが必要だと思います。

4番目では、リスクマネジメントということなのです。リスクというのは、当然人体に危害を与えるようなものについては考えるけれども、言い方は悪いですが、羽が壊れる的だったらもうちょっと緩く考える。10分の1も50分の1ぐらいに考えていい。さっきからブレードの先端のレセプタが飛ぶという話に非常に興味をもっているのはこの話であって、羽に当たる被害は小さくても、そういうことをやるのは非常によくないので、その重みづけをしてくださいということで、これからはリスクマネジメントというのは必死になって考えなければならない。

そういう意味では、必ずしも設備をわからない段階で設備を強力につくるのではなくて、保守とか監視にもっとエネルギーを割いてもいいのではないかと。保守とか監視というのは別に雷害だけではなくて、そのほかのことについてもアベイラビティーを上げるために非常に重要なので、そういうことをもうちょっと考えたらいいのではないかとということです。

ウインドパーク全体でいえば、避雷鉄塔を設けるという話。これは1基に対して1基つけるものは、私もそうなのだけれども、みんな否定してつぶされているのですが、20基もあるようなところでは、2基とかそのぐらいの独立避雷鉄塔を建てるのも1つの方法かと、こういうところのリスクマネジメントを考えてほしいとちょっと思っています。このことについては、先ほど安田先生から話がありましたように、安田先生は新しい電気学会の委員会でリスクマネジメントをやりますので、そこら辺で話をさせていただく。

3ページ目のものは読んでおいてください。私は最初の電気学会の委員長をやったり、NEDOのもの最初の委員長をやったりして、その時々結論は出るのだけれども、例

えば事故を起こして、きょうも聞いていて、その事故の原因は何なのだとことをはっきり判断できる人が非常に少ない。こういう状態だと何回やっても同じようにまた勉強ということになるので、もうちょっと組織的に専門家を育てるようなことをやってもいいのではないかというのが私の非常に言い過ぎな意見ですので、よろしく願いいたします。

きょうは、私の本当のほうのものが今もめているので、ちょっと出掛けますので、失礼させていただきます。先に申しわけございません。

○勝呂座長 どうもありがとうございました。それでは、今の横山先生のお話に続きまして、今から退席ということで、次の議題に移りたいと思います。

まず5—1で、発電協会から風力発電業界としての取り組みということで説明をお願いします。

○日本風力発電協会（塚脇） 日本風力発電協会の副代表をやっております塚脇と申します。今回、一件一件の説明はさせていただいたのでございますけれども、これだけ事故が多発いたしまして、連続いたしましたことを、業界としても、業界の危機的な状況だと考えておりました、重く受けとめております。年末、さらに新年から事故の原因を全業界挙げて探索しようということで、タスクフォースを結成いたしまして、現在もその活動を続けております。本日は、事務局の斉藤とタスクフォース長の松島と一緒にお話をさせていただきます。

なお、私どもの風力発電協会は、日本で風力発電をやっております 240社が参画いたしておりまして、今回のタスクフォースには私どものほかに、風力発電に携わっております日本の市町村の方たちも全て参画されております。私どもの風力発電協会がもっている風力発電機が 1,500基でございます。さらに、自治体の連合会がもっておられる風車が 300基、合計 1,800基でございます。国内にある風車が全機で 1,900基でございますので、ほぼ網羅しているという状況でございます。

それでは、資料5—1に従いましてご説明させていただきたいと思います。

まず、私どもが大問題だと思いましたが、やはり公衆安全の観点でございまして、羽が自損事故を起こして、経済的に悪化することは自業自得でございますが、ある意味、羽が脱落する、あるいはレセプタが飛ぶということで、第三者に損害を与えるようなことがあっては決してならないということから、これまでメーカー同士で設計の内容でありますとか、事業者同士でどんな事故が起こったということの情報共有がかなり難しい業界でございましたが、タスクフォースでは、半ば強制的に情報を出させました。それが資料5—

1の1でございます。

結果、どういうことがわかってきたかといいますと、今回問題になっている風車の事故というのは、やはり特定の地域に偏っているということと、特定の事業者、特定の風車メーカーに偏っているということがわかってまいりました。特定の事業者というのは、すなわちメインの機種をどこのメーカーの機種にしているかということで、どこの風車メーカーを選んでいるかということで事業者にも偏りが出てくるということでございます。ここは実名でそのまま書いてございますので、非常にタッチ-な資料になるかと思えます。

例えば、これをごらんになっていただきますと、日立製作所さん、現在56基設置されてございまして、脱落事故及びレセプタが飛んでいくような事故はございません。三菱重工さんは、レセプタ付きの風車、設置 2,188基、うち国内 248基ございますが、脱落実績はございません。日本製鋼所さんは、設置が 106基なのですが、脱落事故が8件起こっている。これは、脱落事故が一般的に起こり得るものではなく、メーカーの設計でありますとか、メーカーの品質性等に問題があるのではないかというのを、この辺で業界としては考えております。

さらに、海外のメーカーでございますが、GEは3種類ございますが、43基、198基、53基それぞれで脱落事故はございません。リパワーシステムズさんは、先ほど能登コミュニティウインドパワーさんがお話しされておりましたが、脱落という形での事故はございません。エネルコンさんは、先ほど日立パワーソリューションズさんからご説明がございましたが、ブレードの破損事故は 220基中2基起こっております。それらについては既に原因解明中であり、放電ロッドの改良を終わっているというご報告を受けております。ヴェスタス、ミーコン社、これらにつきましては、情報開示を求めておりますが、今回、事故が多発いたしておりますミーコン社につきましては、既に数年前に倒産いたしまして、ヴェスタス社に吸収されているという状況もございまして、現在、情報の開示が得られていないところでございます。

4ページ目でございますが、設置者としての安全確保策といたしまして、これはメーカー側だけの問題ではなく、風力発電をなりわいとしております事業者として何ができるのかということでいろいろと調査いたしましたところ、やはり破損事故が起こっているのはほとんどが冬季雷でございます。

冬季雷につきましては、事故が起こっておりますのは11月1日から3月31日までの間に集中しておりますので、資料5-1の一番後ろのページをごらんになっていただきますと、

日本の地図が載っておりまして、この日本地図の赤く塗ってあるところがNEDOの調査によりましてわかりました雷の対策重点地域、冬季雷が多発する地域であるというところでございます。まさにそのとおりで、ここに建っている風車に集中的に被害が出ているというところでございます。さらに、対象とする期間、地域、対象とする風車につきましては、先ほど申し述べたとおりでございます、一定の風車に事故が偏っているというところでございます。

安全確保策といたしましては、先ほど委員の方からもご指摘がございましたけれども、前回いつブレードの点検をしたのですかという話がございましたが、これも業界として毎年点検しなさいだとか、そういうガイドラインがないものですから、業者に任されているところがありまして、毎年している業者もあれば、していない業者もあるというところがございます。これをブレードの毎年点検でありますとか、2年点検でありますとか、必要にして十分な期間の点検を業界として義務づけていく方向に動いていきたいと考えております。

また、先ほど横山先生からお話ございましたけれども、雷が来たときに、事前にとめたほうがいいのか、回していたほうが落ちるのか、とめたほうが落ちるのかというのについては両論ございまして、とめたほうが落ちるといふ説もやはりあるのですが、落ちた後回し続けると、やはり事故につながるということがございますので、雷が落ちたことが遠隔地にいても瞬時にわかるような落雷検出器の設置を業界全体でやった場合、どのぐらいのコストがかかるのか、どのぐらいの効力があるのかということについて少し検討してまいりたいと考えております。

これをつけまして、落雷検出器が何らかの落雷を検出しましたら、風車は遠隔コントロールで停止いたしまして、現地でブレードの点検をして、問題ないというところまでは停止するというのを考えております。この辺が雷検出器の設置、雷直撃時における風車の運転停止、雷撃後の点検というところでございます。

業界団体といたしましては、以上のようなところをとりまとめながら、ワーキンググループさんと密接に情報を交換させていただきながら、実効性のある形で日本の風力発電業界がなくならないように、さらに発展できますように、何とか対策を打ってまいりたいと思っております。

最後に、風力発電推進市町村全国協議会は48の市町村が入っておられまして、先ほど申し上げましたように300本の風車を回しておられますが、そことも連携しながら、我々の

業界だけでなく、業界外の 300本、あるいは独立系でやっておられる 100本についても同じような対策を打っていただくように働きかけをしていきたいと考えております。

以上でございます。

○勝呂座長 どうもありがとうございました。今のご説明で気づいたところ、ご意見、ご質問等あったらお願いします。どうぞ。

○安田委員 非常に貴重な資料のご開示、ありがとうございました。コメントをさせていただきたいと思うのですが、4ページの2の(1)、②、③ですが、特に②のゾーニングというのは非常に重要だと思います。資料ではゾーニングと銘打っておりませんが、私はゾーニングといたいと思います。やはり公衆安全ですので、人が通る場所、道路といったところを明確に切り分けて、単に対象外とするというだけではなくて、一旦データをきちんととった後、例えばゾーニングAというファクターをかけたらどれだけ少なくなる、多くなるのか、そのような形でさまざまなゾーニングを行っていただければと思います。そういう点で②の対象とする領域として限定していくというのは非常に重要なことですが、今後もう少し詳細に教えていただければと思います。

1点だけ。接地抵抗が10オーム以上あるのはその限りでないとして書いてあるのですが、基本的に接地抵抗が何ぼであったとしても、特にエネルギーの大きい冬季雷に関してはブレード事故が起こる可能性はありますので、これは10オームあるから対象外とせずに、設計が悪かったとしても、やはり接地抵抗はきちんと事故データとして統計処理していただければと思います。何でも接地抵抗が悪者にされてしまう場合もあるので、特に冬季雷のブレードの事故に関しては、接地抵抗は十分であっても起きる場合がありますし、不十分であれば当然起きますので、これは対象外にしないほうがよろしいのではないかと思います。

○勝呂座長 どうぞ。

○日本風力発電協会（塚脇） ゾーニングにつきましては、いろいろなご意見を頂戴しております。例えば市町村の協議会の方たちは、もともと風車を自然エネルギーの導入促進に寄与させるべく、人が集まるところに建てておられるようなこともございまして、これは立入禁止にするという、市長さんが私に物すごく怒ることがあったのでございますけれども、例えばそういうところに建っている風車でも、ある機種は、10年以上回っていても1つの脱落事故も起こしていないというのが何百本もございまして、そういう観点から、ゾーニングと機種選定というのを絡ませながらいろいろと考えていきたいと

思っています。

○安田委員 やみくもに立入禁止にするというのではなく、やはりきちんと統計処理をとって住民の方に安心していただく、事故を最小限に抑えるというのがゾーニングのコンセプトだと理解しております。

○電源開発（本庄） 安田先生、ドラフトをつくった立場で、10オームの話なのですがけれども、ゾーニングで安全だと思われる風車でも10オーム以上あったら対象としますということを書いてあるので、安田先生の10オーム以下だったら対象から外れるという読み方だと逆なのです。

○安田委員 対象外とするではなくて、ただし、それはしないということ？

○電源開発（本庄） そういうことです。

○安田委員 失礼いたしました。では、私の読み違いですね。ありがとうございます。それだったらオーケーだと思います。

あと、済みません、ちょっと長くなりますが、③の対象とする風車ですけれども、今度はゾーニングではなくて、クラシフィケーション、分類のほうだと思うのですが、どういった状況にあるのかということで、先ほど横山先生からご意見がありましたけれども、やはりチップブレーキがあるかどうかというのは非常に大きな問題ですので、単に古いか新しいかではなくて、チップブレーキがあるかどうかというのは明確に分けるべきだと思います。特にチップブレーキに関しては、先ほども発言しましたように、現状のIECの61400-24でも十分ではないと明確に書かれておりますので、そういったものをおもちの事業者さんは、新しいIECにきちんと準拠するように何らかの対策が必要だろうと思います。分類分けをするという形で、詳細な統計データというのをぜひご開示いただければ大変ありがたく思います。

○勝呂座長 ありがとうございます。基本的には私も賛成なのですがけれども、数字的にもう少し詰めていただければなという感じがすごくします。落雷は数字的に難しいのは重々承知なのですがけれども、そのあたりを——特に私が気になっているのは、経年変化とか、例えば落雷が一回通って、それは大丈夫だと。では、それが10回来たら大丈夫なのかとか、そういう形のことも考えておかないといけないのではないかと思うのです。例えば、サージアレスタなどは特にいい例だと。

今のものをみていると、さっきインバーダンスの話が出ていましたけれども、高電圧で高電流のものが瞬時にぼんと流れるか、また少し時間が長いときに、単に導通だけはかつ

ておいたって、低電圧で低電流ではかれば抵抗はすぐに小さくなります。だけれども、大電流のものがぼんと流れたときに、それがアークを飛ばすのではないかとか、そういう観点からどうやって試験をしてやるかとか、1回目はよかったけれども、1年だったらどうなのかとか、そういうところも勘案しながらメンテナンスをやるというような方案をつかっておかにと、忘れたところにまたやってくるのではないかという気がちょっとするので、その辺はよろしく願います。どうぞ。

○石原委員　2点コメントがありまして、1つは、今回このような、今まで企業秘密とかいろいろいわれたことを、このようにきちんとまとめられた。本当に素晴らしい……

○日本風力発電協会（塚脇）　業界存亡の危機だと私たちは思ったものですから、これは強制的にやりました。

○石原委員　非常にすばらしく、こういった技術的な問題は、全部秘密にされてしまうと安全性が担保できないと我々は思っていますので、こういう形で今業界で取り組んでいくことは非常に高く評価しています。

2点目です。このような成果は、最終的に何らかの形でガイドライン、あるいは指針とかパブリッシュされるような形でしたほうがいいと思っています。そうなれば、いろいろな方がそれを参考にして、実際に設計とかメンテナンス——前回12月の会議のときもいろいろ提案されていて、今回はこんなアプライになる。それ以外にも機械的な問題とか、ボルトとかそういったメンテナンス、あるいは施工のところで実際はよくわからないところがあったりして事故につながったようなことを、1つの分野ではないけれども、たくさんの方、電気・機械、あるいは建築・土木、そういった分野を超えたような指針をぜひつくられて、きちんと役に立てるようなものをまとめられることを期待しています。

○勝呂座長　ありがとうございました。それでは、次に進めたいと思います。

次は、資料5—2から5—5で、近年の落雷事故の発生状況、今冬の落雷事故に対する経済産業省の対応状況、全国の風力発電事業者における落雷対策の実施状況、それから、落雷事故を踏まえた対策（案）について、事務局から続けてご説明をお願いします。

○中村補佐　今、座長からお話がありました経済産業省としての動きについてご説明申し上げます。

電気関係報告規則第3条等によりまして、出力500キロワット以上の風力発電設備等に事故、トラブルが起きた場合には報告していただくことになっております。それで、過去数年間、ブレードに関する事故、トラブルがどれぐらいあったのかピックアップしたのが

資料5—2でございます。

上の表によれば、平成21年度から5件、22年度7件、23年度10件、その後4件で、今年度は7件発生しております。自然現象相手ですので、これが単純にあるトレンドを示すとは考えておりませんが、大体この程度のトラブルが毎年発生しているのだということをおっしゃっていただければと思います。全国で動いている風車の数に対して、事故、トラブルの発生がどれぐらいの比率になるかという、0.3%ぐらいの数に相当します。ブレード1本当たりと考えれば、3枚羽が主流だとすると、これの3分の1になっているのではないかと思います。

事故、トラブルが起きた場合に、事業者の方、あるいはメーカーとしてどういう再発防止策をとっておられるかという代表例をその下に書いてありますけれども、まとめれば3つぐらいあるかと思います。雷、雷雲が近づいてきたら、その電界強度を測定して、警告を出すようなシステムの導入。レセプタの機能を向上させて、ブレードの耐雷強度を向上させる。それから、人的被害を押しえ込むために、一般公衆が近づかないように接近防止の措置をとる。大体こういった対策がとられているということがわかるかと思います。

裏側は、それを日本地図の上にプロットしてみたところでございますが、これをみますと、先ほど風力発電協会さんからお話がありましたNEDOの冬季雷が厳しい、雷の重点地域に重なっております。

引き続きまして、今まで事業者の方々がいろいろと報告していただきましたけれども、これらの事故が起きた際に、当省がどういう対応をしてきたかを昨年11月の時点から記録してございます。

3番目に書いてございますが、平成21年12月に、雷に対する対策を強めてください、新設の風車に関しては必ずこういう対策をしてくださいという通知を出しておりますが、12月3日、それを再度確認するために周知文書を出しております。その後、また事故が続きましたので、事故の概要を事業者へ情報提供して周知していただくとともに、その事業者に対して、実際の雷害対策、雷の事故履歴について報告を求める要請文書を出しました。その結果につきましては、5—4の資料にしめしていますが、その後、さらに引き続いて事故等が起きましたので、12月27日に、落雷に起因すると想定される事故の発生情報、引き続き安全対策を求める内容の周知文書を発出しております。それぞれについては、先ほど事業者がご説明された事故の中身に対する事故報告を受けたという記録でございますので、省略させていただきますが、今後も産業保安監督部と連携して、事業者さん、メー

カーさんとも情報交換して、引き続きフォローしていく所存でございます。

次に、資料5—4になりますが、先ほどの12月に事故の情報について報告をお願いした結果を今まとめている最中でありますが、その速報として簡単に資料としております。まだ全数がこちらの手元に来ているわけではないので、次回のワーキンググループのときにもうちょっと詳細なものをご報告できればと思っております。全国で400を超える発電所がございますが、現時点で私どもの手元に来ているのは299、約300ということですので、捕捉率としては7割程度でございます。

これらの発電所に関しまして、事故、トラブルの発生状況とその具体的な内容、実際に雷撃から風車を保護する対策、それから、安全対策措置として具体的に実施していることはどういうものか質問として掲げて、お答えいただきました。

雷対策重点地域、先ほどの冬季雷の厳しいところは全体の3割程度、75発電所が該当するということがわかっております。細かい内容は、次回報告させていただきたいと思いますが、ブレードにレセプタのない風車を抱えている発電所は29カ所あることが今回の調査の中でわかっております。

安全対策措置の具体的な実施内容としては、雷雲が接近したときに発電を検知する、あるいはそれによって運転停止するというシステムを導入している発電所が今のところ18あることがわかっております。そういったシステムを、自社設備としてはもっていないけれども、気象情報を発するサービス会社と提携して自動停止したり、手動で事前停止を行う発電所もございます。やはり多いのは、落雷等によってトラブルが起きたときに、人命に影響を与えないということで、第三者の接近防止措置をとるように、そこにアクセスする道路にバリケードを設けたり、立入禁止の表示をして注意喚起を促すというのが非常に多くございます。各発電所が、そういったことに対して力を注いでくださっているということがわかります。

立地する周辺の環境ですが、風車から100m以内に住宅があるような発電所も若干ございます。200m程度、つまり風車が倒れた時にブレードの先が届く程度の距離の中に住宅あるいは観光施設ですと、店舗であったり、見晴らし台とか、そういうものがあるところがございます。それから、道路が近接しているというのが約半数ございまして、何らかの車両なり何なりが通ることが想定される道が風車の非常に近いところにあるということがわかりました。

このような断片的に拾ったものを掲げさせていただきましたけれども、第2回ワーキン

グのときにはこれをもう少し分析して、新たな形でご紹介できればと思っております。

以上でございます。

○勝呂座長 ありがとうございます。資料5—5ですね。

○飯田補佐 それでは、続きまして、資料5—5を用意いただければと思います。今冬の落雷に起因すると推定される事故を踏まえた発電風力設備に対する落雷対策（案）ということでまとめさせていただいております。

まず、これまでの落雷対策ということで、21年度以前は、建築基準法令の中で建築物に対する避雷設備といった要求事項が適用されてきたということなのですが、事故が多数発生しているということを踏まえまして、平成22年度に電気事業法令の中で、20メートルを超える設備に対して、雷から風車をきちんと保護するというような措置を新しく規定しています。具体的には、まず新規設置の場合に適用されるものとして、①のところなのですが、技術基準での扱いとして、平成21年12月18日に、電気事業法における技術基準である風技を改正するとともに、その技術基準の解釈もあわせて改正しまして、こうした雷撃から保護するような措置を義務づけています。

また、義務づけた要求事項に対して、電気事業法48条の規定に基づいて、事前にこうした設備を設置しようとするときには、産業保安監督部に工事計画の届け出をしていただいて、その届け出の内容が、義務づけた技術基準に適合しているかということ審査するのですが、具体的な審査の内容を②のところで記載させていただいております。

（ア）として雷対策重点地域、先ほどから議論の中で出ております地域に対しては、IECの保護レベルIという規格に適合するという、それから600クーロン以上のレセプタの設置、あるいはダウンコンダクタの設置を求めていたり、こうしたものでなくても、周囲にきちんとこうした風車を保護する機能を有する独立避雷鉄塔があるかというところを審査させていただいて、適合性を判定しております。

それから、雷対策重点地域ではない雷対策地域におきましては、年間の落雷日数25日以上かそうでないかということで、少し要求事項を差別化して審査しております。

これらは新規設置に対するものでありまして、2ページ目の(2)のところですが、既に設置されている既設設備につきましては、直接的にこういった技術基準の適用はできないのですが、技術基準を改正したときに、既設設備に対して安全管理対策という形で私どもから要請させていただきまして、まず1つは、（ア）として、部品交換といった改正後の技術基準を満たす設備とする措置を行っていただく、あるいはそうしたことができ

ない場合であっても、①であります強風時及び雷接近時の運転停止等の運転状態の制御、②としまして、強風時及び雷接近時における設備への第三者の接近防止、さらに③として、落雷後の安全点検の実施を例示させていただいて、その組み合わせを行っていただき、技術基準の改正をした要求事項と同等な措置を講じていただきたいということを求めておりました。

その次のⅡのところであります、ここで今冬の落雷に起因すると推定される事故を踏まえた今後の対策というところを事務局で少し整理させていただいているのですが、まず1.のところは、先ほどからご説明いただいております事故を踏まえまして、公共の安全の確保の観点から、可能な限りリスクを軽減するために、まずは事故が起きた発電所におかれましては、事故原因の究明、再発防止対策の実施を可能な限り早急に行っていただきたい。それから、今回、事故が起きていない発電所におかれましても、事故が起きたという状況を踏まえて、設備の立地状況、それから落雷状況に鑑みまして、適切な設備運用上の対策に一層取り組むことが必要であると考えております。

2. としましては、当面の落雷対策についてですが、まず1. のところでこれまで求めさせていただいております対策を確実に実施することをまず前提とした上で、以下の対策を複数組み合わせる取り組みが考えられると記載させていただいております。また、その際、公道や民家などの距離において、雷接近時の運転停止を求めるということも検討していくべきではないかと、少し問いかけの記載をしております。

当面の対策として具体的に書かせていただいておりますのが、まず直接的な事故防止及び被害拡大防止対策という形で整理しておりますけれども、まず①—1、こちらは当初、想定していなかった非常に大きな電荷量の雷が落ちるといった場合に対応する対策として、設備自体を新しく改造することも考えられるのかなど。既設風車におかれましては、改造自体がなかなか困難な場合もあろうかと思うのですが、1つの対策としてももちろんあるだろうと思っています。

①—2としまして、雷撃によるレセプタの脱落に対応する設備への改善です。今回のご説明の中でも、この事象の事故があったと思うのですが、雷撃時にレセプタの脱落が発生する可能性が高い既設設備の場合は、公共の安全の確保の観点から、速やかにこうした脱落しにくい設備に改造するとか、同等の安全対策をきちんと講じていただく必要があるだろうと思っています。

②としまして、強風下等における雷接近時の運転停止です。一般公衆が近接するような

場所におかれましては、ブレード飛散を防止するという措置としては有効な対策と考えています。ただ、予報精度に不確実性があるといったことや、数度の運転停止により事業性が損なわれることといったデメリットもあるのだろうということはもちろんわかってございます。

③としまして、直撃雷センサーの設置及び落雷時の運転停止、さらには安全点検の速やかな実施ということでして、直撃雷は迅速にセンサーを設置すれば把握可能だということで、直撃雷が発生してもしばらくは脱落、飛散はしないということであれば、直撃雷が検出された時点で直ちにとめるということ。事後的ではありますが、直ちにとめるということができれば、脱落、飛散ということはないのだろうということでありますので、一般公衆が近接する場合におけるブレード飛散等、落雷時の効果的かつ合理的な対策として有効と考えられるのではなかろうかと思っております。

④としまして、取扱者以外の者に対する注意喚起の強化と、周囲の適切な場所への表示として標識等の設置、あるいは周知等の検討ということで、こちらは有効な対策だと思っております。

⑤としまして、強風後及び設備近傍への落雷後の安全点検の実施です。やはり落雷が起きた後に、その設備はどうなっているのかということであるとか、点検ルールを新たに整備するというのもこのカテゴリに入ると思うのですが、こうした安全管理の確実な実施を行っていくことは、取り組みとして有効な対策だと思っております。

それから、間接的な事故防止対策としまして、風力発電協会様からもご紹介いただきましたけれども、こういった落雷事故、あるいは保守点検情報といったものを業界内できちんと共有するという事は、同種の事故を未然に防止するという自主保安の促進の観点から大変有効な対策だと考えております。

3. としまして、中長期的な落雷対策についてということでございますが、上記Ⅰ及びⅡの対応を確実に実施することを前提としつつ、ブレード等における落雷対策に係る技術開発促進ということで、中長期的な観点からは必要になってくるのだろうと思っております。

以上でございます。

○勝呂座長 どうもありがとうございます。今のご説明にご意見、ご質問等ありましたらお願いします。特に、5-5に対しては、事業者さんへの当面の対応ということで、周知するという事を考慮しまして今検討しておりますので、あわせてそのあたりのことを

ぜひ質問、ご意見いただきたいと思います。

○石原委員　最後の6番、7番——7番に関しては既にいろいろ、先ほど横山先生も話しましたように、過去に実際にたくさん実施しまして、たくさんの知見を得られていると思っています。

もう1つは、JWPAから全く事故が起こっていない風車メーカーがありまして、その脱落とか、調べれば技術的に諸外国、日本国内含めてかなりたくさんのノウハウが既に蓄積されているので、7番の後にもしあるとすれば、先ほど私も申し上げたように、ぜひ指針という形でまとめていただければ有効ではないかと思っています。

1つの例を挙げますと、2003年、台風の被害があったほうに土木学会が指針をまとめまして、それ以後、台風による被害が日本では実際に発生していません。それも、実は指針が600ページになっていまして、今度洋上風車を入れると1,000ページになる。こういった形をきちんとまとめれば、国内外のノウハウに蓄積されて、実際に参照もできますし、今度は何を研究しなければいけないかということも明確になりますので、何らかの形でこういった落雷関係に関してちゃんとした指針をまとめることが有効ではないかと考えております。

○勝呂座長　ありがとうございます。どうぞ。

○安田委員　指針に関しては、私も追加でコメントさせていただきます。石原先生に大分いわれてしまいましたが、私が事故のあった風車のメーカー様や事業者様に研究者としていろいろお聞きすると、大概の方はIECに従っておりますとおっしゃっているのですが、IECに従っていればオーケーという発想だけはぜひおやめいただければと思います。これは切にお願いしたいと思います。

なぜならば、一般論ですけれども、IECというのは一回決まれば終わりではなくて、どんどんバージョンアップします。数年置きにバージョンアップするのが普通ですので、IECに従っているから、JISに従っているからではなくて、では、現状こういう問題があるのであれば、次のバージョンのIECやJISにどうやって生かすかといったことをメーカー様、事業者様、業界全体、学会もそうですけれども、ぜひご留意いただきたいと思いますので、情報を提供していただければと思います。それがガイドラインにつながりますし、ゆくゆくはIECという形で、日本の技術力を国際的に発信する場にもなると思いますので、ぜひよろしく申し上げます。

もう一個、そういう意味では事故情報の開示ということで、資料5—2に関してご質問

というか、コメントさせていただきたいと思いますが、こちらは非常に大変貴重なデータのご開示をいただきましてありがとうございます。平成21年度からデータになってございますけれども、NEDOさんのガイドラインが出たのは2008年で、平成20年度だったと思いますので、それ以前ともぜひ比較させていただければと思います。もしそういったデータをおもちでしたら、2000年度ぐらいから現在に至るまで、どのように推移があったのかというのを、もしよろしければご開示いただければと思います。

もう1つ、単に事故が発生したというだけではなくて、その事故のレベルがどうであったかというのも分析が必要だと思いますので、ブレードが破損して落下したとか、レセプタが落下したといったものは、私ども電気学会では、横山先生や私を含めまして有志でそういうクラス分けをしております。深刻な事故、極めて深刻な事故、そのような表現を使っておりますけれども、それが数ある事故のうちのどれぐらいを占めているか、そういったものも重要でございます。そういった事故統計データを学会としてもまとめていきたいと思っておりますので、こういったデータは貴重でございますので、ぜひ可能な限りご開示いただければ、ありがたいと思っております。

○勝呂座長 ありがとうございます。ほかによろしいですか。——今のはちょっとあれですけども、電氣的なところの問題とは別に、例えば同じ雷が来ても壊れなかった風車と、本当は壊れた風車と違いがどこかにあるはずなのです。だからそこに、例えばFRPならFRPの問題とか、接着の問題とか、運転方法の問題とか、そういうのを全部含めた形でつくらないと、またそれはそれでおかしなことになりますので、そのあたりを幅広い目でみられるのがこのワーキンググループだと思っておりますので、そのあたりのご協力をぜひお願いしたいと思います。

それでは、次の議題に移ってよろしいですか。——そうしたら、今のは当面の雷対策という形で周知するという事で、事務局で対応していただくということにしたいと思いますので、よろしく申し上げます。

次に、資料6で、日本製鋼所の風車におけるピッチベアリングの不具合事象についてということで、日本製鋼所さんから説明をお願いします。

○日本製鋼所（吉田） 日本製鋼所の吉田です。今回、弊社のJ82でピッチベアリングにクラックが発生しております。その状況について及び緊急点検の状況だけ第一報でご報告させていただきたいと思っておりますので、よろしくお願いたします。

お手元にありますA3の資料1枚でございます。この事象が発生した経緯としまして、

去年1月ですが、A発電所でベアリングの一部にグリース漏れが発見されております。4枚写真がある左上でありまして、その後、そのベアリングにつきましては、非破壊検査した結果、クラックがあるということが確認されまして、10月に交換しております。交換したものを工場に持ち込みまして調べた状況が2枚目、右側の緑色の写真でございます。

当時はP社製のピッチベアリングですけれども、特定の不具合という形で考えておりました。しかしながら、その後、今年に入りましてBサイトにおきまして、2風車で同じようなクラックが発生したということがありまして、その状況は、4枚の写真の下の2つでございます。

どのようなところに発生したかといいますと、左下のところにハブの写真がございまして、ハブにピッチベアリングがとりつけられている写真が左の図でございます。ここに直径で約2,000のピッチベアリングが71本のボルトで固定されております。その一部の部分ですが、ソフトゾーンといわれているところでございます。それは1ページ目の右の写真にありますように、2列の複式の玉のベアリングでございます。そこに玉を入れるところの挿入線がありまして、その部分に栓が抜けないような形で、上から16ミリぐらいのノックピンが入っております。そのノックピンのところから割れが発生しているということがわかりました。

現在の状況ではそこまでの状況でございまして、緊急点検をしました結果、右側のページでございますけれども、P社製の対象号機が60基ございます。60基のうちの16のベアリングについて同じような、同一の場所にクラックが発生しているということでございます。そのクラックの発生状況につきましては、3番のところに、2列の玉を入れる場所、茶色っぽく描いてあります玉がありますけれども、その部分に、外輪側の上のほうからクラックが発生してきているということで、亀裂の割合をあらわしますと、ABCという分類をしておりますが、最初の玉のところにとまっているものが約80%、玉を越えて、次のところに進展しているものが約10%、最終的に外輪側に全部クラックがみられるものが10%という状況でございます。

今回の報告では、あくまでも緊急点検でこういう状況でありますということで、次回の報告におきまして、この辺の解析及び発生原因及びリスクの評価についてももう少し詳しく説明させていただきたいと思っております。

以上でございます。

○勝呂座長 ありがとうございます。今の説明で何かご質問とかご意見がありましたら

お願いします。どうぞ。

○石原委員 2点伺いたいのですが、1つは、今回の調査でベアリングが割れた基数は、もともと導入する基数が60で、割れたのは……基数とベアリングの数が一致しないのは、同じ1基の中に2ヵ所あったというイメージですね。

○日本製鋼所（吉田） そういうことです。2基については、2つの軸に同じような割れがみられています。

○石原委員 一般的にリスクマネジメントの観点から、発生確率からいうと物すごい率で、一般論からいうと、これは全く設計ミスというか、調査することもなく問題で、調査する必要はあるのだけれども、要はこれを設計として問題があったと理解してよろしいですか。このぐらいの発生率だったら、一般的にいうと設計で許される数字ではない、そのようにJ S Wさんは認識していると理解してよろしいですか。これは多分、事故調査をするときに非常に重要なので、これは本質的にどう考えているか、ちょっと教えていただきたいのが1点目です。

○日本製鋼所（吉田） 現在の段階では、発生原因について特定できていないというところもあるのですが、確かに発生率からしますと、設計等に問題があるだろうなということで、今の段階ではそういう形で進めていると思います。

○石原委員 わかりました。もう1点です。今後の対策、3枚目のがよく理解できていないのですが、国内メーカーの……

○日本製鋼所（吉田） 済みません、P社製以外に、同じJ 8 2で別なメーカーのピッチベアリングを使っています。そこに対しても同じような調査を今から進めているということですが。

○石原委員 調査するのはいいのですが、一般的にこのような事象が発生するものなのか、ほかのメーカーでも、あるいは世界でみたときもこんなことが起こっているのですか。

○日本製鋼所（吉田） 世界的にみてどうなのかというのはちょっとわかりませんが、ほかのメーカーのをみますと、起こっていないという認識を我々としてはもっております。

○石原委員 多分この辺の話がまずそこを明確にして、この設計、普通は起こり得ないと理解しています。20年もつようなものでこんなことが発生したら、そもそも使いものにならないというか、設計の基本的な観点をまず整理されて、それをどう対策するかというのはきちんとやっていただければと思っています。

○日本製鋼所（吉田） わかりました。

○勝呂座長 ありがとうございます。ほかにいないですか。——よろしいですか。

今の石原委員のはなしに関してなのですけれども、私の経験でいうと、これぐらいの軸受けは玉が結構大きいのです。あと、インナーレースもアウターレースも結構大きな径なので、機械精度の問題が非常に厳しいのと、特に鍛造品とか——J S Wさんは鍛造品とか鋳造品の専門家なので、釈迦に説法なのですけれども、玉の鍛造とか、そういうのが非常に影響した記憶がありますので、メーカーごとに、例えば設計がおかしければ、国内メーカーのものは故障が出ないけれども、ここに書いてあるP社というのが出ていけば、その製造方法が悪いのかもしれないし、そのあたりをよく調べていただいて、再発防止につながるような検討をぜひお願いしたいと思います。どうぞ。

○石原委員 私の今の説明が足りないので、補足しますと、今、座長がおっしゃったように、これは単なる設計という力云々ということではなくて、こういったものをどうやってつくったのか。例えば、大きいボルトをつくるのに、今、大臣認定でやっているように、品質保証をどうしているのかということも含めてチェックする必要があるので、ただ単に数値で計算して、力ではないと。私がやっている設計というのは、設計から製造まで、最後はどのように受け入れ検査をやっているか、そこら辺の一連の設計のプロセスをどうしているかというのをきちんと明確にする必要があるのではないかと感じています。

○勝呂座長 ありがとうございます。今回はそういうことで、今、緊急点検の状況の報告ということで、次回以降、このあたりのものをもう少し詳細にチェックして報告していただくということにしたいと思います。

今の報告で本日用意した分は終了して、時間がまた遅くなって済みませんでした。議事を事務局にお返しします。

○渡邊電力安全課長 長時間にわたりまして、さまざまなご議論をいただきまして、どうもありがとうございました。まだ議論の途上ではありますが、本日各委員からいただいた様々な意見につきまして、特に雷対策につきましては、各事業者におかれて対応いただければと思っておりますけれども、ワーキングの途中で座長からもございましたが、各委員におかれましては、さらに疑問なりご質問なりあれば、事務局にお出しいただければと思います。第1回の事故の原因究明等々のワーキングということでございますので、そのところはぜひしっかりと我々事務局としても検討しようと思っておりますので、重ねまして各委員へのお願いでございます。ぜひよろしくお願いたします。

また、先ほどコメントすればよかったのですが、6時を過ぎて大変申しわけないのですが、我々から提示させていただきました5—5、当面の落雷対策についてということで、その際、石原先生と安田先生からいただいたご指摘については、きちんと対応を考えたいと思います。ただ、安田先生の過去のところ、今ここにこの瞬間あるというデータではございませんので、監督部のほうに出ているものであったりしますので、少しお時間をいただくことになるかもしれませんが、考えていきたいと思っております。

また、今回は3月3日の15時半から18時を予定させていただいております、引き続き雷対策についてご議論、詳細審議等々をいただければと考えております。さらには、風力の一本化の取り組み状況の報告等も予定させていただくつもりでいます。

また、今回の議事録でございますけれども、後日、経産省のホームページに掲載させていただければと思っております。

本日は本当に長時間、大変ありがとうございました。

——了——