

## 岩船沖洋上風力発電事業概要

### 1. 事業予定者

日立造船株式会社を代表会社とする 10 社コンソーシアム

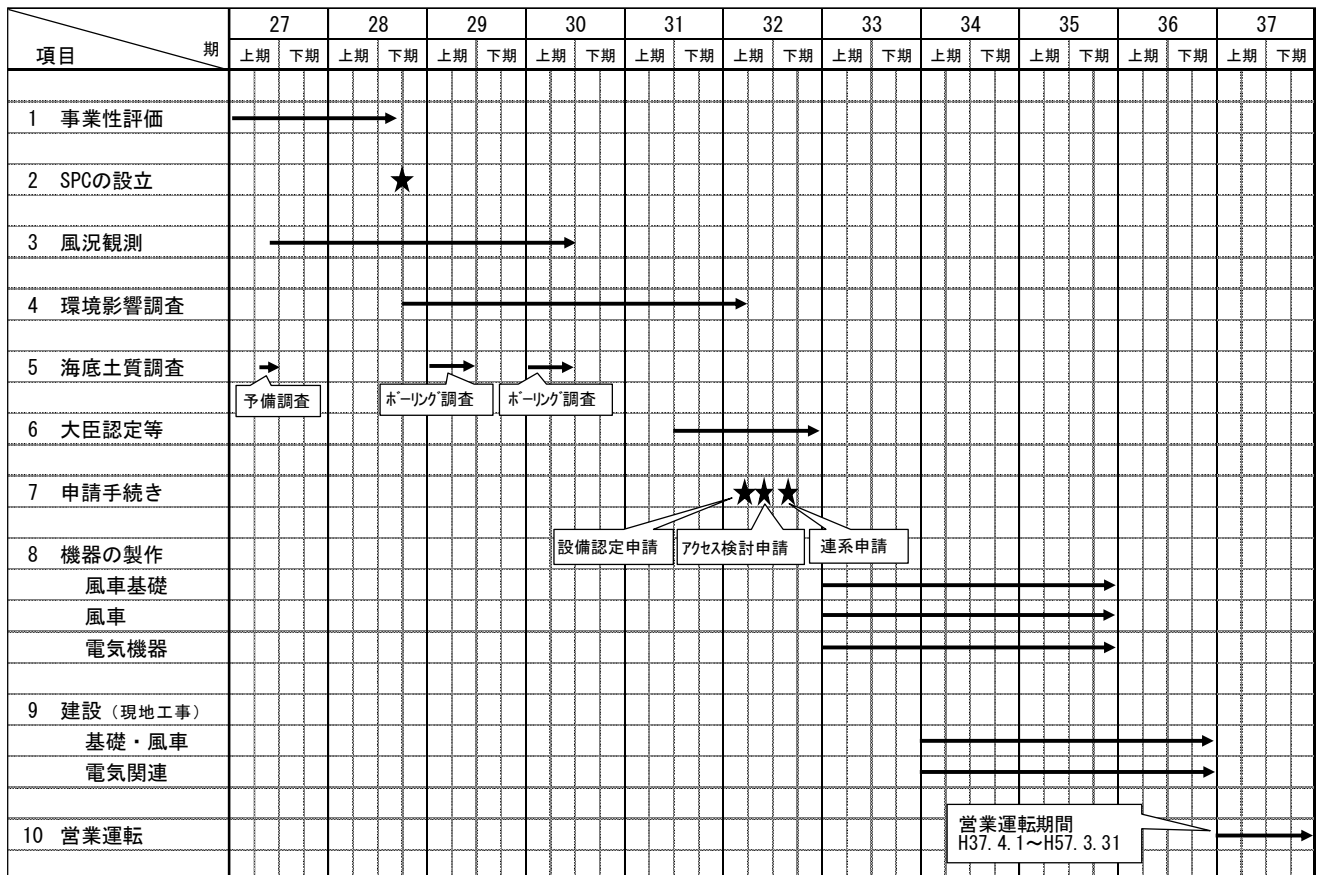
#### 【コンソーシアム参加会社】

日立造船株式会社	株式会社ウェンティ・ジャパン	住友電気工業株式会社
日立キャピタル株式会社	株式会社日立製作所	三菱商事パワー株式会社
株式会社第四銀行	東亜建設工業株式会社	株式会社本間組
株式会社三菱東京UFJ銀行		

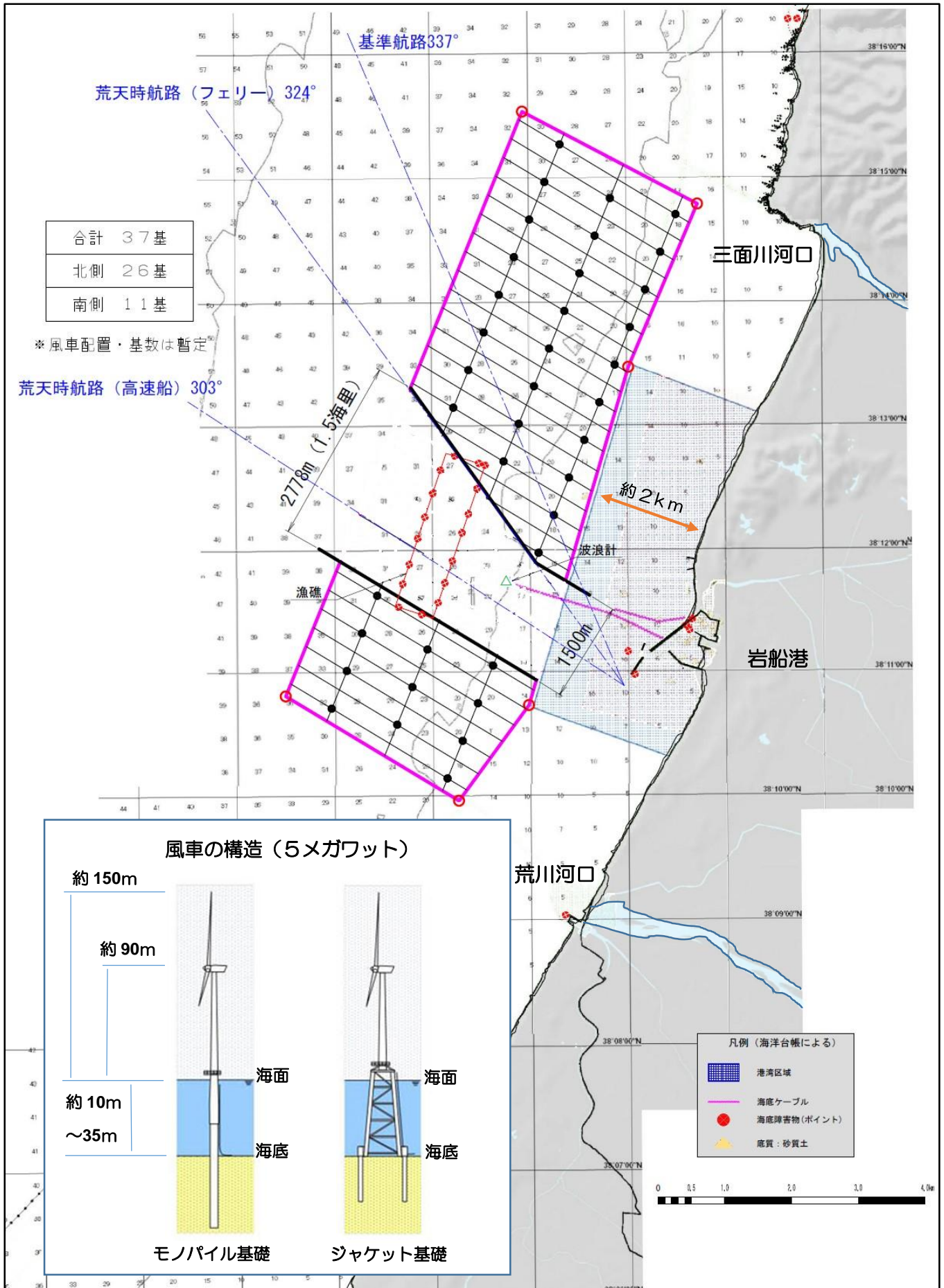
### 2. 想定した事業概要

- (1) 風力発電出力 220,000 kW (5,000 kW/基×44基)
- (2) 想定年間発電量 670,000,000 kWh/年 (運転期間中の平均値)
- (3) 着工予定年月 平成33年4月
- (4) 運転期間 平成37年4月 ~ 平成57年3月 (20年間)
- (5) 事業費の概算 143,000 百万円

### 3. 全体事業化スケジュール



#### 4. 風車配置計画案



## 岩船沖洋上風力発電の経過について（H27）

年月日	項目内容
27年 4月21日(火)	<b>【委員会】平成27年度 第1回 岩船沖洋上風力発電推進委員会</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・岩船沖洋上風力発電事業スケジュールについて</li> <li>・課題の協議調整等について</li> </ul>
6月30日(火)	<b>【市民講演会】地球温暖化と洋上風力発電を考える</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・第1部講演「多発する異常気象！気候変動への適応」（岩谷忠幸氏）</li> <li>・第2部講演「洋上風力発電の技術と政策」（荒川忠一氏）</li> </ul>
7月13日(月) ～28日(火)	<b>【事業性評価】海底地質調査</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・音波探査、海底地形測量、深淺測量</li> </ul>
8月25日(火) ～26日(水)	<b>【委員会】先進地視察研修</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・視察先；茨城県神栖市「ウインドパワーかみす」および「日立製作所5メガワット風力発電所」</li> <li>・参加人数；推進委員16名、事務局3名</li> </ul>
9月13日(日)	<b>環境フェスタ村上2015</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・特別講演「今、知りたい地球温暖化」（中野雅夫氏）</li> <li>・洋上風力発電に関するパネルや模型を展示</li> </ul>
9月18日(金) ～1年間	<b>【事業性評価】風況観測</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・設置場所；岩船地内</li> <li>・風況観測塔（高さ約60m）、ドップラーライダー（鉛直式）設置</li> </ul>
11月17日(火)	<b>【委員会】平成27年度 第2回 岩船沖洋上風力発電推進委員会</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・風車配置エリア・船舶航路の協議調整について</li> <li>・漁業（主に鮭）への影響調査について</li> </ul>
12月4日(金) ～16日(水)	<b>【説明会】岩船、塩谷、瀬波、上海府地区 地元説明会</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・事業概要、これまでの経過、期待されることや配慮すべき事項 を説明</li> <li>・市長との意見交換</li> <li>・参加人数；合計114名（岩船30、塩谷34、瀬波26、上海府24名）</li> </ul>
28年 1月12日(火) ～25日(月)	<b>【説明会】村上、山北、神林、朝日、荒川地区 市民説明会</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・事業概要、これまでの経過、期待されることや配慮すべき事項 を説明</li> <li>・市長との意見交換</li> <li>・参加人数；合計159名（村上55、山北15、神林33、朝日25、荒川31名）</li> </ul>
3月14日(月)	<b>【委員会】平成27年度 第3回 岩船沖洋上風力発電推進委員会</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・海底地質調査について</li> <li>・平成28年度事業計画について</li> </ul>

## 岩船沖洋上風力発電の経過について（H28）

月日	項目内容
28年 7月4日(月)	<b>【委員会】平成28年度 第1回 岩船沖洋上風力発電推進委員会</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・事業性評価の進捗状況について</li> <li>・課題の協議調整に係る専門委員の委嘱について</li> </ul>
7月31日(日)	<b>【市民講演会】地球温暖化と洋上風力発電を考える</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「地球温暖化対策と市民の役割」（谷口信雄氏）</li> <li>・「世界と日本のエネルギー事情と洋上風力発電」（伊藤正治氏）</li> <li>・「岩船沖洋上風力発電を支える日本の技術力」（松信隆氏）</li> </ul>
8月3日(水)	<b>【委員会】平成28年度 第2回 岩船沖洋上風力発電推進委員会</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・一般海域における法制度の論点について</li> <li>・法的課題への対応について</li> </ul>
9月18日(日)	<b>環境フェスタ村上2016</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・特別講演「今、知りたい地球温暖化」（大川剛史氏）</li> <li>・洋上風力発電に関するパネルや模型を展示</li> </ul>
11月22日(火)	<b>【委員会】平成28年度 第3回 岩船沖洋上風力発電推進委員会</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・事業性評価について</li> </ul>
29年 1月～2月	<b>【説明会】地元説明会、市民説明会の開催</b>
3月	<b>【委員会】平成28年度 第4回 岩船沖洋上風力発電推進委員会</b>

## 地元説明会および市民説明会で寄せられた質問・意見等抜粋

### ■地域住民の生活環境に関すること

- ・低周波音による健康被害が出ないか。
- ・騒音、電磁波、振動などによる健康被害が出ないか。
- ・ブレードの破損など事故による被害が出ないか。
- ・風車があることでテレビの電波に影響が出ないか。

### ■景観との調和に関すること

- ・これまでの風景が損なわれるのではないか。
- ・景観がどうなるかコンピュータグラフィックス（CG）を用いて示してほしい。

### ■自然環境の保全に関すること

- ・鮭の遡上に影響が出ないか。
- ・鮭、マス、アユなど内水面漁業に影響が出ないか。
- ・海岸浸食に影響が出ないか。
- ・白鳥などの野鳥が風車に巻き込まれることはないか。

### ■漁業者及び岩船港利用者との調整に関すること

- ・風車の配置が船舶航行への影響は出ないか。
- ・船舶が風車に衝突したとき事故の補償はどうなるのか。

### ■地域との情報・意見の共有に関すること

- ・多くの人に参加できるように、説明会のやり方を工夫してほしい。
- ・賛成、反対、中立の人たちが同じテーブルで議論できる場所を設けてほしい。
- ・各町内でも自主的に話し合いの場が持たれるように進めてほしい。
- ・広く知ってもらうために市民への周知、広報のやり方を工夫してほしい。
- ・環境アセスメントを公表する際には素人でも分かるようなかたちで公表してほしい。

### ■地域の発展に関すること

- ・経済効果はどれくらい見込めるのか。
- ・地域の雇用はどれくらい見込めるのか。
- ・この事業によって村上市が恩恵を受けることはあるのか。
- ・風力発電の固定資産税は村上市に入るのか。
- ・市の発展のためにも、メンテナンス基地をつくれるよう、岩船港整備を働きかけてほしい。
- ・観光の目玉になるようなしくみを考え、先駆けて実行してほしい。
- ・これからの村上市を「再生可能エネルギーのまち」として取り組んではどうか。

### ■事業計画に関すること

- ・この事業が岩船沖に計画された経緯はなにか。
- ・事業のスケジュールをスピードアップすることはできないのか。
- ・20年間稼働したあと風車は撤去するのか、継続していくのか。
- ・送電網の増強や変電所の設置が必要になるのではないか。

# 岩船沖洋上風力発電事業の 事業性評価について

平成 28 年 11 月 22 日

岩船沖洋上風力発電事業化コンソーシアム

## 1. はじめに

我々コンソーシアムは、公募選出後に岩船沖着床式洋上風力発電の事業性を評価するため、現地風況観測、海底地質調査、系統連系検討など種々の調査・検討を実施してきた。本報ではこれらの調査・検討結果および今後の工程案について報告する。

## 2. 風況観測

風力発電では、現地風況が売電量、すなわち収入源に直結するため、事業性検討段階で風況を観測することは非常に重要である。そのため、多くの風況観測の実績を持つ欧州の専門コンサルタント会社に相談し、以下の方法で現地風況を観測（推算）した。

- ① 現地海域に近い岩船港バックヤードにて風況観測を行う（図1）
- ② 観測位置に高さ 60m の風況観測塔を建設し三杯式風速計を設置する（図2）
- ③ 比較検討のため風況観測塔に隣接してレーザードップラー式風速計を設置する
- ④ 実測風況データを基にした数値シミュレーションにより、洋上の風車中心位置の風況を推算する



図1 風況観測位置



図2 風況観測塔の状況

風況観測の一例として、図3に2015年10月から1年間の月間平均風速の履歴（経時変化）を示す。図中、実線が洋上風車中心高の月間平均風速（推算値）、破線が風況観測塔における月間平均風速（高さ58m:実測値）である。風況観測塔での年間の平均風速は5.6m/s、洋上風車中心高の年間平均風速は6.5m/sであった。なお、公募申請時に既存データから予想した洋上風車中心高での年間平均風速は7.2m/sであった。

図3は事業者データのため非公開とする

### 3. 海底地質調査

事業性評価では、概略設計を行い最適な風車と基礎構造（風車を海底に固定するための下部構造）の組合せを選定し、適正な建設コストを算出しなければならない。概略設計に必要な主な条件は、波や風などの自然外力条件と支持力を決める海底地質条件である。自然外力条件は、周辺海域での整理済み観測データや気象シミュレーション結果を実績のある専門業者から購入した。海底地質条件は、適切な既往データが無かったため、新たにセンサー調査を実施した。

センサー調査は、実績のある専門業者に委託したが、方法は専用の音波探査器（サイドスキャンソナーおよびマルチチャンネル音波探査器）を船から曳航し、対象海域を走査することによって実施した。調査では、図4に示すように対象海域をA、B、C列に分けて走査し、海底残留物を検知した箇所はさらに詳細に調査した。なお、サイドスキャンソナーでは、海底面の凹凸（魚礁など）や地質（岩礁など）を知ることができる。マルチチャンネル音波探査器では、海底面下の物性の異なる地層境界面を知ることができ、この結果と沖合ガス・油田建設時のボーリングデータを用いて支持層（岩盤など堅い地層）の深さを推定することができる。



サイドスキャンソナーの調査結果を図4に併記している。図中、小さな赤丸は当初予定した風車建設位置であり、茶色に着色した帯線は右からA列、B列、C列を示している。対象海域の北側（図上側の赤丸部分）は海底面が岩礁、航路部（図中央の緑丸部分）の海底面には魚礁が確認された。

マルチチャンネル音波探査の結果を図5に示す。図の右側が対象海域の北、左側が南であり、図の下段、中段、上段がそれぞれ対象海域の走査ラインA列、B列、C列の結果を示している。また、図中の緑線は航路端を示しており、黒太線は推定された支持層の境界を表している。図5より、航路よりも南側（図の左）では支持層は深い位置にあるが、航路南端付近から北に向かって支持層は上昇し対象海域中央部では海底面から支持層までの砂層厚は薄く、更に北側では支持層が海底面に露出していることが分かった。

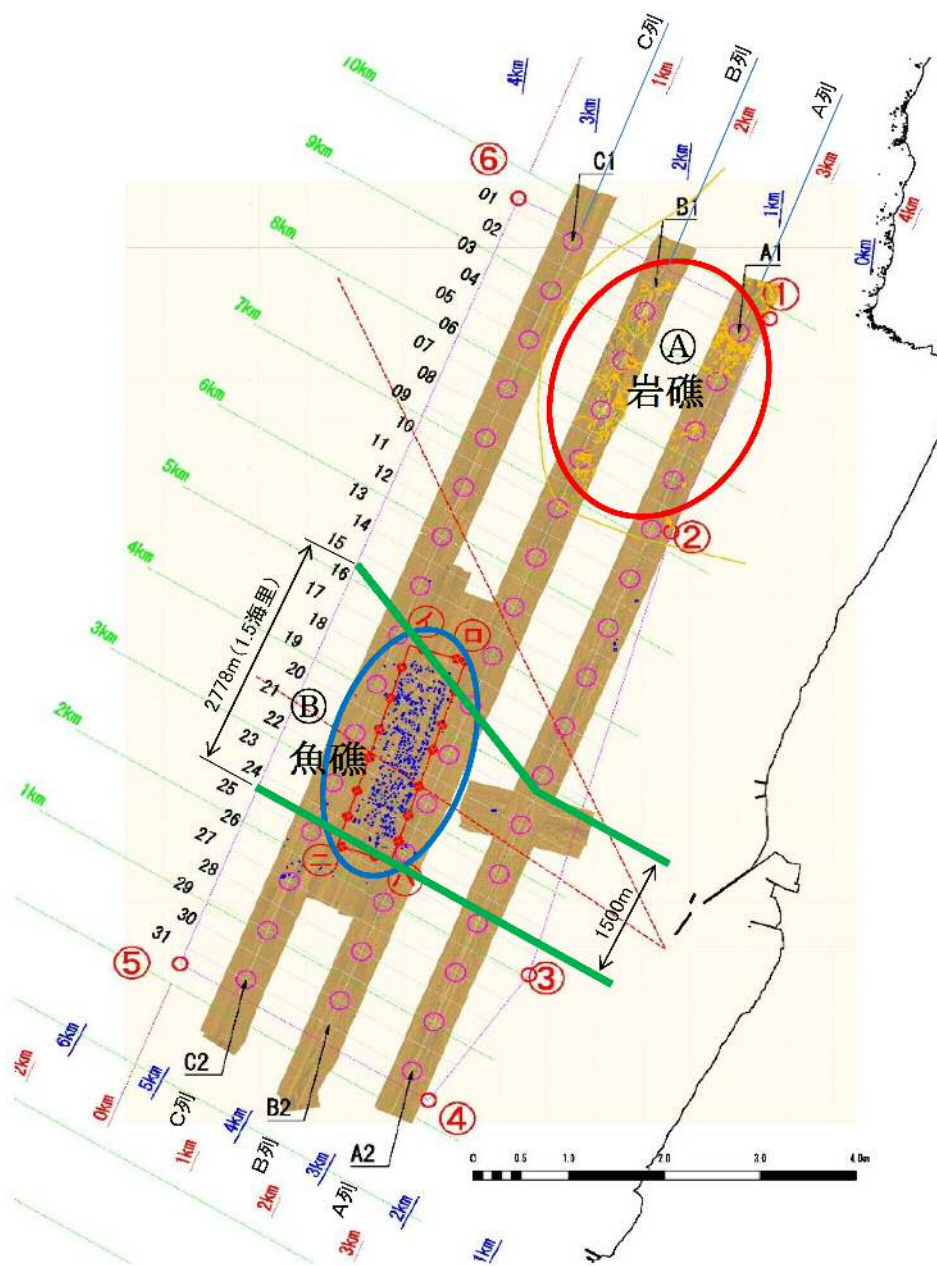


図4 海底地質調査の方法およびサイドスキャンソナーの調査結果

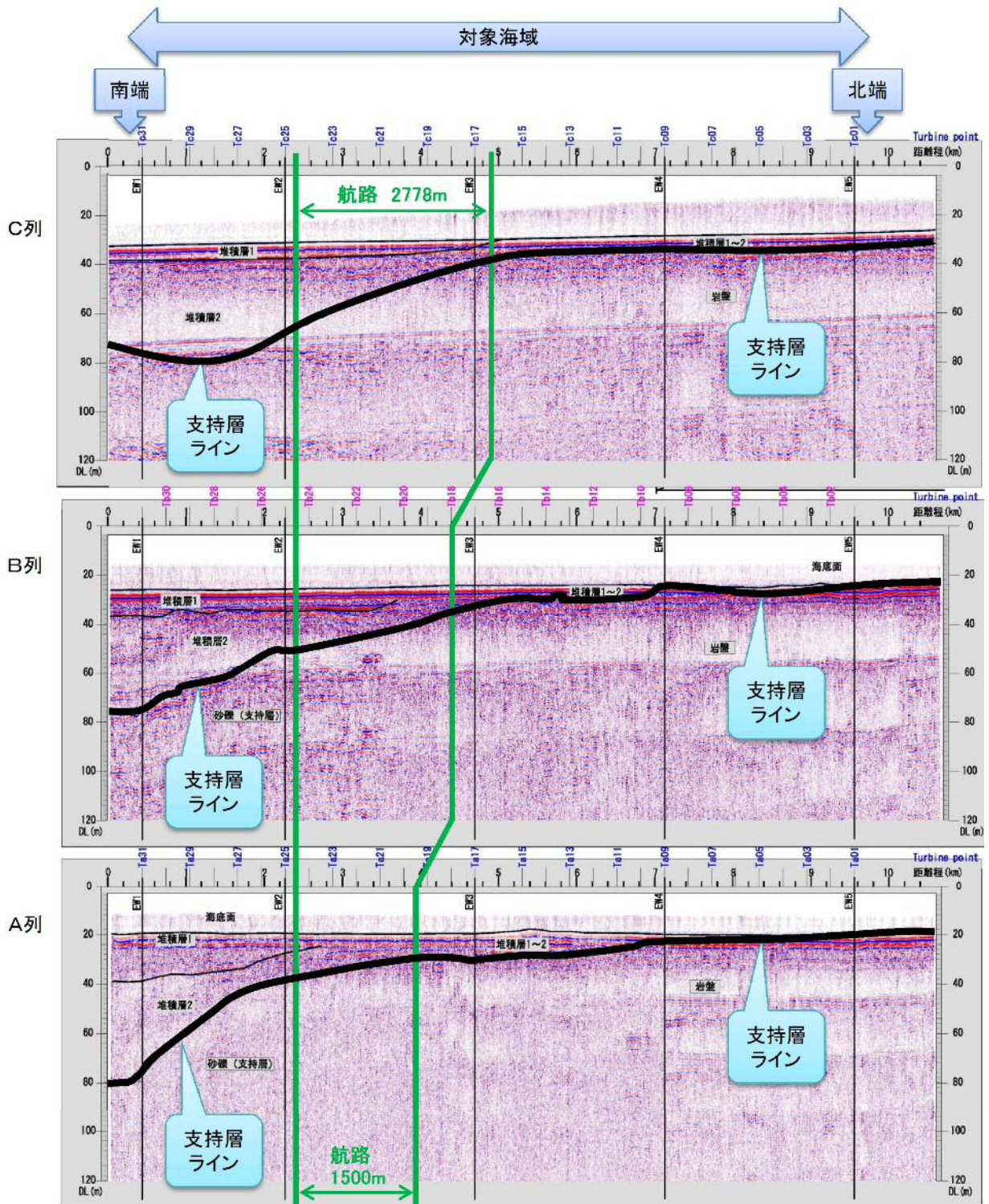


図5 マルチチャンネル音波探査の調査結果（海底下の地質状況）

#### 4. 風車配置計画

風車は発電容量・性能別に様々な形式が提供されており、基礎構造も条件に応じて数種類の形式が考えられる。事業性検討段階では、自然外力条件や海底地質条件の下、2～3種類の風車と基礎構造の組合せケースを考え、各ケースの概略設計を行ってコストを算出し、別途風車性能から求めた予想発電量を加味して最終的なケースを決定し、その組合せケースに応じた最適な風車配置を計画する。

まずは事前検討を実施して、風車と基礎構造の組合せを次の2ケースに絞り込んだ。

- ① ケース1：日立製作所 HTW5.2-136 風車 (5MW) + ジャケット基礎
- ② ケース2：三菱ベスタス V117-3.45 風車 (3MW) + モノパイル基礎

各ケースの概略を図6に示す。ケース1の5MW風車は、3MWと比べて発電能力は高いが、風圧もより大きく受けるためジャケット基礎が必要となった。ジャケット基礎は鋼製パイプ材を溶接接合した構造体で強度的には強いが、製作費はモノパイル構造よりも高い。ケース2の3MW風車は5MW風車に比べて作用する外力が小さく設計の結果、モノパイル基礎が可能であることを確認した。

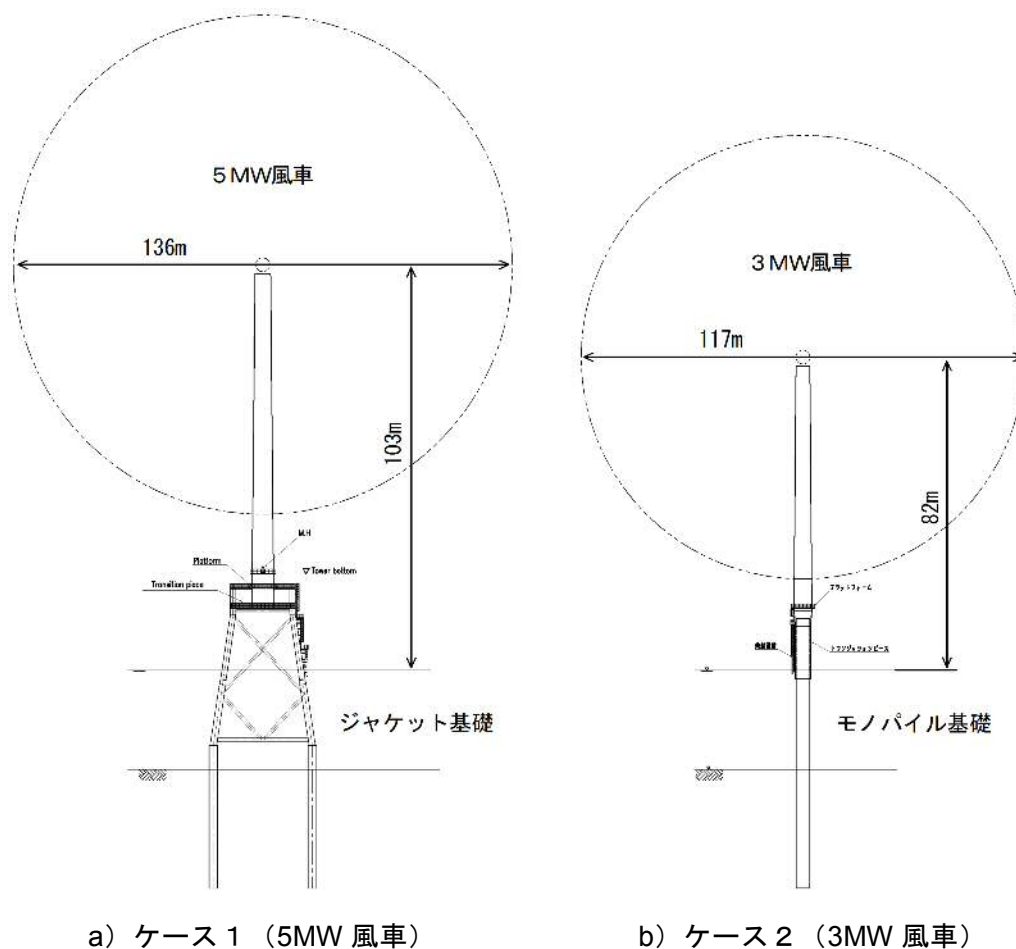


図6 風車と基礎構造 (2ケースの組合せ)

海底面から支持層までの砂層の厚さが概ね 45m 以下の海底地層では、モノパイルなどの基礎は基本的に打ち込めない。この海底地層に対して、現在の技術で可能な基礎構造は、図 7 に示すような重力式基礎となる。図 7 に示した形式は一例であるが、鋼製ジャケットの下部に錘となるコンクリート体を取り付けた構造で、水平方向の外力には底部の摩擦力で対抗する。岩礁など海底面に支持層が露出している場合には、海底面を平坦に整地した上に摩擦力を高めるための均しコンクリートなどを打設するため、費用が高額になるとともに海底面の改質等による環境悪化が生じる。さらに、支持層の上に所定厚以下の砂層がある場合は、支持層までの砂層に改良を行う地盤改良工事を行わねばならないため、さらに環境への負荷が生じる。これら洋上工事費の高騰、環境悪化の観点から砂層厚が不十分な航路南端より北側の海域への風車建設は、現時点では困難と判断している。なお、本事業とは別プロジェクトであるが、将来への取り組みを参考資料-1 に示す。

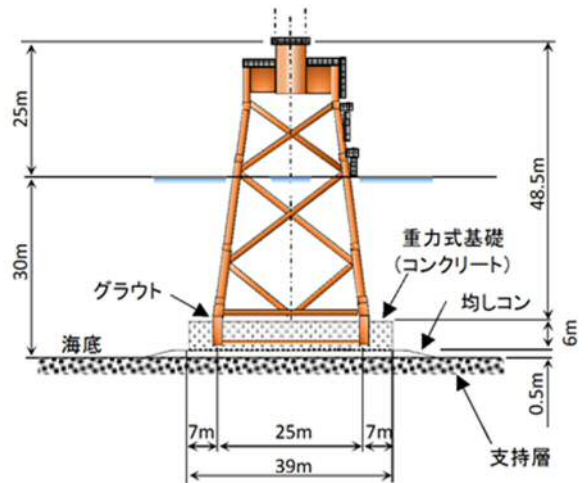


図 7 重力式基礎の一例

以上を踏まえて比較検討した結果、風車と基礎の組合せはケース 2 の 3MW 風車+モノパイル基礎とし、この基礎構造が設置可能な対象海域南側に最大本数となる 15 基を配置した。配置図を図 8 に示す。

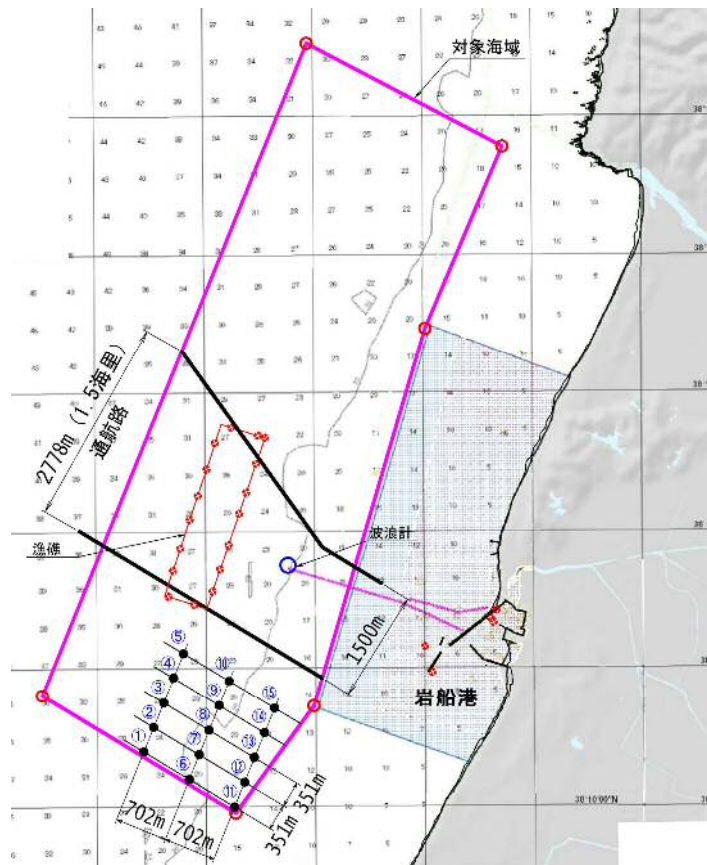


図 8 風車配置案 (3MW 風車+モノパイル基礎)

## 5. 系統連系

系統連系は、風車で発電した電気の売り先確保の観点から重要であり、東北電力へのアクセス検討申請など適時対応を実施してきた。

- ① 2015年8月：当初計画の5MW×44基=220MWを申込容量として、東北電力にアクセス検討を申請。
- ② 2016年2月：全容量を北新潟変電所へ接続可能との回答を受領。但し、工事負担金96億円、工事期間8年8か月との付記あり。

但し、海底地質調査の結果から対象海域北側への風車配置は現在の技術では難しいことが判明し、風車配置数15基となった現時点においては、96億円の工事負担金は捻出できない。

配置数15基のケースでアクセス検討を再申請する必要があるが、2016年6月に東北電力管内の系統が概ね満杯となり、現時点では新規申請を受け付けてもらえない。東北電力に相談したところ、基幹系統の増強費用を共同負担する事業者を公募する「募集プロセス」へ参加しないと、現時点での系統申請は不可とのアドバイスがあった。現在、村上市周辺では参考資料-2に示す募集プロセスが公表されており、この募集プロセスによる系統接続可否が明らかになるのは約1年後の平成29年9月中旬頃と見込まれている。

東北電力管内における系統連系の問題は、多くの事業で障害となっており、経産省をはじめとする関係機関で改善に向けた検討・協議が日々行われている。したがって、募集プロセス以外の方法も今後1年以内には提示されると思われる。いずれにせよ、現状における系統連系の確保には1年程度の時間を要する。

## 6. 事業性評価について

本件の事業性評価に対して、収入面を判断する現地風況を把握し、洋上風力発電の支出面で大きい風車の調達費、基礎構造の製作・工事費、系統連系費のうち、風車と基礎構造は概ね選定できた。残る系統連系については、前節で示したように費用の算出および接続(売電)の可否も現時点では不明である。

系統連系の問題が未解決の現状において事業性評価の判断を下すことは、目隠しをして高速道を走るようなもので、我々コンソーシアムとしては非常にリスクが高く決断できない。前節にも示した募集プロセスにもあるように東北電力管内の系統問題は概ね1年で見通しが付きそうであり、本件においても系統連系の問題解決のため1年間の猶予(期間延長)をお願いしたい。

## 7. 今後の工程

1年間の猶予を頂いた場合の事業全体工程を表1に示す。事業性評価が1年間延長されるが、風車設置本数が15基となるため機器製作や現地工事の期間が短縮され、最終的な営業運転の開始は2025年に変更はない。

## 8. おわりに

これまで風況観測や海底地質調査だけでなく、基礎構造の検討や概略設計など鋭意対応してきた。海底地質の状況により、設置本数が大幅に減ったが、参考資料-1にも示す通り対象海域で設置本数を増やす工夫・検討も実施している。今回は、東北電力の系統オーバーフローなど予期せぬ外因により、系統連系の課題が未決となったが、より適切・適正な検討を行うためにも1年間の期間延長をお願いしたい。

表1 事業の全体工程(事業性評価期間延長後)

	当初計画										修正案			
	2016 H28	2017 H29	2018 H30	2019 H31	2020 H32	2021 H33	2022 H34	2023 H35	2024 H36	2025 H37	2026 H38	2027 H39	2028 H40	
事業性評価	■	■												
環境影響評価		■	■	■	■	■								
海底土質調査		■	■	■										
申請手続				■	■	■								
機器製作						■	■	■	■					
現地工事							■	■	■					
営業運転										■	■	■	■	

## 新しい基礎構造形式への取り組み（砂層の薄い海底地盤への対応）

## 1) 経緯

事業性評価のための海底地質調査により、杭式構造を設置するには海底から支持層までの砂層厚が不十分である海域が、対象海域の北側に広く存在することが判明した。このため、この様な砂層が薄い海底地盤においても杭式構造と同等のコストで風車を建設できる新型基礎構造の調査・検討を実施した。

## 2) 基礎構造形式

欧州で開発された「モノバケット工法」は、図 A1-1 に示すように基礎部が袴のように末広がり（バケット）の形状を有している。この袴形状（バケット）の部分が砂層の中に完全に埋設されると袴構造内部の砂と一体構造となり基礎として安定する。袴構造の高さは十数メートルであり砂層厚の薄い海域への適用が可能と考えられる。

## 3) 本形式の特徴

本工法は、図 A1-2 に示すように、水圧を利用した圧入により袴構造を地盤に埋め込むため、重力式基礎のような海底面の改変はなく、砂の掘り出しも必要ないため環境面への負荷は小さいと考えられる。また、杭打ち船のような専用船は必要なく、一般船舶にポンプユニットを搭載すれば作業が可能となる。したがって、比較的深い海域でも低コストで設置できる可能性がある。



図 A1-1 モノバケット基礎の構造概略

図 A1-2 は事業者データ  
のため非公開とする

#### 4) 本形式の課題と解決策

本形式の実績は、欧州における 3MW 風車搭載の実証機 1 基と洋上風況ポール 2 基のみであり、十分ではない。このままでは、洋上風車基礎構造の大臣認定取得や銀行からの融資取得が難しい。

これらの問題を解決するためには、本形式が洋上風車の基礎構造として技術的に問題ないことを実証すると共に、設計法の確立（公的な認証）が必要である。本形式の実証試験の規模を考えれば、公的機関の実証事業プロセスに応募し、そのプロセスの中で厳しい審査・認定を受け、洋上風車基礎構造としての適正を証明せねばならない



## 村上エリア（募集プロセス開始）

当社は、事業者さまから電源接続案件募集プロセス（以下「募集プロセス」という）開始の申込みを受け、募集プロセスを開始する要件を確認しました結果、同要件を満足していることが確認できたことから、募集プロセスを開始いたしました。

現在、応募の受付および入札ほかの方法ならびに手順を記載した募集要領を作成しております。同要領につきましては、当社にて作成後、電力広域的運営推進機関に提出し、了承いただいた時点で確定することとなります。

募集要領が確定次第、同要領を公表するとともに、説明会を経て、応募の受付を開始しますので、いましばらくお待ちいただきますようお願いいたします。

### スケジュール（見込み）

平成28年 9月30日	・電源接続案件募集プロセスの開始・公表
平成28年12月上旬頃	・募集要領の公表
平成28年12月中旬頃	・説明会の開催 ・応募の受付開始
平成29年 1月中旬頃	・応募の受付締切
平成29年 1月下旬頃	・接続検討の開始
平成29年 4月下旬頃	・接続検討結果の回答 ・入札の受付開始
平成29年 5月下旬頃	・入札の受付締切 ・入札保証金の入金期限（開札日の前日まで） ・開札（優先系統連系希望者の決定） ・再接続検討の開始
平成29年 7月下旬頃	・再接続検討結果の回答
平成29年 9月中旬頃	・再接続検討結果を踏まえた共同負担意思の確認 ・工事費負担金補償契約の締結 ・電源接続案件募集プロセスの完了 ・電源接続案件募集プロセスの結果公表

### 募集プロセスを開始する地区

