

2 調査概要

2.1 調査方針

調査にあたっては、下記を基本方針とする。

- 2050年における風力発電導入量を想定し、その想定値を満たすために新設すべき風力発電専用の送電線の整備手法や概算建設費について検討・整理を行う。
- 風況については、年変動の影響をできるだけ取り除くため、過去20年間の気象シミュレーション結果を基に全国の風況データを整備し、新たに適用する。
- 既存系統との連系点は、各電力供給エリアにおける上位から2位までの運用電圧（例：275kV）の送電線が接続される既設変電所とする。また、陸上に新設する送電線の電圧階級は、各電力供給エリアにおける上位から3位の運用電圧（例：154kV）とする。
- 陸上と洋上（着床式／浮体式）の両方を対象とする。

2.2 調査の流れ

図2-1の流れで調査を行った。なお、(1)から(4)までが検討に必要なデータや条件等の整備、(5)が具体的な手法の検討、という位置付けである。

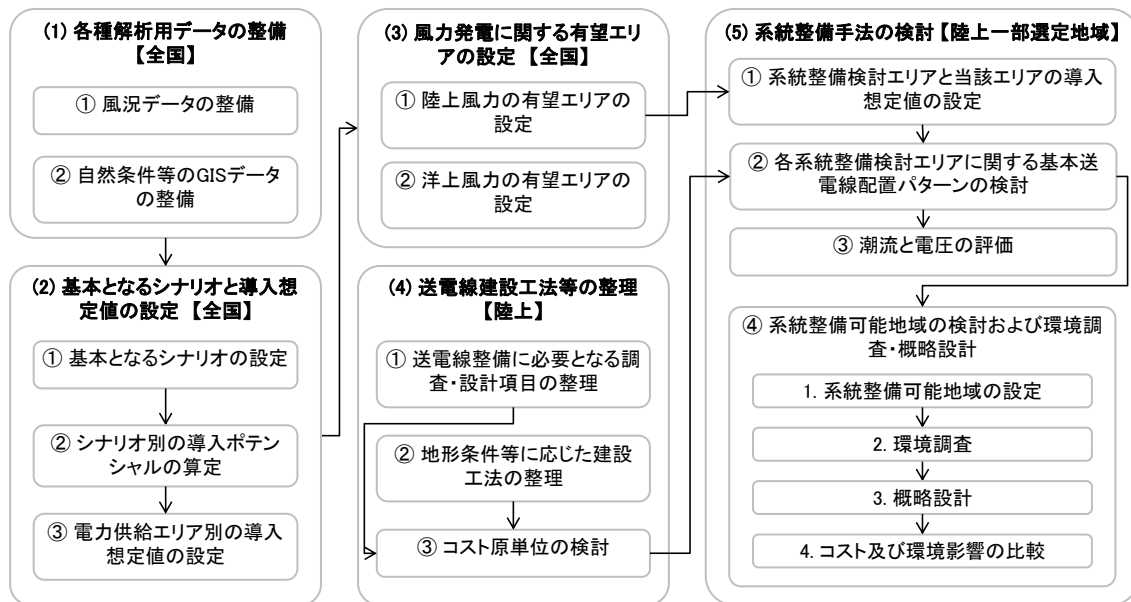


図 2-1 調査の流れ

2.3 調査における配慮事項

調査において具体的に配慮した事項を下記に示す。

1. 2050年断面で全国での風力発電導入想定値は、既に各機関により設定されている導入目標値を参考にした。
2. 全国の導入想定値は、各電力会社の供給エリア別、立地区分別（陸上／洋上（着床式／浮体式））に配分を行った。その際、各電力供給エリア内のウィンドファームは当該電力会社の電力系統に連系するものとした。但し、福島県に関しては、東京電力の電力系統が整備されている東部地域（浜通り地区）のウィンドファームを当該東京電力系統に連系するケースも追加検討を行った（「新福島活用ケース」）。
3. 本調査において必要となるデータについては、公開情報を基に最新のものを整備したが、入手困難なデータや情報については、一定の仮定の基で検討を行った。
4. 導入想定値及び導入ポテンシャルの設定は、設備容量ベースとした（発電量ベースではない）。
5. 有望エリアの抽出及び基本送電線配置パターンの設定は一定の条件に基づいて評価値を出して判断を加えた。

2.4 調査内容

各項目の概要を以下に記す。

(1) 各種解析用データの整備

① 風況データの整備

全国の導入ポテンシャルの算出、風力有望エリアの抽出等に利用するために、東京、中部、北陸、関西、中国、四国の各電力会社の電力供給エリアを対象に、気象シミュレーションにより過去 20 年間（1991 年～2010 年）の詳細な風況データ（水平解像度：約 500m、時間解像度：1 時間、高度 80m）を整備、環境省の過年度の事業「平成 25 年度九州・沖縄地方における風況変動データ作成事業委託業務」等と同一の仕様でデータベース化・GIS 化した。また、過年度事業で整備された他地域の風況データと統合し、全国のデータとして整備した。

② 自然条件等の GIS データの整備

風力発電に関する有望エリアの設定等に必要となる、自然条件、社会条件等、法制度等、電気設備関連に係る GIS データについて、公開されているデータをベースに収集・整備した。なお、自衛隊基地、米軍基地、既設送電線、既設発電所、既設変電所、既設開閉所の GIS データについては、本事業において作成した。

(2) 基本となるシナリオと導入想定値の設定

① 基本となるシナリオの設定

2050 年時点で活用可能な風力資源を明らかにするために、環境に関する将来的な社会状況等を考慮したシナリオを設定した。

陸上に関しては、保安林及び八方がイヌワシ・クマタカ生息二次メッシュであるメッシュを共に風力開発を不可としたシナリオを基本シナリオとした。また、双方を開発可能としたシナリオを参考シナリオとし、東北電力供給エリアのみ検討した。

なお、島嶼部の取扱いに関しては、沖縄本島以外の島嶼部は一律で含まないものとした。

② シナリオ別の導入ポテンシャルの算定

(1) ①で整備した風況データ及び(1)②で整理した GIS データを基に、①で設定したそれぞれのシナリオについて電力供給エリア別に風力発電導入ポテンシャルを算定した。本データは③の電力供給エリア別の導入想定値の設定に使用する。

③ 電力供給エリア別の導入想定値の設定

②で算定した風力発電の導入ポテンシャルを基に、既存の長期導入目標値等を参考として、電力供給エリア別、立地区別（陸上／洋上（着床式／浮体式））の 2050 年断面の導入想

定値をシナリオ毎に設定した。なお、各電力供給エリア別、立地区分別の配分には、日本風力発電協会が平成 24 年 6 月に公表した「風力発電導入ポテンシャルと中長期導入目標 V4.3」の考え方を踏襲した。

(3) 風力発電に関する有望エリアの設定

① 陸上風力の有望エリアの設定

(2) ②で算定した導入ポテンシャルをベースに、導入ポテンシャルが(2) ③で設定した導入想定値を大幅に上回る地域は抽出条件を厳しくすることで有望エリアの一次抽出を行った。また、有望エリア(一次抽出)に対し、地形情報等を基に、ウィンドファームとして可能性のある一塊の範囲を手作業でポリゴンとして抽出した(二次抽出)。なお、本項目で抽出した陸上の有望エリア(二次抽出)を対象に、(5)の系統整備手法の検討を実施した。

② 洋上風力の有望エリアの設定

導入想定値の算定条件を満たすエリアのうち、アクセスポイントからの距離が近い地域より優先的に有望エリアとして設定した。

(4) 送電線建設工法等の整理

① 送電線整備に必要となる調査・設計項目の整理

一般的な送電線ルート選定で実施される作業工程を、調査・測量・設計、事業費の検討の視点から整理すると共に、本業務で実施した範囲を明確にした。

② 地形条件等に応じた建設工法等の整理

ルート検討にかかる測量技術等の応用に関して最新の情報を整理すると共に、送電線建設において一般的に用いられる建設手法について工法・仕様を地形条件と対応づけて整理した。

③ コスト原単位の検討

(5) ②で基本送電線配置パターンを検討する際に参考とする送電線建設コストの原単位(1kmあたりのコスト)を、電圧階級毎、地形区分毎、送電線種類毎に算出した。

(5) 系統整備手法の検討

① 系統整備検討エリアと当該エリアの導入想定値の設定

全ての電力供給エリアにおいて(3) ①で抽出した陸上風力の有望エリア(二次抽出)と(1) ②で整備した送電線図を重ね合わせ、それらの位置関係を整理した。

その上で、導入ポテンシャルが大きい東北全域(福島浜通りを含む)、北海道道北・道東、九州全域の3地域を本事業における「系統整備検討エリア」として位置づけることとした。

② 各系統整備検討エリアに関する基本送電線配置パターンの検討

①で設定した系統整備検討エリアの3地域において、既存の電力系統におけるアクセスポイントから、点在する有望エリアを連系する風力専用新設送電線の基本配置パターンを検討した。検討方法として、遺伝的アルゴリズム (GA) と拡張プリム法 (Kousaka *et al.*, 2014) を併用した、『最適送電ネットワーク計画プログラム (Net Optimizer with EXPRIMG)』を適用し、後述する最適化問題を解くことで基本送電線配置パターンを求めた。遺伝的アルゴリズム (GA) では、総設備容量が導入想定値以上となる有望エリアを取捨選択し、風況考慮指標 (新設送電線建設コスト÷電力総発電量 (kWh)) が最小となるような準最適解を探索した。風況考慮指標の算定に必要となる新設送電線建設コストは拡張プリム法により求めた。拡張プリム法では、選択された有望エリアに対して、送電容量を考慮しつつ、有望エリア間をつなぐ新設送電線の総建設コストを最小化する新設送電網が求められる。

③ 潮流と電圧の評価

②で設定した基本送電線配置パターンに対して AC 潮流計算を行い、新設送電線の電圧分布や送電線損失、無効電力補償等について評価を行った。

④ 系統整備可能地域の検討

②で設定した基本送電線配置パターンのうち連系量の大きいものから複数個所を選定し、土地利用状況や法規制等を勘案して、有望な系統整備可能地域 (一般的な送電線調査・設計における概略ルートに相当) を設定した。なお、地域の状況に応じて、大きく回避する場所や風車適地が含まれる場合は、複数パターンを検討した。

また、これらの地域に対して、既存資料調査を行い、送電線建設において必要な環境配慮事項を整理するとともに、必要に応じて景観調査等の現地調査を行った。更に、具体的な建設工法を想定して概略設計を行い、当該工法の建設コストを適用した概算費用の算出を行った。複数案の検討を行った地域については、コスト及び環境影響の比較表を作成した。

2.5 実施体制

本事業は環境省の平成 25 年度委託事業として、伊藤忠テクノソリューションズ株式会社株式会社を代表事業者として、株式会社エックス都市研究所、アジア航測株式会社、住友電設株式会社、株式会社アーク情報システムの 4 社を再委託者として実施した。事業実施体制を図 2-2 に示す。

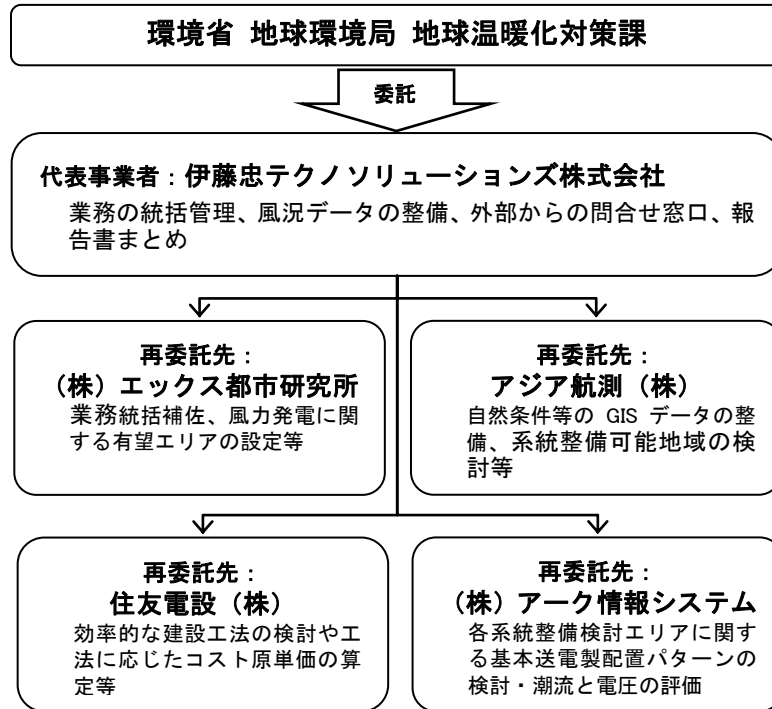


図 2-2 本事業の実施体制

2.6 検討会及び作業部会の開催

本調査では、有識者を委員とした各種の検討会及び作業部会を開催した。

2.6.1 「再生可能エネルギー導入拡大に向けた系統整備等調査事業検討会」の開催

「再生可能エネルギー導入拡大に向けた系統整備等調査事業検討会」（以下、「検討会」という）は、事業全体にかかる方針の確認や検討事項の討議を行い、その適切性・妥当性を確保することを目的として開催した。

検討会は、伊藤忠テクノソリューションズ(株)が設置・運営し、(株)エックス都市研究所、アジア航測(株)、(株)アーク情報システム及び住友電設(株)を構成メンバーとし、表 2-1 に示す有識者の方々に委員を委嘱して全4回実施した。開催概要を表 2-2 に示す。

表 2-1 検討会委員

役割	所属・役職	氏名 (敬称略)	出席
委員長	東京大学 生産技術研究所 人間・社会系部門 エネルギー工学連携研究センター特任教授	荻本 和彦	第1回～第4回
委員	北海道大学 大学院情報科学研究科 システム情報科学専攻 システム融合情報学講座 システム統合研究室教授	北 裕幸	第1回～第4回
委員	東北大学 大学院工学研究科 電気エネルギーシステム専攻 電力ネットワークシステム分野 教授	斎藤 浩海	第1回、第2回
委員	日本大学 生産工学部 環境安全工学科 准教授	長井 浩	第1回、第2回
委員	一般社団法人 日本風力発電協会 企画局長	斉藤 哲夫	第1回～第4回

表 2-2 検討会の開催概要

回次	開催日時	開催場所	主な議題
第1回	平成26年 7月10日 (木) 9:30～ 12:30	TKP虎ノ門ビ ジネスセン ターカン ファレンス ルーム3B	<ul style="list-style-type: none"> ・事業全体概要の説明 ・自然条件等のGISデータの整備状況 ・電力供給エリア別の導入想定値の設定方法について ・風力有望エリアの抽出方法について ・系統整備可能地域の検討及び環境調査の方針確認
第2回	平成26年 9月16日 (火) 13:30～ 16:15	TKP虎ノ門ビ ジネスセン ターカン ファレンス ルーム3B	<ul style="list-style-type: none"> ・第1回検討会議事録の確認 ・風況データの整備状況 ・電力供給エリア別の導入想定値の設定結果 ・風力有望エリア及び送変電設備未整備エリアの設定結果 ・基本送電線配置パターンの検討状況及び潮流と電圧の評価状況 ・系統整備可能地域の検討状況及び概略設計の実施状況
第3回	平成26年 12月16日 (火) 9:30～ 12:00	TKP虎ノ門ビ ジネスセン ターカン ファレンス ルーム3B	<ul style="list-style-type: none"> ・第2回検討会議事録の確認 ・風況データの整備について ・電力供給エリア別の導入想定値の設定について ・風力有望エリア及び系統整備検討エリアの設定について ・基本送電線配置パターンの検討及び潮流と電圧の評価について ・系統整備可能地域の検討及び概略設計の実施について ・報告書作成方針について
第4回	平成27年 1月22日 (木) 10:00～ 12:00	TKP虎ノ門ビ ジネスセン ターカン ファレンス ルーム3B	<ul style="list-style-type: none"> ・第3回検討会議事録の確認 ・報告書の全体構成及び事業概要等の説明 ・各種解析用データの整備について ・基本となるシナリオと導入想定値の設定について ・風力発電に関する有望エリアの設定について ・送電線建設工法等の整理について ・系統整備検討エリアと当該エリアの導入想定値の設定について ・系統整備検討エリアに関する基本送電線配置パターンの検討について ・潮流と電圧の評価について ・系統整備可能地域の設定及び環境調査・概略設計について ・全体討議

2.6.2 「有望エリア設定作業部会」の開催

「有望エリア設定作業部会」は、1)電力供給エリア別の導入想定値の設定、2)風力発電有望エリア（陸上・洋上）の設定、3)系統整備検討エリア（陸上）の設定、4)その他の関連事項、に関する適切性・妥当性の確保を目的として設置・開催した。

本業作業部会は、(株)エックス都市研究所が設置・運営し、伊藤忠テクノソリューションズ(株)及びアジア航測(株)、を構成メンバー、(株)アーク情報システム及び住友電設(株)をオブザーバメンバーとし、表 2-3 に示す検討会委員に外部アドバイザーを委嘱して全2回実施した。開催概要を表 2-4 に示す。

表 2-3 有望エリア設定作業部会の外部アドバイザー

所属・役職	氏名（敬称略）	出席
北海道大学 大学院情報科学研究科 教授	北 裕幸	第2回
一般社団法人 日本風力発電協会 企画局長	斉藤 哲夫	第1回・第2回
日本大学 生産工学部 環境安全工学科 准教授	長井 浩	第1回

※氏名あいうえお順

表 2-4 有望エリア設定作業部会の開催概要

回次	開催日時	開催場所	主な議題
第1回	平成26年8月7日(木) 14:15～ 16:15	霞が関全日通ビル 7F会議室	<ul style="list-style-type: none"> ・有望エリア設定に関する手順 ・第1回検討会における委員コメントに対する対応方針 ・陸上風力に関する各種導入ポテンシャルの算定結果（中間報告） ・電力供給エリア別の導入想定値設定の考え方と算定結果（案） ・電力供給エリア別の有望エリア設定状況（陸上）（中間報告） ・系統整備検討エリアの設定について（陸上）（案） ・洋上風力に関する有望エリアの設定について（中間報告） ・全体討議
第2回	平成26年12月8日(月) 15:00～ 17:00	東京国際フォーラム ガラス棟会議室 G508	<ul style="list-style-type: none"> ・有望エリア設定に関する手順（最終） ・第1回作業部会及び第2回検討会における委員コメントに対する対応方針 ・基本となるシナリオの見直しと導入ポテンシャルの算定結果（最終報告） ・電力供給エリア別の導入想定値設定の考え方と設定結果（最終報告） ・電力供給エリア別の有望エリア抽出・設定結果（陸上）（最終報告） ・系統整備検討エリアと当該エリアの導入想定値の設定（陸上）（案） ・電力供給エリア別の有望エリア抽出・設定（洋上）（中間報告） ・全体討議

2.6.3 「整備手法・工法検討作業部会」の開催

「整備手法・工法検討作業部会」は、1)概略ルートの設定方法及びサンプル地区の結果、2)環境影響調査の方法及びサンプル地区の結果、3)概略設計の検討内容及びサンプル地区結果についての適切性・妥当性を確保することを目的として開催した。

本作業部会は、アジア航測(株)が設置・運営し、住友電設(株)、伊藤忠テクノソリューションズ(株)、(株)エックス都市研究所、(株)アーク情報システムを構成メンバーとし、表 2-5 に示す方に外部アドバイザーを委嘱した。表 2-6 に本作業部会の概要を示した。

表 2-5 整備手法・工法検討作業部会の外部アドバイザー

所属・役職	氏名 (敬称略)
東北鳥類研究所 研究所所長	由井 正敏
(一社)日本風力発電協会 情報技術局次長	斉藤 長

表 2-6 整備手法・工法検討作業部会の開催概要

回次	開催日時	開催場所	主な議題
第1回	平成 26 年 12 月 12 日 (金) 15:00～ 17:00	TKP 虎ノ門ビジネス センター カン ファレンスルーム 3B	<ul style="list-style-type: none"> 概略ルート検討地区の選定方針及び選定結果 概略ルートの設定方針 概略ルートの検討結果の確認 (岩手地区を事例として) 環境影響調査方法について 環境調査結果のとりまとめ方法について (岩手地区を事例として) 概略設計結果の確認 (岩手地区を事例として) 全体討議
第2回	平成 27 年 1 月 21 日 (水) 13:30～ 15:30	TKP 虎ノ門ビジネス センター カン ファレンスルーム 3A	<ul style="list-style-type: none"> 第1回作業部会及び第3回検討会における委員意見への対応について 概略ルートの設定結果 (全地区) 環境調査結果 (全地区) 概略設計結果 (全地区) 比較ルートにおけるコスト及び環境影響の比較 全体討議