

海底直流送電の導入に向けて FS調査について

2021年7月29日
資源エネルギー庁

本日の概要

- 第1回・第2回の事務局資料で紹介したFS調査について、実施予定先事業者が以下に決定したところ。
- 本日は、事務局から、前回の検討会以降の審議会等での議論の進捗を報告させていただくとともに、FS調査の進め方や、検討にあたっての諸元についてご議論いただく。
- また、実施予定先事業者より、詳細な検討方法・内容について報告いただく。

FS調査の仕様

主催：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

件名：「洋上風力等からの高圧直流送電システムの構築・運用に関する調査」

実施予定先：
・一般社団法人海洋産業研究会 ・電源開発送変電ネットワーク株式会社
・合同会社ユーコートエナジー

内容：
・直流送電のルートに関する調査 ・直流送電に必要な設備等の検討
・直流送電に必要な費用・工期の検討 ・海外調査 ・報告書作成

期間：2021年度

- 1． 前回からの議論の進捗
- 2． FS調査の進め方について
- 3． FS調査の実施にあたっての諸元について

(参考) マスタープランの検討状況

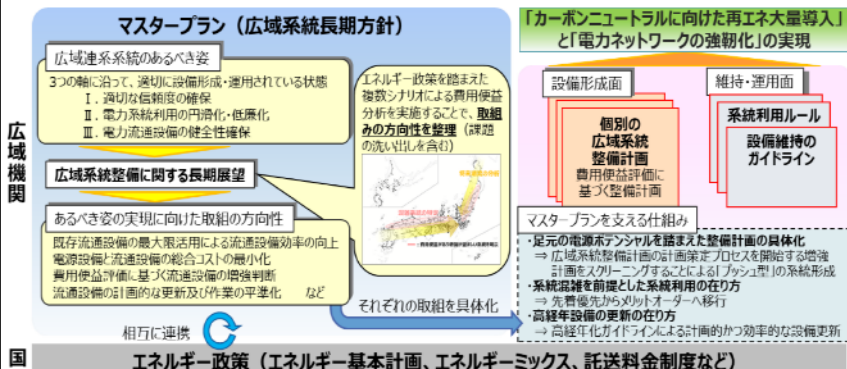
マスタープラン検討に係る中間整理 (概要)
(2021年5月20日)

マスタープランの中間整理 (概要)

中間整理の位置づけ：これまでの議論に基づき、将来の不確実性を分析するために設定した複数シナリオによる分析結果と、その結果から導かれる第1次の系統増強案をとりまとめたもの。エネルギー政策に対し電力ネットワーク面での分析をフィードバックするものであり、最終的な系統増強の結論ではないことに留意が必要。

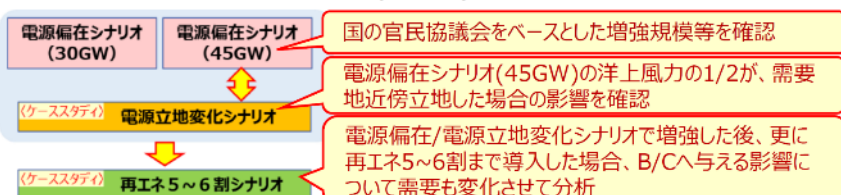
1. マスタープランの目的

マスタープランは、個別の系統整備計画を検討する際の考え方を示す長期方針であり、本方針に基づく取組を具体化させることで、「カーボンニュートラルに向けた再エネ大量導入」と「電力ネットワークの強靱化」の実現を目指す。



2. 広域系統整備に関する長期展望の分析 (取組の方向性を整理)

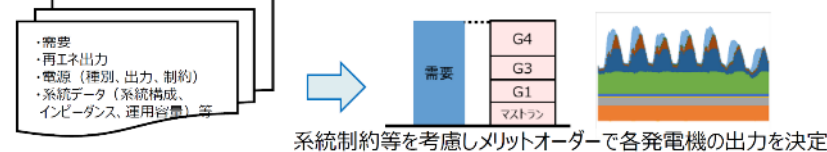
<複数シナリオ>「電源偏在シナリオ(2ケース)」と、ケーススタディ2シナリオで分析。



<シミュレーションツール・前提条件>

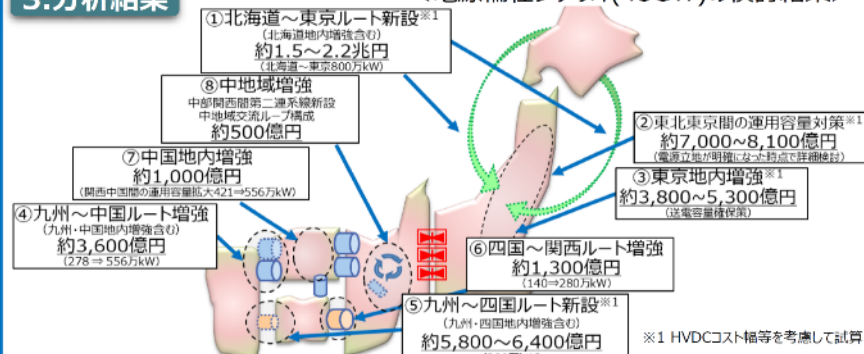
起動費を含む総コスト(燃料費+CO2対策コスト)が最小になる発電計画を作成するリットオーダーシミュレーション。8,760時間の系統状況を想定。

需要：現行エネルギーミックスの需要に足下2019年度の実績を加味して算出。
電源構成：現行エネルギーミックス、供給計画のうち大きい方を設定。洋上風力は30,45GW導入ケースで、出力カーブは陸上風力のもので代用。



3. 分析結果

<電源偏在シナリオ(45GW)の検討結果>



- 電源偏在シナリオ(30GW,45GW)は、国の「洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会」の現実的なエリア別導入量に基づいて増強案を検討したものの、
- ケーススタディでは電源立地を既設備・需要に基づく設定としており、**実際は追加コスト等が発生する可能性がある**。また再エネ5~6割シナリオでは**再エネの余剰活用を含めた需要側対策も今後検討する必要がある**。

シナリオ	官民協議会ベース (電源ポテンシャル考慮)		ケーススタディ	
	電源偏在シナリオ (30GW)	電源偏在シナリオ (45GW)	電源立地変化シナリオ (45GW)	再エネ5~6割シナリオ
分析項目				
系統増強の投資額 (NW増強コスト)	約2.2~2.7兆円 (約0.2~0.26兆円/年)	約3.8~4.8兆円 (約0.36~0.45兆円/年)	約1.5~1.7兆円 (約0.13~0.16兆円/年)	約2.0~2.6兆円 (約0.19~0.24兆円/年)
再エネ出力制御率 (増強後、太陽光・風力)	約2%	約4%	約4%	約39% (需要側の対策が必要)
再エネ比率	37%	42%	42%	53%

注) 偏在する電源等が大量消費地に送電するための連系線等の背骨系統の増強コストのみを記載。また、調整力確保、慣性力・同期化力低下等の対策コストは含まない。HVDC送電の海底ケーブル工事は漁業補償費を含み、水深等を考慮したルート変更によるコスト増の可能性あり。

4. 感度分析およびその結果から得られたエネルギー政策への示唆・課題

- ケーススタディの分析では、偏在電源の一部緩和により増強コストを抑制できるため**エネルギー政策面で電源立地誘導なども含めて検討が進むことが期待される**。
- 「再エネ5~6割シナリオ」の分析では、全国的に再エネ出力制御が発生し(増強後39%)、また電力需要をパラメータとした感度分析では、電力需要の増加により再エネの余剰電力が有効活用され、B/Cが向上するため、**水素転換や蓄電池を考慮したシナリオなどの検討も進めていく**。
- 系統増強のリードタイムも踏まえると、**早期に整備計画として進めていくべきもの**については、**増強案の具体化についても検討を進める**。

5. あるべき姿の実現に向けた取組の方向性

早期に整備計画として進めていくべき増強案を具体化するとともに、混雑を前提とした系統利用ルールや高経年設備更新に係るガイドラインの策定を進めていく。

- S+3Eを大前提に、再エネの主力電源化を徹底し、再エネに最優先の原則で取り組み、国民負担の抑制と地域との共生を図りながら最大限の導入を促す。

【具体的な取組】

➤ 地域と共生する形での適地確保

→改正温対法に基づく再エネ促進区域の設定(ポジティブゾーニング)による太陽光・陸上風力の導入拡大、再エネ海域利用法に基づく洋上風力の案件形成加速などに取り組む。

➤ 事業規律の強化

→太陽光発電に特化した技術基準の着実な執行、小型電源の事故報告の強化等による安全対策強化、地域共生を円滑にするための条例策定の支援などに取り組む。

➤ コスト低減・市場への統合

→FIT・FIP制度における入札制度の活用や中長期的な価格目標の設定、発電事業者が市場で自ら売電し市場連動のプレミアムを受け取るFIP制度により再エネの市場への統合に取り組む。

➤ 系統制約の克服

→連系線等の基幹系統をマスタープランにより「プッシュ型」で増強するとともに、ノンファーム型接続をローカル系統まで拡大。再エネが石炭火力等より優先的に基幹系統を利用できるように、系統利用ルールの見直しなどに取り組む。

➤ 規制の合理化

→風力発電の導入円滑化に向けアセスの適正化、地熱の導入拡大に向け自然公園法・温泉法・森林法の規制の運用の見直しなどに取り組む。

➤ 技術開発の推進

→建物の壁面、強度の弱い屋根にも設置可能な次世代太陽電池の研究開発・社会実装を加速、浮体式の要素技術開発を加速、超臨界地熱資源の活用に向けた大深度掘削技術の開発などに取り組む。

2030年に向けた政策対応のポイント【火力】（参考）

- 火力発電については、安定供給を大前提に、再エネの瞬時的・継続的な発電電力量の低下にも対応可能な供給力を持つ形で設備容量を確保しつつ、以下を踏まえ、できる限り電源構成に占める火力発電比率を引き下げ。
 - 調達リスク、発電量当たりのCO2排出量、備蓄性・保管の容易性といったレジリエンス向上への寄与度等の観点から、LNG、石炭、石油における適切な火力のポートフォリオを維持。
 - 次世代化・高効率化を推進しつつ、非効率な火力のフェードアウトに着実に取り組むとともに、脱炭素型の火力発電への置き換えに向け、アンモニア・水素等の脱炭素燃料の混焼やCCUS/カーボンリサイクル等のCO2排出を削減する措置の促進に取り組む。
- 政府開発援助、輸出金融、投資、金融・貿易促進支援等を通じた、排出削減対策が講じられていない石炭火力発電への政府による新規の国際的な直接支援を2021年末までに終了。

2030年に向けた政策対応のポイント【電力システム改革】

- 脱炭素化の中での安定供給の実現に向けた電力システムの構築。
 - 供給力の低下に伴う安定供給へのリスクが顕在化している中、脱炭素と安定供給を両立するため、容量市場の着実な運用、新規投資について長期的な収入の予見可能性を付与する方法の検討に取り組む。
 - 安定供給確保のための責任・役割の在り方について、改めて検討する。
 - 再エネ導入拡大に向けて電力システムの柔軟性を高め、調整力の脱炭素化を進めるため、蓄電池、水電解装置などのコスト低減などを通じた実用化、系統用蓄電池の電気事業法への位置づけの明確化や市場の整備などに取り組む。
 - 非化石価値取引市場について、トラッキング付き非化石証書の増加や需要家による購入可能化などに取り組む。
 - 災害時の安定供給確保に向け、地域間連系線の増強・災害時連携計画に基づく倒木対策の強化、サイバー攻撃に備え、従来の大手電力に加え新規参入事業者のサイバーセキュリティ対策の確保等に取り組む。

(参考) 2030年に向けたエネルギー政策動向

第46回総合資源エネルギー調査会
基本政策分科会
(2021年7月21日)

<参考資料> 更なる検討を踏まえた再エネの導入見通し

- 再エネ導入量については、これまでの検討を踏まえ、現時点で具体化されつつある政策を最大限・確実に実施することで到達する水準として、7/13に3,126億kWhを提示。その上で、46%削減に向けて、もう一段の野心的な取組が必要との指摘をいただいた。
- これを踏まえ、現行ミックス水準に届いていない電源について現行ミックス達成に向けた施策強化を講じるとともに、責任省庁による施策具体化・加速化を前提に、その効果が実現した場合の野心的なものとして200～400億kWhの追加導入を見込み、合計約3,300～3,500億kWh (36-38%) の再エネ導入を目指す。 (【】内は中心となって施策の検討を進める省庁)
 - ① 系統増強等を通じた風力の導入拡大 【経済産業省】
 - ② 地域共生型再エネ導入の推進 【環境省・農林水産省】
 - ③ 民間企業による自家消費促進 【環境省】
 - ④ 地熱・水力等における現行ミックスの達成に向けた施策強化 等

※上記以外の施策についても検討中。また、200-400億kWhの個別の施策効果の内訳は精査中。

GW (億kWh)	これまでの合計		更なる 追加見込み量	合計	現行ミックス 水準
	4/13政策強化	7/13追加導入			
太陽光	87.6GW (1,090) +α	100.0GW (1,244)	200～400程度	3,300～3,500程度	64GW (749)
陸上風力	15.3GW (291)	15.9GW (302)			9.2GW (161)
洋上風力	3.7GW (107)	3.7GW (107)			0.8GW (22)
地熱	1.0GW (45)	1.5GW (68)			1.4-1.6GW (102-113)
水力	50.6GW (934)	50.6GW (934)			48.5-49.3GW (939-981)
バイオマス	7.3GW (436)	8.0GW (471)			6-7GW (394-490)
発電電力量 (億kWh)	2,903億kWh + 更なる検討	3,126億kWh	200～400億kWh程度	3,300～3,500 億kWh程度	2,366～2,515 億kWh

(参考) 2030年に向けたエネルギー政策動向

第46回総合資源エネルギー調査会
基本政策分科会
(2021年7月21日)

<参考資料> 更なる検討を踏まえた再エネの導入見通し

① 系統増強等を通じた風力の導入拡大

- ✓ 洋上風力の適地から大消費地への送電を可能とする系統増強（「長距離海底直流送電システム」）や調整力の確保（蓄電池の導入拡大）等の施策について取組を加速化することで、2030年時点において、北海道を中心とした風力発電の導入量の拡大（4GW程度）を図る。

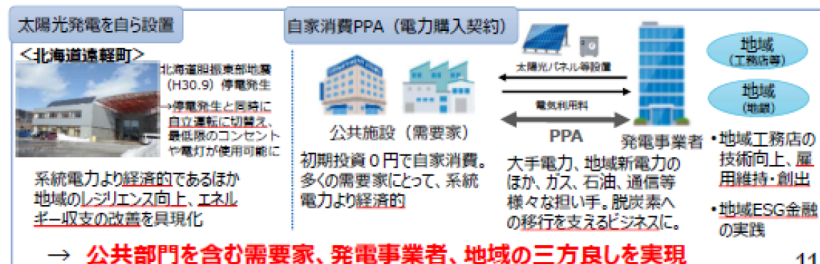


② 地域共生型再エネ導入の推進

- ✓ 7月13日の本分科会にて、環境省より提案した「地域共生型再エネの推進」4.1GWの導入に加え、環境省と農林水産省が連携し、地域との共生、自然環境保全との調和、優良農地の確保を前提に、改正地球温暖化対策推進法、農山漁村再エネ法に基づく更なる促進区域の設定を通じ、再エネ導入を推進する。

③ 民間企業による自家消費促進

- ✓ 7/6の大量小委において、環境省から提案のあった本施策につき、環境省を中心として、関係省庁とも連携して実効性のある施策の具体化を図ることにより、民間企業による自家消費の導入拡大を図る。

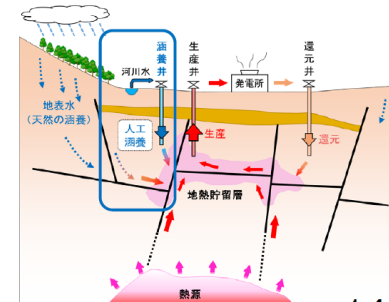


④ 現行ミックスの達成に向けた施策強化

- ✓ 現行ミックスの導入水準（発電電力量）に達していない電源（地熱、中小水力等）については、施策・取組を強化することにより、現行ミックス水準の達成を目指す。

<技術イメージ>

- ✓ 例えば、地熱発電は、地上から人工的に注水することで、蒸気量を増加・安定化させる技術の確立・横展開により、設備利用率の向上を図る。



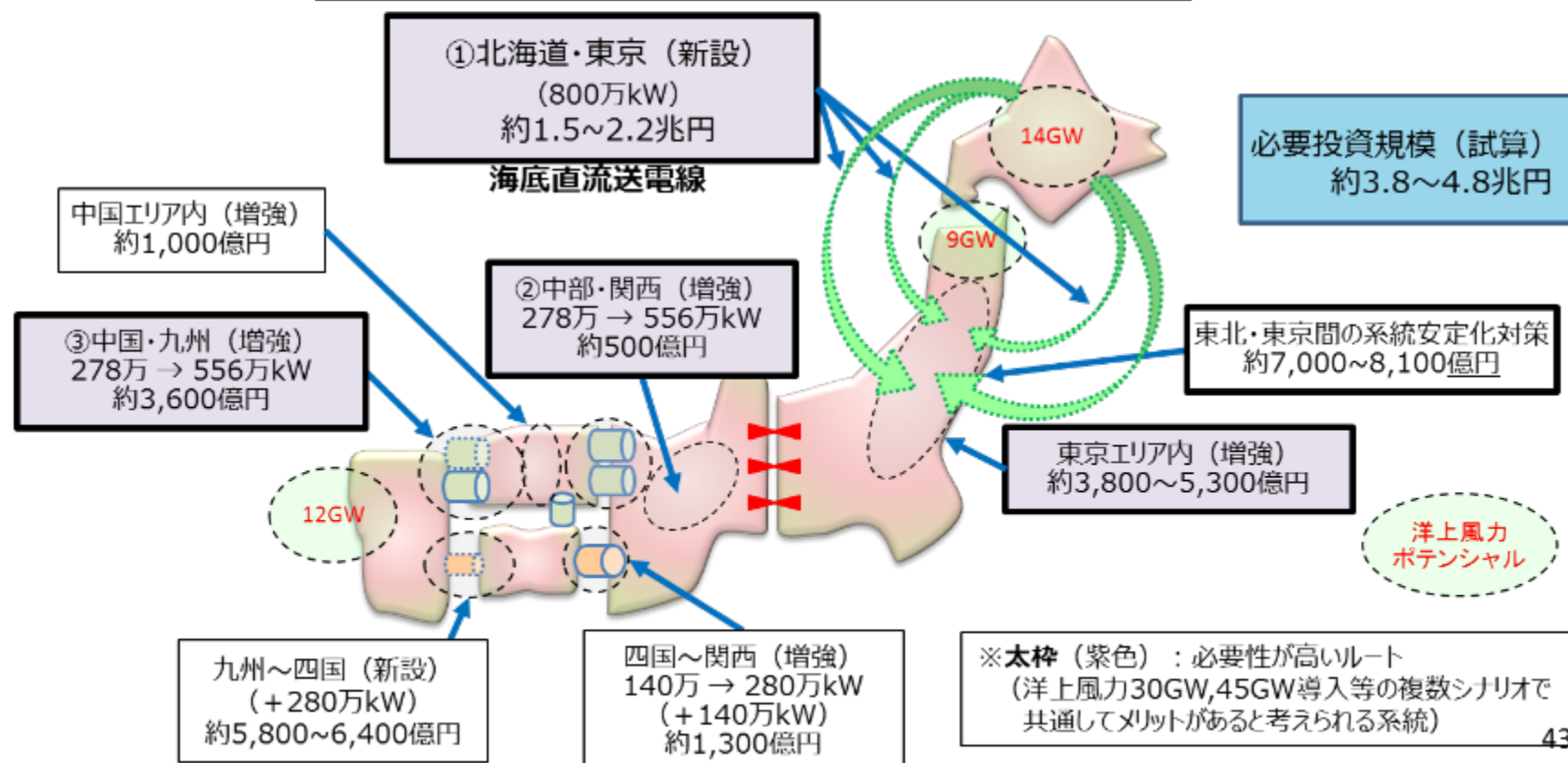
(参考) 広域連系システムの形成に向けての動き

送電網の増強

第45回総合資源エネルギー調査会
基本政策分科会
(2021年7月13日)

- 再エネ主力電源化に向けて、系統制約を克服する取組は重要。
- 再エネポテンシャルへの対応、電力融通の円滑化によるレジリエンス向上に向けて、全国大での広域連系システムの形成を計画的に進めるため、マスタープランの中間整理を5月にとりまとめた。新たなエネルギーミックス等をベースに、2022年度中を目途に完成を目指す。
- 北海道と本州を結ぶ海底直流送電等の必要性が高いルートは、順次、具体化を検討。

中間整理の概要（電源偏在シナリオ45GWの例）



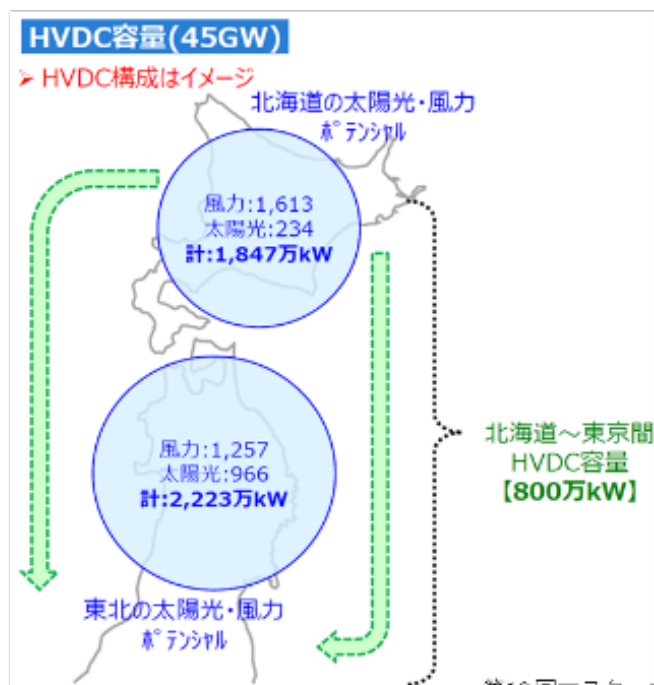
(参考) 北海道本州間HVDCの重要性

(参考) 北海道と本州を結ぶ海底直流送電の検討状況

第45回総合資源エネルギー調査会
基本政策分科会
(2021年7月13日)

- 2022年中に策定予定のマスタートプランに基づき、地域間連系線の整備を着実に進めるとともに、**北海道等の洋上風力の適地から大消費地への送電を可能とする長距離海底直流送電システム(HVDC)について、技術的課題やコストを含め、導入に向けた具体的検討を開始。**今後、実現可能性調査(FS調査)やケーブルの製造設備等に係る設備投資を推進していく。
- 電力広域機関における試算によると、立地制約がある風力などの再エネが仮に全国で45GW導入された場合、HVDCの必要な容量は800万kW※程度であり、必要な増強費用は約1.5兆～2.2兆円程度と見積もられている。

※地内系統の運用容量は除く



- 1 . 前回からの議論の進捗
- 2 . **FS調査の進め方について**
- 3 . FS調査の実施にあたっての諸元について

FS調査の進め方

- これまでの本検討会での議論やヒアリング等を踏まえ、長距離海底直流送電の整備に向けて、大きく分けて以下の5つの課題があると整理されてきた。
 - ①製造設備等への投資の必要性
 - ②海域の先行利用者との関係
 - ③占用等に係る許認可
 - ④技術開発の必要性
 - ⑤整備事業者のファイナンス
- FS調査では、具体的な長距離海底直流送電の計画を想定した上で、上記の5つの課題への対処にも資するよう、**海底直流送電のケーブル敷設ルートの技術的な実現可能性について検討する。**
- ケーブル敷設ルートの検討結果を年内メドで本検討会に中間報告いただき、並行して進める本検討会での議論を踏まえて、**事業費用・工期の算定等を検討する。**

前回（第3回検討会）いただいた委員・オブザーバーの意見

- ・ 大規模な事業となるため、多岐にわたる関係者との調整を円滑に進めるための適切な支援が必要。
- ・ 大型な敷設船を建造することとなると、完成後に船を有効活用できる運用形態も課題。
- ・ 国内初の事例となるため、開発・運用の信頼度や、様々なリスクが発現した際の対応が重要。
- ・ マスタープランの議論と併せて、陸上の電力系統全体の在り方と協調した検討が望ましい。
- ・ 建設における地元地域との協議などで、新規電源の開発見通しに沿ったスピード感が求められる。
- ・ 複数の洋上風力を結ぶ多用途多端子のシステム形態に関する検討にも期待。

(参考) 整備に向けた課題①：製造設備等への投資の必要性

- 早期に長距離海底直流送電を整備するためには、国内での製造には、大規模な製造設備や試験設備、大型の敷設船が必要である。
- 特に試験設備や敷設船については、現在想定される国内案件の規模に対しては、実稼働期間が限定的であるため、メーカーが個社毎に保有することは非効率となることが想定される。
- メーカー各社からは、早期かつ効率的に整備するための対策の必要性が示された。
 - ①前もった投資を判断するための長期見通しの提示
 - ②設備投資に向けた支援措置
 - ③試験設備や船舶等の共同利用、共同保有
 - ④複数メーカーの設備の協調（マルチベンダー化）のための技術開発

第2回本検討会 資料5

弊社からのお願い

- 計画の早期実現と諸課題の解決に向け、ユーザとメーカが協働したプロジェクト体制の構築
- 個社で保有・維持が困難な大型試験設備の整備と、検証（認証）の専門機関創立に向けた産学官一体の検討推進
- コンパクト化、コスト低減、工期短縮を実現するための開発・設備投資へのご支援

第2回本検討会 資料8

欧州ケーブルメーカーの大型敷設船



欧州メーカーは大型布設船を複数隻保有運用。欧州市場の拡大を見据え、各社とも積載量10,000クラスの新鋭大型敷設船を建造。

(参考) 整備に向けた課題②：海域の先行利用者との関係

- 海底直流送電の実現に向けては、海域の先行利用者との協調が必要となる。
- 長距離となれば、関係する先行利用者が多くなることから、地域との合意形成が長期化すると想定される。

第1回本検討会 資料6



7) 工事の留意事項（続き）

[海底ケーブル布設] ②

項 目	内 容
許認可	・ 施工、設置にあたり許認可申請・届出が必要 工事計画申請（経済産業省）、海上工事届出（海上保安庁）、国有財産法等による占用申請（都道府県）、海岸法（都道府県）等
漁業関係者協議	・ 布設ルート近傍で操業する漁業者（漁協）に対し工事計画（調査工事も同様）を説明し合意を得たのち、操業への影響について協議を実施、工事实施の合意を得る ・ 協議期間は一定程度の裕度を考慮
ケーブル布設	・ 試航により作業計画、作業行程、海底地質及び作業・警戒体制を確認 ・ 布設開始日は布設期間中の天候を予測し決定 ・ 布設中は適切な張力でケーブルを布設するため、流速を考慮のうえ船速、ケーブル張力、送り出し速度及び入水角等を総合的に管理
ケーブル防護	・ ケーブルの外傷防止及び移動等による損傷防止のため、水深、海底地質、堆積厚、漁業形態、船舶運航などを考慮し、適切なケーブル防護方法・工法を選定 ・ 埋設を基本として、岩盤部ではプレートレンチ掘削や防護管設置 ・ 通信線との交差箇所の施工については通信事業者と協議
保守・点検	・ ROVや潜水士による目視点検を実施。特に非埋設部についてはケーブル布設状況を確認し、必要によりケーブル保護対策等を実施

(参考) 整備に向けた課題③：占用等に係る許認可

- 海底ケーブルによる占用の許可については、**法令毎に、ケーブルの敷設海域・揚陸部等の対象となる全ての自治体に対して行う**ことが定められており、**敷設時の申請**及び**更新手続き（1～5年毎）**、**占用料（数十円～数百円/m）の支払いが必要**となる。
- **早期の整備を実現する上では**、**占用許可の申請が必要となる自治体の数も多数となり**、また、**長期的に安定供給を維持する観点からも、許認可の円滑化等が課題**となる。

第1回本検討会 資料6



7) 工事の留意事項（続き）

[海底ケーブル布設] ②

項 目	内 容
許認可	- 施工、設置にあたり許認可申請・届出が必要 - 工事計画申請（経済産業省）、海上工事届出（海上保安庁）、国有財産法等による占用申請（都道府県）、海岸法（都道府県）等
漁業関係者協議	- 布設ルート近傍で操業する漁業者（漁協）に対し工事計画（調査工事も同様）を説明し合意を得たのち、操業への影響について協議を実施、工事实施の合意を得る - 協議期間は一定程度の裕度を考慮
ケーブル布設	- 試航により作業計画、作業行程、海底地質及び作業・警戒体制を確認 - 布設開始日は布設期間中の天候を予測し決定 - 布設中は適切な張力でケーブルを布設するため、流速を考慮のうえ船速、ケーブル張力、送り出し速度及び入水角等を総合的に管理

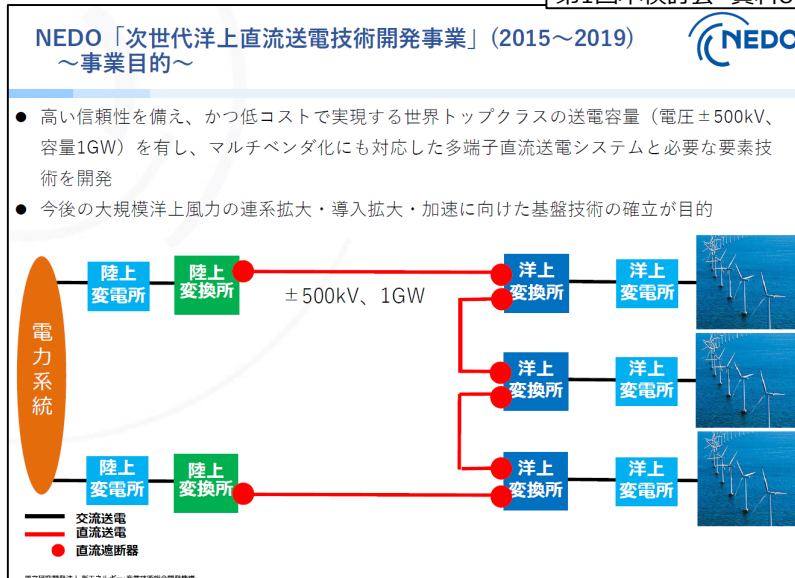
【占用許可の例】

- 海底ケーブル（一般海域）
国有財産法第18条第6項
- 海底ケーブル（港湾海域内）
港湾法第37条第4項
- 海底ケーブル（漁港区域内）
漁港漁場整備法第39条第1項
- ケーブル揚陸部（一般公共海岸区域内）
海岸法第37条の4

(参考) 整備に向けた課題④：技術開発の必要性

- 交直変換器やケーブルについては、
 - ①日本特有の急峻な海底地形への対応
 - ②浮体式洋上風力の導入を見越した洋上変電設備の開発
 - ③複数地点の洋上風力や既存系統を効率的に結ぶ多用途多端子化
 - ④高効率化
 - ⑤ケーブルの長尺化、交直変換器の大電圧・大容量化
 等の**技術開発要素**が挙げられる。
- また、現在NEDOを通じて行っている**多用途多端子直流送電**や**大水深対応ケーブル**の技術開発を継続して進め、**効率的な設備形成を後押しすることが重要**である。

第1回本検討会 資料8



第1回本検討会 資料8

NEDO「多用途多端子直流送電システムの基盤技術開発」
(2020～2023) ～各開発の最終目標～

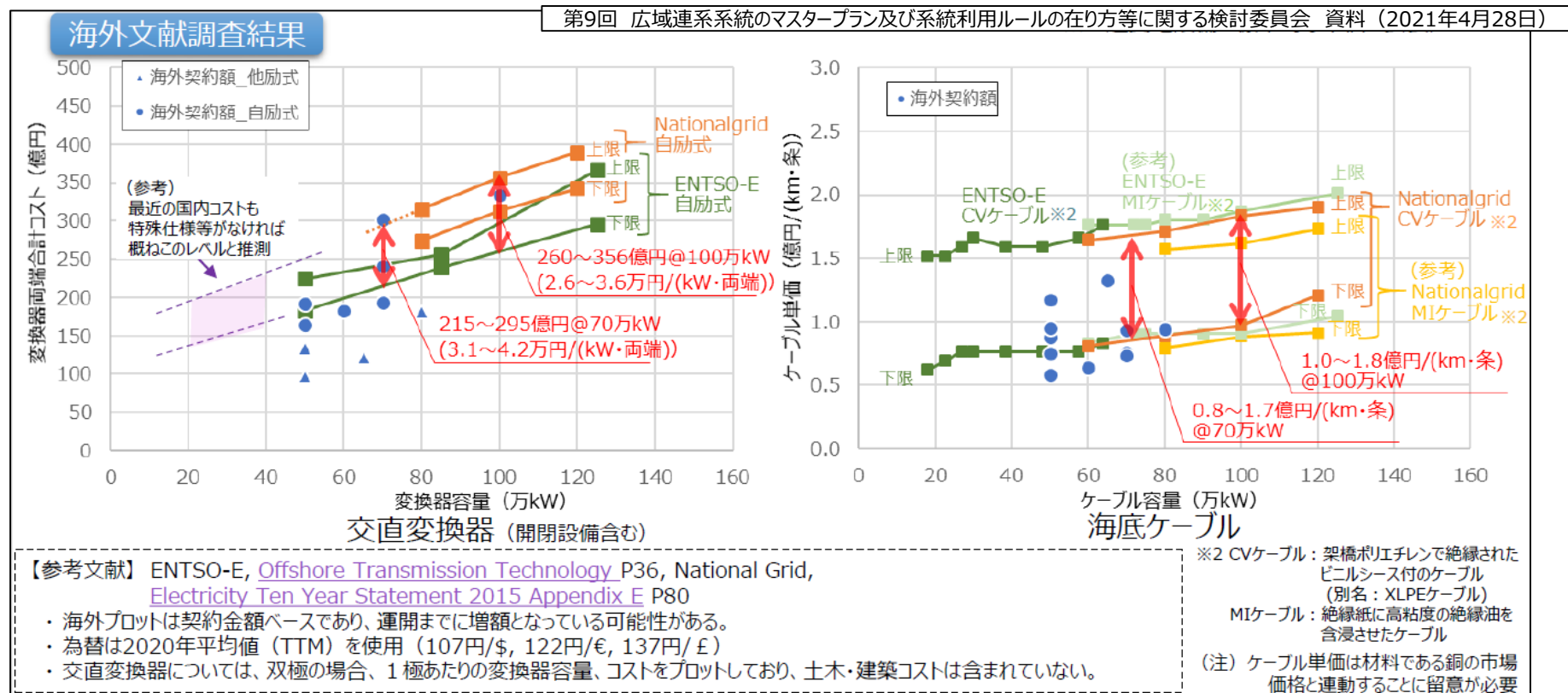
研究開発要素	目標値
多用途多端子直流送電システム 一部実機を用いた風力送電なら びに地域間連系に貢献可能な 多端子直流システムの開発	上位制御ユニットと変換器制御ユニットと保護装置の実機をデジタルシミュレーション内で構築した多端子高圧直流送電系統に接続し、実機の挙動（通信等）を踏まえたシステムを構築して検証を行う。また、異社間インターフェイスの指針を整理する。 実機の挙動（通信等）を踏まえ、モデルケースにおいて適切に異社間で潮流制御が可能となる上位制御の要求仕様をまとめる。
多端子直流送電用保護装置 （事故検出装置） 高速遮断可能な実機の開発	実機の挙動（通信等）を踏まえ、モデルケースにおいて必要な時間内（事故電流が直流遮断器の遮断可能電流に収まるような時間内）に遮断できる保護装置を開発し、その要求仕様をまとめる。
直流深海ケーブル 低コストで安全な深海ケーブル及 びその敷設工法等の開発	モデルケースにおいて従来の海底ケーブル（水深300m級）とほぼ同じコストで生産及び敷設可能な深海ケーブル（水深500～1500m級）を開発する。

(参考) 整備に向けた課題⑤：整備事業者のファイナンス

- 海底直流送電の整備に必要な費用は1兆円超となる可能性があり、1社でその整備を担うことは容易でない。
- 早期の整備に向け、公的ファイナンス等による後押しが必要となる可能性がある。

(参考) 費用の試算

電力広域機関の試算では、400万kW・900kmの場合 約0.8～1.2兆円 となる



- 1． 前回からの議論の進捗
- 2． FS調査の進め方について
- 3． FS調査の実施にあたっての諸元について

FS調査の対象とする送電ルート

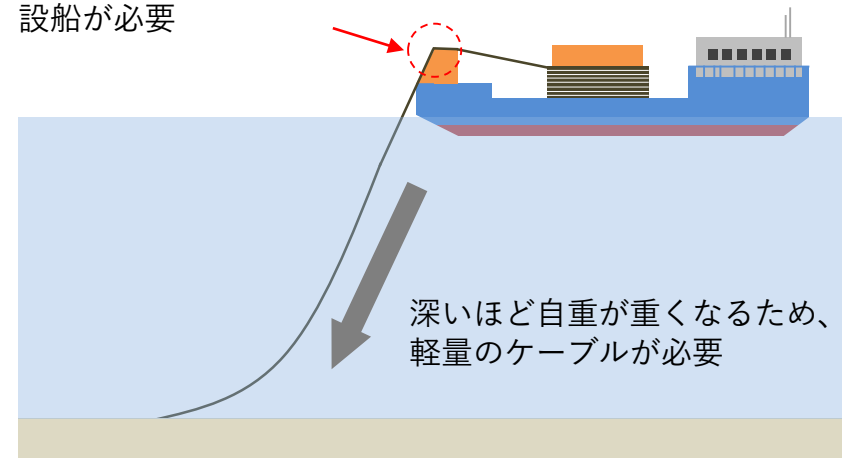
- FS調査対象として、現時点でのマスタープランの検討において、将来的な必要性が示唆された長距離連系設備である北海道から本州を結ぶ日本海側と太平洋側の両方の海域での海底ルートを検討する。
- 揚陸点の具体的検討については、陸上の系統整備状況や電源立地の想定に依存することから、別途マスタープラン視点での深掘りが必要。本調査の範囲としては、漁業権や地形等から揚陸点として適した沿岸を示すことまでを目的とする。
- ルート検討においては、海域の形状・先行利用者等を考慮したものに加えて、複数ルートについて、メリット・デメリット※を明らかにしつつ、ルートごとに必要な製造設備等の規模や技術・調整が必要な先行利用者や許認可の数等を確認してはどうか。

※複数ルートの検討にあたっての例

一般に、離岸距離が離れたルートで敷設すると、先行利用者や許認可の調整が容易となるが、深い海域でのケーブル敷設が必要となり、大型の敷設船や、自重を支えるため高強度・軽量の大水深ケーブルが必要となるため、コストの増加・送電効率の低下が懸念される。

一方で、水深の浅い海域を優先させた場合、離岸距離の近い海域を敷設する必要がある、調整や許認可に時間を要する可能性がある。

ケーブルの自重がかかるため、
高強度のケーブル・大型の敷
設船が必要



(参考) マスタープラン中間整理での直流送電の必要性について

マスタープラン検討に係る中間整理
2021年5月20日

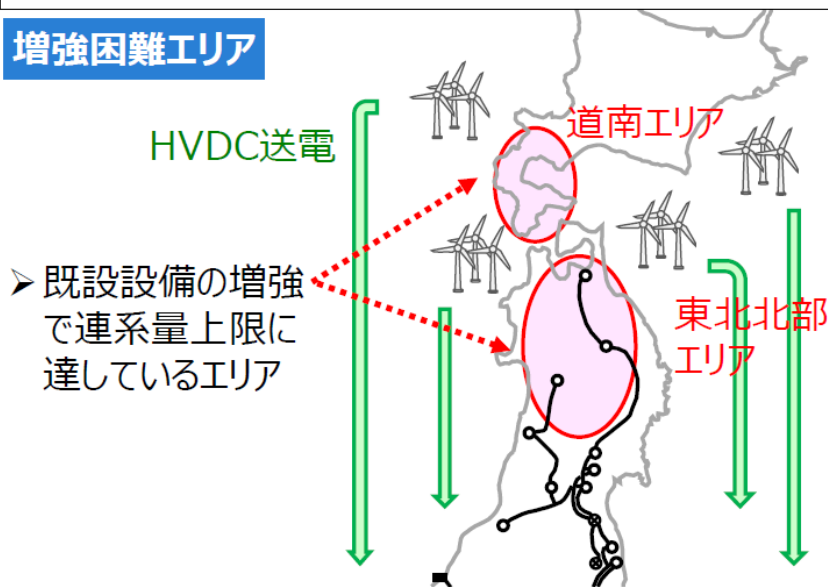
3-3 各地域の増強案検討（東地域）

49

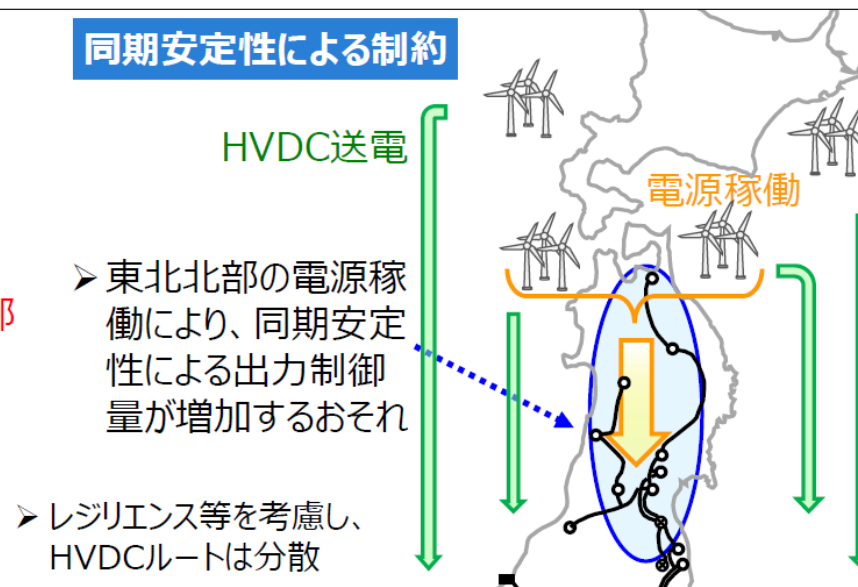
(2) 直流送電(HVDC送電)の必要性について

- 北海道への再エネ導入を考慮すれば、本州へ大容量送電する必要があるが、**道南エリア及び東北北部エリアは既設設備の増強で連系量上限に達している**ことから、**長距離送電で交流ルートの新設するより、経済的に優位なHVDC送電が必要**となる。
- **東北地内および東北東京間連系線は同期安定性の制約**があり、東北北部へ洋上風力等が立地し、それらがメリットオーダーで稼働することになれば、**出力制御量が増加するおそれがある**。
- HVDC送電ルートは、**レジリエンス面も考慮して分散させることを基本**とするとともに、**直流送電設備等の有効活用**の観点からも、**調整力や供給力として活用できる設備構成も検討**する。
- なお、北海道から東北にかけては広範囲に洋上風力のポテンシャルがあるため、**海底直流送電は多端子型のシステム**などまだ国内外でも実績のない方式についても検討の視野に入れる必要がある。

増強困難エリア



同期安定性による制約



設備の構成

- 直流送電設備としては、マスタープランの中間整理の検討と整合する形で、電源ポテンシャルに沿った経済効率的な拡張性の観点から、**双極 2 GW構成を基準に、将来的に日本海側と太平洋側の合計容量 4 GW、8 GWと拡張する場合を検討する。**

※送電容量が増える場合、ケーブル数も追加される。ケーブルの間には、相互干渉しないように一定程度の間隔を空ける必要があることから、敷設可能な海域が制限される可能性がある。

- なお、発展的な電力系統整備の視点から、3カ所以上の接続点を持つ**多端子HVDCシステム設置の可能性も考慮してはどうか。**

※将来的な多端子システムへの拡張を想定した場合、遮断器等の追加設備が必要になることから、特に陸上側の設備の構成・費用に違いが生じることが想定される。

(参考) HVDC送電の機器構成

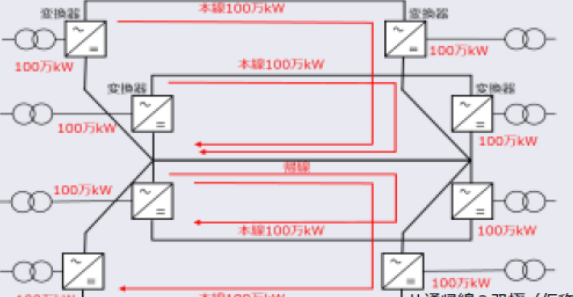
マスタープラン検討に係る中間整理
2021年5月20日

44

3-2 系統増強の考え方

(3) HVDC送電の機器構成と将来の拡張性

- HVDC送電の機器構成としては、対称単極と双極の組合せとなるが、将来大規模増強を予定している場合、**海底ケーブルは現時点で最大容量の1GW/条であることから、kW単価からは2GW単位の増強が経済的となり、最も安価な構成は4GW(400万kW)となる。**
- なお、1GWと2GWを比較すると、N-1事故発生時にも一部送電できることから、**供給信頼度の観点からは2GW単位で拡張することが望ましい。**

容量	機器構成	本線数	帰線数	1,000km あたり ケーブル費用 [億円]	変換器費用 [億円]	合計費用[億円] (1万kW換算で比較した もの、1,000kmベース)
100万kW (1GW)		2	0	2,000 ~3,600	260 ~360	2,260~3,960 (22.6~39.6)
200万 kW (2GW)		2	1	3,000 ~5,400	520 ~720	3,520~6,120 (17.6~30.6)
300万 kW (3GW)	100万kWと200万kWの組合せ	4	1	5,000 ~9,000	780 ~1,080	5,780~10,080 (19.3~33.6)
400万 kW (4GW)		4	1	5,000 ~9,000	1,040 ~1,440	6,040~10,440 (15.1~26.1)

距離を変えた費用算出の際は、
変換器費用を変えず、ケーブル費用のみ変えて算定することに留意

※500万kW以降は、100~400万kWの構成の組合せ。上記400万kWの機器構成は、双極2GWと対称単極2GWと比較検討が必要。
コストは、交直変換器と海底ケーブルのみを計上。実際は、土木・建築費用、揚陸点~変換所ルートの工事費や地内増強等も必要となる。

費用の算出について

- 費用算定において、直流電力設備（ケーブル、交直変換器等）については、メーカーヒアリング等から、将来的な敷設を見据えた現実的な価格調査とする。
- 加えて、事業の実現可能性を確認する目的のもと、敷設工事費、保守管理費用についても具体的に精査する。
※例えば、海底地質や、海域の利用方法等によって、防護方法が異なることが予想される。
- 一方で、本検討では具体的な揚陸点選定の検討を行わないことから、陸上側の工事費等については、一般的な想定での概算とする。
- 今回検討での事業費用の算出により、今後の具体的な案件にあたってのファイナンス面での見通しの参考とする。

工期の算出について

- 2030年の温室効果ガスの削減目標に向けて、ポテンシャルが多く存在する、北海道を中心とした風力発電の導入拡大（4GW程度）に向けた系統制約の解消が不可欠であると議論されているところ。
- 長距離海底直流送電は、足下で風力発電の導入の制約となっている、調整力の確保に加えて、今後、再エネの導入拡大によって発生する余剰電力への対応に関しても、他地域への融通が可能となり、系統制約の解消のための有効な手段。
- これまでの直流送電の敷設実績や、メーカーヒアリング等からは、現状の設備・工程管理等を前提とすると、最低でも15年程度は要すると考えられる。本調査において、その具体的な工期を短縮するための方策についても、検討してはどうか。

(再掲) 2030年に向けたエネルギー政策動向

第46回総合資源エネルギー調査会
基本政策分科会
(2021年7月21日)

<参考資料> 更なる検討を踏まえた再エネの導入見通し

① 系統増強等を通じた風力の導入拡大

- ✓ 洋上風力の適地から大消費地への送電を可能とする**系統増強**（「長距離海底直流送電システム」）や**調整力の確保**（蓄電池の導入拡大）等の施策について取組を加速化することで、2030年時点において、**北海道を中心とした風力発電の導入量の拡大（4GW程度）**を図る。

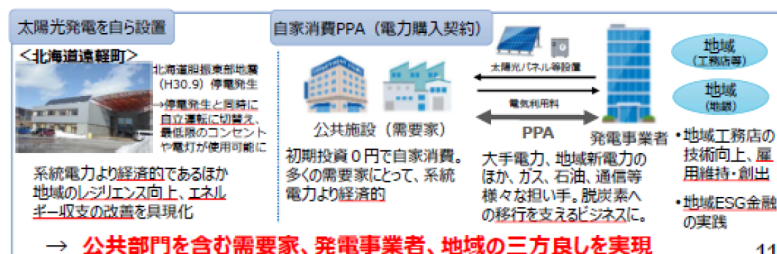


② 地域共生型再エネ導入の推進

- ✓ 7月13日の本分科会にて、環境省より提案した「地域共生型再エネの推進」4.1GWの導入に加え、環境省と農林水産省が連携し、地域との共生、自然環境保全との調和、優良農地の確保を前提に、改正地球温暖化対策推進法、農山漁村再エネ法に基づく**更なる促進区域の設定**を通じ、**再エネ導入を推進**する。

③ 民間企業による自家消費促進

- ✓ 7/6の大量小委において、環境省から提案のあった本施策につき、環境省を中心として、**関係省庁とも連携して実効性のある施策の具体化を図る**ことにより、**民間企業による自家消費の導入拡大**を図る。

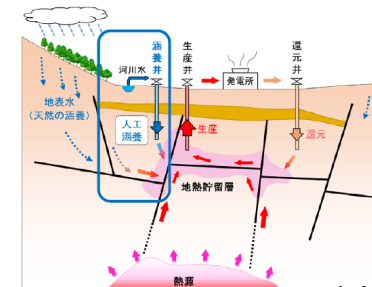


④ 現行ミックスの達成に向けた施策強化

- ✓ 現行ミックスの導入水準（発電電力量）に達していない電源（地熱、中小水力等）については、施策・取組を強化することにより、現行ミックス水準の達成を目指す。

<技術イメージ>

- ✓ 例えば、地熱発電は、地上から人工的に注水することで、**蒸気量を増加・安定化させる技術の確立・横展開により、設備利用率の向上**を図る。



FS検討を通じた目標と全体スケジュール

- 本FS調査は、長距離海底直流送電の早期実現を目指し、その具体的な検討の前提となる、ルート調査、必要となる設備、費用・工期等の見通しを得ることを目的とする。
- 今後のマスタープラン策定に向けた長距離直流送電に関する系統増強の費用便益評価にて参考とするなど、本調査結果を踏まえて今後の具体的な計画の策定等を行う。

