

東地域及び中西地域の広域連系系統に係る 計画策定プロセスの検討状況について

2022年12月16日
広域系統整備委員会事務局

整備計画具体化に向けた作業会の検討状況について

■ 9月21日の広域系統整備委員会においてご承認頂いた、「整備計画具体化に向けた作業会（東地域、中西地域）」の検討状況を報告する。

		2022年度								
		10		11		12		1	2	3
広域系統整備委員会				★11/2(実施状況報告)		★12/16(今回)				
東地域作業会		▼10/3	10/24▼			▼12/5		▼	▼	▼
作業部会	海域机上調査内容確認 →ケーブルルートの実現性評価	机上調査結果の説明		机上調査結果に対する質疑		実現可能性に対する評価		実地調査状況確認		
	技術動向調査 →交直変換装置などの設備構成検討	ヒアリング項目の検討		メーカーヒアリング		ヒアリング結果の整理		増強方策案の検討		
	既設インフラ活用検討	既設インフラ活用案の抽出				活用案の整理				
	地内影響評価	北海道など								
中西地域作業会		▼10/3	10/28▼	11/29▼				▼	▼	▼
作業部会	関門連系線	交流連系の課題確認および検討		・代替案の検討・評価 (インフラ活用・直流連系) ・系統影響評価			増強方策案の検討			
	中部関西間連系線	現状の工事概要の確認		工事内容の精査等			増強方策案の検討			
	中地域交流ループ									

東地域作業会の検討状況について

- 作業会の実施状況：
第1回（10/3）、第2回（10/24）、第3回（12/5）
（作業部会も並行して適宜実施）
- 今回は、海域机上調査内容確認（ケーブルルートの実現性評価）と技術動向調査（交直変換装置などの設備構成検討）の検討状況を報告
- ケーブルルートに関しては、海域机上調査（NEDO調査事業）をもとに、海底地形や地質などの調査状況を確認し、地形地質の情報がある部分については、ケーブル敷設に向けた課題と解決策の確認を実施中。
- 交直変換装置に関しては、端子構成および設備構成案を列挙し、技術的な課題について、海外事例などを踏まえた確認を実施中。
- いずれの検討においても、一般送配電事業者および送電事業者の技術部門の参画のもと、評価、検討を進めている。
- これらの検討は、第42回再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会（2022年6月7日）における本機関報告において「ルート調査の重要性」、「実施案や事業実施主体の重要性」として記載した内容を踏まえて実施している。

2. HVDCの系統構成

第42回再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会資料 (赤字等追記)

海底ケーブルのルート：日本海側ルート／太平洋側ルート

7

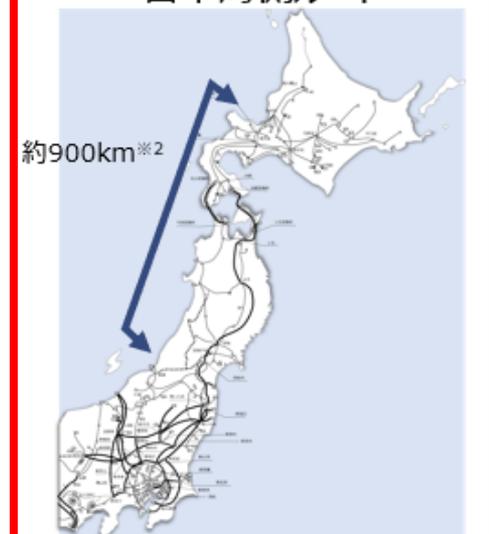
- 北海道～東京間を長距離海底直流送電により連系する場合、まずは大きな選択肢として、日本海側と太平洋側の2つのルートが考えられる。
- マスタープランに示す2050年を想定した系統では、両ルートに分散していくことを想定して検討を行うことになるが、まずは早期に着手する増強計画としては、いずれかのルートを選択する必要がある。
- いずれのルートについても海底調査において、施工方法やコスト面も含め敷設可能なルートがあることが前提※1となるが、仮に両ルートがともに実施可能な案になり得るとすれば、地内系統への影響や再生可能エネルギーの導入見込みなどを踏まえ、その特徴に応じて選択肢を考える必要もある。

※1 現在、国において詳細な海域実地調査を実施中であり、これらの結果を踏まえて施工方法などを決定することになる。
(8スライド参照)

太平洋側ルート



日本海側ルート



第43回の同委員会
(2022年7月)
における計画策定プ
ロセスの開始要請を
踏まえ、日本海ル
ートを基本に検討中

(参考) ルート調査の重要性

第42回再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会資料 (赤字等追記)

- 世界にも類を見ない長距離の海底ケーブルの工事については、まずはその技術的課題を明確にし、実現可能な工事とするため、しっかりとした海域実地調査を行う必要がある。
- 実現可能性に関して、以下の点について評価を行うことが重要。
 - (1) 敷設工事中にケーブルに損傷を与えることなく、無事に工事を完遂できる敷設工法の目途があること
 - (2) ケーブルが敷設後に長期にわたって損傷なく信頼度を維持できること
 - (3) 万一のケーブル損傷時にも、適切な復旧措置を行うことができる目途があること
- これらの評価により海底ケーブルの敷設が可能かつ、長期信頼性を維持できると見込めるルートを選定することが不可欠となる。

ルート選定における技術的評価のポイント

今回は、水深300m以下のルート案を評価

Depth: 300m Over
※国内では500kVで水深約75mの実績がある。海外での実績も踏まえ既存技術の水準について確認が必要であるが、特に300mを超える場合には十分な評価が必要。

常にケーブルにテンションを掛けながら敷設するため、深度に応じた船の設計が必要になる。

敷設後も水深に応じて水圧に耐えるケーブル構造(強度等)が必要。

大深度では、敷設時のケーブル荷重が大きくなる。このため、ケーブルを軽量かつ強度を増す必要がある。

砂質

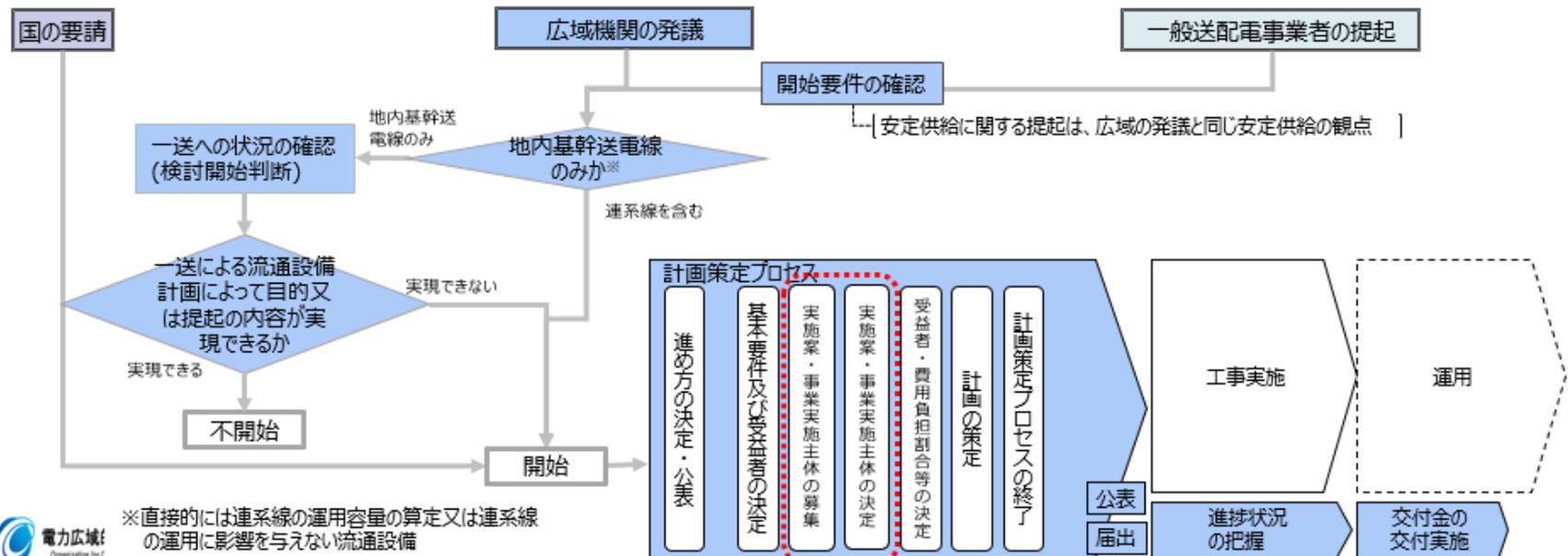
岩質

海底の地形が安定し、地質も硬質(岩質)を避け、軟質(砂質)であることが好ましい。水深の浅い沿岸部では、船舶の錨害等に対応するため、ケーブルの埋設や防護対策が必要になるなど、水深や底質に応じた工法等の検討が必要。

3. 計画策定プロセスとは

広域系統整備における**実施案や事業実施主体の重要性**

- 広域連系系統の増強計画（広域系統整備計画）の策定プロセスは、国の要請または広域機関の発議により、計画策定プロセスを開始する仕組みとしている。
- 一般的に地内系統であれば、具体的なルート、工法、これによる工期や費用など、各エリアの状況を熟知している一般送配電事業者が経験ある人員を割いた上で詳細な検討を行う。
- 連系線は、計画策定プロセスにおいて整備計画を策定することになるが、**実施案を作成し、かつ、それを責任をもって実行できる事業実施主体がプロジェクトの成否を大きく左右する。**
- 特に今回のような大規模な長距離海底直流送電は、これまでに国内での実績がなく、想定外の事故や工事の遅延などさまざまなリスクがある。このため、**事業実施主体がプロジェクトに参画可能となる計画**（基本要件の具体化）と、参画の判断ができる仕組み（リスク対応など）を丁寧に検討する必要がある。



海底ケーブルルートの実現性評価

- 第42回再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会などでの報告のとおり、海底ケーブルルートの選定にあたっては、敷設可能なルートがあることが大前提。
- また、事業実施主体がプロジェクトに参画を判断可能となる計画（基本要件）とすることが必要。
- 今回の作業会においては、一般送配電事業者および送電事業者の技術部門の参画のもと、海域机上調査の情報をもとに、海底ケーブルルートの一次評価を実施。
- 年明け以降に順次明らかとなる海域実地調査の結果を踏まえ、増強方策案として採用するケーブルルートを検討していく。

海域机上調査の情報を整理

・NEDO調査事業「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」をもとに北海道沖から新潟沖に至る約900kmの日本海側ルート案（300m以浅）について海域情報を整理。砂地埋設を採用できない場所について、課題を抽出。

一般送配電事業者および送電事業者の技術者を交えた評価

・一般送配電事業者および送電事業者の技術部門の参画のもと、海域机上調査の情報にもとづく課題と解決策を共有・確認

ケーブルメーカーへの確認

・ケーブルメーカーに課題解決策の実現性等を確認

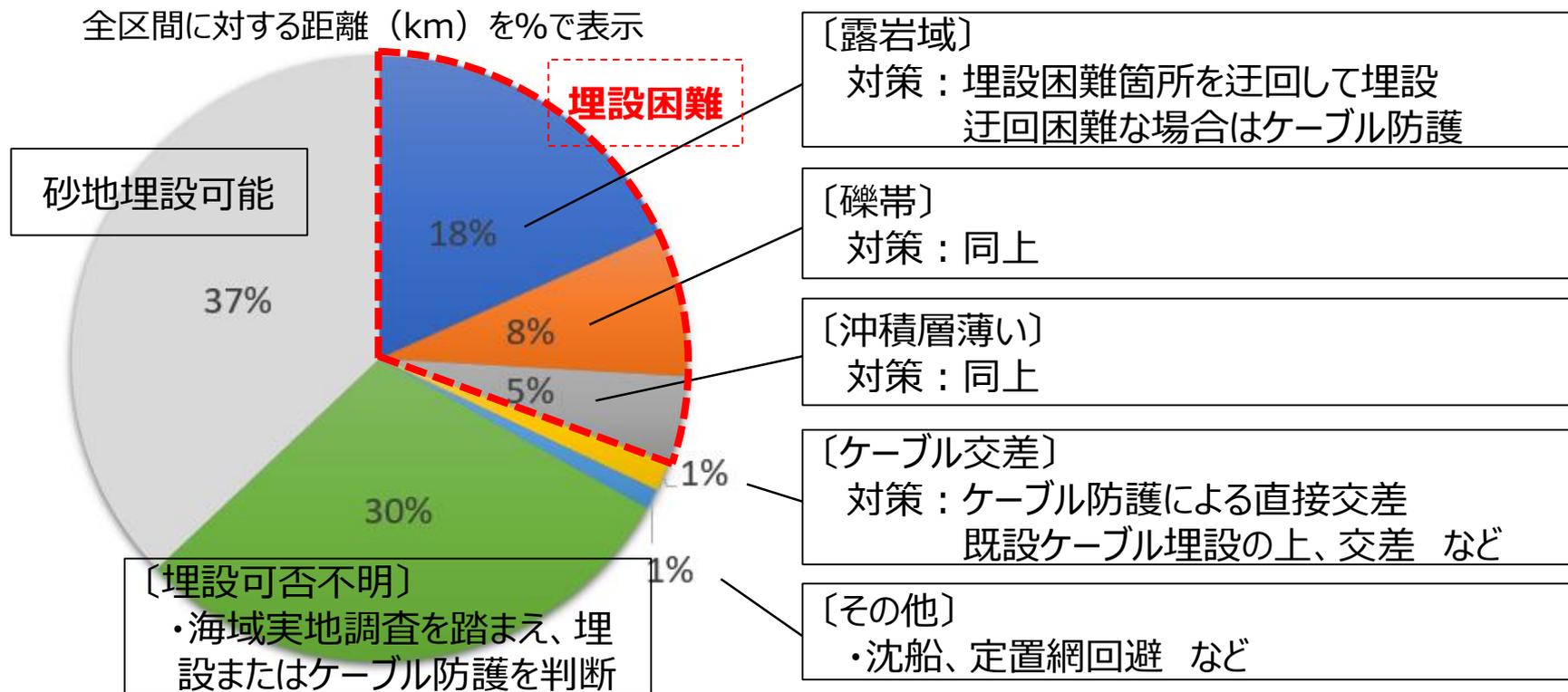
海域実地調査結果の結果を踏まえたケーブルルート検討

・海域実地調査結果を踏まえ、増強方策案として採用するケーブルルート案を検討

海底ケーブルルートの実現性評価

- 水深300m以浅のルート案において、現時点で技術的に敷設不可能と判断する箇所はないが、以下について留意が必要。
- ✓ 約900km※のルートのうち、迂回または防護措置が必要な区域が約260kmにおよぶ（不明分除く）。
- ✓ 埋設可否不明箇所を含め、海底の状況の詳細については、海域実地調査による確認が必要。
- ✓ 敷設可否を判断するにあたっては、先行利用者との関係に留意が必要。

※揚陸点付近は机上調査の対象外だったため、今回も対象外とした



〔地質〕

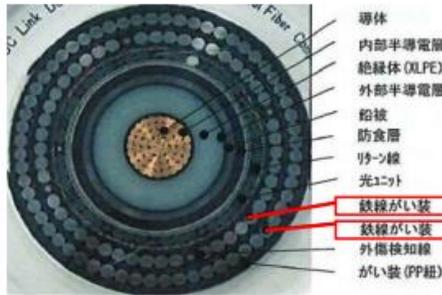
〔ケーブルの防護方法※〕

地質	説明	防護方法	説明
砂地	粒径0.0625mm～2mm(海上保安庁:水路測量業務準則)の砂が分布している場所	a.二重鉄線鎧装	海底ケーブルの外装部分に鉄線鎧装を二重に装備。通常の実地敷設工事と同じ手順となり、施工速度や工事進捗では下記b～dより有利。海域状況によっては経年により潮流や電食影響で鉄線が摩耗し防護効果が低下する恐れがあり、定期的な目視等で状態確認が望ましい。
露岩域	海底面に岩が分布(露出)している場所。堆積層は無いまたはあったとしても非常に薄いと思われる	b.鉄線鎧装+樹脂製防護管	海底ケーブルの鉄線鎧装の上に樹脂製の防護管を取付。敷設船上でケーブルに、順次、防護管を取り付けながら敷設。防護管取付手間の分、敷設速度が低下し、防護管無の区間に比べ工期は長く必要。防護管により鎧装鉄線の摩耗や劣化を抑制、及び、ある程度の外傷防止の効果も有。
礫帯	粒径2mm～256mm(海上保安庁:水路測量業務準則)の礫が分布している場所	c.鉄線鎧装+鑄鉄製防護管	海底ケーブルの鉄線鎧装の上に鑄鉄製の防護管を取付。ケーブル敷設後に、ダイバーが海底で防護管を取付。ケーブル敷設作業期間に加え、防護管取付期間が必要。ダイバーが作業可能な浅海部(概ね40mまでの水深)で適用可能。
沖積層薄	沖積層(最終氷河期以降に堆積した、比較的新しく柔らかい地層)が薄い。薄く分布している沖積層の下位層は場所によって異なる(岩の可能性もあり)	d.鉄線鎧装+碎石ネット(又は碎石)	ケーブル敷設後に、ケーブルルート上に碎石ネットを沈設し、ケーブルを防護。碎石ネットを作業船からクレーン等で吊り下ろして設置するため、非常に時間がかかる。長距離や広範囲適用には向かず、局所的適用が一般的。

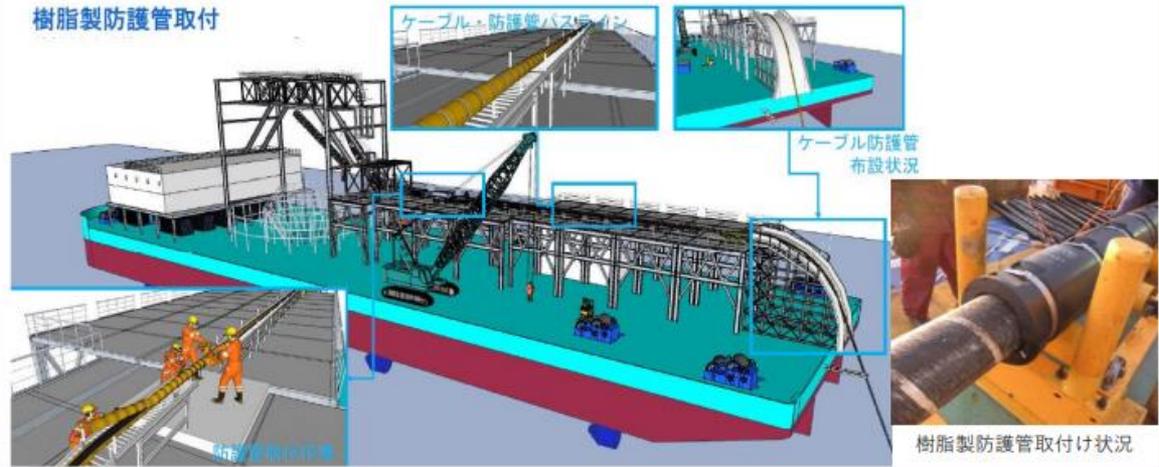
7) 敷設手法 (3/5)

■ ケーブルの防護方法 (埋設不可箇所)

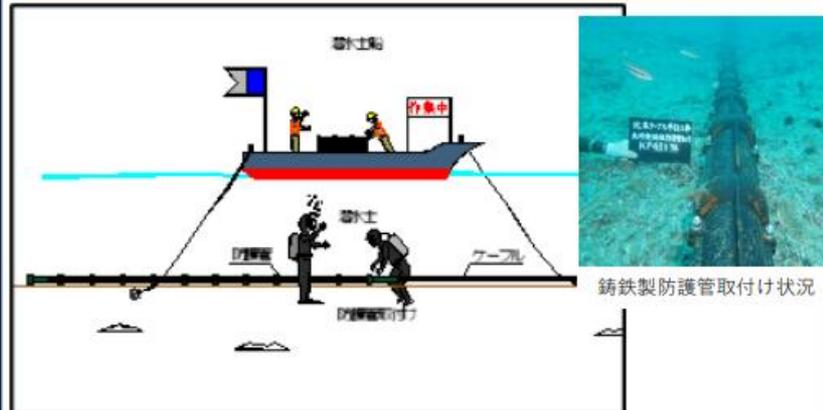
a. 二重鉄線鎧装



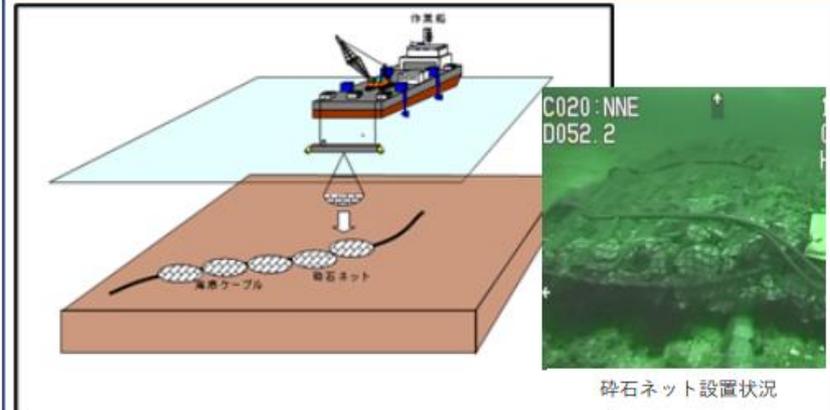
b. 二重鉄線鎧装 + 樹脂製防護管



c. 二重鉄線鎧装 + 鋳鉄製防護管



d. 二重鉄線鎧装 + 碎石ネット (又は碎石)



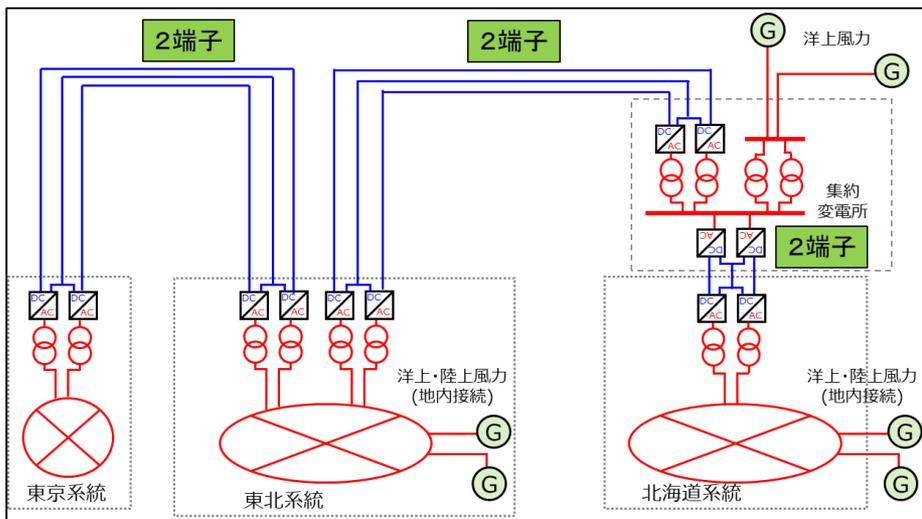
交直変換装置などの設備構成検討

- 設備構成案を抽出。一般送配電事業者および送電事業者の技術者の参画のもと、設備構成案の網羅性を確認。
- 変換器メーカーへのヒアリングにより、海外事例などを踏まえて、実現不可能な案がないことを確認。
- 今後の増強方策案の検討に併せて、設備構成案の検討を進めて行く。

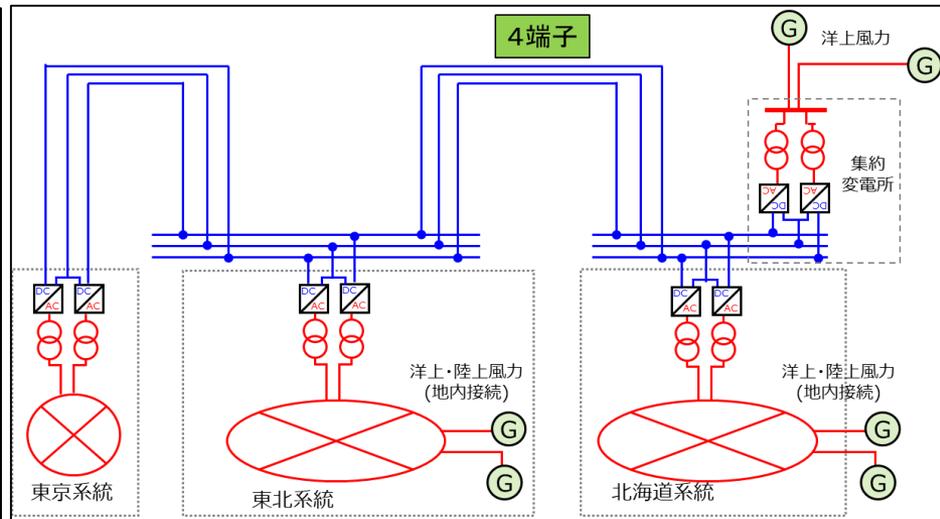
<検討課題例>

- ✓ 2端子、多端子構成の得失比較。多端子構成については、直流遮断器のコストや敷地面積、ケーブル系統における事故区間遮断の要否などの検討。
- ✓ 将来の拡張計画（マスタープランとの整合）

[代表的な設備構成（例）]



<例① 2端子構成>

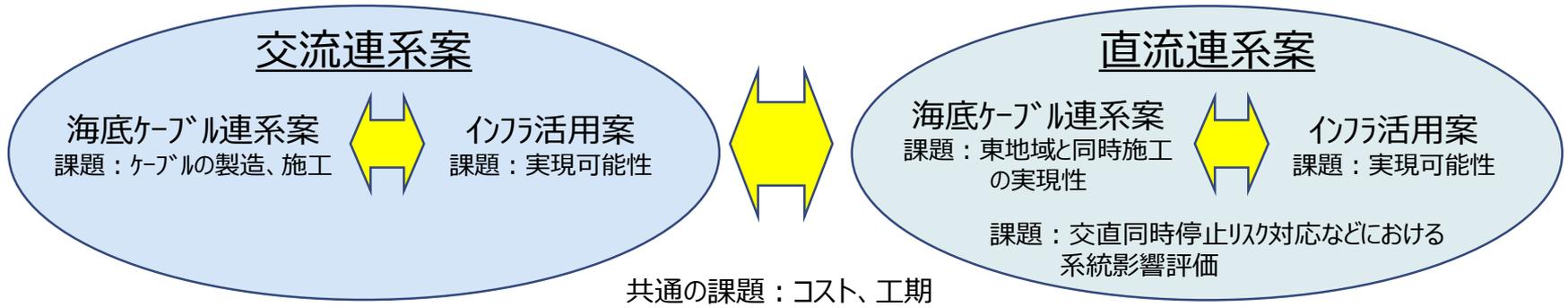


<例②多端子（4端子）構成>

- 作業会の実施状況：
第1回（10/3）、第2回（10/28）、第3回（11/29）
（作業部会も並行して適宜実施）
- 本作業会で検討を進めている、関門連系線、中部関西間連系線、中地域交流ルートに関する検討状況を報告。
- 特に関門連系線に関しては、交流連系案の他、直流連系案についても検討を着手しており、東地域における検討とも知見を共有しながら検討を進めているところ。
- また、中地域交流ルートに関しては、2023年度から着手が必要な工事があることを踏まえ、工事内容の確認と並行して、整備計画に基づく工事が実施できるよう、検討の加速化を進めてまいります。

関門連系線

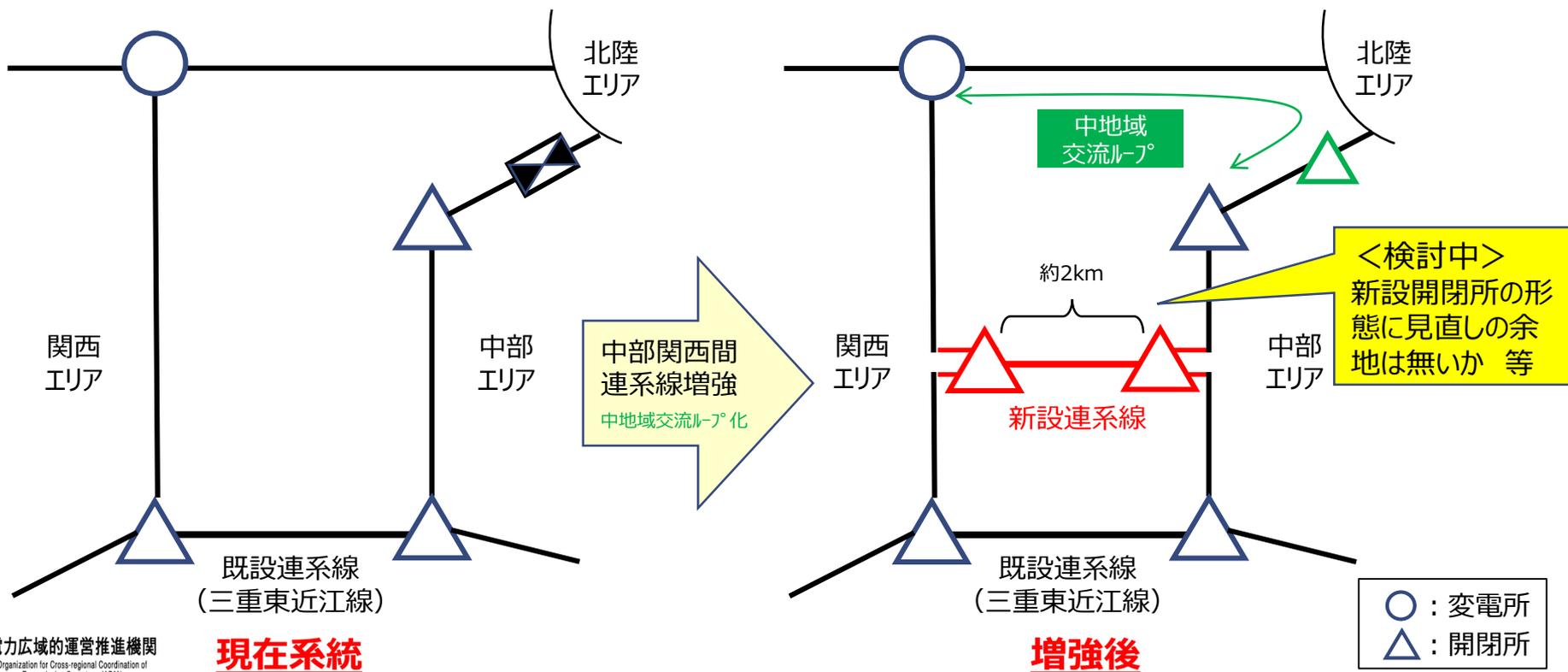
- 作業会では、技術的課題を確認しながら交流海底ケーブル連系について検討を進めるとともに、海底ケーブル連系の代替案として、道路・鉄道などのインフラを活用したケーブル敷設案についても、国の協力のもと、検討を進めているところ。
- また、これら交流連系案の検討と並行して、直流連系案についても検討を着手しており、東地域における検討とも知見を共有しながら検討を進めている。この中で、直流連系固有の課題（既設関門連系線と直流設備の同時停止リスク対応などにおける系統影響評価）についても検討していく方針。
- 最終的には、これら交流連系案・直流連系案を、便益・コスト等を踏まえ比較評価していく方針。



注) 代表的な課題を記載

中部関西間連系線

- 現在の工事計画を確認し、中部PG・関西送配電にて500kV開閉所をそれぞれ設置する計画となっている点について、見直しの可能性を確認中。
- また、後述の中地域交流ループなど、系統状況の変化に伴う対策の見直しの要否等を確認しており、一部短絡容量対策の追加等が必要となる見込みであることから、引き続き精査を進める。



中地域交流ループ

- 本件については、既設BTBの装置保守期限が迫っていることを踏まえ、第60回広域系統整備委員会（2022年4月8日）において、2026年度当初の運開を目指す上で、2022年度から着手が必要な工事の先行着手についてご承認頂き、電磁誘導対策について着手しているところ。
- 同様に2023年度からは、給電システム改修に向けた事前調査やINV負荷遮断装置設置工事等に先行着手が必要であり（次頁参照）、現在、その工事内容等について確認しているところ。

03 | 一部工事を先行着手した場合の運用開始時期

第60回広域系統整備委員会資料1-2抜粋

- 計画策定プロセスは標準的には2年程度要するため、制御保護装置の故障に伴う南福光BTBの長期停止リスクを低減する観点から、**同プロセスに並行して一部の工事を先行的に着手していくことが望ましい。**
- 特に、制御保護装置の保守期限を見据え、最短期で運用開始するためには、**本年4月より電磁誘導対策に着手する必要がある**（システム改修等は今後の進捗により、別途先行着手の必要性をご判断いただきたい）。

	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
広域機関			策定				
広域系統整備計画	計画策定プロセス		○				
コスト検証小委			必要に応じ				
一般送配電			電磁誘導対策				
広域系統整備策定後に工事着手するケース				システム改修等			○
				短地絡容量対策			
計画策定プロセスと並行して一部を先行着手するケース	電磁誘導対策			システム改修等			●
				短地絡容量対策			
主な制御保護装置の保守期限超過				故障時は確保した代替部品で対応。 (部品が不足すると長期停止となるリスク)			

中西地域作業会の検討状況について

中地域交流ループ

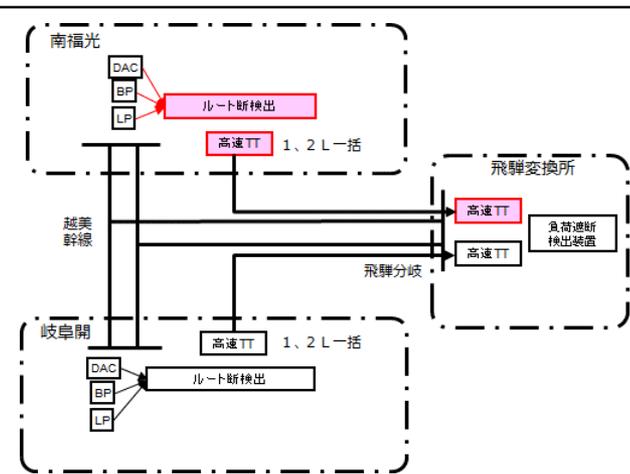
中地域交流ループ実現に必要な工事（一覧）

 2022年度に着手済み

 2023年度の着手要

工事	概要
電磁誘導対策	交流ループ化に伴う地絡電流増加に対する通信設備対策工事（通信事業者による補償金工事）
給電システム改修	交流ループ化に伴う給電システム改修工事など 給電システム改修、通信回線増設、広域需給調整システム改修
安定化装置改造	既設安定化装置改造
短地絡容量対策	交流ループ化に伴う短地絡電流増加に対する開閉器類の遮断能力の向上
INV負荷遮断検出装置設置等	交流ループ化に伴い、飛驒変換所の安定運転解析ならびに飛驒変換所向けのINV負荷遮断装置を南福光端にも設置

- （参考）INV負荷遮断検出装置設置等の工事概要
南福光端が交流連系となることに伴い、飛驒変換所が交流系統と分離となるルート断故障点として、南福光端を追加する。
- ・検出装置を南福光側に設置
 - ・南福光～飛驒変換所間の通信工事を実施

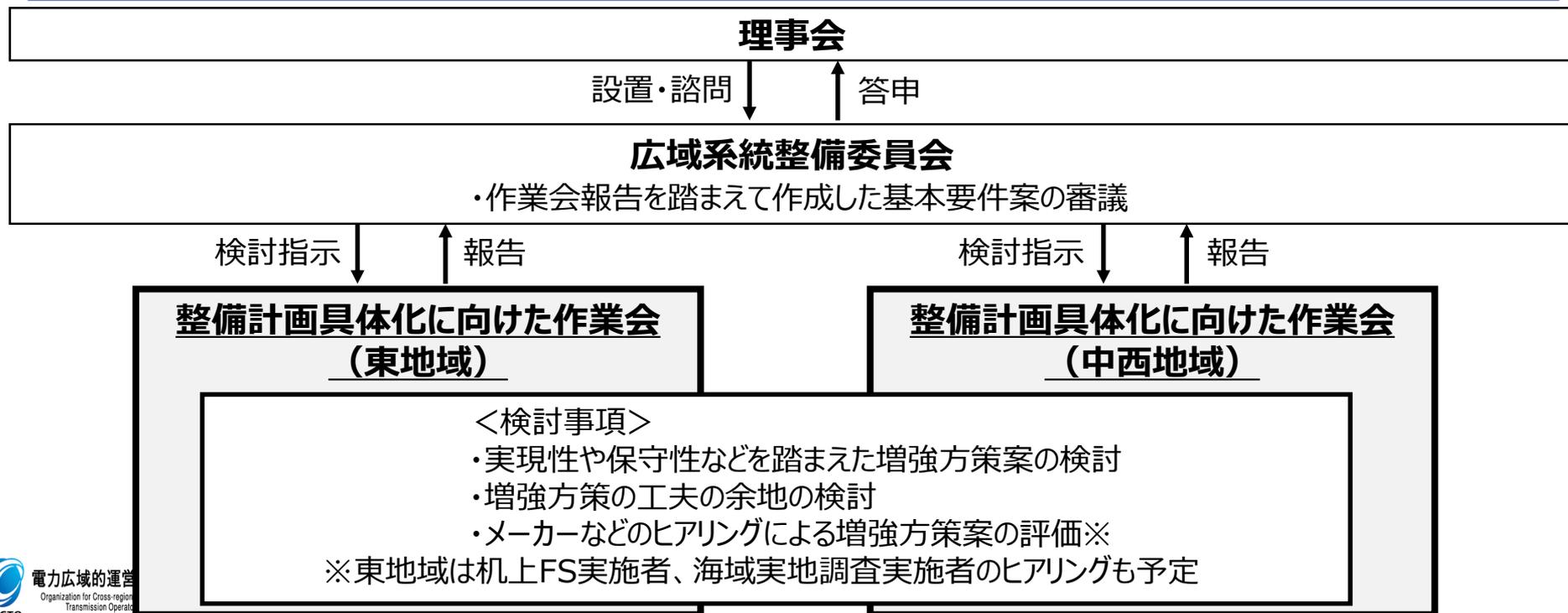


中地域交流ループ

- この中地域交流ループに関しては、以下のような特徴も踏まえた上で、これら工事内容の確認等に目途がたち次第、整備計画に基づく工事が実施できるよう、すみやかに準備を進めてまいりたい（工事内容が確定次第、本委員会であらためて方向性・内容等についてご審議いただく）。
- ✓ 既設BTBの装置保守期限が控えており、安定供給維持の面からも保守期限の前に交流ループ化を実現することが望ましいこと。
- ✓ かかるコストに対し運用容量拡大効果が大きいことから、足元でも費用便益が十分期待できること。
- ✓ 必要な対策を行うことを前提に、直流連系から交流連系の広域的な交流ループへ地域間運用を見直すことで、地域間連系線の運用容量向上を可能とするものであり、事業実施主体は、既設設備を運用する中部PG、北陸送配電、関西送配電の3社となることが自明であること。
- ✓ 足元で着手が必要な工事は主に既設設備に係る工事であり、既設設備のメーカーによる施工が合理的であること。

- 前頁に例示した技術課題を検討する場として、本委員会の下部に作業会を設置し、基本要件の基となる実現性の高い増強方策案を検討することとしたいが如何か。

作業会の名称案	整備計画具体化に向けた作業会（東地域・中西地域）
実施事項	6スライドに例示した技術課題の検討、実現性の高い増強方策案の検討、広域系統整備委員会への報告
情報の取り扱い	機微な情報を扱うため、参加者に守秘義務を課し、議事は原則として非公開
開催期間	2022年9月～基本要件策定まで（基本要件策定時点で継続要否を判断）



- 作業会のメンバーは、流通設備の整備に関して、工事、保守、既設系統の影響評価などを考慮した具体的な検討を行うため、増強する連系線の接続先となる流通設備所有者であり、かつ、送電事業を通じた技術的知見のある一般送配電事業者・送電事業者としたい。(第62回広域系統整備委員会(2022年7月22日)にて、送配電業務指針31条に基づき協力要請を行った事業者)
- 特に東地域の作業会では、海域机上調査や実地調査の内容を確認しながら、課題整理・検討を行っていくこととし、海域机上調査および実地調査の実施者にはオブザーバーとしての参加を要請することとしたい。
- 海底ケーブル敷設や変換器の技術的課題(多端子技術の開発動向など)を確認する場合は、必要に応じケーブルメーカーや変換器メーカーの臨時オブザーバ参加を求める(メーカー同士の同時参加回避を考慮し、臨時オブザーバとしての参加を想定※)。

**整備計画具体化に向けた作業会
(東地域)**

【メンバー】

- ・北海道電力NW
- ・東北電力NW
- ・東京電力PG
- ・電源開発送変電

【事務局】

- ・広域機関

【オブザーバー】

- ・経産省
- ・送配電網協議会
- ・NEDO
- ・メーカー※

**整備計画具体化に向けた作業会
(中西地域)**

【メンバー】

- ・中部電力PG
- ・北陸電力送配電
- ・関西電力送配電
- ・中国電力NW
- ・四国電力送配電
- ・九州電力送配電
- ・電源開発送変電

【事務局】

- ・広域機関

【オブザーバー】

- ・経産省
- ・送配電網協議会
- ・メーカー※

(第63回 広域系統整備委員会資料)

- 再エネ大量導入小委にて報告されている課題のうち、技術的な課題となる③～⑤を主な検討対象とする。なお、②については、基本要件策定に向けた工事費算出に必要な事項などの確認を予定。

主な課題 ※1	主な検討事項	当面の検討 ※2
①事業実施主体等	<ul style="list-style-type: none"> ・実施主体の組成 ・ファイナンス、費用回収 	エネ庁
②先行利用者との関係等	<ul style="list-style-type: none"> ・先行利用者等の特定 ・海域の実地調査等 	エネ庁
③ケーブルの敷設方法等	<ul style="list-style-type: none"> ・ケーブルの敷設方法等 ・メンテナンス手法の検討等 	エネ庁
④既存系統への影響評価等	<ul style="list-style-type: none"> ・地内系統への影響 ・地内発電機への影響等 	一般送配電事業者 ※3
⑤敷設ルート・設備構成等	<ul style="list-style-type: none"> ・②、③等を踏まえたコスト等の検討 ・再エネポテンシャルの整理 (※) ・費用便益評価等 	電力広域機関 (※) エネ庁とも連携

※1：主な課題を例示。他に追加的な課題があればあわせて検討を行う。

※2：計画策定プロセス開始後は、電力広域機関（広域系統整備委員会）を中心に検討 ※3：エネ庁等から示す一定の前提条件を踏まえて検討