

# 中西地域の広域連系系統に係る計画策定プロセス － 中西地域作業会の検討状況 －

2023年11月10日

広域系統整備委員会事務局

- 中西地域の計画策定プロセスは、国からの要請に基づき、2022年7月より、中地域増強（中地域交流ループ＋中部関西間第二連系線整備）および関門連系線増強について、作業会にて増強方策等の検討を進め、逐次、本委員会にて検討状況をご説明してきた。
- 今回は、以下の具体的な検討結果および今後の進め方について、ご確認いただきたい。
  - ・ 中部関西間第二連系線整備の工期他・・・ [中地域増強]
  - ・ 関門連系線増強の送電ルート・・・ [西地域増強]
  - ・ 今後の進め方

1. 中部関西間第二連系線整備の工期他・・・〔中地域増強〕
2. 関門連系線増強の送電ルート・・・〔西地域増強〕
3. 今後の進め方

- 中地域増強は、**中地域交流ループ**および**中部関西間第二連系線整備**によって、**中地域全体の運用容量の拡大を図る方針**をこれまで確認いただいている。
- このうち、中地域交流ループについては、第66回広域系統整備委員会にて、南福光BTB装置の保守期限を踏まえ、既設設備の運用変更による対策を行うものとして、工事内容・工事費等（工事費：80億円程度、工期：4年程度）を確認のうえ、設備を保有する中地域3社が工事内容を精査しながら、2026年度の工事完了を目指して、工事を進めていくこととしている。
- また、中部関西間第二連系線整備については、第68回広域系統整備委員会で、工事費・工期（工事費：439億円程度、工期：6.5年程度）を確認し、設計・施工の中で工事費等の更なる精査をすることとした。今回、**早期運開について検討したので、ご確認いただきたい。**

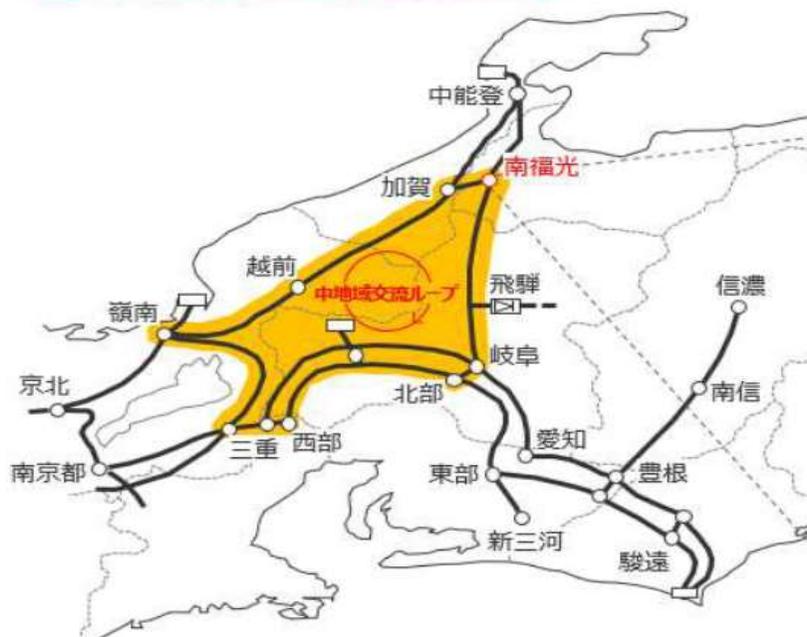
## (参考) 中地域増強 (中地域交流ループ構成)

#60広域系統整備委 資料1-2  
(2022/4/8)

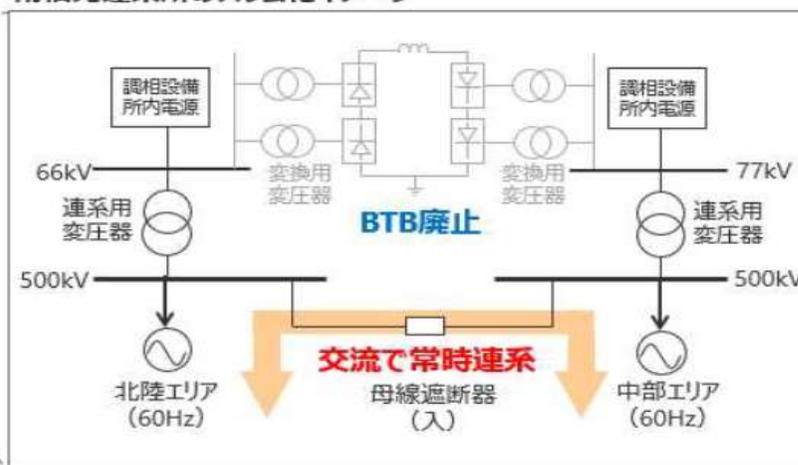
30

第8回 広域連系系統のマスタープラン及び系統利用ルールの在り方等に関する検討委員会 (2021年3月25日) 資料2

- 南福光連系所は、中部と北陸それぞれの500kV母線が母線遮断器を介して接続しており、現状は広域的な交流ループが形成されない作業時や系統故障時などに限り、同遮断器を投入して交流連系する。
- これを常時交流連系し、広域的な交流ループを形成する場合、電磁誘導対策や遮断器の遮断容量増加、システムの改修等が生じるものの、**対策費用は数十億円程度**となる。
- また、地域間連系線においてループ系統が構成されるため、**N-2故障時における供給信頼度の向上や運用容量の増加などの面でメリットがある。**



南福光連系所のスリム化イメージ



14

## 1. 中地域交流ループの工事内容等について 今後の進め方

#66広域系統整備委 資料2  
(2023/2/14)

11

- 中地域交流ループについては、**既設BTBの装置保守期限を踏まえ、既設設備の運用変更による対策を行うもの**であり、大規模な送変電工事を伴うものではない。**既設設備を所有する中地域3社（中部PG、北陸送配電、関西送配電）**が工事内容を精査しながら進めており、工事を実施する上での技術的課題も特に認められないところ。
- このため、引き続き**中地域3社による工事の実施が合理的**であると考えられ、中地域3社の了解のもと、**本確認内容を前提として、2026年度当初の交流ループ化の実現を目指し工事を進めて行く。**
- なお、この中地域交流ループについては、**現在検討中である中部関西間連系線増強を含めた中地域全体の整備計画の中で考慮していく。**

## 2. 中部関西間連系線の検討状況等について

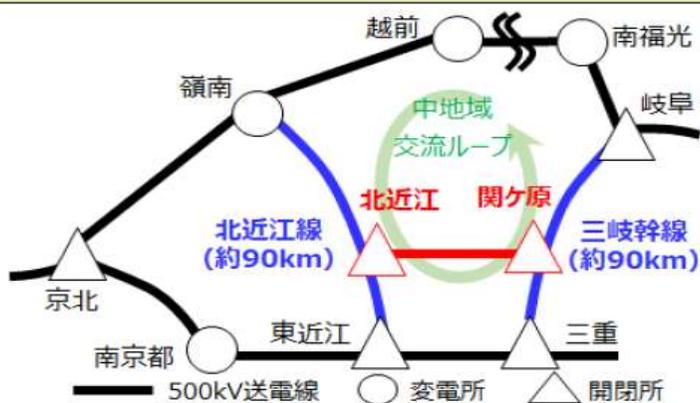
中西地域における整備計画具体化に向けた作業会における確認状況  
現行計画の評価結果 (概要)

#68広域系統整備委 資料1  
(2023/5/26)

15

### 【現行計画の合理性確認】第二連系線整備による各種効果について

- 中地域の運用容量は、中地域交流ループにより一定程度拡大するものの、同期安定性確保の面で運用容量の拡大は限定的。中地域交流ループに加えて中部関西間連系線増強を行うことで、中地域全体の運用容量の更なる拡大が期待できる見込み。
- ✓ 現行計画の増強により、中部関西間の運用容量を約600万kWに拡大した場合でも、過酷故障事象（N-4故障）に対する中地域の系統安定度が維持可能。中地域の系統連系強化に寄与する。
- ✓ あわせて現行計画は、両社地内系統の信頼度向上（故障時・作業停止区間の局限化）にも資する。



#### 工事内容

- 北近江開閉所, 関ヶ原開閉所新設
- 関ヶ原北近江線新設 (第二連系線)
- 北近江線, 三岐幹線引込変更工事 (n引込) 他

\*1 三重東近江線の運用容量

\*2 中部フェンス・関西フェンス運用容量の現時点での暫定値 (現在、詳細を検討中。なお、中地域増強による3エリアの多地点ループ化に伴い潮流の流れ方も複雑化することが想定されるため、適切な潮流管理にむけた対応についても継続して検討していく)

#### 容量面 (夏季重負荷期断面)

	現状	交流ループ + 第二連系
関西⇒中部	約250万kW*1	約600万kW*2
中部⇒関西	約110万kW*1	約600万kW*2

#### 系統安定度面 (夏季重負荷期断面)

- 第二連系線についてブラックアウト定期検証における過酷故障事象である送電線4回線同時故障 (N-4故障) に対し同期安定性等に問題なし。

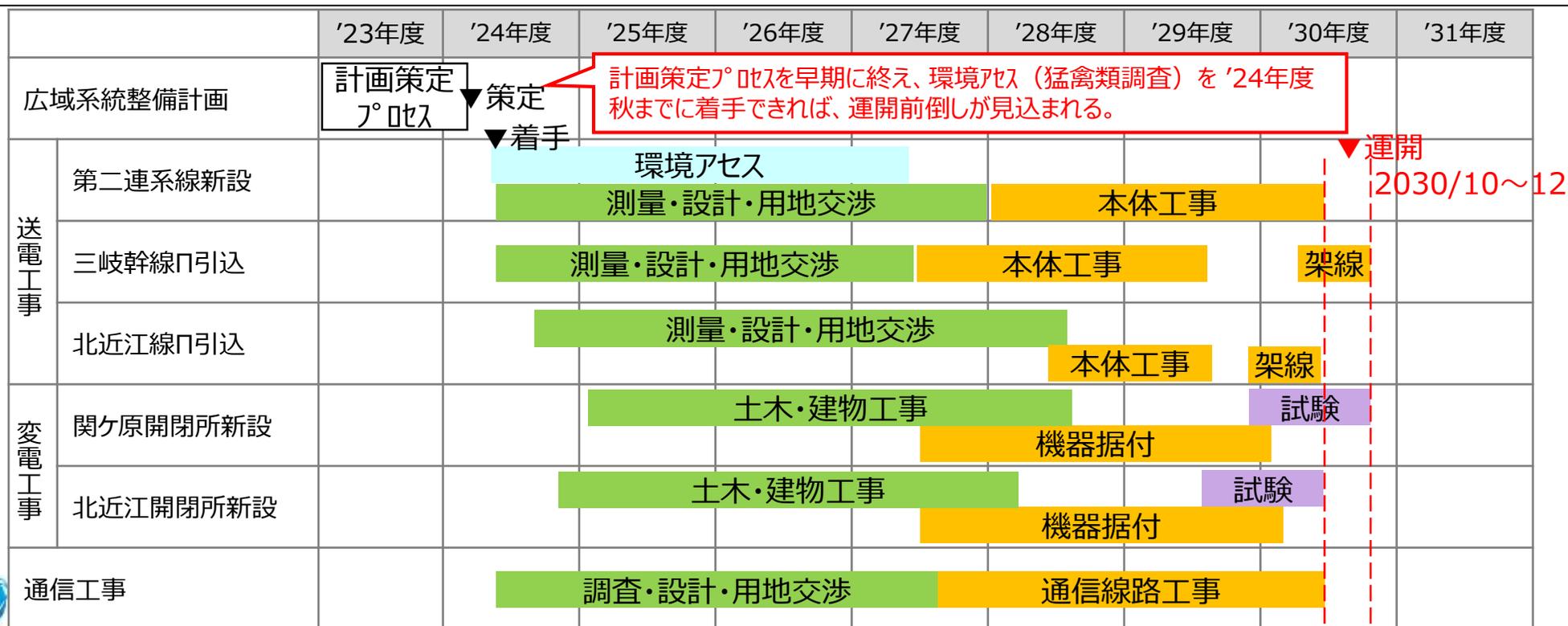
#### 系統信頼度面

- 北近江線および三岐幹線のような長距離送電線に対し、中間に開閉所を新設することで線路が分割され、故障区間・作業停止区間の局限化が図られる。

系統増強	項目	報告内容	報告
中部関西間 第二連系線	工事概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 500kV北近江開閉所、関ヶ原開閉所新設</li> <li>✓ 関ヶ原北近江線新設</li> <li>✓ 北近江線、三岐幹線引込変更工事（n引込）他</li> </ul>	・第68回整備委
	増強効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 中地域全体の運用容量の拡大効果</li> <li>✓ 過酷故障事故(N-4事故)に対する中地域の系統連系強化</li> <li>✓ 中部・関西地内系統の信頼度向上（故障時・作業停止区間の局限化）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第65回整備委</li> <li>・第68回整備委</li> </ul>
	工事費	<b>概算439億円</b>	・第68回整備委
	工期	<b>6.5年程度</b>	・第68回整備委
中地域 交流ループ	工事概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 電磁誘導対策</li> <li>✓ 安定化装置改造</li> <li>✓ 短地絡容量対策 他</li> </ul>	・第65回整備委
	増強効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 南福光BTBの保守リスク解消</li> <li>✓ N-2事故時の供給信頼度向上</li> <li>✓ 運用容量拡大効果</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第60回整備委</li> <li>・第65回整備委</li> </ul>
	工事費	<b>80億円</b> ※南福光BTBの撤去工事が別途必要。	・第66回整備委
	工期	<b>最短で約4年程度</b>	・第66回整備委

# 1. 中部関西間第二連系線整備の工期他について

- 中部関西間第二連系線の運開時期（工期6.5年程度）については、冬期工事中断や環境アセスの着手時期、停止調整等による影響が懸念されている。
- 一方で、当該工事は既設500kV基幹系統を保有する**中部電力PG・関西電力送配電が事業実施主体となる**ことが合理的なことから、計画策定プロセスのうち「**事業実施主体の募集**」の省略が可能。また、**環境アセス実施に向けた準備の工夫等により運開までの期間短縮の余地もある。**
- **環境アセスを2024年度秋までに現地着手できれば、本体工事の1シーズン前倒しが可能となり、2030年10～12月までの運開とできる見込み。**引き続き、可能な限り早期運開に向けて検討する。



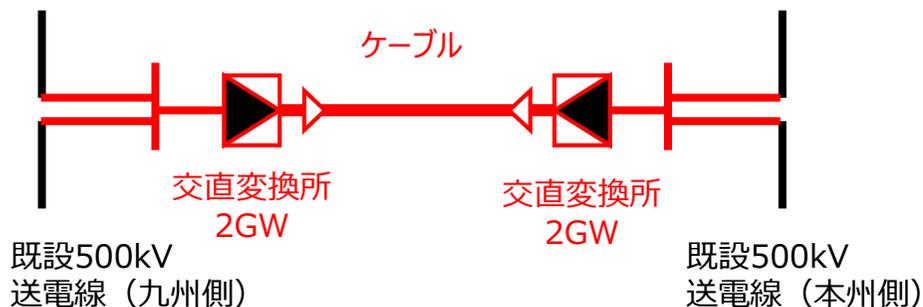
# 1. 中部関西間第二連系線整備の工期他について 今後の進め方

- 中部関西間第二連系線について、今後、費用便益評価・基本要件の内容など速やかに検討を進め、早期の運開を目指す。
- 中地域増強による受益の範囲については、中部関西間第二連系線整備による便益はもとより、交流ループに以下などの便益があることを踏まえ、今後、整理していく。
  - ✓ 南福光BTBの設備更新の代替であること [設備スリム化受益]
  - ✓ 交流ループにより供給信頼度が向上すること [信頼度向上受益]
  - ✓ 3社間の運用容量拡大により広域的取引の活性化効果があること [広域的取引による便益]

1. 中部関西間第二連系線整備の工期他・・・ [中地域増強]
2. 関門連系線増強の送電ルート・・・ [西地域増強]
3. 今後の進め方

- 関門連系線増強について、海峡周辺は市街化区域であり架空線ルート確保が難しいことから、これまで交流連系での海底ケーブル連系・インフラ活用および直流連系について比較してきた。
- 交流連系については、海底ケーブル連系はケーブル製造・工事面で実現性に課題があること、インフラ活用は必要となるケーブル条数の敷設が可能な空間・耐荷重等を確保できるかが課題であることを確認している。  
一方、**直流連系はケーブル製造・工事面での課題はなく、交流よりもケーブルの条数が少ないことから、海底ケーブル連系・インフラ活用において有利であること等**を確認している。  
〔第68回広域系統整備委員会〕
- 今回、関門連系線増強を直流連系で行う場合の**海底ケーブルルートとインフラ活用ルート**を比較したため、**ご確認いただきたい。**

### 【関門連系線増強（直流）のイメージ】



- ・直流連系においては、海底ケーブル連系・インフラ活用、いずれも既設系統から交直変換所・ケーブルを介して連系。
- ・海底ケーブル連系とインフラ活用の変電所間の送電ルートについて、比較。



## 1. 関門連系線の検討状況等について

#68広域系統整備委 資料1  
(2023/5/26)

5

- 関門連系線について、交流連系においては海底ケーブル連系の他、その代替となり得るインフラ活用などの可能性を確認するとともに、直流連系を想定した場合の技術的課題に関し確認してきた。現時点でのこれらの確認状況は下記のとおり。

### ○ 交流連系案

- ✓ 500kV級の交流の長距離海底ケーブルによる交流連系の実現には、大容量の交流長距離海底ケーブル特有の課題対応に向け技術開発が必要であるが、現時点では、これらを考慮した交流の長距離海底ケーブルの製造・工事は困難※1。
- ※1 物量が期待できないため、500kV級の大容量の交流長距離海底ケーブルの製造・工事を行っていないことから、本案を採用するには新たな設備投資・技術開発が必要となる。
- ✓ 代替としてインフラ活用によるケーブル布設が考えられるが、必要なケーブル条数（+280万kW規模の増強で18条注）に応じた空間・耐荷重等を確保できるか等の課題について検討が必要。

### ○ 直流連系案

- ✓ 万が一の過酷ケースとして、既設関門連系線ルート事故による直流連系ルート停止（交直同時停止）による中国～九州間の連系分断を想定した系統影響評価を実施。  
〔九州地内〕大規模な供給力余剰に対し、系統安定化装置の開発等により、技術的に対応可能な見込み。※2  
〔中国以東〕大規模な供給力喪失状況下でも、全域のブラックアウトは回避できる見込み（ただし、大規模な供給力喪失への対応が必要であり、その対応のあり方について別途整理が必要）。
- ※2 詳細に関しては、HVDC再起動不可の発現リスクや、PCS応動調査等を踏まえて別途評価が必要
- ✓ なお、直流連系の場合、既設関門連系線の主たる運用制約要因である周波数制約自体の解消は困難であり、運用容量拡大効果は交流連系には劣るとの特徴あり（交流連系の場合、設備容量2ルート分の運用容量への拡大効果が期待できるものの、直流連系の場合、既設関門の運用容量+直流設備容量相当の拡大効果にとどまる）。
- ✓ ケーブル条数は交流に比べると少なく済むため（+200万W規模の増強で3条注）、その場合のインフラ活用の可能性について検討が必要。

注) 布設条件等によって変わる可能性あり

## 1. 関門連系線の検討状況等について

#68広域系統整備委 資料1  
(2023/5/26)

10

- 現時点で交流連系のうち500kV級の長距離海底ケーブルによる連系は、製造・工事面から実現には課題。そのため、海底ケーブルによる連系を行う場合、直流連系による案が有力と考えられる。
- この際、直流連系に関し工事内容・工事費等の検討を深める中では、マスタープランで示された規模（2GW前後の双極構成）の他、段階的な整備（例えば、いったん1GW前後の単極構成を構築し、将来2GWに拡張する対応）も意識した検討を行っていく。
- また、インフラ活用による連系に関しても、必要な空間等が確保可能かの検討を進めるが、交流に比べてケーブルの条数が少なく済む直流ケーブルの方が、必要な空間等の確保面で有利と考えられる。
- このため、関門連系線増強に関しては、今後は直流連系を有力な選択肢として、検討をさらに加速化していくこととしたい。

- 海底ケーブルルートは、NEDO成果報告書の海底ケーブルルート選定における基本条件を参考に、関門海峡周辺の状態を鑑み、ルート案を選定した。[2021年度NEDO成果報告書「多用途多端子直流送電システムの基盤技術開発/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」]
- 海峡横断部は阿南紀北連系線と同等の最大水深70m程度、海底質は砂質となっている。ルート確保に大きな障害は確認されていないが、一部に露岩域、大型船舶が頻繁に航行する海域、または大規模な洋上風力が計画されている海域があること等から、ケーブルの設備信頼度や保守面を考慮し、ルート選定することが求められる。
- これらの条件を踏まえると、海底ケーブル亘長としては、40～55km程度となる見込み。実施案検討以降において、引き続き、ルートを精査していく。

【ルート選定の基本的条件（2021年度NEDO成果報告書より抜粋）】

- ① ルート全体が短くなること
- ② 海底が比較的平坦であること
- ③ 埋設可能な地質（砂、シルト質）が望ましく、露岩域は敷設後にケーブルに損傷が発生する恐れがあることから、なるべく回避
- ④ 先行利用（漁業権区域、軍事訓練地域、工作物等）が少ないこと（定置網や養殖範囲を外す）
- ⑤ 漁礁や沈船等の障害物は回避
- ⑥ 大型船舶が頻繁に航行する海域は、投錨によるケーブル損傷の可能性や、工事時の調整が必要となることからなるべく回避
- ⑦ 自然災害による影響を可能な限り低減する観点で、活断層、海底火山等を避けたルートとする

- インフラ活用ルートについて、関門海峡横断の橋梁・トンネルへのケーブル敷設は、いずれも**建築限界内（法規制）**となることや狭隘であること等により、**実現性に乏しい**。
- また、敷設が可能と仮定しても、既設500kV系統からインフラまでは市街地を経過する**架空50～60km+地中30～40kmの長距離送電**となる。そのため、比較的敷設が容易な海底ケーブル案（50km程度）よりも工事費は高額となる見込み（工事費は1.5倍～2倍程度と想定）。

### <検討したインフラ>

インフラ	敷設の形態	インフラまでの送電線整備	評価
関門橋（関門自動車道）	橋梁添架 1km程度	架空64km 地中45km	・橋梁の設計耐加重を超過している可能性大
関門国道トンネル（国道2号線）	トンネル内敷設 4km程度	架空64km 地中42km	・車道部、人道部ともに狭隘または法規制により、敷設不可
関門鉄道トンネル（山陽本線）	トンネル内敷設 4km程度	架空55km 地中44km	・トンネル内、作業抗は法規制や狭隘のため、敷設不可
新関門トンネル（山陽新幹線）	トンネル内敷設 4km程度	架空61km 地中31km	・トンネル内は法規制により敷設不可

- ・車道部：構造物を設置できない建築限界の範囲内でありケーブル敷設不可（道路法第30条及び道路構造令第12条）。
- ・人道部：35kVを超過する電力ケーブルの敷設は不可（電気設備の技術基準解釈第126条第3項）
- ・排気ダクト・送気ダクト：狭隘で敷設スペースなし。



例.関門国道トンネル

（出典：NEXCO西日本ホームページ）

### 今後の進め方

- 今回、関門連系線増強を直流で行う場合について、海底ケーブルルートとインフラ活用ルートの検討結果を整理した。
- その結果、海底ケーブルルートについては、海峡横断部では露岩域等に対して埋設・防護・迂回が必要となる見込みだが、ルート確保に大きな障害は確認されていない。
- 一方、インフラ活用ルートについては、橋梁やトンネルにおいて道路法等の規制や狭隘等の制約があり、ケーブル敷設の実現性は乏しいことを確認した。

さらに、既設500kV系統からインフラまで市街化区域経過が必要となり、長距離の架空線・地中線での連系となることから、工事費においても、海底ケーブルルートよりも劣後する見込みであることを確認した。

- このため、**関門連系線増強は、実現可能性や工事費で優位な直流海底ケーブル連系を基本とし、引き続き、工事費・工期の精査を進めていく。**

1. 中部関西間第二連系線整備の工期他・・・ [中地域増強]
2. 関門連系線増強の送電ルート・・・ [西地域増強]
3. 今後の進め方

### 3. 今後の進め方について

- 中地域増強のうち中部関西間第二連系線整備については、費用便益評価や基本要件決定を早期に進めるとともに、事業実施主体による環境アセス実施に向けた自治体との事前調整や社内手続きなど、可能な範囲で先行して準備を進めることについて検討する。
- 関門連系線増強については、引き続き、設備構成、工事費、費用便益評価等の検討・精査を進め、年度内目途での基本要件決定を目指す。

#### ■ 今後のスケジュール（案）

	'23年度							'24年度
	9	10	11	12	1	2	3	
広域系統整備委員会	★70回		★71回	★72回 ★73回	★74回	★75回	★76回	
中西地域作業会	▼9/19	▼10/13	(今後、開催時期を調整)					
中部関西間第二連系線 +	工事概要の確認・精査	増強方策案とりまとめ (工期・工事費等)	基本要件・受益範囲の決定		実施案の募集・評価・決定			工事着手
中地域交流ループ	工事概要精査	費用便益評価	整備計画の策定					
	工事先行着手							
関門連系線増強	直流通系の工事の確認・精査 (海底ルート検討・交直変換器検討)		増強方策案とりまとめ (工期・工事費等)		基本要件・受益範囲の決定			実施主体・案の募集・評価・決定 整備計画の策定
	インフラ活用検討							
	地内系統増強		費用便益評価					

## 4. 整備計画具体化に向けた作業会の実施状況（報告） 各作業会の主な議題を報告

第7回 中西地域作業会（7/21）

第8回 中西地域作業会（8/29）

第9回 中西地域作業会（9/19）

**第10回 中西地域作業会（10/13）**

（西地域作業部会と合同開催）

- ・関門連系線増強（直流海底ケーブル連系案）の検討  
状況の共有について

など