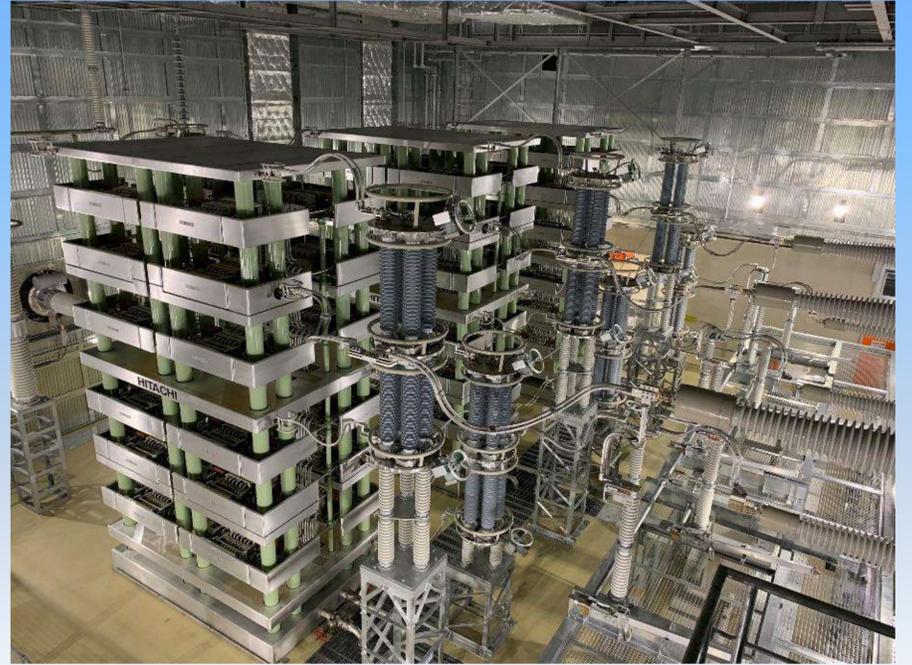




中部電力パワーグリッド

東京中部間連系

飛騨変換所の建設について

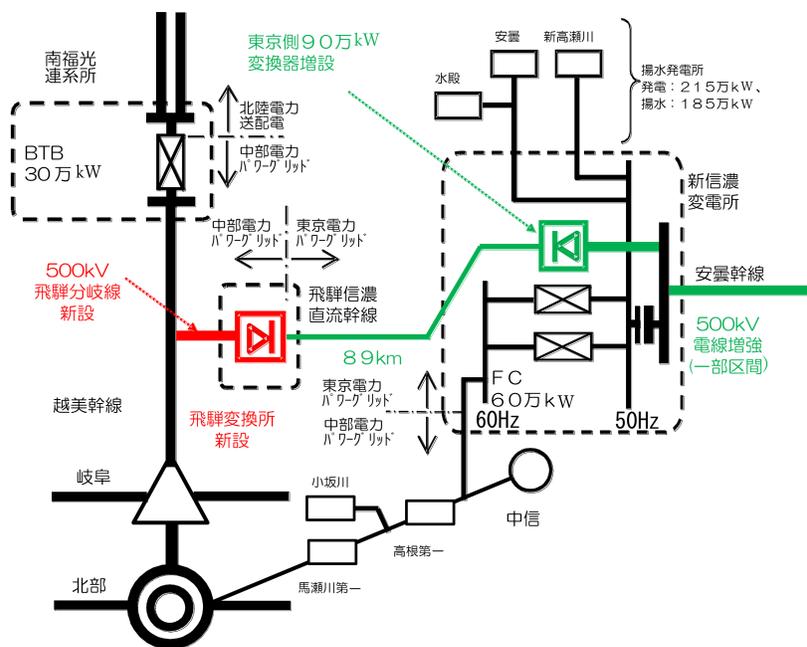


背景・目的

- 2011年の東日本大震災において、多数の発電所を始めとする電力設備が被害を受け、東日本(50Hz)エリアでは電力の供給力が不足し、首都圏では計画停電により社会生活が混乱いたしました。このような事態を未然に防ぎ、安定的に電力を供給することを目的として、西日本60Hzエリア-東日本50Hzエリアの地域間相互応援能力(電力融通能力)を900MW増強することとし、『飛騨変換所』が建設されました。
- 飛騨変換所(60Hz)は、東京電力パワーグリッド株式会社が保有する新信濃変電所(50Hz)と直流の送電線で結ばれ、これらと一体となって「飛騨信濃周波数変換設備(FC)」を形成しており、60Hzの交流の電気を直流の電気に変換する(その逆の変換も可能)交直変換設備としての役割を担っています。また、飛騨変換所は、電力の供給力不足時だけでなく、平常時における東日本と西日本をまたいだ電気の市場取引においても重要な設備となります。

特長

- 交直変換設備を直流送電(89km)で接続する周波数変換設備です。
- 工期短縮のため、土地造成における昼夜連続工事や、仮設大屋根を建設し冬季降雪下で建設工事(本館・交直変換棟)を実施しました。
- 気象条件の厳しい地点(豪雪地帯)にあり、このような環境でも正常に運転できるよう降雪(2m)、低温(-30℃)に耐えられる設計を施しています。



飛騨変換所	<ul style="list-style-type: none"> 事業面積 約16万m² (保安林解除面積 約12万m²) 変換所機器ヤード平地 約6万m² 交直変換装置 900MW (450MW×2) 引出口 交流 500kV 2回線 新設 引出口 直流 ±200kV 1回線 新設
-------	--

変換所名称	所有会社	設備容量	備考
① 新信濃	東京電力パワーグリッド	60万kW	既設
② 佐久間	電源開発送変電ネットワーク	30万kW	既設
③ 東清水	中部電力パワーグリッド	30万kW	既設
④ 飛騨	中部電力パワーグリッド	90万kW	新設
⑤ 新信濃	東京電力パワーグリッド		増設
④⑤運開後容量合計		210万kW	2021.3~
⑥ 東清水	中部電力パワーグリッド	60万kW	増設
⑦ 新佐久間	電源開発送変電ネットワーク	30万kW	新設
⑥⑦運開後容量合計		300万kW	2028.3~



開発者のひとこと

2013年の計画開始から約8年という極めて短工期で工事を終えることが出来たのも、関係者全員が一丸となって取り組んだ結果だと考えています。現在、カーボンニュートラルの観点から洋上風力などの再生可能エネルギーをポテンシャルの大きい北海道・九州といった地域から東京・大阪・名古屋などの大消費地に効率的に送電するため、直流送電への期待が高まっています。今回の建設を通して得た直流送電の技術を活かして、今後もレジリエンスの強化に取り組んでいきたいと思ひます。

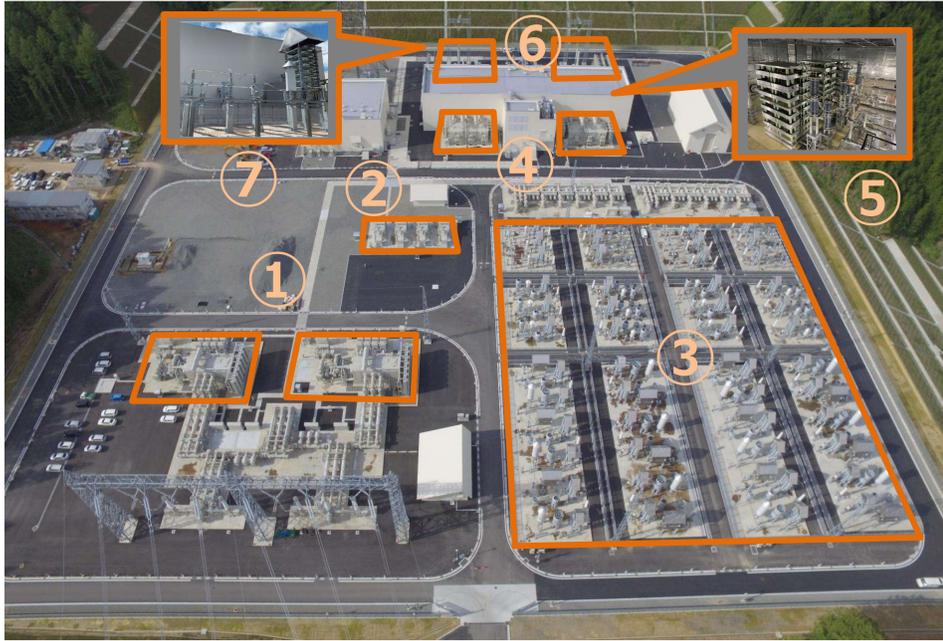


中部電力パワーグリッド

東京中部間連系

飛驒変換所

主要設備仕様



No.	設備名	仕様
①	連系用変圧器	500/154/77kV 500MVA 2台
②	調相設備	77kV 80MVA 4台
③	交流フィルタ	3rd・5/7 th ・11/13 th ・23/35 th 各4台
④	変換用変圧器	154/86kV 548MVA 2台
⑤	サイリスタバルブ	DC200kV 450MW 2台
⑥	直流リアクトル	DC200kV 0.5H 2台
⑦	直流フィルタ	DC200kV 12/24 th 2台

電気の流れ

飛驒変換所

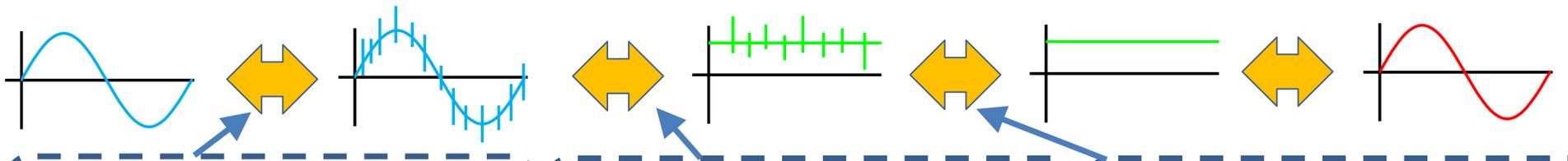
直流幹線

新信濃変電所

交流 (60Hz)

直流

交流 (50Hz)



① 連系用変圧器



- ✓ 500kVの交流電圧を154kVに降圧するための変圧器
- ✓ 154kVに降圧することで変換用変圧器や交流フィルタを小型化した

② 調相設備



- ✓ 交流フィルタによる容量性無効電力をキャンセルして電圧を調整するための無効電力設備

③ 交流フィルタ



- ✓ サイリスタバルブから交流側に出力される高調波を吸収して、電力品質を維持するための設備

④ 変換用変圧器



- ✓ 一次側を交流母線、二次側にサイリスタバルブをつなぐ変圧器
- ✓ 通常の変圧器に比べて高調波や直流が流れる特殊な変圧器

⑤ サイリスタバルブ



- ✓ 交流を直流に変換し、直流を交流に逆変換するための設備
- ✓ サイリスタと呼ばれる半導体素子を用いて交流電圧を直流電圧200kVに整流する

⑥ 直流リアクトル

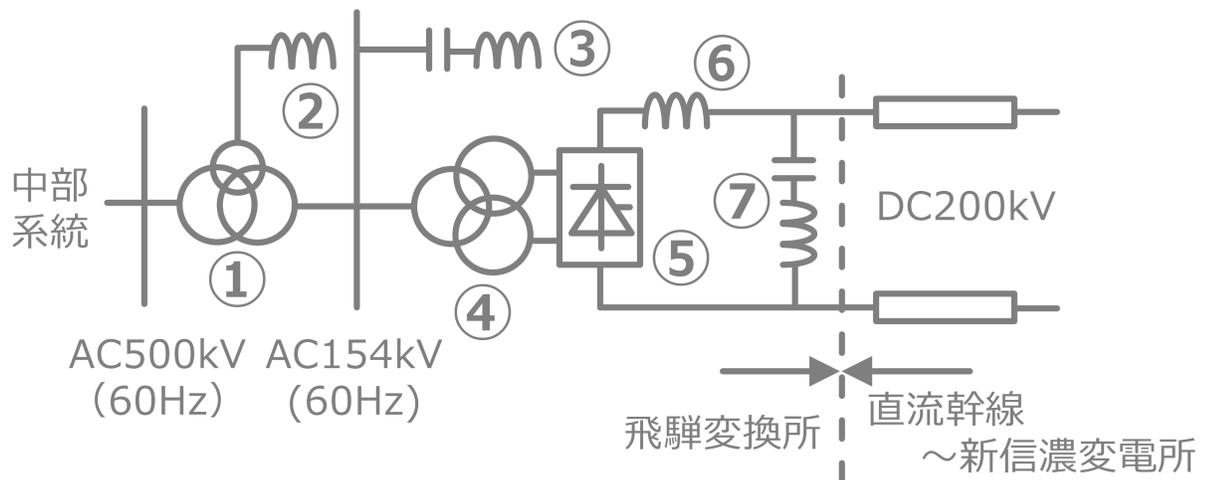


- ✓ サイリスタバルブで出力される直流電圧には脈動分が含まれるため、直流リアクトルを通して直流電流を平滑化する

⑦ 直流フィルタ



- ✓ サイリスタバルブから直流側に出力される高調波を吸収して、電力品質を維持するための設備



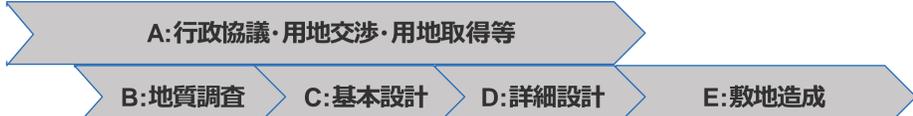


中部電力パワーグリッド

東京中部間連系 飛騨変換所

建設の流れ

【用地取得, 土木・建築工事の流れ】



【電気工事の流れ】



年度	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
調査設計	A~D 測量・地質・設計他		I~M 仕様検討・設計・解析・製作					
現地工事	E~G 敷地造成・基礎工事					2021.3運用開始▼		
						H 建築工事		
						N~Q 搬入・電気工事・試験		

A: 行政協議・用地交渉・用地取得等

- ◆ 行政への計画届出・協議, 住民説明会の実施
 - ◆ 登記簿や公図の情報等を元にした地権者調査
 - ◆ 地権者立会いによる境界確認に基づく用地測量
 - ◆ 取得交渉および契約手続き等
- 飛騨変換所では国有林を借地
保安林解除手続き(飛騨森林管理署)の実施

B: 地質調査

- ◆ ボーリングを用いた調査
- ◆ 機器の耐震設計基準に対する適合性の確認, 耐震設計諸元の設定等
- ◆ 計画地点, 土捨場地点の地形図作成等

C: 基本設計

- ◆ 機器レイアウト・敷地造成計画, 進入路, 土捨場および工事用道路等の配置計画策定
- ◆ 工事計画(掘削, 土捨場等の工法等, 工事工程)検討
- ◆ 主要構造物設計等

D: 詳細設計(造成工事)

- ◆ 造成地の正式な設計図面の作成, 設計図書に基づく許認可届出
- ◆ 造成工事の詳細計画の作成等
(開発規模によっては環境アセスメントまたはそれに類する手続きを要する場合あり)

E: 敷地造成(主要土木工事)

- ◆ 重機を使用して樹木類の伐採, 切土・盛土を施して必要な平地を確保する



敷地造成中(序盤)



敷地造成中(中盤)

F: 詳細設計(基礎・建築工事)

- ◆ 機器の構造や大きさ, 重量などの負荷条件に基づく基礎設計
- ◆ 建物の構造設計および正式な設計図面の作成, 設計図書に基づく許認可届出等

G: 基礎工事

- ◆ 各機器の構造や大きさに合わせて, 鉄筋コンクリートで基礎を製作する。

H: 建築工事

- ◆ 建物内部や屋上等に設置する機器の大きさ重量に合わせて, 建屋を建築する。



I: 機器仕様検討, J: 発注

- ◆ 地質調査結果や各種の調査, 設計結果を踏まえて機器発注仕様を作成・発注

K: システム解析

- ◆ 電力系統の変化(故障や負荷の変動等)によって周波数変換設備の運転は影響を受けるため, 電力系統の変化に対し適切に応動するための系統解析や絶縁設計の諸元を得るための電力系統事故時の過電圧解析等を実施

L: 機器詳細設計

- ◆ 発注仕様やシステム解析を通じて得た設計諸元をもとに機器の詳細な構造, 仕様を設計し, 機器の製作図面を作成

M: 機器製造

- ◆ 受注メーカーにて製造を行い, 機能・性能を満足していることを確認するため工場試験を実施

N: 現地搬入

- ◆ 特に大型機器の現地搬入は, 複数考えられる運搬方法の中から, 機器の大きさや重量などの制約を全てクリアできる安全且つ最適な運搬ルートの検討が必要となる。

O: 電気工事

- ◆ 機器の据え付け工事や組み立て工事を実施する。
- ◆ 主回路電線や制御用ケーブルなどの接続工事を実施する。
- ◆ 開閉器等の機構部分の健全性を確認するため, 単体での動作確認を実施する。



P: 電気試験

- ◆ 機器の据え付け完了後に, 装置全般の健全性確認試験および必要な各種検査を受け, 電力系統に連系して行う試運転に向けた最終確認を実施する。

Q: 試運転(系統連系試験)

- ◆ 電力系統に連系して周波数変換設備としての性能, 機能の検証試験および必要な検査を受け, 営業運転に向けた最終確認を実施する。



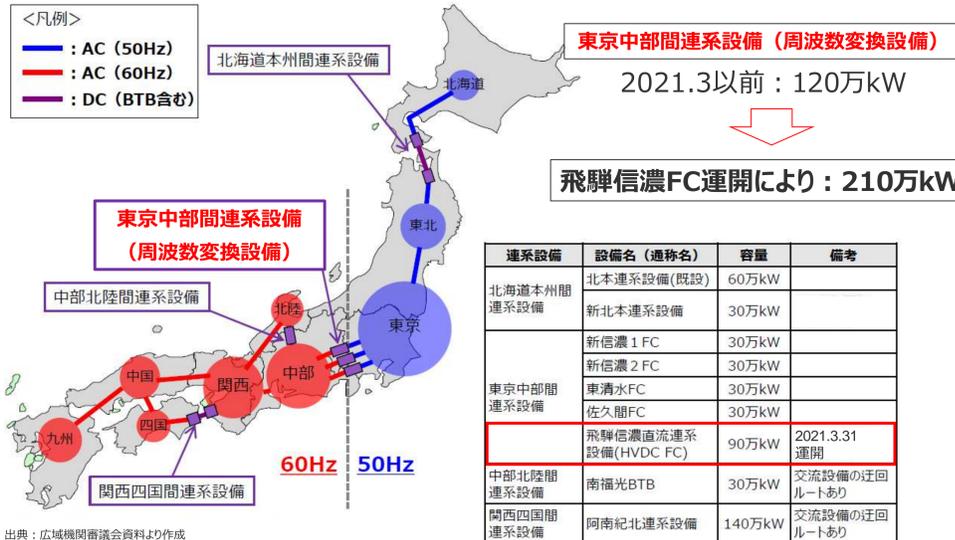


中部電力パワーグリッド

東京中部間連系 飛騨変換所

日本の電力周波数と連系

- ✓ 日本国内では東日本と西日本で異なる周波数を使用しています。これは電力設備として導入した発電機の生産国が異なっていたことに起因しています。
- ✓ 周波数の異なる系統は直接接続することができないため、日本国内で東西で系統が分断されていました。
- ✓ しかし、系統分断されていると非常時や需給ひっ迫等に対応できないため、戦後に「両サイクル連系問題委員会」が発足し対応することになりました。
- ✓ そして、1965年 電源開発（現：電源開発送電ネットワーク）により交直変換器を使用して電力を融通する周波数変換設備が佐久間周波数変換所に設置され東西の電力系統が連系されました。
- ✓ 以降、東京電力パワーグリッドの新信濃FC、中部電力パワーグリッドの東清水FCが建設され東京中部間の連系容量は120万kWとなりました。
- ✓ そして、2021年3月31日に飛騨信濃FC（飛騨変換所-新信濃変電所）の運用開始により、東京中部間の連系容量は210万kW（+90万kW）となりました。



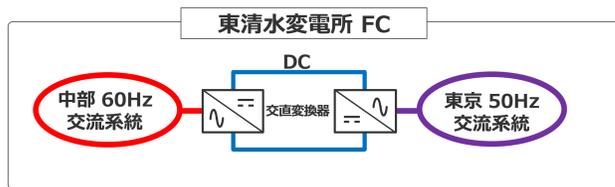
直流送電の活用

異周波数間の電力融通

- ✓ 周波数の異なる交流同士を直結させることは不可能であり、全国の設備を改修して周波数を一本化するには莫大な費用が発生します。
- ✓ そこで、交流と直流を変換する交直変換器を2台使用して異なる周波数の交流電力を一度、直流電力に変換することで周波数の異なる交流同士を連系して、電力のやり取りを可能にしています
- ✓ 周波数変換する設備をFC：Frequency Converterと呼び、中部電力パワーグリッドの東清水変電所や電源開発送電ネットワークの佐久間周波数変換所、東京電力パワーグリッドの新信濃変電所に設置され東西の電力融通を行っています

電力輸送コストの低減

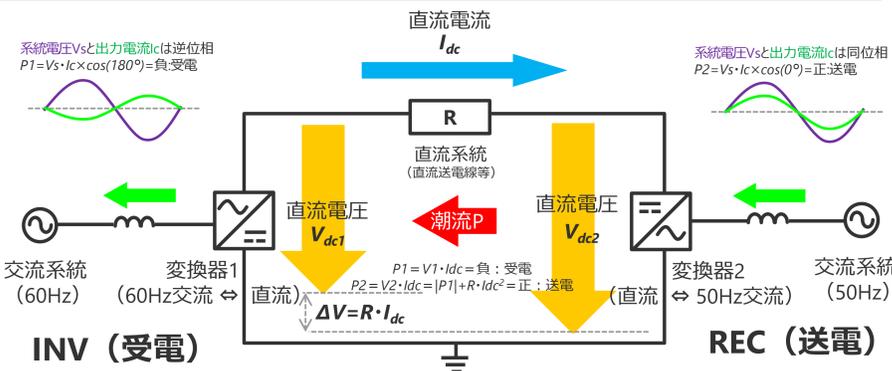
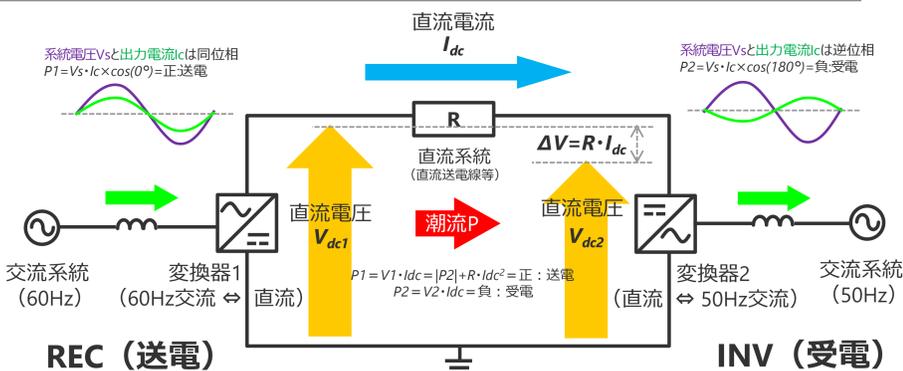
- ✓ 2021年3月に運用開始した飛騨信濃FCでは、飛騨変換所～新信濃変電所の間 約89 kmを直流送電線で結び異周波数を連系する高電圧直流送電（HVDC：High Voltage Direct Current）を採用しています
- ✓ 交流で電力を送電する場合、送電線が長距離になると送電線のリアクタンス分が大きくなり、送電可能電力が抑えられてしまうため、無効電力補償設備が必要になります
- ✓ 直流で送電する場合、送電線のリアクタンス分は無視できるため、送電線の電圧は架線の抵抗での電圧低下のみとなり、長距離となっても交流のような顕著な送電可能電力の低下はありません
- ✓ また、送電線も2本で送電できるため建設コストも安くなります



直流送電の原理

- ✓ 直流送電による電力融通は下図の通り、送電端と受電端での電位差を利用して行う
- ✓ 送電・受電端それぞれの交直変換器（サイリスタバルブ）で発生させる直流電圧V_{dc}に、電位差ΔVを持たせることで、直流電流I_{dc}が流れ、これにより電力（P）が潮流として流れることになる

- ✓ サイリスタに流せる直流電流I_{dc}の向きは一方のみのため、潮流を反転させたい場合は、下図のように直流電圧の極性（正負）を反転させることで実現する
- ✓ 極性を逆にして電位差ΔVを設けることで、右図とは逆方向の電力（P）を潮流として流すことができる



工事写真

