宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会

太陽フレアが電力系統に及ぼす影響について

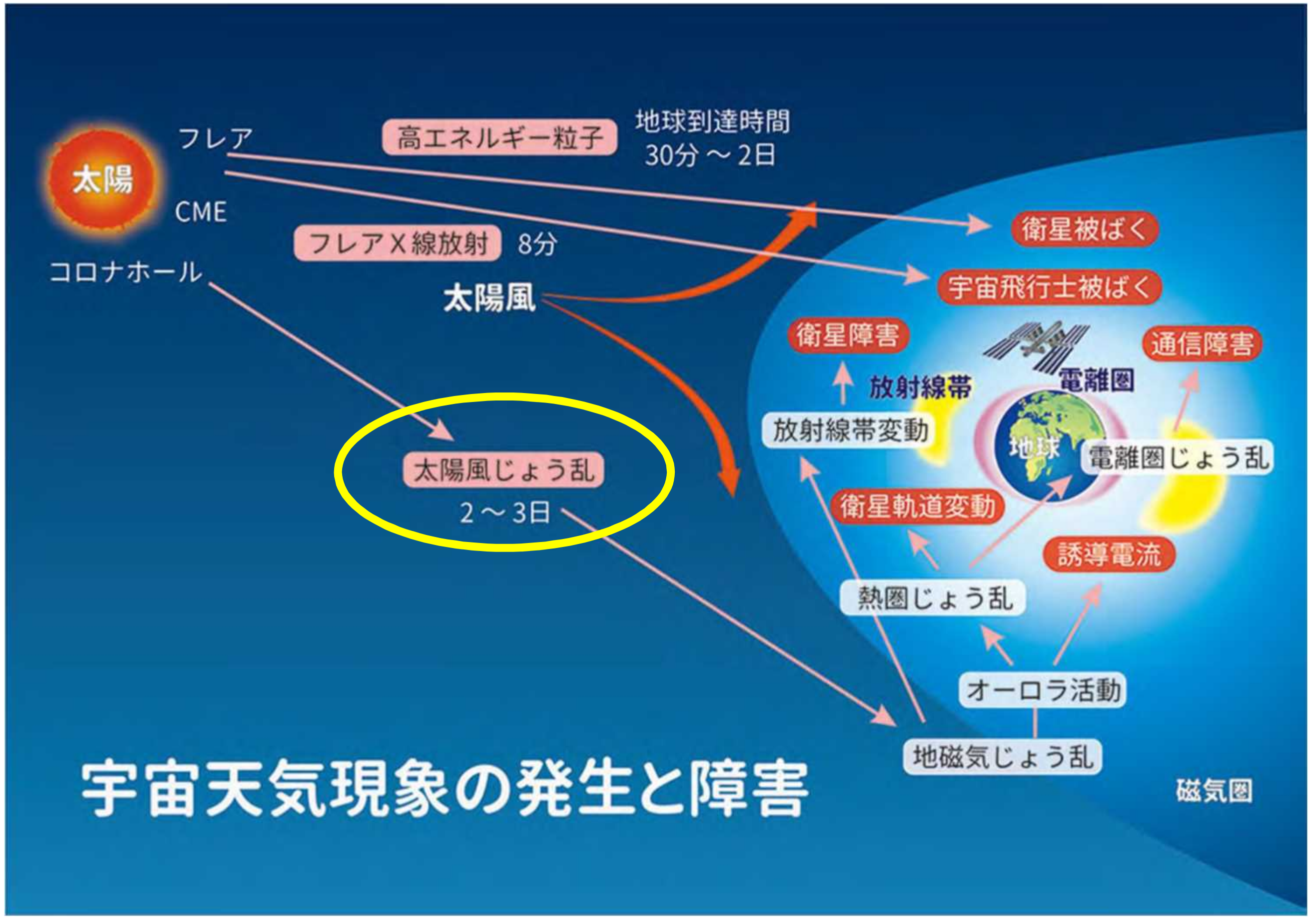
2022年2月4日

東京電力パワーグリッド株式会社
系統運用部系統運用技術グループ

©TEPCO Power Grid, Inc. All Rights Reserved.　無断複製・転載禁止 東京電力パワーグリッド株式会社

太陽の異常活動が電力系統に及ぼす影響

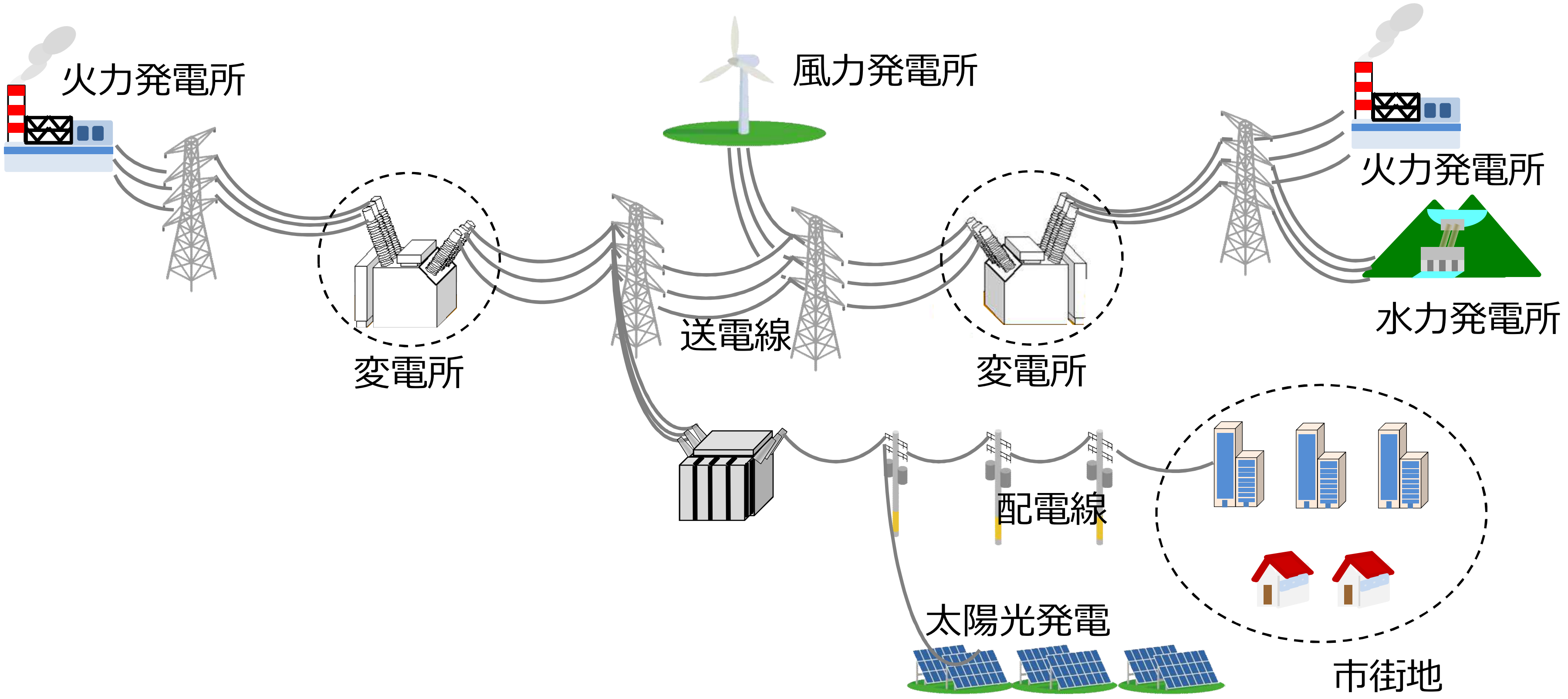
- 太陽風じょう乱により発生した地磁気じょう乱により、地上の磁場が変動する。
- 磁場が変動することにより、電力系統に地磁気誘導電流(準直流電流)が発生する。
- その電流により電力設備が設備損壊および機器の誤動作などが発生する虞がある。
- 従って、太陽の異常活動が電力系統に影響を及ぼすのは2~3日後である。



©TEPCO Power Grid, Inc. All Rights Reserved.
無断複製・転載禁止 東京電力パワーグリッド株式会社

電力系統

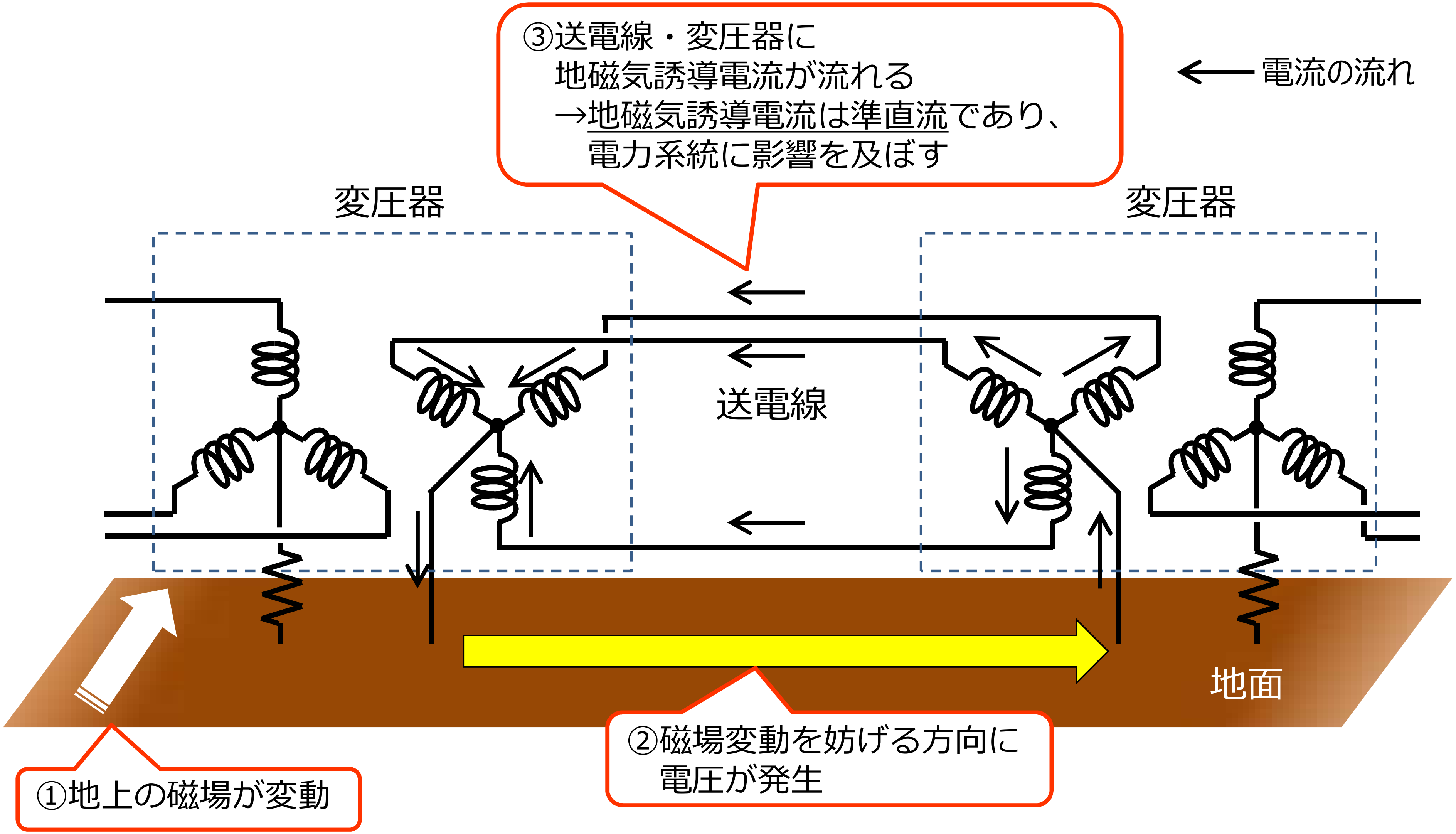
- 日本の電力伝送には主に三相交流方式が用いられている。そのため、電力設備は交流電流が流れるものとして設計されている。
- 一方、太陽フレアにより発生する地磁気誘導電流は準直流電流である。そのため、電力設備への悪影響が懸念される。
  - 1989年3月13日にカナダで地磁気誘導電流により広範囲停電が発生



©TEPCO Power Grid, Inc. All Rights Reserved.
無断複製・転載禁止 東京電力パワーグリッド株式会社

地磁気誘導電流について

地磁気誘導電流の発生メカニズム



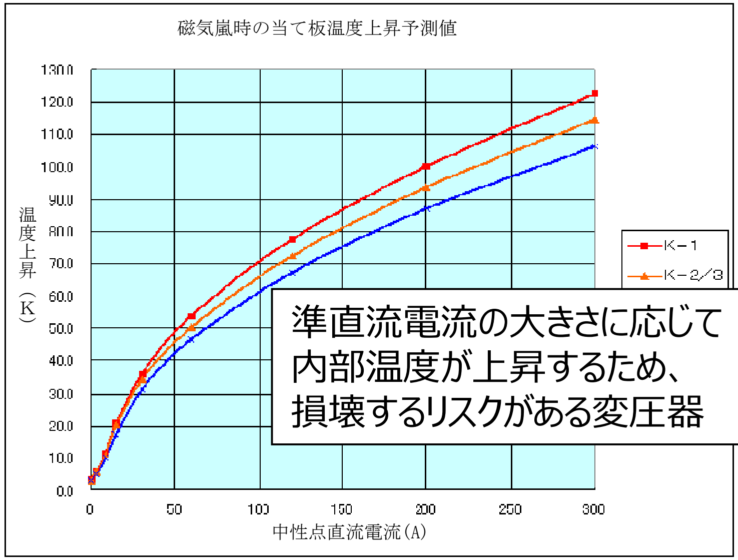
©TEPCO Power Grid, Inc. All Rights Reserved.
無断複製・転載禁止 東京電力パワーグリッド株式会社

電力系統への影響について

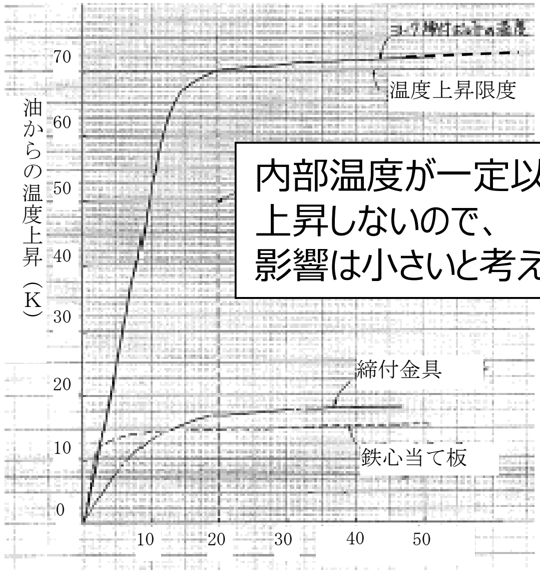
■ 変圧器への影響

- 変圧器も交流電流が流れるものとして設計されている。そのため、変圧器に準直流電流が流れると、変圧器内部の鉄心が直流偏磁され、過熱する懸念がある。
- 温度上昇により、変圧器内部の絶縁油に気泡が発生して、内部の絶縁性能が低下し、変圧器が損壊する。
- 現状では、損壊レベルの直流電流は流れない想定である。

準直流電流による変圧器の温度曲線(例)



準直流電流の大きさに応じて
内部温度が上昇するため、
損壊するリスクがある変圧器



内部温度が一定以上は
上昇しないので、
影響は小さいと考えられる変圧器

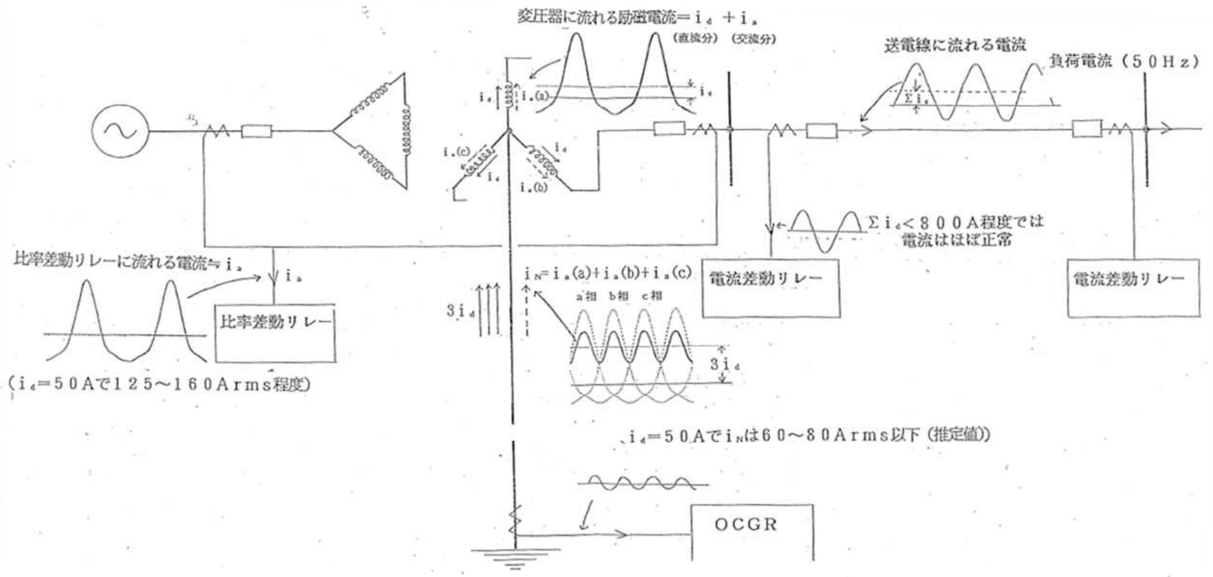
©TEPCO Power Grid, Inc. All Rights Reserved.
無断複製・転載禁止 東京電力パワーグリッド株式会社

電力系統への影響について

■ 保護リレーへの影響

- 電力系統では、保護リレーという装置で、電気故障による電力系統の異常を早期に検出・除去を行っている。
- 保護リレーは交流電流の異常を検知して動作するものだが、懸念事項として準直流電流により保護リレーが電力系統異常を誤検知して停電することがあげられる。
- 準直流電流が200A程度流れたと仮定した保護リレーの動作検証では、誤検知の虞が無いことを確認済み。また、デジタル形の場合はフィルタにより、直流分を除去できるため誤検知はない。

準直流電流による保護リレーの誤検知検討例

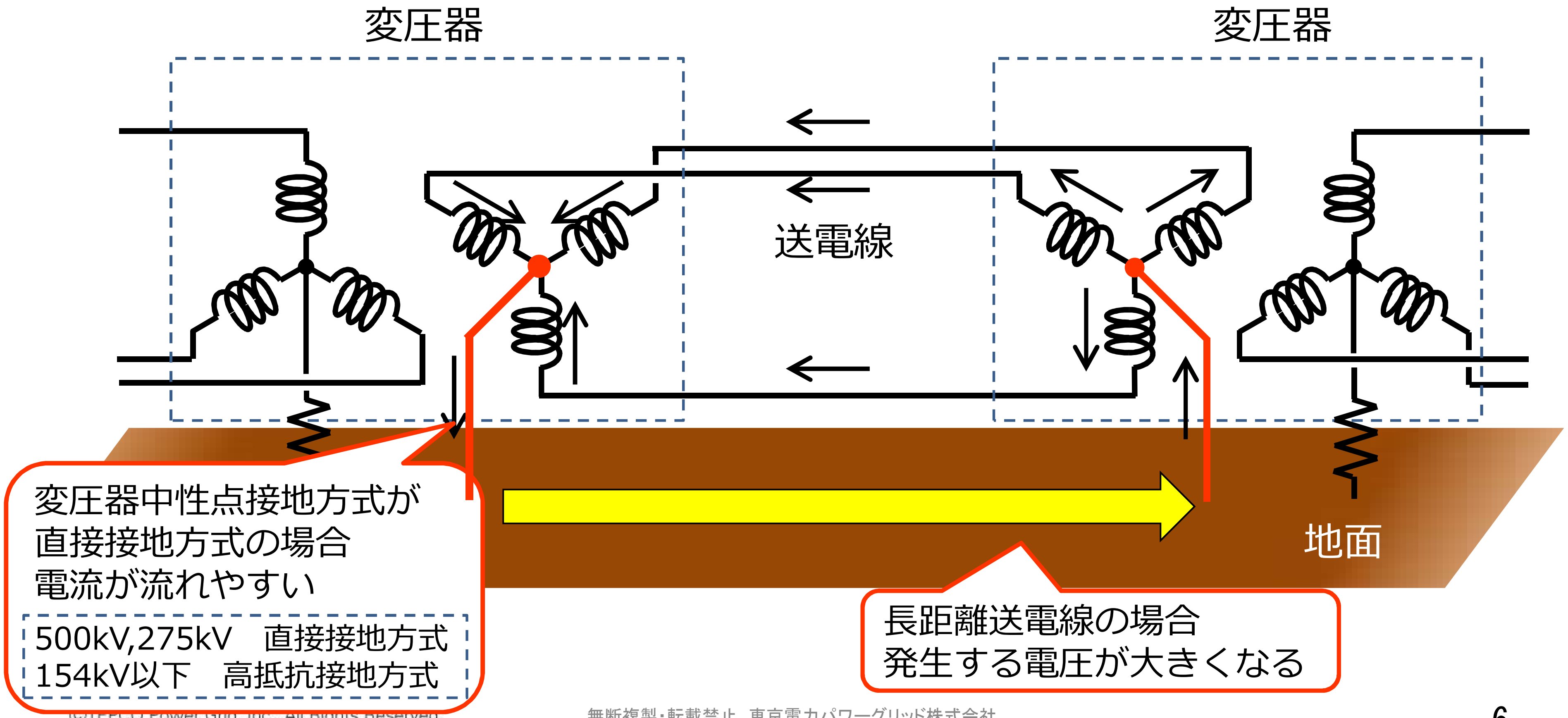


©TEPCO Power Grid, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力パワーグリッド株式会社

地磁気誘導電流の影響を受けやすい電力系統

- ■ 地磁気誘導電流の影響を受けやすいのは主に500kV系統である
  - ✓ 送電線の亘長が長距離であること
  - ✓ 変圧器中性点接地方式が直接接地系統であること
- ■ また、磁場が変動する方向と送電線の方向が一致すると、地磁気誘導電流の影響が大きくなる。

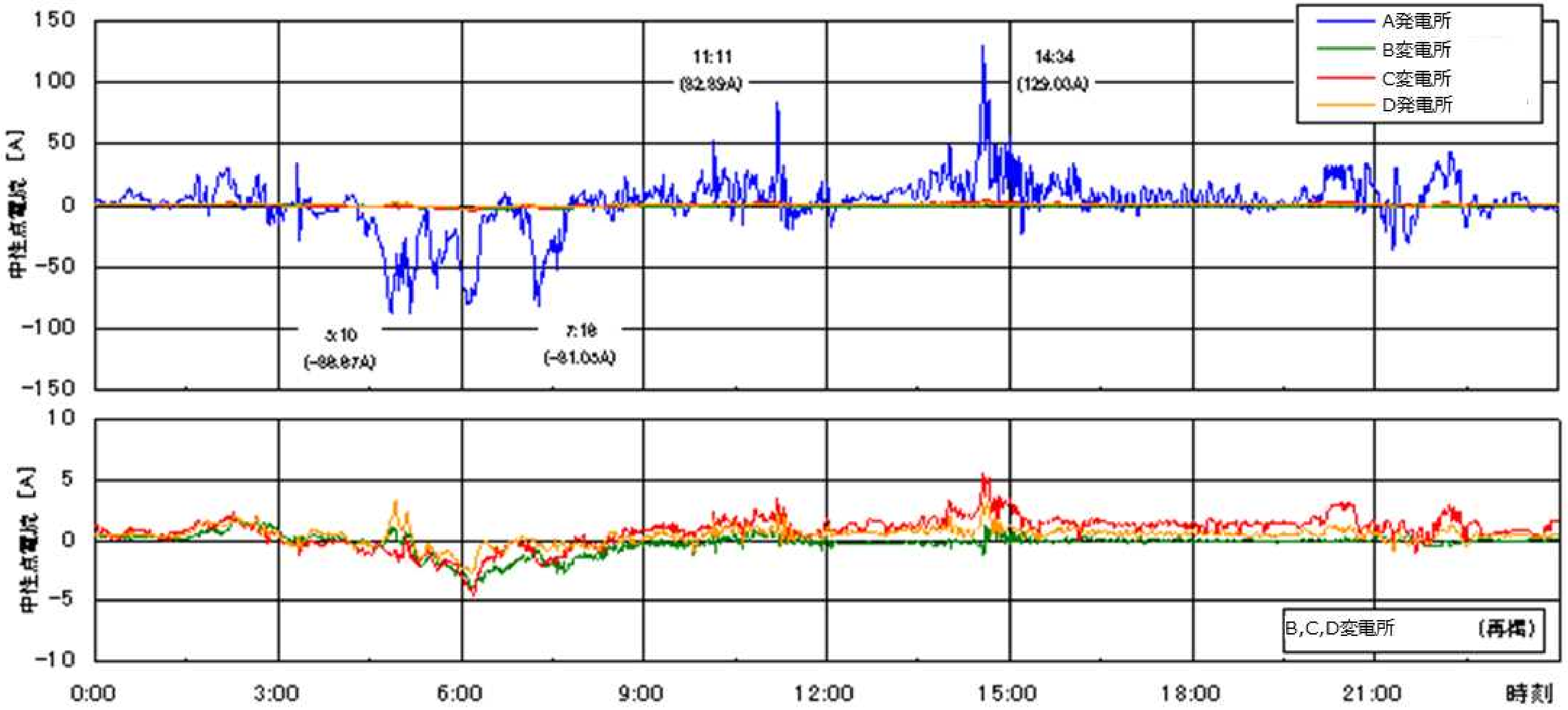


©TEPCO Power Grid, Inc. All Rights Reserved.
無断複製・転載禁止 東京電力パワーグリッド株式会社

地磁気誘導電流の計測状況

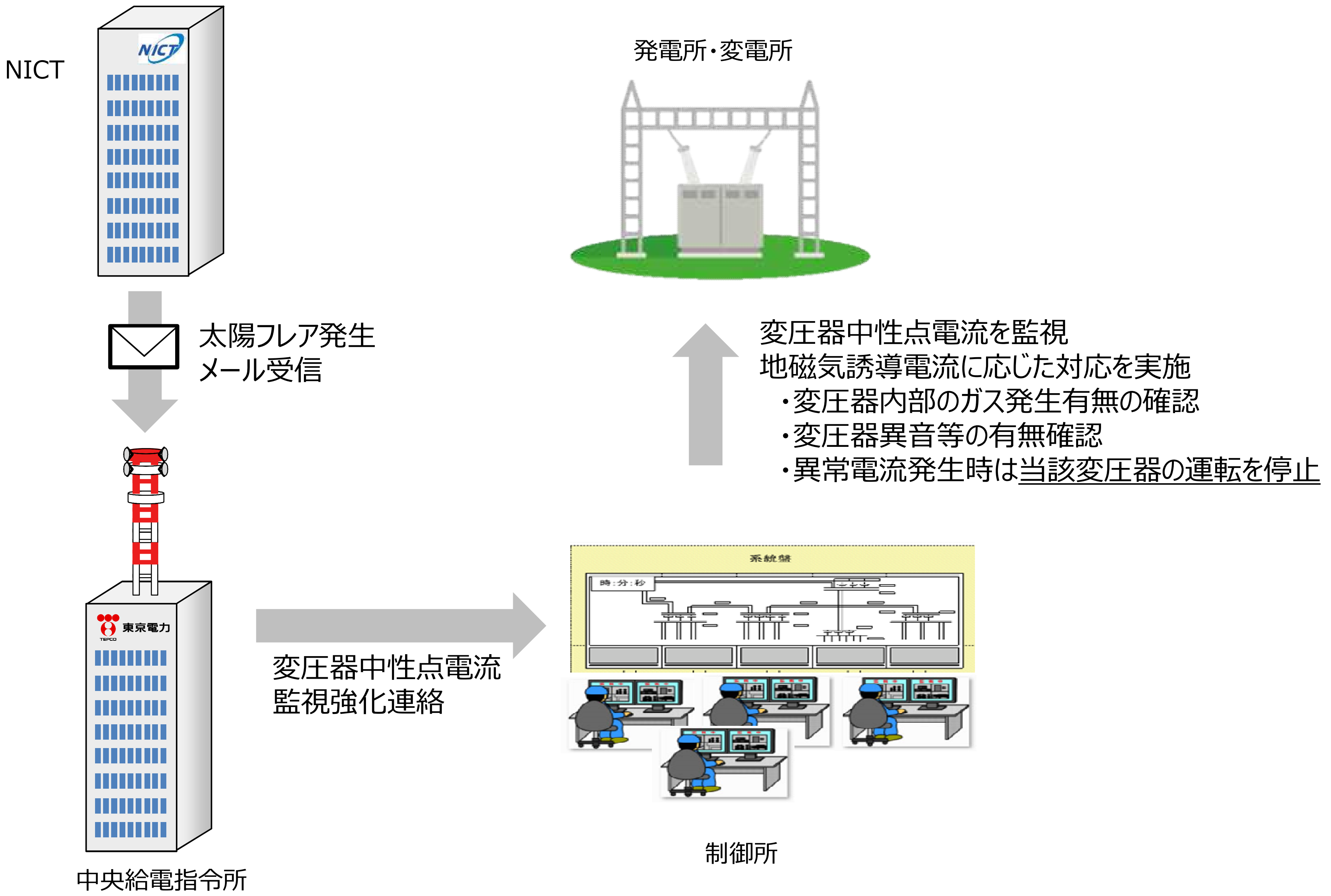
東京エリアでは2003年10月に120A程度の地磁気誘導電流が計測されている。

2003年10月の地磁気誘導電流の計測結果



©TEPCO Power Grid, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力パワーグリッド株式会社

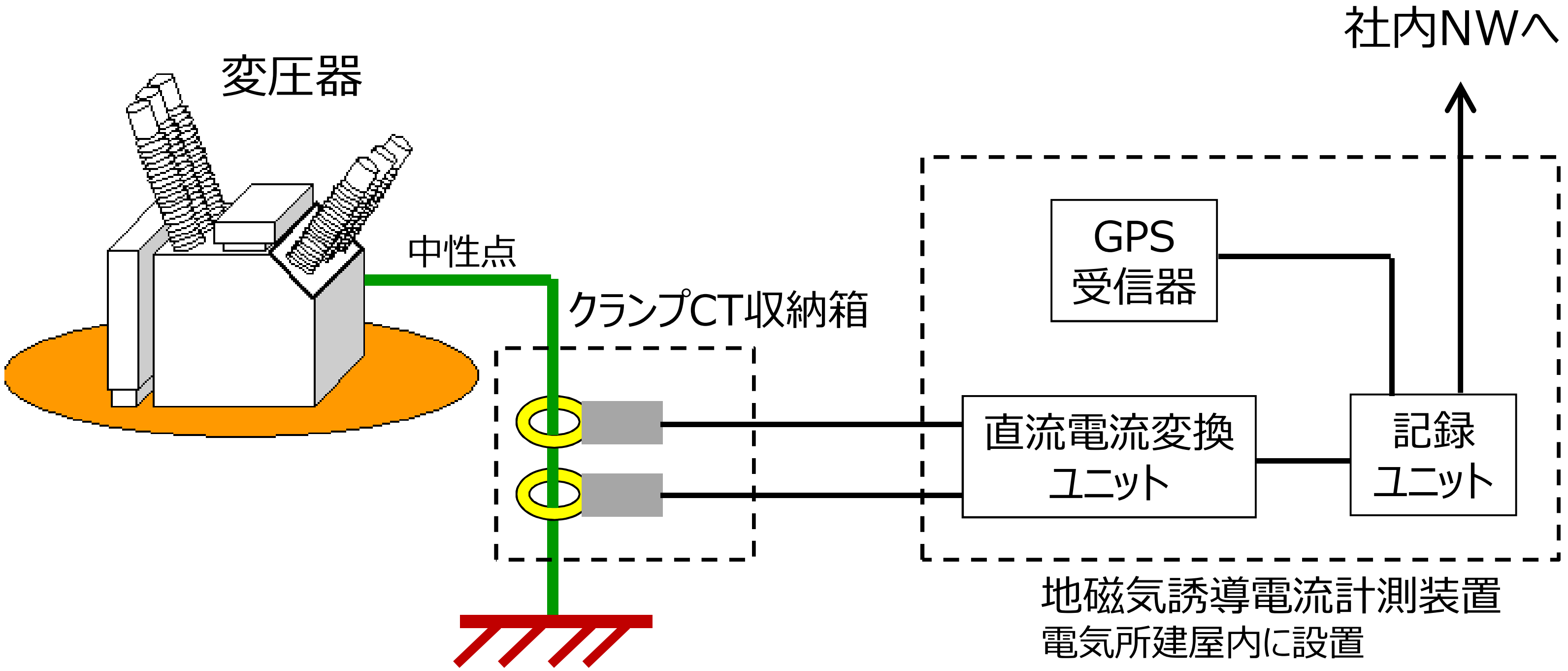
太陽フレア発生時の東京電力の体制



©TEPCO Power Grid, Inc. All Rights Reserved.
無断複製・転載禁止 東京電力パワーグリッド株式会社

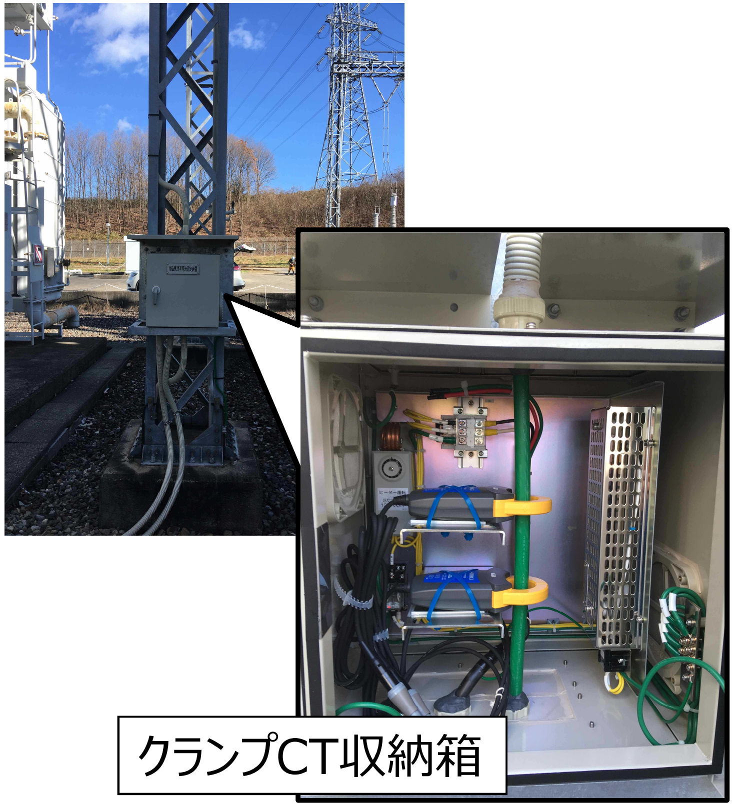
地磁気誘導電流計測装置の構成図

■ 計測装置は東京電力エリアでは３か所に設置
■ 変圧器中性点電流を計測し、社内NWに伝送している

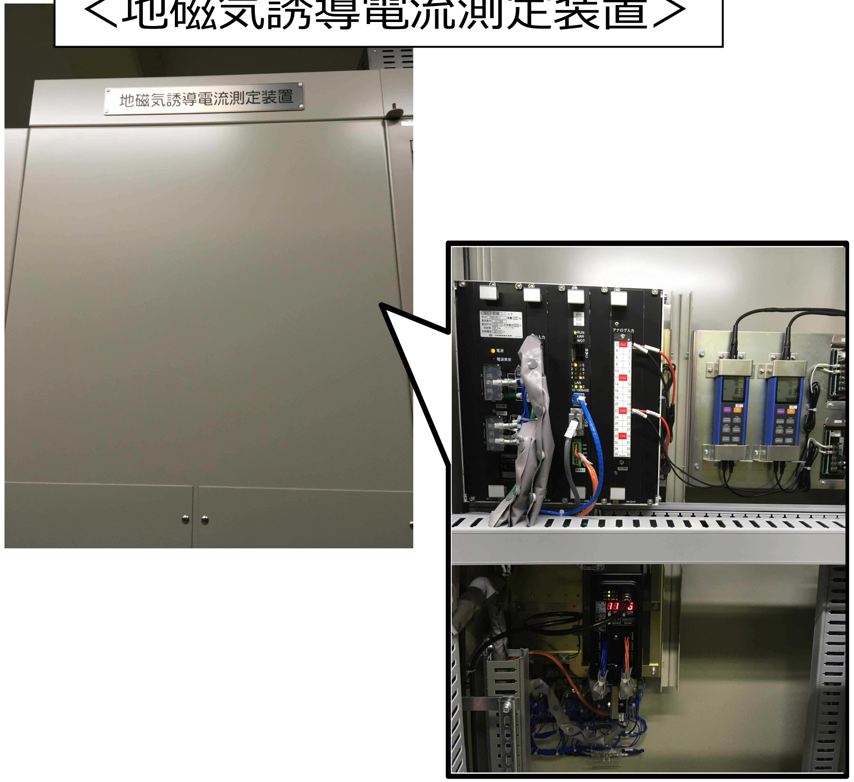


©TEPCO Power Grid, Inc. All Rights Reserved.
無断複製・転載禁止 東京電力パワーグリッド株式会社

地磁気誘導電流計測装置



クランプCT収納箱



<地磁気誘導電流測定装置>

©TEPCO Power Grid, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力パワーグリッド株式会社