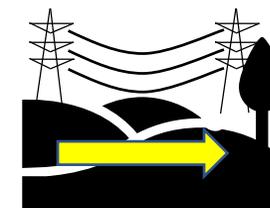
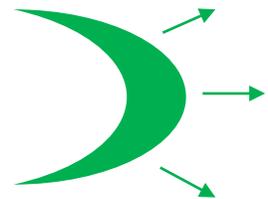
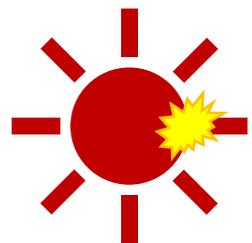


(2) 電力分野における影響

「日本の送電網に影響を与えるメカニズム」 PSTEP報告の詳細説明 (予測の観点から)

京都大学生存圏研究所 海老原祐輔

京都大学



■ 大規模フレア

■ 高速

■ 強い南向き磁場

■ 磁気圏境界電流

■ リングカレント

■ 地下の構造

地磁気誘導電流 (GIC)

変圧器磁気飽和

鉄心加熱

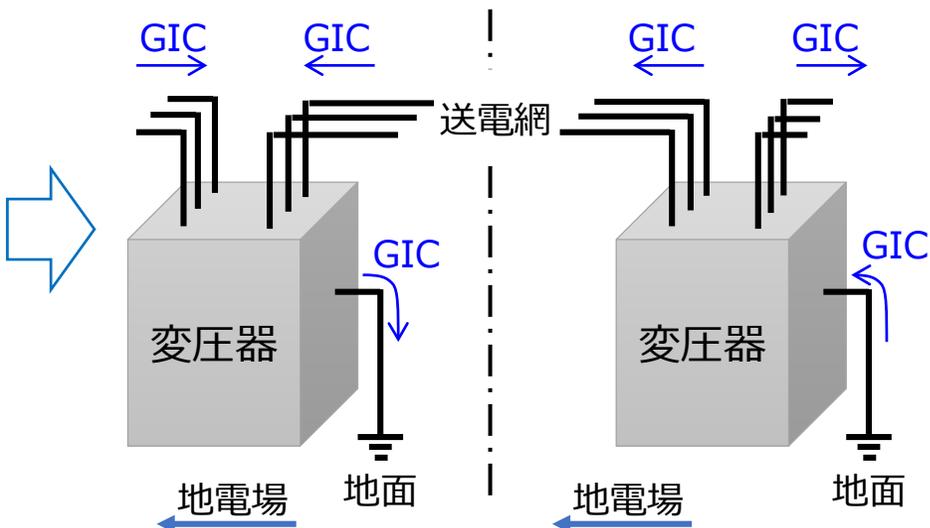
巻線、絶縁不良

無効電力消費増

電圧低下

高調波発生

保護リレー不要動作



■ 変圧器の焼損

- 1989年3月 アメリカ
- 2003年10月 南アフリカ

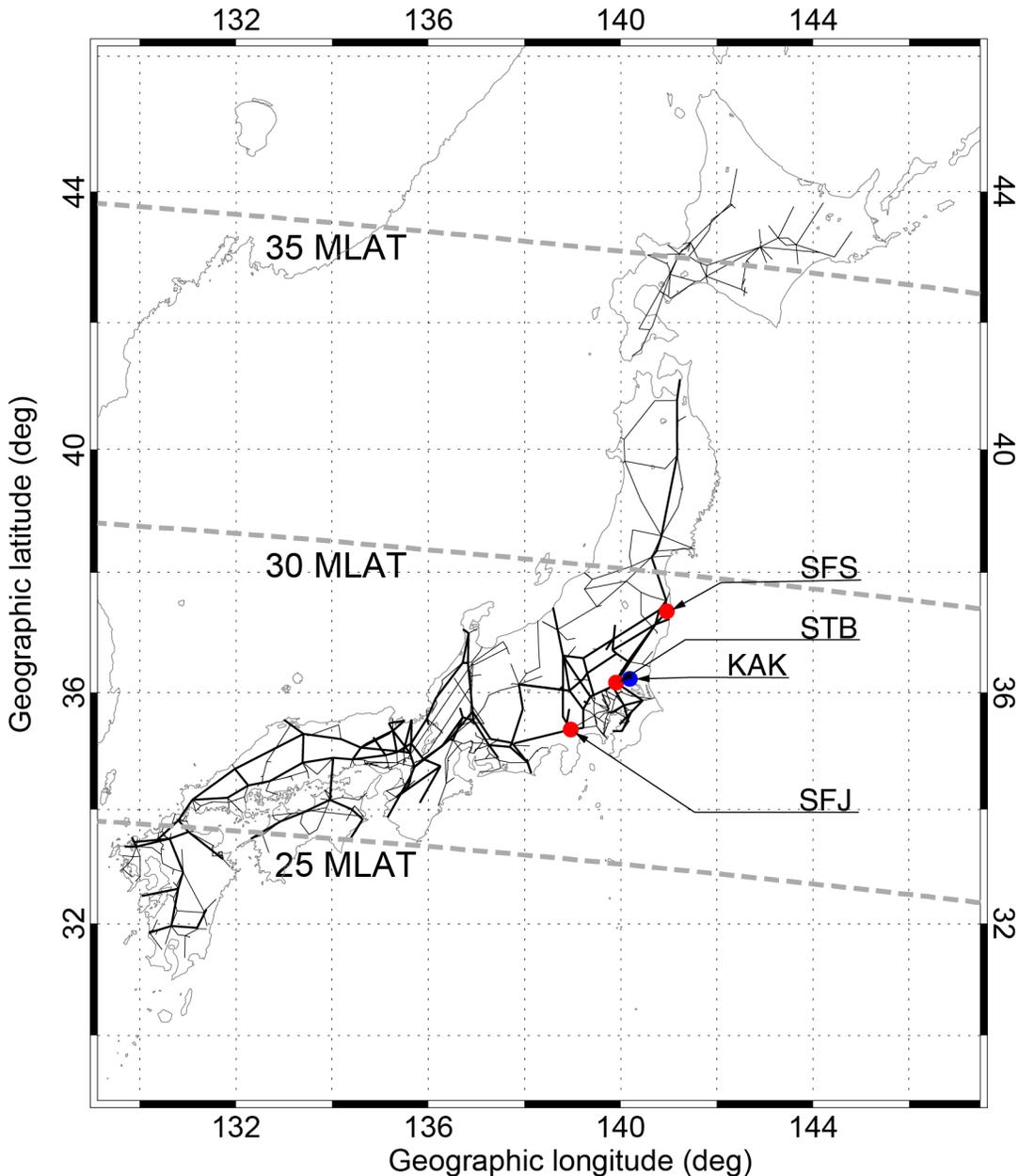
■ 保護リレー不要動作

- 2001年11月 ニュージーランド
- 2003年10月 南アフリカ

■ 停電

- 1989年3月 カナダ (約9時間)
- 2003年10月 スウェーデン (約50分)

PSTEPの成果 1. 地磁気誘導電流を実測、特性を明らかに

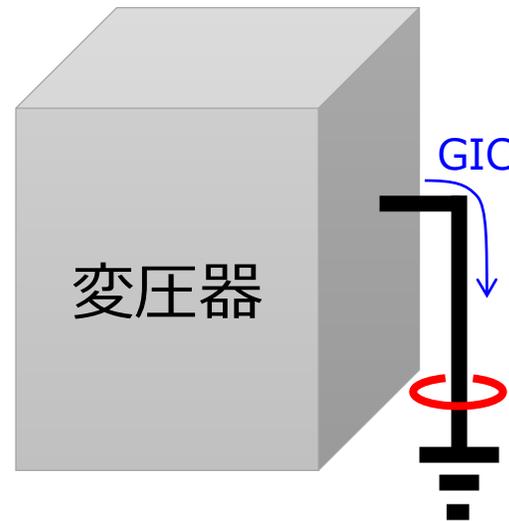


PSTEP期間中、6カ所*の変電所でGICの測定を開始。

*2カ所については九州工業大学、吉備国際大学と共同で実施

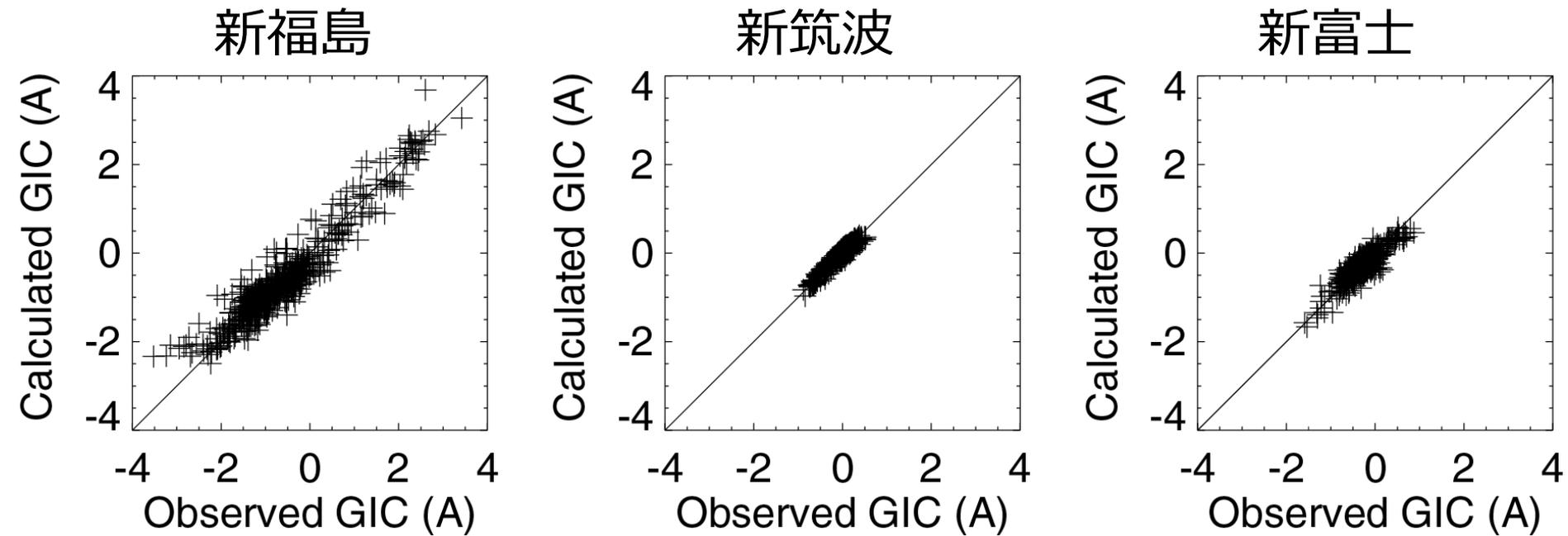
- 変圧器の中性点と地面を繋ぐ接地線を通る電流を測定。
- サンプル間隔は0.1秒。
- リアルタイムでデータを取得。
(亘ほか, 2021)

<https://earth-planetsspace.springeropen.com/articles/10.1186/s40623-021-01422-3>



GICの振幅が大きくなるのは、
磁気嵐・急始：数10分間
磁気嵐・主相、回復相：数時間

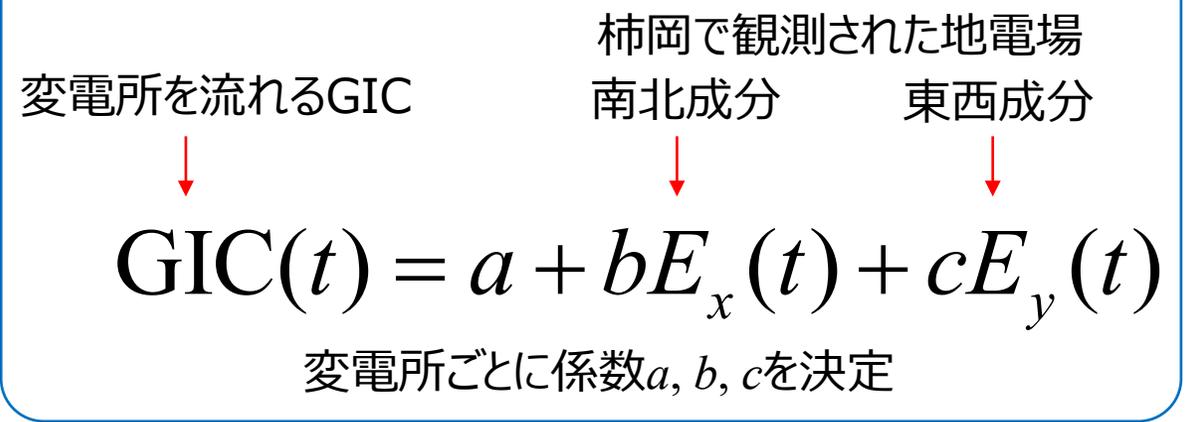
湾型変化、太陽フレア効果(SFE)に伴う
GIC変動の振幅は比較的小さい。



海老原ほか(2021)

<https://earth-planets-space.springeropen.com/articles/10.1186/s40623-021-01493-2>

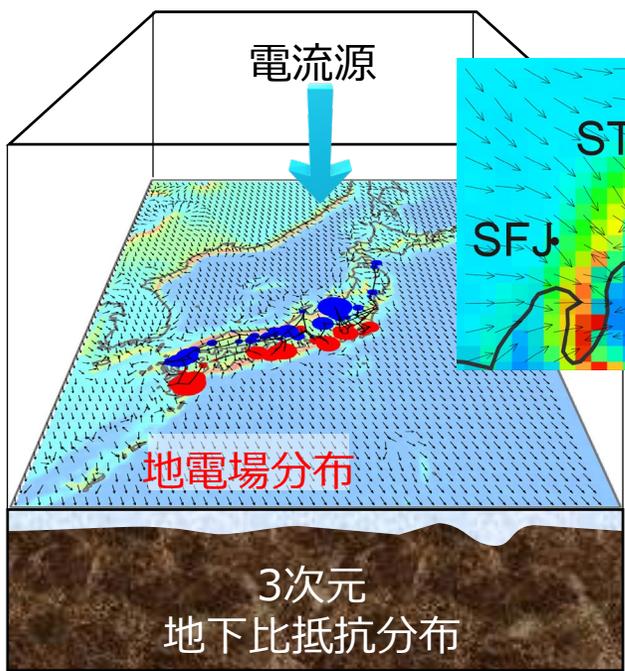
GICと電場の関係式



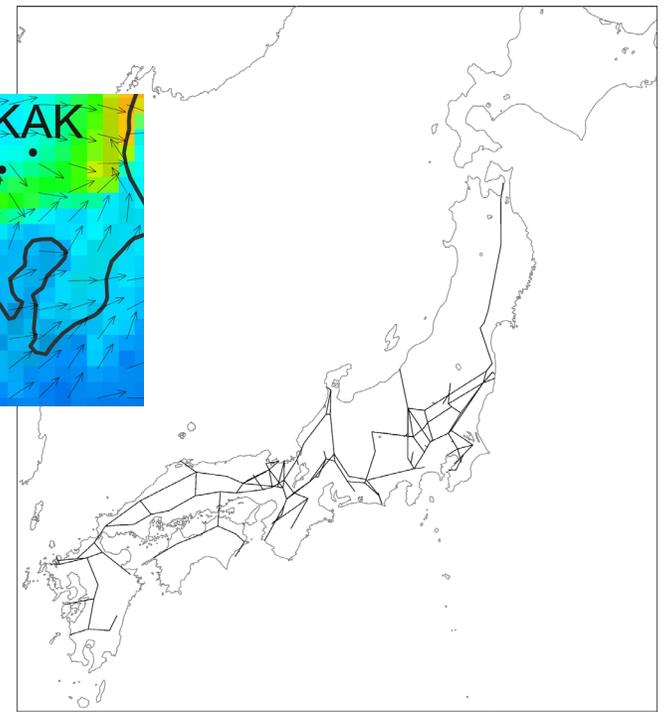
- **地電場から特定の変電所のGICを迅速に求める事が可能に。**
- 地磁気から地電場を簡単に求めることができる。
→地磁気からGICを迅速に計算することが可能に。
- 係数 a, b, c を決定した変電所のみ有効。

※柿岡地磁気観測所では地電場の測定を2021年に停止したが、地磁気変動を畳み込み積分することで地電場を求めることができる。

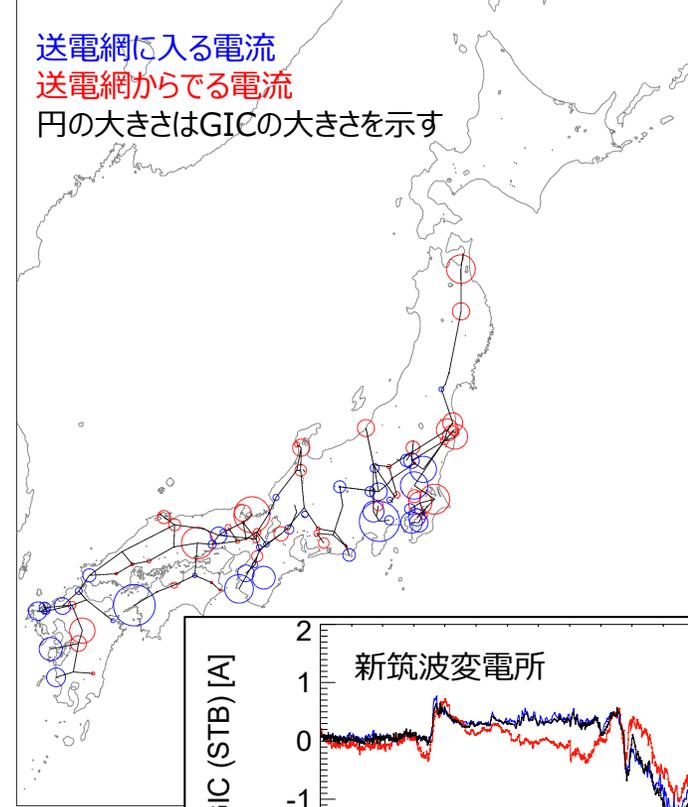
有限差分時間領域法で求めた日本列島の地電場3次元分布



公開情報をもとに構築した送電網モデル

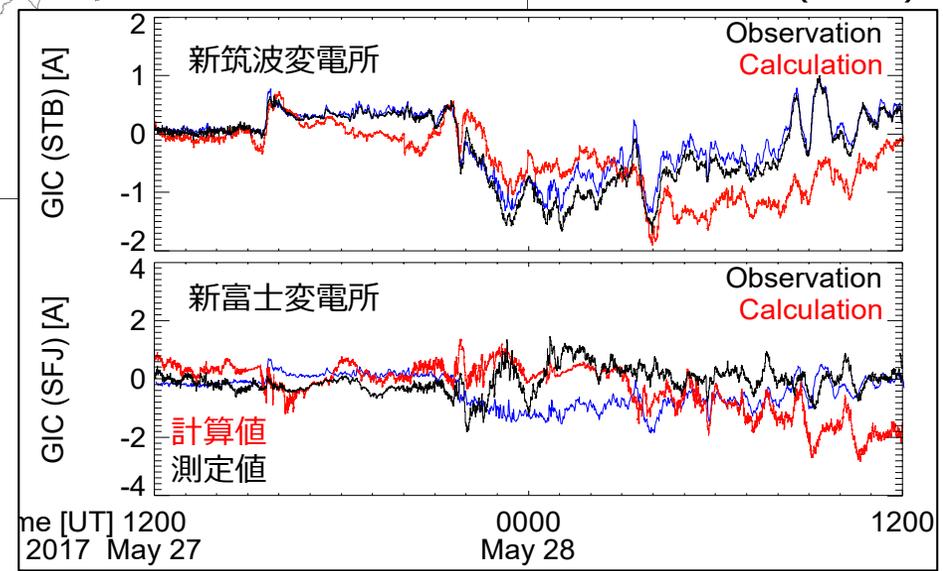


全国の送電網を流れるGICを計算



出典：中村ほか(2018)

- 全国の送電網を流れるGICを一括して求めるスキームを開発。
- 測定値と合う変電所と合わない変電所がある。
- 地下比抵抗分布と送電網モデルが課題。



PSTEPの成果 4. 全国のGICを約1時間前に予測可能

数10分～約1時間前に観測

太陽風・惑星間空間磁場



経験モデル

柿岡の地磁気



畳み込み積分

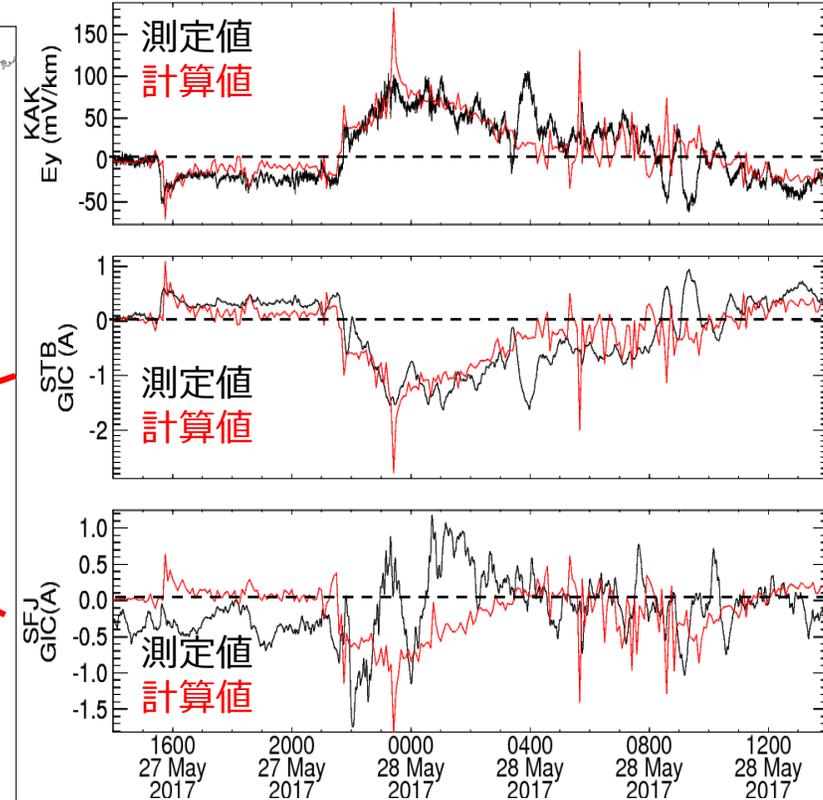
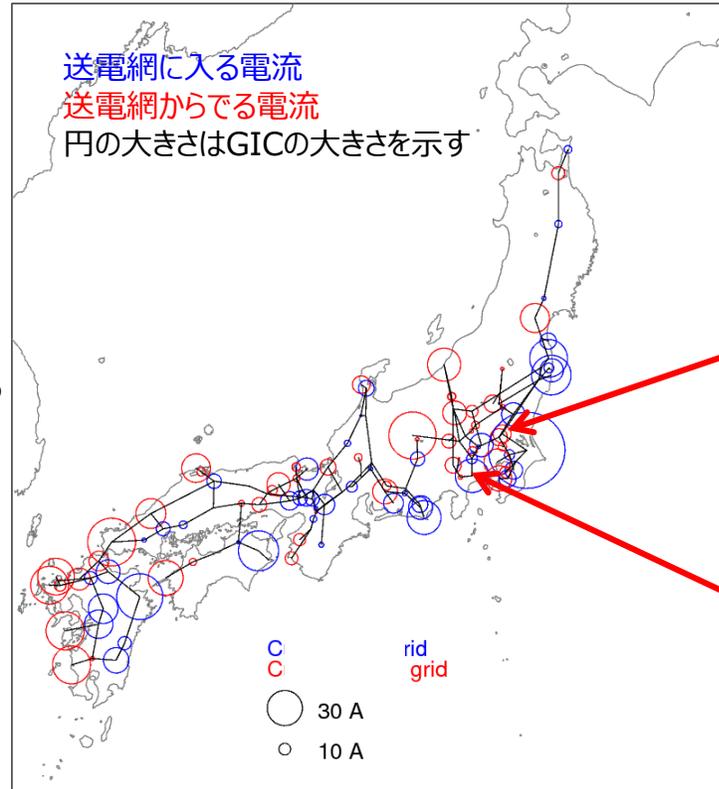
柿岡の地電場



一様地電場、送電線抵抗から
電流を導出

全国の送電網を流れるGIC

GICの大きさを示す全国マップ



計算した地電場
(柿岡)

計算したGIC
(新筑波変電所)

計算したGIC
(新富士変電所)

海老原ほか

- 全国の送電網を流れるGICを一括して瞬時に求めることができるスキームを開発（プロトタイプ版）。
- 測定値と合う変電所と合わない変電所がある。
- 地電場分布、送電網モデルが課題。