

2013年2月26日

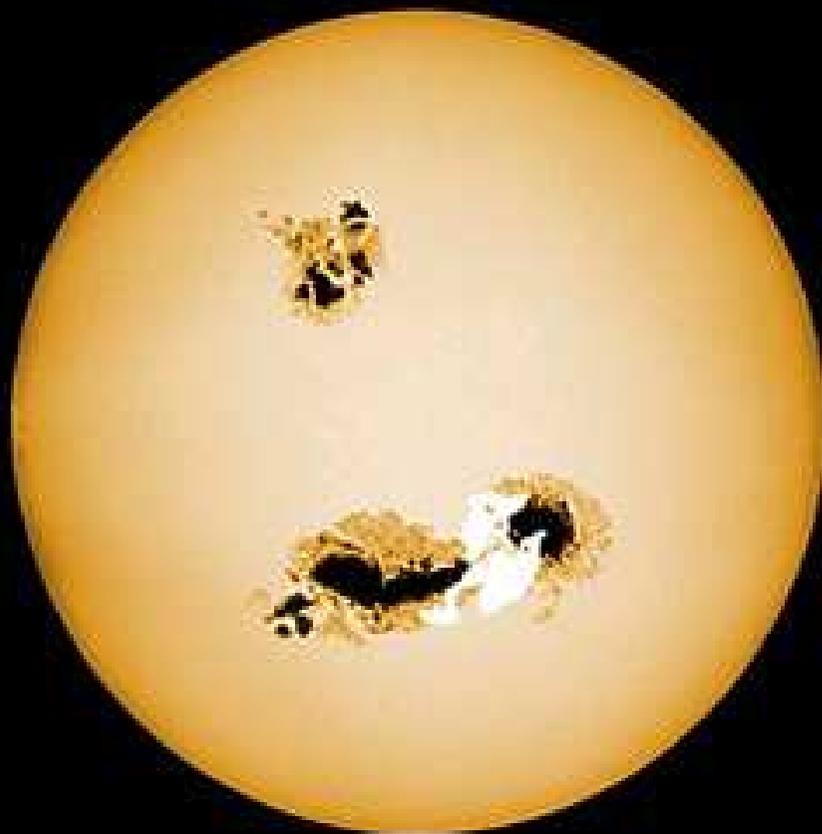
NICT 2012年度 宇宙天気ユーザーズフォーラム

講演 4 15:25-15:55

日本における巨大地磁気誘導電流の可能性

藤田 茂(気象大学校)、○源 泰拓(地磁気観測所)

日本における巨大地磁気誘導電流の可能性

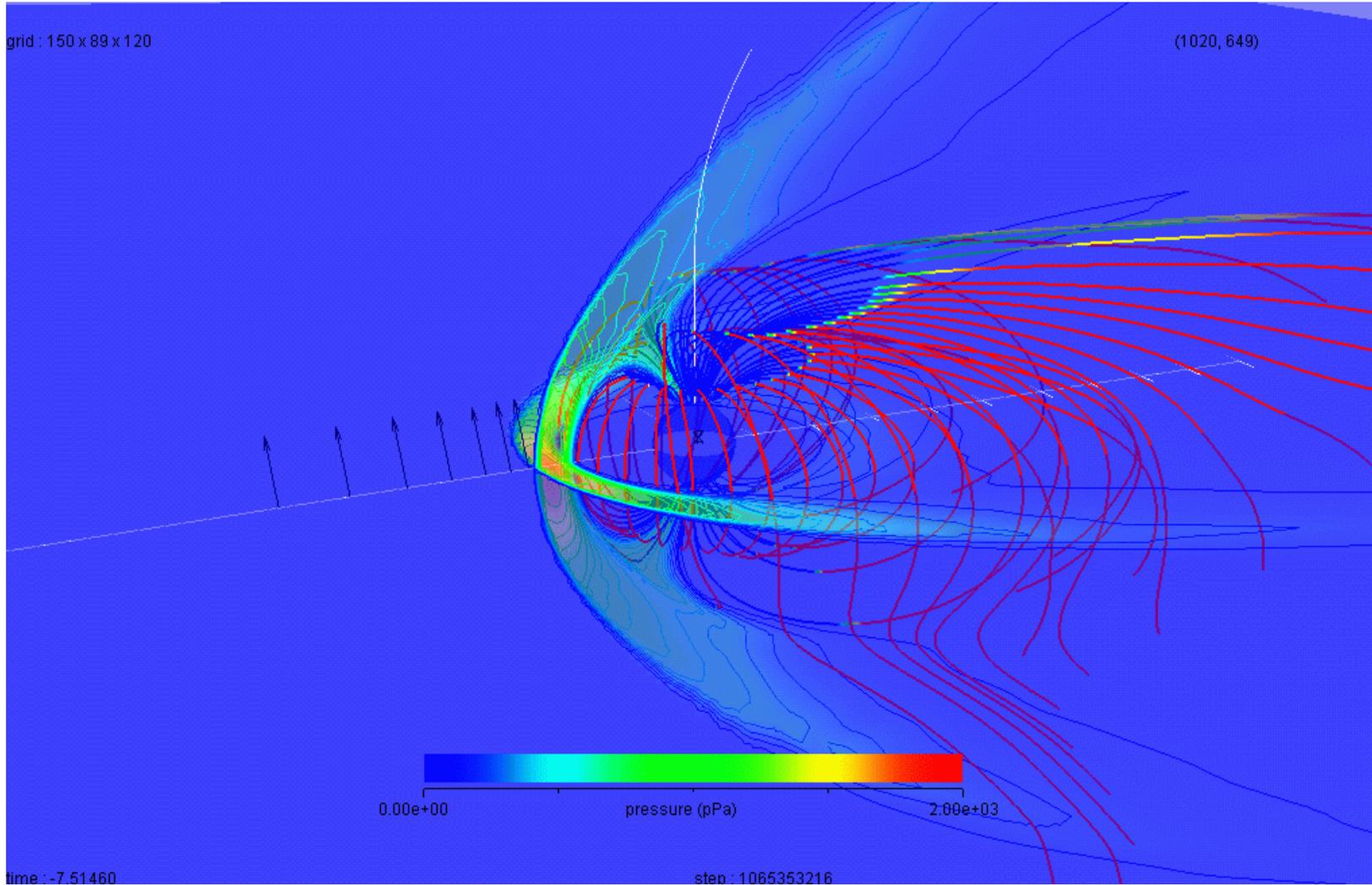


太陽で起こる可能性があるスーパーフレアの想像図。
柴田一成 京都理学研究科附属天文台教授ら
2012年5月17日付各社報道

2013年2月26日 宇宙天気 ユーザーズフォーラム
藤田茂(気象大学校)、源泰拓(地磁気観測所)

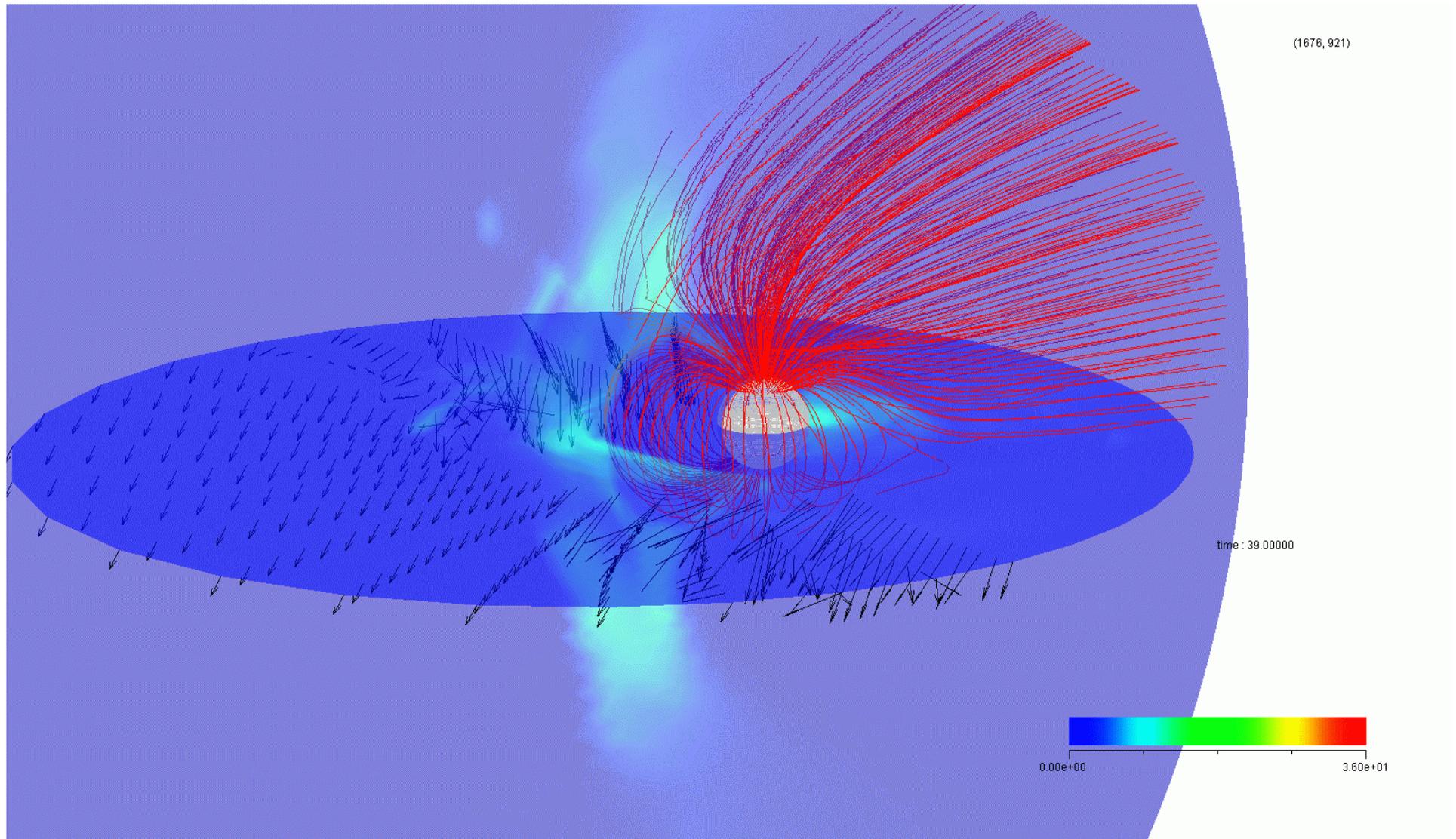
静穏状態の宇宙

2



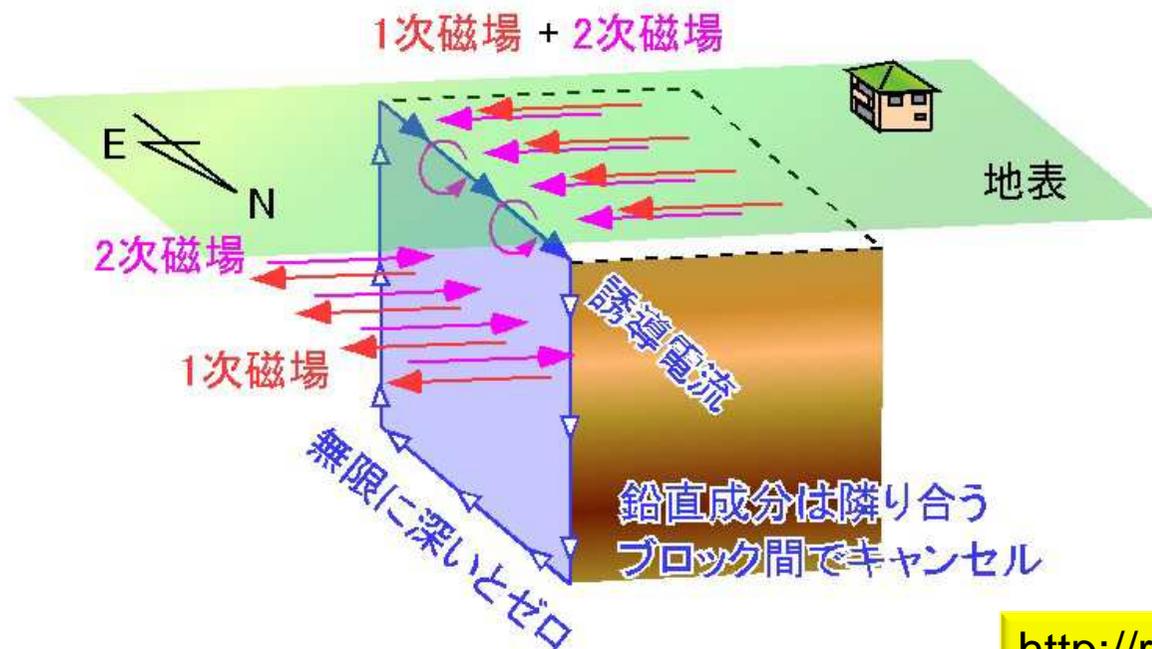
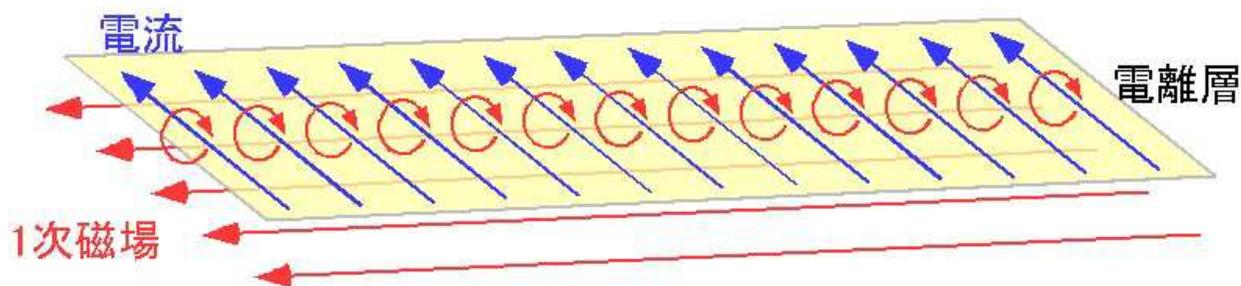
宇宙の嵐

2006年12月6日



地磁気誘導電流とは？

東向きに磁場が増えると、地中には北向きに誘導電流が流れる

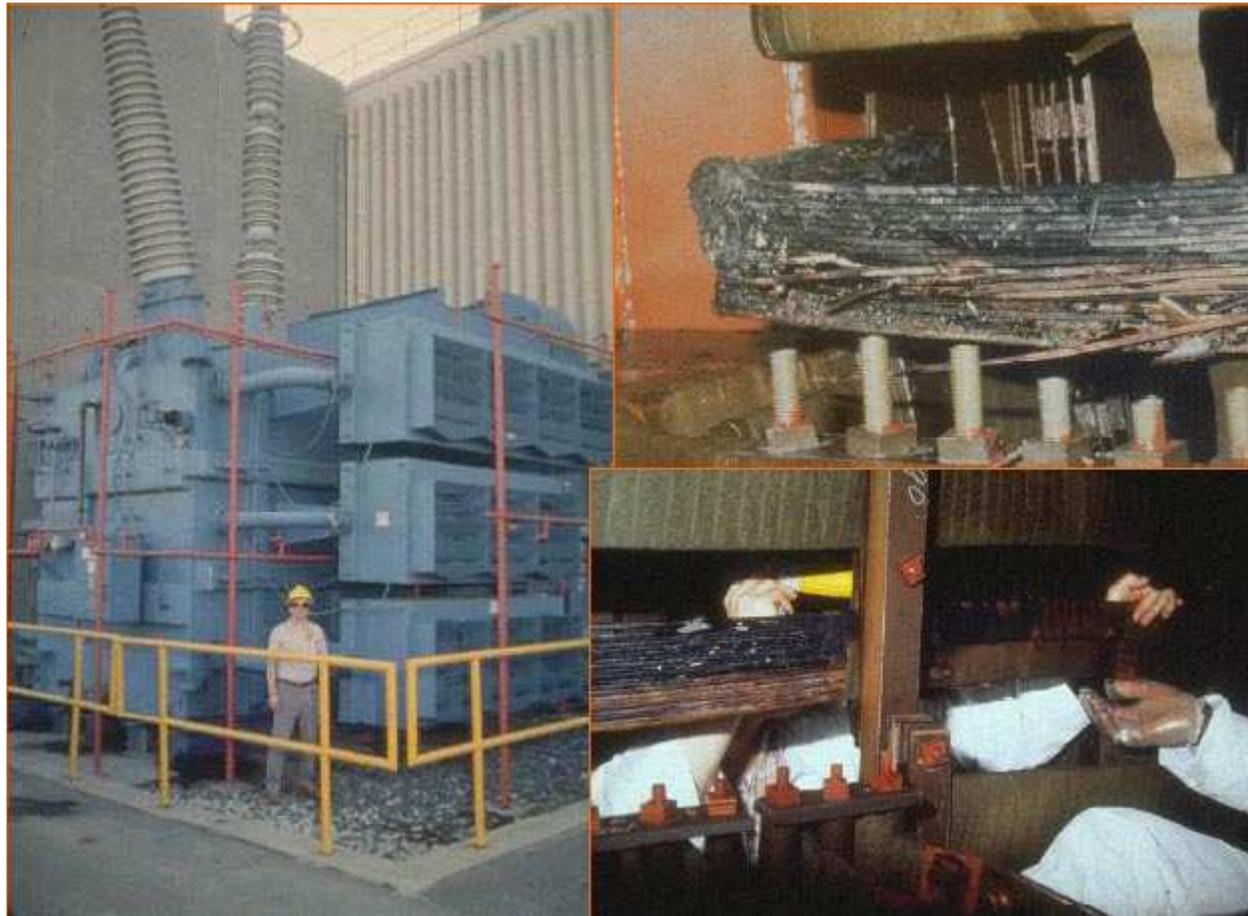


$$\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t}$$

$$\nabla \times B \approx \mu_0 J = \mu_0 \sigma E$$

<http://research8246.blog5.fc2.com/>

送電網への被害 1989年3月13日



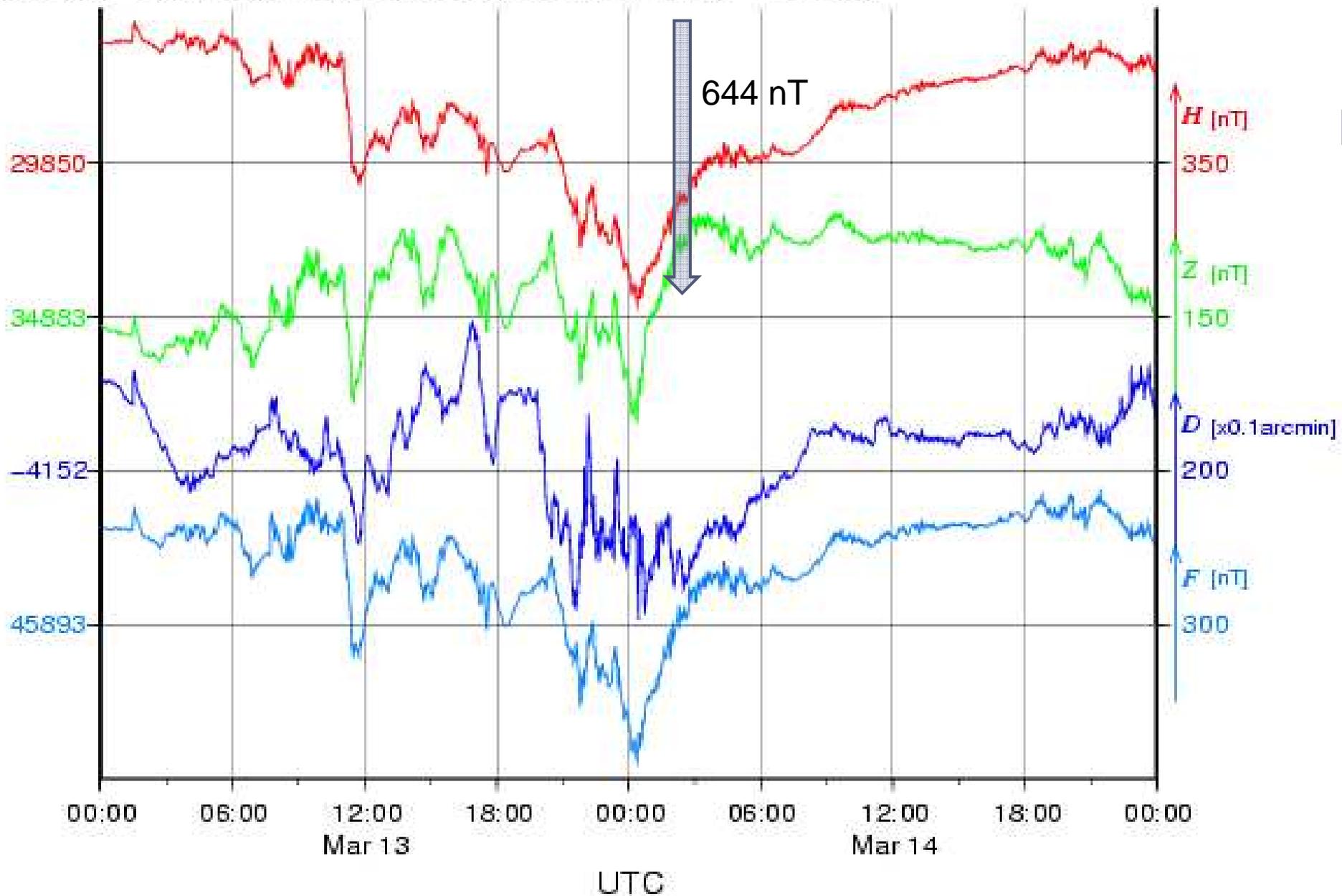
米国ニュージャージー州
トランス焼損(停電には至らず)



カナダ・ケベック州
9時間の停電

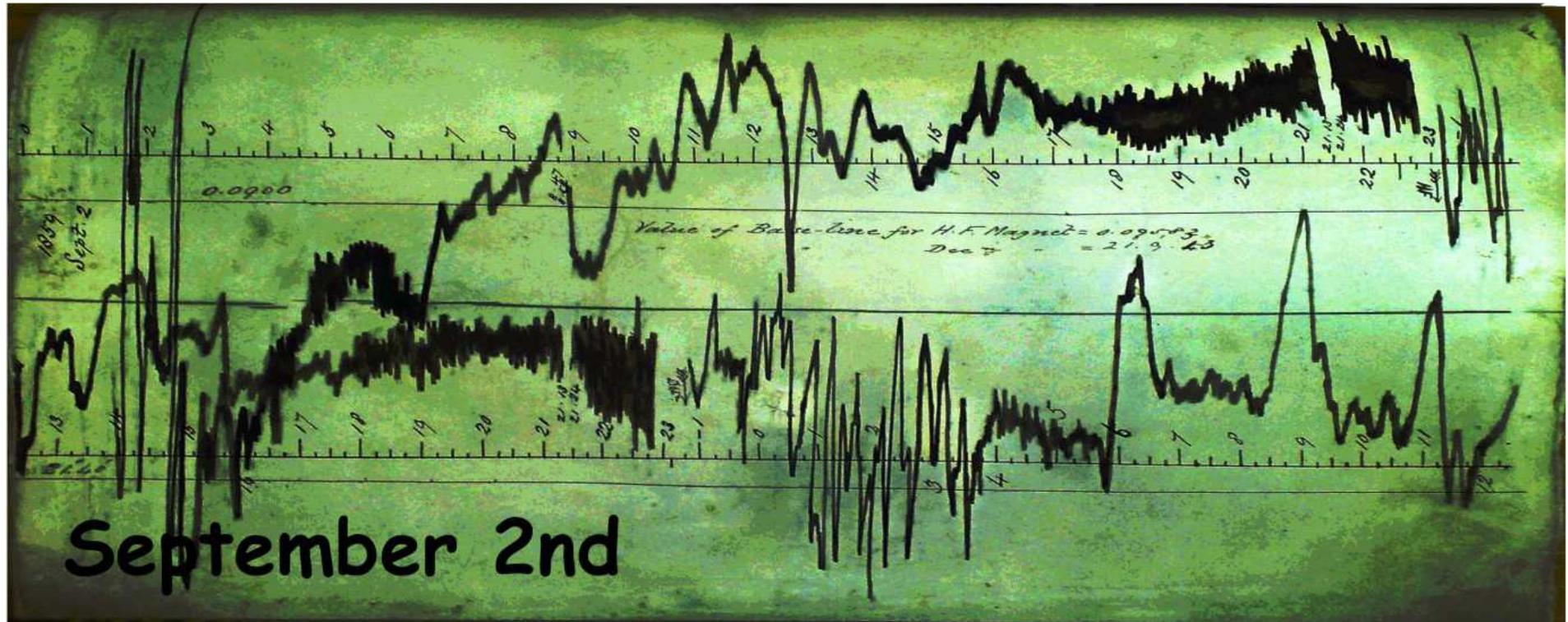
KAKIOKA

1989/03/13-03/14 Definitive Geomagnetic Data (1-min) - Normal -



Kakioka Magnetic Observatory

Carrington Event 1859

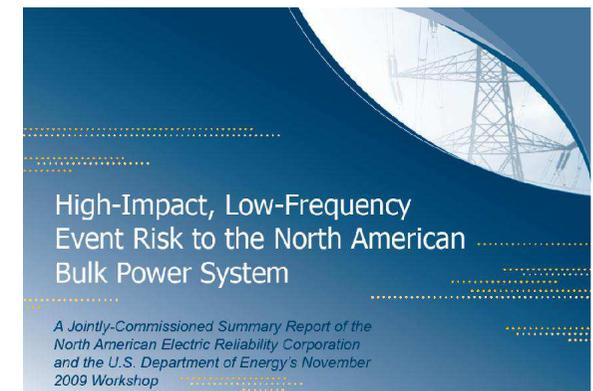


September 2nd

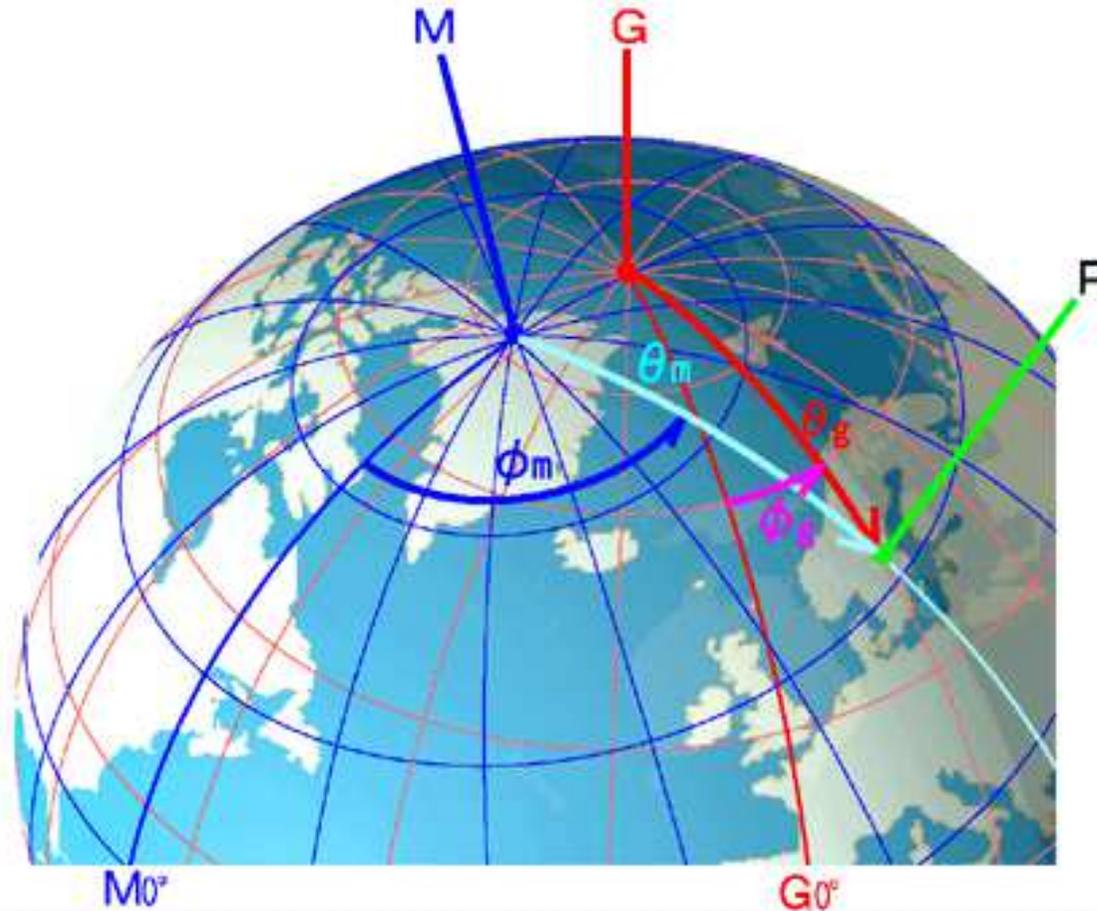
recorded by Kew Observatory in London.
Dst < -850nT

GIC(地磁気誘導電流)災害と対応

- 1989. 3. 13 カナダ停電災害
- 1989. 4~12? 日本の電力会社による臨時GIC観測
- 1989. 5 Northeast Power Coordinating Councilで
磁気嵐関連運用方策
- 1989. 12 電力会社から地磁気観測所に報告
- 2003. 10. 30 スウェーデン停電災害
(南アフリカも?)
- 2006~ NICTが北海道でGIC観測
- 2010. 7 HILF報告書(米国)
1989年イベントの10倍の現象を想定



地理極と磁極は一致しない



G : Geographic pole M : Geomagnetic pole P : A point
 θ_g : Geographic colatitude (=90-Geographic latitude) ϕ_g : Geographic longitude
 θ_m : Geomagnetic colatitude (=90-Geomagnetic latitude) ϕ_m : Geomagnetic longitude

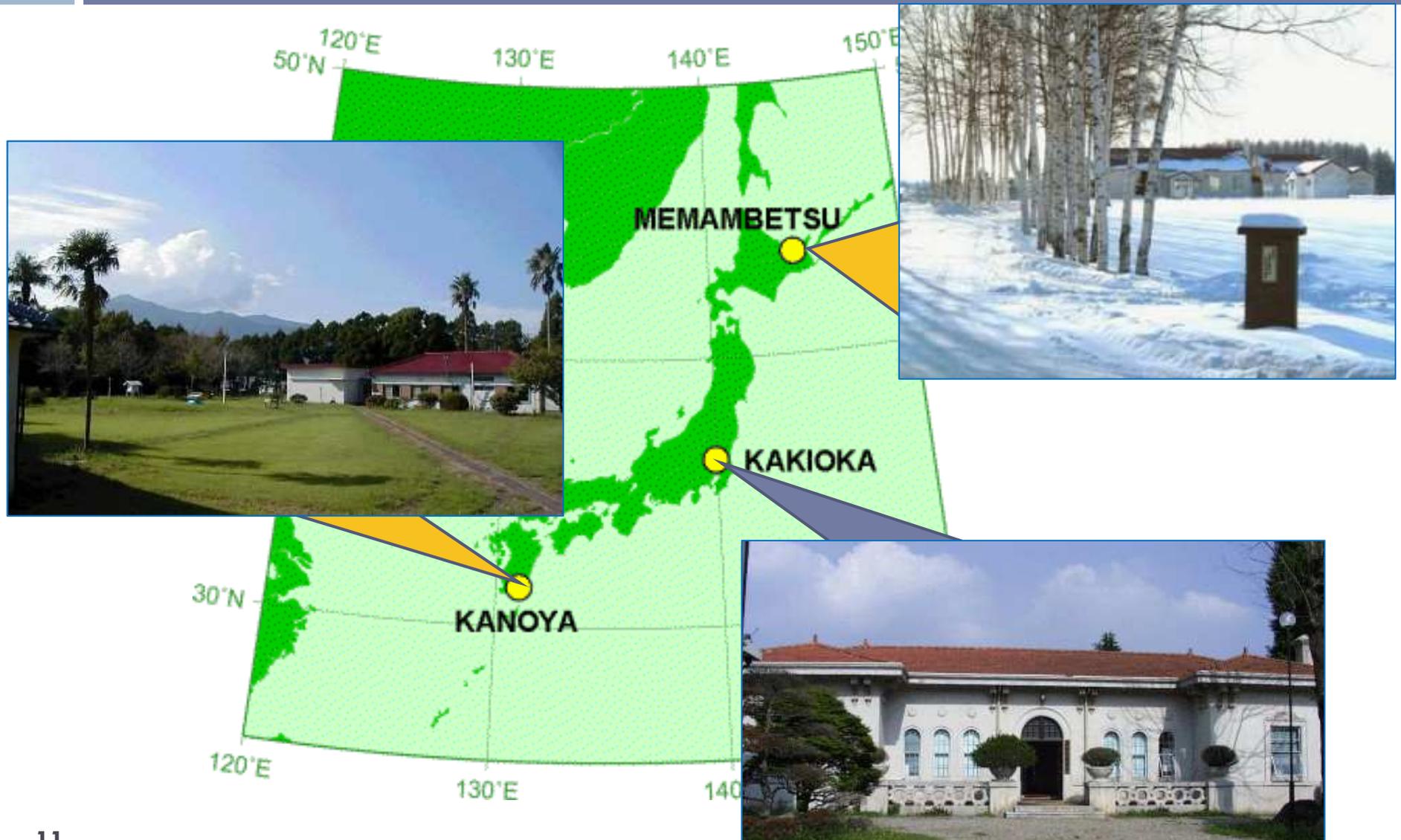
**WDC for
Geomagnetism,
Kyoto**

日本の磁気緯度は低い

だから大丈夫！ なのか・・・？

			磁気緯度
モントリオール (ケベック州)	北緯45.5	西経 73.6	55.3
Horred (スウェーデン)	北緯57.2	東経 12.5	56.8
東京	北緯35.4	東経139.5	26.6
札幌	北緯43.1	東経141.3	34.3

気象庁が運営する地磁気観測所

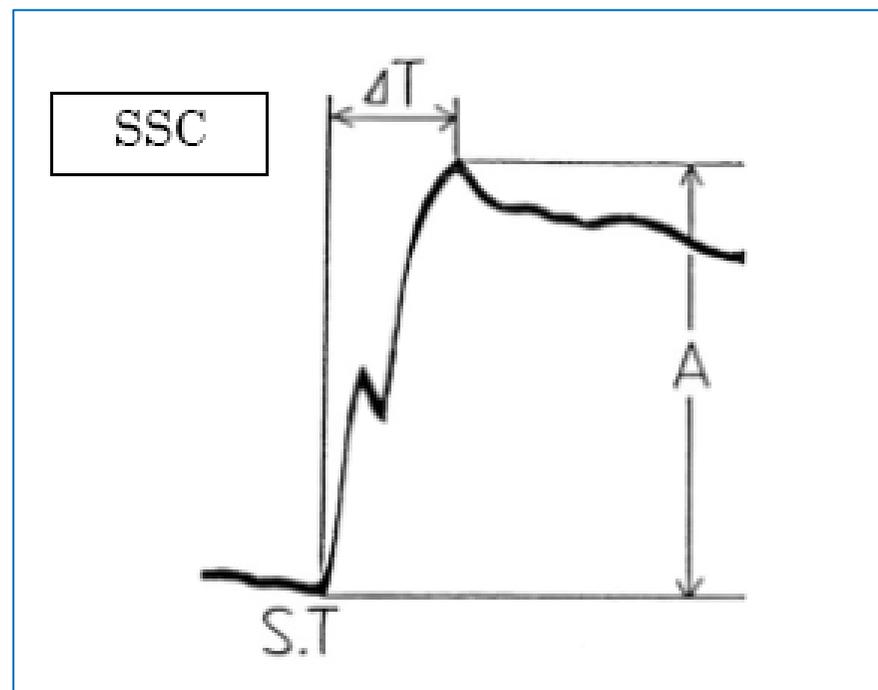


地磁気急変現象を統計的に調査

ssc: Storm Sudden Commencement

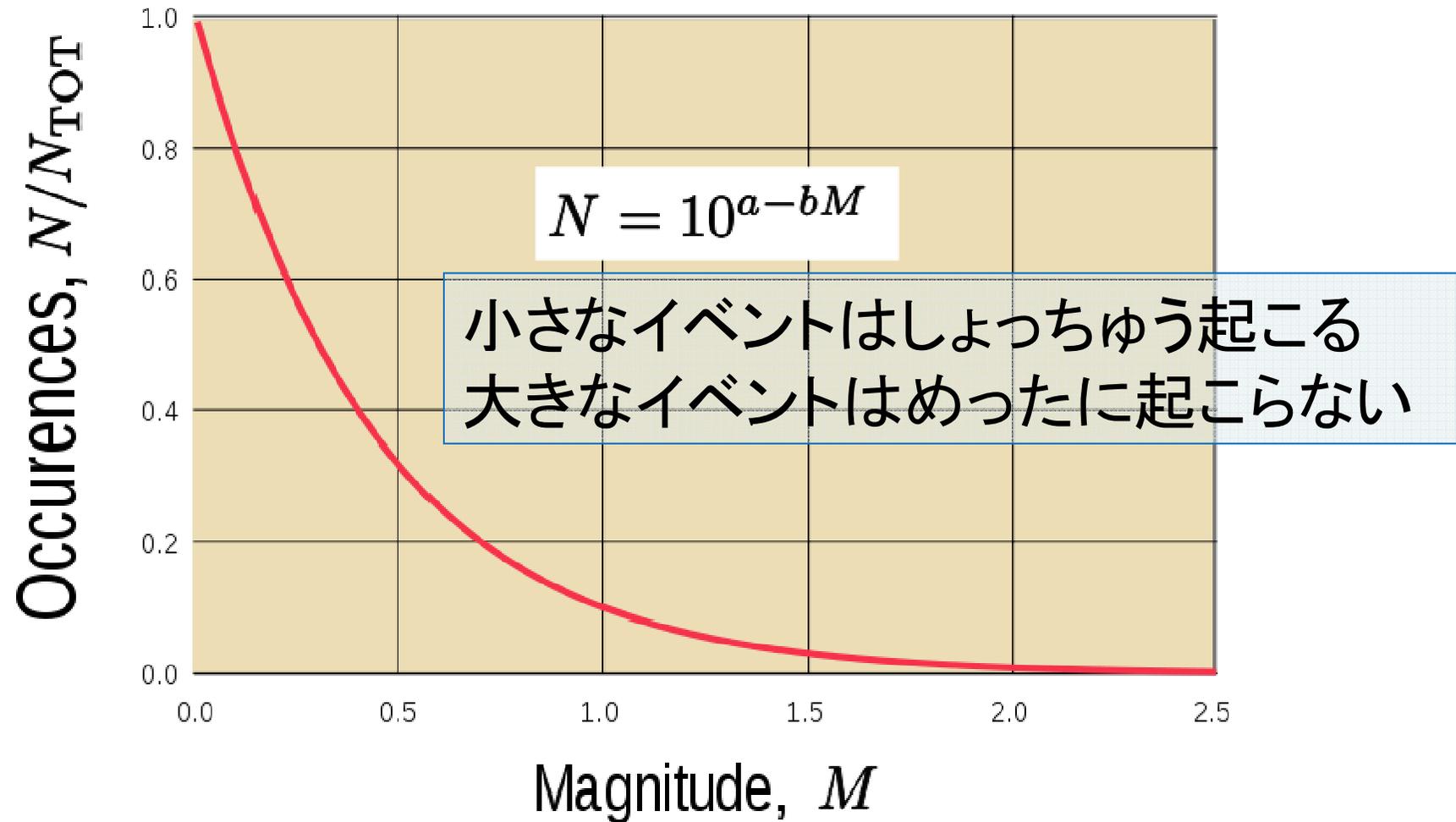
磁気嵐の急始部分

si: sudden impulse



1957年から2012年（55年） 約1500個
立ち上がりの傾き (nT/min) を調べる。

Gutenberg–Richter law



Gutenberg-Richter lawの例

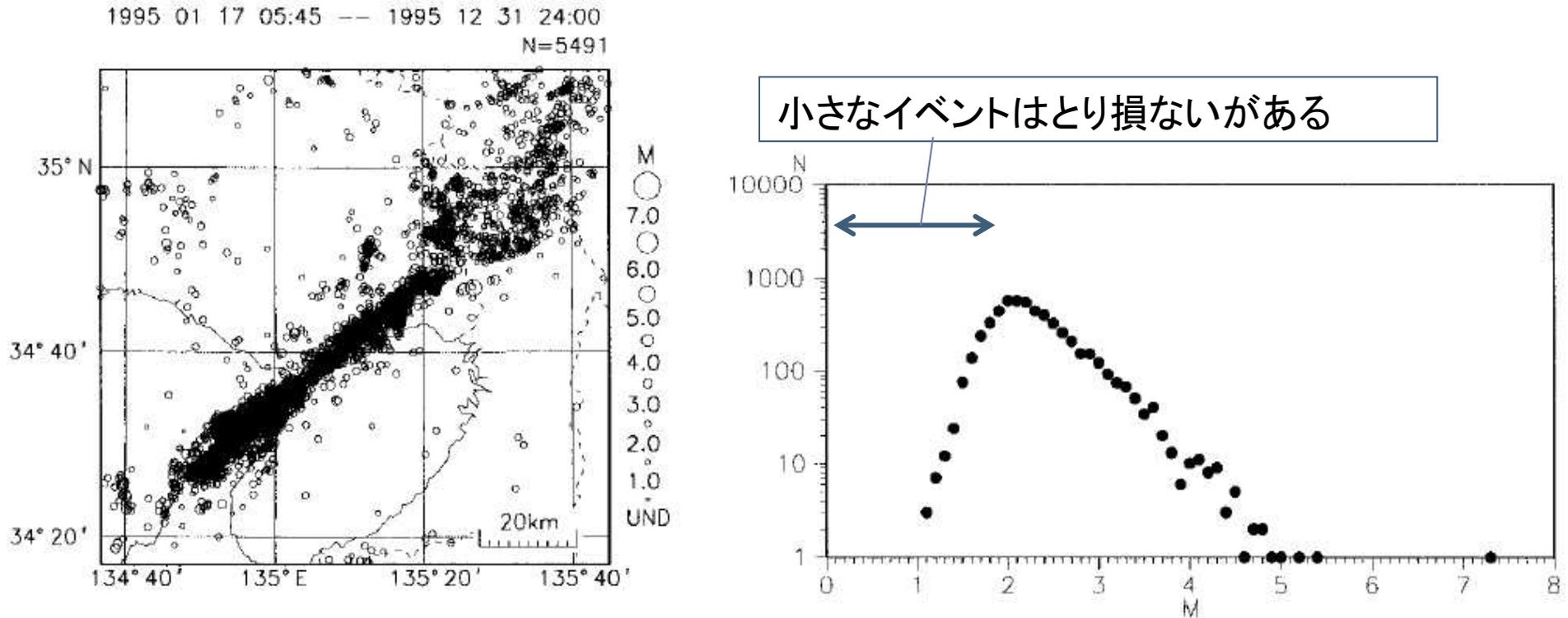
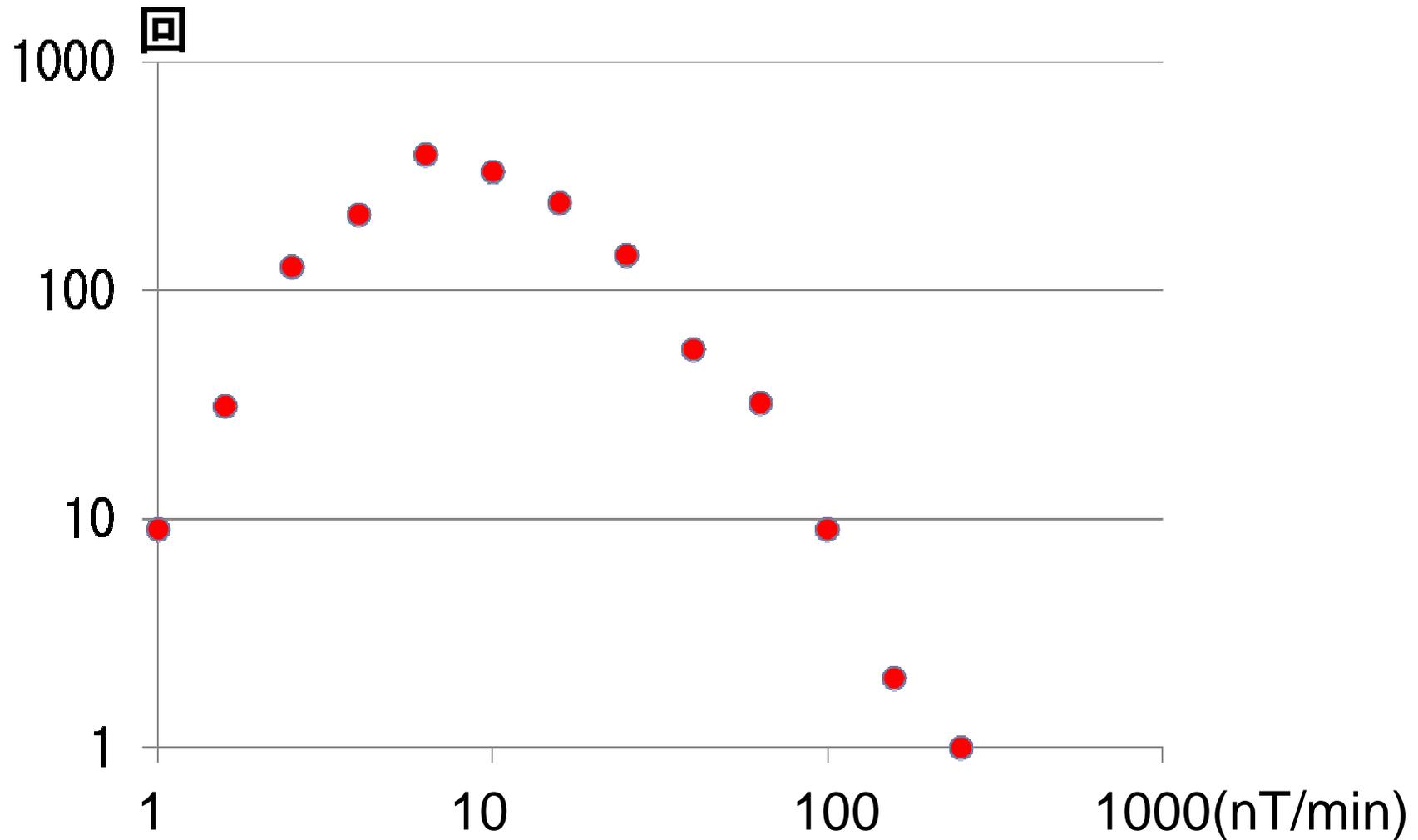


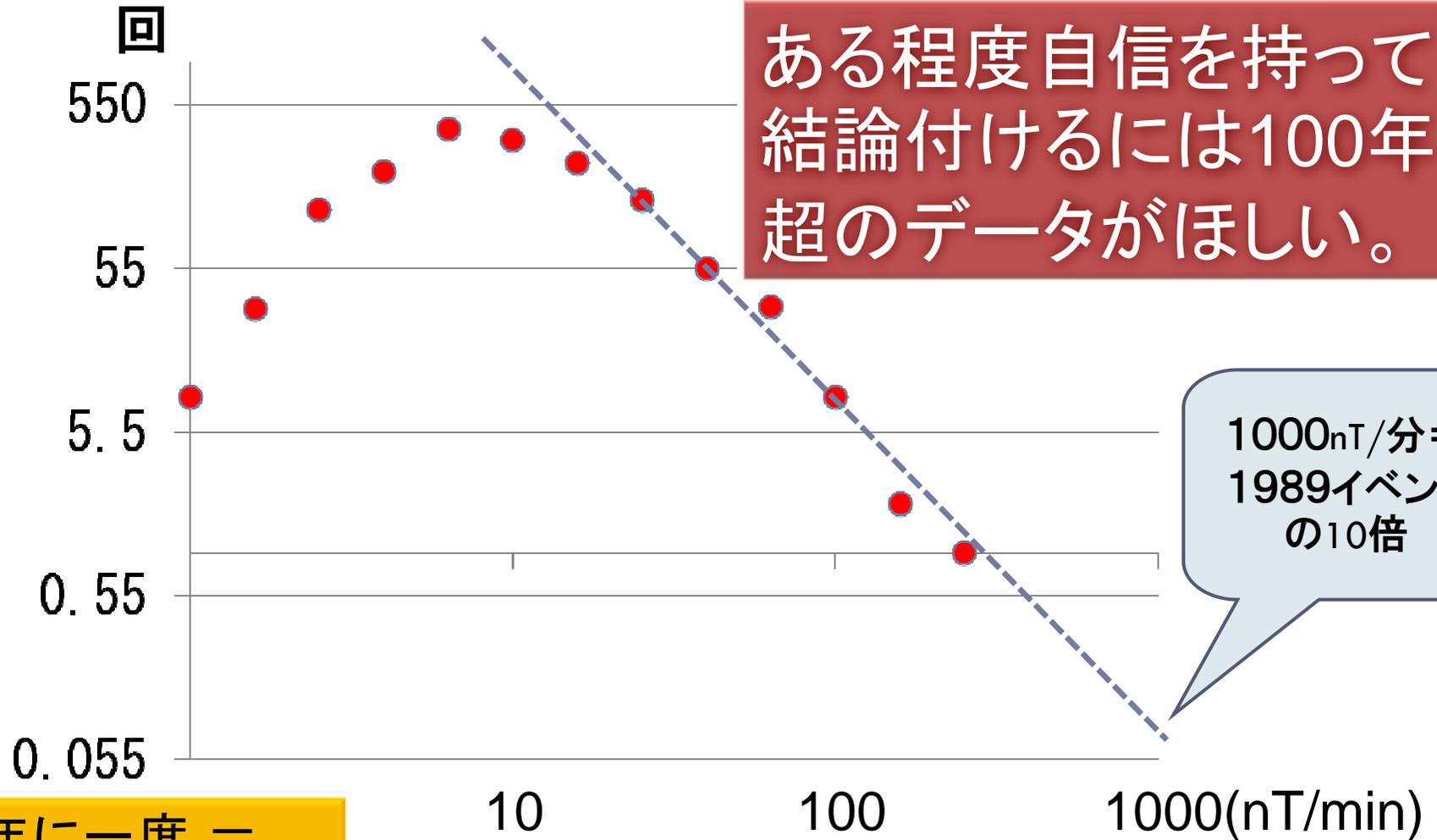
図 3 1995 年兵庫県南部地震の余震分布とマグニチュード-度数分布.

Fig. 3 Epicentral distribution and magnitude-frequency distribution of the 1995 Southern Hyogo Prefecture earthquake.

時間変化率ヒストグラム(女満別) (両軸とも対数)



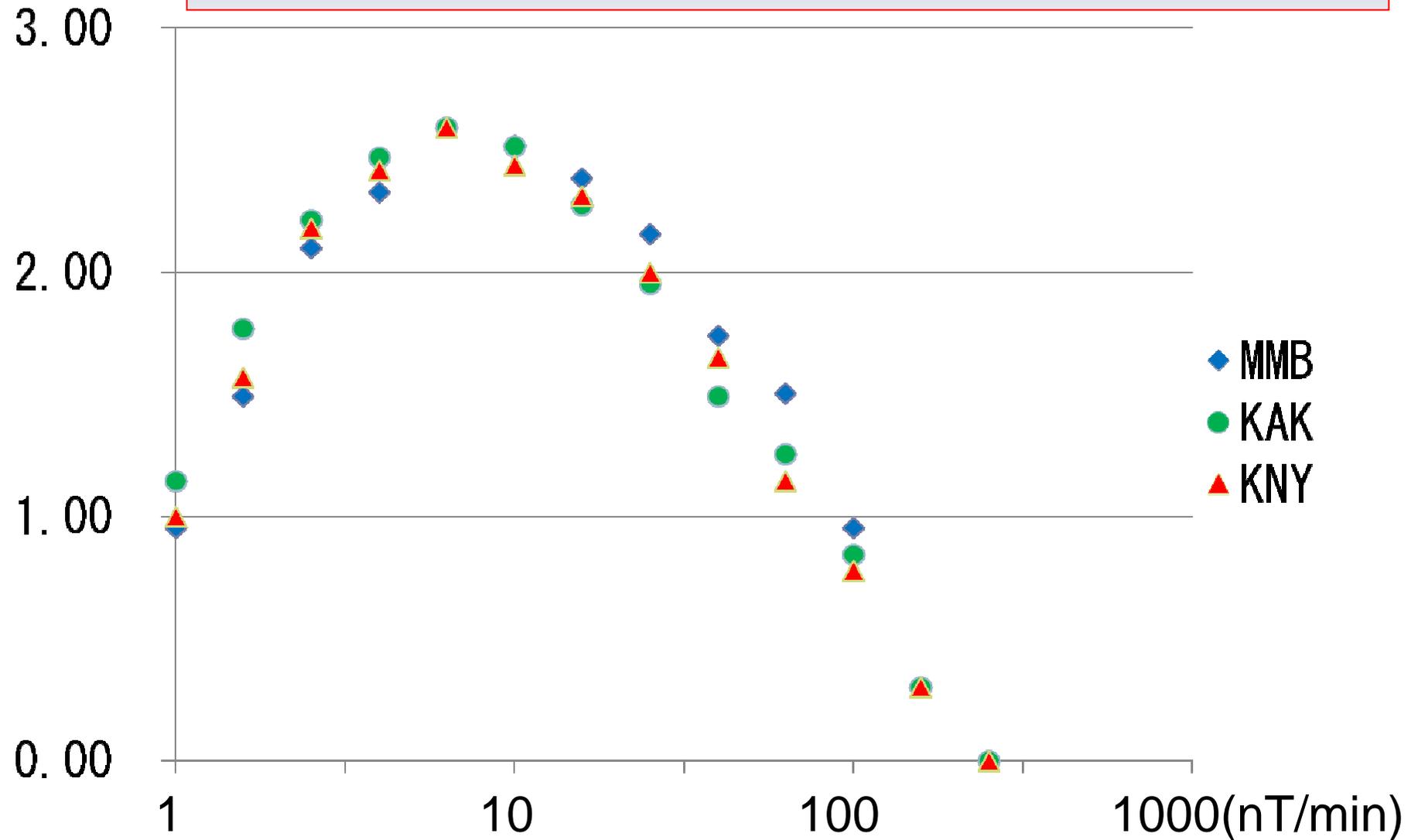
“千年に一度”級の変動とは？



千年に一度 = 55年に0.055度

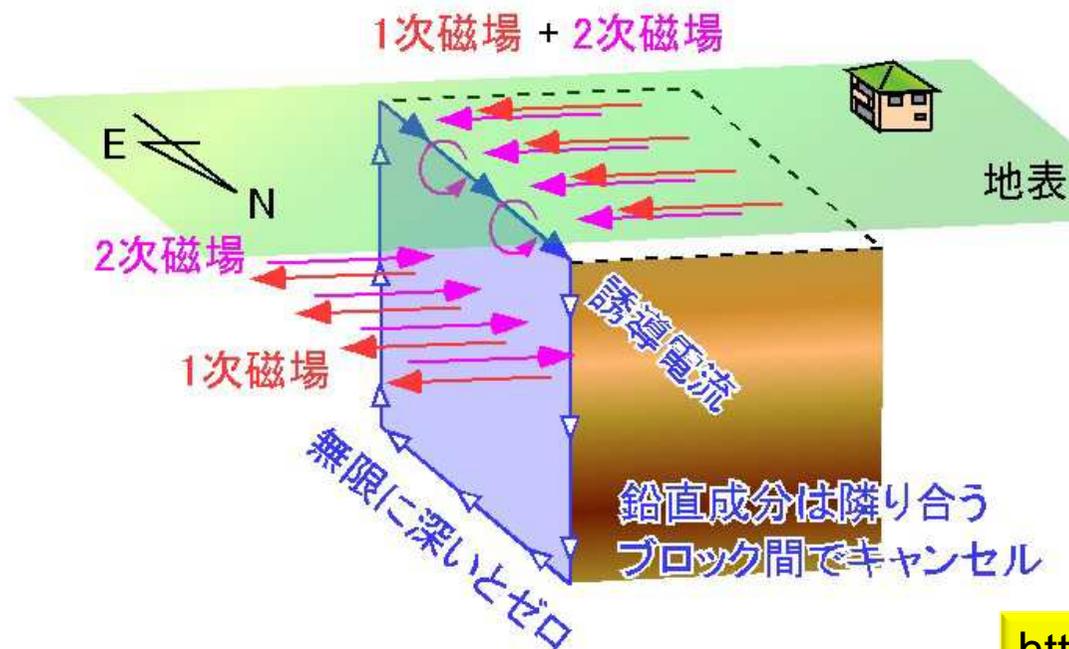
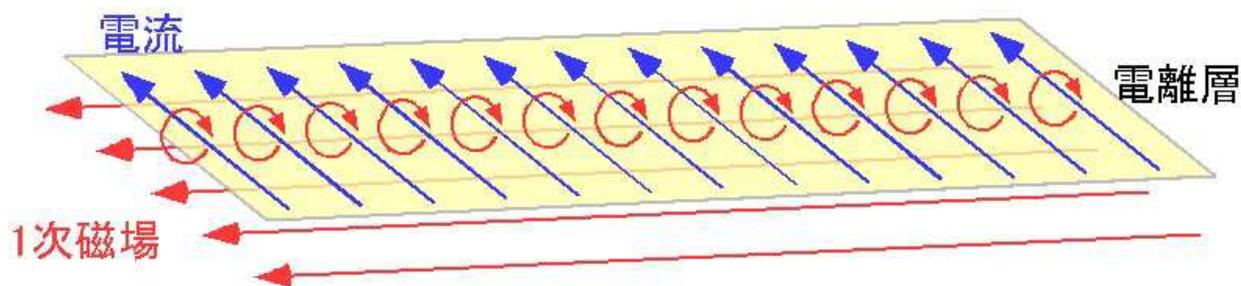
女満別・柿岡・鹿屋の度数分布

低緯度だから大丈夫とは言い切れない？



ふたたび、地磁気誘導電流とは？

東向きに磁場が増えると、地中には北向きに誘導電流が流れる

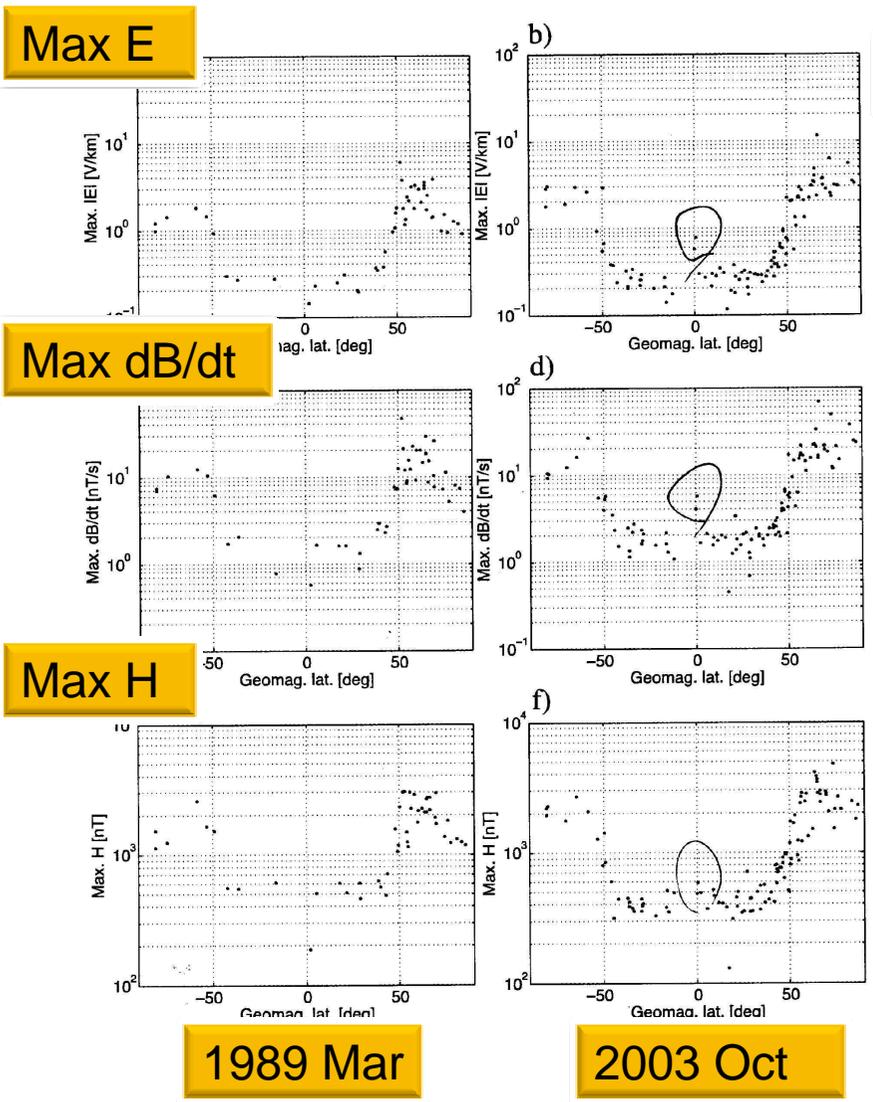


$$\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t}$$

$$\nabla \times B \approx \mu_0 J = \mu_0 \sigma E$$

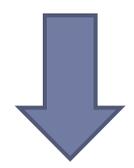
<http://research8246.blog5.fc2.com/>

Pulkkinenの解析 (変動緯度分布)



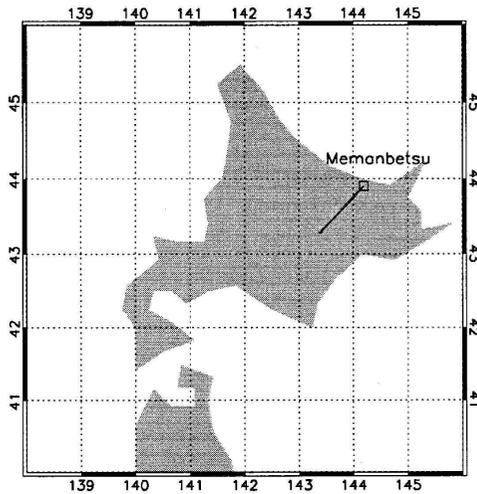
Pulkkinen et al. [2012]

- 大規模なイベントを解析
- 緯度50度を境に ΔH の振幅が急変する



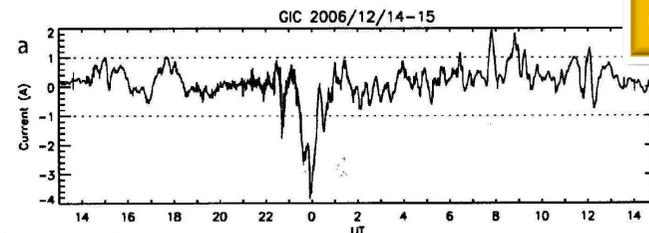
日本ではGIC災害は想定しなくてよい？

NICTのGIC観測(道東地域)

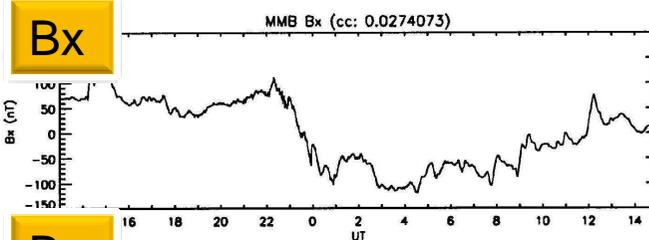
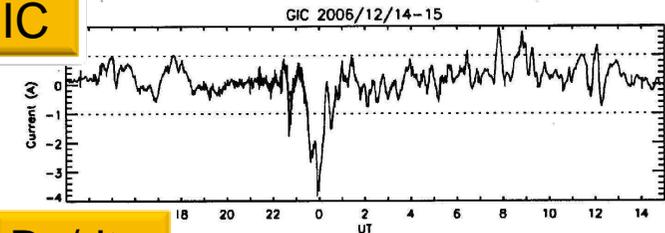


Watari et al. [2008]

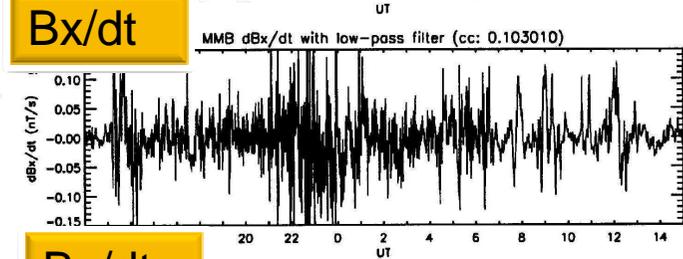
最大で3.8A
GICとDの変動が対応



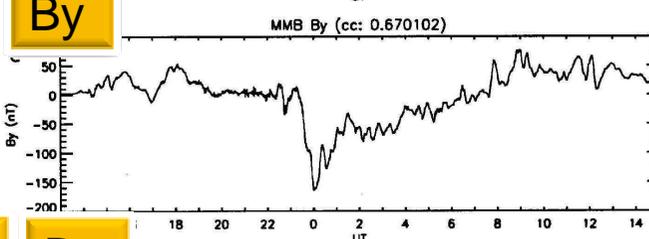
GIC



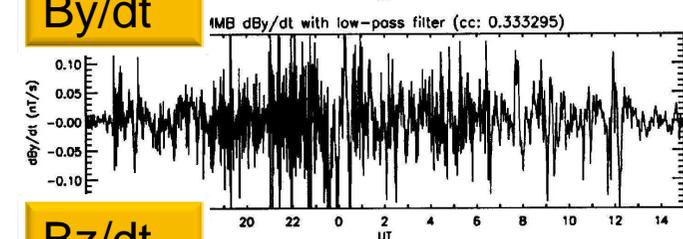
Bx



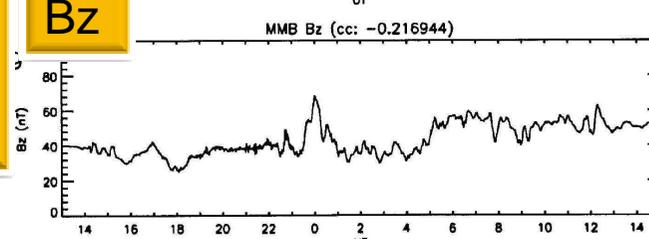
Bx/dt



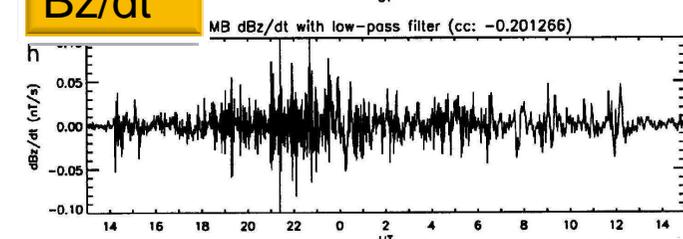
By



By/dt



Bz

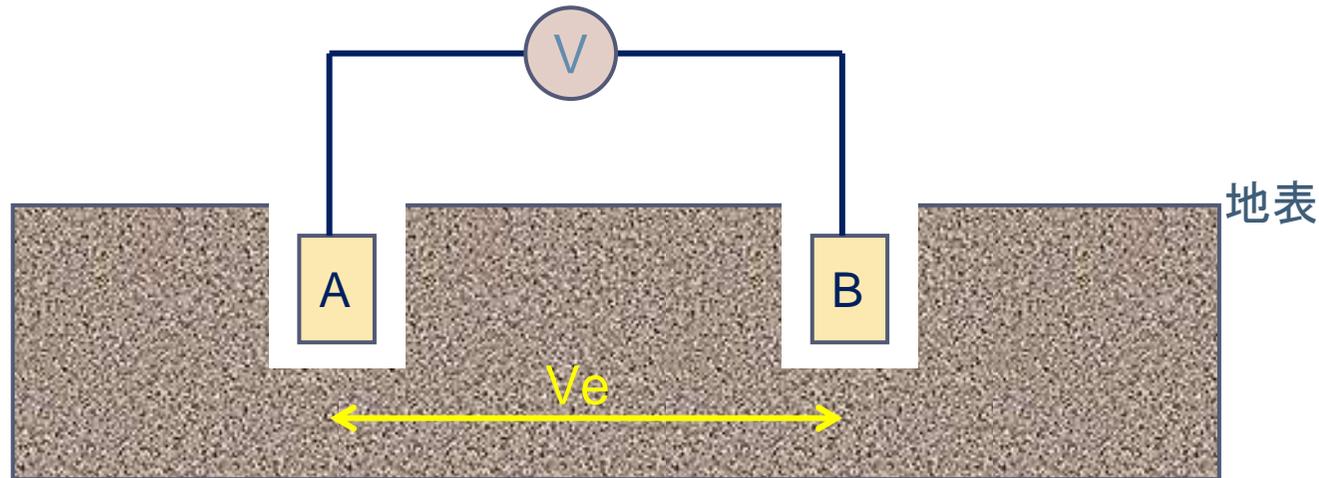


Bz/dt

2006年12月14-15日
48nT/5min MMB, 38nT/5min KAK

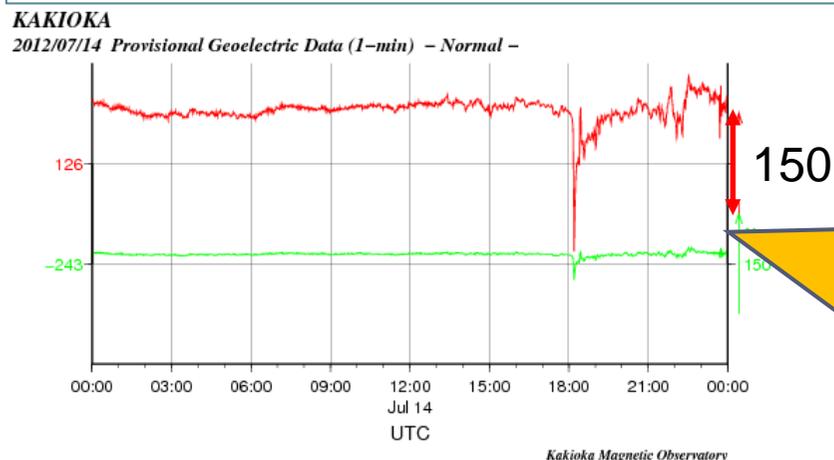
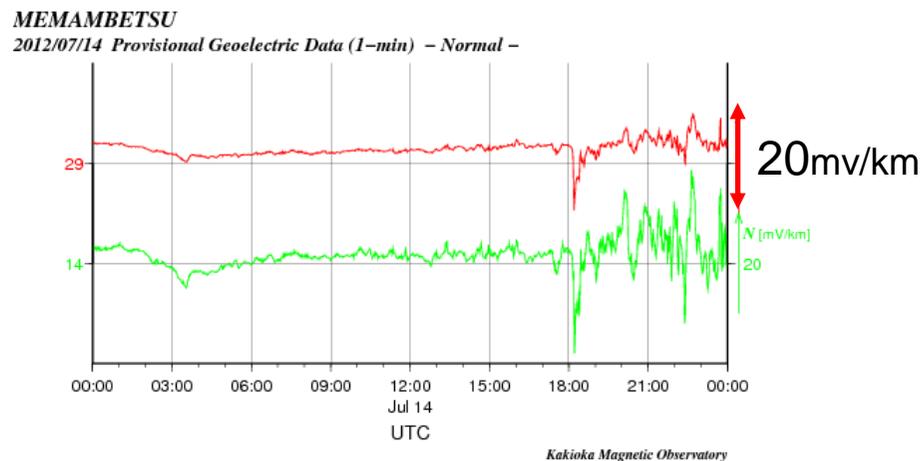
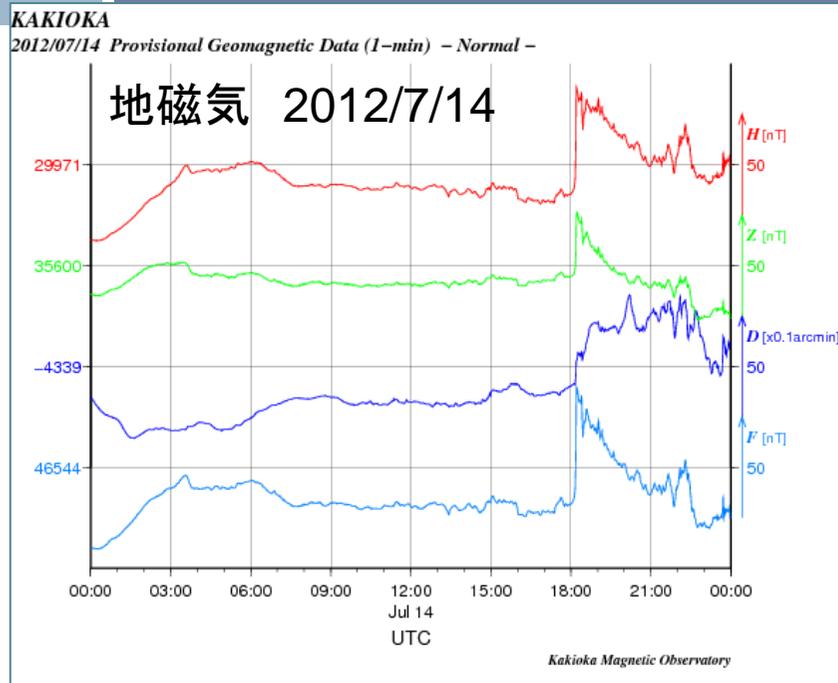
Figure 2. (a and b) GIC event associated with the geomagnetic storm of 14–15 December 2006 and (c) Bx, (e) By, (g) Bz, (d) dBx/dt, (f) dBy/dt, and (h) dBz/dt at MMB.

地磁気観測所の地電流定常観測



- ・柿岡は1932年から、鹿屋・女満別は1948~1950年から

女満別・柿岡・鹿屋の地電流変化



- 柿岡の地電位差はEW成分とNS成分で極端に違う。
- 同じ磁場変化に対して、柿岡の地電位変動は女満別の約10倍(EW成分)。

日本は世界に冠たる 地下電気伝導度異常帯

- Pulkkinen

「50度より低緯度では誘導電場は小さい」

誘導電場の推定のために、水平方向に一様な電気伝導度分布を仮定している。

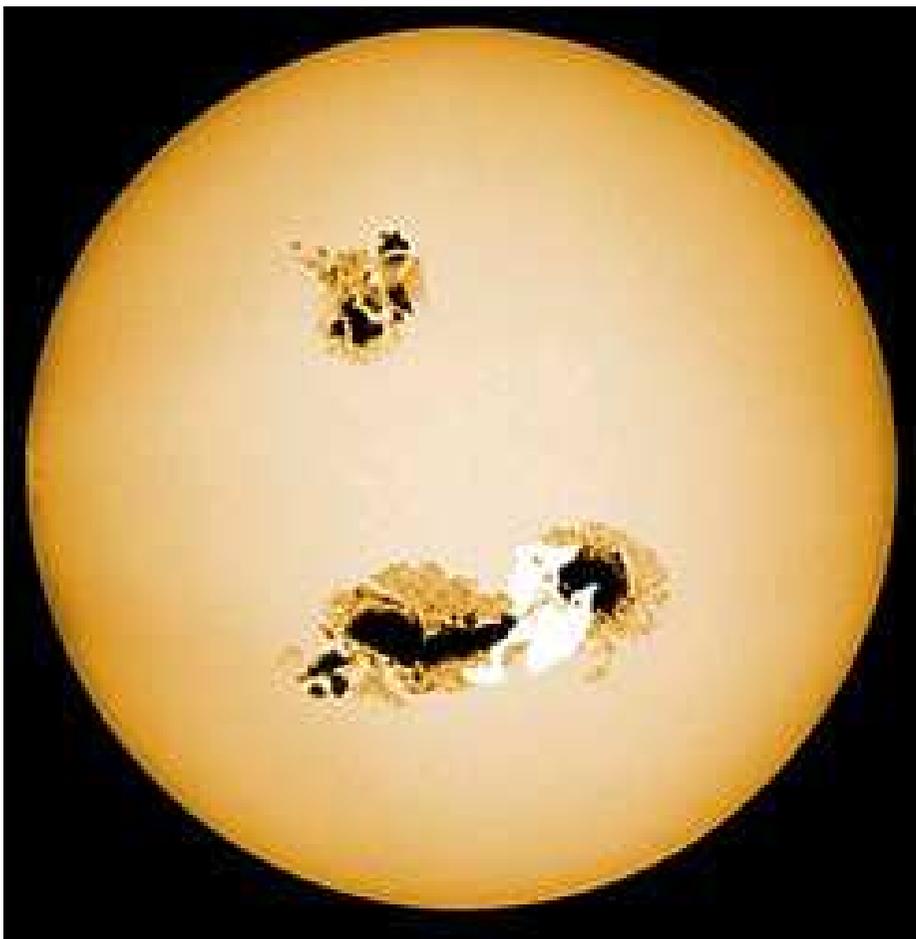
⇒ 日本には当てはまらない。

- 北海道での観測を日本全国に敷衍していいか？

⇒ 特に関東地方は地下がぐちゃぐちゃ。

先行研究の結果をそのまま日本全体に
あてはめるのは無理がある。

太陽で起こる可能性がある スーパーフレア



太陽と似た星を観測・
解析し、スーパーフレア
を確認

柴田一成 京都理学研究科附
属天文台教授らによる想像図

□ 2012年5月17日付各社報道

防災対応を視野に入れて

極端現象の推定

→ business continuity plan

＋インフラストラクチャの整備

- ✓ どれくらいの時間ごとに(頻度)
- ✓ 頻度に応じた最大の大きさ

極端現象発生→避難＋個々の設備の防護

- ✓ いまからどれくらいあとに
- ✓ どのくらいの大きさで

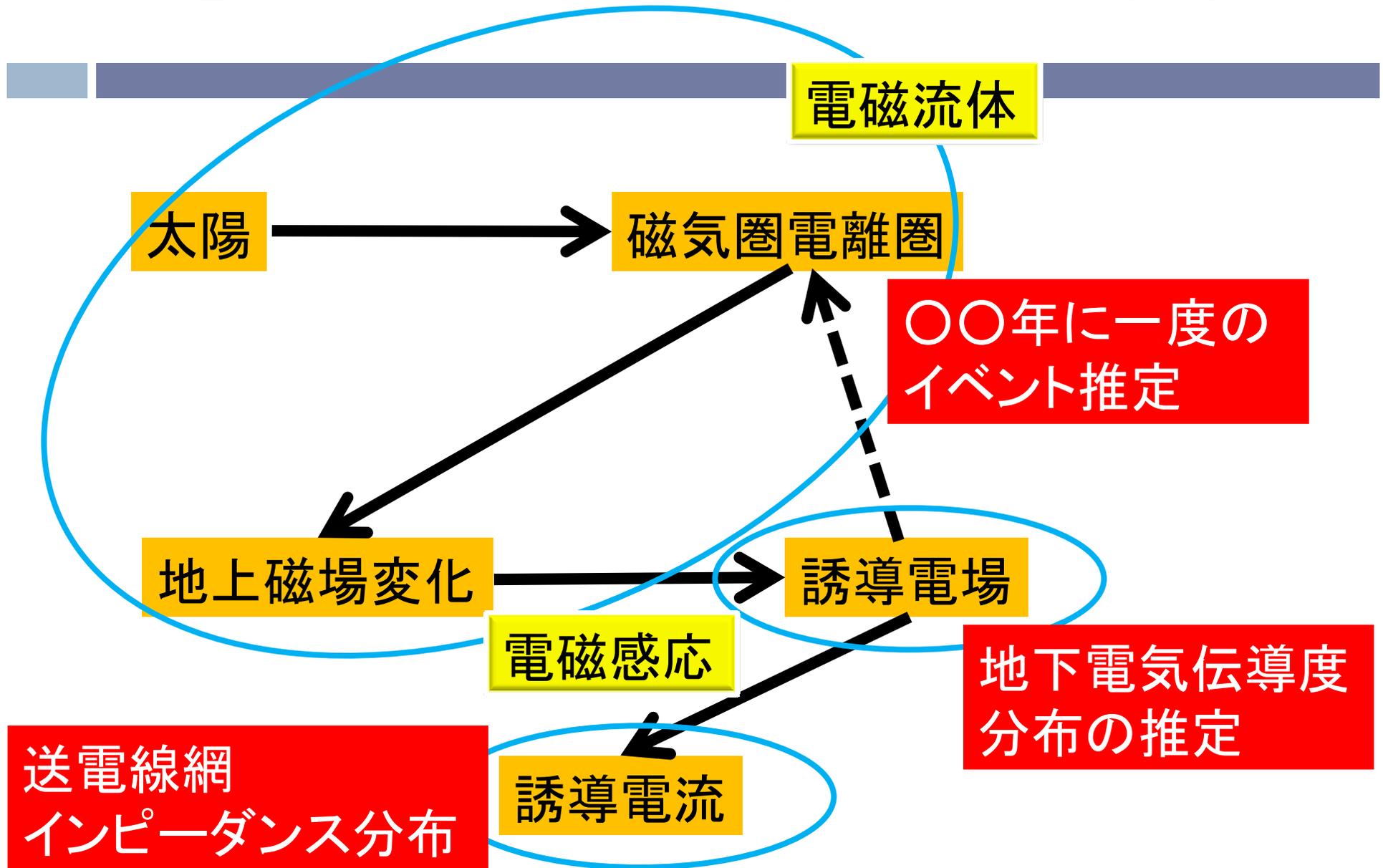
まとめとこれから必要なこと

- 現時点では、数百年に一度の大規模地磁気誘導電流の大きさがどのくらいなのかわからない。
(千年に一度級の女満別の ssc/si は $1000nT/min$?)
- 地磁気観測、太陽・恒星観測→統計的推定
- 理論的な最大値推定
- 地下電気伝導度3次元性の検討
- GIC研究には変電所での実測が不可欠。

科学者に求められる仕事

- 行政・給電業者に磁場変動・誘導電場・客観的なGIC極端値(100年に一度/1000年に一度)を提供すること

地球電磁気学 + 地球惑星圏科学 + 太陽物理



「日本における巨大地磁気誘導電流」

- 数百年に一度の規模の地磁気急変現象の大きさ
- 現象の理論的な最大値
- 地中に誘起される誘導電場とGICの推定

関連する理学的・技術的な研究発表も歓迎する。

5月19日(日)～24日(金) 幕張メッセ

JpGU Meeting 2013

Japan Geoscience Union Meeting, May 19th-24th, Makuhari Messe