

GPS受信機網データを用いた 地震後の電離圏全電子数変動の解析

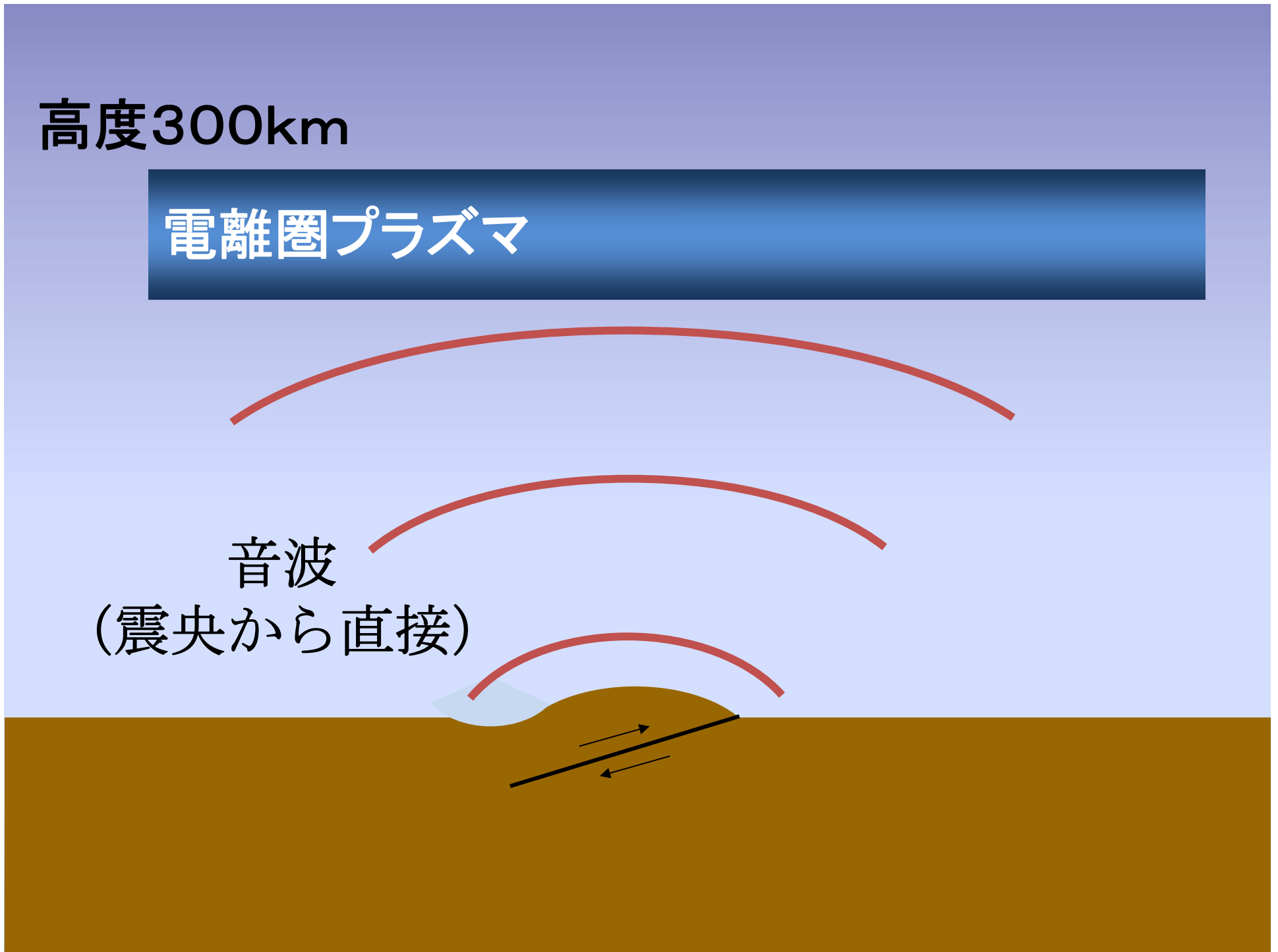
*山矢 優、大塚 雄一
西谷 望、小川 忠彦
(名大STE研)



高度300km

電離圏プラズマ

音波
(震央から直接)



電離圏での電波の遅延

$$-dp = dg = \frac{40.3T}{f^2} \quad (\text{meter})$$

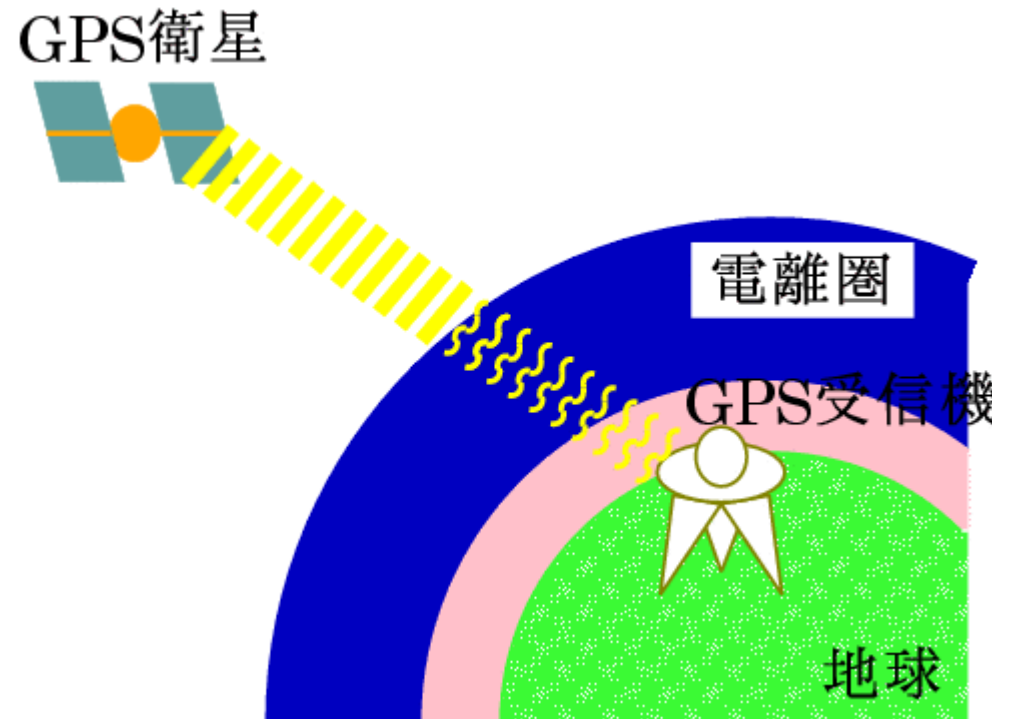
dp, dg: 位相速度、群速度の遅れ

f: 送信周波数($=1.5 \times 10^9$)

T: 全電子数(TEC)

$$T = \int_z n_e dz$$

$1\text{ns} = 0.3\text{m} \sim 3\text{TECU}$
($1\text{TECU} = 10^{16}$ 個/ m^2)



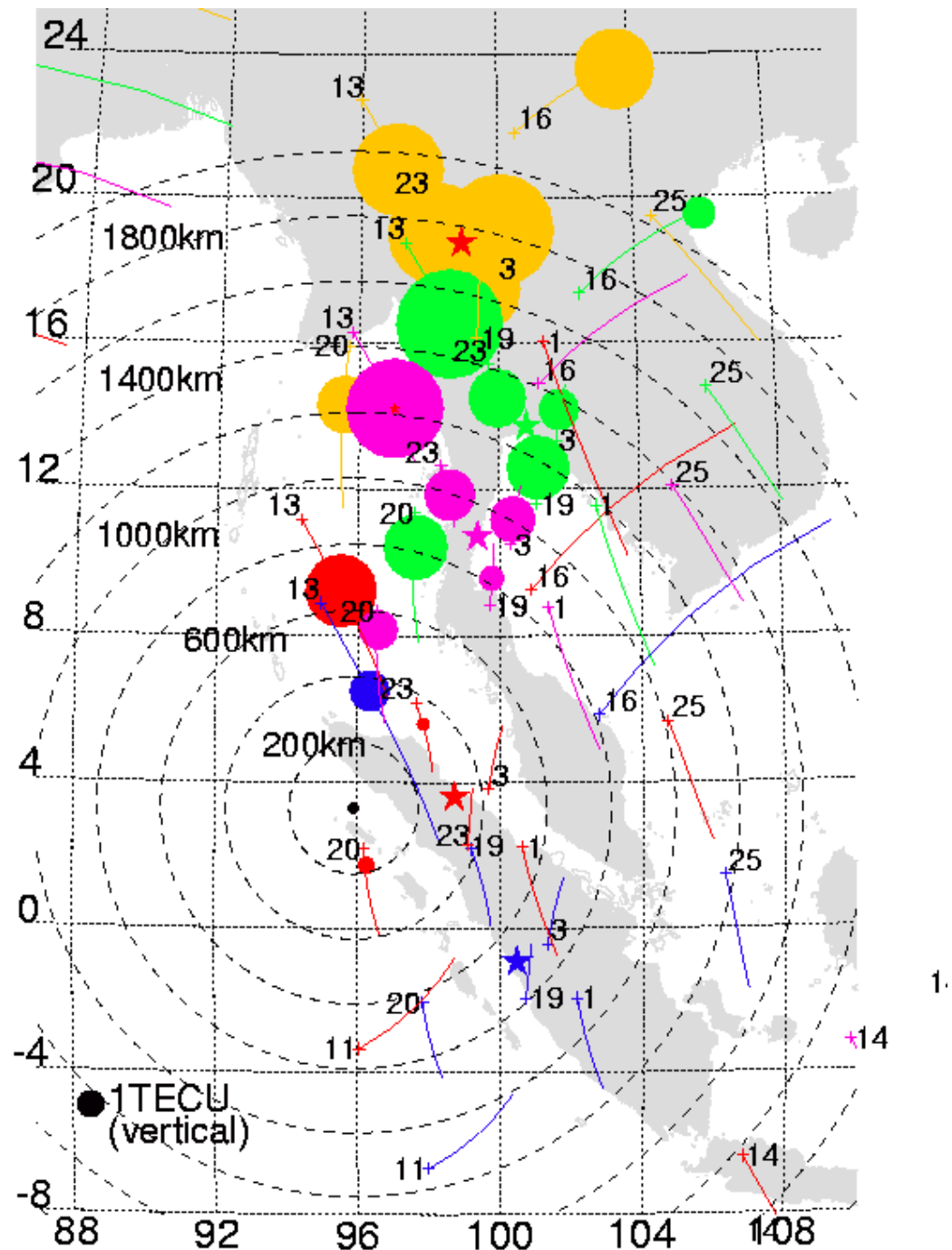
本研究の背景

2004年12月26日、スマトラ島
西方沖M9.3の大地震が発生

震央の北側で2-7TECUの変動
南側でも1TECUの変動を確認

震央の北側	TEC変動 の振幅 —大
// 南側	—小
// 東側	—無

[Otsuka et al., 2006]



目的

GPS受信機が多数設置されている日本において、地震後のTEC変動の振幅に方位角依存性があるかを調べ、その原因を明らかにする。

観測対象

2000年1月～2007年10月 M6.0以上 日本付近

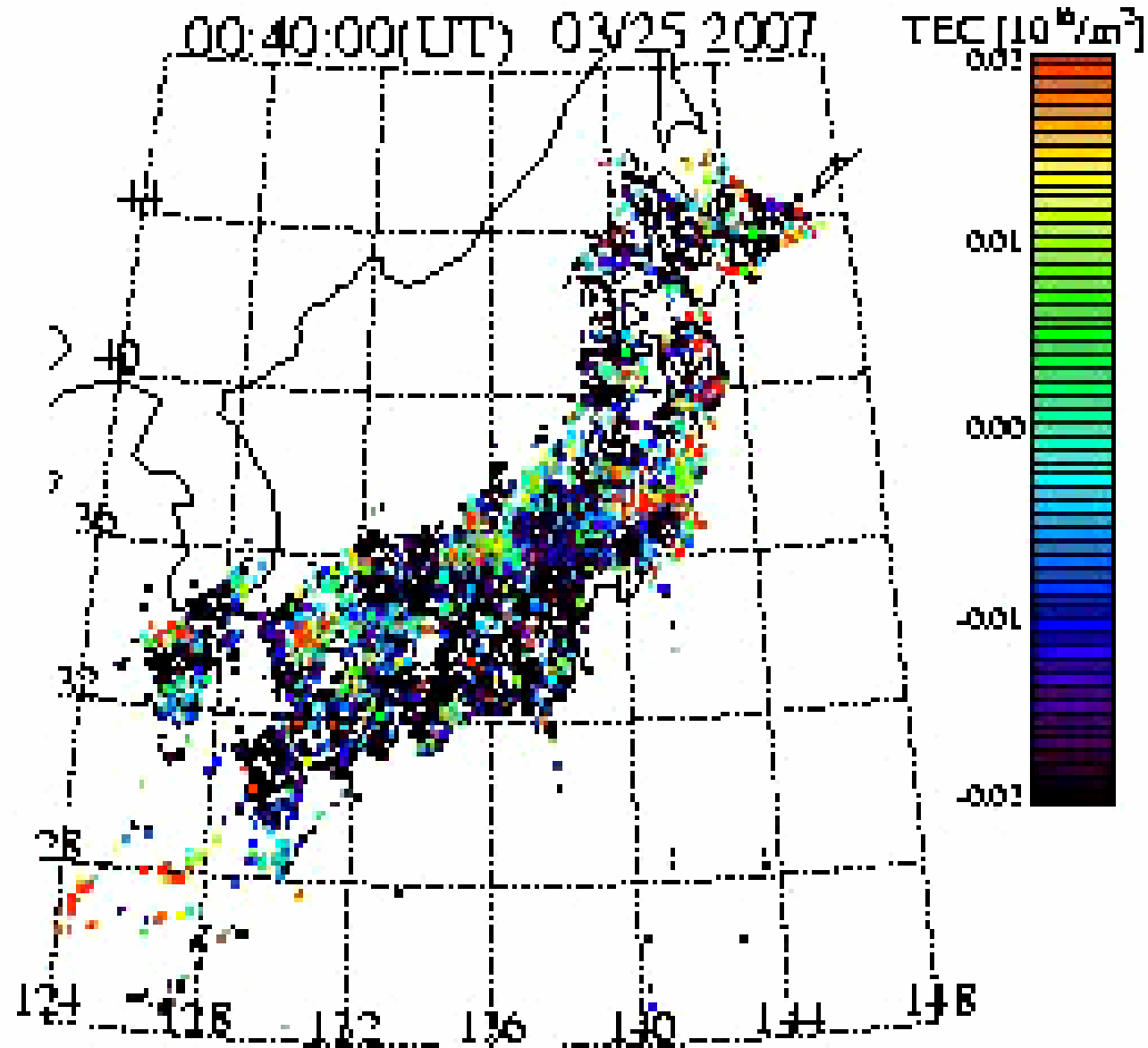


条件に合致した地震が20件

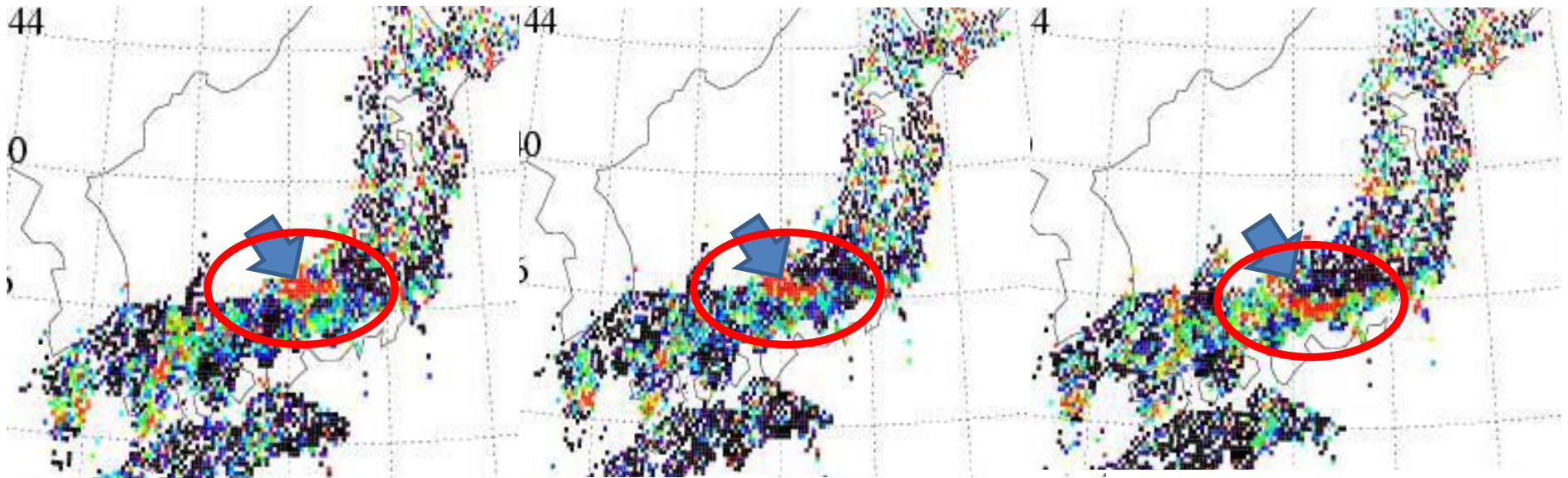
地震のリスト(M6.0~)

- ・2000年 10月6日 04:30UT
(35°N 133°E) M6.7
- ・2003年 5月26日 09:24UT
(39°N 141°E) M7.0
- ・2003年 10月8日 09:06UT
(42°N 144°E) M6.7
- ・2003年10月31日 01:06UT
(38°N 142°E) M7.0
- ・2004年 5月29日 20:56UT
(34°N 141°E) M6.5
- ・2004年 9月5日 10:07UT
(33°N 136°E) M7.2
- ・2004年 9月6日 23:29UT
(33°N 137°E) M6.6
- ・2004年10月23日 08:56UT
(37°N 138°E) M6.6
- ・2004年11月28日 18:32UT
(43°N 145°E) M7.0
- ・2004年 12月6日 14:15UT
(43°N 145°E) M6.8
- ・2005年 3月20日 01:53UT
(34°N 130°E) M6.6
- ・2005年 7月23日 07:34UT
(35°N 140°E) M6.0
- ・2005年 8月16日 02:46UT
(38°N 142°E) M7.2
- ・2005年10月19日 11:44UT
(36°N 141°E) M6.3
- ・2005年11月14日 21:38UT
(38°N 145°E) M7.0
- ・2005年 12月2日 13:13UT
(38°N 142°E) M6.5
- ・2006年 6月11日 20:01UT
(33°N 131°E) M6.3
- ・2007年 1月13日 04:23UT
(46°N 154°E) M8.2
- ・2007年 3月25日 00:41UT
(37°N 136°E) M6.7
- ・2007年 7月16日 01:13UT
(37°N 138°E) M6.6

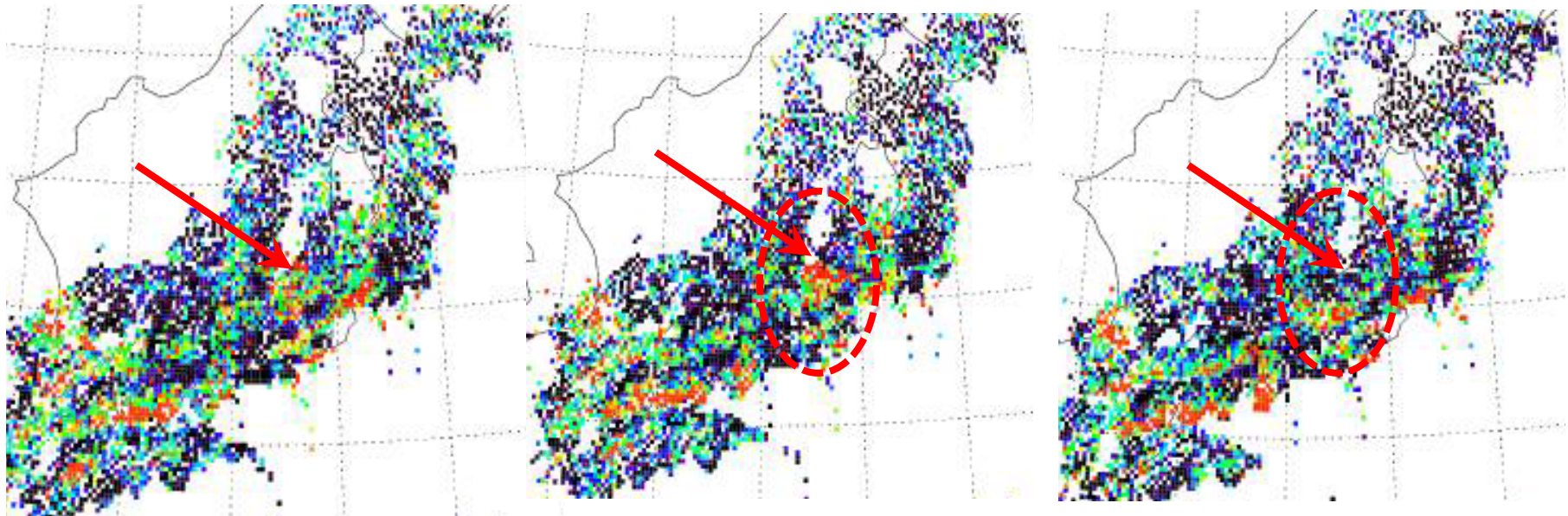
2007年3月25日 00:41UT:能登半島地震



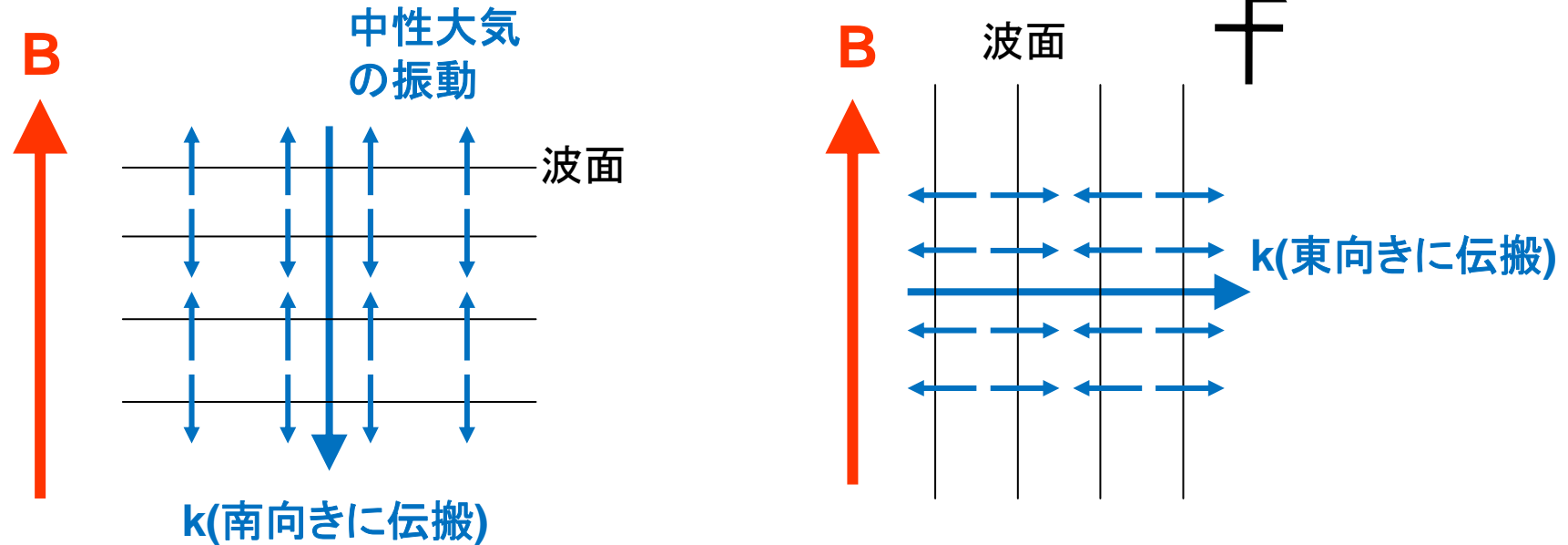
2007年3月25日:地震発生から11~13分後



2007年7月16日:地震発生から10~12分後



振幅の方位角依存性



TEC変動の振幅は、音波の伝搬方向と磁力線の傾き
に関係する。
東西方向よりも南北方向が、TEC変動の振幅が大きい。

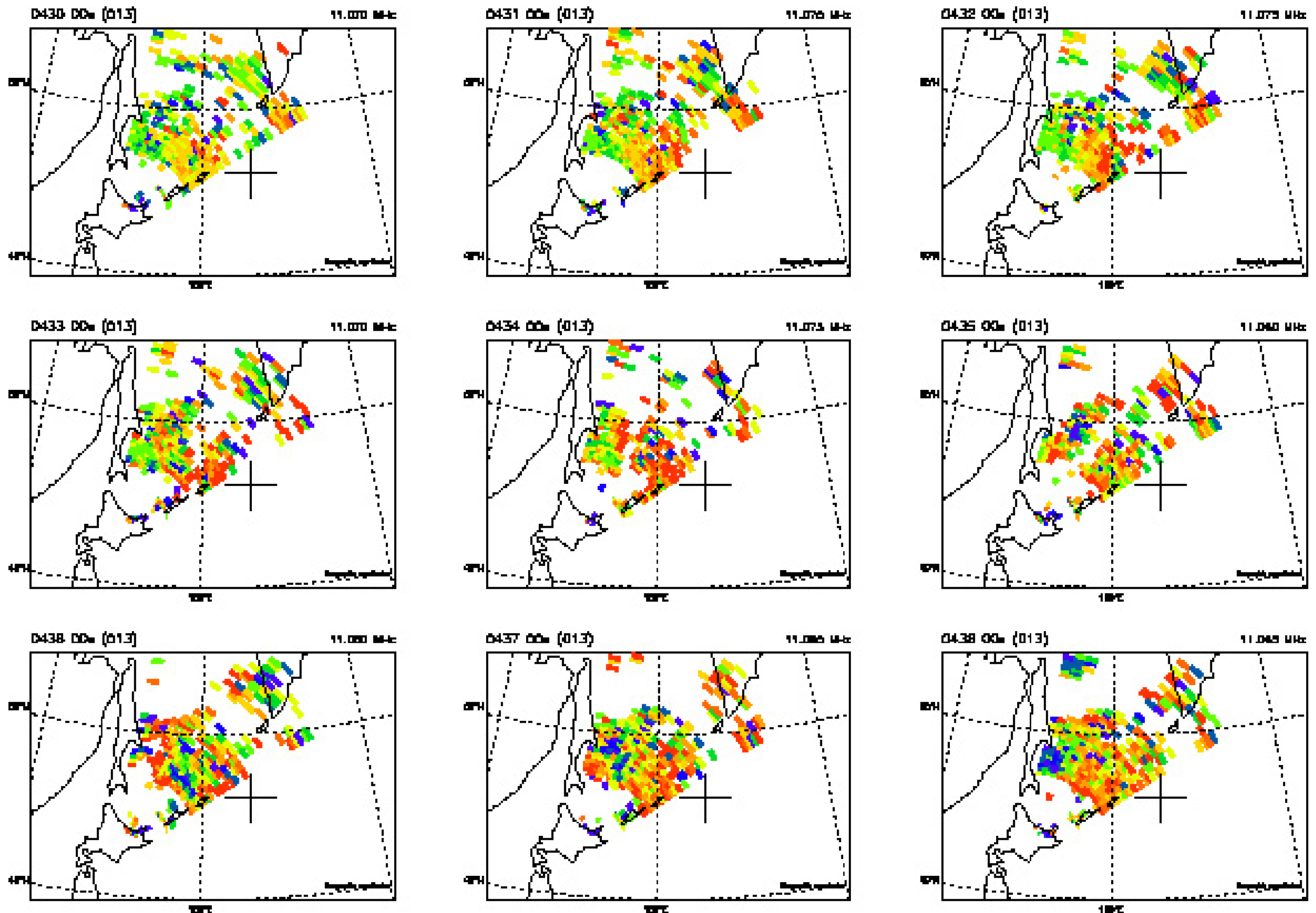
GPS-TEC

- ・2000年～2007年10月で20件の地震がリストアップ。
20件のうち、4件に地震後のTEC変動が確認できた。
- ・3件は、**東西方向に弱く、南方向に強い**方位角依存性をもつTEC変動が確認できたが、残りの1件は、顕著な方位角依存性を示すようなTEC変動は確認できなかった。

今後の課題

- ・受信機が密に設置され、かつ地震が多く発生している南カリフォルニアのデータを用いて、同様の解析を行う。
- ・TEC変動の振幅の方位角依存性を定量的に調べ、イオンドラッグに依る音波の減衰が方位角依存性に影響を与えるか調べる。

2007年1月13日千島列島東方地震後のドップラー速度



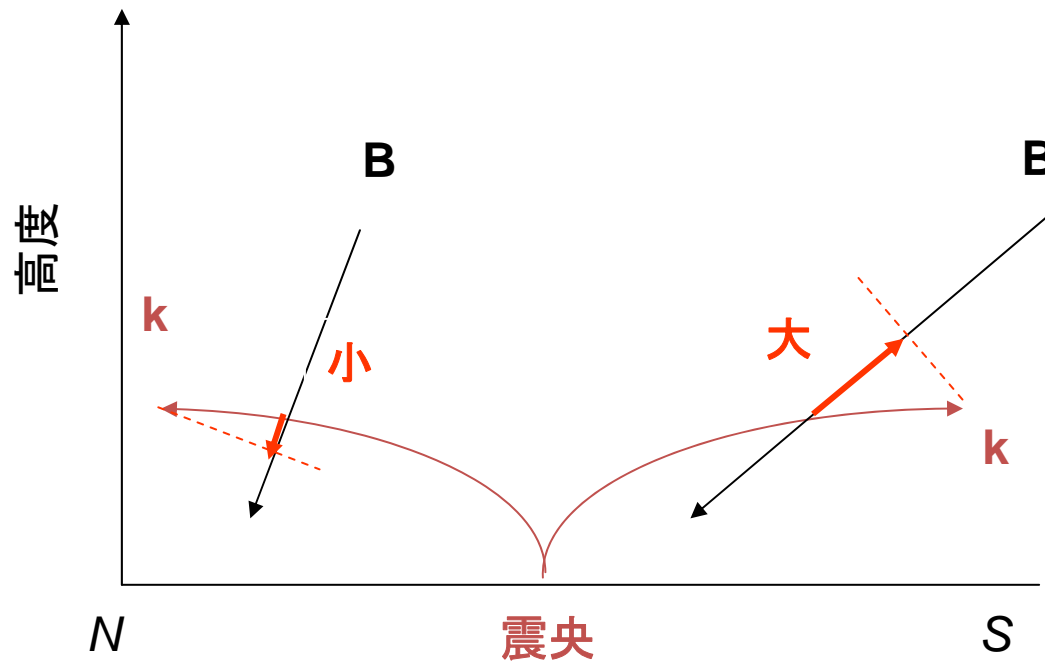
北海道HFレーダー

- ・±20m/s程度のドップラー速度変動が観測された。
また、北海道HFレーダーにおいても伝搬する変動が観測できた。

- ・2-4km/sで西北西方向に移動するドップラー速度変動が観測された(TEC変動よりも速い)。
→GPS-TECとは違う変動を見ている。

音波の伝搬方向とTEC変動との関係

南北の相違

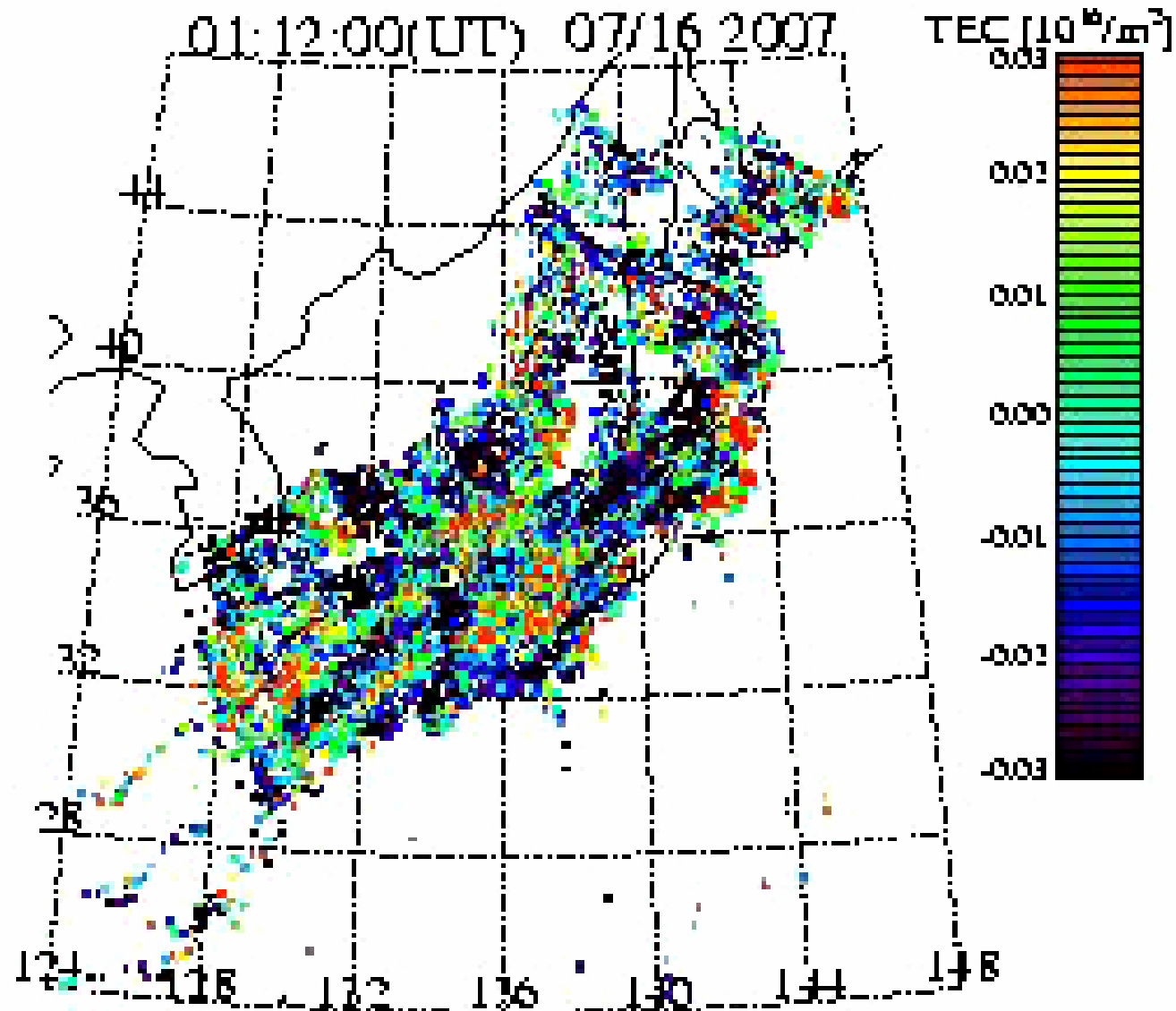


震央の南側の音波の磁力線
方向成分の大きさは北側のそ
れよりも大きい

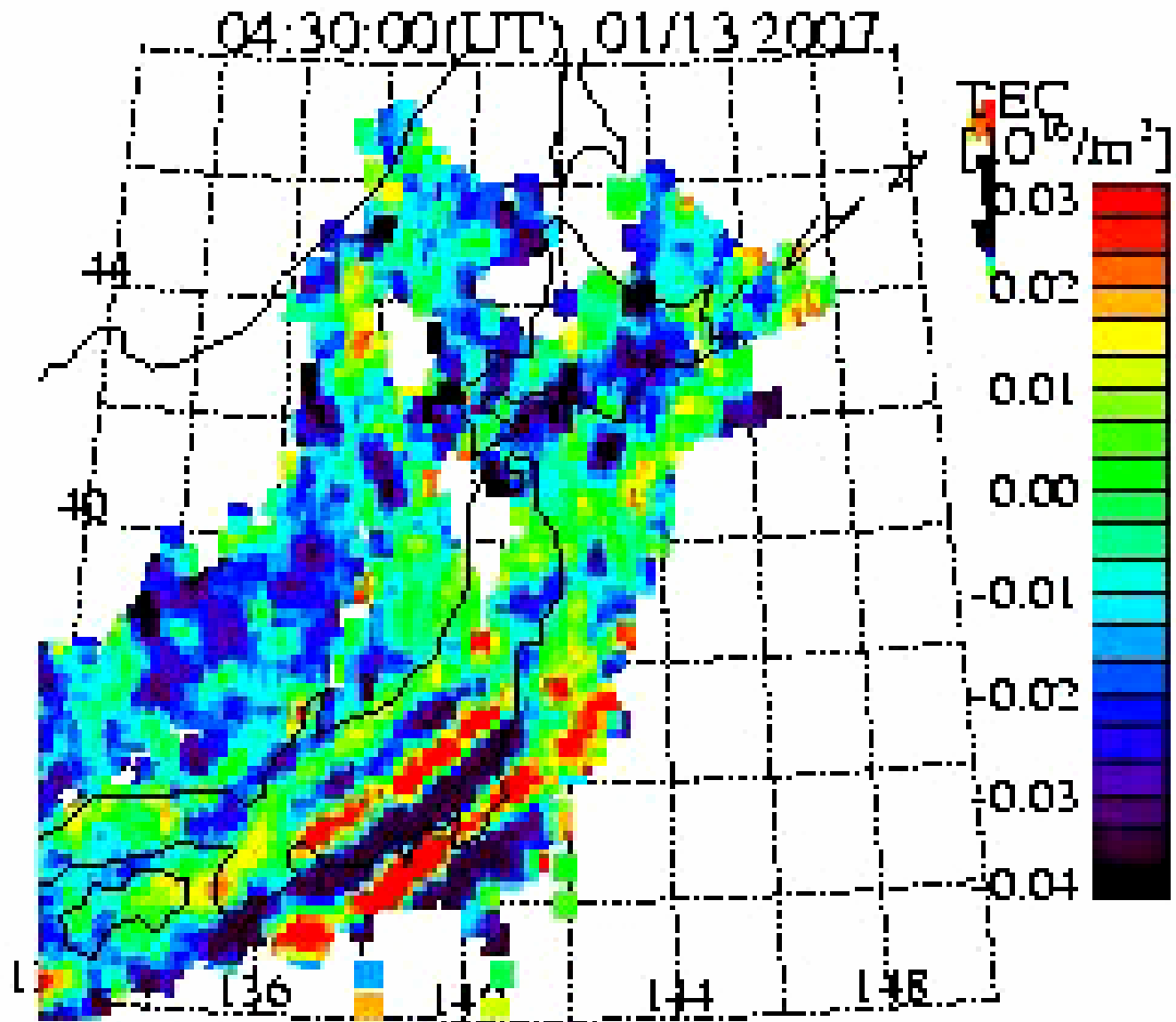


震央の北側よりも南側の方がTEC
変動が大きい

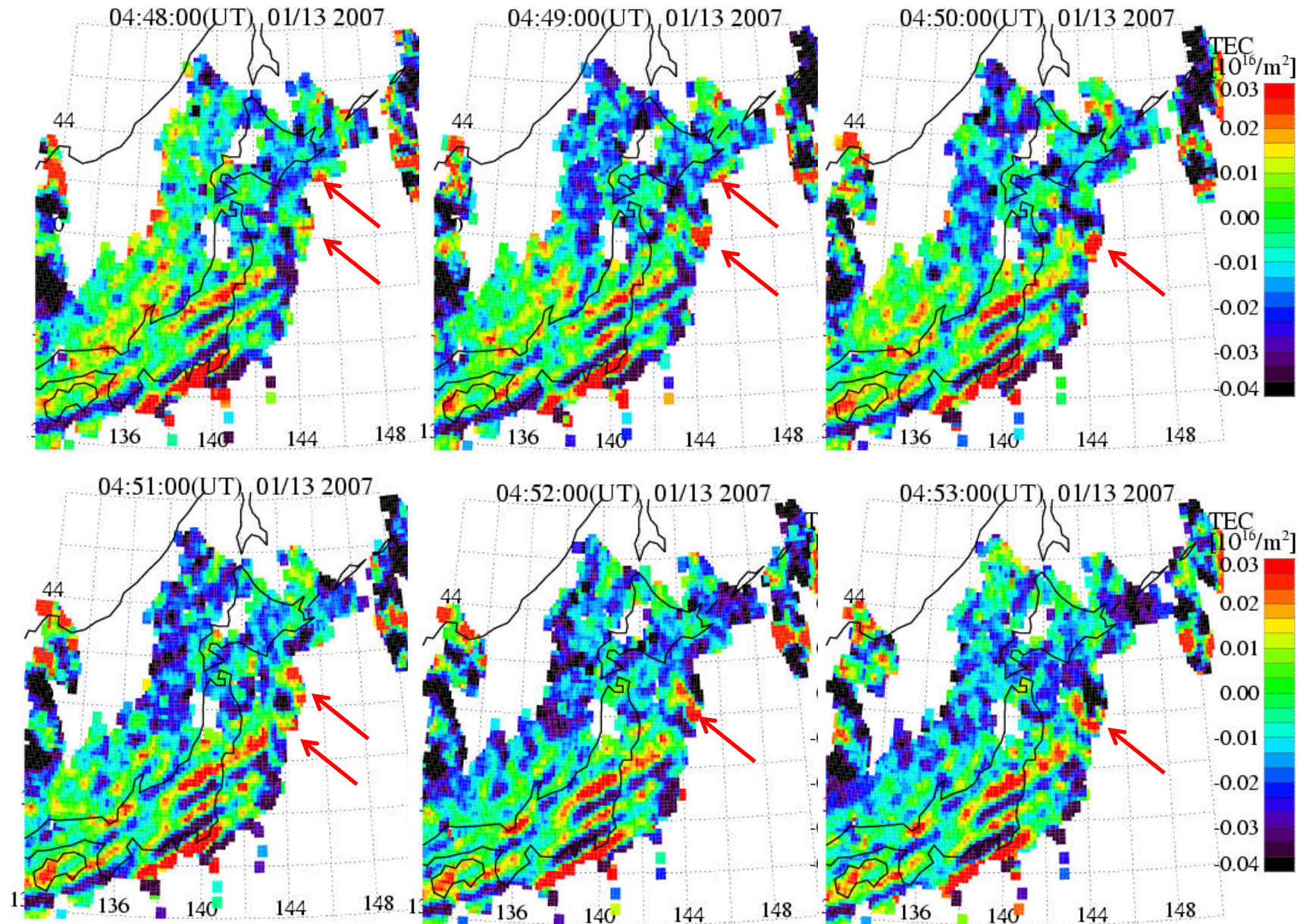
2007年7月16日01:13UT;新潟県中越沖地震



2007年1月13日 千島列島東方地震



地震発生から25～30分後にTEC変動を観測



地震発生から17分後～27分後

