

気象文化大賞 研究・活動成果報告書

H29. 7. 5

NPO 法人環境防災技術研究所

理事長 斉藤好晴

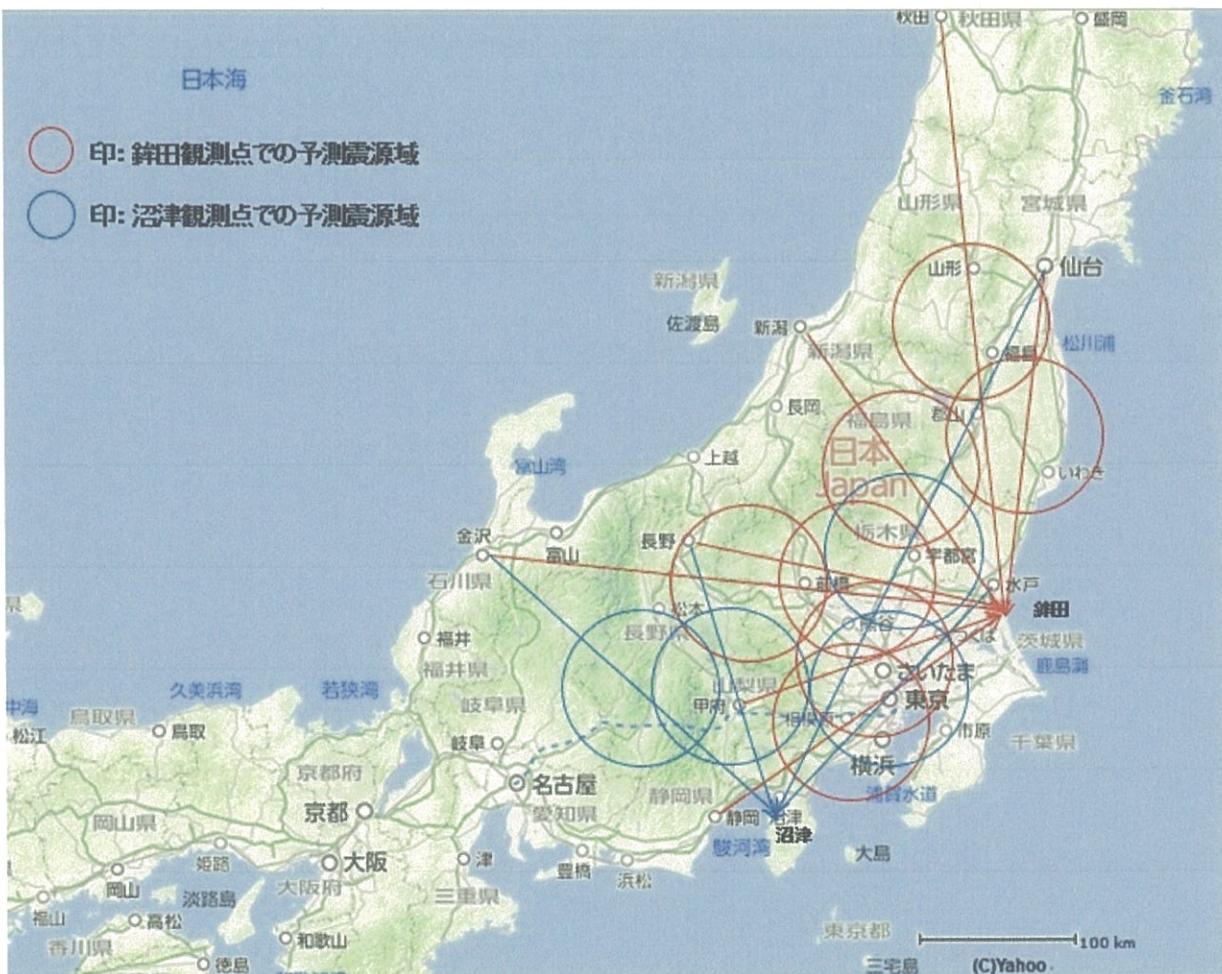
1. 研究・活動テーマ

首都圏直下地震前兆観測と予測活動

助成をいただき、当初の目的を達成することができました。ありがとうございました。

2. 具体的な研究・活動の方法

茨城県鉾田市及び静岡県沼津市に観測点を設置し、各地からの中波帯の放送波を 24 時間、365 日受信できる装置を据付け、毎日ターミネータタイム(夜の受信開始と夜の受信終了時刻)を観測することにより地震前兆といわれる電離層擾乱を観測する。各電波伝搬パスは固定であるため、磁気嵐等の場合は全パスで異常を観測すると考えられるため、異常の発生状況で震源の特定が容易になる。さらに他の方式での異常を検証し、総合的に判断する。送信局、観測点位置、電波伝搬経路を下図に示します。



3. 銚田、函南における据付、写真



銚田観測点観測機器



沼津観測点観測機器

4. 方式の説明

1) AM 放送波の伝搬

Fig.1 に MF 帯放送波の伝搬の様子を示す。電離層 D 層は 60km~90km に昼間のみ存在する。VLF/LF 帯電磁波は反射し、MF 帯以上の電磁波に対しては減衰させる。E 層は 90km~130km にあり昼夜を問わず存在する。従って夜間のみ MF 帯の電磁波を反射し遠距離に到達する。この夜の受信開始と夜の受信終了時刻を Terminator Time という。

電波伝搬損失は $Loss (dB) = 20 * \log(4 * \pi * r / \lambda)$ (λ =波長、 r =距離) で表される。

1000kHz の伝搬損失は 2000km で 98dB になる。電離層での減衰は経験的に約 70dB 程度と考えられる。例として 50kW の送信電力で発射された放送波の受信電力を求める。

送信電力は $[dBm] = 10 * \log_{10}([watts] * 1000)$ にて換算すると +77dBm になる。

送受信アンテナの Gain は 0dB とすると受信電力は $+77dBm - 98 - 70 = -91dBm$ となり、この辺が受信限界と考えられる。

つまり、AM 放送波の伝搬は 2000km が限度で、電離層で 1Hop しか反射しないと考えられる。実際には相模原では約 1000 km の札幌、釧路、熊本、鹿児島 の局を かるうじて受信できる。

一方 VLF/LF 帯は伝搬損失も電離層での減衰も MF 帯ほど大きくはなく、地球を半周以上伝搬する。このことから MF 帯の AM 放送波を活用すれば震源領域の特定がしやすいと言える。日本及び近隣諸国の送信局の識別は比較的容易で周波数帳により周波数で確認でき、音声の確認も容易で時折の Call Sign、

3) AM 放送波活用電離層擾乱観測例

Fig. 3 に札幌→相模原の1日の観測データ例を示す。Fig. 4 に札幌→相模原の最新約4か月の朝夕の受信終了・開始時刻変動の標準偏差例を示す。 $\sigma=2$ を越したのは4回のみである。Fig. 5 に札幌→相模原のパス上の予測震源領域を示す。

予測震源領域は秋田県、岩手県西部、宮城県北部である。List-1 に σ が2を越した日と概ね1週間以内に発生した予測震源域で発生した地震のListを示す。

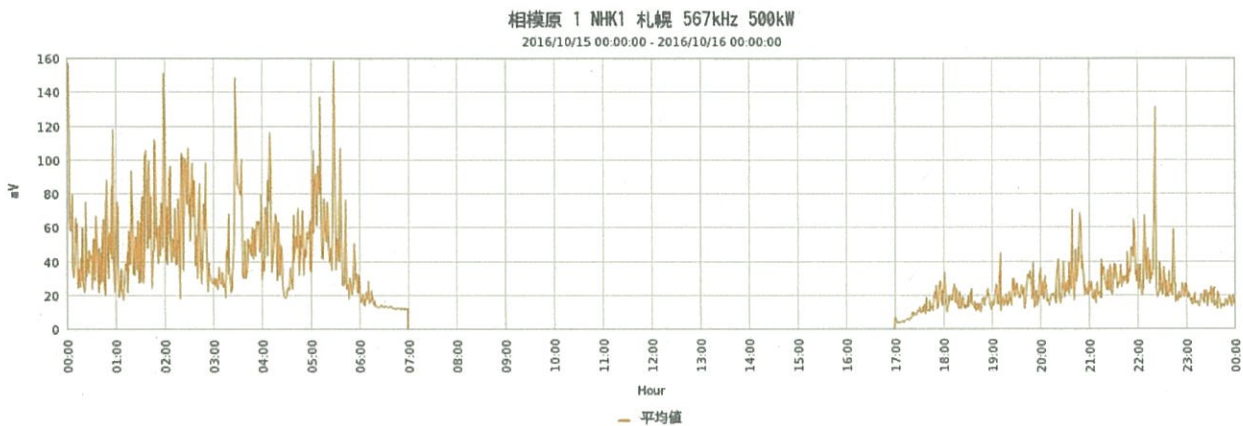


Fig. 3 札幌→相模原の1日のData Graph

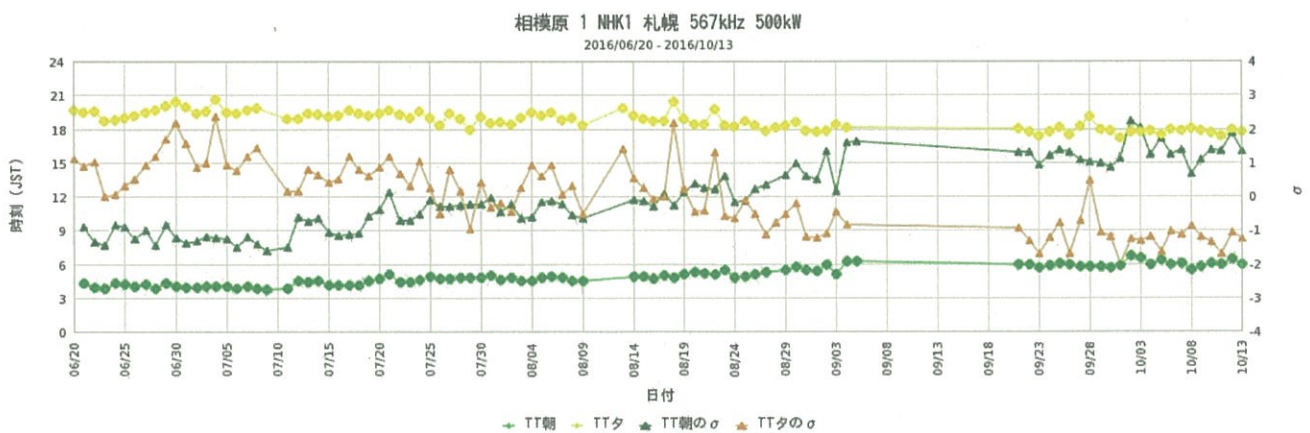
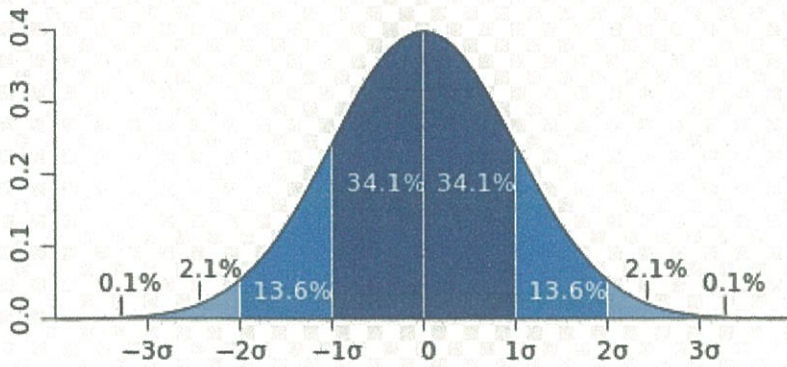


Fig. 4 札幌→相模原の最新約4か月の朝夕の受信終了・開始時刻変動の標準偏差

4) 標準偏差について

データの確率分布(正規分布)は下図のように表されます。



(画像引用元：正規分布-Wikipedia)

- ・ 平均値からのずれが $\pm 1\sigma$ 以下の範囲に含まれる確率は68.27%、 $\pm 2\sigma$ 以下だと95.45%、更に $\pm 3\sigma$ だと99.73%となる。
- ・ $\pm 2\sigma$ のずれということは4.55%しか起こらない異常、 $\pm 3\sigma$ のずれということは0.27%しか起こらない異常と言えます。
- ・ 当面中波帯 AM 放送波の朝夕の受信終了/開始時刻のずれが $\pm 2\sigma$ 程度で、1～2日あればM=4級、 $\pm 3\sigma$ 程度で、1～2日あればM=5級、3日以上継続すればM=6級以上と判断します。



Fig. 5 札幌→相模原のパス上の予測震源領域

$\sigma > 2$ 観測日	概ね1週間以内の予測震源域内での発生地震		
6/30, 7/4	2016/7/16 22:12	秋田県内陸北部	M4.6
8/18	2016/8/27 19:00	宮城県北部	M3.5
10/1, 2, 3	2016/10/10 8:15	秋田県内陸北部	M3.2
10/12	2016/10/16 15:14	宮城県南部	M4.1

List-1 σ が 2 を越した日と 1 週間以内に発生した予測震源域で発生した地震の List

5. 得られたデータ、予測成果

次表に銚田・沼津観測点の異常データを基に予測と検証結果を示します。

予測 No	発表日	地震発生予測			規模 (M)	評 価	対応地震(出典:記載なき場合は気象庁) 発生日時、場所、緯/経度、震度、規模、深 さ
		根拠画像	時期	場所			
IP1611-01	11月7日	ソウル→沼津	1週 間以 内	鳥取、島根県、隠岐の島	M=5 級	△	2016/11/8 17:17 鳥取県中部 震度3 M4.0 速報値
IP1611-02	11月7日	長野→沼津	1週 間以 内	岐阜、長野県	M=4 級	△	2016/11/10 11:31 長野県中部 震度1 M2.7 速報値
IP1611-03	11月11日	静岡→銚田 水戸→沼津	1週 間以 内	首都圏	M=4 級	○	2016/11/17 1:02 千葉県北西部 震度2 M4.1 速報値 IP1611-06 と同一地震の前兆と考えられま す。
IP1611-04	11月14日	鹿児島→沼津	1週 間以 内	高知、徳島、和歌山県	M=4 級	○	2016/11/19 11:48 和歌山県南部 震度4 M5.4 速報値
IP1611-05	11月14日	ソウル→沼津	1週 間以 内	鳥取県	M=4 級	○	2016/11/17 21:42 鳥取県中部 震度2 M3.9 速報値
IP1611-06	11月14日	甲府→銚田	1週 間以 内	首都圏	M=4 級	○	2016/11/17 1:02 千葉県北西部 震度2 M4.1 速報値
IP1611-07	11月14日	仙台→銚田 札幌→相模-1	1週 間以 内	秋田県～福島県	M=4 級	△	2016/11/19 22:29 福島県沖 震度1 M3.4 速報値
IP1611-08	11月14日	秋田→銚田 新潟→相模-2 新潟→沼津	1週 間以 内	新潟県、群馬、長野県	M=4 級	△	2016/11/15 23:27 山梨県東部・富士五湖 震度1 M2.4 速報値
IP1611-09	11月18日	金沢→沼津 大阪→沼津	1週 間以 内	愛知、岐阜、長野県	M=4 級	△	2016/11/22 6:21 三河湾 震度2 M3.3 速 報値
IP1611-10	11月18日	##### 秋田→銚田 甲府→銚田	1週 間以 内	山形、新潟県～宮城県 沖 首都圏	M=5 級	△ ○	2016/11/21 11:47 宮城県沖 震度2 M4.2 速報値

IP1611-	11月21日	静岡→銚田	1週		M=4		2016/11/23 3:45 房総半島南方沖 震度 2
12		水戸→沼津	間以		級		M4.6 速報値
			内				
IP1611-	11月28日	名古屋→相模-1	1週		M=4		2016/12/6 9:05 岐阜県飛騨地方 震度 3
13		金沢→沼津	間以	岐阜、長野、静岡県	級	△	M4.4 速報値
			内				
IP1611-	11月28日	秋田→銚田	1週		M=4		2016/12/4 14:36 福島県沖 震度 3 M4.8
14		秋田→相模-2	間以	新潟、福島県	級	○	速報値
			内				
IP1612-	12月12日	新潟→銚田					2016/12/13 8:04 茨城県北部 震度 1 M3.5
02B		金沢→相模-1	IP1612-02の再現(北関東、甲信地方)			—	速報値
		郡山→沼津					
IP1612-	12月16日	甲府→銚田	1週		M=4		
03		郡山→相模-2	間以	関東地方	級	×	空振り
		新潟→沼津	内				
IP1612-	12月19日	盛岡→相模-1	1週		M=4		2016/12/24 2:25 福島県沖 震度 3 M5.0
07		長野→沼津	間以	福島～長野県	級	△	速報値
			内				
IP1612-	12月23日	福岡→相模-2	1週		M=4		2016/12/26 9:49 高知県中部 震度 3 M3.7
08		熊本→相模-2	間以	近畿地方～四国東部	級	△	速報値
		鹿児島→沼津	内				
IP1612-	12月23日	秋田→銚田	1週		M=4		
09		札幌→相模-1	間以	東北地方南部～新潟県	級	×	空振り
		盛岡→相模-1	内				
IP1612-	12月30日	郡山→相模-2	1週		M=4		2017/1/3 12:15 茨城県北部 震度 1 M3.6
11		新潟→沼津	間以	北関東～長野県	級	○	速報値
		新潟→相模-2	内				
IP1701-	1月10日	秋田→銚田	1/17		M=4		2017/1/13 10:21 福島県沖 震度 1 M4.5
05		#####	まで	東北地方～新潟県	級	○	速報値
		#####					空振り、最大は下記でした。
AP1701-	1月21日	大阪→相模-2	1/28	北関東～新潟～石川	M=5		2017/1/23 15:40 長野県南部 震度 1 M2.8
02			まで	県	級	×	速報値
		長野→沼津					
IP1701-	1月31日	長野→沼津	2/7		M=4		空振り、最大は下記でした。
08			まで	甲信、北関東	級	×	2017/2/1 15:46 茨城県北部 震度 2 M3.3
							速報値
IP1702-	2月22日	長野→沼津	3/1		M=4		2017/2/26 5:11 茨城県南部 震度 2 M4.0
03			まで	甲信、北関東	級	○	速報値

IP1702-05	2月26日	釜山→相模-2 水戸→沼津 八街TBP	3/5 まで	関東地方	M=4 級	○	2017/2/26 5:11 茨城県南部 震度2 M4.0 速報値
AP1702-01C	2月26日	##### 鹿児島→沼津	AP1702-01 再現、3/5 まで延長します、 高知～静岡県沖、M=6 級			△	2017/3/2 23:53 日向灘 震度4 M5.2 速報 値
P1703-08M	3月26日	盛岡→相模-1 金沢→相模-1 新潟→沼津	4/2 まで	福島、北関東、信越地 方	M=4 級	○	2017/4/1 20:28 茨城県北部 震度3 M4.0 速報値
P1704-11A,M-②	4月19日	2017/4/18 16:00:00 仙台→銚田	4/26 まで	三陸沖	M=5 級	△	2017/4/16 4:24 青森県東方沖 震度2 M4.3 速報値
P1704-12M-②	4月23日	郡山→相模-2 新潟→沼津 長野→沼津	4/30 まで	北関東	M=4 級	○	2017/4/20 2:13 茨城県北部 震度4 M4.4 速報値
P1705-03M	5月3日	郡山→沼津 新潟→沼津 長野→沼津	5/10 まで	北関東	M=4 級	○	2017/5/7 5:00 茨城県沖 震度2 M4.0 速 報値
P1705-02M	5月3日	鹿児島→沼津	5/10 まで	高知、徳島、和歌山県	M=4 級	○	2017/5/5 14:27 瀬戸内海中部 震度2 M3.7 速報値