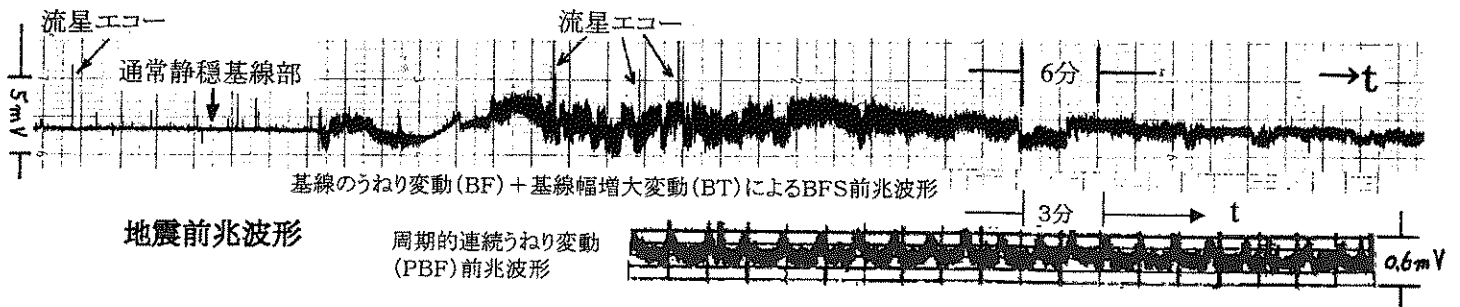


VHF帯域 FM電波伝搬モニター観測による 2012 B (2012.Sep.改定) 地震前兆観測研究「地震予報」

要旨

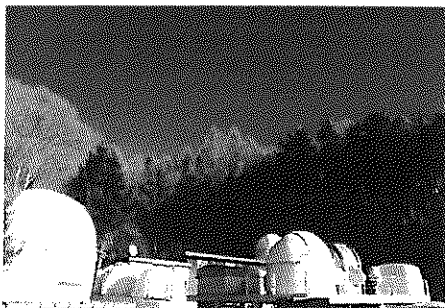
通常は良好に受信できないFM放送局電波が、地震発生前に震源上空で散乱され、通常と比較して受信強度変化が観測される現象を、1993年世界で初めてFM流星観測中に発見した。FM受信機のセンターチューニングメータ(検波回路)出力でモニター観測すると、地震発生前に特徴的な変動(受信強度変化等による)が観測できる。この変動データを解析すると、その後に発生する地震の震源域、規模、時期の三要素を推定することができる。地震前兆が検知できる規模はM5弱以上規模地震である。海域地震では海深に応じて前兆が減衰する他、正断層メカニズムでも前兆が減衰して観測される。地震発生までに要する時間(前兆期間)は、ある程度歪み速度に依存している可能性が示唆される。海洋プレート関連地震では、数日前に前兆極大が観測される場合が多い。地殻地震では歪み速度の速い領域では同様に数日であるが、歪み速度の遅い領域の規模の大きな地震の場合には、数ヶ月～数年も前から前兆が観測されることが明らかとなった。前兆期間が数週間以上の地震では、地震発生時刻が推定できる根拠前兆変動が観測される場合もある。発生日と発生時刻は別々の根拠前兆から推定されるため、発生推定日には誤差が生じる。発生日に誤差があるのに発生時刻が推定できることを受け入れられない方もいる。しかし、前述の通り、地震種により前兆期間が異なるのに、全ての地震はあたかも数日前に一樣に前兆が出て予報できるとか、発生日時は同じ根拠で詳しく予報できる筈などという仮定のものとの地震予知の概念は一体どのような根拠で言われたしたのであるか? 実際の観測事実は異なる。本方法で観測される地震前兆変動の中に、震源域、規模、時期、場合によっては、発生時刻などの地震発生内容の情報が含まれている事実は、地震発生前に地下で微小破壊が進行し、断層が形成されていく過程を電磁気変化として捉えている可能性が示唆される。つまり、前兆期間も地震活動の一部であり、形成された断層がさらなる応力で、大破壊を起こし、ずれ動く現象が「最終的な結果としての地震発生」である可能性が考えられる。観測される変動の原因は、震源上空(電離層領域が考え易い)の電子密度変化によって、FM電波の散乱強度が変化している可能性が示唆される。通常は良好に受信できないFM放送電波の受信強度が地震発生前に変化するが、放送が聞こえる(復調)様になる訳ではない。震源上空の電子密度変化は極めて微小であると思われるが、本方法では震源上空の電子密度変動領域全体体積を積分視する形で、FM電波の散乱変化をセンターチューニング回路の本来の使用法とは違う使い方により、極めて微弱な通常との差を、鋭敏明瞭に検出していると認識される。メカニズムは、まだ明らかではないが、地震発生内容(地震予報の3要素)を地震発生前に指摘できることは、地震防災として極めて有効であると考えられる。地震前兆期間も地震活動の一部と認識すれば、予知という言葉は不適切と考える。地震は「予報」できるのだ。本資料は17年間の観測研究から明らかとなってきた経験則等を、簡単にまとめた資料である。(尚、本観測法は地震発生前の電波を捉える電波観測とは全く違う、別の異なる観測手法である。)



主な目次

要旨	1	地震前兆観測から地震発生を予報する まとめ	10
地震前兆発見の経緯	2	17年間の観測研究で順次明らかとなってきたこと	11
観測システム	2	2011年 東北太平洋沖巨大地震の前兆	12
主な地震前兆波形典型例	4	東北太平洋沖地震の大型余震関連地震予報実績	12
震源域の推定	6	地震前兆検知公開実験	13
規模の推定	7	用語の解説	14
発生時期の推定	7	八ヶ岳南麓天文台施設設備	15
地震発生までの日数	8	新天体発見実績	16
地震発生時刻を推定できるBT変動	9	資料一覧 他	16

17年間の観測研究成果報告資料



八ヶ岳南麓天文台 Yatsugatake South Base Observatory

Astronomical Observation SINCE 1985
Earthquake Forecast Observation & Research SINCE 1995

〒409-1502 山梨県北杜市大泉町谷戸8697-1
研究室 電話 0551-38-3987 FAX 0551-38-4254

地震前兆発見の経緯

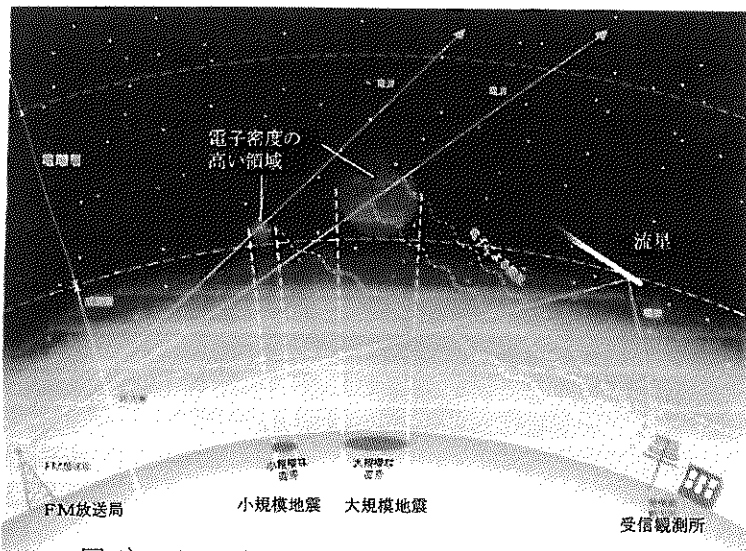


図-1) 地震発生前に震源上空の電子密度変化によりFM電波が散乱される可能性を示した模式図。日経サイエンス 2001年11月号「地震予知は可能か/ 串田嘉男著」掲載図より借用 あくまでも仮説

1993年夏、スィフト・タートル彗星(ペルセウス座流星群の母天体)が再検出されたことから、ペルセウス座流星群が活発に出現する可能性が指摘され、FM電波を利用した流星エコーの観測を開始した。

FM電波は波長が短く、地球が丸いために放送局のアンテナが見える見通し距離以遠には届かないが、流星が地球大気に突入すると、一瞬電波を反射する状態ができるため、流星による反射エコーが観測できる。1993年8月初旬、観測初日、東北局目標のFM電波観測データに流星エコーとは異なる基線の変動を観測。その数日後、奥尻島で大型地震の発生があり、FM電波観測と地震活動の間に何らかの相関がある可能性を直感した。

その後、2年間の間、FM電波観測データ

の基線変動と地震活動との関係を追尾し、FM電波観測の基線変動と地震活動との間に明らかな相関があることを確認し続けた。

1995年1月、兵庫県南部地震の3日前から顕著な変動が観測され、地震発生に至る。この大震災を機に観測装置を複数にした。同1995年5月24日、兵庫県南部地震の際と同様な地震前兆が顕著に観測され、北海道等の北方向でM7以上の大型地震の可能性が考えられ、複数のメディアに5月27日±に大型地震発生の可能性と伝えたが一笑に付された。しかし5月27日、サハリンでM7.6の大地震が発生した。

これらから、本方法が地震予測として実用になることを確信し、より多数の観測装置を用いた長期観測研究継続の必要性を強く感じ、その実施を決意、FM電波観測による地震前兆観測研究を本格化した。同年8月より公開実験を開始し、観測情報公開を実施しながらの観測解析研究を開始し、現在に至る。

System

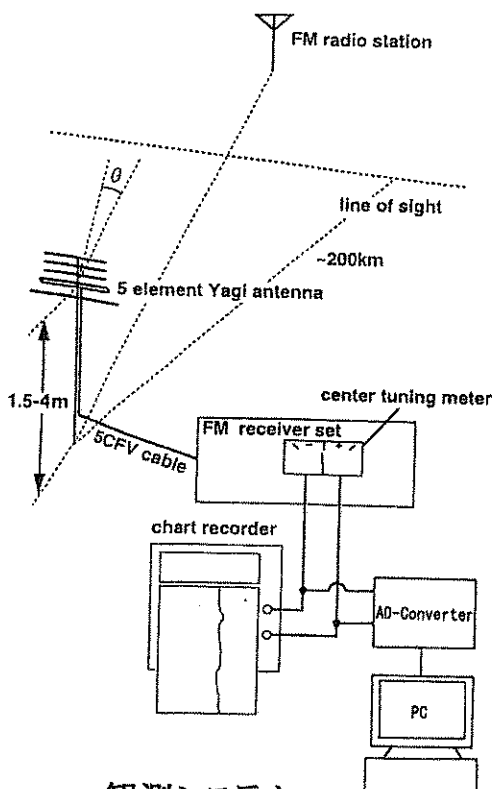
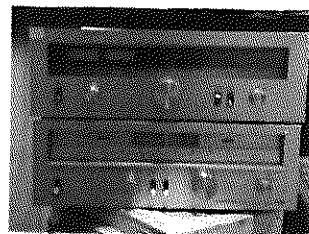


図-2) 観測システム



5 element FM Yagi Antenna



FM Receiver



Recorder system (chart recorder)

観測所 Observatories

観測装置数 = 17基 (18基)
Yatsugatake South Base Observatory
Akita station
観測装置数 = 6基



図-3)

Target FM radio stations

主な目標 FM放送局 0.1kw ≤ power ≤ 1kw

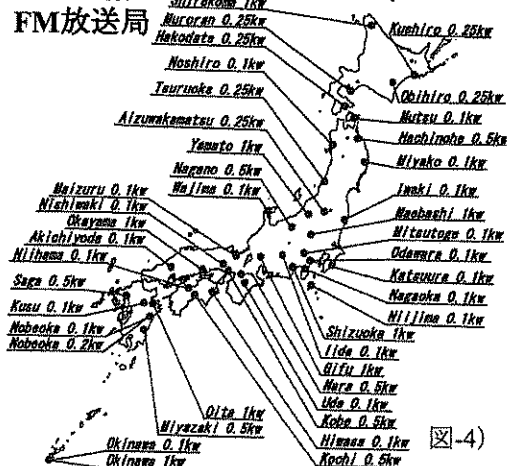
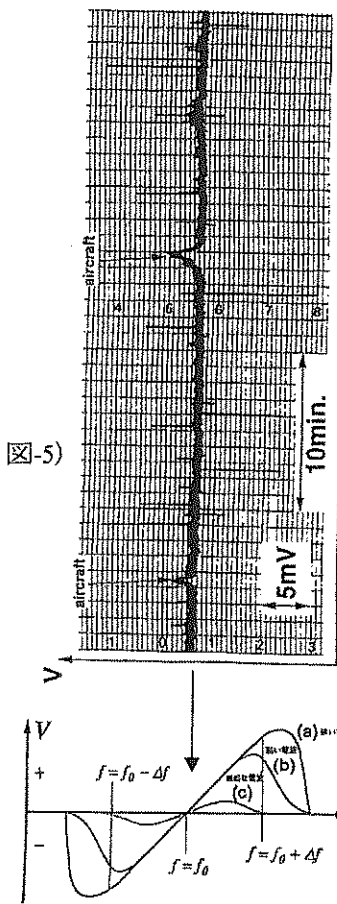


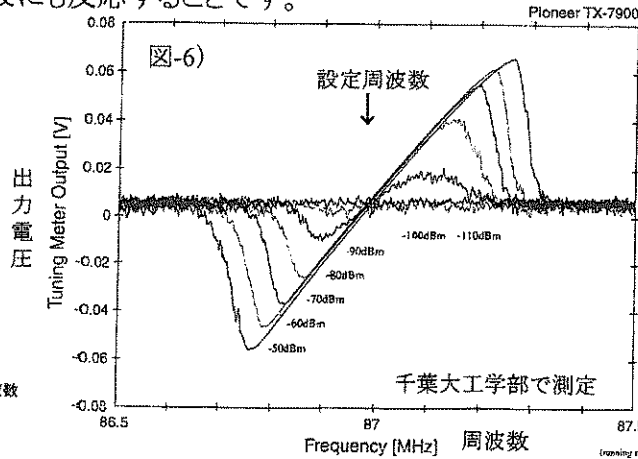
図-4)

設定周波数 77.2 MHz
 77.1 MHz局側 ← → 77.3 MHz局側

目標FM局の周波数から100~300kHzずらして観測



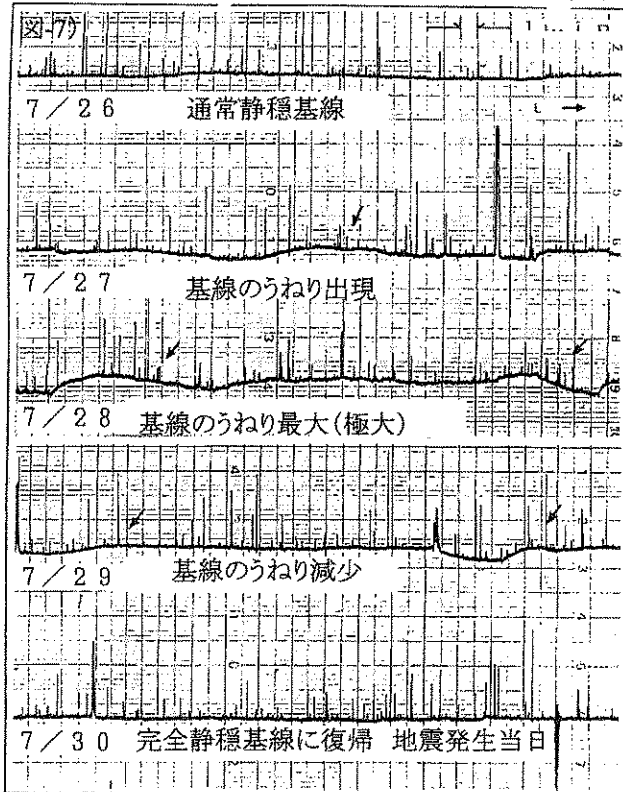
観測装置は前頁の図-2)の通り、市販のFM受信機のセンターチューニングメータ出力電圧を記録するものです。センターチューニング回路は検波回路で、下図-6)の通り、受信機で設定した周波数の電波を受信しても変化しません。しかし、設定周波数に対し、±100~300kHz離調した電波が受信されると電圧変動が出力されます。目標FM局周波数から100~300kHz離調させて、記録させると、普段は良好に受信できないFM局電波が流星に反射して一瞬受信されます。ずれた電波が受信されるため、電圧変動が記録できます。これがFM流星観測の仕組みです。電圧変化は下図の通り、受信電波の強さの変化で一番大きく変化します(周波数変調と位相変化でも変化しますが)。従って、記録される変化は通常より受信電波の強さが変化していることを示しています。本方法の利点は、ノイズに強い点と、極めて微弱な電波にも反応することです。



センターチューニング回路のS字特性
 受信機で設定した周波数電波が受信されても、電圧出力は無い。しかし-90dBmなどと云う復調できないほど微弱な電波でも、設定周波数から、±100~300kHzずれた電波を受信すると電圧変動が現れる。

FM電波伝搬観測データに現れる地震前兆波形

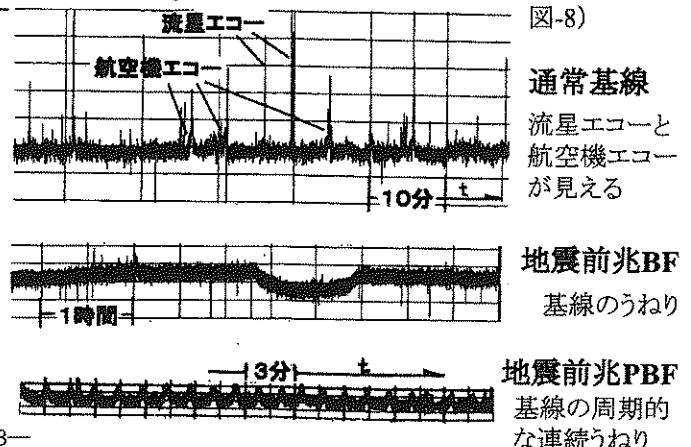
1995年7月30日茨城南部M5.0 発生前の前兆例



山形県鶴岡局250wで関東圏での地震前兆が出現
 ちなみに地震前兆公開実験観測情報No.0号として1995年7月末発生推定関東圏M5地震を公開予報した根拠前兆

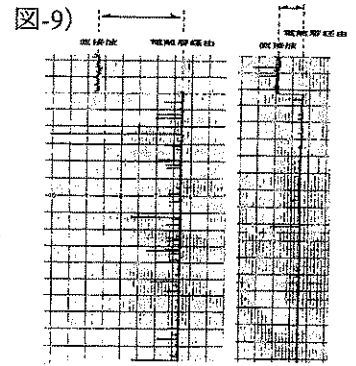
前頁の観測システムで、直接波が入らない周波数帯で、通常は受信できないFM放送局の周波数から100~300kHz離調させて観測すると、下図-8)の通常基線の通りの基線が記録される。ペンレコーダーで記録すると、数Hzの振動で一定幅の直線基線が記録される。針の様に飛び出しているのは流星反射による目標局電波受信を示す流星エコー、山型の変動は航空機の金属ボディに反射された目標局電波、航空機エコー。

1993年、基線の幅が増大する変化で地震との相関に気づいたが、その後左波形のような基線のうねり変動と地震発生との間に相関を確認した。地震前兆は弱く出現し、強く変化し、再び弱まり、完全に消滅した後、地震発生に至る。

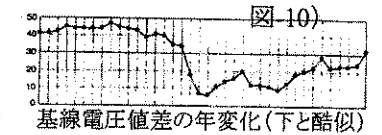


地震発生前に震源上空の電子密度が変化している可能性

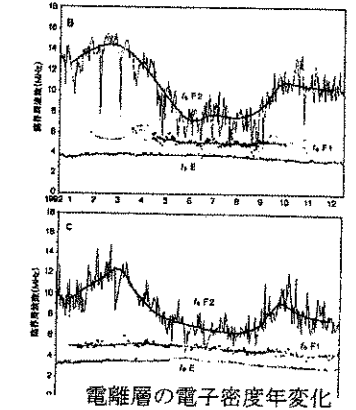
頁3の図5)を参照下さい。真っ直ぐに記録される基線は設定周波数の電圧変動の無い状態、つまり電波受信が無い状態を示します。左右に飛び出しているのは流星エコーと航空機エコーです。基線に対し、左側に飛び出しているのが、設定周波数より低い周波数の目標局(影響局)電波を反射したもの、基線の右側に飛び出しているエコーは、設定周波数より高い周波数局電波を反射したものです。右図-9)に示したものは、77.2MHzに設定した受信機の基線で、深夜00時~朝5時半まで放送大学(77.1MHz)電波が深夜は休止するため、鶴岡250w、飯田100w等の通常直接受信できない放送局電波で流星エコーの観測をしていました。朝、放送大学の直接波が受信されると基線の位置が変わります。この電圧値差の年変化を記録すると、右図-10)の上グラフの様になります。図-10)下グラフは電離層の電子密度の年変化(小金井での観測)で、同様の変動が見えます。つまり、通常の真っ直ぐな基線も遠方のFM電波が電離層で微弱に散乱されていることが示唆されます。また電離層の電子密度の影響で基線変化が生じます。この基線に現れる、地震発生前のうねりや基線幅変化は、震源上空の電子密度変化を示している可能性が考えられます。サハリンや兵庫南部など、八ヶ岳から遠方の地震の前に変化が見られたことから、恐らく、震源上空の電離層付近の電子密度が変化し、FM電波の散乱強度変化が生じ、受信観測点では、受信電波強度変化としての変動を捉えている可能性が考えられます。



直接波と電離層経由の基線電圧値差



基線電圧値差の年変化(下と酷似)



電離層の電子密度年変化

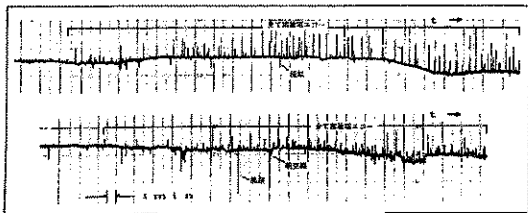
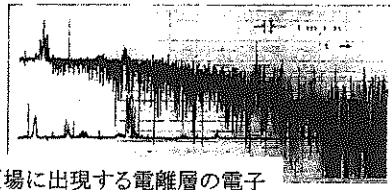
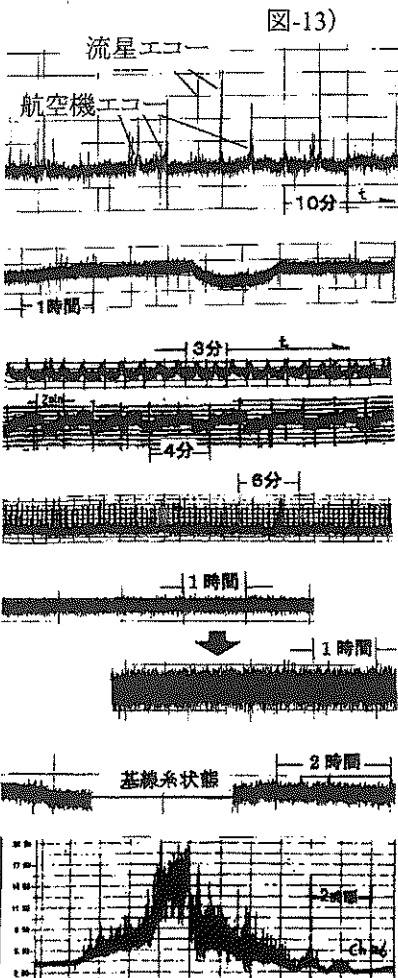


図-11) 観測所が雷雲に覆われると観測に影響



夏場に出現する電離層の電子密度の濃いスポラディックEが出現すると、直接波が受信されEs出現時間中は観測不能となる



主な地震前兆波形典型例

通常静穏基線 地震前兆が出現していないときは、数Hzの振動で一定幅の左基線の通りの直線基線が記録されます。基線から突出している変動は流星による反射エコーと航空機による反射エコー。

BF前兆

典型的な地震前兆波形。基線のうねり変動。うねりの変動時間は数十秒から数時間。

Baseline Fluctuation anomaly

PBF前兆

典型的な地震前兆。連続周期的な基線のうねり変動。極大時に集中出現した場合は、PBF出現継続時間計が地震規模を表す。数十秒~数時間の周期で出現。

Periodic Baseline Fluctuation anomaly

櫛歯前兆

基線から数十秒毎に突出する変動により櫛の歯状となる変動。浅い地殻地震や火山活動、群発地震の前兆として出現。

BT前兆

通常静穏時より基線幅が増大する変動。長期継続出現した場合は、日々のBT出現時刻又は終息時刻と地震発生時刻が一致。M5以上規模地震の前兆として出現。

Baseline Thickness anomaly

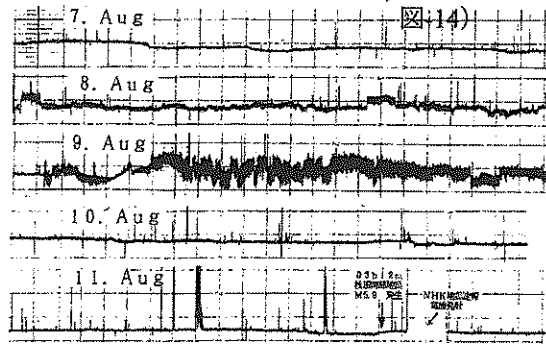
特異状態

基線の振動が無くなり糸状態となる変動。M6以上地震前兆として出現。弱い場合は完全な糸ではなくランダムな変動となる場合も有。

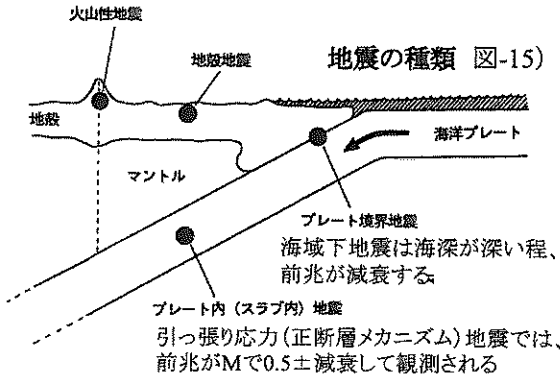
火山前兆

基線から盛り上がる様な変動。火山性地震活動や、噴火前に出現する火山活動前の特徴的変動。但し不明点多数。定常的な活動がある火山では出現しない。また変動値が大きいほど、対応活動が小さい特徴有。

流星、航空機エコー、スプラディックE等とは明らかに異なる地震前兆の検出



1996年8月11日発生 秋田南部M 5.9 地震前兆



本観測で、全ての地震の前兆を検出することは不可能です。規模がM5弱以上でない明瞭な前兆が観測されません。また正断層メカニズム地震や海域震源地震では、前兆が弱く観測されます。

前頁に示した地震前兆波形は典型例です。左波形図-14)は、1996年8月に発生した秋田南部地震の前に観測された地震前兆波形ですが、8月8日から前兆が出現しだし、9日が顕著(極大)となり、10日は静穏化しつつあり、完全静穏通常基線となった11日に地震発生となっています。極大時の変動波形は、基線のうねり(BF)に基線幅増大(BT)が加算された変動(BFS)で観測されました。このような前兆波形のパリエーションもあります。

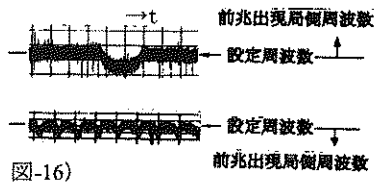
地震前兆波形は、流星エコーや、航空機エコーの様な短時間の変動とは明らかに異なり、またスプラディックEによる直接波変動とも、雷雲エコーとも全く異なる、特徴的な変動として現れます。

ひとつの地震活動に対して、多数の観測装置で前兆を捉えた場合は、規模が大きい地震の場合は、観測装置によって、PBFや、BT、特異状態など、出現前兆形態が異なる場合もあります。

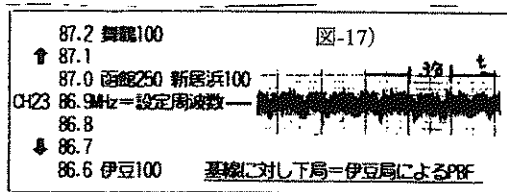
地震前兆観測は多数の観測装置で24時間常に観測することが重要です。地震前兆変動は数十秒～数時間の変動として出現するため、多数の観測装置の記録基線を数十秒～数時間の時間軸で詳しく調査し、地震前兆変動を検出する必要があります。

3頁の図-7)の前兆例も左上図-14)の前兆例も、前兆変動の極大から2日で地震発生に至っていますが、最短例です。いずれにしても前兆は弱く出現しだし、極大を形成し、再び弱くなり、完全に終息、静穏化した後、地震発生に至ります。

地震前兆出現影響局の推定



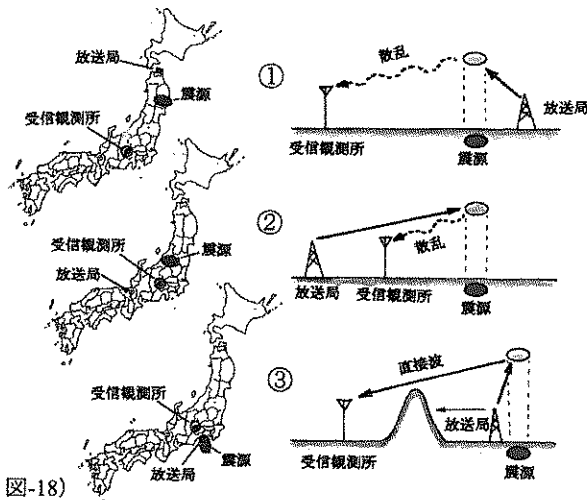
本観測法では、センターチューニング回路(検波回路)を通して受信電波を検知しているため、設定周波数(基線)に対し、低い周波数側局か、高い周波数側局か、どちらの局電波で変動が出現しているかを識別できます。経験的に基線に現れる曲線成分を有するBF、PBF前兆波形は曲線の内径側(鎌の歯側)方向が影響局となります。左図-16)参照



地震前兆は、観測用受信機の設定周波数局では出現せず、設定周波数に対し、±300kHz内の100w～250w出力の放送局電波で良好に出現します。500w～1kw出力でも出現することはありますが、希です。左図-17)の場合は、PBF波形の鎌の歯側が下向きのため、基線に対して下側局(この設定の場合は、周波数が低い側局)で出現していることになり、該当影響局は伊豆局100wとなります。

基線が糸状態となる特異変動や、基線幅が増大するBT変動など、曲線成分の見られない地震前兆変動では、影響局の決定は困難です。この場合は、他の観測装置の前兆変動と合わせて考察し、辻褄の合う影響局を推定することになります。

様々な「放送局と震源、受信観測点の位置関係」



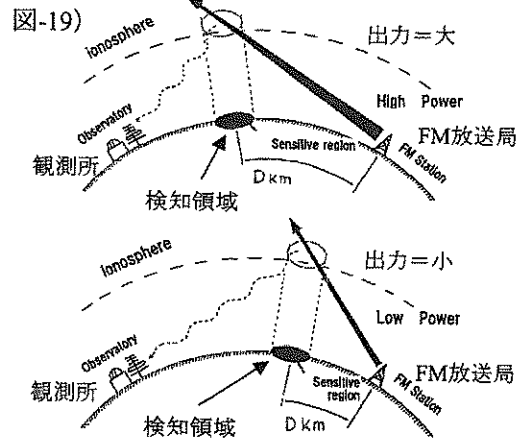
左図-18)は、実際に観測された放送局、震源、観測点の位置関係図です。①は後方散乱、②は前方散乱形式になります。③は局近傍の地震例としているが、この場合は直接波が観測される。③の伊豆局で東北や近畿の地震前兆を検知することもある。八ヶ岳南麓の観測所で、富士山の低周波地震の際や、箱根、伊豆半島東方、三宅島などでの群発地震や火山活動前に伊豆局の直接波が観測されたり、同観測所で、新潟中越ならびに中越沖地震の際、大和局1kwの直接波が観測された例もある。但し、直接波変動だけでは、規模や発生時期を正確に求めることは困難。

震源域の推定

地震前兆検知領域は放送局出力に応じた、放送局から一定距離離れた一定幅のドーナツ円となる

放送局の出力が小さいと局に近い領域で、出力が大きいと局から離れた領域での地震活動前に前兆変動が観測された。放送局から全方位に放射された電波が、ある程度距離が離れ、一定値に減衰(弱まる)した時点で散乱を受け易い様に見受けられる。図-19)参照。

但し、放送局に近い側でも遠い側でも前兆が出現する領域には限界があり、地震前兆検知領域は、出力に応じ、放送局位置から一定距離離れた、一定幅のドーナツ円となることが判った。ドーナツ円の幅と放送局からの距離は経験的に右式の関係が得られている。従って、ひとつの地震活動前兆を複数の放送局電波による変動として捉えることができれば、複数の放送局から一定のドーナツ円を描き、全ての重複領域内に震源があることが推定できる。



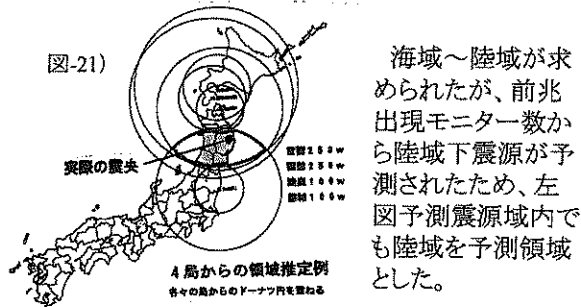
$D=R \times P^{0.25}$ 前兆検知域経験則

D=放送局位置からの距離km
P=放送局出力kw
R=経験的係数

BF・PBF前兆のR値
240~670
近傍限界 遠方限界

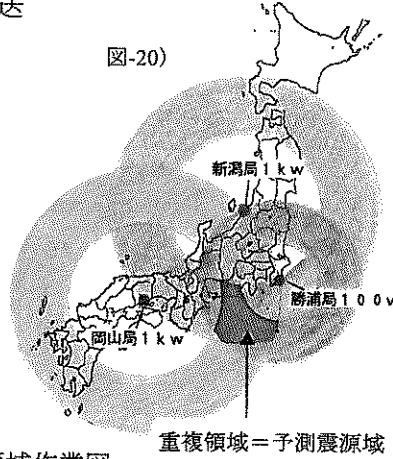
通常は1kw局では殆ど前兆は出現しないが、左図は、判りやすくするための例。各々のドーナツ円が前兆検知領域。この場合は3局のPBF前兆出現域(検知領域)の重複領域内に震源があることが推定される。

図-21)



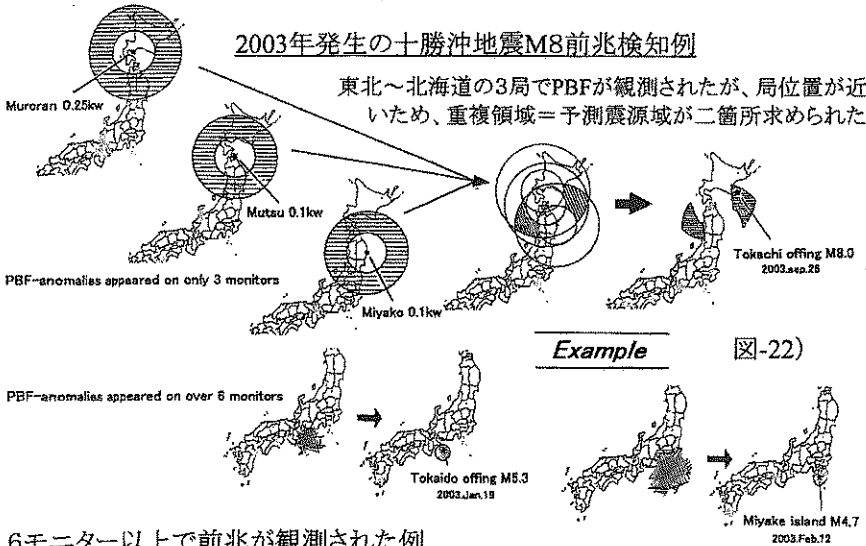
2008年発生 of 岩手沿岸北部地震の際の実際の予測震源域作業図

図-20)



実際の前兆観測から震源域を求めた推定作業例

2003年発生 of 十勝沖地震M8前兆検知例



6モニター以上で前兆が観測された例

上の東海道沖地震、三宅島地震例では6モニター以上で前兆が観測されたため、予測震源域を狭く絞り込めた

観測専用FM放送局(100w)と海域に電波送信パイがあれば完璧

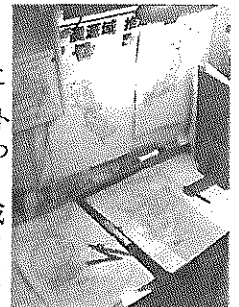
現在までの観測で、経験則から求められた予測震源領域内に予測した地震の震源は全て入っています。しかし、現在は民放やNHKのFM放送電波を利用して観測しているため、同周波数帯に距離の離れた地域の異なる放送局が複数存在し、異なる局を影響局とした場合には、震源域推定作業に影響します。また影響局推定作業が難航する場合があります。観測専用の100w出力局があれば、震源域推定作業での誤認も無く正確に行えます。また、日本列島が弓なりに南北に細長いため、太平洋沖と日本海沖に電波発信パイがあれば、東西の海域局からもドーナツ円が描け、より正確に震源域を狭く推定することも可能となる筈です。

規模の大きな地震では陸域地震か海域地震か識別可能

M6以上地震の場合、陸域下に震源がある場合には、前兆出現モニター数は多数となる。しかし、海域下震源の場合には前兆出現モニター数は少なくなり、遙か沖の地震では2モニター程度にしか前兆が出現しない場合もある。規模の大きな地震では前兆出現観測装置の数だけで、震源が陸域下か海域下か識別可能。

右は研究室の予測震源域推定作業コーナー

放送局位置をプロットした地図の縮尺に合わせて、100wの場合、250wの場合等、検知領域ドーナツ円を描いた透明シートを重ねて震源域を求める。



規模の推定

極大時のPBF前兆波形の出現継続時間計は地震の規模を表す



図-23) PBF波形例

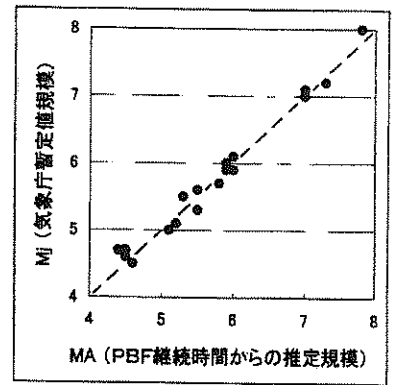


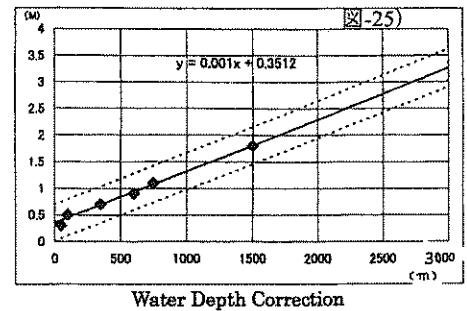
図-24) 推定規模と実際規模の相関

図-23)に示した様に **極大時のPBF継続時間計(h) = 主震断層長(km) 規模推定経験則**
 PBF前兆は様々な周期 但し、 $\text{Log } L = 0.5M - 1.8$ (e.g, Utsu)使用 **L=断層長km M=マグニチュード**

で出現する。極大時に集中出現する場合でも、日々数時間づつ数日に渡って出現する場合もある(極大時には波形周期が伸びる)。数日内に集中出現した場合は、日々のPBF出現継続時間計を時間(h)で表した値が、上の地震学経験式(断層長とMの関係式)を使用した場合の断層長(km)と一致します。従って、規模を推定できる。例えば、PBF継続時間計が50時間観測された場合は、M7±規模が推定される。但し、全ての地震でPBFが出現する訳ではなく、BFの場合もある。その場合はBFの変動値を過去例と比較(比例法)して、規模を推定する。この場合は誤差が少し大きくなる。

海深減衰

震源が海域下の場合、海深に応じて前兆が減衰(弱まる)する。右上図-25)参照。海深200~500m域ではM0.5~0.7、1000m域ではM1.3±程前兆が弱く観測されるため、海域地震が推定された場合は、予測規模に補正が必要となる。前兆検知限界M4.7±に海深補正を加味すると、沿岸海域ではM5を大きく超える規模、沖ではM6を超える規模でないとい前兆検知が困難な場合がある。陸から遥か離れた東北沖の海溝部付近ではM8を大きく超える規模でないとい前兆検知困難。



発生時期の推定

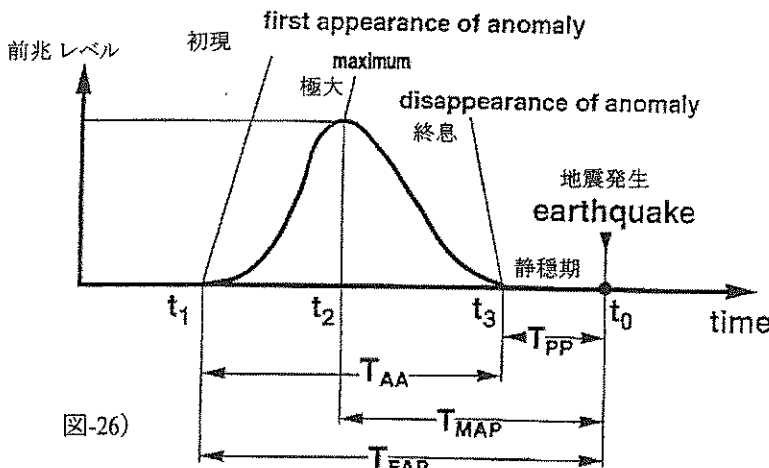


図-26)

各期間の呼び名

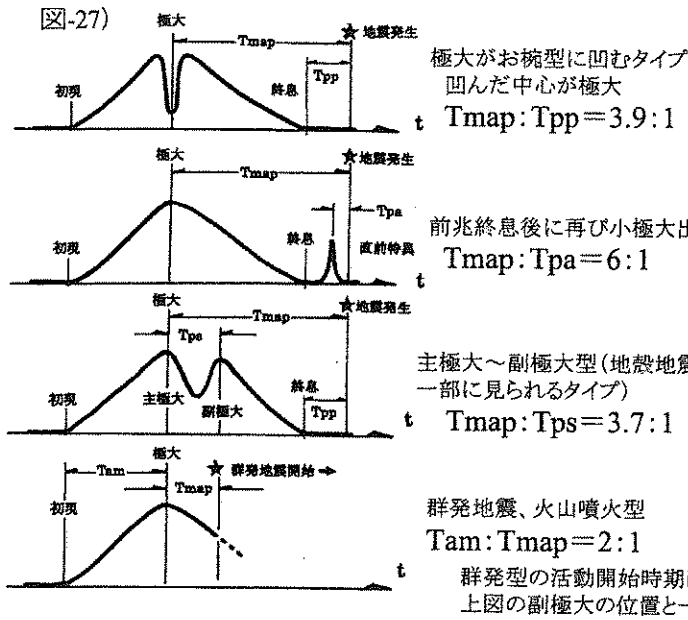
- 初現～地震発生 = Tfap (ティーファップ)
- 前兆出現期間 = Taa (ティーエーエー)
- 極大～地震発生 = Tmap (ティーマップ)
- 静穏期間 = Tpp (ティーピーピー)

時間変化比率経験則

$T_{fap} : T_{map} = 20 : 13$ $T_{fap} : T_{pp} = 6 : 1$ $T_{map} : T_{pp} = 3.9 : 1$

地震前兆は、突然出現しだす。初現は弱く、そして変動値が大きく変化したり、連続継続的に出現したり、前兆変動出現観測装置数増加等の前兆顕著化=極大を経て、前兆変動は弱くなり、最終的には終息消失し、通常基線に戻り、その後、地震発生に至ると云う時間変化を示す。左に示した模式図-26)は、縦軸に前兆レベル、横軸を時間経過として表した前兆レベル変化図です。この形が地震前兆の出現形態の基本形ですが、規模の小さい地震や、海域で前兆が減衰している場合等は、初現時期や終息時期が見えず、極大前後のみ観測される場合もある。また全ての地震において、初現～発生:極大～発生=20:13 極大～発生:静穏期=3.9:1等の時間変化比率が一定。全ての関係が見えるとは限りませんが、いずれかの関係が成立するため、各時期を観測すれば、発生時期を比率計算できる。但し、左図-26)は基本形で、様々な変化バリエーションも観測されている。

前兆基本形態のパリエーション例

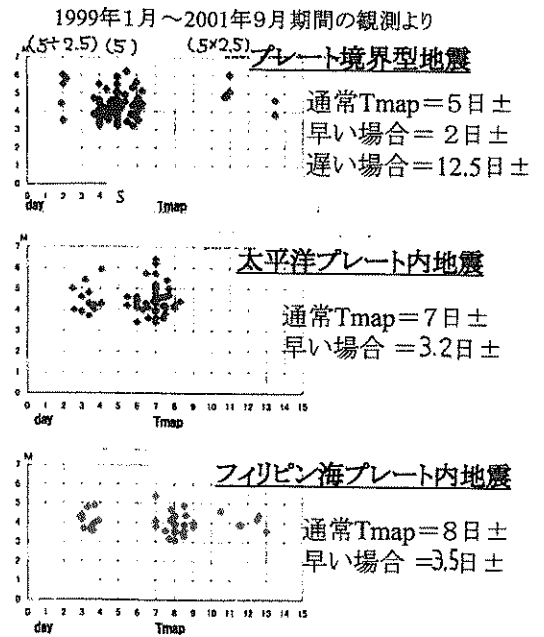


前兆期間の長さはある程度歪み速度に依存している可能性

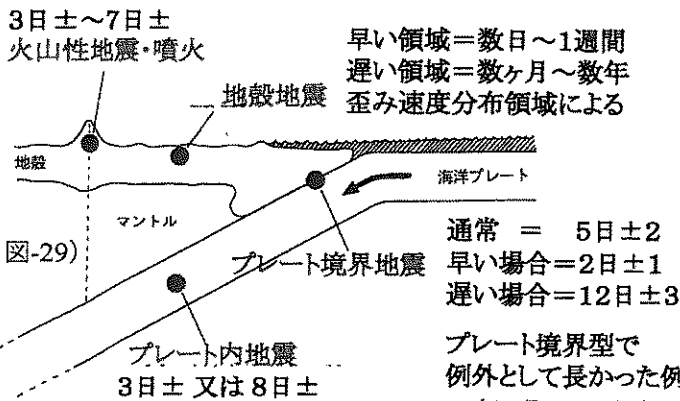
右図-28)は海洋プレート関連地震の前兆極大から発生までのTmap日数(横軸)と規模(縦軸)の関係を表した図です。まず、Tmap日数が規模に関係なく一定であることが判る。次に太平洋プレートの方がフィリピン海プレートよりTmapが短いことが判る。太平洋プレートの方が潜り込み速度が速いため、この場合のTmap日数の違いは、歪み速度に依存している可能性が示唆される。

海洋プレート関連地震の

Tmap日数は一定 図-28)



地震発生までの日数



歪み速度分布大別図

国土地理院の三角点測量で発表されている各地の歪み速度を独自は歪み速度の速い領域(黒色)と遅い領域(白色)に別けた図

図-30)

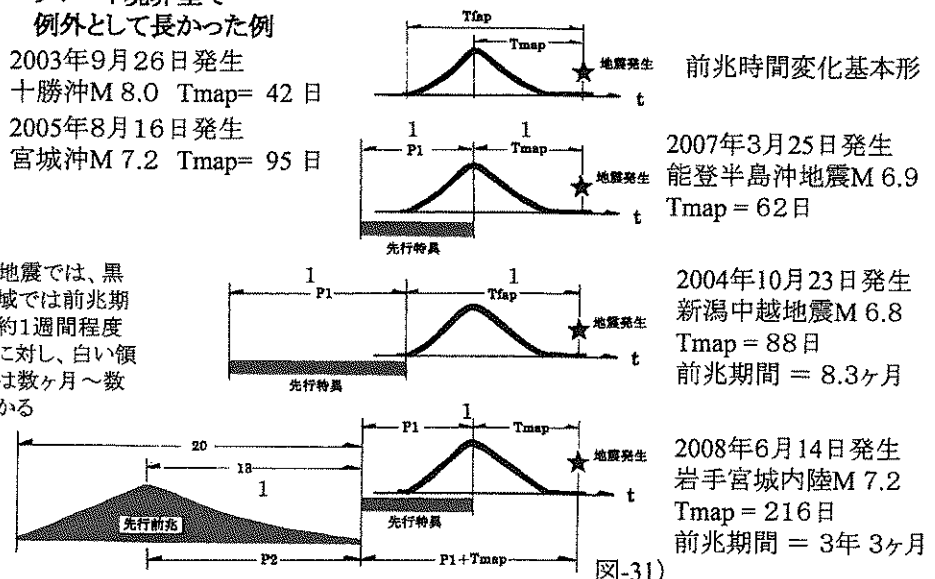


大型地震では、黒い領域では前兆期間が約1週間程度なのに対し、白い領域では数ヶ月～数年かかる

歪み速度の遅い領域の地殻地震は

前兆期間が長く特殊

海洋プレート関連地震は上に示した通り、殆どが一定(例外:十勝沖M8=42日、宮城沖M7.2=95日)のTmapであるのに対し、地殻地震は場所によって異なる観測結果が得られた。図-30)の歪み速度大別図の黒い領域では、Tmap5~8日(福岡西方沖M7.0=5日、鳥取西部M7.3=8日)で発生しているが、同規模の歪み速度の遅い白い領域で発生した地震で、新潟中越は88日、岩手宮城内陸は、216日という長期間のTmapが観測され、さらに通常の地震前兆基本形の前に先行する特異状態(下図-31参照)が観測された。



地震発生時刻を推定できる基線幅増大BT変動

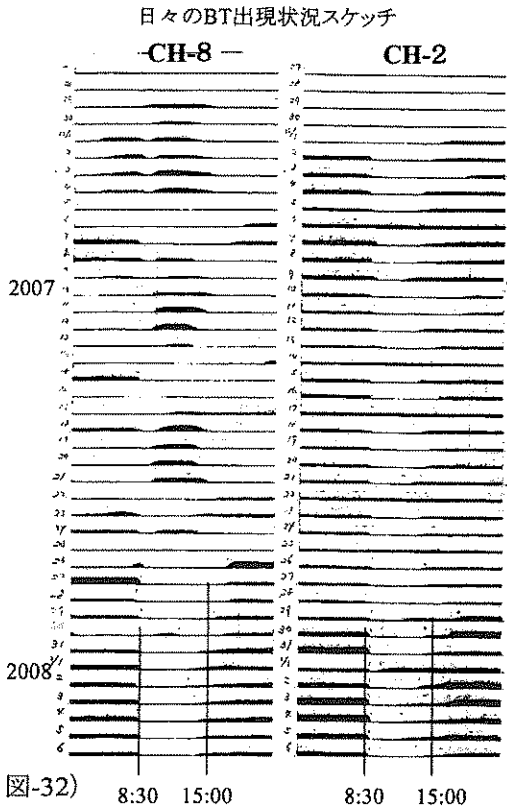


図-32) 8:30 15:00 8:30 15:00

地震発生時刻=8:43

2008.6/14 岩手宮城内陸 M 7.2

図-32、33は基線幅増大BT変動の日々の出現終息の状況をスケッチした図です。横軸1本が一日を示し、左端が0時、中心が昼12時、右端が0時を表します。毎日BTの出現終息は変化が見られるが、並べてみると、出現、終息の変化時刻が、ほぼ一定で、変化時刻が一日に2回認められる。

実際の地震発生時刻は、このどちらかの時間帯とほぼ一致している。つまり、BTの日々の出現終息変化時刻から、地震発生時刻を推定できることになる。

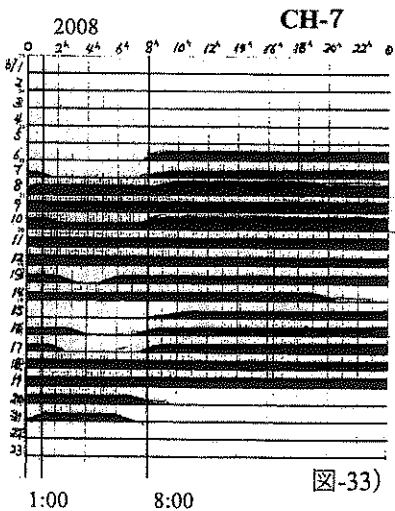


図-33)

地震発生時刻=0:26

2008.7/24 岩手沿岸北部 M 6.8

本観測法での推定では、発生日誤差が1~2日ある場合がある。発生日誤差があるにもかかわらず、発生時刻が推定できると云う一見すると奇妙なことになる。これが受け入れられないと指摘される方もいるが、その指摘は、地震発生日時が同時に詳しく推定できる筈だと云う仮定に基づいているもので、実際の観測からは、発生日推定と発生時刻推定は異なる根拠前兆変動を基に別々に求められることから、各々別の推定となることが観測事実なのである。発生時刻の推定が可能な場合は、推定発生時期に24時間緊張し続ける必要がなくなるため、予報としては大変有効であると思われる。

下図-34)例では両端が昼12時で表示。15時頃に前震発生、5時頃に本震発生。前震等がなければ、BT変化時刻±1時間内に地震発生時刻が見られる。

基線幅増大BT日々の出現終息時刻と地震発生時刻が一致する観測事実についての考察

上に示した様に、地震前兆変動の一種として観測される、基線幅増大BT変動は、数週間継続出現した場合には、日々の出現終息状況を記録すると、一日に2回、出現または終息(途中で反転する場合もある)の時刻が一定で認められる。実際の地震発生時刻が、この一日2回のBT出現または終息時刻と、ほぼ一致している観測事実は、二つの可能性を示唆している。ひとつは、BTの出現終息時間帯に、震源領域に応力変動が生じている可能性。最終的な地震発生も、この時間帯に応力変動が生じることで、断層破壊が生じる(地震発生)ため、BT前兆の変化時刻と地震発生時刻の一致が見られると理解することもできる。24時間周期が見られることは、地球の自転周期を示し、太陽の潮汐作用等が、応力変動に関係している可能性も示唆される。

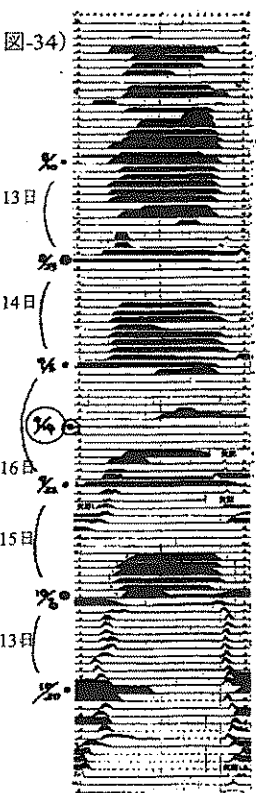


図-34)

もうひとつは、震源領域での応力変動時間帯の変化としてBT前兆の変化(地震発生時刻と一致した時間帯の変化)が現れると云うことは、当該観測手法での地震前兆観測には、地下での応力変動変化が、少なくとも数十分程度のオーダーでリアルタイムに電磁気変化として観測されている可能性が示唆される。全ての地震の前兆で、このBTが出現する訳ではないが、数週間BTが継続出現した場合には、地震発生時刻を推定できることは、地震予報としては、大変有効であると考えられる。

基線幅増大BT変動周期性変化から発生時期推定

左図-34)は、2003年1月19日発生の東海道沖M5.3地震の際に観測されたBT出現記録例です。日々のBT変化の中で、一日中BTが継続する(基線幅増大値には関係無い)日が周期的に認められます。この周期的変化から次の経験則が得られています。→BT周期的変化から、周期性が認められない小ピーク日に周期的小ピーク平均間隔日数の6倍値または9倍値を加算すると地震発生日±となる。こちらも全ての地震前兆で出現する訳ではありませんが、発生時期を推定するひとつの方法として有効です。

左図-34)の場合 周期性無いピーク=9/14 平均周期=14日

$2002.9/14 + (14 \times 9) = 2003年1月18日 \pm$

実際の地震発生=東海道沖M5.3 2003年1月19日

地震前兆観測から地震発生を予報する まとめ

現象:電離層の電子密度年変化が基線に現れていることから、通常良好に受信できないFM放送局電波が電離層で散乱され、極めて微弱ではあるが、定期的に受信されており(一定幅の基線を形成)、地震発生前には震源上空の電子密度変化が生じることで、通常と比較して受信強度変化が観測されている可能性が考えられる。この微弱な差をセンターチューニング回路で検出している可能性が考えやすい。

観測システム:日本全国の100w~250w出力のFM放送局電波を目標局(影響局)にし、直接波が受信されない状況に於いて、目標局周波数から100kHz~300kHz離調させた、センターチューニング回路搭載のFM受信機を数十台設備し、日本の各地に複数箇所配備して、センターチューニング回路出力電圧を24時間記録観測する。デジタル記録する場合には、ペンレコーダーの記録に近似させるように、サンプリング周期、積分時間を設定する。

データの観測解析:基線の変動を数十秒~数時間に渡る時間軸で仔細に調査し、地震前兆変動を検出する。曲線変動を有するBF、PBF変動から、前兆出現影響局を基線に対する向きから識別。地震前兆の日々の変化から、初現、極大、終息の時間変化を捉える。また極大時のPBF継続時間計測や、BTが継続出現した場合は、日々の出現、終息時刻変化や周期性等も解析する。

地震予報の三要素の推定

震源域の推定:複数の前兆出現影響局位置から電波出力に応じた前兆検知領域ドーナツ円を描き、重複領域を求める。重複領域内に震源が予測される。 $D(km)=R \times P(kw)^{0.25}$ 経験式使用

海域地震か陸域地震か:規模の大きな地震の場合、前兆検知観測装置数で海域地震か陸域地震かの識別が可能。陸域規模大の地震では前兆検知観測装置数は10台以上となるが、海域地震では数台にとどまる。

規模の推定:極大時にPBF前兆が観測された場合は、PBF出現継続時間計を測定する。継続時間計(h)が主震断層長(km)と一致する経験則より、 $\text{Log}L=0.5M-1.8(\text{Utsu.})$ 式より規模を推定する。PBFが出現しない場合は、BF変動値を過去例を基に比例法で規模推定する。

時期の推定:地震前兆には時間変化の比率が一定である経験則を得ているため、前兆初現、極大、終息の各時期を特定すれば、時間比率経験則に基づき、発生時期を推定できる。
 $T_{\text{fap}}:T_{\text{map}}=20:13$ $T_{\text{map}}:T_{\text{pp}}=3.9:1$ 等。またBT周期変化からも推定できる場合がある。

地震発生は最終的な結果であると認識される

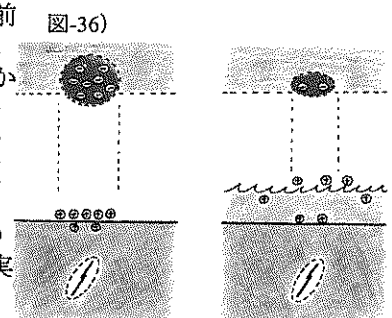
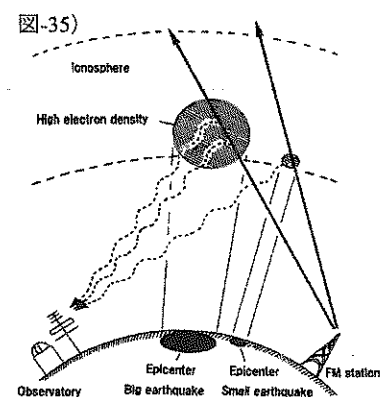
観測される前兆出現期間も地震活動(断層形成過程)の一部で、地震発生は最終的な破壊現象である可能性

地震活動とFM電波伝播モニター観測に現れる変動との間には確実な相関が認められる。その前兆変動を観測解析すると、発生する地震の領域、規模、時期、場合によっては発生時刻まで地震発生前に推定できると云う事実は、前兆変動の中に、地震活動内容の情報が含まれていることを示している。地震は発生するまでM3で終わるのか、M8と巨大になるのか神のみぞ知ると主張される地震学の考え方とは事実は異なると思われる。本方法で観測される地震前兆と地震との相関から、地震発生前に地下で微小破壊が生じ、断層が形成されていく様子を電磁気変化として捉えている可能性が示唆される。形成された断層が更なる応力によって最終的に大破壊を起こし、断層がずれ動いて地震発生となっている可能性が示唆される。

本観測法では、前兆期間がある程度長い場合には、最初に震源域、極大観測後に規模、前兆終息確認後に発生時期が正確に推定できると云う時間的な内容推定となる(前兆期間が短い場合には、ある程度同時に推定可能)。従って、前兆期間が長い場合には、観測を進める中で、順次推定できる内容を公表することになり、またその後の観測から推定内容を修正更新する場合もあり得る。このような形は、週間天気予報がその後の観測で修正更新される形に似ており、以前から言われていた地震予知情報とは形態を異にすると認識される。また、地震予知には短期地震予知とか直前地震予知等の分類があるようだが、実際の観測からは、早い場合は数日、地殻地震の歪み速度の遅い領域の大規模地震では数年前から地震内容が推定できる。先の分類は、あたかも全ての地震が数日前には予知できると云った推定のもとに作り出された言葉のように感じる。実際は違っていると認識される。

メカニズムの考察

本現象についてのメカニズムはまだ明らかにされていない。数百km~千km離れた地域の地震活動の前兆が観測される事実からは、地表から100km以上上空の恐らくは電離層付近の電子密度(電子のサイクロトロン振動数とFM電波の周波数から)が変化している可能性が示唆される。単純に右図のような静電誘導現象が生じている可能性も否定できない。メカニズムは今後順次明らかにしていく必要があるが、観測から地震が予報(予知という言葉は不適切)できる事実は、防災に役立てるべきと考える。



震源での微小破壊現象によって、地表面に電荷変動が現れ、静電誘導で電離層の電子密度が変化している可能性も否定できない。海域地震の前兆が減衰するのも、海底に生じた電荷変動が塩分を含んだ海水が多量にあることで拡散している可能性も考えられる。あくまでも仮説のひとつ。

17年間の観測で順次明らかとなってきた経験則「失敗と発見」

地震予報に必要な各種経験則は、最初から全てが明らかとなっていた訳ではなく、17年の間に順次明らかとなってきた。それはすなわち失敗の歴史でもある。以下の各項目の年までは、その内容について予測で失敗していることも多々ある。

1993年 FM電波観測に地震前兆が現れることをFM流星観測中に発見

1995年 FM電波観測に地震発生予測が可能であることを再確認 地震前兆観測研究本格化と公開実験の開始

1995年1月の兵庫県南部地震、同年5月のサハリン地震前に顕著な前兆が観測され、2年間の前兆出現と地震との相関を更に確認。

1998年 前兆の時間変化比率(20:13等) 経験則の発見

1999年 PBF前兆出現継続時間計=発生する地震の断層長である関係を発見

1999年 PBF前兆出現継続時間計や、BF前兆変動値からの推定規模は、主震規模だけに対応を確認

これ以前は、ある程度の余震活動も極大時の前兆レベルに含まれる可能性を考えていたが、グーテンベルグ・リヒターの法則通り、小規模地震ほど発生数は多く、調和しないことが明らかに。単純に主震規模にのみ対応。

2002年 BTの周期性変化から発生日を推定できる経験則の発見

2001年夏～秋に観測されたBT変化を執拗に検討して得た経験則

BTの日々の変化時刻と発生する地震の発生時刻の一致を発見確認。

領域推定経験式の修正

2000年発行のPHP新書「地震予報に挑む」内にも、これ以前の論文にも書いた震源推定領域を求める式を、実際の観測データと電波の減衰から検証し、大幅に経験式を修正改定。

2003年 PBF極大の測定法の修正

多くのPBFは極大時(数日)に集中出現するが、この年出現したPBFは極大時以外にも断続的出現があり、出現したPBFの全出現継続時間計を測定して規模推定を行い失敗した。公開した南関東地震、推定規模をM7としたが、実際はM6。PBFが何度も出現しても、極大時のみの継続時間測定で規模推定を行う必要があることを学んだ。

2008年 前兆出現は主に100w~250w出力局

長期継続する地殻地震前兆の出現形態の多様性を認識

岩手宮城内陸地震前兆解析で出力の大きい局を多用して領域推定を行った結果、関東の可能性も

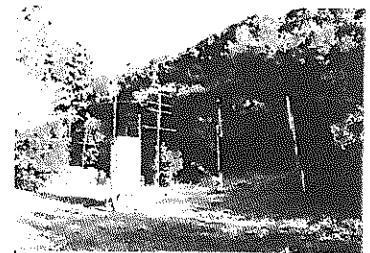
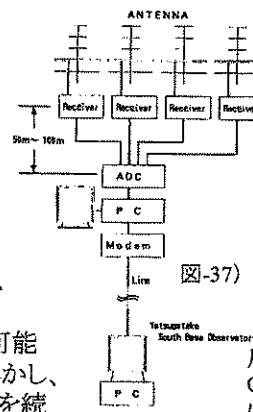
考えられ、領域推定失敗。100~250w局で求めると調和。また、地殻地震で前兆期間の長い場合は、基本的な山型の前兆変化の前に特異状態を主とする変動が長く先行する場合があります、その形態も個々多様性があることを学ぶ。

2012年 観測用受信機の設定周波数から300kHz離調した局による地震前兆変動は変転しない

センターチューニングメータ回路のS字特性によって、地震前兆変動が設定周波数に対し高い周波数側局か低い周波数側局で出現しているのかを識別できるが、300kHz離調した局の変動形態が逆転すると云うS字特性とは合わない関係を疑似相関していたことが発見。S字特性通り、100~300kHz内の設定周波数に対し同じ側の前兆変動の曲線変動形態は変化せず同じであることを確認。

上に示した通り、現象の発見以来、現在までの期間の観測研究から、様々な地震予報に必要な経験則が徐々に明らかとなってきた。しかし、初めて体験する現象に遭遇した場合は、地震推定で失敗も多々ある。2003年に公に地震予報情報を公開した南関東圏推定では、極大時期のみのPBF前兆継続時間計以外に前兆期間中に出現したPBF継続時間を加算して規模推定を行ったため、推定規模がマグニチュードで1も違った失敗をした。

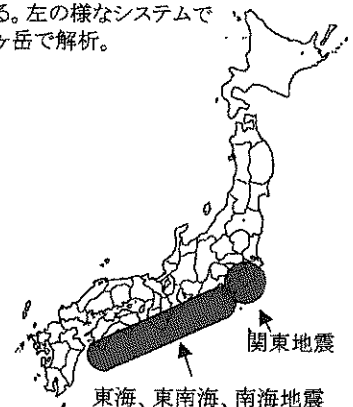
また、歪み速度の遅い領域の地殻地震では、前兆が長く継続出現し、非常に困惑した。2008年の岩手宮城内陸地震M7.2では、一度は岩手東北領域のM7.1±地震で発生時刻(8:30±)まで推定したにもかかわらず、影響局を大出力局とした場合、関東圏の可能性も出たため、領域を失敗したことなど、大きな失敗も多々ある。しかし、2008年岩手宮城内陸地震以降は、極めて良好な解析、予報成功を続けることができている。10年前と現在では、明らかに進歩している。ここまで、様々な経験則を得て、地震予報が可能となってきたのも、本観測研究を支援して下さい、地震前兆検知公開実験に参加下さっている個人、企業の方々のおかげであることに、この場をお借りして、心より厚く感謝を申し上げる次第です。



高知観測点 多数の天頂固定FM用八木アンテナと、受信機を格納したBOXが見える。ここから約50m離れた所にデータ収集及び通信用パソコンが納められたBOXが設置されている。左の様なシステムで八ヶ岳で解析。

懸念されている巨大地震の前兆は、ほぼ確実に検知可能

本現象についてのメカニズムは、まだ明らかとなっておらず、今後様々な電磁気観測による地震前兆や地震学との学際的な研究によって、明らかにすべきことではあるが、次々と大型地震は発生し、大きな被害をもたらしている。地震活動期の現在、首都圏直下での大規模地震や、東海、東南海、南海の巨大地震(いずれもフィリピン海プレート境界地震)などの発生が懸念されている。これらは、震源が陸域であったり、陸域を含む近海海域が予想されるため、規模の大きな地震では、これまでの実績をもとに、ほぼ確実にその前兆は捉えられることが明らかだ。問題は、現状の状態では、被害地震が推定された場合、広く公表できない上、未だに地震予知はできるのか? と言った議論がある状態で、小生が公表しても社会貢献できない状態にある。これは大変深刻な問題と考える。17年間、地震前兆を検出し、経験則を見出し、実際の地震活動との相関を研究してき、まだまだ経験不足と認識される。しかし、巨大地震前兆を捉えた場合、どうすれば防災に役立てられ、社会貢献できるのか難しい問題だ。



どちらの巨大地震も震源が陸にかかっている可能性が高く、海域であったとしても陸に近い、本方法で、ほぼ確実に地震前兆は検知可能と認識される

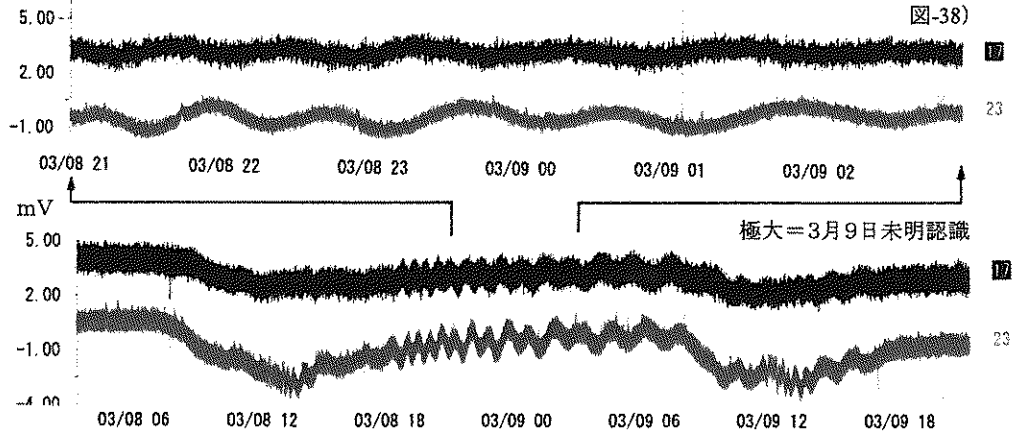
2011年3月11日 東北太平洋沖巨大地震M9 地震前兆

～地震発生3日前から顕著な前兆を観測したが、正確な予報発信は間に合わなかった～

右波形(黒=CH17赤=CH23)は、2011年3月8日～9日にかけて、八ヶ岳の観測装置2台のみに観測された、3月11日発生の東北太平洋沖巨大地震M9の地震前兆。極めてゆったりとした大きな変動。これだけ顕著な変動は16年の観測の中では初めてで、記録がない。

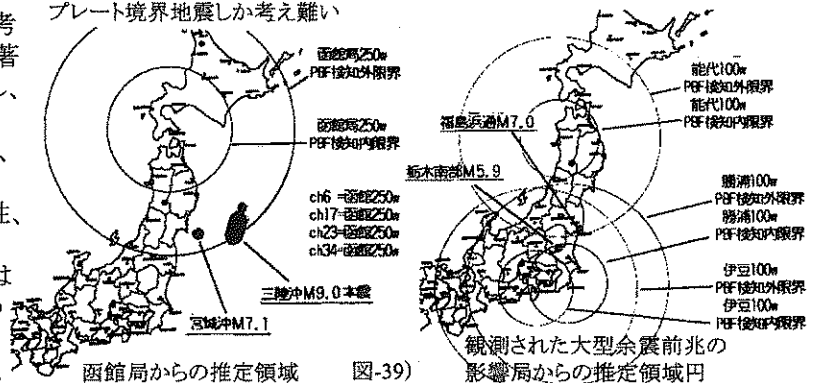
異常に長い変動を観測し、影響局=函館局250wを確認した。東北領域が推定されたが、当時、長期継続する特殊な東北圏が推定される前兆群が継続出現していたこともあり、当該前兆も、その一部として出現した可能性を考えてしまい、解析が遅れた。当該二台だけの顕著な変動が、別の海域大型地震の可能性と認識し、解析を始めた時、地震発生となってしまった。

これだけ顕著なBF変動であるにもかかわらず、2台のみの前兆出現は、検知しにくい遙か沖海域の大型地震であり、三陸沖～釧路沖の可能性、さらにプレート境界型として、早ければ3月11日±、通常なら3月14日±発生が予測されることは言えた筈。事前に警鐘を鳴らせたのに間に合わなかったことは、観測者としては切腹もので、一生の後悔であり、申し訳なくて言葉ありません。



これだけ顕著な長周期変動は16年の観測で初めてだった

巨大規模が推定され、太平洋プレート境界地震しか考え難い



2011.3/11 東北太平洋沖巨大地震の大型余震・関連地震の予報実績

前兆	領域	規模	発生日
識別不可	推定: 停電で欠測も有、前兆識別不可で推定できませんでした ※1 実際: 福島県沖 M6.8 M6.2 3月12日発生 実際: 長野県北部 M6.7 3月12日発生 実際: 茨城県沖 M6.6 3月13日発生 ※他にもM6±以上地震ありますが、海深減衰で前兆検知不可能地震		
極大=3/11 Tmap=4日	推定: 伊豆含む南関東 ※2 実際: 静岡東部富士山 M6.4 3月15日発生	M6.0±0.5	3月16日±2
極大=3/15-16 Tmap=3日 Tmap=6日 Tmap=7日	推定: 茨城～福島沖合 実際: 茨城北部 M6.1 3月19日発生 実際: 福島県沖 M6.7 3月22日発生 (各地震識別不可能) 実際: 福島浜通り M6.0 3月23日発生	M7.0±0.5	3月19日±or 21～22日
極大=3/25 Tmap=3日	推定: 宮城沖～岩手沖 ※3 実際: 宮城沖 M6.5 3月28日発生	M7.5±0.5	3月27日±2or 30日±2
極大=3/21 Tmap=17日	推定: 宮城沖～岩手沖 実際: 宮城沖 M7.2 4月7日発生	M7.0±0.5	4月6日±2
極大=4/5.5 Tmap=5日	推定: 福島沿岸～沖 実際: 福島浜通り M7.0 4月11日発生	M7.0±0.5	4月8日±2or 11日±2
極大=4/9 Tmap=3日 Tmap=7日	推定: 東関東～東北沖 ※4 実際: 千葉東方沖 M6.4 4月12日発生 実際: 茨城南部 M5.9 4月16日発生	M6.0±0.5	4月11日±or 14日±2
極大=4/16 Tmap=5日	推定: 千葉沖～茨城沖 実際: 千葉東方沖 M6.0 4月21日発生	M5.9±0.5	4月21日±2
極大=4/26 Tmap=2日	推定: 福島沖 ※5 実際: 福島沖 M5.7 4月28日発生	M5.8±0.5	4月28日±2or 5月1日±2

東北太平洋沖M9地震発生後の大型余震、関連地震(M6±以上規模、2011年4月末まで)については、左表記載のもののみが識別観測され、FAXによる地震前兆検知公開実験観測情報で予報公開した。巨大地震発生直後の地震については、停電で欠測もあり、3月15日以降発生のものが明確。同領域で複数発生した地震は前兆からは識別困難。上図の通り、各前兆の差異から影響局を推定し、影響局からの前兆検知ドーナツ円の重なり、領域内外などで領域を推定した。海域地震で入っていないものも小数あるが、海深減衰で前兆レベルがM5弱以下となる場合は、前兆は検知困難。

※1 長野北部地震M6.7は地殻地震で、M6以上の地殻地震の前兆が明確に捉えられなかったのは観測開始以来、この地震が初めて。停電で欠測もあるが、東北太平洋地震発生で日本列島が東側に引つ張られたため、滑りやすくなり、圧縮成分の少ない破壊で発生した地震の可能性も考えられる。この地震の前兆は検知観測できない可能性有。

※2 富士山南麓の浅い地震、この地震の前兆は3/11の東北太平洋沖地震発生前の時間帯に高知観測点で捉えられ、同時に八ヶ岳南麓では、火山活動前兆も観測された。

※3 宮城沖地震の推定規模が実際より誤差を超えて大きいのは、断続的に数日に渡って出現したBF前兆をPBF前兆と認識して、出現継続時間計を測定して規模推定したことが原因。

※4 千葉東方沖は海深減衰で前兆が弱く検知されていない可能性も有。茨城南部は地殻地震。ちなみにその後発生した茨城北部付近での浅い地殻地震のTmap日数は全て7日であった。

※5 4/7発生の宮城沖は、前兆初現～極大～終息が観測され、経験則から発生日推定。

震源情報は気象庁発表値。※5は、4/28(18:28)福島沖で発生し、震度4が観測されましたが、その後の気象庁発表のM5以上地震表には載っていませんでした。

地震前兆検知公開実験「FAX配信実験観測情報」

本VHF帯域(FM)電波モニター観測による、地震前兆観測内容は公開しています。これは「地震前兆検知公開実験」として、FAXで観測事実と共に、経験則を基にした解析内容、地震発生参考予報内容、実際の地震発生との対応、等々を不定期に配信するものです。1995年8月の公開実験開始から現在まで、ほぼ平均、3日に一枚のFAX配信を実施しております。(公開実験参加者募集中)

本来、地震発生予報ないしは地震前兆検知情報等はエリート情報ではなく、誰でもが共有できる情報であるべきです。しかし、本方法も観測開始からまだ十数年であり、不明点や、解析間違い、新たな未経験の現象との遭遇もあります。従って、広く一般公開することは困難であるとともに、一般公開した際の各種問い合わせに対応できる状況にもありません。本方法での地震前兆検知の有効性の検証、経験則の発見、データの蓄積、実際の地震活動との対応、メカニズムの解明につながるデータの蓄積、等々、長年観測解析研究を継続する必要があります。しかし、本観測研究はどこからも公的支援がありません。本方法では「いつ、どこで、どのくらいの」と言う地震の三要素を観測データの解析から、ある程度の誤差を含んではいるものの、地震発生前に推定することのできる地震もあります。本来は長年観測研究を継続し、ある程度地震予報として完成した上で公開することが望ましいのですが、次々と大型地震の発生は続き、被害が生じています。そこで、本観測研究活動を支援して下さる個人の方、法人、施設の皆様方を募り、公開実験参加費という形で観測研究活動資金を賜り、そのかわり、観測データの公開、前兆変動の解析内容、経験則をもとにした地震発生参考予報内容をFAXで配信するという「地震前兆検知公開実験」を実施させて頂いております。参加は24時間自動受信できるFAXをお持ちの方であれば、どなたでも参加可能です。参加ご希望の方は本資料(2012A)をお読みになったことことを申し出、直接天文台研究室までお問い合わせ下さい。

- 趣旨**
- ・本観測研究の継続維持推進に賛同支援を主目的とする。
 - ・地震予報情報サービスではなく、あくまでも実験観測参考情報である。
 - ・観測情報内の内容を参考防災情報として利用する場合は、自己責任において使用する。対応地震発生前に公開実験参加登録者以外に情報内容を伝えたり、公開、二次使用することを強く禁ずる守秘義務誓約あり。

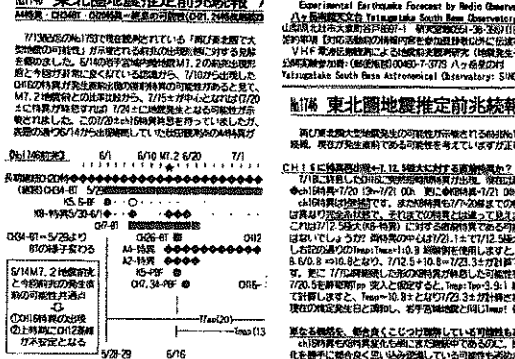
※下は、実際の地震前兆検知公開実験で配信した「地震前兆検知 実験観測情報」例です。

下に掲載した2008年の岩手沿岸北部地震M6.8の際は、公開実験参加登録者のみならず、人道的見地から岩手県、宮城県等の推定された領域の自治体(このときは各県庁防災、災害対策、危機管理等担当と県知事宛)に地震発生1週間前に連絡をし、地震発生予報の事前報告を行いました。地方自治体に正式に事前公表したのは観測開始以来初めてでした。この予報は誤差なく成功致しました。今後とも被害が予想される地震発生の可能性が観測解析された場合は、事前に推定領域内の地方自治体には情報を公開していく可能性を検討していますが、首都圏や大都市では不可能な可能性有。

我が国で大型地震発生を地方自治体に事前に報告し、予報成功した例は歴史上初めてのことでないかと思われます。

実際の実験観測情報FAX例

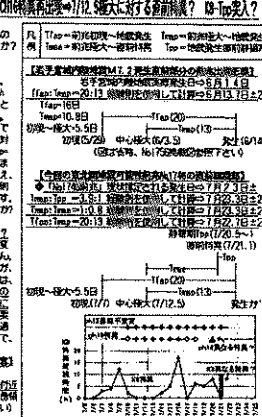
FAX誌「地震前兆検知」実験観測情報
 Experimental Earthquake Forecast by Radio Observation in The VHF Band
 山形県天文台 Yamagata South Base Observatory 「地震前兆検知」実験観測情報
 No.1754
 2008/07/15 (水) 19:30 JST 配信



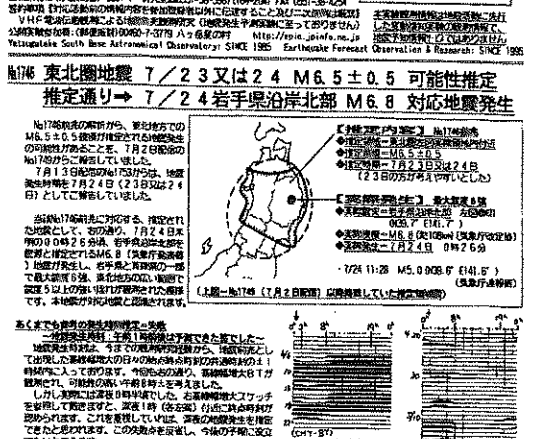
岩手県庁、宮城県庁にも送付した岩手沿岸北部地震の予報 実験観測情報 予報内容と実際の地震の誤差はほぼ無くパーフェクト

- 推定 東北岩手～秋田領域 M6.5±0.5 7月23日又は24日発生推定
- 実際 岩手県沿岸北部 M6.8 7月24日 発生

FAX誌「地震前兆検知」実験観測情報
 Experimental Earthquake Forecast by Radio Observation in The VHF Band
 山形県天文台 Yamagata South Base Observatory 「地震前兆検知」実験観測情報
 No.1757
 2008/07/21 (火) 19:30 JST 配信



FAX誌「地震前兆検知」実験観測情報
 Experimental Earthquake Forecast by Radio Observation in The VHF Band
 山形県天文台 Yamagata South Base Observatory 「地震前兆検知」実験観測情報
 No.1758
 2008/07/24 (木) 19:30 JST 配信



実験観測情報FAXの配信内容には、観測事実、経験則を基にした解析内容、地震発生参考予報内容、実際の地震発生との対応、等々が含まれています。FAX誌の配信は、観測開始から現在まで、ほぼ平均、3日に一枚のFAX配信を実施しております。

本方法での地震前兆検知の有効性の検証、経験則の発見、データの蓄積、実際の地震活動との対応、メカニズムの解明につながるデータの蓄積、等々、長年観測解析研究を継続する必要があります。しかし、本観測研究はどこからも公的支援がありません。本方法では「いつ、どこで、どのくらいの」と言う地震の三要素を観測データの解析から、ある程度の誤差を含んではいるものの、地震発生前に推定することのできる地震もあります。本来は長年観測研究を継続し、ある程度地震予報として完成した上で公開することが望ましいのですが、次々と大型地震の発生は続き、被害が生じています。そこで、本観測研究活動を支援して下さる個人の方、法人、施設の皆様方を募り、公開実験参加費という形で観測研究活動資金を賜り、そのかわり、観測データの公開、前兆変動の解析内容、経験則をもとにした地震発生参考予報内容をFAXで配信するという「地震前兆検知公開実験」を実施させて頂いております。参加は24時間自動受信できるFAXをお持ちの方であれば、どなたでも参加可能です。参加ご希望の方は本資料(2012A)をお読みになったことことを申し出、直接天文台研究室までお問い合わせ下さい。

●推定 東北岩手～秋田領域 M6.5±0.5 7月23日又は24日発生推定
 ●実際 岩手県沿岸北部 M6.8 7月24日 発生

7/23(土)06:00に発生したM6.5±0.5の地震は、推定された領域の自治体(このときは各県庁防災、災害対策、危機管理等担当と県知事宛)に地震発生1週間前に連絡をし、地震発生予報の事前報告を行いました。地方自治体に正式に事前公表したのは観測開始以来初めてでした。この予報は誤差なく成功致しました。

7/24(日)06:00に発生したM6.8の地震は、推定された領域の自治体(このときは各県庁防災、災害対策、危機管理等担当と県知事宛)に地震発生1週間前に連絡をし、地震発生予報の事前報告を行いました。地方自治体に正式に事前公表したのは観測開始以来初めてでした。この予報は誤差なく成功致しました。

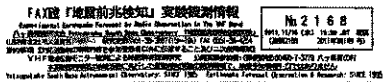
© copyright 2008 1998 ハル信電文芸会

日々の観測解析業務から数日毎に配信するFAX実験観測情報

休み無く観測解析を行っている中で、日々の観測状況、地震前兆の出現検出、解析からの地震発生予報内容等を、日々、FAXで実験観測情報として配信している。前兆が検出されない場合でも、地震前兆が検出されない事実と共に、前兆検出可能な規模の地震発生の可能性は予測されないことを報告している。地震予報情報は、大型地震発生の可能性が無く、安全に生活できると言う情報発信も大変重要と考える。情報の配信頻度は、現在まで平均2日～3日毎に配信。

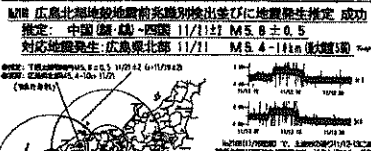
観測情報には、観測された実際の前兆波形や出現状況を図やグラフを使用して掲載し、時間変化や規模推定根拠、領域推定根拠等、地震発生推定内容を経験則から解説している。また、その時点で可能性が考えられる地震発生予報参考内容を報告記載している。統報で修正もある。実験観測情報には、日々の観測データの状況だけでなく、解析からの新たな経験則の発見なども思考錯誤しながら検討する内容も報告しているため、日々の観測研究日誌的な意味も含まれる。

長期継続前兆が出現中でも別地震前兆を識別



2011.11/16 配信

滅多に発生しない
中国～四国地方の陸域の浅い地殻地震を推定



推定: 中国四国陸域 11月21日±2
M5.8±0.5
実際: 広島県北部 11月21日発生
M5.4(最大震度5弱)

震源情報は気象庁

本観測法では、大型地震前兆が出現している場合は、同様領域で発生する、より小さい規模の地震前兆が埋没して、識別検出できなくなるという欠点がある。実際M6以上の地震前兆を観測中に、同じ領域でのM5前後の小さい地震前兆の識別が困難だったこともある。しかし、左例の様に、多数の観測装置に長期継続する前兆が出現中であっても、別地震の前兆として識別し、予報することができた例もある。

長期継続前兆の前兆形態、出現形態を日々継続観測しているため、前兆波形形態や、出現観測装置の差等を検討し、別地震前兆と識別するため努力している。12頁に示した、東北太平洋沖巨大地震の大型余震も、各前兆が重複する形で出現したものもあるが、前兆波形形態や出現観測装置の差を注視して、各地震を識別した。

地震前兆検知公開実験 実験観測情報で使用する用語解説

モニター : 観測装置のこと、観測装置は1本のアンテナに1台の受信機が接続され、記録装置に1本の基線が記録される。全ての観測装置には番号がふられている。 八ヶ岳南麓天文台の観測装置=CH1～CH34
秋田観測点=A1～A7 高知観測点=K1～K10

基線 : 観測装置からの信号により記録される線、通常静穏時は数Hzの振動により少し幅を持った直線が記録される。流星や航空機による影響局電波が受信されると、数秒から数十秒のスパイク状の変動が記録される。地震前兆はこれらの変動とは異なる特徴的な変動。

観測点 : 八ヶ岳南麓天文台以外に秋田県横手市山内、高知県須崎市裏の内の三ヶ所に八ヶ岳南麓天文台と同様な地震前兆観測装置を配備した観測所がある。各観測所は無人で、全て遠隔操作で記録制御しており、各観測所の24時間観測データを八ヶ岳南麓天文台研究室で一日に一回取り込み、解析している。この遠隔観測所を観測点と称し、秋田観測点、高知観測点等と記載している。

「前兆変動に関する用語」

BF(変動、前兆) : 基線がうねる変動 地震前兆変動

PBF(連続BF)変動、前兆 : 基線のうねり変動が周期的または連続的に出現する変動。規模推定根拠となる重要な地震前兆変動。 極大時の継続時間計(h)は発生する地震の断層長(km)と一致。

BT(変動、前兆)基線幅増大変動 : 通常静穏基線より基線の幅が増大する変動 地震前兆

特異状態 : 通常は一定の幅を持って記録される基線の振動がなくなり、糸状態を記録したり、通常とは明らかにことなる特異な変動を記録する場合

「時間変化に関する用語」

初現 : 前兆が出現した日

極大 : 前兆が顕著な時期。PBF前兆が集中出現(周期伸びる、変動値大きい)、BF前兆変動値大、多数モニターに前兆が集中出現等を持って、その後まで観測し、前兆の極大が認識される。

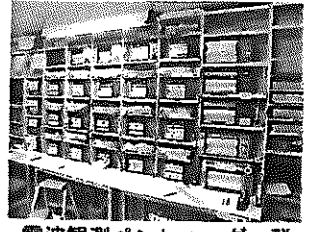
静穏期 : 前兆変動が終息し、正常基線に戻る、地震発生までの 静穏期間 = T_{pp}

T_{fap}: 前兆初現～地震発生までの期間 **T_{map}**: 前兆極大～地震発生までの期間 **T_{pp}**: 地震発生直前の静穏期間

八ヶ岳南麓天文台 施設設備及び配置



電波観測解析研究室



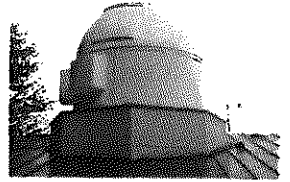
電波観測ペンレコーダー群



観測データ資料室



図書室



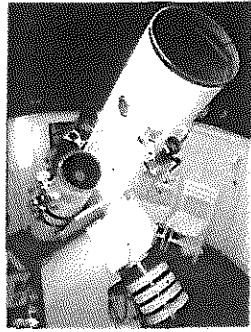
15cm屈折3.5mドーム



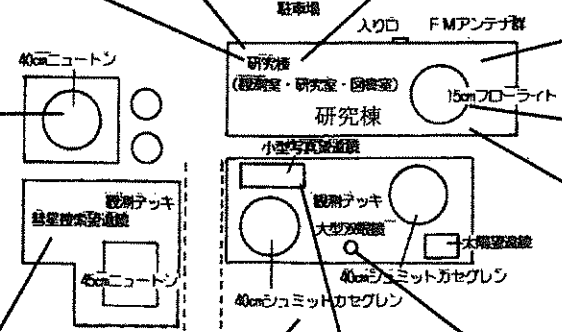
15cmフローライト屈折



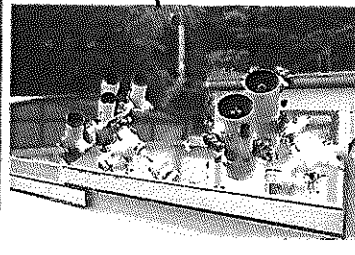
屋外のドーム内の望遠鏡を遠隔制御する観測室



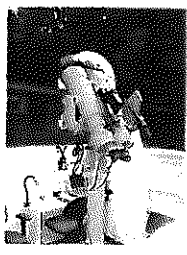
40cmニュートン反射



40cmシュミットカセグレ



小型望遠鏡多数



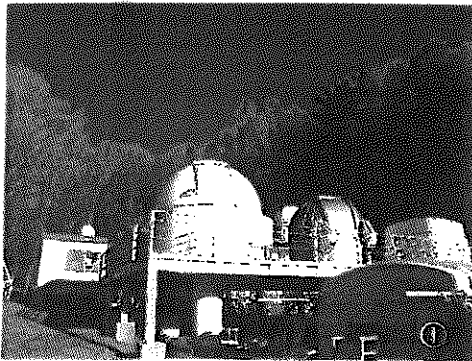
15cm大型双眼鏡



天体観測デッキ



彗星捜索3連カメラ



八ヶ岳南麓天文台の主な観測研究設備

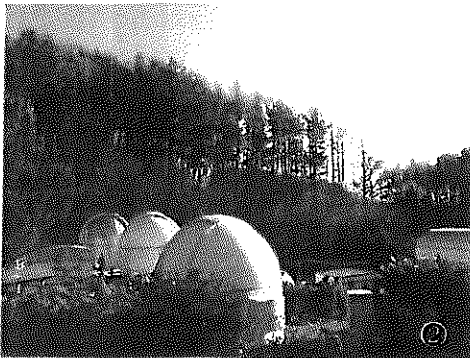
研究棟： 遠隔制御天体観測室 図書室 電波観測研究室 暗室 工作室

天体観測室： 3.5mドーム=4基 スライドイングループ式観測室 フリップアップ式観測室 鉄骨観測デッキ=2基

望遠鏡： 口径45cmニュートン反射=1台
 口径40cmニュートン反射=1台
 口径40cmシュミットカセグレ=2台
 H α 太陽望遠鏡=1台
 口径15cmフローライト屈折=1台
 15cm双眼鏡=1台
 16cm~30cm写真望遠鏡及び眼視望遠鏡=複数台
 光電測光装置 天体用冷却CCDカメラ=多数

他観測設備： 双眼実体顕微鏡、精密座標測定器、広角スカイモニター、電離層モニター用電波観測設備、気象観測設備、測定器類等

遠隔観測所： 秋田県横手市山内電波観測所
 高知県須崎市浦の内電波観測所
 (全て無人観測所 遠隔制御)



写真①②は、八ヶ岳南麓天文台の天体観測用ドーム群

写真③は、地震前兆観測用電波観測研究室の壁一面に設置されたペンレコーダー群

写真④は、地震前兆観測研究室の様子

八ヶ岳南麓天文台での新天体の発見実績

彗星の発見

1993年 周期彗星 串田・村松彗星 P/Comet Kushida-Muramatsu 発見
 1994年 周期彗星 串田彗星 P/Comet Kushida 発見

※串田・村松彗星は1949年～1961年までの間、木星が本彗星を重力圏に捉え、木星の衛星として、木星の周囲を公転していたことが明らかとなったと、2009年ナショナルジオグラフィック誌で発表された。なお、周期彗星の複数発見は、日本国内では歴史上初で、現在まで唯一。

小惑星の発見

1988年～1994年までの期間に58星の新小惑星を発見し、登録。
 Ingalls. Neverland. Yamanashi. Oizumi. Hachioji. 等々発見小惑星に命名。

超新星の発見

1991年：SN1991bg 1994年：SN1994I SN1994ak 1995年：SN1995D 1996年：SN1996bu 1997年：N1997E
 1999年：SN1999gi 2002年：SN2002cr SN2002db SN2002fk 2003年：SN2003J 2004年：SN2004G 2004bv
 等14星を発見。

沿革

1980年：天体観測教室、天文学普及活動を開始
 1982年：株式会社八ヶ岳アストロビレッジ設立
 1985年12月：天体観測所群を併設した公開天文台「愛称：星の村」八ヶ岳南麓天文台を開設、オープン。
 旧国鉄主催のハレー彗星観測ツアー（新宿から天文台までの専用列車運行）が初仕事。
 1985年～1995年までの期間、公開天文台業務により、のべ11万人の天文台利用。
 1988年：新天体の探索発見観測を開始し、多数の新天体の世界最初発見を達成。
 1989年：国内はもとより世界中の新天体発見時に伴う確認観測（精密位置観測、測光観測等）を開始し、長年従事。
 1993年：FM電波による流星観測中に地震活動に先行する変動現象を発見。
 1995年：兵庫県南部地震（阪神大震災）を機に、天文台の公開業務を縮小、休止し、電波観測による地震前兆検知観測研究活動を本格化。電波観測による地震前兆検知公開実験を開始。現在、精力的に観測解析研究活動を継続実施中。

本資料作成の参考資料（学会・研究会発表・論文・図書等）

- ・物理雑誌「バリティ 1995-10」丸善 VHF電波による地震予知 / 串田嘉男
- ・日本天文学会(1995 於:新潟大学)VHF電波観測による地震予知 / 串田・丹保
- ・日本流星会議(1996 於:富山) FROによる地震前兆観測
- ・地球惑星科学合同学会(1996 電離層プラズマ密度変動検知による地震前兆観測 / 串田)
- ・地球惑星合同学会(1997.Mar. 於:名古屋大学)電磁気地震前兆 発表資料
- ・日本学術振興会「茅コンファレンス 1998」VHF電波観測による地震前兆検知
- ・理化学研究所論文集「Riken Review No.19 1998」
 On a possibility of earthquake forecast by radio observation in the VHF band / Kushida
- ・PHP新書「地震予報に挑む / 串田嘉男」2000-9 PHP研究所
- ・科学雑誌「日経サイエンス 2001-11 地震予知は可能か / 串田嘉男」
- ・大気電気学会電磁気地震論文集 2002.VoL.22
 「Possibility of earthquake forecast by radio observation in the VHF band / Kushida」
- ・IUGG 2003 地球物理国際会議(於:札幌)発表資料 / 串田嘉男
- ・MEEMSV 2004 電磁気地震火山学会(於:フランス)発表資料 / 串田嘉男
- ・地震前兆検知公開実験「実験観測情報 No.0～No.2300」 ・理科年表
 (他: 理研地震国際フロンティア、関西サイエンスフォーラム等) ・気象庁震源データ

串田嘉男 Yoshio Kushida プロフィール

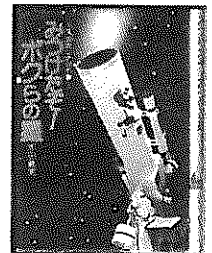


日本天文学会
 東亜天文学会
 SEMS研究会
 (電磁気地震前兆研究会)
 各会員

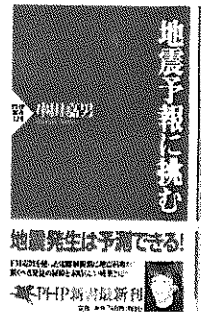
山梨県北杜市在住
 趣味:JAZZ アルトサックス

1957年東京都八王子市生まれ 独学で天文学を学ぶ
 精密光学機器会社(三鷹)勤務等を経て、
 1985年八ヶ岳南麓天文台開設 (1984年八ヶ岳へ移住)
 1995年まで公開天文台業務で宇宙を紹介
 1988年から開始した小惑星探索観測で58星の新小惑星を発見
 1993年周期彗星串田・村松彗星発見
 1994年周期彗星串田彗星発見 周期彗星複数発見は国内初
 新天体の確認観測を長年実施
 1993年FM電波による流星観測中に地震前兆変動現象を発見
 1995年よりFM電波による地震前兆観測研究本格化 公開実験開始
 理化学研究所「地震国際フロンティア研究プログラム」に
 5年間非常勤研究員(FM電波伝搬観測)として参加
 2001年「PHP新書・地震予報に挑む」で講談社出版文化賞科学出版賞受賞
 八ヶ岳南麓天文台代表 株式会社八ヶ岳アストロビレッジ代表取締役

2000年出版
 PHP研究所
 PHP新書124
 「地震予報に挑む」
 串田嘉男著
 地震前兆発見の経緯
 講談社出版文化賞
 科学出版賞受賞



1989年出版 ポプラ社
 ハンフィクションシリーズ41
 「見つけたぞ！ボクらの星」
 串田嘉男著
 天文台開設までの物語



2012年、
 PHP新書を新たに執筆

特許:本地殻活動(地震活動)検知法及び装置に関する特許取得
 日本、アメリカ、ロシア、中国、香港 各国取得済。
 ギリシャ、イタリア 申請済

串田嘉男についての紹介参考図書:
 ・地震の科学(丸善)
 ・ニッポンの心意気(吉岡忍・ちくまプリマー新書)
 ・新彗星発見に挑む(えびなみつる・誠文堂新光社)