

自宅で出来る地震予知 「逆ラジオ」の仕組みと実績

中波帯電磁波ノイズ計測による
地震予知と情報配信サービス「ゆれくるん」

地震予知情報配信サービス

電磁波ノイズ 地震予知システム

自然界のノイズから地震予兆を知る

大地の地下深くでは、いくつものプレートが重なり合うように移動しています。この地層の移動によって、あるエリアは圧縮され、そこから電磁波が放出されます。この自然界の電磁波ノイズを収集・分析することで、高い確率で地震予兆を知ることができます。震災が発生してからでは手遅れです。事前に地震予知情報を入手して対策を講じれば、被害も最小限に抑えられます。

地震予知精度向上のため、
観測ポイント増強にご協力お願いします。

■観測ポイント数の目標

日本全国3000箇所に観測点を設置します。観測点の拡張によって、より一層予知精度が高まります。参加組織様には観測システムを購入・設置して観測を継続していただくと、ホームページのすべての情報を自在に取得できる最高会員アカウントを無料で差し上げます。詳しくはホームページをご覧ください。

<https://yurekurun.com/>

SERC

株式会社 新興技術研究所
SHINKO ENGINEERING RESEARCH CORP.

株式会社 新興技術研究所
東京都世田谷区：装置開発・データ収集

取扱店

SERC 株式会社 新興技術研究所
SHINKO ENGINEERING RESEARCH CORP.

中波帯電磁波ノイズ計測による 地震予知と情報配信サービス「ゆれくるん」 自宅で出来る地震予知「逆ラジオ」の仕組みと実績

(株)新興技術研究所 取締役会長 技術士 熊谷 卓
<https://yurekurun.com/>

CQ出版「RFワールド No.26」より転載

C O N T E N T S

はじめに	1
電気・電磁波系地震予知の研究	1
逆ラジオのデータによる地震予知の実例	3
逆ラジオによる自然界電磁波ノイズ 観測システム「自宅でできる地震予知」	4
自宅でできる地震予知	6
地震予知の基本的な考え方は「異常値の検出」	7
実例に見る地震予測の方法	8
逆ラジオによる 自然界電磁波ノイズ検出の技術手法	10
東日本大震災の予兆	14
予知情報の活用は民間で	15
全国3000ヵ所の観測点網	15
世界を救う地震予知	15
おわりに	15
参考文献および追加資料	16～25

はじめに

当社の本業は生産自動化システムですが、阪神淡路大震災直後の1995年1月に当社主催の異業種交流会で出た議題「地震予知」について、その重要性を認識し、地震学は素人ながらも調査を開始しました。
その結果、英論文誌の“Nature”に掲載された防災科学技術研究機構の藤縄研究官の論文「地震予兆の電磁波ノイズの発生」(註1)を入手し、地震予兆となる電磁波ノイズの検出手法を、自費持ち寄りで研究してきました。
平成12年度科学技術振興事業団の補助金を得ましたが、未だに事業としては採算無視です。
それでも2011年の東日本大震災については、1カ月以上前から会員に「仙台周辺大地震注意メール」を送っていました。

電気・電磁波系地震予知の研究

文部科学省が「地震予知は不可能」とし、第7次まで来た「地震予知計画」をあきらめ、新たに「地震予知のための新たな観測研究計画」を進める、と発表したのは平成11年(1999年)でした。
しかし政府はあきらめても、それ以前から「地震学」以外の分野で地震予知の可能性を確信する研究者の方々が、いろいろな手法で研究が続けられています。
特に有力なのは、地震発生のかかなり前から、地中のストレスが増大して、地電流・地電圧が発生し、更にこれが電磁波となって大気中に現れ、図1のように高い電離層まで変化をもたらす、ということから、これらの現象を捉えることで地震予知を可能とする研究です。

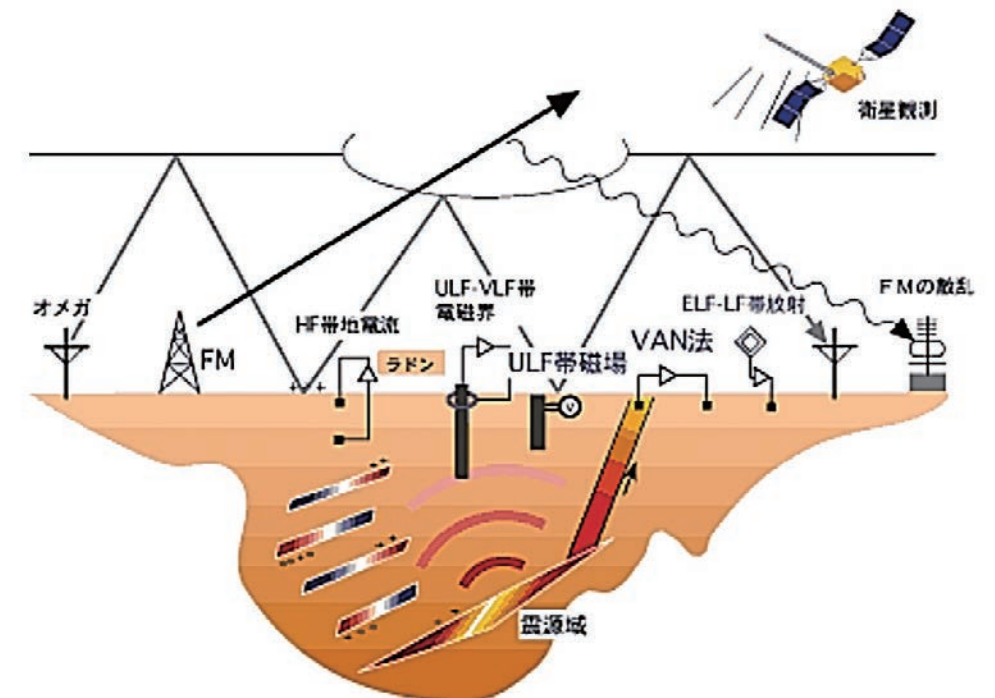


図1 地震予知に使われる電磁気現象の各種(東海大学地震予知研究センターHPより)

■岩石が破壊する前に電圧を生じるメカニズム

ではどれだけの地電流・地電圧が出るかについては、世界の多くの学者による実験がありますが、そのうち東京大学吉田教授の「浸漬した砂岩の圧縮実験データ」を図2に示します。(註2) 水に浸漬した直径40mm長さ100mmの砂岩をプレスで加圧して、破壊寸前になると0.1-0.3V程度の電圧が発生しています。水晶の含まれない玄武岩でも水の影響でこの1/10程度の電圧が発生すると述べられています。100mmで0.1Vとすると、縦横10kmの岩石が破壊寸前になったとき、発生する電圧は10kVになるわけです。勿論、岩石にかけた圧力が増加するときだけ電圧が発生し、高い圧力でも一定のままで地電圧は発生しません。学者によると、マイクロクラック(微小な分子構造の破壊・変形)によって岩石中の分子構造的な隙間が加圧で埋められていくことと、岩石

に含まれる水の移動による電圧発生であるということです。そうであれば、すべての隙間が埋まり、水が押し出されてしまったら、それ以上は進みようがなく、圧力を増加しても電圧が発生しなくなる可能性があります。現実には、地震発生前に日毎に増大していたノイズ数が、ピークを迎えた後、次第に減少して、やがて殆ど発生しなくなり(データの収束と呼びます)、その後で断層が動いて地震が発生するのが殆どの場合です。従って、ピーク前後の全体のノイズ数が加圧される岩石全体の大きさに比例すると思われるので地震の規模が推定でき、データの収束状況で発生の時期が、予測できる可能性が大きい筈と思われます。

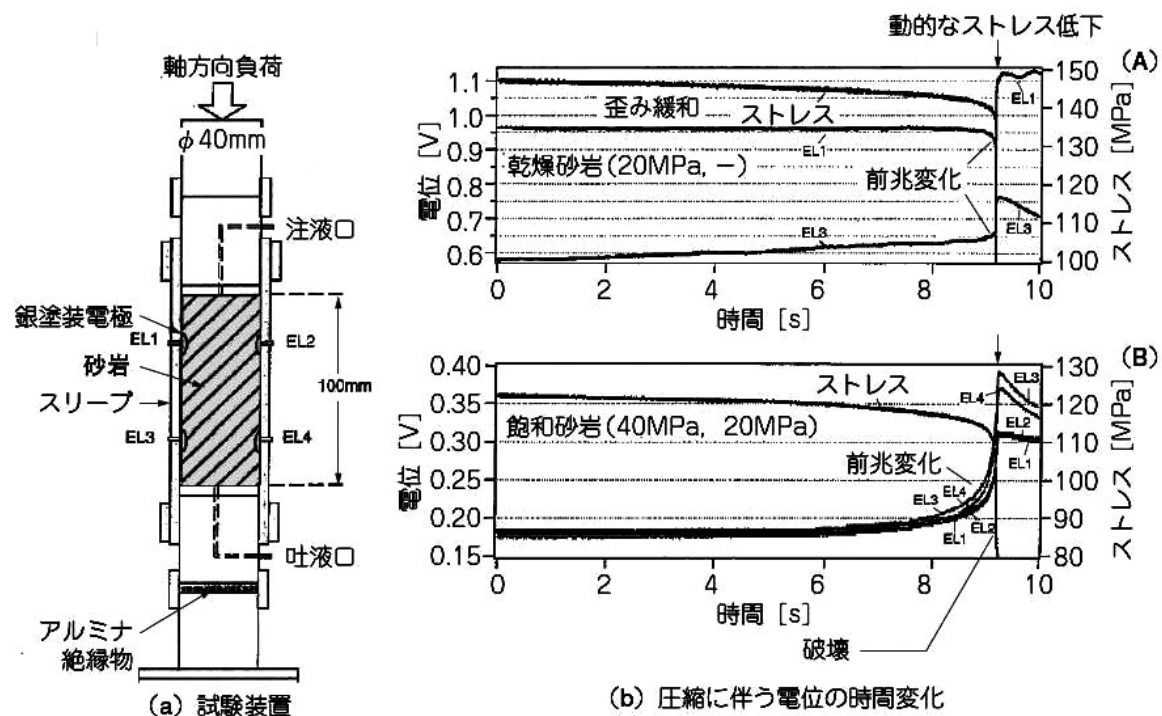


図2 浸漬した砂岩の圧縮実験

■自然界の電磁波ノイズだけを抽出する「逆ラジオ」

この電気・電磁波系では、北海道大学の森谷教授をはじめ、山梨の串田氏、ギリシャのVarotsos教授など、多くの研究者の方々が地電流や電磁波による地震予知を研究されています。しかし、どの手法でも、電車による地電流変動や放送通信の信号電波など「人工の電流・電磁波による誤認識」で苦勞されていると聞きます。しかし、放送・通信に使われていない周波数領域は殆どないと言っていいでしょう。そこで、当社はこれに対して逆転発想を試み、放送通信の存在を前提とした上で、その信号電波をキャンセルして自然界電磁

波ノイズを抽出する「逆ラジオ」システム(特許第3188609号)を開発し、東海大学の長尾教授のアドバイスを得ながら多くの地震予知に成功しています。地震の予測情報はホームページとメールマガジンとで毎週発表しています。以下、何年にも亘る多数の予知実績のうち、2-3の実例と、2012年の総合結果について概説します(2013年については集計中です:2014年1月31日現在)。

逆ラジオのデータによる地震予知の実例

■ 実例1

図3は2012年1月24日にホームページに発表した予測情報で、1月24日から1週間ぐらいの間に関東東海周辺150km範囲で(マグニチュード)M6.0±0.5程度の地震発生を予測しました。

その結果、予測通り、1月28日、山梨県富士五湖でM5.5が発生しました(図4)。震央は甲府から70kmで算定規模はM5.8です。

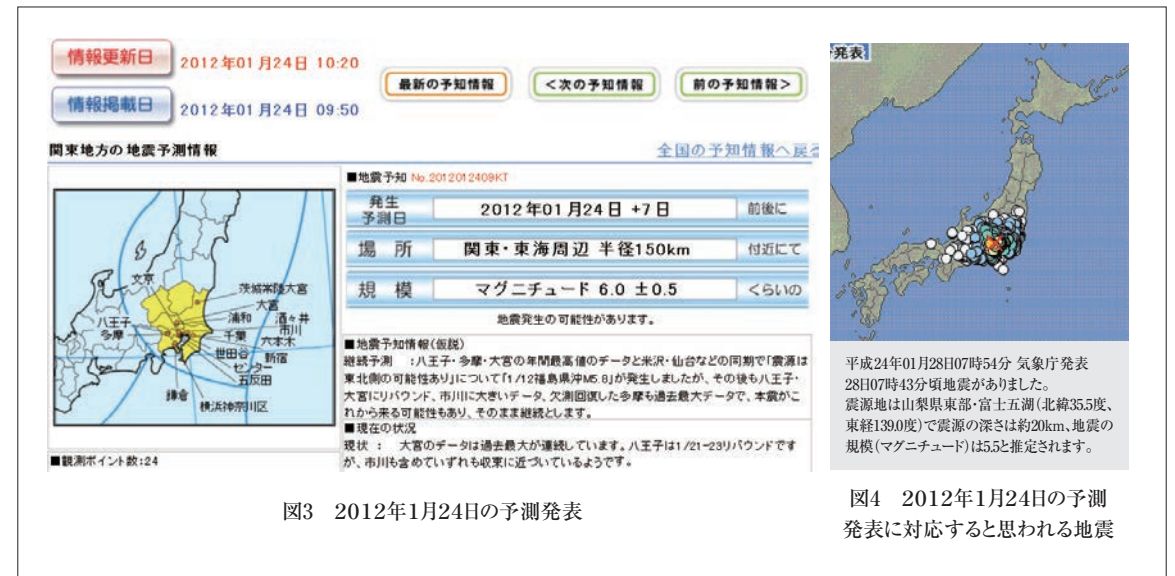


図3 2012年1月24日の予測発表

図4 2012年1月24日の予測発表に対応と思われる地震

■ 実例2

また図5は2012年4月24日にホームページに発表し、4月26日から1週間ぐらいの間に茨城・千葉周辺200km範囲でM6.5±0.5程度の地震発生を予測したものです。更に4月28日に会員に「発生間近」の臨時メールを送りました。これも図6のように、予測通り、4月29日、千葉県北東部でM5.8

が発生しました。震央は千葉から50kmで算定上の規模はM6.4です。その他極めて多数の予測実績があり、2012年の一年間の予知率は90%を超えていました。



図5 2012年4月24日の予測発表

図6 2012年4月24日の予測発表に対応と思われる地震

■ 予測発表全体について

表1 は予測結果の集計です。2012年の一年間にホームページ上に「地震発生予測」を掲載した98件のうち、殆ど「ビタリと的中」したのが67件、発生日・規模・場所のうちどれかが予測と違ったが、地震としては「ほぼ予測に近い」と判断されるのが25件で、予測発表しても地震が来なかった「空振り」が6件でした。つまり2012年中に予測発表した中の93%は、実際に地震が発生したことになります。(表1)

2012年地震発生予知率	記号	件数
地震発生予測の掲載件数	T	98件
ビタリと的中した地震発生数	A	67件
ほぼ的中した地震発生数	B	25件
地震発生せず 空振り件数	E	6件
予知率 (A+B / T)		93%

表1 2012年の地震発生予測と発生状況
(マグニチュードと震度にかかわらずホームページ上に発表したものすべて)

■ 大型地震について

また、大きい地震についての集計もしました。(表2)
2012年中に発生したマグニチュード5.4以上で、最大震度4以上の大型地震は26件ありました。(このほか予測対象地域外が2件あり、合計28件でした)。
この26件のうち、予兆としての電磁波ノイズの出ない「余震」9件をはずして、本震15件で見ると、「ビタリと的中」したのが10件、「ほぼ予測に近い」と判断されるのが5件でした。これには予測なしでの「不意打ち」はゼロで、また発生無しの「空振り」もゼロでした。その意味では2012年の大型地震予測は「ほぼ100%」と言ってもいいかも知れません。
ただし、余震として、電磁波ノイズデータからでなく、今までの経過から「この程度の余震が発生しそうです」とした「余震予測」した地震が9件あり、余震予測対応と発表しなかった「余震見逃し」が2件ありました。
この余震予測を含めると、26件中24件となり、予知率92%となります。(2013年の実績と最近の主要な地震の予知結果は <http://www.h7.dion.ne.jp/~eqlabo/> に表示されています。)

2012年地震発生予知率	記号	M5.4以上 震度4以上
地震件数(地域外2件を除く)	T	26件
余震と思われる地震を除く発生数	S	15件
ビタリと中した地震発生数	A	10件
ほぼ的中した地震発生数	B	5件
余震と思われる地震発生数	Y	11件
余震予測対応地震数	C	9件
余震見逃しE	E	2件
予知率(余震を含む) (A+B+C) / T		92%

表2 2012年の大型地震予知状況
(マグニチュード5.4以上 震度4以上)

余震の電磁波ノイズについて

電磁波ノイズを出しながら長期に亘って蓄積された地中歪の大部分が「本震で解放」され、余震はその「一部残りの解放」動作なので、地中歪の増加による電磁波ノイズはわずかししか出ません。
しかし余震とは別に、新たに地中の歪が蓄積される場合は電磁波ノイズが出るのでデータグラフで予知できます。
元北海道大学の森谷教授の観測でも、「2003年9月26日の十勝沖地震M8.0の本震の前には前兆としてのFM局の散乱波を観測していたが、本震以後の大きい余震の前兆にはわずかな散乱波が観測されたのみであった」との記述があります。
(森谷武男「地震予報のできる時代へ」青灯社P95 註4)

本来このような情報はできるだけ多くの方々に提供すべきだと思います。しかし、風評被害の問題があるので、すべてを無制限に公開することはできません。
「ゆれくるん」としては、他の人に勝手に伝えることはしない、との契約条件を了承された有料会員だけに予知情報を伝えています。

次にこのような予知情報を得ることのできる「逆ラジオ」による地震予兆電磁波ノイズ観測システムについて説明します。

逆ラジオによる自然界電磁波ノイズ観測システム「自宅でできる地震予知」

■ 逆ラジオによる観測装置

● パソコン接続型
写真1のような構成が標準です。

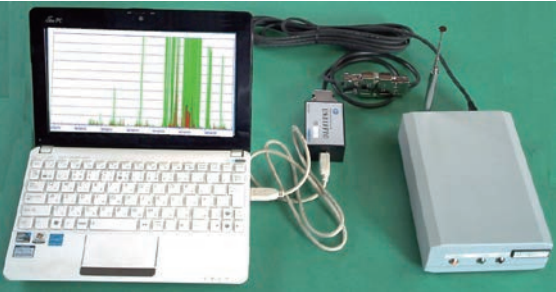


写真1 逆ラジオによる観測装置(1)

右端に見える弁当箱程度の大きさの箱が「逆ラジオ」で正式名称は「電磁波のノイズ検知・解析装置」です。
この装置が放送・通信などの人工の信号を自動的にキャンセルして、できるだけ自然界の雑音電波だけを検出するような回路構成になっているのです。(技術の詳細は後述します)。
観測システムとしては、逆ラジオが検出したデータ出力を、小さい箱型のインターフェイスを経由してコンピュータのUSBポート

で受信・計数するものです。逆ラジオがコンピュータノイズの影響をうけることがないように、コンピュータから遠ざけるために長いケーブルが付属しています。

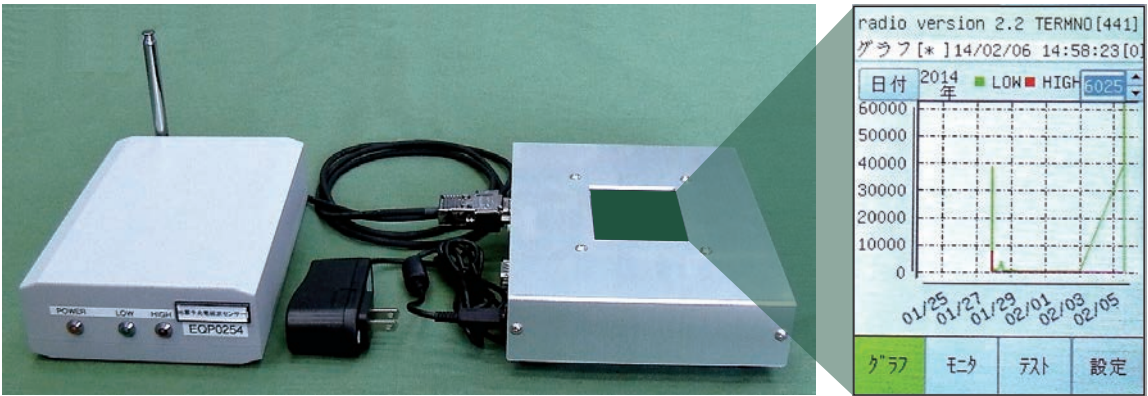


写真2 逆ラジオによる観測装置(2)とコントローラ中央の画面例

● パソコン不要型

パーソナルコンピュータを使わない写真2のような構成もあります。
左側の逆ラジオのノイズデータを右のコントローラが受信・記録しておき、一日に1-2回自動メールで予知情報センターに送信します。
この方式の利点は、停電などでコントローラの電源が落ちても、復旧すればそのままシステムも復旧することで、無人観測点など

には有効です。
またデータグラフは写真2bのように常時中央の画面に表示されていますが、同じLANに入っているコンピュータがあればそちらでもいつでもグラフ、データなど(図7)を見ることが出来るので、観測システムは別のフロアに置き、データやグラフは常時書斎や事務所でチェックするということもできます。

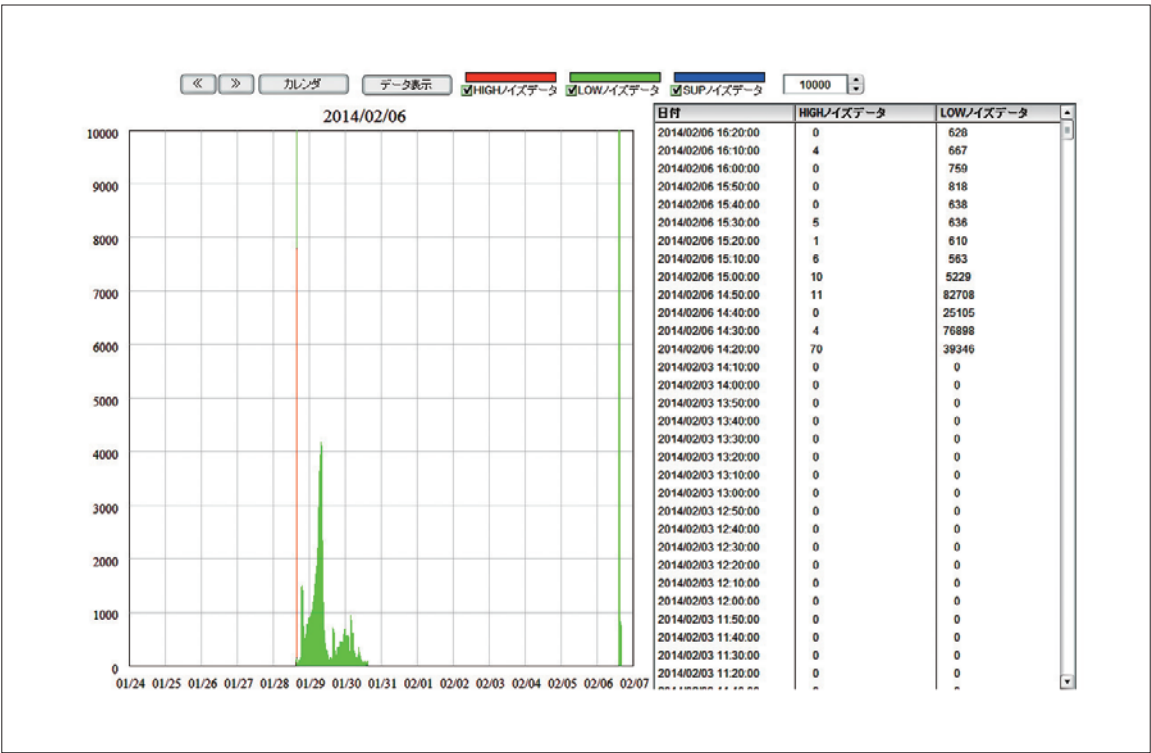


図7 コントローラのグラフとデータを事務所のコンピュータで見た例

自宅でできる地震予知

この逆ラジオを自宅において毎日画面を見ていると、地震を予知できます。

例えば図8のように、日常わずしか見られないノイズデータが、ある時から日毎に大きくなり、24時間以上連続してグラフ最大値を超えた後、また日毎にデータが小さくなって普段の状態まで戻

る(データの収束と呼びます)と、数日うちに自宅が地震で揺れることは、ほぼ確実です。

この時、グラフ全体の大きさが大きいほど、この場所の震度が大きくなります。

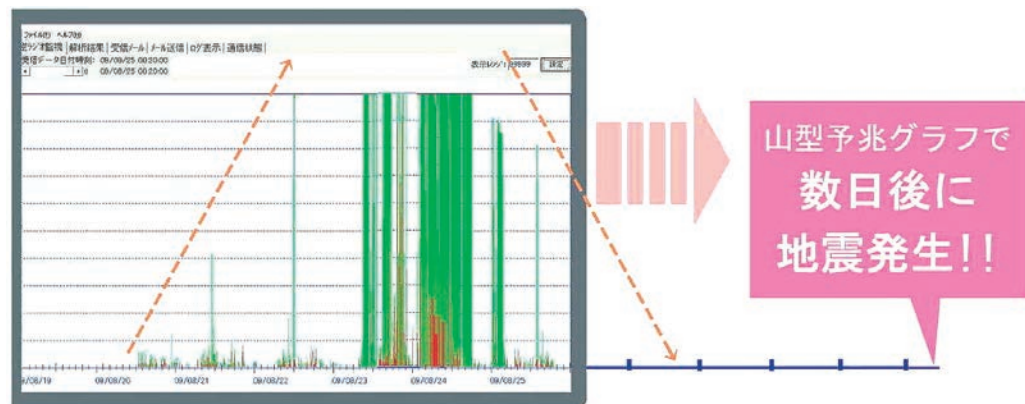


図8 地震予兆と思われるグラフ画面

また、「ゆれくるん地震予知情報センター」には、日本全国80ヵ所(図9)と海外3ヵ所からの逆ラジオ観測データが、毎日自動送信されてきます。

これらのデータ状況を本部で検討して、毎週「地震予測情報」をホームページに発表し、会員の方々へのメールでも予知情報を伝えているのです。

当然、逆ラジオ式観測装置を設置していただいている観測点管理者の方は、手許の観測装置のグラフとともに、これらすべてのデータグラフ・予知情報などを自由に閲覧・購読できるので、地

震に対する備えも可能です。

80ヵ所のうち、清水東海大観測点は東海大学地震予知研究センター長・長尾教授の管理下にあり、豊中観測点は大阪大学山中准教授の管理下にあります。

また、東京大学福井勝則助教授(当時)が、逆ラジオを用いた地震予知に関する研究で、土木学会の優秀論文賞(註4)を受賞され、現在でも「文京観測点」として逆ラジオによる観測を継続されています。



図9 全国80ヵ所の観測システム配置

地震予知の基本的な考え方は「異常値の検出」

上述した地震予測の基本的考え方は「異常値の検出」です。全国に配置した逆ラジオによって、毎日の電磁波ノイズのデータが当社を含む2ヵ所の地震予知センターに自動送信されてきます。

● 一般にデータが収束してから数日で地震が発生するセンターでは送られてくる大量のデータを入念にチェックして、どこかの観測点で「日常のデータ量に対して異常に大きいデータ量が検出されたら、地震の予兆である」という判定をします。ただし、殆どの場合、異常に大きいデータが出続けている間は

地震は発生しません。

一般に、ピークを見せたデータが、通常と同レベルにまで減少して(これを「データの収束」と呼びます)何日かで地震が発生します。そのデータの「現れ方」と「収束の仕方」から地震を予測する基本的な考え方を、表3にまとめてみました。

もちろん、地下深い自然界のことで、常に斉一性をもった挙動を期待することはできませんが、手許の逆ラジオのグラフまたはホームページ上に発表されたグラフをこの表で検討し、実際の発生地震との関連を調べてみれば、かなり予測の拠りどころにはなると思います。

グラフ形状	出現パターン	地震発生の予測
1:1本立ち	ノイズの検出量が突然増大して一本の線となり、すぐに収束した(一本立ち)	2週間ぐらいの内に地震発生の可能性がある
2:幅広の1本立ち	ノイズの検出量が急速に増大し、数時間で急速に減少して収束した(幅広の一本立ち)	2週間ぐらいの内に地震発生の可能性がある
3:山型グラフ	ノイズの検出量が日毎に増大し、その後次第に減少して収束した(山型グラフ)	数日うちに地震発生の可能性がある
4:山型または1本立ち	何ヶ所かの観測点でほぼ同時に大量のノイズが検出された(山型・一本立ちとも)	収束後10日ぐらいで大きい地震発生の可能性が高い
5:全部「緑」	大量のノイズが検出されたが全部「緑」のグラフである	収束後遠方で大きい地震発生の可能性がある
6:大部分が「赤」	大量のノイズが検出されたが大部分が「赤」のグラフである	収束後近辺で大きい地震発生の可能性がある

日常に比較して、異常に大量のノイズが検出されたら地震予兆の可能性がありますが、その現れ方と収束の仕方によって予測の内容が異なります。

表3 電磁波ノイズの出現と収束の傾向から地震発生を予測する

● データ量の大きさが地震の規模とかなり正確な関連性がある 豊橋観測点からは震央がほぼ100kmなので、そのままM3.0と近年、同一観測点のデータで見た場合、「データ量の大きさが地震の規模とかなり正確な関連性がある」ということもわかってきました。

ただし、ここで地震の規模というのは、マグニチュード(M)の「観測点からの100km換算値」を対象としています。単純な「距離の二乗に反比例」ではなく、電磁波ノイズの発生源の大きさを考えた独自の計算式によるものです。

例えば、図10のように、マグニチュード3.0の地震が発生したとします。

豊橋観測点からは震央がほぼ100kmなので、そのままM3.0とにおいて、得られたデータを検証しますが、清水観測点のように震央が観測点から30kmだった場合は、マグニチュードに0.6加算して検証します。もちろん震源深さによっても数値が異なります。つまり、この地震の予兆データ量は、清水観測点から100kmの場所での、M3.6の地震の予兆と同じ程度である筈、と推定されるのです。

このような100km換算値とデータ量との相関資料の蓄積が地震予知のための大きな財産なのです。



図10 震央からの距離による100km換算M値の差(豊橋:ほぼ100kmでM3.0 清水:はほぼ30kmで100km換算M3.6)

これによって、データグラフによる予測精度の検証ができます。

ではどのようにして地震を予測するか、比較的わかりやすい実例で解説します。

実例に見る地震予測の方法

■ 1本立ちグラフの場合

比較的最近の例では 図11のような予測情報を2013年12月26日にホームページ上に発表しました。

関東地方の地震予測情報		情報掲載日: 2013/12/26 10:49
予知番号	No.2013122610KT	
予測日	〈2013年12月30日+14日〉前後に	
場所	〈千葉周辺半径100km〉付近にて	
規模	〈観測点から100kmの場合を標準〉 〈マグニチュード 5.4±0.5〉くらい	
地震予知情報	新規予測 : 12/26千葉観測点に年間最大の一歩立ちが 出ました。 千葉酒々井、市川、古原田などとの間にも見られます。 「12/30+14千葉周辺100km範囲、観測点から100kmならM5.4±0.5程度」とします。	

図11 2013/12/26発表の予測情報

同時にホームページ上には図12のような茨城稲敷・千葉などの各観測点のグラフも発表しました。
何れも12月23日頃に大きい「一本立ち」のようなデータが見えるグラフとなっています。
グラフのスケールは観測点によって、またその時の最大データによって異なりますが、この場合は千葉観測点の一本立ちが年間

最大の高さでした。
そのほか表示にはありませんが、酒々井・市川などの観測点のデータも同期しているように見えました。
そこで、最大データの千葉を中心に、周辺100kmぐらゐの範囲に震源が来ると推定し、マグニチュードの大きさは、過去の千葉観測点のデータの大きさとその後起こった地震の規模とを参考に、千葉観測点から100kmの位置で発生した場合M5.4程度と推定したものです。
発生日予測は、一本立ち後、2週間±1週間程度が多いので、ほぼ通例通り「12月30日から2週間程度」としました。

なお、マグニチュードの予測と発生した地震の規模は、いずれも観測点から100kmの地点だった場合のM値です。
前述の通り、規模の小さい地震でも観測点に近ければ大きな予兆データが検出され、観測点から遠ければ大きい地震でも、小さな予兆データしか検出できないので「観測点から100kmの距離に震央があった場合」を基準の状態として、算定します。
もちろん、予兆となる電磁波ノイズは必ずしも震央(震源の地表中心)から発しているとは言えないので、単純には算定できませんが、一応の予測基準として、電磁波ノイズの量は震央から観測点までの距離の二乗に反比例するとの仮説で予測上の算定をしています。(実際発生した地震の規模換算方式は、前述の通り独自の計算式によるものです)
上記の例では、震央が観測点から「100kmならM5.4±0.5程度」との予測なので、震央が観測点から「50kmと近ければM5.1±0.5程度」、「やや遠い150kmの場合はM5.6±0.5程度」という予測になります。

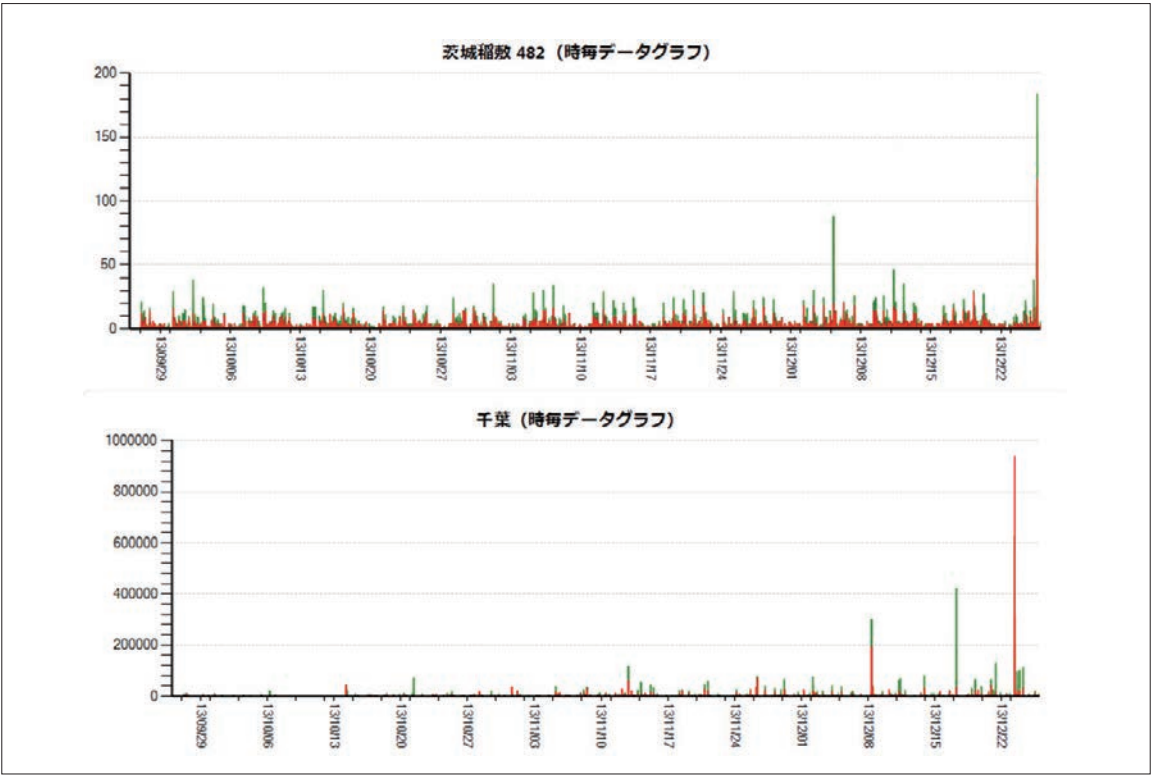


図12 2013/12/26発表の予測情報に用いた「一本立ち」グラフ

結果は図13のように、予測通り「2014年1月2日 千葉県東峰沖 マグニチュード M5.1 」として発生しました。千葉観測点から震央まで50kmだったので 100km換算値は M5.5 でした。



図13 2013/12/26発表の予測情報(図11)に対応すると思われる地震

■ 山型グラフの場合

図14は山型グラフの例です。2012年9月頃から11月末頃までに仙台観測点と小牛田観測点に大きな山型グラフが出ました。
ここでは次のような考え方で予測情報を作成しました。
2012年11月27日 発表の予測情報の考え方：
仙台・小牛田両観測点に長期に亘る大型データが出たので、過去のデータと地震との実例を調べます。
例えば、7/10と7/23、仙台的「幅広2本立ち」後に「8/30宮城県沖M5.7」が発生しています。
これに対し8月末から始まった大型データはその10倍以上に見えます。したがって、収束後はM6を超えるような、かなり大きい地震の発生が危惧されます。
しかし、この時点では、まだデータの収束予想がつかないため、発生予測期間を長くとっておく必要があります。
そこで、発生日予測は未確定ですが、早めに収束した場合も考慮して当面の予測をたて「2012年12月1日から30日ぐらゐの間に、仙台周辺250km範囲で、観測点から100km換算のマグニチュードはM6.1±0.5程度」としました。

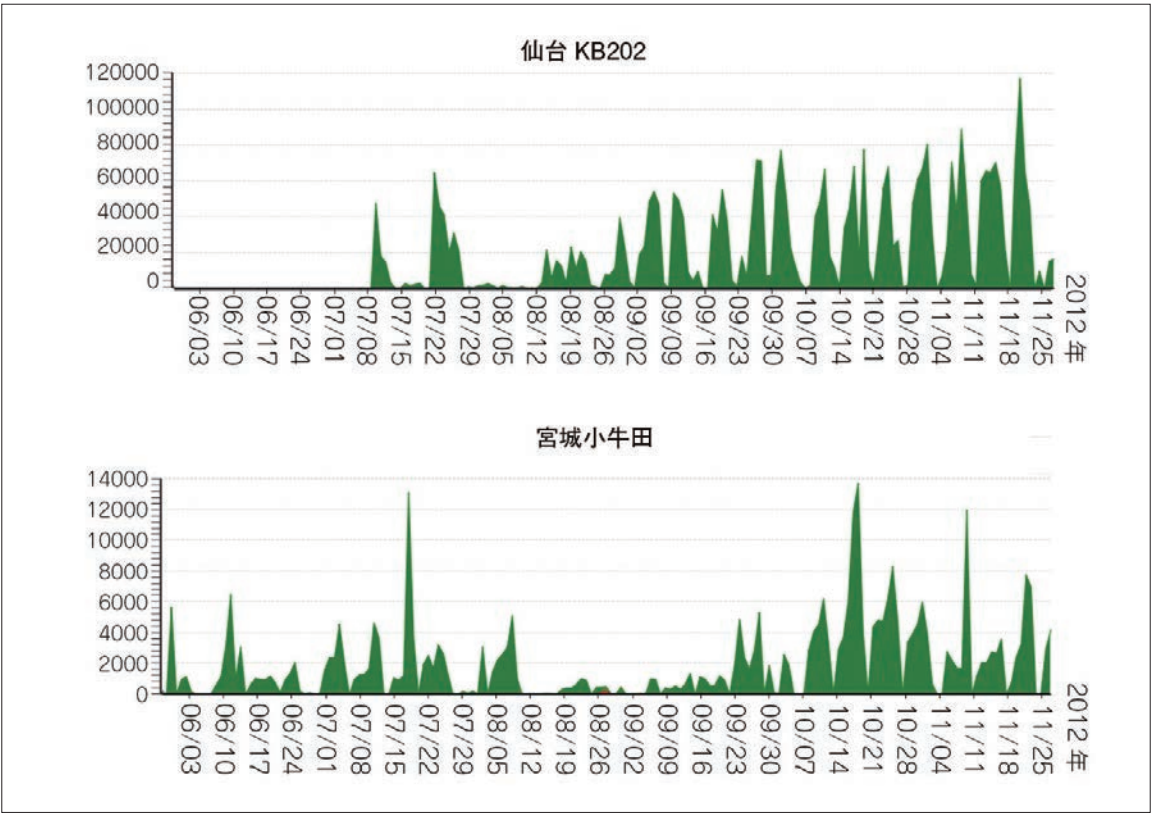


図14 2012/11/28発表の予測情報に用いた「山型」グラフ

発生は図15に示したように、2012年12月7日 三陸沖M7.3 でした。仙台観測点から300kmで100km換算 M6.4 でした。

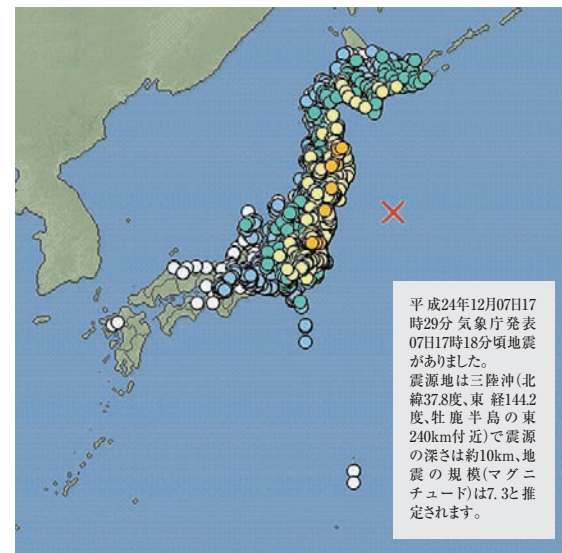


図15 2012/11/28発表の予測情報に対応すると思われる地震

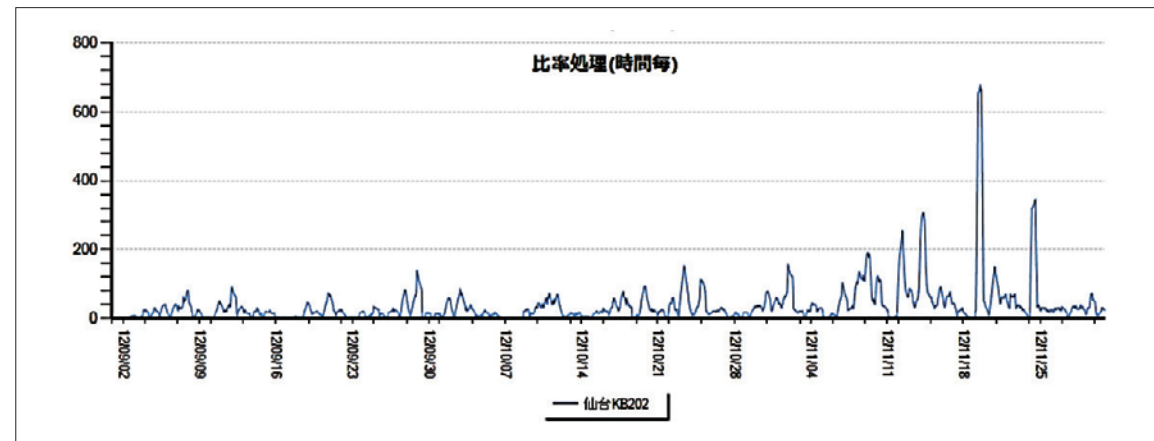


図15 2012/11/28発表の予測情報に対応すると思われる地震

逆ラジオによる自然界電磁波ノイズ検出の技術手法

上述したような地震の予測のためには、自然界電磁波ノイズを分離検出する技術的な手法が当然必要です。この、技術手法は旧来の基本特許(特許第3188609号:註5)と、新しく開発した特許(特許第5379373号:註6)との二つがあります。以下これらについて概要を解説します。

■ 逆ラジオの機能-1

図17は、逆ラジオが自然界電磁波ノイズを検出して記録する仕組みを表した解説用の図で、図Aから図Dまでのブロックを表示してあります。中波ラジオ放送帯では図Aのように高周波搬送波を音声信号で変調して電波として放送します。これに地電流に起因するパ

■ そのほかのグラフ・パターンの場合

以上「一本立ち」と「山型」の二つについて予測手法を解説しましたが、グラフパターンには「幅広一本立ち」「二本立ち」「幅広二本立ち」「壁立ち」「崩れ山型」「リバウンド繰返し型」その他きわめて多種多様なグラフパターンが現れます。これらのグラフパターンの中からの確に地震予兆を捉えるために、データをグラフ化するいくつかの手法を開発してあります。通常のグラフは一時間ごとのデータ数を棒グラフにしたものですが、例えば、「一日毎の集計グラフ」や、現れたグラフの異常の度合いを見る、「年間最大値との比較」「平均値に対する比率」「時間差型の比率」、或いはデータが収束傾向にあるときの「収束予想」など、いろいろなグラフ処理上の工夫があります。図16は、上述の図14の仙台観測点のグラフを時間差比率処理したものです。11月20日をピークとする「山型グラフ」が、明らかに見られます。その他、いろいろなデータ処理グラフによって、できるだけ「異常値」を的確に検出できるようにすることで、地震の予測発表に寄与しているのです。

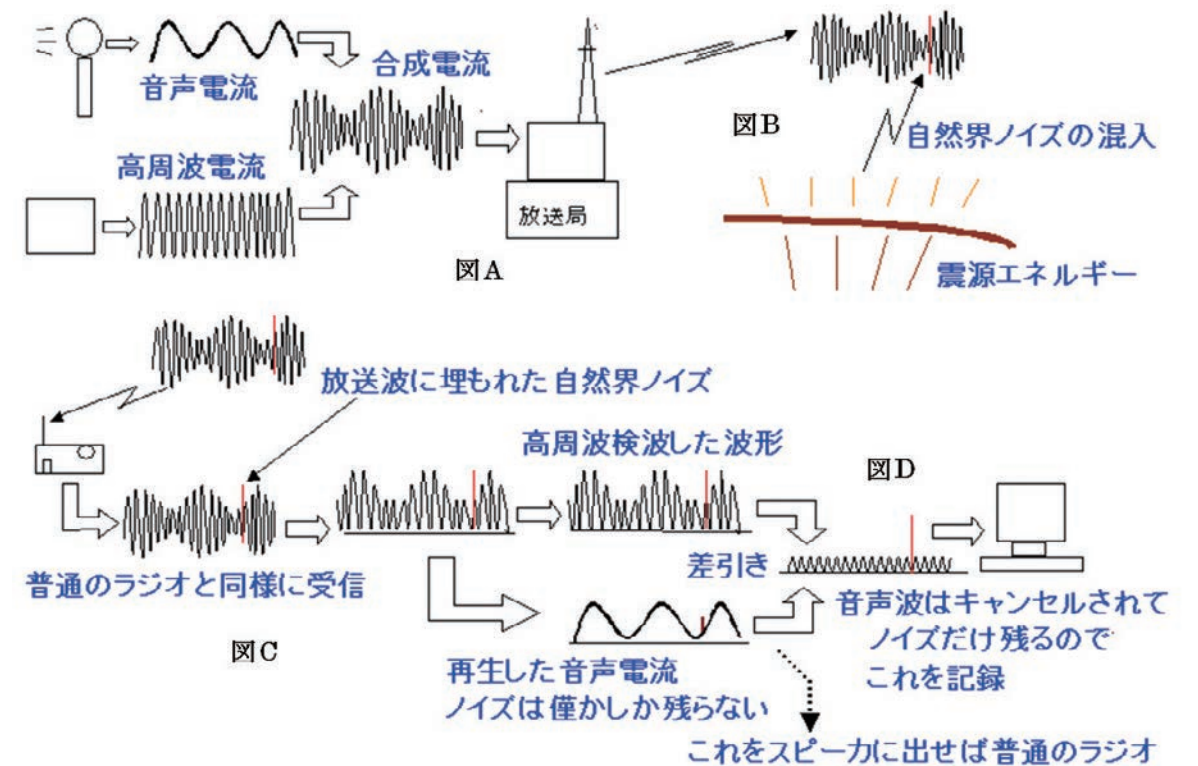


図17 逆ラジオの原理図(波形は解説用で実波形とは異なります)

現在は、チューニングを850kHzのAM波を対象とし、電界強度 52.2 dB μ V / m(低閾値:L)及び 58.3 dB μ V / m(高閾値:H)の2つの閾値を設けて、このレベルを超える高周波ノイズをイベント数として計数しています。もちろん、放送・通信の全くない周波数にうまくチューニングできれば普通のラジオでもいい筈ですが、ことによると、夜中になって外国の放送が入ってくるかもしれません。人が聴いていれば音声信号がガリガリというノイズかを区別できますが、自動検出装置では、この音声信号も全部「地震の予兆のノイズ」と判断されてしまうことになります。逆ラジオはそのような場合でも放送・通信の信号をキャンセルするので確実なのです。

■ 逆ラジオの機能-2

実用上は上記の逆ラジオで十分の地震予兆データが得られ、大きな成果をもたらしていますが、さらにノイズ検出機能を高精度化するために新しい回路を開発しました。(註6) その機能の基本的内容は、上記の旧型逆ラジオでは、検出できない「隠れノイズ」を検出可能にするものです。ラジオの搬送波に対して、パルスノイズの乗る時刻は当然ランダムです。したがって、図18 に示すように、パルスノイズ搬送波のピーク近くに乗った場合(NZA)は、低周波エンベロープの外に出るので、上記の旧型回路で問題なく検出できますが、搬送波の裾野近くに乗った場合(NZB)はエンベロープの中に隠れてしまうので旧来型の逆ラジオでは検出できません。

もちろんパルスノイズの振幅が大きければどちらでも検出できますし、低周波エンベロープの谷の部分に乗った場合はノイズの振幅があまり大きくなくても検出できることは当然です。しかし、検出装置としては、パルスノイズ発生タイミングによって、検出されたり、されなかったりということは望ましくありません。そこで搬送波の反転増幅と位相シフトによるノイズ検出方式を開発し、現状の観測装置ではこれを主流として設置しつつあります。以下、その原理を概説します。

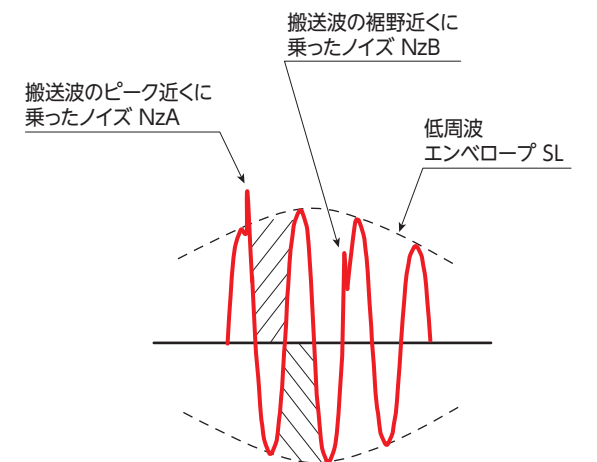


図18 高周波ノイズの乗るタイミングの違い

まず通常のラジオと同じに同調・増幅の後、搬送波の正出力SHSと搬送波の反転出力SHRとを得ます(図19)。

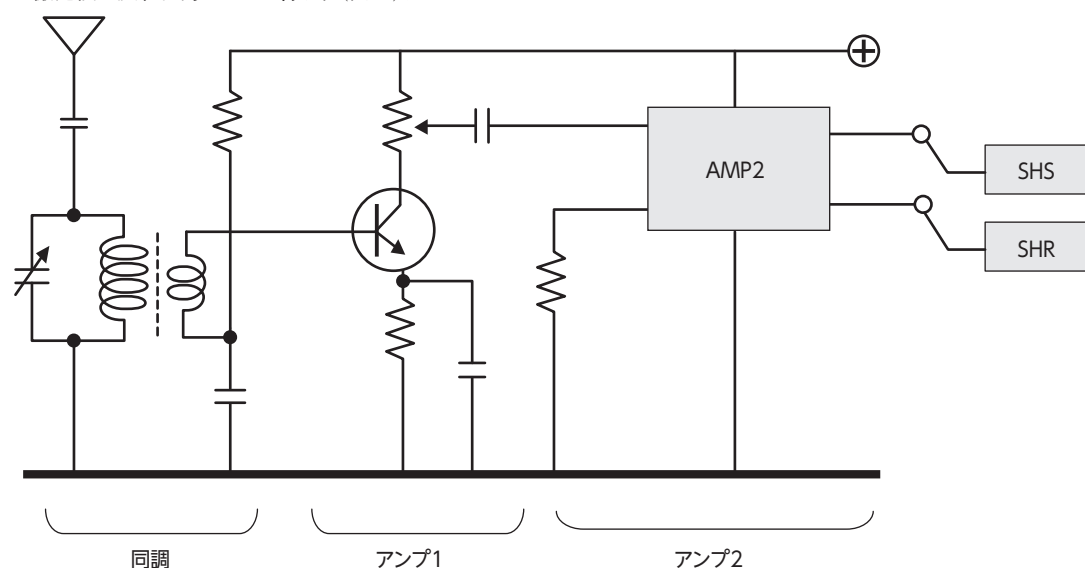


図19 同調部から反転増幅部までの基本回路の一例

当然、これらのSHSとSHRとは図20に示すように混入したパルスノイズを含んだまま位相反転した波形になっています。

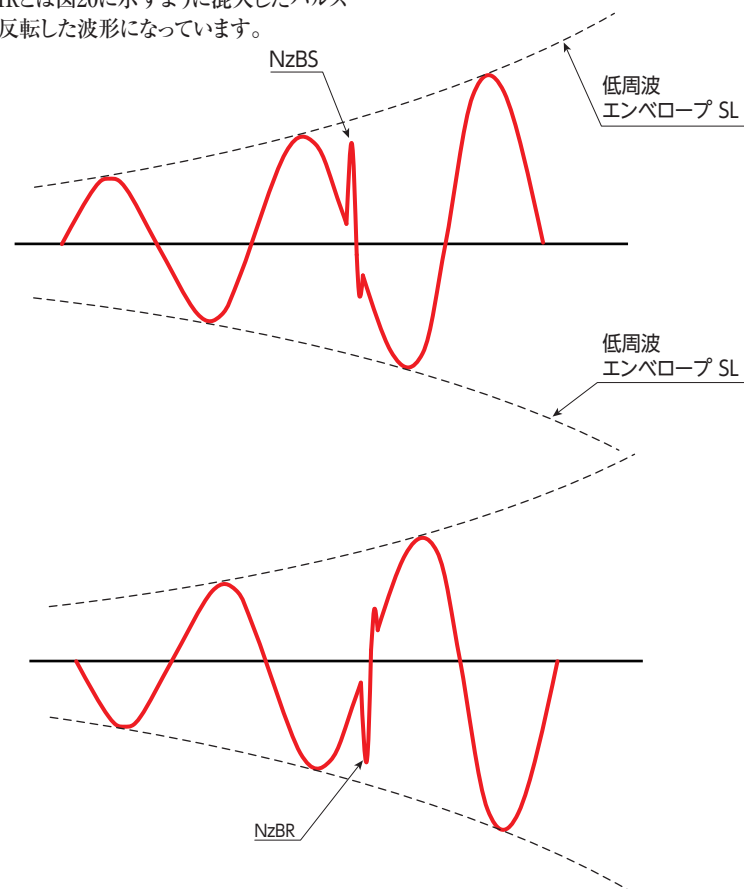


図20(a) SHS(高周波ノイズNzBSが裾野近くに乘った搬送波)

この両波形を用いて搬送波をキャンセルし、ノイズだけを取り出すための特許構成要件をなすいくつかの方法のうち、ここではその一つについてごく原理的な解説をすることとします。図21に示すように、前段の出力SHSとSHRとを、それぞれ「AMP3」、「AMP4」で増幅しますが、「AMP4」には高周波側についての増幅率の低いものを用います。これに対して、「AMP3」の出力は、できるだけ全域に亘って一定の増幅率を保つようにするので、この両者の出力レベルを同一にするような「全領域振幅調整回路」を用いる必要があります。当然、周波数特性の差とともに位相シフトも生じる可能性が大きいので、それに対応する処理回路も含めることになります(図21)。こうして、両系統の出力信号SHS-2とSHR-2との搬送波振幅を同一になるようにし(図22(a)、(b))、これらをそのまま加算することで得た「SHS-2 + SHR-2」では、図22(c)のように搬送波の成分は殆ど消え、必然的にパルスノイズ部分だけが大きく残ります。そこで、このノイズ波形に閾値(スレッシュホルド)電圧「VTH」を設けてそれを越えたパルスノイズの数を計数するのです。

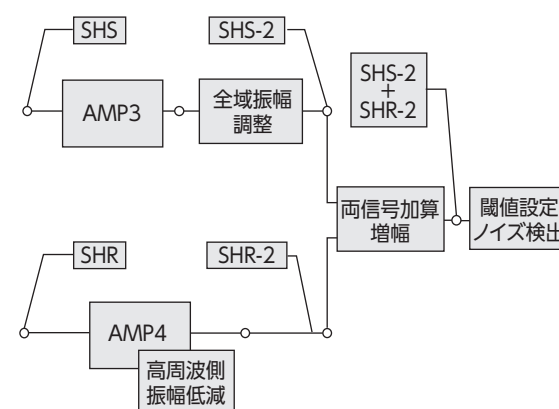


図21 反転信号を相互加算して同調周波数部分をキャンセルする回路例

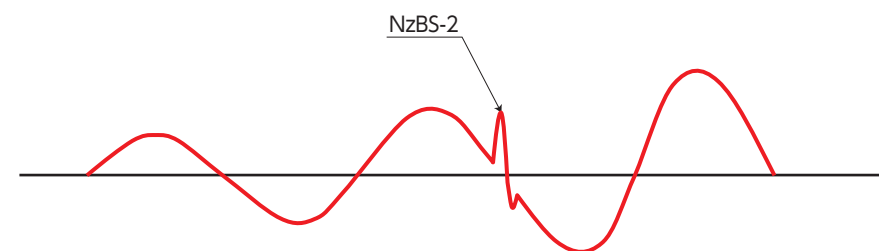


図22(a) SHR-2(図20(a)の波形の振幅を図22(b)と同レベルに落とした波形)

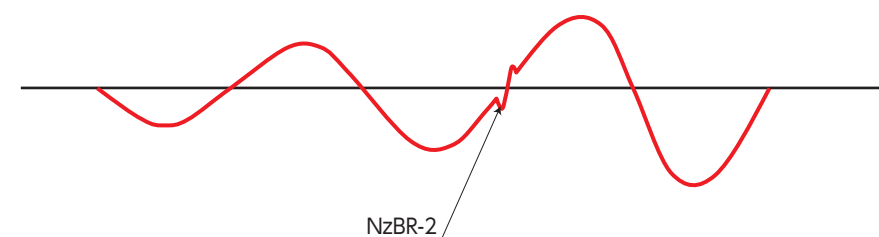


図22(b) SHR-2(図20(b)の波形を上下反転し高周波感度を落として増幅した波形)

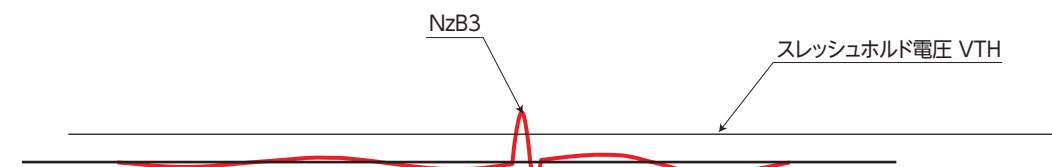


図22(c) SHR-2 + SHS-2((b)と(a)とを加算した波形)

チューニングを850kHzのAM波を対象とし、電界強度 52.2 dB μ V / m(低閾値:L)及び 58.3 dB μ V / m(高閾値:H)の2つの閾値を設けて、強いノイズのみ計数する端子と、弱いノイズでも検出する端子とを設けることは図17に示した「逆ラジオ」と同様です。

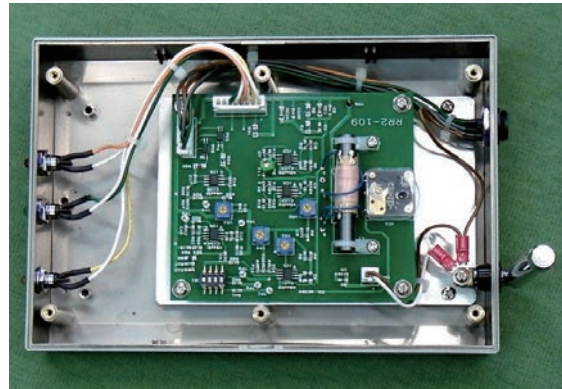


写真3 新方式逆ラジオの内部

なお、この装置は東京都の外国工業所有権出願補助金を得て、すでに米国・中国・台湾で特許取得済みで・EPC(ギリシャ・イタリア・トルコ・スペイン)でも公告完了で認証済みです。写真に新方式逆ラジオの内部を示します。

東日本大震災の予兆

最初に述べたとおり、弊社地震予知サービスでは2011年3月の東日本大震災の前にも警告メールを配信していました。以下、その経過について述べます。

2010年東北地区にある3つの観測点のうち、過去に発生した地震とその予兆データとの関連が確実に把握できていたのは仙台観測点だけでした。その一例として、2010年7月に捉えた大きなデータがあります。仙台観測点では通常1日あたり20～40のバースノイズしか検出されないのが、図23のように2010年7月に大きな「幅広2本立ち」データ(最大7万)が検出されました。日常50程度のグラフの最大目盛を8万にしました。その後8月10日に「三陸沖M6.2」が予測通り発生しました。

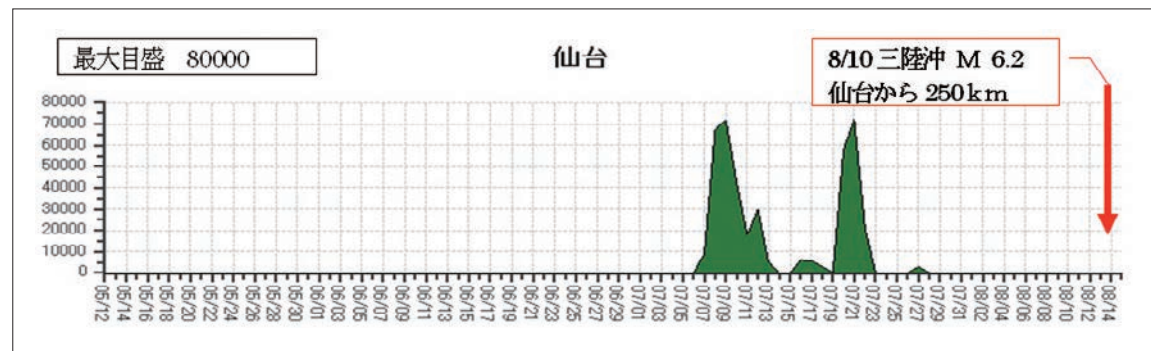


図23 仙台観測点のM6.2の予兆データ(グラフのスケールは8万)

その仙台観測点で図24のように、2010年12月から2011年1月にかけて、上記の「三陸沖M6.2」の予兆の何十倍もの巨大データが検出されたのです。グラフの上限を超すので、図のように、最大目盛を100万にしました。

すると「三陸沖M6.2」の予兆データは下のグラフのやや左側の小さな粒になってしまいます。これに対して、新しい大きいデータは最大90万でした。

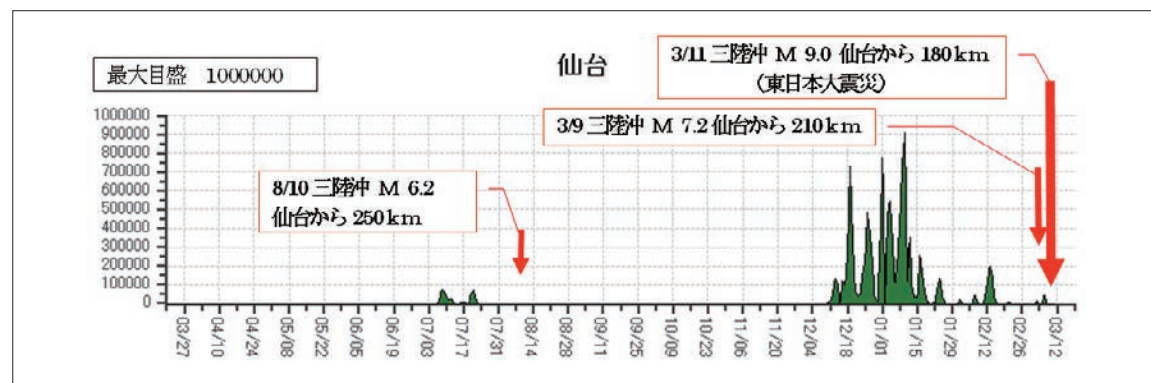


図24 仙台観測点の震災M9.0の予兆データ(グラフのスケールは100万)

そこで会員に「巨大地震警戒メール」を発信していましたが、なかなか地震が発生しません。他の観測点も同様なら確信が持てますが、観測点の数が少なく、的確な過去データがあるのは仙台観測点だけだったので、「この観測点での何らかの人工ノイズかもしれない」との疑問で「弁解メール」を送ろうとした経過もあります。そして、2011年3月9日に三陸沖M7.2が発生し、これが予測した本震と思い、発表準備をしていたところへ3月11日M9.0の東日本大震災の発生でした。巨大地震では発震までの地中の準備期間が長いことが初めてわかりました。その後の各種事例の検討で、巨大地震の予兆期間は数か月もあることが多い、ということもわかりました。例えば、前述の図14に見られるとおり、2012年12月7日三陸沖M7.3の予兆は8月から始まって4か月に亘っています。震災発生時はまだ大型地震についての経験がなく、データに確信が持てなかったのですが、もっとデータを信頼して強調発表すれば、まだ何人かの人を救えたかもしれないと、今も後悔が続いています。

予知情報の活用は民間で

■ 公共機関が予知情報を扱ううえでの問題

震災を含む多くの経験により、最近の予測実績は格段に向上していますが、それでも政府や自治体など、公共機関が扱うには、まだまだ問題があります。例えば「東海道沿岸でM7クラスの地震が一週間以内に発生する」という、精度の高い予測情報を得た場合、その一週間の間、新幹線を走らせるか止めるか決定しなければなりません。「一時間に限定すれば止められます。半日であれば徐行運転はできます。しかし一週間では何もできません」とは同様の問題についてのJR東北の幹部の方の言葉です。逆に言うと、政府や公共機関の方々は、この情報を「知っていい、いけない」のです。つまり、現状の程度の地震予知情報を有効に活用できるのは民間の組織に限ります。仮に保険会社が全国の支部に逆ラジオを設置して、発震の危険が予想されたので、その地域の加入者の方々に注意を促したとします。これによって加入者の命が助かれれば、或いは貴重な美術品が助かれれば、保険金の大幅な節約になる筈です。その他、運送会社、ホテル、学校など、予知情報によって災害を軽減できる場面は多数あると思われます。もちろん、最終的には政府も「知っていい」ように情報の精度を向上することが私たちの目標で、観測点増設による精度の向上、逆ラジオの周波数帯域の複合化やノイズ検出性能のレベルアップなどに向けて、日々真剣な努力を続けています。

全国3000カ所の観測点網

まず、当面、データの信頼性を確保し、予測精度を向上するためには、観測点の増設が不可欠です。現在、ゆれくるん地震予知サービスでは「チーム3000」と銘打って全国に3000カ所の観測点を設置することを目指しています。

これは、ほぼ10kmメッシュとなります。もし、逆ラジオによる観測点が全国3000カ所になれば、現在発表している予測情報は殆どいらなくなります。地図上に立てたグラフの「群像」を見れば、誰でも地震の規模や地域を予想できます。発震日は過去のいくつかの例から容易に想定できるはずで。現状80カ所ではまだまだ理想にほど遠いので、「逆ラジオを購入すれば最高有料会員権が無償で得られる」観測点増強方を講じています。逆ラジオを購入した観測点管理者の方は、予知情報とともに、ホームページ上の全データの閲覧、各種のグラフ処理操作などすべての機能を活用できる、最高クラスの会員資格を無料で得られるものです。

世界を救う地震予知

当然のことながら、地震は日本だけではなく。諸外国では日本ほどしっかりした耐震基準で建てられていない建築物も多く、M6クラスの地震でも大きな人的被害が報告されています。逆ラジオによる情報で、せめて一週間、危険な建物から退避すれば、少なくとも命は助かるでしょう。2013年の中国・四川省の大地震にしても、四川省にせめて10台の逆ラジオがあれば、予測情報を出して多くの人を救えたのに・・・と、もどかしい思いです。すでにアメリカ・カリフォルニア、台湾・台北、トルコ・イズミルにもテスト装置を設置しており、毎日データがインターネット経由で自動送信されてきています。2012年5月には、北カリフォルニアM4.5、トルコ西部M5.0を予測的中した実例があります。このシステムの大きな利点の一つは、膨大な設備投資がいらないということです。観測装置は世界中の家庭・事務所などどこでも設置できるので、一台ごとに順次追加設置していけばいいのです。データはインターネット経由で、全自動で当社とゆれくるんグループの地震予知センターに届きます。したがって、近い将来、当社が世界を救う「世界地震予知情報センター」になることも可能なのです。

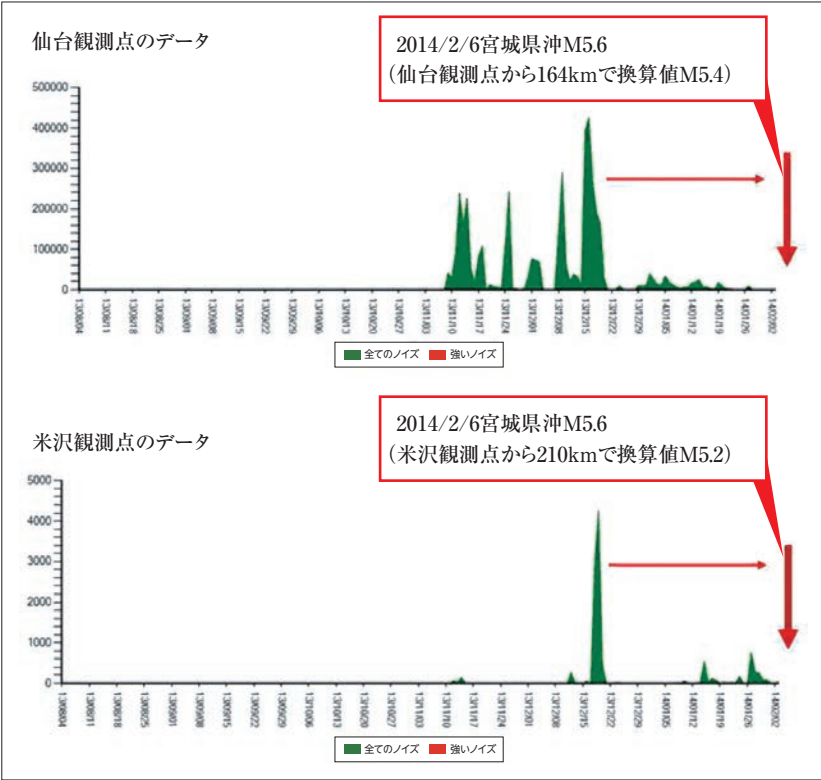
おわりに

はじめにも述べたとおり当社を含むゆれくるんグループは、未だに事業として成り立つレベルに達していないのが実情です。しかし、我が国のみならず、世界を救う地震予知のための使命感から、採算無視でサイトを運営し、開発・研究を続けています。是非、多くの方々のご支援を期待したいと思います。

くまがい・たかし
(株)新興技術研究所 取締役会長 技術士

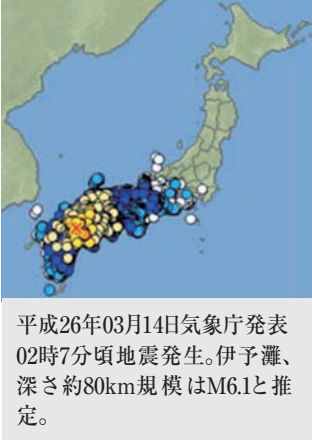
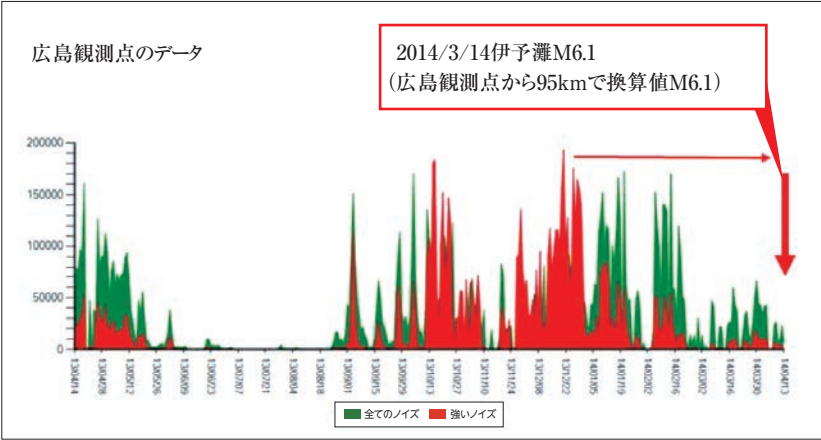
2014年の大型地震についてのデータと予測実例

「2014/2/6 宮城県沖 M5.6(仙台観測点から 164km で 100km 換算 M5.4、米沢観測点から 210km で 100km 換算 M5.2)



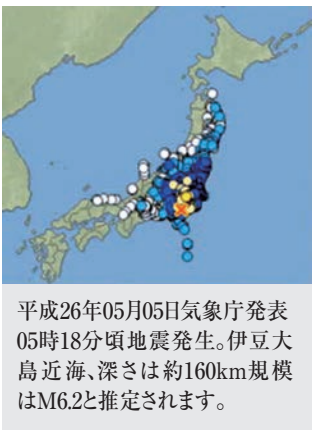
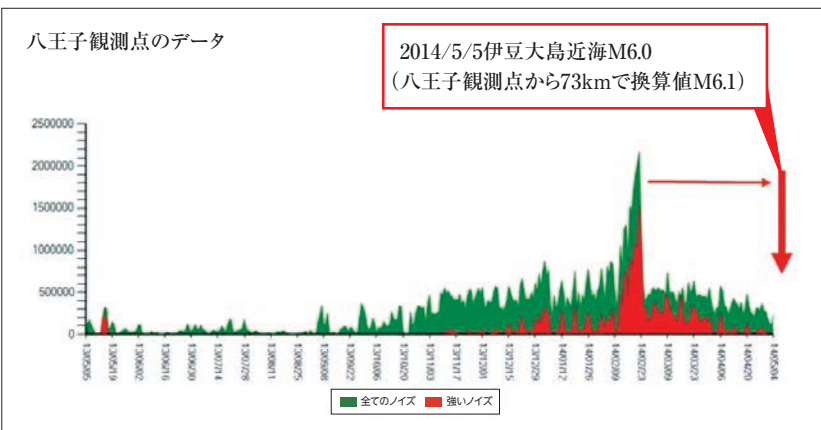
【予測「2/5+10仙台周辺250km範囲100kmならM6.0±0.5程度 米沢のデータも仙台と同一の予兆の可能性あり」に対応】

「2014/3/14 伊予灘 M6.1(広島観測点から 95km で 100km 換算 M6.1)



【予測「3/5+14 広島周辺100km範囲 100kmならM4.8±0.5程度」に対応】
(別地震の予兆と思われた2/6以降のデータも加わり予測より大きかった)

「2014/5/5 伊豆大島近海 M6.0(八王子観測点から 73km で 100km 換算 M6.1)



【予測「5/1+14 八王子周辺150km範囲 100kmならM5.6±0.5程度」に対応】

地震発生時期の予測と傾向^(註7)

逆ラジオの検出したノイズパルス数と地震発生までの日数に相関が認められる例

・2015/5/21 臨時メール送信

会員向け臨時メール-20150521

*** ここ数日中の発震の可能性があります、ご注意ください。***

大宮で続いていた大型データは5/20に収束したようです。八王子の大型データとの関連を検討した結果、2014/5/5の伊豆大島近海M6.0の予兆データと極めて類似している事が判明しました。

その時の発震状況からみると、現在既に発震直前の可能性もあるのでとりえず臨時メールを送信します。

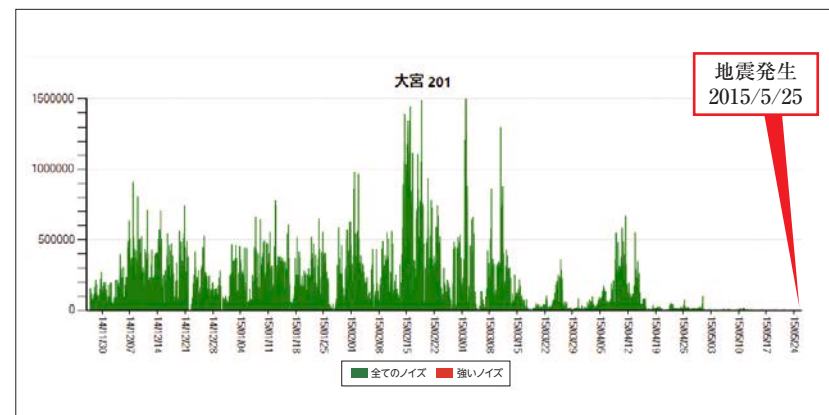
・2015/5/25 的中情報 埼玉県北部M5.6発震

・予測情報150526的中情報:

「5/25埼玉県北部M5.5(大宮観測点から22kmで100km換算M6.2)」が発生しました。

前回予測「5/13+14大宮周辺150km範囲、観測点から100kmならM6.0±0.5程度」に対応するものと思われます。

*** 4日前の臨時メールの通りでした ***

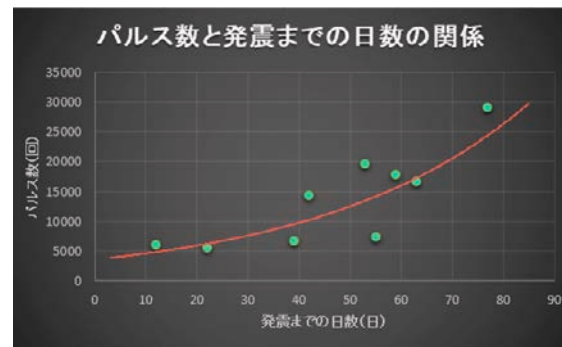


グラフの収束状況と過去の実例との比較によって発震時期を予測し、臨時メールした例

図は数年前の沖縄本島近海の地震9件について、その前兆と思われる電磁波ノイズパルス数と最初にパルスを検出した日から地震発生までの日数をグラフ化したものです。

パルス数が多いということは、地震発生に関与する地中のエネルギー量が多いということにつながり、地震の規模も大きい筈です。従ってパルス数が多いほど、「地下での準備時間」が多くなる可能性があり、発震までの日数が多くなると考えられます。

勿論、震源から観測点までの距離、震源の深さ、実際のマグニチュード(エネルギー)などによって詳細に補正するべきですが、図では単純にパルス数と発震までの日数を載せてみたのですが、それでもこれが実証されているように見えます。



マグニチュードの予測と傾向^(註7)

マグニチュード予測

次に起こる地震の規模がどのくらいになるかは大きな問題です。

最近の研究でこの逆ラジオによるシステムでは、極めて高精度の地震規模の予測が出来るようになりました。

その手法は過去に発生した地震についての予兆と思われる電磁波ノイズの量と、未発生の地震予兆と思われる電磁波ノイズの量との比較で予測するものです。

過去の地震のノイズパルス数と現状のパルス数を比較して予測する地震のマグニチュード

マグニチュード予測の例(1)

図2-1は市川観測点で検出された「2016年5月16日 茨城県南部 M5.6」の予兆データを示します。

2016年3月6日頃からデータが増え始め、3月18日にピークを見せ、次第に減少して5月5日頃に殆ど平常値となり(収束)しました。5月16日に会員の皆さんに「発震間近」の臨時メールを

送信しましたが、早くもその夜地震が発生しました。

この地震の震源は観測点から27.7kmで、観測点から100kmだった場合の換算値はM6.3となります。

(この換算方法は7ページに概要を述べてありますが詳細は次章に記載します)

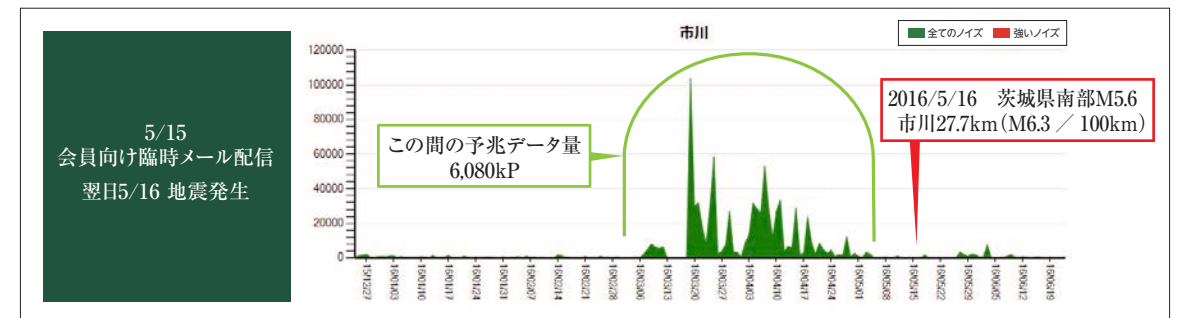


図2-1 市川観測点の実発地震の例

この地震の予兆と思われる3月6日から5月5日までに検出されたノイズ数は、約6,080kP(単位はパルス数)でした。

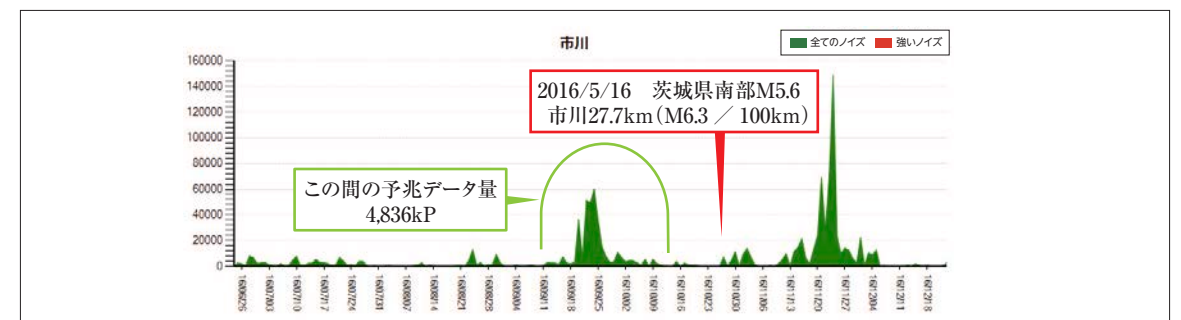


図2-2 市川観測点の実発地震と予兆データの例1

その後、図2-2の中央部のように、9月11日からデータが出始め、9月23日にピークとなり10月10日に収束しました。

この間の予兆データ量4,836kPを、過去の2つの地震「2016/3/31 茨城県南部M4.3」「2016/5/16 茨城県南部M5.6」の予兆データと比較しエネルギー換算して平均値をとるとM5.5になりました。そこで「市川観測点から100km範囲の地震で100kmならM5.5±0.5程度」と予測していたところ、「2016/10/20 千葉県北東部M5.3 市川65.2km(100km換算でM5.5)」が発生、マグニチュードはピッタリでした。

更その後、図2-2の右部分のように、11月24日をピークとする大型データが検出されたので「2016/5/16茨城県南部M5.6」の予兆データと比較換算して

「市川観測点から150km範囲の地震で100kmならM6.3±0.5程度」と予測していたところ「2016/12/28 茨城県北部M6.3 市川123km(100km換算でM6.2)」が発生(図2-3)、今回もマグニチュードは殆どピッタリでした。これだけ高精度であるということから、疑似相関の可能性は極めて少ない、と思われます。

タイの予測情報と結果^(註7)

逆ラジオはインターネット環境であれば海外でも活躍します

2014年12月初めに、タイに逆ラジオを一試サンプル提供しました。
NDWC(National Disaster Warning Center:タイの災害対策局)の希望でタイ北部のMAE CHANという所に設置し、地震予知を試験的に実施しました。
幸いなことにこれが半年ほどである程度規模の大きい地震の予知に期待通り成功したのでNDWCからも高い評価を得ました。



図3-1 タイ Mae Chanに逆ラジオ設置

観測開始当初はほとんどデータが無く、1月になって3本立ちのデータが見られましたが、まだ予測情報は出ませんでした。これに対応すると思われる地震が発生したとの現地担当者の報告もありましたが、観測開始から短期間での予測は困難でした。2月半ばになって、日本の場合であればM5クラスの予兆と思われるかなり大きいデータが継続的に出始めました。途中、装置の設定移動による疑似収束での【Trial Prediction】も出したりしましたが、最終的には5月2日に「収束予想 5/3～5/6」とした本格的な地震予測情報を下記のように発信しました。
更に5月21日に「直前データ」と思われる小データを見て、「直前警告メール」を発信しました。

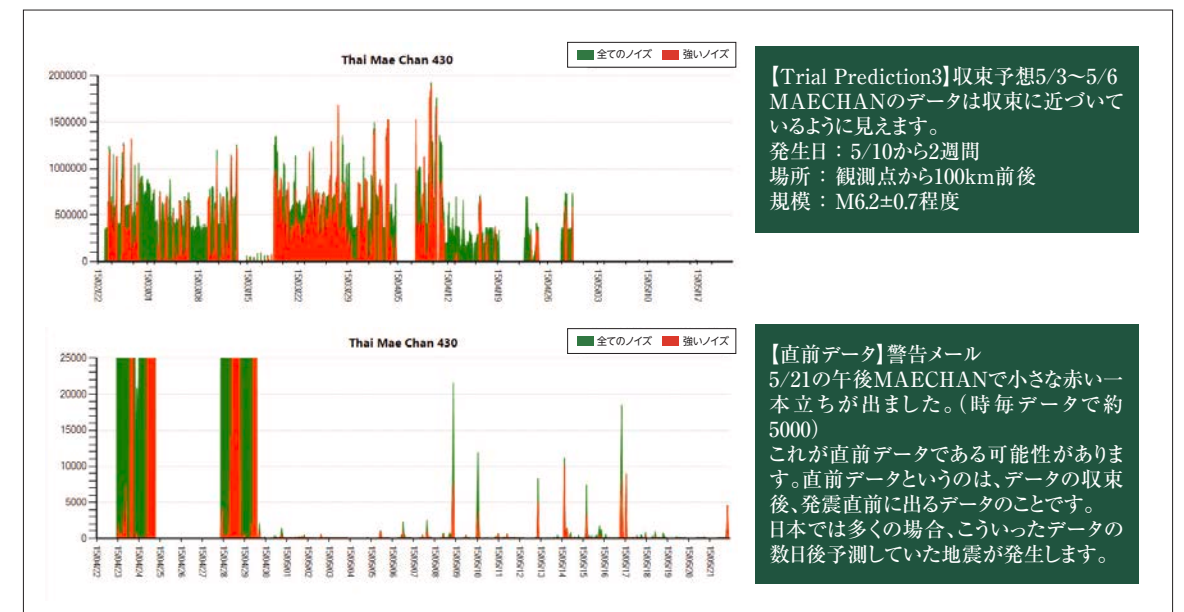


図3-2 Mae Chanのデータは5月初めに収束し5月21日直前データを検出

結果は

ミャンマー M5.1発生 2015/5/24 6:27 北緯20.56東経99.02 深さ16km MAECHAN観測点から100km

が発生しました。予測値より小さかったのですが、観測点のデータ感度がまだ不明なので、やむを得ないと思われます。その後装置はChiangRaiに移設され、観測は継続されています。

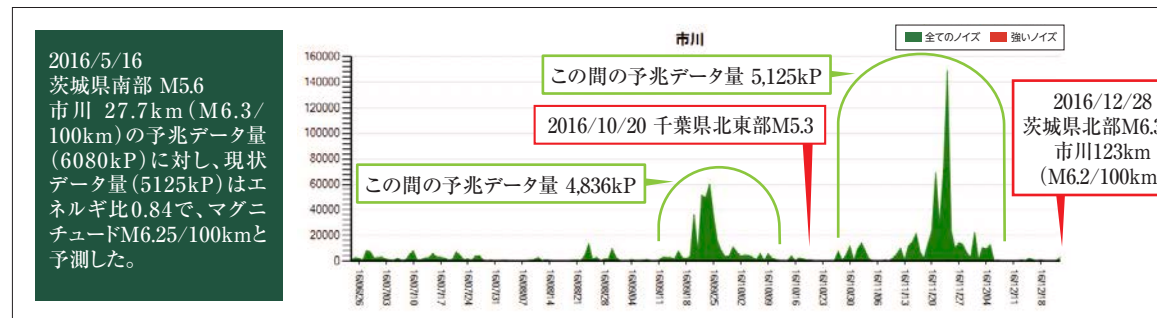


図2-3 市川観測点の実発地震と予兆データの例2

マグニチュード予測の例(2)

図2-4は伊勢C観測点で検出された「2016/4/1 三重県南東沖 M6.1 伊勢124km (M6.0/100km)」の予兆データを示します。2015年12月から2016年3月までの長期に亘った予兆データで、この間の予兆データ量 1,071,543kPでした。

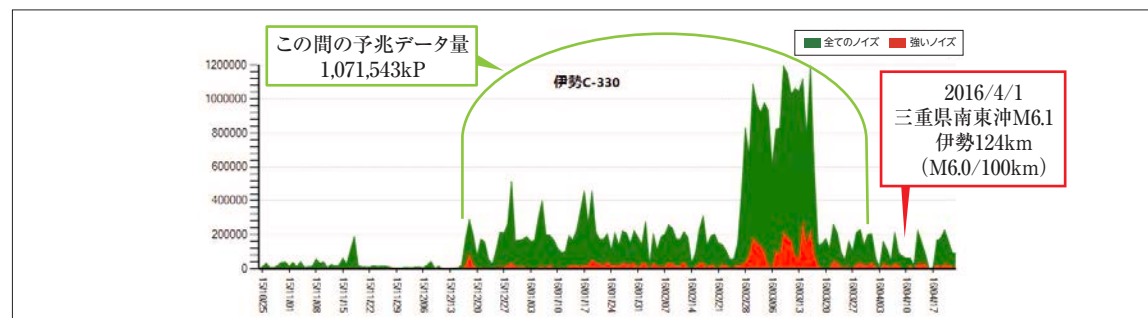


図2-4 伊勢C観測点の実発地震と予兆データの例1

その後、2016年8月から図2-5に見られるような、さほど大きくない予兆データが出て9月10日のピークから次第に減少し11月15日に収束しました。(図2-5は図2-4と比較してグラフのスケールが一桁小さくなっています。)

11/15までのデータ量は55,612kPでした。これを図2-4の例と比較して予測マグニチュードを算定したところ、エネルギー比0.052、予測マグニチュードは観測点から100kmならM5.14/100kmと出ました。

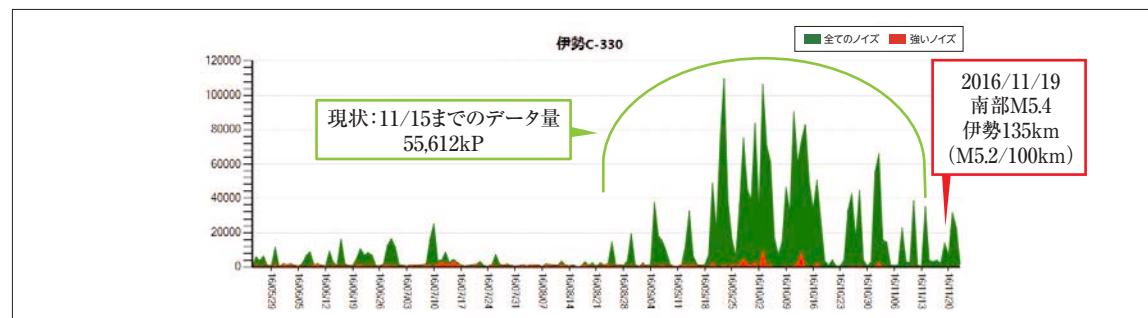


図2-5 伊勢C観測点の予兆データの例2

結果は「2016/11/19 和歌山県南部M5.4、(伊勢から135kmで100km換算M5.2)」の地震が発生しました。マグニチュード算定はかなり正確だったようです。これほどのデータ量比率で、これ

だけ高精度であるということから、検出データの信頼度が極めて高い、と思われます。

2018年の大型地震の予兆検出

逆ラジオによる予測率の詳細 2018年のマグニチュード4.5以上震度3以上の地震の例

発生日時	地方	震源地	M	震度	深さ	発生日時	地方	震源地	M	震度	深さ	発生日時	地方	震源地	M	震度	深さ
2018年12月30日 4:08	北海道	十勝地方南部	5.4	4	50	2018年9月14日 6:54	北海道	胆振地方中東部	4.6	4	20	2018年6月12日 4:54	九州・沖縄	大隅半島東方沖	5.5	4	30
2018年12月16日 1:28	東北	岩手県沿岸南部	4.7	3	60	2018年9月11日 4:58	北海道	胆振地方中東部	4.5	4	30	2018年5月25日 21:13	中部	長野県北部	5.1	5強	0
2018年12月14日 17:04	東北	宮城県沖	4.7	3	30	2018年9月10日 23:58	関東	千葉県東方沖	4.8	4	30	2018年5月18日 3:42	北海道	釧路沖	5.8	4	50
2018年12月8日 10:54	東北	福島県沖	5.1	4	40	2018年9月9日 22:55	北海道	胆振地方中東部	5	4	40	2018年5月17日 12:12	関東	千葉県東方沖	5.3	4	50
2018年12月3日 17:15	東北	青森県東方沖	4.5	3	90	2018年9月7日 22:43	北海道	胆振地方中東部	4.5	4	30	2018年5月15日 14:00	中部	山梨県東部・富士山麓	4.6	3	30
2018年11月28日 11:23	東北	青森県東方沖	5.9	3	0	2018年9月7日 13:25	北海道	胆振地方中東部	4.6	3	40	2018年5月14日 19:31	東北	岩手県沖	5.1	3	20
2018年11月27日 8:33	関東	茨城県南部	5	4	50	2018年9月6日 6:11	北海道	胆振地方中東部	5.4	4	40	2018年5月13日 1:49	東北	宮城県沖	4.7	4	50
2018年11月23日 23:30	東北	福島県沖	5	4	50	2018年9月6日 4:10	北海道	胆振地方中東部	4.7	3	40	2018年5月12日 10:29	中部	長野県北部	5.1	5弱	10
2018年11月21日 4:10	九州・沖縄	種子島近海	5.2	3	130	2018年9月6日 3:32	北海道	胆振地方中東部	4.6	3	30	2018年5月7日 5:01	東北	岩手県内陸北部	5.2	4	100
2018年11月14日 19:07	北海道	胆振地方中東部	4.7	4	30	2018年9月6日 3:23	北海道	胆振地方中東部	4.8	4	30	2018年4月24日 17:53	北海道	根室半島南東沖	5.3	4	90
2018年11月5日 23:47	九州・沖縄	奄美大島北東沖	5	3	50	2018年9月6日 3:20	北海道	胆振地方中東部	5.3	3	20	2018年4月21日 18:47	関東	千葉県東方沖	5.1	3	30
2018年11月5日 8:19	近畿	紀伊水道	4.5	3	50	2018年9月6日 3:17	北海道	胆振地方中東部	4.7	3	30	2018年4月19日 20:38	東北	岩手県沖	4.7	3	30
2018年11月5日 4:26	北海道	国後島付近	6.2	4	0	2018年9月6日 3:08	北海道	胆振地方中東部	6.7	6強	40	2018年4月14日 15:13	中部	愛知県西部	4.6	4	10
2018年11月2日 16:54	近畿	紀伊水道	5.4	4	50	2018年9月5日 5:11	関東	茨城県沖	5.6	4	60	2018年4月14日 4:00	北海道	根室半島南東沖	5.4	5強	50
2018年10月27日 20:39	東北	岩手県沖	4.8	3	40	2018年9月3日 6:47	中国	山口県北西部	4.7	3	20	2018年4月12日 22:37	東北	宮城県沖	4.8	3	60
2018年10月27日 9:08	関東	茨城県沖	5.1	3	40	2018年8月24日 23:16	東北	青森県東方沖	5.1	3	10	2018年4月9日 5:05	中国	島根県西部	4.6	4	10
2018年10月26日 12:05	北海道	国後島付近	5.4	3	10	2018年8月14日 12:35	関東	千葉県東方沖	4.8	3	60	2018年4月9日 2:10	中国	島根県西部	4.8	4	10
2018年10月26日 3:36	東北	宮城県沖	5.7	4	40	2018年8月11日 6:11	東北	福島県沖	5.1	4	20	2018年4月9日 1:56	中国	島根県西部	4.7	4	10
2018年10月24日 1:04	九州・沖縄	与那国島近海	6.3	3	20	2018年8月8日 18:07	東北	福島県沖	4.8	3	20	2018年4月9日 1:32	中国	島根県西部	6.1	5強	10
2018年10月23日 20:06	東北	宮城県沖	4.6	3	50	2018年8月8日 0:13	東北	三陸沖	5.3	3	10	2018年3月30日 8:17	関東	茨城県北部	5.1	4	0
2018年10月23日 13:35	九州・沖縄	与那国島沖	6.1	3	20	2018年7月31日 17:42	東北	福島県沖	5.4	4	20	2018年3月12日 15:46	関東	千葉県北部	4.8	3	50
2018年10月22日 19:47	東北	福島県沖	4.9	4	50	2018年7月17日 4:34	関東	茨城県沖	4.8	4	50	2018年3月12日 19:21	九州・沖縄	沖縄本島近海	4.6	3	50
2018年10月12日 13:15	関東	千葉県北部	5.3	4	50	2018年7月16日 2:13	北海道	日高地方東部	4.9	4	60	2018年3月2日 12:42	九州・沖縄	与那国島近海	4.9	3	50
2018年10月12日 9:14	北海道	胆振地方中東部	4.6	4	20	2018年7月10日 13:56	東北	青森県東方沖	4.8	3	80	2018年3月1日 22:42	九州・沖縄	宮城県付近	5.7	5弱	20
2018年10月7日 10:14	中部	愛知県東部	5.1	4	40	2018年7月7日 20:23	関東	千葉県東方沖	6	5弱	50	2018年2月26日 1:28	東北	福島県沖	5.7	4	40
2018年10月5日 8:58	北海道	胆振地方中東部	5.3	5弱	30	2018年7月2日 20:53	東北	青森県東方沖	5	3	20	2018年2月19日 3:31	九州・沖縄	豊後水道	5	4	40
2018年10月4日 0:15	関東	千葉県東方沖	4.6	4	30	2018年7月2日 2:27	東北	青森県東方沖	4.8	4	50	2018年2月17日 6:38	東北	宮城県沖	4.5	3	60
2018年10月2日 12:28	関東	茨城県沖	4.7	3	50	2018年6月26日 17:00	中国	広島県北部	4.9	4	10	2018年1月31日 5:11	北海道	浦河沖	4.7	3	60
2018年10月1日 11:22	北海道	胆振地方中東部	4.9	4	30	2018年6月18日 7:58	近畿	大阪府北部	6.1	6弱	13	2018年1月27日 3:11	東北	宮城県沖	4.5	3	60
2018年9月30日 17:54	北海道	胆振地方中東部	5	4	40	2018年6月17日 15:27	関東	群馬県南部	4.7	5弱	20	2018年1月24日 19:51	東北	青森県東方沖	6.2	4	30
2018年9月19日 1:21	東北	宮城県沖	4.9	3	60	2018年6月16日 11:09	関東	千葉県南部	4.5	4	20	2018年1月14日 18:07	北海道	浦河沖	4.7	4	50
2018年9月17日 2:51	北海道	胆振地方中東部	4.7	4	30							2018年1月6日 5:48	中部	伊豆大島付近	4.6	3	10
2018年9月14日 14:35	関東	茨城県北部	4.9	3	10							2018年1月6日 0:54	関東	千葉県北部	4.8	4	80

上の表は、2018年中に日本で発生した地震のうち【マグニチュード4.5以上・最大震度3以上】の地震すべてを表示したので、97件あります。

これらのうち、北海道・青森県・九州など、逆ラジオ観測点が不足で地震発生の予兆が捉えられない地域もまだ多く、これらを除くと 67件となります。

更に、大きい地震の余震は新たな地電圧がかかることが少なく、予兆電磁波ノイズが検出できないので(P4「余震の電磁波ノイズについて」参照)、これが38件、また気象庁発表通り千葉県沖周辺のスロースリップの関連で発生した地震も予兆電磁波が少なく予測が極めて難しい、などの条件を考えれば、「予測可能な大きい地震」の件数は27件となります。

このうち予測情報を発表し、的中した地震は10件、的確な予測情報は出せなかったが予兆データが検出されていた地震が11件となります。この、11件は、データは検出されていたので、十分に注意すれば予知可能な条件と思われるものです。表「2018年の逆ラジオデータ実績」にまとめました。

なお上の表に掲載されないもっと規模の小さい地震でも、観測

逆ラジオによる地震予兆データ検出の実績 2018年の大型地震の予兆検出実績

更に、マグニチュード5.0以上で最大震度5弱以上の巨大地震について整理した結果を右の表に示します。

この条件では2018年中に6件の地震がありました。そのうち予測的中したものは2件、予測情報は的確でなかったが予兆の逆ラジオデータは十分に検出されていたものが2件でした。また気象庁発表の千葉県沖のスロースリップに起因すると思われるものの1件を除くと逆ラジオが予兆データを検出していた地震は5件中4件となり、予兆検出率は80%となります。

M5.0 以上、震度 5 弱以上の大型地震予測の実績
予測的中及び予兆データ検出率 80%
「4/9 島根県西部 M5.1 震度 5 強」(電磁波データあり)
「5/12 長野県北部 M5.1 震度 5 弱」(的中)
「5/25 長野県北部 M5.1 震度 5 強」(電磁波データあり)
「6/18 大阪北部 M6.1 震度 6 弱」(的中)
「9/6 胆振地方中東部 M6.7 震度 6 強」(データ検出できず)
(但し千葉県沖スロースリップ関連 1 件を除く)

点の配置の関係で的確に予兆を検出していた地震は13件あり、そのほかに予測は出したが、地震発生が無く予測解除した「空振り」は4件ありました。

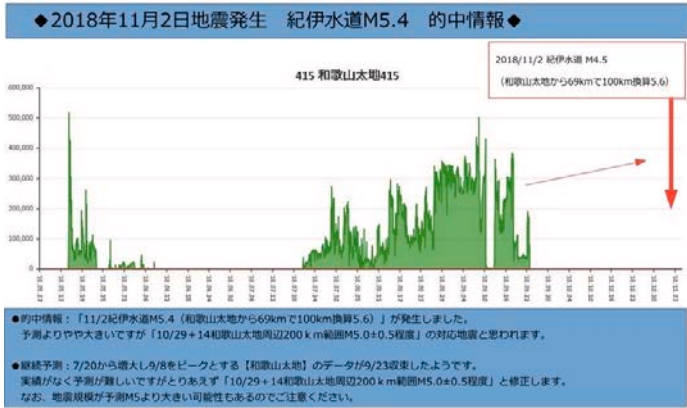
2018 年の逆ラジオデータ実績
予測的中及び予兆データ検出率 77.8%
(的中 + 逆ラジオの予兆データ検出) / (総地震数 - 遠方等検出不能条件震源数)
(マグニチュード M4.5 以上・震度 3 以上、但し余震は含まず)
総地震件数 97 件
遠方・観測点不足等データ検出不能震源地域 30 件
震災余震その他大型地震の余震 40 件
予測対象地震件数 27 件
予測的中 10 件 予兆データ検出 11 件 計 21 件
発表予測が的中 10 件
予兆データを検出したが予測情報発表無し 11 件

大型地震の予兆末経験の観測点でのマグニチュード予測の例

前述の通り、同一の観測点で何回かの地震を経験した後は、現在のデータ量から発生する地震の規模はきわめて正確に予測できますが、まだ大きい地震予兆を検出していない観測点も

2018年11月2日 紀伊水道M5.4の予測情報の例

図は、和歌山太地観測点で2018年8月から9月にかけて初めて163000kPという大きいデータが検出されたときの例です。この観測点でのそれまでの経過では大きい地震予兆の経験がなく、データの大きさについて規模の推定に苦慮しましたが、他の観測点の例を参照してとりあえず「2018/10/29から2週間程度、場所は和歌山太地から200km



多く、これらの観測点では大きいデータが検出された場合の地震規模の予測に苦労します。

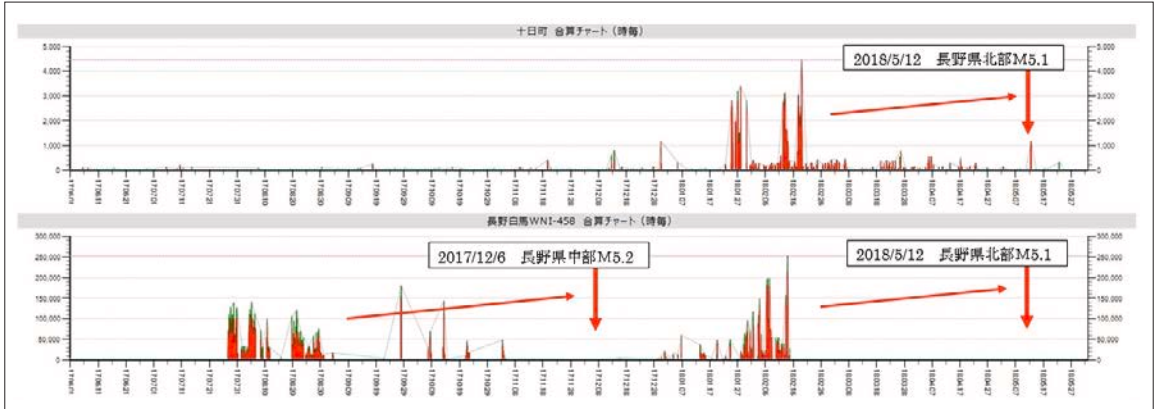
以内、マグニチュードは観測点から100km換算でM5.0程度」と予測を発表しました。結果は図に示す通り「2018/11/02紀伊水道マグニチュード5.4」の地震の予兆が見られましたが、和歌山太地観測点から69kmで100km換算マグニチュードはM5.6となり、かなり予測より大きい地震という結果になりました。



2018年5月12日 長野県北部M5.1の予測情報の例

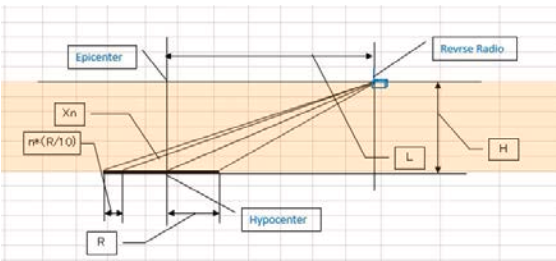
2018/05/08 発信の予測情報
継続予測: 十日町観測点で1月下旬の大きい山型データから2/13と2/19更に大きいデータが出て、リバウンドも4/末に収束しました。これらが同一地震の予兆と考え「5/9+14十日町周辺100km範囲、観測点から100kmならM5.2±0.5程度」とします。継続予測: 長野白馬に2/6-7をピークとする大きい山型データが出て収束間近と見えましたが2/13更に大きいデータが出ました。

「12/6 長野県中部 M5.2(白馬から43km100km換算M5.7)」とのデータ量比較で「5/9+14長野白馬周辺100km範囲100kmならM5.3±0.5」とします。(両観測点のデータが同一地震の予兆の可能性もあります)
結果「5/12 長野県北部 M5.1 震度5弱」
十日町観測点から34kmで100km換算マグニチュードは5.7
長野白馬観測点から57kmで100km換算マグニチュードは5.4

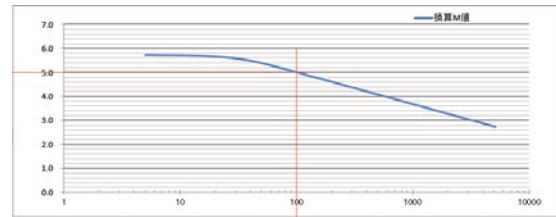


観測点と震源との距離での逆ラジオ感度に関するマグニチュード換算法

逆ラジオ観測点では電磁波ノイズの発信源からの距離によって受信レベルが異なることは当然です。逆に言えば同じ程度のデータを受信しても、近いところの小さい地震の予兆が遠いところの大きい地震の予兆か判断が困難です。そこで、標準的な距離として観測点から100kmの位置の震源を想定して、その場合のマグニチュードを検討しています。通常のように電磁波ノイズの強度・発信量などが距離の二乗に反比例するものとするれば、或る分量のノイズが検出された場合、仮に距離100kmでM5.0の地震の予兆かもしれないし、逆ラジオから200kmのM5.4の震源の予兆と同じに見えることになります。しかし、地震予兆の電磁波ノイズは震源一か所から放射されるわけではなく、震源周辺のかなり広範囲の地下構造の圧力によって発生すると思われます。



	L	5	10	15	20	25	30	40	50	60	80	100	160	200	320	640	1280
100km換算		1.73	1.33	1.10	0.93	0.80	0.70	0.53	0.40	0.30	0.13	0.00	-0.27	-0.40	-0.67	-1.07	-1.48



そこで図のように逆ラジオから震源が距離Lだけ離れていたとして、その周辺半径Rの領域が電磁波ノイズを発生したと考えた場合の地下圧力領域から逆ラジオまでの平均値を想定して、距離の二乗に反比例の算定をしたのが図のグラフです。M5.0を標準としてありますが他のM値でも距離による変化は同じなので、下表に示す値を加えるだけで計算できます。例えば現在発生した地震の「震源が観測点から50kmでマグニチュード4.5」だった場合、検出される予兆データ量は0.40加算して「観測点から100km先の震源でマグニチュード4.9」の地震と同じに見える筈、ということです。逆に予測情報ではデータ量を基準に考えるので、同じデータ量でもこの表の値を差し引くことで、遠くの大きい地震の場合、近くの小さい地震の場合、を想定します。このような考え方から、予測情報では震源が観測点から100kmだった場合のマグニチュードを掲載しています。

参考文献

- 註1
“Emission of electromagnetic radiation preceding the Ito seismic swarm of 1989”
Yukio Fujinawa & Kozo Takahashi
Nature, Vol.347, No.6291, pp. 376-378, 27 September 1990
- 註2
“Electric-potential changes prior to fracture in dry and saturated rocks”
Shingo Yoshida et al Oct. 1998(論文集「地震発生と物理過程に関する総合的研究」, 1999年3月に収録)
- 註3
森谷武男;「地震予報のできる時代へ・電波地震観測者の挑戦」(株)青灯社, 2009年11月.

- 註4
辻本知範, 松永昌太, 福井勝則, 大久保誠介;「地震に先行する電磁気異常現象に関する分析」, 第36 回岩盤力学に関するシンポジウム 論文賞, 2007年1月.
- 註5
特許 第3188609号「電磁波のノイズ検知・解析装置」
- 註6
特許 第5379373号「ノイズ電波の自動分離検出装置」
米国特許 US8,249,516B2 2012/8/21
中国特許 ZL 2008 8 0112190.9 2012/10/3
台湾特許 I 367345 2012/7/1
EPC特許:トルコ・イタリア・ギリシャ
- 註7
作成者:熊谷友裕 (株)新興技術研究所 逆ラジオ地震予知グローバルセンター