

出典: <http://journal.mycom.co.jp/articles/2011/05/25/earthquake/index.html>

【レポート】

地震は電磁気学を応用すれば予知できる-ニュートン力学に固執しては不可能

1 30 年以内に M7 クラスが発生という予知では意味がない

「数日間の誤差で地震を予知できるようになった」、と電気通信大学(電通大)名誉教授の早川正士氏(図 1)は語る。これまで、現在の科学では地震の予知はできない、という通説が長い間信じられてきた。従来の説は、地震学者が集まっている文部省(当時)の測地学審議会は、地殻変動測定(地震測定)では地震予知は不可能である、とする報告書を 1998 年に出していたからだ、と早川氏はその背景を説明する。権威者が発言するとそれが通説になってしまう、と皮肉っている。

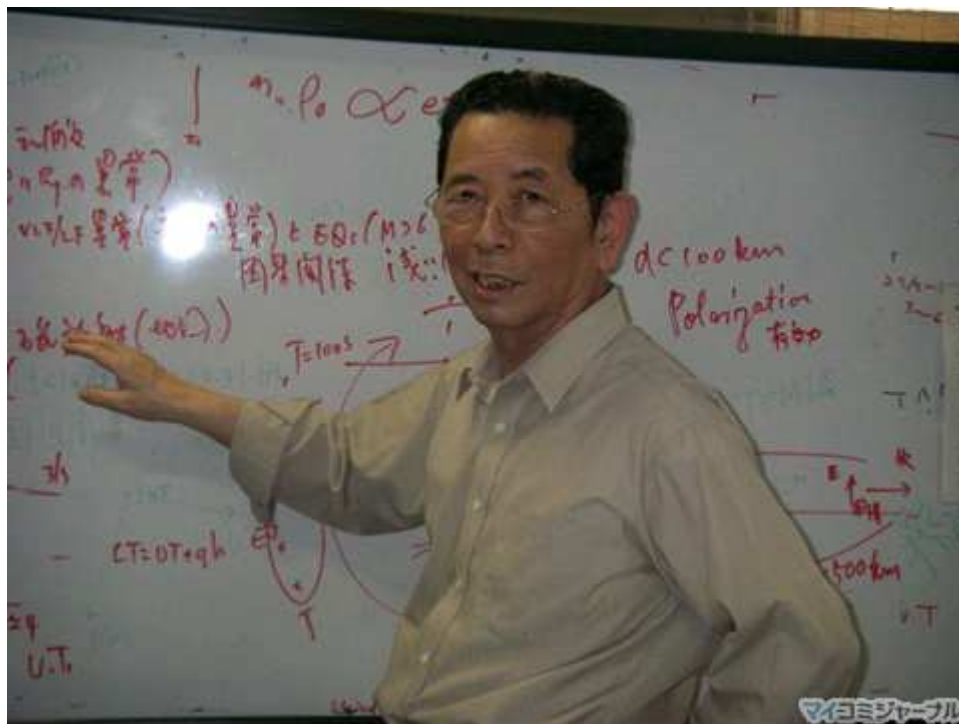


図 1 電気通信大学の早川正士名誉教授

これまでの地震学者からは「今後 30 年以内に M7 クラスの地震が関東にやってくる」という程度の意味のないメッセージしか出てこなかった。地震予知 は長くても 1~2 週

間以内という短期的な予知ではなければ社会的に意味がない。これまでプレートテクトニクス論というニュートン力学だけで説明するには無理があった。ニュートン力学に電磁気学、あるいは量子力学でもいい、別の考え方を持ってくれば予知はできないことはない。昔から地震とナマズの関係は経験的に知られていたが、学問的には誰も研究してこなかった。

1995年の阪神・淡路大震災の前から地震予知を研究してきた早川氏は、電磁気学を利用すれば地震予知ができる、というのである。そのメカニズムを同氏は、プラスチックの下敷きに例えて、「下敷きを折り曲げていくと、メキメキと音がして、最終的にはパキンと折れてしまう。地震の予知はそのメキメキという音に相当する物理量を測ればできる」と説明する。コンクリートや壁などの建造物が機械的に壊れ始める時に音波あるいは超音波を出す(アコースティック エミッションという)ためにその音を拾うことは現実に建築構造物の検査に使われている。早川氏の手法は、これとよく似ている。ただし、検出する物理量は音波ではなく、電磁波である。

地下からの超低周波の電磁波を測る

彼の提案してきた手法は2つある。1つは地下のプレートの歪みによって震源地付近の圧力が上昇するため圧電効果や摩擦電気によって電荷が発生するが、その電荷のミクロな放電によって電磁波を発生するため、そこから出てくる電磁波そのものを測定する。ただし、電磁波の周波数が高ければ地中内で吸収されるため観測できないが、1Hz以下の超低周波となると観測できるというのである。このため大地震の前兆として、この超低周波の電磁波放射を観測することで地震を予知できるという訳である。

早川氏によれば、1989年のサンフランシスコ大地震*の時も1993年のグアム地震の時も超低周波信号を前兆として観測した。このためには、電磁波放射の中でも0.01Hz(周期100秒)程度の低い周波数成分を取り出す技術を使う。通常、地上における電磁波の観測で拾う磁力計からの信号には、

1. 超高層(磁気圏や電離圏)における地磁気変動の影響
2. 人間の活動から磁気の影響
3. その他

があると考えられる。

周期100秒程度の磁力変動に注目して固有値解析したところ、(1)は地磁気活動度指数ときれいな相関を示し、(2)は24時間の周期性を持って昼間が大きく夜間は小さい

という人間の活動に対応する結果が得られたとしている。このため、地磁気の影響は(3)のその他、ということになる。

*1906年のサンフランシスコの大地震と混同しやすいためロマ・プリエータ地震と呼ばれている。ロマ・プリエータはサンノゼの南の山近くを震源としたことから、そう呼ばれる

この第3の極めて微弱な信号に注目し、その固有値の経時変化を記録する。1989年のサンフランシスコ大地震では、地震が起きる10日ほど前から磁界の振幅(10~20nT/√Hz程度と小さい。nTはナノテスラは磁束密度の単位)が増え始めるが1週間ほど前から下がっていき、5nT/√Hz以下程度になった所に大地震が発生し、その値は60nT/√Hz程度に跳ね上がった。地震の直前に跳ね上がるのは、嵐の前に静けさになるからだそうだ。地震が起きると元の値に減衰していく。

この方法は、震源地の近くにいないければ観測できない、という欠点がある。このためこの手法を使った同氏のデータの数はさほど多くはない。精度を上げるためには、観測地点を多数設ける必要がある。しかし、大学の研究者としてそれほど多くの予算を使える訳ではないため、観測地点の拡大には限界がある。

船舶の長波長電波を送受信

そこで早川氏は、前述の方法とは全く異なる放送波の中波よりも波長の長い長波を利用する電磁波手法を考え出した。これが第2の方法である。これは、遠く離れた2点間に電磁波を飛ばし、その受信波形の振幅と位相を見ようというものだ。この方法はピンポイントで震源地を推定できないが、やや広い範囲での地震は予知できる。

これは、ラジオ電波である中波帯よりも波長が長い3~300kHz程度の長波長帯の電磁波を遠く離れた地点から飛ばし、それを受信するという方法である。長波長通信はもともと船舶の航行に使われてきた長距離を対象とした通信電波である。送信アンテナから発射された電波(電磁波)は地球を囲む大気圏と接する電離層と跳ね返りながら伝搬し、受信機に到達する(図2)。もし電離層に異常が発生し電離層部分が大気圏側に降下してくるなら、伝搬の光路長が短くなるため、その分到達時間は短くなる。

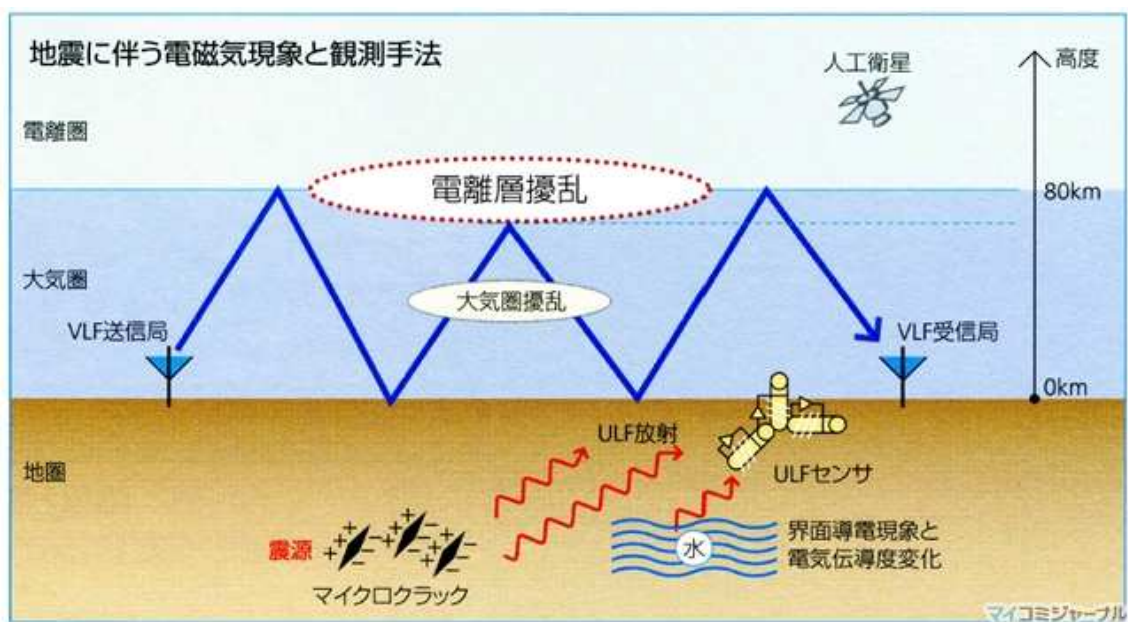


図 2 電磁波が伝わる概念図

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)では、3月5日と6日に大きな電波の異常を検出した。ここでは、米国ワシントン州に設置した送信機からの電波(24.8kHz)を東京都調布市の電通大と、愛知県の春日井市、四国の高知市で、明瞭な異常として受信した。夜間の平均振幅と、その揺らぎ、両者の合成データを観測すると、調布では振幅の標準偏差が極度に減少しており(図3)、1月1日からのデータには見られなかったほどの大きさだった。この大きさはM6以上の警報クラスだという。しかもその度合いは、調布、春日井、高知と離れていくにつれ少なくなっている。

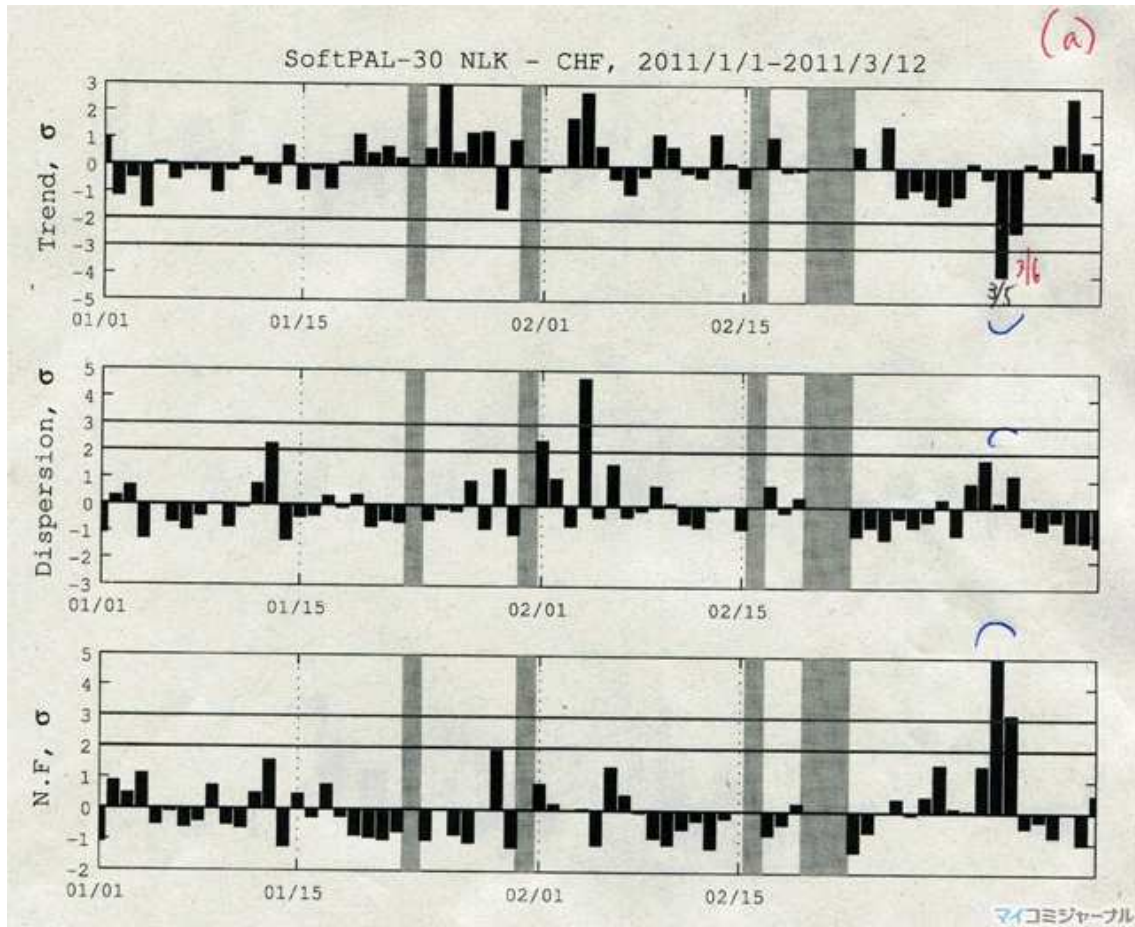


図3 東日本大震災での調布での受信データ

早川氏は3月9日にM7.2の地震がきたため、この前兆だと思ったが、それにしては3日しかないのが気にかかったという。これまでの経験から前兆は5~7日前に来ていた。通常、2σ程度の揺らぎでM4~5というデータを得てきたが、今回の揺らぎは4σと巨大な規模だった。このデータが11日の大地震の前ぶれだとこの後すぐに気が付いた。

同氏の観測網として、国内7地点(上記3点に加え、北海道の幌加内町母子里、千葉の館山市、静岡の清水市、そして京都府舞鶴市)で観測している。電波を送信する地域は、米国以外でオーストラリア西部(19.8kHz)とハワイ(21.4kHz)、国内では標準電波時計用の電波を出している福島氏のJJY局(40kHz)と、宮崎県えびの市(22.2kHz)からの電波を受信する。

今回の震災では、福島からの電波は北海道の母子里との間では大きな変化は観測されなかった。これは、電波の通り道である回転楕円形のフレネルゾーンから

はみ出していたためである。震源地はワシントン州と調布との間のフレネルゾーン内に入っていたため観測できた。

阪神・淡路の震災も前兆を観測

早川氏は阪神・淡路大震災の大震災の時も実は前兆を観測していた。しかし、この時はまだ観測網ができておらず、長崎県対馬にあったオメガ局と呼ばれる電波塔(98年に解体)からの電磁波を千葉県と茨城県の県境にある犬吠岬で受信し、その通り道に震源地があったため観測できた。この時は1日24時間ごとに振幅と位相のデータを取り、日の出と日没ごろに位相が大きく乱れるというデータを1月14日から地震が起きる1月17日まで毎日観測した(図4)。18日になるとまるで何事もなかったように元の平穏なデータに戻った。

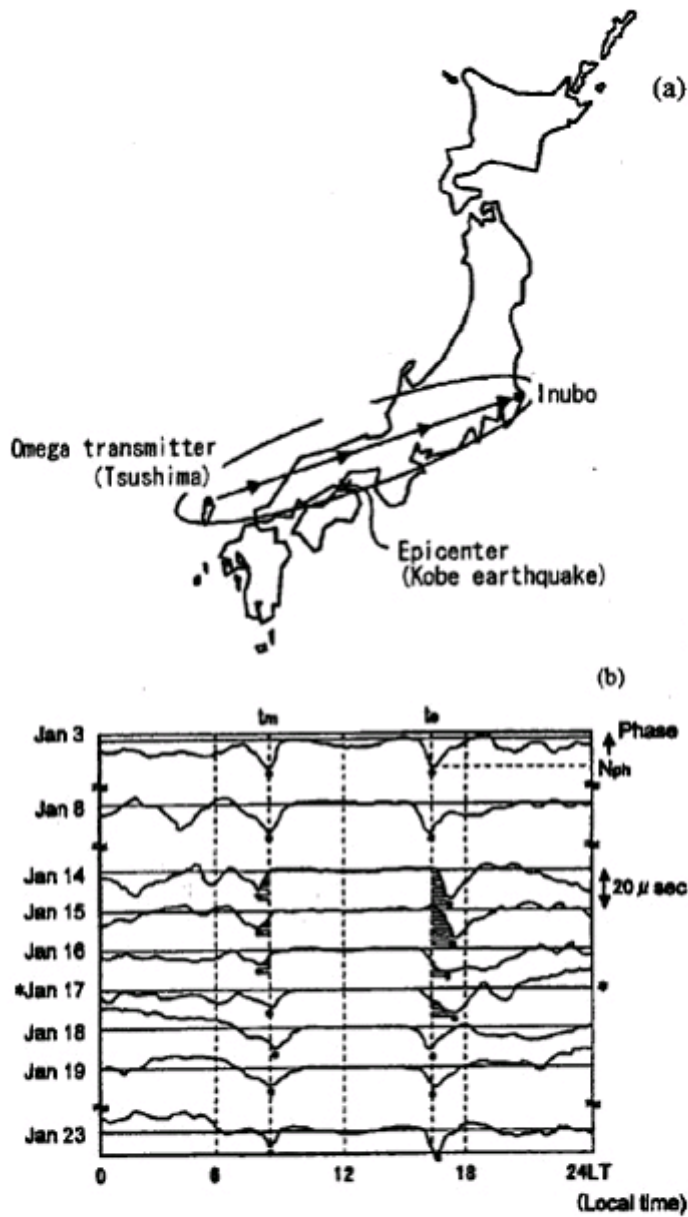


図 6 神戸地震に対する VLF 伝搬 (対馬オメガ局-犬吠観測点) 異常の観測 (a) 伝搬経路 (b) 伝搬異常 (ターミネータタイムの異常)

Fig. 6 Observation of anomaly in subionospheric propagation between the Omega (Tsushima) transmitter and the Inubo observatory for the Kobe earthquake. (a) Propagation path, and (b) anomaly in terminator time.

マイコミジャーナル

図 4 阪神・淡路大震災での受信データ

電離層がなぜ乱れるか。地震はプレートの沈み込みに引きずられたり、地殻変動が起きたりするために歪みが溜り、その歪みを緩和するために跳ね返りで起きる。断層がずれる際には摩擦電気が生じる、あるいは地中の岩石に圧力が加わり、圧電効果によって電荷が生じることがある、と早川氏は言う。地面をコンデンサの一方の極、電離層をもう一方の極として大気圏を絶縁体と考えれば、地球をコンデンサの等価回路で表せる。地中の電荷が変われば電離層も大きく影響を受ける。地下の電荷が増えると、電離層にあるその反対の極性の電荷が地上へと迫ってくる。このため電離層が下がると考えられる。

地震が起きると電磁波の様子は、地震が起きるはるか前の平穏な状態に戻るが、これも地震で放電された、と考えれば無理はない。しかも阪神・淡路大震災の時には青いイナズマのような光を見たという人たちが多数いる。この光こそ、地下に溜まった電荷が放電された結果だと考えると理解できる。

早川氏によると、この長波帯の周波数を利用する電磁波手法では、震源が100km以内で、しかもM4以上でないと観測できないとしている。逆に言えば、社会に大きな影響を与える地震は全てカバーできることになる。震源が深すぎると地中の電荷は電離層に及ぼす影響が少なくなる。同氏の説明は電磁気学的に極めてわかりやすい。

今後も地震予知のデータを採るため、測定サービスと情報を提供する会社として[インフォメーションシステムズ](#)を2010年に立ち上げた。地震予知情報をミッションクリティカルな顧客に提供する。潜在顧客として、発電所やガス、水道などのインフラ機関、病院や鉄道などを想定している。

予測(2010年8~9月)				結果		
発表時	地震予測日	場所	規模	発生日時	場所	規模
9月9日	9月15日	静岡～駿河湾	M4～5	9月18日	房総半島南方沖	M4
9月2日	9月7日	近畿地方と周辺	M4クラス	9月10日	愛知県西部	M4
8月30日	9月5日	北関東～中部地方	M4クラス	9月10日	愛知県西部	M4
8月26日	8月29日	東北地方～北海道	M5前後	8月31日	秋田沖	M5.2
				9月1日	宮城県沖	M4.9
8月23日	8月29日	東北地方～北海道	M5前後	8月28日	宮城県沖	M4.7
8/19および8/20	8月25日	東北地方	M5クラス	8月21日	福島県沖	M4.6
8月9日	8月14日	茨城～宮城		8月10日	三陸沖	M6.2
	8月15日	四国～九州	M5	該当なし		
8月5日	8月11日	東北、北海道	M4クラス	8月7日	釧路沖	M4.6
				8月8日	宮城県沖	M4.6
				8月9日	福島県沖	M4.2
8月5日	8月11日	西日本	M4クラス	8月10日	愛媛県南予	M4.3
8月2日	8月5日	中部地方とその周辺	M5クラス	該当なし		
7月29日	8月4日	東北地方～北海道	M5.5以上	8月3日	福島県沖	M4.3
				8月5日	千島列島南東沖	M5.7

表1 早川氏による2010年8～9月における地震予知とその結果の対比表