

# 緊急地震速報のしくみと 実装を調べてみた

～減災・防災のために仕組みを理解しよう～

神保道夫@NISOC

2024/08/03

# 注意

- この内容は、2025年06月～08月に資料を作成しており、その時点での状況、情報を元にしていきます。
- 各種基準については都度見直しがされることがあるため、発表当日の基準をベースとしています。
- 極力正確な内容を書く様に努めていますが、間違いがある可能性がありますので、気象庁などの一次情報も確認してください。

## はじめに

- 今年は新潟地震(1964/06/16)から60年、中越地震(2004/10/23)から20年にあたる年です。  
この他にも、中越沖地震(2007/07/16)や長野県北部地震(2011/03/12)、能登半島地震(2024/01/01)などにより、新潟県も巨大地震に遭遇することが多いです。
- 今回は、緊急地震速報ソフトを通じて、緊急地震速報と実際の地震に関する理解を深めてみようかと思えます。

# 緊急地震速報とは

- 地震が起きた際には、揺れが地震波となって地中を伝わります。地震波は主にP波(約7km/sec)とS波(約4km/sec)があります。P波よりS波の方が揺れが強いという特徴があります。
- 気象庁は、震源付近で観測したP波を検知し、コンピュータ処理を行い、推定される各拠点の震度を予測し、S波が伝わる前に地震が来ることを「緊急地震速報」として知らせる事を目的としています。
- コンピュータ処理は解析に数秒かかる事から、例えば自分の直下で地震が起きたり、震源から近い場所にいる場合、地震が来た後に緊急地震速報が来ることもあります。
- 近年では、大きな地震が発生した際に、震源地から遠く離れた場所であっても、高層階で周期の長い大きな揺れ(長周期地震動)を感じ、危険な状態になる事から、長周期地震動についても、緊急地震速報の対象としています。

# 緊急地震速報の基礎知識(1)

- 地震の推定は「気象庁の地震計・震度計」と「防災科学技術研究所の地震観測データ」(約490地点の加速度計と約780地点の速度データ)を使用します。
- 緊急地震速報は、
  - 震源付近の上記観測点の複数点のデータを元に、震源とマグニチュードを推定して各拠点の震度・長周期地震動階級・到達時刻を予想する方法(レベル法)
  - 実際の揺れの大きさから別の拠点の震度を予測する方法(PLUM法, Propagation of Local Undamped Motion)を用いていました。
- 現在ではレベル法は廃止され、IPF(Integrated Particle Filter)法という、全国をメッシュ状に分け、これまでに発生した地震の分布や回数を元に、事前計算した予測震度と仮定震源から震度予測を行う方法で行っています。

[https://www.jma.go.jp/jma/press/1407/14a/EEW\\_kaizen\\_tech\\_20140714.pdf](https://www.jma.go.jp/jma/press/1407/14a/EEW_kaizen_tech_20140714.pdf)

# 緊急地震速報の基礎知識(2)

- ・ 緊急地震速報(警報)

「2点以上の地震観測点で地震波が観測」され、  
「最大震度5弱以上」または「長周期地震動階級が3以上」と予想された場合、  
「震度4以上」または「長周期地震動階級3以上」が予想される地域に対して、  
発表します(テレビや携帯電話等で発表されるものはこちらです)

- ・ 緊急地震速報(予報)

「P波もしくはS波の加速度震幅 100ガル( $\text{cm}/\text{sec}^2$ )以上」が観測され、  
「マグニチュード3.5以上」「最大震度が3以上」「長周期地震動階級が1以上」  
と予想される時に、各地域で予想される震度や長周期地震動階級、  
大きな揺れの到達予想時刻を発表する物となります。

- ・ 緊急地震速報(特別警報)

「震度6弱以上」または「長周期地震動階級4」が予想される場合、特別警報  
となります。警報と特別警報は区別されませんので、意識しなくて良いです。

# 緊急地震速報の基礎知識(3)

- ・ 緊急地震速報(警報)は2007/10/1から運用を開始しました。  
NHKは対象を全国としているので、どの都道府県で発生した地震でも放送されます。  
民放のTV局・ラジオ局の場合、放送エリアが対象地域である場合は放送されます。  
(上記の条件の違いにより、NHKと民放では発表の仕方が異なります)
- ・ 緊急地震速報(特別警報)は、2013/08/30から運用を開始しています。
- ・ 長周期地震動階級は2023/02/01から運用開始しています。  
2023/05/05 14:42に発生した能登半島沖地震(最大震度6強、M6.5)にて、初めて長周期地震動階級 3が発令されました。
- ・ テレビによる緊急地震速報はA-D変換等の処理を含むので、映像には1~2秒位の遅延が挿入されてしまいます(今回はこの部分の内容は扱いません)。

# 緊急地震速報の基礎知識(4)

- ・地震が発生した際には津波情報も直ぐに発表されますので、津波についても簡単に解説します。 <https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/joho/tsunamiinfo.html>
- ・大津波警報：予想される高さが3mを超える場合(5m / 10m / 10m超)
- ・津波警報：予想される高さが1mを超えて3m以下の場合
- ・津波注意報：予想される高さが0.2m以上、1m以下で災害の恐れがある場合
- ・若干の海面変動：津波注意報を発表する基準ではない程度の津波が発生する場合に発表されます。  
津波は来るので、海面に入らない様にしてください。
- ・本日2024/08/03 07:23に発生したフィリピン諸島でのM7.0の地震にて、07:53に太平洋沿岸に発表された物は「若干の海面変動」です。



# 緊急地震速報の現状(1)

- ・ 緊急地震速報が出ないケース  
「緊急地震速報(予報 or 警報)に該当しない」が  
「震度3 or 5弱以上が実際観測された」(過小評価)
- ・ 緊急地震速報で震源地が不明なケース  
震源地を予測する前に2カ所以上で巨大な揺れが出た場合  
例えば、2022/03/16に起きた、福島県沖での地震のケースなど  
前震：23:34:27 最大震度 5弱(M6.1, 深さ57km)  
本震：23:36:33 最大震度 6強(M7.3, 深さ57km)  
前震の揺れが収まらないうちに本震が発生したことにより、震源地が特定できず、PLUM法による緊急地震速報(警報)が計5回発表された。  
(このような場合、M1.0, 深さ10kmとシステム上は発表される)

## 緊急地震速報の現状(2)

- ・ 緊急地震速報が過大評価されたケース  
2024/06/03 06:31に発生した、石川県能登地方を震源とする、M5.9  
(最大震度5強)の地震の例  
気象庁による検証結果  
<https://www.data.jma.go.jp/eew/data/nc/rireki/hyoka/20240603.pdf>
  - ・ 「能登半島先端」で発生した地震のため、予測に使用できる地震計が震源の西側に片寄ってしまったこと
  - ・ 「2つの地震が1秒以内(6:31:39.6と6:31:40.3)に近く(2km)で発生した」こと
  - ・ M不明とM6.0の2つの地震で、震源地が「富山沖」と推定されたこと
  - ・ これらのことから、強いS波を弱いP波として計算してしまった事
- これらの要素により、マグニチュードが過大に評価されてしまった。

## 緊急地震速報の現状(3)

- ・過去には、地震計のノイズを誤って拾ってしまったり、距離が遠い場所で同時に発生した2つの地震により、M7クラスの緊急地震速報を誤って発表してしまったことがあるが、それらに対しては対策を順次取って改善されています。

※それでも、2024/01/01 23:05に、同日23:03に発生した震度情報をシステム上に残っていた、同日16:10の震度情報の内容で誤って配信するという不具合が発生した事がありますが・・・

<https://www.jma.go.jp/jma/press/2401/02a/202401020000.html>

- ・技術的な限界により、広範囲に緊急地震速報が発生されてしまうこともあり得るため、「緊急地震速報がなったけど地震が起きなくて良かった」という風に捉えるように心がけてほしいです。

# $M_{jma}$ と $M_w$ について(1)

- 気象庁から発表されるマグニチュード ( $M_{jma}$ )は、地震の最大振幅を元に計算される。緊急地震速報は、この数値の予想を元に発表される。しかし、この式は  $M_{jma}=8$ 以上の超巨大地震では正しく計算することができなくなってしまう。
- 実際の地震を評価するには、岩盤の剛性率、変位量、断面積(モーメント)などから「放出されたエネルギー」を求め、計算する必要がある( $M_w$ )。
- しかし、 $M_w$ の計算を行うには現在でも15分位掛かってしまうため、緊急地震速報としては遅くて使用できない。

## $M_{jma}$ と $M_w$ について(2)

- 2011/03/11 14:46に発生した東北地方太平洋沖地震(いわゆる東日本大震災,  $M_{jma}$  8.4,  $M_w$  9.0)では、当初 $M_{jma}$ が7.9の地震が起きたと想定された。
- その結果、14:49に6mの大津波警報が発表された。
- その後、検潮所で異常な津波が来ていると判断され、15:14に10m以上と更新されているが、その時は既に第1波の津波は押し寄せていた(正式な記録として、宮古港で124cmの引き波)
- 現在は、緊急地震速報を $M_{jma}$ で一旦算出し、M8.0以上の巨大な地震だとみられる場合は、「巨大な津波が予想される」と発表し、 $M_w$ で津波予想を更新している。

# 緊急地震速報アプリケーションとは

- ・ 緊急地震速報アプリは主に、緊急地震速報の「予報」も含めて、揺れの状況を通知する物です。具体的に通知される物は下記の内容になります。
  - ・ 発生時刻、震源の推定値、地震の規模（マグニチュード）の推定値
  - ・ 予想される最大震度
  - ・ 長周期地震動階級1以上が予測される場合、地域と予測値
  - ・ その地域の到達予想時刻
- ・ 緊急地震速報の「予報」は、第1報から始まり、揺れの状況に応じて第2報、第3報・・・、最終報まで発表されます。
- ・ TV等での緊急地震速報は「警報」のみ放送されるのに対し、アプリケーションは「予報」レベルの物やPLUM法で1箇所揺れた場合の検知もできるため、TV等のメディアに比べて、速報性が高い情報を得ることができます。

# PC用ソフトって、あるの？(1)

- 現在は、スマホ向けとしては、Yahoo! 防災速報やNERV防災など、定番ソフトがいくつかある。
- 一方で、Windows PC用のソフトとしては、これ、という物がない。その理由として、多くの一般アプリは、防災科学技術研究所(NIED)からデータを取得していたが、NIEDの利用規約の変更による物や、震度予想を行うことが、気象事業法の「予報業務」に当たることなどが影響していると思われる。
- 個人作成のアプリを安価に作りたい場合、
  - ・ 「NIED」の利用規約に制約しない
  - ・ 「予報業務」に該当しない範囲で実現させる
  - ・ 利用者が「Project DM-D.S.S」が提供する、緊急地震速報の提供サービスを購入してもらうなど、技術面以外の問題をクリアしないといけないため、なかなか難しい様です。

# PC用ソフトって、あるの？(2)

- 現状のPCソフトを探してみると、次の中から選択するのが無難なようだ。
- 商用ベースのもの
  - SignalNowシリーズ(ストラテジー社)
  - The Last 10-Second(ウェザーニューズ社)
- Project DM-D.S.Sを利用するもの
  - Jquake
  - EEW Client by DMDATA.JP
  - Quarog
  - P2PQuake
  - KyoshinEewViewer for ingen
  - EarthQuickly(私の環境ではDM-D.S.Sの認証が何故かできない…)
- 予報業務に該当しない範囲で実装するもの
  - Zero Quake



# Project DM-D.S.Sサービスとは

- NIEDの規約変更により、無料で使用できるアプリがほぼ絶滅してしまった。これらの状況を打開すべく、安価で提供できる仕組みを作ったものが、Project DM-D.S.S です。
- 個人の方が気象庁と直接契約を行い、予報業務許可を取ってサービスを行っています。
- 一般個人がPCを利用して緊急地震速報を受信して利用したい場合、
  - 企業が提供しているアプリを利用する(有償・無償さまざま)
  - Project DM-D.S.S サービスのうち
    - JQuakeとJQuake専用プラン(¥500/月)を契約する
    - EEW Client by DMDATA.JP と、EEW Client専用プラン(¥500/月)を契約する
    - DM-D.S.Sサービスに対応しているアプリケーションに「緊急地震(予報)」(¥1,650/月)と「地震・津波情報」(¥550/月)を契約するなどの方法をとる形となります。
- 逆に言うと、お金を払えば趣味で気象庁の地震情報や津波情報を取得できます。

# Project DM-D.S.Sで取得できる情報

- Project DM-D.S.Sでは次の情報を提供している。
  - 「緊急地震(予報)」(1650円/月): 緊急地震速報(予報)の情報(eew.forecast)
  - 「緊急地震(警報)」(440円/月): 緊急地震速報(警報)の情報(eew.warning)
  - 「緊急地震(リアルタイム区分)」: リアルタイム震度の情報(eew.realtime)
  - 「地震・津波関連区分」(550円/月): 地震・津波に関連する情報(telegram.earthquake)
  - 「火山関連区分」(550円/月): 火山に関連する情報(telegram.volcano)
  - 「気象警報・注意報関連区分」(1100円/月): 気象警報や気象情報・台風情報などの防災気象に関連する情報(telegram.weather)
  - 「定時報・その他関連区分」(440円/月): 大雨危険度通知や海上警報(telegram.scheduled)
- これらの情報は取得APIが用意されており、お金を払えば誰でもXMLやJSON形式でデータが取得できる。APIで取得できないデータは、WebSocketAPIで取得できる。

# Project DM-D.S.Sサービスの利用方法(1)

- OAuth 2.0  
(RFC6749: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc6749>  
RFC6750: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc6750>)  
による認証(下記サイトを参照)を理解  
<https://qiita.com/TakahikoKawasaki/items/e37caf50776e00e733be>
- 上記を理解した上で、dPOP(OAuth 2.0 Demonstrating Proof of Possession)  
(RFC9449 <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc9449/> )  
を理解してDM-D.S.Sへのアクセス許可の仕組みを実装  
<https://qiita.com/TakahikoKawasaki/items/34c82fb5c0595b6fc289>
- WebSocket を利用して、双方向通信を利用  
<https://qiita.com/south37/items/6f92d4268fe676347160#1-%E3%82%B3%E3%83%8D%E3%82%AF%E3%82%B7%E3%83%A7%E3%83%B3%E7%A2%BA%E7%AB%8B>
- なかなかハードルが高い……

# Project DM-D.S.Sサービスの利用方法(2)

- APIキーを取得して利用する
- DMDATA.JP(Project DM-D.S.S) APIv2の非公式クライアント実装  
<https://github.com/p2pquake/dmdata-jp-api-v2-websocket-client>  
からソースをダウンロード
  - 環境変数 DMDATA\_JP\_API\_KEYにAPIキーを登録
  - Go 言語開発環境をインストールしてコンパイルを行う  
(FreeBSDとかWindowsでも可)
  - サンプルを実行してみる(要 .xmlディレクトリ?)
- これ位ならお試しでできるけど、やはりハードルは高い

# Project DM-D.S.Sサービスの利用方法(3)

- なんとなく実装をみて、なんとなく修正すれば使えたので、気象庁から発信された電文の内容を内容別・日付別にフォルダ分けして保存する位に変更して使用してみたりしてます。
- ソースコードが公開されている事から、自分で欲しい機能を実装したりすることも可能です。
- 個人的には「注意報・警報の都道府県別表示」とか「リアルタイム雷マップ」とかがあったら嬉しいけど、既にWebサイトでできているので、実装したいと思う人が少ないのかなー。

<https://www.jma.go.jp/bosai/map.html#5/34.5/137/&elem=all&contents=warning>

[https://www.jma.go.jp/bosai/nowc/#zoom:8/lat:35.688533/lon:137.040710/colordepth:normal/elements:slmcs&slmcs\\_fcst&thns](https://www.jma.go.jp/bosai/nowc/#zoom:8/lat:35.688533/lon:137.040710/colordepth:normal/elements:slmcs&slmcs_fcst&thns)

- ちなみに、¥680を払っても良いなら、2024/08/01から正式サービスが始まった、ウェザーニュースProもお勧めです。

<https://weathernews.jp/pro/>

# その他の情報について

- 自分がソフトウェア作成者としてアプリケーションを作ってみたいという場合、次の様なサービスを検討することも可能なようです。
- AXIS社の $\beta$ テスト版にてJSON形式で震度速報等を配信しているようである。  
<https://axis.prioris.jp/>
- Wofx Projectを使用する(但し中国語ベースのサービスのようです)  
<https://wofx.jp/>
- Zero Quakeの作者が一覧をまとめています。  
<https://qiita.com/ZeroQuake/items/049c1b9b20f4f71e61e9>

# まとめ

- 緊急地震速報の意味を理解することにより、減災・防災に向けて、どのような行動を取るかが重要です。
- また、発信側・受信側の技術を理解することにより、リアルタイム配信・受信ソフトの作成方法や最新技術を理解することも可能です。
- 防災のために、ワンコイン位払ってパソコン用のアプリを導入しても良いのではないのでしょうか？