

## 1. はじめに

防災研究所地震予知研究センター(以下、センター)で行っている業務について紹介する。地震観測には、種々の観測手段があるが、主に微小地震観測(以下、地震観測)の紹介とする。地震観測は、M3未滿の地震を対象としており地殻構造の解明や地震現象の発生メカニズムなどを研究テーマとしている。観測点としては人が感じられないほど小さな地震をもターゲットにしているので生活ノイズのない場所を極力選定しなければならない。また、計測は継続的に行われている定常地震観測と一定期間臨時に行う臨時地震観測がある。臨時地震観測の期間は、数か月間から5年間行うことがあり、研究領域に、多くの地震観測点を設置する。

阪神・淡路大震災以降、防災科学技術研究所の高感度地震観測網によって全国に観測点が約1,000点設置された。また、他の防災関係の機関(大学を含む)などでも地震観測点を定常的に維持しており、関係機関内でデータの相互利用を行っている。

これらの観測を支える業務として公用車の管理、観測点の維持管理、データの管理とデータの保管、データ処理、そして機器・システムの開発を行っている。観測の領域は国内だけでなく海外でも行っており、現地研究者等とコンタクトを取りながら観測を行っている。

## 2. 地震観測

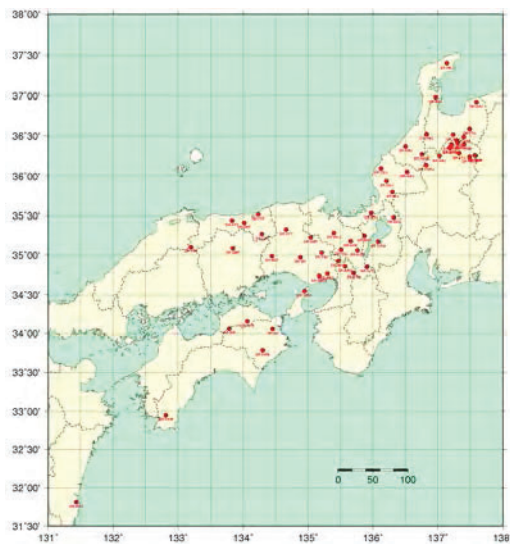


Figure 1 観測点

センターで定常的に行っている地震観測点は、Figure 1のとおり全部で42点ある。東は富山県から西は宮崎県にいたる。観測所技術職員の定年により、2015年10月現在宮崎観測所を除き、宇治からすべての点のメンテナンスを行っている。

データは、リアルタイムで各観測点から宇治まで送信されている。約10年前までNTTの専用回線や衛星通信を使って送受信を行っていたが、ネット回線のインフラが整備されることでNTTのフレッツサービスを使ってVPNでデータの送受信

を行っている。そのときの変換業務については、第31回総合研修のときに講義を行った。

観測システムを Figure 2 に示す。各観測点には、地震計、ルーター、ロガー、電源制御装置と UPS が設置されている。電源制御装置は、機器が操作不能になったときに強制的に電源を切断・復電するものである。



Figure 2 観測システム(左がロガー、右が地震計)

毎日宇治の受信システムで地震のデータが届いているかどうかの確認とデータが良好であるかどうかの確認を行っている。問題があったときは、その観測点へ公用車で向かう。一番遠い宿毛(高知県)に行くには約6時間かかる。途中で高速がなくなるからであるが、高速道路は整備中でもう何年かすれば現地まで届くことが期待されている。データは気象庁とも相互利用しているのでデータの欠測があれば、直ちに気象庁から連絡がある。機器の交換に伴うパラメータ変更なども、関係者に連絡を行う義務がある。



Figure 3 観測点への道

観測点は、上述のとおり生活ノイズの少ない場所にあるので、定期的なメンテナンスが必要である。夏になると蔦や草木が生い茂り、時刻取得のための GPS アンテナに絡みついたり隠れたりするので伐採を行う。冬になると積雪の影響で設備が損壊しないように補強等を行う。しかしながら、人員数の削減によりデータが正常に受信できている間は、メンテナンスを行わない。そのような点で問題が起こったときは、ジャングルと化した道を

整備しながら進まなくてはならない(Figure 3)。

### 3. データ処理とサーバー管理

地震のデータは相互利用しているので全国で約 5000 チャンネルほどのデータがある。これは、WIN フォーマット (地震波形検測支援プログラムに利用されるファイルのフォーマット) と呼ばれる 1 分間のファイルとして保管されているが、1 つのファイル容量が約 38MB ある。

これらのデータを受信・保管し、研究を行うため宇治には約 100 台のサーバーとそれに付属するストレージが稼働している (Figure 4)。サーバーに一杯になったデータ

は、外付け 3TB のハードディスクに約 1 ヶ月半間のデータとして保管している。データは従来いろいろなメディアで保管されてきた。ここ 20 年前では、Exabyte (8mm ビデオテープ) と DAT が使われてきて、約 10 年前から HDD が主体となった (Figure 5)。Exabyte や DAT はテープなので劣化が進むと、磁性体が酸化して再生できなくなる。



Figure 4 サーバルーム



Figure 5 データの保管

また、再生用の機械システムも販売停止となるので、その前にデータを新しいメディアに移し変える作業がある。Exabyte で記録されたテープはすでに酸化が進んでおり、半分程度のデータが再生できなかった。HDD も長期間電源を通さずに保管しておくと故障の原因となることが言われており、新しいメディアへの転換が望まれるが、時間と手間のかかる作業だけに人員数が少ない現状では難しい問題である。最近テープの劣化の原因であった酸化が抑えられる素材の開発が進み、新しいシステム (LT0) が販売されだしたので、事前テストを行った。この機械が導入されれば、現状よりビット単価が安く、またサイズも小さく保管性も優れているので効率が上がることが期待できる。

#### 4. 種々の観測



Figure 6 海底地震観測(左) と GPS 地殻変動観測(右)

最近では、海域の地震観測のため長期間船に乗ったり、静的な地殻変動を捕らえるために GPS を使った観測を定期的に行う観測を行ったりしている (Figure 6)。海底地震観測では、長期間の船上生活をするようになる。船酔いと天候との戦いで業務以前に体調管理が必要となってくる。GPS 地殻変動観測では、設置面に対し仰角 10 度以上に障害物があると正確な観測が期待できないので、高層建築物の屋上での設置作業と



なる。必然的に高所作業になるので安全面での注意が必要となってくる。

## 5. 機器・システム開発

センターでは、新しいことにチャレンジするために日々技術革新が求められる。計測器の開発に従事することが出来たり、業務を簡便化するためのシステムを構築する必要に迫られたりすることがある。前者では特許を取得する機会があり、後者では、業務の進捗が効率的になるので、日々の仕事に余裕が出てくる。



Figure 7 特許証

Figure 7は地震計(速度センサ)の開発を行ったときのものである。企業とタイアップし特許を取得することが出来た。このセンサーは小型・高感度および低価格が特徴で多くの地震観測点を設置するときに非常に有効である。この地震計を使った観測は飯尾教授が進めておられる“満点計画”で実際に行われており、国内・海外で実績を収めている。さらに、この満点計画で行っている観測点のデータは、半期に4TBを超える量となる。このデータを普通に処理していたのでは、次の観測への準備が出来ないので、サーバー上でスクリプトを使って、データ処理の支援ツールを作る業務も行ってきた。

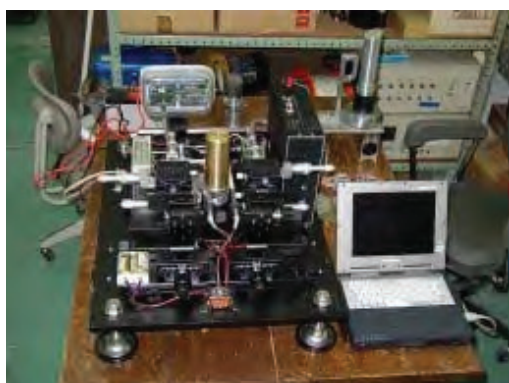


Figure 8 応力測定装置

また、断層破碎帯付近からボーリングして採取した岩石コアの外形の経時変化を、レーザー光線を使って測定する装置

(Figure 8)の開発も行った。これは、当時台湾で巨大地震が起こった後のサイトに持って行って実際に計測を行ってきた。残念ながらこの開発では特許は取得できなかった。

## 6. 最後に

センターは、多くの教員が日夜地震の研究を進めておられる。最近では3.11東北地方太平洋沖地震のときも、東大をはじめ、地震の研究を行っている他大学と連携し、緊急出動をして臨時地震観測を進めてきた。センターも秋田県の領域を担当し、年に2回メンテナンスを行い、データを基幹大学に送っている。ニュージーランドでは、カンタベリー地震によりクライストチャーチの大聖堂が崩れるなど、市中心部に入ることが出来なかったことを目にし、余震観測のモチベーションが沸きあがってきたのを感じた。

被災直後の現地を訪れることによって悲しみを感じるが、この防災業務を通して、人命救済活動になることが期待できるのは、職務として大いに誇れるものだと思う。

『地震予知研究センターの業務紹介』：感想（抜粋）

・人里離れた山奥など各地に点在するいろいろな事業所に出張する業務が多く、車の運転が出来ないとこれは大変な業務になると思った。もし自分だったら車の運転は普段あまりしないので、ましてや山道を走ることなどないので、山奥でタイヤが溝にはまったり木に車をぶついたりしそうで、とても困ることになると思った。また、地震観測のために各所に配置されている計測機器であるが壊れてしまっている場合などがあり、その修理メンテナンスは経験豊富な技術職員の人が年々定年等でいなくなっていくことから、維持管理が大変になると思った。機械の修理が出来る人が定年で誰もいなくなると事業所を閉鎖することも今後出てくると思った。

また講演の途中で述べられた特許の取得については素晴らしいと思った。特許自体を取得すること自体、滅多にできないことであるが、取得しても使えない特許が多いと思うので、そんな中で実用性のある特許を見出したことは素晴らしいと思った。

・火山・地震・津波・気象（台風）といった自然現象を科学的に解明し、それを社会に役立てるといふ研究には、本当に頭が下がります。これからもがんばってください。

・観測機器の維持管理は自分も行っているなのでその苦労はかなり大変だろうと思う。また観測点が広域のため移動の労力もかなりのものだろうと思う。講義を聴いていて、ああそんなことあるなと思う事ばかりだった。そんな多忙の中で機器を開発され特許を取得されたことは大変すばらしいことだと思った。

・地震計の観測で大変なメンテナンスとそのデータの整理について、非常に大変な作業であることが分かった。私たちも何点かメンテナンスに行っているが、担当している設置範囲とその数が一番の違いである。写真に有るような森の中をいくことは非常に大変で、こちらでも竹藪に観測小屋が隠れてしまいGPSが受信できなくなったりするので、毎年竹を切りに行っている。また、データの通信障害も稀に有り、先日も観測ポイント周辺の電気設備交換のための停電後、地震計のデータ通信が復旧せずメンテナンスの大変さの片鱗は理解している。また海底地震観測や地殻変動観測等、あらゆるフィールドで作業をされているということで、私も様々なフィールドで経験を積み、多彩な技術を身に付けたいと考えています。

・観測点の維持の苦労が分かった。海外での経験でのお話には感銘を受けた。

・技術職員の数が限定されている中、全国にわたり活動されている事実を初めて知った。また、海外においても活躍されていることは、実にすばらしいと感じた。

・データロガーの旧媒体からの変更についてはどうされているのかとても興味がありました。こちらのデータは膨大なものだと思いますので非常に苦労されておられると思います。データ移行作業は継続中で苦労されていると思いますが、データ劣化のない媒体を探すのもかなり悩まれたのではないかと思います。また、無人観測所からのデータの転送などは機器に不良などがあつたときに測定が止まってしまったりするので苦労されていると感じました（私も似たような作業に同行したことがあるので）。

・防災研の観測点が全国に 1000 点もあること、また、身近な場所に設置されていることを知った。一口に観測といえども、山から学校の屋上、海底、海外と多岐に渡り、ご苦労もある反面楽しんで業務に臨まれていると感じた。データ処理、サーバー管理、機器・システム開発、公用車の管理などなど、どこの技術職員も万事屋稼業なのだと親近感を覚えた。

・日本各地だけでなく、ニュージーランドやブータンなどの海外や海洋にも計測機器を設置し、地震観測するのは大変そうであった。広域での観測には計測に関する技術だけでなく方言や語学、その場所ごとのルールなど技術以外の部分のスキルが必要であり、そこにかかなり苦心されていることが良く分かった。

・今後起こるとされている大地震に備えて地震観測を続けることは必須であると思われませんが、京都大学だけで42地点もの観測点を持っており、また宮崎観測所以外の全ての地点を宇治キャンパス内のセンターでデータ収集やメンテナンスを行っているを知り驚きました。中四国から北陸までの観測点に足を運んでメンテナンスをすることは非常に大変だと思います。機械メンテナンスだけでなく、樹木や草に覆われた観測所の周囲の伐採も必要で非常に体力のいる仕事だと感じました。



三浦グループ長の講義