

2009年産業技術総合研究所 一般公開「地震を測ろう」の実施報告

今西 和俊¹⁾・行谷 佑一¹⁾・安藤 亮輔¹⁾・加瀬 祐子¹⁾
木口 努¹⁾・桑原 保人¹⁾・長 郁夫¹⁾

1. はじめに

地震国日本に住んでいて地震の揺れを感じたことのない人はいないでしょう。一方、地震の揺れを記録する地震計を見たことのある人は意外と少ないのではないのでしょうか？ 私たちは2009年7月25日(土)に行われた産総研一般公開の中で「地震を測ろう」という企画展示を実施し、普段、調査に使用している地震計を実際に見てもらい、どのような信号が記録されるのかを体験してもらうことにしました。さらに、この企画を通して地震計がどのような研究に活用されているのかについても知ってもらう実験を行いました。本稿では、一般公開で行った展示の紹介と当日の様子について報告します。

2. 一般公開での展示について

展示では3つのコーナーを設けました。以下、それぞれのコーナーについて概要を紹介します。

2.1 様々な地震計

地震学では地震計を使って地球内部の鼓動を捉え、人間が直接見ることのできない地下深部の様々な現象を調べています。これは医者が聴診器を使って肺・心臓・血管などの出す音を聴き、患者の健康状態を診断しているのと似ています。このように地震計は地震学にとって不可欠な道具で、目的や用途に応じて様々な種類があります。具体的には、私たちが感じないような微弱な信号を記録する高感度地震計、大きな地震による強い揺れでも振り切れずに記録できる強震計、小刻みな揺れから非常にゆっくりとした振動まで広い周期にわたって揺れを記録できる

広帯域地震計です(写真1)。この他にも、海底での地震観測を可能にした海底地震計や地下深部での計測を行うために開発されたボアホール型地震計などがあります。

一般公開では広帯域地震計1台と性能の若干異なる高感度地震計2台を机の上に並べ、地震計の周りで跳ねたり机をたたいてもらったりしました。地震計で捉えられた揺れはリアルタイムでパソコンのモニター上に描画し、来場者に波形の違いを見てもらいました(写真2)。リアルタイムで波形を描画するシステムの詳細については行谷ほか(2007)の報告をご覧ください。



写真1 様々な地震計。左の2つは広帯域地震計 (Streckeisen社製のSTS2とGURALP社製のCMG-3T) で、120秒から数10Hzの地面の揺れまで記録できる。その他の4つは高感度地震計で、右からMark Products社製のL-28B (4.5Hz計)、Lennartz社製のLE-3Dlite (1Hz計)、Mark Products社製のL-22E (2Hz計)、LAC-3D (1Hz計) である。ここで、4.5Hz計とは4.5Hz (約0.2秒) よりも小刻みな地面の揺れを正確に記録できることを意味する。

1) 産総研 活断層・地震研究センター

キーワード: 一般公開, 地震計, 震源決定, 地盤

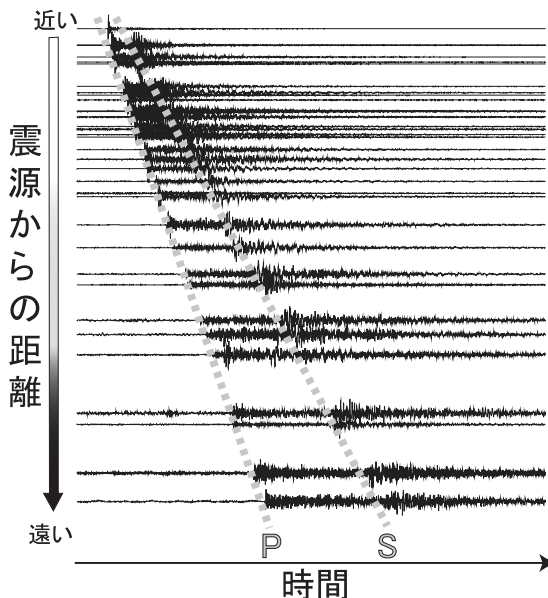


写真2 2つの高感度地震計(左: Mark Products社製のL-28B, 中央: Lennartz社製のLE-3Dlite)と広帯域地震計(右: Nanometrics社製のTrillium Compact)を用いた実験の様子。

さい。高感度地震計では足を床に触れるだけでも揺れを検出するため、来場者は一様にその感度の高さに驚いていたようです。一方、広帯域地震計の特徴を来場者に実感してもらうためにはゆっくりした周期の揺れを人工的に作る必要があります。私たちは机をゆっくりと押して離すことでゆっくりした周期の波を作り出し、それが広帯域地震計のみで記録されることを確認してもらいました。しかし、このやり方ではせいぜい数秒の周期の波を作り出せるくらいでした。実験に使った広帯域地震計は2分の周期の揺れまで記録できるタイプのため、残念ながら、その優れた性能を披露するところまでは至りませんでした。

2.2 震源決定

地震が発生した場所を震源と呼び、そこから放出された地震波は四方八方に伝わります。地震波には、「ガタガタガタ・・・」とした縦揺れのP波と「ユサユサユサ・・・」とした横揺れのS波があります。震源の位置を決定するのに、このP波とS波の到達時刻を使います。地震波の伝わる速さはP波の方が早いので、P波が早くやってきて、S波は遅れて到着します。このP波とS波の到着時刻の差を初期微動継続時間と呼びます。震源からの距離が遠くなるほど初期微動継続時間は長くなり(第1図)、初期微動継続時間T(秒)と震源距離R(km)の間には、 $R=kT$ という関係が成り立ちます。ここで、kはP波速度(地殻内で5km/秒程度)とS波速度(地殻内で3km/秒程度)から決まる値



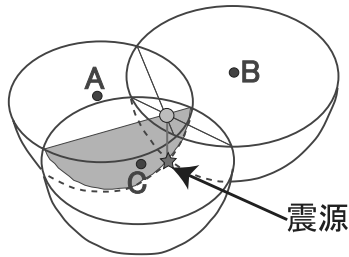
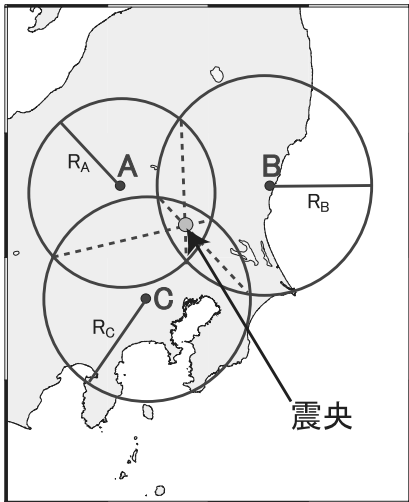
第1図 初期微動継続時間と震源からの距離の関係。

で、一般に7~8km/秒になります。観測地点が1か所の場合、その地点から半径Rの球面のどこかで地震が発生した、ということがわかります。3つ以上の観測地点があると、全ての球面の交点として震源の位置を求めることができます(第2図)。

このように紙とコンパスがあればおよそその震源位置を決定できますが、正確にそして迅速に震源を決定するために、通常はあらかじめ観測で決められた適切な地下の速度構造を使用した上で計算機を使って行います。一般公開では茨城県の下で発生した地震を使い、P波とS波の到達時刻の読み取りから震源決定を行うところまでを体験してもらいました(写真3)。この作業には国内で広く使われているWINシステム(卜部・東田, 1992)を使いました。これは研究者にとっては非常に便利なシステムなのですが、一般の方に使ってもらうには機能も多く、難しかったようです。一般公開などの目的に特化したソフトの開発も必要だと実感しました。

2.3 地盤による地震の揺れ方の違い

地表での地震の揺れ方は、地震の規模(マグニチュード)が大きいくほど大きくなります。また、震源からの距離が近いほど大きくなります。しかし、地震の揺れ方はそれらだけでなく、地盤(地下の地層)の影響



第2図
震源決定の概念図(力武常次著「簡明地球科学ハンドブック」聖文社を参考に作図).



写真3 震源決定の体験の様子。

も強く受けることがわかっています。地盤には山地を作る硬い岩石からなるものと平野などを作る柔らかい地層からなるものがありますが、柔らかい地層は揺さぶられやすいので大きな揺れとなります。なぜ隣の地域の震度と大きく違うことがあるのだろうと不思議に思ったことのある方もいらっしゃると思います。これは大概、地盤の違いによる影響だといえます。

このような地盤による地震の揺れ方の違いを来場者にわかりやすく伝えるために、台車と地震計を使った実験を行いました。これは過去の一般公開でも行った実験ですが(行谷ほか, 2007), 好評につき今回も実施しました。実験の方法は以下の通りです。

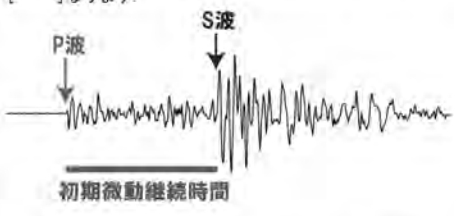
写真4に示すように台車の上に2台の地震計を固定します。このうち手前側の1台は台車の上に直に固定しますが、もう1台の後ろ側の方は台車の上に置いたス



写真4 地盤による地震の揺れ方の体験(台車を用いた実験)の様子。台車の手前側は、台車に直接設置した地震計。後ろ側は、スポンジ(黒っぽい塊)上に設置した地震計。使用した地震計はミットヨ社製の強震計(JEP-6A3)である。

ポンジの上に固定します。前者が硬い地盤に設置した地震計、後者が柔らかい地盤に設置した地震計に対応します。台車を水平方向に揺らすことで、異なる地盤に置かれた2つの地震計による波形の違いを見ることができます。波形は行谷ほか(2007)によるシス

第1問 下の【 】に文字を入れて文章を完成しましょう。
P波とS波の到達時刻の差を初期微動継続時間と呼びます。
初期微動継続時間は、震源からの距離が遠くなるにつれて
【 】なります。




第2問 地震計の説明として正しいものに○を、間違っているものに×をつけましょう。

- () 地震計には目的や用途に応じていろいろな種類がある。
- () 地震計は一人では持ち運びができないような大きなものである。
- () 地震計の記録を使えば、地震の発生した場所（震源）を決めることができる。
- () 地震計を発明したのは、トーマス・エジソンである。

第3問 地盤（地下の地層）により地震の揺れ方は異なります。なまずの「つつくん」とかえるの「すぎさま」、どちらが大きな揺れを感じるのでしょうか？

大きな揺れを感じるのは【 】



第4問 学校にいる時、地震により大きな揺れが起こりました。最初に行うこととして正しいのは（ア）～（エ）のどれでしょうか？

- （ア）窓の下に逃げる。
- （イ）机の下など、身の安全を確保する。
- （ウ）急いで外に出る。
- （エ）家族に電話をする。

正しいのは（ ）

付録

今回の一般公開ではジオドクトルという企画が行われ(住田ほか, 2010), 私たちもこれに参加しました. 左は, 「地震を測ろう」のコーナーで配布した問題用紙です.

テムを使いリアルタイムでパソコンのモニター上に描画しました。2つの地震計による波形の違いは明瞭で来場者の反応も良く、スポンジの上に置いた地震計(つまり柔らかい地盤)の方が大きく揺れることを実感してもらえたようです。この実験を体験すると、自分の住んでいるところの地盤の状態はどうなのか気になるのは当然のことで、実際に質問される来場者も多くおられました。知識不足のため個々の地域についての情報を教えることができなかつたのが残念です。今後はそのような場合に備えて、できるだけ多くの資料を揃えておくことが必要だと感じました。

3. おわりに

一般公開では、私たちが調査に使用する地震計を用いた体験型展示を行いました。自分が起こした揺れがモニターに映し出される様は単純に興味深く、子供から大人まで来場者はひっきりなしにとび跳ねたり台車を動かしたりして楽しまれたようです。また、この企画を通して、地震の発生位置や地盤の状態を調べることに地震計が活用されていることについても知ってもらえたように思います。最後に、暑い中、この会場に足を運んでいただいた皆様に感謝いたします。

謝辞：活断層・地震研究センターの堀川晴央氏には、地震計2台を貸していただきました。また、本稿で使用した図の一部は、Generic Mapping Tools (Wessel and Smith, 1998)で作成しました。末尾として、展示企画にご協力いただいた皆様に厚くお礼申し上げます。

引用文献

行谷佑一・堀川晴央・加瀬祐子・吉見雅行・吉田邦一・杉山雄一・國府田真奈美・藤野滋弘(2007): 2007年7月21日産総研一般公開「地盤による地震の揺れ方の違いを見てみよう」の報告, 活断層センターニュース, no.70, 11-12, <http://unit.aist.go.jp/actfault/katsudo/news/no.70.pdf>.

力武常次著(1992): 簡明地球科学ハンドブック, 聖文社, 296pp.

住田達哉・伊藤順一・名和一成・宮地良典・七山 太・高田 亮・伊藤 忍・吉川秀樹・大和田 朗・佐藤卓見・福田和幸・中澤都子・今泉博之・今西和俊(2010): 産総研一般公開, 地質分野有志企画「ジオドクトル2009」コース, 地質ニュース, no.671, 8-12.

卜部 卓・東田進也(1992): WIN微小地震観測網波形検測支援のためのワークステーション・プログラム(強化版), 地震学会予稿集, no.1, C22, P18.

Wessel, P. and Smith, W. H. F. (1998) : New, improved version of the Generic Mapping Tools released, *EOS Trans. AGU*, 79, 579.

IMANISHI Kazutoshi, NAMEGAYA Yuichi, ANDO Ryosuke, KASE Yuko, KIGUCHI Tsutomu, KUWAHARA Yasuto and CHO Ikuo (2010) : Report on 2009 AIST open house "Let's measure shaking using seismometer".

<受付: 2010年5月17日>