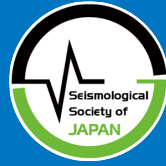


なみふる



2016.1

日本地震学会
広報紙

No.
104

Contents

2 地震学偉人伝(その4)
「信念の人」 今村明恒(1870-1948)③

▼兵庫県南部地震20周年特集

4 座談会「兵庫県南部地震と私(下)」

6 教室でできる地学実験
「ANB地震計を作ろう!」③

8 イベント報告
・日本地震学会秋季大会 一般公開イベント



助教時代の今村明恒(「地震予知の先駆者 今村明恒の生涯」より)。▲



主な地震活動

2015年9月～2015年11月

気象庁地震予知情報課
神谷 晃

2015年9月～11月に震度4以上を観測した地震は12回でした。図の範囲内でマグニチュード(M) 5.0以上の地震は30回発生しました。

「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の余震活動」、「震度5弱以上」、「被害を伴ったもの」、「津波を観測したもの」のいずれかに該当する地震の概要は次のとおりです。

①「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震活動

余震域(図中の矩形内)では、M5.0以上の地震が6回発生しました。M6.0以上の地震、震度5弱以上を観測した地震はありませんでした。最大規模の地震は、福島県沖で発生した9月4日の地震(M5.3、最大震度2)、10月21日の地震(M5.3、最大震度4)でした。

②東京湾の地震

(9/12 05:49 深さ57km M5.2)

フィリピン海プレート内部で発生した地震で、東京都調布市で最大震度5弱を観測し、負傷者7人の被害が生じました(被害は総務省消防庁による)。

③薩摩半島西方沖の地震

(11/14 05:51 M7.1)

陸のプレートの地殻内で発生した地震で、鹿児島県鹿児島市などで最

大震度4を観測しました。この地震により、鹿児島県トカラ列島の中之島(海上保安庁)で30cmの津波を観測しました。

世界の地震

今期間、M7.5以上、あるいは死者・行方不明者50人以上の被害を伴った地震は以下のとおりです(時刻は日本時間、震源要素は米国地質調査所(USGS)、Mwは気象庁によるモーメントマグニチュード)。

●チリ中部沿岸の地震

(9/17 07:54 深さ21km Mw8.3)

ナスカプレートと南米プレートの境界で発生した地震で、チリで死者12人、家屋全壊約60棟などの被害*が生じました。この地震により、岩手県久慈港(国土交通省港湾局)で78cmの津波を観測するなど、北海道から沖縄県にかけての太平洋沿岸等で津波を観測しました。

●アフガニスタン、ヒンドークシの地震

(10/26 18:09 深さ213km Mw7.5)

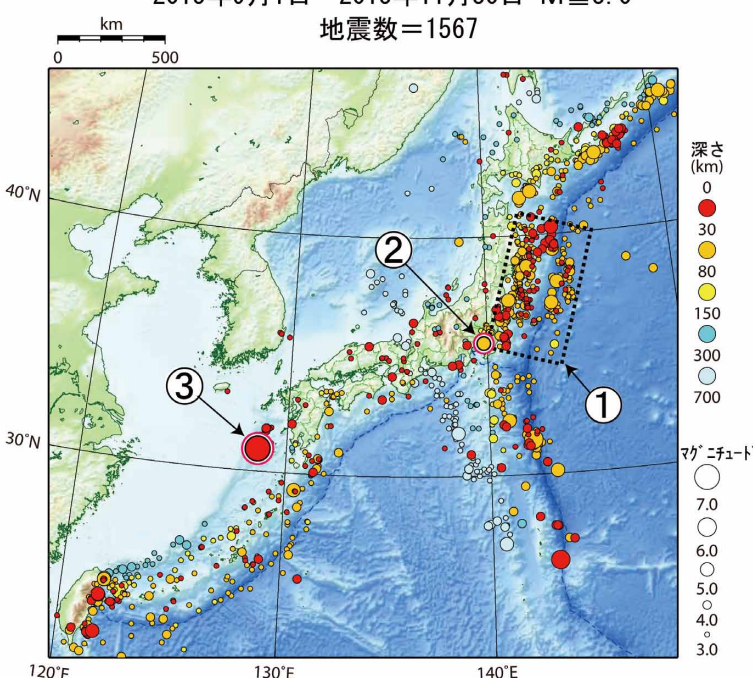
インド・オーストラリアプレートがユーラシアプレートに衝突している地域で発生した地震で、パキスタンで死者279人、アフガニスタンで死者107人等の被害*が生じました。

●ペルー・ブラジル国境の地震

(11/25 07:45 深さ601km Mw7.5)

ナスカプレート内部で発生しました。この地震発生の5分後の07時50分にほぼ同じ場所で、同規模の地震が発生しました。

2015年9月1日～2015年11月30日 M \geq 3.0
地震数=1567



*世界の地震の被害は、OCHA(UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs:国連人道問題調整事務所)による。



地震学偉人伝

その4

信念の人 今村 明恒 (1870-1948) ③

桑原 央治 / 静岡大学理学部 生田 領野

今回は予測される地震災害を示して警鐘を鳴らした今村と、民心安定に奔走した大森との対立に触れました。筆者は大森と今村の性格や考え方をそのままに、置かれた立場だけを入れ替えてみたらどうだろうかと、想像してみることがあります。大森は自らの苦衷をいっさい表に出して語っていませんが、粘着質で一本気だった今村の苦悩は、大森の立場に立てばいっそう複雑で重いものになっていたに違いありません。

今村と大森の苦悩

地震の予測に基づく情報は、ひとつ誤れば、大きな社会的混乱に結び付きかねません。ラクイラ地震（2009：なみふる78号）では、事前に出された安全宣言がアダとなり多くの人命が損なわれ、研究者と司法を巻き込んだ問題になりました。地震の予測情報が混乱をもたらすには、いくつかの条件があるでしょう。①権威ある者の不適切な解釈・発表 ②マスコミの不適切な取り扱い ③悪いタイミングでの不安を惹起する現象の発生。この三要素が重なったのが、前回触れた”東京大罹災の予言”問題でした。そしてそのベースに迷信等、人々の根強い不安感情があったことも無視できません。

この問題の本質が大森個人にではなく、これら不幸にも重なった悪条件にあったことを今村も理解はしていましたが、胸中の無念は押さえきれませんでした。その最大の要因は、前回も触れた桜島の大正大噴火（1914）ではなかったかと思われます。地震が頻発し地元民の間に大きな不安が醸成される中、大森と今村は前年から予備調査の必要性を話していました。ところが測候所は噴火とは無関係だと答え、大森も現地では、安全宣言ととれる発言をしたといいます。後年中央気象台長となる藤原咲平も発災後、「（大森博士は）未だ

嘗て一回も『大爆発の惧れがある。急遽避難せよ』等の発言をされたことは無い」と、大森を楯にして測候所長を擁護しました。「公衆に対しては決して生命等の危険があることを話してはならない」と述べ、予知可能だったという今村の批判に対して、「学術的に全く無意味だ」と一蹴しています（*1）。

関東の地震に対して今村が鳴らした警鐘に、非難を繰り返した大森の背後、社会の中核には、こうした治安優先の思想が息づいていました。噴火の前兆を確信しながら、郷土に大きな災害を被ってしまったことを悔いていた今村の眼には、火消しに躍起になる大森が、より許し難く映ったのではないのでしょうか。

地震学会の創設

大森亡き後、関東大震災から6年後の1929年、今村は地震学会を設立します。日本の地震学会は、1880年に世界で初めての地震学会として主にお雇い外国人教師を中心に設立されました（なみふる95号参照）が、外国人会員の多くが帰国してしまったために、1892年に解散されていました。

今村が新たに立ち上げた地震学会は、地震の知識の普及と交換のために、雑誌『地震』を発行します。

今村の最期の情熱

大森と今村の間には、“大地震は同じ場所を繰り返し起きるのか”という問題を巡っての、学説上の対立もありました。大森には現在の第1種地震空白域（注1）に近い考え方で、チリ沖・イタリアでの2度の大地震を予測できたという自負がありました。一方今村は、大地震は過去に起こったところで繰り返し起こると考えていました。今村は関東地震の後、東海道、南海道で過去600年間、平均125年間隔で繰り返し大地震が起こっている事実には気づきました。また、関東地震の前の三浦半島をはじめとして、いくつかの大地震で地震に先立って地殻変動が報告されていることに注目します。



写真1 徳島県徳島地動観測所と整地に協力した富岡高等女学校の生徒（『地震予知の先駆者 今村明恒の生涯』より）

今村は次の南海道の地震の予兆を捉えるべく、行動を起こします。1928年に南海地震研究所を設立し、四国・紀伊半島を中心にした自前の観測網の展開・維持に巨額の寄付と私財を注ぎ込みます(写真1、図1)。今村は、観測網の展開と同時に、地元の市町村や住民達に、次の南海地震が近いことを伝え、対策を促します。南海地震(1946)の直前にも、高知県室戸

町の前町長宛に時期の切迫を告げる手紙を送りますが、郵送に8日を要し、届いたのは未明に発災した12月21日の朝という皮肉な結果に終わります。また残念なことに、この時までには戦争に伴う資材と人手の不足で、観測が中断されていました。「18年の苦心が水泡に帰した」という今村の嘆息も、もったもなことでした。

最期まで地震の予知と震災予防に情熱

を燃やし続けた今村でしたが、戦後は陸軍学校の教授だったことで恩給を停止され、生活も苦しかったようです。南海地震の翌年11月、今村は体調を悪くし、12月には19年間務めた地震学会会長を退きます。1948年の元旦、家族と弟子達に見守られ、世田谷の自宅にて静かに息をひきとります。(了)

現在も続く社会と地震学の葛藤

桑原 央治

地震予知という悲願

少なくとも古代ギリシャ以来、地震におびえる人類にとって、その予知は悲願でした。地震は“突然の発災”という性質から、他の自然災害とは異質の恐怖を人々に与えて来ました。発生や経過が、すべて目に見えぬところで進行するからです。“予め知る”ことができれば、応急の防護策はもちろん、恐怖を大きく軽減できます。

日本の地震学の祖であるジョン・ミルン(なみふる95号)は地震学の二大目標として、①地震予知 ②建築物への影響の軽減、を提唱し、予知については前兆現象の検証の前に、理論的考察が先行すべきであることも指摘しています。この二本柱は関谷(なみふる96号)はもちろん、大森、今村にもしっかり引き継がれました。

ただ現実に実現が可能な建造物の耐震化と違い、地震予知の前には高い壁が立ちはだかります。はたして“予知を可能にする方法があるのか否か”(*2)という根本的な疑問ひとつとっても答えることは容易ではありません。ミルンと関谷以降、多くの研究者によって動物の異常行動、天候や季節・時間帯との関係、地磁気の異常、地電流の変化、空中電気、湧水、地殻変動等、様々な前兆の可能性が追求されましたが、未だ明確な手がかりを得るには至っていません。

事前防災と人間生活

また事前の災害対策の必要性はわかっている、それと“快適な日常”とをどう折り合いをつけるかは、容易な問題ではありません。2011年3月11日に発災した東日本大震災では、古くから何度も巨大津波を経験してきた三陸地方が、またしても甚大な被害にあいました。明治三陸津波(1896)の後、今村が声をからして村落の高所移転を訴え、寺田寅彦が科学的防災教育を唱えましたが、2万人弱の方が犠牲になった結果を見る限り、これらの効果も限定的だったと言えるかも知れません。そして再び高所移転、防潮堤、科学教育について、同じ議論が繰り返されているのが現実です。しかしでは、海と共に暮らしてきた人々は、海から離れた生活や、異様に高い防潮堤と向き合う日々を、人間らしい暮らしとして受け入れられるでしょうか。人間の暮らしと生命…その解きたいもつれを、それぞれの立場で負わされたのが大森と今村でした。2人の確執は、今村も後年には「先生(大森:筆者注)は民心安定の犠牲になられた」と述べているように、関東大震災を経て一見解消されたようにも見えますが、矛盾そのものは解消されるどころか、現在にまで持ち越されているのです。

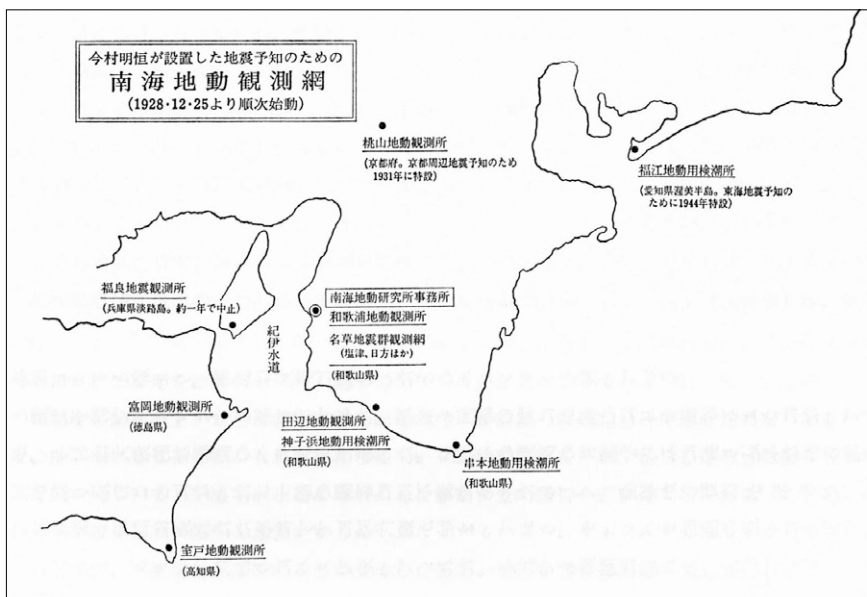


図1 今村が整備した南海地動観測網(『地震予知の先駆者 今村明恒の生涯』より)

注1) 第一種地震空白域 带状に連なる沈み込み帯の中で、周囲では大地震が起こっているのに、大地震が起こっていない場所。当時は沈み込み帯という概念はありませんでしたが、大森は地震が带状の「地震帯」を描き、地震帯の中でまだ地震が起こっていないところで将来起こるものと考えました。

参考文献

- 「地震予知の先駆者 今村明恒の生涯」山下文男/青磁社
- 「大地震の前兆に関する資料—今村明恒博士遺稿—」震災予防協会編
- *1「鹿角義助君の為に弁ず」藤原咲平/『気象集誌』第33年第3号
- *2「地震予知スルノ法如何」関谷清景/『東洋学芸雑誌』第3巻50号

特集「兵庫県南部地震20年」その④



座談会

「兵庫県南部地震と私」



京都大学大学院理学研究科

久家 慶子

滋賀県立大学環境科学部

小泉 尚嗣

名古屋大学大学院環境学研究科

田所 敬一

なみふる100号から始まった兵庫県南部地震20年特集、前号より引き続き、当時関西に在住していた3名の気鋭の地震研究者による座談会をお届けします。後半では地震学がつけられている理学的な課題、社会的な課題へと、話はひろがります。



写真1 田所敬一さん(専門: 海底の測地学、地震活動と地殻構造の関係も研究)。座談会のリード役をして頂きました。



写真2 久家慶子さん(専門: 地震波を用いた地震の物理・地下構造の研究)。



写真3 小泉尚嗣さん(専門: 地震前後の地下水の挙動と地震との関係を研究)。

地震の科学と防災

久家: 兵庫県南部地震が起こった後、メディアの方が「次の地震として危ない活断層はどこですか?」というアンケートをされました。確かに、「何人の研究者がここが危険と言いました」というのはインパクトがあると思いますが、多数決的な発想は科学にはそぐわないと思います。

田所: 世間一般の方から見ると、専門家は様々なことを知っていて、専門家の意見分布を見れば、正しいことが導かれるように考えるかも知れないけれど、そうではない?

久家: はい、科学の研究というのは観測事実を説明できる仮説を探し、その合理性を検証する作業ですよ。その際、

まずすべての研究者がすべての観測事実を共有しているわけではありません。更に、観測事実が得られた時点では、それを説明する数多くの仮説が存在し得て、人により様々な見解があり得ます。でも真実の一つですよ。十分な根拠を持ってその真実が合理的であることが示された時点で、別の仮説を描いていた他の研究者は一気に賛同するでしょう。オセロみたいなものです。ある時点までの意見分布とは全く関係の無い真実があり得ます。だから、多数決とかアンケートで地震の危険性が分かるという発想には私は抵抗があります。

小泉: 僕は少し違う意見を持っています。地震学のように長い時間を経ないと正しいことがわからない学問では、誰も確信

を持って情報を出せません。僕は逆に一般の人の立場で考えると、「地震学者も分からないなら仕方が無いけれども、分かっていることは我々に伝えて欲しい」と期待していると思います。だから我々が危ないと思うことは伝えていた方が良いでしょう。

一番現実的なやり方は、強震動予測地図のような、確率かなと思います。で、一般の人はその確率の中から、自分でしきい値(注1)をつかって、そのしきい値にあわせて行動するというふうにすれば、責任の分担ができると思います。科学は多数決ではない、ですが社会に対しては我々の意見分布や、ある程度不確かな情報でも、自分が信じていることに関して伝えていって、ダメだった時にはわかりませんでした。というのが良いと思います。

久家: 確かに分からないからと言って情報を全く出さないのはダメ。伝える道具が必要ですね。なみふるや、学会での広報活動というもの、その時々学会の雰囲気や研究者の声を伝えていく、そうした道具になっていると思います。

考え方・伝え方

田所: 一般の方が自分でしきい値を作るというお話がありましたが、その判断のための十分な知識と情報を、我々は提

供できているでしょうか。

久家：最近、地震について発信する際に感じるの、何が難しいのかが見えにくいということですね。今、プレートテクトニクスは常識となり、皆が知っています。プレート境界地震のメカニズムも日本人はだいたい知っています。すると、「地震は分かっている」と捉えられてしまう。ところがこれはとても単純化した描像です。知識の無い段階では、シンプルに、わかりやすく伝える努力が必要だったのですが、次のステップとしては、更にもう少し先を伝える必要があると思います。

田所：そうですね、絵にしたり、アニメーションにすると、さも分かっているように感じてしまいます。我々自身もそうかも知れない。例えばアスペリティ(注2)という概念。「プレート境界にアスペリティがあります」という絵を描いた結果、それがどんどんシンプルに捉えられて、「プレート境界地震=アスペリティがすべて」になってしまった印象があります。ですが少し違う描像もあったのかも知れません。単純化したモデルは現象の理解のために有効な手段ですが、モデルと向き合ううちに、単純化したものであるという事実を忘れてしまう。

小泉：比較沈み込み学(注3)もそういうものだったかも知れません。「こんなに複雑なことがとても簡単な物理で説明できてしまうのか」という美しさがありました。しかも著名な先生が提唱して教科書にされていました。大学時代に教科書で読んだようなことって、どこかで無条件に信じ込んでいるところがありますね。

久家：そう、それだけで完結して美しいから。研究する上でも、伝える上でも、怖いところですよ。「ここがわからない」「ここが難しい」というシリーズの本を出版したらどうでしょう。

田所：それは良いですね。

久家：「わかったつむりの地震学」とか。「わかった」と思っているところが実はわかったつむりになってはいけなところだという。

田所：そういうことがこれから伝えていく一つの事柄でしょうね。今まで20年、阪神・淡路大震災の反省に立ってやってきて、やはり3.11(編集部注：2011

年東北地方太平洋沖地震あるいは東日本大震災)の時にも同じことが繰り返された(なみふる100-101号「新旧会長対談」参照)のは、伝え方、伝える情報を考えたほうが良いということかも知れないですね。これまでは「こんなことがわかりました」と伝えてきましたが、「我々はこんなことがわかっていません」ということも伝えなくてははいけませんね。

将来を担う人材への思い

田所：最後に、今後の地震学会、あるいは地震研究に対して、期待や要望があれば。

小泉：兵庫県南部地震の後、社会に向けた我々の意識が、3.11以降、再び内向き(注4)になっていると私には思えます。それは、地震学が社会の役に立たなかったという社会からの批判の結果なのかも知れませんが、期待が無ければ批判はありません。やはり社会と向き合うことから逃げないようにしたいと思えますね。

田所：実は名古屋大学では3.11の後、地震を研究したいという学生さんが減っている印象をうけます。やはり学問の世界が内向きになっているからでしょうか。地震学が若い人達から見て魅力的な学問分野ではなくなっているのだとしたら寂しいですね。

久家：京都大学では、兵庫県南部地震の後には地震を研究したい人が増えた印象がありました。ですが3.11の後には、直後に地震に関係する授業の受講生が一時的に増えましたが、地球惑星科学に進む学生自体は少ないのが現状です。社会は地震に対する知識を求めているというニーズを感じるのですが、他方で地震を研究しようという学生は増えないですね。

田所：研究に携わる人だけでなく、国や自治体で防災に関わる人にも、ある程度地震の知識を持ってもらいたいですよね。そんな中で地震を勉強する人が増えていないのは心配ですね。そういう人を増やすのが我々の仕事ですが。

小泉：そのためには、夢のあるビジョンを提示しなくてはならないでしょう。地震

予知・予測は難しい。その代わりに夢が示せていないと思いますね。

田所：この先10年20年、もっと先、どんな研究をしていくのかというビジョンですね。

久家：私はもうすこし違う意味での、個人の人生に対するビジョン、大学院を卒業した後にどんな進路があるか、を少し積極的に学生に見せる努力をした方がよいと思います。学会内部で社会側と大学側が相互に協力して活動できたらよいですね。

小泉：そうですね。行き先(将来)が明瞭な分野は学生も元気ですし、入って来てくれる人が増えないと、研究者も増えませんからね。それに加えて文系の人の中でも、地学がわかっている人に増えてもらいたい。

久家：そう、応援してくれる人ですね。傍目で問題意識を持って見てくれる人と、自分で覚悟をもって研究してくれる人、両方が増えていくことが重要ですね。

田所：地震学の裾野を広げるために、学会としても個人としても、頑張りたいですね。今日はどうも、ありがとうございます。

注1)しきい値 二つの状態を区別する境界となる数値。ここでは情報を受け取った個人が行動を変える基準となる値を指している。

注2)アスペリティ 1980年頃に地球科学に導入された概念。プレートの境界で、普段強くついで、地震を起こす際に強い地震波を発生する領域。場所毎に固有のサイズ分布があり、アスペリティのサイズが地震の大きさに対応しているとする考え方がある(なみふる33号、67号、71号など参照)。

注3)比較沈み込み学 1979年に提唱された、様々な沈み込み帯での地震の大きさの違い、沈み込むプレートの年齢や沈み込み速度、沈み込み角度などのパラメータの違いで説明・分類できるとする考え方。この考え方では巨大地震を起こさないマリアナ型、巨大地震を起こすチリ型に対し、日本海溝はその中間的なタイプとされている。その後、地震データが増えることで徐々に必ずしもこのような類型化が当てはまらない場合もあることが示されている。

注4) 社会に対して学問を役立てる意欲を失った状態。研究者が元々持っている、好きな研究(=学問)だけに閉じこもろうとする傾向が、東日本大震災後に強まったと小泉氏は感じている。

教室でできる地学実験

リバイバル



ANB地震計を作ろう! ③

大阪教育大学 岡本 義雄 宇都宮大学 伊東 明彦

地震計を自分で作ってみませんか? 本格的な地震計を完成させるリバイバル3回シリーズの最終回です。本号では信号をPCに表示して保存するソフトウェアの説明と、実際に観測に用いる際の要点、そして観測波形を紹介しします。地震計製作を完成して、ぜひ観測に取り掛かってください!

波形表示ソフトウェア

前回のアンブと回路はうまく動いたでしょうか? 今回は前回省略した波形表示用のソフトウェアについて説明をします。Processingで動くこのプログラムは筆者のサイト(注1)からダウンロードして、実行ボタンを押すと図1のような画面を書き始めます。なお前号記載のArduinoのプログラムをあらかじめ実行しておいてください。下に抜粋したプログラムはArduinoを操作するプログラム(先に実行)と協力して、Arduino本体からデータを受け取ります(①のdata = の行)。AD変換された信号データは10ビット精度(整数で表示するとき0~1023の間の数値)ですが、PCは8ビットを単位にして2度に分けて取り込んでいます。このデータを画面の上から下に、

順に表示していきます。途中秒が変わるごとにひげのようなタイムマークを入れていきます(②が波形を表示する部分)。ファイルの書き出しの時刻は画面の左上に表示されるので、これを参考にタイムマークを数えると地震が到着した時刻を1/10秒くらいまで読めるはずですが、離れた地域に住む3人以上の友達と、地震計のデータを突き合わせると、震源決定も可能になります(P波とS波の到着時刻の差から震源距離の円を書いて震源の位置を知る方法が高校の「地学基礎」の教科書に載っています)。

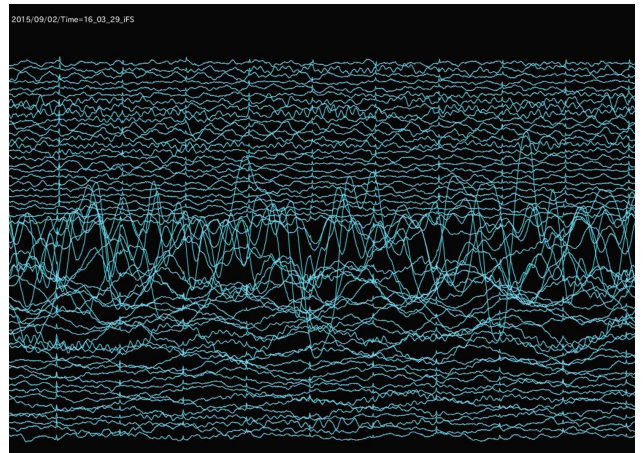


図1 観測中のPC画面(10分間分、画面中央から下に地震(四国沖、M4.5)を記録、タイムマークは1秒ごと、左上部に画面の書き始めの時刻、データは画面と数値データが別ファイルでHDDに連続保存される)。大阪市内の高校校舎4Fでの観測波形。

描画プログラムの一部抜粋

```
// for 1ch input -----①
void serialEvent( Serial p ) {
  if ( port.available() > 1 ) {
    data = port.read() + port.read() *
    256;
    port.write( '*' );
  }
}

// display signal -----②
if ((t==0) || (tt == 0))
  point (x, y);
else
  line (px, py, x, y);
px = x;
py = y;
```

観測する上での留意点

地震観測に適した場所とはどういった場所でしょうか? 例えば天体観測にはできるだけ明かりの影響がなく、空が暗い場所が適しています。同じように地震観測では、車の通行や工場の騒音などでいつも地面が揺れている場所は困るわけです。従って一般的には都会より田舎の方が適していると言えそうです。ただ同じ場所でも、地盤の様子や地震計の置き場所(地下なのか、木造住宅の2階なのか、マンションの高い階なのか)などによってもずいぶん違います。こればかりは実際に地震

計をセットして調べるしかありません。条件が悪い場所でも決してあきらめないください。むしろそういった場所は専門家が地震計を置かないので、何か新しい発見があるかもしれません。それにたとえ地盤の雑振動が大きくとも、より大きな地震動なら観測できるわけです。地震の照合は気象庁の地震のサイト(注2)で行えます。天体観測では日本中どこからみてもほぼ同じ星が見えますが、地震は起きる場所がそれぞれことなりますから、気象庁のサイトに載っていない地震は、ひょっとすると誰も観測していない、あなたの地域の微小地震かも知れません。

著者の一人(岡本)は都会の郊外の住宅地で、私鉄の沿線に隣接した土地の木造住宅の2階(自室のクローゼット内)でこの地震計を使って地震観測を行っていま

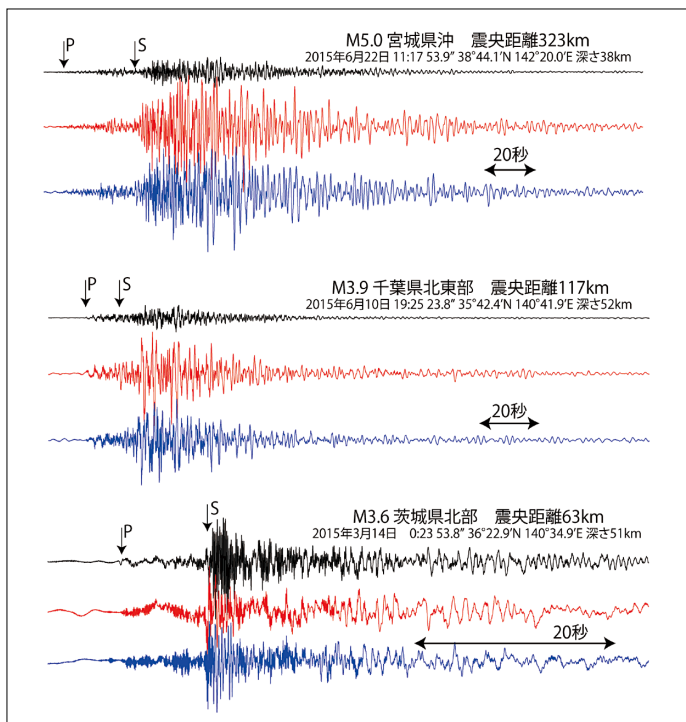


図2 宇都宮大学における観測波形（震源データは気象庁より）いずれも宇都宮の震度は0
 黒：上下動（フィルムケース地震計改良版、文献参照、振子固有周期3秒弱、コイルは太さ0.26mmの線を約5000回巻いたもの）、
 赤：南北動ANB地震計（振子固有周期3秒弱、コイル同上）、
 青：東西動ANB地震計（同上）

す。また郊外の丘陵地にある大阪教育大学の建物の研究室にも同じセットを置いています。

もう一人の著者（伊東）は宇都宮大学の建物の3階の倉庫に同じように地震計をセットしました。この場所は利根川の後背地で地盤はあまりよくないために、結構昼間のノイズ（雑振動）の多い場所ですが、北関東に立地するため、地盤の悪さを補って余りある地震の多さでたくさんの良い記録をとることができました。このいくつかを図2に紹介します。なお、本地震計の構造は一般の地震計と異なり部屋全体が地震計の筐体となります。つまり箱に入れた地震計とは異なり、地面の揺れだけでなく建物全体の揺れを記録していることにご注意ください。また構造上、周囲の微風にも強く影響されます。観測場所を選ぶことも重要です。

応用編：地震計の改造

一般の方や中学高校生にも作ることが可能のように、この地震計は簡単に組み立てられることを優先して作ってあります。もしもっと正確な、あるいはより高感度に地面

の揺れを測定したいなら、センサや回路を改造することができるでしょう。高感度にする方法の一つはセンサ部の感度をあげることです。これには磁石を強力にする（ネオジム磁石を数個重ねて使用する）か、コイルの巻数を増やすことを考えてください。回路の増幅度をあげても高感度になります。より正確な地面の揺れをとるためには、振り子の減衰を増やすためにダンピング用のアルミ板を銅板に換えたり、磁石との距離をできるだけ近くすると良いでしょう。長周期の振動を多く含む遠方（海外）の地震を正確に記録したい場合は、振り子の周期をできるだけ長周期にしましょう。積分増幅回路の回路定数を大きくする（コンデンサの容量を大きく、並列する抵抗の値も大きくする）ことも考えられます。詳しくは筆者のWebサイトに方法を紹介します（注3）。

これらのチャレンジはとてもやりがいがあるものです。なぜなら専門家用の地震計は大変高価ですが、この地震計なら改造してもせいぜい1万円までですし、工夫次第でかなり高性能なものを作れます。著者（岡本）がこのような様々な工夫の上で記録した、昨年4月のネパールで起きた地震

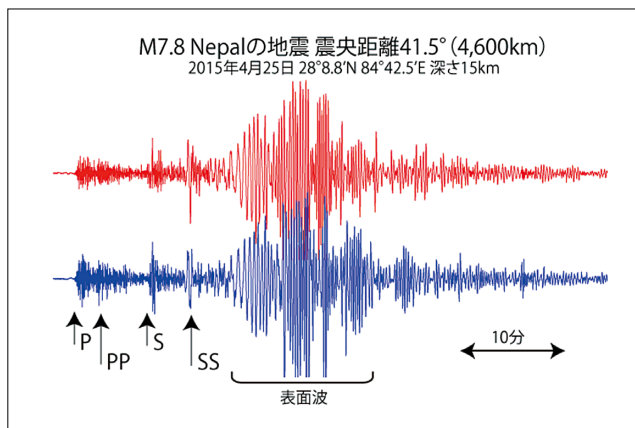


図3 2015年4月25日のネパールの地震M7.8（震源要素はアメリカ地質調査所より）大阪教育大学柏原キャンパスにて。
 赤：北西-南東動 改良型ANB地震計（諸元は宇都宮大学のものに準じる。アンプを長周期用に改良）
 青：北東-南西動（同上）
 P、S波のほかに途中の地表で反射したPP、SS、ぐっと振幅の大きくなる表面波などがよく見える。

の記録を図3に紹介します。簡易型の地震計で記録したとはとても思えない立派な記録が取れました。みなさんもぜひチャレンジしてみてください。そして自分で取った記録を元に、ぜひ地球内部の構造や地震のメカニズムをどのように解き明かしていくのかという疑問にも、意欲を持って取り組んでくれれば開発者としてうれしいです。みなさんの中から次代の地震学者がきっと育つことを夢見て、連載の記事を閉じたいと思います。拙い記事におつきあいいただきどうもありがとうございました。また近々何か別の教材の紹介でお目にかかりましょう！

<文献と謝辞>

岡本義雄：“Arduino”と“Processing”でよみがえる「フィルムケース地震計」、地球惑星科学連合大会予稿集、2014（筆者個人サイトにpdfがあります。
<http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~yossi/ANB/>）

本開発に科研費（基盤C）No. 25350200の補助を得ています。

注1) Processingソフトウェアは
<https://processing.org/download/?processing> から、Processingで動かすプログラムは著者のサイト
http://www.cc.osaka-kyoiku.ac.jp/~yossi/ANB/ANB_ch1.pde からダウンロードしてください。

注2) 気象庁地震情報のサイト
http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/daily_map/index.html

注3) 筆者のWebサイトは下記です。
<http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/yossi/ANB/>

「一般公開セミナー」と「地震の教室」 in 神戸

関西大学社会安全学部 林 能成
東京大学地震研究所 山野 誠

日本地震学会2015年度秋季大会前日の10月25日(日)に、兵庫県民会館において、市民向けの「一般公開セミナー」ならびに学校の教員や親子向けの「地震の教室」を開催しました。

一般公開セミナーは「地震研究は防災に活かされているか?—阪神・淡路大震災から20年間に実現したことと残された課題—」というテーマで、鳥取大学の香川敬生教授と朝日新聞の黒沢大陸編集委員が講演を行いました。講師のお二方は若手研究者・若手記者として阪神・淡路大震災に遭遇し、その後20年間、関連した仕事を続けてこられました。講演では、この震災を契機

に大規模な観測網や巨大な実験装置が整備されたことや、地震動予測の高度化に地震学の知見が応用され、それが建築や土木分野で活用されている様子などが紹介されました。一方、地震学の成果は過大に評価・報道される機会も多く、地震学の實力と社会の期待とのギャップが大きくなっているとの指摘もなされました。講演後にはパネルディスカッションが行われ、地震防災を着実に進めるための方策や、地震予知の可能性などについて活発な討議がなされました(写真1)。

地震の教室では、身近な材料で手作りできる教材や地震計を、会場内に複数のブースを設けて紹介しました(写真2)。小・中・高の教員など30名を超える来場者があり、小麦粉とココアや芋ようかんを使った断層の実験、周期による建物の揺れの違いや耐震補強について考える教材、液状化の実験などを、見るだけでなく実際に試していただきました。その場で、透明なプラスチック製容器の蓋を使った立体地形図作りに取り組む参加者もおられました。これらの教材・実験については、レシピも配布しました。学校での授業や科学教室などに活用されることを期待しています。

なお一般公開セミナーは「ひょうご安全の日推進事業」の助成を受けて行われました。



写真1 一般公開セミナーの様子。パネルディスカッションで会場からの質問にこたえる香川敬生氏(右)と黒沢大陸氏(左)。



写真2 地震の教室の様子。

謝辞

・「主な地震活動」は、国立研究開発法人防災科学技術研究所、北海道大学、弘前大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、高知大学、九州大学、鹿児島大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国土地理院、国立研究開発法人海洋研究開発機構、青森県、東京都、静岡県、神奈川県温泉地学研究所及び気象庁のデータを基に作成している。また、IRISの観測点(台北、玉峰、寧安橋、玉里、台東)のデータを利用している。

・「主な地震活動」で使用している地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の『数値地図25000(行政界・海岸線)』を使用しています(承認番号:平26情使、第578号)。地形データは米国国立環境情報センターのETOPO1を使用しています。

広報紙「なるふる」 購読申込のご案内

日本地震学会の広報紙「なるふる」は、3か月に1回(年間4号)発行しております。「なるふる」の購読をご希望の方は、氏名、住所、電話番号を明記の上、年間購読料を郵便振替で下記振替口座にお振り込み下さい。なお、低解像度の「なるふる」pdfファイル版は日本地震学会ホームページでも無料でご覧になれ、ダウンロードして印刷することもできます。

■年間購読料(送料、税込)
日本地震学会会員 600円
非会員 800円

■振替口座
00120-0-11918 「日本地震学会」
※通信欄に「広報紙希望」とご記入下さい。



日本地震学会広報紙
「なるふる」第104号
2016年1月1日発行
定価150円(税込、送料別)

発行者 公益社団法人 日本地震学会
〒113-0033
東京都文京区本郷6-26-12
東京RSビル8F
TEL.03-5803-9570
FAX.03-5803-9577
(執務日:月~金)
ホームページ
<http://www.zisin.jp/>
E-mail
zisin-koho@tokyo.email.ne.jp

編集者 広報委員会
内田直希(委員長)
生田領野(編集長)、石川有三、伊藤忍、桶田敦、木村治夫、草野利夫、小泉尚嗣、武村雅之、田所敬一、田中聡、津村紀子、土井一生、仲西理子、弘瀬冬樹、前田拓人、松島信一、松原誠、矢部康男

印刷 レタープレス(株)

※本紙に掲載された記事等の著作権は日本地震学会に帰属します。