

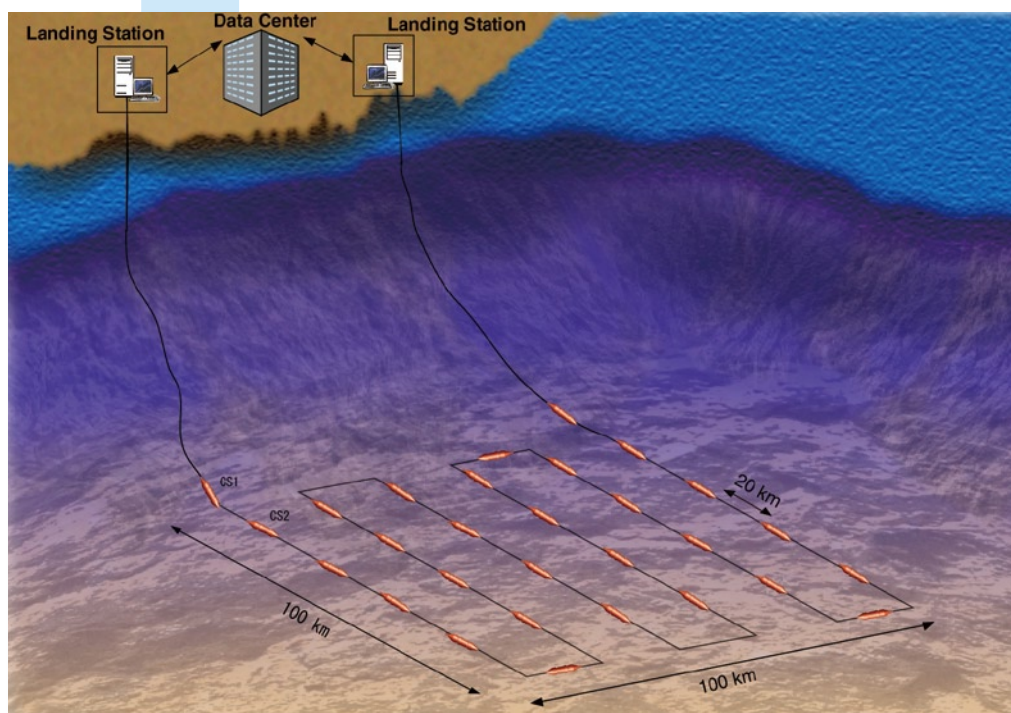
# PIUS

## 地震研究所 ニュースレター

No.3

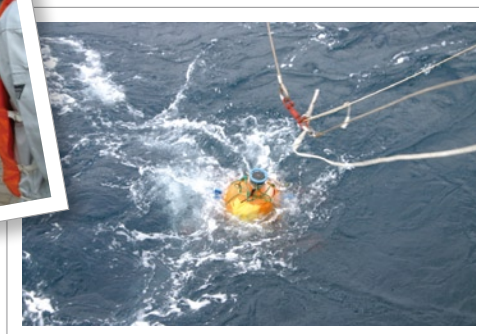
NEWS LETTER Plus

from Earthquake Research Institute,  
The University of Tokyo



特集

## 進化し続ける 海底地震計



**日** 本周辺で発生する巨大地震の多くは、海底で起きている。地震活動を詳細に調べるためには、現場での観測が不可欠である。そのために開発されたのが、海底地震計だ。日本における海底地震計の開発は40年近い歴史があり、質、数ともに世界一。しかし、海底地震計はまだ進化中だ。地震地殻変動観測センターの金沢敏彦教授が目指すのは、2リットルのペットボトルサイズという超小型の海底地震計を20 km間隔で多数配置した、ケーブル観測システムの構築である。地下の構造が明らかになり、地震発生メカニズムが明らかになるだけでなく、「緊急地震速報」をより速くより正確に出すことができるなど、地震の被害軽減にも貢献すると期待されている。



東京大学地震研究所

# 進化した海底地震計

金沢敏彦

地震地殻変動観測センター教授

図1 自己浮上式海底地震計

外径50cmのオレンジ色のチタン製耐圧容器の中に地震動センサ、記録装置、電池などが収められている。下の赤い部分はおもり。船からの超音波信号を受け取ると、おもりを切り離して浮上してくる。右は、投入前の最終調整を行う金沢教授。



## 始まりはロープで

地震が起きる現場で観測をしたい——この当たり前のことが、実は非常に難しい。日本に大きな被害を及ぼす巨大地震の多くは、海底で起きている。海底に地震計を設置するには、強大な水圧に耐える構造、長期間の観測を可能にする電力の確保や装置の省電力化、装置の小型軽量化、確実なデータの回収方法の確立など、解決しなければならない課題がいくつもあるからだ。

地震地殻変動観測センターの金沢敏彦教授は、その難題に挑んできた一人である。金沢教授の案内で、地震研究所1号館1階にある「海底地震観測実験室」を訪れた。そこには海底地震計が30台ほど並び、整備の真っ最中だ。

海底地震計は球体で、外径は50cm(図1)。オレンジ色をしたチタン製の耐圧容器の中には、地震動センサ、時計、記録装置、そして電池が収納されている。「設置してから1年間の連続観測が可能で、回収率はほぼ100%。整備をして何度も使います。10年ほど前からこのタイプを使っていますが、ここまで来るのが大変だったんですよ」

日本で海底地震計の開発が始まったのは1960年代後半。当時の海底地震計は、ロープでつるして海底まで降ろすというものだった。ロープはブイにつないでおき、1週間後に引き上げる。しかし、ロープが海流に流されると雑音が入ってしまう。しかも、水深6000mの海底に設置するのに必要なロープは、なんと7800m。降ろすにも上げるにも時間がかかる上、ロープの量が多いので、1回の航海で設置できる数も限られる。

「地震活動を詳しく知るには、たくさんの地震計で観測する必要があります。いつまでもロープで上げ下げしているわけにはいきません。そこで次に登場したのが、自己浮上式です。大学院生の私が、東京大学理学部の浅田敏教授のもとで海底地震計の開発に加わったのは、そのころからです」

## 涙をのんだことも

当時の自己浮上式海底地震計の設置は、“何日後に浮上しなさい”とタイマーをかけ、船からポンと落とすだけ。着底すると観測を始め、設定日時になると自動的におもりを切り離して浮上してくる。それを船で待ち受けて回収する。このシステムによって一度の航海で十数台の地震計を設置することが可能になったが、タイマー式の限界を思い知らされる出来事が金沢教授の目の前で起きた。

1982年7月23日、茨城県沖を震源とするマグニチュード(M)7.0の地震が発生。その余震活動を調べようと、金沢教授らは海底地震計を震源海域に5台設置した。「ところが浮上予定の日、台風で海が荒れ、出航できなかったのです。いったん仕掛けたタイマーは待ってくれない。嵐が少し弱まったのを見計らって出航し、ようやく投入海域に着いたのが、浮上時刻の10時間後。地震計の姿は、もうそこにはありませんでした」

タイマー式で浮上させている限り、そうしたトラブルは必ず起きる。そこで新たに開発されたのが、超音波式の切り離しシステムだ。船から超音波で指令を送ると、おもりが外れて浮上する。「超音波式の登場によって、海底地震計を多数設置し、確実にデータを回収することが可能になり、ようやく本格的な観測が始まりました」

## 太平洋側に観測網を展開

自己浮上式海底地震計を使った最近の観測の一つが、文部科学省が2004年度から5年計画で進めている「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する調査研究」である。日本海溝では、大きな被害を及ぼす巨大地震が過去何度も起きている。それは、太平洋プレートが陸側のプレートの下に沈み込んでいるからだ。「海底地震計を高密度で設置し、長期間観測することで、その海域での地震活動を正確に把握し、プレートの形状を詳しく知ることもできます。しかし、観測しなければならない海域が広大過ぎるんです」と金沢教授。そこで、20~50台の海底地震計を20km間隔で設置して1年間観測を行い、翌年は別な場所に移すという方法で進めてきた(図2)。

「これまでの観測から、場所によってプレートが沈み込む角度が異なっていることや、アスベリティの位置や広がりが見えてきました」。アスベリティとは、通常はプレート同士が固着しているが、沈み込みによるひずみに耐え切れなくなると大きくずれて地震を発生させる場所のこと。アスベリティが



図2 「日本海溝・千島海溝周辺の海溝型地震に関する調査研究」(文部科学省)における海底地震計観測網

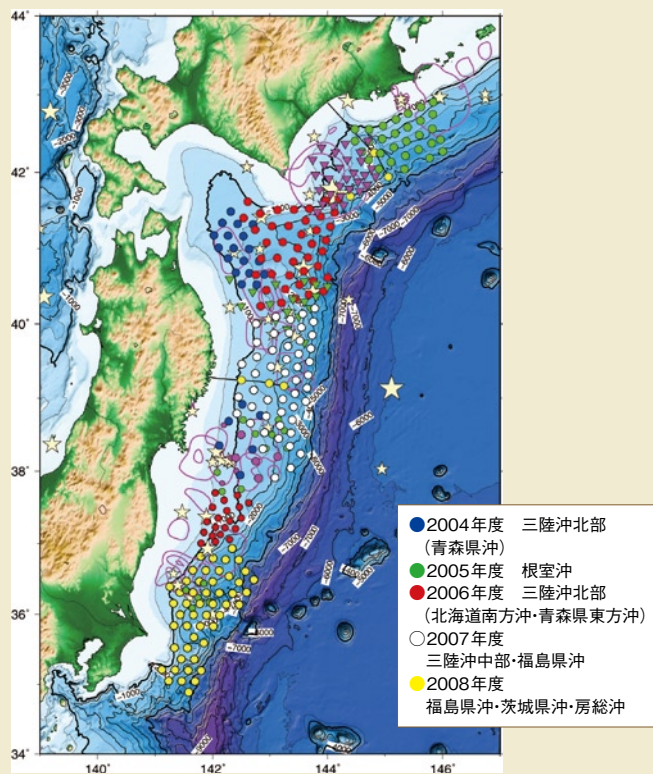


図3 ケーブル式海底地震計と開発メンバー



上段に置かれているのは従来の海底地震計。海底ケーブル用の中継器を使っているため巨大。床に置かれているのは新たに開発した海底地震計。2リットルのペットボトルサイズに収まっている。前列右が金沢教授。

大きいと、地震の規模が大きくなる。アスペリティの場所や大きさ、その活動履歴を知ることが、これから起きる地震の場所や規模を予測するためにも重要だ。

その計画とは別に、2004年から毎年5台の地震計を茨城県沖に設置して観測を行っている。「茨城県沖は、約20年間隔でM7クラスの地震が繰り返し起きている特異な場所です」と金沢教授。前回M7.0の地震が発生したときに、5台の海底地震計を失った因縁の場所でもある。2008年5月8日、まさにその場所でM7.0の地震が発生した。「データの解析はこれからですが、本震はもちろん、前震、余震、さらにはこの5年間にどのような地震活動が起きていたのかもとらえられています。ようやく、いわばリベンジができました」

### 海底地震計が2リットルのペットボトルサイズに

しかし、金沢教授はまだ満足していない。「陸には20km間隔で1500点以上の観測点があり、時々刻々とデータが流れてきます。本当は海にこそ、リアルタイムでデータを取ることができる観測網が必要なんです」

地震研究所は、三陸の釜石沖に地震計3台、津波計2台からなる全長120kmのケーブル観測システムを設置し、1996年からリアルタイム観測を開始している。金沢教授が目指しているのは、それよりはるかに大

規模なもの。しかし、問題は費用だ。そこで、海底地震計の小型化に取り組んだ。

従来のケーブル式海底地震計は、直径27cm、長さ2.2mと巨大だ(図3)。海底地震計を小型にすることができれば、製作費はもちろん、設置費用も安くなる。金沢教授が最初に掲げた目標は500mlのペットボトルサイズ。さすがにそれは無理だったが、2008年3月、2リットルのペットボトルサイズに収まる海底地震計が完成(図3)。直径はわずか10cmだ。今後、信頼性を高めるための試験・改良を重ねていく。

ペットボトルサイズの海底地震計4台からなるケーブル長25kmのシステムを、中越沖などの日本海に設置する計画も進んでいる。その周辺はひずみ集中帯となっており、2007年には能登半島地震や新潟県中越沖地震が起きている。ケーブル観測システムによって、地震活動や地下構造を詳しく調査しようというものだ。

そして将来的には、ペットボトルサイズの海底地震計を20km間隔で多数配置したケーブル観測システムを構築することを目指している(表紙)。

ケーブル観測システムの実現は、科学的な成果だけでなく、地震被害の軽減にもつながると、金沢教授は言う。「緊急地震速報」では、震源に近い地震計でとらえた観測データから震源や地震の規模を推定し、それをもとに各地に大きなゆれが到達する時刻や

震度を推定し、いち早く知らせている。「より震源に近い海底の地震計のデータを使うことができれば、もっと速く、より正確な緊急地震速報を出すことができるようになるでしょう。私たちが開発した海底地震計が災害軽減の役に立つ。こんなうれしいことはありません」

### 陸でやっていることは海でも

「陸でやっていることは何でも、海でできるようにしたい」と金沢教授。陸でできていて、まだ海で十分にはできていないこと。その一つが、地殻変動の観測だ。陸では、人工衛星からの電波を受け取るGPS(全地球測位システム)によって、地殻の動きを数mmから1cmの精度で観測することができる。しかし電波は海中を伝わらないため、GPSをそのまま使うことができない。音波を使った方法で水平変動の観測がされているが、もっと精度を上げたいところだ。上下変動の観測、傾斜の観測、ひずみの観測などもこれからである。「プレートの沈み込みに伴って地殻が変形していく様子を見られるようにしたいですね」

また、ゆっくりした振動から速い振動まで広い周波数にわたって観測できる広帯域の海底地震計は、7年前にようやく実用化できた。しかし、強震観測といって、強いゆれでも振り切れずに観測ができる海底地震計は、最近ようやくできたところだ。

海底地震計は、これからも進化し続ける。



3ヶ月に1度、小粒でピリリと辛いニュースをお届けします。

東京大学地震研究所  
ニュースレターPlus  
第3号

発行日 2008年7月31日

発行者  
東京大学 地震研究所

編集者  
地震研究所 広報委員会  
(責任者:辻宏道、担当:望月公廣)

制作協力  
フォトンクリエイト  
(デザイン:酒井デザイン室)

問い合わせ先  
〒113-0032  
東京都文京区弥生1-1-1  
東京大学 地震研究所  
アウトリーチ推進室  
Eメール  
outreach@eri.u-tokyo.ac.jp  
ホームページ  
http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/index-j.html

# TOPICS

## 連合大会やAOGSにブースを出展

地震研究所は、研究成果の普及や次世代の研究者育成のため、日本地球惑星科学連合2008年大会(5月25~30日、幕張メッセ)および2008年アジア・大洋州地球科学学会(AOGS)(6月16~20日、韓国・釜山)にブースを出展しました。ブースにはそれぞれ600人、200人以上の来訪者があり盛況でした。

## 「日本地震学会若手学術奨励賞」受賞

5月27日、地震予知研究推進センターの加藤愛太郎助教は、2007年度日本地震学会若手学術奨励賞を受賞しました。高密度に設置した地震計のデータを解析して、地震波の進む速度が地殻内でどのように変化するかを詳細に推定し、内陸の断層に力が集中する過程を明らかにしました。これは、内陸地震の発生メカニズムを理解する上で重要な業績です。

## CIDIR設立記念式典

6月2日、総合防災情報研究センター(CIDIR)の設立記念式典が福武ホールで開催されました。CIDIRは東京大学大学院情報学環の新組織(センター長:田中淳教授)で、地震研究所と生産技術研究所の協力により、文理融合型の防災情報研究機関として4月に設立されました。式典では、泉信也防災担当大臣、平木哲気象庁長官ほか、来賓の方々より祝辞を賜りました。

## 「防災教育支援モデル地域事業」採択

文部科学省の「防災教育支援モデル地域事業」に、地震研究所や総合防災情報研究センターなどから提案した課題が採択されました。「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」\*による研究成果を活用し、板橋区立高島第一小学校周辺をモデル地域に、今後2年間で地震防災教材の作成や出前授業・講演会などを行い、防災教育支援の体制づくりと実践を行うものです。

\*ニュースレターplus第1号で紹介

# INFORMATION

## 共同利用

地震研究所は全国共同利用研究所として、国内の研究者を対象に共同利用・研究会などの制度を設けています。

- 平成21年度共同利用・客員教員募集  
9月開始、11月中旬締切
- 施設・実験装置・観測機器・データ・資料などの利用  
随時受付(一部を除く)

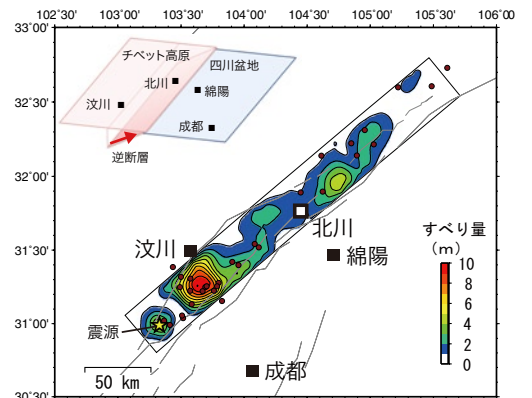
共同利用改善のためのアンケートに多数の回答を頂き、ありがとうございます。結果は、<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/sharing/info.html>をご覧ください。

## 新刊

- 『火山現象のモデリング』  
東京大学出版会、小屋口剛博 著(2008年6月)
- 『プレートテクトニクスの拒絶と受容 戦後日本の地球科学史』  
東京大学出版会、泊次郎\*著(2008年6月)  
\*地震研究所研究生

## 中国四川地震

5月12日、中国四川省を震源とするマグニチュード8.0(中国地震局)の巨大地震が発生し、死者・行方不明者8万人を超える甚大な被害がもたらされました。四川盆地とチベット高原の境界にある長さ約300kmの活断層が動いたとみられ、内陸で発生する逆断層の地震としては最大級です。地震研究所ではホームページを通じて研究情報の発信に努めました。6月26日、東大・京大などの大学・研究機関が中国側と共同調査を行うため、文部科学省科学研究費補助金の交付が決まりました。



四川地震を起こした断層面の広がり動き。震源から始まった断層のずれ(すべり)は断層面全体に広がっていくが、赤い部分では岩盤が10m程度ずれたとみられる(引間和人特任研究員による)。大きくずれた場所の周辺では地面のゆれも大きくなるため、汶川や北川では甚大な被害が発生した。また、断層が300kmという長大なものだったため、被害は広域に及んだ。

## 岩手・宮城内陸地震

6月14日、岩手県内陸南部でマグニチュード7.2(気象庁)の大地震が発生し、死者13人、行方不明10人に及ぶ被害をもたらしました。四川地震同様、内陸の活断層が動いた地震で、その長さは約40kmとみられています。余震分布の決定などのため、東北大学を中心に全国の大学・研究機関が合同で緊急観測を行っており、科学研究費補助金の交付が決まりました。

## 人事異動

- 2008年7月1日付
- 採用 ・地震予知研究推進センター 特任助教 橋本千尋
- 転入 ・研究支援チーム 専門員 武田いつみ
- ・契約チーム 係長 佐野智典
- ・研究支援チーム 主任 森 有子
- ・庶務チーム 一般職員 井口健吾
- ・契約チーム 再雇用職員 櫻井直人
- 昇任 ・庶務チーム 係長 麦谷重男
- 転出 ・研究支援チーム 係長 坂本文子
- ・研究支援チーム 一般職員 下山里奈
- ・契約チーム 再雇用職員 国分和雄

## イベント

- 日本地震学会・地震学夏の学校「hyper地震学」  
(湘南国際村)2008年9月22~24日