

大大特：近畿地方における地下構造調査のための自然地震観測

西村和浩・辰己賢一・中尾節郎・三浦 勉・平野憲雄・山崎友也・福嶋麻沙代・加茂正人・森麻衣子・富阪和秀・米田 格・川井久美子・吉田義則・細 善信・松浦秀起・澁谷拓郎・伊藤 潔・片尾 浩・大見士朗・廣瀬一聖・中尾愛子・森下可奈子*

* 東京大学素粒子物理学国際研究センター

要 旨

2002(平成14)年度から文部科学省の「新世紀重点研究創生プラン～RR2000～」の防災分野における都市再生プログラムとして、「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」(大大特) が開始された。このプロジェクトのもと、京都大学防災研究所は近畿圏における地下構造調査を実施したが、制御震源による構造調査とともに、自然地震観測による調査も実施し、レーザ関数解析結果と制御震源による構造を比較することで構造を精査した。そのため、近畿地方に35点の高感度臨時観測点を設置し、良好な記録を得た。また、周辺の高感度観測点を含めてデータの収録処理を行った。さらに、観測の効率化を目指して携帯電話を用いたデータ通信システムの開発を行った。

キーワード: 自然地震観測, 地下構造調査, 携帯電話, データ通信

1. はじめに

2002(平成14)年度から、「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」(以下、大大特)のもとで実施されてきた、自然地震観測は2006(平成18)年12月をもって終了した。本観測の目的は、大都市圏に大きな被害をもたらすと予想される大地震の強震動予測を高度化するため、震源断層の深部構造と地震波の伝播経路の構造を推定することである。京都大学防災研究所が担当する近畿圏での地下構造調査では、和歌山県新宮市から京都府舞鶴市まで南南東-北北西に近畿圏を縦断する測線における制御震源(伊藤ら, 2005)と自然地震観測による構造調査が実施された。これらの調査の主眼は発生が30～50年以内に迫ってきたと考えられている東南海・南海地震とその地震波の大阪方面への伝播経路にあたる紀伊半島の地下構造を詳細に調べることで、および近畿圏に多数存在する活断層の深部構造を調査することである。

制御震源ばかりでなく、自然地震を用いることによって、より深部の構造調査が可能になる。また、同じ測線での構造を比較することによって、容易に調査ができる自然地震による構造の調査範囲を面的

に拡大する可能性も得られる。そのため、2003(平成15)年度には紀伊半島に試験的に3点の観測点が設置され、2004(平成16)年度には河内長野市-新宮市間に10点(南測線)、2005(平成17)年度には高槻市-京丹後市に15点(北側線)、更に2006(平成18)年度には奈良盆地西部に7点(中測線)の観測点が設置され、最終的に、舞鶴-新宮間に約5kmごとに計35観測点が設置された(Fig. 1, Table 1)。観測点は基本的にはDC電源による単独観測であるが、積雪等による欠測対策とメンテナンス作業効率向上のため、9観測点(南、北測線)でFlets-ISDN回線を用いたオンライン観測を行った。また、11観測点では、冬期の電力供給のために、太陽電池などの代わりにAC電源を用いた観測を行った(西村ら, 2006)。

2005年度までの観測についてはすでに報告したが、今回は2006年度の観測とともに、自然地震観測および得られたデータ全体の概要について述べる。また、観測の効率化のために試みた携帯電話を用いたデータ通信システムの開発についても報告する。

2. 観測システムについて

紀伊半島に設置された13観測点, SK01~SK13の観測システムは, 地震計(Sercel社製 L4C-3D, 固有周期 1s, 3成分), データロガー(白山工業社製 LT7000XT), ソーラーパネル(昭和ソーラーエネルギー社製 GT234), 及びバッテリー(12V36AH)などからなる。

ソーラーパネルとバッテリーからの電力をコントローラー(電菱製SS-6L)によって制御し, データロガーに供給する。地震計からの信号は, シェント抵抗を経てデータロガーに送られCFカード(2GB)に連続記録される。データロガーは100Hzサンプリングで使用し, 内蔵GPS受信装置によって, 絶対時刻3ms

の精度で他の機器との時刻同期がとれるようになっている。データ回収は1ヶ月に1回CFカードを交換することにより行った。バッテリーは12V36AHのもの2~3個を用い, ソーラーパネル(26W)を併用しているが, バッテリーの電力消費の大きいものはカード交換の際に同時に取り替えた。

2005(平成17)年度新たに京丹後市-高槻市間に設置したSK14~SK28の計15観測点において, ソーラーパネルの発電容量を26W から55W(昭和ソーラーエネルギー社製GT 136)に変更した。また, バッテリーは, 12V 36AH(現代製55B24R)から12V 40 AH(GS YUASA製TR-65B24 R)に変更した。バッテリー容量の若干の容量増加と, ソーラーパネルに2倍の容量を持たせたことで, 少々の日陰や積雪でも,

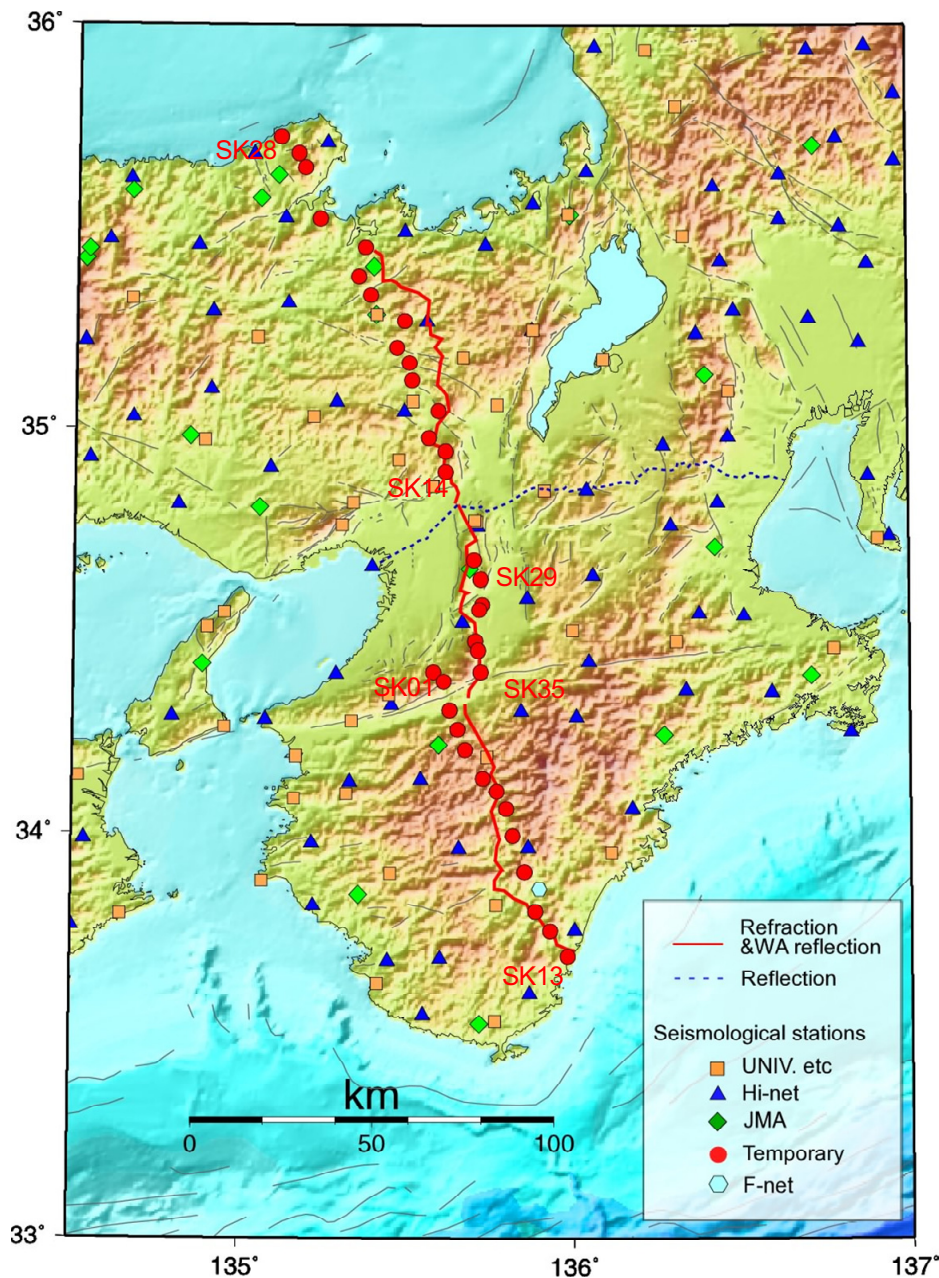


Fig. 1 Observation stations

Table 1 List of station parameters
(a)South Observation Line

Code	Latitude	Longitude	Height m	Component	Natural frequency Hz	Effective sensitivity V/(m/s)	Damping constant
SK01	34°23'59.57"	135°34'33.13"	300	UD	0.98	184.2	0.700
				NS	0.98	188.3	0.699
				EW	1.00	177.6	0.702
SK02	34°22'33.53"	135°36'27.61"	380	UD	1.00	174.5	0.703
				NS	0.97	190.0	0.702
				EW	1.01	178.3	0.702
SK03	34°18'24.08"	135°37'31.69"	250	UD	1.00	184.2	0.699
				NS	0.97	171.0	0.701
				EW	0.99	183.6	0.698
SK04	34°15'27.36"	135°38'59.53"	300	UD	0.99	168.0	0.692
				NS	0.98	175.4	0.706
				EW	1.01	181.7	0.696
SK05	34°12'22.32"	135°40'20.53"	695	UD	1.00	181.8	0.697
				NS	1.00	184.2	0.698
				EW	0.99	182.6	0.705
SK06	34°08'13.96"	135°43'30.25"	400	UD	0.99	183.1	0.699
				NS	0.97	192.2	0.703
				EW	0.99	178.5	0.701
SK07	34°06'18.07"	135°46'02.17"	360	UD	0.96	188.1	0.699
				NS	0.97	189.0	0.700
				EW	0.99	185.4	0.701
SK08	34°03'39.67"	135°47'41.89"	250	UD	1.00	180.6	0.701
				NS	0.98	174.5	0.700
				EW	1.00	180.3	0.700
SK09	33°59'43.19"	135°48'51.37"	450	UD	0.97	188.1	0.697
				NS	1.01	180.2	0.699
				EW	1.01	166.7	0.704
SK10	33°54'20.66"	135°51'01.33"	330	UD	0.98	187.7	0.703
				NS	0.96	188.6	0.700
				EW	0.98	181.6	0.700
SK11	33°48'32.22"	135°52'56.53"	107	UD	0.98	188.6	0.704
				NS	1.00	181.0	0.700
				EW	1.00	173.9	0.700
SK12	33°45'34.06"	135°55'37.06"	80	UD	0.98	167.5	0.702
				NS	0.96	188.6	0.700
				EW	1.00	170.4	0.703
SK13	33°41'48.37"	135°58'42.46"	100	UD	0.97	185.5	0.701
				NS	1.00	184.8	0.697
				EW	1.00	181.8	0.703

Table 1 List of station parameters

(b)North Observation Line

Code	Latitude	Longitude	Height	Component	Natural frequency	Effective sensitivity	Damping constant
			m		Hz	V/(m/s)	
SK14	34°53'53.99"	135°36'28.30"	193	UD	1.00	170.5	0.700
				NS	0.99	159.1	0.700
				EW	1.00	172.7	0.700
SK15	34°56'44.38"	135°36'39.46"	365	UD	1.00	171.3	0.701
				NS	0.97	169.3	0.700
				EW	0.99	162.2	0.700
SK16	34°58'43.07"	135°33'37.22"	330	UD	1.00	175.5	0.701
				NS	1.00	163.8	0.700
				EW	1.00	156.3	0.701
SK17	35°02'43.37"	135°31'08.46"	140	UD	0.99	164.5	0.700
				NS	0.98	163.8	0.700
				EW	1.01	161.4	0.699
SK18	35°07'16.68"	135°30'34.13"	150	UD	0.97	193.6	0.702
				NS	0.98	190.8	0.700
				EW	1.01	182.4	0.701
SK19	35°09'52.92"	135°30'04.61"	170	UD	1.00	187.1	0.699
				NS	0.97	188.7	0.701
				EW	0.96	190.6	0.699
SK20	35°12'10.30"	135°27'50.33"	220	UD	0.96	178.0	0.700
				NS	0.98	180.7	0.699
				EW	1.00	180.1	0.700
SK21	35°16'01.63"	135°29'11.98"	200	UD	0.98	163.7	0.700
				NS	1.00	161.5	0.700
				EW	1.01	156.7	0.701
SK22	35°19'52.43"	135°23'01.79"	223	UD	0.99	172.7	0.701
				NS	0.98	169.4	0.700
				EW	0.98	168.8	0.701
SK23	35°22'39.18"	135°20'48.41"	150	UD	0.98	165.2	0.701
				NS	0.99	167.6	0.701
				EW	1.01	163.7	0.700
SK24	35°06'55.03"	135°22'00.52"	80	UD	1.01	168.3	0.700
				NS	1.01	159.8	0.700
				EW	0.99	160.1	0.700
SK25	35°31'08.11"	135°13'50.81"	140	UD	1.01	163.6	0.700
				NS	0.99	167.1	0.700
				EW	0.98	167.6	0.701
SK26	35°38'51.18"	135°11'06.58"	473	UD	0.99	167.5	0.701
				NS	0.99	173.9	0.700
				EW	0.98	169.6	0.700
SK27	35°40'53.26"	135°09'47.12"	155	UD	1.00	172.7	0.700
				NS	1.00	163.8	0.701
				EW	1.00	166.3	0.700
SK28	35°43'15.10"	135°06'35.32"	30	UD	0.99	173.8	0.700
				NS	0.98	171.4	0.701
				EW	0.98	167.1	0.701

Table 1 List of station parameters
(c)Center Observation Line

Code	Latitude	Longitude	Height	Component	Natural frequency	Effective sensitivity	Damping constant
			m		Hz	V/(m/s)	
SK29	34°40'34.87"	135°41'48.30"	190	UD	0.99	176.0	0.700
				NS	0.99	162.3	0.700
				EW	0.99	162.8	0.699
SK30	34°34'47.10"	135°43'06.90"	265	UD	0.99	182.9	0.700
				NS	0.96	182.2	0.699
				EW	0.99	179.8	0.699
SK31	34°34'01.92"	135°43'17.10"	75	UD	0.97	188.3	0.699
				NS	0.97	186.8	0.698
				EW	0.99	171.5	0.699
SK32	34°33'17.10"	135°42'48.60"	75	UD	0.96	190.2	0.700
				NS	0.98	186.4	0.700
				EW	0.99	171.8	0.699
SK33	34°28'32.34"	135°42'05.76"	230	UD	0.97	195.6	0.696
				NS	0.99	190.5	0.700
				EW	0.99	174.0	0.700
SK34	34°27'11.28"	135°42'37.14"	210	UD	1.00	172.2	0.700
				NS	0.99	177.6	0.699
				EW	0.99	193.4	0.698
SK35	34°24'01.62"	135°43'07.02"	230	UD	1.00	184.7	0.700
				NS	0.97	187.5	0.700
				EW	0.98	179.5	0.698

観測機器が動作し続け、バッテリーを十分充電できた。また、ソーラーパネルのコントローラーは細かく電圧制御の出来るように、電菱製SS-6Lから、TRACE製C12に変え、効率よく充電が行えるようにした。さらに、ソーラーパネルの日照度を考慮して、観測点の選定を行った。これにより、電力不足によるデータ収録時の欠測問題は改善し、日照度の低い冬季においてもバッテリー交換の必要がほとんどなく、機器を動作させることができた。

さらに、いくつかの観測点では、積雪などの冬季日照度の低下のためソーラーパネルの発電効率が低下した。これらの観測点では、電柱や民家から電力線を引き込み、AC電源を利用することによって、連続観測を維持した。(あたりまえ)

また、定額制の「Flets-ISDN」と、Flets-Group サービスにより、プライベートな TCP/IP ネットワークを構築し、リアルタイムで地震波形データを取得できるような観測システムを構築した。その際、データロガーのネットワーク機能を利用し、ルーター(YAMAHA 製RT57i)を用いた。このことにより、オ

ンラインでのデータを得ることができ、データ処理の効率化ができた。なお、南、北側線の詳細については、西村ら(2005, 2006)に述べられている。

3. 2006 年度新規観測点について

2006(平成 18)年 4 月、河内長野市-新宮市測線と高槻市-京丹後市測線の間を埋めるために、奈良盆地西部に 7 観測点を設置した(Fig. 1, Table 1)。予定観測期間が 8 ヶ月ということ、積雪の心配がないことから、これらの観測点ではすべてオフライン観測を行った。観測機材は 2005 年度に設置したものと同じである。地震計の設置場所は、岩盤上 3 点、土中埋設 2 点、コンクリート堤防上 2 点である。ソーラーパネルの設置場所は、日照度を優先して設置することにより、バッテリー交換はほとんど必要なかった。

4. データ

4.1 データ処理

近畿地方の定常観測点のオンラインデータとFlets ISDNを用いてオンライン化した臨時観測点のデータをオフライン観測点のデータとマージして、次のような地震を切り出すことによって、2004年5月から2006年12月までに51,703個の地震波形ファイルが得られた。地震は、気象庁の地震リストにある近畿圏の地震およびM5.0以上の日本付近の地震、米国地質調査所(USGS)の地震リストにあるM6.0以上の遠地地震の3通りの波形データで、それぞれ51,092, 180 および433個である。

得られた地震波形の例として、2006年11月29日4時8分に福井県嶺北で発生したM3.0深さ2.3kmの地震の震源、その観測点をFig. 2に波形をFig. 3に示す。北測線の北部近くで発生した地震で、全測線で良好なデータが得られている。

このようにして得られた遠地地震の波形データを用いて、レシーバ関数解析により、フィリピン海プレートやモホ面などの地震波速度不連続面のイメージングが行われた(澁谷ら, 2007)。また、丹波山地直下のS波反射面の調査も行われた(片尾ら, 2007)。

さらに、地震波速度インバージョン、反射波、変換波などを用いて地下構造解析に利用するために、全観測点で良好な記録が得られているM2.0以上の地震の読み取りが、定常観測点のデータも含めて行

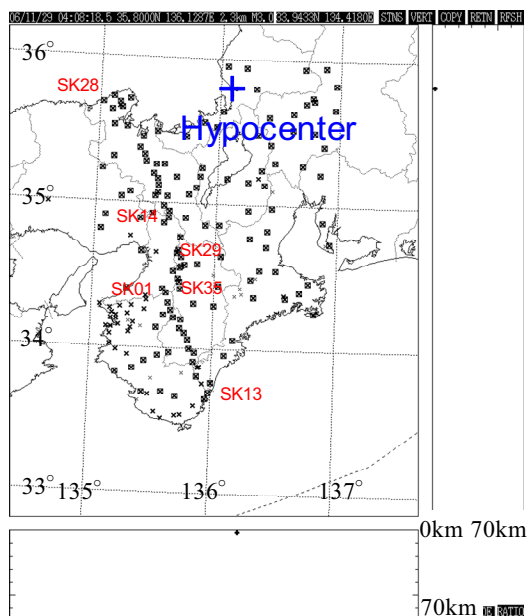


Fig. 2 Observation stations and the hypocenter of an earthquake (Nov. 29, 2006, 04h08m, 35°48'00", 136°07'43", depth 2.3km, M3.0). Wave forms of the event are shown in Fig.3.

われた。その結果、全観測期間中、2004年5月15日から2006年12月19日の間に1883個の震源が得られた。これらの震源分布をFig. 4に示す。

上記の観測で得られたデータのうち、RAWデータは、ネットワークハードディスク、携帯版ハードディスク、およびDVDに、また、マージされた地震波形データと読み取りデータは、ネットワークデータサーバー上に保存され、いつでもデータを取り出す

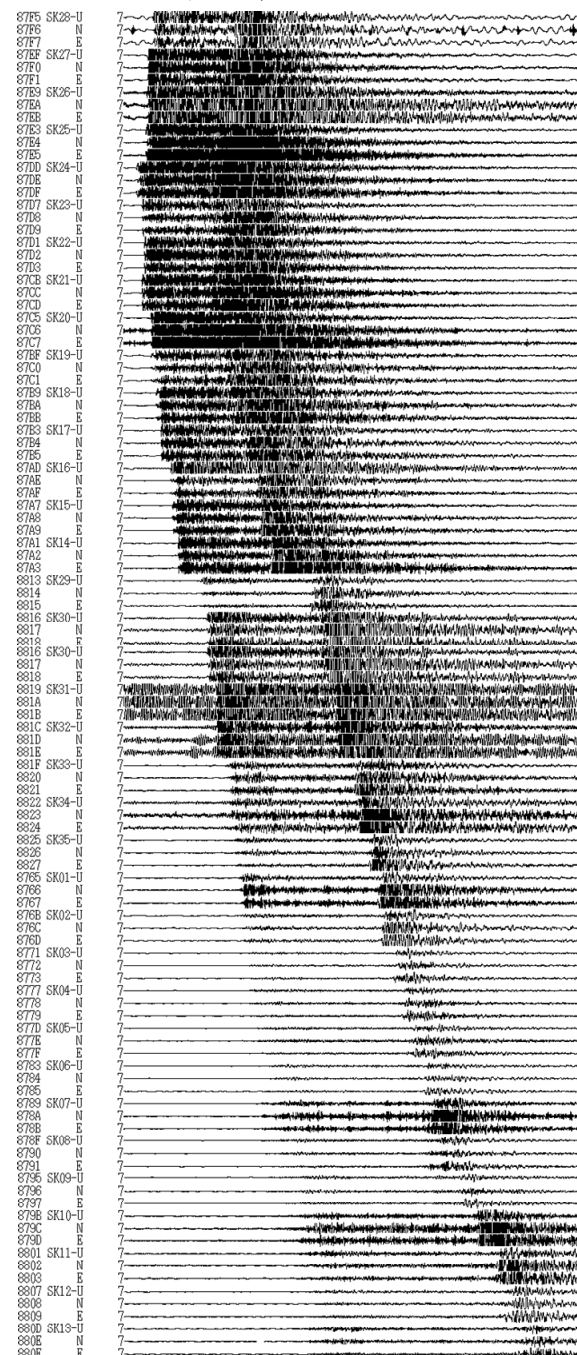


Fig. 3 An example of merged waveforms from an event in Fukui Prefecture (Nov.29, 2006, 04h08m, 35°48'00", 136°07'43", depth 2.3km, M3.0). The hypocenter and stations are shown in Fig.2.

ことができるようにした。また、これらのデータは研究者の求めに応じて、提供されるようになっている。

4.2 ノイズレベル

Fig. 5は、10月1日深夜0時頃2分間(天気：晴れ)の信号のオフセットを取り除き2乗平均して求めたノイズレベルである。Fig. 5の左から右に向かって、観測点が北から南に並べられている。臨時自然地震観測点のノイズレベルの平均は、 $3.51 \times 10^{-8} \text{m/s}$ である(ただし、極端にノイズレベルの高かったSK31とSK32を除いた値である。)。臨時自然観測点近傍にあるHi-netの定常観測点12点(伊根：H.INEH，網野：

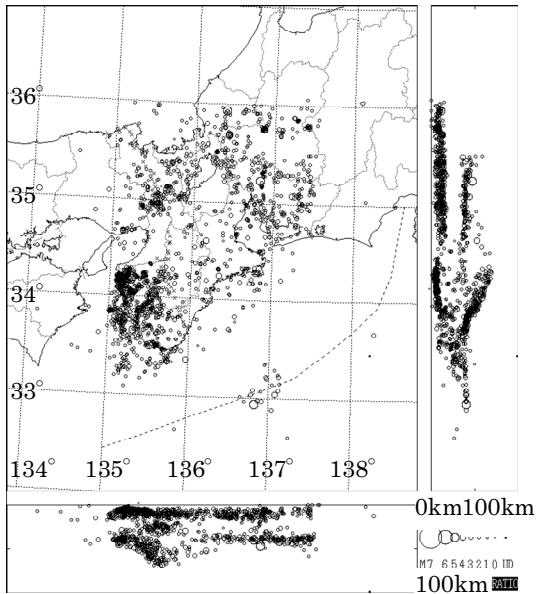


Fig. 4 Distributions of epicenters and focal depths of re-processed earthquakes with M greater or equal to 2.0

H.AMNH，野田川：H.NDGH，美山：H.MYMH，亀岡：H.KMEH，久御山：H.KMMH，交野：H.KTNH，H.TRIH，天理：H.TISH，黒滝：H.KRTH，十津川西：H.TKWH，紀宝：H.KHOH)において、同時刻でのノイズレベルの平均は $3.61 \times 10^{-8} \text{m/s}$ であった。Fig. 5を見ると南北の海岸近傍と中部の市街地近傍のノイズレベルが高いことが分かる。またSK03～SK10，SK22～SK25は、そのほとんどの観測点が山林にあり、岩盤上に設置したことからノイズレベルが $2.3 \times 10^{-8} \text{m/s}$ 程度であり、平均より低いことが分かる。このように、地上の観測点でも、夜間にかざれば、Hi-netとほぼ同じノイズレベルの観測をすることができた。

次に特徴的な観測点において、地震の発生していないときの上下動成分のノイズ波形をFig. 6に示す。①～④は、振幅のスケールをおおよそそろえ、⑤と⑥は③と④の振幅のスケールを拡大した図である。Fig. 6-①はノイズが大きく、レーンバ関数解析に用いることが困難であった観測点SK26である。これは丹後半島にある観測点で、畑の横に土中埋設したが、ノイズが平均より大きかった。更に前の道路の路線バス折り返し地点で時間待ちのアイドリングをするため、定刻にFig. 6-①のようなノイズが入る。Fig. 5を見ると、バスが停留していない時でも $13 \times 10^{-8} \text{m/s}$ あり、平均よりノイズが大きいことが分かる。

Fig. 6-②のSK31は、奈良盆地の果樹園内にある観測点で、地盤が粘土質であるところに土中埋設した。また、頻繁に車の行きかう道路から、数百メートルしか離れていなかったのがノイズの原因である。ノイズレベルは $338 \times 10^{-8} \text{m/s}$ であり、臨時観測点の中で最もノイズの高い観測点である。また、果樹園に土中埋設したSK20のノイズレベルは $2.2 \times 10^{-8} \text{m/s}$ であり、その近傍の観測点とノイズレベルは同等である。SK31と比較することにより、土中埋設は周辺環

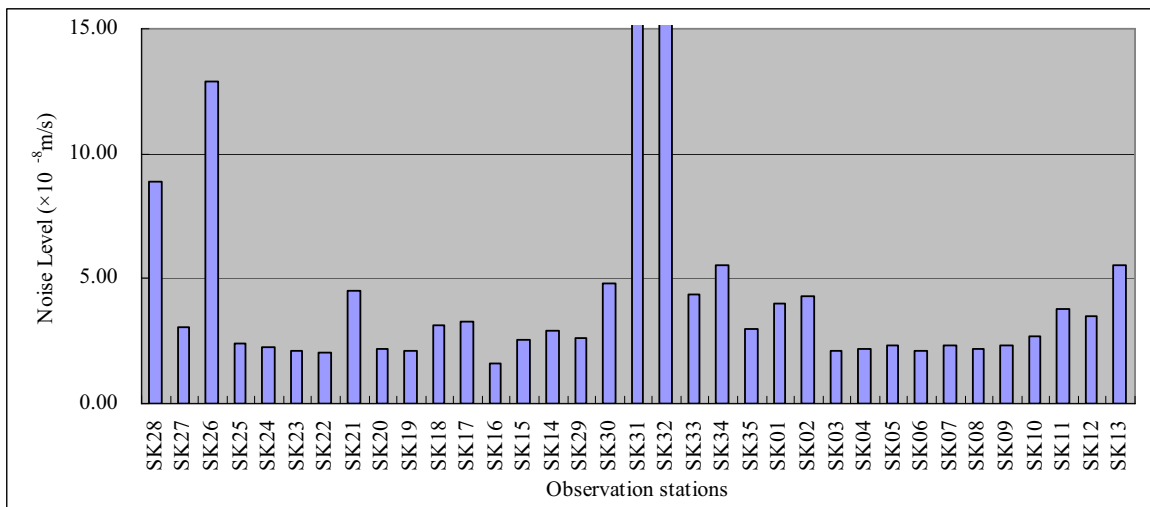


Fig. 5 Root mean square for 2 min noise level at 00:34 am on Oct. 31, 2006

境の影響を受けやすいが、静かな場所であればノイズレベルに影響をそれほど与えないことが分かった。

Fig. 6-⑤のSK02は橋本市にある山里の民家裏手にあり、ノイズレベルは平均よりやや高く、 4.3×10^{-8} m/sであった。Fig. 6-⑥のSK08は、十津川村の川岸近くの露岩上に設置したにもかかわらず、流水からのノイズも少なく、 2.2×10^{-8} m/sとノイズレベルが平均より低かった観測点である。

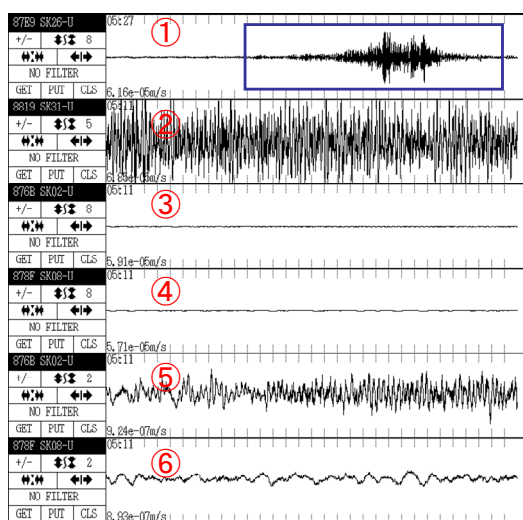


Fig. 6 Comparison of noises

5. 携帯電話を使った地震観測システムの開発

5.1 概要

2004年当初、自然地震観測では、1ヶ月に1度程度現地観測点での点検作業やデータ回収を行っていた。35観測点のうち9観測点では、Flets-ISDN回線を用いたオンライン観測により準リアルタイムデータ取得に切り替えたが、将来の臨時観測においては、さらなる観測の高度化、効率化を図ることが望まれており、ISDN回線のサービスエリアには限界があるので、携帯電話の利用を考えた。

携帯電話を利用すると次のような利点が考えられる。すなわち、電話線の利用はオンライン観測に適しているが、観測の機動性を高めるためには、工事手続きなど移設が困難である。また、臨時観測の場合は、観測期間も限られていることから、費用対効果の問題もある。さらに、データ転送に携帯電波を利用できるため、導入にかかる時間が短くなり、有線化が不可能な山頂などでのオンライン観測が可能となる。設置維持コストの削減のためには、携帯電話は汎用性のある廉価な電気製品であり、現状では電波のサービスエリアは限られているが、今後エリアの拡大が期待できる。

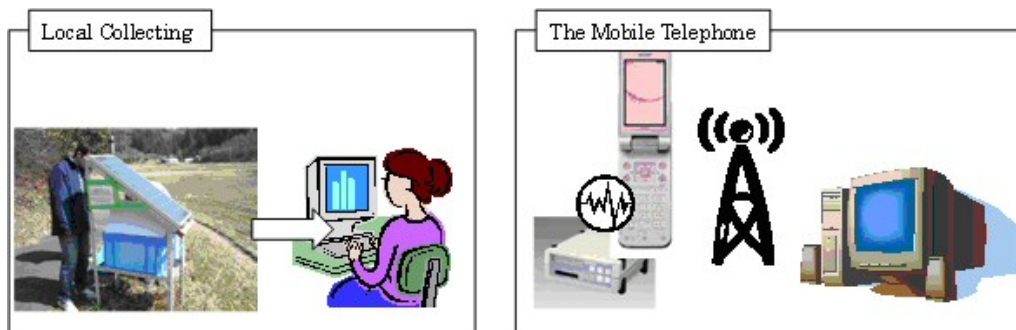


Fig. 7 Data collection method



Fig. 8 Application of data reception

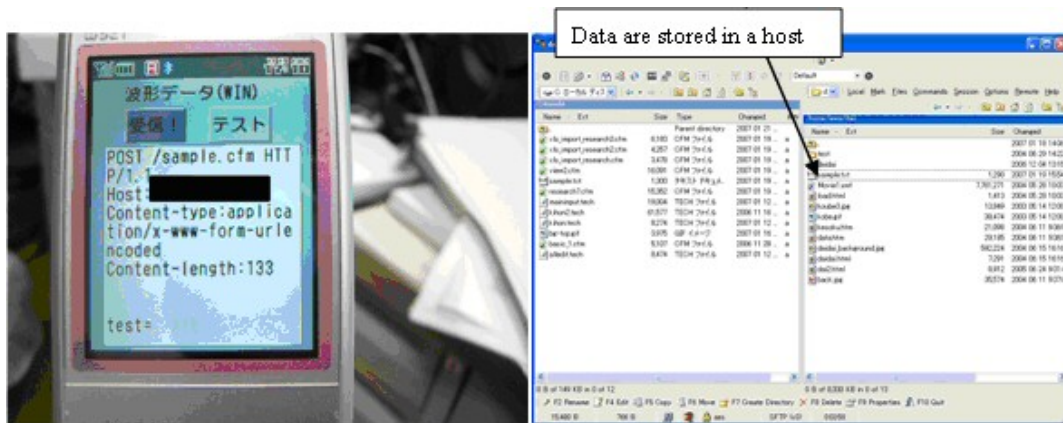


Fig. 9 Down-link application (right) and confirmation of saving data (left)

このような背景のもと、我々は観測点からの地震データをデータロガーから携帯電話で受信し、遠隔の計算機サーバーにデータを転送するシステムの開発・構築作業を実施した。いくつかの方法を試したが、そのうち下記の方法は、なお開発途上ではあるが、今後有望であると思われる。

5.2 観測システム

本システムはデータロガーで取得される地震の連続データをRS232C（シリアルBluetooth変換機を使用）経由により準リアルタイム動作で携帯電話にUDP送信し、携帯電話に入ってくるデータをソケット通信で遠隔の計算機サーバーに転送できるようにするシステムである（Fig. 7）。

観測システムの開発の流れを以下に示す。

1. 携帯電話の端末試験モード化
2. 携帯電話・PC・接続ケーブル購入
3. Brew AppLoaderの取得
4. テスト用認証ファイルの作成
5. 携帯電話にアプリの導入・テスト
6. BREWアプリの登録
7. アプリの検証
8. 本番用アプリ・Agent導入(審査・登録)

ここでBREWとはBinary Runtime Environment for Wirelessの略称で、cdmaOneの開発元である米国Qualcomm社がcdmaOne携帯電話機用に開発したアプリケーションプラットフォームである。BREWアプリの開発言語はC/C++で、開発したBREWアプリはEZアプリ対応端末から専用アプリケーションダウンロードサーバへアクセスし、EZアプリカタログよりEZアプリを選択することでユーザが自由にダウンロードし、インストールし実行することが可能となる。また、Brew AppLoaderとは、PC上で開発したモジュールファイルなどを携帯端末に転送するソフトウェアである。Brewアプリの動作テストはアプ

リ実行ファイルとテスト用認証ファイルを携帯電話に導入しないと動作しない仕様となっており、いわゆる「勝手アプリ」と呼ばれている一般ユーザが作ったアプリケーションの配布および携帯電話の実行はできない。Brewアプリをネットワーク経由で携帯端末にダウンロードできるようにするためには、作成したBrewアプリの検証・審査に合格しなければならない。

データロガーから携帯電話へのデータ受信の際、データロガーのシリアルポートにBluetoothシリアル変換機を接続し、Bluetooth通信でデータロガーからの波形データを携帯電話に飛ばすプログラムを開発した（Fig. 8）。Fig. 8左のデータ受信ボタンを押すと、Fig. 8右の画面に遷移し、データが表示、携帯電話のバッファに保存される仕様となっている。

携帯電話に入ってきたデータを遠隔の計算機に送信する方法として、HTTPフォームのPOST処理を利用して実現させた（Fig. 9）。Fig. 9は、携帯電話に入ってくるデータを変数testに格納しつつ、ホスト計算機のWEBアプリケーションを起動させ、変数に格納されているデータをホスト計算機に保存している図である。

以上により、データロガーからの波形データがホスト計算機に届くことが確認できた。今後はユーザインタフェースに改良を加え、またより安定した受信が可能になるようにアプリケーションの完成度を高めていきたいと考えている。

6. おわりに

2004年5月から2006年12月までに舞鶴-新宮間に約5kmごとに計35観測点が設置された結果、良好な51,092個の地震波形が得られた。遠地地震の波形データを用いたレシーバ関数解析による、フィリピン海プレートやモホ面などの地震波速度不連続面のイ

メージングや、丹波山地直下のS波反射面の調査が行われた。また、M2.0以上の地震を手動で読み取り1883個の震源データを得た。

BREWアプリ対応の携帯電話による観測データ通信システムの開発を行った。

謝 辞

本観測を行うに当たり、快く観測機材を設置させてくださった地主の皆様と区長様、観測点を探すのにご協力いただいた地域住民の皆様に、深く感謝いたします。

参考文献

伊藤 潔・阿部 進・井川 猛・伊藤谷生・上野友岳・梅田康弘・川中 卓・黒田 徹・佐藤秀雄・佐藤比呂志・澁谷拓郎・須田茂幸・平田 直・廣瀬一生・松村一男・森下可奈子(2005)：近畿圏における大大特プロジェクトの地下構造調査，京都大学防災研究所年報，第48号B, pp. 243-258.

片尾 浩(1994)：近畿地方の微小地震活動域直下に存在する顕著な地殻内反射面，地球惑星科学関連学会合同大会予稿集，E12-05.

片尾 浩・伊藤 潔・中尾節郎・廣瀬一聖・西村和浩・福嶋麻沙代(2007)：大大特：丹波山地直下の地殻深部反射面の探査，京都大学防災研究所研究発表講演会，P12.

西村和浩・伊藤 潔・大見士朗・澁谷拓郎・辰己賢一・富阪和秀・中尾節郎・平野憲雄・廣瀬一聖・福嶋麻沙代・細善信・松浦秀起・三浦 勉・森下可奈子・山崎友也・吉田義則(2005)：大大特：紀伊半島における自然地震観測～観測システムとデータ処理の概要，京都大学防災研究所年報，第48号B, pp. 269-277.

西村和浩・中尾節郎・三浦 勉・辰己賢一・平野憲雄・山崎友也・加茂正人・富阪和秀・吉田義則・松浦秀起・澁谷拓郎・伊藤 潔・片尾 浩・廣瀬一聖・森下可奈子(2006)大大特：近畿地方縦断自然地震観測，京都大学防災研究所年報，第49号B, pp. 297-306.

澁谷拓郎・伊藤潔・大見士朗・西村和浩・中尾節郎・山崎友也・平野憲雄・加茂正人・小河和雄・平原和朗(2007)：紀伊半島～近畿北部地域におけるレシーバ関数イメージ，京都大学防災研究所研究発表講演会，A08.

Observation of Earthquakes for Crust and Upper Mantle Structures in the Kinki District, Japan

Kazuhiro NISHIMURA, Kenichi TATSUMI, Setsuro NAKAO, Tsutomu MIURA, Norio HIRANO, Tomoya YAMAZAKI, Masayo FUKUSHIMA, Masato KAMO, Maiko MORI, Kazuhide TOMISAKA, Itaru YONEDA, Kumiko KAWAI, Yoshinori YOSHIDA, Yoshinobu HOSO, Hideki MATSUURA, Takuo SHIBUTANI, Kiyoshi ITO, Hiroshi KATAO, Shiro OHMI, Issei HIROSE, Aiko NAKAO and Kanako MORISHITA*

* International Center for Elementary Particle Physics

Synopsis

Underground structures in the Kinki district were surveyed from 2002 to 2006 under the Special Project for Earthquake Disaster Mitigation in Urban Areas. We carried out seismic observations with deploying 35 temporary stations across the Kinki district from the Pacific side to the Japan Sea side, in order to reveal subsurface structures, such as subducting Philippine Sea slab in southern Kinki and the continental Moho in northern Kinki. About 50,000 event data were selected from continuously observed seismic records of both the temporary stations and nearby permanent stations during May, 2005 and Nov, 2006. We also try to develop a data communication system with a mobile telephone for a BREW application to improve the observation system.

Keywords: earthquake observation, seismic survey, mobile telephone, data communication