

2.2 糸魚川―静岡構造線断層帯周辺域における地殻活動把握のための観測

2.2.1 自然地震観測（テレメータ方式による自然地震観測）

(1) 調査観測の内容

(a) 課題 自然地震観測（テレメータ方式による自然地震観測）

(b) 担当者

所 属	役 職	氏 名
気象庁地震火山部管理課	地震情報企画官	宇平 幸一

(c) 調査観測の目的

当該断層帯周辺に地震計 5 点を新設し、気象庁本庁にデータを伝送して、既存観測網のデータと併合処理する。また、本調査観測において実施される反射法・重力探査等により得られた速度構造を用いて、断層帯周辺のより詳細な地震活動の把握を行う。

(2) 平成 14 年度の成果

(a) 調査観測の要約

平成 14 年度は、松本市と四賀村の 2 地点に高感度地震計を設置し、気象庁本庁にデータ伝送を行って、既存観測網と併合処理するため、システム等の調整を実施した。

また、試験運用及び関係機関に対する波形データの試験配信を行った。

1) 調査観測の実施方法

平成 14 年度新設点は図 2.2.1-1、データ処理及び関係機関へのデータ流通経路は図 2.2.1-2 のとおり。

2) 調査観測の成果

観測点の整備状況は図 2.2.1-3 のとおり。

試験運用中に新設点近傍で発生した地震の処理結果を図 2.2.1-4 に示すが、データが少ないため評価できない。また、関係機関に対する波形データの試験配信では問題ないことが確認できた。

3) 結論ならびに今後の課題

平成 15 年度より、既存観測網との併合処理、解析及び関係機関へのデータ流通を実施する。

今後は、データを蓄積するとともに、観測点の増設（図 2.2.1-5）及び新規に防災科学技術研究所が整備した Hi-net データの導入によるより密な観測網により、DD 法

などのルーチン以外の震源計算手法を用いた詳細な解析を進める。

(d) 引用文献

なし

(e) 成果の論文発表・口頭発表等

1) 論文発表

著 者	題 名	発 表 先	発表年月日
なし			

2) 口頭発表、その他

発 表 者	題 名	発表先、主催、発表場所	発表年月日
なし			

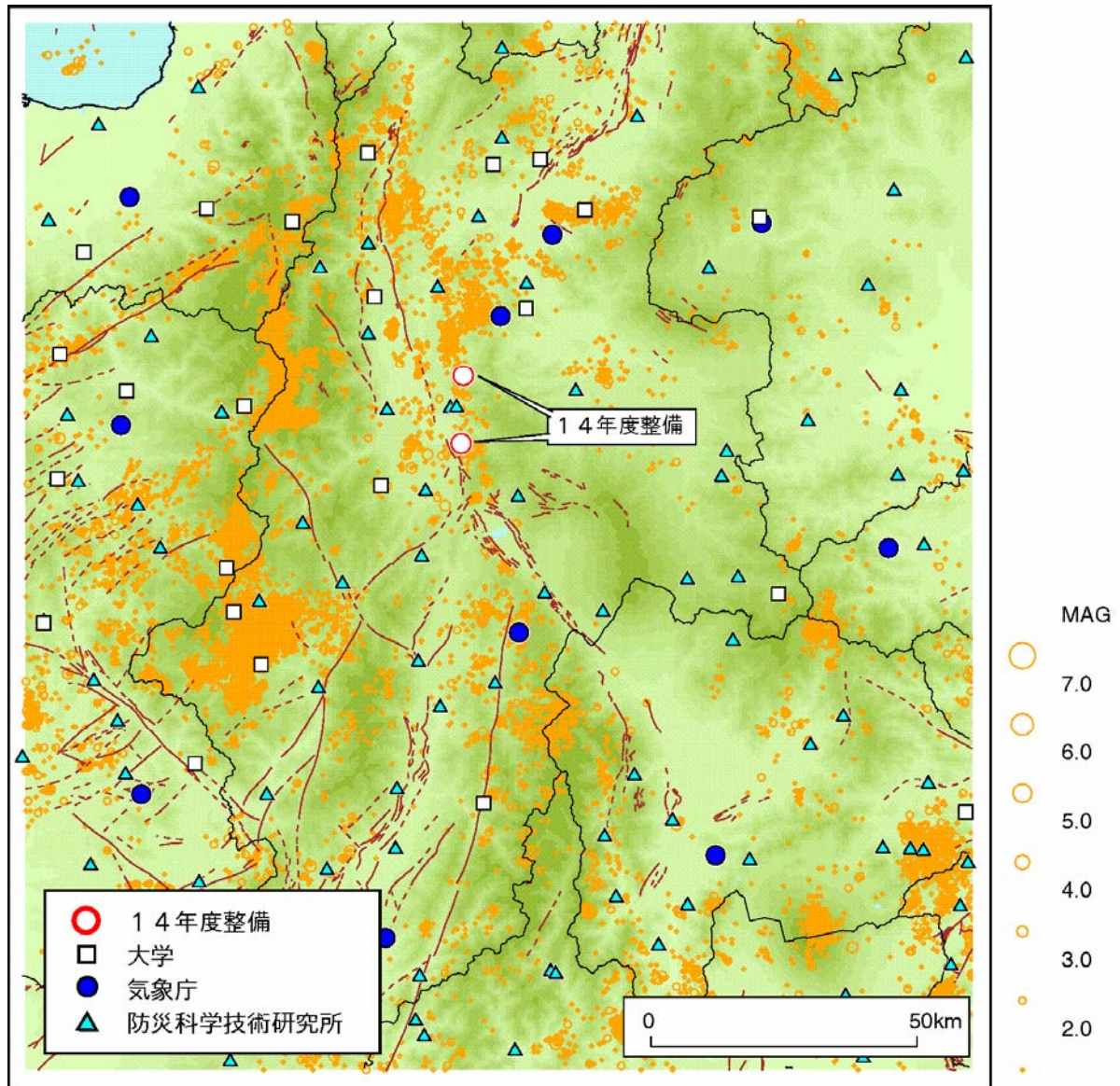
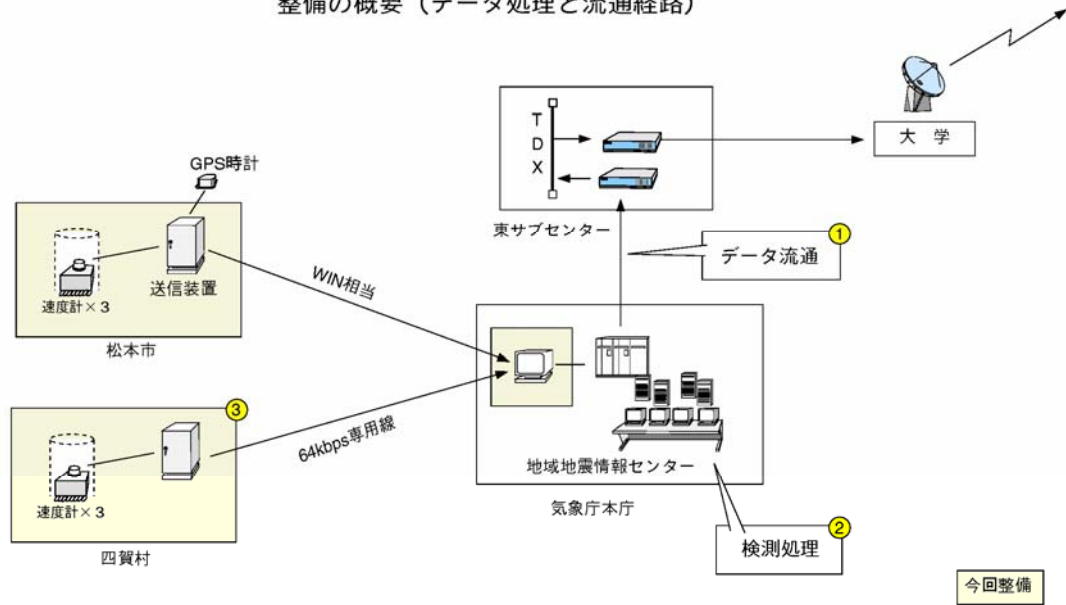


図 2.2.1-1 平成 14 年度新設点

整備の概要（データ処理と流通経路）



- ① データ伝送経路：観測点から64kbps回線により気象庁本庁に伝送、気象庁から既存高感度地震流通経路（東サブセンター経由）により配信
- ② 検測処理：当面気象庁本庁において実施
- ③ 主な仕様：センサー：速度計（1秒）×3成分、テレメータ：24bit,100Hz, WIN相当フォーマット

図 2.2.1-2 データ処理及びデータ流通経路



「松本中山」観測局（長野県松本市）

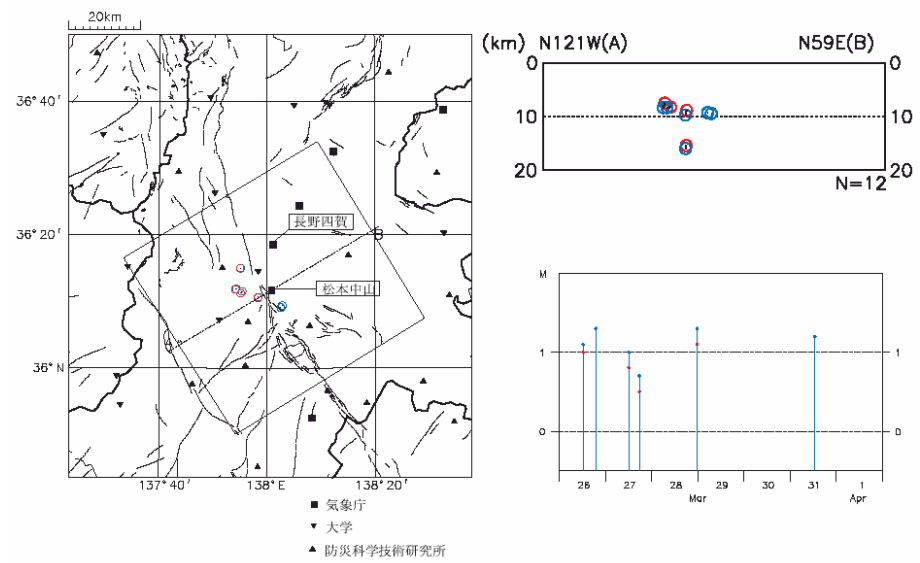


「長野四賀」観測局（長野県四賀村）



計測部設置状況

図 2. 2. 1-3 高感度地震観測点整備状況



図

図 2.2.1-4 新設点近傍で発生した地震の処理結果

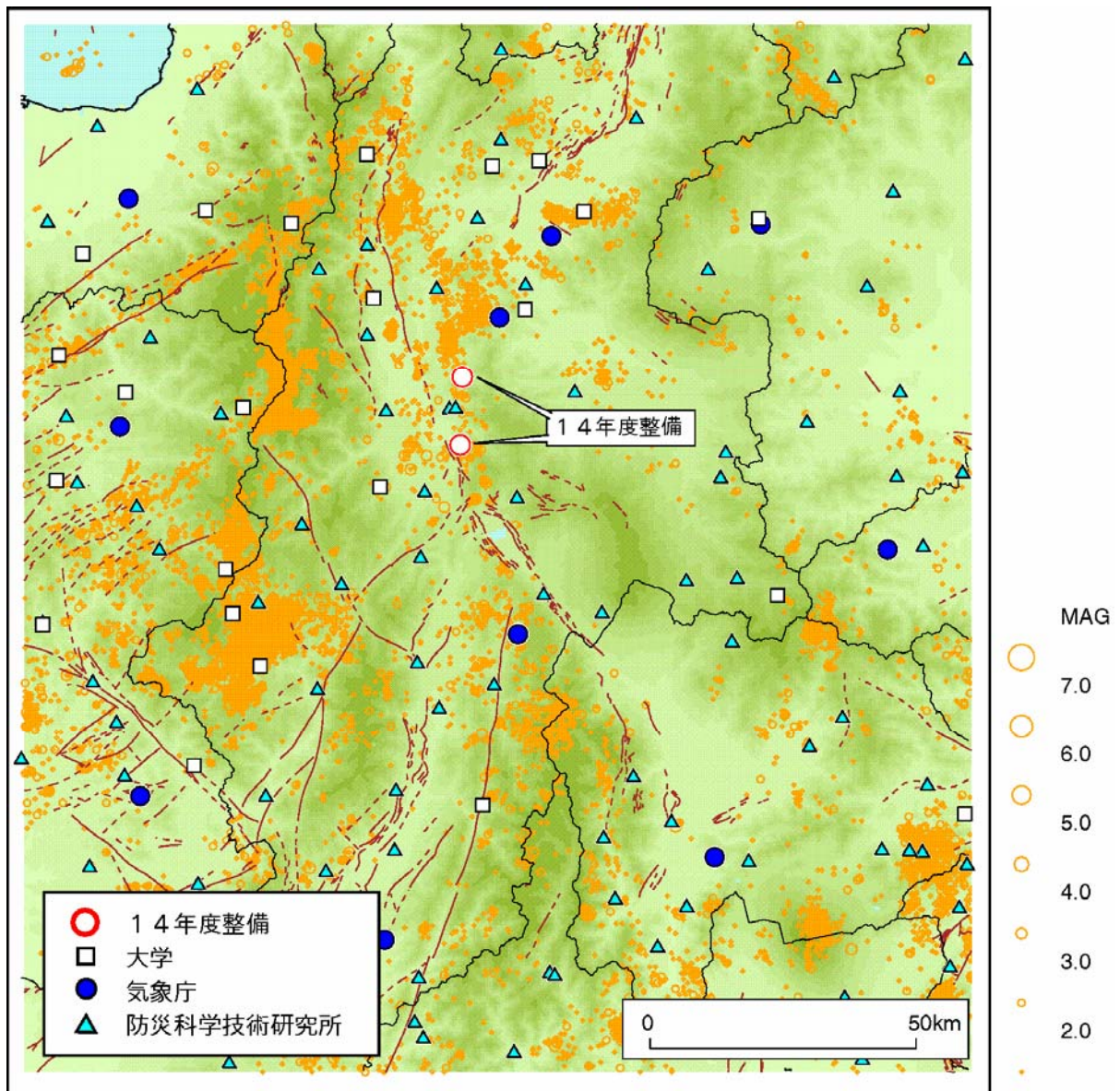


図 2.2.1-5 高感度地震計整備計画

2.2.2 自然地震観測（稠密アレーによる自然地震観測）

本年度は実施しなかった。

2.2.3 地殻変動観測（GPS 観測による詳細地殻変動分布の解明）

(1) 調査観測の内容

(a) 課題 GPS 観測による詳細地殻変動分布の解明

(b) 担当者

所 属	役 職	氏 名
国土地理院地理地殻活動研究センター 地殻変動研究室	主任研究員 研究員	鷺谷 威 矢来 博司 西村 卓也

(c) 調査観測の目的

糸魚川-静岡構造線断層帯の周辺において GPS の稠密なキャンペーン観測を繰り返し実施し、周囲の GPS 連続観測点のデータと合わせて解析することにより当該地域における地殻変動の詳細な分布を明らかにし、断層帯周辺における応力蓄積過程を検討するための基礎データを提供する。

(2) 平成 14 年度の成果

(a) 調査観測の要約

平成 14 年度は、糸魚川-静岡構造線断層帯の中部から北部にかけての地域でキャンペーン観測用の観測点を設置し、第 1 回の観測を実施した。

(b) GPS キャンペーン観測の実施

1) 調査観測の実施方法

糸魚川-静岡構造線の中部から北部にかけての地域は、日本列島の中でも GPS 連続観測点の密度が高い地域である。しかし、これらの連続観測点の多くは断層に沿う形で設置されており、応力蓄積過程を調べる目的からは、必ずしも最適な配置になっていない。そこで、諏訪市から白馬村にいたる断層周辺地域において、連続観測点の間隙をまんべんなく埋めるようにキャンペーン観測用の GPS 観測点を設置した。

本研究では年 1 回の観測を 3 年間継続し、各観測点の地殻変動速度を推定する。この目的のためには、毎回の観測で正確に同じ場所に GPS アンテナを設置する必要

がある。また、精度の高い座標値を得るためには、1回の観測につき1週間程度の連続観測を行って、その平均値を得ることが必要であり、そのためには受信機用の電源の確保が必要である。こうした事情から、今回の観測では頑丈な建築物にアンテナ固定用のボルトを設置した。

こうして設置した観測点を利用して第1回の観測を実施した。観測には、Topcon GP-R1DY 受信機およびアンテナ15セットを使用し、約1週間の連続観測を実施した。観測点を13点ずつ2つの大きなグループに分け、それぞれのグループについて1週間ずつの観測を行うとともに、2点（02R011 02R014）については2週間連続の観測を行った。キャンペーン観測によって得られたデータを、周囲の連続観測点のデータと合わせて解析し、各観測点の座標値を ITRF2000 座標系において算出した。

2) 調査観測の成果

2002年6月から8月にかけて選点調査を実施し、長野県および岐阜県に合計29カ所のキャンペーン用観測点を選定した（内1カ所は都合により使用せず）。このうち28カ所にアンテナ固定用ボルトの設置工事を実施した。こうして設置した観測点の一覧を表2.2.3-1に示す。また、各観測点について作成した点の記の例を図2.2.3-1に示す。

これらのキャンペーン観測点において、以下の通り第1回観測を実施した。観測は観測点を3つのグループに分け、以下のような日程で観測を実施した。

第1回（10月16日～18日）

グループ1（南部の13点）およびグループ2（中部の2点）設置

第2回（10月23日～25日）

グループ1撤去、グループ3（北部の13点）設置

第3回（10月30日～11月1日）

グループ2および3撤去

なお、グループ1のうち02R0928（諏訪市役所）については、観測データの取得に失敗したため、2回目の観測時に再度データを取得した。また、02R0904（信州新町化石博物館）では、施設の電源が集中管理されていたため夜間のデータが取れなかった。データの取得状況を表2.2.3-2に示す。

この観測データについて、Bernese GPS software (Version 4.2)を使用して IGS 精密暦に基づく解析を実施し、ITRF2000 座標系における座標値を推定した。その結果を表2.2.3-3に示す。また、図2.2.3-2には観測点の配置図を示す。

3) 結論ならびに今後の課題

平成14年度はGPS キャンペーン観測点を設置し、第1回の観測を実施した。

平成15年度以降に繰り返し観測を実施することで、各観測点の変位速度が推定さ

れるものと見込まれる。

平成14年度の観測では、一部、夜間の観測が行えなかった点があり、今後の観測作業を実施する上では注意すべき点である。また、02R909点では座標の再現性が他の観測点に比べて著しく悪い。この観測点は、ジャンプ台の審判棟屋上に設置されており、すぐそばには携帯電話のアンテナが設置されていた。こうした条件が観測に悪影響を与えた可能性があり、次回以降の観測では注意する必要がある。

(d) 引用文献

- 1) Sagiya, T., T. Nishimura, Y. Iio, and T. Tada, Crustal deformation around the northern and central Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, Earth, Planets, and Space, 54, 1059-1063, 2002.

(e) 成果の論文発表・口頭発表等

1) 論文発表

著 者	題 名	発 表 先	発表年月日
なし			

2) 口頭発表、その他

発 表 者	題 名	発表先、主催、発表場所	発表年月日
鷺谷威・西村卓也・飯尾能久	糸魚川-静岡構造線断層系中北部の応力蓄積過程	地球惑星科学関連学会 2003年合同大会、千葉市	平成15年 5月28日
T. Sagiya, T. Nishimura. And Y. Iio	Comprehensive deformation model around the central Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, central Japan	IUGG 2003 Assembly, Sapporo	平成15年 7月2日

表 2.2.3-1 G P S アンテナ固定用ボルト設置場所一覧

番号	観測点名	施設名	住所
02R0901	長野博物館	長野市立博物館	長野市小島田町 1414 八幡原史跡公園内
02R0902	長野茶臼山	茶臼山自然史館	長野市篠ノ井茶臼山公園内
02R0904	信州新町	信州新町化石博物館	上水内郡信州新町上条 87-1
02R0905	中条	中条中学校	上水内郡中条村中条 2328
02R0906	小川	小川中学校	上水内郡小川村高府 8800-2
02R0907	大岡	大岡村役場	更級郡大岡村乙 287
02R0908	美麻	美麻小中学校	北安曇郡美麻村 27503
02R0909	白馬ジャンプ	白馬ジャンプ競技場	北安曇郡白馬村大字北城 3596
02R0910	白馬スノーハープ	白馬クロスカントリー競技場	北安曇郡白馬村大字神城 3003
02R0911	更埴	治田小学校	更埴市大字稲荷山 1360
02R0912	戸倉	戸倉上山田中学校	戸倉町大字戸倉 2500
02R0913	上田東塩田	東塩田小学校	上田市大字古安曾 1113
02R0914	青木	青木村役場	小県郡青木村大字田沢 111
02R0915	武石公民館	武石村中央公民館	小県郡武石村大字下武石 740
02R0916	ベルデ武石	ベルデ武石	小県郡武石村大字上本入字内の山 2469
02R0917	本城	本城小学校	東筑摩郡本城村大字西条 4228
02R0918	四賀会田	会田小学校	東筑摩郡四賀村大字会田 518
02R0919	四賀化石館	四賀村化石館	東筑摩郡四賀村大字七嵐 85-1
02R0920	穂高有明	有明高原寮	南安曇郡穂高町有明 7299
02R0921	堀金	ほりでーゆー	南安曇郡堀金村大字鳥川 11-1
02R0922	安曇小中学校	安曇小中学校	南安曇郡安曇村 964
02R0923	安曇大野川	大野川小中学校	南安曇郡安曇村大野川 3886-1
02R0924	松本美鈴湖	レイクサイド美鈴	松本市美鈴湖
02R0925	塩尻洗馬	洗馬小学校	塩尻市大字洗馬 2545
02R0926	塩尻両小野	両小野中学校	塩尻市北小野 1731
02R0927	岡谷上の原	上の原小学校	岡谷市長地出早 1-6-1
02R0928	諏訪市役所	諏訪市役所	諏訪市高島 1-22-30
02R0929	上宝栃尾	栃尾中学校	吉城郡上宝村柏当 500-2

表 2.2.3-2 毎日（通算日で表示）のデータ取得状況

○は 24 時間分、△は部分取得を示す

	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305
02R0901										△	○	○	○	○	△		
02R0902										△	○	○	○	○	△		
02R0903																	
02R0904										△	△	△	△	△	△	△	
02R0905										△	○	○	○	○	○	△	
02R0906										△	○	○	○	○	○	△	
02R0907										△	○	○	○	○	○	△	
02R0908										○	○	○	○	○	○	△	
02R0909										○	○	○	○	○	○	△	
02R0910											○	○	○	○	○	△	
02R0911			△	○	△	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△		
02R0912										△	○	○	○	○	△		
02R0913										○	○	○	○	○	○	○	△
02R0914			△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△			
02R0915									△	○	○	○	○	○	○	○	△
02R0916									△	○	○	○	○	○	○	○	△
02R0917			△	○	○	○	○	○	△								
02R0918		△	○	○	○	○	○	○	△								
02R0919			△	○	○	○	○	○	△								
02R0920		○	○	○	○	○	○	○	△								
02R0921		○	○	○	○	○	○	○	△								
02R0922	△	○	○	○	○	○	○	△									
02R0923	△	○	○	○	○	○	○	△									
02R0924		△	○	○	○	○	○	○	△								
02R0925		△	○	○	○	○	○	○	△								
02R0926		△	○	○	○	○	○	○	△								
02R0927		△	○	○	○	○	○	○	△								
02R0928									△	○	○	○	○	○	△		
02R0929	△	○	○	○	○	○	○	△									

表 2.2.3-3 G P S キャンペーン観測点の座標値

観測点ID	X(m)	RMS-X(m)	Y(m)	RMS-Y(m)	Z(m)	RMS-Z(m)
02R901	-3821748.454	0.0009	3418336.073	0.0019	3781359.725	0.0015
02R902	-3817853.894	0.0019	3423353.351	0.0018	3780980.795	0.0023
02R904	-3812736.573	0.0053	3430443.049	0.0029	3779644.259	0.0033
02R905	-3811751.760	0.0012	3428115.579	0.0023	3782722.597	0.0022
02R906	-3807745.137	0.0076	3431620.502	0.0062	3783696.989	0.0070
02R907	-3814196.636	0.0061	3435732.659	0.0045	3774050.168	0.0058
02R908	-3805024.175	0.0029	3438928.837	0.0021	3780576.430	0.0034
02R909	-3795773.005	0.0054	3437566.690	0.0159	3790788.211	0.0204
02R910	-3800054.429	0.0036	3438704.194	0.0017	3785419.320	0.0060
02R911	-3819209.164	0.0030	3427466.799	0.0040	3775747.635	0.0029
02R912	-3824218.162	0.0025	3425559.447	0.0021	3772401.206	0.0032
02R913	-3835714.019	0.0031	3426982.402	0.0047	3759729.270	0.0035
02R914	-3829128.721	0.0025	3432251.585	0.0020	3761712.305	0.0022
02R915	-3839510.314	0.0027	3429227.233	0.0024	3754096.791	0.0034
02R916	-3835140.062	0.0019	3436242.092	0.0011	3752809.330	0.0033
02R917	-3820617.767	0.0012	3438575.562	0.0011	3764733.533	0.0013
02R918	-3821813.289	0.0019	3442200.227	0.0019	3760190.966	0.0020
02R919	-3823982.841	0.0021	3443335.756	0.0025	3757081.456	0.0025
02R920	-3810441.454	0.0026	3452242.465	0.0026	3762617.536	0.0030
02R921	-3813898.442	0.0032	3455299.263	0.0030	3756498.024	0.0032
02R922	-3817640.528	0.0041	3463607.129	0.0038	3745046.467	0.0052
02R923	-3813221.178	0.0028	3473875.215	0.0021	3740838.766	0.0028
02R924	-3828011.145	0.0088	3444719.511	0.0068	3752240.385	0.0076
02R925	-3828768.173	0.0020	3457940.500	0.0019	3738945.067	0.0017
02R926	-3834928.681	0.0023	3457051.682	0.0021	3733667.750	0.0020
02R927	-3838342.184	0.0029	3449718.742	0.0036	3736948.477	0.0029
02R928	-3844542.652	0.0041	3447830.809	0.0036	3732195.537	0.0027
02R929	-3798073.978	0.0035	3479006.722	0.0024	3750683.589	0.0021

GPS観測点の記

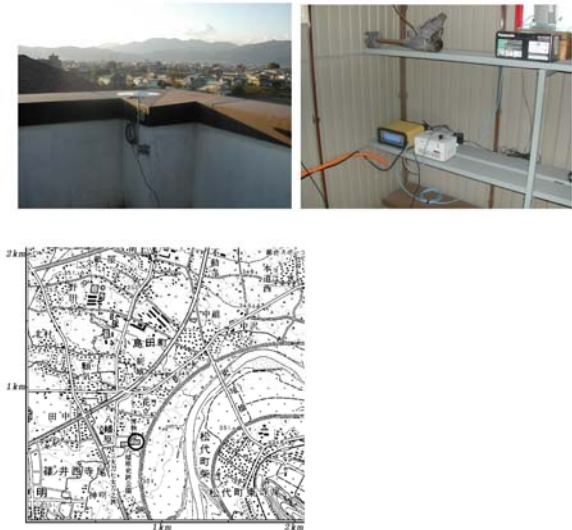
記入年月日	2003年 3月 18日	作成者	鷺谷 威
観測点番号	02R0901	観測点名	長野市立博物館
所在地	〒381-2212 長野市小島田町 1414 八幡原史跡公園内		
アンテナ設置場所	屋上（天体観測施設）の側壁		
受信機設置場所	屋上に設置された小屋の中（電源有）		
アンテナケーブル	5m	電源ケーブル	不要
位置写真			
概略位置	138° 11.353' E	36° 35.508' N	H= 426 m
地形図	1/25,000 長野		
現地連絡先	長野市立博物館副館長 望月弘宣 電話 026-284-9011		
施設使用申請先	長野市立博物館副館長 望月弘宣 長野市小島田町 1414 八幡原史跡公園内 電話 026-284-9011		
その他・備考	小屋の鍵は理科教育センターで管理。 建物使用料の支払い（1年間で2万円程度）。 使用許可は1年更新。		
受信機 I D	KZ0362	アンテナ I D	BX10529

図 2.2.3-1 点の記の例

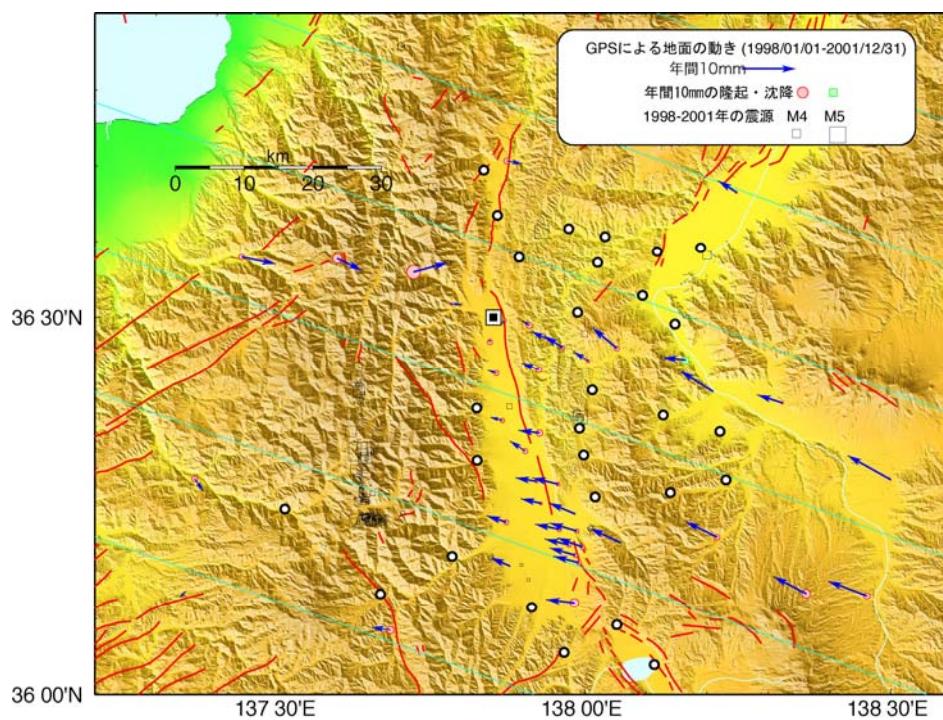


図 2. 2. 3-2. G P S 観測点配置図。速度ベクトルは Sagiya et al. (2002)による

2.2.4 地殻変動観測（干渉 SAR による断層帯周辺の地殻変動検出）

（1）調査観測の内容

（a）課題 干渉 SAR による構造線断層帯周辺の地殻変動検出

（b）担当者

所 属	役 職	氏 名
国土地理院地殻活動研究センター	研究員	矢来博司

（c）調査観測の目的

GPS による地殻変動観測を空間的に補完し、糸魚川－静岡構造線断層帯周辺の地殻変動の面的分布を明らかにするため、干渉 SAR 解析を行う。得られた地殻変動から断層帯周辺の詳細な状況を把握する。

変動量が小さいと予想されるため、干渉 SAR による微小な地殻変動の検出技術の向上を目指し、活断層周辺域の地殻変動観測手法の確立に資する。

（2）平成 14 年度の成果

（a）調査観測の要約

午伏寺断層、松本盆地東縁断層周辺をカバーする SAR データを用いて干渉 SAR 解析を行う。平成 14 年度は、干渉性に優れた L-band の SAR を搭載した「ふよう 1 号」（JERS-1）の SAR データを用いて解析を実施した。

（b）ふよう 1 号（JERS-1）データを用いた干渉 SAR 解析

1) 調査観測の実施方法

JERS-1 の SAR データについて、午伏寺断層、松本盆地東縁断層周辺をカバーするデータとして Path:68、Row: 239-241 のデータを利用した。通常の解析では 1 シーン単位で行うが、本解析においては松本盆地を中心として糸魚川－静岡構造線沿いのできるだけ広い範囲の変動を明らかにするため、南北に連続する 3 シーンのデータを接続して解析を行った。なお、解析にあたっては、変動量が小さいと予想されるため、できるだけ長期間のペアを選んで解析を行った。

干渉 SAR 解析では、2 時期のデータを干渉させて作成する初期干渉画像から、軌道縞、地形縞を除去して最終的な差分干渉画像を得る。そのため、衛星の軌道情報が正確である必要があるが、JERS-1 の軌道情報の精度が低いため、データに含まれる軌道情報をそのまま用いては軌道縞を除去することができない。通常の解析では、シーンの大部分は変動していないことから、変動の大きい領域を除き、全体として軌道縞、地形縞が除去できるような基線値を再推定する。しかし、今回の解析範囲

では、画像の北部と南部とを比較するとかなり大きな変動があるため、通常の手法を用いることはできない。

今回の解析範囲の南部においては、GPS 観測により、5 年で 1cm 程度の変動であることがわかっている。そこで、この南部の領域については、解析期間中に変動がないと仮定し、この領域の軌道縞を除去できるような軌道を推定した。推定された軌道に基づき、初期干渉画像から軌道縞、地形縞を除去し、差分干渉画像を得た。

2) 調査観測の成果

解析の結果、得られた干渉 SAR 画像を図 2.2.4-1 に示す。ここに示したものの他にも解析したペアは存在するが、ほとんど干渉が得られていない。

図 2.2.4-1 において、山地で干渉が得られていないペアがいくつか見られるが、いずれも 4 月に観測が行われたデータを用いたものである。これは、積雪により干渉が得られなくなっていると考えられる。また、他の季節においても、基線長が長くなるにつれ、山地での干渉が得られなくなっている。これは、この地域の地形が陰しいためであると考えられる。春および秋は、積雪がなく、大気中の水蒸気が比較的少ないので、干渉 SAR にとっては条件が良い時期といえる。しかし、今回の解析領域については、この条件の良い時期において基線長の短いペアが非常に少なく、解析には困難が伴った。

図 2.2.4-1 において、程度に差はあるが、全てのペアにおいて、軌道縞が完全には除去しきれていない。図 2.2.4-1 (c) や (d) は比較的良好に軌道縞が除去されており、解析領域の北部が南部に比べ衛星に近づく向きに変位していることがわかる。軌道縞を完全に除去することができれば、変動の面的分布を明らかにできる可能性があると考えられる。

3) 結論並びに今後の課題

JERS-1 のように軌道情報の精度が低い衛星データを用いる場合、軌道縞を完全に除去するためには、解析範囲に含まれる GPS 観測結果を用いて軌道を推定する手法を開発する必要がある。

平成 15 年度に解析を実施する予定の ERS-1、ERS-2 については、高精度の軌道情報が公開されており、その軌道情報を用いて解析を行うことにより、軌道縞をほぼ完全に除去することが可能であると予想される。

(d) 引用文献

(e) 成果の論文発表・口頭発表等

1) 論文発表

著者	題名	発表先	発表年月 日
なし			

2) 口頭発表、その他

発 表 者	題 名	発表先、主催、発表場所	発表年月日
なし			

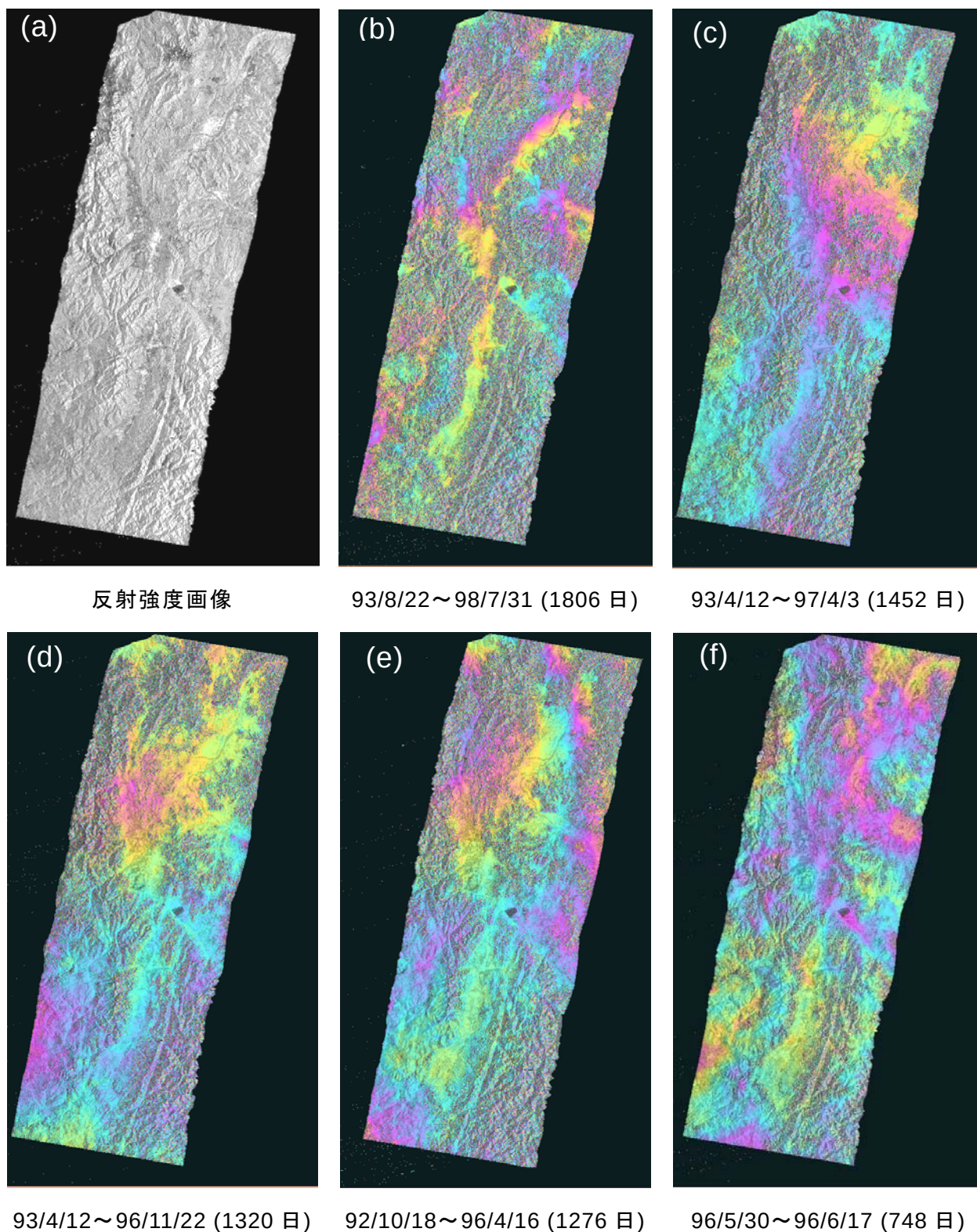


図 2.2.4-1 松本盆地を中心とした糸魚川－静岡構造線周辺の差分干渉画像。画像は全てジオコード済み。画像の左下の緯経度：35.0° N、137.35° E；画像の右上の緯経度：37.1° N、138.7° E。(a) 反射強度画像；(b) 93/8/22～98/7/31 (1806 日)；(c) 93/4/12～97/4/3 (1452 日)；(d) 93/4/12～96/11/22 (1320 日)；(e) 92/10/18～96/4/16 (1276 日)；(f) 96/5/30～96/6/17 (748 日)。() 内の数字は観測間隔の日数。