北 海 道 大 学

大学院理学研究院附属

地震火山研究観測センター

2010 年度年報

Hokkaido University Institute of Seismology and Volcanology

目　次

はじめに　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１
構成員　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２

Ⅰ　センターとしての活動
　１．道内の地震火山観測点
　　（１）地震予知研究のための定常観測点　・・・・・・・・・・・・・　７
　　（２）火山噴火予知のための定常観測点　・・・・・・・・・・・・・　９
　２．地震調査委員会提出資料　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１９
　３．地震予知連絡会提出資料　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２１
　４．火山噴火予知連絡会提出資料　・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２４
　５．地震・火山噴火予知協議会報告　・・・・・・・・・・・・・・・・・　７６

Ⅱ　研究活動
　１．研究テーマ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１３５
　２．研究業績　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１８０

Ⅲ　教育活動
　１．担当授業　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２２１
　２．学位論文　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２２４
　３．雑誌会　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２２４
　４．談話会　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２３１
　５．研究集会　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２３４

はじめに

北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センターは，地震観測・海底地震・火山活動および地下構造の 4 つの研究分野と地域防災情報支援室から構成され，多彩な地震火山現象が発生する北海道における，地震学火山学の研究・教育の中核拠点として活動しています.

2010 年度は，文部科学省の科学技術・学術審議会が 2008 年 7 月 17 日付で建議した「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の推進について」に基づき，国家的取り組みとして推進される 5 カ年の観測研究計画の 2 年目に当たります．従来，地震予知と火山噴火予知は，制度としては別個の枠組みで進められてきましたが，現計画ではそれが一つに統合され，装いも新たに再出発することになりました．当センターも様々なテーマを担当しており，4 分野の緊密な連携を保ちながら，国内外の関係機関との密接な協力のもとに取り組んでいます.

当センターの活動の大きな特徴の一つは，グローバルな視野に立って，観測と理論の両面から地震火山現象にアプローチすることです．２つのプレート境界に位置する北海道を研究対象とするためには，ロシア本土や千島列島などを含めた国際的な調査研究を推進する必要があります．今年度も，プレート運動速度の詳細把握，津波調査，海底地震観測，火山灰調査などを国際協力のもとに精力的に実施いたしました．また，極めて活動的な火山である有珠山が 2000 年に噴火した際に，地下浅部に貫入したマグマに向かってボーリングを掘り，浅部噴火発生場を直接調査する先端的な研究にも，主担当機関として参加しています．さらに，2011 年 3 月 11 日には東北地方太平洋沖巨大地震（M9.0）が発生したため，地震・津波発生過程解明のための緊急研究を実施しています.

2009 年度以降は，地域防災情報支援室を中心にして，防災機関職員の研修や，地元高校生への野外実習への講師派遣，一般市民を対象とした防災啓発イベント開催など，地域社会への貢献にも取り組みました.

この年報は，これらの研究・教育・地域貢献活動について，広く学内・学外の方々に理解していただくために作成いたしました．様々な角度からの，ご意見を賜りましたら幸いです.

平成 23 年 3 月 31 日

センター長　谷岡　勇市郎

北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター構成員

（2010 年 4 月～2011 年 3 月）

○教員

研究分野	教　授	准教授	助　教
地震観測研究分野	谷岡　勇市郎	勝俣　啓 髙橋　浩晃	山田　卓司
海底地震研究分野		村井　芳夫	西村　裕一
火山活動研究分野	村上　亮	大島　弘光 橋本　武志	青山　裕 森　濟
地下構造研究分野	茂木　透		
地震火山地域防災情報支援室		宮村　淳一	

○共通（客員）分野特任教員

氏名	所属	在任期間	専門分野
サウラブ・クマール・バーマ	インド国立地球物理研究所	2010.4.1～ 2010.6.30	地球電磁気学
メグ・ラジ・ディタル	トリプバン大学，ネパール	2010.7.1～ 2010.10.31	地震学
ピエール・ブリオール	パリ高等師範学校（ENS）地球科学部，フランス	2010.11.13～ 2010.12.17	地球物理学
ジョアン・ボスジオス	ワシントン大学，米国	2011.1.1～ 2011.3.31	地質学

○研究員等

職名	所属	氏名
非常勤研究員	地震観測研究分野	アディティア・グスマン(11 月～)
	海底地震研究分野	東　龍介
	地下構造研究分野	山谷　祐介
博士研究員	火山活動研究分野	奥山　哲
学術研究員	地震観測研究分野	中村　有吾(7 月～)
学振特別研究員	地震観測研究分野	スベシュ・ギミレ
研究支援推進員	地下構造研究分野	森谷　武男
理学研究院研究員	地震観測研究分野	中村　有吾(～6 月)

○職員

職名	所属	氏名
技術職員	観測技術部	一柳　昌義
		鈴木　敦生
		髙田　真秀
		山口　照寛
嘱託職員	観測技術部	岡山　宗夫
		前川　徳光
	事務室	鴨川　凌子
技術補佐員	海底地震研究分野	大和田　美穂子
技術補助員	地震観測研究分野	黒井　和典
	火山活動研究分野	金子　理絵
事務補助員	事務室	近藤　亜樹
	地下構造研究分野	森定　路恵

○学生

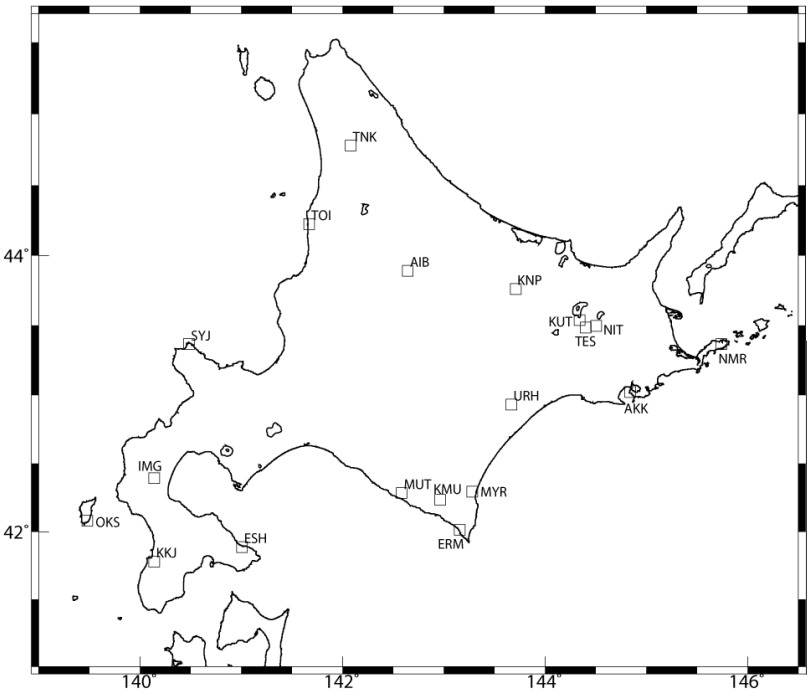
学年	氏名
大学院博士課程　3 年	アディティア・グスマン（～9 月）
〃　2 年	和田　直人
〃　1 年	伊尾木　圭衣，プルナ・プトラ（10 月～）
大学院修士課程　2 年	的場　敦史，山下　晴之，アブドラー・サブリー(10 月～)
〃　1 年	佐々木　智彦，原田　大介，アブドラー・サブリー(～9 月)
学部地球科学科　4 年	大山　倫敦，眞城　亮成，森　貴章，八神　樹
研究生	松本　征海

Ⅰ　センターとしての活動

1．道内の地震火山観測点

（1）地震予知研究のための定常観測点

北海道大学では，北海道およびその周辺に発生する地震および地殻活動を観測研究する目的で，道内 45 箇所（2011 年 3 月現在）に地震および地殻変動連続観測のための観測施設を展開している．



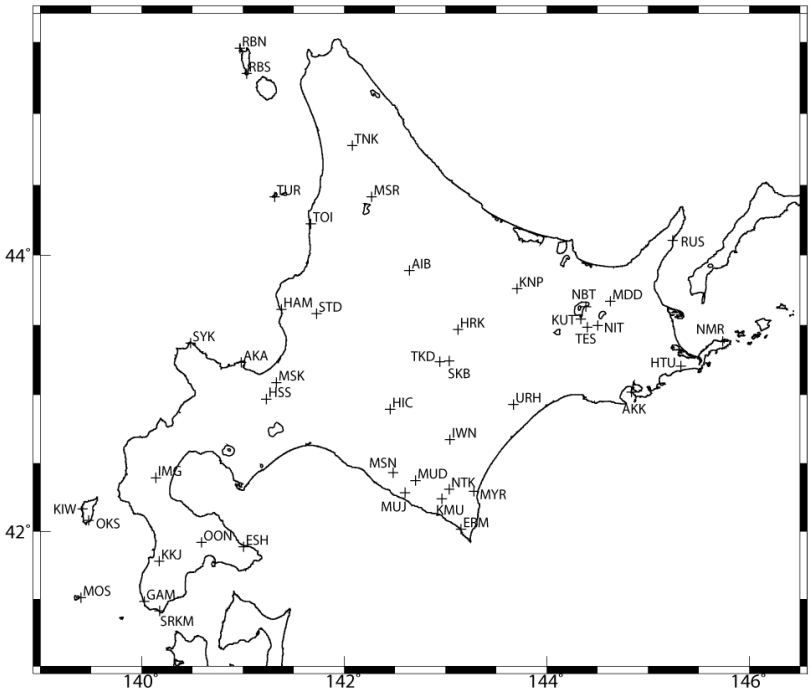
地殻変動観測点配置図

地殻変動定常観測点（2011年3月31日現在）

観測点名	コード	北緯（°）	東経（°）	センサー標高（m）	観測開始年	所在地	観測項目※	設置形態	データ変換装置	通信形態
えりも	ERM	42.0175	143.1533	40	1971	北海道幌泉郡えりも町	Tw,E	横坑	白山LT-8500	DA64
厚岸	AKK	43.0194	144.8383	-440	1978	北海道厚岸郡厚岸町	S3,Tb	縦坑 500m	白山LT-8500	DA64
恵山	ESH	41.8867	141.0075	40	1980	北海道南茅部郡南茅部町	Tw,E	横坑	白山LT-8500	DA64
広尾	MYR	42.2942	143.2797	80	1983	北海道広尾郡広尾町字広尾	Tw,E	横坑	白山LT-8500	DA64
弟子屈	TES	43.4858	144.3989	230	1983	北海道川上郡弟子屈町	Tw,E	横坑	白山LT-8500	DA64
上杵臼	KMU	42.2359	142.9615	19	1983	北海道浦河郡浦河町	V	縦坑 110m	白山LT-8500	DA64
今金	IMG	42.3928	140.1403	90	1984	北海道瀬棚郡今金町	Tw,E	横坑	白山LT-8500	DA64
上ノ国	KKJ	41.7800	140.1403	70	1984	北海道檜山郡上ノ国町	Tw,E	横坑	白山LT-8500	DA64
根室	NMR	43.3675	145.7383	20	1984	北海道根室市豊里	Tw,E	横坑	白山LT-8500	DA64
三石	MUT	42.2856	142.5822	35	1984	北海道日高郡新ひだか町	Tw,E	横坑	白山LT-8500	DA64
浦幌	URH	42.9294	143.6675	80	1984	北海道浦幌郡浦幌町	Tw,E	横坑	白山LT-8500	DA64
苫前	TOI	44.2244	141.6694	35	1985	北海道苫前郡苫前町	Tw,E	横坑	白山LT-8500	ISDN
愛別	AIB	43.8931	142.6419	265	1985	北海道上川郡愛別町	Tw,E	横坑	白山LT-8500	DA64
訓子府	KNP	43.7628	143.7083	180	1985	北海道常呂郡訓子府町	Tw,E	横坑	白山LT-8500	3.4K
天塩中川	TNK	44.7808	142.0800	60	1994	北海道中川郡中川町	Tw,E	横坑	白山LT-8500	DA64
奥尻	OKS	42.0825	139.4783	-425	1995	北海道奥尻郡奥尻町	S3,Tb	縦坑 500m	白山LT-8500	DA64
根室	NMR	43.3675	145.7383	-480	1996	北海道根室市豊里	S3,Tb	縦坑 500m	白山LT-8500	DA64
積丹	SYJ	43.3658	140.4828	-490	1996	北海道積丹郡積丹町	S3,Tb	縦坑 500m	白山LT-8500	DA64
屈斜路	KUT	43.5405	144.3381	16	1997	北海道川上郡弟子屈町	V	縦坑 180m	白山LS-7000XT	DA64
仁多	NIT	43.4972	144.5036	-16	1997	北海道川上郡弟子屈町	V	縦坑 180m	白山LS-7000XT	DA64
えりも	ERM	42.1500	143.1414	―	1998	北海道幌泉郡えりも町	TG	超音波式	明星GTA34	3.4K

※Tw:水管傾斜計，E:伸縮計，V:体積歪計，Tb:ボアホール傾斜計，S3:３成分歪計，TG：潮位計

地殻変動観測点一覧表



微小地震観測点配置図

微小地震定常観測点（2011年3月31日現在）

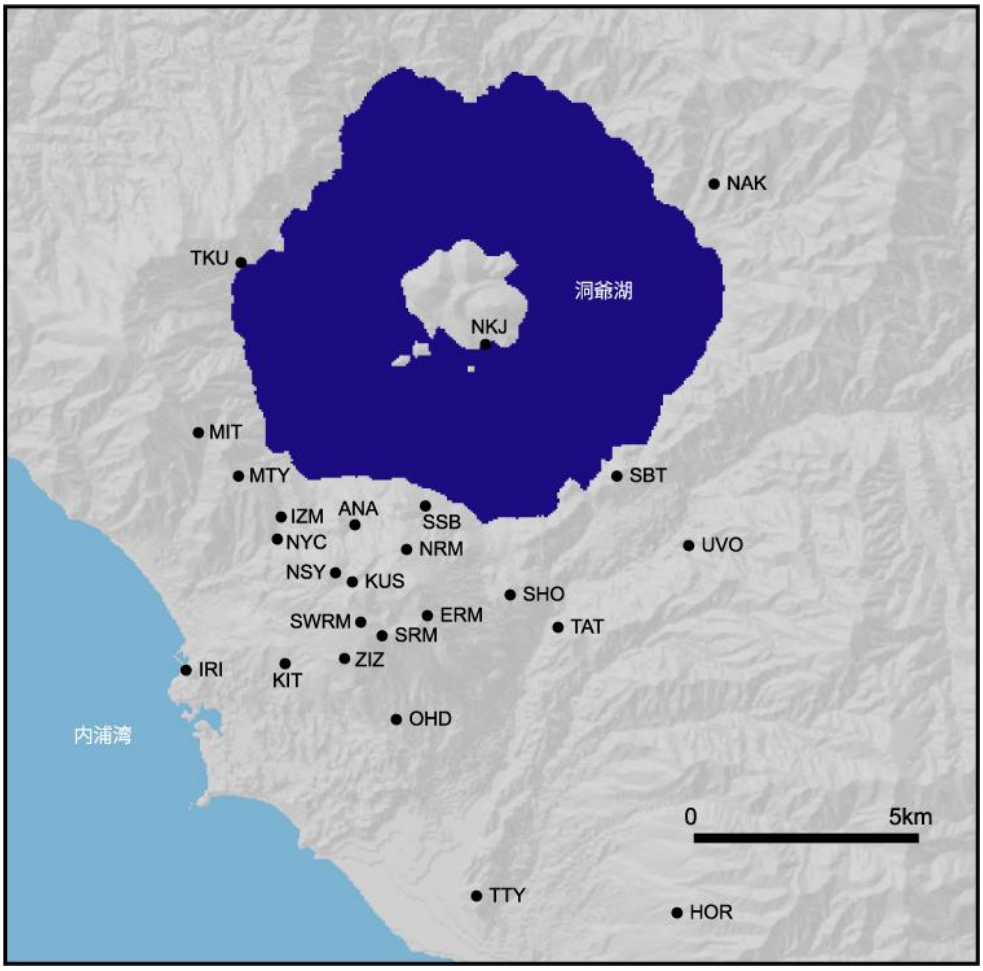
観測点名	コード	北緯(°)	東経(°)	センサー標高（m）	観測開始年	所在地	地震計の種類	設置形態	データ変換装置	通信形態
えりも	ERM	42.0175	143.1533	40	1971	北海道幌泉郡えりも町	PK-110 STS-1	横抗	白山LT-8500	DA64
簾舞	HSS	42.9672	141.2289	215	1973	北海道札幌市南区砥山	PK-110	縦坑 24m	白山LS-7000XT	DA64
上杵臼	KMU	42.2411	142.9633	185	1976	北海道浦河郡浦河町	PK-110	横抗	白山LT-8500	DA64
茂寄	MYR	42.2942	143.2797	80	1976	北海道広尾郡広尾町	PK-110	横抗	白山LT-8500	DA64
日高	HIC	42.8928	142.4547	210	1976	北海道沙流郡日高町	TUSS	縦坑 100m	白山LT-8500	DA64
御園	MSN	42.4322	142.4847	130	1976	北海道日高郡新ひだか町	L4C-3D	地上	白山LS-7000XT	DA64
岩内仙峡	IWN	42.6731	143.0422	235	1976	北海道帯広市岩内町	TUSS	縦坑 100m	白山LT-8500	DA64
恵山	ESH	41.8867	141.0075	40	1976	北海道函館市尾札部	PK-110	横抗	白山LT-8500	DA64
厚岸	AKK	43.0194	144.8381	80	1976	北海道厚岸郡厚岸町	L4C-3D	地上	白山LT-8500	DA64
弟子屈	TES	43.4858	144.3986	220	1983	北海道川上郡弟子屈町	PK-110 STS-1	横抗	白山LT-8500	DA64
今金	IMG	42.3928	140.1403	80	1983	北海道瀬棚郡今金町	PK-110	横抗	白山LT-8500	DA64
上ノ国	KKJ	41.7800	140.1719	30	1983	北海道檜山郡上ノ国町	PK-110 STS-1	横抗	白山LT-8500	DA64
根室	NMR	43.3842	145.7383	20	1984	北海道根室市豊里	PK-110 STS-1	横抗	白山LT-8500	DA64
三石	MUJ	42.2856	142.5986	35	1984	北海道日高郡新ひだか町	PK-110	横抗	白山LT-8500	DA64
浦幌	URH	42.9286	143.6700	100	1984	北海道浦幌郡浦幌町	PK-110	横抗	白山LT-8500	DA64
苫前	TOI	44.2244	141.6694	35	1985	北海道苫前郡苫前町	PK-110	横抗	白山LT-8500	ISDN
愛別	AIB	43.8931	142.6419	265	1985	北海道上川郡愛別町	PK-110 STS-1	横抗	白山LT-8500	DA64
訓子府	KNP	43.7628	143.7083	180	1985	北海道常呂郡訓子府町	PK-110	横抗	白山LT-8500	3.4K
積丹	SYK	43.3725	140.4817	125	1985	北海道積丹郡積丹町	L4C-3D	地上	白山LT-8500	DA64
赤岩	AKA	43.2325	140.9817	370	1985	北海道小樽市赤岩	L4C-3D	地上	明星S501	DA64
浜益	HAM	43.6153	141.3803	-2	1985	北海道石狩市浜益	L22E-3D	縦坑 100m	白山LT-8500	DA64
奥尻	OKS	42.0828	139.4783	85	1989	北海道奥尻郡奥尻町	L4C-3D	地上	白山LT-8500	DA64
奥尻神威脇	KIW	42.1667	139.4158	40	1993	北海道奥尻郡奥尻町	L4C-3D	地上	白山LT-8500	3.4K
渡島大島	MOS	41.5097	139.3994	50	1993	北海道松前郡松前町	L4C-3D	地上	白山LS-7000XT	無線
天塩中川	TNK	44.7781	142.0800	60	1994	北海道中川郡中川町	PK-110	横抗	白山LT-8500	DA64
礼文島	RBN	45.4575	140.9694	28	1994	北海道礼文郡礼文町	L4C-3D	地上	白山LT-8500	DA64
羅臼	RUS	44.1067	145.2436	70	1994	北海道目梨郡羅臼町	L4C-3D	地上	白山LS-7000XT	DA64
幌加	HRK	43.4689	143.1247	695	1994	北海道河東郡上士幌町幌加温泉	PK-110	地上	白山LT-8500	3.4K
天売島	TUR	44.4161	141.3144	20	1995	北海道苫前郡羽幌町	L4C-3D	地上	白山LT-8500	DA64
屈斜路	KUT	43.5436	144.3381	198	1995	北海道川上郡弟子屈町	L22E-3D	地上	白山LS-7000XT	DA64
仁多	NIT	43.4975	144.5025	168	1995	北海道川上郡弟子屈町	L22E-3D	地上	白山LS-7000XT	DA64
赤神	GAM	41.4822	140.0283	10	1995	北海道松前郡松前町	L22E-3D	地上	白山LT-8500	DA64
新十津川	STD	43.5822	141.7261	124	1995	北海道新十津川町	L4C-3D	地上	白山LS-7000XT	DA64
礼文南	RBS	45.2822	141.0361	25	1996	北海道礼文郡礼文町	L4C-3D	地上	白山LS-7000XT	DA64
渡島大野	OON	41.9214	140.5886	150	1996	北海道北斗市	L4C-3D	地上	白山LT-8500	ISDN
仁伏	NBT	43.6350	144.3864	180	1996	北海道上川郡弟子屈町	L4C	地上	白山LS-7000XT	DA64
初田牛	HTU	43.2075	145.3244	75	1997	北海道根室市初田牛	L4C-3D	地上	白山LT-8500	DA64
母子里	MSR	44.4167	142.2686	295	1997	北海道雨竜郡幌加内町	L4C-3D	地上	白山LT-8500	DA64
野塚	NTK	42.3097	143.0353	550	1998	北海道浦河郡浦河町	L4C-3D	地上	白山LT-8500	3.4K
十勝ダム	TKD	43.2389	142.9422	438	1999	北海道上川郡新得町	L4C-3D	横抗	白山LT-8500	3.4K
白神	SRKM	41.4125	140.1764	50	2001	北海道松前郡松前町	L4C-3D	地上	白山LT-8500	DA64
然別	SKB	43.2425	143.0361	460	2001	北海道上川郡新得町	L4C-3D	地上	白山LT-8500	ISDN
南新川	MSK	43.0872	141.3303	-738	2001	北海道札幌市北区	SD-203BS	縦坑 740m	勝島Datol-2001	ISDN
緑ダム	MDD	43.6725	144.6258	368	2004	北海道清里町	L4C-3D	地上	白山LS-7000XT	DA64
三石ダム	MUD	42.3752	142.7025	180	2007	北海道日高郡新ひだか町	L4C-3D	地上	白山LS-7000XT	3.4K

地震観測点一覧表

（2）火山噴火予知研究のための定常観測点

北海道大学では，道内の 18 の活火山のうち，北海道駒ヶ岳・有珠山・樽前山・十勝岳・雌阿寒岳の 5 火山に重点を置いて常時観測を行っている．

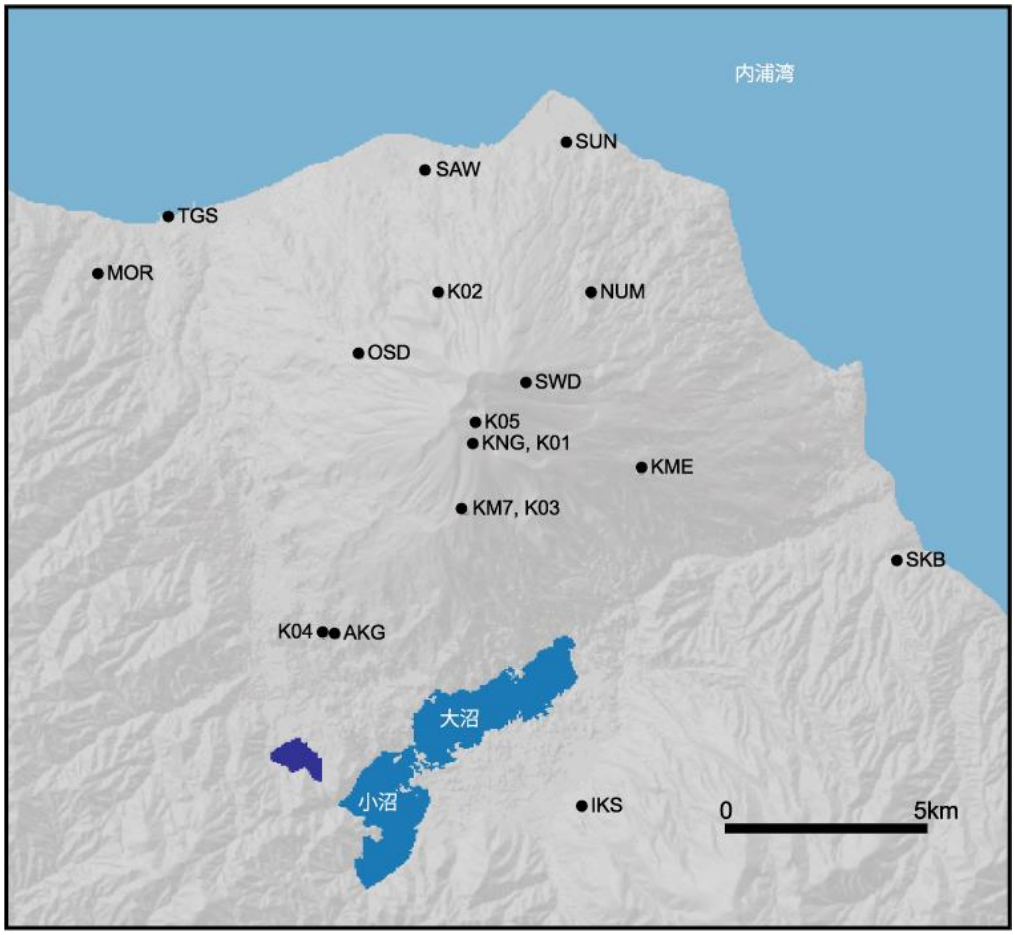
有珠山



観測点名	観測点コード	緯度 ° ′ ″	経度 ° ′ ″	標高 (m)	観測開始年月	センサ種類	設置形態	データ変換装置	通信
壮瞥温泉	SSB	423334.6	1405032.3	136	1978.10	地震計	地上	白山 LT8500	専用線 DA64 to UVO
						空振計	地上	白山 LT8500	
						GPS	地上	Leica SR530	
立香	TAT	423206.7	1405239.7	123	1977	地震計	地上	白山 LS8000SH	Flets ISDN
						GPS	地上	Leica SR530	
三豊	MIT	423421.7	1404649.4	228	1977	地震計	地上	白山 LS8000SH	専用線 DA64 to UVO
北有珠	KIT	423139.9	1404812.7	76	1978	地震計	地上	白山 LT8500	Flets ADSL
仲洞爺	NAK	423726.8	1405511.6	170	1981	地震計	地上	白山 LS8000SH	Flets ISDN
幌美内	HOR	422839.7	1405434.9	178	1977	地震計	地上	白山 LS8000SH	専用線 DA64 to UVO
大平	OHD	423100.1	1405002.4	116	1977	地震計	地上	白山 LS8000SH	Flets ADSL
北外輪	NRM	423302.8	1405012.7	490	1977	地震計	地上	白山 LS7000XT	SS無線 to SSB
南西外輪	SWRM	423209.6	1404925.0	524	2001.3	地震計	地上	白山 LS7000XT	SS無線 to KIT
						傾斜計	地上	白山 LS7000XT	
						GPS	地上	Leica SR530	
東外輪	ERM	423213.9	1405031.9	567	2002.5	地震計	地上	白山 LS7000XT	明星無線 to UVO
						空振計	地上	白山 LS7000XT	
						傾斜計	地上	白山 LS7000XT	
UVO	UVO	423306.0	1405447.1	107	2001.3	地震計	地上		Flets ADSL
入江	IRI	423135.0	1404636.8	17	2001.3	地震計	BH 100m	白山 LT8500	専用線 DA64 to UVO
						空振計	地上	白山 LT8500	
						GPS	地上	Leica SR530	
館山	TTY	422852.3	1405120.9	43	2001	地震計	BH 100m	白山 LT8500	BFlets
						傾斜計	BH 100m	白山 LT8500	
						空振計	地上	白山 LT8500	

昭和 新山	SHO	423229.0	1405151.1	303	2002.4	地震計	地上	白山 LS8000SH	UM2 無線 to TTY
匠の森	SBT	423358.0	1405339.1	199	2002	地震計	地上	白山 LS7000XT	専用線 DA64 to UVO
						空振計	地上	白山 LS7000XT	
						GPS	地上	Leica SR530	
中島	NKJ	423531.9	1405131.0	85	2002.5	地震計	地上	白山 LS7000XT	明星 無線 to SBT
						空振計	地上	白山 LS7000XT	
泉	IZM	423325.9	1404807.9	145	2002	地震計	地上	白山 LS8000SH	Flets ISDN
						GPS	地上	Leica SR530	
月浦	TKU	423629.2	1404730.1	93	2002.4	地震計	地上	白山 LS8000SH	Flets ISDN
						空振計	地上	白山 LS8000SH	
						GPS	地上	Leica SR530	
西山	NSY	423244.5	1404902.6	495	2002.5	地震計	地上	白山 LS8000SH	白山 RM800 to IZM
室蘭	MRR	421921.0	1405728.1	177	2002.7	地震計	地上	白山 LS8000SH	Flets ISDN
三豊	MTY	423356.7	1404726.8	259	2000.3	磁力計	地上	ネオサイエンス PM201SCS	FOMA 通信
新山	NYC	423309.8	1404804.9	137	2003.8	磁力計	地上	ネオサイエンス PM201SCS	FOMA 通信
全日空	ANA	423320.7	1404922.1	199	2000.12	磁力計	地上	ネオサイエンス TM200	現地 収録
小有珠	KUS	423238.5	1404918.1	436	2000.12	磁力計	地上	ネオサイエンス TM200	現地 収録
地蔵前	ZIZ	423144.3	1404910.5	296	2000.12	磁力計	地上	ネオサイエンス TM200	現地 収録

北海道駒ヶ岳

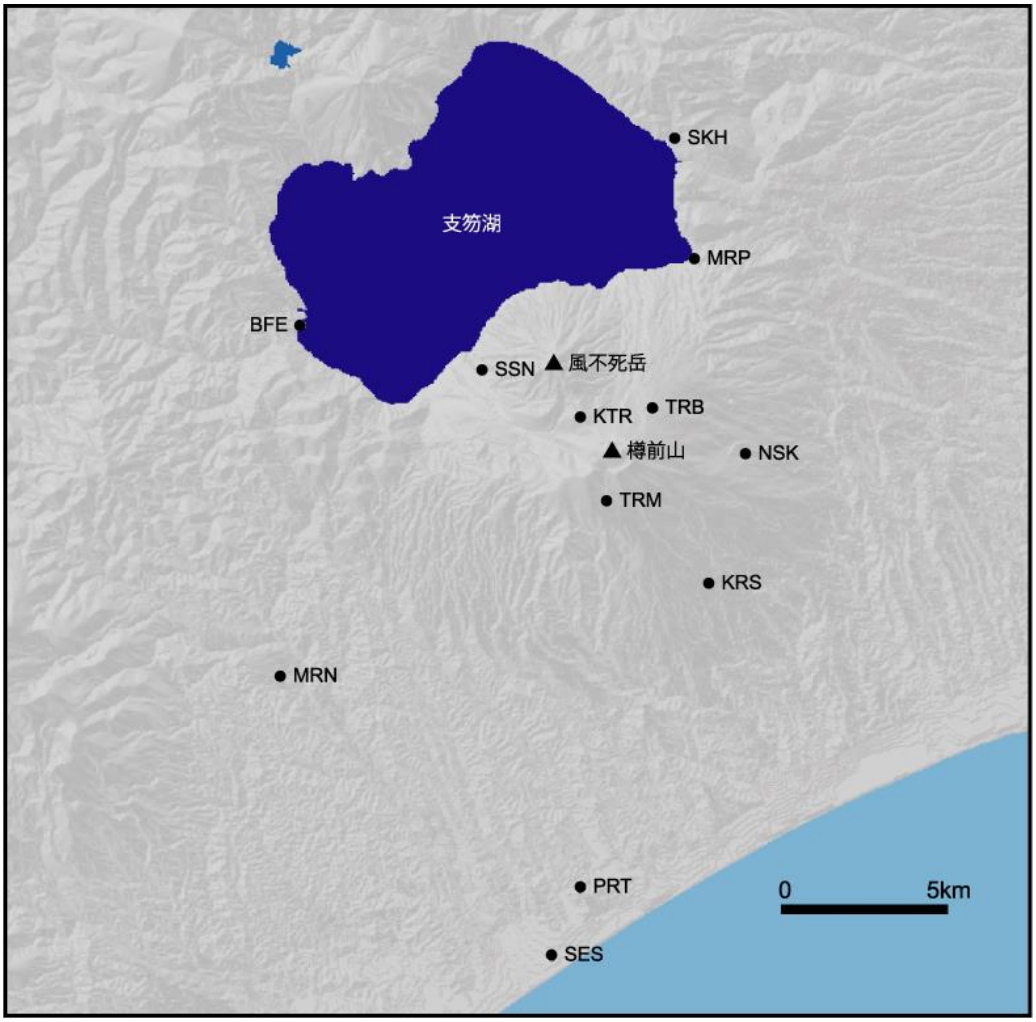


観測点名	観測点コード	緯度 ° ′ ″	経度 ° ′ ″	標高 (m)	観測開始年月	センサ種類	設置形態	データ変換装置	通信
鹿部	SKB	420151.8	1404848.7	43	2001	地震計	地上	白山 LS7000XT	専用線 DA64 to MOR
						GPS	地上	Leica SR530	
沼尻	NUM	420530.8	1404312.7	270	1997.3	地震計	BH 150m	白山 LT8500	Flets ISDN
						地震計	地上	白山 LT8500	
						傾斜計	BH 150m	白山 LT8500	
						GPS	地上	Leica SR530	
7合目	KM7	420233.7	1404053.2	495	1994.10	地震計	BH 150m	白山 LT8500	明星無線 to AKG
						空振計	地上	白山 LT8500	
						傾斜計	BH 500m	白山 LT8500	
						歪計	BH 500m	白山 LT8500	

						傾斜計	地上	白山 LT8500	
						温度計	地上	白山 LT8500	
						気圧計	地上	白山 LT8500	
						雨量計	地上	白山 LT8500	
						GPS	地上	Leica SR530	SS無線 to AKG
軍川	IKS	415829.3	1404301.9	185	1982.2	地震計	地上	白山 LT8500	Flets ADSL
						GPS	地上	Leica SR530	
						遠望 カメラ	地上	MIKAMI CB-171L	
森	MOR	420548.5	1403413.1	53	2001	地震計	地上	白山 LS8000SH	Flets ADSL
						GPS	地上	Leica SR530	
砂原	SAW	420713.4	1404012.0	17	1982.2	地震計	地上	白山 LS8000SH	400M 帯 無線 to MOR
押出沢	OSD	420441.9	1403858.9	310	2000.10	地震計	地上	白山 LT8500	明星 無線 to MOR
						空振計	地上	白山 LT8500	
						傾斜計	地上	白山 LT8500	
東麓	KME	420307.1	1404406.7	310	2000.10	地震計	地上	白山 LS7000XT	明星 無線 to SKB
						空振計	地上	白山 LS7000XT	
						傾斜計	地上	白山 LS7000XT	
検潮所	TGS	420635.6	1403529.8	4	2003.4	潮位	水上	白山 LS8000SH	専用線 3.4k to MOR
砂崎	SUN	420735.9	1404245.8	5	2002.4	地震計	地上	白山 LS7000XT	専用線 3.4k to MOR
砂原岳	SWD	420418.1	1404200.5	762	2001.9	地震計	地上	白山 LS7000XT	明星 無線 to SKB
						空振計	地上	白山 LS7000XT	
						傾斜計	地上	白山 LS7000XT	
剣が峰	KNG	420328.3	1404103.5	895	2001.9	地震計	地上	白山 LS7000XT	明星 無線 to IKS
						空振計	地上	白山 LS7000XT	
						傾斜計	地上	白山 LS7000XT	

赤井川	AKG	400051.5	1403832.9	168	2002.4	地震計	地上	白山 LS7000XT	Flets ISDN
馬の背	K01	420329.8	1404103.6	900	2001.8	磁力計	地上	ネオサイエンス TM200	現地 収録
掛澗	K02	420531.8	1404026.1	297	2001.8	磁力計	地上	ネオサイエンス TM200	現地 収録
7合目	K03	420233.4	1404054.6	493	2001.8	磁力計	地上	ネオサイエンス TM200	現地 収録
赤井川	K04	420051.6	1403818.9	168	2001.8	磁力計	地上	ネオサイエンス TM200	現地 収録
火口原	K05	420345.1	1404104.1	913	2006.6	磁力計	地上	ネオサイエンス TM200	現地 収録

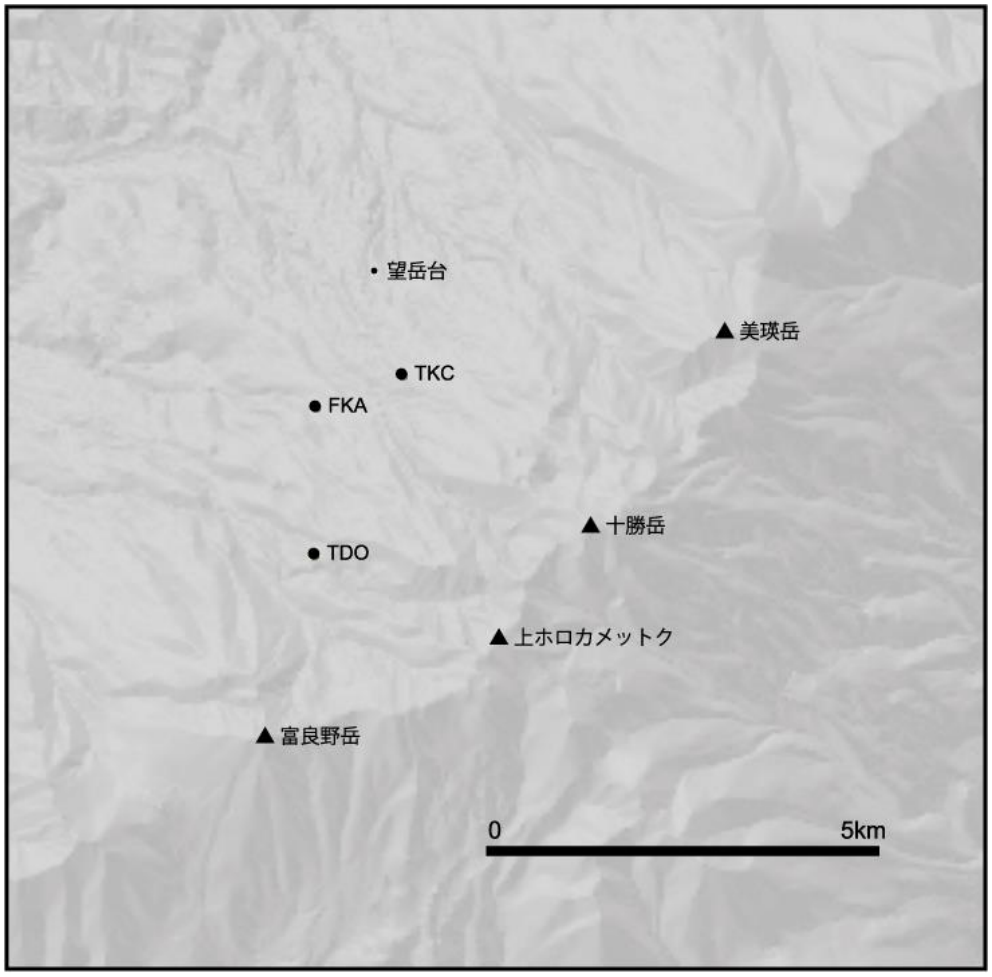
樽前山



観測点名	観測点コード	緯度 ° ′ ″	経度 ° ′ ″	標高 (m)	観測開始年月	センサ種類	設置形態	データ変換装置	通信
坑道	TRM	424038.4	1412236.1	645	1996.9	地震計	横坑	白山 LT8500	明星無線 to SHR
						温度計	横坑	白山 LT8500	
						気圧計	横坑	白山 LT8500	
						伸縮計	横坑	白山 LT8500	
						傾斜計	横坑	白山 LT8500	
ポロト	PRT	423410.6	1412200.0	70	1995.10	地震計	地上	白山 LS8000SH	Flets ADSL
6合目	TRB	424209.8	1412340.6	480	1995.10	地震計	BH 100m	白山 LS8000SH	明星無線 to SKH
						地震計	地上	白山 LS7000XT	
						傾斜計	BH 100m	白山 LS7000XT	

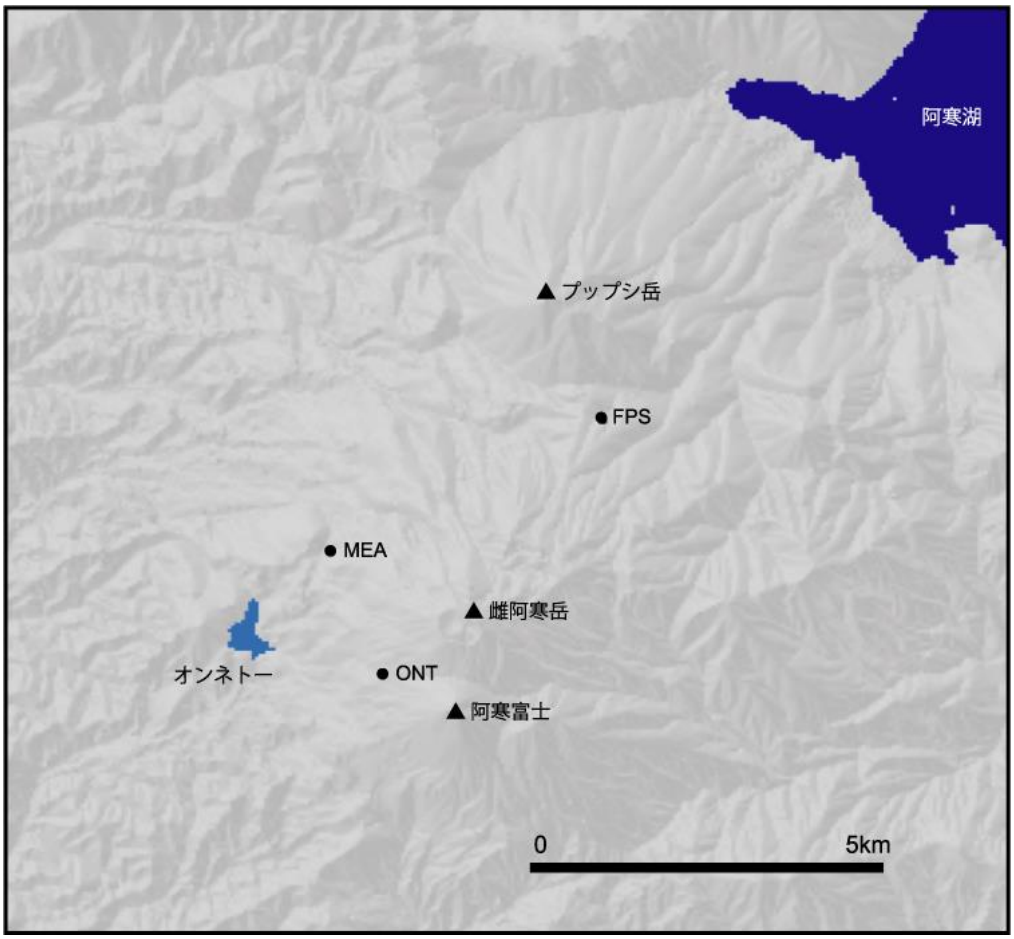
						温度計	BH 100m	白山 LS7000XT	
						空振計	地上	白山 LS8000SH	
支笏湖畔	SKH	424638.0	1412407.5	290	1995.11	地震計	地上	白山 LS8000SH	専用線 DA128 to 北大
						遠望 カメラ	地上		
小樽前	KTR	424200.0	1412202.6	880	2001.10	地震計	地上	白山 LS7000XT	明星 無線 to SKH
錦岡	NSK	424122.2	1412543.0	325	2001.10	地震計	地上	白山 LS7000XT	白山 無線 to TCO
支寒内	SSN	424247.3	1411950.4	324	2003.11	地震計	地上	白山 LS7000XT	白山 無線 to BFE
モラップ	MRP	424437.7	1412432.4	260	2002	地震計	地上	白山 LS8000SH	専用線 3.4k to SKH
唐沢	KRS	423915.1	1412453.6	261	2002.8	地震計	地上	白山 LS7000XT	白山 無線 to TCO
						空振計	地上	白山 LS7000XT	
美笛	BFE	424332.1	1411549.1	250	2002.8	地震計	地上	白山 LS8000SH	専用線 3.4k to SKH
森野	MRN	423742.2	1411520.5	143	2003.9	地震計	地上	白山 LS7000XT	Flets ISDN
白老小	SES	423302.2	1412122.0	5	2005	遠望 カメラ	地上		専用線 DA128 to SHR

十勝岳



観測点名	観測点コード	緯度 ° ′ ″	経度 ° ′ ″	標高 (m)	観測開始年月	センサ種類	設置形態	データ変換装置	通信
坑道	TKC	432606.9	1423923.8	1125	1985.12	地震計	横坑	白山 LS7000XT	400M 帯無線 to KMF
						傾斜計	横坑	白山 LS7000XT	
						伸縮計	横坑	白山 LS7000XT	
吹上温泉	FKA	432554.1	1423835.2	1014	1985.12	地震計	地上	白山 LS7000XT	専用線 3.4k to KMF
						空振計	地上	白山 LS7000XT	
						微気圧計	地上	白山 LS7000XT	
十勝岳温泉	TDO	432452.6	1423834.1	1261	1985	地震計	地上	白山 LS7000XT	専用線 3.4k to KMF

雌阿寒岳



観測点名	観測点コード	緯度 ° ′ ″	経度 ° ′ ″	標高 (m)	観測開始年月	センサ種類	設置形態	データ変換装置	通信
雌阿寒温泉	MEA	432341.6	1435902.9	711	1992.2	地震計	BH 40m	白山 LT8500	専用線 3.4k to RWN
						傾斜計	BH 40m	白山 LT8500	
						地震計	地上	白山 LT8500	
						空振計	地上	白山 LT8500	
						傾斜計	地上	白山 LT8500	
オンネトー	ONT	432242.6	1435937.6	975	2003.6	地震計	地上	白山 LS7000XT	光回線 to MAS
フップシ	FPS	432445.2	1440202.1	820	2006.11	地震計	地上	白山 LS7000XT	明星無線 to AKH
						傾斜計	地上	白山 LS7000XT	

２．地震調査委員会提出資料

第 217 回（2011 年 1 月 11 日開催）

12月2日　石狩地方中部（北広島）の地震について

北海道大学地震火山研究観測センター

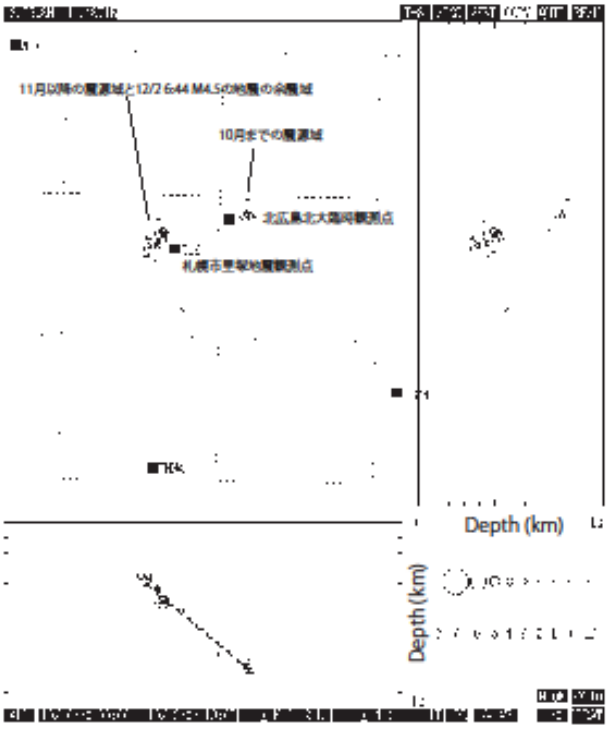
今回の地震の震源域付近では10月20日から地震活動が活発になった。そこで、北海道大学地震火山研究観測センターでは、10月22日に北広島（図１左）に臨時観測点を設置し地震活動の推移を見ることとした。その後11月24日の地震の震源は10月20日の活動から南東に移動した。同じ場所で12月2日Ｍ４．6の逆断層地震（図１右）が発生した。

図１左に10月20日から12月2日17時59分までの余震分布を示す。12月2日Ｍ４．６の地震は深さ5ｋｍと10月20日の活動（深さ10km程度）よりも浅くなっている。また12月2日の地震の断層面は余震分布から東下がりと考えられる。10月20日の活動と12月2日の余震分布を結ぶと同じ東下がりの断層面で両方の地震活動が発生したと考えてもおかしくない（図1下）。

札幌市は平成20年度に地震被害想定の見直しを行い、地下構造調査や地表背斜構造から札幌市の下に伏在断層を想定した。その１つである月寒背斜に関連する断層は南北走行・東下がりとされており、今回の地震活動がその断層面上で発生したとしてもおかしくない。余震分布から地震は3km程度から発生しているように見える。地下構造調査による基盤の深さとも比較的一致しているように見える。

12月2日本震発生後すぐ、北大センターは２点の臨時観測点（NSO, KSM）を追加設置した。図２には12月20日までの地震活動の推移分布を示す。

2010年10月20日から12月2日17時59分までの、震源分布



12/2 6:44 の地震のP波初動メカニズム解

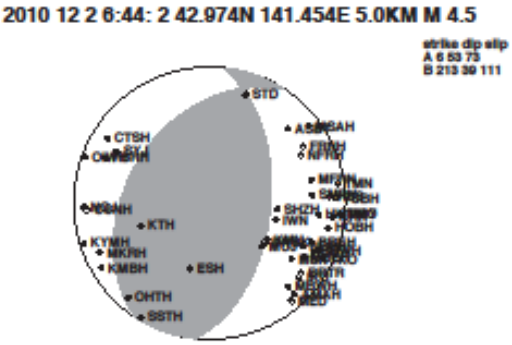
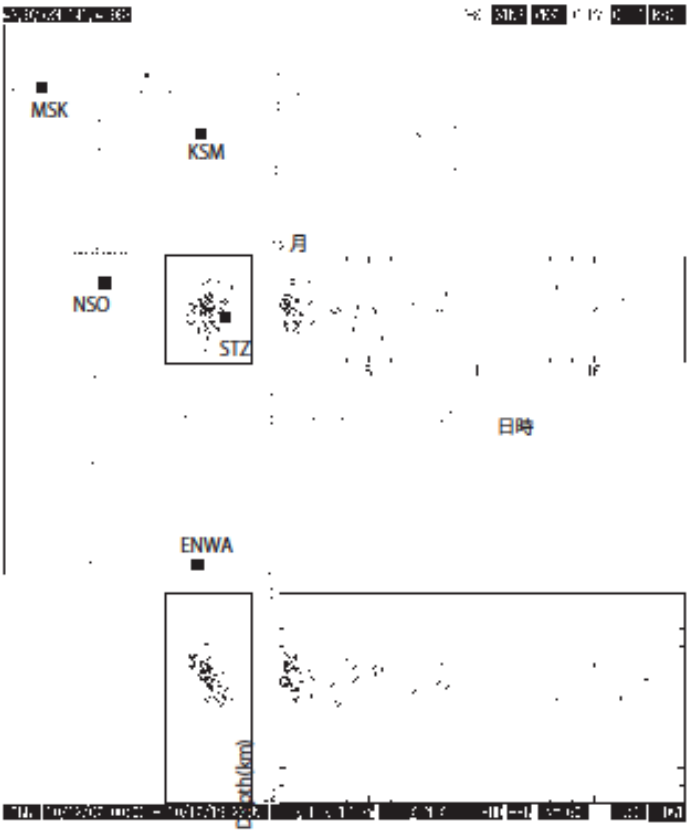


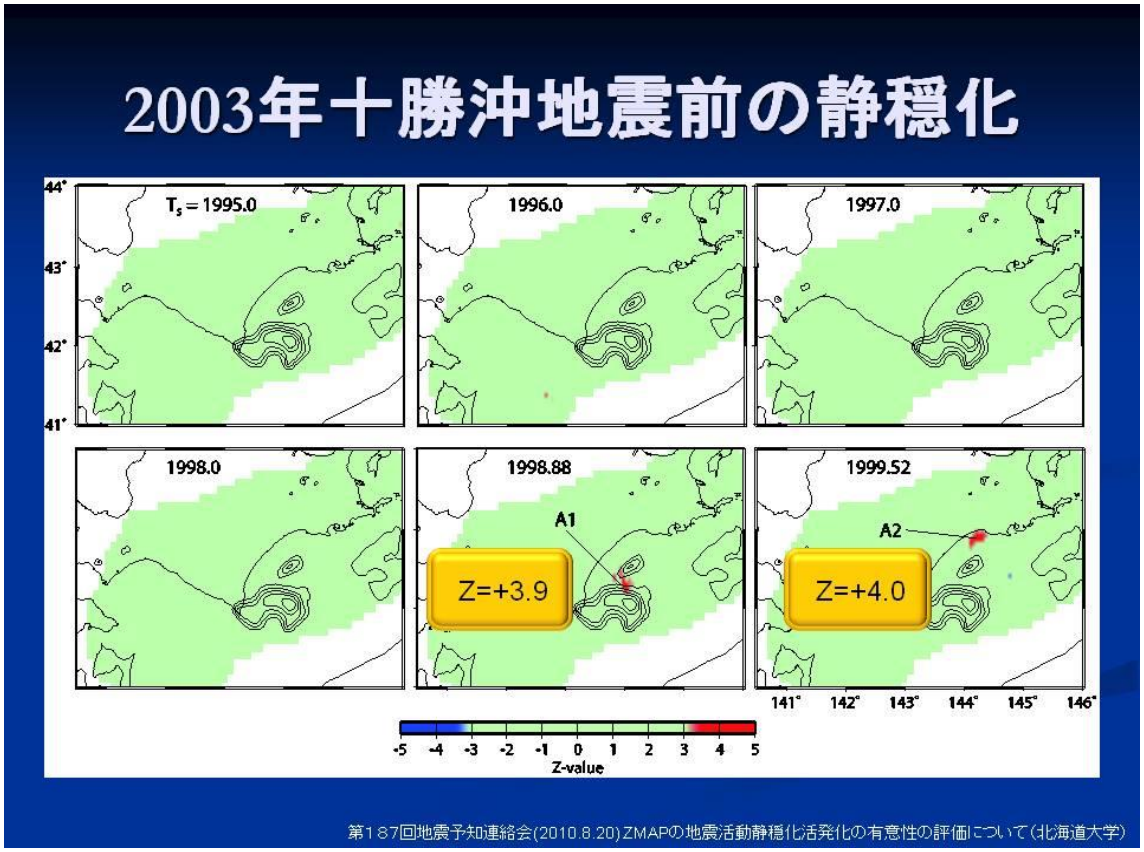
図１左）　12月2日の地震の震源近傍での10月20日からの地震活動
　　右）　12月2日本震のメカニズム

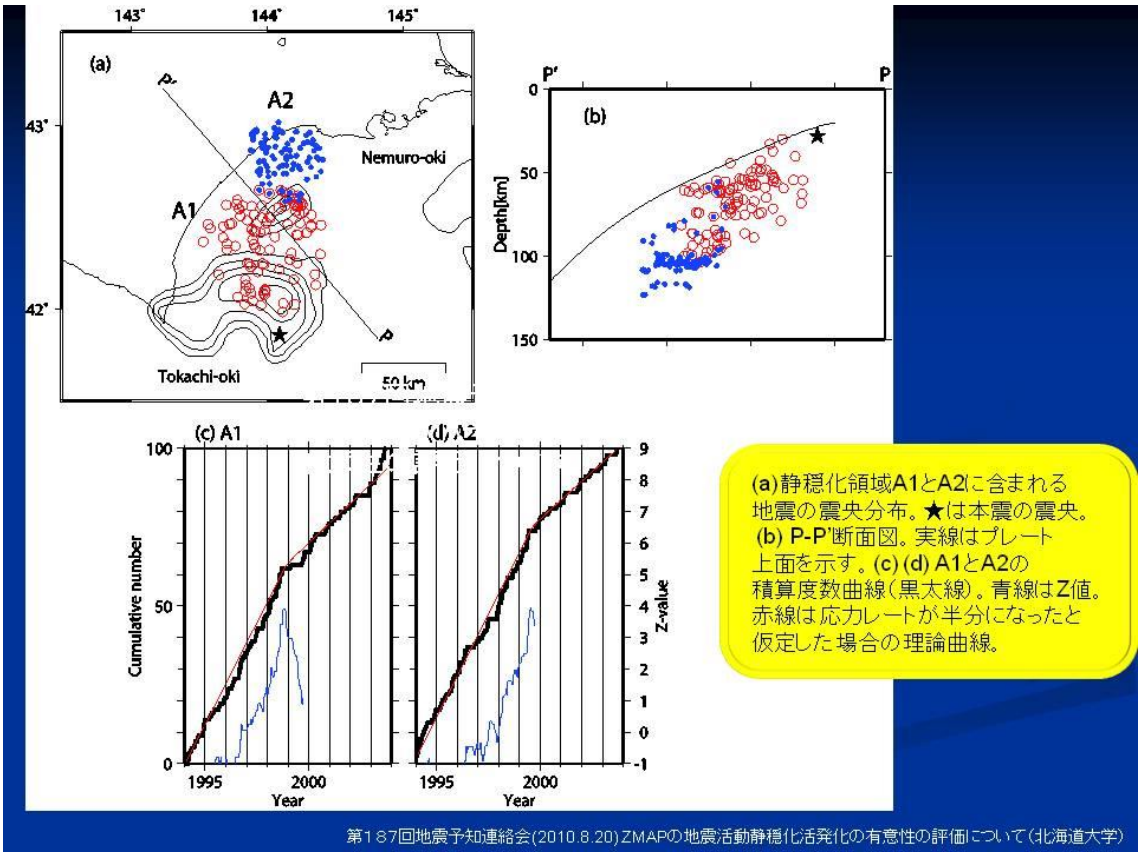
図２　2010年12月2日から12月19日までの余震の時空間分布



３．地震予知連絡会提出資料

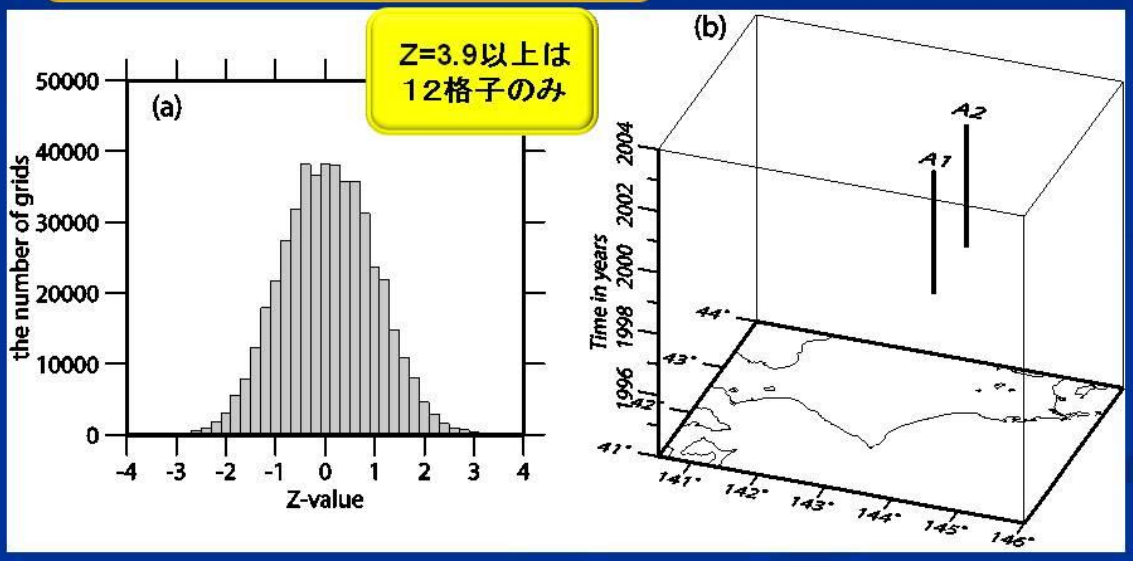
第 187 回（2010 年 8 月 20 日開催）





Z値の頻度分布

3327 grids × 144 time steps = 479088



数値シミュレーション手法

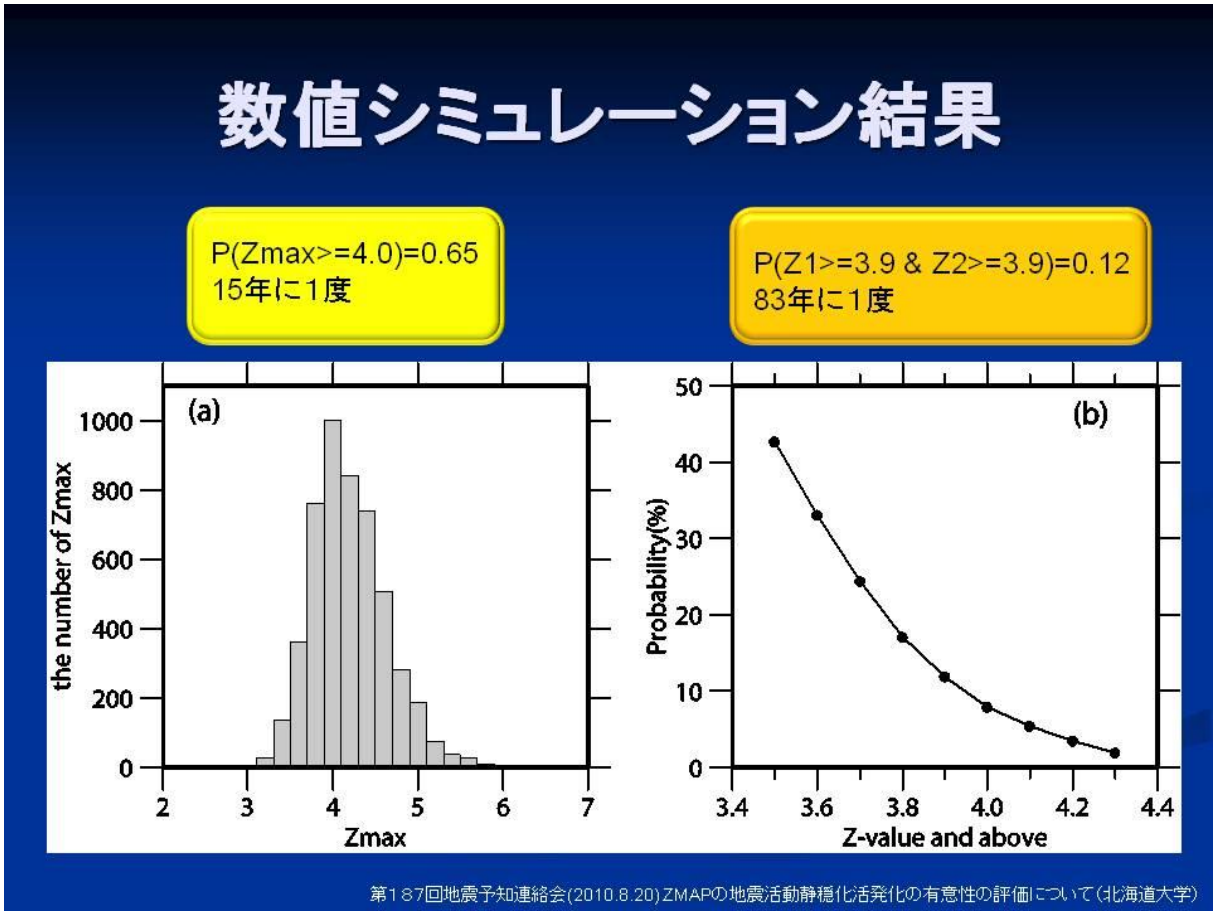
- 実際に使用したカタログと同じ時間・空間範囲に同じ個数の地震をランダムに発生させる

  地震数2000個、1994/1/1～2003/9/25、

  北緯41-44度、東経142-145度
- 全く同じパラメータを使用してZmaxを探索

  N=100個、時間窓の幅=4年、

  3327grids × 144 time steps = 479088
- 5000回繰り返す


数値シミュレーション結果
P(Zmax>=4.0)=0.65
15年に1度
P(Z1>=3.9 & Z2>=3.9)=0.12
83年に1度
(a)
the number of Zmax
Zmax
(b)
Probability(%)
Z-value and above
第187回地震予知連絡会(2010.8.20)ZMAPの地震活動静穏化活発化の有意性の評価について(北海道大学)

２．火山噴火予知連絡提出資料

第 116 回（2010 年 6 月 16 日開催）

第116回火山噴火予知連絡会資料

― 2010年6月16日 ―

内　容

有珠山
- 火山性地震活動・井戸水位変化
- 2000年噴火域の全磁力変化
- 水蒸気・マグマ水蒸気爆発発生環境の検証
- 2000年新山の沈降
- 銀沼火口底噴気地の噴気温度変化

駒ケ岳
- 火山性地震の時空間分布
- 地磁気全磁力
- 最近の基線長変化

樽前山
- 火山性地震の時空間分布
- B噴気孔群周辺の表面温度

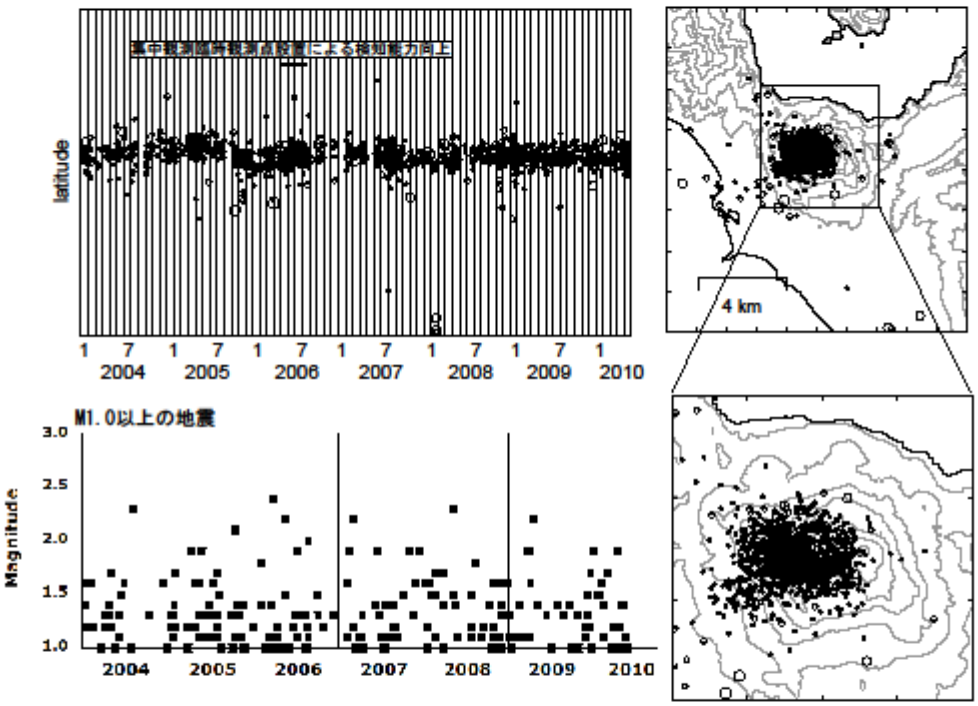
倶多楽
- 大正地獄の熱泥水噴騰活動
- 化学組成から推定された深部熱水系の地化学温度

浅間山
- 地殻変動の時間推移の特徴

有珠山

○火山性地震活動と井戸水位変化

山頂火口原内では引き続き微小地震活動が認められるが，活動度に特段の変化はない．



○井戸水位変化

昭和新山周辺の井戸では，2000年噴火以前の水位レベルへ向かう傾向が続いている．最近は顕著な変化が認められない（注：前回以降新たな追加データはない）．

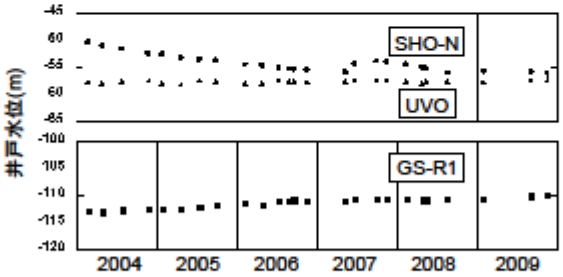


図２．昭和新山周辺の井戸水位変化

有珠山

有珠山

○2000年噴火域の全磁力変化

2000年新山域では，噴火終息後も顕著な全磁力変化が継続している（図１）．磁気双極子で近似すると，変化の中心は２箇所にあり，それぞれが現在の地磁気の方向に磁化を獲得しつつあるように見える．このうち，深い方の帯磁源（Aソース）はNB火口付近の深さ約500mに求められ，地下で岩石が冷えつつあることを示している．一方，北西側の浅い帯磁源（Bソース）については，逆帯磁岩体（下部更新統安山岩類）が地熱活動によって数100℃程度まで温められたことで，徐々に熱粘性磁化を獲得している可能性が高い（Hashimoto et al., 2008）．

いずれも表面活動終了後の冷却過程を反映した変化で，当面この傾向は継続するものと予想されるが，2008年頃から徐々に変化率は低下しつつあるように見える．

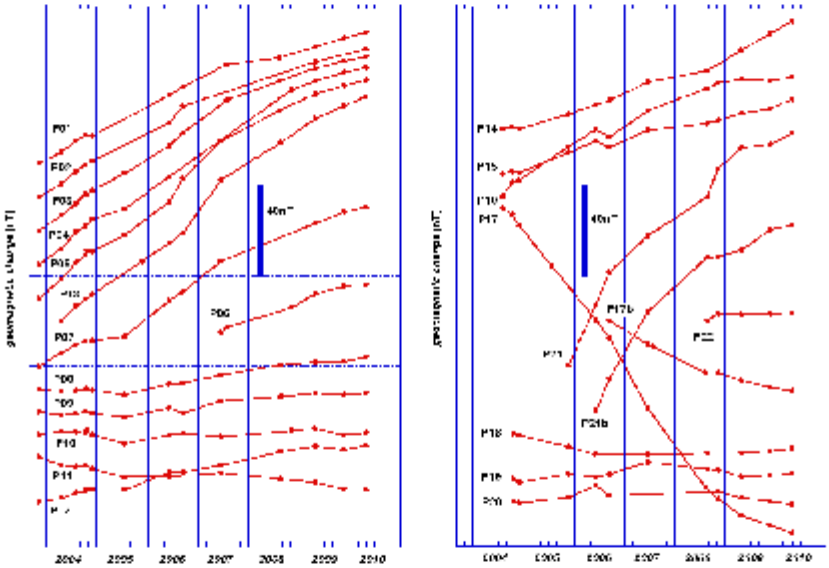


図１．（上図）2000年新山周辺の繰り返し磁気測量結果．MTYを参照点とした単純差．

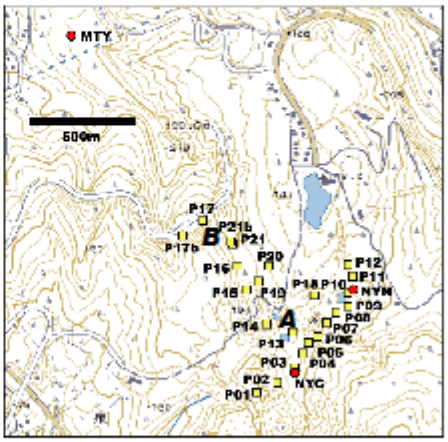


図２．（下図）磁気点の分布．本図の作成には，国土地理院発行のオンライン地図画像を使用した．

（橋本）

有珠山

○水蒸気・マグマ水蒸気爆発発生環境の検証

気象庁が昭和新山南東麓で火山観測井を掘削したことにより，昭和新山溶岩ドームの出現に先立ち約4ヶ月にわたって繰り返された水蒸気，マグマ水蒸気爆発の発生環境を検証するデータが得られた．

この一連の爆発活動は泥流を伴う水蒸気爆発で始まり，火砕流・火砕サージを伴うマグマ水蒸気爆発に発展した．溶岩ドームの成長曲線および周囲の孔井地質などから，泥流を伴う初期の水蒸気爆発は良好な帯水層である柳原層内で起こり，火砕流・火砕サージを伴う激しいマグマ水蒸気爆発は，高空隙率で透水性に劣る滝上溶結凝灰岩から上位の洞爺軽石流堆積物内で発生したと推定されている(図１)．

観測井は深度35mで固結ー弱溶結した凝灰角礫岩に到達し，これ以深もスコリア質溶結凝灰岩を挟んで(46.8ー48.6m間)，101m(孔底)まで同質の凝灰角礫岩が続いた(図２)．層序の検討を必要とするが，スコリア質溶結凝灰岩より以深は，洞爺軽石流堆積物・滝上溶結凝灰岩と考えられ，推定された地層が昭和新山の下に確認されたと言えよう．

スコリア質溶結凝灰岩より以深の孔内温度と見かけ比抵抗分布をみると，いずれも深度71m付近を境にして違いがある．この上・下区間とも地層水の流動を示唆する顕著な温度変化はなく，深度とともに温度は直線状に上昇するが，48ー71m区間の温度上昇率は0.3℃/mと大きく，これ以深は0.08℃/mと昭和新山地域の平均的な値を示す．見かけ比抵抗も48ー71m区間では深度ととも値が増大する傾向を示すものの，全体として71m以深より小さく，深度71m付近を境にして物性はもちろん，物質科学的な違いがあるのかもしれない．

地温上昇率が小さく，見かけ比抵抗の変化も少ない深度70ー101m間について偏差曲線を用いて電気検層解析を行った(図３)．泥水完全侵入を仮定した時，地層係数は３と見積もられ，この値は他の孔井で求められた滝上溶結凝灰岩の値(５ー３)に等しい．また空隙率は42ー47%と推定され，この区間の凝灰角礫岩の空隙率が高いことも確かめられた．

さらに検証を進めるために採取されたコアの物質科学的な解析が待たれる．

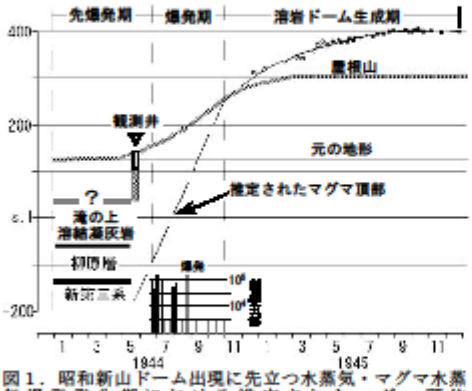


図１．昭和新山ドーム出現に先立つ水蒸気・マグマ水蒸気爆発発生期における推定されたマグマ頂位(Yokoyama, 1997に加筆)および観測井の位置．図右下は孔井柱状および物理探査から推定された地質．図下部の爆発に伴う噴出物量の単位はトン，灰色は噴出物量の報告なし．

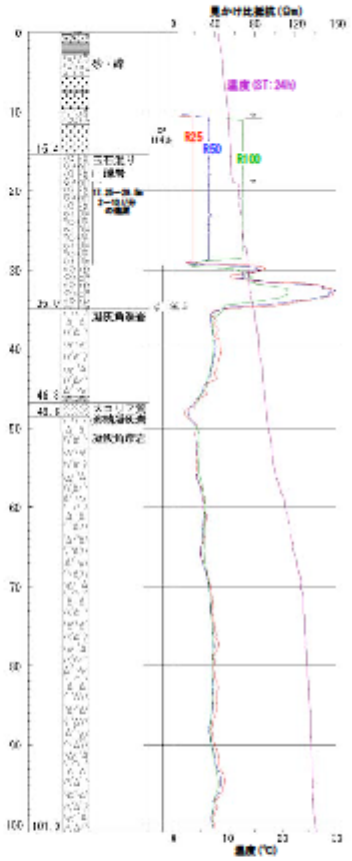


図２．暫定的な観測井の孔井地質，電気検層(ノーマル電極配列)および温度検層結果．検層時，ケーシングパイプが29.5mまで挿入されている．泥水循環を停止し，揚管後に実施した電気検層時の孔井水井は約11m，各種検層終了から24時間後に行われた温度検層時の孔井水井は約19m．

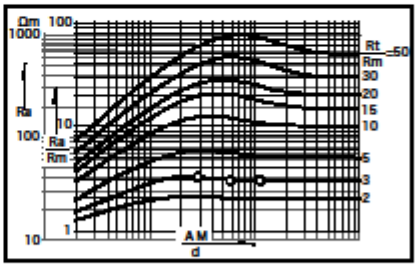


図３．深度70mー孔底(101m)間の平均的な見かけ比抵抗と偏差曲線の照合結果．これから泥水抵抗は約11Ωm，真比抵抗は33Ωmと求められる．

(大島・福井・中島)　　(有珠山)

有珠山

○2000年新山の沈降

2000年新山をほぼ南北に横断する水準路線（図１）の再測定を2009年９月ー10月にかけて３年ぶりに実施した．2000年新山の沈降は，全体として隆起量が大きいほど沈降量が大きく，隆起量の大きい2000年新山頂部付近を底部とする船底状の沈降パターンを示し，さらに時間の経過とともに沈降率が小さくなる傾向も認められていた．

今回の測量から求められた沈降パターンも，これまでと同様に，船底状を示すものの（図２），沈降率の小さい2000年新山南麓では沈降が停止し，沈降域に縮小が認められた（図３）．沈降率の低下は沈降量の大きい2000年新山頂部付近でも進行し，例えばRTKの沈降率は3.6cm/yr(2006-2003年)から2.7cm/yr(2009-2006年)になった．

ところで2000年新山頂部付近では，各期間とも，RTKを境にBM6596-N側とBM6597-O側の沈降量に違いが認められる．沈降量はRTKが最も小さく，RTKのBM6596-N側に較べてBM6597-N側の沈降量が大きい．特にRTK，これに隣接するBM6596-N側のID61およびBM6597-N側のID62の沈降量の差は大きく，この不連続は沈降が小ブロックに分かれて進行していることを伺わせる．その反面，これらの水準点は噴火活動後に設けたこともあり，不連続な沈降は堆積した噴出物の圧密を反映している可能性もある．これを考慮しても，2000年噴火以前からある水準点や噴出物に覆われていない2000年新山麓の水準点の比高変化は，新山頂部のRTKに向かって沈降量が増大する傾向を示し，2000年新山の船底状を呈した沈降は間違いない．

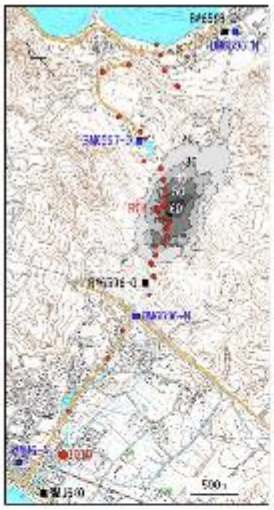


図１．2000年新山を横断する水準路線．赤点は北大，三四角(移設後)，黒四角(移設前)は国土地理院の水準点．

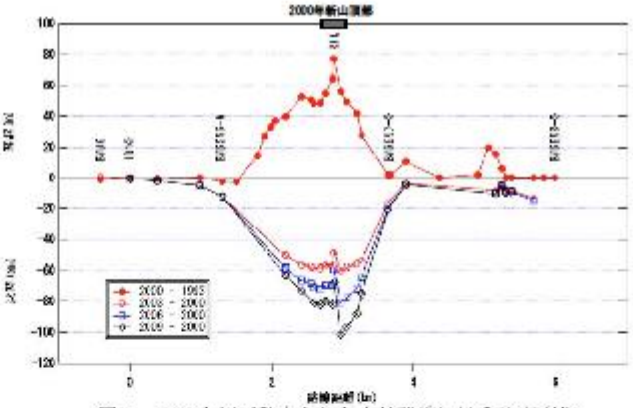


図２．ID10を仮不動点とした水準路線に沿う比高変化

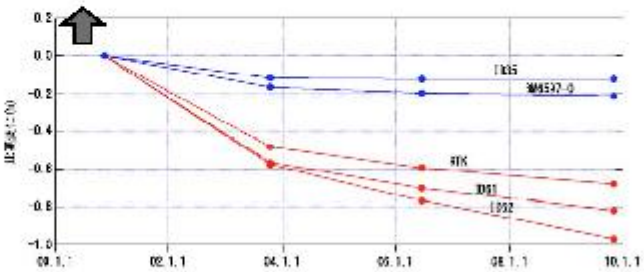


図３．ID10を仮不動点とした2000年新山頂部(RTK, ID61, ID62)および西麓(ID15)，北麓にある水準点の比高の経年変化(BM6597-N)

（大島・前川・畠山）　　（有珠山）

有珠山

○銀沼火口底噴気地の噴気温度変化

2000年噴火開始後，銀沼火口の火口底の縁に沿って分布する噴気地からの噴気温度に上昇が認められた（図２）．

2000年噴火開始直後の４月中旬の噴気温度は98℃であったが，噴火活動終息直前の8月下旬には120℃となり．2002年8月には約200℃に達するまでになった．噴火開始直前のデータはないが，2004年の1m深地温異常域が噴火以前に比べて拡大していたこととあわせ，噴気温度の上昇が2000年噴火によってもたらされたことは間違いない．この後，７年間の噴気温度の変化は分からないが，2009年５月の噴気温度は166℃と低下していた．

この温度低下傾向を確認するために，昨年と同様に，最も活発な火口底北西縁の噴気地にあり，噴気音を伴う噴気孔（写真１）の温度と，噴出速度測定を2010年５月に実施した．噴気温度は150℃と昨年より更に低下していた．また噴気孔を断熱円形パイプ，噴気を乾き蒸気と仮定し，噴気温度と噴出速度から見積もられた噴気温度の鉛直分布曲線は沸騰曲線と深度約40mで交わり（図３），この深度で液相から気相への相変化が生じていると推定された．

200℃の噴気が観測された2002年頃の相変化深度は更に深く，2000年噴火後に活発化した地下熱水系の温度は2002年ころをピークに低下し始めたと考えられる．

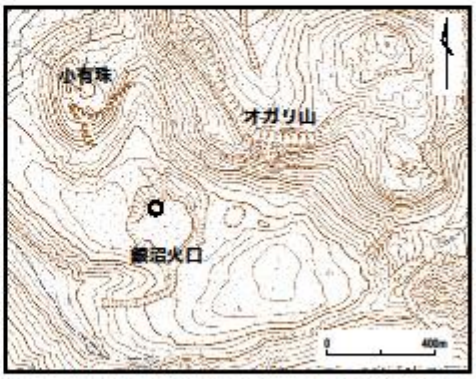


図１．噴気温度および噴気噴出速度測定を行った噴気孔がある火口底北西縁噴気地（○印）の位置．

写真１．噴気温度および噴気噴出速度測定を行った噴気孔がある火口底北西縁噴気地の位置．

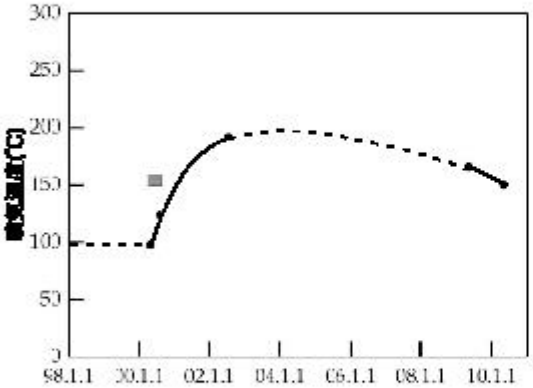


図２．噴気温度の経年変化．2000～2002年の測定値は産総研による．灰色太線は2000年噴火活動期．

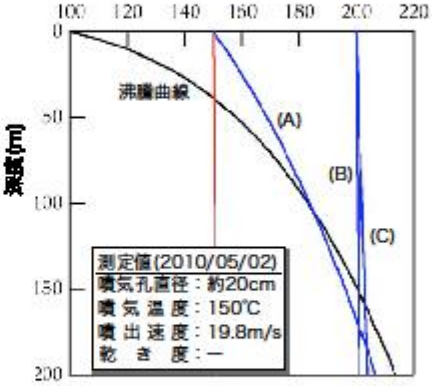


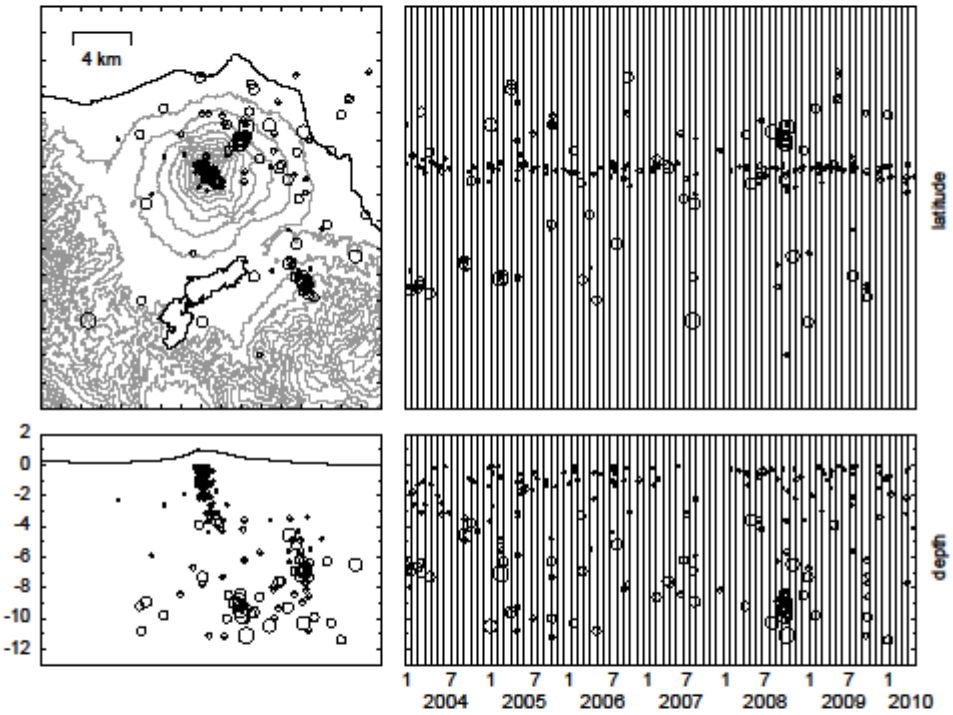
図３．測定値および断熱円形パイプモデルから推定された噴気孔内の鉛直温度分布と沸騰曲線．赤線：観測値，青線(A)：直径2cm，速度70m/s，青線(B)：直径20cm，速度20m/s，青線(C)：直径20cm，速度40m/s．

（大島）　　（有珠山）

北海道駒ヶ岳

○火山性地震活動

山頂付近の地震活動は非常に低調である．山体周辺部においても目立った地震活動は認められない．



北海道駒ヶ岳

○地磁気全磁力

北海道大学では，プロトン磁力計により山頂火口原を含む５箇所で全磁力連続観測を行っている（図１）．2006年以降の変化（K04を参照点とした単純差）を図２に示す．

山頂火口原内のK05では長期トレンドとして僅かに減少の傾向があるものの，火山性の変動かどうかを現時点で断定することは難しい．なお，2008年7月のステップ状の変化は，荒天に伴う自然擾乱によるものであるが，直接的な原因は不明．

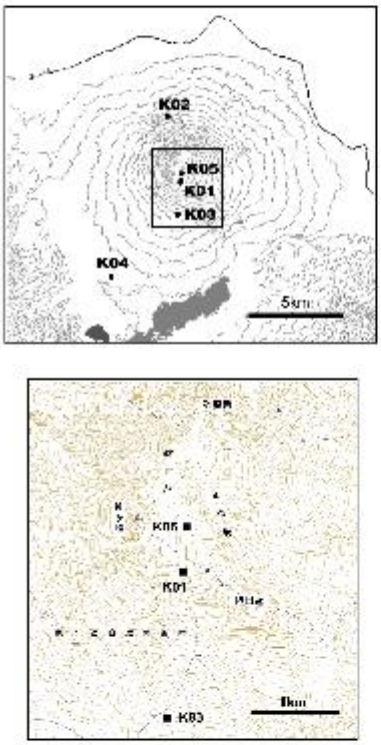


図１　駒ヶ岳全磁力連続観測点の配置．下図は山頂域の拡大図．本図の作成には国土地理院発行の50mメッシュ地図標高およびオンライン地図画像を使用した．

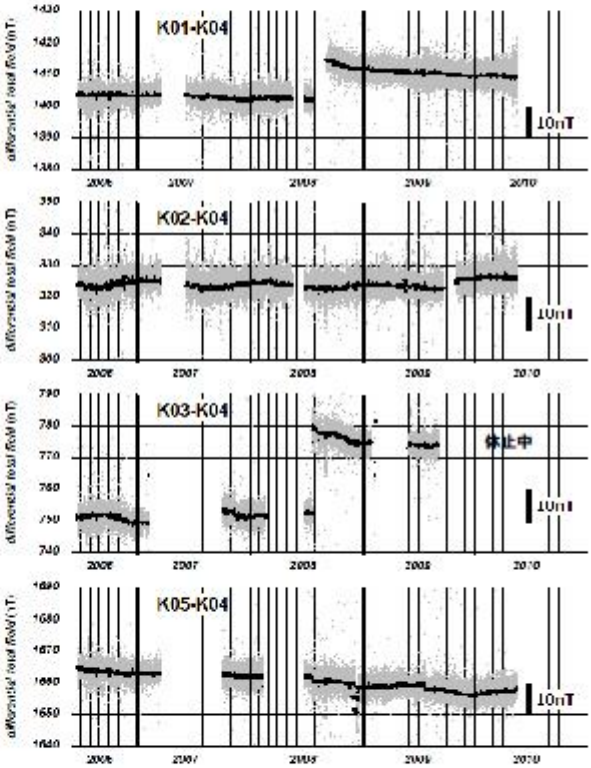


図２　2006年6月～2010年5月の全磁力変化．K04を参照点とした5分値単純差および日平均値でプロット．

（橋本・鈴木・茂木）

駒ヶ岳

○最近の基線長変化

駒ヶ岳では５ヶ所にGPS連続観測点を設けている．これらのデータは，地震データの伝送に使用されているWINフォーマットを用いてカプセル化し，地震データと供に伝送されている．

最近の１年間について，駒ヶ岳南山腹のKM7Gを基準点として解析した放射基線長は，長い欠測期間を含むが，顕著な変化を示していない．

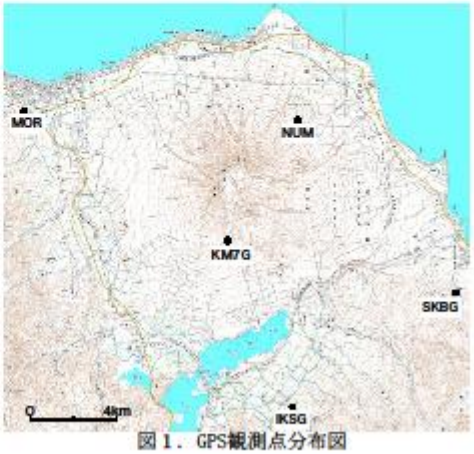


図１．GPS観測点分布図

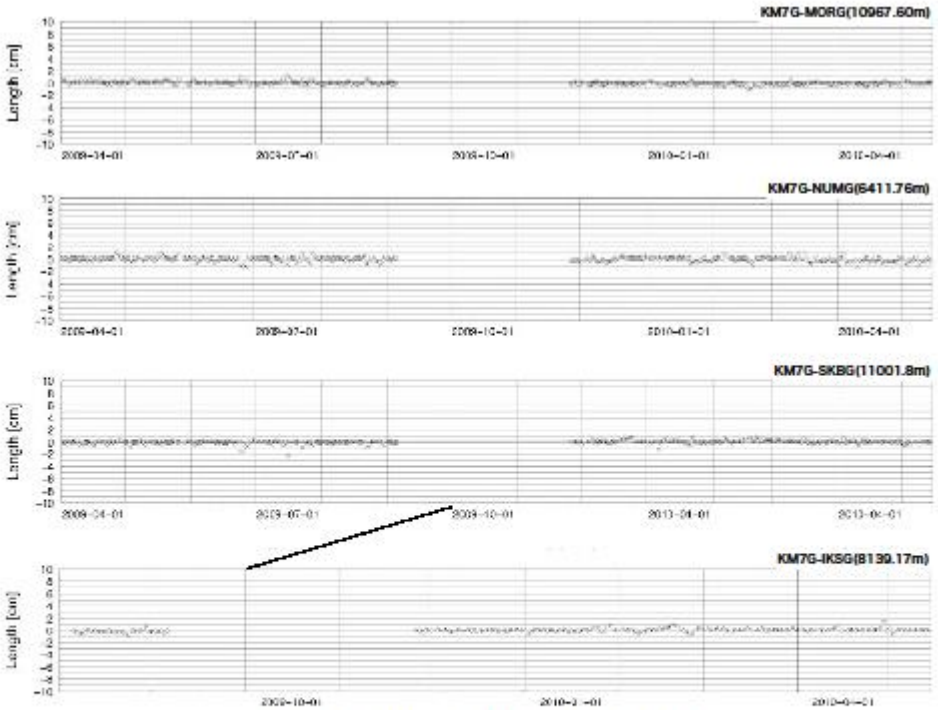


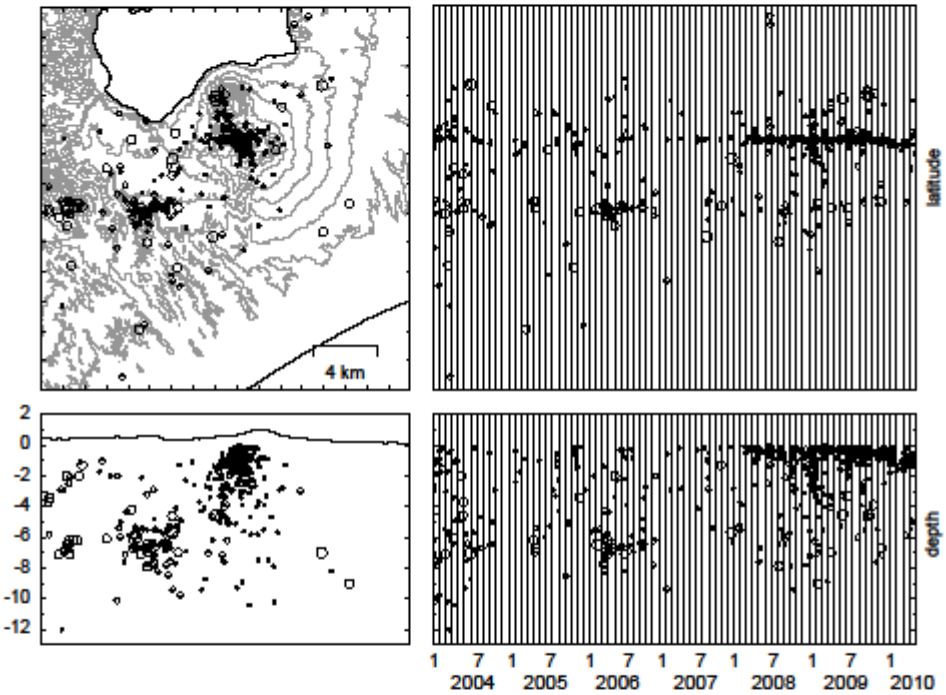
図２．最近のKM7Gを基準とした放射基線長の変化

（大島）　　（北海道駒ヶ岳）

樽前山

○火山性地震活動

山頂直下で発生している火山性地震は規模が小さく，地震活動には特段の変化は認められない．



※2009年秋より観測点移譲・更新作業に伴う欠測のため震源決定精度が低下している

樽前山

○ B噴気孔群周辺の表面温度

2007年以降，表面温度分布から推定される放熱量は，僅かながら増加する傾向を示していたが，2009年末から増加率が加速したように見える．また，H噴気孔付近の温度異常も顕著になったように見え，これらは昨年の傾斜変動を伴った微動と関連があるのかもしれない．

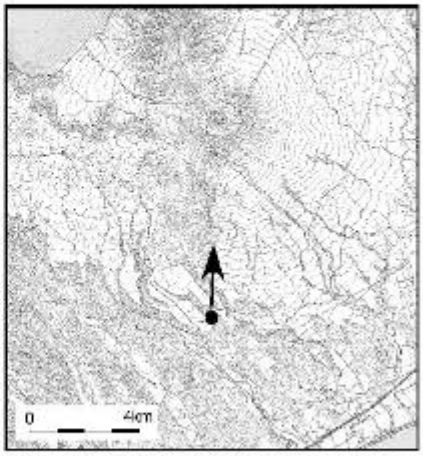


図１．熱映像撮影地点位置図．撮影地点はドームの南方およそ7kmに位置する．

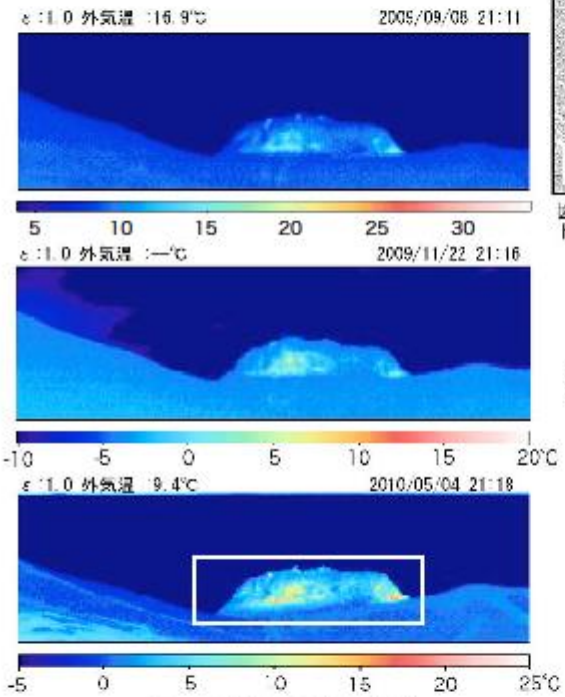


図２．B噴気孔群周辺の熱映像

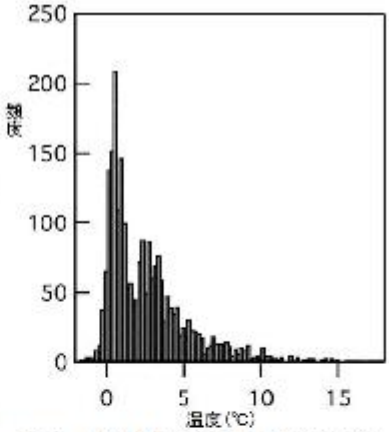


図３．B噴気孔群周辺の表面温度頻度分布（図２下段白枠内）

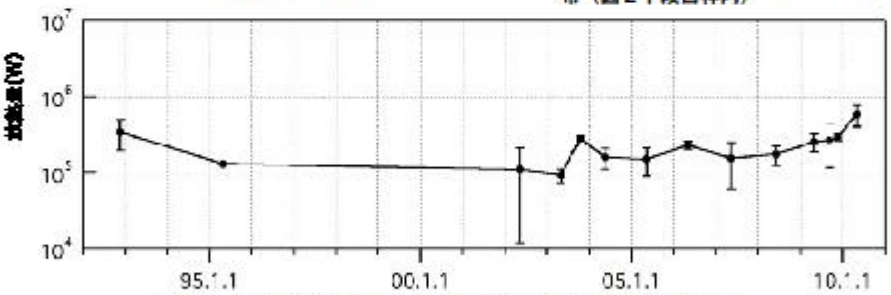


図３．　熱映像から推定したB噴気孔群からの放熱量の時間変化

（大島・前川）　　樽前山

倶多楽火山

○大正地獄の熱泥水噴騰活動

2007年５月３日夕刻から４日早朝の間に始まった大正地獄での熱泥噴騰活動は，噴騰周期や規模の変動を示しながら現在まで継続している．この大正地獄における一連の噴騰活動は，足かけ３年にわたって続き，登別地獄谷地域で知られている地熱異常活動のなかで最も継続期間の長い活動かもしれない．

今年の２月から４月中旬までは４日前後の周期で噴騰活動を繰り返していたが，4月15日から20日にかけて，一日弱の短い周期で小さな噴騰を繰り返した後，休止期間がこれまでになく長くなった．

長い休止期直後に再開する噴騰はやや規模が大きく，その後は２日弱の間隔で小さな噴騰が数回繰り返えされた．５月中，このような活動が続いたが，６月２－３日には熱水流出が続いたものの噴騰に至らなかった．その後，現在ま（で6月７日），噴騰活動は観測されていない．休止期間が長くなったことや，熱水流出のみの活動が観測されたことは，一連の活動の終息を伺わせる．その一方，2007年５月の最初の噴騰活動に先行して上昇した日和山噴気孔の温度は依然として高温な状態にあること，これまでにも休止期間は変動しており，終息を判断するためには今後の推移を見守る必要がある．

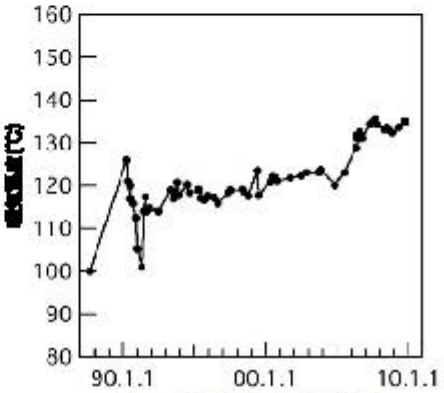


図１．日和山噴気孔の温度変化

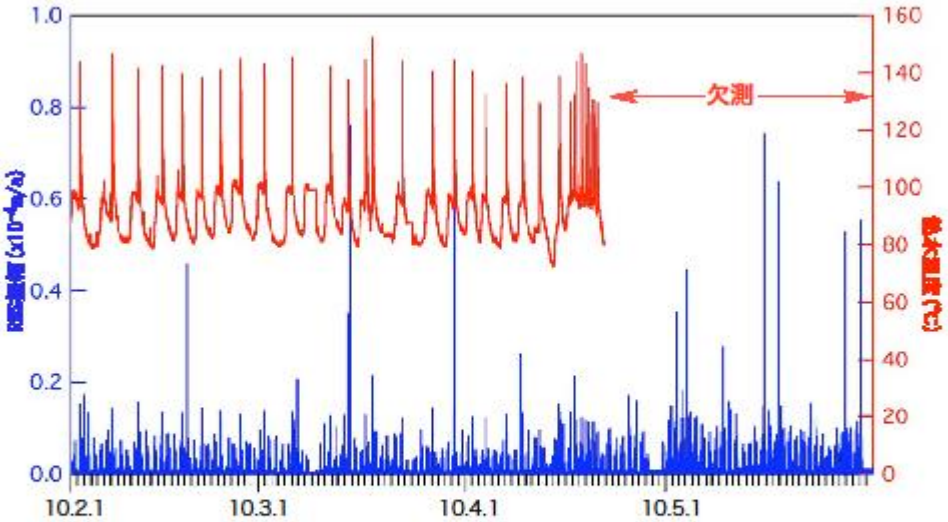


図１．大正地獄内の熱水温度（赤）と１分間の上下動RMS地動振幅（青）の2010年２月１日から2010年５月31日までの時間変化．温度計設置深度は満水面下約5mである．

（大島・前川・安孫子）　　倶多楽火山

倶多楽火山

○化学組成から推定された深部熱水系の地化学温度

推定温度のバラツキの小さい2008年５月から2009年9月にかけて，ほぼ一定の間隔で噴騰活動が繰り返されていた(図２)．その後，やや規模の大きな噴騰が繰り返された７月から９月以降，推定温度のバラツキが大きくなったが，2008年５月から始まる推定温度の低下傾向の延長線上にあると見ることが出来る反面，上昇傾向にあるとも言え，注目される．

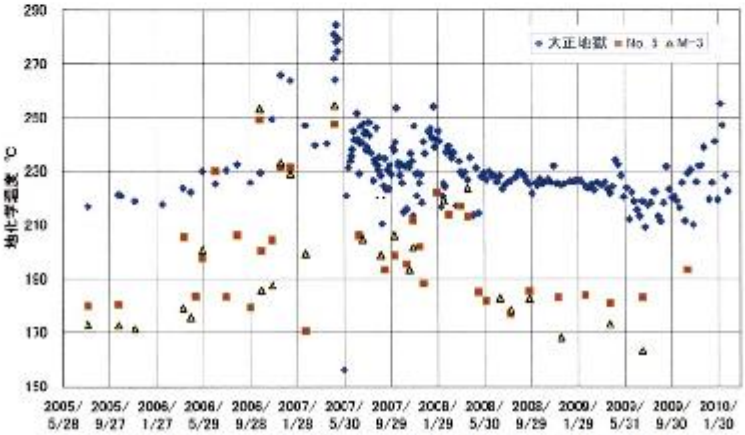


図１．大正地獄の熱水化学組成から推定される深部熱水温度の時間変化

○大正地獄の熱水温度と休止期間

2010年2月以降，4日前後の休止期をもって噴騰活動を繰り返していたが，４月末から長い休止期を挟んで，短い休止期で噴騰が繰り返されるようになった．

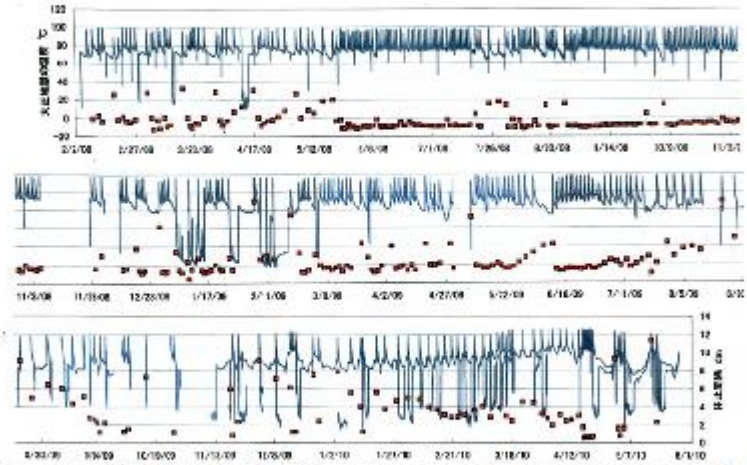
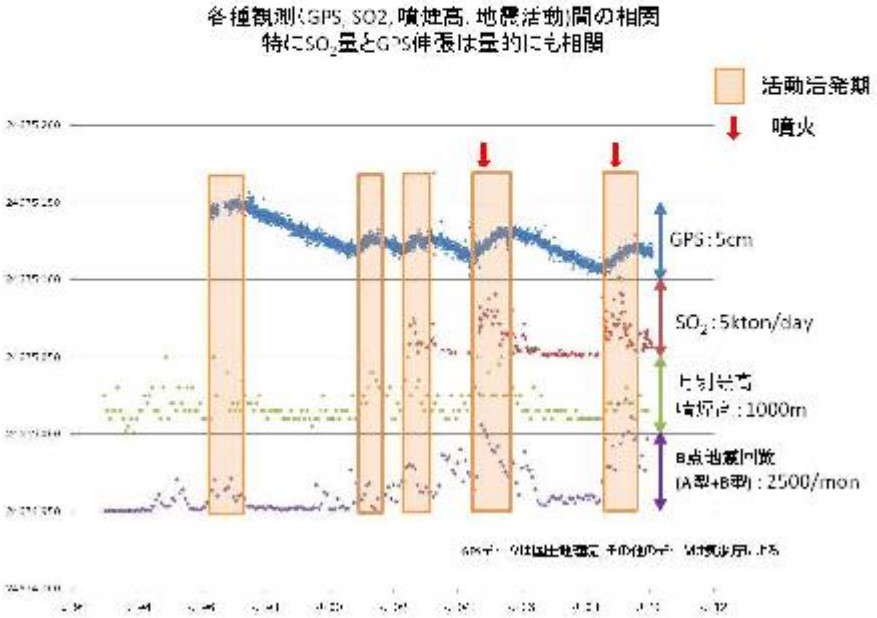


図２．大正地獄の熱水温度と休止期間の時間変化. 2009年12月中旬以降，沼底と満水面から約３m深の２ヶ所に温度計を設置.

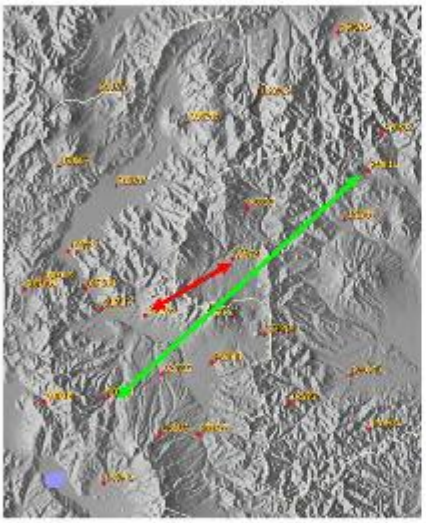
（安孫子・大島）　　倶多楽火山

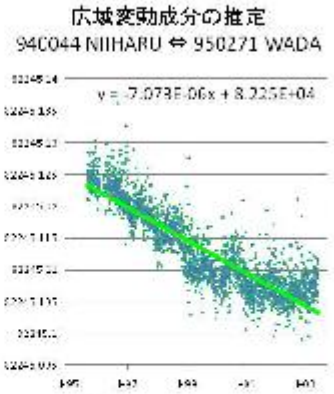
浅間山

○地殻変動の時間推移の特徴



長期トレンド成分の推定

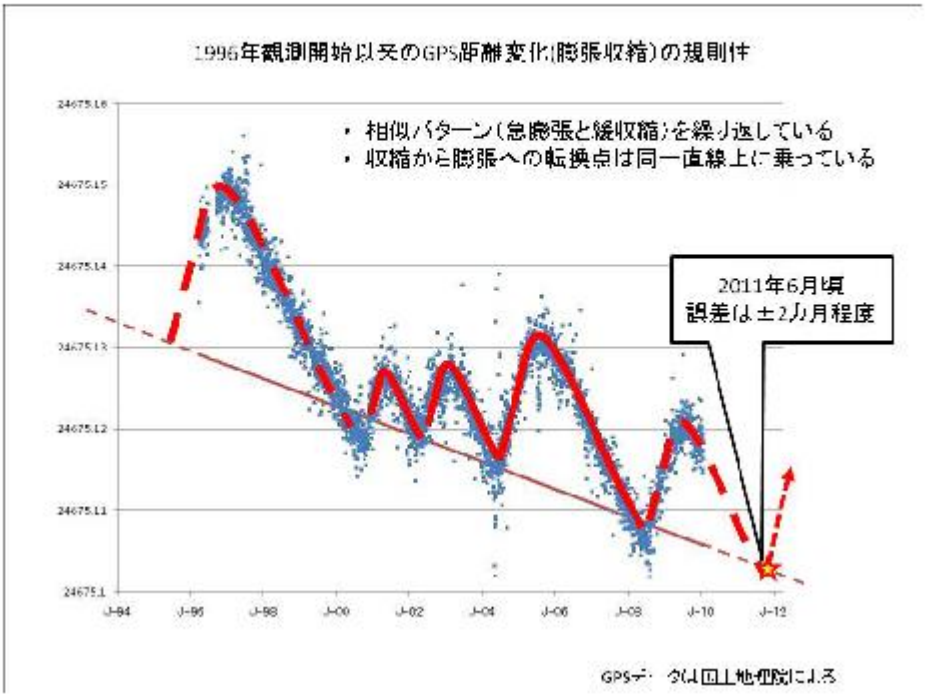


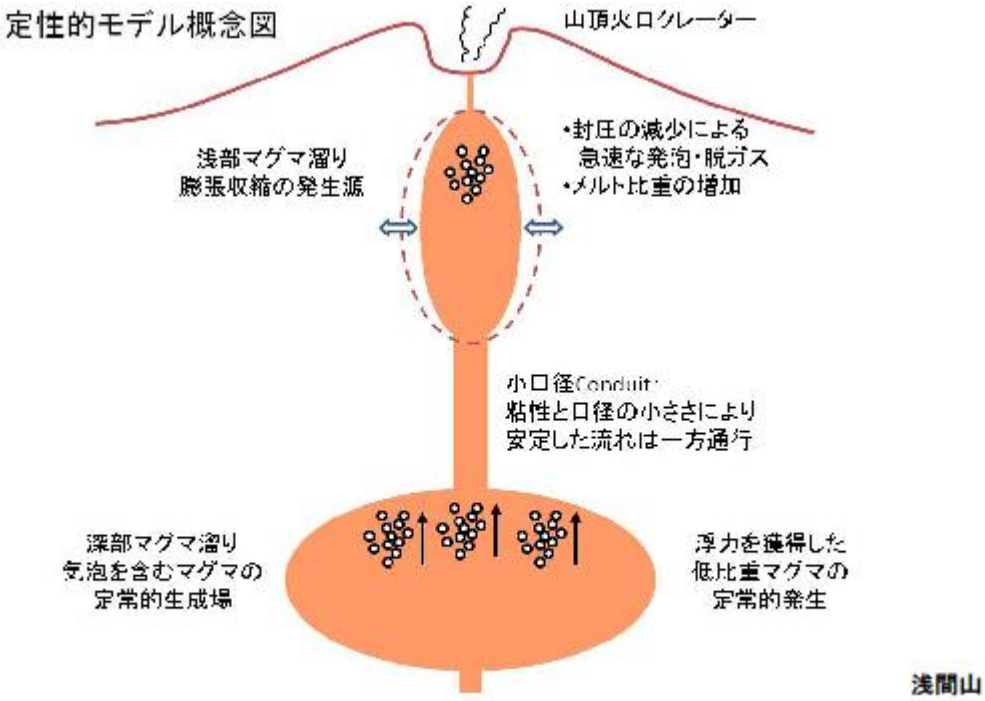


- ほぼ基線方向が平行
- 比例配分 -0.6mm/year
- -1.2mm/year の約半分は広域変動場で説明可能

GPSデータは国土地理院による

浅間山


1996年観測開始以降のGPS距離変化(膨張収縮)の規則性
・相似パターン(急膨張と緩収縮)を繰り返している
・収縮から膨張への転換点は同一直線上に乗っている
2011年6月頃
誤差は±2カ月程度
24675.16
24675.15
24675.14
24675.13
24675.12
24675.11
24675.1
J-94
J-96
J-98
J-00
J-02
J-04
J-06
J-08
J-10
J-12
GPSデータは国土地理院による


定性的モデル概念図
山頂火口クレーター
浅部マグマ溜り
膨張収縮の発生源
•封圧の減少による
急速な発泡・脱ガス
•メルト比重の増加
小口径Conduit
粘性と口径の小ささにより
安定した流れは一方通行
深部マグマ溜り
気泡を含むマグマの
定常的生成場
浮力を獲得した
低比重マグマの
定常的発生
浅間山

第 117 回（2010 年 10 月 13 日開催）

第117回火山噴火予知連絡会資料

― 2010年10月13日 ―

内　容

有珠山
- 火山性地震活動・井戸水位変化
- 2000年噴火域の全磁力変化

駒ケ岳
- 火山性地震の時空間分布

樽前山
- 火山性地震の時空間分布

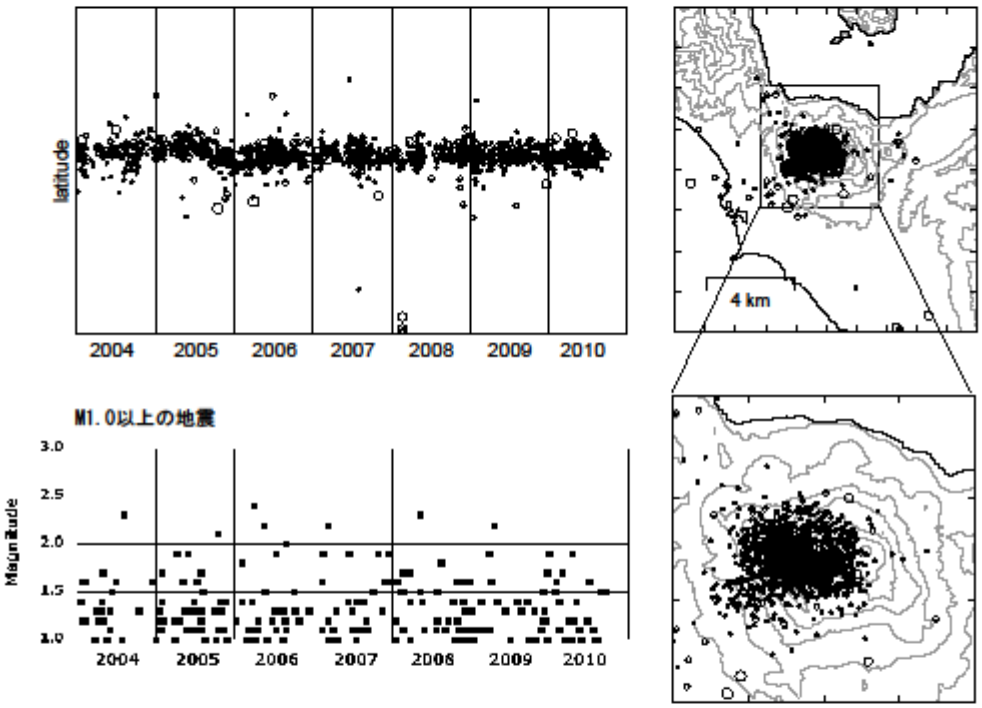
倶多楽
- 大正地獄の熱泥水噴騰活動
- 化学組成から推定された深部熱水系の地化学温度
- 大正地獄の温泉ガス組成
- 大正地獄の6月14日の噴騰活動

十勝岳
- 大正火口壁の表面温度分布

有珠山

○火山性地震活動と井戸水位変化

山頂火口原内では引き続き微小地震活動が認められるが，活動度に特段の変化はない．



○井戸水位変化

昭和新山周辺の井戸では，2000年噴火以前の水位レベルへ向かう傾向が続いている．最近は顕著な変化が認められない（注：前回以降新たな追加データはない）．

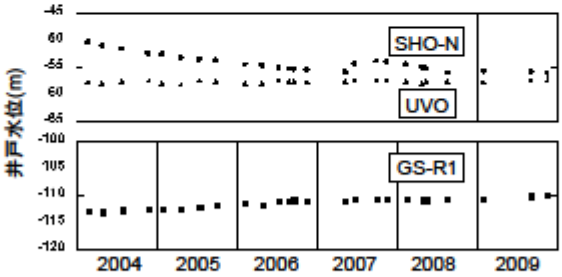


図２．昭和新山周辺の井戸水位変化

有珠山

有珠山

○2000年噴火域の全磁力変化

2000年新山域では，噴火終息後も顕著な全磁力変化が継続している．この地域では，NB火口付近の約500m深と，北西側地熱地帯のごく浅部にそれぞれ帯磁源が推定されている（図2の★印）．磁気点NYCは，主に前者の帯磁源に関わる温度変化（冷却）を反映していると考えられる（図1）．2008年以降，変化は鈍化しており．噴火終息後の放熱活動が衰退しつつあることと調和的である．

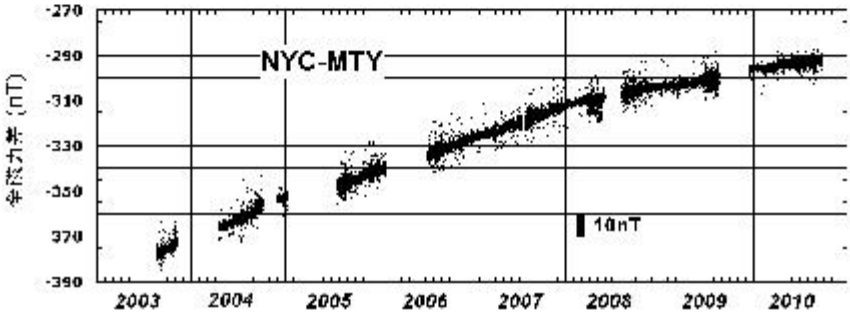


図１．NB火口南側の磁気点NYCにおける全磁力変化．MTYを参照点とした毎5分単純差．

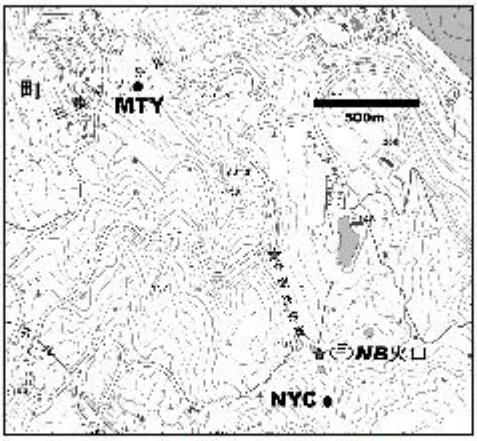


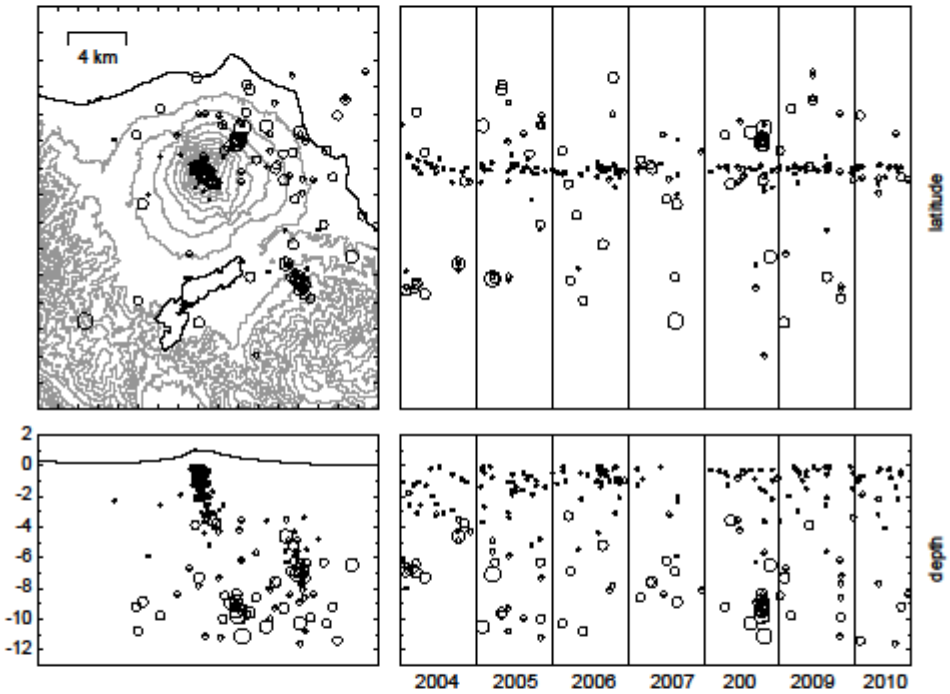
図２．連続観測点の位置．MTYは参照点．★印は地磁気変化（繰り返し測量）から推定されている帯磁源の位置．本図の作成には，国土地理院のオンライン地図画像を使用した．

（橋本・茂木・鈴木・前川）

北海道駒ヶ岳

○火山性地震活動

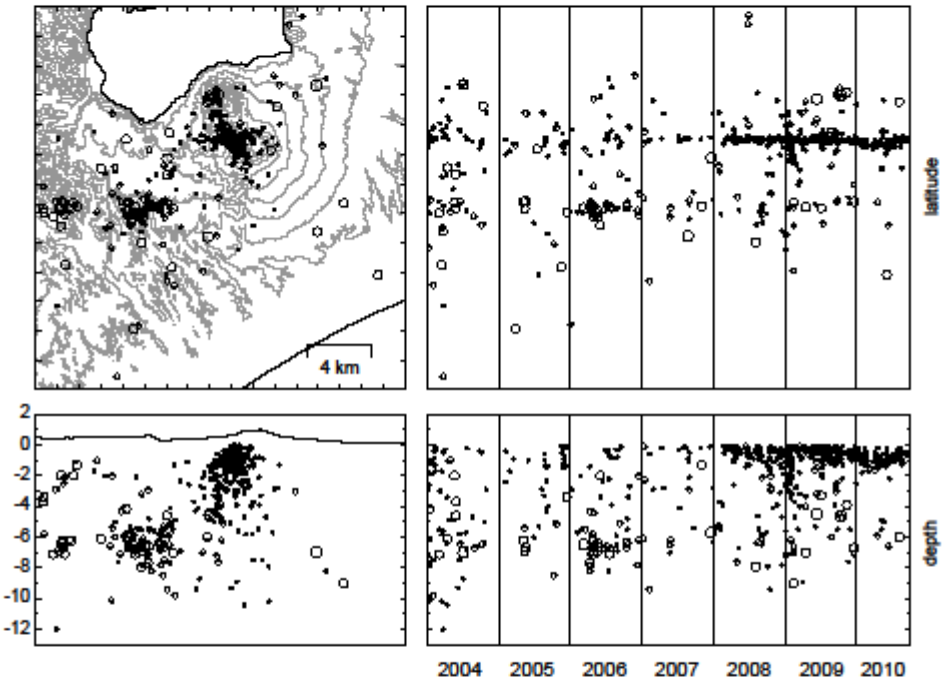
山頂付近の地震活動は低調である．山体周辺部においても目立った地震活動は認められない．



樽前山

○火山性地震活動

山頂直下で発生している火山性地震は規模が小さく，地震活動には特段の変化は認められない．



倶多楽火山

○大正地獄の熱泥水噴騰活動

５月末から６月中旬まで熱水流出はあったものの噴騰に至らなかったが，６月14日の01時過ぎに昨年の７月から９月上旬の活動に匹敵する規模の大きな熱泥水の噴騰が起こった．この後，規模の大きな噴騰活動は翌15日の17時過ぎに，さらに12日間の休止期を経て６月27日にも観測されたが，それらの規模は時間とともに小さくなる傾向が認められた．７月にはいると規模は一段と小さくなり，７月から現在まで約４日間の休止期を挟んで同程度の噴騰活動が繰り返されている．

2007年５月の最初の噴騰活動に先行して上昇した日和山噴気孔の温度は依然として135℃前後と高温な状態にある．一連の活動に前駆して日和山噴気孔の温度が上昇したことを考慮すると，高温状態が続く間は噴騰活動が継続するのかも知れない．

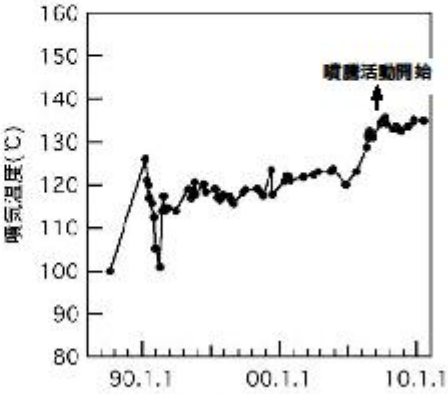


図1．日和山噴気孔温度の経年変化

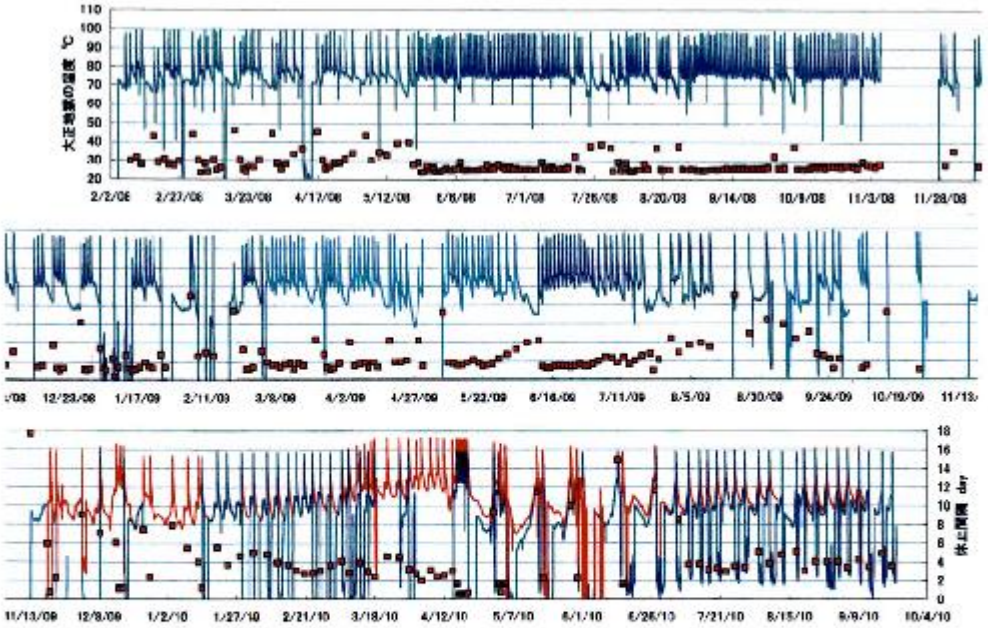


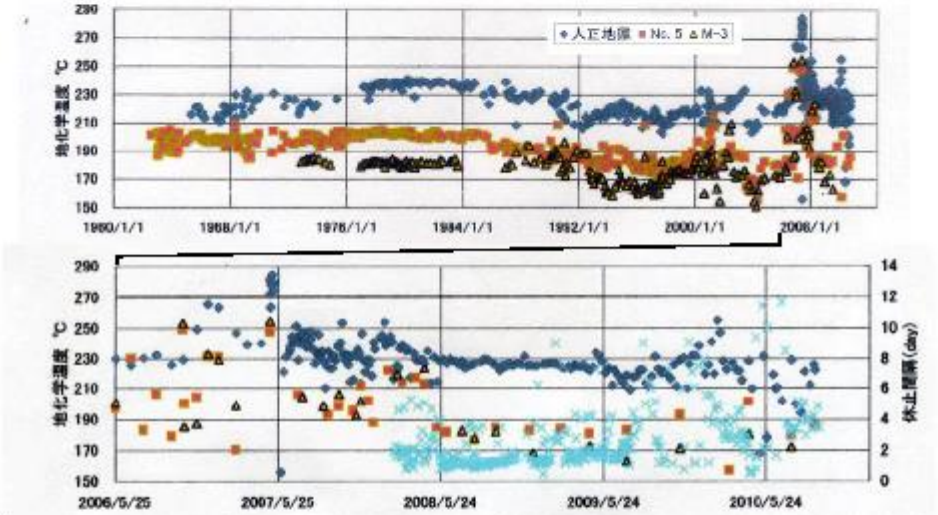
図２．大正地獄内の熱水温度(赤および青実線)と休止期間(赤四角)の時間変化．赤実線は大正地獄底，青実線は底上方(満水面下3～5m)の温度（安孫子原図）．

(安孫子・大島・前川)　　倶多楽火山

倶多楽火山

○化学組成から推定された深部熱水系の地化学温度

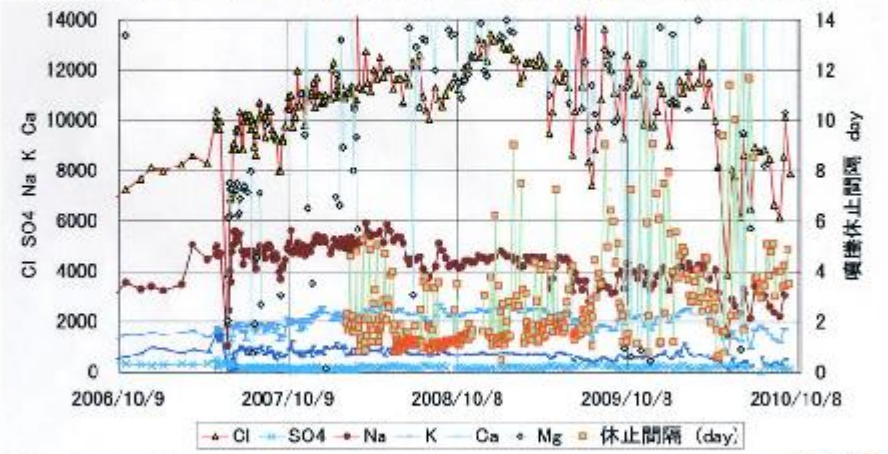
推定温度にバラツキがあるものの，全体として2008年5月から始まる低下傾向の延長線上にあると言える．休止期間が2日前後で推移した2008年5月頃から2009年5月頃までの推定温度のバラツキが小さく，これ以降，休止期間が変化するようになると推定温度のバラツキが大きくなったように見える．これは噴騰後の水位低下と噴騰に向かう水位上昇の間に熱水組成が変化していることを反映しているのかも知れない．



図上：人工地源の深部化学組成から推定される深部熱水温度の時間変化（上段）と深部熱水温度と休止期間の時間変化（下段）．

○化学組成と休止期間の時間変化

Cl濃度は2008年末をピークに増加から減少に転じ，減少傾向は現在も継続している．



（安孫子・大島・前川）　　倶多楽火山

倶多楽火山

○大正地獄の温泉ガス組成

2010年9月12ー13日に，2007年5月から熱泥水噴騰活動が始まった大正地獄の温泉ガスについて，2008年9月5日に続いて2 回目の調査を行った．

9月12日の調査時における大正地獄は，温泉の水位が高く，湯沼中央部および周辺の数ヶ所から温泉ガスが静かに噴出していた．また，熱水の流出も始まっていた(写真1)．このため2008年9月5日にガス採取した地点(写真2)でのガス採取は困難で，熱水流出地点で噴出していたガスを採取した。なお，熱水温度は76.1℃であった。

翌13日の調査時は，04時49分から06時52分まで続いた噴騰活動の後（噴騰活動終息後，約4 時間経過）で，大正地獄の水位が極端に低下していた．同日は2008年9 月とほぼ同じ噴出地点から写真3の地点でガスを採取した(写真3 と写真4).

表1に2008年9月調査時の結果と併せ，今回採取したガス組成を示した．

写真1．2010年9 月12日の大正地獄とガス採取地点

写真3．2010年9 月13 日の大正地獄とガス採取地点

写真2．2010年9 月13 日の大正地獄と12日のガス採取地点

写真4．2008年9 月5 日の大正地獄とガス採取地点

（平林・安孫子・大島）

倶多楽火山

表1．大正地獄の温泉ガスの化学組成

年月日	CO_2	H_2S	He	H_2	O_2	N_2	CH_4
2008/9/5	93.1	----	tr	3.08	0.07	4.61	0.14
2010/9/12	25.5	0.6	tr	17.8	0.724	54.2	1.14
2010/9/13	74.5	1.9	tr	3.49	0.479	21.2	0.435

2008年9月に大正地獄で採取した温泉ガスは，93%がCO_2，H_2が3%，N_2が4.6%で，これに若干のCH_4が含まれていた．また測定はしていないが，強いH_2S臭がないことや，熱水から若干の硫黄が沈殿することから，H_2Sもわずかに含まれていると考えられた．これらのことから大正地獄に噴出する温泉ガス組成は，日和山から噴出する120℃の火山ガスから水蒸気，水に溶解しやすいHCl，SO_2とH_2Sの大部分が除去されたことで説明された。

9月12日に池端から採取したガスは，2008年に比べればCO_2が26%と低濃度であり，逆にH_2とN_2がそれぞれ18%、54%と高濃度であった．一方，熱水噴出後の13日に採取したガスには、CO_2が75%含まれ、H_2濃度は2008年のガス組成とほぼ同じ3.5%であった。また，N_2は21%含まれていた。

今回は、2008年に測定しなかったH_2Sを検知管法で測定した。H_2S濃度は、12日の池端のガスが0.6%、13日のガスには1.9%含まれていた。このH_2S濃度は、日和山に噴出しているガス中のH_2S濃度の約1/10以下である。

今回，採取した温泉ガスは、2008年に採取したガスとは組成が異なる．特に、12日に池端のから採取したガスのH_2とN_2が高濃度ある．また13日のガスのH_2濃度は2008年と同濃度であるが，N_2はやや高濃度である．

2008年と2010年のガス組成の違いは，13日のガス組成から見れば、時間経過に伴う若干のガス組成の変化と思われる．しかし，12日のガス採取地点は，熱水が流出している時にしかガス噴出が確認されない場所で，ガス噴出量も少ない．このため，ガスが地表に到達する流路でのガス組成の変化も考えられるが，熱水噴出直前に採取したガスであることと，しばしば火山活動の前兆としてH_2濃度の上昇が観測されていることから、高H_2濃度は大正地獄の地下に供給される高温タイプの火山ガス量の増加などに伴う熱水噴出の前兆現象と考えることも出来る．

参考として，日和山に噴出する火山ガスが地下でH_2O，HCl，SO_2が地下水と接触して凝縮，溶解除去され，さらにH_2Sの90%が溶解除去されたとして計算したガス組成(大正地獄で観測されると考えられる温泉ガス組成)を示した．

表2．日和山の噴気ガスの化学組成

年月日	Temp	H_2O	H_2Oを除いたガス組成(V%)					Rガスの組成（V%）			
	℃	V%	HCl	SO_2	H_2S	CO_2	R	H_2	O_2	N_2	CH_4
'96/8/23	115.8	98.67	0	0.75	22.18	70.98	6.09	63.38	1.69	33.59	1.37
'97/7/10	119.5	98.91	0	0.27	20.39	73.35	5.99	60.27	1.48	36.83	1.41
'98/6/26	117.8	98.71	0.03	0.37	19.91	74.13	5.57	59.98	1.22	37.19	1.60
'99/7/5	117.9	99.13	0.04	0.26	24.54	69.05	6.10	56.62	1.34	40.56	1.48

表3．日和山の噴気ガスからH_2O，HCl，SO_2とH_2Sの90%を除去した時のガス組成

年月日	CO_2	H_2S	H_2	O_2	N_2	CH_4
'96/8/23	89.5	2.80	4.87	0.18	2.68	0.11
'97/7/10	90.1	2.51	4.44	0.11	2.71	0.10
'98/6/26	90.7	2.44	4.09	0.06	2.66	0.11
'99/7/5	89.0	3.16	4.45	0.11	3.19	0.12

（平林・安孫子・大島）　　倶多楽火山

倶多楽火山

○大正地獄の６月14日の噴騰活動

６月1日の噴騰活動から２週間の休止期を経て，６月14日01時過ぎに噴騰活動が起こった．

この噴騰活動に先行して，６月９日の早朝から僅かな熱水が流出が始まった．11日には大正地獄内の熱水温度もゆっくりと上昇し始めた．

14日01時01分ころ噴騰活動の開始を示すように地動振幅が増大し，大正地獄内，合流部，足湯上部の熱水温度も上昇した．01時15分には最大両振幅0.5×10^{-3}m/sの地動パルスが観測され，同時に大正地獄内熱水温度は低下し始めた．この後，やや規模の大きな噴騰を示唆する大振幅な地動パルスが数回観測されたが，６時頃には微動振幅が活動開始以前の状態に復して，噴騰活動が終息した．

15日の現地調査では，大正地獄に至る遊歩道の北側に吹上げられた熱水が流下した跡(図2)や，遊歩道にも熱水流下の跡を認めた(写真1)．

また大正地獄内の温度計は地表に吹上げられており(写真2)．これが大振幅地動パルスと同時に起こった大正地獄内熱水温度の低下の原因であった．更に現地収録していた足湯上部の熱水温度は大振幅地動パルス直後にケーブルの内部破断によりスケールオーバーしていた．これらのことは大振幅地動パルスを励起した噴騰の規模はかなり大きく，温度計ケーブルを破断させるほど多量な熱水が流出したことを伺わせる．

この他，合流部の上流に設置した温度計では，遊歩道を流下した熱水の流入，あるいは合流部から上流側への逆流を示すような温度上昇も記録された．

この活動に伴う飛散物は，主に細かい灰で，大正地獄に至る遊歩道分岐地点まで飛散し，笹の葉にまばらに付着していたにすぎない．

写真1．活動開始から約14分後に起こった大振幅地動パルスを伴う噴騰によって放出された大正地獄内に設置した温度計センサー．赤丸はセンサーを沈めるための重り(建材用煉瓦)とセンサーケーブル(白)

写真2．遊歩道を流下した熱水の痕跡．

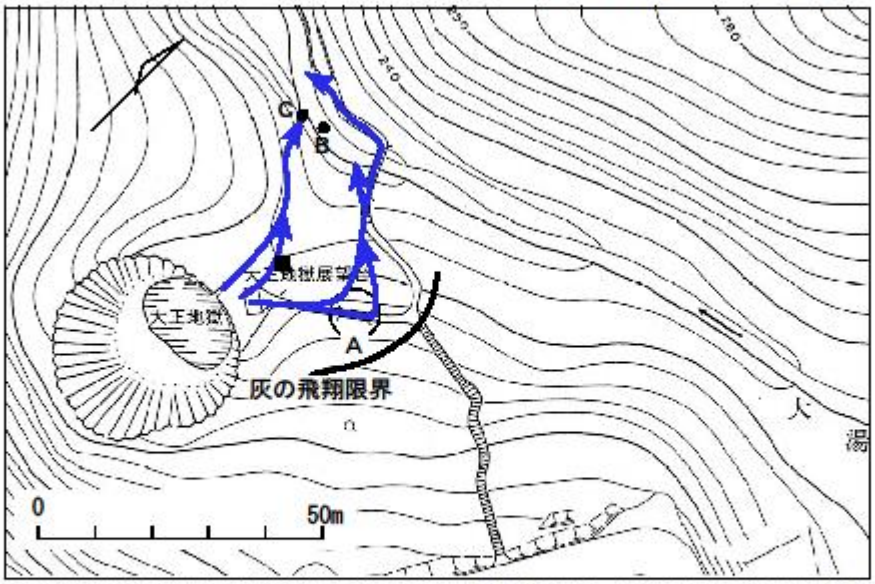


図1．灰の飛翔範囲および熱水の流下経路(青矢印)．黒四角が地震計の設置地点，B,Cが流下する熱水温度の連続観測地点

（大島・前川）

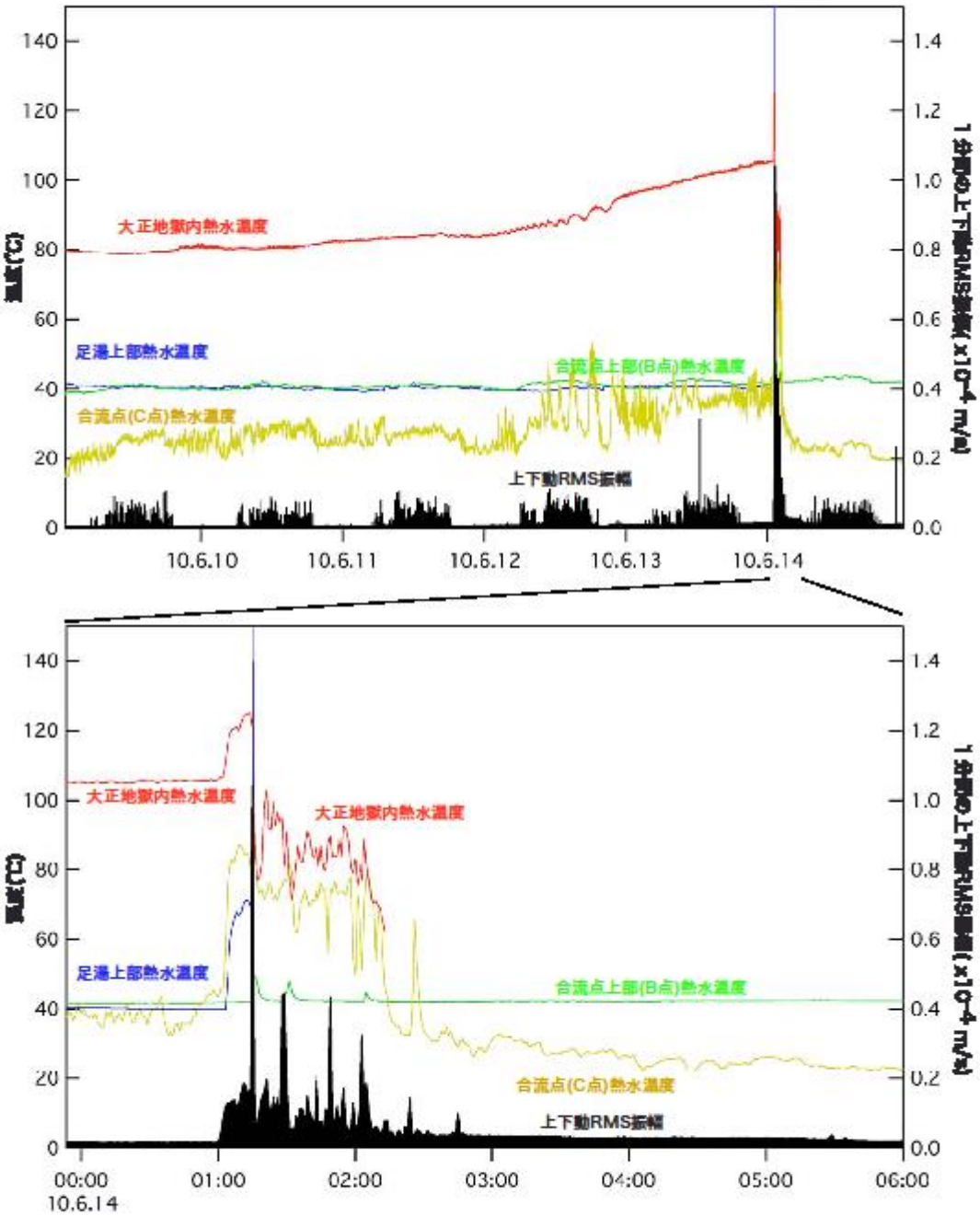


図2．2010年6月14日の噴騰活動前後の上下動RMS振幅，大正地獄内熱水温度，足湯上部，合流点上部(図1 のB)，合流点(図1 のC)における熱水温度の変化．合流点(C)では，噴騰活動の休止期の熱水の流れはなく，外気温を記録している．

（大島・前川）　　倶多楽火山

第 118 回（2011 年 2 月 15 日開催）

第118回火山噴火予知連絡会資料

― 2011年2月15日 ―

内　容

有珠山
- 火山性地震活動
- 11月10日～11日に発生したやや深部の群発地震活動
- 2000年噴火域の全磁力変化
- 有珠山周辺の重力変化
- 表面温度分布と放熱量

駒ケ岳
- 火山性地震の時空間分布
- 地磁気全磁力
- 表面温度分布

樽前山
- 火山性地震の時空間分布

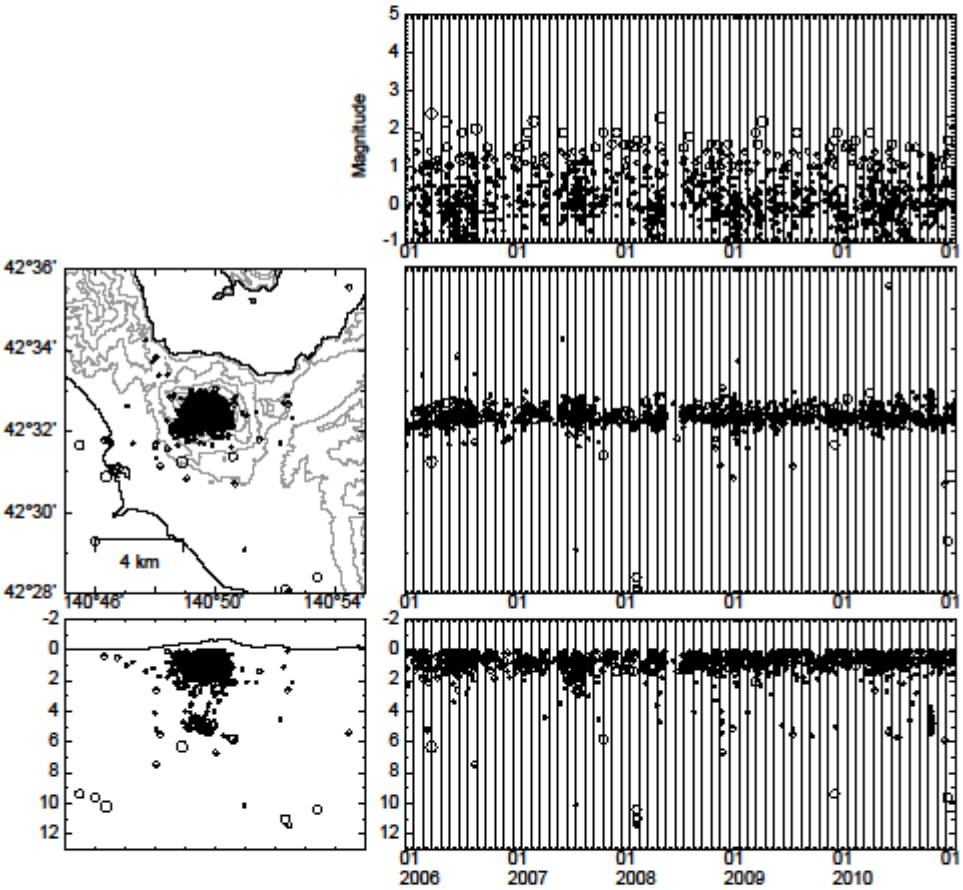
倶多楽
- 大正地獄の熱泥水噴騰活動
- 化学組成から推定された深部熱水系の地化学温度
- 表面温度分布および放熱量
- 放射温度計による熱水流出の検出

霧島山
- 地殻変動による球状マグマ溜まりの体積変化推定値について
- えびの市から霧島火山観測所に至る水準路線の再測量
- 溶岩だまり形成前後での爆発地震の変化

有珠山

○火山性地震活動

11月10日～11日に，山頂火口原下の深さ5km付近を震源とする群発地震活動が見られた．この場所は2000年噴火活動の初期の震源とほぼ重なる．11日以降はこの領域で顕著な地震活動は認められない．山頂火口原内では引き続き微小地震活動が認められるが，活動度に特段の変化はない．



有珠山

有珠山

○11月10日～11日に発生したやや深部の群発地震活動

2010年11月10日～11日に，有珠山の深さ4～5kmを震源とする群発地震活動が発生した．検知された地震の数はおよそ50個で，そのうち49個の震源が推定できた．求められたマグニチュードは0.3～1.4の範囲であるが，震源が深いためより小さい地震は検知できていないと考えられる．震央は北西外輪山付近に推定されたが，有珠山直下では相対的に北側での地震波速度が速いため，実際の発生位置は地図に示された位置よりも南側（小有珠付近）である可能性が高い．Onizawa et al.(2007)を参照すると，今回の地震の発生域が，2000年有珠山噴火の初期の地震発生位置と近いことが分かる．この領域（深さ）でのまとまった地震活動の発生は，2000年有珠山噴火以降で初めてである．

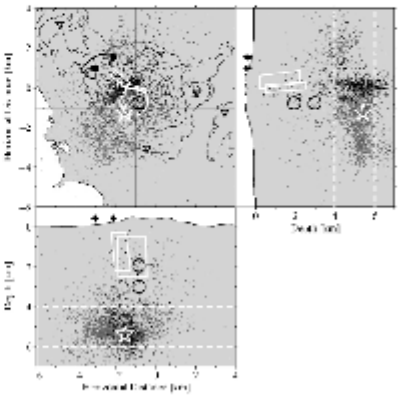


図1．1次元速度構造を仮定して推定された2000年噴火前兆地震の震源分布．（Onizawa et al, 2007）

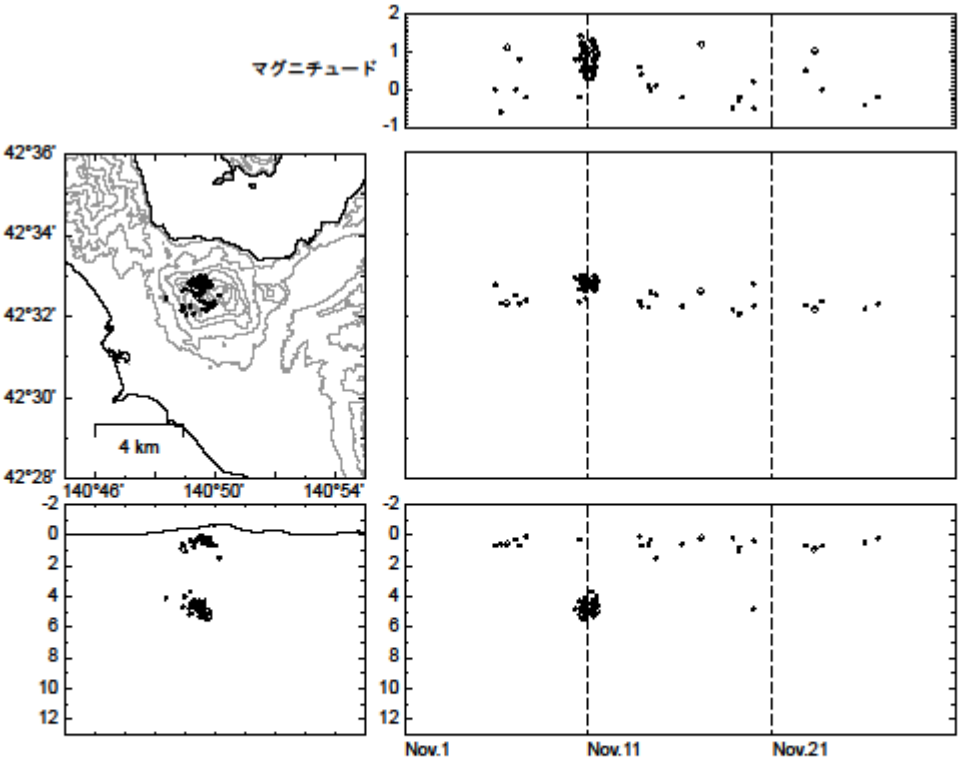


図2．2010年11月の有珠山の震源分布．

（青山）　　有珠山

有珠山

○11月10日～11日に発生したやや深部の群発地震活動（続き）

ルーチンの震源決定では震源が水平方向・深さ方向へ共に1km程度ばらついている．群発地震活動の間に震源の移動があったかを確認するため，旧有珠火山観測所観測点でのS-P時間の変化を調べた．およそ1秒前後にまとまっており，最大で1.084秒，最小で0.965秒，平均で1.008秒となっている．時間とともに若干S-P時間が短くなる方向へ変化しているようにも見えるが，読み取りの精度（S波の読み取りで0.05秒程度）を考えると有意ではない．ほとんどの地震でS-P時間が1±0.025秒であることから，平均のP波速度を4km，Vp/Vsを1.73と仮定して震源分布の広がりを推定すると，大森係数が5.46であるから270m程度となる．これより，非常に狭い範囲に集中して発生していたと推定される．

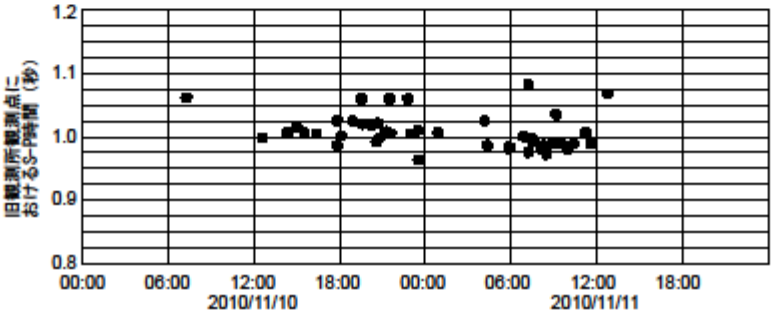


図3．旧観測所観測点（SSB）におけるS-P時間の変化．

P波初動の押し引き分布はイベント毎に若干異なり，必ずしも同一ではない．下の表に押し引き分布の割合を示す．割合が1に近いほど，その観測点は初動が押しとなるイベントが多く，0に近いほど引きで始まるイベントが多いことを表す．北西側のMITと南東側のHORで初動が押しとなるイベントが多いことから，総じて見れば北西・南東方向にP軸を持つようなメカニズムが推測される．

実際に押し引き分布から断層面解を推定してみると，北北西・南南東にP軸を持つストライクスリップ型の解が求められる．Onizawa et al.(2007)が示したように，3次元速度構造を導入して震源を再決定すると，今回の群発地震の震源は銀沼火口の下の深さ3～4km付近となる．結果として震源からの射出角が水平に近くなると推測されるが，P軸の向きは変化しない．

今回の活動は2日間で終わり，その後特段の変化が見られないことから，新たなマグマ貫入を示唆するものではないと考える．とは言え，2000年活動の開始地点の近傍で発生した地震活動であることから，類似の群発地震活動の有無に注意するとともに，発震メカニズムなどさらに検討したい．

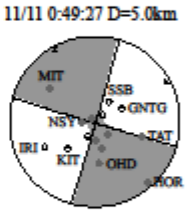


図4．メカニズムの一例．（上半球投影）

観測点	NRM	SRM	SWRM	NSY	ERM	SSB	KIT	OHD	TAT	USUA	GNTG	KBBY	NKJ	SBT	MIT	IRI	HOR
判定数	25	38	29	37	35	42	30	36	29	38	38	44	14	9	42	10	8
Uの数	7	30	8	31	33	4	2	35	21	35	4	29	2	3	38	1	8
割合	0.28	0.79	0.28	0.84	0.94	0.1	0.07	0.97	0.72	0.92	0.11	0.66	0.14	0.33	0.9	0.1	1.0

表1．今回の群発地震の押し引き読み取り数とその割合．ゴシックで表した観測点は，初動が押しとなるイベントが多いことを表す．

（青山）

有珠山

○2000年噴火域の全磁力変化

2000年新山域では，噴火終息後も顕著な全磁力変化が継続している．この地域では，NB火口付近の約500m深と，北西側地熱地帯のごく浅部にそれぞれ帯磁源が推定されている（図2の★印）．磁気点NYCは，主に前者の帯磁源に関わる温度変化（冷却）を反映していると考えられる（図1）．2008年以降，変化は鈍化しており．噴火終息後の放熱活動が衰退しつつあることと調和的である．

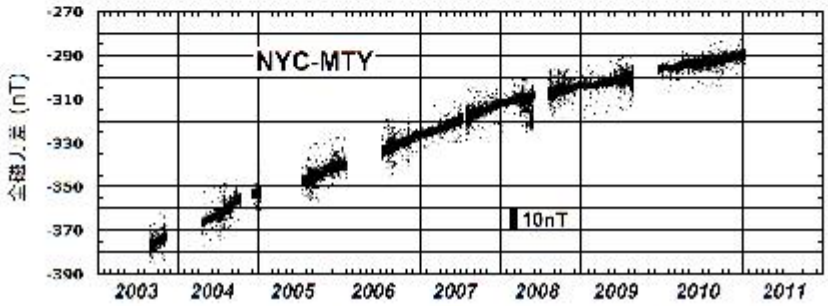


図１．NB火口南側の磁気点NYCにおける全磁力変化．MTYを参照点とした毎5分単純差．

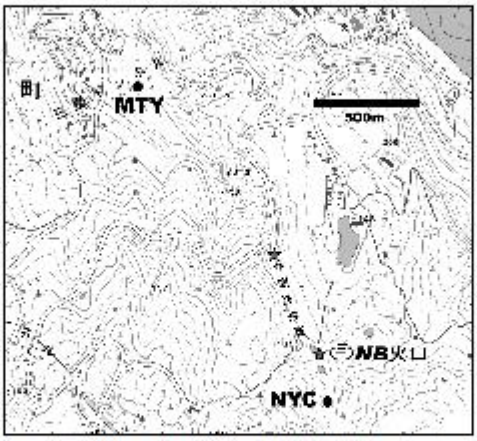


図２．連続観測点の位置．MTYは参照点．★印は地磁気変化（繰り返し測量）から推定されている帯磁源の位置．本図の作成には，国土地理院のオンライン地図画像を使用した．

（橋本・茂木・鈴木・前川）　　有珠山

有珠山

○有珠山周辺の重力変化

2010年５月22～23日に旧有珠火山観測所において絶対重力測定(使用重力計：FG5#241)を実施した．落下数は8792回で得られた重力値は、

980422659.84±0.36μgal(dg/dz=-3.19)

である．前回の2006年６月22～25日に行った測定結果(FG5#109,落下数:18465)、

980422648.16±0.11μgal(dg/dz=-2.80)

と比較して．11.2μgalの重力増加となった．この重力増加は噴火後の沈降を反映している．

更に11月２～５日には、３台のLaCosete重力計を用いて、2000年新山地域および山頂部の精密重力測量を実施した．2000年６月に較べて、沈降が進行している2000年新山および有珠山山頂部では重力増加となった．一方、2000年新山の南～西～北側は重力減少を示し、有意な変化とは言えないが、注目される．

2000新山地域における比高と重力は、定性的に調和した変化を示す．しかし、比高変化に対する重力変化は大きく、dg/dzは-0.82mgal/mにも達する．この原因として、重力測量の精度もあるが、2000年新山は谷地形のなかにあることからdg/dz異常などが考えられ、これは今後の課題である．

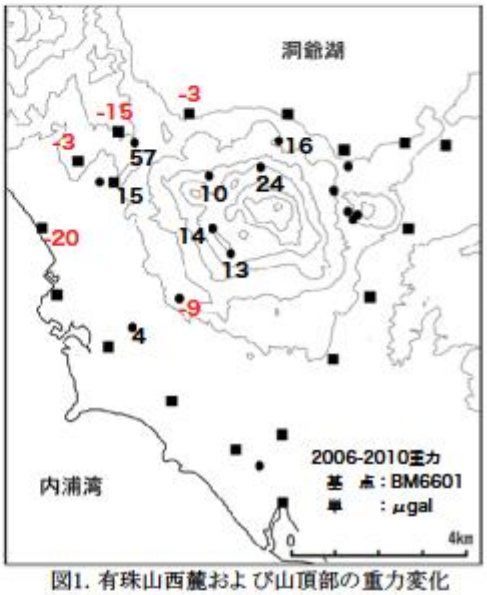


図1. 有珠山西麓および山頂部の重力変化

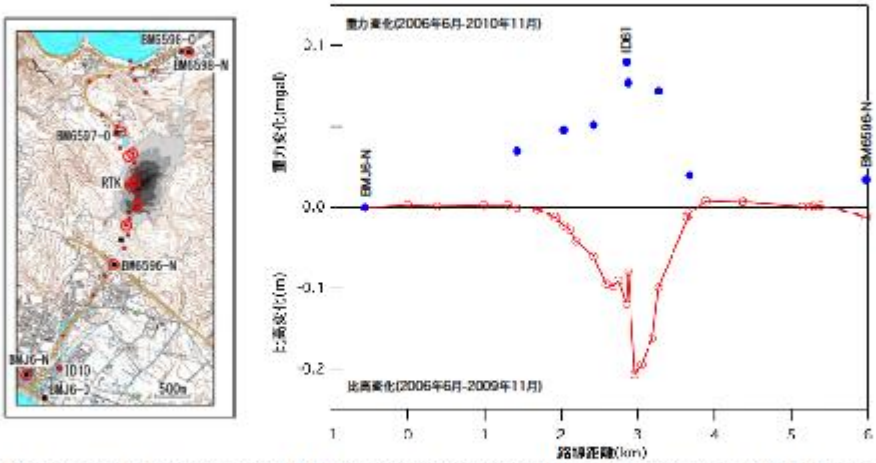


図2. 20000年新山を横断する水準路線と重力点分布(左図)およびBMJ6-Nを基準とした比高と重力変化(右図).左図の大きな赤丸が重力点.

(大島・前川・植木・大久保)　　(有珠山)

北海道大学・東京工業大学・
京都大学・産業技術総合研究所

有珠山

○表面温度分布と放熱量

2010年９月27日８時40分～９時20分にかけてセスナ機を用いた空中赤外観測を実施した．撮影された熱映像の1pixelの地表面分解能は0.8m^{2}程度である．

2000 年新山周辺の噴気地は2000 年から2006 年にかけて拡大傾向であったが、その後、植生の回復や、噴気温度・地中温度の低下も進み、氷熱量計による定点観測から熱流量の減少が観測されていた．

このような熱活動の衰退を反映して、今回の表面温度分布から見積もられた放熱率は5.6MWと，2006年９月に得られた9.2MWの約60%にまで減少した．同様に、2006 年9 月に湖面からの異常放熱率が2 MWと見積もられたKB火口湖は2007年頃にはほぼ消滅し、2006年９月に８MWと推定されたNB火口の噴気も，2010年９月の時点では目視できない程度まで衰退した．

このため2006年９月に20 MWと推定された総放熱率は，4 年間で温度異常域のみからの放熱率5.6MWと、1/4 にまで減少した．2000年新山地域の熱活動の衰退は，1977年噴火終息後とは異なり、急速に進んでいる．

一方、有珠山山頂部の放熱量は39 MW，昭和新山では6.2 MW と見積もられ、これらの値は，2006 年9 月の測定結果とほぼ同じで，顕著な時間変化は認められない．

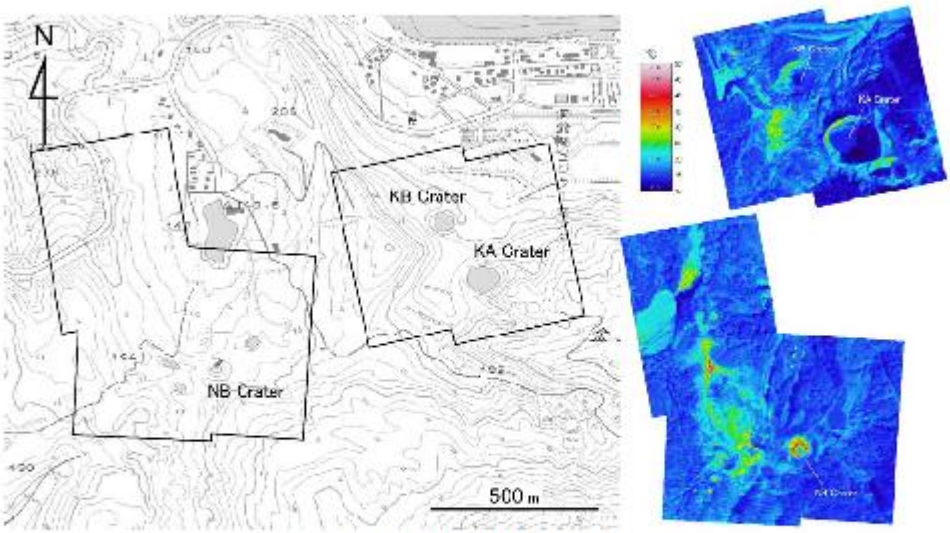


図1．2000年新山地域の表面温度分布

（大島・寺田・吉川・松島）　　（有珠山）

北海道大学・東京工業大学・
京都大学・産業技術総合研究所

有珠山

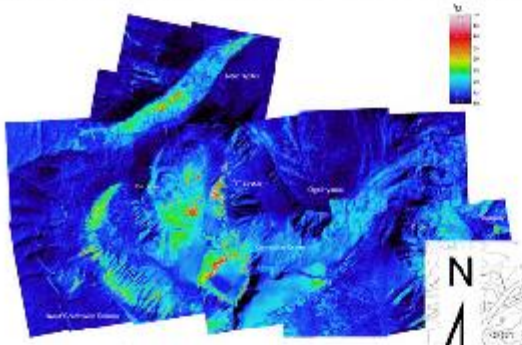


図2. 有珠山山頂の表面温度分布

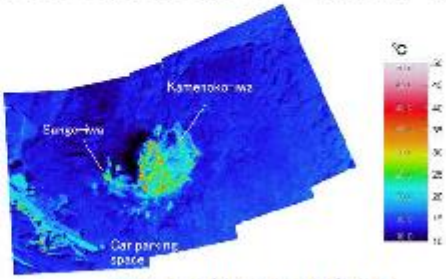


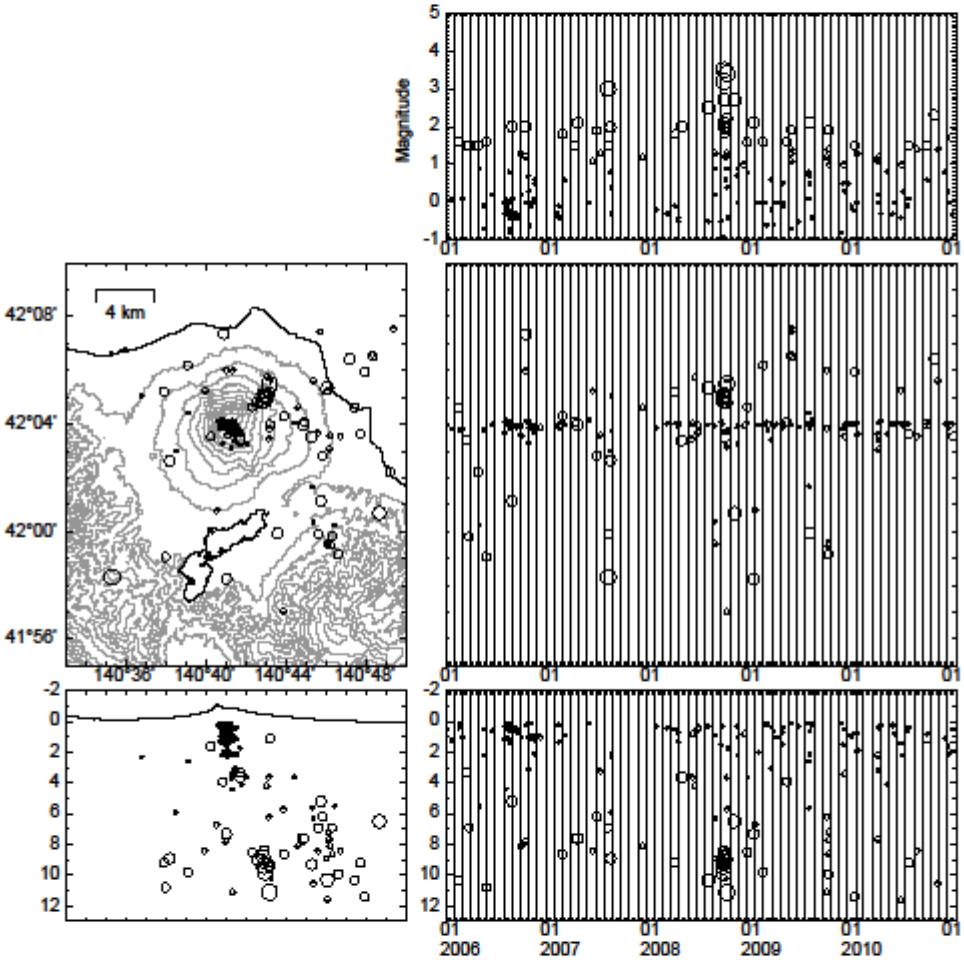
図3. 昭和新山の表面温度分布

（大島・寺田・吉川・松島）

北海道駒ヶ岳

○火山性地震活動

北海道駒ヶ岳は非常に静穏な状態が続いている．



北海道駒ヶ岳

北海道駒ヶ岳

○地磁気全磁力

北海道大学では，プロトン磁力計により山頂火口原を含む５箇所で全磁力連続観測を行っている（図１）．2006年以降の変化（K04を参照点とした単純差）を図２に示す．火山性と認識される明瞭な変化は検知されておらず，地下浅部に顕著な温度変化は起こっていないものと推測される．なお，2008年7月のステップ状の変化は，荒天に伴う自然擾乱によるものであるが，直接的な原因は不明．

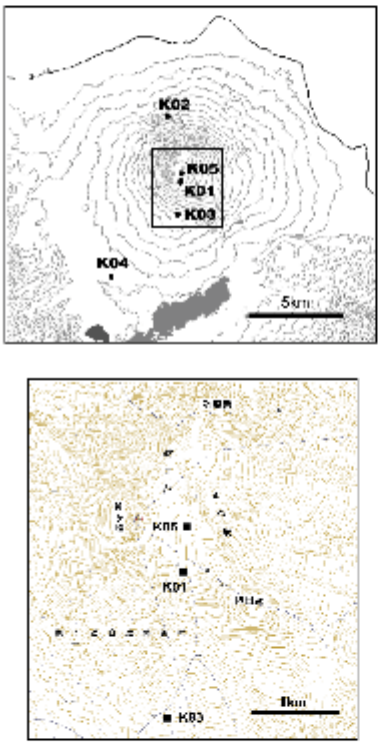


図１　駒ヶ岳全磁力連続観測点の配置．下図は山頂域の拡大図．本図の作成には国土地理院発行の50mメッシュ地図標高およびオンライン地図画像を使用した．

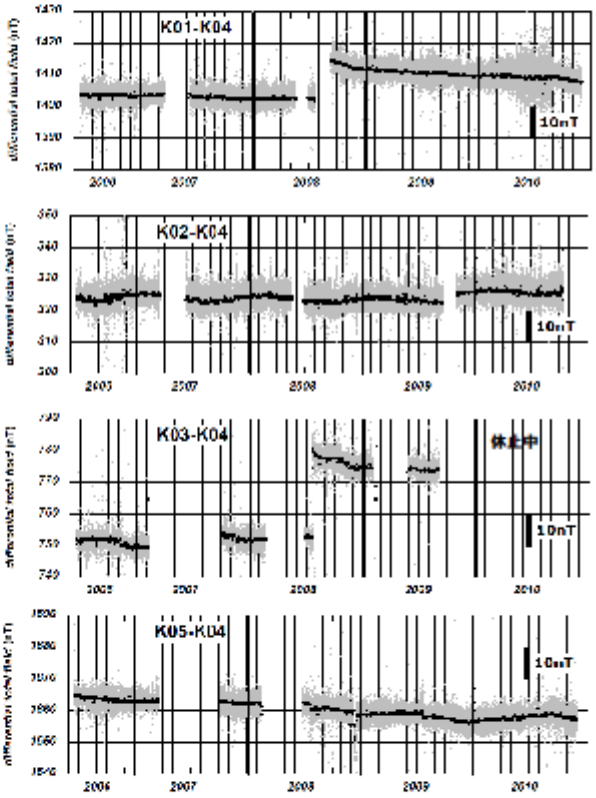


図２　2006年6月～2010年5月の全磁力変化．K04を参照点とした5分値単純差および日平均値でプロット．

（橋本・鈴木・茂木）

北海道大学・東京工業大学・
京都大学・産業技術総合研究所

駒ヶ岳

○表面温度分布

セスナ機を用いた空中赤外観測を2010 年9 月27 日に実施した．観測は雲に阻まれ、山頂部全領域の熱映像を取得することができなかった．映像の得られた昭和17 年火口および昭和17 年大亀裂とその周辺では，従来どおり、明瞭な温度異常領域は認められなかった．

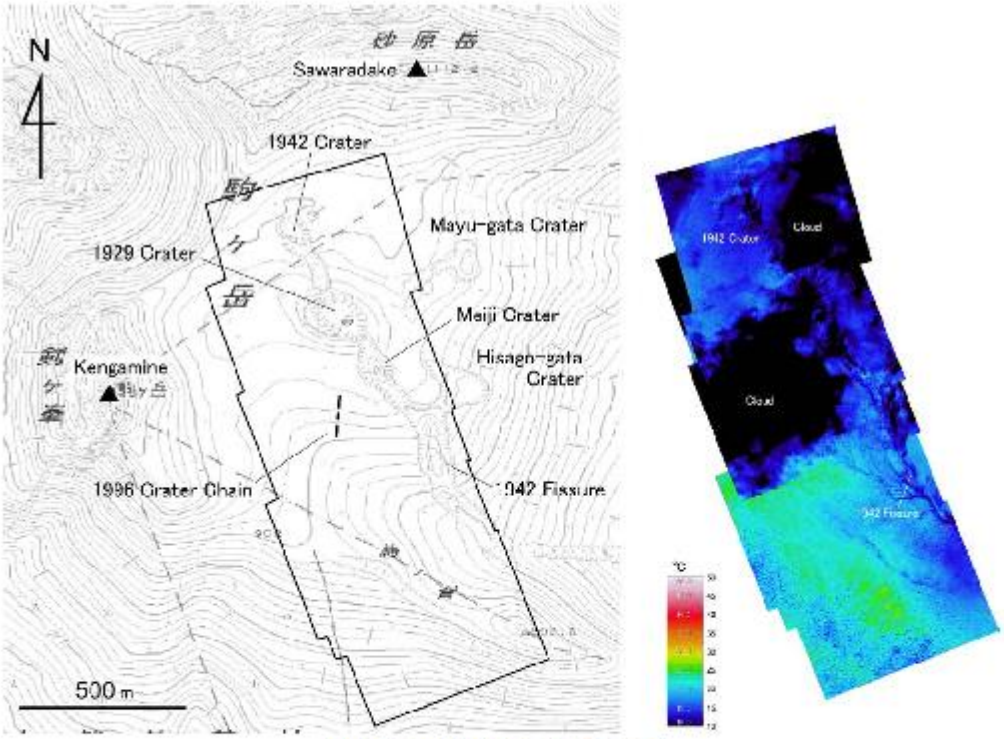


図1．駒ヶ岳山頂部の表面温度分布

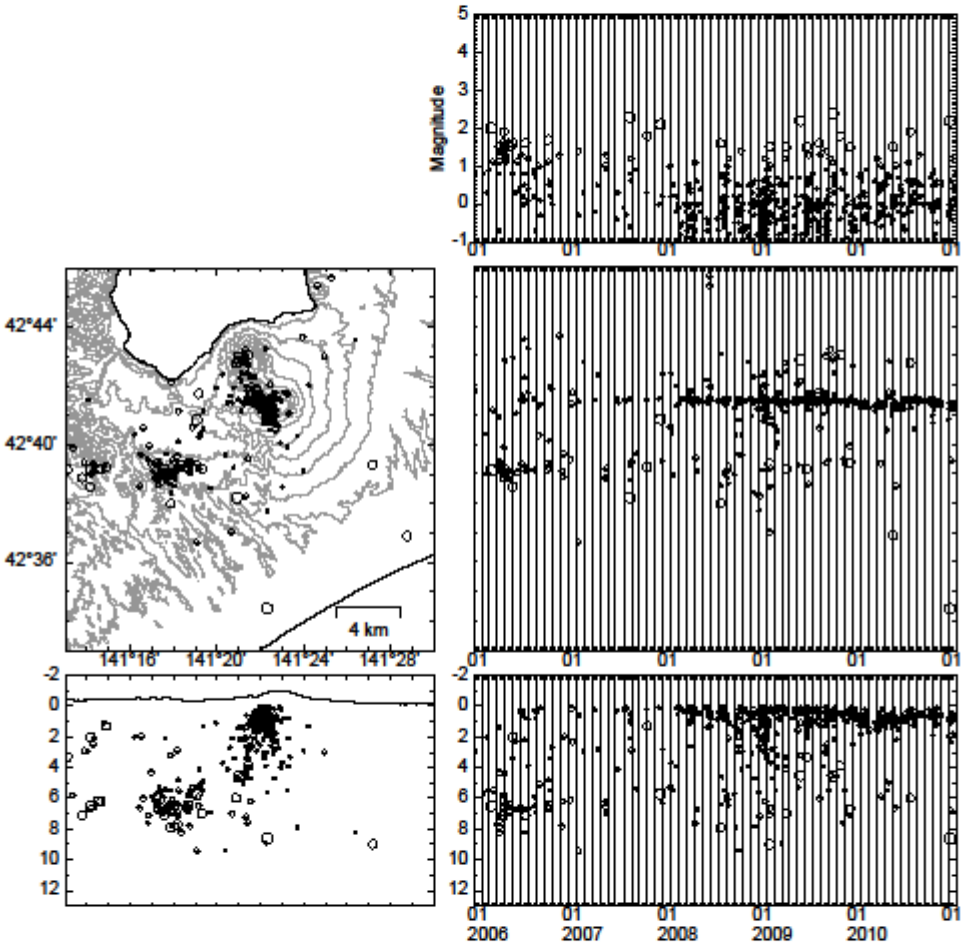
（大島・寺田・吉川・松島）

（北海道駒ヶ岳）

樽前山

○火山性地震活動

山頂直下で発生している火山性地震は規模が小さく，地震活動には特段の変化は認められない．



倶多楽火山

○大正地獄の熱泥水噴騰活動

６月中旬～７月上旬に起こった規模の大きな噴騰は急速に衰退し、これ以降は穏やかな噴騰が現在まで継続している.

７月以降の休止期間は10月に不規則になったものの約４日で、安定した状態が続いている.

この休止期間は、穏やかな噴騰が続いた2008年06～11月の休止期に較べて長く、また噴騰活動全期間を通して、長期間にわたって継続したこともないことから、噴騰活動が終息に向かいつつあることを伺わせる.

その反面、2010年末の日和山噴気温度は、依然として、135℃前後と高温な状態にあり、しばらくの間、噴騰活動は続くと考えるのが妥当であろう.

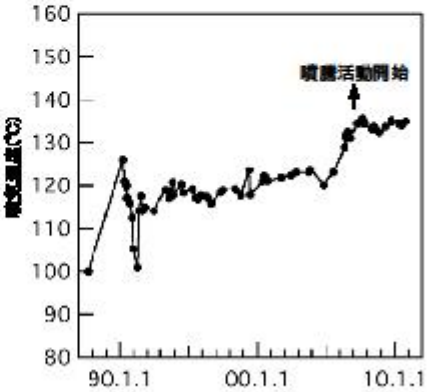


図1．日和山噴気孔温度の経年変化

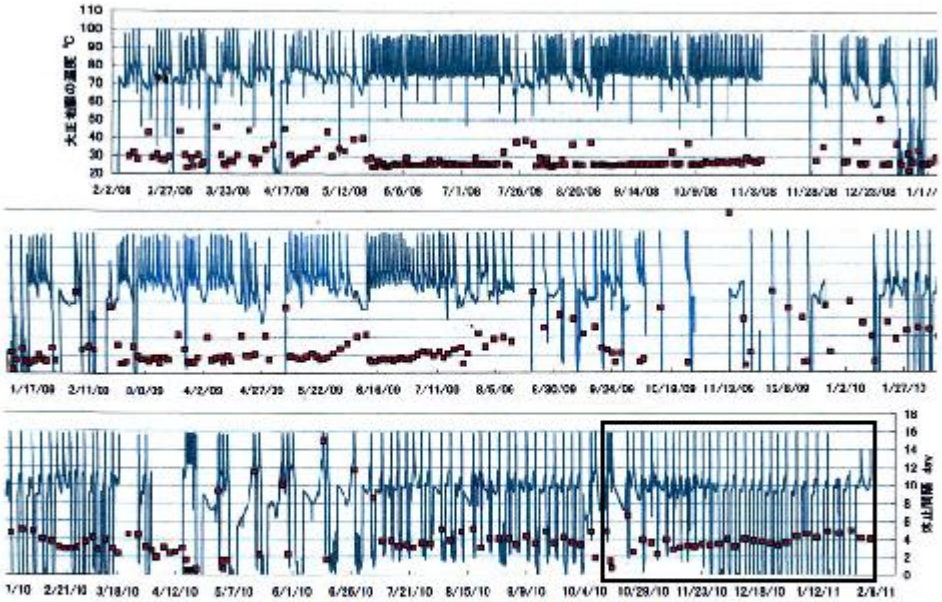


図２．大正地獄内の熱水温度(赤および青実線)と休止期間(赤四角)の時間変化. 青実線は底上方(満水面下3～5m)の温度（安孫子原図).

(安孫子・大島・前川)　　倶多楽火山

倶多楽火山

○化学組成から推定された深部熱水系の地化学温度

規模の大きな噴騰活動が発生した2010年６月中旬から７月上旬に規模の大きな噴騰活動があったものの、2010年１月以降の推定温度は210～230℃で推移していたが、2010年10月下旬に270℃にまで上昇し、その後も260℃前後の温度が現在まで続いている．270℃に達する温度は2007年５月の噴騰活動開始直後に観測されて以来であり、また2010年11月以降の推定温度も３年余り続く活動のなかでも高い状態である．現在、穏やかな噴騰活動が続いているが、日和山の噴気温度も依然として高く、今後の活動が注目される．

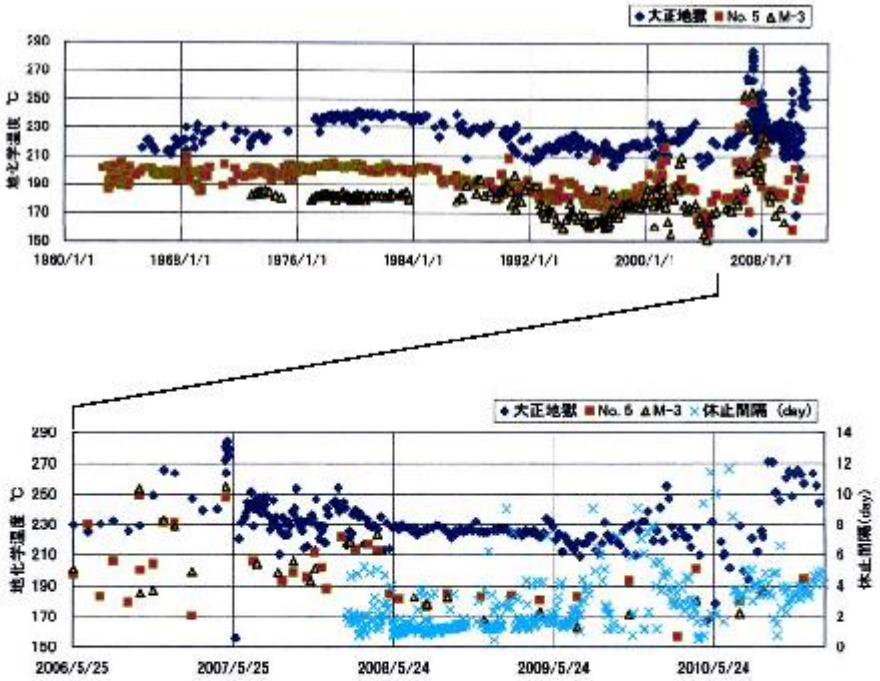


図１．化学組成から推定された深部熱水温度の経年変化(上図)および熱水の地化学的温度と休止期間

(安孫子・大島)　　倶多楽火山

北海道大学・東京工業大学・
京都大学・産業技術総合研究所

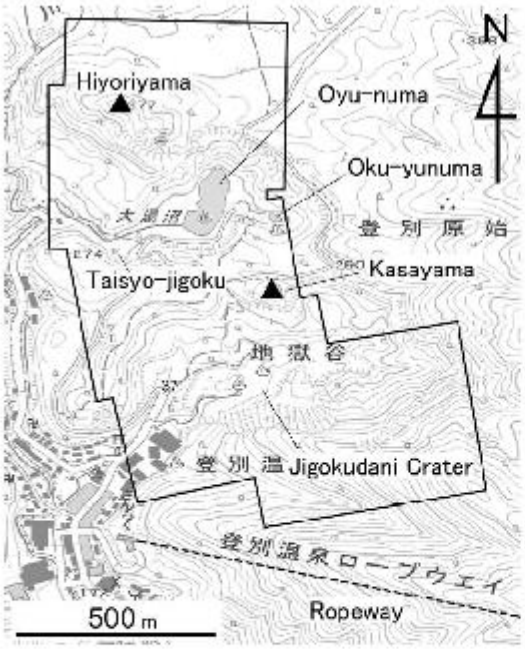
倶多楽火山

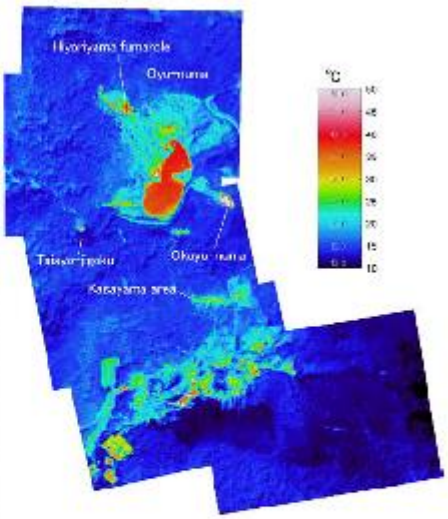
○表面温度分布および放熱量

セスナ機を用いた空中赤外観測を2010年９月27日に実施した．駐車場や道路など人口構造物などは高い温度を示しているが、温度異常域は概ね目視で識別される熱異常域と一致し、地獄谷、笠山周辺、虚無地獄、大正地獄、奥湯沼、大湯沼、日和山に分布する．

斜面補正を施した噴気地からの推定放熱量は、日和山南東斜面が4.4MWともっとも大きく、地獄谷の3.4MWがこれに続く．一方、Ryan et al. (1974)の蒸発モデルで推定した大湯沼と奥湯沼、大正地獄の放熱量は、11.2MW、1.3MWおよび0.2MWであり、噴気地および湯沼をあわせた全表熱量は約21MWと、現在の有珠山山頂からの放熱量39.4MWの約半分である．

また大正地獄からの平時における放熱量は、大正地獄の噴騰活動時に熱水流出によって放出される熱量4MW(平均流出量を2000ton/min、非噴騰時の最低温度70℃を基準)の1/20である．





(大島・寺田・吉川・松島)

倶多楽火山

倶多楽火山

○放射温度計による熱水流出の検出

噴騰活動に先行する熱水流出や噴騰活動に伴う熱水流出は地動振幅の増大として観測されてきた．今回、熱水流路の表面温度を放射温度センサー(視野角3度,検出波長8-14μm)で連続観測し、熱水流出の検出を試みた．観測された放射温度は、日中に高く、夜間に低くなる日周変化を示す．この日周変化に妨げられて、放射温度だけでは噴騰活動に先行する熱水流出や、熱水流出の終了を明瞭に識別することはできない．反面、先行する熱水流出期に観測される地動振幅変化に対応して、流出量が変化したことを示すような放射温度変化があるように見える．

視野（約1m^2）内を多量な熱水が占める主噴騰期には明瞭な温度変化が観測されることから、より視野角の小さな放射温度センサーを使うことによって先行熱水流出や、熱水流出の停止を検出できるかもしれない．

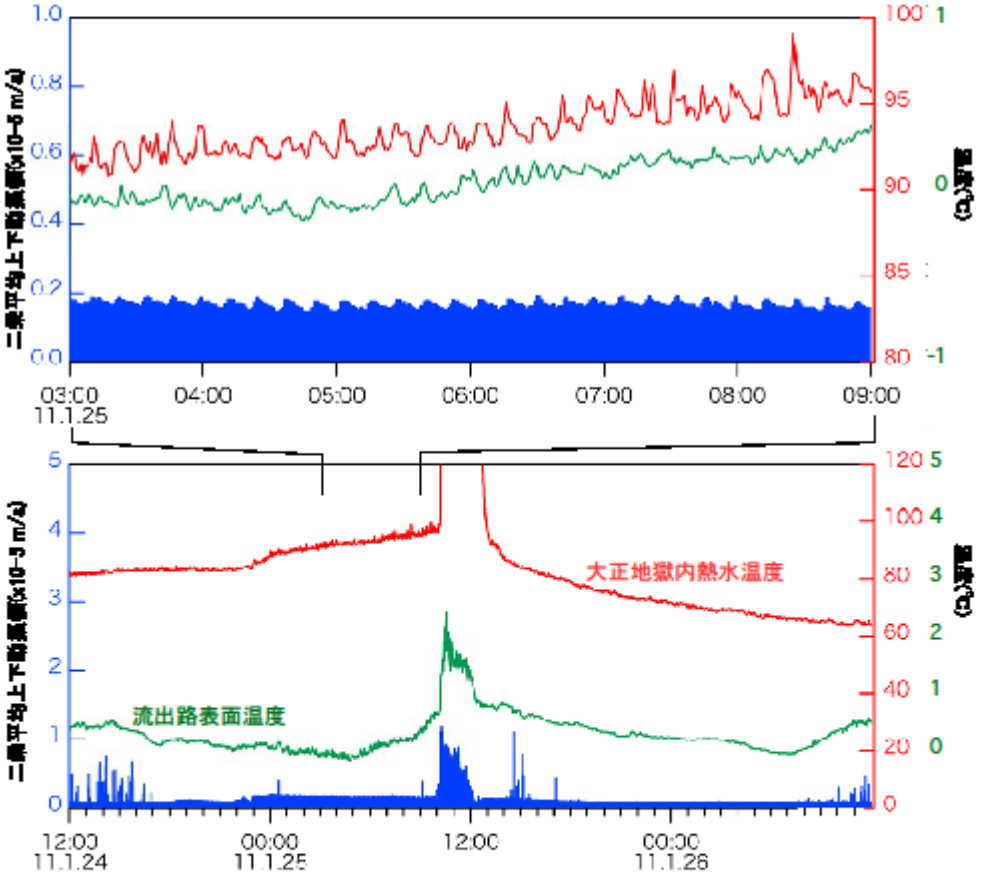


図1．噴騰活動に伴う 大正地獄内熱水温度、流出路表面温度および二乗平均上下動振幅の変化
(大島・前川)　　倶多楽火山

２．　実際の計算例

たとえば，κ=μ/3 の場合，β=4 となり，地殻変動から観測される膨張量が，見掛け上，実際の注入マグマ体積の 1/5 に見える（別紙図解参照）．

マグマの体積弾性率が地殻の剛性率の 1/3 であること，はそれほど不自然ではないと考えられるため，地殻変動で観測される膨張量が，注入マグマ体積（外圧 0）の数分の 1 である状況は十分ありうると考えられる．

κ～ 11.5GPa-17GPa @ atmospheric pressure to 17GPa (gas-free Olivine tholeiite: Fujii and Kushiro, 1977;　Murase et al., 1977)
μ～ 25GPa for Kilauea's Edifice (Manghnani and Wollard, 1968，他)

（文献 2 を要約）

κ=15GPa,μ=25GPa の場合，見掛けの体積は真の注入量の約 1/3

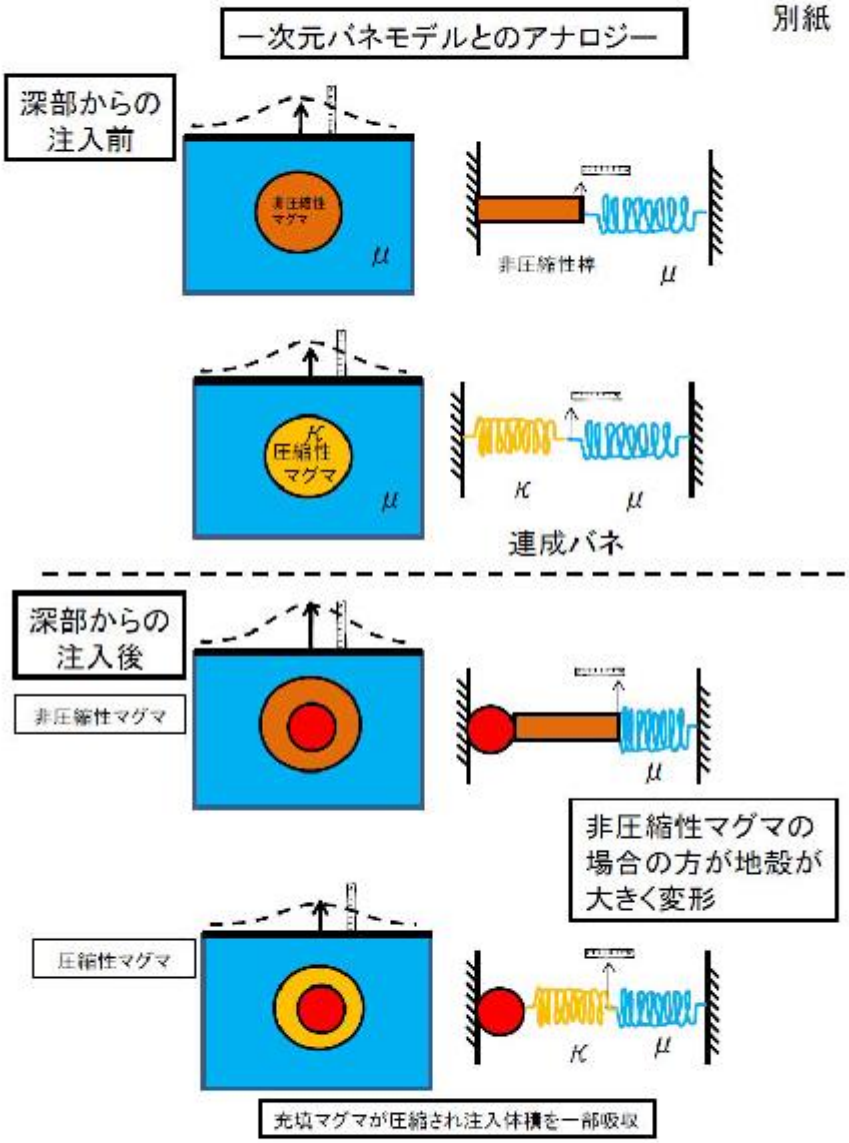
マグマ中の気泡が増加すると，κ がさらに小さくなると予想されるので，見掛けの体積はさらに減少すると予想される．

参考文献

1) 山科健一郎（1986）：　応力場と火山噴火，火山　第 2 集, 30, S101-S119.
2) Daniel J. Johnson, Freysteinn Sigmundsson and Paul T. Delaney (2000)：　Comment on " Volume of magma accumulation or withdrawal estimated from surface uplift or subsidence, with application to the 1960 collapse of Kilauea volcano" by P. T. Delaney and D. F. McTigue, Bulletin of Volcanology, Volume 61, Number 7, 491-493, DOI: 10.1007/s004450050006.
3) Daniel Dzurisin (2006): Volcano Deformation, Praxis Publishing, pp. 300-301.
4) H. E. Huppert and A. W. Woods (2006): The role of volatiles in magma chamber dynamics, Nature, 420, 493-495.
5) 篠原宏志・風早康平(1994): マグマの脱ガス-熱水流体の放出過程-，地質学論集, 43, 120-132.

（村上）　　霧島山

別紙


一次元バネモデルとのアナロジー
深部からの注入前
非圧縮性マグマ
μ
非圧縮性棒
μ
κ
圧縮性マグマ
μ
κ
μ
連成バネ
深部からの注入後
非圧縮性マグマ
μ
非圧縮性マグマの場合の方が地殻が大きく変形
圧縮性マグマ
κ
μ
充填マグマが圧縮され注入体積を一部吸収

霧島山

霧島山

○えびの市から霧島火山観測所に至る水準路線の再測量

東京大学地震研究所によって、登山道に沿ってえびの市飯野からえびの高原にある霧島火山観測所に至る水準路線(路線長：約20km、標高差:約1000m)が1967年に設置され、翌年のえびの群発地震直後の1968年に再測量が行われた．この後、加久藤カルデラ北東部で小規模な群発活動が観測された翌年の1976年と1980年に一部区間で再測量が行われている．

この水準路線は、GPSやInSar解析から推定されている新燃山の噴火活動に関係した圧力源の近傍を通り、圧力源の推定に有効である．また、やや長期にわたる変動を検出出来る可能性もあった．

残念ながら設置時に設けられた13点の水準点のうち、発見できた水準点は3点のみ、更に、路線の終点に位置する1968年のえびの地震を契機に設けられた2等水準点も亡失していた．このため現存する水準点と同じ敷地内にある電子基準点えびの960714Aを終点として、新たに水準点を設け、測量を開始した．

また、えびの高原から高千穂河原に至る道路沿いにも8点の水準点が設けられているが、積雪のため、それらの確認はできていない．

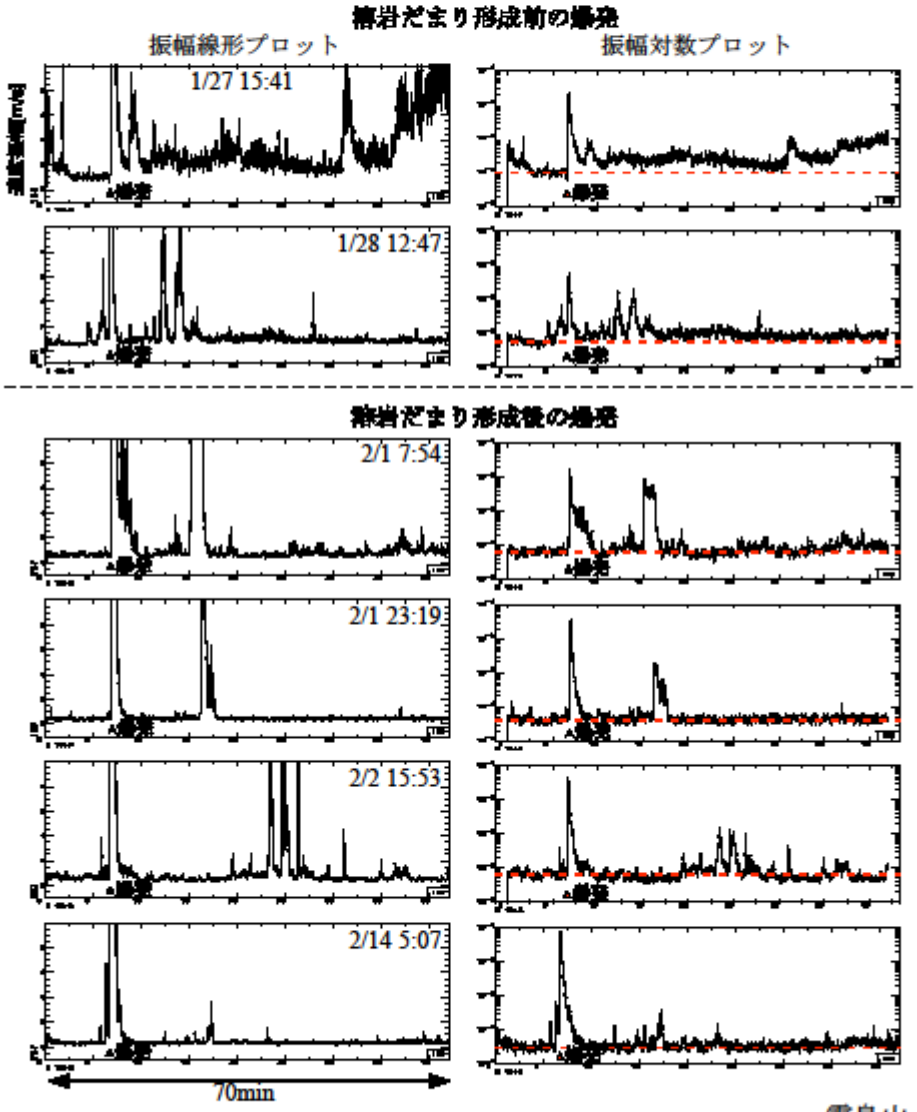
図1．えびの市から霧島火山観測所に至る水準路線図．赤四角は残存する水準点、青四角は今回の測量のために設置した水準点．星印はGPS観測から推定された圧力源の位置．google map API V3を使用．

（大島・森・小山）　　（霧島山）

霧島山

○溶岩だまり形成前後での爆発地震の変化

新燃岳では1月27日より爆発的噴火を繰り返しているが，溶岩だまり形成の前後で爆発後の微動レベルに明瞭な違いが認められる．下図はHi-net都城北観測点上下動速度記録のエンベロープ（10秒ローパス）で，右列はわかりやすいように振幅を対数表示している．溶岩だまり形成前は爆発後に連続噴火へ移行していたのに対し，溶岩だまり形成後は爆発があってもまもなく爆発前の振動レベルに戻っている．この傾向は2月14日時点でも変わっていない（最下段）．



（青山）　（謝辞）資料作成には，防災科学技術研究所Hi-net都城北観測点の地震波データをダウンロードして使用した．

霧島山

第 119 回（2011 年 3 月 22 日開催）

第119回火山噴火予知連絡会資料

― 2011年3月22日 ―

内　容

霧島山

- PALSARから得られた霧島山の地殻変動
- 水準測量による比高変化
- 1月19日以降の新燃岳イベントのまとめ
- 溶岩だまり形成前後での爆発地震の変化

霧島山

○ PALSAR から得られた霧島山の地殻変動

陸域観測技術衛星「だいち」に搭載された PALSAR データの干渉解析の結果，噴火活動以前における山体膨張と，噴火を挟む期間の収縮を検出した．茂木ソースを仮定し，空間パターンの再現を重視したグリッドサーチを用いて推定した所，その位置は大浪池の西ないし北西約 4km，深さ 10km 前後になった．噴火活動開始前の膨張源と噴火の際の収縮源は，ほぼ同位置であり，同一のソースの活動であることが示唆される．また，新燃岳の火口周辺や御鉢周辺などに特に局所的な変動が集中して発生している様子は見いだされなかった．

2011 年 1 月の新燃岳噴火に伴うマグマの増減についての情報取得を目的として，陸域観測技術衛星「だいち」搭載の PALSAR が観測したレーダデータ(噴火前:2010 年 11 月 20 日観測，噴火後:2011 年 2 月 20 日，パス 424)を用いた干渉処理を行った(図1A)．

主要な噴火を挟む期間の干渉画像からは水平的空間スケール約 20km，最大視線方向変位 6cm の衛星から遠ざかる向きの変動が得られた．変動の空間パターンや広がりのスケールは，噴火前の干渉ペア(2008 年 2 月 12 日～2010 年 11 月 20 日，パス 424)から得られた結果(図1D)とほぼ同じであり，変動の向きは反転している．同一のマグマ溜りが噴火前に膨張し,噴火に伴って収縮したことを示唆する結果と考えられる．

噴火前，噴火をはさんだペアそれぞれについて，観測とモデルの空間的な相関を最大にするグリッドサーチ法を用いてパラメタの推定を行った所，変動源の位置は大浪池の西ないし北西，深さ 10km 前後となった(表1)．どちらのペアについても単純な1つの茂木モデルで観測結果を比較的良好に説明することができる(図1BC，EF)．また,推定された水平位置や深さの推定精度がそれぞれ 2-3km 程度であることを考えると，以上の結果は，同一のマグマ溜まりの膨張・収縮を強く示唆している．ただし，収縮期の InSAR 結果は，気象要因による誤差の影響を受けている可能性が高く，収縮量推定結果の信頼性には限界があると考えられる．実際に，この期間の GPS 結果との一致度は悪い．なお，新燃岳の火口周辺や御鉢周辺などにおいて，大きな局所的な変動が集中して発生している様子は見いだされなかった．

表1．グリッドサーチにより推定された変動源のパラメタ

	経度[deg.]	緯度[deg.]	深さ[km]	体積変化[$x10^6m^3$]
Pre-eruptive	130.825	31.920	9.5	17.1
Co-eruptive	130.832	31.942	10.5	-29.6

なお，表1の体積変化は，地殻の剛性率のみを考慮し，蓄積マグマの非圧縮性を仮定して計算したものである．

決定されたパラメタを用いて計算した水平変位と，ほぼ同一期間の GEONET F3 解との比較を図1G,H に，パラメタ最適値周辺における，観測-モデル間相関値分布を図 1I に示す．

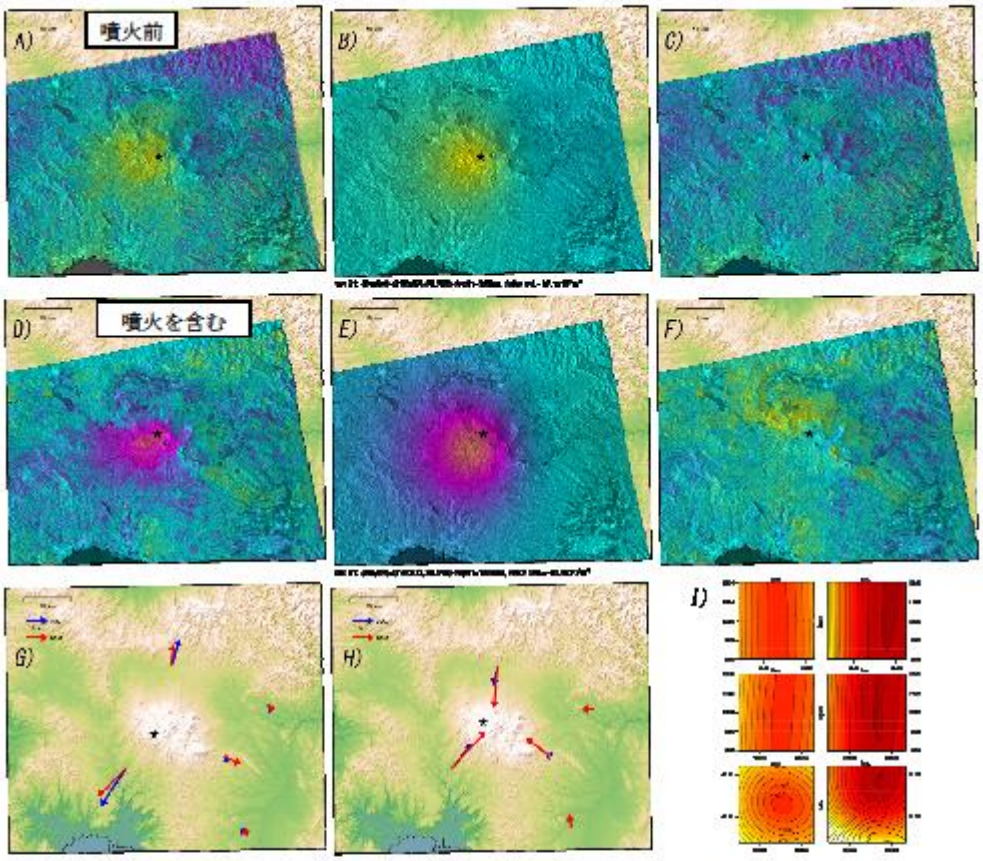


図-1.　A) 2008 年 2 月 12 日と 2010 年 11 月 20 日に観測された PALSAR 画像を用いて作成した噴火前期間の干渉画像.　B) グリッドサーチにより推定された最もよく A)を説明するシミュレーション画像. C) A)と B)の残差.　D) 2010 年 11 月 20 日と 2011 年 2 月 20 日に観測された PALSAR 画像を用いて作成した噴火を含む期間の干渉画像. E) グリッドサーチにより推定された最もよく D)を説明するシミュレーション画像.　F) D)と E)の残差. G) B)と同じパラメタを用いて計算した水平変位(赤)と同一期間 GEONET F3 解(青)との比較.　H) E)と同じパラメタを用いて計算した水平変位とほぼ同一期間 GEONET F3 解との比較.　I) 左:噴火前のペアの最適値周辺相関値分布.　右:噴火をはさんだペアの最適値周辺相関値分布.

謝辞:　解析に用いた PALSAR データは, ALOS「だいち」防災利用実証実験の「火山噴火予兆及び被害把握」テーマに基づく枠組み, 及び, 宇宙航空研究開発機構(JAXA)と東京大学地震研究所との共同研究契約により, JAXA から提供されたものである. PALSAR データの所有権は経済産業省および JAXA にある. 解析には, 国土地理院による 10m メッシュ数値標高データを用いた.

霧島山

○水準測量による比高変化

東京大学地震研究所が設置した霧島山北西部の水準測量網のうち、GPSやInSar解析から推定されている圧力源近傍を通るえびの市から霧島火山観測所に至る水準路線(えびのルート)、及び、えびの高原の水準路線(高原ルート)の測量を2月4日から28日にかけて行った.

えびの路線で発見できた水準点は3点にすぎない.このなかで山麓のKVO09に対する観測所内KVO01の1968年から2011年の間の比高変化は**12.82cmの沈降**であった.この沈降量はGPSでとらえられた1月26日～28日のマグマ噴火前後の上下変動量よりも、また提案されているモデルから予測される沈降量よりも大きい.

一方、えびの高原の1991年～2011年の間の比高変化は、全体として、東下がりを示す.

これらのことは深部圧力源とともに、浅部圧力源あるいは新燃岳から韓国岳方向に走行を持つ開口割れ目の存在を伺わせる.

ところで新燃岳から約7kmのところにある高千穂小は桜島ハルタ山水準点の等重力点として1976年から測定が続けられてきた.この高千穂小の重力値を伊集院高校を基準にして見ると、1988年と1992年の間に約0.07mgalの重力増加が認められる.これは重力点周辺の環境変化あるいは1991年の小噴火を反映した変化と考えられるが、今回の活動の前兆だったのかもしれない。

図1. 電子基準点EBINO960714(四角)から登山道沿いに東大霧島火山観測所KVO01に至る水準路線. 赤丸: 現存する水準点、橙丸: 未確認の水準点、青丸: 新設点、赤星: 推定深部圧力源の位置. Google Map API V3を使用.

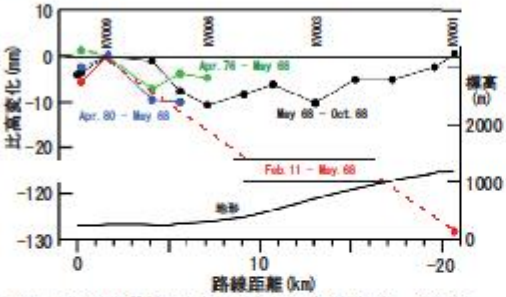


図2. KVO09を基準とした1968年に対する1976年、1980年、2011年の比高変化.

図4. 2011年－1991年の間の水準点KVO01を基準とした比高変化. Google Map API V3を使用.

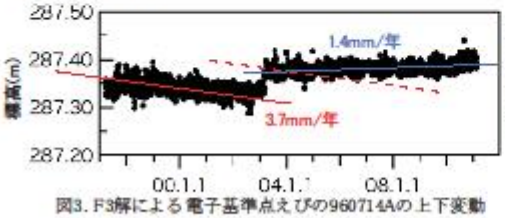


図3. F3解による電子基準点えびの960714Aの上下変動

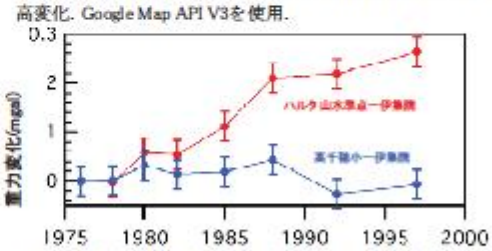
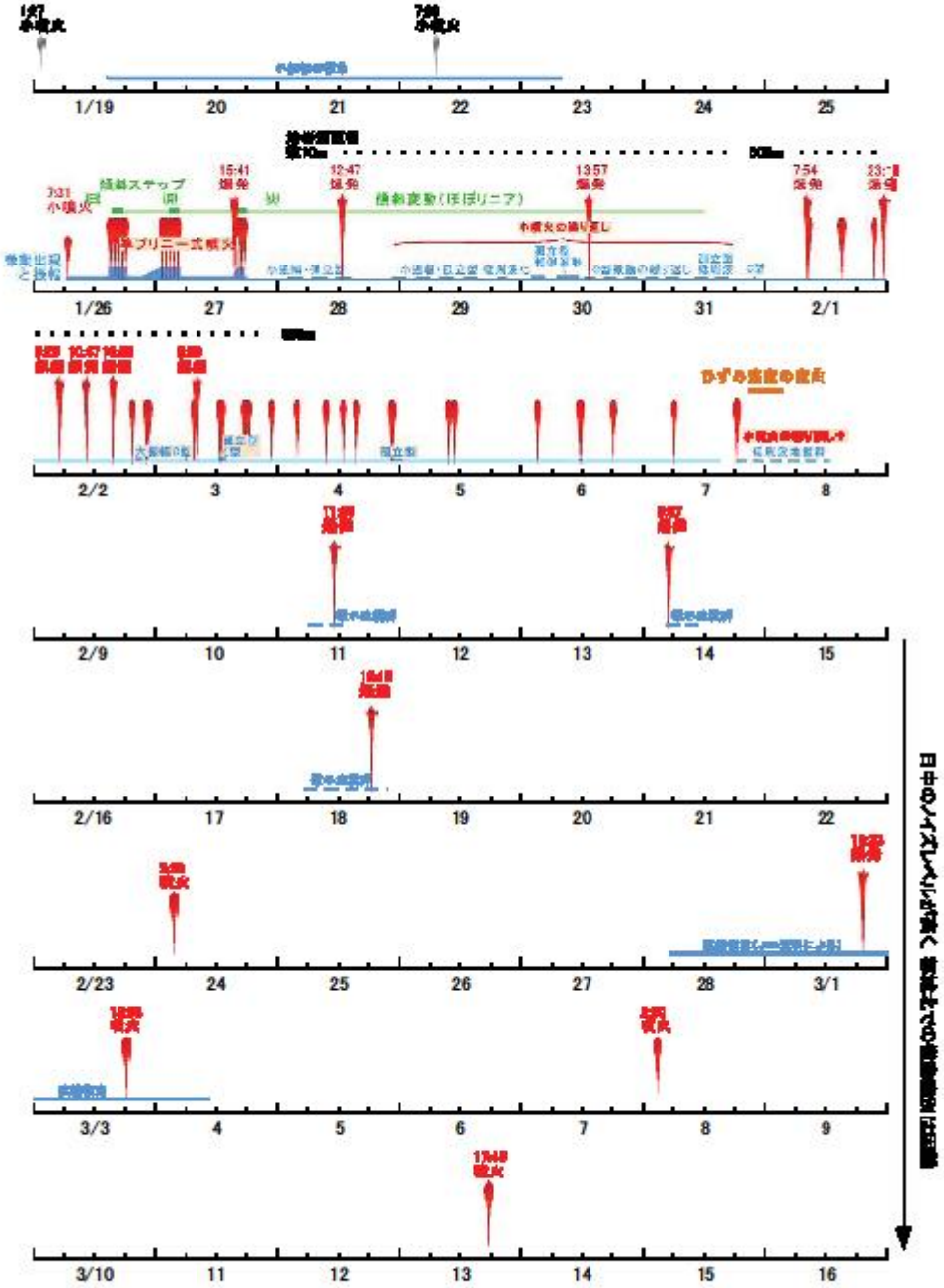


図5. 伊集院高校を基準とした桜島ハルタ山水準点および高千穂小学校の重力変化

(森、大島、小山)

霧島山

○1月19日以降の新燃岳イベントのまとめ



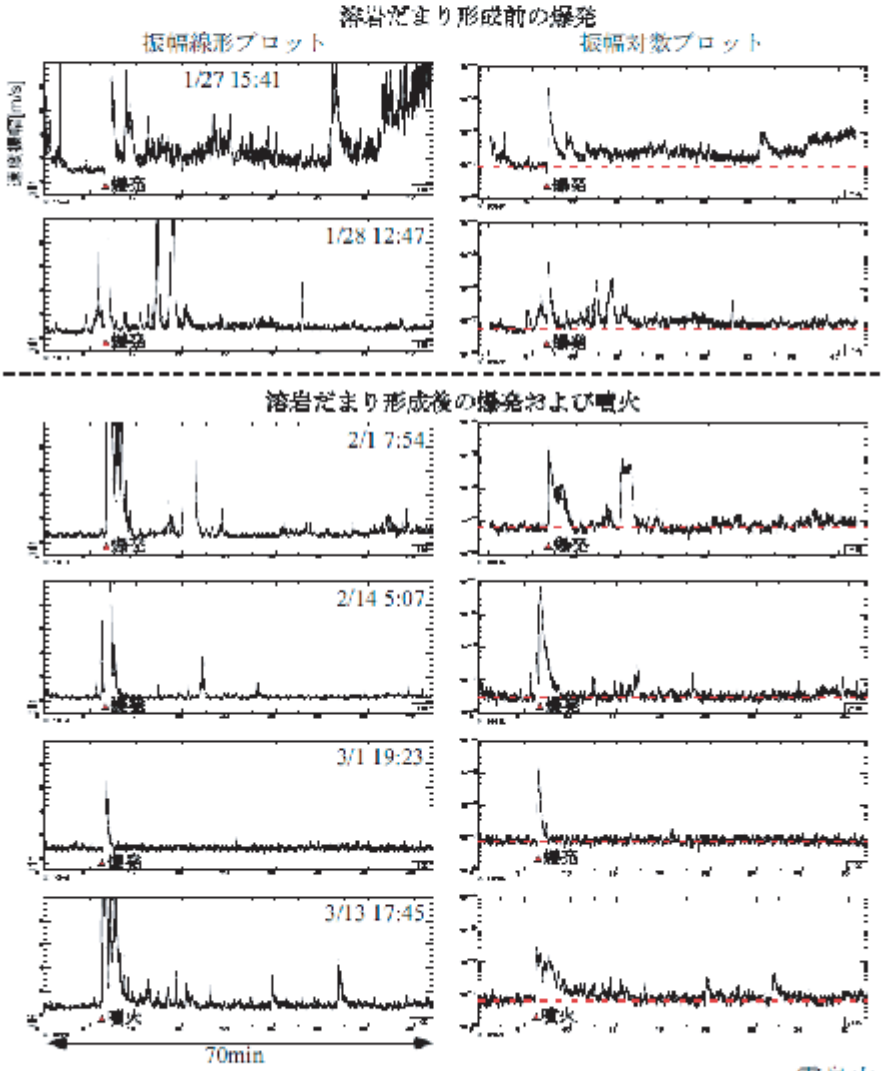
（青山）　（謝辞）資料作成には，防災科学技術研究所Hi-net都城北観測点の地震波データをダウンロードして使用した．

霧島山

霧島山

○溶岩だまり形成前後での爆発地震の変化

前回の予知連以降では，3月1日に空振を伴う爆発的噴火が観測されているが，全体的には空振を伴わない噴火の発生が卓越してきているように見える．前回の提出資料の一部に新しい爆発・噴火イベントを加え，爆発地震後の噴火微動の継続の様子を比較した．最下段の3月13日17時45分の噴火では，高度4000mまで噴煙が上昇したと報告され，映像では火山灰の放出がしばらく続いたように見えた．地震波で見ると，主たるフェーズは1000秒程度（約16分半）で終了したと判断される．現在のところ火山灰放出が比較的短時間で終わるという傾向に，大きな変化はなさそうである．



（青山）　（謝辞）資料作成には，防災科学技術研究所Hi-net都城北観測点の地震波データをダウンロードして使用した。

霧島山

５．地震・火山噴火予知協議会報告

課題番号：1001

（１）実施機関名：
北海道大学

（２）研究課題（または観測項目）名：
全国ひずみ・傾斜データの流通と一元化

（３）最も関連の深い建議の項目：
１.地震・火山現象予測のための観測研究の推進
⑶ 地震・火山現象に関するデータベースの構築
ア．地震・火山現象の基礎データベース

（４）その他関連する建議の項目：
１.地震・火山現象予測のための観測研究の推進
⑴ 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化
ア．日本列島域

（５）本課題の５か年の到達目標：
ひずみ計や傾斜計などは，数週間以内の周期帯においてはGPSよりも高感度なセンサーであり，地震発生に至るプレスリップやスロースリップの検出において大きな役割を果たすものである．また，そのセンサーの特性は，津波地震や連動型地震など広帯域地震計でも計測が困難ながら，甚大な被害を及ぼすような地震の観測を直接行える唯一の機器である．このような特徴をもつひずみ・傾斜計のデータを統一フォーマットで全国流通・一元化・公開して日本列島全域にわたるアレー観測網を構築し，データ同化や地震発生先行過程などの研究を推進するのに利用しやすいようなデータベースを構築する．また，一元化されたデータを用いて，連動型地震や津波地震にも対応したリアルタイム量的津波予測システムの開発を目指すとともに，ひずみ地震動の超広帯域性を生かして特異な地震の震源特性解明についても試行する．

（６）本課題の５か年計画の概要：
平成21年度においては，関連研究機関によるデータ流通の基本となる統一フォーマット策定を行う．また，データ利用規約の策定とその発効作業を行う．
平成22年度においては，データの試験流通実験およびデータベースの試験運用を開始する．データ収録用ＰＣを北日本地域・中日本地域・南日本地域に設置する．
平成23年度においては，試験運用で明らかになった問題点の改良を行うとともに，過去のデータのアーカイブ方法について検討を開始する．
平成24年度においては，本格運用に移行する．このネットワークを用いたモニタ

リングシステム（主に連動型地震即時パラメータ決定による津波予測）の設計概念について検討する．

平成25年度においては，本格運用における問題点を改良してシステムの安定運用をはかるとともに，上記モニタリングシステムのプロトタイプの開発を目指す．

（７）平成22年度成果の概要：

○地殻変動連続観測等データの試験流通の継続

昨年度開始した地殻変動連続観測等データの試験流通試験を本年度も継続して実施した．データの流通には，リアルタイムパケットデータ流通には全国地震観測データ流通システム（ＪＤＸ網）を利用し，それ以外のデータはftpプロトコルを利用したデータ流通方式を採用している．昨年度から試験流通を行っている北海道大学・東北大学・国立天文台水沢ＶＥＲＡ観測所江刺地球潮汐観測施設・東京大学地震研究所・名古屋大学・財団法人地震予知総合研究振興会東濃地震科学研究所・九州大学に加え，京都大学防災研究所・鹿児島大学・北海道立総合研究機構地質研究所のデータについても試験流通が開始された．なお，神奈川県温泉地学研究所のデータは協定書の発効と同時に接続される予定である．データの種類は，ひずみ・傾斜に加え，短周期地震計・長周期地震計・重力・気圧・気温・水位など，winパケット方式となっていればいかなるデータでも取り込み可能である．特に西日本において接続観測点の増強が行われたことにより，日本列島全域でのアレーとしての機能をさらに強化することができた．現在，74観測点506チャンネルのデータが試験流通中であるが，顕著なパケットの欠落などの不具合は確認されておらず，ＪＤＸ網を用いて安定的なデータ流通が行えることが実証されつつある．なお，データのサンプリング周波数は１Hz以上であり，多くの観測点では地震観測と同じく100Hzでのデータが流通している．このため，いわゆるひずみ地震動帯域から直流帯域までのあらゆる周波数帯域での解析が可能となっている．

突発的な大地震・火山噴火時に威力を発揮することが期待される機動的地殻変動観測システムの試験運用も行った．このシステムは，大地震や火山噴火などの突発的な事案が発生したときに，地表設置型気泡式傾斜計や浅層観測井型傾斜計など比較的容易に設置が可能な地殻変動観測機器のデータを携帯電話用ルーターとデータ通信用携帯電話端末を介してＩＰパケット公衆網通信を行うことで，臨時観測点データのリアルタイム伝送を迅速に可能にするものである．特に火山噴火では，地殻変動の観測データがそのメカニズムの解明や活動推移の予測に大きな役割を果たす．2011年1月26日から霧島新燃岳の本格的な噴火活動が始まったが，噴火活動に伴う詳細な傾斜変化を観測するために，九州大学は新燃岳より約4kmの地点に気泡式傾斜計を緊急に設置し，そのデータのNTT Docomoの公衆パケット通信網を用いたテレメータによりリアルタイム伝送を1月31日より開始した．このパケットデータは，現地（鹿児島県霧島市）の携帯電話端末(DocomoL-05A)より札幌の北海道大学の受信ポートに直接送られ，そこよりＪＤＸ網を用いて九州大学へリアルタイムに転送されるとともに，データベースサーバーにおいて一元化データの一部として収録され，火山活動のモニタリングに利用されている．従来のように地上電話回線を用いる

場合に比べ設置場所を選ばず設置時間も非常に短縮できること，ＪＤＸ網を用いることにより多くの機関へのリアルタイム配信が可能となることから今後より広く活用すべき手法であり，今回の実証試験ではその有効性と実用性を同時に示すことができた.

○地殻変動データベースサーバーの開発の継続

昨年度に引き続きＪＤＸ網等を用いて試験流通している地殻変動連続観測等データの一元的集約を担うデータベースサーバーの開発を継続した．以前からあった任意時間軸でのデータ描画･フィルタリング･データダウンロード･Baytap-G（Tamura et al.,1992）による潮汐解析機能に付け加え，以下のような新たな機能を追加した．１）任意のパラメータによるフィルタ機能（fc, fl とfh の任意入力による低域通過・高域通過・帯域通過の選択が可能），２）任意の方向でのひずみ解析機能，３）ストリーミングひずみ解析機能(大久保ほか，2008）で解析ウインドを600サンプリングで設定できるようにした．これにより，たとえば1時間サンプリングなどのデータに対して長期間での解析を行うことを可能とした．４）積算振幅表示機能．通常の高感度地震計や広帯域地震計などの自乗振幅時間変化・振幅積算を表示可能とし火山性微動の時間変化などを追跡できるようにした．５）気象庁およびGlobal-CMTの震源リストに基づき自動的にひずみ地震動波形のサムネイルを作成するとともにGlobal-CMTとNIED-CMT解を自動的にダウンロードして震源情報として一元的なアーカイブを作成する機能を追加した．６）上記メカニズム情報から断層を設定し各観測点での理論主歪をOkada(1992)により計算する機能を追加した．７）任意の断層モデルを入力することにより各観測点での理論主歪をOkada(1992)により計算する機能を追加した.

データベースサーバーの公開運用に備えユーザー数の増加に対応するためのシステム設計を行った．具体的には，サーバーを正副2台体制としてバックアップ機能を持たせた．また，同時に多数のユーザーがアクセスして負荷が集中するのを防ぐため，ログインポイントにロードバランサーを装備し，正副２つのサーバーに自動的に負荷分散を行うような構成とした．これにより，大地震や火山噴火などのイベントが発生しユーザーアクセスが増加した場合にもある程度対応可能なシステムとなったが，今後，負荷実験などを行ってより安定的な運用が出来るようなシステムに向けた改良を行う予定である．昨年度設置した南日本地区サーバー（鹿児島大学）においてもデータの一元的受信実験を継続してシステムの分散管理試験を継続している．今年度設置予定であった中日本地域サーバーは，運用上の問題から来年度以降の設置とした.

○協定書の策定

データの流通・一元化を行うにあたり，昨年度策定した「関係機関より提供を受けた地殻変動連続観測等データの流通及び利用に関するガイドラインについて」を発効させるための「地殻変動連続観測等データの流通及び利用に関する協定書」の策定を行った．この協定書の最終的な文書は3月末に行われる打ち合わせ会で確定予定であり，持ち回りによる各機関長による調印の後，ガイドラインとともに発効の運びとなる予定である.

○各機関へのシステムの紹介・説明および意見交換

来年度以降のシステム公開に向けて，現在進めている流通・一元化のコンセプトとプロセスについて関係機関への紹介・説明，および地殻変動連続観測等に関する意見交換を行った．具体的には以下の機関に出向いた．気象庁地震火山部地震予知情報課，気象庁地震火山部精密地震観測室，国土地理院測地観測センター，防災科学技術研究所．これらの機関とは，今後も意見交換を継続するとともに，将来のデータ流通の可能性について引き続き協力をお願いして行きたいと考えている．

○霧島新燃岳噴火に伴う流通一元化データの迅速な公開体制の整備

2011年1月26日より霧島新燃岳での本格的な噴火活動が始まった．この火山周辺には，鹿児島大学と東京大学地震研究所が共同で運用している霧島火山観測所に傾斜計が，京都大学防災研究所宮崎観測所伊佐観測室に3成分ひずみ計が設置してあったほか，九州大学は噴火を受けて1月31日より大浪池において傾斜計の観測を開始した．これらのデータは，ＪＤＸ網およびftpプロトコルを通じてリアルタイム，あるいは準リアルタイムにデータベースサーバーにデータが収録されており，火山活動に伴うひずみ・傾斜変化を高精度で記録されている．これらのデータは，霧島新燃岳の活動監視・活動推移予測に重要であるため，急遽メーリングリストによって緊急的にデータの限定公開を行うことに対する審議を行い，その結果を受けて2月3日に開催された火山噴火予知連絡会拡大幹事会において監視学術機関での監視目的に限りデータベースサーバーおよびデータを臨時的に公開するとする文書を資料として提出した．

○霧島新燃岳噴火総合観測班へのデータベースソフトウエアの提供および運用

霧島新燃岳噴火総合観測班（班長：森田裕一東京大学地震研究所教授）の依頼を受け，気象庁・防災科学技術研究所・大学のひずみ・傾斜等地殻変動連続観測等のデータを一元的に閲覧可能なシステムの提供および運用を実施した．具体的には，我々が開発したデータベースサーバーを総合観測班用のマシンに移植するとともに，モニタリングに特化した機能を特に重視した仕様にカスタマイズした．これにより，上記機関のデータが一元化されて情報共有が可能となり，異なる機関の観測データの相互比較が飛躍的に容易に行えるようになった．アカウントは気象庁・防災科学技術研究所・大学等に配布されており，霧島火山のモニタリングの向上に大きく貢献している．

○メーリングリストの整備

本課題を推進するにあたり，より良いシステムを構築するためにデータ提供機関以外で，永年地殻変動連続観測およびそのデータ解析を実施してきた機関にも広く参加を要請し，情報交換のためのメーリングリストを拡充した．このリストには，研究者に限らず，観測の実務を担っておられる技術職員の方々にも広く参加いただいており，より実務的な作業を迅速に行えるような体制の整備を行うことができた．

○流通一元化データを用いた解析

@2010年2月27日チリ地震のひずみ地震動および津波による荷重変形の観測

2010年2月27日に発生したチリ地震により，全国の観測点でひずみ・傾斜地震動および，翌日日本列島に到来した津波による荷重変形によるひずみ変化が観測され

た．東北大学の宮古観測点では，10-9オーダーのP波初動部分が高いS/Nで観測されたが，1960年チリ地震の際に見られたような，P波より前の部分のゆっくりとしたシグナルは見出せなかった．また，海岸に近い観測点においては，翌28日に到達した津波の荷重変形によるシグナルが検出された．潮位計との比較では，数cm程度の津波でも充分識別可能なひずみ変化が記録されておりその感度はたとえば北海道大学のえりも観測点では潮位10cmあたり4ナノストレインに相当であった．また位相もほぼ同位相であった．これらの事実は，ひずみ・傾斜計が津波センサーとしても充分に利用できることを示している．特に，潮位計で計測不能な巨大津波が発生した場合には，それをリアルタイムに計測できるセンサーとして大きな役割を果たすことが期待できる．

@2009年のトンガサモア地震のひずみ地震動に関する検討

2009年にトンガサモアで発生した地震は，アウターライズ型地震とプレート界浅部での低角逆断層地震がほぼ同時に発生したことが指摘され，いずれの地震が先行したか議論がされている．この地震のひずみ地震動は全国のひずみ計で記録されておりそのデータはデータベースサーバーにアーカイブされている．はじめにＰ波到着時のひずみ地震動を精査した．全国のひずみ観測点での記録をすべて確認し，もっともS/N比がよく記録されていた東北大学の村山観測点では10-10strainレベルで波形の確認を行ったが，プレート境界浅部のすべりに対応するようなゆっくりとした変化は認められなかった．次に，S波到着部の精査を行った．ひずみ計の記録には，直達S波到着の90秒程まえから，非常にゆっくりとした変化が認められた．その振幅レベルは3*10-9strainという非常に微小なひずみ変化である．このゆっくりとした変化は複数の観測点で認められセンサーの個体に起因するものではないことが確認された．隣接するF-netのSTS-1やSTS-2の速度波形との比較を行ったところ，STS-1では確認できるもののそのS/Nはひずみ計のほうが一桁以上優れていることがわかった．STS-2ではほとんど視認できない．このゆっくりとした変化はW-phaseと考えられるが，高いサンプリングのひずみ地震動波形はSTS-1以上のS/N比をもっていることが示され，広帯域地震計としても充分利用できること実際のデータの比較から示された．

@2011年1月末から始まった霧島新燃岳の火山活動に関する地殻変動

霧島新燃岳では1月26日より本格的な噴火活動が始まった．噴火は3回の準プリニー式噴火から始まり，それに続いて新燃岳のクレーター内に溶岩の噴出が発生した．新燃岳から約5km離れた東京大学地震研究所霧島火山観測所では，鹿児島大学と東京大学地震研究所が共同で気泡式傾斜計による観測を実施していたが，一連の噴火活動にともなう傾斜変化を明瞭に記録していた．また，約20km離れた京都大学防災研究所地震予知研究センター宮崎観測所伊佐観測室ではスーパーインバー式3成分ひずみ観測を実施しているが，ここでも噴火活動に伴うひずみ変化を明瞭に記録している．霧島火山観測所では，一連の活動中全体にわたるゆっくりとした傾斜変化が記録されたほか，3回の準プリニー式噴火に伴う短時間の傾斜変化も明瞭に同定される．伊佐観測室のひずみ計でも同様な傾向がみられ，活動全体におけるゆっくりとしたひずみ変化のほか，3回の準プリニー式噴火にともなうステップ状のひずみ変化も

記録されている．これらのひずみ変化は，地下にあるマグマ溜まりの収縮過程を表しているものと考えられる．現在はこれに加え九州大学が臨時に設置した傾斜計2箇所が加わっており，空間的に異なった距離に複数の観測点が配置されることで深部と浅部のマグマ活動の分離を行うことが可能となっている．現在，一元化収録されたデータを用いて，マグマ溜まりの位置の推定，収縮体積の推定，マグマ移動の追跡などの解析が行われているほかリアルタイム監視も実施されており，今後の活動予測を行うにあたり重要なデータを提供しつつある．

追加共同研究機関：神奈川県温泉地学研究所，地方独立法人北海道総合研究機構地質研究所．

（８）平成22年度の成果に関連の深いもので、平成22年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

鹿児島大学大学院理学研究科・東京大学地震研究所・北海道大学大学院理学研究院，霧島火山観測所での傾斜観測，火山噴火予知連絡会拡大幹事会資料，2011.

京都大学防災研究所・北海道大学大学院理学研究院，伊佐地殻変動観測室での主歪方向の変化について，火山噴火予知連絡会拡大幹事会資料，2011.

髙橋浩晃・田村良明・三浦哲・加藤照之・原田昌武・本多亮・浅井康広・大久保慎人・伊藤武男・鷺谷威・加納靖之・松島健・中尾茂,全国のひずみ・傾斜計で記録されたチリ地震の地震波と津波,日本地球惑星科学連合2010合同大会予稿集,MIS050-P14,2010.

髙橋浩晃・山口照寛・三浦哲・立花憲司・出町知嗣,ひずみ計で観測された2009年サモア・トンガ地震のS波到着前に見られるゆっくりとした変動，日本地震学会秋季大会予稿集，P3-54.

原田昌武・板寺一洋、神奈川県西部地域における2010（平成22）年の地殻変動観測結果、神奈川県温泉地学研究所観測だより、第61号、43-50、2011.

山口照寛・笠原稔・髙橋浩晃・岡山宗夫・髙田真秀・一柳昌義，地殻変動データベースー2007年からの改良，日本測地学会講演予稿集，2010.

山口照寛・笠原　稔・髙橋浩晃・岡山宗夫・高田真秀・一柳昌義，地殻変動データベースシステムの開発，測地学会誌，56，47-58，2010.

（９）平成23年度実施計画の概要：

システムの公開を23年度中に実施する．このため，以下の作業を実施する．

１）システム公開に関する協定書を機関長の調印をもって発効させる．

２）システムを公開するとともに多方面に周知活動を展開する．

３）公開を実施しつつシステムの更なる安定運用をはかるべく問題点の洗い出しを引き続き実施する．

４）公開により多様なユーザーの利用が見込まれており，ユーザーからシステム・データベースサーバーへの要望を広く受け入れることのできるようなシステムを実装する．

５）より多くの機関に参加頂けるよう引き続き関係機関との意見交換を進める．

６）流通データの科学的利用法について更に検討を進める．特に，津波警報・火山活動推移予測の分野への応用について検討する．

７）中日本地域にデータベースサーバを設置し3拠点体制での運用試験を実施する．

（10）実施機関の参加者氏名または部署等名：

北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター　髙橋浩晃

他機関との共同研究の有無：有

国立天文台水沢VERA観測所　田村良明

東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知観測研究センター　三浦哲

東京大学地震研究所　佐野修，新谷昌人，加藤照之

名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山・防災研究センター　鷺谷威，伊藤武男

京都大学防災研究所附属地震予知研究センター　大谷文夫，森井亙，加納靖之

九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター　松島健

鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻　中尾茂

財団法人地震予知総合研究振興会東濃地震科学研究所　浅井康広

（11）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター

電話：011-706-3212

e-mail：isv-web@mail.sci.hokudai.ac.jp

URL：http://www.sci.hokudai.ac.jp/grp/isv/isv-web/

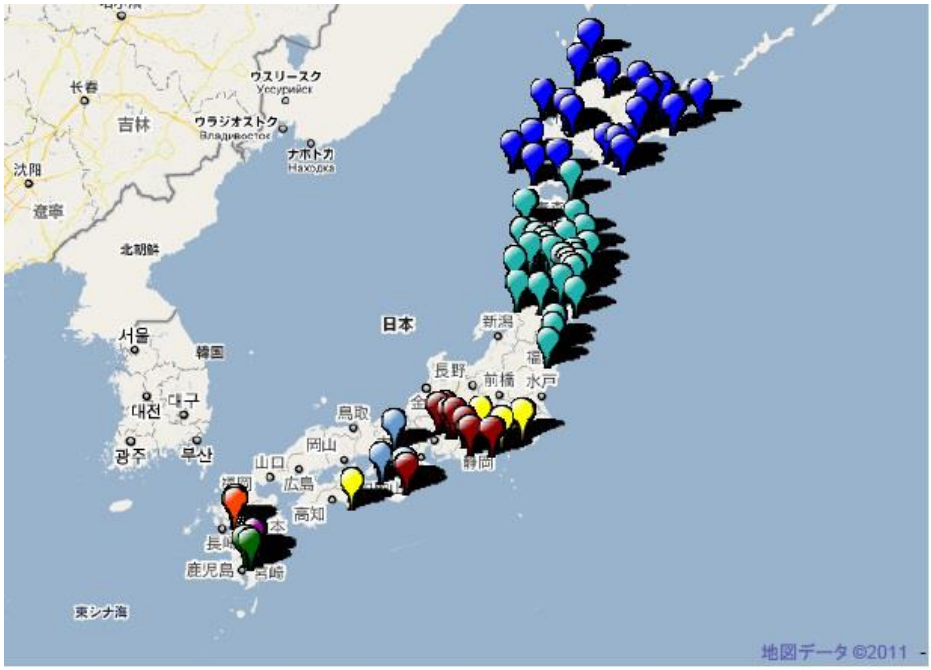


図 1．流通一元化されている観測点分布図．74 観測点のデータが試験流通している．

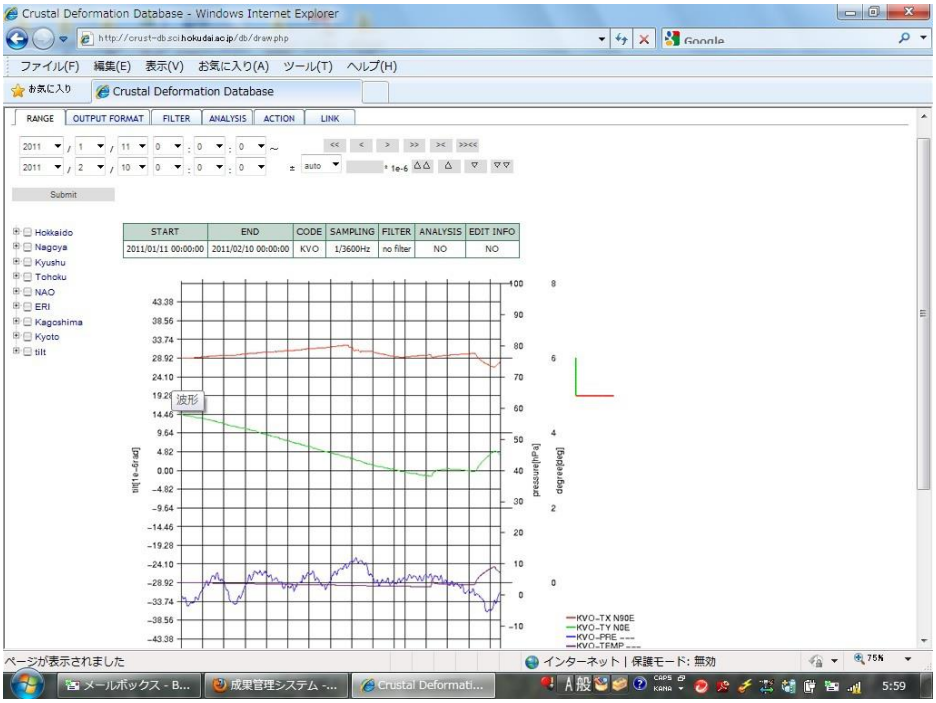


図2．改良が行われたデータベースソフトウエア．多彩な解析機能が付加された．

課題番号：1002

（1）実施機関名：
北海道大学

（2）研究課題（または観測項目）名：
北海道周辺域の連動型巨大地震・プレート運動の解明による衝突帯モデルの構築

（3）最も関連の深い建議の項目：
2．地震・火山現象解明のための観測研究の推進
(1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象
オ．地震発生サイクルと長期地殻ひずみ

（4）その他関連する建議の項目：
2．地震・火山現象解明のための観測研究の推進
(1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象
ア．列島及び周辺域のプレート運動，広域応力場

（5）本課題の５か年の到達目標：
本課題は、北海道周辺のプレート衝突帯を理解するために地殻変動観測等から周辺テクトニクスの解明を進めると同時に、様々な地球物理学的手法・地質学的手法を用いて千島海溝沈み込み帯で発生するプレート境界連動型巨大地震の発生過程を解明し、さらに将来発生する連動型巨大地震の発生準備過程のモニタリング手法を開発することを５か年の目標とする。この総合的研究は下記に示す４つの柱から構成される。

●アムールプレートおよびそれから派生するテクトニックブロックの運動やその境界をGPS 観測による地殻変動データや地震観測データから推定し、それらが衝突している日本海東縁部から北海道・サハリンにかけてのテクトニクスモデルを構築する。

●北海道・千島列島沿岸で津波堆積物を含む地質学的調査を行い、その結果を津波数値計算によりモデル化し、過去の連動型巨大地震の震源域・規模の詳細を明らかにする。さらに海底構造調査により連動型巨大地震の際に破壊されると考えられる千島海溝近傍のプレート境界の詳細構造を明らかにし、巨大津波の励起過程を明らかにする。

●連動型巨大地震のモニタリング手法の開発としてコーダQ の解析から震源域での応力変化を推定する手法を開発する。さらに地磁気観測からピエゾマグネ応力変化理論に基づき地殻内応力変化をモニタリングする手法を高度化する。

●横穴式歪計・ボアホール式多成分歪計等の連続ひずみ観測データを高精度で解析し、連動型巨大地震のプレスリップを捕える手法の高度化を進めるとともに、これらひずみ計の広帯域地震計としての性能を活用し、リアルタイム津波予測システム

の手法開発を目指す。

（６）本課題の５か年計画の概要：

21年度：ロシア極東地域に展開されているGPS 観測およびサハリン南部に展開されている地震観測を継続する。前計画で実施した南千島の津波堆積物調査サンプルの解析を進めるとともに、南千島・サハリン・北海道太平洋での巨大津波調査を継続して行う。津波数値計算を用いて過去の巨大地震の震源過程を推定するとともに、津波堆積物調査結果を数値計算に取り入れてモデル化する手法の開発を行う。コーダQ の解析から応力変化を推定する手法の開発に着手する。地磁気観測を継続し、応力変化モニタリング手法について検討する。歪計データを高精度で解析する手法の開発に着手する。

22年度：ロシア極東地域GPS 観測・サハリン地震観測を継続、南千島・サハリンでの津波堆積物データ解析、過去の巨大地震の震源過程推定、海底地震観測、応力変化推定手法の開発、地磁気観測の継続、歪計データ解析手法の開発を行う。

23 年度：ロシア極東地域GPS 観測・サハリン地震観測を継続しこれまでの観測結果を解析、南千島・サハリンでの津波堆積物データ解析、過去の巨大地震の震源過程推定、海底地震観測結果の解析、応力変化推定手法の開発、地磁気観測による地殻内応力変化モニタリング手法高度化、歪計データ解析手法の開発及び解析を行う。

24年度：ロシア極東地域GPS 観測・サハリン地震観測を継続しこれまでの観測結果を解析、南千島・サハリンでの津波堆積物データ解析、過去の巨大地震の震源過程推定、海底構造探査の実施、応力変化推定手法の開発と応用、地磁気観測による地殻内応力変化モニタリング手法高度化、歪計データ解析手法の開発及びリアルタイム津波予測への手法開発を行う。

25年度：ロシア極東地域GPS 観測・サハリン地震観測結果からテクトニックモデル構築、南千島・サハリンでの津波堆積物データ解析から過去の巨大地震の震源過程推定し海底構造探査の結果と合わせて巨大地震・津波発生過程を解明、地殻内応力変化モニタリング手法の確立、歪計データ解析手法の開発及びリアルタイム津波予測への手法の確立。

（７）平成22年度成果の概要：

●ロシア極東地方での地震・GPS 観測による成果

ロシア沿海州においてGPS 観測を実施した．これらの観測点では連続観測を実施することでより高精度の速度推定ができるよう配慮した．これまでのデータを統合解析し現時点で最良の東北アジア地域の速度場を求めた．これによると，アムールプレートの運動は当初予想よりもかなり小さいことが示唆され，シホテリアン断層帯ではほとんどひずみの蓄積が見られないことが明らかになった．しかしながら，サハリンや北海道北部と沿海州の間には明瞭な収束運動が見られることから，アムールプレート運動以外の要因を考える必要が出てきた．これらの問題は，地表面で観測される速度場以外の情報を必要とするため，展開している広帯域地震観測網の

データを用いて推定した上部マントル構造の検討を行った．日本海の領域は全体的に低速度となっているが，特に日本海東縁部から北海道北部にかけての地震の帯の最上部マントルで特に低速度異常が強いことが明らかになった．この知見は，日本海東縁部にひずみが集中する機構を考える上で重要な情報である．

この地域での更なる地震波形データを蓄積しより詳細な解析を実施するため，引き続き8 箇所からなる広帯域地震観測網の運用を行ったほか，サハリン南部に展開する稠密地震観測網のメンテナンスも実施した．サハリンの観測網についてはよりメンテナンスフリーで長期的な観測を実施するためデータロガーの記録方式をＣＦ利用方式にバージョンアップした．

これに加えて昨年度までの共同研究の成果に関する情報交換と今年度以降の研究計画についてのワークショップをロシアの関連研究者8 人を招いて5 月に札幌で開催した．いままで明らかになった点とこれから実施すべき研究課題がクリアに示された．特に，アムールプレートの存在の有無については，北方のプレート境界地域のデータ取得を目指すことの必要性が研究グループでの共通認識となった．

●千島列島沿いに発生した過去の巨大地震の震源過程

最近スラブ内地震であったとされている1958年択捉沖地震について津波波形解析を実施した．1958年択捉島沖地震により発生した津波は太平洋を伝播しハワイやグアムでも観測され，津波の最大波高は色丹島で4-5 mであった．本研究では太平洋沿岸の検潮所で観測された13 の津波波形（図１）を用いて，この地震がプレート境界型地震であるかスラブ内地震であるかの推定を試みた．破壊域は3 日以内の余震分布より150 km × 80 km と仮定した．傾斜と断層の深さを変化させたプレート境界型地震とスラブ内地震のモデルを用いて津波数値計算をおこなった．プレート境界型地震モデルのパラメータはdip = 20°, depth = 16 km．スラブ内地震モデルのパラメータはdip = 40°, depth = 37.5 km とした.その結果スラブ内地震モデルから計算された津波波形が観測波形をより良く説明することがわかった.次にスラブ内地震モデルのパラメータを用いて，断層面の大きさを変化させ（50 km 南西，北東方向に移動したモデル, 50 km 長さを長くしたモデル, 50 km 幅を大きくしたモデル），津波波形を計算した（図2）．その結果の最初に仮定した断層モデルから計算された津波波形が観測波形をもっともよく説明できることがわかった．剛性率を6.5 × 1010N/m2 と仮定すると，このモデルから求められる地震モーメントは1.5 × 1021Nm (Mw 8.1) となる．

次に昨年度津波波形インバージョン解析による震源過程解析を実施した1963年ウルップ島沖巨大地震(Mw 8.5, Mt 8.1) の最大余震(Mw 7.2, Mt 7.9) の津波波形解析を実施した．この最大余震は本震の破壊域の南西側で発生したプレート境界型地震で，地震の規模のわりに大きな津波を発生させた津波地震と言われている．津波の高さはウルップ島で10～15 m，択捉島で7～8 m． 津波の高さは大局的に本震の高さの約0.4 倍であった．太平洋沿岸の7つの観測点における津波の観測波形と計算波形を比較し，インバージョンによりすべり量分布を求めた． その結果千島海溝付近の海溝よりのプレート境界で，最大すべりが推定された． 剛性率を4 × 1010N/m2 と仮定すると地震モーメントは1.0 × 1021Nm(Mw 7.9) と求められた． 1963年千島沖

巨大地震の最大余震は，やはり津波地震と考えられる．

●津波による堆積物の運搬・堆積をモデルに取り込んだ津波数値計算手法の開発の成果

津波堆積物分布から巨大津波を発生させた地震の震源過程を評価するためには，津波遡上数値計算だけでなく，その津波による砂移動をモデル化する必要がある．本年度は昨年度開発した１次元の津波の砂移動の数値計算を用いて，単純な地形に対する砂の浸食・堆積過程の解析を実施した．詳しくは，入力波形の波長の違いによる砂の浸食・堆積過程の違い，砂の供給源の違いによる浸食・堆積過程の違い，陸上地形の傾斜の違いによる浸食・堆積過程の違いを分析した．一般に入力波形の波長は長いほど浸食・堆積過程はなめらかになり，傾斜は緩やかなほど堆積が多くなるこが分かった．さらに地形の急変する場所で，浸食または堆積が大きくなるため，そこでの砂の供給源が重要になることも分かった．

さらに上記の砂移動のモデルを２次元に拡張し，実際のデータとの比較を行った．用いたデータは2004年スマトラ巨大地震によって発生した津波によって堆積されたスマトラ島北部の津波堆積物の詳細な調査結果（Moore et al, 2006）である．まず，既存の断層モデル（谷岡他，2006）から津波遡上数値計算を実施し，調査地域での津波遡上高が再現できることを確認した（図３）．この津波遡上数値計算結果を用いて，砂の移動を2 次元的に数値計算する．この時砂は海底の全ての部分に存在するものとして数値計算を実施する．図4 に調査測線上の津波の砂移動の数値計算結果と調査結果の比較を示す．津波の堆積物分布は調査結果が計算結果に比べると滑らかではあるが，厚さはほぼ同程度であり，ある程度再現できているのが分かった．砂移動の数値計算はまだ改善の余地はあるが，ある程度は上手くいっていると考えられる．さらに単純な１枚の断層モデルを固定し，すべり量を変化させて津波堆積物分布を計算し，実際のデータと比較した（図５）．津波堆積物分布データからある程度すべり量を推定できることが示された．今後は，さらに砂移動の数値計算手法の改善を行うと同時に，他の津波堆積物データの再現を行う必要がある．

●南千島から北海道太平洋沿岸津波堆積物調査による成果

十勝，根室，色丹島の臨海低地（昨年度）において野外調査をおこない，過去約3000年の津波堆積物層序を検討した．調査をおこなったのは，浦幌町豊北字ヌタベツトの低湿地（海岸から370～625m の範囲），根室市別当賀の低湿地（海岸から100～370m），色丹島南東部イネモシリ付近（海岸から330～580m）である（図６）．浦幌では20m 間隔で15 地点，根室では同様に14 地点において，ハンディジオスライサー（全長100cm および150cm）により掘削した．色丹島ではピートサンプラーを用いた．

なお，従来の研究では，層厚や粒径，堆積構造などにより，津波堆積物が対比されている．しかし，これらの諸特性は，微地形の影響が大きいため，距離数十m以上にわたる津波堆積物の対比には利用できない．一般に，津波堆積物の対比は古い層ほど困難といえる．本研究では，津波堆積物の地点ごとの対比をより確実におこなうために，1/16 φ精度の高精度粒度組成や，構成物（鉱物組成，微化石組成，含有する火山ガラスおよび鉱物の化学組成）を記載することで，津波堆積物の対比を試

みる．粒度分析にはレッチェ社製カムサイザーを用いた．鉱物組成は，双眼実体顕微鏡で1～2 φ粒子を観察して記載した．北海道東部太平洋岸および千島列島南部に分布する完新世示標テフラは，樽前a テフラ（西暦1739 年：Ta-a），駒ヶ岳c2 テフラ（1694 年：Ko-c2），樽前b テフラ（1667 年：Ta-b），白頭山苫小牧テフラ（約1000 年前:B-Tm），樽前c テフラ（約2700 年前：Ta-c）である．浦幌ではTa-bとTa-c の間に最大で8 層の津波砂層が認められた（図７）．Ta-b の直下に1 層，B-Tm の上位に1 層，B-Tm とTa-c のに6 層である．根室においては，地表面とTa-a の間に1 層，Ko-c2 とTa-c の間に7 層の津波砂層が認められた（図７）．色丹島イネモシリでは，Ta-c より上位に，6 枚の砂層を確認した（図７）．最上位の砂層は1994 年北海道東方沖地震津波による堆積物の可能性がある．浦幌で採取した8 層の堆積物のうち4 層は，粒度組成の平均値で対比が可能である．ただし，上方細粒化などの堆積構造は地点ごとの相違が大きかった．津波砂層の構成物をみると，Ta-b 直下の砂層は軽石をほとんど含まず，斜方輝石を10 %以上含む特徴があるのに対し，他の層はいずれも，岩片，軽鉱物，軽石で構成される．このことは，津波発生当時の海岸環境の違いを反映していると考えられる．また，内陸の地点で採取した試料は，海側の地点の試料に比べて，火成岩片および軽石を高い比率で含む傾向にあり，堆積物運搬過程で比重分離が生じた可能性がある．以上調査結果から，津波堆積物調査により確認された過去3000 年間の津波発生回数は，浦幌で8 回，根室で7 回，色丹島で6 回であったことが分かった．

●十勝沖～根室沖での海底構造探査の成果

平成22年8月に十勝沖～根室沖の海域で，海底地震計21 台（図８の丸）を設置して地下構造探査を実施した．観測では，新日本海事?所有の「新世丸」を傭船し，東京大学地震研究所所有の25 リットルのエアガン2 基を使用して，1952 年十勝沖地震（M8.2）の本震時に滑りの大きかった領域（アスペリティ）と2003 年十勝沖地震（M8.0）後に余効変動があった領域を含む測線1 と，文部科学省委託事業によって長期観測型海底地震計（図８の三角）が設置されている測線2 上で発振した．エアガン発振後，図８の白丸で示した1 台を除く20 台の海底地震計を回収した．釧路海底谷より西側の海底地震計では，震央距離40km 付近で初動走時に不連続が見られたが，東側の海底地震計では連続しており，東西方向での構造の違いが示唆される．今後，詳しい解析を進めていく．

●根室沖での海底地震観測による成果

根室沖では，プレート境界型大地震の発生に伴う微小地震活動の時空間的な変動を捉えることを目的として，文部科学省委託事業によって海洋研究開発機構が東北大学，北海道大学と共同で，根室半島沖アスペリティとその周辺に海底地震計10台を設置し，平成20 年11 月から観測を行っている．今年度は，平成22年6月に海底地震計10台および海底圧力計2 台の入れかえ作業を行い，平成21年6月に回収されたデータを用いて震源決定を行った．2008年11月9日から2009年6月16日までの震央分布図（図９）では，根室半島沖アスペリティでは活動が静穏であるが，その周辺では2009 年4月28日20時21分に，釧路沖の北緯42.6度，東経145.1度でM5.4の地震が発生し，その余震活動が見られる．これらの震源は気象庁一元化震源より浅く決まっ

ていて，その深さは沈み込む太平洋プレート上面の深さとよく一致している．今後，観測点近傍の地震の波形を用いて，コーダQの推定を行う．

●連続ひずみ観測データを高精度で解析するシステム開発の成果

昨年度に引き続き歪計データの解析を行うためのプラットフォームとなるデータベースソフトウエアの開発を継続した．以前からあった任意時間軸でのデータ描画・フィルタリング・データダウンロード・Baytap-G（Tamura et al., 1992）による潮汐解析機能に付け加え，以下のような新たな機能を追加した．１）任意のパラメータによるフィルタ機能（fc, fl とfh の任意入力による低域通過・高域通過・帯域通過の選択が可能），２）任意の方向でのひずみ解析機能，３）ストリーミングひずみ解析機能（大久保ほか，2008）で解析ウインドを600 サンプリングで設定できるようにした．これにより，たとえば1 時間サンプリングなどのデータに対して長期間での解析を行うことを可能とした．４）積算振幅表示機能．通常の高感度地震計や広帯域地震計などの自乗振幅時間変化・振幅積算を表示可能とし火山性微動の時間変化などを追跡できるようにした．５）気象庁およびGlobal-CMT の震源リストに基づき自動的にひずみ地震動波形のサムネイルを作成するとともにGlobal-CMT とNIED-CMT 解を自動的にダウンロードして震源情報として一元的なアーカイブを作成する機能を追加した．６）上記メカニズム情報から断層を設定し各観測点での理論主歪をOkada(1992) により計算する機能を追加した．７）任意の断層モデルを入力することにより各観測点での理論主歪をOkada(1992) により計算する機能を追加した．

データベースサーバーの公開運用に備えユーザー数の増加に対応するためのシステム設計を行った．具体的には，サーバーを正副2 台体制としてバックアップ機能を持たせた．また，同時に多数のユーザーがアクセスして負荷が集中するのを防ぐため，ログインポイントにロードバランサーを装備し，正副２つのサーバーに自動的に負荷分散を行うような構成とした．これにより，大地震や火山噴火などのイベントが発生しユーザーアクセスが増加した場合にもある程度対応可能なシステムとなったが，今後，負荷実験などを行ってより安定的な運用が出来るようなシステムに向けた改良を行う予定である．

（８）平成22年度の成果に関連の深いもので、平成22年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

[1]Shestakov, N. V., M. D. Gerasimenko, H. Takahashi, M. Kasahara, V. A. Bormotov,V. G. Bykov, A. G.Kolomiets, G. N. Gerasimov, N. F. Vasilenko, A. S. Prytkov, V. Yu. Timofeev, D. G. Ardyukov and T.Kato, Present tectonics of the southeast of Russia as seen from GPS Observations, Geophys. J. Int., doi:10.1111/j.1365-246X.2010.04871.x., 2010.

[2]山口照寛・笠原稔・髙橋浩晃・岡山宗夫・髙田真秀・一柳昌義，地殻変動データベースシステムの開発，測地学会誌，56，47-58，2010.

[3]一柳昌義・髙橋浩晃・前田宜浩・笠原稔・宮町宏樹・平野舟一郎・センラクス・ミハイルワレンチン・キムチュンウン，日露共同地震観測による2007 年8 月2

日に発生したサハリン南西沖の地震（MJMA6.4）の余震活動，地震?，62，139-152，2010.
[4]Shibata, T., N. Matsumoto, F. Akita, N. Okazaki, H. Takahashi and R. Ikeda, Linear poroelasticity of groundwater levels from observational records at wells in Hokkaido, Japan, Tectonophys., 483, 305-309, 2010.
[5]Ioki, K. and Y. Tanioka, Slip Distribution of the 1963 Great Kurile Earthquake Estimated from Tsunami Waveforms, Pure Appl. Geophys., DOI 10.1007/s00024- 010- 0219- 5, 2011
[6]Aditya Gusman, Source Process Determinations of Recent and Historical Tsunamigenic Earthquakes using Tsunami Waveforms, Tsunami Inundation Data, Tsunami Deposits, and InSAR Data., PhD dissertation, Graduate School of Science Hokkaido University, 2010.
[7]中村有吾・西村裕一・中川光弘・Viktor M. Kaystrenko・Alexander Ya. Iliev,後島南部および色丹島における北海道起源の完新世広域テフラの同定，火山，54，263-274，2009.

（９）平成23年度実施計画の概要：

〇ロシア極東域での広帯域地震観測・サハリン南部での稠密地震観測を継続し，応力場や速度構造を得るための地震波形データの蓄積を継続する．

〇沿海州地方でGPS 観測を実施し，アムールプレートの大陸側での速度場を得る為のデータを得る．

〇千島列島沿いに発生した過去の巨大地震の震源過程の解析及び堆積物の運搬・堆積をモデルに取り込んだ津波数値計算手法を最近の調査結果に適応し検証する．

〇北海道太平洋沿岸で津波堆積物調査を実施し、南千島・北海道太平洋沿岸での津波堆積物調査によって得られたサンプルを解析し，津波イベントの同定を行う．さらにサハリン南部での津波堆積物調査結果も継続する．

〇根室・十勝沖での海底構造調査結果・海底地震観測結果を解析し，応力変化を捕える手法を開発する．

〇十勝沖地震の余震の応力降下量とすべり分布との関係を調査する．

〇地殻変動観測等観測を地震時などの非常時にも安定運用するためのシステム改良を実施する．特に，長時間停電に対応できるようなシステムを開発する．

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

谷岡勇市郎・茂木透・髙橋裕晃・勝俣啓・村井芳夫・西村裕一・中村有吾・山田卓司・東龍介・Aditya Gusman

他機関との共同研究の有無：有

東京大学地震研究所・東北大学・九州大学・北海道立地質研究所・サハリン海洋地球物理研究所・ウラジオストックロシア極東大学・ハバロフスク地球物理研究所・カムチャッカ火山地震研究所

（11）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター
電話：011-706-3591
e-mail：mccopy mm@mail.sci.hokudai.ac.jp
URL：http://www.sci.hokudai.ac.jp/grp/isv/isv-web

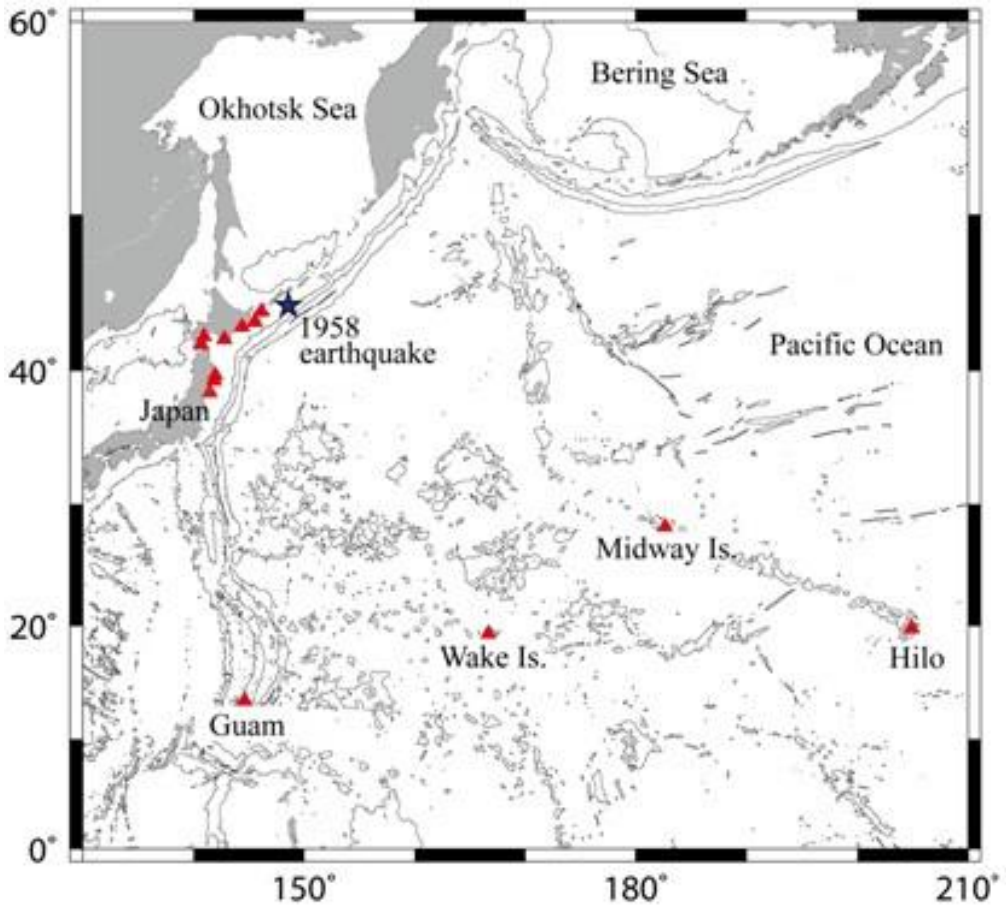


図１　1958 年択捉沖巨大地震の津波解析に用いた津波波形を観測した検潮所（▲）

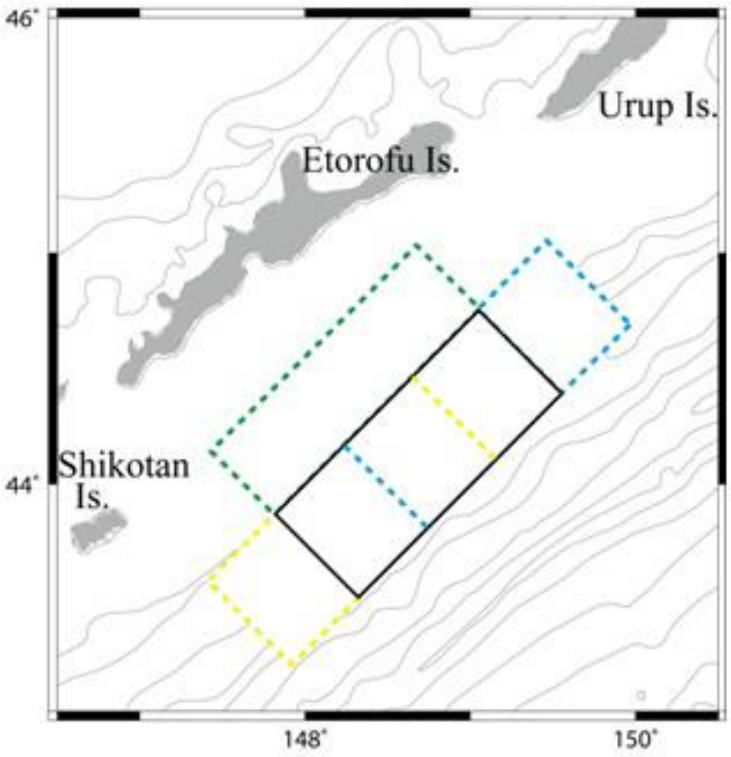


図２　断層面の大きさ・位置を変化させた1958年択捉沖地震に対する断層モデル.

図３　　2004年スマトラ巨大地震による津波堆積物に対しスマトラ島北部で詳細な津波堆積物調査が実施された測線（白線）とその周辺での津波遡上数値計算結果と観測津波遡上域（点線）の比較.

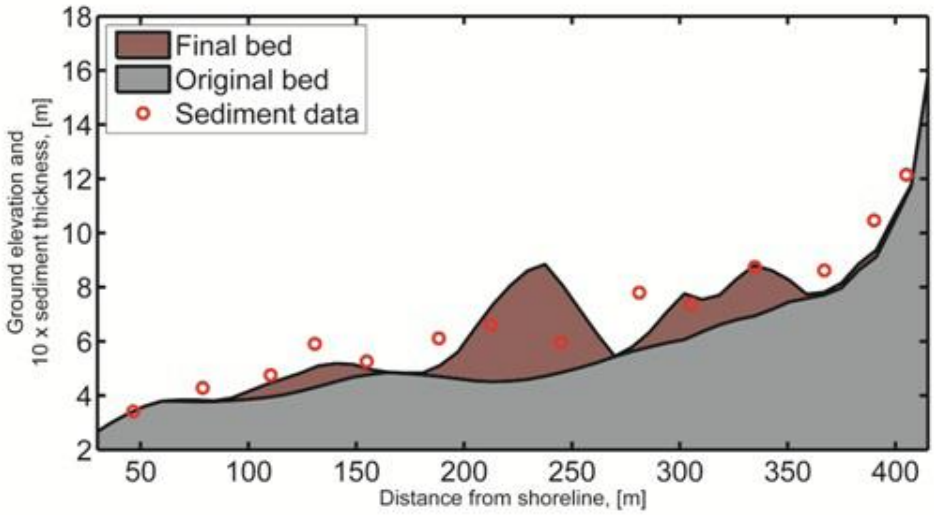


図４　調査により得られた津波堆積物の厚さ（赤丸）と数値計算により推定された津波堆積物の分布（Final Bed）の比較

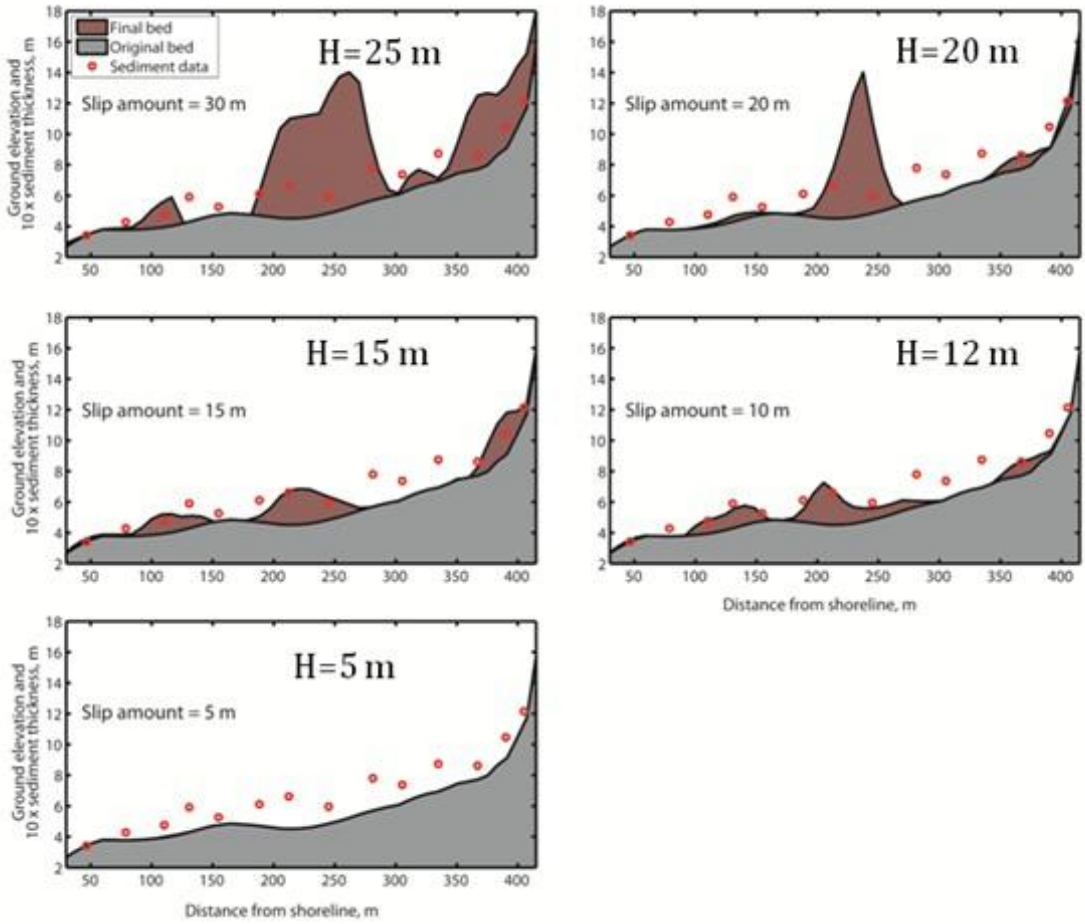


図５　断層モデルを固定し，すべり量を変化させた時の数値計算による津波堆積物の分布の変化の様子.

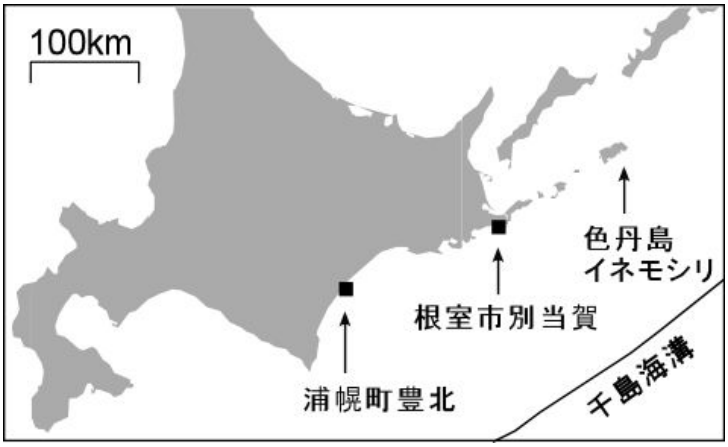


図６　津波堆積物調査地点

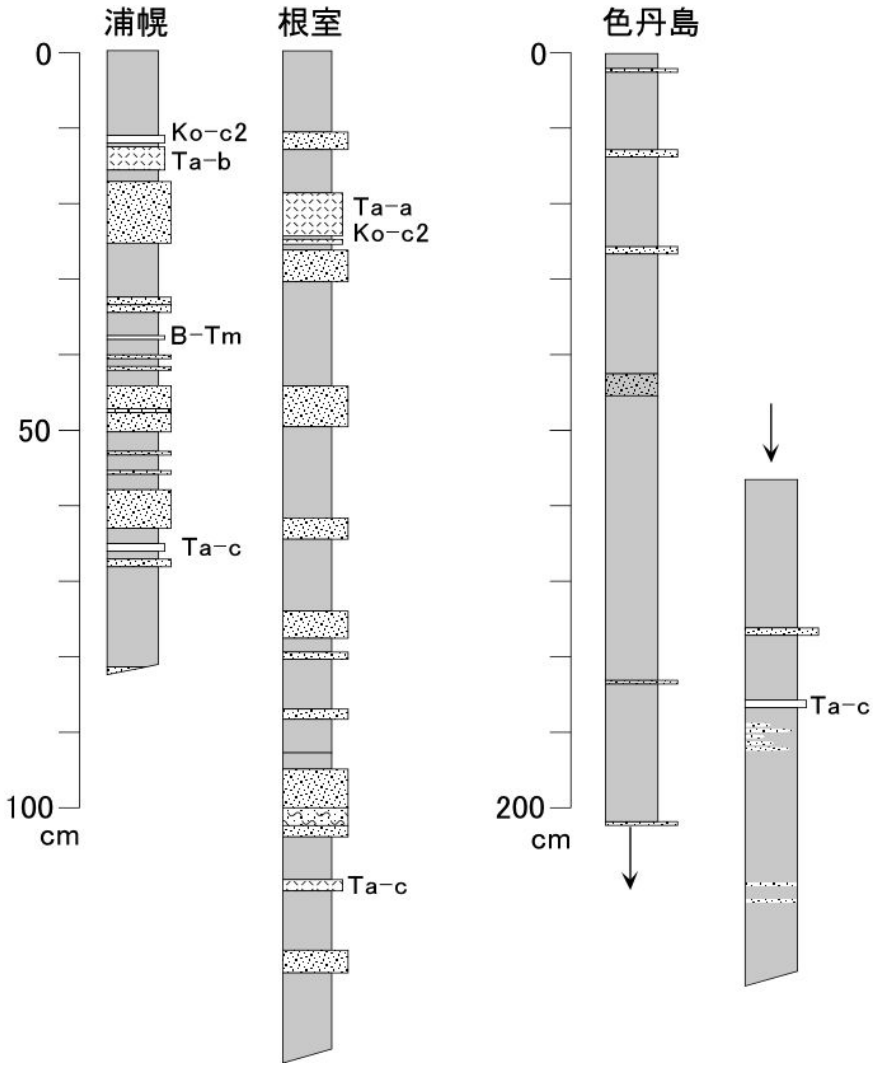


図７　浦幌・根室・色丹島の調査地点での津波堆積物とテフラの層序

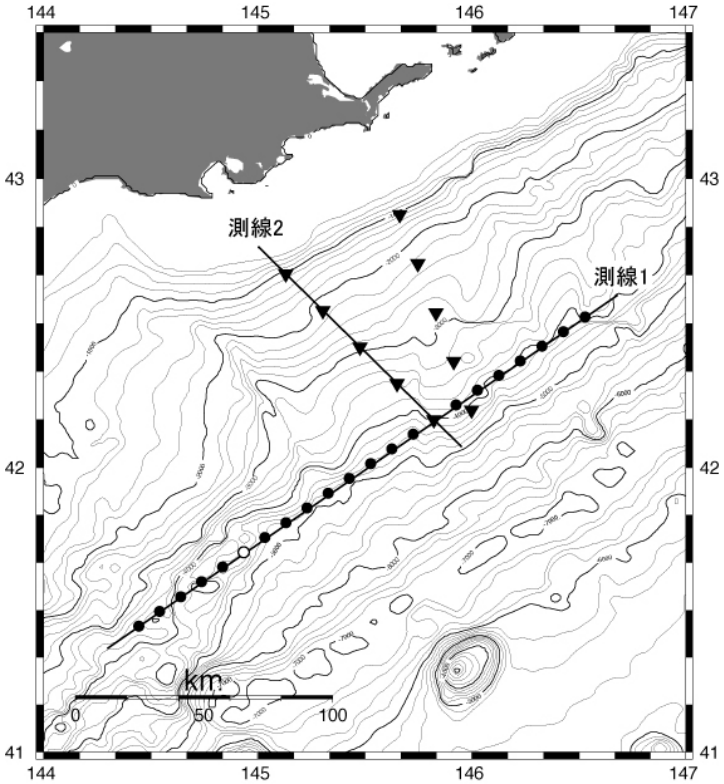


図８　海底構造探査を実施した測線

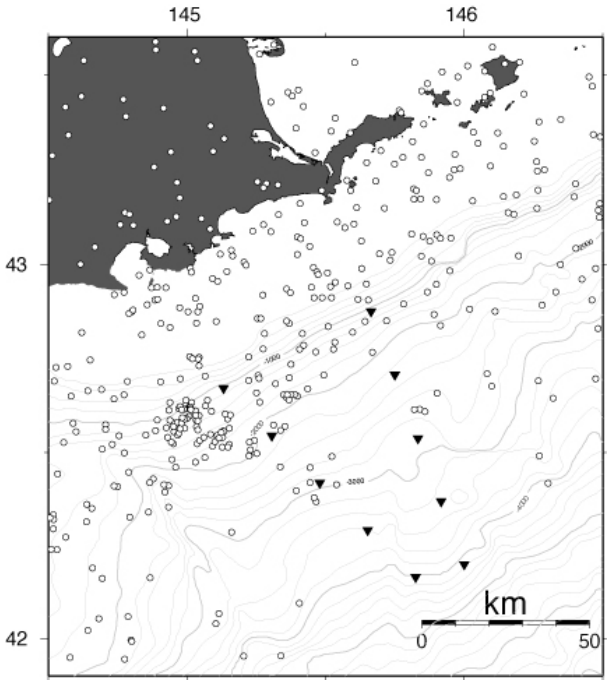


図９　2008 年 11 月 9 日から 2009 年 6 月 16 日までの震央分布図

課題番号：1003

（１）実施機関名：
北海道大学

（２）研究課題（または観測項目）名：
衝突帯における火山フロントでの地殻強度異常場のモデル化

（３）最も関連の深い建議の項目：
2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進
(2) 地震・火山噴火に至る準備過程
(2-1) 地震準備過程
ウ．ひずみ集中帯の成因と内陸地震発生の準備過程

（４）その他関連する建議の項目：
2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進
(1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象
エ．地震活動と火山活動の相互作用
(2) 地震・火山噴火に至る準備過程
(2-2) 火山噴火準備過程
ア．マグマ上昇・蓄積過程

（５）本課題の５か年の到達目標：
北海道東部の活動的火山の間には，東北地方と違って脊梁山脈や火山をつなぐような活断層が存在せず，内陸地震はカルデラ内部にのみに集中して発生するという特徴がある．このような特徴を生み出すメカニズムを，弟子屈・屈斜路カルデラ地域をテストフィールドとして高密度・高精度な震源分布・地殻構造・地殻変動・重力構造・地質地形・熱構造データから明らかにする．内陸部のひずみ蓄積過程に大きな影響を及ぼすと考えられる海溝域でのプレート間カップリングの不均質性やセグメンテーションについても検討するほか，対象地域が活動的なカルデラであることからマグマ蓄積過程と内陸地震の発生環境についても視野に入れたモデル化を目指す．

（６）本課題の５か年計画の概要：
平成21年においては，ひずみ蓄積マッピングを行うためのGPS観測を6点程度において開始する．また，既存地震観測点のうち1箇所を広帯域化するとともに，1938年屈斜路地震断層を横切る測線でＭＴ探査を実施する．また，地震観測点の配置状況について検討し新たな観測点設置にむけた机上調査を実施する．
平成22年度においては，GPS観測を継続するとともに，1938年屈斜路地震断層の航空写真による変動地形調査および基本的な地表地質調査を実施する．新たな地震観測点設置に向けた現地調査を実施し，可能であれば設置作業を行う．

平成23年度においては，GPS観測を継続するとともに，既存の重力・熱構造データに観測で得られたひずみ場や震源分布のデータを加味して地下構造の初期モデルを作成する．また，1938年屈斜路地震の断層モデルの推定を行う．

平成24年度においては，GPSデータの本解析を行うとともに，解析範囲を北海道東部の広域に拡大し，根室沖でのプレートカップリングを加味した歪蓄積モデルの構築を目指す．また，1938年屈斜路地震地表断層においてトレンチ調査を実施し，その断層パラメータについての情報を得る．

平成25年度においては，上記データを統合して，屈斜路地域に集中して地震が発生することを説明しうるモデルを作成する．

（７）平成22年度成果の概要：

○ＧＰＳ観測の継続

カルデラ内部の詳細なひずみ時間変化を追跡するためＧＰＳ観測を5箇所で継続した．このうち２点においては落雷のため機器が故障したため，データに欠測が生じたが復旧作業を実施した．取得されたデータについて品質検査を実施した．受信機が15年以上前に整備した旧式のため一部データでマルチパス等が多いが長期間のデータを平滑化することでひずみ場の検討を行うことは可能と考えられる．

○地形地質調査および断層モデルの予察的推定

対象地域で1938年に発生した屈斜路地震(1938,M6.0)地表断層に焦点をあて地形地質に関する検討を（地独）北海道総合研究機構地質研究所と共同で実施した．はじめに，1938年に出現した地震断層の位置特定のため空中写真判読・地表踏査・地下レーダー探査を実施し変動地形の認定および断層位置の特定を行った．1938年断層については明瞭な連続性のよい反射面を得連続した断層として同定されたが，累積性をもつような変動地形を見出すことは出来なかった．これらの知見に加え2008年に実施したトレンチ調査資料の再検討を実施し，以下のような結論を得た．1938年断層はリストリックな形態で東に傾斜し次第に低角化し水平に近づく．この形態は地下に連続しているとは考えずらく，ひとつの考え方としてはoff-fault性マスムーブメントの可能性が指摘できる．これ以外の可能性として，該当地域が地表で観察された断層の末端部にあたっており，左横ずれ断層と推定されるデータもあることから，横ずれ断層末端に見られるbranching（kame and Yamashita, 2003)の可能性が指摘できる．Branchingの考えを採用すると，1938年断層は左横ずれの卓越する横ずれ型となるが，これは当時の地変データをよく説明することがわかった．1967年地震の断層モデルについては既に昨年度に推定済みである．

○地震観測点の増設

精密な震源分布を得て他の地球物理学的構造データと比較するため地震観測点の増設を実施した．具体的には摩周湖第１展望台付近に1Hzの短周期地震計を設置しテレメータしている．これにより，観測網で手薄であったカルデラ東部を埋める形での地震観測網となり，5観測点体制で震源決定を行うことが可能となった．

○ＭＴ比抵抗探査

昨年度に引き続き，より詳細な比抵抗構造を明らかにするためＭＴ観測を実施し

た．電場センサーとしてPb-PbCl2電極，磁場センサーとしてインダクションコイルを用いて，電場2成分・磁場3成分について3～7日間の観測を行った．観測された磁場・電場の時系列データはFFTによってそれぞれ40の周波数テーブルごとのデータに変換された．ほとんどの観測点において見かけ比抵抗は短周期側で一度僅かに上昇した後低下し，その後長周期側で高くなる傾向を示しており，表層に高抵抗域，浅部に低抵抗域が，深部に高抵抗域が存在することが伺えた．全周波数帯域での検討からN60度Eを走向方向としてTMモードの2次元インバージョン解析を実施し以下のような結果を得た．まず，テフラに覆われる表層が数100Ω m の高抵抗域となっているがその下層は低抵抗を示しこれは第三紀層に相当すると考えられる．さらに下層は再び高抵抗を示すが，背弧側の抵抗値は前弧側に比べて低い．最も特徴的なのは高抵抗域の中を貫く低抵抗領域の存在で，この位置は噴気活動を行うアトサヌプリ火山の直下に相当する．この場所では1994年の地震活動の活発化に伴うマグマ活動起源と考えられる地殻変動がInSAR観測されている（国土地理院，2005）．今回見出された低比抵抗帯の深さはの力源の深さはInSARで推定されたそれとほぼ同じであり，地震の震源は低比抵抗域の直上域に多く分布していることが明らかになった．一方，1938年屈斜路地震断層付近は高比抵抗域に相当し，現在観測されている微小地震はこの高比抵抗とそれをとりまく低比抵抗域の境界付近で発生していることが明らかになった．

○重力探査

昨年に引き続き重力構造を推定するための重力測定を実施したほか，既存の重力データのコンパイルを実施し重力異常図の作成を実施した．利用したデータは本課題で実施した測定データのほか旧地質調査所重力データ（地質調査所，2000），国土地理院測定データ（国土地理院，2002），北海道大学測定データ（Yokoyama, 1958; 森，1965; 横山，1970; 大川・横山，1979; 山本・石川，2004; 長谷川・ほか，2006）である．このほか，市原・ほか（2006）で利用した石油資源開発株式会社及び日本地熱資源開発促進センターより提供された石油・鉱物資源探査を目的とした稠密な非公開データをも使用した．湖水補正を施したブーゲ重力異常図では屈斜路カルデラに現れる同心円状の低重力異常が支配的であり，このひとつの原因は周囲の外輪山の密度が大きいことも考えられる．1938年断層域はカルデラ内でも非常に大きな重力勾配を持っていることが見出され，広域的な基盤構造の構造境界をなしていることが確認された．

（８）平成22年度の成果に関連の深いもので、平成22年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

（９）平成23年度実施計画の概要：

１）ＧＰＳ観測を引き続き継続するとともにひずみ場の推定に向けた解析スキームについて検討を行う．特に，この地域は太平洋プレートによる影響が大きい場所であり，その影響を効果的に取り除けるような工夫が必要である．

２）1938年断層のより詳細な形態を明らかにするため断層中間部付近で地形地質に関する地表踏査・地下レーダー探査を実施する．これは，地方独立行政法人北海道総合研究機構地質研究所との共同研究とする．

３）1938年断層モデルの推定を実施する．今年度までに明らかになった知見に加え地変の記載などの資料を収集して現時点で考えうる最適な断層モデルの推定を実施する．

４）地下構造モデルの検討を行う．今年度までに明らかになった比抵抗・重力構造に加え，特に比抵抗は3次元構造について検討する．地震発生層の厚さを規定する熱構造についての検討も開始し，上記断層モデルの知見も加えて，この場所にひずみが集中する機構について火山活動の影響も考慮しながら予察的考察を開始する．また，必要があればＭＴや重力の補充測定を実施する場合がある．

（10）実施機関の参加者氏名または部署等名：

北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター　髙橋浩晃，茂木透，谷岡勇市郎，勝俣啓，橋本武志，青山裕，村上亮

他機関との共同研究の有無：有

北海道立地質研究所　田近淳ほか７名

（11）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター

電話：011-706-3212

e-mail：isv-web@mail.sci.hokudai.ac.jp

URL：http://www.sci.hokudai.ac.jp/grp/isv/isv-web/

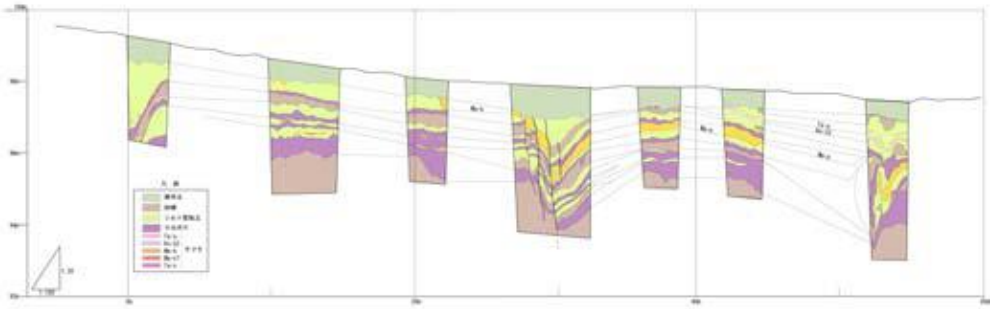


図１．断層形状の推定に用いられたトレンチのスケッチ.
これと今年度実施した地表踏査・地下レーダー探査によりによりリストリックな断層面が推定された.

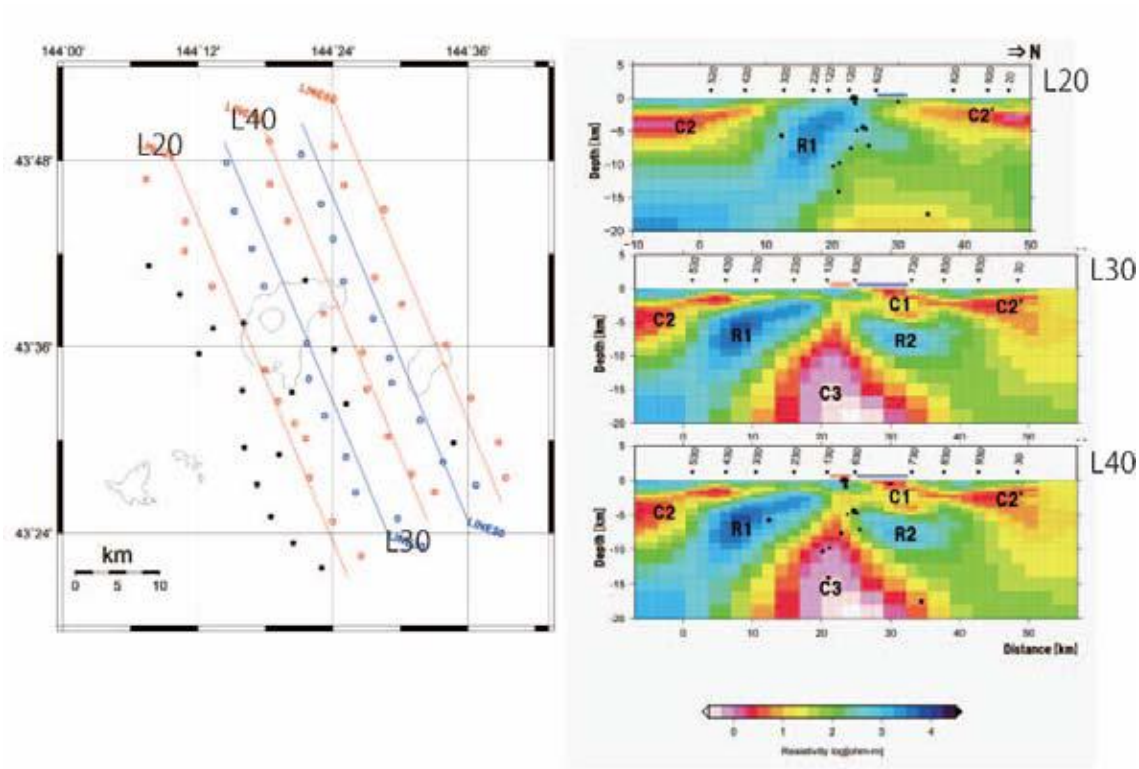


図２．ＭＴ観測による比抵抗構造．黒丸は震源．1938年断層域（L20)では高比抵抗と低比抵抗の今日迂回に黒丸は北海道大学による震源を示す．1938年断層域（L20)では高比抵抗と低比抵抗の境界域に相当し現在の地震活動はその境界で発生している．カルデラ中心部(L30,L40）上部地殻中部に顕著な低比抵抗が見られる．この場所はInSARにより隆起沈降が観測された場所と一致しておりマグマ等の流体が存在する可能性が高いことを示している.

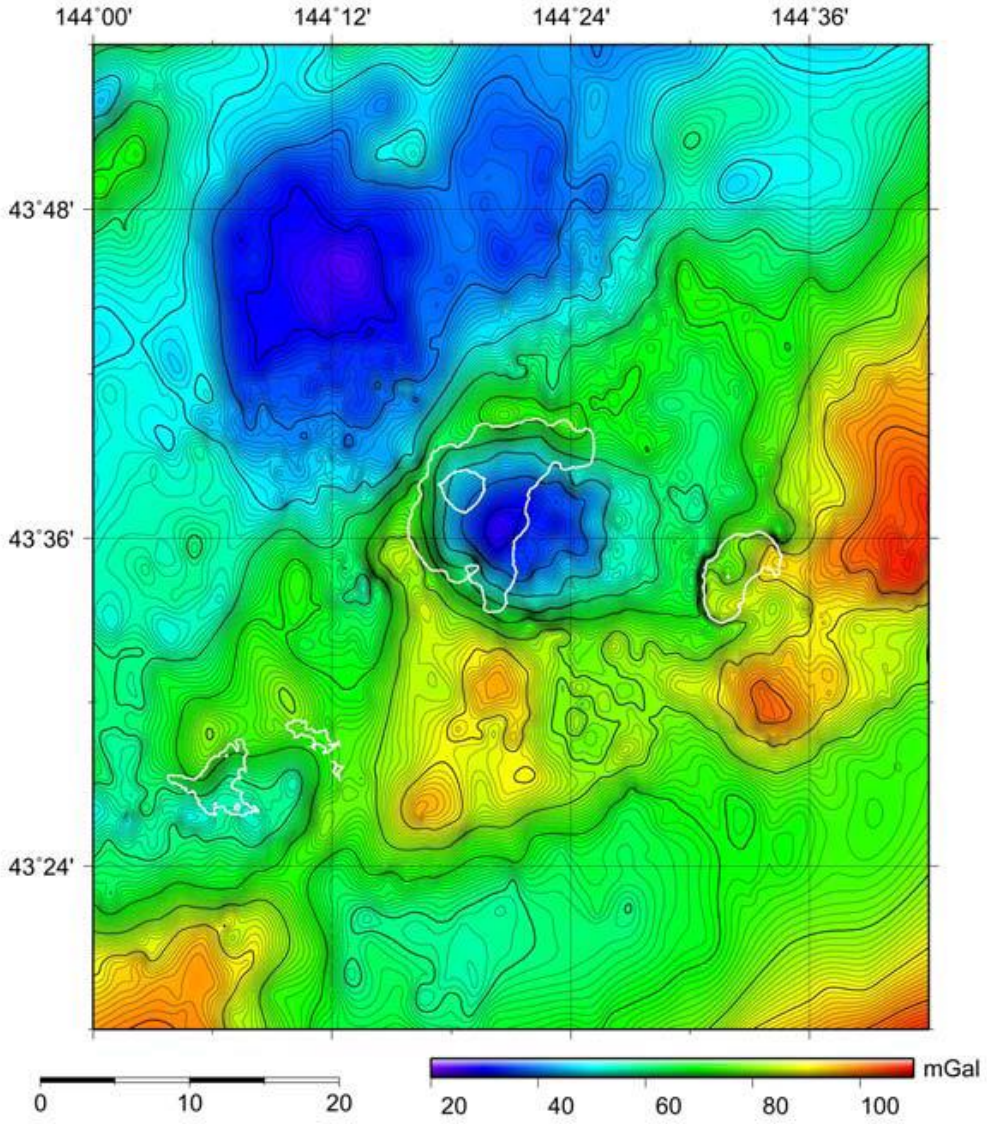


図３．やや広域的なブーゲ異常図.
1938 年屈斜路地震断層域（屈斜路湖南西側）は重力異常の急変帯にあたることがわかる.

課題番号：1005

（１）実施機関名：
北海道大学

（２）研究課題（または観測項目）名：
地震に関連する電磁気現象の観測研究

（３）最も関連の深い建議の項目：
2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進
(3) 地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程
(3-1) 地震発生先行過程
ア．観測データによる先行現象の評価

（４）その他関連する建議の項目：
2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進
(2) 地震・火山噴火に至る準備過程
(2-1) 地震準備過程
ウ．ひずみ集中帯の成因と内陸地震発生の準備過程
(3) 地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程
(3-1) 地震発生先行過程
イ．先行現象の発生機構の解明

（５）本課題の５ヶ年の到達目標：
地震発生時やそれに先行する電磁気現象が世界各地で観測されているが，そのメカニズムを説明する物理的なモデルは，いろいろ提案はされてはいるが，検証されたものはほとんどない．本研究では，北海道地域を中心に以下の観測研究を行い，それぞれの電磁気現象発生のメカニズムを説明するモデルの構築をめざした観測研究を行う．これまでの観測実績を考慮して，以下の４項目について観測研究を進める．

A. ＵＬＦ帯で電磁気現象

この現象は，地表で地磁気や地電位の変動を観測することにより行うが，その発生メカニズムとしては，震源域での流体の移動による比抵抗変化または流動電位や結晶破壊による異常電界の発生が考えられている．どちらにしても震源のある地下数km －数十km で起こる異常が地表で観測可能な変化として検出されるかが最大の問題である．特殊な比抵抗構造に対しては，地表に大きな変動が引き出される可能性もあるので，震源域の比抵抗構造も観測して，その特徴を明らかにするとともに異常の伝播モデルの解明をめざす．

B. 電波伝播異常

VHF 帯の電波が見通し外に伝播する現象が地震に先行して起こることが内外で観測されている．北海道大学でも 2002 年から道内の地震頻発地域で観測開始して

いる．これまでは，異常の検出の有無を統計的に見てきたが，次期計画では見通し外に伝播させる散乱体の検出，その直下の地表での地電位変動観測，大気電場観測により，地表の変動が空間の電波伝播に与えている影響を重点的に観測することにより，伝播異常と地震との関連を説明するモデルの提案をめざす．

C. 電離圏との相互作用

地震時あるいはその先行現象として，電離圏にも異常が生じることが観測されている．電離圏の変動過程は非常に複雑で安易に地表の現象とのカップリングがあるかどうかを議論することは難しいが，GPS 衛星を使った TEC（総電子数）観測等電離層の状況をモニタリングする観測も可能となったので，このような観測により大地震と電離層の変化との相互作用について調べる．

D. 応力変動による地磁気変化

いわゆる圧磁気効果により，地下の応力変化が地磁気の変化となって観測される可能性が指摘され，その観測可能性についてモデルシミュレーションも行われている．その結果によると，地下の磁化強度分布が観測変化量を左右していることがわかってきた．従って，構造を知った上で，震源付近での応力変化どのようなパターンで観測されるのかモデル計算を中心に研究を進める．

（6）本課題の５ヵ年計画の概要：

平成 21 年度においては，

A.道東地域での地磁気，地電位の観測は引き続き行い，地震活動に伴う変動の観測を行う．また，道北，えりも，弟子屈地域等の比抵抗構造について検討を行い，地震発生地域の比抵抗構造について議論する．

B.日高，道東地域における VHF 帯電波伝播異常観測は継続し，散乱体の方位の探知をめざすとともに伝搬メカニズムのモデル計算を試みる．また，道北地域に観測点を設置する．

C.地震に伴う電離層総電子数（TEC）の変化や大気圏での変化を GPS 衛星データを用いて調べる．

D.道東で行っている地磁気変動観測を継続すると共に，ULF 帯での電磁気現象観測で行っている 3 成分地磁気の変化についても検討を行う．また，地磁気の絶対値測定を行う．

平成 22 年度においては，

A.道東地域での地磁気，地電位の観測は引き続き行い，地震活動に伴う変動の観測を行う．また，地震発生地域の比抵抗構造について検討を行う．

B.日高，道東，道北地域における VHF 帯電波伝播異常観測は継続し，伝搬メカニズムの解明を試みる．

C.地震に伴う電離層総電子数（TEC）の変化や大気圏での変化を GPS 衛星データを用いて調べる．

D.道東で行っている地磁気変動観測を継続すると共に，FG の地磁気観測で行っている 3 成分地磁気の変化についても検討を行う．地磁気の絶対値測定を行う．

平成 23 年度においては，

A.道東地域での地磁気，地電位の観測は引き続き行い，地震活動に伴う変動の観測を行う．また，地震発生地域の比抵抗構造について検討を行う．
B.日高，道東地域における VHF 帯電波伝播異常観測は継続し，散乱体の方位の探知をめざすとともに伝搬メカニズムの解明を試みる．
C.地震に伴う電離層総電子数（TEC）の変化や大気圏での変化を GPS 衛星データを用いて調べる．
D.道東で行っている地磁気変動観測を継続すると共に，ULF 帯の電磁気現象で行っている 3 成分地磁気の変化についても検討を行う．また，地磁気の絶対値測定を行う．

平成 24 年度においては，
A.道東地域での地磁気，地電位の観測は引き続き行い，地震活動に伴う変動の観測を行う．また，地震発生地域の比抵抗構造について検討を行い，それらのデータを基に地震に伴う地磁気，地電位変化の可能性について議論する．
B.日高，道東地域における VHF 帯電波伝播異常観測は継続し，伝搬メカニズムの解明を試みる．
C.地震に伴う電離層総電子数（TEC）の変化や大気圏での変化を GPS 衛星データを用いて調べる．
D.道東で行っている地磁気変動観測を継続すると共に，ULF 帯の電磁気現象で行っている 3 成分地磁気の変化についても検討を行う．また，地磁気の絶対値測定を行う．

平成 25 年度においては，
A.道東地域での地磁気，地電位の観測は引き続き行い，地震活動に伴う変動の観測を行う．また，地震発生地域の比抵抗構造について検討を行い，それらのデータを基に地震に伴う地磁気，地電位変化の可能性について議論する．
B.日高，道東地域における VHF 帯電波伝播異常観測は継続し，伝搬メカニズムの解明を試み，その地震予知への適用性について検討する．
C.地震に伴う電離層総電子数（TEC）の変化や大気圏での変化を GPS 衛星データを用いて調べ，地震予知への適用性について検討する．
D.道東で行っている地磁気変動観測を継続すると共に，ULF 帯の電磁気現象で行っている 3 成分地磁気の変化についても検討を行う．データを基に応力蓄積過程の解明の可能性について議論する．

（7）平成 22 年度成果の概要：

1．地震前に現れる VHF 帯電波伝播異常の観測

地震発生前に観測される FM 放送などの VHF 帯電波の伝播異常現象を観測的に解明するために観測をえりも地域や道東地域を重点的に行っている．北海道では 11 カ所に観測点を設けている．また，64Mhz 帯の地震予知独自の発信点を 4 カ所に設けて FM 放送局のない領域をカバーしてきた．

えりも地域では，2004 年より日高山脈を挟んで反対側にある広尾放送局の FM 放送波を北大えりも観測所構内で受信する観測を行ってきた．その結果，ふだん届かな

い広尾局の放送波が，日高山脈直下で起こる地震の前にある一定の時間断続的に受信されることがわかってきた．我々は，この電波伝播異常現象を地震エコーと呼ぶこともある．しかも，その伝播異常が観測される時間の総和は，その後発生する地震のマグニチュードと一定の関係があることもわかってきた(Moriya et al. 2010)．一方，伝播異常が観測されなくなってからある時間の経過後（1 日から 10 日位の範囲）に地震が起きるが，その時間とマグニチュードとの間には相関性は見られなかった．

これまでに，日高山脈周辺で起こる概ねマグニチュード 4 以上の地震 50 例以上についてこの伝播異常は観測され，上記のような統計的関係も得られてきた．そこで，このような現象はえりも観測所付近特有のものか，周辺にも広がりをもつ現象であるかを確かめるために，えりも観測所から南東側にえりも町東洋，北西側に様似町留崎および冬島に約 8km 間隔で広尾局の FM 放送波を受信する観測点を設置した（図１右図）．また，冬島観測点では異常伝播の到来方向を調査するために，いろいろな方向へ向けたアンテナを接続した受信機を用いて観測を始めた．

これらの 4 観測点で 2009 年 1 月から観測をしたところ，日高山脈直下では 2010 年 12 月までにマグニチュード 4 以上の地震が 9 個起こり，そのうち 2009 年 3 月 10 日（M4.7），4 月 5 日（M5.7），2010 年 10 月 10 日（M5.8）の地震の前に伝播異常がほぼ同時に複数の観測点で観測された．図 1 の左図は，3 月 10 日発生した地震に対して 3 月 8 日に観測された伝播異常の例である．これにより伝播異常は，えりも観測点固有の現象ではなく，少なくとも 20km 程度の範囲で観測される現象であることがわかった．また，その開始時間が FYS:0:50，RSK:1:03，ERM:1:18 と観測点により異なり，西の観測点から東へ移っていくようすが見られた．もし，伝播異常が上空の散乱体によるものと考えれば，それが移動または東へ拡張している可能性も考えられる．

また，冬島観測点では 2010 年 9 月から 6 方向に向けたアンテナにより伝播異常を観測を始めたが，10 月 10 日の地震に対して図２に示す伝播異常が観測できた．このデータから異常伝播の到来方向を検討するために，各アンテナに対していろいろな方向からの電波の受信感度を調べた．得られた受信感度は，5 素子八木アンテナに対する理想的な感度に対して周囲の樹木，建造物等の影響を受けて歪んだものになったが，この感度を基にこの異常伝播の到来方向を決めたところ，東から南東の方向になり，予想に反して放送局や震源の方向ではなく海側から到達していた．また，その方位も伝播異常が観測された 5:30 から 7:30 の間に東～南南東に時間的にもしだいに変化しているようすが見られた．この結果は初期的なものでまだ検討すべき点は多いが，現在までの結果によると，これまで異常伝播は放送局の方向か震央の方向から来ると予想して，アンテナをその方向に向けていたが，必ずしもそうではない可能性があるので全方位をカバーするように複数のアンテナを設置する必要があることがわかってきた．また，アンテナの電波の到来方向に対する感度も到来する仰角によっても変化する可能性もあるので，この点の検討も今後必要である．

２．地震前の TEC 日変化の異常の GPS による観測

（1）はじめに

全地球測位システム(Global Positioning System, GPS)は，衛星が発射する L バ

ンドのマイクロ波を地上局で受信し，その搬送波位相の変化から高精度の測位を行うシステムである．一方，電離圏と呼ばれる超高層大気では，太陽放射によって大気分子・原子の一部が電離しており，電子がマイクロ波の伝搬を遅延（電離圏遅延）させる．搬送波は 1.5 GHz (L_1)および 1.2 GHz (L_2) の二つの周波数が同時に用いられているが，GPS 受信機は二周波を同時受信することにより，周波数の二乗に逆比例する電離圏遅延を除去しているのである．L_1 と L_2 の単純な差（L_4 と呼ぶ）は，電離圏の情報のみを含んでおり，中性大気遅延や衛星位置，局位置などの情報は差をとった時点で除かれている．そのため Geometry-free Combination（幾何学的要素が含まれない線形結合）と呼ばれる．L_4 は視線に沿って積分した電子の数に比例するため，主に電離圏研究に用いられてきたが，地震や火山噴火などの固体地球に関連した現象に起因する電離圏擾乱の研究も行われている．本節では，GPS 生データから L_4 時系列を作成する方法，および地震の前兆とされる日変化の異常を見るために必要な手順について説明する．

（2）RINEX ファイルからの L_4 の作成

GPS データの解析は，衛星や局の位置，地球回転，潮汐，中性大気遅延等の様々な要因をすべて考慮する必要があるため，概して複雑で個人レベルでのプログラム作成は難しい．一方 L_4 では，これらの要因のすべてが位相差を取る時に取り除かれているため，データ解析は本質的に簡単である．既存の GPS 解析ソフトウェアで L_4 に相当する量を出力させて解析に用いることも可能だが，共通フォーマット（Receiver Independent Exchange format, or RINEX format）の GPS 生データのファイルを直接読んで L_4 の時系列を作るのが手っ取り早い．我が国では地殻変動の計測を目的とした稠密な連続観測網 GEONET (GPS Earth Observation Network) が国土地理院によって展開されているが，その RINEX ファイルもオンライン公開されている．北大・日置研究室のウェブページで RINEX ファイルを入力して L_4 に変換するフォートランプログラム rdrnx.f を公開している (http://www.ep.sci.hokudai.ac.jp/~heki/software.htm)．そのプログラムでは，最初に RINEX ファイルのヘッダーを読みこみ，次にデータ本体部分をエポック毎（GEONET では 30 秒毎）に読み込み，様々な衛星で得られた L_1 と L_2 の位相を取り出す．位相にそれぞれの波長を掛けて単位をラジアンから長さに変換し，差をとって L_4 を求め，衛星毎にソートした時系列を出力する．本プログラムでは L_4 (単位 m) に下式に示すファクターを掛けて，視線方向の電子数を積分した全電子数 Total Electron Content (TEC，しばしばテックと発音される)に換算してある．

$$[\mathrm{TEC}] = (1/40.308)\ f_1^2 f_2^2/(f_1^2 - f_2^2)[L_4]$$

TEC の単位は TECU (TEC unit，1 TECU は視線に沿った底面積 1 m^2 の円柱に 10^{16} 個の電子が含まれることを意味する)を用いている．日本列島では，太陽静穏時の昼間の TEC はおおむね 10-20 TECU 程度であり，夜間は数 TECU に下がる．位相データには一般的に整数値の不確定性があるため，実際には L_4 の絶対値に意味はなく，衛星の観測開始から終了までの時間変化にのみ意味がある．上式で[L_4]および[TEC]となっているのはそのためである．上記のページには入力ファイル（RINEX 形式）と出力ファイルの見本も置いてある．

図３にはこうして得られた鹿児島県屋久島の GPS 点での 2009 年 7 月 22 日の TEC 変化を衛星毎に曲線で示している（衛星毎の時間変化にのみ意味があり，縦軸の絶対値には意味がない）．左半分で U 字型の変化が顕著であるが，これは主に昇って沈む衛星の仰角変化に伴って視線ベクトルが貫通する電離圏の厚さが変化するためである．U 字型の変化の大きい部分が電子密度の高い昼間，小さい部分が電子密度の低い夜間に相当する．この日は皆既日食が起こっており，UT で 2 時頃を中心に TEC が少し下がっているのが，生の TEC 変化でも見ることができる．

（３）地震前兆としての TEC 日変化の異常

TEC 日変化の異常を地震発生と関連付けた最近の研究を紹介する．Liu *et al.* (2001) は，1999 年に台湾で発生した集々地震の 4-5 日前に，TEC の日変化の振幅が異常に小さくなったことを見出し，地震の前兆の可能性を示唆した．地震の数日前に TEC 日変化の振幅が小さくなることは，その後 2008 年四川地震を始め複数の地震で報告されている (Liu *et al.*, 2009)． 磁気赤道において大気潮汐によって生じた東向きの電場と北向きの磁場に，電子が相互作用して鉛直上方に高度千 km 付近まで移送され(***E×B*** ドリフト)，それらが磁場に沿って電離圏 F 領域に降りてきて赤道の南北両側磁気緯度 15 度付近に電子密度の濃い地帯を形成するのが赤道異常である．これらの地震はいずれも赤道異常の直下に震源域を持っているが，Liu *et al.* (2009) は，地震に先立つ岩石破壊が東向きの電場を何らかの原因で弱めることによって，赤道異常の位置と強さが変わり TEC 日変化の振幅に異常が生じると考えた．

2008 年岩手宮城内陸地震は，日本列島内陸浅部で生じた地震としては比較的大きく，かつ太陽活動の最小期に発生している．我が国において，地震の前兆として台湾のような TEC 変化が見られるかを確認するには絶好の条件がそろっている．ここでは震源近傍の岩手県奥州市胆沢の GPS 点において，地震を含む六週間の期間をとり，前の章で述べた手法で TEC 絶対値を 1 時間毎の折れ線で求めた（図４）．一般に RINEX ファイルは UT で一日毎に別ファイルになっており，VTEC (天頂方向の TEC)の絶対値の推定も一日毎に行われる．しかしそのようにして求めた時系列を複数日ならべると，零時で不自然な不連続がしばしば見られる．一方，日の境界をまたいでも衛星毎のバイアスは変わらない．したがって，零時の VTEC 不連続を防ぐために，複数日のデータを結合し，日をまたぐ衛星の TEC 時系列からは一つのバイアス値を推定する必要がある．ここでは，TEC 変化を求めたい日の前後の日のデータを結合して三日間の TEC 変化を一度に推定し，その真ん中の日のデータだけを取り出した．このようにして求めたデータを並べてゆけば，図４のように日の境界でも自然な連続した変化を見せる．

異常の判定は Liu *et al.* (2009)に倣い，過去 15 日間の median (中央値)を取り，median と quartile の差の 1.5 倍を自然な揺らぎと仮定してそれを超えるものを異常値とした．地震の一日後に見える大きな正の異常は，偶然に発生した磁気嵐によるもので地震とは無関係である．図４をみると，Liu *et al.* (2009)が主張する地震 4-5 日前の TEC の減少は負の異常として確かに見えている．しかし，その異常の量はわずかであり，地震と関係ない時にもしばしば起きている程度の異常であった．

近年，日本では 2008 年岩手宮城内陸地震(Mw:7.1) をはじめ，2007 年新潟県中越

沖地震(Mw:6.6)，2004 年新潟県中越地震(Mw:6.5) と緻密 GPS 網が存在する日本列島の文字通り内陸部で比較的大きな地震が発生しており，電磁気的な前兆の有無の議論に好条件が揃っている．その中で 2007 年中越沖地震では，過去に中国等で報告されたような地震に先行する TEC 減少が比較的明確に見られたが，一方，2004 年 10 月の中越地震では太陽活動が活発過ぎて地震に先行する異常は確認できなかった．また，2008 年岩手宮城内陸地震でも上記のように地震数日前に負の TEC 異常は見えたが 2007 年中越沖地震ほど明瞭ではない．

ここでは前兆の有無は議論しないが，条件が良いと思われる 2008 年岩手宮城内陸地震でも TEC 日変化の振幅異常がこの程度の大きさであれば，地上 GPS による TEC の監視を我が国で地震予知に役立てるのは難しいかもしれない．

３．えりも地域での大気電場の観測

地震に伴う電磁気現象は，上記の VHF 帯の電波伝播異常や電離圏の電子密度異常だけでなく VLF 帯電波での異常伝播などいろいろな現象が世界中で報告されている．これらの多くは，大気圏や電離圏にまで地震に伴う異常が及んでいる可能性を示している．特に，地震の前に現れるこのような現象の原因については，いろいろな議論がされてきた．最近になってひとつの有力な説として，地震前に放出されるラドンが大気中で α 壊変することによって大気のイオン化，水和化し，それが帯電エアロゾルを生成することにより大気の電気伝導度や大気電場が変化し，その影響がグローバルサーキットの変化として電離圏にまで及ぶというものが提案されている（Pulinets and Ouzounov, 2011）．そもそも地震の前にラドン等のガスが放出されているかという点についても多く議論があるが，いくつかの観測例（例えば，Yasuoka et al. 2006）も報告されている．もし，そういうことがあるとすればガスを直接観測する方がよいが，ガスが地表に放出されるところは狭い範囲であり，それがどこかはわからないことが多いので，そのことがガス観測による地震予知を難しくしているように思われる．しかし，どこからか（これまでの観測例によると震源断層の周辺であろう）放出されたガスが上記のような過程で空間に電磁気的変動をもたらすとしたら，それは長距離を飛ぶ電波や衛星で監視されている電離層の異常として観測される可能性もあるのであろう．以上はひとつの仮説にすぎないが，それによっても VHF 帯電波伝播異常や電離層の電子密度の異常を引きおこすメカニズムを調べるために，大気電場の変動観測は重要であると思われる．

雷放電により駆動される全球三次元電流回路（グローバルサーキット）を観測するため，また，地震に伴うと考えられている電磁擾乱現象を観測するため，フィールドミルを用いた大気電場計測を 2009 年 1 月 23 日から冬島観測点において開始した．この大気電場観測器は，一定の速度で回転する半遮蔽板と電極からなる検出器と，微弱電流信号を増幅し電圧信号として出力するアンプ部によって構成される．半遮蔽板が電極を曝露する位置にくると，大気中の電場によって地表面の電荷が GND 線を通じて電極に集まり，逆に半遮蔽板が電極を遮蔽する位置にくると，電極に集まっていた電荷は GND 線を通じて再び地表面へと流れる．このような交流的電流信号を整流し，直流的電圧信号に変換して大気電場を計測する装置がフィールドミルである．通常の大気電場強度は数 100V/m であるのに対し，用いているフィールド

ミルのダイナミックレンジは-20 kV/m から+20 kV/m までと拡い．16bit の A/D 変換器を内蔵したデータロガーを用いているため，分解能は 9.8 V/m であり十分といえる．

観測器の設置以降 2011 年 2 月現在まで，フィールドミルは安定した動作を続けデータを取得し続けている．これまでに，VHF 帯電波異常が観測された時刻におけるフィールドミル観測データの比較を行っている．またその結果から，今後検討すべき観測システムの改修点が浮き彫りとなった．以下に，それらの内容をまとめる．

2009 年 3 月 24 日の 13:30 JST 頃から地震に先行すると考えられる VHF 帯電波伝播異常が冬島観測点とえりも観測点において共に観測された．継続時間は冬島観測点において約 1.5 時間であった．このときフィールドミルデータは良好に取得されており，比較のために波形プロットを作成した．2009 年 3 月 23 日から 25 日まで 3 日分のフィールドミルデータと，冬島観測点に近い浦河で観測された気圧，気温，平均風速のアメダスデータをそれぞれプロットしたものが図 5 である．まずフィールドミルデータを見ると，24 日 13:30 JST ごろから 22:00 JST ごろまで電場強度が非常に強い擾乱を受けていることが解る．前後の 23 日と 25 日は比較的静穏な電場強度波形を示しているが，この期間に限り特異な擾乱を受けていたことが判明した．一方このときのアメダスデータを見ると 23 日から 25 日にかけて気圧（細実線）は徐々に上昇しており，また気温は下降（波線）傾向にあったことから，悪天から徐々に回復傾向にあったことが推測できる．24 日は曇りであったが降水量は終日 0 mm であり，降水や降雪などは無かったと推測される．また，平均風速は常に高く 5 m/s 以上が継続していたが，フィールドミルで観測された擾乱時には，平均風速および瞬間最大風速ともにほぼ一定値を保ち安定していた．以上の気象データから，降雨や風による影響でフィールドミルの擾乱が引き起こされた可能性は低い．また，図から VHF 帯電波異常が観測された継続時間（13:30－15:00）よりも，フィールドミルデータに強い擾乱が発生している計測時間が長いことも明らかとなった．

上記のフィールドミル擾乱を発生させた可能性として，次の 3 つが考えられる．第一に，24 日の天候は曇りであったため，フィールドミル上空を通過する雲の雲内電荷が引き起こした可能性，第二に，大気中のイオン濃度の変化により引き起こされた可能性，第三に地震に関連した擾乱の可能性である．現時点でどの可能性がもっともらしいかを断言するのは早計であり，原因を切り分けるためには，冬島よりやや離れた場所でフィールドミルの同時観測を行うことと，天気監視カメラ・イオン計測装置を用いた観測を平行して実施することが重要である．また，冬島観測点での接地の改良や全天候カメラによるモニターも必要である．

フィールドミルで計測される電場強度は上空の雲の有無，大気中のイオン濃度の変動など，環境由来の擾乱に大きく左右される．また，十分にフィールドミル直近で接地をとることも極めて重要である．これらがクリアされない限り，本来のフィールドミルデータとしての真の価値が発揮されないと考えられる．これらの観測で時間・空間的特異性を明らかにすることにより，可能性の絞り込みを行うことができると考える．

４．2003 年十勝沖地震震源域の比抵抗構造

2003 年十勝沖地震の震源は海底下であったが，震源域は広くえりも地域にまで広がっている．そこで，震源域の比抵抗構造を調べるためにえりも地域の 27 地点で MT 探査を行った．この探査では，通常の広帯域 MT 探査で観測する周波数領域（320Hz-0.00055=周期 1800 秒）に加えて，深部までの比抵抗構造を求めるために長周期 MT 探査により周期 10 秒から 12000 秒の範囲の観測も行った．観測地点の分布を図６に示す．

現在までに，図に示した３測線沿いの 2 次元比抵抗構造を予備的に求めている．ここでは，そのうちひとつとして B　LINE の比抵抗構造を図７に示した．それによると，プレート上面より深い部分は概ね数百オームメートル以上の高比抵抗構造が分布するが，上面より浅いところでは余震発生域およびその外側で低比抵抗構造が分布する．また，東端に見られるアスペリティーでは高比抵抗構造が見られる．このような比抵抗構造から，余震域やその外側では水が多いと解釈することもできる．アスペリティーは高比抵抗であり堅い岩盤が分布すると推定される．

以上のように現時点では部分的な構造の議論しかできていないが，今後すべてのデータを解析し 3 次元比抵抗構造を作成して震源域の比抵抗構造の特徴を考えていく予定である．

５．道東地域での地磁気観測

道東地域の南岸域には，強い磁気異常があることがあることが知られている．この地域では，海溝型の巨大地震が想定されることから，地震の準備過程に伴う応力の蓄積がピエゾ磁気として観測可能なのではないかと考えられてきた．Nishida et al. (2004) は，1990 年代の観測データに基づき，この地域の地磁気全磁力は磁気点毎にその永年変化のトレンドが異なっていることを指摘した．また，彼らはその変化率の空間パターンがプレート運動によるピエゾ磁気効果である可能性をモデル計算によって示唆している．

北海道大学では，この地域で 1972 年より厚岸，標茶で全磁力の繰り返し観測を開始し，1996 年からは根室，弟子屈地域を加えて連続測定を行っている．図８に観測点の位置図および各観測点の最近の変化を示した．このような長期の観測を継続していると観測地点の移設や機材の交換等によりデータの不連続が生じたり，また，地磁気の長期にわたるトレンド的変化や地磁気全磁力差の永年変化には偏角・伏角が地点毎に異なることによる見かけの変化成分が含まれる可能性があると考えられるので，詳細な変動を調べるためには 3 成分の絶対測定を行うことが望ましい．道東地域には地磁気観測所女満別出張所があり絶対観測が定期的に行われているが，観測点での絶対観測は時間がかかるので多くの点で頻繁に行うことは困難である．

この問題の実証可能性を高めるため，北海道大学は気象庁地磁気観測所と協力して，各磁気点における地磁気三成分の絶対測量を 2009 年から開始した．昨年度は仁多・標茶・厚岸 GPS を利用した真方位観測により絶対測定を試みた．今年度は，厚岸北・初田牛・別海・仁伏においてジャイロによる真方位観測により地磁気偏角・伏角の測量を行った．

絶対測量の結果，各磁気点と女満別（気象庁の観測所）の全磁力差に見られるト

レンドの大部分は，偏角・伏角の違いによる見かけの効果では説明できず，各磁気点に固有のものであることが明らかになった（図９）．また，近年の全磁力差変化率は，Nishida et al. (2004)が報告した 1990 年代とはかなり異なってきていることも明らかとなった．このことは，彼らがモデル計算によって示唆したピエゾ磁気効果のモデルが，現状では有効ではなくなっていることを意味する．今後，何らかのモデルの変更が必要となるであろう．ただし，このようなサブリージョナル・スケールの地磁気永年変化は，これまで他の地域では報告されておらず，特異な現象であることには変わりない．コア起源の永年変化であれば，空間的スケールがもっと大きいことが予想されるので，以前として地殻活動起源の現象である可能性が高い．今後は，海溝型の巨大地震に伴うコサイスミックな変化が捉えられるかどうかがピエゾ磁気効果モデルを検証する上で本質的に重要となる．

参考文献

Liu, J. Y., Y. I. Chen, C. H. Chen, C. Y. Liu, C. Y. Chen, M. Nishihashi, J. Z. Li, Y. Q. Xia, K. I. Oyama, K. Hattori and C. H. Lin, Seismoionospheric GPS total electron content anomalies observed before the 12 May 2008 Mw7.9 Wenchuan earthquake, J. Geophys. Res., **114**, A04320, doi:10.1029/2008JA013698, 2009.

Liu, J. Y., Y. I. Chen, Y. J. Chuo and H. F. Tsai, Variations of ionospheric total electron content during the Chi-Chi earthquake, Geophys. Res. Lett.,**28**, 1383-1386, 2001

Moriya,T., T. Mogi and M. Takada ， Anomalous pre-seismic transmission of VHF-band radio waves resulting from large earthquakes, and its statistical relationship to magnitude of impending earthquakes. Geophysical J. International, doi: 10. 1111/ j.1365-246X.2009. 04461. x. 180, 858-870, 2010.

Nishida, Y., Y. Sugisaki, K. Takahashi, M. Utsugi and H. Oshima, Tectonomagnetic study in the eastern part of Hokkaido, NE Japan:Discrepancy between observed and calculated results, *Earth Planets Space*, 56, 1049–1058, 2004

Pulinets, S. and D. Ouzounov, Lithosphere-Atomosphere-Ionosphere Coupling (LAIC) model – An unified concept for earthquake precursors validation, J. Asian Earth Science, 2011, in press.

Yasuoka, Y., G. Igarashi, T. Ishikawa, T. Tokonami and M. Shinogi, Evidence of precursor phenomena in Kobe earthquake obtained from atomospheric radon concentration, Appl. Geochemistry, 21, 1064-1072, 2006.

（８）平成22年度の成果に関連の深いもので、平成22年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

森谷武男，茂木 透，浦河沖~えりも沖の地震活動と VHF 伝播異常との関係，日本地球惑星科学連合 2009 年大会，2010 年 5 月，千葉

森谷武男，茂木 透，えりも沖の起こる地震の前に札幌観測点(HSS)で観測される特

徴的な VHF の地震エコー，日本地球惑星科学連合 2009 年大会，2010 年 5 月，千葉

山下晴之，渡邉朋典，森谷武男，茂木 透，ウェーブレット変換の VHF 地震エコー記録への適用と効果，日本地球惑星科学連合 2009 年大会，2010 年 5 月，千葉

森谷武男・茂木 透・山下晴之・佐々木智彦，定常的 55-70MHz 帯電波の地震エコー観測のための調査とその利用，日本地震学会 2010 年秋季大会，2010 年 10 月，広島

Yamashita, H., T. Mogi, T. Moriya, M. Takada and M. Morisada, Simultaneous observation of VHF radio wave transmission anomaly propagated beyond line of site prior to earthquakes in multiple sites, AGU Fall meeting, Dec. 2010, San Francisco.

（9）23 年度実施計画の概要：

平成 23 年度においては，

A.道東地域での地磁気，地電位の観測は引き続き行い，地震活動に伴う変動の　観測を行う．また，地震発生地域の比抵抗構造について検討を行う．

B.日高，道東，道北地域における VHF 帯電波伝播異常観測は継続し，伝搬メカニズムの解明を試みる．

C.地震に伴う電離層総電子数（TEC）の変化や大気圏での変化を GPS 衛星データを用いて調べ，その原因を探る．そのため大気電場の観測も継続する．

D.道東で行っている地磁気変動観測を継続すると共に，FG の地磁気観測で行っている 3 成分地磁気の変化についても検討を行う．地磁気の絶対値測定を行う．

（10）実施機関の参加者氏名または部署等名：

北海道大学理学研究院　6 名

総括　茂木透

ULF 電磁場観測；茂木透，髙田真秀

VHF 電波伝播観測：森谷武男，茂木透，渡部重十，髙田真秀

電離層変化観測：日置幸介，渡部重十

地磁気変動観測：橋本武志，茂木透，髙田真秀

他機関との共同研究の有無：有

東京大学地震研究所：上嶋誠，京都大学防災研究所：大志万直人，九州大学理学研究院：湯元清文，東海大学海洋学部：長尾年恭，千葉大学理学研究科：服部克己

（11）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター

電話：011-706-4679

e-mail：mogitisv@mail.sci.hokudai.ac.jp

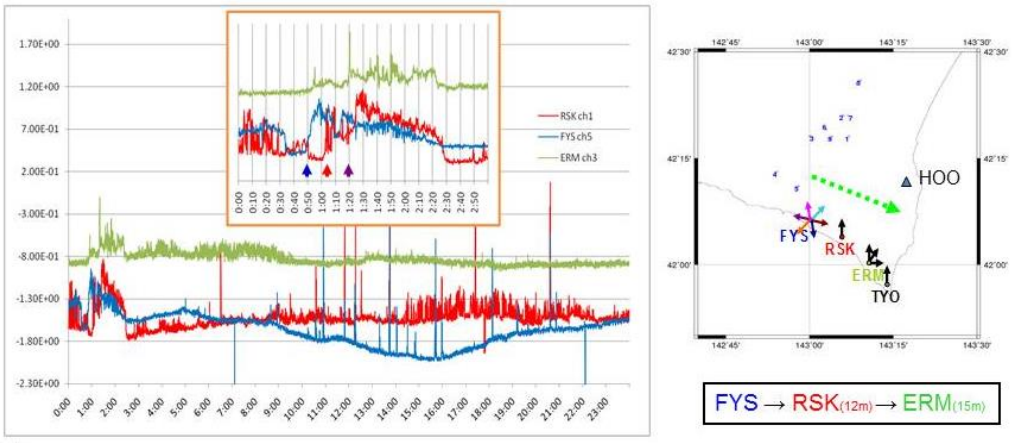


図１．電波伝播異常が冬島（FYS，青線），留崎（RSK，赤線），えりも（ERM，緑線）観測点で同時に観測された例（2009 年 3 月 8 日）．各観測点の矢印はアンテナの方向を示す．異常の開始時間は，西の FYS から東の RSK，ERM の順であった（左図の拡大図参照）．

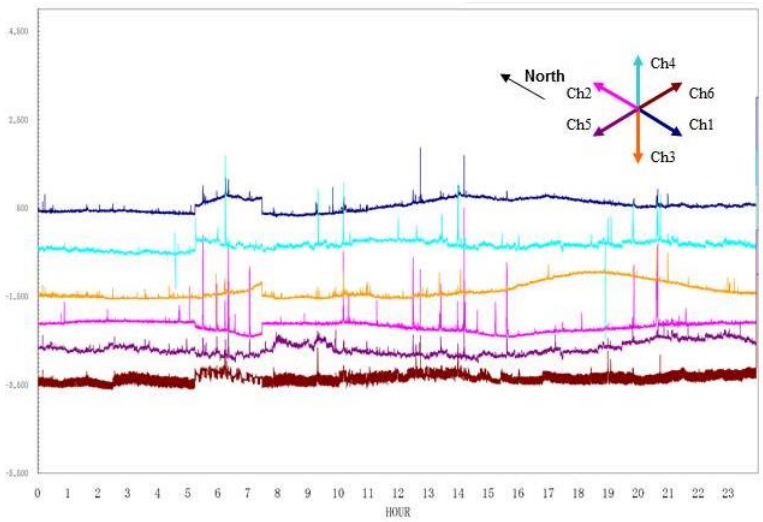


図２．冬島（FYS）観測点の６方向のアンテナで受信した電波伝播異常（2010 年 10 月 8 日）．右上の図は受信チャンネルにつながるアンテナの方向を示す．

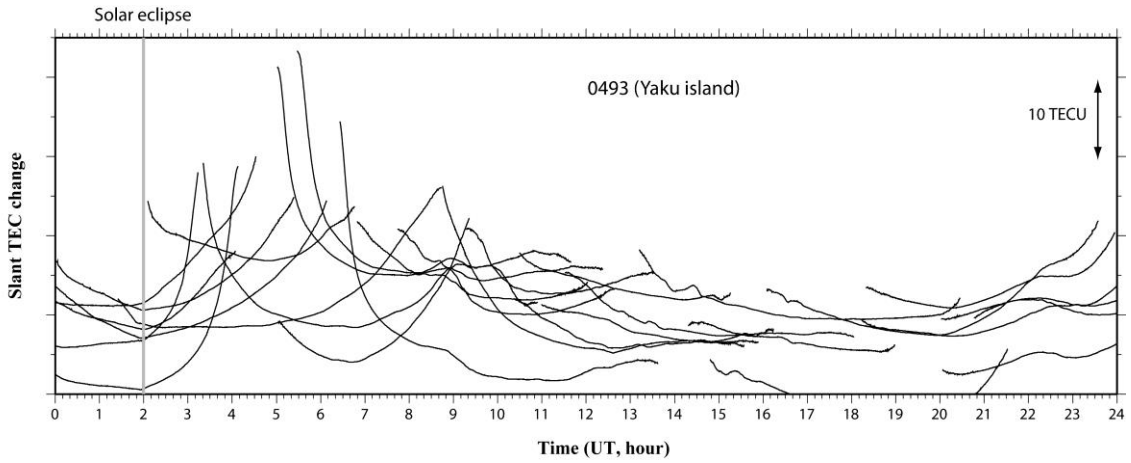


図３．鹿児島県屋久島の GPS 点での 2009 年 7 月 22 日に観測された衛星毎の TEC 変化（衛星毎の時間変化にのみ意味があり，縦軸の絶対値には意味がない）.

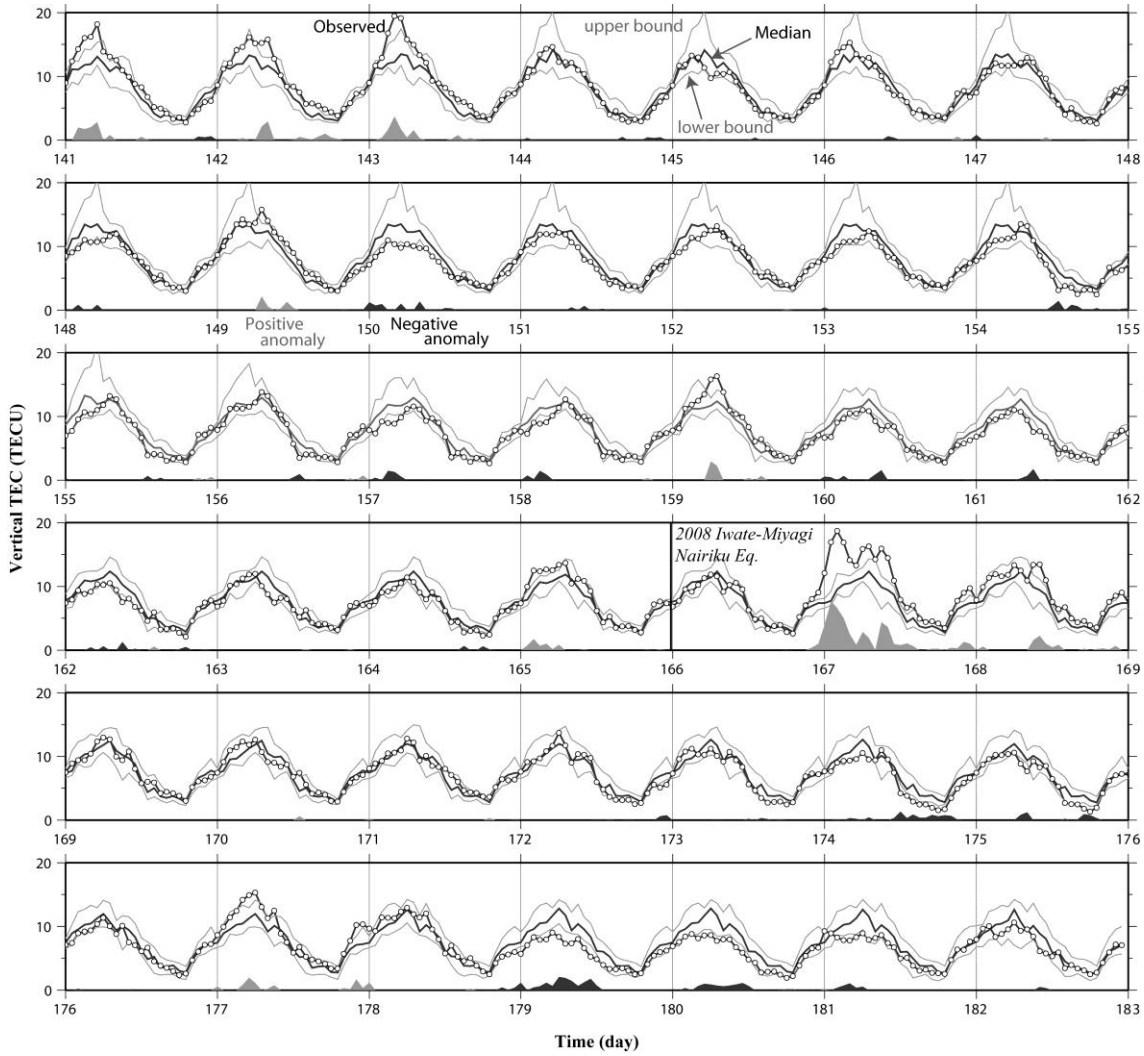


図４．2008 年岩手宮城内陸地震前後に近傍の岩手県奥州市胆沢の GPS 点において，地震を含む六週間の期間をとり, 本文に述べた手法求めた TEC 絶対値の 1 時間毎の変動. 黒線はそれ以前 15 日間の中央値であり, 細い灰線は中央値と四分位点との差の 1.5 倍の範囲を表す（自然のゆらぎと仮定し，それを越えるものを異常と判定）.

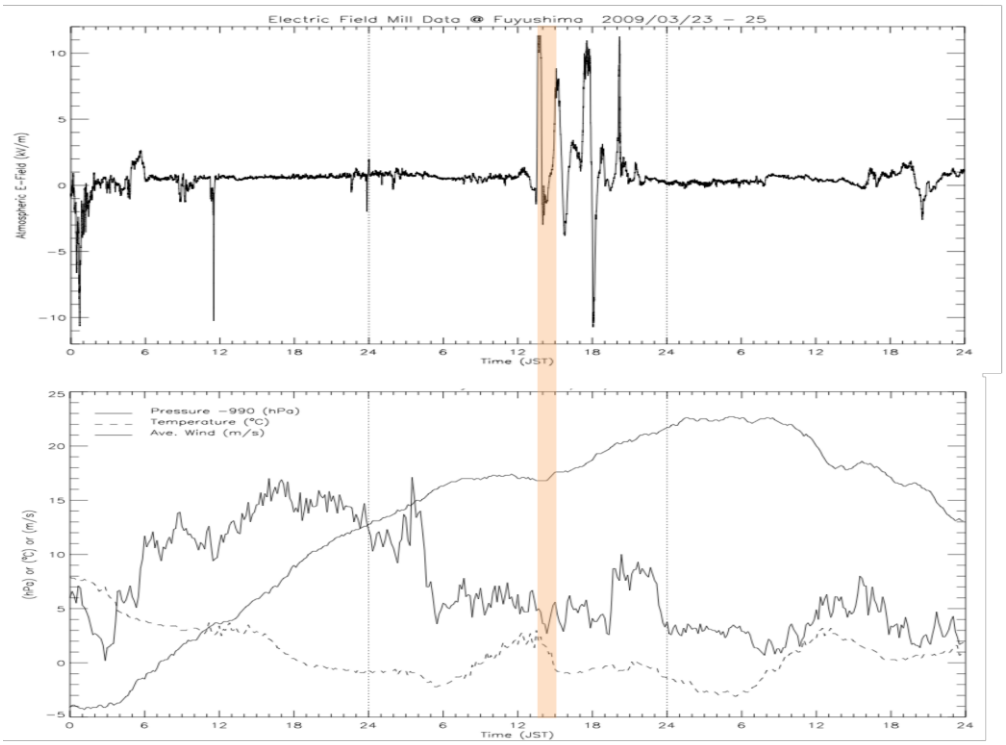


図５．2009 年 3 月 23–25 日の期間における，（上）冬島におけるフィールドミルデータと，（下）浦河における AMEDAS 気圧，気温，平均風速データ．ハッチ部分は VHF で擾乱が観測された時間帯.

図６．えりも地域の MT 探査測点位置図

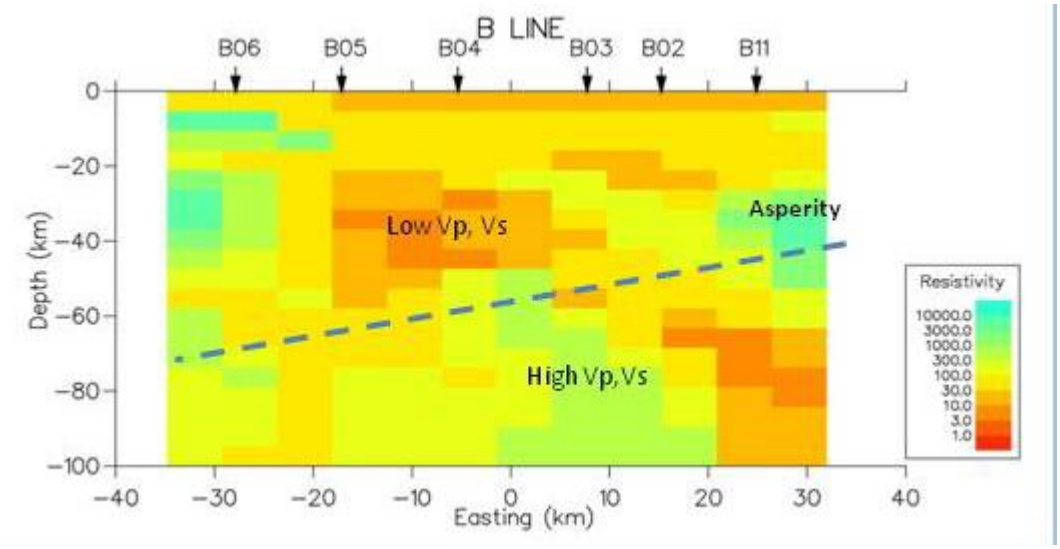


図７．B LINE 沿いの 2 次元比抵抗構造

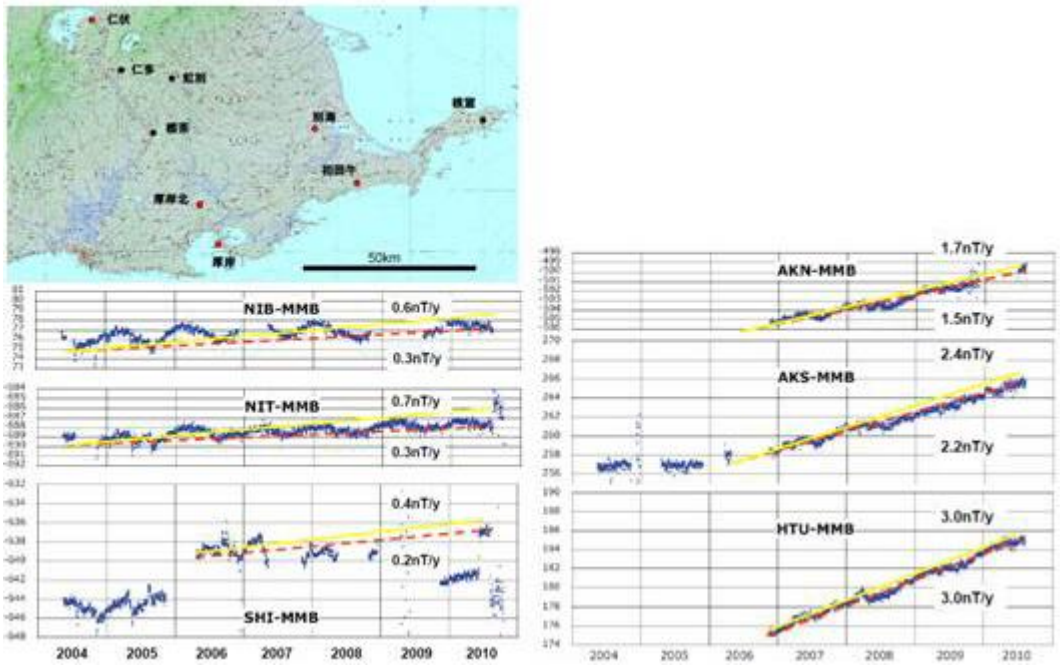


図８．道東での地磁気観測点と各測点での全磁力変化．左図は，仁伏・仁多・標茶観測点における全磁力変化，右図は厚岸北・厚岸・初田牛観測点における変化．女満別との単純差．点線は DI 効果補正前，実線は DI 効果を補正したトレンド．

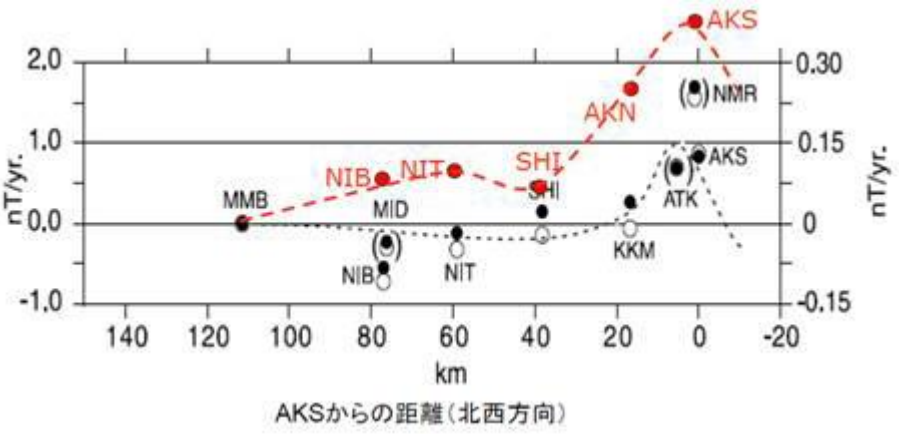


図９．全磁力永年変化率の空間分布（Nishida et al., 2004 に加筆）．横軸は厚岸から北西方向にとった距離．黒丸は Nishida et al. (2004)による 1990 年代の変化率，赤丸は本研究課題によって求めた 2004～2010 年の変化率（DI 補正後の値）．

課題番号：1006

（１）実施機関名：
北海道大学

（２）研究課題（または観測項目）名：
逐次津波波形解析による津波励起波源推定

（３）最も関連の深い建議の項目：
2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進
(3) 地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程
(3-2) 地震破壊過程と強震動
イ. 強震動・津波の生成過程

（４）その他関連する建議の項目：

（５）本課題の５ヶ年の到達目標：

現在の津波解析および津波波高予測は地震波データ等から推定される地震断層モデルを利用して行われる。しかし、海底地すべりや海底噴火等、津波の励起は地震波の励起から予測することが難しい場合がある。本研究では、地震断層モデルを用いるのではなく、観測された津波波形から直接海面変動を推定し、津波波高を予測する手法を開発する。さらに、リアルタイムで予測を行うために、観測津波波形の増加とともに再推定を行い、津波波高の予測精度を逐次に改善していく手法を開発する。最後に、巨大津波被害発生時には津波予測改善を目指し、国際協力研究として緊急津波調査研究を実施する場合がある。

近地津波に対しては、モデルケースとして 2003 年十勝沖地震の際に発生した津波を対象に沿岸での波高予測を試みる。この地震は海底ケーブル式津波計が設置されている場所で発生し、それらの津波計で地震により発生した津波の波形が観測されており、手法の妥当性を評価する上で最適な津波である。津波数値計算及び逆解析によって津波を励起した海面変動を迅速に精度良く推定する手法を開発し、この地震による津波波高予測を行う。

遠地津波のモデルケースとして 2006 年中千島地震によって発生した津波を対象に日本沿岸での波高予測を試みる。この地震による津波は NOAA・PMEL が太平洋に設置したブイ式津波計によって観測されており、太平洋を伝播して日本沿岸に被害を及ぼす遠地津波に対する本手法の妥当性を評価する上で最適な津波である。遠地津波を対象とし、観測津波波形から海面変動を迅速に推定する手法を開発し、2006年中千島地震による津波波高予測実験を行う。

さらに、上記の２つの津波に対し、地震発生後最初に津波第１波が震源に最も近い観測点で観測された時点で日本沿岸での津波波高予測を行い、その後他の観測点で津波第１波が観測される毎に予測を改善して行く手法を開発する。

（６）本課題の５ヵ年計画の概要：

21年度

近地津波に対し日本沿岸の観測津波波形から海面変動を予測し、沿岸での津波波高を予測する手法を開発する。

22年度

開発された手法を2003年十勝沖地震により発生した津波に適用し、実際の津波予測が適切にできるよう改善する。

23年度

遠地津波に対し太平洋での観測津波波形から海面変動を予測し、日本沿岸での津波波高を予測する手法を開発する。

24年度

遠地津波に対し開発された手法を2006年中千島沖地震により発生した津波に適用し、実際の津波予測が適切にできるよう改善する。

25年度

早期に津波予測を行うために、津波第１波観測時点から逐次に予測を改善していく手法を開発する。

（７）平成 22 年度成果の概要：

●逐次津波波形解析による津波予測

近地津波に対し日本沿岸の観測津波波形から海面変動を予測し，沿岸での津波波高を予測する手法を2005年宮城沖地震に適用することを試みた．2003年十勝沖地震のようにすべり分布が複雑な地震に適応する前に，2005年宮城沖地震のように比較的すべり分布が単純でかつ震源近傍で海底圧力計による津波波形が観測された津波に対する津波波形予測実験を行うこととした．

震源近傍の宮古・釜石・大船渡・鮎川の検潮記録，石巻・大船渡湾内・大船渡湾口・釜石に設置された港湾技術研究所ナウファスの海底設置式波浪計，釜石沖に設置された２台のケーブル式海底圧力計（tm1，tm2）の津波波形データを使用して津波早期予測の実験を行う．図１に示す海面変動を図２に示す各格子点に与え，それぞれの海面変動から津波数値計算により各観測点での津波波形を計算する．それぞれの津波波形をグリーン関数として逐次津波波形インバージョンを行い各観測点での津波波形を予測することとする．まず，地震発生から 20 分の津波波形を使用して観測点での津波波形を予測した（図３）．図３で実線がインバージョンに用いた部分の観測波形で赤線が予測された津波波形である．津波はケーブル式海底津波計にようやく到達して第 1 波のピークを迎えたばかりで，他の観測点には到達していない．宮古（miy）や釜石(kam(検潮所),kam2（海底波浪計）)ではその後の津波波形が非常によく予測されているのが分かる．それに比べ大船渡（ofu,ofui,ofuo）や鮎川（ayu）や石巻（ish）では津波の高さは上手く予測されてはいるが，波形は上手く予測出来ていないのが分かる．次に図４に地震発生から35分の津波波形を用いて各観測点での予測を実施した結果を示す．津波の第１波が大船渡・鮎川に到達しているのが分かる．この時点になって津波波形を含めて全ての観測点で比較的良く予測できていることが分

かる．以上より，ケーブル式津波計で津波の第１波のピークが捕らえられた時点で津波の高さや波形がある程度予測可能であることが分かった．さらに逐次津波波形インバージョンを行うことにより，予測精度が改善していくことも示すことができた．今後，さらに複雑な津波で実験を行い，手法の改善を行う．

●国際協力研究

１）2010年2月チリ巨大地震（Mw 8.8）による津波の緊急現地調査をIAEAチリ地震・津波現地調査の一部で実施した．現地調査の結果津波の最大遡上高は24m に達していることが判明した（図５）.

２）2010年10月インドネシア・ムンタワイ諸島巨大地震（Mw7.7）による津波の緊急現地調査がJST-JICA 地球規模課題「インドネシアにおける地震火山の総合防災策」の一部として実施された．ムンタワイ諸島での津波による被害は甚大で津波遡上高は 9m に達している場所もあった（図６）.

（８）平成 22 年度の成果に関連の深いもので，平成 22 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

[1] Guaman, A. R., Y. Tanioka, T. Kobayashi, H. Latief, and W. Pandoe, Slip distribution of the 2007Bengkulu earthquake inferred from tsunami waveforms and InSAR data, J. Geophys. Res., 115, B12316, doi:10.1029/2010JB007565, 2010.

[2]越村俊一・西村裕一，「09年サモア諸島沖地震津波調査津波，最大16メートル」日本地震学会広報紙「なゐふる」，77-1，2010.

[3]Wilson, K.J. Power,W.L., Nishimura, Y.,‘ Atelea Kautoke, R., Vaiomo ’unga, R., Mori, H., Pongi,‘ A.,Fifita, M., Vaoahi, M., Teukava, S., Post-tsunami survey of Niuatoputapu Island, Tonga, following the 30th September 2009, South Pacific tsunami. GNS Science Report 2009/71 28 p. 2009

（９）23 年度実施計画の概要：

近地津波に対する逐次津波波形インバージョンによる津波予測の精度を改善する．遠地津波に対し太平洋での観測津波波形から日本沿岸での津波を予測する手法の開発に着手するため，2010年チリ巨大地震で発生した津波に対する津波波形解析を実施する．

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

谷岡勇市郎・西村裕一

他機関との共同研究の有無：有

東京大学地震研究所

(11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター

電話：011-706-3591

e-mail：mccopy mm@mail.sci.hokudai.ac.jp

URL：http://www.sci.hokudai.ac.jp/grp/isv/isv-web/

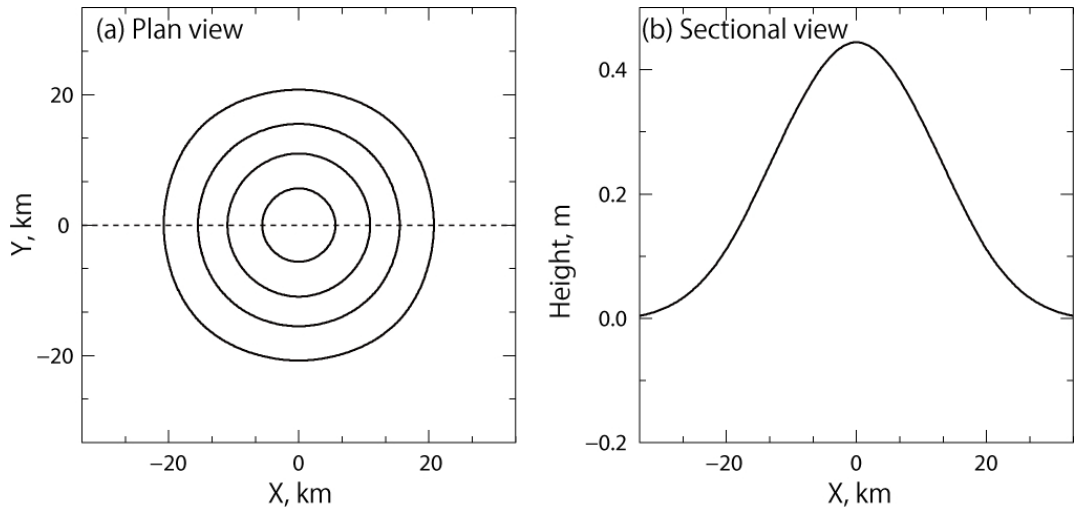


図１　各格子点での海面変動の関数

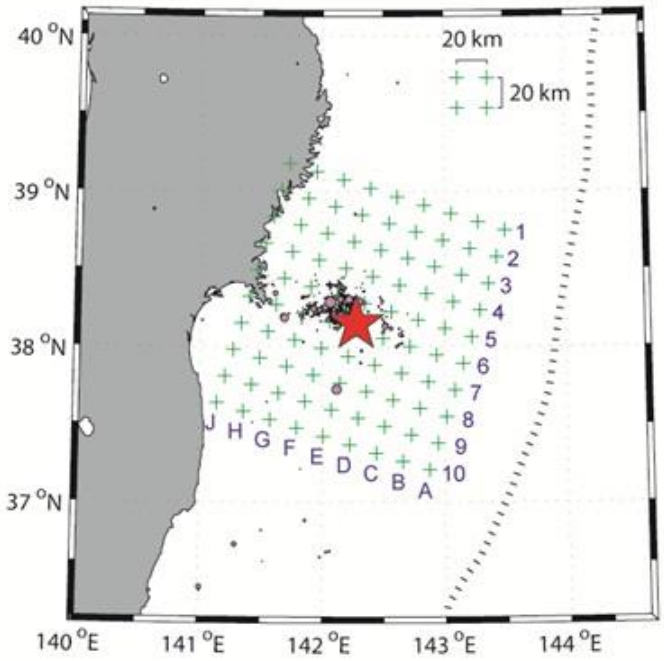


図２　2005年宮城沖地震による津波の津波波形予測を実施するための海面変動格子点分布
★が2005年宮城沖地震の震源

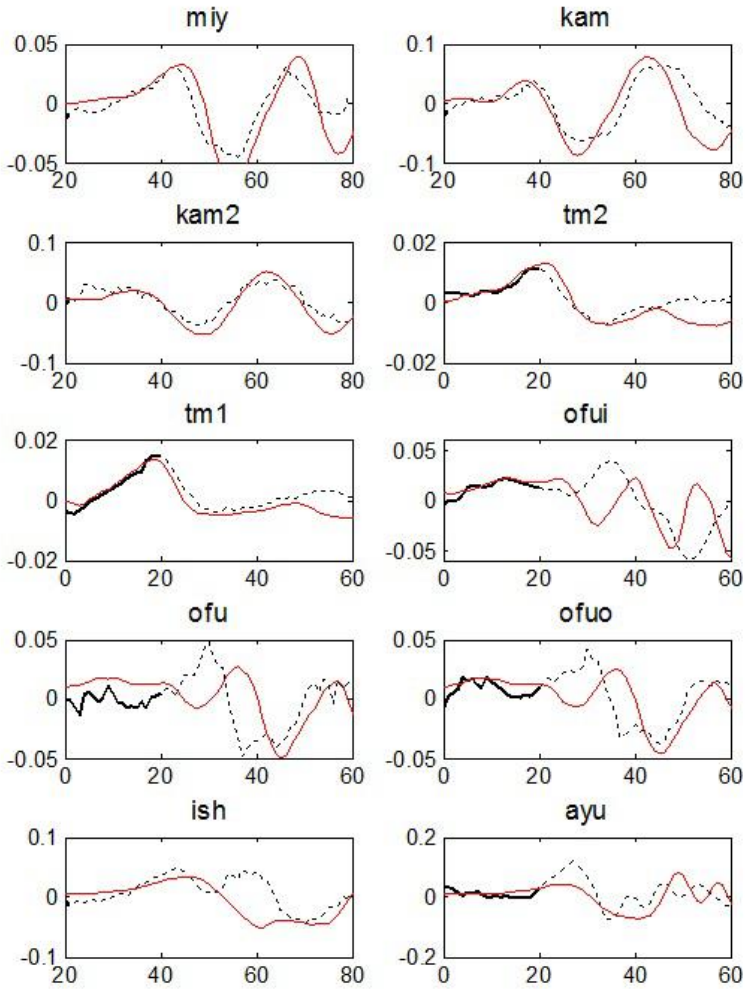


図３　地震発生から20 分後までの津波波形を使用した津波波形予測（赤）.
点線（黒）が実際の観測波形．実線（黒）が津波波形予測（逐次津波波形インバージョン）に用いた波形.

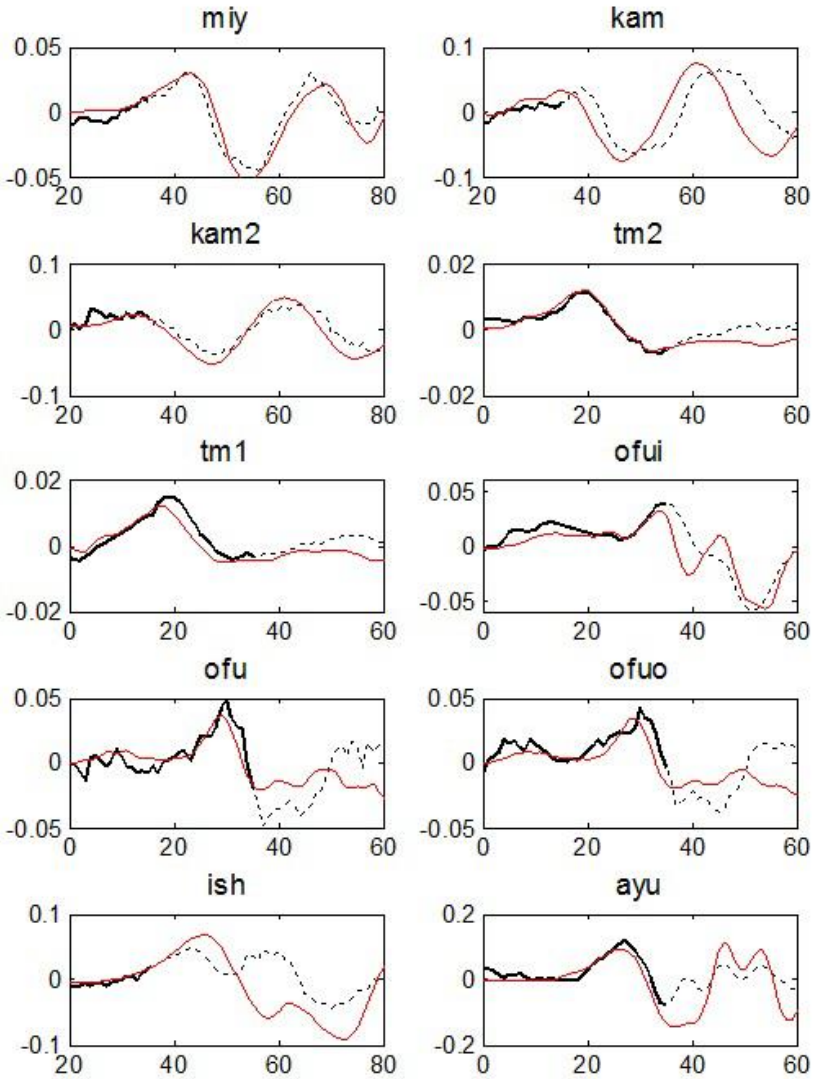


図4　地震発生から35 分後までの津波波形を使用した津波波形予測（赤）.
点線（黒）が実際の観測波形. 実線（黒）が津波波形予測（逐次津波波形インバージョン）に用いた波形.

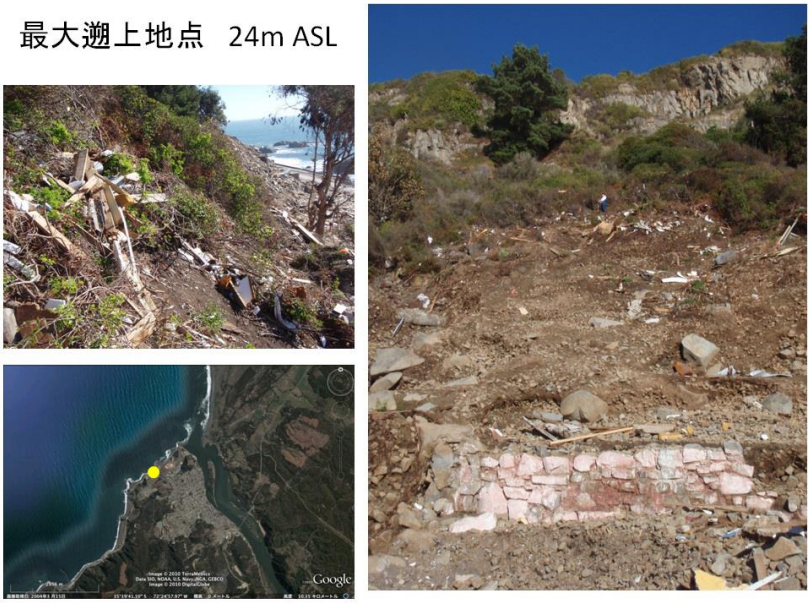


図5　2010 年2 月チリ巨大地震による津波の現地調査結果
最大遡上高 24m が測定された地点の写真

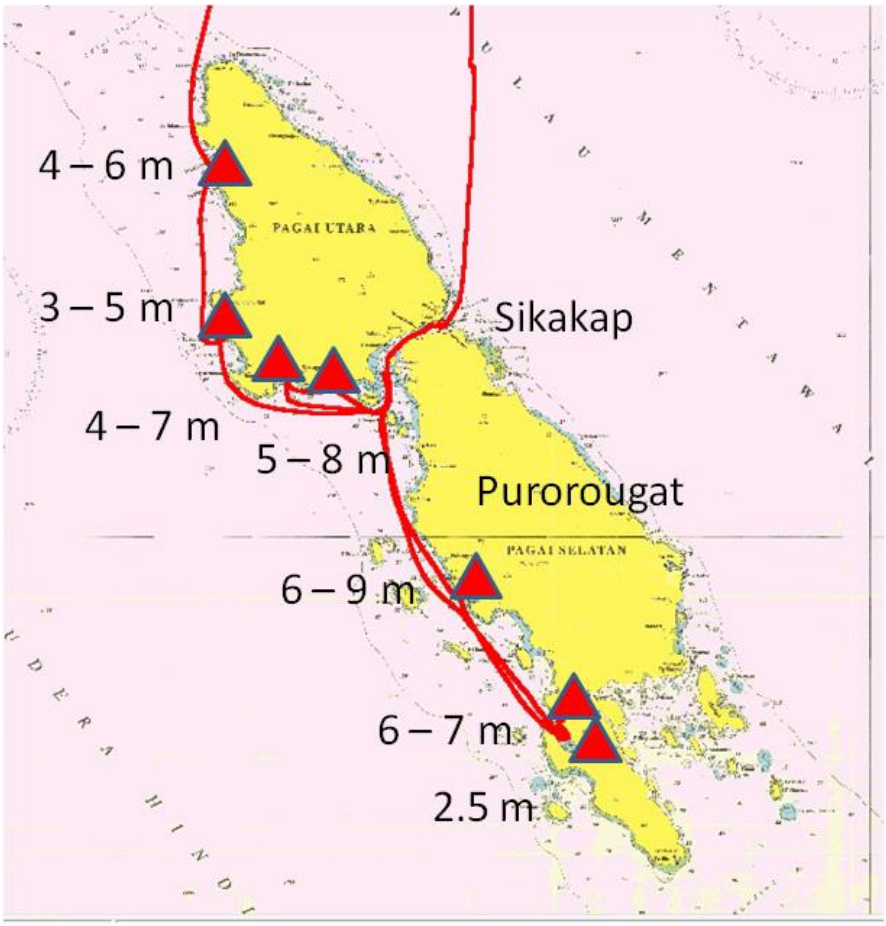


図 6　2010 年10 月インドネシア・ムンタワイ諸島巨大地震による津波の現地調査結果
ムンタワイ諸島での津波遡上高分布を示す.

課題番号：1007

（１）実施機関名：
北海道大学

（２）研究課題（または観測項目）名：
試掘探査を基軸とした有珠山における浅部噴火発生場の検証研究

（３）最も関連の深い建議の項目：
2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進
(3) 地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程
(3-3) 火山噴火過程
イ．噴火の推移と多様性の把握

（４）その他関連する建議の項目：
1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進
(2) 地震・火山現象に関する予測システムの構築
(2-2) 火山噴火予測システム
ア．噴火シナリオの作成

（５）本課題の５ヶ年の到達目標：
本計画の目標は，有珠2000年新山域を対象に，ボーリング探査を基軸として低高度稠密空中磁気測量や地盤変動などの多項目観測を行い，貫入マグマを示唆する構造や変動源，水蒸気爆発の発生場や噴火活動後に発達した熱水系の実体を検証し，デイサイト質マグマによるドーム形成噴火の理解を深め，その活動予測の高度化を進めることにある．

（６）本課題の５ヵ年計画の概要：
2009年度の計画概要：次年度の各種観測・探査に先行して2000年新山横断水準測量を行い，2000年新山で進行している沈降の現況把握を行う．また事前調査として，ボーリング探査データの解析に必要とされる基盤地質，地下温度，浅部の水環境などを知ることのできる孔井地質柱状図や検層データの収集を行う．さらにボーリング探査の成否を左右する2000年新山地域の地下浅部の温度を推定するために噴気温度など噴気諸量を測定する．
2010年度の計画概要：これまでの観測研究や物理探査結果を参考に，低高度稠密空中磁気測量，地上全磁力観測，地盤変動観測（水準測量，精密重力測量，In-SAR解析）を行い，2000年新山直下の貫入マグマと考えられる帯磁源や圧力源の位置を再解析する．熱観測を実施し地下の温度分布を推定する．2000年新山地域で実施されたMT探査・地震探査を参考にしながら，人工地震の補完探査を行い，反射面の水平方向への広がりを把握する．２年間にわたって実施した観測・探査の解析結果

を総合し，法的な規制などを考慮して，掘削地点を選定する．
2011年度の計画概要：　火山噴出物の分布と熱水系の発達が想定される地表から深度200mまでワイヤーライン工法により掘削する．その後，拡孔して検層を行い，その解析を実施する．また，ボーリングコアの火山地質学的・岩石学的解析から噴火履歴や噴火様式の時間変化について検討する．コア物性試験を実施し，必要に応じて観測から推定された構造の再解析を行う．
2012年度の計画概要：掘削データやカッティングスの地質学的・岩石学的な鑑定に基づいてスポットコアを採取しながら深度200mから500mまで掘削し，掘削データや検層結果などに基づいて孔井仕上げを行う．検層と解析，コア・カッティングスの地質学・岩石学的分析，コア物性試験，必要に応じて観測から推定された構造の再解析を行う．
2013年度の計画概要：揚水試験などの孔井内計測と，地層水・ガスの採取・分析を行う．多層同時仕上げを試行し，水位・水温観測を開始する．掘削データ，孔井地質，検層解析結果，揚水試験，地層水・ガスの分析結果を総合し，既存の孔井資料と合わせ，水蒸気爆発の発生や熱水系の発達に関係する浅部水環境（透水層分布や透水係数等の水理定数）を把握し，噴火発生場の特性や貫入マグマの冷却過程を検討する．また，現地検討会による総括と取りまとめを行う．

（7）平成 22 年度成果の概要：

●低高度稠密空中磁気測量

有人ヘリコプターによる低高度稠密空中磁気測量を2010年9月に実施した．今回は，空間エイリアシングの影響を最小限に抑えながら時間変化成分の抽出を可能とすることを目指して開発された拡張交点コントロール法を，理想的な条件下で適用する最初のフィールドでもあった．

セシウム磁力計とGPSを搭載した曳航バードはヘリコプターから約50m下に吊り下げ，10Hzでデータを取得した．飛行は可能な限り地形に沿って行い，バード対地高度は概ね150mとした．今回は市街地や主要道路の上空を飛行することができなかったため，2000年６月の測量と比べて調査範囲を限定せざるを得なかったが，過去の噴火地点である2000年噴火域，山頂火口原，昭和新山の3領域をカバーしている．将来の繰り返し測量に資するため，主測線間隔は前回よりも高密度の100mとした．

2011年2月現在，データ処理はまだ進行中であるが，暫定的な処理結果によれば，2000年６月の測量結果と比較して，2000年新山と山頂火口原，昭和新山の3領域に，明瞭な全磁力変化が抽出され，対地高度約200mのリダクション面における磁場変化の主要部分は，検出誤差レベルの数倍以上に達しており有意な変化と言える．これらの領域では従来から地上で繰り返し全磁力測量を行っており，いずれも冷却帯磁を示唆する磁場変化を捉えている．

2000年新山地域について，地上磁場変化から推定されている球状源モデルから求めた対地高度200m面の全磁力変化(図１　A)は，今回抽出された空中の磁場変化と概ね一致する．

空中磁気測量の繰り返しによって時間変化を抽出し，かつ地上観測との対比から有意性を確認した事例は，九重山に続き2例目となり，この手法の有効性・実用性がさらに確実なものとなった.

一方，2000年新山地域の全磁力変化にはゆっくりとした鈍化傾向が認められる.この冷却帯磁傾向の開始時を特定することは活動推移予測の観点から重要な情報になると思われるが，問題は必ずしも単純ではない．今後，逆帯磁岩体の存在や地盤変動・地磁気永年変化の影響も含め，2011年度から始まる掘削調査結果とあわせて検討したい.

●測地観測

水準測量により追跡されてきた沈降の広がりを把握するために，陸域観測技術衛星「だいち」搭載のPALSAR画像を用いた干渉SAR解析を行った．使用したデータはパス58（ディセンディング軌道）の2006年から2010年に観測された5ペアである．各ペアとも干渉画像には有珠山山頂部および2000年新山地域に視線距離増加のパターンが認められた.変動源の位置が不動で，変動速度も一定と仮定し，スタッキングにより求めた1年あたりの変動速度分布(図)はNB火口周辺を中心に北西-南東に延び，視線距離増加域はレーザー測量でとらえられた隆起域に概ね一致する.

変位が鉛直成分のみであると仮定して求めた水準路線に沿う沈降量のプロファイルは，最大沈降量が水準測量結果に較べてやや小さいが，水準測量による比高変化と類似のパターンを示す.水準測量による比高変化と同様に、このプロファイルはNB火口付近の深度400ないし500mに中心をもつ球状収縮源で説明される.

また，2010年5月22～23日に旧有珠火山観測所において絶対重力測定を実施した.今回の測定で得られた重力値は，有珠山頂部を中心とした有珠山全域にわたる沈降を反映して　980422648.16±0.11μgal(使用重力計:FG5#109，落下回数:18465，dg/dz=-2.80)と，前回の2006年6月22～25日の測定値に較べて，11.2 μ gal の重力増加となった.

同様に11月2～5日に行った3台のLaCosete重力計を用いた相対精密重力でも，沈降が進行している2000年新山および有珠山頂部では2006年６月に較べて重力が増加していることを確認した.しかし，2000新山地域の比高変化に対する重力変化は大きく，dg/dzは-0.82mgal/mにも達した.この原因として，重力測量の精度やdg/dz異常が考えられるが，重力点直下の地下水面低下を反映しているのかもしれない.

●熱観測

NB火口の噴気温度や地中温度が低下し，図３ Cに示すように氷熱流計による定点観測でも熱放出率の減少が続く2000年新山全地域の熱活動を把握するために，空中赤外熱映像観測を９月24日にかけて実施した.

図３ Bの赤外熱映像から推定された噴気地からの熱放出率は5.6 MWと，他の観測結果と同様に，2006年９月の9.2 MWの約60%にまで減少している.また，2006年９月には沼面からの異常放熱率が２MWと見積もられたKB火口内の湯沼は消滅し，2006年９月に８MWと推定されたNB火口の噴気も2010年９月には目視できない程度にまで衰退していた.この結果，2006年９月には噴気地と湯沼，噴気をあわせて20MWと推定された総放熱率は，2010年９月では5.6MWと４年間で1/4となっ

た.

この熱放出率の減少は浅部熱水系の衰退を意味し，2010年度のN-B火口における噴気観測や温度検層データから掘削によって蒸気を激しく噴出するような熱水系は2000年新山の浅部に存在していないという想定を支持する.

一方，2000新山地域における急速な熱放出率の減少は1977年噴火後の山頂部における熱活動の推移と大きく異なる.この要因として貫入マグマの量の違いなどが考えられ，2011年度から始まる掘削調査の結果が待たれる.

●人工地震探査

2000年新山地域は遊歩道などが整備され，多数の来訪者があることから，積雪期以外に地元の理解が得られない.また作業効率の上から厳冬期を避けて，３月に実施することとした．探査測線は，これまでの観測・探査結果を参考に，2000年，2001年と同一とした.

●観測・探査結果のまとめ

これまでに実施した観測・探査結果は，2000新山地域の沈降や冷却帯磁傾向，熱活動の衰退が本課題着手後も継続していることを示した．また実体解明を目指した収縮源や帯磁源の位置についても大きな変化が認められなかった.

掘削地点は，当初の計画とおり，NB火口から北側に150mほど離れた旧国道230号線上を第一候補地に，NB火口から北西側に約250m離れた北西-南東に延びた隆起域の縁辺部を第二候補地とし，可能な限り新山頂部に近づくことにする.

（８）平成 22 年度の成果に関連の深いもので，平成 22 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

寺田暁彦，2010，火山における熱観測，火山，55，155-163.

大島弘光，2010，有珠山の1910年と2000年の噴火活動,日本火山学会2010年秋季大会予稿集.

橋本武志・宇津木充・中塚　正・大熊茂雄・小山崇夫・神田　径・鈴木敦生，2010，繰り返し空中磁気測量で検出された有珠山の全磁力変化,Conductivity Anomaly研究会2010年度講演会予稿集.

大熊茂雄・中塚　正・駒澤正夫,2011,産総研における空中物理探査の10年間（2000～2009）　－有珠から有珠へ－,地質ニュース,677,9-15.

宇津木充,2011,京都大学における空中磁場観測への取り組み,地質ニュース,677,34-39.

（９）平成 23 年度実施計画の概要：

火山噴出物の分布と熱水系の発達が想定される地表から深度200mまでコア採取掘削を行い、拡孔後に検層を実施する．ボーリングコアの火山地質学的・岩石学的記載および解析を行い、噴火履歴や噴火様式の時間変化について検討する．必要に応じて、コア物性試験と観測から推定された構造の再解析を行う.

当初、ワイヤーライン工法によるコア採取を計画していたが、未固結な火山噴出物の採取率を高めるために、地質状況に応じたコアバーレルによる普通工法を用い

ることにした.

また、2000年新山地域は遊歩道などが整備され、多数の来訪者があることから、掘削は地元の理解が得られる遊歩道が閉鎖される11中旬以降に着手する．このため、地質の状況によっては予定深度までの掘削が完了するのは年度をまたぐ可能性がある.

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

北海道大学大学院理学研究院大島弘光・橋本武志・青山　裕・森　濟・村上亮・池田隆司・中川光弘・吉本充宏

他機関との共同研究の有無：有

秋田大学工学資源学部筒井智樹（　代表者　）

東北大学大学院理学研究科植木貞人（　〃　）

東京大学地震研究所　中田節也（　〃　）

東京工業大学火山流体研究センター野上健治（　〃　）

京都大学大学院理学研究科　鍵山恒臣（　〃　）

九州大学大学院理学研究院松本　聡（　〃　）

京都大学防災研究所　井口正人（　〃　）

鹿児島大学大学院理工学研究科小林哲夫（　〃　）

研究協力機関

室蘭工業大学大学院工学研究科後藤芳彦（　〃　）

産業技術総合研究所　松島喜雄（　〃　）

北海道立地質研究所　岡崎紀俊（　〃　）

(11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター

電話：0142-66-4011/011-706-4677

e-mail：oshima@uvo.hokudai.ac.jp / hasimoto@mail.sci.hokudai.ac.jp

URL：

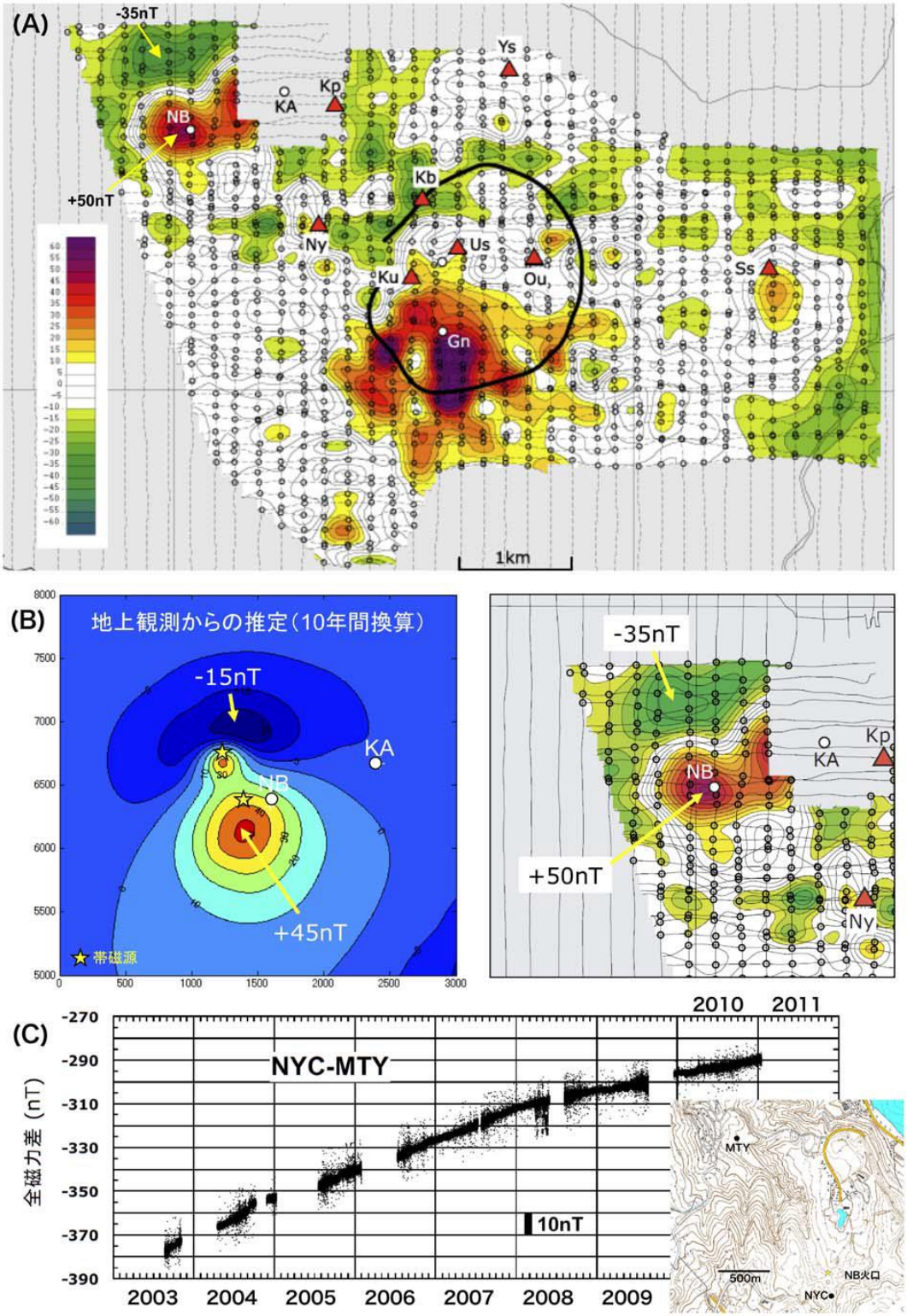


図1. 対地高度約200mのリダクション面における2000年６月から2010年９月の間の空中全磁力変化(A)、2000年山地域で地上観測から推定されている球状帯磁源が作るリダクション面での全磁力変化(B 左)と測量結果の比較(B 右)、およびNB火口南側の磁気点NYCにおけるMTYを参照点とした毎5分単純差の経年変化(C).(B)および(C)において黄色星は推定されている球状帯磁源の位置を示す.

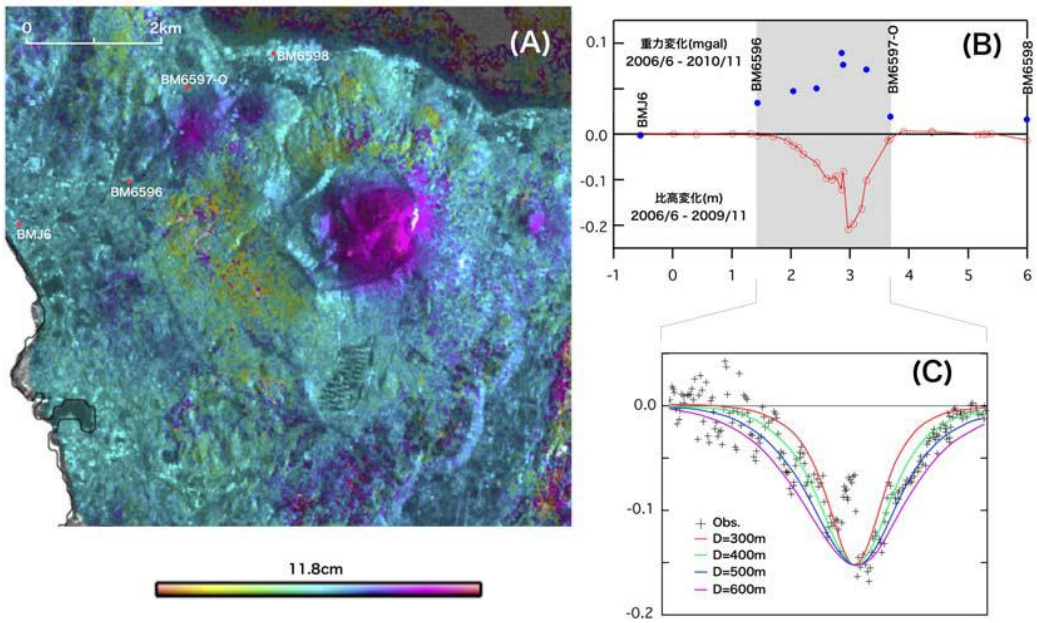


図２.2006 年から 2010 年の間に観測されたパス 58（ディセンディング軌道）の 5 ペアの干渉画像をスタッキングした 1 年あたりの変動速度分布(図 A)、2000 年新山を横断する水準路線の比高変化と重力変化(図 B)、およびスタッキング結果から求めた水準路線上の沈降量プロファイル(図 C)と球状収縮源モデル(中心位置は 140.802E，42.554N)による沈降量．スタッキングにあたっては変動源の位置が不変、変動速度一定を仮定.

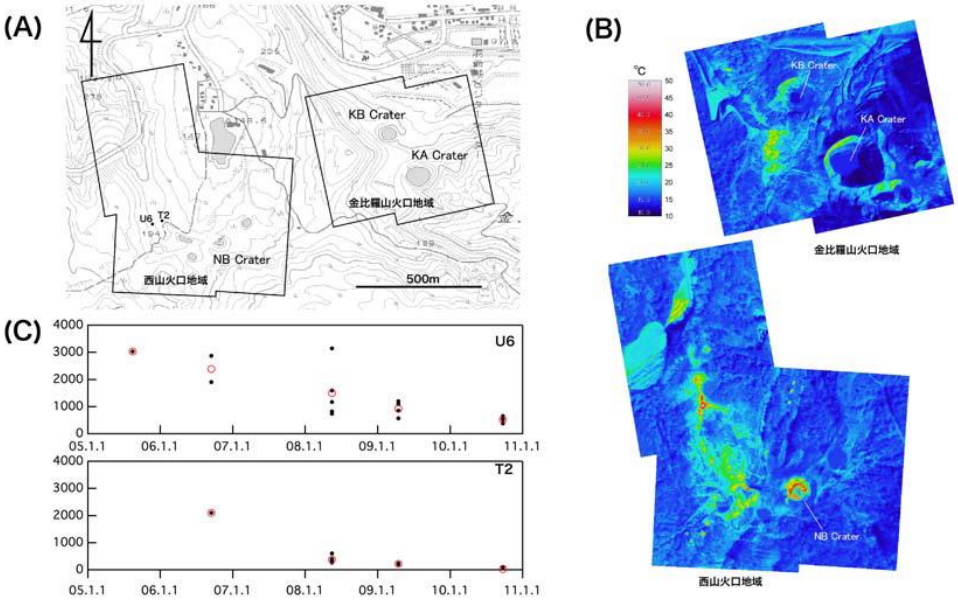


図３.空中赤外熱映像の解析領域(A)、金比羅山および西山火口地域の赤外熱映像(B)、および定点(図 A の黒丸)における氷熱流計で見積もられた熱放出率の経年変化(C)．図 C の黒丸は観測値、赤白丸は平均値である.

Ⅱ　研　究　活　動

研究テーマ

○地震観測研究分野

谷岡勇市郎

Numerical Experiment and a Case Study of Sediment Transport Simulation of the 2004 Indian Ocean Tsunami in Lhok Nga, Banda Aceh, Indonesia

Aditya Riadi Gusman [1], Yuichiro Tanioka [1], and Tomoyuki Takahashi [2]

[1] Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University, Japan

[2] Kansai University, Japan

Abstract：We use a two-dimensional tsunami sediment transport model to study the source of the 2004 earthquake. To test the model behavior, numerical experiment on sediment deposition and erosion is performed using various hypothetical parameters of tsunami wavelength, topographic slope, and sediment supply. The numerical experiment results show that erosion and deposition are strongly influenced by the tsunami wavelength and the topographic slope. The model is used to compute the spatial distribution of tsunami deposit thickness produced by the 2004 Indian Ocean over an actual elevation datasets in the coastal area of Lhok Nga, Banda Aceh, Indonesia. The model produced simulated tsunami deposits that have similar thicknesses with the measured data along a surveyed transect. Then we estimate a simple fault model for the southern portion of the 2004 earthquake using tsunami sediment transport simulations (Fig.1). The simulated tsunami run-up from the fault model is very close to the measured run-up. This result indicates that a source process of a large earthquake which generates a large tsunami can be estimated using sediment deposit distribution data.

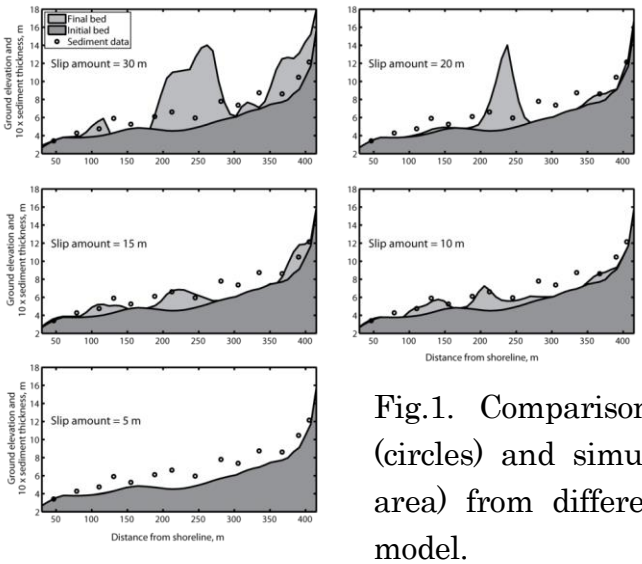


Fig.1. Comparisons of measured sediment thickness (circles) and simulated sediment deposits (light brown area) from different slip amounts of the simple fault model.

1963 年択捉沖地震の最大余震の津波波形インバージョンによる震源過程解析

伊尾木圭衣・谷岡勇市郎

はじめに

1963年10月20日09時53分11秒, 択捉島沖の44.7°N, 150.7°E, 深さ =10 km で 1963 年 10 月 13 日の択捉島沖地震の最大余震が発生した. 断層パラメータは Schwarts and Ruff (1987) より 走行 = 225°, 傾斜 = 15°, すべり角 = 90° と推定されている. 破壊域は本震と比較すると海溝側の上部, 南西側に位置する.この地震により地震の規模のわりにとても大きな津波が発生し, 太平洋やオホーツク海に 伝播した. 津波の高さは, ウルップ島 10 ～ 15 m, 択捉島 7 ～ 8 m, 国後島 0.5 m, 歯舞島 0.7 ～ 0.8 m. また八戸における津波の最大全振幅は 50 cm (渡辺, 1998). 津波の高さは大局的に本震の高さの 0.4 倍であった.本研究では津波波形インバージョンにより, 最大余震の震源過程を推定することで, 最大余震が本当に津波地震であったのか, その特徴と原因を明らかにする.

津波データと断層モデル

ロシアの検潮記録 2 点 (Kurilsk, Matua) およびハワイ諸島など太平洋の島々での検潮記録 5 点 (Nawiliwili, Hilo, Honolulu, Christmas Island, Wake Island), に日本の花咲で観測された津波波形を加えた合計 8 点 の津波観測波形を使用した. 花咲での検潮原記録は右端には紙交換の時刻が記録されており, 紙送りが正確でありまた時刻が正確であることが確認できた. 非常に重要な記録である.

断層モデルのパラメータは走行 = 225°, 傾斜 = 15°, すべり角 = 90° とした. この地震の震源域は津波地震であることを考え海溝よりのプレート境界 350 ㎞ x 100 ㎞程度に 14 個の小断層を配置した. Fukao (1979) より求められた破壊域 100 km×60 km,や Beck and Ruff (1987) より求められた破壊域を大きく含む領域に配置した. 小断層のサイズは 50 km×50 km とした. 小断層の位置を図 1 に示す. 震源は断層モデルの北側に位置する.破壊継続時間は 200 秒として数値計算を実施した.

津波波形インバージョンの結果

津波波形インバージョンの結果を図 1 に示す. 最も大きくすべた小断層は 13 で 3.2m のすべりが推定された. この場所は Fukao (1979) や Beck and Ruff (1987)など地震波形解析から推定されている場所とほぼ同じ位置で海溝近傍のプレート境界である. さらに 1963 年本震では大きなすべりが発生しなかった位置に推定されている. しかしそれだけではなく, 1. 5-1.6mの大きなすべりが南側でも推定された. このすべりは花咲の検潮記録を説明するためにはどうしても必要となる. すでに述べたように花咲の記録の時刻精度に問題はない. 以上より 1963 年択捉島地震の最大余震の震源域は海溝よりのプレート境界を 300 k mにも渡った長い領域を破壊したと考えられる. これは, 津波地震の大きな特徴と言える. 剛性率を 4.0×10^{10} N/m^2 と仮定すると, 地震モーメントは 1.1×10^{21} Nm ($M_w = 8.0$) と推定された.

考察

津波波形インバージョンから求められたすべり量分布より,破壊域は海溝よりでその長さは 300 k mにも達していると推定された. これは 1896 年明治三陸津波地震などを含む典型的な津波地震の特徴のひとつと言える. さらに津波波形インバージョンより求められた地震モーメントは 1.1×10^{21} Nm ($M_w = 8.0$) となり, この結果は実体波解析より求められた地震モーメント 0.6×10^{20} Nm ($M_w = 7.2$) (Wiens, 1989) や, 表面波解析より求められた地震モーメント 0.7×10^{20} Nm ($M_w = 7.2$) (Furumoto, 1979) 比べて非常に大きな値となった. この結果は本最大余震が津波地震であることを明確に示すものであろう.

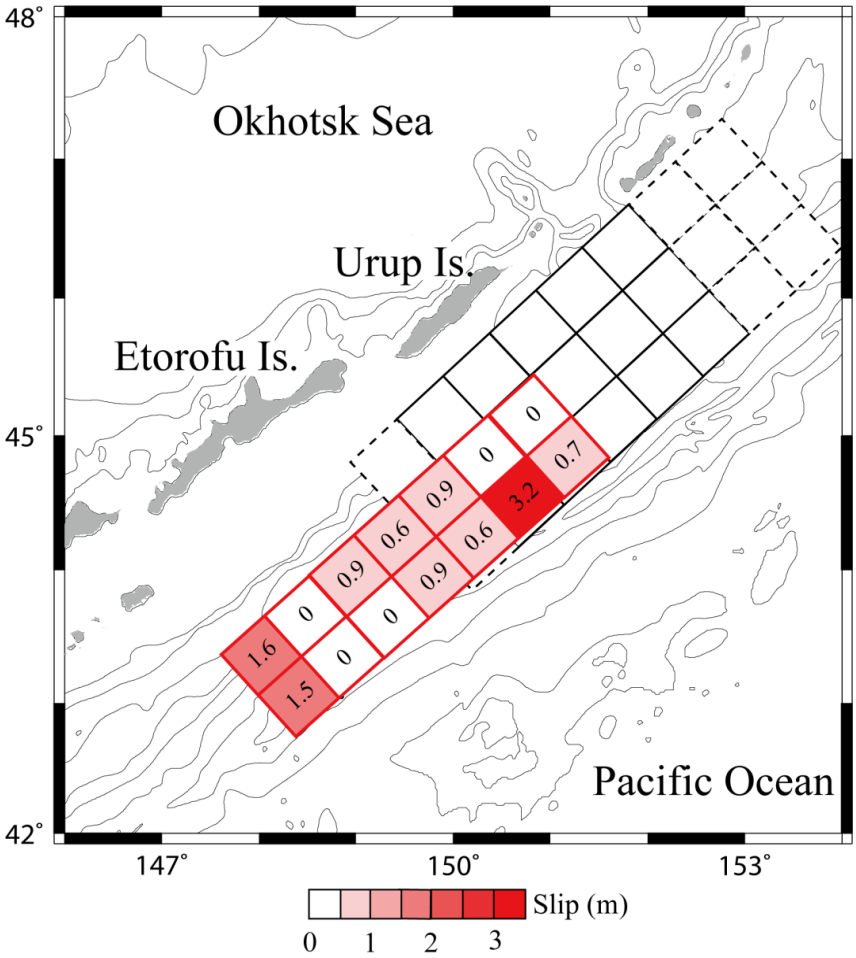


図 1. The slip distribution of the 1963 largest aftershock estimated from the tsunami waveform inversion using 14 subfaults. A depth contour interval is 1000 m.

1958 年択捉沖地震の津波波形インバージョンによる震源過程解析

伊尾木圭衣・谷岡勇市郎

はじめに

1958 年 11 月 7 日，千島沈み込み帯で択捉島沖地震が発生した(M_w 8.3). 震源は 44.5°N, 148.5°E に位置する．この地震はやや深い場所で発生したプレート境界型地震とされていた．しかしこの地震は，高周波成分の地震波が卓越している，余震域が比較的小さい，有感域が非常に広いなど，プレート境界地震ではなくスラブ内地震に多い特徴がみられ，スラブ内地震であったのでは考えられるようになってきている．さらに 1958 年択捉島沖地震は津波を発生させ，その津波太平洋を伝播しハワイなど多くの島々の検潮所で津波が観測されている．

本調査ではこの地震の破壊過程を調べるため，太平洋沿岸の検潮所で観測された 13 の津波波形を用いてこの地震がプレート境界型地震であったのかスラム内地震だったのかを決定し，その後津波波形インバージョンにてすべり量分布を推定した．

津波波形データ

日本の検潮記録 8 点（花咲，釧路，浦河，室蘭，函館，宮古，釜石，女川)，ロシアの検潮記録は 1 点（Yuzhno Kurilsk)，　ハワイ列島など太平洋の島々の検潮記録は 4 点（Guam Island, Midway Island, Wake Island, Hilo）を用いた．

津波波形インバージョンの結果

津波波形インバージョンの結果を図 1 に示す．最大すべりは 1.6m であるが，大きくすべった場所は一か所で M8 クラス以上のプレート境界型地震に良く見られる震源過程の複雑さは見られない．この結果はこの地震がスラム内地震であったことをサポートする．剛性率を 6.5×10^{10} N/m^2 と仮定すると，1958 年択捉島沖地震のすべり量分布より計算された地震モーメントは 1.7×10^{21} Nm (Mw 8.1）となる．

結論

1958 年択捉沖巨大地震の津波波形解析により，この地震はプレート境界型巨大地震ではなく，プレート内巨大地震であることが確認された．さらに津波波形インバージョンにより，大きくすべった場所は一か所で M8 クラス以上のプレート境界型地震に良く見られる震源過程の複雑さは見られないことが分かった．この結果もこの地震がスラム内地震であったことをサポートする．剛性率を 6.5×10^{10} N/m^2 と仮定すると，1958 年択捉島沖地震のすべり量分布より計算された地震モーメントは 1.7×10^{21} Nm (Mw 8.1）となった．

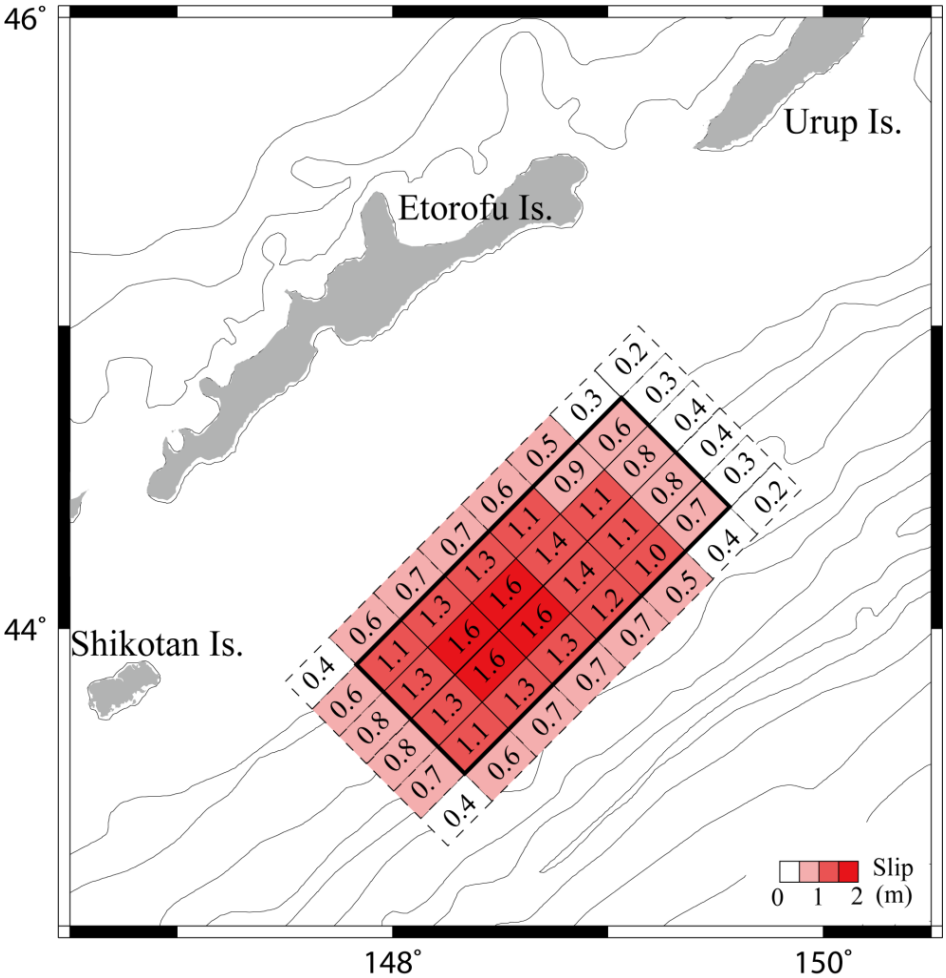


図 1　The slip distribution of the 1958 Etorofu earthquake estimated from the tsunami waveform inversion using 48 subfaults. A depth contour interval is 1000 m.

勝俣　啓

再検測地震カタログにより検出された根室・釧路沖の地震活動静穏化
Seismic quiescence off coast of Nemuro and Kushiro detected by a carefully re-determined seismic catalog

過去に発生した大規模な地震では，本震発生の数年前から震源域で地震活動度が低下していたという報告が多数ある．しかし，地震カタログの時間的・空間的な不均質性を考慮せずに人工的な見かけ上の変化を静穏化と誤認している研究も少なくない．したがって，静穏化仮説に関しては，信頼性の高い地震カタログを用いて事例を積み重ね，検証を続ける必要があるだろう．本研究では，1994 年 1 月から 2009 年 12 月までに北海道付近で発生した中小地震を再検測し，その中から M3.3 以上，深さ 200km 以浅の太平洋プレート境界および内部の地震 3313 個を選択した．この地震カタログを用いて，M8 クラスの地震が近い将来発生すると予想される根室沖の地震活動度の時間変化を解析したところ，顕著な静穏化が検出された．範囲は，北緯 43.2 度，東経 146.6 度付近から南西方向に約 180km の北緯 42.3 度，東経 144.5 度付近にかけてである．静穏化の開始時期は，2006 年 1 月頃からであり，現在も継続中である．

Many authors reported in the previous studies that the seismic quiescence was observed several years prior to a great earthquake. This is the seismic quiescence hypothesis. However there are cases that they obtained wrong results based on seismic catalogs which were not homogeneous in space and time. Therefore more reliable case studies should be required for confirming whether the seismic quiescence hypothesis is true or not. In this study I examined all waveform data from 3313 earthquakes with M=3.3 or larger, shallower than 200 km , and within the Pacific plate, which were recorded by the Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University from January 1994 to December 2009. As a result I found a significant seismic quiescence off cost of Nemuro and Kushiro in the elliptical area 180 km long. The northeast boundary of the area is around (43.2N, 146.6E) and the southwestern boundary is around (42.3N, 144.5E). The seismic quiescence started in January 2006 and has continued at the present.

2003 年十勝沖地震前の地震活動静穏化を説明するプレスリップモデル

A pre-slip model to explain the seismic quiescence before the 2003 Tokachi-oki earthquake

1. はじめに

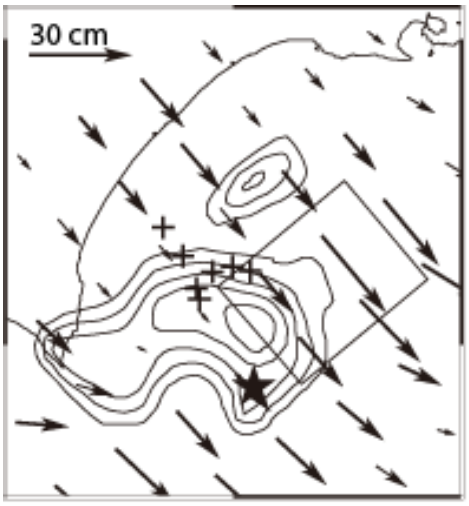
2003 年十勝沖地震(M_{JMA}=8.0)前に太平洋プレート内の地震活動度が低下していたことを 2004 年合同大会, 2004 年地震学会秋季大会, および 2005 年合同大会で報告した. 本研究では，この静穏化を説明するモデルとして，太平洋プレート上面付近で長期的 Slow Slip Event (SSE)が発生し，その滑りによって周囲の Coulomb Failure Stress (CFS)が変化し，静穏化を引き起こすと同時に本震の発生も促進したというプレスリップモデルを提唱する.

2. 解析

SSE の断層面は太平洋プレート上面に一致し，(strike,dip,slip)は本震と同じと仮定した．静穏化領域の地震は down-dip extension 型の震源メカニズム解であると仮定し ΔCFS の分布を計算した．Dieterich[1994]によると，観測された静穏化は stressing rate が静穏化開始以前の半分になったと仮定するとよく説明できるので，SSE の滑り速度を backslip の 50%，すなわち 3cm/year と仮定した．断層面の位置とサイズは次の 4 条件を満たすように試行錯誤的に決定した．(1)静穏化領域では ΔCFS が負になる，(2)陸上の GPS 網では検知されない，(3)プレート境界面の小繰り返し地震域では ΔCFS が正になる，(4)本震の震源では ΔCFS が正になる.

3. 結果

得られた SSE の断層面を図に示す．大きさは 60km×50km，静穏化が観測された本震前 5 年間, 一定速度で SSE が継続したと仮定すると, 滑り量は 15cm, Mw=6.0 となる. 静穏化領域では CFS が約 0.01 MPa/year で減少，本震の震央では 5 年間で CFS が 0.1 MPa 増加する．静穏化開始と同時期に活発化した小繰り返し地震は，ΔCFS が正の領域に分布する．また，大きな afterslip が観測された場所と SSE 断層面がよく一致する. この領域は本震の滑り量が小さく，pre-slip と afterslip を起こしやすい摩擦特性を持つと考えられる.



図．長方形が SSE の断層面．2003 年十勝沖地震本震時の滑り分布を 1m 毎のコンターで示す [Yamanaka and Kikuchi, 2003]．★は本震の震央，＋は静穏化と同時期に活発化した小繰り返し地震の震央 [Uchida et al, 2009 の領域 F], 矢印は 2003 年 10 月 20 日から 11 月 10 日までの afterslip [Ozawa et al. 2004]を示す.

謝　辞

ΔCFS の計算には，MICAP-G [内藤・吉川，1999]を使用した.

髙橋浩晃

地球物理学的観測による北東アジア地域の新たなテクトニックフレームの構築

高橋浩晃・谷岡勇市郎・髙田真秀・一柳昌義・山口照寛
蓬田清・吉澤和範（地球惑星ダイナミクス）
宮町宏樹・中尾茂（鹿児島大学），宮城洋介（JAXA-EORC）

昨年度から 4 年計画で，科学研究費基盤 A の交付を受けて，ロシア極東，サハリンおよびカムチャッカ半島において，オホーツクプレートおよびアムールプレートを含む広域的なテクトニックフレームの高度化を地震・GPS・SAR 観測から行う研究を行っている．この研究は 1995 年以来続いているロシア科学アカデミー極東支部の研究所群との共同研究であり，カムチャッカ火山地震研究所・カムチャッカ地震観測所・サハリン海洋地質地球物理研究所・サハリン地震観測所・ハバロフスクテクトニクス地球物理研究所・ウラジオストック応用数学研究所・ロシア国立極東総合大学・マガダン地震観測所およびロシア科学アカデミー本部との共同研究である．8 月にはモスクワのロシア科学アカデミー本部を訪問し，副総裁との間で覚書を作成した．

北海道大学は，この地域に STS-2 からなる広帯域地震観測点を 8 箇所運用しており，引き続きそれを継続したほか，サハリン南部の地震多発地帯に展開する 8 箇所からなる微小地震観測網についても引き続き観測を行った．サハリン南部で 2006 年に発生した被害地震の詳細な震源分布を最適化された速度構造を用いて求め，2005 年からの一連の地震活動の特に深さ分布やクーロン応力破壊係数との関連について調査を行った．

GPS 関係では 9 月にウラジオストックを訪問し観測点のメンテナンス作業を実施したほか，これまでのデータを統合解析し現時点で最良の東北アジア地域の速度場を求めた．これによると，アムールプレートの運動は当初予想よりもかなり小さいことが示唆され，シホテリアン断層帯ではほとんどひずみの蓄積が見られないことが明らかになった．しかしながら，サハリンや北海道北部と沿海州の間には明瞭な収束運動が見られることから，アムールプレート運動以外の要因を考える必要が出てきた．

また，5 月には本研究とモスクワに本部を置く国際科学技術センターが主催し，文部科学省・気象庁・国土地理院・北海道立総合研究機構地質研究所が後援するワークショップ「International workshop on progress of research for disaster mitigation of earthquakes and volcanic eruptions in the north Pacific region」を開催した．ロシア人 8 名およびアメリカ人研究者 3 名の招聘者を含む 130 名の参加があった．

北太平洋地域地震火山噴火防災のための
研究推進に関する国際ワークショップ

島弧型玄武岩質マグマ噴火のマグマ系と噴火機構解明のための日ロ共同研究
—カムチャッカ・クルチェフスカヤ火山での観測研究—

髙橋浩晃・青山裕・中川光弘（地球惑星システム）
宮町宏樹（鹿児島大学）・松島健（九州大学）
宮城洋介（JAXA-EORC）

今年度から 4 年計画で科学研究費補助金基盤 A を受けてカムチャッカ・クルチェフスカヤ火山の噴火機構を解明するための観測研究をスタートさせた．この計画は，世界でも有数の噴火頻度・噴出率，そしてアジア大陸の火山としては最高峰を誇るカムチャッカ・クルチェフスカヤ火山において地球物理および岩石学的研究を実施し，その噴火機構を明らかにしようとするものである．本年度は，傾斜計を 3 箇所に設置して観測を開始したほか溶岩流のサンプリングも行った．傾斜計は Applied Geomechanics 社製の気泡式機器を採用し，超低消費型データロガーと空気積層電池を用いることによりメンテナンスフリーで 100Hz サンプリングの通年観測を実現した. 傾斜計本体は永久凍土層に掘削されたピットがある場合にはそこに設置された．この火山では数多くの側火口が存在するとともに，中央火口からも活発なストロンボリ式噴火を繰り返し溶岩流の流下もしばしば発生する．このような噴火様式の違いを支配するものは，実際は中部地殻から上部地殻に推定されるマグマ溜りからのフローレートであることが考えられるが，それを地震計の帯域ではそれを把握するのは難しい．傾斜計を高いサンプリング周波数で運用することにより地震帯域から DC までの広帯域性をもつセンサーとして運用することにより，数日から数週間程度の帯域でのマグマ輸送現象を明らかにすることができるものと期待される．

活発な噴火活動を行うクリュチェフスカヤ火山

石狩低地東縁断層帯における自然地震観測の継続と札幌地震の臨時観測

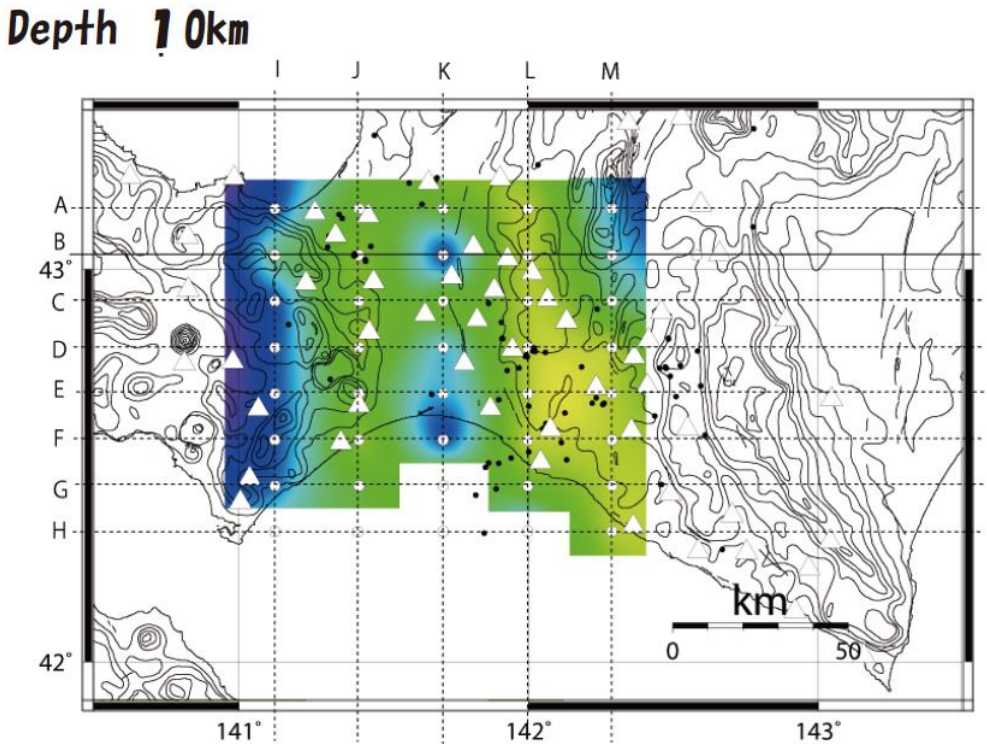
髙橋浩晃・山田卓司・髙田真秀・一柳昌義・山口照寛

文部科学省委託研究「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究」によって石狩低地東縁断層帯南部に設置された 10 箇所の自然地震観測点において観測を継続した. 観測は高感度微小地震計および強震計で行っており，順調にデータが所得されている．データは NTT フレッツ網を用いた IP 回線網を経由して北海道大学へリアルタイムで伝送されハードディスクに格納されている.

前項で述べたリアルタイムに伝送された地震波形データに加え，北海道大学の運用する既設の地震観測点および札幌市の運用する地震観測点のデータ，さらに，全国地震波形流通システムを介して，気象庁，防災科学技術研究所の運用する地震観測点のデータも随時マージし，データの一元化をはかったのち，Ｐ相およびＳ相の検測作業を実施している．観測を開始した 2008 年 12 月から 2010 年 12 月までに読み取りが行われ震源が求まった地震は 296 個であった．上部マントルや下部地殻の地震波速度構造の推定のためにはやや深発地震による走時データも必要となるため，深い地震に関しても地震波の読み取り作業を行っている．震源決定の初期構造には北海道大学がルーチンの震源決定作業で用いている構造(笠原・他，2005)を利用し，走時残差を観測点補正値として与えて震源再計算を行い，これを初期震源とした．一部の地震は地中に収束せずに空中に震源が求まっており，この原因として用いた地震波速度構造は実際の速度構造との差異が考えられる．やや深発地震は昨年に対象領域の南部でまんべんなく発生しており，昨年度に引き続きこの地域での走時データの蓄積に貢献していることがわかる．深さ 40ｋｍ以浅の地震のみによる地震活動は，石狩低地東縁断層よりも東側かつ，その南部で活発であるが，昨年度に引き続きそれよりも北側では活動が非常に低調であることがわかった．また，石狩平野西縁部の北広島市・札幌市付近で活発な地震活動が見られた．これらの活動は, 2010 年 10 月から特に活発化し 12 月 2 日には石狩地方中部で M4.6 の地震が発生し最大震度 5 弱を記録した．この一連の活動の北部地域でも地震活動が活発であり，この１年は札幌市直下での地震活動が活発であったといえ，今後の活動の推移を注意深く見守る必要があると考えられる．東西方向の深さ分布からは，札幌市付近で発生した地震はそのほとんどが非常に浅い部分に震源が求まっているが，それよりも深い 15km 付近まで震源が広がっていることがわかった．これらの震源の深さ方向の広がりについては，速度構造等の観点からよく検討を行う必要があると考えられる.

本年度まで得られた地震の読み取り値を用いて，予察的な地震波速度構造の解析を実施した．先に説明した初期震源のうち，深さ 40km 以浅で北緯 42 度から 43 度 38 分，統計 141 度から 143 度 38 分の範囲に発生した地震を選択肢，Thurber(1983)の手法を用いてＰ波地震波速度構造と震源を同時に推定した．用いた地震は 166 個で，それから得られたＰ波走時は 2484 個である．得られた深さ 10km での地震波速度構造のパータベーションからは，胆振地方南部から日高地方東部にかけての地域では，周辺に比べて低速度域が分布していた．また，石狩平野東縁断層では，東側が低速度異常，西側に高速度異常が分布していることがわかる．ここで示した結果は予察的なものであるが，現

在行っている自然地震観測のデータを用いることにより，石狩平野全体，あるいは，石狩平野東縁断層帯周辺での不均質構造を明らかに出来る可能性が示された．今後も震源および走時データの蓄積をはかることで，より詳細な地震波速度構造およびそれを用いた高精度震源決定を行う予定である．



図：予察的に得られた深さ 10km の P 波地震波速度構造.

濃尾地震断層系全国合同地震観測

髙橋浩晃・髙田真秀・一柳昌義・山口照寛・勝俣啓

今年度から始まった「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」において実施される濃尾地震断層系にける全国大学合同内陸総合観測において，北海道大学が分担する 4 観測点の維持（福井県・滋賀県・岐阜県）を継続した．観測は 1 秒の短周期地震計によるテレメータ観測であり，NTT 地上回線および V-SAT によるデータ転送を行っている．現地は有数の積雪地帯であるが，データは大きなトラブルなくテレメータされた．データは京大防災研究所および衛星回線網を通じて北海道大学にも送られて解析が実施されている．

山田卓司

ハワイ島キホロ湾地震の解析：余震を含む小地震の震源分布および応力降下量と本震の滑り分布との関係

山田卓司, Paul G. Okubo（米地質調査所ハワイ火山観測所）, Cecily J. Wolfe（ハワイ大学マノア校）

2006 年 10 月に，ハワイ島北西部のキホロ湾下深さ 39km で Mw6.7 のキホロ湾地震（以後，本震と記す）が発生した．本研究では，本震のすべり分布を求めるとともに，余震を含む小地震の震源再決定と応力降下量解析を行い，本震のすべり分布との関係を議論した．

まず，余震を含む小地震の震源再決定を行ったところ，余震は南側に傾き下がる東西走行の平面上に分布しており，この面は Global CMT の 2 節面のうちの 1 つと調和的であった．したがって，この東西平面が本震の断層面であると考えられる．

次に，ハワイ島内の強震観測点のうち，12 点の水平 2 成分の観測波形を用いて，本震のすべり分布および破壊伝播速度を求めた．解析の結果，破壊は東西走行の断層面上を西向きに 3.0km/s（S 波速度の 63%）で進展したことが明らかになった．この結果は，本震の震源が断層面の東端付近に位置することとも調和的である．

最後に，余震を含む小地震の応力降下量を解析し，本震のすべり分布との関係を調べた．小地震の応力降下量は 0.12MPa から 8.6MPa と求められ，本震の大すべり域周囲の小地震は大きな応力降下量を持っていることが示唆された．この結果は，小地震の応力降下量を定常的に解析することにより，将来の大地震における大すべり域を予測できる可能性を示している．今後，他の地域で同様な解析を行い，この結果が地域によらず普遍的なものであるかの検証を行う予定である．

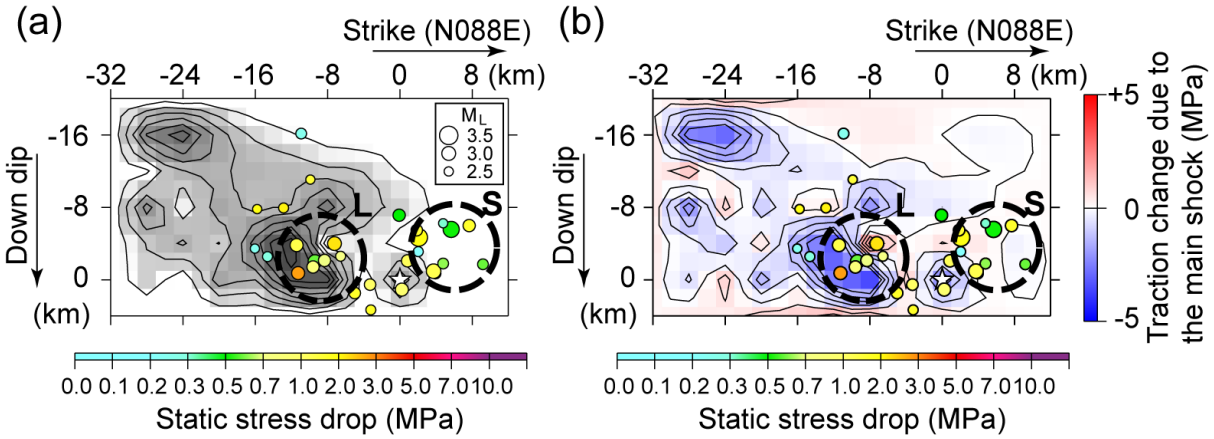


図 1　キホロ湾地震のすべり分布および応力変化量と小地震の応力降下量の関係

広島県下の地殻最下部で発生している地震の応力降下量

髙橋浩晃・山田卓司

日本列島の島弧地殻内で発生する地震は，日高山脈・北海道北部・深部低周波地震などの特殊な事例を除いてほぼ深さ 15km より浅い上部地殻内で発生していることが知られている．気象庁一元化震源の精査により，広島県広島市と東広島市の境界周辺のモホ面付近で，低周波でない，いわば「普通の」地震がクラスター状に発生していることを見出したので報告する．

この地震群は北緯 34.44 度，東経 132.68 度付近を中心とする半径 5km の範囲で発生しており，その深さは 30-35km に集中している．このクラスターほど顕著ではないが，東広島市北部，備中高梁および岡山市北区にも同様な深い活動が見られる．この付近のモホ面は 35km よりやや深い程度（Shiomi et al., 2006）で，フィリピン海プレートの上面は深さ 50km である（Nakajima and Hasegawa, 2007）ので，この地震群は陸側地殻最下部のモホ面付近で発生していることと考えられる．気象庁の地震検知能力が向上した 1990 年代以降はほぼ一定レートで地震が発生しており，Hi-net 整備後の年間発生数は 40-50 個で推移しているが，深部低周波地震で見られるような群発的な活動様式は示さない．

モホ面付近に発生するいわゆる深部低周波地震は，その卓越周波数が数 Hz 付近で高周波成分がほとんど見られないのに比べ，この場所で発生している地震のそれは 10Hz 以上であり，浅部で発生する地震のように高周波成分が卓越する．応力降下量を解析したところ，0.5MPa から 50MPa の間の値となり．やはり「普通の」地震と同じ応力降下量を示す．なお，菅ノ又ほか（2006）はこの付近の速度構造を調査しているものの，大規模な異常は見られない．

このような特異な地震活動が発生している原因は現在のところ不明であるが，通常は脆性破壊が起こらない深さでの活動であり，下部地殻の強度等を考える上で興味深い現象である．

なお，解析には防災科研 Hi-net の波形データ・F-net のメカニズム解および SMDA2 ソフトウエア，SEIS-PC（中村・石川，2005），気象庁震度データベースを利用した．気象庁一元化震源は，気象庁・文部科学省が協力して独立行政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，独立行政法人産業技術総合研究所，国土地理院，青森県，東京都，静岡県，神奈川県温泉地学研究所，横浜市，独立行政法人海洋研究開発機構，及び気象庁データを処理した結果である．

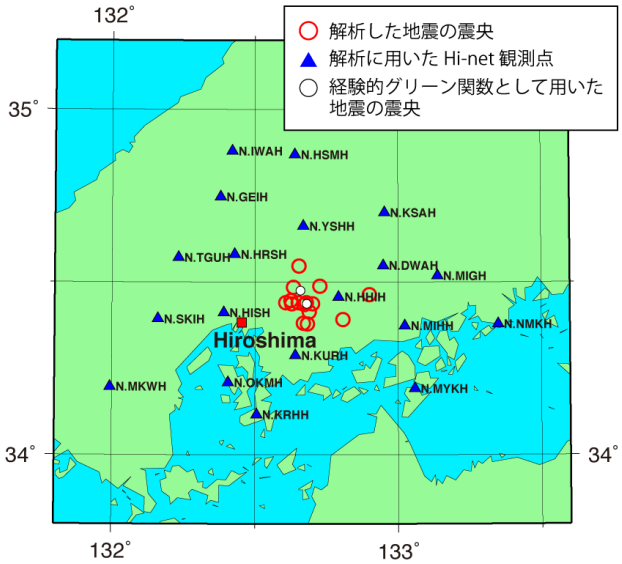


図１　解析した地震の震央分布および解析に使用した Hi-net 観測点

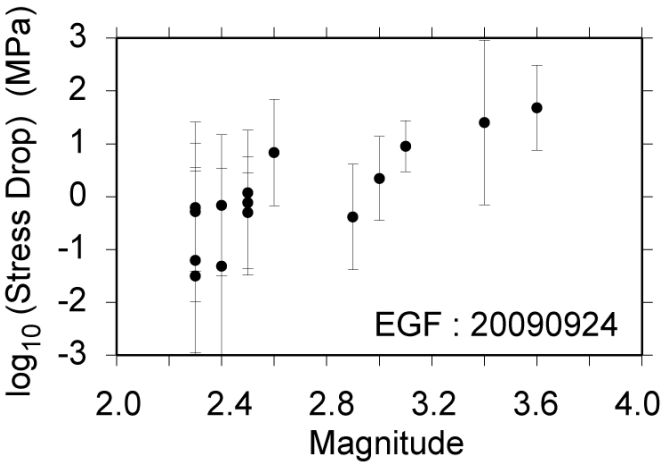


図２　応力降下量の解析結果関係

中村有吾

北海道東部太平洋沿岸および色丹島における津波堆積物調査

中村 有吾，西村 裕一，プルナ スラスティア プトラ，
ヴィクター カイストレンコ（ロシア科学アカデミー極東支部）

千島海溝沿いで発生する大地震の長期評価を精度よくおこなうためには，北海道および千島列島の沿岸地域で過去数百年に発生した津波の年代，浸水域，波高を推定する必要がある．そこで本研究では，十勝，根室，色丹島の臨海低地において野外調査をおこない，過去約 3000 年の津波堆積物層序を検討した．調査をおこなったのは，浦幌町豊北字ヌタベツトの低湿地（海岸から 370～625m の範囲），根室市別当賀の低湿地（海岸から 100～370m），色丹島南東部イネモシリ付近（海岸から 330～580m）である．浦幌では 20m 間隔で 15 地点，根室では同様に 14 地点において，ハンディジオスライサー（全長 100cm および 150cm）により掘削した．色丹島ではピートサンプラーを用いた．

なお，従来の研究では，層厚や粒径，堆積構造などにより，津波堆積物が対比されている．しかし，これらの諸特性は，微地形の影響が大きいため，距離数十 m 以上にわたる津波堆積物の対比には利用できない．本研究では，津波堆積物の地点ごとの対比をより確実におこなうために，1/16 φ精度の高精度粒度組成や，構成物（鉱物組成，微化石組成，含有する火山ガラスおよび鉱物の化学組成）を記載することで，津波堆積物の対比を試みる．粒度分析にはレッチェ社製カムサイザーを用いた．鉱物組成は，双眼実体顕微鏡で 1～2 φ粒子を観察して記載した．

北海道東部太平洋岸および千島列島南部に分布する完新世示標テフラは，樽前 a テフラ（西暦 1739 年：Ta-a），駒ヶ岳 c2 テフラ（1694 年：Ko-c2），樽前 b テフラ（1667 年：Ta-b），白頭山苫小牧テフラ（約 1000 年前:B-Tm），樽前 c テフラ（約 2700 年前：Ta-c）である．浦幌では Ta-b と Ta-c の間に最大で 8 層の津波砂層が認められた．Ta-b の直下に 1 層，B-Tm の上位に 1 層，B-Tm と Ta-c の間に 6 層である．根室においては，地表面と Ta-a の間に 1 層，Ko-c2 と Ta-c の間に 7 層の津波砂層が認められた．色丹島イネモシリでは，Ta-c より上位に，6 枚の砂層を確認した．最上位の砂層は 1994 年北海道東方沖地震津波による堆積物の可能性がある．

浦幌で採取した 8 層の堆積物のうち 4 層は, 粒度組成の平均値で対比できる. ただし, 上方細粒化などの堆積構造は地点ごとの相違が大きかった. 津波砂層の構成物をみると, Ta-b 直下の砂層は軽石をほとんど含まず, 斜方輝石を 10%以上含む特徴があるのに対し, 他の層はいずれも，岩片，軽鉱物，軽石で構成される．このことは，津波発生当時の海岸環境の違いを反映していると考えられる．また，内陸の地点で採取した試料は，海側の地点の試料に比べて，火成岩片および軽石を高い比率で含む傾向にあり，堆積物運搬過程で比重分離が生じた可能性がある．

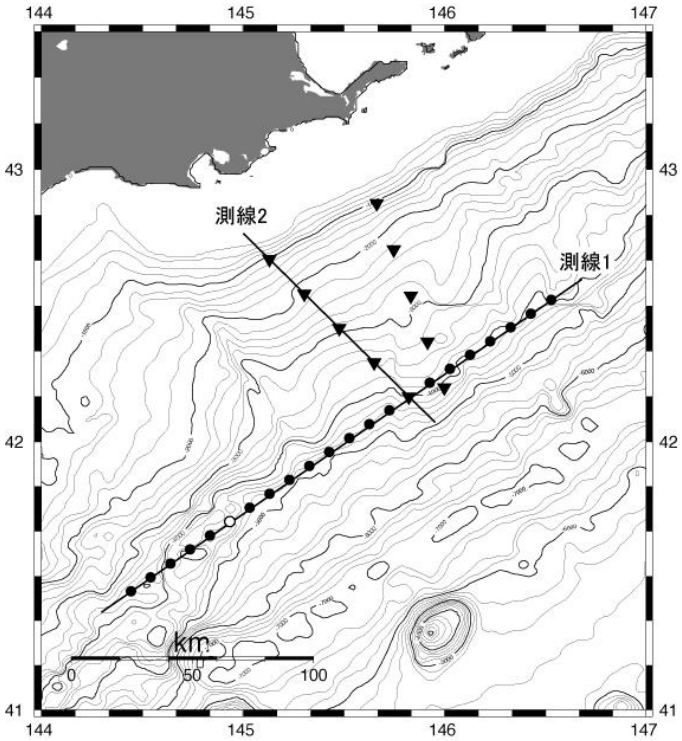
○海底地震研究分野

村井芳夫

北海道・十勝沖から根室沖におけるエアガンと海底地震計を用いた地下構造探査

村井芳夫・東 龍介・西村裕一・勝俣 啓・山田卓司，望月公廣（東京大学地震研究所）

北海道の十勝沖・根室沖は，太平洋プレートが北海道の下へ沈み込むことに伴う地震活動の活発な場所であり，1952 年十勝沖地震（*M*8.2），2003 十勝沖地震（*M*8.0）および 1973 年根室半島沖地震（*M*7.4）等の *M*7 ～*M*8 クラスの大地震が発生し，太平洋沿岸で津波等の被害をたびたび起こしてきた海域である．1952 年と 2003 年の十勝沖地震では地震時の滑り分布が求められ，本震近傍での大きな滑りが明らかにされる一方，2003 年十勝沖地震については，その後の余効変動も観測された．それらの空間的分布からカップリング状態の地域性が示唆されている．北海道大学地震火山研究観測センターでは，他機関との共同研究として，2003 年十勝沖地震の余震観測を含め，海底地震観測をここ数年続けて実施してきたが，2010 年 8 月には，1952 年十勝沖地震の本震時に滑りの大きかった領域（アスペリティ）と，それと隣接し，2003 年十勝沖地震後に余効変動があった領域とのプレート境界付近の地下構造の違い等を明らかにすることを目的として，海底地震計 21 台（図中の丸）を設置して地下構造探査を実施した．観測では，新日本海事㈱所有の「新世丸」を傭船し，東京大学地震研究所所有の 25 リットルのエアガン 2 台を使用して，1952 年十勝沖地震のアスペリティと 2003 年十勝沖地震後に余効変動があった領域を含む測線 1 と，文部科学省委託事業によって長期観測型海底地震計（図中の三角）が設置されている測線 2 上で発振した．エアガン発振後，図の白丸で示した 1 台を除く 20 台の海底地震計を回収した．観測記録からは，釧路海底谷より西側の海底地震計では，震央距離 40km 付近で初動走時に不連続が見られたが，東側の海底地震計では連続しており，東西方向での構造の違いが示唆された．

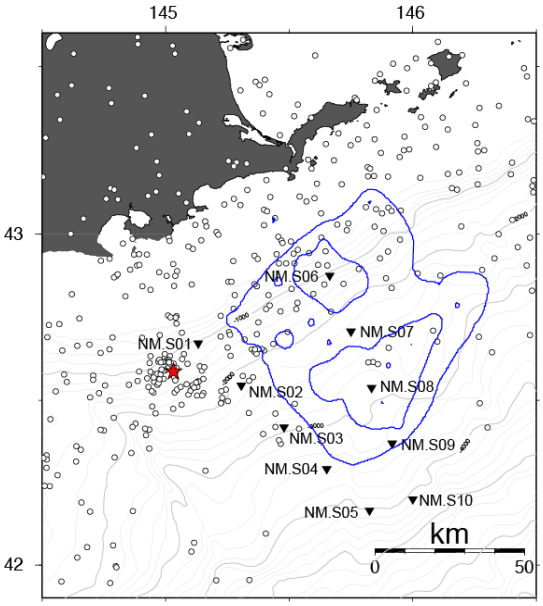


長期海底地震観測から得られた北海道・根室沖の大地震発生域周辺の地震活動

村井芳夫，日野亮太・伊藤喜宏・鈴木秀市（東北大学理学研究科），
金田義之（海洋研究開発機構）

北海道太平洋沖の千島海溝では，太平洋プレートの沈み込みに伴って，*M*7～*M*8 クラスの大地震が繰り返し発生してきた．最近では，2003 年に十勝沖地震（*M*8.0），2004 年に釧路沖で *M*7.1 の地震が発生し，隣接する根室沖では 1973 年根室半島沖地震（*M*7.4）以来大地震が発生していないことから，次の海溝型大地震の発生場所として注目されている．このようなプレート境界型大地震の発生に関連して，微小地震活動の時空間的な変動を捉えることは重要であるが，この領域は陸から離れているので，そのためには海底地震観測が必要不可欠である．そこで，根室沖では文部科学省委託事業によって海洋研究開発機構が東北大学，北海道大学と共同で，根室半島沖アスペリティとその周辺に長期観測型海底地震計 10 台を設置し，2008 年 11 月から観測を行っている．本研究では，2009 年 6 月に回収されたデータを用いて震源決定を行い，根室沖における最近の微小地震活動の把握を行った．

観測点分布を図に三角で示す．コンターは 1973 年根室半島沖地震時のすべり量を 0.5m 間隔で示す（Yamanaka & Kikuchi, 2004）．2003 年十勝沖地震では，1973 年根室半島沖地震のアスペリティの西側に隣接する領域をすべり残している可能性があることから，根室沖アスペリティ内とアスペリティの西側領域に海底地震計 10 台を約 20km 間隔で設置した．解析には，2008 年 11 月 9 日から 2009 年 6 月 16 日までのデータを用いた．震源決定では，Nakanishi *et al.*（2004）による根室沖における構造探査によって求められた *P* 波速度構造を参考に 1 次元速度構造を仮定し，*P* 波速度と *S* 波速度の比は 1.73 とした．得られた震央分布を図に白丸で示す．根室沖アスペリティでは地震活動が静穏であるが，その周辺では 2009 年 4 月 28 日 20 時 21 分に，釧路沖の北緯 42.6 度，東経 145.1 度で *M*5.4 の地震が発生し（星印），その余震活動が見られる．これらの震源は気象庁一元化震源より浅く決まっていて，その深さは Katsumata *et al.*（2003）によって推定された沈み込む太平洋プレート上面の深さとよく一致していた．



東　龍介

エアガン

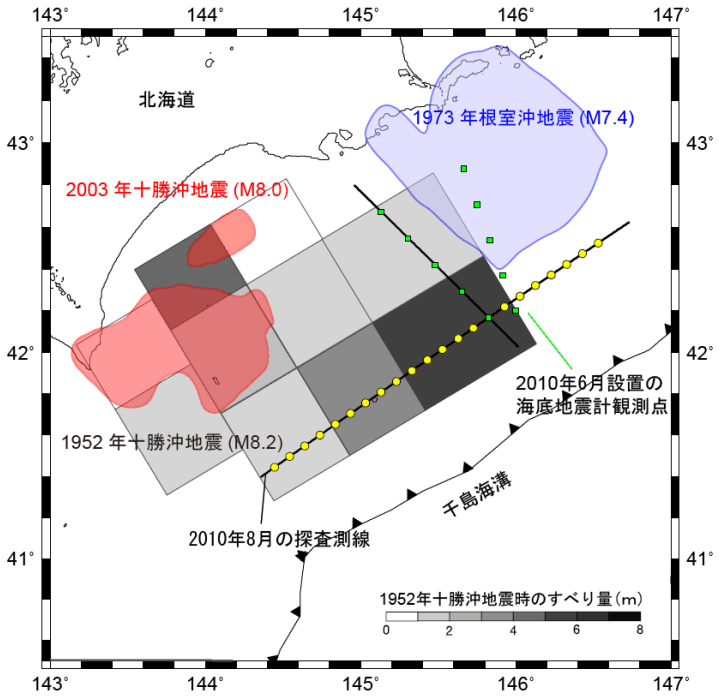
- OBS 構造探査で推定した 1952 年十勝沖地震震源域周辺の地殻構造

東龍介・村井芳夫・勝俣啓・西村裕一・山田卓司・望月公廣（東大地震研）

2003 年十勝沖地震は 1952 年十勝沖地震の繰り返し地震と考えられているが，両者の本震時すべり分布は明らかにことなる．1952 年地震ですべった震源域東部のパッチが，2003 年地震ではすべっておらず，1973 年根室沖地震震源域との間に地震の空白域が認められる．このようにイベント毎ですべり量が異なる原因のひとつとして，プレート境界面の形状やプレート間低速度層の存在といった物理的状態が議論される．

そこで，2010 年 8 月に空白域においてエアガンと海底地震計（OBS)を使った海底下地殻構造探査を実施した．調査航海は，㈱新日本海事の多目的調査船舶「新世丸」により進められた．21 台の海底地震計を，海溝軸から 50 km 陸側に配した全長 240 km の測線に沿って設置したのち，総容量 50 L のエアガン（東大地震研所有）を制御震源として調査を実施した．発振実験ののち 20 台の海底地震計の回収に成功した．

取得したエアガン波形記録上から，明瞭な初動と後続波を確認した．測線西部の OBS において，初動は震央距離 40 km 程度で不連続となり，シャドーゾーンを伴って見かけ速度が~5 km/s から 7.2 km/s に急激に増加した．一方，東側の OBS ではそのようなシャドーゾーンは比較的小規模であった．海溝軸に沿って，見かけの波形記録にこうした変化が認められることから，1952 年地震震源域周辺における地殻が不均質な構造を持っていることが推察できる．今後，観測波形を読み取って得た走時を解析し，この領域での詳細な構造を推定する．



図．構造調査測線の配置図。○は設置した海底地震計。黒線は本調査でエアガン発振をおこなった測線。□は文科省委託研究「東海・東南海・南海地震の連動性評価研究」の一環で長期観測中の海底地震計位置。コンターの領域は Yamanaka and Kikuchi (2002, 2003)による 2003 年十勝沖・1973 根室沖地震のすべり量分布。黒塗りグリッドの領域は Hirata et al. (2003)による 1952 年十勝沖地震のすべり量分布

○火山活動研究分野

村上　亮

平成 22 年度は，科研費により火山活動シナリオ作成手法の研究を実施した．
また，一般研究費により，衛星 SAR を用いて計測した地殻変動による地殻活動メカニズム解明の研究，および写真画像を利用した火山体の立体計測手法開発の研究を実施した．以下ではその主な成果について報告する．

（1）　火山活動シナリオ作成手法に関する研究

1-1．研究の目的

本研究で目指すのは，基礎となる物理的・化学的法則に立脚して，演繹的に火山活動シナリオを構築する手法である．定性的であっても，地下で発生する火山現象の因果律に立脚した物理・化学的モデルによって，演繹的に火山活動推移を推論する手法が有効である．この手法によれば，初期段階のシナリオでは想定していなかった事象が発生したとしても，その時点から新しい情報を盛り込んで，演繹的にその後の経過を分析・予測して現象の進行と同時進行形で新たな活動推移を推定することが可能となる．また，警報の発令や防災の意思決定やその実施の局面において関係者への説明性も高まる．行政担当者を始め報道関係者や住民は必ずしも火山の専門家ではないが，そのような関係者に対して，現象の背後で進行する物理･化学的メカニズムに基づいたモデルを用いて，判断の背景や根拠を客観的に説明することが可能となり，現状認識と推移予測情報の共有に多大の効果が上がると期待される．さらに，推移予測の検討の過程や根拠などの途中過程をすべて記録することによって，透明性や説明性を向上させ，事後の検証作業にも適している．

1-2．研究の方法

全く新たに最初から手法開発するのは容易ではなく効率も悪いため，演繹的シナリオ作成手法として実績のある既存の手法を応用することにした．核廃棄物地層処分分野においては，未来の複雑な現象を包括的に予測する目的のシナリオ作成が必要とされたことから，早くから研究が始められ，国際的にも共通化した標準的なＦＥＰ解析と呼ばれる手法が定着し，それらを効果的に進めるための支援ツールである FepMatrix も我が国で開発され，効果をあげている，これは，全体としては複雑な現象を素過程に分解し，それらの関連で全体を理解する分析を効果的に実施するために用いられる支援ツールであり，膨大で複雑な素過程間の関連性について，それぞれ必要とされる詳細度に応じて整理して理解させる点において極めて有効である．

我々の目標とする火山活動推移シナリオ作成手法においても，素過程の組み合わせによって火山活動推移を理解・表現するという点については共通であり，火山現象を FepMatrix での操作に適した形で素過程に分解することにより，このツールの特長を最大限に利用する形で，火山活動推移シナリオを効果的・効率的に作成する手法の開発を目指すことにした．

火山現象には，そのメカニズムや支配する物理・化学的素過程や，その関連の仕方において，特徴があるはずである．それらを洗い出して明確化したうえで，火山現象の特徴に最適化したシナリオ作成手法を開発することを考えた．未来の現象の推論である地層処分との決定的な差は，観測可能性であり，火山現象では，現象の進展に合わせて観測を試み，その情報が推移予測に直接影響を与えるため，その性質を予測手法に組み込むことが特に重要である．

我々が目指すシナリオは，防災を意識した噴火予測に貢献するという目標が明確になっているので，その達成に必要な諸要件を洗い出し，それらを達成する手法を探るという方法で開発研究を進めることにした．分析の結果我々の必要とする要件は以下のようにまとめることができる．

(i) 包括性・網羅性：できるだけ多くの火山現象を広範囲にカバーし，発現頻度が稀な現象であっても，その発現可能性は指摘しておくこと．可能であれば，発生の確率または蓋然性を順序づけられることが望ましい．
(ii) 追跡性・説明性：完成したシナリオの根拠になったデータや考察や分析について，作成後においても詳細に追跡可能であり，第三者への説明性が高いこと．
(iii) 発展性：シナリオ作成手法は，火山学の進歩に応じて容易に拡張や改良が施せること．
(iv) 柔軟性：一度完成したシナリオであっても，新たな知見やデータの出現に応じて，修正や追加が容易に施せること．
(v) 演繹性：シナリオを構成する事象の発展は論理的因果律に基づくこととし，対象火山の過去の活動例がない現象であっても論理的・演繹的分析から，発現可能性のある現象を予測できること．
(vi) 計算機親和性：シナリオは計算機上で作成することとし，計算機が有する優れた記録性，検索能力，表示能力，分析能力を活用できること．

本研究では，地層処分分野で開発された手法を出発点として，火山現象の特質に合わせた修正や変更を適宜加えながら，最終的に，火山現象の推移予測に最適化したシナリオ作成手法への到達を目指した．素過程の表現方法としては，必ずしも地層処分のＦＥＰの概念を無条件に踏襲することはせず，むしろ，発端要素と帰結要素の間の因果関係や，その因果律によって発生するプロセスとその前提となる環境条件が火山現象を支配する共通要因になっているという火山現象の特質を生かすことで，火山現象の構造を最も効果的に表現できると考え，それに適した新たな枠組みを火山用に構築し，それに立脚して火山活動水シナリオ作成手法を作成した．

1-3. 研究成果

本研究の主要な成果は次の２つである．その第１は，計算機親和性が高く，できるだけオートマチックに現象の連鎖を予測する方法論として，火山現象記述言語の概念を提唱したことである．

第２の成果は，火山現象の素過程のリストを詳細に試作し，火山現象記述言語と

FepMatrix を合体させた方法論によって，実際の火山現象が記述可能であること検証し，それを通じて，この手法により演繹的な火山現象シナリオ作成が可能であることを実証したことである．

1-3-１　火山現象記述言語の開発

火山現象がシナリオの本質は火山現象の言語と記号および図表などによる表現または記述であり，どのような作成手法をとるにせよ，完成したシナリオは火山現象を人間が理解できる表現手段によって記述したものである．シナリオの作成手法について，計算機親和性を高めるためには，この表現方法の規則（文法）が最大限に単純であり，なおかつ論理的である必要がある．この事情は，数値計算における FORTRAN などの計算機言語に求められる要件に類似している．計算機言語の文法や要素はできるだけ単純である方が望ましいが，必要に応じて複雑な計算にも対応できるための発展性や包括性も備えていなければならない．四則演算や積分などに代表される数値計算の集合を火山現象の集合に置き換え，計算機言語を火山現象記述言語に置き換えれば，我々の提唱する火山記述言語の特質が理解しやすい．火山記述言語は，火山現象を支配する個々の物理的・化学的素過程を構成要素とし，それらの関係を支配するできるだけ単純な規則や論理関係の約束事で，複雑な火山現象でも整理された形で記述することをめざすものである．本研究では，火山現象の特質は，①どんな複雑な火山現象でも，きっかけとなる発端現象とその帰結となる現象で定義される素過程の連鎖として表現できる．②それぞれの素過程の帰着現象は，その現象が発生する場を支配する環境条件と発端現象の組み合わせによって定まる，という２つの性質にあると考えることにした．

さらに火山現象においては現象の発生場所や時間の前後関係も現象記述の重要な要素となるため，火山現象記述言語にはそれらの要素も盛り込む．

以上を踏まえて，火山噴火に係る現象・変遷を素過程に分割するとともに，各素過程の内容を下記の４つの要因に分類し，それらを用いて論理関数論的に表現することを火山現象記述言語の基本概念とした：

（要因の分類）
□事象発生の前提となる「場の環境」: x1
□事象発生のきっかけを示す「発端」: x2
□事象発生の結果を示す「帰着」: x3
□事象の発生に伴う「観測・観察される事項」: d
（論理関数論的表現）
□関数：f(x1,x2,d)→x3.

表-1　素過程の情報の整理方法（関数表のフォーマット）

素過程	関数			
	場の環境，条件：x1	発端：x2	帰着：x3	観測・観察される事項：d
1				
・・・				
N				

○火山現象記述言語の基本ルール

上に示した火山現象記述言語に関する基本概念考に基づき，関数による素過程の内容表現の基本ルールを設定した．

この考え方及び後述する基本ルールに基づき関数として整理した素過程の情報は，表-1 のフォーマットで関数表として取りまとめることで，素過程の連鎖であるシナリオの検討に利用しやすくする．

次に，関数による素過程の内容表現の基本ルールを以下に示す．

●関数表では，各行で一つの素過程を示す．ひとつの素過程は，一組の「場の環境・条件（x1）」，「発端（x2）」，「帰結（x3）」及び「観測・観察される事項（d）」を含むひとつの関数（f(x1,x2,d)→x3）で表現する．

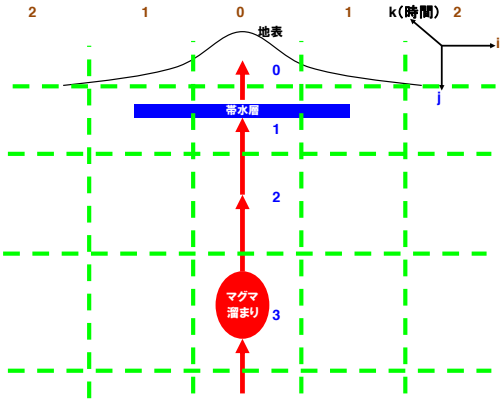


図-1　各要素の位置関係を表す概念図

●「場の環境・条件（x1）」，「発端（x2）」，「帰結（x3）」は，その位置と時間の情報を図-1 の概念図に基づきパラメータ化して保持する（例えば，x1(i,j,k)）．

●ある素過程での「帰結（x3）」が，別の素過程での「発端（x2）」になることがある．このような関係は素過程の連鎖を表現するために重要であり，関数表においては，異なる素過程での「帰結（x3）」と「発端（x2）」を同じ表現とすることでこのような関係が

あることを明確にする．
●ここで，ある素過程に含まれるひとつの事象（「発端（x2）」→「帰結（x3）」）について，その発生の前提となる「場の環境・条件（x1）」は必ずしもひとつとは限らず，また事象の種類や程度に応じて複数の「観測・観察される事項（d）」が存在し得る．そのため，「場の環境・条件（x1）」と「観測・観察される事項（d）」については，関数表の一行（ひとつの素過程＝ひとつの関数）において複数設定することを可能とする．これと関係して，「場の環境・条件（x1）」や「観測・観察される事項（d）」については，関数表の該当欄に選択枝として事前に設定しておく．一方，「発端（x2）」と「帰結（x3）」については，関数表の一行（ひとつの素過程＝ひとつの関数）においてひとつずつを設定する．
●ある素過程での「帰結（x3）」の発生により，「場の環境・条件（x1）」の状態がそれまでのものから変化（例えば，on→off あるいは off→on）し，それ以降の現象の展開が変わる場合がある．このような関係も素過程の連鎖を表現するために重要である．

これらのルールは，FepMatrix との親和性も考慮しながら作成されている．以上のルールで，実際の火山現象をシナリオとして表現可能かについて検証した結果を次に示す．このプロセスは，今回開発したシナリオ構築手法の有効性の検証の意味も併せ持っている．

1-3-2　実際に発生した火山噴火への適用と検証

2000 年噴火の本質的な活動は，三宅島火山直下のマグマ溜まりからマグマが移動し，三宅島北西沖に巨大ダイクを形成したプロセスと考えることができる．岩脈へのマグマの移動に伴い，三宅島直下のマグマ溜まりの収縮とそれによるマグマ溜まり天井の破壊が発生し，カルデラを形成した．また岩脈形成に伴う応力変化は，M5 クラスの構造性地震を含む 50 日間に及ぶ大規模な群発地震活動を引き起こした．さらに，カルデラ形成に伴うマグマ溜まりの減圧は，より深部からの玄武岩マグマの上昇を導き，その結果激しいマグマ水蒸気噴火とそれに続く大量の火山ガス連続放出が起こった．それぞれの噴火現象の中で，原因となる事象，噴火現象を駆動するプロセス，結果として生じた事象を抽出し，“関数”として記述することを試みた．以下，いくつかの具体的な事例にそって，それぞれの現象をどのように関数として表現したかを記述する．

前回の 1983 年噴火終了から 2000 年噴火の開始までの噴火準備期間では，火山体の長期的な膨張が観測されている．推測される膨張源の位置などから，この膨張はマグマ溜まりへのマグマの継続的な注入によるマグマ溜まり内の過剰圧の上昇とそれによるマグマ溜まり壁岩の（弾性）変形を反映していると考えられる．この現象を記述するための関数は，次のようにあらわされる．この噴火準備期間の場の環境（x1）としては，ある深さにマグマ溜まりが存在すること，より深部からのマグマの供給があること，マグマ溜まりの壁岩が弾性体としてふるまうことなどが挙げられる．このような条件下で，マグマ溜まりへのマグマの注入（発端：x2）が，マグマ溜まり内の圧力の増加をもたらし（帰着：x3），その圧力増加（発端：x2）がマグマ溜まりの膨張をもたらした（帰着：

x3)，と，二つの連鎖する関数として記述することができる．マグマ溜まりの膨張は，火山体全体の膨張として測地学的に観測され，これが事象の観測（d）となる．

2000 年噴火は，6 月 26 日のダイク貫入開始に伴う地殻変動，地震活動で始まった．この開始時期の一連の現象は，噴火準備期間に蓄積されたマグマ溜りの過剰圧が，マグマ溜まり壁岩の強度を超えて，マグマ溜まり壁岩が破壊してダイクが成長を開始した過程ととらえることができる．このイベントの場の環境（x1）としては，マグマ溜まり壁岩が脆性的にふるまうこと，マグマ溜まりが過剰圧を持っていることが挙げられる．マグマ溜まりの壁岩の応力集中（発端：x2）が，壁岩の破壊をもたらし（帰着：x3），過剰圧のあるマグマ溜まりの存在（場の環境：x1）は，形成されたクラックへのマグマの注入（帰着：x3）をもたらした．これらの現象は，群発地震の発生とその震源域の移動，火山性微動の発生，火山体の局所的な膨張といった観測事実（判定子：d）によって推測される．

シナリオ作成には，ある関数あるいはひとまとまりの関数群で記述される事象と，別の事象との間の連鎖関係を記述することが不可欠である．三宅島 2000 年噴火の例では，噴火初期に発生したダイクの形成はダイク周辺の岩盤に応力変化をもたらした．その結果，三宅島北西海域に貫入したダイクを中心とした広い範囲で大規模な地震活動を誘発した．群発地震の震源分布と震源メカニズムは，ダイクの開口変形によって，ダイク周辺の岩盤の応力場が変化し，それに伴って岩盤の断層破壊が生じたことを示している．従って，群発地震の発生は，環境（x1）である応力場が，ダイクの貫入によって変化し，その結果せん断破壊が生じ得る環境に変化したことを意味する．これは，ある事象の帰着（x3）が，それ以降の事象の環境（x1）に影響を与えたということである．このように，環境（x1）がある事象によって変化することによって，さまざまな火山現象が連鎖して発生したと理解することができる．

このような事象の連鎖に注目して 2000 年噴火の推移を記述すると，次のような記述が可能となる．１）マグマ溜まりからダイクへのマグマの流出と，マグマ溜まり内のマグマ圧力の急激な減少．２）マグマ溜まり内の圧力減少によるマグマ溜まり天井への応力集中と破壊，環状断層の発生．３）天井岩の破壊の地表への進展，マグマ溜まりからの環状断層の地表への到達と，カルデラの出現．４）マグマ溜まりからのマグマの流出とそれに伴うマグマ溜まりの減圧の進行，マグマ溜まり天井の周期的な沈降．５）マグマ溜まりの減圧による，マグマ溜まり内のマグマ発泡と，一部のマグマの環状断層沿いの上昇．６）上昇したマグマによる帯水層の加熱と水蒸気爆発の発生．７）更に上昇したマグマと帯水層の接触による，マグマ水蒸気噴火．８）マグマ水蒸気噴火による帯水層の破壊と開放火道の形成．９）安定した開放火道の確立による長期的な連続脱ガス．これらの事象は，それぞれが因果関係にあり，先に起こった現象による環境要因の変化が，次の事象を誘発したと考えられる．これらの相互関係をも取り込んだ関数リストを作成した．

以上のように，関数リストと今回開発したシナリオ構築手法によって，2000 年三宅島噴火現象がシナリオとしての表現可能性を検証した．この検証は，開発したシナリオ作成手法の有効性についての検証の意味も併せ持っている．

(2)　熱赤外画像を用いた火山体の立体把握の研究

2-1 研究の目的

噴火活動中の火山の火口内地形やその中に噴出した溶岩の形状および蓄積量等を詳細に計測することは，火山学的な研究のみならず防災対策上も極めて重要である．浅間山や霧島火山新燃岳のように，すり鉢状の火口をもつ火山が噴火活動を開始した場合，火山活動に伴う噴煙や，気象的な原因で発生する霧等によって火口が覆われ，通常の可視光に依拠した観測手段では，火口内部の形状計測が困難であることが多い．このため，噴煙や霧に対してある程度の通過性を有する熱赤外線を利用した画像を用いた三次元解析手法の開発を目指している．

2-2　2011 年 1 月 29 日に本格的なマグマ噴火を開始した霧島新燃岳火口内の溶岩形状計測

霧島新燃岳は，数回の水蒸気爆発を経たのち，2011 年 1 月 29 日から本格的なマグマ噴火を開始した．噴火直後から，気象庁等によって火口内の溶岩に対する熱赤外領域の撮影が実施されている．気象庁が 1 月 31 日に撮影した撮影方向の異なる複数の画像を入手して，簡易的な立体形状計測を試みた．解析には SurveyfromPhoto および Kashmir 3D (いずれもフリーソフト)および国土交通省九州地方整備局提供による DEM を利用した．

その結果，以下の知見を得た．

1．　火口内の「溶岩ドーム」の地形的起伏は大きくない．

2．　表面の標高は 1300m程度で厚さは６０m程度

3．　容積は，半径 250mとすると　円柱を仮定したばあいは $1.2*10^7$ m^3，一方，円錐を仮定した場合は，
$4*10^6$ m^3 となる．実際は，この中間と考えられる．

4．　火口内壁の南側に線状の高温部（２００度程度）が形成されている．今回の噴火で新たに形成され，現在，活発に噴煙活動をしている場所に相当すると考えられる．

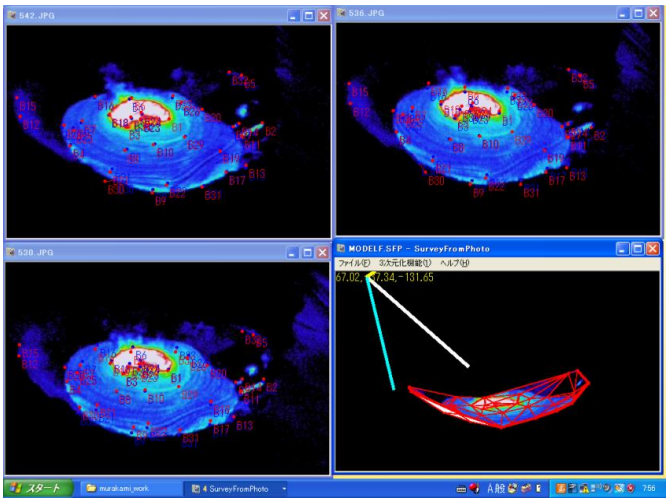


図１　解析に用いた，撮影方向の異なる三枚の熱赤外画像と得られた火口内形状（右下）

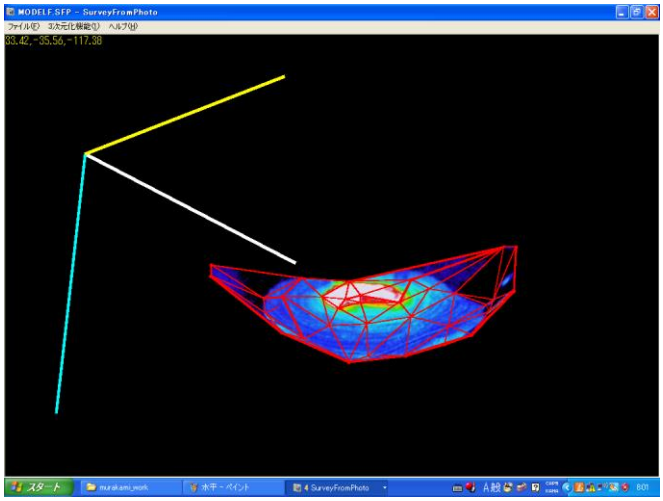


図 2　斜め方向（ほぼ西側上空）から見た火口内形状

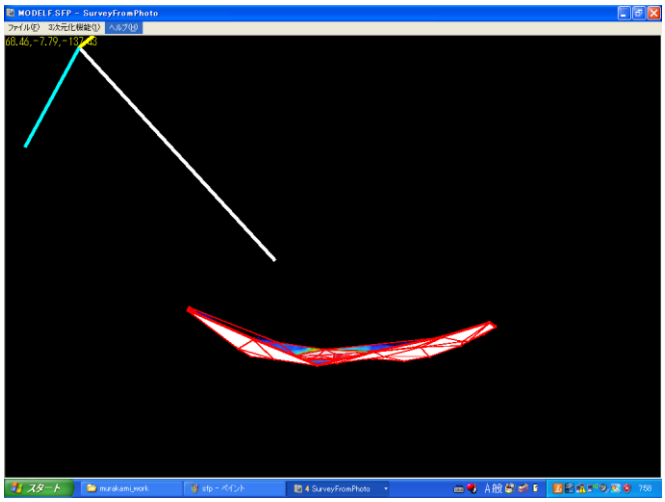


図 3　火口内の水平形状

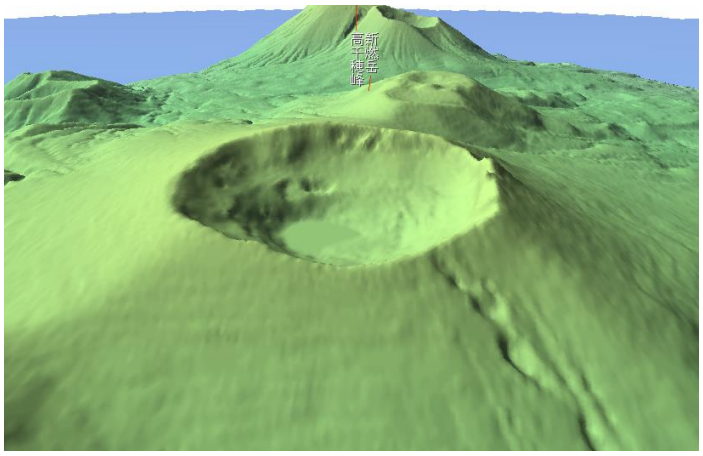


図 4　噴火前火口形状（国土地理院数値地図 10m メッシュ（火山標高）を使用）

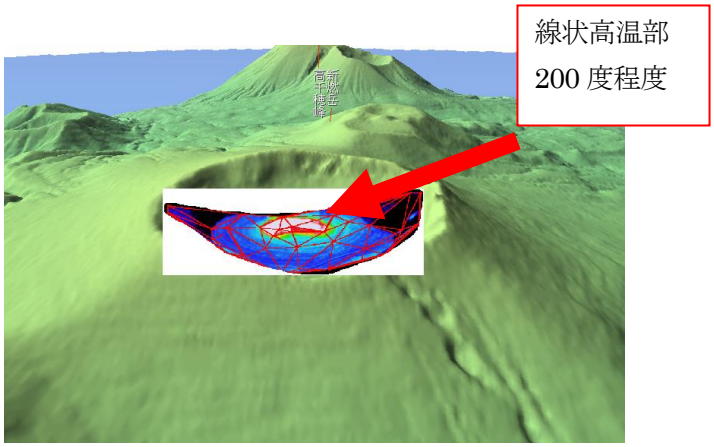


図 5　熱赤外画像を重ねた鳥瞰図

なお，本解析結果は，2011 年 2 月 3 日に開催された，火山噴火予知連絡会拡大幹事会に報告した．

謝辞

赤外画像は気象庁地震火山部火山課の提供を受けた．札幌管区気象台には画像処理および温度情報抽出に協力していただいた．鳥瞰図作成には，国土地理院の数値地図 10m メッシュ（火山標高）を使用した．また，解析には，SurveyfromPhoto および Kashmir 3D を利用した．

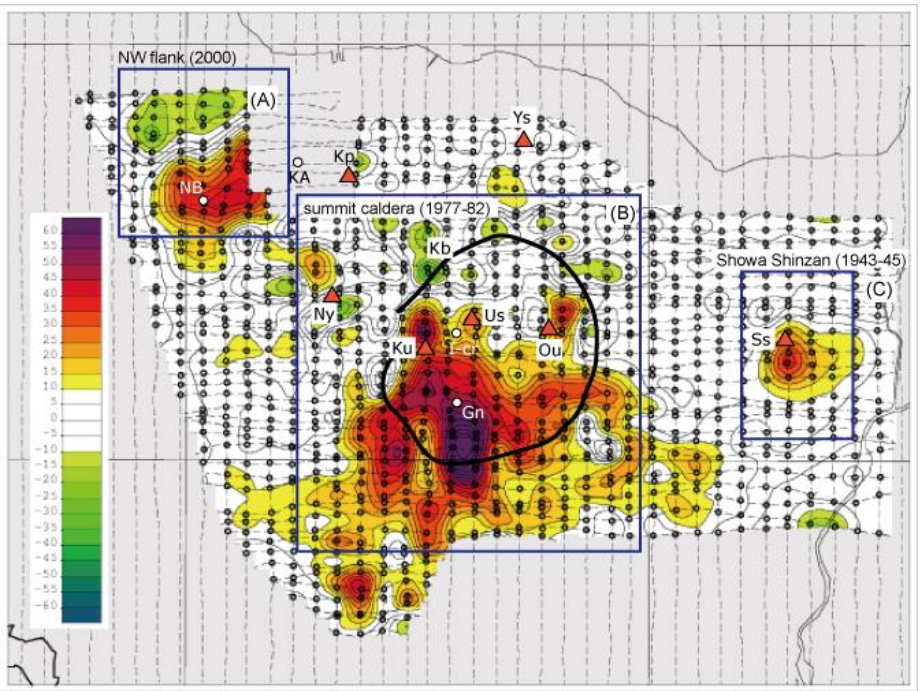
橋本武志

有珠山の空中磁気探査で検出された全磁力変化

橋本武志・宇津木充（京大理）・中塚　正・大熊茂雄（産総研）
小山崇夫（東大震研）・神田　径（東工大火山流体）

2010 年 9 月に，有珠山でヘリコプターを利用した空中磁気測量を実施した．有珠山では，2000 年 6 月に産総研が同様の測量を行っている（大熊・他, 2001）．両者を比較することにより，約 10 年間の火山性磁場変化を検出しようとするのが本研究の狙いである．2000 年と 2010 年のデータに対して，拡張交点コントロール法（Nakatsuka and Okuma, 2006）を適用することで，時間変化成分を検出することに成功した．顕著な変化は，2000 年噴火域，山頂火口原，昭和新山の３つの領域に認められる．いずれも，地下での着磁の進行を示唆する双極子型のパターンを示しており，10 年間の変化量は最大で+80nT に達している．これら３つの領域は，いずれも 20 世紀の噴火地点に対応しており，地殻変動観測から明らかにされている継続的な沈降域とも対応することから考えると，地下に残存するマグマの冷却過程を反映した変化であると考えられる．今回空中から検出した変化は，地上の繰り返し磁気測量（Hashimoto et al., 2008）との間に定量的な整合性を確認することができた．

本研究によって，空中磁気測量の繰り返しによる時間変化成分の抽出が技術的に可能であることが，実データをもって示された．噴火前・噴火中の火山における活動評価や推移予測に資する手法のひとつとしても利用できる可能性がある．



デジタルカメラを利用した簡易 SO_2 カメラの製作

橋本武志・寺田暁彦（東工大火山流体）
江尻　省・中村卓司（極地研）・阿保　真（首都大）

火山ガス中の SO2 放出率は，火道内に供給される新鮮なマグマの量を反映している可能性があり，SO2 放出率の時間変化を定量的に把握することは，噴火準備過程・噴火過程のいずれの理解においても重要な項目となっている．画像として SO2 濃度分布を得る方法（いわゆる SO2 カメラ）が Mori and Burton (2006) により開発されているが，高価なためあまり普及しているとは言い難い．著者らは，安価に入手可能な民生用のデジタルカメラを利用して簡易型の SO2 カメラを試作した．

受光装置として，デジタル CCD カメラ（Nikon D70）を使用した．内部に装填されている光学式ローパスフィルタを除去することで，紫外線を受光することが可能になる．また，通常の可視光撮影に用いられるレンズは紫外線を透過しないため，本研究では，石英ガラスで作られた紫外線撮影用のレンズを使用した．SO2 の検出に使用する波長は，Mori and Burton (2006) に倣い，310nm（吸収帯）と 330nm（非吸収帯）とした．狭帯域の紫外通過 BPF に加えて，このフィルタで阻止しきれない近赤外域の漏れ込みをカットするために，やや広めの紫外通過 BPF を併用している．なお，310nm 帯と 330nm 帯で，開口絞りを変えることなく，ほぼ同程度の背景輝度を得るために，330nm 帯の光学系には ND8 フィルタを 2 枚追加している．上記の構成において，適正な露出時間は 5～10 秒程度であった．撮影対象が時間変化する影響を避けるため，2 台のカメラを用いて 310nm 帯と 330nm 帯を同時に撮影する方式を採用した．濃度既知の SO2 ガスセル（90, 192, 497, 1011 ppm-m）を用いて，性能試験を行ったところ，総合特性として，310nm 帯に 100 ppm-m あたり 1%程度の減光が認められた．また，桜島昭和火口の噴気に対して野外での動作試験を行ったところ，310nm 帯に有意な減光があることを画像上でも確認できた．今後は，光学系を工夫することで感度の向上を試みたい．

謝辞：キャリブレーション実験に際して，京都大学の吉川慎氏の協力を得て DOAS 用の SO2 ガスセルを拝借しました．

図１．製作した SO2 カメラの外観

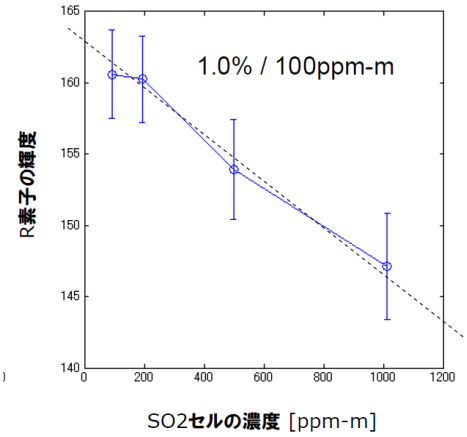


図２．310nm 帯の感度特性

効果的に噴気を除去する画像処理アルゴリズム

橋本武志

火山の火口を観察する際に，噴気が障害となることが多い．そこで，簡単な処理によって噴気が大幅に除去された画像を得るアルゴリズムを考案した．固定したフレームで多数の写真を撮影すると，噴気の揺らぎに伴って，部分的に背後の様子を捉えることができる．これをピクセル毎に重合していくと噴気が除去された画像が得られる．アルゴリズムは以下に述べるようにごく単純である．

2 枚の画像について同一のピクセルに着目して比較し，噴気がない（もしくは，より薄い）と判定された方を重合画像に採用する．本稿では，処理の簡便性と高速性を重視して，ピクセル輝度が低い方が，噴気が相対的に薄いものと判定することとした．この操作を，すべてのピクセルについて行い，多数枚の画像を重合する．

これまで，十勝岳，樽前山，新燃岳についてこの方法を試行的に適用したところ，20～30 枚程度の重合でも，効果的に噴気が除去されることが確認できた．画面全体の輝度が時間的にほぼ一定であることや，噴気が風によって適度になびくことなどが条件となるが，処理方法は単純であるので，可視画像以外への適用など，応用性は高いと考えられる．

十勝岳大正火口に本稿の手法を適用した例．（左）噴気除去処理前の画像．（右）噴気除去処理後の画像．

森　濟

課題：雌阿寒岳周辺繰り返しGPS観測

森　濟，鈴木敦生

概要：

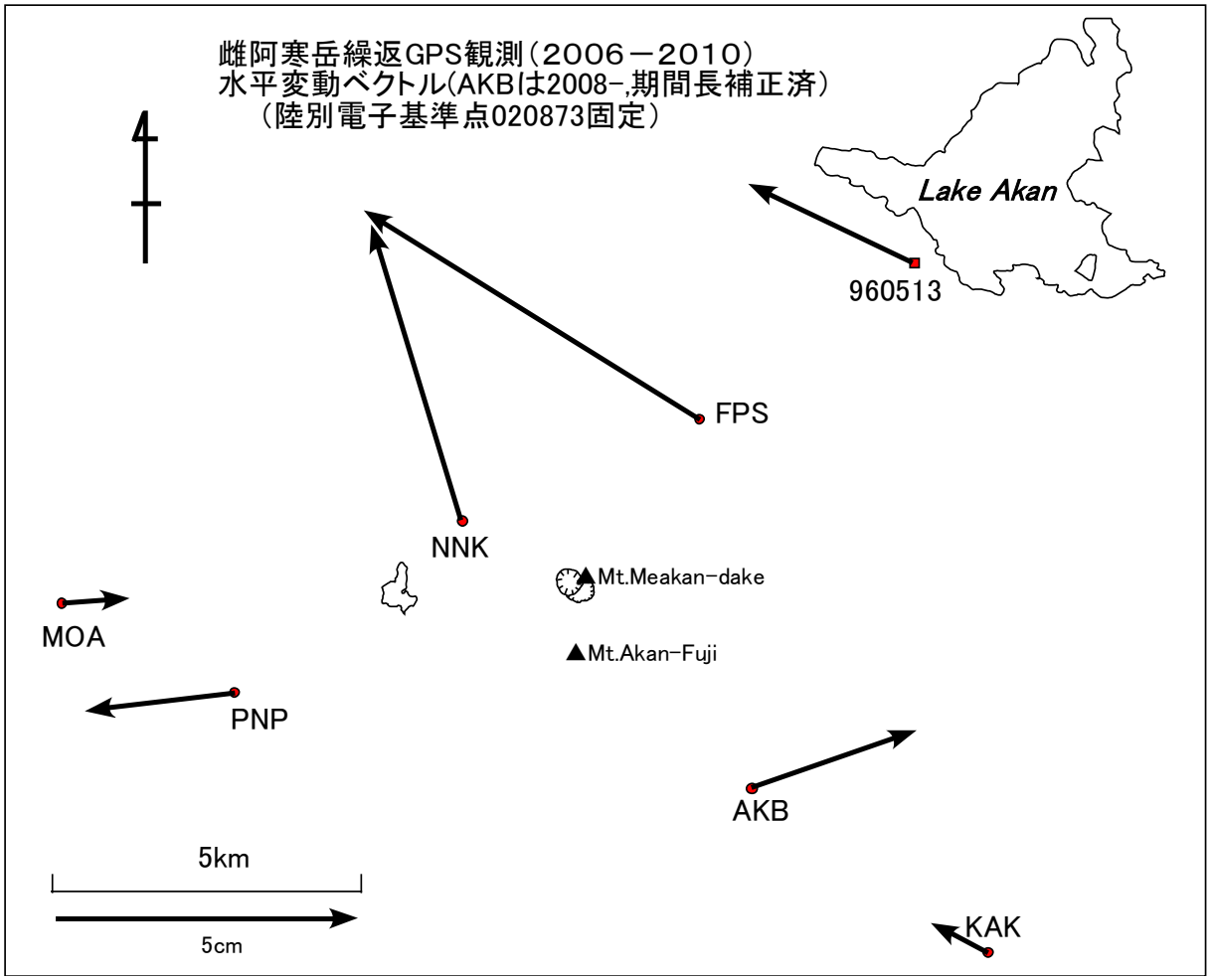


図 1. 2006 年 11 月～2010 年 6 月の期間の変動（2006 年 11 月，2007 年 11 月，2008 年 4 月・10 月，2009 年 6 月及び 2010 年 6 月の観測から求めた平滑化した変動）．雌阿寒岳の北西方約 25km の電子基準点陸別（020873）を不動点として計算．

観測精度以下の KAK・MOA 点を除けば，全体的には膨張傾向を示している．AKB 点は期間が短いので，他の点と量的に合わせるために約 2 倍して示しているため，精度が落ちると考えても，残りの 4 点の変動を説明するには 1 個のソースで難しい．少なくとも，ポンマチネシリ火口近傍に浅い圧力源と，山体東方に深い圧力源の 2 つは考えなければならない．浅いソースは他機関の観測と合わせれば，決定可能と思われるが，深いほうのソースは，山体東方に観測点が無いため，どの程度東にあるかの決定は，ソースの深さとの相補性から，現状では難しい．

霧島山新燃岳爆発地震のエンベロープ変化

青山　裕

2011 年 1 月に噴火活動を開始した霧島山新燃岳では，1 月 26 日～27 日に明瞭な傾斜変動を伴うサブプリニー式噴火が発生し，ひきつづいて新燃岳の山頂火口内に溶岩湖が形成された．28 日に成長を始めた溶岩湖は，30 日には直径がおよそ 500m となり，2 月 3 日に直径 600m ほどとなるまで成長を続けた．溶岩湖の形成以降は空振の発生を伴う爆発的噴火が卓越するようになり，2 月 8 日までは一日に数回という短い間隔で非爆発的な小噴火を含む噴火が繰り返された．その後，数日～5 日程度の間隔で噴火が発生するという状態が 4 月中旬まで続いた．

噴火様式の変化を物理量に基づく観測データから追跡するために，Hi-net 都城北観測点の短周期地震波形について速度記録のエンベロープをとり，噴火微動の減衰様式を比較した．1 月 26 日～27 日の噴火では，数十分が経過しても地動振幅が噴火前のレベルに戻らず，連続噴火に移行したことが見て取れる．一方，空振を伴った 2 月～3 月上旬の噴火は，地震動の励起が大きいものの地動レベルの減衰も急速で，短時間の爆発を主体とするブルカノ式噴火の特徴を表している．しかしながら，表面上は溶岩湖に大きな変化が見られないにも関わらず，3 月 13 日以降の噴火では地震の振幅が格段に小さくなるとともに，それまでの噴火に比べて地動レベルの減衰に時間がかかるようになった．地震動をあまり励起しない非爆発的な噴火に移行し，それに伴って物質の噴出時間が延びたものと考えられる．

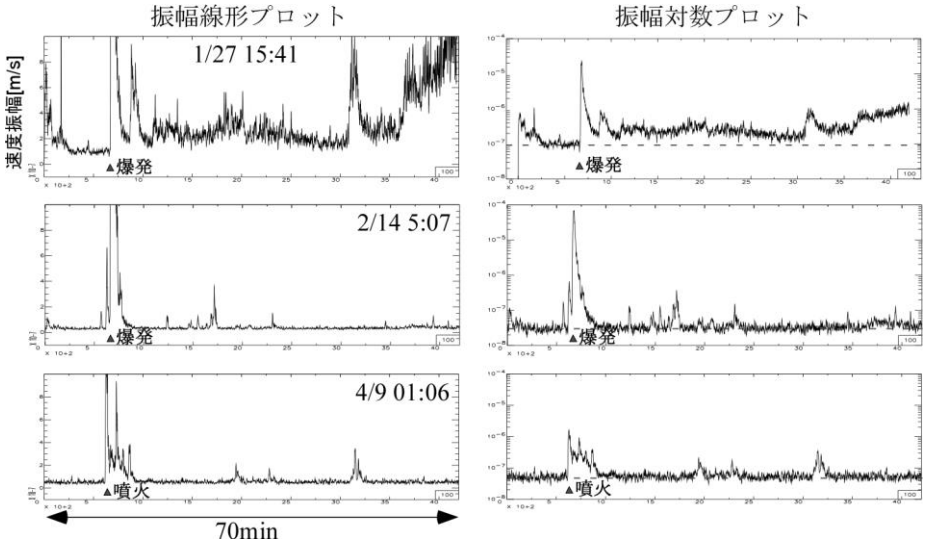


Fig.1 Hi-net 都城北観測点における爆発地震の上下動速度波形のエンベロープ．3 つの例を示す. 溶岩湖形成前の 1 月 27 日の噴火は爆発後も微動振幅が低下せず連続微動に移行した．2 月 14 日の爆発は空振を伴うブルカノ式噴火で地震動の励起も大きい．4 月 9 日の噴火は振幅が小さいが，その一方で継続時間は延びている．

有珠山頂銀沼火口における人工地震探査

青山　裕・中島　睦（応用地質（株））

火口は噴火によって形成される火山特有の地形であり，その内部構造は極めて興味深い．有珠山頂の銀沼火口底において学生の観測実習として，人工地震を用いた構造探査を行った．現在の銀沼火口には，北西壁に活発な噴気地帯がある．この噴気地帯近傍を測線の原点として，火口を横断する方向へ上下動 24 チャンネルの探査測線を設定した．データ収録には応用地質（株）の McSeis-SX を利用し，接続した地震計の固有周波数は 8Hz である．

測線は銀沼火口をほぼ横断できるよう地震計間隔 5m（測線長 115m）とし（図 1），測線上の 9 箇所でガンサイザーによる起震を行った．走時曲線は図 2 のように求められ，測線上の位置 20～40m 付近ではすぐに速い層が現れるのに対し，80～115m と南東へ行くに従って表層の遅い層が厚くなることが分かった（図 3）．

火口底の表層は多量の土砂堆積物で覆われている．構造解析で見えた最下層は火口底から 20m ほど下と考えられ，銀沼火口形成直後の火口底を表している可能性がある．

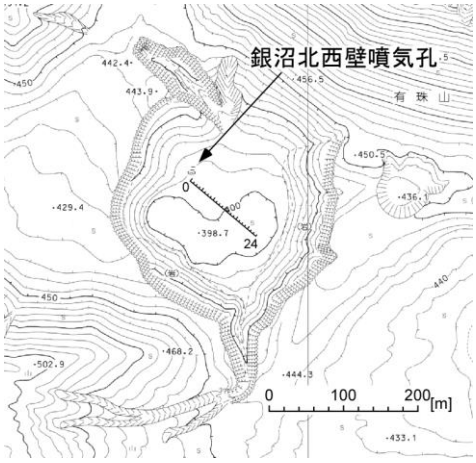


図 1．銀沼火口地震波探査の測線位置図．

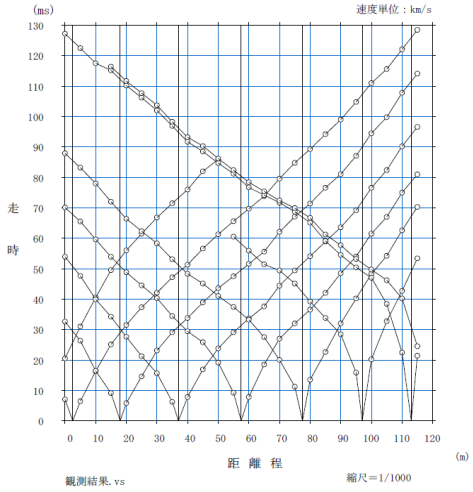


図 2．第 2 回探査の観測走時曲線．

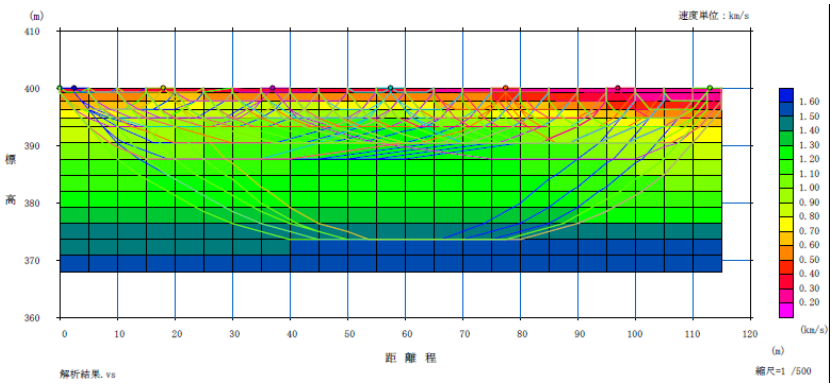


図 3．屈折波トモグラフィーによって推定された銀沼火口直下の P 波速度構造．

地震計で見た東北地方太平洋沖地震に伴う動的ひずみ

青山　裕

3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震をうけて，日本各地の火山において地震活動の活発化が認められるなど，火山活動への影響が報告された．幸い，有珠山では地震後の火山活動に特段の変化は見られなかったが，地震に際してどのような（どの程度の）ひずみ変化を受けたのかを見積もることは，火山噴火予知研究を進める上でも重要な基礎資料となるであろう．

有珠山では将来の噴火活動に備えて，広帯域速度型強震計による地震観測を行っている．3 月 11 日の本震に際し，TTYB 観測点と IRIB 観測点に設置した同一型式の強震計（VSE-355H）が，振り切れることなく地震波形を記録することに成功した．なお，有珠山周辺における気象庁発表の震度は 4 であった．

有珠山は，気象庁発表の震源から北北西へおよそ 520km に位置する．TTYB と IRIB の距離は約 8200m で，有珠山に対する位置関係は図 1 のとおりである．VSE-355H 型地震計の計測帯域は 0.02～100Hz（±3db）であるのに対し，地震計間の距離が高々8km 程度であることから，低周波の信号に着目すると互いの観測波形は非常に良く似ている．そこで，両観測点で得られた速度記録から変位波形を求め（図 1），それらの差をとって観測点間距離で除すことで，ひずみに相当する値が求められる．本報告では，上記の方法によって推定された TTYB-IRIB 間の線ひずみを示す（図 2）．

得られたひずみのオーダーは両振幅で 20microstrain 程度となった．これは，えりも観測所のひずみ計とほぼ同程度である．地震計特性の補正や高サンプリング GPS との比較など，詳細は検討中である．

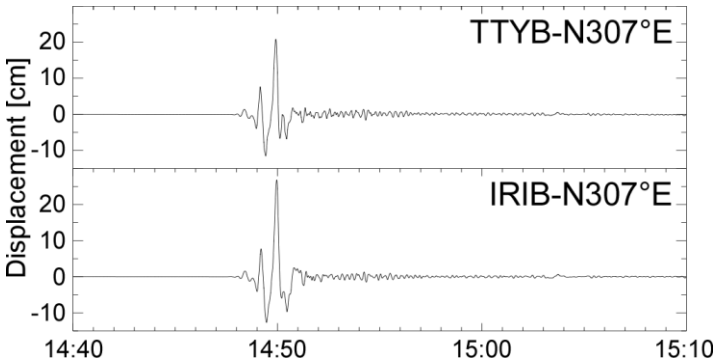


図 1．変位波形の基線方向（N307E）の成分．

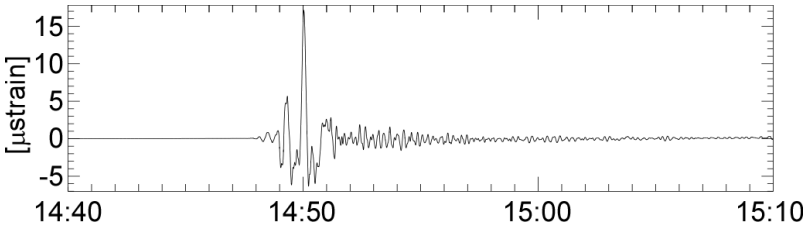


図 2．基線方向の線ひずみ成分．

奥山 哲

北海道の火山における GPS 自動解析の試み

奥山 哲, 村上 亮, 大島 弘光, 森 濟

概要：

火山分野では有珠山・駒ケ岳周辺にある観測点（計 10 点）において GPS 連続観測を実施している．今回，この GPS データと GEONET データを併せて自動的に解析するシステムを作成した．

[データの取得]

連続観測点のデータは WIN システムを通じて北大まで送信され，3 時間おきに rinex フォーマットへの変換，および 1 日 1 回リサンプリングと結合を行う．GEONET データは国土地理院の ftp サーバーより 1 日 1 回ダウンロードされる．

[解析]

古野電気 MG-2120B（内部で Bernese 5.0）を用いて 24 時間の基線解析を行う．放送歴を用いた解析は 2 日遅れ，精密歴を用いた解析は 2 週間遅れである．解析は全ての基線について行う．

[結果の成形・表示]

解析結果は http プロトコルを用いて web サーバーに送信され，サーバー上で xyz 座標から東西，南北，上下成分へと変換される．変位量のモニタリングはブラウザ上で行う．

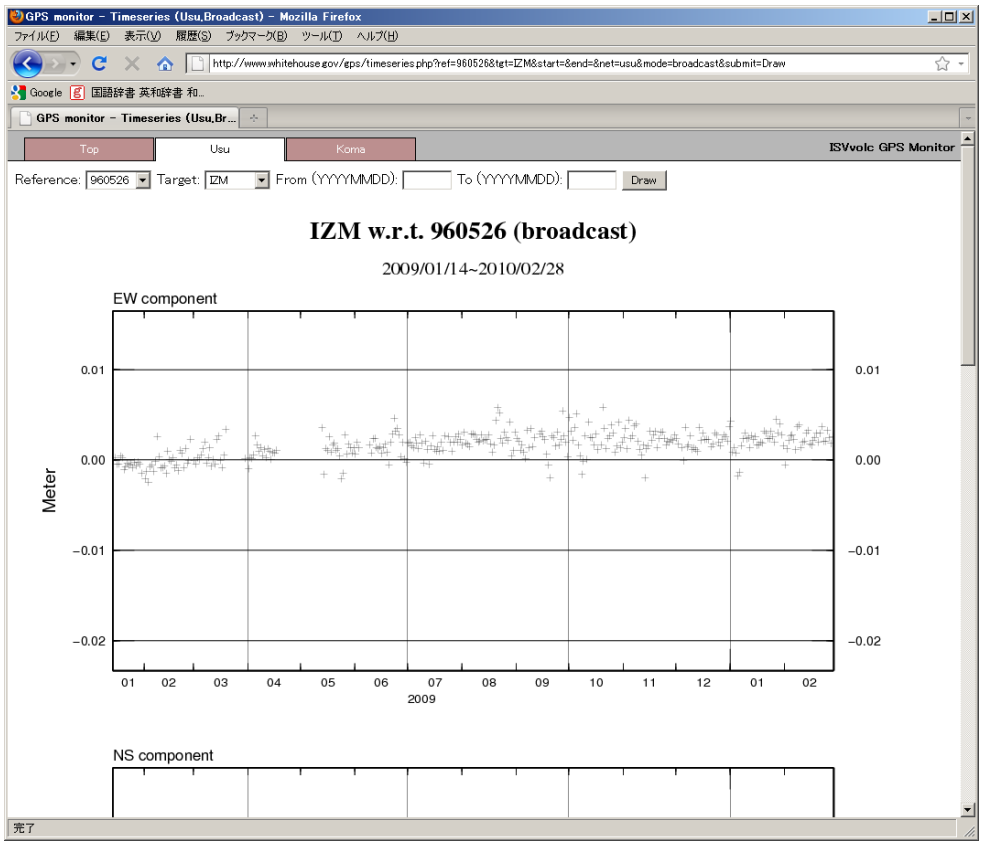


図 1　解析結果の表示画面

○地下構造研究分野

茂木　透

道東地域での地震活動に伴う電磁気現象の観測研究

茂木　透，森谷武男，橋本武志，髙田真秀

北海道大学では，1996 年２月より道東の虹別（NIJ）および 6 月からえりも（ERM）において地電位変動観測およびフラックスゲート磁力計による地磁気変動観測を行ってきた．2000 年 8 月には，北海道大学と理化学研究所地震国際フロンティア研究とが共同で，根室（NMR），厚岸（AKK），浦幌（URH）にも観測設備を設置した．この新設地域では，それぞれの地域にある北海道大学の地震・地殻変動観測所とそれから 5～10km の離れた２地点，合計３箇所ずつ，互いに直交する２方向に短基線（長さ 50～100m 程度）を置いた．このように複数の観測点を置くことにより，観測された地電位変動が局地的な変動であるのか地域的な広がりをもった変動であるのかを判断できると考えられる．また，各電線，電極は 1m 位の間隔で平行に２本ずつ置き，両方の変動が同じであることをチェックすることにより，個々の電極により発生するノイズを調べられるようにした．長基線による観測は，観測点間を結ぶ電話線を用いて行っている．現在は，根室１本，浦幌１本である．また，浦幌には 12 月にフラックスゲート磁力計を設置した．

2002 年６月より天塩中川，札幌御簾，えりも観測所，また，2003 年 9 月より弟子屈観測所において，VHF 帯電波に伝播異常と地震発生との関係を調べる観測を開始した．それぞれの観測点において，遠くの複数の FM 放送局からの電波を受信し，複数の伝播経路で異常の発生した場所を特定できるような観測網を作ることをめざしている．2003 年 8 月には，浦河上杵臼観測所で，地磁気，地電位，空中電場，ガンマ線強度，VHF 電波の同時観測を開始し，地表と空中との電磁場変動の関係について調べている．日高山脈直下に起こる M5 クラスの地震については，広尾放送局の電波をえりも観測所で受信しているデータに，地震が起こる１－２週間前から数日前までの間に異常が生じる例が，数多く観測されており，この地域の地震の予知に結びつくかどうか検討を進めている．2007 年度には，えりも近傍の東洋，留崎，冬島にも観測点を設置し，近傍の点で同時に観測できる可能性について調べている．

また，道東地域の厚岸，根室，標茶，弟子屈ではプロトン磁力計による，全磁力観測が行われている．根室沖地震の際，応力変化による磁気変化がモデル計算上期待できる，初田牛地域や厚岸北に測点を 2006 年度に設置し，また，本年度は別海町東部にも観測点を新設した．道東地域で大きな地震が起こる際の地殻内の応力変化により，圧磁気の変化がおこり，それによる全磁力変化が観測されることが期待される．2009 年度より，各測点での永年変化を調べるために，地磁気３成分絶対測定を行った．今年は，厚岸北，初田牛，別海，仁伏観測点において実施した．

地震発生地域の比抵抗構造

茂木透，山谷祐介，本多亮

内陸地震がどのような構造のところでおこっているのかを調べることは重要な問題であり，それを比抵抗構造の面から研究するために，いろいろな地震発生地域で主としMT 観測による構造探査を行っている．

2005 年から実施している弟子屈，屈斜路地域の MT 観測は，本年度は屈斜路カルデラの北側にも広げ，アトサヌプリ周辺の構造や美幌地域にみられる低重力異常地域の構造について調べた．

また北海道における歪集中で地下構造を調べるために，本年度は石狩低地帯の北部岩見沢地域での MT 観測を行った．この地域では，石狩低地東縁断層帯の下部に低比抵抗構造が見られ，潜在的に地震を起こす可能性があることがわかった．深部構造も調べるために，広帯域 MT 観測の他に，長周期 MT（観測周期 30 秒～10000 秒）も実施している．この観測により，2 次元比抵抗構造により，石狩低地帯とその周辺の第 3 紀層の構造やその基盤構造を議論する基礎的データが得られた．

また，えりも地域での MT データの解析も進めている．2003 年十勝沖地震のアスペリティ領域は，えりも地域まで達しており，そのような領域の構造を調べられる可能性がある．このような地域で MT 法による深部比抵抗構造の研究を開始した．探査深度 100km をめざすために，いわゆる広帯域 MT 法（観測周波数 320Hz～0．00055Hz）に加えて，長周期 MT（観測周期 30 秒～10000 秒）を 27 地点において実施した．これらのデータを基に，本年度は３断面において２次元比抵抗構造を求めたところ，プレート上面付近のアスペリティーがあったところが高比抵抗である結果が得られた．今後，検証が必要であろう．引き続き本地域の３次元比抵抗構造を求める予定である．この地域の構造探査でもっとも大きな問題は，海の影響の評価であり，海を含めた比抵抗構造モデリング法の研究も重要なテーマである．

有珠火山，駒ケ岳，樽前火山での電磁気観測

茂木透，橋本武志

（1）有珠火山

有珠火山では，2000 年の噴火時からプロトン磁力計による地磁気観測，地電位変動観測を続けている．2001 年度末現在で観測中の地点は以下の通りである．

地磁気連続観測点：　小有珠，地蔵前，全日空の沢，三豊別荘地，N2 火口北

地電位変動観測：小有珠，地蔵前，全日空の沢

（2）駒ケ岳

駒ケ岳では 1996 年の噴火後から，カルデラ内で地電位変動観測を開始した．2000 年の小噴火後，７合目駐車場でも地電位変動観測を行った．

地磁気変動観測は，2000 年の小噴火後から，馬の背，砂原登山口，６合目駐車場，チャップリン館の４地点で観測を行っている．

地表ソース型空中電磁法の研究

茂木透，Sabry Abd Allah，電力中央研究所

空中電磁法は，広域にわたる調査を効率よく行う探査法として広く使われてきている．現在実用的に使われている空中電磁法は，送信機および受信機を共に航空機に装着するか，または，それから吊り下げたバードに搭載するタイプのものが多い．これは，広域の探査を行う目的からすれば当然のことである．しかし，送受信機を航空機やバードに搭載するために，送信モーメントの大きさにも限界があるし，送受信機間距離も限られる．このような条件は，現状ではこれらの探査が高周波数しか利用できないという条件と共に，可探深度に限界を生じる原因となっている．

空中探査のもう一つの利点として，地上では立ち入りが困難な場所でも調査が可能な点が挙げられる．この利点を利用して，探査範囲を満遍なく覆うということが容易にできる．たとえば，火山体やその周辺には立ち入るのが危険な噴気地域，変質地域や地すべり地域があるが，そういう場所の調査も空中電磁法では安全に調査することが可能である．このような目的の調査の場合，探査範囲はあまり広くなくてもよい場合があり，数百メートルから，広くても 10km 位の範囲でもよい場合もあろう．

本研究において研究開発を行う，地表ソース型空中電磁法は，地表にソースを置くので，探査範囲はあまり広く取れなくなるが，上記のような目的の探査には使い道があると考えられる．一方，地表ソース型の場合，大きなサイズのソースを用いることが容易であり，また，送受信点間距離も大きくなるので，可探深度を増加させることができるであろう．また，この方式は，地表探査の空中測定版という形態として考えられるので，地表探査と協調して行うことが容易である．

2010 年度には九十九里浜で浅海底下の探査可能性についての研究を行った．3 次元比抵抗構造を求めた．

バイカル湖での地電位変動観測

茂木透，Yuri Moroz (Institute of Volcanology and Seismology, Russia)

バイカル湖は大陸リフト上に位置しているといわれ，その周辺では地震が多く起こっている．大きな地震が起こると湖岸から約 70km に位置するイルク-ツク市でも被害が発生する恐れがあり，この地域の地震活動，発生予測は地元では大きな問題となっている．我々は，ロシア科学アカデミー，イルクーツク地球物理研究所の協力を得て，バイカル湖南部周辺の 10 箇所で地震活動の伴う電気現象の研究を行うために，2002 年より地磁気および地電位変動観測を行っている．

まだ，観測を始めて日が浅いので，はっきりした成果はないが，観測点の近くで起こった M5 クラスの地震の際に，地電位の大きさが変化したような結果も得られている．今後，観測を継続することにより研究を進める予定である．

フィリピン・タール火山での電磁気観測

茂木透，橋本武志，山谷裕介，笹井洋一，長尾年恭，竹内昭洋，
PHIVOLCS メンバー

タール火山は頻繁に噴火を繰りかえす活発な火山であり，PHIVOCS により多くの観測が行われてきた．JST—JICA による”Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development” プロジェクトの下，“Enhancement of Earthquake and Volcano Monitoring and Effective Utilization of Disaster Mitigation Information in the Philippines”と題する研究課題により，タール火山周辺での全磁力モニタリング，地電位変動観測，MT 法による比抵抗構造探査を実施している．

山谷祐介

石狩低地東縁断層帯周辺の比抵抗構造探査

山谷祐介・茂木　透・本多　亮・山下晴之・大山倫敦・
サブリー アブドアラー・佐々木智彦・松本征海

石狩低地東縁断層帯周辺の地殻構造，および流体の分布の把握を目的として，MT 法による比抵抗構造探査を行った．図１のように，石狩低地東縁断層帯（以下，ITFZ）をほぼ東西に横切る４本の測線に沿って広帯域および長周期 MT 観測を行った．平成 20 年度に Line A および B, 21 年度に Line C, 22 年度には Line D において観測を実施し，新規の 39 観測点（図１中の ISK）においてデータを取得した．

インバージョンによって得られた４つの測線における比抵抗断面を図２に示す．これらの比抵抗モデルは大局的には同様の特徴を示している．表層 1 km 深程度までは，数百 Ωm の高比抵抗層，2–6 km は数～数十 Ωm の低比抵抗層，それ以深は数百 Ωm 以上の高比抵抗層に大別される．これらは，第四系，新第三系～上部白亜系，基盤岩類に相当する．一方で，基盤以深の構造は測線ごとに異なっており，Line A, B と Line C, D の２つのグループに分類することができる．ITFZ 主部では， Line C の東側深部から Line D の断層帯直下に至る低比抵抗体が見られる．一方で，ITFZ 南部の断層帯直下は逆に高比抵抗体が求められており，低比抵抗体はそれよりも西側に存在する（Line A, B）．仮にこれらの低比抵抗の部分が，流体の滞留部，あるいはより深部からの供給路を示しているとすれば，断層帯主部と南部で流体の供給源が異なることを示しており，地震の発生機構もまた異なることを示唆している．

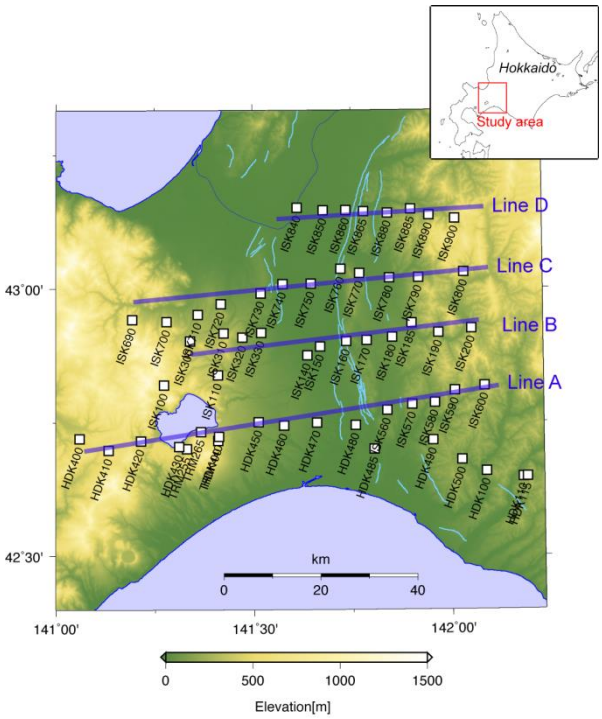


図１：MT 観測点および２次元断面の位置.

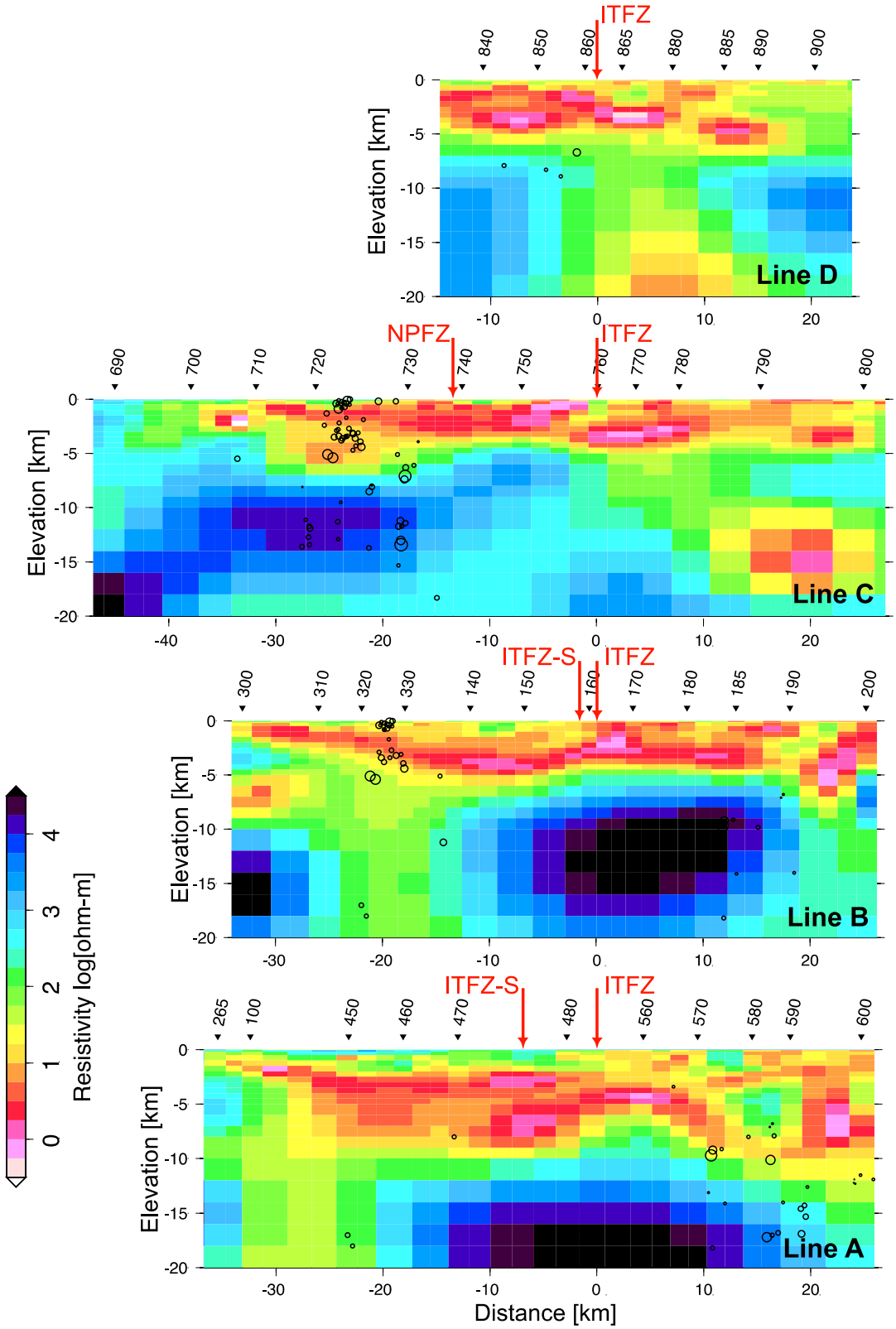


図２：Line A～D についての２次元インバージョンによる比抵抗断面.

森谷武男

VHF 観測研究活動報告

森谷　武男

地震前に発生する異常電波伝播（地震エコー）を観測的に研究することが目的である．

年度観測実施計画

観測点の整備：厚岸町愛冠観測点の移設．観測点の新設：根室市別当賀と弟子屈町美留和．えりも町付近に展開している 4 カ所の観測点の整備．方位計の整備．

技術的課題：全観測点に使用している受信機種を統一して感度を揃える．データ伝送に携帯型ルータを使用して簡便化する．

観測状況

観測点と目標発信点の位置

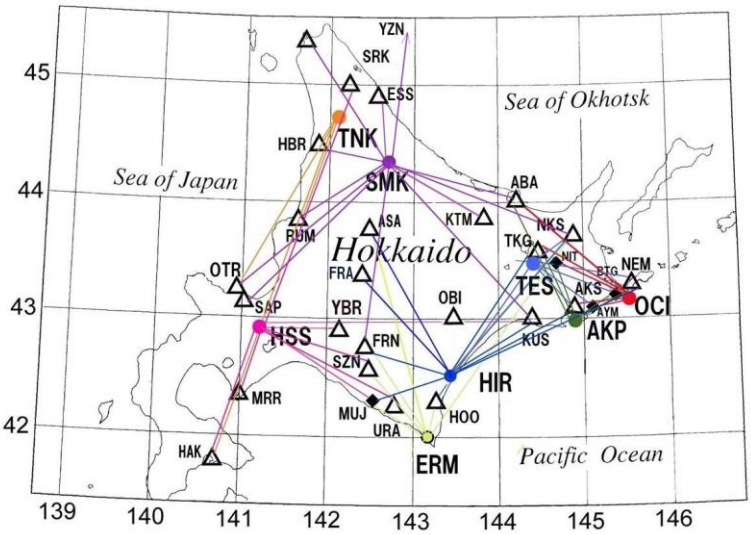


図１．　観測点（●），発信点（FM 局：▲，64MHz 局：◆）

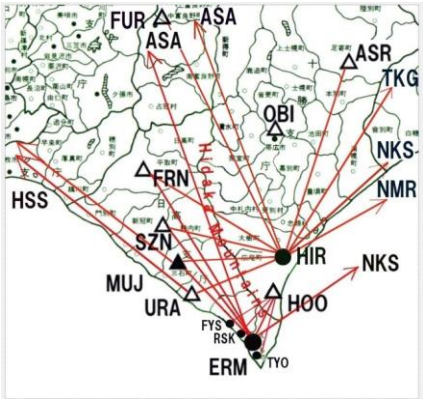
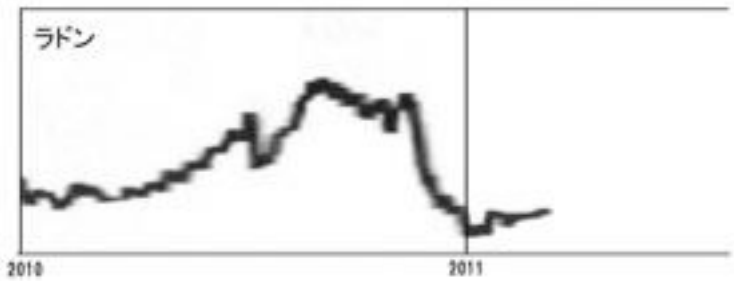


図２．　えりも町付近にある 4 カ所の観測点（目標局は広尾 FM 局）北海道内には合計 10 カ所の観測点が駆動中である．

観測成果

1　えりも付近に展開している広尾 FM 局からの地震エコーが異なる方位のアンテナ群に観測され，方位特性が明らかになった．

2　2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震 M9.0 に関係すると考えられる地震エコーが観測された．この異常はラドン計測研究グループが発表した福島県立医科大学で観測された大気中ラドン濃度の変化と非常に良い対応を示すことが判った．



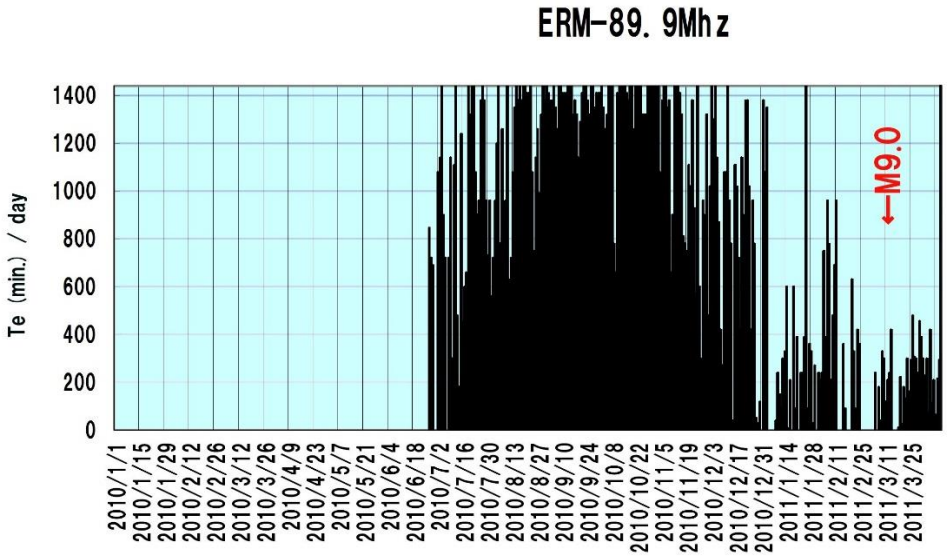


図３．

２．研究業績

○地震観測研究分野

谷岡勇市郎

（１）主な観測の概要

①研究課題：想定地震津波によるインドネシアでの津波リスク評価

目　　的：津波数値計算のための調査

実施期間：2010 年 7 月 12～15 日、8 月 12 日～15 日

対象地域：ジャワ島太平洋沿岸・インドネシア

成果概要：津波遡上数値計算のための調査結果を用いて津波数値計算を実施

参 加 者：谷岡勇市郎・インドネシア側研究者

事 業 名：JST-LIPI 地球規模課題対応国際科学技術協力事業

研究費名：インドネシアにおける地震火山の総合防災策

（２）発表論文

Gusman A. R., Y. Tanioka, T. Kobayashi, H. Latief, and W. Pandoe, (2010) Slip distribution of the 2007 Bengkulu earthquake inferred from tsunami wavefroms and InSAR data, J. Geophys. Res., 115, B12316, doi:10.1029/2010JB007565, 2010.

Ioki, K., and Y. Tanioka, (2011) Slip distribution of the 1963 great Kurile earthquake estimated from tsunami waveforms, Pure Appl. Geophys. 168, 1045-1052, doi:10.1007/s0024-010-0219-5

Ghimire, S., Y. P. Dhaka, N. Takai, T. Sasatani, and Y. Tanioka, (2010) Understanding seismic hazards in Nepal Himalayas: major problems and issues. Journal of Nepal Geological Society, Vol. 41 (Special Issue), 146-146.

（３）学会発表

Tanioka, Y., A. R. Gusman, and Y. Namegaya, New Techniques for Recent Tsunami Source Studies Applied to the 2007 Bengkulu Tsunami in Indonesia, and 2009 Suruga Bay Tsunami in Japan, The 3rd International Tsunami Field Symposium, April 10-11, 2010.

Gusman, A. R., Y. Tanioka, and T. Takahashi. Modeling of the sediment transport by the 2004 Sumatra-Andaman tsunami in Lhoknga, Banda Aceh, Indonesia. The 3rd International Tsunami Field Symposium, April 10-11, 2010.

Ghimire, S. and Y. Tanioka, Spatial distribution of stress along the plate boundary in Hokkaido, northern Japan. 2010 Annual meeting for Seismological Society of America, April 21-23, 2010.

Tanioka, Y., S. Koshimura, H. Latief, H. Sundendar, Y. Fujii, Gusman A., and K. Satake, インドネシアでの想定巨大地震による津波シミュレーションと巨大津波災害のリスク評価，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，5 月 23 日-28 日

Tanioka, Y. and A. R. Gusman，津波波形から推定される 2010 年チリ巨大地震(Mw8.8)の震源過程，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，5 月 23 日-28 日

Tsushima, H., R. Hino, F. Imamura, Y. Tanioka, Y. Ohta, T. Iinuma, S. Miura, and H. Fujimoto，海底圧力・陸上 GPS 観測による近地津波予測，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，5 月 23 日-28 日

Ghimire, S., and Y. Tanioka，Spatial Distribution of Stress along the plate boundary in Hokkaido, northern Japan，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，5 月 23 日-28 日

Ioki, K., and Y. Tanioka，津波波形から推定した 1963 年千島沖巨大地震(本震・最大余震)のすべり量分布，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，5 月 23 日-28 日

Ioki K., and Y. Tanioka, Slip distribution of the 1963 great Kurile earthquake and the largest aftershock estimated from tsunami waveforms, 2010 AOGS Meeting, July 5-9, 2010

Tanioka, Y., A. R. Gusman, H. Latief, and K, Satake, Prediction of tsunami using numerical simulations, International Workshop on Geodynamics and Disaster Mitigation of West Java, July 12-14, 2010.

Tanioka, Y. and A. R. Gusman, Numerical Experiment of Sediment Transport and a case study of sediment transport simulation of the 2004 Indian Ocean Tsunami in Indonesia, 7th ACES International Workshop, Oct. 3-8, 2010

谷岡勇市郎・A.R. Gusman，津波による砂移動の数値計算—2004 年スマトラ津波による Banda Aceh での津波堆積物移動の再現—，日本地震学会 2010 年度秋季大会，10 月 27 日-29 日.

伊尾木圭衣・谷岡勇市郎，千島沈み込み帯で発生した 1958 年択捉島沖地震の津波波形解析，日本地震学会 2010 年度秋季大会，10 月 27 日-29 日.

対馬弘晃・平田賢治・林豊・前田憲二・日野亮太・藤本博巳・今村文彦・谷岡勇市郎，海底圧力・GPS 波浪計データによる近地津波予測，日本地震学会 2010 年度秋季大会，10 月 27 日-29 日.

Ioki K., and Y. Tanioka, Tsunami source of the 1958 Etorofu earthquake occurred in kurile subduction zone, 2010 ASC Meeting, Nov. 7-11, 2010.

Latief, H., Y. Tanioka, Y. Fujii, and K. Satake, The 2006 Pangandaran Tsunami and Hypothetical Tsunami on Cilacap, International Workshop on Multi-disciplinary Hazard Reduction from Earthquakes and Volcanoes in Indonesia, Nov. 22-23, 2010.

Tanioka, Y., and A. R. Gusman, Source Process of the 2010 Great Chile Earthquake (Mw8.8) Estimated Using Observed Tsunami Waveforms, American Geophysical Union, 2010 Fall Meeting, Dec. 13-17, 2010

Gusman, A. R., Y. Tanioka, and T. Takahashi. Numerical experiment of sediment transport and a case study of sediment transport simulation of the 2004 Indian Ocean tsunami in Lhoknga, Banda Aceh, Indonesia. American Geophysical Union, 2010 Fall Meeting, Dec. 13-17, 2010

Namegaya, Y., T. Ueno, K. Satake, and Y. Tanioka, Tsunami Waveform Inversion without Assuming Fault Models- Application to Recent Three Earthquakes around Japan, American Geophysical Union, 2010 Fall Meeting, Dec. 13-17, 2010.

（4）取得研究費

①研究課題：根室沖等の地震に関する調査研究
研究種目：文部科学省委託業務
代 表 者：谷岡勇市郎
分 担 者：西村裕一・勝俣啓・中村有吾
研究期間：平成 22 年
金　　額：390，3 千円

②研究課題：2005 年宮城沖の地震津波解析
研究種目：産業総合技術研究所委託研究
代 表 者：谷岡勇市郎
分 担 者：伊尾木圭衣・アディティア・グスマン・眞城亮成
研究期間：平成 22 年
金　　額：220，0 千円

③研究課題：将来の巨大地震のアスペリティーの位置把握と津波警報システム改善に向けた手法開発
研究種目：科学研究費補助金（特別研究員奨励費）
代 表 者：谷岡勇市郎
分 担 者：スベシュ・ギミレ
研究期間：平成 22 年
金　　額：80，0 千円

③研究課題：2011 年東北地方太平洋沖地震に関する緊急調査
研究種目：科学研究費補助金（特別研究促進費）
代 表 者：篠原雅尚（東京大学地震研究所）
分 担 者：谷岡勇市郎・他
研究期間：平成 22 年
金　　額：113，0 千円

（5）社会活動

日本地震学会，代議員
日本地震学会，海外渡航旅費助成審査委員
日本地震学会，論文賞選考委員
地震予知連絡会，　委員
地震予知連絡会東日本部会，委員
地震予知連絡会重点検討課題運営部会，委員
地震調査委員会，委員
地震・火山噴火予知協議会，　委員
地震・火山噴火予知協議会地震分科会，　委員
地震及び火山噴火予知のための観測研究計画　長期・広域部会　委員
原子力安全委員会原子炉安全専門審査会，委員
気象庁津波予測技術勉強会，委員
気象庁東海地震の予知手法等に関する勉強会，委員
自然災害北海道地区幹事会，委員
北海道防災会議専門委員会，委員
津波浸水予測図作成に係る専門家会議（北海道），委員
想定地震見直しに係るワーキンググループ（北海道），委員
北海道開発局津波対策検討委員会，委員
ACES 国際ワークショップ運営委員

（6）会議参加リスト

2010 年 4 月 9 日，地震調査委員会，東京
2010 年 4 月 17 日，地震・火山噴火予知協議会，東京
2010 年 5 月 7 日，津波浸水予測図作成に係る専門家会議（北海道），札幌
2010 年 5 月 21 日，地震予知連絡会，東京
2010 年 6 月 9 日，地震調査委員会，東京
2010 年 7 月 9 日，地震調査委員会，東京
2010 年 8 月 6 日，地震調査委員会，東京
2010 年 8 月 20 日，地震予知連絡会，東京
2010 年 8 月 27 日，気象庁東海地震の予知手法等に関する勉強会，東京
2010 年 9 月 8 日，地震調査委員会，東京
2010 年 9 月 22 日，津波浸水予測図作成に係る専門家会議（北海道），札幌
2010 年 11 月 10 日，地震調査委員会，東京
2010 年 11 月 12 日，北海道開発局津波対策検討委員会，札幌
2010 年 11 月 16 日，気象庁東海地震の予知手法等に関する勉強会，東京
2010 年 11 月 19 日，地震予知連絡会，東京
2010 年 11 月 22 日，JST-JICA インドネシアプロジェクト全体会議，神戸
2010 年 11 月 29 日，地震・火山噴火予知協議会，東京
2010 年 12 月 8 日，原子力安全委員会原子炉安全専門審査会，東京

2010 年 12 月 10 日，自然災害北海道地区幹事会，札幌
2010 年 12 月 21 日，気象庁東海地震の予知手法等に関する勉強会，東京
2010 年 12 月 22 日，津波浸水予測図作成に係る専門家会議（北海道），札幌
2011 年 1 月 11 日，地震調査委員会，東京
2011 年 1 月 21 日，北海道開発局津波対策検討委員会，札幌
2011 年 2 月 9 日，地震調査委員会，東京
2011 年 2 月 18 日，地震予知連絡会重点検討課題運営部会，東京
2011 年 2 月 18 日，地震予知連絡会，東京
2011 年 2 月 28 日，北海道開発局津波対策検討委員会，札幌
2011 年 3 月 9 日，地震調査委員会，東京
2011 年 3 月 9 日，日本地震学会，論文賞選考委員会
2011 年 3 月 10 日，津波浸水予測図作成に係る専門家会議（北海道），札幌
2011 年 3 月 11 日，気象庁津波予測技術勉強会，東京
2011 年 3 月 13 日，臨時地震調査委員会，東京
2011 年 3 月 22 日，自然災害資料センター総会，札幌
2011 年 3 月 23 日，北海道防災会議専門委員会，札幌

勝俣　啓

（2）発表論文

Katsumata, K., M. Kosuga, H. Katao, and the Japanese University Group of the Joint Seismic Observations at NKTZ, Focal mechanisms and stress field in the Atotsugawa fault area, central Honshu, Japan, Earth Planets and Space, 62, 367-380, 2010.

Aitaro Kato, Takashi Iidaka, Ryoya Ikuta, Yasuhiro Yoshida, Kei Katsumata, Takaya Iwasaki, Shin'ichi Sakai, Clifford Thurber, Noriko Tsumura, Koshun Yamaoka, Toshiki Watanabe, Takahiro Kunitomo, Fumihito Yamazaki, Makoto Okubo, Sadaomi Suzuki, and Naoshi Hirata, Variations of fluid pressure within the subducting oceanic crust and slow earthquakes, Geophysical Research Letters, VOL. 37, L14310, doi:10.1029/2010GL043723, 2010.

（3）学会発表

勝俣啓：再検測地震カタログにより検出された根室・釧路沖の地震活動静穏化，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，2010 年 5 月，千葉市.

勝俣啓：2003 年十勝沖地震前の地震活動静穏化を説明するプレスリップモデル，日本地震学会秋季大会，20010 年 10 月，広島市

（4）取得研究費

研究課題：地震学のアウトリーチにおける社会のニーズとノイズの研究
研究種目：科学研究費補助金（基盤研究C）
代 表 者：勝俣　啓
分 担 者：東田進也（東大地震研），大木聖子（東大地震研）
研究期間：H20 年度～H22 年度
金　　額：H22 年度 1,200 千円

（5）社会活動

日本地震学会代議員
地震調査研究推進本部地震調査委員会　地震活動の予測的な評価手法検討小委員会委員

髙橋浩晃

（1）主な観測の概要

①研究課題：定常地震地殻変動観測点の運用
目　　的：定常観測点の安定運用
実施期間：2010 年 4 月—2011 年 3 月
対象地域：北海道全域
成果概要：北海道内に展開する地震地殻変動観測網の安定的な運用を実施し高品質観測データの取得を行った.
参 加 者 ：髙橋浩晃・山田卓司・勝俣啓・髙田真秀・一柳昌義・山口照寛
事 業 名 ：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画
研究費名：施設経費，地震及び火山噴火予知のための観測研究計画

②研究課題：濃尾地震断層帯内陸地震観測
目　　的：濃尾地震断層の特性を調査する
実施期間：2010 年 4 月—2011 年 3 月
対象地域：福井県・滋賀県・岐阜県
成果概要：上記地域に 4 箇所の地震観測点を維持した.
参 加 者：髙橋浩晃・髙田真秀・一柳昌義・山口照寛・勝俣啓
事 業 名：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画
研究費名：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画

③研究課題：石狩低地東縁断層周辺における地震活動の解明
目　　的：稠密地震観測点の運用
実施期間：2010 年 4 月～2011 年 3 月
対象地域：石狩低地東縁断層
成果概要：石狩低地東縁断層帯南部 8 カ所に微小地震計及び強震計による観測点を運用し，断層帯周辺の微小地震活動に関する震源分布，メカニズム解

を求め，活動の特徴を明らかにした．また石狩支庁中南部の地震活動に対応して臨時地震観測点の展開を行なった．

参 加 者：髙橋浩晃・山田卓司・髙田真秀・一柳昌義・山口照寛

事 業 名：ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究

研究費名：文部科学省科学技術振興費，施設経費

④研究課題：カムチャッカ・クルチェフスカヤ火山における噴火機構の研究

目　　的：玄武岩質火山の噴火予測のための研究

実施期間：2010 年 8 月

対象地域：カムチャッカ・クリュチェフスカヤ火山

成果概要：クリュチェフスカヤ火山周辺に 3 箇所の傾斜系を設置したほか，岩石サンプルを採取した．

参 加 者：髙橋浩晃・青山裕・中川光弘

事 業 名：文部科学省科学研究費補助金

研究費名：文部科学省科学研究費補助金

⑤研究課題：地球物理学的観測による北東アジア地域の新たなテクトニックフレームの構築

目　　的：北東アジア地域のテクトニックフレームを構築する．

実施期間：2010 年 4 月～2011 年 3 月

対象地域：ロシア極東

成果概要：サハリンおよびロシア極東地域に展開する地震観測網の継続的維持をはかったほか，沿海州地方での GPS 観測点の保守を行った．

参 加 者：髙橋浩晃・一柳昌義

事 業 名：文部科学省科学研究費補助金

研究費名：文部科学省科学研究費補助金

⑥研究課題：十勝岳の火山噴火予知に関する研究

目　　的：十勝岳の火山噴火予知に関する地球物理学的観測を実施する

実施期間：2010 年 10 月

対象地域：十勝岳

成果概要：十勝岳で GPS・重力・地温等の観測を実施し，活動予測に資するデータを取得した．

参 加 者：髙橋浩晃・一柳昌義・山口照寛・本多亮

事 業 名：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画

研究費名：教員積算校費

⑦研究課題：雌阿寒岳の火山噴火予知に関する研究

目　　的：雌阿寒岳の火山噴火予知に関する地球物理学的観測を実施する

実施期間：2010 年 5 月

対象地域：雌阿寒岳

成果概要：雌阿寒岳で GPS・重力・水位の観測を実施し，活動予測に資するデータを取得した．

参 加 者：髙橋浩晃・山口照寛

事 業 名： 地震及び火山噴火予知のための観測研究計画
研究費名：教員積算校費
⑧研究課題：弟子屈地域の内陸地震発生過程に関する研究
目　　的：弟子屈地域に発生する地震のメカニズムをひずみ蓄積過程から明らかにする.
実施期間：2010 年 12 月
対象地域：弟子屈・屈斜路カルデラ
成果概要：GPS 観測を実施しひずみ蓄積にかかるデータを取得した．地下レーダー探査による断層調査を実施した.
参 加 者：髙橋浩晃・一柳昌義
事 業 名： 地震及び火山噴火予知のための観測研究計画
研究費名：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画
⑨研究課題：ひずみ集中帯における GPS 観測による詳細なひずみ分布の解明
目　　的：GPS 観測による詳細なひずみ分布の解明
実施期間：2010 年 9 月
対象地域：新潟県
成果概要：GPS 観測を実施しひずみ蓄積にかかるデータを取得した.
参 加 者：髙橋浩晃・山口照寛・眞城亮成
事 業 名： ひずみ集中帯の重点的観測調査・研究
研究費名：文部科学省委託研究費
⑩研究課題：東北地方太平洋沖地震にともなう地震観測
目　　的：東北地方太平洋沖地震にともなう内陸誘発地震発生メカニズムの解明
実施期間：2011 年 3 月
対象地域：岩手県
成果概要：臨時地震観測を実施し誘発地震に関するデータを取得した.
参 加 者：髙橋浩晃・山田卓司・勝俣啓・髙田真秀・一柳昌義・山口照寛・眞城亮成
事 業 名：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画
研究費名：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画，施設経費

（2）発表論文

Shestakov, N. V., M. D. Gerasimenko, H. Takahashi, M. Kasahara, V. A. Bormotov,V. G. Bykov, A. G. Kolomiets, G. N. Gerasimov, N. F. Vasilenko, A. S. Prytkov, V. Yu. Timofeev, D. G. Ardyukov and T. Kato, Present tectonics of the southeast of Russia as seen from GPS Observations, Geophys. J. Int., doi: 10.1111/j.1365-246X.2010.04871.x., 2010.

山口照寛・笠原稔・髙橋浩晃・岡山宗夫・髙田真秀・一柳昌義，地殻変動データベースシステムの開発，測地学会誌，56，47-58，2010.

一柳昌義・髙橋浩晃・前田宜浩・笠原稔・宮町宏樹・平野舟一郎・センラクス・ミハイルワレンチン・キムチュンウン，日露共同地震観測による 2007 年 8 月 2 日

に発生したサハリン南西沖の地震（MJMA6.4）の余震活動, 地震Ⅱ, 62, 139-152, 2010.

Shibata, T., N. Matsumoto, F. Akita, N. Okazaki, H. Takahashi and R. Ikeda, Linear poroelasticity of groundwater levels from observational records at wells in Hokkaido, Japan, Tectonophys., 483, 305-309, 2010.

鈴木隆広・岡崎紀俊・柴田智郎・垣原康之・廣瀬　亘・野呂田晋・髙橋　良・川上源太郎・石丸　聡・田村　慎・村山泰司・荻野　激・髙清水康博・一柳昌義・髙橋浩晃・河野裕希・佐藤達也，公設試験研究機関のアウトリーチ活動－札幌市立平岸小学校での事例－，北海道立地質研究所報告，81，103-110，2010.

（３）学会発表

髙橋浩晃ほか，全国のひずみ・傾斜計で記録されたチリ地震の地震波と津波，地球惑星科学連合 2010 年連合大会，幕張.

鷺谷威，日本海東縁ひずみ集中帯における GPS 稠密観測（序報），地球惑星科学連合 2010 年連合大会，幕張.

髙橋浩晃ほか, ひずみ計で観測された 2009 年サモアトンガ地震の S 波到着前に見られるゆっくりとした変動，日本地震学会 2010 年秋季大会，広島

髙橋浩晃・山田卓司，広島市と東広島市境界付近の地殻最下部で発生している低周波でない「普通」の地震について，日本地震学会 2010 年秋季大会，広島.

（４）取得研究費

研究課題：地球物理学的観測による北東アジア地域の新たなテクトニックフレームの構築
研究種目：科学研究費補助金（基盤研究Ａ）
代 表 者：髙橋浩晃
分 担 者：谷岡勇市郎・蓬田清・吉澤和範・吉本充宏・前田宜浩・河野裕希
研究期間：H21 年度～H24 年度
金　　額：総額 26,123 千円（22 年度 8,060 千円）

研究課題：島弧型玄武岩質マグマ噴火のマグマ系と噴火機構解明のための日ロ共同研究
研究種目：科学研究費補助金（基盤研究Ａ）
代 表 者：中川光弘
研究期間：H22 年度
金　　額： 総額 26,130 千円（22 年度 13,390 千円）

（５）社会活動

東京大学地震研究所　客員准教授
東京大学地震研究所　共同利用委員会　委員
東京大学地震研究所地震・噴火予知協議会企画部員

地震調査研究推進本部政策委員会調査観測計画部会　委員
北海道防災会議専門委員会　委員
地震及び火山噴火予知のための観測研究計画　予算委員会　委員長
地震及び火山噴火予知のための観測研究計画　地震準備過程部会　委員
地震及び火山噴火予知のための観測研究計画　地殻活動総合データベース部会　委員
地震及び火山噴火予知のための観測研究計画　衛星テレメータ利用 WG　委員

（6）会議参加リスト

2010 年 4 月 7 日　北海道開発局天塩中川観測点移転補償関連会議　音威子府
2010 年 4 月 17 日　地震・火山噴火予知研究協議会　東京
2010 年 5 月 10-12 日　北太平洋地域国際地震火山ワークショップ　札幌
2010 年 5 月 13 日　文部科学省審議官表敬訪問　東京
2010 年 5 月 18 日　北海道地震活動検討会　札幌
2010 年 5 月 27 日　内陸地震合同観測関連会議　千葉
2010 年 5 月 31 日-6 月 4 日　極東の地震火山問題関連会議　ハバロフスク
2010 年 6 月 7 日　北海道開発局天塩中川観測点移転補償関連会議　札幌
2010 年 6 月 10 日　東京大学地震研究所共同利用委員会　東京
2010 年 6 月 21 日　北海道地震活動検討会　札幌
2010 年 7 月 5-10 日　火山灰対応国際会議　モスクワ
2010 年 7 月 27 日　北海道地震活動検討会　札幌
2010 年 8 月 10-11 日　東濃地震科学研究所地殻活動研究委員会　瑞浪
2010 年 10 月 22 日　北海道地震活動検討会　札幌
2010 年 11 月 5 日　北海道地震活動検討会　札幌
2010 年 11 月 11 日　地震火山噴火予知研究協議会企画部会議　東京
2010 年 11 月 22-27 日　日露防災協力プログラム関連会議　カムチャッカ
2011 年 11 月 29 日　地震火山噴火予知研究協議会　東京
2011 年 1 月 5 日　地震火山噴火予知協議会企画部会議　東京
2011 年 1 月 20 日　東京大学地震研究所共同利用委員会　東京
2011 年 1 月 29 日　地震火山噴火予知研究協議会予算委員会　東京
2011 年 2 月 7 日　地震調査研究推進本部調査観測計画部会　東京
2011 年 2 月 16 日　気象庁精密地震観測室意見交換会　長野
2011 年 2 月 28 日　北海道開発局天塩中川観測点移転補償問題会議　札幌
2011 年 3 月 11 日　地震調査研究推進本部調査観測計画部会　東京

（7）受け入れ研究者

Evgeny Gordeev　ロシア科学アカデミー火山地震研究所 2010 年 5 月
Victor Chebrov　ロシア科学アカデミー地球物理調査所カムチャッカ支部 2010 年 5 月

Olga Girina　ロシア科学アカデミー火山地震研究所 2010 年 5 月
Victor Bykov　ロシア科学アカデミーテクトニクス地球物理研究所 2010 年 5 月
Vladimir Bormotov　ロシア科学アカデミーテクトニクス地球物理研究所 2010 年 5 月
Nikolay Shestakov　ロシア科学アカデミー応用数学研究所 2010 年 5 月
Yuly Levin　ロシア科学アカデミー地球物理調査所サハリン支部 2010 年 5 月
Alexander Rybin　ロシア科学アカデミー海洋地質地球物理研究所 2010 年 5 月
Alexey Malovichko　ロシア科学アカデミー地球物理調査所本部 2010 年 5 月
Tony Hall　アメリカ大気海洋局アラスカ火山灰情報センター2010 年 5 月
Christina Neal　アメリカ内務省地質調査所アラスカ火山観測所 2010 年 5 月
Konstantin Latynin　国際科学技術センター2010 年 5 月
Kim Chung Umg　ロシア科学アカデミー地球物理調査所サハリン支部 2011 年 3 月
Valentin Mikhairov　ロシア科学アカデミー地球物理調査所サハリン支部 2011 年 3 月

山田卓司

（1）主な観測の概要

①研究課題：北海道・十勝―根室沖速度構造探査

目　　的：1952 年十勝沖地震（*M*8.2）の本震時に滑りの大きかった領域（アスペリティ）と，それと隣接し，2003 年十勝沖地震（*M*8.0）後に余効変動があった領域とのプレート境界付近の地下構造の違い等を明らかにすることを目的とする.

実施期間：2010 年 8 月

対象地域：北海道の太平洋側，十勝沖から根室沖の海域

成果概要：北海道大学の海底地震計 21 台を使用し，東京大学地震研究所の容 25 リットルのエアガン 2 台を震源に用いて, 北海道大学で傭船した新日本海事㈱所有の「新世丸」を利用して地下構造探査を行った.

参加者　：山田卓司・村井芳夫・東 龍介・西村裕一・勝俣 啓・大和田美穂子, 望月公廣（東京大学地震研究所）

事業名　：北海道周辺域の連動型巨大地震・プレート運動の解明による衝突帯モデルの構築

研究費名：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画

②研究課題：2011 年東北地方太平洋沖地震の余震観測

目　　的：2011 年東北地方太平洋沖地震の余震の震源を精度よく求めることにより，地震活動の時空間変化を明らかにすることを目的とする

実施期間：2011 年 3 月

対象地域：房総半島沖～宮城県沖の海域

成果概要：2011 年東北地方太平洋沖地震（*M*9.0）余震観測のための海底地震計

19 台の組立を，北海道大学と東京大学地震研究所で行った．海底地震計の設置は 2011 年 3 月に東 龍介が航海に参加して行った．

参加者　：山田卓司・村井芳夫・東 龍介・大和田美穂子・勝俣 啓・他

事業名　：2011 年東北地方太平洋沖地震に関する総合調査

研究費名：科学研究費補助金（特別研究促進費）

（2）発表論文

Yamada, T., P. G. Okubo, and C. J. Wolfe (2010): Kiholo Bay, Hawai`i, earthquake sequence of 2006: Relationship of the main shock slip with locations and source parameters of aftershocks, J. Geophys. Res., 115, B08304, doi:10.1029/2009JB006657.

（3）学会発表

髙橋浩晃・山田卓司，広島市と東広島市境界付近の地殻最下部で発生している低周波でない「普通」の地震について，日本地震学会 2010 年秋季大会，2010 年 10 月，広島.

（6）会議参加リスト

2010 年 9 月 14-15 日　研究集会「リソスフェアの短波長不均質性のイメージングとモニタリング」　於：東京大学地震研究所

2011 年 3 月 3-4 日　「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」 平成 22 年度成果報告シンポジウム　於：東京大学法文 1 号館

アディティア・グスマン

（2）発表論文

Gusman A. R., Y. Tanioka, T. Kobayashi, H. Latief, and W. Pandoe, (2010) Slip distribution of the 2007 Bengkulu earthquake inferred from tsunami wavefroms and InSAR data, J. Geophys. Res., 115, B12316, doi:10.1029/2010JB007565, 2010.

（3）学会発表

Tanioka, Y., A. R. Gusman, and Y. Namegaya, New Techniques for Recent Tsunami Source Studies Applied to the 2007 Bengkulu Tsunami in Indonesia, and 2009 Suruga Bay Tsunami in Japan, The 3rd International Tsunami Field Symposium, April 10-11, 2010.

Gusman, A. R., Y. Tanioka, and T. Takahashi. Modeling of the sediment transport by the 2004 Sumatra-Andaman tsunami in Lhoknga, Banda Aceh,

Indonesia. The 3rd International Tsunami Field Symposium, April 10-11, 2010.

Tanioka, Y., S. Koshimura, H. Latief, H. Sundendar, Y. Fujii, Gusman A., and K. Satake, インドネシアでの想定巨大地震による津波シミュレーションと巨大津波災害のリスク評価，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，5 月 23 日-28 日

Tanioka, Y. and A. R. Gusman，津波波形から推定される 2010 年チリ巨大地震(Mw8.8)の震源過程，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，5 月 23 日-28 日

Tanioka, Y., A. R. Gusman, H. Latief, and K, Satake, Prediction of tsunami using numerical simulations, International Workshop on Geodynamics and Disaster Mitigation of West Java, July 12-14, 2010.

Tanioka, Y. and A. R. Gusman, Numerical Experiment of Sediment Transport and a case study of sediment transport simulation of the 2004 Indian Ocean Tsunami in Indonesia, 7th ACES International Workshop, Oct. 3-8, 2010

谷岡勇市郎・A.R. Gusman，津波による砂移動の数値計算—2004 年スマトラ津波による Banda Aceh での津波堆積物移動の再現—，日本地震学会 2010 年度秋季大会，10 月 27 日-29 日.

Tanioka, Y., and A. R. Gusman, Source Process of the 2010 Great Chile Earthquake (Mw8.8) Estimated Using Observed Tsunami Waveforms, American Geophysical Union, 2010 Fall Meeting, Dec. 13-17, 2010

Gusman, A. R., Y. Tanioka, and T. Takahashi. Numerical experiment of sediment transport and a case study of sediment transport simulation of the 2004 Indian Ocean tsunami in Lhoknga, Banda Aceh, Indonesia. American Geophysical Union, 2010 Fall Meeting, Dec. 13-17, 2010

中村有吾

（1）主な観測の概要

①研究課題：太平洋沿岸地域の津波履歴の解明

目　　的：津波堆積物の調査，津波履歴の調査

実施期間：2010 年 5 月 13 日から 5 月 18 日，6 月 13 日から 6 月 17 日，9 月 27 日から 9 月 29 日，10 月 18 日から 10 月 22 日

対象地域：北海道東部の太平洋岸（根室市，浜中町）

成果概要：北海道東部太平洋岸で過去数千年間に形成した津波堆積物の層序・層相の解明

参 加 者：中村有吾・西村裕一・プルナ プトラ

事 業 名：根室沖等の地震に関する調査研究

研究費名：理）地震教授（谷岡）

②研究課題：日本海・オホーツク海沿岸地域の津波履歴の解明

目　　的：津波堆積物の調査，津波履歴の調査
実施期間：2010 年 7 月 6 日から 7 月 8 日
対象地域：北海道北部の沿岸（苫前町，遠別町，稚内市，猿払村，枝幸町，雄武町，興部町）
成果概要：北海道北部の沿岸で過去数千年間に形成した津波堆積物の層序・層相の解明
参 加 者：中村有吾

③研究課題：北海道・千島・サハリン沿岸地域の津波履歴の解明
目　　的： サハリン沿岸地域における津波堆積物層序，津波履歴の調査
実施期間：2010 年 7 月 24 日から 8 月 14 日
対象地域：サハリン
成果概要：北海道・千島・サハリンにおける過去数千年間の津波堆積物層序，津波履歴の解明
参 加 者：中村有吾・V.M.カイストレンコ（ロシア科学アカデミー）
事 業 名：根室沖等の地震に関する調査研究
研究費名：理）地震教授（谷岡）

④研究課題：2011 年東北地方太平洋沖地震津波の実態・被害状況調査
目　　的：津波被害，津波痕跡調査
実施期間：2011 年 3 月 13 日～3 月 31 日
対象地域：北海道各地の沿岸（後志，渡島，胆振，日高，十勝・釧路・根室）
成果概要：2011 年 3 月 11 日に東北地方太平洋沖で発生した地震による津波被害状況，津波痕跡の緊急調査
参 加 者：中村有吾・西村裕一・伊尾木圭衣・プルナ プトラ

（2）発表論文

都司嘉宣・大年邦雄・中野晋・西村裕一・藤間功司・今村文彦・柿沼太郎・中村有吾・今井健太郎・後藤和久・行谷佑一・鈴木進吾・城下英行・松崎義孝（2010），2010 年チリ中部地震による日本での津波被害に関する広域現地調査，土木学会論文集Ｂ２（海岸工学）．66－1，1346-1350.

（3）学会発表

中村有吾・西村裕一・プルナ スラスティア プトラ・ヴィクター カイストレンコ，北海道東部太平洋沿岸および色丹島における津波堆積物調査，日本地理学会 2011 年春季大会．2011 年 3 月．

スベシュ・ギミレ

（2）発表論文

Ghimire, S., Y. P. Dhaka, N. Takai, T. Sasatani, and Y. Tanioka, (2010) Understanding seismic hazards in Nepal Himalayas: major problems and issues. Journal of Nepal Geological Society, Vol. 41 (Special Issue), 146-146.

（3）学会発表

Ghimire, S. and Y. Tanioka, Spatial distribution of stress along the plate boundary in Hokkaido, northern Japan. 2010 Annual meeting for Seismological Society of America, April 21-23, 2010.

Ghimire, S., and Y. Tanioka, Spatial Distribution of Stress along the plate boundary in Hokkaido, northern Japan，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，5 月 23 日-28 日

（4）取得研究費

研究課題：将来の巨大地震のアスペリティーの位置把握と津波警報システム改善に向けた手法開発
研究種目：科学研究費補助金（特別研究員奨励費）
代 表 者：谷岡勇市郎
分 担 者：スベシュ・ギミレ
研究期間：平成 22 年
金　　額：80，0 千円

伊尾木　圭衣

（2）発表論文

Ioki, K., and Y. Tanioka, (2011) Slip distribution of the 1963 great Kurile earthquake estimated from tsunami waveforms, Pure Appl. Geophys. 168, 1045-1052, doi:10.1007/s0024-010-0219-5

（3）学会発表

Ioki, K., and Y. Tanioka，津波波形から推定した 1963 年千島沖巨大地震(本震・最大余震)のすべり量分布，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，5 月 23 日-28 日

Ioki K., and Y. Tanioka, Slip distribution of the 1963 great Kurile earthquake and the largest aftershock estimated from tsunami waveforms, 2010 AOGS Meeting, July 5-9, 2010

伊尾木圭衣・谷岡勇市郎，千島沈み込み帯で発生した 1958 年択捉島沖地震の津波波

形解析，日本地震学会 2010 年度秋季大会，10 月 27 日-29 日.

Ioki K., and Y. Tanioka, Tsunami source of the 1958 Etorofu earthquake occurred in kurile subduction zone, 2010 ASC Meeting, Nov. 7-11, 2010.

（4）取得研究費

③研究課題：千島沈み込み帯で発生した巨大地震の発生パターンを津波数値計算を用いて解明する研究

研究種目：科学研究費補助金（特別研究員奨励費）

代 表 者：伊尾木圭衣

研究期間：平成 22 年

金　　額：70，0 千円

○海底地震研究分野

村井芳夫

（1）主な観測の概要

①研究課題：北海道・十勝沖から根室沖における地下構造探査

目　　的：1952 年十勝沖地震（*M*8.2）の本震時に滑りの大きかった領域（アスペリティ）と，それと隣接し，2003 年十勝沖地震（M8.0）後に余効変動があった領域とのプレート境界付近の地下構造の違い等を明らかにすることを目的とする.

実施期間：2010 年 8 月

対象地域：北海道の太平洋側，十勝沖から根室沖の海域

成果概要：北海道大学の海底地震計 21 台を使用し，東京大学地震研究所の容量 25 リットルのエアガン２台を震源に用いて，北海道大学で傭船した新日本海事㈱所有の「新世丸」を利用して地下構造探査を行った.

参 加 者：村井芳夫・東 龍介・西村裕一・勝俣 啓・山田卓司・大和田美穂子，望月公廣（東京大学地震研究所）

事 業 名：北海道周辺域の連動型巨大地震・プレート運動の解明による衝突帯モデルの構築

研究費名：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画

②研究課題：2011 年東北地方太平洋沖地震の余震観測

目　　的：2011 年東北地方太平洋沖地震の余震の震源を精度よく求めることにより，地震活動の時空間変化を明らかにすることを目的とする.

実施期間：2011 年 3 月

対象地域：房総半島沖～宮城県沖の海域

成果概要：2011 年東北地方太平洋沖地震（M9.0）余震観測のための海底地震 19 台の組立を，北海道大学と東京大学地震研究所で行った．海底地震計の設置は 2011 年 3 月に東 龍介が航海に参加して行った.

参 加 者：村井芳夫・東 龍介・大和田美穂子・勝俣 啓・山田卓司・他

事 業 名：2011 年東北地方太平洋沖地震に関する総合調査

研究費名：科学研究費補助金（特別研究促進費）

（2）発表論文

Breivik, A. J., Mjelde, R., Raum, T., Faleide, J. I., Murai, Y., Flueh, E. R., Crustal structure beneath the Trondelag Platform and adjacent areas of the mid-Norwegian margin, as derived from wide-angle seismic and potential field data, Norwegian Journal of Geology, Vol.90, pp.141-161, 2010.

Kandilarov, A., Landa, H., Mjelde, R., Pedersen, R. B., Okino, K., Murai, Y., Crustal structure of the ultra-slow spreading Knipovich Ridge, North Atlantic, along a presumed ridge segment center, Marine Geophysical Researches,

Vol.31, No.3, pp.173-195, 2010.

Czuba, W., Grad, M., Mjelde, R., Guterch, A., Libak, A., Krüger, F., Murai, Y., Schweitzer, J., the IPY Project Group, Continent–ocean-transition across a trans-tensional margin segment: off Bear Island, Barents Sea, Geophysical Journal International, Vol.184, No.2, pp.541-554, 2011.

（3）学会発表

町田祐弥・高波鐵夫・村井芳夫・一條和宏・三浦 亮・西村裕一・中東和夫・篠原雅尚・望月公廣・山田知朗・桑野亜佐子・八木健夫・橋本信一・金沢敏彦・東 龍介・日野亮太，千島海溝・日本海溝会合部周辺での地殻構造不均質 2003 年十勝沖地震破壊域，余効変動域との関係，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，2010 年 5 月，幕張.

中東和夫・桑野亜佐子・山田知朗・望月公廣・篠原雅尚・金沢敏彦・村井芳夫・高波鐵夫・伊藤喜宏・日野亮太・佐藤利典・植平賢司，茨城・房総半島沖の地震波速度構造，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，2010 年 5 月，幕張.

伊藤喜宏・中条恒太・高木涼太・日野亮太・鈴木秀市・山田知朗・篠原雅尚・金沢敏彦・村井芳夫・汐見勝彦・小原一成，自己相関解析による東北日本沈み込み帯の地震波速度不連続面の検出，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，2010 年 5 月，幕張.

伊豆大島構造探査グループ・森田裕一，2009 年伊豆大島構造探査の概要，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，2010 年 5 月，幕張.

一條和宏・村井芳夫・高波鐵夫・三浦 亮・町田祐弥・西村裕一・中村有吾，海底地震観測によって得られた 1940 年積丹半島沖地震震源域付近における地震活動，平成 22 年度東京大学地震研究所共同利用研究集会「リソスフェアの短波長不均質性のイメージングとモニタリングに関する研究の高度化－地震発生帯の構造の時空間変化の解明に向けて－」，2010 年 9 月，東京.

（4）取得研究費

①研究課題：リソスフェアの短波長不均質性のイメージングとモニタリングに関する研究の高度化－地震発生帯の構造の時空間変化の解明に向けて－
研究種目：東京大学地震研究所特定共同利用（研究集会）
代 表 者：村井芳夫
研究期間：平成 22 年度
金　　額：1,093 千円

②研究課題：2011 年東北地方太平洋沖地震に関する総合調査
研究種目：科学研究費補助金（特別研究促進費）
代 表 者：篠原雅尚（東京大学地震研究所）
分 担 者：村井芳夫（海域地震観測と解析）
研究期間：平成 22 年度
金　　額：400 千円

○火山活動研究分野

村上　亮

（２）発表論文リスト

Nishimura, T., M. Tobita, M. Murakami, T. Kanazawa, and M. Shinohara (2010), Fault Model of 2007 M = 6.8 Chuetsu-oki earthquake, central Japan, constructed using geodetic data, In Advance in Geoscience, Vol. 20, 165-178, World Scientific Publishing Co., Singapore.

Masato Furuya, Tomokazu Kobayashi, Youichiro Takada, Makoto Murakami. Fault source modeling of the 2008 Wenchuan Earthquake based on ALOS/PALSAR data.　Bulletin of the Seismological Society of America, vol. 100, 2750-2766, 2010.

（３）学会発表リスト

村上 亮, 川村 淳, 牧野 仁史, 下司 信夫, 及川 輝樹, 佐々木 寿, 瀬尾 俊弘, 西村 卓也・梅田 浩司・大井 貴夫 (2010): “FEP 解析手法を応用した火山噴火シナリオ構築手法の検討”,日本地球惑星科学連合 2010 年大会

村上　亮,　GEONET 観測開始以降繰り返し確認されている浅間山の間欠的地殻変動は Time-Predictable か？(2010),　日本地球惑星科学連合 2010 年大会

（７）受け入れ研究者

招聘外国人教授　Prof. Pierre Briole,　パリ高等師範学校地質学科学科長・教授, 2010/11/10-2010/12/17

橋本武志

（１）主な観測の概要

①研究課題：有珠山の空中磁気測量

目　　的：火山活動に伴う磁場変化を空中測量で検出する

実施期間：2010 年 9 月 20 日～24 日

対象地域：有珠山

成果概要：2000 年 6 月に行われた空中磁気測量（産総研実施）と比較することにより，10 年間の磁場変化があるかどうかを調べた．その結果，2000 年噴火域，山頂火口原，昭和新山の３つの領域で，有意な時間変化成分が検出された．いずれも冷却帯磁のセンスであり，過去の噴火を起こしたマグマの冷却過程を捉えたものと考えられる．

参 加 者：橋本武志・鈴木敦生・八神　樹・松本征海・中塚　正・大熊茂雄（産総研）・宇津木充（京大理）

小山崇夫（東大震研）・神田　径（東工大火山流体）
事 業 名：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画
研究費名：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画共同研究費

②研究課題：道東地域の磁気測量
目　　的：海溝型地震の準備過程との関連が示唆される地磁気永年変化の検証
実施期間：2010 年 10 月 18-21 日
対象地域：道東（厚岸・初田牛・根室・別海・仁多・仁伏・標茶）
成果概要：顕著な全磁力永年変化が見られる道東地域で，地磁気三成分の絶対測量を実施した．これまでに観測されている永年変化は，オリエンテーション効果による見かけのものではないことが確認された．
参 加 者：橋本武志・茂木　透・清水淳平・井　智史
事 業 名：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画
研究費名：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画共同研究費

（２）発表論文

橋本武志・茂木　透・西村三治・有田　真（2010）道東地域の地磁気絶対測量, Conductivity Anomaly 研究会論文集, 56-63.

宮村淳一・岡崎紀俊・伏谷祐二・重野伸昭・橋本武志（2011）十勝岳における自然電位繰り返し測定，北海道大学地球物理学研究報告, 74, 1-19.

(著書)

小原隆博・五家建夫・北 和之・渋谷秀敏・藤 浩明・中井 仁・橋本武志・町田 忍・松島政貴・渡辺 堯（2010）太陽地球系科学，京都大学学術出版会, pp306,.

西田泰典・橋本武志（2010）北海道の地殻構造，北海道における地殻・上部マントルの熱的構造，日本地方地質誌１ 北海道地方，朝倉書店, 388-392.

（３）学会発表

橋本武志・宇津木充・大熊茂雄・中塚　正，有珠火山の空中磁気探査計画－地上観測から期待される磁場変化－，日本地球惑星科学連合，幕張, 2010 年 5 月.

山谷祐介・茂木　透・橋本武志・本多　亮・鈴木敦生・山下晴之・佐々木智彦，長谷英彰，石狩低地東縁断層帯周辺の３次元比抵抗イメージング，日本地球惑星科学連合，幕張, 2010 年 5 月.

茂木　透・山谷祐介・橋本武志・村上　亮・城森　明・結城洋一・海江田秀志・伊藤久敏・土屋遼平・的場敦史・佐々木智彦，十勝岳での GREATEM 探査，日本地球惑星科学連合，幕張, 2010 年 5 月.

神田　径・笠谷貴史・市原　寛・八木原寛・橋本武志・小山崇夫・タンク ブレント・カヤ チュライ・小川康雄・宇津木充・井上寛之・園田忠臣，姶良カルデラおよび周辺における電磁気構造調査(序報)，日本地球惑星科学連合，幕張, 2010 年 5 月.

橋本武志・鈴木敦生・松本征海，有珠山頂域の全磁力変化，日本火山学会，京都, 2010 年 10 月.

一岡祐生・梅原宏之・大島弘光・橋本武志・青山　裕, 有珠山周辺における高校での火山観測実習, 日本火山学会, 京都, 2010 年 10 月.

宮村淳一・岡崎紀俊・伏谷祐二・重野伸昭・橋本武志, 十勝岳における自然電位繰り返し測定, 日本火山学会, 京都, 2010 年 10 月.

神田　径・笠谷貴史・八木原寛・市原　寛・橋本武志・小山崇夫・宇津木充・井上寛之・園田忠臣・ブレント タンク・チュライ カヤ・小川康雄, 姶良カルデラおよびその周辺における電磁気構造探査(2), 日本火山学会, 京都, 2010 年 10 月.

橋本武志・高橋裕二・森井敦司・清水淳平・井　智史・岡崎紀俊・宮村淳一, 十勝岳電磁気観測チーム, 十勝岳の全磁力変化と蓄熱過程（その２）, 地球電磁気・地球惑星圏学会, 那覇, 2010 年 11 月.

笹井洋一・橋本武志・原田　誠・長尾年恭・田中良和, タール火山（フィリピン）の新たな活動と電磁気観測, 地球電磁気・地球惑星圏学会, 那覇, 2010 年 11 月.

橋本武志・茂木　透・清水淳平・井　智史, 道東地域の地磁気永年変化について, Conductivity Anomaly 研究会, 宇治, 2011 年 2 月.

橋本武志・宇津木充・中塚　正・大熊茂雄・小山崇夫・神田　径・鈴木敦生, 繰り返し空中磁気測量で検出された有珠山の全磁力変化, Conductivity Anomaly 研究会, 宇治, 2011 年 2 月.

長尾年恭・竹内昭洋・笹井洋一・山谷祐介・橋本武志・茂木　透・田中良和・P. K. Alanis・J. M. Cordon Jr.・J. Sabit・J. S. Sincioco, 電磁気的手法によるタール火山の監視 (SATREPS -Project 2010-2014) , Conductivity Anomaly 研究会, 宇治, 2011 年 2 月.

山谷祐介・茂木　透・本多　亮・橋本武志・鈴木敦生・山下晴之・大山倫敦・佐々木智彦・松本征海・長谷英彰, 石狩低地東縁断層帯周辺の比抵抗構造探査-2008～2010-, Conductivity Anomaly 研究会, 宇治, 2011 年 2 月.

（４）取得研究費

研究課題：火山ガス観測におけるリモートセンシングの高度化
研究種目：科学研究費補助金（基盤研究（Ｂ））
代 表 者：橋本武志
研究期間：H21 年度～H23 年度
金　　額：総額 14,300 千円（H21 年度 9,600 千円，H22 年度 2,900 千円，H23 年度 1,800 千円）

研究課題：海域に推定されるマグマ供給系の地下構造調査による実体解明
研究種目：科学研究費補助金（基盤研究（Ｂ））
代 表 者：神田　径（京都大学防災研究所）
分 担 者：橋本武志（海底 MT 観測）
研究期間：H21 年度～H24 年度
金　　額：総額 15,200 千円（H21 年度 6,200 千円，H22 年度 3,800 千円，H23 年度 4,000 千円，H24 年度 1,200 千円）
分 担 額：H22 年度 200 千円

研究課題：2011 年霧島火山（新燃岳）噴火に関する総合調査
研究種目：科学研究費補助金（特別推進）
代 表 者：中田節也（東京大学地震研究所）
分 担 者：橋本武志（ＭＴ観測・磁気測量）
研究期間：H22 年度～H23 年度
金　　額：H22 年度 13,445 千円
分 担 額：H22 年度 600 千円

（５）社会活動
日本地球惑星科学連合教育問題委員会委員（地球電磁気・地球惑星圏学会代表）
地球電磁気・地球惑星圏学会　教育問題ＷＧ委員
地球電磁気・地球惑星圏学会　大林奨励賞選考委員
地球電磁気・地球惑星圏学会　会計監査委員
地震・火山噴火予知協議会　噴火過程推進部会委員
地震・火山噴火予知協議会　予算委員会委員
日本火山学会各賞委員会委員
日本火山学会編集委員会委員

（６）会議参加リスト
2010 年 12 月 28 日，予知研究火山噴火準備過程・噴火過程計画推進部会，東京
2011 年 1 月 29 日，地震・火山噴火予知協議会　予算委員会，東京
2011 年 3 月 2～4 日，予知研究成果報告会，東京

森　　濟

（１）主な観測の概要
①研究課題：霧島火山水準測量
目　　的：2011 年にマグマ噴火をした霧島山新燃岳の活動に関する火山性地殻変動を研究するため.
実施期間：2011 年 2 月
対象地域：霧島山北西部
成果概要：2011 年霧島山新燃岳噴火後の 2 月に，1968 年に東京大学地震研究所が設置した，えびの市飯野小学校からえびの高原霧島火山観測所までの約 20km 長の水準路線の再測と 1991 年に東京大学地震研究所が設置したえびの高原内の約 2km 長水準路線の再測を実施した．飯野—観測所路線の両端及び，飯野地区内の 1 点の計 3 点が残存していた．その他の水準点は亡失していたので，およそ 500m 間隔で 37 点を新設した．また，飯野にある国土地理院のえびの電子基準点の附属水準点と飯野小学校内

の水準点とをつないだ. えびの高原内には 4 点の水準点が残っていたが，うち 1 点は移設されており，比較できたのは 3 点だった．飯野—観測所路線では 40 年余の間に山麓部に対して，えびの高原が約 13cm 沈降．えびの高原路線では，東端の水準点が観測所に対して 73mm の沈降で，全体的に西上がりであった.

参 加 者：森　濟，鈴木敦生，前川徳光，森　貴章，松本征海
事 業 名：課題に同じ
研究費名：校費，突発災害

②研究課題：樽前山 GPS 繰返し観測
目　　的：樽前山を含む，石狩歪手中帯西縁の地殻変動を明らかにする.
実施期間：2010 年 9 月
対象地域：樽前山及びその周辺
成果概要：山頂部に観測精度を上回る若干の膨張傾向，周辺部は観測精度と同程度の収縮傾向.
参 加 者：森　濟，奥山　哲
事 業 名：課題に同じ
研究費名：歪集中

③研究課題：十勝岳広域 GPS 繰返し観測
目　　的：十勝岳を含む歪集中域の地殻変動を明らかにする.
実施期間：2010 年 7 月
対象地域：十勝岳及びその周辺
成果概要：観測精度を上回る変動な検知出来なかった.
参 加 者：森　濟，奥山　哲
事 業 名：課題に同じ
研究費名：歪集中

④研究課題：雌阿寒岳広域 GPS 繰返し観測
目　　的：雌阿寒岳の深部マグマだまりによる地殻変動の研究
実施期間：2010 年 6 月
対象地域：雌阿寒岳及びその周辺
成果概要：観測精度を若干上回る全体的膨張傾向が見られた.
参 加 者：森　濟
事 業 名：課題に同じ
研究費名：校費

（3）学会発表
発 表 者：森濟，鈴木敦生
題　　目：雌阿寒岳繰返し広域 GPS 観測
学 会 名：日本火山学会秋季大会
場　　所：京都大学
開催年月：2010 年 10 月

（5）社会活動

JICA 講師(詳細；教育活動)

2010 年 6 月

青山　裕

（1）主な観測の概要

①研究課題：有珠山頂での人工地震探査

目　　的：銀沼火口直下の地震波速度構造を調べるため

実施期間：2010 年 7 月 30 日～8 月 1 日

対象地域：有珠山

概　　要：屈折波トモグラフィーにより，およそ 3 層からなる銀沼火口内部の構造が推定され，最下層は 1977 年～1982 年噴火直後の火口底に相当すると解釈された.

参 加 者：青山　裕・応用地質

研究費名：一般運営財源

②研究課題：クリュチェフスカヤ火山における傾斜変動観測

目　　的：火山活動に伴う地殻変動検出のため

実施期間：2010 年 8 月 21 日～9 月 5 日

対象地域：ロシア・カムチャッカ・クリュチェフスカヤ火山

成果概要：ロシア科学アカデミーと共同で傾斜変動の連続観測点を設置した.

参 加 者：青山　裕・髙橋浩晃・中川光弘・九州大学・鹿児島大学・ロシア科学アカデミー

研究費名：科学研究費補助金

③研究課題：諏訪之瀬島火山における傾斜変動観測

目　　的：火山噴火機構の解明のため

実施期間：2010 年 4 月 26 日～5 月 1 日

対象地域：鹿児島県十島村・諏訪之瀬島火山

成果概要：2009 年度から継続している傾斜変動観測点のメンテナンス作業を行った.

参 加 者：青山　裕・東北大学・京都大学・鹿児島大学

事 業 名：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画

研究費名：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画

④研究課題：諏訪之瀬島火山における地震計アレイ観測

目　　的：火山噴火機構の解明のため

実施期間：2010 年 9 月 27 日～10 月 3 日，11 月 17 日～22 日

対象地域：鹿児島県十島村・諏訪之瀬島火山

成果概要：上下動地震計 13 点からなる地震計アレイを火口近傍に設置し，およそ

1ヶ月半の観測を実施した.
参 加 者：青山　裕・東北大学・名古屋大学
事 業 名：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画
研究費名：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画
⑤研究課題：桜島火山における繰り返し地震探査
目　　的：桜島火山における地殻構造の時間変化検出のため
実施期間：2010 年 12 月 8 日～11 日
対象地域：鹿児島県鹿児島市・桜島火山
成果概要：桜島火山における多項目集中総合観測の一環として，人工地震探査観測点の設置・回収や，爆破コントロールを行った.
参 加 者：青山　裕・大島弘光・前川徳光・東北大他 9 機関
事 業 名：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画
研究費名：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画

（3）学会発表

西村太志，井口正人，太田雄策，喜多村陽，青山　裕，鈴木敦生，及川　純，中道治久，八木原寛，為栗　健，諏訪之瀬島火山火口近傍における傾斜観測，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，千葉市，2010 年 5 月.

青山　裕，中島　睦，斉藤　悠，岩見友里香，柳井佳穂里，山田大志，有珠山頂銀沼火口における地震波探査の試み，日本火山学会 2010 年秋季大会，京都市，2010 年 10 月.

一岡祐生，梅原宏之，大島弘光，橋本武志，青山　裕，有珠山周辺における高校での火山観測実習，日本火山学会 2010 年秋季大会，京都市，2010 年 10 月.

（4）取得研究費

①研究課題：諏訪之瀬島火山における地球物理学的機動観測
研究種目：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画
代 表 者：西村太志（東北大学・理）
分 担 者：青山　裕
研究期間：2009 年～2013 年
金　　額：676 千円（年度分担額）

奥山 哲

（1）主な観測の概要

①研究課題：樽前山 GPS 繰返し観測
目　　的：樽前山を含む、石狩歪手中帯西縁の地殻変動を明らかにする。
実施期間：2010 年 9 月
対象地域：樽前山及びその周辺

成果概要：山頂部に観測精度を上回る若干の膨張傾向、周辺部は観測精度と同程度の収縮傾向。
参 加 者：森　濟、奥山　哲
事 業 名：課題に同じ
研究費名：歪集中
②研究課題：十勝岳広域 GPS 繰返し観測
目　　的：十勝岳を含む歪集中域の地殻変動を明らかにする。
実施期間：2010 年 7 月
対象地域：十勝岳及びその周辺
成果概要：観測精度を上回る変動な検知出来なかった。
参 加 者：森　濟、奥山　哲
事 業 名：課題に同じ
研究費名：歪集中

（3）学会発表

奥山　哲・村上　亮，PALSAR により検出された十勝岳の局地的地殻変動，地球惑星科学連合 2010 年度連合大会，2010 年 5 月 23 日-28 日，幕張.

奥山　哲・村上　亮・大島　弘光・森　濟，北海道の火山における GPS 自動解析の試み，日本測地学会第 114 回講演会，2010 年 11 月 8 日-10 日，京都

○地下構造研究分野

茂木　透

（1）主な観測の概要

①研究課題：石狩南部地域の MT 探査

参 加 者：山谷裕介，茂木 透

成果概要：北海道の歪集中帯である石狩地域において，石狩低地帯およびその境界に分布する断層周辺の地下構造を調べるために，MT 探査を行った.

②研究課題：屈斜路地域 MT 探査

参 加 者：本多亮，山谷祐介，茂木 透

成果概要：屈斜路地域およびその北側で MT 探査を行った．弟子屈地域で問題となった背弧側のコンダクターやアトサヌプリ火山に伴う低比抵抗構造等を調べた.

③研究課題：九十九里浜空中電磁探査

参 加 者：茂木 透，Sabry Abd Allah，電力中央研究所との共同研究

成果概要：浅海底下の構造を空中探査で調べる観測を実施した.

④研究課題：VHF 帯電波伝播異常観測

参 加 者：森谷武男，山下晴之，茂木 透

成果概要：えりも地域冬島地区，根室市落石地区でアンテナを 4 ないし 6 方向に向けて設置し異常電波の到来方向を調べる観測を行った.

（2）発表論文・著書

茂木透, 伊藤久敏，海江田秀志，楠建一郎，城森明，結城洋一，地表ソース型空中電磁法（GREATEM）による探査，地質ニュース，677 号，22-27, 2011.

本多亮，市原寛，神山裕幸，**茂木透,** 中川光弘，北海道東部弟子屈地域の重力異常，北海道大学地球物理研究報告，74, 21-44, 2011

本多亮，山谷裕介，市原寛，長谷英彰，**茂木透**，山下晴之，上嶋誠，中川光弘，屈斜路カルデラ周辺における MT 法による比抵抗探査, 北海道大学地球物理研究報告，74, 45-56, 2011

茂木透　比抵抗構造(2･3･2)　日本地方地質誌「九州・沖縄地方」, 朝倉書店, p.38-43, 2010

茂木透　電磁気学的構造(10･4), 日本地方地質誌「北海道地方」, 朝倉書店, p.363-367, 2010

（3）学会発表

Mogi, T. Airborne EM survey in volcanoes: Application to a volcanic hazards assessment, AGU 2010, December 2010, San Francisco

Yamashita H., **T. Mogi**, T. Moriya, M. Takada and M. Morisada, Simultaneous observation of VHF radio wave transmission anomaly propagated beyond

line of site prior to earthquakes in multiple sites, AGU 2010, December 2010, San Francisco

山谷祐介，長谷英彰，長尾年恭，**茂木 透**，火山島における MT 法探査データの特徴について，2010 年地球電磁気・地球惑星圏学会，2010 年 10 月，那覇

市原 寛，**茂木 透**，山谷祐介，異常位相データの三次元インバージョン～屈斜路カルデラ周辺における例～, 2010 年地球電磁気・地球惑星圏学会, 2010 年 10 月, 那覇

森谷武男・**茂木 透**・山下晴之・佐々木智彦，定常的 55-70MHz 帯電波の地震エコー観測のための調査とその利用, 日本地震学会 2010 年秋季大会, 2010 年 10 月, 広島

Mogi T. and Y. Moroz, Electromagnetic Monitoring in South Baikal Area, International workshop on electromagnetic studies of earthquakes and volcanoes., Chapman University, Oct. 2010.

山谷祐介，**茂木 透**，橋本武志，本多 亮，鈴木敦生，山下晴之，佐々木智彦，長谷 英彰，石狩低地東縁断層帯周辺の 3 次元比抵抗イメージング，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，2010 年 5 月，千葉

茂木透，山谷祐介，橋本武志，村上 亮，城森 明，結城 洋一，海江田秀志，伊藤久敏，土屋遼平，的場敦史，佐々木智彦，十勝岳での GREATEM 探査，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，2010 年 5 月，千葉

本多 亮，市原 寛，長谷英彰，山谷祐介，**茂木 透**，上嶋 誠，神山裕幸，中川 光弘，北海道東部屈斜路カルデラ周辺における重力探査及び MT 探査, 日本地球惑星科学連合 2010 年大会，2010 年 5 月，千葉 坂中伸也，市原 寛，三品正明，西谷忠師，上嶋 誠，茂木 透，小川康雄，山谷祐介，網田和宏，野尻 丈道，岩手・宮城内陸地震域の浅部比抵抗構造，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，2010 年 5 月，千葉

臼井嘉哉，上嶋 誠，小河 勉，相澤広記，山口 覚，吉村令慧，大志万直人，藤 浩明，後藤忠徳，村上英記，丹保俊哉，塩崎一郎，小川康雄，本蔵義守，西谷忠師，坂中伸也，三品正明，佐藤秀幸，笠谷貴史，**茂木 透**，山谷祐介，原田 誠，最上巴恵，宇都智史，兼崎弘憲，望戸裕司，小山茂，望月裕峰，中尾節郎，和田安男，藤田安良，広帯域 MT・ネットワーク MT 法による新潟-神戸歪集中帯・跡津川断 層周辺域での深部比抵抗構造，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，2010 年 5 月，千葉

森谷武男，**茂木 透**，浦河沖~えりも沖の地震活動と VHF 伝播異常との関係，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，2010 年 5 月，千葉

森谷武男，**茂木 透**，えりも沖の起こる地震の前に札幌観測点(HSS)で観測される特徴的な VHF の地震エコー，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，2010 年 5 月，千葉

山下晴之，渡邉朋典，森谷武男，**茂木 透**，ウェーブレット変換の VHF 地震エコー記録への適用と効果，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，2010 年 5 月，千葉

Sabry Abd Allah and **T. Mogi**, Possibility of detecting a conductor under

shallower sea using GREATEM survey, 日本地球惑星科学連合 2010 年大会, 2010 年 5 月, 千葉

（4）取得研究費

平成 22 年度科学技術試験研究委託事業　ひずみ集中帯発生にかかわる地殻構造の研究（サブテーマ 1-5：ひずみ集中帯発生にかかわる地殻構造の研究）代表

空中電磁探査法の沿岸域への適用性検討に関する共同研究　電力中央研究所

（5）社会活動

京都大学防災研究所地震予知研究センター運営協議会委員

産業技術総合研究所地球科学情報研究部門客員研究員

物理探査学会・理事・副会長

山谷　祐介

（1）主な観測の概要

①研究課題：石狩低地東縁断層帯における MT 法比抵抗探査

目　　的：地殻内流体の分布を主とする地下構造調査

実施期間：2010 年 6～10 月

対象地域：石狩低地東縁断層帯北部

成果概要：北海道のひずみ集中帯である石狩低地帯周辺において，地殻内流体および地殻の不均質の検出を目的として，広帯域および長周期 MT 探査による地下構造調査を行った.

参 加 者：山谷祐介・茂木　透・本多　亮・山下晴之・大山倫敦・サブリー アブドアラー・佐々木智彦・松本征海

事 業 名：ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究

②研究課題：屈斜路カルデラ周辺の MT 法比抵抗探査

目　　的：屈斜路カルデラを生成した巨大噴火を起こす地下構造を調査する.

実施期間：2010 年 7～10 月

対象地域：屈斜路湖周辺

成果概要：2009 年に測定したが，良好なデータを得られなかった観測点での再測定, および空間的にデータを密にするために新規の観測点で測定を行った．また，探査深度をより深くするために，長周期 MT 法観測も実施した.

参 加 者：本多　亮・山谷祐介・茂木　透・山下晴之・大山倫敦

事 業 名：地震火山噴火予知研究

（2）発表論文

Ichihara, H., M. Uyeshima, T. Ogawa, M. Mishina, Y. Ogawa, T. Nishitani, Y.

Yamaya, A. Watanabe, Y. Morita, R. Yoshimura and Y. Usui, A fault - zone conductor beneath a compressional inversion zone, northeastern Honshu, Japan, Geophys. Res. Lett., 38, L09301, doi:10.1029/2011GL047382, (in press).

本多　亮，山谷祐介，市原　寛，長谷英彰，茂木　透，山下晴之，大山倫敦，上嶋誠，中川光弘，屈斜路カルテラ周辺における MT 法による比抵抗探査，北海道大学地球物理学研究報告，74，45-55，2011.

市原　寛，上嶋　誠，坂中伸也，小河　勉，三品正明，小川康雄，西谷忠師，山谷祐介，渡邊篤志，森田裕一，吉村令慧，臼井嘉哉，日本海東縁ひずみ集中帯（庄内—新庄地域）の比抵抗構造イメージング，月刊地球，32，417-424，2010.

（３）学会発表

山谷祐介・茂木 透・本多 亮・橋本武志・鈴木敦生・山下晴之・大山倫敦・佐々木智彦・松本征海・長谷英彰，石狩低地東縁断層帯周辺の比抵抗構造探査-2008～2010-，平成 22 年度 Conductivity Anomaly 研究会，2011 年 2 月，宇治.

長尾年恭・竹内昭洋・笹井洋一・山谷祐介・橋本武志・茂木　透・田中良和・P.K. Alanis・J.M. Cordon Jr.・J. Sabit・J.S. Sincioco，電磁気的手法によるタール火山の監視(SATREPS-Project 2010-2014)，平成 22 年度 Conductivity Anomaly 研究会，2011 年 2 月，宇治.

山谷祐介，長谷英彰，長尾年恭，茂木 透，火山島における MT 法探査データの特徴について，2010 年地球電磁気・地球惑星圏学会，2010 年 10 月，那覇.

市原 寛，茂木 透，山谷祐介，異常位相データの三次元インバージョン～屈斜路カルデラ周辺における例～，2010 年地球電磁気・地球惑星圏学会，2010 年 10 月，那覇.

長谷英彰・相澤広記・菅野貴之・小山崇夫・小河 勉・上嶋 誠・坂中伸也・西谷忠師・野尻丈道・大本将行・河野輝樹・山谷祐介・市原寛・高倉伸一・吉村令慧，月山周辺の比抵抗構造，日本火山学会 2010 年秋季大会，2010 年 10 月，京都.

Y. Usui, M. Uyeshima, T. Ogawa, R. Yoshimura, N. Oshiman, S. Yamaguchi, H. Toh, H. Murakami, T. Uto, H. Kanezaki, Y. Mochido, K. Aizawa, T. Tanbo, T. Mogami, Y. Ogawa, T. Nishitani, S. Sakanaka, M. Mishina, H. Satoh, T. Goto, T, Kasaya, T. Mogi, Y. Yamaya, M. Harada, I. Shiozaki, Y. Honkura, S. Koyama, H. Mochiduki, S. Nakao, Y. Wada and Y. Fujita, Deep resistivity sturucture beneath the Atotsugawa Fault Area in the Niigata Kobe Tectonic Zone revealed by a joint inversion combining Wideband- and Network-MT surveys, 20th EM induction workshop, Sep. 2010, Giza, Egypt.

山谷祐介，茂木 透，橋本武志，本多 亮，鈴木敦生，山下晴之，佐々木智彦，長谷 英彰，石狩低地東縁断層帯周辺の 3 次元比抵抗イメージング，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，2010 年 5 月，千葉.

茂木 透，山谷祐介，橋本武志，村上 亮，城森明，結城洋，海江田秀志，伊藤久敏，土屋遼平，　的場敦史，佐々木智彦，十勝岳での GREATEM 探査，日本地球惑星科

学連合 2010 年大会，2010 年 5 月，千葉.

本多 亮，市原 寛，長谷英彰，山谷祐介，茂木 透，上嶋 誠，神山裕幸，中川光弘，北海道東部屈斜路カルデラ周辺における重力探査及び MT 探査, 日本地球惑星科学連合 2010 年大会，2010 年 5 月，千葉.

長谷英彰，相澤広記，菅野貴之，小山崇夫，小河 勉，上嶋 誠，坂中伸也，西谷忠師，野尻丈道，大本将行，河野輝樹，山谷祐介，市原 寛，高倉伸一，吉村令慧，山形県北西部ひずみ集中帯の比抵抗構造，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，2010 年 5 月，千葉.

坂中伸也，市原 寛，三品正明，西谷忠師，上嶋 誠，茂木 透，小川康雄，山谷祐介，網田和宏，野尻 丈道，岩手・宮城内陸地震域の浅部比抵抗構造，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，2010 年 5 月，千葉.

臼井嘉哉，上嶋 誠，小河 勉，相澤広記，山口 覚，吉村令慧，大志万直人，藤 浩明，後藤忠徳，村上英記，丹保俊哉，塩崎一郎，小川康雄，本蔵義守，西谷忠師，坂中伸也，三品正明，佐藤秀幸，笠谷貴史，茂木 透，山谷祐介，原田 誠，最上巴恵，宇都智史，兼崎弘憲，望戸裕司，小山茂，望月裕峰，中尾節郎，和田安男，藤田安良，広帯域 MT・ネットワーク MT 法による新潟-神戸歪集中帯・跡津川断 層周辺域での深部比抵抗構造，日本地球惑星科学連合 2010 年大会，2010 年 5 月，千葉.

山下晴之

（1）学会発表

山下晴之，渡邉朋典，森谷武男，茂木 透,ウェーブレット変換の VHF 地震エコー記録への適用と効果， 2010 年度地球惑星科学連合大会，2010 年 5 月

Yamashita, H., T. Mogi, T. Moriya, M. Takada and M. Morisada, Simultaneous observation of VHF radio wave transmission anomaly propagated beyond line of site prior to earthquakes in multiple sites, American Geophysica Union Fall meeting, Sanfrancisco, 2010

アブドアラー・サブリー

（2）発表論文

Saurabh K. Verma, Toru Mogi and Sabry Abd Allah (2010), Response characteristics of GREATEM system considering a half-space model, Proceedings extended abstract for IAGA WG 1.2 on Electromagnetic Induction in the Earth 20th Workshop.

（３）学会発表

Sabry Abd Allah and Toru Mogi (2010), Possibility of detecting 3D conductor under shallower sea depth using GREATEM system (Poster presentation, the 20th　Electromagnetic induction　workshop 2010, Egypt)

Sabry Abd Allah and Supakorn Makhajornsub, (2010), Corporate Social responsibility in Egypt and Thailand　(Poster presentation , Asian program of incubation environmental leaders (APIEL) - Coca-Cola Young Environmental Summit 2010, Kuriyama-cho, Hokkaido)

Sabry Abd Allah (2010), Health effect of Air pollution (Poster presentation, Advanced Institute in Ecosystem Services Valuation and Modeling workshop 2010, Sapporo)

Sabry Abd Allah and Toru Mogi (2010), Possibility of detecting 3D conductor under shallower sea depth using GREATEM system (Poster presentation, Japan Geosciences Union (JPGU)　international meeting 2010, Chiba)

○地域防災情報支援室

宮村淳一

（１）主な観測概要

①研究課題：十勝岳自然電位測定

目　　的：火口域の熱活動評価

実施期間：2010 年 7 月 12 日～14 日，9 月 6 日～8 日

対象地域：十勝岳

成果概要：避難小屋裏から火口域にかけて自然電位測定を実施．62 火口群には目立った高電位異常は認められなかったが, 大正火口では活発な噴気孔付近を中心に高電位異常の分布が確認された.

参 加 者：宮村淳一，伏谷祐二（札幌管区気象台），岡崎紀俊（道総研地質研究所）

（２）発表論文

前野 深・鈴木由希・中田節也・小山悦郎・金子隆之・藤井敏嗣・宮村淳一・鬼澤真也・長井雅史（2010）：浅間山 2009 年 2 月 2 日噴火の経緯と噴出物，火山，55，147-154.

宮村淳一・岡崎紀俊・伏谷祐二・重野伸昭・橋本武志（2011）：十勝岳における自然電位繰り返し測定，北海道大学地球物理学研究報告，74，1-19.

（３）学会発表

宮村淳一・岡崎紀俊・伏谷祐二・重野伸昭・橋本武志，十勝岳における自然電位繰り返し測定，日本火山学会 2010 年秋季大会，2010 年 10 月 9 日-11 日，京都.

橋本武志・髙橋祐二・森井敦司・清水淳平・井　智史・岡崎紀俊・宮村淳一，十勝岳の全磁力変化と蓄熱過程（その２），地球電磁気・地球惑星圏学会講演会，2010年10月31日-11月3日，沖縄.

（５）社会活動

火山噴火予知連絡会，火山観測体制等に関する検討会，委員

（６）会議参加リスト

2010年4月23日，北海道地震活動検討会，札幌

2010年5月18日，北海道地震活動検討会，札幌

2010年6月4日，第116回火山噴火予知連絡会定例会事前検討会，札幌

2010年7月26日，火山噴火予知連絡会第9回火山観測体制等に関する検討会，東京

2010年9月17日，北海道地震活動検討会，札幌

2010年10月1日，第117回火山噴火予知連絡会定例会事前検討会，札幌

2010年10月22日，北海道地震活動検討会，札幌

2010年12月22日，北海道防災会議地震火山対策部会地震対策専門委員会津波シミュレーション及び被害想定調査業務に係る検討ワーキンググループ（第９回），札幌

○観測技術部

一柳昌義

（1）主な観測の概要

定常及び臨時観測点に関する業務事項

①観測点名：広尾
観測項目：地震観測
実施時期：4 月 12 日
作業内容：障害対応
②観測点名：奥尻
観測項目：地震観測
実施時期：6 月 7 日-8 日
作業内容：障害対応
③観測点名：根室・浦幌
観測項目：地震観測
実施時期：6 月 22 日-24 日
作業内容：無停電化対応
④観測点名：根室
観測項目：地震観測
実施時期：6 月 29 日
作業内容：障害対応
⑤観測点名：愛別
観測項目：新テレメーター試験
実施時期：７月 2 日
⑥観測点名：渡島大島
観測項目：地震観測
実施時期：7 月 19 日-23 日
作業内容：障害対応
⑦観測点名：ロシア連邦・サハリン州・オハ
観測項目：地震観測
実施時期：9 月 18 日-25 日
作業内容：データ伝送装置設置
⑧観測点名：十勝岳
観測項目：GPS 観測
実施時期：10 月 5 日-8 日
作業内容：GPS キャンペーン観測
⑨観測点名：函館平野
観測項目：重力観測

実施時期：10 月 12 日-15 日
作業内容：重力測定
⑩観測点名：濃尾断層系
観測項目：地震観測
実施時期：10 月 29 日-30 日
作業内容：保守メンテナンス
⑪観測点名：弟子屈・屈斜路カルデラ
観測項目：ＧＰＳ観測・断層調査
実施時期：12 月 14 日－16 日
⑫観測点名：摩周
観測項目：地震観測
実施時期：2 月 1 日-3 日
作業内容：地震観測装置設置
⑬観測点名：霧島山
観測項目：GPS 観測
実施時期：2 月 9 日-11 日
作業内容：GPS 観測点保守メンテナンス
⑭観測点名：愛別
観測項目：地震観測
実施時期：2 月 22 日-24 日
作業内容：地震計修理
⑮観測点名：東大地震研
観測項目：地震観測
実施時期：3 月 12 日-13 日
作業内容：衛星テレメータ装置運搬
⑯観測点名：岩手県普代村・八幡平市等
観測項目：地震観測
実施時期：3 月 21 日-23 日
作業内容：障害対応

鈴木敦生

（1）主な観測の概要
①観測項目：有珠火山での空中磁気探査
観測点名：有珠火山
実施時期：2010 年 9 月 20 日～24 日
参 加 者：橋本武志・鈴木敦生・八神　樹・松本征海・前川徳光・大島弘光・
産総研・東大・京大桜島・京大阿蘇
作業内容:有珠火山でヘリコプターを利用して地磁気の分布を上空から測定する空

中磁気探査が実施され，磁気センサ及び GPS 受信機設置に参加した.

②観測項目：霧島山水準測量

観測点名：霧島山

実施時期：2011 年 2 月 3 日～3 月 1 日

参 加 者：森　濟・鈴木敦生・前川徳光・東大

作業内容：霧島山新燃岳の噴火活動に関係した圧力源の推定のため，えびの市飯野からえびの高原にある霧島火山観測所に至る水準路線(路線長：約 20km,標高差：約 1000m)の再測量が実施され，測量基点の保守及び標尺手として参加した.

③観測項目：台湾大屯火山での水準測量

観測点名：台湾大屯火山

実施時期：2011 年 3 月 20 日～28 日

参 加 者：森　濟・鈴木敦生・名大・台湾中央研究院地球科学院

作業内容：台湾大屯火山の圧力源のより詳細な情報を明らかにするための基礎データとして，水準測量が実施された．測量基点の保守及び標尺手として参加した.

④観測項目：火山観測点保守・点検

観測点名：雌阿寒岳各火山観測点

実施時期：6 月 1 回，8 月 1 回，10 月 1 回，12 月 1 回

⑤観測項目：火山観測点保守・点検

観測点名：十勝岳各火山観測点

実施時期：10 月 1 回，12 月 1 回

（3）学会発表

山谷祐介・茂木　透・橋本武志・本多　亮・鈴木敦生・佐々木智彦・山下晴之・長谷英彰，石狩低地東縁断層帯周辺の３次元比抵抗イメージング，日本地球惑星科学連合 2010 年度連合大会，2010 年 5 月 23 日-28 日，幕張.

森　濟・鈴木敦生, 雌阿寒岳繰返し広域 GPS 観測, 日本火山学会 2010 年秋季大会, 2010 年 10 月 9 日-11 日，幕張.

髙田真秀

（1）主な観測の概要

①観測項目：地殻変動観測

観測点名：天塩中川・苫前　各地殻変動観測所

参 加 者：岡山宗夫・山口照寛・髙田真秀・竹内大登（ガラス工作室)

作業内容：水管傾斜計設置

②観測項目：道東地方の精密重力測量

実施時期：2010 年 6 月 1 日-4 日

参 加 者：大久保修平・菅野貴之（東大地震研）・前川徳光・髙田真秀
③観測項目：地震および地殻変動観測
観測点名：各観測点
作業内容：各観測点で生じた障害の対応
各観測点での保守，改善
④観測項目：電磁気観測
観測点名：道内各電磁気観測点
作業内容：テレメータ化されていない観測点のデータ回収
各観測点で生じた障害の対応
各観測点での保守，改善
⑤観測項目：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震の臨時観測
観測点名：岩手県北部
作業内容：観測点設置
参 加 者：髙橋浩晃・山田卓司・勝俣啓・髙田真秀・一柳昌義・山口照寛・眞城亮成

山口照寛

（1）主な観測の概要
①観測項目：ＧＰＳ保守
観測点名：雌阿寒岳
実施時期：2010 年 5 月 31 日～6 月 3 日
参 加 者：髙橋浩晃・山口照寛
作業内容：ＧＰＳ　・重力・水位の観測実施
②観測項目：観測点強化
観測点名：広尾，浦幌，厚岸，根室，弟子屈観測点
実施時期：2010 年 6 月 21-24 日
参 加 者：髙田真秀・一柳昌義・山口照寛
作業内容：バッテリー増設，現地収録型ロガー設置
③観測項目：新テレメータ試験
観測点名：愛別観測点
実施時期：2010 年 7 月 2 日
参 加 者：一柳昌義・山口照寛
作業内容：新テレメータ装置設置
④観測項目：地殻変動観測
観測点名：苫前，中川各地殻変動観測所
参 加 者：髙田真秀・岡山宗夫・山口照寛・竹内大登（ガラス工作室）
作業内容：水管傾斜計設置
⑤観測項目：定常観測

観測点名：積丹，前田，里塚観測点
作業内容：バッテリー交換
⑥観測項目：東北地方太平洋沖地震の臨時観測
観測点名：岩手県北部
実施時期：2011 年 3 月 13 日～15 日
参加者：山田卓司・高橋浩晃・勝俣　啓・一柳昌義・髙田真秀・山口照寛・眞城亮成

（2）発表論文

山口照寛・笠原稔・髙橋浩晃・岡山宗夫・髙田真秀・一柳昌義(2010)，地殻変動データベースシステムの開発，測地学会誌, 56, 47-57.

（3）学会発表

山口照寛・笠原稔・髙橋浩晃・岡山宗夫・髙田真秀・一柳昌義(2010)，地殻変動データベース－2007 年からの改良, 日本測地学会第 114 回講演会, 2010 年 11 月 8-10 日，宇治.

Ⅲ　教　育　活　動

１．担当授業

（１）大学院

①自然史科学専門科目

【１学期】

地震・火山噴火予知特論　　：谷岡勇市郎・大島弘光

【２学期】

構造探査学特論　　：茂木　透・村井芳夫

地震火山計測特論　　：村上　亮・橋本武志・髙橋浩晃

②理学院共通科目

【２学期】

地球惑星ダイナミクス概論　　：村上　亮（分担）

③大学院共通

なし

（２）学部

①地球科学科専門科目

【１学期】

地球計測・情報実習　　：髙橋浩晃・大島弘光

地球惑星科学のための電磁気学　　：橋本武志（分担）

火山特別セミナー（有珠野外実習）　：大島弘光・橋本武志・青山　裕（分担）

【２学期】

地球惑星科学セミナー　　：青山　裕（担当）・谷岡勇市郎・村上　亮・勝俣　啓・橋本武志・村井芳夫・宮村淳一・山田卓司・西村裕一（分担）

地球惑星電磁気学　　：茂木　透（分担）

データ解析学　　：勝俣　啓

②理学部共通科目

【１学期】

変動する大地　　：勝俣　啓（分担）

【２学期】

③全学教育科目

【１学期】

基礎地学Ⅰ　　：村上　亮・茂木　透・村井芳夫・森　濟

【２学期】

一般教育演習「地球未来学」　　：谷岡勇市郎　（分担）

一般教育演習「巨大津波は北海道を襲うか」：谷岡勇市郎

地球惑星科学のフロンティア　　：橋本武志（分担）

（3）学外

①タイトル：サイエンスカフェ

日時・場所：2010 年 4 月 4 日・札幌

主催：北大地震火山センター

担当教員：宮村淳一・他

内容：市民向け講演

②タイトル：国際地震工学研修（地震学コース）講師

日時・場所：2010 年 5 月 14 日・札幌

主催：独立行政法人建築研究所

担当教員：村井芳夫

内容：講義「北海道大学における地震観測」

③タイトル：JICA 国際火山研修

場所：有珠山

実施日：2010 年 6 月

主催：JICA

担当教員：森　濟

内容：野外研修指導

④タイトル：野外観察講師

日時・場所：2010 年 6 月 8 日～9 日・有珠山

主催：北海道室蘭栄高等学校

担当教員：大島弘光・青山　裕

内容：野外実習指導（理数科（SSH プログラム））

⑤タイトル：気象庁職員火山防災業務研修講師

日時・場所：2010 年 7 月 8 日・東京

主催：気象庁

担当教員：宮村淳一

内容：講義「大学等関係機関との連携」

⑥タイトル：日本･中南米火山防災国際ワークショップ講演

日時・場所：2010 年 7 月 17 日・札幌

主催・後援：日本･中南米火山防災国際ワークショップ実行委員会・JICA 札幌

担当教員：青山　裕

内容：講演「有珠山 20 世紀の 4 回の噴火と火山学的研究」

⑦タイトル：北海道札幌開成高等学校地学野外観察実習講師

日時・場所：2010 年 7 月 26 日～27 日・札幌、2010 年 7 月 30 日～8 月 1 日・有珠山

主催：北海道札幌開成高等学校コズモサイエンス科

担当教員：大島弘光・橋本武志・青山裕・宮村淳一

内容：事前講義および野外実習指導

⑧タイトル：野外観察講師

日時・場所：2010 年 7 月 30 日～8 月 1 日・有珠山

主催：北海道札幌開成高等学校
担当教員：大島弘光・橋本武志・森　濟・青山　裕
内容：事前講義と野外実習指導
⑨タイトル：平成22年度北海道地区国立大学法人等技術職員研修 講師
日時・場所：2010年9月7日・北海道大学 百年記念会館
主催：北海道大学
担当教員：谷岡勇市郎
内容：講義「最近の大地震と大津波」
⑩タイトル：平成22年度ガラス技術職員研修 講師
日時・場所：2010年9月9日・北海道大学 百年記念会館
主催：北海道大学
担当教員：谷岡勇市郎
内容：講義「北海道の地震と津波」
⑪タイトル：有珠山噴火 10 周年フォーラム講演
日時・場所：2010 年 9 月 24 日・洞爺湖町
主催：有珠火山防災会議協議会
担当教員：青山　裕
内容：講演「有珠山の噴火と地球物理学的研究」
⑫タイトル：「青い地球の地震学」研究会 講師
日時・場所：2010年9月30日－10月1日・東京大学地震研究所
主催：東京大学地震研究所
担当教員：谷岡勇市郎
内容：講義「津波の励起・伝播・遡上・砂移動」
⑬タイトル：国際地震工学研修 講師
日時・場所：2009年10月20日・つくば
主催：建築研究所
担当教員：谷岡勇市郎
内容：講義「Tsunami Magnitude and Catalogue」
⑭タイトル：JICA Training Course Operating Management of Earthquake, Tsunami, and Volcano Eruption Observation System 講師
日時・場所：2010年11月1日－2日・名古屋大学
主催：JICA
担当教員：谷岡勇市郎
内容：講義「Tsunami generation and propagation」
⑮タイトル：防災講演会講師
日時・場所：2011 年 2 月 23 日・鹿部
主催：駒ヶ岳火山防災協議会
担当教員：橋本武志
内容：市民向け講演「火山噴火のメカニズム」

２．学位論文

（１）博士論文

なし

（２）修士論文

なし

（３）卒業論文

①氏名： 八神　樹（YAGAMI,Itsuki）

論文題目：「間欠泉の物理モデルに関する考察」(Physical model of a geyser)

指導教員：橋本武志

②氏名：眞城亮成（SHINJHO,Akinari）

論文題目：Earthquake Early Warning（EEW)に用いられる様々な手法と，EEW の現状および問題点

指導教員：髙橋浩晃

３．雑誌会

第 1 回雑誌会（2010 年 4 月 19 日）

① 紹介者：青山　裕

題　　名：Location of seismic events and eruptive fissureson the Piton de la Fournaise volcano using seismic amplitudes

著者名： Battaglia J. and K. Aki

雑誌名： JGR, 108, B8, 2364,doi:10.1020/2002JB002193

② 紹介者： Sabry Abd Allah

題　名： Sensitivity study of marine CSEM data for reservoir production monitoring

著者名： Martha Lien and Trond Mannseth

雑誌名： GEOPHYSICS, VOL. 73, NO.4. (JULY-AUGUST 2008); P.F151–F163, 16 FIGS., 1TABLE. 10.1190/1.2938512

第2回雑誌会（2010年5月17日）

① 紹介者：東　龍介

題　名：Compressional and shear wave velocities of serpentinized peridotites.

著者名：Tohru Watanabe, Hiroaki Kasima, and Shohei Oshima

雑誌名：Earth Planets Space, 59, 233-244, 2007.

② 紹介者： Aditya Riadi Gusman

題　名： Tsunami geomorphology：Erosion and deposition from the 15 November 2006 Kuril Island tsunami.

著者名： MacInnes B. T., Bourgeois J., Pinegina T. K., and Kravchunovskaya E. A.
雑誌名： Geology, 2009, 37, 995-998.

第3回雑誌会（2010年5月31日）

① 紹介者：橋本武志
題　名： A study of spectral methods of estimating the depth to the bottom of magnetic sources from near-surface magnetic anomaly data.
著者名： D. Ravat, A. Pignatelli, I. Nicolosi and M. Chiappini
雑誌名： Geophys. J. Int., 169, 421-434, 2007.

第4回雑誌会（2010年6月7日）

① 紹介者：本多　亮
題　名： 3D Gravity Inversion by Growing Bodies and Shaping Layers at Mt.Vesuvius (Southern Italy).
著者名： Giovanna Berrino and Antonio G. Camacho
雑誌名： Pure and Applied Geophysics, 165, 1095-1115, 2008.

② 紹介者：伊尾木圭衣
題　名： Validation and Joint Inversion of Teleseismic Waveforms Records: A Case Study of the 2006 Kurile Megathrust Earthquake.
著者名： Toshitaka Baba, Phil R. Cummins, Hong Kie Thio, and Hiroaki Tsushima
雑誌名： Pure and Applied Geophysics, 2009, 166, 55-76.

第5回雑誌会（2010年6月14日）

① 紹介者：勝俣　啓
題　名： A double branching model for earthquake occurrence.
著者名： Warner Marzocchi and Anna Maria Lombardi
雑誌名： J. Geophys. Res, 113, B08317, doi:10.1029/2007JB005472, 2008.

② 発表者：佐々木智彦
題　名：The 2004 Parkfield earthquake: Test of the electromagnetic precursor hypothesis.
著者名：Stephen K. Park, William Dalrymple, and Jimmy C. Larsen
雑誌名：JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 112, B05302, doi:10.1029/2005JB004196, 2007.

第6回雑誌会（2010年6月21日）

① 紹介者：宮村淳一
題　名：Forecasting eruptions after long repose intervals from accelerating rates of rock fracture：The June 1991 eruption of Mount Pinatubo,

Philippines.
著者名：R. Smith and C. R. J. Kilburn
雑誌名：J. Volcanol. Geotherm. Res., 191, 129-136, 2010
② 紹介者：和田直人
題　名：Deep structure of the Ou mountain range strain consentration zone and the focal area of the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake, NE Japan-seismogenesis related with magma and crustal fluid.
著者名：Tomomi Okada, Norihito Umino, and Akira Hasegawa
雑誌名：J Earth Planets Space, 62, 347-352, 2010.

第7回雑誌会（2010年6月28日）
① 紹介者：茂木 透
題　名：Regional geoelectric structure beneath Deccan Volcanic Province of the Indian subcontinent using magnetotellurics.
マグネトテルリク法によるインド亜大陸のデカン火山地域下の広域比抵抗構造

著者名：T. Harinarayana, B.P.K. Patro, K. Veeraswamy, C. Manoj, K. Naganjaneyulu, D.N. Murthy, G. Virupakshi（National Geophysical Research Institute, Hyderabad - 500 007, India）
雑誌名：Tectonophysics 445 (2007) 66?80
② 紹介者：山下晴之
題　名：Evidence of precursor phenomena in the Kobe earthquake obtained from atmospheric radon concentration.
著者名：Yumi Yasuoka, Geoge Igarashi, Testuo Ishikawa, Shinji Tokonami, Masaki Shinogi
雑誌名：Applied Geochemistry. 21(2006), 1064-1072.

第8回雑誌会（2010年7月5日）
① 紹介者：　森 貴章
題　名：Rapid dome growth at Montagne Pelee during the early stages of the 1902-1905 eruption: a reconstruction from Lacroix's data.
1902年～1905年モンプレー噴火の初期段階での急速なドームの成長（ラクロワのデータからの復元）
著者名：Tanguy, Jean-Claude
雑誌名：Bulletin of volcanology, 66, 615-621, 2004.
② 紹介者：大山倫敦
題　名：Deep structure of a major subduction back thrust: Magneto-telluric investigations of the Taranaki Fault, New Zealand.

主要沈み込み帯後背衝上断層の深部構造：ニュージーランド、タラナキ断層の Magneto-telluric 研究
著者名：V.M.Stagpoole, S.L.Bennie, H.M.Bibby, S.Dravitzki, M.R.Ingham
雑誌名：Tectonophysics, 463 (2009), 77-85.

第9回雑誌会（2010年7月12日）

① 紹介者：眞城亮成
題　名：緊急地震速報におけるマグニチュード推定のためのτcの使用と、near-fiel d termの影響
著者名：Masumi Yamada and Jim Mori
雑誌名：JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 114, B05301,doi:10.1029/2008JB006080, 2009.

② 紹介者：　八神 樹
題　名：Ground deformation caused by magma ascent in an open conduit.
開放火道を上昇するマグマによる地殻変動
著者名：Takeshi Nishimura
雑誌名：Journal of Volcanology and Geothermal Research, Volume 187, Issues 3-4, 10 November 2009, Pages 178-192.

第10回雑誌会（2010年10月4日）

① 紹介者　：森　濟
題　名：Ground deformation induced by geothermal processes：
A model for La Fossa Crater (Vulcano Island, Italy)
著者名：Salvatore Gambino and Francesco Guglielmino
雑誌名：J. Geophys. Res, 113, B07402, doi:10.1029/2007JB005016, 2008.

② 紹介者：　原田大介
題　名：カリフォルニアのモハービ砂漠下の最上層マントルのトランジエントなレオロジー
著者名：Fred F. Pollitz
雑誌名：Earth and Planetary Science Letters, 215, 89-104, doi:10.1016/S0012-821X(03)00432-1, 2003

第11回雑誌会（2010年10月18日）

① 紹介者：　山谷祐介
題　名：Three-dimensional topographic and bathymetric effects on magnetotelluric responses in Jeju Island, Korea
著者名：M. J. Nam, H. J. Kim, Y. Song, T. J. Lee and J. H. Suh
雑誌名：Geophys. J. Int. (2009) 176, 457-466
doi:10.1111/j.1365-246X.2008.03993.x

③ 紹介者 ：松本征海
題　名：Analogue modeling of instabilities in crater lake hydrothermal systems
著者名：Jean Vandemeulebrouck et al.
雑誌名：Journal of Geophysical Research, vol. 110, B02212, 2005

第12回雑誌会（2010年11月1日）
① 紹介者： 村井芳夫
題　名：Temporal changes of seismic velocity and anisotropy in the shallow crust induced by the 1999 October 22 M6.4 Chia-Yi, Taiwan earthquake
著者名：Kevin Chao and Zhigang Peng
雑誌名：Geophys. J. Int., 179, 1800-1816, 2009
② 紹介者：伊尾木圭衣
題　名：Coral reefs reduce tsunami impact in model simulations
著者名：Catherine M. Kunkel, Robert W. Hallberg, and Michael Oppenheimer
雑誌名：GRL, 33, L23612, doi:10.1029/2006GL027892, 2006

第13回雑誌会（2010年11月8日）
① 紹介者： 谷岡勇市郎
題　名：Ⓐ The 2009 Samoa--Tonga great earthquake triggered doublet
Ⓑ Near-simultanious great earthquakes at Tongan megathrust and outer rise in September 2009
著者名：Ⓐ Thorne Lay, Charles J. Ammon, Hiroo Kanamori, Luis Rivera, Keith D. Koper and Alexander R. Hutko
Ⓑ J. Beavan, X. Wang, C. Holden, K. Wilson, W.Power, G. Prasetya, M. Bevis, and R. Kautoke
雑誌名：Ⓐ Nature, 466, 19 August 2010, doi:10.1038/nature09214
Ⓑ Nature, 466, 19 August 2010, doi:10.1038/nature09292
② 紹介者：森 貴章
題　名：Thermal structure and heat loss at the summit crater of an active lava dome
著者名：Steve T. Sahetapy-Engel・Andrew J. L. Harris
雑誌名：Bulletin of Volcanology (2009) 71:15-28

第14回雑誌会（2010年11月15日）
① 紹介者：山田卓司
題　名：Striations, duration, migration and tidal response in deep tremor
著者名：Satoshi IDE
雑誌名：Nature, 466, 356-360, 15 July 2010, doi:10.1038/nature09251
② 紹介者：大山倫敦

題　名：Relation between electrical resistivity and earthquake generation in the crust of West Anatolia, Turkey
著者名：Aysan Gurer, Murat Bayrak
雑誌名：Tectonophysics 445 (2007) 49-65

第15回雑誌会（2010年11月22日）
① 紹介者：奥山 哲
題　名：Deformation between 1989 and 1997 at Piton de la Fournaise volcano retrieved from correlation of panchromatic airborne images
著者名：Marcello de Michele and Pierre Briole
雑誌名：GJI, 169, 357-364, 2007
② 紹介者：佐々木智彦
題　名：Lithosphere--Atmosphere--Ionosphere Coupling (LAIC) model --An unified concept for earthquake precursors validation
著者名：S. Pulinets , D. Ouzounov
雑誌名：Journal of Asian Earth Sciences(2010)

第16回雑誌会（2010年11月29日）
① 紹介者：眞城 亮成
題　名：Analysis of seafloor seismograms of the 2003 Tokachi-Oki earthquake sequence for earthquake early warning
著者名：Jeffrey J. McGuire, Frederik J. Simons, and John A. Collins
雑誌名：GEOPHYSICAL　RESEARCH　LETTER S, VOL.35, L14310 , doi:10.1029/2008GL033986,2008

第17回雑誌会（2010年12月6日）
① 紹介者：　Sabry Abdallah
題　名：Towards remote sensing of sediment thickness and depth to bedrock in shallow seawater using airborne TEM
著者名：Julian Vrbancich and Peter K. Fullagar
雑誌名：Exploration Geophysics, 2007, 38, 77-88
紹介者
② 紹介者：髙橋浩晃
題　名：Cyclic ground tilt asscociated with the 2004-2008 eruption of Mount St. Helens
著者名：Anderson, K., M. Lisowski, and P. Segall
雑誌名：J. Geophys. Res., 115, B11201, doi10.1029/2009JB007102, 2010.

第18回雑誌会（2010年12月19日）
① 紹介者：星井 基希

題　名：Formation mechanism of great positive TEC disturbances prior to Wenchuan earthquake on May 12, 2008
著者名：M.V. Klimenko , V.V. Klimenko , I.E. Zakharenkova , S.A. Pulinets, B. Zhao , M.N. Tsidilina
雑誌名：Advances in Space Research 48 (2011) 488-499

② 紹介者：アディティア・グスマン
題　名：Tsunami generation by a rapid entrance of pyroclastic flow into the sea during the 1883 Krakatau eruption, Indonesia
著者名：Fukashi Maeno and Fumihiko Imamura
雑誌名：Journal of Geophysical Research, Vol. 116, B09205, doi: 10.1029/2011JB008253

第19回雑誌会（2011年1月16日）

① 紹介者：眞城 亮成
題　名：Initial 30 seconds of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (Mw 9.0)
—amplitude and τ c for magnitude estimation for Earthquake Early Warning—
著者名：Mitsuyuki Hoshiba and Kazuhiro Iwakiri
雑誌名：Earth Planets Space, 63, 553.557, 2011

② 紹介者：茂木 透
題　名：Atmospheric electricity coupling between earthquake regions and the ionosphere
著者名：R.G. Harrison, K.L.Aplin, M.J.Rycroft
雑誌名：Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics 72 (2010) p.376 – 381

第20回雑誌会（2011年1月23日）

① 紹介者：齊藤 佳佑
題　名：Depth-dependent stress field in and around the Atotsugawa fault, central Japan, deduced from microearthquake focal mechanisms: Evidence for localized aseismic deformation in the downward extension of thefault
著者名：Kazutoshi Imanishi, Yasuto Kuwahara ,Tetsuya Takeda, Takashi Mizuno,Hisao Ito, Kiyoshi Ito, Hiroo Wada, and yoshikatsu Haryu
雑誌名：JOURNSL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 116, B01305, 2011

② 紹介者：青山 裕
題　名：A new source process for evolving repetitious earthquakes at Ngauruhoe volcano,New Zealand

著者名：A.D.Jolly, J.Neuberg, P.Jousset, S.Sherburn

雑誌名：JVGR, 215-216, 26-39, 2012

４．談話会

特別講演（2010 年 4 月 16 日）

16:00－17:00　Electrical and Electromagnetic surveys to explore for Kimberlte Pipes in India
VERMA, Saurabh Kumar

第1回談話会（2010年4月26日）

13:00-13:20　2006年ハワイキホロ湾地震(Mw6.7)のすべり分布と、余震分布および応力降下量との関係－強震動予測高度化への期待
○山田卓司・Paul G.Okubo*1・Cecily J.Wolfe*2
*1 U.S. Geological Survey, *2 University of Hawaii,Manoa

13:20-13:40　年周地殻変動をGRACE 衛星で見る
○日置幸介*1
*1 理学院自然史科学部門地球惑星ダイナミクス分野

13:40-14:00　地震波伝搬に伴う岩石磁気変化に起因する磁場変動量の見積もり
○山崎健一

14:00-14:20　The Splendor,Omnipotence and Utility of Electromagnetic Waves
○Saurabh　Verma

14:20-14:30　～休憩～

14:30-14:50　北日本沈み込み帯における海洋リソスフェアの地震学的構造
○東　龍介

14:50-15:10　Modeling of the Sediment Transport by the 2004 Sumatra-Andaman Tsunami in Lhoknga, Banda Aceh, Indonesia
○Aditya Riadi Gusman・谷岡勇市郎・高橋智幸*1
*1 関西大学

15:10-15:30　トンガ，ニウアトプタプ島における2009 年サモア諸島沖地震津波の現地調査（報告）
○西村裕一・Kate Wilson*1・William Power*1・Rennie Vaiomounga*2
*1 GNS Science, New Zealand,
*2 Ministry of Lands, Survey and Natural Resources, Tonga

第2回談話会（2010年7月26日）

14:00-14:20　2003年十勝沖地震前の前兆的地震活動静穏化について
○勝俣　啓

14:20-14:40　時に噴火を伴いながら消長を繰り返している近年の浅間山の火山活動はTime-Predictable　か？
○村上　亮

14:40-15:00　地殻活動観測データ総合解析システム INCA の紹介
○奥山　哲

15:00-15:40　Active tectonics and seismic hazard in Nepal Himalaya
○Megh　Raj　Dhital

なお，談話会終了後，同じ会場で以下の特別セミナー（担当：地球惑星ダイナミクス分野，吉澤さん）が行われます．詳細はメーリングリストのアナウンスでご確認ください．

16:00-　タイトル：Recent results from Portable Seismic Array Experiments in Peru and Mexico and the Role of Homologous Temperature and Strain Rate in Earthquakes
○Paul M. Davis 教授（カリフォルニア大学ロサンゼルス校(UCLA)）

第3回談話会（2010年10月25日）

13:00-13:20　跡津川断層帯における震源メカニズム解と応力場
○勝俣　啓・小菅正裕（弘前大）・片尾　浩（京大）・歪集中帯大学合同地震観測グループ

13:20-13:40　釧路沖の中規模繰り返し地震活動
○佐鯉央教（札幌管区気象台）

13:40-14:00　雌阿寒岳で発生した火山性微動の震源決定
○小木曽　仁（札幌管区気象台）

14:00-14:20　有珠山頂銀沼火口における地震波探査の試み
○青山　裕・中島　睦（応用地質（株））・斉藤　悠・岩見友里香・柳井佳穂里・山田大志（理学部地球惑星科学科）

14:20-14:30　休憩

14:30-14:50　複数観測点で地震エコーが観測された例について
○山下晴之・茂木　透・森谷武男

14:50-15:00　広島市と東広島市境界付近の地殻最下部で発生している低周波でない「普通」の地震について
○髙橋浩晃，山田卓司

15:00-15:10　カムチャッカ・クルチェフスカヤ火山での総合観測（第Ｉステージ）と日露防災協力
○髙橋浩晃・中川光弘（地惑システム）・青山　裕・宮町宏樹（鹿児島大）・松島　健（九州大）

15:10-15:30　Preliminary Result of 1883 Krakatau Tsunami Field Work in Gubug Garam,Lampung Bay, Indonesia
○Purna Sulastya Putra

15:30-15:50　バイカル湖南部地域での地震に伴う電磁場変動の観測
○茂木　透・Yuri Moroz (Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS & Geological Institute SB RAS, Russia)

特別講演（2010年11月22日）

15:30-16:30　Seismotectonics of Corinth Rift, Greece
○Prof.Pierre Briole (Departement des Geosciences, Ecole Normale Superieure, France)
（北海道大学・地震火山研究観測センター・特任教授）

特別講演（2010年12月14日）

16:00-17:00　Some observations on the rift zones of Etona and piton de la Fournaise
○Prof.Pierre Briole (Departement des Geosciences, Ecole Normale Superieure, France)
（北海道大学・地震火山研究観測センター・特任教授）

特別講演（2011年1月11日）

15:00-15:15　はじめに：北海道での地震電磁気観測の概要
○茂木 透（地震火山研究観測センター）

15:15-15:45　地震に先行するVHF帯電波伝播異常の多点同時観測とその到来方向
○山下晴之（自然史科学専攻

15:45-16:00　2009年5/25の北朝鮮地下核実験に伴う電離圏擾乱について
○日置幸介（自然史科学部門）

16:00-16:30　衛星で観測された地震前の電離圏変動
○柿並義宏（台湾国立中央大）

16:30-17:00　Preseismic TEC anomaly over Taiwan Chen C. H.（台湾国立中央大）

第4回談話会（2011年1月31日）

13:30-13:50　有珠山2000年噴火の概要と地殻変動
○原田大介

13:50-14:10　３次元波線追跡法で推定した日本海溝中部域の太平洋スラブ内地震波速度構造
○東 龍介

14:10-14:30　千島沈み込み帯で発生した1958年択捉島沖地震の津波波形解析

○伊尾木圭衣・谷岡勇市郎

14:30-14:50　地震火山研究観測センターでのアウトリート活動 - 防災情報支援室の取り組み -

○宮村淳一

14:50-15:10　空中磁気測量で捉えられた有珠山の冷却

○橋本武志・宇津木　充（京大理）・中塚　正・大熊茂雄（産総研）・小山崇夫（東大震研）・神田　径（東工大火山流体）・鈴木敦生・松本征海・八神　樹

15:10-15:30　道東地域の地磁気永年変化について

○橋本武志・茂木　透・清水淳平・井　智史（地磁気女満別）

特別講演（2012年3月28日）

13:30～14:30　Advances and challenges in tsunami geology & sedimentology—examples from our group's recent work

○Joanne Bourgeois（北大地震火山センター客員教授）

Professor, Earth & Space Sciences, University of Washington,Visiting Professor, Hokkaido University

５．研究集会

北太平洋地域地震火山噴火防災のための研究推進に関する国際ワークショップ

日　時　　2010 年 5 月 10 日－13 日

場　所　　北海道大学学術交流会館

議　題　　１．北太平洋地域の地震・火山活動について

２．同地域の地震観測体制について

３．同地域の火山観測体制について

４．活断層研究および地殻変動による地震火山観測体制について

５．北太平洋地域における国際共同研究について

プログラム

5月10日

09:30-10:15　開会式

09:30-09:40　開会宣言：谷岡勇市郎（組織委員長，北海道大学地震火山研究観測センター長）

09:40-09:50　開会挨拶：ラツーニン・コンスタンチン（国際科学技術センター）

09:50-10:05　来賓挨拶：鈴木良典（文部科学省研究開発局地震・防災研究課課長）

10:05-10:15 歓迎挨拶：岡田尚武（北海道大学副学長，理事）

10:15-10:30　休憩

10:30-12:00　北太平洋地域の地震・火山活動について
座長：宮町宏樹（鹿児島大学）

10:30-11:00
ゴルディエフ・エフゲニー（ロシア科学アカデミー極東支部カムチャッカ火山地震研究所所長）
カムチャッカおよび北千島の地震火山活動について

11:00-11:30
谷岡勇市郎（北海道大学地震火山研究観測センター長）
北海道および千島列島の地震・津波・火山活動について

11:30-12:00
ブイコフ・ビクター，ボルモトフ・ウラジミール（ロシア科学アカデミー極東支部ハバロフスクテクトニクス地球物理研究所副所長）
ロシア極東地方の地震活動について

12:00-13:00　昼食

13:00-15:00　北太平洋地域の地震観測体制について
座長：ゴルディエフ・エフゲニー（ロシア科学アカデミー火山地震研究所）

13:00-13:30
マロビチコ・アレクセイ（ロシア科学アカデミー地球物理調査所）
ロシア連邦での地震監視体制について

13:30-14:00
チェブロフ・ビクター（ロシア科学アカデミー地球物理調査所カムチャッカ地震観測所長）
カムチャッカ地域での地震監視と警報システムについて

14:00-14:30
レビン・ユーリ（ロシア科学アカデミー地球物理調査所サハリン地震観測所長）
千島列島・サハリン・ロシア極東地域の地震監視と警報システムについて

14:30-15:00
小泉岳司（気象庁地震火山部地震津波監視課国際地震津波情報調整官）
日本における地震津波観測と警報／情報システムについて

15:00-15:20　休憩

15:20-17:50　北太平洋地域の火山観測体制について
座長：中川光弘（北海道大学）

15:20-15:50
ニール・クリスティナ（アメリカ合衆国地質調査所アラスカ火山観測所主任研究官）
アラスカ・アリューシャンでの火山監視と警報システムについて

15:50-16:20
ホール・トニー（アメリカ合衆国大気海洋局アンカレッジ火山灰情報センター長）
アンカレッジ火山灰情報センターと航空気象部の活動について
16:20-16:50
ギリーナ・オルガ（ロシア科学アカデミー極東支部カムチャッカ火山地震観測所カムチャッカ火山噴火監視チーム長）
カムチャッカおよび北千島での火山監視および警報システムについて1
16:50-17:20
ルイビン・アレキサンダー（ロシア科学アカデミー極東支部サハリン海洋地質地球物理研究所サハリン火山噴火監視チーム長）
千島列島での火山監視および警報システムについて
17:20-17:50
斉藤 誠（気象庁地震火山部火山課火山対策官）
日本における火山観測および警報／情報システムについて
18:15-20:15　歓迎レセプション（於 札幌アスペンホテル）

5 月 11 日
9:00-12:15　活断層研究および地殻変動による地震火山観測体制について
座長：村上亮（北海道大学），中尾茂（鹿児島大学）
09:00-09:30
田近 淳（北海道立総合研究機構 地質研究所 地域地質部長）
北海道での活断層研究について
09:30-10:00
シェスタコフ・ニコライ，ゲラシメンコ・ミハイル（ロシア極東国立大学センター長，ロシア科学アカデミー極東支部応用数学研究所室長）
ロシア極東域におけるGPS観測について
10:00-10:30
矢来博司（国土交通省国土地理院測地観測センター地震調査官）
日本および周辺域におけるGPSおよびInSARによる地震火山活動監視について
10:30-10:45　休憩
10:45-11:15
宮城洋介（宇宙航空研究開発機構宇宙利用ミッション本部地球観測研究センター研究員）
ALOS PALSARによる地震火山活動監視とALOSの運用について
11:15-11:45
山里 平（気象庁気象研究所地震火山研究部第三研究室長）
日本の近年の火山活動に伴う地殻変動の特徴とその評価
11:45-12:15
岡崎紀俊（北海道立総合研究機構地質研究所地域地質部主査）

北海道立総合研究機構地質研究所による火山活動監視および研究について

12:15-13:30　昼食

13:30-15:00　北太平洋地域における国際共同研究について

座長：谷岡勇市郎（北海道大学）

13:30-14:00

ゴルディエル・エフゲニー（ロシア科学アカデミー極東支部カムチャッカ火山地震研究所所長）

カムチャッカ北部火山群における地質学的・地球物理学的手法を用いた火山噴火予測および減災・環境への影響評価に関するプロジェクトについて

ロシア極東地域のジオダイナミクスおよび自然災害に関するプロジェクトについて

14:00-14:15

中川光弘（北海道大学理学研究院自然史科学部門教授）

科研費基盤研究によるカムチャッカ・クルチェフスカヤ火山での地質学および地球物理学的調査プロジェクト（2010-2013）について

6 14:15-14:30

髙橋浩晃（北海道大学地震火山研究観測センター准教授）

科研費基盤研究によるアジア北東地域のテクトニックフレーム構築のための地震・GPS観測プロジェクトについて（2009-2012）

14:30-15:00

マッキー・ケビン（アメリカ合衆国ミシガン州立大学地質科学科准教授）

東シベリア・極東地域でのロシア・アメリカの国際共同研究による地震学およびテクトニクス研究の現状とその成果について

15:00-15:15　休憩

15:15-17:30　議論：今後の調査研究に関する国際研究の推進について

座長：中川光弘（北海道大学）

15:15-15:35

コメント：ラツーニン・コンスタンチン（国際科学技術センター）

国際科学技術センターによる地震学分野における活動について

15:35-15:50

高木朗充（文部科学省研究開発局地震・防災研究課地震火山専門官）

日本国政府による地震・火山および防災に関する研究の推進について

15:50-17:30

ロシア研究機関・アメリカ地質調査所・気象庁気象研究所・国土交通省国土地理院・北海道立総合研究機構地質研究所・北海道大学，他

全体討論

17:30-17:40　閉会式：中川光弘（副委員長，北海道大学理学研究院自然史科学部門教授）

5月12日

現地討論会：案内：北海道立総合研究機構地質研究所研究主任 廣瀬亘博士

気象庁札幌管区気象台

有珠火山と洞爺湖・北海道大学有珠火山観測所

登別爆裂火口と熱水系活動

5月13日

新千歳空港経由で札幌着

一部の参加者は新千歳空港から羽田空港経由で気象庁本庁を訪問

サイエンスカフェinえりも

「地震と津波はどのようにして起こるのかー正しくつきあうためにー」

日　時　　2010年11月17日

場　所　　えりも町福祉センター・庶野生活館

講　演　　「地震津波の招待とは」

プログラム

13:30-15:00　えりも町・本町地区　えりも町福祉センター

18:00-19:30　えりも町・庶野地区　庶野生活館

北海道大学地震火山研究観測センター
2010年度シンポジウム
『地震・噴火予知への新たな挑戦と北大の取り組み』
日　時　　2011年3月10日
場　所　　北海道大学学術交流会館小講堂
プログラム

13:00　　開場
13:30～13:35　開会挨拶 谷岡勇市郎（北海道大学・地震火山センター長）
13:35～14:05　基調講演『新しい予知研究計画のねらい』
大島弘光（科学技術・学術審議会測地学分科会／地震及び火山噴火予知観測研究に関する次期計画検討委員会・専門委員）
14:05～14:35　講演１『プレート衝突によるひずみ集中帯の成因と内陸地震の関係－道東のカルデラ地域を事例として―』
髙橋浩晃（北海道大学・地震火山センター准教授）
14:35～15:05　講演２『噴火履歴及び噴出物分析から知るマグマ進化と次期噴火に向けた準備プロセス』 中川光弘（北海道大学・自然史科学専攻教授）
－10分間休憩－
15:15～15:45　講演３『ボーリング探査及び各種物理観測で描く有珠山2000年噴火マグマの実像』 大島弘光（北海道大学・地震火山センター准教授）
15:45～16:15　講演４『北海道周辺のプレート運動及び巨大地震発生メカニズムの解明－連動型巨大地震の発生予測を目指して－』
谷岡勇市郎（北海道大学・地震火山センター教授）
16:15～16:45　講演５『地震に伴う電磁気現象』
茂木 透（北海道大学・地震火山センター教授）
－15分間休憩－
17:00～17:45　総合討論『予知研究の現状と将来展望』
司会 村上 亮（北海道大学・地震火山センター教授）
17:45～17:50　閉会挨拶 谷岡勇市郎（北海道大学・地震火山センター長）

地震火山の研究を通じて
暮らしの安全を支えます
2010年度シンポジウム
北海道大学地震火山研究観測センター
地震・噴火予知への新たな挑戦と
北大の取り組み
日時
2011年3月10日(木)
13:30 ~ 17:50(13:00 開場)
場所
北海道大学学術交流会館小講堂
定員
約 200 名
会費
参加無料 予約不要ですので、当日会場へ直接お越し下さい
防災関係者のほか、一般市民の皆様も歓迎します
プログラム
主催 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター
問い合せ先 北海道大学地震火山センター地域防災情報支援室
TEL 011-706-3591
http://www.sci.hokudai.ac.jp/isv/

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震緊急報告会

－北海道で想定される巨大津波に備えて－

日　時　　2011 年 3 月 20 日

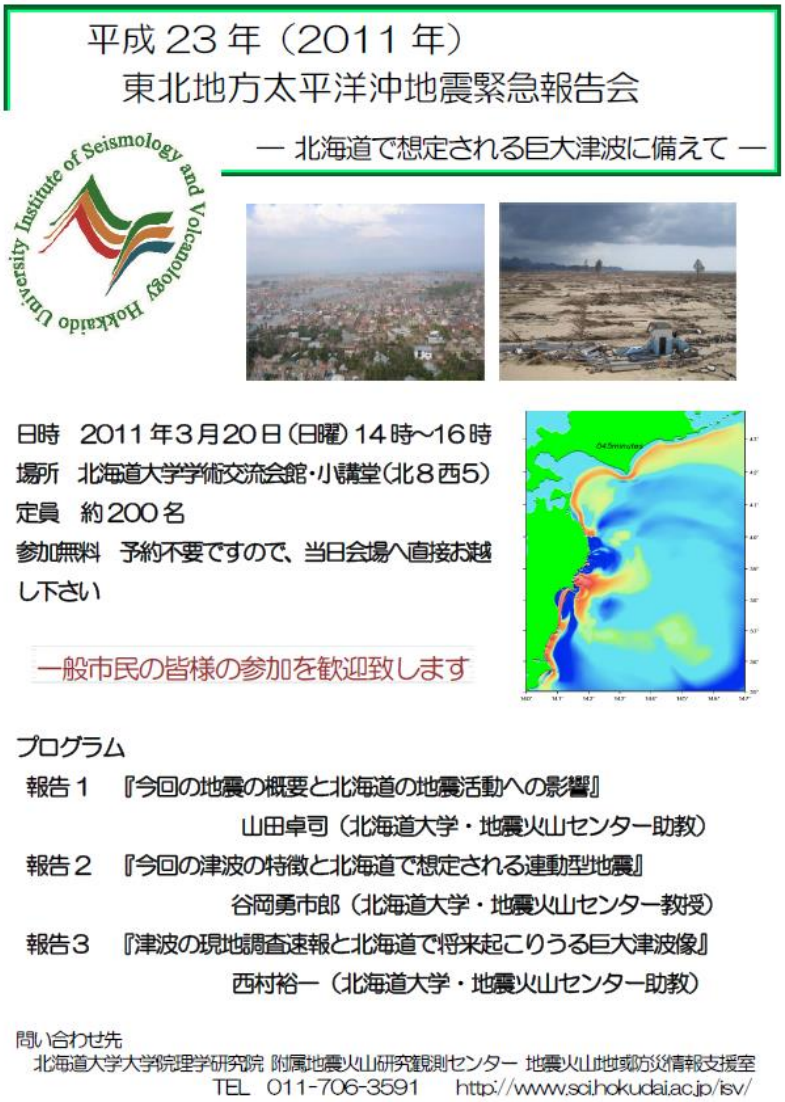
場　所　　北海道大学学術交流会館

プログラム

報告1　『今回の地震の概要と北海道の地震活動への影響』
山田卓司（北海道大学・地震火山センター助教）

報告2　『今回の津波の特徴と北海道で想定される連動型地震』
谷岡勇市郎（北海道大学・地震火山センター教授）

報告３　『津波の現地調査速報と北海道で将来起こりうる巨大津波像』
西村裕一（北海道大学・地震火山センター助教）



北海道大学大学院理学研究院

附属地震火山研究観測センター2010 年度年報

（2014 年 3 月発行）

編集・発行　　国立大学法人北海道大学大学院理学研究院
附属地震火山研究観測センター
〒060-0810　札幌市北区北 10 条西 8 丁目
TEL　(011)706-2892
FAX　(011)746-7404
URL　http://www.sci.hokudai.ac.jp/isv/