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

2013 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　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　20
　３．地震予知連絡会提出資料　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　22
　４．火山噴火予知連絡会提出資料　・・・・・・・・・・・・・・・・・・　27
　５．地震・火山噴火予知協議会報告　・・・・・・・・・・・・・・・・・　51

Ⅱ　研究活動
　１．研究テーマ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　97
　２．研究業績　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・134

Ⅲ　教育活動
　１．担当授業　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・173
　２．学位論文　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・180
　３．雑誌会　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・181
　４．談話会　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・190
　５．研究集会　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・192

はじめに

北海道大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，様々な地震火山現象が発生する北海道において，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.

2013 年度は，文部科学省の科学技術・学術審議会が 2011 年東北地方太平洋沖巨大地震の発生を受けて見直した後に再度建議された「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の見直しについて」に基づき，国家的取り組みとして推進されている 5 カ年の観測研究計画の最終年度に当たります. 当センターにおいても多くの研究課題を担当しており，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で研究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の解明にアプローチすることです．3 つのプレート境界に位置する北海道の地震火山現象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把握，津波調査，海底地震観測などを国際協力のもとに精力的に実施いたしました．さらに，2011 年東北地方太平洋沖巨大地震の発生を受けて，超巨大地震やそれによる津波の発生過程解明の研究や巨大津波の即時予測に資する研究にも取り組んでいます.

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，地域への防災講師派遣，一般市民を対象とした防災啓発イベントの開催など，地域社会への貢献にも取り組んでいます.

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 26 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

（2013 年 4 月～2014 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			定池　祐季

共通（客員）分野特任教員

氏　名	所　属	在任期間	専門分野
グランディス・ヘンドラ	バンドン工科大学、インドネシア	2013.4.1～ 2013.6.30	地球電磁気学
リン・チェン・ホン	台湾中央科学院、中華民国（台湾）	2013.7.1～ 2013.9.30	地球物理学・火山学・地震学
ラヴァレ・ダニエル	カリフォルニア大学サンタバーバラ校、米国	2013.10.1～ 2013.12.31	地震学
ラジガエヴァ・ナディア	ロシア科学アカデミー極東支部太平洋地理学研究所	2014.1.11～ 2014.3.31	古地理学・堆積学

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（～10 月）
	海底地震研究分野	平塚　晋也
	火山活動研究分野	川口　亮平
	地下構造研究分野	重藤　迪子
博士研究員	地震観測研究分野	中村　有吾
学術研究員	地震観測研究分野	伊尾木　圭衣、奥山　哲（5 月～）、アディティア・グスマン（11 月～）
理学研究院研究員	地震観測研究分野	奥山　哲（4 月）
研究支援推進員	地震観測研究分野	前川　徳光

○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
		高田　真秀
		山口　照寛
		岡田　和見
嘱託職員	事務室	道見　光子
技術補佐員	海底地震研究分野	山内　典子
技術補助員	地震観測研究分野	黒井　和典
事務補助員	事務室	掛村　麻衣子
	地下構造研究分野	坪井　奈々
	地震火山地域防災情報支援室	森　奈津子

○学生

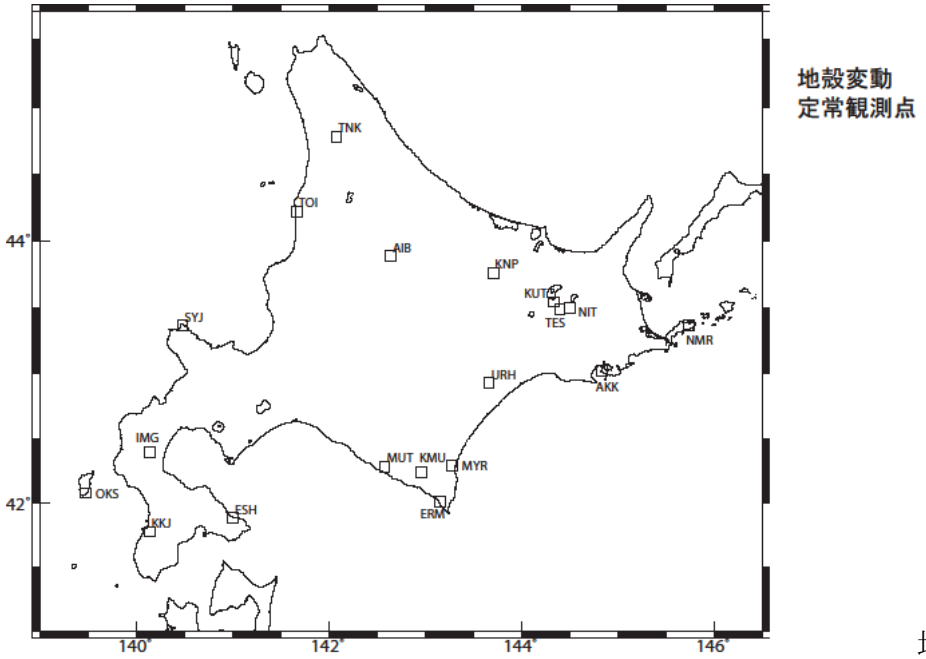
学　年	氏　名
大学院博士課程　3 年	アブドアラー・サブリー（10 月～）、スネンダー・ハリス　（10 月～）、プルナ・プトラ、和田　直人　（～9 月）
〃　2 年	アブドアラー・サブリー（～9 月）、スネンダー・ハリス　（～9 月）
〃　1 年	岡崎　健治（10 月～）、齊藤　佳佑（10 月～）
大学院修士課程　2 年	小四郎丸　拓馬、齋藤　悠、田中　良、山田　大志
〃　1 年	篠原　大地、湊　宏司、森田　笙、和田　さやか
学部地球科学科　4 年	宇久　眞太郎、翁長　良介、佐川　朋之、柴田　靖之、外崎　禎緒、三嶋　渉
研究生	齊藤　佳佑（～9 月）、松本　征海

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（2014 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

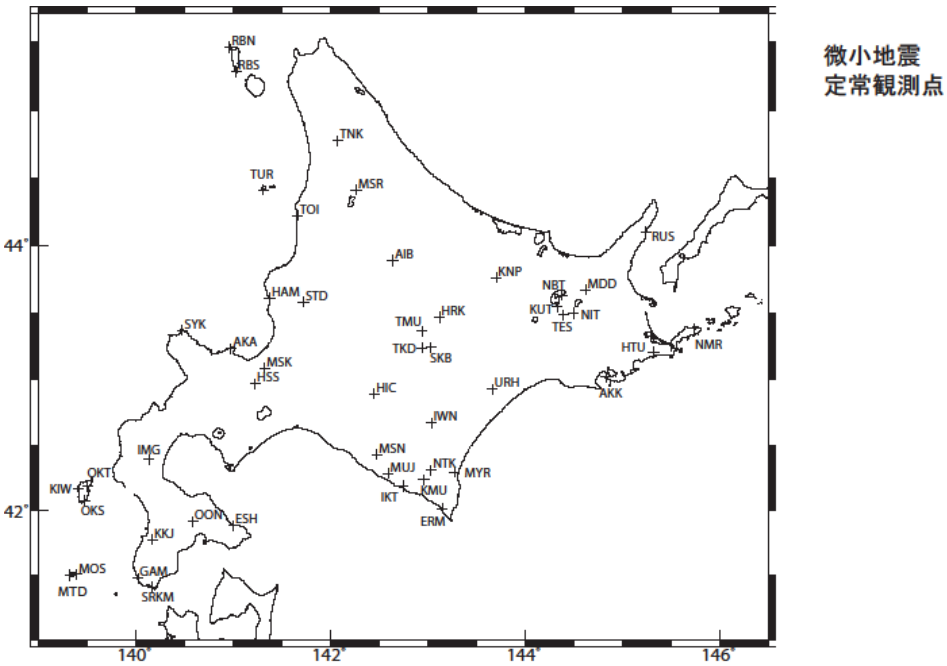
配置図

地殻変動定常観測点（2014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（2014年3月31日現在）

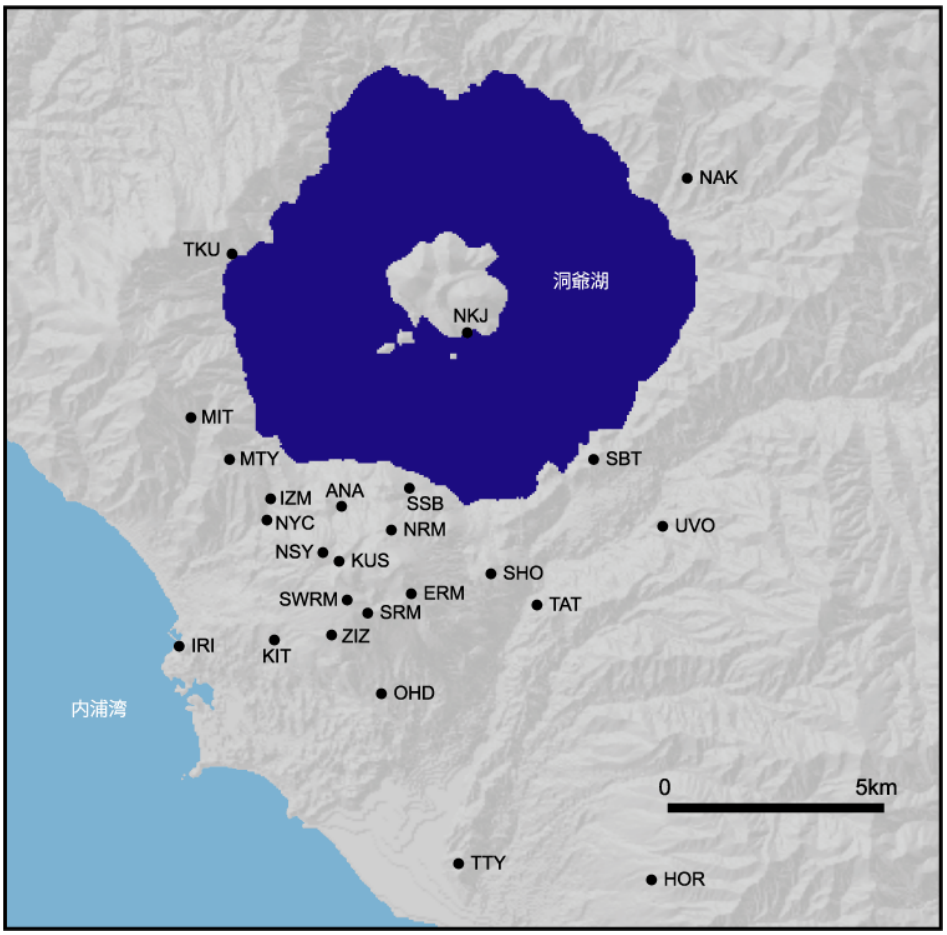
観測点名	コード	北緯(°)	東経(°)	センサー標高（m）	観測開始年	所在地	地震計の種類	設置形態	データ変換装置	通信形態
えりも	ERM	42.0175	143.1533	40	1971	北海道幌泉郡えりも町	PK-110 STS-1	横抗	白山LT-8500	DA64
簾舞	HSS	42.9672	141.2289	215	1973	北海道札幌市南区砥山	PK-110	縦坑 24m	白山LS-7000XT	DA64
上杵臼	KMU	42.2411	142.9633	185	1976	北海道浦河郡浦河町	PK-110	横抗	白山LT-8500	DA64
茂寄	MYR	42.2942	143.2797	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
大島灯台	MTD	41.4978	139.3446	111	2016	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常時観測点（2013 年現在）

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ます。

有珠山

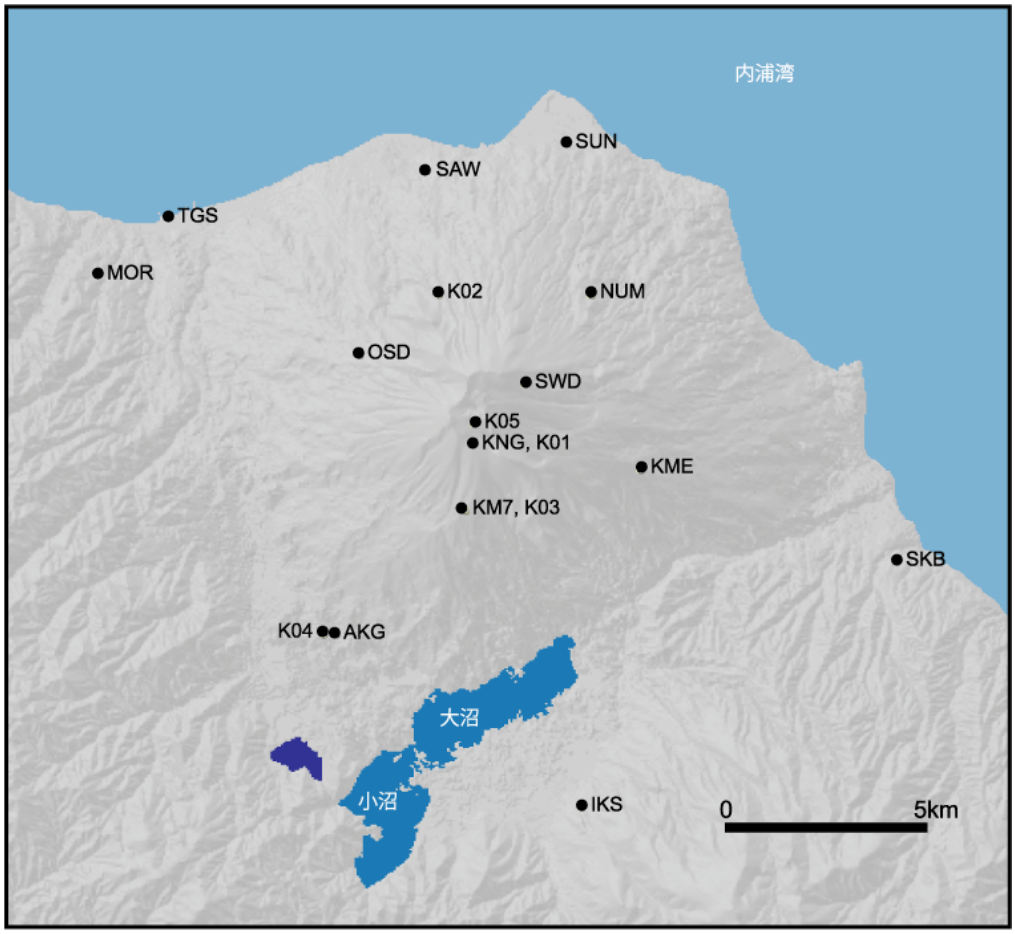


観測点名	観測点コード	緯度 ° ′ ″	経度 ° ′ ″	標高	観測開始年月	センサ種類	設置形態	データ変換装置	通信
壮瞥温泉	SSB	423334.6	1405032.3	136	1978.10	地震計	地上	白山 LT8500	BFlets
						空振計	地上	白山 LT8500	
						GPS	地上	Leica SR530	
立香	TAT	423206.7	1405239.7	123	1977	地震計	地上	白山 LS8000SH	Flets ISDN
						GPS	地上	Leica SR530	
三豊	MIT	423421.7	1404649.4	228	1977	地震計	地上	白山 LS8000SH	Flets ISDN
						空振計	地上	白山 LS8000SH	
北有珠	KIT	423139.9	1404812.7	76	1978	地震計	地上	白山 LT8500	Flets ADSL
						空振計	地上	白山 LT8500	
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	BFlets

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
						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	BFlets
						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
						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	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 L43D	地上	白山 LS7000XT	BFlets
						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 STS	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 100m	白山 LS7000XT	土現 光回線
						温度計	BH 100m	白山 LS7000XT	
						地震計	BH 500m	白山 LS7000XT	
						傾斜計	BH 500m	白山 LS7000XT	
						地震計	地上	白山 LS7000XT	

						空振計	地上	白山 LS7000XT	
						傾斜計	地上	白山 LT7000XT	
						GPS	地上	Leica SR530	
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	土現 光回線
						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	FOMA 通信

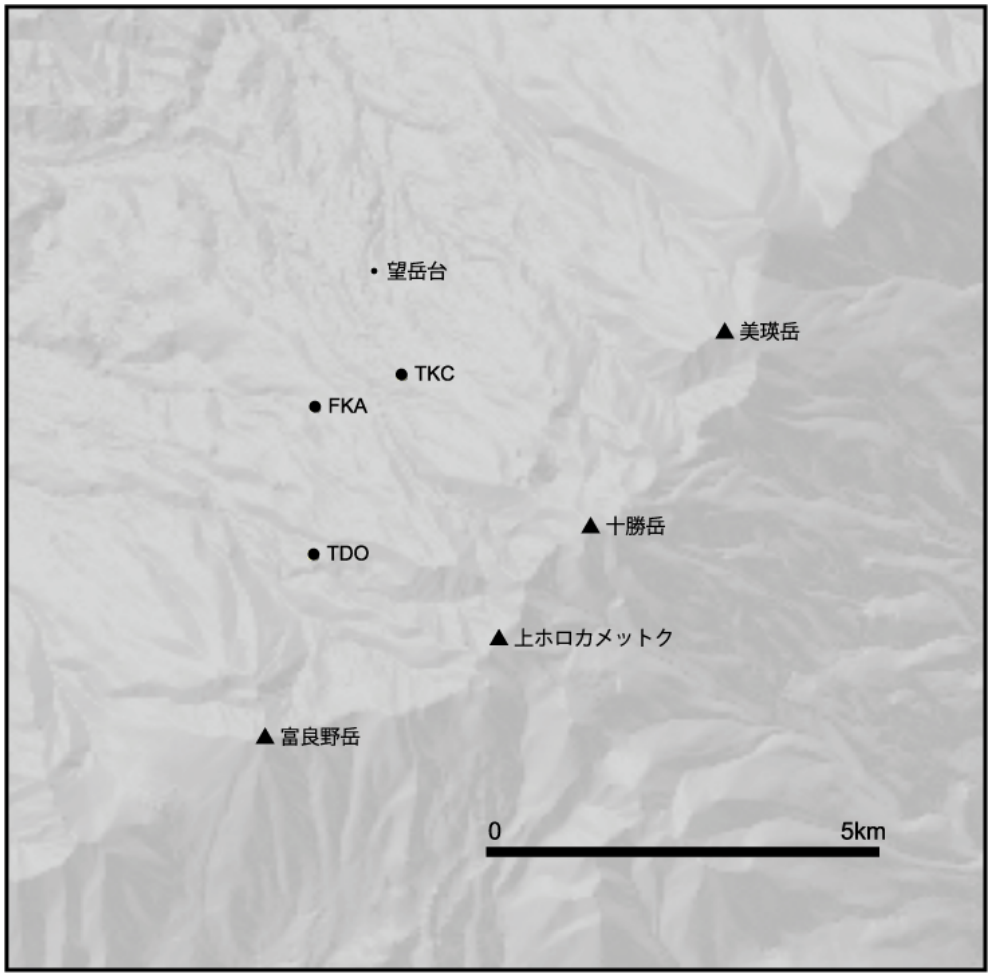
掛澗	K02	420531.8	1404026.1	297	2001.8	磁力計	地上	ネオサイエンス TM200	現地収録
7合目	K03	420233.4	1404054.6	493	2001.8	磁力計	地上	ネオサイエンス TM200	現地収録
赤井川	K04	420051.6	1403818.9	168	2001.8	磁力計	地上	ネオサイエンス TM200	現地収録
火口原	K05	420345.1	1404104.1	913	2006.6	磁力計	地上	ネオサイエンス TM200	FOMA通信

樽前山

観測点名	観測点コード	緯度 ° ′ ″	経度 ° ′ ″	標高	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 STS	横坑	白山 LT8500	明星無線 to SHR
						地震計 加速度	横坑	白山 LT8500	
						温度計	横坑	白山 LT8500	
						気圧計	横坑	白山 LT8500	
						伸縮計	横坑	白山 LT8500	
						水管傾斜計	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	

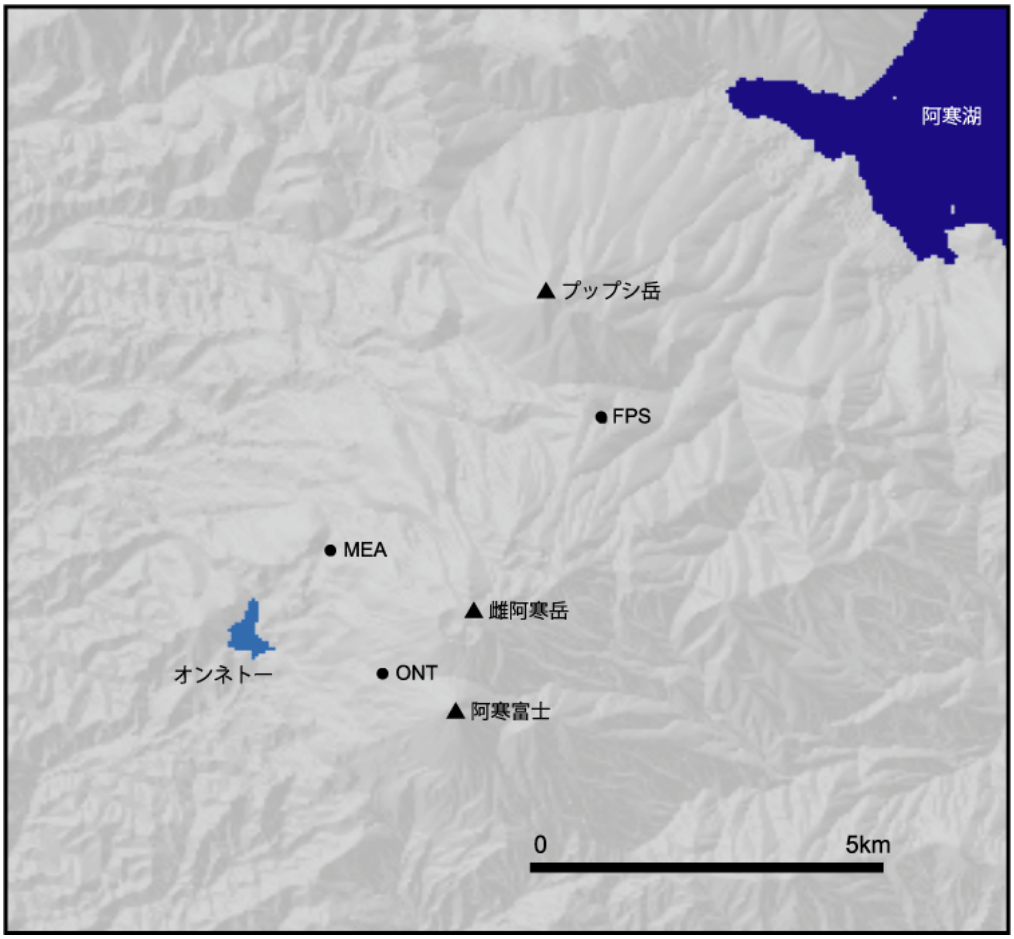
						傾斜計	BH 100m	白山 LS7000XT	
						温度計	BH 100m	白山 LS7000XT	
						空振計	地上	白山 LS8000SH	
支笏湖畔	SKH	424638.0	1412407.5	290	1995.11	地震計	地上	白山 LS8000SH	専用線 DA128 to 北大
						遠望 カメラ	地上		
古樽前	KTR	424200.0	1412202.6	880	2001.10	地震計	地上	白山 LS7000XT	明星 無線 to SKH
						傾斜計	地上	白山 LS7000XT	
錦岡	NSK	424122.2	1412543.0	325	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		Flets ISDN

十勝岳



観測点名	観測点コード	緯度 ° ′ ″	経度 ° ′ ″	標高	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 STS	横坑	白山 LS7000XT	400M 帯無線 to KMF
						傾斜計 気泡型	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 加速度	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 加速度	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	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	地震計一体型	BH 40m	白山 LT8500	専用線 3.4k to RWN
						傾斜計一体型	BH 40m	白山 LT8500	
						地震計 CMG	地上	白山 LT8500	
						地震計 L43D	地上	白山 LT8500	
						空振計	地上	白山 LT8500	
						傾斜計気泡型	地上	白山 LT8500	
オンネトー	ONT	432242.6	1435937.6	975	2003.6	地震計 CMG	地上	白山 LS7000XT	光回線 to MAS
フップシ	FPS	432445.2	1440202.1	820	2006.11	地震計短周期	地上	白山 LS7000XT	明星無線 to AKH
						地震計 CMG	地上	白山 LS7000XT	

2.　地震調査委員会提出資料

第 247 回(2013 年 2 月 2 日開催)

2013 年 2 月 2 日十勝地方中部地震について

北海道大学地震火山研究観測センター

北海道十勝地方の深さ約 110 ㎞のスラブ内で Mw6.9 の地震が発生した。この地震による地殻変動が横穴式伸縮計により観測された。震源近傍の 4 観測点（muj, erm, myr, urh）で観測された歪みステップ量（10^{-8}）と計算量を比較する（図）。断層メカニズム（走向 105°、傾斜角 4°、すべり角-82°）を仮定し、Mw6.9 より断層長さ・幅ともに 28.5 ㎞とし、すべり量を 0.51m とした。図中で赤は伸び、青は縮みを示す。観測値と計算値にはばらつきはあるものの、概ね良く似た傾向を示している。

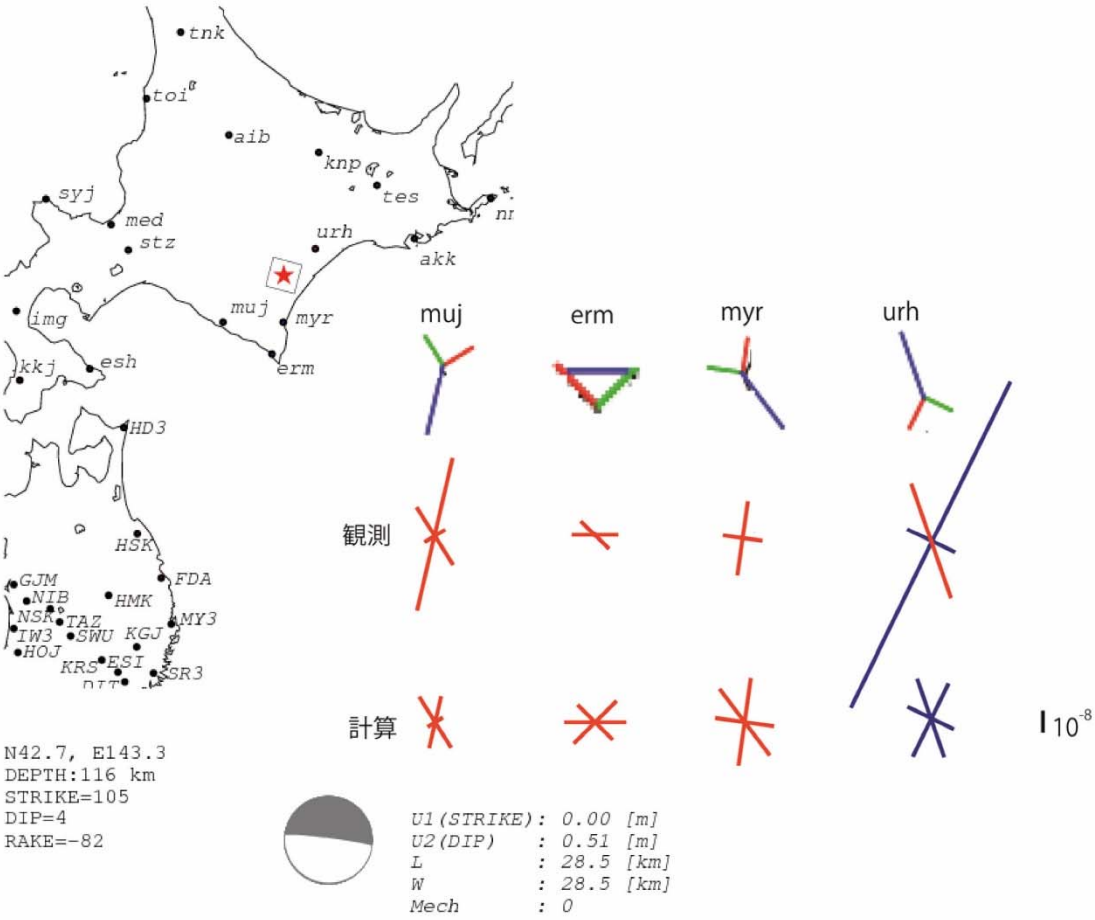


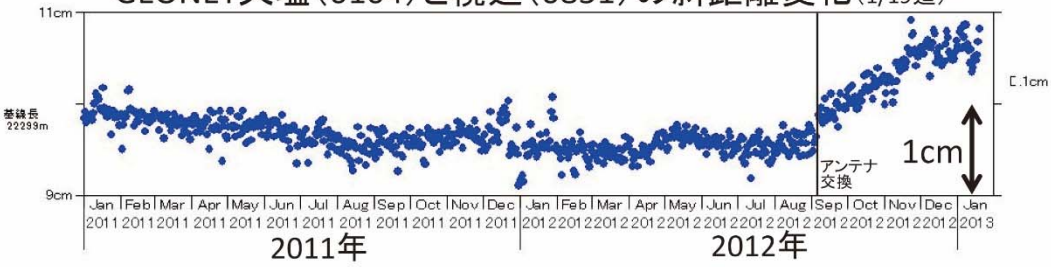
図　観測ひずみステップ量と計算量の比較。赤は伸び、青は縮みを示す。

北海道大学資料

北海道北部で昨年8月頃から始まった地殻変動

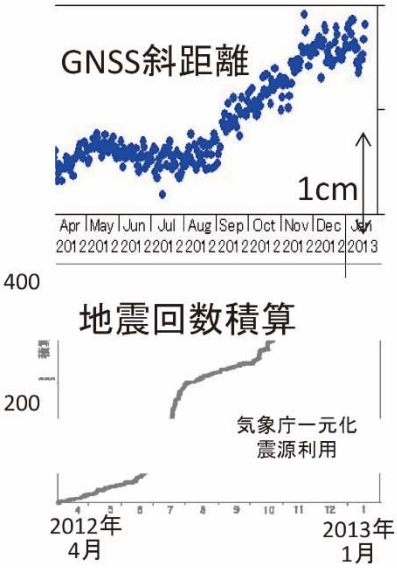
昨年8月ころから，北海道北部の幌延町にあるGEONET0851観測点で地殻変動が観測されはじめ，1月現在も継続しているように見える．変位はほぼ東向きで累積変位量は約1cm程度である．この付近では，地殻変動が始まる直前の昨年7月より地震活動が活発化しているが，地震回数の積算値は地殻変動の傾きと同様の傾向を示す．これまで発生した地震のマグニチュードは最大で4.8であり，発震機構は東西圧縮の逆断層を示すものが多い．この地域は広域的にはアムールプレート運動の影響と考えられる東西圧縮場となっており，サロベツ断層帯（地震本部評価M7.6，30年確率4%以下）や問寒別断層などの活断層が分布している．北海道大学は，機動地震観測を実施するとともに，2006年から現地収録型のGPS観測点を7箇所設置していて現在解析を進めている．

GEONET天塩（0104）と幌延（0851）の斜距離変化（1/19迄）観測値



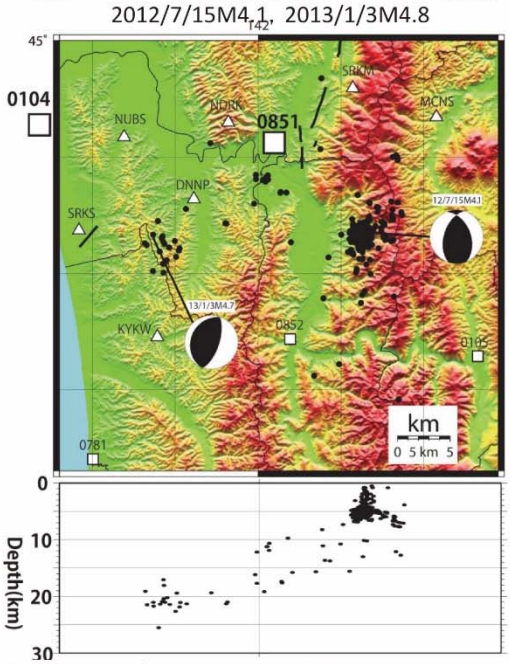
地震回数積算と斜距離変化

自2012年4月至2013年1月



震源分布・発震機構・観測点分布

震源は北大による再計算結果：F-net発震機構：
2012/7/15M4.1，2013/1/3M4.8



謝辞：国土地理院F3解・気象庁一元化震源・防災科研F-netメカニズム解・PAT-ME（1999）を利用している．

3.　地震予知連絡会提出資料

第 199 回（2013 年 5 月 30 日開催）

12－８　第 199 回地震予知連絡会重点検討課題「日本海で発生する地震と津波」概要
Summary of “Earthquakes and tsunamis occurred along Japan Sea”

北海道大学大学院理学研究院　谷岡勇市郎
Graduate School of Sciences, Hokkaido University

１．はじめに

2011年3月11日にM9.0の東北地方太平洋沖地震が発生したことを受けて，地震予知連絡会では，重点検討課題として，様々なプレート境界での巨大地震の発生について検討してきた．今回は，残された日本海側の巨大地震や津波について検討することとした．日本海東縁部では過去にM8クラスの巨大地震が幾度も発生し，その津波による被害も甚大であった．その日本海東縁部では，プレート境界が南北方向に分布する何条かの断層・褶曲帯（ひずみ集中帯）より成り，幅をもった領域全体で圧縮力によるひずみを解消するものと考えられている．そのため，陸域から海域にかけた地下構造は複雑で，震源断層の分布も複雑になると考えられている．現在までに得られた，日本海東縁部での最新の陸・海構造探査の成果，地殻変動観測による成果，海底地形・海底地質調査結果，最新の津波堆積物調査結果，さらには歴史地震の成果のまとめから，日本海東縁部で発生する大地震の震源断層に対する議論を深めた．

２．研究紹介と議論の概要

２－１．構造探査・地殻変動観測から震源像にせまる

東京大学地震研究所の佐藤氏は最新の陸域構造調査や海陸統合地殻構造調査の結果に地質学的解釈を行い，越後平野から佐渡海峡の地下には日本海拡大時に形成されたリフト帯が現在の褶曲・衝上断層帯の運動に影響を及ぼしていると解釈した．リフト形成時に高速化した下部地殻に沿うように断層運動が発生し，その上部は幅を持った多くの活断層群によって短縮変形が消費されているとした．

海洋研究開発機構の小平氏は「ひずみ集中帯重点的調査観測・研究」による海底地下構造調査結果を総合的に解釈し，地殻の構造と大地震の震源域との関係を示した．日本海東部の地殻構造は 3 つのタイプ（島孤地殻・海洋地殻・典型的な海洋地殻より厚い海洋地殻）に分けられるとし，1983 年日本海中部地震は島孤地殻と海洋地殻の境界付近で発生したことを明らかにした．それに比べ，南側で発生した 1833 年庄内地震，1964 年新潟地震，2007 年新潟県中越沖地震などは，島孤地殻内の断層運動であることを明らかにした．

京都大学防災研究所の西村氏はまず GNSS 連続観測データに基づく日本海東縁部のひずみ速度を推定し，全体的に秋田県以南に比べて青森県以北のひずみ集中はそれほど明瞭でないことを指摘した．さらに，測地データ用いたプレート運動・ブロック運動モデルでは，日本海東縁部はプレート境界となり，約 2 ㎝/yr 程度の相対運動が生じているとした．次に新潟県での GNSS 稠密観測による詳細な地殻変動分布を調査した結果，越後平野の地殻変動速度は地震時を除いて 90 年間ほぼ一定で，プレートの相互作用により大きく変化している太平洋側の変動速度とは連動していないとした．これはひずみ帯の成因は応力変化速度ではなく，応力そのものに比例するメカニズム（塑性変形）であることを示唆するとした．最後に，水平短縮の集中域と沈降が特徴である越後平野の地殻変動をモデル化し，重力とマントル及び下部地殻の粘弾性を考慮したモデルの中で地殻を断ち切る断層の

深部定常すべりがあれば，その地殻変動が上手く説明できるとした．

２－２．地形・地質学的調査から震源像にせまる

産業技術総合研究所の岡村氏は産業技術総合研究所が地質図作成のためにこれまで収集してきた日本海側での海底反射探査の結果を総合的に解釈した．まず，北海道から富山湾にかけての東縁部では，断層は南北走向の逆断層で累積変位量は大きく連続性もあり，明瞭に確認できるとした．次に富山湾から若狭湾にかけての中部では，断層は北東あるいは北西走向の横ずれ断層か南北走向の逆断層で，累積変位量は小さく連続性はあるがやや不明瞭であるとした．最後に若狭湾以西の西部になると，断層は北東あるいは北西走向の横ずれ断層になり，累積変位量はわずかで連続性に乏しく不明瞭であるとした．また，西部では沖合に地すべり地形が多くみられ，地すべりによる津波の発生も考慮する必要があると指摘した．

北海道大学の平川氏は北海道日本海沿岸から深浦・男鹿半島南東岸・飛島・佐渡島と日本海東縁部の広範囲にわたって津波堆積物調査を実施した結果を解釈した．1993 年北海道南西沖地震・1983 年日本海中部地震・1833 年庄内沖地震に対応する地震が約千年前にも発生していた可能性があることを指摘した．つまり，日本海東縁部の地震はまとまって発生する可能性が高いこと指摘したことは重要であろう．

２－３．歴史地震学的調査から震源像にせまる

地震予知総合研究振興会の松浦氏は過去に日本海側で発生した歴史地震による津波被害を詳細に調査・検討した．まず，1833 年庄内地震は今まで推定されていた震源域よりも沖合である可能性が高いことを指摘した．近世以後，日本海側で数 m の津波を発生させた波源はすべて新潟以北であることを確認した．西日本では中世以前に怪しい記録は３回程度あるが不明な点が多く断定するには至っていない．

３．まとめ

日本海側東縁部はまだまだ太平洋側に比べると収束速度も低くいため，まだまだ理解されていない部分が多いが，最近の研究成果で明らかになってきた部分も多いことが本重点検討課題の議論の中で明らかになってきた．海底構造調査からは 1983 年日本海中部地震が発生した場所では島孤地殻と海洋地殻の境界で発生していた事が分かり，ここではプレート境界型に近い地震発生様式になっている可能性がある事が分かってきた．また津波堆積物調査結果からは約千年前に同様の大地震が発生していた可能性が指摘された．それより南の 1964 年新潟地震が発生した場所になると島孤地殻内となり，このあたりでは，幅を持った活断層群で短縮変形が消費されている可能性が高いことが指摘され，地殻変動モデルからは断層群の深部定常すべりや下部地殻やマントルの粘弾性の効果も短縮変形に係っていることが指摘された．日本海側西部については，横ずれ型の活断層が存在し，津波励起に係る可能性のある地すべり地形も存在することが指摘された．将来の大地震の発生に向けて，日本海東縁部でも GNSS 連続観測データを用いたすべり欠損分布等が評価できるまで調査観測研究を進める必要がある．そのためには海底構造調査の範囲を広げて震源域となる構を正確に理解するとともに，津波堆積物調査等の地質学的情報から過去の大地震の情報を収集する必要がある．

資料３

油壺験潮場の上下変動：最近の変動と 1923 年関東地震前の変動との類似性

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

1. はじめに

1923 年関東地震(M7.9)の 10 年ほど前から油壺験潮場の沈降速度が鈍化し，これが長期的前兆現象であったとする仮説が提唱されている(Tsumura, 1971; Kakimi et al., 1977; Ohnaka, 1984)．また，摩擦構成則に基づく数値シミュレーションによって，本震の数年前から沈降速度が鈍化する現象が再現されている(Kato and Hirasawa, 1999)．本報告では，最近の油壺験潮場で 1923 年関東地震前と類似の変動が観測されていることを指摘し，上記仮説を検証するための一具体例としたい．

2. データ

海岸昇降検知センター(2013)は，加藤・津村(1979)の解析法によって月平均潮位記録を処理し，「潮位観測から推定された地盤変動」として結果を公表している．本報告では，この公表された結果をそのまま使用した．

3. 結果

図 1 は，海岸昇降検知センター(2013)にて公表している 4 か所の験潮場（油壺，横須賀，布良，東京）の 1970 年 1 月から 2012 年 12 月までの月平均上下変動データである．2005 年頃より，沈降速度がほぼゼロまたは緩やかな隆起に転向しているのが分かる．その変化は 2012 年 12 月現在，2005 年以前の状態に回復していない．図 2 は幅 7 年の時間窓を 1 か月毎移動させて計算した平均変動速度である．沈降速度は 10 年程度の周期で，4 か所が同期して遅速を繰り返しているように見えるが，東京以外では，2005 年以前は隆起に転じることは一度もなかった．しかし，2005 年以降は全点において隆起に転じている．図 2 のグラフの最右端のデータは，時間窓 2005 年 12 月から 2012 年 12 月までの間の平均速度であり以下のような値となる．油壺+2.1mm/y，横須賀+1.2mm/y，布良+1.1mm/y，東京+3.8mm/y．また，1923 年関東地震前の記録と比較すると，油壺や横須賀の変動とよく似ていることが分かる．

また，図 3 は潮位記録から求めた上下変動と水準測量から求めた上下変動との比較である．油壺験潮場の上下変動値から東京験潮場の上下変動値を引いた値（黒線）は，三浦半島の水準点 5367-2 の上下変動値（赤線）と良く一致している．水準点 5367-2 の上下変動には，潮位記録に見られるような 2005 年前後の沈降速度の変化は見られないが，これは水準起点の上下変動による見かけ上のものであると考えられる．

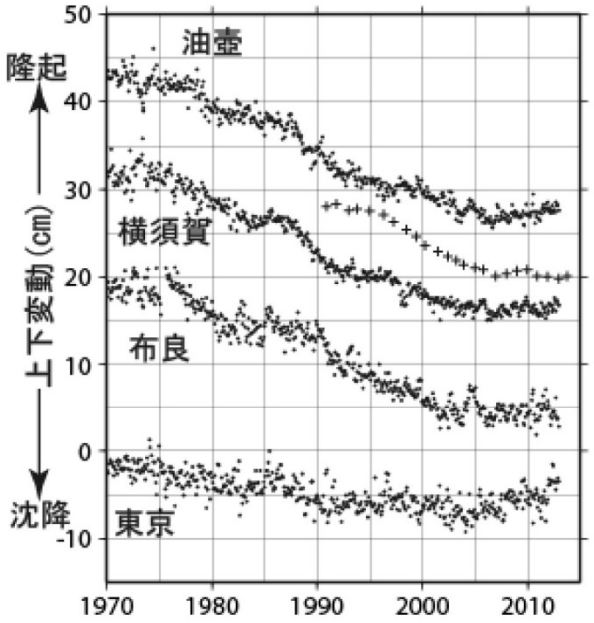


図１．1970 年 1 月から 2012 年 12 月までの上下変動．+印は 1897 年から 1920 年までの油壺験潮場における年平均値で，1911 年と 2005 年が一致するように時間軸をずらして表示した．

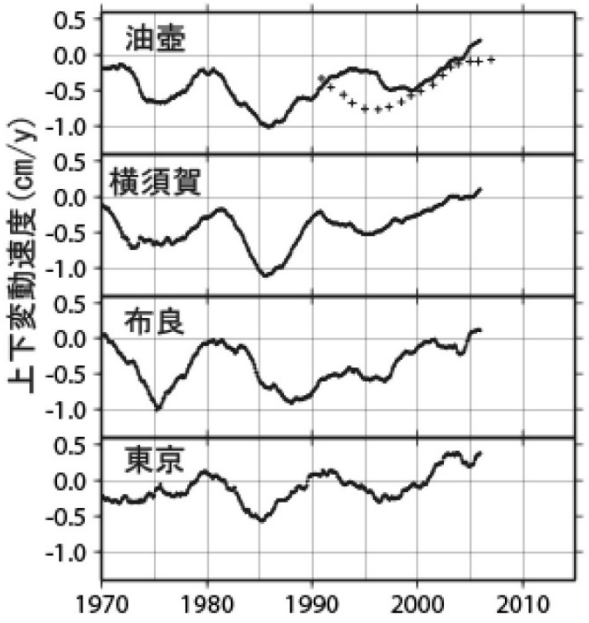


図２．幅 7 年の時間窓を 1 か月毎移動させて，時間窓内の上下変動を直線で近似し平均速度を計算した．計算には，図 1 のデータを用いた．正値は隆起を，負値は沈降を表す. +印は図 1 同様, 1923 年関東地震前の油壺験潮場の観測値である.

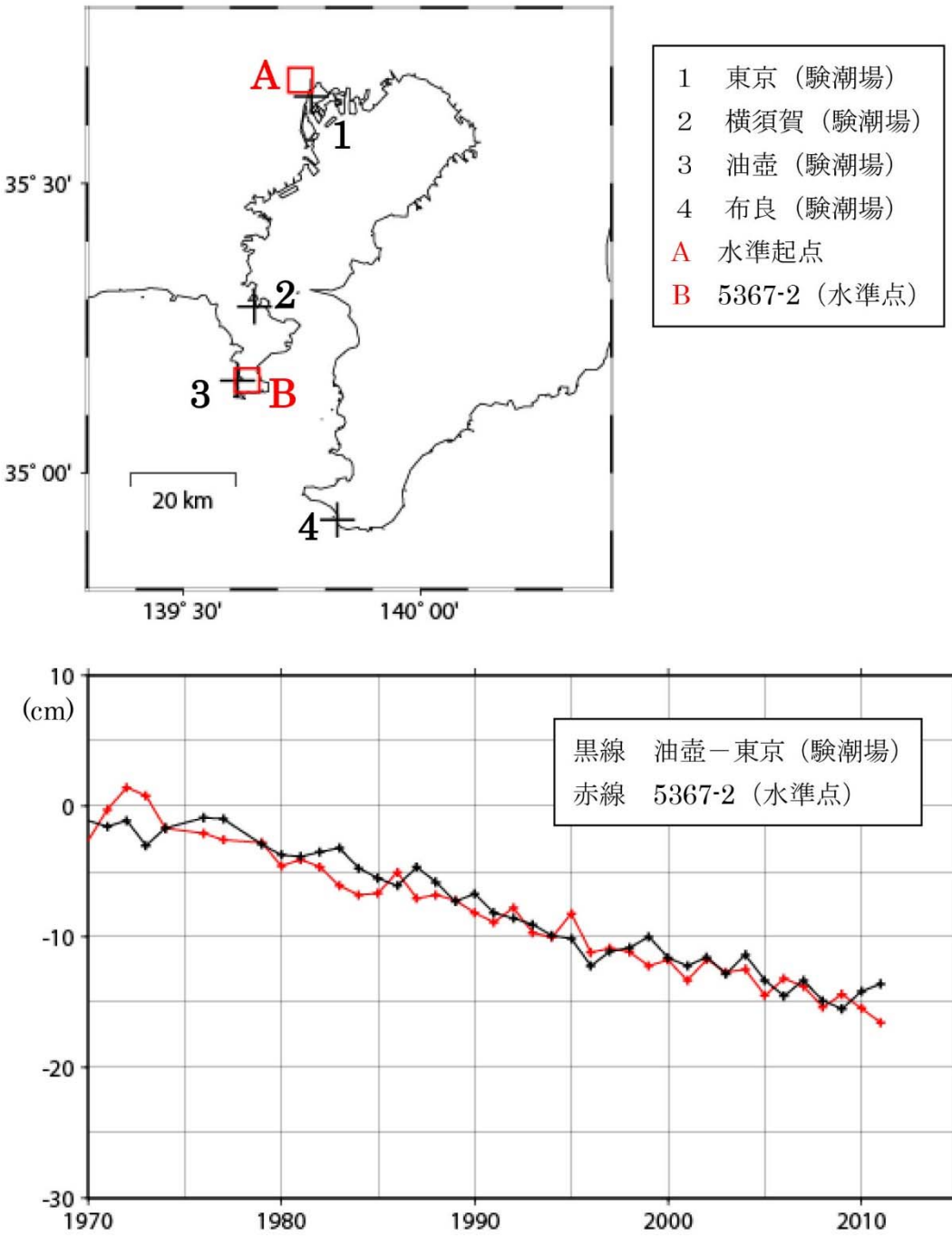


図３．験潮記録と水準測量との比較.

4. 火山噴火予知連絡会提出資料

第126回火山噴火予知連絡会資料

－　2013年6月18日－

内　　容

有珠山

- 火山性地震活動
- 2000年噴火域の全磁力変化

駒ケ岳

- 火山性地震活動
- 地磁気全磁力

樽前山

- 火山性地震活動

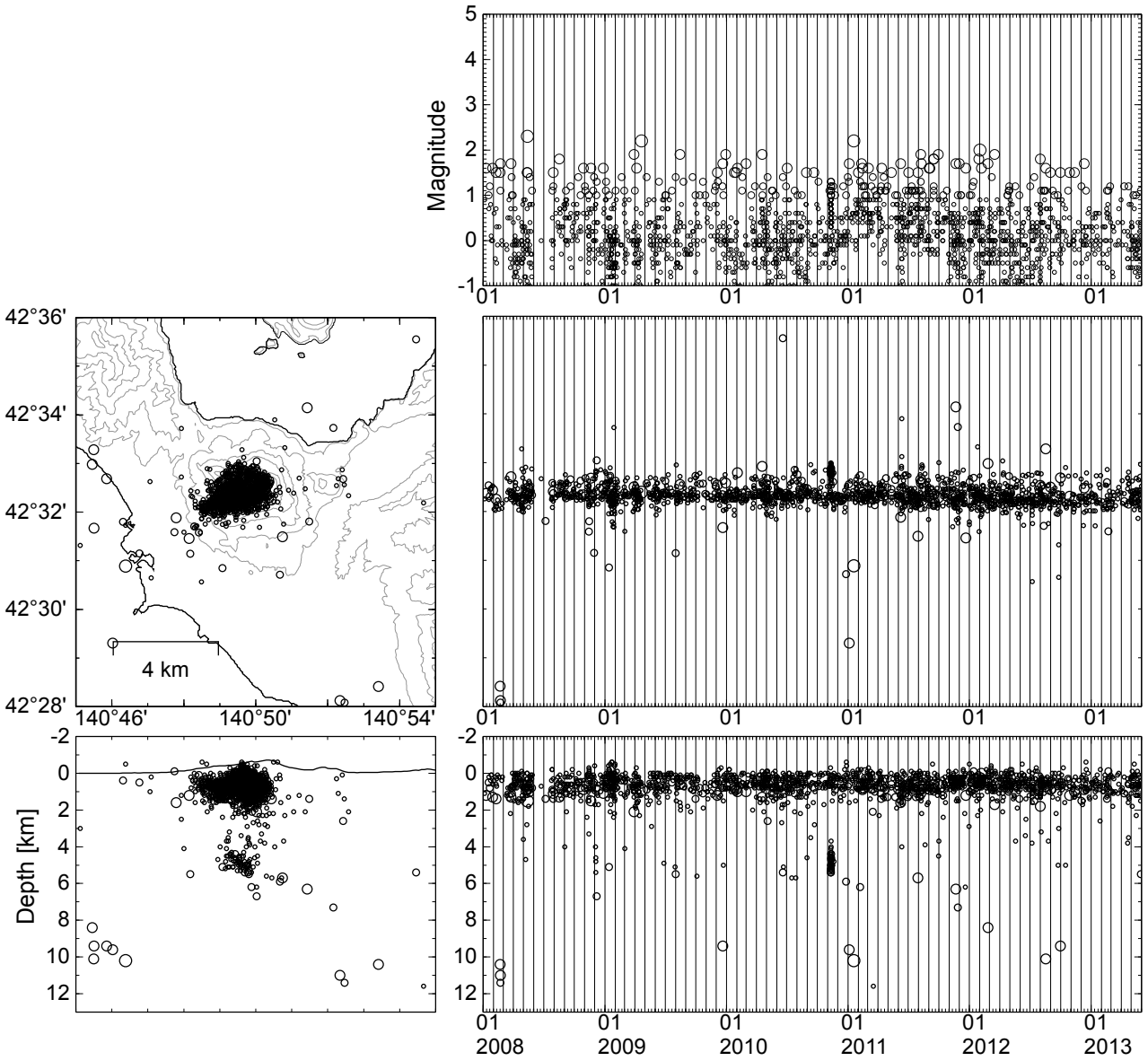
十勝岳

- 1962年噴火で生じた噴煙柱の解析

有珠山

○火山性地震活動

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

○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）．長期的にみて変化は鈍ってきており．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．

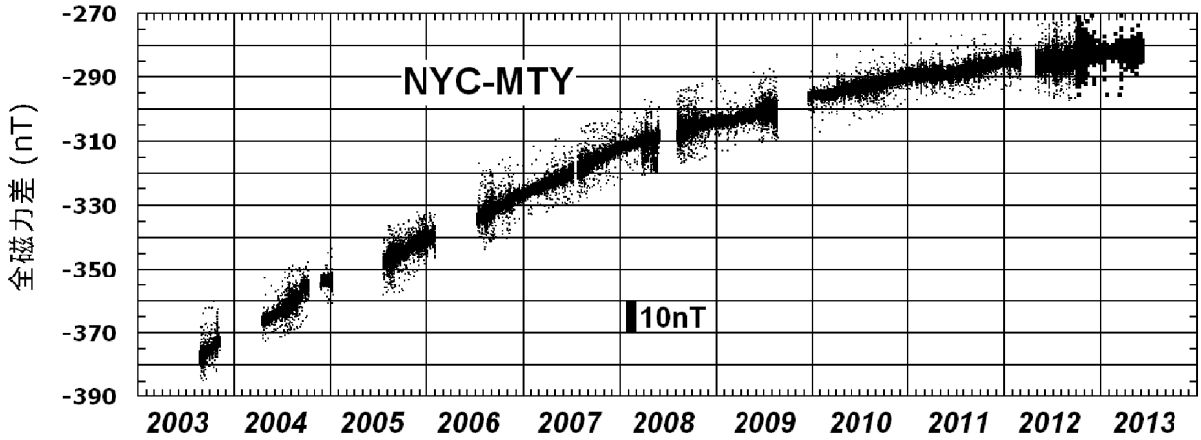


図１．NB火口南側の磁気点NYCにおける全磁力変化．MTYを参照点とした毎5分単純差．

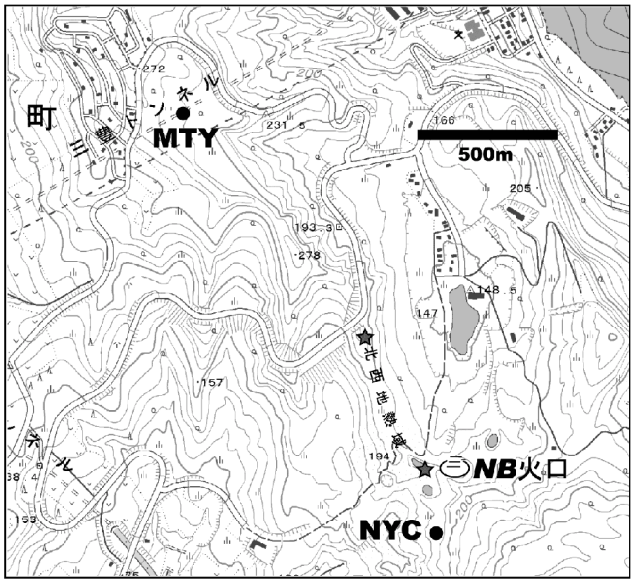


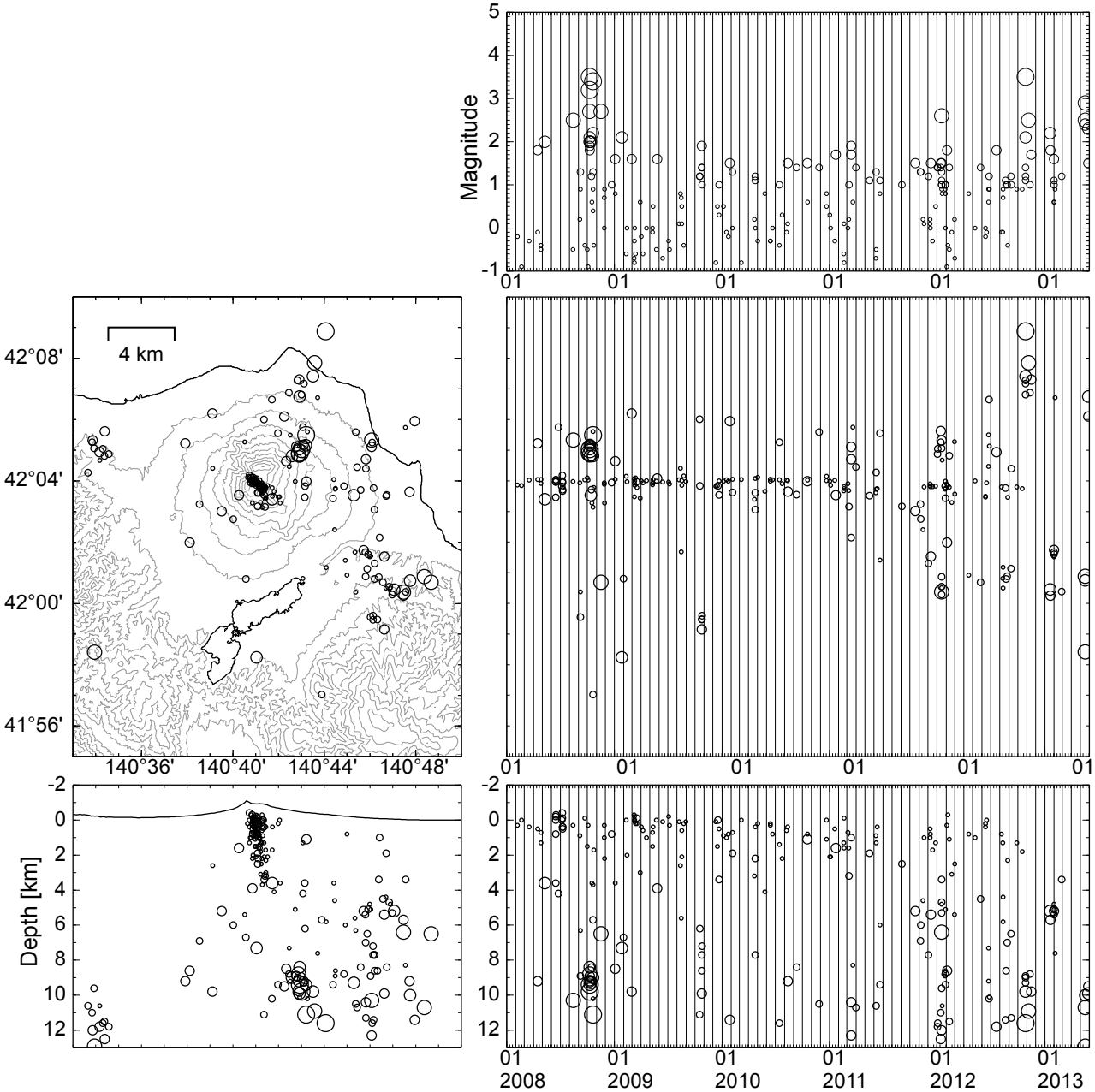
図２．連続観測点の位置．MTYは参照点．★印は地磁気変化（繰り返し測量）から推定されている帯磁源の位置．本図の作成には，国土地理院のオンライン地図画像を使用した．

（橋本・茂木・鈴木・前川）　　有珠山

北海道駒ヶ岳

○火山性地震活動

駒ヶ岳南東の鹿部町や北東側のやや深部でテクトニックな地震活動が見られたが，火山性地震活動は極めて静穏な状態にあり，震源決定が可能な地震は山頂直下で起こっていない．



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．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．

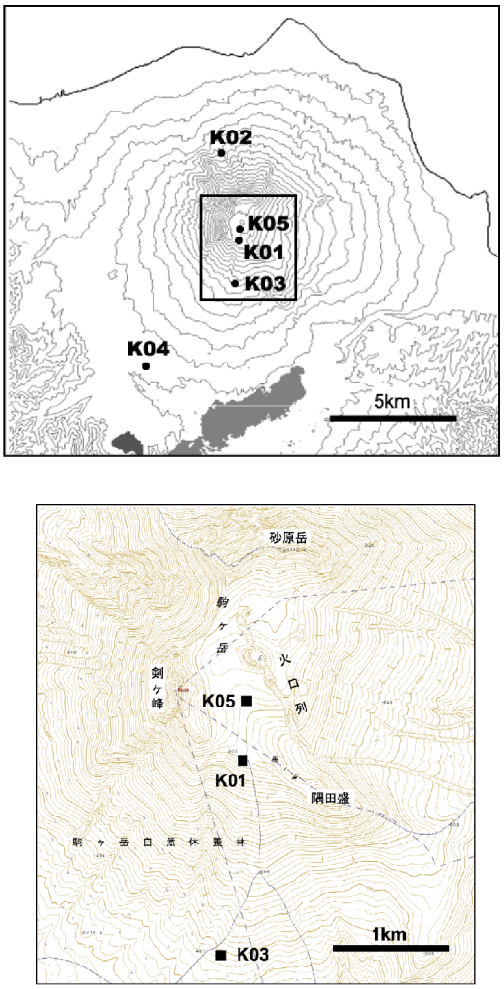


図１　駒ヶ岳全磁力連続観測点の配置．下図は山頂域の拡大図．本図の作成には国土地理院発行の50mメッシュ地図標高およびオンライン地図画像を使用した．

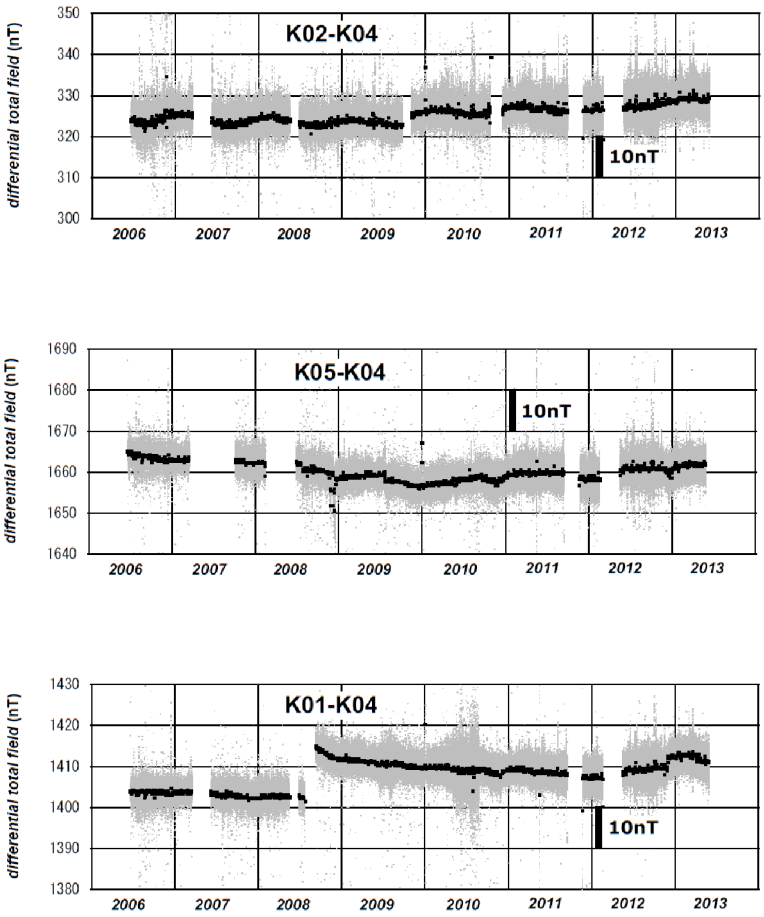


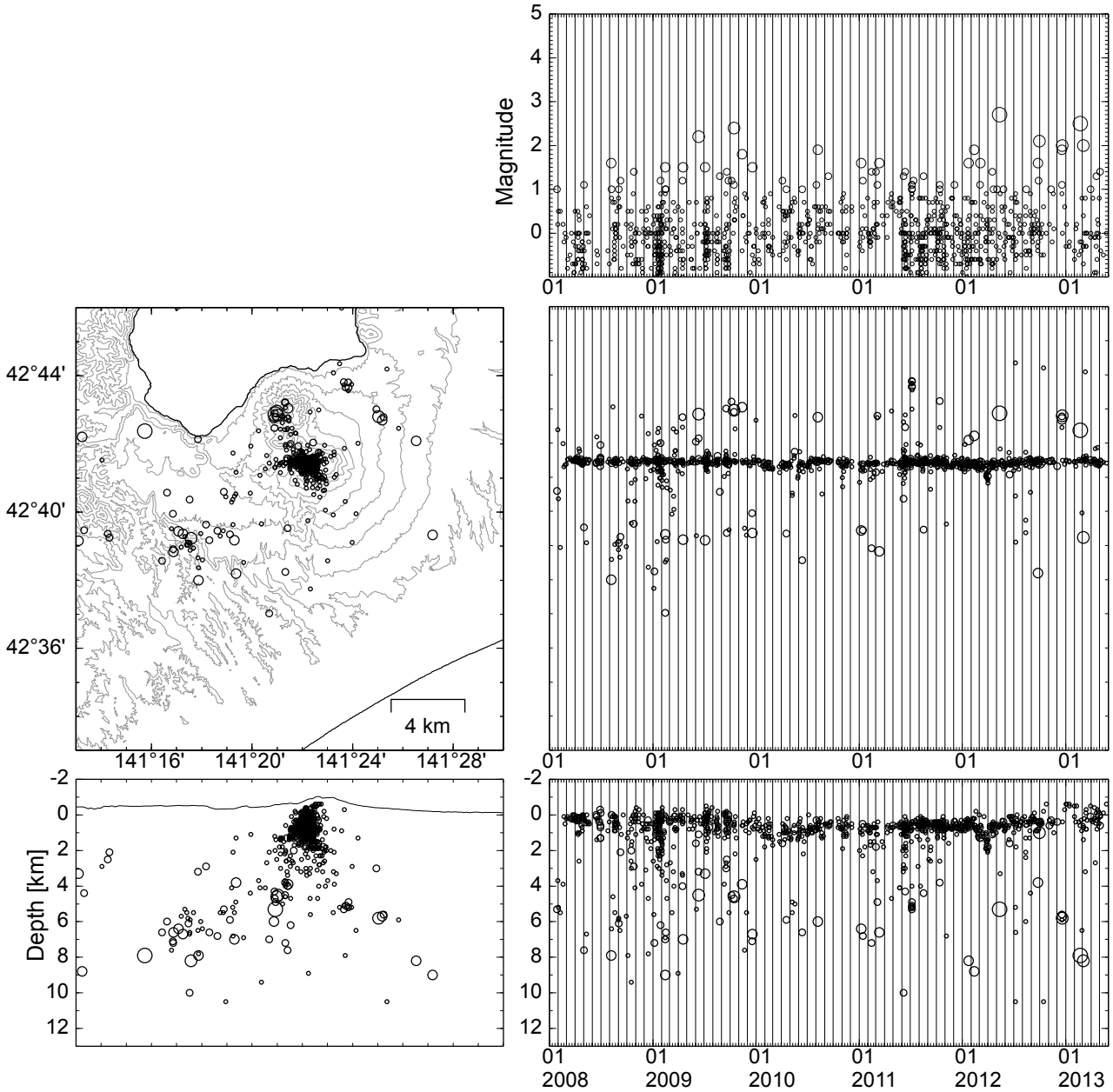
図２　2006年6月～2013年6月の全磁力変化．K04を参照点とした5分値単純差および日平均値でプロット．K01の2008年７月のステップ状の変化は，荒天に伴う自然擾乱．なお，K03は現在休止中．

（橋本・鈴木・茂木）

樽前山

○火山性地震活動

山頂直下で発生している小規模な火山性地震の活動には特段の変化は認められない.



第127回火山噴火予知連絡会資料

－　2013年10月22日－

内　　容

有珠山

- 火山性地震活動

駒ケ岳

- 火山性地震活動

樽前山

- 火山性地震活動
- ７月以降の群発地震活動
- 主要な地震の発震機構
- 樽前山で2013年6月-7月に発生した膨張性地殻変動
- 地磁気全磁力

十勝岳

- 地磁気全磁力変化
- 大正火口の表面温度分布

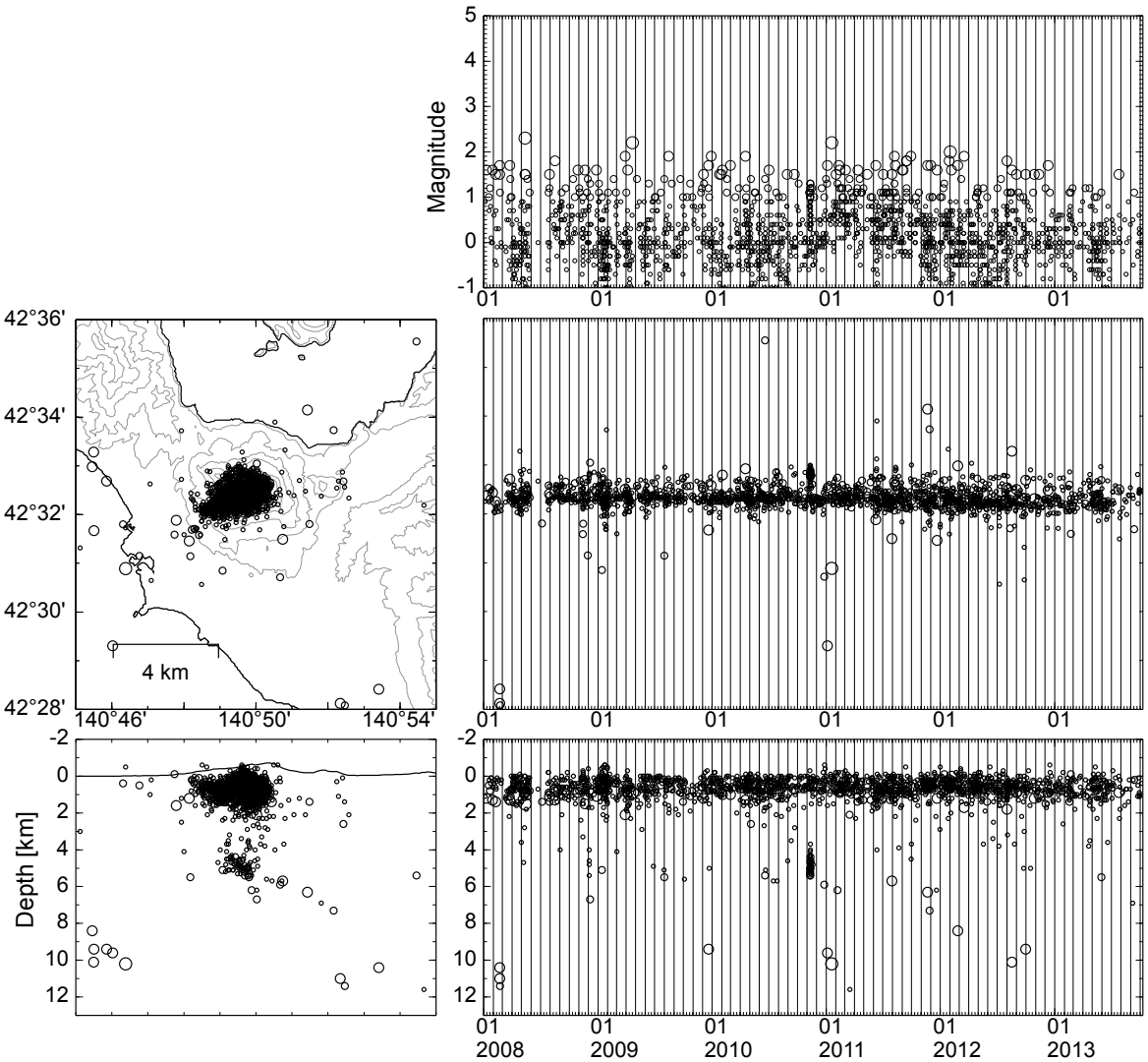
八甲田山

- ふかし湯（酸ヶ湯温泉）の化学組成

有珠山

○火山性地震活動

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．

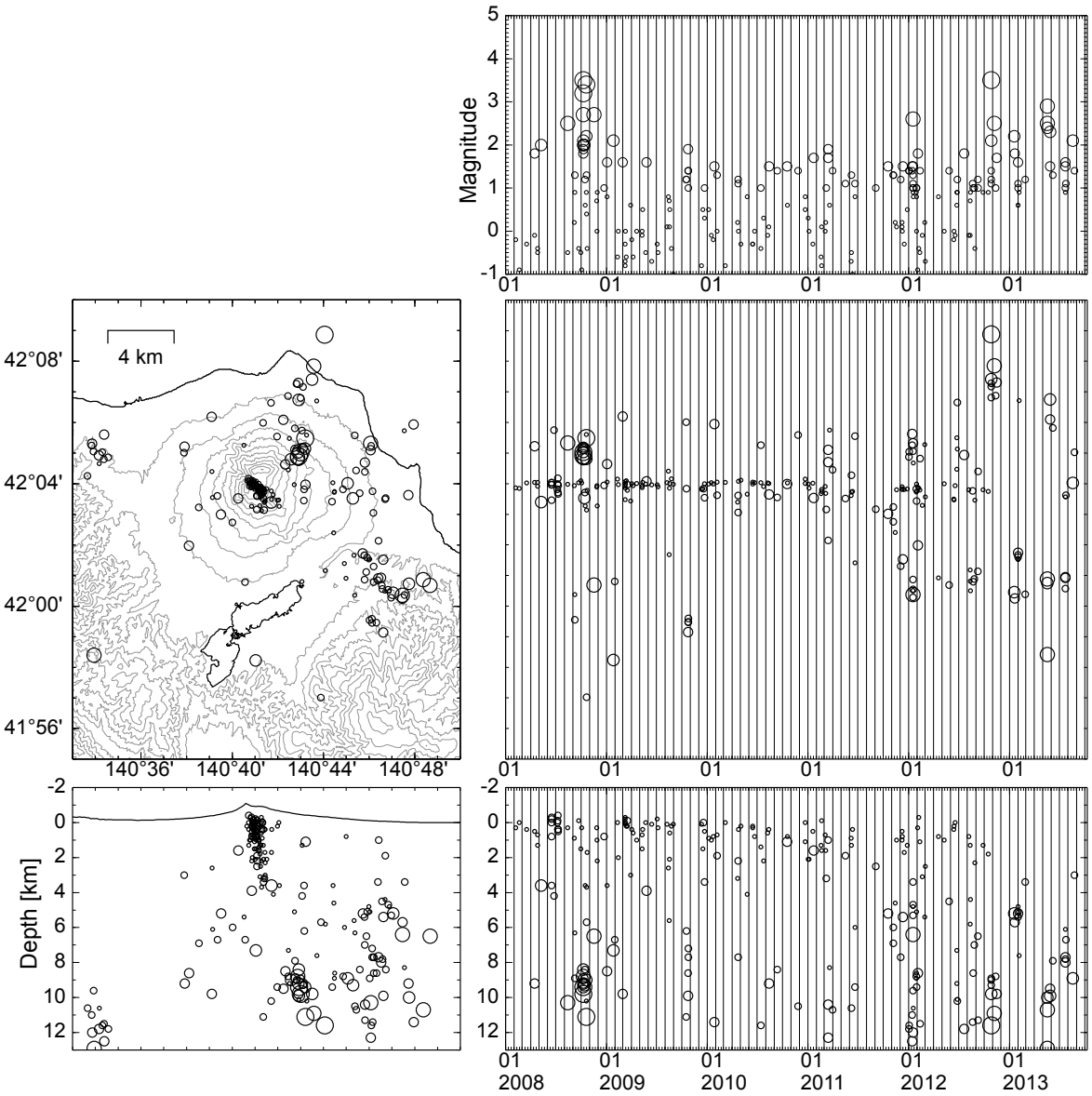


有珠山

北海道駒ヶ岳

○火山性地震活動

火山性地震活動は極めて静穏な状態にあり，震源決定が可能な地震は山頂直下で起こっていない．



北海道駒ヶ岳

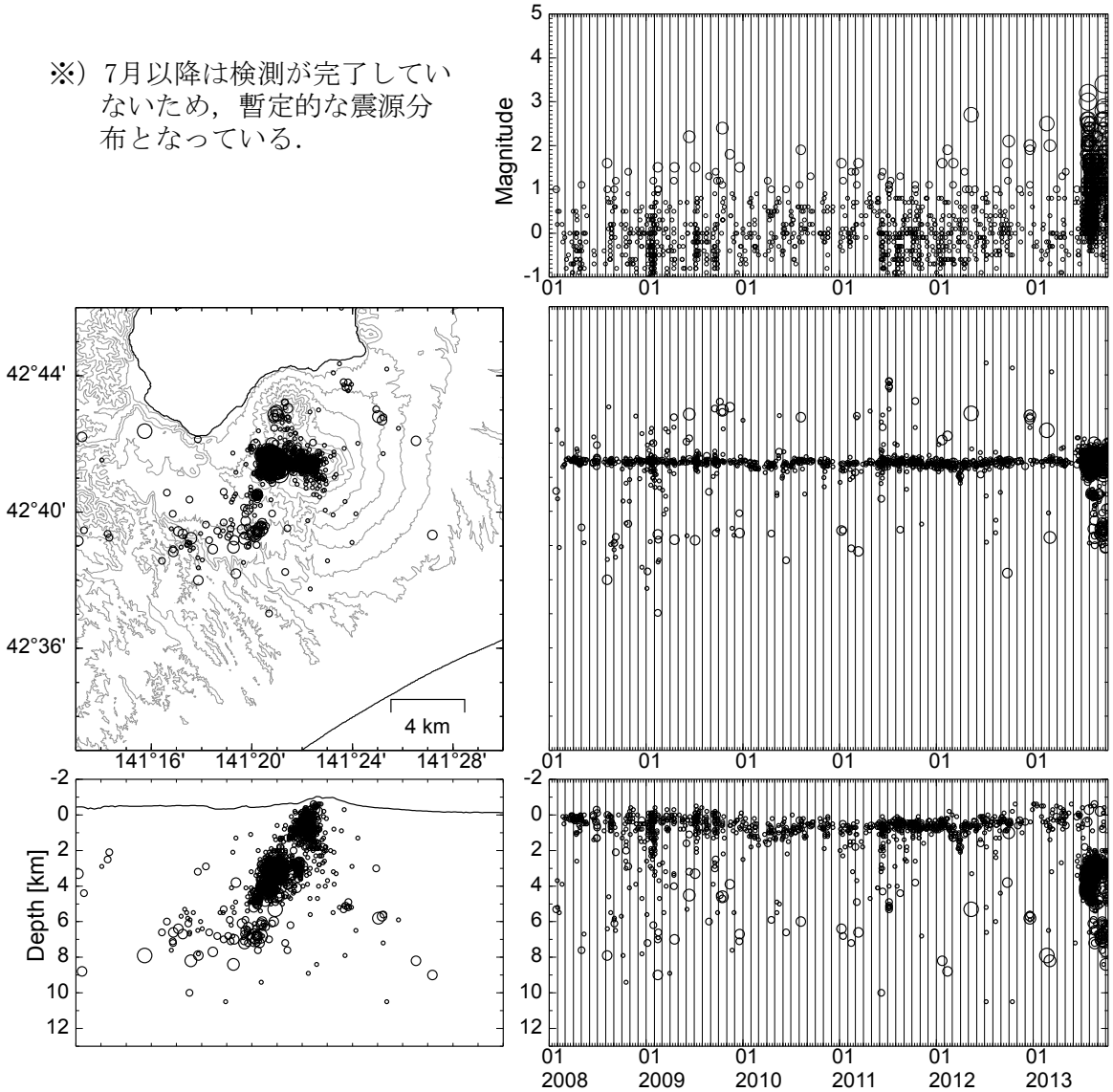
樽前山

○火山性地震活動

6月中旬から7月上旬に山頂の北方を中心とする膨張性の地殻変動が観測され，その後7月中旬より山頂西方約3km付近，深さ3～5kmを中心として，活発なA型地震の群発活動が発生した．この領域ではこれまでに顕著な地震活動は報告されておらず，地震観測網が整備された2002年以降はじめての活動である．

膨張性の地殻変動が発生して以降，これまでのところ表面活動には特段の変化は認められていない．

※）7月以降は検測が完了していないため，暫定的な震源分布となっている．



樽前山

樽前山

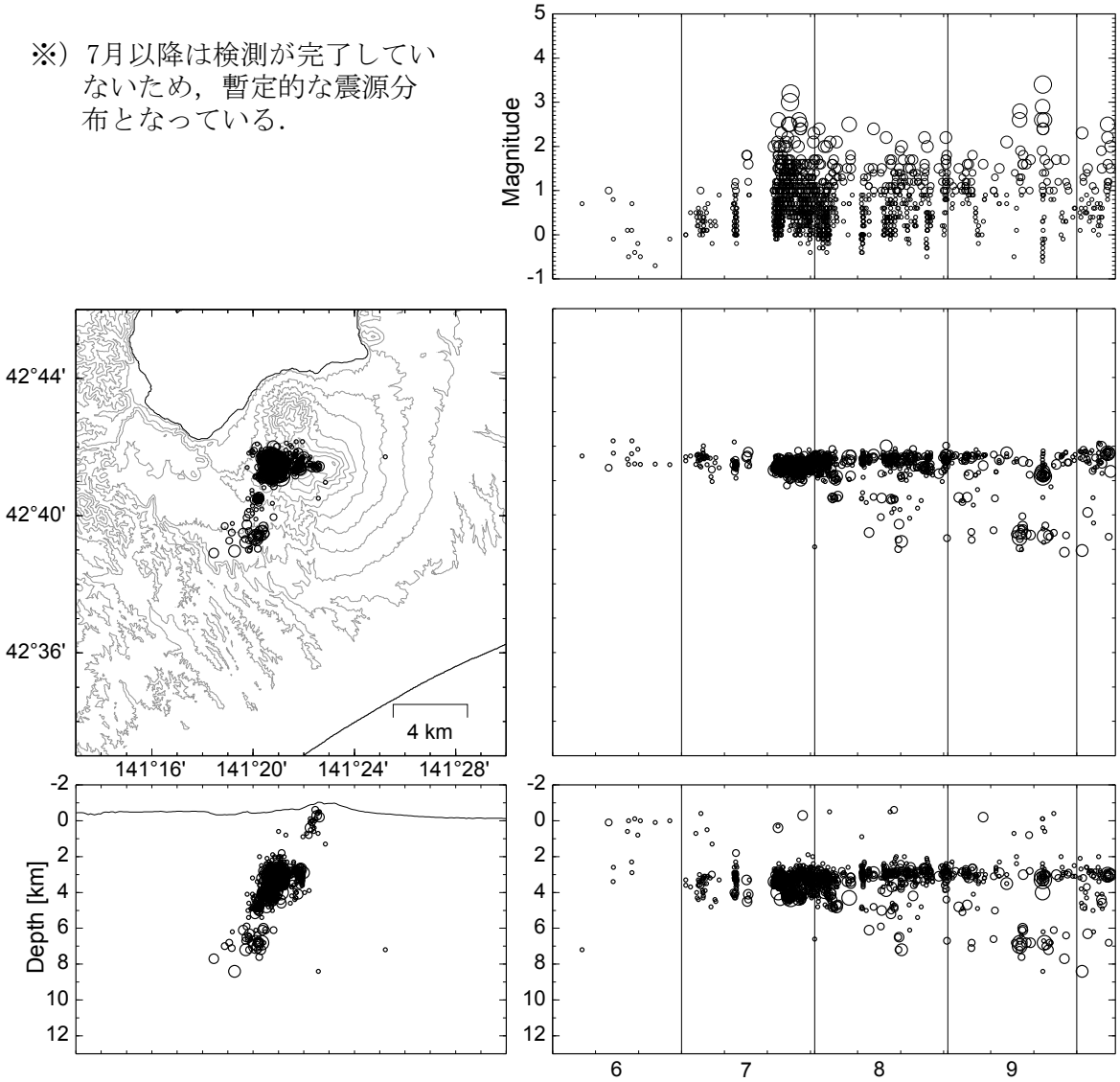
○7月以降の群発地震活動

一日あたりの地震回数は7月下旬をピークとし（7/23に100回超），その後はやや活動度が低下したものの10月中旬になっても継続しており，6月以前のレベルまでは低下していない．最大地震は9月23日に発生したM3.4である．

主たる活動域は山頂の西側であるが，8月中旬から南側にやや離れた深さ6～7kmの領域でも地震活動が認められるようになった．

震源深さは，活動初期には3～5kmに分布し，活動が進むにつれて浅い側へ集中しているように見える．本活動の震源域は，火口直下の浅い部分にある地震活動域とは明瞭に分離される．

※）7月以降は検測が完了していないため，暫定的な震源分布となっている．



（青山）　　樽前山

樽前山

○主要な地震の発震機構

本群発地震活動では，マグニチュード3クラスの地震が7月26日及び9月23日に発生し，9月23日の地震は樽前山西方約25kmの伊達市大滝で有感（震度1）と報告されている．樽前山周辺に展開されている北大および札幌管区気象台の観測点におけるP波初動の押し引き分布（図2）より主要な地震の発震機構を推定したところ，東-西方向もしくは北西-南東方向に圧縮軸を持つ逆断層型となった（図1）．

樽前山周辺における広域的な変動を見るために，樽前山を挟むGEONETの基線長変化を図3に示す．2003年十勝沖地震以降，この地域では北西-南東方向に伸張，北東-南西方向に短縮の変化が続いていたが，2011年東北地方太平洋沖地震以降は極性が反転し，北西-南東方向に短縮する傾向に変化している．主要な地震の発震機構は広域的な変動に調和的と考えられる．

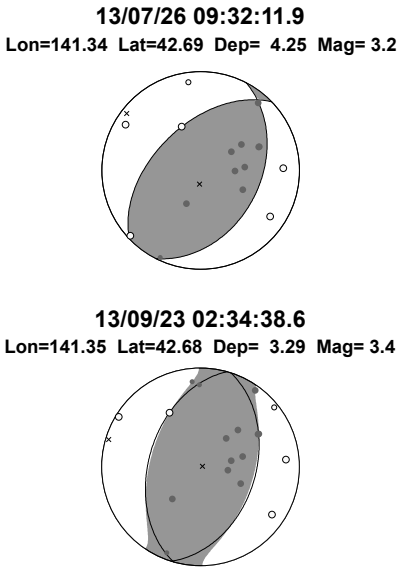


図1．主要な地震の発震機構解．上半球投影．

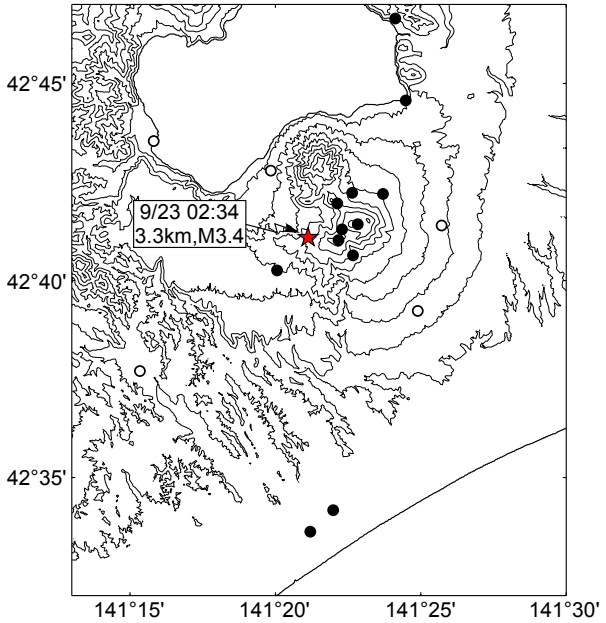


図2．最大地震（9/23）の初動押し引き分布．星印は震央．

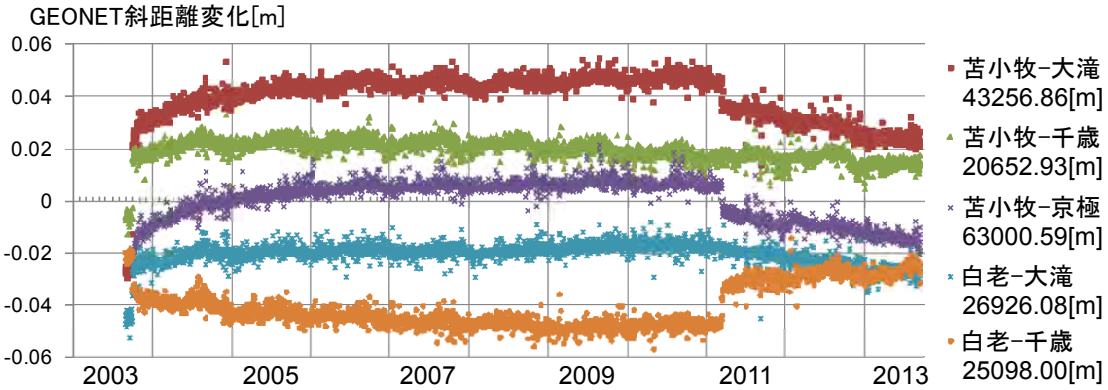


図3．樽前山周辺GEONET観測点の斜距離変化．国土地理院HPよりダウンロードして描画．

（青山）　　樽前山

樽前山

○ 樽前山で 2013 年 6 月-7 月に発生した膨張性地殻変動

樽前山周辺の複数の連続観測点において，2013 年 6 月中旬から 7 月上旬にかけて，膨張性の地殻変動が観測された．変化が出現した期間中は，降雨量が少量であったこと，ほぼすべての観測結果に共通して現れていること，膨張モデルで統一的に説明できることから，真の地殻変動である可能性が高い．点力源（茂木モデル）での推定結果は，位置がドームの北北西約 1.5 kmの地下約 3.5 kmであり，膨張体積は，約 34 万立方メートルであった．

観測項目	観測点 ID	観測値	図-1 のモデルによる推定値
N 方向傾斜（北大ボアホール）	TRB(HU)	3.3E-07	1.4E-07
E 方向傾斜（北大ボアホール）	TRB(HU)	8.9E-07	1.3E-06
N 方向傾斜（北大坑道）	TRM(HU)	-1.4E-06	-1.2E-06
E 方向傾斜（北大坑道）	TRM(HU)	5.6E-07	2.0E-07
NS 方向伸縮（北大坑道）	TRM(HU)	-5.5E-07	-7.8E-08
EW 方向伸縮（北大坑道）	TRM(HU)	1.0E-06	9.2E-07
N 方向傾斜（南西山麓・JMA）	SWF(JMA)	-6.6E-07	-2.3E-07
E 方向傾斜（南西山麓・JMA）	SWF(JMA)	-3.0E-07	-2.4E-07
N 方向傾斜（北山腹・JMA）	NF(JMA)	6.0E-07	5.3E-07
E 方向傾斜（北山腹・JMA）	NF(JMA)	5.4E-07	6.9E-07

表-1　観測された変動量（暫定値）．

ただし，観測値の単位およびセンスは，傾斜：radian（沈下方向を正），伸縮：strain（短縮を正）としている．また，変動量は，4 月および 5 月のトレンドの延長を差し引いた結果に対して，6 月 19 日から 7 月 5 日までの変化を読み取った．

樽前山

樽前山

○地磁気全磁力

顕著な群発地震活動直前の2013年6月11-13日に反復磁気測量を行い，直近の１年間の全磁力変化を求めた（図１）．主要な２地点については時系列グラフも示す（図２）．観測された変化パターンは磁気双極子のつくる磁気異常でよく近似され，溶岩ドーム直下の約400m深付近が冷却したことに相当する．噴気量の低下や，山頂部の収縮の鈍化が見られ始めているが，全磁力の変化傾向は2010年以来一貫して続いており，帯磁源の位置にも顕著な変化は見られない．

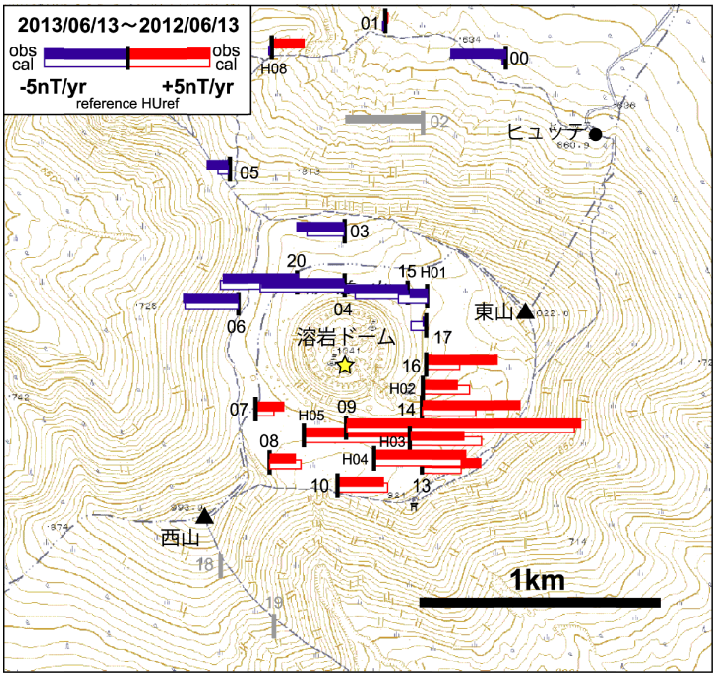


図１．2012年6月～2013年6月の全磁力変化．白抜きは磁気双極子による計算値（ソース位置は★で示した）．参照点は，山頂ドームから北東に約4km地点

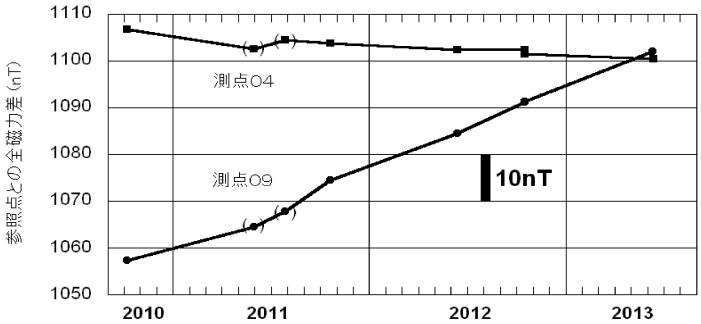


図２．測点04と09の全磁力変化時系列（参照点は00地点に換算．括弧付きは参考値）

（橋本・松本・鈴木）

北海道大学・札幌管区気象台
道総研地質研究所

十勝岳

○地磁気全磁力変化

2008年の観測開始以降，62-2火口付近の深さ数百mを中心とする消磁傾向が継続している．この変化は62-2火口直下の蓄熱を示唆している．また，T0FおよびT0Eの変化傾向から考えると，大正火口噴気域のごく浅部でも消磁が進行している可能性がある．2012年7月の大正火口が明るく見える現象に同期した変化は見られなかった．なお，62-2火口の南壁付近の測量結果には，火口壁の崩落・浸食による局所的な磁場変化が相当量含まれているものと考えられる．

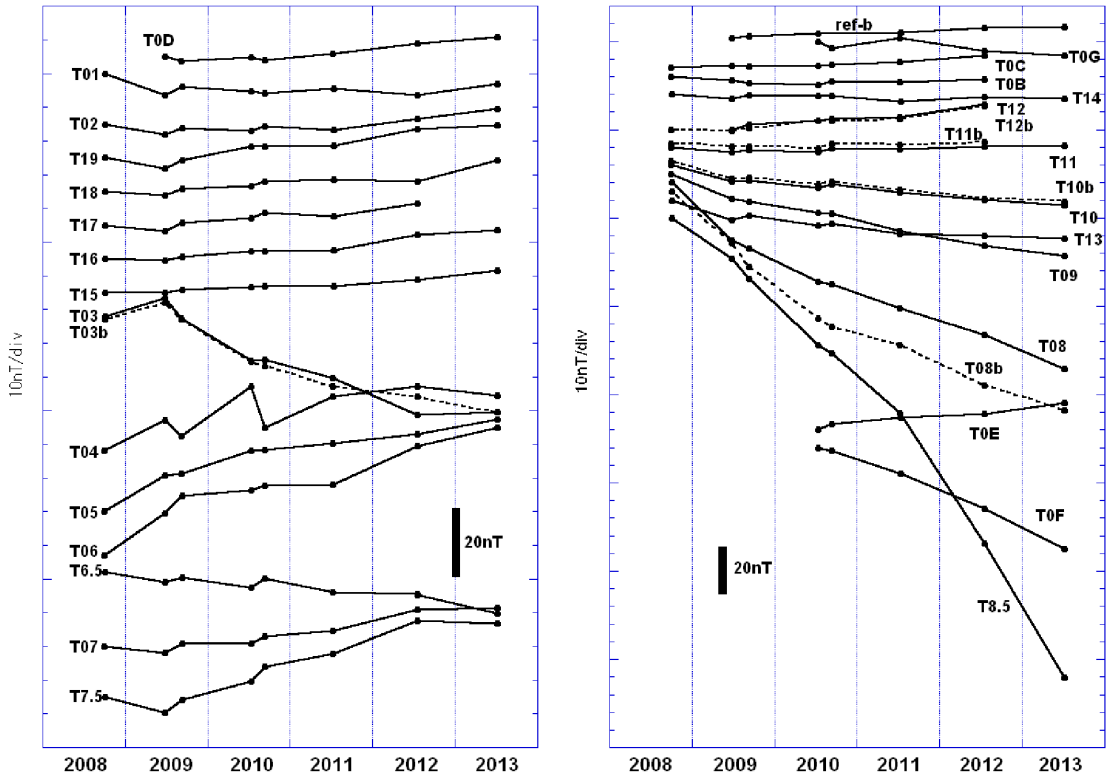


図１　繰り返し磁気測量に基づく十勝岳の全磁力変化（参照点REFとの単純差）．磁気点の分布は図２に示す．点線は補助点の変化を示す．最新の測量は2013年7月8～9日に実施．

（橋本）

十勝岳

○大正火口の表面温度分布

大正火口および62-I火口周辺の表面温度分布は、2010年以降の観測結果と比較して、きわだった変化は認められない.

大正火口壁北側上部（図に向かって左側）の領域では熱異常域が縮小しているように見えるが、これは噴気に覆われた領域である. また、表示した温度スケールでは62-I火口壁（図に向かって右側）の熱異常域が不明瞭で、62火口周辺の熱活動は低下しているのかもしれない.

表面温度から推定した放熱量は，2010年に較べて増加を示した．噴気に覆われた領域のあることを考慮すると放熱量は更に増加することになるが、この領域が全体に占める割合は小さく、この影響は小さいと考えられる. 全体として放熱量の増加傾向はあるものの有意なものとは言えない.

なおSO2放出量の遠隔測定を行ったが、シグナルは検出されなかった.

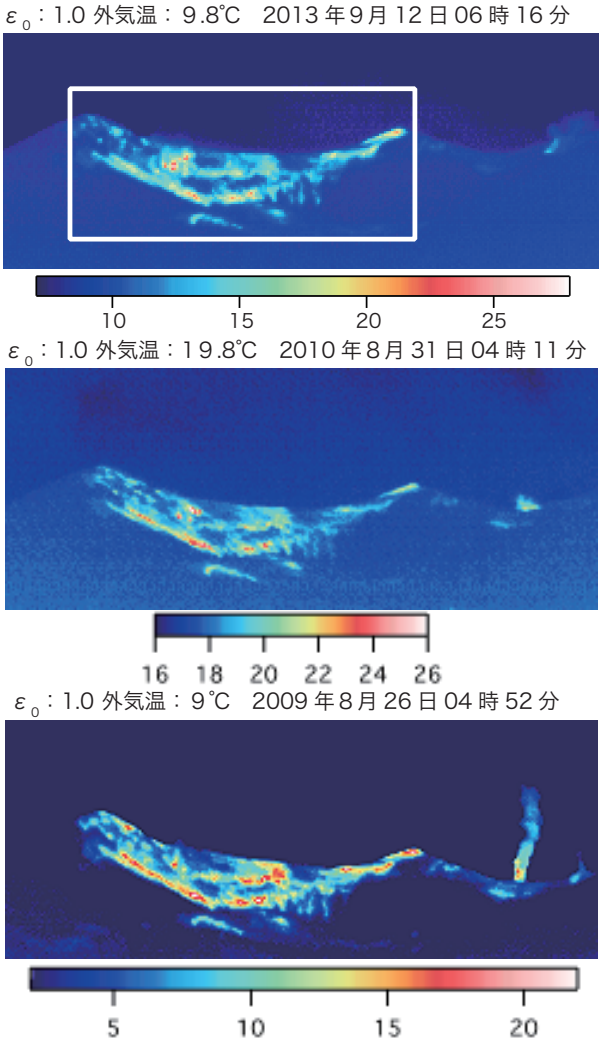


図１．大正火口の表面温度分布．外気温は観測点（望岳台）の値．白枠は放熱量を見積もった領域を示す.

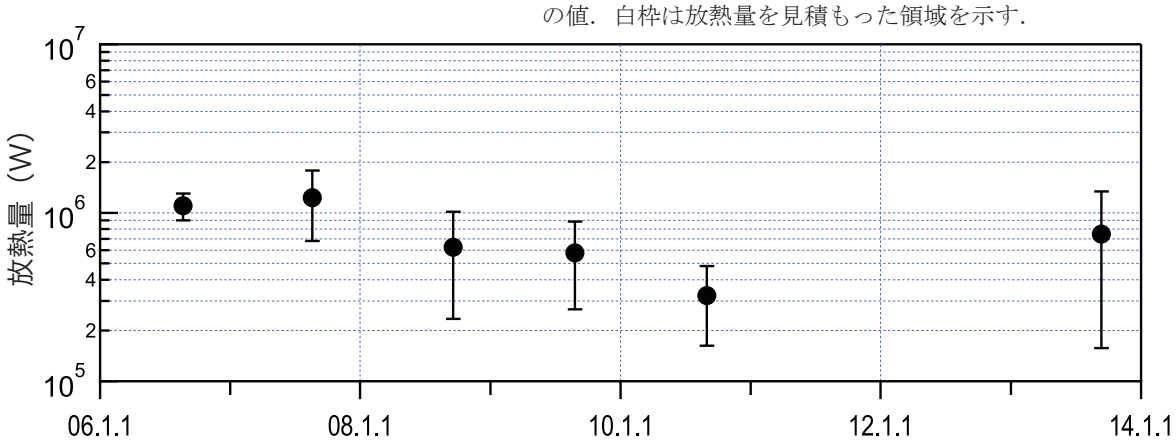


図２．大正火口からの放熱量の経年変化.

（大島、前川）　　十勝岳

八甲田山

○ふかしの湯（酸ヶ湯温泉）の化学組成

多数の泉源が分布する八甲田山地域において、湧出孔の確認できた酸ヶ湯温泉、ふかしの湯（通称、まんじゅうふかし）の温泉水を採取する機会が得たので報告する。

温泉水は10mほど離れたボーリング孔（泉源）から引湯されている木製ベンチの排湯を採取した．泉温は86.5℃、排湯量は目視で50㍑/分程度である．ボーリング孔の深度・口径は不明で、温泉はエアーリフトによって揚湯されている．エアー管の口径、設置も不明だが、使用されているコンプレッサーの大きさから10m以浅と判断される．

表１に分析結果を手元にある資料から引用した値とともに示す．採取した温泉水も、既に知られているようにSO_4イオンに富む強酸性硫酸泉である．

また、表１の温泉水の特性をSO_4−Cl濃度関係図でみると（図１）、いずれも八甲田熱水系の領域近傍に図示されるが、SO_4およびClイオンとも時間とともに増加しているように見える．泉源の状態など不明な点多く、この傾向が有意とは言い難いが、注目される傾向である。

なお酸ヶ湯温泉従業員の話では、２～３年前から４、５月に酸ヶ湯温泉で泉温低下が認められるようになったという事であった．

表１．ふかし湯の組成分析結果

採取年月日	2013.08.08	(1)	1961.02.10
温　度(℃)	86.5	90.7	89.0
pH(採取点)		1.0	1.2
pH(試験室)	0.0		1.7
K (mg/l)	37.1	14.2	6.6
Na (mg/l)	120.5	78.6	88.3
Ca (mg/l)	51.4	432.0	35.6
Mg (mg/l)	191.4	322.0	363.2
Cl (mg/l)	2861.2	1840.0	729.5
SO_4 (mg/l)	9385.5	7880.0	1467.2
HCO_3 (mg/l)		< 10	1.1
湧出量(㍑/分)			48
湧出形態	エアーリフト		自　噴

注）2013年のpHはpH計で測定不能．(1)は村岡ほか(1991)から引用．採取年月日およびpH値計測場所の記載無し．1961年は青森県衛生研究所未公表資料、比留川ほか(1977)から引用

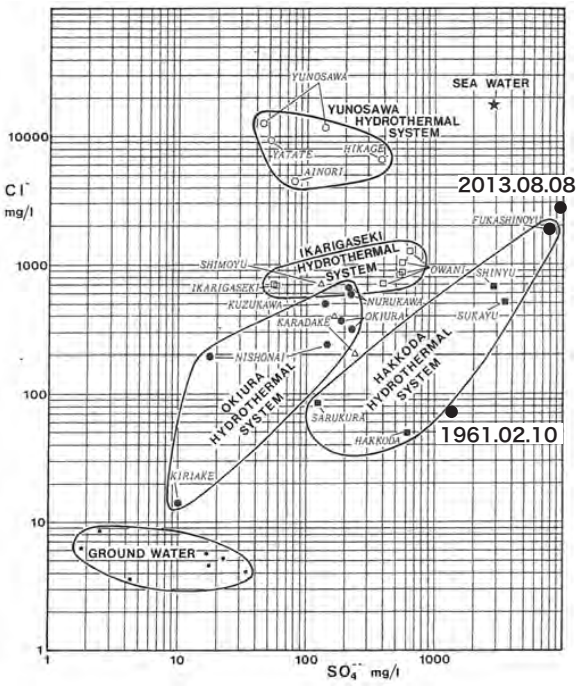


図１．ふかし湯（黒丸）のSO_4およびCl濃度の関係．八甲田山地域における高温泉のSO_4−Cl濃度相関図（村岡ほか、1991）に加筆．

（大島、安孫子）　　八甲田山

北海道大学・札幌管区気象台
道総研地質研究所

十勝岳

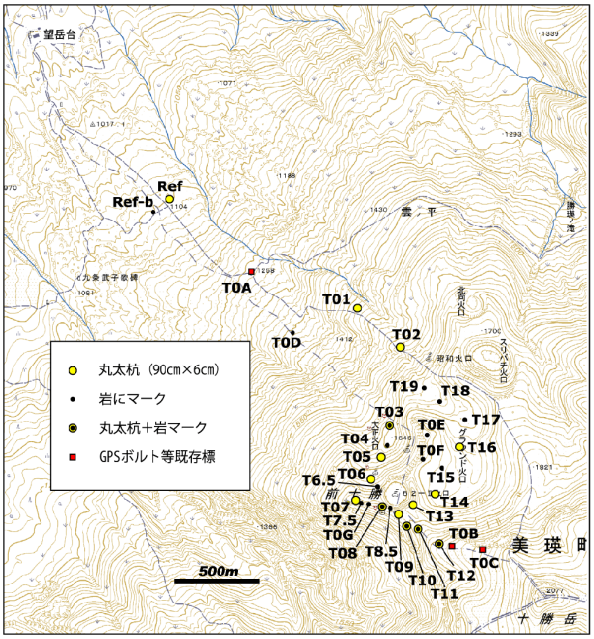


図２　繰り返し磁気点の分布．本図の作成には国土地理院のオンライン地図画像を使用した．

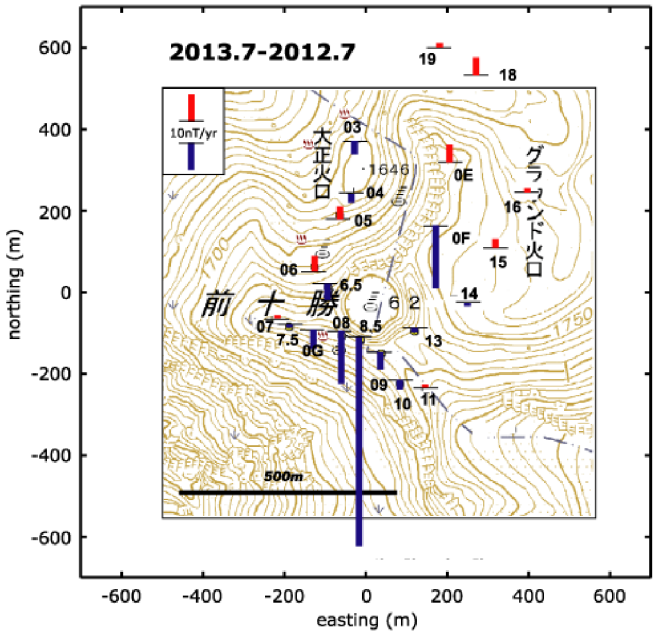


図３　2012年7月から2013年7月までの全磁力変化．本図の作成には国土地理院のオンライン地図画像を使用した．

十勝岳

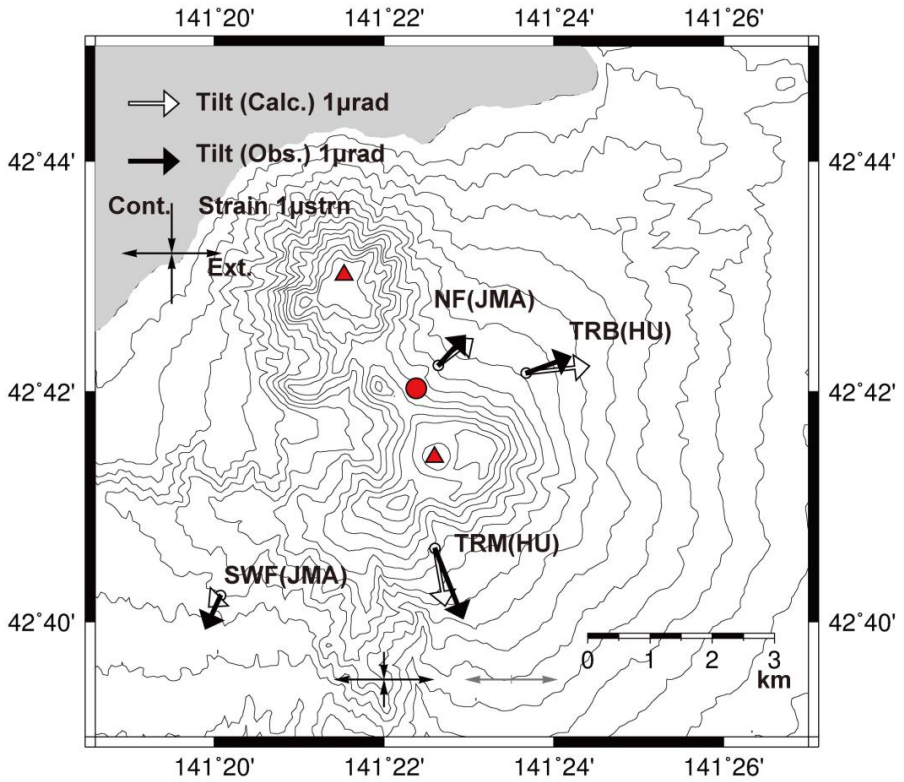


図-1　点力源（茂木モデル）を仮定したグリッドサーチ結果（暫定）
（地図作成には国土地理院の数値標高データを利用）

力源のパラメータは，表-1 の各観測結果の残差を最小とするグリッドサーチで推定した．各観測値の重量は，同一とした．刻みの大きさは，水平位置および深さについては，200m，膨張量は，約 1 万立方メートルである．図-1 の赤丸印が膨張源の推定位置であり，深さは，約 3.5 km，膨張体積は，約 34 万立方メートルであった．南西山麓（SWF）の傾斜量と坑道（TRM）の南北伸縮の残差がやや大きいが，それ以外の観測量は概ねよく説明されている．

この推定結果によれば，力源の周囲には，約 3 mm程度の水平地殻変動が放射状に現れる可能性があり，山体を跨ぐ基線においては，5 mm程度の基線長変動が現れる可能性がある．

なお，2008 年 10 月までさかのぼって，記録を調査したが，このような変化が現れたのは，今回が初めてである．また，2013 年 7 月以降は，10 月 10 日時点まで，地殻変動は発生していない．

謝辞：解析に使用した北山腹および南西山麓の傾斜データは，札幌管区気象台から提供を受けた，

樽前山

第128回火山噴火予知連絡会資料

－　2014年2月25日－

内　　容

有珠山

- 火山性地震活動

駒ケ岳

- 火山性地震活動

樽前山

- 火山性地震活動

倶多楽

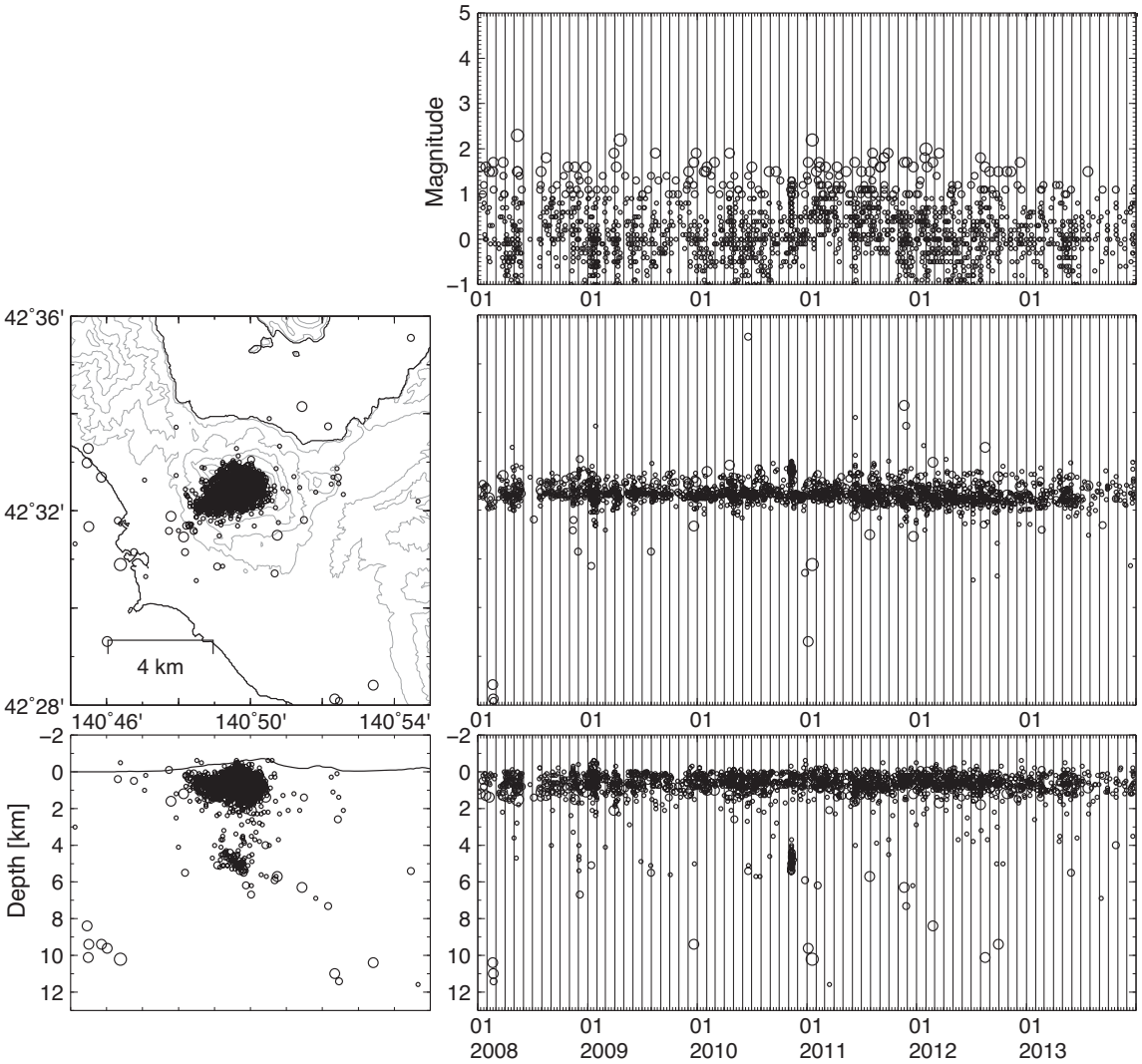
- 登別温泉地域の熱水湧出量

有珠山

○火山性地震活動

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．

（※2013年8月以降は一部未処理）

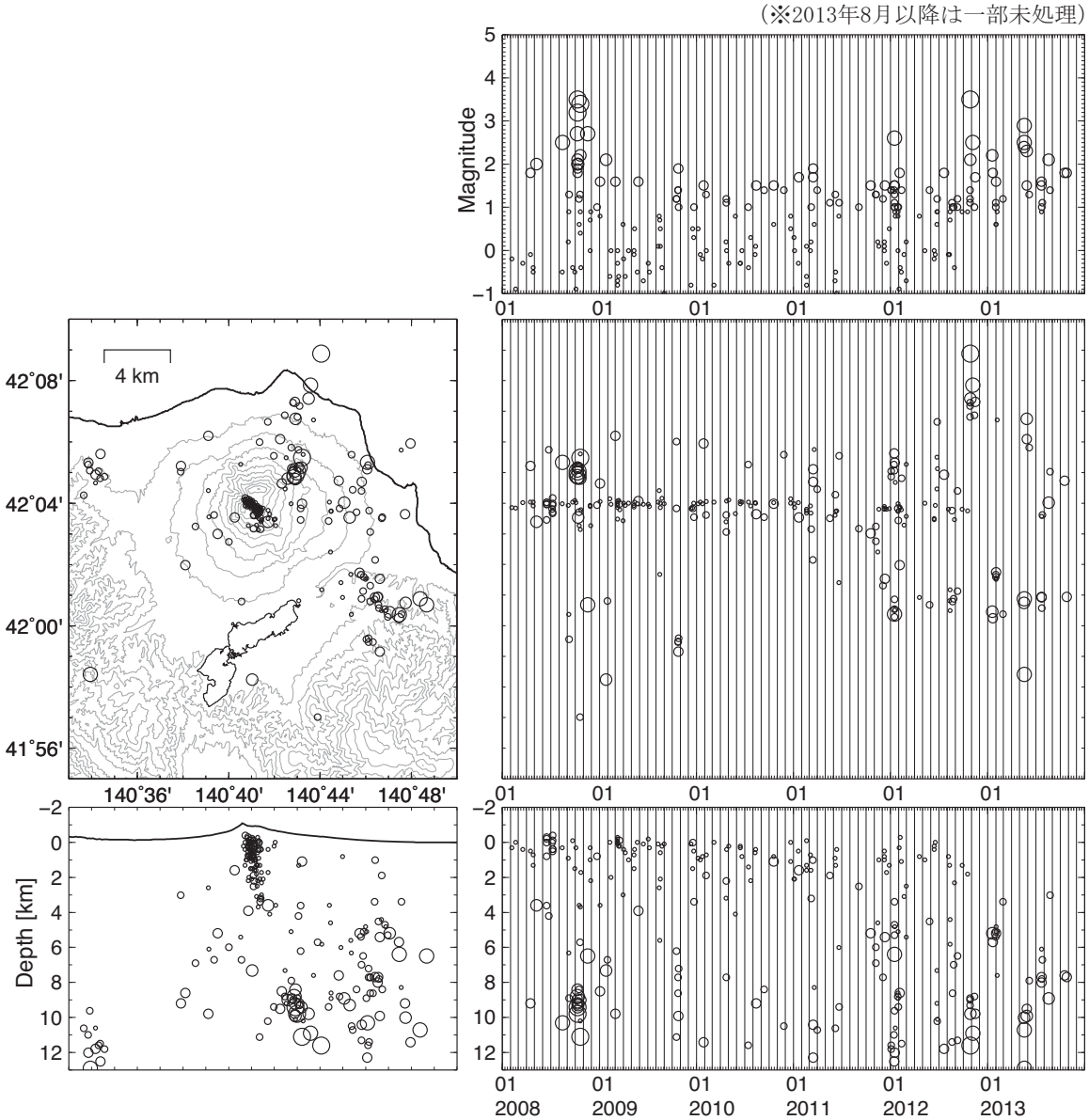


有珠山

北海道駒ヶ岳

○火山性地震活動

火山性地震活動は極めて静穏な状態にあり，震源決定が可能な地震は山頂直下で起こっていない．

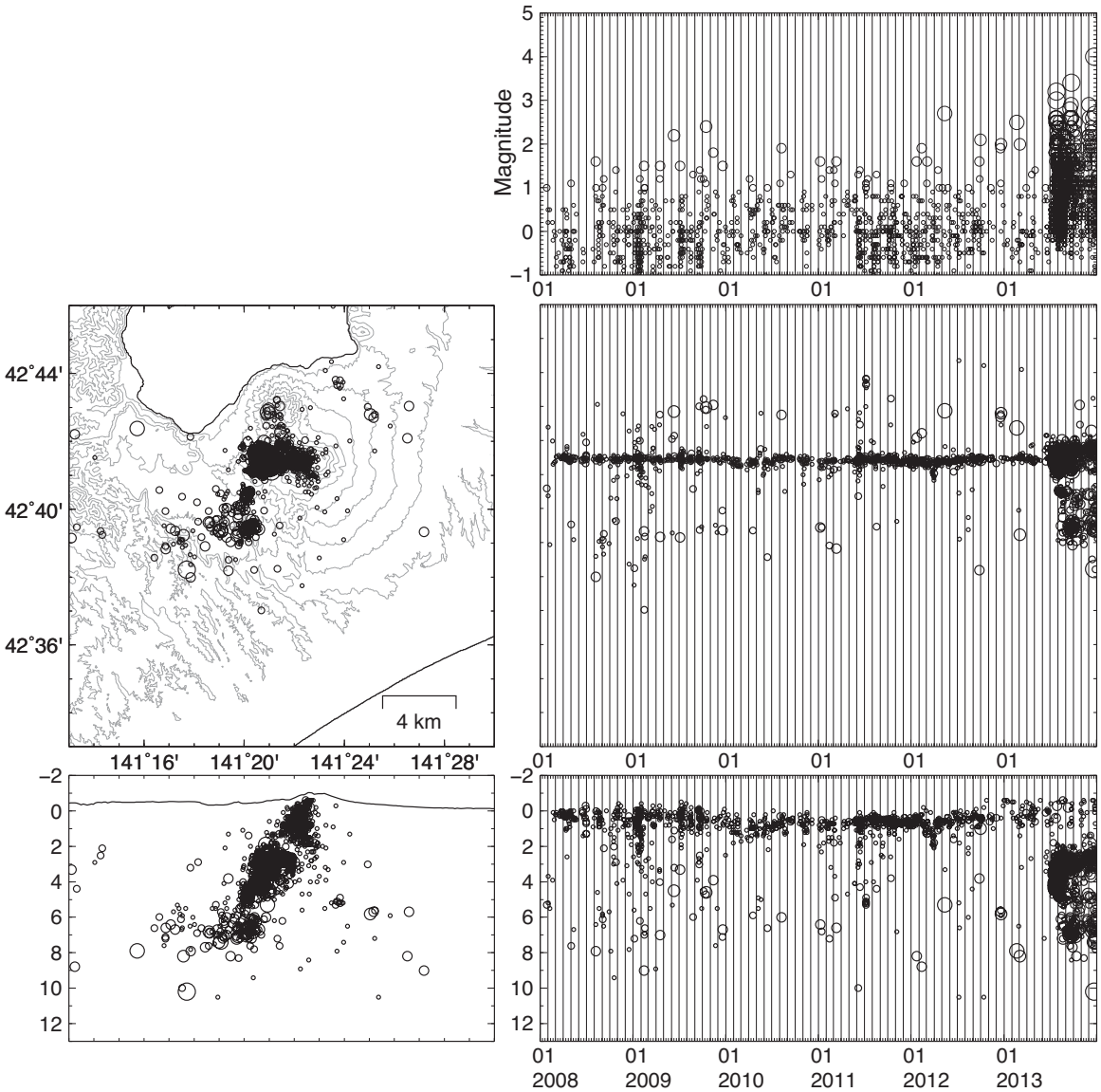


北海道駒ヶ岳

樽前山

○火山性地震活動

2013年7月中旬より開始した山頂西方における活発なA型地震活動は，2014年に入っても継続している．また，8月頃より認められるようになった，山頂南西の社台台地下における地震活動も継続している．山頂西方の地震活動の震源深さは海面下2～4kmを中心としているのに対し，社台台地下における地震活動はやや深く海面下5～8kmに震源が推定される．社台台地下ではこれまでにも散発的に地震活動が見られているが，半年以上に及び活動が継続したことはなく，山体西側の地震活動とも関連した活動と考えられる．



樽前山

倶多楽火山

登別温泉地域の熱水湧出量は6756㍑/分、湧出熱水による総放熱量は102MWと見積もられ、この量は噴気地からの放熱量8.3MWの約12倍と、熱水湧出による熱放出が卓越している。
1966年10月、1967年３月に実測された大湯沼及び奥湯沼の湧出熱水量と比較すると、全体としてやや減少しているように見えるが、両湯沼からの採湯量や地形変化など環境の変化もあり、この減少傾向は有意とは言えない。

○登別温泉地域の熱水湧出量

2007年から2010年まで約3年にわたり熱泥噴出活動のあった登別温泉地域の地熱活動の現況を把握するために、2013年８から10月にかけて熱水湧出量の測定を行なった。

登別温泉地域は温泉の湧出形態から大湯沼地区，地獄谷地区および温泉街地区の３つの地域にわけられる。爆裂火口底から熱水が湧出し湯沼が形成されている大湯沼地域と、自然湧出した沢水と主に湧出熱水からなる湯ノ川が形成されている地獄谷地域では水収支・熱収支法により湧出熱水量を見積もった。また極浅い掘削井から熱水が湧出している温泉街地域では、孔口での流量や引湯管内の流量を測定した。

求められた熱水湧出量は大湯沼地域が2368㍑/分、地獄谷地区が3573㍑/分、温泉街地区の主な孔井の総湧出量は815㍑/分、全地区を合わせた総量は6756㍑/分であった。また、この地域における10月の1m深地温16.4℃(福富,1951)を基準としたとき、熱水湧出による総放熱量は102MWと見積もられた(表1)。この量は、2010年の空中熱赤外観測から見積もられた噴気地からの放熱量8.3MWの約12倍にあたり、熱水湧出による熱放出が卓越している。

1966年10月、1967年３月に実測された大湯沼及び奥湯沼の湧出熱水量と比較すると、全体としてやや減少しているように見えるが、両湯沼からの採湯量の違いや地形変化など環境の変化を考慮すると、この減少傾向は有意とは言えない。また、大湯沼と奥湯沼の湧出量の間には相補的な関係が、大湯沼と奥湯沼を合わせた総湧出量に季節変動があるように見える。

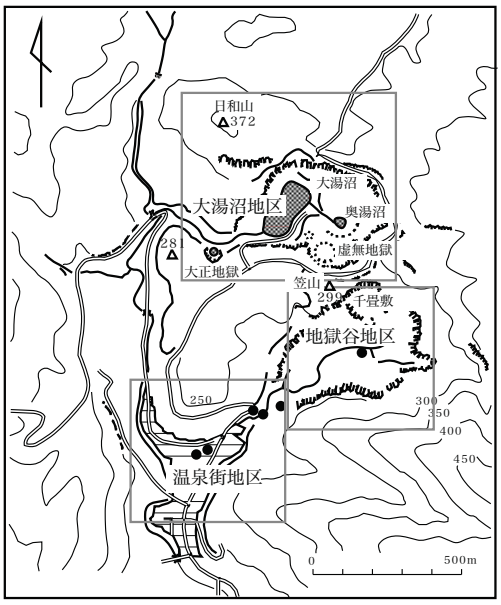


図１．熱水湧出形態による地域区分図

表１．熱水湧出量及び熱水湧出による放熱量

	湧出量(㍑/分)	放出熱量(MW)
大湯沼地区	2368	47.
奥湯沼	1014	6.7
大湯沼	1126	35.
大正地獄	228	5.5
地獄谷地区	3573	46.
温泉街地区	815	7.8
総　　計	6756	

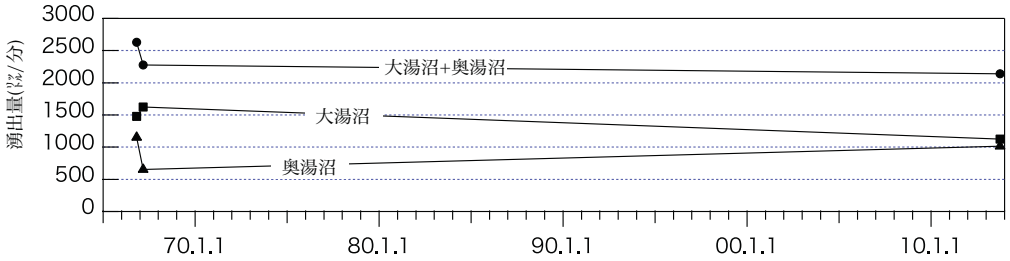


図２．大湯沼及び奥湯沼の沼底からの熱水湧出量の経年変化

(大島・翁長・安孫子・前川)　　(倶多楽火山)

5.　地震・噴火予知協議会報告

課題番号：1002
北海道周辺の超巨大地震の発生サイクル及び震源過程の解明・プレート運動の解明による衝突帯モデルの構築

課題番号：1003
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

課題番号：1005
地震に関連する電磁気現象の観測研究

課題番号：1006
超巨大地震により発生する巨大津波の即時予測に向けた津波解析手法開発

課題番号：1007
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

平成 25 年度年次報告

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：
北海道周辺の超巨大地震の発生サイクル及び震源過程の解明・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：

5. 超巨大地震に関する当面実施すべき観測研究の推進

（1） 超巨大地震とそれに起因する現象の解明のための観測研究

ア． 超巨大地震の発生サイクルの解明

（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

オ． 地震発生サイクルと長期地殻ひずみ

（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、更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。

●アムールプレート及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・東北・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。更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。

●横穴式ひずみ計・ボアホール式多成分ひずみ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 観測及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。ひずみ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、ひずみ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、ひずみ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、北海道・東北地方沿岸での津波堆積物調査の実施およびデータ解析、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、ひずみ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、北海道・東北地方沿岸での津波堆積物調査を継続しそれらのデータ解析から超巨大地震の発生サイクル・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、ひずみ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）計画期間中（平成 **21** 年度～**25** 年度）の成果の概要：

●ロシア極東地方での地震・**GPS** 観測による成果

ロシア極東域に展開されている地球物理観測データから広域テクトニクス場の検討を実施した．2011 年東北沖地震前のデータから，アムールプレート運度速度が極めて小さいこと，日本海東縁部の北方延長であるサハリン中軸部では収束が見られることが明らかにされた．2011 年東北沖地震ではコサイスミックおよび余効的地殻変動が北東アジアの広域で検出され，当該地域のテクトニクスの検討に太平洋プレート沈み込み帯で発生する巨大地震や緩和の影響を考慮する必要性が新たに提起された．

平成 **25** 年度にはオホーツク海で発生した観測史上最大の深発地震の地殻変動を GPS 観測データから検出し断層モデルを推定した (図１)．この地震による変位はサハリンをはじめ大陸域まで及んでいることが確認され，アムールプレート運動の推定には深発地震の影響も考慮する必要性が示された．また，2011 年東北沖地震の余効変動についても引き続き観測と解析が実施され日本海下上部マントル粘性率の推定が進められた．

●北海道太平洋沿岸での津波堆積物調査による成果

北海道東部太平洋沿岸の 5 測線（浦幌，キナシベツ，音別，厚岸，根室）および根室海峡沿岸の別海の泥炭地で掘削調査をおこなった結果，17～18 世紀の一連のテフラ（Ta-a，Ko-c2,Ta-c）と 2500 年前の Ta-c の間に多く見積もって 8 層の津波砂層が存在することが明らかとなった（図２）。

単一の測線内においては，1/16 ϕ スケールでの高精度粒度分析結果と鉱物組成にもとづいて津波堆積物の対比が可能である。内陸細粒化や上方細粒化によって，単一の津波砂層であっても粒度組成が変化することがある。また，内陸に堆積した層ほど軽鉱物の比率が高くなる傾向がある。しかし，イベント毎の粒度組成の違いのほうがより大きく，対比の有効な示標となった。これは，堆積物の供給源となった，津波発生時の海岸付近の環境がそれぞれ異なっていたことによると考えられる。

現時点では，離れた地域の津波砂層を対比する手法は確立されていないが，規模の大きな津波ほど広域に堆積物を形成したと仮定すると，相対的大規模津波堆積物の測線間での対比も可能となる。まず，太平洋岸の 5 地点に共通して，Ko-c2/Ta-b と B-Tm の間にある津波堆積物はそれぞれ 2 枚（図２）であ

り，それぞれ同一のイベント堆積物と考えるのが自然である。次に，B-Tm と Ta-c の間には，浦幌で 6 層，根室で 5 層の津波堆積物があるが（図２），浦幌の Ur-TS5 と Ur-TS8，根室の Nm-TS4，Nm-TS7 は相対的に規模の大きなイベントであり他地域に対比される可能性が高い。すなわち，音別の On-TS3, On-TS4，別海の Bk-TS2 に相当すると思われる。これらの対比は，それぞれの砂層とテフラの層位，および泥炭の層厚を考慮しても矛盾しない。以上より，2500 年前から 350 年前の間には，北海道東部の太平洋沿岸を襲う大規模な津波が 4 回にわたって発生したと考えられる。

平成 **25** 年度には上記の中で根室海峡沿岸の別海町から標津町にかけての臨海低地において古津波堆積物の掘削調査をおこなった。2011 年 3 月 11 日の津波は，北海道の太平洋沿岸を襲っただけでなく，根室海峡にも進入し，標津町標津漁港において波高 2.1〜2.2m に達した。したがって，この沿岸地域においても古津波が到達していた可能性，さらには将来の大規模イベントによって津波被害を受ける可能性がある。津波堆積物調査の結果，古津波堆積物の可能性の高い砂層を 2 層（Bk-TS1，Bk-TS2）記載した。Bk-TS1 は，駒ヶ岳 c2 火山灰（1694 年噴火）の直下の層準にある細砂〜中砂サイズの砂層，Bk-TS2 は，樽前 c 火山灰（約 2500 年前）の上方数 cm にある中砂〜粗砂サイズの砂層である（図３）。いずれも，円磨された軽石粒を多く含む。別海町ライトコタン川下流の低地では，Bk-TS1 は現在の海岸から約 130m，標高 1.61m まで，Bk-TS2 は現在の海岸から約 70m，標高 1.51m まで分布している (図３)。Bk-TS1 および Bk-TS2 は，根室から十勝の諸地域で記載されている古津波堆積物に対比されると考えられる（図２）。

●津波による堆積物の運搬・堆積をモデル化した津波数値計算手法の開発

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，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し津波数値計算に取り込んだ．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である．まず，既存の断層モデル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．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．しかし、津波による砂移動はその場の微地形に大きく影響を受けることが分かった．過去の微地形を知ることは困難で、有史以前の津波堆積物への応用には、まだ解決すべき問題が多いことが分かった．

●千島沿いに発生した過去の巨大地震の震源過程

津波波形インバージョン解析により、1958 年択捉島沖巨大地震、1963 年ウルップ島沖巨大地震とその最大余震（津波地震）、1969 年色丹島沖巨大地震の滑り量分布を推定した。1958 年択捉島沖巨大地震はスラブ内地震であることが分かった。図５には 1958 年択捉島沖地震を除く、残り 3 地震の滑り量分布と 2006 年中千島沖巨大地震や 1973 年根室半島沖巨大地震の滑り量分布を合わせて示す。中千島から北海道沖までプレート境界は隙間なく破壊されていることが分かった。

上記津波堆積物調査研究により、17 世紀の巨大津波は根室市別当賀で沿岸からの側線で 15m の高さまで確認できることが明らかになった。これまで、17 世紀の巨大津波を説明する断層モデルは、生花苗沼・馬主来沼・床譚・霧多布・南部沼での津波堆積物調査によって明らかになった平地での津波到達範囲を説明することで推定されており、十勝沖と根室沖の連動型のプレート境界型地震（M8.5）とされてきた。しかし、生花苗沼等の沿岸近傍の海岸段丘上（最高 18m）で発見されていた津波堆積物等は説明することはできていなかった。本研究では、これまで得られた根室市別当賀の津波到達地点や沿岸近くの海岸段丘上（最高 18m）の津波到達地点を説明し、かつ津波到達範囲の全てを説明できる断層モデルを推定した。その結果、Satake et al.(2008) が推定した通常のプレート境界型断層モデルに加えて、海溝近傍のプレート境界に幅 30km で滑り量 25m の断層が動いたとすると上手く津波到達範囲を説明できることが明らかになった（図６）。その結果、17 世紀の巨大地震の地震モーメントは 1 .7

× 10^{22} Nm (M_w 8.8) と推定された。これは、17 世紀に北海道太平洋沖巨大地震が 2011 年東北地方太平洋沖巨大地震と同じように海溝近傍のプレート境界が非常に大きく滑ったことを示す。将来、北海道太平洋沖でも 2011 年東北地方太平洋沖巨大地震と同様の地震が発生する可能性があることを示す非常に重要な研究成果である。

平成 **25** 年度には昨年度に津波堆積物調査で明らかになった釧路での津波堆積物調査結果や今年度調査を実施した別海での津波堆積物調査を含めて 17 世紀の巨大地震の断層モデルを評価した結果、上記に示した断層モデルで調査結果が説明できることが分かった。昨年度推定した 17 世紀の巨大地震の断層モデルを補強する結果となった。

●十勝沖～根室沖における海底構造探査の結果

平成 22 年 8 月に北海道の十勝沖から根室沖にかけての海域において，エアガンを制御震源に用いて地殻構造探査を実施した．測線の全長は 240km で，1973 年根室半島沖地震（M7.4）と 2003 年十勝沖地震（M8.0）の震源域に挟まれ，1952 年十勝沖地震（M8.2）の際に 7m 以上の大きい滑りが生じた領域（アスペリティ）を通っているが，その領域は 1952 年十勝沖地震以来破壊されていない地震ギャップになっている（図７）．この地震ギャップは，1952 年十勝沖地震時には，2003 年十勝沖地震に対応したアスペリティの破壊に付随して滑ったと考えられる．

海底地震計で収録されたエアガン波形記録から走時情報を読み取り，初動走時からは初動走時インバージョン法（Fujie et al., 2000）を用いて P 波速度構造を推定した．さらに，反射波に関して走時マッピング法（Fujie et al., 2006）を適用して，反射点の空間分布を調べた．得られた P 波速度構造を図８に示す．深さ 14km 付近で急激な速度変化が見られ，この深さ付近がプレート境界面であると解釈された．

プレート境界面にマッピングされた反射点の空間分布と 1952 年十勝沖地震の滑り量分布を比較すると，地震ギャップを含む本震時の滑りが大きい領域で，1973 年根室半島沖地震の震源域に比べて反射性が高いことがわかった．隣接したアスペリティ破壊に付随して滑った地震ギャップでプレート境界面の反射が強いことは，地震ギャップのプレート境界面が条件付き安定領域で，1973 年根室半島沖地震や 2003 年十勝沖地震のような典型的なプレート境界型地震とは異なる滑り特性を持っていることを示唆している．このように，1952 年十勝沖地震は津波地震的な要素も持ち合わせた，複雑な地震だった可能性がある．

●根室沖での海底地震観測から得られた地震活動とコーダ Q

根室沖では，根室半島沖アスペリティとその周辺に海底地震計 10 台を平成 20 年 11 月に設置し，平成 21 年 6 月，平成 22 年 6 月および平成 23 年 7 月にそれぞれ海底地震計の入れかえ作業を行い，平成 24 年 5 月まで地震観測を行った．震源決定が終わった 2008 年 11 月 9 日から 2010 年 8 月 31 日までの震央分布図を図 9 に観測期間別に示す．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．観測期間全体を通して，地震は主に水深が 2000m より浅い陸寄りの海域で発生している．観測網周辺の地震は，震源の深さが気象庁一元化震源より浅く決まっていて，主にプレート境界と上盤側で発生している．

平成 **25** 年度には、平成 22 年 6 月と平成 23 年 7 月に回収されたデータを用いて震源決定を行った．すなわち、図９の（ｂ）と（ｃ）を作成した。

2008 年 11 月 9 日から 2009 年 6 月 16 日までの期間の観測点近傍の地震波形を用いて，コーダ Q（Q_c）の推定を行った．解析では，震央距離 20km 以内，深さ 30km 以浅の地震の 3 成分それぞれの波形をバンドパス・フィルター（中心周波数，4，6，8，12，16，24，32Hz，バンド幅，2，3，4，6，8，12，16Hz）に通し，Takahara and Yomogida (1992) の方法を用いて Q_c を求めた．解析区間は直達 S 波の走時の 2 倍から，振幅がノイズレベルの 2 倍になるまでとした．地震活動が静穏であったため 10 個以上の地震波形から Q_c を求めることができた観測点は NM.S01, S02 の 2 点だけだった．得られた Q_c^{-1} の周波数依存性を図 10 に示す．それぞれの点は平均値で，エラー・バーは標準偏差を表す．3 成分そ

れぞれの波形から推定されたQ_cはエラー・バーの範囲で同様の値が得られた（水平動は互いに直交する２成分）．これらの値を世界各地で求められた値と比較すると，日本の内陸地殻浅部の地震から得られた値と近い値になっていた．また，推定値の数が非常に少ないが，上下動成分の波形から得られたQ_c^{-1}は，1973 年根室半島沖地震のアスペリティ上の観測点では，その外の観測点より小さい傾向が見られた．

平成 **25** 年度には，上記解析の中で、水平成分による解析を実施し、上記の結論を得ることができた。

●中規模地震の応力降下量からプレート境界面の摩擦特性を把握するための検討

平成 **25** 年度開始

北海道南東沖の太平洋プレートの沈み込み境界面上の強度と動摩擦応力の不均質性の空間分布を明らかにすることを目的として，2002 年 6 月から 2012 年 12 月に北海道南東沖で発生した 330 個の中規模地震（4.2 ≦ M ≦ 5.0）の応力降下量を解析した (図１１)．解析には Hi-net の波形データを利用し，M3.0 前後の小地震の波形を経験的グリーン関数として用いることにより，応力降下量の解析において最も大きな懸念事項である非弾性減衰の効果などの補正を行っている．解析の結果，応力降下量は 3.0 × 10^{-1} MPa から 2.0 × 10^{2} MPa と求められ，規模依存性は見られなかった．また，2004 年釧路沖地震震源域において中規模地震の応力降下量が大きく，2003 年十勝沖地震の余効滑り域で起きた地震は応力降下量が小さかった．これは大地震時の滑り量に対応しており，中規模地震の応力降下量がプレート面上の摩擦特性の空間分布を反映していることを示している．さらに，1973 年根室沖地震の震源域では，深部に比べて浅部の地震の応力降下量が大きかった．この結果は，2011 年東北地方太平洋沖地震に見られたような浅部での大滑りが，将来の根室沖地震でも起きる可能性を示唆しているのかもしれない．

●ひずみ計による即時 **Mw** 推定に向けた機器特性の検討

ひずみ計は，年単位のゆっくりした変動から強震帯域まで単一のセンサーで補正なしに記録可能である．地殻変動連続観測等で取得される 100Hz から数年単位までの幅広な時間軸をもつデータに対応したデータベースサーバーの開発を実施した．波形表示や潮汐解析・フィルタリングなどの解析機能も付加され，海溝で発生する様々な現象を高精度かつ簡便にモニタリングすることが可能となった．

平成 **25** 年度には理論地殻変動解析機能や多種フォーマットへの対応機能を実装した．千島海溝で発生する巨大地震の即時震源パラメータ推定をめざし，近地ひずみ地震動波形を用いてひずみ計の動的・静的応答特性を検討し，条件が整えば強震帯域においても地動を忠実に記録していることが確認された．

参考文献

Satake, K., F. Nanayama, and S. Yamaki, Fault models of unusual tsunami in the 17th century along the Kurile trench, Earth Planets Space, 60, 925-935, 2003.

Fujie, G., A. Ito, S. Kodaira, N. Takahashi and Y. Kaneda, Confirming sharp bending of the Pacific plate in the northern Japan trench subduction zone by applying a travel-time mapping method, Phys. Earth Planet. Inter., 157, 72-85, 2006.

Takahara, M., & Yomogida, K., Estimation of coda Q using maximum likelihood method, Pageoph, 139, 255-268, 1992.

（８）平成 **25** 年度の成果に関連の深いもので、平成 **25** 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

Ioki, K, Source process of great earthquakes along the Kurile trench estimated from tsunami waveforms and tsunami deposit data, PhD dissertation, Graduate School of Science Hokkaido University, 2013.

Putra, P.S., Y. Nishimura, Y. Nakamura, and E. Yulianto, Transport mechanisms and sources of the 2011 Tohoku-Oki tsunami deposits on coastal lowland in northeastern Japan coast.” Sedimentary Geology, 294, 282-293, 2013.

Tanioka, Y., A.R. Gusman, and K. Ioki, Real-time tsunami inundation forecast for a recurrence of 17 century great Hokkaido earthquake, J. of Disaster Research, submitted, 2014.

（**9**）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・高橋裕晃・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

（**10**）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：isv-web@mail.sci.hokudai.ac.jp

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

（**11**）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：谷岡勇市郎

所属：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

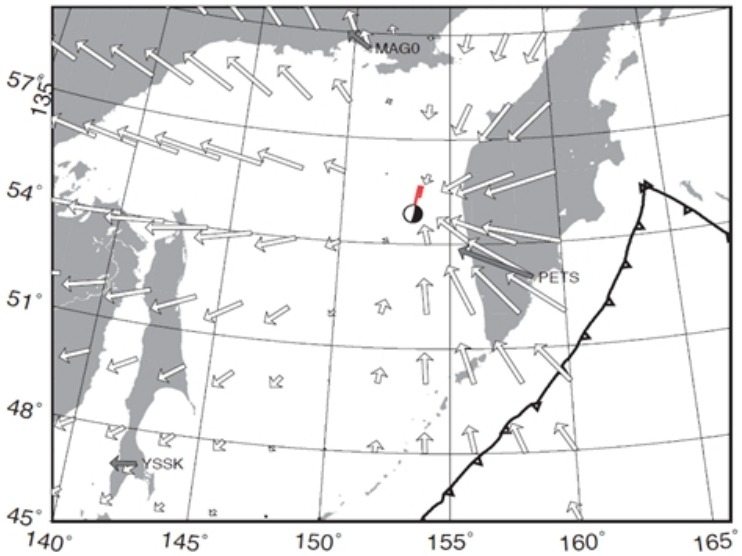


図 1

2012 年 5 月に発生した深発地震（Mw8.5）による地殻変動場.

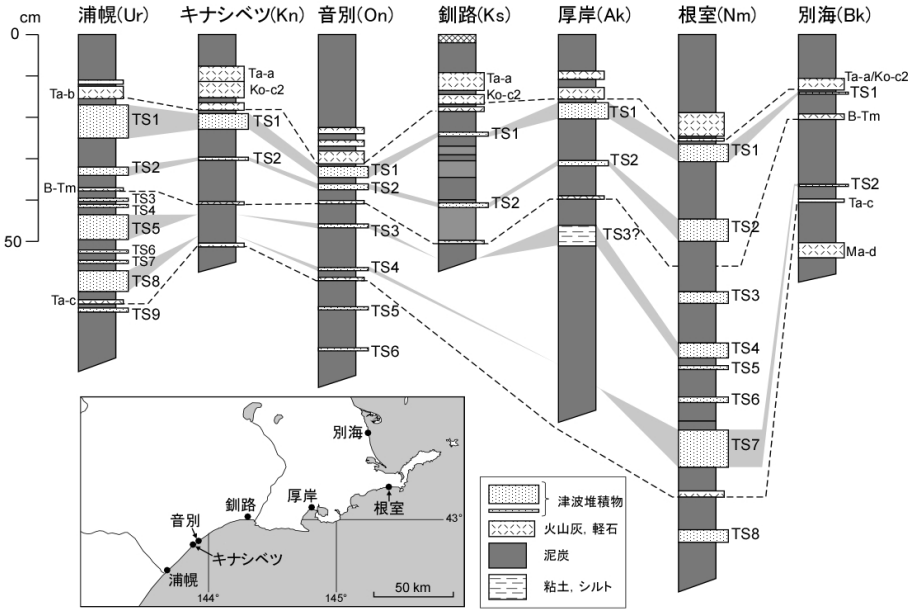


図２

北海道東部太平洋沿岸（浦幌，キナシベツ，音別，厚岸，根室）および根室海峡沿岸（別海）における古津波堆積物の層序と対比。それぞれの測線において典型的な層序を示す掘削地点の層序をしめす。津波堆積物の名称は，地点（測線）名の略号に，TS 番号を組み合わせたものとする（たとえば，浦幌測線の最上位の津波堆積物は ”Ur-TS1 ” とする）．火山灰の略号は Ta-a：樽前 a 火山灰（西暦 1739 年），Ko-c2：駒ヶ岳 c2 火山灰（西暦 1694 年），Ta-b：樽前 b 火山灰（西暦 1667 年），B-Tm：白頭山苫小牧火山灰（約 1000 年前），Ta-c：樽前 c 火山灰（約 2500 年前），Ma-d：摩周 d 軽石（約 3000 年前）

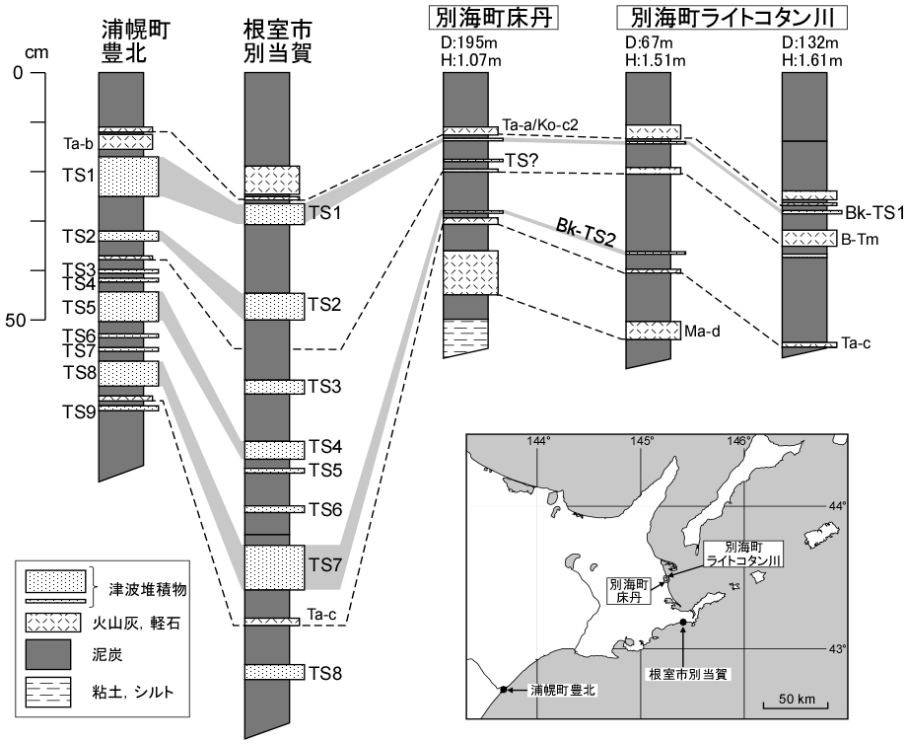


図３
根室海峡沿岸（別海町）および十勝，根室における古津波堆積物の層序と対比。
D：海岸からの距離，H：標高，TS：津波堆積物（番号は地点ごとに異なる）。
火山灰の略号は図２と同様.

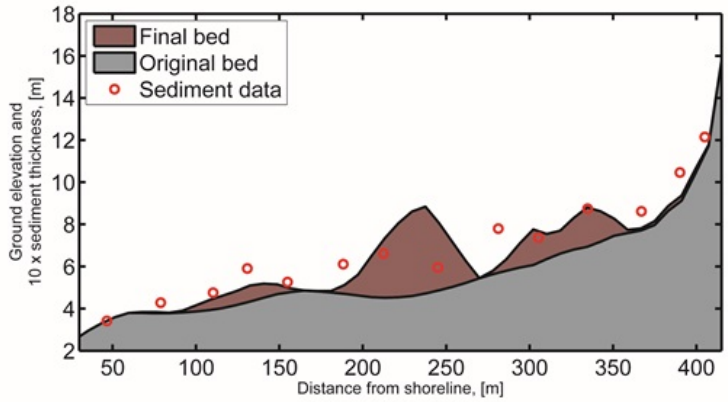


図４
調査により得られた津波堆積物の厚さ（赤丸）と数値計算により推定された津波堆積物の分布（Final Bed）の比較

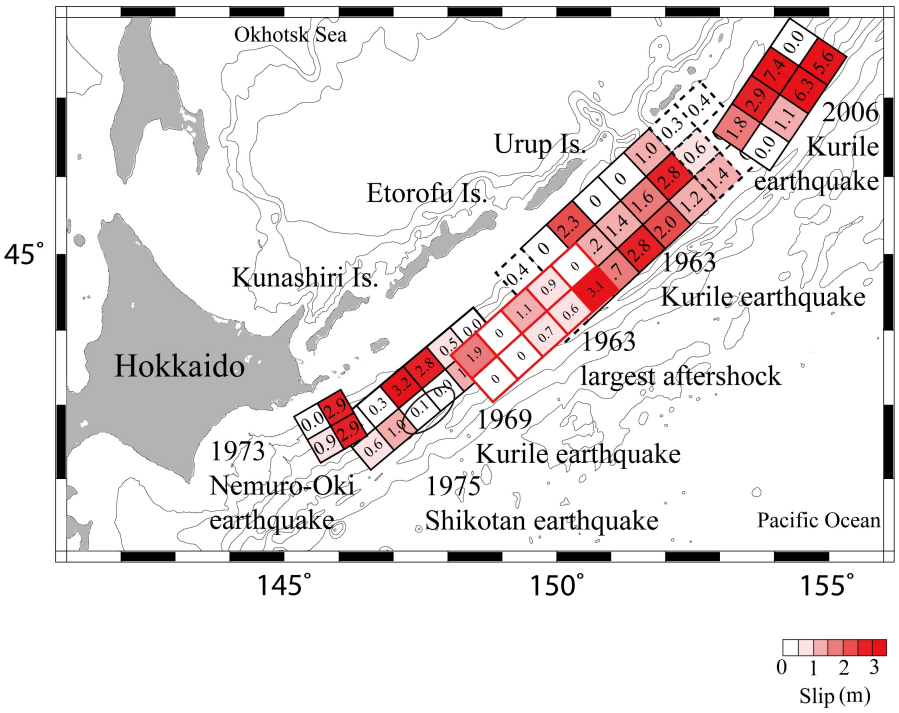


図 5
津波波形インバージョンにより推定した 1963 年ウルップ島沖巨大地震，その最大余震（津波地震），1969 年色丹島沖巨大地震，1973 年根室半島沖地震，2006 年中千島沖巨大地震の滑り量分布の比較

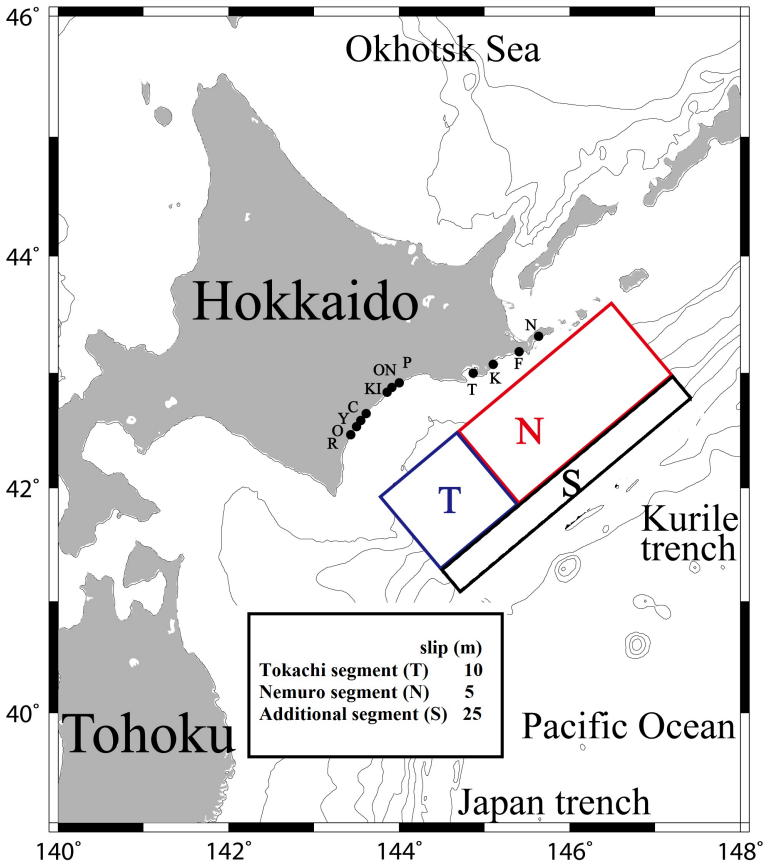


図 6
津波堆積物調査結果から推定した北海道太平洋沖で発生した 17 世紀巨大地震の断層モデル

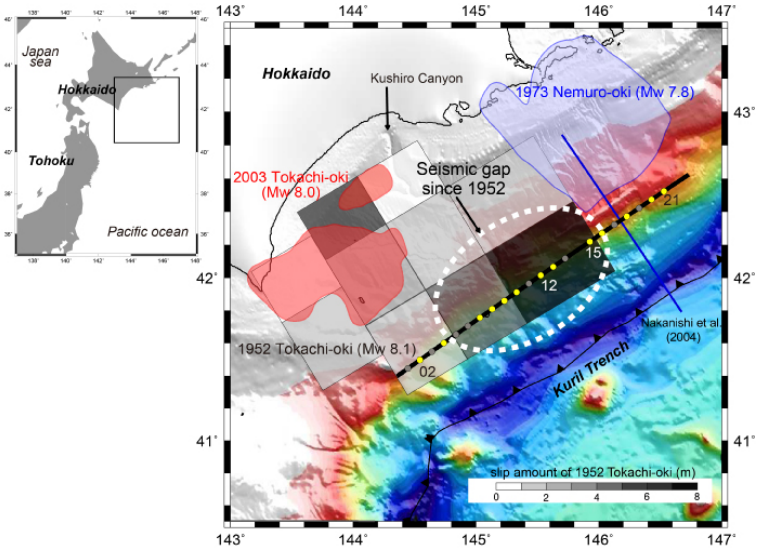


図 7
地殻構造探査を実施した測線（Azuma et al., 2012）と 1952 年十勝沖地震，1973 年根室半島沖地震，2003 年十勝沖地震の破壊域（Hirata et al., 2003; Yamanaka and Kikuchi, 2002, 2003）.

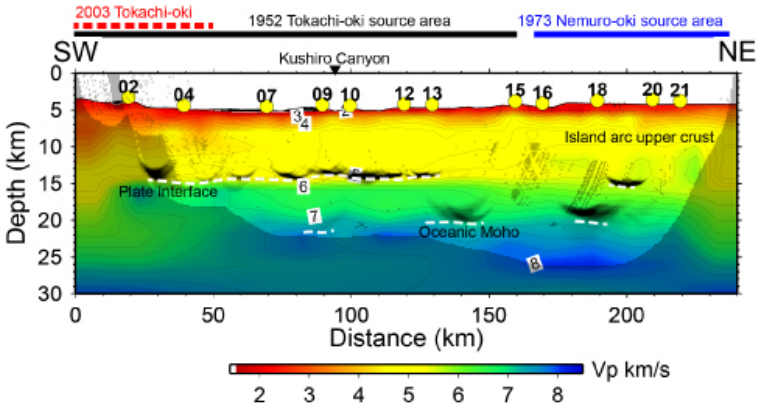


図 8
得られた P 波速度構造（Azuma et al., 2012）．波線が通っていない領域には影を付けている．黄色い丸は海底地震計の設置点を表す．1952 年十勝沖地震（Hirata et al., 2003）と 1973 年根室半島沖地震（Yamanaka and Kikuchi, 2002）の破壊域を，黒と青の直線でそれぞれ図の上部に示す．双曲線状の黒い線は，走時マッピング法（Fujie et al., 2006）によって反射波走時から得られた反射点分布を表す.

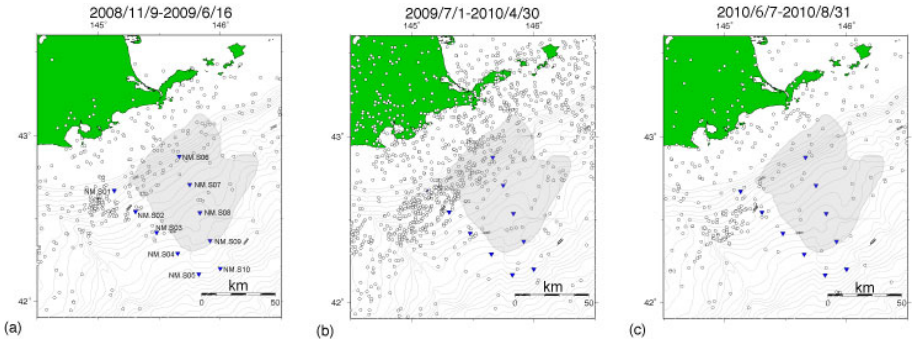


図 9
観測点分布（三角）と 2008 年 11 月 9 日から 2010 年 8 月 31 日までの震央分布．灰色の領域は 1973 年根室半島沖地震の破壊域（Yamanaka and Kikuchi, 2002）．(a) 2008 年 11 月 9 日から 2009 年 6 月 16 日まで．(b) 2009 年 7 月 1 日から 2010 年 4 月 30 日まで．NM.S05, S10 の 2 点のデータは未使用．(c) 2010 年 6 月 7 日から 8 月 31 日まで．NM.S05, S06, S10 の 3 点のテータは未使用．

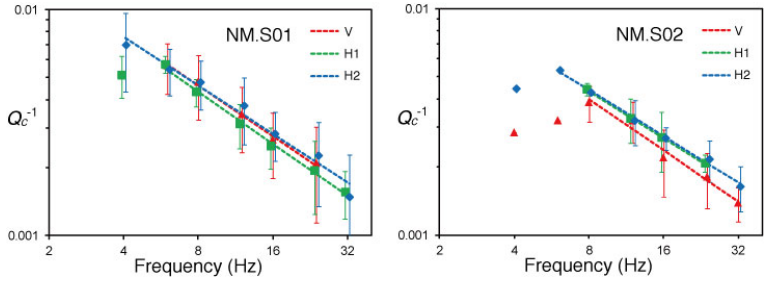


図 10
観測点 NM.S01, S02 の地震波形から求められた Qc-1 の周波数依存性．

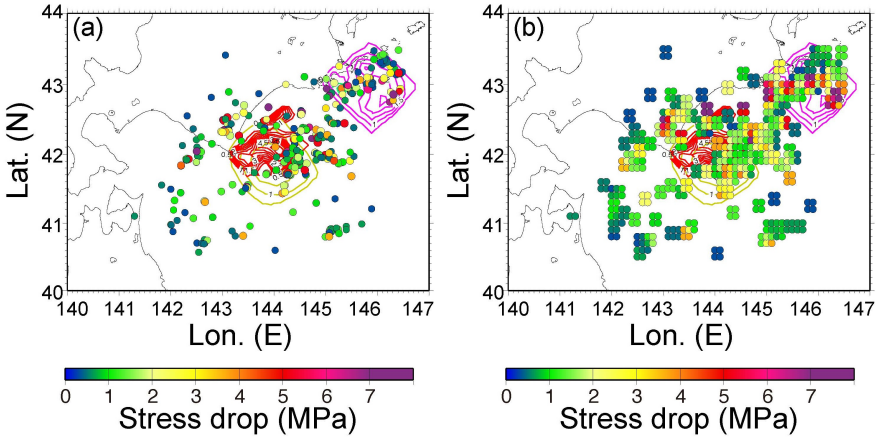


図１１
（a）330 個の中規模地震（4.2 ＜ M ＜ 5.0）に対し推定された応力降下量.（b）平均応力降下量分布．0.1°刻みで 0.2° x 0.2°のエリアの平均値．コンターは巨大地震の滑り量分布（1952 年十勝沖、1973 年根室半島沖、2003 年十勝沖、2004 年釧路沖）

平成 25 年度年次報告

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ひずみ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得るモデルを作成する．

（７）計画期間中（平成 **21** 年度～**25** 年度）の成果の概要：

北海道東部の火山フロントに位置する屈斜路カルデラは，1938 年以降に M6 クラスの地震が 4 回集中して発生している特異な地域である．地震が集中して発生した原因を検討するため，地球物理学的・地質学的・地球化学的調査と有限要素法を用いた地殻変動特性の検討を実施した．

カルデラ周辺の詳細な地下構造を明らかにするため高密度の MT 探査・重力探査を実施し上部地殻の三次元的比抵抗構造とブーゲ異常を推定した．MT 構造探査では上部地殻の 3 次元的比抵抗構造が推定され，表層の火山噴出物に相当する高比抵抗層に続き第三紀層に相当する低比抵抗域，その下部に高比抵抗域を示す構造となっていることが明らかにされた．また，屈斜路カルデラ内に形成された後カルデラ火山であるアトサヌプリカルデラ直下の下部高比抵抗層の中に顕著な幅 10km 程度の低比抵抗を示す領域が推定された．この低比抵抗領域は，マグマなどの火山性流体の存在を示唆するものである．アトサヌプリカルデラでは，1994 年に顕著な群発地震が発生したが，国土地理院による衛星干渉 SAR の解析により同時期にマグマ溜りの膨張を示唆する膨張とそれに引き続く収縮を示す地殻変動が検出された．これらの結果は，アトサヌプリ火山下の上部地殻内にマグマ溜りの存在を強く示唆し，その内部圧力変化は周辺の応力場を変化させるため，地震発生の誘因となる可能性がある．

MT 構造探査の結果から，1938 年屈斜路地震の震源域が低比抵抗域と高比抵抗域の境界に位置していることが明らかになった．重力データ解析によるブーゲ異常からは，カルデラの基盤構造を示す同心円状の顕著な低重力異常構造が詳細に明らかにされ，1938 年屈斜路地震の震源域では特に大きな重力勾配となっていて広域的な基盤構造の境界となっている可能性が示された．また，より浅部の地下構造をターゲットとした基盤地質構造の調査を実施し，深さ 1000m 程度までの新第三系の陥没構造や貫入岩体の分布などの幾何形状を詳細に明らかにした．1938 年屈斜路地震時に現れた地表断層の地形地質学的調査と地下レーダー探査を実施したが，同一断層での繰り返しを示唆するようなデータは得られず，明瞭な断層を示すリニアメントや地下構造が抽出されなかったことからトレンチ調査は見送った．また，1959 年弟子屈地震の波形解析から震源メカニズム推定を実施し，これまで知られていた横ずれ型ではなく逆断層型であったことを明らかにした．この情報を参考に平成 25 年度に 1938 年屈斜路地震時に湖岸で観察された地殻変動を用いた断層モデルの検討を行ったが，単一断層モデルでは観測値を再現することが困難であった．地殻の弾性的性質に大きな影響を与える浅部熱構造の推定に関連する地下水流動系を明らかにするため，平成 25 年度に水素・酸素同位体比測定および地下水流動モデリングを実施した．その結果，カルデラ内を起源とする流動系とカルデラ外を起源とする系の 2 系統が存在することが明らかになった．

地震発生ポテンシャルの指標のひとつであるひずみ場を明らかにするために，屈斜路カルデラで GPS 機動観測を実施するとともに，国土地理院 GEONET データを含めた解析を実施して地殻変動場を求めた．また，広域的なひずみ場の特徴について検討するため，国土地理院 GEONET の F3 解を用いたひずみ場解析を実施した．半無限弾性体を仮定した太平洋プレート固着による広域的なひずみ場のモデル計算からは，北海道東部上盤側プレートでのひずみ速度が大きな領域は火山フロント付近にそって帯状に分布することが期待された．一方，観測データによるひずみ速度場からは，屈斜路カルデラ周辺に収縮ひずみが集中していることが明らかにされた．この傾向は特に面積ひずみで顕著であり，地下構造の不均質性がひずみ速度場の空間特性に影響を与えていることが示唆された．また，GPS 機動観測により求められた詳細な地殻変動場からは，カルデラ内部に伸長場と収縮場が混在していて複雑な変形様式を呈することが明らかになった．アトサヌプリ火山周辺の観測点では特に大きな収縮速度が得られており，地下構造探査の結果明らかにされたマグマ溜り等の火山性流体の活動に関連してい

る可能性がある．

平成 25 年度はこれまでに得られた地下構造データを用いて，カルデラ構造が応力場に与える影響を地殻変動のモデリングにより検討した．モデル計算には 2 次元の有限要素法を利用し，弾性体媒質を仮定してカルデラの陥没構造形状と弾性定数を変化させた場合の応力分布の空間特性について検討したほか，地下構造探査で見出されたマグマ溜りの影響についても検討を行った．カルデラの形状は比抵抗構造・ブーゲ異常・基盤地質モデルを参考に設定し，カルデラ内部には堆積層を仮定したうえ，カルデラ底面の深さを変化させて応力分布の空間変化を計算した．弾性定数は地震波速度構造をベースにして，カルデラ充鎮堆積物と基盤岩について試行錯誤的に組み合わせを変化させた．マグマ溜りは弾性定数を小さくすることで表現した．境界条件は，千島海溝での太平洋プレートの固着を想定した一定変位を解析領域右端のノードに与え，領域下端と左端境界の変位は固定し地表は自由表面とした．この条件による２次元断面での応力分布を観察したところ，応力分布の空間特性は陥没構造の幾何学的な形状に大きく依存すること，カルデラ縁辺部に応力の集中が見られること，弾性定数の変化は応力の空間分布に大きな影響を与えないものの相対的な値には変化が見られること，マグマ溜りを仮定した場合にも応力の空間分布には顕著な変化は見られないこと等が明らかにされた．これらの結果から，カルデラ生成による基盤岩の落ち込みで特徴づけられる幾何学的形状が応力集中の空間特性に大きな影響を与えている可能性が示された．また，応力集中が見られたカルデラ縁辺部はこの地域で発生した地震の震源域と一致することから，カルデラという特異な構造が応力集中の素因となっている可能性が示唆された．

（８）平成 **25** 年度の成果に関連の深いもので、平成 **25** 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

Ohzono, M., H. Takahashi, Spatiotemporal strain distribution around Kussharo caldera, eastern Hokkaido, Japan, measured by GPS, IAVCEI, 1W_2F-P18, Kagohsima, Japan, July 21, 2013.

（**9**）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　高橋浩晃，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

（**10**）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/

（**11**）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：高橋浩晃

所属：北海道大学大学院理学研究院

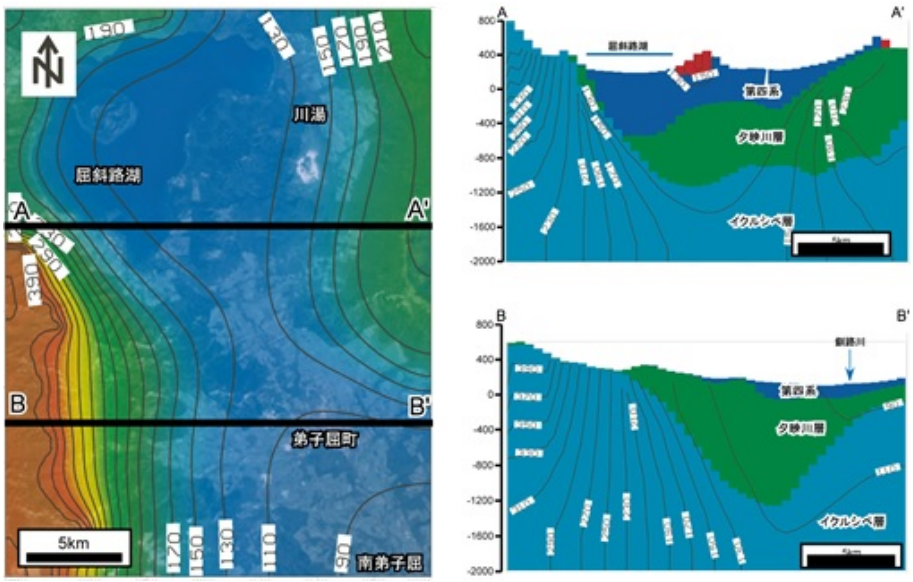


図１
地下水流動モデリングおよび水素酸素同位体比から推定された屈斜路カルデラの地下水流動系.

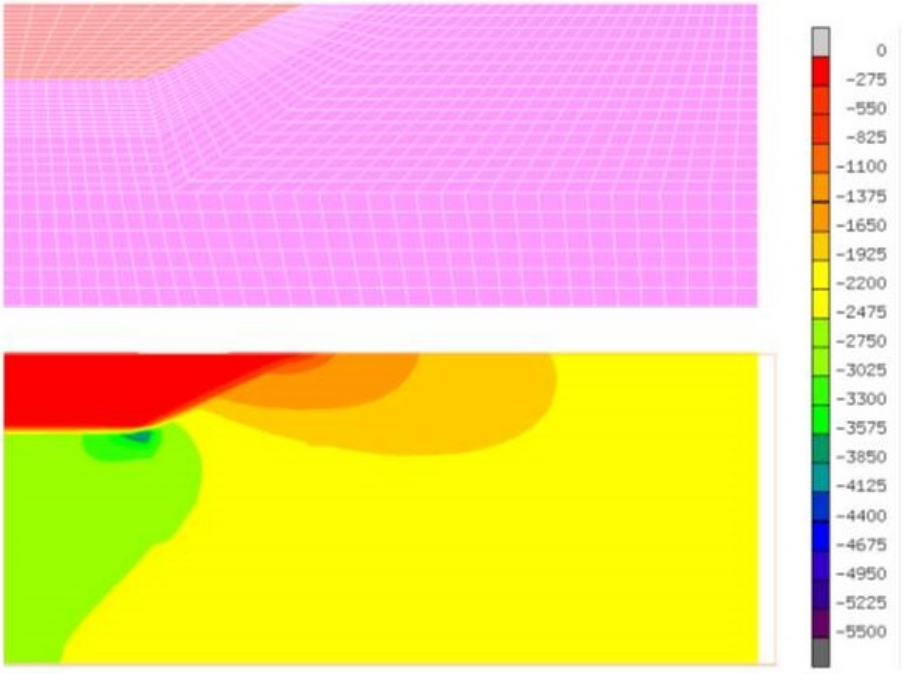


図２
２次元有限要素法によるカルデラの陥没構造による水平方向応力の空間分布．カルデラ縁部に応力の集中が見られる.

平成 **25** 年度年次報告

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か年の到達目標：

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目指す。

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分かってきた。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か年計画の概要：

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、A. 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。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、A. 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、A. 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。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、A. 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。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、A. 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。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）計画期間中（平成 **21** 年度～**25** 年度）の成果の概要：

A. ULF 帯で電磁気現象

1. 津波に伴う地電位変動

道東地域において、地磁気地電位変動観測を継続してきた。研究期間中に発生した東北太平洋沖地震に伴い、津波が北海道東部地域にも達し、それに伴う地電位変動が観測された。えりも観測点では、地震波到着時には地磁気、地電位の変動が観測され、また、潮位計で観測された潮位の変動と相関のある地電位変動が観測された（図 1 ）。この変動や潮位の変動が大きかった第 1 波到達後 20 時間ほど継続して観測された。2 方向の地電位変動を基に電流の流れた方向を推定すると、津波の到来方向と直交していることが分かった。このような変化は、海岸にある厚岸や根室観測点でも観測された。

2. 地震発生域での比抵抗構造

地震発生地域の比抵抗構造を調べ、その特徴を明らかにするとともに地震発生時前後の比抵抗構造の変化を検出する可能性について調べるために、2003 年十勝沖地震の震源域を含む日高山脈南部での 3 次元比抵抗構造を求めた。MT 法による観測は 2004 年に行われたが、本研究期間中に 3 次元インバージョンにより比抵抗構造を求めた。3 次元比抵抗構造を得るためには、海の影響やモデルのグリッドの方向等の影響の検討も行った。日高山脈の直下では、日高衝上断層直下のプレートの上面付近で地震が頻発するところがあるが、そこから地表浅部に達する柱状の低比抵抗域があることが示された（図 2）。この地域で行われた地震波トモグラフィー (Kita et al, 2010) により得られた S 波速度構造と比較したところ、日高山脈の地殻に分布する低速度域の東端に位置していることが分かった。このようすから低比抵抗域は、千島弧と東北日本弧の衝突域に破砕域が生じ、深部から流体が供給される通路となっている可能性が指摘できる。

B. VHF 帯電波伝播異常

1. 統計的考察

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、異常の検出について特有の異常を探してきたが、結局、いろいろなタイプの変化があることがわかってきたので、統計的に先行現象としての発生確率調べてみた。広尾町 FM 放送局からの電波を日高山脈の反対側にあるえりも町で、2012 年 6 月から 2013 年 12 月までの間に観測された電波強度のデータを対象とした（図 3）。その間データ全体の中央値からの標準偏差 σ を基準に一定以上大きな強度を閾値として、それ以上の強度で観測されたものを異常と定義し、その異常が 10 分以上継続するものについて、地震発生との関係を調べた。限られた期間でのデータであるが、異常の閾値を大きくすると空振りは少なくなるが見逃がしは多くなる傾向後見られ、地震との関連を議論する基礎データが得られた（表 1）。また、現段階では、夏季におけるスポラディック E 層や雷の影響などものぞいていないので、そういうノイズを合理的に除く方法についても今後研究を進める必要がある。

2. 電波伝搬異常発生メカニズム

地震に先行する VHF 電波伝播異常のような大気圏での異常や電離圏での電子密度異常が発生するメカ

ニズムについては、Pulinet and Ouzounov(2011) によるラドン仮説がある。その仮説によると、地震の準備過程で発生するラドンガスが大気と反応することにより、帯電エアロゾルのような電波散乱性物質を生じ、それに伴い大気電場が変化すると考えられている。そのような変化が VHF 伝播異常と関連するかどうかを調べるために、道東地域の弟子屈美留和、根室市別当賀、落石および日高地域の広尾、えりもの観測点において、VHF 電波伝播異常観測とフィールドミルによる大気電場との同時観測を行った。その結果、明瞭なものは数例ではあるが、電波伝播異常と大気電場変動に相関がみられた（図 4）。

また、えりも地域では近接した 4 地点で電波伝播異常観測を行ったところ、一例として、地震の 4 日前に観測された異常は、それぞれの観測点で少し時間がずれて異常が発生していて、一定の方向に散乱体が移動していったと考えてもよいデータが得られた（図 5）。このようなデータを集めることにより電波伝播異常の発生メカニズムについての議論が可能となろう。

C.GPSTEC（電離圏総電子数）の観測

1. 直前に起こった電離圏全電子数の正の異常

2011 年東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) に際し、地震約 40 分前から震源域上空の電離圏で最大一割近くに達する全電子数 (TEC) の正の異常が観測された（図 6、Heki, 2011)。これは我が国に多数展開された全地球測位システム (GPS) のキャリア位相差の時系列から得られたもので、データの入手と解析はともに簡単で追試が容易である。今回注目したのは、地震の約 40 分前に始まって地震波が電離圏に到達するまで継続する TEC の正異常である。異常分は地上局と衛星を結ぶ視線ベクトルが電離圏の最大電子密度高度 (約 300 km) を貫く点 (その地上投影点を SIP と呼ぶ) が震源上空にある GPS 点で大きく (鉛直 TEC で 2TECU 程度)、震源から離れるに従って小さくなる。また震源から十分に離れた電離圏では逆に TEC の負異常が見られる。なお TEC 異常は CID が治まった後に元にもどっている。このような地震直前の TEC 変化に関して、地震に伴う異常部分 (UT5.2-6.0) を除いて推定したモデルからの差を鉛直 TEC の異常に換算すると、地震直前の時点で明瞭な正の TEC 異常が震源近傍上空に分布している。同様の前兆変化は 2010 年 2 月のチリ地震、2004 年 12 月のスマトラ地震、および 1994 年北海道東方沖地震においても見出されており、巨大地震に普遍的なものである可能性が高い。

2. 東北地方太平洋沖地震後の Total Electron Content（TEC）変動について

2011 年 3 月 11 日に発生した東北太平洋沖地震は巨大な津波を引き起こした。この津波は東北地方太平洋沿岸に押し寄せるとともに、強い大気波動を励起した。その波動は熱圏まで到達し、電離圏プラズマの擾乱を引き起こした。この様子は Global Positioning System （GPS）を用いて観測された Total Electron Content （TEC）を用いた観測で数々報告されている。津波によって励起された音波が電離圏に到達し、鋭い TEC 上昇を見せたのち、海面・地面と上層大気の間で共鳴を起こし、一定周期の変動を見せる一方、全く上昇を伴わず、TEC 減少から変動が開始する現象も見つかった（図 7、Kakinami et al., 2012）。それに引き続いて、津波発生領域上空を中心とした半径 100 km の範囲で数 TECU 程度の TEC 減少していることが分かった。同様の TEC 減少が 2004 年スマトラ島沖地震と 2010 年チリ地震でも見つかった。一方で、これらの現象は津波の発生していない 1999 年台湾チチ地震では現れなかった。以上のことから津波発生後に見られる現象であると考えられ、津波の早期警報に役立てられると期待される。

なお、１と２は同じデータで異なる解析結果が得られたものであり、地震前の TEC 増加を異常とみるか、地震後の TEC の減少を異常とみるか論争が続いている。

3. 地震に伴って発生する電離圏電子密度異常の伝搬

2011 年東北太平洋沖地震に伴う地震時の電離圏異常（Coseismic ionospheric disturbances 略して CIDs) について GPSTEC と地震波データを用いて調べた。速度約 3km/s で伝播する高速 CID は西から南西方向だけにみられ、速度約 1.2km/s で伝播する低速 CID は、津波ソースから同心円状に広がっている（図 8）。伝播速度や振動数を考えると、高速 CID は Rayleigh 波によるものであり、低速 CID は音波や重力波に伴うものであると考えられる。Rayleigh 波に伴う CID の伝播の南北非対称性は、Rayleigh 波が音波の点震源としてふるまっているものではないことを示唆する。したがって、重なり合った音波

の wave front は Rayleigh 波によって励起されたものであり、高速 CID の伝播の南北非対称性は地磁気の伏角の影響によると考えられる。

D. 道東地域での地磁気観測

道東地域にある 8 地点の磁気点では、1970 年代より地磁気強度の繰り返し測定、1994 年から連続測定を行ってきているが、2009 年からは地磁気三成分絶対観測を実施している。2011 年までに、既設の 8 箇所の磁気点すべてにおいて絶対観測を実施した。この観測は、地磁気観測所の協力を得て、偏角、伏角の観測には地磁気観測所所有の FT 型磁気儀を使用し、全磁力の観測には絶対観測点、参照点とも北海道大学所有のオーバーハウザー磁力計 (OHM) を使用した。絶対観測点と参照点との全磁力地点差は、FT 型磁気儀での観測前後に OHM を用いて観測した。

この結果を用いて、各磁気点の地磁気偏角・伏角の違いに起因する見かけの全磁力永年変化（オリエンテーション効果）を見積もり、観測された永年変化にどの程度見かけの変動が混入しているかを議論した（図 9)。その結果、地点によっては、参照点である女満別の伏角・偏角との間に大きな隔たりがあり、オリエンテーション効果は無視すべきでないことが明らかになった。ただし、推定されたオリエンテーション効果は、実際に観測されてきた永年変化の傾向とは逆センスであり、この効果を補正すると、実際の永年変化場は、補正前に比べて若干大きいものと考えられた。また、全磁力 F は 2010 年から 2 年間で 60～100nT 程度大きくなっており，その間水平成分はあまり変化しておらず、その増加は主に伏角が増加し z 成分が大きくなったためであることがわかった。このような観測を続けていくことにより，磁場の変化のようすが詳細に示され，プレート運動による地殻中での応力に変化に伴う応力磁気効果仮説の検証に貢献できると考えられる.

参考文献

Kita et al. 2010, EPSL

Pulinet and Ouzounov, 2011, J. Asian Earth Science.

Heki, 2011, GRL

Kkinami, et al., 2012 GRL

（８）平成 **25** 年度の成果に関連の深いもので、平成 **25** 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

Kakinami, Y., M. Kamogawa, S. Watanabe, M. Odaka,3 T. Mogi, J. Y. Liu, Y. Y Sun and T. Yamada, 2013, Ionospheric ripples excited by superimposed wave fronts associated with Rayleigh waves in the thermosphere, J. Geophys. Res., DOI 10.1002/gra50099.

Moriya, T., T. Mogi, H. Yamashita, I. Yamamoto and M. Sato, Quantitative characteristics of anomalous VHF transmissions as an earthquake precursor in the Hidaka mountain range, Hokkaido, Japan Earthquake Prediction Studies: Seismo Electromagnetics, edited by M. Hayakawa, TERRAPUB, 101-112, 2013

Ichihara, H, T. Mogi, K. Tanimoto, Y. Yamaya, T. Hashimoto, M. Uyeshima and Y. Ogawa, 3-D electrical resistivity models in the Erimo area, southern central Hokkaido, Extended Abstract, 5th International Symposium on Three-Dimensional Electromagnetics, Sapporo, Japan, May 7-9, 2013

Mogi, T., Y. Kakinami and T. Moriya, Atmospheric and ionospheric phenomena appeared in the VHF-band radio-wave anomalous transmission beyond the line of sight, AGU fall meeting, December 2013,

（**9**）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、高田真秀

VHF 電波伝播観測：森谷武男、茂木透、渡部重十、高田真秀

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、高田真秀

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

（**10**）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
URL：http://www.sci.hokudai.ac.jp/grp/isv/isv-web/

（**11**）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者
氏名：茂木透
所属：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

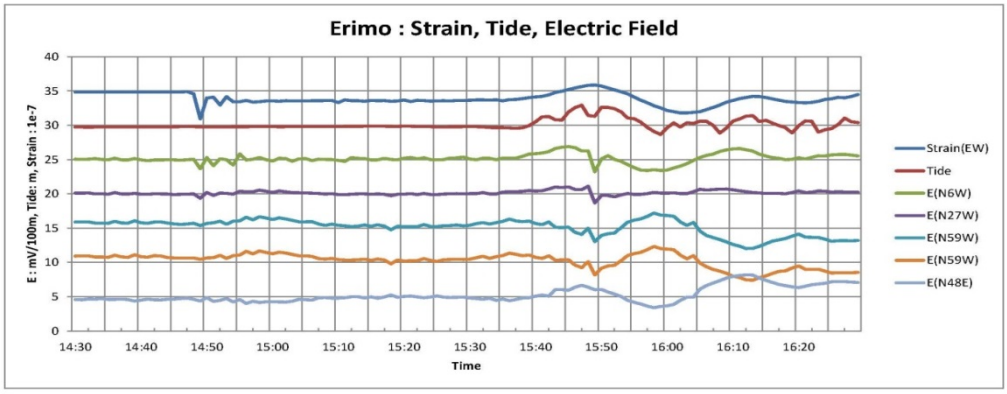


図１．2011 年 3 月 11 日の津波到達時の東西方向のひずみ、潮位、地電位の変動

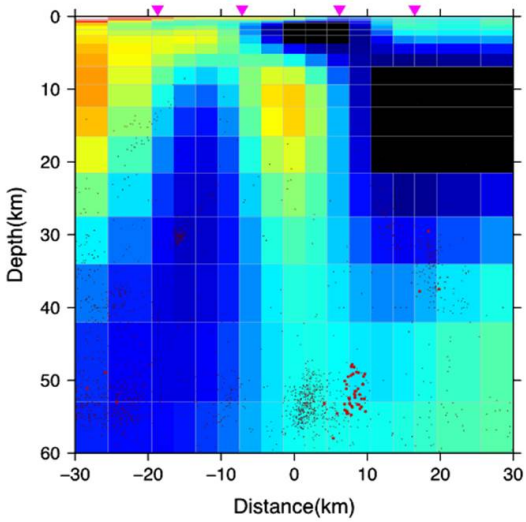


図２．日高山脈地域の比抵抗構造
広尾～えりもを結ぶ北東（右）ー南西（左）方向の断面。ドットは地震の震源分布。

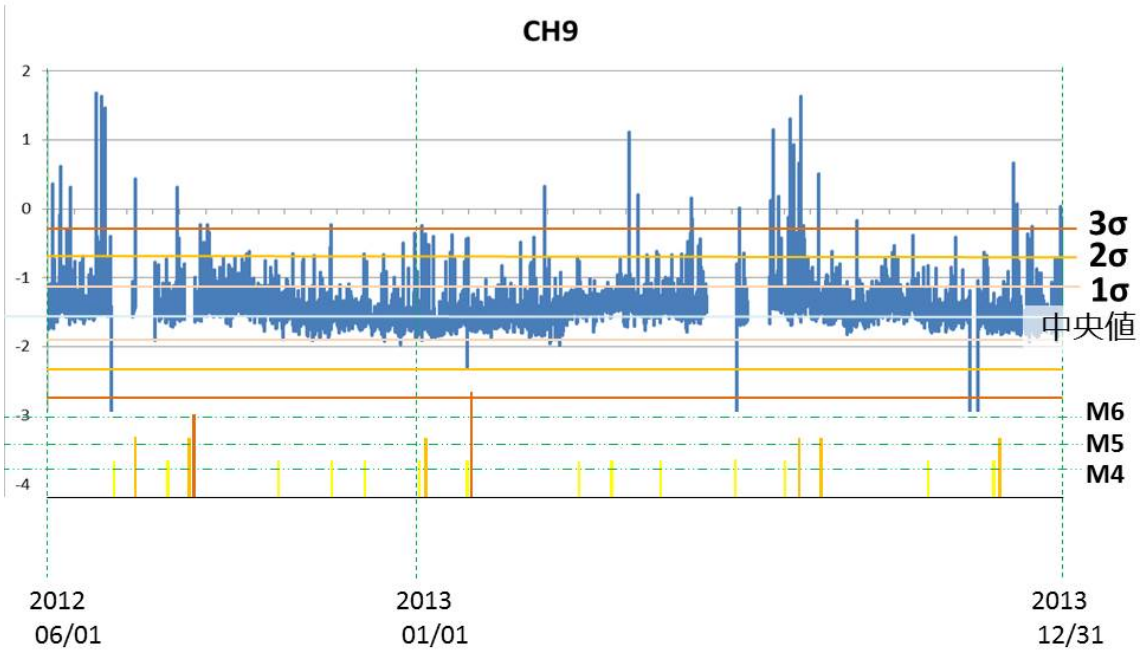


図３．えりもで観測された広尾 FM 放送局からの電波強度

R	σ	2σ	3σ
イベント数	115	13	3
ヒット数	53	8	3
空振り数	62	5	0
地震見逃し数	11/21	17/21	19/21

表１．閾値によるヒット数（15 日以内に地震があった）、空振り数（15 日以内に地震がなかった）、見逃し数（21 個の地震に対して 15 日以内に異常がなかった場合の数）

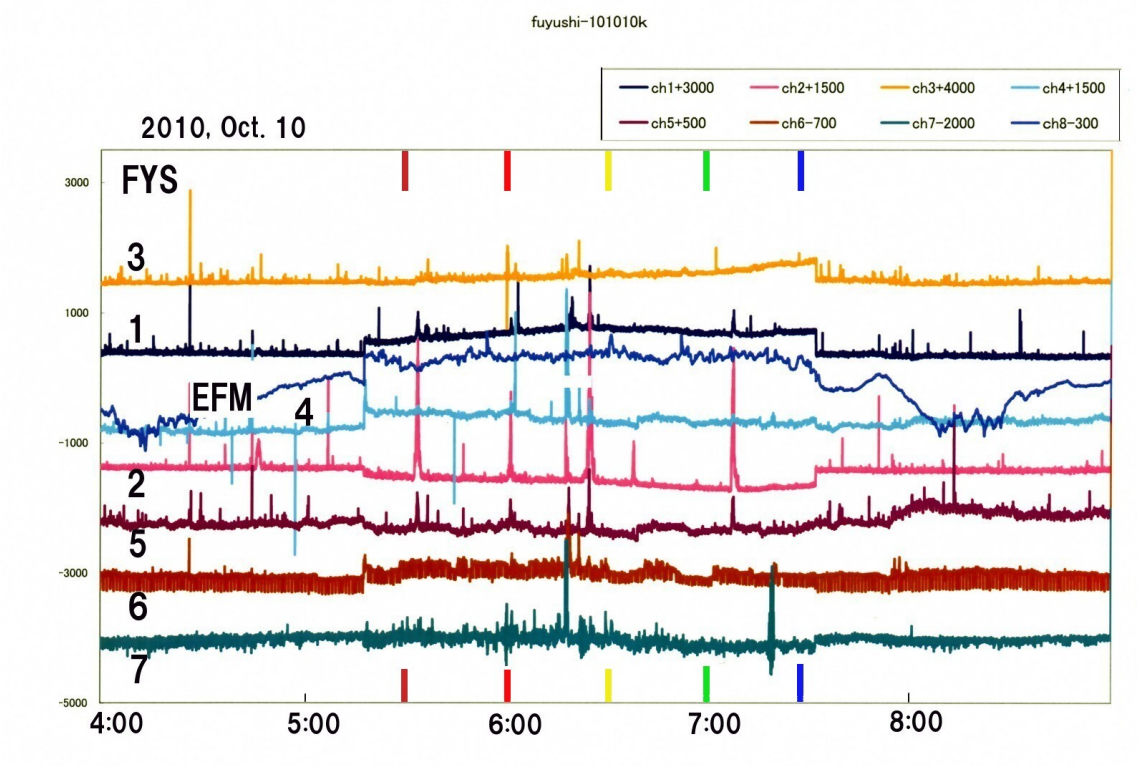


図４．VHF 帯電波伝播異常と相関する大気電場（EMF）の例（2010 年 10 月 10 日冬島観測点の記録。10 月 14 日日高山脈で M5.5 の地震が発生した）

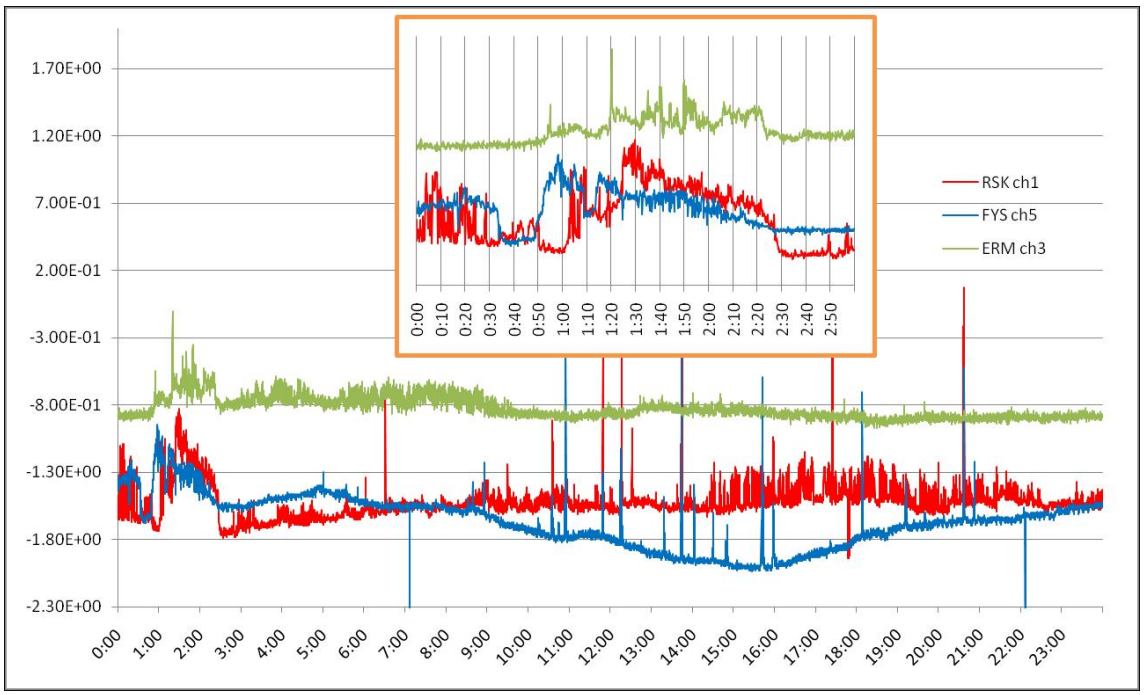


図５．電波伝播異常の移動。冬島、留崎、えりもと東へ行くほど異常の発生時刻が遅くなった例

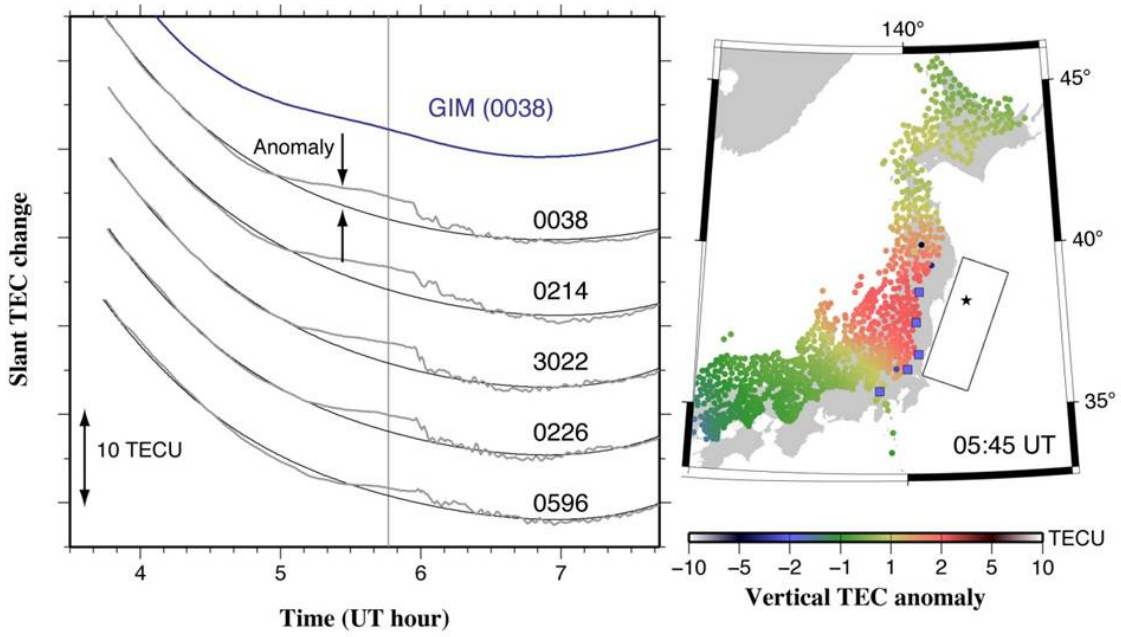


図６．東北太平洋沖地震直前の GPS-TEC の変化

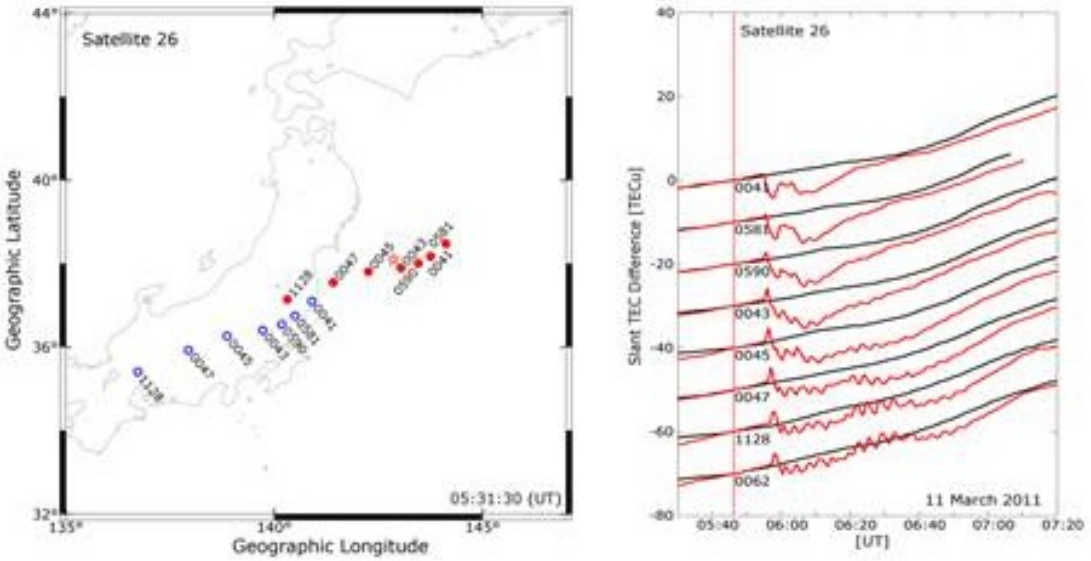


図７．東北太平洋沖地震直後の GPS-TEC の変化。津波による海面変化が重力波が電離圏に達し TEC の変動を起こした。

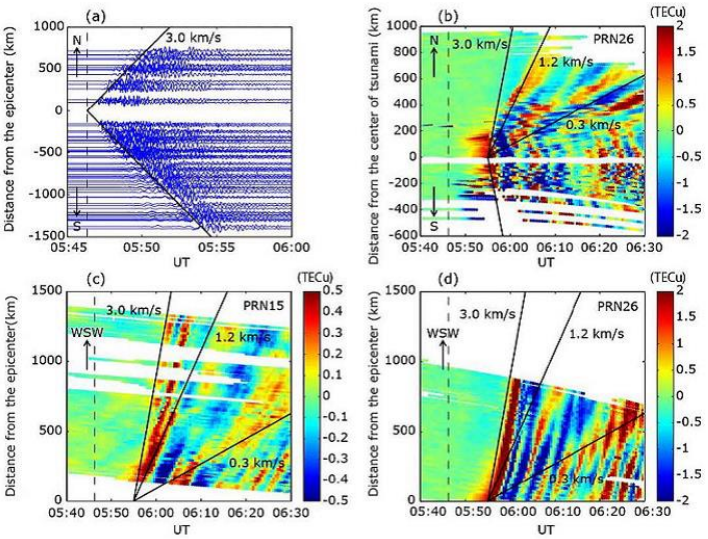


図８．地震波および GPSTEC の走時ダイアグラム．
(a) 地震波および (b)10 分のハイパスフィルターをかけた津波ソース (北緯 48 度, 東経 138 度) と同じ緯度での GPSTEC の走時ダイアグラム．(c),(d) は，震央から西南西方向 (北緯 35 度, 東経 136 度) での GPSTEC 走時でそれぞれ PRN15 および PRN26 衛星による観測．黒の斜め線は速度を示し，垂直な破線は地震の発生時間を示す．

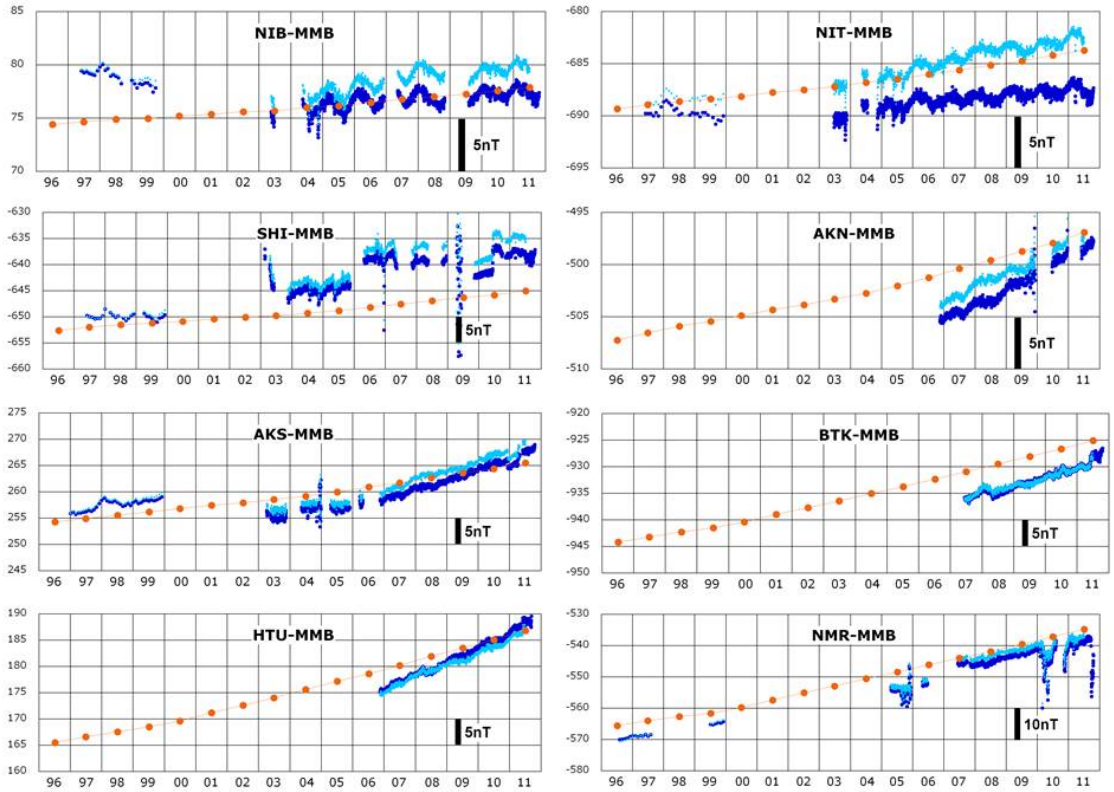


図９．1996 年から 2011 年までの女満別地磁気観測点との差の変化。青点：単純な差、水色点：各点での偏角、伏角の違いによる見かけの全磁力変化（DI 効果）を評価した変化、赤点；地磁気標準磁場の変化

平成 **25** 年度年次報告

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：
超巨大地震により発生する巨大津波の即時予測に向けた津波解析手法開発

（３）最も関連の深い建議の項目：

5. 超巨大地震に関する当面実施すべき観測研究の推進

（2） 超巨大地震とそれに起因する現象の予測のための観測研究

ウ． 超巨大地震から発生する津波の予測

（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

（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

（５）本課題の５か年の到達目標：

現在の津波解析及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、海底地滑りや海底噴火等、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。

北海道太平洋沿岸では津波堆積物調査研究等により、400-500 年に一度、超巨大津波に襲われてきたことが明らかになってきた。最近は 17 世紀前半に発生したとされており、北海道太平洋沿岸では巨大津波に対する津波災害対策が緊急の課題となっている。本課題は、超巨大地震による津波予測の精度向上を目標として、リアルタイムで直接太平洋沿岸の津波の高さや浸水域を予測する手法の開発を行う。さらに即時予測の推定時間短縮と予測精度向上のため最も有効な海底津波観測点の検討も行う。また、最近、2011 年東北地方太平洋沖地震による巨大津波の影響で震源域上空の電離圏が乱され、それが GPS 連続観測網（GEONET）のデータから解析される全電子数（TEC）の時系列で捕らえられていたことが分かってきた。つまり TEC の時系列解析により巨大津波が面的に捕らえることができる可能性がある。本課題では、TEC の時系列データから津波波高分布を得るための解析手法の開発を実施する。

（６）本課題の５か年計画の概要：

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

北海道太平洋沖で発生すると考えられる超巨大地震による巨大津波が発生した場合に、即時に推定された断層モデルから太平洋沿岸での津波を早期に予測するための研究を実施する。具体的には、想定されている北海道太平洋沖超巨大地震の断層モデルで計算される津波を実際に発生する津波と仮定し、津波波形の比較により、即時的に平洋沿岸での津波の浸水予測を実施する手法を開発する。また、GPS 連続観測網（GEONET）のデータから解析される TEC の時系列から津波波高を推定するための手法を開発する。

25 年度

北海道太平洋沖の超巨大地震に対して釧路沖の海底津波計を用いた手法開発を実施する。それに加えて、将来さらなる津波予測精度の向上と予測時間短縮のために海底津波計が増設されることを考え、それらを利用した手法を開発する。

（７）計画期間中（平成 **21** 年度～**25** 年度）の成果の概要：

●超巨大地震により発生する巨大津波の即時浸水予測に向けた津波解析手法の開発

近地津波に対し日本沿岸の観測波形から海面変動を予測する手法を開発し，2009 年 8 月 11 日に発生した駿河湾地震（M6.4）に適用し，海面変動予測を行った．駿河湾地震は深さ 20km で発生した逆断層型地震であったため，全体的に海面が上昇すると予想されていたにも関わらず，焼津検潮所の津波記録は大きな引き波から始まっていた．その原因を探るため，津波波形インバージョンにより海面変動を推定した．陸よりの海面上昇により津波波形が説明可能であることが分かった（図１）．

上記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．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２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．

東北地方太平洋沖巨大地震の発生を受けて，巨大津波の予測は，地震発生から津波遡上高の予測までリアルタイムで予測する手法を開発することが重要であることが明らかになった．東北地方太平洋沖地震による津波遡上高分布を見ても明らかなように津波高はローカルな地形の影響を受け大きくばらつく．本研究では巨大地震の震源が決まってからリアルタイムで津波遡上高と遡上域を推定する手法の研究開発を実施した．本手法は超巨大地震の震源が決まると同時に１）W フェーズを利用したインバージョンを実施し地震メカニズム・地震モーメント・セントロイドを推定，２）それを基に Hanks and Bakun(2001) の式を用いて断層幅 W と断層長 L ＝ 2W を決め矩形断層モデルを作成，３）推定断層モデルを用いて津波数値計算を実施し，津波遡上域・津波遡上高を予測することとした．まず，東北地方太平洋巨大地震に適用し，その有効性を評価した．地震発生後５分間に F-Net で観測された W フェーズの地震波形 10 観測点を用いて地震メカニズム・地震モーメント・セントロイドを推定し，断層モデルを推定した（図３黄緑）．走行が 221 度と少し実際の走行からずれて推定されたが Mw は 9.0 と良好に推定された．次に地震発生後 10 分間の地震波形（18 観測点）を用いて同様に地震メカニズム・断層モデルを推定した（図３青）．走行 207 度，Mw は 9.0 と比較的良好な結果が得られた．図３

には遠地波形を含めた 69 観測点の地震波形を用いた解析結果も赤で示す．図４には図３で推定された断層モデルから南三陸町で計算された津波遡上域と津波高を示す．走行のずれから地震発生後５分間の地震波形を用いた解析では津波高は少し過小評価になっているが津波遡上域は十分再現されている．地震発生後 10 分間の地震波形を用いた結果では津波遡上域・津波高とも良く予測できていることが分かる．田老・陸前高田・仙台平野での結果も同様であった．つまり，今回の地震においても地震発生後 5 分から 10 分間の地震波形を用いることで地域の津波遡上を比較的上手く再現できることが分かった．

しかし，上記のように南三陸等での津波浸水域を精度よく予想するためには，50m 以下の細かい格子間隔で津波遡上数値計算を実施する必要があり，地震が発生してから津波数値計算を実施していては，沿岸の津波を予測することができない．

平成 **25** 年度の研究では，あらかじめ多くの断層モデルに対して津波遡上数値計算を実施しておき，それをデータベース化することで，リアルタイムで津波浸水域を予測する手法を開発し，その手法を東北地方太平洋巨大地震に適用し手法の有効性を評価した．

データベースの作成は様々な大きさ・規模の断層モデルをプレート境界上に仮定して実施する（図５）．本研究では Mw8.0-Mw9.0 のプレート境界型断層モデルを図５のように配置した（532 モデル）．各断層モデルに対して，移動境界条件のもとで，海底摩擦を考慮した非線形長波近似式を用いた津波遡上数値計算を実施する．津波遡上を計算する格子間隔は 1.1 秒とした．さらに，津波遡上計算を実施する地域の沖で水深 50m 程度の地点でかつ津波第 1 波が非線形の効果をほとんど受けないと予想される場所を，津波遡上計算地域を囲むように数か所抽出する（図６）．それら数か所での津波数値計算結果の時系列（津波波形）を最適の津波浸水結果を抽出するための指標津波波形としてデータベースに保存する．本研究では，北から宮古・山田・大槌・釜石・吉浜・三陸綾里・大船渡・陸前高田・気仙沼・本吉・追波・石巻・仙台に対しデータベースを作成し津波浸水域・津波高の予測を試みる．

まず，上記地震発生後５分間に F-Net で観測された W フェーズの地震波形を用いた結果から推定された断層モデルを用いて線形長波近似式を用いた津波数値計算を実施し，データベースの保存された指標津波波形計算地点での予測津波波形を推定する．この津波数値計算は，通常のパソコンでも 1-3 分程度で完了するため，十分に津波予測に利用することができる．この予測津波計算波形をデータベースに格納された計算津波波形と比較する．予測津波波形を最も良く説明できる最適モデルを抽出する（図７には陸前高田の場合を示す）．この最適モデルの津波浸水域・津波高がリアルタイム津波浸水予測となる．図８には陸前高田のリアルタイム津波浸水予測が実際の津波浸水高を良く説明できていることを示す．陸前高田の場合，計算時間は３分で，地震後５分の地震波形データから断層モデルを推定していることから，地震後 10 分程度でリアルタイム津波浸水予測ができることが検証された．図９，10，11 には宮古・山田・大槌・釜石・吉浜・三陸綾里・大船渡・気仙沼・本吉・追波・石巻・仙台のすべての地域でリアルタイム津波浸水予測が実際の津波浸水高を説明できていることを示す．本研究で開発されたリアルタイム津波浸水予測手法の有効性が検証され，実装可能な津波浸水予測手法の開発に成功した画期的な成果である．

北海道太平洋沿岸は，津波堆積物調査結果より，最近の M8 クラスの巨大地震による津波よりもはるかに大きな津波が太平洋沿岸を襲っていたことも明らかになっている．このようなプレート境界型超巨大地震が発生すると，大津波を引き起こし北海道太平洋沿岸の自治体で甚大な被害が予想されている．被害を最小限に抑えるためには，この様な大津波に対応し上記リアルタイム津波浸水予測手法を早急に適応する必要がある．上記手法を用いて，釧路市での津波浸水域をどの程度予測可能であるか実験した．まず，釧路市近傍の津波遡上数値計算を様々な断層モデル（約 300 モデル）を用いて実施しデータベースとして保存した．次に，北海道太平洋沖で 17 世紀の巨大地震と同じ地震が発生したとして，その地震の最新の断層モデル（課題 1002）より津波遡上数値計算を実施し，その津波浸水域が実際に発生したとする（図 12）．つまり図１２が答えとなる．データベースに保存されている津波波形は釧路近傍の 5 点である．この地点での最新の断層モデルから計算される津波波形とデータベースに保存されている津波波形を比較して最適の予測津波浸水域を抽出した．答え（図 12）に近い浸水が予測できていることが分かる（図 13）．釧路市でのリアルタイムの津波浸水予測が可能であること

が示す画期的な結果である．

● GPS 連続観測網（GEONET）の全電子数（TEC）データによる津波検知

2011 年東北地方太平洋沖地震による影響で震源域上空の電離圏が乱され，それが GPS 連続観測網（GEONET）のデータから解析される全電子数（TEC）の時系列で捕らえられた．2011 年東北地方太平洋沖地震による津波の伝播と TEC の変化を比較すると 9 分程度遅れで TEC が変化しておいる様子が分かった．超巨大地震による津波は GPS 連続観測網の TEC 解析によって検知できることが明らかになった．

●国際共同研究による日本海での津波調査研究

1983 年日本海中部地震，1993 年北海道南西沖地震，1940 年積丹沖地震の発生を見てわかる通り，日本海東縁部では津波による被害が伴う地震が発生している．しかし北海道日本海側では上記津波の痕跡がほとんど残されていないことから推測できるように，痕跡調査には適さない場所が多い．そこで我々は，日本海を挟んで対岸にあるロシア沿海州で，北海道大学とロシア科学アカデミー極東支部との共同研究として津波堆積物調査を実施してきた．1900 年代の津波は，沿海州では 3m から 5m の高さであり，沿岸で被害があったことも記録されている．これらの近年の津波によると思われる堆積物は，手つかずの自然が広がる沿海州の沿岸湿地に砂層として検出される．また，ウラジオストックの北にあるキットベイでは，10 世紀に降下した B-Tm テフラが見つかっており，その下位にも２層の砂層が検出された．これらが津波堆積物だとすると，津波は日本海東縁部を震源とする地震で起きたものである可能性が高く，20 世紀の被害地震を超える規模の津波が日本海で繰り返し起きていたことを示す物証が見つかったことになる．

他にも 2009 年サモア巨大地震の緊急津波現地調査，2010 年チリ巨大地震の国際共同現地地震津波調査，2010 年スマトラ・ムンタワイ津波地震のインドネシアとの共同現地津波調査を実施し，津波被害を及ぼす津波の挙動を明らかにした．

（８）平成 **25** 年度の成果に関連の深いもので、平成 **25** 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

Gusman, A.R. and Y. Tanioka, 2013, W phase inversion and tsunami inundation modeling for tsunami early warning: Case study for the 2011 Tohoku event, Pure Appl. Geophys., doi:10.1007/s00024-013-0680-z

Gusman, A. R., Y. Tanioka, B. T. MacInnes, and H. Tsushima, 2014, A Methodology for Near-field Tsunami Inundation Forecasting: Application to the 2011 Tohoku Tsunami, JGR, submitted.

Tanioka, Y., A.R. Gusman, and K. Ioki, 2014, Real-time tsunami inundation forecast for a recurrence of 17 century great Hokkaido earthquake, J. of Disaster Research, submitted.

（**9**）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

（**10**）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：isv-web@mail.sci.hokudai.ac.jp

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

（**11**）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：谷岡勇市郎

所属：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

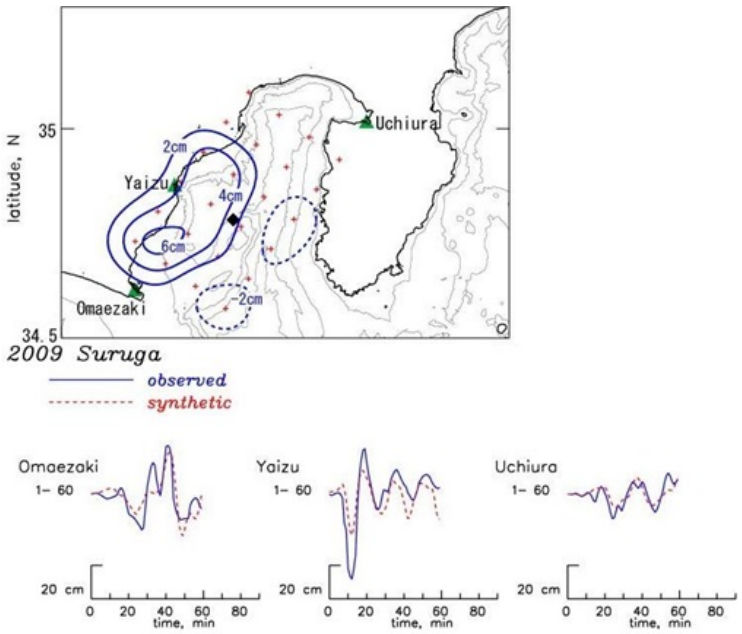


図 1
上）2009 年駿河湾地震の津波波形解析から推定された海面変動
下）観測津波波形（青）と計算津波波形（赤）の比較

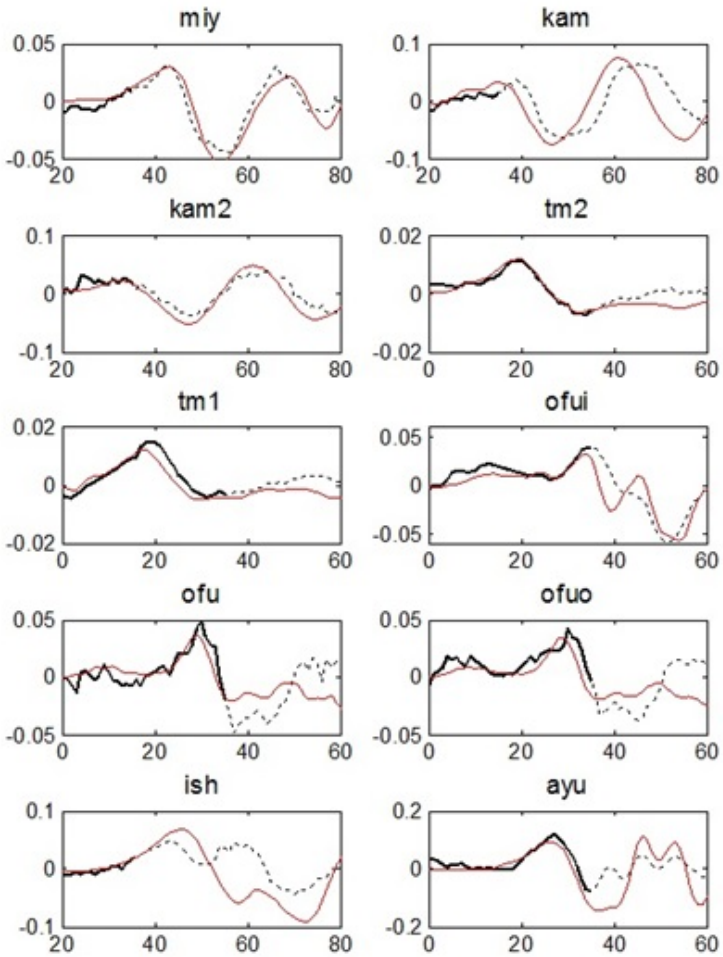


図２
地震発生から 35 分後までの津波波形を使用した津波波形予測（赤）.
点線（黒）が実際の観測波形．実線（黒）が津波波形予測（逐次津波波形インバージョン）に用いた波形．宮古 (miy)・釜石 (kam)・大船渡 (ofu)・鮎川 (ayu) の検潮記録，石巻 (ish)・大船渡湾内 (ofui)・大船渡湾口 (ofuo)・釜石 (kam2) に設置された港湾技術研究所ナウファスの海底設置式波浪計，釜石沖に設置された２台のケーブル式海底圧力計 (tm1,tm2) の津波波形データ

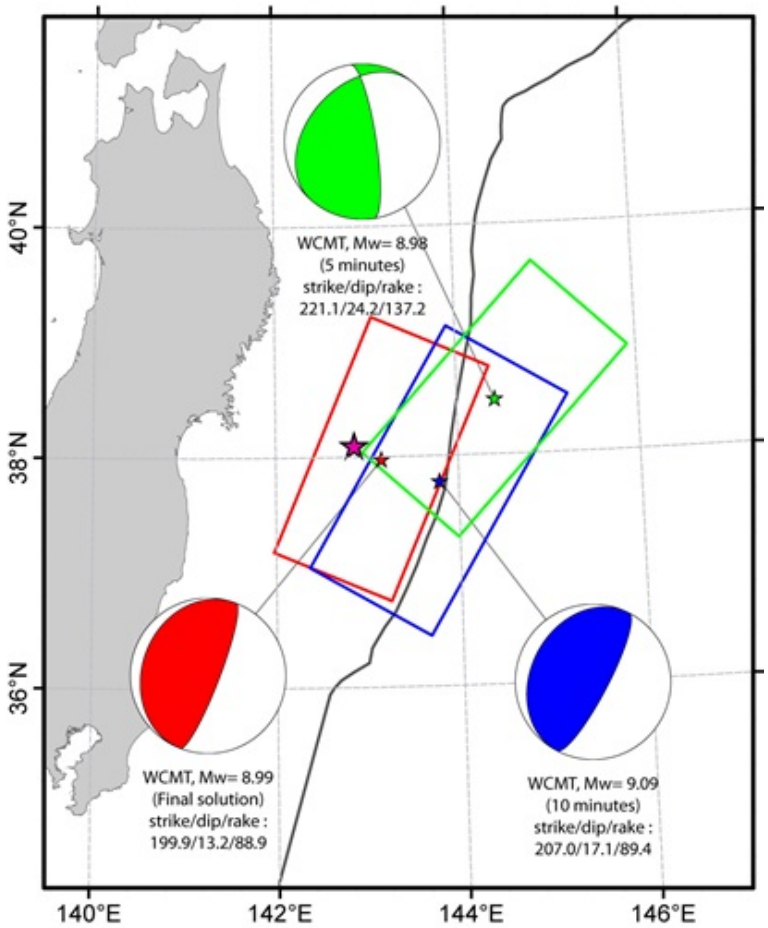


図３
W フェーズを用いた地震波形インバージョンの結果と推定された断層モデル．黄緑は地震発生から５分間の地震波形を用いて推定。青は地震発生から 10 分間の地震波形を用いて推定。赤は遠地地震波形を含めて推定.

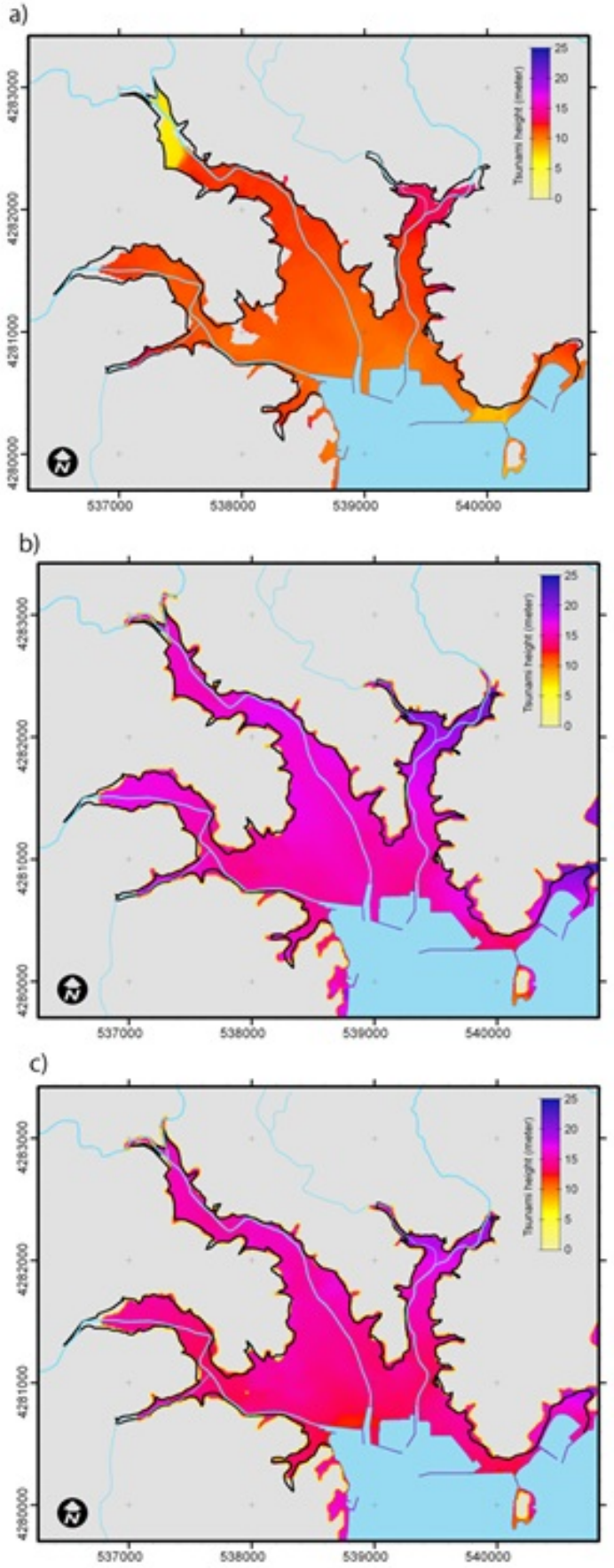


図４

南三陸町での津波遡上予測結果。a）地震発生から５分間の地震波形から推定された断層モデルから計算された津波遡上域と津波高。ｂ）地震発生から 10 分間の地震波形から推定された断層モデルから計算された津波遡上域と津波高。ｃ）遠地波形も含めた断層モデルから計算された津波遡上域と津波高。太線は東北地方太平洋沖地震の津波遡上域。

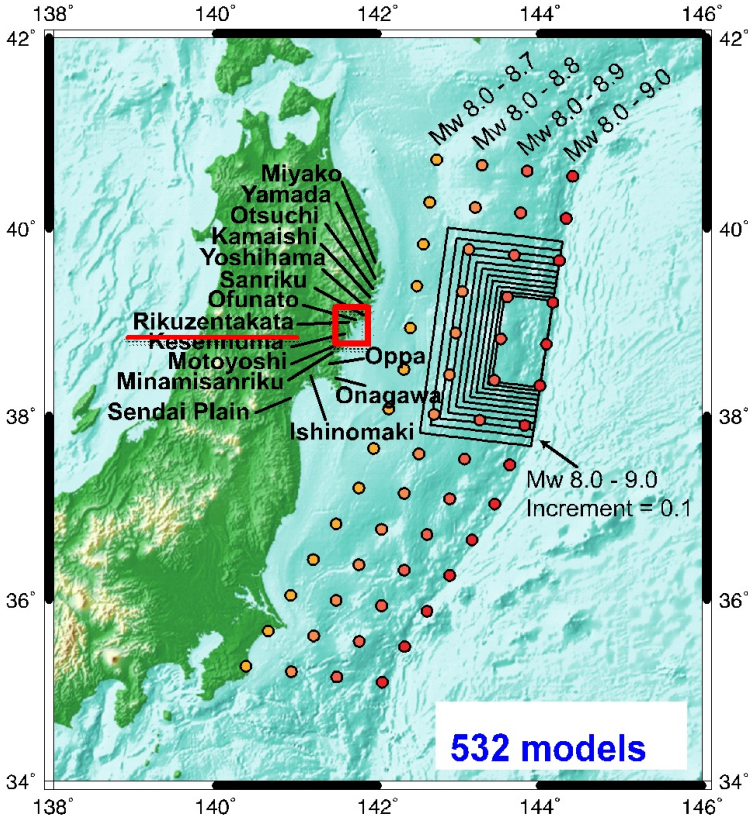


図５
リアルタイム津波浸水予測のためのデータベースに登録するための 532 個の断層モデル.

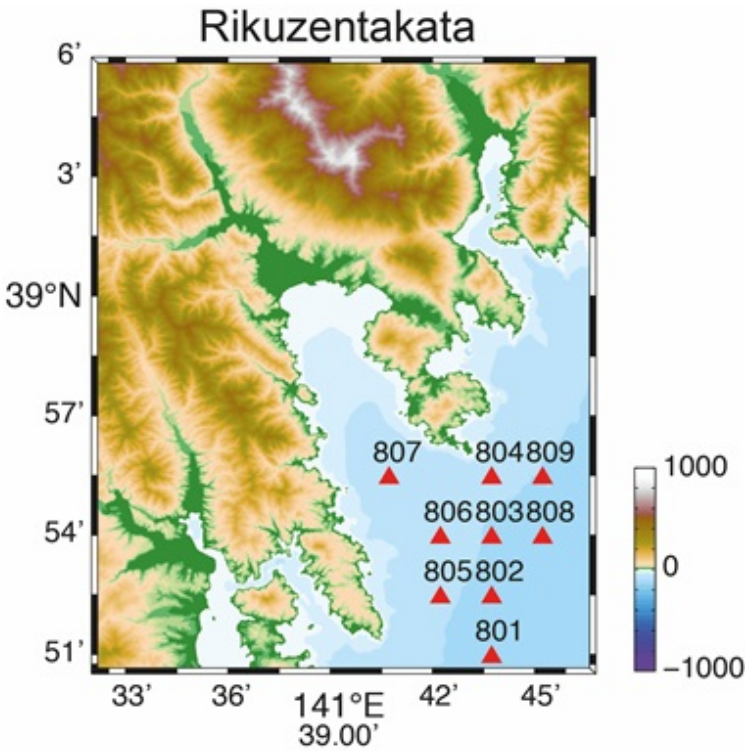


図６
陸前高田でのリアルタイム津波浸水予測のための指標津波波形を計算し、比較する津波計算比較地点（▲）

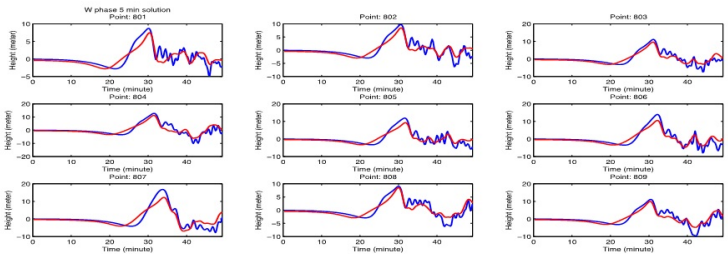


図７
図６の津波計算比較地点で、地震後５分の地震波形から推定された断層モデルから線形長波理論で計算された津波波形（青）とデータベースから抽出された最適津波波形（赤）の比較

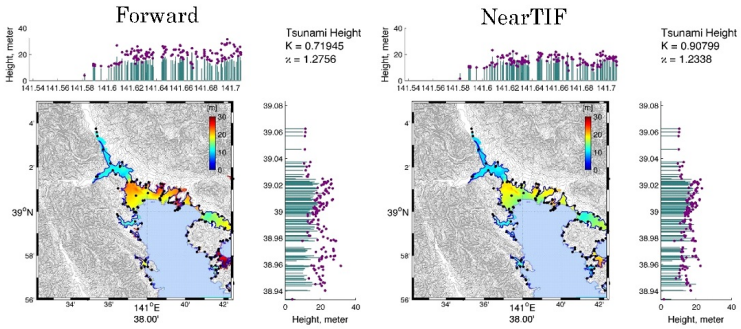


図８
陸前高田での津波浸水計算．左）断層モデルから直接津波遡上域を計算した結果と調査データ（棒グラフ）の比較（計算時間約２時間），右）リアルタイム津波浸水予測手法により抽出された最適モデルと調査データの比較（計算時間３分）．

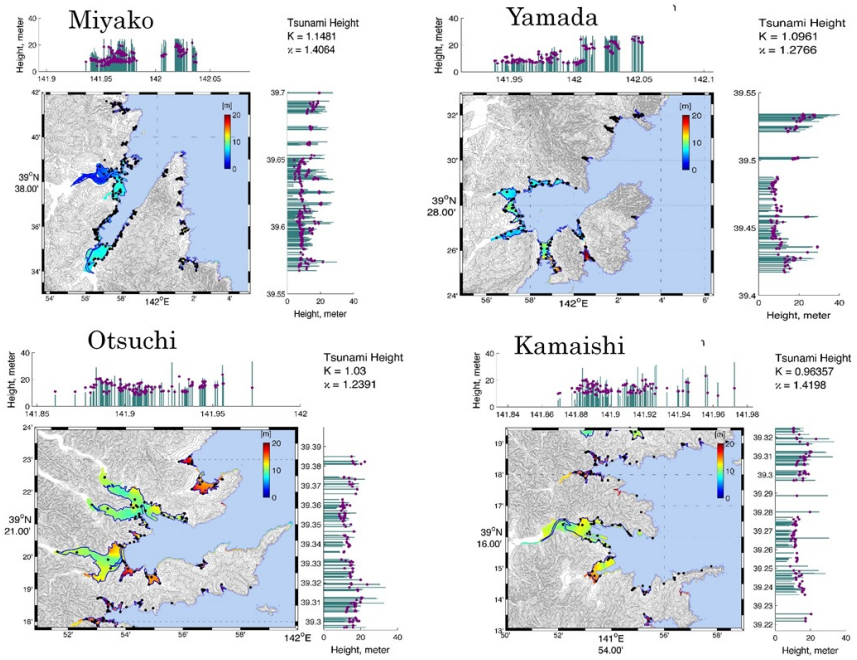


図９
宮古・山田・大槌・釜石でのリアルタイム津波浸水予測結果と実際の調査結果の比較．

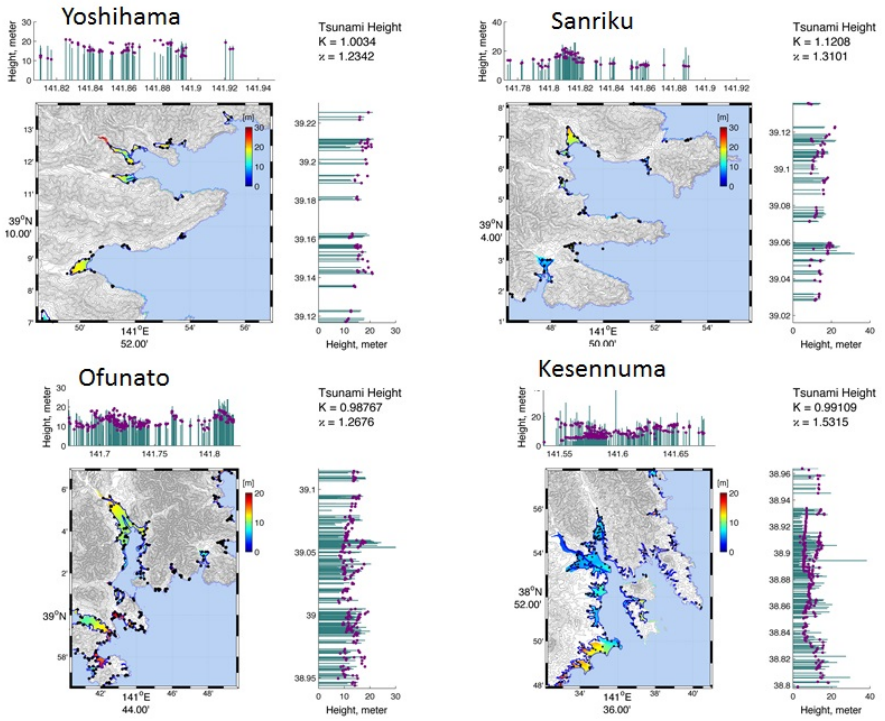


図 10
吉浜・三陸綾里・大船渡・気仙沼でのリアルタイム津波浸水予測結果と実際の調査結果の比較.

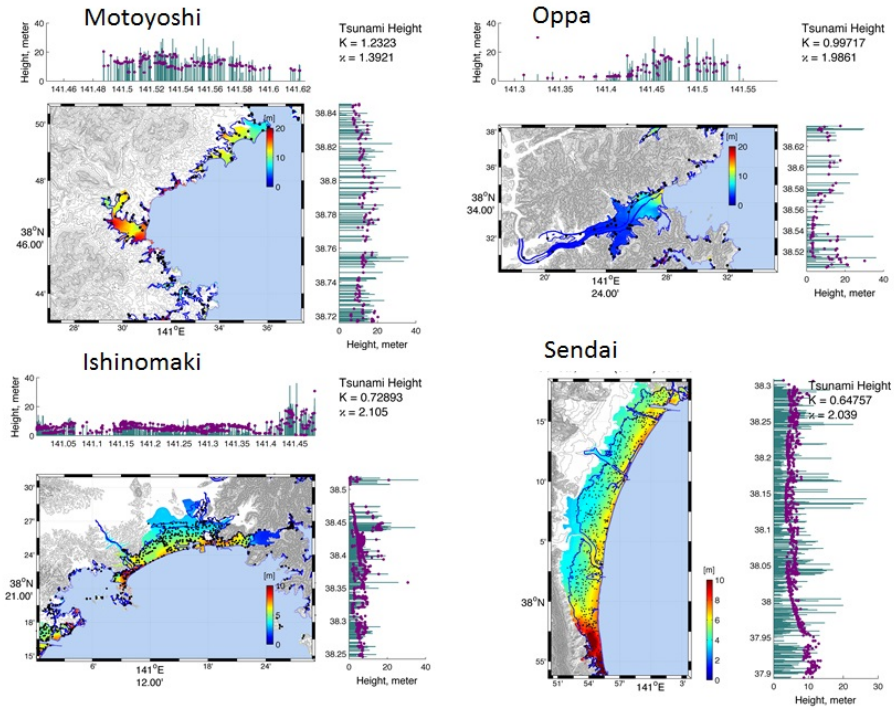


図 11
本吉・追波・石巻・仙台でのリアルタイム津波浸水予測結果と実際の調査結果の比較.

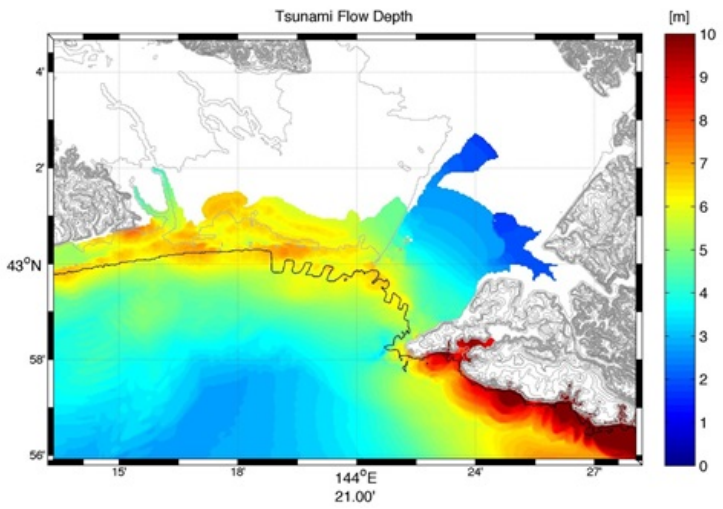


図 12
17 世紀の巨大地震の断層モデルから計算された釧路市の津波浸水域と浸水高

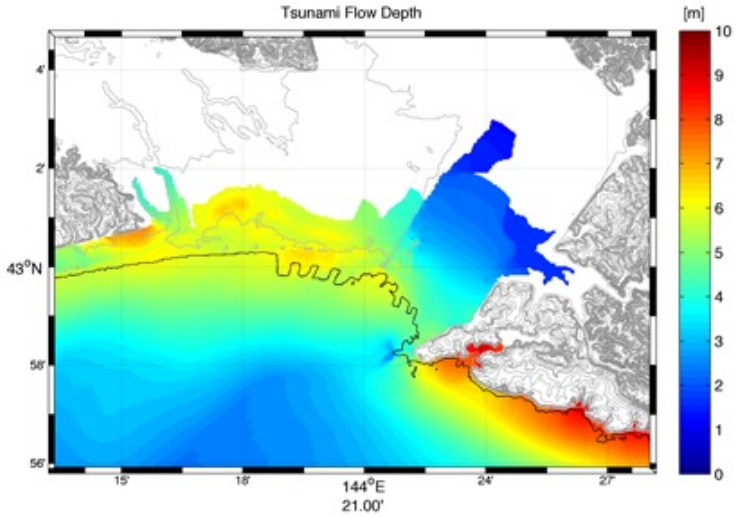


図 13
データベースから抽出された予想津波浸水予測図

平成25年度年次報告

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か年の到達目標：

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か年計画の概要：

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200 m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 200 mから 500 m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）計画期間中（平成 21 年度～25 年度）の成果の概要：

計画前半の２年間は低高度稠密空中磁気測量などの多項目観測が展開された。低高度稠密空中磁気測量は 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を抽出し、空中磁気測量による全磁力変化検出の有効性・実用性をさらに確実なものとした。

また人工地震探査により、熱活動の消長や地殻変動に由来する速度構造変化と反射面の変化をとらえたが、説明の難しい変化もあり、時間変化の検出と解釈には慎重な吟味を要することを指摘した。

更に昭和新山南東麓の観測井で得られた孔井資料の解析から、昭和新山溶岩ドームの出現に先立つ一連の水蒸気爆発のうち中～後期のマグマ水蒸気爆発の発生環境が高空隙率・難透水性であるという想定を検証した。

この他、水準測量や InSar 解析、全磁力観測や熱観測を通して、2000 新山地域の沈降や冷却帯磁傾向，熱活動の衰退が継続し、収縮源や帯磁源の位置に大きな変化のないことを確認した。

計画後半の試錐探査は、上記の結果や確保可能な試錐用地などを考慮し、地震及び MT 探査から推定された貫入マグマを示唆する背斜状構造の北翼にあたる標高約 162m の 2000 年新山北麓で実施した。また掘削行程や孔井仕上げの再検討を行い、孔明管設置・揚水試験は困難と判断し、代わりに地表から孔底まで高い採取率でコアを取得することとした。更に無駄な作業を省いて合理的に探査を進めるために、平成 23 年と 24 年度にわけた探査を一連の探査として実施した。掘削中、孔内崩壊が頻発したほか、200 m以深では抑留事故の恐れも生じ、それらの対策ために掘削が遅れ、本年度はコアの物質科学的記載、変質解析を主に、物理検層や物性測定値をあわせ、物理探査から推定された構造、水蒸気爆発の発生や熱水系に関係する浅部水環境を検討した。

孔井地質は、地表から深度 10.85 mまで人工擾乱層、深度 10.85～37.70m まで泥流堆積物、深度 37.70m～51.17m までは洞爺火砕流堆積物に由来する湖沼性堆積物で、これ以深は新規安山岩が深度 295.15m まで分布する。この下位には、深度 331.00m～356.90m の間に新規安山岩の岩脈を挟んで、荘珠内川層が孔底 (深度 504.0m) まで続き (図１)、2000 年貫入マグマは確認できなかった。このことから直ちに新山頂部直下の浅部に貫入マグマの伏在を否定できないが、地温分布は 90 m前後で 65 ℃を示すものの孔底温度、孔底付近の地温勾配とも有珠山周辺の温泉井で得られる地温分布を示し、浅部に貫入マグマが存在する可能性は低い。また、PS 検層結果と反射断面の整合性は低いが、電気検層結果と比抵抗構造は整合し、貫入マグマを示唆する背斜状構造は地層境界と再解釈された。これらのことは、地殻変動解析による圧力源が深部に貫入したマグマにより変形した内部境界であることを示唆する。

また新規安山岩及び荘珠内川層は変質作用を受け、スメクタイトを主とし、カオリンを部分的に含む。このことは水蒸気爆発による破砕深度は時間とともに浅くなり、４月中旬以降は深度数 100 mから地表間で発生し、火山灰中のカオリンを増大させたという推定を裏付ける。発泡孔の多い部分や亀裂の発達した部分を除き、変質した新規安山岩と荘珠内川層の空隙率と透水係数は、岩相による違いがあるものの、全体として 50 %内外、10-13 程度であり、これは高空隙率難透水性の粘土層が水蒸気爆発の発生に重要な役割を果すという想定を支持する。

熱水系については深度 90 m及び 370m 付近に顕著な逸泥があり、地温が 65 ℃を示す深度 90 m付近では熱水の胚胎は間違いない。一方、370 m付近の熱水貯留については、温度検層データに地温回復

が認められず、疑問が残る。

この他、全磁力観測から地下に想定された逆帯磁岩体についても、伏角測定により、その存在が確認された。

更に人工的に乱された地表付近を補間するために行ったトレンチ調査や、深度 10.85～51.17m 間の泥流堆積物、湖沼性堆積物に含まれる岩塊の岩石学的検討、および木片の年代測定から外輪山溶岩の活動期は２万年以降であることを明らかにした。

（８）平成 25 年度の成果に関連の深いもので、平成 25 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

Nishiyama R., Y. Tanaka, S. Okubo, H. Oshima, H. K. M. Tanaka, T. Maekawa, Integrated processing of muon radiography and gravity anomaly data toward the realization of high-resolution 3-D density structural analysis of volcanoes: Case study of Showa-Shinzan lava dome, Usu, Japan, J. G. R., DOI: 10.1002/2013JB010234, 2014.

中田節也、鍵山恒臣、中川 光弘、大島 弘光、津久井 雅志、有珠山の噴火シナリオの作成、日本地球惑星連合 2013 年合同大会予稿集、幕張、2013.

長井雅史、大島弘光、中川光弘、吉本充宏・松本亜希子・山本英二、棚田俊收・檀原　徹・岩野英樹、有珠山壮瞥火山観測井コア試料の岩相と層序、日本火山学会 2013 年度秋季大会、猪苗代町, 2013

（9）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　済・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（　　〃　　）

（10）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：

（11）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：大島弘光
所属：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（有珠火山観測所）

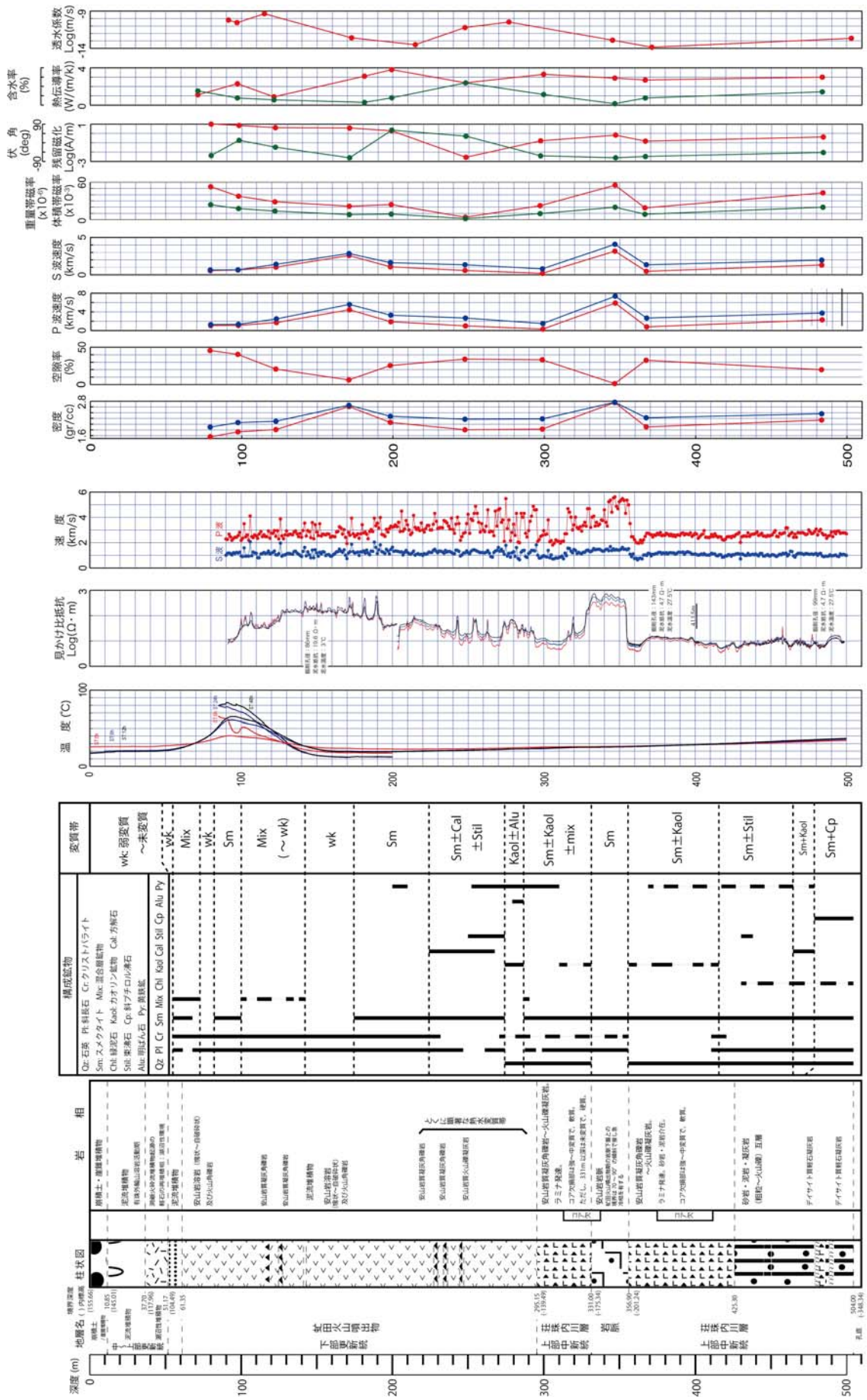


図 1 . 総合柱状図

試錐地点は、2000 年新山頂部から北北東に約 325m、NB 火口から北北西に 260 mほど離れた標高が約 162m の 2000 年新山北麓である。この地点の隆起量は約 30m、地震および MT 探査から推定された貫入マグマを示唆する背斜状を呈する構造の北翼にあたる。

Ⅱ　研　究　活　動

Ⅱ　研究活動

１．研究テーマ

○地震観測研究分野

谷岡勇市郎

新しい即時津波浸水予測手法
- 2011 年東北地方太平洋沖地震津波による検証 -

谷岡勇市郎・Gusman R. Aditya

2011 年東北地方太平洋沖地震による大津波による被害を考える時、津波の浸水域の即時予測手法の研究は急務である。本研究では、あらかじめ多くの断層モデルに対して津波遡上数値計算を実施しておき、それをデータベース化することで、リアルタイムで津波浸水域を予測する手法を開発し、その手法を東北地方太平洋巨大地震に適用し手法の有効性を評価した。

データベースの作成は様々な大きさ・規模の断層モデルをプレート境界上に仮定して実施する（図１）。本研究では Mw8.0-Mw9.0 のプレート境界型断層モデルを図５のように配置した（532 モデル）。各断層モデルに対して、移動境界条件のもとで、海底摩擦を考慮した非線形長波近似式を用いた津波遡上数値計算を実施する。津波遡上を計算する格子間隔は 1.1 秒とした。さらに、津波遡上計算を実施する地域の沖で水深 50m 程度の地点でかつ津波第１波が非線形の効果をほとんど受けないと予想される場所を、津波遡上計算地域を囲むように数か所抽出する（図２）。それら数か所での津波数値計算結果の時系列（津波波形）を最適の津波浸水結果を抽出するための指標津波波形としてデータベースに保存する。本研究では、北から宮古・山田・大槌・釜石・吉浜・三陸綾里・大船渡・陸前高田・気仙沼・本吉・追波・石巻・仙台に対しデータベースを作成し津波浸水域・津波高の予測を試みる。

まず、上記地震発生後５分間に F-Net で観測された W フェーズの地震波形を用いた結果から推定された断層モデルを用いて線形長波近似式を用いた津波数値計算を実施し、データベースの保存された指標津波波形計算地点での予測津波波形を推定する。この津波数値計算は、通常のパソコンでも 1-3 分程度で完了するため、十分に津波予測に利用することができる。この予測津波計算波形をデータベースに格納された計算津波波形と比較する。予測津波波形を最も良く説明できる最適モデルを抽出する（図３には陸前高田の場合を示す）。この最適モデルの津波浸水域・津波高がリアルタイム津波浸水予測となる. 図４には陸前高田のリアルタイム津波浸水予測が実際の津波浸水高を良く説明できていることを示す。陸前高田の場合、計算時間は３分で、地震後５分の地震波形データから断層モデルを推定していることから、地震後 10 分程度でリアルタイム津

波浸水予測ができることが検証された。図５，６，７には宮古・山田・大槌・釜石・吉浜・三陸綾里・大船渡・気仙沼・本吉・追波・石巻・仙台のすべての地域でリアルタイム津波浸水予測が実際の津波浸水高を説明できていることを示す。本研究で開発されたリアルタイム津波浸水予測手法の有効性が検証され、実装可能な津波浸水予測手法の開発に成功した成果である。

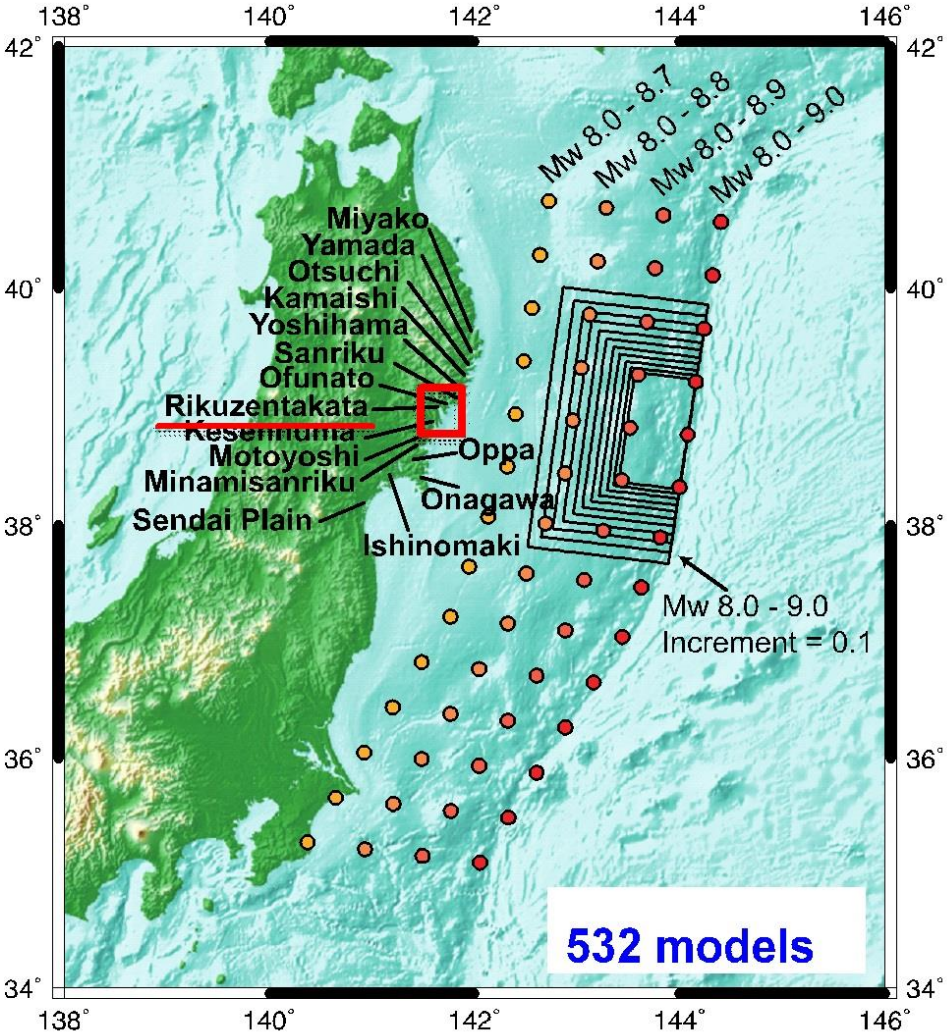


図１　リアルタイム津波浸水予測のためのデータベースに登録するための 532 個の断層モデル.

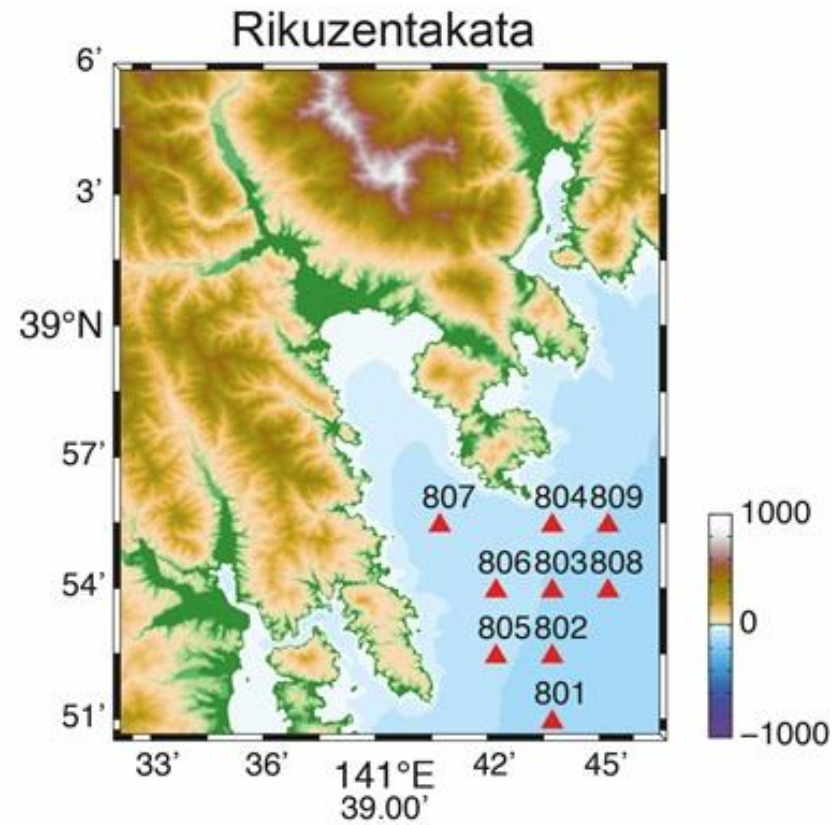


図２　陸前高田でのリアルタイム津波浸水予測のための指標津波波形を計算し、比較する津波計算比較地点（▲）

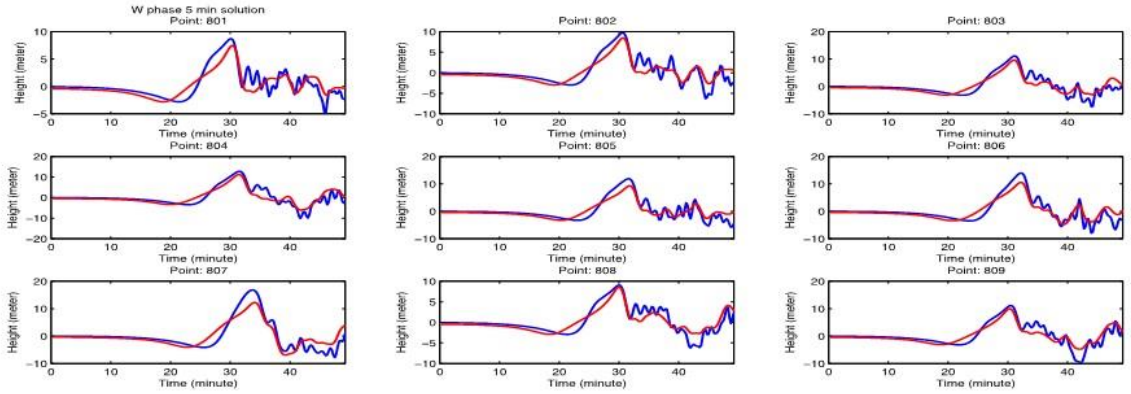


図３　図２の津波計算比較地点で、地震後５分の地震波形から推定された断層モデルから線形長波理論で計算された津波波形（青）とデータベースから抽出された最適津波波形（赤）の比較

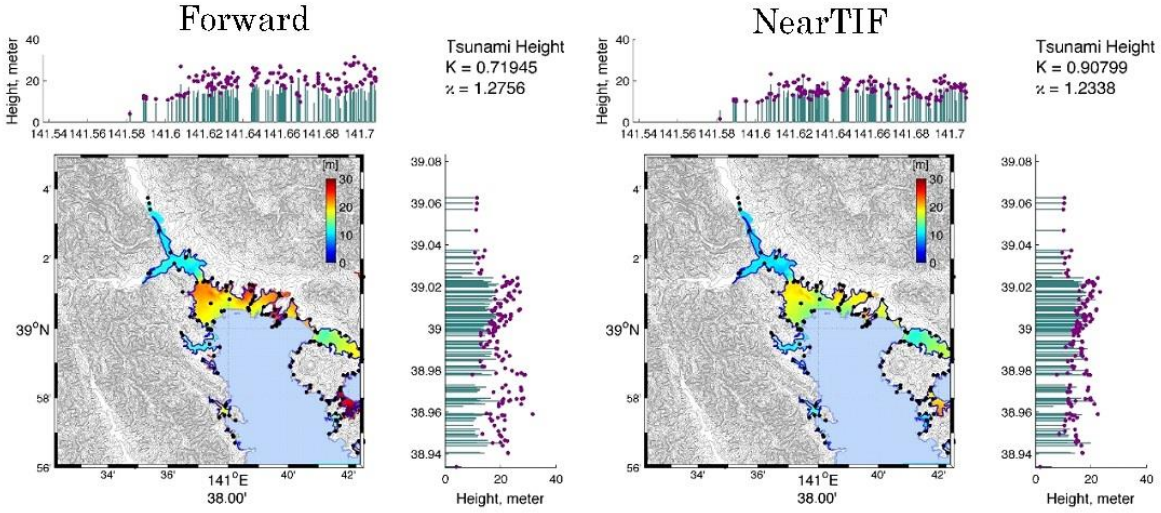


図４　陸前高田での津波浸水計算．左）断層モデルから直接津波遡上域を計算した結果と調査データ（棒グラフ）の比較（計算時間約２時間），右）リアルタイム津波浸水予測手法により抽出された最適モデルと調査データの比較（計算時間３分）．

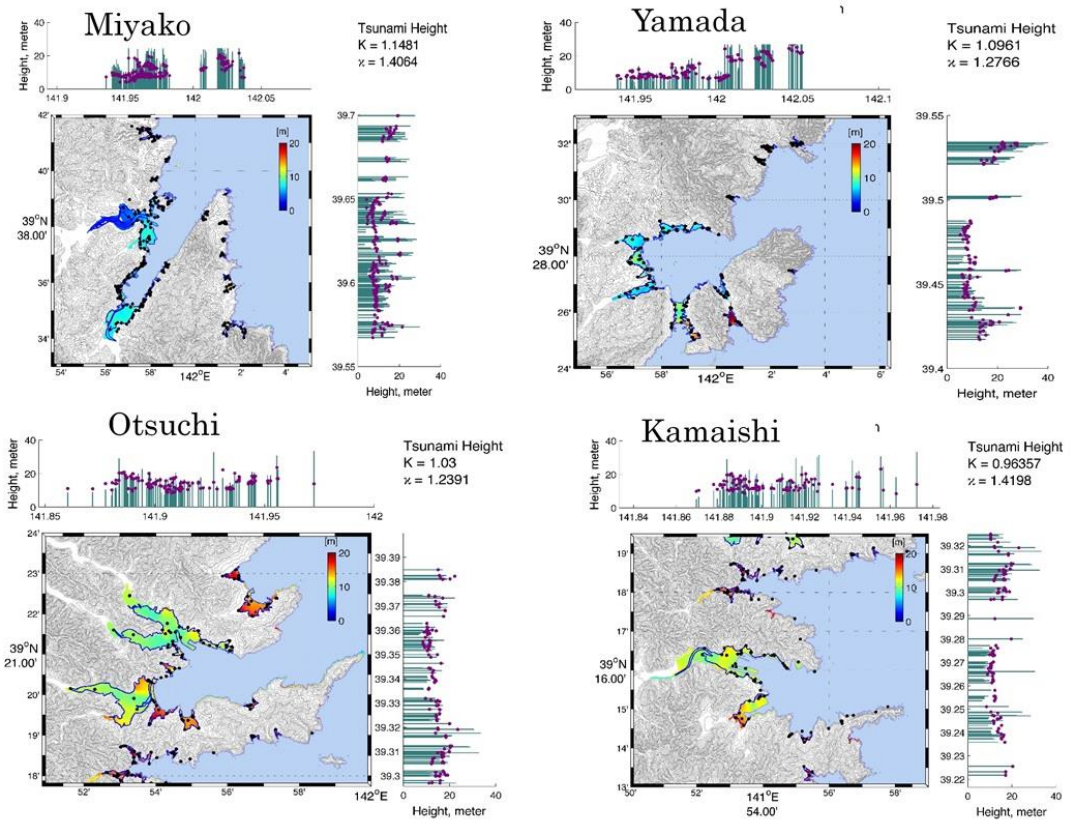


図５　宮古・山田・大槌・釜石でのリアルタイム津波浸水予測結果と実際の調査結果の比較.

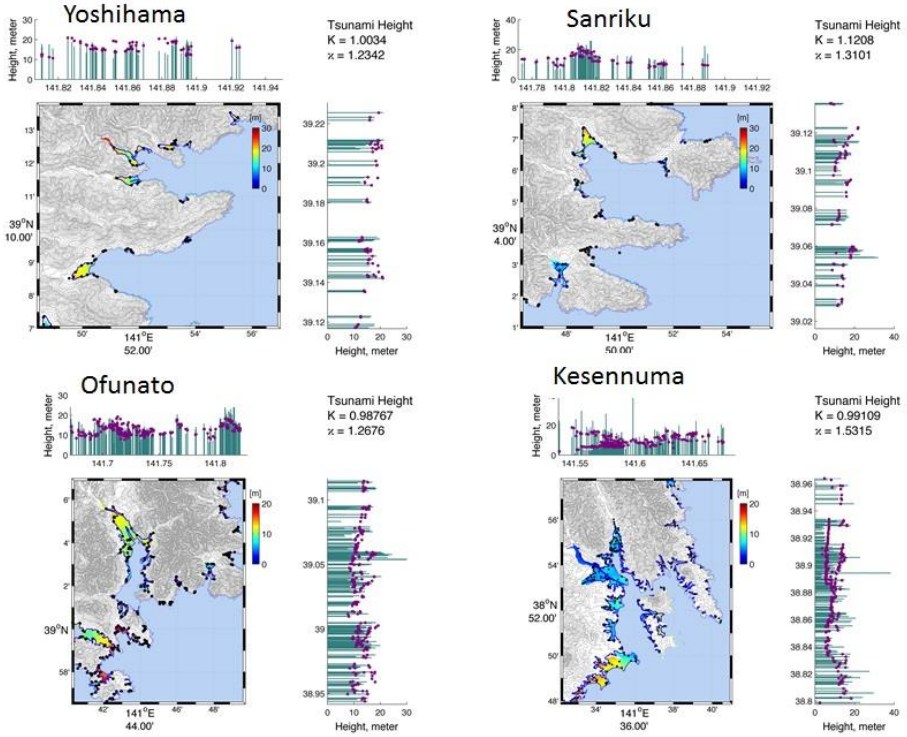


図６　吉浜・三陸綾里・大船渡・気仙沼でのリアルタイム津波浸水予測結果と実際の調査結果の比較.

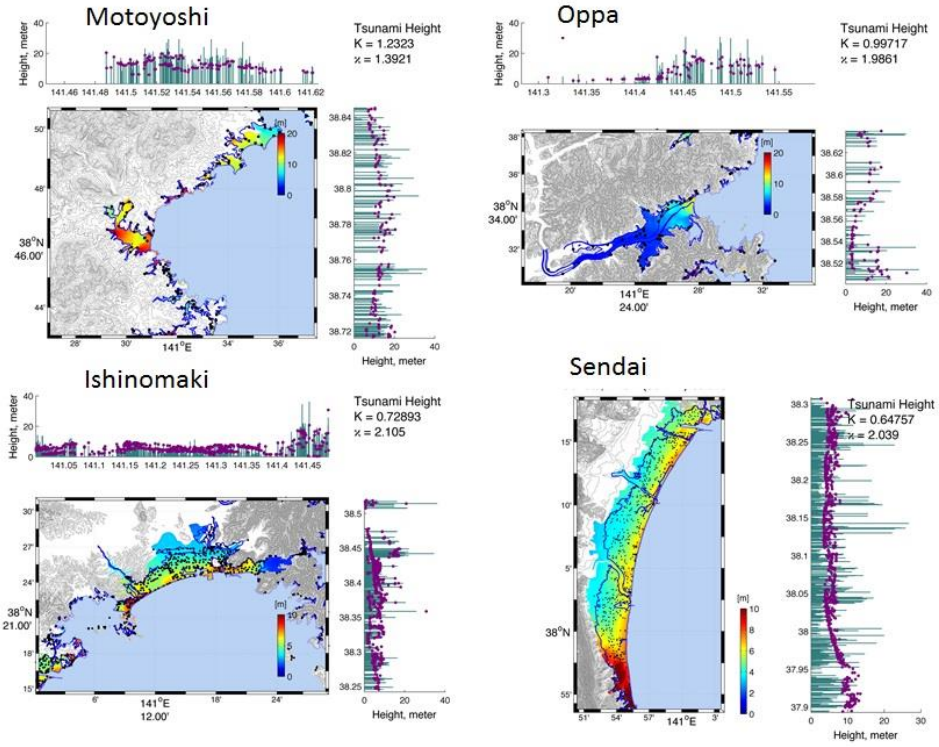


図７　本吉・追波・石巻・仙台でのリアルタイム津波浸水予測結果と実際の調査結果の比較.

北海道太平洋沖で発生した 17 世紀巨大地震に対応する津波浸水即時予測

谷岡勇市郎・Gusman R. Aditya・伊尾木圭衣

北海道太平洋沿岸は、津波堆積物調査結果より、最近の M8 クラスの巨大地震による津波よりもはるかに大きな津波が太平洋沿岸を襲っていたことも明らかになっている。それらの超巨大津波の中で最新のものは 17 世紀に発生したとされ、津波堆積物調査データも最も多い。この巨大津波を発生させた地震の最新の断層モデルが推定され、海溝沿いのプレート境界で大きなすべり（約 25m）が必要であることが明らかになっている。このようなプレート境界型巨大地震が発生すると、大津波を引き起こし北海道太平洋沿岸の自治体で甚大な被害が予想されている。被害を最小限に抑えるためには、この様な大津波に対応したリアルタイム津波浸水予測の開発が急務である。

津波浸水域を精度よく予想するためには、10m 以下の細かい格子間隔で津波遡上数値計算を実施する必要があり、地震が発生してから津波数値計算を実施していては、太平洋沿岸の津波を予測することができない。そこで、本研究では、あらかじめ多くの断層モデルに対して津波遡上数値計算を実施しておき、それをデータベース化することで、リアルタイムで津波浸水域を予測する手法を上記研究で開発した。

巨大地震が発生し、震源とマグニチュードが気象庁により決定されれば、まず、プレート境界型地震である事を仮定し、地震のスケーリング則を利用して、断層モデルを決定する。その断層モデルを用いて線形長波近似式を用いた津波数値計算を実施する。北海道太平洋沿岸に対する上記津波数値計算は、通常のパソコンでも 1-3 分程度で完了するため、十分に津波予測に利用することができる。この結果を利用してデータベースから最適の津波浸水予測結果を抽出することでリアルタイム津波浸水予測を実現しようと考えた。

データベースの作成は様々な大きさ・規模の断層モデルをプレート境界上に仮定して実施する。その際、移動境界条件のもとで、海底摩擦を考慮した非線形長波近似式を用いた津波遡上数値計算を実施する。さらに、津波遡上計算を実施する地域の沖で水深 50m 程度の地点でかつ津波第 1 波が非線形の効果をほとんど受けないと予想される場所を、津波遡上計算地域を囲むように数か所抽出する。それら数か所での津波数値計算結果の時系列をリアルタイムで最適の津波浸水結果を抽出するための指標津波波形としてデータベースに保存する。

巨大地震発生した場合、推定された断層モデルにより、線形長波近似式を用いて計算時間 1-3 分程度で計算された津波波形とデータベースに保存された指標津波波形を比較し、計算津波波形を最もよく説明できる指標津波波形をもつ津波浸水域をデータベースより抽出し、それを予測津波浸水域とする。この手法を用いれば、リアルタイムで津波浸水域を予測できる。さらに、地震発生後、W-phase など地震波形解析が進み断層パラメターが推定されれば、その結果を用いた断層モデルから、線形長波近似式を用いた

津波数値計算を再度実施し、データベースより最適の津波浸水域を再抽出し、予測津波浸水域を更新することができる。

上記手法を用いて、釧路市での津波浸水域をどの程度予測可能であるか実験した。まず、釧路市近傍の津波遡上数値計算を様々な断層モデル（約 300 モデル）を用いて実施しデータベースとして保存した。次に、北海道太平洋沖で 17 世紀の巨大地震が発生したとして、上記の最新の断層モデルより津波遡上数値計算を実施し、その津波浸水域が実際に発生したとする（図１）。つまり図１が答えとなる。データベースに保存されている津波波形は釧路近傍の 5 点（図２）である。この地点での最新の断層モデルから計算される津波波形とデータベースに保存されている津波波形を比較して最適の予測津波浸水域を抽出した（図３）。津波波形の比較は図４に示す。答え（図２）に近い浸水が予測できていることが分かる（図３）。本研究は、リアルタイムの津波浸水予測が可能であることが示す画期的な結果である。

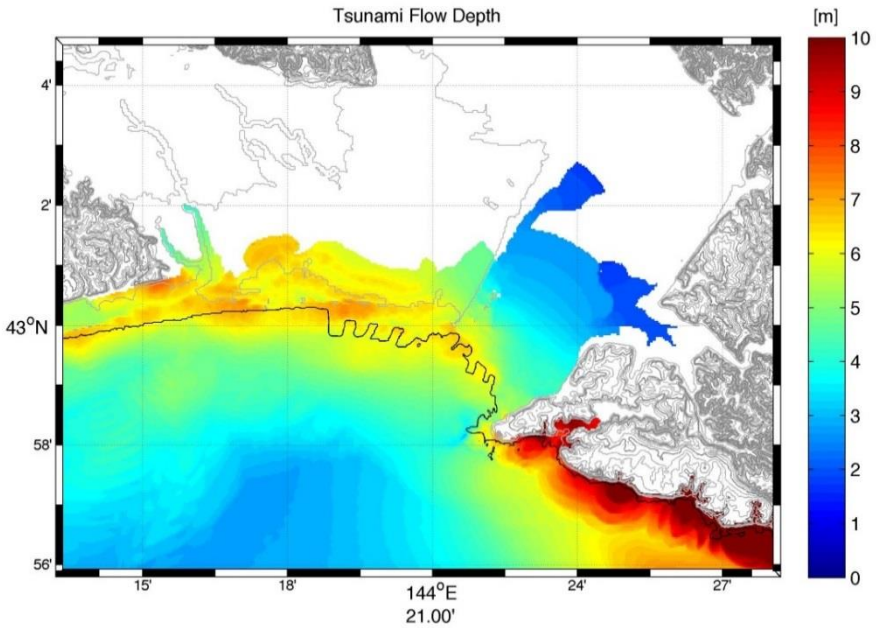


図１　17 世紀の巨大地震の断層モデルから計算された釧路市の津波浸水域と浸水高

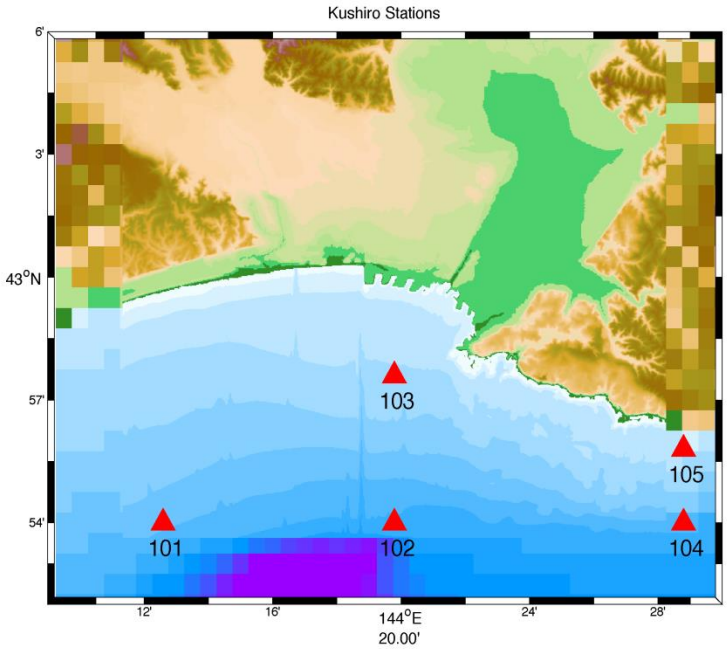


図２　様々な断層モデルより計算された津波遡上域データベースに保存されている比較のための基準津波波形を出力させた位置。

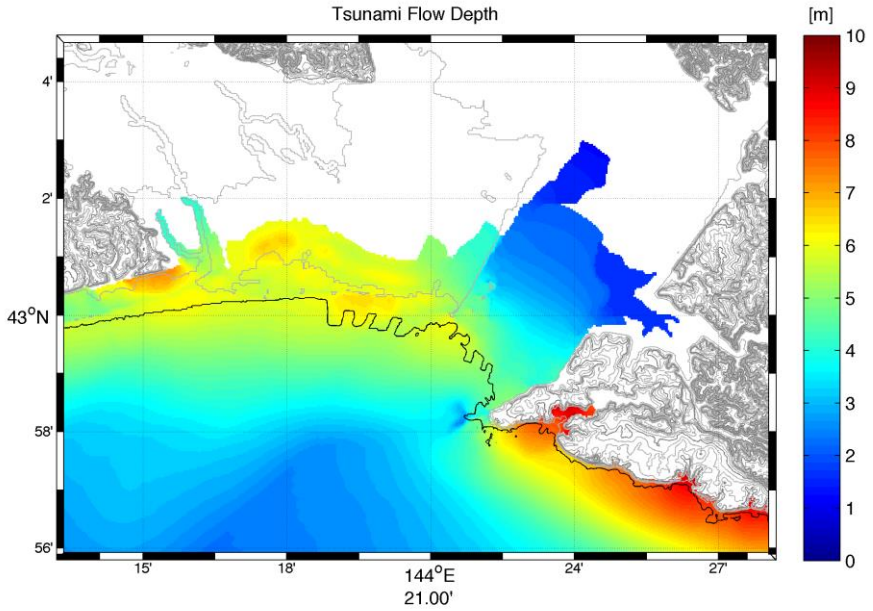


図３　データベースから選択された予想津波浸水予測図

勝俣　啓

東北地方太平洋沖地震に先行したプレート間固着のゆるみと
それに起因する地震活動の長期静穏化
Long-term seismic quiescence caused by partial decoupling of the plate boundary prior to the 2011 Tohoku earthquake

Katsumata（2011）は、2011 年東北地方太平洋沖地震（M=9.0）が発生する 23 年前から地震活動の長期静穏化が起きていたことを明らかにした。解析には気象庁の一元化震源カタログを用いた。1965 年から 2010 年までに発生した M4.5 以上、深さ 60km 以浅の地震 5770 個を選択し、ZMAP で解析した。その結果、本震で最もすべり量の大きかった領域の深部側で、1988 年頃から本震発生までの 23 年間に渡り、地震発生率が低下していたことが分かった。発生率は 3.0 個／年から 1.5 個／年に低下していた（減少率 50%）。また、Ozawa et al.（2012）は、1994 年から 2011 年までの GEONET のデータを解析し，2003 年以降、東北地方太平洋沖地震の震源域付近では、プレート間固着にゆるみが生じていたことを明らかにした。固着率は最大で 50%程度低下していた。本研究では、Katsumata（2011）の地震活動静穏化領域と Ozawa et al.（2012）の固着のゆるみ域とがほぼ一致することを指摘し、固着のゆるみが地震活動の静穏化を引き起こしたという仮説を提唱する。

Katsumata, K., A long-term seismic quiescence started 23 years before the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (M = 9.0), Earth Planets Space, Vol. 63 (No. 7), pp. 709-712, 2011.

Ozawa, S., T. Nishimura, H. Munekane, H. Suito, T. Kobayashi, M. Tobita, and T. Imakiire (2012), Preceding, coseismic, and postseismic slips of the 2011 Tohoku earthquake, Japan, J. Geophys. Res., 117, B07404, doi:10.1029/2011JB009120.

2005 年以降の油壺験潮場の上下変動と 1923 年関東地震前の変動との類似性
Recent vertical movement at Aburatsubo tide gauge station similar to that before the 1923 Kanto earthquake

1. はじめに

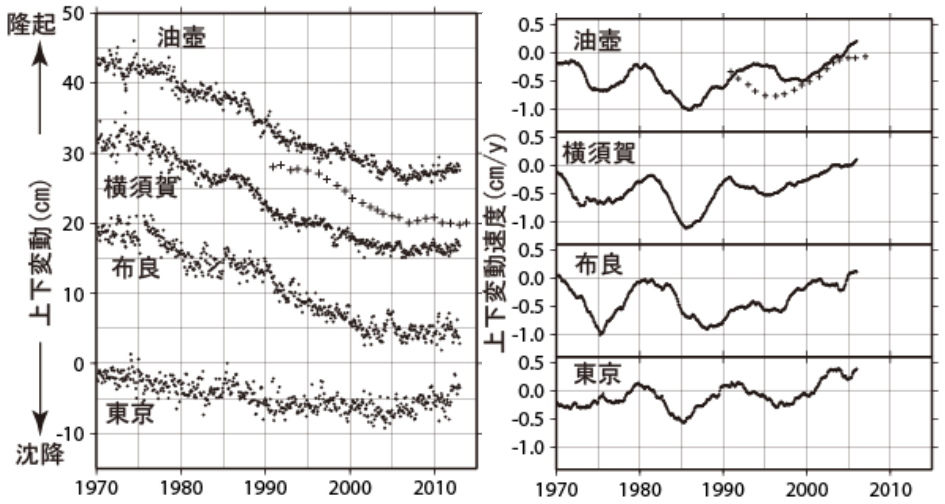
1923 年関東地震（M7.9）の 10 年ほど前から油壺験潮場の沈降速度が鈍化し、これが長期的前兆現象であったとする仮説が提唱されている（Tsumura, 1971 ; Kakimi et al., 1977 ; Ohnaka, 1984）。また、摩擦構成則に基づく数値シミュレーションによって、本震の数年前から沈降速度が鈍化する現象が再現されている（Kato and Hirasawa, 1999）。しかし、この現象が起きた後、必ず本震が発生するかどうかは未だに検証されていないと言っていいだろう。本研究では、最近の油壺験潮場で 1923 年関東地震前と類似の変動が観測されていることを指摘し、上記仮説を検証するための一具体例としたい。

2. データ

海岸昇降検知センター（2013）は、加藤・津村（1979）の解析法によって月平均潮位記録を処理し、「潮位観測から推定された地盤変動」として結果を公表している。本研究では、この公表された結果をそのまま使用した。

3. 結果

左図は、海岸昇降検知センター（2013）にて公表している 4 か所の験潮場（油壺，横須賀，布良，東京）の 1970 年 1 月から 2012 年 12 月までの月平均上下変動データである。2005 年頃より、沈降速度がほぼゼロまたは緩やかな隆起に転向しているのが分かる。その変化は 2012 年 12 月現在、2005 年以前の状態に回復していない。右図は幅 7 年の時間窓を 1 か月毎移動させて計算した平均変動速度である。沈降速度は 10 年程度の周期で、4 か所が同期して遅速を繰り返しているように見えるが、東京以外では、2005 年以前は隆起に転じることは一度もなかった。しかし、2005 年以降は全点において隆起に転じている。右図のグラフの最右端のデータは、時間窓 2005 年 12 月から 2012 年 12 月までの間の平均速度であり以下のような値となる。油壺+2.1mm/y、横須賀+1.2mm/y、布良+1.1mm/y、東京+3.8mm/y。また、1923 年関東地震前の記録と比較すると、油壺や横須賀の変動とよく似ていることが分かる。



左図．1970 年 1 月から 2012 年 12 月までの上下変動。＋印は 1897 年から 1920 年までの油壺験潮場における年平均値で、1911 年と 2005 年が一致するように時間軸をずらして表示した。

右図．幅 7 年の時間窓を 1 か月毎移動させて、時間窓内の上下変動を直線で近似し平均速度を計算した。計算には、左図のデータを用いた。正値は隆起を、負値は沈降を表す。＋印は左図同様、1923 年関東地震前の油壺験潮場の観測値である。

髙橋浩晃

地球物理学的観測によるアジア北東地域のテクトニクスモデルの刷新

髙橋浩晃・一柳昌義・山口照寛・谷岡勇市郎
吉澤和範・蓬田清（地球惑星ダイナミクス）

今年度から 5 年計画で、科学研究費補助金の交付を受けて、ロシア極東部のテクトニクスに関する研究を実施する。特に、2011 年東北地方太平洋沖地震が引き起こした地殻変動の空間的および時間的変化を日本列島からアジア北東地域にかけての広域的な GPS 観測網にとらえることと、広帯域地震観測網の波形データを用いることで、当該地域の上部マントルの粘弾性構造を明らかにし、数千年におよぶ変形特性を明らかにすることを目指す。また、特にウラジオストク周辺部の詳細な地殻変動については、日本学術振興会二国間交流事業による GPS 観測による日本海下粘弾性構造推定とアジア北東地域のテクトニクスの解明において実施することとしている。本年度は、ロシア極東連邦大学の Nikolay Shestakov、ロシア科学アカデミー応用数学研究所 Mikhail Gerasimenko とウラジオストク周辺で GPS 観測を 7 月に実施した。粘弾性構造に関する研究は地球惑星科学連合大会で発表した。また、本年 5 月 24 オホーツク海で発生した観測史上最大の深発地震（Mw8.3）に関する研究発表を日本測地学会講演会で行った。

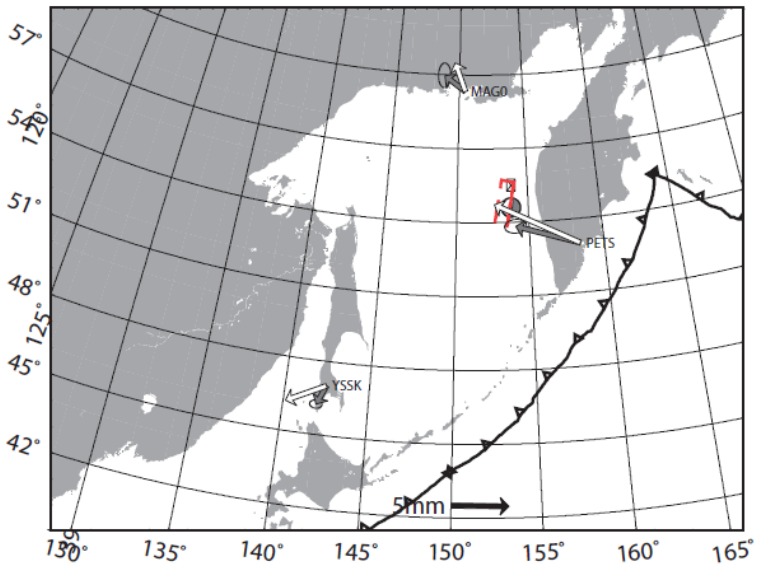
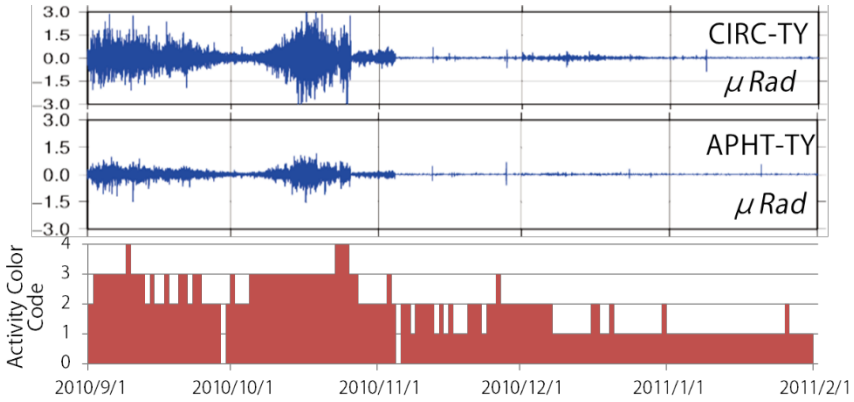


図 1　2013 年 5 月 24 日の巨大深発地震（Mw8.3）による地殻変動

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

髙橋浩晃・青山裕・中川光弘（地球惑星システム）

カムチャツカ・クルチェフスコイ火山での調査観測から噴火機構の解明を目指す科学研究費補助金による研究である。本年度も現地観測を実施し 4 か所の傾斜計のメンテナンスを実施することができた。また、データ解析も併せて実施し、連続記録のフィルタリング処理から周期 10-15 分の極長周期の傾斜振動をとらえることに成功した。この変動は振動軌跡が山体方向を向くことからマグマの動きを反映した運動と考えられる。また、ストロンボリ噴火の収束とともに信号が消えることから、噴火活動と密接に関連した信号である可能性が示唆された。これらの結果を IAVCEI および日本火山学会講演会で発表した。



図．長期傾斜計記録のフィルタリング波形と航空機カラーコード

相対重力計 CG-5 の検定

髙橋浩晃・山口照寛・重藤廸子

Scintrex 社の CG-5 相対重力計を整備した。重力計は固体ごとにバネ定数の違いやその応答特性が異なることから、絶対重力測定値がある基準重力点を用いた検定を行うことが望ましい。絶対重力測定がある国土地理院新十津川 VLBI 施設・帯広畜産大学・国土地理院本院および一等重力点がある北大理学部本館・帯広測候所、高低差が大きく重力差が見込まれる北大と手稲山間での検定測定を実施した。基準重力点間での測定では 10-4 での一致が見られ、相対重力計として一般的な精度を有していることが確認された。また、数時間の連続観測では非線形な挙動も見られることから、その時間的な安定性については更なる検討が必要である。

山田卓司

震源の移動と低応力降下量が示唆する

2012 年丹沢山地クラスター地震活動の原因

山田卓司（北大）・行竹洋平（神奈川温地研）
寺川寿子（名大）・新井隆太（JAMSTEC）

1. はじめに

2012 年 1 月 28 日から 2 月にかけて、富士山北東の丹沢山地下の北緯 35.5 度、東経 139.0 度、深さ 20km 付近において、クラスター地震活動が見られた。気象庁の一元化震源によると、最初の地震発生から 50 時間のあいだに、M2 以上の地震が 76 個発生しており、このうち M4 以上のものは 5 個で、最大のものは M5.4 であった。また、その 5 地震のうち 4 地震は北西-南東方向に圧縮軸を持つ逆断層型である。本研究ではこのクラスター地震活動の特徴と原因を調べるため、北緯 35～36 度、東経 138.5～139.5 度、深さ 30km 以浅の範囲の地震の震源再決定を行った。また、2000 年 1 月以降に起きた M3.5 以上の 17 地震について、応力降下量の解析を行った。

2. 震源再決定

Yukutake et al.（2012）と同様に、P,S 波の立ち上がり部分の波形相関を用いて到達時間差を客観的に読み取り、hypoDD（Waldhauser and Ellsworth, 2000）を用いて震源の相対位置を詳細に解析した。その結果、クラスター活動の最初の地震から拡散するように地震活動が起きていたことが明らかとなった（図 a）。特に活動初期において、放物線状に震源距離が離れていっていることがわかる。なお、数値シミュレーションから、この震源移動が見かけのものである可能性は低いことがわかっている。

3. 応力降下量解析

次に、Yamada et al.（2010）の手法を用いて応力降下量の解析を行った。まず M3.0～3.2 の地震の観測波形を用いて、経験的グリーン関数を計算した。次に、解析対象の地震の観測波形スペクトルを経験的グリーン関数のスペクトルでデコンボリューションし、震源スペクトルがオメガ 2 乗モデルに従うとの仮定のもと、解析対象地震のコーナー周波数を求めた。最後に、断層面が円形であると仮定して、Madariaga（1976）のモデルを用いてコーナー周波数から応力降下量を計算した。その結果、今回のクラスター活動の地震は、同地域で他期間に起きた地震に比べ、応力降下量が 1 桁程度小さかったことが明らかになった（図 b）。

4. 結果および考察

解析したクラスター地震活動は、震源拡散と小応力降下量という特徴があることがわかった。この結果を説明する一つのモデルは、流体によって pore pressure が上昇することである。放物線状の震源移動と小応力降下量はともに、流体の関与と調和的である。また、観測された震源の移動速度は、過去の水圧破砕実験（Shapiro et al., 1997）や注水実験（Tadokoro et al., 2000）における震源移動速度より速いが、流体の関与が指摘されている深部低周波微動の移動速度（Ide et al., 2010）とほぼ同等である。流体以外では、破壊伝播速度の違いや、剛性率の変化がクラスター活動の原因であった可能性がある。しかし、それらが活動の原因であると仮定すると、解析結果を定量的に説明することは難しい。以上より、2012 年のクラスター活動は流体が密接に関与していることが強く示唆される。

謝辞：本研究では、防災科研 Hi-net の波形データ、気象庁の一元化震源および P,S の検測値を使わせていただきました。記して感謝いたします。

S コーダ波を用いた応力降下量の解析：北海道南東沖を対象として

齋藤悠，山田卓司

1. はじめに

北海道南東沖では、太平洋プレートがオホーツクプレートの下へ北西向きに沈み込んでおり、プレート境界でくり返し大地震が発生している。例えば、2003 年 9 月 26 日に北海道の南東に位置する十勝沖で Mw8.0 の地震（以下、2003 年本震）が発生したが、この地震は 1952 年十勝沖地震の震源域の深部半分がすべったことが明らかになっている（Yamanaka and Kikuchi, 2003）。また、2003 年本震後には、本震でのすべりを囲むような顕著な余効すべりが観測されたことも報告されている（Miyazaki et al., 2004）。このことは、太平洋プレートの沈み込み境界面における強度・応力・摩擦特性に空間的不均質性があることを示唆している。一方、先行研究により、大地震の大すべり域では恒常的に強度と動摩擦応力の差が大きく、小地震の応力降下量の解析により、大すべり域を事前に予測できる可能性が示唆されている（例えば、Allmann and Shearer, 2007., Yamada et al., 2010）。

本研究では、北海道南東沖の太平洋プレートの沈み込み境界面の強度と動摩擦応力差の不均質性の空間分布を明らかにすることを目的として、北海道南東沖で発生した 150 個の地震の応力降下量を解析した。

2. データおよび解析手法

本研究では、2002 年 6 月から 2010 年 12 月までに北海道南東沖（緯度 40.5°N から 43.5°N、経度 141.0°E から 146.5°E）で発生した 4.0≦M≦5.0 の 150 地震の応力降下量を解析した。具体的な解析は、以下の手順で行った。（1）3.0≦M≦3.2 の小地震のうち、解析対称の地震に最も近い地震の波形を経験的グリーン関数（EGF）とする。そして、解析対象の地震と EGF として用いる地震それぞれについて、S 波到達から 4.00 秒～9.11 秒後の S コーダ波部分のスペクトルを求めた。この操作により、観測波形に含まれる伝播の効果や観測点の特性をキャンセルし、解析対象の地震と EFG との震源スペクトル比を取り出すことができる。（2）次に、震源スペクトルが Boatwright（1978）のオメガ 2 乗モデルに従うと仮定して、スペクトル比からコーナー周波数を求めた。さらに、Madariaga（1976）の円形断層モデルを用いて、コーナー周波数から応力降下量を推定した。

3. 結果および今後の課題

解析の結果、中規模地震の応力降下量は 1 から 10MPa と求められ、過去の研究結果と調和的である。また、その空間分布を検討すると、（1）2003 年十勝沖地震および 2004 年釧路沖地震の震源域でおきた中規模地震は大きな応力降下量を持っているが、2003 年十勝沖地震の余効変動域の中規模地震の応力降下量が小さいこと、（2）1973 年根室沖地震の震源域では、浅部でおきた中規模地震は応力降下量が大きいのに対し、深部の中規模地震は応力降下量が小さいことが明らかとなった。この結果は、応力降下量の解析により太平洋プレート面上の摩擦特性の空間的不均質性を把握できることを示しており、将来の大地震大すべり域の事前推定の可能性を示唆している。

アスペリティと応力降下量の関係：2007 年能登半島地震の場合

浦野　駿・平松良浩・山田卓司・2007 年能登半島地震合同余震観測グループ

1. はじめに

プレート境界面や断層面でのアスペリティの位置を精度良く知ることは、その断層での地震の発生の長期的予測の精度向上につながることが期待される。2007 年能登半島地震（M_{JMA}6.9）の震源領域ではアスペリティの存在が報告され（Horikawa, 2008）、またアスペリティ領域で多数の余震が発生していることが報告されている（Hiramatsu et al. 2011）。本研究では 2007 年能登半島地震の震源領域で発生した余震の静的応力降下量の推定を行う。そして、アスペリティ領域内外での余震の静的応力降下量を比較し、余震の静的応力降下量とアスペリティの関係性について議論する。

2. データ・解析方法

2007 年能登半島地震合同余震観測グループによる余震データ（3 月 25 日 22 時 30 分～4 月 18 日 10 時 28 分）、1318 個を用いて解析を行う。同データは気象庁の一元化震源データのうち、マグニチュード 1.8 以上の地震について同グループにより再決定された地震である（酒井ほか, 2007）。

本研究では、断層の破壊過程や伝播経路が等しいと考えられる、震源が近く、波形が類似した地震同士を用い、deconvolution によって地震波形の経路伝播特性や計器特性を取り除く EGF 法（Empirical Green's Function 法、Ide et al., 2003）を用いる。そこで本研究では、林ほか（2009）や Hiramatsu et al.（2011）によって求められた相似地震グループを用いて解析を行なった。相似地震とは、同一場所において同一メカニズムで繰り返し発生する、波形の類似した地震のことである。相似地震グループ内でマグニチュードが 2.0 以上の地震の中で最も小さなものを EGF 地震とし、対象地震はマグニチュードが 2.5 以上の地震とした。対象地震の観測スペクトルを EGF 地震によって deconvolve することにより、経路伝播特性、計器特性を取り除いた速度振幅スペクトル比を得ることができる。この速度振幅スペクトル比と理論速度振幅スペクトル比（Boatwright, 1978）が最も良く一致するように、グリッドサーチにより、各震源パラメータ（コーナー周波数、放射パターンと地震モーメントの比）を求める。このコーナー周波数を用いて Madariaga（1976）の式に従い静的応力降下量を推定した。なお、波形のサンプリング周波数は 100～200Hz である。

3. 結果・考察

本研究で推定された静的応力降下量の平均値は 9.5±1.5（MPa）であった。この値は 2000 年鳥取県西部地震（伊藤ほか, 2005）や 2005 年福岡県西方沖地震（Iio et al., 2006）などの他の内陸地震の余震の静的応力降下量と整合的である。またコーナー周波数（f_c）と地震モーメント（M_o）の $M_o \propto f_c^{-3}$ のスケーリング関係に従っている。

震源断層上で発生した地震について、本研究で推定した静的応力降下量と断層面上のすべり量（Horikawa, 2008）を比較した（図１）。すべり量が 100cm 以上のアスペリティ領域での静的応力降下量平均値は 12±4.5（MPa）で、それ以外の領域での平均値は 5.7±0.7（MPa）であった。また余震の静的応力降下量とすべり量には正の相関がみられた（相関係数：0.6）。したがって、アスペリティ領域で発生する余震の静的応力降下量が大きい傾向があると結論できる。この結果は、Yamada et al.（2010）の結果と調和的である。

謝辞：本研究において 2007 年能登半島地震合同余震観測グループ、東京大学地震研究所、京都大学防災研究所、気象庁、防災科学技術研究所によって得られた地震波形データを使用させていただきました。記して感謝いたします。

津波堆積物から求めた北海道沖で発生した 17 世紀巨大地震の断層モデル

伊尾木圭衣 ・ 谷岡勇市郎

北海道東方沖では多くのプレート境界型地震が発生している。一方、有史以前の津波によるいくつもの津波堆積物が北海道東方沖で確認されている。これらの津波堆積物は、歴史地震による津波浸水域より、はるかに内陸にみられる。また、津波堆積物が発見された高さは、観測された歴史津波の高さよりはるかに高い。この巨大津波の繰り返し間隔は 400～600 年とされている。最も新しいイベントは 17 世紀初頭のものである。なぜならこのイベントによる津波堆積物は、1667 年樽前噴火による火山灰のすぐ直下で発見されているためである。この巨大津波は、十勝沖と根室沖を破壊した巨大地震により発生したものである。

本研究では、低地における津波堆積物確認場所と、沿岸付近の高地における津波堆積物が発見された高さを用いて、17 世紀巨大地震の断層モデルを求めた。有限差分法を用いて非線形長波近似式を解いた。計算された津波の浸水域と高さは、北海道太平洋沿岸東部の 12 か所において比較された。先行研究について、Satake et al.（2008）は 17 世紀巨大地震の断層モデルを求めた。この断層モデルは、津波堆積物確認場所と計算した津波の浸水域を比較し求められた。広範囲の津波浸水域を説明するには、プレート境界深部で大きな破壊域を持つ断層モデルが必要となった。さらに、沿岸付近の高い津波の高さを説明するには、海溝付近のプレート境界浅部でとても大きなすべりを持つ断層モデルが必要となる。よって海溝付近に断層モデルを付け足し、すべり量を変化させ、津波の浸水域と高さを計算した（図 1、表 1）。

その結果、内陸低地における津波堆積物確認場所は、プレート境界深部の大きな破壊による津波浸水域によって説明することができ、沿岸高地の津波堆積物が発見された高さは、海溝付近のプレート境界浅部の非常に大きなすべりによる津波によって説明することができた（図 2）。求められた断層モデルより、17 世紀巨大地震の地震モーメントは 1.7×10^{22} Nm（M_w 8.8）と計算された。また、2011 年東北地方太平洋沖地は、大きな破壊域を持ち、海溝付近のプレート境界浅部で非常に大きなすべりが発生した巨大地震であった。北海道東方沖で発生した 17 世紀巨大地震は、2011 年東北地方太平洋沖地震と同じタイプの地震であったと考えられる。

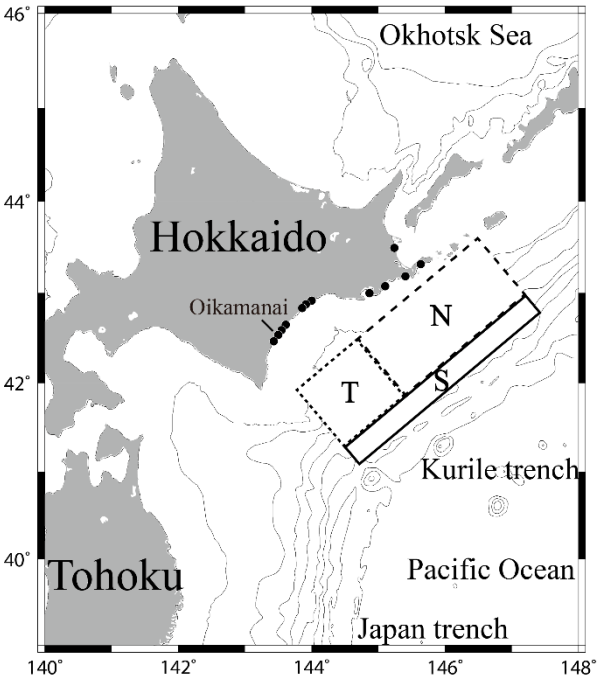


図 1

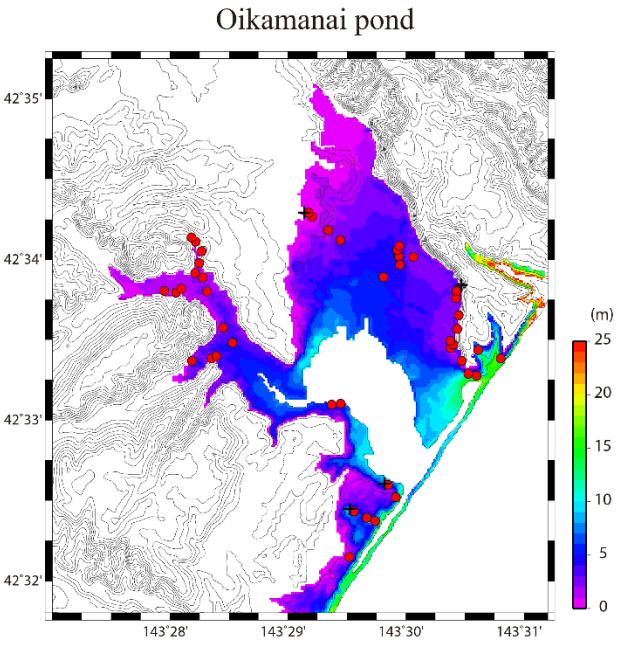


図 2

図 1　　北海道東方沖で発生した 17 世紀巨大地震の断層モデル.
黒丸は津波浸水域を計算した 12 地点を示す.

図 2　　生花苗沼における計算された津波浸水域.
赤丸は津波堆積物が発見された場所を示す（Nanayama, 2002）.

fault model	length (km)	width (km)	slip (m)
T	100	100	10
N	200	100	5
S	300	30	25

表 1　　北海道東方沖で発生した 17 世紀巨大地震の断層モデルパラメター

○海底地震研究分野

村井芳夫

根室沖での海底地震観測から得られた地震活動とコーダ Q^{-1}

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），
金田義行（海洋研究開発機構）

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、1973 年根室半島沖地震（*M*7.4）の本震時にすべりの大きかった領域（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 月から平成 24 年 5 月まで観測を行った。平成 25 年度は、平成 22 年 6 月と平成 23 年 7 月に回収されたデータを用いて震源決定を行った。得られた震央分布を図 1 に示す。観測期間中、根室半島沖アスペリティでは活動が静穏であり、地震は主に水深が 2000m より浅い陸寄りの海域で発生している。観測網周辺の地震は、震源の深さが気象庁一元化震源より浅く決まっていて、主にプレート境界と上盤側で発生している。

また、平成 21 年 6 月に回収された観測点近傍の地震波形を用いて、コーダ Q（Q_c）の推定を行った。解析では、震央距離 20km 以内、深さ 30km 以浅の地震の 3 成分それぞれの波形をバンドパス・フィルター（中心周波数、4、6、8、12、16、24、32Hz、バンド幅、2、3、4、6、8、12、16Hz）に通し、Takahara and Yomogida (1992) の方法を用いて Q_cを求めた。解析区間は直達 S 波の走時の 2 倍から、振幅がノイズレベルの 2 倍になるまでとした。地震活動が静穏であったため 10 個以上の地震波形から Q_cを求めることができた観測点は NM.S01、S02 の 2 点だけだった。得られた Q_c^{-1}の周波数依存性を図 2 に示す。それぞれの点は平均値で、エラー・バーは標準偏差を表す。3 成分それぞれの波形から推定された Q_c^{-1}はエラー・バーの範囲で同様の値が得られた（水平動は互いに直交する 2 成分）。

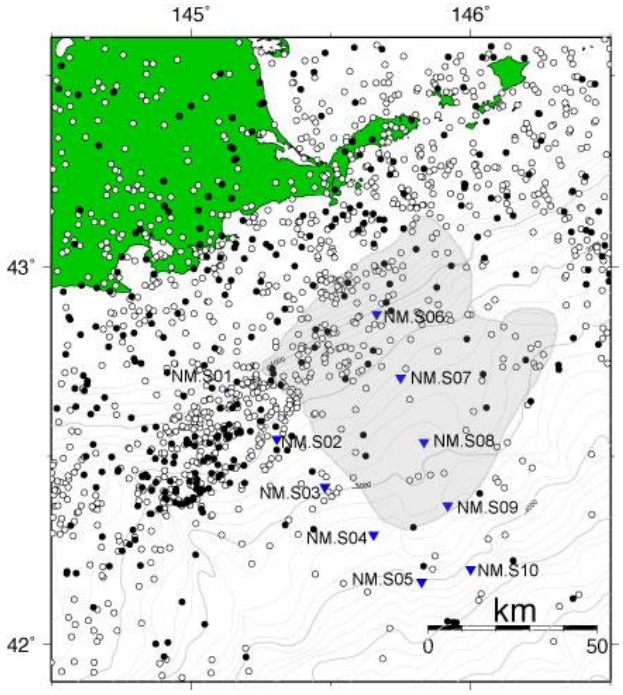


図 1　観測点分布（三角）と 2009 年 7 月 1 日から 2010 年 8 月 31 日までの震央分布。2009 年 7 月 1 日から 2010 年 4 月 30 日までを白丸で、2010 年 6 月 7 日から 8 月 31 日までを黒丸でそれぞれ示す。灰色の領域は 1973 年根室半島沖地震の破壊域（Yamanaka and Kikuchi, 2002）。数台の海底地震計が回収できなかったため、白丸の地震の震源決定では NM.S05、S10 の 2 点、黒丸の地震では NM.S05、S06、S10 の 3 点のデータがそれぞれ使用できなかった。

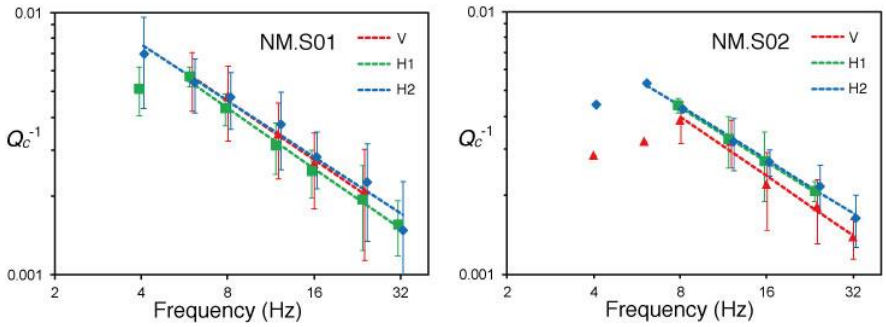
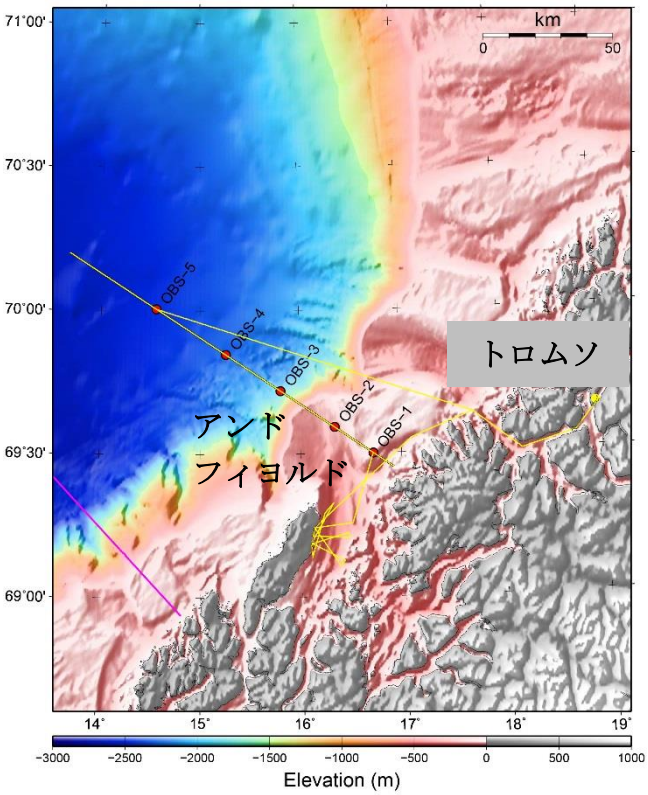


図 2　観測点 NM.S01、S02 の地震波形から求められた Q_c^{-1} の周波数依存性。

ノルウェー・トロムソ沖における地下構造探査

村井芳夫，Asbjørn Breivik・Abhishek Kumar Rai（ノルウェー・オスロ大学）

北海道大学地震火山研究観測センター（旧海底地震観測施設）では、1987 年以来北大西洋で海底地震観測を行ってきた。大陸が分裂して現在のノルウェーとグリーンランドに分かれたテクトニクスを明らかにするため、海陸境界領域の地下構造を調べることが目的である。2013 年には図のノルウェー・トロムソ沖の海域で、エアガンと海底地震計を用いた地下構造探査を行った。図の黄色い線は予定していた船の航路を示す。観測では、北海道大学とノルウェー・ベルゲン大学の海底地震計 5 台を設置し、ノルウェー・海洋研究所所有の観測船「ホーコン・モスビー」を用いてエアガンを発振した。エアガン発振終了後には、すべての海底地震計の回収に成功した。海底地震計測線で観測を行った後、沿岸のアンドフィヨルドでもエアガンを発振する予定だったが、漁業者との交渉が間に合わず、今回は観測を行うことができなかったため、海底地震計回収後には計画を縮小し、そのままトロムソに帰港することになった。



平塚晋也

南千島弧の前弧スリバーの運動に伴う小地震のメカニズム解の分布

平塚晋也，菅原　宗（(株) 地球科学総合研究所），佐藤魂夫（弘前大学理工学研究科），
今西和俊（産業技術総合研究所）

1.はじめに

北海道の太平洋沖では，千島海溝に対して太平洋プレートが斜めに沈み込んでおり，それに伴い，南千島弧の前弧スリバーは南西方向に移動し，日高山脈において東北日本弧と衝突していると考えられている(Kimura, 1981, 1986)．本研究では，防災科学技術研究所(NIED)の広帯域地震観測網(F-net)によってメカニズム解の決定がなされていない小地震(2.0≦M≦3.5)を対象に，独自にメカニズム解の決定を行い，南千島弧の前弧スリバーの西進運動に伴って発生したと考えられる地震に関して，より細かなメカニズム解の分布の特徴を調べた．

なお，本研究は，弘前大学理工学研究科の佐藤教授の指導の下，菅原が 2010 年度の修士論文研究として行った内容を平塚が引き継いで実施したものである．

2.データおよび震源再決定

解析の対象とする地震は，2002 年 6 月から 2006 年 12 月末までの期間に北海道東部の火山フロントに沿った前弧スリバーの横ずれ境界付近および日高山脈に沿った東北日本弧との衝突境界付近に発生した深さ 50km 以浅の地震とした．本研究では，これらの地震のイベント波形データを防災科学技術研究所(NIED)の高感度地震観測網(Hi-net)のホームページからダウンロードし，解析に使用した．震源再決定は P 波速度構造に JMA2001 速度構造モデルを用い，震源決定プログラム hypomh を利用して行った．より具体的には，まず，通常の震源決定を行った後，観測点ごとに走時残差の平均値を計算し観測点補正値を求めた．次に，この観測点補正値を導入し，再度震源決定を行うという作業を複数回繰り返した．ここでは，走時残差の二乗平均平方根(RMS)の値に大きな変化が見られなくなった 3 回目の結果を最終的な震源とした．

3.メカニズム解の決定

メカニズム解の決定には，今西・他(2006)による方法を用いた．この方法の概要は以下の通りである．(1)上下動成分の波形から P 波の変位スペクトル，transverse 成分の波形から S 波の変位スペクトルを計算する．(2)変位スペクトルに ω^2 モデルを当てはめ，変位スペクトルの低周波側のスペクトルレベルを観測振幅値とする．(3)走向，傾斜角，すべり角を 5°刻みで変化させ，単位地震モーメント当たりの理論振幅値を計算する．また，観測振幅値を理論振幅値で割った値の対数平均から地震モーメントを計算する．(4)走向，傾斜角，すべり角のグリッドサーチを行い，観測振幅値と理論振幅値との差が最小になるようなメカニズム解を求める．(5)メカニズム解から計算される観測振幅値と理論振幅値の比を計算し，これを観測点ごとに対数平均する（観測点補正値）．(6)観測点補正値を用いて観測振幅値を補正し，(3)と(4)の手順を再び行い，メカニズム解を再決定する．また，地震モーメントの再計算を行う．

4.メカニズム解の分布

Frohlich (1992)に従い，P 軸，B 軸，および T 軸のプランジ角をもとに，メカニズム解を横ずれ型，正断層型，逆断層型，およびその他の型の異なる 4 種類に分類し，それらの分布の特徴を詳しく調べた．それによれば，北海道東部の火山フロントに沿った前弧スリバーの横ずれ境界付近においては，P 軸が西北西 - 東南東，T 軸が北北東 - 南南西を向く地震が卓越し，前弧スリバーの西進運動に調和的である．しかし，それらの地震の中には横ずれ型の地震のみならず，正断層型，逆断層型，およびその他の型の地震も少なからず存在しており，火山フロントに沿った鉛直な右横ずれ断層の存在を考えるだけでは，それらの地震の分布を説明することは難しい．日高山脈に沿った東北日本弧との衝突境界付近においては，P 軸が海溝にほぼ平行な方向を向く地震が卓越する．1982 年浦河沖地震(M7.1)の余震域とその周辺においては，メカニズム解の分布の特徴に深さ変化が見られる．より具体的には，浦河沖地震の本震断層面より浅部側においては，逆断層型の地震が卓越するのに対し，深部側においては逆断層型の地震に加え，横ずれ型およびその他の地震が複雑に入り混じって分布する．

2011 年東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)に先行する長期的地震活動の特徴

佐藤魂夫（弘前大学理工学研究科），平塚晋也，James Mori（京都大学防災研究所）

1.はじめに

2011 年 3 月 11 日，宮城県沖の海溝に近い浅部プレート境界において，日本の観測史上最大の規模となる 2011 年東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)（以下，東北沖地震）が発生した．その後間もなく，地震波や陸上の GPS 観測による地殻変動のデータを用いて地震時のすべり分布の推定がなされ，すべり量は平均で 40m，最大で 60～80m にも及ぶとの結果が出された. この地域の太平洋プレートの沈み込み速度を 8cm/y とすると，この最大すべり量は，おおよそ 1000 年もの間に蓄積されるすべり欠損量に相当する．東北沖地震の 2 日前の 2011 年 3 月 9 日には，本震の震央のすぐ北側で M7.3 の前震と考えられる地震が発生している（以下では，本震は東北沖地震をさす）．この前震の震源域においては，1981 年 1 月にも M7.0 の大地震が発生しているが，その時には東北沖地震のような M9 クラスの超巨大地震の発生には至らなかった．1981 年 1 月から 2011 年 3 月までの約 30 年という時間は，前述の 1000 年という時間に比べれば，無視できるほどに短い．このため，なぜ 1981 年の地震時には，M9 クラスの超巨大地震の発生には至らなかったのか，という疑問が生じる．本研究では，東北沖地震のすべり分布と照らし合わせながら，この超巨大地震の発生に至る過去 90 年間の地震活動の時空間変化の特徴を詳しく調査した．

2.東北沖地震のすべり分布の推定

本研究では，まず，陸上の GPS 観測による地殻変動のデータに加え，海上保安庁および東北大学の運用していた海底地殻変動の観測点のデータを合わせて用いて，東北沖地震のすべり分布の推定を行った．それによれば，地震時に 20m 以上のすべりが生じたと考えられる領域（以下，大すべり域と呼ぶ）は，南北に並ぶ 2 つの領域に分かれ，

その間に比較的すべり量の小さな領域が存在する．北側の大すべり域は，海溝に隣接し，中心部では 60m 以上のすべりが生じたと推定される．南側の大すべり域は，本震の震央の南東側 40km，海溝からは 70km 陸寄りに位置し，中心部は，北側の大すべり域と同様，60m 以上のすべり量を示す．

3.過去の地震活動

気象庁の一元化震源カタログを用いた，M6 以上の地震の分布と前述のすべり分布との比較によれば，大すべり域の周辺にはいくつか地震活動の活発な領域が存在する．第 1 の領域は，南側の大すべり域の西側に位置し，沈み込む太平洋プレート上面の深さ 30km と 50km の等深度線に挟まれた領域である．以下では，この領域のことを「深部地震活動帯」と呼ぶ．1936 年の宮城県沖地震(M7.4)および 1978 年宮城県沖地震(M7.4)は，この領域内に位置する．第 2 の領域は，北側の大すべり域の西側に位置し，沈み込む太平洋プレート上面の深さ 10km と 20km の等深度線に挟まれた領域である．以下では，この領域のことを「浅部地震活動帯」と呼ぶ．前述の 1981 年 1 月の M7.0 の地震および本震の 2 日前に発生した M7.3 の前震は，この領域内に位置する．第 3 の領域は，第 1 の領域および第 2 の領域ほど明瞭に認められるものではないが，南側の大すべり域を東西に二分し，沈み込む太平洋プレート上面の深さ 20km の等深度線上に位置する．以下では，この領域のことを「中部地震活動帯」と呼ぶ．本震の震央および後述の 2003 年 10 月の M6.8 の地震は，この領域内に位置する．過去 90 年間の地震活動に見られる特徴は，大まかに以下のようにまとめられる．(1)浅部地震活動帯で地震が起こる際には，深部地震活動帯においてそれに先立つ活動が生じている．(2)浅部地震活動帯で起こる活動は，北側から南側へと震源が移動する傾向がある．なお，前震から本震の発生に至る地震活動の時空間変化を調べた研究によれば，北側から南側へと震源の移動が生じたとされており，過去にもそれと同様の現象が起きていたことが示唆される．(3)中部地震活動帯で 2003 年 10 月に M6.8 の地震が発生し，その後，南側の大すべり域の南縁に沿って地震活動が生じた．それらの一連の活動に伴い，南側の大すべり域の固着強度が大幅に低下した結果，1981 年 1 月の時点では不可能であった南側の大すべり域の破壊が東北沖地震の本震発生時に可能になったと推定される．(4)2008 年および 2010 年に福島県沖において，それぞれ M6.9 と M6.7 の地震活動が生じたことや，それらの地震に伴う余効すべりにより，その領域のプレート境界面の固着強度が低下し，東北沖地震の本震発生時に破壊が南側へと進展することを可能にしたと考えられる．

参考文献

Sato, T., S. Hiratsuka, and J. Mori, 2013, Precursory seismic activity surrounding the high-slip patches of the 2011 Mw9.0 Tohoku-oki earthquake, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 103, No.6, pp. 3104-3114.

○火山活動研究分野

村上　亮

平成 25 年度（2013 年度）中に実施した研究テーマ

平成 25 年度は、主として、2013 年夏の樽前山の膨張性地殻変動に関する研究を指導学生（修士課程 2 年、小四郎丸拓馬）と共同で実施した。

2013 年樽前山近傍の地震活動に先行した
地殻変動の圧力源モデルに関する研究

樽前山は北海道の南西部に位置する標高 1,041m の活火山である。歴史時代には、1667 年と 1739 年に大規模なプリニー式噴火が発生した。また、1909 年噴火では、山頂に溶岩ドームを形成する噴火を起こしており、本格的なマグマ噴火を頻繁に繰り返している。

しかし、近年の火山活動は、噴気や浅部の火山性地震活動に限られていて、概ね低調である。気象庁などの GPS 繰り返し観測では、溶岩ドーム付近で変動が見いだされているが、推定された力源は比較的浅部に位置している。一方、国土地理院や気象庁が実施しているやや広域の GPS 連続観測では、顕著な地殻変動は検出されておらず、樽前山深部の火山性活動に関連すると考えられる地殻変動は確認されてこなかった。

2013 年 7 月上旬頃から、従来は顕著な地震活動が無かった山頂ドームの西方 2km の深さ約 3-5km の領域において、活発な地震活動が始まったが、それに先立ち地殻変動が進行していたことが、傾斜及び歪変化が樽前山周辺の複数の連続地殻変動観測点の記録から確認された。変化の大きさは、およそ 1μrad ないし μstrain のレベルであった。複数の観測点に同期して現れており、その出現期間には、顕著な降雨及び遠地地震は発生しておらず、それらの影響の可能性が低いことから、地下の力源の何らかの活動に起因する可能性が高い。地殻変動は 7 月中旬までに集中して発生しており、それ以降は、2014 年 2 月時点に至るまで、認められていない。

地殻変動は球状圧力源及びシルを仮定して、グリッドサーチを試みた。山頂ドームの北北西方向の深さ 4.2km（海抜）に体積変化量 3.4×105 ㎥の膨張性球状圧力源が最も良く観測値を説明する。力源の位置は、2013 年 7 月頃より増加した地震活動の震源域のやや東方である。

力源の位置や活動時期が地震活動のそれらと近接しているため地殻変動と地震活動の間には何らかの関連性があると考えられるが、地質構造など他の関連データも含めた総合的な解析が必要である。

橋本武志

自律飛行無人ヘリコプターを利用した樽前山の空中磁気測量（その３）

橋本武志・小山崇夫・金子隆之・大湊隆雄（東大震研）・柳澤孝寿（海洋研究開発機構）・
吉本充宏（北大理）・鈴木英一（北大工、北海道河川財団）

我々は、北海道開発局との共同で、噴火時の初動対応を念頭に置いた無人ヘリコプターによる火山観測の実地試験を 2011 年度から始めている。2013 年度は、樽前山における 3 回目の空中磁気測量を 9 月 15-17 日に実施した。

3 回の磁気測量の飛行航跡を比較すると、概ね 10 m 以内の位置精度で航跡が反復できていることが確認された。また、空中での磁場傾度はほぼ±1nT 以内であることから、10nT を超える時間変化成分があれば十分検出できることがわかった。過去の測量航跡のうち最も近い測定点同士でペアを作り単純差を求める手法により、系統的な変化パターンを検出することに成功した。得られた変化パターンは、地表における反復測量の結果ら空中で期待される磁場変化とよく一致し、この手法が有効であることが示された。

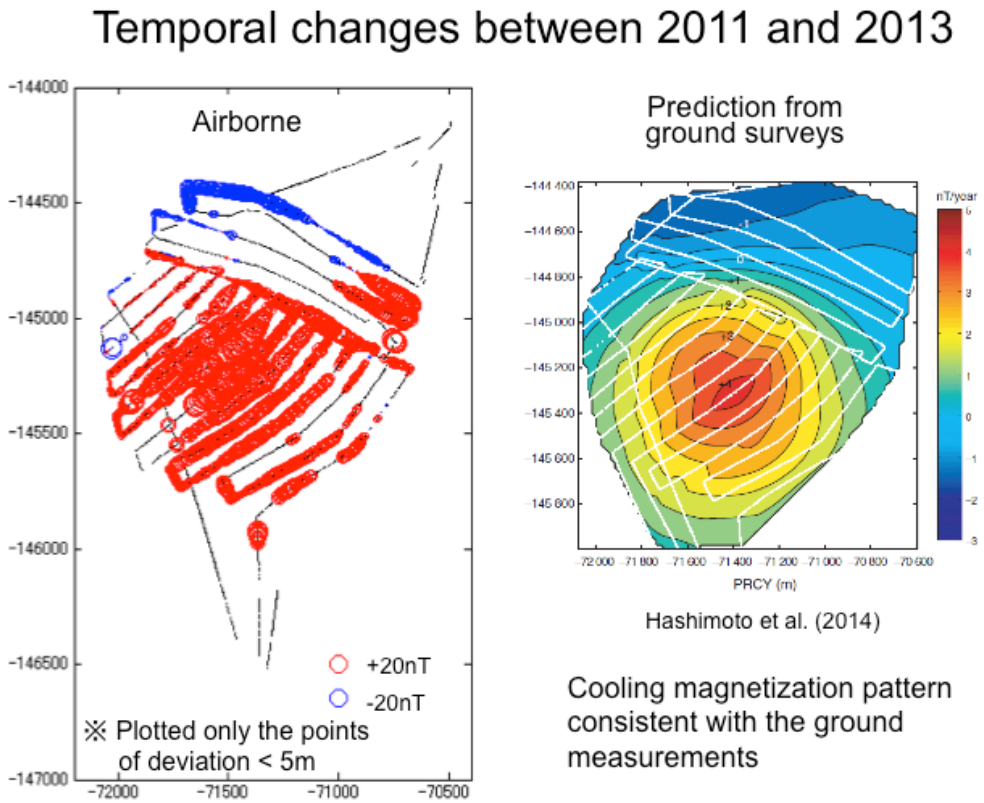


図 1　2011 年と 2013 年の空中磁気測量の比較から得られた時間変化成分（左）．右図は、地上の反復測量から期待される全磁力変化の空中投影（年率値）．

青山　裕

インドネシア・スラウェシ島北部
ロコン火山におけるブルカノ式噴火の観測研究

青山　裕・山田大志、西村太志（東北大理）、井口正人・中道治久（京大防災研）、
八木原寛（鹿大理）、及川　純（東大震研）

ブルカノ式噴火の発生過程について理解を深め、桜島や浅間山など研究が進んでいる火山との比較研究を行うため、2012 年度 9 月より今年度 9 月までのおよそ 1 年間にわたり、インドネシア・スラウェシ島北部にあるロコン火山にて広帯域地震計・傾斜計・空振計を用いた臨時観測を実施した。この調査研究は、2009 年度から 2013 年度に実施された「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の一部として、全国の共同研究として進められた。

観測点の選定および機器の設置作業は、2012 年 9 月中旬に約 10 日間をかけて行い、広帯域地震計 Nanometrics Trillium 40 を 4 点、孔井型傾斜計 Pinnacle Denali を 1 点設置した。その後、2013 年 2 月、5 月にデータ回収と点検を兼ねて現地を訪問し、2 月には空振計白山工業 SI-102 を 1 点、5 月には広帯域地震計を 1 点と空振計をもう 1 点追加した。およそ 1 年間にわたる観測で 50 回ほどのブルカノ式噴火を捉えることができたため、当初の予定通り 2013 年 9 月に全ての観測機材を撤収し日本へ持ち帰った。

観測された爆発地震の初動部は、桜島や浅間山で報告されているのと同様に全観測点で「押し」となる極性を持ち、その後に大きな振幅の「引き」の相が表れる。振動軌跡の解析から、これらの相は火口の下で放射された P 波的な振動であると考えられる。地表での爆発（物質放出）に伴う空振の到着時間と P 波初動の到着時間を比較から、P 波初動の励起は地表での物質放出に 1 秒ほど先行している可能性が高いことが確認された。これも桜島での先行研究で報告されているブルカノ式噴火の特徴と類似している。傾斜計については、噴火の前兆となる山体膨張の検知を期待して設置したものの、火口からの距離が遠いため有意な信号を検出できなかった。

現在は S/N の良いイベントについて波形の特徴を整理し、初動部に特徴的な「引き」相のメカニズムについて、波形解析を進めている。研究の途中経過は 2013 年 7 月に鹿児島で開かれた IAVCEI で山田より報告した。

最後に、京大防災研分担者による事前調整のおかげで、現地においては Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation のスタッフに多大なるご協力をいただいた。ここに記して感謝いたします。

樽前山北西麓における群発地震活動の研究

青山　裕

2013 年 7 月より、樽前山北西麓の支寒内付近を活動の中心とする激しい群発地震活動が始まった。群発地震活動に先行して、6 月 19 日頃から 7 月 5 日頃にかけて山体北側を中心としたような隆起変動が傾斜計で記録されたことから、地殻変動や地震活動と火山活動との関連が懸念された。

地震活動の震源域は、地殻変動の力源が推定されている領域よりもやや西側の深さ 3～5 km 付近で、北大が 2002 年度以降に樽前山の観測体制を強化して以来、顕著な地震活動が見られなかった領域である。7 月上旬より小規模な地震活動が始まり、7 月 22 日～23 日頃には発生頻度の極大を迎えた。7 月 26 日には M3.2 の地震が発生している。その後も活動度は高い状態で推移し、9 月 23 日には活動域の南端で M3.4 の地震があった。これらの地震の発震機構は北西−南東方向に圧縮軸を持つ逆断層型と推定され、樽前山周辺の GPS 基線長変化から想定される広域応力場と調和的である。

9 月以降は樽前山南西の社台台地方向へも震源域が拡がり、12 月 21 日には M4.3 の地震が発生した。年度末現在でも地震活動は継続しているが、樽前山の表面活動には顕著な変化は認められていない。

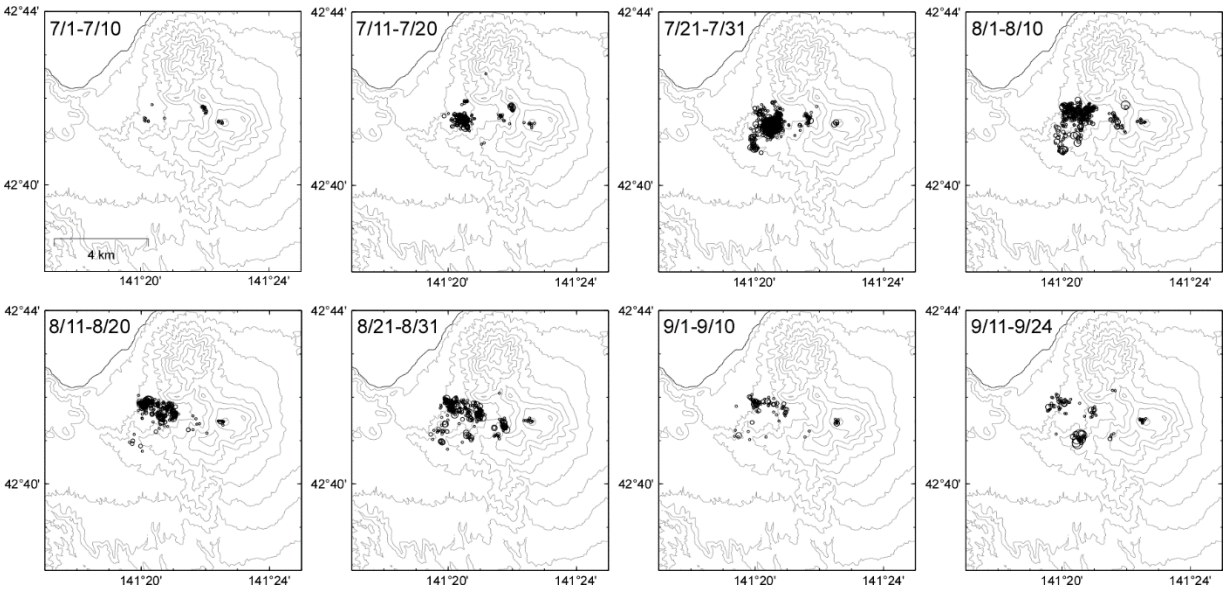


図 1. 2013 年 7 月から 9 月下旬の震源分布の変化

田中　良

Transition in eruption style during the 2011 eruptions of Shinmoe-dake, in the Kirishima volcanic group: Implications from a steady conduit flow model

Ryo Tanaka and Takeshi Hashimoto

Mount Shinmoe-dake, in the Kirishima volcanic group (in southern Kyushu, Japan), erupted in January 2011. The eruption style was initially phreatomagmatic, and then underwent a series of transitions from sub-plinian explosions to an extrusion of lava from the summit crater. The purpose of the present study is to investigate the cause of such changes in eruption styles, focusing on the conditions for the eruption to be non-explosive and for the lava effusion to cease. To examine the conditions in the conduit and magma chamber, a numerical code is devised, based on the one-dimensional steady flow model of Kozono and Koyaguchi (2010), who modeled a dome-forming eruption. We systematically search for a condition in which the magma would not be fragmented, but the initial volatile content in the magma chamber would remain constant and unchanged. We find that the high magma permeability and/or the high degree of lateral gas escape was needed for the eruption to be effusive, and we estimate the pressure decrement at the cessation of lava extrusion.

山田大志

インドネシア・ロコン火山のブルカノ式噴火の爆発初期過程の研究

山田大志・青山　裕・西村太志（東北大・理）・八木原寛（鹿大・理工）・及川 純（東大・地震研）・中道治久・井口正人（京大・防災研）・Muhamad Hendrasto・Yasa Suparman（Badan Geologi）

ブルカノ式噴火などの活動的火山における爆発現象のメカニズム解明のために、2012 年 9 月から 2013 年 9 月までインドネシア、スラウェシ島北部に位置するロコン火山において、広帯域地震観測、空振観測、地殻変動観測を行った。観測点の設営や維持に関してはロコン火山から約 5km の距離に位置する Kakaskasen Volcano Observatory の協力を得ながら、一年の観測期間の間に 50 回ほどのブルカノ式噴火に伴う地震動と空振を観測した。

観測されたブルカノ式噴火に伴う爆発地震の初動部分は全観測点で押しの極性を有しているが、直後により振幅の大きな引き相が続いている。この引き相に関して波動極性や理論波形を用いた解析を行い、火口の下約 1km の領域における円筒形の収縮で観測波形を説明できることを明らかにした。推定された震源時間関数やメカニズムは、桜島の爆発地震に関する同様の先行研究（Tameguri et al. 2002）で報告されている結果と調和的であり、推定された収縮の体積変化量と同時に観測された空振振幅の両者の関係は、ロコン火山の方が桜島での先行研究の結果と比べると正の相関が強い。桜島のブルカノ式噴火に伴う爆発地震の初動部分は、火口から深さ約 2km の領域で発生していると推定されていることから、この火口からの深さの違いが収縮と空振の相関関係に影響を与えているものと示唆される。

参考文献

Tameguri, T., M. Iguchi, and K. Ishihara (2002), Mechanism of explosive eruptions from moment tensor analyses of explosion earthquakes as Sakurajima volcano, Japan, *Bull. Volcanol. Soc. Jpn.* 47 (4), 197-215.

和田さやか

雌阿寒岳および十勝岳における広域繰り返しGPS観測

和田　さやか・森　済・奥山　哲

雌阿寒岳および十勝岳における地殻変動から地下のマグマの挙動を推測することを目的として、両地域における広域繰り返しGPS観測網の解析を行った。さらに、気象庁・国土地理院によるGNSS観測データも使用した。観測された地殻変動から広域変動のトレンドと大きな地震に伴う変動を除去し、火山性の変動を検出した。

雌阿寒岳おいては、2008-2009年に山体のやや東を中心とする膨張性の変動が示された。膨張性の変動はGEONET連続観測点阿寒2においても確認できた。2008年10月から2009年6月までの阿寒2における変動量は2cmほどであった。この変動はポンマチネシリ火口における全磁力変化と時間的に一致していた。2008年11月の小規模な水蒸気噴火に伴う浅部での変動は確認されていない（地質研報告書，2009）。2008-2009年で検出したこの変動はより深部にある圧力源の存在を示唆する。また、2010年以降に変動は確認されなかった。

一方、十勝岳においては十勝岳から同方向に位置する比較的近傍の4観測点で、変動量は小さいが同方向への変動が確認された。これらの観測点が火口から北西方向の狭い範囲に限定されるため、その原因については議論できない。他の観測点では誤差範囲を超える有意な変動は確認されなかった。

（謝辞）本研究においては、気象庁札幌管区気象台にGNSS観測データを提供していただきました。感謝致します。また、国土地理院の電子基準点GNSS連続観測データを使用させていただきました。

参考文献

石丸　聡・田村　慎・廣瀬　亘・村山泰司・岡崎紀俊・柴田智郎・中川光弘・吉本充宏・長谷川　健・上澤真平・西本潤平・小杉安由美・松本亜希子・馬場　彰・佐々木　寿・高橋浩晃・一柳昌義・山口照寛・河野裕希・本多　亮・笠原　稔（2009）：2008年11月に噴火した雌阿寒岳の調査報告．地質研究所報告，80，115-126

○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，橋本武志，高田真秀

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、ガンマ線強度の同時観測を開始した。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。2011 年からは、冬島、留崎、東洋では 6 方向（冬島）または 4 方向にアンテナを設置いて電波の到来方向も調べている。

2012 年度からは、電波伝播異常が発生するメカニズムを探るために大気電場観測およびそれに伴う雲のビデオ観測を冬島、東洋、広尾、美留和、別当賀、落石の観測点で開始した。この研究は、地震の前に地下からラドンガスの放出が起こり、それが大気中で壊変し、大気をイオン化して大気電場を変化させるのではないかという仮説を検証するための観測である。大気がイオン化した際に電波の散乱体となるような物質を作る可能性がある。

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ている。2013 年度は、厚岸、根室、仁多、標茶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，市原寛

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て 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。その結果から 3 次元比抵抗モデルを作成する研究を進めている。

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。本年度からは 3 次元比抵抗構造を構築し、活断層や火山との関連や形成史との関連について研究を進めた。

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、本年度には初期的な 3 次元構造モデルができて、日高山脈直下には柱状の低比抵抗構造が見られること、その下部で地震が頻発していること、また東部の低比抵抗構造が橄欖岩帯に関連していることなどが示された。

地表ソース型空中電磁法の研究

茂木透，Sabry Abd Allah

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。2011 年度には、1995 年兵庫県南部地震の地震断層である野島断層において探査を実施した。これまで層構造を仮定した 1 次元構造により議論を行ってきたが、本年度は 3 次元比抵抗構造の作成し構造を議論した。野島断層は淡路島北部のほぼ海岸線に沿って走っており、海水の陸地への浸入に対してバリアーの役割をしていることがわかってきた。この地域のような比抵抗の差が大きいところや地形があるところは 3 次元構造の方が妥当な結果が得られることが分かった。

バイカル湖での地電位変動観測

茂木透，Yuri Moroz

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。これまでの成果として、バイカル湖を横切った測線での 2 次元比抵抗構造の作成を行っている。また、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。2008 年 8 月 27 日にバイカル湖南部で M6.3 の地震が発生し、その周辺の観測点で地震の前後で地電位の変動が観測された。

焼岳南部の地熱構造の研究

茂木透，山谷祐介

長野県にある焼岳火山周辺には地熱地域が広がっており、高温の噴気や温泉が分布している。この地域の地表付近の地質は概ね中生代に形成された美濃帯の砂岩、泥岩が主として分布し、局所的に同時期の石灰岩、チャートが分布しており、また、焼岳や乗鞍火山による火山岩類も局所的に分布する。その中で、もっとも顕著な地熱兆候は中の湯温泉周辺で、その兆候は北側の安房トンネルや南の坂巻温泉さらに測点 180 付近の噴気地まで広がっている。また、白骨温泉付近にも顕著な地熱兆候で山の中腹にもかかわらず温泉や噴湯丘みられる。

本年度は、白骨温泉地域から国道 158 号線沿いにある沢渡地域間の 9 点おいて MT 探査を字視した。地質分布と探査の結果得られた比抵抗構造とを見比べると、美濃帯の堆積岩類の比抵抗が数十～数百 Ωm の範囲にあると考えられる。観測点 100～120 の間は白骨温泉郷の位置にあたるが、標高 500 - 1000 m（深さ 400 -1000 m）と海抜下 500 m（深さ 2000 m）に顕著な低比抵抗域（3 Ωm 以下）が存在する。この低比抵抗域の浅部のものは白骨温泉の温泉貯留層と考えられる。この位置はちょうど石灰岩の分布域にあたり、白骨温泉を特徴づける白濁温泉水は、この貯留層中の温泉水に石灰岩の成分が溶け出して形成されていると考えられる。深部の低比抵抗域はその温泉の熱源と考えられる。熱源としては一般にマグマや高温の岩体の一部という可能性が考えられるが、この場所が火山の中心部からは遠いのでマグマという可能性は少ないと思われる。一方、北アルプス地域では所々に最近まで高温であった岩体が見られ、そういう岩体の一部が熱源である可能性が考えられる。この地域の断層の走向は主として北西—南東方向であり、2 次元比抵抗構造による構造の走向も N60°W であるから、北西—南東方向の断裂系に伴って、熱水が上昇しているのであろう。ただ、噴湯丘の並びは北東—南西方向である。２つの方向の断層があり、それがちょうど交差するところに温泉が湧出していると考えることもできる。

沢渡付近にも 10Ωm 以下の低比抵抗域がみられるが、調査範囲の端になり広がりはよくわかない。低比抵抗域の構造は白骨温泉付近とよく似ているが、表層 100 - 200m が高比抵抗層に覆われており、これが遮水層となり表層に地熱水が上がってこないので、周辺に地熱兆候は見られない。

河川堤防における不均質構造の探査

茂木透，重藤迪子，高井伸雄，岡崎健治，倉橋稔幸，大日向昭彦，堀田淳，稲崎富士

国土交通省の平成 25 年度河川砂防技術開発課題として、“堤防及び河川構造物の総合的な点検・診断技術の実用化に関する研究開発” が土木研究所と物理探査学会等との共同研究として行われた。樋門樋管周りの空洞や基礎地盤中に連続した高透水ゾーンがあると水みちとなり、堤防の浸透に対する安全性が著しく低下するので、このような空洞や高透水ゾーンを物理探査により検出する手法について研究することが重要な課題である。北海道中部にある千歳川流域では、恵庭市北島地区および南幌町晩翠地区において、平成 25 年 11 月～12 月に樋門設置のための堤防開削工事が行われた。本研究では、まず、堤防開削前に堤防天端および高水敷において、スリングラム電磁探査、高密度比抵抗法電気探査および表面波探査を行い、開削区間（約 100m）を含む堤体および基礎地盤の比抵抗構造、S 波速度構造を求めた。次に、堤防開削後、開削面において比抵抗測定、S 波速度測定を行い、そこでサンプリングされた試料に対する粒度試験や透水試験結果と比較し、高透水ゾーンの分布とその比抵抗や速度を把握するとともに、開削前に行われた電磁、電気探査および表面波探査により得られた結果の検証を行った。

その結果、開削面において直接測定した比抵抗分布や S 波速度分布と地表からの探査結果はよく一致し、地表からの堤体内不均質構造が推定されること検証された。また、開削面あら採取された土質試料により推定された粒度や透水試験結果をもとに堤体内やその周辺の高透水ゾーンを推定した。

重藤迪子

ネパール国カトマンズ盆地における強震観測

重藤迪子・一柳昌義（北大地震火山センター）・高井伸雄（北大工）

ヒマラヤ造山帯に位置するネパール国の首都カトマンズを有するカトマンズ盆地では，過去に多くの地震被害を受けている．加えて，近年の爆発的な人口増加に伴う建造物の無秩序な増加により，今後の大地震において甚大な被害を及ぼすことが指摘されている．北海道大学はトリブバン大学地質学科と共同で，カトマンズ盆地において強震観測とそれに基づく地下構造評価および強震動評価を実施してきた．ここでは，強震計の設置以降，各観測点で観測された強震記録の特徴について報告する．

カトマンズ盆地内外に強震計を 4 台設置し，2011 年 9 月 23 日から連続収集で観測している．観測機材には，加速度強震計: ミツトヨ JEP-6A3-2，データロガー: 白山工業 DATAMARK LS-7000XT を用い，停電の多発および電圧安定性の低い現地の状況からバッテリー及び高電圧遮断装置を用いている．

2013 年 7 月現在までに，各観測点で 4 地震（M<5）の強震記録が得られている．2013 年 6 月 28 日，カトマンズから震央距離約 300 km 離れたネパール国ルクム郡で発生した地震（Mw 5.0, 深さ 10.0 km; USGS）における，観測速度波形を見ると，盆地外の露頭岩盤上に位置する KTP（Kirtipur）で振幅が小さく，盆地内に位置する TVU（Tribhuvan University, Kirtipur），PTN（Patan），THM（Thimi）で振幅が大きい．そのフーリエスペクトルでも，低周波側において各観測点に顕著な差異が見られ，TVU は約 0.3-2.0 Hz においてその振幅は，KTP の 10 倍を超える．他の地震でも同様の傾向がみられ，地下構造を反映していると考えられる．今後，観測記録を用いて，カトマンズ盆地における地震波伝播特性の把握，および地下構造評価を行う予定である．本内容は，2013 年度地震学会秋季大会で発表している．

２．研究業績

○地震観測研究分野

谷岡勇市郎

（２）発表論文

MacInnes, T. B., A. R. Gusman, R. J. LeVeque, and Y. Tanioka, Comparison of Earthquake Source Models for the 2011 Tohoku Event Using Tsunami Simulations and Near-Field Observations, Bull. Seis. Soc. Am., 103, 1256-1274, doi: 10.1785/0120120121

Gusman, R. A., M. Fukuoka, Y. Tanioka, and S. Sakai, Effect of the largest foreshock (Mw 7.3) on triggering the 2011 Tohoku earthquake (Mw 9.0) , Pure and Applied Geophysics, 40, 497-500, 2013, doi: 10.1002/grl.50153

Gusman, R. A., and Y. Tanioka, W phase inversion and tsunami inundation modeling for tsunami early warning: case study for the 2011 Tohoku event, Pure and Applied Geophysics, 2013, doi: 10.1007/s00024-013-0680-z

Satake, K., Y. Nishimura, P. S. Putra, A. R. Gusman, H. Sunendar, Y. Fujii, Y. Tanioka, H. Latief, and E. Yulianto, Tsunami source of the 2010 Mentawai, Indonesia earthquake inferred from tsunami field survey and waveform modeling, Pure and Applied Geophysics, 170, 1567-1582, 2013, doi: 10.1007/s00024-012-0536-y

（３）学会発表

Sunendar, H., Y. Tanioka, and A. R. Gusman Analysis of Tsunami generated by the 1994 East Java tsunami earthquake, 日本地球惑星科学連合2013年大会, 5月19日-24日, 2013

Gusman, A., Y. Tanioka, Pre-calculated tsunami inundations for site-specific tsunami early warning, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会，5 月 19 日-24 日, 2013

Gusman, A., Y. Tanioka, and S. Sakai, Slip distribution and coulomb stress change of the large foreshock (Mw7.3) of the 2011 Tohoku earthquake, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会，5 月 19 日-24 日, 2013

大園真子・髙橋浩晃・一柳昌義・東龍介・山口照寛・山田卓司・谷岡勇市郎，北海道北部の群発地震に誘発された内陸スロースリップイベント？, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会，5 月 19 日-24 日, 2013

伊尾木圭衣・谷岡勇市郎，津波堆積物データから求めた北海道沖で発生した 17 世紀巨大地震の断層モデル，日本地球惑星科学連合 2013 年大会，5 月 19 日-24 日, 2013

谷岡勇市郎・A. Gusman・伊尾木圭衣，17 世紀北海道巨大地震（M8.8）の再来に対

応するリアルタイム津波浸水予測，日本地球惑星科学連合 2013 年大会，5 月 19 日-24 日, 2013

Tanioka, Y., Mitigation of Earthquake and Tsunami Hazard in Asia (Invited), e-Asia Workshop in Indonesia, June 3-4, 2013

Tanioka, Y., A. R. Gusman, K. Ioki, and Y. Nakamura, Real-time Tsunami Inundation Forecast for a Recurrence of 17 Century Great Hokkaido Earthquake, International Tsunami Symposium, Turkey, Sep. 25-28, 2013

Gusman, A. R., Y. Tanioka, S. Sakai, and H. Tsushima, Tsunami Waveforms Analyses for the 2011 Tohoku Great Earthquake Sequence, International Tsunami Symposium, Turkey, Sep. 25-28, 2013

Ioki, K., and Y. Tanioka, Tsunami Source of the 17th Century Great Earthquake off Hokkaido estimated from Tsunami Deposit Data, International Tsunami Symposium, Turkey, Sep. 25-28, 2013

Gusman A. R., and Y. Tanioka, W-Phase Inversion and Tsunami Inundation Modeling for Tsunami Early Warning: Case Study for the 2011 Tohoku Event, International Tsunami Symposium, Turkey, Sep. 25-28, 2013

Tanioka, Y., and A. R. Gusman, Tsunami Generation Mechanism due to the 2011 Tohoku-oki Earthquake and a new Method for the Real-Time Tsunami Inundation Prediction (Invited), 2nd G-EVER International Symposium and 1st IUGS & SCJ International Workshop on Natural Hazards, Sendai, Japan, Oct. 19-20, 2013

Tanioka, Y., A. R. Gusman, and K. Ioki, Characteristics of Gigantic Underthrust Earthquakes, 2004 Sumatra, 2011 Tohoku, and 17th Century Hokkaido Earthquakes, The 2nd Japan-Korea Marine Geosciences Symposium on Global Open Ocean Studies, Kashiwa, Japan, Nov. 12-13, 2013

Tanioka, Y., and A. R. Gusman, Tsunami simulation of the 2011 Tohoku-oki earthquake at Fukushima Nuclear Power Plant (Invited), Special Seminar in Academia Sinica, Taiwan, Nov. 28, 2013

（4）取得研究費

①研究課題：日本周辺の巨大地震スーパーサイクルの解明と津波予測
研究種目：科学研究費補助金（基盤研究 A）
代 表 者：佐竹健治（東京大学地震研究所）
分 担 者：谷岡勇市郎
研究期間：平成 24 年－平成 27 年度
金　　額：5,000 千円

②研究課題：東北地方太平洋沖で発生する地震・津波の調査観測
研究種目：文部科学省受託研究費（再委託）
代 表 者：谷岡勇市郎
分 担 者：西村裕一・中村有吾

研究期間：平成 24 年－平成 25 年度
金　　額：4,800 千円
③研究課題：プレート境界面で発生する小地震の応力降下量分布から巨大地震の発生予測につなげる基礎的研究
研究種目：地震研究助成金（東京海上各務記念財団）
代 表 者：谷岡勇市郎
分 担 者：山田卓司
研究期間：平成 25 年度
金　　額：1,300 千円

（５）社会活動

日本地震学会，代議員
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
地震調査委員会津波評価部会，委員
地震調査委員会海溝型分科会（第２期）　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・火山噴火予知協議会　実施検討委員会　委員長
地震・火山噴火予知協議会　研究戦略準備室　室長
地震・火山噴火予知協議会　予算委員会　委員
地震及び火山噴火予知のための観測研究計画　長期・広域部会　委員
地震及び火山噴火予知のための観測研究計画　超巨大地震部会　部会長
原子力規制庁　発電用軽水型原子炉施設の地震・津波に関わる新規制基準に関する検討チーム　委員
気象庁津波予測技術勉強会，委員
国土交通省　日本海における大規模地震に関する調査検討会　委員
防災科学技術研究所日本海溝海底地震観測網の整備に関する運営委員会　委員長
防災科学技術研究所　海底ケーブル設置委員会　委員
東京大学地震研究所　東京大学地震研究所協議会　委員
東京大学地震研究所[東北地方太平洋沖で発生する地震・津波の調査]運営委員会 委員
東京大学地震研究所日本海地震・津波調査プロジェクト運営委員会　委員長
津波痕跡データベース検討委員会　委員
地震予知総合研究振興会　巨大地震の震源特性に関する検討委員会　委員
地震予知総合研究振興会

南海トラフ～南西諸島海溝の地震・津波に関する研究会　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
北海道津波浸水予測図作成に係る専門家会議，委員
北海道想定地震の再検討に係るワーキンググループ，委員
北海道沿岸設計津波検討委員会　委員
北海道開発局津波対策検討委員会，委員
根室市防災アドバイザー

（6）会議参加リスト
2013 年 4 月 01 日，地震火山噴火予知協議会，東京
2013 年 4 月 02 日，原子力安全基準・指針専門部会
地震・津波関連指針等検討小委員会，東京
2013 年 4 月 05 日，原子力安全基準・指針専門部会
地震・津波関連指針等検討小委員会，東京
2013 年 4 月 09 日，地震調査委員会，東京
2013 年 4 月 12 日，地震火山噴火予知協議会　実施体制検討委員会，東京
2013 年 4 月 17 日，地震調査委員会　海溝型分科会，東京
2012 年 5 月 13 日，地震調査委員会，東京
2013 年 5 月 17 日，地震調査委員会　海溝型分科会，東京
2013 年 5 月 28 日，地震調査委員会　津波評価部会，東京
2013 年 5 月 30 日，地震予知連絡会，東京
2012 年 6 月 15 日，原子力安全基準・指針専門部会
地震・津波関連指針等検討小委員会，東京
2013 年 6 月 11 日，地震調査委員会，東京
2013 年 6 月 21 日，地震調査委員会　海溝型分科会，東京
2013 年 6 月 28 日，地震火山噴火予知協議会
実施検討委員会＋予算委員会，東京
2013 年 7 月 02 日，気象庁　津波予測技術勉強会，東京
2013 年 7 月 09 日，地震調査委員会，東京
2013 年 7 月 10 日，北海道津波浸水予測図作成に係る専門家会議，札幌
2013 年 7 月 31 日，地震火山噴火予知協議会，東京
2013 年 8 月 01 日，津波痕跡データベース検討委員会，仙台
2013 年 8 月 02 日，地震調査委員会　海溝型分科会，東京
2013 年 8 月 06 日，自然災害北海道地区幹事会，札幌
2013 年 8 月 09 日，地震調査委員会，東京
2013 年 8 月 21 日，地震予知連絡会　＋
地震予知連絡会重点検討課題運営部会，東京
2013 年 8 月 26 日，国土交通省
日本海における大規模地震に関する調査検討会，東京

2013 年 8 月 27 日，地震予知総合研究振興会
巨大地震の震源特性に関する検討委員会，東京
2013 年 8 月 28 日，地震調査委員会海溝型分科会，東京
2013 年 9 月 10 日，地震調査委員会，東京
2013 年 9 月 11 日，北海道津波浸水予測図作成に係る専門家会議，札幌
2013 年 9 月 13 日，防災科学技術研究所
日本海溝海底地震観測網の整備に関する運営委員会
＋海底ケーブル設置委員会、東京
2013 年 9 月 13 日，地震調査委員会海溝型分科会，東京
2013 年 10 月 11 日，東京大学地震研究所
[東北地方太平洋沖で発生する地震・津波の調査]運営委員会，東京
2013 年 10 月 18 日，津波痕跡データベース検討委員会，仙台
2013 年 10 月 8 日，　国土交通省
日本海における大規模地震に関する調査検討会，東京
2013 年 10 月 23 日，次期地震火山噴火予知観測研究計画
海溝型地震準備部会＋
防災科学技術研究所　海底ケーブル設置委員会、東京
2013 年 10 月 25 日，地震予知総合研究振興会
南海トラフ～南西諸島海溝の地震・津波に関する研究会，東京
2013 年 11 月 15 日，次期地震火山噴火予知観測研究計画
火山準備部会，東京
2013 年 11 月 16 日，次期地震火山噴火予知観測研究計画
内陸地震準備部会，東京
2013 年 11 月 20 日，東京大学地震研究所
日本海地震・津波調査プロジェクト運営委員会，東京
2013 年 11 月 22 日，地震予知連絡会，東京
2013 年 12 月 06 日，地震火山噴火予知協議会　研究戦略準備室会議，東京
2013 年 12 月 10 日，地震調査委員会，東京
2013 年 12 月 13 日，津波痕跡データベース検討委員会，仙台
2013 年 12 月 24 日，次期地震火山噴火予知観測研究計画
データベース・流通準備部会　＋
地震火山噴火予知協議会　研究戦略準備室会議，東京
2014 年 1 月 14 日，国土交通省
日本海における大規模地震に関する調査検討会，東京
2014 年 1 月 15 日，地震調査委員会，東京
2014 年 1 月 21 日，地震調査委員会　津波評価部会，東京
2014 年 1 月 29 日，地震予知総合研究振興会
巨大地震の震源特性に関する検討委員会，東京
2014 年 2 月 04 日，津波痕跡データベース検討委員会，仙台
2014 年 2 月 17 日，地震予知連絡会　＋

地震予知連絡会重点検討課題運営部会，東京
2014 年 2 月 18 日，地震火山噴火予知協議会　研究戦略準備室会議，東京
2014 年 2 月 21 日，地震調査委員会海溝型分科会，東京
2014 年 2 月 24 日，東京大学地震研究所協議会＋
地震火山噴火予知協議会　予算委員会，東京
2014 年 2 月 25 日，北海道津波浸水予測図作成に係る専門家会議，札幌
2014 年 3 月 05 日，気象庁　津波予測技術勉強会，東京
2014 年 3 月 07 日，東京大学地震研究所
東北地方太平洋沖で発生する地震・津波の調査]運営委員会，東京
2014 年 3 月 10 日，防災科学技術研究所
日本海溝海底地震観測網の整備に関する運営委員会＋海底ケーブル設置委員会、東京
2014 年 3 月 11 日，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，東京
2014 年 3 月 17 日，自然災害北海道地区幹事会，札幌
2014 年 3 月 18 日，東京大学地震研究所
日本海地震・津波調査プロジェクト運営委員会，東京
2014 年 3 月 19 日，地震調査委員会海溝型分科会，東京
2014 年 3 月 25 日，国土交通省
日本海における大規模地震に関する調査検討会，東京
2014 年 3 月 31 日，地震調査委員会　津波評価部会，東京

勝俣　啓

（2）発表論文

Katumata, K. and S. Sakai, Seismic quiescence and activation anomalies from 2005 to 2008 beneath the Kanto district, central Honshu, Japan, Earth Planets and Space, 65 (No. 12), 1463-1475, 2013.

（3）学会発表

勝俣啓，東北地方太平洋沖地震に先行したプレート間固着のゆるみとそれに起因する地震活動の長期静穏化，日本地球惑星科学連合 2013 年大会，2013 年 5 月，千葉市.

勝俣啓，2005 年以降の油壷験潮所の上下変動と 1923 年関東地震前の変動との類似性，日本地震学会秋季大会，2013 年 10 月，横浜市.

（5）社会活動

日本地震学会代議員

髙橋浩晃

（1）主な観測の概要

①研究課題：2013 年 6 月 1 日釧路地方中南部の地震（M4.1）の臨時地震観測

目　　的：臨時地震観測点の設置・運用

実施期間：2013 年 6 月

対象地域：釧路地方中南部

成果概要：足寄町茂足寄で震度 3 を観測した釧路地方中南部の余震を精度よく決定するために臨時地震観測点 1 点を白糠町に設置した。

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：文部科学省受託研究費

②研究課題：相対重力計 CG-5 の検定

目　　的：新たに整備した相対重力計 CG-5 の検定を実施する

実施期間：2013 年 6 月

対象地域：国土地理院新十津川 VLBI 施設・帯広測候所・帯広畜産大学・手稲山

成果概要：相対重力計 CG-5 の検定を基準重力網を用いて実施しバネ定数を検定した。

参 加 者：髙橋浩晃・山口照寛・重藤廸子・岡崎紀俊（道総研地質研）

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：文部科学省受託研究費

③研究課題：十勝岳相対重力測定

目　　的：十勝岳相対重力網での重力測定

実施期間：2013 年 6 月

対象地域：十勝岳

成果概要：十勝岳の重力測定網での測定を実施し，火山活動評価に用いる重力データを取得した。

参 加 者：髙橋浩晃・一柳昌義・山口照寛・重藤廸子・岡崎紀俊・高橋良（道総研地質研）・本多亮（東濃地震研）・宮城洋介（防災科研）

研究費名：一般運営交付金

④研究課題：GPS 観測による日本海下粘弾性構造推定とアジア北東地域のテクトニクスの解明

目　　的：ウラジオストク周辺で GPS 観測を実施する

実施期間：2013 年 7 月

対象地域：ロシア沿海州ウラジオストク市

成果概要：ロシア極東連邦大学およびロシア科学アカデミー応用数学研究所と共同で GPS 観測を実施した。

参 加 者：髙橋浩晃・篠原大地・ニコライシェスタコフ（極東連邦大）・ミハイルゲラシメンコ（応用数学研）・その他 6 名

研究費名：日本学術振興会二国間交流事業

④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

目　　的：クルチェフスコイ火山で傾斜観測を実施する

実施期間：2013 年 8 月

対象地域：ロシアカムチャツカ州クリュチェフスコイ火山

成果概要：ロシア科学アカデミー火山地震研究所および地球物理調査所カムチャツカ支部と共同で傾斜計観測を実施した

参 加 者：髙橋浩晃・青山裕・中川光弘・島田駿二郎（北大院理）・宮町宏樹（鹿大理）・山下裕亮（九大理）・石塚吉浩（産総研）エフゲニーゴルディエフ・ムラビヨフヤロスラフ・マリックナタリア（火山地震研）・セルベトニコフセルゲイ（地球物理調査所）

研究費名：科学研究費補助金

⑤研究課題：北方四島地震火山専門家交流

目　　的：北方四島の地震火山専門家と交流し当該地域の地震火山活動及びその防災に資することで領土返還のための環境整備を行う

実施期間：2013 年 9 月

対象地域：国後島

成果概要：国後島にある地震観測所を訪問し地震観測の現況を視察するとともに、周辺に設置されている地震観測点の確認を実施した。泊火山を訪問し活動の状況を確認した。ロシア非常事態省の担当官と当該地域の地震津波防災体制について情報交換を実施した。

参 加 者：髙橋浩晃・宮島滋近（国土交通省北海道開発局）・矢萩智裕（国土交通省国土地理院）・重野伸昭（文部科学省研究開発局）・今野楽（外務省欧州局ロシア課）・垣内与（ロシア語通訳）

研究費名：（独）北方領土問題対策協会補助金

（2）発表論文

Nakao, S., Y. Morita,, H. Yakiwara, J. Oikawa, H. Ueda, H. Takahashi, Y. Ohta, T. Matsushima,and M. Iguchi, Volume change of the magma reservoir relating to the 2011 Kirishima Shinmoe-dake eruption – Charging, discharging and recharging process inferred from GPS measurements, Earth Planets Space, 65, 475-488, 2013.

Kato, A, T. Igarashi, K. Obara, S. Sakai, T. Takeda, A. Saiga, T. Iidaka, T. Iwasaki, N. Hirata, K. Goto, H. Miyamachi, T. Matsushima, A. Kubo, H. Katao, Y. Yamanaka, T. Terakawa, H. Nakamichi, T. Okuda, S. Horikawa, N. Tsumura, N. Umino, T. Okada, M. Kosuga, H. Takahashi and T. Yamada,Imaging the source regions of normal faulting sequences induced by the 2011 M9.0 Tohoku-Oki earthquake, Geophys. Res. Lett., 40, doi:10.1002/grl.50104, 2013.

一柳昌義・山口照寛・高田真秀・東龍介・黒井和典・山田卓司・髙橋浩晃・前田宜浩, 2010 年 12 月 2 日に札幌市直下で発生した石狩地方中部の地震（MJMA4.6）と

札幌周辺の地震活動，北海道大学地球物理学研究報告，76，1-13, 2013.

（3）学会発表

N. Shestakov, M. Ohzono, H. Takahashi, M. Gerasimenko, S. Nakao, Upper mantle rheology of Sea of Japan inferred from postseismic displacements of the Tohoku earthquake, JpGU Meeting. 2013, May 23, 2013.

大園真子，髙橋浩晃，一柳昌義，東龍介，山口照寛，山田卓司，谷岡勇市郎，2012年北海道北部の群発地震に誘発された内陸スロースリップイベント？，日本地球惑星科学連合大会，5月21日，2013.

髙橋浩晃・青山裕・中川光弘・松島健・宮町宏樹・ゴルディエフエフゲニー・ムラビヨフヤロスラフ・セロベトニコフセルゲイ，カムチャツカ・クリュチェフスコイ火山のストロンボリ式噴火活動期に傾斜計で観測された超長周期微動，日本火山学会秋期大会，9月30日，2013.

髙橋浩晃・大園真子・太田雄策, 2013年5月24日オホーツク海巨大深発地震(Mw8.3)による地殻変動，日本測地学会講演会，10月29日，2013.

大園真子・髙橋浩晃・ニコライシェスタコフ・ミハイルゲラシメンコ，アジア北東部における2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動，日本測地学会講演会，10月29日，2013.

M. Ohzono, H. Takahashi, Spatiotemporal strain distribution around Kussharo caldera, eastern Hokkaido, Japan, measured by GPS, IAVCEI Scientific Assembly, 2013.

H. Takahashi, T. Shibata, H. Aoyama and others, Modeling of a non-eruptive volcanic deflation with strong earthquake swarm by integrated observation data in Meakan-dake, Hokkaido, Japan, IAVCEI Scientific Assembly, 2013.

H. Takahashi, H. Miyamachi, T. Matsushima and others, Tiltmeter observation in Klyuchevskoy volcano, Kamchatka, Russia, IAVCEI Scientific Assembly, 2013.

N. Okazaki, W. Hirose, R. Takahashi, H. Takahashi and others, Gravity change and crustal deformation in active Tokachi-dake volcano, Hokkaido, Japan, IAVCEI Scientific Assembly, 2013.

M. Ichiyanagi, M. Takada, T. Yamaguchi, H. Takahashi and others, Seismic swarm activity in Maruyama volcano, Hokkaido, Japan, IAVCEI Scientific Assembly, 2013.

S. Serovetnikov, H. Takahashi, TILTMETER OBSERVATIONS IN KAMCHATKA REGION. KLUCHEVSKOY VOLCANO MONITORING BY TILTMETERS NETWORK. RUSSIA, IAVCEI Scientific Assembly, 2013.

（4）取得研究費

①研究課題：地球物理学的観測によるアジア北東地域のテクトニクスモデルの刷新
研究種目：科学研究費補助金（基盤研究A（海外学術））
代 表 者：髙橋浩晃

研究期間：H25 年度～H29 年度
金　　額：H25 年度 18,249 千円
②研究課題：GPS 観測による日本海下粘弾性構造推定とアジア北東地域のテクトニクスの解明
研究種目：日本学術振興会二国間交流事業
代 表 者：髙橋浩晃
研究期間：H25 年度～26 年度
金　　額：H25 年度 1,899 千円
③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（海外学術））
代 表 者：中川光弘（北海道大学大学院理学研究院）
分 担 者：髙橋浩晃
研究期間：H23 年度～26 年度
金　　額：H25 年度 8,840 千円
④研究課題：北方四島地震火山専門家交流事業
研究種目：（独）北方領土問題対策協会
代 表 者：髙橋浩晃
金　　額：H25 年度 285 千円

（5）社会活動
地震調査研究推進本部政策委員会観測計画部会，委員
北海道防災会議地震火山対策部会地震対策専門委員会，専門委員
北海道防災会議地震対策専門委員会津波ワーキング委員
北海道防災会議地震対策専門委員会想定地震見直しワーキング委員
日本地震学会代議員
日本測地学会評議員
日本地震学会教員免許更新講習実施
山形大学非常勤講師
いしかり市民カレッジ講師

（6）会議参加リスト
2013 年 7 月 10 日，北海道防災会議地震専門委員会津波WG
2013 年 9 月 11 日，北海道防災会議地震専門委員会
2013 年 10 月 28 日，地震調査研究推進本部調査観測計画部会
2013 年 12 月 25 日，東濃地震科学研究所地殻活動委員会
2014 年 1 月 10 日，地震調査研究推進本部調査観測計画部会
2014 年 1 月 28 日，地震調査研究推進本部調査観測計画部会
2014 年 2 月 18 日，地震調査研究推進本部調査観測計画部会
2014 年 2 月 25 日，北海道防災会議地震専門委員会津波WG

2014 年 3 月 28 日，地震調査研究推進本部調査観測計画部会

（7）受け入れ研究者

Nikolay Shestakov，ロシア極東国立総合大学，2013 年 5 月
Mikhail Gerasimenko，ロシア科学アカデミー応用数学研究所，　2013 年 5 月
Gordeev Evgeny，ロシア科学アカデミー火山地震研究所，2013 年 7 月
Muravyev Yarosrav，ロシア科学アカデミー火山地震研究所，2013 年 7 月
Natalia Malik，ロシア科学アカデミー火山地震研究所，2013 年 7 月
Serovetnikov Sergey，ロシア科学アカデミー地球物理調査所，2013 年 7 月
Gordeev Evgeny，ロシア科学アカデミー火山地震研究所，2013 年 11 月
Muravyev Yarosrav，ロシア科学アカデミー火山地震研究所，2013 年 11 月
Alexei Marovichko，ロシア科学アカデミー地球物理調査所，2013 年 11 月
Korsuntsev Vitali，国後地震観測所，2013 年 10 月
Pak Dmitry，サハリン州政府
Shishikin Aleksandr，色丹地球物理観測所，2013 年 10 月
Spirin Akeksey，ロシア科学アカデミー地球物理調査所，2013 年 10 月
Arkhipov Nikolai，ロステレコム株式会社，2013 年 10 月
Budaev Aleksandr，国後島検査監督官，2013 年 10 月

山田卓司

（2）発表論文

Kakinami, Y., M. Kamogawa, S. Watanabe, M. Odaka, T. Mogi, J. Liu, Y.-Y. Sun, and T. Yamada (2013), Ionospheric ripples excited by superimposed wave fronts associated with Rayleigh wave in thermosphere J. Geophys. Res. Space Physics, 118, 1-7, 2012JA018219, doi:10.1002/jgra.50099.

（3）学会発表

T. Yamada, and Y. Yukutake, Earthquake cluster activity beneath the Tanzawa Mountains region, Japan: Migration of hypocenters and low stress drop, 2013 AGU Fall Meeting, S11B-2375, San Francisco, CA, USA, December, 2013.

Y. Saito and T. Yamada, Stress drop analysis of earthquakes on the subducting Pacific plate in south-east of Hokkaido, Japan, 2013 AGU Fall Meeting, S43A-2465, San Francisco, CA, USA, December, 2013.

S. Urano, Y. Hiramatsu, and T. Yamada, Relationship between large slip area and static stress drop of aftershocks of inland earthquake: Example of the 2007 Noto Hanto earthquake, 2013 AGU Fall Meeting, S43A-2480, San Francisco, CA, USA, December, 2013.

山田卓司、行竹洋平，丹沢山地のクラスター地震活動 : 震源の移動と小応力降下量,

日本地震学会 2013 年秋季大会，A21-02，横浜市，2013 年 10 月.

齋藤　悠、山田卓司， S-コーダ波を用いた応力降下量の解析:北海道南東沖を対象として，日本地震学会 2013 年秋季大会，A21-03，横浜市，2013 年 10 月.

浦野　駿、平松良浩、山田卓司，2007 年能登半島地震合同余震観測グループ，内陸地震の高すべり領域と静的応力降下量の関係 : 2007 年能登半島地震の場合，日本地震学会 2013 年秋季大会，P1-61，横浜市，2013 年 10 月.

T. Yamada, and Y. Yukutake, Fluid-induced earthquakes?: Earthquakes with a low stress drop beneath Tanzawa Mountains region in Japan　IASPEI 2013 Meeting, S101PS.18, Gothenburg, Sweden, July, 2013.

Y. Kakinami, M. Kamogawa, S. Watanabe, M. Odaka, T. Mogi, J.-Y. Liu, Y.-Y. Sun, and T. Yamada, North-south asymmetry of coseismic ionospheric disturbance associated with Rayleigh wave and acoustic resonance detected by GPS-TEC after the 2011 Tohoku earthquake, 2013 AOGS, ST01-13-15-A010, Brisbane, Australia, June, 2013.

大園真子、髙橋浩晃、一柳昌義、東龍介、山口照寛、山田卓司、谷岡勇市郎，2012 年北海道北部の群発地震に誘発された内陸スロースリップイベント？，2013 年，地球惑星科学連合大会，SSS25-09，千葉市，2013 年 5 月.

（6）会議参加リスト

2014 年 3 月 13-14 日　「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」
平成 25 年度成果報告シンポジウム　於： 東京大学武田先端知ビル

アディティア　グスマン

（2）発表論文

MacInnes, T. B., A. R. Gusman, R. J. LeVeque, and Y. Tanioka, Comparison of Earthquake Source Models for the 2011 Tohoku Event Using Tsunami Simulations and Near-Field Observations, Bull. Seis. Soc. Am., 103, 1256-1274, doi: 10.1785/0120120121

Gusman, R. A., M. Fukuoka, Y. Tanioka, and S. Sakai, Effect of the largest foreshock (Mw 7.3) on triggering the 2011 Tohoku earthquake (Mw 9.0) , Pure and Applied Geophysics, 40, 497-500, 2013, doi: 10.1002/grl.50153

Gusman, R. A., and Y. Tanioka, W phase inversion and tsunami inundation modeling for tsunami early warning: case study for the 2011 Tohoku event, Pure and Applied Geophysics, 2013, doi: 10.1007/s00024-013-0680-z

Satake, K., Y. Nishimura, P. S. Putra, A. R. Gusman, H. Sunendar, Y. Fujii, Y. Tanioka, H. Latief, and E. Yulianto, Tsunami source of the 2010 Mentawai, Indonesia earthquake inferred from tsunami field survey and waveform

modeling, Pure and Applied Geophysics, 170, 1567-1582, 2013, doi: 10.1007/s00024-012-0536-y

（3）学会発表

Sunendar, H., Y. Tanioka, and A. R. Gusman Analysis of Tsunami generated by the 1994 East Java tsunami earthquake, 日本地球惑星科学連合2013年大会, 5月19日-24日, 2013

Gusman, A., Y. Tanioka, Pre-calculated tsunami inundations for site-specific tsunami early warning, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 5 月 19 日-24 日, 2013

Gusman, A., Y. Tanioka, and S. Sakai, Slip distribution and coulomb stress change of the large foreshock (Mw7.3) of the 2011 Tohoku earthquake, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 5 月 19 日-24 日, 2013

谷岡勇市郎・A. Gusman・伊尾木圭衣, 17 世紀北海道巨大地震（M8.8）の再来に対応するリアルタイム津波浸水予測, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 5 月 19 日-24 日, 2013

Tanioka, Y., A. R. Gusman, K. Ioki, and Y. Nakamura, Real-time Tsunami Inundation Forecast for a Recurrence of 17 Century Great Hokkaido Earthquake, International Tsunami Symposium, Turkey, Sep. 25-28, 2013

Gusman, A. R., Y. Tanioka, S. Sakai, and H. Tsushima, Tsunami Waveforms Analyses for the 2011 Tohoku Great Earthquake Sequence, International Tsunami Symposium, Turkey, Sep. 25-28, 2013

Gusman A. R., and Y. Tanioka, W-Phase Inversion and Tsunami Inundation Modeling for Tsunami Early Warning: Case Study for the 2011 Tohoku Event, International Tsunami Symposium, Turkey, Sep. 25-28, 2013

Tanioka, Y., and A. R. Gusman, Tsunami Generation Mechanism due to the 2011 Tohoku-oki Earthquake and a new Method for the Real-Time Tsunami Inundation Prediction (Invited), 2nd G-EVER International Symposium and 1st IUGS & SCJ International Workshop on Natural Hazards, Sendai, Japan, Oct. 19-20, 2013

Tanioka, Y., A. R. Gusman, and K. Ioki, Characteristics of Gigantic Underthrust Earthquakes, 2004 Sumatra, 2011 Tohoku, and 17th Century Hokkaido Earthquakes, The 2nd Japan-Korea Marine Geosciences Symposium on Global Open Ocean Studies, Kashiwa, Japan, Nov. 12-13, 2013

Tanioka, Y., and A. R. Gusman, Tsunami simulation of the 2011 Tohoku-oki earthquake at Fukushima Nuclear Power Plant (Invited), Special Seminar in Academia Sinica, Taiwan, Nov. 28, 2013

伊尾木　圭衣

（３）学会発表

伊尾木圭衣・谷岡勇市郎，津波堆積物データから求めた北海道沖で発生した 17 世紀巨大地震の断層モデル，日本地球惑星科学連合 2013 年度大会，2013 年 5 月 19-24 日，幕張.

谷岡勇市郎・Aditya Riadi Gusman・伊尾木圭衣，17 世紀北海道巨大地震(M 8.8)の再来に対応するリアルタイム津波浸水予測，日本地球惑星科学連合 2013 年度大会，2013 年 5 月 19-24 日，幕張.

Ioki, K and Y. Tanioka, Tsunami source of the 17th century great earthquake off Hokkaido estimated from tsunami deposit data, International Tsunami Symposium 2013, 25-28 September, 2013, Gocek, Turkey.

Tanioka, Y., A. R. Gusman, K. Ioki and Y. Nakamura, Real–time tsunami inundation forecast for a recurrence of 17 century great Hokkaido earthquake, International Tsunami Symposium 2013, 25-28 September, 2013, Gocek, Turkey.

○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：ノルウェー・トロムソ沖における地下構造探査

目　　的：北大西洋中央海嶺のテクトニクスを明らかにすることを目的とする。

実施期間：2013 年 9 月

対象地域：ノルウェー・トロムソ沖の海域

成果概要：北海道大学とノルウェー・ベルゲン大学の海底地震計 5 台を使用し、ノルウェー・ベルゲン大学のエアガンを震源に用い、ノルウェー・海洋研究所所有の観測船「ホーコンモスビー」を利用して地下構造探査を行った。

参 加 者：村井芳夫，Asbjørn Breivik・Abhishek Kumar Rai（ノルウェー・オスロ大学)

研究費名：奨学寄附金（ノルウェー・ベルゲン大学)

②研究課題：北海道・十勝沖における地震観測

目　　的：2012 年 3 月 14 日に三陸沖（えりも岬の南東、約 210km 付近）の千島海溝と日本海溝の会合部で発生した *M*6.9 の地震の余震活動を明らかにすることを目的とする。

実施期間：2013 年 6～9 月

対象地域：北海道・十勝沖の海域

成果概要：北海道大学で北海道・様似町の漁船「第八新栄丸」を傭船し、北海道大学の海底地震計 7 台を千島海溝と日本海溝の会合部に設置した。

参 加 者：村井芳夫，東 龍介（東北大学)

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事業費

（3）学会発表

山本揚二朗・尾鼻浩一郎・町田祐弥・中東和夫・篠原雅尚・鈴木健介・伊藤喜宏・日野亮太・小平秀一・金田義行・村井芳夫・佐藤利典・植平賢司・八木原寛・平田賢治・対馬弘晃・山崎 明・杉岡裕子・伊藤亜妃・末次大輔，海陸自然地震観測による 2011 東北地震震源域周辺の構造不均質，日本地球惑星科学連合 2013 年大会，2013 年 5 月，幕張.

仲谷幸浩・望月公廣・篠原雅尚・山田知朗・日野亮太・伊藤喜宏・村井芳夫・佐藤利典，2011 年東北沖地震における初期破壊過程の解明に向けた back-projection 法の OBS データへの適用，日本地球惑星科学連合 2013 年大会，2013 年 5 月，幕張.

町田祐弥・篠原雅尚・中東和夫・山田知朗・望月公廣・塩原 肇・村井芳夫・日野亮

太・佐藤利典・植平賢司・八木原寛・平田賢治・小平秀一，海底地震計を用いた余震観測による，2011 年東北太平洋沖地震南部震源域での地震活動，日本地球惑星科学連合 2013 年大会，2013 年 5 月，幕張.

Nakatani, Y., Mochizuki, K., Shinohara, M., Yamada, T., Hino, R., Ito, Y., Murai, Y., Sato, T., Application of back-projection method to OBS data for understanding the rupture propagation of the 2011 Tohoku earthquake, Asia Oceania Geosciences Society 10th Annual General Meeting, 2013 年 6 月, Brisbane, Australia.

山本揚二朗・尾鼻浩一郎・町田祐弥・中東和夫・篠原雅尚・鈴木健介・伊藤喜宏・日野亮太・小平秀一・金田義行・村井芳夫・佐藤利典・植平賢司・八木原寛・平田賢治・対馬弘晃・山崎 明・杉岡裕子・伊藤亜妃・末次大輔，2011 年東北地震震源域の構造不均質，日本地震学会 2013 年度秋季大会，2013 年 10 月，横浜.

東 龍介・日野亮太・伊藤喜宏・望月公廣・高波鐵夫・篠原雅尚・村井芳夫・佐藤利典・植平賢司・金沢敏彦，陸側プレート前縁部構造不均質と海溝近傍の地震時すべり量の関係性，日本地震学会 2013 年度秋季大会，2013 年 10 月，横浜.

仲谷幸浩・望月公廣・篠原雅尚・山田知朗・日野亮太・伊藤喜宏・村井芳夫・佐藤利典，茨城県沖稠密 OBS アレイを用いた沈み込む海山周辺での地震活動検出，日本地震学会 2013 年度秋季大会，2013 年 10 月，横浜.

町田祐弥・篠原雅尚・中東和夫・山田知朗・望月公廣・塩原 肇・村井芳夫・日野亮太・佐藤利典・植平賢司・八木原寛，2011 年東北地方太平洋沖地震南部震源域における地震活動と地殻構造，日本地震学会 2013 年度秋季大会，2013 年 10 月，横浜.

Nakatani, Y., Mochizuki, K., Shinohara, M., Yamada, T., Hino, R., Ito, Y., Murai, Y., Sato, T., Application of back-projection method to OBS data for understanding rupture propagation of the 2011 Tohoku earthquake, the 11th SEGJ International Symposium, 2013 年 11 月，横浜.

Nakatani, Y., Mochizuki, K., Shinohara, M., Yamada, T., Hino, R., Ito, Y., Murai, Y., Sato, T., Seismicity detection around the subduting seamount off Ibaraki the Japan Trench using dense OBS array data, 2013 Fall Meeting, American Geophysical Union, 2013 年 12 月, San Francisco, California, USA.

Azuma, R., Hino, R., Ito, Y., Mochizuki, K., Uehira, K., Murai, Y., Sato, T., Takanami, T., Shinohara, M., Kanazawa, T., Heterogeneity of frontal structure of overriding plate controls co-seismic megathrust slip distribution in trench axial zone, Japan Trench and other subduction zones, 2013 Fall Meeting, American Geophysical Union, 2013 年 12 月, San Francisco, California, USA.

（4）取得研究費

①研究課題：ノルウェー・トロムソ沖における地下構造探査

研究種目：奨学寄附金（ベルゲン大学）

代 表 者：村井芳夫

研究期間：平成 25 年度
金　　額：1,527 千円

（5）社会活動
日本地震学会代議員（2014 年 1 月 6 日～）

平塚晋也

（1）主な観測の概要
①研究課題：相模トラフ、房総沖の巨大地震・スロースリップ発生領域のテクトニクスの解明、2011 年東北地方太平洋沖地震のプレート境界における固着回復過程の把握
目　　的：自己浮上式海底地震計とエアガンを用いた反射法・屈折法地震探査
実施期間：2013 年 9 月
対象地域：房総沖、三陸沖
成果概要：海洋研究開発機構（JAMSTEC）の所有する船舶「白鳳丸」を使用し、総沖では、自己浮上式海底圧力計 2 台の設置が行われた後、エアガンを用いた反射法・屈折法地震探査を実施した。三陸沖では、79 台の自己浮上式海底地震計（うち 6 台はアレイ観測用）を設置した後、エアガンを用いた反射法・屈折法地震探査を実施した。
参 加 者：平塚晋也、東龍介（東北大学災害科学国際研究所）、亀尾桂・杢雅利（東京大学大気海洋研究所）、山田知朗・八木健夫・田中伸一（東京大学地震研究所）、佐藤利典（千葉大学）、中東和夫（神戸大学）
事 業 名：海域から陸域までの総合的調査・観測によるアスペリティの実体解明
研究費名：地震及び火山噴火予知のための観測研究計画事業費
事 業 名：白鳳丸 KH-13-5 次研究航海
研究費名：東京大学大気海洋研究所運営費

（2）発表論文
Sato, T., S. Hiratsuka, and J. Mori, Precursory seismic activity surrounding the high-slip patches of the 2011 Mw9.0 Tohoku-oki earthquake, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 103, No. 6, pp. 3104-3114, December 2013, doi:10.1785/0120130042.

（3）学会発表
佐藤魂夫・平塚晋也・James Mori，2011 年東北沖地震（Mw9.0）の大滑り域周辺の先行地震活動，日本地球惑星科学連合 2013 年大会，SSS01-P07，千葉幕張，2013 年 5 月.
平塚晋也・菅原宗・佐藤魂夫・今西和俊，北海道で発生する千島前弧スリバーの運動に伴う小地震の断層面解の分布，日本地球惑星科学連合 2013 年大会，SCG65-

P03，千葉幕張，2013 年 5 月.

佐藤魂夫・平塚晋也・Jim Mori，東北沖地震（Mw9.0）が 2011 年にトリガーされた理由，日本地震学会 2013 年度秋季大会，A22-13，横浜，2013 年 10 月.

Sato, T., S. Hiratsuka, and J. Mori, Precursory seismic activity surrounding the high-slip patches of the 2011 Mw9.0 Tohoku-oki earthquake, 2013 AGU Fall Meeting, S51B-2338, San Francisco, CA, USA, December 2013.

○火山活動研究分野

村上　亮

（3）学会発表リスト

村上　亮・橋本　武志・奥山　哲・森　濟・青山　裕・鈴木　敦生・山口　照寛・岡山　宗夫：十勝岳坑道に設置されている連続地殻変動観測装置の基本的特性，2013 年日本地球惑星科学連合大会，千葉市，2013 年 5 月 19 日.

小四郎丸　拓馬・村上　亮：最近の樽前山近傍の地震活動に同期した傾斜及び伸縮変化，2013 年日本火山学会秋季大会，猪苗代町，2013 年 9 月 29 日.

村上　亮：有珠山は次の噴火の準備段階に入っているか？，2013 年日本火山学会秋季大会，猪苗代町，2013 年 9 月 29 日.

（5）社会活動

就任した委員等

・火山噴火予知連絡会委員

・北海道防災会議火山専門委員会主査

橋本武志

（1）主な観測の概要

① 研究課題：有珠山の反復磁気測量

目　　的：全磁力変化から火山体内部の温度変化を推定する

実施期間：2013 年 7 月 2-3 日、7 月 10-13 日、8 月 1-3 日、11 月 22 日

対象地域：有珠山（昭和新山、山頂火口原、2000 年噴火域）

成果概要：上記いずれの地域でも継続的な冷却帯磁傾向が観測された

参 加 者：橋本武志・松本征海（地震火山センター）・吉本充宏（北大理システム）・山本淳博・成田翔平（北大地球惑星 3 年生）・大野・田代・永田（札幌開成高校）

事 業 名：なし

研究費名：北海道大学運営費交付金

② 研究課題：樽前山の反復磁気測量

目　　的：全磁力変化から火山体内部の温度変化を推定する

実施期間：2012 年 6 月 11-13 日、10 月 15 日、22 日

対象地域：樽前山一帯

成果概要：2011 年以降、冷却帯磁傾向が継続していることが確認された

参 加 者：橋本武志・松本征海・三嶋　渉（地震火山センター）・森井敦司（札幌管区気象台）

事 業 名：なし

研究費名：北海道大学運営費交付金

③ 研究課題：十勝岳の反復磁気測量
目　　的：全磁力変化から火山体内部の温度変化を推定する
実施期間：2013 年 7 月 8-9 日
対象地域：十勝岳一帯
成果概要：62-2 火口および大正火口の地下浅部で熱消磁が継続していることが確認された
参 加 者：橋本武志（北大地震センター）・川橋和弘・長山泰淳（札幌管区気象台）
事 業 名：なし
研究費名：北海道大学運営費交付金

④ 研究課題：草津温泉万代鉱での噴気観測
目　　的：噴気水滴測定用ラマンライダーのキャリブレーション
実施期間：2013 年 8 月 21-23 日
対象地域：草津温泉万代鉱（群馬県吾妻郡）
成果概要：草津万代鉱の噴気を対象として、ラマンライダーによる水蒸気／水滴測定を実施した。同時に、直接採取法による噴気密度測定を行い、気液比を推定した。
参 加 者：橋本武志・田中　良（北大地震火山センター）・寺田暁彦（東工大）・中村卓司・江尻　省・津田卓雄・西山尚典（極地研）・阿保　真（首都大）
事 業 名：火山ガス観測におけるリモートセンシングの高度化
研究費名：科学研究費補助金　基盤研究（C）

⑤ 研究課題：樽前山観測坑道水管傾斜計の更新
目　　的：老朽化した水管傾斜計を交換する
実施期間：2013 年 9 月 18-20 日
対象地域：樽前山観測坑道
成果概要：水管傾斜計を half-filled 型に交換し、ギャップセンサの校正を実施した。石英管伸縮計についてもギャップセンサの交換と校正を行った。
参 加 者：橋本武志・高田真秀・山口照寛・竹内大登・鈴木敦生・岡田和見・岡山宗夫・田中　良・松本征海
事 業 名：なし
研究費名：北海道大学運営費交付金

⑥ 研究課題：蔵王山の地磁気全磁力観測
目　　的：蔵王山の噴火準備過程を地下浅部の温度変化として捉える
実施期間：2013 年 8 月 6-8 日
対象地域：蔵王山（宮城県・山形県）
成果概要：プロトン磁力計による連続観測点を２カ所に設置した
参 加 者：市來雅啓・海田俊輝（東北大理）・橋本武志・田中　良
事 業 名：なし
研究費名：東北大学からの依頼

⑦ 研究課題：雌阿寒岳ナカマチ火口の地磁気全磁力観測
目　　的：火山活動に伴う磁場変化を捉え地下の温度変化を推定する

実施期間：2013 年 9 月 25-26 日
対象地域：雌阿寒岳
成果概要：磁気点の設置と初回の全磁力測定を行った
参 加 者：田中　良・橋本武志・鈴木敦生
事 業 名：なし
研究費名：北海道大学運営費交付金

⑧ 研究課題：無人ヘリコプターを利用した樽前山の火山観測
目　　的：火山活動に伴う磁場変化の空中測量による検出
実施期間：2013 年 10 月 15-17 日
対象地域：樽前山一帯
成果概要：北海道開発局室と共同して、自律飛行無人ヘリコプターによる空中磁気測量、サンプラーを用いた噴出物採取試験を実施した。２年前の磁気測量との比較により、火山性の全磁力変化を検出した。
参 加 者：橋本武志・松本征海（北大地震火山センター）・小山崇夫・金子隆之（東大震研）・柳澤孝寿（JAMSTEC）・吉本充宏（北大理）・鈴木英一（北海道河川財団）
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（東京大学）・北海道大学運営費交付金

⑨ 研究課題：アトサヌプリ火山の磁気測量
目　　的：火山活動に伴う磁場変化の検出
実施期間：2013 年 10 月 31 日-11 月 1 日
対象地域：アトサヌプリ一帯
成果概要：磁気点の設置と初回の全磁力測量を行った。
参 加 者：橋本武志・松本征海・三嶋　渉
事 業 名：なし
研究費名：北海道大学運営費交付金

（2）発表論文

Kanda, W., T. Yamazaki, Y. Ogawa, T. Hashimoto, K. Aizawa, S. Takakura, T. Koyama, K. Yamada, T. Kobayashi, S. Komori (2012) : Shallow Resistivity Structure of Sakurajima Volcano Revealed by Audio-frequency Magnetotellurics, Bull. Volcanol. Soc. Japan, 58, 251-267.

Tanaka, R. and T. Hashimoto (2013) : Transition in eruption style during the 2011 eruption of Shinmoe-dake, in the Kirishima volcanic group : Implications from a steady conduit flow model, Earth Planets Space, 65, 645-655.

Aizawa, K., T. Koyama, M. Uyeshima, H. Hase, T. Hashimoto, W. Kanda, R. Yoshimura, M. Utsugi, Y. Ogawa, K. Yamazaki (2013) : Magnetotelluric and temperature monitoring after the 2011 sub-Plinian eruptions of Shinmoe-dake volcano, Earth Planets Space, 65, 539-550.

Yamaya, Y., P. K. B. Alanis, A. Takeuchi, J. M. Cordon Jr., T. Mogi, T. Hashimoto, Y. Sasai, T. Nagao (2013) : A large hydrothermal reservoir beneath Taal Volcano (Philippines) revealed by magnetotelluric resistivity survey : 2D resistivity modeling, Bull. Volcanol., 75, DOI 10.1007/s00445-013-0729-y.

Aizawa, K., T. Koyama, H. Hase, M. Uyeshima, W. Kanda, M. Utsugi, R. Yoshimura, Y. Yamaya, T. Hashimoto, K. Yamazaki, S. Komatsu, A. Watanabe, K. Miyakawa, Y. Ogawa (2014) : Three-dimensional resistivity structure and magma plumbing system of the Kirishima Volcanoes as inferred from broadband magnetotelluric data, J. Geophys. Res., 119, 198-215, DOI 10.1002/2013JB010682.

Hashimoto, T., T. Koyama, T. Kaneko, T. Ohminato, T. Yanagisawa, M. Yoshimoto, E. Suzuki (2014) : Aeromagnetic survey using an unmanned autonomous helicopter over Tarumae Volcano, northern Japan, Explore, Geophys, 45, 37-42.

橋本武志・小山崇夫・金子隆之・大湊隆雄・柳澤孝寿・吉本充宏・鈴木英一 (2013) : 自律飛行無人ヘリコプターを利用した樽前山の空中磁気測量，Conductivity Anomaly 研究会論文集，81-87.

神田　径・小川康雄・高倉伸一・小山崇夫・橋本武志・小森省吾・園田忠臣・佐藤　泉・井上直人・宇津木（2013）：桜島火山の三次元浅部比抵抗構造，Conductivity Anomaly 研究会論文集，139-144.

（3）学会発表

大志万直人・山口　覚・上嶋　誠・後藤忠徳・藤　浩明・吉村令慧・村上英記・小川康雄・橋本武志・高倉伸一，電磁気観測に関する「共有基盤情報データベース」の構築に向けて，日本地球惑星科学連合，2013 年 5 月 19-24 日，幕張.

山谷祐介・茂木　透・本多　亮・長谷英彰・橋本武志・上嶋　誠，褶曲-衝上断層・石狩低地帯の 3 次元比抵抗イメージング，日本地球惑星科学連合，2013 年 5 月 19-24 日，幕張.

橋本武志・大湊隆雄・金子隆之・吉本充宏・柳澤孝寿・鈴木英一・小山崇夫・松本征海，無人ヘリコプターを利用した樽前火山の空中調査，日本地球惑星科学連合，2013 年 5 月 19-24 日，幕張.

岡崎健治・伊東佳彦・茂木　透・橋本武志・山谷祐介・宇津木充・伊藤久敏・海江田秀志・佃　十宏・結城洋一・城森　明，地表ソース型空中電磁法と空中磁気法によるトンネル地山の地質評価事例，日本地球惑星科学連合，2013 年 5 月 19-24 日，幕張.

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・小川康雄，姶良カルデラ周辺の比抵抗構造，日本地球惑星科学連合，2013 年 5 月 19-24 日，幕張.

相澤広記・小山崇夫・長谷英彰・上嶋　誠・神田　径・宇津木充・吉村令慧・山谷祐介・橋本武志・山崎健一・小松信太郎・渡邉篤志・小川康雄，広帯域 MT 探査に

よる霧島火山群の 3 次元比抵抗構造、日本地球惑星科学連合，2013 年 5 月 19-24 日，幕張.

村上　亮・橋本武志・奥山　哲・森　濟・青山　裕・鈴木敦生・山口照寛・岡山宗夫，十勝岳坑道に設置されている連続地殻変動観測装置の基本的特性，日本地球惑星科学連合，2013 年 5 月 19-24 日，幕張.

小山崇夫・相澤広記・辻　浩・神田　径・長谷英彰・山谷祐介・渡邉篤志・橋本武志・田中　良・高倉伸一・小川康雄・上嶋　誠・長竹宏之・吉村令慧・武尾　実，浅間山山頂域電磁気構造探査序報，日本地球惑星科学連合，2013 年 5 月 19-24 日，幕張.

田中　良・橋本武志，霧島新燃岳 2011 年噴火・噴火様式遷移の原因～1 次元火道流モデルによるアプローチ～，日本地球惑星科学連合，2013 年 5 月 19-24 日，幕張.

Alanis, P. K., Y. Yamaya, A. Takeuchi, J. Cordon, J. Puertollano, C. Clarito, T. Hashimoto, T. Mogi, Y. Sasai, T. Nagao, Implications of a large hydrothermal reservoir beneath Taal Volcano (Philippines) as revealed by magnetotelluric surveys, 日本地球惑星科学連合，2013 年 5 月 19-24 日，幕張.

橋本武志・小山崇夫・大湊隆雄・金子隆之・柳澤孝寿・吉本充宏・鈴木英一，樽前火山における反復空中磁気測量，Conductivity Anomaly 研究会，2013 年 1 月 7-8 日，東京.

（4）取得研究費

研究課題：火山ガス観測における分光技術応用の開拓
研究種目：科学研究費補助金（基盤研究（C））
代 表 者：橋本武志
研究期間：H24 年度-H26 年度
金　　額：総額 3,200 千円（H24 年度 1,100 千円、H25 年度 1,300 千円、H26 年度
800 千円）

（5）社会活動

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
地震・火山噴火予知協議会　研究戦略準備室員
日本火山学会編集委員会委員

（6）会議参加リスト

2013 年 4 月 2-3 日　次期予知計画火山 WG、東京
2013 年 4 月 12 日　次期予知計画推進体制検討委員会、東京
2013 年 5 月 19 日　次期予知計画火山課題説明会、東京
2013 年 4 月 23-24 日　次期予知計画推進体制検討委員会、東京

2013 年 9 月 4 日　予知協議会研究戦略室準備室会議、東京
2013 年 9 月 16 日　予知協議会研究戦略室準備室会議、東京
2013 年 10 月 6 日　予知協議会研究戦略室準備室会議、東京
2013 年 10 月 23 日　次期予知計画部会ヒアリング、東京
2013 年 11 月 15 日　次期予知計画火山部会ヒアリング、東京
2013 年 12 月 2-3 日　次期予知計画部会長ヒアリング、東京
2013 年 12 月 5-6 日　予知協議会研究戦略室・研究推進体制検討委員会、東京
2014 年 2 月 10 日　予知計画火山噴火過程部会、東京
2014 年 2 月 17-18 日　予知協議会研究戦略準備室会議、東京
2014 年 3 月 12-14 日　予知研究成果報告会、東京

青山　裕

（1）主な観測の概要

① 研究課題：ロコン火山におけるブルカノ式噴火の観測研究
目　　的：爆発的噴火の初期過程、噴火準備過程の解明のため
実施期間：2012 年 9 月～2013 年 9 月
対象地域：インドネシア・スラウェシ島北部、ロコン火山周辺
成果概要：ロコン火山周辺 5 箇所に広帯域地震計・傾斜計および空振計による臨時観測点を設置し、ブルカノ式噴火に伴う爆発地震や空振・傾斜変動のデータを得た。予備的な検討により、桜島の爆発地震で認められるのと類似の特徴がロコン火山の爆発においても認められることを確認した。
参 加 者：青山　裕・山田大志、西村太志（東北大理）、井口正人・中道治久（京大防災研）、八木原寛（鹿大理）、及川　純（東大震研）、Mohamad Hendorasto・Yasa Suparman（CVGHM）
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費

② 研究課題：北海道内火山における噴火予知研究
目　　的：道内火山の噴火予知研究基礎データ収集のため
実施期間：2013 年 4 月～2014 年 3 月
対象地域：道内主要活火山周辺
成果概要：北海道内の主要火山において、連続的・反復的に多項目の観測データを収集した。
参 加 者：青山　裕・村上　亮・大島弘光・橋本武志・森　濟・前川徳光・鈴木敦生・小四郎丸拓馬・田中　良・山田大志・和田さやか
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費

③ 研究課題：カムチャツカ・クルチェフスコイ火山での観測研究
目　　的：島弧型玄武岩質火山の噴火機構の解明
実施期間：2010 年 4 月～

対象地域：ロシア連邦カムチャツカ州
成果概要：クルチェフスカヤ火山において 4 箇所の傾斜計観測網を構築し、連続観測を実施した。
参 加 者：青山　裕・高橋浩晃・中川光弘（地惑システム）・宮町宏樹（鹿大理）・松島　健（九大理）
事 業 名：科研費基盤研究（A）
研究費名：科研費基盤研究（A）

（２）発表論文

中道治久・青山　裕・西村太志・八木原寛・太田雄策・横尾亮彦・井口正人（2013）：諏訪之瀬島火山における火口に近接した地震計アレイ観測－2010年10月～11月実施－，京都大学防災研究所年報，56B，227-235.

Nishimura, T., M. Iguchi, H. Yakiwara, J. Oikawa, R. Kawaguchi, H. Aoyama, H. Nakamichi, Y. Ohta and T. Tameguri, (2013), Mechanism of small vulcanian eruptions at Suwanosejima volcano, Japan, as inferred from precursor inflations and tremor signals, Bull Volcanol., 75：779, DOI 10.1007/s00445-013-0779-1.

（３）学会発表

青山　裕・山田大志・西村太志・八木原寛・中道治久・及川　純・井口正人・ムハマドヘンドラスト・ヤサスパルマン，ロコン火山（インドネシア）のブルカノ式噴火に伴う爆発地震の波動特性と前兆傾斜変動，日本地球惑星科学連合2013年度連合大会，2013年5月，千葉市.

青山　裕・橋本武志・森　濟・大島弘光・村上　亮・碓井勇二・宮本聖史，樽前山の2013年群発地震活動，日本火山学会2013年秋季大会，2013年10月，猪苗代町.

Takahashi, H., T. Shibata, H. Aoyama, T. Yamaguchi, M. Ichiyanagi, N. Okazaki and J. Miyamura, Modeling of a non-eruptive volcanic deflation with strong earthquake swarm by integrated observation data in Meakan-dake, Hokkaido, Japan, IAVCEI 2013 Scientific Assembly, 20-24 July, 2013, Kagoshima, Japan.

Yamada, T., H. Aoyama, T. Nishimura, H. Yakiwara, H. Nakamichi, J. Oikawa, M. Iguchi, M. Hendrasto, Y. Suparman, Seismic and tilt observation of vulcanian explosions at Lokon-Empung vol-cano, Northern Sulawesi, Indonesia, IAVCEI 2013 Scientific Assembly, 20-24 July, 2013, Kagoshima, Japan.

山田大志・青山　裕・西村太志・八木原寛・中道治久・井口正人・及川　純・Muhamad Hendrasto・Yasa Suparman，インドネシア・ロコン火山における爆発地震の発震機構の解析，日本火山学会 2013 年秋季大会，2013 年 10 月，猪苗代町.

山田大志

（1） 主な観測の概要

研究課題：インドネシア・ロコン火山におけるブルカノ式噴火の噴火機構の解明

目　　的：インドネシア・ロコン火山で発生するブルカノ式噴火の地震観測、空振観測、地殻変動観測を行い、ブルカノ式噴火の発生機構を解明する。

実施期間：2012 年 9 月～2013 年 9 月

対象地域：インドネシア、スラウェシ島、ロコン火山

成果概要：ロコン火山の周囲に広帯域地震計を 5 台、空振計を 2 台、ボアホール式高感度傾斜計を設置し、ブルカノ式噴火の観測を行った。また得られたデータの解析によって、ブルカノ式噴火における爆発の初期段階の爆発の性質を明らかにした。

参 加 者：山田大志・青山　裕・西村太志（東北大・理）・八木原寛（鹿大・理工）・及川 純（東大・地震研）・中道治久・井口正人（京大・防災研）・Muhamad Hendrasto・Yasa Suparman (Badan Geologi)

事 業 名：機動的他項目観測による火山爆発機構の研究

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

青山　裕・山田大志・西村太志・八木原寛・中道治久・及川　純・井口正人・ムハンマド ヘンドラスト・ヤサ スパルマン，ロコン火山（インドネシア）のブルカノ式噴火に伴う爆発地震の波動特性と前兆傾斜変動, 地球惑星連合大会 2013 年大会, 2013 年 5 月 19 日-24 日，幕張.

T. Yamada, H. Aoyama, T. Nishimura, H. Yakiwara, H. Nakamichi, J. Oikawa, M. Iguchi, Muhamad, H. and Yasa S., Seismic and tilt observation of vulcanian explosions at Lokon-Empung volcano, Northern Sulawesi, Indonesia, IAVCEI 2013 Scientific Assembly, July 20-24, 2013, Kagoshima, Japan.

山田大志・青山　裕・西村太志・八木原寛・中道治久・及川　純・井口正人・ムハンマド ヘンドラスト・ヤサ スパルマン，インドネシア・ロコン火山における爆発地震の発震機構の解析，日本火山学会 2013 年度秋季大会，2013 年 9 月 29 日−10 月 1 日，猪苗代.

田中　良

（2）発表論文

Ryo Tanaka and Takeshi Hashimoto (2013), Transition in eruption style during the 2011 eruptions of Shinmoe-dake, in the Kirishima volcanic group : Implications from a steady conduit flow model, *Earth Planets Space*, 65, 645-655.

（3）学会発表

田中　良・橋本武志，霧島新燃岳 2011 年噴火，噴火様式遷移の原因 ～1 次元定常火道流モデルによるアプローチ～，日本地球惑星連合，幕張，2013 年 5 月.

小山崇夫・相澤広記・辻　浩・神田　径・長谷英彰・山谷祐介・渡邉篤志・橋本武志・田中　良・高倉伸一・小川康雄・上嶋　誠・長竹宏之・吉村令慧・武尾　実，浅間山山頂域電磁気構造探査序報，日本地球惑星連合，幕張，2013 年 5 月.

Ryo Tanaka・Takeshi Hashimoto・Kazuhiro Kawahashi・Eikichi Shioya・Teruaki Yamamoto・Jun'ichi・Miyamura・Tomofumi I・Shin Arita・Noritoshi Okazaki, Continuous heat accumulation beneath Tokachi-dake volcano, northern Japan, as inferred from magnetic total field changes，IAVCEI，鹿児島，2013 年 7 月.

和田さやか

（1）主な観測の概要

① 雌阿寒岳広域 GPS 観測

目　　的：雌阿寒岳深部マグマ活動の研究
実施時期：2013 年 9 月 12 日～10 月 23 日
対象火山：雌阿寒岳
成果概要：静穏状態を確認
参 加 者：和田さやか・森　濟

② 雌阿寒岳準連続 GPS 観測

目　　的:雌阿寒岳深部マグマ活動の研究および精度向上のための季節変化の検出
実施時期：2013 年 7 月～11 月
対象火山：雌阿寒岳
成果概要：静穏状態と季節変化の確認
参 加 者：和田さやか・森　濟

③ 十勝岳広域 GPS 観測

目　　的：十勝岳浅部および深部マグマ活動の研究
実施時期：2013 年 10 月 3 日～12 日
対象火山：十勝岳
成果概要：深部活動の静穏状態を確認

参 加 者：和田さやか・森　濟

④ 十勝岳準連続 GPS 観測

目　　的：十勝岳深部マグマ活動の研究および精度向上のための季節変化の検出

実施時期：2013 年 6 月～10 月

対象火山：十勝岳

成果概要：静穏状態と季節変化の確認

参 加 者：和田さやか・森　濟

○地下構造研究分野

茂木　透

（２）発表論文・著書

Kakinami, Y., M. Kamogawa, S. Watanabe, M. Odaka, T. Mogi, J-Y Liu, Y-Y Sun and T. Yamada, Ionospheric ripples excited by superimposed wave fronts associated with Rayleigh waves in the thermosphere, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH : SPACE PHYSICS, Vol. 118, 905-911, doi:10.1002/jgra.50099, 2013

Yamaya, Y., P. K. B. Alanis, A. Takeuchi, J. M. Cordon, Jr., T. Mogi, T. Hashimoto, Y Sasai, T. Nagao, A large hydrothermal reservoir beneath Taal Volcano (Philippines) revealed by magnetotelluric resistivity survey : 2-D resistivity modeling, Bulletin of Volcanology, 75, 729, DOI 10.1007/s00445-013-0729-y, 2013

Ichihara, H., T. Mogi and Y. Yamaya, Three-dimensional resistivity modelling of a seismogenic area in an oblique subduction zone in the western Kurile arc : constraints from anomalous magnetotelluric phases, Tectonophysics, 603, 114-122, 2013.

Kakinami, Y., M. Kamogawa, T. Onishi, K. Mochizuki, J.-P. Lebreton, S. Watanabe, Yamamoto, T. Mogi, Validation of electron density and temperature observed DEMETER, Advances in Space Research, 532, 12670-b1273b. 2013,

Komori, S., T. Kagiyama, S. Takakura, S. Ohsawad, M Mimura T. Mogi. Effect of the hydrothermal alteration on the surface conductivity of rock matrix : comparative study between relatively-high and low temperature hydrothermal systems, Journal of Volcanology and Geothermal Research, Vol.264, 164-171, 2013

Moriya, Takeo, Toru Mogi, Haruyuki Yamashita, Isao Yamamoto and Mitsuteru Sato, Quantitative characteristics of anomalous VHF transmissions as an earthquake precursor in the Hidaka mountain range, Hokkaido, Japan Earthquake Prediction Studies : Seismo Electromagnetics, edited by M. Hayakawa, TERRAPUB, 2013, 101-112

Abd Allah, S, T. Mogi, H. Ito, A. Jomori, Y. Yuuki, E. Fomenko, K. Kiho, H. Kaieda, K. Suzuki, K. Tsukuda, Three-dimensional resistivity characterization of a coastal area : Application of Grounded Electrical-Source Airborne Transient Electromagnetic (GREATEM) survey data from Kujukuri Beach, Japan, Journal of Applied Geophysics 99 (2013) 1-11

茂木透, Elena Fomenko, Sabry Abd Allah, GREATEM（地表ソース型時間領域空中電磁法）データによる３次元比抵抗構造モデリング, 2012 年 CA 研究会論文集, 2013.

Abd Allah, Sabry, Toru Mogi and Elena Fomenko, Three-dimensional electromagnetic modeling study of sea and topography effects on EM field induction by grounded electrical source airborne transient electromagnetics (GREATEM) system surveys, Extended Abstract 5th International Symposium on Three-Dimensional Electromagnetics, Sapporo, Japan, May, 2013

Verma, Saurabh K. ; Toru Mogi ; Sabry Abd Allah ; Shashi P. Sharma ; Elena Fomenko, 3D 'Tau' imaging of subsurface conductors by contemporary helicopter borne time domain EM systems, Extended Abstract 5th International Symposium on Three-Dimensional Electromagnetics, Sapporo, Japan, May, 2013

Ichihara, H, T. Mogi, K. Tanimoto, Y. Yamaya, T. Hashimoto, M. Uyeshima and Y. Ogawa, 3-D electrical resistivity models in the Erimo area, southern central Hokkaido, 5th International Symposium on Three-Dimensional Electromagnetics, Sapporo, Japan, May 7-9, 2013

Verma S., T. Mogi, S. A. Allah, E. Fomenko and S. P. Sharma, Advantages and limitations of helicopter borne TEM systems employing flying loop and grounded cable transmitters, Short paper, 13th SAGA Biennial Conference and Exhibition, Oct. 8, 9, 2013

（3）学会発表

山谷祐介 ，茂木　透，本多亮，長谷英彰，橋本武志，上嶋誠，褶曲-衝上断層帯・石狩低地帯の３次元比抵抗イメージング，地球惑星科学連合大会，2013 年 5 月.

岡崎健治 ，伊東佳彦，茂木　透，橋本武志，山谷祐介，宇津木充，伊藤久敏，海江田秀志，佃十宏，結城洋一，城森　明，地表ソース型空中電磁法と空中磁気法によるトンネル地山の地質評価事例，地球惑星科学連合大会，2013年5月.

Allah S A, T. Mogi, E. Fomenko, Three-dimensional electromagnetic modeling of topographic effects on electromagnetic field induction by GREATEM surveys, 地球惑星科学連合大会，2013 年 5 月.

長尾年恭，茂木　透, 次期「地震予知研究計画」における電磁気全国連携課題の提案，次期「地震予知研究計画」における電磁気全国連携課題の提案

Mogi. T, Y. Kakinami, T. Moriya, Atmospheric and ionospheric phenomena related to anomalous VHF-band radio wave transmissions beyond the line of sight, American Geophysical Union, 2010 fall meeting, 2013, 12.9-13, San francisco, USA

（4）取得研究費

堤防及び河川構造物の総合的な点検・診断技術の実用化に関する研究開発（土木研究所）

焼岳火山周辺の地熱構造に関する研究（民間との共同研究）

（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

物理探査学会・代表理事・会長

重藤迪子

（1） 主な観測の概要

①研究課題：平成 25 年度堤防及び河川構造物の総合的な点検・診断技術の実用化に関する研究開発

目　　的：堤防及び河川構造物の総合的な点検・診断技術の実用化

実施期間：2013 年 7 月～12 月

対象地域：千歳川一帯

成果概要：千歳川堤防において電気探査・表面波探査を実施した.

参 加 者：茂木透・重藤迪子・岡崎健治（北大地震火山センター）・高井伸雄（北大工）

事 業 名：国土交通省・河川砂防技術研究開発

研究費名：国土交通省・河川砂防技術研究開発委託研究費

②研究課題：カトマンズ盆地における 3 次元地下構造モデルの構築とそれに基づく強震動予測

目　　的：カトマンズ盆地における 3 次元地下構造モデルの構築とそれに基づく強震動予測の実施

実施期間：2013 年 7 月 8 日～12 日，2014 年 3 月 11 日～3 月 16 日

対象地域：ネパール国カトマンズ盆地一帯

成果概要：強震観測点のデータ回収・保守を行った.

参 加 者：高井伸雄（北大工）・重藤迪子・一柳昌義（北大地震火山センター）

事 業 名：科学研究費・基盤研究（B）

研究費名：科学研究費・基盤研究（B）

③研究課題：地球物理学的観測によるアジア北東地域のテクトニクスモデルの刷新

目　　的：地球物理学的観測によるアジア北東地域のテクトニクスモデルの刷新

実施期間：2013 年 7 月 31 日～8 月 7 日

対象地域：ロシア連邦

成果概要：地震観測点の保守

参 加 者：一柳昌義・重藤迪子（北大地震火山センター）・宮町宏樹（鹿児島大）

事 業 名：科学研究費・基盤研究（A）

研究費名：科学研究費・基盤研究（A）

（2） 発表論文

高橋浩晃・重藤迪子・山口照寛・岡崎紀俊（2014），SCINTREX CG5 相対重力計 S/N130141025 の検定（その 1）：道内重力点での検定測定, 北海道大学地球物理学研究報告, 77, 15-24.

（3） 学会発表

重藤迪子・笹谷努・高井伸雄, 内陸浅発地震によって励起された Diffracted P and S wave, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, SSS33-14, 幕張, 2013 年 5 月.

高井伸雄・宮原有史・重藤迪子・笹谷努, 経験的グリーン関数を用いた 2011 年 3 月 11 日（Mw7.6）三陸沖アウターライズ地震の震源モデル, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, SSS33-08, 幕張, 2013 年 5 月.

重藤迪子・笹谷努・高井伸雄, Diffracted SH wave の励起効率の検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 II, 21129, 札幌, 2013 年 8 月.

高井伸雄・前田宜浩・重藤迪子・笹谷努, Single-Station GMPE を用いた 2012 年 12 月 7 日三陸沖アウターライズ地震の地震動予測, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 II, 21072, 札幌, 2013 年 8 月.

高井伸雄・重藤迪子・澤田耕助・青木雅嗣・一柳昌義・笹谷 努・Dhakal Yadab・Megh Raj Dhital,ネパール国カトマンズ盆地の強震動評価: 強震観測点の浅部地盤構造と強震記録, 第 32 回日本自然災害学会学術講演会, 北見, 2013 年 9 月.

重藤迪子・高井伸雄・澤田耕助・青木雅嗣・一柳昌義・笹谷努・Dhakal Yadab・Megh Raj Dhital, ネパール国カトマンズ盆地における強震観測, 日本地震学会 2013 年度秋季大会, P2-31, 横浜, 2013 年 10 月.

高井伸雄・澤田耕助・重藤迪子・前田宜浩・笹谷努, 高速度層を表層に有する地下構造の表面波探査を用いた推定—群速度を併用したレイリー波の高次モードの考慮—, 物理探査学会第 129 回学術講演会論文集, 82-85, 高知, 2013 年 10 月.

（4） 取得研究費

①研究課題：計算科学フロンティア
研究種目：平成 24 年度北海道大学情報基盤センター共同研究
代 表 者：中村知裕（北海道大学）
分 担 者：重藤迪子
研究期間：2013 年度

②研究課題：都市直下地震における地震基盤回折波を考慮した強震動予測手法の高度化
研究種目：科学研究費・研究活動スタート支援
代 表 者：重藤迪子
研究期間：2013-2014 年度
金　　額：総額：2600 千円（2013 年度：1430 千円，2014 年度：1170 千円）

○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：上ノ国地震観測点
　観測項目：地震観測　実施時期 4 月 4 日-5 日
　作業内容：データ回収
②観測点名：岩手県・秋田県一帯
　観測項目：地震観測　実施時期 4 月 10 日
　作業内容：地震観測点保守
③観測点名：大野観測点
　観測項目：地震観測　実施時期 4 月 18 日-19 日
　作業内容：地震観測点保守
④観測点名：大野地震観測点
　観測項目：地震観測　実施時期 4 月 23 日
　作業内容：地震観測点保守
⑤観測点名：礼文北地震観測点
　観測項目：地震観測　実施時期 5 月 7 日-9 日
　作業内容：地震観測点保守
⑥観測点名：緑地震観測点
　観測項目：地震観測　実施時期 5 月 28 日-29 日
　作業内容：地震観測点保守
⑦観測点名：徹別臨時観測点
　観測項目：地震観測　実施時期 6 月 5 日-6 日
　作業内容：臨時地震観測点設置
⑧観測点名：濃尾断層帯地震観測点
　観測項目：地震観測　実施時期 6 月 10 日-14 日
　作業内容：地震観測点撤収
⑨観測点名：中川地震観測点
　観測項目：地震観測　実施時期 6 月 17 日-18 日
　作業内容：地震観測点保守
⑩観測点名：徹別臨時地震観測点
　観測項目：地震観測　実施時期 6 月 19 日-20 日
　作業内容：地震観測点保守
⑪観測点名：十勝岳重力観測
　観測項目：地震観測　実施時期 6 月 24 日-27 日
　作業内容：重力観測

⑫観測点名：渡島大島地震観測点
観測項目：地震観測　実施時期 7 月 1 日-2 日
作業内容：地震観測点保守
⑬観測点名：ロシア極東広帯域地震観測（ゼーヤ観測点）
観測項目：地震観測　実施時期 7 月 31 日-8 月 7 日
作業内容：地震観測点保守
⑭観測点名：渡島大島地震観測点
観測項目：地震観測　実施時期 8 月 19 日-21 日
作業内容：地震観測点保守
⑮観測点名：新十津川地震観測点
観測項目：地震観測　実施時期 8 月 26 日
作業内容：地震観測点保守
⑯観測点名：高丘地震観測
観測項目：地震観測　実施時期 8 月 27 日
作業内容：地震観測点保守
⑰観測点名：弟子屈 GPS 観測
観測項目：地震観測　実施時期 9 月 2 日-5 日
作業内容：GPS 観測
⑱観測点名：弟子屈 GPS 観測
観測項目：地震観測　実施時期 10 月 10 日-11 日
作業内容：GPS 観測
⑲観測点名：岩手・秋田県一帯
観測項目：地震観測　実施時期 9 月 12 日-13 日
作業内容：データ回収
⑳観測点名：中川地震観測点
観測項目：地震観測　実施時期 9 月 18 日
作業内容：地震観測点保守
㉑観測点名：岩内・礼文観測点
観測項目：地震観測　実施時期 9 月 30 日-10 月 2 日
作業内容：地震観測点保守
㉒観測点名：新十津川観測点
観測項目：地震観測　実施時期 10 月 9 日
作業内容：地震観測点保守
㉓観測点名：中川地震観測点
観測項目：地震観測　実施時期 10 月 10 日-11 日
作業内容：地震観測点保守
㉔観測点名：松前札前受信点
観測項目：地震観測　実施時期 10 月 22 日
作業内容：新設観測点打ち合わせ
㉕観測点名：中川地震観測点

観測項目：地震観測　実施時期 11 月 1 日
作業内容：地震観測点保守
㉖観測点名：雌阿寒 GPS 観測
観測項目：地震観測　実施時期 11 月 7 日-8 日
作業内容：GPS 観測点保守
㉗観測点名：上ノ国地震観測点
観測項目：地震観測　実施時期 11 月 14 日-15 日
作業内容：地震観測点保守
㉘観測点名：岩手・秋田県一帯
観測項目：地震観測　実施時期 11 月 20 日-21 日
作業内容：データ回収
㉙観測点名：十勝ダム地震観測点
観測項目：地震観測　実施時期 12 月 4 日-6 日
作業内容：地震観測点保守
㉚観測点名：サハリン南部地震観測点
観測項目：地震観測　実施時期 2014 年 1 月 29 日-2 月 1 日
作業内容：地震観測点保守
㉛観測点名：緑地震観測点
観測項目：地震観測　実施時期 2 月 24 日-25 日
作業内容：地震観測点保守
㉜観測点名：根室地震観測点
観測項目：地震観測　実施時期 3 月 11 日-12 日
作業内容：地震観測点保守

髙田真秀

（1）主な観測の概要
観測項目：地震、地殻変動、電磁気観測
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

鈴木敦生

（1）主な観測の概要
①観測項目：雌阿寒岳中ナカマチネシ火口周辺での磁気測量
観測点名：雌阿寒岳
実施時期：2013 年 9 月 25 日-27 日
参 加 者：田中良・鈴木敦生・三嶋渉・橋本武志
作業内容：樽前山の火山活動の現況把握のため山頂火口原周辺で磁気測量が実施され、磁気センサ設置に参加した。

②観測項目：アトサヌプリ火山における磁気測量
観測点名：アトサヌプリ火山
実施時期：2013 年 11 月 12 日-15 日
参 加 者：松本征海・鈴木敦生・橋本武志
作業内容：アトサヌプリ火山の火山活動の現況把握のため山頂火口原周辺で磁気測量が実施され、磁気センサ設置に参加した。
③観測項目：樽前山坑道水管傾斜計再設置
観測点名：樽前山
実施時期：2013 年 9 月 17 日-20 日
参 加 者：橋本武志・髙田真秀・山口照寛・岡田和見・鈴木敦生・松本征海・田中良・竹内大登（ガラス工）・佐々木康隆（機械工）・上野晃平（化学）・岡山宗夫
作業内容：坑道水管傾斜計の水管内の気泡、水面板のひっかかり予防のためフルフィールド型水管傾斜計を撤収しハーフフルフィールド型水管傾斜計の再設置が実施された。前回設置から 18 年がたち坑道内の端子ボックス内の接点の錆のため、ケーブルの張り替え作業も行い水管傾斜計変位センサーに直接接続した。
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：9 月 1 回、10 月 1 回、11 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：8 月 1 回、10 月 2 回、12 月 1 回

（3）学会発表

Yusuke Yamaya, Toru Mogi, Ryo Honda, Hideaki Hase, Atsuo Suzuki, Takeshi Hashimoto, and Makoto Uyeshima, Strain concentration mechanism beneath the fold-and-thrust belt, ishikari-teichi-toen Falt Zone, NE Japan, revealed by three-dimensional resistivity structure, 2013 AGU fall meeting, 2013.

岡田和見

（1） 主な観測の概要
①観測項目：礼文観測点保守
観測点名：礼文北、礼文南観測点
実施時期：2013 年 5 月 7 日～5 月 9 日
参 加 者：一柳昌義、重藤迪子、岡田和見
作業内容：定常地震観測点のメンテナンス
②観測項目：第 55 次南極地域観測隊夏期総合訓練
実施時期：2013 年 6 月 17 日～6 月 22 日

参 加 者：岡田和見
作業内容：実地での安全対策などの講義及び観測・設営計画の打ち合わせ
③観測項目：十勝岳一帯精密重力観測
観測点名：美瑛町及び十勝岳周辺
実施時期：2013 年 6 月 25 日～6 月 27 日
参加者：髙橋浩晃、一柳昌義、重藤迪子、岡田和見
作業内容：シントレックス重力計による重力測定、及び GPS 観測
④観測項目：渡島大島観測点保守
観測点名：渡島大島観測点
実施時期：2013 年 7 月 1 日～7 月 2 日
参 加 者：勝俣啓、一柳昌義、髙田真秀、岡田和見
作業内容：定常地震観測点のメンテナンス
⑤観測項目：樽前山観測坑道保守
観測点名：樽前山観測点
実施時期：2013 年 9 月 18 日～9 月 20 日
参 加 者：橋本武志、鈴木敦生、髙田真秀、山口照寛、岡田和見
作業内容：水管傾斜計の設置
⑥観測項目：新十津川観測点保守
観測点名：新十津川観測点
実施時期：2013 年 10 月 9 日～10 月 9 日
参 加 者：一柳昌義、髙田真秀、山口照寛、岡田和見
作業内容：定常観測点のメンテナンス
⑦観測項目：第 55 次南極地域観測隊地圏一般観測
実施時期：2013 年 11 月 22 日～2014 年 3 月 31 日
参 加 者：岡田和見
作業内容：極域でのインフラサウンド計測の為の観測機材保守

Ⅲ　教　育　活　動

１．担当授業

（１）大学院

①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）

②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・定池祐季

【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

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　　：大島弘光・髙橋浩晃（分担）

【２学期】

地球惑星電磁気学　　：茂木　透（分担）

②地球惑星科学科専門科目

【１学期】

地球惑星科学のための古典力学　　：山田卓司

地球惑星科学のための古典力学演習：山田卓司

火山特別セミナー　　：大島弘光・橋本武志・青山　裕（分担）

【２学期】

地球惑星科学のための電磁気学　　：橋本武志（分担）

データ解析学　　：勝俣　啓

③全学科共通科目

【２学期】

現代地球惑星科学概論２　　：勝俣　啓（分担）

④全学教育科目

【１学期】

地球惑星科学Ⅰ　　：茂木　透・村上　亮

地球惑星科学Ⅰ　　：村井芳夫・森　濟

【２学期】

一般教育演習「巨大津波は北海道を襲うか」：谷岡勇市郎

一般教育演習「地球未来学」　　：谷岡勇市郎（分担）

地球惑星科学のフロンティア　　：橋本武志（分担）

全学教育「北大のサステイナビリティ学最前線」：定池祐季（分担）

（３）学外

①タイトル：新採用者向け研修講師

日時・場所：2013 年 5 月 23 日・NHK 札幌放送局

主催：日本放送協会　札幌放送局

担当教員：定池祐季

内容：「北海道の災害史と防災」

②タイトル：スーパーサイエンスハイスクール講師

日時・場所：2013 年 6 月 5 日、2013 年 10 月～11 月（1 日間）・北海道札幌西高等学校

主催：北海道札幌西高等学校

担当教員：西村裕一

内容：地学選択者対象授業

③タイトル：平成 25 年度職員研修講師

日時・場所：2013 年 6 月 6 日・北海道開発局研修センター

主催：北海道開発局

担当教員：定池祐季

内容：「地域防災について」

④タイトル：平成 25 年度（地域別研修）「中南米地域　火山防災能力強化」講師

日時・場所：2013 年 6 月 10 日～7 月 4 日・札幌市

主催：JICA

（1）担当教員：村上　亮

内容：火山学概論（Ⅱ）：噴火予知を目的とした地球物理学観測概論

（2）担当教員：大島弘光

内容：リアルタイムモニタリングの科学

（3）担当教員：青山　裕

内容：有珠山の最近 4 回の噴火の事例研究

（4）担当教員：定池祐季

内容：「災害からの復興」

⑤タイトル：大阪大学野田村サテライトセミナー講師

日時・場所：2013 年 6 月 11 日～12 日・岩手県九戸郡野田村

主催：国立大学法人大阪大学

担当教員：定池祐季

⑥タイトル：「現代科学セミナー」講師

日時・場所：2013 年 6 月 14 日・東京理科大学長万部校舎

主催：東京理科大学

担当教員：西村裕一

内容：電子応用工学科・材料工学科・生物工学科

⑦タイトル：平成 25 年度札幌市新任管理職研修講師

日時・場所：2013 年 6 月 19 日・札幌市生涯学習センター
主催：札幌市教育委員会
担当教員：定池祐季
内容：「災害と災害時の避難所運営について」
⑧タイトル：平成 25 年度札幌市新任管理職研修講師
日時・場所：2013 年 6 月 21 日・札幌市生涯学習センター
主催：札幌市教育委員会
担当教員：定池祐季
内容：「災害と HUG の概要について」
⑨タイトル：平成 25 年度職員防災研修会講師
日時・場所：2013 年 6 月 26 日・むかわ町産業会館
主催：むかわ町
担当教員：定池祐季
内容：「災害に対する町職員の危機管理」
⑩タイトル：北海道開発局職員研修講師
日時・場所：2013 年 7 月 2 日・札幌第 1 合同庁舎
主催：北海道開発局
担当教員：定池祐季
内容：「津波被災地の復興プロセスにおける防災の取り組み
～北海道奥尻町を例に～」
⑪タイトル：小学校の授業で使える緊急地震速報の研修会講師
日時・場所：2013 年 8 月 6 日・札幌管区気象台
主催：札幌管区気象台
担当教員：定池祐季
内容：「学校教育における防災教育の提案」
⑫タイトル：教員免許状更新講習講師
日時・場所：2013 年 8 月 8 日～9 日・北海道大学
主催：日本地震学会
担当教員：髙橋浩晃・山田卓司・定池祐季
内容：「北海道の地震・津波とその防災」
⑬タイトル：2013 年度日本建築学会大会（北海道）研究集会講師
日時・場所：2013 年 8 月 31 日・北海道大学
主催：一般社団法人　日本建築学会
担当教員：定池祐季
内容：「対津波への減災を考える」
⑭タイトル：平成 25 年度余市町防災講演会講師
日時・場所：2013 年 9 月 5 日・余市町中央公民館
主催：余市町
担当教員：谷岡勇市郎
⑮タイトル：防災気象講演会講師

日時・場所：2013 年 9 月 7 日・函館市亀田福祉センター
主催：札幌管区気象台
担当教員：定池祐季
内容：講義及びパネリスト
⑯タイトル：「寒地土木研究所第 17 回技術者交流フォーラム in 釧路」講師
日時・場所：2013 年 9 月 19 日・釧路プリンスホテル
主催：独立行政法人　寒地土木研究所
担当教員：谷岡勇市郎
内容：「道東地域の地震津波災害に備えて」
⑰タイトル：JICA 研修員への研究指導及び講師
日時・場所：2013 年 10 月 1 日～2 日・名古屋大学
主催：名古屋大学減災連携研究センター
担当教員：谷岡勇市郎
⑱タイトル：平成 25 年度非常勤講師
日時・場所：2013 年 10 月 1 日～2014 年 3 月 31 日・山形大学小白川キャンパス
主催：国立大学法人山形大学
担当教員：髙橋浩晃
内容：演習「固体地球科学」「地震学データ処理特論」
⑲タイトル：防災セミナー in とかち 2013 講師
日時・場所：2013 年 10 月 4 日・とかちプラザ
主催：帯広市
担当教員：定池祐季
⑳タイトル：平成 25 年度北海道防災総合訓練参加
日時・場所：2013 年 10 月 9 日・浦河町立浦河小学校他
主催：北海道総務部危機対策局危機対策課
担当教員：定池祐季
内容：平成 25 年度北海道防災総合訓練参加
㉑タイトル：平成 25 年度避難所運営訓練（HUG）講師
日時・場所：2013 年 10 月 10 日・音更町役場
主催：音更町
担当教員：定池祐季
内容：「避難所運営訓練（HUG）演習」
㉒タイトル：「市民防災セミナー」講師
日時・場所：2013 年 10 月 21 日・北海道エルプラザ
主催：一般社団法人　日本損害保険協会
担当教員：谷岡勇市郎
内容：「北海道の地震と津波」
㉓タイトル：公共測量講習会講師
日時・場所：2013 年 10 月 30 日・とかちプラザ
主催：公益社団法人日本測量教会

担当教員：村上　亮
㉔タイトル：平成 25 年度避難所運営研修講師
日時・場所：2013 年 11 月～2014 年 3 月・札幌市内小中学校
主催：札幌市危機管理対策室
担当教員：定池祐季
内容：「避難所運営ゲーム（HUG）」講師
㉕タイトル：出張講義講師
日時・場所：2013 年 11 月 6 日・北海道札幌清田高等学校
主催：北海道札幌清田高等学校
担当教員：大島弘光
㉖タイトル：「防災教育の企画・運営スキル向上研修会」講師
日時・場所：2013 年 11 月 9 日・本の森　厚岸情報館
主催：ほっかいどう防災教育検討委員会
担当教員：定池祐季
㉗タイトル：防災講話講師
日時・場所：2013 年 11 月 12 日・北海道旭川東高等学校
主催：北海道旭川東高等学校
担当教員：定池祐季
㉘タイトル：平成 25 年度ボランティアスクール（住民福祉の集い）講師
日時・場所：2013 年 11 月 17 日・木古内町中央公民館
主催：社会福祉法人知内町社会福祉協議会、社会福祉法人木古内町社会福祉協議会
担当教員：定池祐季
内容：「地域で津波に備えるために～北海道南西沖地震に学ぶ～」
㉙タイトル：平成 25 年度北海道函館陵北高等学校防災講話会講師
日時・場所：2013 年 11 月 18 日・北海道函館陵北高等学校
主催：北海道函館陵北高等学校
担当教員：定池祐季
内容：講義
㉚タイトル：白老町・登別市議会議員研修講師
日時・場所：2013 年 11 月 20 日・白老町総合保健福祉センター
主催：白老町議会
担当教員：定池祐季
内容：「避難所運営訓練（HUG）演習」
㉛タイトル：十勝岳に関する勉強会
日時・場所：2013 年 11 月 21 日・札幌第 1 合同庁舎
主催：旭川開発建設部
担当教員：村上　亮
内容：「十勝岳及び火山に関する勉強会アドバイザー」
㉜タイトル：平成 25 年度男女共同参画講演会講師
日時・場所：2013 年 11 月 21 日・富良野市地域福祉センター

主催：富良野市・富良野市連合町内会協議会
担当教員：定池祐季
内容：「わが家の防災、地域の防災」
㉝タイトル：授業研究会
日時・場所：2013 年 11 月 25 日・野田村立野田中学校
主催：野田村立野田中学校
担当教員：定池祐季
㉞タイトル：国際地震工学研修（2013～2014 年コース）講師
日時・場所：2013 年 12 月 2 日・独立行政法人建築研究所
担当教員：谷岡勇市郎
㉟タイトル：非常通信セミナー2013 講師
日時・場所：2013 年 12 月 5 日・札幌市内
主催：総務省北海道総合通信局、北海道地方非常通信協議会、
北海道テレコム懇談会
担当教員：谷岡勇市郎
㊱タイトル：厚真町防災教育講演講師
日時・場所：2013 年 12 月 18 日・厚真町中央小学校他
主催：厚真町
担当教員：定池祐季
内容：「防災授業」
㊲タイトル：防災教育研修会 in 旭川市講師
日時・場所：2014 年 1 月 9 日・旭川地方合同庁舎
主催：札幌管区気象台
担当教員：定池祐季
内容：ワークショップ等アドバイザー
㊳タイトル：NHK「復興サポート」出演
日時・場所：2014 年 2 月 1 日・岩手県大槌町中央公民館
主催：株式会社 NHK グローバルメディアサービス
担当教員：定池祐季
㊴タイトル：根室市地域防災講演会講師
日時・場所：2014 年 2 月 12 日・根室市総合文化会館
主催：根室市
担当教員：谷岡勇市郎・定池祐季
㊵タイトル：根室市学校防災講演会講師
日時・場所：2014 年 2 月 13 日・根室市総合文化会館
主催：根室市
担当教員：定池祐季
㊶タイトル：平成 25 年度釧路教育研究センター「教育講演会」講師
日時・場所：2014 年 2 月 15 日・釧路市民文化会館
主催：釧路市教育委員会

担当教員：定池祐季
㊷タイトル：国際研修（神津島現地研修）講師
日時・場所：2014 年 2 月 15 日～22 日・東京都神津島村周辺
主催：JICA
担当教員：森　濟
内容：「水準測量指導」
㊸タイトル：平成 25 年度非常勤講師
日時・場所：2014 年 2 月 17 日～18 日・北海道教育大学札幌校
主催：北海道教育大学
担当教員：西村裕一
㊹タイトル：「ふるさとを考える町民の集い」講師
日時・場所：2014 年 2 月 26 日・足寄町民センター
主催：足寄町自治会連合会
担当教員：定池祐季
㊺タイトル：防災シンポジウム講師
日時・場所：2014 年 2 月 27 日・北海道大学
主催：北海道開発局
担当教員：定池祐季
内容：講演「北海道の災害文化～くらしの中に「防災」を～」
パネルディスカッション「みんなで取り組む地域の防災」
㊻タイトル：三陸復興に向けたトークサロン
～いま何ができるか、次世代に何を引き継げるか～
日時・場所：2014 年 3 月 1 日・気仙沼市民会館
主催：国立大学法人神戸大学
担当教員：定池祐季
㊼タイトル：平成 25 年度自然災害研究協議会北海道地区総会・特別講演会講師
日時・場所：2014 年 3 月 17 日・北海道大学
主催：京都大学防災研究所
担当教員：森　濟
㊽タイトル：根室市防災アドバイザー
日時・場所：2013 年 4 月 1 日～2014 年 3 月 31 日
主催：根室市
担当教員：谷岡勇市郎
内容：「根室市の防災対策全般における助言、行事参加など」
㊾タイトル：国立大学法人室蘭工業大学非常勤講師
日時・場所：通年・室蘭市
主催：国立大学法人室蘭工業大学
担当教員：青山　裕
内容：「応用解析学Ⅰ、Ⅱ」

2. 学位論文

（1）博士論文

なし

（2）修士論文

①氏名：小四郎丸拓馬（KOSHIROUMARU, Takuma）

論文題目：樽前山近傍における 2013 年 6 月～7 月の地震活動に先行した傾斜及び歪変化から推測した圧力源モデル

主査：村上　亮

副査：青山　裕、森　濟

②氏名：齋藤　悠（SAITO, Yu）

論文題目：北海道南東沖で発生した中・小地震の応力降下量の解析：太平洋プレート面上の摩擦の不均質の検討

主査：山田卓司

副査：谷岡勇市郎、村井芳夫、勝俣　啓

③氏名：田中　良（TANAKA, Ryou）

論文題目：数値計算による爆発的・非爆発的噴火間の遷移の研究

主査：橋本武志

副査：青山　裕、髙橋浩晃

④氏名：山田大志（YAMADA, Taishi）

論文題目：ロコン火山における爆発地震の初動部分の解析

主査：青山　裕

副査：橋本武志、大島弘光

（3）卒業論文

①氏名：宇久眞太郎（UKU, Shintarou）

論文題目：大学生の災害時におけるソーシャルメディアの利用意識に関する研究－北大生に対する質問紙調査から－

指導教官：定池祐季

②氏名：翁長良介（OUNAGA, Ryousuke）

論文題目：倶多楽火山地獄谷の熱活動に関する観測研究

指導教官：大島弘光

③氏名：佐川朋之（SAGAWA, Tomoyuki）

論文題目：地震活動と初期破壊過程解析によるプレート境界面の不均質構造解明に向けて

指導教官：山田卓司

④氏名：三嶋　渉（MISHIMA, Wataru）

論文題目：単極円板ダイナモの安定性解析：Bullard（1955）のレビューと数値計算による考察

指導教官：橋本武志

3. 雑誌会

第 1 回雑誌会（2013 年 4 月 15 日）

①紹介者：勝俣　啓

題　名：Spatial organization of foreshocks as a tool to forecast large earthquakes

著者名：E. Lippiello, W. Marzocchi, L de Arcangelis and C. Godano

雑誌名：Scientific Reports, 2：846, 2012　doi:10.1038/srep00846

②紹介者：Purna Sulastya Putra

題　名：Portugal：Characterizing sediment, reconstructing sources and inundation paths

著者名：PJM Costa, C Andrade, MC Freitas, MA Oliveira, V Lopes, AG Dawson, J Moreno, F Fatela and J-M Jouanneau.

雑誌名：The Holocene 22 (8), Pages 899-914, 2012

③紹介者：山田大志

題　名：Acoustic multipole source model for volcanic explosions and inversion for source parameters

著者名：Keehoon Kim, Jonathan M. Lees and Mario Ruiz

雑誌名：Geophysical Journal International, Vol 191, Issue 3, Pages 1192-1204, December 2012　doi:10.1111/j.1365-246X.2012.05696.x

第 2 回雑誌会（2013 年 5 月 13 日）

①紹介者：橋本武志

題　名：Dynamics of magma flow near the vent：Implications for dome eruptions

著者名：Helene Massol, Claude Jaupart

雑誌名：Earth and Planetary Science Letters, 279, 185-196, 2009

②紹介者：HARIS, Snender

題　名：Development, testing, and applications of site-specific tsunami inundation models for real-time forecasting

著者名：Tang, L., V. V. Titov, and C. D. Chamberlin

雑誌名：Journal of Geophysical Research, Vol. 114, C12025, 2009 doi:10.1029/2009JC005476

③紹介者：田中　良

題　名：Control of magma flow in dykes on cyclic lava dome extrusion

著者名：Costa A., O. Melnik, R. S. J. Sparks, and B. Voight

雑誌名：Geophysical Research Letters, Vol. 34, L02303, 2007 doi:10.1029/2006GL027466

題　名：Cyclic extrusion of a lave dome based on a stick-slip mechanism
著者名：Costa A., G. Wadge, O. Melnik
雑誌名：Earth and Planetary Letters, Vol. 337-338, Pages 39-46, 1 July 2012
doi:10.1016/j.epsl.2012.05.011

第 3 回雑誌会（2013 年 5 月 27 日）
①紹介者：山田卓司
題　名：Faultlubrication during earthquakes
著者名：G. Di Toro, R. Han, T. Hirose et al
雑誌名：Nature, 471, 494-499, 2011　doi:10.1038/nature09838
題　名：Stable creeping fault segments can become destructive as a result of dynamic weakening
著者名：H. Noda and N. Lapsta
雑誌名：Nature 493, 518-523, 24 January 2013　doi:10.1038/nature11703,
②紹介者：Sabry Abdallah
題　名：Salinity Distribution in Heterogeneous Coastal Aquifers Mapped by Airborne Electromagnetics
著者名：Casper Kirkegaard, Torben O. Sonnenborg, Esben Auken, Flemming Jørgensen
雑誌名：Vadose Zone Journal, 10:125-135, February 2011
doi:10.2136/vzj2010.0038

第 4 回雑誌会（2013 年 6 月 3 日）
①紹介者：川口亮平
題　名：Tilt prior to explosions and the effect of topography on ultra-long-period
seismic records at Fuego volcano, Guatemala
著者名：John J. Lyons, Gregory P. Waite, Mie Ichihara, and Jonathan M. Lees
雑誌名：Geophysical Research Letters, 39, L08305, 2012
doi:10.1029/2012GL051184
②紹介者：伊尾木圭衣
題　名：Comparison of decay features of the 2006 and 2007 Kurile Island earthquake tsunamis
著者名：Yutaka Hayashi, Shunichi Koshimura and Fumihiko Imamura
雑誌名：Geophysical Journal International, Vol. 190, Issue 1, Pages 347-357, 2012 doi:10.1111/j.1365-246X.2012.05466.x
③紹介者：三嶋　渉
題　名：Effect of inner core conductivity on planetary dynamo models
著者名：Girija Dharmaraj, Sabine Stanley
雑誌名：Physics of the Earth and Planetary Interiors, Vol. 212-213, Pages 1-9,

2012　doi:10.1016/j.pepi.2012.09.003

第 5 回雑誌会（2013 年 6 月 10 日）

①紹介者：大島弘光

題　名：The rheology of two-phase magmas：A review and analysis

著者名：H. M. Mader, E.W. Llewellin, S.P. Mueller

雑誌名：Journal of Volcanology and Geothermal Research, 257, Pages 135-158, 2013

②紹介者：宇久眞太郎

題　名：Utilization of Social Media in the East Japan Earthquake and Tsunami and its Effectiveness

著者名：Brett D. M. PEARY, Rajib SHAW and Yukiko TAKEUCHI

雑誌名：Journal of Natural Disaster Science, Vol. 34, Number 1, Pages 3-18, 2012

③紹介者：湊　宏司

題　名：Constraints on the three-dimensional thermal structure of the lower crust in the Japanese Islands

著者名：Ikuo Cho and Yasuto Kuwahara

雑誌名：Earth Planets Space, Vol. 65 (No. 8), Pages 855-861, 2013. doi:10.5047/eps. 2013. 01.005

第 6 回雑誌会（2013 年 6 月 17 日）

①紹介者：齊藤佳佑

題　名：Discrimination of a preparatory stage leading to M7 characteristic earthquakes off Ibaraki Prefecture, Japan

著者名：Shozo Matsumura

雑誌名：Journal of Geophysical Research, Vol. 115, Issue B1, January 2010 doi:10.1029/2009jb006584

②紹介者：篠原大地

題　名：Static stress drop as determined from geodetic strain rates and statistical seismicity

著者名：Alessandro Caporali, Salvatore Barba, Michele M. C. Carafa, Roberto Devoti, Grazia Pietrantonio, and Federica Riguzzi

雑誌名：Journal of Geophysical Research, Vol. 116, Issue B2, February 2011 doi:10.1029/2010JB007671

③紹介者：翁長良介

題　名：A note on maar eruption energetics：current models and their application

著者名：Jacopo Taddeucci, Gianluca Sottili, Danilo M. Palladino, Guido Ventura and Piergiorgio Scarlato

雑誌名：Bulletin of Volcanology, Vol. 72, Issue 1, Pages 75-83, 2010
doi:10.1007/s00445-009-0298-2

第 7 回雑誌会（2013 年 6 月 24 日）

①紹介者：谷岡勇市郎

題　名：Seismic evidence of negligible water carried below 400-km depth in subducting lithosphere

著者名：Green, H.W., W-P Chen, and M.R. Brudzinski

雑誌名：Nature 467, 828-831, 14 October 2010　doi:10.1038/nature09401

②紹介者：森田　笙

題　名：A statistical analysis of ionospheric anomalies before 736 M6.0+ earthquakes during 2002-2010

著者名：H. Le, J. Y. Liu, L. Liu

雑誌名：Journal of Geophysical Research, Vol. 116, Issue A2, February 2011
doi:10.1029/2010JA015781

③紹介者：佐川朋之

題　名：Evidence for fluid-triggered slip in the 2009 Mount Rainier Washington earthquake swarm

著者名：David R. Shelly, Seth C. Moran, and Weston A. Thelen

雑誌名：Geophysical Research Letters, Vol. 40, 1506-1512, 28 April 2013
doi:10.1002/grl.50354

第 8 回雑誌会（2013 年 7 月 1 日）

①紹介者：アディティア・グスマン

題　名：Time and space distribution of coseismic slip of the 2011 Tohoku earthquake as inferred from tsunami waveform data

著者名：Kenji Satake, Yushiro Fujii, Tomoya Harada, and Yuichi Namegaya.

雑誌名：Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 103, No. 2B, Pages 1473-1492, May 2013　doi:10.1785/0120120122

②紹介者：齋藤　悠

題　名：Comparison of direct and coda wave stress drop measurements for the Wells, Nevada, earthquake sequence

著者名：Rachel E. Abercrombie

雑誌名：Journal of Geophysical Research, Vol. 118, 1458-1470,
doi:10.1029/2012JB009638, 2013

③紹介者：和田さやか

題　名：Modeling ground deformations of Panarea volcano hydrothermal / geothermal system (Aeolian Islands, Italy) from GPS data

著者名：Alessandra Esposito, Marco Anzidei, Simone Atzori, Roberto Devoti, Guido Giordano, Grazia Pietrantonio

雑誌名：Bulletin of Volcanology, Vol. 72, Pages 609-621, 2010
doi:10.1007/s00445-010-0346-y

第 9 回雑誌会（2013 年 7 月 8 日）

①紹介者：和田直人

題　名：Slip distribution of the 1973 Nemuro-oki earthquake estimated from the re-examined geodetic data

著者名：Takuya Nishimura

雑誌名：Earth Planets Space, Vol. 61 (No. 11), Pages 1203-1214, 2009

②紹介者：小四郎丸拓馬

題　名：Pressure changes in the magmatic system during the December 2008 / January 2009 extrusion event at Soufrière Hills Volcano, Montserrat (W.I.), derived from strain data analysis

著者名：Stefanie Hautmann, Dannie Hidayat, Nicolas Fournier, Alan T. Linde, I. Selwyn Sacks, C. Pyiko Williams

雑誌名：Journal of Volcanology and Geothermal Research, 250, 34-41, 2013
doi:10.1016/j.jvolgeores.2012.10.006

③紹介者：齊藤佳佑

題　名：Discrimination of a preparatory stage leading to M7 characteristic earthquakes off Ibaraki Prefecture, Japan

著者名：Shozo Matsumura

雑誌名：Journal of Geophysical Research, Vol. 115, 2010
doi:10.1029/2009JB006584

第 10 回雑誌会（2013 年 10 月 21 日）

①紹介者：平塚晋也

題　名：A deep outer-rise reverse-fault earthquake immediately triggered a shallow normal-fault earthquake The 7 December 2012 off-Sanriku earthquake (Mw 7.3)

著者名：Tomoya Harada, Satoko Murotani, Kenji Satake

雑誌名：Geophysical Research Letters, Vol. 40, 4214-4219, 2013
doi:10.1002/grl.50808, 2013

②紹介者：スネンダー・ハリス

題　名：Tsunami waveform inversion incorporating permanent seafloor deformation and its application to tsunami forecasting

著者名：Tsushima, H., R. Hino, Y. Tanioka, F. Imamura, and H. Fujimoto

雑誌名：Journal of Geophysical Research, Vol. 117, Issue B3, March 2012
doi:10.1029/2011JB008877

第 11 回雑誌会（2013 年 11 月 11 日）

①紹介者：森　濟
題　名：A new algorithm for modeling simple and double Mogi magma sources in active volcanoes：accuracy, sensitivity, limitations and implications
著者名：Vasso Saltogianni and Stathis C. Stiros
雑誌名：Bulletin of Volcanology, Vol. 75, Issue 10, October 2013
doi:10. 1007/s00445-013-0754-x
②紹介者：アブドアラー・サブリー
題　名：Airborne electromagnetic imaging of discontinuous permafrost
著者名：Burke J. Minsley, Jared D. Abraham, Bruce D. Smith, James C. Cannia, CliffordI. Voss, M. Torre Jorgenson, Michelle A. Walvoord, Bruce K. Wylie, Lesleigh Anderson, Lyndsay B. Ball, Maryla Deszcz-Pan, Tristan P. Wellman, Thomas A. Ager
雑誌名：Geophysical Research Letters, Vol. 39, Issue 2, 2012
doi:10.1029/2011GL050079
③紹介者：田中 良
題　名：An analog investigation of magma fragmentation and degassing : Effects of pressure, volatile content, and decompression rate
著　者：John Stix and Jeremy C. Phillips
雑誌名：Journal of Volcanology and Geothermal Research 211-212, 2012, 12-

第 12 回雑誌会（2013 年 11 月 18 日）
①紹介者：髙橋浩晃
題　名：Rapid changes in magma storage beneath the Klyuchevskoy group of volcanoes inferred from time-depend seismic tomography
著者名：Koulakov, I., E. Gordeev, N. Dobretsov, V. Vernikovsky, S. Senyuov, A. Jakovlev, and K. Jaxybuatov
雑誌名：Journal of Volcanology and Geothermal Research, Vol. 263, Pages 75-91, 1 August 2013　doi:10.1016/j.jvolgeores.2012.10.014
②紹介者：小四郎丸拓馬
題　名：New insights into volcanic activity from strain and other deformation data for the Hekla 2000 eruption
著者名：Erik Sturkell, Kristján Ágústsson, Alan T. Linde, Selwyn I. Sacks, Páll Einarsson, Freysteinn Sigmundsson, Halldór Geirsson, Rikke Pedersen, Peter C. LaFemina, Halldór Ólafsson
雑誌名：Journal of Volcanology and Geothermal Research, Vol. 256, Pages 78-86, 15 April 2013　doi:10.1016/j.jvolgeores.2013.02.001
③紹介者：山田大志
題　名：Source and Propagation Effects on Near-Field Co-Eruptive Ground Motion at Santiaguito Volcano, Guatemala
著者名：J. F. Anderson, J. M. Lees, G. P. Waite, and J. B. Johnson

雑誌名：Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 102, No. 2, Pages 696-706, April 2012　doi:10.1785/0120110106

第 13 回雑誌会（2013 年 11 月 25 日）

①紹介者：村井芳夫

題　名：High-frequency waves guided by the subducted plates underneath Taiwan and their association with seismic intensity anomalies

著者名：Kate Huihsuan Chen, Brian L. N. Kennett, and Takashi Furumura

雑誌名：Journal of Geophysical Research Solid Earth, Vol. 118, Pages 1-16, 2013 doi:10.1002/jgrb.50071, 2013

②紹介者：齋藤　悠

題　名：On the characteristics of earthquake stress release variations in Japan

著者名：Adrien Oth

雑誌名：Earth and Planetary Science Letters, Vol. 377-378, Pages 132-141 doi:10.1016/j.epsl.2013.06.037, 2013

③紹介者：翁長良介

題　名：Diffuse volcanic degassing and thermal energy release from Hengill volcanic system, Iceland

著者名：Pedro A. Hernández, Nemesio M. Pérez, Thráinn Fridriksson, Jolie Egbert, Evgenia Ilyinskaya, Andri Thárhallsson, Gretar Ívarsson, Gestur Gíslason, Ingvi Gunnarsson, Birgir Jónsson, Eleazar Padrón, Gladys Melián, Toshiya Mori, Kenji Notsu

雑誌名：Bulletin of Volcanology；Dec 2012, Vol. 74, Issue 10, Pages 2435-2448, 2012 doi:10.1007/s00445-012-0673-2

第 14 回雑誌会（2013 年 12 月 2 日）

①紹介者：村上　亮

題　名：Volcanic subsidence triggered by the 2011 Tohoku earthquake in Japan

著者名：Youichiro Takada and Yo Fukushima

雑誌名：Nature Geoscience, Vol. 6, Pages 637-641　doi:10.1038/ngeo1857, 2013

②紹介者：宇久眞太郎

題　名：Twitter earthquake detection：earthquake monitoring in a social world

著者名：Paul S. Earle, Daniel C. Bowden, Michelle Guy

雑誌名：Annals of Geophysics, 54, 6, 2011 doi:10.4401/ag-5364, 2011

③紹介者：佐川朋之

題　名：High-speed rupture in the first 20s of the 2011 Tohoku earthquake, Japan

著者名：Takahiko Uchide

雑誌名：Geophysical Research Letters, Vol. 40, 2993-2997 doi:10.1002/grl.50634, 2013

第 15 回雑誌会（2013 年 12 月 9 日）

①紹介者：定池祐季

題　名：School Disaster Education in Affected Area-Collecting, Sharing, and Transferring Disaster Experiences

著者名：Koichi Shiwaku, Ayako Fujieda, Yukiko Takeuchi and Rajib Shaw

雑誌名：Asian Journal of Environment and Disaster Management (AJEDM), Vol. 3, Number 4, 2011　doi:10.3850/S1793924011001003

②紹介者：齊藤佳佑

題　名：Seismic Network Calibration for Retrieving Accurate Moment Tensors

著者名：Rosalia Davi and Vaclav Vavrycuk

雑誌名：Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 102, No. 6, pp 2491-2506, December 2012　doi:10.1785/0120110344

③紹介者：三嶋　渉

題　名：Conditions for Earth-like geodynamo models

著者名：Ulrich R. Christensen, Julien Aubert, Gauthier Hulot

雑誌名：Earth and Planetary Science Letters, Vol. 296, Issues 3-4, Pages 487-496, August 2010　doi:10.1016/j.epsl.2010.06.009

第 16 回雑誌会（2013 年 12 月 16 日）

①紹介者：西村裕一

題　名：Benchmarks and sediment source(s) of the 1755 Lisbon tsunami deposit at Boca do Rio Estuary

著者名：Eric Font, Cristina Veiga-Pires, Manuel Pozo, Sílvia Nave, Susana Costas, Francisco Ruiz Muñoz, Manuel Abad, Nuno Simões, Sílvia Duarte, Joaquín Rodríguez-Vidal

雑誌名：Marine Geology, Vol. 343, Page 1-14, 1 September, 2013 doi:10.1016/j.margeo.2013.06.008

②紹介者：中村有吾

題　名：Extreme wave deposits on the Pacific coast of Mexico：Tsunamis or storms? Amulti-proxy approach

著者名：María-Teresa Ramírez-Herrera, Marcelo Lagos, Ian Hutchinson, Vladimir Kostoglodov, Maria Luisa Machain, Margarita Caballero, Avto Goguitchaichvili, Bertha Aguilar, Catherine Chagué-Goff, James Goff, Ana-Carolina Ruiz-Fernández, Modesto Ortiz, Hector Nava, Francisco Bautista, Gloria I. Lopez, Patricia Quintana

雑誌名：Geomorphology, Vol. 139-140, Pages 360-371, 15 February 2012 doi:10.1016/j.geomorph.2011.11.002

発表者③：森田　笙

題　名：Statistical analysis of the ion density measured by the satellite DEMETER in relation with the seismic activity
著者名：Michel Parrot
雑誌名：Earthquake Science, Vol. 24, Issue 6, Pages 513-521, December 2011
doi:10.1007/s11589-011-0813-3

第 17 回雑誌会（2014 年 1 月 6 日）

①紹介者：茂木　透
題　名：Three-dimensional magnetotelluric inversion in practice-the electrical conductivity structure of the San Andreas Fault in Central California
３次元 MT 法インバージョンの実践－中部カリフォルニア，サンアンドレアス断層の電気伝導度構造－
著者名：Kristina Tietze and Oliver Ritter
雑誌名：Geophysical Journal International, 195, 130-147, July 4, 2013
doi:10.1093/gji/ggt234

②紹介者：和田さやか
題　名：The May 2005 eruption of Fernandina volcano, Galápagos：
The first circumferential dike intrusion observed by GPS and InSAR
著者名：William W. Chadwick Jr, Sigurjon Johnson, Dennis J. Geist, Michael Poland, Daniel J. Johnson, Spencer Batt, Karen S. Harpp, Andres Ruiz
雑誌名：Bulletin Of Volcanology, Vol. 73, Issue 6, Pages 679-697, August 2011
doi:10.1007/s00445-010-0433-0

③紹介者：湊　宏司
題　名：Numerical simulation of crustal deformation using a three-dimensional viscoelastic crustal structure model for the Japanese islands under east-west compression
著者名：Ikuo Cho and Yasuto Kuwahara
雑誌名：Earth Planets Space, Vol. 65 (No. 9), Pages 1041-1046, 2013
1041-1046　doi:10.5047/eps.2013.05.006

第 18 回雑誌会（2014 年 1 月 20 日）

①紹介者：青山　裕
題　名：Switching between seismic and seismo-acoustic harmonic tremorsimulated in the laboratory：Insights into the role of open degassing channels and magma viscosity
著者名：John J. Lyons, Mie Ichihara, Aika Kurokawa and Jonathan M. Lees
雑誌名：Journal of Geophysical Research, Vol. 118, Issue 1, Pages 277-289, January 2013　doi:10.1002/jgrb.50067

②紹介者：重藤迪子
題　名：Ground Shaking and Seismic Source Spectra for Large Earthquakes

around the Megathrust Fault Offshore of Northeastern Honshu, Japan
著者名：Lingling Ye, Thorne Lay, and Hiroo Kanamori
雑誌名：Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 103, No. 2B, Pages 1221-1241, May 2013　doi:10.1785/0120120115

③紹介者：松本征海
題　名：An aeromagnetic survey of Shinmoe-dake volcano, Kirishima, Japan, after the 2011 eruption using an unmanned autonomous helicopter
著者名：Takao Koyama, Takayuki Kaneko, Takao Ohminato, Takatoshi Yanagisawa, Atsushi Watanabe, and Minoru Takeo
雑誌名：Earth Planets Space, Vol. 65 (No. 6), Pages 657-666, 2013 doi:10.5047/eps.2013.03.005

④紹介者：篠原大地
題　名：GPS velocity and strain fields in Sicily and southern Calabria, Italy：Updated geodetic constraints on tectonic block interaction in the central Mediterranean
著者名：Palano M., Ferranti L., C. Monaco C., Mattia M., M. Aloisi M., V. Bruno V., F. Cannavò F., and Siligato G.
雑誌名：Journal of Geophysical Research, Vol. 117, B07401, 2012 doi:10.1029/2012JB009254, 2012

4. 談話会

第 1 回談話会（2013 年 4 月 22 日）

14:30-14:50　2011 年東北地方太平洋沖地震とその領域で過去に発生した津波地震のすべり欠損
○都筑基博[1)]，小山順二[1)]
1）理学研究院地球惑星ダイナミクス分野

14:50-15:10　内陸浅発地震によって励起された Diffracted wave
○重藤迪子，笹谷　努[1)]，高井伸雄[1)]
1）工学研究科空間防災講座都市防災学研究室

15:10-15:30　噴火に先行するマグマ上昇と山体変形のモデリング　川口亮平

15:30-15:50　地震時電離圏擾乱のスケーリング則について
○日置幸介[1)]，Mokhamad Nur Cahyadi[1)]
1）理学研究院地球惑星ダイナミクス分野

15:50-16:00　休憩

16:00-16:30　An overview of the Markov Chain Monte Carlo (MCMC) inversion algorithm and its applications,
○Hendra Grandis (Visiting Professor)[1)]

1）Faculty of Mining and Petroleum Engineering, Institut Teknologi Bandung (ITB) INDONESIA

第 2 回談話会（2013 年 7 月 29 日）

14:00-14:20　雌阿寒岳における積雪期 GPS 観測とレドームの試作
○奥山　哲，森　濟，村上　亮

14:20-14:40　東北地方太平洋沖地震前の地震活動の長期静穏化と験潮記録
○勝俣　啓

14:10-14:30　樽前山における最近の全磁力変化
○橋本武志，松本征海

15:20-15:30　休憩

15:30-16:10　Volcanic Monitoring in Taiwan
○Cheng-Horng Lin (Visiting Professor)[1)]
1）Research Fellow, Institute of Earth Sciences, Academia Sinica；Director, Taiwan Volcano Observatory at Tatun (TVO), National Science Council, Taiwan

第 3 回談話会（2013 年 10 月 28 日）

13:30-13:50　ロコン火山における爆発地震の引き相の解析
○山田大志・青山 裕・西村太志・八木原寛[1)]・中道治久[2)]・井口正人[3)]・及川 純[4)]
1) 東北大・理, 2) 鹿大・理工, 3)京大・防災研, 4)東大・地震研

13:50-14:10　北海道南東沖で発生した中・小地震の応力降下量と大すべり域の関連性
○齋藤 悠・山田卓司

14:10-14:30　最近の樽前山近傍の地震活動に先行した傾斜及び伸縮変化
○小四郎丸拓馬・村上 亮　（北大地震火山センター）

14:30-14:50　有珠山は次の噴火の準備段階に入っているか？
○村上 亮

14:50-15:00　休憩

15:00-15:20　房総半島沖の地震活動長期静穏化について
○勝俣　啓

15:20-15:40　A methodology for near-field tsunami inundation forecasting: Application to the 2011 Tohoku tsunami
○Aditya Riadi Gusman and Yuichiro Tanioka

15:40-16:20　On the stochastic modeling of earthquake sources and radiated seismic waves
○Daniel Lavallée　（Visiting Professor）[1)]
1) Earth Research Institute, University of California Santa Barbara

第 4 回談話会（2014 年 1 月 27 日）

13:00 -13:20　地殻不均質による応力集中のモデル化に向けた予備的解析
○湊 宏司・高橋浩晃

13:20--13:40 九州地方での GNSS ひずみ速度場データを用いた地震発生確率評価の試み
○篠原大地・高橋浩晃

13:40-14:00　地震動の振幅分布を用いた大規模土石流の発生場所・時刻および移動の推定：2013 年 10 月・伊豆大島
○小木曽 仁[1)]・蓬田 清[2)]
1)気象庁精密地震観測室，2）北海道大学大学院理学研究院

14:00-14:20　地すべり地での比抵抗測定データの地質区分に関する検討について
○岡崎健治

14:20-14:40　Three-dimensional Resistivity Modeling of Grounded Electrical-Source Airborne Transient Electromagnetic (GREATEM) Survey Data from The Nojima Fault, Awaji Island, Southeast Japan.
○Sabry Abd Allah

14:40-15:00　えりも観測点における VHF 電波伝播異常の統計的考察
○森田 笙

15:00-15:10　休 憩

15:10-15:30　一次元定常火道流モデルによる霧島山新燃岳 2011 年噴火，噴火様式遷移の原因の考察
○田中 良・橋本武志

15:30-15:50　GPS により観測された 2008 年噴火後の雌阿寒岳および最近の十勝岳における地殻変動 ○和田さやか・森 済・奥山 哲

15:50-16:10　2013 年樽前山の火山活動と噴火警戒レベル運用における課題
○長山泰淳[3)]
3)札幌管区気象台火山監視・情報センター

16:10-16:30　Analysis of Tsunami Data for the 1994 East Java Earthquake
○Haris Sunendar, Yuichiro Tanioka, and Aditya Riadi Gusman

16:30-16:50　Settling Velocities of Foraminifera Individual Species in the Tsunami Deposits
○Purna Sulastya Putra, Yuichi Nishimura, and Yugo Nakamura

5．研究集会

①平成 25 年度公開講座

日　時：2011 年 6 月 15 日（土）、6 月 22 日（土）

場　所：北海道大学理学部 3 号館 309 講義室

テーマ：「北海道の地震と防災」

プログラム
2013 年 6 月 15 日（土）
開講式（10:30-10:40）あいさつ・ガイダンス
1 講目（10:40-12:00）北海道周辺に発生する地震
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
准教授　髙橋浩晃
2 講目（13:00-15:00）家庭内の家具固定
たくみ設計室　代表　鈴木哲之
3 講目（15:15-16:15）非常時持ち出し品から考えるわが家の防災対策
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
助教　定池祐季

2013 年 6 月 22 日（土）
4 講目（10:30-12:00）地震情報の活用について
気象庁札幌管区気象台技術部　地震情報官　齋藤祥司
5 講目（13:00-16:15）家庭で取り組む防災マネジメント
北海道大学大学院工学研究院　教授　岡田成幸
企画・運営・総合司会
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　助教　定池祐季

②日ロ学術シンポジウム
日　時：2013 年 11 月 5 日（火）
場　所：北海道大学大学院地球環境科学研究院大講義室 D-201
テーマ：「知られざる極東ロシアー北大による連携研究の成果ー」
プログラム：
9:30-11:50　ロシア極東における海洋・地球環境研究（低温科学研究所）
13:00-14:20　ロシア極東における地震・火山研究（理学研究院）
14:30-15:50　サハ地域における陸域環境モニタリング（地球環境科学研究院）
16:10-17:50　パネルディスカッション
極東・東シベリアにおける日ロ協力の展開のあり方
（スラブ研究センター）

2013年サステナビリティーウィークイベント　日ロ学術シンポジウム

知られざる極東ロシア

北大による連携研究の成果

Japan-Russia International Research Symposium:
Mysteries of the Russian Far East - Achievements
of Scientific Collaboration with Hokkaido University

日時：2013年11月5日（火）　**参加無料** 事前申込が必要です

場所：北海道大学大学院地球環境科学研究院大講義室D-201
札幌市北区北10条西5丁目

プログラム　日本語 ロシア語　逐次通訳あり

9:30–11:50	ロシア極東における海洋・地球環境研究（低温科学研究所）
13:00–14:20	ロシア極東における地震・火山研究（理学研究院）
14:30–15:50	サハ地域における陸域環境モニタリング（地球環境科学研究院）
16:10–17:50	パネルディスカッション 極東・東シベリアにおける日ロ協力の展開のあり方（スラブ研究センター）

下記のウェブサイトから事前申し込みをしてください。
北大サステナビリティ・ウィークの登録ページより
https://sustain.oia.hokudai.ac.jp/sw/application/

主催　日ロ学術シンポジウム実行委員会、国際科学技術センター
共催　北海道大学低温科学研究所、北海道大学大学院地球環境科学研究院
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、北海道大学スラブ研究センター

問い合わせ先

創成研究機構URAステーション
田中晋吾　TEL: 011-706-9579　E-mail: tanaka-s@crls.hokudai.ac.jp
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
高橋浩晃　TEL: 011-706-3212　hiroaki@mail.sci.hokudai.ac.jp

③地震火山研究観測センター2013 年度シンポジウム
日　時：2014 年 3 月 22 日（土）
場　所：北海道大学クラーク会館大講堂
テーマ：『過去・現在・そして未来へ～地震火山研究観測センターにおける地震・火山噴火予知研究の取り組み～』

プログラム：
13:30-13:35　開会挨拶
谷岡勇市郎（地震火山研究観測センター長）
13:35-14:05　講演 1　村井芳夫
「海域で起こる巨大地震予知研究の現状と課題」
14:10-14:50　講演 2　髙橋浩晃
「内陸地震予知研究の現状と課題～屈斜路カルデラを例として」
14:40-14:50　休憩
14:50-15:20　講演 3　茂木　透
「地震・火山噴火予知研究における地下構造調査の役割」
15:25-15:55　講演 4　大島弘光
「火山噴火予知研究の現状と課題」
16:00-16:10　講演 5　定池祐季
「防災・減災活動への貢献を目指して」
16:15-16:30　閉会挨拶
谷岡勇市郎（地震火山研究観測センター長）

北海道大学地震火山研究観測センター　2013 年度シンポジウム

過去・現在・そして未来へ

～地震火山研究観測センターにおける地震・火山噴火予知研究の取り組み～

地震火山研究観測センターは、関係機関と共に地震及び火山噴火予知を目指した学術研究に取り組んでいます。地震・火山噴火予知研究は 5 年を一区切りとした研究計画で実施されており、2013 年度で現計画の最終年度を迎えました。

本シンポジウムでは、現在までに得られた研究成果や今後の研究推進に向けた課題、今後の予知研究の方向性について報告します。

日時：2014 年 3 月 22 日（土）13:30-16:30（開場 13:00）

場所：北海道大学クラーク会館大講堂
（札幌市北区北 8 条西 7 丁目、JR 札幌駅から徒歩約 10 分）

プログラム

13:00　開場

13:30-13:35　開会挨拶
谷岡 勇市郎（地震火山研究観測センター長）

13:35-14:05　講演 1　村井 芳夫
「海域で起こる巨大地震予知研究の現状と課題」

14:10-14:40　講演 2　高橋 浩晃
「内陸地震予知研究の現状と課題～屈斜路カルデラを例として」

14:40-14:50　休憩

14:50-15:20　講演 3　茂木 透
「地震・火山噴火予知研究における地下構造調査の役割」

15:25-15:55　講演 4　大島 弘光
「火山噴火予知研究の現状と課題」

16:00-16:10　講演 5　定池 祐季
「防災・減災活動への貢献を目指して」

16:15-16:30　閉会挨拶
谷岡 勇市郎（地震火山研究観測センター長）

参加無料
申し込み不要
定員：約 200 名

問い合わせ

北海道大学地震火山研究観測センター地域防災情報支援室
Tel：011-706-3591 Fax 011-716-2165
（受付時間：月・水・金　10：00-16：30）
ＨＰ：http://www.sci.hokudai.ac.jp/isv/
mail：isv-web@mail.sci.hokudai.ac.jp

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

地震火山研究観測センター2013 年度年報

（2018 年 7 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
http://www.sci.hokudai.ac.jp/isv/