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

2011 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　・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４７
　５．地震・火山噴火予知協議会報告　・・・・・・・・・・・・・・・・・　８５

Ⅱ　研究活動
　１．研究テーマ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１４１
　２．研究業績　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１８３

Ⅲ　教育活動
　１．担当授業　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２２３
　２．学位論文　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２３１
　３．雑誌会　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２３２
　４．談話会　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２４１
　５．研究集会　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２４４

はじめに

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

2011 年度は，文部科学省の科学技術・学術審議会が 2008 年 7 月 17 日付で建議した「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の推進について」に基づき，国家的取り組みとして推進される 5 カ年の観測研究計画の 3 年目に当たります．当センターも様々なテーマを担当しており，4 分野の緊密な連携を保ちながら，国内外の関係機関との密接な協力のもとに取り組んでいます.

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

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

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 24 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

（2011 年 4 月～2012 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
エコ・ユリアント	インドネシア科学院，インドネシア	2011.4.1～ 2011.6.30	地質学・古地震学
金森　博雄	カリフォルニア工科大，米国	2011.7.1～ 2011.7.31	地震学
セルゲイ・ピュリネ	ロシア応用物理研究所電離層モニタリングモスクワセンター，ロシア	2011.8.1～ 2011.10.31	地球物理学
タティアナ・ピネギナ	ロシア科学アカデミー・極東支部カムチャッカ火山地震研究所，ロシア	2011.11.2～ 2012.1.31	地質学・津波
キャサリン・チャグエーゴフ	ニューサウスウェールズ大学・オーストラリア太平洋津波研究センター，オーストラリア核科学技術機構，オーストラリア	2012.2.1～ 2012.3.31	地球化学・津波

○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
	海底地震研究分野	東　龍介
	火山活動研究分野	大園　真子
	地下構造研究分野	柿並　義宏

博士研究員	地震観測研究分野	中村　有吾（6 月～）
	火山活動研究分野	奥山　哲
学振特別研究員	地震観測研究分野	スベシュ・ギミレ（～9 月）
学振特別研究員	地震観測研究分野	ブリアーニン・マキネス（11 月～）
研究支援推進員	地下構造研究分野	森谷　武男
研究院研究員	地震観測研究分野	中村　有吾（～5 月）

○職員

職名	所属	氏名
技術職員	観測技術部	一柳　昌義
		鈴木　敦生
		髙田　真秀
		山口　照寛
嘱託職員	観測技術部	岡山　宗夫
		前川　徳光
	事務室	鴨川　凌子
技術補佐員	海底地震研究分野	大和田　美穂子
技術補助員	地震観測研究分野	黒井　和典
	地下構造研究分野	塚田　真理子
事務補助員	事務室	掛村　麻衣子
	地震火山地域防災情報支援室	江口　直美（2 月～）

○学生

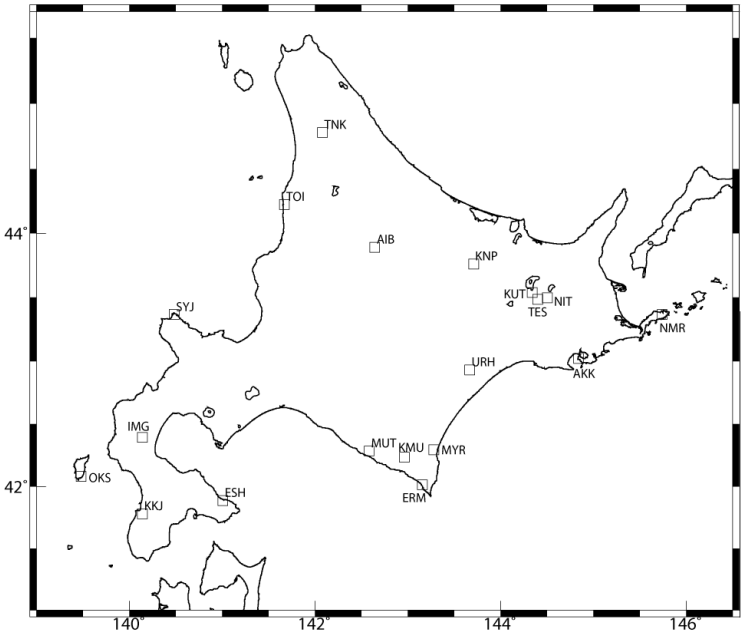
学年	氏名
大学院博士課程　3 年	和田　直人
〃　2 年	伊尾木　圭衣，プルナ・プトラ（10 月～）
〃　1 年	アブドアラー・サブリー（10 月～），スネンダー・ハリス（10 月～），プルナ・プトラ（～9 月）
大学院修士課程　2 年	アブドアラー・サブリー（～9 月），佐々木　智彦，原田　大介，的場　敦史
〃　1 年	齊藤　佳佑，眞城　亮成，森　貴章，八神　樹
学部地球科学科　4 年	小四郎丸　拓馬，齋藤　悠，外崎　禎緒，田中　良，福岡　光輝，星井　基希，増田　孔明
研究生	松本　征海

Ⅰ　センターとしての活動

1．道内の地震火山観測点

（1）地震予知研究のための定常観測点

北海道大学では，北海道およびその周辺に発生する地震および地殻活動を観測研究する目的で，道内 45 箇所（2012 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．



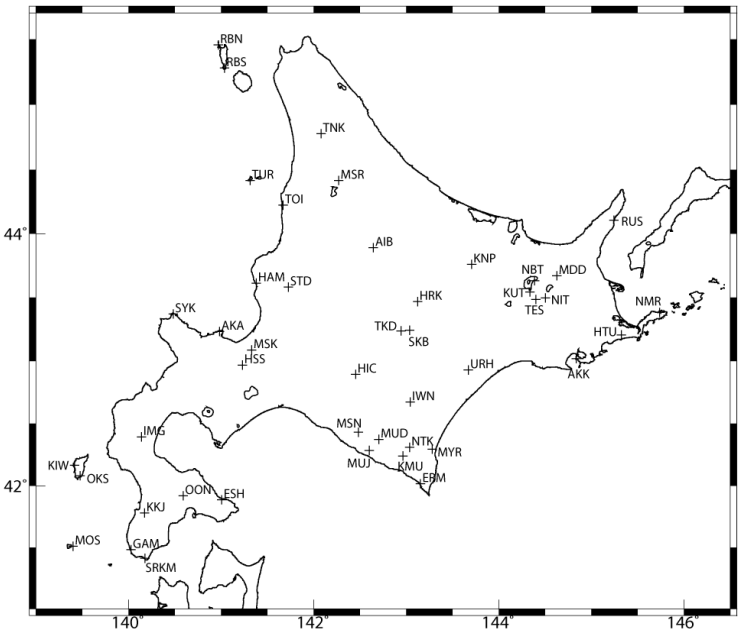
地殻変動観測点配置図

地殻変動定常観測点（2012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

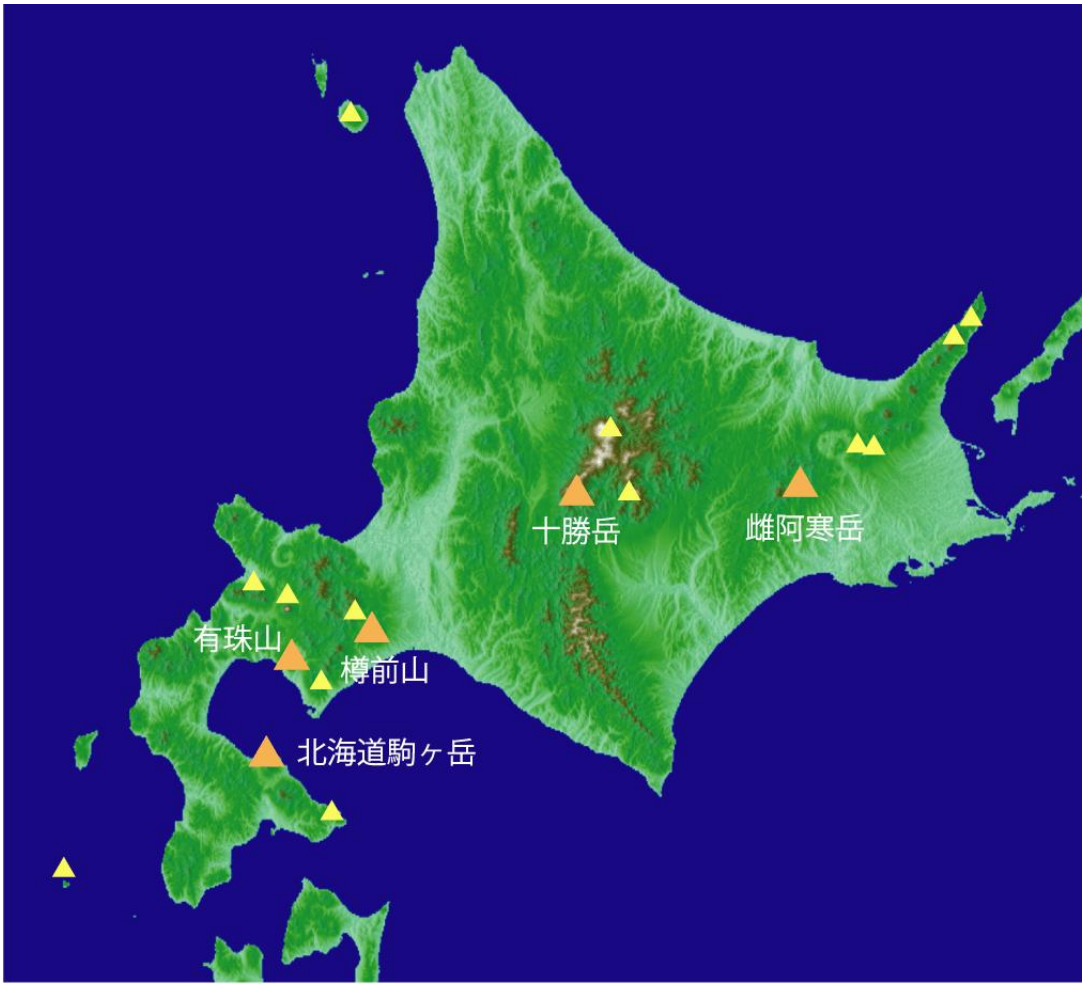
微小地震定常観測点（2012年3月31日現在）

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

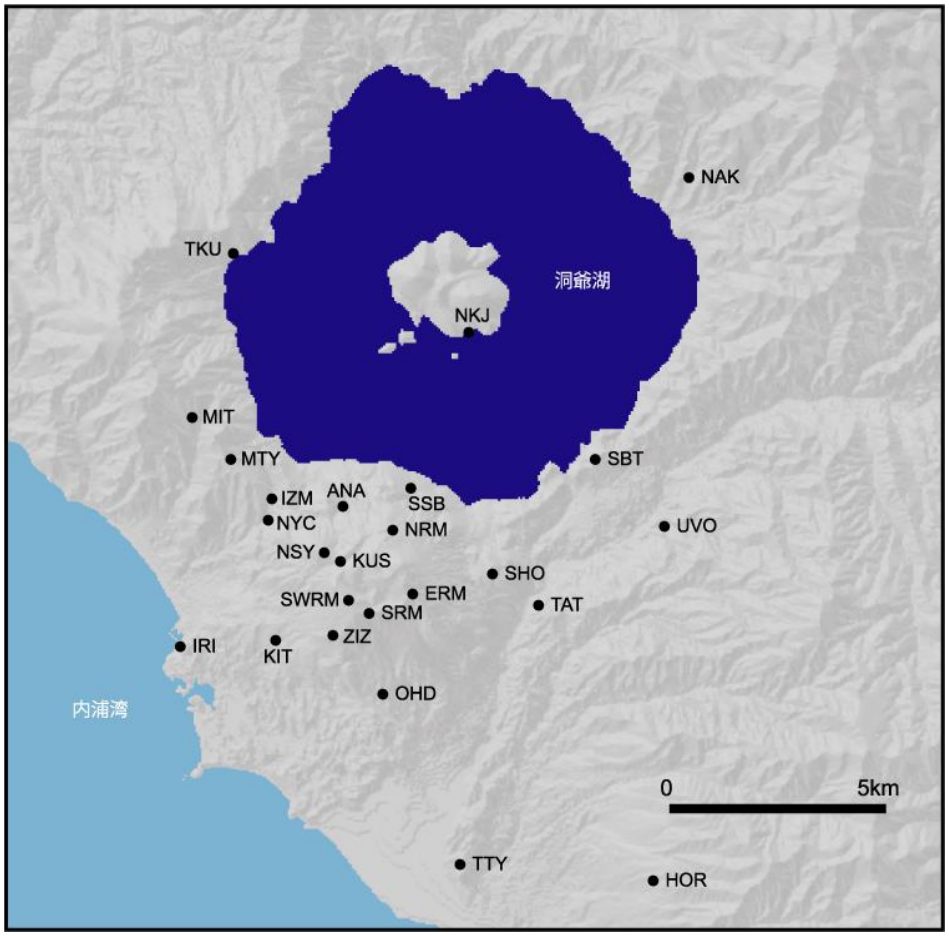
地震観測点一覧表

（２）火山噴火予知研究のための常時観測点（2012 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

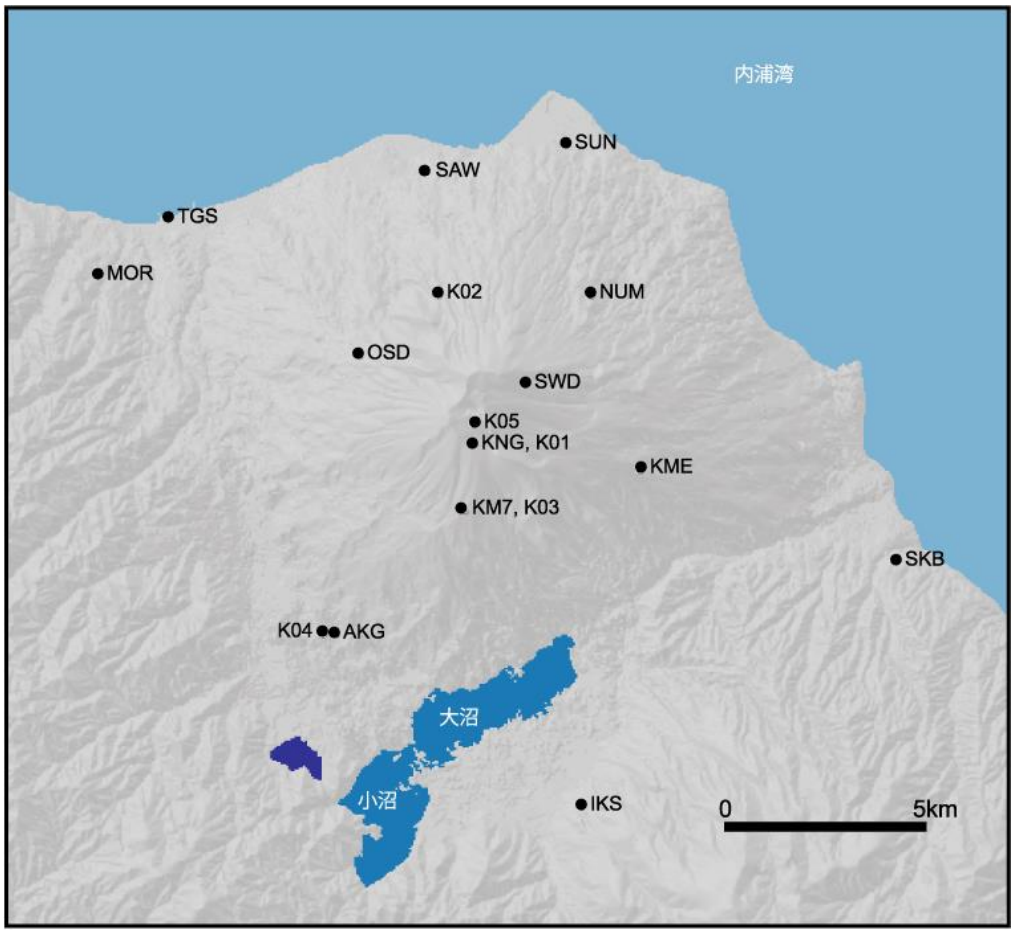


観測点名	観測点コード	緯度 ° ′ ″	経度 ° ′ ″	標高	観測開始年月	センサ種類	設置形態	データ変換装置	通信
壮瞥温泉	SSB	423334.6	1405032.3	136	1978.10	地震計	地上	白山 LT8500	BFlets
						空振計	地上	白山 LT8500	
						GPS	地上	Leica SR530	
立香	TAT	423206.7	1405239.7	123	1977	地震計	地上	白山 LS8000SH	Flets ISDN
						GPS	地上	Leica SR530	
三豊	MIT	423421.7	1404649.4	228	1977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

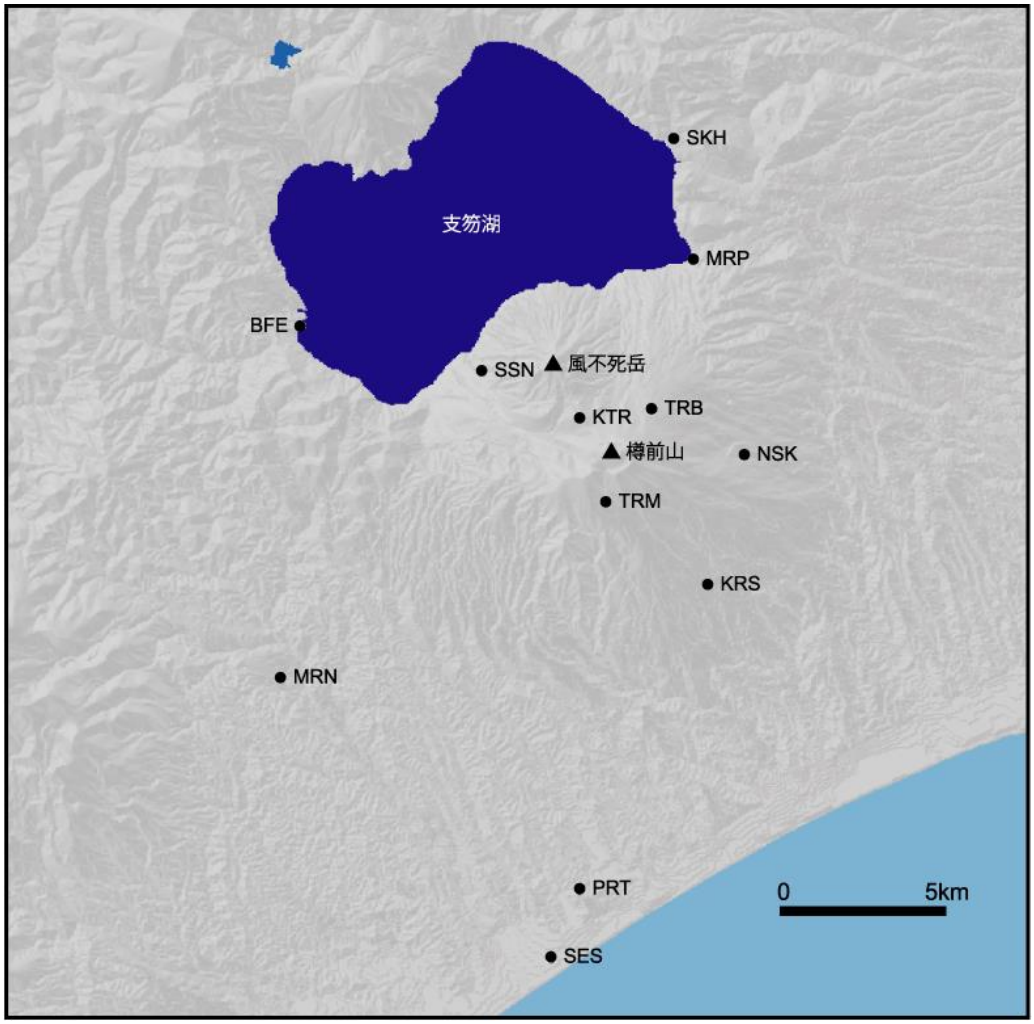


観測点名	観測点コード	緯度 ° ′ ″	経度 ° ′ ″	標高	観測開始年月	センサ種類	設置形態	データ変換装置	通信
鹿部	SKB	420151.8	1404848.7	43	2001	地震計 L43D	地上	白山 LS7000XT	BFlets
						GPS	地上	Leica SR530	
沼尻	NUM	420530.8	1404312.7	270	1997.3	地震計	BH 150m	白山 LT8500	Flets ISDN
						地震計 STS	地上	白山 LT8500	
						傾斜計	BH 150m	白山 LT8500	
						GPS	地上	Leica SR530	
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

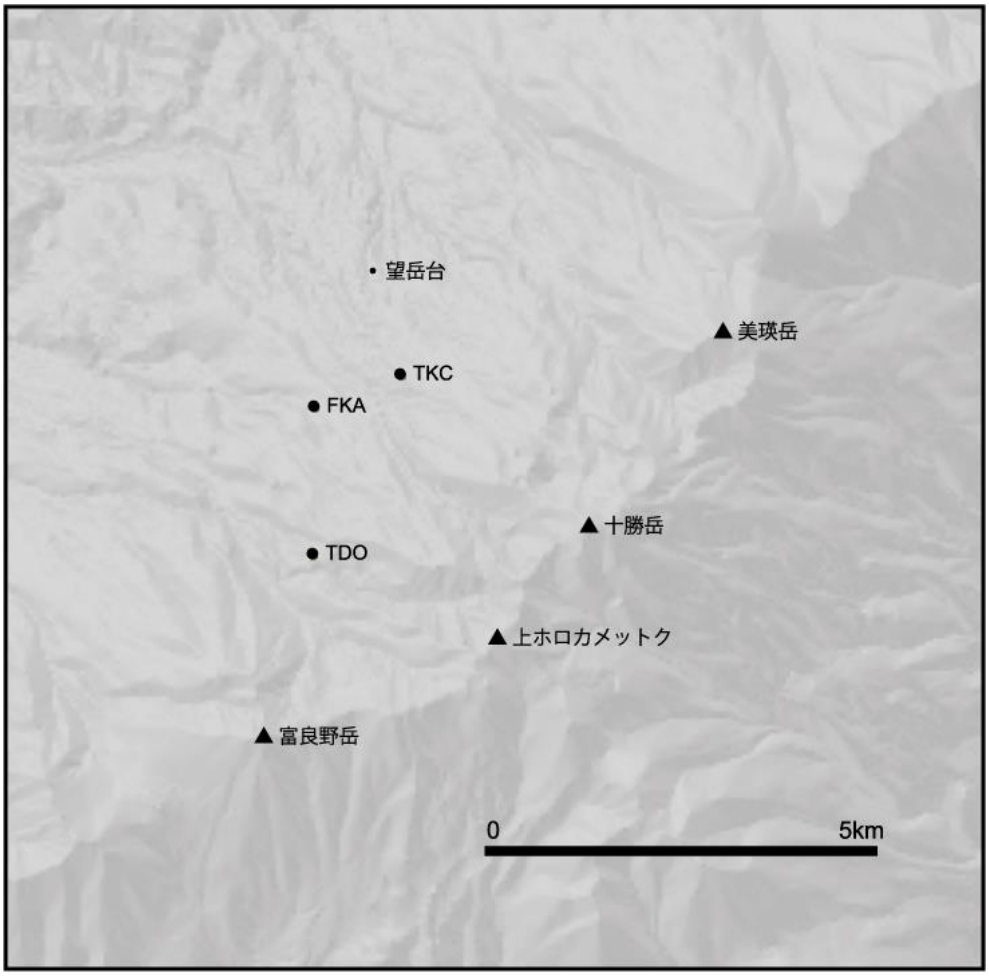
樽前山



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	

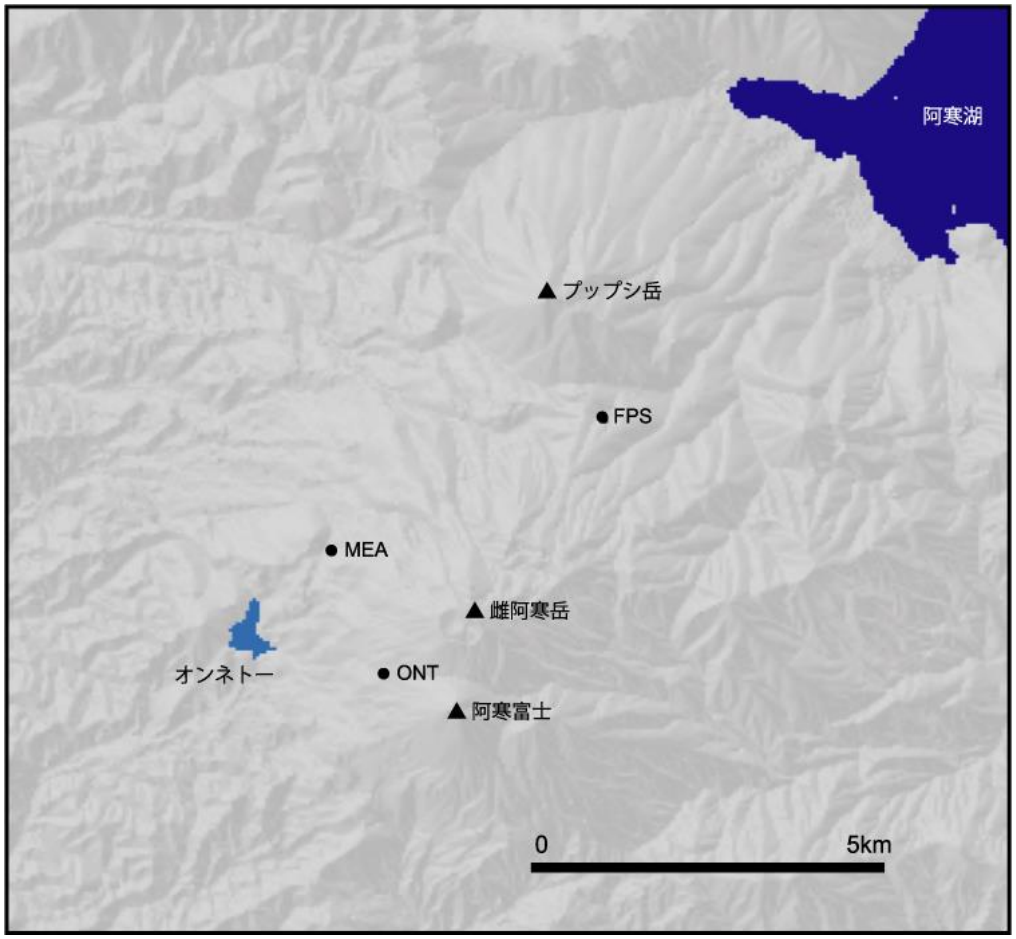
								LS7000XT	
						傾斜計	BH 100m	白山 LS7000XT	
						温度計	BH 100m	白山 LS7000XT	
						空振計	地上	白山 LS8000SH	
支笏湖畔	SKH	424638.0	1412407.5	290	1995.11	地震計	地上	白山 LS8000SH	専用線 DA128 to 北大
						遠望カメラ	地上		
古樽前	KTR	424200.0	1412202.6	880	2001.10	地震計	地上	白山 LS7000XT	明星 無線 to SKH
						傾斜計	地上	白山 LS7000XT	
錦岡	NSK	424122.2	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 231 回（2011 年 10 月 7 日開催）

第 231 回地震調査委員会

北海道大学大学院理学研究院
地震火山研究観測センター

2011 年 9 月 7 日三石（浦河沖）地震について

北海道大学地震火山研究観測センターでは 9 月 7 日 22 日 29 分に発生した三石地震（M5.1）の直後 8 日から臨時余震観測を実施した。震源域直上に 4 点の臨時観測点を設置した（図 1 の震源域直上の△）。これら臨時観測点 4 点に近傍の定常観測点 5 点を加えて余震の震央を決定した。9 月 8 日から 15 日までの余震分布を図 1 に示す。さらに図 2 は 8 日 16 時から 9 日 7 時までの余震の深さ分布を示す。余震の深さは 5 km－10 km 程度に分布し、南西方向に傾斜する断層面に沿うと考えられる。図 3 に Suetsugu and Nakanishi (1988)が推定した 1982 年浦河沖地震（M7.1）とその最大余震の断層モデルを示す。今回の三石地震は 1982 年浦河沖地震の最大余震の断層面上で発生した可能性が高いと考えられる。

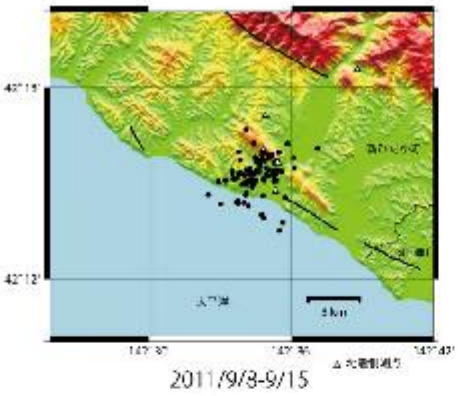


図 1　三石地震の余震分布 (9 月 8 日から 15 日)

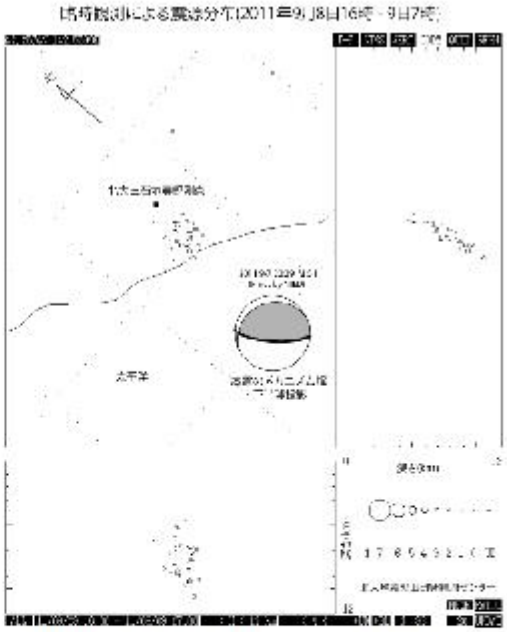
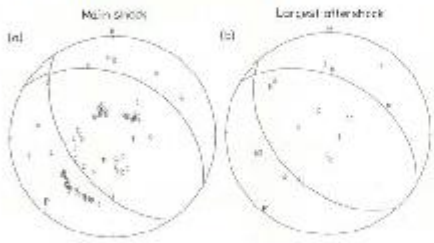


図 2　9 月 8 日 16 時から 9 日 7 時までの余震分布とその深さ分布

図３　Suetsugu and Nakanishi (1988)によって推定された 1982 年浦河沖地震（M7.1）とその最大余震のメカニズムと断層モデル



右）

a)　1982 年浦河沖地震本震のメカニズム（M_0　2.7×10^{19}Nm）

b)　最大余震のメカニズム（M_0　2.3×10^{17}Nm）

下）Miyamachi and Moriya (1987)が推定した 1982 年浦河沖地震の余震分布に本震の断層モデルと最大余震の断層モデルを重ねた。

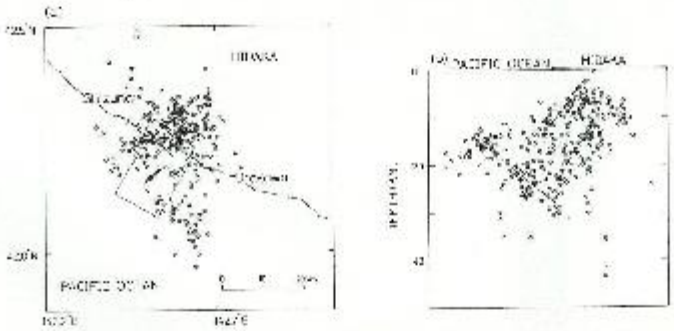


Fig. 13. Locations and geometries of fault models for the Urakawa-Oki earthquake (fault model 1) and its largest aftershock. The aftershock distribution is also plotted. Arrows indicate the direction of the slip vector. Other symbol conventions are the same as in Figs. 5 and 6. (a) Projection of the fault models onto the ground surface. (b) Projection of the fault models onto the vertical plane striking N30°E–S30°W direction.

(Suetsugu and Nakanishi(1988, J. Phys. Earth)

３．地震予知連絡会提出資料

第 190 回（2011 年 4 月 26 日開催）

3－31 日本海溝沿いアウターライズで発生する正断層型巨大地震による津波予測
Tsunami estimation due to the normal faulting earthquake occurred at outer-rise near the Japan trench

谷岡勇市郎（北海道大学地震火山研究観測センター）
Yuichiro Tanioka (Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University)

１．はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震がプレート境界で発生し、大きなすべりが海溝まで達したことから京都大学防災研究所等で海溝沿いのアウターライズで正断層型の巨大地震の発生する可能性があることが指摘された。最近では 2006 年 11 年中千島海溝型巨大地震（Mw8.2）がプレート境界で発生した２カ月後の 2007 年１月中千島プレート内巨大地震（Mw8,1）がアウターライズで発生した例もある。1933 年昭和三陸巨大地震（Mw 8.6）も 1896 年明治三陸津波地震の海溝側で発生した正断層型地震でありアウターライズで発生している。本稿では Mw8.5 と Mw8.7 の正断層型巨大地震がアウターライズで発生するとして津波数値計算を実施し、福島第１原子力発電所への影響を評価した。

２．断層モデルと数値計算手法

京都大学防災研究所の資料を参考に図１に示す位置に矩形断層モデルを仮定した。断層長さ 200 km、幅 100km、走行 15°、傾斜角 45°、すべり角－ 90°（東傾斜の正断層）。すべり量は７ｍ（Ｍｗ 8.5）、すべり量 14 ｍ（Ｍｗ 8,7）とした。図１には Mw8.7 の断層モデルから計算される地震時鉛直地殻変動も合わせて示す。津波数値計算の格子サイズは一番大きな格子で 30 秒、次が 10 秒としここまでは線形長波式で計算、次の格子は 3.3 秒で非線形の長波近似式で計算。最後 10 ｍ格子では非線形で遡上の計算を実施した。

３．結果

図２に Mw8,5 の断層モデルから計算された福島第一原子力発電所周辺での最大津波波高を示す。津波は最大でも 7m 程度で発電所前の防潮堤は超えるものの建屋には達しないと推定された。図３には Mw8.7 を仮定した場合の断層モデルより計算された津波を示す。地震発生から約 60 分で津波が４号機側から建屋に侵入してくることが分かった（図３ｂ）。最大波高分布（図３ｄ）と図４を見ると津波はぎりぎり４号機側から建屋に侵入する程度であることが分かる。津波は 10m を少し超える程度であることが分かる。

Mw8.7 でぎりぎり津波が建屋に到達することが分かった。それよりも大きな正断層型巨大地震がアウターライズで発生した場合は原子力発電所に大きな津波が押し寄せる危険性がある。

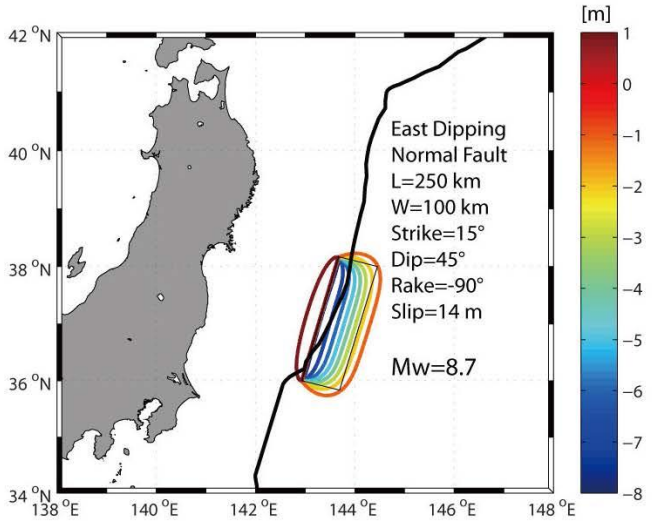


図１．想定されるアウターライズでの正断層型巨大地震の断層モデルと Mw8.7（すべり量 14m）を仮定した場合の地震時鉛直地殻変動．
Figure 1. Fault model of the expected normal fault earthquake occurred at outer-rise near the Japan trench. The contours are the coseimic vertical deformation calculated from the fault model of Mw 8.7 (slip 14 m)

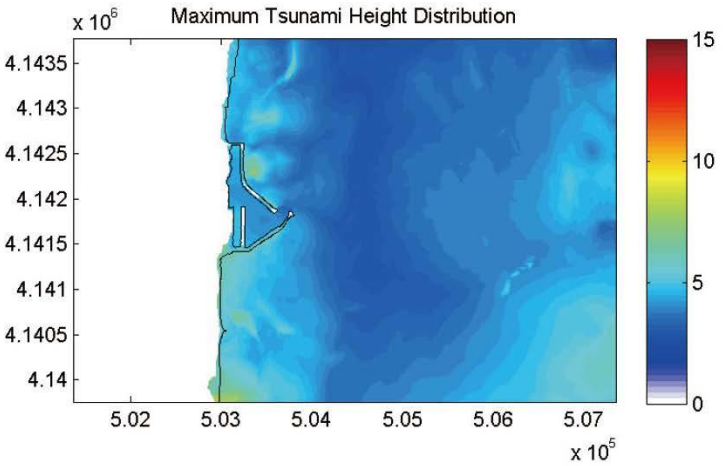


図２．Mw 8.5 の断層モデルから計算された遡上計算領域での最大津波波高分布。
Figure 2. Maximum tsunami run-up heights in the finest grid system computed from the fault model of Mw 8.5.

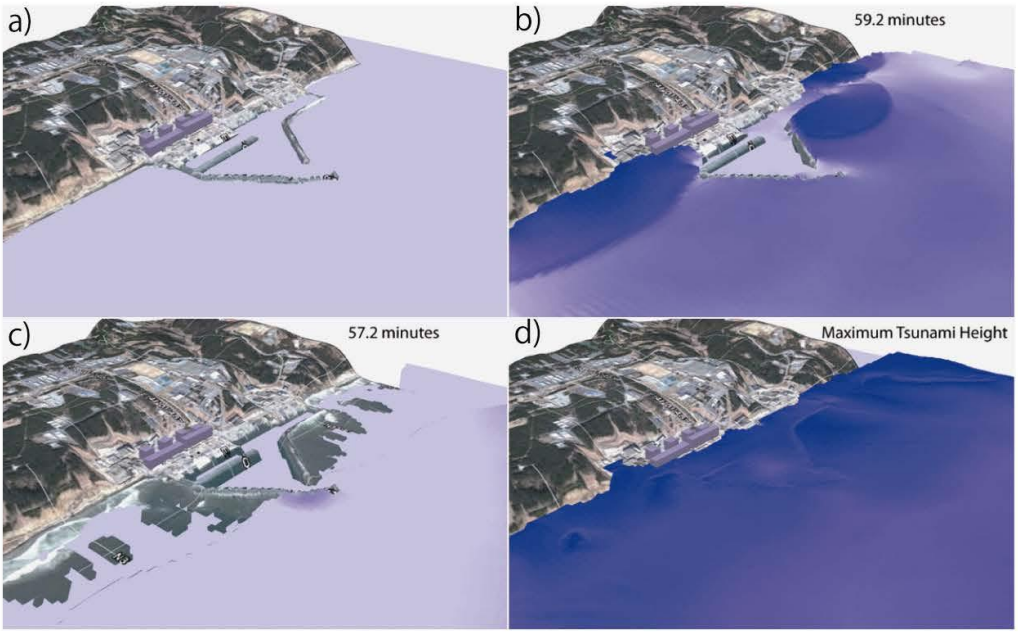


図３．M8.7 の断層モデルから計算された福島第１原子力発電所近傍の津波。a) 福島第１原子力発電所の津波到達前の様子．b) 地震発生後 59.2 分後に津波が原子力発電所建屋に到達する様子。c)57.2 分後に水が引いて海底が現れる様子。d) 最大津波遡上高の分布
Figure 3. Computed tsunami near the Fukushima Nuclear Power plants from the fault model of Mw 8.7. a) Fukushima Nuclear Power plants before the tsunami. b) tsunami arrived at the plant on 59.2 minutes after the earthquake. c) sea bottom appeared on 57.2 minutes after the earthquake. d) Maximum tsunami run-up height distribution.

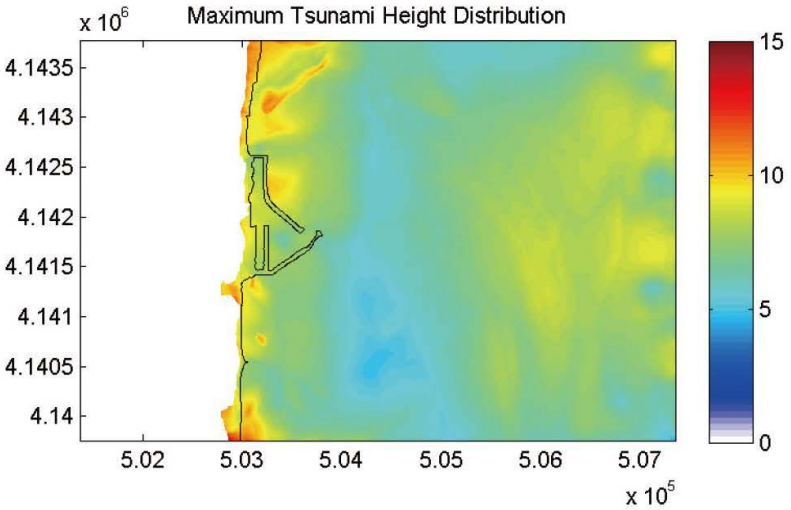


図４．Mw 8.7 の断層モデルから計算された遡上計算領域での最大津波波高分布。
Figure 4. Maximum tsunami run-up heights in the finest grid system computed from the fault model of Mw 8.7.

3−32　津波波形・陸上 GPS 地殻変動及び海底 GPS 音響データから推定された 2011 年東北地方太平洋沖地震の震源過程

Source process of the 2011 great Tohoku earthquake estimated from tsunami waveforms and onshore GPS data and GPS/A data

谷岡勇市郎（北海道大学地震火山研究観測センター）
Yuichiro Tanioka (Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University)

はじめに

津波波形・陸上 GPS 地殻変動及び海底 GPS 音響データから同時インバージョンにより 2011 年東北地方太平洋沖のすべり量分布を推定し、さらに津波の励起メカニズムについて考察する。津波波形としてまず海底津波計（TM1, TM2（東京大学・東北大学）, KPG1, KPG2（JAMSTEC）), GPS 波浪計（GPSB802, GPSB804, GPSB803, GPSB806), DART ブイ式海底津波計(21401, 21413, 21418, 21419), 検潮記録（えりも、森、勝浦（GS11)、伊東（GS19)）での記録を使用する。陸上 GPS の地震時地殻変動観測記録は図 1 に示した（JPL、ftp://sideshow.jpl.nasa.gov/ pub/usrs/ARIA）を使用した。また海上保安庁による海底 GPS/A 地殻変動観測データ（釜石沖 1、2、宮城県沖 1, 2、福島県沖）も使用した。

小断層は長さ 50km 幅 40km とし 45 個断層面上に配置した。走行 202° に固定した。傾斜角はプレートの形状に沿って変化させた。上記データの同時インバージョンにより各小断層のすべり量とすべり角を推定した。

結果

インバージョンにより得られたすべり量分布を図 1 に示す。図 1 には陸上 GPS 及び海底 GPS 地殻変動データと計算地殻変動の比較を合わせて示す。図 2 に観測津波波形(黒)と計算津波波形(赤)の比較を示す。最大で 48m のすべり量が推定され、最も海溝寄りでは 42 m に達するすべり量が推定された。地震モーメントは 5.3 x 10^{22}Nm (Mw9.1) と推定された。

図 2 を見ると長周期の津波は非常に良く再現されているが、海底津波計 TM1,TM2 や GPS 津波計 GPSB2, GPSB4 に見られる短周期の津波はまだ波高が足りないことが分かる。そこで、求まったすべり量分布をもとに、Tanioka and Seno (2001) が明治三陸津波地震の津波波形解析に用いた海溝軸近傍のバックストップ前の付加堆積物の変形による効果を計算した。その結果、すべり量分布だけの場合よりも、上記観測点で見られる短周期の津波を良く説明できることが分かった。短周期の津波の成因は付加体の効果があったと思われる。

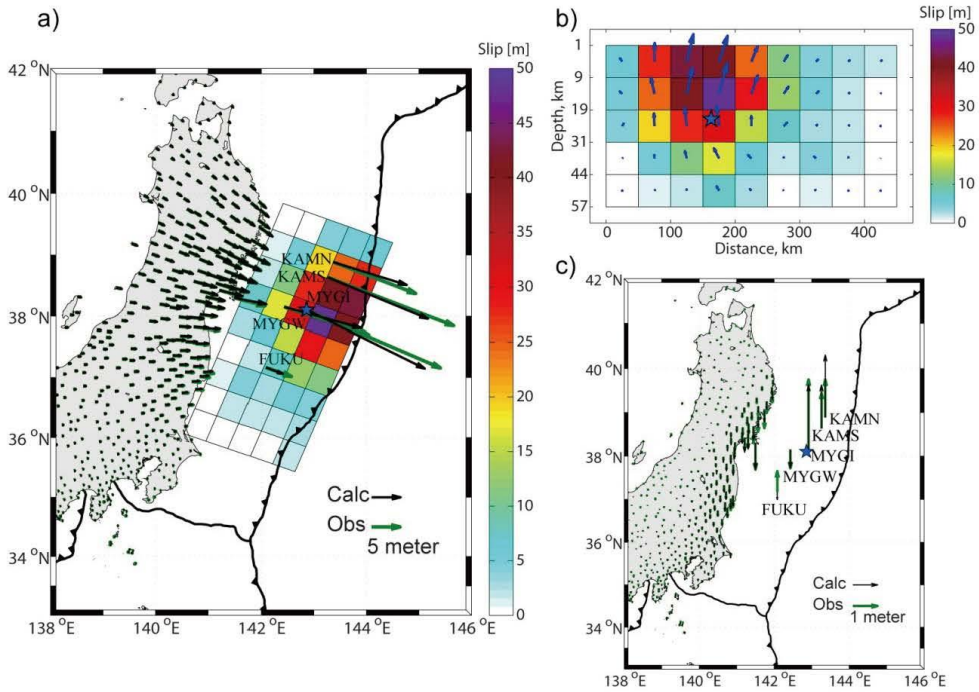


図１ a）観測津波波形と地震時地殻変動の同時インバージョンにより推定された 2011 年東北地方太平洋沖地震のすべり量分布。青星印は震源を示す。緑矢印は観測水平地殻変動、黒矢印は計算水平地殻変動を示す。
b）走行方向のすべり量分布。青矢印はすべりの方向を示す。
c）観測鉛直地殻変動と計算鉛直地殻変動の比較。

Figure 1. a) Slip distribution of the 2011 Tohoku earthquake estimated from tsunami waveforms and crustal deformation data. Blue star represents the epicenter, green arrows and black arrows represent observed and calculated horizontal coseismic displacements, respectively.
b) Slip distribution along strike. Blue arrows represent rake angles on every subfault, and blue star represents the hypocenter.
c) Comparison between observed and calculated vertical coseismic displacements.

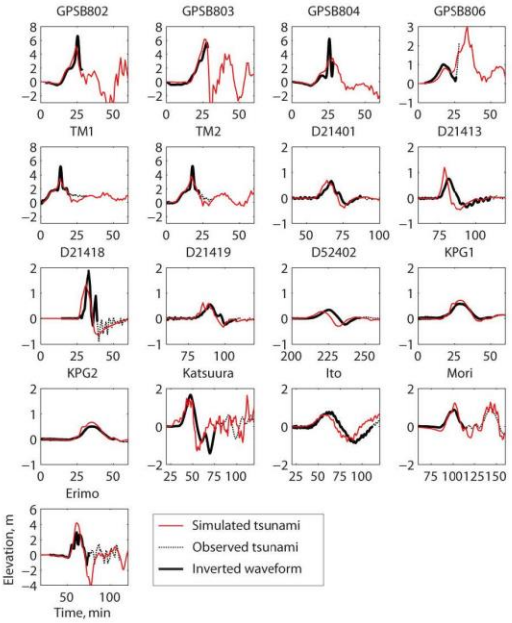


図２　推定されたすべり量分布から計算される観測津波波形（黒）と計算津波波形（赤）の比較。
Figure 2. Comparison of observed and computed tsunami waveforms from the slip distribution only.

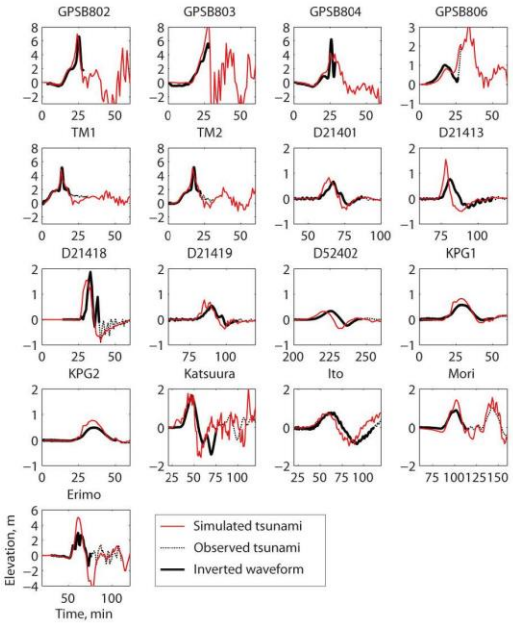


図３　すべり量分布から計算される水平変動から海溝近傍での局所的な変形を計算しその結果を用いて津波を再計算した結果。観測津波波形（黒）と計算津波波形（赤）の比較。
Figure 3. Comparison of observed and simulated tsunami waveforms from the slip distribution with the additional uplift.

12－17　津波地震について
Tsunami earthquake

谷岡勇市郎（北海道大学地震火山研究観測センター）
Yuichiro Tanioka (Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University)

1. はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震は海溝近傍のプレート境界が大きくすべったことが明らかになってきた．そこで第 191 回地震予知連絡会では海溝近傍でのゆっくりしたすべりが特徴的な「津波地震」についてレビューした．本稿はその概要である．

2. 日本で発生した津波地震

阿部（2003）は 1498 年から 2002 年までに日本周辺で発生した特に顕著な津波地震を表 1 にまとめている．この中で，三陸から房総にかけてのプレート境界で発生した津波地震は 1611 年慶長三陸津波地震，1677 年延宝房総津波地震，1896 年明治三陸津波地震がある．1611 年慶長三陸津波地震は都司（2003）によると，津波は仙台平野を 4km 程度も遡上し大災害となったことが古文書より明らかにした．さらに津波による大災害は北海道東部から福島県北部にまで及んでいたことを明らかにした．1896 年明治三陸津波の被害よりも広範囲に及んでおり，2011 年東北地方太平洋沖地震による津波被害に匹敵していたようだ．1677 年延宝房総津波地震については石橋（2003）や羽鳥（2003）が詳しく調べており，千葉県沿岸は津波による大災害に見舞われており，さらに八丈島でも 10m を超える津波が大災害を引き起こしたことが明らかになった．2011 年東北地方太平洋沖地震は津波地震ではなかったが海溝近傍で大きなすべりが推定されており，1896 年明治三陸津波地震と 1677 年延宝房総津波地震の震源域の間の海溝よりのプレート境界を破壊した可能性が高い．

南海トラフ沿いでは 1605 年慶長東南海南海地震が津波地震であったと言われている（表 1）．千島海溝沿いでも 1965 年ウルップ島沖地震の最大余震が津波地震や 1975 年択捉島沖地震が津波地震であったと言われている．つまり，海溝近傍のプレート境界が破壊するプレート境界型巨大地震は千島海溝・日本海溝・南海トラフ沿いのどこでも発生する可能性があると思われる．

3. 世界で発生した津波地震

1946 年アリューシャン津波地震は世界で最も異常な津波地震であったと言われている．表面波マグニチュードは Ms7.2 であったにもかかわらず津波マグニチュードは Mt9.3 であった．1964 年アラスカ巨大地震（Mw9.2）や 1958 年アリューシャン巨大地震（Mw8.8）で発生した津波がホノルルで観測された津波波形と 1946 年アリューシャン津波地震による津波のホノルルでの波形を比較するとその振幅はほとんど変わらない（図 1, Johnson and Satake, 1997）．また Okal et al. (2003) は震源近傍の局在化して非常に高くなった津波は地震により誘発された海底地滑りによると考えた（図 2）．この 1946 年アリューシャン津波地震のようにプレート境界型地震と海底地滑りが両方発生することで大きな津波が発生した最近の例は 1998 年パプアニューギニア津波地震がある（Satake and Tanioka, 2003）（図 3）．Okal and Synolakis (2004) は海底地滑りを伴う津波地震とそうでない津波地震を区別するために津波遡上高が高い沿岸の広がりを表わす指標を示した．まず，観測された津波遡上高（ζ）の分布を基準点からの距離（x）でプロットし，それらが式（1）で表わさ

れるとして未知数 a, b, c を推定する．

$$\zeta=\frac{b}{\left(\frac{x-c}{a}\right)^2+1} \qquad (1)$$

ここで c は最大遡上高の位置，b が最大遡上高，b /a が分布の広がりを表わす．この b /a は普通のプレート境界型地震による津波は 10-5 の値を示すが，海底地滑りによる津波が大きい場合には 10^{-4} の値になることを示し，この指標を使って海底地滑りによる津波を区別できるとした．さらに 1896 年明治三陸津波地震や 1946 年アリューシャン津波地震では海溝ごく近傍の柔らかい付加体の変形の効果で津波が大きくなった可能性がある（図 4）（Tanioka and Seno, 2001a, Tanioka and Seno, 2001b）．

インドネシアのスマトラ島・ジャワ島沖沈み込み帯でも多くの津波地震が発生してきている（図 5）．2004 年スマトラ巨大地震（Mw9.2）は津波地震ではないが，少なくともスマトラ北部沖の海溝近傍のプレート境界では 20m を超える大きなすべりが発生したことは確かだ（谷岡・岩崎, 2006）．1994 年 East Java 津波地震，2006 年 West Java 津波地震，2010 年 Mentawai Is. 津波地震と海溝近傍のプレート境界で大きなすべりが発生してきた．Kanamori et al.（2010）によると 1907 年スマトラ地震も津波地震であったと指摘されている．つまりスマトラ - ジャワ沈み込み帯を見ても海溝近傍のプレート境界で大きなすべりを発生する大地震は常に発生してきたと考えられる．

4. まとめ

津波地震のように海溝近傍のプレート境界で大きなすべりが発生し巨大な津波が励起される地震は千島海溝・日本海溝沿い・南海トラフ沿いの沈み込み帯のプレート境界で例外なく発生してきた．スマトラ島・ジャワ島沖の沈み込み帯でも同様に海溝近傍のプレート境界で大きなすべりを発生させる大地震が多く発生してきている．

津波地震は海溝近傍のプレート境界で発生するため，海底地滑り等をともない大きな津波になることがある．さらには海溝近傍のやわらかい付加体の変形の効果で津波が大きくなる可能性もある．

参 考 文 献

阿部勝征，津波地震とは何か－総論－，月刊地球　25，337-342，2003

石橋克彦，史料地震学で探る 1677 年延宝房総沖津波地震，月刊地球　25，337-342，2003

羽鳥徳太郎，津波地震で発生した津波－ 1677 年房総沖地震－，月刊地球　25，389-393，2003

Johnson, M.J., and K. Satake, Estimation of seismic moment and slip distribution of the 1 April 1946 Aleutian tsunami earthquake, J. Geophys. Res., 102, 11765-11774, 1997.

Kanamori, H., L. Rivera, and W.H.K. Lee, Historical seismograms for unravelling a mysterious earthquake: The 1907 Sumatra Earthquake, Geophys. J. Int., 183 358–374, doi: 310.1111/j.1365-1246X.2010.04731.x, 2010.

Okal, E.A., Plafker, G., Synolakis, C.E. & Borrero, J.C., Near-field survey of the 1946 Aleutian tsunami on Unimak and Sanak Islands, Bull. seism. Soc. Am., 93, 1226–1234, 2003.

Okal, E.A., and Synolakis, C.E., Source discriminants for nearfield tsunamis, Geophysical Journal International, 158, 899-912, 2004.

Satake, K. and Y. Tanioka, The July 1998 Papua New Guinea Earthquake: Mechanism and Quantification of Unusual Tsunami Generation, Pure Applied Geophys., 160, 2087-2118, 2003.

Tanioka, Y., and T. Seno, Sediment effect on tsunami generation of the 1896 Sanriku tsunami earthquake, Geophys. Res. Lett, 28, 3389-3392, 2001a

Tanioka, Y., and T. Seno, Detailed analysis of tsunami waveforms generated by the 1946 Aleutian tsunami earthquake, Natural Hazards and Earth System Sciences, 1, 171-175, 2001b

谷岡勇市郎・岩崎伸一，津波波形インバージョンによる2004年スマトラ地震の震源過程解析，月刊地球，号外56，19-24，2006

都司嘉宣，慶長16年（1611）三陸津波の特異性，月刊地球　25，374-381，2003

表1　日本周辺の特に顕著な津波地震（1498年—2002年）阿部（2003）より抜粋

年.月.日	緯度	経度	地域	M_t	M_s
1596.9.4	33.3	131.6	別府湾	8.0	(7.0)
1605.2.3	33.5	138.5	慶長東海南海	8.2	(7.9)
1611.12.2	39.0	144.0	三陸沖	8.4	(8.1)
1677.11.4	35.0	141.5	房総沖	8.0	(8.0)
1741.8.29	41.6	139.4	渡島半島沖	8.4	-
1771.4.24	24.0	124.3	八重山諸島	8.5	(7.4)
1792.5.21	32.8	130.3	島原湾	7.5	(6.4)
1896.6.15	39.5	144.0	岩手県沖	8.6	7.2
1975.6.10	42.8	148.2	色丹島沖	7.9	6.8
1984.6.13	31.4	139.8	鳥島近海	7.3	5.4
1996.9.5	31.4	140.0	鳥島近海	7.5	5.7

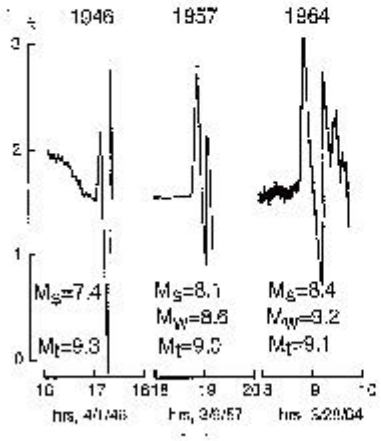


図１．ホノルルで観測された津波波形の比較。
左）1946 年アリューシャン津波地震による津波波形、中）1957 年アリューシャン巨大地震による津波波形、右）1964 年アラスカ巨大地震による津波波形．Johnson and Satake (1997) より抜粋

Figure 1. Comparison of observed tsunami waveforms at Honolulu, Hawaii, due to the 1946 Aleutian tsunami earthquake and the 1957 great Aleutian earthquake and the 1964 great Alaska earthquake.
After Johnson and Satake (1997)

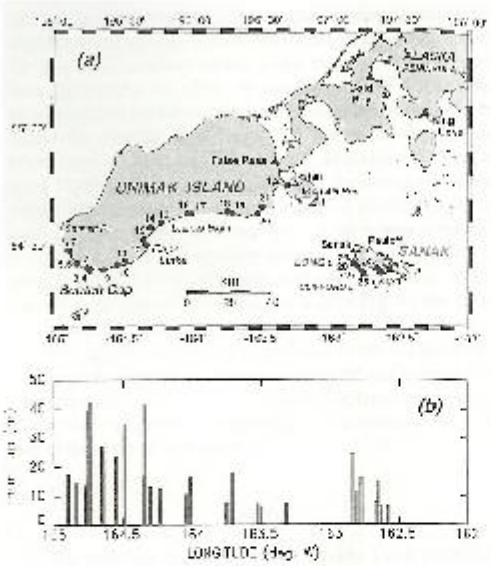


図２．1946 年アリューシャン津波地震の津波遡上高調査の結果。(a) 調査地点。(b) 津波遡上高分布
Okal et al. (2003) より抜粋

Figure 2. The run-up survey result of the 1946 Aleutian tsunami earthquake. (a) location of the survey points. (b) tsunami run-up height distribution.
After Okal et al. (2003)

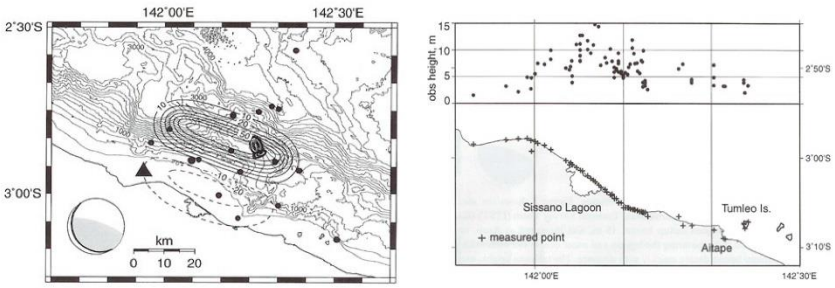


図３　1998 年パプアニューギニア地震の津波初期変位（左）と津波遡上高分布（右）
Satake and Tanioka (2003) より抜粋
Figure 3. (left) tsunami initial deformation due to the 1998 Papua New Guinea Earthquake and (right) tsunami surveyed run-up heights along the Sissano Lagoon.
After Satake and Tanioka (2003)

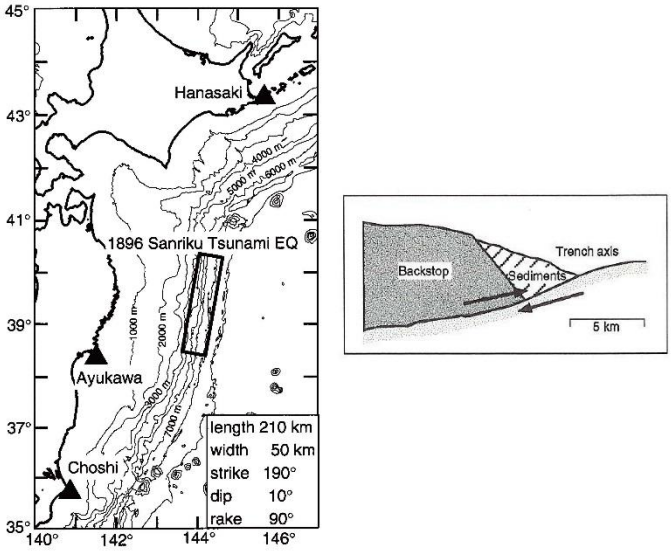


図４　1896 年明治三陸津波地震の津波励起メカニズムとして海溝近傍での付加体の変形を考慮した。
Tanioka and Seno (2001a) より抜粋
Figure 4. Sediment effect near the Japan on tsunami generation of the 1896 Sanriku tsunami earthquake. After Tanioka and Seno (2001a)

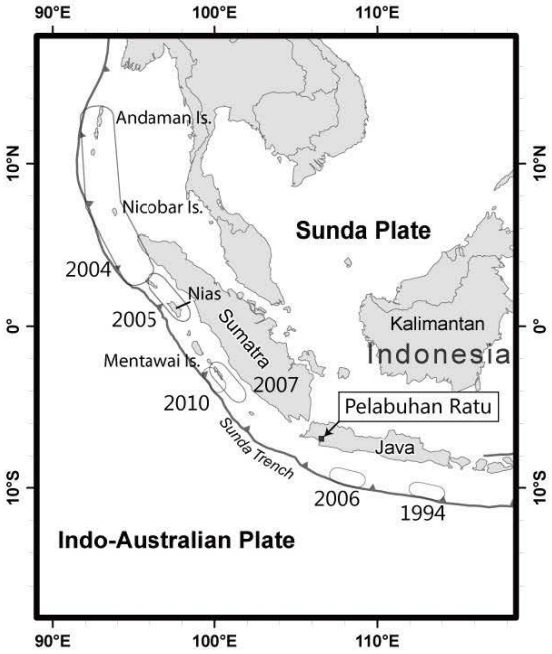


図５　スマトラ島・ジャワ島沖沈み込み帯に沿って発生した最近の巨大地震の震源域，2004 年 Sumatra-Andaman 巨大地震，2005 年 Nias 巨大地震，2007 年 Bengkulu 巨大地震，2010 年 Mentawai 津波地震，2006 年 West Java 津波地震，1994 年 East Java 津波地震。

Figure 5. Source areas of recent large earthquakes occurred along the Sumatra-Java subduction zone, the 2004 great Sumatra-Andaman earthquake, the 2005 great Nias earthquake, the 2007 great Bengkulu earthquake, the 2010 Mentawai tsunami earthquake, the 2006 West Java tsunami earthquake, and the 1994 East Java tsunami earthquake.

12 － 1　第 194 回地震予知連絡会重点検討課題「プレート境界に関する我々のイメージは正しいか？（その２）千島海溝」概要
Summary of “Is our image for plate boundary correct? (2) Kurile trench”

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年東北地方太平洋沖地震により、日本海溝沿いの太平洋プレート沈み込みに伴う巨大地震発生に関するこれまでのイメージが一変された。しかし、北海道太平洋沖の千島海溝沿いでは、以前より津波堆積物調査等から、歴史記録に残っているM8クラスの巨大地震による津波をはるかに超える大きな津波が発生していた事が明らかになっていた。さらにそれら超巨大地震が約0.5千年程度の周期で発生してきたと言われてきた。そこで、本重点検討課題では千島海溝沿いプレート境界の固着状況把握に関する最新の観測データやこれまでの構造探査結果を再検討することとした。

２．議論の概要

今回はまず、千島海溝沿いのプレート境界で発生する巨大地震発生を予測するための枠組みを検討するために、まずプレート境界の状態を知るための観測データ（GPS観測から推定されるすべり欠損、相似地震の発生状況、プレート境界での地震活動等）の解析結果を持ち寄り、現在のプレート境界の状態把握について検討した。さらにこの場で発生する巨大地震の様子を知るために津波堆積物調査結果をレビューした。また、現在までに実施されている海底構造調査結果や海底地震観測結果をレビューし、超巨大地震の発生と構造との関連を検討した。最後に様々なデータを説明することができる千島列島海溝沿いのプレート境界巨大地震発生モデリングの現状を検討した。

２－１．千島海溝沿いプレート境界のモニタリング状況

２－１－１．千島海溝沿いすべり欠損分布について

国土地理院の西村氏より，GEONET 観測データにより推定された 2003 年十勝沖地震前の千島海溝沿いプレート境界でのすべり欠損分布と 2007 年以後 2011 年東北地方太平洋沖地震前までのすべり欠損分布を解説していただいた。2003 年十勝沖地震前までは色丹島沖からえりも沖まで広くすべり欠損の大きな領域が分布しており、地震後は色丹島沖から根室沖と釧路沖の比較的海溝よりにすべり欠損の大きな部分が分布していることが示された。

２－１－２．千島海溝沿い相似地震の解析結果について

東北大学の内田氏には，微小地震観測データから相似地震（小繰り返し地震）解析結果を解説していただいた。まずは 2011 年東北地方太平洋沖地震破壊域の相似地震解析から大きなすべりが発生した場所は地震活動が低調で相似地震は発生しない。その周辺のすべり域では相似地震が発生するがレートが低く，カップリング率は高い。さらに深部では相似地震のレートが高くカップリング率は比較的低いことが分かった。同じ様に千島海溝沿いの相似地震の分布を解析すると、2003 年十勝沖地震発生域や根室周辺では相似地震のレートは低くカップリング率は比較的高いが、根室から釧路の沖合では地震活動が低調で相似地震も発生していないことが分かった。

２－１－３．十勝沖の浅部超低周波地震について

防災科学技術研究所の浅野氏には、えりもの沖合の海溝近傍のプレート境界で発生している超低周波地震の活動について解説していただいた。2003 年十勝沖地震前から発生はしていたが、地震後

に活発化し、その活動の推移から十勝沖地震の海溝側での余効すべりに関連している可能性が強いことが分かった。また、メカニズムはほとんどが低角逆断層であるが、通常の地震とは棲み分けているようだ。

２－１－４．地震活動から見るプレート境界の状況

北海道大学の勝俣氏には、巨大地震発生前の地震活動静穏化について解説していただいた。M9クラスの超巨大地震発生前には10年程度の静穏化がある場合があることが報告された。北海道では1968年十勝沖地震震源域や1973年根室半島沖地震の震源域で5年程度静穏化が進行していることが報告された。

２－２．千島海溝沿いの巨大地震

２－２－１．北海道から千島列島沿いの津波堆積物調査結果レビュー

北海道大学の西村氏には、北海道で実施されてきた津波堆積物調査研究について解説していただいた。津波堆積物研究から巨大地震の震源にせまるためには、堆積物の広域対比など解決すべき研究課題が多いことが報告された。

２－２－２．北海道太平洋沖海底構造調査結果及び海底地震観測レビュー

北海道大学の東氏には、千島海溝沿いプレート境界で実施された最新の海底構造探査結果と巨大地震のすべり域との関連を解説していただいた。プレート境界面からの反射強度を調べると2003年十勝沖地震や1973年根室沖地震で大きくすべったプレート境界からは強い反射が見えないことが分かった。反射強度は固着の強弱を反映している可能性が示唆される。

２－２－３．千島海溝沿い巨大地震のモデリング

海洋研究開発機構の堀氏には、超巨大地震を含めた過去の巨大地震の発生を地震発生サイクルモデルからどの程度再現できるかを解説していただいた。破壊エネルギーのスケール依存と階層的摩擦特性分布のモデルにより，ある程度千島海溝沿いの巨大地震の発生様式をモデル化することは可能であることが示された。

３．まとめ

GEONETデータ解析により千島海溝沿いプレート境界面でのすべり欠損分布が明らかになり，色丹島沖から釧路沖まで固着している状態が把握できた。相似地震解析により同様の場所での固着の可能性が指摘された。地震活動の静穏化も５年程度継続している。津波堆積物調査結果からも過去に巨大な津波が発生していたことが明らかになっている。海溝沿いの固着状態を把握する必要があり、この地域での海底地殻変動観測の重要性が増している。将来のプレート境界型巨大地震の発生に向けて、今後ともすべり欠損分布の時空間変化をモニタリングし、相似地震（小繰り返し地震）のレートの変化をモニタリングする事が重要であると伴に、海溝近傍プレート境界で発生する低周波地震の活動や、プレート境界の反射強度をモニタリングする必要がある。さらには、過去の巨大津波の痕跡である津波堆積物の調査による巨大津波イベント毎の震源域の把握が将来の巨大地震の発生を予測する上で重要となる。

12－5　地震活動から見るプレート境界の状況
Seismic Quiescence in and around Hokkaido

北海道大学　地震火山研究観測センター

1994年1月1日から2011年12月31日までM3.3以上の太平洋プレート境界および内部の地震を使用した（図1）．波形に立ち戻って全て再検測し，時間的空間的に均質な地震カタログを作成した．詳しい説明は，勝俣・笠原（2004）を参照．余震や群発地震を取り除くためデクラスタリング処理を行った後，地震活動度をZMAP（Wiemer and Wyss,1994）を使用して図化した（図2）．時間窓の幅は5年，格子点間隔は0.1度×0.1度である．ZMAPに関する詳しい説明は，地震予知連絡会会報第73巻「2-3根室半島沖の地震活動の静穏化と活発化（北大）」を参照．

図3は1968年十勝沖地震の震源域付近の地震活動静穏化を示す．2004年以降，赤丸領域では30%，青丸領域では28%の発生レートの減少が見られる．Z=3.3（青丸），Z=3.5（赤丸）なので，地震がランダムに発生している場合でもかなりの頻度で出現する程度の弱い静穏化であることが分かる．

図4は，1973年根室半島沖地震の震源域付近の地震活動静穏化を示す．2006年以降，51%の発生レートの減少が見られる．Z=3.6なので，図3の場合と同様，地震がランダムに発生している場合でもかなりの頻度で出現する程度の弱い静穏化であることが分かる．

（参考文献）

勝俣・笠原，2004，北海道大学地球物理研究報告，No.67，1-9.
Wiemer and Wyss, 1994, BSSA, 84, 900-916.

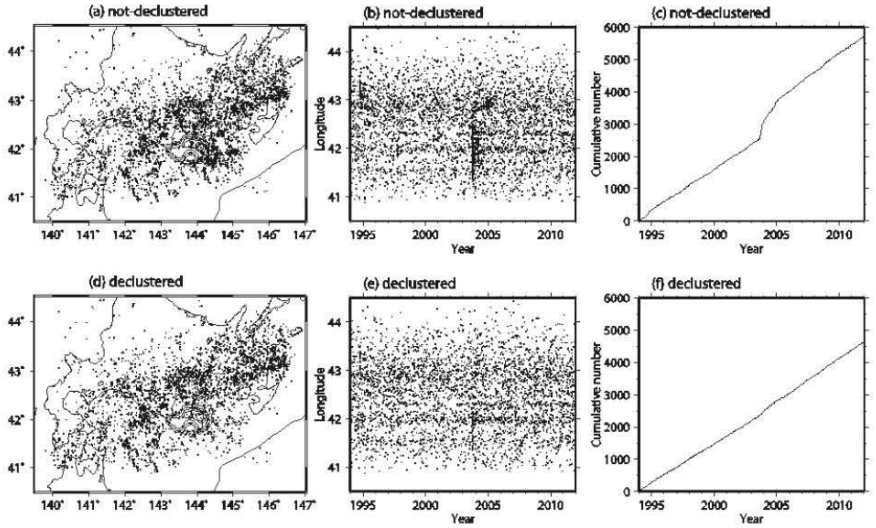


図 1　ZMAP の作成に使用した地震の分布.

Fig. 1　Earthquakes used for making ZMAP in this study.

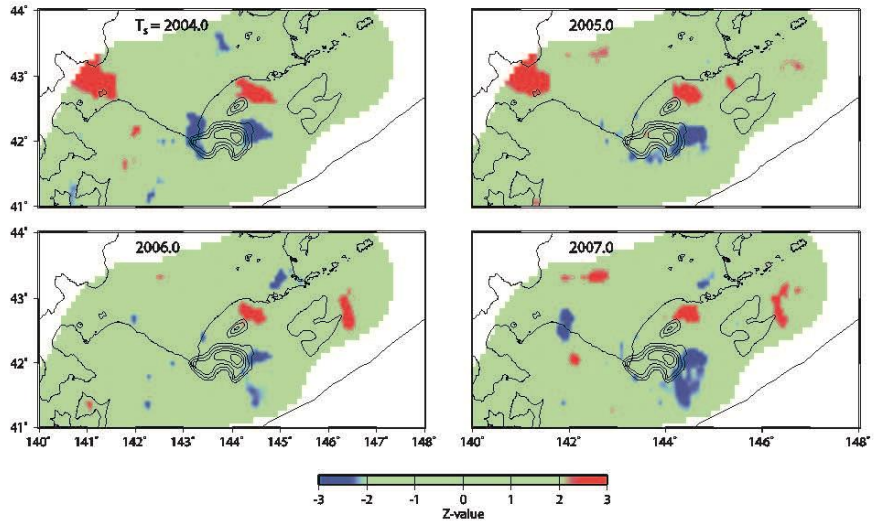


図 2　地震活動度の ZMAP 表示. Z 値が正は静穏化, 負は活発化を示す. コンターは 2003 年十勝沖地震 1973 年根室半島沖地震のアスペリティの位置を示す(Yamanaka and Kikuchi, 2003).

Fig. 2　Temporal change in seismicity. Positive and negative Z-values indicate seismic quiescence and activation, respectively. Asperities of the 2003 Tokachi-oki earthquake and the 1973 Nemuro-oki earthquake are shown in contour (Yamanaka and Kikuchi, 2003).

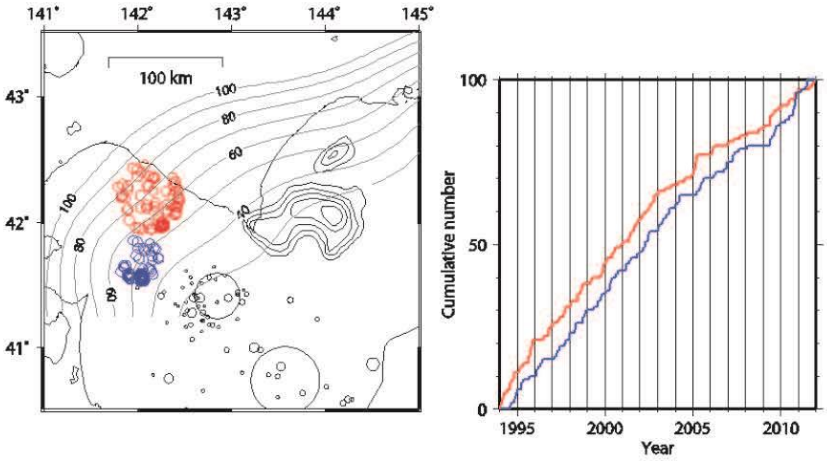


図 3　1968 年十勝沖地震の震源域付近の地震活動静穏化．積算度数曲線は，赤線が赤丸領域，青線が青丸領域に対応する．2003 年十勝沖地震のすべり分布をコンターで示す(Yamanaka and Kikuchi, 2003)．丸印は 1968 年十勝沖地震の本震と余震の震央分布を示す．太平洋プレート上面の深さを 30～100km まで 10km 間隔で示す．

Fig. 3　Seismic quiescences in the focal area of the 1968 Tokachi-oki earthquake. Asperities of the 2003 Tokachi-oki earthquake is shown in contour (Yamanaka and Kikuchi, 2003). The main shock and aftershocks of the 1968 Tokachi-oki earthquake are shown in open circles. The depth to the upper boundary of the subducting Pacific plate is shown in contours every 10 km from 30 to 100 km. Red and blue lines in the right figure indicate the cumulative number curves for the red circle area and in the blue circle area in the left figure.

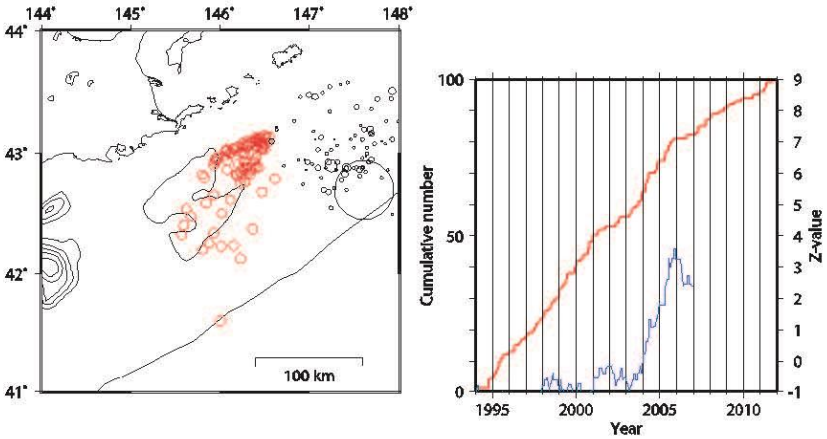


図 4　1973 年根室半島沖地震の震源域付近の地震活動静穏化．1973 年根室半島沖地震のすべり分布をコンターで示す(Yamanaka and Kikuchi, 2003)．丸印は 1969 年北海道東方沖地震の本震と余震の震央分布を示す．右図の赤線は積算度数，青線は Z 値を示す．

Fig. 4　Seismic quiescence in the focal area of the 1973 Nemuro-oki earthquake. Asperities of the 1973 Nemuro-oki earthquake is shown in contour (Yamanaka and Kikuchi, 2003). The main shock and aftershocks of the 1969 Hokkaido-toho-oki earthquake are shown in open circles. A red line and a blue line in the right figure indicate the cumulative number and Z-values, respectively.

12－6　北海道における古津波研究の現状と課題
Present state and prospects of paleo-tsunami research in Hokkaido

北海道大学地震火山センター（西村裕一）
Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University

文字による歴史が浅い北海道東部太平洋岸では，全世界に先駆けて，すでに津波堆積物の分布に基づく「500 年周期津波」を想定したハザードマップが作成されていた．しかしながら，この作成段階ではたくさんの仮定が必要であり，さらに，まだまだ調べられるべきことが残っていることも見失ってはならない．例えば，繰り返し間隔は数千年間の地層中の津波堆積物の地層の数で決められているが，この層数は十勝～根室で見ても場所によって異なる（図１）．浸水距離も複数のイベントで比較できるほどわかっていない．砂層の年代はそれぞれ数 10 年から 100 年以上の誤差を含んである．各地の砂層が一つの津波イベントで形成されたと仮定し，それを単純な地震モデルで説明してみたのが「繰り返し起きる連動型地震」なのである．

2011 年東北地震津波や 2004 年スマトラ沖地震津波が起きてわかったが，超巨大地震の起こり方はとても複雑である．実際，単純な断層モデルを基に計算した津波波高と実際の波高はまったく合わなかった．過去の津波も，モデル化などできないような複雑な断層運動を反映していたと考える方が自然であろう．

津波堆積物は，過去に遡上した津波の大きさと発生履歴を知る情報源となる．しかしここに，（１）津波は必ず堆積物を残す，（２）津波以外に堆積物を残すイベントがない（あるいは，あっても識別可能），という前提があることを忘れてはならない．2011 年東北津波も含めた近年の津波の現地調査では，津波が遡上した様々な斜面や低地を調べ，津波堆積物が形成される場所とそうでない場所があることがわかってきた．津波堆積物の層厚と津波の高さにも単純な比例関係は見いだせないこともわかった（図２）．また津波堆積物の厚さや構成物などは海岸近くと遡上限界付近ではまったく異なることも確認された．例えば宮城県や福島県の平野では．海岸近くや砂丘の陸側では砂が厚く堆積しており，一方，ラグーンの内陸側や遡上限界付近では主に泥からなる津波堆積物が厚く溜まっていた．2004 年スマトラ島沖津波でも，泥からなる津波堆積物が卓越して堆積した場所があった．津波堆積物から過去の津波の遡上限界を知るには，実は，これまであまり調べられてこなかった泥を主とする津波堆積物の発見，同定が必要なのである．

古津波については，津波堆積物の地域内対比および広域対比が大きな課題である．北海道東部のように複数の津波堆積物層が存在する湿原などでは，どの層が内陸深くまで存在するのか簡単にはわからない場合も多い．最近の研究で，供給源である海岸の砂の構成物や粒度特性の特徴に着目することでこの対比が可能であることが示唆された．ただし，現時点では海岸砂の特徴が季節ごとにどう変化するかといった基本的な情報を収集している段階である．

一方，いったん形成された津波堆積物は，年月を経て土壌に覆われるまで，あるいはその後も，物理的，化学的，生物的に風化することも忘れてはならない．2011 年津波の堆積物の経年変化を追跡することも今後の重要な課題である．津波堆積物は古津波についての貴重な情報源であることは確かである．しかし，誰が見ても明らかな砂の層があり多くの場所で容易に発見できる，というものではない．ハザードマップに反映させるためには，わかることとわからないことの区別や，言えることの限界，津波に関する情報の誤差も含めた議論もたいせつである．

		2700～340年前の砂層数	
測線	測線長(m)	最大	最少
十勝(浦幌)	250	8	7
釧路(キナシベツ)	1230	2	2
釧路(音別)	510	4	3
厚岸	1100	2	2
根室（別当賀）	260	7	2

図1.　北海道の十勝地方から根室地方の太平洋岸における 2700 年前から 340 年前(樽前 c 火山灰と樽前 b 火山灰の間の地層中)の津波堆積物の層数. 測線中の最大層数と最少層数を記す.

Fig. 1. Numbers of tsunami deposit layers between Ta-c tephra (BC 2700) and Ta-b tephra (1667) at observation sites along the Pacific coast of Tokachi and Nemuro, Hokkaido. Maximum and minimum numbers in each profile are shown.

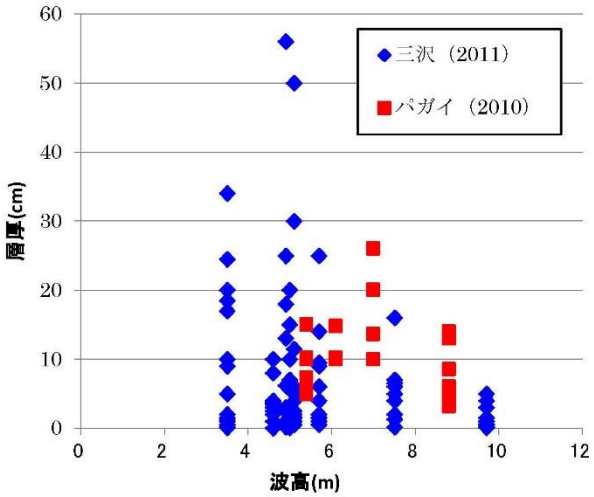


図2.　津波の波高と津波堆積物の層厚の関係. 青森県三沢海岸における2011年津波とパガイ諸島における 2010 年メンタワイ諸島沖津波の例.

Fig. 2. Relationship between tsunami height and tsunami deposit thickness. Example from the 2011 tsunami at Misawa coast, Aomori, and the 2010 Mentawai tsunami at Pagai Islands.

12－7　北海道太平洋沖海底構造調査結果及び海底地震観測レビュー
Review for seismic structure and activity off the Pacific coast of Hokkaido

東　龍介(北海道大学大学院理学研究院)
Ryosuke Azuma (Faculty of Science, Hokkaido University)

1. はじめに

2004 年度に始まった文部科学省委託研究「東南海・南海地震等海溝型地震に関する調査研究」の一環として，2004～2007 年度に北海道太平洋側において長期海底地震観測と，並行して屈折法構造調査を実施した(文献 1)と 2))．一連の調査観測により，高い決定精度の震源分布を得，陸上地震観測網では検測の困難な微小地震活動を把握できた．震源分布と構造調査結果から，沈み込むプレートの形状を詳細に推定できた．一方，北海道大学の主導で 2003 年十勝沖地震以降に行われた構造調査では，プレート境界面の反射強度の空間変化を把握し，地震時および余効すべりの分布との相関性を示した．

2. 文部科学省委託の調査研究

この委託研究は，海域での詳細な地震活動の把握と地震発生場のプレート形状の推定を目的とし，その一環として千島海溝周辺の観測を実施した．18~42 台の長期観測型海底地震計を使用した地震観測を根室沖で 2005~2006 年，三陸沖北部では 2004~2005 年と 2006 ~2007 年に実施し(第 1 図)，いずれも 8~10 ヵ月程度の連続波形記録を取得した．海底地震観測網内において制御震源にエアガンを使用した地殻構造調査も行った(第 1 図)．

海底地震観測により，陸域観測網では検測の難しい沖合の地震活動を正確に把握できた．一元化震源に比べ 5~10 km ほど系統的に浅く求まった震源分布は，一元化震源よりも明瞭にプレート境界面の位置を投影した(第 2 図)．1973 年根室沖地震震源域よりも海溝側の領域と 1968 年十勝沖地震震源域において，プレート間の地震活動が非常に低調であることは一元化震源からも指摘されていたが，海底観測によってさらに明白になった(第 3 図，第 4 図)．海陸データを統合したトモグラフィ解析により，海域に高分解能をもつ 3 次元地震波速度構造の推定にも成功し，日高山脈下に剥落する千島弧下部地殻を明瞭に捉えた(第 5 図左)．また，海洋性地殻内の高速度異常の分布が地震時すべり分布と空間的に相関があることが新たにわかったが(第 5 図右)，原因はまだ判明していない．

稠密観測網を併用した人工地震探査により，大地震発生帯における地殻の P 波速度(Vp)構造を高精度で推定した．例えば，日本－千島海溝会合部の調査の結果，深さ 20 km 程度でプレート境界の傾斜が緩やかになり，変化に富んだ形状であることを示した(第 6 図)．

海底地震観測と構造調査の結果を統合して推定したプレート境界面は，陸域データのみによる深さ分布よりも 5~10 km ほど浅い．プレート境界面の形状分布と地震活動との間には，スラブの凹部分の位置に 1968 年(Yamanaka et al., 2004)と 2003 年の十勝沖地震の震源域(Yamanaka et al., 2003)が分布する関係性があり(第 4 図)，プレート形状が大地震時すべりの空間的広がりを規定する要素となる可能性を示唆した．

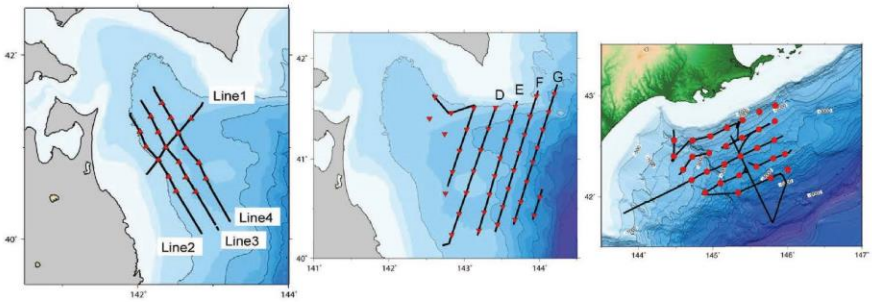
3. 北海道大学の用船航海による調査観測

北海道大学が 2004 年以降に実施した探査測線は，十勝沖・根室沖で 4 測線にのぼる(第 7 図)．2004 年測線以外は，十勝沖と根室沖の両セグメントを横断する測線で，2003 年十勝沖と 1973 年根室沖

の両地震の地震時すべり域(Yamanaka et al., 2003)，そして両震源域間の空白域(1952 年十勝沖地震震源域(Hirata et al., 2003)の東端)の各領域における構造的特徴の抽出を目的とした．これらの探査データから推定された Vp 構造には，十勝沖に比べ根室沖の方が若干の高速度であることが認められる．もっとも特徴的な結果として，プレート境界面からの反射波が 2003 年と 1973 年のアスペリティ内で観測されず，その間の空白域で明瞭に捉えられた．通常，強反射はプレート間に入り込んだ堆積層の存在を示唆し，そこでは安定すべりを起こすと考えられるが， 2010 年(Azuma et al., under revision)と 2005 年の調査により空白域で強反射が観測された(第 8 図)ことから，この領域のすべり様式が，地震時に特定の条件下で十勝沖または根室沖アスペリティに同期してすべるが，地震間は基本的に単独では地震性すべりを起こさない条件付き安定すべり域である可能性が示唆された．

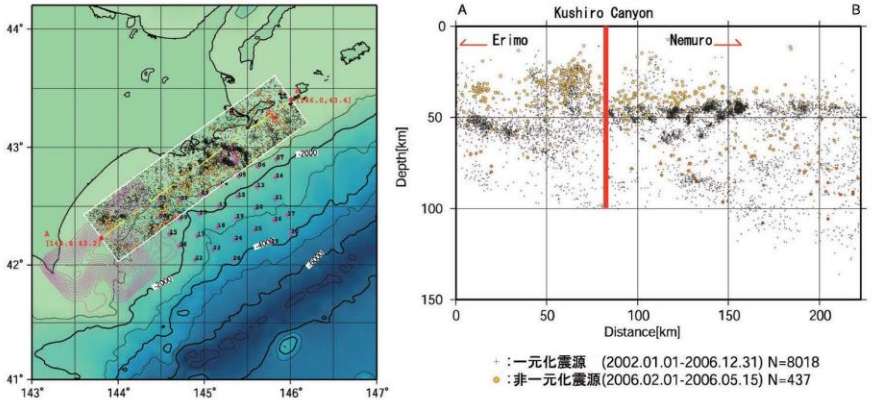
参考文献

1) 科学技術振興費主要 5 分野の研究開発委託事業「東南海・南海等海溝型地震に関する調査研究（東南海・南海地震）（日本海溝・千島海溝周辺の海溝型地震）」平成 18 年度成果報告書.
2) 科学技術振興費主要 5 分野の研究開発委託事業「東南海・南海等海溝型地震に関する調査研究（東南海・南海地震）（日本海溝・千島海溝周辺の海溝型地震）」平成 19 年度成果報告書.
3) Azuma, R., Y. Murai, K. Katsumata, Y. Nishimura, T. Yamada, K. Mochizuki, M. Shinohara, Was the 1952 Tokachi-oki earthquake (*Mw* = 8.1) a common earthquake?: Plate interface reflectivity measurement by an airgun-ocean bottom seismometer experiment in the Kuril trench, under revision in *Geochem. Geophys. Geosci.*
4) Hirata, K., E. Geist, K. Satake, Y. Tanioka, and S. Yamaki, Slip distribution of the 1952 Tokachi-oki earthquake (*M* 8.1) along the Kuril Trench deduced from tsunami wave form inversion, *J. Geophys.*, *Res. 108* (B4), 2196, doi:10.1029/2002JB001976, 2003.
5) 山田知朗・篠原雅尚・金沢敏彦・平田直・金田義行・高波鐵夫・三ケ田均・末廣潔・酒井慎一・渡邊智毅・植平賢司・村井芳夫・高橋成実・西野実・望月公廣・佐藤壮・荒木英一郎・日野亮太・宇平幸一・塩原肇・清水洋，稠密海底地震観測による 2003 年十勝沖地震の余震分布，地震 2, 57, 281-290, 2005
6) Yamanaka, Y., and M. Kikuchi, Asperity map along the subduction zone in northern Japan inferred from regional seismic data, *J. Geophys. Res.*, *109*, B07307, doi:10.1029/2003JB002683, 2004
7) Yamanaka, Y., and M. Kikuchi, Source process of the recurrent Tokachi-oki earthquake on September 26, 2003, inferred from teleseismic body waves, *Earth Planets Space*, *55*, e21—e24, 2003.



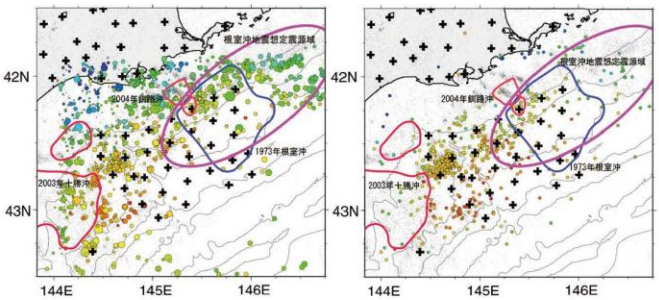
第 1 図　文部科学省委託研究で調査した観測海域．赤プロットは 2004 年(左)，2006 年(中央)，2005 年(右)に，それぞれ展開した海底地震計観測網(文献 1)と 2)による)．赤記号は海底地震計の位置．黒線は構造探査測線を示す．

Fig. 1　Map of the study areas in 2004 (left), 2006 (center), and 2005 (right), by MEXT (References 1) and 2)). Red symbols denote the locations of the ocean bottom seismometers. Black lines represent seismic profiles.



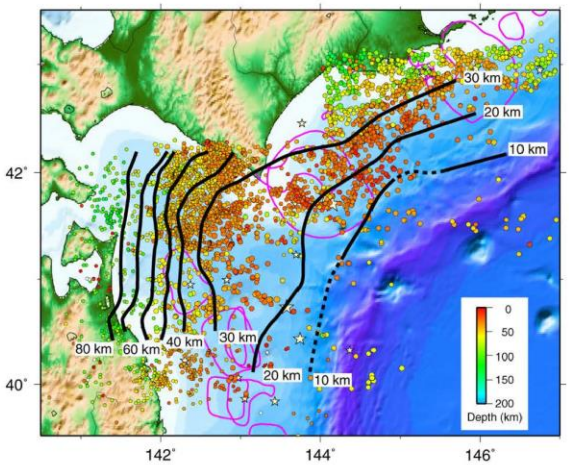
第 2 図　左：釧路・根室海岸域における気象庁一元化震源(黒十字)および非一元化震源(黄○)の震央分布(文献 2)による)．マゼンタ十字は海底地震計とケーブル式海底地震計の位置．コンターは 2003 年十勝沖地震のすべり域の位置(文献 7)による)．右：左図白枠内の地震を AB 測線断面に投影した震源分布．

Fig. 2　Left: The epicenter distribution of the JMA catalog and that of relocated catalog by using OBSs data (Reference 2)). Magenta crosses denote the location of the OBSs and cable-type OBSs. Contour indicates the source area of the 2003 Tokachi-oki earthquake (Reference 7)). Right: The hypocenter in the area within the white rectangular in the left map projected on the vertical profile beneath the line AB.



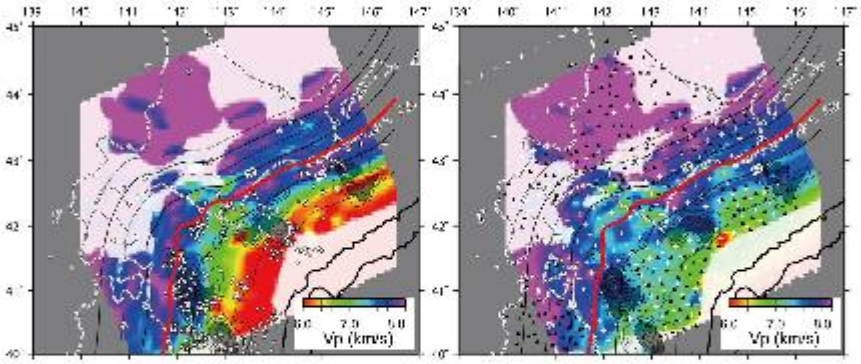
第 3 図　左：気象庁一元化震源リストのうち，海底地震計データを用いて再決定した地震の震央分布(文献 1)による). 黒点は 2002 年から 2006 年までの一元化震源の震央. 黒十字は陸域観測点，海底地震計，ケーブル式海底地震計の位置．右：海底地震計記録のみで決定した，非一元化震源の地震の震央分布(文献 1)による).

Fig. 3　Left: The relocated epicenters included in the JMA catalog, using OBS data (Reference 1)), and epicenters in the JMA catalog since 2002 to 2006 (black dots). Black crosses denote the location of inland stations, OBSs, and cable-type OBSs. Right: The epicenter distribution from OBS data, except for the JMA catalog.



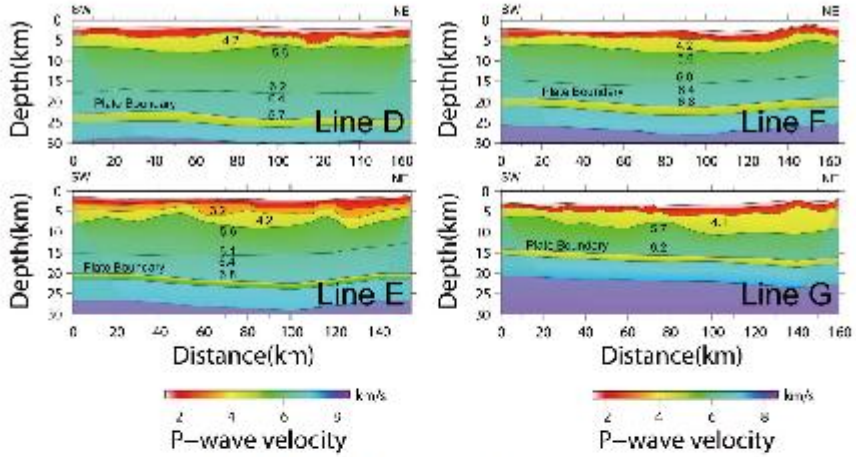
第 4 図　2003 年から 2007 年に収集した海底地震計データを用いて再決定した全地震の震央と深さの分布(文献 1)と 2)による). コンターは探査構造を含めて作成したプレート境界面深さ.

Fig 4.　The epicenter and depth distribution determined from OBS data since 2003 to 2007 (References 1) and 2)). Contour indicates the depth of the plate interface determined from the hypocenter distribution of interplate events and the velocity structures by seismic experiments.



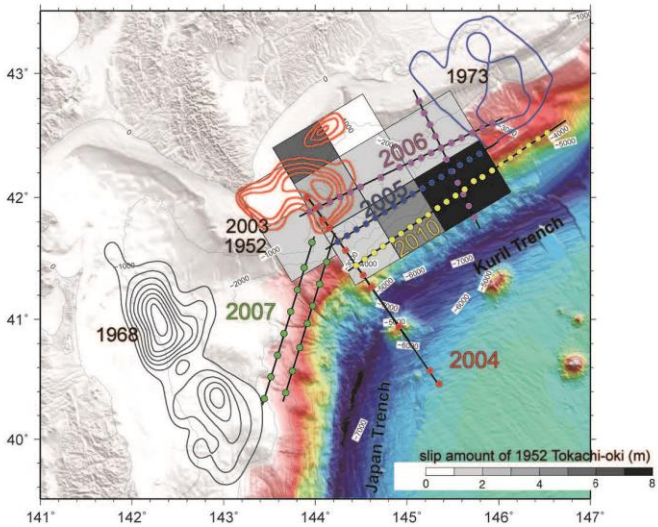
第 5 図　プレート境界面から 5 km 上方(左)と下方(左)の Vp 分布プレート境界型大地震のすべり域(文献 2)による). コンターは, トモグラフィ解析から推定されたプレート境界面の等深度線(深さ 60 km は赤線). 黒三角は解析に使用した観測点の位置.

Fig. 5　The Vp distributions above 5 km (left) and beneath 5 km (right) from the plate boundary that estimated from tomographic analysis (Reference 2)). Contour represents depths of the plate boundary (a depth of 60 km is lined by red). Black triangles represent the locations of inland and OBS stations used during the analysis.



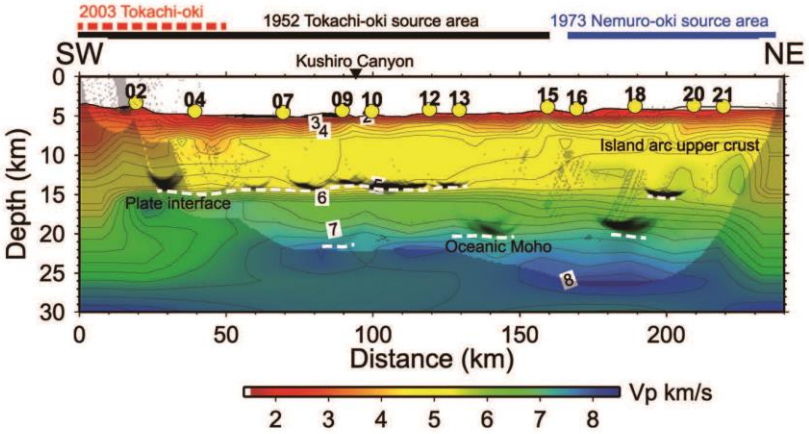
第 6 図　2007 年観測網(第 1 図中央, 文献 2)による)の D–G 測線下の Vp 構造.

Fig. 6　The P-wave velocity models beneath the profiles E–G of the 2007 OBS array shown in Fig. 1 center, (Reference 2)).



第 7 図　北海道大学による構造調査測線の位置．大地震のアスペリティは文献 4), 5), 6)による．海底地形データは海上保安庁，海洋研究開発機構による．

Fig. 7　The locations of wide-angle profiles by Hokkaido University. Asperities were estimated by references 4), 5), and 6). The seafloor topography data were collected by Japan Coast Guard and Japan Agency for Marin-Earth Science and Technology.



第 8 図　2010 年測線(第 7 図)下の Vp 構造と反射分布(文献 3)．地震時すべりの範囲は，文献 4), 6)による．

Fig. 8　The Vp structure and the distribution of reflectors beneath the profile 2010 in Fig. 7. The slip areas above the Vp model refer 4) and 6).

４．火山噴火予知連絡提出資料

第 120 回（2011 年 6 月 7 日開催）

第120回火山噴火予知連絡会資料

― 2011年6月7日 ―

内　容

有珠山
- 銀沼火口底噴気地の噴気温度変化
- 地震計で見た東北地方太平洋沖地震にともなう動的ひずみ

駒ケ岳
- 東北太平洋沖地震前後の基線長変化

樽前山
- B噴気孔群周辺の表面温度
- 地磁気全磁力

雌阿寒岳
- 最近の雌阿寒岳の地殻変動

倶多楽
- 大正地獄の熱泥水噴騰活動
- 大正地獄の熱水温度と休止期間の経年変化
- 化学組成から推定された深部熱水系の地化学温度

霧島山
- 爆発地震の減衰様式の変化

伊豆諸島
- 3月11日東北地方太平洋沖地震後に見られる地殻変動の傾向の変化

有珠山

○銀沼火口底噴気地の噴気温度変化

昨年と同様に，噴気音を伴う火口底北西縁の噴気地(図１)で噴気温度とピトー管による噴出速度測定注1)を大小二つの噴気孔（写真１）で2011年５月に実施した．大きい噴気孔は昨年と同じ噴気孔で、小さな噴気孔はそれに隣接する．

大きい噴気孔の噴気温度は144℃、噴出速度は約16 m/sと昨年に較べて僅かながら低下した．一方、小さな噴気孔の噴気温度と噴出速度は、大きな噴気孔に較べて噴気温度は122℃と低く、逆に噴出速度は大きく約70m/sであった（図２）．

断熱円形パイプモデルを用いて大小二つの噴気孔中の噴気温度の鉛直分布を求めてみると、両噴気孔の噴気温度曲線は深度30m付近で沸騰曲線と交わり、この深度で相変化した噴気が両噴気孔から噴出していると考えられる（図３）．この事例のように温度の異なる噴気が同じ起源と推定されることがあり、噴気温度が熱活動の指標にならないこともある．

相変化深度は、昨年の約40mに較べて約30mと浅くなる．測定値はもちろん簡単化したモデルによる推定値であることを考慮すると、この深度差が有意とは言えないが、地下熱水系の温度低下が進行していると考えられる．

注１）乾いた飽和水蒸気と仮定

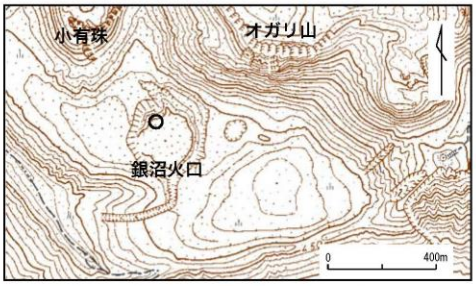


図１．噴気温度および噴気噴出速度測定を行った噴気孔がある火口底北西縁噴気地（○印）の位置．国土地理院発行の２万５千分の１地形図「洞爺湖温泉」を使用．

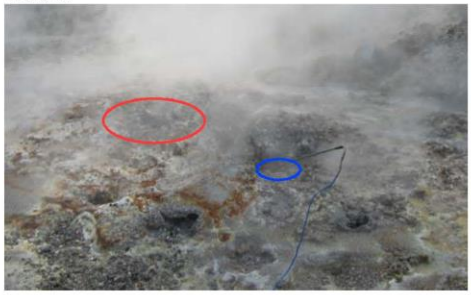


写真１．噴気温度および噴気噴出速度測定を行った大きい噴気孔(赤丸)と小さい噴気孔(青丸)

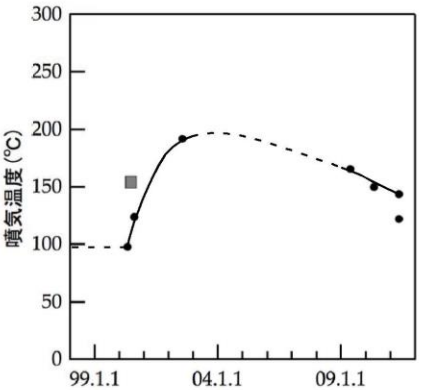


図２．噴気温度の経年変化．2000～2002年の測定値は産総研による．灰色太線は2000年噴火活動期．

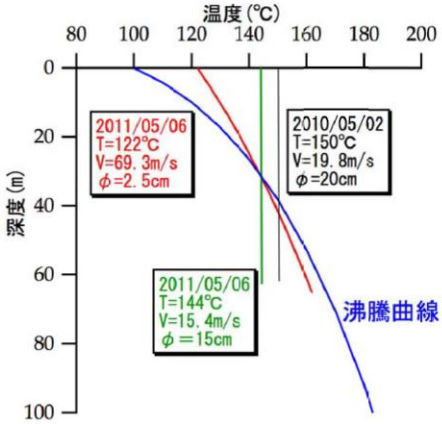


図３．断熱円形パイプモデルから推定された噴気孔内の鉛直温度分布と沸騰曲線．

（大島）　　（有珠山）

有珠山

○地震計で見た東北地方太平洋沖地震にともなう動的ひずみ

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

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

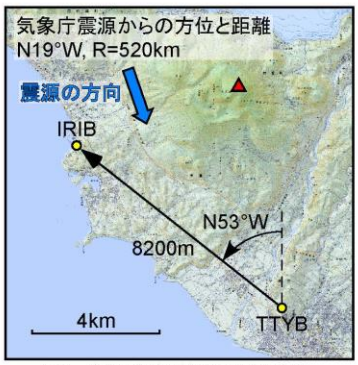


図1. 広帯域強震観測点位置図

有珠山は，気象庁発表の震源から北北西へおよそ520kmに位置する．TTYBとIRIBの距離は約8200mで，有珠山に対する位置関係は図1のとおりである．両観測点で得られた地震発生前後30分間の速度記録に10～50秒のバンドパスフィルターをかけ，もっとも振幅の大きい東西動成分について相互相関を求めたところ，2.1秒程度の走時時間差が見積もられた（図3）．震源の方向から地震波が到来しているならば，主要動の伝播速度は4km/sを若干下回る程度となり，表面波が卓越していると考えられる．

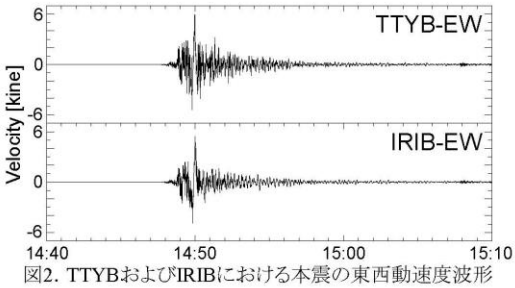


図2. TTYBおよびIRIBにおける本震の東西動速度波形

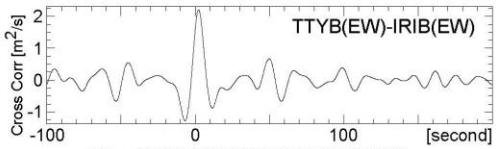


図3. 東西動速度波形の相互相関関数.

VSE-355H型地震計の計測帯域は0.02～100Hz（±3db）であるのに対し，地震計間の距離が高々8km程度であることから，低周波の信号に着目すると互いの観測波形は非常に良く似ている．そこで，両観測点で得られた速度記録から変位波形を求め（図4），それらの差をとって観測点間距離で除すことで，ひずみに相当する値が求められる．本報告では，上記の方法によって推定されたTTYB-IRIB間の線ひずみを示す（図5）．

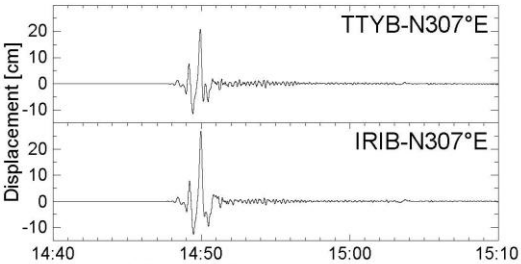


図4. 変位波形の基線方向（N307°E）の成分.

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

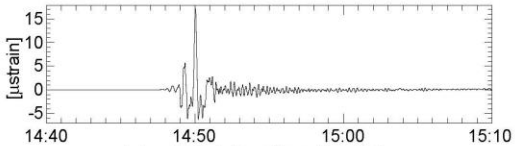


図5. 基線方向の線ひずみ成分.

（青山）

駒ヶ岳

○東北太平洋沖地震前後の基線長変化

3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震にともなう山体周辺の変形を把握するために，地震前後におけるGPS観測点間の基線長変化を調べた．図1の基線の上段にはおおよその基線長，下段には地震前（2月9日～3月10日）および地震後（3月12日～4月10日）の30日平均基線長の差を示した．北海道駒ヶ岳周辺では南北方向に伸張，東西方向に短縮の傾向が見られる．（KM7Gは機器不調により参考値）

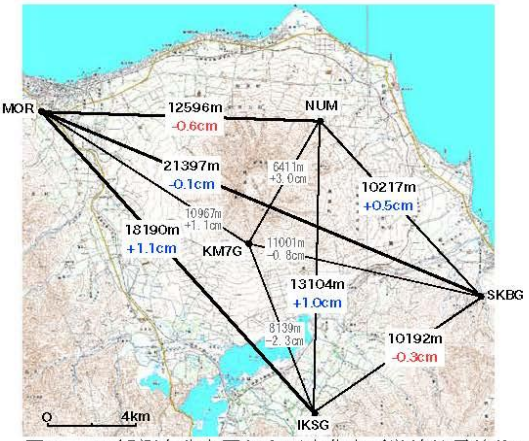


図1．GPS観測点分布図および東北太平洋沖地震前後の基線帳変化．国土地理院発行の5万分の1地形図「駒ヶ岳」及び「大沼」を使用．KM7Gを基準とした放射基線の変化は機器不調により参考値．

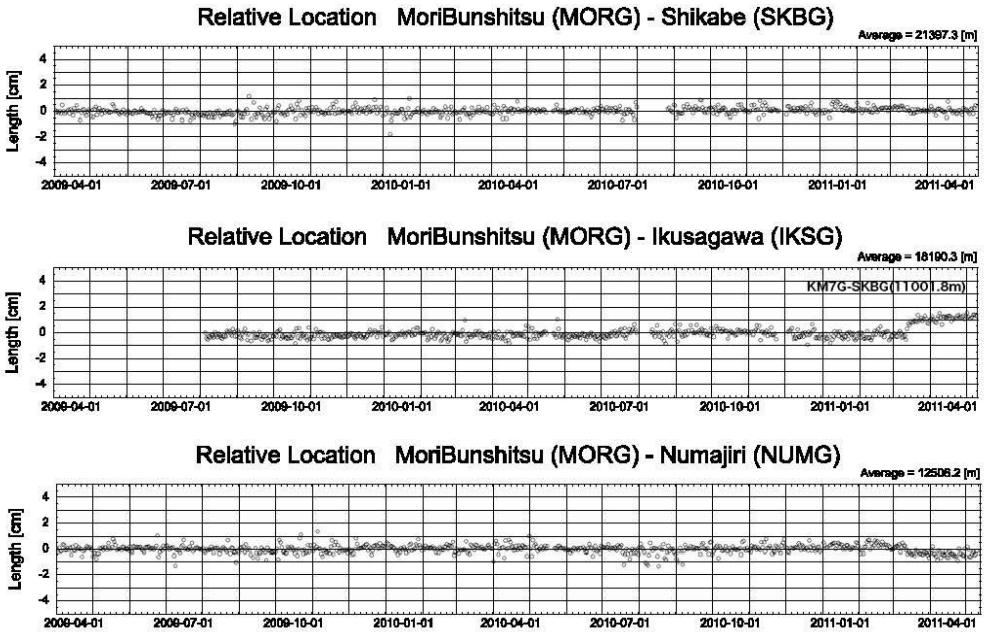


図2．森分室を基準とした3観測点の基線長変化（図1の太い実線）

（大島）　　（北海道駒ヶ岳）

樽前山

○ Ｂ噴気孔群周辺の表面温度

昨年に較べて表面温度分布に顕著な変化は認められない．2009年末に急増を示した放熱量も僅かな増加となった．

昨年と同様にH噴気孔付近の温度異常は顕著で、観測領域内で最高温度を示し、今回の観測では42℃が観測された(昨年は23℃)．

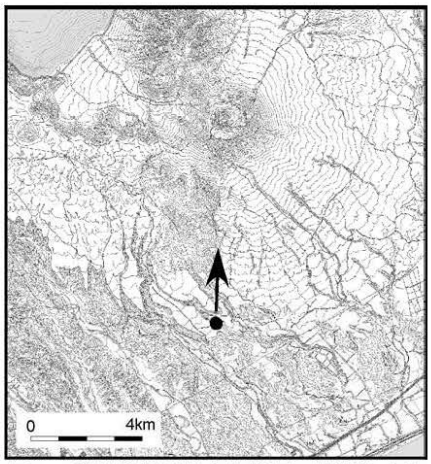
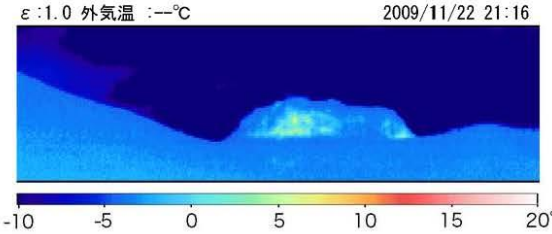


図１．熱映像撮影地点位置図．撮影地点はドームの南方およそ７kmに位置する．



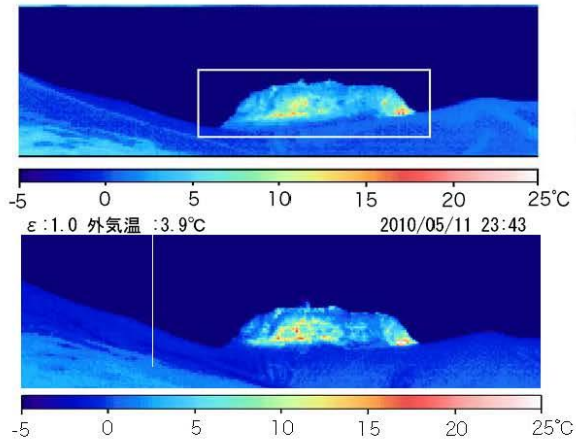


図２．B噴気孔群周辺の熱映像

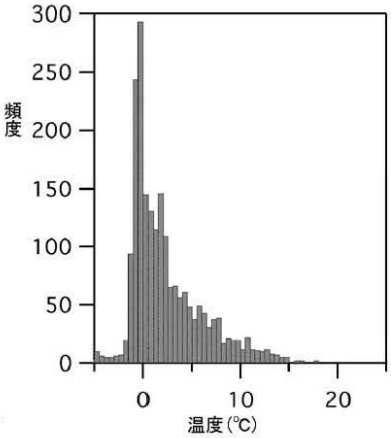


図３．B噴気孔群周辺の表面温度頻度分布（図２下段白枠内）

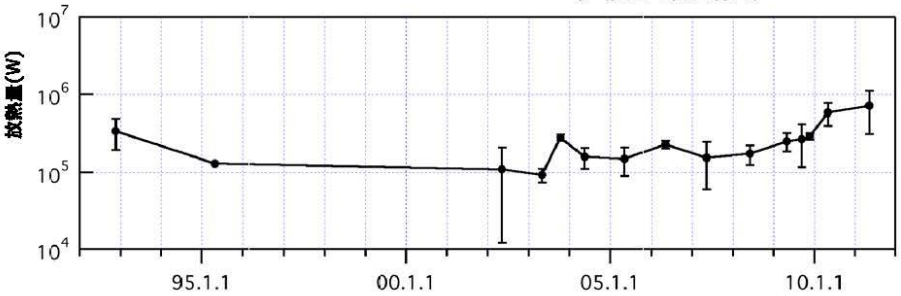


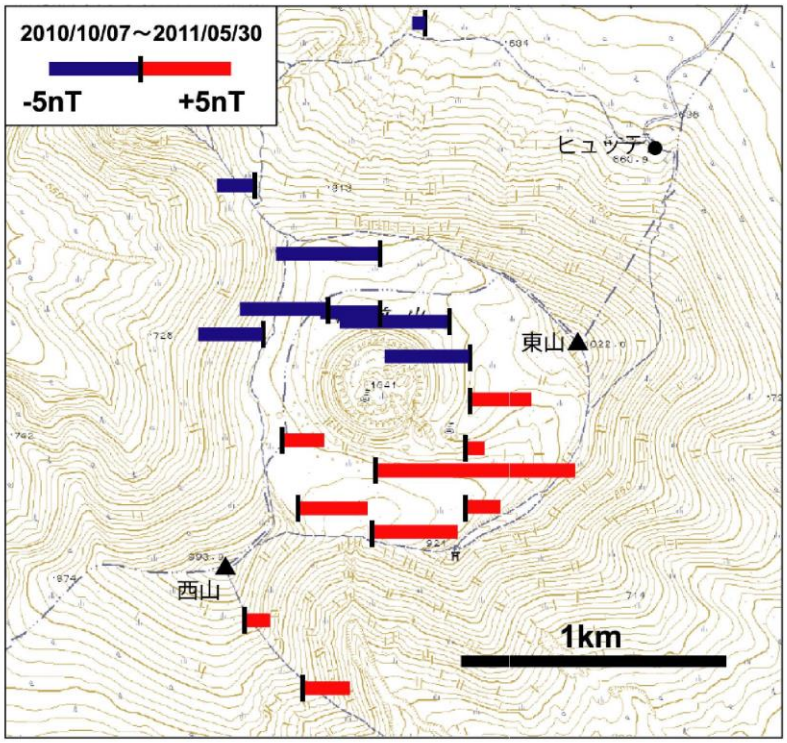
図３．　熱映像から推定したＢ噴気孔群からの放熱量の時間変化

(大島・前川)　　樽前山

樽前山

○地磁気全磁力

2010年10月6-7日と2011年5月30日に全磁力測量を実施した．この期間に，明瞭な磁場変化が検出されたので報告する．山頂溶岩ドームの南側で全磁力増加，北側で全磁力現象のパターンが認められる．溶岩ドーム直下約500m程度の深さに置かれた磁気双極子で良く近似される変化パターンであり（詳細は未検討），熱消帯磁モデルで解釈すれば冷却帯磁のセンスである．磁気点は従来より札幌管区気象台の機動観測で使われているもので，2010年の測量は北海道大学と気象台の共同で，2011年の測量は北海道大学により実施した．なお，参照点は北海道大学運用の有珠山MTY観測点を使用した．



（橋本・鈴木）

樽前山

雌阿寒岳

○ 最近の雌阿寒岳の地殻変動

国土地理院の GEONET データをみると、2011始め頃から、雌阿寒岳の北西に位置する観測点が、北北西方向に移動する地殻変動が始ったように見える。2008年夏頃にも同様の変動が観測されたが、同年11月に小規模な水蒸気爆発が発生した。今回の変動の規模は2008年に比べると、現時点では小さい。

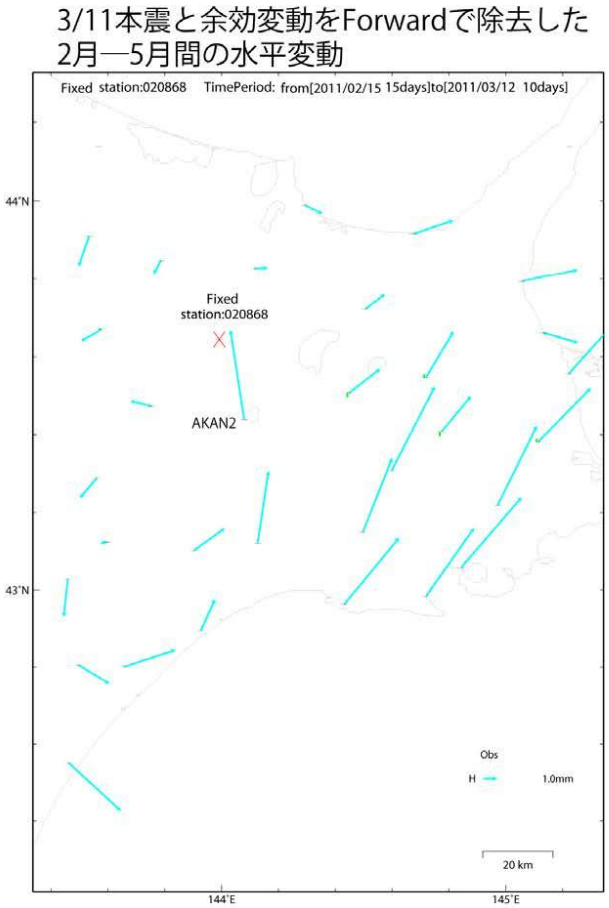


図-1 地震と余効変動を除去した水平変動。阿寒 2 が周囲とは異なる傾向の変動をしている。

雌阿寒岳

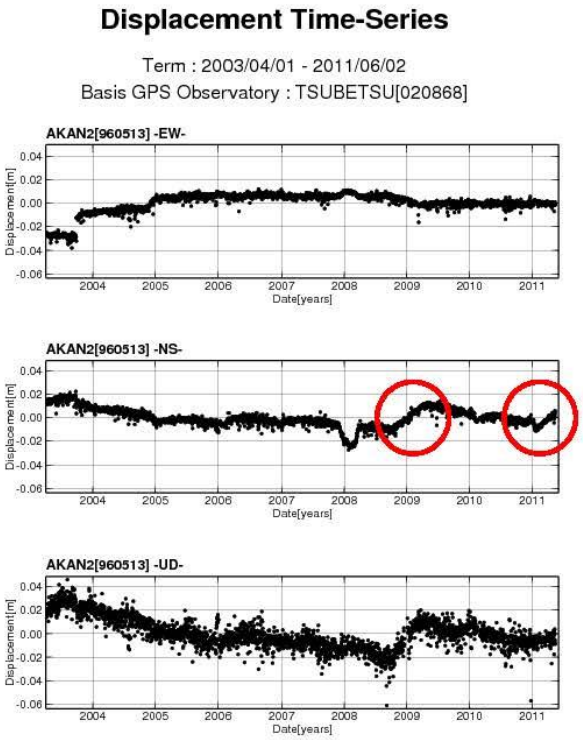


図-2 図-1 で固定点とした津別と阿寒 2 の地殻変動の推移
2003/04/01- 2011/05/14

阿寒２の北北西の水平移動の傾向がみられる他、隆起も始まった可能性がある。これらの傾向は、２０００年から２００９年にかけての変動傾向と類似している。なお、２００３年のステップは、十勝沖地震である。また、２００８年の春先と２０１１年の同時期には凍上と思われる、一時的な変化が発生している。2011/03/11 の地震は、震源域との位置関係でこの基線には大きな変化はもたらしていないようである。

雌阿寒岳

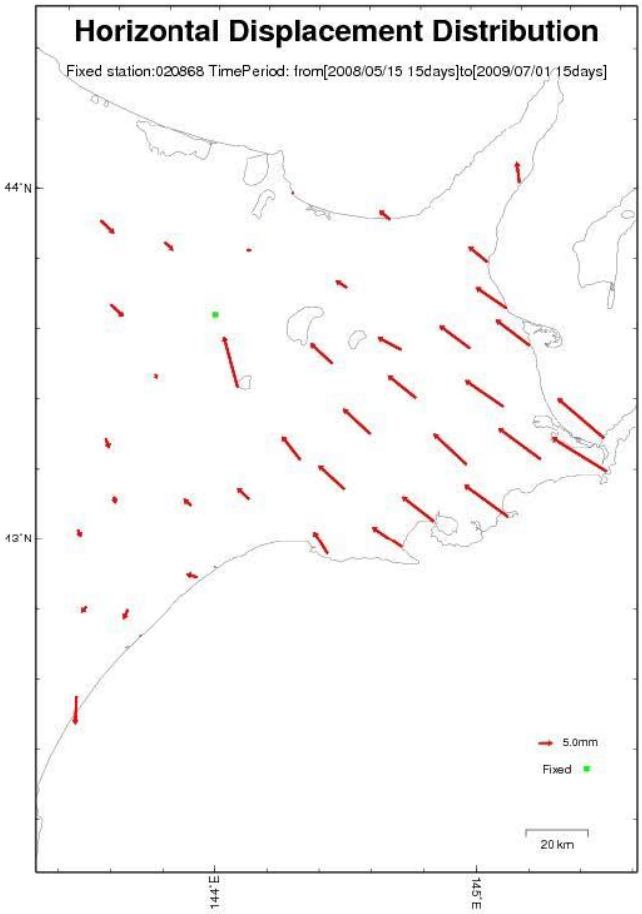


図-3　2008年の変動発生時の水平変動分布(参考)。 観測期間は2008年5月から2009年9月である。この時も阿寒 2 が北北西に異動した。釧路や根室周辺の北西向きの変動は、太平洋プレートの沈み込みによるテクトニックな地殻変動であると考えられる。

謝辞：本解析には、国土地理院が公表しているGEONET データとデータ解析ツール INCA を使用した。

雌阿寒岳

倶多楽火山

○大正地獄の熱泥水噴騰活動

2011年２月以降も穏やかな噴騰が続いていたが、４年目をむかえた５月には休止期間が長くなり、５月16日の噴騰を最後に現在(５/31)まで噴騰は起こっていない(図２). その反面、5月13日以降は地動レベルの高い状態が続き、大沼川会合部の温度も高く、熱水の流出が続いていることが分かる(図２).

５月13日に始まる熱水流出は,これまでにも観測されていた流出量の周期的変動(約１時間)を示す地動振幅変化を伴い、５月16日に小規模な噴騰が起こった.

これに対し、５月23日から始まり31日頃まで続いた熱水流出は噴騰に至らずに終わった. この流出に伴う地動振幅は単調に減少を示し、同じような傾向は会合部の温度にも認められ、流出量が時間とともに減少したことを示す.

一連の噴騰活動が始まる前には、微量な熱水の間欠的な流出が知られており、５月下旬以降の状況は噴騰活動の終息を伺わせる.

その反面、2010年末の日和山噴気温度は、依然として、135℃前後と高温な状態にある. また昨年の同時期にも数日つづいた熱水流出が終わったあと、規模の大きな噴騰が起こっており、終息と判断するには早計であろう.

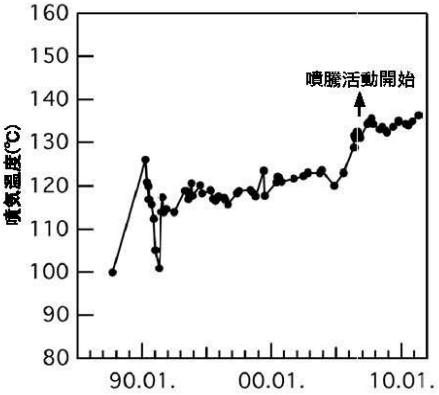


図１. 日和山噴気孔温度の経年変化

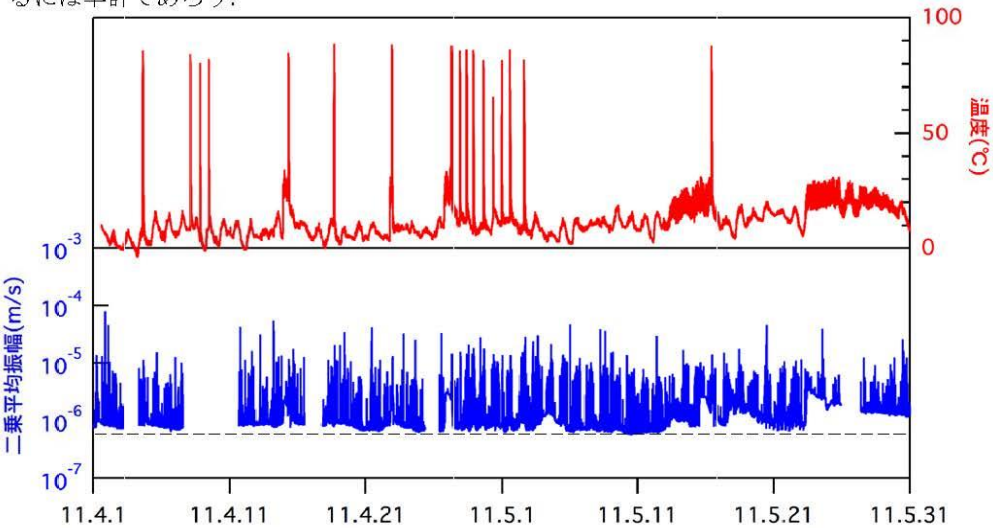


図２. 二乗平均上下動振幅(青線)及び大正地獄流出沢と大湯沼川会合部の温度(赤線)の時間変化. 赤実線のパルス変化は熱泥噴騰に伴い熱水流失を示す.

(大島・前川・安孫子)　　倶多楽火山

倶多楽火山

○大正地獄の熱水温度と休止期間の経年変化

2011年２月以降も１日～６日の休止期間で噴騰が繰り返されていたが、５月になると休止期間が長くなるとともに、下限温度(赤実線)にも低下が認められる

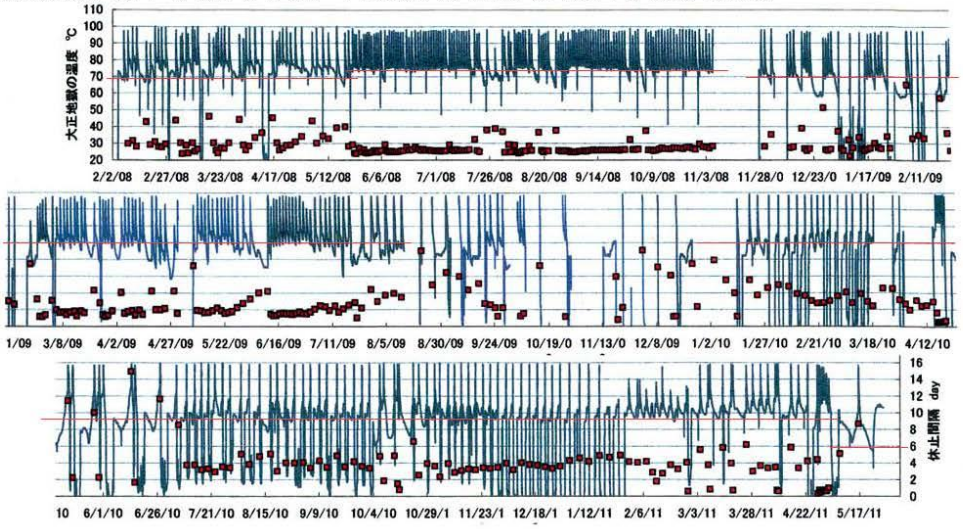


図1. 大正地獄の熱水温度(青実線)と休止期間(赤四角)の経年変化

○化学組成から推定された深部熱水系の地化学温度

熱水の化学組成から推定される深部熱水温度は210～230℃を示し、これまでの延長線上にある.

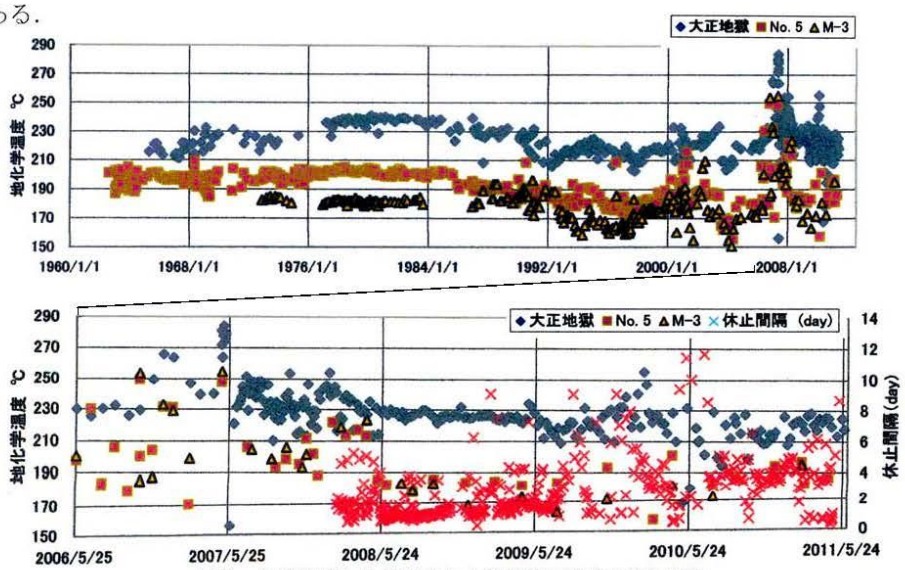


図２. 化学組成から推定された深部熱水温度の経年変化

(安孫子・大島)　　倶多楽火山

霧島山

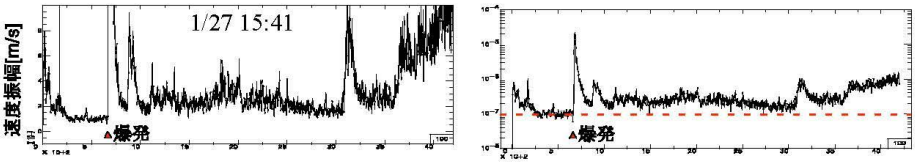
○爆発地震の減衰様式の変化

前回の予知連以降では，空振を伴うような爆発的噴火は発生していない．気象庁の発表によれば，4月18日以降は5月末まで噴火も観測されていない．

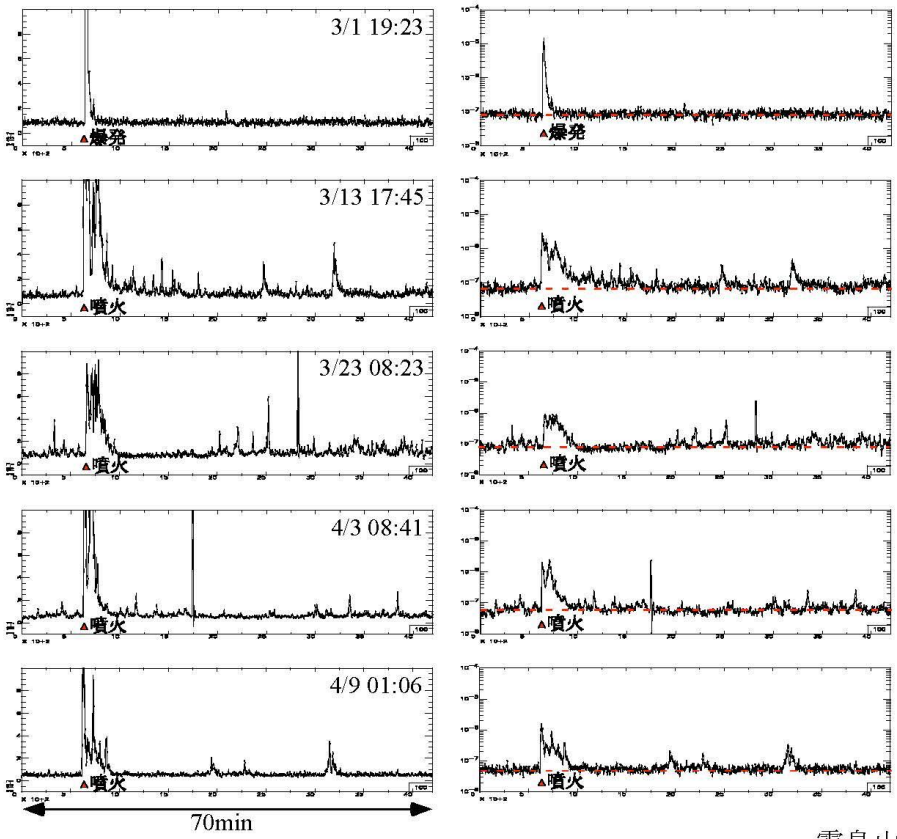
前回の提出資料の一部に新しい噴火イベントを加え，爆発地震後の噴火微動の継続の様子を比較した．前回は3月13日の噴火までを示したので，その後の3つの噴火を抽出して同様の図を作成した．3月13日の噴火は1000秒ほど噴火微動が継続したように見えるが，その後の3回の噴火については噴火微動の振幅は300秒ほどで噴火前のレベルに戻っている．噴火に伴う物質の放出が短時間で終了していることをうかがわせる．また，爆発地震の振幅も以前より小さくなってきている．

溶岩だまり形成前の爆発

振幅線形プロット　　振幅対数プロット



3月以降の主な噴火



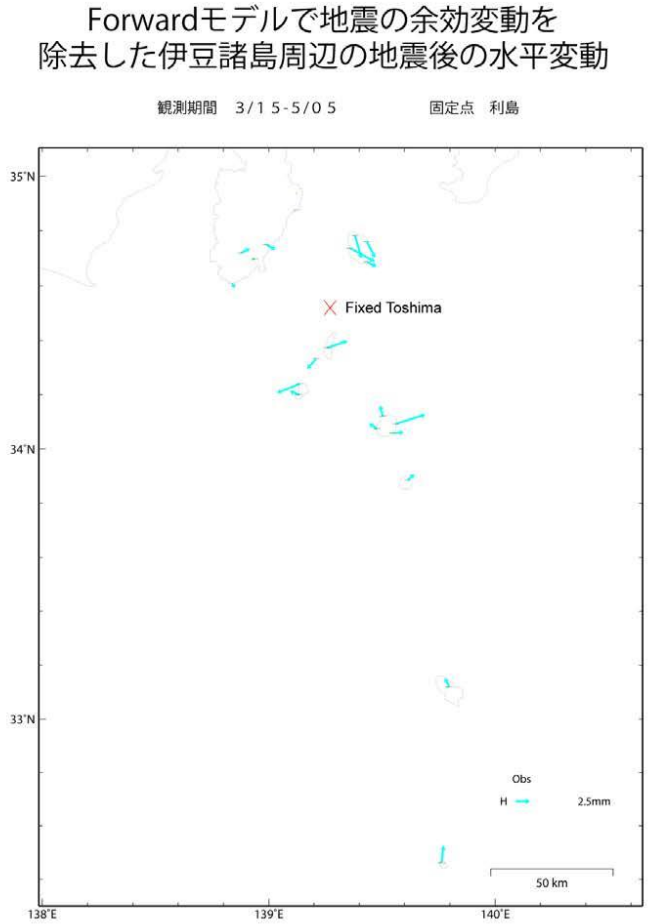
（青山）　（謝辞）資料作成には，防災科学技術研究所Hi-net都城北観測点の地震波データをダウンロードして使用した．

霧島山

伊豆諸島

○ 3 月 11 日東北沖太平洋地震後に見られる地殻変動の傾向の変化

国土地理院の GEONET データをみると、3 月 11 日東北沖太平洋地震の前後で新島・式根島・神津島周辺の地殻変動の傾向が変化し、現在もその傾向が継続しているように見える。新島−式根島の観測点間距離（約6km）が、年当たり数 cm の速度で伸張している。2000 年以前にもこの周辺は大きな地殻変動が進行したが、徐々に収束し2008年頃には一旦収束していた。



図−1　余効変動を除去した地震後の水平変動。新島・式根島・神津島北部で伸張性の地殻変動が進行している。なお、三宅島の膨張は、東北の地震以前から継続している。

伊豆諸島

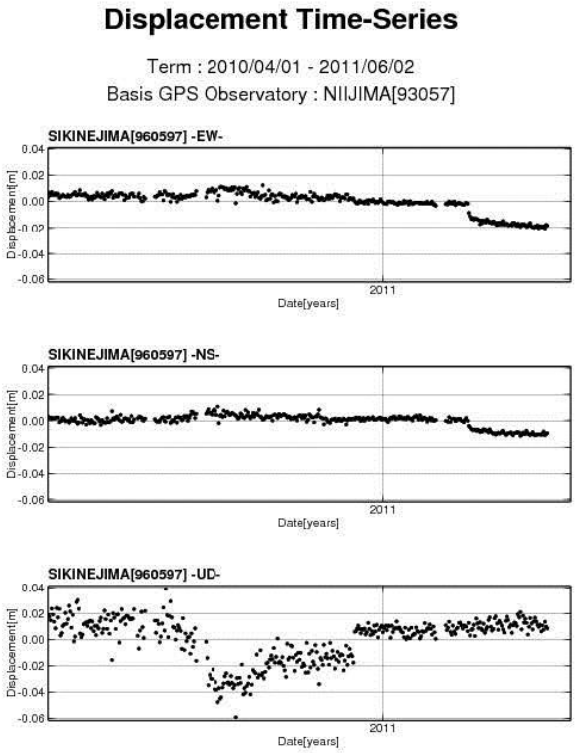


図-2 新島-式根島間の地殻変動の時間推移
2010/04/01- 2011/05/14

伊豆諸島

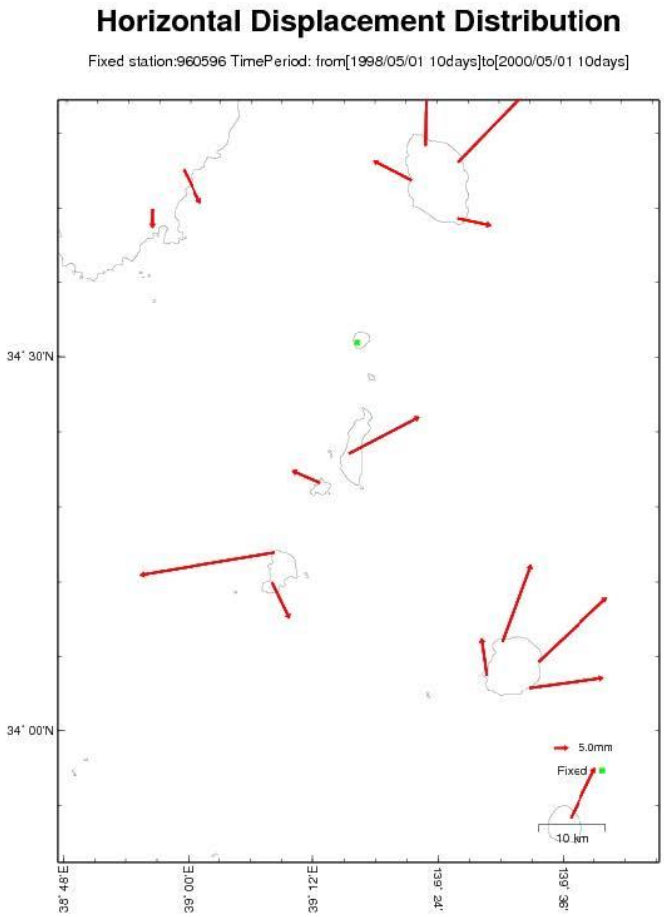


図-3　2000年以前の水平変動分布（参考）。 新島・式根島・神津島北部で伸張性の変動が進行していた。

伊豆諸島

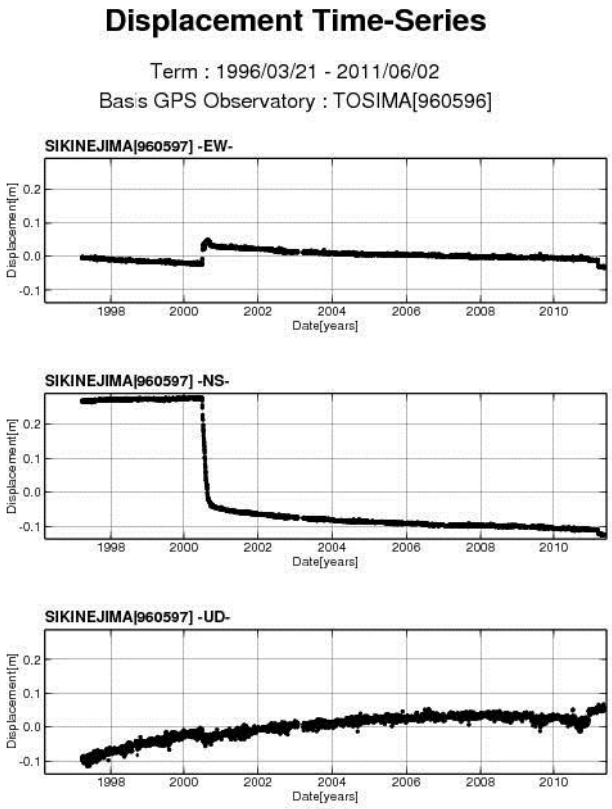


図-4　1996年—2011年の式根島の地殻変動推移（参考）。 2008年以降は停止していたが、それまで、式根島を始め、新島、神津島では顕著な隆起が継続していた。

謝辞：本解析には、国土地理院が公表している GEONET データとデータ解析ツール INCA を使用した。

伊豆諸島

第 121 回（2011 年 10 月 11 日開催）

第121回火山噴火予知連絡会資料

― 2011年10月11日―

内　容

有珠山
－2000年噴火域の全磁力変化
駒ケ岳
－地磁気全磁力
樽前山
－B噴気孔群周辺の表面温度
－地磁気全磁力
倶多楽
－大正地獄の熱泥水噴騰活動
－大正地獄の熱水温度，組成から推定された地化学温度と日和山噴気温度
－日和山噴気孔の噴気音
霧島山
－水準測量による比高変化
－新燃岳火口内溶岩形状測定

有珠山

○2000年噴火域の全磁力変化

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

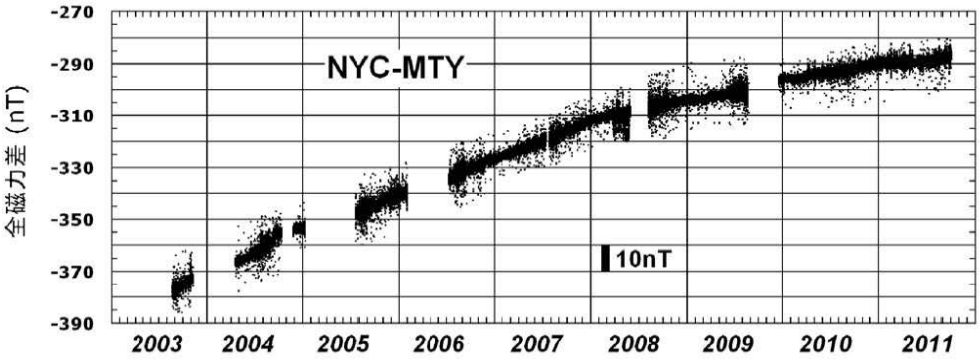


図１．NB火口南側の磁気点NYCにおける全磁力変化．MTYを参照点とした毎5分単純差．

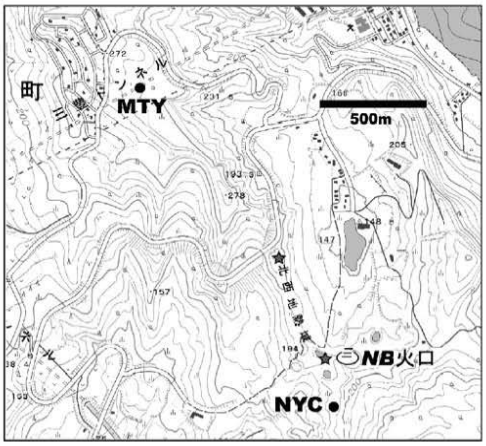


図２．連続観測点の位置．MTYは参照点．★印は地磁気変化（繰り返し測量）から推定されている帯磁源の位置．本図の作成には，国土地理院のオンライン地図画像を使用した．

（橋本・茂木・鈴木・前川）　　有珠山

北海道駒ヶ岳

○地磁気全磁力

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

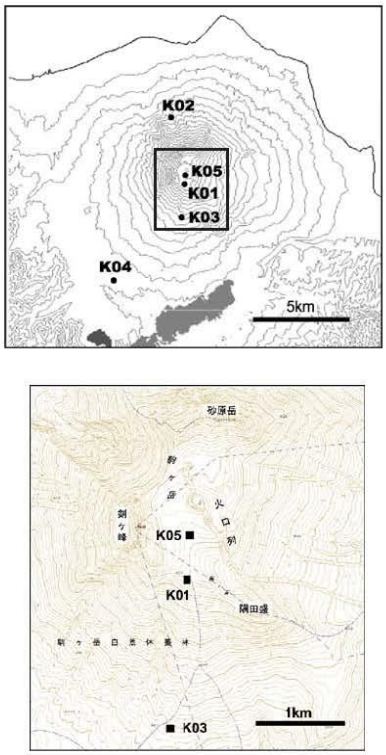


図１　駒ヶ岳全磁力連続観測点の配置．下図は山頂域の拡大図．本図の作成には国土地理院発行の50mメッシュ地図標高およびオンライン地図画像を使用した．

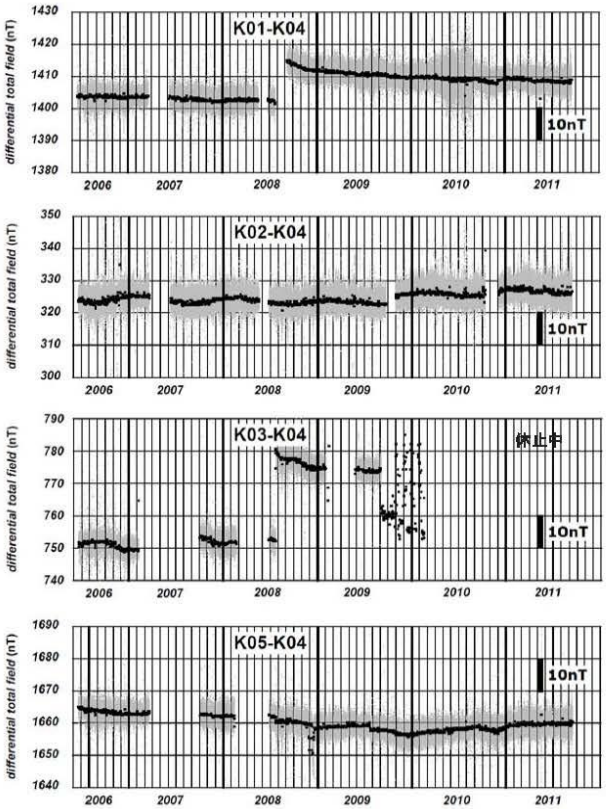


図２　2006年6月～2011年9月の全磁力変化．K04を参照点とした5分値単純差および日平均値でプロット．

（橋本・鈴木・茂木）

樽前山

９月27日に観測したＢ噴気孔群周辺の表面温度分布や放熱量に顕著な変化は認められないが、Ｈ噴気孔付近では60℃を超える表面温度が観測された.

○ Ｂ噴気孔群周辺の表面温度

2011年5月と較べてＢ噴気孔群周辺の表面温度分布に顕著な変化は認められない．同様に放熱量もほぼ同程度で変化はない．その一方、観測領域内で最高温度を示すＨ噴気孔付近では60℃を超える表面温度が観測された(参考：2010/05/11/ 42℃、2009/11/22 23℃)．これはH噴気孔付近の表面温度上昇というよりは高温域の拡大を想定させる．

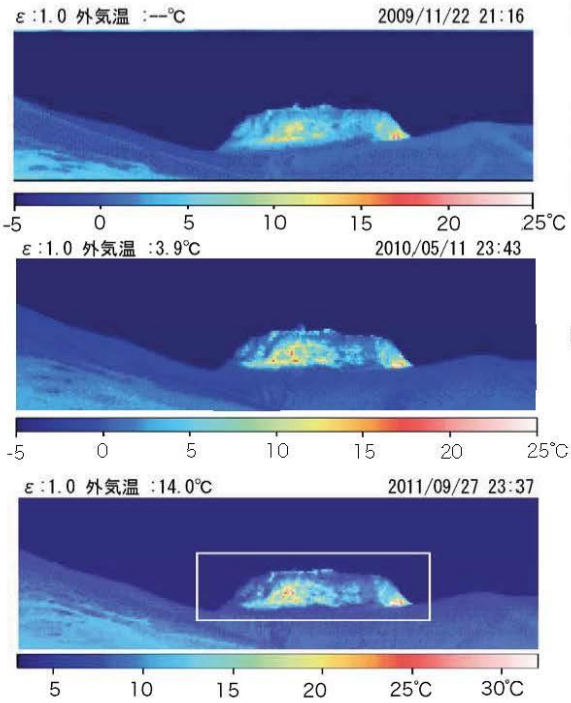


図２．B噴気孔群周辺の熱映像

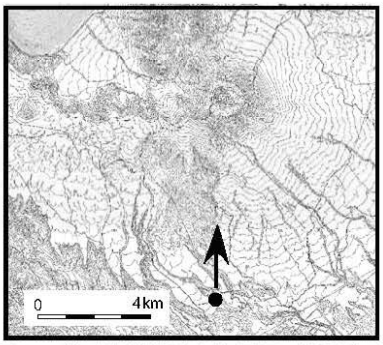


図１．熱映像撮影地点位置図．撮影地点はドームの南方およそ７kmに位置する．

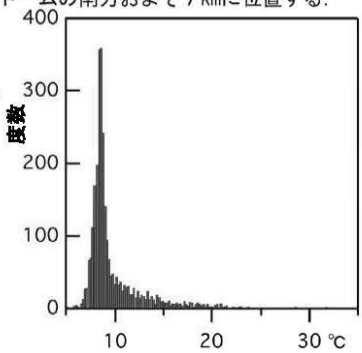


図３．B噴気孔群周辺の表面温度頻度分布（図２下段白枠内）

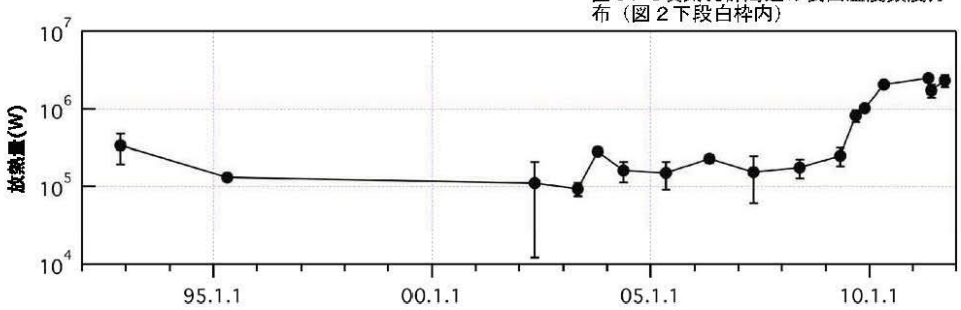


図３．　熱映像から推定したＢ噴気孔群からの放熱量の時間変化

（大島・前川）

樽前山

○地磁気全磁力

前回の資料で2010年10月から2011年5月に観測された全磁力変化について報告した．その後，2011年7月末にいくつかの磁気点を追加して再測定を行った．今回の結果では，山頂火口原内の溶岩ドーム北側にも全磁力の増加が広がっている．冷却帯磁のソースが山頂火口原北側のやや深部に移った可能性があるが，詳細は不明である．

磁気点名にHが付されているものは北海道大学で新規に追加したもので，それ以外は札幌管区気象台の機動観測点である．2010年の測量は北海道大学と気象台の共同で，2011年5月と7月の測量は北海道大学により実施した．なお，参照点として国土地理院の赤井川観測点のデータを使用した．

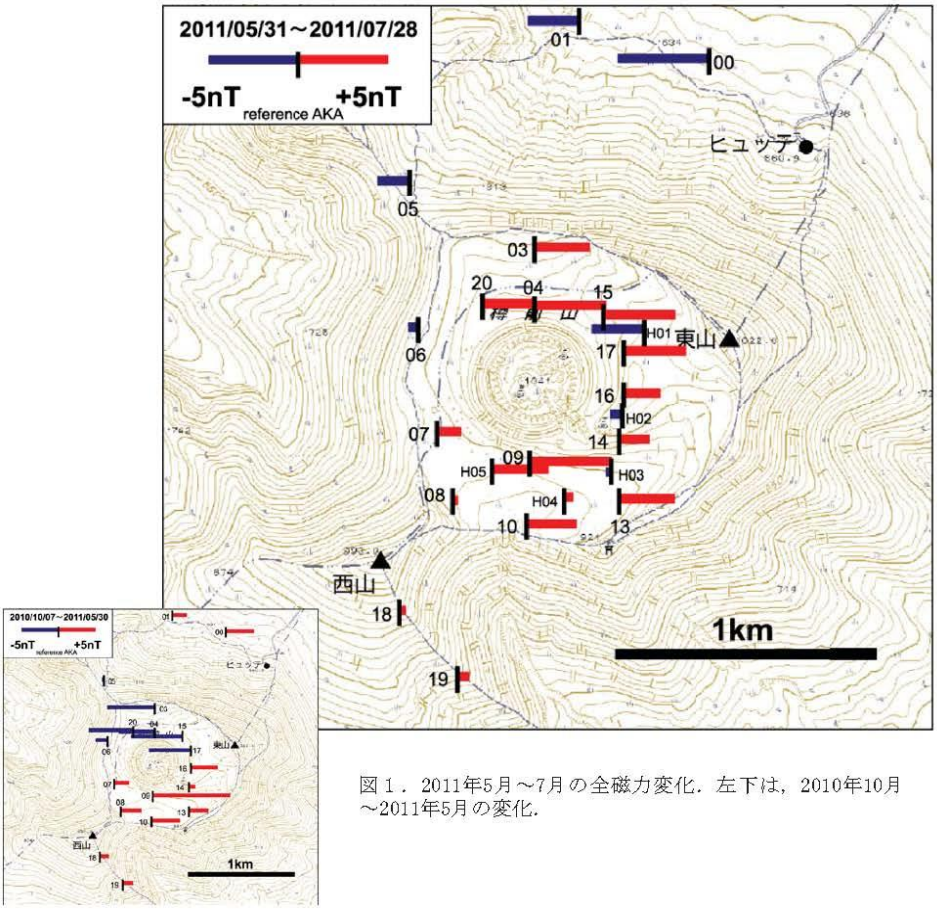


図１．2011年5月～7月の全磁力変化．左下は，2010年10月～2011年5月の変化．

（橋本・鈴木）

倶多楽火山

2007年５月３日に始まった大正地獄の熱泥水の噴騰活動は2011年５月16日に観測された後、静かな熱水流出が現在まで継続している．大正地獄内の熱水温度、熱水組成から推定された深部熱水の温度は概ね噴騰活動開始前の状態を示すが、日和山の噴気は依然として高い温度を維持している．

○大正地獄の熱泥水噴騰活動

５月16日の小規模な噴騰活動の後、５月23日頃から熱水流出を示唆する地動レベルの高い状態が現在まで続いている(図2)．

９月27日に行った現地観測の際には、沼面は緑～黄色を呈し、気泡も大きく、数も多い中央部のほか、数カ所で静かな気泡の上昇が認められた(写真１)．

大湯沼川会合部付近(図１赤丸B)で測定した流量は６月に較べて減少し、これを反映して流出口(図１赤丸C)、及び会合部での温度も低下した(表１)．

６月下旬以降、大正地獄内の熱水温度は70℃前後を保っているが、地動レベルには変動が認められ(図2)、流量測定結果とあわせると、流出量は変動しながらも、全体として、減少傾向にあるのかもしれない．

表1．流出口温度、大湯沼川会合部での熱水流量及び熱水温度

	９月27日	６月５日
流出口温度	57.3℃	61.8℃
会合部温度	45.6℃	54.8℃
熱水流量	約27l/分 (18～36l/分)	約100l/分 (166～70l/分)

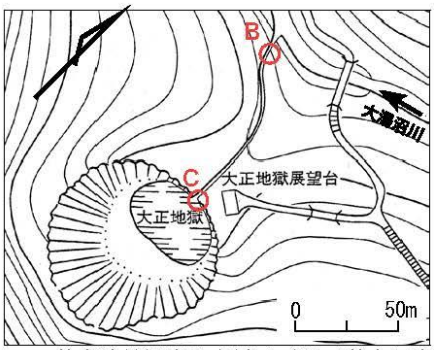


図1．熱水流量測定地点(赤丸B)及び熱水温度測定地点(赤丸B,C)

写真1．大正地獄の状況(9 月27日).赤丸が中央部の気泡上昇域、白丸が流出口温度測定地点

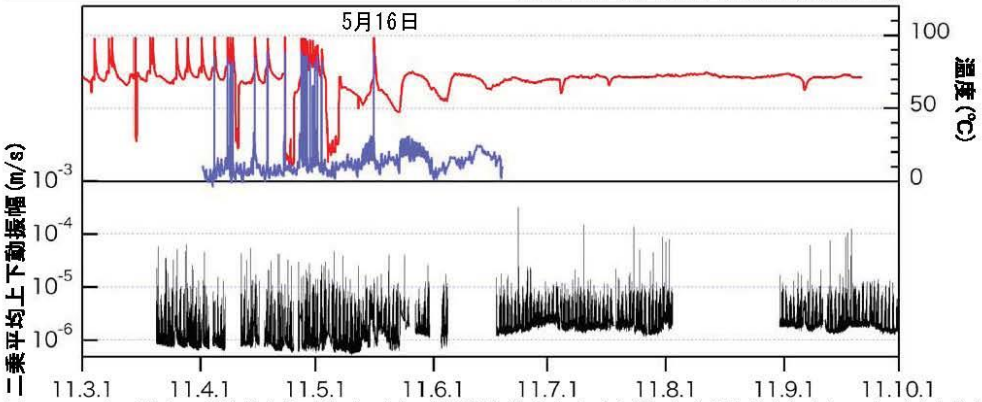


図２．二乗平均上下動振幅(黒線)及び大正地獄内熱水温度(赤線)と大湯沼川会合部の温度(青線)の時間変化.熱水温度の測定深度は満水面下約5m.

(大島・安孫子・前川)　　倶多楽火山

倶多楽火山

○大正地獄の熱水温度、組成から推定された地化学温度と日和山噴気温度

５月16日の噴騰活動後、熱水組成から推定された地化学温度は230℃前後を保ち、大きな変化はない．熱水温度も６月中旬以降は安定し、約70℃で推移した．いずれも噴騰活動が始まる前の数年間と較べるとやや高い．同様に噴騰活動に先行して上昇した日和山の噴気温度も依然として高い状態にある．

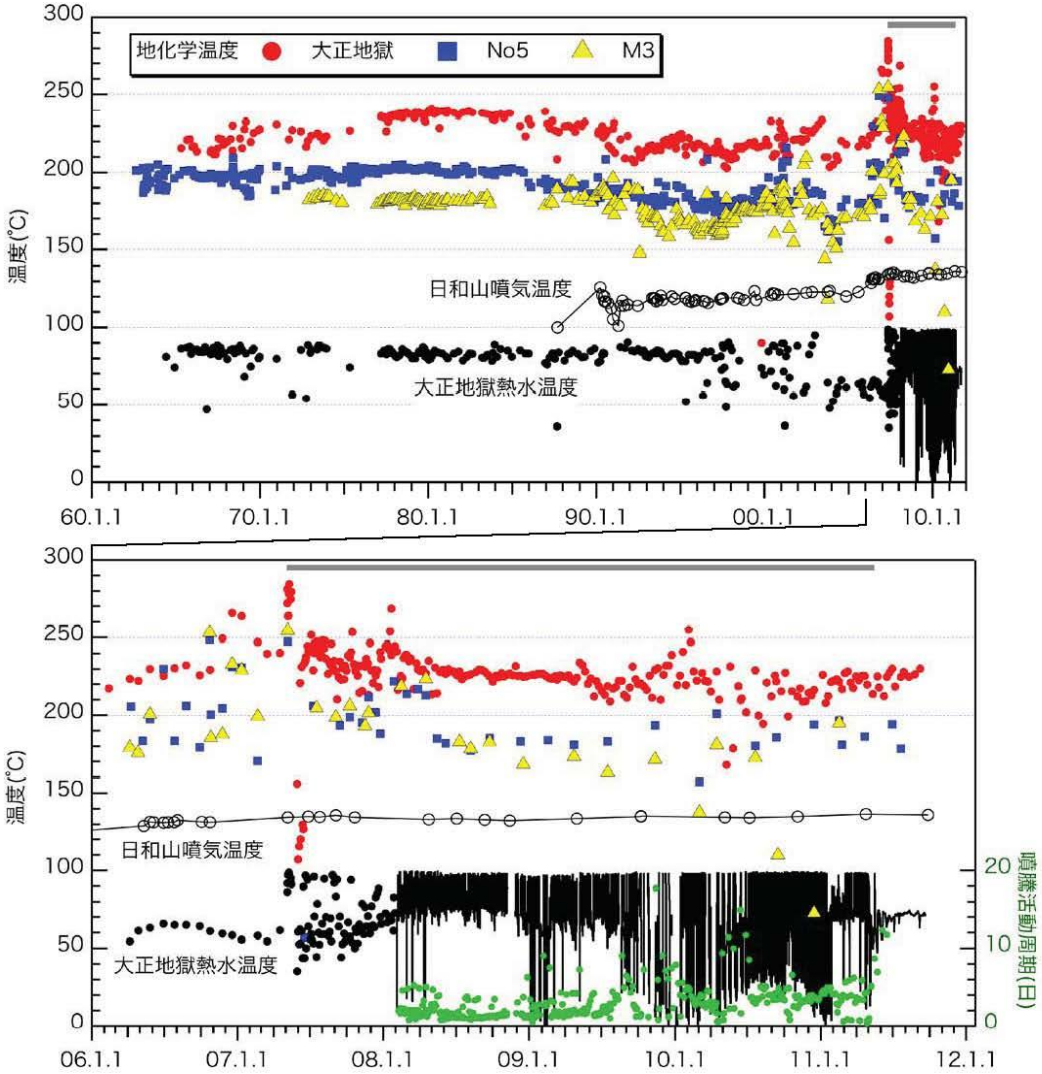


図１．大正地獄の熱水温度、熱水組成から推定された深部熱水温度および日和山噴気温度の経年変化．図上部の灰太線は噴騰活動期間を示す．2008年２月以降の大正地獄の熱水温度は満水面下約５mの深さにおける連続観測値．なお下図には噴騰活動周期も示した．

（安孫子・大島）

倶多楽火山

倶多楽火山

○日和山噴気孔の噴気音

大正地獄での噴騰活動に先立って温度上昇が認められた日和山の二つの噴気孔(写真1)は顕著な噴気音を伴い、その可聴域は400mを超える．この噴気音を噴気孔から北に20mほど離れた地点においてディジタルカメラで録音(44.1kHz,16bits)し、スペクトルと、その時間変化を調べた．

2010年及び2011年ともスペクトルは帯状構造を示し、主な帯は200Hzおよび400Hz付近に中心を持つ(図2)．しかし、2011年の帯幅は2010年よりも広がり、また主ピークは200Hz付近と2010年の400Hz付近よりも低く、スペクトル全体も2010年に較べて低周波が卓越する．これらの特徴は体感と調和する．

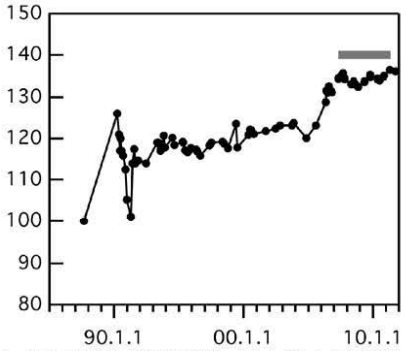


図1．噴気温度の経年変化．図上部の灰太線は大正地獄での噴騰活動が観測された期間．

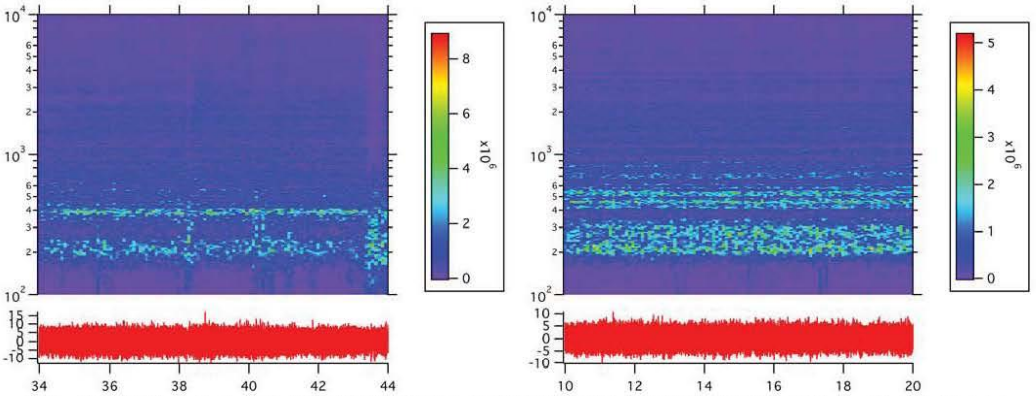


図2．2010年7月7日(左)と2011年9月27日(右)に録音された噴気音のソノグラム．タイムウインドウは0.1858秒(データ数:8196)、重なりは0.0929秒、ハニングウインドウ．

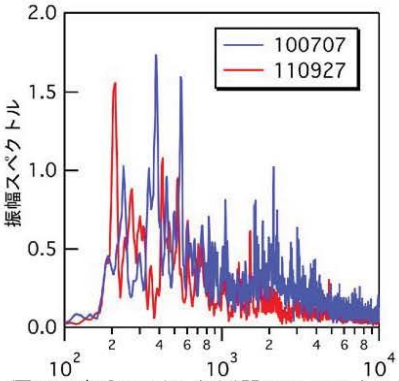


図3．図2で矢印で示した区間のスペクトルの比較．データ長0.1858秒、ハニングウインドウ．(大島)

写真1．噴気音を伴う日和山の二つの噴気孔(赤丸内)．噴気孔は1 mほど離れて分布する．
倶多楽火山

霧島山

2011年2 月から6 月の間の霧島山北西部における水準変動は、全体として、山体隆起の傾向を示し、えびの市飯野KVOO 9に対してえびの高原は約10mmの隆起であった．この傾向はGPS観測がとらえた山体膨張の傾向と調和する．

○水準測量による比高変化

霧島北西部における2011年2 月から約3 ヶ月間の水準変動は、山麓部に沈降域が認められたものの、全体として山体隆起の傾向を示し、これはGPS観測結果と調和する．

この比高変化は、同一期間のGPS観測から推定された球状圧力源なかで、深さ7 kmの圧力源を支持し、これはえびの高原から山腹の比高変化を概ね説明する．

同時に、この圧力源は仮不動点も隆起し、水準路線内では変動が終わっていないことを示唆する．一方、穏やかな隆起傾向は、圧力源がより深いことも想定させる．

そこで仮不動点としたえびの電子基準点の変動も取り入れて球状圧力源を推定した．基準点のかさ上げ量は5.3 から 10.8 mm の範囲で、かさ上げ量が大きいほど深くなり(10.2から15.8km)、より南西に圧力源が求まった．

全ての圧力源は半径2kmの範囲に、10km以浅に限ると半径1 kmの範囲内に収まる．

なお山原因は特定できないが、麓部の沈降域は過去の測量結果にも存在するように見え、定在しているのかもしれない．

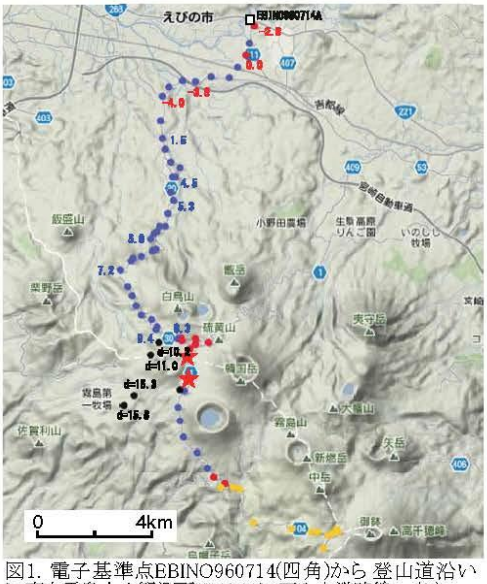


図1. 電子基準点EBINO960714(四角)から登山道沿いに東大霧島火山観測所KVO01に至る水準路線．赤丸: 現存する水準点、橙丸: 未確認の水準点、青丸: 新設点、赤星: GPSから推定された圧力源の位置、黒丸: 比高変化から推定された圧力源の位置．赤、青数字は比高変化量(mm)、黒数字は圧力源の深さ(km)．Google Map API V3を使用．

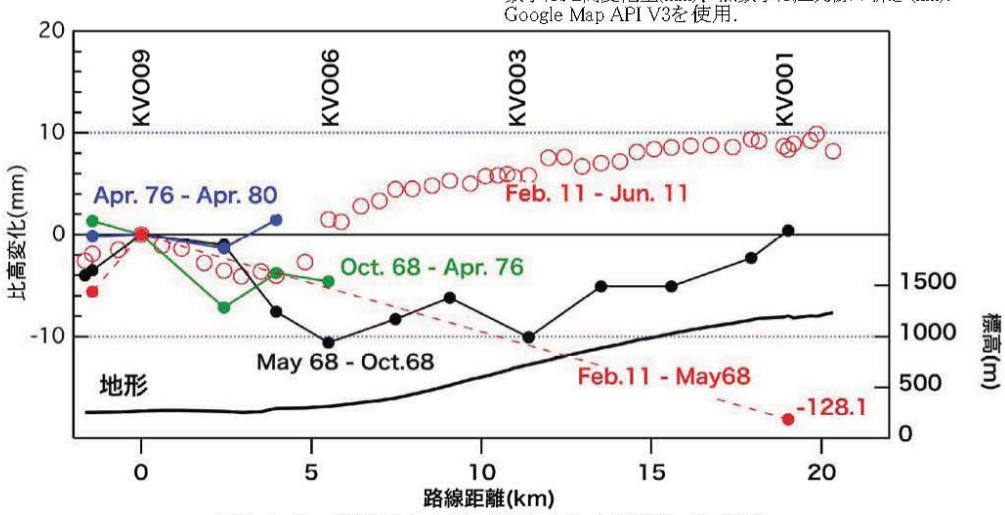


図2 .えびの市飯野からえびの高原に至る水準路線の比高変化

(森、大島、小山)　　霧島山

新燃岳

○ 新燃岳火口内溶岩形状測定

東京大学地震研究所および気象庁が、それぞれ 2 月 4 日と 9 月 22 日に撮影した新燃岳火口内溶岩写真を用いて、写真測量手法による地形測定を実施し、両者を比較した。2 月と 9 月の間において、溶岩表面の標高に大きな変化はなかったと推定される。

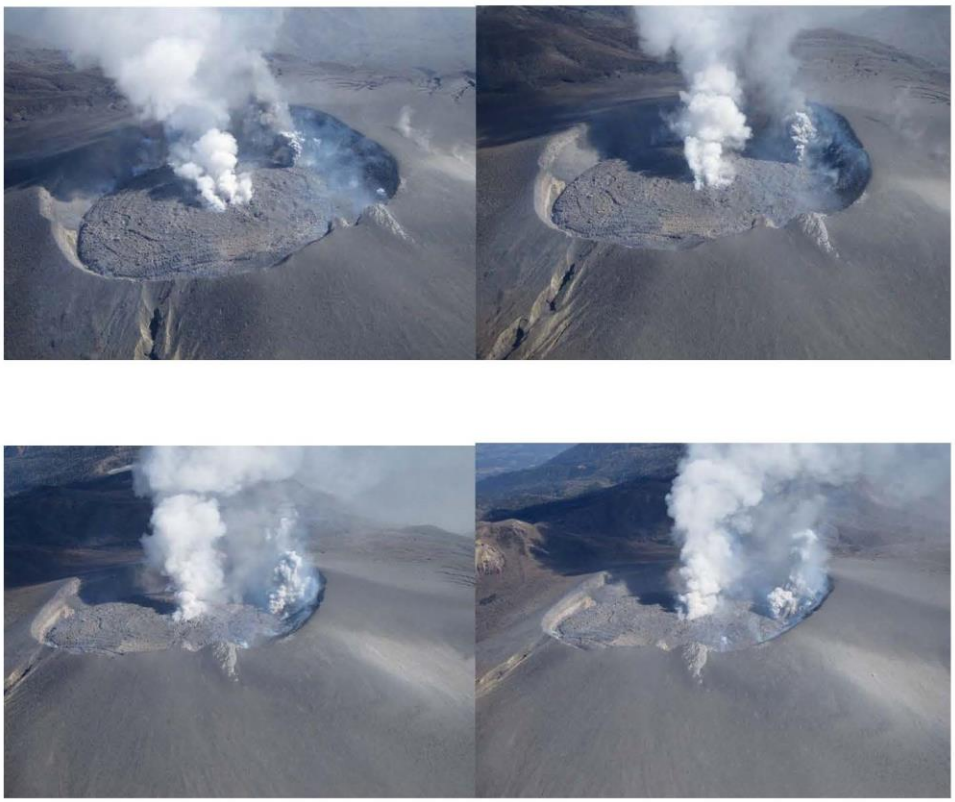


図-1　中田節也委員が 2 月 4 日に撮影した写真（使用機材　Canon　IXY 30S）で構成した 2 組の独立なステレオペア写真
上段　Pair:A　（撮影時焦点距離　12.48mm）、下段　Pair:B　（撮影時焦点距離　12.27mm）

図-2 気象庁が 9 月 22 日に撮影した写真(使用機材 Nikon D60)で構成したステレオペア写真
撮影時焦点距離 95mm

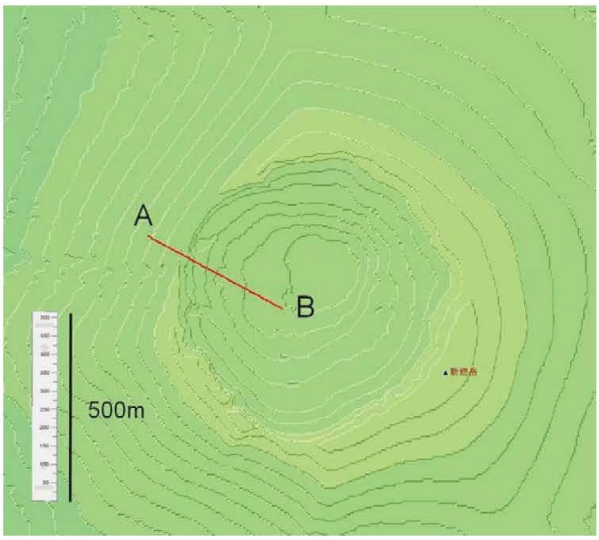


図-3 噴火前の火口地形。地形形状を比較した測線を赤線で示す。
地図作成には Kashmir と国土交通省九州地方整備局提供の DEM を利用した

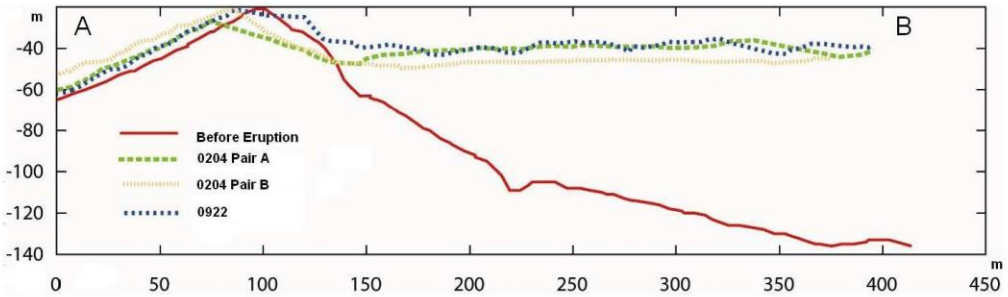


図-4　前図の測線に沿った地形形状（噴火前、噴火後：　2 月 4 日の Pair:A および Pair:B、並びに 9 月 22 日）の比較。 横軸は測線に沿った距離、縦軸は標高（相対）。

考察:

大きな変化がなかったと考えられる火口外側の地形の再現性がおよそ+/-10 の範囲に収まっていることから、写真測量による地形計測の信頼性（精度）を 10m 程度と見積もることにすると、火口内の地形はほぼ平坦で、2 月と 9 月の間に、測定精度の約 10m を超える標高変化はなかったと推定される。

写真がカバーする領域の制約から、溶岩表面の全域は測定できていないが、測定できた範囲において溶岩の表面の標高は、1336+/-10m と見積もることができる。火口縁最低部である北西部の標高がおよそ 1350m であるので、現時点の高度差は約 15m と推定される。現時点の表面の半径を 300m とすると、今後、約 4.2*10**6m**3 の流動性を持った溶岩が噴出すると、火口北西部から外部に流出する可能性がある。

なお、今回の解析では、高精度をめざすために本来行うべきレンズの歪補正は実施していない。これを行えばさらなる精度と信頼性の向上が期待される。

（村上）

謝辞：　本解析には、東京大学地震研究所中田節也委員および気象庁が撮影した写真画像を用いた。また、国土交通省九州地方整備局提供の DEM を利用した。さらに、写真測量および地図作成には、トプコン社の ImageMaster と Kashmir を使用した。

第 122 回（2012 年 2 月 29 日開催）

第122回火山噴火予知連絡会資料

― 2012年2月29日 ―

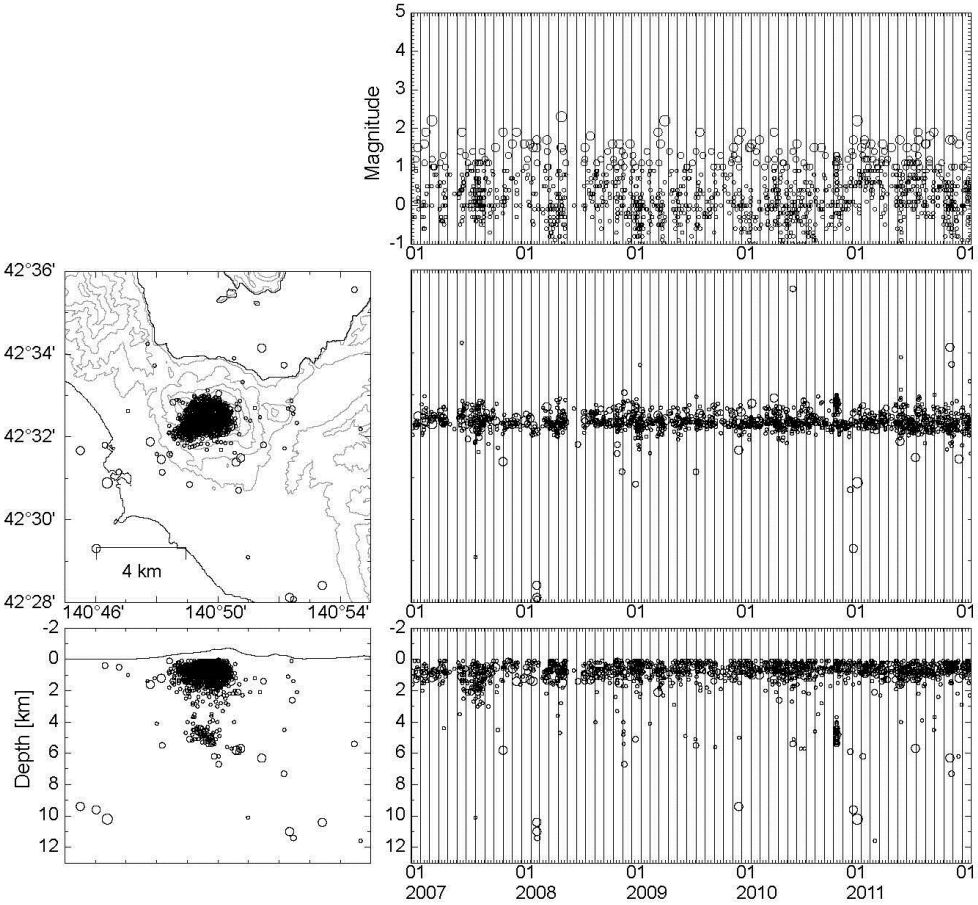
内　容

有珠山
－火山性地震活動
－2000年噴火域の地磁気全磁力変化
駒ケ岳
－火山性地震活動
樽前山
－火山性地震活動
－地磁気全磁力
倶多楽
－大正地獄の熱泥水噴騰活動
－大正地獄の熱水温度、組成から推定された地化学温度と日和山噴気温度
霧島山
－霧島火山周辺の地殻変動の鈍化・停滞について

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

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．

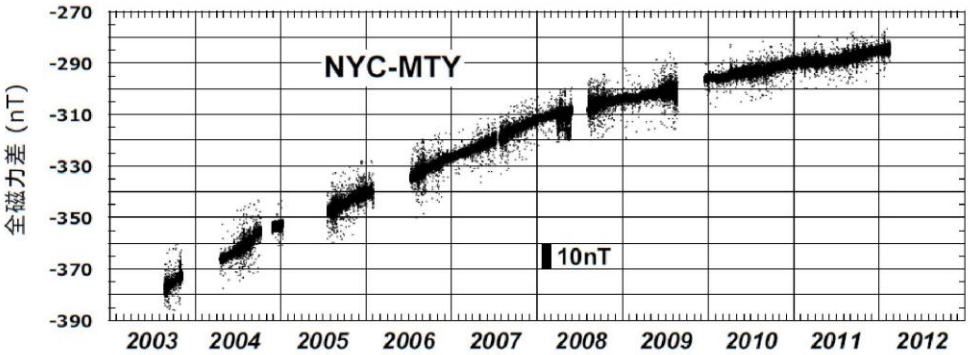


図１．NB火口南側の磁気点NYCにおける全磁力変化．MTYを参照点とした毎5分単純差．

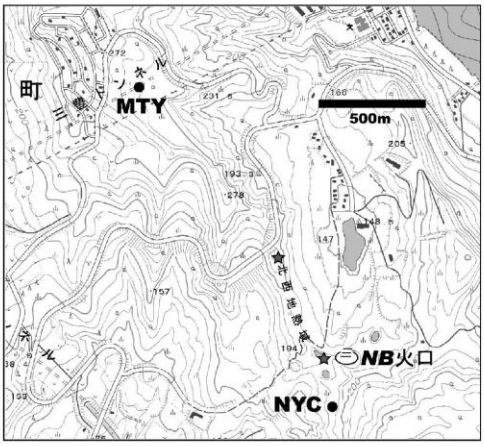


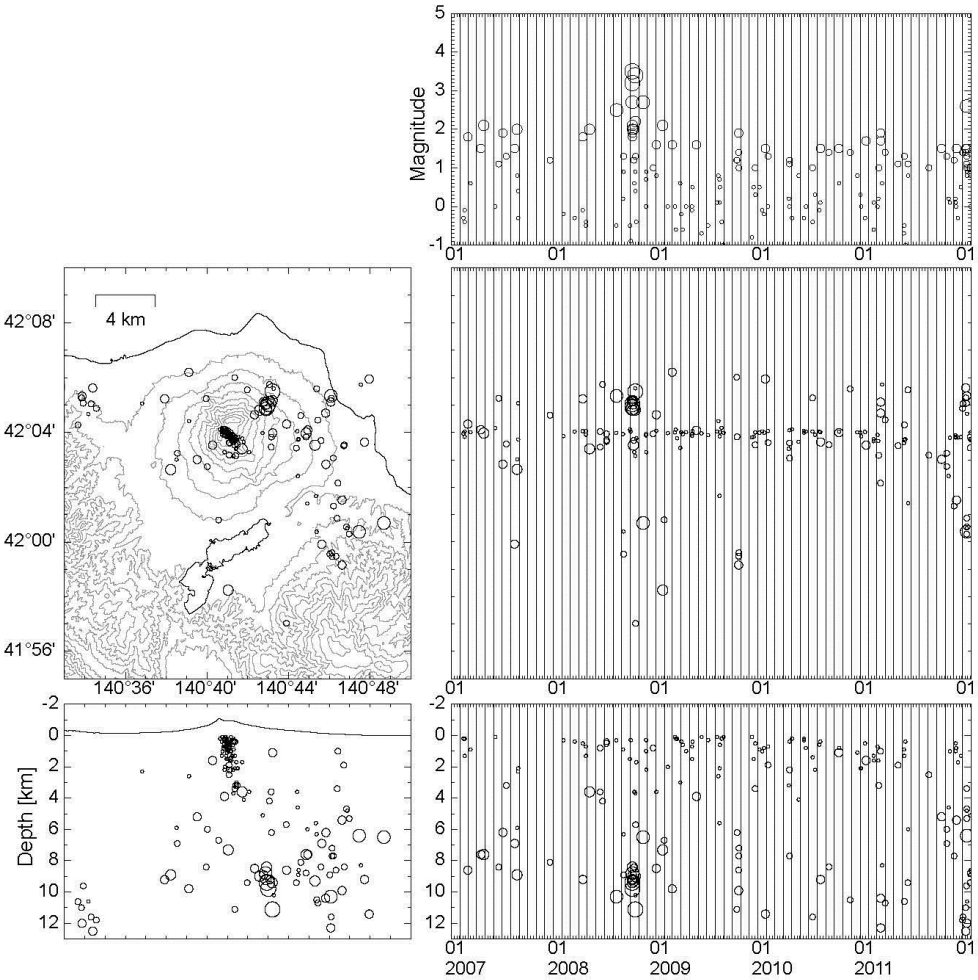
図２．連続観測点の位置．MTYは参照点．★印は地磁気変化（繰り返し測量）から推定されている帯磁源の位置．本図の作成には，国土地理院のオンライン地図画像を使用した．

（橋本・茂木・鈴木・前川）　　有珠山

北海道駒ヶ岳

○火山性地震活動

北海道駒ヶ岳の山頂直下の地震活動は静穏な状態が続いている．2011年12月から本年1月にかけて，駒ヶ岳北西の森町付近の深さ10～15kmを震源とする地震が発生している．また，鹿部町駒見付近を震源とする横津岳近傍での地震も観測された．横津岳近傍での地震活動は以前からしばしば確認されているが，森町付近の地震がまとまって発生したのは，2001年以降で初めてである．

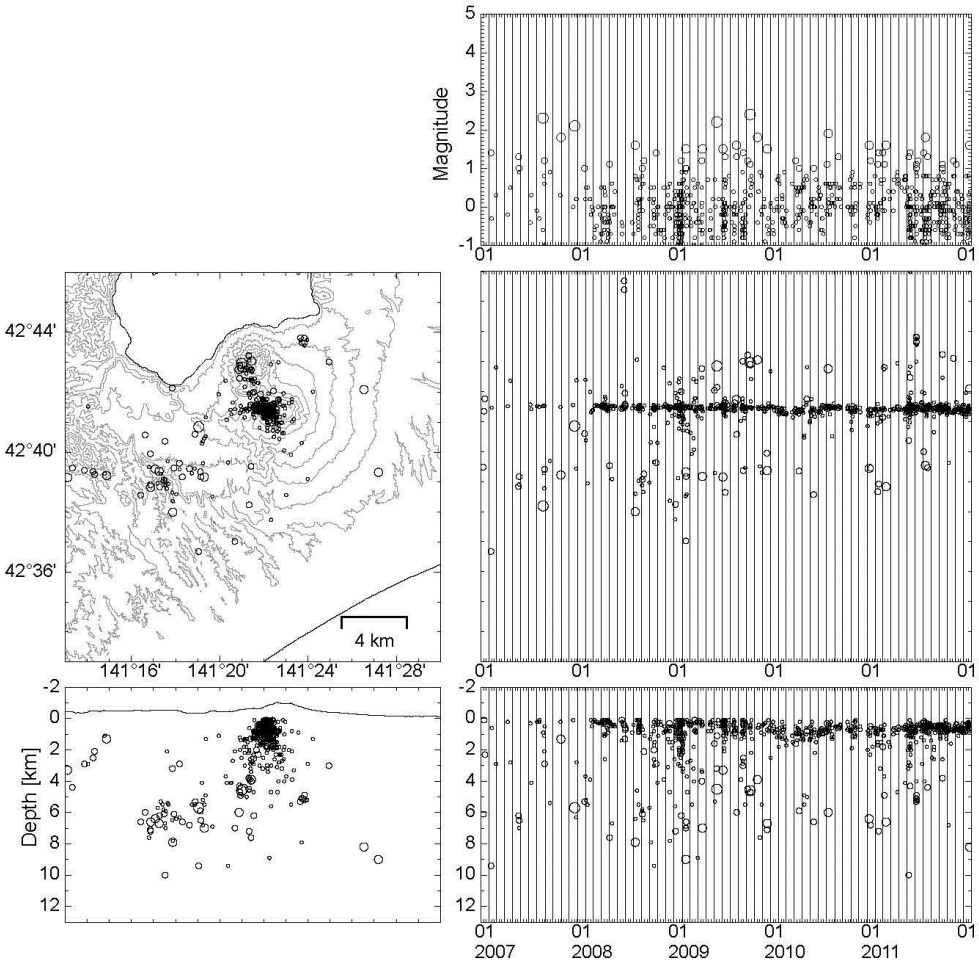


北海道駒ヶ岳

樽前山

○火山性地震活動

山頂直下で発生している火山性地震は規模が小さく，地震活動には特段の変化は認められない．2011年6月より微小地震活動が増加したように見えるが，これは雪解けとともに山頂付近の観測点の復旧作業を行ったことによる見かけの変化である．



樽前山

樽前山

○地磁気全磁力

第120回・121回資料で，山頂火口原内に明瞭な帯磁傾向が検出されたことを報告した．その後，2011年10月に磁気測量を行い，1年間の変化図を作成した（図１）．また，主要な２地点について時系列グラフを示した（図２）．観測された変化パターンは磁気双極子でよく近似され，溶岩ドーム直下の約500～600m深を中心とした帯磁傾向が続いていることが伺える．この帯磁傾向は，2009年頃から続いている溶岩ドーム付近各火口の噴気量増加や高温化に対応している可能性がある．2010年10月と2011年10月の測量は北海道大学と気象台の共同で，2011年5月と7月の測量は北海道大学により実施した．なお，日変化除去のための単純差処理の参照点は図１の00地点である．2011年5月と7月の測量では，参照点の観測を行わなかったため，図２に表示されているのは，国土地理院の赤井川観測点を参照点として接続した参考値である．

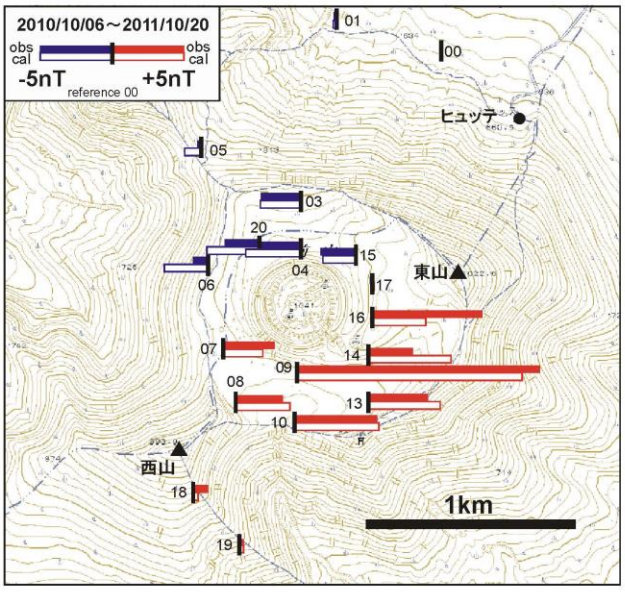


図１．2010年10月～2011年10月の全磁力変化

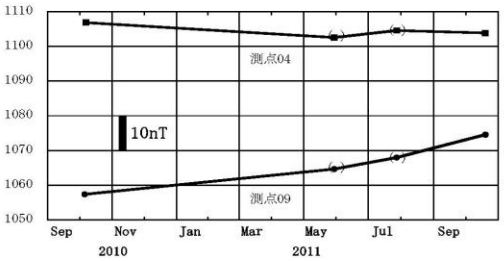


図２．測点04と09の全磁力変化時系列（参照点は00地点）

（橋本・鈴木）

倶多楽火山

大正地獄では2011年5 月16日の噴騰活動以来、50ﾘｯﾄﾙ/分前後の熱水流出が続いていたが、約7ヶ月ぶりに噴騰活動を示唆する地動、熱水温度変化が2012年1月22日05時過ぎ、および11時前に観測された.

これに先立ち220～230℃を保っていた熱水の地化学温度は11月上旬にやや上昇したように見えるが、熱水温度、日和見山の温度は一連の活動開始前よりも高い状態で推移しているものの変化は認められない.

○大正地獄の熱泥水噴騰活動

2012年1月22日の活動は、これまでの噴騰活動とは異なり、活動に伴う熱水温度の上昇が認められず、噴騰も、明瞭な噴騰の痕も確認できなかった注). 活動終息後、地動レベルは熱水流出停止時の状態にまで低下しなかったものの熱水流出量の減少を示唆し、また熱水温度は噴騰活動停止後と同様に回復に転じた. これらのことから、今回は一時的に熱水流出量が増大したものの噴騰まで至らずに終わった活動と推測される.

これ以降も大正地獄からの熱水流出は続き、2月16日の熱水流出量は約33ﾘｯﾄﾙ/分と9/27日の27ﾘｯﾄﾙ/分と大差ない.

注)噴騰が始まると沼面は灰色に混濁し、波紋や湯柱が認められる. 終息後、灰色だった湯面は時間とともに緑～黄色に変わる.

写真1. 2011年1月22日11時頃の噴騰活動前後の大正地獄湯面の変化. 赤丸で示した湯沼内の岩に着目すると活動開始直後(中段)には認められなくなり、水位が上昇していることがわかる.

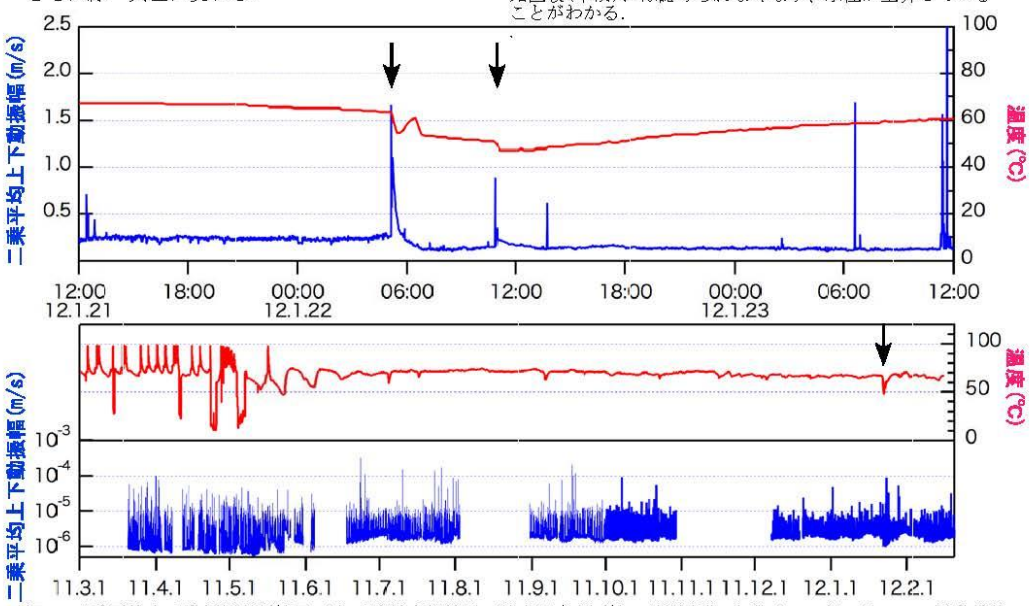


図1. 二乗平均上下動振幅(黒線)及び大正地獄底部付近の熱水温度(赤線)の時間変化. 上段は2012年1月22日の活動前後の状況、下段は11年3月下旬から2012年2月中旬までの状況. なお熱水温度のサンプリング周期は10分、また図中の下矢印が今回の活動を示す.

(大島・安孫子・前川)　　倶多楽火山

倶多楽火山

○大正地獄の熱水温度、組成から推定された地化学温度と日和山噴気温度

2011年５月16日の噴騰活動後、熱水組成から推定される地化学温度は220～230℃前後を保っていたが、11月上旬からやや上昇し、2012年1月22日の極く小規模な噴騰活動(?)を迎えたように見える．この活動時に熱水温度はパルス状の変化を示したが、６月中旬以降の温度は噴騰活動が始まる前の数年間よりもやや高い約65℃前後で推移した．同様に噴騰活動に先行して上昇した日和山の噴気温度も依然として高い状態にある．

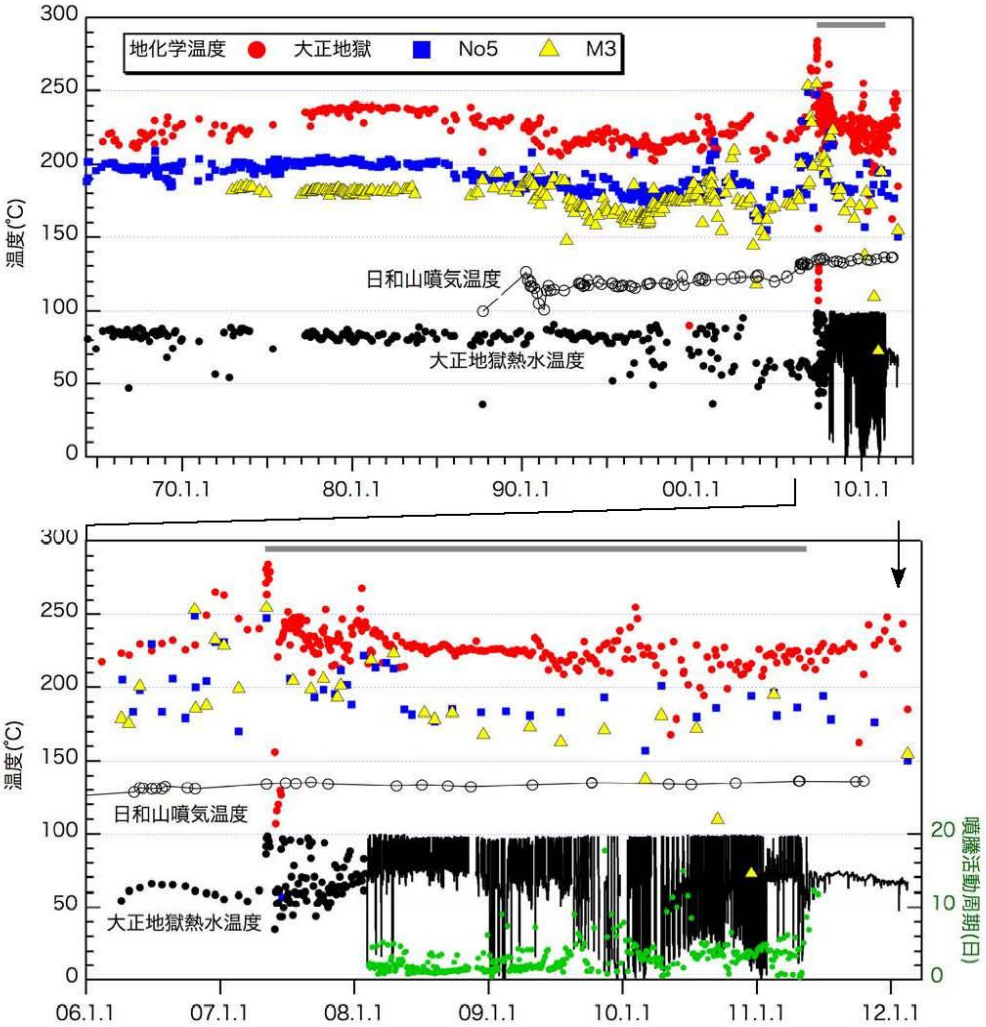


図１．大正地獄の熱水温度、熱水組成から推定された深部熱水温度および日和山噴気温度の経年変化．図上部の灰太線は噴騰活動期間を示す．2008年２月以降の大正地獄の熱水温度は底部付近における連続観測値．なお下図には噴騰活動周期も示している．

(安孫子・大島)　　倶多楽火山

霧島火山周辺の地殻変動の鈍化・停滞について

新燃岳

国土地理院（えびの-牧園）GPS 観測結果は、2011 年 12 月頃以降、それまでの膨張が鈍化・停滞している。その原因として、

① 燃岳の北西方向地下のマグマ溜りへの深部からの供給が鈍化・停止している。

② より深部からの供給は継続しているが、マグマ溜りから流出して別の地殻内の場所へ移動しているため膨張が止まって見える。

③ より深部からの供給は継続しているが、新燃岳火口内にマグマが静かに噴出しているため、山体の膨張が止まって見える。

などの可能性が考えられるが、各機関から報告されている地殻変動観測結果から①の可能性が高い。

図-1 のようなモデル（気象庁資料を改変）を前提として検討する。

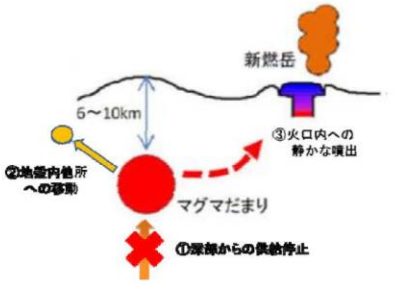


図-1　マグマ移動モデル

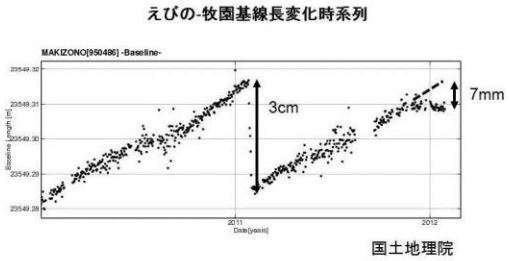


図-2　欠損マグマ量の推定

まず、②と③の可能性について検討する。

②　地殻内他所（浅部）への移動の場合

2011 年１月末のマグマ噴火の分出物のマグマ換算量を約 $5*10^7 m^3$ と仮定する。テフラ量は、地震研・防災科研資料の中間値、また、火口内溶岩量は防災科研資料の値を参考にした。（なお、地殻変動から推定された膨張量より１桁近く大きいが、2011 年の拡大幹事会北大資料の通り、体積弾性率を持った大きなマグマ溜りにマグマが注入された場合には、マグマの体積弾性率を考慮しない地殻変動に基づく推定値は過少な値となる。）図-2 によれば、このとき、基線長は約３cm短縮している。一方、2011 年 12 月頃から現在まで、仮に伸張が継続していたとすると、約７mmの基線長増加があったと考えられる。比例配分して、$5*10^7*0.7÷3=1.2*10^7$ 分のマグマが浅い地殻内部に移動した場合を考える。

図-3 は、万膳付近の地下３kmの球状圧力源に約 $1.2*10^7 m^3$ のマグマが注入された場合の地表

霧島山

の水平変動分布である。約 10 km四方の広範囲にわたって最大約 3 cmの変動が系統的に広がっている。たとえば、鹿児島大学・地震研の資料に報告されているように、現在の霧島火山の周囲には十分な空間密度で GPS 観測点が配置されており、このような変動が発生した場合には、十分な感度で変動が捉えられるはずである。実際には、このような変動は、観測されていないので、この仮説は棄却される。

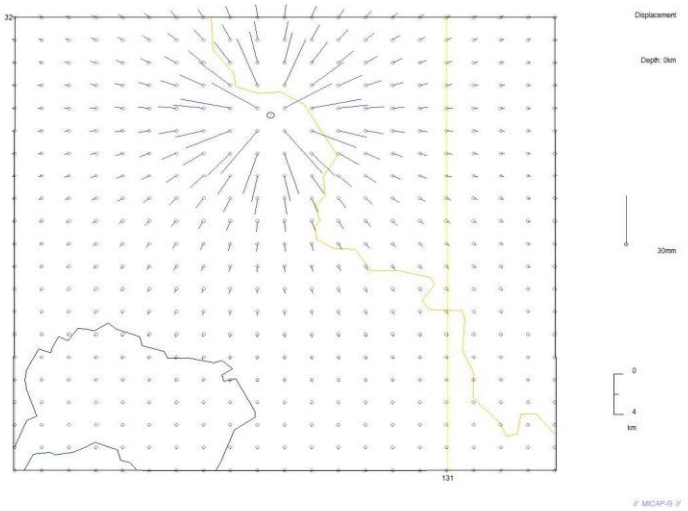


図-3　万膳付近の地下 3 kmに約 1 千万立方メートルのマグマが移動した場合の水平変動分布
（Micap-G を利用）

③　新燃岳火口にマグマが静かに噴出している可能性

②で考察した場合と同様に、移動しているマグマ量は $1.2*10^7 m^3$ 程度と考えられる。防災科研の RADARSAT-2/InSAR 解析結果によれば、2011 年 11 月から 2012 年 2 月までの火口内溶岩の体積変化は、およそ $2*10^4 m^3$ であるので、２桁ほどの開きがあり、えびの-牧園基線の停滞に見合うだけのマグマが新燃岳火口に噴出しているとは考えられない。また、火口内の噴火活動も低調であり、2011 年に噴出した溶岩の約半分が現在噴出していると考えるのは極めて困難である。したがって③の可能性も棄却される。

結論：　以上の考察から、えびの-牧園基線の伸張の停滞は、マグマ溜りへの深部からの供給の停止による可能性が最も高い。

謝辞：解析には、国土地理院の GPS データ、防災科研の干渉 SAR 結果、地震研・防災科研の噴出物量計算結果を参照した。また、地殻変動分布の作図には気象研が開発した Micap-G を利用した。
（村上）

霧島山

５．地震火山噴火予知協議会報告

課題番号：1001

（１）実施機関名：
北海道大学

（２）研究課題（または観測項目）名：
全国ひずみ・傾斜データの流通と一元化

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

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

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

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

平成24年度においては，本格運用に移行する．このネットワークを用いたモニタリングシステム（主に連動型地震即時パラメータ決定による津波予測）の設計概念について検討する．

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

（7）平成23年度成果の概要：

○地殻変動連続観測等データの試験流通の継続

一昨年度開始した地殻変動連続観測等データの試験流通試験を本年度も引き続き実施した．データの流通には，全国地震観測データ流通システム（JDX網）を利用し，それ以外は定期的にftp，httpを用いてデータ収集を行うシステムを構築しての一元化収録を行っている．これまでに試験流通に参加している北海道大学・東北大学・国立天文台水沢ＶＥＲＡ観測所・東京大学地震研究所・名古屋大学・財団法人地震予知総合研究振興会東濃地震科学研究所・九州大学・京都大学防災研究所・鹿児島大学・北海道立総合研究機構地質研究所に加え，神奈川県温泉地学研究所・気象庁気象研究所のデータについても試験流通が開始された．データの種類は，ひずみ・傾斜に加え，短周期地震計・長周期地震計・重力・気圧・気温・水位など多種目に及んでいるが，システム上の問題はなく流通一元化実験が進行している．この実績は，winパケット方式となっていればいかなるデータでも取り込み可能であることを実証するものである．

今年度は，新たに気象庁気象研究所の敦賀・今津・天竜船明のひずみ傾斜計が追加され中日本地域の観測網が充実した．神奈川県温泉地学研究所の寄・岩倉・駒ケ岳の傾斜計の参画により神奈川県西部域でのデータが収集可能となったことは，地殻活動が活発な伊豆や箱根地域での研究推進に大きく寄与するものである．これ以外にも，昨年1月末から活動が活発化した霧島山新燃岳周辺にも鹿児島大学・九州大学・東京大学地震研究所により傾斜計が追加されて火山活動の監視に役立てられている．これらの観測点の一部では，携帯電話を利用した機動的地殻変動観測システムを用いてデータ伝送がなされているが，特に不具合は確認されておらず，安定的な運用が可能なことが示された．このシステムには6ch入力可能なデータ変換装置が用いられているが，地震計と傾斜計のデータを同時に送信することが可能であり，多種目のデータ伝送という点でより柔軟性をもって観測システム運用を行うことができるものと期待される．

これらを含め，現在91観測点466チャンネルのデータにおいて試験流通一元化が実施されている（図1）．チャンネル数は増加の一途をたどっているが，顕著なパケット欠落などの不具合は確認されていない．3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の際にも，顕著なパケット落ちは発生せず，欠測は観測点での停電およびNTT回線網のダウンによるものであった．これらのことは，地震発生時においてもJDX網を用いて安定的なデータ流通が行えることを示す結果である．

○地殻変動データベースサーバーの開発の継続

これまでに引き続きJDX網等を用いて試験流通している地殻変動連続観測等デー

タの一元的集約を担うデータベースサーバーの開発を継続した．以前からあった任意時間・任意拡大軸でのデータ描画・フィルタリング・データダウンロード・Baytap-G（Tamura et al., 1992）による潮汐解析機能・フィルタ機能・任意の方向でのひずみ解析機能・ストリーミングひずみ解析機能（大久保ほか，2008）・積算振幅表示機能・気象庁およびGlobal-CMTの震源リスト収集機能・断層モデルによる歪場計算に加え以下の機能を追加した．1）同じ時間ウインドウにおいて複数の観測点の波形を表示できる機能．各観測点の任意の成分を選択して一度に表示することにより，所謂ペーストアップ描画が出来るようになった（図2）．2）長期の地殻変動データには機械的あるいは電気的なシステムに依存する直線的なドリフト成分が重畳することがあるが，これを直線回帰により除去する機能を付加してシグナル成分をより見やすいようにした．3）地殻変動データにはゼロオフセット調整などの機械的電気的調整や入坑などによりスパイクあるいはステップ状の信号が乗って連続的な描画を行う支障となることがあるが，これを自動的に除去し長期間のデータを一括して同じ感度軸で表示できる機能を追加した．

〇協定書の調印発効

データの流通・一元化を行うにあたり，昨年度策定した「関係機関より提供を受けた地殻変動連続観測等データの流通及び利用に関するガイドラインについて」を発効させるための「地殻変動連続観測等データの流通及び利用に関する協定書」の確定を行った．2月8日現在持ちまわりで各機関での調印作業を行っており，終了し次第今年度中に発効の運びとなる．これをもって，本システムは研究者に公開される．

〇各関連機関との意見交換

気象庁気象研究所との間で，現在進めている流通一元化事業について説明および意見交換を実施した．この結果，本事業に参画されることとなり，前述のように気象研究所のデータについても流通一元化が行われた．

〇流通一元化データを用いた解析

1．東北地方太平洋沖地震発生前の地殻変動の特徴に関する調査

3月9日に発生した三陸沖地震の地震後余効変動を金華山の体積歪み計で明瞭に捉えた．時系列に対して対数関数で当てはめを行った結果，その時定数は0.2日となった．時系列の減衰は沿岸部のGPS観測点データの3時間毎解析の結果と良く一致する．また3月11日東北地方太平洋沖地震の直前に前駆的変化等は確認されなかった（図3）．

2．東北地方太平洋沖地震津波による荷重変形に関する調査

東北地方太平洋沖地震の津波到達時に明瞭なひずみ傾斜変化が観測された．これは，津波の荷重による地殻変形として理解される（たとえば高塚，2011）．北大えりも観測所は，港から約1kmに位置しており港では超音波センサーによる津波観測も実施している．これらのセンサーは津波の到達とともにシグナルを記録したが，津波計では3m50cmを超える波高ではセンサー自体が海水中となってしまい計測が不能であった．面積ひずみ及び傾斜波形と津波計の波形を比べてみると，0.82とうい非常に高い相関があることがわかり，その変換係数はひずみでマイクロスト

レインあたり1.34*103cm，傾斜でマイクロラジアンあたり1.58*103cmであった．これを用いたひずみと傾斜データから推定された最大津波波高は3.6mであり，これは目撃証言から得られた波高（3.8m程度）とほぼ一致する．これらの結果は，沿岸部のひずみ傾斜計が津波センサーとして活用可能なことを示唆している．今回の津波では沿岸部の験潮施設が津波により破壊され計測不能となり，特に防災対応において大きな支障となったが，地殻変動観測施設は海岸よりやや離れて設置されており，津波により破壊されることはほとんどない．また，ひずみ計や傾斜計の感度は津波の周期においては10^{-8}以上あるため，数cm程度の津波なら充分検出可能である．これらのことは，ひずみ計や傾斜計が数cmから数10mの測定範囲をもつ津波センサーとして利用可能であることを示しており，流通一元化スキームを用いて特に巨大津波監視に活用すべきであると考えられる（図4）．

3．水位データを用いた雌阿寒岳の群発地震活動に伴うひずみ変化の調査

雌阿寒岳ではしばしば群発地震活動が発生するが，それをトリガーするメカニズムは不明である．火山活動に関係するひずみ変化を観測するため4箇所の水位計を設置して流通一元化のスキームを使ってデータの収録解析を実施した．はじめに，理論潮汐との比較を実施して水位が体積ひずみ計として振舞っていることを確認した．2008年1月の群発地震活動において水位記録を解析したところ，活動が始まる1日前から水位の低下，つまり体積ひずみの減少が見られることが明らかとなった．ポイントソースを仮定して変動源の深さを推定したところ，深さ10km以深である可能性が示された．このデータから，地殻深部の何らかのソースが収縮するとともに，たとえば揮発性物質が浅部へ輸送され，それが海水準付近の帯水層でトラップされることで群発地震活動がトリガーされるモデルが提唱された．

（８）平成23年度の成果に関連の深いもので、平成23年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

大久保慎人，雑賀敦，中嶋唯貴，TRIES観測網（ひずみ地震動，地動）から見た2011年東北地方太平洋沖地震，日本地球惑星科学連合大会予稿集，MIS036-P27，2011.

大久保慎人，寺石眞弘，山崎健一，小松信太郎，加納靖之，地殻変動連続観測記録に見られる新燃岳噴火の直前挙動，日本地球惑星科学連合大会講演予稿集，SVC070-P33，2011.

大久保慎人，ひずみ地震動解析のススメ，日本測地学会講演予稿集，53，2011.

大久保慎人・寺石眞弘・山崎健一・小松信太郎・加納靖之，ひずみ記録による噴火・火道生成メカニズムの推定，日本火山学会講演予稿集，A3-02，2011.

Ohta, Y., D. Inazu, M. Ohzono, R. Hino, M. Mishina, J. Nakajima, Y. Ito, T.Iinuma, T. Sato, and H. Fujimoto,K. Tachibana, T. Demachi, Y. Osada, M. Shinohara, S. Miura , Co- and post-seismic deformation of the M7.3 foreshock triggering the 2011 M9.0 Tohoku Earthquake, AGU Fall Meeting 2011, San Fransisco,Moscone Center, December 5-9, 2011.

太田雄策・稲津大祐・大園真子・日野亮太・三品正明・中島淳一・伊藤喜宏・飯沼

卓史・佐藤忠弘・田村良明，藤本博己，立花憲司，出町知嗣，長田幸仁，篠原雅尚，三浦哲,複合測地観測によるM7.3(3月9日)地震時・地震後地殻変動，日本地震学会2011年秋期大会，静岡，静岡県コンベンションアーツセンター・グランシップ, 2011.

Shinjo A., and H. Takahashi, The 2011 Tohoku earthquake tsunami recorded by strain and tilt sensors at Erimo,Hokkaido, Japan, 7 th biennual workshop on Japan-Kamchatka-Alaska subduction processes: Mitigatingrisk through international volcano, earthquake and tsunami sciences, JKASP-2011, Petropavrovsk-Kamchatky, Russia, August 25-30, 2011.

髙橋浩晃・山口照寛・柴田智郎・岡崎紀俊・宮村淳一，雌阿寒岳の浅部群発地震活動に先行した深部収縮と低周波地震活動, 日本火山学会講演予稿集, A3-07, 2011.

Takahashi, H., T. Shibata, T. Yamaguchi, R. Ikeda, N. Okazaki, and F. Akita, Volcanic strain change priorto an earthquake swarm observed by groundwater level sensors in Meakan-dake, Hokkaido, Japan, J.Volcano. Geotherm. Res., doi:10.1016/j.jvolgeores2011.11.006, 2012.

寺石眞弘，　山崎健一，　大谷文夫，　森井亙，　加納靖之，横坑式伸縮計記録を用いた2011 年新燃岳噴火に伴う圧力源の位置推定，日本地球惑星科学連合大会，SVC070-P34，2011.

山崎健一・寺石眞弘・小松信太郎・加納靖之，伸縮計記録で見る2011年新燃岳噴火活動時の地殻変動，日本火山学会講演予稿集，P10，2011.

（９）平成24年度実施計画の概要：

〇システムを公開した後の安定的な運用とそれに資する情報を収集する.

〇システムを周知しより多くのユーザーを獲得するための活動を展開する.

〇ユーザーからの要望をシステムに反映させるべくデータベースの改良を継続する.

〇データの科学的利用法について検討を継続する. 特に, 津波警報の高度化に向け, 超巨大地震や津波地震でも対応可能な即時モーメントマグニチュード推定手法の開発に着手する.

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター　髙橋浩晃

他機関との共同研究の有無：有

国立天文台水沢VERA観測所　田村良明

東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知観測研究センター　太田雄策

東京大学地震研究所　三浦哲，新谷昌人，加藤照之

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

京都大学防災研究所附属地震予知研究センター　山崎健一，森井亙，加納靖之

九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター　松島健

鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻　中尾茂

財団法人地震予知総合研究振興会東濃地震科学研究所　浅井康広
北海道立総合研究機構地質研究所　柴田智郎
神奈川県温泉地学研究所　本多亮，原田昌武

（11）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先
部署等名：北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター
電話：011-706-3212
e-mail：isv-web@mail.sci.hokudai.ac.jp
URL：http://www.sci.hokudai.ac.jp/grp/isv/isv-web/

（12）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者
氏名：髙橋浩晃
所属：北海道大学大学院理学研究院

観測点マップ

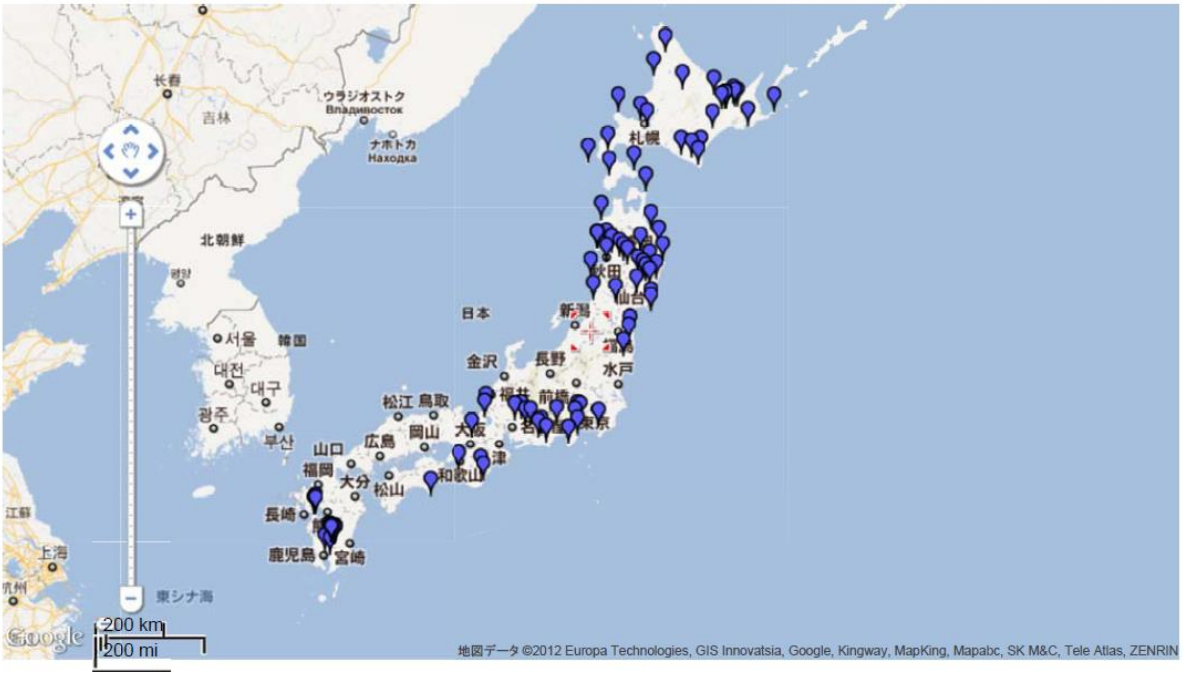


図1．平成24年2月現在の観測点分布図.

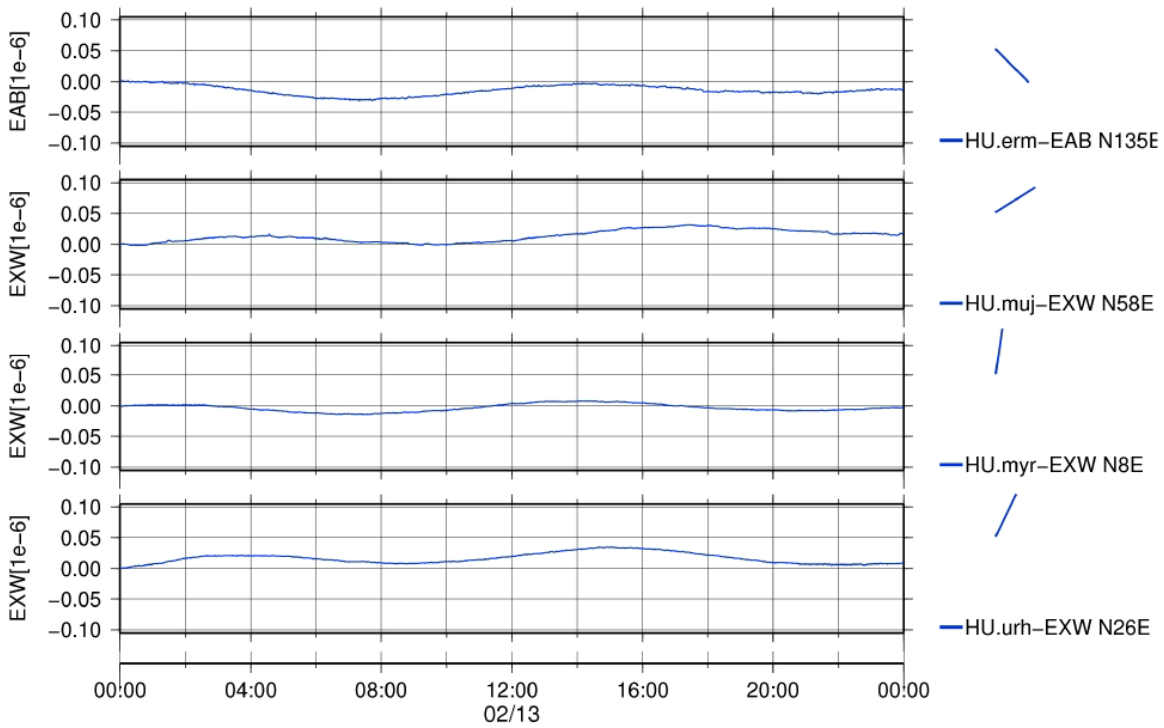


図2. データベースソフトウエアに新たに追加されたペーストアップ描画機能.

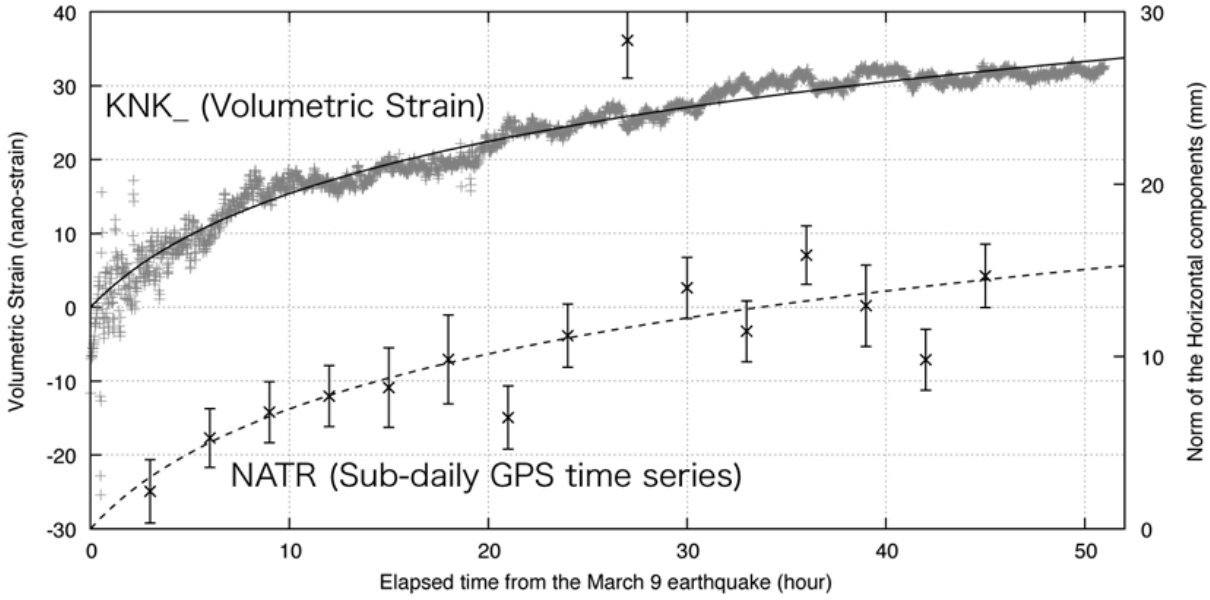


図3. 東北大学金華山観測点の体積ひずみ計による2011年3月9日の前震の余効変動.

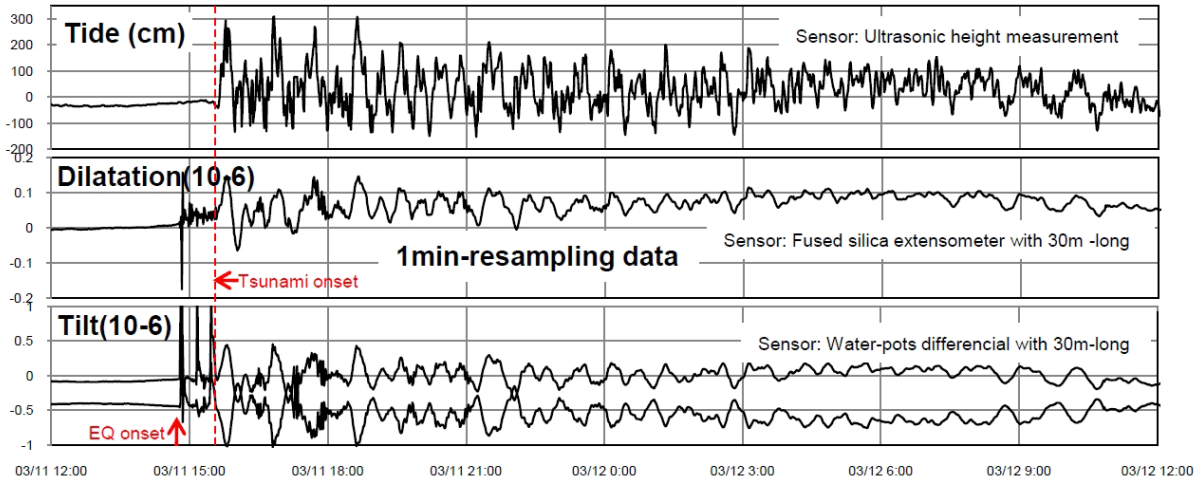


図4. 北海道大学えりも観測点で記録された2011年3月11日東北地方太平洋沖地震による津波に伴うひずみ傾斜および潮位変化．潮位計は津波により計測不能となったものの，ひずみ傾斜計から推定された津波高は目撃証言によるものとほぼ一致した．

課題番号：1002

（1）実施機関名：
北海道大学

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

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

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

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

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

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

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

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

の手法開発を目指す。

（6）本課題の5か年計画の概要：

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

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

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

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

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

（7）平成23年度成果の概要：

●ロシア極東地方での地震・GPS観測による成果

東北地方太平洋沖地震による広域的な地殻変動を調査するため，ロシア極東域に展開しているGPS観測網を含む北東アジア地域のGPS観測点から得られたデータの解析を行った．解析を行った具体的な観測点は，ロシア沿海地方からアムール州，サハリン州，南千島，カムチャッカなど，震源距離にして約700-5,000kmの範囲に位置している．この結果，地震時地殻変動が検出され，最も遠い観測点はZeya（震源距離2108km）であった（図1）．最も大きい変位はウラジオストクで観測された4.2cmであった．また，ほかの観測点においても断層運動による静的変位を示す方向の変位ベクトルが観測されている．これらの結果は，地震時地殻変動が日本海を越えてユーラシア大陸内部，あるいは千島列島南部まで確実に及んだことを示すこと

であり，同様に日本海溝でのプレート間カップリングによる影響がユーラシア大陸内部にまで及んでいる可能性を示唆する興味深い結果である．

ウラジオストックで1997年から2009年の間に得られたデータによるユーラシアプレートに対する変位速度は年間1mm以下であった（Shestakov et al., 2010）．それと比較すると今回の変位は極めて大きいことが分かる．このように，海溝部で発生した地震が，遠く離れた地域にまで変位を及ぼすことは2006年に中千島で発生した地震でも確認されており（Takahashi and Kasahara,2008），北東アジア地域のプレート運動モデルを検討する上で考慮せざるを得ない結果であるといえる．具体的には，プレート境界が想定されている日本海東縁部からサハリン中央断層にかけての地域で定常的に観測される地殻変動場は，千島海溝や日本海溝でのプレートカップリングおよび地震時の影響を大きく受けている可能性が指摘できる．同様に，ロシア沿海州のシホテアリン断層や，中国北東部に存在する活断層系も同様な影響を考慮する必要が示唆される．これらを包括して考えられてきたアムールプレートやオホーツクプレート運動のモデル化を行う際には，上記のような変動をどのようにモデル化するかを検討する必要がある．また，国後島の観測点において北向きの変位が観測されていることは，今回の地震の発生によって千島海溝においてはプレート境界型地震の発生を促進する方向に歪が再配分されたことを示している．

ウラジオストックでの約1.3cmをはじめ，多数の観測点で明瞭な予効変動が観測されている（図2）．ウラジオストックで観測された余効変動量は地震時変動量の35-40%にも相当しており，プレート境界での余効すべりのみで説明することは困難である．日本海の海洋性地殻の下にある上部マントルは低速度で特徴付けられることが本課題の成果により明らかにされており（Yoshizawa etl.,2010），粘弾性構造を反映した結果である可能性があるものの，地震後約3ヶ月と短い時定数における値であることから，更なる検討が必要である．

観測された遠地地殻変動のデータのみを用いて，断層モデルの推定も実施した．観測点の分布が偏っているため拘束条件は緩くなってしまったが，１枚の均一すべり矩形断層（Matsu’ura and Hasegawa,1987）を用いて近時した場合に求められたMwは8.7であった．この値は近地GPSを用いて求められた地震モーメントの三分の一程度であるが，遠地のGPSデータを用いて即時的Mwを決定し津波警報に生かすことに利用できる可能性を示すものである．

これまでに引き続き，ロシア極東地域に広域的に展開する8箇所からなる広帯域地震観測網の維持を実施しデータの蓄積を図った．このうち，サハリン北部のオハとティモスク観測点ではインターネットを用いた通信環境を整えデータをユジノサハリンスクでリアルタイムの受信可能な体制とした．また，サハリン南部に展開する稠密地震観測網の運用も引き続き行った．

ロシア極東地域を含む北太平洋地域での共同研究の成果に関する国際会議をロシアの研究機関およびアラスカ大学との共催でカムチャッカのペトロパブロフスクで開催し200名近い参加者があった．

●千島沿いに発生した過去の巨大地震の震源過程

昨年度津波波形解析を実施し、スラブ内地震であったことを明らかにした1958年

択捉沖地震について津波波形インバージョンを用いてすべり量分布を推定した。津波波形インバージョンに用いた観測点は13点でその内日本の検潮記録は8点(花咲, 釧路, 浦河、室蘭, 函館、宮古, 釜石、女川),ロシアの検潮記録は1点(Yuzhno Kurilsk)、ハワイ列島など太平洋の島々の検潮記録は4点(Guam Island,Midway Island, Wake Island, Hilo)である。断層モデルは昨年度推定した最適モデル（走行225°，傾斜角40°，すべり角90°，浅端の深さ37.5km）とした。震源域は図3に示すように48個の小断層（長さ25km、幅20km）に分割し、津波波形インバージョンをおこない各小断層でのすべり量分布を求めた。さらに、ラプラス方程式に準拠したスムージングの拘束条件（谷岡・他2004やBabaetal.,2005)を導入した。津波波形インバージョンの結果を図3に示す。最大すべりは1.6mであるが、大きくすべった

場所は一か所でM8クラス以上のプレート境界型地震に良く見られる震源過程の複雑さは見られない。この結果もこの地震がスラム内地震であったことをサポートする。剛性率を6.5×1010N/m2と仮定すると,1958年択捉島沖地震のすべり量分布より計算された地震モーメントは1.7×1021Nm(Mw 8.1)となる。

昨年度1963年ウルップ島巨大地震の最大余震（Mw7.2, Mt7.9）について津波波形インバージョンを実施しすべり量分布を推定した。しかし、日本の観測記録が無く。震源域西側の解像度が無いことが問題であったため、新しく花咲の原記録を収集し、時刻が正確であることを確かめた上で、データを加え再度津波波形インバージョンを実施した。断層モデルのパラメータは走行= 225°，傾斜= 15°，すべり角= 90°とした。この地震の震源域は津波地震であることを考え海溝よりのプレート境界350km x 100km 程度に14 個の小断層を配置した. 小断層のサイズは50km×50kmとした. 津波波形インバージョンの結果を図4に示す。最も大きくすべた小断層は13で3.2mのすべりが推定された。この場所はFukao(1979)やBeck and Ruff (1987)など地震波形解析から推定されている場所とほぼ同じ位置で海溝近傍のプレート境界である。さらに1963年本震では大きなすべりが発生しなかった位置に推定されている。しかしそれだけではなく、1.5-1.6mの大きなすべりが南側でも推定された。このすべりは花咲の検潮記録を説明するためにはどうしても必要となる。以上より1963年択捉島地震の最大余震の震源域は海溝よりのプレート境界を300kmにも渡った長い領域を破壊したと考えられる。これは、津波地震の大きな特徴と言える。剛性率を4.0×1010N/m2と仮定すると，地震モーメントは1.1×1021Nm (Mw=8.0)と推定された.1969年8月12日色丹島沖で発生したMw8.2のプレート境界型地震について津波波形インバージョンを実施しすべり量分布を推定した。震源は43.2°N, 147.5°E, 深さ33kmであった。この巨大地震により大津波が発生し，太平洋やオホーツク海に伝播した。太平洋沿岸やオホーツク海沿岸の検潮所で観測された23の津波波形（日本の検潮記録14とハワイ諸島を含む太平洋の島々の検潮所9）を用いた。断層パラメータは走行230度、傾斜角25度、すべり角90度と仮定した。断層の大きさは50km×50kmの小断層を12個配置した。各小断層で海底地殻変動を計算し,海面上昇と海底地殻変動が等しいと仮定した。津波の数値計算は，線形長波近似式をスタッガード格子上の差分法で解く手法を用いた。計算された津波波形を用いてインバージョンをおこない各小断層のすべり量を求めた. その結果すべり量が

1m以上の破壊域は200km ×100km となり， 震源付近ではすべり量が約3mと大きいことがわかった。地震モーメントは1.1×1021Nm(Mw=8.0）と推定された。

●南千島から北海道太平洋沿岸津波堆積物調査による成果

根室市別当賀の津波堆積物（図５）について詳細な解析（粒度組成分析、鉱物組成分析、珪藻分析）を実施した。その結果Ko-c2（300年前の駒ケ岳噴火のテフラ）とTa-c（2700年前の樽前噴火のテフラ）の間の層準にある７層の津波堆積物（TS1からTS7）の分布限界を推定した（図6）。最近のTS1とTS2をもたらした津波は最も規模が大きく，TS3とTS5は上記の津波に比べると明らかに規模が小さかったことが判明した。音別・キナシベツの２測線で新たに津波堆積物調査を実施した。図７には音別での調査結果を示す。音別ではKo-c2とTa-cの間に4 層の津波堆積物があることが判明した。4層の中でも堆積物分布域に差があることが明らかになってきた。キナシベツではKo-c2とB-Tm(1000年前の白頭山のテフラ)の間に2層の津波堆積物が見つかった。これは音別の結果と同様であった。津波堆積物を残すような巨大津波にもその規模にばらつきがあることがはっきりしてきた。つまり400-500 年周期で発生する巨大地震にもその規模に大きなばらつきがあることが判明した。

●十勝沖～根室沖での海底構造探査の結果

平成22年8月に1952年十勝沖地震（M8.2）の震源域において，エアガンを制御震源に用いて地殻構造探査を実施した（図8）．全長240kmの測線に沿って21台の海底地震計を設置し，その上を航行しながら容量50リットルのエアガンを発振した.

この観測で収録したエアガン波形記録から，走時情報を読み取り，初動走時については初動走時インバージョン法（Fujie et al., 2000）を適用した．反射波に関しては，走時マッピング法（Fujie et al., 2006）により反射点の空間分布を調べることにより評価した. 今回のインバージョンによるP波速度計算の結果, まず, 深さ14km 付近で急激な速度変化が見られた．同じ深さにおいて，反射点がマッピングされている上，Nakanishi et al. (2004) から推定されるプレート境界深度と調和的であることから，この深さ付近がプレート境界面であると解釈される．上盤側地殻は4 5 km/sの速度値を示し，標準的な島弧上部地殻の速度である．プレート境界面の下6kmに別の反射面が分布し，沈み込んだ海洋プレートのモホ面と解釈される．海洋性地殻は6 7 km/s海洋モホは8km/sの速度値を示している.

マッピングされた反射点の空間分布と1952年十勝沖地震のすべり量分布を比較すると，本震時に最大7mすべったと推定されている領域においてプレート境界面の反射性が高いことがわかった．一方，1973年根室半島沖地震（M7.4）の震源域付近においては反射性に乏しく，1952年十勝沖地震震源域との間に明瞭な違いが認められる. 通常, 強く固着する領域のプレート境界面は反射性に乏しいと考えられており，それが正しいならば，1952年十勝沖地震の東端にあるパッチは，2003年十勝沖地震や1973年根室半島沖地震のようないわゆる普通の地震とは異なるすべり特性を持つ可能性がある．反射性に富むことは，当該領域ではせん断応力が溜まりにくい環境にあるといえ，海溝軸近傍のプレート間の固着状況に近いと考えられる．1952年十勝沖地震は津波地震的な要素も持ち合わせた，特殊な地震だったのかもしれない.

●根室沖での海底地震観測によるコーダQの解析結果

根室沖では，プレート境界型大地震の発生に伴う微小地震活動の時空間的な変動を捉えることを目的として，文部科学省委託事業によって海洋研究開発機構が東北大学，北海道大学と共同で，1973年根室半島沖地震（M7.4）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月から観測を行っている．平成23年度は，平成23年7月に海底地震計の入れかえ作業を行ったが，NM.S05, S06, S10の3台が回収できなかった（図9）．また，平成21年6月に回収されたデータを用いて震源決定を行い，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以浅の地震の上下動成分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．2008年11月9日から2009年6月16日までの期間では，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．丸印は平均値で，エラー・バーは標準偏差を表す。Q*c*　1の周波数依存性をQ*c*　1 (f)= Q*c*　1 (1)f*n*（fは周波数）で表すと，観測点NM.S01では6 24Hzの周波数帯でQ*c*　1(1)=0.022，n=-0.74，NM.S02では8 32HzでQ*c*　1 (1)=0.019，n=-0.75となった．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，1973年根室半島沖地震のアスペリティ上の観測点でのQ*c*　1は，その外の観測点より小さい傾向が見られた．これらの結果は，データを増やすことによって今後の検討が必要である．

●千島海溝沿いプレート境界の応力状態把握

千島海溝沿いのプレート境界での応力状態を把握するために、防災科学技術研究所で決定された地震のメカニズム解を使用し応力テンソルインバージョンを実施した。その際プレート境界を20km×20kmに分割した。さらに深さ方向はプレート境界面を中心に厚さ10kmとした。その結果から最大主応力軸とプレート境界面の鉛直軸とのなす角度（A）を推定した（図11）。十勝沖巨大地震の発生域や根室半島沖巨大地震の発生域では角度（A）は30度から40度となることが分かり、プレート境界面で大きな摩擦係数が予測される（Ghimire and Tanioka, 2011）。その周りには摩擦係数の小さい部分が存在することが分かった。

●地殻変動連続観測の無停電化と簡易ひずみ計の試験運用

東北地方太平洋地震時には多くの観測点で停電や回線の断によるデータ欠測が多発した．このような事態を回避するために観測システムの冗長化に関する検討を行った．具体的には，観測点ごとにランクをつけて，限られた観測ファシリティを最大限に生かせるような配置を検討した．重要と位置づけられた観測点では，バッテリーの増強を行うととこに，ロガーは不揮発性メモリー搭載型を配置し，最低でも1週間弱はスタンドアローンで観測を行いデータをストアーできる環境を順次実装している．

特に地殻変動連続観測ではプリアンプの電源も必要なため，その部分に関しても

同様に無停電化を進めた.

ひずみ計の設置をより簡易的に行うことを目指した１m長ひずみ計の試験観測を開始した. これが実用化されれば, ひずみ計の設置が短いトンネルでも可能になり, アレー化を目指すことが現実性を増す. 複数の地震についての記録が得られたが, 良好なシグナルを記録しており, ひずみ地震動帯域においては充分利用可能なデータを取得できる可能性が高い. これを日本列島全域に適宜配置すれば, DC帯域まで記録可能な地震動センサーとして利用が可能であり, 津波警報の高度化等にも活用可能であると考えられる.

参考文献

Matsu 'ura, M., and Y, Hasegawa, A maximum likelihood approach to nonlinear inversion under constraints,Phys. Earth Planet. Inter., 47, 179-187, 1987.
Shestakov, N.M. Gerasimenko, H. Takahashi, M. Kasahara, V. Bormotov, V. Bykov, A. Kolomiets, G. Gerasi-mov, N. Vasilenko, A. Prytkov, v. Timofeev, D. Ardyukov, T. Kato, Present tectonics of the southeast of Russia as seen from GPS observations,Goephys,J.Int.,184,529-540,doi:10.1111/j.1365-246X.2010. 04871.x,2011.
Takahashi, H., and M. Kasahara, Geodetic constraint on slip distribution of the 2006 Central Kuril earthquake,Earth Planets Space, 1095-1098, 2007.
Yoshizawa, K., Miyake, K. and K. Yomogida, 3-D upper mantle structure beneath Japan and its surroundingregion from inter-station dispersion measurements of surface waves, Phys. Earth Planet. Inter., 183, 4-19,2010.
Ghimire, S., and Y. Tanioka, Spatial distribution of stress and frictional strength along the interplate boundaryin northern Japan and its correlation to the locations of large earthquakes, Tectonophys., 511, 1-13, 2011.

（８）平成23年度の成果に関連の深いもので、平成23年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

[1] Ghimire, S., and Y. Tanioka, Spatial distribution of stress and frictional strength along the interpolate boundary in northern Japan and its correlation to the locations of large earthquakes, Tectonophys., 511,1-13, 2011.
[2] Ghimire, S., and Y. Tanioka, Spatio-Temporal changes in stress field and occurrence of the 2003 Tokachi oki earthquake in Hokkaido, northern Japan, In Sharkov, E. V. (eds.), New Frontiers in Tectonic Research-General Problems, Sedimentary Basins and Island Arcs, 309-322.
[3] Gusman, A. R., Y. Tanioka, and T. Takahashi, Numerical experiment and a case study of sediment trans-port simulation of the 2004 Indian Ocean tsunami in Lhok Nga, Banda Aceh, Indonesia, Earth PlanetSpace, in press.
[4] Murai, Y., Wave propagation from a line source embedded in a fault zone, in Seismic waves, research and analysis, ed Kanao, M., InTech, Rijeka, Croatia,

pp.195-212, 2012.
[5] Shestakov, N., H. Takahashi, M. Ohzono, A. Prytkov, V. Bykov, M. Gerasimenko, M. Luneva, G. Gerasi-mov, A. Kolomiets, V. Bormotov, N. Vasilenko, J Naek, P. H. Park, M, Serov, Analysis of the far-field crustal deformations caused by the 2011 Great Tohoku earthquake inferred from continuous GPS obser-vations, Tectonophys., 524-525, 76-86, 2012.
[6] Shestakov, N., M. Gerasimenko and M. Ohzono, Crustal displacements and deformations of the Russian Far East induced by the Tohoku earthquake of March 11, 2011, Mw = 9,0 and their influence on the results of GNSS observations, J. Geodesy and Cartography, 8, 35-43, 2011.

（９）平成24年度実施計画の概要：

○ロシア極東域での広帯域地震観測・サハリン南部での稠密地震観測を継続地震波形データの蓄積を継続するともに，地震波干渉法を用いた当該地域の広域構造解析の可能性について検討するほか，サハリン南部でのもより詳細な地震波速度構造解析を行うための検討を実施する．

○ロシア極東地域でのGPS観測を継続し，アムールプレートの大陸側での速度場を得るためのデータを引き続き取得するとともに，日本海溝や千島海溝で発生する地震やプレート間カップリングが当該地域のテクトニクスに与える影響について検討を行う．

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

○北海道太平洋沿岸・三陸沿岸で津波堆積物調査を継続して実施し、南千島・北海道太平洋沿岸での津波堆積物調査によって得られたサンプルを総合的に解析し，津波イベントの規模を推定する．さらにサハリン南部での津波堆積物調査結果も継続する．

○根室・十勝沖で海底構造探査を実施する．

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

○ひずみ傾斜計の観測網における特に電源部分の安定化を継続するとともに，ひずみ計の広帯域特性を生かしたモーメントマグニチュード即時推定手法の開発に向けた予察的検討を開始する．

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

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

他機関との共同研究の有無：有

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

カムチャッカ火山地震研究所

(11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター

電話：011-706-3591

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

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

(12) 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

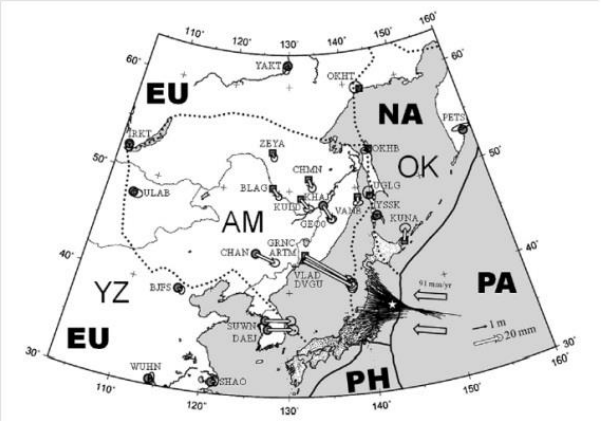


図1. GPS観測による東北地方太平洋沖地震による遠地地震時地殻変動

Site	Lon., deg.	Lat., deg.	dE, mm	dN, mm
BLAG	127.521	50.257	4.7 ± 1.0	−6.4 ± 1.0
ZEYA	127.286	53.757	1.4 ± 1.0	−4.0 ± 1.2
CHMN	133.041	51.137	2.5 ± 1.2	−6.7 ± 1.3
KULD	131.738	49.236	6.3 ± 1.6	−7.9 ± 1.2
VANB	140.254	49.091	−0.2 ± 1.6	−4.9 ± 0.9
GEO0	135.052	48.474	5.8 ± 1.1	−11.3 ± 1.1
KHAJ	135.046	48.521	6.0 ± 1.5	−11.0 ± 1.1
GRNC	132.166	43.698	32.9 ± 1.5	−20.2 ± 1.4
ARTM	132.196	43.359	36.0 ± 1.6	−21.8 ± 2.3
VLAD	131.926	43.197	37.5 ± 1.6	−20.9 ± 1.3
DVGU	131.887	43.125	36.7 ± 1.5	−18.5 ± 1.3
CHAN	125.444	43.790	15.2 ± 1.5	−6.4 ± 0.9
DAEJ	127.374	36.399	19.5 ± 1.9	1.8 ± 1.4
SUWN	127.054	37.275	19.8 ± 1.6	1.3 ± 1.2
KUNA	145.861	44.035	2.9 ± 1.5	9.7 ± 1.4
SHAO	121.200	31.100	3.6 ± 1.0	1.3 ± 1.7
BJFS	115.892	39.608	3.3 ± 0.9	−1.4 ± 1.3

図2. 各観測点で地震後120日間に観測された余効変動

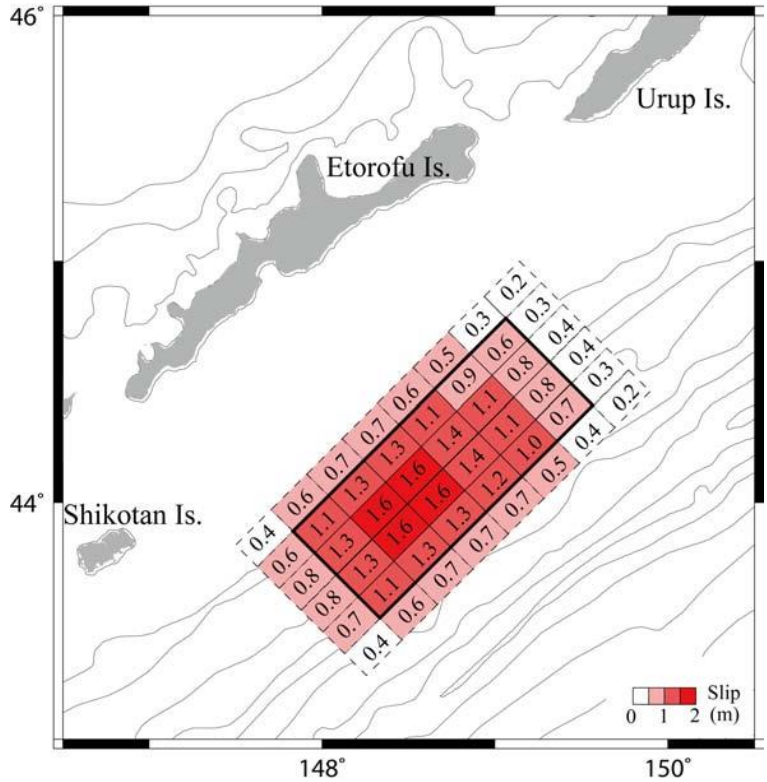


図3. 津波波形インバージョンから推定された1958年択捉沖巨大地震のすべり量分布。海底地形のコンター間隔は1000m。

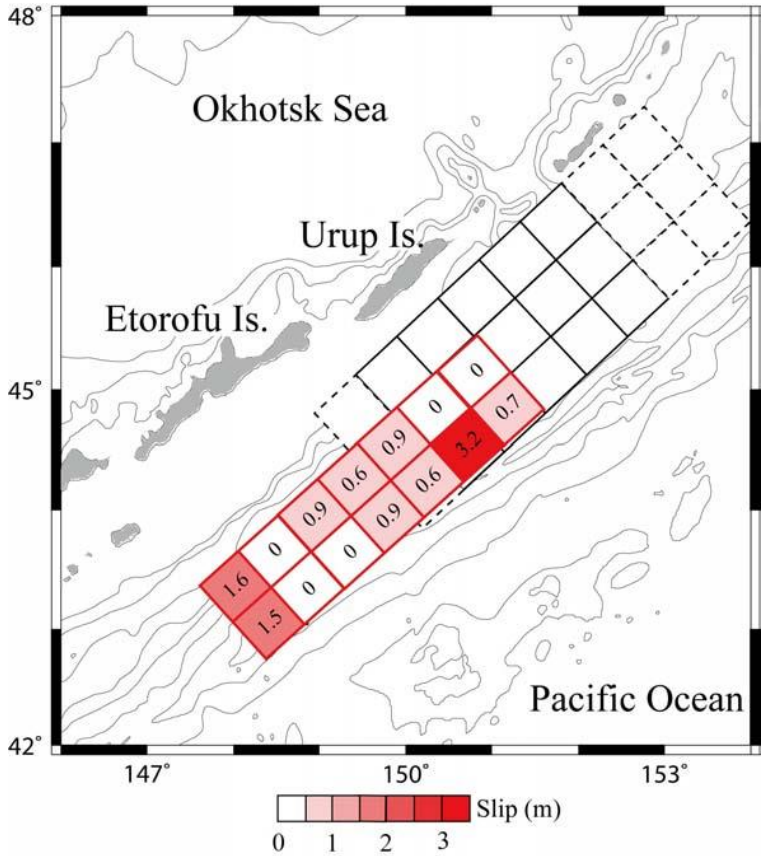


図4. 津波波形インバージョンにより推定された1963年千島沖巨大地震の最大余震のすべり量分布。海底地形のコンター間隔は1000m。

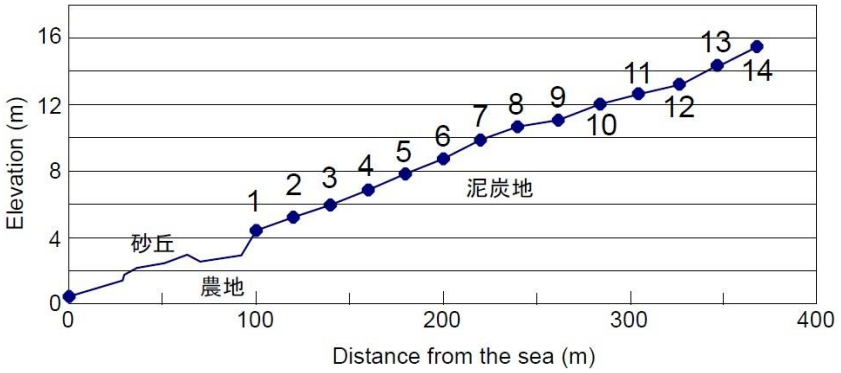


図5. 根室市別当賀における調査測線および掘削地点の海岸からの距離および標高

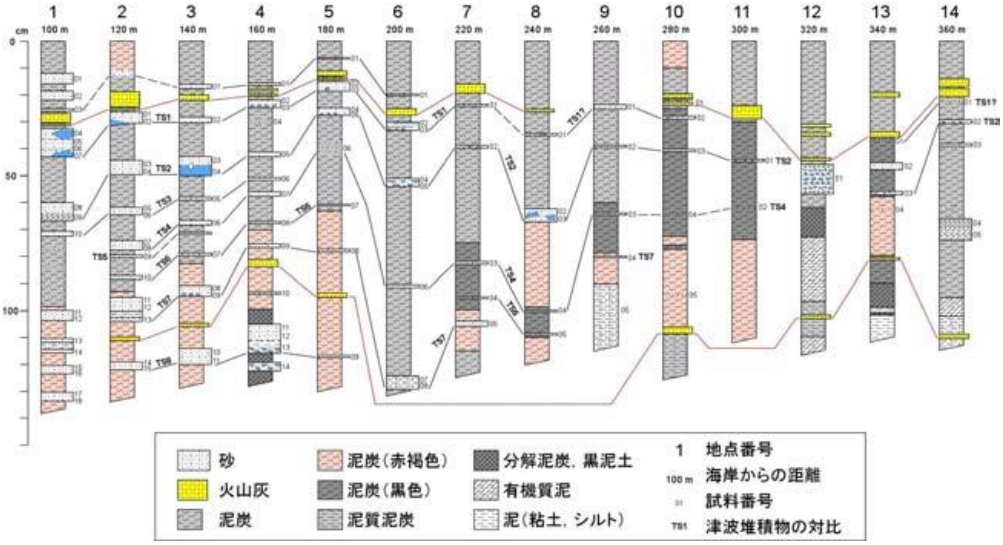


図6. 根室市別当賀における津波堆積物と示標火山灰の層序

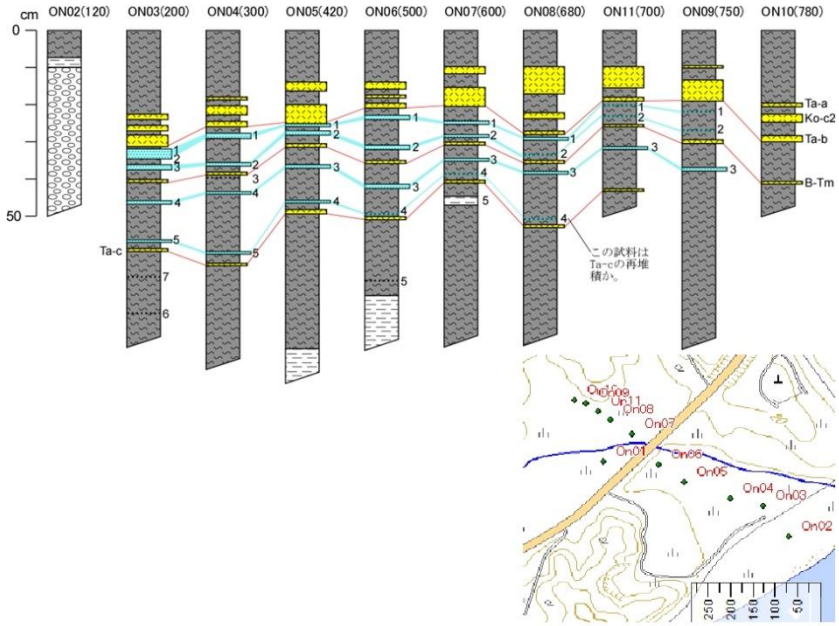


図7. 音別における津波堆積物と示標火山灰の層序（上）。音別での津波堆積物調査地点（下）。

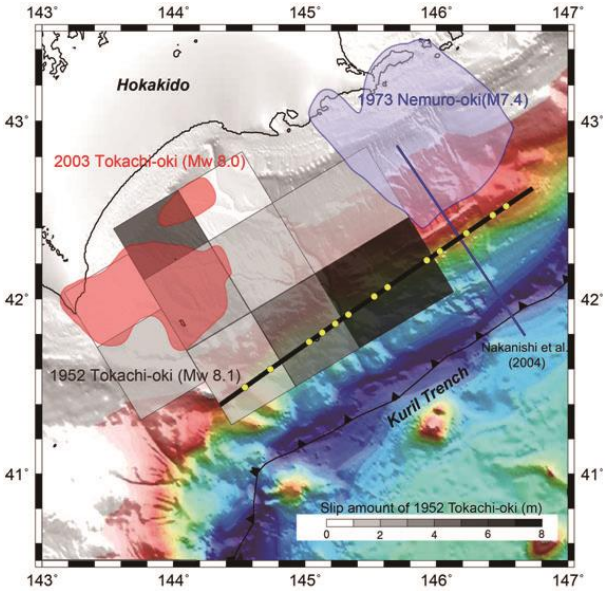


図8. 地殻構造探査を実施した測線と1952年十勝沖地震，1973年根室半島沖地震，1952年十勝沖地震の破壊域（Hirata et al., 2003; Yamanaka and Kikuchi, 2004）黄丸が構造探査のために設置した地震計の位置。

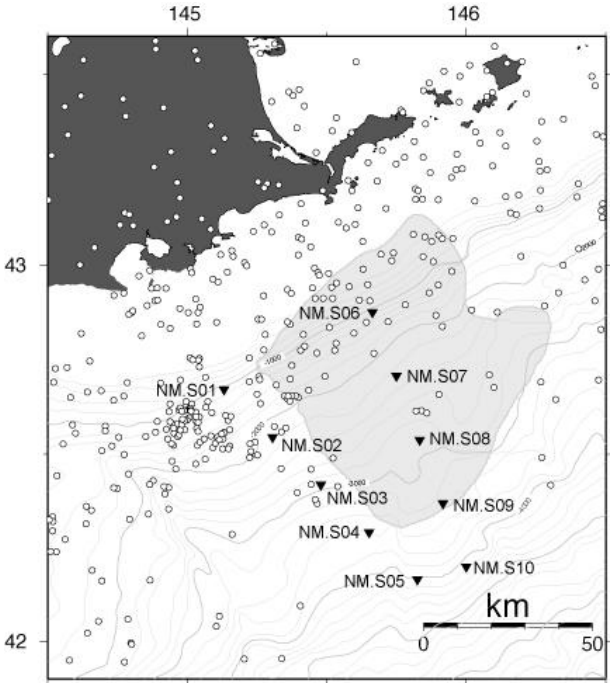


図9. 観測点分布（三角）と2008年11月9日から2009年6月16日までの震央分布（白丸）. 灰色の領域は1973年根室半島沖地震の破壊域（Yamanaka and Kikuchi, 2004）.

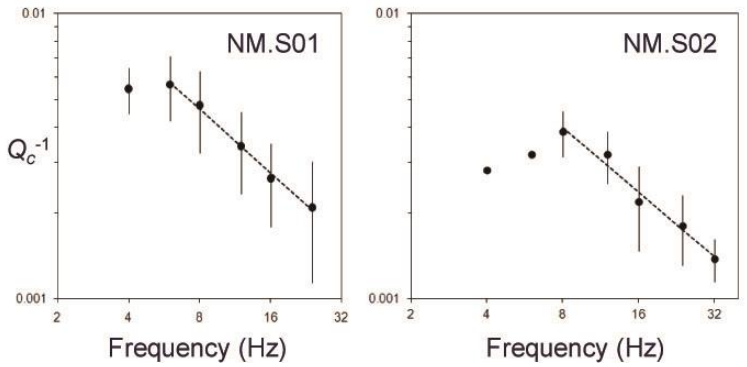


図10. 観測点NM.S01, S02の地震波形から求められたQc-1の周波数依存性.

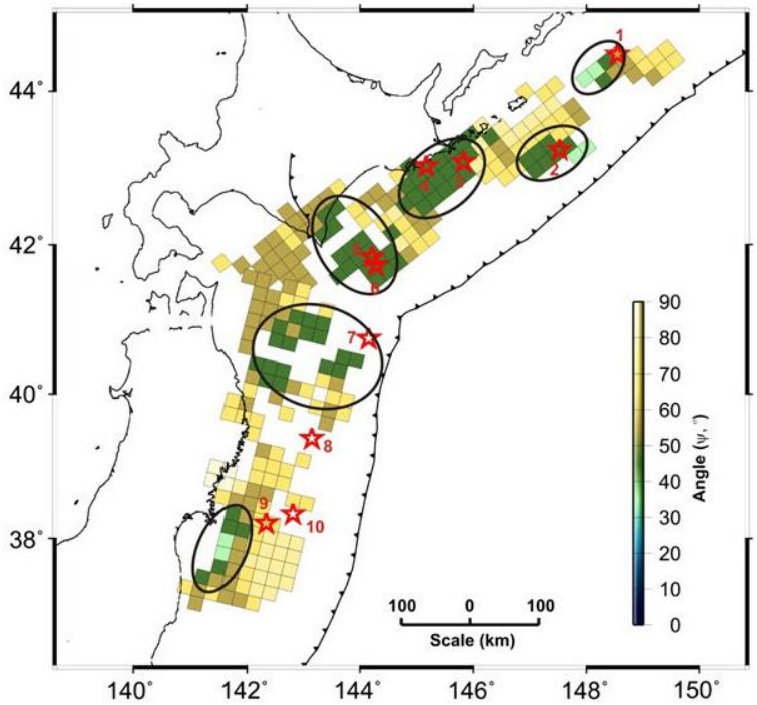


図11. 最大主応力軸とプレート境界面の鉛直軸とのなす角の分布（Ghimire and Tanioka, 2011）

課題番号：1003

（1）実施機関名：
北海道大学

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

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

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

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

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

観測点設置に向けた現地調査を実施し，可能であれば設置作業を行う．

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

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

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

（７）平成23年度成果の概要：

〇広域ひずみ場の調査

国土地理院GEONETのF3解を用いて，北海道東部地域のひずみの時空間変化について検討を行った．この地域の歪は，太平洋プレートと上盤側プレートのカップリングにより駆動されている．三角点のデータを用いた解析結果からは，太平洋プレートの沈み込みに伴う4×10□7/yr程度の北西－南東方向に主方向をもつ圧縮歪が卓越することが知られている（たとえば，石川・橋本，1999）．

解析を行った期間は，データが利用可能な1996年から2011年までである．今回の解析では，各観測点での座標値として日毎のF3座標値から適宜１週間程度の期間での平均座標を算出し，その各期間における差分を入力データとしてShen et al. (1996) の手法を用いて距離減衰定数は30kmとしてひずみ場を推定した．太平洋プレートは沈み込み角度をもった面においてカップリングしているため，広域的なひずみの分布は沈み込むプレートの幾何形状とカップリング率の空間変化の影響を受けていると考えられる．太平洋プレートは帯広付近よりも東側でほぼ一定の沈み込み角度をもつことが推定されていることから，対象地域である北海道東部ではひずみの空間パターンは基本的にトレンチ軸に平行となるはずである．図１には，この地域の単純化されたごく平均的なプレート沈み込み形状を用いた場合に地表面における面積ひずみと最大せん断ひずみのモデル計算結果を示す．面積ひずみで見ると，火山フロントにそった地域が負の目玉となり，最大せん断ひずみでも同様な地域が正の目玉となる．また，主歪においても同じ領域が北西－南東方向に主軸をもつ圧縮歪の最大値が期待される．

GPSのデータから推定された面積ひずみと最大せん断ひずみの分布図を図２に示す．面積ひずみの分布を見てみると，屈斜路カルデラから阿寒カルデラにかけての場所において特に大きな面積の縮小を示すひずみが観測されていることがわかる．一方，最大せん断ひずみは，面積ひずみほど集中しているようには見えない．この解析を行った期間には，ひずみ集中が見られた地域においてM4.0以上の地震は発生しておらず，地震活動によって歪場が乱された可能性は考えづらい．しかしながら，マグニチュードの小さな地震は特に雌阿寒岳の南方にある徹別岳付近を中心として火山フロントに沿って多数発生している．

これらの結果は，北海道東部において太平洋プレートの沈み込みにより形成される広域的なひずみ場の中で屈斜路カルデラから阿寒カルデラにかけての地域が，ひずみが特に集中しやすい「ひずみ集中域」となっていることを示唆する．この地域には第四紀火山が複数存在し地温勾配も高い（北海道立地下資源調査所，1995）．また，昨年度までに報告済みであるが，屈斜路カルデラの中心部にあるアトサヌプリ火山の直下にはメルトの可能性のある低抵抗を示す物質の存在が推定されている．地震活動では1938年以降にM6クラスの浅発地震がこの場所に集中して4回発生している．

この場所で選択的にひずみ集中を起こす機構については，太平洋プレートのカップリングの空間的な不均質，あるいは，下部地殻および上部マントルでの強度異常がその候補としてあげられる（たとえば，Iio et al. 2004）．この地域で観測される高い温度勾配と活動的な火山群の存在は，弾性層の厚さがかなり薄い可能性を示唆しており，温度構造の検討は今後の大きな課題である．また，高密度な地震観測点データを用いて詳細な震源を決定し，特に深さ方向の下限についても検討を行う必要がある．面積ひずみに比べてせん断ひずみでほとんど集中が見られない観測結果は，この地域がせん断ひずみを貯められないような何らかのメカニズムが働いている可能性を示唆するが，過去の地震活動はそれに調和的でない．本研究で展開しているGPS観測点のデータを活用してより詳細な歪場を求めるとともに，過去の地震のメカニズム等を検討することが必要である．また，弾性層の厚さを含めた深さ方向の強度分布について温度や震源を始めとした地表面で得られるデータを基に検討を行うことも望まれる．

○ＧＰＳ観測の継続

これまでに引き続き屈斜路カルデラ内部の詳細なひずみ時間変化を追跡するためＧＰＳ観測を5箇所で継続した．このうち２点においては機器の老朽化のため故障が発生しデータに欠測が生じたが交換により観測を再開した．これらのデータは来年度から開始する屈斜路カルデラ周辺の詳細なひずみ分布解析に向けて利用される予定である．

○1938年屈斜路地震断層の地形地質調査と断層モデルの検討

対象地域で1938年に発生した屈斜路地震(1938, M6.0)地表断層に焦点をあて地形地質に関する検討を（地独）北海道総合研究機構地質研究所と共同で実施した．今年度は，1938年に出現した地震断層のうち，和琴半島付近の状況について調査を実施した．位置特定のため既存資料収集・地表踏査・地下レーダー探査を実施し，地震時に地変が現れた場所の浅部地下構造に関するデータを収集した．当時の写真などを参考にして候補地を選定し，地下レーダーを用いて複数の測線において探査を実施したが，断層構造を示すような明瞭なコントラストは認められなかった．また，1938年地震時に現れた地変の情報をもとに断層モデルの検討を試みた．屈斜路湖が天然のレベルとなって，湖岸の明瞭な沈降や隆起が観察されているが，それを充分に説明できるような断層モデルの推定には至らなかった．観察された地変が断層運動そのものではなく，特に側方流動に伴う地すべり性のものであった可能性もあり，来年度以降はそのような可能性も含めて再度検討を行う予定である．

○熱構造推定のための温度検層データ収集と予察的検討

当該地域はカルデラに位置しており，熱的異常が地震発生および前述したひずみ集中機構に影響を与えていることも考えられる．当該地域には主に地熱開発や温泉利用を目的とした井戸が多数存在していることから，それらの掘削時に得られた温度検層に関するデータの収集を実施した．これまで地質研究所がデータベース化している60か所に加え，今回現地調査で10か所のデータを収集した．屈斜路カルデラは東西径約26km，南北径約20kmの馬蹄形を示しており，カルデラ壁の南壁側の境界は明瞭ではない．カルデラ内の中央部にはアトサヌプリ火山を中心とした溶岩円頂丘群が存在する．カルデラ内にはアトサヌプリ，湯沼，ポンポン山，和琴地獄等の噴気を伴う地熱兆候地や和琴，コタン，池の湯，砂湯，仁伏，川湯等の多くの自然湧出の温泉が分布している．本地域の放熱量の大部分は噴気活動などの現在も続く屈斜路カルデラ内の火山活動によってもたらされているものと推定される．

図3には温度プロファイルを示した．温度プロファイルの形態は大まかには3つのタイプに分類できる．第１は地下浅部の温度勾配が極めて大きく，深部で勾配が小さくなるタイプ，第２は地下浅部での地温勾配が小さく深部で大きくなるタイプ，第３は温度勾配がほぼ一定で直線的に温度上昇するタイプである．これらの３つのタイプはそれぞれ熱水対流系における上昇流型温度分布，下降流型温度分布，伝導型温度分布と呼ばれている．そのほか，アトサヌプリ周辺のコタン，池の湯，砂湯，仁伏，川湯等では浅部の狭い区間で高温泉が流動する側方流動型温度分布を示す．

カルデラ内では，アトサヌプリ等の高温の噴気を伴う地熱兆候地の近傍で上昇流型温度分布を示している．カルデラ壁近傍やカルデラ内の一部の坑井では，伝導型温度分布を示すが，カルデラ内の広い範囲では地表水あるいは天水の下降によって冷却された下降流型温度分布を示している．これらの坑井では，低温部から温度上昇への変換点が，高透水性の地層と低透水性の地層の境界部となっており，この付近で下部からの熱供給量が，上部層の冷却の効果を上回っているものと推定される．

カルデラ内では火山性流体や熱水・地下水の循環流動によって熱の移動が行われていることが明瞭である．冷却系である浅部の高透水層の厚く発達した地域でも地表に噴気孔や高温泉が存在するのは，地下深部からの上昇通路が溶岩円頂丘の火道や断裂系中のセルフシーリングされた部分にあたり，周辺からの冷却から保護されているためと考えられる．

カルデラ外の温度プロファイルは，弟子屈温泉の中心部の坑井で上昇流型や一部で側方流動型温度分布を示すが，それ以外では伝導型の温度分布となっている．

○弟子屈地域の3次元比抵抗構造

今年度は，同地域において比抵抗構造モデルの3次元化を試みた．得られた2次元構造を基に3次元構造を構築し，3次元フォワードモデリングを行った．3次元構造モデルは地下25層からなる．解析範囲の中心には深さ約5kmを過ぎたあたりから抵抗値の低い領域が現れ，それは次第に広がって行く．その比抵抗値と温度圧力条件から，アトサヌプリ火山の直下にメルトあるいはその周辺に広がる

熱水循環域を含む領域の存在が推定される．観測されている地震の絶対数が少ないながらも，図4に示したように幾つかの深さの水平断面図から，特に低周波地震が

液体の存在する領域の外延部で地震が発生している様子がわかる．

地殻変動のモデル計算にはMICAP-G（内藤・吉川，1999）を用いた．また，図の作成にSEIS-PC（中村・石川，2005），国土地理院GEONET F3解および気象庁一元化震源を用いた．

参考文献

Iio, Y., T. Sagiya, and Y. Kobayashi, Origin of the concentrated deformation zone in the Japanese Islands and stress accumulation process of intraplate earthquakes, Earth Planets Space, 56, 831-842, 2004.

北海道立地下資源調所，北海道地温勾配図，1995.

内藤宏人・吉川澄夫，地殻変動解析支援プログラムMICAP-G の開発，地震，52, 101-103，1999.

中村浩二・石川有三,2005，卓上の地震活動解析SEIS-PC for Windows のこの８年, 日本地震学会2005
年秋季大会講演予稿集P153，2005.

Shen, Z. K., D. Jackson, and B. Ge, Crustal deformation across and beyond the Los Angeles basin from geodetic measurements, J. Geophys. Res., 101, B12, doi:10.1029/96JB02544, 1996.

（８）平成23年度の成果に関連の深いもので、平成23年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

大園真子・髙橋浩晃, GEONETデータを用いた北海道におけるひずみの時空間分布, 日本測地学会講演予稿集，P-13，2011.

（９）平成24年度実施計画の概要：

○屈斜路カルデラ内に設置されたGPS観測点のデータを用いてカルデラ周辺の詳細なひずみの分布を推定する．

○温度検層データをもとに温度構造モデルの予察的構築を試みる．

○この地域に最適な地震波速度構造を検討し，それを用いて震源再決定作業を行って震源の下限分布の空間的特性についてデータを得る．

○以上を総合し，この地域にひずみが集中する機構解明のためのモデル化を行うための予察的検討を始める．

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

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

他機関との共同研究の有無：有

北海道立地質研究所　田近淳ほか７名

(11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター

電話：011-706-3212
e-mail：isv-web@mail.sci.hokudai.ac.jp
URL：http://www.sci.hokudai.ac.jp/grp/isv/isv-web/

（12）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者
氏名：髙橋浩晃
所属：北海道大学大学院理学研究院

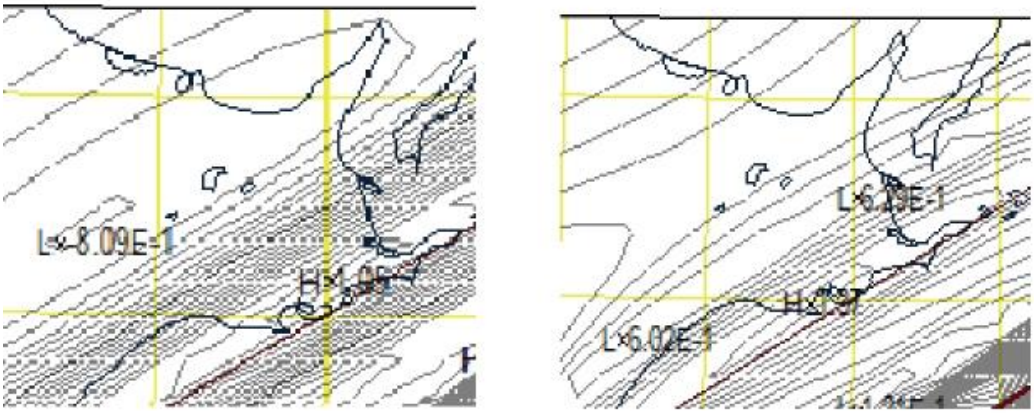


図1．単純化された太平洋プレートの沈み込みモデルより推定された面積ひずみ（左）最大せん断ひずみ（右）の分布．深さ60kmまで完全固着として推定した．数値は規格化されているため意味はない．

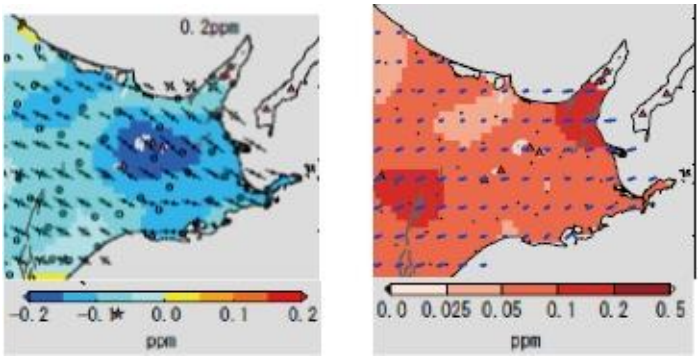


図2．国土地理院F3解とShen et al., (1996)の手法を用いて推定された面積ひずみ（左）最大せん断ひずみ（右）速度の分布．

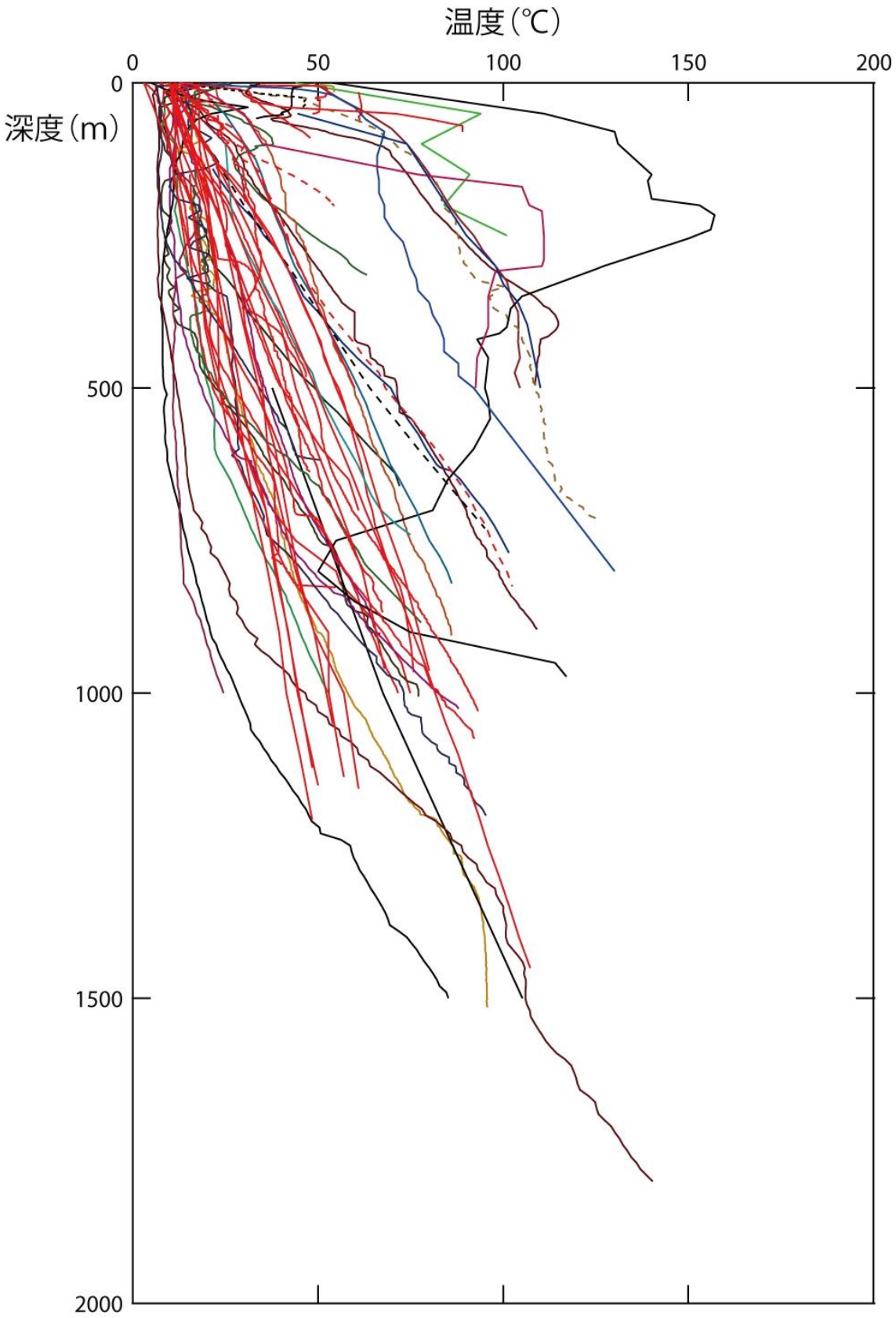


図3. 屈斜路カルデラ周辺の温度検層データに基づく温度プロファイル.

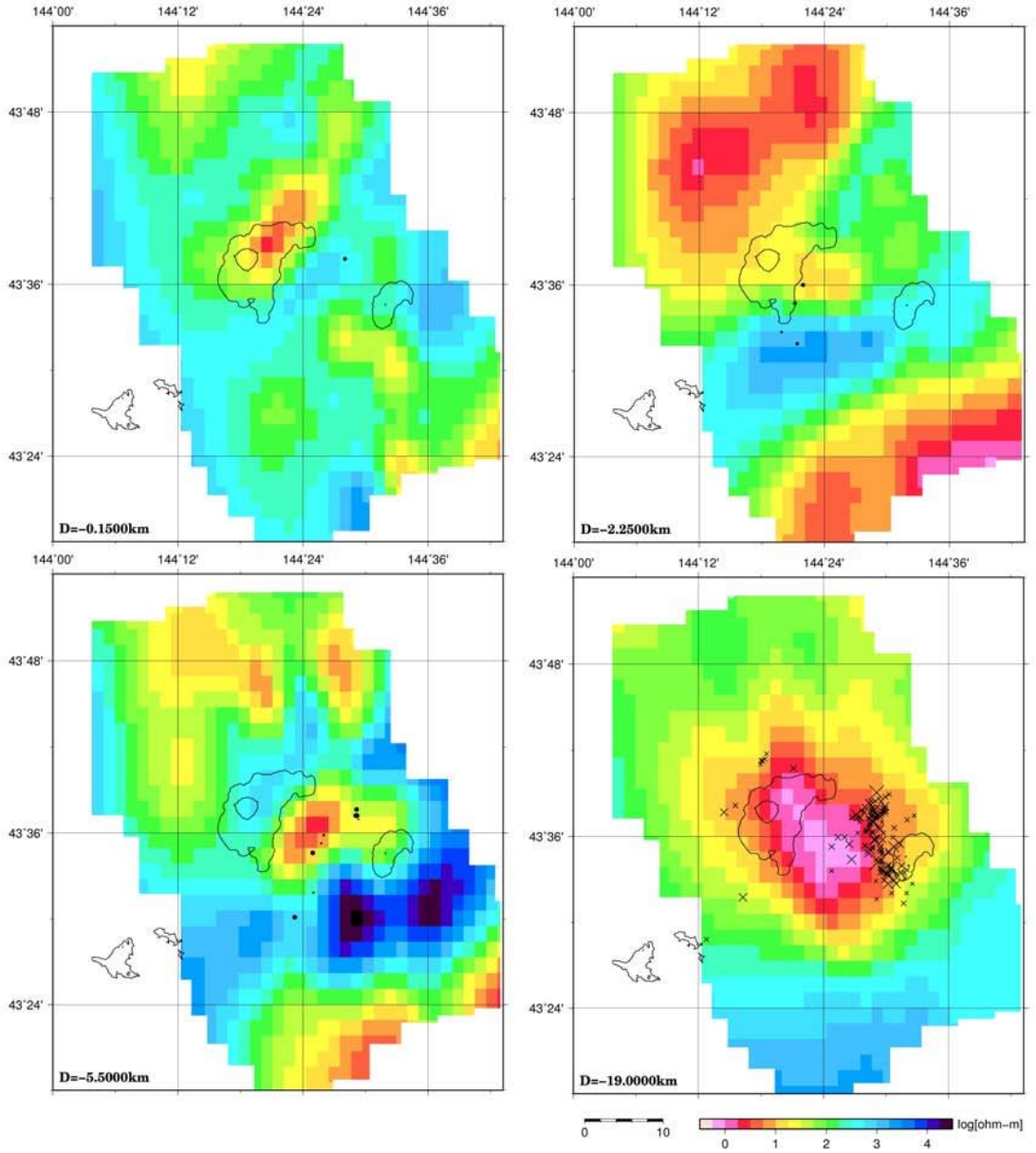


図4. 屈斜路カルデラ地域の三次元比抵抗構造.

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めざす。

B. 電波伝播異常
VHF帯の電波が見通し外に伝播する現象が地震に先行して起こることが内外で

観測されている。北海道大学でも2002年から道内の地震頻発地域で観測開始している。これまでは、異常の検出の有無を統計的に見てきたが、次期計画では見通し外に伝播させる散乱体の検出、その直下の地表での地電位変動観測、大気電場観測により、地表の変動が空間の電波伝播に与えている影響を重点的に観測することにより、伝播異常と地震との関連を説明するモデルの提案をめざす。

C. 電離圏との相互作用

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

D. 応力変動による地磁気変化

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

（6）本課題の5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）平成23年度成果の概要：
A. 地磁気地電位観測
3月11日の地震発生直後から明瞭な地電位変動が見られた。特にえりも観測所では大きな変動がみられた。最初は地震波到達時間に電場，磁場ともに大きな変動が見られた。その後1時間ほどして地電位に大きな変動が観測された，この変動は3月12日の7:00頃まで明瞭であり、それ以降は振幅が小さくなり不明瞭になる。この変動はえりも験潮所で観測された潮位記録とよく対応しており，津波に伴う地電位変動と考えられる。地電位変動は津波の方向と直交するので，地電位変動の方向より津波の到来方向が予測できる。
B.VHF帯電波伝播異常

えりも観測所で89.9MHz（北海道・中標津FM局）の電波を観測していたところ、2010年6月27日より明瞭な異常が観測され、1日当たりの異常観測時間の総和は2010年10月頃をピークとして減少し、異常は2011年2月25日まで続いた。89.9MHzの電波は震源域に近い岩手県北部の葛巻町や種市町にあるFM放送局からも発信されており、これによる電波が異常伝播したと考えることもできる。もし、2月末までの変動が地震に先行する電波伝播異常とすれば、その異常観測時間の総和は20万分以上になり、えりも地域で経験的に作れられた観測時間総和とマグニチュードとの関係式によれば、この総和時間はマグニチュード８～９クラスの地震に対応する。

この異常は2月末以降ほとんど観測されなかったが、4月上旬より再び異常な変動が増加していて、現在でも異常が継続している。しかし，この変動はえりも観測所だけで観測され, 近隣の地点で観測している89.9MHzの電波では観測されないので, それが大地震に関係あるものかどうかわからない。本年度は周囲が開けている観測点では4方向ないし6方向にアンテナを設置して異常伝播の到来方向を調べられるようにした。また，えりも，弟子屈，根室地域では10kmほどの間隔で複数の観測サイトを設置し，異常現象の広がりも調べることとした。各サイトでは1分毎に受信周波数を切り替えていろいろな場所からの電波を受信することにした。2011年11月24日の浦河沖地震（Mw6.2）では，えりも地域の複数のサイトで11月21日，22日に明瞭な異常伝播が観測された。このデータから異常伝播を起こす散乱体の場所やその移動に関する議論ができる。

また，えりも地域のFYSとTYO観測点ではフィールドミルによる大気電場の観測を開始した。VHF帯電波の見通し外伝播を生じさせる散乱体が上空にできる帯電性エアゾゾルのような物質であれば，それが大気電場の変化で観測される可能がある。実際これまでにも数例，電波伝播異常と大気電場変動に相関がみられた例がある。

また，東北，関東地方で地震活動が活発化しているので，福島県会津地域，群馬県沼田地域にも観測点を設置し，大地震と電波異常伝播との関連を調べている。

C. GPSTEC（電離圏総電子数）の観測

C1. 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。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。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。

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300km)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（地震時電離圏変動）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。なお同様の図は9/26/27番衛星を用いても描くことができる。

C2. 東北地方太平洋沖地震後の津波に伴う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TotalElectron Content （TEC）を用いた観測で数々報告されている[Liu et al., 2011, Kamogawa et al., 2012,Kakinami et al., 2012]．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[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100kmの範囲で数TECU（1TECU=1×1016m□2）のTEC減少していることが分かった[Kakinami et al., 2012]．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．

D. 道東地域における地磁気観測

道東地域の既設磁気点では，2009年から地磁気三成分絶対測量を実施している．2011年までに，既設の8か所の磁気点すべてにおいて絶対測量を実施した．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．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．変化率について見ると，1990年代に推定されていた永年変化よりも，2000年代後半の方が明らかに大きくなっており，そのままではNishida et al. (2004)で提案された応力磁気効果モデルとは整合しない．そこで，グローバル地磁気モデル（IGRF-11）を用いて広域の永年変化場を推定し，道東地域にどの程度影響があるかを考察した．その結果，グローバルな変動場は道東地域スケールにも影響を及ぼしており，実際に観測されている永年変化の傾向とも一致することが明らかとなった．想定される地殻活動起源の永年変化を抽出するために，この広域変動場からの偏差に着目して，地点毎の変化率を求めたところ，応力磁気効果モデルに比較的近い分布が得られた．ただし，この結果の有意性については議論の余地があり，観測された永年変化が，広域変動場と誤差範囲で一致していると考えた方が正しい可能性も残されている．その場合には，応力磁気効果仮説は否定されることになるが，現時点でこれを証明するのは難しく，今後の観測結果を待つ必要がある．

（８）平成23年度の成果に関連の深いもので、平成23年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

Heki, K. 2011, Ionospheric electron enhancement preceding the 2011 Tohoku - Oki earthquake, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 38, L17312, doi:10.1029/2011GL0479

Kakinami, Y,, M. Kamogawa, Y. Tanioka, S. Watanabe, A. R. Gusman, J Y Liu, Y. Watanabe and T. Mogi,2012, Tsunamigenic ionospheric hole, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS,, in press

橋本武志・茂木透・西村三治・有田真・清水淳平・井智史・源泰拓・長町信吾，2012，道東地域の地磁気永年変化と三成分絶対測量，北海道大学地球物理学研究報告，75，印刷中

森谷武男，茂木透，2011，長期間の地震エコー監視による近未来地震予測，日本地震学会講演予稿集2011年秋季大会，A32-10

茂木透，橋本武志，髙田真秀，2011，えりも地域で観測された東北太平洋沖地震，津波に伴う地電位変動，地球電磁気・地球惑星圏学会第130回総会及び講演会予稿集，A003-19

（９）平成24年度実施計画の概要：

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

B. 日高、道東、道北地域におけるVHF帯電波伝播異常観測は継続し、伝搬メカニズムの解明を試みる。C. 地震に伴う電離層総電子数（TEC）の変化や大気圏での変化をGPS衛星データを用いて調べ、その原因を探る。そのため大気電場の観測も継続する。

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

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

北海道大学理学研究院　6 名

総括　茂木透

ULF 電磁場観測；茂木透、髙田真秀

VHF 電波伝播観測：森谷武男、茂木透、渡部重十、髙田真秀

電離層変化観測：日置幸介、渡部重十

地磁気変動観測：橋本武志、茂木透、髙田真秀

他機関との共同研究の有無：有

東京大学地震研究所：上嶋誠、京都大学防災研究所：大志万直人、九州大学理学研究院：湯元清文、

東海大学海洋学部：長尾年恭、千葉大学理学研究科：服部克己

(11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター
電話：011-706-4679
e-mail：mogitisv@mail.sci.hokudai.ac.jp
URL：http://www.sci.hokudai.ac.jp/grp/isv/isv-web/

(12) 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

課題番号：1006

（1）実施機関名：
北海道大学

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

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

（4）その他関連する建議の項目：
1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進
(3) 地震・火山現象に関するデータベースの構築
ア．地震・火山現象の基礎データベース

（5）本課題の5ヶ年の到達目標：
現在の津波解析および津波波高予測は地震波データ等から推定される地震断層モデルを利用して行われる。しかし、海底地すべりや海底噴火等、津波の励起は地震波の励起から予測することが難しい場合がある。本研究では、地震断層モデルを用いるのではなく、観測された津波波形から直接海面変動を推定し、津波波高を予測する手法を開発する。さらに、リアルタイムで予測を行うために、観測津波波形の増加とともに再推定を行い、津波波高の予測精度を逐次に改善していく手法を開発する。最後に、巨大津波被害発生時には津波予測改善を目指し、国際協力研究として緊急津波調査研究を実施する場合がある。

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

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

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

（６）本課題の５ヵ年計画の概要：

21 年度

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

22 年度

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

23 年度

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

24 年度

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

25 年度

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

（７）平成 23 年度成果の概要：

●津波予測向上に向けた 2011 年東北地方太平洋沖地震の震源過程解析

2011 年東北地方太平洋沖地震の震源過程と津波波形データ・GPS 地殻変動データ・海底地殻変動データと用いて解析した。津波波形としてまず海底津波計（TM1,TM2(東京大学・東北大学)，KPG1,KPG2(JAMSTEC)）,GPS 津波計（GPSB802, GPSB804, GPSB803, GPSB806）, DART-NOAA(21401,21413, 21418, 21419), 検潮記録（えりも、森、勝浦（GS11）、伊東(GS19)）で記録された津波波形を使用する。陸上 GPS の地震時地殻変動観測記録は図 7 に示す（JPLftp://sideshow.jpl.nasa.gov/pub/usrs/ARIA）を使用した。それに加え海上保安庁が観測した海底 GPS 音響結合式地殻変動観測データ（釜石沖 1，2，宮城沖 1，2，福島沖，海上保安庁）も使用した。小断層は長さ 50km 幅 40km とし 45 個断層面上に配置した。走行 202°に固定した。傾斜角はプレートの形状に沿って変化させた。GSP データ・海底 GPS データ・津波波形データの同時インバージョンにより各小断層のすべり量とすべり角を推定した。インバージョンにより得られたすべり量分布を図 1a に示す。最大で 44m のすべり量が推定され、最も海溝よりでも 40m を越えるすべり量が推定された。地震モーメントは 5.5×1022Nm(Mw9.1)と推定された。長周期の津波は非常に良く再現されているが、海底津波計 TM1,TM2 や GPS 津波計 GPSB2,GPSB4 に見られる短周期の津波はまだ波高が足りない。Tanioka and Seno (2001)が明治三陸津波地震の津波波形解析に用いた海溝軸近傍のバックス

トップ前の堆積物の変形による効果を計算し再インバージョンを実施した。結果を図 1b に示す。図 2 に観測津波波形と計算津波波形の比較を示す。短周期の津波はすべり量分布だけよりも上手く説明できているのが分かった。短周期の津波の成因は明治三陸津波地震の津波が大きくなった原因として提案された付加体の効果があったと思われる。

●2011 年東北地方太平洋沖地震の津波遡上高及び津波堆積物調査

2011 年東北地方太平洋沖地震の津波の津波浸水高・津波遡上高調査は全国の大学及び関連機関が合同で調査を実施しているが、ここでは北海道大学で実施した調査結果だけをまとめる（図３）。図 3 には 1896 年明治三陸津波地震による津波遡上高と 1933 年昭和三陸地震による津波遡上高も合わせて示す。今回の津波は岩手県沿岸で 30m を超える津波となっていることが分かる。さらに宮城県や福島県でも 20m 近くの津波となっており、明治や昭和の三陸津波よりも広範囲で津波が大きくなっている様子が分かる。さらに白浜や綾里では今回の地震による津波よりも明治や昭和の三陸津波が大きかったことも明らかになってきた。今後数値計算等により、その原因を明らかにする必要がある。

2011 年東北地方太平洋沖地震の津波で形成した堆積物の分布，層相，堆積構造について詳細な野外調査をおこなった。調査範囲は，青森県三沢海岸，および，岩手県久慈市から大槌町で，なるべく自然の状態に近い海岸で調査した。下記のような特徴が明らかになった。１）津波が押しよせた海岸では，砂丘や段丘崖の侵食が顕著であった。２）津波堆積物は，侵食域の背後で厚く堆積しており，侵食域から離れると層厚は一気に薄くなるが，浸水限界まで分布する。

３）海岸付近に侵食されやすい地形がないと，津波堆積物は薄く，分布はパッチ状である。また，分布域に防潮堤，崖，密度の高い森林があると，層厚は減衰する。４）津波堆積物は主に砂で，海岸からの距離に応じて細粒化する。また，軽鉱物の割合が増加する。５）津波の波高と，堆積物の厚さ・粒径の間には，顕著な関係は見られない。

●超巨大地震による津波遡上高即時推定手法の開発

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。これらをリアルタイムで実施する手法を開発した。本手法を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。まず、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4 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 4 青)。走行 207 度、Mw は 9.0 と比較的良好な結果が得られた。図 4 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 5 には図 4 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遡上域・津波高とも過小評価になっていることが分かる。しかし地震発生後 10 分間の地震波形を用いた結果では比較的上手く津波遡上域と津波高を予測できていることが分かる。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 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。本津波遡上リアルタイム予測手法の有効性が確かめられた。

（8）平成 23 年度の成果に関連の深いもので，平成 23 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

[1]Gusman, A. R., Y. Tanioka, and T. Takahashi, Numerical experiment and a case study of sediment transportsimulation of the 2004 Indian Ocean tsunami in Lhok Nga, Banda Aceh, Indonesia, Earth PlanetSpace, in press.

[2] Tanioka, Y., and A.R. Gusman, Slip distribution of the 2011 Tohoku-oki earthquake, The 7th Taiwan-Japan Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation in 2011 ? Typhoon MORAKOT & 311 Earthquakein Japan, ed. C. Shieh, published DPRC, NCKU, 1-9, 2011.

（9）平成 24 年度実施計画の概要：

Wフェーズからインバージョンにより得られる地震メカニズム･地震モーメント解析結果から断層モデルを作成し、津波波形が観測された時点ですべり量分布に反映させ、逐次モデルを改善させ、地域の津波遡上域・遡上高の推定精度を上げる手法の開発を実施する。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．遠地津波に対しては観測津波波形から日本への津波を予測する手法を開発し2006 年中千島沖地震により発生した津波に適用する。

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

谷岡勇市郎・西村裕一

他機関との共同研究の有無：有

東京大学地震研究所

(11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先：

部署等名：北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター

電話：011-706-3591
e-mail：mccopy_mm@mail.sci.hokudai.ac.jp
URL：http://www.sci.hokudai.ac.jp/grp/isv/isv-web/

（12）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

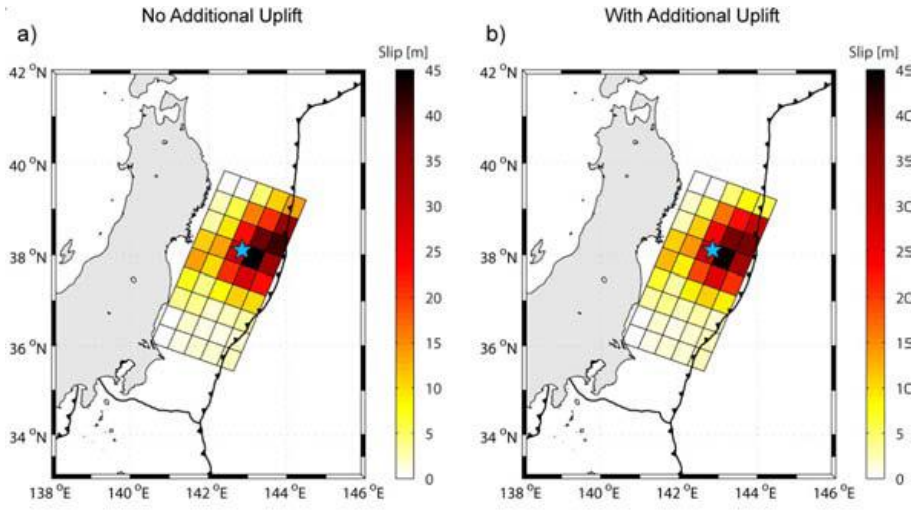


図1．津波波形とGPS観測・海底GPS観測による地震時地殻変動の同時インバージョンにより推定した2011年東北地方太平洋沖地震のすべり量分布（a）と海溝軸近傍での堆積物の変形を考慮したすべり量分布（b）

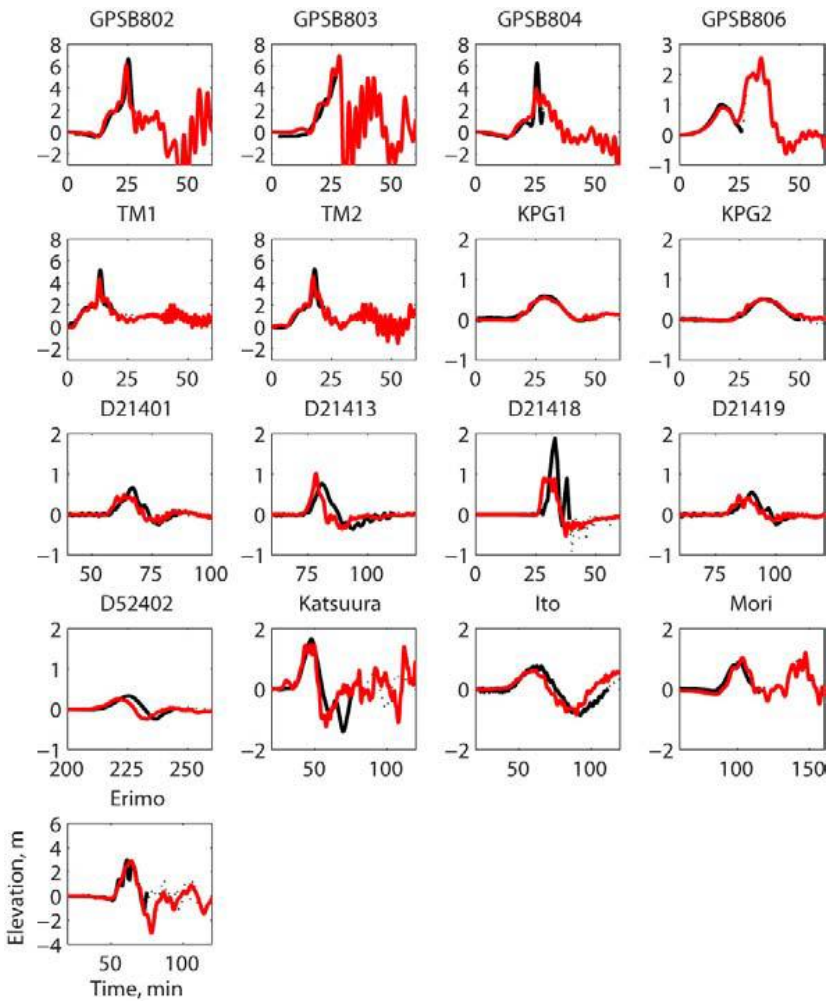


図 2. 海溝軸近傍での堆積物の変形を考慮した場合の観測津波波形（黒）と計算津波波形（赤）の比較。

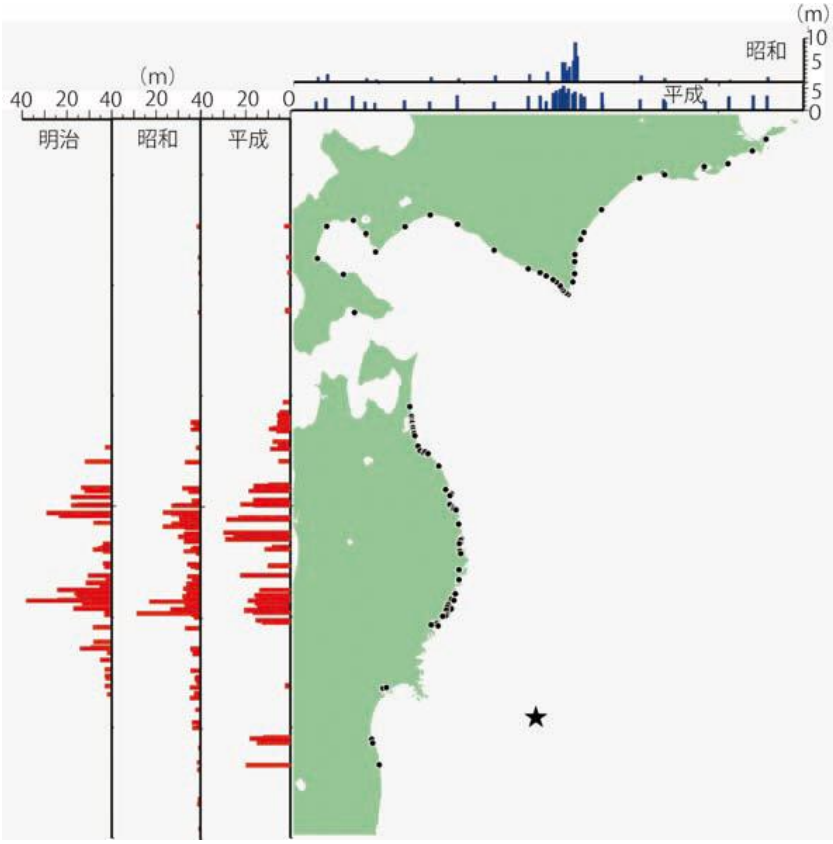


図3．2011年東北地方太平洋沖地震による津波遡上高調査結果と1896年明治三陸津波や1933年昭和三陸津波との比較

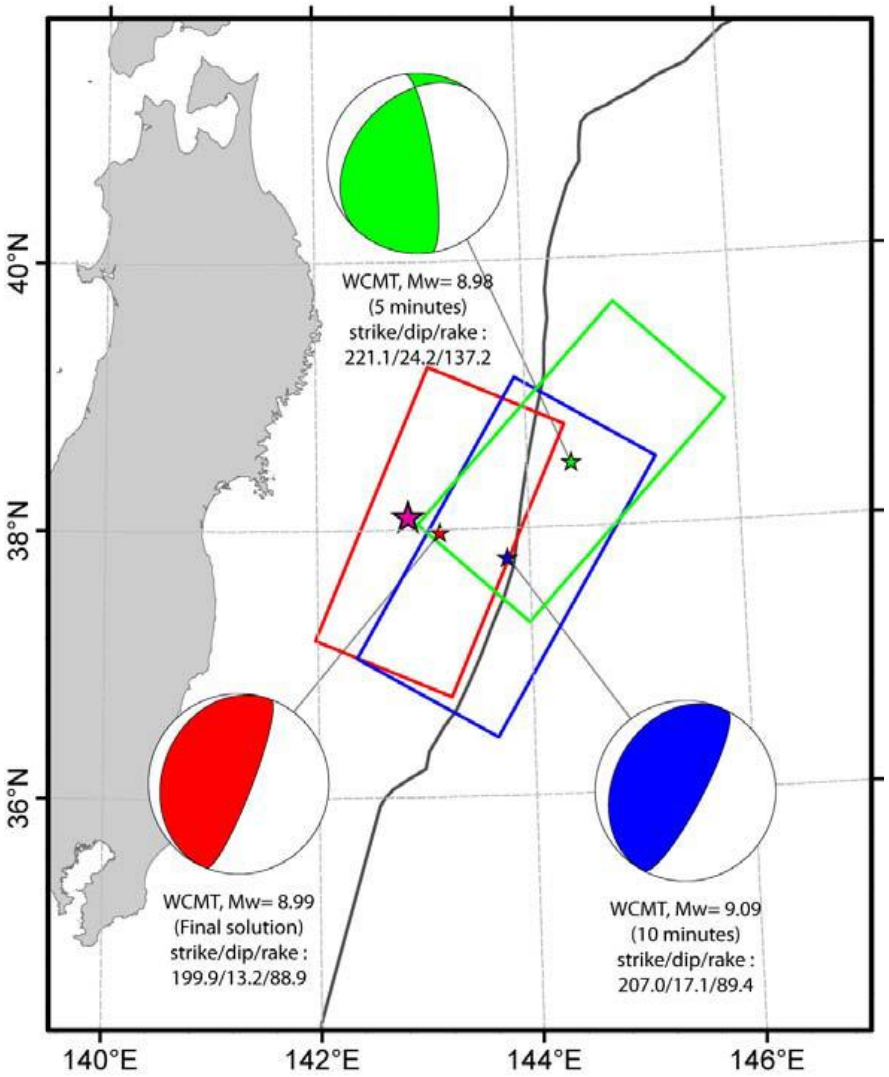


図4. Wフェーズを用いた地震波形インバージョンの結果と推定された断層モデル。黄緑は地震発生から5分間の地震波形を用いて推定。青は地震発生から10分間の地震波形を用いて推定。赤は遠地地震波形を含めて推定。

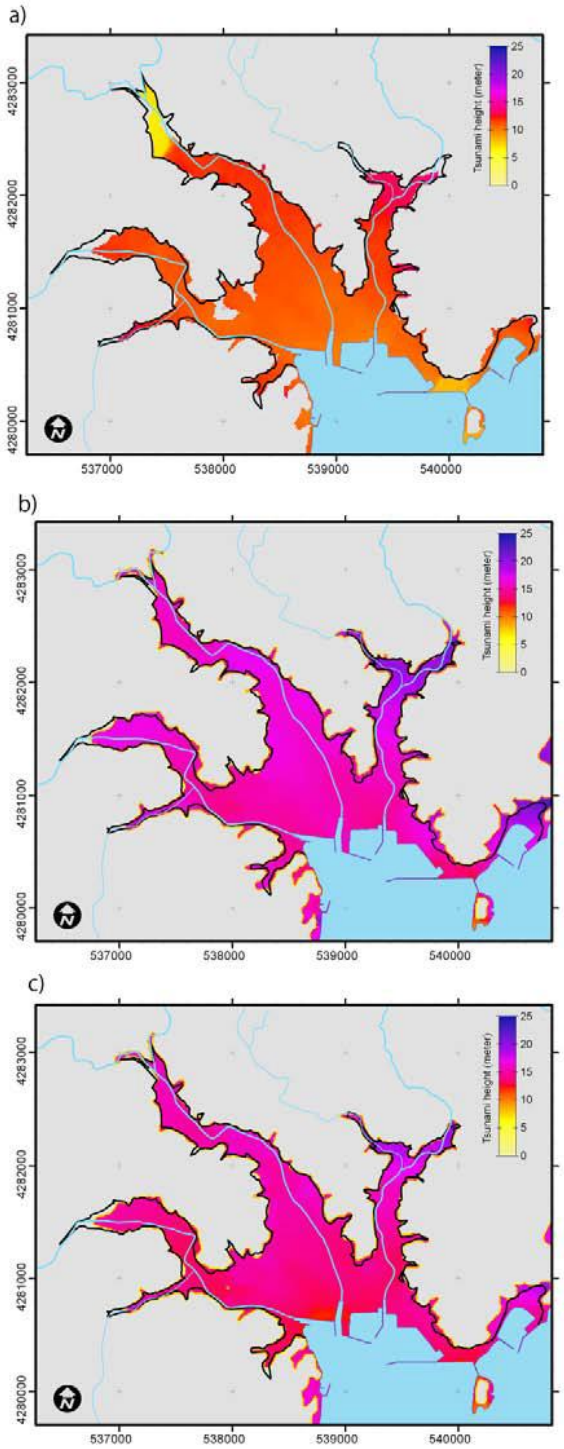


図5. 南三陸町での津波遡上予測結果。a）地震発生から5分間の地震波形から推定された断層モデルから計算された津波遡上域と津波高。b）地震発生から10分間の地震波形から推定された断層モデルから計算された津波遡上域と津波高。c）遠地波形も含めた断層モデルから計算された津波遡上域と津波高。太線は東北地方太平洋沖地震の津波遡上域

課題番号：1007

（1）実施機関名：
北海道大学

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

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

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

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

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

を総合し，法的な規制などを考慮して，掘削地点を選定する．

2011 年度の計画概要：　火山噴出物の分布と熱水系の発達が想定される地表から深度 200mまでワイヤーライン工法により掘削する．その後，拡孔して検層を行い，その解析を実施する．また，ボーリングコアの火山地質学的・岩石学的解析から噴火履歴や噴火様式の時間変化について検討する．コア物性試験を実施し，必要に応じて観測から推定された構造の再解析を行う．

2012 年度の計画概要：　掘削データやカッティングスの地質学的・岩石学的な鑑定に基づいてスポットコアを採取しながら深度 200mから 500mまで掘削し，掘削データや検層結果などに基づいて孔井仕上げを行う．検層と解析，コア・カッティングスの地質学・岩石学的分析，コア物性試験，必要に応じて観測から推定された構造の再解析を行う．

2013 年度の計画概要：　揚水試験などの孔井内計測と，地層水・ガスの採取・分析を行う．多層同時仕上げを試行し，水位・水温観測を開始する．掘削データ，孔井地質，検層解析結果，揚水試験，地層水・ガスの分析結果を総合し，既存の孔井資料と合わせ，水蒸気爆発の発生や熱水系の発達に関係する浅部水環境（透水層分布や透水係数等の水理定数）を把握し，噴火発生場の特性や貫入マグマの冷却過程を検討する．また，現地検討会による総括と取りまとめを行う．

（7）平成 23 年度成果の概要：

今年度は本課題の中核をなす深度 500m 試錐探査の初年度にあたり、深度 200mまで試掘を行う計画であった．しかし試掘終了後の保孔や試掘再開始時の孔内状況確認、浚渫など余分な作業を伴う複数年度にわたる掘削よりも、深度 500mまで一連の試錐探査として実施する方が、掘削工程が合理的で、余分な経費も削減でき、目的を達成するために無理のない試錐探査計画になる．そこで試錐探査は今年度と次年度の計画と合わせて実施することにし、今年度は昨年度までに得られた人工地震探査、低高度稠密空中磁気測量や熱観測データの解析を進めた．

●人工地震探査

探査は 2001 年と同様に 2000 年新山を概ね南北に横断する測線を設け、15m間隔で地震計を設置、ダイナマイトで起振した．起振間隔は屈折法で 100m、反射法では 30m間隔である(図１　C)．屈折法では標高 30m程度までの P 波速度構造が求められた(図１　A)．2001 年の結果と比較すると、2000 年新山の北腹(A 領域)や噴火口分布域の標高 100m付近(B 領域)、およびその下部(D 領域)、2000 年新山の南腹(C 領域)で P 波速度の増加が認められた．なかでも B 領域や D 領域は噴火活動終息直後から始まる沈降の中心にあたる新山頂部に位置し、一つの沈降原因と考えられる圧密が深部にまで及んでいること、更に２つの領域に分かれていることは岩相を選択して圧密が進行したことを想定させる．同様に A 領域表層部での速度増加は堆積した噴出物の圧密が原因と考えられる．これらに対し D 領域の速度増加は説明が難しく、疑問が残る．

一方、速度低下は A 領域内下部や、A 領域の北側に認められる．このうち A 領域北側は 2000 年新山の山麓から山腹にかけた地域で、新山成長期に強い圧縮を受けて

いたが、それが沈降の進行とともに弛緩し、この領域の速度低下を引き起こしているのかもしれない．A 領域下部の速度低下は、その西方の広い範囲で 2001 年から 2003 年をピークとした表面熱活動の盛衰が認められており、これに関係した熱水系の衰退が原因しているかもしれない．

反射法では重合数が少ない測線両端で反射面が求まらなかったが、2001 年の反射断面にも存在する反射面が標高 50m付近および海面下 50m付近に認められた(図１B)．上方の反射面は 2001 年に較べて測線の北半分では深く、測線の南半分では同じ乃至やや浅くなっているように見える．測線の北半分の反射面は速度構造断面の A 領域内下部に認められる速度低下を示す領域に、南半分は B 領域の速度増加域に対応し、反射面の不一致は速度構造の変化に関係しているのかもしれない．下方の反射面は測線の北半分では上方と同様に深く、測線南半分では一致しているように見えるが乱れが大きい．しかし、反射面の深度方向の変化は大きく、可能性は指摘できるものの疑問が残る．

両構造変化とも活動終息後の活動に関係しているように見える変化がある反面、疑問の残る変化もあり、構造変化については、試錐探査結果を加味して再吟味を行う必要があろう．

●低高度稠密空中磁気測量

火山活動と無関係な地磁気永年変化成分について地上の連続観測データおよびグローバルモデルを用いて検討するとともに、空間エイリアシングの影響を最小限に抑えながら時間変化成分の抽出を可能とすることを目指して開発された拡張交点コントロール法を適用して、直流成分まで含めた 10 年間の地磁気異常時間変化の最終結果を得た(図２ A)．更に、得られた地磁気異常時間変化に含まれるオリエンテーション効果による見掛けの変化を等価アノマリ解析によって評価し、この効果は測定誤差範囲内にとどまることを確認した．また、昨年度に求めた共通リダクション面上での単純差分処理による暫定的な地磁気異常時間変化が最終的な地磁気異常時間変化と類似したパターンを示し、単純な共通リダクション面上での差分処理でも有意な結果が得られていることを確かめた．

両地磁気異常時間変化図には 2000 年新山域，山頂火口原および昭和新山の 3 地域に冷却帯磁傾向が認められた．それらはいずれも地上観測でとらえられていた帯磁傾向と調和し、空中磁気測量からの推定の正当性を確認した(図２ B)．加えて最終の地磁気時間変化図には、昭和新山屋根山など，従来の観測では知られていなかった場所にも測定誤差を超える変化が示唆された．これらは地上観測等で確認する必要があるが、拡張交点コントロール法の分解能の高さを示していると言えよう．

ところで 20 世紀中の噴火活動で形成されたドームや火口のなかで、1910 年の噴火で生じた明治新山付近には有意な変化は認められなかった．これは、地上観測でとらえられている 2000 年新山での地磁気変化が時間とともに鈍化していることとあわせ、貫入マグマのサイズや冷却過程を考えるうえで興味深い．

九重山に続き、有珠山でも時間変化が検出できたことは地磁気時間変化の検出における繰り返し空中磁気測量の有効性・実用性をさらに確実なものとした．また最初の適用例ではあったが、拡張交点コントロール法は微弱な地磁気時間変化を検出

できる可能性のあることも示唆された.

●熱観測

昨年度に実施した空中赤外熱映像観測や氷熱流計による定点観測の解析を進めるとともに、既存の観測データをあわせて 2000 年新山地域および 1977-82 年噴火の活動期となった山頂部における熱放出率の経年変化を整理し、比較をおこなった(図３).

まず噴気による放熱量についてみると、2000 年新山地域では噴火活動終息直後の放熱率は 500MW 前後であったが、約 10 で 1MW 以下にまで低下した．一方、1977-82 年噴火活動で山頂火口原に生じた火口からの噴気による放熱率は、活動開始から２年後にピークに減少に転じるものの活動終息から 10 年後でさえ約 10MW を保持している．同じ傾向は噴気地からの放熱の経年変化にも表れている．2000 年新山地域の噴気地は噴火終息直後から拡大し始め、2003～5 年をピークに熱活動の低下を示唆するように植生が回復し始めた．このことと 2006 年から 2010 年の間に放熱量が半減したことを合わせると噴気地からの放熱率は噴気地の拡大とともに増大し、2003～5 年をピークに減少に転じたことをうかがわせる．これに対し 1977-82 年の噴火活動で生じた噴気地からの放熱量は、噴火活動が終息してから約 30 年が経過した現在でも約 40MW を保っている.

このように噴気による放熱量、噴気地からの放熱量とも山頂火口原に比べて 2000 年新山地域では急速に低下した．この原因としては表面熱活動を支える貫入マグマの量が 1977-82 年噴火よりも 2000 年噴火の方が少ない、あるいは同程度であったとすると熱水循環システムの発達の違いなどが考えられる. 同地域で行われる試掘調査結果をまって、この原因の特定を進める必要があろう.

（８）平成 23 年度の成果に関連の深いもので, 平成 23 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）:

橋本武志・宇津木充・中塚　正・大熊茂雄・小山崇夫・神田　径・鈴木敦生・有珠山空中磁気探査グループ, 繰り返し空中磁気測量で検出された有珠山の全磁力変化日本地球惑星科学連合 2011 合同大会予稿集、2011.

大島弘光・青山　裕・松本聡・清水　洋・筒井智樹, 有珠山 2000 年新山における人工地震探査、日本火山学会秋期大会予稿集、2011.

Hashimoto,T., M. Utsugi, T. Nakatsuka, S. Okuma, T. Koyama, W. Kanda, Temporal magnetic changespossibly due to cooling magmas as revealed by repeat helicopter-borne magnetic surveys over an activevolcano, Proceedings of the 10th SEGJ International Symposium, Kyoto, 276-279, 2011.

寺田暁彦・吉川　慎・大島弘光・前川徳光・松島喜雄、空中赤外観測に基づく噴気地および火口湖面からの放熱量推定－有珠火山・登別火山・北海道駒ケ岳火山－, 北海道大学地球物理学研究報告, 75, 25 － 41, 2012.

松島喜雄・大島弘光・森濟・前川徳光・鈴木敦生・寺田暁彦・鍵山恒臣、携帯型赤外カメラを用いた航空機による地表面温度測定（2006）?有珠火山・登別火山・樽前火山?、北海道大学地球物理学研究報告, 75, 43 － 58, 2012.

（9）平成 24 年度実施計画の概要：

平成 23 年度に実施を予定していた深度 200mまでの探査を合わせて一連の試錐探査として深度 500mまで試掘を行う．さらに、可能ならば最終年度に予定している揚水試験などの孔井内計測と，地層水・ガスの採取も実施する．

試掘は地表から深度 200mまで掘削後、保孔のためにケーシング管を挿入して深度 500mまで掘り進める．未個結な火山噴出物が想定される深度 200mまではスリーブ内蔵二重管サンプラー等を用いコア採取率を高める．これ以深のコア採取はスポットコアをとするが、場合によってはワイヤーライン工法によるコア採取も行う．検層は 200m掘削完了後、および 500m掘削完了後に実施し、最後に揚水試験などの孔内計測を実施する．取得されたコアの火山地質学的・岩石学的記載および解析は、適宜、行うとともに、検層解析を進める．また揚水試験などの孔内計測はコア解析や検層解析結果に基づいて計測対象とする深度を決定する．なお、なお、地質の状況によっては予定深度までの掘削に時間を要し、探査の完了が年度をまたぐ可能性がある．

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

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

他機関との共同研究の有無：有

秋田大学工学資源学部筒井智樹（　代表者　）
東北大学大学院理学研究科植木貞人（　〃　）
東京大学地震研究所　中田節也（　〃　）
東京工業大学火山流体研究センター野上健治（　〃　）
京都大学大学院理学研究科　鍵山恒臣（　〃　）
九州大学大学院理学研究院松本　聡（　〃　）
京都大学防災研究所　井口正人（　〃　）
鹿児島大学大学院理工学研究科小林哲夫（　〃　）

研究協力機関

室蘭工業大学大学院工学研究科後藤芳彦（　〃　）
産業技術総合研究所　松島喜雄（　〃　）
北海道立地質研究所　岡崎紀俊（　〃　）

(11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター
電話：0142-66-4011/011-706-4677
e-mail：oshima@uvo.hokudai.ac.jp / hasimoto@mail.sci.hokudai.ac.jp
URL：

（12）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）

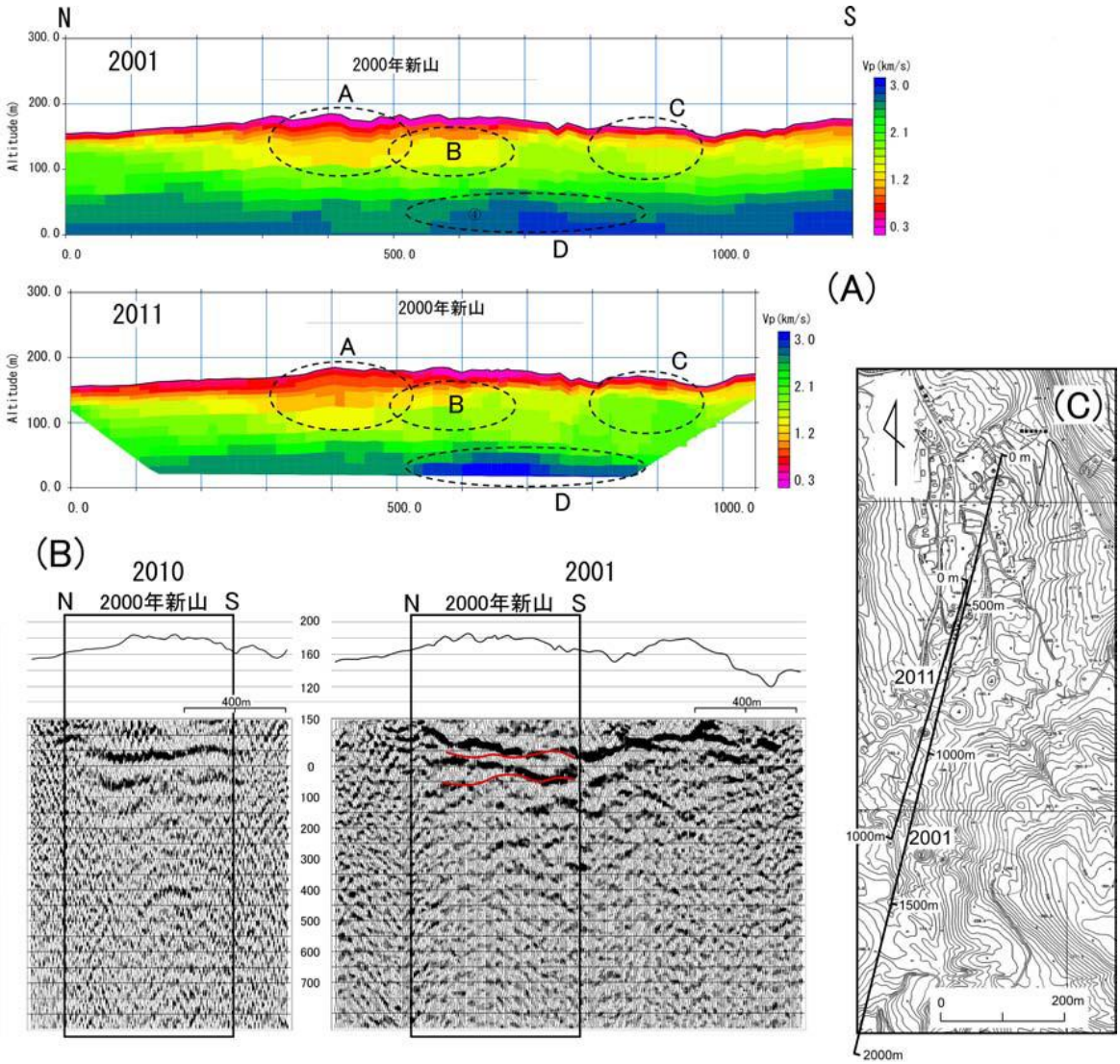


図1．2001年と2011年に実施した人工地震探査で得られたP波速度構造、反射断面の比較。(A)P波速度構造の比較。(B)反射法解析により得られた反射断面の比較。図中に示した枠内が対応する領域、また赤線は2011年の断面上部に顕著な二つの反射面のトレース。(C)2011年および2001年の測線位置図。

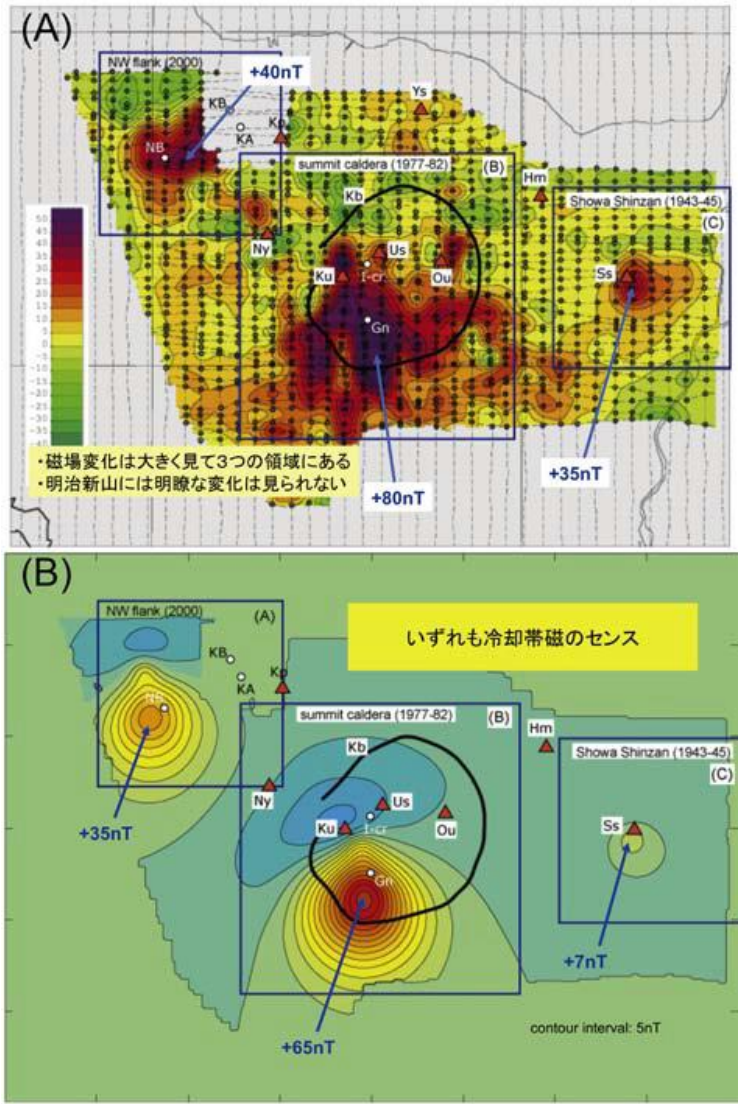


図2．拡張交点コントロール法を適用して得られた2000年6月から2010年9月の間の地磁気異常時間変化(A)および地上測量から推定される双極子による磁場（10年間相当）を共通リダクション面に投影した地磁気異常(B)．四角枠(A)が2000年新山地域、四角枠(B)が山頂火口原地域、四角枠(C)は昭和新山地域である．

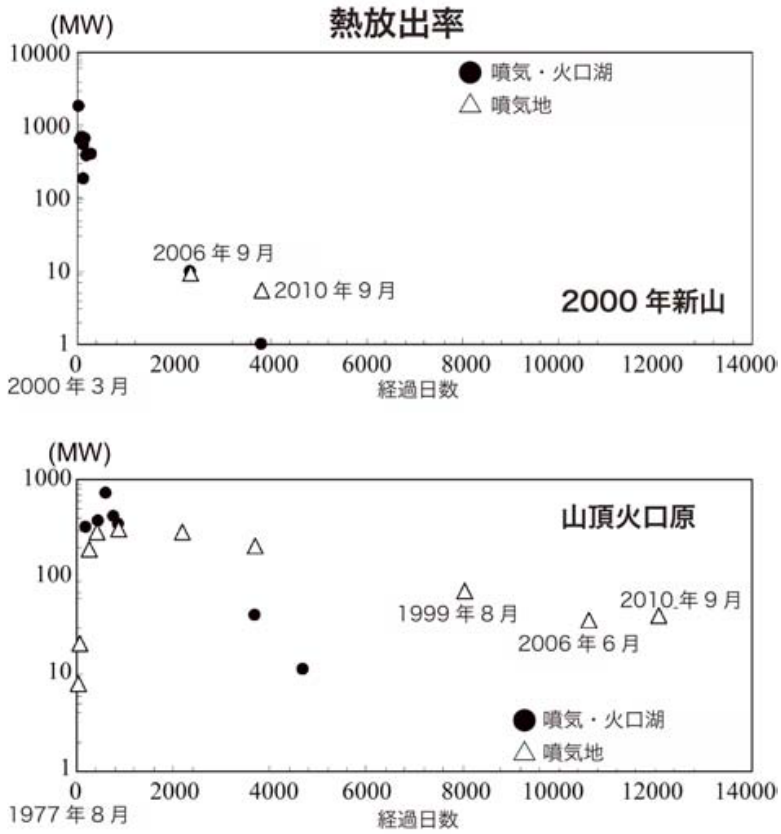


図3．2000年新山地域(上段)および山頂火口原(下段)からの熱放出率の経時変化．両図とも横軸は最初の噴火発生年月日からの経過日数

Ⅱ　研　究　活　動

１．研究テーマ

○地震観測研究分野

谷岡勇市郎

Slip distribution of the 2011 Tohoku-oki earthquake

Yuichiro Tanioka, Aditya R Gusman

1. Introduction

The 2011 Tohoku earthquake occurred within the Japan Trench subduction zone where the Pacific plate subducts beneath the Okhotsk plate. A large tsunami was generated by the 2011 Tohoku megathrust earthquake and devastated the coastal area along the north east coast of Honshu. The National Police Agency of Japan has confirmed casualties of about 16,000 deaths, 4,000 people missing, and 6,000 injured. The tsunami was observed by tide gauges, pressure gauges, GPS buoys, and devastated the coastal area along the north east coast of Honshu. The National Police Agency of Japan has confirmed casualties of about 16,000 deaths, 4,000 people missing, and 6,000 injured. The tsunami was observed by tide gauges, pressure gauges, GPS buoys, and Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis (DART) buoys that are located offshore and across the Pacific Ocean. A dense Global Positioning System (GPS) network of the Earth Observation Network (GEONET) on main islands of Japan that is maintained by Geospatial Information Authority of Japan (GSI) detected coseismic and postseismic displacements due to the 2011 earthquake. Crustal movement monitoring at underwater reference stations off the east coast of Tohoku reveals that coseismic displacement there due to the earthquake are large up to 24 m of horizontal motion.

Previous studies indicated that large slip beneath a sedimentary wedge near the trench caused large horizontal movement of backstop and that generated large additional uplift of the sediment [*Seno*, 2000; *Tanioka and Seno*, 2001; *Seno and Hirata*, 2007]. Those studies indicated that this additional uplift of sediment near a trench has large effect on tsunami generation. The uplift of sediments near the trench can be calculated from the horizontal movement of the backstop [*Tanioka and Seno*, 2001]. In this paper, we estimate the source model of the 2011 great Tohoku earthquake using tsunami waveforms, GPS data on main Islands of Japan and seafloor crustal deformation data.

2. Results

The maximum slip amount is estimated to be 48 m and the major slip region is located up-dip of the hypocenter with dimensions of roughly 250 km long and 160 km

wide(Fig.1a). The earthquake ruptured the plate interface from the hypocenter all the way to the trench with large slip amount, about 42 m, near the trench. The seismic moment calculated from estimated slip distribution is 5.3×10^{22} N m (Mw 9.1) by assuming the rigidity of 4×10^{10} N m^{-2}. The estimated average rake angle from the slip distribution is 84° (Fig.1b). The slip distribution generated sea surface deformation with a maximum water level of 11 m above mean sea level. The calculated horizontal and vertical displacements at GPS stations and at seafloor reference points resemble the observations. Comparisons between the calculated and the observed horizontal and vertical displacements are shown in Fig.1a and 1c. We compare the simulated tsunami waveforms from the estimated slip distribution with the observed tsunami waveforms at sea level observation stations in Fig.2. Overall, observed tsunami waveforms are well explained by simulated tsunami waveforms. However, small discrepancies of about 2 m between the observed and simulated tsunami waveforms remain at the stations near the tsunami source area (TM1, TM2, GPSB802, GPSB803, and GPSB804). We discuss this discrepancies further in the next section.

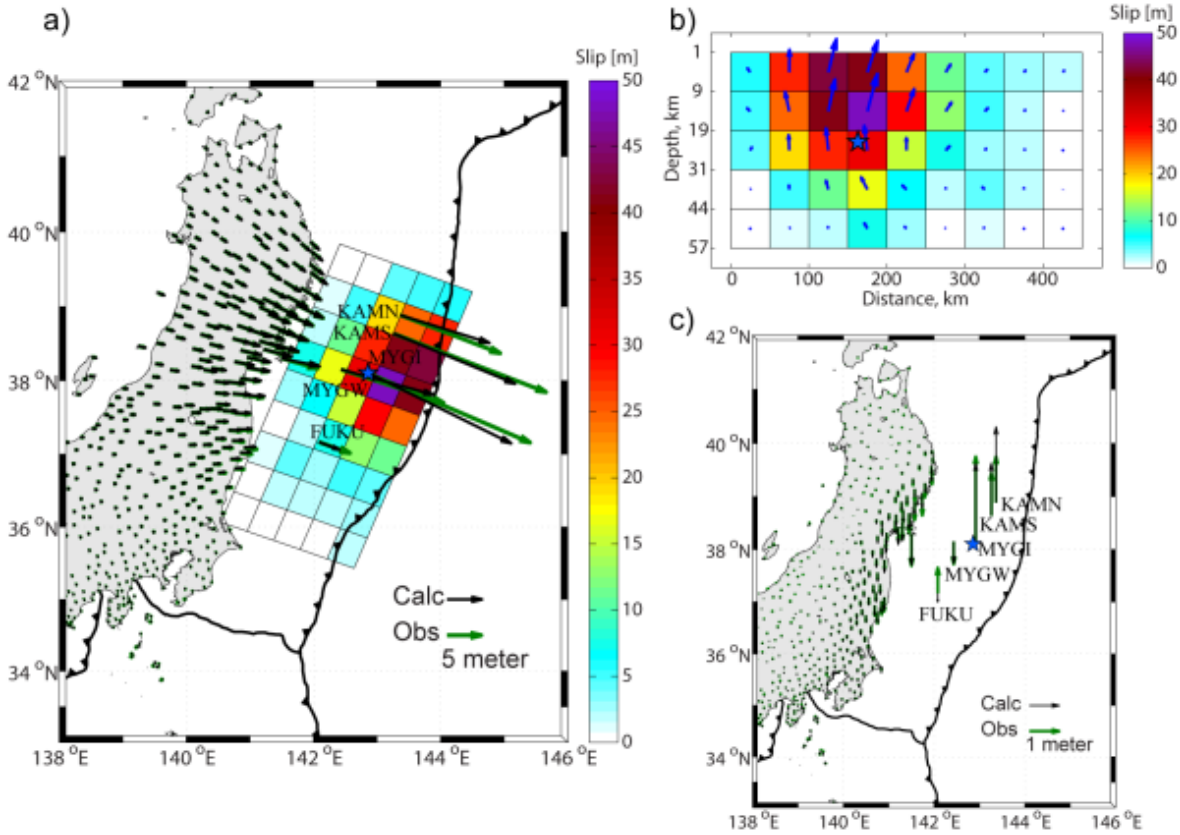


Fig.1. a) Slip distribution of the 2011 Tohoku earthquake estimated from tsunami waveforms and crustal deformation data. Blue star represents the epicenter, green arrows and black arrows represent observed and calculated horizontal coseismic displacements, respectively. b) Slip distribution along strike, blue arrows represent rake angles on every subfault, blue star represents the hypocenter. c) Comparison

between observed and calculated vertical coseismic displacements.

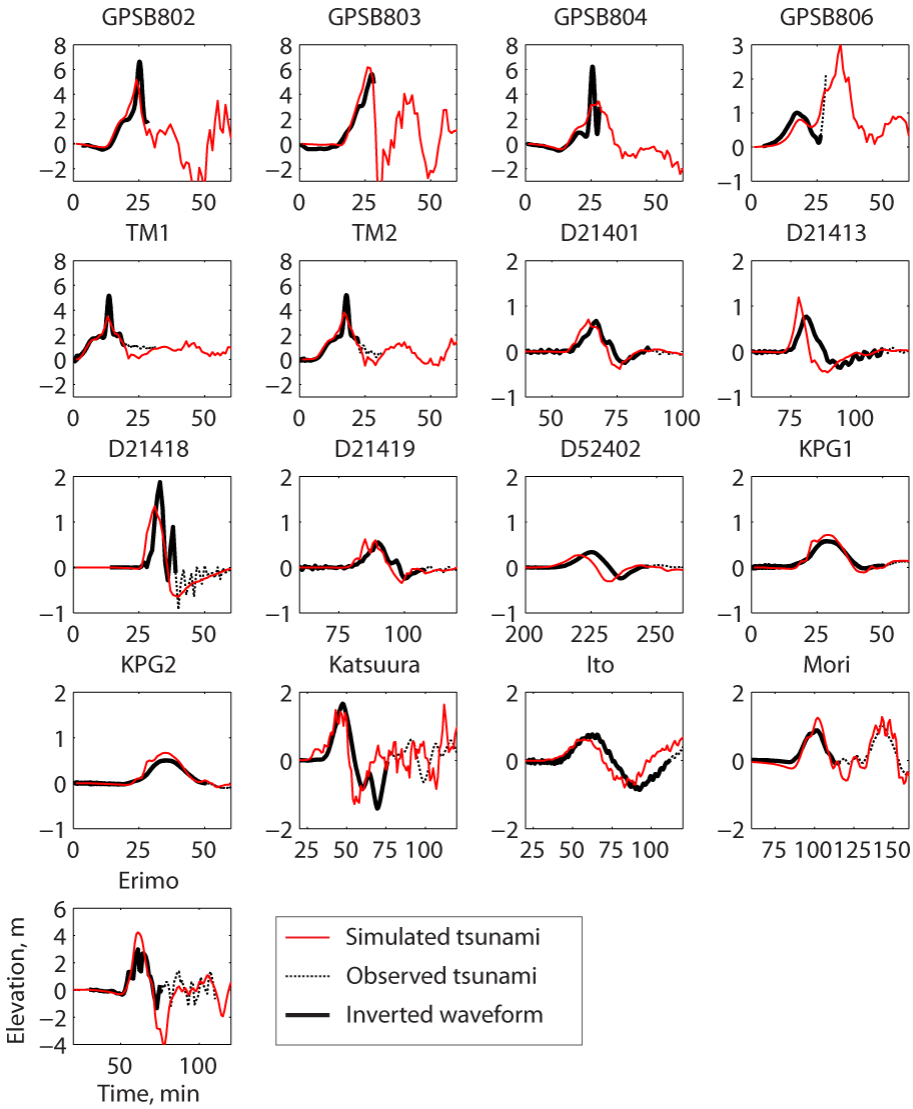


Fig.2. Comparison of observed and simulated tsunami waveforms from the estimated slip distribution.

3. Discussion

Because Tanioka and Seno [2001] suggested that the additional uplift along the unconsolidated sedimental wedge near the trench generated the additional tsunami for the 1896 Sanriku tsunmai, we also need to test that the small discrepancies between the observed and simulated tsunami waveforms at offshore stations near the source area of the 2011 earthquake can be explained by the additional uplift near the trench. In this study, the calculation of the additional uplift is followed by Model A in Tanioka and Seno [2001],

To calculate additional uplift, we assume that the dip angle of the backstop slope (θ)

is 50°, which is the same as Tanioka and Seno [2001], and the width of uplift area is 1.5 km. The horizontal movement (u_h) is calculated from the slip distribution inferred from tsunami waveforms and crustal deformation data.

The largest horizontal displacement near the trench is about 30 m which induced about 35 m of additional uplift. The sea surface deformation due of the additional uplift is calculated by the *Kajiura* [1963] formula because the width of the additional uplift is 1.5 km which is smaller than the ocean depth. Simulated tsunami waveforms from the slip distribution with additional uplift at stations near the source area (GPSB802, TM1 and TM2) better match the observed tsunami waveforms than those derived from only the slip distribution (Fig.2 and 3). The fits between observed and simulated tsunami waveforms at other stations from the source model including additional uplift are slightly worse than those from only the slip distribution because we add some uplifts to the tsunami initial condition computed from the result of the inversion. However, the differences are not significant. This suggests that the additional uplift as the same as the 1896 Sanriku tsunami earthquake may occurred during the 2011 great Tohoku earthquake because the 2011 Tohoku earthquake also ruptured the plate interface near the Japan trench.

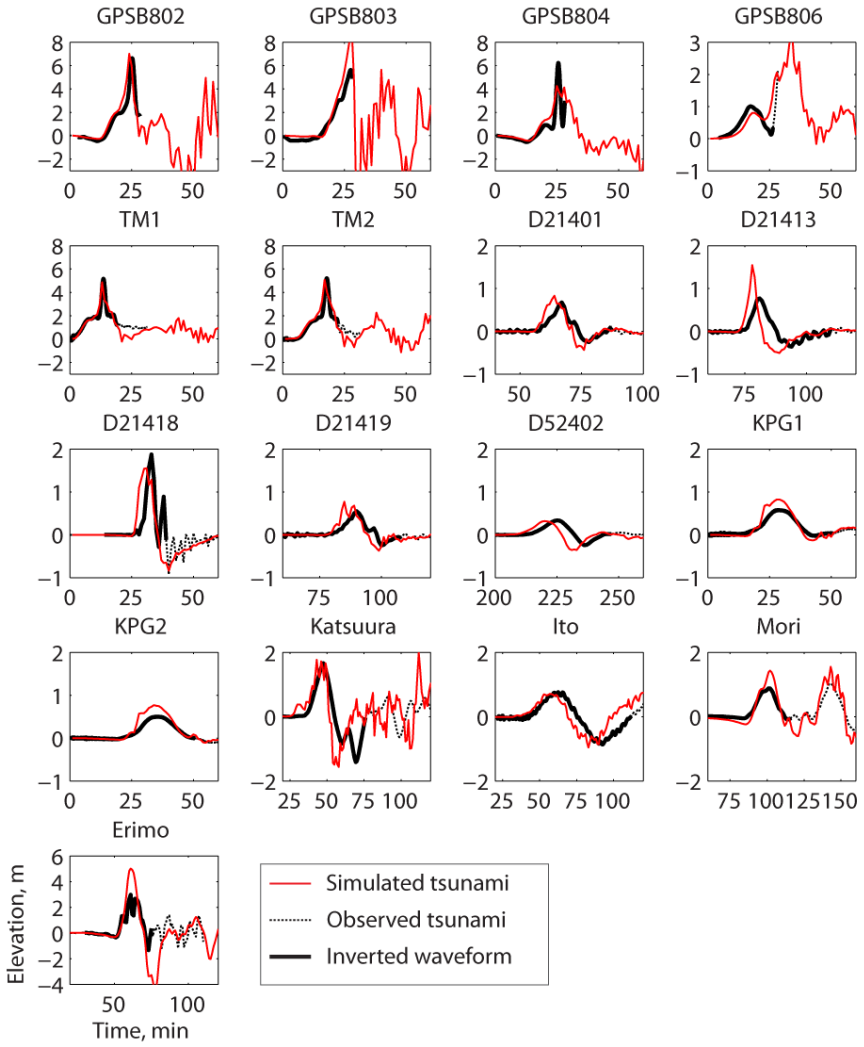


Fig.3. Comparison of observed and simulated tsunami waveforms from the slip distribution with the additional uplift.

4. Conclusions

In this study, joint inversion is performed using tsunami waveforms, GPS data and seafloor deformation data to study the source model of the 2011 tsunami. The inferred slip distribution has a major slip region with the maximum slip amount of 48 m (Fig.3). The earthquake ruptured the plate interface from the hypocenter all the way to the trench with large slip amounts up to 42 m on the shallowest subfaults. The total seismic moment calculated from estimated slip distribution is 5.3×10^{22} N m (Mw 9.1) which is equal to that estimated by GCMT (5.3×10^{22} N m).

We indicate that not only coseismic vertical deformation, but also additional uplift near the trench as suggested for the 1896 Sanriku tsunami earthquake may contribute the large tsunami near the source of the 2011 Tohoku earthquake.

References

Seno, T. (2000), The 21 September, 1999 Chichi earthquake in Taiwan: implications for tsunami earthquakes, *Terr. Atmos. Ocean Sci.*, 11, 701-708.

Seno, T. and K. Hirata (2007), Did the 2004 Sumatra-Andaman earthquake involve a component of tsunami earthquakes?, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 97-1A, S296-S306, doi:10.1785/0120050615.

Tanioka, Y. and T. Seno (2001), Sediment effect on tsunami generation of the 1896 Sanriku tsunami earthquake, *Geophys. Res. Lett.*, 28-17, 3389-3392.

2011 年東北地方太平洋沖地震による津波解析結果から再検討する巨大津波の発生様式

谷岡勇市郎・Gusman R. Aditya

１．はじめに

東北地方太平洋沿岸は過去にも多くの津波によって被害を受けてきた．1896 年明治三陸津波地震では津波の最大遡上高は 38m に達し三陸沿岸で 2 万 2 千人が犠牲となった．1933 年昭和三陸地震では死者・行方不明者 3 千人を超えた．それ以前にも 1611 年慶長三陸津波地震や 869 年貞観地震津波などがある．本研究ではそれら過去の巨大津波を伴った震源過程と 2011 年東北地方太平洋沖地震による震源過程を比較し，東北沖で発生する巨大津波を伴う地震を総合的に議論する．さらに M9 クラスの巨大地震による巨大津波と津波地震による巨大津波が東北沖と同じように発生させてきたスマトラ沖の地震発生様式と比較を行い，その発生様式を議論する．

２．東北沖で大津波を発生させたプレート境界型大地震

三陸沿岸は過去に大きな津波に幾度も襲われてきた(Fig. 1)．1896 年明治三陸地震は最大震度 3 程度であったにもかかわらず巨大津波（最大遡上高 38m）が三陸沿岸を襲い 2 万 2 千人にも達する死者を出した津波地震であった．Tanioka and Satake (1996)はこの地震に対して 3 検潮所で観測された津波波形や宮古での目撃証言を用いて断層モデルを推定し，日本海溝軸から 50 ㎞までの非常に海溝に近いプレート境界だけが破壊したプレート境界型地震であったことを明らかにした(Fig. 1)．Tanioka and Seno (2001)はさらに海溝近傍まですべりが達した場合，海溝軸近傍の付加体が地震による大きな水平変動により変形するため，その変形が津波を励起する可能性があることを示した．海溝側までプレート境界が破壊すると様々な原因で津波が大きくなり，津波地震となる可能性が高いことが分かっていた．さらに，1611 年慶長三陸地震も津波地震であったと考えられている．古文書調査結果より，三陸沿岸で 20m を超える大きな津波であっただけでなく，仙台平野でも大きな津波があったとされている[都司（2003），蛯名(2011)]．さらに北海道でも津波による大きな被害があったとされている[都司（2003）]．1896 年明治三陸津波地震による津波は仙台平野に被害を及ぼしていないことから，1611 年慶長三陸地震の単純な繰り返し地震ではない．つまり震源域は少なくとも 1611 年慶長三陸地震の

方が 1896 年明治三陸地震より広い可能性が高い（Fig. 1）．さらに古くなると 869 年貞観地震による大津波がある．この地震については古文書記録の解読や津波堆積物調査結果を津波数値計算によって再現することにより M8.4 程度のプレート境界型巨大地震であり，プレートの海溝近傍付近だけを破壊する津波地震タイプではなかったとされている. ただ, この地震がプレート境界の深い側から海溝近傍まで全てを破壊したかどうか, もしくは深い側のみを破壊したかどうかは津波堆積物調査結果から明らかになっていない．2011 年東北地方太平洋沖巨大地震は上記に述べたように，プレート境界型巨大地震で深い部分から海溝近傍のプレート境界まで全てを破壊した巨大地震であったと考えられる．以上を総合的に見ると，東北地方沖に津波による大被害をもたらしてきたプレート境界型巨大地震は，海溝軸近傍のプレート境界だけが破壊する場合（津波地震となる）や破壊が海溝近傍にまで達しない場合，東北地方太平洋沖地震のように全てを破壊してしまう場合が考えられる．さらに上記４つの巨大地震はいずれも三陸地方に巨大津波を発生させているが，震源域は各々違うと考えられ，巨大地震が単純に繰り返している訳ではなく非常に複雑であることがわかる.

３．スマトラ沖で大津波を発生させたプレート境界型大地震

東北沖では，海溝軸近傍のプレート境界のみを破壊する津波地震タイプの巨大地震，破壊が海溝近傍まで達しない巨大地震，深い側から海溝近傍まで一挙に破壊し M9 クラスになる超巨大地震が発生してきたことが考えられるが，これは東北沖に限ったものではなく, スマトラ沖のプレート境界でも同様の発生様式が見られることが分かってきた. 2004 年スマトラ・アンダマン沖巨大地震（Mw9.2）は Fig.2 に示すように約 1200 ㎞にもわたるプレート境界が破壊した超巨大地震であった．この地震に対しては様々なデータの解析により震源過程が推定されているが，津波波形解析の結果によるとスマトラ北部では海溝軸近傍まで大きくすべったと考えられる．谷岡・岩崎（2006）が津波波形を用いて推定したすべり量分布を見ると, スマトラ北部沖では海溝軸近傍で 29m ものすべりがあったと推定されている．さらに 2004 年の超巨大地震の震源域に隣接する南側のプレート境界で発生した 2005 年ニアス巨大地震（Mw8.8）の破壊域は海溝軸近傍のプレート境界には達していないとされた[Hsu et al.(2006)]．しかし，その地震による余効変動は海溝軸近傍のプレート境界で大きかったことも明らかになっている．破壊域の北端は 2004 年スマトラ巨大地震の震源域の南端であり，両者の破壊域に重なりがないことも確かである（Fig.2）．つまり，2005 年ニアス巨大地震は 2004 年スマトラ超巨大地震の破壊の影響受けてその南隣りのプレート境界を破壊したが，その破壊は海溝軸近傍にまで達しなかった．Kanamori et al. (2010)は 1907 年スマトラ沖巨大地震の歴史地震波形を解析し，それまでアウターライズ大地震ではないかと考えられていた地震をプレート境界で発生した津波地震であったと結論づけた．その結果，2005 年ニアス巨大地震が深い側のプレート境界だけを破壊し，海溝軸近傍のプレート境界を破壊せずに止まったのは 1907 年スマトラ巨大地震によりその境界がすでに破壊されていたためではないかと推測した（Fig.5）．さらに南側のプレート境界では，2007 年インドネシア（ブンクル）巨大地震（Mw8.5）が発生し，メンタワイ諸島の地殻変動や津波波形解析からこの地震により海溝よりのプレート境界は破壊せず，深い側のプレート境界のみが破壊したことが明らかになっている[Gusman et al. (2010)]．その後 2010 年インドネシア（メン

タワイ）津波地震（Mw7.7）が発生し，2007 年ブンクル巨大地震により破壊されなかった海溝よりのプレート境界を破壊したと考えられる（Fig.5）．これらの結果より，スマトラ沖でも東北沖のプレート境界と同じく，巨大地震は海溝よりのプレート境界のみを破壊し巨大津波を発生させる津波地震タイプの地震，深い側のプレート境界のみを破壊するが Mw8.8 にも達する巨大地震，さらには 2004 年スマトラ巨大地震のように深い側から海溝までのプレート境界を破壊する超巨大地震が存在している．さらにそれらの巨大地震発生様式は複雑で予測することが難しいことが分かる．

４．議論

2011 年東北地方太平洋沖超巨大地震は，今まで微小地震が発生せず，地震性の高速すべりを発生させることが難しいと考えられていた海溝よりのプレート境界で 40mを超えるすべりを発生させたとされている．今まで海溝軸近傍のプレート境界は非常に稀に津波地震により破壊される場合があり，その場合破壊速度は通常の地震よりも遅くなり，震度に比べて異常に大きな津波を発生させるとされてきた．さらに，Tanioka et al.（1997）によると 1896 年明治三陸津波地震はその太平洋プレート側のアウターライズで発生する巨大正断層地震等で形成される大きなホルスト・グラベン構造が沈み込むことにより発生するとされていた．そのため，津波地震は今まで非常に稀な条件が整った場合にのみ発生すると考えられていた．しかし，東北地方太平洋沖巨大地震を受けて東北沖やスマトラ沖の巨大津波の発生を見直す中で，津波地震は稀に発生するのではなく，海溝軸に達する浅いプレート境界を破壊する津波地震，深いプレート境界のみを破壊する巨大地震（典型的プレート境界地震），深い部分から海溝軸まで一挙にプレート境界を破壊する超巨大地震が複雑に繰り返して発生してきていると考えられることがわかってきた．さらに 1946 年アリューシャン津波地震，1963 年千島沖津波地震，1992 年ニカラグア津波地震，1996 年ペルー津波地震，2006 年西ジャワ沖津波地震のように，海溝軸に達する浅いプレート境界を破壊する津波地震はほとんどの沈み込み帯で発生してきていたことがわかる．このように過去の大地震の歴史を見ると，津波地震は巨大地震を発生させる沈み込み帯では稀ではなく一般的に発生してきたと考えても不思議はない．

大きな津波を発生させる沈み込み帯でのプレート境界巨大地震の発生様式は海溝軸に平行な方向に多様性があるだけでなく，海溝軸に直交する方向にも多様性があることとなり，巨大地震の繰り返しを議論することは今までより難くなってきた．Kanamori et al.(2010)が 1907 年スマトラ地震を再解析したように過去の巨大地震の詳しい震源過程を現存する様々なデータから見直すことが，重要になってきたと言える．

文献

蛯名裕一，2011，慶長大津波と震災復興，特集「東北の海-東日本大震災②」季刊東北学，29，124-138

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

Hsu, Y.-J., M. Simons, J.-P. Avouac, J. Galetzka, K. Sieh, M. Chlieh, D. Natawidjaja, L. Prawirodirdjo, and Y. Bock, 2006, Frictional Afterslip Following the 2005 Nias-Simeulue Earthquake, Sumatra, Science, 312, 1921-1926 doi:

10.1126/science.1126960.
Kanamori, H., L. Rivera, W. H. K. Lee, 2010, Historical seismograms for unravelling a mysterious earthquake: The 1907 Sumatra Earthquake, Geophys. J. Int., 183, 358-374, doi: 10.1111/j.1365-246X.2010.04731.x
Tanioka, Y., L. Ruff, and K. Satake, 1997, What controls the lateral variation of large earthquake occurrence along the Japan Trench?, The Island Arc, 6, 261-266.
Tanioka, Y., and K. Satake, 1996, Fault parameters of the 1896 Sanriku tsunami earthquake 1estimated from tsunami numerical modeling, Geophys. Res. Lett., 23, 1549-1552.
Tanioka, Y., and T. Seno, 2001, Sediment effect on tsunami generation of the 1896 Sanriku tsunami earthquake, Geophys. Res. Lett, 28, 3389-3392.
谷岡勇市郎・岩崎伸一，2006，津波波形インバージョンによる 2004 年スマトラ地震の震源過程解析，月刊地球，号外 56，19-24
都司嘉宣，2003，慶長 16 年（1611）三陸津波の特異性，月刊地球，287，374-381

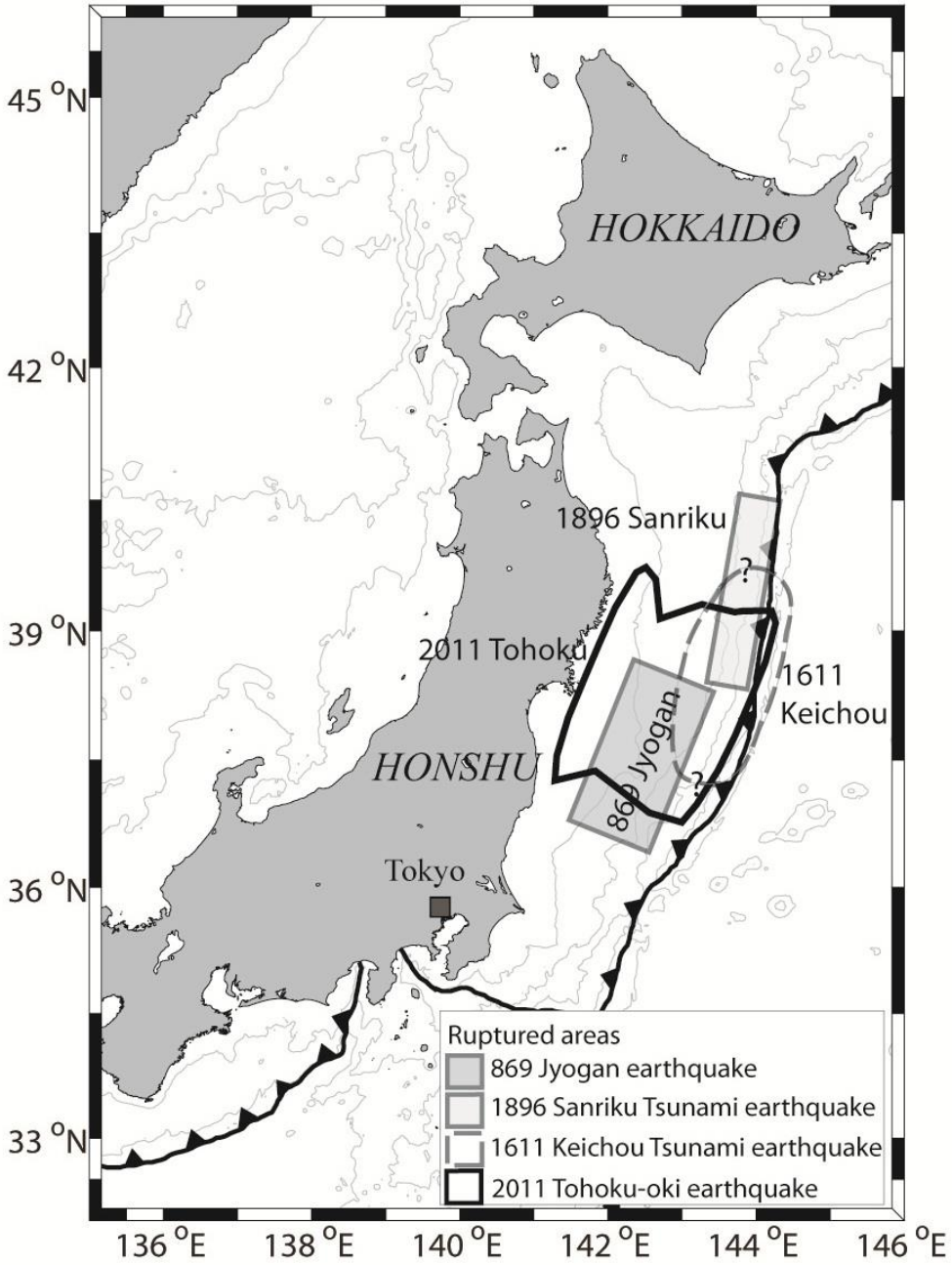


Fig.4. Ruptured areas of large interplate earthquakes which generated large tsunamis and caused huge tsunami disasters along the Sanriku coast. The fault model for the 869 Jyogan and 1896 Sanriku tsunami earthquake is taken from Namegaya et al. (2010) and Tanioka and Seno (2001a), respectively. The source area of the 1611 Keicho earthquake is not well known but taken from Hatori (1975 in Japanese). Ruptured area of the 2011 Tohoku-oki earthquake is defined by the area where the slip amount more than 5 m is estimated in Fig. 3.

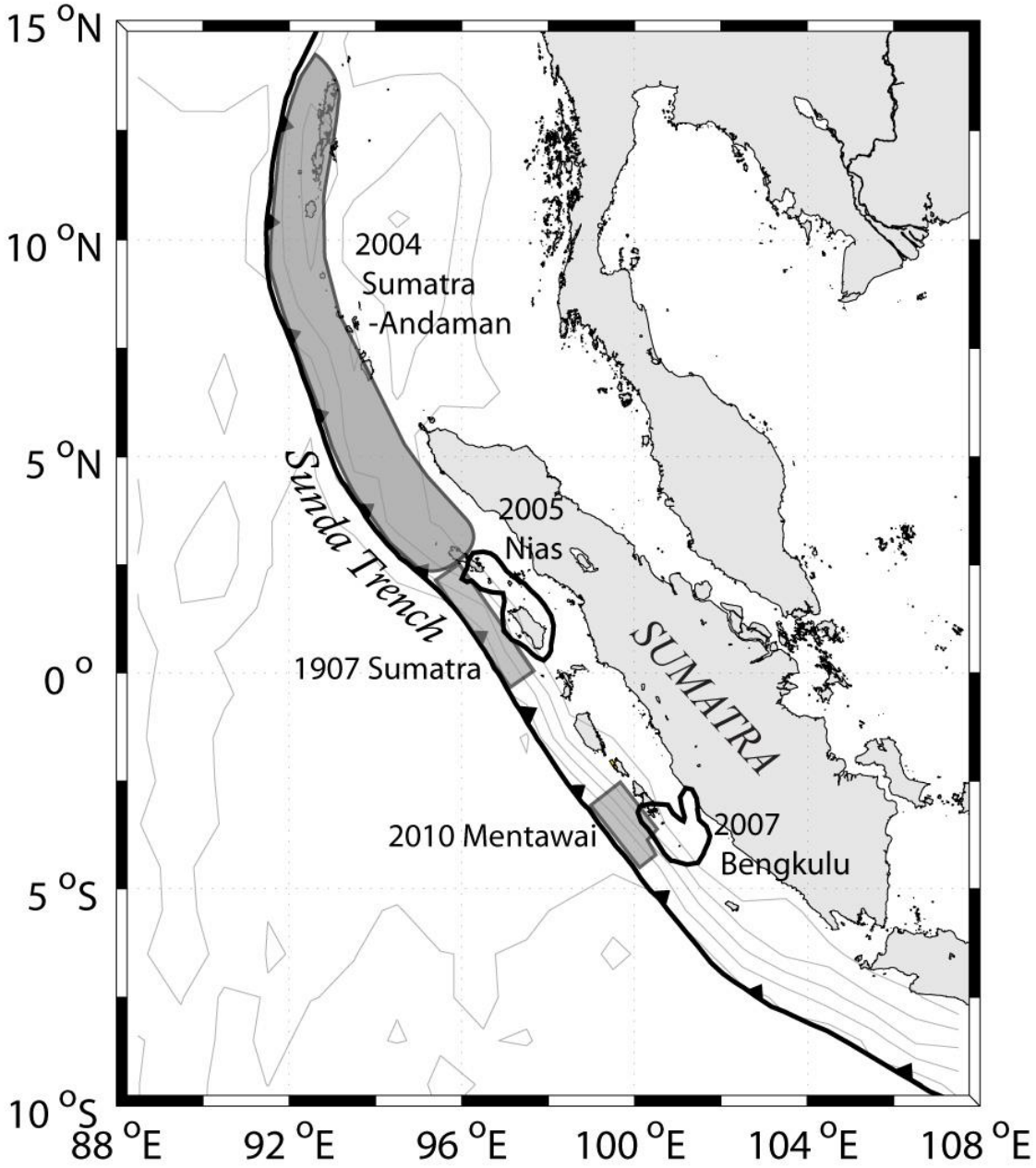


Fig.5. Ruptured areas of large interplate earthquakes which generated large tsunamis and caused huge tsunami disaster along the Sumatra coast after 1900. The ruptured areas for the 2005 Nias and 2007 Bengkulu earthquakes are defined by the slip distributions estimated by Hsu et al. (2006) and Gusman et al. (2010), respectively.

福島県沖で発生が予想されている巨大正断層地震による
大津波の福島第１原子力発電所への影響

谷岡勇市郎

京都大学の資料から図１に示す断層モデルを仮定した。断層長さ 200 ㎞、幅 100 ㎞、走行 15°、傾斜角 45°、すべり角－90°（東傾斜の正断層）。すべり量は 7m（Mw8.5）、すべり量 14m（Mw8,7），すべり量 19m（Mw8.8）とした。津波数値計算は一番大きな格子サイズは 30 秒、次が 10 秒でここまでは線形長波式で計算、次の格子は 3.3 秒で非線形の長波近似式で計算。最後 10m格子では非線形で遡上の計算を実施した。

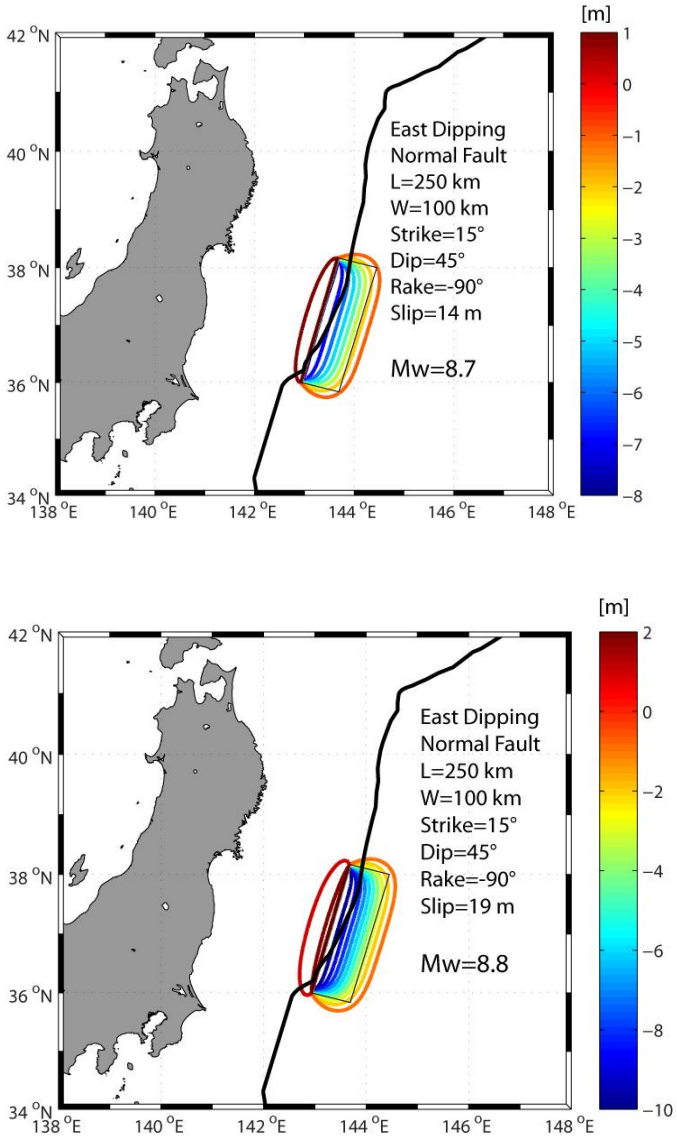


図１　断層の位置と海底地殻上下変動

すべり量７ｍ（Ｍ８，５）の場合

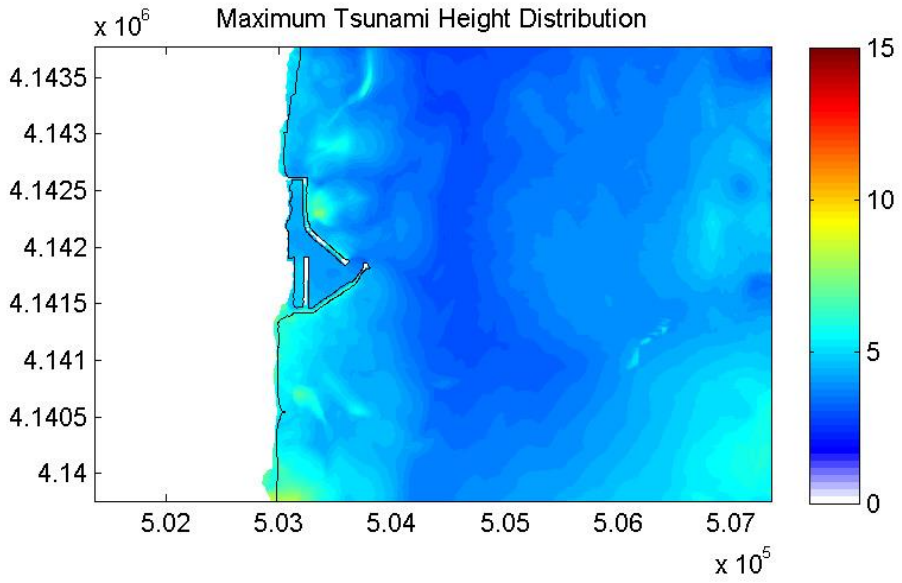


図２　遡上計算域での最大波高の分布。防波堤は一部越えるが建屋への影響は無いと思われる。

すべり量14m（Ｍ８，7）場合

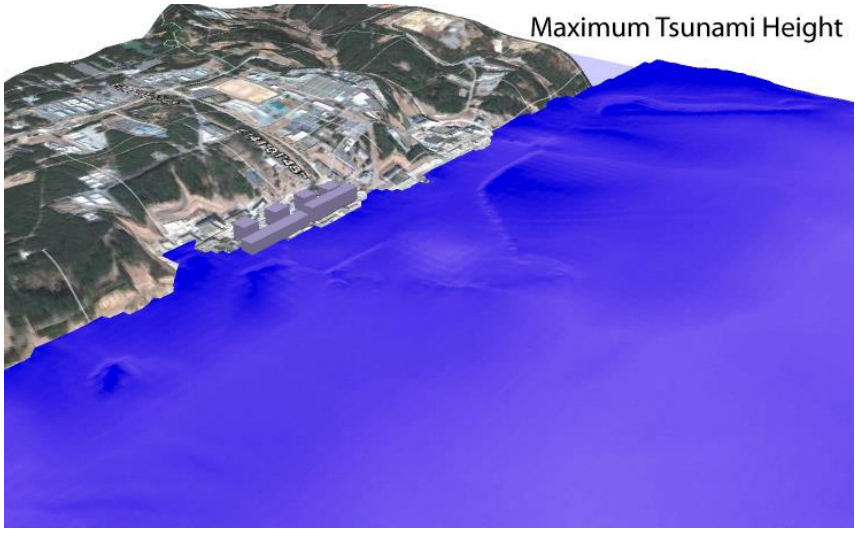


図３　Ｍ８．７の場合の最大波高分布。４号機の周りから津波が浸水してきているのが分かる。

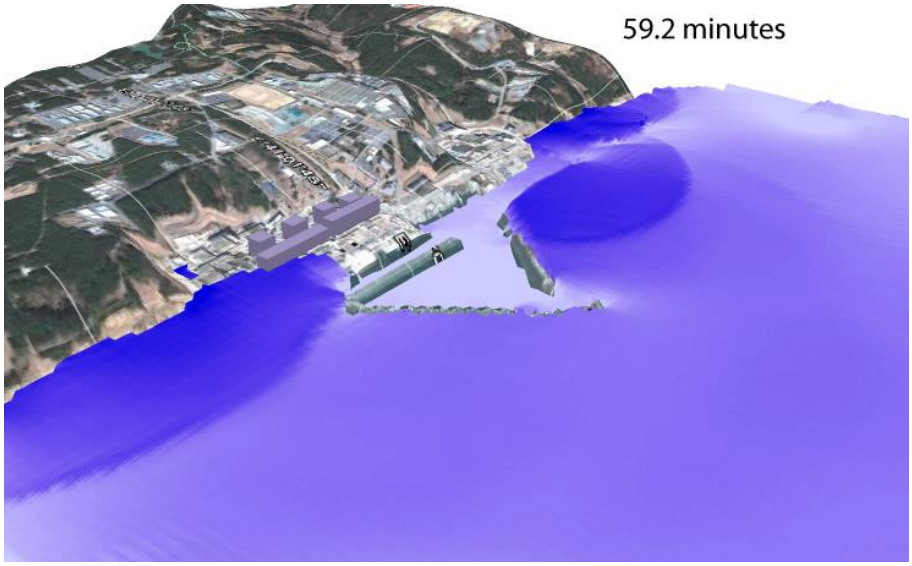


図５　Ｍ８．７の場合の 59，2 分後の津波の状態。４号機に向かって津波が押し寄せている。防波堤は津波が越えても役割は果たしている。

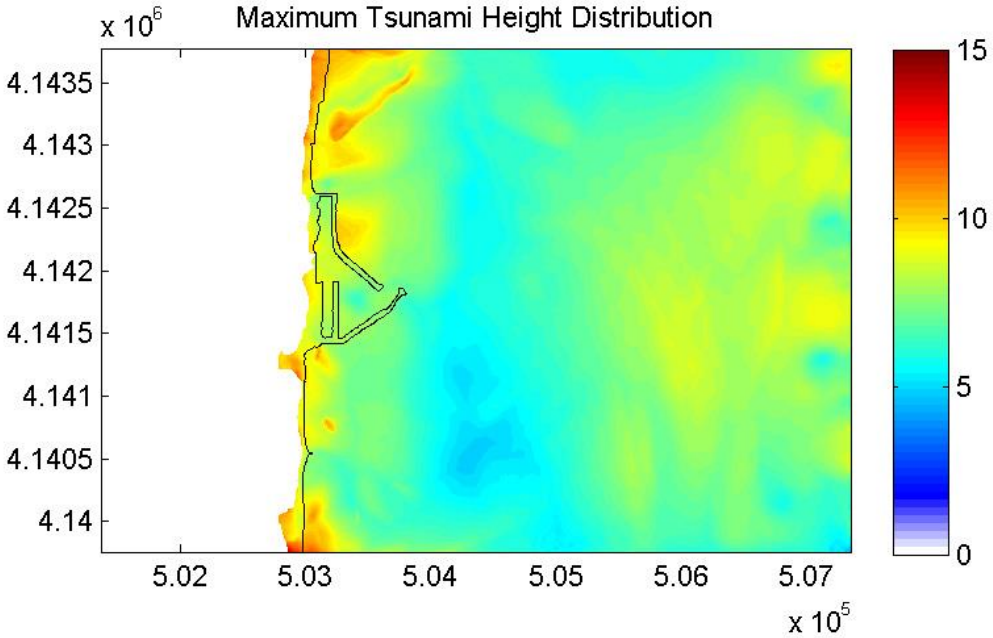


図４　Ｍ８．７の場合の最大波高分布。10mを越える津波が押し寄せているのが分かる。

すべり量１９ｍ（Ｍ８．８）の場合

図５　Ｍ８．８の場合の最大波高分布。すべての建屋が津波に襲われているのが分かる。

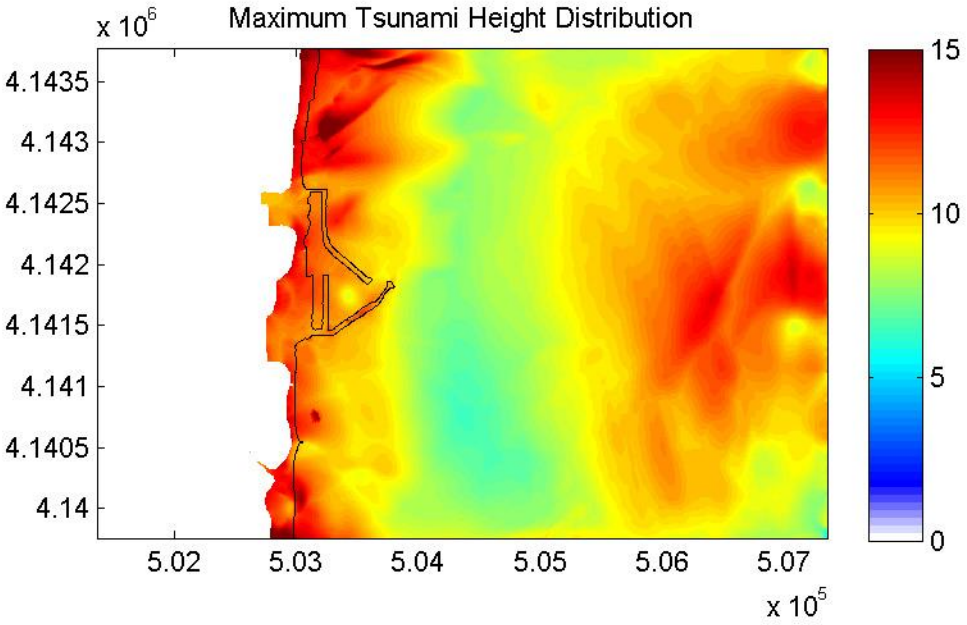


図６　M8.8 の場合の最大波高分布。15mの津波が押し寄せているのが分かる。建屋付近は 12－13m。

勝俣　啓

2002～2004 年豊後水道スロースリップに誘発された地震活動の静穏化と活発化

勝俣　啓

Katsumata(2010)は, 2003 年十勝沖地震の約 5 年前から続いていた地震活動の前兆的静穏化の原因は，スロースリップイベント(SSE)であると主張している．しかし，長期的 SSE によって周囲の地震活動度が変化したという事例は見つかっていない．そこで本研究では，長期的 SSE が確実に起きたことが分かっている場所を選定し，その周辺で地震活動度に変化があったかどうか調べる．豊後水道周辺では 2002 年から 2004 年にかけて長期的 SSE が発生した（例えば，Hirose and Obara, 2005; Ozawa et al., 2007）．気象庁一元化震源カタログから以下の条件を満たす地震 3216 個を選び，デクラスタリング処理は行わずにそのまま解析に使用した：1998 年 1 月 1 日～2007 年 12 月 31 日，北緯 31～35 度，東経 130～135 度，深さ 30～100km，M2.0 以上．地震活動度の解析には ZMAP(Wiemer and Wyss, 1994)を用いた．グリッド間隔は 0.05 度，地震数 100 個，時間幅 2 年でグリッドサーチした．その結果，北緯 33.55 度，東経 132.85 度を中心とする半径 35km の円内の地震が 2002 年 4 月に Z=+5.2 を示し，静穏化が検出された．また，北緯 33.30 度，東経 132.15 度を中心とする半径 13km の円内の地震が 2002 年 11 月に Z=-3.2 を示し，活発化が検出された．静穏化と活発化の開始時期が豊後水道 SSE の開始時期と一致していること，SSE のすべり量の大きな場所が静穏化域と活発化域に近接していること，これらの事実は 2002～2004 年豊後水道 SSE によって地震活動変化が誘発されたことを示唆している．

東北地方太平洋沖地震(M9.0)に先行した地震活動の長期静穏化

勝俣　啓

2011 年東北地方太平洋沖地震(M=9.0)が発生する 22 年前から地震活動の長期静穏化が起きていたことが分かった．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 60 ㎞以浅の地震 5770 個を選択し, ZMAP で解析した．格子間隔は 0.05 度，格子点の周囲から 150 個の地震を選択し，時間幅 15 年として Z 値を計算した. 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, 1989 年頃から本震発生までの 22 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%）．Z 値は+4.9 である．本研究では, 20 年以上継続する長期静穏化は, 沈み込み帯で発生する超巨大地震（M～9）の前兆であるという仮説を提唱する．

2008 年茨城県沖の地震(M=7.0)に先行した地震活動の静穏化と活発化

勝俣　啓・酒井慎一（東京大学地震研究所）

1. はじめに

2008 年 5 月 8 日に茨城県沖を震源とする M=7.0 の地震が発生した．震源メカニズム解は低角逆断層タイプであり，沈み込む太平洋プレートと陸側プレートとの間に発生したプレート境界型地震であった．過去に発生した大規模なプレート境界型地震では，本震発生の数年前から震源域では地震活動度が低下していたという報告が多数ある．本研究では, 2008 年茨城県沖の地震発生前に震源域周辺の中期的な地震活動度がどのように変化したのかを調査した.

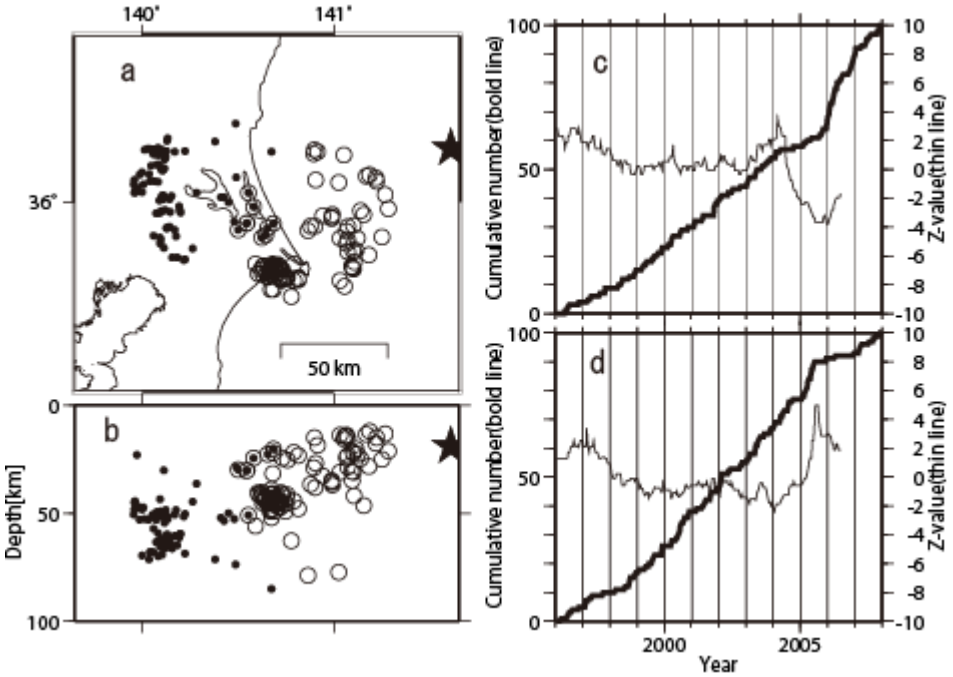
2. データと解析

1994 年 1 月から 2007 年 12 月までの期間において，東京大学地震研究所の定常微小地震観測網で決定された M3.4 以上の地震約 4000 個を全て再検測し, 時間的に均質な地震カタログを作成した．再検測は 1994 年以降観測条件が変化していない 23 観測点を用いて行った．P 波，S 波到着時を読み取る組み合わせは固定し，M を計算するために最大振幅を測定する観測点の組み合わせも固定した．再検測作業は全て同一人が行ったので検測者の違いによる影響はない．解析には ZMAP（Wiemer and Wyss,1994）を使用した.

3. 結果

(140.35°E, 36.05°N)を中心とした半径 36km 以内の地震 100 個を時間幅 1.5 年として Z 値を計算すると，2006.0～2007.5 年の期間に Z=-3.8 の活発化が検出された(図 c). (140.90°E, 35.9°N)を中心とした半径 36km 以内の地震 100 個では，2005.6～2007.1 年の期間に Z=+5.0 の静穏化が検出された(図 d)．活発化領域と静穏化領域は空間的に隣接し，時間的にも開始時期がほぼ一致している.

本事例と同 Z 値の静穏化と活発化が時空間的に近接して偶然観測される確率は，シミュレーションの結果，13/2000=約 0.7%である.



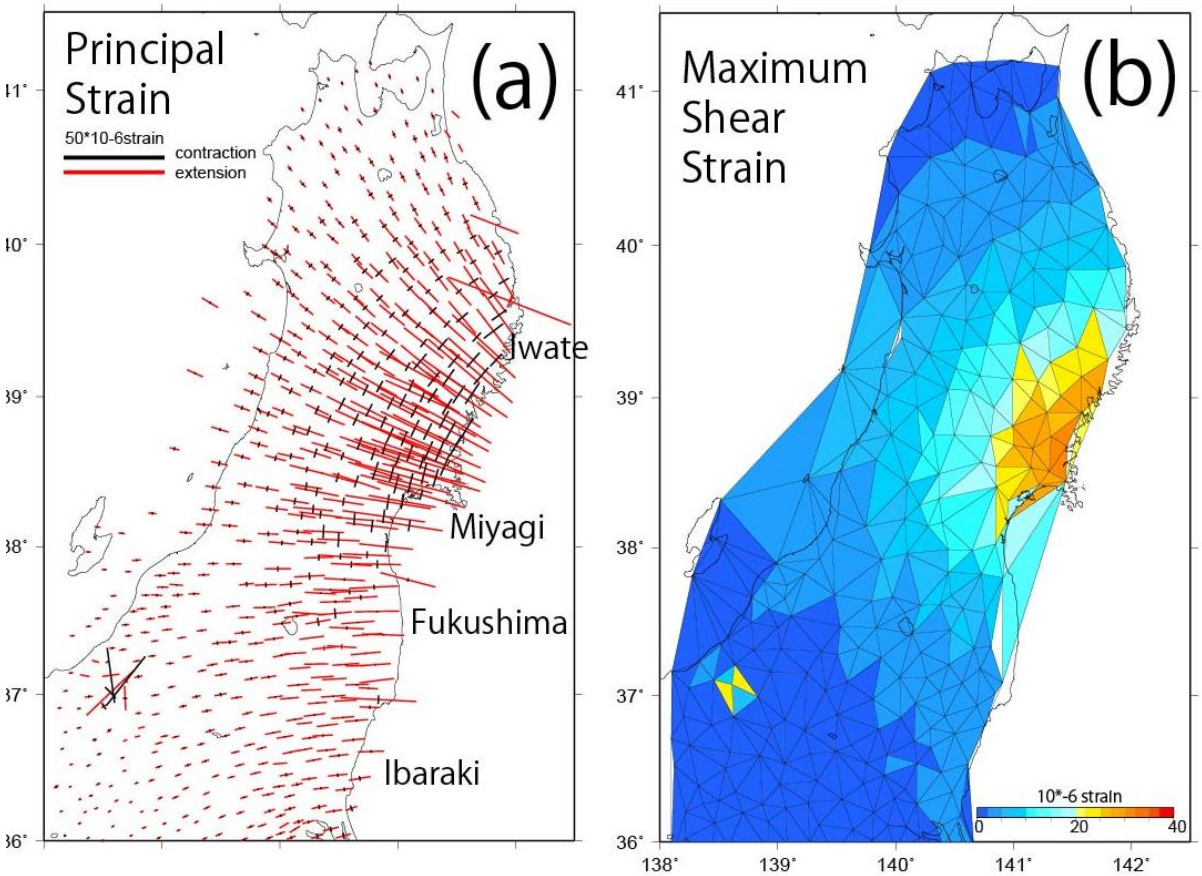
図．a：黒丸は活発化領域内の地震，白抜き丸は静穏化領域内の地震，★は本震の震央，b：a の東西断面図，c：活発化領域内の地震の積算度数（太線）と Z 値（細線），d：静穏化領域内の積算度数と Z 値.

髙橋浩晃

2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動に関する研究

髙橋浩晃

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震による国土地理院 GEONET 観測網による地殻変動場について検討を実施した．今回の地震では，日本列島全域に地殻変動が及んだため，固定点や基準座標系によるオフセットをさけるため，変位をひずみに変換したうえで空間的な特徴を調査した．ひずみ変化は最大で 10-6 におよび，地震前のひずみ速度との比較から，今回の地震では約 225-400 年分のひずみが解放されたこと，新潟神戸構造体でのひずみの減衰が小さく，応力変化に対する地殻変動場の不均質性を表している可能性があること，富士山付近でクーロン破壊応力の増加が見られ，3 月 15 日の富士山直下の地震を誘発した可能性があることを明らかにした．

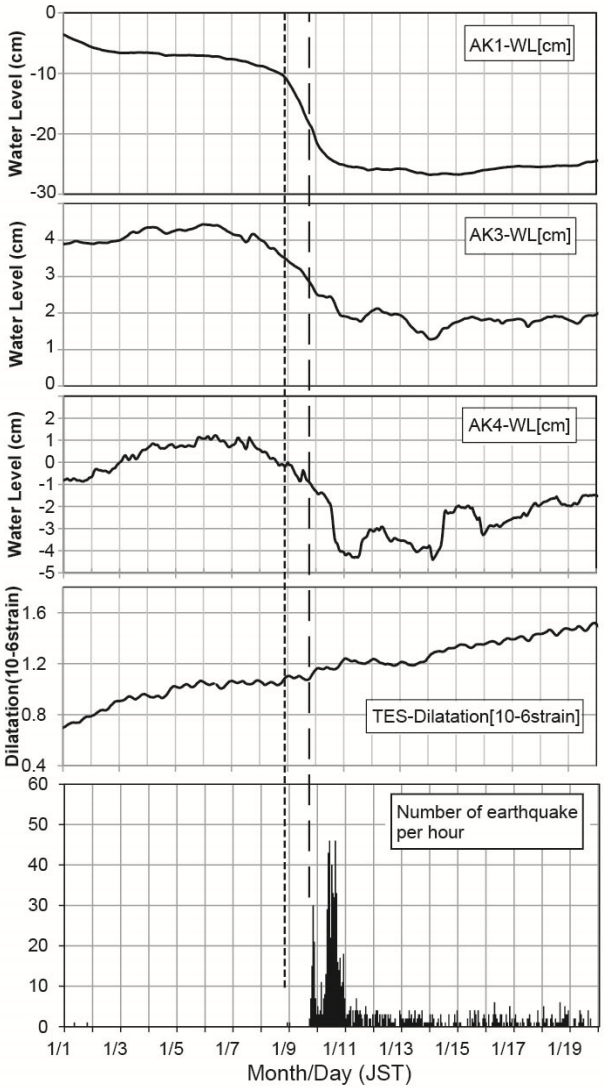


図：東北地方太平洋沖地震による（左）主ひずみ変化（右）最大せん断ひずみ変化

雌阿寒岳での水位観測による群発地震や水蒸気爆発に先行する地殻変動の研究

髙橋浩晃・山口照寛・池田隆司（地惑ダイナミクス）
柴田智朗・岡崎紀俊・秋田藤夫（道総研地質研）

火山活動にともなう微小な地殻変動を検出する目的で，阿寒湖畔温泉の休止井に水位計を設置して観測を行っている．潮汐応答と水位の比較により，水位が体積ひずみ変化を記録していることを確認して水位のひずみへの変換係数を求めた．雌阿寒岳では 2008 年 1 月に 400 回を超える群発地震活動を行ったが，それと同期する水位変化が記録された．変化量は 10-7 と非常に小さなものであったが，複数の水位計でほぼ同じ振幅であった．水位変化は低下であり，体積ひずみの現象を示すものであった．モデル計算を行った結果，10km よりも深い位置で何らかの収縮現象が起こっていた可能性が示唆された．こお収縮現象は火山性流体の浅部への上昇によって発生したことが考えられ，火山性流体の浅部帯水層への侵入が群発地震を発生させているとする仮説が提案された．また，水位変化から収縮量の見積もりが可能であり，その大きさから水蒸気爆発の予知の可能性があることが示された．



図．2008 年 1 月の群発地震に同期した収縮を示す水位変化

山田卓司

2003 年十勝沖地震の震源域における小地震の応力降下量の推定：大地震大すべり域の事前推定に向けて

齋藤悠，山田卓司

1，研究の背景

地震の応力降下量は，断層面の強度と動摩擦応力の差を表す一つの指標である．先行研究により，2004 年パークフィールド地震(Mw6.0)の震源域で起きた小地震は大きな応力降下量を持っていること[Allmann and Shearer, 2007]，ハワイ島キホロ湾地震(Mw6.7)の断層面上で起きる小地震のうち，キホロ湾地震の大すべり域で起きる小地震の応力降下量が大きいこと[Yamada et al., 2010]が報告されている．これらの結果は，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を解析することによってあらかじめ大すべり域を予測することができる可能性を示唆している．

十勝地方の太平洋沖では，約 50 年おきに M7 以上の地震が発生している．本研究では，十勝沖で発生した小地震の応力降下量を解析し，その結果を 2003 年本震のすべり分布および余効すべり分布と比較することにより，先行研究と同様の結果が得られるかどうかを検討する．

2，解析手法と結果

Hi-net の観測波形を用いて，2002 年 6 月から 2010 年 12 月に十勝沖で発生した 4.0＜M＜5.0 の 423 個の地震について，応力降下量を解析した．解析に際しては、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とし, 観測されたスペクトルが Boatwright(1978)のオメガ 2 乗モデルに従うと仮定してコーナー周波数を求めた．次に，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．その結果，応力降下量は 3MPa 前後となった地震が多いが，中には 0.01MPa や 100MPa のオーダーとなった地震も存在する．

3，考察

現段階では，結果のばらつきが非常に大きいため，確固とした結論を導くに至っていない．解析対象の地震が小さいため，解析に使用できる観測点・波形が少ない地震が多く存在することも一因であると考えられる．今後，各地震について丁寧に波形を精査した上で，小地震の応力降下量の分布と 2003 年本震におけるすべり分布や余効変動分布を比較し，その関連性について議論する予定である．

中村　有吾

構成物にもとづく津波堆積物の対比および供給・運搬過程の考察
－北海道東部太平洋岸での事例

中村 有吾，西村 裕一，Andrew L. Moore (Arlham College, USA)

北海道東部，十勝および根室の臨海低地において野外調査をおこない，過去約 3000 年の津波堆積物層序を検討した。とくに，堆積物の粒度組成と構成物に着目することで，津波堆積物の対比，供給源，津波の浸入経路，津波発生時の環境について考察した。本研究では，津波堆積物の対比をより確実に行うため，1/16φ 精度の高精度粒度組成や，構成物（鉱物組成，珪藻化石組成，含有する火山ガラスおよび鉱物の化学組成）を記載することで，津波堆積物の対比を試みる。粒度組成や構成物は，当時の堆積環境や水利条件に応じて層ごとあるいはユニットごとに特徴的な値を示すと考えられる。

調査をおこなったのは，浦幌町豊北字ヌタベツトおよび根室市別当賀の低湿地である。いずれも，ハンディジオスライサー（全長 100cm および 150cm）により掘削した。掘削調査の結果，浦幌では樽前 b テフラ（1667 年 : Ta-b）と樽前 c テフラ（約 2500 年前 : Ta-c）の間に最大で 8 層の津波砂層が認められた。8 層中 4 層は，粒度組成の平均値で対比が可能である。ただし，上方細粒化などの堆積構造は地点ごとの相違が大きかった。津波砂層の構成物をみると，Ta-b 直下の砂層は軽石をほとんど含まず，斜方輝石を 10% 以上含むといった，他の層と異なる特徴がある。このことは，津波発生当時の海岸環境の違い（おそらく季節の違い）を反映すると考えられる。また，内陸の地点で採取した試料は，海側の地点の試料に比べて，火成岩および軽石を高い比率で含む傾向にあり，堆積物運搬過程で比重分離が生じた可能性がある。根室においては，地表面と駒ヶ岳 c2 テフラ（1694 年 : Ko-c2）の間に 1 層，Ko-c2 と Ta-c の間に 7 層の津波砂層が認められた。根室で採取した津波堆積物に含まれる珪藻化石の約 90%は淡水種，5-10%が汽水種であった。このことから，津波は珪藻生息数の少ない外洋を起源とし，陸上の汽水・淡水域を越えて到達したと考えられる。また，上位の津波堆積物層ほど多くの海水・汽水種を含んでおり，過去数千年間の地盤の沈降，または，海岸線の侵食を示唆する。

以上のように，高精度粒度分析結果と構成物によって，津波堆積物の対比はより確実になった。また，鉱物組成や珪藻化石の組み合わせにより，津波堆積物の供給源や津波発生時の地形・水文環境を考察することが可能となった。

○海底地震研究分野

村井芳夫

長期海底地震観測から得られた北海道・根室沖の大地震発生域周辺の地震活動とコーダ 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（M7.4）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 月から観測を行っている. 平成 23 年度は, 平成 23 年 7 月に海底地震計の入れかえ作業を行ったが, NM.S05, S06, S10 の 3 台が回収できなかった（図 1）．また，平成 21 年 6 月に回収されたデータを用いて震源決定を行い，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 以浅の地震の上下動成分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． 2008 年 11 月 9 日から 2009 年 6 月 16 日までの期間では，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．丸印は平均値で，エラー・バーは標準偏差を表す． Q_c^{-1} の周波数依存性を $Q_c^{-1}(f)=Q_c^{-1}(1)f^{n}$（$f$ は周波数）で表すと, 観測点 NM.S01 では 6～24Hz の周波数帯で $Q_c^{-1}(1)=0.022$, n=-0.74, NM.S02 では 8～32Hz で $Q_c^{-1}(1)=0.019$, n=-0.75 となった．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，1973 年根室半島沖地震のアスペリティ上の観測点での Q_c^{-1} は，その外の観測点より小さい傾向が見られた.

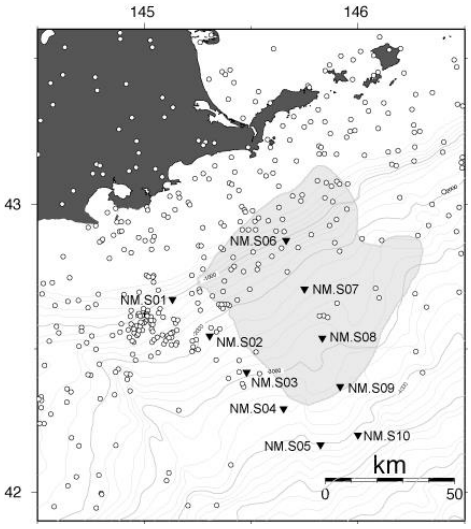


図 1　観測点分布（三角）と 2008 年 11 月 9 日から 2009 年 6 月 16 日までの震央分布（白丸）．灰色の領域は 1973 年根室半島沖地震の破壊域（Yamanaka and Kikuchi, 2004）.

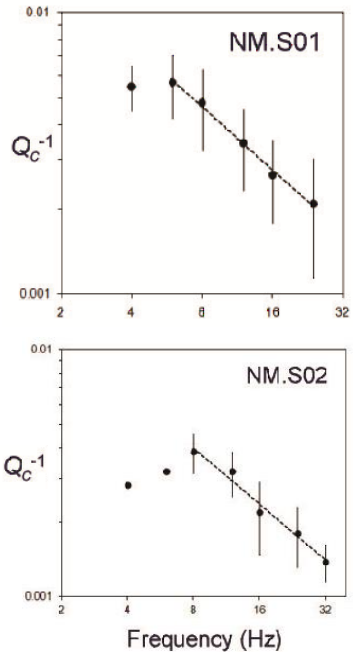


図 2　観測点 NM.S01, S02 の地震波形から求められた Q_c^{-1} の周波数依存性.

東　龍介

Vp structure and interplate reflectivity around the source area of the 1952 Tokachi-oki earthquake, the south Kuril Trench, Japan, deduced by an airgun-ocean bottom seismometer experiment

Ryosuke Azuma, Yoshio Murai, Kei Katsumata, Yuichi Nishimura, Takuji Yamada, Kimihiro Mochizuki (ERI, Univ. Tokyo), and Masanao Shinohara (ERI, Univ. Tokyo)

We estimated the crustal structure to investigate the variation of reflectivity of the plate interface suggesting the intensity of the interplate coupling by performing an airgun-ocean bottom seismometer experiment, in 2010, on the along-trench profile across the remaining seismic gap after the 1952 Tokachi-oki earthquake, where the 1973 Nemuro-oki and 2003 Tokachi-oki earthquakes have not ruptured. Strong reflections from the plate interface were observed in the 1952 Tokachi-oki source area including the seismic gap, whereas it was not in the 1973 Nemuro-oki source area. The strong reflectivity of the plate interface in such a seismic gap with an incidental slip suggests that a slip pattern in the corresponding seismic gap would be conditionally stable. The coupling condition in the maximum slip patch of the source area of the 1952 earthquake is likely different from that in source areas of typical underthrust earthquakes, such as the 2003 Tokachi-oki and 1973 Nemuro-oki earthquakes. Our results suggest that the 1952 Tokachi-oki earthquake was a complex earthquake with the characteristic of a tsunami earthquake in addition to that of a typical underthrust earthquake.

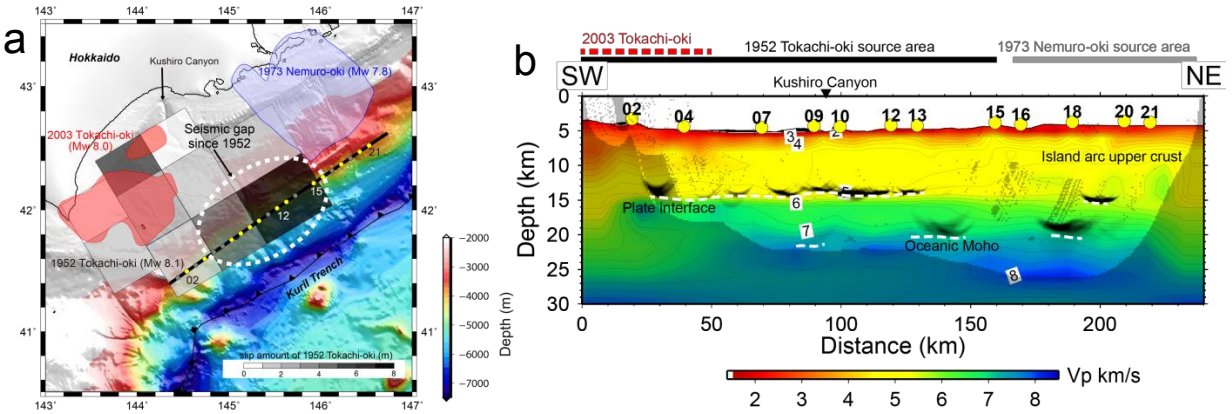


Figure 1. a) Map view of observed area with coseismic sources of the 1952[1], 2003 Tokachi-oki and 1973 Nemuro-oki earthquakes[2]. Black line represents our seismic profile. b) Final P-wave velocity model. The ray is not distributed in the shadow area. The yellow plots show ocean bottom seismometer (OBS) positions along the profile. The source areas of the 1952, 2003 Tokachi-oki and 1973 Nemuro-oki earthquakes[1], [2] are represented by black, broken gray and gray lines, respectively, above the model. The hyperbola-like shapes indicate reflection traveltime on the depth-distance domain, mapped by traveltime mapping method[3].

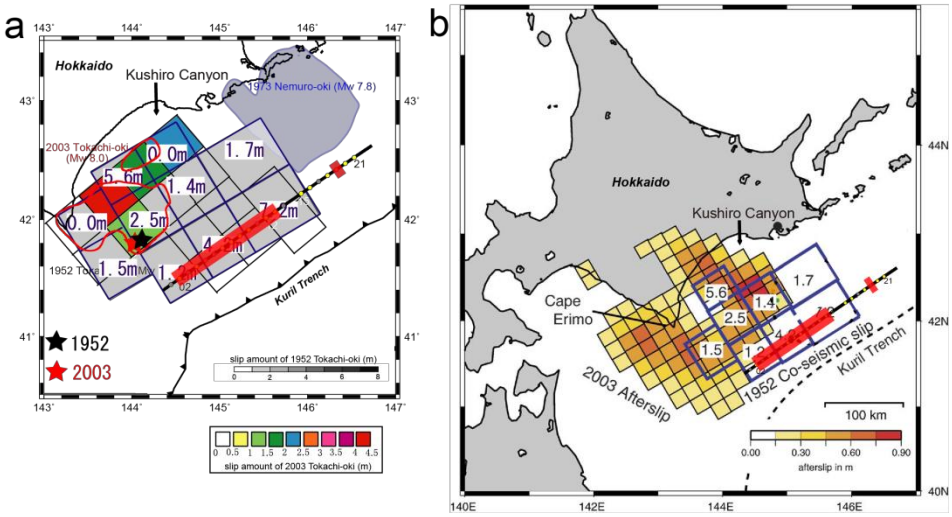


Figure 2. a) Comparison between the reflectivity of plate interface and Tokachi-oki tsunami sources of the 1952[1] and 2003 earthquakes [4] (modified from [4]). The thick line indicates the region of observed strong reflection. Slip amounts of the 1952 and 2003 events are shown. Contours indicate slip areas of the 2003 Tokachi-oki and 1973 Nemuro-oki earthquakes. b) Comparison of the reflectivity of plate interface, afterslip of the 2003 Tokachi-oki earthquake, and tsunami source of the 1952 Tokachi-oki earthquake (modified from [5]).

References

[1] Hirata, K., et al. (2003), Slip distribution of the 1952 Tokachi-oki earthquake (*M* 8.1) along the Kuril Trench deduced from tsunami wave form inversion, *J. Geophys. Res. 108* (B4), 2196, doi:10.1029/2002JB001976.

[2] Yamanaka, Y., and M. Kikuchi (2003), Source process of the recurrent Tokachi-oki earthquake on September 26, 2003, inferred from teleseismic body waves, *Earth Planets Space*, *55*, e21–e24.

[3] Fujie, G., et al. (2006), Confirming sharp bending of the Pacific Plate in the northern Japan trench subduction zone by applying a traveltime mapping method, *Phys. Earth Planet. Inter.*, *157*, 72–58.

[4] Tanioka, Y., et al. (2004), Slip distribution of the 2003 Tokachi-oki earthquake estimated from tsunami waveform inversion, *Earth Planets Space*, *56*, 373–376.

[5] Baba, T., et al. (2006), Offshore geodetic data conducive to estimation of the afterslip distribution following the 2003 Tokachi-oki earthquake, *Earth Planet. Sci. Lett.*, *241*, 281–292.

○火山活動研究分野

村上　亮

平成 23 年度は、主として，写真測量技術による火山体形状計測手法の開発に関する研究を実施した.

商用一般カメラで撮影された斜め写真による火山体立体形状把握に関する研究

村上　亮

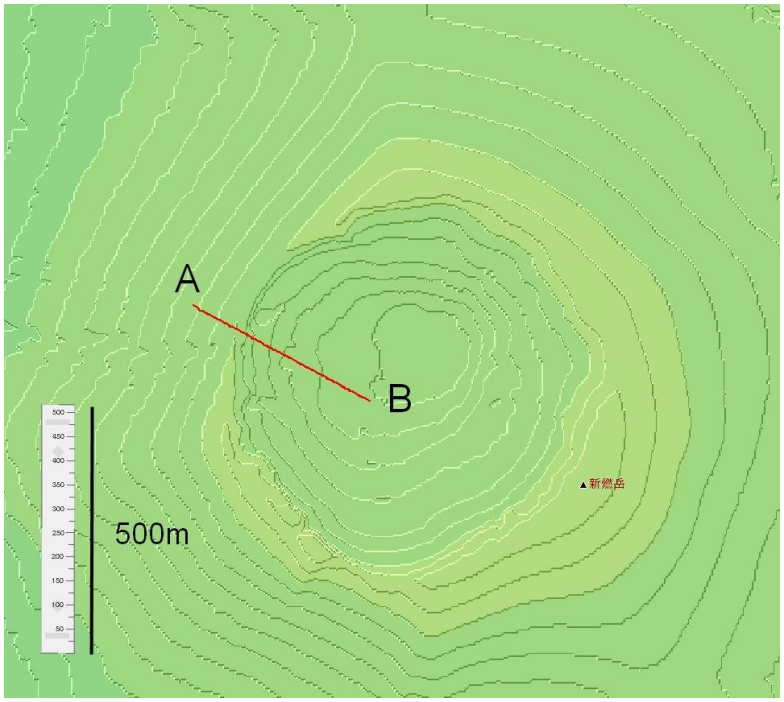
火山体の変形は，火山活動を理解するための基本的な観測項目である．特に噴火時などの活動が活発化する期間は，短時間の間に山体が大きく変化する可能性がある一方で，安全確保など各種の制約から観測実施には多くの困難を伴う．一般の商用カメラによる撮影は特別の計測機器を必要とせず，防災対策の一環として防災機関や報道機関などがヘリコプターを用いて行う上空観察にあわせて実施されることが多いため，そのようにして取得された写真資料に空中写真測量を適応することにより，山体の形状計測が簡便かつ比較的高精度で可能となれば，火山学の発展および防災に対する貢献度が高いと考えられる．その実現性を検討するため，2011 年に噴火した霧島新燃岳を対象に事例研究を行った.

１．　新燃岳火口内溶岩形状測定

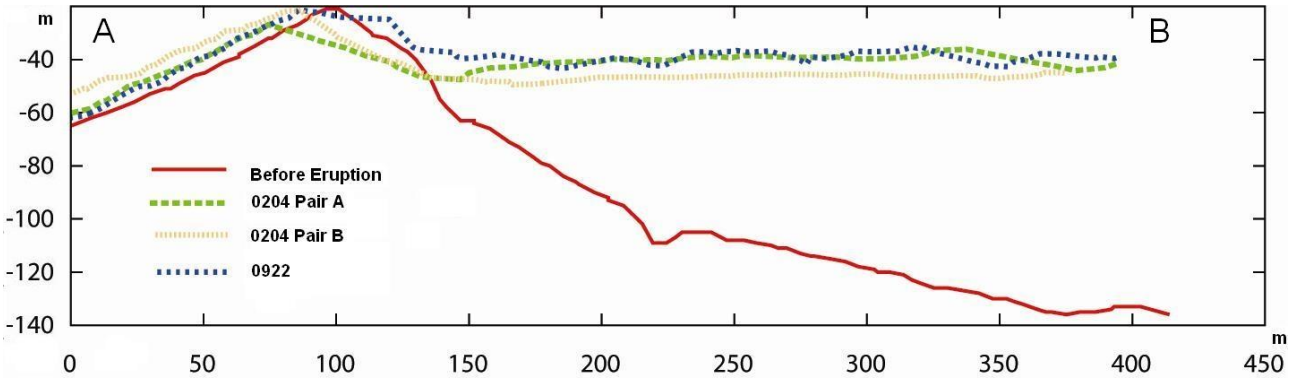
東京大学地震研究所および気象庁が、それぞれ 2 月 4 日と 9 月 22 日に撮影した新燃岳火口内溶岩写真を用いて、写真測量手法による地形測定を実施し、両者を比較した。

データ例として，気象庁が 9 月 22 日に撮影した写真（使用機材 Nikon D60）で構成したステレオペア写真（撮影時焦点距離　95mm）を示す.

噴火後撮影された数多くの写真の中から，写真測量が適用できるペアを 3 種類選別し，斜め写真立体計測を実施した.



噴火前の火口地形を表す地図に地形形状を比較した測線を赤線で示す。地図作成には Kashmir と国土交通省九州地方整備局提供の DEM を利用した. 上の図の測線に沿った断面を考え，噴火前、噴火後（ 2 月 4 日の Pair:A および Pair:B、並びに 9 月 22 日）における地形形状を比較した図を下に示す． 横軸は測線に沿った距離、縦軸は標高（相対）である.



結果

大きな変化がなかったと考えられる火口外側の地形の再現性がおよそ+/-10 の範囲に収まっていることから、写真測量による地形計測の信頼性（精度）は 10m 程度と見積もることができる．その制度の範囲内で判断すると，噴火後の火口内の地形はほぼ平坦なまま推移しており、2 月と 9 月の間に、測定精度の約 10m を超える標高変化はなかったと推定される。

写真がカバーする領域の制約から、溶岩表面の全域は測定できていないが、測定できた範囲において溶岩の表面の標高は、1336+/-10m と見積もることができる。火口縁最低部である北西部の標高がおよそ 1350m であるので、新たな溶岩が噴出して溢流に達するまでの高度の余裕は, 測定時点で約 15m と推定された。測定時点の表面の半径を 300m とすると、新たに約 4.2*10**6m**3 の流動性を持った溶岩が噴出した場合、火口北西部から外部に流出する可能性があると判断された。

なお、この解析では、高精度をめざすために本来行うべきレンズの歪補正は実施していない。これを行えばさらなる精度と信頼性の向上が期待される。

なお、本解析結果は、第 121 回火山噴火予知連絡会に報告した。

謝辞：　本解析には、東京大学地震研究所中田節也委員および気象庁が撮影した写真画像を用いた。また、国土交通省九州地方整備局提供の DEM を利用した。さらに、写真測量および地図作成には、トプコン社の ImageMaster と Kashmir を使用した。

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

橋本武志・小山崇夫・金子隆之・大湊隆雄（東大震研）・柳澤孝寿（JAMSTEC）・
吉本充宏（北大理）・鈴木英一（北大工，北海道河川財団）

北海道開発局と共同で，樽前火山における無人ヘリコプターの飛行実験を実施した．その一部として，2011 年 9 月 27 日に，山頂火口原上空で空中磁気測量を行った．低高度稠密の空中磁気測量は，樽前山では本研究が初めてである．

観測された磁気異常分布を，不均質磁化モデルによるインバージョンで解析した結果，平均的な磁化は 5.3 A/m と推定された．山頂火口原の磁化は，3～8 A/m の範囲で分布し，その中でも，山頂溶岩ドームの周辺は相対的に大きな磁化を示した．また，火口原の東部から南東部（A 火口付近と東山周辺）では，相対的に小さい磁化が推定された．このような磁化の不均質は，噴気活動による磁化の弱化や，溶岩塊と火砕物の差異を反映しているのではないかと推測される．また，今後同様の磁気測量を繰り返し行うことで，火山活動に伴う磁場変化を検出することも可能であろう．

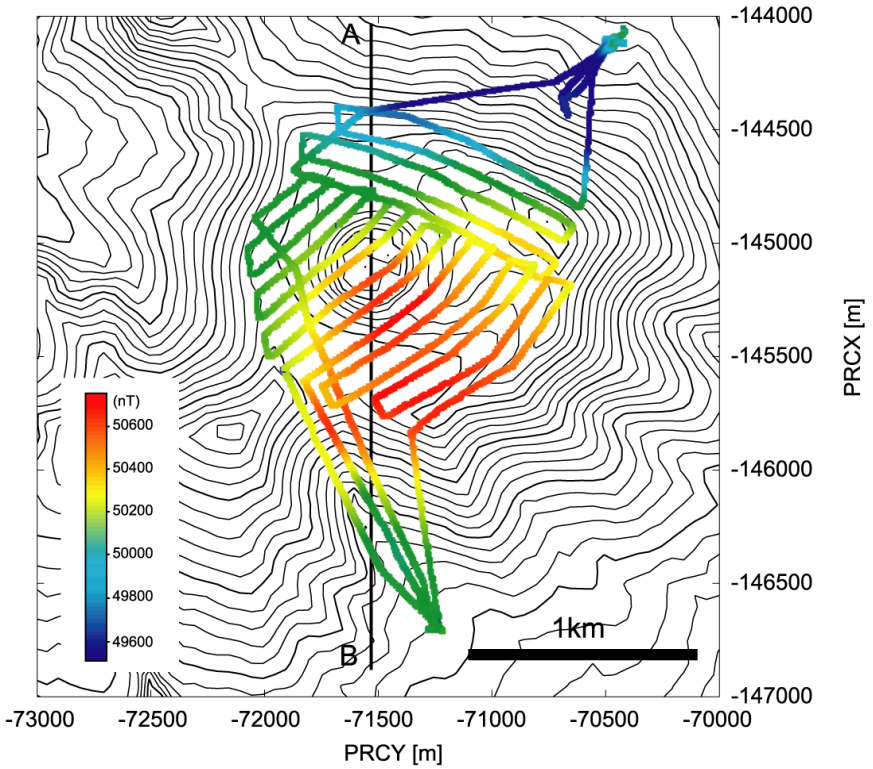


図１　無人ヘリコプターで測定された樽前山上空の全磁力異常

道東地域の地磁気永年変化と偏角伏角測量

橋本武志・茂木　透
西村三治・有田　真・清水淳平・井　智史（気象庁地磁気観測所女満別出張所）
源　泰拓・長町信吾（気象庁地磁気観測所）

我々は，道東地域の既設磁気点において，2009 年から地磁気三成分絶対測量を開始し，2011 年までに，既設の 8 箇所の磁気点すべてにおいて絶対測量を実施した．絶対測量の結果を用いて，各磁気点の全磁力単純差に生じる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．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．変化率について見ると，1990 年代に推定されていた永年変化よりも，2000 年代後半の方が明らかに大きくなっており，そのままでは Nishida et al. (2004) で提案された応力磁気効果モデルとは整合しない. そこで, グローバル地磁気モデル (IGRF-11) を用いて広域の永年変化場を推定し，道東地域にどの程度影響があるかを考察した．その結果，グローバルな変動場は道東地域スケールにも影響を及ぼしており，実際に観測されている永年変化の傾向とも一致することが明らかとなった．想定される地殻活動起源の永年変化を抽出するために，この広域変動場からの偏差に着目して，地点毎の変化率を求めたところ，応力磁気効果モデルに比較的近い分布が得られた．ただし，この結果の有意性については議論の余地があり，観測された永年変化が，広域変動場と誤差範囲で一致していると考えた方が正しい可能性も残されている．その場合には，応力磁気効果仮説は否定されることになるが，現時点でこれを証明するのは難しく，今後の観測結果を待つ必要がある．

森　濟

霧島山北西部の上下変動
－えびの高原～えびの水準測量成果（2011 年 2 月－6 月）－

森 濟（北大院理地震火山センター）
小山 悦郎（東大震研）
大島 弘光（北大院理地震火山センター）

2011 年 1 月から始まった霧島山新燃岳のマグマ噴火活動中の 2 月に、1968 年に東京大学地震研究所が設置した霧島山北西部の、えびの高原～えびの市飯野小学校の水準路線の再測を行った。その結果については、2011 年 5 月の地球惑星科学連合大会で述べた。

その後の変動を見るために、2011 年 6 月 1 日～9 日に同路線の再測を実施した。この 2 回の水準測量間の比高変化を路線沿いに、KVO009 を固定して図 1 に示す。霧島山の隆起傾向が明瞭であるが、路線距離で、0～6km の部分で相対的な局所的沈降が認められる。図 1 は隆起ソースからの距離に対してプロットではないが、この局所的沈降は、山体中心部に原因を求めるのは困難である。

この局所的沈降部分以外については、山体中心付近にソースを仮定して、説明することが可能と思 われる。しかし、KVO009 より遠方で沈降傾向がみられるので、KVO009 を固定して、変動を論ずるのは適切とは言えないであろう。この水準路線の末端はえびの電子基準点 960714 であるが、この 2 回の水準測量の間の 960714 点の上下変動を国土地理院の F3 解の期間平均値でみると、2.2mm の隆起になっている。霧島山の南方には桜島があり独自の変動をしていると思われるので、北方の近傍の電子基準点について F3 解による変動を見ると、この期間 0.7mm～4.5mm の沈降となっている。したがって、この期間 960714 点では地域的傾向を補正して考えると、2.9～6.7mm の隆起があった推定される。これに、KVO009 基準での 960714 点の沈降量 2.6mm を加えて考えると、本路線の隆起量は図 1 の値に 5. 5～9.3mm を加えた値と推定される。

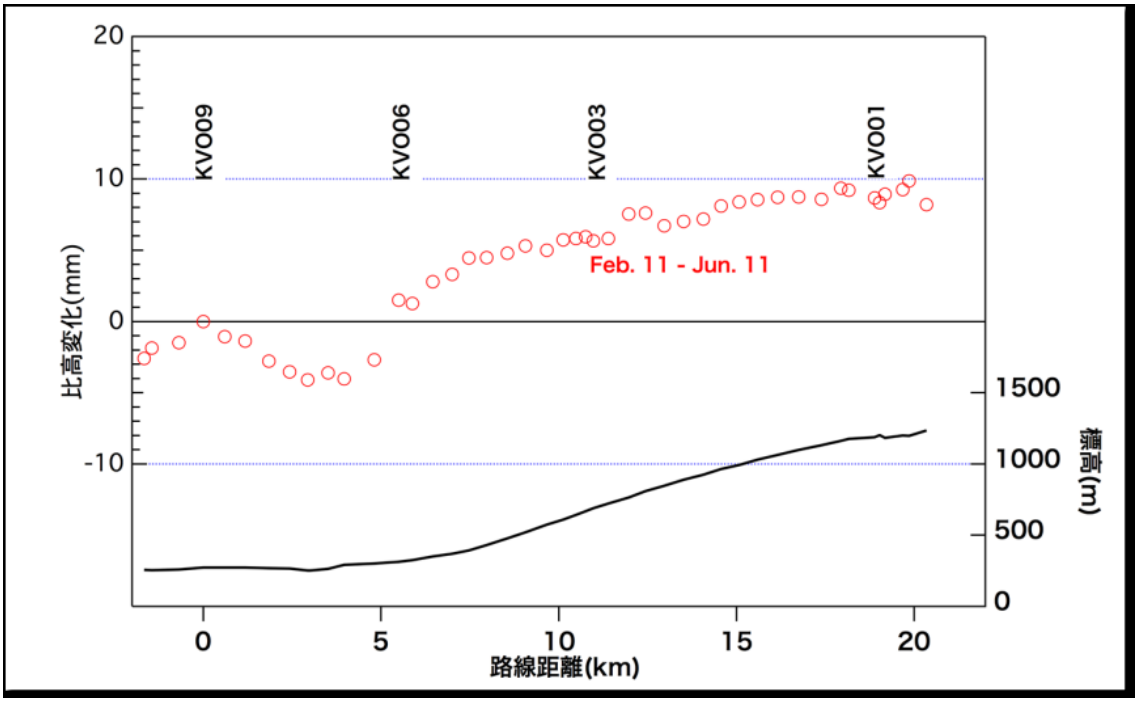


図１えびの高原～えびの市飯野水準路線の比高変化(2011 年 2 月～6 月、KVO007 基準)

水準路線がほぼ一方向なので、最も簡単な球状圧力源を仮定して隆起ソースの位置の推定を試みた。前述の、局所的沈降域を除いた変動について、水平位置 0.01 度刻み、深さを 1km 刻みでグリッドサーチを行い、おおよその位置を決めたのち、水平位置 0.001 度刻み、深さ 0.1km 刻みでグリッドサーチを行い位置の推定をした。隆起量のかさ上げを 5.5mm としたときには、韓国岳西方約 3km、深さ 10.2～11.0km が、かさ上げ量を 9.3mm としたときには韓国岳西方約 3.8km 深さ 15.2～15.8km が最適位置として求められた。かさ上げ量が増えるとともに、ソースの深さが増えることがわかった。

これらの位置は、同期間の GPS 等により推定されるソース位置と比較して、水平的にはほぼ同じであるが、深さが異なっている。また、ソースの推定される深さにより北北東－南南西方向に 1.8ｋｍ程度の水平方向のばらつきを示している。

道内の活火山における繰り返し GPS 観測

奥山 哲，森 濟（北海道大学附属地震火山研究観測センター）

北大地震火山センター火山分野では，道内の活火山の活動を監視するために各火山において繰り返し GPS 観測を行っている．しかし道内の活火山のほとんどは国立公園内にあり，観測点の観測条件は良好であるとは言い難い．実際，2009 年および 2010 年に行った十勝岳，樽前山の繰り返し GPS 観測では，変動なしと期待される観測点において数 cm の変位が表れてしまう点が多数存在した．2010 年には観測前に周囲の枝払いを行っており，これによる衛星の受信状況の変化も誤差の要因となっている可能性がある．

大園真子

GEONET データを用いた北海道におけるひずみの時空間分布の推定

大園真子・髙橋浩晃

北海道地域は太平洋プレートの沈み込み，内陸活断層および火山活動に起因する地殻変動のため，複雑な変形過程下にある．測地データを用いた北海道内全体の変形過程に注目した研究は，三角測量による水平変位場から議論した橋本・多田（1988）以降例が少ない．そのため本研究では，現在の地殻変形過程を把握するため，国土地理院が全国に展開するGPS連続観測網（GEONET）のF3解を用いて，道内のひずみの時空間分布を調べた．

GEONETのF3解から得られた1996年9月から2011年9月までの1年毎の変位を用いて，Shen et al.（1996）の手法でひずみ場を算出し，各年の空間分布を求めた．結果として得られた1年毎の面積ひずみおよび主ひずみの分布を図1に示す．非定常変動として，2000年有珠山噴火， 2003年十勝沖地震（M8.0)， 2004年留萌地震（M6.1)， 2004年釧路沖地震（M7.1）に伴うひずみ場の擾乱が顕著である． 2003年十勝沖地震以降は，えりも周辺でのひずみ場が収縮から膨張へ変化し，余効変動の影響が考えられる．一方で， 地震発生前後に拘わらず，道東の火山フロントの南部や石狩低地東縁断層帯周辺では常に収縮場が見られ， この地域での定常的なひずみ集中がある可能性を明らかにした．

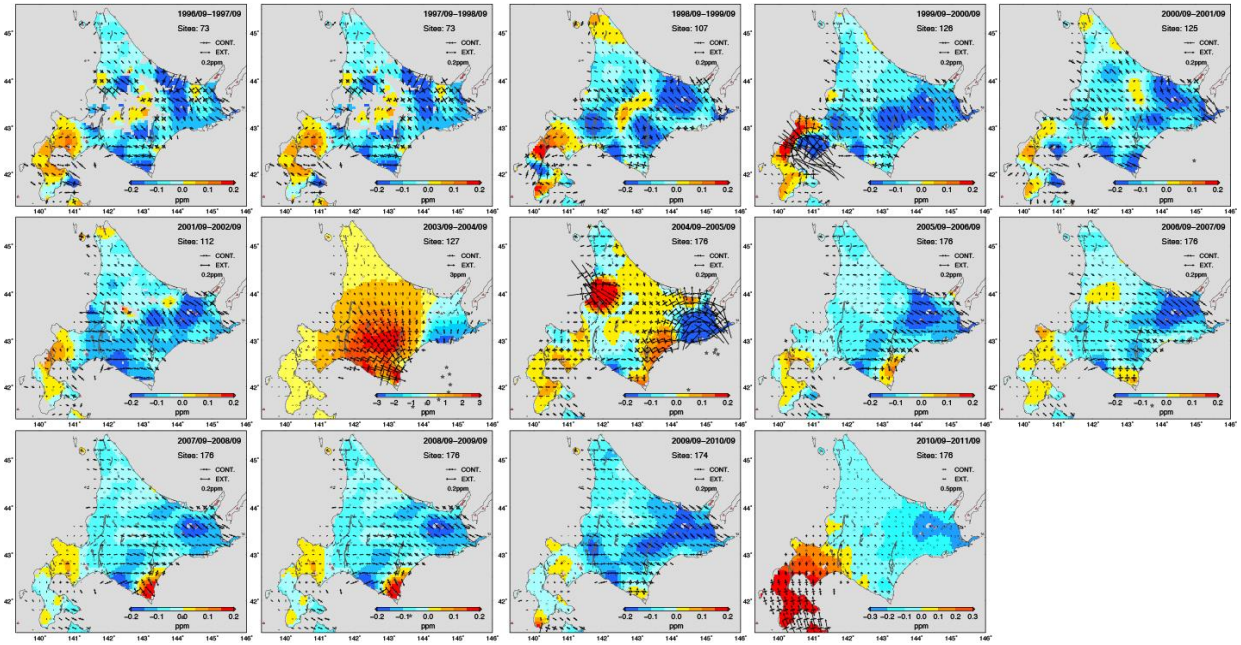


図１　GEONET の F3 解から推定した各年の面積ひずみ場と主ひずみの分布．色で大きさを示し，正が膨張，負が収縮を意味する．2002 年-2003 年は多くの点でアンテナ交換作業が行われ人為的ギャップが多いため省略している．

GPS データに基づく 2011 年東北地方太平洋沖地震の地震時および地震後の地殻変動場の推定

大園真子，太田雄策・飯沼卓史（東北大学）・三浦　哲（東京大学），
立花憲司・出町知嗣・佐藤俊也（東北大学）

国土地理院が展開するGPS連続観測網（GEONET）と東北大学が東北地方に設置している連続GPS観測点のデータをBernese GPS Software version 5.0（Dach et al., 2007）を使って解析し，2011年東北地方太平洋沖地震に伴う東日本の地震時地殻変動場を明らかにした．地震時の地殻変動場は広域に広がり，震源に最も近い東北大学の観測点，金華山（KNK_）や江島（EN3_）では5.6mの水平変位，1.2mの沈降を検出した．地震時の水平成分および上下成分の変位場を図1に示す．これらの観測値は，国土地理院が推定した2枚の矩形の震源断層で概ね説明ができる．また，この陸域の変位データおよび海底地殻変動観測から得られた変位データを用いて，詳細な地震時すべり分布の推定が行われ，最大35mのすべりがあったことを明らかにした（Iinuma et al., 2011）．一方で，地震前および地震後の日座標時値，3時間毎の各観測点の座標値の推定も行うことで，それらの結果から，3月9日に発生した三陸沖の地震（M7.3）や4月7日に宮城沖で発生したM7.1のプレート内地震についてのすべり分布や2011年東北地方太平洋沖地震との関係についても考察を行った（例えば，Ohta et al., 2011）．本研究では，GEONETの空間分布を補間する稠密観測点のデータや，日座標値以外の時間分解能を高めた座標値推定により，2011年東北地方太平洋沖地震の発生メカニズムについての議論に必要な詳細な地殻変動場情報を提供することができた．

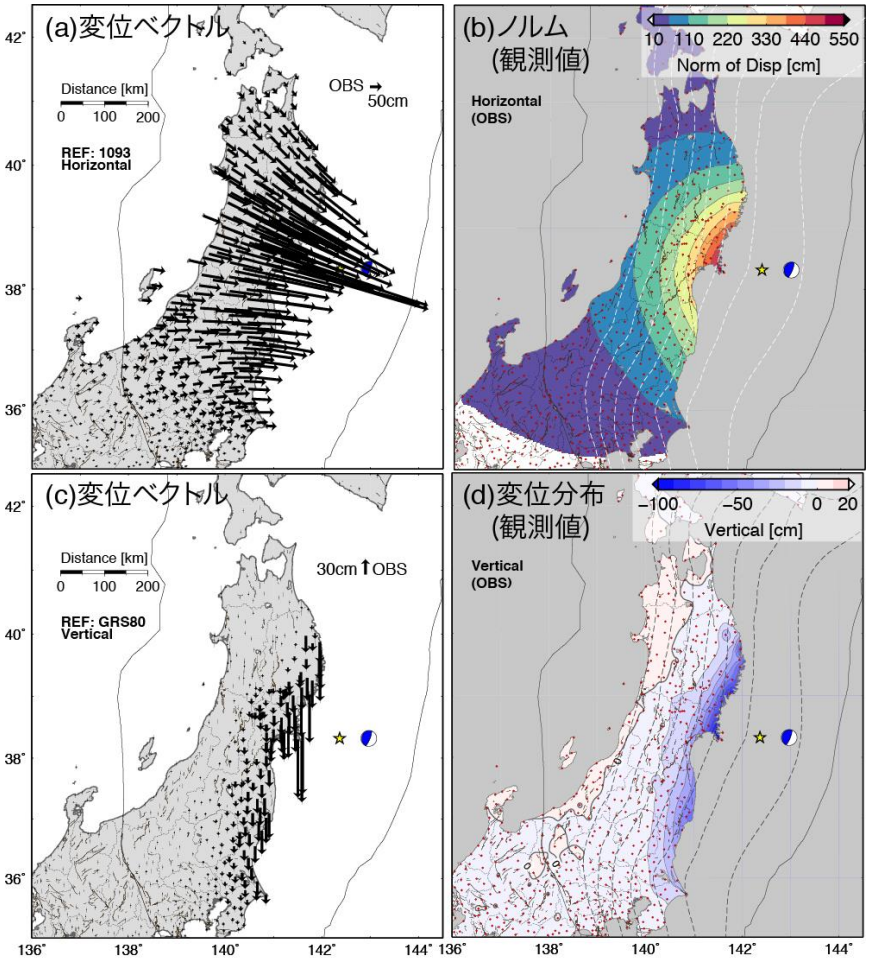


図１　GEONET および東北大学の GPS 連続観測網から検出された地震時の地殻変動場．(a) 水平成分の変位ベクトル，(b) 水平成分の変位分布，(c) 上下成分の変位ベクトル，(d) 上下成分の変位分布．

奥山　哲

PALSAR 干渉画像から得られた 2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う局所的地表変位に関する研究

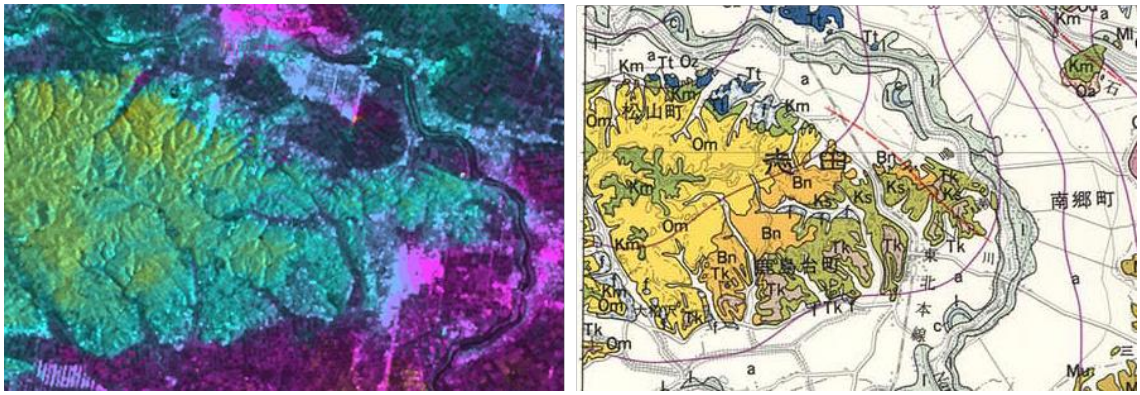
奥山 哲

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により，東日本全体が数10cm～数mもの地殻変動の影響を受けた．震央が三陸沖であり陸上から数10km離れているため，GPS，干渉SARから得られた地殻変動のパターンは非常に空間波長の長いものであった．しかし空間分解能に優れた干渉SAR画像からは随所にパターンの乱れが確認でき，これは地すべり，地盤沈下などごく浅部における現象によるシグナルであると考えられる．我々は陸域観測技術衛星「だいち」搭載のPALSARにより観測されたデータを用いた干渉処理を行い，局所的な位相変化について調査した．

アセンディングペア（パス400-405, 408），ディセンディングペア（パス55,56,59）について干渉処理を行い，長波長のパターンを除去することで局地的位相変化を計算した．長波長成分はダウンサンプリングした画像を補間することで生成した．得られた局所的位相変化の中には，既知の地すべり地域と対応するものが数多く存在し，これらは地震動により地すべり活動が励起されたものと考えられる．対応の認められないパターンであっても，それが傾斜地であれば未知の地すべり地域である可能性がある．

その一方，山塊全体が１つのパターンに含まれる，平地であるなど地すべりとは考えられないパターンも存在し，これは震央に近い宮城県（特に石巻周辺）で多く見られる．これらは地下浅部の物性の違いを示しているのかもしれない．

図１．左）石巻北西の山塊の干渉画像．右）同範囲の地質図（1:200,000 地質図「石巻」より抜粋）



○地下構造研究分野

茂木　透

道東地域での地震活動に伴う電磁気現象の観測研究

茂木　透，森谷武男，橋本武志，柿並義宏，髙田真秀

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

2002 年６月より天塩中川，札幌御簾，えりも観測所，また，2003 年 9 月より弟子屈観測所において，VHF 帯電波に伝播異常と地震発生との関係を調べる観測を開始した．それぞれの観測点において，遠くの複数の FM 放送局からの電波を受信し，複数の伝播経路で異常の発生した場所を特定できるような観測網を作ることをめざしている．2003 年 8 月には，浦河上杵臼観測所で，地磁気，地電位，空中電場，ガンマ線強度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．

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．2011 年は，厚岸観測所，根室観測所おとび仁多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

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．

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するため，まず周囲の海の影響について議論した．

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

有珠火山，駒ケ岳，樽前火山での電磁気観測

茂木透，橋本武志

（1）有珠火山

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

地磁気連続観測点：　小有珠，地蔵前，全日空の沢，三豊別荘地，N2 火口北

（2）駒ケ岳

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

地表ソース型空中電磁法の研究

茂木透，Sabry Abd Allah，電力中央研究所

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

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

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

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

バイカル湖での地電位変動観測

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

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

まだ，観測を始めて日が浅いので，はっきりした成果はないが，観測点の近くで起こった M5 クラスの地震の際に，地電位の大きさが変化したような結果も得られている．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．

フィリピン・タール火山での電磁気観測

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

タール火山は頻繁に噴火を繰りかえす活発な火山であり，PHIVOCS により多くの観測が行われてきた．JST—JICA による"Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development" プロジェクトの下，"Enhancement of Earthquake and Volcano Monitoring and Effective Utilization of Disaster Mitigation Information in the Philippines"と題する研究課題により，タール火山周辺での全磁力モニタリング，地電位変動観測，MT 法による比抵抗構造探査を実施している．2011 年には火山島全域での観測を終了し，2 次元，3 次元比抵抗楮モデリングを実施している．

柿並　義宏

2011 年東北地方太平洋沖地震前後の電離圏擾乱に関する研究

柿並 義宏，茂木 透

2011 年 3 月に発生した東北地方太平洋沖地震（東北地震）は大きな津波を発生させ，その津波によって励起された大気波動が熱圏・電離圏領域まで到達し，その場の大気を擾乱させた．GPS 電波を用い，電離圏プラズマ全電子数（Total Electron Content; TEC）を調べると，津波発生領域上空で電離圏プラズマ密度減少（津波電離圏ホール）が存在することが分かった．この事実は，GPS-TEC を用いることで，津波の発生位置を検出できることを意味している．この結果を基に，2012 年から 3 年計画で，科学研究費補助金の交付を受けて，GPS-TEC 測定による緊急津波速報の開発を行ってきた．

また，東北地震後の電離圏擾乱を詳しく調べてみると等方的に伝搬する Rayleigh 波により励起された電離圏擾乱に南北非対称性がみられることを発見した．Rayleigh 波によって励起された大気波動と磁力線に拘束された電離圏プラズマとの相互作用の結果であることが分かった．

地震前駆現象として観測される電離圏擾乱は地震予報に利用できる期待されているが，そのメカニズムは未だ明らかになっていない．なかでもラドンが地震前に断層から漏れ出て，その放射線により大気電場を変えることにより電離圏擾乱を生じさせるという説（ラドン説）が有力なメカニズムとして期待されている．放射線の量，発生位置が明瞭な福島第一原発の放射能漏れ事故を利用し，放射性物質により引き起こされる電離圏擾乱の有無を検証したが，明瞭な擾乱は検出できなかった．このことからラドン説が否定される結果を得た．

我々の研究で発見した津波電離圏ホールは，見方を変えると地震前兆現象と解釈できる可能性が指摘されている．地震後の現象か，地震前の現象かを再検討した結果，地震後の現象であることが有力であるという結論を得た．

地震関連電磁気現象検出を目的としたフランスの電離圏観測衛星 DEMETER（Detection of Electro-Magnetic Emissions Transmitted from Earthquake Regions）はプラズマ密度計測器の精度に問題があることが指摘されている．観測データの検証を行い，有効性と利用可能範囲を明らかにした．

○地震火山地域防災情報支援室

定池　祐季

北海道南西沖地震後の奥尻島と東日本大震災

定池祐季

かねてより日本海中部地震（1983 年）、北海道南西沖地震（1993 年）を経験した奥尻島において津波災害からの復興・災害経験の継承について調査研究を実施している。この奥尻島において、東日本大震災発災後、全国各地から視察・取材・調査が殺到する状況が生じた。また、奥尻島の復興プロセスや防災対策に関する問い合わせや講演依頼なども激増した。

そのような状況を鑑み、かつての被災地が他地域の災害を契機として、災害経験の定位のあり方や災害伝承の内容や対象に関して外発的内発的にどのような変化がもたらされるかという点について、調査を開始することとした。その結果の一部は、寄稿や講演・講義などで発表を行った。奥尻町の災害伝承については、スマトラ島沖地震（2004 年）後も島内視察対応、奥尻町外に向けての外発的な発信の機会が増えているが、2011 年度時点でも同様の傾向が見られていた。防災教育に関しては、内発的な発信の兆しが見られているが、本格化には至っていないため、今後も調査を継続する予定である。

参考文献

定池祐季（2011）：東日本大震災と北海道南西沖地震，人間・環境学会誌，28，21−24.

積雪寒冷地仕様の防災教育教材開発

定池祐季

阪神・淡路大震災（1995 年）以降、日本国内では防災教育が必要であるという認識の高まりから、様々な防災教育の開発が行われてきた。その一方で、積雪寒冷地の地域特性を考慮した、冬期の災害を念頭に置いた防災教育の教材については不足している状況が見受けられた。また、北海道では図上訓練の一種である DIG（disaster imagination game）が独自の展開をしているものの、他地域に比べて参加型であるワークショップ型、ゲーミング型の防災教育が普及していなかった。また、自然現象のメカニズムと、発災時に身を守ること、発災直後の初動対応以外の時間軸を対象とした防災教育の充実も課題となっていた。

そこで、参加型かつ参加者同士の双方向の学びを促進することを念頭に置かれた 「クロスロード」と、静岡県が開発した「HUG（避難所運営ゲーム）」という既存の防災教育教材を活用しながら、積雪寒冷地型の防災教育教材開発に取り組むことにした。2011 年度については、北海道内で行った防災講演・講義の中で「クロスロード」を実施した際に、参加者にアンケートを配布し、積雪寒冷地ならではの災害時のジレンマに関する

意見を収集した。また、「HUG」については、帯広市の冬期避難所訓練で、避難所となった体育館の中でワークショップを実施し、参加者の意見を集めた。この教材開発の取り組みについては、今後も防災教育を実施しながら参加者に質問紙調査などを実施し、内容の充実をはかっていく。

２．研究業績

○地震観測研究分野

谷岡勇市郎

（１）主な観測の概要

①研究課題：北海道日本海側巨大地震の発生様式解明
目　　的：ロシアサハリン島西部での津波堆積物調査
実施期間：2011 年 8 月 27 日～31 日
対象地域：ロシアサハリン島西部
成果概要:サハリン島中西部の沿岸にて日本海で発生した津波による堆積物を確認
参 加 者：谷岡勇市郎・ロシア IMGG 側研究者
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

②研究課題：想定地震津波によるインドネシアでの津波リスク評価
目　　的：津波数値計算のための調査
実施期間：2011 年 9 月 21～30 日
対象地域：ジャワ島・スマトラ島南部沿岸・インドネシア
成果概要：津波遡上数値計算のための地形調査結果を用いて津波数値計算を実施
参 加 者：谷岡勇市郎・インドネシア側研究者
事 業 名：JST-LIPI 地球規模課題対応国際科学技術協力事業
研究費名：インドネシアにおける地震火山の総合防災策

（２）発表論文

Ghimire, S. and Y. Tanioka, Spatio temporal change in stress field and occurrence of the 2003 Tokachi Oki earthquake in Hokkaido, northern Japan. In Sharkov, E. V. (eds.), New Frontiers in Tectonic Research- General Problems, *Sedimentary Basins and Island Arcs*, ISBN 978-953-307-595-2, InTech Publishers, 309-322, 2011

Ghimire, S. and Y. Tanioka, Spatial distribution of stress and frictional strength along the interplate boundary and location of large earthquakes in Hokkaido, northern, Japan. *Tectonophysics* 511, 1-13, 2011

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

Tsushima, H., K. Hirata, Y. Hayashi, Y. Tanioka, K. Kimura, S. Sakai, M., Shinohara, T. Kanazawa, R. Hino, and K. Maeda, Near-field tsunami forecasting using offshore tsunami data from the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, *Earth, Planets Space, 63*, 821-826, 2011

Y. Tanioka, and A. R. Gusman, Slip distribution of the 2011 Tohoku-oki earthquake, The 7th Taiwan-Japan Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation in 2011 –Typhoon Morakot & 311 Earthquake in Japan edited by Chjeng-Lun Shieh, 1-9, 2011

谷岡勇市郎・A. R. Gusman, 2011 年東北地方太平洋沖地震による津波解析結果から再検討する巨大津波の発生様式、地震２，64，265-270，2012

（３）学会発表

谷岡勇市郎・藤井雄士郎・佐竹健治・アディティア　グスマン・ハムザ　ラティフ・ハリス　サンデンダー・越村俊一，チラチャップ（インドネシア）での想定巨大地震による津波数値計算と津波災害リスク評価，日本地球惑星科学連合2011年大会，幕張，5月22日-27日.

伊尾木圭衣・谷岡勇市郎，千島沈み込み帯で発生した 1958 年択捉島沖地震の津波波形から推定した破壊域，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，幕張，5 月 22 日-27 日.

Gusman, A., Y. Tanioka, and T. Takahashi, Numerical experiment of sediment transport and a case study of sediment transport simulation of the 2004 Indian Ocean tsunami in Lhoknga, Banda Aceh, Indonesia, 2011 IUGG meeting, Australia, June 28-July 2, 2011.

Ioki, K., and Y. Tanioka, Rupture area of the 1958 Etorofu earthquake occurred in Kurile subduction zone estimated from tsunami waveforms, 2011 IUGG meeting, Australia, June 28-July 2, 2011.

Tsuji, Y., Y. Nishimura, Y. Tanioka, and Y. Namegaya, Damage of the tsunami of the Solomon Islands earthquake of April 2nd, 2007, 2011 IUGG meeting, Australia, June 28-July 2, 2011.

Tsushima, H., R. Hino, F. Imamura, Y. Tanioka, Y. Ohta et al., Near-fi eld tsunami forecasting from ocean bottom pressure and onshore GPS data, 2011 IUGG meeting, Australia, June 28-July 2, 2011.

Ioki, K., and Y. Tanioka, Relations of great Kurile earthquakes estimated from tsunami waveforms, 7th Biennial Workshop on Japan-Kamchatka-Alaska Subduction Processes (JKASP-2011), Russia, Aug. 25-30, 2011.

谷岡勇市郎、東北地方太平洋沖地震による大津波の概要，平成 23 年度東北地方太平洋沖地震に関する成果報告シンポジューム，8 月 20 日，2011

Y. Tanioka, and A. R. Gusman, (Invited) Slip distribution of the 2011 Tohoku-oki earthquake, The 7th Taiwan-Japan Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation in 2011 –Typhoon Morakot & 311 Earthquake in Japan, Taiwan, Oct. 25-26, 2011

谷岡勇市郎・アディティア　グスマン・対馬弘晃・酒井慎一，津波波形・GPS 地殻変動・海底地殻変動データの同時インバージョンにより推定された 2011 年東北地方太平洋沖地震の震源過程，日本地震学会 2011 年度秋季大会，10 月 12 日-15

日，2011

伊尾木圭衣・谷岡勇市郎，1969 年北海道東方沖地震の津波波形解析，日本地震学会 2011 年度秋季大会，10 月 12 日-15 日，2011

対馬弘晃・林豊・平田賢治・前田憲二・日野亮太・小林竜也・太田雄策・飯沼卓史・馬場俊孝・谷岡勇市郎・酒井慎一・篠原雅尚・金沢敏彦，近地津波予測アルゴリズム tFISH による 2011 年東北地方太平洋沖地震の津波予測，日本地震学会 2011 年度秋季大会，10 月 12 日-15 日，2011

Tanioka, Y., and A. R. Gusman, (Invited) Tsunami waveform analysis of the 2011 great Tohoku earthquake, 29th Sino-Japanese Modem Engineering and Technology Symposium, Taiwan, Nov. 20-25, 2011.

Tanioka, Y., Overview of the 2011 great Tohoku earthquake, NSF workshop for tsunami deposits and their role in hazard mitigation, USA, Dec. 2-3, 2011.

Ioki, K., and Y. Tanioka, Relations of great kurile Earthquakes estimated from tsunami waveforms, American Geophysical Union, 2011 Fall Meeting, USA, Dec. 5-9, 2011.

（4）取得研究費

①研究課題：根室沖等の地震に関する調査研究
研究種目：文部科学省委託業務
代 表 者：谷岡勇市郎
分 担 者：西村裕一・勝俣　啓・中村有吾
研究期間：平成 23 年
金　　額：3,937 千円

②研究課題：千島沈み込み帯で発生した巨大地震の発生パターンを津波数値計算を用いて解明する研究
研究種目：科学研究費補助金（特別研究員奨励費）
代 表 者：谷岡勇市郎
分 担 者：伊尾木圭衣
研究期間：平成 22 年－平成 24 年度
金　　額：700 千円

③研究課題：将来の巨大地震のアスペリティーの位置把握と津波警報システム改善に向けた手法開発
研究種目：科学研究費補助金（特別研究員奨励費）
代 表 者：谷岡勇市郎
分 担 者：スベシュ・ギミレ
研究期間：平成 21 年－平成 23 年度
金　　額：500 千円

④研究課題：不均質なすべり量分布の効果を評価して近地の津波をより良く予測するための研究
研究種目：科学研究費補助金（特別研究員奨励費）

代 表 者：谷岡勇市郎
分 担 者：ブリアニ・マクイネス
研究期間：平成 21 年－平成 23 年度
金　　額：500 千円

⑤研究課題：2011 年東北地方太平洋沖地震に関する総合調査
研究種目：科学研究費補助金（特別研究促進費）
代 表 者：篠原雅尚（東京大学地震研究所）
分 担 者：谷岡勇市郎・他
研究期間：平成 22 年－平成 23 年度
金　　額：760 千円

（５）社会活動

日本地震学会，代議員
日本地震学会，海外渡航旅費助成審査委員
日本地震学会，論文賞選考委員長
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
地震及び火山噴火予知のための観測研究計画　長期・広域部会，委員
原子力安全委員会原子炉安全専門審査会，委員
原子力安全委員会
　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，委員
科学技術・学術審議会，専門委員
文部科学省観測研究計画再検討委員会，委員
気象庁津波予測技術勉強会，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
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

2011 年 4 月 11 日，地震調査委員会，東京
2011 年 4 月 16 日，地震・火山噴火予知協議会，東京
2011 年 4 月 18 日－19 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
2011 年 4 月 26 日，臨時地震予知連絡会，東京
2011 年 5 月 11 日，地震調査委員会，東京
2011 年 5 月 13 日，北海道津波浸水予測図作成に係る専門家会議，札幌
2011 年 6 月 9 日，　地震調査委員会，東京
2011 年 6 月 13 日，地震予知連絡会，東京
2011 年 7 月 11 日，地震調査委員会，東京
2011 年 7 月 12 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
2011 年 8 月 3 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
2011 年 8 月 5 日，　地震調査委員会，東京
2011 年 8 月 22 日，地震予知連絡会，東京
2011 年 8 月 25 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
2011 年 9 月 9 日，　地震予知連絡会，東京
2011 年 9 月 13 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
2011 年 9 月 20 日，北海道開発局津波対策検討委員会，札幌
2011 年 10 月 3 日，地震調査委員会海溝型分科会，東京
2011 年 10 月 7 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
2011 年 10 月 7 日，　地震調査委員会，東京
2011 年 10 月 20 日，北海道津波浸水予測図作成に係る専門家会議，札幌
2011 年 10 月 21 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
2011 年 10 月 31 日，津波浸水予測図作成に係る専門家会議（北海道），札幌
2011 年 11 月 1 日，　地震調査委員会海溝型分科会，東京
2011 年 11 月 7 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
2011 年 11 月 10 日，地震調査委員会，東京
2011 年 11 月 15 日，地震調査委員会海溝型分科会，東京
2011 年 11 月 18 日，地震予知連絡会，東京
2011 年 12 月 5 日，　地震調査委員会，東京
2011 年 12 月 12 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

2011 年 12 月 13 日，地震調査委員会海溝型分科会，東京
2011 年 12 月 16 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
2011 年 12 月 19 日，原子力安全委員会　専門家の意見交換会，東京
2011 年 12 月 20 日，観測研究計画再検討委員会，東京
2011 年 12 月 26 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
2012 年 1 月 11 日，地震調査委員会，東京
2012 年 1 月 16 日，北海道津波浸水予測図作成に係る専門家会議，札幌
2012 年 1 月 17 日，地震調査委員会海溝型分科会，東京
2012 年 2 月 15 日，地震調査委員会海溝型分科会，東京
2012 年 2 月 16 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
2012 年 2 月 17 日，地震予知連絡会，東京
2012 年 2 月 28 日，日本海溝海底地震津波観測網の整備に関する運営委員会，東京
2012 年 2 月 28 日，海底ケーブル設置委員会，東京
2012 年 2 月 29 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
2012 年 2 月 29 日，地震学会論文賞選考委員会，東京
2012 年 3 月 12 日，北海道津波浸水予測図作成に係る専門家会議，札幌
2012 年 3 月 13 日，北海道開発局津波対策検討委員会，札幌
2012 年 3 月 14 日，原子力安全基準・指針専門部会，東京
2012 年 3 月 16 日，地震調査委員会海溝型分科会，東京

勝俣　啓

（2）発表論文

Katsumata, K., Precursory seismic quiescence before the Mw=8.3 Tokachi-oki, Japan earthquake on 26 September 2003 revealed by a re-examined earthquake catalog, J. Geophys. Res., 116, B10307, doi:10.1029/2010JB007964, 2011.

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.

阿形葉・蓬田清・勝俣　啓，明瞭なフェーズがない地震の新しい震源決定法：十勝岳火山体の地殻深部低周波地震への応用，北海道大学地球物理学研究報告，74，67-88，2011.

北海道大学（文責：勝俣　啓），2003 年十勝沖地震前の静穏化とその有意性の検討，地震予知連絡会会報，85，453，2011.

（3）学会発表

勝俣　啓, 2002～2004 年豊後水道スロースリップに誘発された地震活動の静穏化と活発化，SCG058-20，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

勝俣　啓，東北地方太平洋沖地震(M9.0)に先行した地震活動の長期静穏化，MIS036-P04，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

勝俣　啓，2008 年茨城県沖の地震(M=7.0)に先行した地震活動の静穏化と活発化，C21-04，日本地震学会 2011 年度秋季大会，静岡県コンベンションアーツセンター，静岡市，2011 年 10 月.

髙橋浩晃

（1）主な観測の概要

①研究課題：2011 年東北地方太平洋沖地震に関する地震活動の研究
目　　的：臨時地震観測点の設置・運用
実施期間：2011 年 4 月～
対象地域：秋田県・岩手県周辺
成果概要：秋田県および岩手県に臨時地震観測点 4 箇所を設置して，誘発された内陸地震の震源やメカニズムを精度よく求めるためのデータを得た.
参 加 者：髙橋浩晃・山田卓司・一柳昌義・髙田真秀・山口照寛・東北大学ほか
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

②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：火山噴火機構の解明
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 か所の傾斜計観測網を構築した.
参 加 者：髙橋浩晃・青山裕・中川光弘（地惑システム）・鹿児島大学・九州大学
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

Takahashi, H., T. Shibata, T. Yamaguchi, R. Ikeda, N. Okazaki and F. Akita, Volcanic strain change prior to an earthquake swarm observed by groundwater level sensors in Meakan-dake, Hokkaido, Japan, J. Volcano. Geotherm. Res., 215–216, 1-7, 2012.

Takahashi, H., Coseismic strain and stress changes in eastern Japan due to the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake as derived from GPS data,

Earth Planets Space, 63, 741-744, 2011.

Kato, A., H. Takahashi, et al., Anomalous depth dependency of the stress field in the 2007 Noto Hanto, Japan, earthquake: Potential involvement of a deep fluid reservoir, Geophys. Res. Lett., 38, L06306, doi:10.1029/2010GL046413, 2011.

（3）学会発表

中尾茂・髙橋浩晃・他，霧島新燃岳 2011 年 1 月 26 日噴火前後の地殻変動，日本火山学会秋季大会，旭川.

岡崎紀俊・髙橋浩晃・他，十勝岳火口周辺の地殻変動に伴う重力変化，日本火山学会秋季大会，旭川.

髙橋浩晃・他，雌阿寒岳の浅部群発地震活動に先行した深部収縮と低周波地震活動，日本火山学会秋季大会，旭川.

廣瀬亘・髙橋浩晃・他，「雌阿寒火山を知る」ための取り組み：雌阿寒火山塾，日本火山学会秋季大会，旭川.

Takahashi H., STATIC STRAIN AND STRESS CHANGES IN EASTERN JAPAN DUE TO THE 2011 TOHOKU EARTHQUAKE, JAPAN, AS DERIVED FROM GPS DATA, JKASP2011, Petropavrovsk-Kamchatsky.

Shestakov, N., H. Takahashi et al., CRUSTAL DISPLACEMENTS OF EAST ASIA CAUSED BY THE TOHOKU EARTHQUAKE OF MARCH 11, 2011, MW =9.0., JKASP2011, Petropavrovsk-Kamchatsky.

Nakao, S., H. Takahashi et al., CRUSTAL DEFORMATION DUE TO VOLCANIC ACTIVITY BY CONTINUOUS GPS OBSERVATION NETWORK IN SHINMOEDAKE, KIRISHIMA, JAPAN, JKASP2011, Petropavrovsk-Kamchatsky.

Shinjo A., H. Takahashi, THE 2011 TOHOKU EARTHQUAKE TSUNAMI RECORDED BY STRAIN AND TILT SENSORS AT ERIMO, HOKKAIDO, JAPAN, JKASP2011, Petropavrovsk-Kamchatsky.

TakahashiH., Coseismic strain changes and triggering earthquakes due to the 2011 Tohoku earthquake, Japan, НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ПРИРОДНЫЕ КАТАСТРОФЫ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ РЕГИОНЕ», Yuzhno-Sakhalinsk.

（4）取得研究費

①研究課題：地球物理学的観測による北東アジア地域の新たなテクトニック・フレームの構築

研究種目：科学研究費補助金（基盤研究A）

代 表 者：髙橋浩晃

研究期間：H21 年度～H24 年度

金　　額：総額 45,370 千円（H21 年度 17,940 千円，H22 年度 8,060 千円，H23 年度 11,660 千円）

②研究課題：島弧型玄武岩質マグマ噴火のマグマ系と噴火機構解明のための日ロ共同研究

研究種目：科学研究費補助金（基盤研究A）

代 表 者：中川光弘（地惑システム）

分 担 者 ：髙橋浩晃

研究期間：H22 年度～H25 年度

金　　額：総額 47,320 千円（H22 年度 13,390 千円，H22 年度 12,740 千円）

（5）社会活動

地震調査研究推進本部政策委員会調査観測計画部会委員

北海道防災会議地震火山対策部会地震対策専門委員会専門委員

北海道 北海道に津波をもたらす想定地震の再検討ワーキンググループ委員

（6）会議参加リスト

2011 年 6 月 1 日，北海道防災会議地震専門委員会，札幌

2011 年 6 月 3 日，地震本部調査観測計画部会，東京

2011 年 6 月 8 日，地震本部調査観測計画部会，東京

2011 年 6 月 20 日，地震火山噴火予知研究協議会拡大企画部，東京

2011 年 6 月 29 日，北海道防災会議想定地震ワーキング，札幌

2011 年 8 月 10 日，北海道防災会議地震専門委員会津波ワーキング，札幌

2011 年 9 月 9 日，北海道防災会議地震専門委員会津波ワーキング，札幌

2011 年 10 月 20 日，北海道防災会議地震専門委員会津波ワーキング，札幌

2011 年 11 月 7 日，地震火山噴火予知研究協議会予算委員会，東京

2011 年 11 月 21 日，地震火山噴火予知研究協議会，東京

2011 年 12 月 1 日，地震本部調査観測計画部会，東京

2011 年 12 月 6 日，北海道防災会議地震専門委員会，札幌

2012 年 1 月 12 日，外務省ロシア課，東京

2012 年 1 月 16 日，北海道防災会議地震専門委員会津波ワーキング，札幌

2012 年 1 月 21 日，地震火山噴火予知協議会企画部，東京

2012 年 1 月 27 日，地震本部調査観測計画部会，東京

2012 年 1 月 30 日，東大地震研共同利用委員会，東京

2012 年 2 月 27 日，外務省日露地震火山専門家会合，仙台

（7）受け入れ研究者

Evgeny Gordeev，Yarosrav Muravyev, Natalia Malik, Sergey Serovetnikov，ロシア科学アカデミー極東支部火山地震研究所，2011 年 11 月

山田卓司

（3）学会発表

- 東龍介・村井芳夫・勝俣啓・西村裕一・山田卓司・望月公廣，エアガンー OBS 構造探査で推定した 1952 年十勝沖地震震源域周辺の地殻構造，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，SSS34-P01，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

- 一柳昌義・山口照寛・東龍介・髙田真秀・黒井和典・山田卓司・宮村淳一・髙橋浩晃，2010 年 12 月 2 日に札幌市直下で発生した石狩支庁中部の地震（MJMA4.6）の地震活動，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，SSS26-P05，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

（6）会議参加リスト

- 2012 年 3 月 6-8 日　「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」 平成 23 年度成果報告シンポジウム　於： 東京大学伊藤国際学術研究センター

アディティア・グスマン

（2）発表論文

Y. Tanioka, and A. R. Gusman, Slip distribution of the 2011 Tohoku-oki earthquake, The 7th Taiwan-Japan Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation in 2011 –Typhoon Morakot & 311 Earthquake in Japan edited by Chjeng-Lun Shieh, 1-9, 2011

谷岡勇市郎・A. R. Gusman, 2011 年東北地方太平洋沖地震による津波解析結果から再検討する巨大津波の発生様式、地震２，64，265-270，2012

（3）学会発表

谷岡勇市郎・藤井雄士郎・佐竹健治・アディティア　グスマン・ハムザ　ラティフ・ハリス　サンデンダー・越村俊一，チラチャップ（インドネシア）での想定巨大地震による津波数値計算と津波災害リスク評価，日本地球惑星科学連合2011年大会，幕張，5月22日-27日.

Gusman, A., Y. Tanioka, and T. Takahashi, Numerical experiment of sediment transport and a case study of sediment transport simulation of the 2004 Indian Ocean tsunami in Lhoknga, Banda Aceh, Indonesia, 2011 IUGG meeting, Australia, June 28-July 2, 2011.

Y. Tanioka, and A. R. Gusman, (Invited) Slip distribution of the 2011 Tohoku-oki earthquake, The 7th Taiwan-Japan Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation in 2011 –Typhoon Morakot & 311 Earthquake in Japan, Taiwan, Oct. 25-26, 2011

谷岡勇市郎・アディティア　グスマン・対馬弘晃・酒井慎一，津波波形・GPS 地殻変動・海底地殻変動データの同時インバージョンにより推定された 2011 年東北地方太平洋沖地震の震源過程，日本地震学会 2011 年度秋季大会，10 月 12 日-15 日，2011

Tanioka, Y., and A. R. Gusman, (Invited) Tsunami waveform analysis of the 2011 great Tohoku earthquake, 29th Sino-Japanese Modem Engineering and Technology Symposium, Taiwan, Nov. 20-25, 2011.

中村　有吾

（1）主な観測の概要

①研究課題：2011 年東北沖地震津波の野外調査，堆積物調査

目　　的：2011 年津波の波高，挙動，堆積物の実態調査

実施期間：2011 年 3 月～2011 年 6 月

対象地域：北海道太平洋岸～福島県相馬市

成果概要：津波直後の調査により，津波の遡上高，浸水高，流向，被害実態を明らかにした。また，青森県三沢市，福島県相馬市（松川浦，柚木）の海岸部における津波堆積物の層序，層厚，分布を明らかにした。

参 加 者：中村有吾，西村裕一，プルナ・プトラ，伊尾木圭衣

②研究課題：北海道太平洋沿岸の堆積物調査

目　　的：北海道東部（釧路市音別町，厚岸町）における古津波堆積物の分布と層序の解明

実施期間：2011 年 8 月～2011 年 10 月

対象地域：釧路市音別町（音別湿原，キナシベツ湿原），厚岸町白浜地区

成果概要：音別湿原において，過去 2500 年間に少なくとも 4 層の古津波堆積物が存在することを明らかにした。また，キナシベツ湿原，厚岸町白浜地区においても，過去 1000 年間に 2 層の古津波堆積物を記載した。

参 加 者：中村有吾，西村裕一，プルナ・プトラ

事 業 名：根室沖等の地震に関する調査研究

研究費名：

（2）発表論文

後藤和久・西村裕一・菅原大助・阿部朋弥・中村有吾・藤野滋弘・原口　強（2011）「仙台平野を中心とする津波被害実態と堆積物調査報告」　津波工学研究報告，28, 135-140.

中村有吾（2011）「火山灰の同定」『K39 遺跡工学部共用実験研究棟地点発掘調査報告書　北海道大学埋蔵文化財調査室』，pp.246-247

中村有吾（2011）「北見市北上４遺跡におけるテフラ層の同定」『北見市北上４遺跡』財団法人北海道埋蔵文化財センター調査報告書，第 275 集 pp.233-239

（3）学会発表

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

中村有吾，西村裕一，アンドリュー ムーア（2011 年 5 月 24 日）「構成物の組成と粒径にもとづく津波堆積物の対比および供給・運搬過程の考察－北海道東部での事例」日本地球惑星科学連合 2011 年大会，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

中村有吾，西村裕一（2011 年 5 月 27 日）「東北地方太平洋沖地震津波に伴う陸上斜面の侵食・堆積作用の特徴」日本地球惑星科学連合 2011 年大会，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

中村有吾，西村裕一，伊尾木圭衣，プルナ スラスティア プトラ，アディティア グスマン（2011 年 7 月 16 日）「北海道および青森県における東北地方太平洋沖地震津波の実態に関する野外調査」東北地方太平洋沖地震津波に関する合同調査報告会（高槻市）.

Nakamura, Y., Nishimura, Y., and Putra, P. (2011 年 12 月) “Coastal topography and local variation of inundation and sedimentary features of the 2011 Tohoku tsunami in the 20-km-long coastal forest at Misawa, northern Japan.” American Geophysical Union (San Francisco, USA).

スベシュ・ギミレ

（3）発表論文

Ghimire, S. and Y. Tanioka, Spatio temporal change in stress field and occurrence of the 2003 Tokachi Oki earthquake in Hokkaido, northern Japan. In Sharkov, E. V. (eds.), New Frontiers in Tectonic Research- General Problems, *Sedimentary Basins and Island Arcs*, ISBN 978-953-307-595-2, InTech Publishers, 309-322, 2011

Ghimire, S. and Y. Tanioka, Spatial distribution of stress and frictional strength along the interplate boundary and location of large earthquakes in Hokkaido, northern, Japan. *Tectonophysics* 511, 1-13, 2011

ブリアーニン・マキネス

（2）学会発表

MacInnes, T. B., M. E. Arcos, R. J. Leveque, and F. I. Gonzalez, Tsunami modeling of multiple earthquake sources from the 2011 Tohoku event using GeoClaw, American Geophysical Union, 2011 Fall Meeting, USA, Dec. 5-9, 2011.

○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：2011 年東北地方太平洋沖地震の余震観測および GPS 音響観測

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

実施期間：2011 年 4～9 月

対象地域：房総半島沖～宮城県沖の海域

成果概要：2011 年東北地方太平洋沖地震（*M*9.0）余震観測のために，2011 年 3 月に設置していた海底地震計 19 台のうち 9 台を，2011 年 5 月に気象庁の「啓風丸」によって回収した（1 台未回収．乗船者：村井芳夫）．残り 9 台は，2011 年 4 月に気象庁の「凌風丸」によって回収された．また，海底地震計 18 台を 2011 年 6 月に海洋研究開発機構の「よこすか」によって再設置し（乗船者：大和田美穂子），17 台を 2011 年 9 月に新日本海事㈱所有の「新世丸」によって回収した（1 台未回収．乗船者：東 龍介，勝俣 啓）．

参加者　：村井芳夫・勝俣 啓・東 龍介・大和田美穂子，長田幸仁（東北大学），望月公廣・八木健夫（東京大学地震研究所），八木原 寛（鹿児島大学），平田賢治（気象庁気象研究所），小池哲治（気象庁），高橋 努・山本揚二朗（海洋研究開発機構）

事業名　：2011 年東北地方太平洋沖地震に関する総合調査

研究費名：科学研究費補助金（特別研究促進費）

（2）発表論文

Shinohara, M., Yamada, T., Nakahigashi, K., Sakai, S., Mochizuki, K., Uehira, K., Ito, Y., Azuma, R., Kaiho, Y., No, T., Shiobara, H., Hino, R., Murai, Y., Yakiwara, H., Sato, T., Machida, Y., Shinbo, T., Isse, T., Miyamachi, H., Obana, K., Takahashi, N., Kodaira, S., Kaneda, Y., Hirata, K., Yoshikawa, S., Obara, K., Iwasaki, T., Hirata, N. (2011): Aftershock observation of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake by using ocean bottom seismometer network, Earth Planets Space, Vol.63, No.7, pp.835-840.

Yamada, T., Nakahigashi, K., Kuwano, A., Mochizuki, K., Sakai, S., Shinohara, M., Hino, R., Murai, Y., Takanami, T., Kanazawa, T. (2011): Spatial distribution of earthquakes off the east coast of the Kanto region along the Japan Trench deduced from ocean bottom seismographic observations and their relations with the aftershock sequence of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, Earth Planets Space, Vol.63, No.7, pp.841-845.

Breivik, A. J., Mjelde, R., Faleide, J. I., Murai, Y. (2012): The eastern Jan Mayen

microcontinent volcanic margin, Geophysical Journal International, Vol.188, No.3, pp.798-818.

Murai, Y. (2012): Wave propagation from a line source embedded in a fault zone, in Seismic waves, research and analysis, ed Kanao, M., InTech, pp.195-212, January 2012. 326pp, Rijeka, Croatia.

（3）学会発表

東 龍介・村井芳夫・勝俣 啓・西村裕一・山田卓司・望月公廣，エアガンーOBS 構造探査で推定した 1952 年十勝沖地震震源域周辺の地殻構造，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

篠原雅尚・山田知朗・中東和夫・酒井慎一・望月公廣・植平賢司・伊藤喜宏・東 龍介・海宝由佳・野 徹雄・塩原 肇・日野亮太・村井芳夫・八木原 寛・佐藤利典・町田祐弥・真保 敬・一瀬建日・宮町宏樹・尾鼻浩一郎・高橋成実・小平秀一・金田義行・平田賢治・吉川澄夫・小原一成・岩崎貴哉・平田 直，海底地震計ネットワークによる 2011 年東北地方太平洋沖地震の余震観測，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

Shinohara, M., Murai, Y., Hino, R., Sato, T., Shiobara, H., Uehira, K., Miyamachi, H., Kodaira, S., Kaneda, Y., Hirata, K., OBS Observation Group, Aftershock Observation of the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake by Ocean Bottom Seismometer Network, Asia Oceania Geosciences Society 8th Annual General Meeting, 2011 年 8 月，台北，台湾.

村井芳夫・日野亮太・伊藤喜宏・鈴木秀市・金田義行，長期海底地震観測から得られた北海道・根室沖の大地震発生域周辺の地震活動とコーダ Q^{1}，平成 23 年度東京大学地震研究所共同利用研究集会「リソスフェアの短波長不均質性のイメージングとモニタリングに関する研究の高度化ー地殻活動領域の構造特性の時空間変化の解明に向けてー」，2011 年 9 月，東京.

村井芳夫・日野亮太・伊藤喜宏・鈴木秀市・金田義行，長期海底地震観測から得られた北海道・根室沖の大地震発生域周辺の地震活動とコーダ Q^{1}，日本地震学会 2011 年度秋季大会，2011 年 10 月，静岡.

篠原雅尚・山田知朗・町田祐弥・中東和夫・望月公廣・塩原 肇・一瀬建日・真保 敬・岩崎貴哉・小原一成・平田 直・村井芳夫・勝俣 啓・東 龍介・日野亮太・伊藤喜宏・鈴木健介・藤本博己・木戸元之・長田幸仁・佐藤利典・植平賢司・八木原 寛・宮町宏樹・小平秀一・高橋成実・尾鼻浩一郎・金田義行・平田賢治・対馬弘晃・勝間田明男・横田 崇・山崎 明・小池哲治・阿部正雄・平松秀行，海底地震計を用いた平成 23 年東北地方太平洋沖地震の余震観測, 日本地震学会 2011 年度秋季大会，2011 年 10 月，静岡.

尾鼻浩一郎・高橋 努・山本揚二朗・藤江 剛・中村恭之・高橋成実・小平秀一・金田義行・篠原雅尚・村井芳夫・日野亮太・佐藤利典・植平賢司・八木原 寛・平田賢治，2011 年 3 月東北地方太平洋沖地震に伴う海溝海側斜面の余震活動，日本地震学会 2011 年度秋季大会，2011 年 10 月，静岡.

高橋 努・尾鼻浩一郎・山本揚二朗・藤江 剛・中村恭之・高橋成実・小平秀一・金田義行・篠原雅尚・村井芳夫・日野亮太・佐藤利典・植平賢司・八木原 寛・平田賢治, 東北地方太平洋沖地震の海溝海側余震域における散乱減衰と内部減衰の空間変化, 日本地震学会 2011 年度秋季大会, 2011 年 10 月, 静岡.

Murai, Y., Wave propagation from a line source embedded in a fault zone containing densely distributed parallel cracks, Workshop on Recent developments in seismic wave scattering and heterogeneities in the Earth, 2011 年 10 月, 仙台.

中東和夫・山田知朗・望月公廣・篠原雅尚・金沢敏彦・村井芳夫・高波鐵夫・伊藤喜宏, 日野亮太・佐藤利典・植平賢司, 茨城・房総半島沖におけるエアガン・ダイナマイトを震源とした地殻構造探査, 海洋調査技術学会第 23 回研究成果発表会, 2011 年 11 月, 東京.

篠原雅尚・山田知朗・町田祐弥・中東和夫・望月公廣・塩原 肇・一瀬建日・真保 敬・岩崎貴哉・小原一成・平田 直・村井芳夫・勝俣 啓・東 龍介・日野亮太・伊藤喜宏・鈴木健介・藤本博己・木戸元之・長田幸仁・佐藤利典・植平賢司・八木原 寛・宮町宏樹・小平秀一・高橋成実・尾鼻浩一郎・金田義行・平田賢治・対馬弘晃・勝間田明男・横田 崇・山崎 明・小池哲司・阿部正雄・平松秀行, 海底地震計観測網による 2011 年東北地方太平洋沖地震の余震活動, 海洋調査技術学会第 23 回研究成果発表会, 2011 年 11 月, 東京.

山田知朗・望月公廣・篠原雅尚・町田裕弥・真保 敬・中東和夫・植平賢司・佐藤利典・日野亮太・村井芳夫, 房総半島沖海溝会合部東側における海底地震観測, 海洋調査技術学会第 23 回研究成果発表会, 2011 年 11 月, 東京.

Breivik, A. J., Mjelde, R., Faleide, J. I., Murai, Y., The Eastern Jan Mayen Micro-Continent Volcanic Margin, 2011 Fall Meeting, American Geophysical Union, 2011 年 12 月, San Francisco, California, USA.

Ito, Y., Chujo, K., Hino, R., Yamada, T., Shinohara, M., Murai, Y., Singular value decomposition images calculated from autocorrelation functions of ambient noise detected by ocean-bottom seismometers in the Japan subduction zone, 2011 Fall Meeting, American Geophysical Union, 2011 年 12 月, San Francisco, California, USA.

Yamada, T., Mochizuki, K., Shinohara, M., Machida, Y., Shinbo, T., Nakahigashi, K., Yagi, T., Abe, H., Hashimoto, S., Shoji, W., Sato, T., Mizuno, M., Uehira, K., Hino, R., Murai, Y., Oguma, K., A passive and active seismic experiment near the Boso triple junction in the far northwestern part of the Pacific plate, 2011 Fall Meeting, American Geophysical Union, 2011 年 12 月, San Francisco, California, USA.

Shinohara, M., Yamada, T., Machida, Y., Nakahigashi, K., Mochizuki, K., Murai, Y., Hino, R., Ito, Y., Sato, T., Shiobara, H., Uehira, K., Yakiwara, H., Obana, K., Takahashi, N., Kodaira, S., Hirata, K., Tsushima, H., Aftershock activity of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake from ocean bottom seismometer

network observation, 2011 Fall Meeting, American Geophysical Union, 2011 年 12 月，San Francisco, California, USA.

（4）取得研究費

①研究課題：リソスフェアの短波長不均質性のイメージングとモニタリングに関する研究の高度化－地殻活動領域の構造特性の時空間変化の解明に向けて－

研究種目：東京大学地震研究所特定共同利用（研究集会）

代表者：村井芳夫

研究期間：平成 23 年度

金額：1,012 千円

②研究課題：2011 年東北地方太平洋沖地震に関する総合調査

研究種目：科学研究費補助金（特別研究促進費）

代表者：篠原雅尚（東京大学地震研究所）

分担者：村井芳夫（海域地震観測・解析）

研究期間：平成 23 年度

金額：500 千円

○火山活動研究分野

村上　亮

（２）発表論文

小林知勝・飛田幹男・村上　亮（2011）:局所的大変位を伴う地殻変動計測のためのピクセルオフセット解析，測地学会誌，57，2，71-81.

高田陽一郎・小林知勝・古屋正人・村上　亮(2011): InSAR による 2008 年岩手宮城内陸地震に伴う余効変動の検出, 測地学会誌, 57, 4, 181-193.

（３）学会発表

村上　亮・奥山　哲・古屋正人・阿部隆博：ALOS(だいち)PALSAR による東北地方太平洋沖地震の地盤変動解析—山体崩壊の前兆把握への応用の検討—,　日本火山学会, 2011 年 10 月 2 日.

村上 亮：火山活動予測における測地学的手法の役割，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

佐々木 寿・礒部 浩平・本間 信一・阪上 雅之・向山 栄・中田 節也・小林 哲夫・村上　亮：霧島山新燃岳における斜め写真を用いた火口内溶岩の体積推定, 霧島山新燃岳における斜め写真を用いた火口内溶岩の体積推定，日本火山学会 2011 年 10 月 2 日

（５）社会活動

火山噴火予知連絡会委員

地震調査委員会衛星データ解析検討小委員会主査

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：鹿児島湾のＭＴ観測

目　　的：鹿児島湾（姶良カルデラ）の地下電気伝導度構造からマグマを探査する

実施期間：2011 年 6 月 15-18 日

対象地域：鹿児島湾（鹿児島県）

成果概要：海底電位差磁力計を用いて MT 法探査を実施した

参 加 者：神田　径（東工大）・笠谷貴史・市原　寛（JAMSTEC）・八木原寛（鹿児島大）・小山崇夫（東大）・橋本武志

事 業 名：海域に推定されるマグマ供給系の地下構造調査による実体解明

研究費名：科学研究費補助金　基盤研究（Ｂ）分担

②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：2011 年 6 月 18-20 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・寺田暁彦（東工大）・中村卓司・江尻　省（極地研）・阿保真・池羽健二・三浦（首都大）・矢吹正教（京大）
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（B）

③研究課題：霧島山の地磁気絶対測量
目　　的：霧島山周辺地域の地磁気永年変動場を評価し，2011 年噴火前後の全磁力変化の補正に用いる．
実施期間：2011 年 8 月 29-31 日
対象地域：霧島山（宮崎県・鹿児島県）
成果概要：霧島硫黄山・烏帽子岳において第 1 回目の地磁気伏角・偏角測量を実施した．
参 加 者：上嶋　誠（東大）・橋本武志・大和田毅・森永（気象庁地磁気観測所）
事 業 名：2011 年霧島火山（新燃岳）噴火に関する総合調査
研究費名：科学研究費補助金（特別推進）分担

④研究課題：樽前山の空中磁気測量
目　　的：火山活動に伴う磁場変化を空中測量で検出する
実施期間：2011 年 9 月 26 日～27 日
対象地域：樽前山
成果概要：北海道開発局室蘭開発建設部と共同して，自律飛行無人ヘリコプターによる空中磁気測量，山頂域の空撮，ヘリによる地震計の設置回収試験，を実施した．初回の成果として山体の等価磁化分布を推定した．
参 加 者：橋本武志・小山崇夫・金子隆之・大湊隆雄（東大震研）・柳澤孝寿（JAMSTEC）・吉本充宏（北大理）・鈴木英一（北大工）
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

⑤研究課題：道東地域の磁気測量
目　　的：海溝型地震の準備過程との関連が示唆される地磁気永年変化の検証
実施期間：2011 年 10 月 18-21 日
対象地域：道東（厚岸・初田牛・根室・別海・仁多・仁伏・標茶）
成果概要：顕著な全磁力永年変化が見られる道東地域で，地磁気三成分の絶対測量を実施した．これまでに観測されている永年変化は，オリエンテーション効果による見かけのものではないことが確認された．
参 加 者：橋本武志・茂木　透・源　泰拓・長町信吾（気象庁地磁気観測所）

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
⑥研究課題：タール火山（フィリッピン）の国際共同観測
目　　的：タール火山の活動監視力向上のための技術協力
実施期間：2012 年 3 月 11-22 日
対象地域：タール火山（フィリッピン）
成果概要:ＭＴ法によりタール火山 Volcano Island の比抵抗構造探査を実施した.
参 加 者：長尾年恭・笹井洋一・竹内昭洋（東海大）・橋本武志・王生　透（黒部市）・Paul Alanis・Jojo Cordon Jr. (PHIVOLCS)
事 業 名：JST-JICA 地球規模課題対応国際科学技術協力事業
フィリピン地震火山監視能力強化と防災情報の利活用推進プロジェクト
研究費名：同上による依頼出張

（２）発表論文

Hashimoto, T., M. Utsugi, T. Nakatsuka, S. Okuma, T. Koyama, W. Kanda (2011): Temporal magnetic changes possibly due to cooling magmas as revealed by repeat helicopter-borne magnetic surveys over an active volcano, Proceedings of the 10th SEGJ International Symposium, Kyoto, 276-279.

Okazaki, K., T. Mogi, M. Utsugi, Y. Ito, H. Kunishima, T. Yamazaki, Y. Takahashi, T. Hashimoto, T. Yamaya, H. Ito, H. Kaieda, K. Tsukuda, Y. Yuuki, A. Jomori (2011): Airborne electromagnetic and magnetic surveys for long tunnel construction design, Phys. Chem. Earth, 36, 1237-1246.

Terada, A., T. Hashimoto, T. Kagiyama (2012): A water flow model of the active crater lake at Aso volcano, Japan: fluctuations of magmatic gas and groundwater fluxes from the underlying hydrothermal system, Bull. Volcanol., 74, 641-655, DOI 10.1007/s00445-011-0550-4.

橋本武志・茂木　透・西村三治・有田　真・清水淳平・井　智史・源　泰拓・長町信吾（2012)：道東地域の地磁気永年変化と三成分絶対測量，北海道大学地球物理学研究報告，75，117-132.

橋本武志・小山崇夫・金子隆之・大湊隆雄・吉本充宏・鈴木英一・柳澤孝寿（2012)：無人ヘリコプターを利用した樽前山の空中磁気測量，北海道大学地球物理学研究報告，75，145-159.

（３）学会発表

熊谷博之・山品匡史・前田裕太・Rudy Lacson・Mel Figueroa・長尾年恭・竹内昭洋・笹井洋一・橋本武志・Paul Alanis・Juan Cordon・木股文昭・大倉敬宏・Hirotaka Obata・Akira Wada・Agnes Aguilar・Jaime Sincioco，フィリピン・タール火山の火山監視観測網の構築，日本地球惑星科学連合 2011 年大会,幕張, 2011 年 5 月 22-27 日.

山谷祐介・茂木　透・本多　亮・長谷英彰・鈴木敦生・橋本武志，石狩低地東縁断層帯周辺の比抵抗構造（２），日本地球惑星科学連合 2011 年大会,幕張,2011 年 5 月

22-27 日.

中塚　正・大熊茂雄・橋本武志・宇津木充・神田　径・小山崇夫・有珠山空中磁気探査グループ, 火山活動に関連した空中磁気異常変化の検出: 有珠火山 2010－2000AM データの解析と 2000 高度データの吟味, 日本地球惑星科学連合 2011 年大会, 幕張,2011 年 5 月 22-27 日.

江尻　省・中村卓司・鈴木秀彦・阿保　真・橋本武志・寺田暁彦, ライダーによる火山噴気の水蒸気・水滴量と温度のリモートセンシング, 日本地球惑星科学連合 2011 年大会,幕張,2011 年 5 月 22-27 日.

長尾年恭・笹井洋一・竹内昭洋・山谷祐介・橋本武志・茂木　透・アラニス ポール, フィリピン･タール火山の電磁気学的モニタリングーJST/JICA による地球規模課題対応国際科学技術協力事業ー, 日本地球惑星科学連合 2011 年大会,幕張,2011 年 5 月 22-27 日.

橋本武志・宇津木充・中塚　正・大熊茂雄・小山崇夫・神田　径・鈴木敦生・有珠山空中磁気探査グループ, 繰り返し空中磁気測量で検出された有珠山の全磁力変化, 日本地球惑星科学連合 2011 年大会,幕張,2011 年 5 月 22-27 日.

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・タンク ブレント・カヤ チュライ・ボーンチャイスク ソングフン・ハートコルン オリバー, 姶良カルデラおよびその周辺における電磁気構造調査(3), 日本地球惑星科学連合 2011 年大会,幕張,2011 年 5 月 22-27 日.

小山崇夫・上嶋　誠・長谷英彰・相澤広記・菅野貴之・渡邉篤志・宮川幸治・前原祐樹・橋本武志・山谷祐介・八神　樹・市來雅啓・神田　径・鍵山恒臣・宇津木充・吉村令慧・山崎健一・小松信太郎, 2010 年・2011 年霧島山広帯域ＭＴ探査（序報）, 日本地球惑星科学連合 2011 年大会,幕張,2011 年 5 月 22-27 日.

小山崇夫・金子隆之・大湊隆雄・渡邉篤志・武尾　実・柳澤孝寿・橋本武志・本多嘉明, 霧島新燃岳における無人ヘリによる空中磁気測量, 日本火山学会, 2011 年 10 月 2-4 日, 旭川.

相澤広記・小山崇夫・長谷英彰・上嶋　誠・橋本武志・宇津木充・吉村令慧・神田径・小川康雄, 日本火山学会, 2011 年 10 月 2-4 日, 旭川.

橋本武志・中塚　正・大熊茂雄・宇津木充・小山崇夫・神田　径, 日本火山学会, 2011 年 10 月 2-4 日, 旭川.

山谷祐介・笹井洋一・竹内昭洋・茂木　透・Paul Alanis・Juan Cordon Jr.・橋本武志・長尾年恭, 日本火山学会, 2011 年 10 月 2-4 日, 旭川.

小山崇夫・上嶋　誠・長谷英彰・相澤広記・山谷祐介・菅野貴之・渡邉篤志・宮川幸治・前原祐樹・橋本武志・八神　樹・神田　径・小川康雄・鍵山恒臣・宇津木充・吉村令慧・山崎健一・小松信太郎, 霧島新燃岳における広帯域 MT 観測, 日本火山学会, 2011 年 10 月 2-4 日, 旭川.

橋本武志・八神　樹・寺田暁彦・江尻　省・中村卓司・阿保　真・吉川　慎, 民生デジタルカメラを利用した簡易 SO2 カメラの製作, 日本火山学会, 2011 年 10 月 2-4 日, 旭川.

江尻　省・中村卓司・鈴木秀彦・阿保　真・橋本武志・寺田暁彦, ライダーによる火

山噴気の水蒸気・水滴量のリモートセンシング, 日本火山学会, 2011 年 10 月 2-4 日, 旭川.

池羽健二・阿保　真・橋本武志・寺田暁彦・江尻　省・中村卓司, 火山噴気温度計測用可搬型ライダー, 日本火山学会, 2011 年 10 月 2-4 日, 旭川.

山谷祐介・笹井洋一・竹内昭洋・茂木　透・Alanis Paul・Cordon Juan Jr・橋本武志・長尾年恭, フィリピン・タール火山における MT 法比抵抗構造探査, 地球電磁気・地球惑星圏学会, 2011 年 11 月 3-6 日, 神戸.

橋本武志・茂木　透, 道東地域の地磁気全磁力永年変動について, ―IGRF による広域変動場の評価―, 地球電磁気・地球惑星圏学会, 2011 年 11 月 3-6 日, 神戸.

茂木　透・橋本武志・髙田真秀, えりも地域で観測された東北地方太平洋沖地震・津波に伴う地電位変動, 地球電磁気・地球惑星圏学会, 2011 年 11 月 3-6 日, 神戸.

上嶋　誠・小山崇夫・相澤広記・橋本武志・大和田毅・森永健司・神田　径・吉村令慧・宇津木充・鍵山恒臣, 霧島全磁力３成分補正について, Conductivity Anomaly 研究会, 2011 年 12 月 13-14 日, 東京.

小山崇夫・金子隆之・大湊隆雄・渡邉篤志・武尾　実・柳澤孝寿・橋本武志・本多嘉明, 無人ヘリを用いた霧島山・新燃岳周辺における繰り返し空中磁気測量, Conductivity Anomaly 研究会, 2011 年 12 月 13-14 日, 東京.

山谷祐介・茂木　透・長谷英彰・本多　亮・橋本武志・鈴木敦生, ひずみ集中帯・石狩低地帯地域の比抵抗構造, Conductivity Anomaly 研究会, 2011 年 12 月 13-14 日, 東京.

（４）取得研究費

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

②研究課題：海域に推定されるマグマ供給系の地下構造調査による実体解明
研究種目：科学研究費補助金（基盤研究（Ｂ））
代 表 者：神田　径（京都大学防災研究所）
分 担 者：橋本武志（海底 MT 観測）
研究期間：H21 年度～H24 年度
金　　額：総額 15,200 千円（H21 年度 6,200 千円，H22 年度 3,800 千円，H23 年度 4,000 千円，H24 年度 1,200 千円）
分 担 額：H23 年度 200 千円

③研究課題：2011 年霧島火山（新燃岳）噴火に関する総合調査
研究種目：科学研究費補助金（特別推進）
代 表 者：中田節也（東京大学地震研究所）
分 担 者：橋本武志（ＭＴ観測・磁気測量）

研究期間：H22 年度～H23 年度
分 担 額：H23 年度 532 千円

（5）社会活動
地球電磁気・地球惑星圏学会　大林奨励賞選考委員
地震・火山噴火予知協議会　噴火過程推進部会委員
地震・火山噴火予知協議会　予算委員会委員
日本火山学会各賞委員会委員
日本火山学会編集委員会委員

（6）会議参加リスト
2011 年 11 月 7 日，地震火山噴火予知協議会　予算委員会，東京
2012 年 2 月 20 日，次期予知研究検討WG，東京
2012 年 3 月 6～8 日，予知研究成果報告会，東京

森　濟

（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
実施期間：2007 年より継続中、年 1 回の繰返し観測。本年度は、7 月 16 日～8 月 5 日
対象火山：雌阿寒岳
成果概要：静穏状態を確認
参 加 者：森　濟・奥山　哲
②雌阿寒岳準連続 GPS 観測
目　　的：①の精度向上のための季節変化の検出及び通年観測へ向けての試行
実施期間：2011 年 7 月～11 月
対象火山：雌阿寒岳
成果概要：本年度開始のため、基点の設置と観測機器動作の確認。
参 加 者：森　濟・奥山　哲・村上　亮・鈴木敦生
③十勝岳広域 GPS 観測
目　　的：十勝岳深部及び浅部マグマ活動の研究
実施期間：2008 年より継続中、年 1 回の繰返し観測。本年度は、9 月 20 日～10 月 7 日
対象火山：十勝岳
成果概要：深部活動の静穏状態を確認、浅部の微小変動の検知。
参 加 者：森　濟・奥山　哲
事 業 名：ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究

研究費名：文部科学省科学技術振興費

④十勝岳準連続 GPS 観測

目　　的：①の精度向上のための季節変化の検出及び通年観測へ向けての試行

実施期間：2011 年 8 月～10 月

対象火山：十勝岳

成果概要：本年度開始のため、基点の設置と観測機器動作の確認。

参 加 者：森　濟・奥山　哲・村上　亮・鈴木敦生

⑤樽前山中広域 GPS 観測

目　　的：ひずみ集中帯である石狩低地帯西縁に位置する樽前山周辺の地殻変動観測

対象火山：樽前山

成果概要：山頂部の膨張傾向と周辺部の静穏状態を確認。

参 加 者：森　濟・奥山　哲

事 業 名：ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究

研究費名：文部科学省科学技術振興費

⑥霧島火山水準測量

目　　的：2011 年 1～2 月にマグマ噴火を行った霧島山の活動に伴う地殻変動の研究

実施期間：2011 年 6 月及び 2012 年 3 月

対象火山：霧島山

成果概要：噴火を含む火山活動に伴う山体隆起の検出

参 加 者：森　濟・小山悦郎(東大地震研)

研 究 費：文部省科学研究費

（2）学会発表

奥山　哲・森　濟，道内の活火山における繰り返し GPS 観測，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

森　濟・小山悦郎・大島弘光・鈴木敦生・前川徳光・森　貴章・松本征海，水準測量による霧島山の変動－1968～2011－，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

森　濟・小山悦郎・大島弘光，霧島山北西部の上下変動－えびの高原～えびの水準測量成果(2011 年 2 月－6 月)－，日本火山学会 2011 年秋季大会，2011 年 10 月 2 日～4 日，旭川.

森　濟・村上　亮・奥山　哲・鈴木敦生，雌阿寒岳および十勝岳における GPS 準連続観測の試み，日本測地学会第 116 回講演会，2011 年 10 月 26～28 日、岐阜県高山

（5）社会活動

JICA 国際研修神津島現地研修講師

大園真子

（1）主な観測の概要

①研究課題：弟子屈周辺における GPS 観測

目　　的：屈斜路カルデラ周辺の変形過程を解明するため

実施期間：2011 年 4 月～2012 年 2 月

対象地域：弟子屈町周辺

成果概要：連続観測点 5 点の GPS データの定期回収と観測点保守を行った

参 加 者：髙橋浩晃・大園真子

②研究課題：新潟歪集中帯 GPS 観測

目　　的：新潟地域の歪み分布を詳細に把握するため

実施期間：2011 年 9 月 13-15 日，2012 年 11 月 8-10 日

対象地域：新潟県

成果概要：全国の大学と共同で新潟県内に GPS を設置し，1 ヶ月半観測を行った

参 加 者：髙橋浩晃・山口照寛・大園真子・眞城亮成・名古屋大学・東北大学・山形大学・東京大学・富山大学・京都大学・高知大学・九州大学・鹿児島大学・防災科学技術研究所・温泉地学研究所

研究費名：文部科学省委託研究

（2）発表論文

Iinuma T., M. Ohzono, Y. Ohta, and S. Miura (2011), Coseismic slip distribution of the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake (M9.0) estimated based on GPS data - Was the asperity in Miyagi-oki ruptured?, Earth Planets Space, 63(7), 643-648, doi:10.5047/eps.2011.06.013.

Ohta, Y., S. Miura, M. Ohzono, S. Kita, T. Iinuma, T. Demachi, K. Tachibana, T. Nakayama, S. Hirahara, S. Suzuki, T. Sato, N. Uchida, A. Hasegawa, and N. Umino (2011), Large intraslab earthquake (2011 April 7 M7.1) after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake (M9.0): Coseismic fault model based on the dense GPS network data, Earth Planets Space, 63(12), 1207-1211, doi:10.5047/eps.2011.07.016.

Шестаков Н. В., М. Д. Герасименко, М. Охзоно (2011), Движения и деформации земной коры Дальнего Востока Российской Федерации, вызванные землетрясением Тохоку 011.03.2011 г., и их влияние на результаты GNSS-наблюдений, J. Geodesy and Cartography, No.8, p35-43 (in Russian).

Shestakov, N. V., H. Takahashi, M. Ohzono, A. S. Prytkov, V.G. Bykov, M. D. Gerasimenko, M. N. Luneva, G. N. Gerasimov, A. G. Kolomiets, V. A. Bormotov, N. F. Vasilenko, J. Baek, P-H. Park, M. A. Serov (2012), Analysis of the far-field crustal displacements caused by the 2011 Great Tohoku earthquake inferred from continuous GPS observations, Tectonophysics, 524-525, 76-86, doi:10.1016/j.tecto.2011.12.019.

Ohta, Y., T. Kobayashi, H. Tsushima, S. Miura, R. Hino, T. Takasu, H. Fujimoto, T. Iinuma, K. Tachibana, T. Demachi, T. Sato, M. Ohzono, and N. Umino (2012), Quasi real-time fault model estimation for near-field tsunami forecasting based on RTK-GPS analysis: Application to the 2011 Tohoku-Oki Earthquake (M_w 9.0), J. Geophys. Res., 117, B0231116, doi:10.1029/2011JB008750.

（3）学会発表

太田雄策・小澤　拓・大園真子・三浦　哲，InSAR データにより検出された 2008 年岩手・宮城内陸地震後の長期的余効滑り，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，STT057-02，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

大園真子・太田雄策・飯沼卓史・三浦　哲・立花憲司・出町知嗣・佐藤俊也，稠密 GPS 観測に基づく 2011 年東北地方太平洋沖地震の地震時・地震後地殻変動，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，MIS036-P17，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

飯沼卓史・大園真子・太田雄策・三浦　哲，GPS データに基づいて推定された地震時すべり分布から見た2011年東北地方太平洋沖地震と想定宮城県沖地震の関係，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，MIS036-P22，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

太田雄策・大園真子・飯沼卓史・三浦　哲・日野亮太・伊藤喜宏・長田幸仁・中島淳一・稲津大祐・北佐枝子・出町知嗣・立花憲司・長谷川昭・海野徳仁，測地データにより推定された 3/9(M7.3)プレート境界 地震および 4/7(M7.1)スラブ内地震の断層モデル，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，MIS036-P23，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

矢部 康男・大園真子・飯沼卓史・太田雄策・東北地方太平洋沖地震により生じた内陸地殻のひずみ不均質，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，MIS036-P109，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

Shestakov, N. V., H. Takahashi, M. Ohzono, V.G. Bykov, M.D. Gerasimenko, A.S. Prytkov, V.A. Bormotov, M.N. Luneva, A.G. Kolomiets, G.N. Gerasimov, N.F. Vasilenko, J. Baek, P.-H. Park, A.A. Sorokin, V.F. Bakhtiarov, N.N. Titkov, S.S. Serovetnikov, Crustal Displacement of east Asia caused by the Tohoku earthquake of March 11, 2011, Mw=9.0, JKASP-2011, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 25-30 August, 2011.

Ohzono, M., Y. Ohta, T. Iinuma, and S. Miura, Co- and post-seismic deformation of the 2011 off Pacific coast of Tohoku earthquake, Japan, JKASP-2011, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 25-30 August, 2011.

中島淳一・長谷川昭・北佐枝子・太田雄策・大園真子・三浦哲，東北地方太平洋沖地震と誘発地震～ 4 月 7 日のスラブ内地震（M7.1）について～，日本地震学会 2011 年度秋季大会，A21-13，静岡，2011 年 10 月 12 日-15 日.

飯沼卓史・木戸元之・長田幸仁・稲津大祐・日野亮太・太田雄策・鈴木秀市・藤本博己・大園真子・対馬弘晃・三浦　哲・篠原雅尚，海陸測地観測データに基づく 2011 年東北地方太平洋沖地震の地震時すべり分布，日本地震学会 2011 年度秋季

大会，A22-02，静岡，2011 年 10 月 12 日-15 日.
太田雄策・稲津大祐・大園真子・日野亮太・三品正明・中島淳一・伊藤喜宏・飯沼卓史・佐藤忠弘・田村良明・藤本博己・立花憲司・出町知嗣・長田幸仁・篠原雅尚・三浦　哲複合測地観測による M7.3 (3 月 9 日) 地震時・地震後地殻変動，日本地震学会 2011 年度秋季大会，A22-05，静岡，2011 年 10 月 12 日-15 日.
武藤　潤・大園真子，東北地方太平洋沖地震の余効変動解析を目指した東北日本弧レオロジー断面，日本地震学会 2011 年度秋季大会， C22-02，静岡，2011 年 10 月 12 日-15 日.
太田雄策・日野亮太・稲津大祐・大園真子・三品正明・中島淳一・伊藤喜宏・飯沼卓史・佐藤忠弘・田村良明・藤本博己・立花憲司・出町知嗣・長田幸仁・篠原雅尚・三浦　哲，測地データにもとづく 3 月 9 日(M7.3)地震時すべり分布および地震後余効変動，日本測地学会第 116 回講演会，59，高山，2011 年 10 月 26 日-28 日.
飯沼卓史・木戸元之・長田幸仁・稲津大祐・大園真子・対馬弘晃・日野亮太・太田雄策・鈴木秀市・藤本博己・三浦　哲・篠原雅尚，海陸測地観測データに基づく 2011 年東北地方太平洋沖地震の地震時すべり分布の推定，日本測地学会第 116 回講演会，60，高山，2011 年 10 月 26 日-28 日.
大園真子・髙橋浩晃, GEONET データを用いた北海道におけるひずみの時空間分布，日本測地学会第 116 回講演会，P-13，2011 年 10 月 26 日-28 日，高山.
出町知嗣・立花憲司・佐藤俊也・三浦哲・大園真子・太田雄策，2011 年東北地方太平洋沖地震発生後の東北大学 GPS 連続観測点の復旧作業について，日本測地学会第 116 回講演会，P-23，高山，2011 年 10 月 26 日-28 日.
Miura, S, Y. Ohta, M. Ohzono, S. Kita, T. Iinuma, T. Demachi, K. Tachibana, T. Nakayama, S. Hirahara, S. Suzuki, T. Sato, N. Uchida, A. Hasegawa, and N. Umino, Fault model of the M7.1 intraslab earthquake on April 7 following the 2011 Great Tohoku earthquake (M9.0) estimated by the dense GPS network data, AGU 2011 Fall Meeting, G51A-0857, San Francisco, U.S.A, 5-9 December, 2011.
Muto, J., and M. Ohzono, Rheological structure of the northeastern Japan toward precise modeling of post-seismic relaxation of the Mw 9.0 Tohoku earthquake, AGU 2011 Fall Meeting, G51A-0861, San Francisco, U.S.A, 5-9 December, 2011.
Yabe, Y., M. Ohzono, T. Iinuma, Y. Ohta, T. Demachi, K. Tachibana, and S. Miura, Strain anomaly of the inland crust of NE Japan induced by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (Mw9.0), Japan, AGU 2011 Fall Meeting, G51A-0871, San Francisco, U.S.A, 5-9 December, 2011.
Iinuma, T., M. Kido, Y. Osada, D. Inazu, M. Ohzono, H. Tsushima, R. Hino, Y. Ohta, S. Suzuki, H. Fujimoto, S. Miura, M. Shinohara, Coseismic Slip Distribution of the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake Deduced from Land and Seafloor Geodesy, AGU 2011 Fall Meeting, G51A-0853, San

Francisco, U.S.A, 5-9 December, 2011.

Ohta, Y., D. Inazu, M. Ohzono, R. Hino, M. Mishina, J. Nakajima, Y. Ito, T. Iinuma, T. Sato, Y. Tamura, H. Fujimoto, K. Tachibana, T. Demachi, Y. Osada, M. Shinohara, S. Miura, Co- and post-seismic deformation of the M7.3 foreshock triggering the 2011 M9.0 Tohoku Earthquake, AGU 2011 Fall Meeting, G51A-0858, San Francisco, U.S.A, 5-9 December, 2011.

奥山　哲

（1）主な観測の概要

①観測項目：十勝岳 GPS 観測

実施時期：2011 年 9 月 20 日～10 月 7 日

②観測項目：樽前山 GPS 観測

実施時期：2011 年 10 月 12 日～11 月 24 日

（3）学会発表

奥山 哲「ピクセルオフセット解析の誤差評価手法」日本測地学会第 112 回講演会, 2009 年 11 月.

奥山 哲, 森 済 「道内の活火山における繰り返し GPS 観測」日本地球惑星科学連合 2011 年大会, 幕張, 2011 年 5 月 22 日-27 日.

Satoshi Okuyama, M. Furuya, T. Abe, M. Murakami, Local phase anomalies associated with the 2011 Tohoku-Oki Earthquake detected by PALSAR interferometry, FRINGE2011, Sep. 2011.

奥山 哲 「PALSAR 干渉画像から得られた 2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う局所的地表変位」2011 年 10 月.

○地下構造研究分野

茂木　透

（１）主な観測の概要

①研究課題：野島断層空中電磁探査

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

成果概要：浅海底下の構造を空中探査で調べる観測を実施した。

②研究課題：VHF 帯電波伝播異常観測

参 加 者：森谷武男、茂木透，柿並義宏

成果概要：えりも地域冬島地区、根室市落石地区でアンテナを 4 ないし 6 方向に向けて設置し異常電波の到来方向を調べる観測を行った．また，５地点で大気電場観測を開始した.

（２）発表論文

橋本武志・茂木 透、西村三治・有田 真、清水淳平，井智史，源泰拓，長町信吾，道東地域の地磁気永年変化と三成分絶対測定，北海道大学地球物理研究報告，No.75, 117-132，2012

刀根優花,大野望,服部克巳,島倉信,中田裕之,山本勲,茂木 透，見通し外 VHF 電波伝搬と地震活動に関する研究，大気電気学会誌 6(1), 63-64, 2012

Abd Allah S., T. Mogi, H. Ito, K. Tsukuda, K. Kiho, H. Kaieda, K. Suzuki, A. Jymori, Y. Yuuki and E. Fomenko , Three dimensional resistivity modeling for the GREATEM survey data at Kujukuri beach, Japan, Proceedings for 10th SEGJ international symposium., 2011

Okazaki K., T.Mogi, M. Utsugi, Y. Ito, H. Kunishima, T. Yamazaki,Y. Takahashi, T. Hashimoto, Y. Ymamaya, H. Ito, H. Kaieda,K. Tsukuda, Y. Yuuki, A. Jomori, Airborne electromagnetic and magnetic survey for long tunnel construction design, Physiscs and Chemistry of Earth, 36，1237-1246, 2011

Ito H., T. Mogi, A. Jomori, Y. Yuuki, K. Kiho, H. Kaieda, K. Suzuki, K. Tsukuda and S. Abd Allah、Further investigations of underground resistivity structures in coastal areas using grounded source airborne electromagnetics、Earth, Planet and Space，Vol. 63，No8. E9-e12.、2011

Kakinami Y., M. Kamogawa, J.-Y. Liu, S. Watanabe and T. Mogi. Ionospheric disturbance associated with radiation accidents of Fukushima I nuclear power plant damaged by the M9.0 2011 Tohoku Earthquake, Advances in Space Research, Advances in Space Research 48, 1613–1616, 2011

橋本武志・茂木 透、清水淳平・井智史、道東地域の地磁気絶対測量（続報）、2011 年 CA 研究会論文集, 21-28, 2011

臼井嘉哉・上嶋誠・小河勉、吉村令慧・大志万直人・山口覚、藤浩明・村上英記・宇

都智史、兼崎弘憲・望戸裕司・相澤広記・丹保俊哉・最上巴恵・小川康雄・西谷忠師・坂中伸也・三品正明・佐藤秀幸・後藤忠徳・笠谷貴史・茂木 透・山谷祐介・原田誠・塩崎一郎・本蔵義守・小山茂・望月裕峰・中尾節郎・和田安男・藤田安良、新潟－神戸ひずみ集中帯における深部比抵抗構造－広帯域 MT 法とネットワーク MT 法のジョイントインバージョン－、2010 年 CA 研究会論文集、41-48、2011

橋本武志・茂木 透、西村三治・有田 真、道東地域の地磁気絶対測量、2010 年 CA 研究会論文集、56-63、2011

（３）学会発表

Kamogawa, M, YKakinami, S. Watanabe, J. Y. Liu, Y. Tanioka, T. Mogi, Tsunamigenic ionospheric hole，地球電磁気・地球惑星圏学会，2011年11月，神戸

茂木 透，橋本武志，髙田真秀，えりも地域で観測された東北地方太平洋沖地震、津波に伴う地電位変動，地球電磁気・地球惑星圏学会，2011年11月，神戸

橋本武志，茂木 透，道東地域の地磁気全磁力永年変動について—IGRF による広域変動場の評価—，地球電磁気・地球惑星圏学会，2011 年 11 月，神戸

山谷祐介，笹井洋一，竹内昭洋，茂木 透，Alanis Paul，Cordon Juan Jr.,橋本武志，長尾年恭，フィリピン・タール火山における MT 法比抵抗構造探査，地球電磁気・地球惑星圏学会，2011 年 11 月，神戸

Honda,R., Y. Yamaya, H. Ichihara, T. Mogi, M. Uyeshima, M. Nakagawa, Resistivity Structure under the Kutcharo Caldera and the Geophysically Observed Signs of Volcanic activities，地球電磁気・地球惑星圏学会，2011 年 11 月，神戸

森谷武男，茂木 透　長期間地震エコー（地震の前に起こる異常伝播）監視による近未来地震予報、日本地震学会 2011 年秋季大会，2011 年 10 月，静岡

山谷祐介，笹井洋一，竹内昭洋，茂木 透，Alanis Paul，Cordon Juan Jr.,橋本武志，長尾年恭，フィリピン・タール火山における MT 法比抵抗構造探査，地球電磁気・MT 探査法によるフィリピン・タール火山の比抵抗構造，日本火山学会 2011 年大会，2011 年 10 月，旭川

茂木 透,山谷裕介,橋本武志,秋田藤夫，柴田智郎，高橋徹哉，田村慎，阿寒湖温泉での MT 探査，物理探査学会第 124 回（平成 23 年度秋季）学術講演会，2011，秋田

Mogi, T., E. Fomenko and S. Abd Allah, Three dimensional modelling of GREATEM data and its application to field data, International Workshop on Recent Advances in Ground and Airborne Electromagnetic Methods – Innovations in Processing and Inversion Technics, Hyderabad, India,Sptember, 2011

佃十宏，伊藤久敏，木方建造，海江田秀志・鈴木浩一,茂木 透，Sabry Allah,城森明,結城洋一，空中電磁探査法の沿岸域への適用性検討-九十九里浜の例-，物理探査学会第 123 回（平成 23 年度春季）学術講演会，2011，東京

岡崎健治,茂木 透,宇津木充,伊東佳彦,橋本武志，山谷祐介,伊藤 久敏，海江田 秀志,結城洋一,城森明，長大トンネルの地質構造評価に向けた時間領域空中電磁法の適用，物理探査学会第 123 回（平成 23 年度春季）学術講演会，2011，東京

山谷祐介，茂木 透，本多亮，長谷英彰，鈴木敦生，橋本武志，石狩低地東縁断層帯周辺の比抵抗構造（２），日本地球惑星科学連合 2011 年大会，幕張，2011 年 5 月 22-27 日.

Kamogawa , M., Y. Kakinami, S. Watanabe, J. Y. Liu, Y. Tanioka, T. Mogi, Tsunamigenic ionospheric hole, 日本地球惑星科学連合 2011 年大会, 幕張, 2011 年 5 月 22 日-27 日.

佃十宏, 伊藤久敏, 木方建造, 海江田秀志, 鈴木浩一, 茂木 透, Abd Allah Sabry, 城森明, 結城洋一，地表ソース型空中電磁探査法の沿岸域への適用性検討について，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

森谷武男，茂木 透，山下晴之，VHF 地震エコーが発生する地震の震央，発信点，および受信点との時空間的関係，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

山下晴之，茂木 透，森谷武男，地震に先行する VHF 帯電波異常伝播の多点同時観測とその到来方向，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

大熊茂雄，茂木 透，瀬川爾朗，空中地球計測の発展動向，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

Verma S. K., T. Mogi, S. Abd Allah, Response characteristics of GREATEM system considering a half-space model，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

伊藤久敏，佃十宏， 木方建造，海江田秀志，鈴木浩一，茂木 透, Abd Allah Sabry，城森明，結城洋一，空中電磁探査法の沿岸域への適用性検討－九十九里浜の例－，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

Abd Allah1 S., T. Mogi, A. Jomori, E. Fomenko, Three dimensional resistivity modeling for the GREATEM survey data，日本地球惑星科学連合2011年大会，幕張，2011年5月22日-27日.

長尾年恭，笹井洋一，竹内昭洋，山谷祐介，橋本武志，茂木 透，アラニスポール，フィリピン・タール火山の電磁気学的モニタリング－JST/JICA による地球規模課題対応国際科学技術協力事業－，日本地球惑星科学連合2011年大会，幕張，2011年5月22日-27日.

本多亮，山谷祐介，市原寛，中川光弘，茂木 透，北海道東部屈斜路カルデラ周辺の比抵抗構造，日本地球惑星科学連合2011年大会，幕張，2011年5月22日-27日.

（4）取得研究費

平成 23 年度科学技術試験研究委託事業　ひずみ集中帯発生にかかわる地殻構造の研究（サブテーマ 1-5：ひずみ集中帯発生にかかわる地殻構造の研究）代表

空中電磁探査法の沿岸域への適用性検討に関する共同研究　電力中央研究所

（5）社会活動

京都大学防災研究所地震予知研究センター運営協議会委員

物理探査学会・理事・副会長

柿並 義宏

（2）発表論文

Kakinami, Yoshihiro, Masashi Kamogawa, Jann-Yenq Liu, Shigeto Watanabe, and Toru Mogi (2011), Ionospheric disturbance associated with radiation accidents of Fukushima I nuclear power plant damaged by the M9.0 2011 Tohoku Earthquake, Advances in Space Research, 48, 1613-1416, doi:10.1016/j.asr.2011.08.007.

（3）学会発表

Y. Kakinami, C. H. Lin, M. Kamogawa, J. Y. Liu, and M. Parrot, Night time annual variation of longitudinal structure in the topside ionosphere observed by the DEMETER satellite, Japan Geoscience Union Meeting 2011, 22-27 May 2011, Makuhari, Japan.

Akihiro Ikeda, Kiyohumi Yumoto, Yoshihiro Kakinami, Manabu Shinohar, Kenro Nozaki, Tsutomu Nagatsuma, Akimasa Yoshikawa, B. M. Shevtsov, V. V. Bychkov, Q. M. Sugon, Jr., and D. McNamara, Relationship between long-period electric and geomagnetic field oscillations observed by FM-CW Radar and MAGDAS, Japan Geoscience Union Meeting 2011, 22-27 May 2011, Makuhari, Japan.

Nozomi Ohno, Masashi Kamogawa, Hironobu Fujiwara, Yoshihiro Kakinami, VHF anomalous transmission associated with lightning activity, Japan Geoscience Union Meeting 2011, 22-27 May 2011, Makuhari, Japan.

Kaori Mochizuki, Masashi Kamogawa, Yoshihiro Kakinami, Wang Xiaoni, Jean-Jacques Berthelier, Tatsuo Onishi, Variation of Ne and Ni observed by DEMETER during 2009 total solar eclipse, Japan Geoscience Union Meeting 2011, 22-27 May 2011, Makuhari, Japan.

Ko-ichiro Oyama, Tetsuya Kodama, Yoshihiro Kakinami, and Chio-Zong Cheng, Research of ionosphere/atmosphere associated with large earthquakes by using satellites, the 28th International Symposium on Space Technology and

Science, 5-12 June 2011, Okinawa convention center, Ginowan, Okinawa, Japan.

Akihiro Ikeda, Kiyohumi Yumoto, Yoshihiro Kakinami, Manabu Shinohara, Kenro Nozaki, Tsutomu Nagatsuma, Akimasa Yoshikawa, B. M. Shevtsov, V. V. Bychkov, D. McNamara, and Q. M. Sugon, Jr., Long-period Ionospheric Electric and Magnetic Field Variations Observed by FM-CW Radar and MAGDAS, the 2011 International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) General Assembly, 28 June - 7 July 2011, Melbourne Convention & Exhibition Centre, Melbourne, Australia.

Shinsuke Abe, Kazuhisa Fujita, and Yoshihiro Kakinami, Spectroscopic observation of Hayabusa reentry capsule, 8th Asia Oceania Geosciences Society Conference (AOGS 2011), 8-12 August 2011, Taipei International Convention Centre, Taipei, Taiwan.

Yoshihiro Kakinami, Shigeto Watanabe, Jann-Yenq Liu, and Nanan Balan, Correlation between electron density and temperature in the topside ionosphere, 8th Asia Oceania Geosciences Society Conference (AOGS 2011), 8-12 August 2011, Taipei International Convention Centre, Taipei, Taiwan.

Fu-yuan Chang, Liu Jann-Yenq, Yoshihiro Kakinami, and Charles Lin, Multi-Satellite Observations of Ionopheric Electron Density and Elecron Temperature in the Weddell Sea Anomaly Region, 8th Asia Oceania Geosciences Society Conference (AOGS 2011), 8-12 August 2011, Taipei International Convention Centre, Taipei, Taiwan.

K.-I. Oyama, Y. Kakinami, J. Y. Liu, M. A. Abdu, and C. Z. Chen, Anomalous distribution of ion density as a precursor of large earthquake –Precursor ionization anomaly–, 2011 International Space Plasma Symposium, 15-19 August 2011, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan.

Yoshihiro Kakinami, Masashi Kamogawa, Toru Mogi, Shigeto Watanabe, and Jean-Jacques Berthelier, Empirical models of electron density and temperature using data measured with DEMETER satellites and its applications, 2nd International Demeter Workshop, 10-12 October 2011, Paris, France.

Yoshihiro Kakinami, Charles Lin, Jenn-Yenq Liu, Masashi Kamogawa, Shigeto Watanabe and Michel Parrot, Daytime seasonal variation of longitudinal structures of electron density and temperature measured with DEMETER satellite, 2nd International Demeter Workshop, 10-12 October 2011, Paris, France.

M. Kamogawa, Y. Kakinami, K. Mochizuki, J. J. Berthelier, X. Wang, T. Onishi, and J. Y. Liu, Ionosphere variations at 700 km altitude observed with the DEMETER satellite during the 22 July 2009 solar eclipse, 2nd International

Demeter Workshop, 10-12 October 2011, Paris, France.

M. Kamogawa, Y. Kakinami, K. Mochizuki, J. J. Berthelier, X. Wang, T. Onishi, J. Y. Liu, and T. Kodama, Validation of electron density and temperature measurement of the DEMETER satellite in comparison with those of various satellites, 2nd International Demeter Workshop, 10-12 October 2011, Paris, France.

Shigeto Watanabe and Yosihiro Kakinami, Electron temperature in the low latitude topside ionosphere, URSI/COSPAR International Reference Ionosphere Workshop, 10-14 October 2011, Hermanus, South Africa.

M. Kamogawa, Y. Kakinami, S. Watanabe, J. Y. Liu, Y. Tanioka, and T. Mogi, Tsunamigenic ionospheric hole, 130th SGEPSS Meeting, 3-6 November 2011, Kobe University, Kobe, Japan.

Y. Kakinami, S. Watanabe, and J. Y. Liu, A positive correlation between electron density and temperature measured with the Hinotori satellite, 130th SGEPSS Meeting, 3-6 November 2011, Kobe University, Kobe, Japan.

村上 睦彦，山本 真行，渡部 重十，柿並 義宏，堺 正太朗, Larsen Miguel，日米共同ロケット実験による昼間下部熱圏リチウム共鳴散乱光観測の挑戦と WIND-2 実験による定量的検証，130th SGEPSS Meeting, 3-6 November 2011, Kobe University, Kobe, Japan

Kaori Mochizuki, Yoshihiro Kakinami, Masashi Kamogawa, Berthelier Jean-Jacques, Liu Jann-Yenq, Ionosphere variations observed with the DEMETER satellite during the 22 July 2009 solar eclipse, 130th SGEPSS Meeting, 3-6 November 2011, Kobe University, Kobe, Japan

Shigeto Watanabe, Yoshihiro Kakinami, Huixin Liu, and Takumi Abe, Comparison of IRI with electrondensity/temperature observations in the low latitude topside ionosphere, COST/IRI-RT Workshop in Prague, Czech Republic, 13-15 March 2012.

○地震火山地域防災情報支援室

定池祐季

（2）発表論文

定池祐季 (2011) : 東日本大震災と北海道南西沖地震, 人間・環境学会誌, 28, 21−24.

（3）学会発表

紅谷昇平・定池祐季, 東南海, 南海地震における広域避難の可能性と条件, 第 28 回（2011 年度）地域安全学会研究発表会, 2011 年 5 月, 九十九ホテル（長崎県島原市）

定池祐季, 噴火からの復興とジオパークによる地域振興−有珠山周辺地域を例に, 第 2 回日本ジオパーク全国大会, 2011 年 9 月, 洞爺湖町文化センター

（5）社会活動

土木学会地震工学委員会　防災企画推進小委員会　委員

日本災害復興学会　大会・企画委員会　委員

北海道教育庁学校教育局　防災教育資料作成委員会　委員

（6）会議参加リスト

2011 年 7 月 28 日, 第 1 回　防災教育資料作成委員会, 札幌

2011 年 8 月 30 日, 第 2 回　防災教育資料作成委員会, 札幌

○観測技術部

一柳　昌義

（1）主な観測の概要

定常及び臨時観測点に関する業務事項

①観測点名　岩手県・秋田県一帯
観測項目　地震観測　実施時期 4 月 4 日-6 日
作業内容　地震計設置

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 20 日-22 日
作業内容　データ回収

③観測点名　上ノ国
観測項目　地震観測　実施時期 4 月 16 日-18 日
作業内容　広帯域地震計メンテナンス

④観測点名　岩手県・秋田県一帯
観測項目　地震観測　実施時期 5 月 23 日-24 日
作業内容　データ回収

⑤観測点名　ロシア連邦・サハリン州オハ
観測項目　地震観測　実施時期 6 月 8 日-11 日
作業内容　テレメータ装置設置作業

⑥観測点名　十勝岳
観測項目　重力観測　実施時期 6 月 20 日-24 日
作業内容　重力観測

⑦観測点名　上ノ国
観測項目　地震観測　実施時期 6 月 30 日-7 月 1 日
作業内容　障害対応

⑧観測点名　渡島大島
観測項目　地震観測　実施時期 7 月 27 日-29 日
作業内容　障害対応

⑨観測点名　糠平
観測項目　地震観測　実施時期 8 月 25 日-26 日
作業内容　障害対応

⑩観測点名　弟子屈・三石
観測項目　地震観測　実施時期 9 月 5 日-8 日
作業内容　テレメータ装置交換及び地震計設置

⑪観測点名　糠平・三石
観測項目　地震観測　実施時期 9 月 15 日-17 日
作業内容　テレメータ装置交換及びデータ回収

⑫観測点名　ロシア連邦サハリン州ティモスク

観測項目　地震観測　実施時期 9 月 21 日-10 月 1 日
作業内容　テレメータ装置設置
⑬観測点名　三石
観測項目　地震観測　実施時期 10 月 10 日-11 日
作業内容　データ回収
⑭観測点名　福井県南越前町
観測項目　地震観測　実施時期 10 月 12 日-14 日
作業内容　観測点保守
⑮観測点名　ロシア連邦ハバロフスク州ゴルネイ
観測項目　地震観測　実施時期 10 月 24 日-29 日
作業内容　テレメータ装置設置
⑯観測点名　新得
観測項目　地震観測　実施時期 11 月 2 日
作業内容　データ回収
⑰観測点名　岩手県・秋田県一帯
観測項目　地震観測　実施時期 11 月 14 日-17 日
作業内容　データ回収
⑱観測点名　三石
観測項目　地震観測　実施時期 11 月 18 日
作業内容　データ回収
⑲観測点名　弟子屈
観測項目　地震観測　実施時期 11 月 29 日-12 月 2 日
作業内容　地下レーダー探査
⑳観測点名　根室
観測項目　地震観測　実施時期 1 月 18 日-19 日
作業内容　障害対応
㉑観測点名　えりも
観測項目　地震観測　実施時期 1 月 8 日-9 日
作業内容　障害対応
㉒観測点名　森町濁川
観測項目　地震観測　実施時期 1 月 20 日-21 日
作業内容　臨時観測点設置
㉓観測点名　えりも
観測項目　地震観測　実施時期 2 月 8 日-10 日
作業内容　テレメータ装置交換
㉔観測点名　森町濁川
観測項目　地震観測　実施時期 2 月 24 日
作業内容　データ回収
㉕観測点名　森町濁川
観測項目　地震観測　実施時期 3 月 12 日-14 日

作業内容　データ回収
㉖観測点名　弟子屈町川湯
観測項目　地震観測　実施時期 3 月 21 日-22 日
作業内容　地震計設置打ち合わせ

鈴木敦生

（1）主な観測の概要

①観測項目：樽前山における磁気測量
観測点名：樽前山
実施時期：2011 年 9 月 27 日, 10 月 20 日～21 日, 12 月 1 日
参 加 者：橋本武志・松本征海・鈴木敦生
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：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：4 月 1 回，6 月 1 回，7 月 1 回，8 月 1 回
10 月 1 回，11 月 1 回

③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：7 月 3 回，8 月 1 回，10 月 2 回，12 月 1 回

（2）発表論文

橋本武志・宇津木充・中塚　正・大熊茂雄・小山崇夫・神田　径・鈴木敦生，繰り返し空中磁気測量で検出された有珠山の全磁力変化，Conductivity Anomaly 研究会論文集，29-36，2011.

松島喜雄・大島弘光・森　濟・前川徳光・鈴木敦生・寺田暁彦・鍵山恒臣，携帯型赤外カメラを用いた航空機による地表面温度測定(2006)－有珠火山・登別火山・樽前火山－，北海道大学地球物理学研究報告，75，43-58，2012.

（3）学会発表

橋本武志・宇津木充・中塚　正・大熊茂雄・小山崇夫・神田　径・鈴木敦生，繰り返し空中磁気測量で検出された有珠山の全磁力変化，日本地球惑星科学連合 2011 年大会，幕張，2011 年 5 月 22 日-27 日.

髙田真秀

（1）主な観測の概要

①観測項目：地震、地殻変動、電磁気観測

観測点名：各観測点

参 加 者：各観測点で生じた障害の対応

山口照寛

（1）主な観測の概要

①観測項目：定常地震観測

観測点名：渡島大島観測点

実施時期：2011 年 7 月 27-29 日

参 加 者：勝俣啓・髙田真秀・山口照寛

作業内容：バッテリー交換，テレメータ装置交換.

②観測項目：地殻変動観測

観測点名：茂寄観測点

実施時期：2011 年 8 月 17-19 日

参 加 者：岡山宗夫・髙田真秀・山口照寛

作業内容：1m 歪み計設置

③観測項目：臨時地震観測

観測点名：トムラウシ

実施時期：2011 年 8 月 25-26 日

参 加 者：勝俣啓・一柳昌義・山口照寛

作業内容：臨時地震観測点設置

④観測項目：臨時地震観測

観測点名：三石

実施時期：2011 年 9 月 7-8 日

参 加 者：勝俣啓・髙田真秀・一柳昌義・本多亮・山口照寛

作業内容：臨時地震観測点設置

④観測項目：定常地震観測

観測点名：弟子屈，厚岸，根室，三石，えりも，茂寄観測点

作業内容：テレメータ装置交換

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

自然史科学特別講義Ｉ（集中）　　：谷岡勇市郎・講師：金森博雄

【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】

地球惑星科学のための電磁気学　　：橋本武志（分担）

地球計測・情報実習　　：大島弘光・髙橋浩晃（分担）

火山特別セミナー　　：大島弘光・橋本武志・青山　裕

【2 学期】

地球惑星電磁気学　　：茂木　透（分担）

データ解析学　　：勝俣　啓

地球惑星科学セミナー　　：青山　裕

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

②理学部共通科目

【1 学期】

変動する大地　　：勝俣　啓（分担）

③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）

④教職専門科目

【２学期】

教科教育法（理科Ⅱ）　　：茂木　透（分担）

（３）学外

①タイトル：森羅万象セミナー

日時・場所：2011 年 5 月 12 日・北海道大学理学部 8 号館

担当教員：定池祐季

内容：「津波被災地における災害文化」

②タイトル：地震火山研究観測センター見学対応

日時・場所：2011 年 5 月 20 日・北海道大学理学部 8 号館

主催：札幌市立定山渓中学校

担当教員：山田卓司・定池祐季

内容：地震火山研究観測センター・総合博物館地震火山コーナー見学、
セミナー「東日本大震災と中学生の被災について」

③タイトル：第 18 回「環境と社会」ワークショップ

日時・場所：2011 年 5 月 21 日・名古屋大学

主催：MERA 建築社会研究委員会

担当教員：定池祐季

内容：話題提供「津波被災地における災害文化−北海道奥尻島を例に一」

④タイトル：第 18 回「環境と社会」ワークショップ

日時・場所：2011 年 5 月 30 日・札幌市立宮の森中学校

主催：宮の森中学校 3 年生教員

担当教員：定池祐季

内容：奥尻島への修学旅行事前学習「津波災害からの復興〜奥尻島を例に」、「クロスロード」

⑤タイトル：南三陸町震災復興計画策定研修会

日時・場所：2011 年 5 月 31 日・南三陸町仮役場庁舎

主催：南三陸町

担当教員：定池祐季

内容：「北海道奥尻町の復興過程」

⑥タイトル：第 3 学年　総合的な学習時間　講演会講師

日時・場所：2011 年 5 月 30 日・札幌市

主催：札幌市立宮の森中学校

担当教員：定池祐季

内容：「防災と街づくり〜奥尻復興をモデルとして〜」

⑦タイトル：「現代科学セミナー」講師

日時・場所：2011 年 6 月 3 日〜4 日・有珠山

主催：東京理科大学基礎工学部

担当教員：西村　裕一

内容：特別講演講師及び現地視察

⑧タイトル：根室市地域防災講演会講師

日時・場所：2011 年 6 月 7 日・根室市

主催：根室市・根室市町会連合会

担当教員：谷岡勇市郎

内容：『根室市の津波を考える』－東日本大震災を経験して－

⑨タイトル：「測量の日」記念特別講演会講師

日時・場所：2011 年 6 月 10 日・札幌市

主催：社団法人日本測量協会

担当教員：村上　亮

内容：「自然災害に強い国土を築くために測量は何ができるか」

⑩タイトル：平成 23 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：2011 年 6 月 13 日～7 月 7 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：自然災害からの復興

⑪タイトル：アートゼミ特別講座「いのちと心を支えるアートの役割～長期災害救援の視点から」

日時・場所：2011 年 6 月 30 日・北海道大教育文化会館

主催：北海道文化財団

担当教員：定池祐季

内容：話題提供、鼎談

⑫タイトル：平成 23 年度一般社団法人日本鉄道技術協会北海道支部総会時講演会講師

日時・場所：2011 年 7 月 1 日・札幌市

主催：一般社団法人日本鉄道技術協会　北海道支部

担当教員：谷岡勇市郎

内容:「北海道での巨大地震と大津波を考える - 東北地方太平洋沖地震を経験して - 」

⑬タイトル： VAN 支援プロジェクト　–支援のデザインそのデザインの支援-

日時・場所：2011 年 7 月 4 日・紀伊國屋書店

共催： VAN 支援プロジェクト、（株）竹中工務店

担当教員：定池祐季

内容： 話題提供「東北調査報告」「奥尻島の復興について」、対談

⑭タイトル：研修会講師
日時・場所：2011 年 7 月 6 日・北海道大学理学部 8 号館
主催：エコロジア北海道 21 推進協議会
担当教員：定池祐季
内容：講演「北海道における災害文化の醸成に向けて―東日本大震災に学ぶ―」
⑮タイトル：研修（安全大会）講師
日時・場所：2011 年 7 月 21 日・札幌第一ホテル
主催：日本メックス株式会社
担当教員：山田卓司
内容：講義「東日本大震災と家庭でできる防災」
⑯タイトル：有珠山実習講師
日時・場所：2011 年 7 月 29 日～31 日・有珠山
主催：北海道札幌開成高等学校
担当教員：大島弘光・橋本武志・青山　裕
内容：事前講義と野外実習指導
⑰タイトル：小樽市教育委員会　校長・教頭研修
日時・場所：2011 年 8 月 5 日・小樽市教育委員会
主催：小樽市教育委員会
担当教員：定池祐季
内容：講義・演習「学校教育における防災教育について」
⑱タイトル：社団法人気仙地区法人会講演会講師
日時・場所：2011 年 8 月 8 日・岩手県大船渡市
主催：社団法人気仙地区法人会
担当教員：谷岡勇市郎・定池祐季
内容：「2011 年東北地方太平洋沖巨大地震と今後の備え」
⑲タイトル：トップフォーラム in 愛知
日時・場所：2011 年 8 月 12 日・愛知県自治研修所
主催：愛知県庁・人と防災未来センター
担当教員：定池祐季
内容：首長向け災害対応研修におけるグループマネージャー
⑳タイトル：平成 23 年度（課題別研修）「火山学・総合土砂災害対策コース」講師
日時・場所：2011 年 8 月 17 日-18 日・JICA 東京国際センター
主催：JICA
担当教員：村上　亮
内容：「火山性地殻変動」「地殻変動とその評価」
㉑タイトル：地域学習活性化セミナー　防災教育研修
日時・場所：2011 年 8 月 26 日・かでる２・７
主催：北海道立生涯学習推進センター
担当教員：定池祐季
内容：ワークショップ「防災教育のプログラム体験」・講演「災害からの教訓をこ

れからの防災活動に活かす」

㉒タイトル：小樽市博物館防災セミナー　講師

日時・場所：2011 年 9 月 3 日・小樽運河プラザ 3 番庫

主催：小樽市博物館

担当教員：定池祐季

内容：ミニレクチャー「地震や津波に備えてあなたは何をしますか？—過去の災害から学ぶ」・ワークショップ

㉓タイトル：ほくでん 1DAY サイエンス　企画・演習補助

日時・場所：2011 年 9 月 8 日・南三陸町志津川中学校

主催：ほくでん　科学であそぼ「おもしろ実験室」

担当教員：勝俣啓・定池祐季

内容：小学生向け 地震についての学習・ペットボトル地震計作成

㉔タイトル：南三陸町防災教育カリキュラム研修　講師

日時・場所：2011 年 9 月 8 日・南三陸町志津川中学校

主催：南三陸町志津川中学校

担当教員：定池祐季

内容：講演「被災した子どもたちのその後−北海道南西沖地震を経験した子どもたち−」，意見交換

㉕タイトル：平成 23 年度北海道公立文化施設協議会　業務管理委員会研究会　講師

日時・場所：2011 年 9 月 14 日・七飯町まちづくり推進センター

主催：北海道公立文化施設協議会　業務管理委員会

担当教員：定池祐季

内容：講演「文化施設の防災と被災者支援」

㉖タイトル：札幌文具事務用品組合　第 51 期終了記念講演会講師

日時・場所：2011 年 9 月 21 日・札幌市

主催：一般社団法人　全日本文具事務用品団体総連合
社員　札幌文具事務用品組合

担当教員：髙橋浩晃

内容：「地震発生のメカニズム及び北海道における地震・津波に関する情報とこれからの地震の可能性と安全対策の紹介等について」

㉗タイトル：平成 23 年度婦人防火クラブ石狩地区大会講師

日時・場所：2011 年 10 月 1 日・石狩市

主催：北海道少年婦人防火協議会
北海道婦人防火クラブ連絡協議会
石狩北部地区幼年少年婦人防火委員会

担当教員：谷岡勇市郎

内容：「石狩地区の地震津波災害」

㉘タイトル：NHK 文化センター講師

日時・場所：2011 年 10 月 1 日・2012 年 3 月 24 日・札幌市

主催：NHK 文化センター札幌総支社

担当教員：定池祐季
内容：「北海道の自然災害と防災・減災」
㉙タイトル：JICA 講師
日時・場所：2011 年 10 月 4 日～5 日・愛知県名古屋市
主催：名古屋大学大学院環境学研究科
担当教員：谷岡勇市郎
内容：JICA 研修員への研究指導及び講義
㉚タイトル：平成２３年度留萌管内町村職員等特別研修会　講師
日時・場所：2011 年 10 月 5 日・留萌総合振興局
主催：留萌町村会
担当教員：定池祐季
内容：講義・演習「危機管理と防災～災害対応を中心に～」
㉛タイトル：2011 火山砂防フォーラム
日時・場所：2011 年 10 月 13～14 日・美瑛町
主催：火山砂防フォーラム委員会
担当教員：村上　亮
内容：「安全で魅力あふれる十勝岳山麓のために」パネルディスカッション
㉜タイトル：平成 23 年度第 2 期女性のための教養講座～女性大学～　講師
日時・場所：2011 年 10 月 18 日・かでる２・７
主催：財団法人北海道女性協会
担当教員：定池祐季
内容：講演「北海道の災害と防災」
㉝タイトル：シンポジウム『被災地の復興と人材育成―持続的社会構築のための社会起業』
日時・場所：2011 年 10 月 23 日・北海道大学学術交流会館
主催：北海道大学サステイナビリティ学教育研究センター（CENSUS）
担当教員：定池祐季
内容：話題提供「被災地の『持続可能な復興』のために」・パネリスト
㉞タイトル：日本基督教団　北日本宣教会議講師
日時・場所：2011 年 10 月 25 日・石狩郡新篠津村
主催：日本基督教団　北海道教区
担当教員：定池祐季
内容：「津波災害の復興過程に応じた長期支援のあり方について」
㉟タイトル：平成 23 年度全島防災教育研究フォーラム講師
日時・場所：2011 年 10 月 26 日・ホテルライフォート札幌
主催：北海道教育委員会
担当教員：定池祐季
内容：演習「災害対応ゲーム『クロスロード』」
㊱タイトル：えりも町高齢者教室生大会　防災講演企画
日時・場所：2011 年 11 月 12 日・えりも町福祉センター

主催：えりも町教育委員会
担当教員：谷岡勇市郎・定池祐季
内容：「北海道の地震と津波について」企画調整
㊲タイトル：「第 20 回先端科学移動大学」講演会講師
日時・場所：2011 年 11 月 11 日～12 日・　旭川市
主催：財団法人北海道青少年科学文化財団
担当教員：髙橋浩晃
内容：「地震・津波・火山噴火の解明と減災への取り組み：東日本大震災からのメッセージ」
㊳タイトル：島松小学校 5 年生親子レクレーション講師
日時・場所：2011 年 11 月 15 日・恵庭市立島松小学校
主催：島松小学校 5 年生 PTA
担当教員：定池祐季
内容：授業「災害から命を守るために」
㊴タイトル：局内研修会講師
日時・場所：2011 年 11 月 22 日・NHK 札幌放送局
主催: NHK 札幌放送局
担当教員：髙橋浩晃・定池祐季
内容：北海道の地震・津波と災害報道に関する話題提供
㊵タイトル：「北海道の防災とまちづくり研究会」講師
日時・場所：2011 年 11 月 28 日・札幌市
主催：社団法人　北海道地方自治研究所
担当教員：谷岡勇市郎
内容：「東日本大震災からみた北海道の巨大地震と大津波」
㊶タイトル：出前授業講師
日時・場所：2011 年 12 月 1 日・陸別小学校
共催: 名古屋大学、北海道大学、陸別町教育委員会
担当教員：定池祐季
内容：授業「災害にあうってどういうこと？」陸別小学校 3・4 年生
㊷タイトル：出前授業講師
日時・場所：2011 年 12 月 1 日・陸別中学校
共催: 名古屋大学、北海道大学、陸別町教育委員会
担当教員：定池祐季
内容：授業「災害にあうってどういうこと？」陸別中学校 1 年生
㊸タイトル：防災ワンデー釧路防災講演会 2012 講師
日時・場所：2012 年 1 月 15 日・釧路市
主催：防災ワンデー実行委員会
担当教員：谷岡勇市郎
内容：釧路地域の巨大地震津波に備えて
㊹タイトル：危機管理と防災教育」セミナー講師

日時・場所：2012 年 1 月 19 日-20 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：講義「防災教育の推進に向けて」・ワークショップ講師
㊺タイトル：第 9 回北海道測量技術講演会講師
日時・場所：2012 年 1 月 26 日・札幌市
主催：国土地理院北海道地方測量部
担当教員：谷岡勇市郎
内容：「北海道で想定される巨大地震と大津波」
㊻タイトル：平成 23 年度 NHK 文化センター講師
日時・場所：2012 年 1 月 28 日・2 月 25 日・札幌市
主催：NHK 文化センター札幌総支社
担当教員：谷岡勇市郎
内容：北海道の自然災害と防災・減災
㊼タイトル：平成 23 年度帯広市冬期避難訓練　避難所運営研修講師
日時・場所：2012 年 2 月 2 日・帯広市立広陽小学校
主催: 帯広市
担当教員：定池祐季
内容：演習「避難所運営訓練」講師
㊽タイトル：平成 23 年度胆振管内首長会議における講演会講師
日時・場所：2012 年 2 月 8 日・登別市
主催：北海道胆振総合振興局
担当教員：谷岡勇市郎
内容：「災害対応を意識したまちづくり」
㊾タイトル：国際研修（神津島現地研修）講師
日時・場所：2012 年 2 月 16-23 日・東京都神津島村
主催：JICA
担当教員：森　濟
内容：水準測量指導
㊿タイトル：第 26 回ふるさとを考える町民のつどい　講師
日時・場所：2011 年 3 月 2 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
内容：講演・演習「防災力は地域力～行政と自治会の役割～」
(51)タイトル：平成 23 年度上士幌町地域防災セミナー　講師
日時・場所：2012 年 3 月 1 日・上士幌町生涯学習センター
主催: 上士幌町社会福祉協議会
担当教員：定池祐季
内容：講演・演習「『クロスロード』で防災について学ぼう」
(52)タイトル：「防災シンポジウム『あなたを守る備えとは』講演　パネリスト

日時・場所：2011 年 3 月 7 日・道新ホール
主催: 北海道新聞社
担当教員：定池祐季
内容：講演「地域力は防災力～災害の教訓に学ぶ」、パネリスト

２．学位論文

（１）博士論文
なし

（２）修士論文
①氏名：アブドアラー・サブリ（SABRY,Abd Alah）
論文題目：THREE DIMENSIONAL ANALYSIS OF GREATEM SURVEY DATA AND ITS APPLICATION TO SHALLOWER SEA BOTTOM SURVEY
主査：茂木　透
副査：村井芳夫・橋本武志
②氏名：佐々木　智彦（SASAKI,Tomohiko）
論文題目：群発地震活動の震源移動と流体による亀裂伝播モデル
主査：勝俣　啓
副査：茂木　透・村井芳夫
③氏名：的場　敦史（MATOBA,Atsushi）
論文題目：熱赤外画像の写真測量学的解析による地表形状及び温度分布の 3 次元同時決定手法とその火山学への応用について
主査：村上　亮
副査：橋本武志・森　濟

（３）卒業論文
①氏名：小四郎丸　拓馬（KOSHIROUMARU，Takuma）
論文題目：干渉 SAR によって把握された十勝岳 62-Ⅱ火口の火山性地殻変動の解析
指導教官：村上　亮
②氏名：齋藤　悠（SAITO，Yu）
論文題目： 中・小地震を用いた大地震の大すべり域事前推定の試み-2003 年十勝沖地震を例として-
指導教官：山田卓司
③氏名：田中　良（TANAKA，Ryo）
論文題目： 一次元定常火道流モデルとその発展―霧島山新燃岳 2011 年噴火への適用と考察―

指導教官：橋本武志

④氏名：福岡光輝（HUKUOKA,Mitsuteru）

論文題目：2011 年 3 月 9 日に発生した東北地方太平洋沖巨大地震の前震の津波波形解析

指導教官：谷岡勇市郎

⑤氏名：星井基希（HOSHII，Motoki）

論文題目：桜島火山の噴火に伴う GPSTEC 変動

指導教官：茂木　透

⑥氏名：増田　孔明（MASUDA，Koumei）

論文題目：活火山における地震波干渉法を用いた研究について～特に Ambient noise を用いた手法～

指導教官：青山　裕

３．雑誌会

第 1 回雑誌会（2011 年 5 月 9 日）

①紹介者：和田直人

題　名：Dynamicsource modeling of the 1978 and 2005 Miyagi-oki earthquakes: Interpretation of fracture energy

著者名：Takeshi Kimura, Kazuki Koketsu, Hiroe Miyake, Changjiang Wu, and Takashi Miyatake

雑誌名：JOURNAL IF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 115, B08302

②紹介者：谷岡勇市郎

題　名：Historical seismograms for unraveling a mysterious earthquake: The 1907　Sumatra earthquake

著者名：Hiroo Kanamori, Luis Rivera, and William H. K. Lee

雑誌名：Geophysical Journal International, 183, 358-374, 2010

③紹介者：Purna Sulastya Putra

題　名：Expanding the proxy toolkit to help identify past events － Lessons from the 2004 Indian Ocean Tsunami and the 2009 South Pacific Tsunami

著者名：Catherine Chagué-Goff, Jean-Luc Schneider, James R Goff, Dale Dominey-Howes, Luke Strotz

雑誌名：Earth Science Reviews (2011), doi: 10.1016/j.earscirev.2011.03.007

第 2 回雑誌会（2011 年 5 月 16 日）

①紹介者：Sabry Abdallah

題　名：Monitoring freshwater-seawater interface dynamics with audiomagnetotelluric data

著者名：Ester FalgßÔ*, Juanjo Ledo, Alex Marcuello and Pilar Queralt
Departament de GeodinßÎica i GeofùÔica, Universitat de Barcelona, C/Mart i FranquïÔ s/n, Barcelona 08028, Spain
雑誌名：Near Surface Geophysics, 2009, 391-399

②紹介者：橋本武志
題　名：Tsunami signals from the 2006 and 2007 Kuril earthquakes detected at a seafloor geomagnetic observatory
著者名：H. Toh, K. Satake, Y. Hamano, Y. Fujii, and T. Goto
雑誌名：JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 116, B02104, doi:10.1029/2010JB007873, 2011

③紹介者：山田卓司
題　名：Hierarchical asperity model for multiscale characteristic earthquakes: A numerical study for the off-Kamaishi earthquake sequence in the NE Japan subduction zone
著者名：Hori, T., and S. Miyazaki
雑誌名：Geophys. Res. Lett., 37, L10304,doi:10.1029/2010GL042669, 2010.

第 3 回雑誌会（2011 年 5 月 30 日）

①紹介者：勝俣　啓
題　名：Detecting aseismic strain transients from seismicity data
著者名：A. L. Llenos and J. J. McGuire
雑誌名：J. Geophys. Res., doi:10.1029/2010JB007537, in press.(accepted 22 March 2011)

第 4 回雑誌会（2011 年 6 月 6 日）

①紹介者：森　貴章
題　名：Modelling the lava dome extruded at Soufriere Hills Volcano, Montserrat, August 2005-May 2006 Part Ⅰ:Dome shape and internal structure
著者名：A.J. Hale, E.S. Calder, G. Wadge, S.C Loughlin, G.A Ryan
雑誌名：Journal of Volcanology and Geothermal Reserch 187 (2009) 53-68

②紹介者：髙橋浩晃
題　名：Earthquake recurrence and magnitude and seismic deformation of the northern Okhotsk plate, northeast Russia
著者名：D. Hindle and K. Mackey
雑誌名：J. Geophys. Res., 116, B02301, 2011

第 5 回雑誌会（2011 年 6 月 13 日）

①紹介者：齋藤　悠
題　名：A Great Earthquake Rupture Across a Rapidly Evolving Three-Plate Boundary
著者名：Kevin P. Furlong, Thorne Lay, Charles J. Ammon
雑誌名：J 10.1126/science.1167476, 2009
②紹介者：奥山　哲
題　名：Mapping Three-Dimensional Surface Deformation by Combining Multiple-Aperture Interferometry and Conventional Interferometry:Application to the June 2007 Eruption of Kilauea Volcano, Hawaii
著者名：H.S.Jung, Z.Lu, J.S.Won, M.P.Poland, and A.Miklius
雑誌名：IEEE Geosci. Remote Sens. Lett. VOL.8, NO.1, Jan.2011

第 6 回雑誌会（2011 年 6 月 20 日）
①紹介者：田中　良
題　名：Controls on the explosivity of scoria cone eruptions: Magma segregation at conduit junctions.
著者名：L.Pioli, B.J.Azzopardi, K.V.Cashman
雑誌名：Journal of Volcanology and Geothermal Research 186(2009) 407-415
②紹介者：眞城亮成
題　名：GPS for real-time earthquake source determination and tsunami warning systems
著者名：Geoffrey Blewitt, William C. Hammond, Corne' Kreemer, Hans-Peter Plag, Seth Stein, Emile Okal
雑誌名：J Geod (2009) 83:335—343
③紹介者：齊藤佳佑
題　名：Recurrence behavior of short - term slow slip and correlated nonvolcanic tremor episodes in western Shikoku, southwest Japan
著者名：Hitoshi Hirose and Kazushige Obara
雑誌名：J. Geophys. Res., 115,B00A21,2010

第 7 回雑誌会（2011 年 6 月 27 日）
①紹介者：増田孔明
題　名：Monitoring of phreatic eruptions using Interferometry on Retrieved Cross-Correlation Function from Ambient Seismic Noise: Results from Mt.Ruapehu, New Zealand
著者名：A. Mordret, A.D. Jolly, Z. Duputel, N. Fournier
雑誌名：Jounal of Volcanology and Geothermal Research 191(2010)46-59
②紹介者：星井基希
題　名：Global Positioning System detection and energy estimation of the

ionospheric wave caused by the 13 July 2003 explosion of the Soufriere Hills Volcano, Montserrat
著者名：Thomas Dautermann, Eric Calais, and Glen S. Mattioli
雑誌名：JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 114, B02202, 2009
③紹介者：福岡光輝
題　名：A revised tsunami source model for the 1707 Hoei earthquake and simulation of tsunami inundation of Ryujin Lake,Kyushu, Japan
著者名：Takashi Furumura,Kentaro Imai, and Takuto Maeda
雑誌名：JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.116, B02308, 2011
④紹介者：大園真子
題　名：The mechanism of postseismic deformation triggered by the 2006-2007 great Kuril earthquakes
著者名：Kogan, M.G., N.F. Vasilenko, D.I. Frolov, J.T. Freymueller, G.M. Steblov, B.W. Levin, and A.S. Prytkov
雑誌名：Geophys. Res. Lett., 38, L06304, doi:10.1029/2011GL046855 (2011)

第 8 回雑誌会（2011 年 7 月 4 日）
①紹介者：Ghimire Subesh
題　名：Seasonal variation of seismicity and geodetic strain in the Himalaya induced by surface hydrology
著者名：Bettinelli, P. et al.
雑誌名：Earth and Planetary Science Letters, vol. 266, pages 332-344, 2008.
②紹介者：小四郎丸拓馬
題　名：How much magma is required to rift a continent?
著者名：Robert W. Bialas, W. Roger Bucka and Ran Qin
雑誌名：Earth and Planetary Science Letters, Volume 292, Issues 1-2, 15 March 2010,Pages 68-78
③紹介者：大島弘光
題　名：Influence of the fragmentation process on the dynamics of Vulcanian eruptions: An experimental approach.
著者名：M.A. Alatorre-Ibargüengoitia, B.Scheu, D.B.Dingwell.
雑誌名：Earth and Planetary Science Letters 302 (2011) 51–59

第 9 回雑誌会（2011 年 7 月 11 日）
①紹介者：原田大介
題　名：Inflation - deflation cycles revealed by tilt and seismic records at Stromboli volcano
著者名：Riccardo Genco and Maurizio Ripepe
雑誌名：GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 37, L12302, doi:10.1029/2010GL042925, 2010

②紹介者：佐々木智彦
題　名：Possible deep fault slip preceding the 2004 Parkfield earthquake, inferred from detailed observations of tectonic
著者名：David R. Shelly
雑 誌 名 ： GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 36, L17318, doi:10.1029/2009GL039589, 2009
③紹介者：中村有吾
題　名：Sedimentary Deposits from the 17 July 2006 Western Java Tsunami, Indonesia: Use of Grain Size Analyses to Assess Tsunami Flow Depth, Speed, and Traction Carpet Characteristics
著者名：Moore et al.
雑誌名：Pure and Applied Geophysics, 2011, DOI 10.1007/s00024-011-0280-8

第 10 回雑誌会（2011 年 8 月 1 日）
①紹介者：的場淳史
題　名：Internal fabric development in complex lava domes
著者名：P.Zavaka, Z.Kratinova, V.Kusbach, K.Schulmann
雑誌名：Tectonophysics 466 (2009) 101-113
②紹介者：伊尾木圭衣
題　名：Tsunami waveform inversion including dispersive waves:the 2004 earthquake off Kii Peninsula, Japan
著者名：Tatsuhiko Saito, Kenji Satake, and Takashi Furumura
雑誌名：Journal of Geophysical Research, VOL. 115, B06303, doi:10.1029/2009JB006884, 2010
③紹介者：柿並義宏
題　名：A statistical analysis of ionospheric anomalies before 736 M6.0+ earthquakes during 2002-2010
著者名：H. Le, J. Y. Liu, and L. Liu
雑誌名：JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 116, A02303, doi:10.1029/2010JA015781, 2011
④紹介者：Subesh Ghimire
題　名：Seasonal variation of seismicity and geodetic strain in the Himalaya induced by surface hydrology
著者名：Bettinelli, P. et al.
雑誌名：Earth and Planetary Science Letters, vol. 266, pages 332-344, 2008

第 11 回雑誌会（2011 年 10 月 17 日）
①紹介者：和田直人
題　名：Correlation between Coulomb stress changes imparted by large historical strike-slip earthquakes and current seismicity in Japan

著者名：Takeo Ishibe , Kunihiko Shimazaki , Hiroshi Tsuruoka , Yoshiko Yamanaka ,and Kenji Satake
雑誌名：Earth Planets Space, 63, 301-314, 2011

②紹介者：原田大介
題　名：Deep magma storage at Hekla volcano, Iceland, revealed by InSAR time series analysis
著者名：Benedikt G. Ofeigsson, Andrew Hooper, Freysteinn Sigmundsson, Erik Sturkell, and Ronni Grapenthin
雑誌名：JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 116, B05401, doi:10.1029/2010JB007576, 2011

③紹介者：西村裕一
題　名：The post-depositional change of the onshore 2004 tsunami deposits on the Andaman Sea coast of Thailand
著者名：Witold Szczucinski
雑誌名：DOI 10.1007/s11069-011-9956-8, Natural Hazard, 2011.

第 12 回雑誌会（2011 年 10 月 31 日）

①紹介者：小四郎丸拓馬
題　名：Rapid topographic change measured by high-resolution satellite radar at Soufriere Hills Volcano,Montserrat,2008-2010.
著者名：G.Wadge,P.Cole,A.Stinton,J.-C.Komorowski,A.C.Toombs,Y.Legendre
雑誌名：Journal of Volcanology and Geothermal Research, Volume 199,Issues 1-2, 1 January 2011, Pages 142-152

②紹介者：的場敦史
題　名：Degassing processes during lava dome growth: Insights from Santiaguito lava dome, Guatemala
著者名：A. S. Peter Holland, I. Matthew Watson, Jeremy C. Phillips, Luca Carucchi,Marika P. Dalton
雑誌名：Journal of Volcanology and Geothermal Research 202 (2011) 153-166

③紹介者：村上　亮
題　名：Characterization and comparison of landslide triggering in different tectonic and climatic settings
著者名：L. Tatard, J. R. Grasso, A. Helmstetter, and S. Garambois
雑誌名：JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 115, F04040, doi:10.1029/2009JF001624, 2010

第 13 回雑誌会（2011 年 11 月 7 日）

①紹介者：齋藤　悠
題　名：Radiated seismic energy from coda measurements and no scaling in apparent stress with seismic moment

著者名：Annemarie Baltay, German Prieto, and Gregory C. Beroza
雑誌名：JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 115, B08314, doi:10.1029/2009JB006736, 2010

②紹介者：佐々木智彦
題　名：Ionospheric disturbances triggered by the 11 March 2011 M9.0 Tohoku earthquake
著者名：Jann - Yenq Liu, Chia - Hung Chen, Chien - Hung Lin, Ho - Fang Tsai, Chieh - Hung Chen, and Masashi Kamogawa
雑誌名：JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 116, A06319, doi:10.1029/2011JA016761, 2011

③紹介者：東　龍介
題　名：Revealing the deep structure and rupture plane of the 2010 Maule, Ch ile earthquake (Mw=8.8) using wide angle seismic data
著者名：Eduardo Moscoso, Ingo Grevemeyer, Eduardo Contreras-Reyes, Ernst Flu eh,Yvonne Dzierma, Wolfgang Rabbel, Martin Thorwart
雑誌名：Earth and Planetary Science Letters, 307 (2011), 147-155.

第 14 回雑誌会（2011 年 11 月 14 日）

①紹介者：田中　良
題　名：A simple formula for calculating porosity of magma in volcanic conduits during dome-forming eruptions
著者名：Tomofumi Kozono , Takechiro Koyaguchi
雑誌名：Earth Planets Space,62,483-488,2010

②紹介者：伊尾木圭衣
題　名：The 29 September 2009 Samoa Islands Tsunami: Simulations Based on the First Focal Mechanism Solutions and Implications on Tsunami Early Warning Strategies
著者名：Roberto Tonini, Alberto Armigliato, and Stefano Tinti
雑誌名：Pure and Applied Geophysics, 168(2011), 1113-1123, DOI 10. 1007/s00024-010-0221-y

③紹介者：森　濟
題　名：A quantitative study of the mechanisms governing dike propagation, dike arrest and sill formation
著者名：F. Maccaferri , M. Bonafede , E. Rivalta
雑誌名：Journal of Volcanology and Geothermal Research, 208(2011), 39-50.

第 15 回雑誌会（2011 年 11 月 21 日）

①紹介者：増田孔明
題　名：Ambient noise tomography with a large seismic array
著者名：Michael H. Ritzwoller, Fan-Chi Lin, Weisen Shen

雑誌名：Comptes Rendus Geoscience　343 (2011) 558-570

②紹介者：PUTRA, Purna Sulastya

題　名：Potential predecessors of the 2004 Indian OceanTsunami—Sedimentary evidence of extreme wave events at Ban Bang Sak, SW Thailand

著者名：D. Brill, H. Brückner, K. Jankaew, D. Kelletat, A. Scheffers, S. Scheffers

雑誌名：Sedimentary Geology, Vol 239, Issues 3-4, 1 August 2011, Pages 146-161

③紹介者：定池祐季

題　名：Action Research on Disaster ReductionEducation: Building a "Community of Practice" through a Gaming Approach

著者名：Katsuya Yamori

雑誌名：Journal of Natural Disaster Science, Volume 30, Number 2, 2009, pp83-96

第 16 回雑誌会（2011 年 11 月 28 日）

①紹介者：森　貴章

題　名：Monitoring lava-dome growth during the 2004–2008 Mount St. Helens,Washington, eruption using oblique terrestrial photography

著者名：J.J. Major, D. Dzurisin, S.P. Schilling, M.P. Poland

雑誌名：Earth and Planetary Science Letters 286 (2009) 243–254

②紹介者：SABRY, Abd Allah

題　名：Surface water?groundwater exchange in transitional coastal environments by airborne electromagnetics: The Venice Lagoon example,

著者名：Viezzoli, A., L. Tosi, P. Teatini, and S. Silvestri (2010)

雑誌名：Geophysical Research Letters, 37, L01402,doi:10.1029/2009GL041572

③紹介者：松本征海

題　名：Structural controls on the 1998 volcanic unrest at Iwate volcano: Relationship between a shallow, electrically resistive body and the possible ascent route of magmatic fluid

著者名：Koki Aizawa

雑誌名：Journal of Volcanology and Geothermal Research 187 (2009) 131–139

第 17 回雑誌会（2011 年 12 月 12 日）

①紹介者：福岡光輝

題　名：Structural heterogeneity in the megathrust zone and mechanism of the 2011 Tohoku-oki earthquake (Mw 9.0)

著者名：Dapeng Zhao,Zhouchuan Huang,Norihito Umino,Akira Hasegawa, and Hiroo Kanamori

雑誌名：GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 38, L17308,
doi:10.1029/ 2011GL048408, 2011

②紹介者：HARIS, Snender

題　名：Tsunami risk assessment in Indonesia

著者名：Strunz, G., J. Post, K. Zosseder, S. Wegscheider, M. Muck, T.Riedlinger, H. Mehl,S. Dech, J. Birkmann, N. Gebert, H. Harjono, H. Z.Anwar, Sumaryono,R. M. Khomarudin, and A. Muhari

雑誌名：Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 67–82, 2011
doi:10.5194/nhess-11-67-2011

③紹介者：村井芳夫

題　名：Seismic Imaging of Scatterer Migration Associated with the 2004 Parkfield Earthquake

著者名：Xin Cheng, Fenglin Niu, Paul G. Silver, and Robert M. Nadeau

雑誌名：Bulletin of the Seismological Society of America, 101, 1291-1301, 2011.

第 18 回雑誌会（2011 年 12 月 19 日）

①紹介者：星井基希

題　名：Formation mechanism of great positive TEC disturbances prior to Wenchuan earthquake on May 12, 2008

著者名：M.V. Klimenko , V.V. Klimenko , I.E. Zakharenkova , S.A. Pulinets, B. Zhao , M.N. Tsidilina

雑誌名：Advances in Space Research 48 (2011) 488-499

②紹介者：Aditya Riadi Gusman

題　名：Tsunami generation by a rapid entrance of pyroclastic flow into the sea during the 1883 Krakatau eruption, Indonesia

著者名：Fukashi Maeno and Fumihiko Imamura

雑誌名：Journal of Geophysical Research, Vol. 116, B09205,
doi: 10.1029/2011JB008253

第 19 回雑誌会（2012 年 1 月 16 日）

①紹介者：眞城亮成

題　名：Initial 30 seconds of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (Mw 9.0) —amplitude and τ c for magnitude estimation for Earthquake Early Warning—

著者名：Mitsuyuki Hoshiba and Kazuhiro Iwakiri

雑誌名：Earth Planets Space, 63, 553.557, 2011

②紹介者：茂木　透

題　名：Atmospheric electricity coupling between earthquake regions and the ionosphere

著者名：R.G. Harrison, K.L.Aplin, M.J.Rycroft

雑誌名：Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics 72 (2010) p.376 - 381

第 20 回雑誌会（2012 年 1 月 23 日）

①紹介者：齊藤佳佑

題　名：Depth-dependent stress field in and around the Atotsugawa fault, central Japan, deduced from microearthquake focal mechanisms:Evidence for localized aseismic deformation in the downward extension of the fault

著者名：Kazutoshi Imanishi, Yasuto Kuwahara ,Tetsuya Takeda, Takashi Mizuno,Hisao Ito, Kiyoshi Ito, Hiroo Wada, and yoshikatsu Haryu

雑誌名：JOURNSL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 116, B01305, 2011

②紹介者：青山　裕

題　名：A new source process for evolving repetitious earthquakes at Ngauruhoe volcano, New Zealand

著者名：A.D.Jolly, J.Neuberg, P.Jousset, S.Sherburn

雑誌名：JVGR, 215-216, 26-39, 2012

４．談話会

第 1 回談話会（2011 年 4 月 25 日）

13:30-13:20　市販デジタルカメラを利用した簡易型ＳＯ２カメラの試作
○橋本武志，八神　樹，寺田暁彦[1]，江尻　省[2]，中村卓司[2]，
阿部　真[3]，吉川　慎[4]
1:東京工業大学，2:国立極地研究所，3:首都大学東京，4:京都大学

13:20-13:40　雌阿寒岳の 2008 年の噴火活動時の微動震源の移動現象
○小木曽　仁[1]
1:札幌管区気象台

13:40-14:00　2008 年岩手・宮城内陸地震の余効変動から推定する東北地方の粘弾性構造
○大園真子

14:00-14:20　2004 年紀伊半島沖地震にトリガーされた伊豆背弧のゆっくり拡大事件
○日置幸介，三井雄太

14:20-14:40　東北地震に先行した TEC 上昇について
○日置幸介

14:40-14:50　休憩

14:50-15:10　2011 年東北沖巨大地震が指し示す巨大地震の多様な発生過程

○小山順二，吉澤和範，蓬田　清，都築基博

15:10-15:30　Slip Distribution of the 2011 Tohoku Earthquake estimated from tsunami waveforms and GPS data

○Aditya Gusman，Yuschiro Tanioka，Shinichi Sakai[1]，Hiroaki Tsushima[2]

1:ERI，2:MRI

15:30-15:50　東北地方太平洋沖地震による津波についての広域現地調査（その１）

○西村裕一，中村有吾，伊尾木圭衣，Purna Putra，Aditya Gusman

15:50-16:10　東北地方太平洋沖地震津波に伴う陸上斜面の侵食・堆積作用の特徴

○中村有吾，西村裕一

第 2 回談話会（2011 年 7 月 25 日）

13:30-13:50　2011 年 3 月 11 日東北地方太平洋地震に先行した地震エコ―

◦森谷武男，茂木　透

13:50-14:10　Coseismic gravity changes of the 2011 Tohoku Earthquake from satellite gravimetry

◦松尾功二[1]，日置幸介[1]

1:理学院自然史科学部門地球惑星ダイナミクス分野

14:10-14:30　衛星海面高度計と高分解能海洋循環モデルによる東北沖地震に伴うジオイド変化検出の試み:序報

○古屋正人[1]，北崎　夢[1]

1:理学院自然史科学部門地球惑星ダイナミクス分野

14:30-14:50　2008 年岩手宮城内陸地震の余震の応力降下量分布

◦齊藤佳佑

14:50-15:10　道東地域の地磁気全磁力永年変動について（続報）

◦橋本武志，茂木　透

15:10-15:30　火口写真から噴気を除去する方法

◦橋本武志

第 3 回談話会（2011 年 10 月 24 日）

13:30-13:50　長期海底地震観測から得られた北海道・根室沖の大地震発生域周辺の地震活動とコーダ Q-1

○村井芳夫，日野亮太[1]，伊藤喜宏[1]，鈴木秀市[1]，金田義之[2]

1:東北大学理学部，2:海洋研究開発機構

13:50-14:10　2010 年に実施した 1952 年十勝沖地震震源域周辺の構造探査

○東　龍介，村井芳夫，望月公廣[1]

1:東京大学地震研究所

14:10-14:30　2011 年東北地方太平洋沖地震最大すべり域周辺の地震波速度構造の特徴（序報）～レコードセクションからわかること～

○東　龍介

14:30-14:50　1969 年北海道東方沖地震の津波波形解析
○伊尾木圭衣，谷岡勇市郎
15:40-16:00　LOS(だいち)PALSAR により見出された東北地方太平洋沖地震の大規模地表地盤変動
○村上　亮，奥山　哲，古屋正人[1]，阿部隆博[1]
1:理学院自然史科学部門地球惑星ダイナミクス分野

第 4 回談話会（2012 年 1 月 30 日）
13:00-13:15　海溝型巨大地震後に観測される電離圏電子密度減少について
○柿並義宏，鴨川　仁，渡部重十，谷岡勇市郎，茂木　透
13:15-13:30　地震エコー（地震前兆ＶＨＦ散乱波）の成因はラドン起源散乱体の可能性
○森谷武男，茂木　透，S.Purinets[1]，長濱裕幸[2]，安岡由美[3]
1: Fiodorov Institute of Applied Geophysics，2:東北大学理学部，3:神戸薬科大学
13:30-13:45　2011 年東北津波に伴う荷重変形の GEONET による検出
○三井雄太，日置幸介
13:45-14:00　巨大地震の多様性について
○小山順二，吉澤和範，蓬田　清，都築基博
14:00-14:15　津波警報のための Mw 即時推定手法の開発にむけて
○眞城亮成
14:15-14:25　休憩

14:25-14:40　熱赤外画像を用いた火山地形計測手法とその応用について
○的場敦史，村上　亮
14:40-14:55　St.Helens（2004-2008）溶岩ドームの粘性推定と粘性 - 噴出率の関係
○森　貴章，大島弘光
14:55-15:10　群発地震はなぜ起こるのか？雌阿寒岳の場合
○髙橋浩晃，柴田智郎[1]，山口照寛，池田隆司，岡崎紀俊[1]，秋田藤夫[1]
1:北海道立総合研究機構　地質研究所
15:10-15:25　群発地震活動の震源移動と流体による亀裂伝播モデル
○佐々木智彦，勝俣　啓
15:25-15:40　地殻変動データベース開発状況
○山口照寛，笠原稔，髙橋浩晃，岡山宗夫，髙田真秀，一柳昌義

５．研究集会

①2011 年度公開講座

日　時　　2011 年 6 月 11 日、18 日、25 日

場　所　　北海道大学理学部 3 号館 309 講義室

テーマ　　地震の科学と防災 - 我が家の地震対策を考えよう -

プログラム

6 月 11 日

第 1 回

13：00～14：30　北海道周辺に発生する地震の特徴

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

教授　谷岡勇市郎

第 2 回

14：45～16：15　地震予知研究の現状

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　勝俣　啓

6 月 18 日

第 3 回

13：00～14：30　家庭でできる地震防災対策 - マネジメント編 -

北海道大学大学院工学研究院　教授　岡田成幸

第 4 回

14：15～16：15　家庭でできる自信防災対策 - 室内安定化実践トレーニング編 -

たくみ設計室　代表　鈴木　啓之

6 月 25 日

第 5 回

13：00～14：30　地震被害と保険

北海道大学大学院法学研究科　教授　山本哲生

第 6 回

14：45～16：15　地震情報をどのように防災に役立てるか

気象庁札幌管区気象台　技術部　地震情報官　山本剛靖

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

平成23年度
公開講座

北海道大学院理学研究院附属
地震火山研究観測センター

地震の科学と防災

－我が家の地震対策を考えよう－

本講座では、地震科学の基礎知識、家庭でできる具体的な地震対策、地震被害に関する保険の知識、地震に関する防災情報の活用方法について取り上げます。
地震災害について様々な角度から学び、「我が家」でできる対策について考えてみませんか。

日　時：平成23年6月11日－25日（毎週土曜日）
13：00－16：15（休憩15分）
会　場：北海道大学理学研究院3号館309講義室
定　員：50名
受講料：無料
主　催：北海道大学院理学研究院附属
地震火山研究観測センター

②2011 相互協力フォーラム

日　時　　2011 年 6 月 28 日

場　所　　えりも町福祉センター

テーマ　『大津波 そのときあなたは？―3.11 をふりかえって―』

2011 相互協力フォーラム

「大津波 そのときあなたは？ ―3.11をふりかえって―」

2011年6月28日(火)　開場：12時30分
特別上映開始：12時45分
シンポジウム：13時30分～16時00分
場所：えりも町福祉センター（本町３５７）
参加費無料

【プログラム】

12:45 ～ 13:15　特別上映　映像でふりかえる「東日本大震災」

13:30 ～ 16:00　シンポジウム
「大津波　そのときあなたは？―3.11をふりかえって―」
基調講演
「東北地方太平洋沖地震の概要とえりも町の将来の津波可能性」
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・センター長）

パネルディスカッション
「3.11をふりかえる」
パネリスト：
岩本　溥叙（えりも町長）
平野　正男（えりも漁業協同組合代表理事組合長）
渡部　泰（えりも岬第３自治会長）、浜波　賢（新浜自治会長）

コーディネーター：
定池　祐季（北大地震火山研究観測センター助教）
コメンテーター：
谷岡勇市郎（北大地震火山研究観測センター・センター長）
高橋　俊二（室蘭地方気象台長）

主催：えりも町、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
共催：ＮＨＫ室蘭放送局、室蘭地方気象台

③えりも町防災関係職員研修会

日　時　　2011 年 6 月 28 日

場　所　　えりも町福祉センター

内　容　　「東日本大震災における各団体・組織の対応及び今後の課題」

講　師　　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
教授　谷岡勇市郎

企画・司会・話題提供「見て・歩いて・触れた・東北大震災」
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

④えりも町防災教育

日　時　　2011 年 7 月 20 日

場　所　　えりも高校、えりも町役場

内　容　　えりも中学校・えりも高校防災教育、えりも老人クラブ標高調査

講　師　　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
教授　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
助教　定池祐季

⑤第 3 回サイエンスカフェ in えりも

日　時　　2011 年 11 月 12 日

場　所　　えりも町林業総合センター

テーマ　『北海道の地震と津波　東日本大震災，そしてこれから』

プログラム

18:00　開会挨拶（えりも町長）
18:05　進行説明
18:10　話題提供『北海道の地震と津波』
18:45　休憩（質問カードを回収します）
18:55　質問コーナー
19:25　閉会挨拶（えりも町長）
19:30　終了

■ 話題提供・質問回答：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長・教授

■ 質問回答：山田卓司
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

■ 司会：定池祐季
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

■ 受付・撮影係：伊尾木圭衣（大学院生）・塚田真理子（技術補助員）

第3回 サイエンスカフェ in えりも

北海道の地震と津波
東日本大震災、そしてこれから

飲み物を片手に専門家と気軽に語り合う、「サイエンスカフェin えりも」。今回は、北海道大学地震火山センターのスタッフと共に、東日本大震災をもたらした地震・津波について振り返りながら、将来の災害にどのように備えていくか、ということについて考えていきます。

日時場所
2011年 11月 12日（土）18:00 ～19：30
えりも町林業総合センター（えりも町字えりも岬）

主催
えりも町
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

⑥2011 年度自然災害シンポジウム

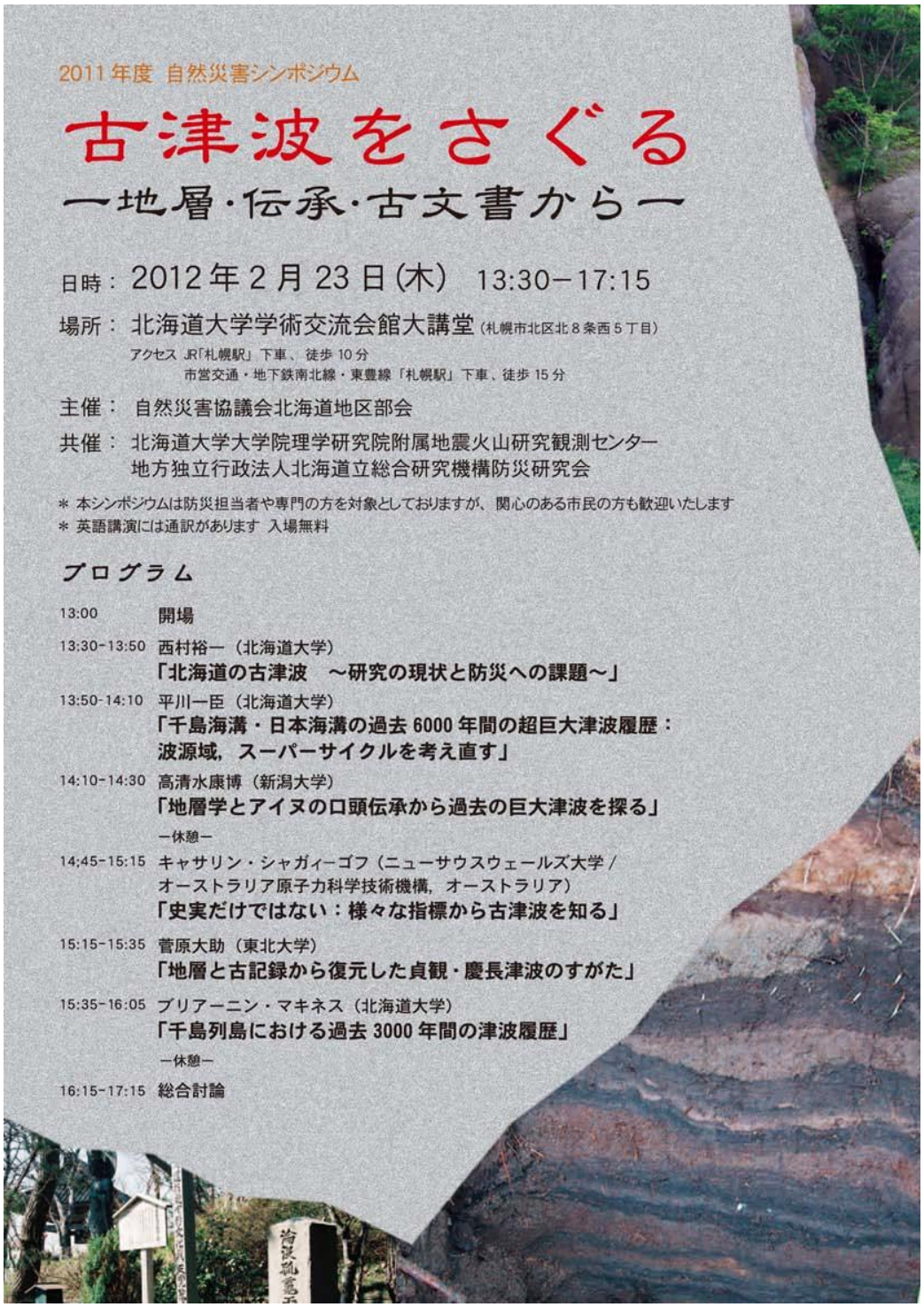
日　時　　2012 年 2 月 23 日

場　所　　北海道大学学術交流会館大講堂

テーマ　『古津波をさぐる―地層・伝承・古文書から―』

事務局　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



2011年度 自然災害シンポジウム

古津波をさぐる

―地層・伝承・古文書から―

日時：2012年2月23日(木)　13:30－17:15

場所：北海道大学学術交流会館大講堂（札幌市北区北8条西5丁目）

アクセス JR「札幌駅」下車、徒歩10分

市営交通・地下鉄南北線・東豊線「札幌駅」下車、徒歩15分

主催：自然災害協議会北海道地区部会

共催：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

地方独立行政法人北海道立総合研究機構防災研究会

＊ 本シンポジウムは防災担当者や専門の方を対象としておりますが、関心のある市民の方も歓迎いたします

＊ 英語講演には通訳があります 入場無料

プログラム

13:00　開場

13:30-13:50　西村裕一（北海道大学）

「北海道の古津波　～研究の現状と防災への課題～」

13:50-14:10　平川一臣（北海道大学）

「千島海溝・日本海溝の過去6000年間の超巨大津波履歴：波源域，スーパーサイクルを考え直す」

14:10-14:30　高清水康博（新潟大学）

「地層学とアイヌの口頭伝承から過去の巨大津波を探る」

―休憩―

14;45-15:15　キャサリン・シャガィーゴフ（ニューサウスウェールズ大学／オーストラリア原子力科学技術機構，オーストラリア）

「史実だけではない：様々な指標から古津波を知る」

15:15-15:35　菅原大助（東北大学）

「地層と古記録から復元した貞観・慶長津波のすがた」

15:35-16:05　ブリアーニン・マキネス（北海道大学）

「千島列島における過去3000年間の津波履歴」

―休憩―

16:15-17:15　総合討論

⑦地震火山研究観測センター2011 年度シンポジウム

日　時　　2012 年 3 月 20 日

場　所　　北海道大学学術交流会館大講堂

テーマ　『東北地方太平洋沖地震の研究成果と北海道での新たな取り組み』

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2011 年度年報

（2014 年 9 月発行）

編集・発行　　国立大学法人北海道大学大学院理学研究院
附属地震火山研究観測センター
〒060-0810　札幌市北区北 10 条西 8 丁目
TEL　(011)706-2892
FAX　(011)746-7404
URL　http://www.sci.hokudai.ac.jp/isv/