「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」について
～６年間の地震活動～

「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」（以下、東北地方太平洋沖地震という）の余震活動は、本震当日に M7.0 以上の地震が３回発生するなど直後から極めて活発な状態で推移し、余震域は岩手県から千葉県北東部にかけての沿岸及びその沖合の広い範囲にわたった。余震域で発生した震度１以上を観測した地震は、本震発生後の１年間では 8,112 回発生したが、時間の経過と共に低下し、発生５年後から約１年間では 784 回（平成 29 年３月６日時点）まで減ってきている。しかし、東北地方太平洋沖地震発生以前の 2001 年から 2010 年の地震の年平均回数（306 回）に比べると、この１年間でも２倍以上の回数であり、地震活動の定常的に高い状態が続く沿岸部を中心に、余震活動は依然活発な状態である。また、2016 年 11 月 22 日の福島県沖の地震（M7.4）のように、津波を伴う規模が大きな地震も発生している。

（１）余震活動の状況

東北地方太平洋沖地震の余震域（図１－１の領域ａ内）では、2012 年以降、M７前後の地震が１年に１回程度発生している。本震発生５年後からの１年間での最大規模の地震は 2016 年 11 月 22 日の福島県沖の地震（M7.4）で、M7.0 以上の地震発生は 2014 年７月 12 日の福島県沖の地震（M7.0）以来であった（図１－１、図１－２）。また、最大の震度を観測した地震は 2016 年 12 月 28 日の茨城県北部の地震（M6.3、最大震度６弱）で、震度６弱以上を観測したのは 2011 年４月以来であった（表１－１、図２－５）。

M5.0 以上の地震は、本震発生（2011 年３月 11 日 14 時 46 分）から１年間は 666 回で、その後１年間ごとに 84 回、56 回、34 回、29 回、44 回（平成 29 年３月５日時点）と、３年目まで次第に減少した後、４年目以降は 30～40 回程度で推移している（表１－１）。

震度 1 以上を観測した地震も同様に、本震発生後の１年間では 8,112 回、その後１年間ごとに 1,583 回、1,023 回、744 回、620 回、784 回（平成 29 年３月６日時点）と４年目以降は概ね 700 回前後となっている（表１－１）。さらに発生３年後以降を詳しく見ると、概ね月 50 回前後で推移しており、減り方も緩やかであまり変化はみられないが、2016 年 11 月 22 日の福島県沖の地震及び 12 月 28 日の茨城県北部の地震とこれらのその後の活動の影響で 11 月は 220 回､12 月は 106 回と一時的に回数が多くなった(図１－３、図１－４)。

M4.0 以上の地震、震度１以上を観測した地震共に、東北地方太平洋沖地震発生以前の 2001 年から 2010 年の地震の月平均回数と比較すると、現在でも２倍以上の頻度で発生しており、依然活発な状態である。

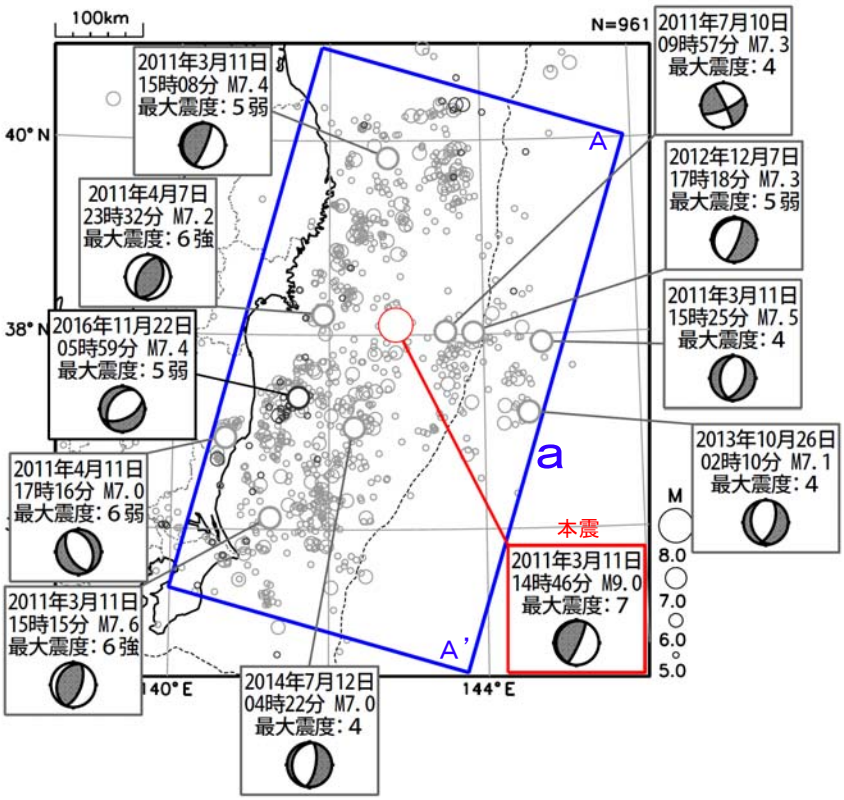

図１－１　震央分布図（2011 年３月 11 日 14 時 46 分～2017 年２月 28 日 24 時 00 分、深さすべて、M≧5.0）

東北地方太平洋沖地震の発生から５年後（2016 年３月 11 日 14 時 46 分）以降に発生した地震を濃く表示している。
M7.0 以上の地震に吹き出しをつけた。発震機構は CMT 解。
領域ａ：東北地方太平洋沖地震の余震域

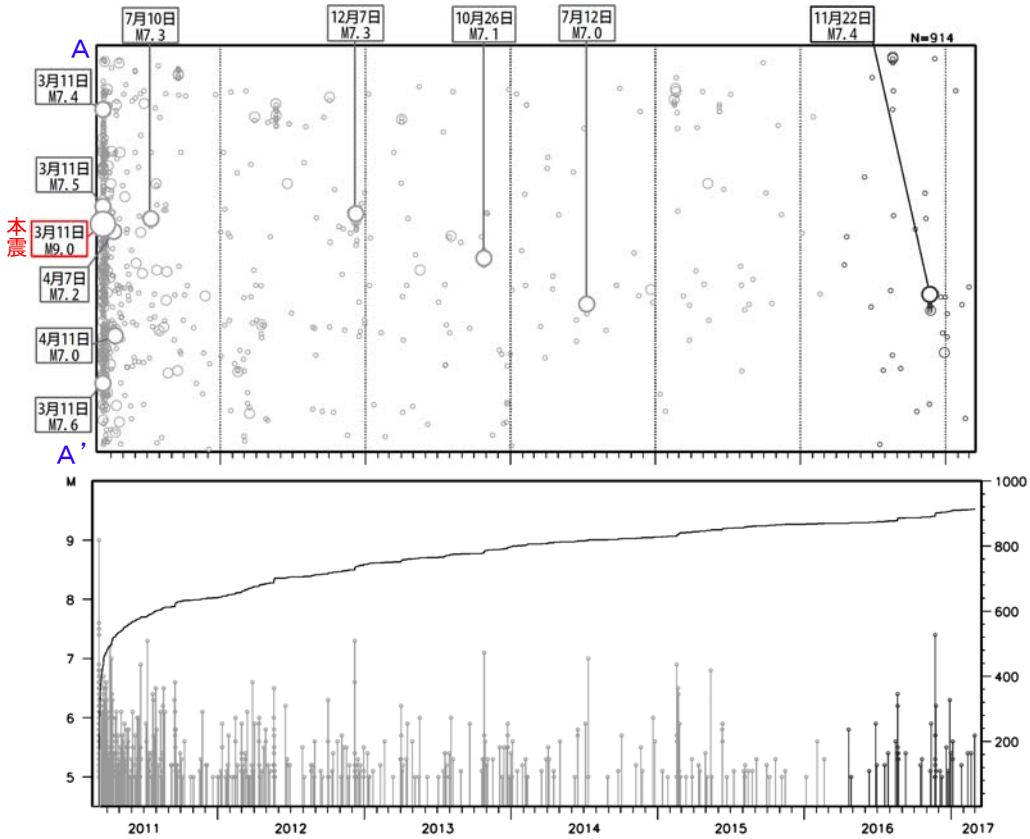

図１－２　図１－１領域ａ内の時空間分布図（上段、Ａ－Ａ’投影）とＭ－Ｔ図及び回数積算図（下段）
本震の発生から５年後（2016 年３月 11 日 14 時 46 分）以降に発生した地震を濃く表示している。時空間分布図では、M7.0 以上の地震に吹き出しをつけた。

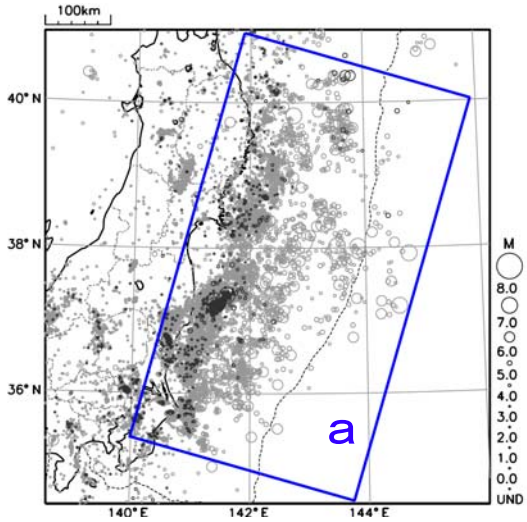

図１－３　震度１以上を観測した地震の震央分布図
（2011 年３月 11 日 14 時 46 分～2017 年２月 28 日 24 時 00 分、深さ・Ｍすべて）
東北地方太平洋沖地震の発生から５年後（2016 年３月 11 日 14 時 46 分）以降に発生した地震を濃く表示している。
領域ａ：東北地方太平洋沖地震の余震域

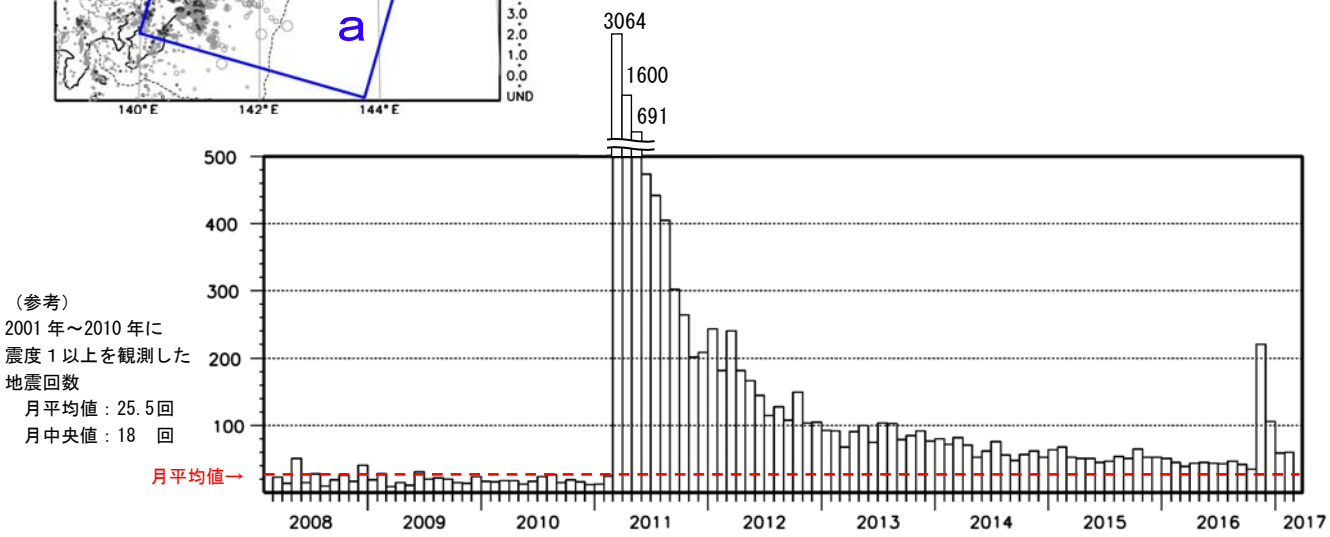

図１－４　余震域（図１－３の領域ａ）内で発生した地震のうち震度１以上を観測した地震の月別回数（2008 年３月～2017 年２月 28 日）

表１－１　図１－１領域ａ内の地震回数（本震を含む 2011 年３月 11 日 14 時 46 分～2017 年３月６日 24 時 00 分）
2012～2016 年の各年の３月は上段が 11 日 14 時 45 分まで、下段が 14 時 46 分以降。合計の行の期間①は本震発生から１年間、期間②は本震発生の１年後から２年後まで、期間③は本震発生の２年後から３年後まで、期間④は本震発生の３年後から４年後まで、期間⑤は本震発生の４年後から５年後まで、期間⑥はそれ以降 2017 年３月６日までの合計。2011 年３月と 2017 年３月は１ヶ月間ではない、また、期間⑥は１年間でないことに注意。なお、表中の回数データは、再調査後、修正することがある。

		M4.0～M4.9	M5.0～M5.9	M6.0～M6.9	M7.0以上	M4.0以上	M5.0以上	最大震度									計
								1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7	
2011年	3月	2,559	408	68	4	3,039	480	1,731	862	311	89	17	6		1	1	3,018
	4月	730	46	8	2	786	56	926	456	166	41	8		2	1		1,600
	5月	348	28	1		377	29	423	191	61	14	2					691
	6月	203	13	4		220	17	305	123	39	7	2					476
	7月	185	15	3	1	204	19	287	120	26	7	1	2				443
	8月	156	7	4		167	11	269	101	25	9	2					406
	9月	121	15	3		139	18	190	78	28	6	1	1				304
	10月	95	4			99	4	187	59	17	2						265
	11月	81	3	1		85	4	132	52	16	1		1				202
	12月	71	3			74	3	126	61	20	2						209
2012年	1月	72	10			82	10	152	65	21	5	1					244
	2月	65	8	1		74	9	113	49	14	5	1					182
	3月	31	6			92	15	42	22	6		2					240
		46	7	2				118	35	11	2	1	1				
	4月	71	9	1		81	10	100	61	13	6	2					182
	5月	77	14	2		93	16	110	45	11	1						167
	6月	50	3	1		54	4	79	52	11	3						145
	7月	39	1			40	1	72	35	7	2						116
	8月	31	6			37	6	76	40	10	2		1				129
	9月	35	2			37	2	70	30	7	1						108
	10月	52	6	1		59	7	92	38	15	4	1					150
	11月	37	6			43	6	66	26	7	5						104
	12月	166	15	1	1	183	17	60	26	13	5	1					105
2013年	1月	46	4			50	4	53	28	7	3	2					93
	2月	39	2			41	2	61	18	11	2						92
	3月	4				23	2	15	7	2							68
		17	2					25	11	6	2						
	4月	41	8	1		50	9	63	19	5	3	1					91
	5月	38	2	1		41	3	57	33	8	1		1				100
	6月	21	1			22	1	44	26	4	1						75
	7月	34	8			42	8	65	23	13	3						104
	8月	41	2	1		44	3	59	34	9			1				103
	9月	23	1			24	1	48	22	5	3		1				79
	10月	74	8		1	83	9	45	27	8	5						85
	11月	41	3			44	3	57	22	11	2						92
	12月	23	9			32	9	42	23	8	3	1					77
2014年	1月	26	4			30	4	42	31	6	1						80
	2月	23	4			27	4	39	27	3	3						72
	3月	6				23	2	13	8								82
		15	2					40	19	2							
	4月	30	4			34	4	39	22	8	2						71
	5月	22	1			23	1	40	12		1						53
	6月	17	3			20	3	40	13	6	3						62
	7月	55	2		1	58	3	46	21	4	4	1					76
	8月	23	1			24	1	35	17	3	1						56
	9月	9	2			11	2	32	13		3						48
	10月	14	1			15	1	39	14	2	2						57
	11月	23	3			26	3	43	16	2	1						62
	12月	25	1	1		27	2	31	15	5	2						53

表１－１　つづき

		M4.0～M4.9	M5.0～M5.9	M6.0～M6.9	M7.0以上	M4.0以上	M5.0以上	最大震度 1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7	計
2015年	1月	18	2			20	2	39	17	7	1						64
	2月	53	8	3		64	11	39	22	4	2		1				68
	3月	9				29	3	7	5	1							53
		17	3					24	12	4							
	4月	14	3			17	3	34	13	4							51
	5月	13	2	1		16	3	32	12	5	1		1				51
	6月	20	5			25	5	28	14	3							45
	7月	21	1			22	1	34	7	6							47
	8月	18	5			23	5	25	16	11	2						54
	9月	25	2			27	2	30	18	3							51
	10月	15	2			17	2	46	15	3	1						65
	11月	19	2			21	2	39	8	4	2						53
	12月	19				19	0	27	20	6							53
2016年	1月	18	1			19	1	33	12	5	1						51
	2月	12	2			14	2	25	14	4	2						45
	3月	5				16	0	10	3	1							39
		11						15	8	1	1						
	4月	16	2			18	2	26	13	5							44
	5月	23				23	0	27	14	3	1						45
	6月	9	3			12	3	30	9	5							44
	7月	21	2			23	2	21	15	5	1	1					43
	8月	17	7	2		26	9	25	15	5	2						47
	9月	17	1			18	1	25	11	6							42
	10月	11	2			13	2	20	12	1	2						35
	11月	114	11	1	1	127	13	138	66	12	3	1					220
	12月	34	5	1		40	6	70	25	8	2			1			106
2017年	1月	23	3			26	3	37	16	3	3						59
	2月	25	3			28	3	31	21	6	2	1					61
	3月	3				3	0	8	2	3							13
計	①	4,717	566	93	7	5,383	666	4,883	2,239	750	188	37	10	2	2	1	8,112
	②	693	75	8	1	777	84	972	441	125	36	7	2	0	0	0	1,583
	③	408	52	3	1	464	56	599	306	86	27	2	3	0	0	0	1,023
	④	313	30	4	1	348	35	470	206	44	22	1	1	0	0	0	744
	⑤	216	28	1	0	245	29	387	164	59	9	0	1	0	0	0	620
	⑥	324	39	4	1	368	44	473	227	63	17	3	0	1	0	0	784
	計	6,671	790	113	11	7,585	914	7,784	3,583	1,127	299	50	17	3	2	1	12,866

（参考）2001 年～2010 年の M≧4.0 の地震回数
月平均値：11.5回
月中央値：　9　回

（２）東北地方太平洋沖地震発生の５年後から１年間の余震域内の主な地震活動

東北地方太平洋沖地震発生の５年後から約１年間（2016 年３月 11 日 14 時 46 分～2017 年２月 28 日）に、余震域（図１－１の領域ａ）内で発生した M6.0 以上の地震または最大震度５強以上を観測した地震を図２－１に示す。これらの地震の概要は次の通り。

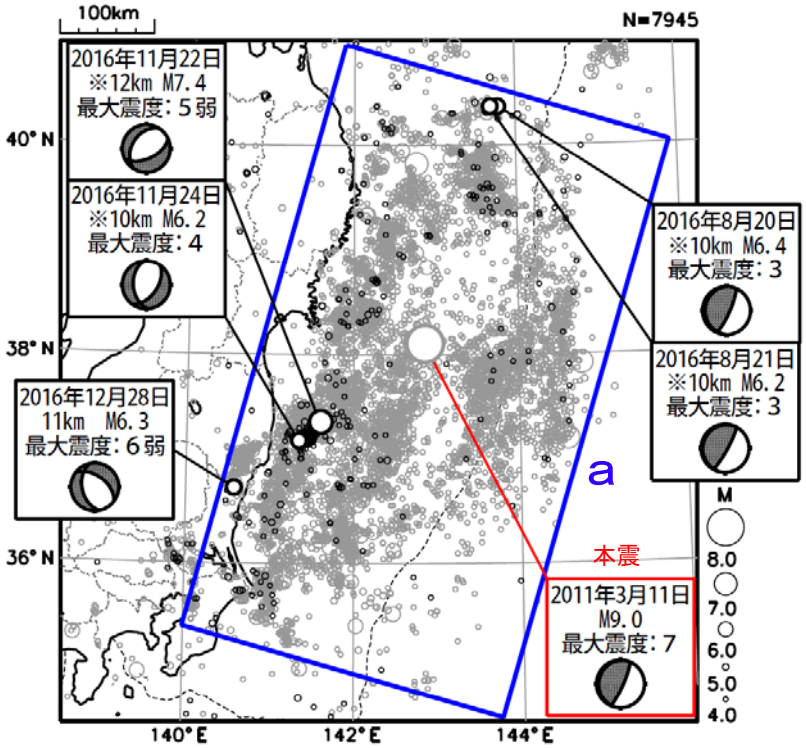

図２－１　震央分布図
（2011 年３月 11 日 14 時 46 分～2017 年２月 28 日、深さすべて、M≧4.0）

東北地方太平洋沖地震発生の５年後から約１年間(2016 年３月 11 日 14 時 46 分～2017 年２月 28 日）に発生した地震を濃く表示している。
本震、及び領域ａ内で本震発生の５年後（2016 年３月 11 日 14 時 46 分）以降に発生した M6.0 以上または最大震度５強以上を観測した地震に吹き出しをつけた。
発震機構は CMT 解。領域ａの範囲は図１－１に同じ。
※を付した地震の深さは CMT 解による。

・2016 年８月 20 日、21 日　三陸沖の地震（①M6.4、②M6.2、ともに最大震度３）（図２－２）
これらの地震は、発震機構（CMT 解）が西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した。

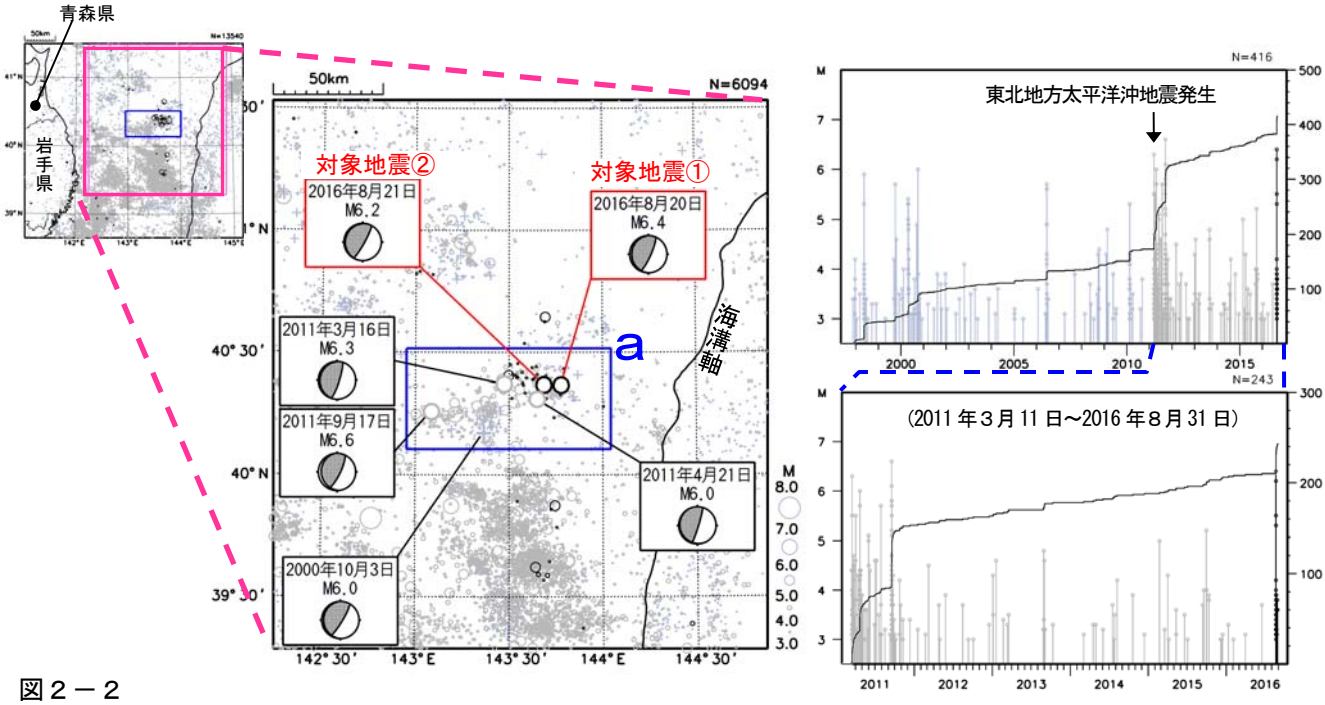

図２－２
（左上）震央分布図（1997 年 10 月１日～2016 年８月 31 日、深さ０～100km、M≧3.0）、
（右上）領域ａ内のＭ－Ｔ図及び回数積算図（1997 年 10 月１日～2016 年８月 31 日）、
（右下）領域ａ内のＭ－Ｔ図及び回数積算図（2011 年３月 11 日～2016 年８月 31 日）
東北地方太平洋沖地震より前に発生した地震を＋、東北地方太平洋沖地震以降に発生した地震を薄い○、2016 年８月に発生した地震を濃い○で表示している。発震機構は CMT 解。

・2016 年 11 月 22 日、24 日　福島県沖の地震（①M7.4(最大震度５弱)、②M6.2(最大震度４)）
（図２－３、図２－４）

これらの地震は陸のプレートの地殻内で発生した。地震①の発震機構（CMT 解）は、北西－南東方向に張力軸を持つ正断層型である。地震①により、宮城県の仙台港で最大 144cm の津波を観測したほか、北海道から和歌山県にかけての太平洋沿岸及び伊豆・小笠原諸島で津波を観測した。

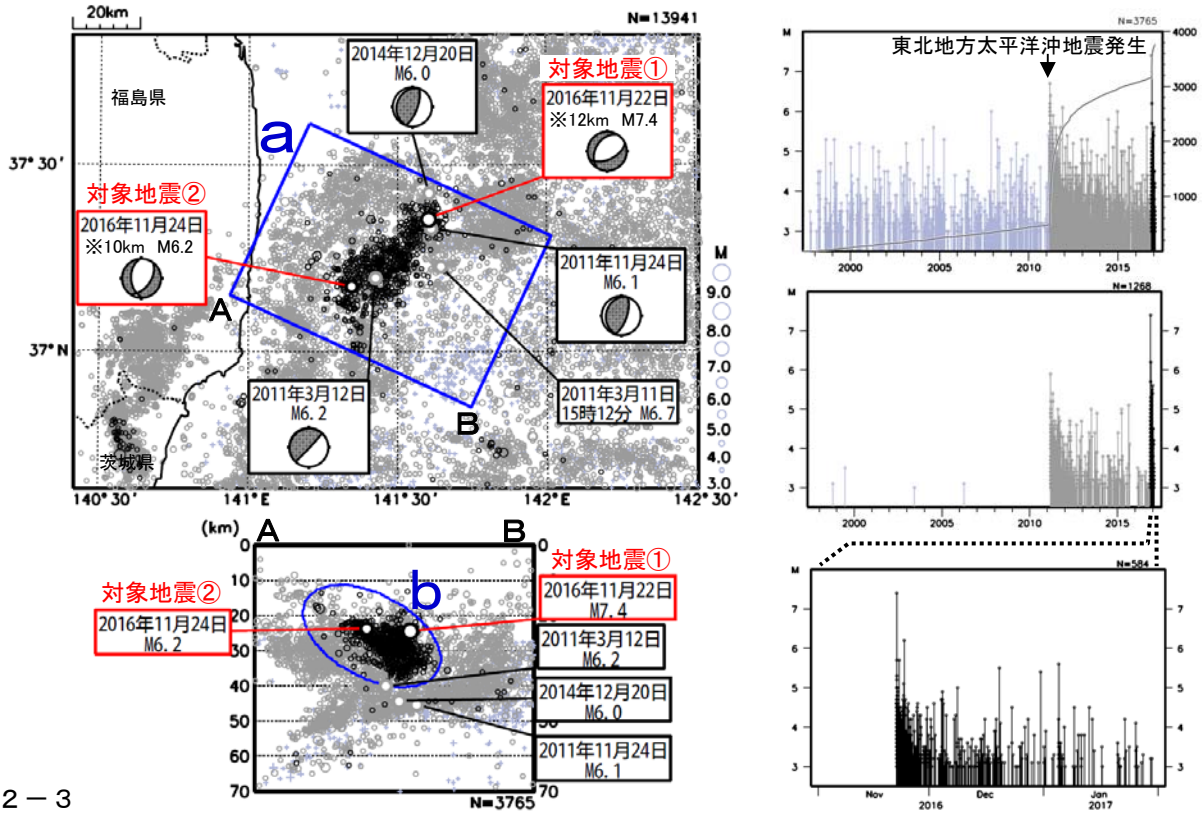

図２－３
（左上）震央分布図（1997 年 10 月 1 日～2017 年 1 月 31 日、深さ０～70km、M≧3.0）、
（左下）領域ａ内の断面図（Ａ－Ｂ投影）（1997 年 10 月 1 日～2017 年 1 月 31 日）、
（右上）領域ａ内のＭ－Ｔ図及び回数積算図（1997 年 10 月 1 日～2017 年 1 月 31 日）、
（右中）領域ｂ内のＭ－Ｔ図（1997 年 10 月 1 日～2017 年 1 月 31 日）、
（右下）領域ｂ内のＭ－Ｔ図（2016 年 11 月 1 日～2017 年 1 月 31 日）
東北地方太平洋沖地震より前に発生した地震を＋、東北地方太平洋沖地震以降に発生した地震を薄い○、2016 年 11 月以降に発生した地震を濃い○で表示している。発震機構は CMT 解。※を付した地震の深さは CMT 解による。領域ａ内の震源は、2016 年 11 月 22 日の地震（M7.4）後の地震活動の影響により、一部未処理である。領域ｂ付近の浅い震源の深さ精度は、十分でないと考えられる。

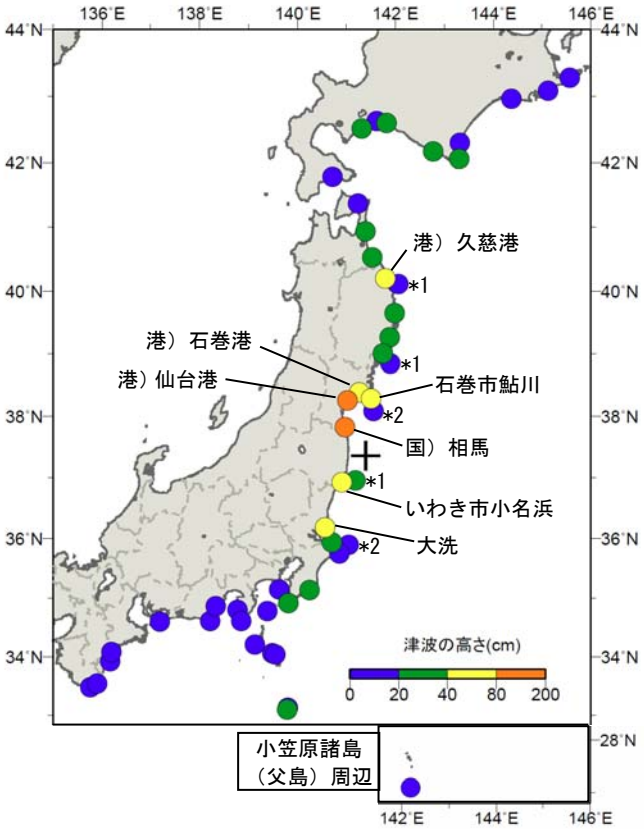

図２－４
国内の津波観測施設で観測した津波の最大の高さ。
（＋は 2016 年 11 月 22 日の地震（M7.4）の震央を表す）
※観測値は後日の精査により変更される場合がある。
※所属機関の観測波形データをもとに気象庁が検測した値。
*1 は GPS 波浪計により観測された海面昇降を検潮所の観測値と同様の手法で読み取った値を示す（観測単位は 0.1m）。
*2 は沿岸付近の海底津波計により観測された海底水圧を海面昇降に換算し、検潮所の観測値と同様の手法で読み取った値を示す（観測単位は 0.1m）。
*1 と*2 は沖合の観測値であり沿岸では津波は更に高くなる。
※港）は国土交通省港湾局、国）は国土地理院の所属施設。

・2016 年 12 月 28 日　茨城県北部の地震（M6.3、最大震度６弱）（図２－５）

この地震は地殻内で発生した。発震機構は東北東－西南西方向に張力軸を持つ正断層型であった。

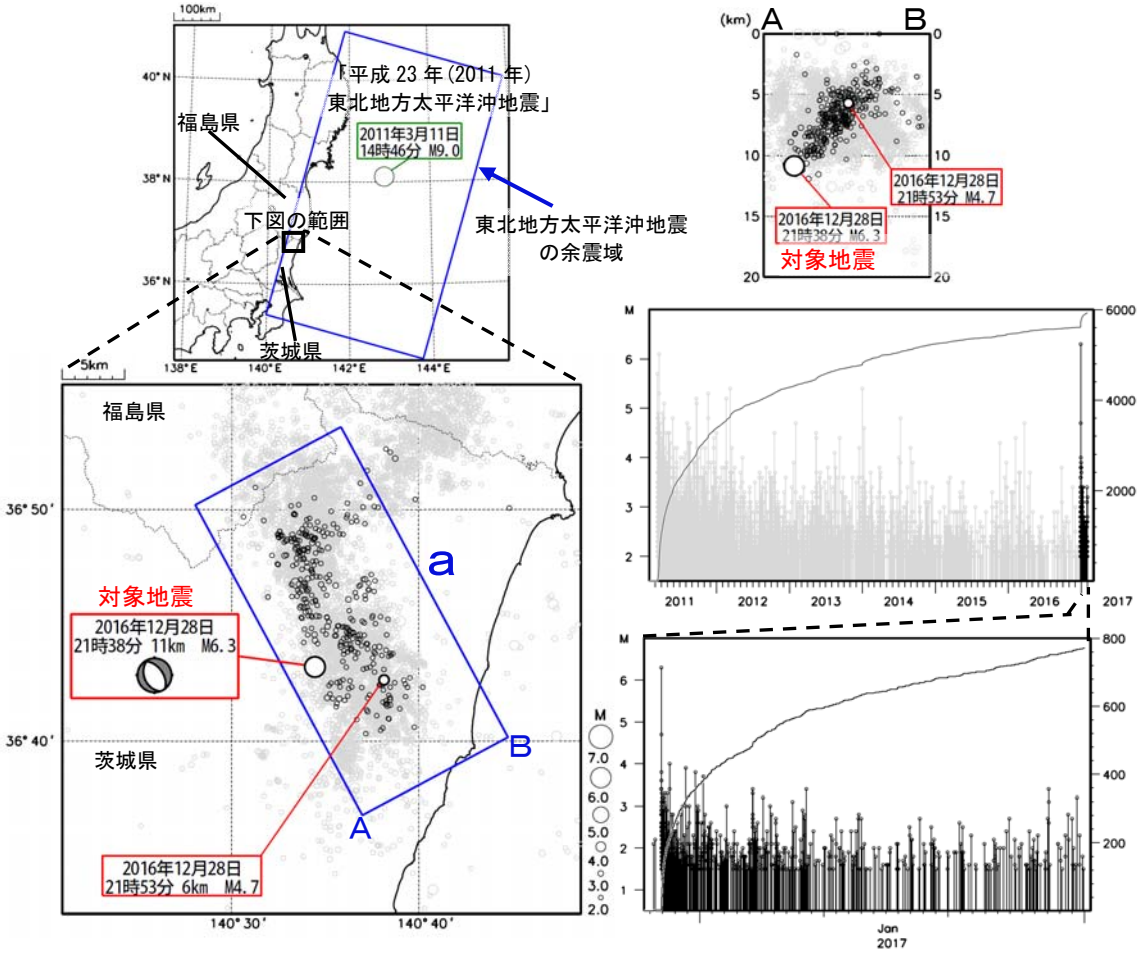

図２－５

（左）震央分布図（2011 年３月１日～2017 年１月 31 日、深さ０～20km、M≧2.0）、

（右上）領域ａ内の断面図（Ａ－Ｂ投影）（2011 年３月１日～2017 年１月 31 日、M≧2.0）、

（右中）領域ａ内のＭ－Ｔ図及び回数積算図（2011 年３月１日～2017 年１月 31 日、M≧2.0）、

（右下）領域ａ内のＭ－Ｔ図及び回数積算図（2016 年 12 月 28 日～2017 年１月 31 日、M≧1.5）

2016 年 12 月 28 日以降に発生した地震を濃く表示している。2016 年 12 月 28 日の地震（M6.3）後には未処理の地震が存在している。

（３）領域別に分けた余震活動推移

余震域（図１－１の領域ａ）を短冊状（図３－１の領域ｂ～ｅ）に分けた活動の推移を図３に示す。陸域の領域ｂでは、2016 年 12 月 28 日に M6.3 の地震が発生した。福島県浜通りから茨城県北部の地震活動を除き、東北地方太平洋沖地震前後で活動に大きな変化は見られない。沿岸域の領域ｃでは、2016 年 11 月 22 日に M7.4 の地震が発生し、一時的に回数が増加した。領域内の活動は全体的には低下しつつも現在も活発な余震活動が見られる。領域ｄ、ｅでは、積算地震回数の傾きも緩やかになり余震活動は低下してきたが、時折Ｍ７前後の地震が発生している。

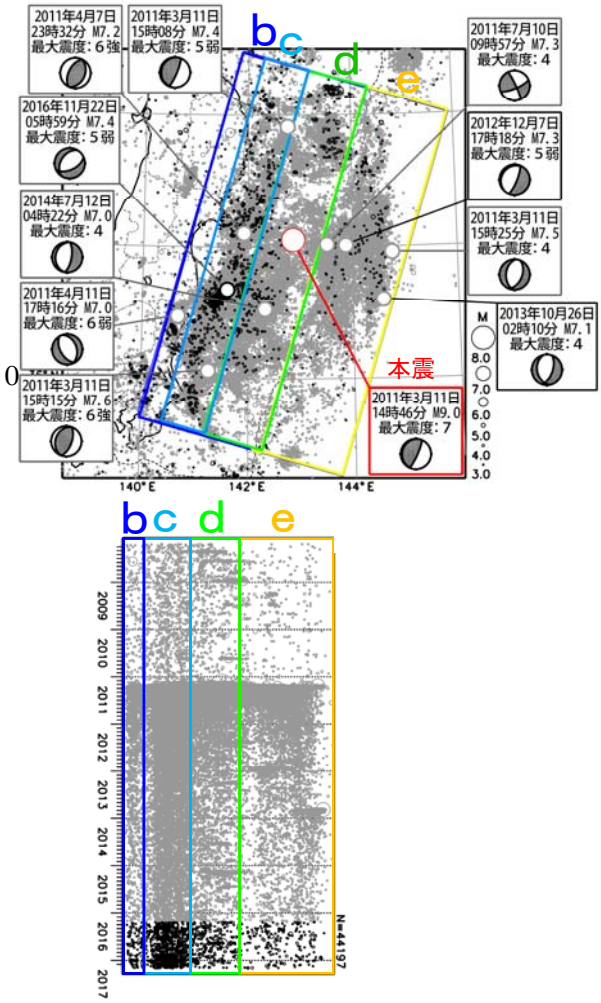

図３－１　震央分布図と時空間分布図

（2008 年３月 11 日 14 時 46 分～2017 年２月 28 日 14 時 45 分）

領域ｂ～ｅの範囲は、図１－１の領域ａに同じ。

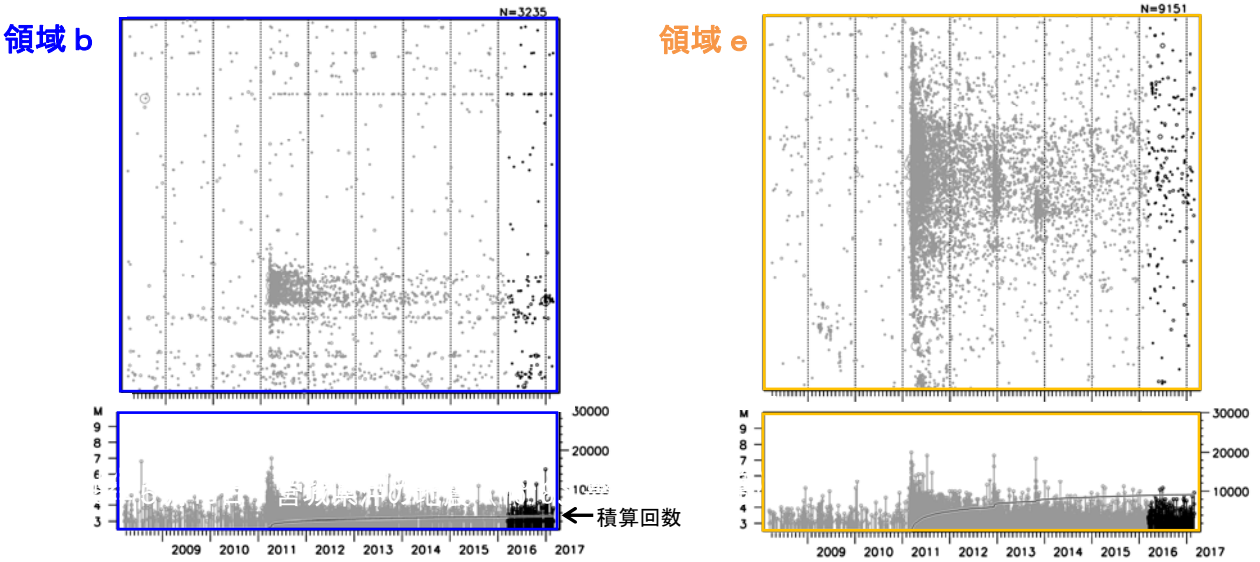

図３－２　各領域（図３－１の領域ｂ～ｅ）の時空間分布図とＭ－Ｔ図及び回数積算図

（左下：領域ｂ　右上：領域ｃ　右中：領域ｄ　右下：領域ｅ）

（４）日本及び世界の海域で発生した主な地震との余震活動の比較

日本の海域で発生した主な地震の余震回数と東北地方太平洋沖地震の余震回数の比較を図４－１に示す。東北地方太平洋沖地震は他の地震に比べて余震活動が非常に活発である。

図４－２は 2004 年 12 月に発生したインドネシア、スマトラ北部西方沖の地震（Mw9.1）、2010 年２月に発生したチリ中部沿岸の地震（Mw8.8）、及び東北地方太平洋沖地震の、それぞれ本震発生前後の積算回数を比較したものである。東北地方太平洋沖地震の余震活動は、世界の海域において近年発生した同程度の規模であるこれらの地震に比べても活発である。

なお、インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震の余震域では、本震の約７年後の 2012 年４月に Mw8.6 の地震が発生している。また、チリ中部沿岸の地震の余震域の北側に隣接する領域では、本震の約５年半後の 2015 年９月に Mw8.3 の地震が発生している。これらは、本震発生から７年以上を過ぎた現在も、本震発生前に比べ依然活発な余震活動が継続している（図４－３、図４－４）。

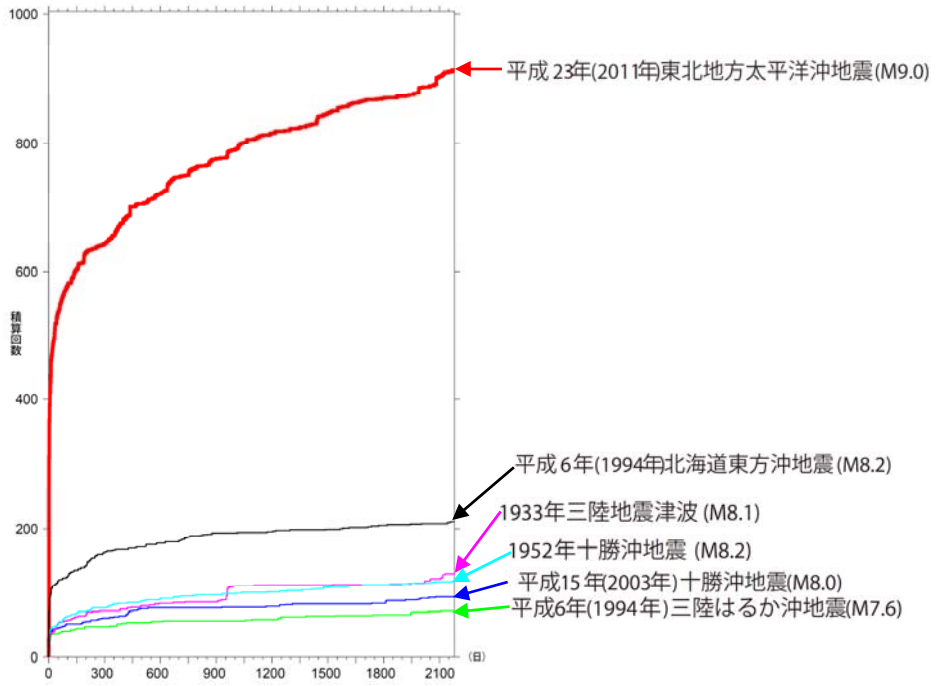

図４－１　日本の海域で発生した主な地震の余震回数比較
（それぞれ本震発生から 2181 日後まで、本震を含む、M≧5.0）

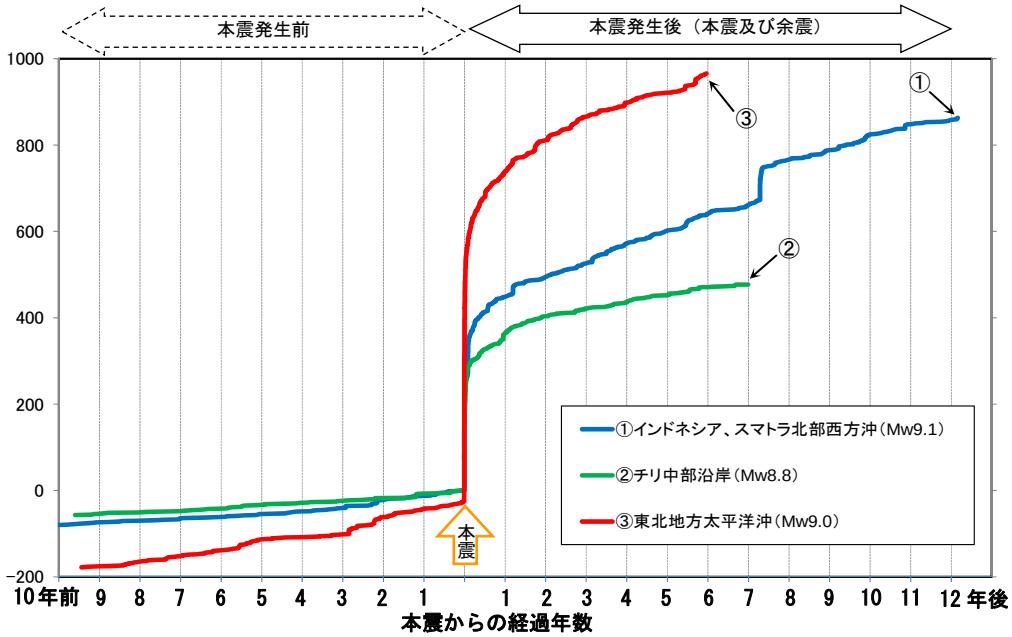

図４－２　世界の海域で発生した主な地震の本震発生前後の地震回数比較
（それぞれ本震発生の 10 年前から 2017 年２月 28 日まで、M≧5.0）
凡例の Mw はそれぞれの本震の値で、東北地方太平洋沖は気象庁、それ以外は米国地質調査所（USGS）による。
①インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震は図４－３の、②チリ中部沿岸の地震は図４－４の、③東北地方太平洋沖の地震は図４－５の、それぞれ領域ａ内で発生した地震回数を示す。それぞれの地震の本震が経過日数０日、積算回数１回になるよう表示した。

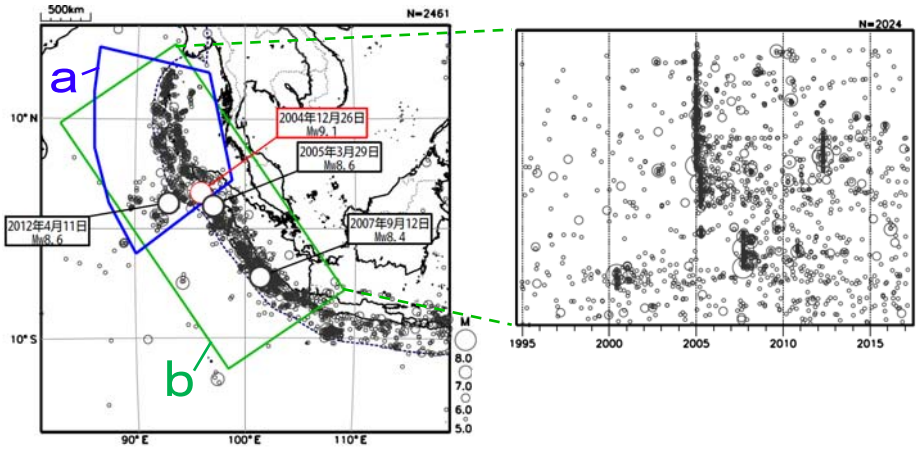

図４－３　2004 年 12 月 26 日インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震（Mw9.1）の発生以降
（左）震央分布図（1994 年 12 月 26 日～2017 年２月 28 日、深さすべて、M≧5.0）
（右）震央分布図中の領域ｂ内の時空間分布図（矩形の長辺に投影）
震源要素は、2012 年４月 11 日の地震（Mw8.6）の Mw は気象庁、それ以外は米国地質調査所（USGS）による。領域ａは 2004 年の Mw9.1 の地震の発生後すぐに活発な地震活動が発生していた領域を海溝の西側まで広げた範囲。領域ｂ内の Mw8.5 以上の地震に吹き出しを付けた。

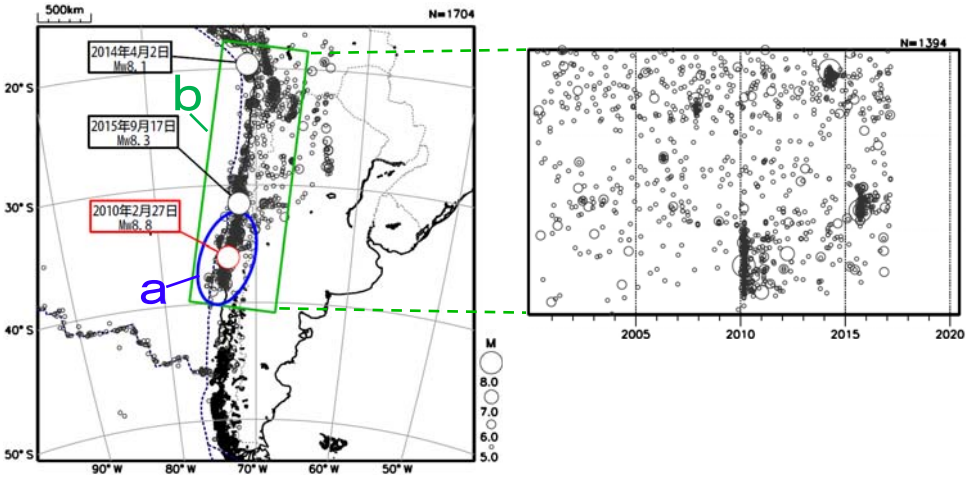

図４－４　2010 年２月 27 日チリ中部沿岸の地震（Mw8.8）の発生以降
（左）震央分布図（2000 年２月 27 日～2017 年２月 28 日、深さすべて、M≧5.0）
（右）震央分布図中の領域ｂ内の時空間分布図（矩形の長辺に投影）
震源要素は、吹き出しを付けた地震の Mw は気象庁、それ以外は米国地質調査所（USGS）による。領域ａは 2010 年の Mw8.8 の地震の発生後すぐに活発な地震活動が発生していた領域を海溝の西側まで広げた範囲。領域ｂ内の Mw8.0 以上に吹き出しを付けた。

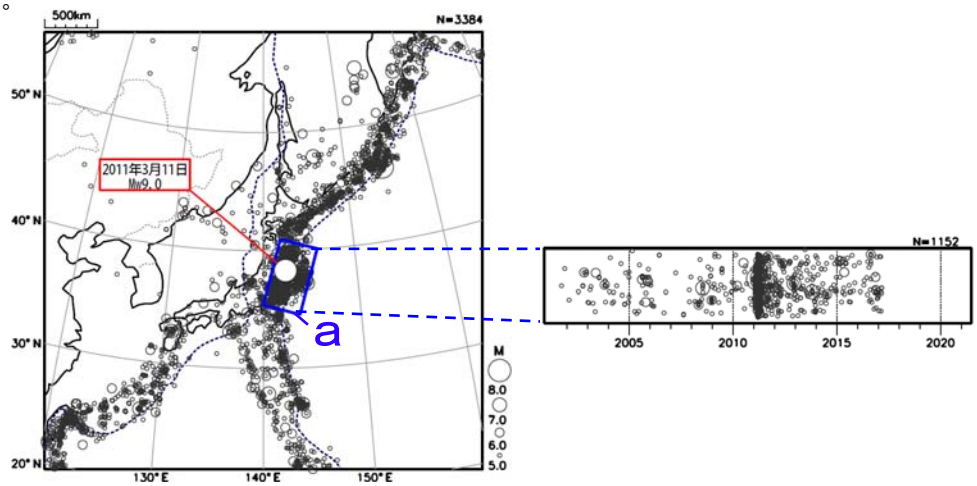

図４－５　「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」（Mw9.0）の発生以降
（左）震央分布図（2001 年３月 11 日～2017 年２月 28 日、深さすべて、M≧5.0）
（右）震央分布図中の領域ａ内の時空間分布図（矩形の長辺に投影）
震源要素は、東北地方太平洋沖地震の Mw は気象庁、それ以外は米国地質調査所（USGS）による。領域ａの範囲は図１－１と同じ。

※　図４－３、４－４、４－５はすべて同じ縮尺の等積方位図法で描いている。また、時空間分布図では時間軸（横軸）の長さを統一しており、図４－４、４－５で 2017 年３月以降は空白となっていることに注意。プレート境界の位置は Bird(2003)*による。

＊　Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, Geochemistry Geophysics Geosystems, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252.