

12 - 10 「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」前後の関東地方の地震活動について

Seismic Activity in the Kanto District before and after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

気象庁

Japan Meteorological Agency

関東地方では、太平洋プレートと陸のプレートの境界、太平洋プレートとフィリピン海プレートの境界だけでなく、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界や陸のプレート内（地殻内）でも、「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」発生後に地震活動の活発化が見られている¹⁾。地震の発生場所別にいくつかの領域をとり、各領域の地震活動の変化を見るとともにそこで発生している地震の型に対する「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」の影響を調べた。また、活発化した領域の発震機構の特徴についても報告する。

（1）「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」発生後の関東地方の地震活動の活発化

第1図に関東地方の「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」発生後に地震活動が活発化した領域を示す。深さ0-30 kmの図の陸域の赤い円は、主に陸のプレート内（地殻内）である。関東地方では、栃木県と群馬県の県境付近、茨城県北部、銚子付近に地震活動の活発化が見られる。深さ30-120 kmの図の青い円は、太平洋プレート内、太平洋プレートと陸のプレートの境界、太平洋プレートとフィリピン海プレートの境界、フィリピン海プレート内、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界のいずれかで地震活動が活発化した領域である。「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」の震源域²⁾及びその周辺を中心に活発化が見られるほか、茨城県と埼玉県、千葉県の県境付近にも活発化した領域がある。これは主に太平洋プレートとフィリピン海プレートの境界付近及びフィリピン海プレートと陸のプレートの境界付近である。

第2図(a), (b)に期間別に色分けした震源分布及び領域A～Iの位置を、第3図(a)～(c)に各領域の地震活動の変化をM-T図と回数積算図を用いて示す。領域A, B（太平洋プレートとフィリピン海プレートの境界付近）、D, E（フィリピン海プレートと陸のプレートの境界付近）、F, G, I（陸のプレートの地殻内）では「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」発生後に地震活動の活発化が見られる。このうち、領域A（領域Bよりも深い）では「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」発生直後からではなく、少し遅れて活発化しているように見える。また、領域A, D, G, Iでは2012年4月末でも活発な地震活動が継続しているが、領域B, Fでは次第に低下している。領域Eでは活発化はごく一時的なものであった。一方、領域C（太平洋プレート内二重地震面の下面）、H（陸のプレートの地殻内）では地震活動の活発化は見られない。また、領域1, 2の断面図から、領域Aや領域Dよりも深いところでは地震活動の活発化は見られないことが分かる。

（2）各領域で発生した地震の型に対する「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」の影響

領域A～Iで発生した比較的規模の大きい地震の発震機構を第3図(a)～(c)の図中に示す。これらの発震機構が各領域で発生する地震の代表的な型であると仮定し、各領域の地震活動が「平成

23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」によって受ける影響を ΔCFF で評価した。

例えば、領域Aの深さ67 kmで発生した東西方向に圧力軸を持つ逆断層型の地震に対する結果は正（地震の発生を促進）であった（第4図(a)）。また、領域Cの深さ101 kmで発生した東西方向に張力軸を持つ横ずれ断層型の地震に対する結果は、いずれの断層面に対しても負（地震の発生を抑制）であった（第4図(b)）。各地震に対する結果を第1表にまとめた。地震活動が活発化している領域では概ね結果が正、活発化が見られない領域では負となっている。

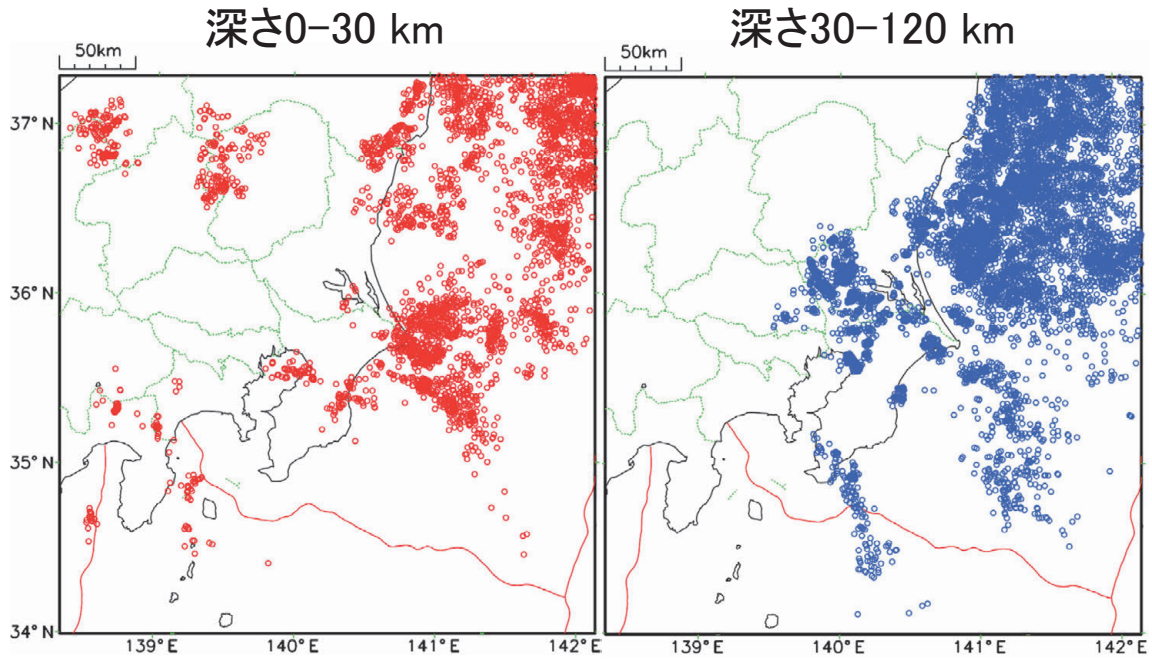
(3) 関東地方で発生している地震の発震機構の変化

第5図に関東地方で発生した地震の発震機構を期間・深さ別に示す。深さ0-30 km（上段）の陸域の発震機構は、主に陸のプレート内（地殻内）で発生した地震のものである。「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」発生後、茨城県北部や銚子付近では、それまで見られなかった正断層型の地震が発生している。

第6図にこれらの発震機構の圧力軸、張力軸の方向を示す。プレート境界など、もともと地震の発生していた場所では、「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」の発生前後で発震機構の圧力軸または張力軸の方向の顕著な変化は見られない。

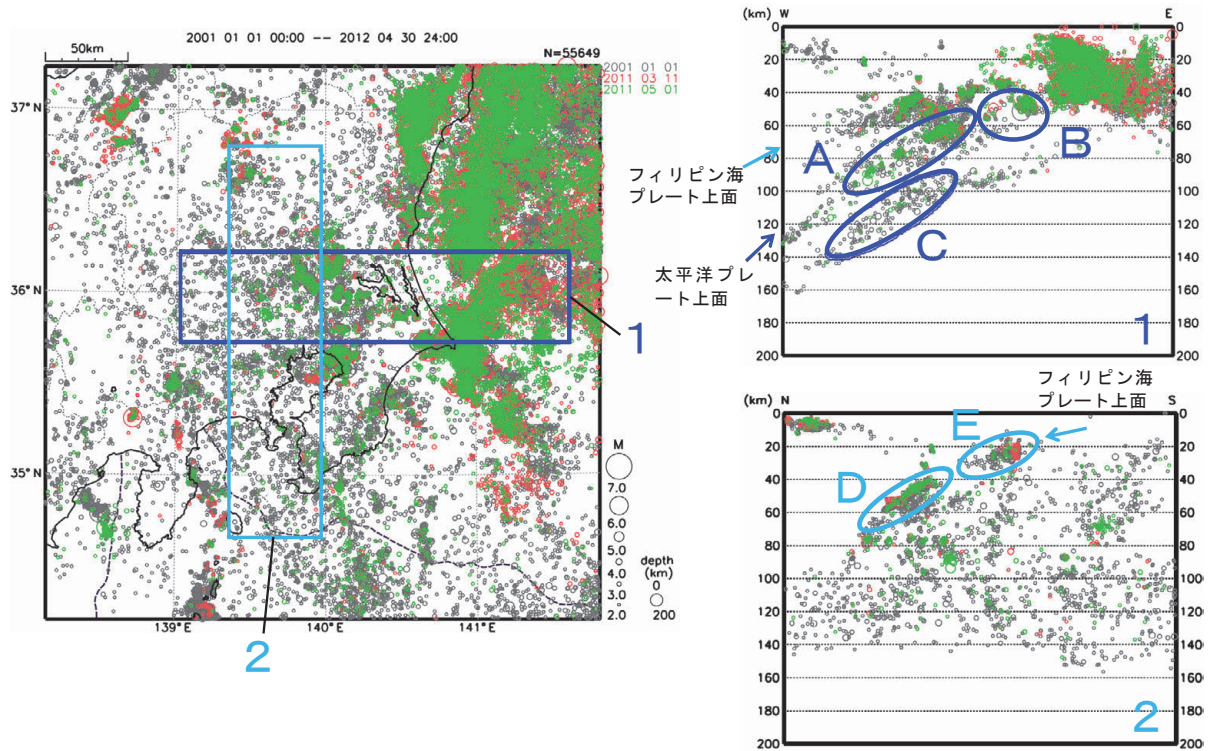
参 考 文 献

- 1) 気象庁, 平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の余震活動と誘発された地震の活動の推移, および今後の大きな余震の見通しについて, 連絡会報, **87** (2011).
- 2) Yoshida, Y., H. Ueno, D. Muto, and S. Aoki (2011): Source process of the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku earthquake with the combination of teleseismic and strong motion data, *Earth Planets Space*, **63**, 565-569, 2011.



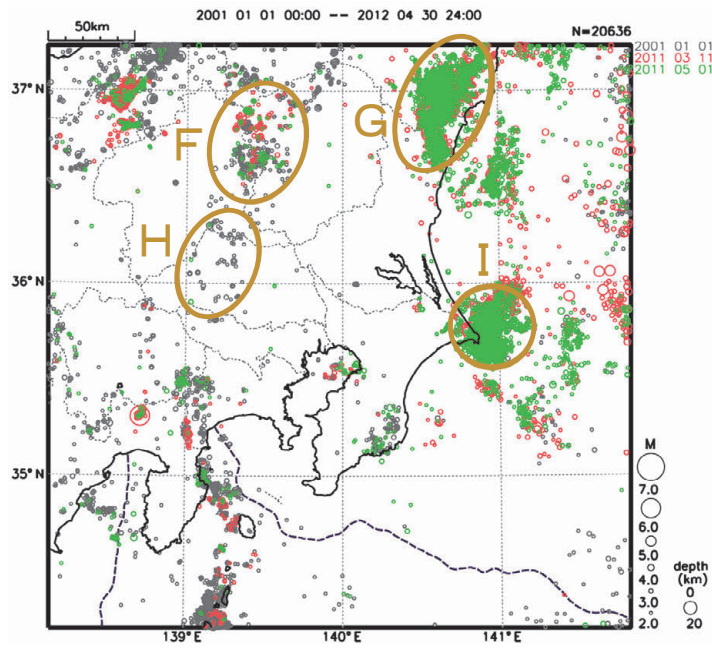
第1図 平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震発生後に地震活動が活発化した領域
東北地方太平洋沖地震発生前の3年間と発生後の半年間の地震活動を半径15 kmの球ごとに比較し、活発化している球の中心を赤と青の円で表す。

Fig.1 Areas where the seismicity became active after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake
Comparing seismicity before 3 years and after half year of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake in the spheres with the radius of 15 km. The red and blue circles denote the center of the spheres which the seismicity became active.

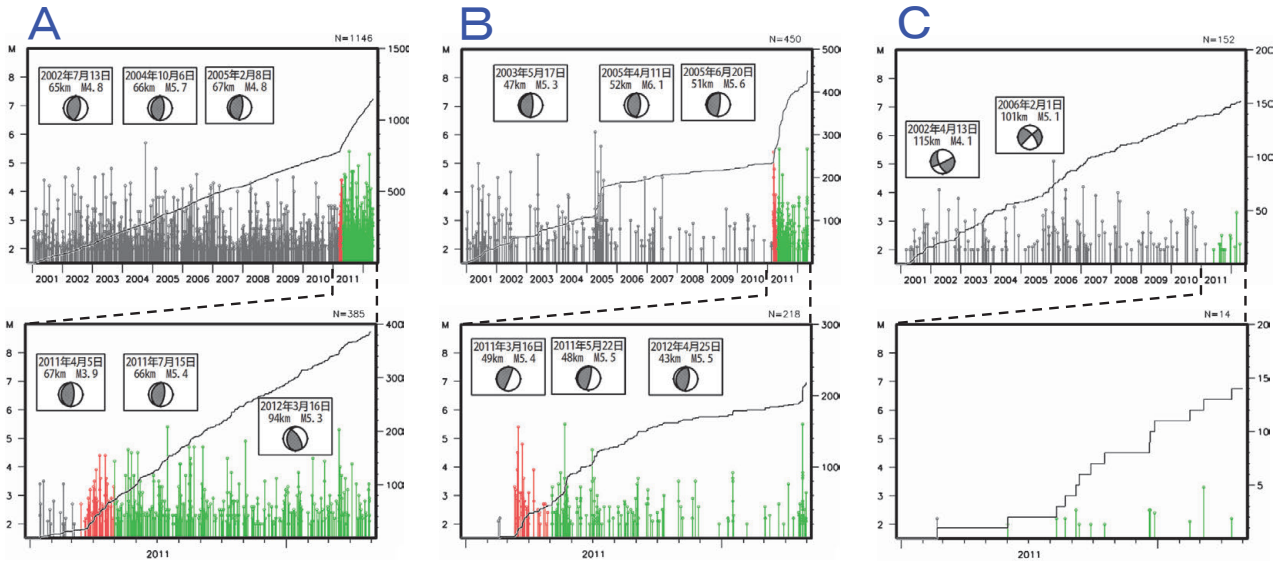


第2図(a) 関東地方の震源分布（2001年1月～2012年4月， $M \geq 2.0$ ，深さ ≤ 200 km）
領域1の断面図は東西投影，領域2の断面図は南北投影である．シンボルの大きさはマグニチュードを，色は地震の発生した時期（灰色：東北地方太平洋沖地震発生前，赤：東北地方太平洋沖地震発生後～2011年4月，緑：2011年5月～2012年4月）を表す。

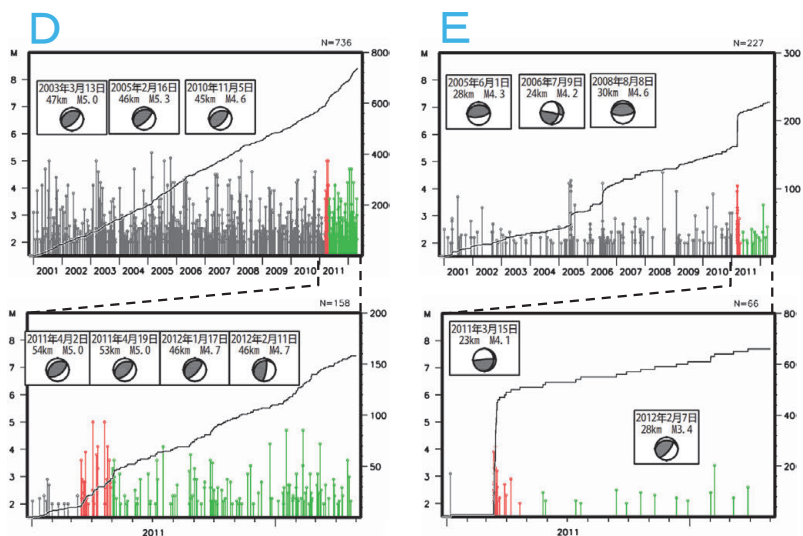
Fig.2(a) Seismic activity in the Kanto district (January 2001 - April 2012, $M \geq 2.0$, depth ≤ 200 km).
The color of the circles denotes the period of the earthquakes occurred (gray: before the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, red: after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake - April 2011, green: May 2011 - April 2012).



第2図(b) つづき (2001年1月～2012年4月, $M \geq 2.0$, 深さ ≤ 20 km)
 Fig.2(b) Continued (January 2001 - April 2012, $M \geq 2.0$, depth ≤ 20 km).

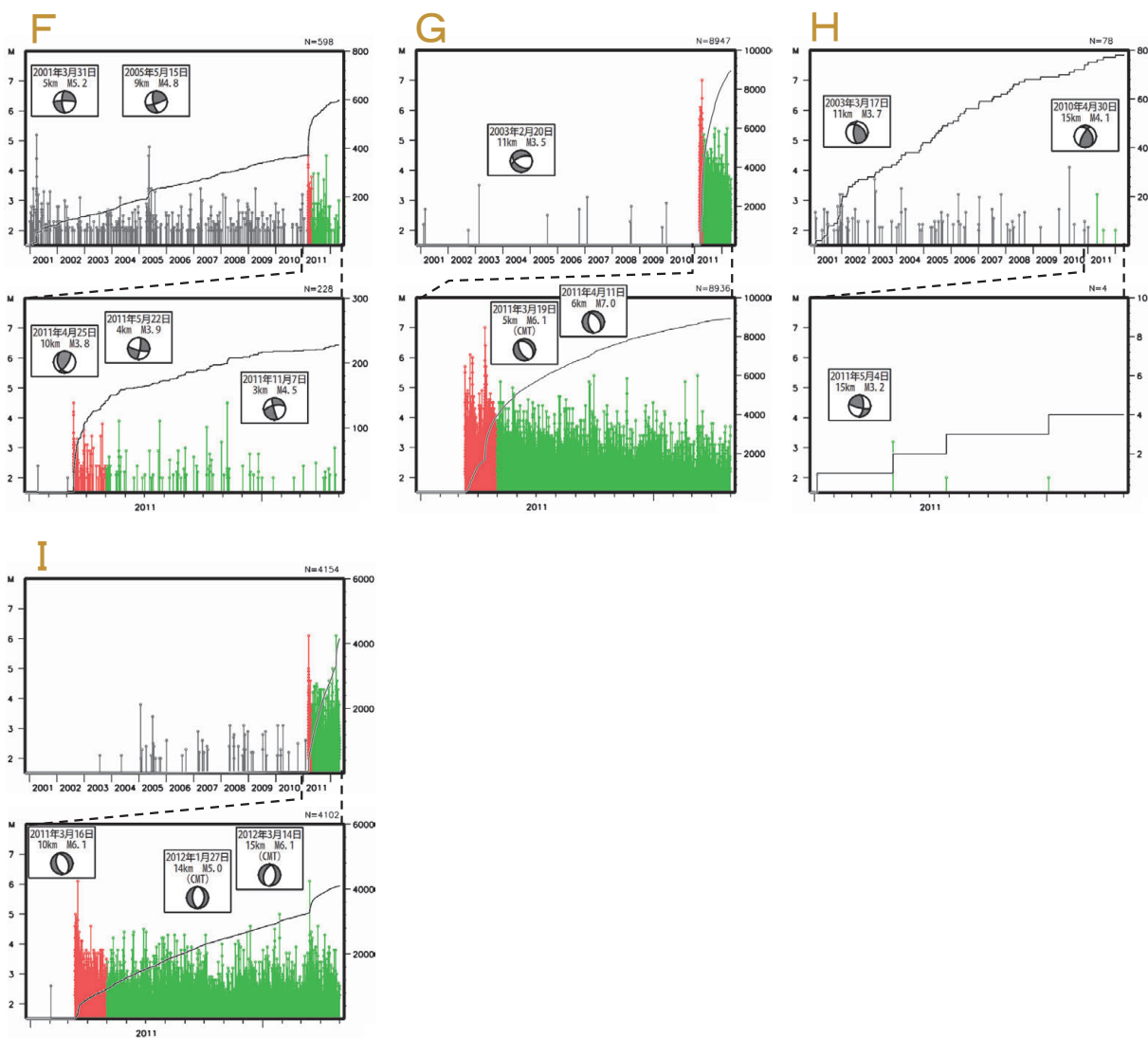


第3図(a) 領域A～CのM-T図及び回数積算図
 Fig.3(a) Magnitude-Time diagram and cumulative number of earthquakes in region A-C.



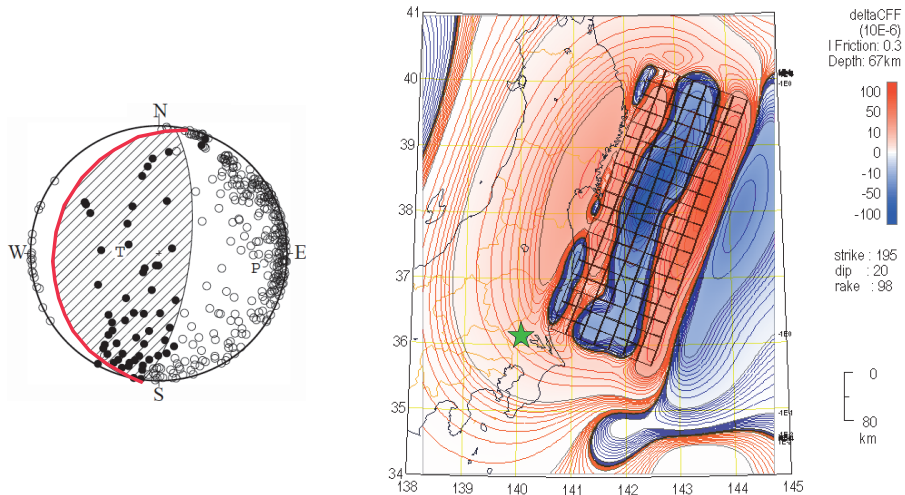
第3図(b) 領域D, EのM-T図及び回数積算図

Fig.3(b) Magnitude-Time diagram and cumulative number of earthquakes in region D, E.



第3図(c) 領域F～IのM-T図及び回数積算図

Fig.3(c) Magnitude-Time diagram and cumulative number of earthquakes in region F-I.



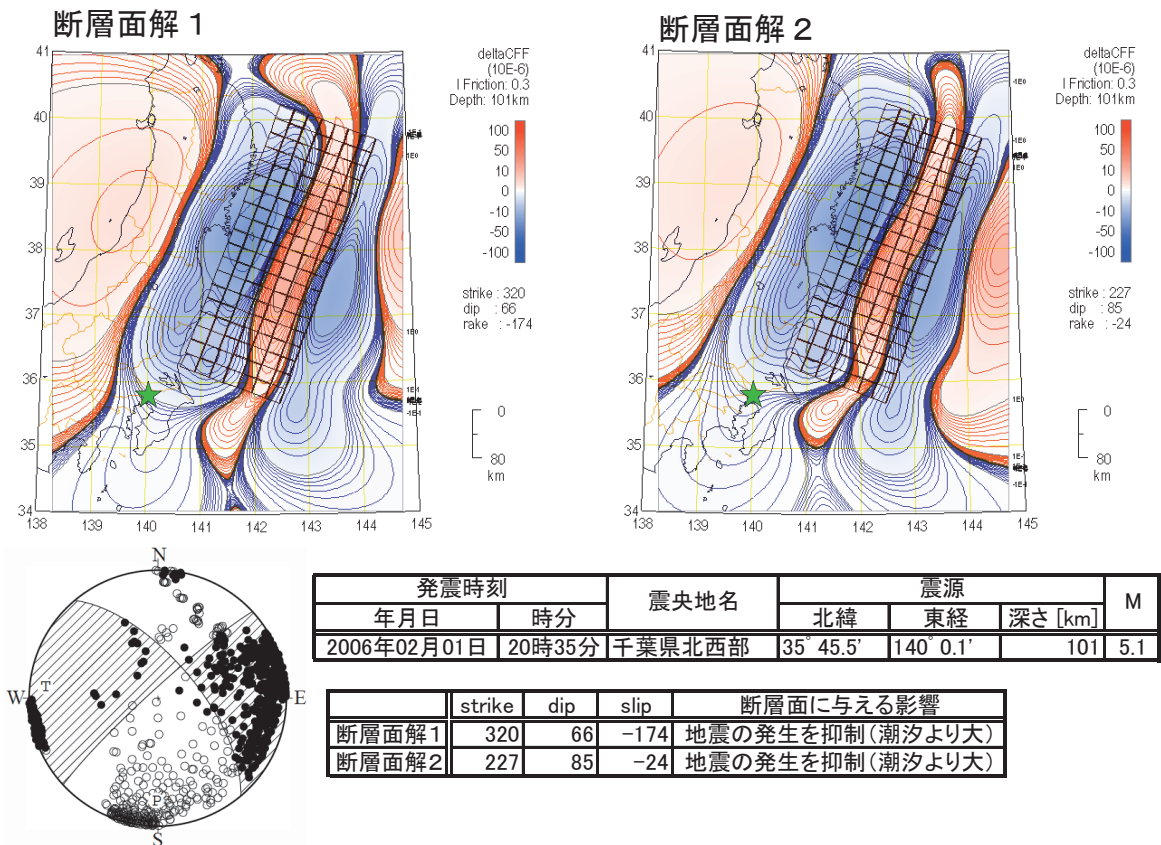
発震時刻		震央地名	震源			M
年月日	時分		北緯	東経	深さ [km]	
2005年02月08日	11時29分	茨城県南部	36° 8.4'	140° 5.1'	67	4.8

	strike	dip	slip	断層面に与える影響
断層面解1	195	20	98	地震の発生を促進(潮汐より大)

第4図(a) 領域Aで2005年に発生した地震の発震機構及びその地震の型に対する平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の影響(ΔCFF)

図中の星印は対象とした地震の震央を表す。

Fig.4(a) ΔCFF due to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake with an earthquake occurred in region A in 2005. The green star denote the epicenter of the earthquake in region A.



発震時刻		震央地名	震源			M
年月日	時分		北緯	東経	深さ [km]	
2006年02月01日	20時35分	千葉県北西部	35° 45.5'	140° 0.1'	101	5.1

	strike	dip	slip	断層面に与える影響
断層面解1	320	66	-174	地震の発生を抑制(潮汐より大)
断層面解2	227	85	-24	地震の発生を抑制(潮汐より大)

第4図(b) 領域Cで2006年に発生した地震の発震機構及びその地震の型に対する平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の影響(ΔCFF)

図中の星印は対象とした地震の震央を表す。

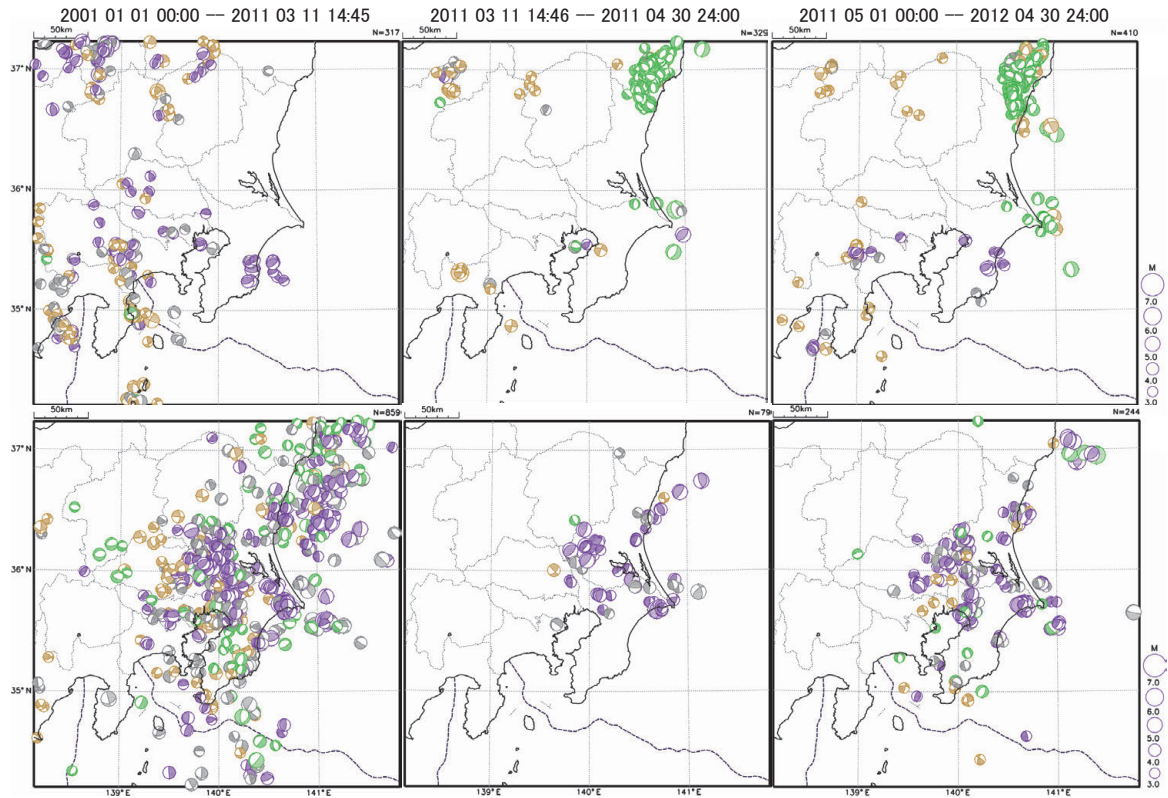
Fig.4(b) ΔCFF due to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake with an earthquake occurred in region C in 2006. The green star denote the epicenter of the earthquake in region C.

第1表 領域A～Iで発生した地震及びその地震の発震機構に対する平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の影響（ΔCFF）

Table.1 ΔCFF of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake to the mechanism of the earthquake occurred in region A - I.

領域	発震時刻		震央地名	震源			M	発震機構						ΔCFF	
	年月日	時分		北緯	東経	深さ [km]		断層面解1			断層面解2			1	2
								strike	dip	slip	strike	dip	slip		
A	2002年07月13日	21時45分	茨城県南部	35° 59.9'	140° 7.4'	65	4.8	190	30	90	10	60	90	+	+
	2004年10月06日	23時40分	茨城県南部	35° 59.2'	140° 5.3'	66	5.7	193	27	98	4	63	86	+	+
	2005年02月08日	11時29分	茨城県南部	36° 8.4'	140° 5.1'	67	4.8	195	20	98	7	70	87	+	+
	2011年04月05日	04時30分	千葉県北西部	35° 48.3'	140° 7.4'	67	3.9	190	22	98	2	68	87	+	+
	2012年03月16日	04時20分	埼玉県南部	35° 52.8'	139° 35.4'	94	5.3	186	31	124	327	65	71	+	+
B	2003年05月17日	23時33分	千葉県北東部	35° 44.2'	140° 39'	47	5.3	199	16	106	2	75	86	+	+
	2005年04月11日	07時22分	千葉県北東部	35° 43.6'	140° 37.2'	52	6.1	179	26	86	4	64	92	+	+
	2005年06月20日	01時15分	千葉県北東部	35° 44'	140° 41.5'	51	5.6	209	12	111	7	79	86	+	+
	2011年03月16日	22時39分	茨城県南部	35° 55.4'	140° 26'	49	5.4	188	4	76	22	86	91	+	+
	2012年04月25日	05時22分	千葉県北東部	35° 43.2'	140° 40.7'	43	5.5	201	22	103	7	68	85	+	+
C	2002年04月13日	19時01分	埼玉県南部	35° 54.3'	139° 39.6'	115	4.1	159	62	-172	65	83	-28	-	-
	2006年02月01日	20時35分	千葉県北西部	35° 45.5'	140° 0.1'	101	5.1	320	66	-174	227	85	-24	-	-
D	2003年03月13日	12時12分	茨城県南部	36° 5.4'	139° 51.2'	47	5.0	249	30	111	45	62	78	+	+
	2005年02月16日	04時46分	茨城県南部	36° 2.3'	139° 53.2'	46	5.3	250	24	112	46	68	80	+	+
	2010年11月05日	19時14分	茨城県南部	36° 3.7'	139° 50.5'	45	4.6	250	36	114	41	58	73	+	+
	2011年04月02日	16時55分	茨城県南部	36° 12.3'	139° 57.7'	54	5.0	233	34	90	53	56	90	+	+
	2011年04月19日	23時10分	茨城県南部	36° 10.1'	139° 48.4'	53	5.0	240	34	104	43	57	81	+	+
	2012年01月17日	12時30分	茨城県南部	36° 3.8'	139° 51.6'	46	4.7	242	22	110	41	69	82	+	+
E	2005年06月01日	20時44分	東京都23区	35° 32.9'	139° 48.8'	28	4.3	263	25	92	80	65	89	+	-
	2006年07月09日	09時06分	東京湾	35° 30.9'	139° 56.7'	24	4.2	12	41	2	281	89	131	+	+
	2008年08月08日	12時57分	神奈川県東部	35° 37.8'	139° 32.1'	30	4.6	270	22	94	86	68	88	-	-
	2011年03月15日	04時59分	東京湾	35° 31.8'	139° 52.6'	23	4.1	5	20	11	265	86	110	+	+
	2012年02月07日	08時10分	東京都多摩東部	35° 36.5'	139° 25.8'	28	3.4	266	27	133	39	70	71	+	+
F	2001年03月31日	06時09分	群馬県北部	36° 49.2'	139° 22.5'	5	5.2	177	69	-10	270	81	-159	+	+
	2005年05月15日	15時55分	栃木県北部	36° 37.6'	139° 28.9'	9	4.8	167	67	12	73	79	157	+	-
	2011年04月25日	23時51分	栃木県南部	36° 40.1'	139° 34.7'	10	3.8	160	37	43	33	66	119	-	-
	2011年05月22日	02時17分	福島県会津	36° 56.8'	139° 25.2'	4	3.9	103	77	-169	10	80	-14	+	+
G	2011年11月07日	23時41分	群馬県北部	36° 53.9'	139° 22.7'	3	4.5	257	64	-174	165	85	-26	-	+
	2003年02月20日	03時25分	福島県中通り	36° 59.4'	140° 30.7'	11	3.5	126	50	-42	246	59	-132	-	-
	2011年03月19日	18時56分	茨城県北部	36° 46.9'	140° 34.1'	5	6.1	315	34	-104	151	57	-81	+	+
H	2011年04月11日	17時16分	福島県浜通り	36° 56.7'	140° 40.2'	6	7.0	326	44	-111	175	50	-70	+	+
	2003年03月17日	22時14分	埼玉県北部	36° 6.9'	139° 18.4'	11	3.7	308	39	45	180	64	119	-	-
	2010年04月30日	19時33分	群馬県南部	36° 17.9'	139° 8.8'	15	4.1	327	39	34	209	70	124	-	-
	2011年05月04日	16時13分	埼玉県秩父地方	35° 54'	139° 1.8'	15	3.2	5	62	164	103	76	29	-	-
I	2011年03月16日	12時52分	千葉県東方沖	35° 50.2'	140° 54.3'	10	6.1	337	42	-96	165	48	-85	+	+
	2012年01月27日	13時19分	千葉県東方沖	35° 46.4'	140° 58.8'	14	5.0	6	39	-82	176	52	-96	+	+
	2012年03月14日	21時05分	千葉県東方沖	35° 44.8'	140° 55.9'	15	6.1	2	44	-102	199	47	-79		

ΔCFFの結果がどちらともいえない場合は空欄

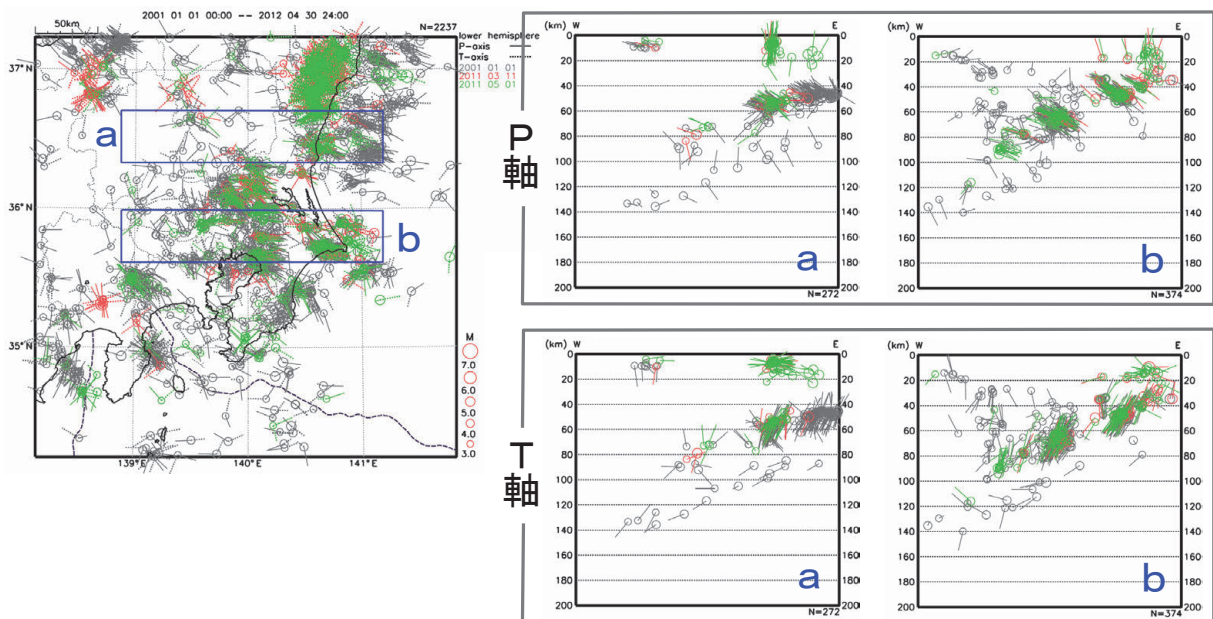


第5図 関東地方の発震機構分布 (2001年1月～2012年4月, $M \geq 3.0$)

上段は震源の深さ0～30 km, 下段は深さ30～300 km. 発震機構の色は型 (紫: 逆断層型, 緑: 正断層型, 茶: 横ずれ断層型, 灰: その他) を表す.

Fig.5 The mechanisms of the earthquakes in the Kanto district (January 2001 - April 2012, $M \geq 3.0$).

The uppers are for the depth of 0-30 km, lowers are for the depth of 30-300 km. The colors of the mechanisms denote their type (purple: reverse fault, green: normal fault, brown: strike-slip fault, gray: other).



第6図 関東地方の発震機構分布 (2001年1月～2012年4月, $M \geq 3.0$)

地図上に投影した図の実線は圧力軸, 点線は張力軸を表す. シンボルの色は地震の発生した時期 (灰色: 東北地方太平洋沖地震発生前, 赤: 東北地方太平洋沖地震発生後～2011年4月, 緑: 2011年5月～2012年4月) を表す.

Fig.6 The mechanisms of the earthquakes in the Kanto district (January 2001 - April 2012, $M \geq 3.0$).

The solid and dotted lines in the map are P- and T-axes respectively. The colors of the symbols denote the period of the earthquakes occurred (gray: before the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, red: after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake - April 2011, green: May 2011 - April 2012).