２－１　北海道地方とその周辺の地震活動（2012年11月～2013年4月）
Seismic Activity in and around Hokkaido District（November 2012 – April 2013）

気象庁 札幌管区気象台
Sapporo District Meteorological Observatory, JMA

今期間，北海道地方とその周辺でM4.0以上の地震は92回，M5.0以上の地震は10回，M6.0以上の地震は1回発生した．札幌管区気象台が担当する領域における最大の地震は，2013年2月2日に十勝地方南部で発生したM6.5の地震である．2012年11月～2013年4月のM4.0以上の震央分布図を第1図(a)及び(b)に示す．このほか，第1図(a)及び(b)の範囲外の千島列島（ウルップ島南東沖）で2013年4月19日にM7.0の地震があった．

主な地震活動は以下のとおりである．

（1）留萌地方中北部の地震（M4.8，最大震度3，第2図）

2013年1月3日20時14分に留萌地方中北部の深さ24kmでM4.8の地震（最大震度3）が発生した．この地震の発震機構は東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で，地殻内で発生した地震である．

（2）根室半島南東沖の地震（M5.2，最大震度4，第3図）

2013年1月24日06時34分に根室半島南東沖の深さ65kmでM5.2の地震（最大震度4）が発生した．この地震の発震機構（CMT解）は太平洋プレートの傾斜方向に張力軸を持つ型で，太平洋プレート内部で発生した地震である．

（3）十勝地方南部の地震（M6.5，最大震度5強，第4図(a)～(e)）

2013年2月2日23時17分に十勝地方南部の深さ102kmでM6.5の地震（最大震度5強）が発生した．この地震の発震機構は太平洋プレートの傾斜方向に張力軸を持つ型で，太平洋プレート内部で発生した地震である．

（4）北海道東方沖の地震（M5.3，最大震度3，第5図）

2013年2月17日07時17分に北海道東方沖の深さ44kmでM5.3の地震（最大震度3）が発生した．この発震機構（CMT解）は北西－南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である．

（5）釧路地方中南部の地震（M5.0，最大震度3，第6図）

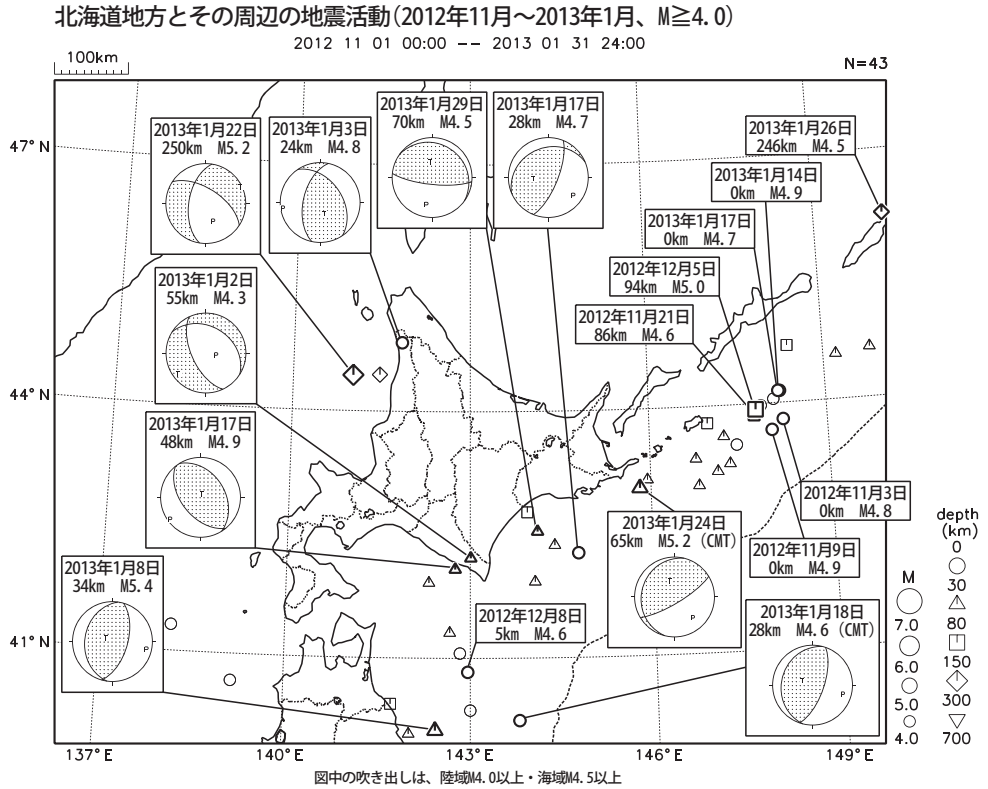
2013年3月9日21時16分に釧路地方中南部の深さ101kmでM5.0の地震（最大震度3）が発生した．この地震の発震機構は太平洋プレートの傾斜方向に張力軸を持つ型で，太平洋プレート内部の二重地震面の下面で発生した地震である．

（6）釧路沖の地震（M5.1，最大震度3，第7図）

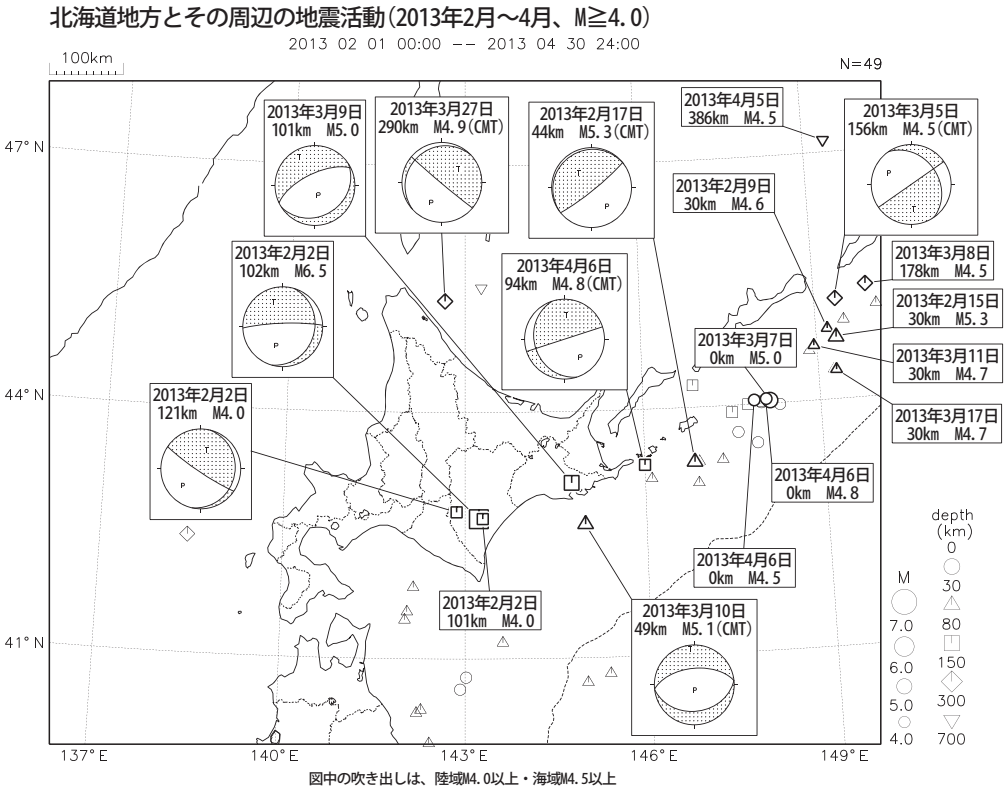
2013年3月10日05時11分に釧路沖の深さ49kmでM5.1の地震（最大震度3）が発生した．この地震の発震機構（CMT解）は南北方向に張力軸を持つ正断層型で，太平洋プレート内部で発生した地震である．

（7）千島列島（ウルップ島南東沖）の地震（M7.0，国内最大震度4，第8図(a),(b)）※第1図の範囲外

2013年4月19日12時05分に千島列島の深さ125kmでM7.0の地震（国内最大震度4）が発生した．この地震の発震機構（CMT解）は南北方向に張力軸を持つ型で，太平洋プレート内部で発生した地震である．



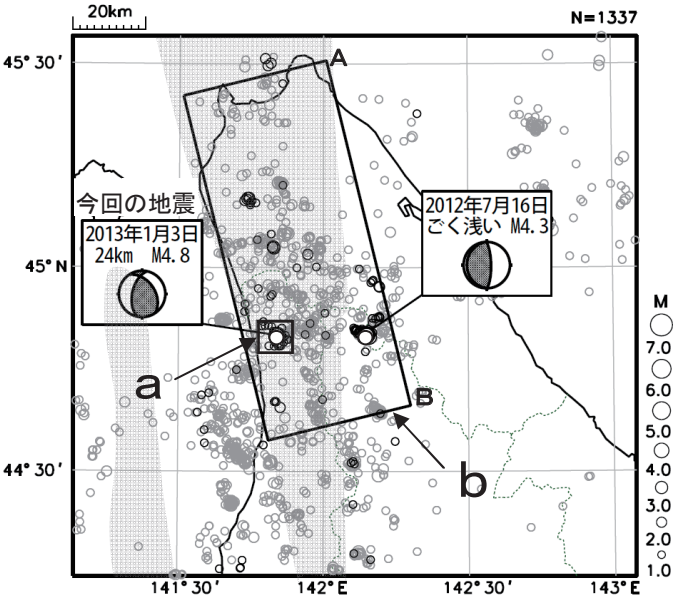
第1図(a)　北海道地方とその周辺の地震活動（2012年11月～2013年1月，M≧4.0，深さ≦700km）
Fig.1(a)　Seismic activity in and around Hokkaido district (November 2012- January 2013, M≧4.0, depth≦700km).



第1図(b)　つづき（2013年2月～4月，M≧4.0，深さ≦700km）
Fig.1(b)　Continued (February - April 2013, M≧4.0, depth≦700km).

１月３日　留萌地方中北部の地震

震央分布図
(2001 年 10 月 1 日～2013 年 1 月 31 日、
深さ 0～30km 、M≧1.0)
2012 年 7 月以降の地震を濃く表示



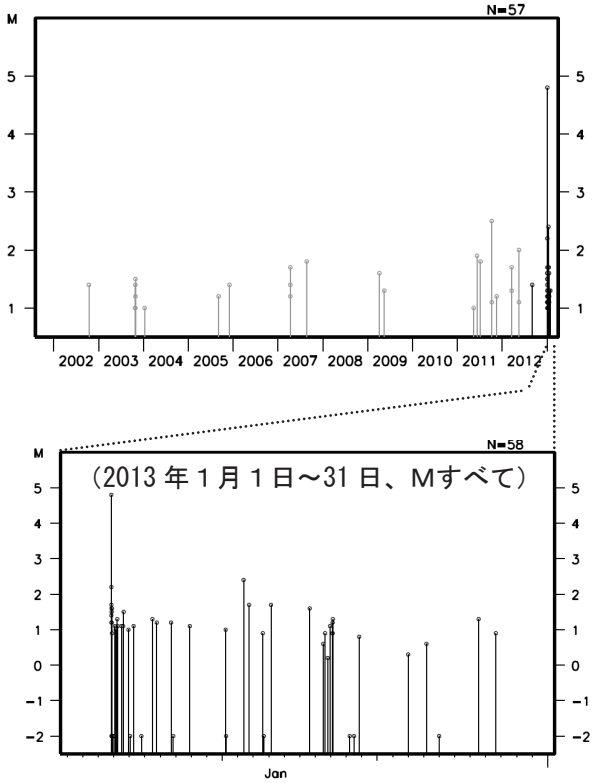
※　陰影の領域は背斜構造から推定した歪み集中帯（ 岡村（2002）及び「日本海東縁部の地震活動の長期評価」（2003）による）

2013 年 1 月 3 日 20 時 14 分に留萌地方中北部の深さ 24km で M4.8 の地震（最大震度３）が発生した。この地震の発震機構は東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、地殻内で発生した地震である。なお、この地震の震源付近（領域ａ）では１月末現在も余震活動が継続している。

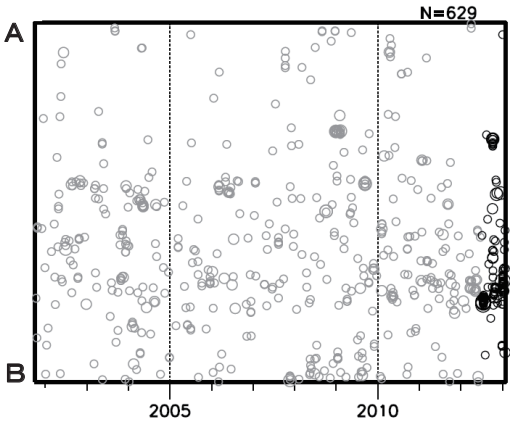
今回の地震の震央周辺では、2012 年７月 15 日から 18 日にかけて、今回の地震から約 20km 東に離れた場所で、M4.0 を超える地震が４回発生（最大規模は７月 16 日の M4.3、最大震度４）しており、この活動以降、領域ｂでは散発的な活動により地震活動が高まっている。

これらの地震は歪み集中帯※やその周辺で多く発生している。

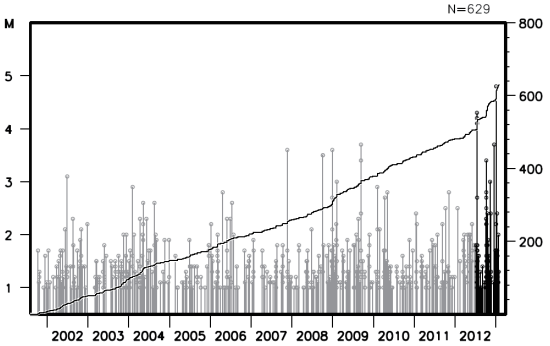
領域ａ内のＭ－Ｔ図



領域ｂ内の時空間分布図（Ａ－Ｂ投影）



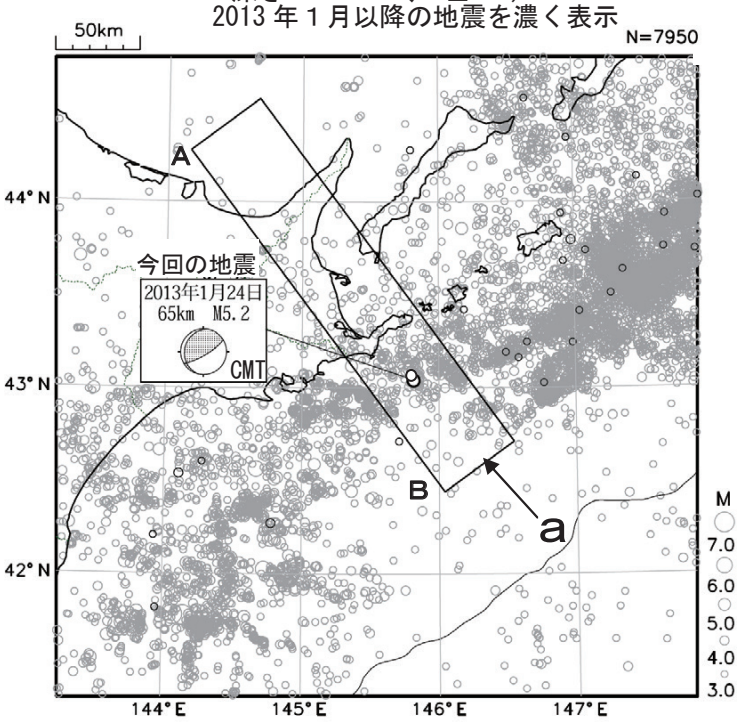
領域ｂ内のＭ－Ｔ図及び回数積算図



第2図　2013年1月3日　留萌地方中北部の地震
Fig.2　The earthquake in the middle northern part of Rumoi region on January 3, 2013.

１月 24 日　根室半島南東沖の地震

震央分布図(1997 年 10 月１日～2013 年１月 31 日、
深さ０～200km、M≧3.0)
2013 年１月以降の地震を濃く表示

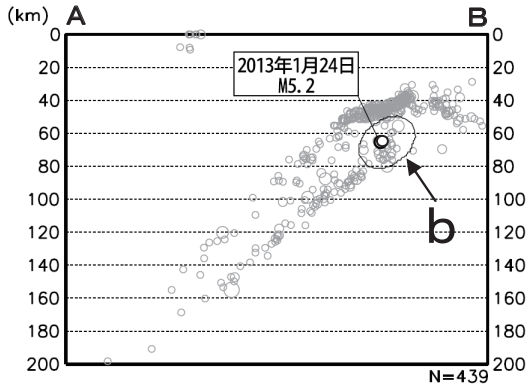


2013年１月24日06時34分に根室半島南東沖の深さ65kmでM5.2の地震（最大震度４）が発生した。この地震の発震機構（CMT解）は太平洋プレートの傾斜方向に張力軸を持つ型で、太平洋プレート内部で発生した。

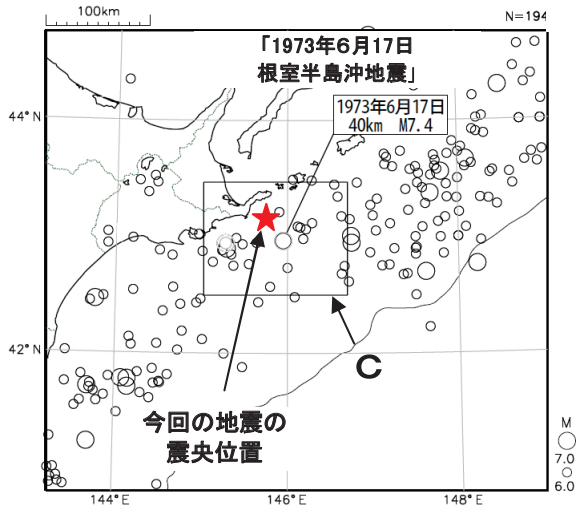
1997年10月以降の活動を見ると、今回の地震の震源付近（領域ｂ）では、M5.0以上の地震が時々発生している。

1923年１月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺（領域ｃ）では、M6.0以上の地震がしばしば発生している。最大は「1973年６月17日根室半島沖地震」（M7.4、最大震度５、プレート境界の地震）で、根室・釧路地方で負傷者26人等の被害を生じた。また、この地震により津波が発生し、根室市花咲で最大の高さ280cmの津波を観測するなど、北海道から関東地方にかけての太平洋沿岸で津波を観測した（「最新版　日本被害地震総覧」による）。

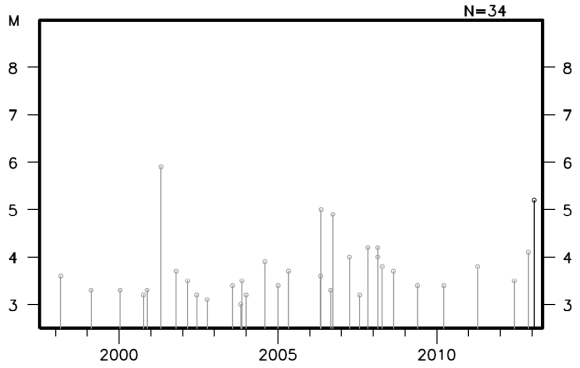
領域ａ内の断面図（Ａ－Ｂ投影）



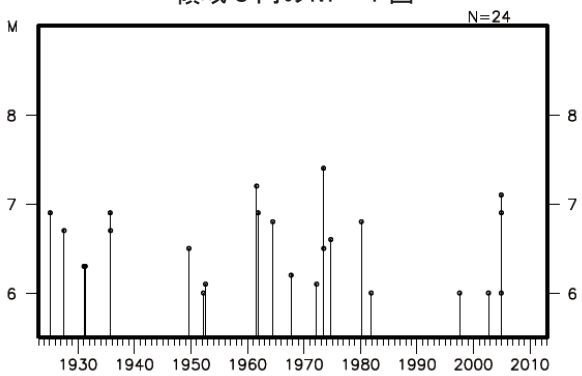
震央分布図
(1923 年１月１日～2013 年１月 31 日、
深さ０～100km、M≧6.0)



領域ｂ内のＭ－Ｔ図



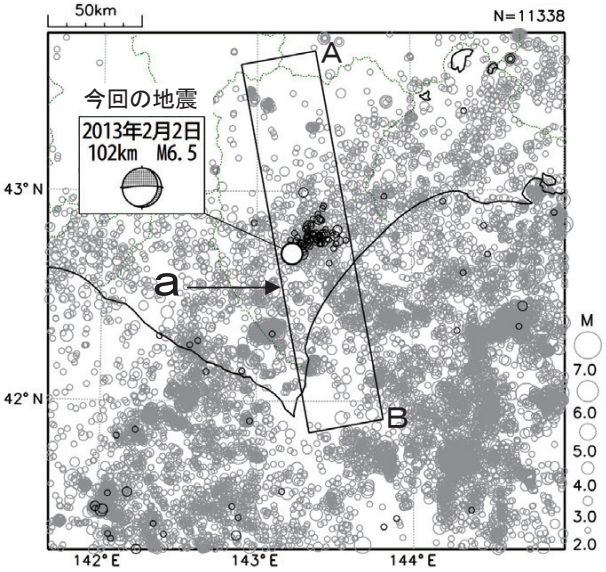
領域ｃ内のＭ－Ｔ図



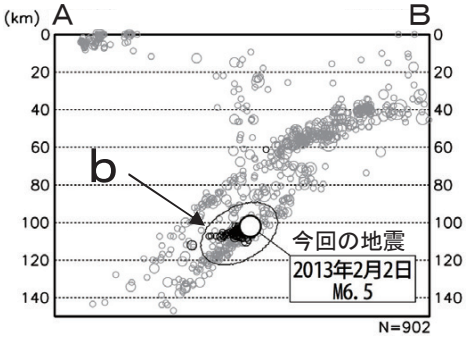
第3図　2013年1月24日　根室半島南東沖の地震
Fig.3　The earthquake southeast off the Nemuro peninsula on January 24, 2013.

２月２日　十勝地方南部の地震

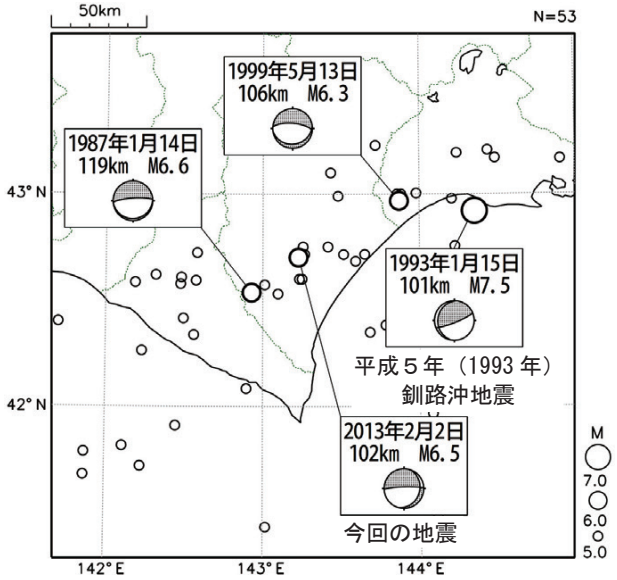
震央分布図(2001 年 10 月１日～2013 年２月 28 日、
深さ０～150km、M≧2.0)
2013 年２月２日 23 時以降の地震を濃く表示



領域ａ内の断面図（Ａ－Ｂ投影）



震央分布図（1923 年１月１日～2013 年２月 28 日、
深さ 90～120km、M≧5.0）



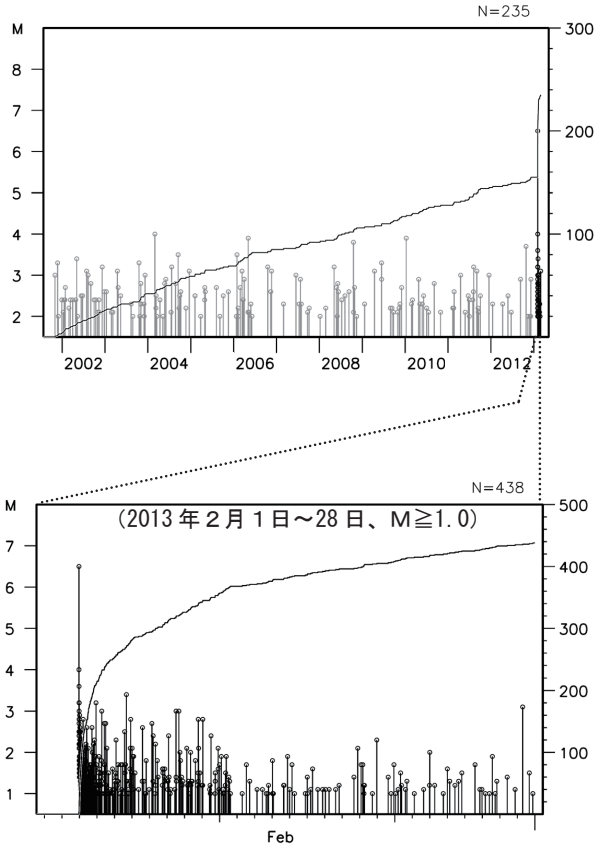
気象庁はこの地震に対して〔十勝地方中部〕で情報発表した。

2013年２月２日23時17分に十勝地方南部の深さ102kmでM6.5の地震（最大震度５強）が発生した。この地震の発震機構は、太平洋プレートの傾斜方向に張力軸を持つ型で、太平洋プレート内部で発生した地震である。この地震により、負傷者14人、住家一部破損１棟の被害が生じた（総務省消防庁による）。なお、この地震の余震活動は、２月末現在も継続している。

2001年10月以降の地震活動を見ると、今回の地震の震源付近（領域ｂ）では、M5.0を超える地震は発生していなかった。

1923 年１月以降の地震活動を見ると、今回の地震の震源周辺では、M6.0 を超える地震が発生しており、1987 年１月 14 日の M6.6 の地震（最大震度５）では、重軽傷者７人、建物破損などの被害を生じた（「最新版　日本被害地震総覧」による）。

領域ｂ内のＭ－Ｔ図及び回数積算図

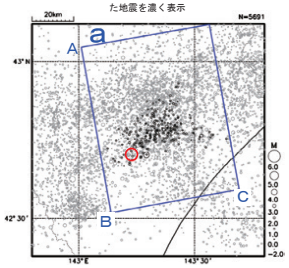


第4図(a)　2013年2月2日　十勝地方南部の地震
Fig.4(a)　The earthquake in the southern part of Tokachi region on February 2, 2013.

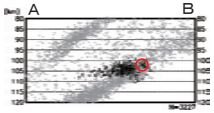
２月２日　十勝地方南部の地震（ＤＤ震源との比較）

《一元化震源》

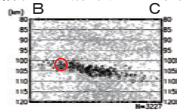
震央分布図
（2001 年１月１日～2013 年２月３日、
深さ 80～120km、Ｍすべて）
今回の地震を赤、その他の 2013 年２月２日 23 時以降に発生した地震を濃く表示



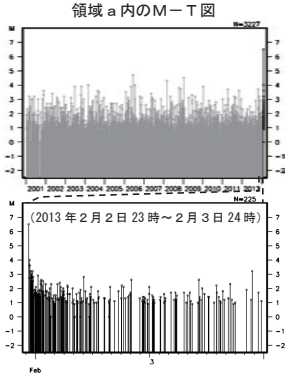
領域ａの断面図（Ａ－Ｂ投影）



領域ａの断面図（Ｂ－Ｃ投影）



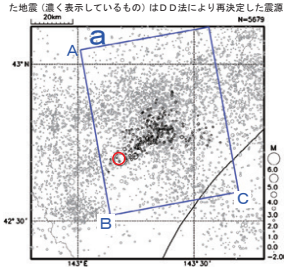
領域ａ内のＭ－Ｔ図



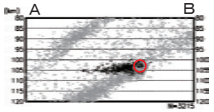
・余震は水平よりやや東に傾斜した面状の分布をしている（発震機構の節面の１つと調和的）。
・本震の震源は余震分布の南西の端に位置している。
・2013 年２月２日 23 時～３日 24 時に発生した地震について、波形相関を用いたＤＤ法により詳細な震源分布を求めた。
・一元化震源では、本震の震源が余震分布よりもやや深いところに決まっているが、観測点限定及び残差が大きなＳ相の除外を行うことで本震の震源が浅くなり、余震分布に乗るようになった。

《波形相関によるＤＤ法》

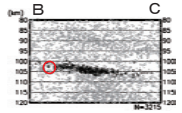
震央分布図
（2001 年１月１日～2013 年２月３日、
深さ 80～120km、Ｍすべて）
今回の地震（赤で表示）及び 2013 年２月２日 23 時以降に発生した地震（濃く表示しているもの）はＤＤ法により再決定した震源



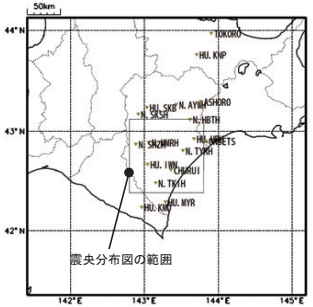
領域ａの断面図（Ａ－Ｂ投影）



領域ａの断面図（Ｂ－Ｃ投影）



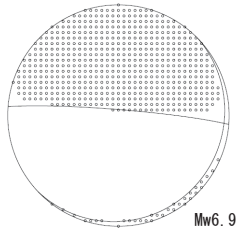
使用した観測点と震央分布図の範囲



第4図(b)　DD震源との比較
Fig.4(b)　Comparison with the hypocenter distribution by the Double-Difference Method.

２月２日　十勝地方南部の地震
（W-phase を用いたメカニズム解析）

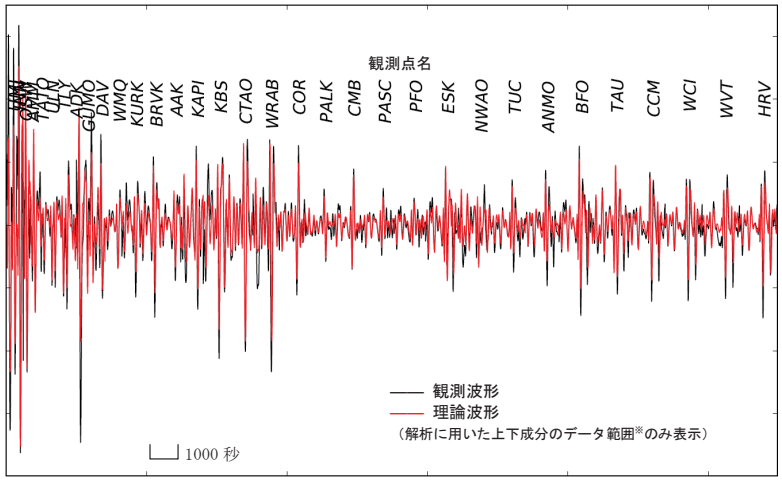
W-phase による解



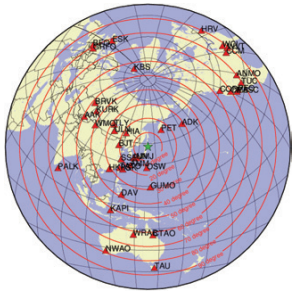
2013 年２月２日 23 時 17 分（日本時間）に十勝地方南部で発生した地震について W-phase を用いたメカニズム解析を行った。メカニズム、Mw とも、Global CMT などの他機関の解析結果とほぼ同様であり、Mw は 6.9 であった。なお、W-phase の解析で求めた震源は N42.8°,E143.2°,深さ 111km となった。

W-phase の解析では、震央距離 10°～90°までの 33 観測点の上下成分、12 観測点の南北成分、10 観測点の東西成分を用い、100～500 秒のフィルターを使用した。

注）W-phase とは P 波から S 波付近までの長周期の実体波を指す。



※解析に用いたデータの範囲は 15 秒×震央距離（度）としており、各々の観測点の解析区間のみを繋げた波形を表示している。



解析に使用した観測点配置

（W-phase に関する参考文献）
Kanamori, H and L. Rivera (2008): Geophys. J. Int., **175**, 222-238.

解析データには防災科学技術研究所の F-net の波形記録及び IRIS-DMC より取得した広帯域地震波形記録を使用した。
また、解析に使用したプログラムは金森博士に頂いたものを使用した。記して感謝する。

第4図(c)　W-phaseを用いたメカニズム解析
Fig.4(c)　W-phase moment tensor solution.

2013 年 2 月 2 日　十勝地方南部の地震
ー　近地強震波形による震源過程解析（暫定）ー

2013 年 2 月 2 日 23 時 17 分（日本時間）に十勝地方南部で発生した地震（M_{JMA}6.5）について，独立行政法人防災科学技術研究所の KiK-net の近地強震波形を用いた震源過程解析を行った．

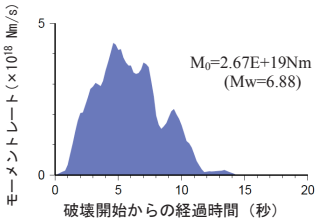
初期破壊開始点は，気象庁による震源の位置（42°42.1′N，143°13.6′E，深さ 102km）とした．断層面は，気象庁 CMT 解の 2 枚の節面うち，余震分布に整合的な節面（走向 348°，傾斜 7°）とした．最大破壊伝播速度は 3.5km/s とした．理論波形の計算には Matsubara and Obara (2011)及び J-SHIS の地下構造モデルを用いた．

主な結果は以下のとおり（この結果は暫定であり，今後更新することがある）．

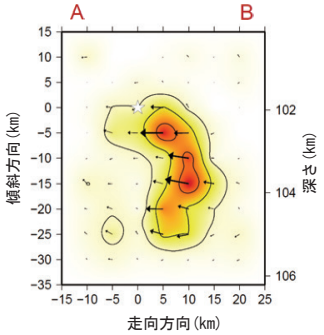
- 断層の大きさは長さ約 20km，幅約 30km であった．
- 主なすべりは初期破壊開始点の北東にあり，最大すべり量は 1.2 m であった（周辺の構造から剛性率を 62GPa として計算）．
- 主な破壊継続時間は約 12 秒であった．
- モーメントマグニチュード（Mw）は 6.9 であった．

結果の見方は、http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/sourceprocess/about_srcproc.html を参照．

震源時間関数

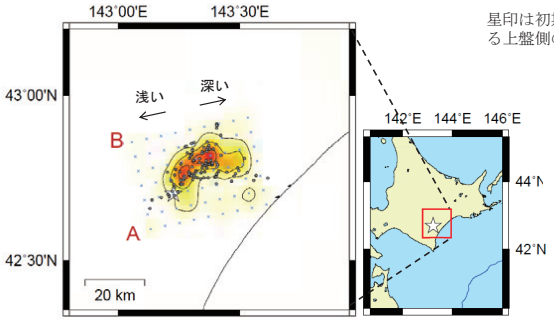


断層面上でのすべり量分布



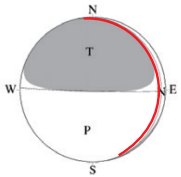
星印は初期破壊開始点，矢印は下盤側に対する上盤側の動きを表す．

地図上に投影したすべり量分布



星印は初期破壊開始点を示す．灰色丸は波形相関 DD 法により再決定された余震（本震発生後 1 日以内、M1.5 以上）の震央を示す．

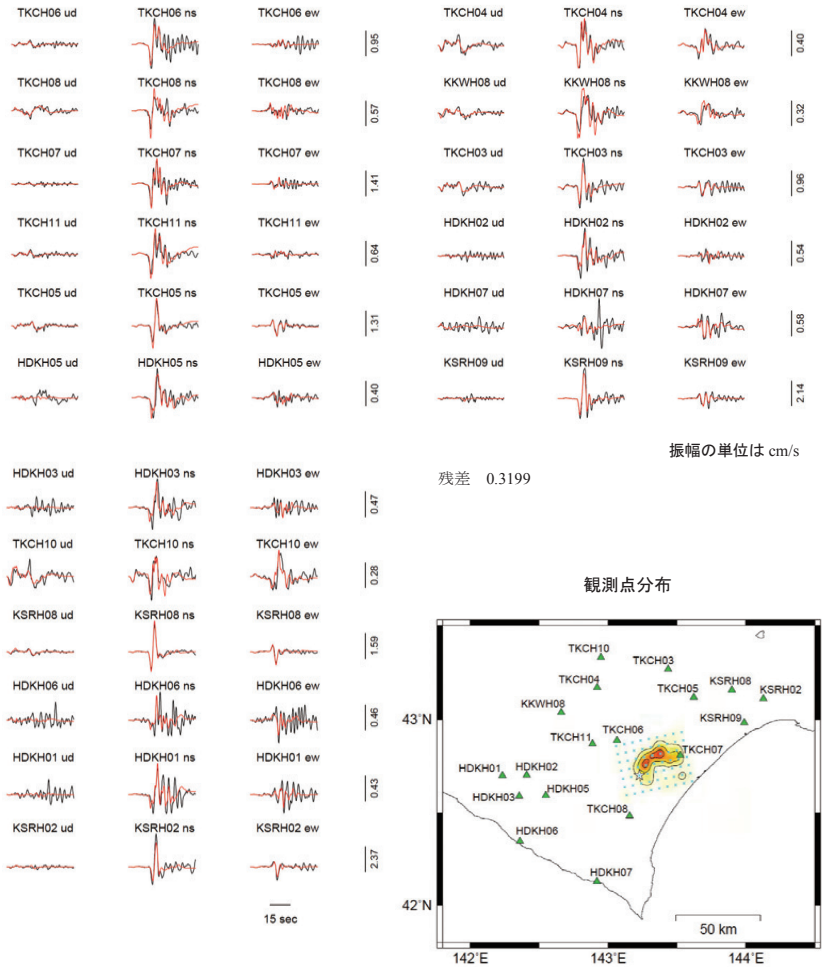
解析に用いたメカニズム解
（気象庁 CMT 解）



断層面の設定に用いた節面（走向 348°，傾斜 7°，すべり角 166°）を赤線で示す．

作成日：2013/02/05
更新日：2013/02/06
2013/03/08

観測波形（黒：0.05Hz-0.2Hz）と理論波形（赤）の比較



振幅の単位は cm/s

残差　0.3199

観測点分布

謝辞　独立行政法人防災科学技術研究所の KiK-net を使用しました．

参考文献

Matsubara, M. and K. Obara, The 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku earthquake related to a strong velocity gradient with the Pacific plate, Earth Planets Space, 63, 663-667, 2011
独立行政法人防災科学技術研究所　地震ハザードステーション J-SHIS　http://wwwold.j-shis.bosai.go.jp/

第4図(d)　近地実体波による震源過程解析
Fig.4(d)　Source rupture process: analysis using seismic body-wave.

2013 年 2 月 2 日 十勝地方南部の地震
― 遠地実体波による震源過程解析（暫定）―

2013 年 2 月 2 日 23 時 17 分（日本時間）に十勝地方南部で発生した地震について，米国地震学連合（IRIS）のデータ管理センター（DMC）より広帯域地震波形記録を取得し，遠地実体波を用いた震源過程解析（注 1）を行った．

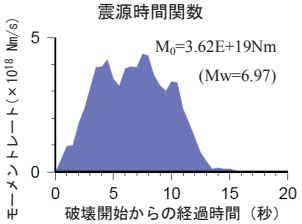
初期破壊開始点は，気象庁による震源の位置（42° 42.1′ N，143° 13.6′ E，深さ 102km）とした．断層面は，気象庁 CMT 解の 2 枚の節面のうち，余震分布に整合的な節面（走向 348°，傾斜 7°）とした．最大破壊伝播速度は 3.0km/s とした．理論波形の計算には Matsubara and Obara (2011)及び J-SHIS の地下構造モデルを用いた．

主な結果は以下のとおり（この結果は暫定であり，今後更新することがある）．

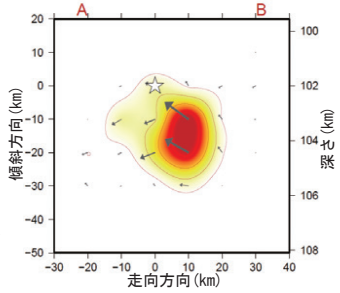
- 断層の大きさは長さ約 30km，幅約 30km であった．
- 主なすべりは初期破壊開始点の北東にあり，最大すべり量は 0.9m であった（周辺の構造から剛性率を 70GPa として計算）．
- 破壊継続時間は 13 秒であった．
- モーメントマグニチュード（Mw）は 7.0 であった．

結果の見方は，http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/sourceprocess/about_srcproc.html を参照．

震源時間関数

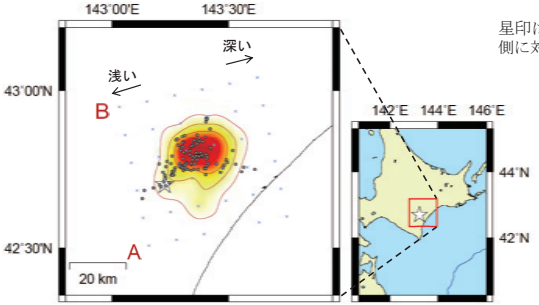


断層面上でのすべり量分布



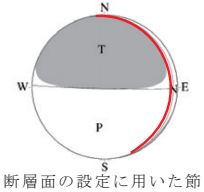
星印は初期破壊開始点，矢印は下盤側に対する上盤側の動きを表す．

地図上に投影したすべり量分布



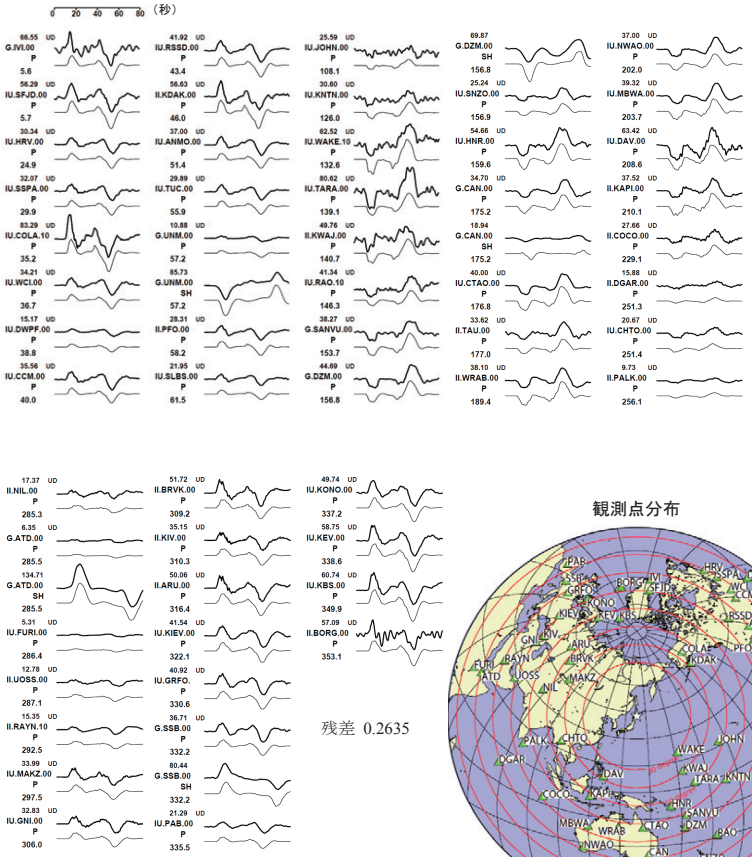
星印は初期破壊開始点を示す．灰色丸は波形相関 DD 法により再決定された余震（本震発生後 1 日以内、M1.5 以上）の震央を示す．

解析に用いたメカニズム解
（気象庁 CMT 解）

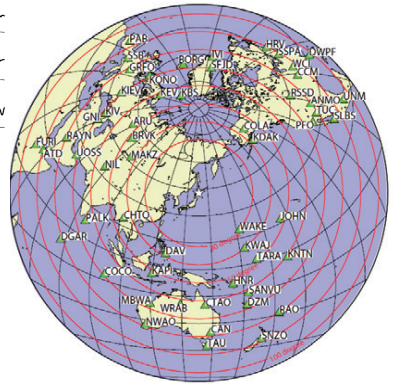


断層面の設定に用いた節面（走向 348°，傾斜 7°，すべり角 166°）を赤線で示す．

観測波形（上：0.002Hz-1.0Hz）と理論波形（下）の比較



観測点分布



震央距離 30° ～100° ※1 の 55 観測点※2（P 波：55，SH 波：5）を使用．

※1：近すぎると理論的に扱いづらくなる波の計算があり，逆に遠すぎると，液体である外核を通るため，直達波が到達しない．そのため，評価しやすい距離の波形記録のみを使用．

※2：IRIS-DMC より取得した広帯域地震波形記録を使用．

（注 1）解析に使用したプログラム
M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program,
http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/

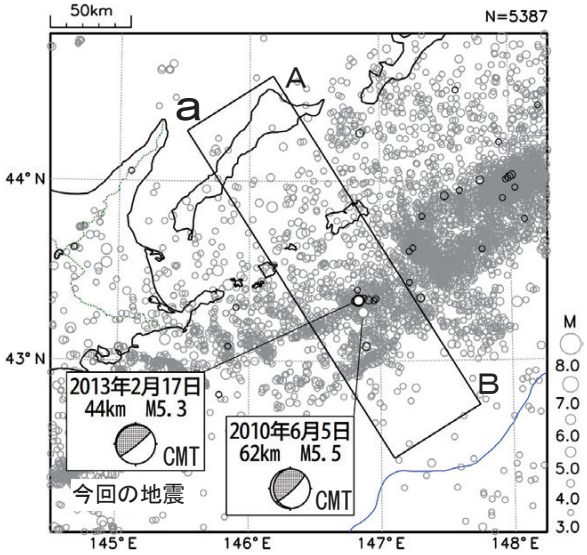
作成日：2013/02/05
更新日：2013/03/08
2013/04/26

参考文献
Matsubara, M. and K. Obara, The 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku earthquake related to a strong velocity gradient with the Pacific plate, Earth Planets Space, 63, 663-667, 2011
独立行政法人防災科学技術研究所　地震ハザードステーション J-SHIS　http://wwwold.j-shis.bosai.go.jp/

第4図(e)　遠地地実体波による震源過程解析
Fig.4(e)　Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

２月 17 日　北海道東方沖の地震

震央分布図(2001 年 10 月１日～2013 年２月 28 日、
深さ０～150km、M≧3.0)
2013 年２月の地震を濃く表示

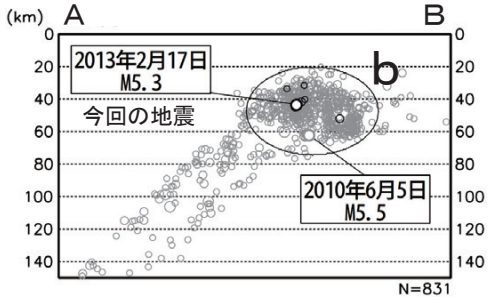


2013年２月17日07時17分に北海道東方沖の深さ44kmでM5.3の地震（最大震度３）が発生した。この地震の発震機構（CMT解）は北西－南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。

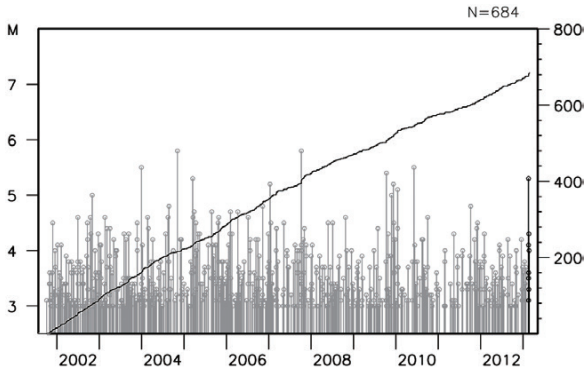
2001年10月以降の地震活動を見ると、今回の地震の震源付近（領域ｂ）では、M5.0以上の地震が時々発生しており、最近では、2010年６月５日にM5.5の地震（最大震度３）が発生している。

1923 年１月以降の地震活動を見ると、今回の地震の震央周辺では、M7.0 以上の地震がしばしば発生している。最大は「平成６年（1994 年）北海道東方沖地震」(M8.2、最大震度６）で、負傷者 436 人のほか、住家被害、船舶被害など、地震と津波による被害を生じた（「最新版 日本被害地震総覧」による)。

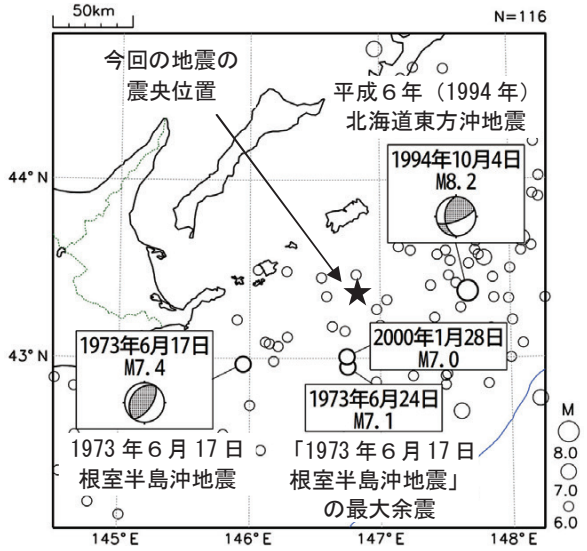
領域ａ内の断面図（Ａ－Ｂ投影）



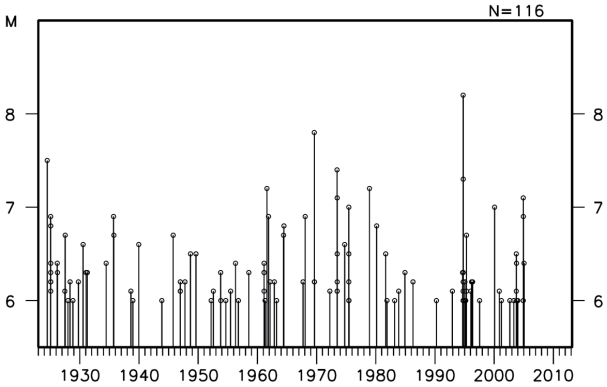
領域ｂ内のＭ－Ｔ図及び回数積算図



震央分布図（1923 年１月１日～2013 年２月 28 日、
深さ０～100km、M≧6.0)



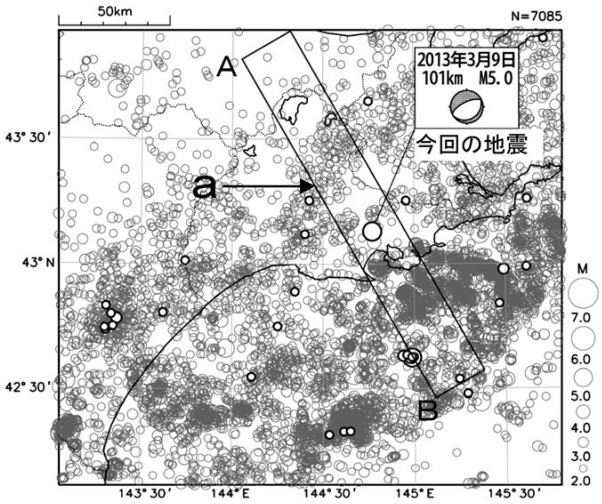
左図の領域内のＭ－Ｔ図



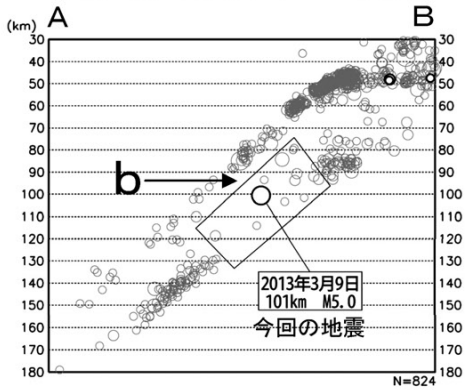
第5図　2013年2月17日　北海道東方沖の地震
Fig.5　The earthquake east off Hokkaido on February 17, 2013.

３月９日　釧路地方中南部の地震

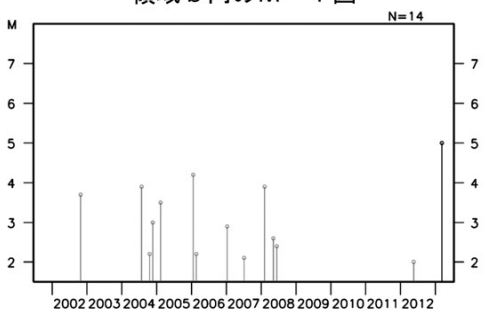
震央分布図(2001 年 10 月１日～2013 年３月 31 日、
深さ 30～180km、M≧2.0)
2013 年３月の地震を濃く表示



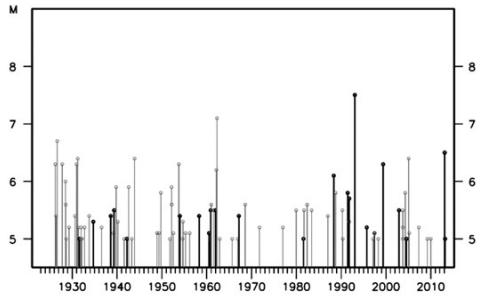
領域ａ内の断面図（Ａ－Ｂ投影）



領域ｂ内のＭ－Ｔ図



領域ｃ内のＭ－Ｔ図



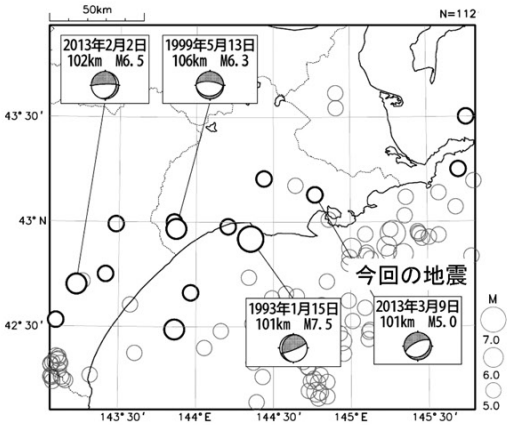
2013年３月９日21時16分に釧路地方中南部の深さ101kmでM5.0の地震（最大震度３）が発生した。この地震の発震機構は、太平洋プレートの傾斜方向に張力軸を持つ型で、太平洋プレート内部（二重地震面の下面）で発生した地震である。

2001年10月以降の地震活動を見ると、今回の地震の震源付近（領域ｂ）では、地震活動は低調である。

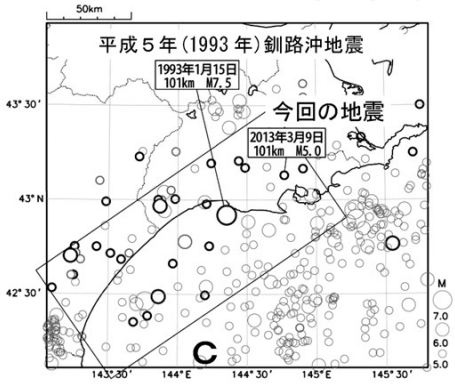
1982 年３月以降の地震活動を見ると、北海道東部の深さ 100km 前後のプレート内部で、今回の地震と同じ発震機構を持つ M6.0 以上の地震は、３回発生している。

1923 年１月以降の地震活動を見ると、今回の地震の震央周辺では、1993 年１月 15 日の「平成５年（1993 年）釧路沖地震」（M7.5、最大震度６）が発生しており、死者２名、負傷者 967 人、住家全半壊 308 棟などの被害が生じた（「最新版　日本被害地震総覧」による）。

震央分布図（1982 年３月１日～2013 年３月 31 日、
深さ 0～150km、M≧5.0）
深さ 90km～120km の地震を濃く表示



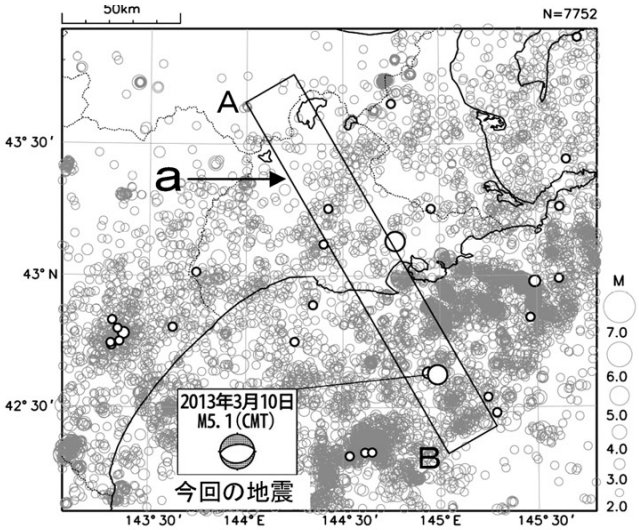
震央分布図（1923 年１月１日～2013 年３月 31 日、
深さ 0～150km、M≧5.0）
深さ 90km～120km の地震を濃く表示



第6図　2013年3月9日　釧路地方中南部の地震
Fig.6　The earthquake in the middle southern part of Kushiro region on March 9, 2013.

３月 10 日　釧路沖の地震

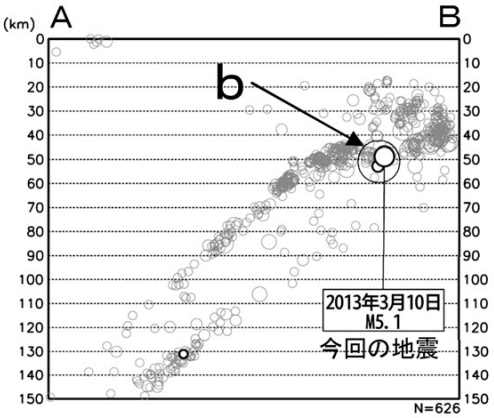
震央分布図(2001 年 10 月１日～2013 年３月 31 日、
深さ０～150km、M≧2.0)
2013 年３月の地震を濃く表示



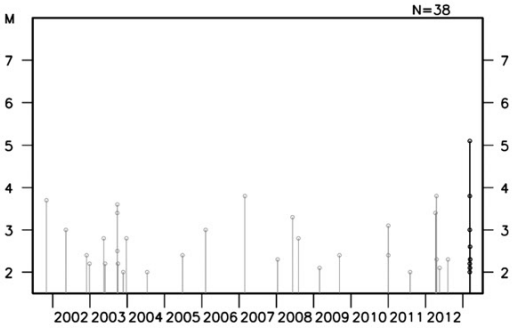
2013年３月10日05時11分に釧路沖の深さ49kmでM5.1の地震（最大震度３）が発生した。この地震の発震機構は、南北方向に張力軸を持つ正断層型で、太平洋プレート内部で発生した地震である。

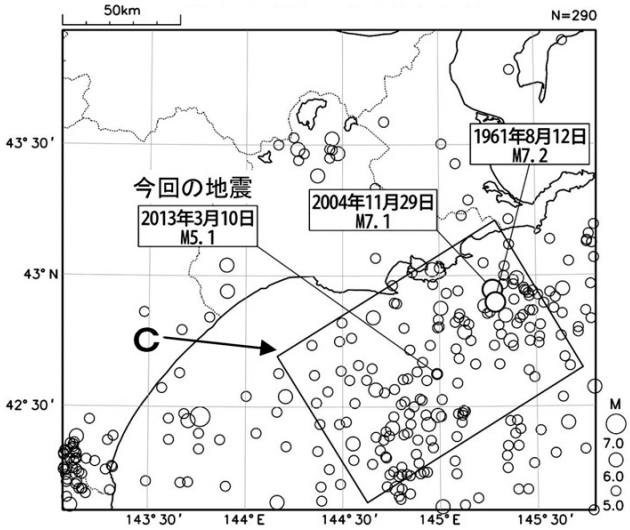
2001年10月以降の地震活動を見ると、今回の地震の震源付近（領域ｂ）では、M5.0を超える地震は発生していなかった。

1923 年１月以降の地震活動を見ると、今回の地震の震央周辺（領域ｃ）では、M5.0を超える地震はしばしば発生しており、最近では 2004 年 11 月 29 日の M7.1 の地震（最大震度５強）により、負傷者 52 人、住家全半壊５棟などの被害が生じた（総務省消防庁による）。

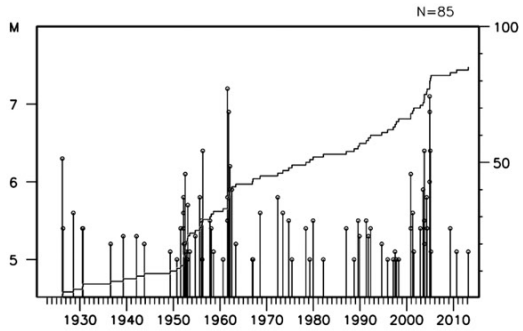


領域ｂ内のＭ－Ｔ図





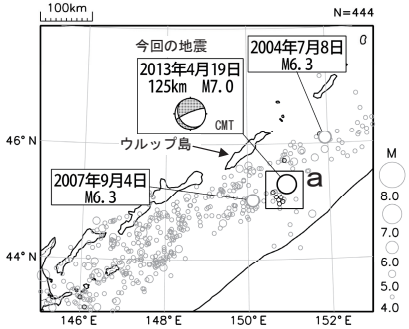
領域ｃ内のＭ－Ｔ図及び回数積算図



第7図　2013年3月10日　釧路沖の地震
Fig.7　The earthquake off Kushiro on March 10, 2013.

４月 19 日　千島列島（ウルップ島南東沖）の地震

震央分布図
（1997 年 10 月 1 日～2013 年 4 月 30 日、
深さ 61～200km、M≧4.0）
2013 年 4 月 1 日以降の地震を濃く表示

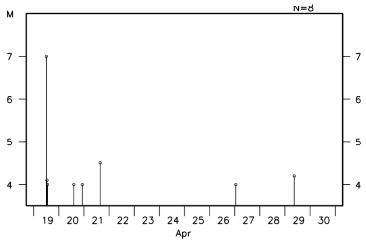


2013年４月19日12時05分に千島列島の深さ125kmでM7.0の地震（日本国内の最大震度４）が発生した。この地震は太平洋プレート内部で発生した地震で、発震機構（CMT解）は南北方向に張力軸を持つ型であった。その後、この地震の震央付近（領域ａ）では、４月30日までにM4.0以上の地震が７回発生している。

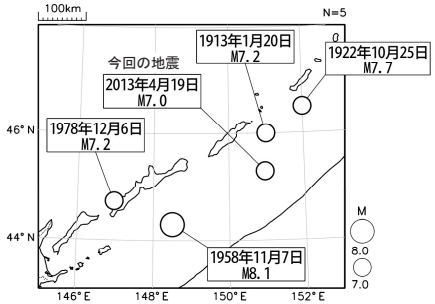
1997年10月以降の地震活動を見ると、今回の地震の震央周辺では、2004年と2007年にそれぞれM6.3の地震が発生している。

1885年１月以降の地震活動を見ると、千島列島付近に沈み込む太平洋プレート内部では、約20年に一度の割合でM7.0以上の地震が発生している。このうち最大は1958年11月7日に発生したM8.1の地震（日本国内の最大震度５）で、この地震により津波が発生し、根室市花咲で最大の高さ81cmの津波を観測するなど、北海道から九州の太平洋沿岸とオホーツク海沿岸で津波を観測した。

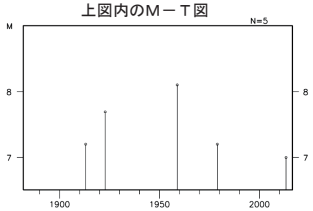
領域ａ内のＭ－Ｔ図
（2013 年 4 月 19 日～30 日）



震央分布図
（1885 年 1 月 1 日～2013 年 4 月 30 日、
深さ 61～200km、M≧7.0）
（震源要素は、1885 年 1 月 1 日～1922 年 12 月 31 日は茅野・宇津（2001）、宇津（1982、1985 による※）



上図内のＭ－Ｔ図

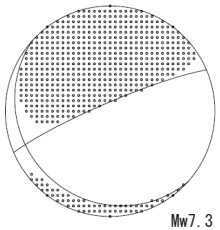


※宇津徳治, 日本付近の M6.0 以上の地震および被害地震の表：1885 年～1980 年, 震研彙報、57, 401-463, 1982.
宇津徳治, 日本付近の M6.0 以上の地震および被害地震の表：1885 年～1980 年（訂正と追加）, 震研彙報、60, 639-642, 1985.
茅野一郎・宇津徳治, 日本の主な地震の表,「地震の事典」第２版, 朝倉書店, 2001, 655pp

第8図(a)　2013年4月19日　千島列島（ウルップ島南東沖）の地震
Fig.8(a)　The earthquake near the Kuril Islands（southeast off Urup Island）on April 19, 2013.

４月 19 日　千島列島の地震
（W-phase を用いたメカニズム解析）

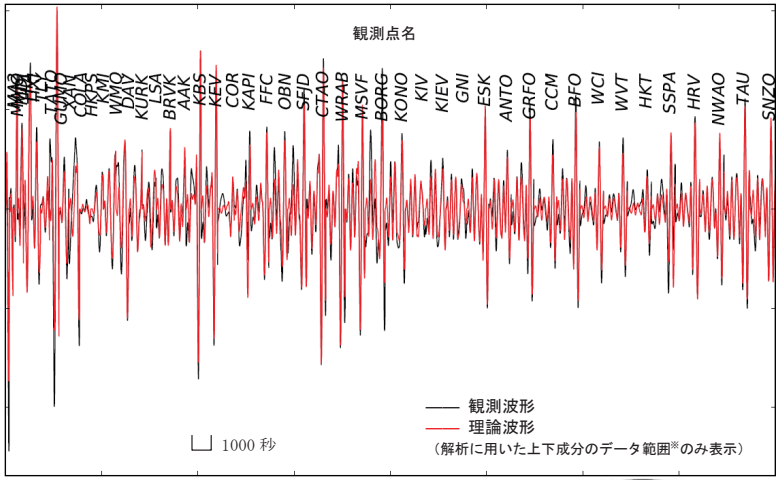
W-phase による解



2013 年 4 月 19 日 12 時 05 分（日本時間）に千島列島で発生した地震について W-phase を用いたメカニズム解析を行った。メカニズム、Mw とも、Global CMT などの他機関の解析結果とほぼ同様であり、Mw は 7.3 であった。なお、W-phase の解析で求めた震源は N45.9°, E150.8°, 深さ 101km となった。

W-phase の解析では、震央距離 10°～90° までの 46 観測点の上下成分、9 観測点の南北成分、9 観測点の東西成分を用い、200～600 秒のフィルターを使用した。

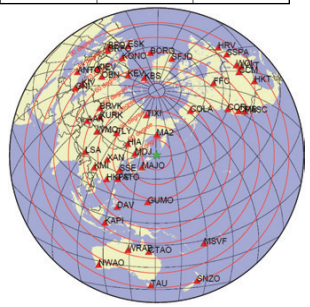
注）W-phase とは P 波から S 波付近までの長周期の実体波を指す。



※解析に用いたデータの範囲は 15 秒×震央距離（度）としており、各々の観測点の解析区間のみを繋げた波形を表示している。

（W-phase に関する参考文献）
Kanamori, H and L. Rivera (2008): Geophys. J. Int., **175**, 222-238.

解析データには IRIS-DMC より取得した広帯域地震波形記録を使用した。
また、解析に使用したプログラムは金森博士に頂いたものを使用した。記して感謝する。



解析に使用した観測点配置

第8図(b)　W-phaseを用いたメカニズム解析
Fig.8(b)　W-phase moment tensor solution.