

平成27年7月23日
日本原燃株式会社
東北電力株式会社
東京電力株式会社
リサイクル燃料貯蔵株式会社

下北半島東部の地質構造調査に関する最終評価結果について

日本原燃株式会社、東北電力株式会社、東京電力株式会社※およびリサイクル燃料貯蔵株式会社（以下、「事業者」という）は、平成24年11月から平成26年5月にかけて共同で下北半島東部の地質構造に関する調査を実施してまいりました。

※東京電力株式会社は平成25年5月から調査に参画。

このほど、海底地形面調査、海上音波探査および採泥調査の結果（平成25年12月17日お知らせ済み）に加え、海上ボーリング調査、海陸統合探査等の結果を踏まえ、最終的な評価としてとりまとめましたのでお知らせいたします。

これまでの調査結果を総合的に評価した結果、大陸棚外縁部の深部地質構造、各地層の年代等について知見の拡充が図られ、あらためて大陸棚外縁断層は約25万年前以降の活動が認められないこと、大陸棚上および大陸棚外縁部の急斜面の地質は新第三紀中期中新世（約1,600～1,200万年前）に堆積した地層であること等を確認いたしました。

なお、本評価については、有識者から構成される第三者委員会を設け客観的な立場から幅広くご指導、ご助言をいただきながら実施してきたものです。

以 上

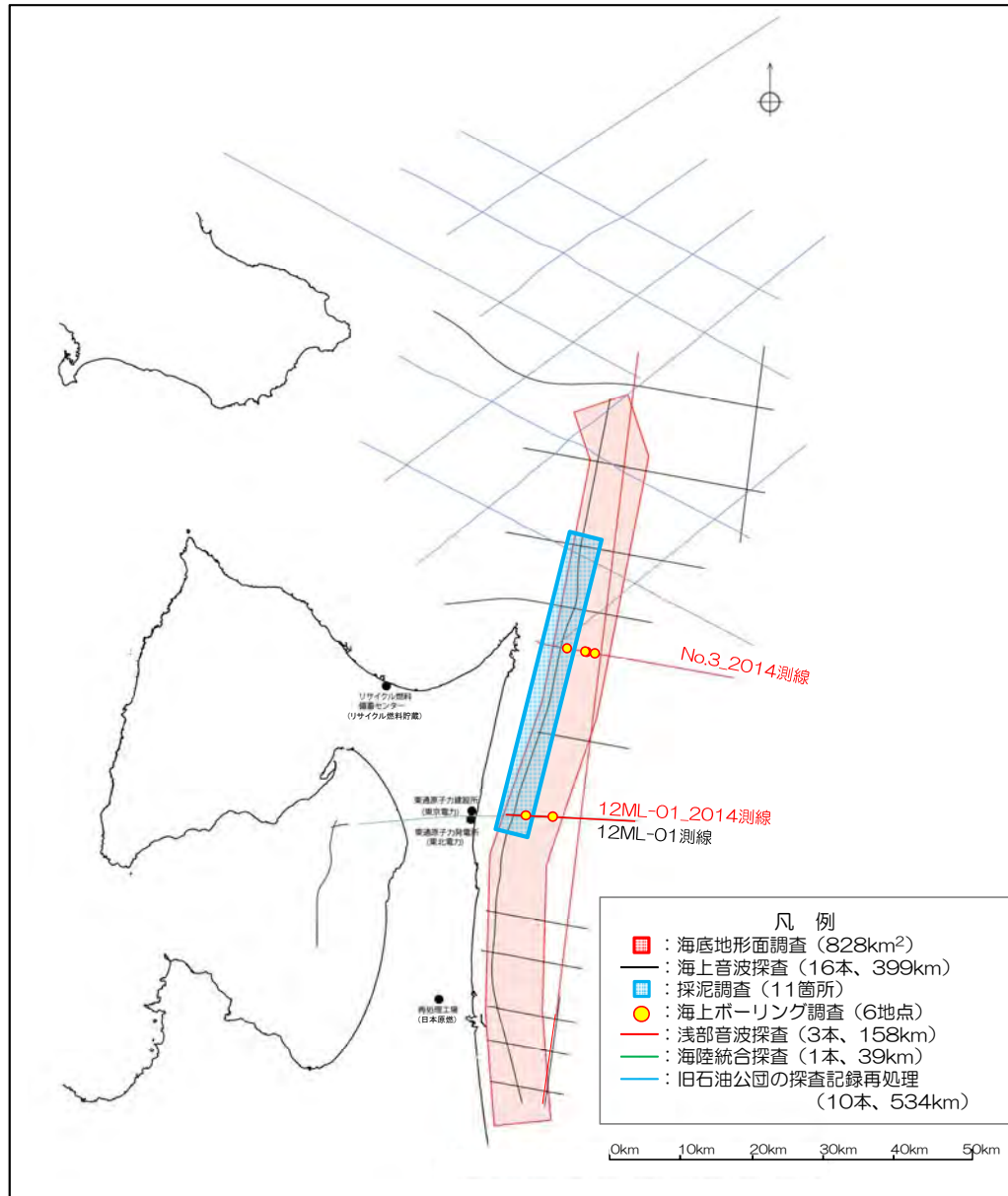
（別 紙）下北半島東部の地質構造調査に関する最終評価結果の概要

（参 考）これまでの主な経緯

日本原燃株式会社、東北電力株式会社、東京電力株式会社およびリサイクル燃料貯蔵株式会社は、原子力施設の安全性に関する説明性のさらなる向上を図るため、下北半島の太平洋側に位置する大陸棚外縁について、この地形を形成した地下深部の地質構造に関する調査を実施してきた。

調査の結果、大陸棚外縁における海底地形、海底の地質および地下深部の地質構造に関するデータを取得でき、データに基づく地質構造等に関する事業者の評価を取りまとめた。

なお、本評価は、海底地形面調査、海上音波探査および採泥調査の結果（平成25年12月17日お知らせ済み）に加え、地球深部探査船「ちきゅう」による海上ボーリング調査、海陸統合探査等の結果を踏まえ、最終的な評価として取りまとめたものである。



調査位置図（調査期間：平成24年11月～平成26年5月）

調査結果を踏まえた事業者評価

- ①大陸棚外縁の深部地質構造が明らかになり、大陸棚外縁断層は少なくとも約25万年前以降活動していない断層であることを確認
- ②大陸棚外縁の地質試料を採取分析した結果、各地層の年代や地層境界の深度についての知見が拡充
- ③下北半島東部の深部地質構造調査結果を踏まえ、大陸棚外縁断層がE層堆積期には西落ちの正断層として活動し、D_p層堆積期には西上がりの逆断層として活動したという大陸棚外縁全体の形成過程について考察

調査結果の概要

※平成25年12月17日お知らせ済み

1. 海底地形面調査※ ＜調査期間：平成25年3月～4月＞；[P2参照]
 - ・調査面積：828km²
 - ・大陸棚外縁断層周辺の海底地形の標高データを取得
 - ・大陸棚外縁の急斜面の地形は、一様ではなく、北部・中部と南部で形態的特徴の差を確認
2. 海上音波探査※ ＜調査期間：平成24年11月～平成25年6月＞；[P3参照]
 - ・測線数：16本、測線延長：399km
 - ・大陸棚外縁の地下深部の地質構造断面のデータを取得
 - ・断層を含めた、大陸棚外縁の地下深部の構造について、データの拡充が図れ、大陸棚外縁断層の上部のB_p層とC_p層の境界（約25万年前）には変位および変形が認められないことを確認
3. 採泥調査※ ＜調査期間：平成25年4月＞；[P3参照]
 - ・試料採取箇所：11箇所、試料数：23試料
 - ・大陸棚上および大陸棚外縁の急斜面から数多くの試料を採取
 - ・試料は、砂岩・シルト岩が主体であり、岩種の特徴、珪藻化石分析の結果を踏まえ、大陸棚上および大陸棚外縁の急斜面には蒲野沢層（海域のE層）が分布していることを確認
4. 海上ボーリング調査・浅部音波探査 ＜調査期間：平成26年4月～5月＞；[P4、5参照]
 - ・ボーリング箇所：6地点、掘削総延長：1,822m
 - ・浅部音波探査測線数：3本、測線延長：158km
 - ・大陸棚上および棚下における6箇所の地質試料を直接採取し、地質年代を把握
 - ・大陸棚上には、蒲野沢層（海域のE層）が分布していることを確認
5. 海陸統合探査 ＜調査期間：平成24年11月～平成25年6月＞；[P6参照]
 - ・測線数：1本、測線延長：39km
 - ・大陸棚外縁～下北半島東部陸域～陸奥湾側までの地下深部の地質構造断面の連続したデータを取得
 - ・下北半島東部の深部地質構造の特徴を把握・評価
6. 大陸棚外縁全体の形成過程；[P7参照]
 - ・下北半島東部の深部地質構造を踏まえ、大陸棚外縁全体の形成過程について考察

なお、この他に、旧石油公団の探査記録再処理（測線数：10本、測線延長：534km）についても実施し、地質構造データを取得

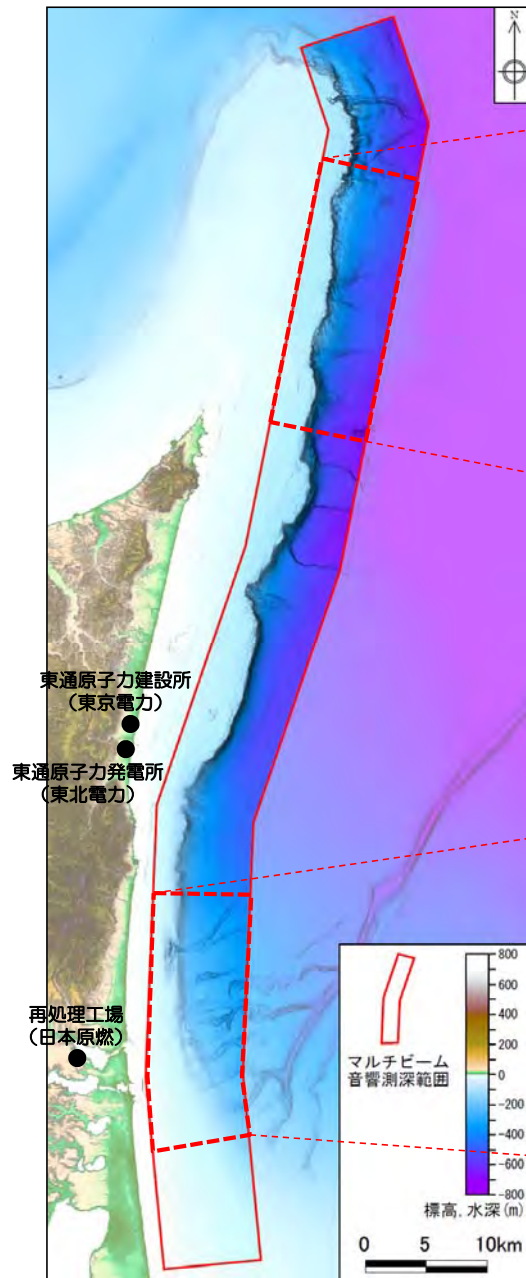
1. 海底地形面調査結果

■調査概要

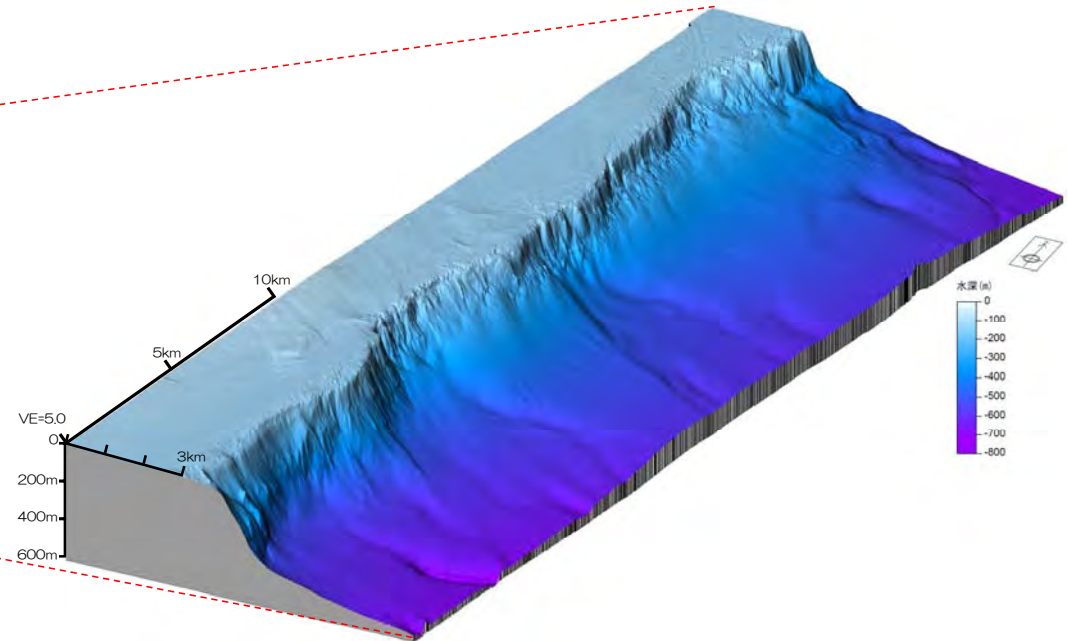
- ・調査面積：828km²
- ・大陸棚外縁断層周辺の海底地形の標高データを取得

■確認・評価結果

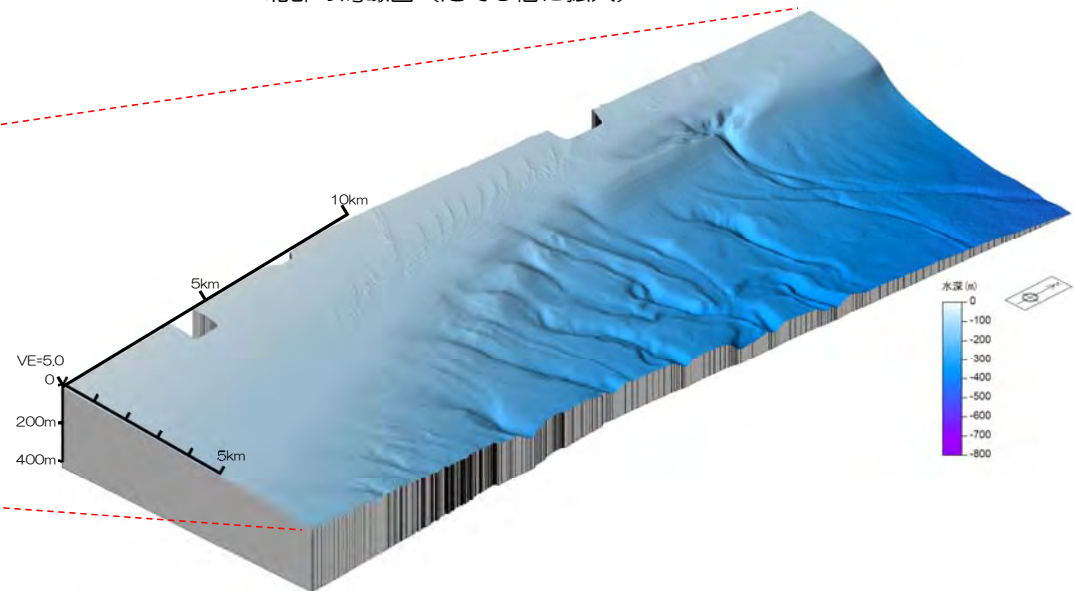
- ・大陸棚外縁の急斜面の地形は、一様ではなく、北部・中部と南部で、形態的特徴の差を確認した。
- ・北部・中部は、急峻な崖地形となっており、侵食が卓越した地形である。
- ・南部は、なめらかな斜面地形となっており、堆積が卓越した地形である。



海底地形図



北部の鳥瞰図 (たて5倍に拡大)



南部の鳥瞰図 (たて5倍に拡大)

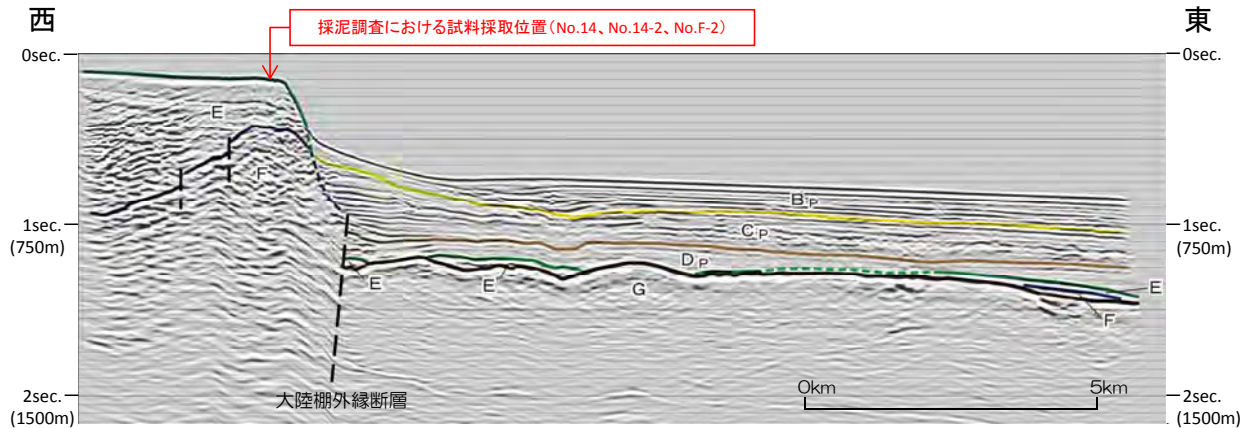
2. 海上音波探査結果

■調査概要

- ・測線数：16本、測線延長：399km
- ・大陸棚外縁の地下深部の地質構造断面のデータを取得

【12ML-O1測線】

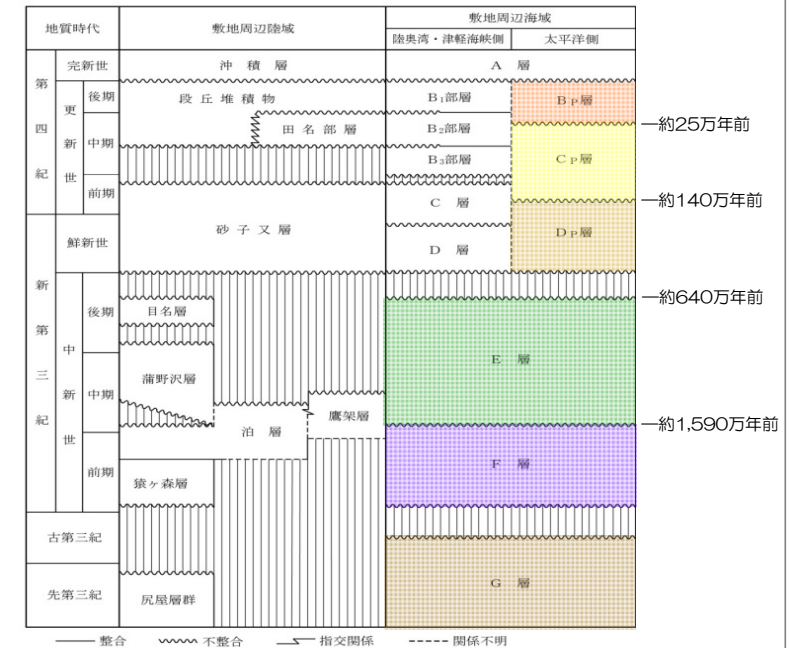
(反射断面は平成24～25年度に深部構造把握のために実施した海上音波探査結果)



■確認・評価結果

- 大陸棚外縁の地下深部の構造について、データの拡充が図れ、地下深部のE、F、G層の構造がより確度の高いものとなった。
- 大陸棚外縁の急斜面の基部付近に大陸棚外縁断層が推定される。なお、この断層の上部のB_p層とC_p層の境界（約25万年前）には変位および変形は認められない。
- 以上のことから、大陸棚外縁断層は少なくとも約25万年前以降活動していない断層であると評価した。

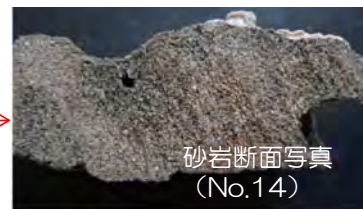
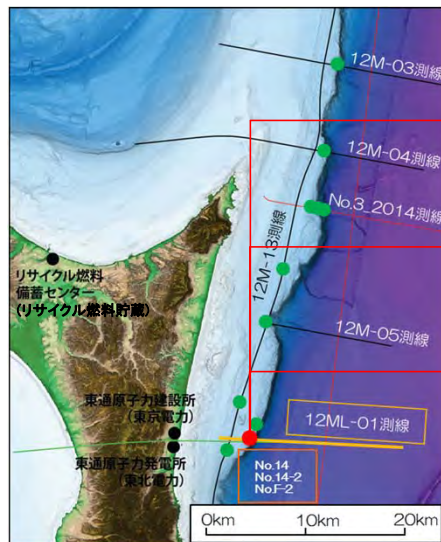
下北半島東部周辺陸海域の地質層序表



3. 採泥調査結果

■調査概要

- ・試料採取箇所：11箇所、試料数：23試料
- ・大陸棚上および大陸棚外縁の急斜面から数多くの試料を採取



凡例

- 、●：試料採取位置

■確認・評価結果

- 採取した試料の特徴は以下の通り。
 - ・砂岩・シルト岩が主体である。
 - ・珪藻化石分析の結果、3試料から時代認定ができた。
 No.14、No.14-2地点（砂岩）：約1,600～1,500万年前
 No.F-2（シルト岩）：約1,500～1,300万年前
 ⇒岩種の特徴や、珪藻化石分析結果を踏まえると、試料は陸域の新第三紀中期中新世に堆積した蒲野沢層に相当する。
- 大陸棚上および大陸棚外縁の急斜面には蒲野沢層（すなわち海域のE層）が分布していることが確認でき、海上音波探査結果と整合する。

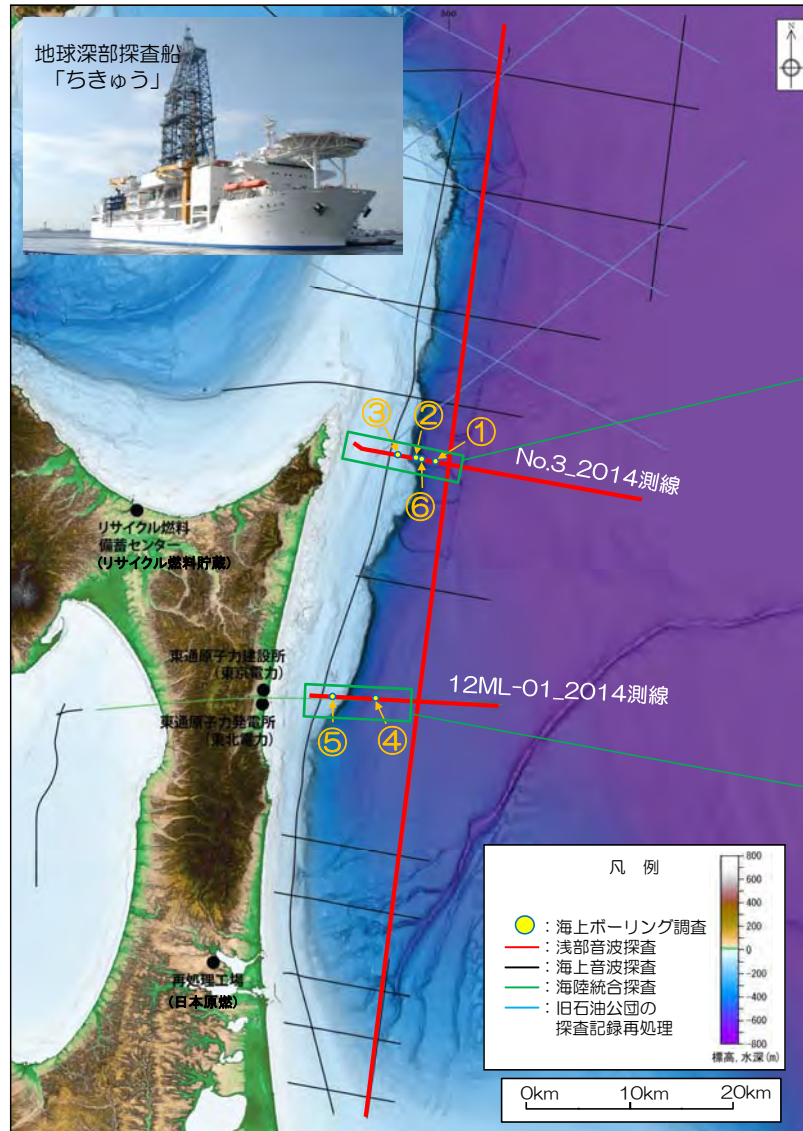
4-1. 海上ボーリング調査結果（大陸棚外縁の棚上と棚下の地質年代について）

■調査概要

- ・ボーリング箇所：6地点、掘削総延長：1,822m
- ・浅部音波探査測線数：3本、測線延長：158km
- ・大陸棚上および棚下における6箇所の地質試料を直接採取し、地質年代を把握

■確認・評価結果

- ・ボーリングで採取した試料を分析することにより、B_p層とC_p層の境界（約25万年前）の年代についての知見が拡充された。
- ・大陸棚外縁の棚上には陸域の蒲野沢層（すなわち海域のE層）が分布していることを確認した。

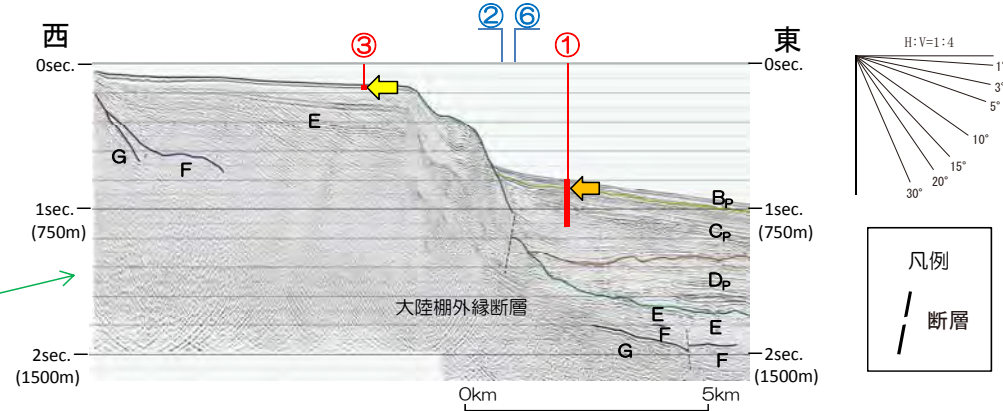


海上ボーリング調査位置図

【No.3_2014測線】

（反射断面は平成26年度にボーリングを補完するために浅部を対象に実施した海上音波探査結果）

※②、⑥の詳細については次頁に記載

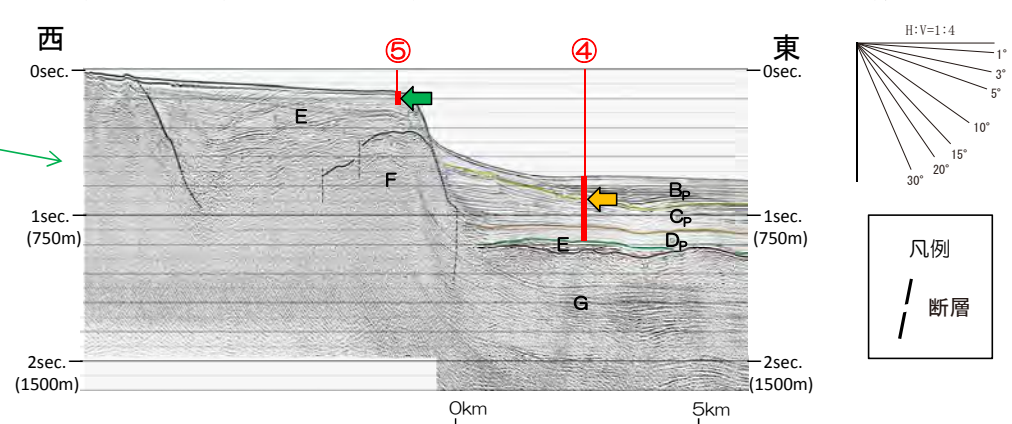


← Os-2（約27万年前の軽石）を確認

← *G.rikuchuensis*（約1,300万年～約1,200万年前の有孔虫化石）を確認

【12ML-01_2014測線】

（反射断面は平成26年度にボーリングを補完するために浅部を対象に実施した海上音波探査結果）



← Os-2（約27万年前の軽石）を確認

← *D.lauta*（約1,600万年～約1,500万年前の珪藻化石）を確認

■第三者委員会からのコメント（平成26年度第3回会合、平成27年2月25日開催）

『ボーリングコアの分析結果を踏まえ、大陸棚外縁における各地層の年代は妥当であると考えられる。』

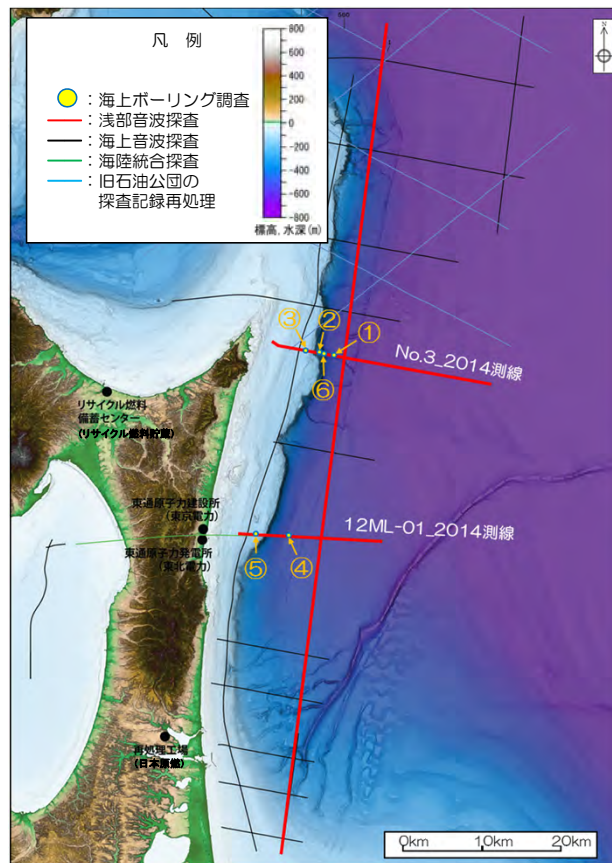
4-2. 海上ボーリング調査結果（確認された地層の落差について）

■確認・評価結果

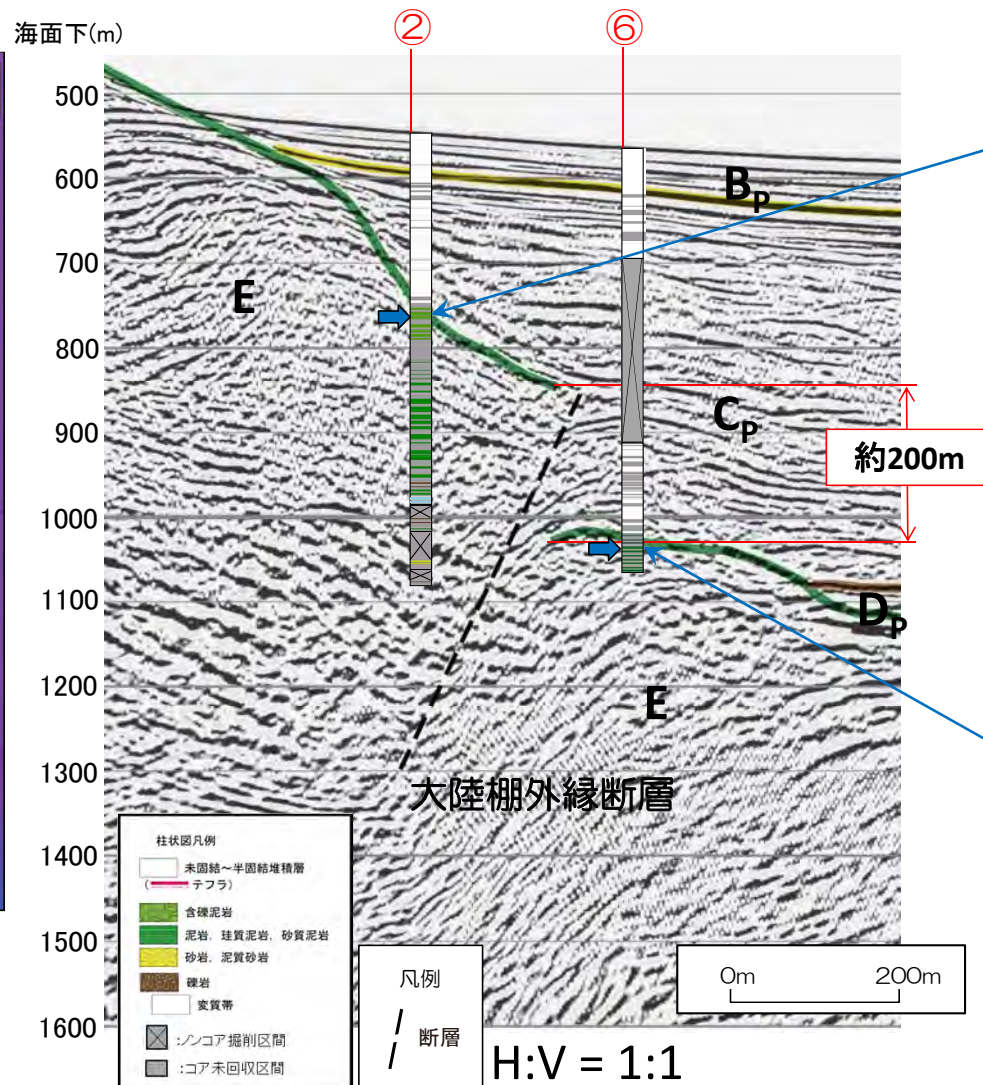
- 珪藻化石分析の結果、②孔および⑥孔においてE層上端から同等の深度に同じ種類の放散虫化石を確認した。なお、得られた年代から、この地層は、敷地周辺陸域の新第三紀中期中新世に堆積した蒲野沢層に相当する。
- ②孔および⑥孔のE層上端付近において、同じ岩種（含礫泥岩）を確認した（コア写真参照）。
- 以上により、②孔と⑥孔間においてE層の落差（約200m）が確認され、この間に大陸棚外縁断層が推定される。

【No.3_2014測線】

※反射断面は平成26年度にボーリングを補完するために浅部を対象に実施した海上音波探査結果



海上ボーリング調査位置図



← 放散虫化石 *C.tetrapera* および *E.inflatum* の産出上限 (約1,200万年前)

【②孔】

※海底面下約220m付近のコア

<拡大図>



②孔のコア写真

【⑥孔】

※海底面下約465m付近のコア

<拡大図>



⑥孔のコア写真

5. 海陸統合探査結果

■調査概要

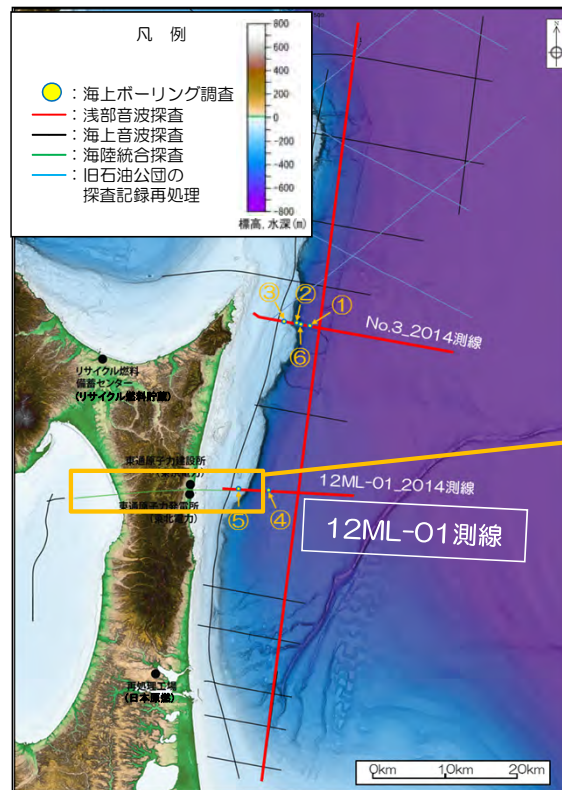
- ・測線数：1本、測線延長：39km
- ・大陸棚外縁～下北半島東部陸域～陸奥湾側までの地下深部の地質構造断面の連続したデータを取得
- ・データの処理に当たっては、屈折波速度構造解析※により地下深部の速度構造解析を実施した。
- ・海陸統合探査の高度解析により、地下深部の地質構造解明の精度を高めた。

※地層の境界面で屈折し、地層の境界を伝わり、地表に返ってくる波を利用して地下の速度分布を求める手法。

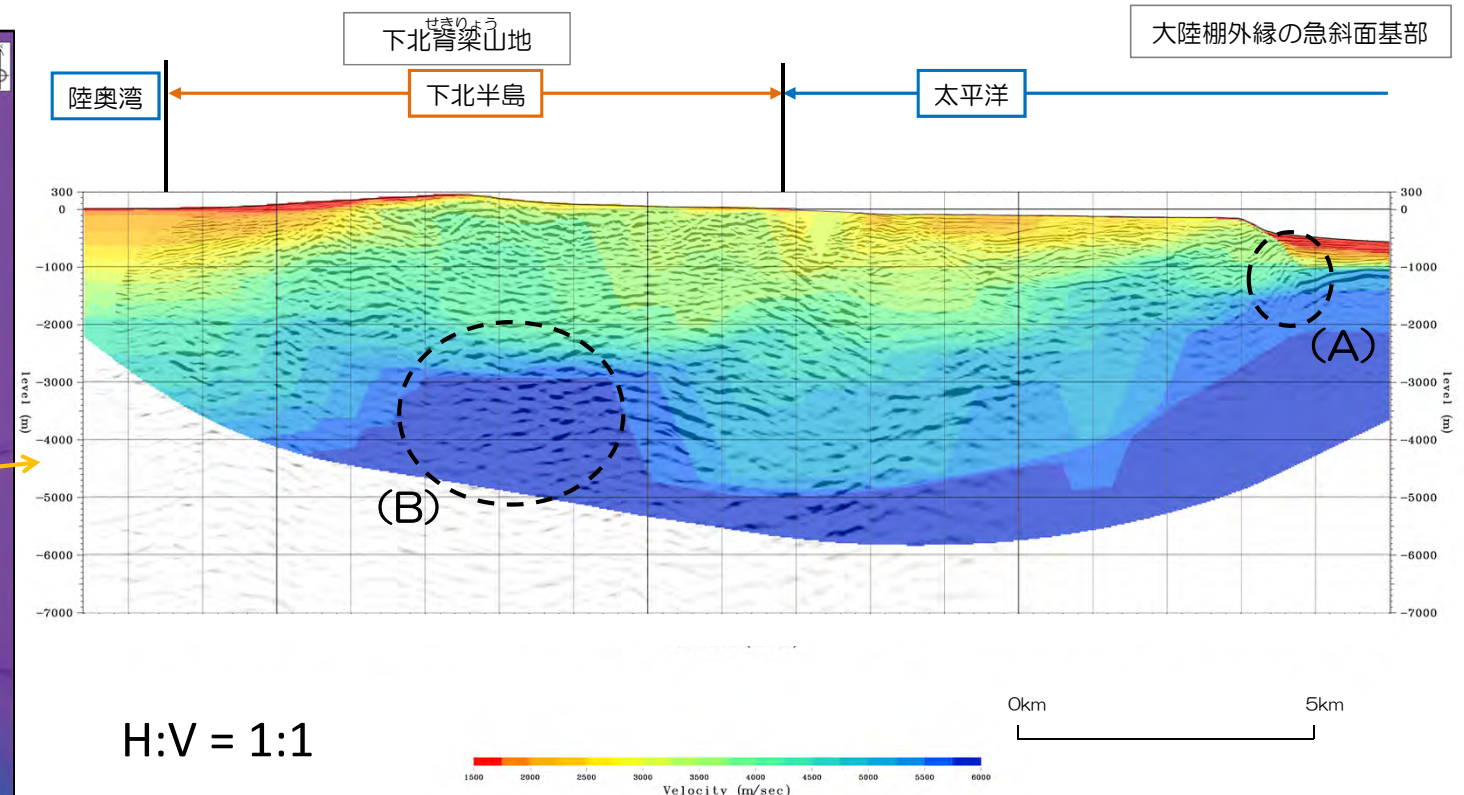
■確認・評価結果

○下北半島東部の深部地質構造の特徴について以下の通り評価した。

- ・大陸棚外縁の急斜面基部を境界として速度構造に大きな差異が認められることから、大陸棚外縁断層の存在が示唆される（A）。
- ・下北脊梁山地の地下は速度が大きいことから、基盤岩等の比較的硬質な地層が周囲と比較して浅部まで分布している可能性が示唆される（B）。



測線位置図



P波屈折波速度構造解析の結果

■第三者委員会からのコメント（平成26年度第3回会合、平成27年2月25日開催）

- ・『海陸統合探査断面の速度構造や反射断面の客観性は高められたものと考えられる。』
- ・『現状における海陸統合探査断面の地質構造解釈は、これまでの地質データを総合の上、なされたものであるが、復元性まで考慮された地質構造発達史には至っていないと考えられる。したがって、今後、新たな知見の収集や地質構造発達過程に関する解析的な検討についても取り組み、復元性を考慮した構造発達史の構築を目指していただきたい。』

6. 大陸棚外縁全体の形成過程について

■検討概要

- これまでの調査により把握した下北半島東部の深部地質構造を踏まえ、大陸棚外縁全体の形成過程について考察

■考察結果

- 大陸棚外縁断層は、E層堆積時には西落ちの正断層として活動し、D_p層堆積時には反転して西上がりの逆断層として活動した。そのことが、大陸棚外縁の地質構造の形成に深く関わっていたと考えられる。
- なお、大陸棚外縁断層の活動は、B_p層堆積時（約25万年前以降）には既に終了していたものと考えられる。

大陸棚外縁のイベント層序表

年代 (Ma)	地質年代	海域の地層	主な応力場	大陸棚外縁断層の活動	イベント
現在	更新世 後期	A層, B _p 層			
1	更新世 中期	C _p 層		終息	
2	更新世 前期			西上がりの逆断層として活動	インバージョン期 ※1
3	鮮新世 後期	D _p 層	東西圧縮応力場		
4	鮮新世 前期				
5					
6					
7					
8	新第三紀 後期	E層	東西引張応力場	西落ちの正断層として活動	プレインバージョン期 ポストリフト期
9					
10					
11					
12					
13	中新世 中期				リフト期 ※2
14					
15					
16					
17	前期	F層			

〰 不整合

※1：応力場が変わり、既存の断層がこれまでとは異なった運動方向に再活動する時代。ここでは、東西引張応力場から東西圧縮応力場になり、過去に正断層として活動した断層が、逆断層として活動するようになった。

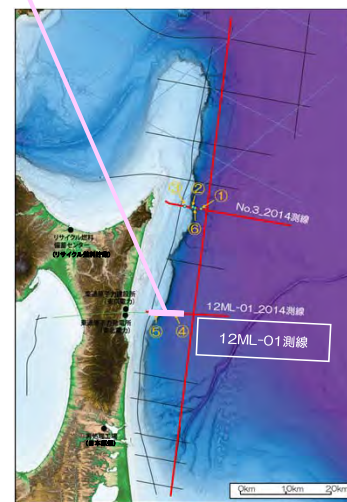
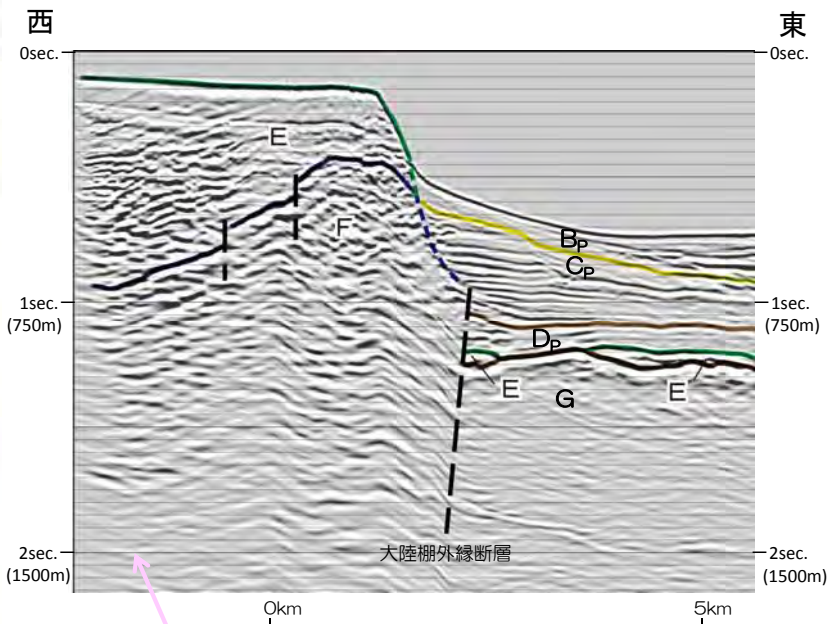
※2：引張応力場において、地殻に伸張作用が生じ、沈降陥没が起きた時代。

■第三者委員会からのコメント（平成26年度第3回会合、平成27年2月25日開催）

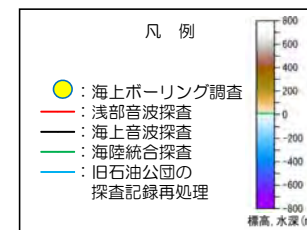
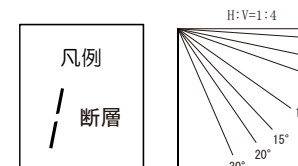
『海上音波探査でとらえられる精度においては、海上ボーリングを含めたこれまでの地質データを総合すると、大陸棚外縁断層はE層堆積期には西落ちの正断層として活動し、D_p層堆積期には西上がりの逆断層として活動し、C_p層上部堆積期にはその活動が終息していたとする解釈は妥当である。』

【12ML-O1測線】

（反射断面は平成24～25年度に深部構造把握のために実施した海上音波探査結果）



測線位置図



<これまでの主な経緯>

○平成24年11月22日公表

日本原燃株式会社、東北電力株式会社およびリサイクル燃料貯蔵株式会社は、原子力施設の安全性に関する説明性のさらなる向上を図るため、中長期的な取り組みとして、大陸棚外縁および下北半島の地下深部の構造を把握し、この地形を形成したメカニズムを検討することとし、3社共同で海上音波探査を主体とした調査を開始。

○平成25年5月13日公表

大陸棚外縁の地形を形成した地下深部の地質構造を把握するためには、太平洋側海域から陸奥湾を含めたより広範囲のデータを取得していくことが原子力施設の安全性に関する説明性のさらなる向上につながるものと判断し、平成25年5月から6月にかけて、陸奥湾側における海上音波探査を実施。（本時期より協議が整った東京電力株式会社も参加）

また、客観的な立場から幅広くご指導・ご助言をいただきながら、評価を実施していくため、有識者から構成される第三者委員会（下北半島東部の地質構造に関する検討委員会）を設置。

○平成25年12月17日公表

海底地形面調査、海上音波探査および採泥調査の結果とその時点における事業者の評価を公表。

- ・調査の結果、大陸棚外縁の深部地質構造が明らかになり、大陸棚外縁断層は「将来活動する可能性のある断層等」ではないという評価も含めて、これまでの事業者の耐震設計上の評価が変わるものではないことを確認。
- ・また、大陸棚上および大陸棚外縁の急斜面の地質は、新第三紀中新世（約2,300～500万年前）に堆積した地層であり、これまでの事業者の地質構造解釈と整合することも確認。

本評価については、引き続き、有識者から構成される第三者委員会より、客観的な立場から幅広くご指導・ご助言をいただきながら、取りまとめを実施。

○平成26年3月24日公表

深い海底を掘削可能な地球深部探査船「ちきゅう」を活用することが可能となったことから、下北半島東部の地質データのさらなる拡充を目的として、同船による海上ボーリング調査および同調査を補完する目的の海上音波探査を、平成26年4月から5月にかけて実施。

※参考

全6回の第三者委員会の各会合の開催日及び公表日は下記の通り。

- 第1回会合；平成25年 7月17日開催（平成25年 7月26日公表）
- 第2回会合；平成25年10月31日開催（平成25年11月15日公表）
- 第3回会合；平成26年 1月17日開催（平成26年 1月31日公表）
- 平成26年度第1回会合；平成26年 8月20日開催（平成26年 9月 5日公表）
- 平成26年度第2回会合；平成26年12月 9日開催（平成26年12月24日公表）
- 平成26年度第3回会合；平成27年 2月25日開催（平成27年 3月18日公表）