

2. 敷地周辺海域

2.1 敷地周辺海域の地質層序

①敷地周辺海域の地質層序

- 敷地周辺海域は、敷地前面海域よりさらに広域な海域であり、以下の5つの海域に区分している。
 - ・A海域: 留萌西側の海域
 - ・B海域: 神威岬、弁慶岬及び積丹岬のそれぞれ西側の海域
 - ・C海域: 余市北側の海域
 - ・D海域: 敷地前面海域に隣接する神威海脚西側の海域
 - ・E海域: 寿都海底谷付近の海域
- 海上音波探査記録の解析による地層区分及び文献調査等による各層の地質時代の対比により、敷地周辺海域の地質層序を作成している。

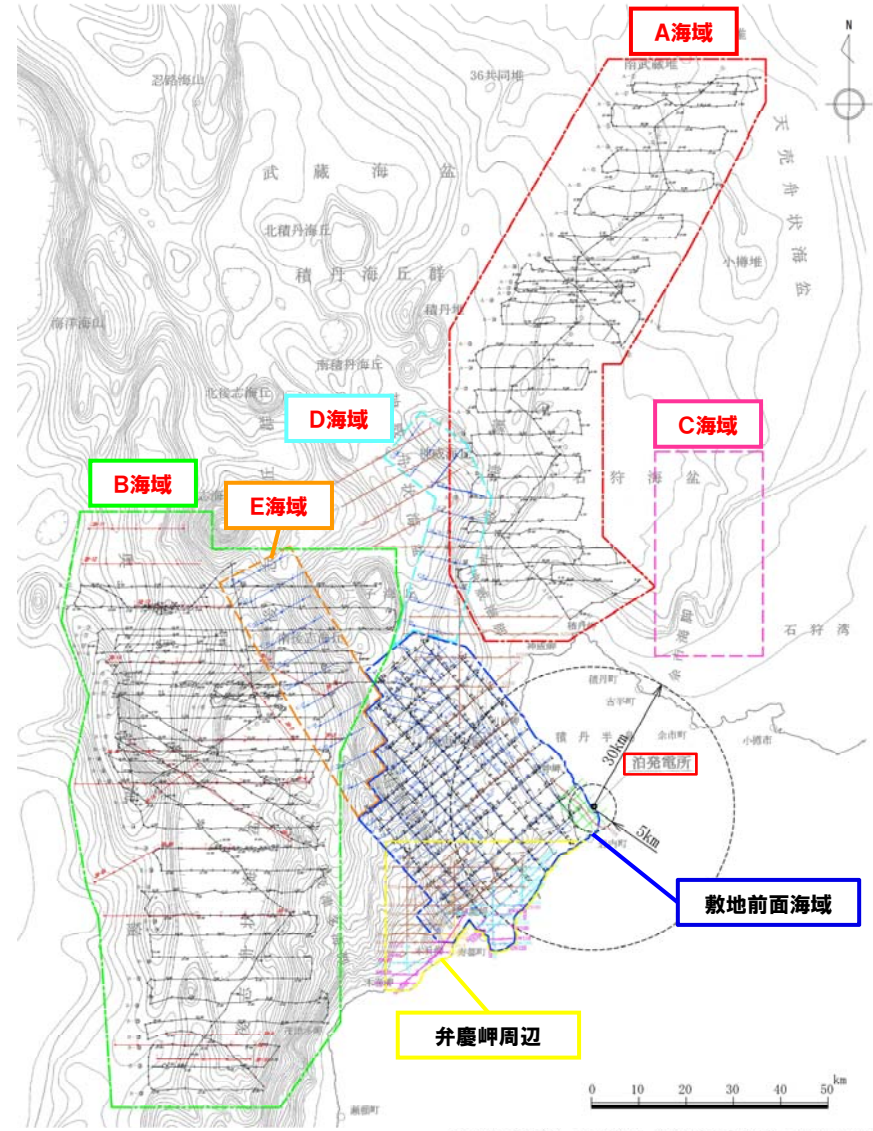
敷地前面海域及び敷地周辺海域の地質層序の対比

地質時代	敷地前面 D, E※1		A, C	B※2
	第四紀	完新世	I	I
更新世	後期	II	I ~ II	I ~ II
	中期	III	III	III
	前期	IV	III'	IV (V)
新第三紀	鮮新世	V	IV	IV (VI)
古第三紀	漸新世	VI	V	V
	始新世			
	暁新世	VII		
先第三紀				

※1: D海域及びE海域の地質は、敷地前面海域と隣接していることから、敷地前面海域の地質と同様に区分され、その形成年代も同様に対比される。

※2: B海域のIV層は、上部及び下部に分けられ、それぞれ敷地前面海域のV層、VI層に対比されるため、IV (V) 層及びIV (VI) 層と呼称している。

凡 例	
敷地前面海域	A-①, 2001
A海域	30-2
B海域	C-11
C海域	S.M-1W
D海域	2
E海域	
弁慶岬周辺	



海上音波探査測線図

2.2 敷地周辺海域の地層区分

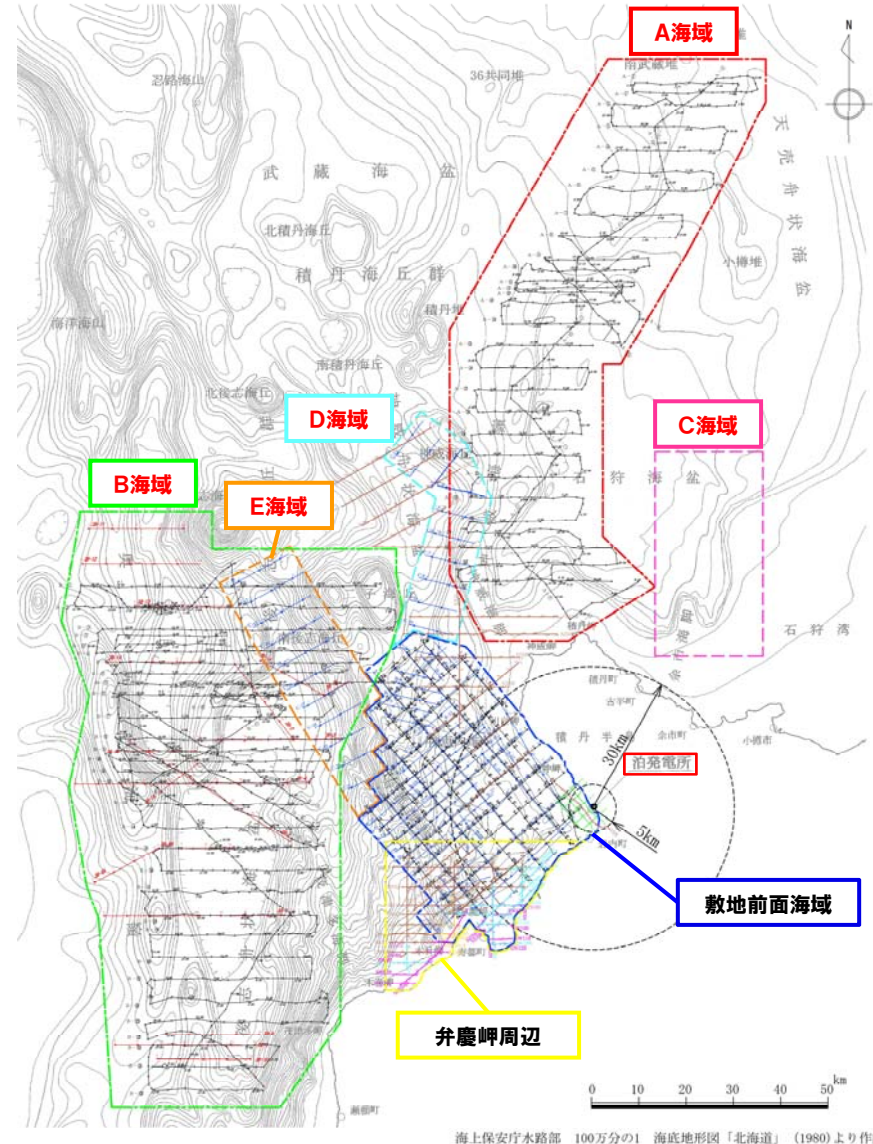
①敷地周辺海域の地層区分

- 敷地周辺海域における海上音波探査の測線配置は、文献断層にほぼ直交する東西方向に約5km間隔を基本としている。
- A海域及びB海域の地層は、反射パターンの特徴、敷地前面海域との反射面の連続性等より、上位からI層～V層に区分している。
- C海域の地層は、A海域の地層との連続性を確認していることから、A海域の地層と同様に区分している。
- D海域及びE海域の地層は、敷地前面海域に隣接していることから、敷地前面海域の地層と同様に区分している。

敷地周辺海域における海上音波探査の仕様

海域	A海域		B海域		C海域	D, E海域	
音源	エアガン※1	スーパーカ	エアガン (GIガン)	ウォーターガン	エアガン※2	エアガン	エアガン (GIガン)
受信形態	マルチチャンネル	シングルチャンネル	マルチチャンネル	シングルチャンネル	シングルチャンネル	マルチチャンネル	
対象深度の目安	3000～4500m程度	750m以浅	4500～5000m程度	2500～3000m程度	2000～3000m程度	2000～3000m程度	

※1:石油公団
※2:地質調査所



海上音波探査測線図

海上保安庁水路部 100万分の1 海底地形図「北海道」(1980)より作成

2.2 敷地周辺海域の地層区分

②各層の特徴

- 各層における地層境界及び反射パターンの主な特徴を示す。
- 各層における地層境界及び反射パターンの主な特徴については、P80～P83に代表的な測線を例示する。

敷地周辺海域の地層区分 (A海域, B海域)

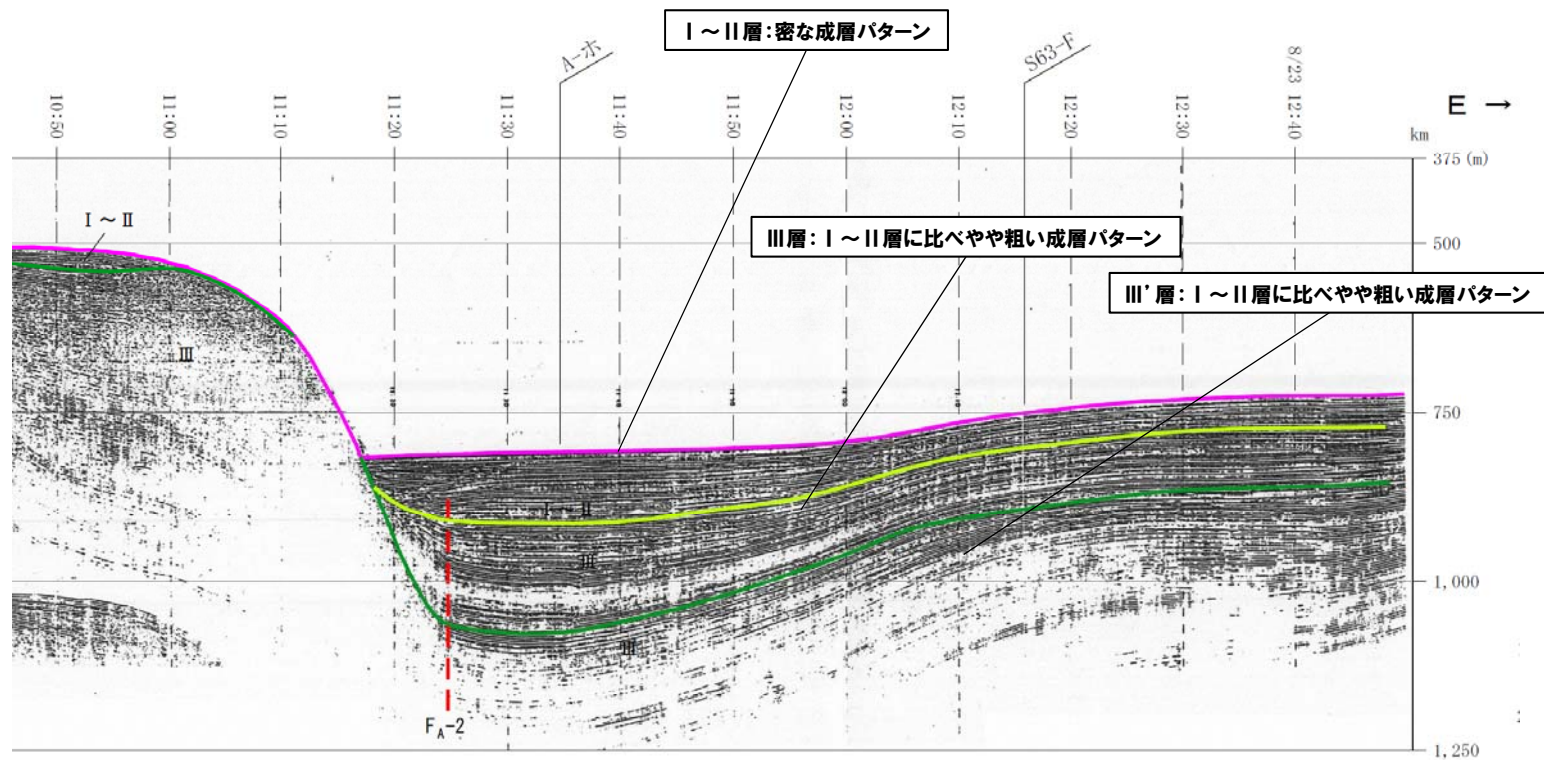
地質時代		A海域		B海域*	
		地層区分	反射パターンの特徴	地層区分	反射パターンの特徴
第四紀	完新世	I ~ II	主に密な成層パターンが認められる。	I ~ II	主に強いコントラストの成層パターン及び弱いコントラストの成層パターンが認められる。
	後期				
	更新世	中期	III	III	海盆部では主に弱いコントラストの成層パターンが認められる。海嶺部では主に断続した成層パターンが認められる。
前期					
新第三紀	鮮新世	III ⁻	主にI ~ II層に比べやや粗い成層パターンが認められる。	IV (V)	IV (V) は、主に断続した成層パターン及び弱いコントラストの成層パターンが認められる。
	中新世	IV	層理の発達が認められる。		
古第三紀	漸新世	V	層理が発達せず、白くチラチラしたパターンが認められる。	V	主に白ヌケパターン、一部に不明瞭な成層パターンが認められる。
	始新世				
	暁新世				
白亜紀		先白亜紀			
先白亜紀					

※B海域のIV層は、上部及び下部に分けられ、それぞれ敷地前面海域のV層、VI層に対比されるため、IV (V) 層及びIV (VI) 層と呼称している。

2.2 敷地周辺海域の地層区分

③-1 反射パターンの主な特徴の例 (A海域 測線A-15)

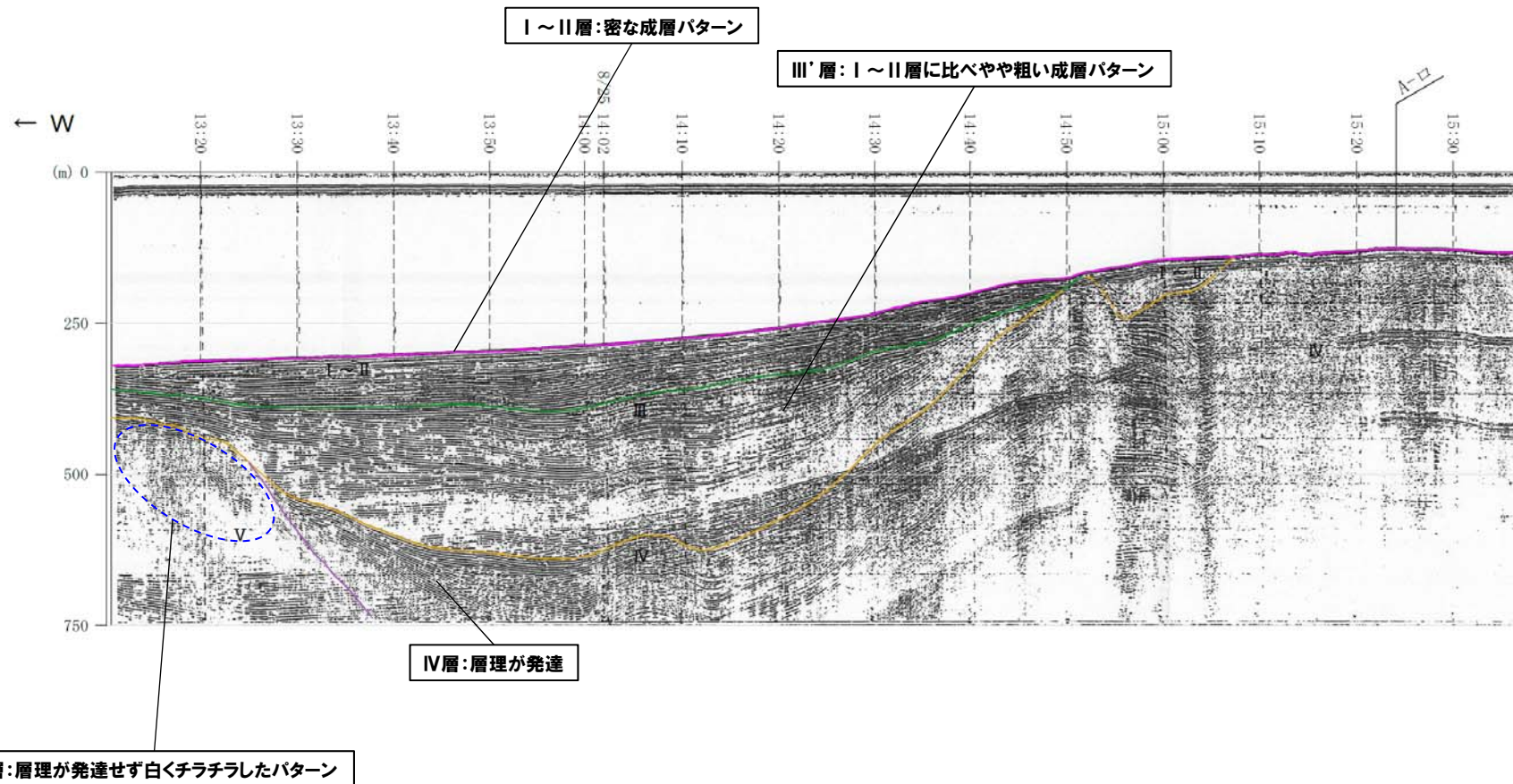
測線A-15



2.2 敷地周辺海域の地層区分

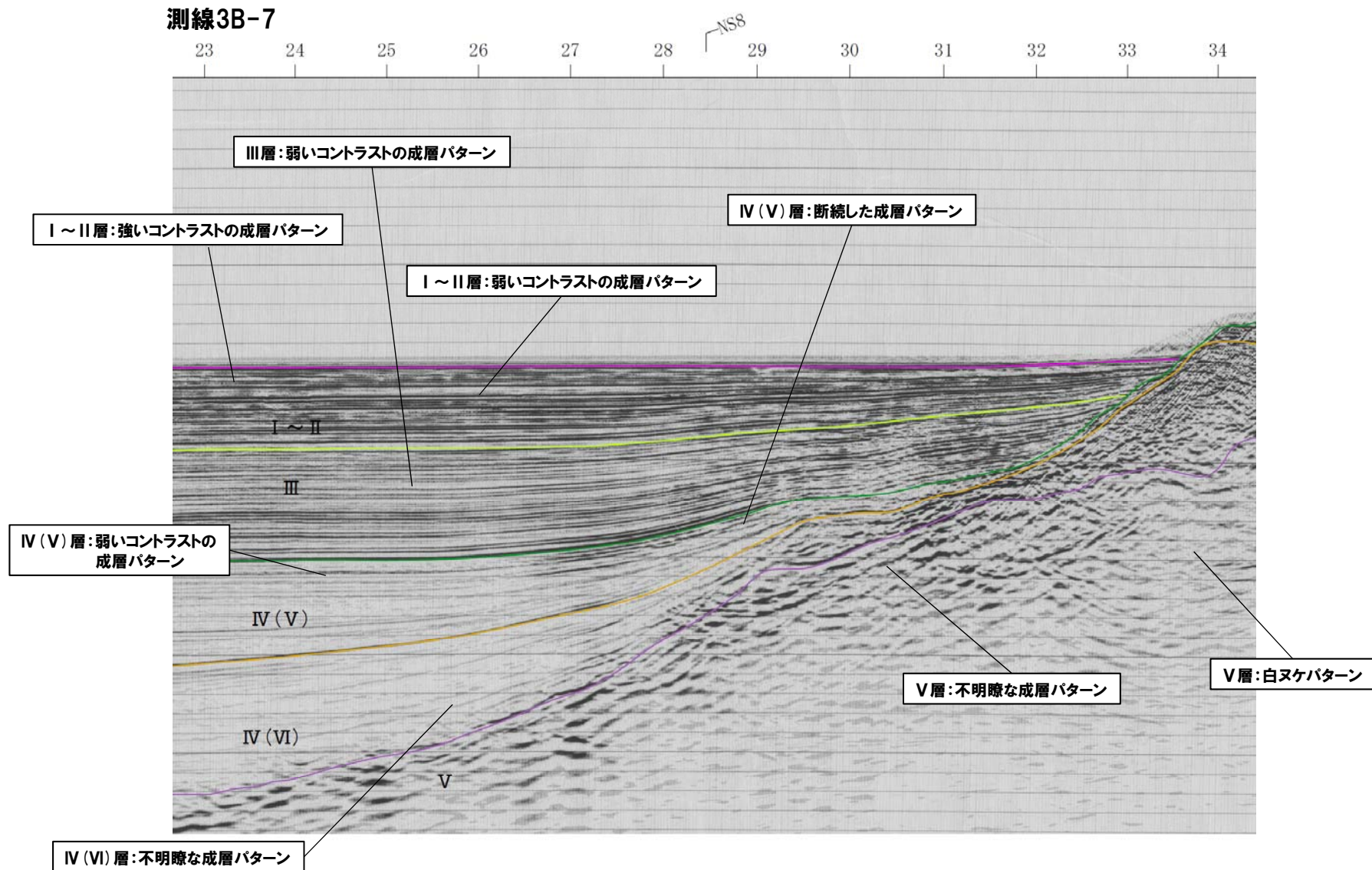
③-2 反射パターンの主な特徴の例 (A海域 測線A-4)

測線A-4



2.2 敷地周辺海域の地層区分

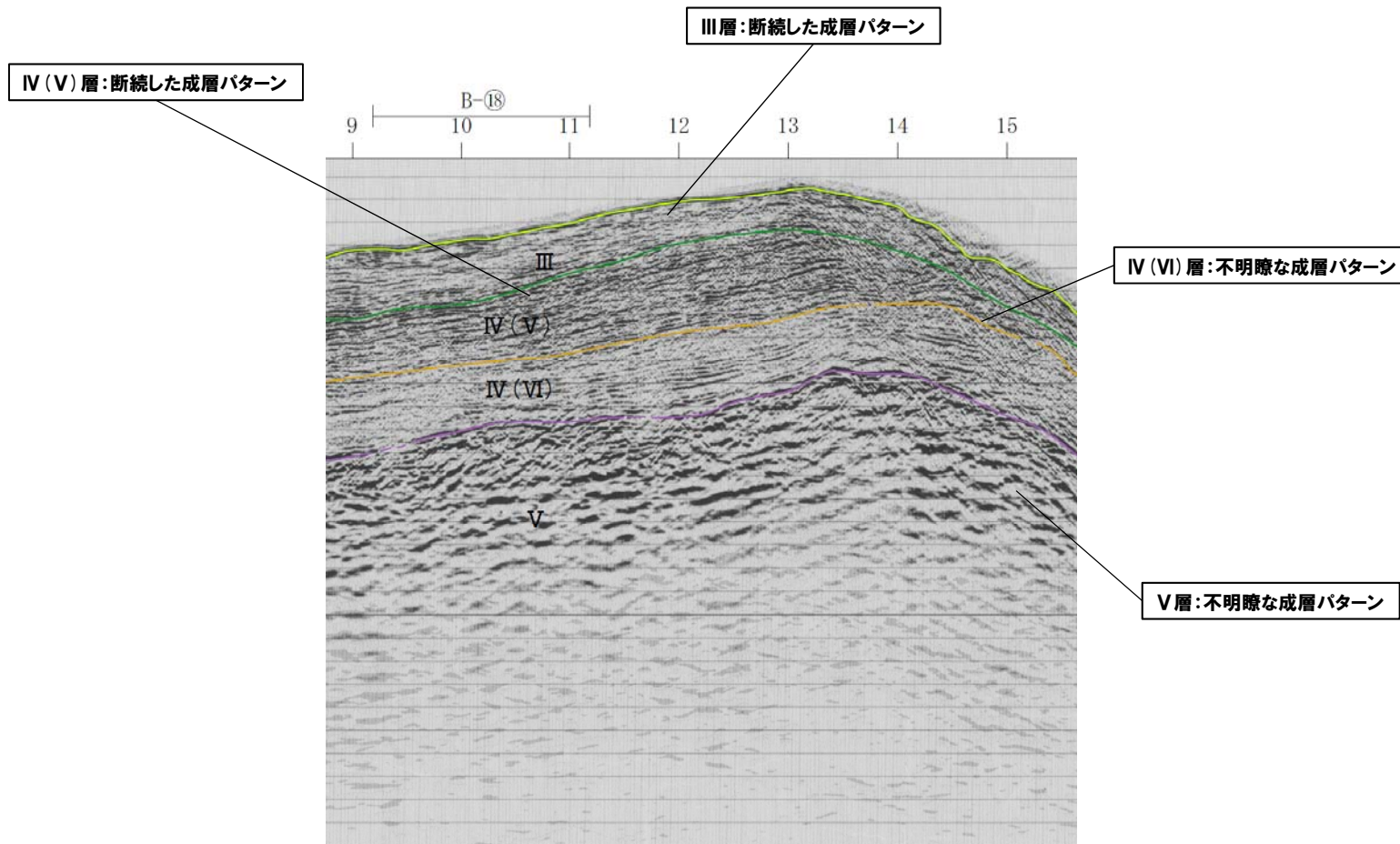
③-3 反射パターンの主な特徴の例 (B海域 測線3B-7)



2.2 敷地周辺海域の地層区分

③-4 反射パターンの主な特徴の例 (B海域 測線3B-7)

測線3B-7

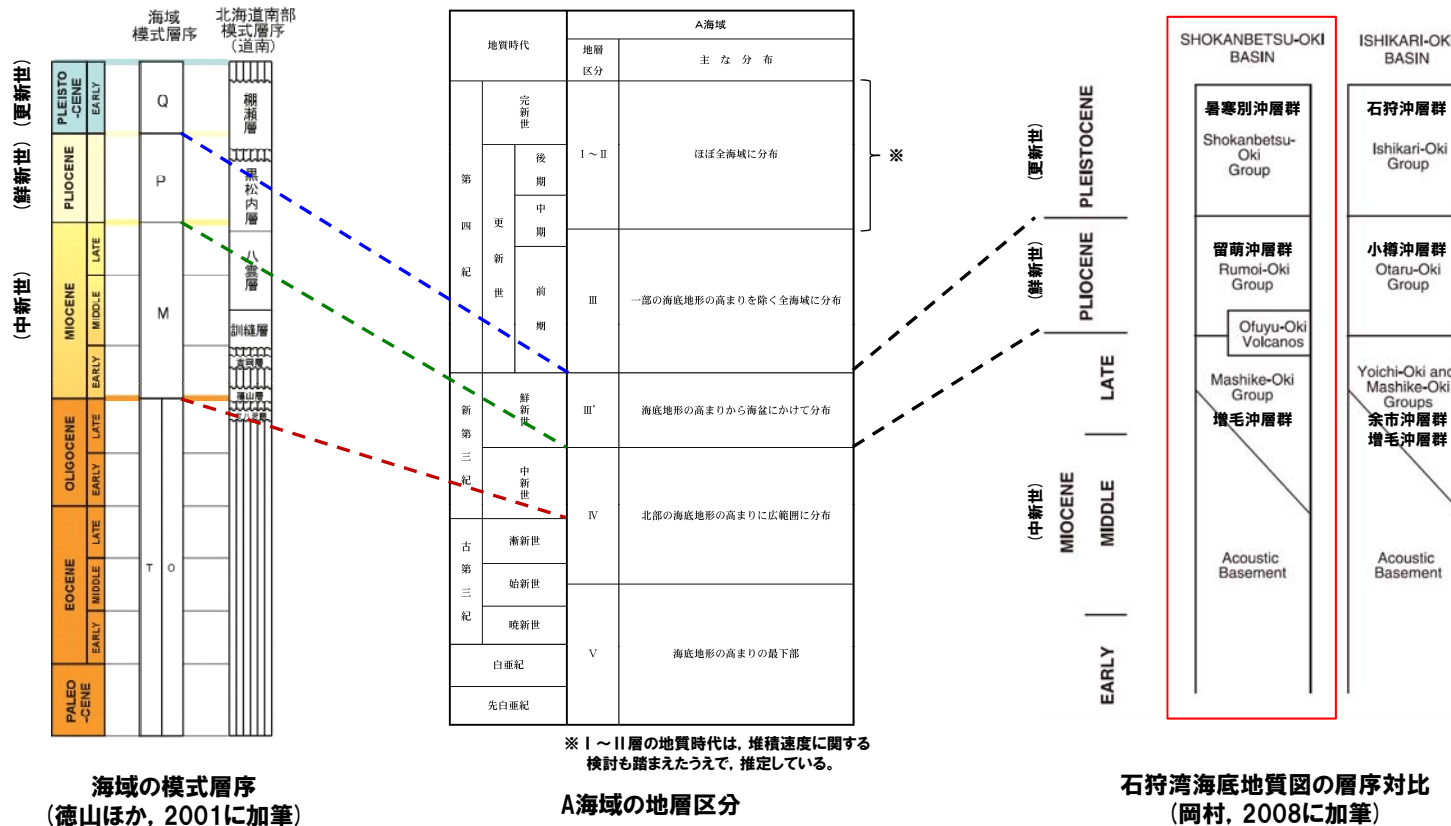


余白

2.3 各層の地質時代

①-1 A海域の地質時代(まとめ)

- 地層区分は、海上音波探査記録における反射パターンの特徴、不整合等に着目し、近接測線との整合性を勘案したうえで、I～V層に区分している。
- 各層の地質時代については、徳山ほか(2001)及び岡村(2008)における断面図との対比から推定している。
- また、I～II層の地質時代については、堆積速度に関する検討も踏まえたうえで、推定している。



A海域の地層区分と各文献との対比総括

2.3 各層の地質時代

①-2 A海域の地質時代(文献との対比 徳山ほか, 2001) (-1/2-)

○徳山ほか(2001)によれば, 石油公団がA海域で実施した海上音波探査記録を解釈しており, 古第三系以下をT層, 新第三系中新統をM層, 鮮新統をP層, 第四系下部更新統をQ層に区分している。

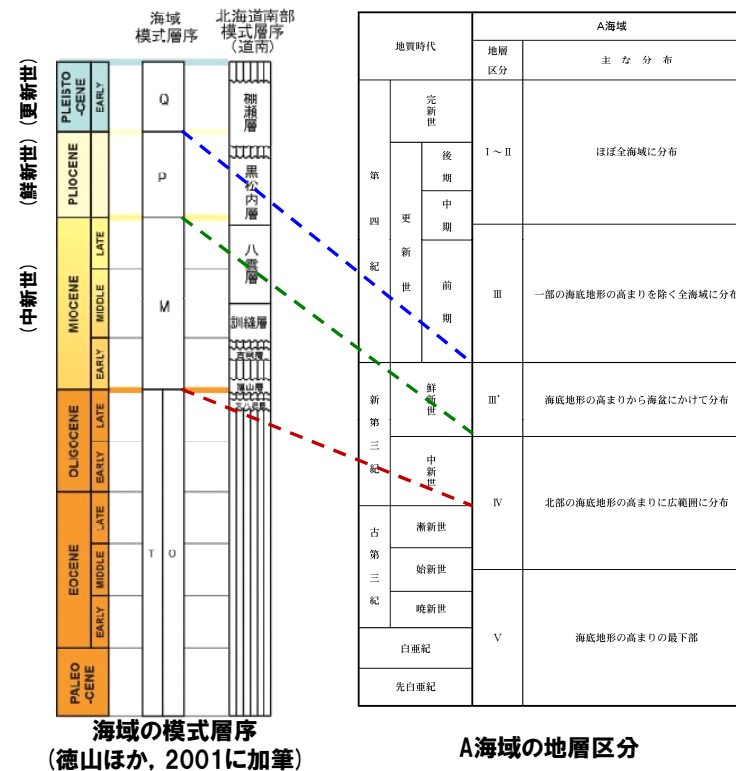
○徳山ほか(2001)において解釈が行われている測線S63-13は, 当社測線A-11'と重なることから, 地質断面図の対比を実施した(次頁参照)。

【対比結果】

・当社III層とIII'層との境界及びQ層とP層との境界が概ね同程度の深度に認められる。



○各層の地質時代は, 概ねI~II層及びIII層は完新世~更新世, III'層は鮮新世と推定される。



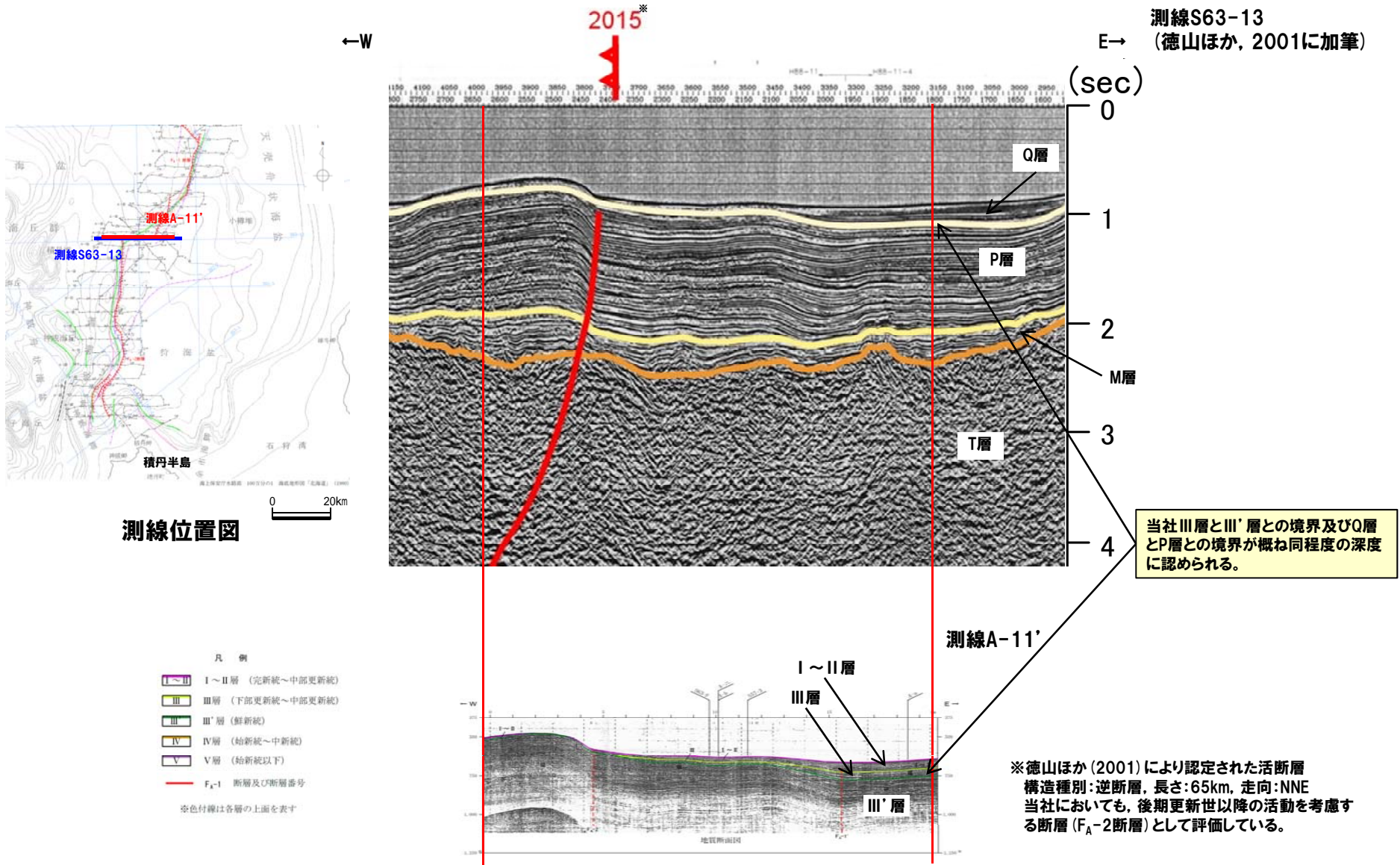
海域の模式層序
(徳山ほか, 2001に加筆)

A海域の地層区分

徳山ほか(2001)との対比結果

2.3 各層の地質時代

①-2 A海域の地質時代(文献との対比 徳山ほか, 2001) (-2/2-)



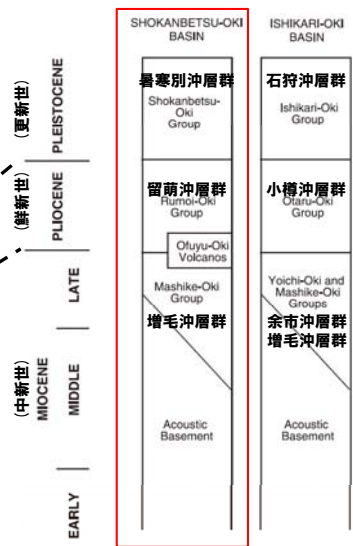
2.3 各層の地質時代

①-3 A海域の地質時代(文献との対比 岡村, 2008) (-1/2-)

- 岡村(2008)によれば、石狩湾で実施されたボーリング調査の結果及び周辺陸域の層序を参考とし、海域の地質年代を推定しており、A海域の範囲においては新第三系中新統を増毛沖層群、鮮新統を留萌沖層群、第四系更新統を暑寒別沖層群に区分している。
- 岡村(2008)において解釈が行われている測線Fig.8は、A海域の測線S57-2と交差することから、地質断面図の対比を実施した(次頁参照)。
- 【対比結果】**
 - ・当社III層とIII'層との境界及び暑寒別沖層群と留萌沖層群との境界は、概ね同程度の深度に認められる。
 - ・当社IV層の分布及び増毛沖層群の分布は、概ね整合している。

○各層の地質時代は、I~II層及びIII層は完新世~更新世、III'層は鮮新世及びIV層は中新世以前と推定される。

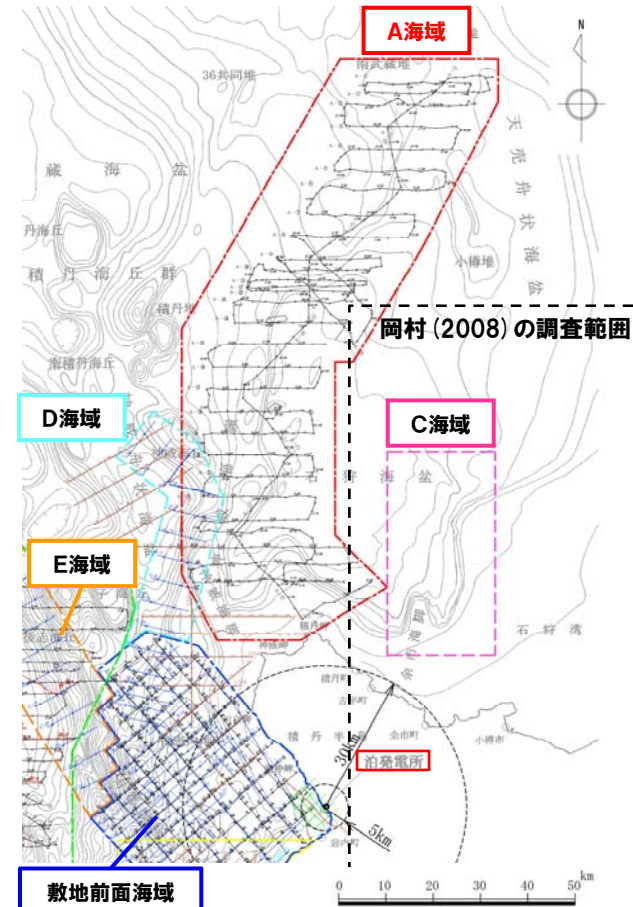
地質時代		A海域	
地層区分		主な分布	
第四紀	更新世	I~II	ほぼ全海域に分布
	後期		
	中期		
	前期	III	一部の海底地形の高まりを除く全海域に分布
新第三紀	鮮新世	III'	海底地形の高まりから海盆にかけて分布
	中新世	IV	北部の海底地形の高まりに広範囲に分布
古第三紀	漸新世	V	海底地形の高まりの最下部
	始新世		
白垩紀			
先白垩紀			



A海域の地層区分

石狩湾海底地質図の層序対比 (岡村, 2008に加筆)

岡村(2008)との対比結果



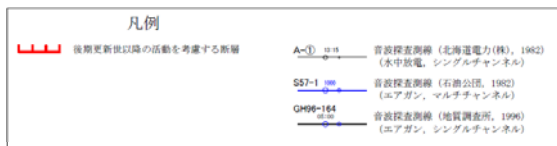
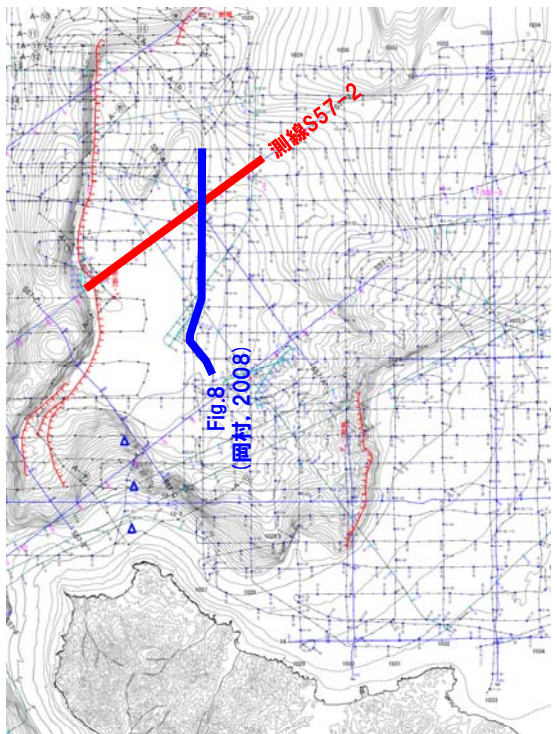
海上保安庁水路部 100万分の1 海底地形図「北海道」(1980)より作成



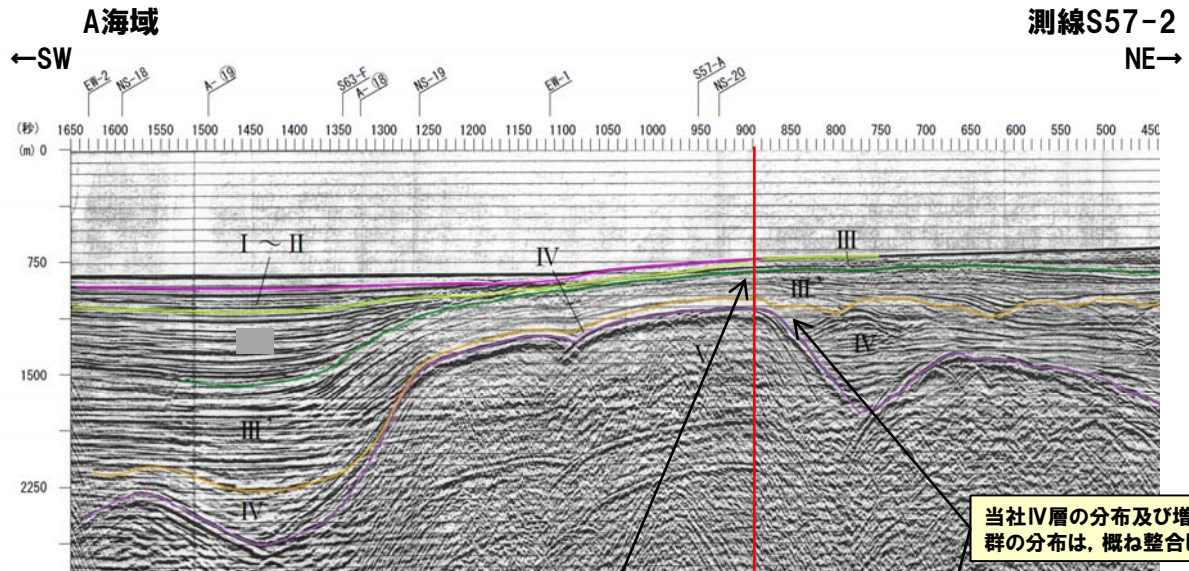
海上音波探査測線図

2.3 各層の地質時代

①-3 A海域の地質時代 (文献との対比 岡村, 2008) (-2/2-)



測線位置図



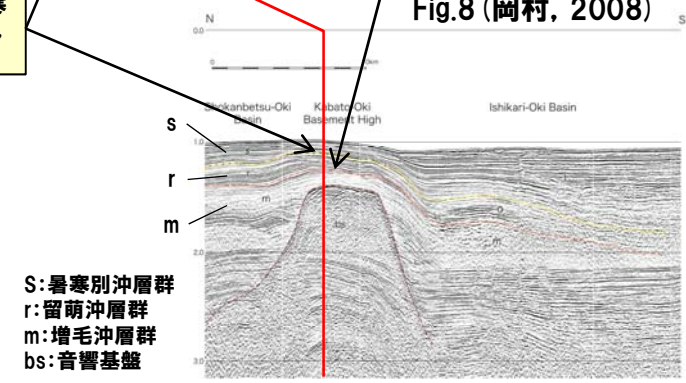
当社III層とIII'層との境界及び暑寒別沖層群と留萌沖層群との境界は、概ね同程度の深度に認められる。

当社IV層の分布及び増毛沖層群の分布は、概ね整合している。

Fig.8 (岡村, 2008)

- 凡例
- I~II層 (完新統~中部更新統)
 - III層 (下部更新統~中部更新統)
 - III'層 (鮮新統)
 - IV層 (始新統~中新統)
 - V層 (始新統以下)
 - F_A-1 断層及び断層番号

※色付線は各層の上面を表す



S:暑寒別沖層群
r:留萌沖層群
m:増毛沖層群
bs:音響基盤

2.3 各層の地質時代

①-4 A海域の地質時代（堆積速度に関する検討）（-1/2-）

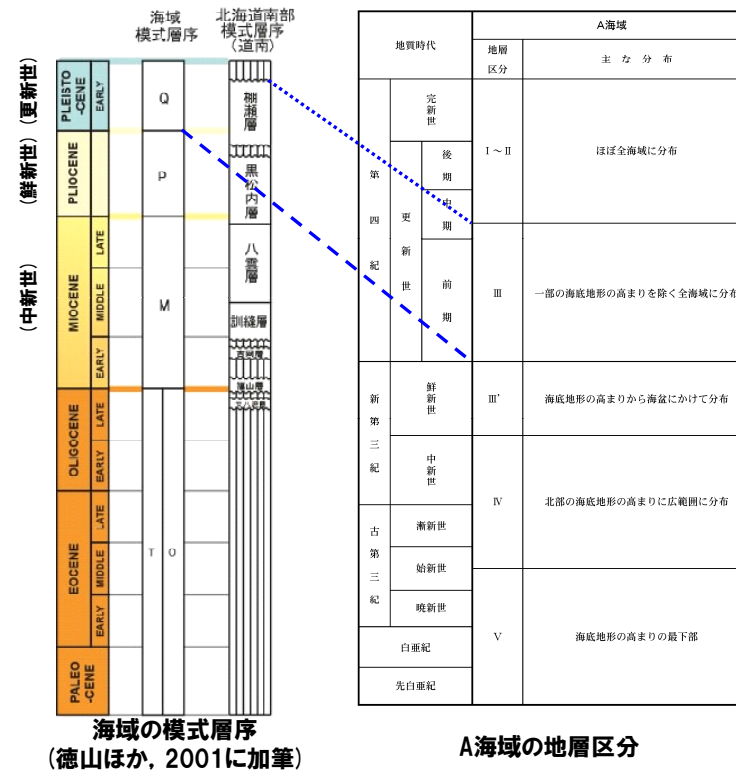
- 徳山ほか（2001）によれば、海域模式層序のうちQ層は、陸域（北海道南部模式層序（道南））における瀬棚層及び上位層に対比されており、これは、III層及びI～II層に該当することから、III層は中部更新統～下部更新統に、I～II層は完新統～中部更新統に対比されるものと考えられる。
- 片山ほか（2012）によれば、当社A海域に相当する石狩海盆内における柱状試料の分析結果から、表層の堆積速度は11.6cm/千年であるとされていることから、I～II層の地質時代について堆積速度に関する検討を実施した。

【検討結果】

- ・試料採取位置に近接する測線のI～II層の層厚は、約60～約260m（層厚の一例は次頁参照）であり、堆積速度（11.6cm/千年）を考慮すると、I～II層基底の年代は約50万年前～約220万年前と推定される。



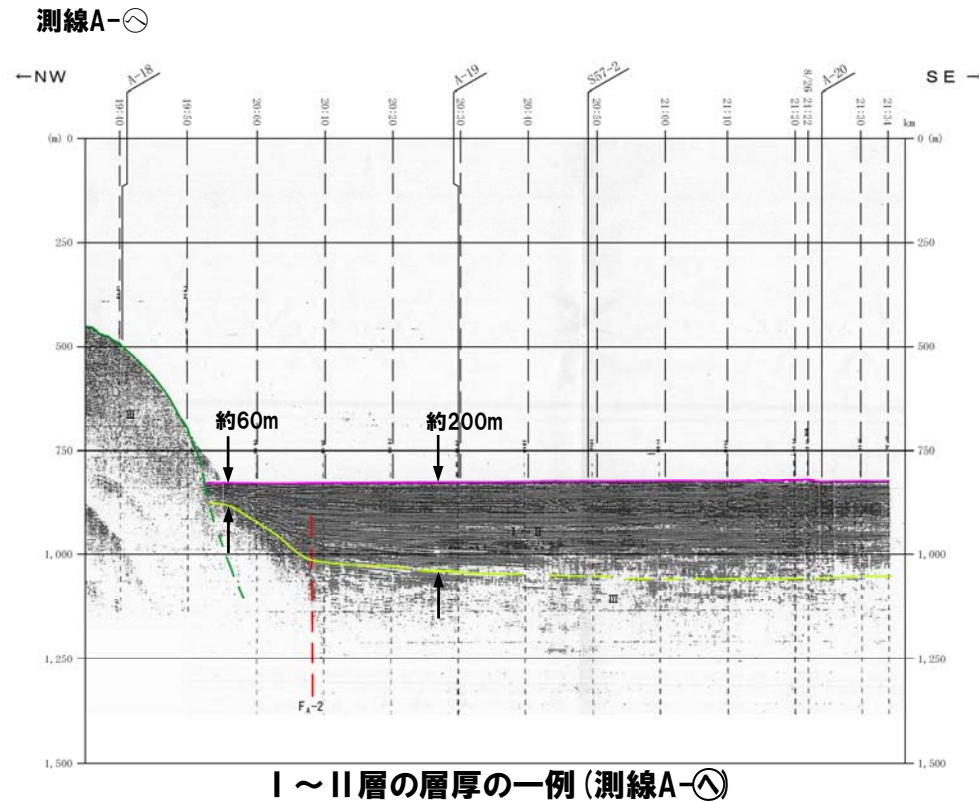
- 堆積速度に関する検討も踏まえ、I～II層の地質時代は、保守的に、完新世～中期更新世と推定している。



徳山ほか（2001）との対比結果

2.3 各層の地質時代

①-4 A海域の地質時代(堆積速度に関する検討) (-2/2-)

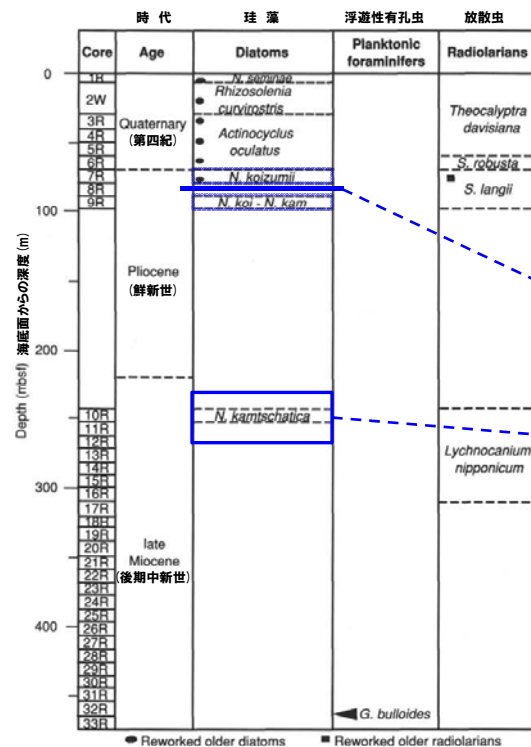


余白

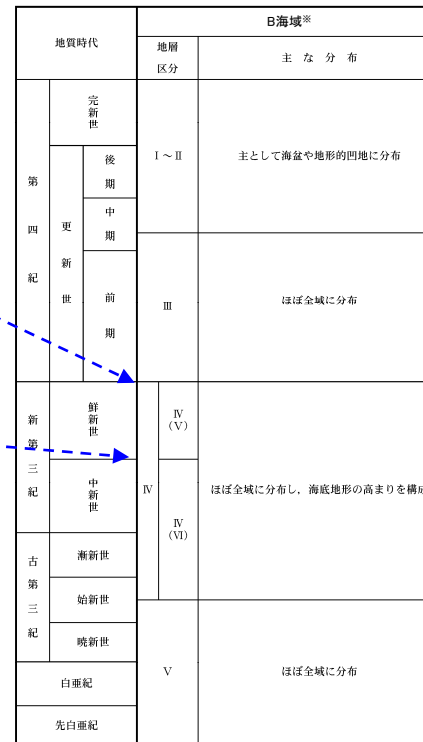
2.3 各層の地質時代

②-1 B海域の地質時代(まとめ)

- 地層区分は、海上音波探査記録における反射パターンの特徴、不整合等に着目し、近接測線との整合性を勘案したうえで、I～V層に区分している。
- 各層の地質時代については、Tamaki et al. (1990) において、B海域におけるボーリング調査 (ODP796B孔) による試料から珪藻分析を行っており、近接する当社海上音波探査記録との対比から、概ねIII層が更新世、IV (V) 層が鮮新世及びIV (VI) 層が中新世以前と推定される。
- また、I～II層の地質時代については、堆積速度に関する検討も踏まえたうえで、推定している。



ODP796B孔における生層序 (Tamaki et al., 1990に加筆)



B海域の地層区分

I～II層の地質時代は、堆積速度に関する検討も踏まえたうえで、推定している。

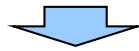
*B海域のIV層は、上部及び下部に分けられ、それぞれ敷地前面海域のV層、VI層に対比されるため、IV (V) 層及びIV (VI) 層と呼称している。

B海域の地層区分と各文献との対比総括

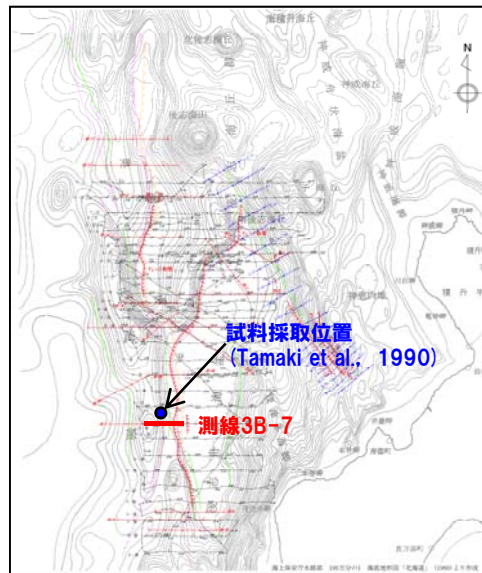
2.3 各層の地質時代

②-2 B海域の地質時代 (文献との対比 Tamaki et al., 1990) (-1/2-)

- Tamaki et al. (1990) によれば, B海域におけるボーリング調査 (ODP796B孔) による試料から珪藻分析を行っており, 右図に示す生層序を作成している。
 - 当該ボーリング調査箇所に近接する当社海上音波探査測線3B-7へ, 生層序を投影し, 地質断面図との対比を実施した (次頁参照)。
- 【対比結果】**
- ・III層とIV (V) 層の境界深度は, Tamaki et al. (1990) における珪藻化石帯 *N.koizumii* 帯と *N.koi-N.kam* 帯の境界深度に対応し, IV (VI) 層上部の深度は, Tamaki et al. (1990) における珪藻化石帯 *N.kamtschatica* 帯に対応している。

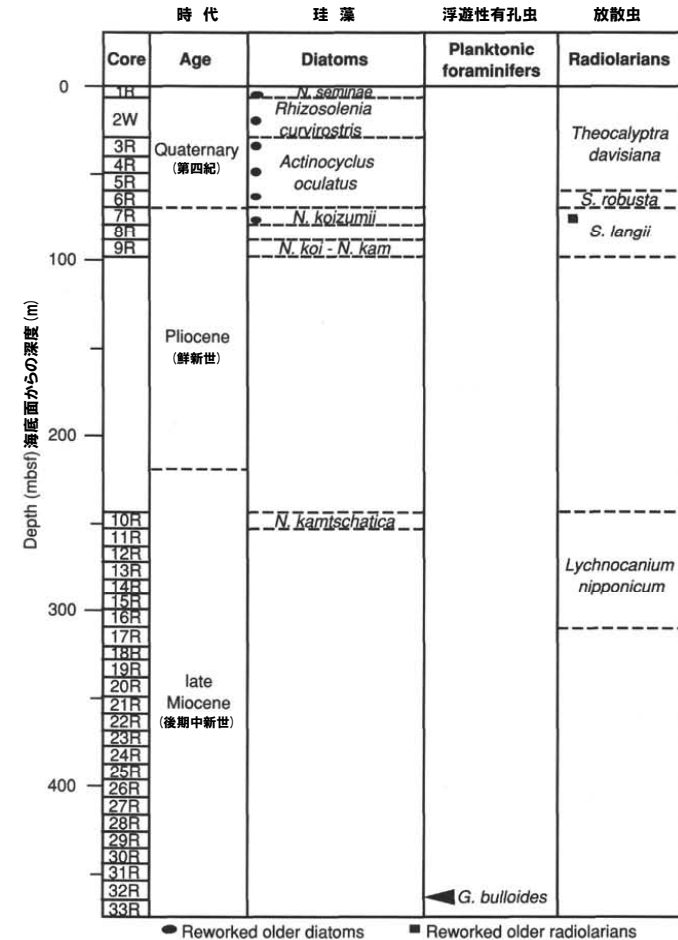


- 各層の地質時代は, 概ねIII層は更新世, IV (V) 層は鮮新世及びIV (VI) 層が中新世以前と推定される。



位置図

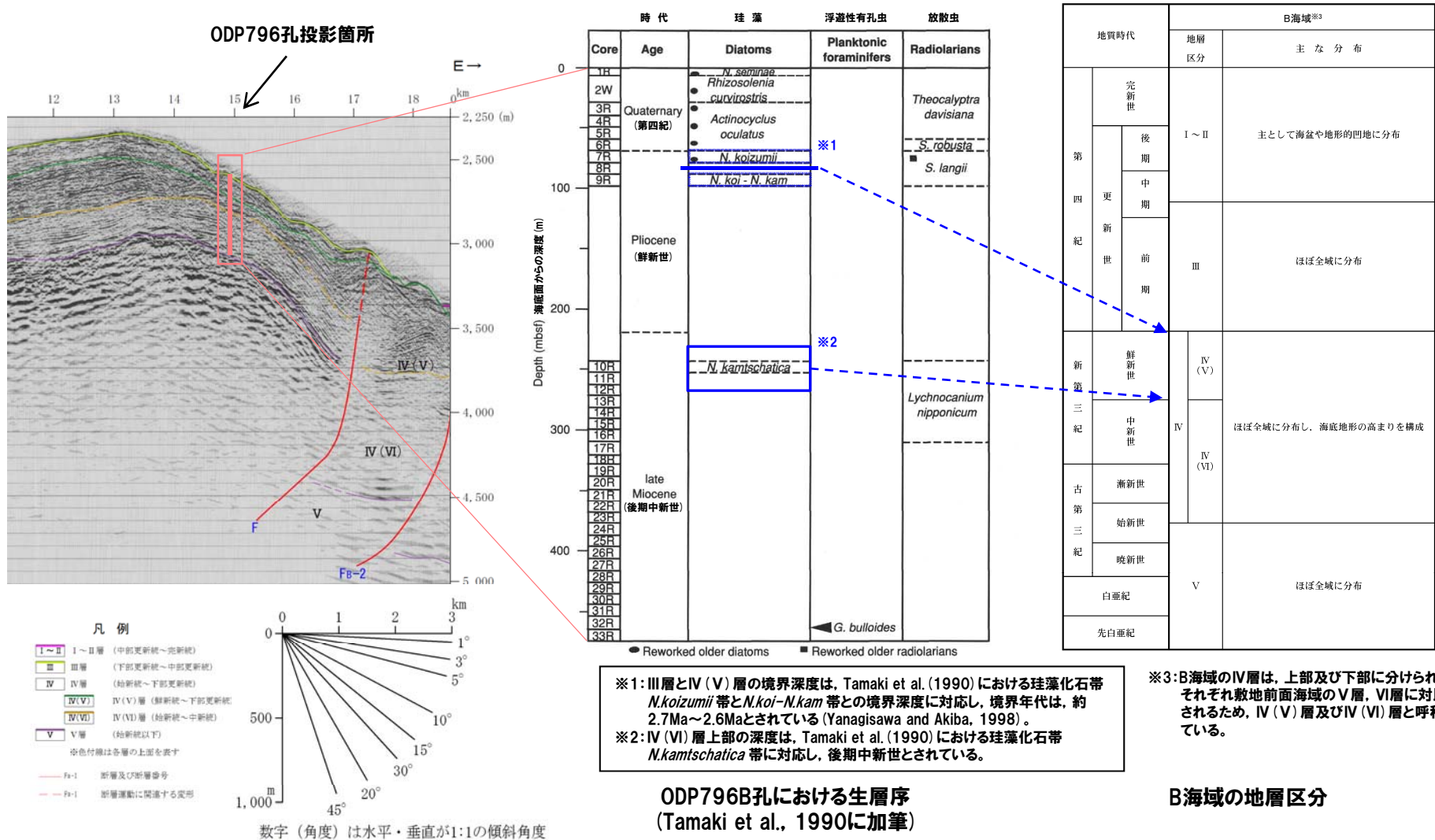
0 20km



ODP796B孔における生層序 (Tamaki et al., 1990に加筆)

2.3 各層の地質時代

②-2 B海域の地質時代 (文献との対比 Tamaki et al., 1990) (-2/2-)



地質断面図 (測線3B-7)

Tamaki et al. (1990)との対比結果

2.3 各層の地質時代

②-3 B海域の地質時代（堆積速度に関する検討）（-1/2-）

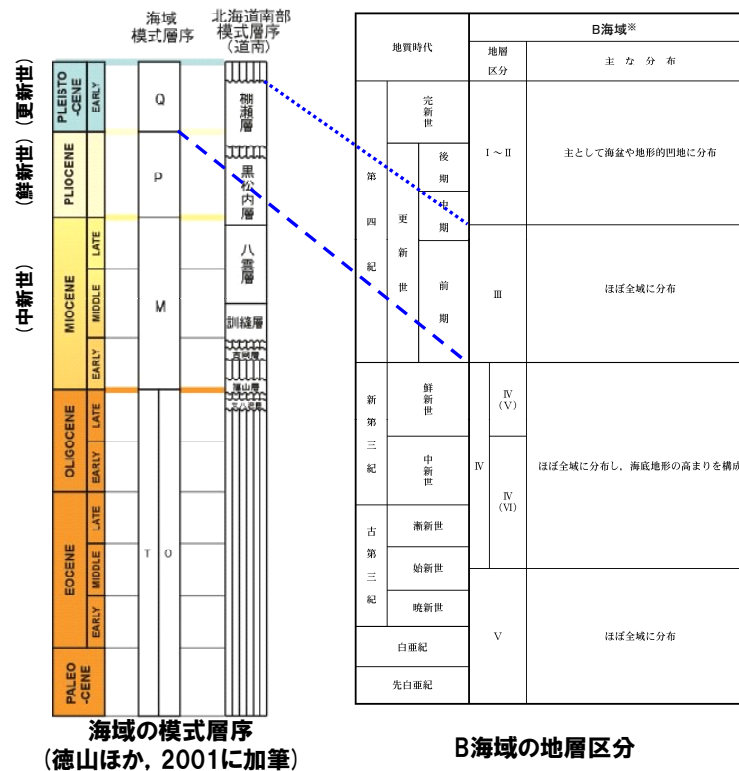
- 徳山ほか（2001）によれば、海域模式層序のうちQ層は、陸域（北海道南部模式層序（道南））における瀬棚層及び上位層に対比されており、これは、III層及びI～II層に該当することから、III層は中部更新統～下部更新統に、I～II層は完新統～中部更新統に対比されるものと考えられる。
- 片山ほか（2012）によれば、当社B海域に相当する後志舟状海盆内における柱状試料の分析結果から、表層の堆積速度は32cm/千年（タービダイトを考慮）であるとされていることから、I～II層の地質時代について堆積速度に関する検討を実施した。

【検討結果】

- ・試料採取位置に近接する測線のI～II層の層厚は、約170～約440m（層厚の一例は次頁参照）であり、堆積速度（32cm/千年）を考慮すると、I～II層基底の年代は約50万年前～約140万年前と推定される。



- 堆積速度に関する検討も踏まえ、I～II層の地質時代は、保守的に、完新世～中期更新世と推定している。

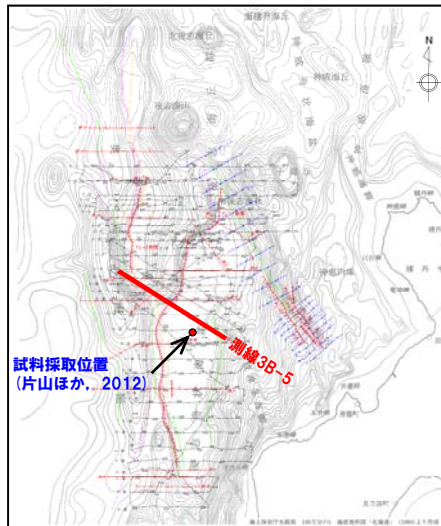


※B海域のIV層は、上部及び下部に分けられ、それぞれ敷地前面海域のV層、VI層に対比されるため、IV (V) 層及びIV (VI) 層と呼称している。

徳山ほか（2001）との対比結果

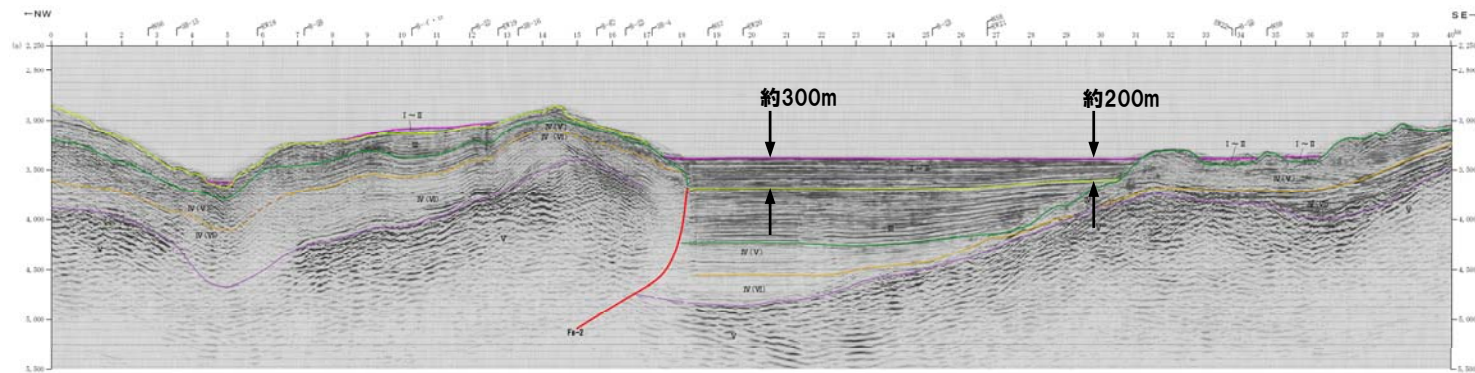
2.3 各層の地質時代

②-3 B海域の地質時代 (堆積速度に関する検討) (-2/2-)

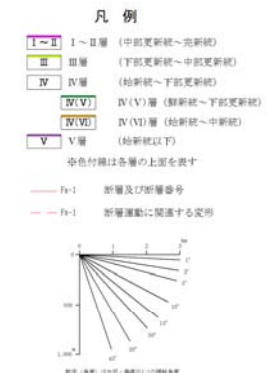


位置図

0 20km



I ~ II層の層厚の一例 (測線3B-5)

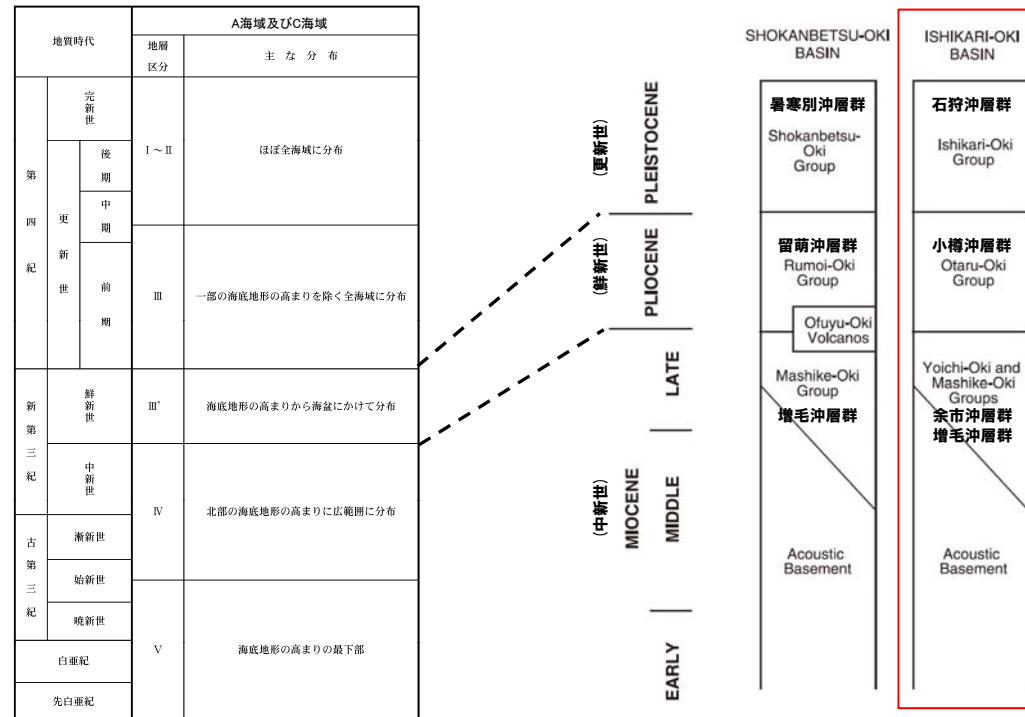


余白

2.3 各層の地質時代

③-1 C海域の地質時代(まとめ)

- 地層区分は、海上音波探査記録における反射パターンの特徴、不整合等に着目し、近接測線との整合性を勘案したうえで、I～V層に区分している。
- 各層の地質時代は、C海域とA海域は隣接していること及び各層が連続することを確認していること(P110～P111参照)から、A海域と同様に対比される。
- 各層の地質時代については、岡村(2008)における断面図との対比からも確認している。



A海域及びC海域の地層区分

石狩湾海底地質図の層序対比
(岡村, 2008に加筆)

C海域の地層区分と文献との対比総括

2.3 各層の地質時代

③-2 C海域の地質時代 (文献との対比 岡村, 2008) (-1/2-)

○岡村 (2008) によれば、石狩湾で実施されたボーリング調査の結果及び周辺陸域の層序を参考とし、海域の地質年代を推定しており、C海域の範囲においては新第三系中新統を余市沖層群及び増毛沖層群、鮮新統を小樽沖層群、第四系更新統を石狩沖層群に区分している。

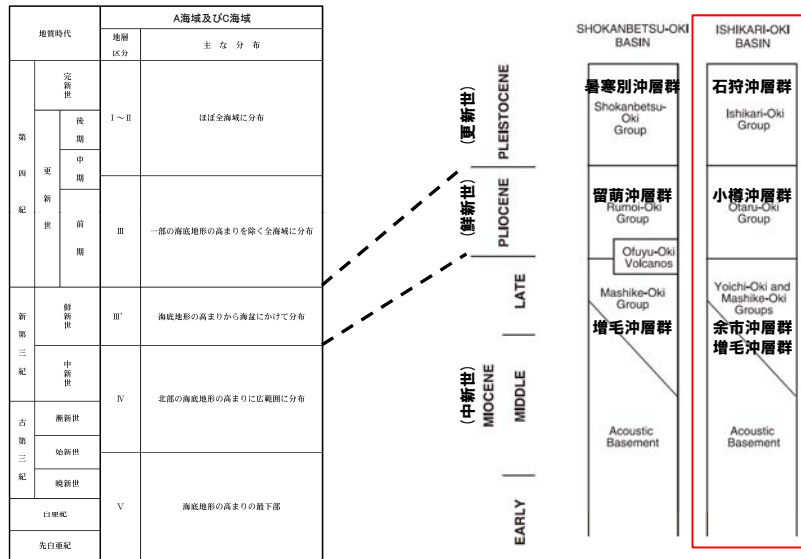
○岡村 (2008) において解釈が行われている測線Fig.9は、C海域の測線GH96-164と概ね重なることから、地質断面図の対比を実施した (次頁参照)。

【対比結果】

- ・当社III層とIII'層との境界及び石狩沖層群と小樽沖層群との境界は、概ね同程度の深度に認められる。



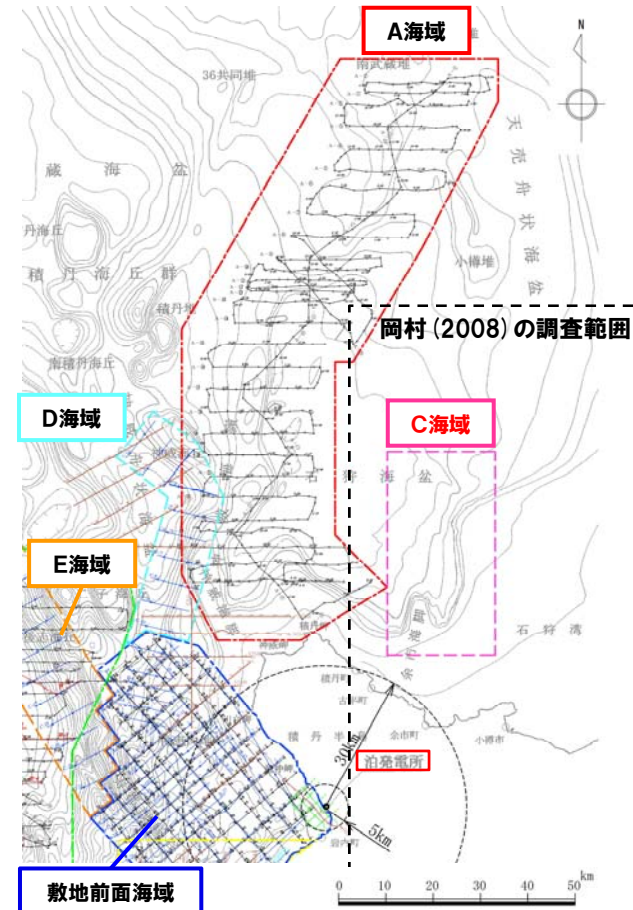
○各層の地質時代は、I～II層及びIII層は完新世～更新世、III'層は鮮新世と推定される。



A海域及びC海域の地層区分

石狩湾海底地質図の層序対比 (岡村, 2008に加筆)

岡村 (2008) との対比結果



海上保安庁水路部 100万分の1 海底地形図「北海道」(1980)より作成

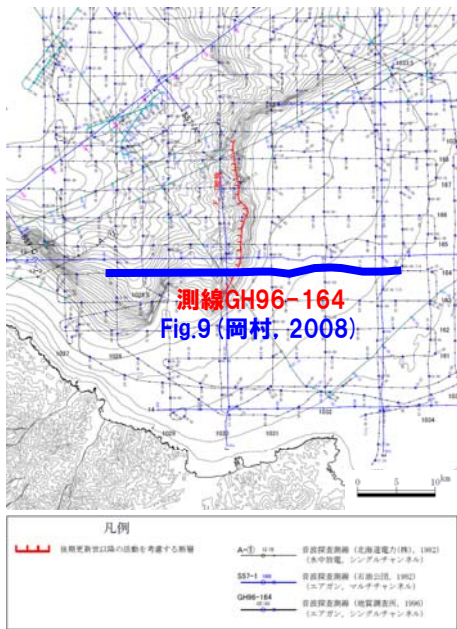


海上音波探査測線図

2.3 各層の地質時代

③-2 C海域の地質時代 (文献との対比 岡村, 2008) (-2/2-)

測線GH96-164 C海域



測線位置図

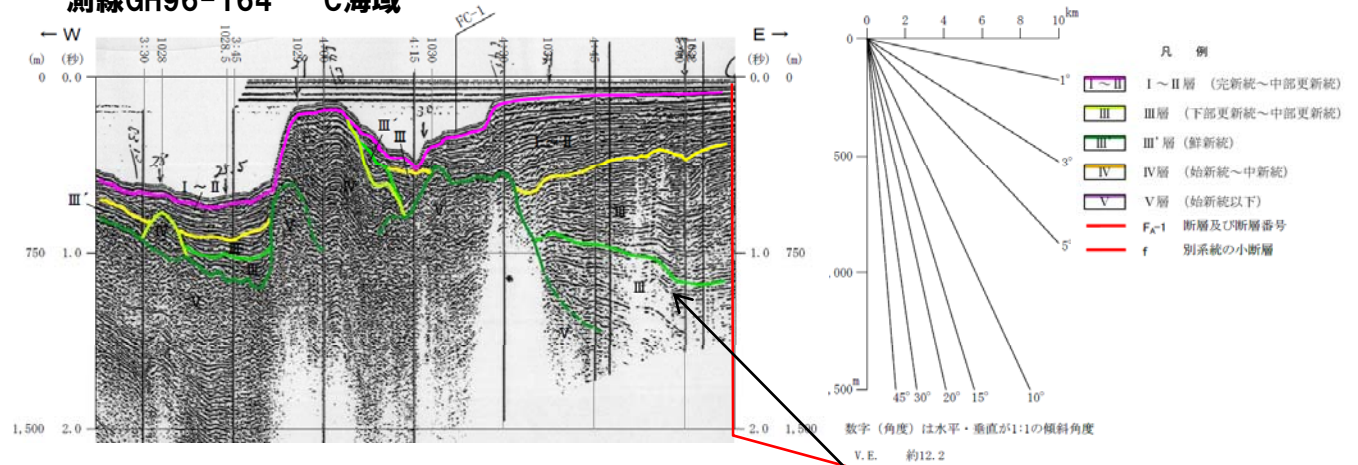
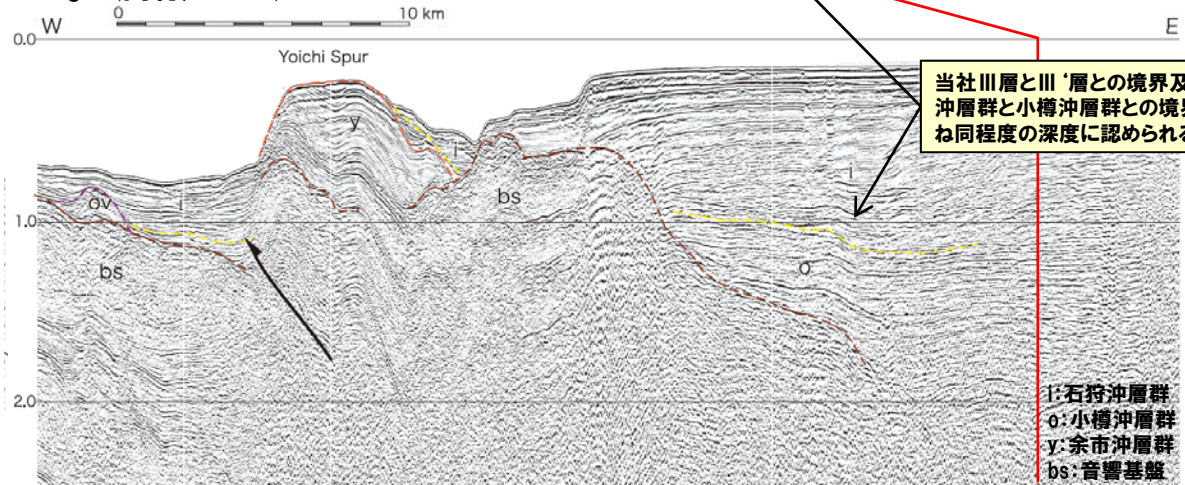


Fig.9(岡村, 2008)

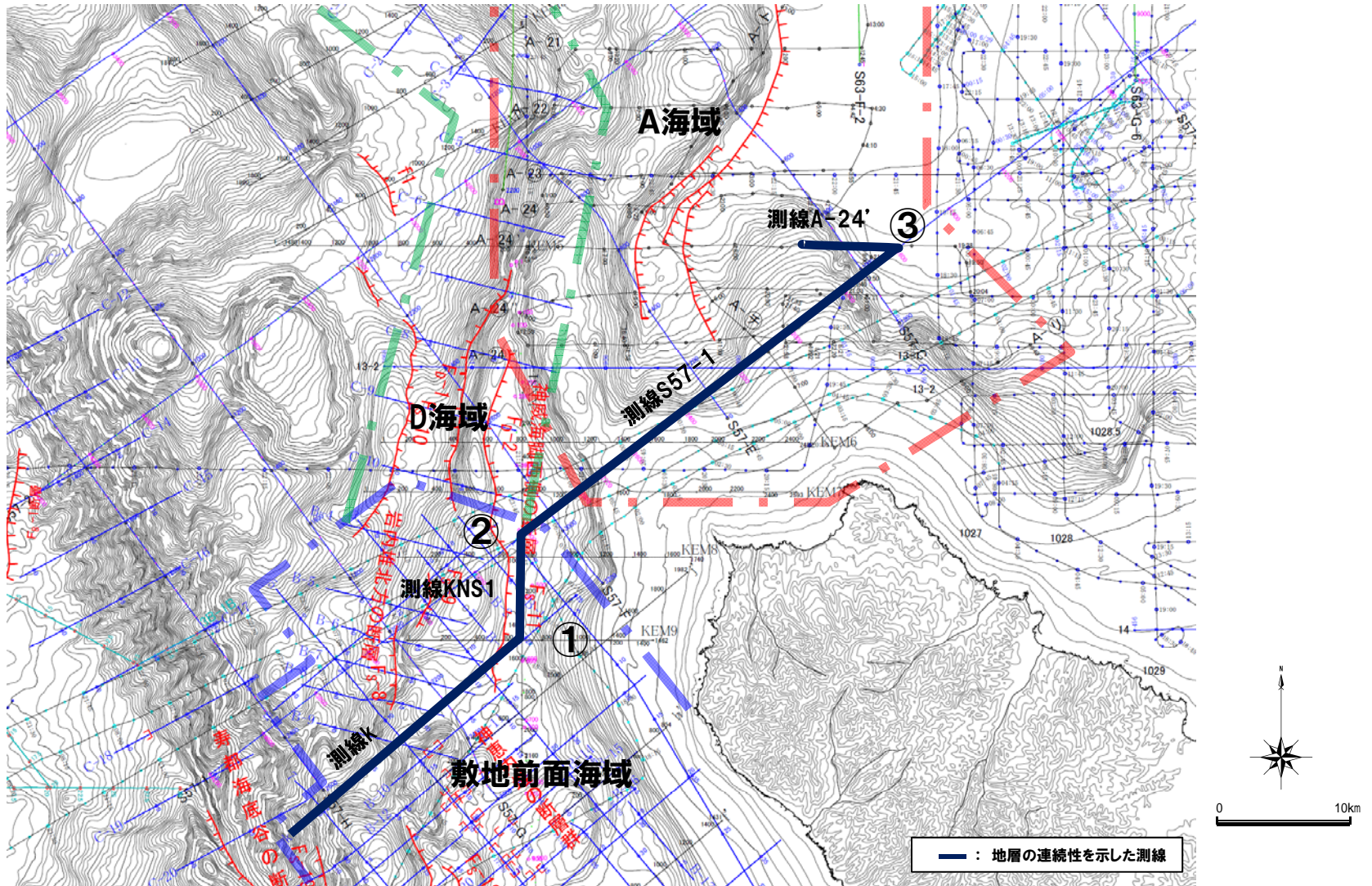


余白

2.4 敷地前面海域との地層の連続性

①地層の連続性（敷地前面海域とD海域及びA海域）（-1/3-）

○敷地前面海域とD海域及びA海域の地層区分については、海上音波探査記録の交点において連続性を確認している。

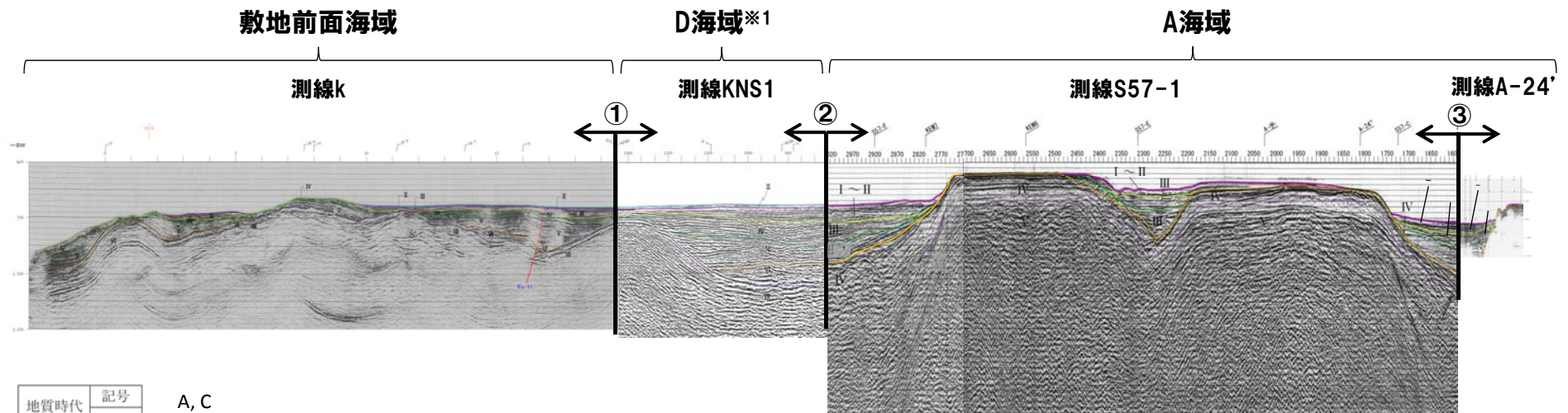


音波探査測線平面図

2.4 敷地前面海域との地層の連続性

①地層の連続性(敷地前面海域とD海域及びA海域)(-2/3-)

○敷地前面海域からD海域及びA海域まで、交差した測線(交点付近の拡大図を次頁に記載)によって、地層の連続性や反射パターンの類似性を確認している。



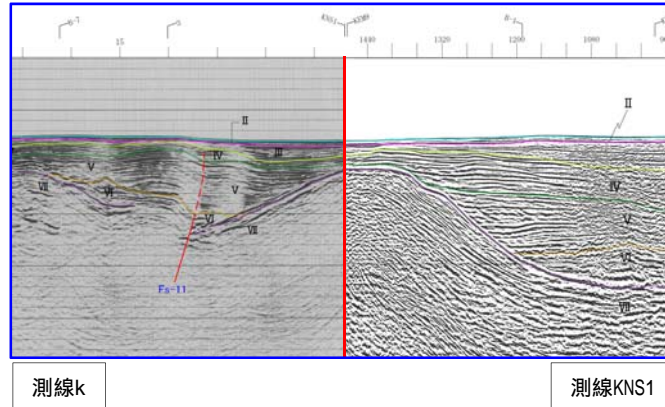
地質時代		記号	A, C
敷地前面海域			
第四紀	完新世	I	I ~ II
	後期	II	
	中期	III	III
	前期	IV	
新第三紀	鮮新世	V	III'
	中新世	VI	IV
古第三紀	漸新世		V
	始新世		
先第三紀	晩新世	VII	

- 凡例
- I ~ II I ~ II層 (完新統~中部更新統)
 - III III層 (下部更新統~中部更新統)
 - III' III'層 (鮮新統)
 - IV IV層 (始新統~中新統)
 - V V層 (始新統以下)

※1 D海域の地質は、敷地前面海域と隣接していることから、敷地前面海域の地質と同様に区分され、その形成年代も同様に對比される。

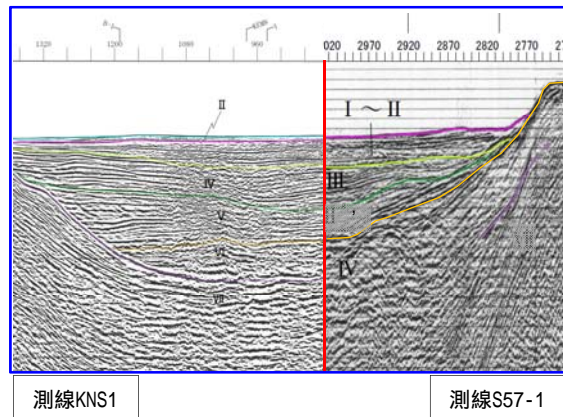
2.4 敷地前面海域との地層の連続性

①地層の連続性 (敷地前面海域とD海域及びA海域) (-3/3-)

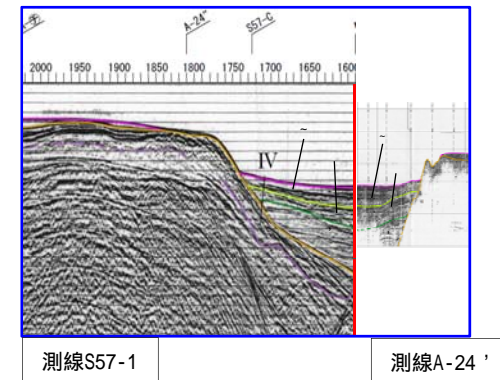


- 凡 例
- I ~ II 層 (完新統~中部更新統)
 - III 層 (下部更新統~中部更新統)
 - III' 層 (鮮新統)
 - IV 層 (始新統~中新統)
 - V 層 (始新統以下)

交点①の拡大図



交点②の拡大図



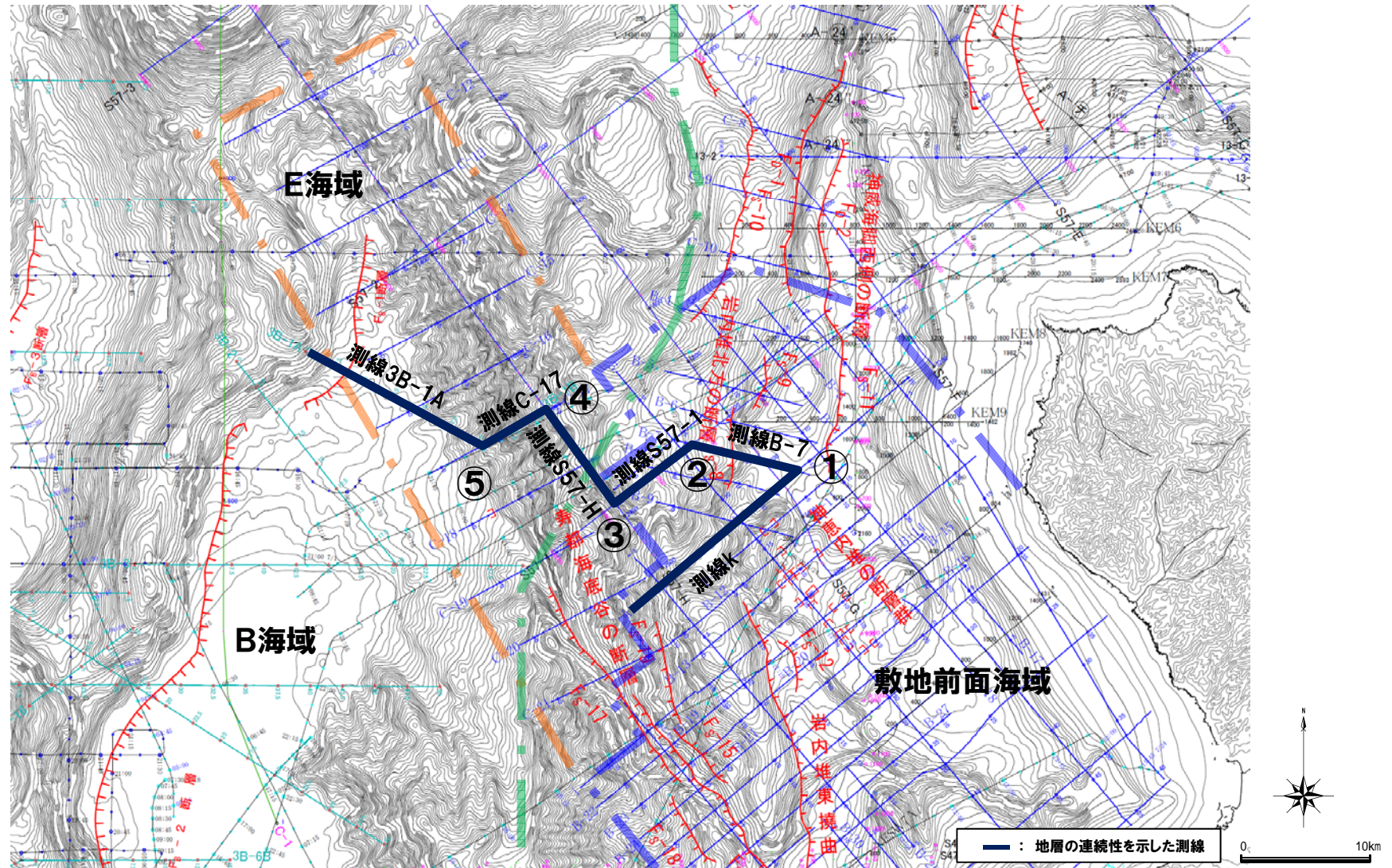
交点③の拡大図

余白

2.4 敷地前面海域との地層の連続性

②地層の連続性（敷地前面海域とE海域及びB海域）（-1/3-）

○敷地前面海域とE海域及びB海域の地層区分については、海上音波探査記録の交点において連続性を確認している。

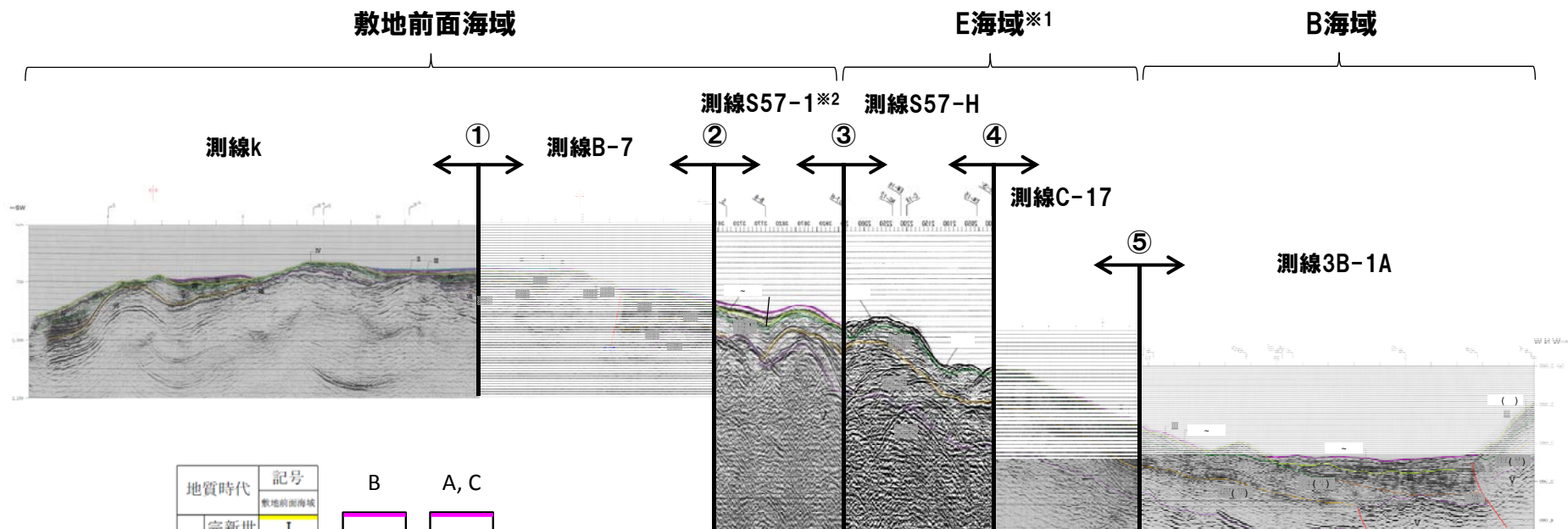


音波探査測線平面図

2.4 敷地前面海域との地層の連続性

②地層の連続性（敷地前面海域とE海域及びB海域）（-2/3-）

○敷地前面海域からE海域及びB海域まで、交差した測線（交点付近の拡大図を次頁に記載）によって、地層の連続性や反射パターンの類似性を確認している。



地質時代		記号	B	A, C
敷地前面海域				
第四紀	完新世	I	I ~ II	I ~ II
	後期	II		
	中期	III	III	
	前期	IV		
新第三紀	鮮新世	V	IV (V)	III'
	中新世	VI		
古第三紀	漸新世	VII	IV (VI)	IV
	始新世			
先第三紀	暁新世	V	V	V

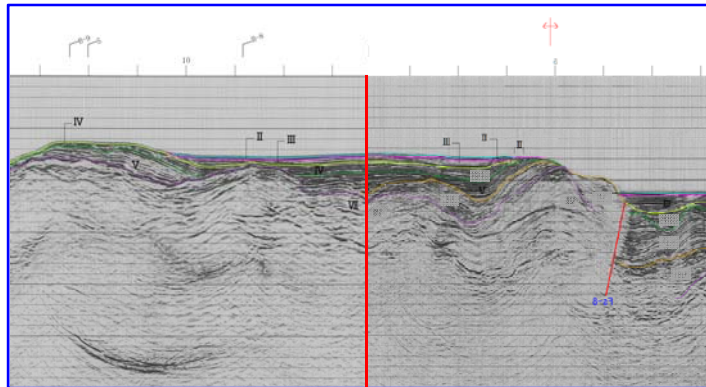
- 凡例
- I ~ II 層 (中部更新統～完新統)
 - III 層 (下部更新統～中部更新統)
 - IV 層 (始新統～下部更新統)
 - IV(V) 層 (鮮新統～下部更新統)
 - IV(VI) 層 (始新統～中新統)
 - V 層 (始新統以下)
- ※色付線は各層の上面を表す

※1 E海域の地質は、敷地前面海域と隣接していることから、敷地前面海域の地質と同様に区分され、その形成年代も同様に対比される。

※2 当該範囲は敷地前面海域に含まれるが、測線S57-1はA海域から連続する測線であることから、地質層序はA海域を使用している。

2.4 敷地前面海域との地層の連続性

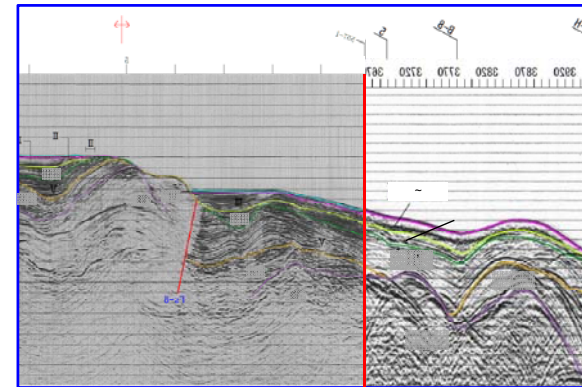
②地層の連続性 (敷地前面海域とE海域及びB海域) (-3/3-)



測線k

測線B-7

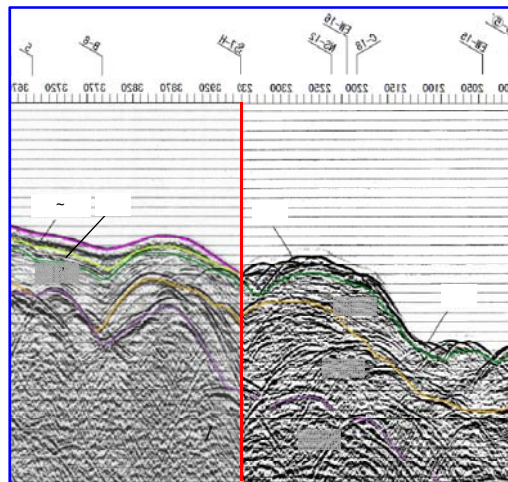
交点①の拡大図



測線B-7

測線S57-1

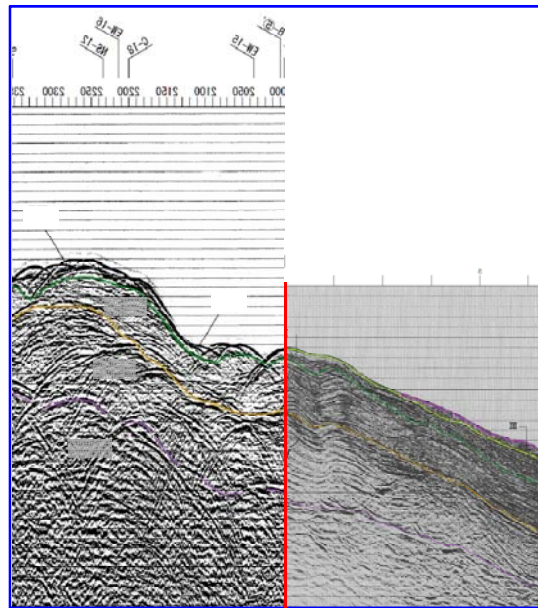
交点②の拡大図



測線S57-1

測線S57-H

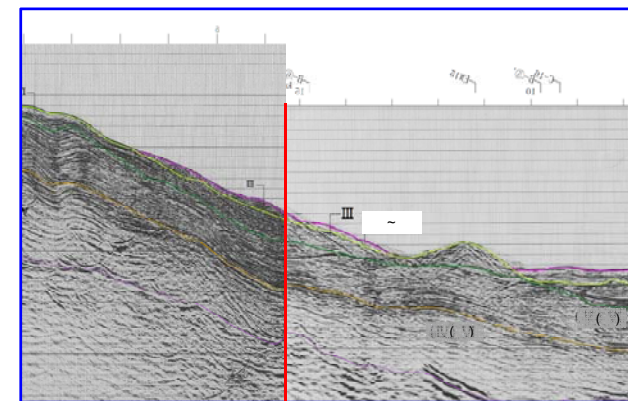
交点③の拡大図



測線S57-H

測線C-17

交点④の拡大図



測線C-17

測線3B-1A

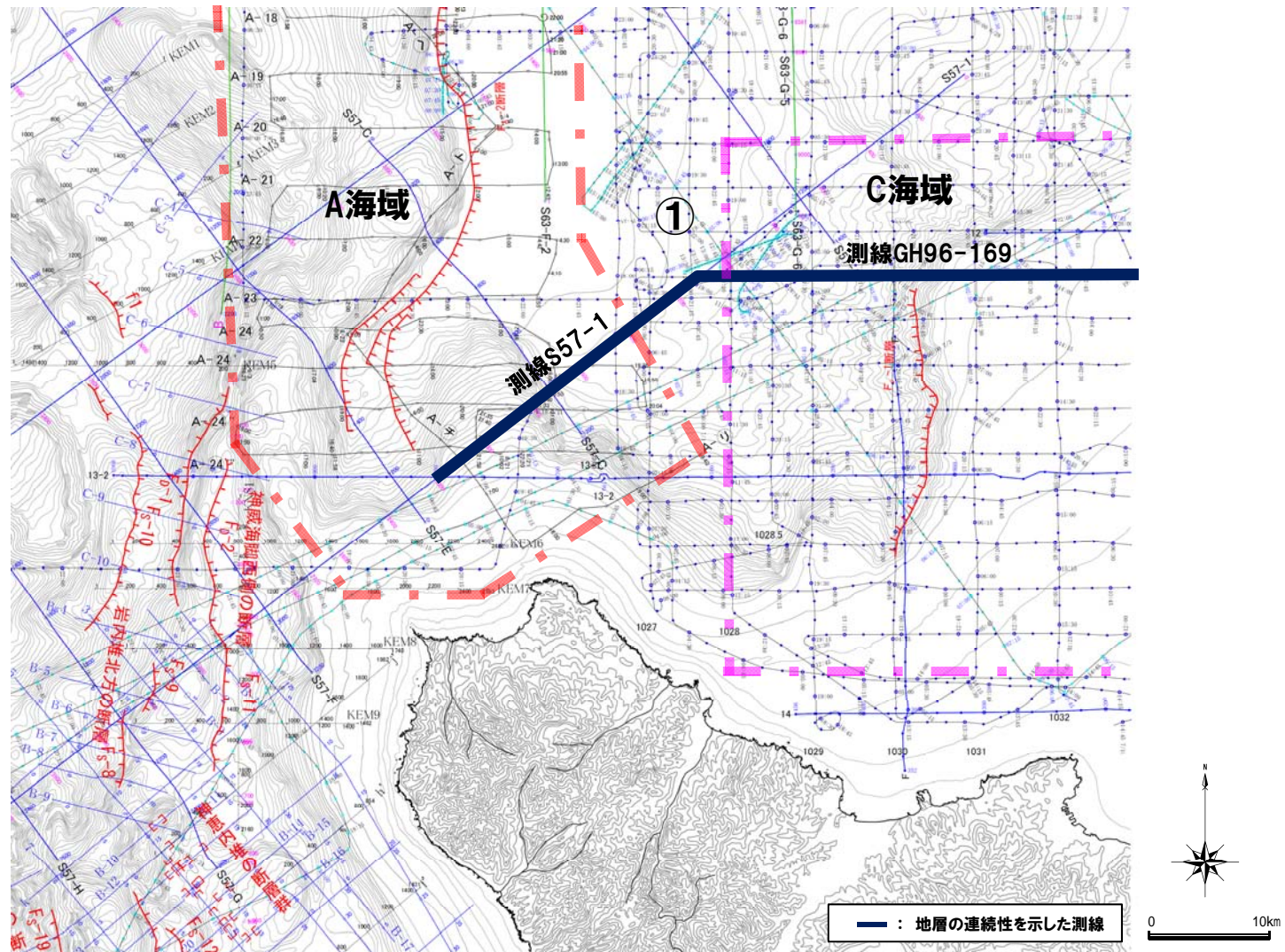
交点⑤の拡大図

- 凡例
- I~II層 (中部更新統~完新統)
 - III層 (下部更新統~中部更新統)
 - IV層 (始新統~下部更新統)
 - IV(V)層 (鮮新統~下部更新統)
 - IV(VI)層 (始新統~中新統)
 - V層 (始新統以下)
- ※色付線は各層の上面を表す

2.4 敷地前面海域との地層の連続性

③地層の連続性 (A海域及びC海域) (-1/2-)

○A海域及びC海域の地層区分については、海上音波探査記録の交点において連続性を確認している。

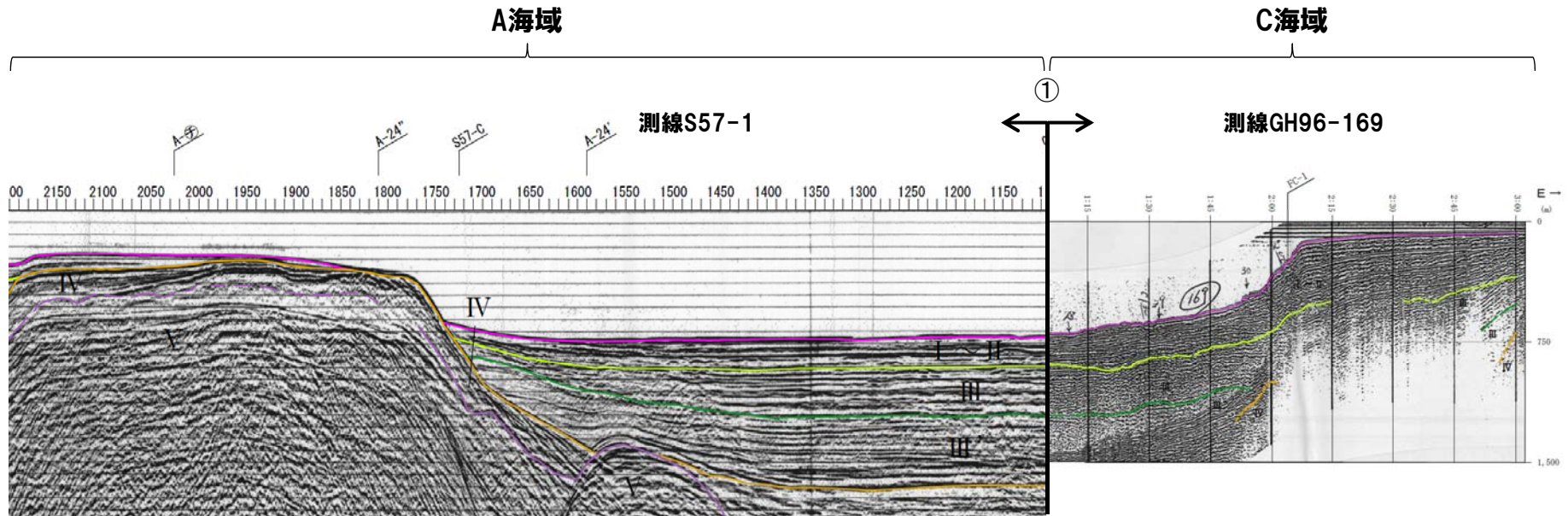


音波探査測線平面図

2.4 敷地前面海域との地層の連続性

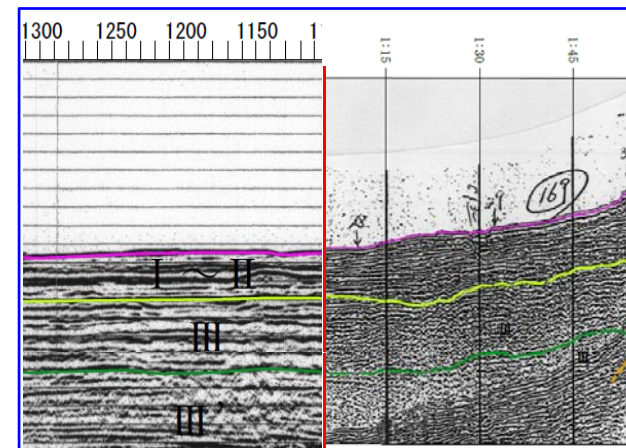
③地層の連続性 (A海域及びC海域) (-2/2-)

○A海域からC海域まで、交差した測線によって、地層の連続性を確認している。



音波探査解析図

地質時代		記号	A, C
敷地前面海域			
第四紀	完新世	I	I ~ II
	後期	II	
	中期	III	III
	前期	IV	
鮮新世	鮮新世	V	III'
	中新世	VI	IV
	漸新世	VII	V
古第三紀	始新世		
第三紀	暁新世		
先第三紀			



測線S57-1

測線GH96-169

交点①の拡大図

- (1) 海上保安庁水路部 (1980):100万分の1海底地形図「北海道」
- (2) 松岡俊文・梅戸在明 (1988):反射記録断面に見られるパターン, 物理探査 第41巻, 第6号, pp.448-464.
- (3) 海上保安庁水路部 (1995):5万分の1海底地質構造図「寿都」
- (4) 海上保安庁水路部 (1979):5万分の1海底地質構造図「神威岬」
- (5) 石塚治・岡村行信・荒井晃作・池原研・片山肇 (2000):北海道西方海域及び秋田沖海域より採取された岩石試料, 北海道西方海域の環境変動に関する総合的研究及び海域活断層の評価手法に関する研究, 平成11年度研究概要報告書, 地質調査所速報, no.MG/00/1, pp.67-89.
- (6) 渡辺真人 (2000):GH99航海で採取された泥岩試料の珪藻化石に基づく年代, 北海道西方海域の環境変動に関する総合的研究及び海域活断層の評価手法に関する研究, 平成11年度研究概要報告書, 地質調査所速報, no.MG/00/1, pp.90-93.
- (7) 本山功 (2000):GH99航海により日本海海底から採取された岩石・堆積物試料の放散虫化石による年代分析, 北海道西方海域の環境変動に関する総合的研究及び海域活断層の評価手法に関する研究, 平成11年度研究概要報告書, 地質調査所速報, no.MG/00/1, pp.94-98.
- (8) 池原研・片山肇・中嶋・健 (1996):日本海中部一南東部から採取された柱状試料の加速器質量分析法による炭素14年代, 地質調査所月報 第47巻, 第6号, pp.309-316.
- (9) 新版地学事典編集委員会編 (1996):新版地学事典, 平凡社.
- (10) 町田洋・新井房夫 (2011):新編火山灰アトラス[日本列島とその周辺], 東京大学出版会.
- (11) 中嶋健・吉川清志・池原研・片山肇・木川栄一・上島正人・瀬戸浩二 (1996):日本海南東部における海底堆積物と後期第四紀層序:特に暗色層の形成時期に関連して, 地質学雑誌, 102(2), pp.125-138.
- (12) 片山肇 (2008):石狩湾表層堆積図, 海洋地質図, no.66 (CD), 産業技術総合研究所 地質調査総合センター.
- (13) 片山肇・井内美郎・池原研 (2012):積丹半島付近表層堆積図, 海洋地質図, no.76 (CD), 産業技術総合研究所 地質調査総合センター.
- (14) 片山肇・井内美郎・池原研 (2013):奥尻海盆表層堆積図, 海洋地質図, no.82 (CD), 産業技術総合研究所 地質調査総合センター.
- (15) 鈴木守・山岸宏光・高橋功二・庄谷幸夫 (1981):5万分の1地質図幅説明書「岩内」, 北海道立地下資源調査所.

- (16) 小池一之・町田洋編 (2001) :日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会.
- (17) 山岸宏光 (1984) :5万分の1地質図幅説明書「歌棄」, 北海道立地下資源調査所.
- (18) 鷹澤好博 (1992) :西南北海道渡島半島の新第三系層序と古地理, 地質学論集 (37), pp.11-23.
- (19) 小疇尚・野上道男・小野有五・平川一臣編 (2003) :日本の地形2 北海道, 東京大学出版会.
- (20) 通商産業省資源エネルギー庁 (1985) :広域調査報告書積丹地域.
- (21) Okada, H. and Bukry, D. (1980) :Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry,1973;1975), *Marine Micropaleontology*(5), pp.321-325.
- (22) 亀尾浩司・佐藤時幸 (1999) :石灰質ナノ化石層序の最近の知見とその応用-とくに常磐海域坑井の新第三系・第四系層序について-, 石油技術協会誌 64 (1), pp.16-26.
- (23) 広川治・村山正郎 (1955) :5万分の1地質図幅説明書「岩内」, 通商産業省工業技術院地質調査所.
- (24) 石田正夫・三村弘二 (1991) :20万分の1地質図幅「岩内」, 通商産業省工業技術院地質調査所.
- (25) 徳山英一・本座栄一・木村政昭・倉本真一・芦寿一郎・岡村行信・荒戸裕之・伊藤康人・徐垣・日野亮太・野原壮・阿部寛信・坂井真一・向山健二郎 (2001) :日本周辺海域中新世最末期以降の構造発達史, 海洋調査技術, vol.13, No.1. pp.27-53.
- (26) 岡村行信 (2008) :石狩湾海底地質図, 海洋地質図, no.67 (CD), 産業技術総合研究所 地質調査総合センター.
- (27) Tamaki,K., Pisciotto,K., Allan,J., et al. (1990) :Proceedings of the Ocean Drilling Program, Initial Reports, 127, pp.247-322.
- (28) Yanagisawa,Y. and Akiba,F. (1998) :Refined Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, withan introduction of code numbers for selected diatom biohorizons. Jour. Geol. Soc. Japan, Vol.104, No.6, pp.395-414 .