

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密
又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 敷地の地質・地質構造について

平成29年10月18日
日本原子力発電株式会社

審査を踏まえた検討・反映事項(1/2)

該当頁

敷地には「将来活動する可能性のある断層等」が存在しないことを確認

- 申請時(H26.5)の評価
 - 空中写真判読の結果、敷地を含めた敷地近傍にはリニアメントは認められない。
 - ボーリングコア観察の結果、久米層に断層は認められない。
 - ボーリング調査の結果、久米層中には複数の鍵層がほぼ水平に連続して分布し、これらの鍵層の連続性は良好である。
 - 以上のことから、敷地には「将来活動する可能性のある断層等」が存在しないことを確認した。



- 申請以降実施した調査・検討
 - 地球物理学的調査、地質調査等を追加実施するとともに、既往ボーリング調査結果等を評価に追加した。
 - 久米層について、岩相区分、侵食境界、鍵層の分布、反射法地震探査結果に基づくユニット区分を行った。
 - 鍵層の連続性については、追加の火山灰分析結果も含めて検討した。
 - 敷地内で確認された鍵層について、隣接する日本原子力研究開発機構(原子力科学研究所、核燃料サイクル工学研究所)の敷地で確認された鍵層との連続性を検討した結果、3層の鍵層が概ね水平に分布していることを確認した。
 - 久米層には複数のユニットが認められ、それぞれのユニットには概ね水平な鍵層が複数分布している。これらの鍵層は侵食を受けているため敷地全域に連続するものではないが、その上位又は下位のユニットの鍵層がお互いを補完しながら側方に広がって連続していることから、久米層は敷地全域にわたって水平性を有していると判断した。



- 最終評価
 - 敷地には「将来活動する可能性のある断層等」が存在しないことを確認した。

資料3-1-6,
17~47

資料3-2-3
~53

新知見等の反映による審査資料の変更事項

	変更内容	変更理由	該当頁
1	評価にあたって参照した既往ボーリングを調査位置図等に追加した。	H28/6/29審査会合でのコメントを反映	資料3-1-6, 19, 20他

目 次

1. 敷地の地質・地質構造について 検討フロー	.....	3-1-5
2. 敷地周辺及び敷地近傍の地質・地質構造	.....	3-1-7
3. 敷地の地質・地質構造	.....	3-1-17
4. まとめ	.....	3-1-46
5. 参考文献	.....	3-1-47

1. 敷地の地質・地質構造について 検討フロー

1. 敷地の地質・地質構造について 検討フロー

敷地の地質・地質構造に関する検討の目的

1. 敷地における断層の有無及びその活動性を明らかにする。
2. 敷地の詳細な地質・地質構造を把握し、設計上必要な地盤の物性を検討するための基礎資料を得る。

青字：審査会合(H27.5.29)の指摘を踏まえ追加実施した地球物理学的調査, 地質調査等

● 敷地の地質・地質構造の詳細な調査を実施

- 文献調査
- 変動地形学的調査
- 地球物理学的調査
反射法地震探査3測線:合計約4,250m
- 地質調査
 - ・ボーリング調査(全365孔,合計約22,000m)
全7孔(合計約2,200m)を追加実施
(約500m:1孔,約400m:2孔,約200m:4孔)
全12孔(合計約2,900m)を評価に追加
(約1,000m:1孔,約400m:2孔,約200m:3孔,200m以下:6孔)
 - ・ボアホールテレビ調査(全23孔,合計約3,400m)
全7孔(合計約1,800m)で追加実施
(約400m:3孔,約200m:2孔,200m以下:2孔)
全8孔(合計約500m)を評価に追加
(200m以下:8孔)
 - ・テフラ分析
粒子組成分析及び火山ガラスの屈折率測定
 - ・微化石分析
久米層及び那珂湊層群の地層に関する微化石分析

● 調査結果から断層の有無及び活動性を検討

- ボーリングコアの観察
- 地質構造図の作成
 - ・久米層について,岩相区分,侵食境界,鍵層の分布,反射法地震探査結果に基づくユニット区分を追加実施
 - ・鍵層の連続性については,追加の火山灰分析結果も含めて検討

敷地周辺及び敷地近傍の地質・地質構造に関する調査結果を参照

➢ 文献調査

下記の文献を追加

- ・田切ほか(2011,2013)
- ・活断層データベース(2015)
- ・関東地域の活断層の長期評価(2015)

➢ 変動地形学的調査

➢ 地質調査

- ・敷地周辺及び敷地近傍の久米層の構造の連続性確認
- ・隣接する日本原子力研究開発機構の敷地の久米層の構造との対比

参照
←

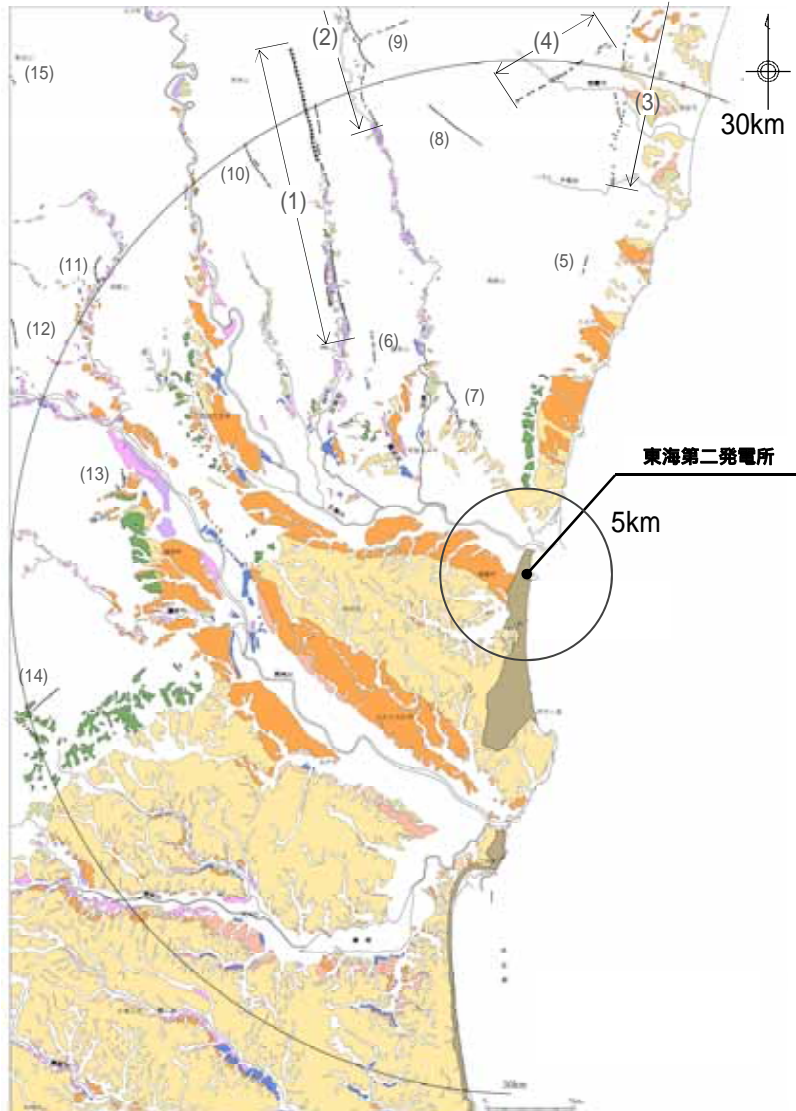


- 詳細な地質・地質構造の把握
- 「将来活動する可能性のある断層等」の有無の把握

2. 敷地周辺及び敷地近傍の地質・地質構造

2. 敷地周辺及び敷地近傍の地質・地質構造 (変動地形学的調査結果)

第402回審査会合
資料1再掲



凡例

リニアメント
(変動地形である可能性が低いリニアメント)
 リニアメント
(変動地形である可能性が非常に低いリニアメント)
記号は地質的に正しい場合、本図は地質的調査結果を示す。記号がないリニアメントは調査で発見されたものではない。

凡例

段丘面	南関東で対比される段丘面
第四紀完新世	
L4 4段	立川面 Ter面
L3 3段	立川面 Ter面
L2 2段	立川面 Ter面
L1 1段	立川面 Ter面
第四紀更新世	
M4 4段	武蔵野面 Ter面
M3 3段	武蔵野面 Ter面
M2 2段	武蔵野面 Ter面
M1 1段	下末吉～小原台面
中期	多摩面
H 高位面	

(2), (3)及び(15)は図示範囲外に延びる。

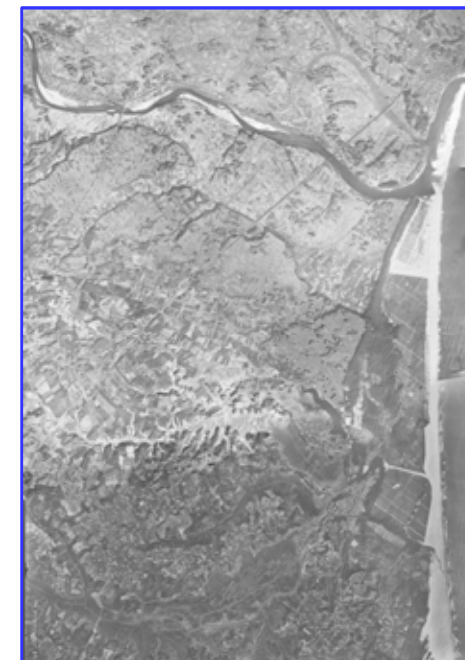
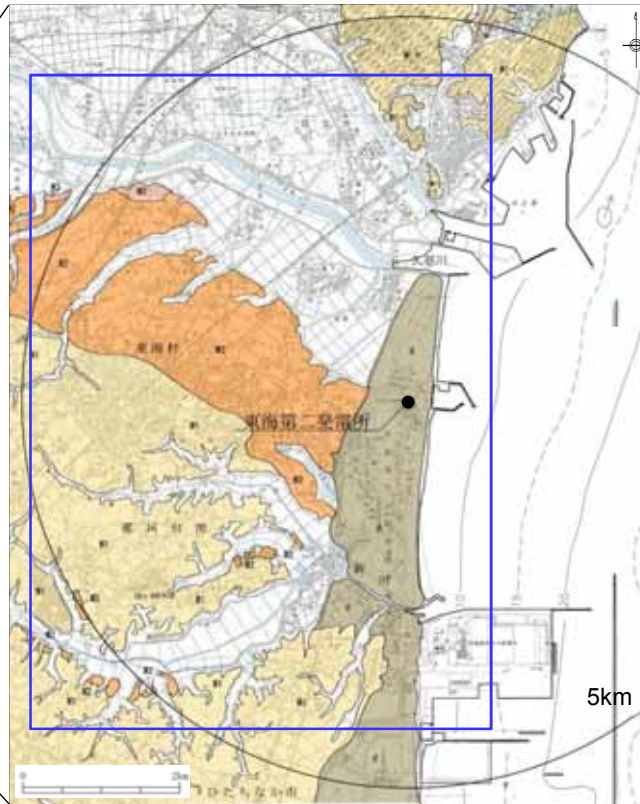
番号	リニアメント名称
(1)	棚倉破砕帯西縁断層 (の一部)*
(2)	棚倉破砕帯東縁付近の推定活断層
(3)	関口 - 黒磯リニアメント
(4)	関口 - 米平リニアメント
(5)	宮田町リニアメント
(6)	しもおかど 下大門町リニアメント
(7)	はせ 長谷町リニアメント
(8)	たつわれ 豎破山リニアメント
(9)	小中町リニアメント
(10)	きたとみた 北富田リニアメント
(11)	ひのさわ 氷之沢リニアメント
(12)	いりほんごう 入本郷リニアメント
(13)	高根リニアメント
(14)	福田南方リニアメント
(15)	あおなち 大那地リニアメント

: 既往文献で指摘されているものに相当するリニアメント
 : 既往文献で指摘されていないリニアメント
 * 中染付近, 西染付近のリニアメントを含む。

空中写真判読の結果, 敷地及び敷地近傍にはリニアメントは認められない。

2. 敷地周辺及び敷地近傍の地質・地質構造(敷地周辺及び近傍の地形)

第467回審査会合
資料1再掲



敷地近傍の航空写真(1947年米軍撮影)

敷地近傍陸域の段丘面区分図及び変動地形学的調査結果図

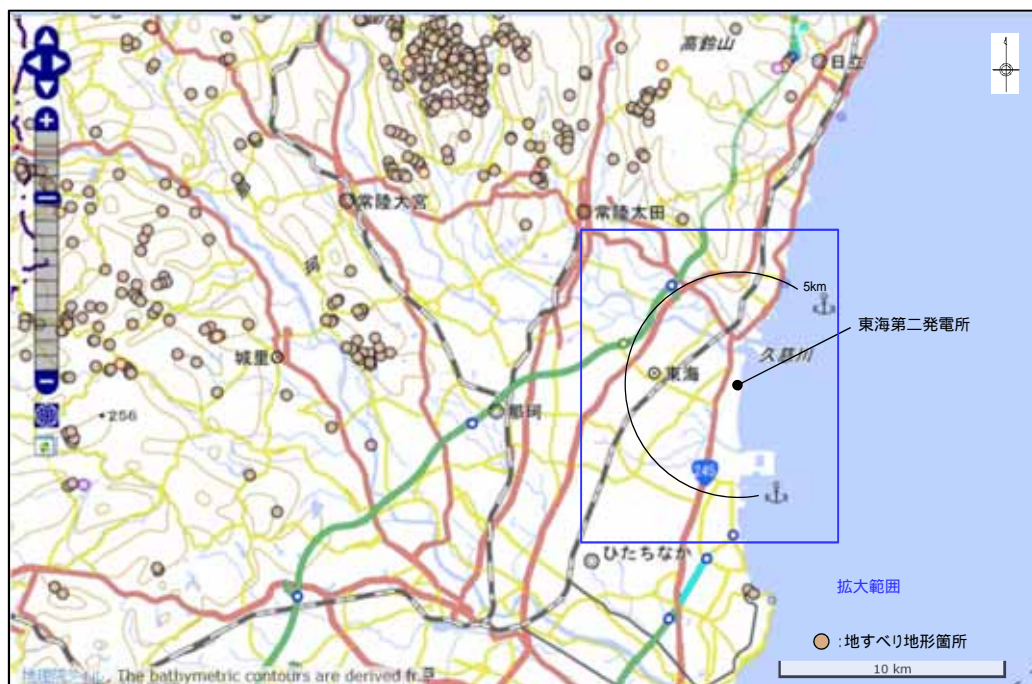


この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の20万分1地勢図を複製したものである。
(承認番号 平29情規, 第338号)
本図面を第三者がさらに複製する場合は、国土地理院の長の承認を得なければならない。

- 敷地周辺陸域の地形は、関東北部山地にあたる八溝山地及び久慈山地，阿武隈山地の南部にあたる多賀山地並びに常磐海岸台地，関東平野の北東部にあたる那珂台地，東茨城台地等からなる。
- 敷地近傍(敷地から半径5kmの範囲)陸域の地形は、台地，低地及び海岸砂丘からなり，敷地は新川河口右岸付近の海岸砂丘に位置する。
- 台地を構成する段丘は高位からM1面，M2面，M3面に区分される。
- M1面は敷地の南西方及び北方に広く分布し，北方のM1面はM1-h面，M1-l面に細分される。
- M2面は敷地の西方に比較的広く分布するほか，敷地南西方の新川沿いなどに分布する。
- 敷地近傍海域の地形は，所々に緩い起伏が認められるが，全体的には水深30m未満で，海岸線と平行に沖合に向かって緩やかな傾斜を示す。
- 文献調査及び空中写真判読の結果，敷地及び敷地近傍に地すべり地形及びリニアメントは認められない。

2. 敷地周辺及び敷地近傍の地質・地質構造(地すべり地形に関する文献調査結果)

第467回審査会合
資料1再掲



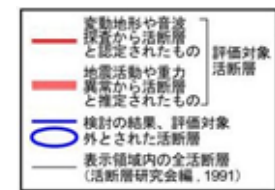
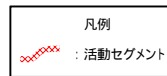
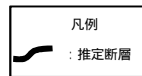
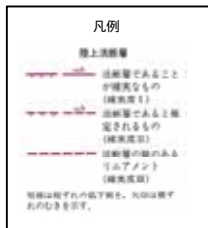
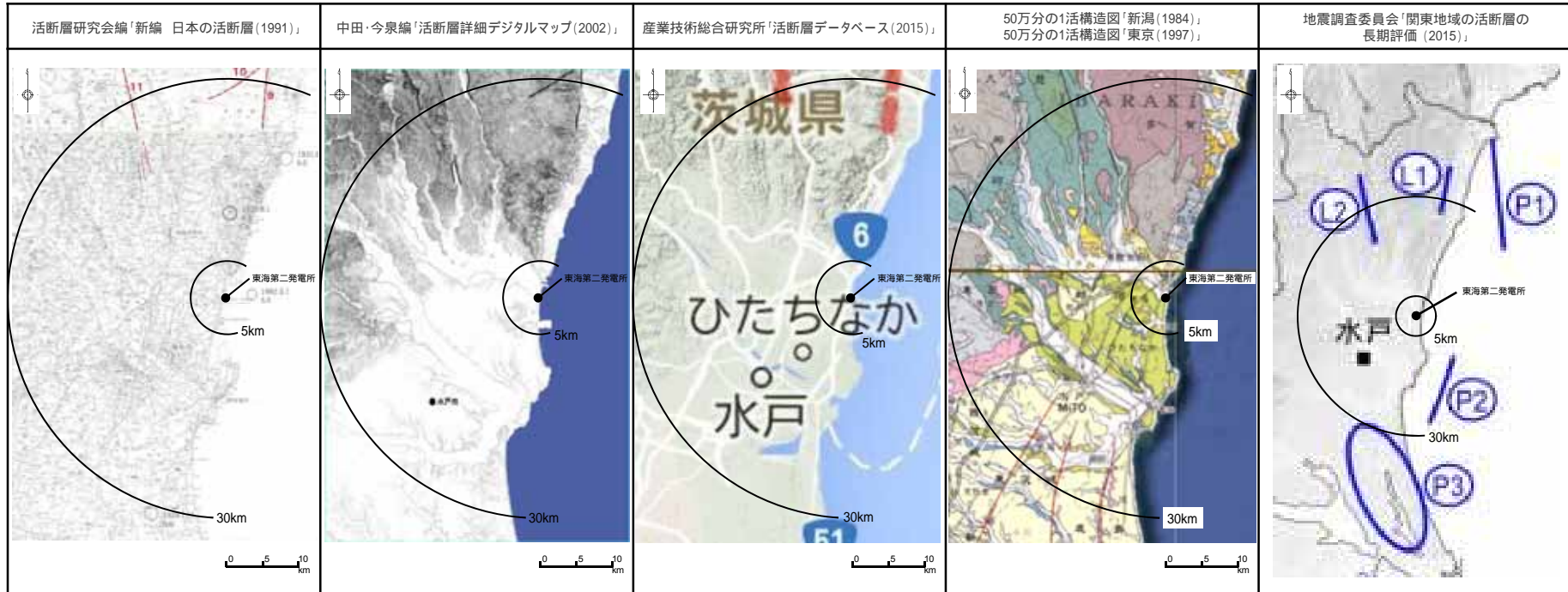
防災科学技術研究所ホームページ J-SHIS Map (2014年7月24日更新) に加筆



防災科学技術研究所 J-SHIS Mapでは、敷地及び敷地近傍において地すべり地形は示されていない。

2. 敷地周辺及び敷地近傍の地質・地質構造(活構造に関する文献調査結果)

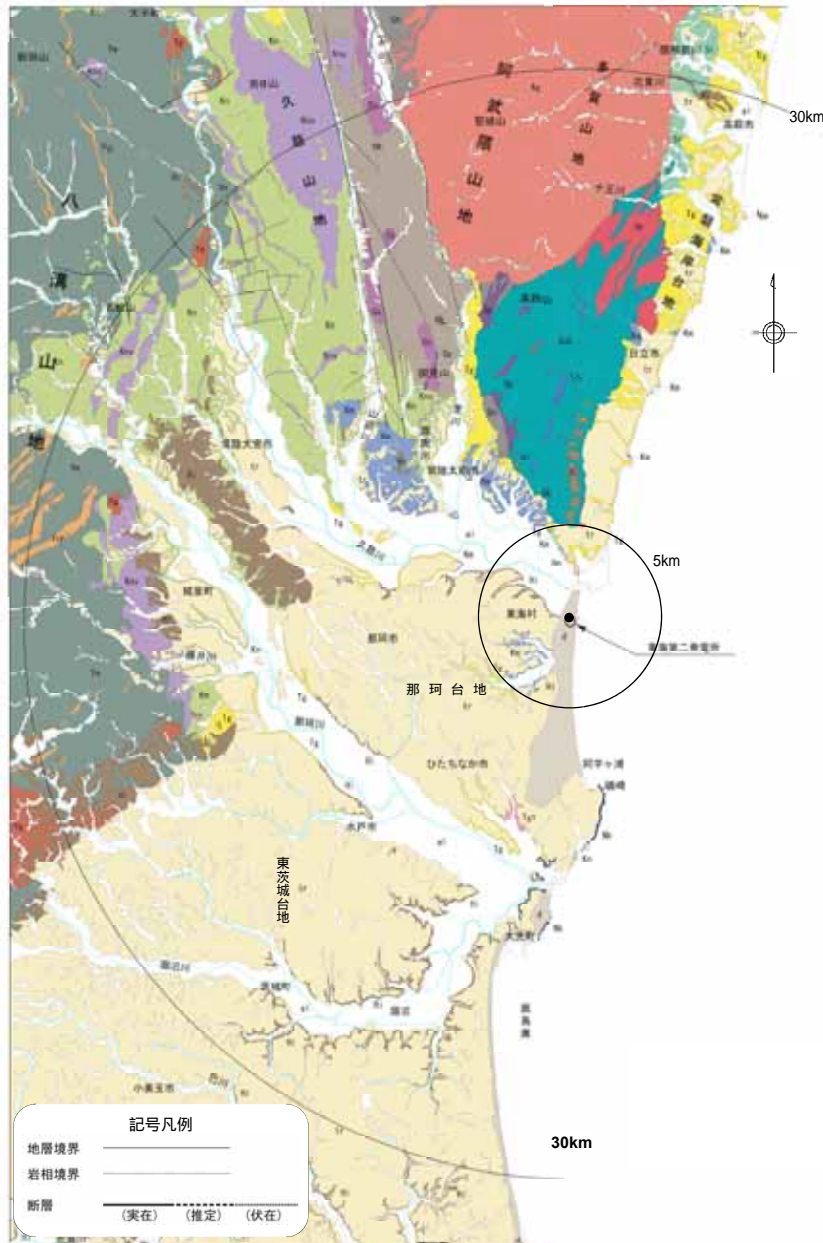
第402回審査会合
資料1再掲



東海第二発電所の敷地及び敷地近傍において、活構造の存在を指摘する文献はない。

2. 敷地周辺及び敷地近傍の地質・地質構造(敷地周辺陸域の地質概要)

第402回審査会合
資料1再掲



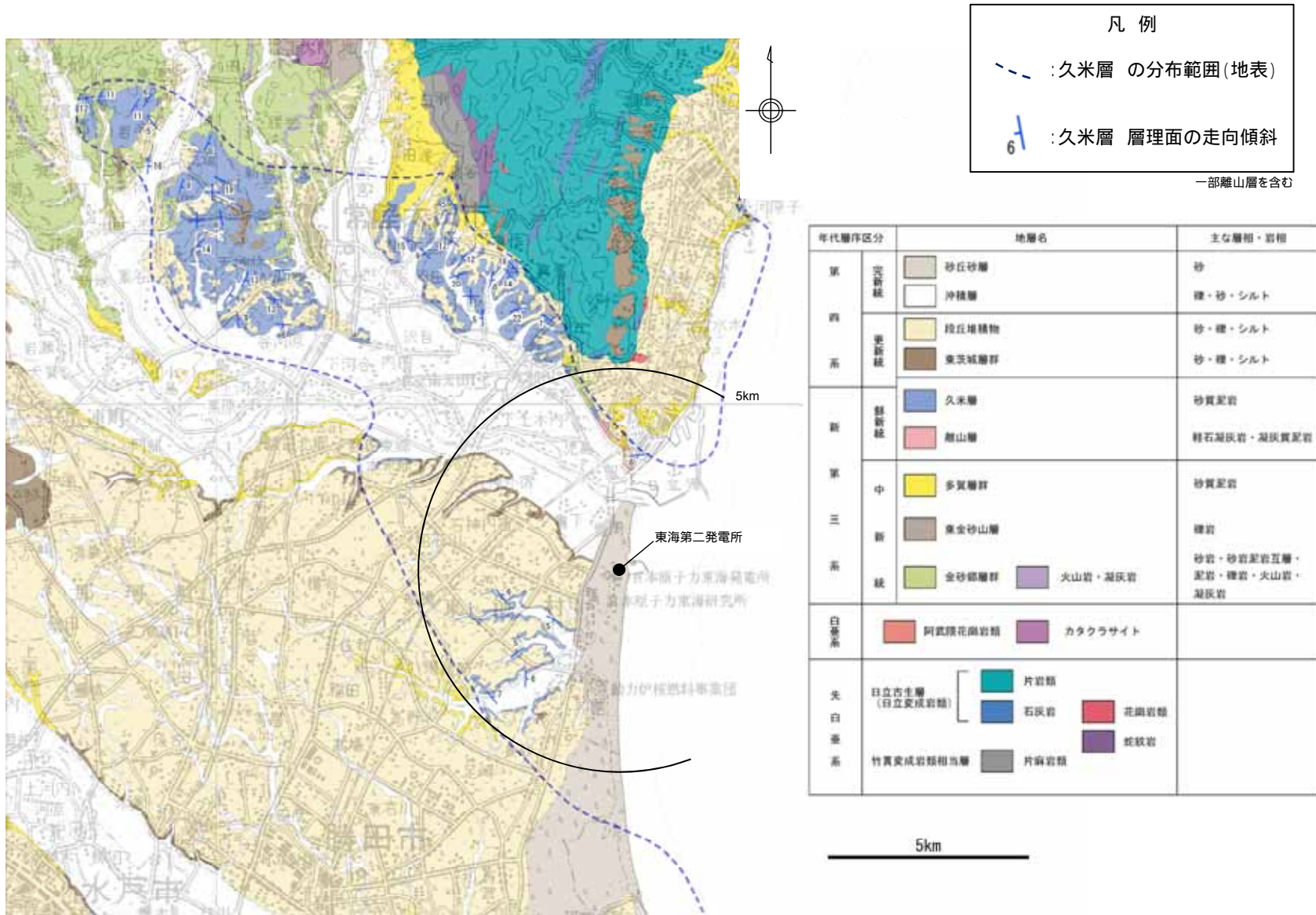
敷地周辺陸域の地質概要

地形	主に分布する地質
やみぞ 八溝山地	[北部]: 先新第三系の八溝層群 [南部]: 先新第三系の八溝層群, 新第三系中新統の堆積岩類・火山岩類・火山碎屑岩類
久慈山地	新第三系中新統の火山岩類・火山碎屑岩類
多賀山地	あぶくま 先新第三系の阿武隈花崗岩類, 日立古生層(日立変成岩類)及び竹貫変成岩類 たかぬき
しょうばん 常磐海岸台地	新第三系中新統の多賀層群, 第四系更新統の段丘堆積物
那珂台地・ 東茨城台地	[丘陵地・台地]: 第四系更新統の段丘堆積物 くめ [縁辺部]: 新第三系中新統の多賀層群, 鮮新統の久米層

年代階層区分	八溝山地		久慈山地		多賀山地		那珂台地周辺部	
	地層名	主な層相・岩相	地層名	主な層相・岩相	地層名	主な層相・岩相	地層名	主な層相・岩相
第四系	更新統 [a1] 沖積層	砂・シルト・礫	[a1] 沖積層	砂・シルト・礫	[a1] 沖積層	砂・シルト・礫	[a1] 沖積層	砂・シルト・礫
	更新統 [tr] 段丘堆積物 [H] 東茨城層群	砂・シルト・礫 砂・シルト・礫	[tr] 段丘堆積物 [H] 東茨城層群	砂・シルト・礫 砂・シルト・礫	[tr] 段丘堆積物 [H] 東茨城層群	砂・シルト・礫 砂・シルト・礫	[tr] 段丘堆積物 [H] 東茨城層群	砂・シルト・礫 砂・シルト・礫
新第三系	鮮新統		[久] 久米層	砂質泥岩	[久] 久米層	砂質泥岩	[久] 久米層	砂質泥岩
	中新統	[Kn] 金砂礫層群 [Kv] 火山岩類・火山碎屑岩類	砂岩・砂質泥岩 互層・泥岩・礫岩・デイザイト・凝灰岩	[Tg] 多賀層群 [Lst] 凝灰岩 [Ks] 東金砂山層 [Kn] 金砂礫層群 [Kv] 火山岩類・火山碎屑岩類	砂質泥岩 砂岩・砂質泥岩 互層・泥岩・礫岩・デイザイト・凝灰岩	[Tg] 多賀層群 [Lst] 凝灰岩 [Kn] 金砂礫層群	砂質泥岩 砂岩・砂質泥岩 互層・泥岩・礫岩・デイザイト・凝灰岩	[Tg] 多賀層群 [Lst] 凝灰岩 [Kn] 金砂礫層群
古第三系	漸新統				[Sr] 白水層群	砂岩・泥岩・礫岩・石灰		
	地新統 積層統	[Hw] 八溝花崗岩類		[Ag] 阿武隈花崗岩類 [Ca] カタクラサイト	[Ag] 阿武隈花崗岩類 [Ca] カタクラサイト		[Hw] 八溝花崗岩類及び 久米層	凝灰岩・砂岩・礫岩
白堊系								
ジュラ系	[Hw] 八溝層群	砂岩・頁岩・チャート			竹貫変成岩類	[Gh] 片麻岩類		
三畳系	[Yoh] チャート							
ペルム系								
石炭系								
カンブリア系								

□ 凝灰岩類及び変成岩類

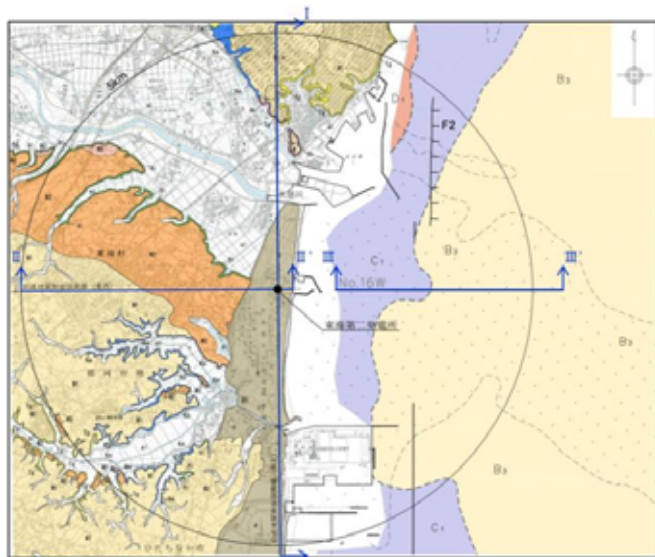
2. 敷地周辺及び敷地近傍の地質・地質構造(敷地近傍の地質概要)



- 敷地近傍には、下位より新第三系中新統の多賀層群、新第三系鮮新統の離山層及び久米層、第四系更新統の東茨城層群及び段丘堆積物並びに第四系完新統の沖積層及び砂丘砂層が分布する。
- 地表付近で確認された久米層は、敷地近傍から久慈川沿いに約20km、幅約8kmの範囲に分布している。
- 久米層の層理面の傾斜は10°程度と非常に緩く、敷地で確認した久米層の構造と整合している。

2. 敷地周辺及び敷地近傍の地質・地質構造(敷地近傍の地質概要)

第402回審査会合
資料1再掲

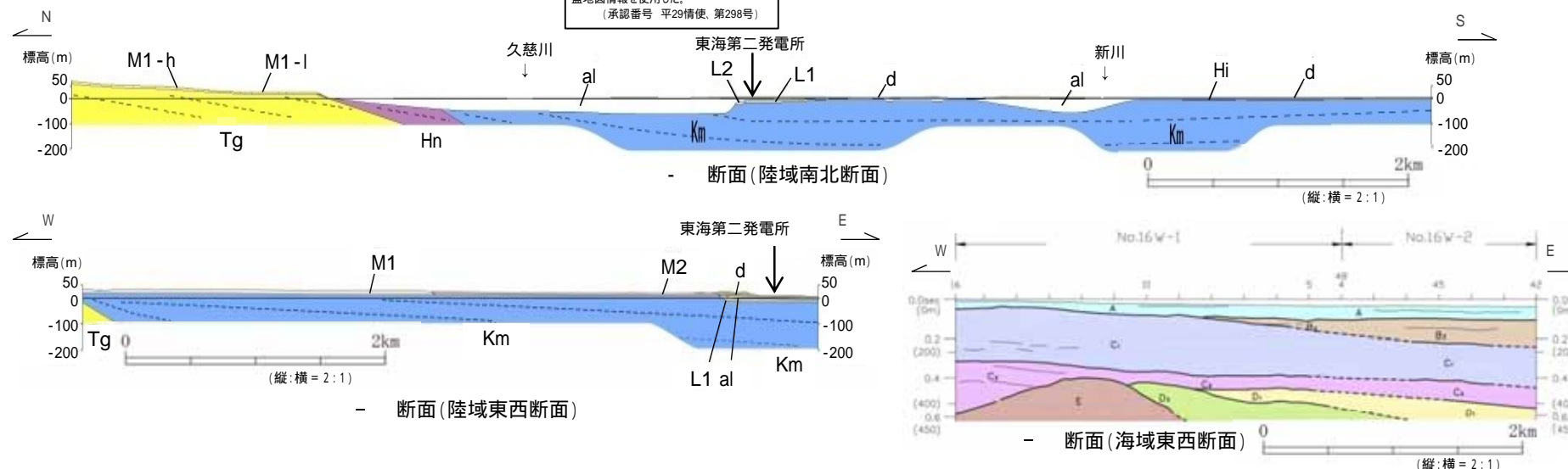


陸域凡例	
年代層序区分	区分・地質
第四系	完新統 砂丘砂層 砂
	沖積層 礫, 砂, シルト
	L2段丘堆積層 礫, 砂
	L1段丘堆積層 礫, 砂
	M2段丘堆積層 礫, 砂
更新統	M1段丘堆積層 礫, 砂
	M1-h段丘堆積層 礫, 砂, シルト
	M1-l段丘堆積層 礫, 砂, シルト
	東茨城層群 礫, 砂, シルト
新第三系	鮮新統 久米層 砂質泥岩
	離山層 軽石凝灰岩, 凝灰質泥岩
	中新統 多賀層群 砂質泥岩

海域凡例	
A層	完新統
B ₁ 層	上部更新統
B ₂ 層	中部更新統
B ₃ 層	下部更新統
C ₁ 層	鮮新統
C ₂ 層	
D ₁ 層	中新統
D ₂ 層	
D ₃ 層	先中新統
E層	
--- 地層境界	
--- 断層	

区分	陸域	海域
第四系	完新統	沖積層 A
	更新統	後期 段丘堆積物 B ₁
		中期 東茨城層群 B ₂
		前期 B ₃
	新第三系	鮮新統	久米層 C_{1}
		離山層 C ₂
中新統		多賀層群 D ₁
		金砂層群等 D ₂
古第三系	白水層群 D ₃	
	先第三系	大洗層 新球藻層群 阿波群花崗岩類 日立変成岩類 E

この地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分1地形図、空中写真、数値地図25000(地図画像)、数値地図50mメッシュ(標高)及び基礎地図情報を使用した。
(承認番号 平29情使、第298号)

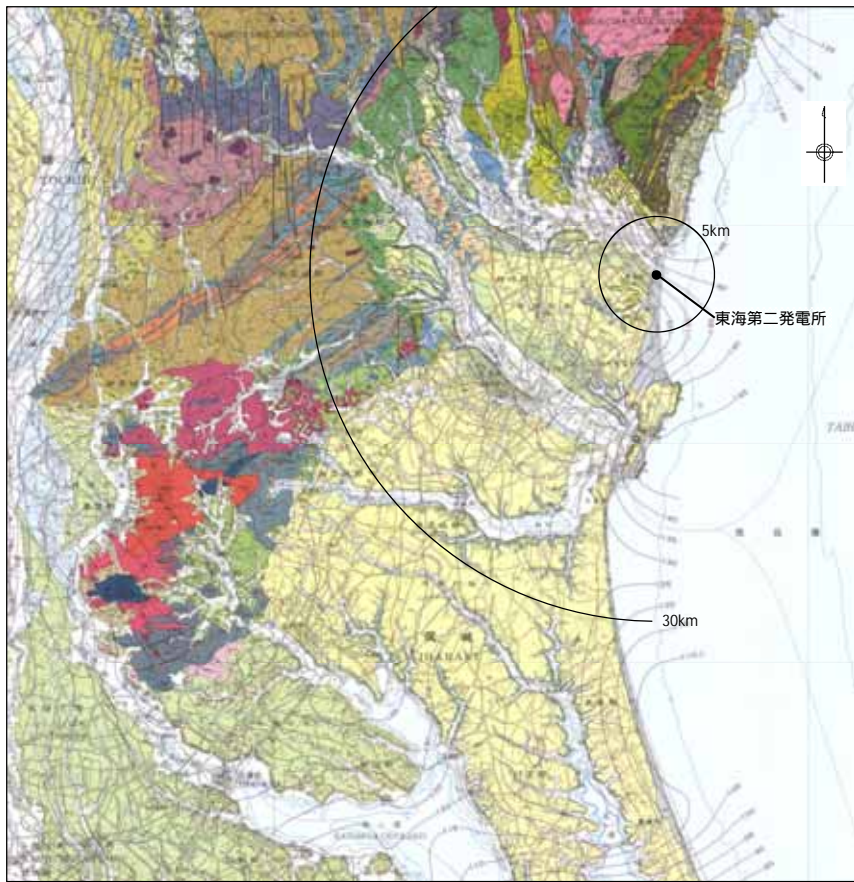


- 地質調査の結果、敷地近傍で広く分布する新第三系鮮新統の久米層は、ほぼ水平に分布している。また、久米層を不整合に覆う、M1面及びM2面の段丘堆積物もほぼ水平に分布している。
- 敷地近傍の海域には、敷地前面海域の地層のうち、上位から、A層、B₃層、C₁層、C₂層、D₁層、D₂層、D₃層及びE層が分布する。
- 敷地近傍に震源として考慮する活断層は認められない。

2. 敷地周辺及び敷地近傍の地質・地質構造(文献調査結果 20万分の1地質図幅「水戸」(2001))

第402回審査会合
資料1再掲

地質調査総合センター「20万分の1地質図幅「水戸」(2001)」に加筆



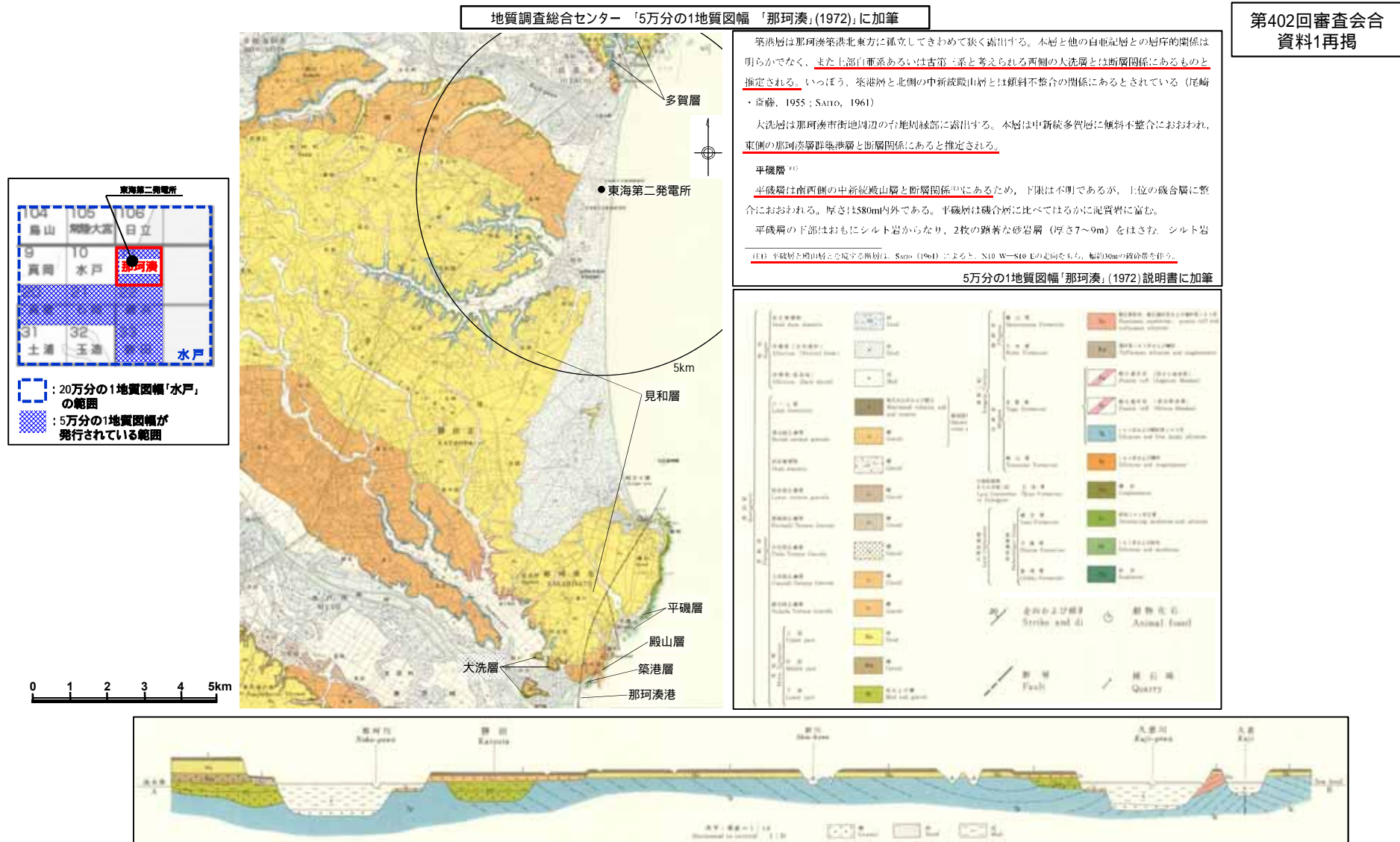
20万分の1地質図幅「水戸」(2001)において、本図幅の範囲に活断層は確認されていないとしている。

第四系は、平野部及び平野周辺の丘陵部に分布する。丘陵部には主に中部更新統が分布する。これらは友部層を除いて非海成の堆積物である。平野部には、最終間氷期の海成の堆積物である見和層(木下層)が台地を広く覆って分布する。また主要河川沿いには沖積層が分布する。活断層は本地域には確認されていない。
(吉岡敏和・滝沢文彦・高橋雅紀・高橋一博・坂野靖行・柳沢幸夫・高橋 浩・久保和也)
20万分の1地質図幅「水戸」(2001)説明書に加筆

時代	馬山・茨木	群合緩時帯			太平洋岸		区画	主要な岩相	
		百方・水府	常陸太田	水戸・柱入谷・砥造	ひたちなか	日立			
後期第四期				水戸層		常陸層	VI	水戸	海成 砂岩地層・砂岩
						常陸層	V	常陸	海成 砂岩地層・凝灰岩
中期第四期	大田野層 山野石炭層 大倉層	多野層 長谷層	水戸層 瓜巻層	多野層 常陸層	常陸層 常陸層	常陸層 常陸層	V	多野	陸成 頁岩質砂岩・砂岩
	小高層			常陸層	常陸層	常陸層	IV	常陸	陸成 頁岩質砂岩・砂岩
前期第四期		源氏川層 源氏川層 源氏川層	源氏川層 源氏川層 源氏川層	源氏川層 源氏川層 源氏川層	源氏川層 源氏川層 源氏川層	源氏川層 源氏川層 源氏川層	IV	源氏川	陸成 頁岩質砂岩・砂岩
							III	大田	陸成 頁岩質砂岩・砂岩
前第四期							II	浅川	陸成 頁岩質砂岩・砂岩
							I	北多野	海成 礫石・砂岩・砂岩

*大田層等は、本図幅域内に分布しない。
第2図 水戸図幅地域内の新第一系の対比

2. 敷地周辺及び敷地近傍の地質・地質構造(文献調査結果 5万分の1地質図幅「那珂湊」(1972))



- 磯崎の海岸付近には、白亜系の平磯層と中新統の殿山層を境するNNW-SSE方向の断層及び白亜系～古第三系の大洗層と東側に分布する白亜系との間にNNE-SSW方向の断層が推定されているが、いずれも上部更新統の見和層上部層に覆われるとされている。なお、「20万分の1地質図幅「水戸」(2001)」にこれらの断層は図示されていない。
- 日立市付近には、中新統の多賀層にNNW-SSE方向の断層が図示されている。地質断面図では、断層の両側の多賀層の上位に分布する見和層上部層には断層を挟んで分布高度に差は認められない。
- 上記に加えて、地形判読結果においても、周辺に広く分布するM1面にもリニアメントが判読されないことから、後期更新世以降の活動は無いと判断される。
- 敷地に断層は示されていない。

3. 敷地の地質・地質構造

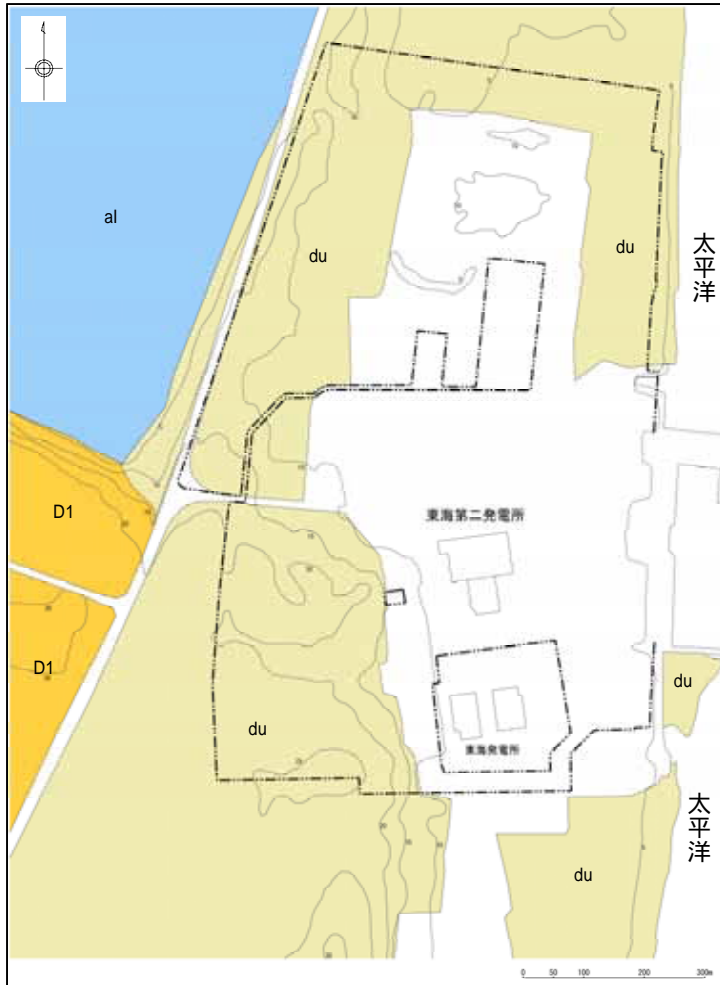
3. 敷地の地質・地質構造 (敷地の地形及び地質の概要)

第467回審査会合
資料1修正

地質層序表

年代層序区分	地層区分	地質記号	主な層相	備考		
新生界	完新統	砂丘砂層	du	灰褐色～黄灰色の細粒～中粒砂	敷地全体に広く分布する。	
		沖積層	al	暗青灰色～灰褐色の粘土・砂 灰褐色～黄褐色の礫混じり砂	最上位の砂層は敷地全体に広く分布する。 旧久慈川が侵食した凹状の谷を埋めて分布する。	
	更新統	段丘堆積物	D2	黄褐色～青灰色の砂礫・砂・シルト	敷地全体に埋没段丘として分布する。 敷地周辺のL1段丘堆積物に対比される。 シルト層中の炭質物の年代： 40,830±2,670年BP～48,330±年BPオーバー (14C年代測定法)	
		段丘堆積物	D1		敷地の南西部に分布する。 敷地周辺のM2段丘堆積物に対比される。 本層上部に分布する風化火山灰層に含まれる テフラの年代： ・赤城鹿沼テフラ >45,000年BP ・赤城水沼1テフラ 55,000年BP～60,000BP	
		東茨城層群	Hi	暗灰色～褐色の砂及びシルト 灰褐色～青灰色の砂礫	敷地の西部に分布する。	
	新第三系	鮮新統	久米層	Km	暗オリーブ灰色の砂質泥岩	敷地全体に広く分布する。原子炉建屋等の基礎地盤である。
			離山層	Hn	泥岩・凝灰岩	敷地では北部を中心に久米層の下位に認められる。
白亜系	那珂湊層群	Nk	泥岩・砂岩	敷地全体で久米層、離山層の下位に認められる。		
先白亜系	日立古生層 (日立変成岩類)	Hp	泥岩・砂岩・礫岩	1孔のボーリングで那珂湊層群の下位に認められる。		

~~~~~:不整合



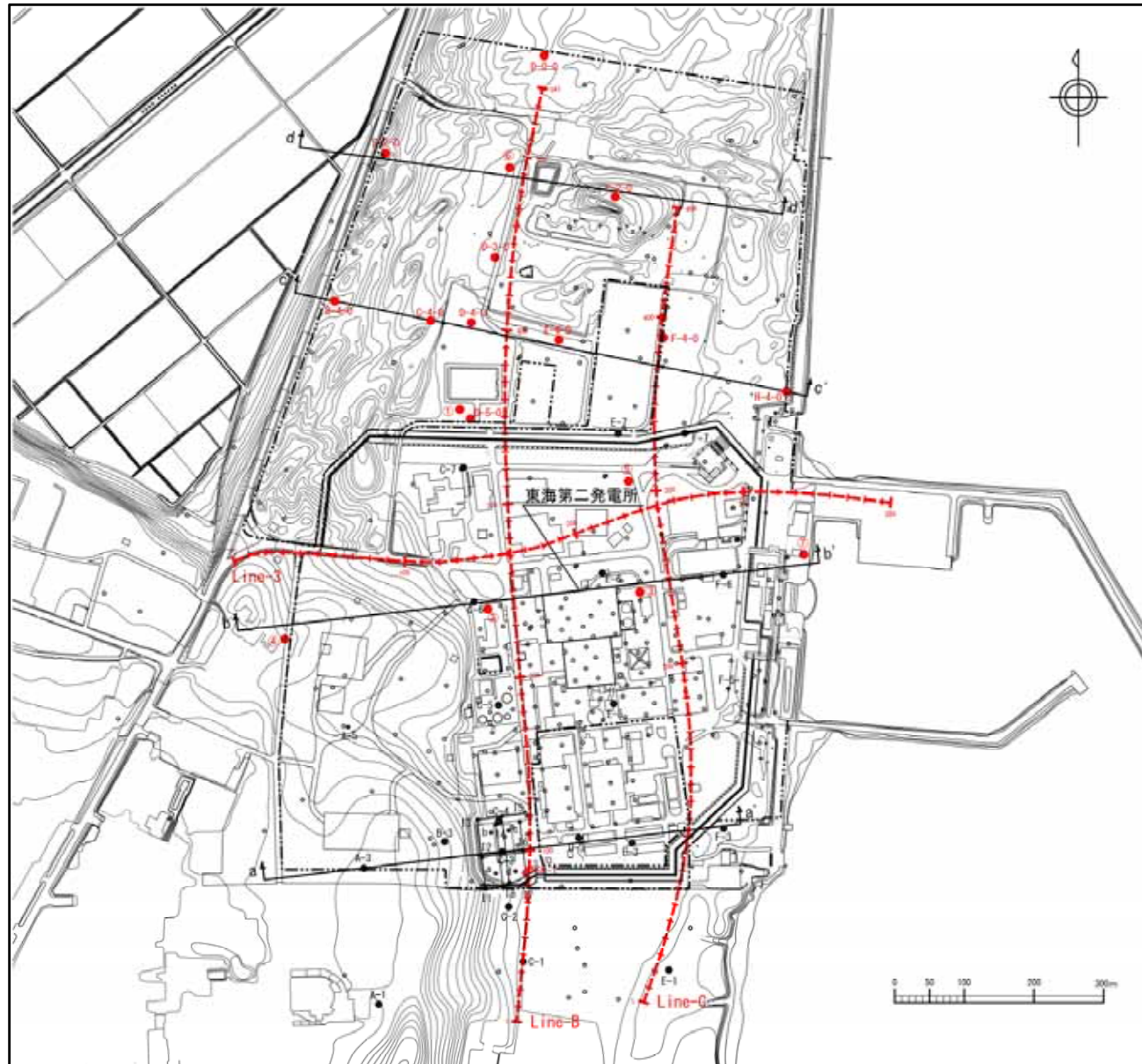
敷地の地質平面図

| 凡例 |        |
|----|--------|
|    | 盛土・埋戻土 |
|    | 砂丘砂層   |
|    | 沖積層    |
|    | 段丘堆積物  |
|    | 敷地境界線  |

敷地に分布する地層のうち、最下位の日立古生層(日立変成岩類)は硬質な泥岩, 砂岩及び礫岩からなる。那珂湊層群は硬質な泥岩, 砂岩及び礫岩からなる。離山層は泥岩, 凝灰岩からなる。久米層は砂質泥岩を主としている。東茨城層群と段丘堆積物は砂礫, 砂及びシルトからなり, 沖積層は粘土を主として砂及び礫混じり砂を挟む。各層は不整合関係で接している。砂丘砂層は均質な細～中粒砂からなり, 敷地全体に広く分布する。

### 3. 敷地の地質・地質構造(敷地の調査内容)

- ・敷地の地質・地質構造の評価にあたっては、審査会合(H27.5.29)の指摘を踏まえ、追加でボーリング調査及び反射法地震探査等を実施した。
- ・久米層の構造評価にあたっては、これらの追加実施した調査結果も含め、岩相区分、侵食境界、鍵層の分布、反射法地震探査結果に基づくユニット区分を追加で実施した。



審査会合(H27.5.29)の指摘を踏まえ  
申請時(H26.5.20)以降の評価に追加

- ・ボーリング調査  
19孔, 合計約5,100m
- ・ボアホールテレビ調査  
15孔, 合計約2,300m
- ・反射法地震探査  
3測線 合計約4,250m  
受振器: 速度型地震計(3個グループ)  
受振間隔: 10m  
震源:  
(中型バイブレーター 1台)  
スイープ周波数: 15 ~ 130Hz  
(一部12 ~ 100Hz)  
起震間隔: 5m (一部10m)  
(油圧インパクト 1台)  
起震間隔: 5m  
垂直方向分解能:  
約5m(浅部) ~ 約15m(深部)

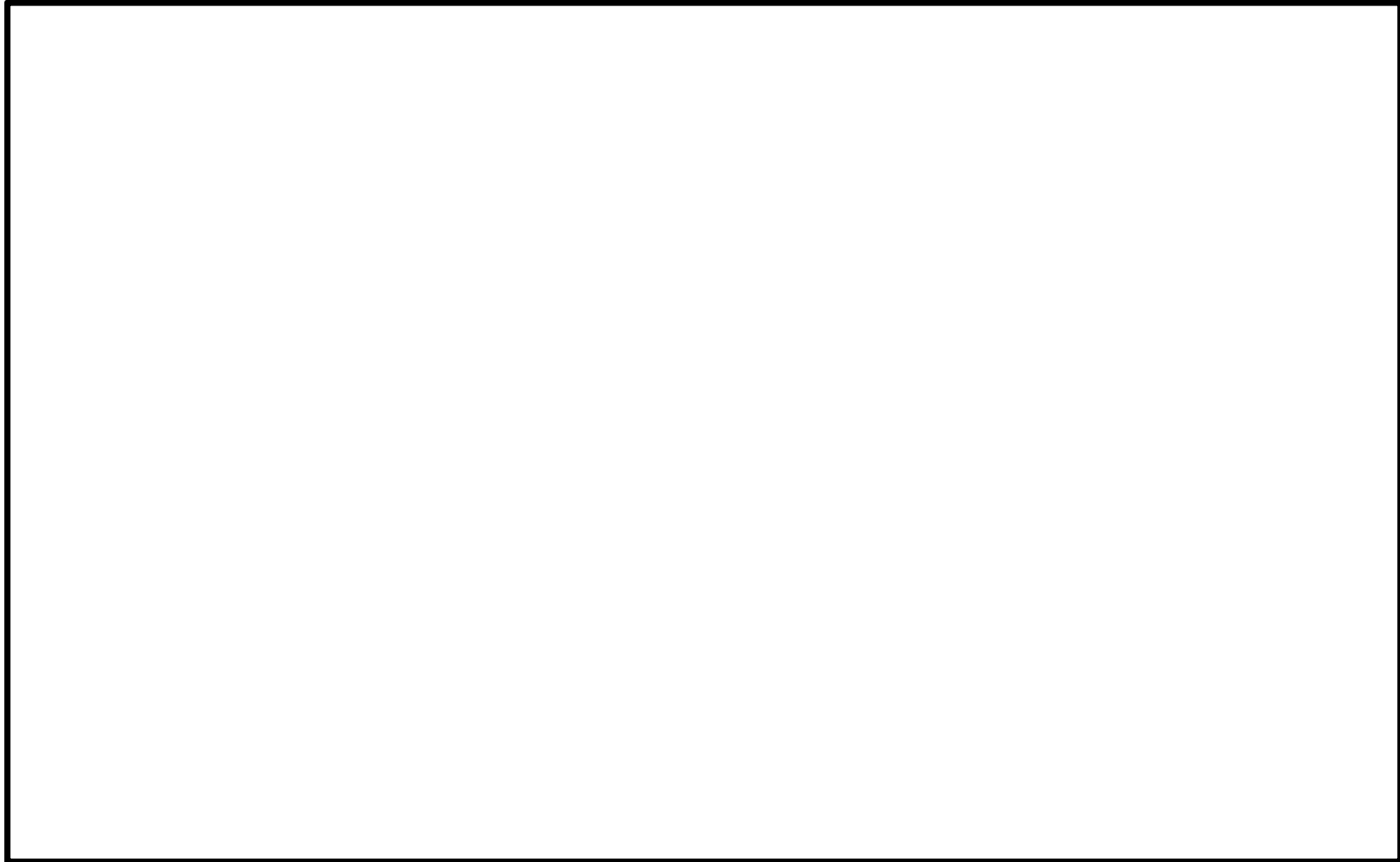
#### 凡 例

- 鉛直ボーリング
- 鉛直ボーリング
- 斜めボーリング, ボアホールテレビ調査
- 鉛直ボーリング, ボアホールテレビ調査(追加分)
- +— 反射法地震探査測線(追加分)
- : 敷地境界
- : 岩相区分, 鍵層の分布等に基づく詳細解析を実施
- a| a : 地質断面の範囲(上記反射法地震探査測線位置においても地質断面図を作成)

### 3. 敷地の地質・地質構造(耐震重要施設等の配置図)

- 設置許可基準規則3条及び4条の対象となる「耐震重要施設」及び設置許可基準規則38条及び39条の対象となる「常設重大事故等対処施設」を以下に示す。

常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設(特定重大事故等対処施設を除く。)







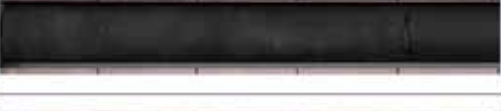




枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

### 3. 敷地の地質・地質構造(岩相区分)

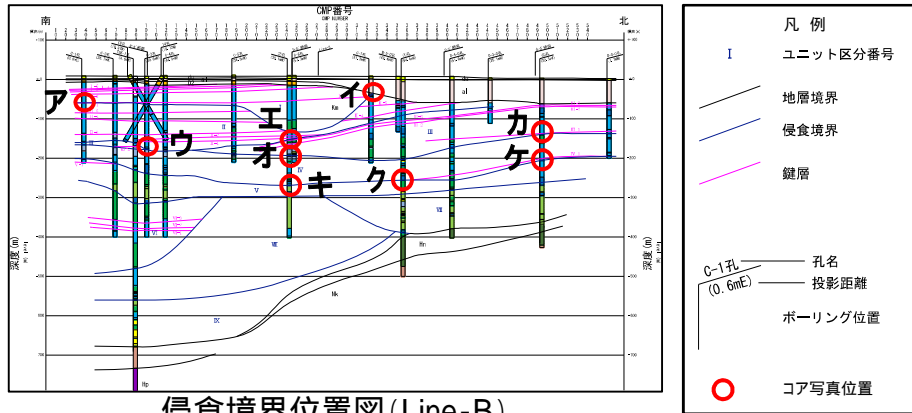
ボーリングコアの岩相観察結果に基づき、久米層以深の岩相を下記の通り区分した。

岩相区分表

| 地層名               | 岩 質       | 記号    | 層 相                                 | 代表的なコア写真                                                                              |
|-------------------|-----------|-------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 久米層               | 砂質泥岩      | Km-m  | 砂質泥岩を主とする。砂質泥岩には生物擾乱、乱堆積構造が発達する。    |    |
|                   | 砂岩-砂質泥岩互層 | Km-a1 | 厚さ5cm～10cmの細粒～中粒砂岩の薄層を挟む砂質泥岩を主体とする。 |    |
|                   |           | Km-a2 | 泥岩、シルト岩の細互層を主とする。                   |    |
|                   |           | Km-a3 | 細粒砂岩、中粒砂岩を主とする細互層からなる。炭質物薄層を頻繁に挟む。  |    |
|                   | 砂 岩       | Km-s  | シルト混り細粒砂岩～中粒砂岩からなる。                 |    |
|                   | 礫 岩       | Km-g  | 偽礫のほか基盤岩礫など複数の異種礫及び貝殻片を含む。          |   |
| 離山層               | 泥岩・凝灰岩    | Hn    | 固結度の高い泥岩を主とし、凝灰岩及び軽石を多く含む。          |  |
| 那珂湊層群             | 泥岩・砂岩     | Nk    | 角礫を含む礫岩、砂岩、泥岩からなる。硬質である。            |  |
| 日立古生層<br>(日立変成岩類) | 泥岩・砂岩・礫岩  | Hp    | 非変成の硬質な砂岩、泥岩、礫岩からなる。                |  |

### 3. 敷地の地質・地質構造(ユニット区分について)

- ・ボーリングコア観察結果によると、久米層中には、流動状の堆積構造あるいは偽礫、異種礫、貝殻片を含む礫岩が認められる。これらは、下位の久米層を侵食して緩く谷状に連続していることから、久米層堆積期に形成された海底谷等の侵食谷の谷底に堆積したものと判断される。
- ・上記侵食谷と岩相及び鍵層の連続性ならびに反射パターンの特徴と整合がとれるようユニット区分を行った。



↓ : 侵食境界(下端)

#### ア. 侵食境界 /

C-1孔 標高: -59.10 ~ -59.16m (深度: 68.02 ~ 68.08m)  
(写真はGL-67.70 ~ -68.20m)



細礫、貝殻片からなる薄層を挟む侵食跡

#### イ. 侵食境界 /

C-7孔 標高: -43.37 ~ -43.85m (深度: 52.50 ~ 52.98m)  
(写真はGL-52.60 ~ -53.10m)



貝殻片の混入、流動状の堆積構造が見られる侵食跡

#### ウ. 侵食境界 /

C-3孔 標高: -170.99 ~ -176.30m (深度: 179.35 ~ 184.66m)  
(写真はGL-183.00 ~ -185.00m)



偽礫を多く含む侵食跡

#### エ. 侵食境界 /

孔 標高: -153.62 ~ -153.77m (深度: 164.26 ~ 164.41m)  
(写真はGL-164.10 ~ -164.60m)




流動状の堆積構造が見られる侵食跡

### 3. 敷地の地質・地質構造(ユニット区分について)

↓ : 侵食境界(下端)

オ. 侵食境界 /  
孔 標高: -194.83 ~ -195.57m(深度: 205.47 ~ 206.21m)  
(写真はGL-262.00 ~ -264.00m)



← 上

10cm

偽礫のほか異質礫, 貝殻片が密集する侵食跡

カ. 侵食境界 /  
孔 標高: -139.19 ~ -141.84m(深度: 143.00 ~ 145.65m)  
(写真はGL-144.00 ~ -146.00m)




← 上

10cm

偽礫のほか流動状の堆積構造が見られる侵食跡

キ. 侵食境界 /  
孔 標高: -265.01 ~ -268.87m(深度: 275.65 ~ 279.51m)  
(写真はGL-278.00 ~ -280.00m)




← 上

10cm

偽礫のほか異質礫, 貝殻片が密集する侵食境界

ク. 侵食境界 /  
孔 標高: -270.00 ~ -271.27m(深度: 262.25 ~ 263.52m)  
(写真はGL-262.00 ~ -264.00m)



← 上

10cm

偽礫のほか流動状の堆積構造が見られる侵食境界

ケ. 侵食境界 /  
孔 標高: -269.62 ~ -275.94m(深度: 265.81 ~ 272.13m)  
(写真はGL-271.00 ~ -273.00m)



← 上

10cm

偽礫のほか流動状の堆積構造が見られる侵食境界

一部に見られる傾斜した葉理については半固結及び未固結の欠米層が侵食谷の上流から運搬された際に流動変形した見かけの傾斜である可能性が考えられる。

### 3. 敷地の地質・地質構造（鍵層の特徴）

- ・久米層内には、火山灰層及び軽石層や凝灰質泥岩層などの岩相が特徴的な地層が分布する。
- ・これらの地層について、層相、粒子組成、火山ガラスの形態等の類似性について検討した結果、側方に広がりを持って連続する地層であることが確認された（-5～-1を鍵層として評価）。
- ・なお、これらの鍵層について、火山灰分析も併せて実施し、対比の妥当性について確認した。

#### 鍵層の特徴

— : 鍵層

| 鍵層No. | 特 徴                                                                   | 粒子組成 |            | コア写真                                                       |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|------|------------|------------------------------------------------------------|
|       |                                                                       | 重鉱物  |            |                                                            |
| -5    | ユニット区分の砂質泥岩 (Km-m)に含まれ、白色の中～粗粒軽石を密に含む。<br>なお、-5～-2は10m程度の範囲に近接して分布する。 | 重鉱物  | ho         | <p>C-2孔 標高:-21.66～-21.71m, 深度:32.80～32.85m</p> <p>10cm</p> |
|       |                                                                       | ガラス  | spg >> fib |                                                            |
| -4    | ユニット区分の砂質泥岩 (Km-m)に含まれ、白～灰色の粗粒軽石を密に含む。<br>なお、-5～-2は10m程度の範囲に近接して分布する。 | 重鉱物  | -          | <p>C-3孔 標高:-21.64～-21.82m, 深度:30.00～30.18m</p> <p>10cm</p> |
|       |                                                                       | ガラス  | spg > fib  |                                                            |

#### 重鉱物名

|            |
|------------|
| ho : 角閃石   |
| opx : 斜方輝石 |

火山ガラスの形態分類(岸・宮脇, 1996より引用)

| 気泡の大きさ   | 火山ガラスの形態分類  |                 |               |
|----------|-------------|-----------------|---------------|
|          | 小さい<br>約10μ | 大きい<br>約100μ    | 非常に大きい        |
| 球形に近い    | スポンジ型 (spg) | str-s-bfg型 (sb) | バブルウォール型 (bw) |
| 一方方向に延びる | 繊維型 (fib)   | 平行型 (str)       |               |

0 0.1 0.2mm

火山灰、軽石の粒径区分(東海サイト)

| 火山灰    |     | 軽石     |    |
|--------|-----|--------|----|
| 粒径(mm) | 区分  | 粒径(mm) | 区分 |
| —      |     | —10    | 粗粒 |
| —      |     | —4     | 中粒 |
| —2     |     | —2     | 細粒 |
| —0.5   | 粗粒  |        |    |
| —0.25  | 中粒  |        |    |
| —0.063 | 細粒  |        |    |
|        | 極細粒 |        |    |

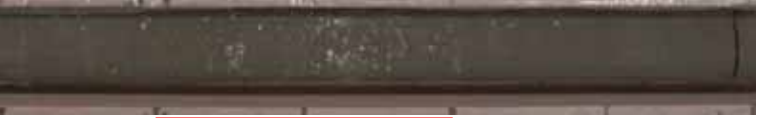

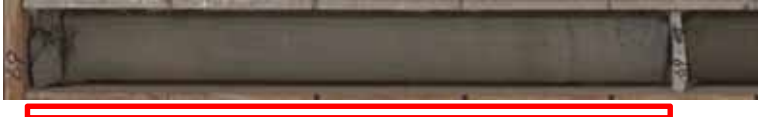

) 粒径2mm以下は火山灰となる。



### 3. 敷地の地質・地質構造 (鍵層の特徴)

#### 鍵層の特徴





— : 鍵層

| 鍵層No. | 特徴                                                                    | 粒子組成 |              | コア写真 |                                                                                                                                          |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|------|--------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| -3    | ユニット区分の砂質泥岩 (Km-m)に含まれ、白色の細粒軽石を密に含む。<br>なお、-5～-2は10m程度の範囲に近接して分布する。   | 重鉱物  | ho           | ←上   | C-2孔 標高:-28.36～-28.56m, 深度:39.50～39.70m<br><br>10cm   |
|       |                                                                       | ガラス  | spg > fib    |      |                                                                                                                                          |
| -2    | ユニット区分の砂質泥岩 (Km-m)に含まれ、白色の細～中粒軽石を密に含む。<br>なお、-5～-2は10m程度の範囲に近接して分布する。 | 重鉱物  | -            | ←上   | C-1孔 標高:-37.27～-37.50m, 深度:46.19～46.42m<br><br>10cm   |
|       |                                                                       | ガラス  | spg > fib    |      |                                                                                                                                          |
| -1    | ユニット区分の砂質泥岩 (Km-m)に含まれる凝灰質泥岩で、白～灰色の軽石を含む。                             | 重鉱物  | -            | ←上   | C-2孔 標高:-56.63～-58.31m, 深度:67.77～69.45m<br><br>10cm  |
|       |                                                                       | ガラス  | spg > sb fib |      |                                                                                                                                          |
| -5    | ユニット区分の砂質泥岩 (Km-m)に含まれ、灰白色の中～細粒火山灰からなる。                               | 重鉱物  | -            | ←上   | C-2孔 標高:-86.03～-86.08m, 深度:97.17～97.22m<br><br>10cm |
|       |                                                                       | ガラス  | spg > > fib  |      |                                                                                                                                          |

### 3. 敷地の地質・地質構造（鍵層の特徴）

#### 鍵層の特徴

 : 鍵層

| 鍵層No. | 特徴                                      | 粒子組成 |                           | コア写真                                                                                                                                                                 |
|-------|-----------------------------------------|------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| -4    | ユニット区分の砂質泥岩 (Km-m)に含まれ、白色の極細粒火山灰からなる。   | 重鉱物  | -                         |  <p>D-4-0孔 標高: -61.41 ~ -61.56m, 深度: 69.70 ~ 69.85m</p> <p>←上</p> <p>10cm</p>     |
|       |                                         | ガラス  | spg > sb > str            |                                                                                                                                                                      |
| -3    | ユニット区分の砂質泥岩 (Km-m)に含まれ、灰白色の砂～泥質凝灰岩からなる。 | 重鉱物  | -                         |  <p>TSK-1孔 標高: -139.83 ~ -139.93m, 深度: 148.11 ~ 148.21m</p> <p>←上</p> <p>10cm</p> |
|       |                                         | ガラス  | spg > sb > str > fib > bw |                                                                                                                                                                      |
| -2    | ユニット区分の砂質泥岩 (Km-m)に含まれ、白色の極細粒火山灰からなる。   | 重鉱物  | -                         |  <p>C-3孔 標高: -151.64 ~ -152.26m, 深度: 160.00 ~ 160.62m</p> <p>←上</p> <p>10cm</p>  |
|       |                                         | ガラス  | spg > sb > str > fib      |                                                                                                                                                                      |
| -1    | ユニット区分の砂質泥岩 (Km-m)に含まれ、灰～白色の極細粒火山灰からなる。 | 重鉱物  | -                         |  <p>C-4孔 標高: -158.45 ~ -158.51m, 深度: 169.51 ~ 169.57m</p> <p>←上</p> <p>10cm</p> |
|       |                                         | ガラス  | sb spg > str > fib        |                                                                                                                                                                      |

### 3. 敷地の地質・地質構造（鍵層の特徴）

#### 鍵層の特徴

 : 鍵層






| 鍵層No. | 特徴                                                                        | 粒子組成 |                           | コア写真                                                                                                                                                         |
|-------|---------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| -3    | ユニット区分の砂質泥岩 (Km-m), 砂質泥岩優勢層 (Km-a1) に含まれ, 結晶質で灰白色の中粒～細粒火山灰からなる。やや泥, 砂を含む。 | 重鉱物  | ho                        |  <p>孔 標高: -155.06 ~ -155.14m, 深度: 165.70 ~ 165.78m</p> <p>10cm</p>        |
|       |                                                                           | ガラス  | spg > > fib               |                                                                                                                                                              |
| -2    | ユニット区分の砂質泥岩 (Km-m) に含まれ, 白色の中粒軽石をやや密に含む。<br>-3の約5～10m下位に分布する。             | 重鉱物  | -                         |  <p>孔 標高: -112.60 ~ -112.69m, 深度: 120.35 ~ 120.44m</p> <p>10cm</p>        |
|       |                                                                           | ガラス  | spg > fib                 |                                                                                                                                                              |
| -1    | ユニット区分の砂質泥岩 (Km-m), 砂質泥岩優勢層 (Km-a1) に含まれ, 細～中粒の軽石が密集する。                   | 重鉱物  | ho, opx                   |  <p>D-0-0孔 標高: -131.13 ~ -131.17m, 深度: 134.14 ~ 134.18m</p> <p>10cm</p>  |
|       |                                                                           | ガラス  | spg > fib > s b > str     |                                                                                                                                                              |
| -1    | ユニット区分の砂質泥岩 (Km-m), 礫岩 (Km-g) に含まれ, 白～灰色の細粒火山灰からなる。                       | 重鉱物  | ho                        |  <p>D-4-0孔 標高: -243.88 ~ -244.08m, 深度: 252.17 ~ 252.37m</p> <p>10cm</p> |
|       |                                                                           | ガラス  | sb > str > spg > fib > bw |                                                                                                                                                              |

### 3. 敷地の地質・地質構造（鍵層の特徴）

第467回審査会合  
資料1再掲

#### 鍵層の特徴

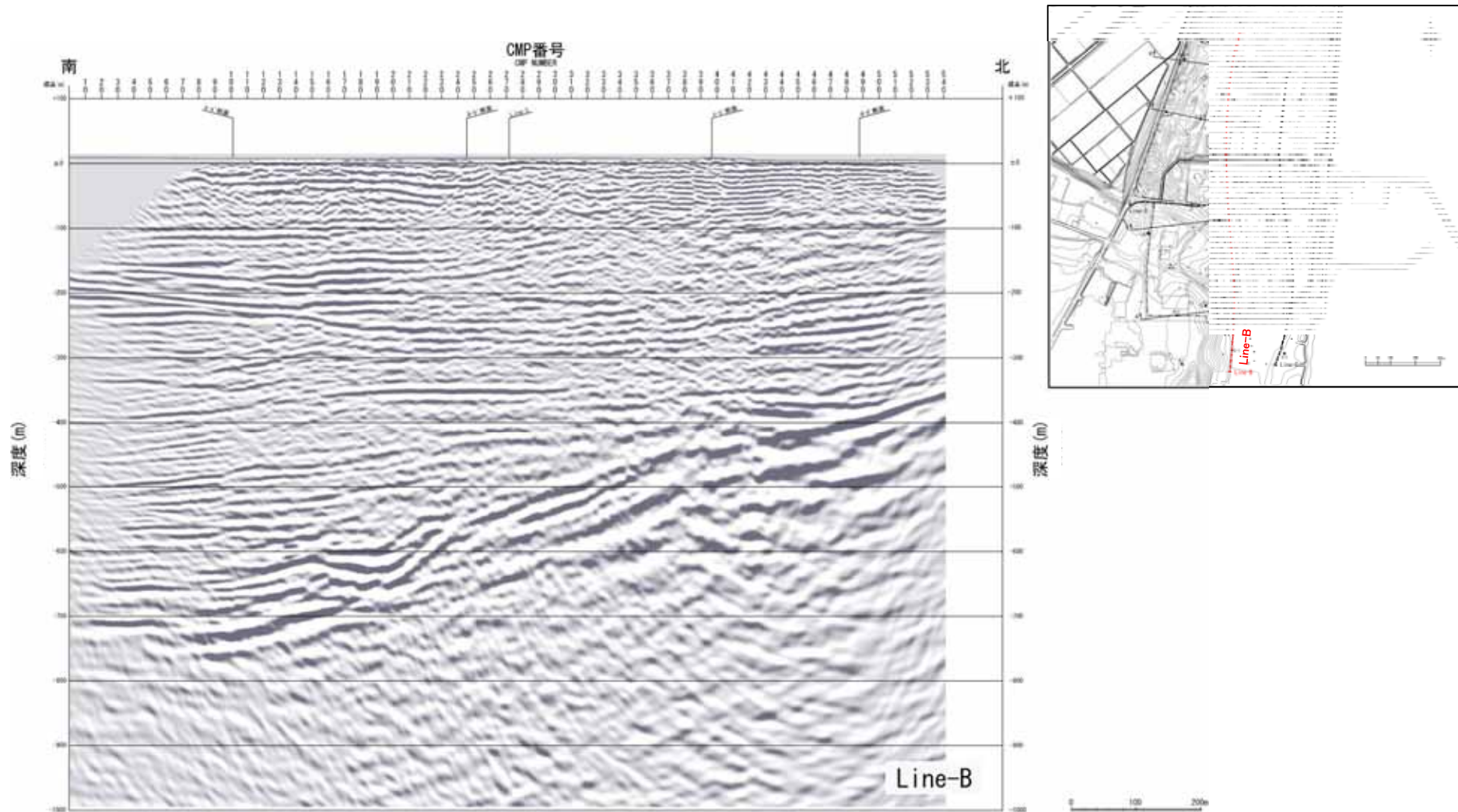
 : 鍵層

| 鍵層No. | 特徴                                                      | 粒子組成 |                      | コア写真                                                                                                                                                                   |
|-------|---------------------------------------------------------|------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| -1    | ユニット区分の砂質泥岩(Km-m)に含まれ、白色の極細粒火山灰からなる。                    | 重鉱物  | -                    |  <p>C-1孔 標高: -210.13 ~ -210.64m, 深度: 219.05 ~ 219.56m</p> <p>←上</p> <p>10cm</p>     |
|       |                                                         | ガラス  | bw > spg             |                                                                                                                                                                        |
| -4    | ユニット区分の砂岩薄層を挟む砂質泥岩優勢層(Km-a1)に含まれ、灰白色の極細粒火山灰からなる。        | 重鉱物  | -                    |  <p>C-2孔 標高: -305.11 ~ -305.29m, 深度: 316.25 ~ 316.43m</p> <p>←上</p> <p>10cm</p>     |
|       |                                                         | ガラス  | spg sb str           |                                                                                                                                                                        |
| -3    | ユニット区分の砂質泥岩(Km-m)に含まれ、軽石を含む灰白～白色の細粒火山灰からなる。             | 重鉱物  | -                    |  <p>TSK-1孔 標高: -362.11 ~ -362.13m, 深度: 370.39 ~ 370.41m</p> <p>←上</p> <p>10cm</p>   |
|       |                                                         | ガラス  | spg > sb > str > fib |                                                                                                                                                                        |
| -2    | ユニット区分の砂質泥岩(Km-m)に含まれ、灰色の極細粒火山灰からなる。<br>下位 -1と近接して分布する。 | 重鉱物  | -                    |  <p>TSK-1孔 標高: -377.39 ~ -377.50m, 深度: 385.67 ~ 385.78m</p> <p>←上</p> <p>10cm</p> |
|       |                                                         | ガラス  | spg > sb > str       |                                                                                                                                                                        |
| -1    | ユニット区分の砂質泥岩(Km-m)に含まれ、白色の細粒火山灰からなる。<br>上位 -2と近接して分布する。  | 重鉱物  | -                    |  <p>TSK-1孔 標高: -384.09 ~ -384.21m, 深度: 392.37 ~ 392.49m</p> <p>←上</p> <p>10cm</p> |
|       |                                                         | ガラス  | spg > sb > str fib   |                                                                                                                                                                        |

余白

### 3. 敷地の地質・地質構造(反射法地震探査記録)

第467回審査会合  
資料1修正

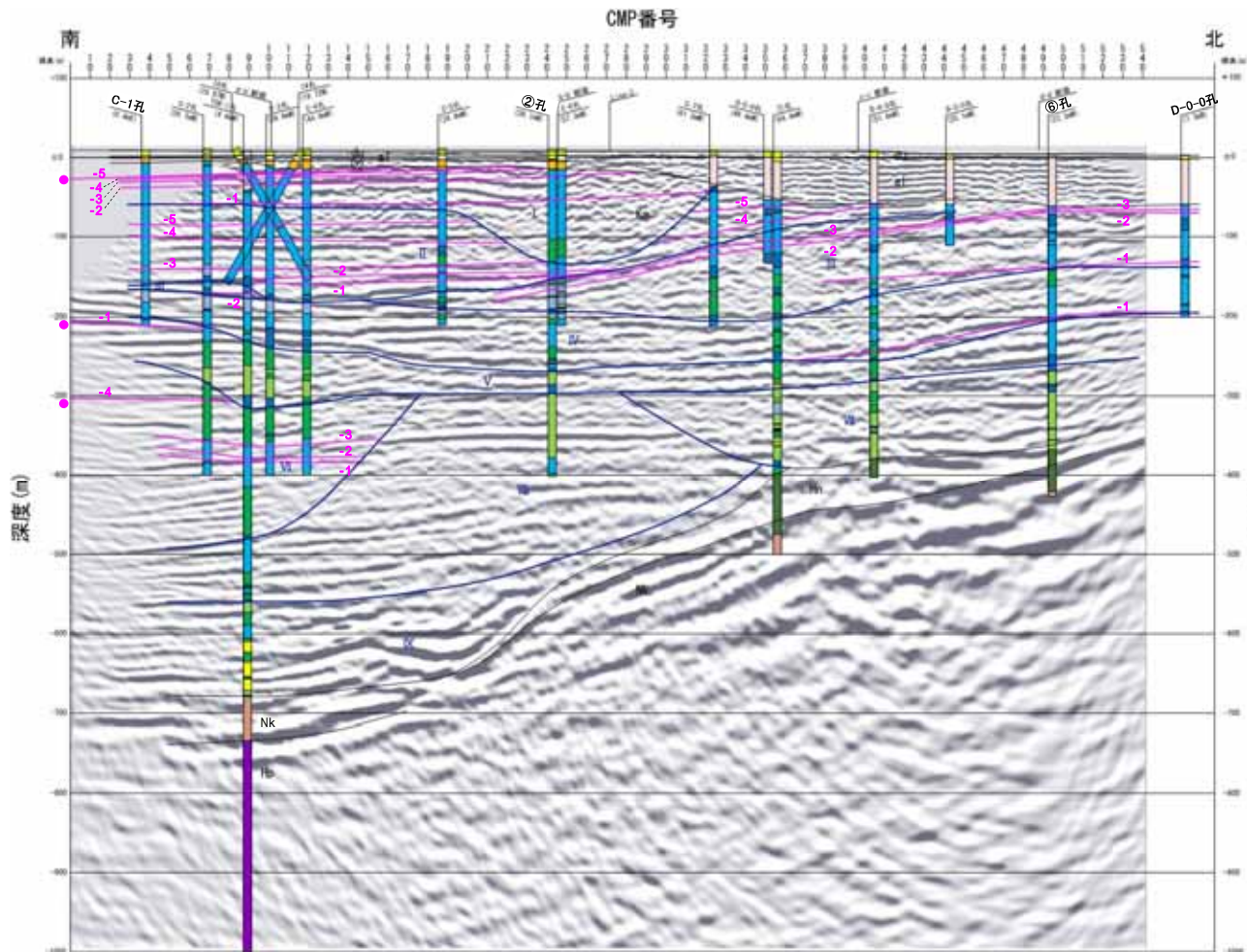


H:V=1:1

探査記録  
(Line-B)

### 3. 敷地の地質・地質構造(地質断面図)

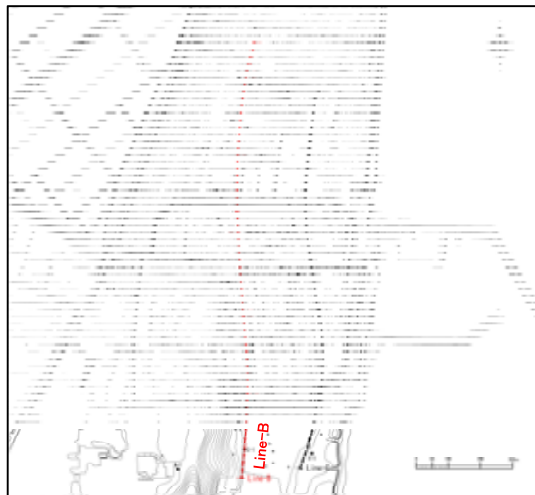
コア観察結果及び反射法地震探査の結果から、地質断面図を作成した。



●: 日本原子力研究開発機構の敷地に連続する鍵層(P43～P45参照)  
ボーリング調査で認められた地質境界、鍵層及び侵食境界を反射法地震探査記録に投影

地質断面図 (Line-B)

H:V=1:1 0 100 200m



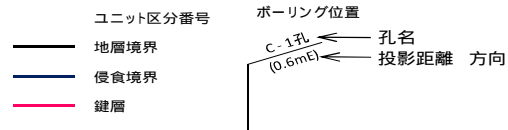
地質層序表

| 年代層区分 | 地質名        | 記号                    | 主な層相と分布                                                                        |
|-------|------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 第四系   | 砂丘砂層       | d                     | 海浜の古い中砂～粗砂からなる。敷地全域に広がる。                                                       |
|       | 沖積層        | a1                    | シルト層～粘土層を主とし、砂層、砂礫層を挟む。敷地北側の巨尾田川を埋積して分布する。                                     |
|       | 粘土堆積物 (D2) | D2                    | 砂礫層を主とし、シルト層、砂層を挟む。砂丘砂層、沖積層に堆積されて分布する。                                         |
|       | 砂礫堆積物 (D1) | D1                    | 砂礫層を主とし、シルト層、砂層を挟む。敷地の西側部に分布する。                                                |
| 第三系   | 久米層        | 上部                    | 砂礫層を主とし砂層層を挟む。生物礫丸、空層礫構造が一時的に認められ、全層で浸食50m。前期で浸食40mに分布する。ユニット区分1～4が堆積する。       |
|       |            | 下部                    | 砂礫層が多く積み、構造30～35mで砂質泥岩層互層が多く分布する。構造で侵襲した構造60m以上は粗粒～中粒の砂礫層が見られる。ユニット区分5～6が堆積する。 |
|       | 扇山層        | Hs                    | 砂質泥岩、凝灰岩が分布し、凝灰岩は塊状や流紋状の形状が多く見られる。                                             |
|       | 白律系        | Nk                    | 褐色を帯びる泥岩が多く、硬質である。                                                             |
| 光白土層  | 光白土層       | 赤褐色の硬質な砂岩、泥岩及び礫岩からなる。 |                                                                                |

久米層岩相区分

| 地層名 | 岩質        | 粒状図凡例                        | 層相                                  |
|-----|-----------|------------------------------|-------------------------------------|
| 久米層 | 砂質泥岩      | 砂質泥岩                         | 砂質泥岩を主とする。砂質泥岩には生物礫丸、乱層構造が一般的に見られる。 |
|     | 砂岩-砂質泥岩互層 | 砂岩-砂質泥岩互層                    | 厚さ5～10mの細粒～中粒砂岩の薄層を挟む砂質泥岩を主体とする。    |
|     | 砂岩        | 砂岩                           | 泥岩、シルト岩の細互層を主とする。                   |
|     | 礫岩        | 礫岩                           | 細粒砂岩、中粒砂岩を主とする細互層。炭質層を頻りに挟む。        |
| 礫岩  | 礫岩        | シルト混り細粒砂岩～中粒砂岩からなる。          |                                     |
| 礫岩  | 礫岩        | 礫のほかに基岩礫等の礫数の見極め及び強化化石を多く含む。 |                                     |

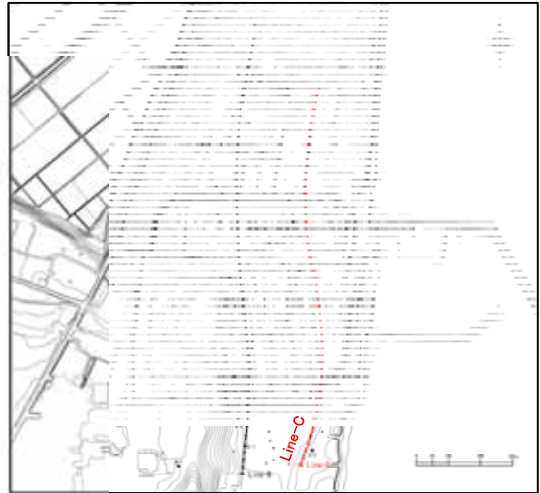
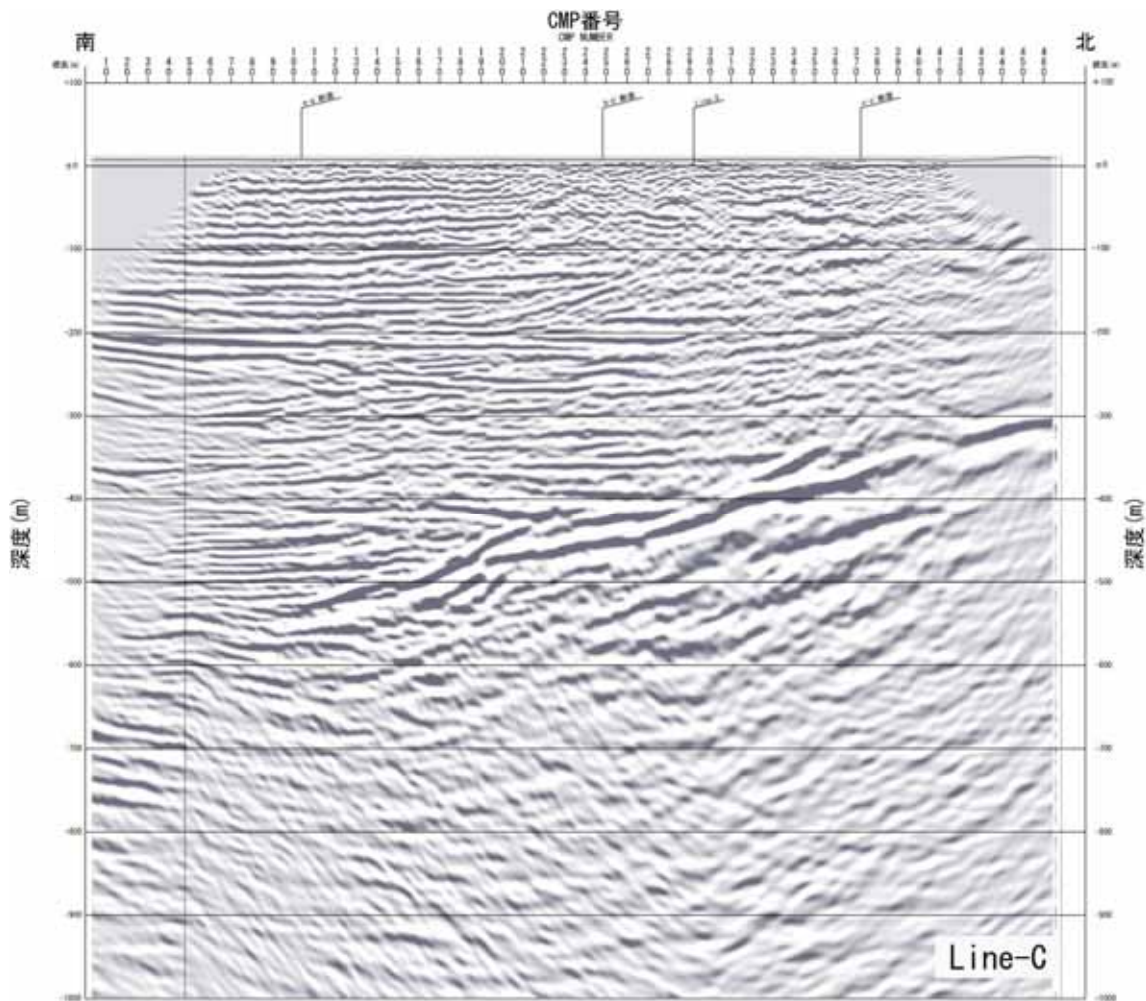
断面図凡例



- 久米層中には複数の鍵層が概ね水平に連続して認められ、断層を示唆する系統的な不連続や累積的な変位・変形は認められない。
  - 南部(C-1孔～孔)では、ユニット 及び の複数の鍵層が概ね水平に連続している。
  - 中部～北部(孔～孔)では、鍵層 -3及び -2が連続し南側に傾斜する傾向が認められるが、下位のユニット、ユニット 及びユニット 付近に認められる反射面は概ね水平であり、中部では上位の鍵層 -1も概ね水平である。
  - 北部(孔～D-0-0孔)では、ユニット 及びユニット の鍵層が概ね水平に連続している。
- なお、連続性が確認された鍵層の分布は、反射法地震探査記録に認められる反射パターンの特徴と調和的である。
- ボーリング調査の結果、久米層には癒着して固結した面構造が認められるが、粘土状破砕部を伴う断層は認められない。
- 以上のことから、将来活動する可能性のある断層等は存在しないことを確認した。

### 3. 敷地の地質・地質構造(反射法地震探査記録)

第467回審査会合  
資料1修正



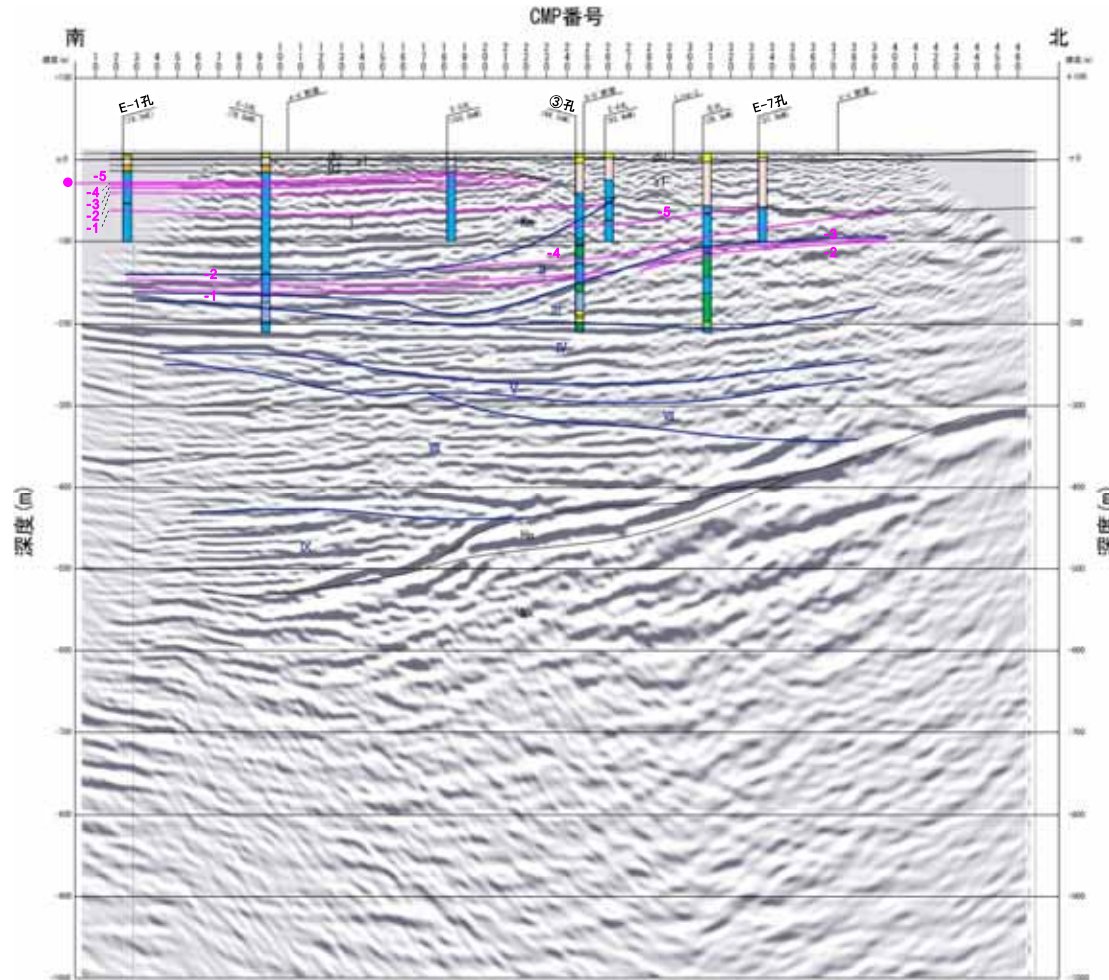
H:V=1:1

探査記録  
(Line-C)



### 3. 敷地の地質・地質構造(地質断面図)

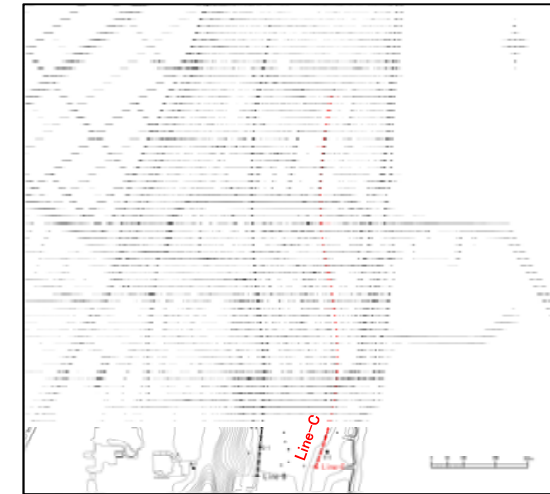
第467回審査会合  
資料1修正



地質断面図(Line-C)

0 100 200m  
H:V=1:1

●:日本原子力研究開発機構の敷地に連続する鍵層(P43~P45参照)  
ボーリング調査で認められた地質境界、鍵層及び侵食境界を反射法地震探査記録に投影



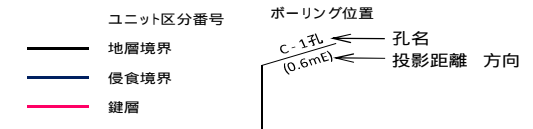
地質層序表

| 年代帯区分 | 地質名        | 記号   | 主な層相と分布                                                                           |
|-------|------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 第四系   | 更新統        | 砂丘砂層 | 海浜の古い中砂~粗砂からなる。敷地全域に広がる。                                                          |
|       | 沖積層        | D1   | シルト層~粘土層を主とし、砂層、砂礫層を挟む。敷地本側の巨丸田を穿通して分布する。                                         |
|       | 段丘堆積物 (D2) | D2   | 砂礫層を主とし、シルト層、砂層を挟む。沖積層に被覆されて分布する。                                                 |
|       | 段丘堆積物 (D1) | D1   | 砂礫層を主とし、シルト層、砂層を挟む。敷地の西側側に分布する。                                                   |
| 第三系   | 久米層        | 上部   | 砂質泥岩を主とし砂質層を挟む。生物層理、空層傾斜が一般的に認められ、北縁で厚さ50m、南縁で200m以上に分布する。ユニット区分I~IVが観測する。        |
|       |            | 下部   | 砂層を多く挟み、構造200~300mで砂質泥岩層が互層が多く分布する。構造で傾斜した厚さ600m以上の粗粒~中粒の砂層が見られる。ユニット区分V~VIが観測する。 |
|       | 扇山層        | fm   | 砂質泥岩、凝灰岩が分布し、凝灰岩は塊状や塊状状の塊状が多く見られる。                                                |
|       | 扇山後層群      | Nk   | 褐色を帯びる泥岩が多く、硬質である。                                                                |
| 白土系   | 白土系        | 白土系  | 白土系                                                                               |
| 先白土系  | 先白土系       | 先白土系 | 先白土系                                                                              |

久米層岩相区分

| 地層名 | 岩質                | 柱状図凡例                        | 層相                                  |
|-----|-------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| 久米層 | 砂質泥岩              | [Blue]                       | 砂質泥岩を主とする。砂質泥岩には生物層理、乱層構造が一般的に見られる。 |
|     | 砂岩-砂質泥岩互層         | [Green]                      | 厚さ5~10cmの細粒~中粒砂岩の薄層を挟む砂質泥岩を主体とする。   |
|     | 泥岩、シルト岩の細互層       | [Light Blue]                 | 泥岩、シルト岩の細互層を主とする。                   |
|     | 細粒砂岩、中粒砂岩を主とする細互層 | [Light Green]                | 細粒砂岩、中粒砂岩を主とする細互層。炭質物層理を頻りに挟む。      |
|     | 砂岩                | [Yellow]                     | シルト混り細粒砂岩~中粒砂岩からなる。                 |
| 凝灰岩 | [Dark Blue]       | 凝灰岩のほか凝灰岩層等の凝灰岩層及び凝灰化石が多く含む。 |                                     |

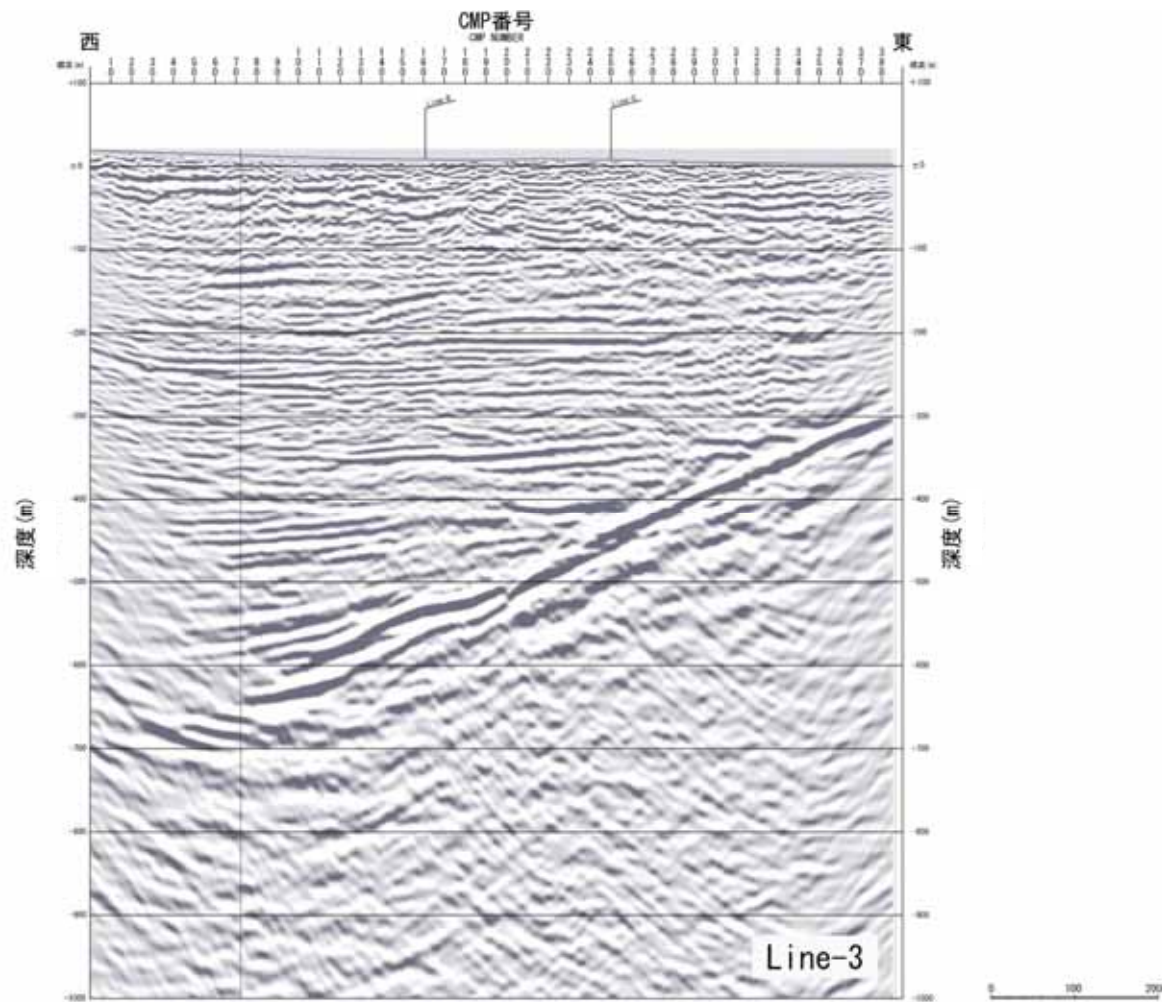
断面図凡例



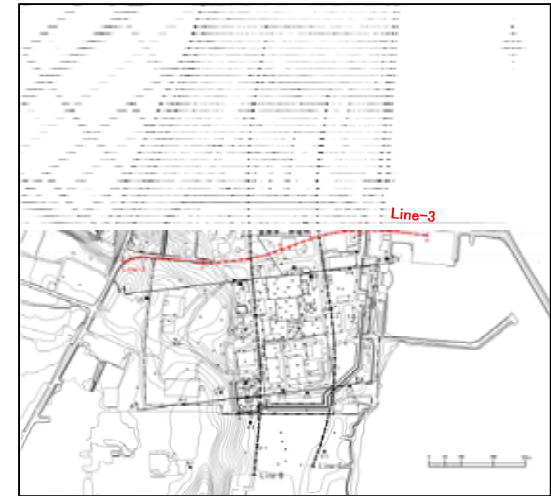
- 久米層中には複数の鍵層が概ね水平に連続して認められ、断層を示唆する系統的な不連続や累積的な変位・変形は認められない。
- 南部(E-1孔~孔)では、ユニット 及び の鍵層が概ね水平に連続している。
- 中部~北部(孔~E-7孔)では、鍵層 -4及び -5が連続し、南側に緩く傾斜する傾向が認められるが、下位のユニット 及びユニット 付近に認められる反射面も概ね水平である。
- なお、連続性が確認された鍵層の分布は、反射法地震探査記録に認められる反射パターンの特徴と調和的である。
- ボーリング調査の結果、久米層には癒着して固結した面構造が認められるが、粘土状破砕部を伴う断層は認められない。
- 以上のことから、将来活動する可能性のある断層等は存在しないことを確認した。

### 3. 敷地の地質・地質構造(反射法地震探査記録)

第467回審査会合  
資料1修正

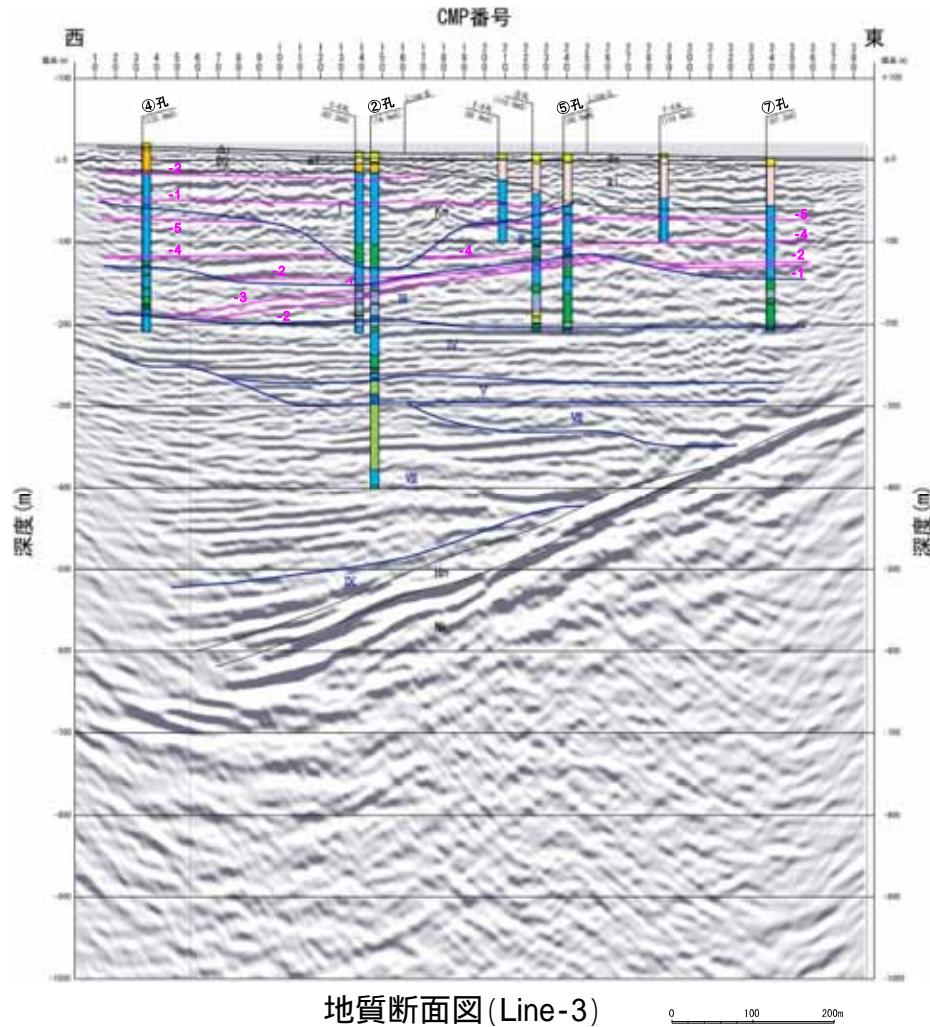


H:V=1:1



探査記録  
(Line-3)

### 3. 敷地の地質・地質構造(地質断面図)



ボーリング調査で認められた地質境界、鍵層及び侵食境界を反射法地震探査記録に投影

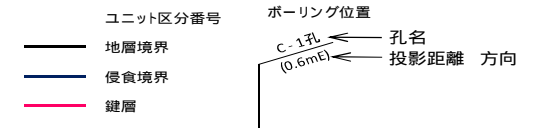


| 年代層区分 | 地質名         | 記号                    | 主な層相と分布                                                                       |
|-------|-------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 第四系   | 砂丘砂層        | d                     | 海浜の古い中砂～粗砂からなる。敷地全域に広がる。                                                      |
|       | 沖積層         | a1                    | シルト層～粘土層を主とし、砂層、砂礫層を挟む。敷地北側の巨状扇田を埋積して分布する。                                    |
|       | 粘土質堆積物 (D2) | D2                    | 砂礫層を主とし、シルト層、砂層を挟む。砂丘砂層、沖積層に隣接して分布する。                                         |
|       | 粘土質堆積物 (D1) | D1                    | 砂礫層を主とし、シルト層、砂層を挟む。敷地の西側部に分布する。                                               |
| 第三系   | 久米層         | 上部                    | 砂礫層を主とし砂層層を挟む。生物礫、空層構造が一般的に認められ、上部で厚さ25m、下部で厚さ50mに分布する。ユニット区分V～Wが該当する。        |
|       |             | 下部                    | 砂礫層が多く積み、標高200～300mで砂岩層が厚く分布する。標高で侵襲した標高600m以上の粗粒～中粒の砂礫層が見られる。ユニット区分V～Wが該当する。 |
|       | 扇山層         | Hs                    | 砂礫層、凝灰層が分布し、凝灰層は塊状や流紋状の形状が多く見られる。                                             |
|       | 白亜系         | Nk                    | 褐色を帯びる泥岩が多く、層厚である。                                                            |
| 先白亜系  | Np          | 赤褐色の硬質な砂岩、泥岩及び礫岩からなる。 |                                                                               |

#### 久米層岩相区分

| 地層名 | 岩質        | 粒状図凡例 | 層相                                 |
|-----|-----------|-------|------------------------------------|
| 久米層 | 砂質泥岩      | (図)   | 砂質泥岩を主とする。砂質泥岩には生物礫、乱層構造が一般的に見られる。 |
|     | 砂岩-砂質泥岩互層 | (図)   | 厚さ5～10cmの細粒～中粒砂岩の薄層を挟む砂質泥岩を主体とする。  |
|     | 砂         | (図)   | 泥岩、シルト岩の細互層を主とする。                  |
|     | 礫岩        | (図)   | 細粒砂岩、中粒砂岩を主とする細互層。炭質物層を挟層に挟む。      |
| 礫岩  | 砂         | (図)   | シルト混り細粒砂岩～中粒砂岩からなる。                |
| 礫岩  | 礫         | (図)   | 礫のほかに基岩岩塊等の塊状の礫礫及び化石片を多く含む。        |

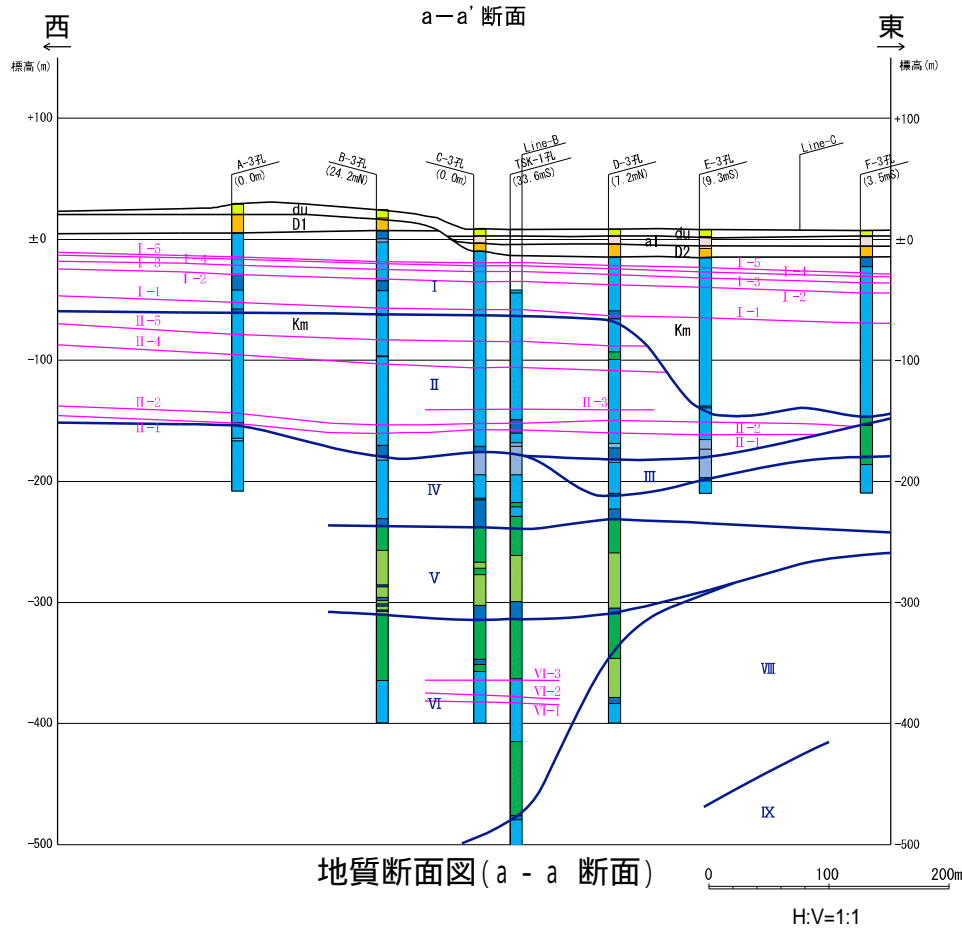
#### 断面図凡例



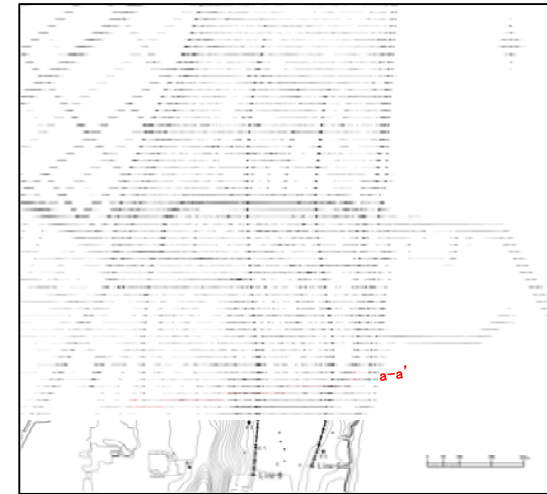
- 久米層中には複数の鍵層が概ね水平に連続して認められ、断層を示唆する系統的な不連続や累積的な変位・変形は認められない。
- ✓ 西部( 孔～ 孔)では、ユニット 及び の鍵層が概ね水平に連続している。
- ✓ 中部( 孔～ 孔)では、ユニット 及び の鍵層が連続し、西側に傾斜する傾向が認められるが、上位の鍵層 - 1は概ね水平であり、また、下位のユニット に認められる反射面も概ね水平である。
- ✓ 東部( 孔～ 孔)では、ユニット の鍵層が概ね水平に連続している。
- なお、連続性が確認された鍵層の分布は、反射法地震探査記録に認められる反射パターンの特徴と調和的である。
- ボーリング調査の結果、久米層には癒着して固結した面構造が認められるが、粘土状破砕部を伴う断層は認められない。
- 以上のことから、将来活動する可能性のある断層等は存在しないことを確認した。

### 3. 敷地の地質・地質構造(地質断面図)

第467回審査会合  
資料1修正



ボーリング調査で認められた地質境界、鍵層及び侵食境界を投影



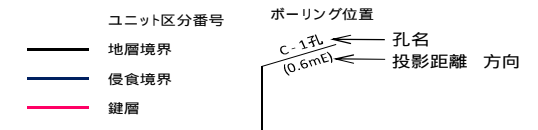
地質層序表

| 年代層区分 | 地質名   | 記号                                 | 主な構成と分布                                                                          |
|-------|-------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 第四系   | 更新統   | 砂丘砂層                               | 海浜の古い中砂～粗砂からなる。敷地全域に広がる。                                                         |
|       | 更新統   | 沖積層                                | シルト層～粘土層を主とし、砂層、砂礫層を挟む。敷地北側の巨丸山を環状して分布する。                                        |
|       |       | 砂丘堆積物 (D2)                         | 砂礫層を主とし、シルト層、砂層を挟む。砂丘砂層、沖積層に被覆されて分布する。                                           |
|       |       | 砂丘堆積物 (D1)                         | 砂礫層を主とし、シルト層、砂層を挟む。敷地の西側側に分布する。                                                  |
| 第三系   | 久米層   | 上部                                 | 砂質泥岩を主とし砂質砂層を挟む。生物腐植、空層腐植層が一般的に認められ、北緯で厚さ50m、南緯で200m程度に分布する。ユニット区分I～IVが該当する。     |
|       |       | 下部                                 | 砂礫層を多く挟み、構高200～300mで砂質泥岩層が厚く分布する。構造で傾斜した構高600m以上は断層～中粒の砂質層が見られる。ユニット区分V～IXが該当する。 |
|       | 岡山層   | 砂質泥岩、凝灰岩が分布し、凝灰岩は塊状や点状状の集積が多く見られる。 |                                                                                  |
|       | 白土系   | 凝灰岩層                               | 黄色を帯びる泥岩が多く、硬質である。                                                               |
| 先白土系  | 砂質泥岩層 | 赤褐色の塊状の砂岩、泥岩及び凝灰岩からなる。             |                                                                                  |

久米層岩相区分

| 地層名 | 岩質        | 柱状図凡例                       | 岩相                                  |
|-----|-----------|-----------------------------|-------------------------------------|
| 久米層 | 砂質泥岩      | [Blue]                      | 砂質泥岩を主とする。砂質泥岩には生物腐植、乱層構造が一般的に見られる。 |
|     | 砂岩-砂質泥岩互層 | [Green]                     | 厚さ5～10cmの細粒～中粒砂岩の薄層を挟む砂質泥岩を主体とする。   |
|     |           | [Yellow]                    | 泥岩、シルト岩の細互層を主とする。                   |
|     | 砂岩        | [Orange]                    | 細粒砂岩、中粒砂岩を主とする細互層。炭質物層を挟層に挟む。       |
|     |           | [Red]                       | シルト混り細粒砂岩～中粒砂岩からなる。                 |
| 凝灰岩 | [Purple]  | 塊状のほかに凝灰岩等の凝灰の塊状及び石化片を多く含む。 |                                     |

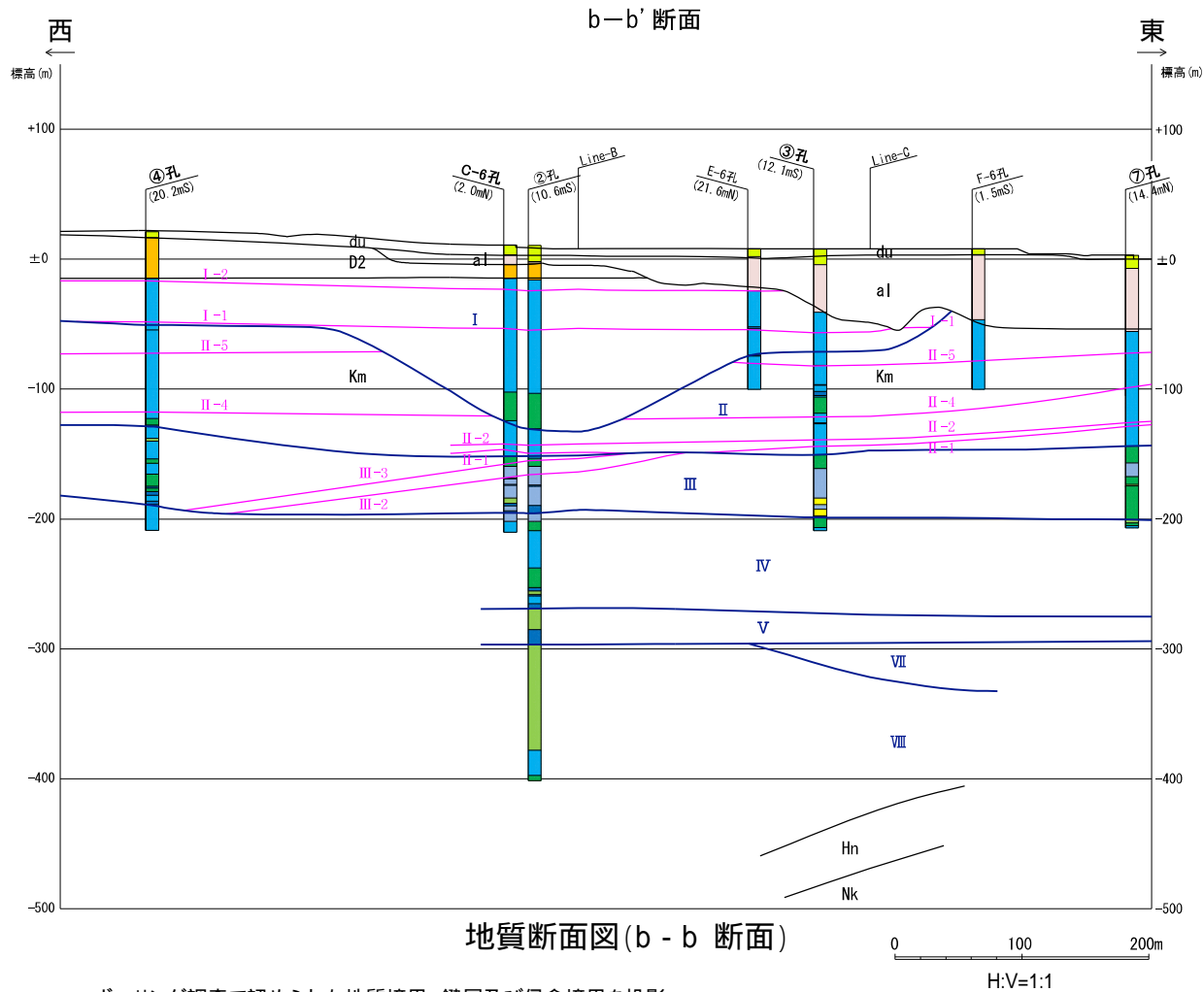
断面図凡例



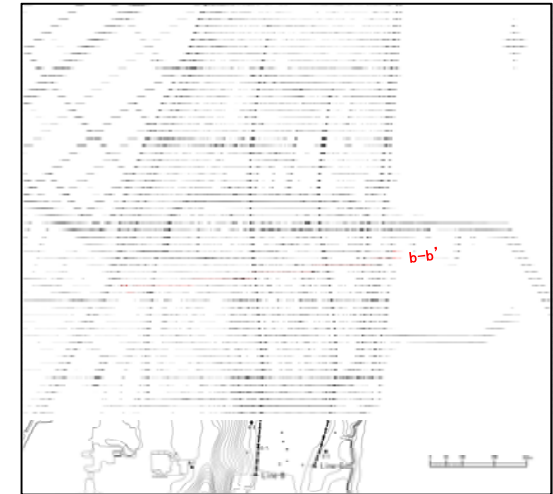
- ・ 久米層中には複数の鍵層が概ね水平に連続して認められる。鍵層 - 4及び - 5は侵食によって一部で連続していないが、その上位の鍵層及び下位の鍵層は概ね水平に連続している。したがって、久米層中には断層を示唆する系統的な不連続や累積的な変位・変形は認められない。
- ・ ボーリング調査の結果、久米層には癒着して固結した面構造が認められるが、粘土状破碎部を伴う断層は認められない。
- ・ 以上のことから、将来活動する可能性のある断層等は存在しないことを確認した。

### 3. 敷地の地質・地質構造(地質断面図)

第467回審査会合  
資料1修正



ボーリング調査で認められた地質境界、鍵層及び侵食境界を投影



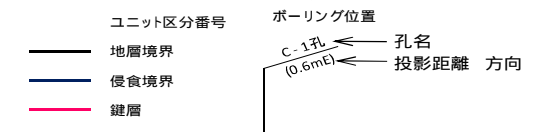
地質層序表

| 年代層区分 | 地質名        | 記号   | 主な層相と分布                                                                            |
|-------|------------|------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 第四系   | 更新統        | 砂丘砂層 | 黄色のよい中砂～粗砂からなる。敷地全域に広がる。                                                           |
|       | 埋積層        | a1   | シルト層～粘土層を主とし、砂層、砂礫層を挟む。敷地北側の巨丸田を埋積して分布する。                                          |
|       | 砂丘堆積物 (D2) | D2   | 砂礫層を主とし、シルト層、砂層を挟む。砂丘砂層、沖積層に堆積されて分布する。                                             |
|       | 砂丘堆積物 (D1) | D1   | 砂礫層を主とし、シルト層、砂層を挟む。敷地の西側側に分布する。                                                    |
| 第三系   | 久米層        | 上部   | 砂質泥岩を主とし砂岩層を挟む。生物層理、空層層理が一般的に見られる。北緯で厚さ50m、南緯で20m以内で分布する。ユニット区分I～IVが該当する。          |
|       | 久米層        | 下部   | 砂層を多く挟み、構造300～350mで砂質泥岩層互層が多く分布する。薄層で傾斜した構造600m以上は傾斜～中粒の砂層層が見られる。ユニット区分V～VIIが該当する。 |
|       | 扇山層        | Hn   | 砂質泥岩、凝灰岩が分布し、凝灰岩は塊状や流紋状の表相が多く見られる。                                                 |
|       | 扇山堆積層      | Nk   | 黄色を帯びる泥岩が多く、硬質である。                                                                 |
| 白土系   | 白土系        | 白土系  | 白土系                                                                                |
| 先白土系  | 先白土系       | 先白土系 | 先白土系                                                                               |

久米層岩相区分

| 地層名 | 岩 質       | 柱状図凡例                        | 層 相                                 |
|-----|-----------|------------------------------|-------------------------------------|
| 久米層 | 砂質泥岩      | 黄色                           | 砂質泥岩を主とする。砂質泥岩には生物層理、乱層構造が一般的に見られる。 |
|     | 砂岩-砂質泥岩互層 | 緑色                           | 厚さ5～10cmの細粒～中粒砂岩の薄層を挟む砂質泥岩を主体とする。   |
|     | 泥岩        | 灰色                           | 泥岩、シルト岩の細互層を主とする。                   |
|     | 細粒砂岩      | 緑色                           | 細粒砂岩、中粒砂岩を主とする細互層。炭質物層層を頻りに挟む。      |
|     | 砂 岩       | 黄色                           | シルト混り細粒砂岩～中粒砂岩からなる。                 |
| 礫 岩 | 灰色        | 礫のほかに基盤岩礫等の層状の異種礫及び化石片を多く含む。 |                                     |

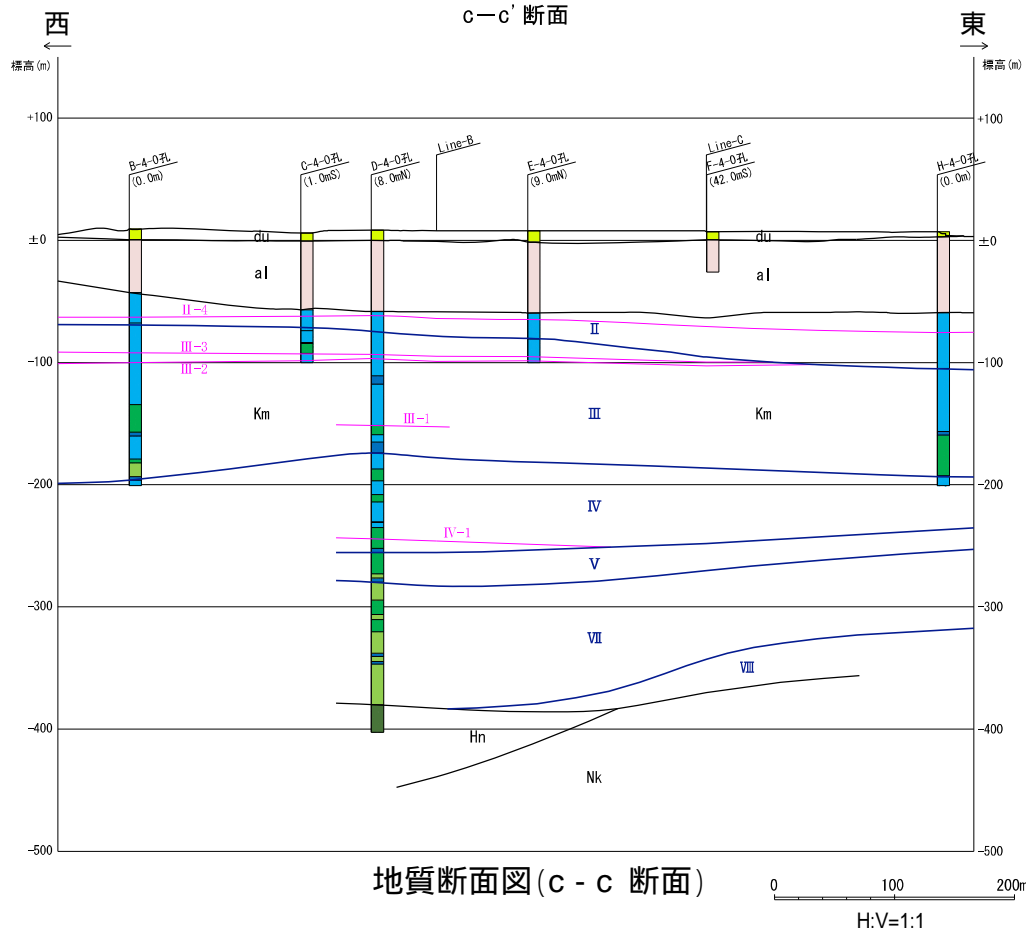
断面図凡例



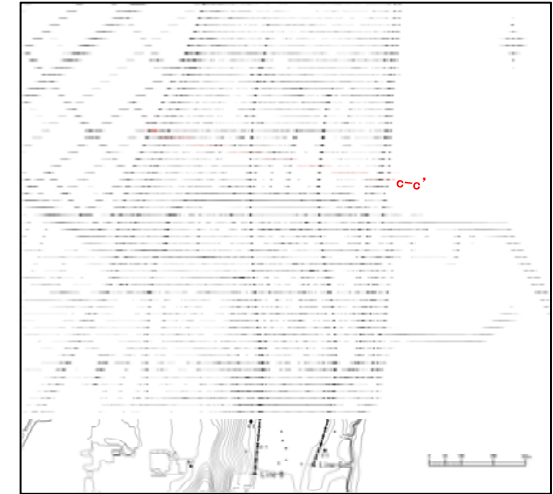
- 久米層中には複数の鍵層が概ね水平に連続して認められ、断層を示唆する系統的な不連続や累積的な変位は認められない。
  - ✓ 西部(孔～C-6孔)では、ユニット及びの鍵層が概ね水平に連続している。
  - ✓ 中部(C-6孔～孔)では、ユニット及びの鍵層が連続しており、一部で西側に傾斜する傾向が認められるが、上位のユニットの鍵層は概ね水平に連続している。
  - ✓ 東部(孔～孔)では、ユニットの鍵層が概ね水平に連続している。
- ボーリング調査の結果、久米層には癒着して固結した面構造が認められるが、粘土状破砕部を伴う断層は認められない。
- 以上のことから、将来活動する可能性のある断層等は存在しないことを確認した。

### 3. 敷地の地質・地質構造(地質断面図)

第467回審査会合  
資料1修正



ボーリング調査で認められた地質境界、鍵層及び侵食境界を投影



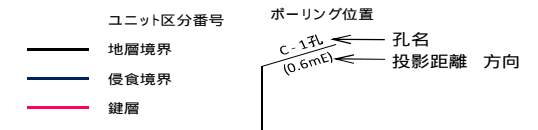
地質層序表

| 年代層区分 | 地質名        | 記号 | 主な層相と分布                                                                            |
|-------|------------|----|------------------------------------------------------------------------------------|
| 第四系   | 砂丘砂層       | du | 海浜の古い中砂～粗砂からなる。敷地全域に広がる。                                                           |
|       | 沖積層        | a1 | シルト層～粘土層を主とし、砂層、砂礫層を挟む。敷地北側の巨丸山を穿通して分布する。                                          |
|       | 砂丘堆積物 (D2) | D2 | 砂礫層を主とし、シルト層、砂層を挟む。砂丘砂層、沖積層に被覆されて分布する。                                             |
|       | 砂丘堆積物 (D1) | D1 | 砂礫層を主とし、シルト層、砂層を挟む。敷地の西側に分布する。                                                     |
| 第三系   | 久米層        | 上部 | 砂質泥岩を主とし砂質泥岩を挟む。生物腐蝕、空層腐蝕が一般的に見られ、北端で厚さ50m、南端で200m以上に分布する。ユニット区分Ⅰ～Ⅳが該当する。          |
|       |            | 下部 | 砂質層を多く挟み、構造300～350mで砂質泥岩層が互層が多く分布する。構造で侵襲した構造600m以上は粗粒～中粒の砂質層が見られる。ユニット区分Ⅴ～Ⅷが該当する。 |
|       | 岡山層        | hn | 砂質泥岩、凝灰岩が分布し、凝灰岩は塊状や塊状の集積が多く見られる。                                                  |
|       | 新田川層群      | Nk | 褐色を帯びる泥岩が多く、硬質である。                                                                 |
| 先白亜系  | 新田川層群      | hn | 赤褐色の塊状砂岩、泥岩及び凝灰岩からなる。                                                              |

久米層岩相区分

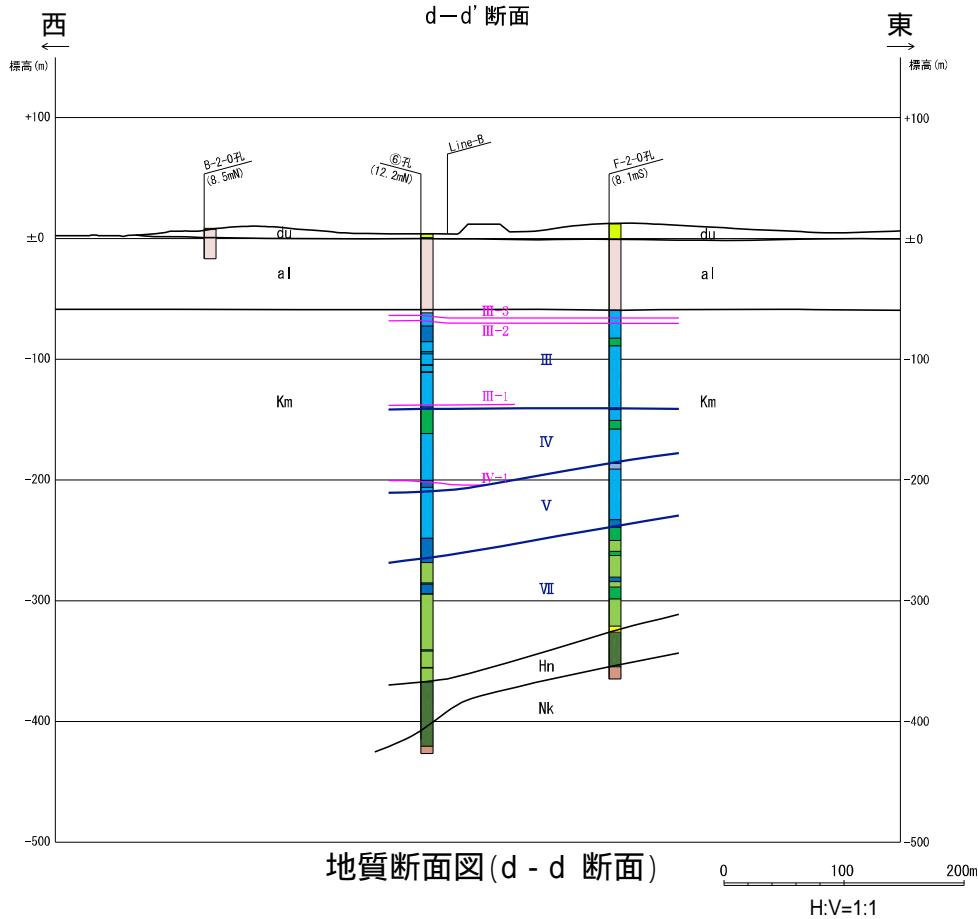
| 地層名 | 岩質                | 柱状図凡例                             | 層相                                  |
|-----|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 久米層 | 砂質泥岩              | [Blue]                            | 砂質泥岩を主とする。砂質泥岩には生物腐蝕、乱層構造が一般的に見られる。 |
|     | 砂質-砂質泥岩互層         | [Green]                           | 厚さ5～10cmの細粒～中粒砂岩の薄層を挟む砂質泥岩を主体とする。   |
|     | 泥岩、シルト岩の細互層       | [Purple]                          | 泥岩、シルト岩の細互層を主とする。                   |
|     | 細粒砂岩、中粒砂岩を主とする細互層 | [Yellow]                          | 細粒砂岩、中粒砂岩を主とする細互層。炭質物層層を挟層に挟む。      |
| 砂岩  | [Orange]          | シルト混り粗粒砂岩～中粒砂岩からなる。               |                                     |
| 凝灰岩 | [Red]             | 塊状のほかに基盤岩層等の凝灰岩の塊状凝灰岩及び凝灰石片を多く含む。 |                                     |

断面図凡例

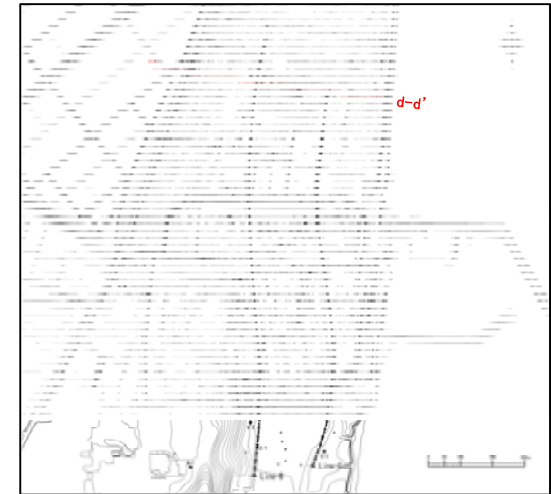


- ・ 久米層中には複数の鍵層が概ね水平に連続して認められる。
- ・ ボーリング調査の結果、久米層には癒着して固結した面構造が認められるが、粘土状破砕部を伴う断層は認められない。
- ・ 以上のことから、将来活動する可能性のある断層等は存在しないことを確認した。

### 3. 敷地の地質・地質構造(地質断面図)



ボーリング調査で認められた地質境界、鍵層及び侵食境界を投影



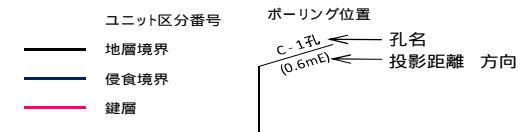
地質層序表

| 地質層区分 | 地質名        | 記号 | 主な層相と分布                                                                            |
|-------|------------|----|------------------------------------------------------------------------------------|
| 第四系   | 砂質砂層       | du | 海浜のよい中砂～粗砂からなる。敷地全域に広がる。                                                           |
|       | 埴層         | a1 | シルト層～粘土層を主とし、砂層、砂礫層を挟む。敷地本側の巨丸礫田を埋積して分布する。                                         |
|       | 砂質粘砂層 (D2) | D2 | 砂礫層を主とし、シルト層、砂層を挟む。砂質砂層、沖積層に堆積されて分布する。                                             |
|       | 砂質堆積物 (D1) | D1 | 砂礫層を主とし、シルト層、砂層を挟む。敷地の西側側に分布する。                                                    |
| 第三系   | 久米層        | 上部 | 砂質泥岩を主とし砂質泥岩を挟む。生物腐植、空層腐植が一般的に見られ、北緯で厚さ50m、南緯で200m以上に分布する。ユニット区分Ⅰ～Ⅳが該当する。          |
|       |            | 下部 | 砂質層を多く挟み、構造200～300mで砂質泥岩層が互層が多く分布する。南緯で堆積した厚さ600m以上は細粒～中粒の砂質層が見られる。ユニット区分Ⅴ～Ⅶが該当する。 |
|       | 尾山層        | tn | 砂質泥岩、凝灰岩が分布し、凝灰岩は塊状や流紋状の塊状が多く見られる。                                                 |
|       | 新田川層群      | Nk | 黄色を帯びる泥岩が多く、硬質である。                                                                 |
| 先白亜系  | 前白亜系層      | tc | 赤褐色の塊状な砂岩、泥岩及び礫岩からなる。                                                              |

久米層岩相区分

| 地層名 | 岩質          | 柱状図凡例                       | 層相                                  |
|-----|-------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| 久米層 | 砂質泥岩        | [Blue]                      | 砂質泥岩を主とする。砂質泥岩には生物腐植、乱層構造が一般的に見られる。 |
|     | 砂岩-砂質泥岩互層   | [Green]                     | 厚さ5～10cmの細粒～中粒砂岩の薄層を挟む砂質泥岩を主体とする。   |
|     |             | [Light Green]               | 泥岩、シルト岩の細互層を主とする。                   |
|     | 砂岩          | [Yellow]                    | 細粒砂岩、中粒砂岩を主とする細互層。炭質層層を頻りに挟む。       |
|     | 砂           | [Orange]                    | シルト混り細粒砂岩～中粒砂岩からなる。                 |
| 礫岩  | [Dark Blue] | 礫のほかに基岩礫等の塊状の礫砂岩及び頁岩片を多く含む。 |                                     |

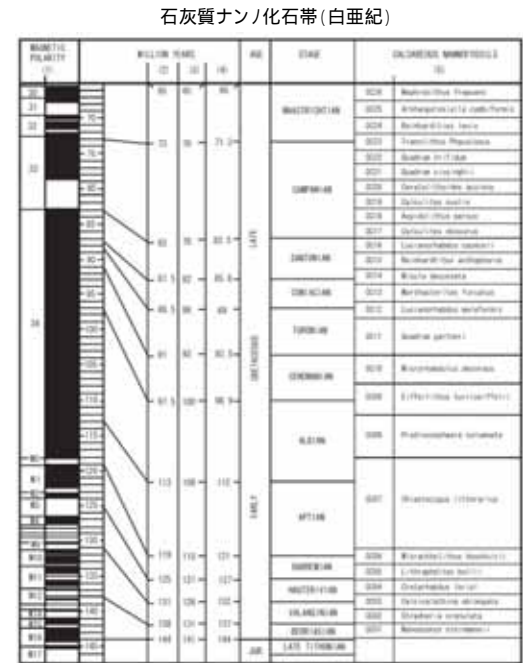
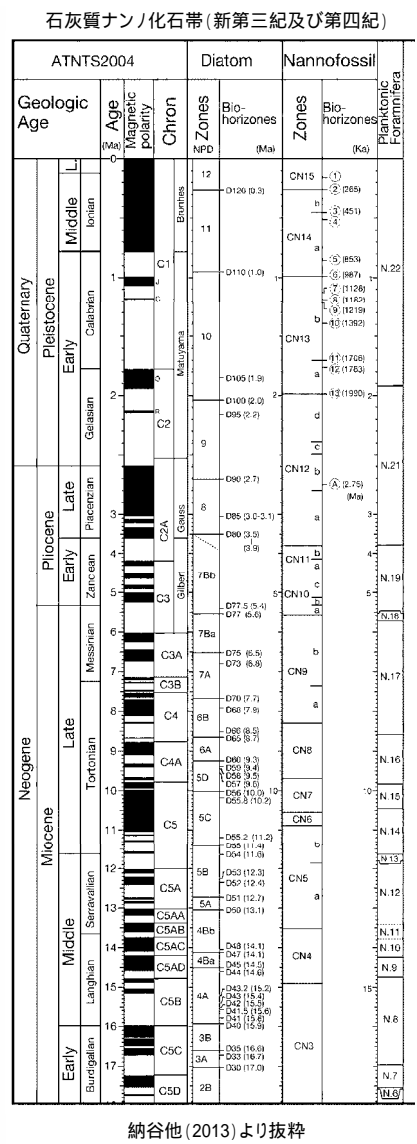
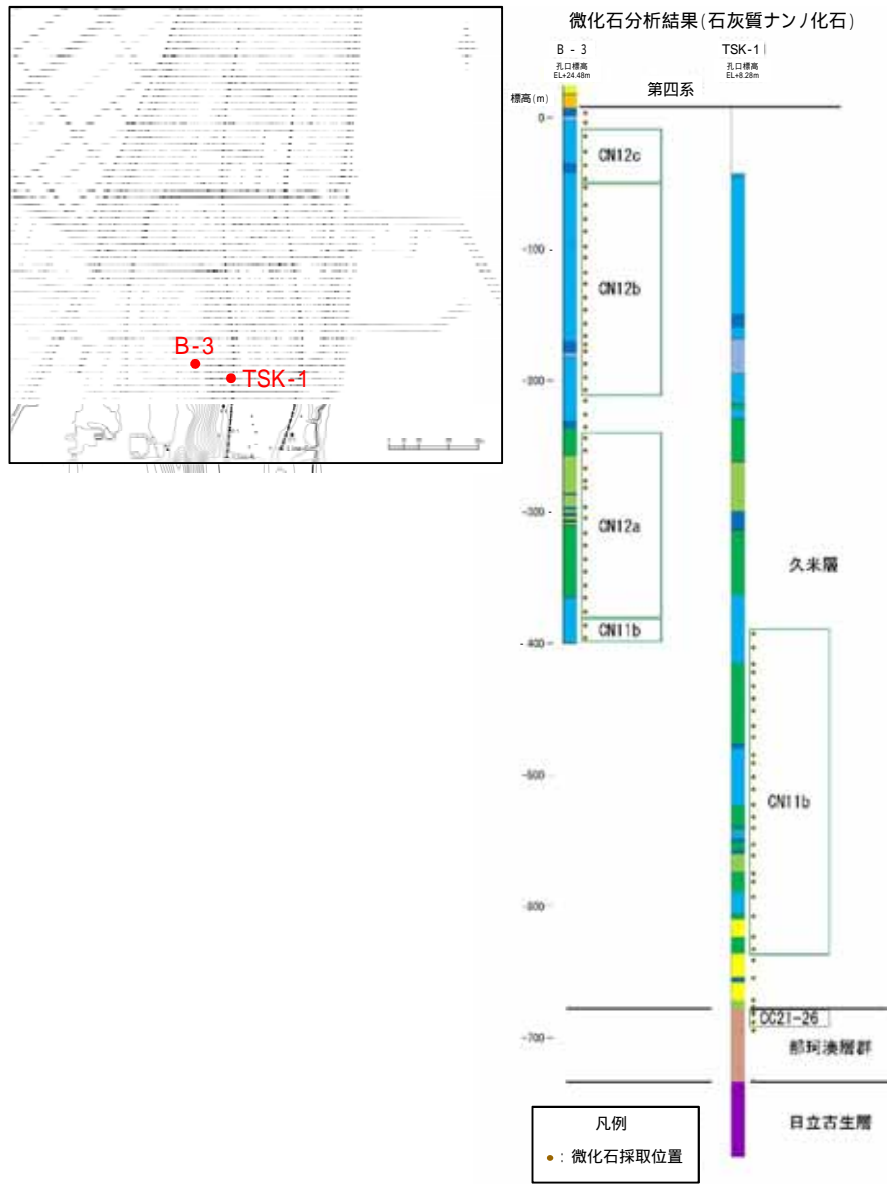
断面図凡例



- ・久米層中には複数の鍵層が概ね水平に連続して認められる。
- ・ボーリング調査の結果、久米層には癒着して固結した面構造が認められるが、粘土状破砕部を伴う断層は認められない。
- ・以上のことから、将来活動する可能性のある断層等は存在しないことを確認した。

### 3. 敷地の地質・地質構造(久米層及び那珂湊層群の地質年代対比について(微化石分析結果))

第467回審査会合  
資料1修正

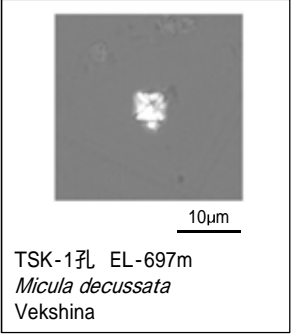
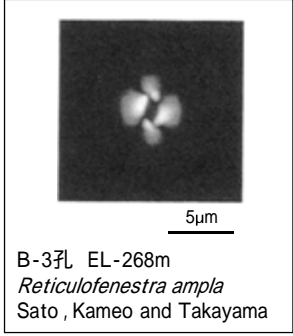
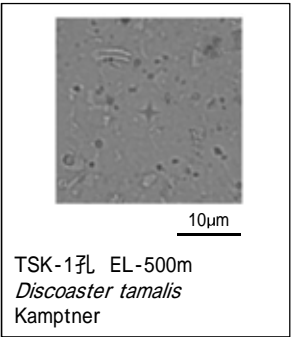
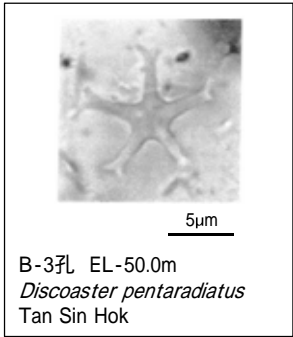
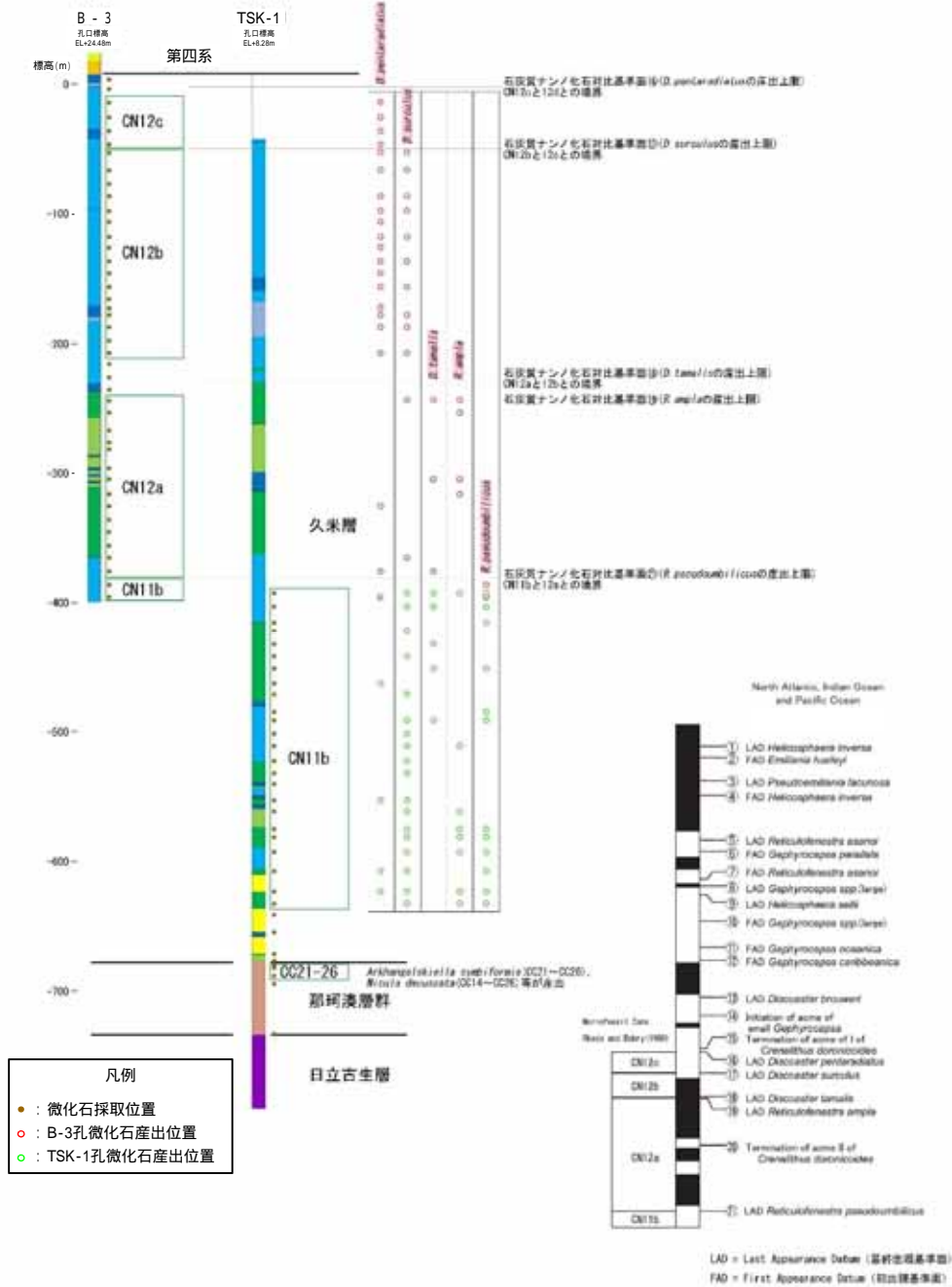


- ・ B-3孔の標高約-400mまで、TSK-1孔の標高約-400mから-690mまでの範囲において、約10m間隔で石灰質ナノ化石の分析を実施した。
- ・ 久米層における石灰質ナノ化石の化石帯は最下部がCN11b帯(約4Ma)、最上部がCN12c帯(約2.4Ma)であることから、久米層は前期鮮新世の後期から前期更新世の初期の間にほぼ連続的に堆積した地層と判断される。
- ・ 那珂湊層群における石灰質ナノ化石の化石帯はCC21-26帯(約70Ma)であることから、那珂湊層群は白亜紀最末期の地層と判断される。



### 3. 敷地の地質・地質構造(久米層及び那珂湊層群の地質年代対比について(微化石分析結果))

第467回審査会合  
資料1再掲



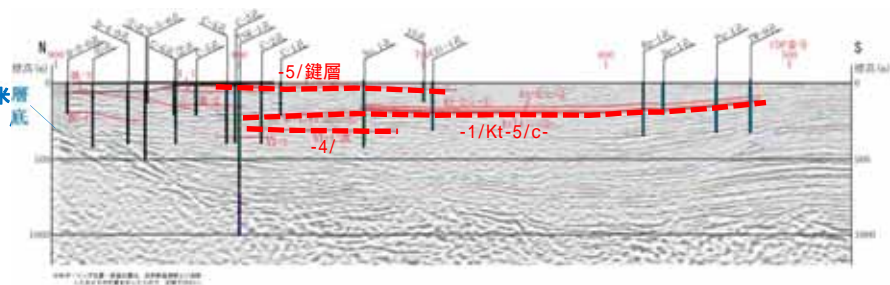
石灰質ナンノ化石の顕微鏡写真

・石灰質ナンノ化石帯区分について、久米層は主としてSato et al. (1998)を、那珂湊層群はSissingh (1977)を用いて行った。

Sato et al. (1998) に加筆

余白

### 3. 敷地の地質・地質構造(敷地近傍の久米層の構造について)



ボーリング位置案内図

| 分布位置               | 鍵層No. | 粒子組成 |             | コア写真                                               |
|--------------------|-------|------|-------------|----------------------------------------------------|
|                    |       | 重鉱物  |             |                                                    |
| 東海第二発電所            | -5    | 重鉱物  | ho          | C-2孔 標高: -21.66 ~ -21.71m, 深度: 32.80 ~ 32.85m<br>  |
|                    |       | ガラス  | spg > > fib |                                                    |
| JAEA<br>(原子力科学研究所) |       | 重鉱物  | ho          | No.1孔 標高: -17.24 ~ -19.34m, 深度: 36.50 ~ 38.60m<br> |
|                    |       | ガラス  | spg > > fib |                                                    |

・東海第二発電所の敷地で確認された鍵層について、日本原子力研究開発機構の敷地で確認された鍵層との対比を行った。  
 ・対比にあたっては、層相、粒子組成、火山ガラスの形態等の類似性に加え、火山ガラスの屈折率測定を実施した。  
 ・その結果、東海第二発電所の鍵層 -5と原子力科学研究所の鍵層 , 東海第二発電所の鍵層 -1と原子力科学研究所の鍵層Kt-5及び東海第二発電所の鍵層 -4と原子力科学研究所の鍵層 が対比されることを確認した。

### 3. 敷地の地質・地質構造 (敷地近傍の久米層の構造について)

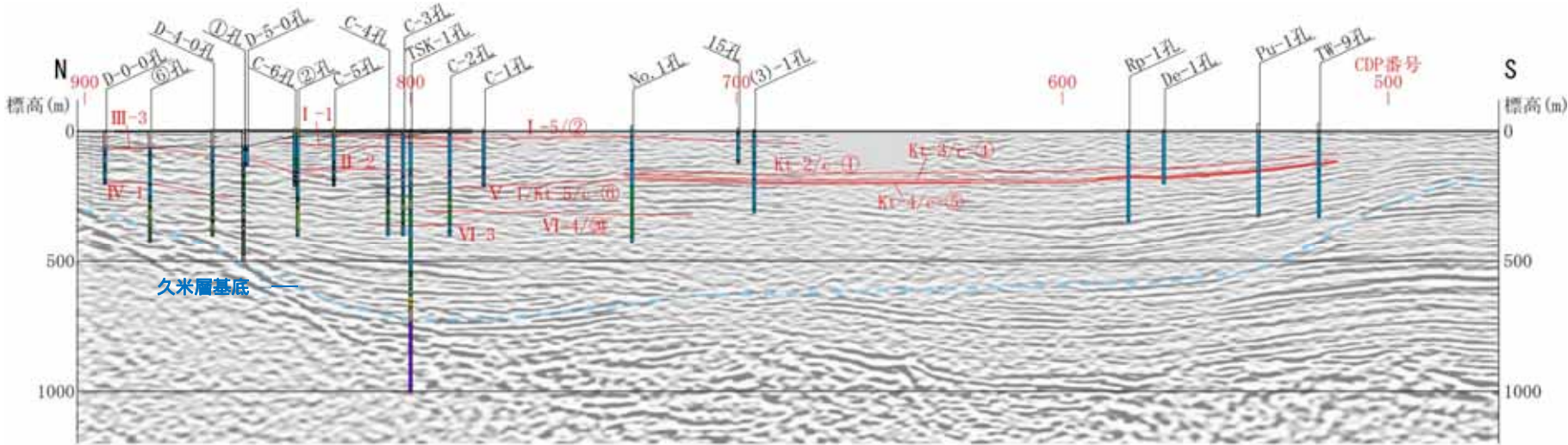
| 分布位置               | 鍵層No. | 粒子組成 |          | コア写真                                                      |
|--------------------|-------|------|----------|-----------------------------------------------------------|
| 東海第二発電所            | -1    | 重鉱物  | -        | <p>C-2孔 標高: -213.84 ~ -213.86m, 深度: 224.98 ~ 225.00m</p>  |
|                    |       | ガラス  | bw > spg |                                                           |
| JAEA<br>(原子力科学研究所) | Kt-5  | 重鉱物  | -        | <p>No.1孔 標高: -181.59 ~ -182.04m, 深度: 200.85 ~ 201.30m</p> |
|                    |       | ガラス  | bw > spg |                                                           |

| 分布位置               | 鍵層No. | 粒子組成 |            | コア写真                                                      |
|--------------------|-------|------|------------|-----------------------------------------------------------|
| 東海第二発電所            | -4    | 重鉱物  | -          | <p>C-2孔 標高: -305.11 ~ -305.29m, 深度: 316.25 ~ 316.43m</p>  |
|                    |       | ガラス  | spg sb str |                                                           |
| JAEA<br>(原子力科学研究所) |       | 重鉱物  | -          | <p>No.1孔 標高: -319.16 ~ -319.29m, 深度: 338.42 ~ 338.55m</p> |
|                    |       | ガラス  | spg sb str |                                                           |

### 3. 敷地の地質・地質構造 (敷地近傍の久米層の構造について)



調査位置図



※各ボーリング位置・断面位置は、反射断面測線上に投影したおおよその位置を示したもので、正確ではない。

反射法解釈断面図 (Line-A) H:V=1:1

- ・ 久米層の基底面は、東海第二発電所直下では南に傾斜しており原子力科学研究所, 核燃料サイクル工学研究所では概ね平坦である。
- ・ 東海第二発電所の敷地直下には、原子力科学研究所, 核燃料サイクル工学研究所の鍵層のうち3層 ( -5, -1及び -4に対応) が連続して概ね水平に分布している。

## 4. まとめ

- 文献調査の結果、敷地及び敷地近傍に活構造の存在を指摘する文献はない。
- 空中写真判読の結果、敷地及び敷地近傍にはリニアメントは認められない。
- 敷地には、久米層が全域にわたって分布しており、これを覆って東茨城層群、段丘堆積物及び沖積層、砂丘砂層が分布する。
- 久米層には複数のユニットが認められ、それぞれのユニットには概ね水平な鍵層が複数分布している。これらの鍵層は侵食を受けているため敷地全域に連続するものではないが、その上位又は下位のユニットの鍵層がお互いを補完しながら側方に広がって連続していることから、久米層は敷地全域にわたって水平性を有していると判断される。
- また、一部の鍵層には、緩やかに傾斜する傾向が認められるが、上位の鍵層は概ね水平であり、また、その下位のユニットに認められる反射面も概ね水平である。
- 以上のことから、敷地全体の久米層には断層を示唆する系統的な不連続や累積的な変位・変形は認められない。



**敷地の詳細な地質・地質構造を把握すると共に、敷地には「将来活動する可能性のある断層等」が存在しないことを確認した。**

## 5. 参考文献

1. 柳沢幸夫・中村光一・鈴木祐一郎・沢村孝之助・吉田史郎・田中裕一郎・本田裕・棚橋学(1989):常磐炭田北部双葉地域に分布する第三系の生層序と地下地質,地質調査所月報,vol.40,p.405-467
2. 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
3. 地質調査所(2001):20万分の1地質図幅「水戸」(第2版),地質調査所
4. 地質調査所(1972):5万分の1地質図幅「那珂湊」,地質調査所
5. 活断層研究会編(1991):[新編]日本の活断層 - 分布図と資料,東京大学出版会
6. 中田高・今泉俊文編(2002):活断層詳細デジタルマップ,東京大学出版会
7. 産業技術総合研究所(2015):活断層データベース 2015年8月11日変更
8. 地質調査所(1984) 50万分の1活構造図 新潟,地質調査所
9. 地震調査委員会(2015):「関東地域の活断層の長期評価(第一版)»,地震調査推進本部
10. 納谷友規・平松力・古澤明・柳沢幸夫・山口和雄(2013):関東平野中央部埼玉県大和町で掘削された1505m温泉ボーリングの年代層序,地質学雑誌,第119巻,第5号,p.375-395
11. 田切美智雄・廣井美邦・足立達朗(2011):日本最古の地層 - 日立のカンブリア系変成古生層,地質学雑誌,第117巻,補遺,p.1-20,2011年9月
12. 田切美智雄・堀江憲路・足立達朗・廣井美邦(2013):日立カンブリア系玉簾層の再定義,第120年学術大会(2013仙台),日本地質学会
13. PERCH-NIELSEN, K. 1985b: Mesozoic calcareous nannofossils. In BOLLI, H. M., SAUNDERS, J. B., & PERCH-NIELSEN, K. (eds.), Plankton stratigraphy. Cambridge University Press, Cambridge, p.329-426
14. 防災科学技術研究所ホームページ: J-SHIS Map(2014年7月24日更新)
15. Sato, T., Saito, T., Takahashi, H., Kameo, K., Sato, Y., Osato, C., Goto, T., Higashi, D. and Takayama, T., 1998: Preliminary report on The Geographical distribution of the cold water nannofossil *Coccolithus pelagicus*(Wallich) Schiller during The Pliocene to Pleistocene. J. Mining Coll Akita Univ., Ser. A, 8, 33-48.
16. Sissingh, W., 1977: Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. Geol. Mijnb., 56, p.37-65.

余白