

陸側遮水壁(第一段階)の運用状況について

2016年4月19日

東京電力ホールディングス株式会社

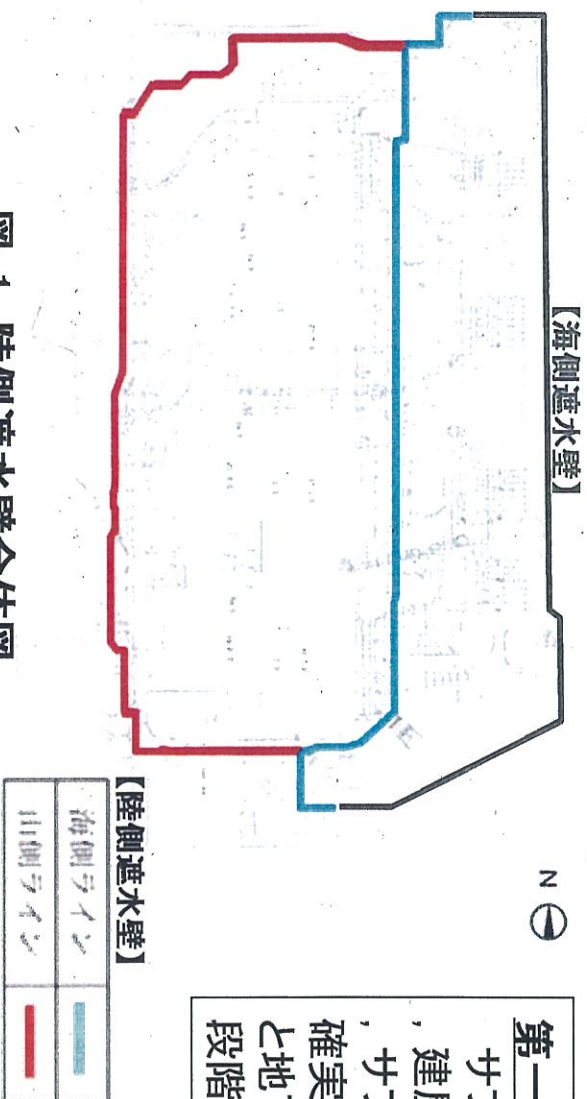
1. 凍結の進め方



汚染水処理対策委員会で議論された汚染水処理問題の抜本対策に基づき、汚染源に水を「近づけない」重層的な対策の一つとして、高レベル放射性汚染水が滞留している1～4号機の原子炉建屋，タービン建屋，廃棄物処理建屋の周囲に陸側遮水壁を造成する。

陸側遮水壁の閉合は以下の3段階で進める。

- 第一段階: 海側全面閉合+山側部分閉合する段階
- (第一段階では, 更にフェーズ1,2の2段階で凍結を実施)
- 第二段階: 第一段階と第三段階の間の段階
- 第三段階: 完全閉合する段階



第一段階の定義
サブドレンが稼働していることを前提に、建屋周りの地下水位が低下した際にも、サブドレンを停止することで迅速かつ確実に地下水位が回復でき、建屋水位と地下水位の逆転リスクが極めて低い段階

図-1 陸側遮水壁全体図

(1) フェーズ1の進め方



海側全面＋北側一部＋山側部分先行凍結箇所を凍結する。

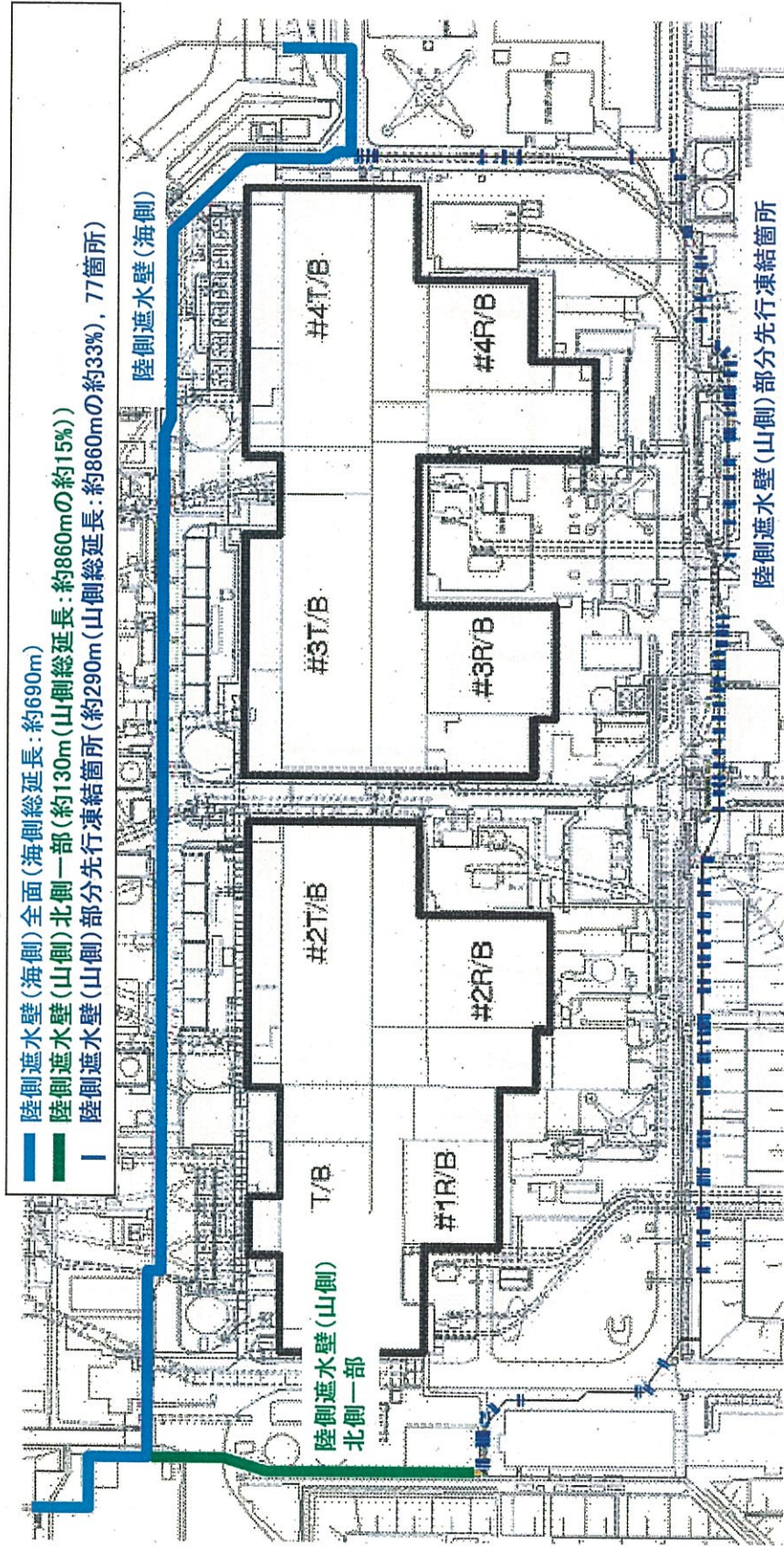


図-2 第一段階フェーズ1における凍結箇所

(2) フェーズ2の進め方

未凍結箇所(○7箇所)を除く残りの部位を凍結する。

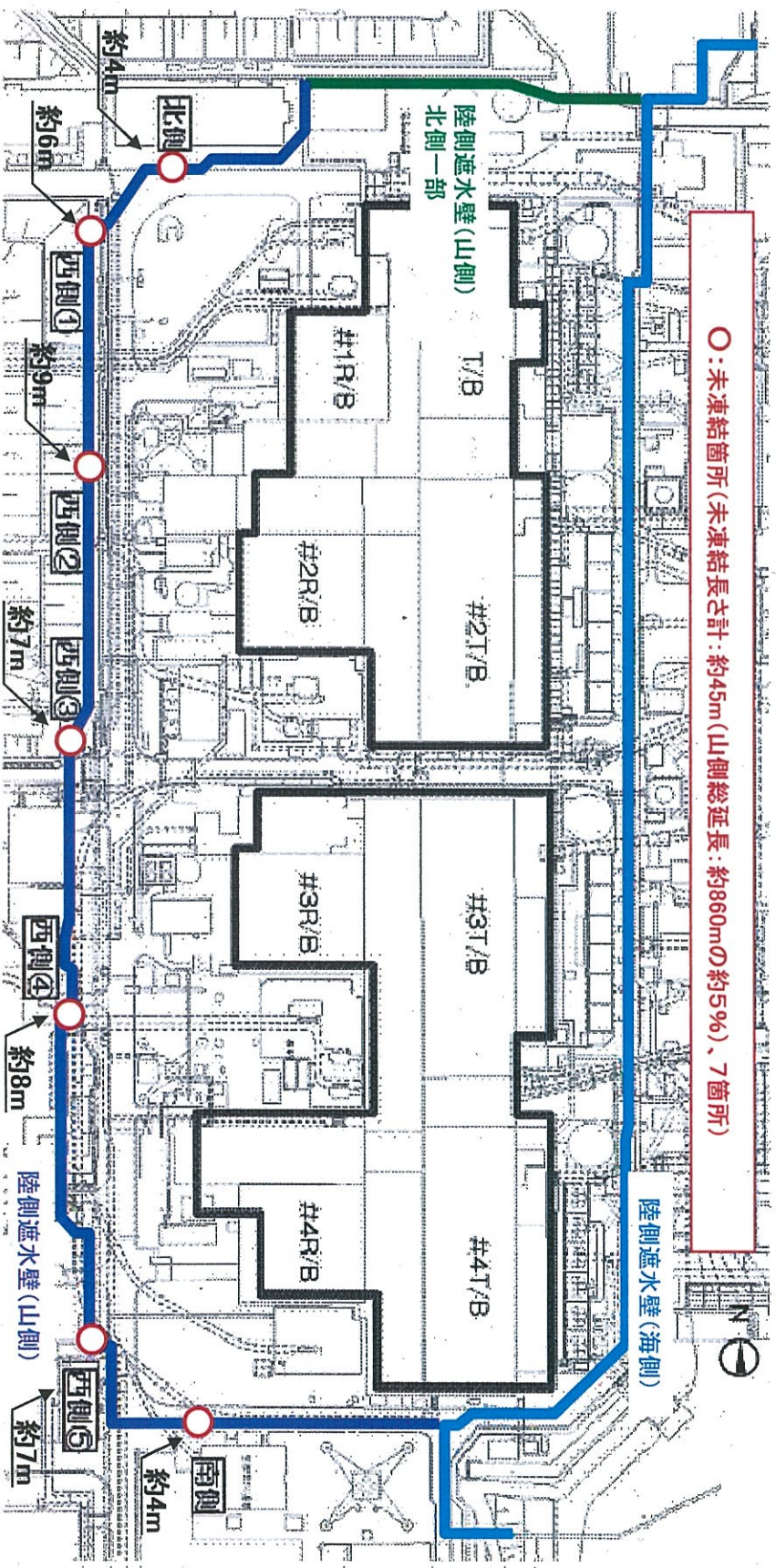
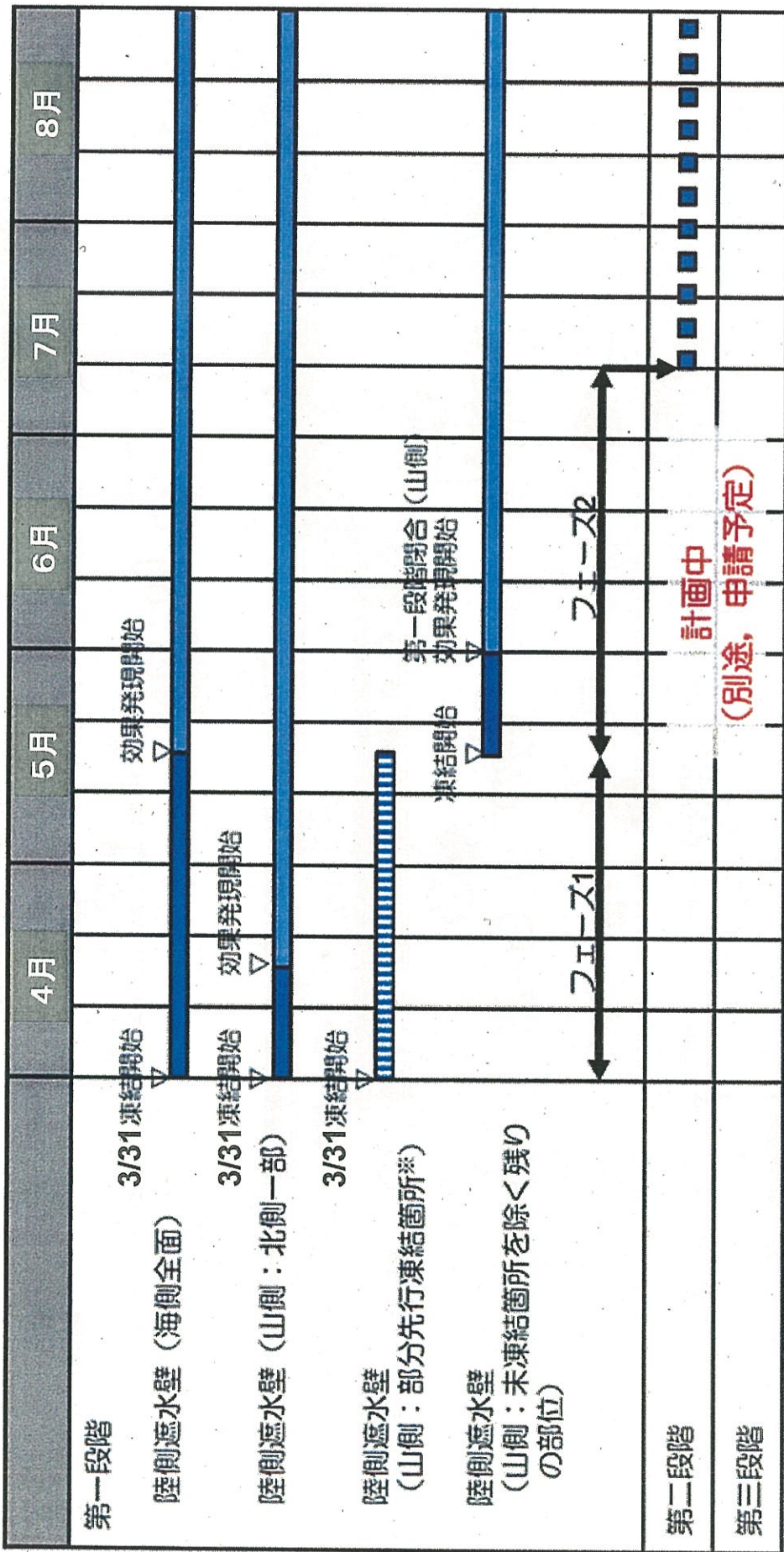


図-3 第一段階フェーズ2における凍結箇所

(3) 概略工程



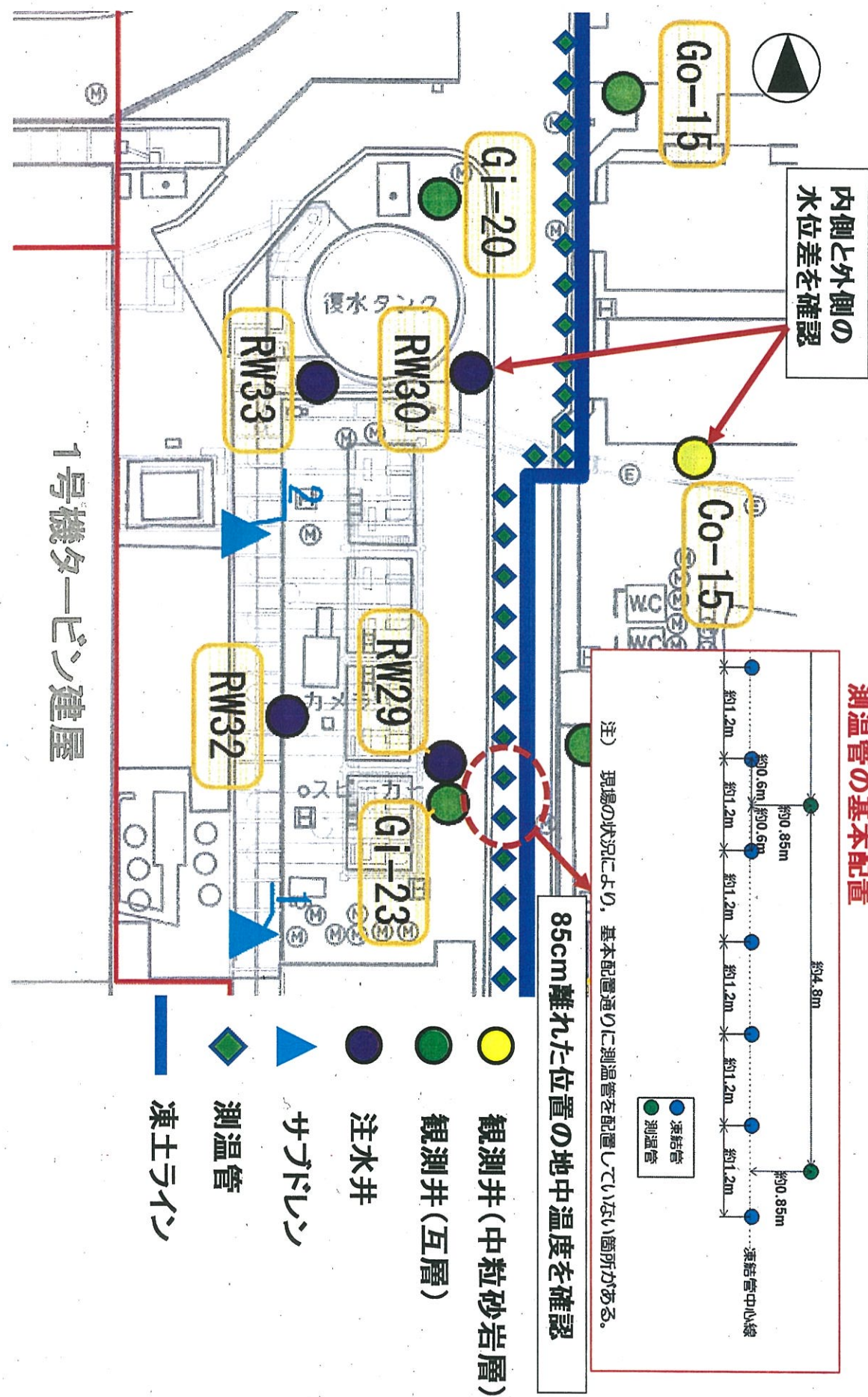
- : 凍結開始～効果発現開始
- ▬ : 効果発現開始後, 凍土成長～維持
- ▨ : 部分先行凍結

※ 山側未凍結箇所を除く残りの部位の凍結を開始するまで 部分先行凍結を継続する

2. 計測関係

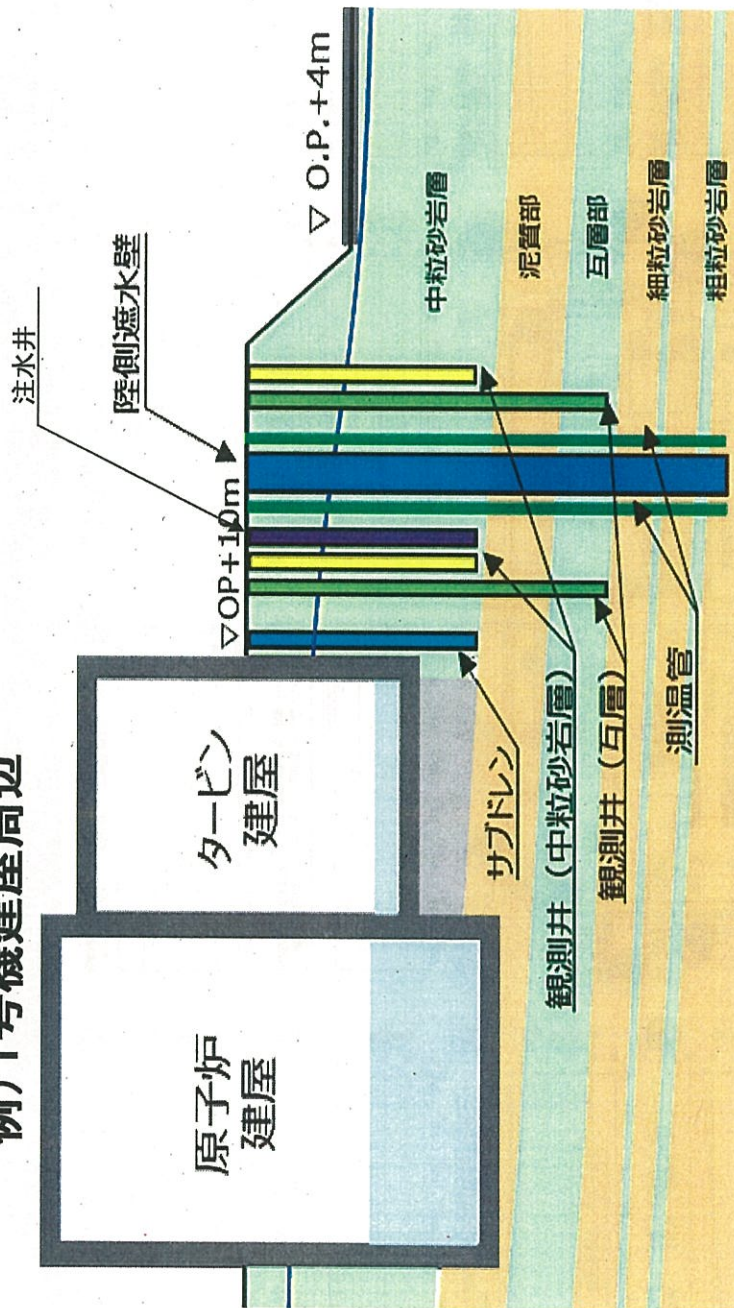
(1) 計測機器配置の考え方(1号機海側の例(平面))

TEPCO



(1) 計測機器配置の考え方(1号機海側の例(断面))

例) 1号機建屋周辺



陸側遮水壁の造成状況を確認するために、

① 测温管により地中温度を計測する(0°C以下を確認)

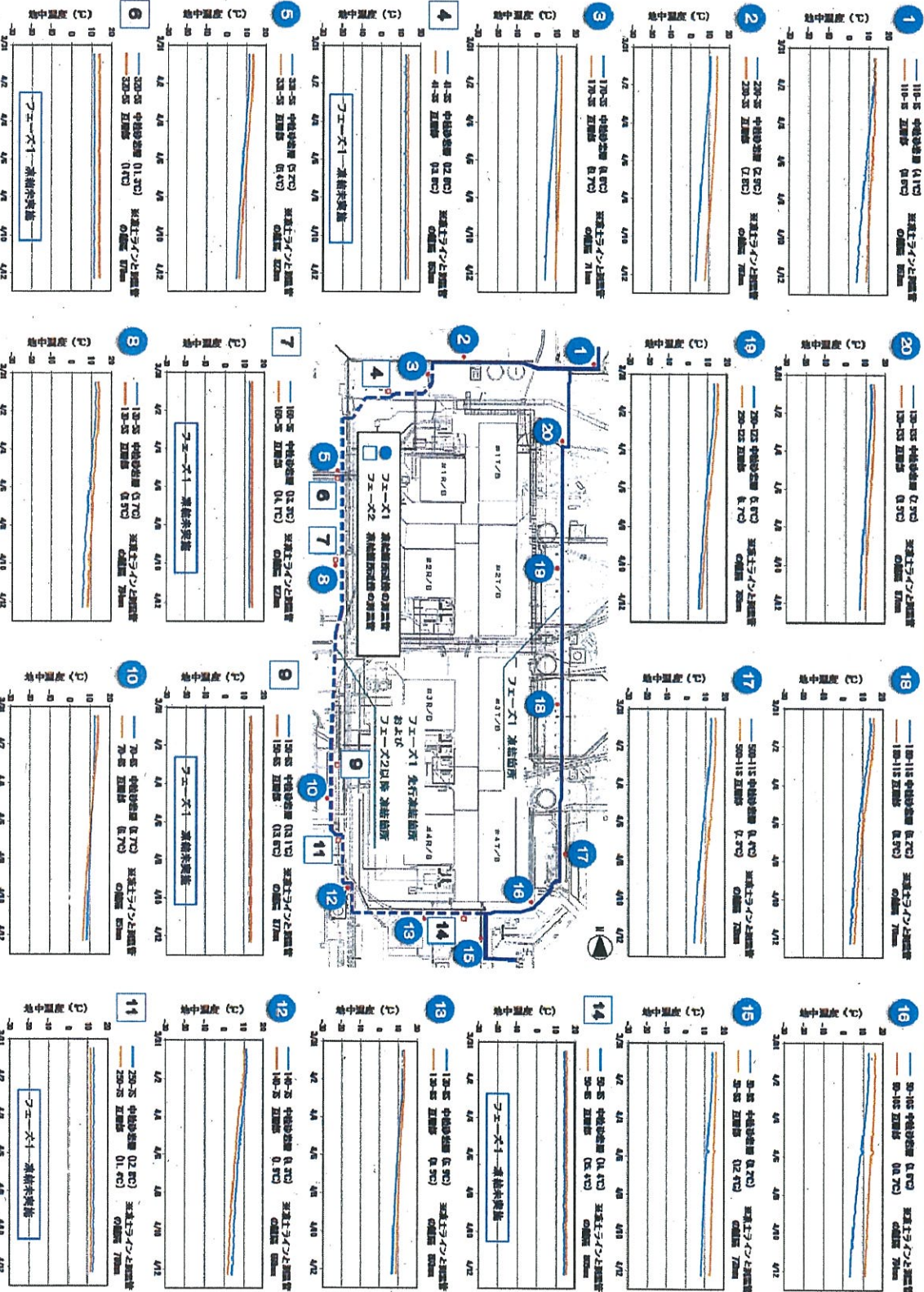
② 遮水壁造成に伴い、遮水壁により地下水がせき止められ、上流側の地下水位が上昇し、下流側の地下水位が低下する。観測井等により遮水壁内外の水位差を把握する。(「海側中粒砂岩」「山側中粒砂岩」「海側互層部、細粒・粗粒砂岩」「山側互層部、細粒・粗粒砂岩」の水位データをP9～12に示す)

(2) 地中温度の推移

陸側遮水壁 経過報告 地中温度 (別温管温度)

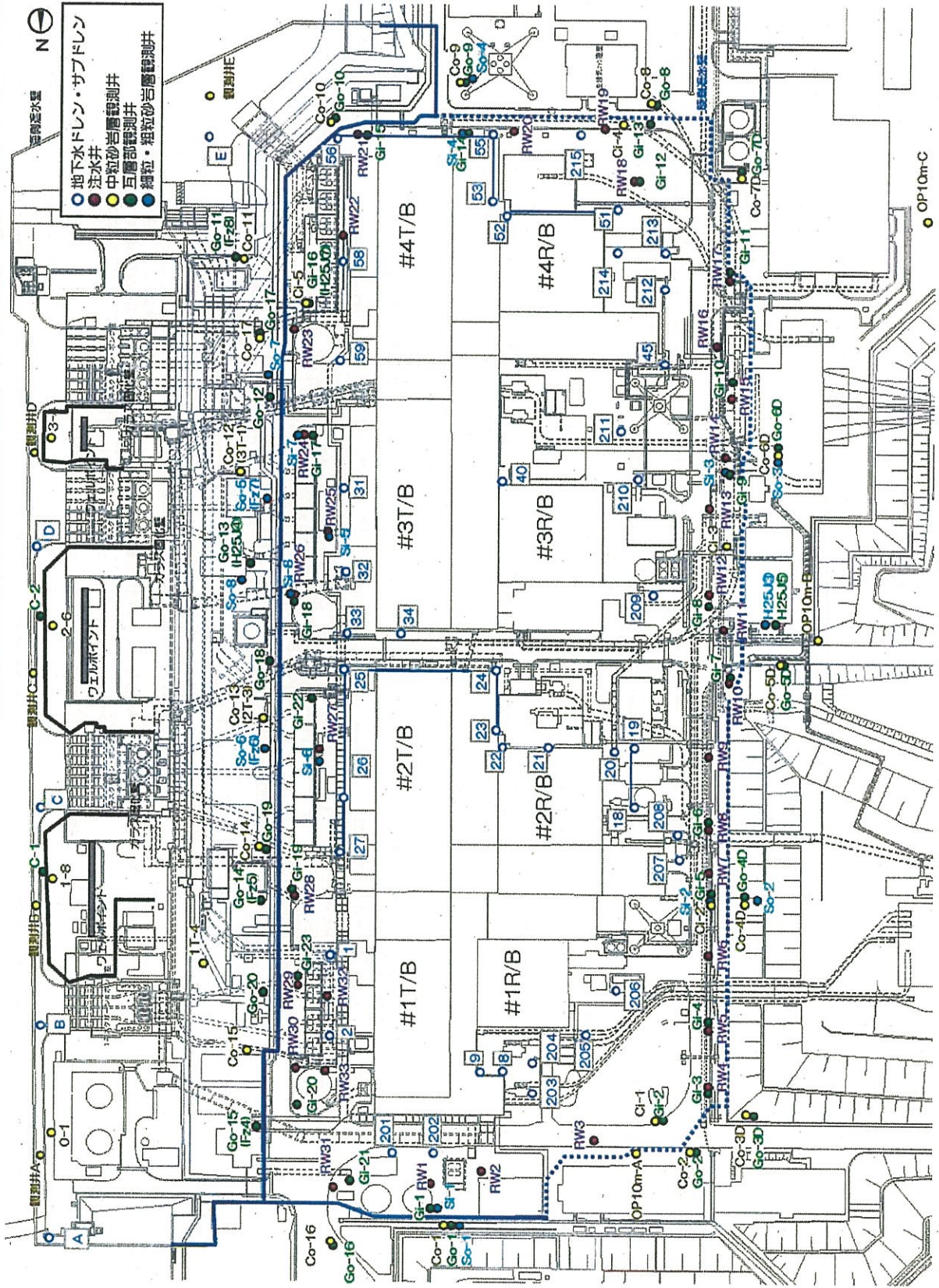
温度は4/12 7:00時点のデータ

フェーズ 1



(3) 地下水観測孔設置位置図

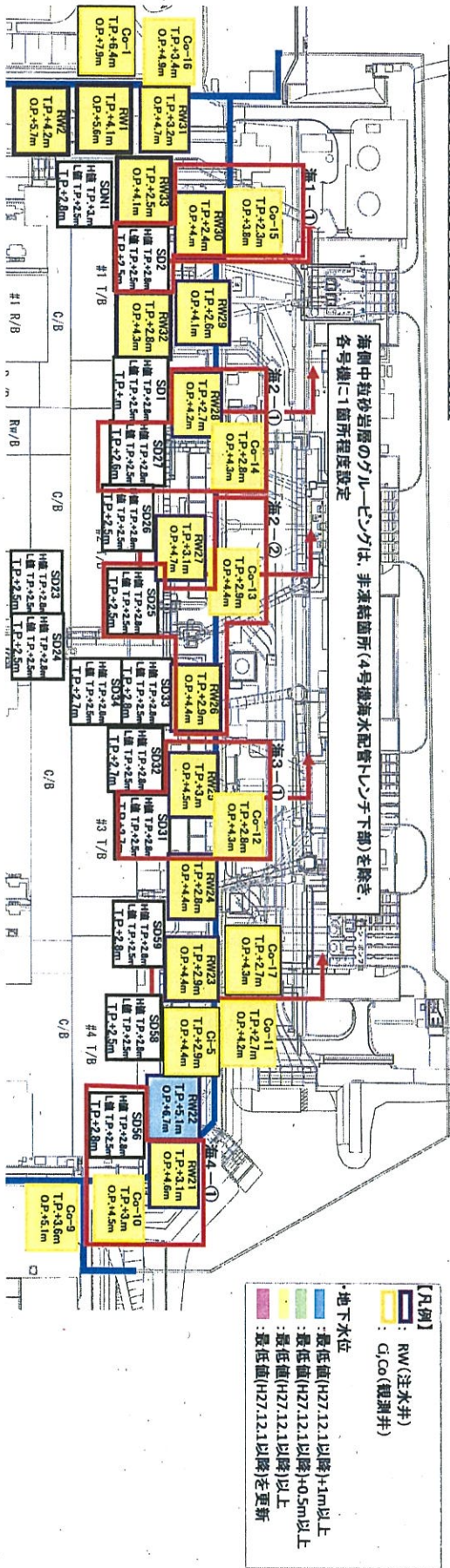
TEPCO



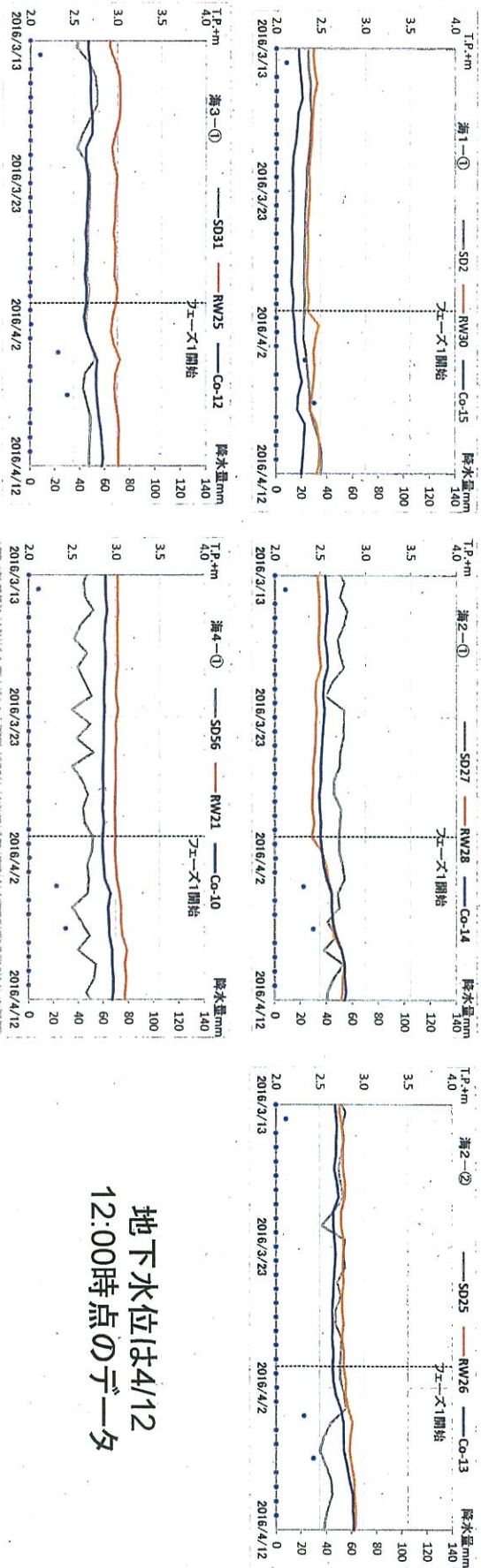
(4) 地下水位・水頭の状況(中粒砂岩層 海側)

TEPCO

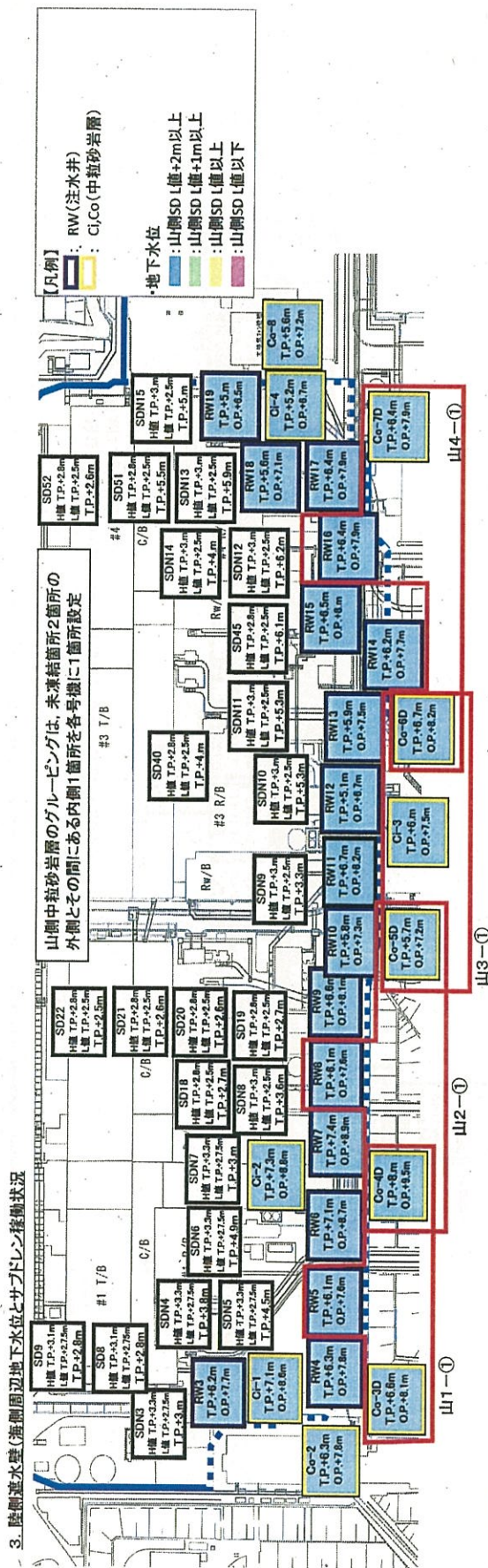
1. 陸側遮水壁(海側周辺)地下水位とサリンジ稼働状況



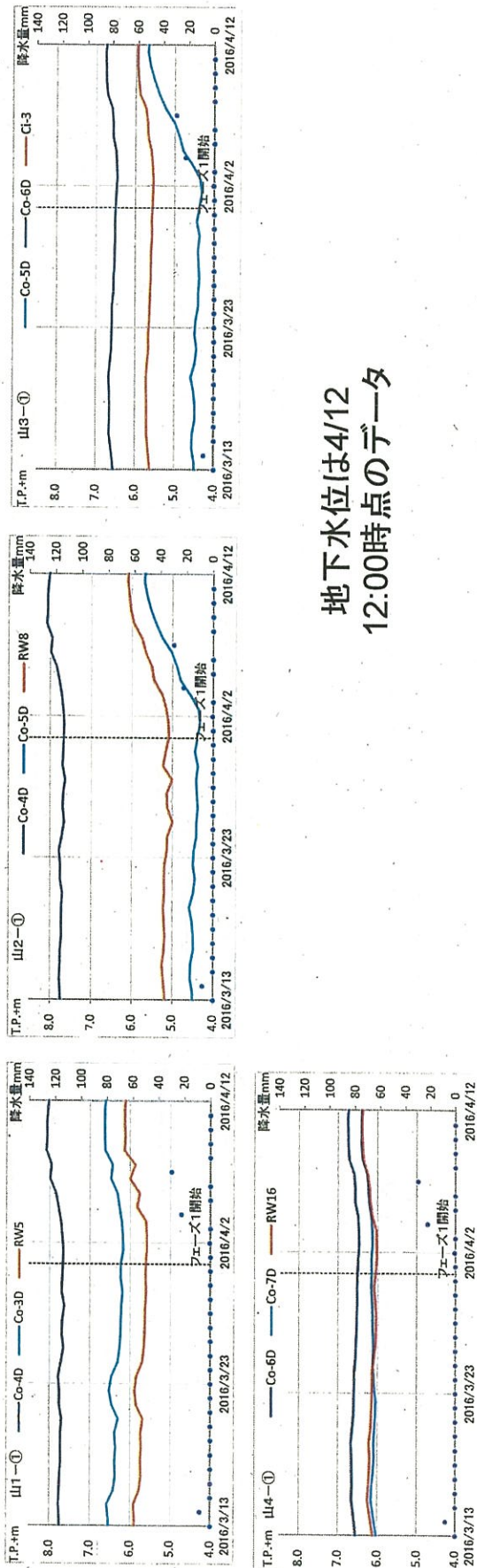
2. 陸側遮水壁内外水位



(4) 地下水水位・水頭状況(中粒砂岩層 山側)



4. 陸側遮水壁内外水位

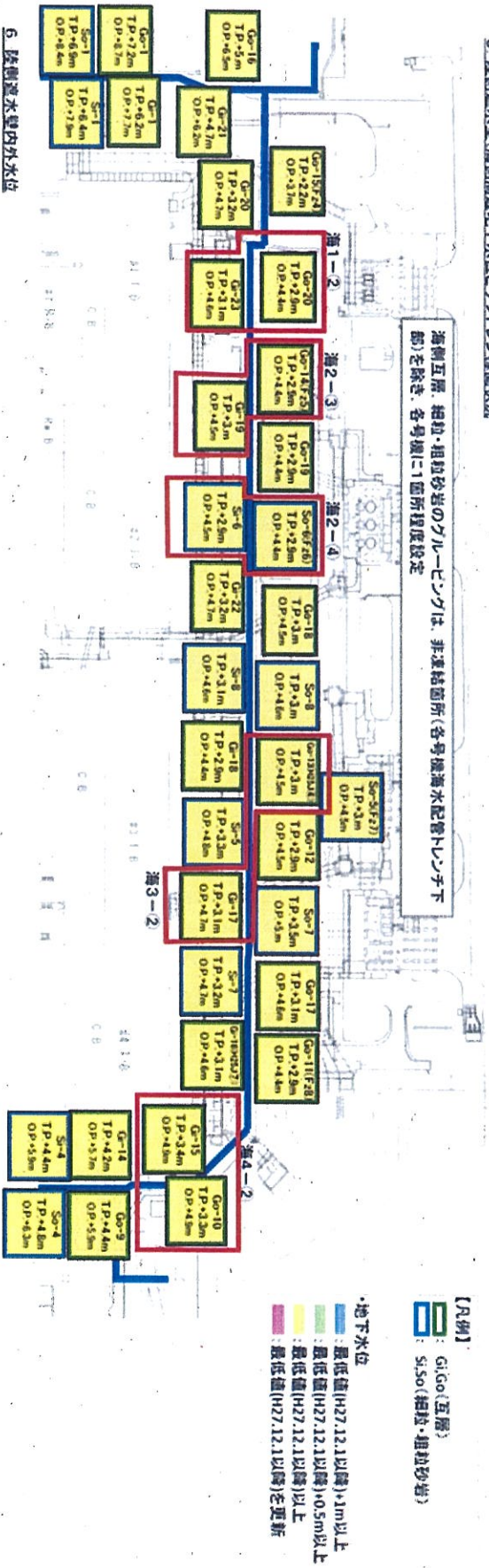


地下水水位は4/12
12:00時点のデータ

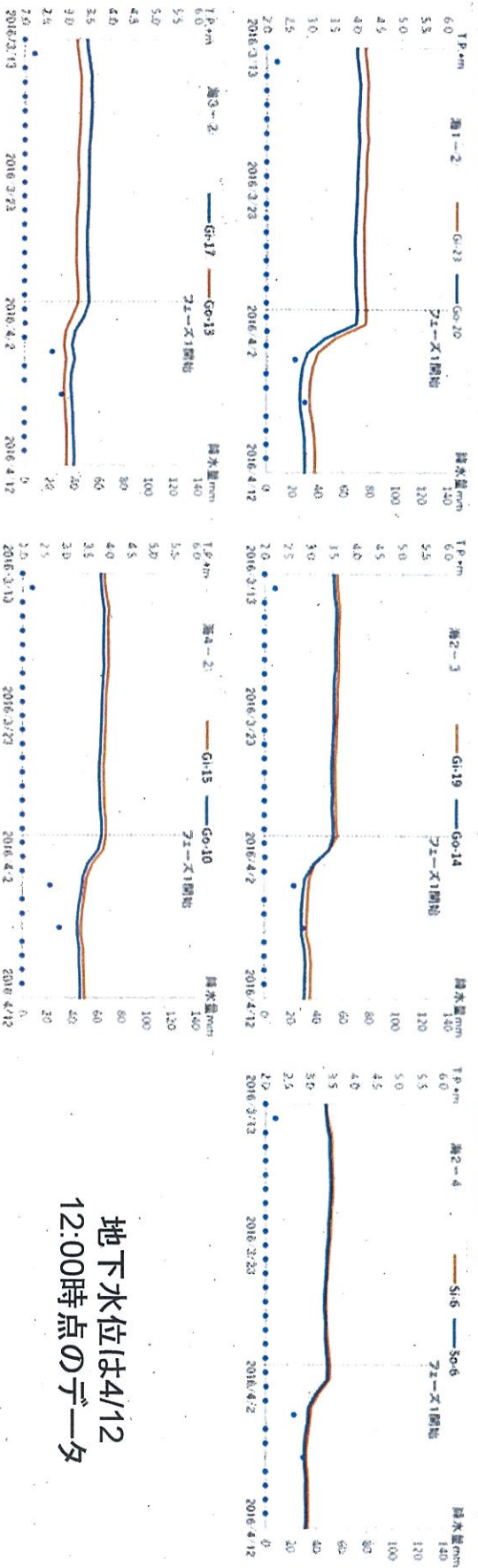
(4) 地下水位・水頭状況(互層部、細粒・粗粒砂岩層水頭 海側)

TEPCO

5. 陸側海水層(海側)周辺地下水位とサリンシ層地層状況

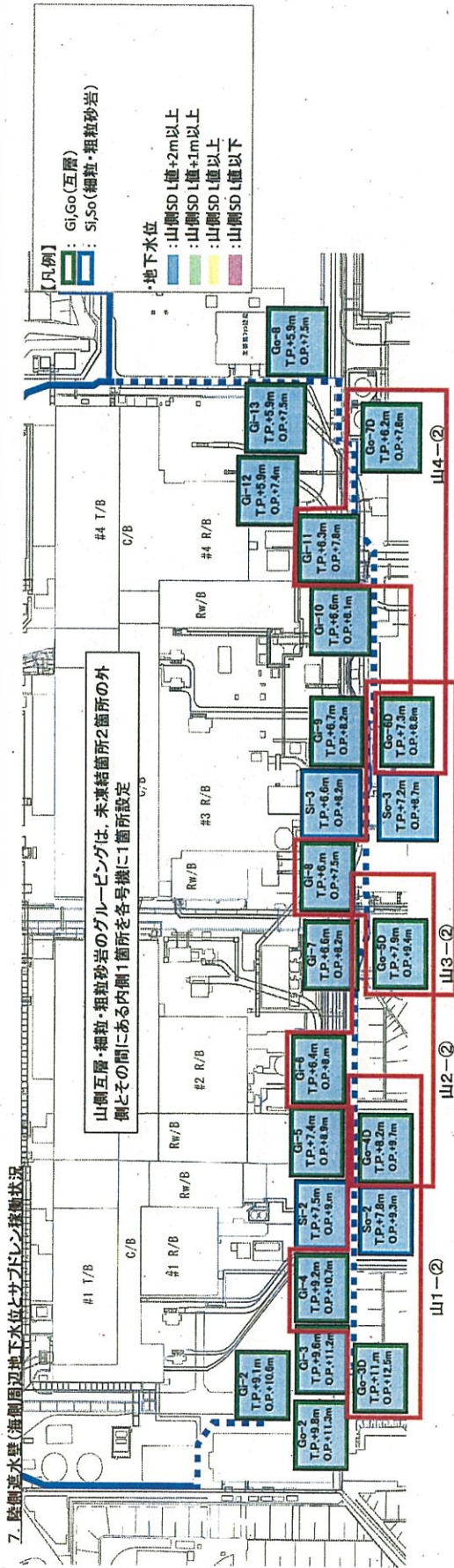


6. 陸側海水層内外水位

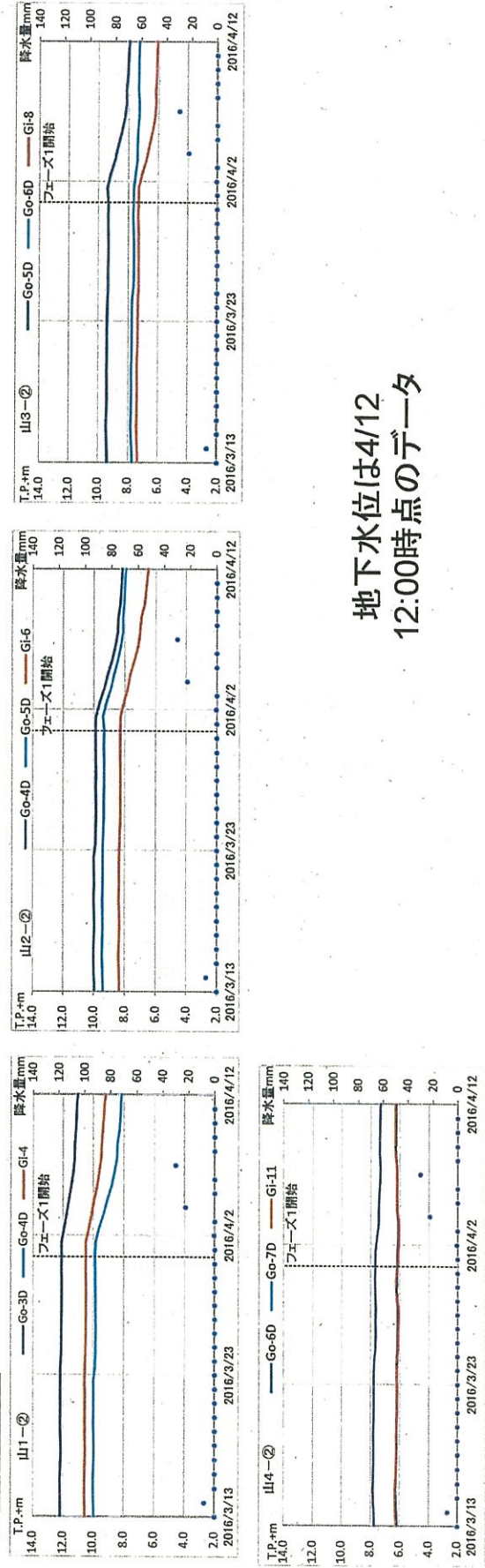


地下水位は4/12
12:00時点のデータ

(4) 地下水位・水頭状況(互層部、細粒・粗粒砂岩層水頭 山側)



8. 陸側遮水壁内外水位



3. 水位管理

TEPCO

地下水流入量の低減方策と陸側遮水壁閉合開始後の水位管理

- 建屋内外の水位差を一定以上に維持しつつ、建屋への地下水流入箇所よりも地下水位を低くすることで建屋への地下水流入量を低減していく。
- 建屋内外の水位差を一定以上に維持するために、サブドレンの稼働・停止で地下水位をコントロールできる状態を保持していく。
- 従って、基本的には、下記の「現状の建屋内外の水位管理」を継続する。

現状の建屋内外の水位管理

- 基本方針: 地下水位より建屋水位を低くし、水位の逆転を防止する。
- 基本方針を実現するための運用
 - 比較対象領域内の建屋滞留水水位の最高値と近傍のサブドレンピット水位の最低値間の水位差警報を設定し、建屋内外の水位差を監視している。
 - 更に警報設定の水位差は、建屋内外の水位計の計測誤差に対して余裕を考慮しており、水位差に関する異常をより早期に検知出来るようにしている。
 - 更に、サブドレン、建屋滞留水移送ポンプの運用ルールとしてサブドレン側のL値と建屋滞留水側のH値の差=10.8m+塩分補正Jを確保し、運用している。

水位低下への対応

既に運用を行っている「建屋滞留水とサブドレン間の水位差の確保」「建屋滞留水水位管理」「サブドレン水位管理」に加え、「サブドレンの「ポンプ停止バックアップ位置(LL値)の警報」が発報した場合には、「建屋-サブドレン水位差」を確保するため、地下水挙動を分析・評価し、早急な対応の要否を判断し対応する。

① 局所的な地下水水位低下の場合

局所的な地下水水位低下の場合には、当該サブドレン周辺の注水井への注水を行い、状況が改善されない場合には更に注水範囲を拡大する。

上記を行っても状況が改善されない場合には下記②に記載の通り対応する。

② 早急な対応が必要な場合

上記①で状況改善されない場合や、広範囲のサブドレンで「ポンプ停止バックアップ位置(LL値)の警報」が発報した等の場合には、下記の対策について実測データ等から総合的に判断し、必要な対策を実施する。これらの対策を複合的に実施することで、余裕を持って水位回復が可能である。

- 陸側遮水壁(山側)へのブライン供給停止
- 陸側遮水壁(山側)の部分撤去
- その他緊急対策(注水量・注水範囲の拡大、建屋周辺地盤面への散水、原因に対する対策実施(止水・地盤改良等))

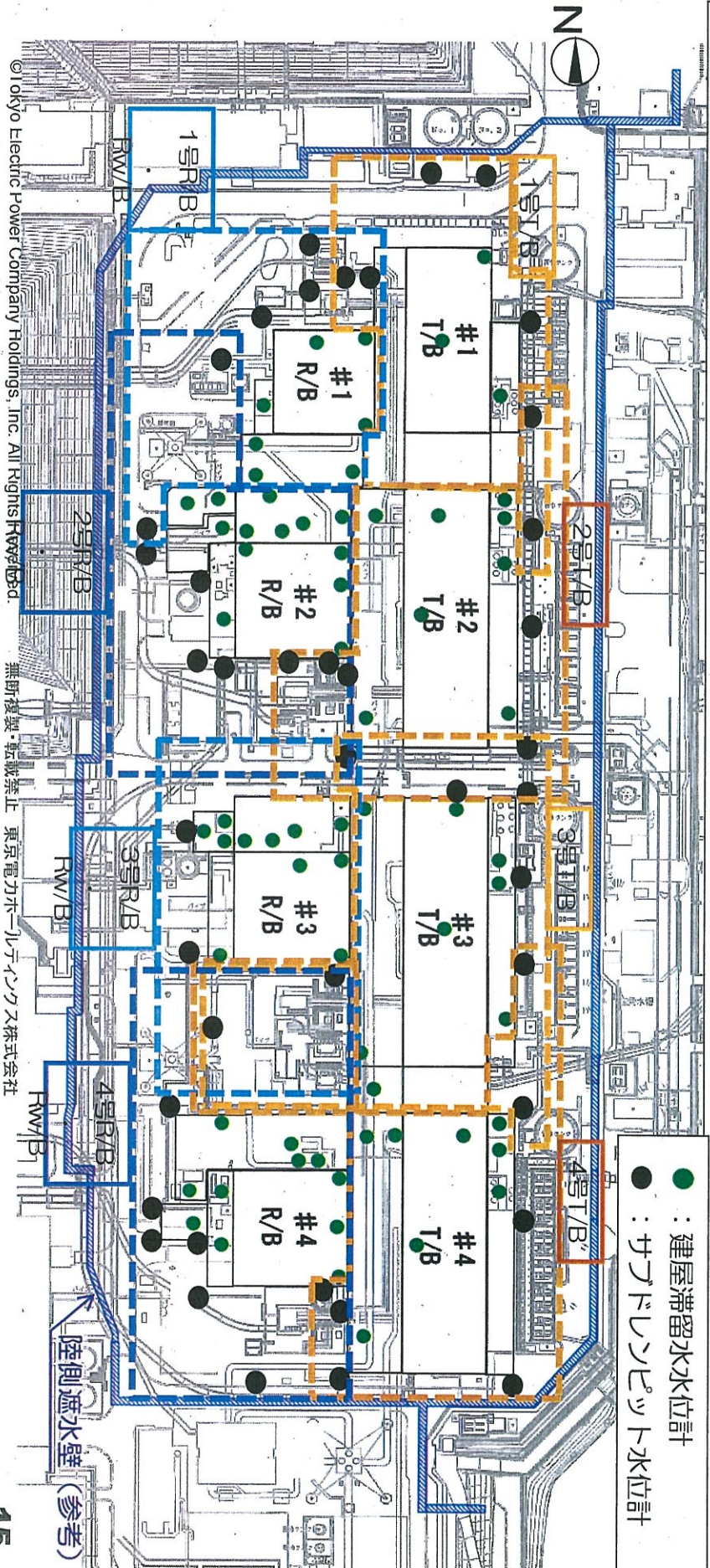
＜参考＞ 建屋移送ポンプ/水位計配置図

■ 各号機の「タービン建屋」および「原子炉建屋・廃棄物処理建屋」※1毎に、比較対象領域（下図破線）内の建屋滞留水水位の最高値と近傍のサブドレンピット水位の最低値間の水位差警報※2を設定し、建屋内外の水位差を監視している。（運用中）

- 水位差警報の設定値：0.45m+塩分補正
- 建屋内外の水位計設置数量は右表の通り。
- ※1：警報は原子炉建屋・廃棄物処理建屋それぞれで出力される。

建屋滞留水水位計	69箇所
サブドレンピット水位計	42箇所

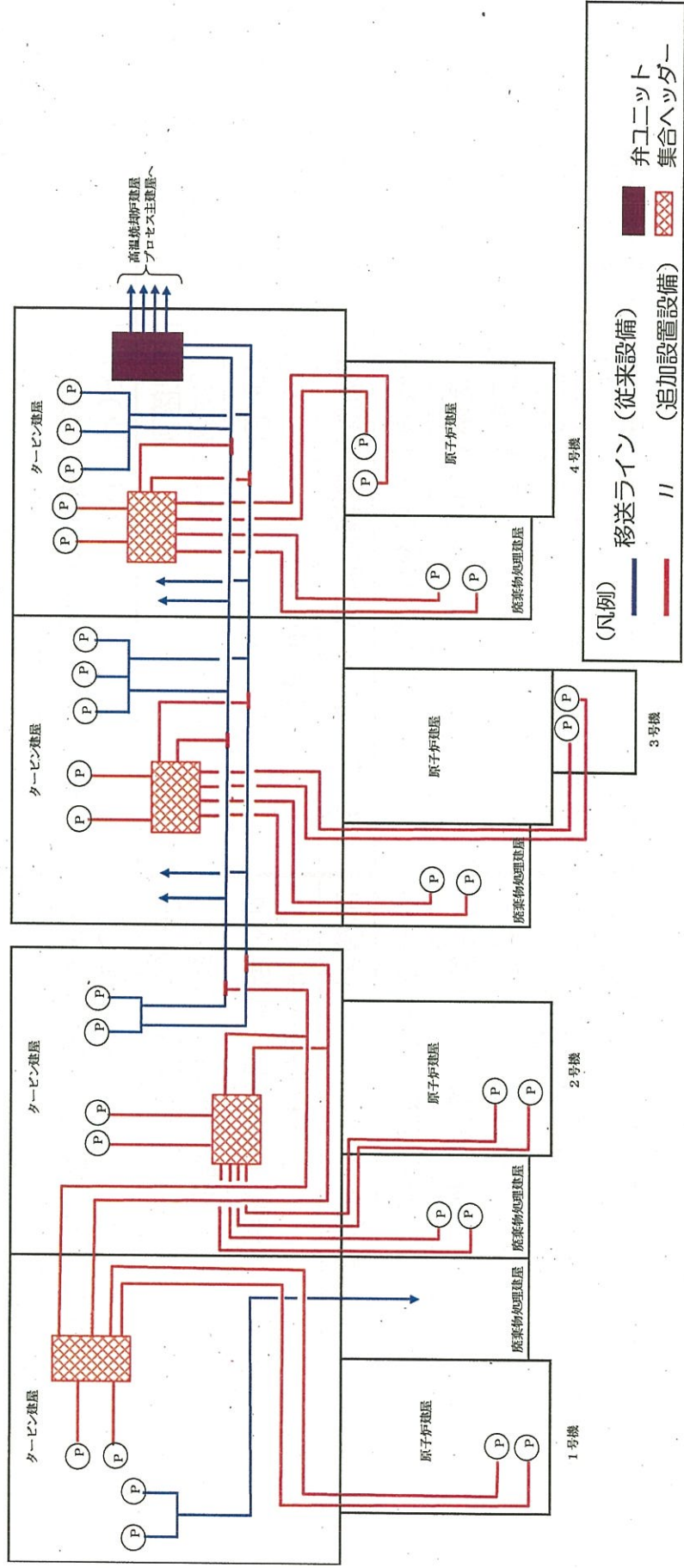
※2：滞留水移送装置にて建屋内水位調整出来ないエリア（孤立エリア）が確認された場合は、個別に管理する。これまでに判明している孤立エリアに対しては、水位計と必要に応じポンプを設置する等の対応済み。



〈参考〉 建屋移送ポンプ/水位計配置図

TEPCO

- ・ 滞留水移送装置は、1～4号機の建屋にある滞留水を汚染水処理設備のあるプロセス主建屋、高温焼却炉建屋へ移送することを目的に、移送ライン、移送ポンプ、移送ライン等で構成している。設備容量は、原子炉注水、雨水及び地下水の浸入により各建屋に発生する滞留水に対して、十分対処可能な設計としている。
- ・ 滞留水の移送は、移送元の建屋の水位や移送先となるプロセス主建屋、高温焼却炉建屋の水位の状況に応じて、ポンプの起動台数、移送元、移送先を適宜選定して実施している。



＜参考＞ 建屋移送ポンプ/水位計配置図

TEPCO

		従来設備	追加設置した設備							
滞留水移送ポンプ	台数	10台 (4箇所 (各号機タービン建屋))	22台 (従来設備と併せて32台運用可能) (各号機の各建屋 (原子炉建屋, タービン建屋, 廃棄物処理建屋) に原則として1箇所設置 (11箇所))							
	排水容量	<table border="1"> <tr> <td>単体</td> <td>12m³/h</td> </tr> <tr> <td>全体</td> <td>最大約1,920m³/日 (80m³/h)</td> </tr> </table>	単体	12m ³ /h	全体	最大約1,920m ³ /日 (80m ³ /h)	<table border="1"> <tr> <td>単体</td> <td>18m³/h</td> </tr> <tr> <td>全体</td> <td>従来設備以上の排水容量とする (80m³/h以上)</td> </tr> </table>	単体	18m ³ /h	全体
単体	12m ³ /h									
全体	最大約1,920m ³ /日 (80m ³ /h)									
単体	18m ³ /h									
全体	従来設備以上の排水容量とする (80m ³ /h以上)									
水位計	設置箇所数	12箇所 (各建屋1箇所)	69箇所 (追加設置した水位計のみ運用) (制御用: 11箇所, 監視用: 58箇所)							
	計測頻度	3回/日 (Webカメラによる目視確認)	連続監視, 免震棟 (遠隔) にて一括管理 (警報機能有り)							
	耐放射線性	放射線影響等によるトリップあり	耐放射線性について検証済みの水位計を採用							
	メンテナンス性	高線量下での校正が必要	低線量下での校正が可能							
インターロック	<ul style="list-style-type: none"> 現場での手動操作 手動運転 警報なし 	<ul style="list-style-type: none"> 免震棟での遠隔操作 自動運転 (水位自動制御) も可 警報出力 								
流量計	なし	滞留水移送ポンプごとに設置								

5. 凍土壁の冷却システムで予想されるトラブル

TEPCO

凍土壁の冷却システムは、冷凍機(30台)及び関連補機類、ブライン配管、凍結管等で構成されている。現在は、凍結管に供給する冷媒(ブライン)温度を一定(約 -30°C)に維持するため、冷凍機を15~23台の間で運転している。(運転していない冷凍機については、運転中の冷凍機トラブル時に運転可能)

凍土壁の冷却システムで予想されるトラブルの一例を以下に記す。

① 冷凍機運転中に冷却水の供給が停止した場合

◆ 検出方法

冷凍機冷却水入口圧力によって自動検出する。(冷却水入口圧力低下)

● 修繕対策

警報発報後、冷凍機は自動で安全停止。

その後原因調査。

② 凍結管よりブライン漏えいが発生した場合

◆ 検出方法

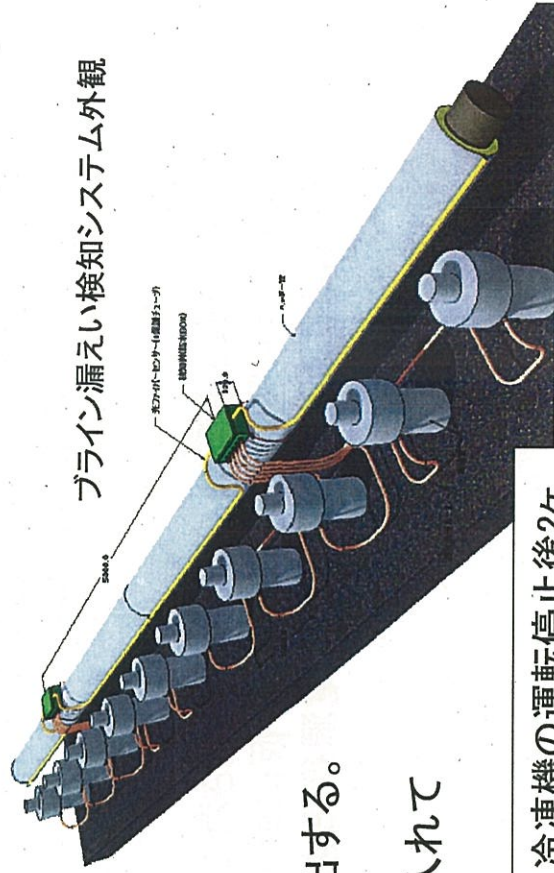
凍結管から漏えいしたブライン(約 -30°C)

を誘導ホースにて検知升に溜めて温度により検出する。

● 修繕対策

漏えい有無の調査後、凍結管の交換も視野に入れて

対策を検討する。



1~4号機建屋西側で実施された小規模凍土実証試験※では、冷凍機の運転停止後2ヶ月程度で地表から2m程度、3ヶ月程度で地表から3m程度の深さまでしか融解しておらず、上記トラブルに対しては、凍土の機能が失われる前に修繕が可能と考えられている

※資源エネルギー庁公募「平成25年度発電用原子炉等廃炉・安全技术基盤整備事業(地下水の流入抑制のため)の凍土方式による遮水技術に関するファイブリビリティ・スタディ事業」のうち①凍土方式の小規模遮水壁実証試験

6. 地震、豪雨、停電に対する対応

TEPCO

① 地震時

地震の影響で凍土に亀裂が生じた場合でも、凍土は自己修復性により再凍結するため、遮水性に大きな影響は生じないと考えている。仮に地中に埋設された凍結管や、地上に設置された配管、プラント等に地震による被害が生じた場合でも、凍土が融解する数ヶ月の期間に設備の復旧を行うことで考えている。

② 豪雨時

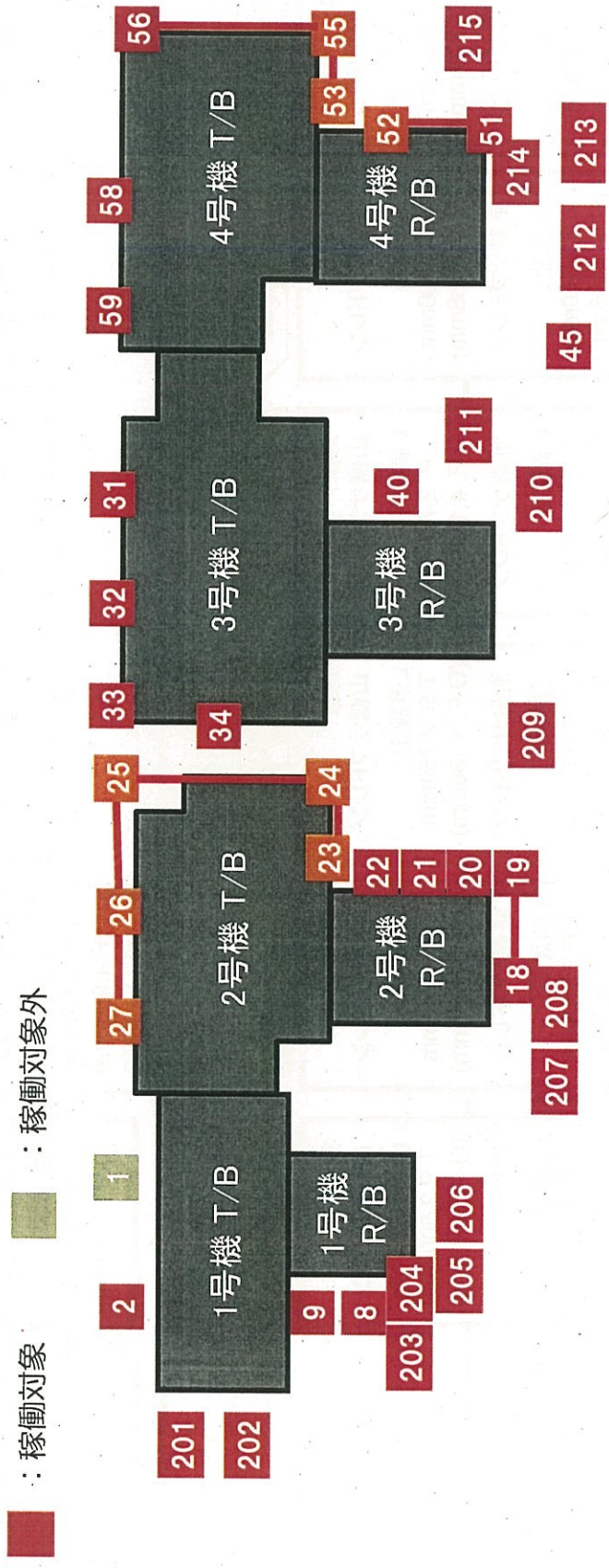
降雨時には、中粒砂岩層の地下水位が上昇することから、建屋水位と地下水位の逆転リスクは低下すると考えている。

③ 停電時

陸側遮水壁の電源は、2系統で構成されているため、片方の電源が喪失した際はもう片方の電源により運転が可能である。仮に両方の電源が喪失した場合でも、地震時同様、凍土が融解する数ヶ月の期間に電源復旧を行うことで、凍土への影響を防ぐことが可能である。

＜参考資料1-1＞ サブドレンの汲み上げ状況(24時間運転)

- 山側サブドレンL値をT.P.5,064 (O.P.6,500)から稼働し、段階的にL値の低下を実施。
実施期間：9月17日～
L値設定：3月10日～ T.P.2,500 (O.P.3,936)で稼働中。 ※1
- 海側サブドレンL値をT.P. 4,064 (O.P.5,500)から稼働し、段階的にL値の低下を実施。
実施期間：10月30日～
L値設定：3月2日～ T.P.2,500 (O.P.3,936)で稼働中。
- 一日あたりの平均汲み上げ量：約400m³ (9月17日15時～4月12日15時)

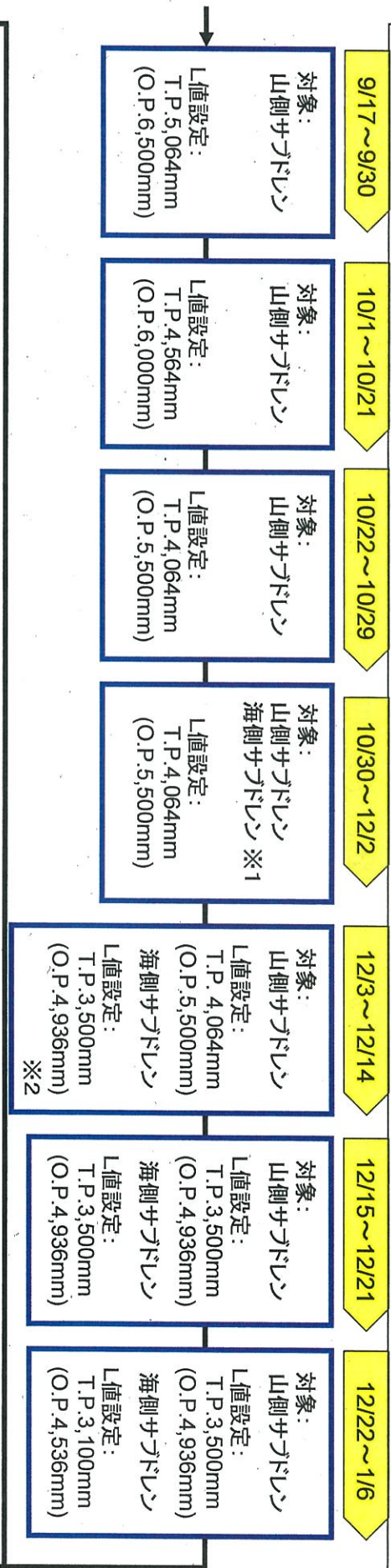


※1 3/10より、1号機原子炉建屋との比較対象サブドレンピット(No.8,9,203～207)以外のピットについて、設定水位をT.P.2,500mm (O.P.3,936mm)に変更。

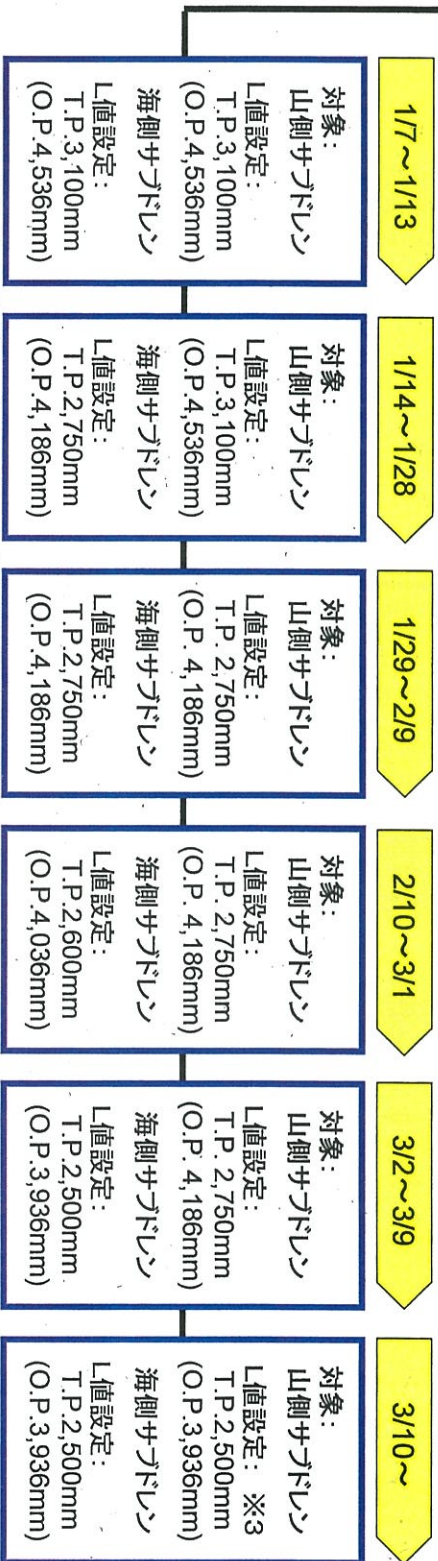
<参考資料1-2> サゾブリン稼働状況



9/17より山側サゾブリン24時間稼働を開始し、以降段階的水位低下を実施。



現時点



以降、周辺の水位状況等を確認しながら、段階的に水位低下させる

※1 11/17より、T.P.3,964mm (O.P.5,400mm)で稼働。
 ※2 12/3よりNo.201,202,23,24,25,26,27,32,33,34,53,55,58の設定水位をT.P.3,500mm (O.P.4,936mm)に変更。
 ※3 3/10より、1号機原子炉建屋との比較対象サゾブリンピット(No.8,9,203~207)以外のピットについて、設定水位をT.P.2,500mm (O.P.3,936mm)に変更。

＜参考資料2＞ 排水実績

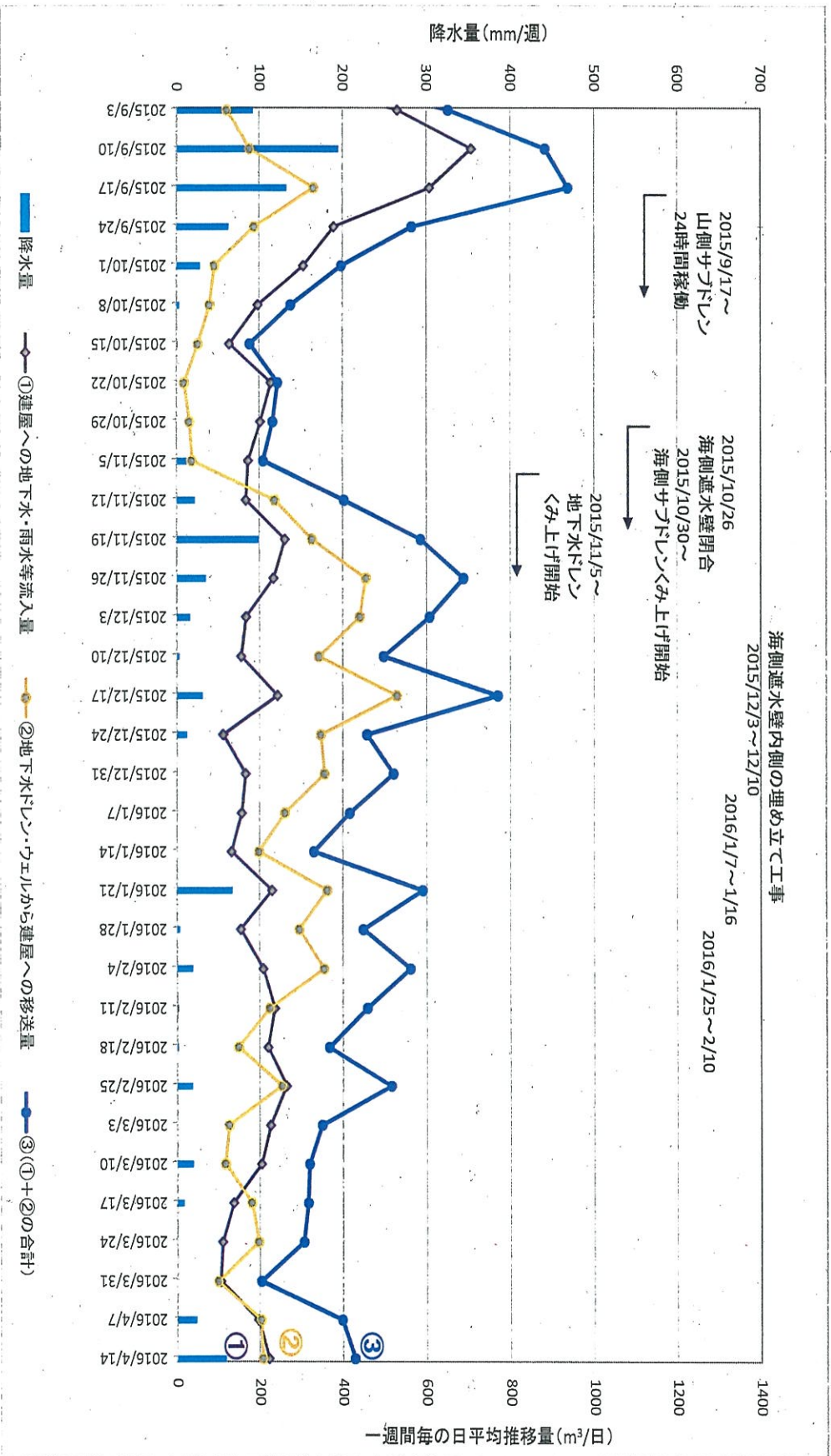


- サブドレン他浄化設備は、2015年9月14日に排水を開始し、4月10日までに118回目の排水を完了。排水量は、合計92,316m³。
- 一時貯水タンクの水质はいずれも運用目標（Cs134=1, Cs137=1, 全β=3, H3=1,500(Bq/L)）未満である。

排水日	4/6	4/7	4/8	4/9	4/10
一時貯水タンクNo.	D	E	F	G	A
試料採取日	4/6	3/31	4/1	4/4	4/5
浄化後の水质 (Bq/L)	ND(0.74)	ND(0.77)	ND(0.79)	ND(0.48)	ND(0.73)
	ND(0.54)	ND(0.59)	ND(0.54)	ND(0.62)	ND(0.58)
全β	ND(2.1)	ND(2.4)	ND(0.68)	ND(2.0)	ND(2.0)
H-3	880	930	950	960	910
排水量(m ³)	703	721	665	689	714
試料採取日	3/27	3/29	3/30	4/1	4/2
Cs-134	8.9	13	9.4	9.2	11
Cs-137	52	50	58	48	53
全β	—	160	—	—	—
H-3	880	920	1000	1100	1000

*NDは検出限界値未満を表し、()内に検出限界値を示す。
 *運用目標の全ベータについては、10日に1回程度の分析では、検出限界値を1 Bq/Lに下げて実施。
 *浄化前水质における全ベータ分析については、浄化設備の浄化性能把握のため週一回サンプリングを実施。

＜参考資料3＞ 建屋への地下水ドレン移送量・地下水流入量等の推移



参考資料4> サブドレンピット他水質一覧



建屋	ピット	セシウム 134	セシウム 137	全β	トリチウム	採取日
1号機	1	ND(10)	86	91	16,000	H28 04/08
	2	ND(6.1)	ND(6.3)	ND(11)	240	H28 04/08
	8	180	820	1,100	130	H27 08/13
	9	ND(4.7)	24	22	580	H28 03/24
	18	150	800	890	920	H28 03/30
	19	550	2,900	3,300	1,700	H28 03/30
	20	ND(13)	ND(18)	19	1,200	H27 10/05
	21	13	59	66	1,600	H27 10/05
	22	ND(12)	24	48	860	H27 12/18
	23	13	76	91	270	H27 12/18
2号機	24	25	110	190	200	H27 08/24
	25	32	110	200	130	H27 08/24
	26	89	350	500	ND(130)	H27 08/24
	27	15	100	160	140	H28 04/08
	31	22	75	120	180	H27 08/24
	32	ND(3.7)	9.1	ND(12)	ND(100)	H28 03/23
	33	ND(12)	31	32	380	H27 08/24
	34	74	310	430	550	H27 08/24
	40	56	260	310	350	H28 03/03
	3号機					

(注)
 ・「ND」は検出限界未滿を表し、()内に検出限界値を示す。
 ・No.1ピットは稼働対象外

建屋	ピット	セシウム 134	セシウム 137	全β	トリチウム	採取日
4号機	45	ND(9.5)	ND(16)	ND(13)	ND(120)	H27 11/20
	51	ND(10)	ND(18)	ND(13)	ND(120)	H27 11/20
	52	ND(8.9)	ND(15)	ND(18)	ND(130)	H27 08/12
	53	ND(9.3)	ND(18)	ND(11)	ND(130)	H27 08/25
	55	ND(10)	ND(16)	ND(11)	ND(130)	H27 08/25
	56	ND(4.2)	ND(4.4)	ND(12)	110	H28 03/23
	58	ND(10)	18	ND(12)	ND(130)	H27 11/06
	59	ND(10)	ND(18)	38	770	H27 08/25
	201	ND(9.8)	ND(16)	ND(11)	ND(130)	H27 08/25
	202	ND(11)	ND(18)	ND(11)	ND(130)	H27 08/25
	203	ND(9.4)	ND(16)	ND(13)	ND(130)	H27 08/13
	204	ND(12)	ND(19)	74	ND(130)	H27 08/13
	205	ND(12)	ND(16)	21	320	H27 08/13
	206	ND(4.1)	ND(4.2)	ND(12)	140	H28 03/24
	207	ND(5.0)	ND(3.8)	ND(12)	ND(98)	H28 03/24
2号機	208	ND(9.2)	ND(15)	ND(18)	ND(130)	H27 08/12
	209	ND(3.6)	ND(4.2)	ND(12)	180	H28 03/24
	210	ND(9.6)	ND(16)	ND(13)	ND(120)	H27 11/20
3号機	211	21	75	190	ND(130)	H27 08/13
	212	ND(9.7)	ND(16)	ND(18)	ND(130)	H27 08/12
	213	ND(9.8)	ND(18)	ND(13)	ND(120)	H27 11/20
4号機	214	ND(3.9)	ND(3.8)	ND(12)	200	H28 03/24
	215	ND(11)	ND(14)	ND(18)	ND(130)	H27 08/12
	A	ND(8.0)	8.1	9,400	5700	H28 04/11
地下トドレンピット	B	ND(7.2)	8.8	3100	3700	H28 04/11
	C	34	160	920	6900	H28 04/11
	D	ND(7.6)	6.7	150	510	H28 04/11
	E	ND(8.4)	ND(7.7)	150	380	H28 04/11

