

# 陸側遮水壁の進捗状況報告

2015年10月14日

東京電力株式会社

## 陸側遮水壁に関する特定原子力施設 監視・評価検討会への説明経緯

### ■これまでの主な論点

- 基本シナリオ（サブドレン、海側遮水壁、陸側遮水壁の順で運用）を特定原子力施設監視・評価検討会で提示

→サブドレンは2015.9.3稼働開始、海側遮水壁は2015.9.10閉合工事再開（基本シナリオ通りの手順）

- 陸側遮水壁（海側）の必要性（海側遮水壁があれば不要。作業員の被ばく増の懸念）

→第32回 特定原子力施設監視・評価検討会で報告済み（必要性は以下の通り）

- ①建屋への地下水流入量抑制
- ②地下水位管理の単純化
- ③迅速かつ確実な地下水位制御

- 地下水位の局所的低下による建屋滞留水漏えい時の影響評価（面談で指示）

→第36回 特定原子力施設監視・評価検討会で報告済み

### ■本日の報告内容

- 工事進捗状況

- 陸側遮水壁閉合後の水位管理検討状況

- 基本シナリオ（サブドレン稼働、海側遮水壁閉合の後）における陸側遮水壁閉合後の水位管理
- 陸側遮水壁（山側）の凍結開始前に確認する事項

- 試験凍結に関する報告

## 陸側遮水壁の進捗状況報告

1. 工事進捗状況
2. 陸側遮水壁閉合後の水位管理検討状況
3. 試験凍結に関する報告

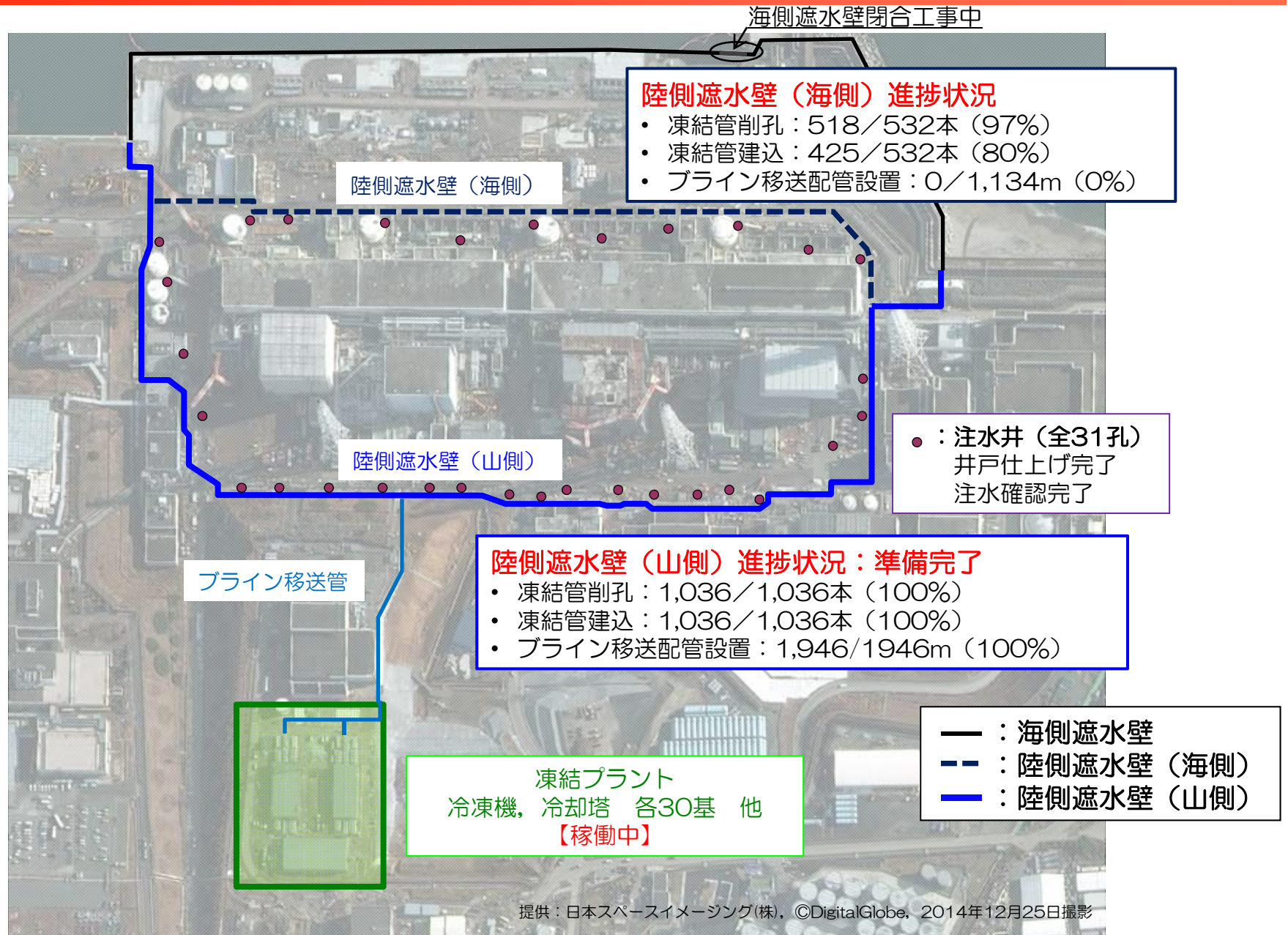
---

## 1. 工事進捗状況

# 特定原子力施設 監視・評価検討会における陸側遮水壁に関する議論経緯と進捗状況

	2014	2015
特定原子力施設 監視・評価検討会	<p>▼ ▼ ▼ ▼ ▼</p> <p>3/31 4/18 5/2 5/26 6/6 第19回～第23回 監視・評価検討会</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>概要（目的,効果,基本設計他）、水位管理を説明</li> <li>規制委員会や規制庁の指摘（地盤沈下影響や地下埋設物への考慮等）について回答</li> </ul>	<p>▼ ▼ ▼ ▼ ▼ ▼ ▼ ▼ ▼</p> <p>2/9 3/4 3/25 4/22 5/22 7/1 第31回～第36回 監視・評価検討会</p> <p style="text-align: right;"><b>▼</b> <b>10/14</b> <b>第37回</b> <b>(本日)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>陸側遮水壁閉合後の水位管理検討状況             <ul style="list-style-type: none"> <li>基本シナリオ（サブドレン稼働、海側遮水壁閉合の後）における陸側遮水壁閉合後の水位管理</li> <li>陸側遮水壁（山側）の凍結開始前に確認する事項</li> </ul> </li> <li>試験凍結に関する報告</li> </ul>
実施計画 変更認可申請	<p>3/7陸側遮水壁 実施計画申請</p> <p>山側貫通施工 実施計画 6/20 申請</p> <p>海側貫通施工 実施計画 10/10 申請</p> <p>9/17 認可</p> <p>10/10 追加申請</p> <p>10/10 申請</p>	<p>1/23水位管理 実施計画申請</p> <p>試験凍結 実施計画 4/9 申請</p> <p>4/28 認可</p> <p>7/3 認可</p> <p>7/31 認可</p>
工事・試験 関係	<p>6/2 埋設部貫通を除く 工事着手</p> <p>9/20 山側貫通 施工開始</p>	<p>4/30 試験凍結 開始</p> <p>7/6 山側追加貫通 施工開始</p> <p>8/4 海側貫通 施工開始</p> <p>9/15 山側凍結 準備完了</p>

# 1. 工事進捗状況 (2015/10/10現在)





# 1. 工事進捗状況 (2015/10/10現在)



山側 (2~4号建屋西側) 施工完了状況



山側 (4号機建屋南側) 施工完了状況



海側埋設構造物貫通施工箇所 削孔状況

## ■ 陸側遮水壁 工事進捗状況

- 山側3辺を凍結させるための全ての工事が9月15日までに完了しており、凍結開始する準備が整っている。
- 海側については凍結管設置工事等を継続している。

---

## 2. 陸側遮水壁閉合後の水位管理検討状況

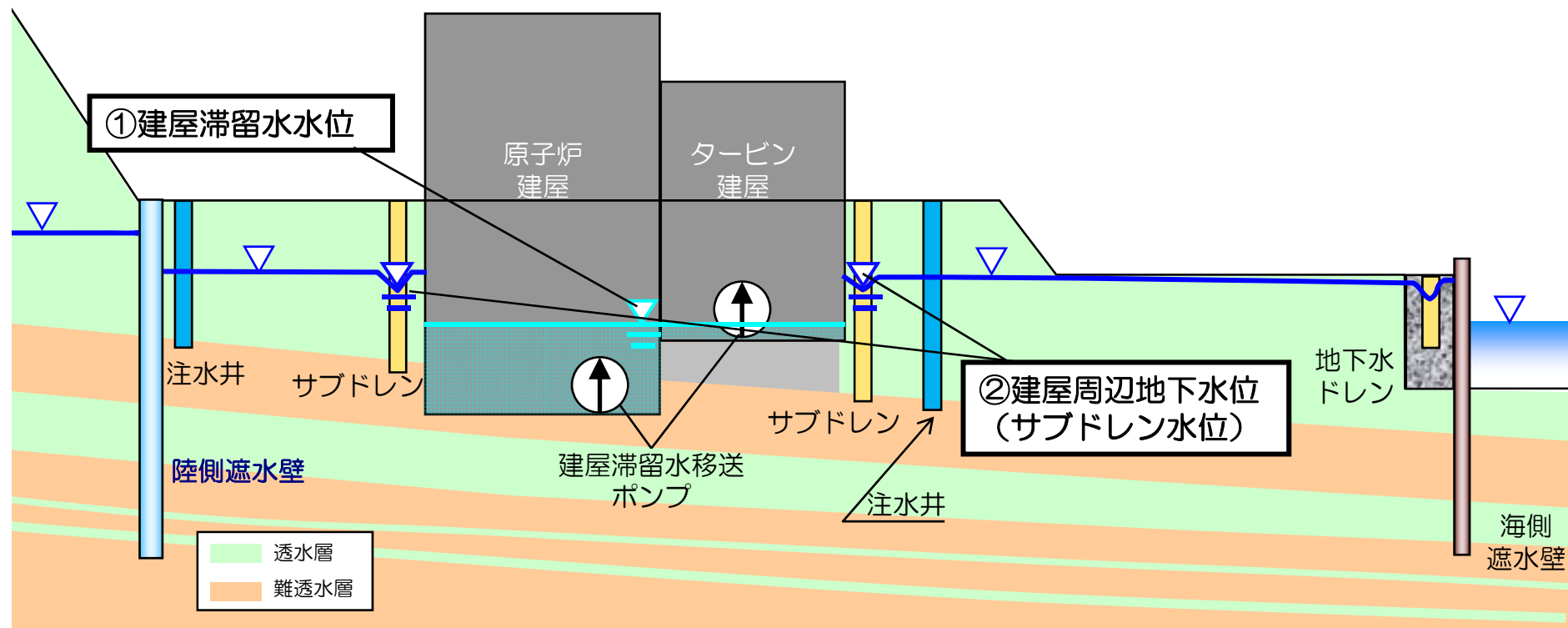


## 2. 1 陸側遮水壁閉合後の水位管理

### (1) 陸側遮水壁閉合後の水位管理計画の基本方針

陸側遮水壁閉合後においても、閉合前と同様に、建屋滞留水の周辺地盤への漏えいを防止するために、下記の関係を維持する。

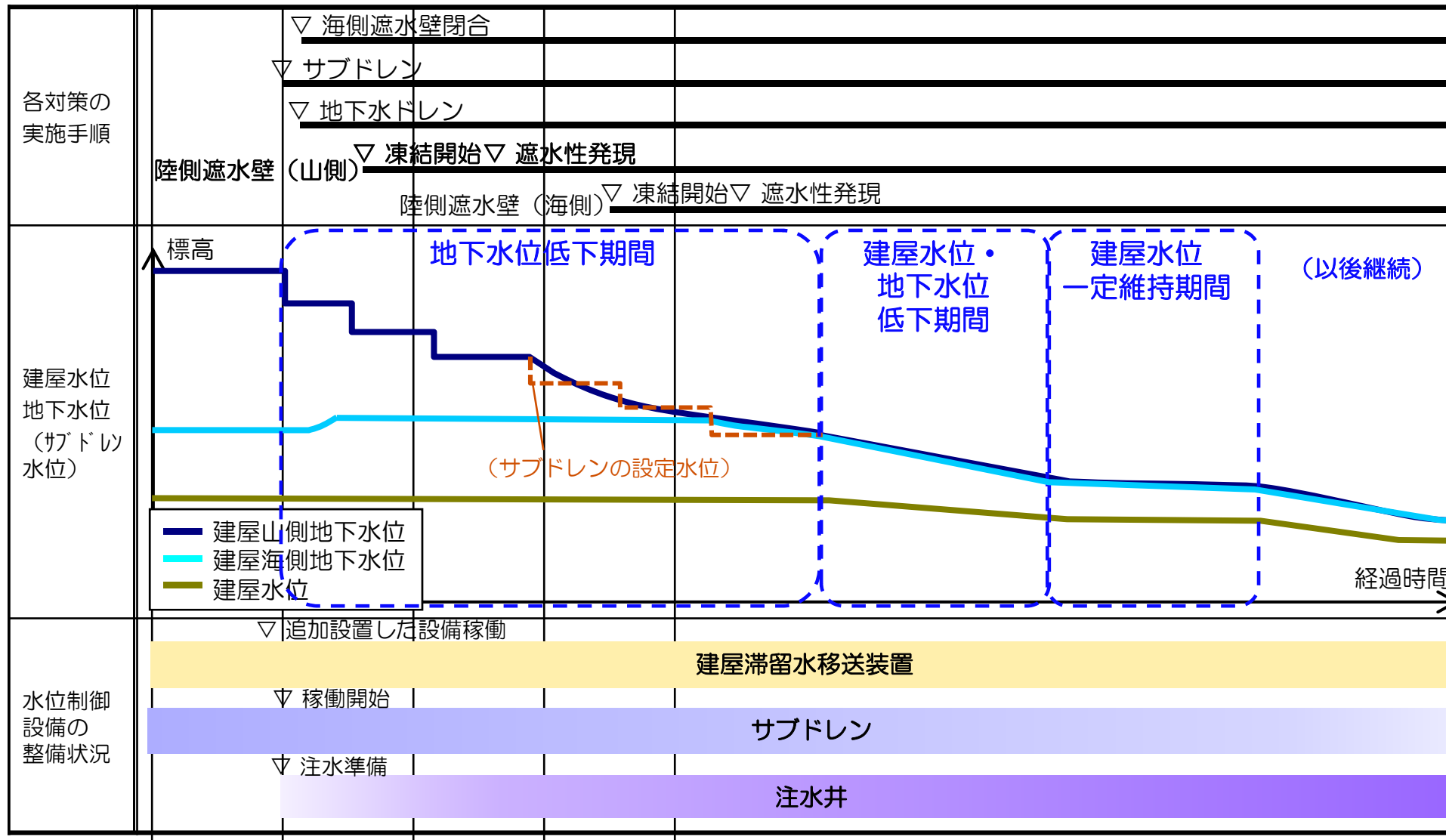
- 建屋滞留水水位 (①) < 建屋周辺地下水位 (サブドレン水位) (②)



## 2. 1 陸側遮水壁閉合後の水位管理

### (2) 基本シナリオ

- サブドレンによる地下水位低下段階において、陸側遮水壁（山側）3辺の凍結開始した場合に、地下水位については下記のような低下傾向を示していくものと考えられる。



## 2. 1 陸側遮水壁閉合後の水位管理

### (3) 各設備稼働状況における建屋内外水位管理の方法

- 建屋内外の水位差を確保するために、サブドレン稼働・陸側遮水壁閉合の各設備稼働状況において、それぞれ下記の方法を用いて、建屋内外の水位を管理する。

設備稼働状況	状態	水位管理の方法
サブドレン稼働前		<p>【建屋滞留水移送】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>移送ポンプにより建屋水位維持。</li> </ul>
サブドレン稼働後		<p>【建屋滞留水移送】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>移送ポンプにより建屋水位維持。</li> </ul> <p>【サブドレンポンプ稼働・停止】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>サブドレン稼働により地下水位低下。</li> <li>建屋-地下水位近接時にはサブドレン停止。</li> </ul>
サブドレン稼働＋ 陸側遮水壁閉合後	地下水位低下期間	<p>【建屋滞留水移送】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>移送ポンプにより建屋水位維持。</li> </ul> <p>【サブドレンポンプ稼働・停止】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>サブドレン稼働により地下水位低下。</li> <li>建屋-地下水位近接時にはサブドレン停止。</li> <li>陸側遮水壁閉合後はゆっくりと地下水位が低下。</li> </ul>
	建屋水位・地下水位 低下期間	<p>【建屋滞留水移送】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地下水位低下に合わせて、移送ポンプにより建屋水位を低下。</li> </ul> <p>【サブドレンポンプ稼働・停止】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>サブドレン稼働により地下水位低下。</li> <li>建屋-地下水位近接時にはサブドレン停止。</li> <li>陸側遮水壁閉合後はゆっくりと地下水位が低下。</li> </ul>
	建屋水位一定維持期間	<p>【建屋滞留水移送】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>移送ポンプにより建屋水位維持。</li> </ul> <p>【サブドレンポンプ稼働・停止】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>サブドレン稼働により地下水位低下。</li> <li>建屋-地下水位近接時にはサブドレン停止。</li> <li>基本的には、降雨浸透による地下水涵養によって、建屋内外に水位差が生じる。但し降雨の補助を目的として、必要に応じ注水井からの注水を行う。</li> </ul>

## 2. 1 陸側遮水壁閉合後の水位管理

### (4) 建屋水位・サブドレン水位計測に基づく建屋内外の水位差監視

■ 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

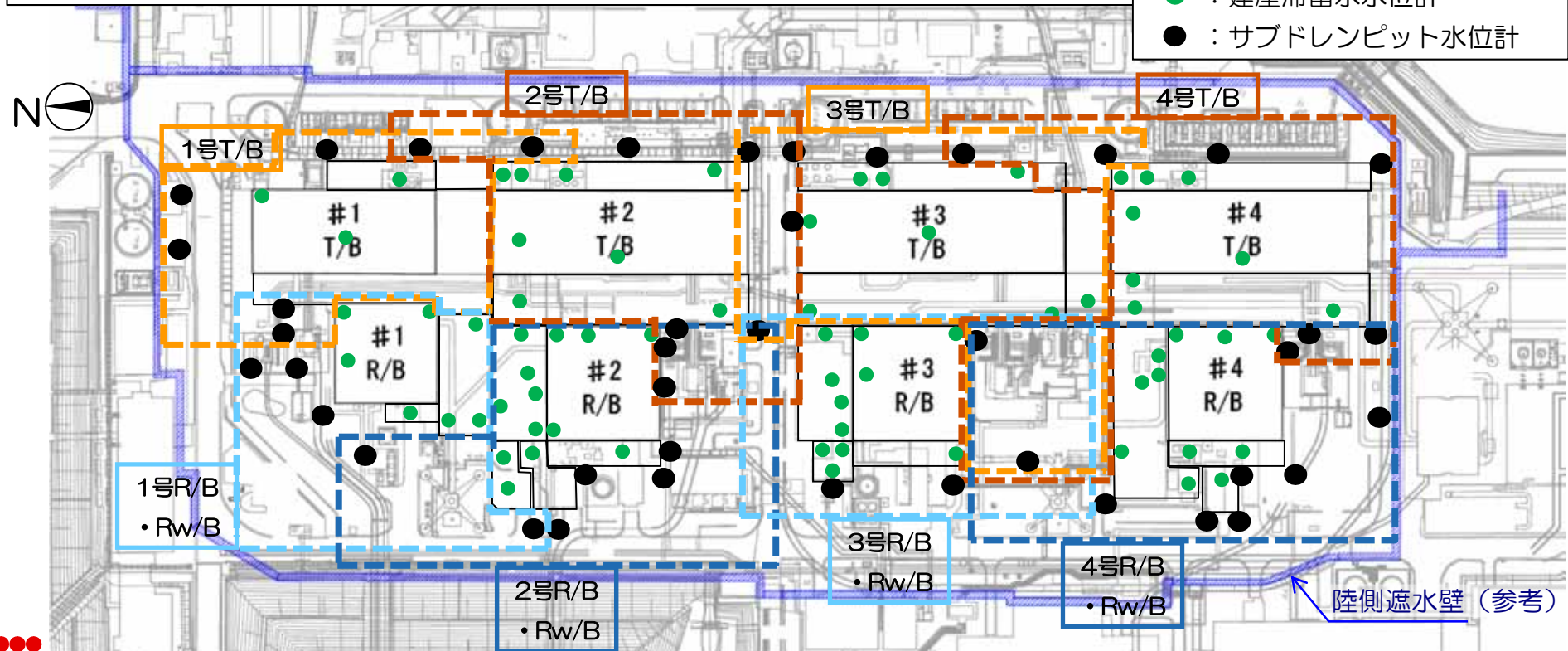
■ 建屋内外の水位計設置数量は右表の通り。

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

※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。

※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。

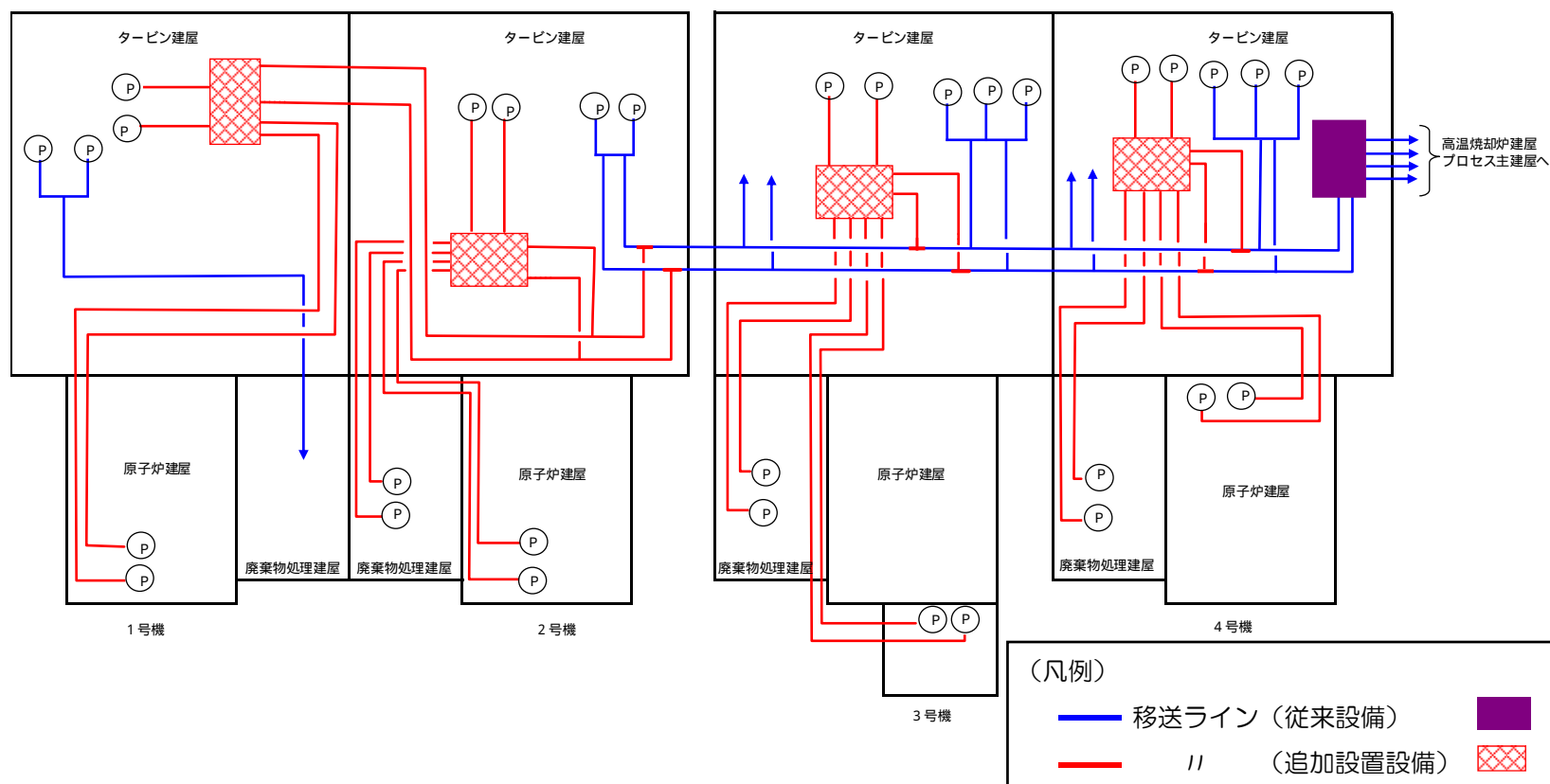
●：建屋滞留水水位計  
●：サブドレンピット水位計



## 2. 1 陸側遮水壁閉合後の水位管理

### (5) 建屋滞留水移送装置の系統構成

- 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等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。
- 従来設備に加えて、追加設置した設備は8/28に使用前検査を終了し現在稼働中。

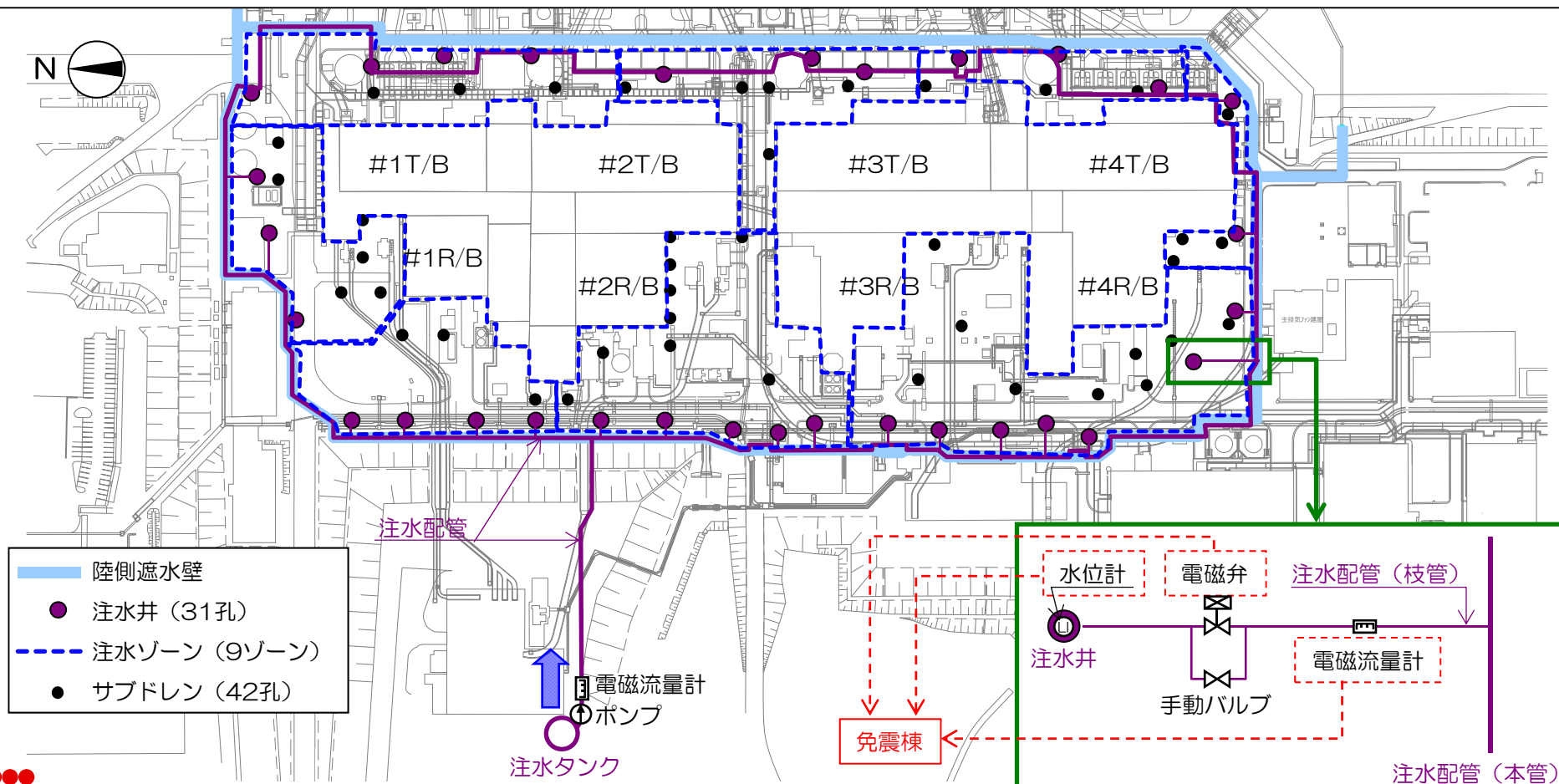




## 2. 1 陸側遮水壁閉合後の水位管理

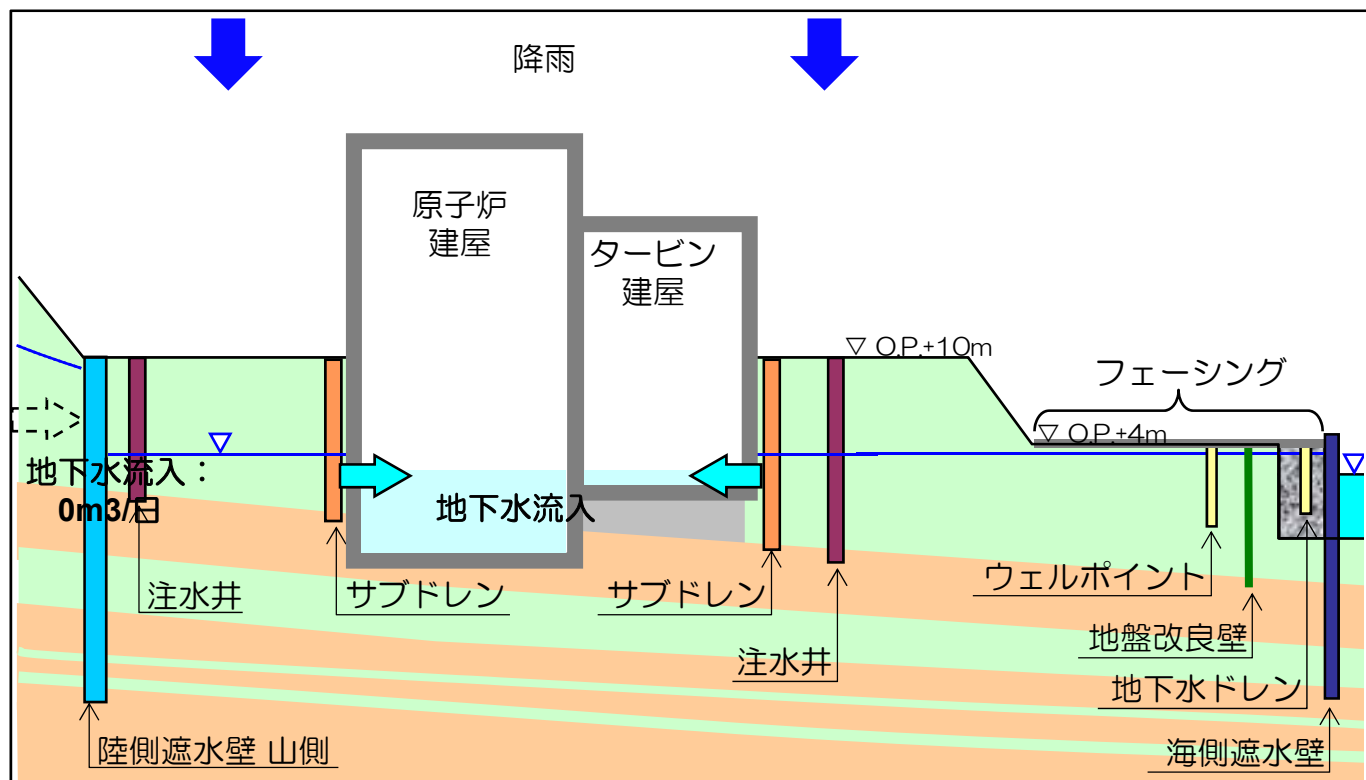
### (6) 注水井の配置と注水運用

- 基本的には、降雨浸透による地下水涵養によって、建屋内外に水位差が生じる。但し、降雨の補助を目的として、必要に応じ注水井からの注水を行う。
- 注水井は下記のように配置し、ゾーンによる注水運用を行う。具体的には、建屋水位一定維持期間において、該当ゾーンの注水井から注水を行う。不足する場合には周辺のゾーンからも注水を行う。
- 注水開始のタイミングについては、建屋水位とサブドレン水位の水位差に余裕がある段階とする。
- 全ての注水井において、設計量（10L/分）の注水が可能であることを確認済み。
- 注水による水位維持の効果については、陸側遮水壁閉合後に確認する。





## 2. 1 陸側遮水壁閉合後の水位管理 【参考】降雨による地下水涵養について



- 陸側遮水壁（山側）3辺閉合後，降雨浸透等による地下水涵養に応じて建屋—地下水の水位差が生じる。
- 降雨浸透は，閉合範囲内（建屋・フェーシング実施部分は除く）に平均的な降雨量約4mm/日あった場合，その総量は350m<sup>3</sup>/日程度となり，その一部（数10～50%程度）が地下へ浸透する。
- 降雨時の実測では，建屋内水位上昇量<地下水位上昇量の関係となっている。

## 2. 2 凍結開始前に確認する事項（第36回監視・評価検討会で示した事項に追記）

---

- (1) 建屋滞留水移送装置の性能確認（P16）
- (2) サブドレン稼働・建屋滞留水移送ポンプ稼働による建屋内外の水位差管理（P17・18）
- (3) 建屋海側サブドレン水位が海側遮水壁閉合後において上昇・維持すること
  - 海側遮水壁ー建屋間の地下水位の変動状況（P19）
- (4) 注水井に設計量の注水が出来ること（P20・21）
- (5) 試験凍結における確認事項（P24～）

## 2. 2 凍結開始前に確認する事項

### (1) 建屋滞留水移送装置の性能確認

- 追加設置した建屋滞留水移送装置は、従来設備以上の移送性能を確保するとともに、監視および制御機能の向上を図っており、それぞれの機器について所定の性能を確認している。

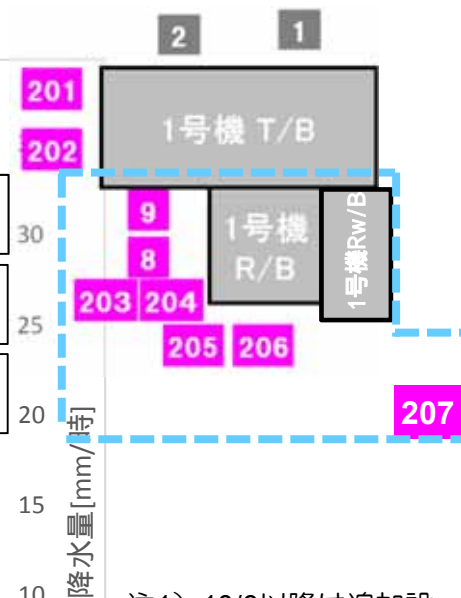
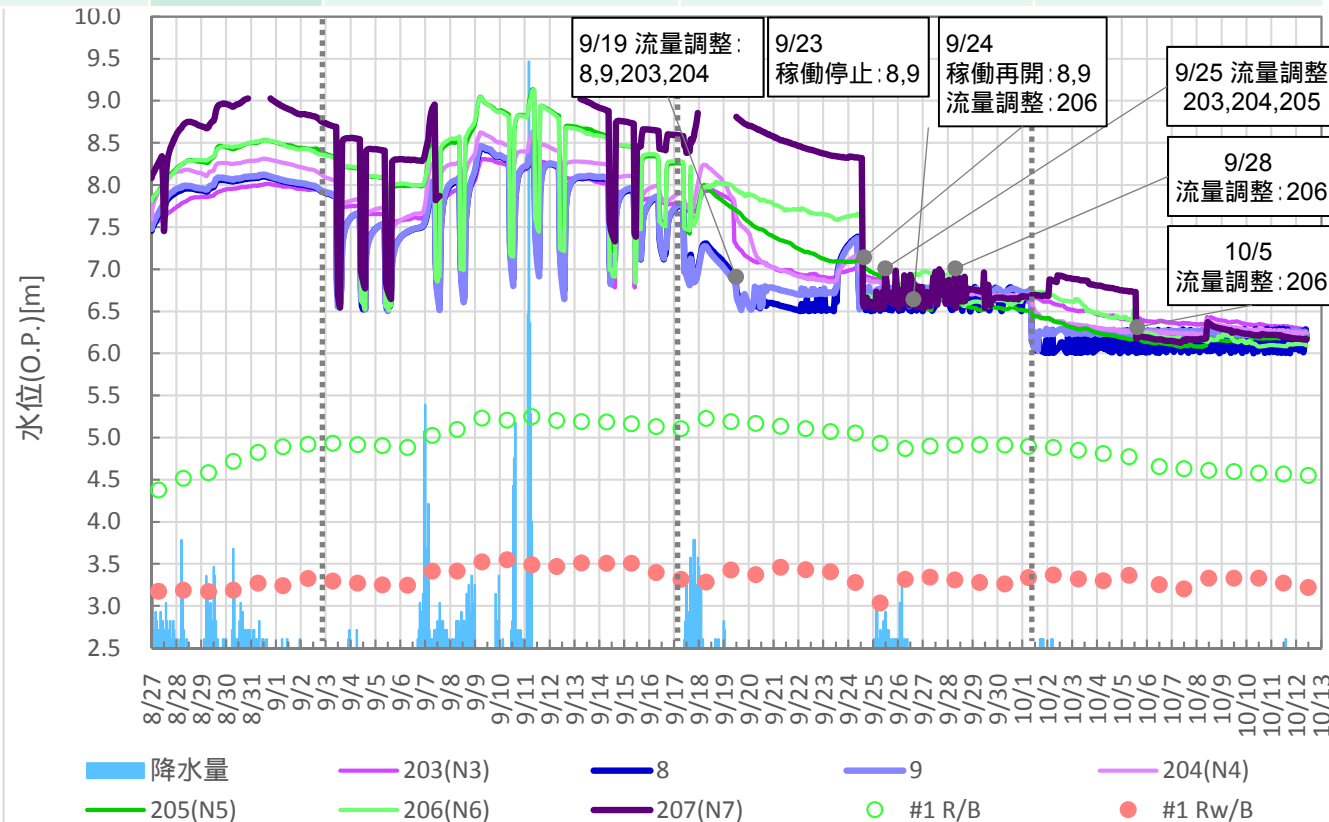
		従来設備	追加設置した設備
滞留水移送ポンプ	台数	10台 (4箇所 (各号機タービン建屋))	22台 (従来設備と併せて32台運用可能) (各号機の各建屋 (原子炉建屋, タービン建屋, 廃棄物処理建屋) に原則として1箇所設置 (11箇所))
	排水容量	単体	12m <sup>3</sup> /h
		全体	最大約1,920m <sup>3</sup> /日 (80m <sup>3</sup> /h)
水位計	設置箇所数	12箇所 (各建屋1箇所)	69箇所 (追加設置した水位計のみ運用) (制御用: 11箇所, 監視用: 58箇所)
	計測頻度	3回/日 (Webカメラによる目視確認)	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ドリフトあり	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"> <li>現場での手動操作</li> <li>手動運転</li> <li>警報なし</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>免震棟での遠隔操作</li> <li>自動運転 (水位自動制御) も可</li> <li>警報出力</li> </ul>
流量計		なし	滞留水移送ポンプごとに設置

## 2. 2 凍結開始前に確認する事項 (2) サブドレン稼働・建屋滞留水移送ポンプ稼働による建屋内外の水位差管理① (例; 1号機原子炉建屋・廃棄物処理建屋)

■ サブドレン水位計および建屋水位計に基づくサブドレン稼働・建屋滞留水移送ポンプ稼働により，建屋内外の水位差を確保している。

- サブドレンは稼働水位を段階的に低下させており，10/1以降では，O.P.6.0~6.5mの範囲で水位管理できている。
- 各建屋毎に建屋内外の水位の状況を見ながら，処理設備の稼働状況も考慮し，適宜移送ポンプを稼働して建屋滞留水を移送することで，建屋内外において適切な水位差を確保している。

稼働条件	~ 9/2	9/3 ~ 9/16	9/17 ~ 9/30	10/1 ~
稼働時間	非稼働	昼間	24時間	24時間
ポンプ 停止水位		O.P.6.5m	O.P.6.5m	O.P.6.0m



注1) 10/6以降は追加設置した建屋滞留水水位計 (制御用) に変更。

注2) 各建屋は他建屋と連通性があり，水位が変動する。

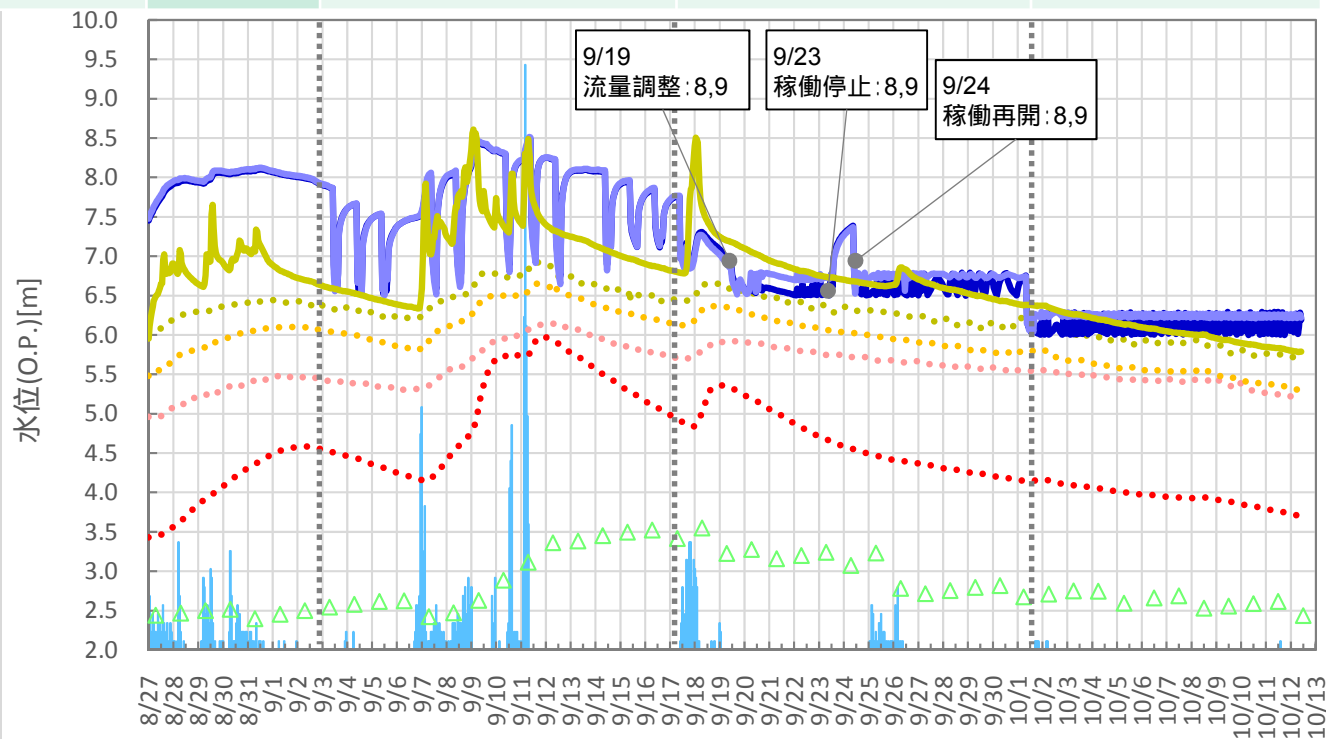
サブドレン水位は毎時データ (実線が自動稼働ビット)

## 2. 2 凍結開始前に確認する事項 (2) サブドレン稼働・建屋滞留水移送ポンプ稼働による建屋内外の水位差管理② (例; 1号機タービン建屋)

■ サブドレン水位計および建屋水位計に基づくサブドレン稼働・建屋滞留水移送ポンプ稼働により，建屋内外の水位差を確保している。

- サブドレンは稼働水位を段階的に低下させており，10/1以降では，O.P.6.0~6.5mの範囲で水位管理できている。
- 各建屋毎に建屋内外の水位の状況を見ながら，処理設備の稼働状況も考慮し，適宜移送ポンプを稼働して建屋滞留水を移送することで，建屋内外において適切な水位差を確保している。

稼働条件	~ 9/2	9/3 ~ 9/16	9/17 ~ 9/30	10/1 ~
稼働時間	非稼働	昼間	24時間	24時間
ポンプ 停止水位		O.P.6.5m	O.P.6.5m	O.P.6.0m



注1) 10/6以降は追加設置した建屋滞留水水位計 (制御用) に変更。

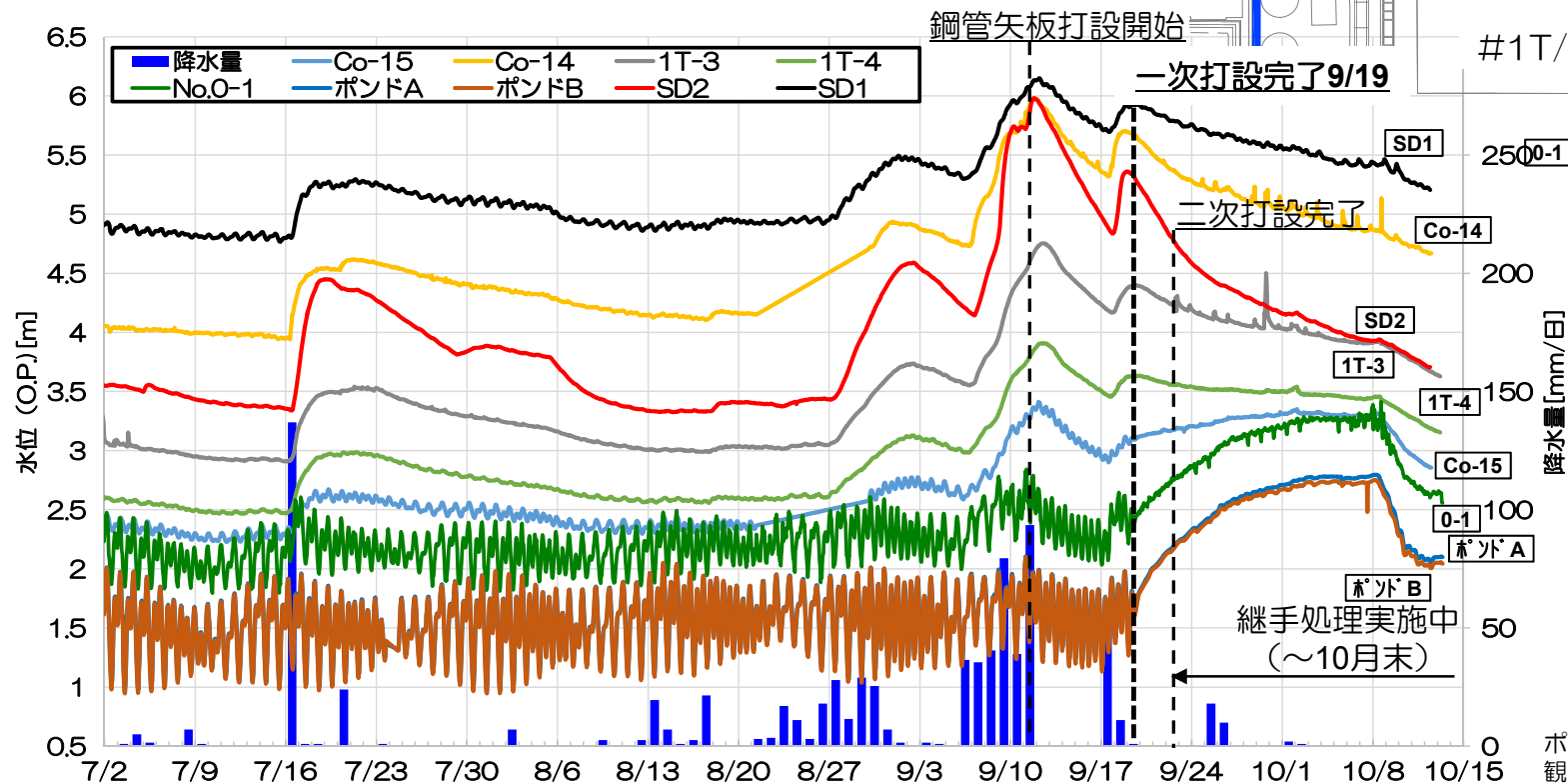
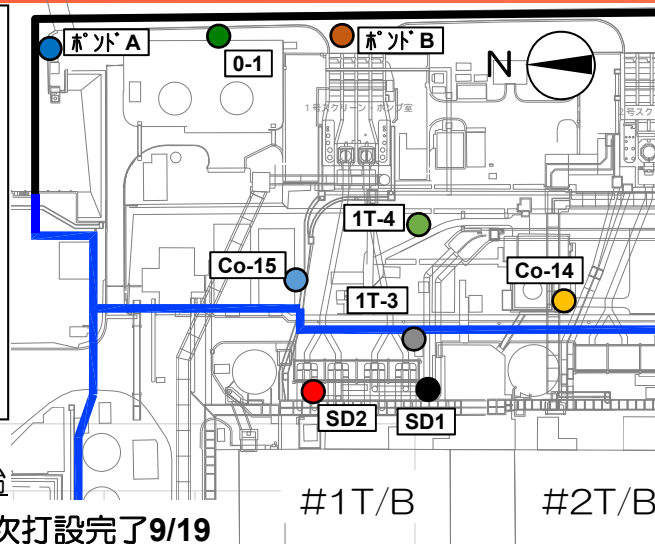
■ 降水量 ● 1 ● 2 ● 201(N1) ● 202(N2) ● 8 ● 9 ● 27 ▲ #1 T/B

サブドレン水位は毎時データ (実線が自動稼働ピット)

## 2. 2 凍結開始前に確認する事項

### (3) 海側遮水壁～建屋間の地下水位の変動状況（1号機海側）

- 1号機周辺において、海側遮水壁の閉合工事進捗にあわせて海側遮水壁～建屋海側間の地下水ドレン・観測孔・サブドレン水位への影響が確認出来る。
- 海側遮水壁は鋼管矢板の二次打設が完了しており、現在継手処理を実施中（10月末完了予定）である。
- 引き続き、海側遮水壁閉合による建屋海側の地下水位の挙動を確認していく。



ポンドA・Bは10/13まで  
観測孔・サブドレンは10/12までの  
データを表示

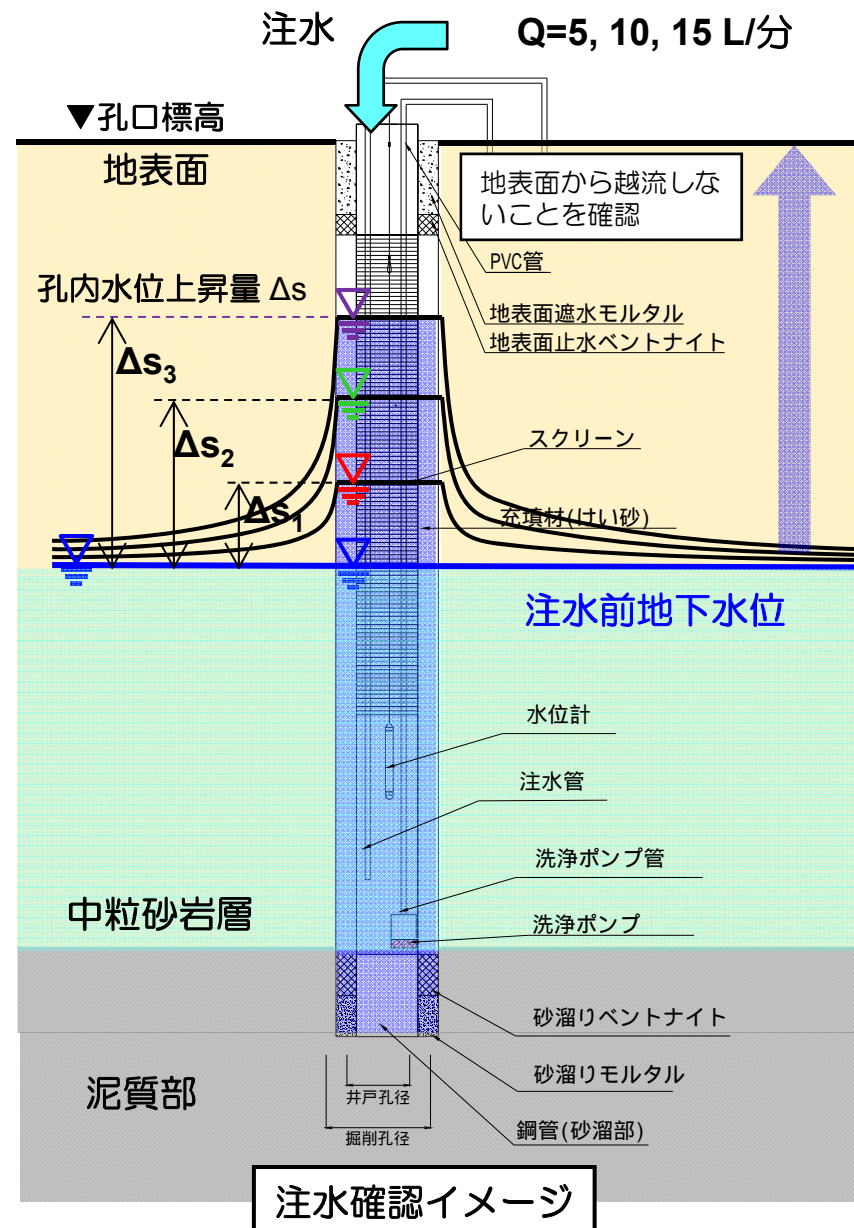
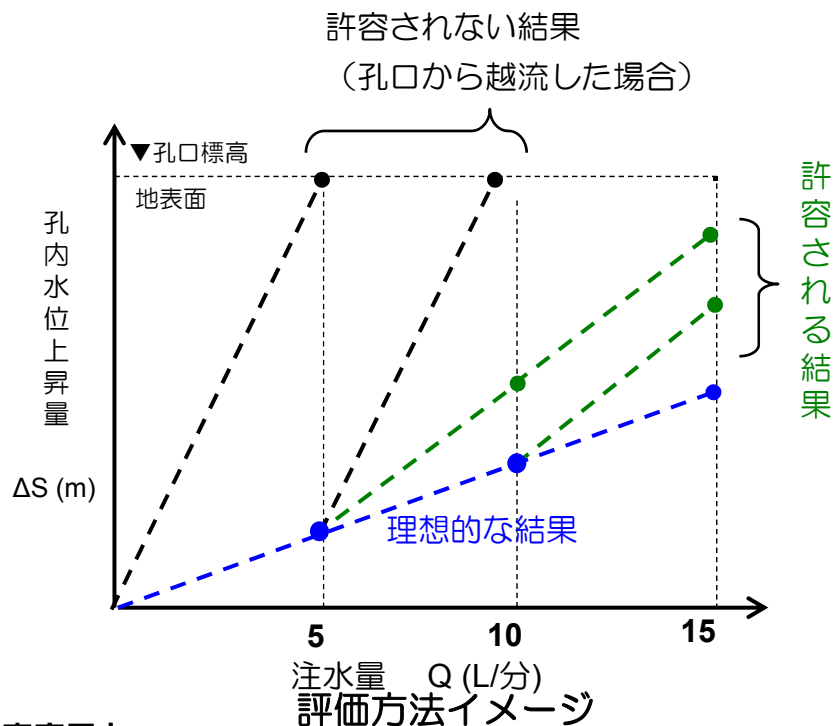


## 2. 2 凍結開始前に確認する事項

### (4) 注水井に設計量の注水が出来ることの確認①

#### ■確認方法

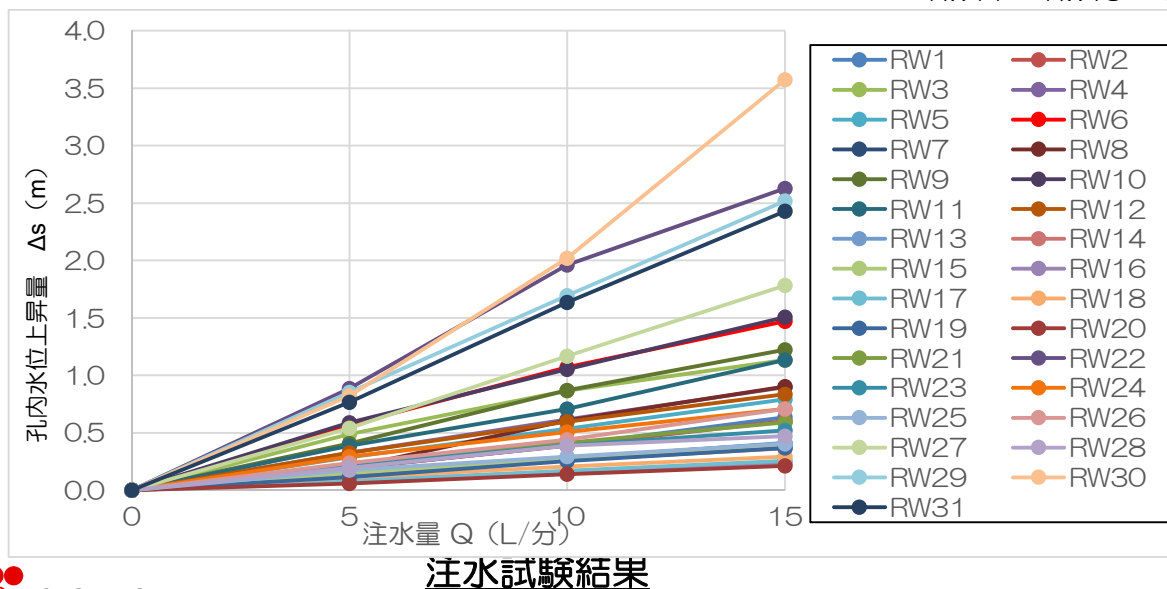
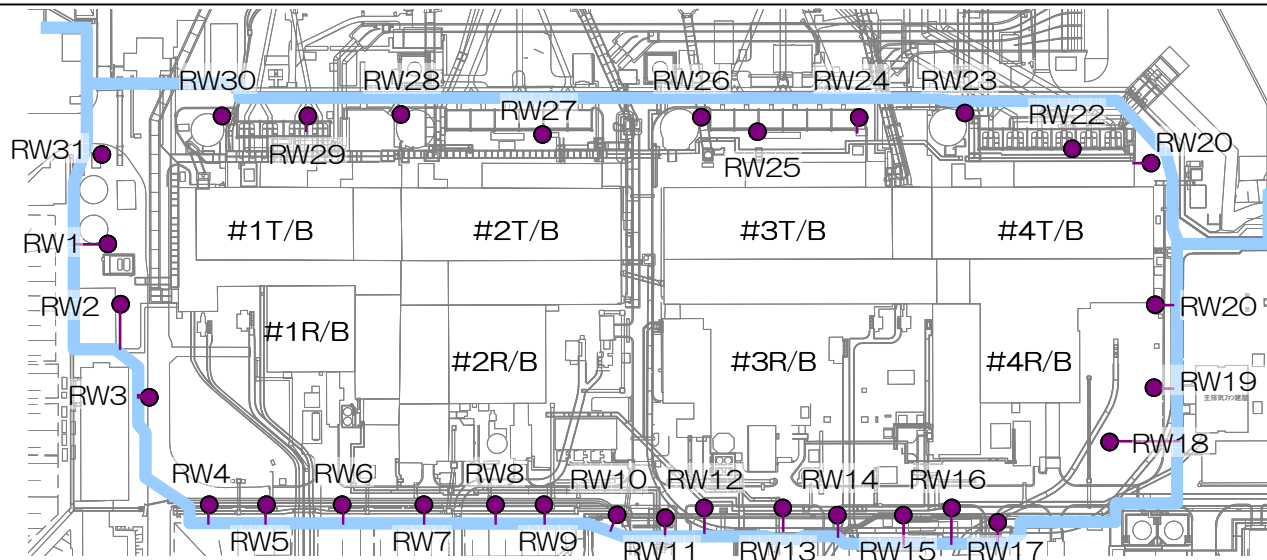
- 注水量を5, 10, 15L/分とし、それぞれ、孔内水位が上昇し安定するまで、継続して注水する。
- 注水量毎に安定した孔内水位上昇量を計測し、孔口標高（地表面）を水位が越えないことを確認する。
- 注水時間
  - 5L/min : 60分以上
  - 10L/min : 60分以上
  - 15L/min : 120分以上



## 2. 2 凍結開始前に確認する事項

### (4) 注水井に設計量の注水が出来ることの確認②

■ 設計量の10L/分の注水が出来ることの確認は全31孔で実施し、全ての注水井で10L/分以上の注水が可能であることを確認した。



## 2. 2 凍結開始前に確認する事項 まとめ

### ■ 凍結開始前に確認する事項についての確認状況については以下の通り

#### (1) 建屋滞留水移送装置の性能確認

- 確認済み。追加設置した建屋滞留水移送装置は、従来設備以上の移送性能を確保するとともに、監視および制御機能の向上を図っており、それぞれの機器について所定の性能を確認している。（現在稼働中）。

#### (2) サブドレン稼働・建屋滞留水移送ポンプ稼働による建屋内外の水位差管理

- 確認済み。サブドレン水位計および建屋水位計に基づくサブドレン稼働・建屋滞留水移送ポンプ稼働により、建屋内外の水位差を確保している。

#### (3) 建屋海側サブドレン水位が海側遮水壁閉合後において上昇・維持すること

- 海側遮水壁－建屋間の地下水位の変動状況
  - ◆ 海側遮水壁の閉合工事進捗にあわせた海側遮水壁～建屋海側間の地下水ドレン・観測孔・サブドレン水位への影響が確認出来る。
  - ◆ 海側遮水壁は鋼管矢板の二次打設が完了しており、現在継手処理を実施中（10月末完了予定）である。
  - ◆ 引き続き、海側遮水壁閉合による建屋海側の地下水位の挙動を確認していく。

#### (4) 注水井に設計量の注水が出来ること

- 確認済み。全ての注水井において設計量の注水が可能であることを確認した。
- 注水による水位維持の効果については陸側遮水壁閉合後に確認する。

#### (5) 試験凍結における確認事項（次章で説明）

- 確認済み（延長1,500mの陸側遮水壁ラインの本格凍結を実施した場合に生じる特殊な凍結条件（システム規模の大きさ等）が、凍結性能へ及ぼす顕著な影響は確認されなかった。）

## 2. 3 陸側遮水壁閉合後の水位管理検討状況 まとめ

- 2. 2で示した通り，陸側遮水壁閉合後の水位管理に関して，凍結開始前に確認する事項について確認した。今後も引き続き，海側遮水壁閉合による建屋海側の地下水位の挙動を確認していく。
- 「建屋海側サブドレン水位が海側遮水壁閉合後において上昇・維持すること」について確認した後に，早期に陸側遮水壁（山側）の凍結を開始していく。
- 陸側遮水壁（山側）をより早い段階で凍結開始した場合に，期待される効果は以下の通り。
  - 建屋への地下水流入量の低減
  - サブドレン・地下水ドレンくみ上げ量の低減
    - ◆ 水処理二次廃棄物発生量の抑制：サブドレン・地下水ドレンくみ上げ量の低減に伴い，処理設備の吸着塔・各種フィルタ類等の廃棄物発生量を抑制。
    - ◆ サブドレン他水処理施設の排水量の低減
    - ◆ 建屋周辺で管理する地下水量（建屋への地下水流入量およびサブドレン・地下水ドレン・ウェルポイントの各くみ上げ量）の総量を低減
- なお，建屋山側の地下水位が高い段階で陸側遮水壁を閉合することにより，建屋水位とサブドレン水位が接近するまで余裕を持った水位管理が出来る。

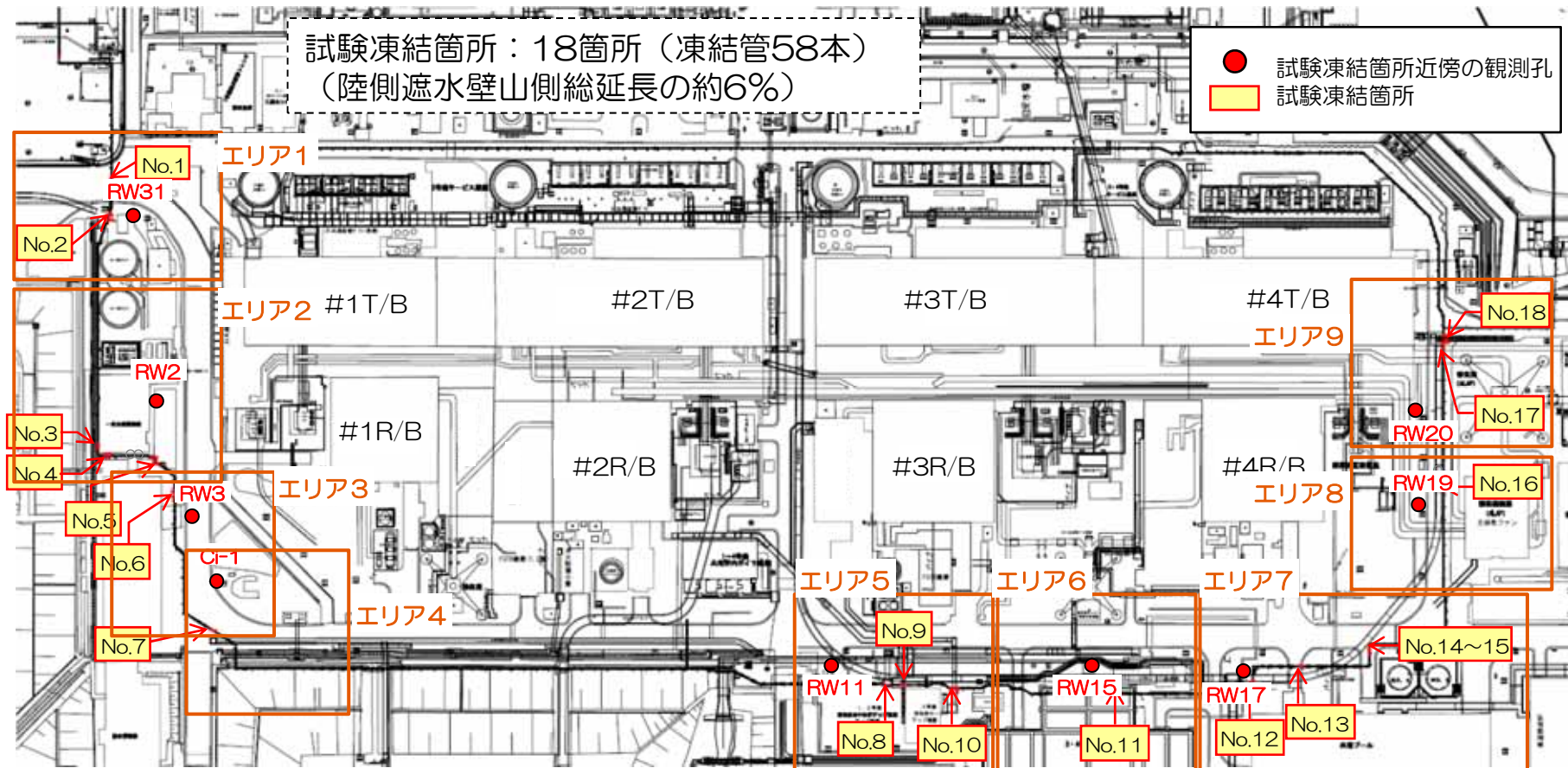
---

### 3. 試験凍結に関する報告



### 3. 1 試験凍結計画 (1) 試験凍結の概要

- 試験凍結（2015年4月30日12時開始）では、ブライン移送配管や凍結管等を循環されるブラインの温度や温度計で計測される地中温度の変化傾向を確認し、ブライン循環設備の全体システムの稼働状況や地下水流況の影響等を確認した。
- 併せて、試験凍結箇所近傍の観測孔より、試験凍結による周辺地下水の影響を確認した。



試験凍結箇所、その近傍の観測孔位置およびエリア区分



### 3. 1 試験凍結計画 (2) 試験凍結箇所を選定

- 試験凍結は、下記の3つの観点に着目し、18箇所を選定して実施した。

- (1) システム規模・形状の違いの影響
- (2) 地形・周辺構造物の影響による地下水流況の違いの影響
- (3) 特殊な凍結管配置の影響

#### 試験凍結箇所の設定の考え方

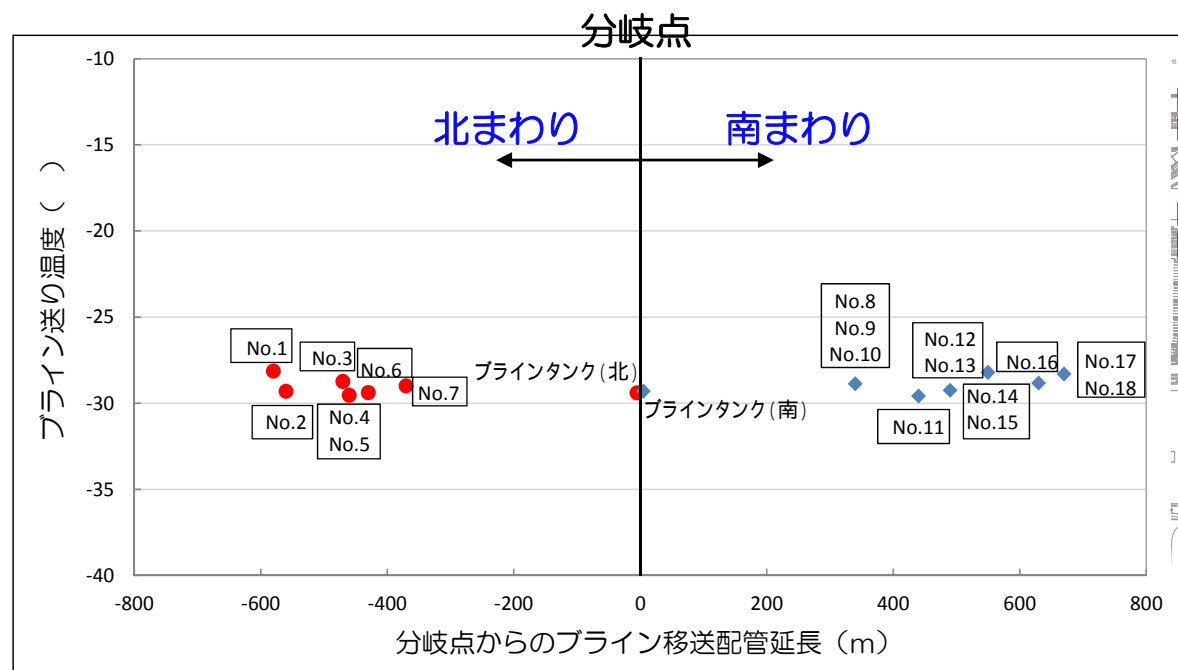
No	主たる確認項目		試験凍結 対象箇所																		
			北側							西側							南側				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	システム全体	ブライン供給元からの距離を考慮したブライン循環設備全体システム	移送距離の影響	○																○	
2		ブライン移送管の設置形状の影響を考慮したブライン循環設備全体システム	設置形状の影響			○															
3	地下水流況	陸側遮水壁の設置位置（北・西・南面）やその設置による地下水流況の違いの影響	西側背後斜面法尻近傍の影響で地下水流況が複雑である箇所							○											
4			旧地形情報から地下水流況条件が厳しと推測した箇所								○										
5		建物背面箇所や周辺構造物基礎による地下水流向の影響	建屋間（隙間）背面設置による局所的な流況の影響									○									
6			建屋内配置の影響										○								
7			立坑近傍による影響											○							
8			岩着構造物による影響												○						
9			杭基礎構造物による影響																○		
10	特殊環境	地中埋設物との干渉を回避するために凍結管を複列配置した箇所の影響	円形構造物の特種性		○																
11			凍結管4本施工での造成形状確認			○															
12			造成形状（平行四辺形：幅大）の特種性				○														
13			凍結管6本施工での造成形状確認					○													
14		土被り4m以上（地下水以深）での影響										○									
15		凍結箇所が近接（連続）する場合の影響	凍結管が4箇所連続する特殊箇所														○	○			
16	複列箇所との連続する特殊箇所																		○		

### 3. 2 凍結性能の確認

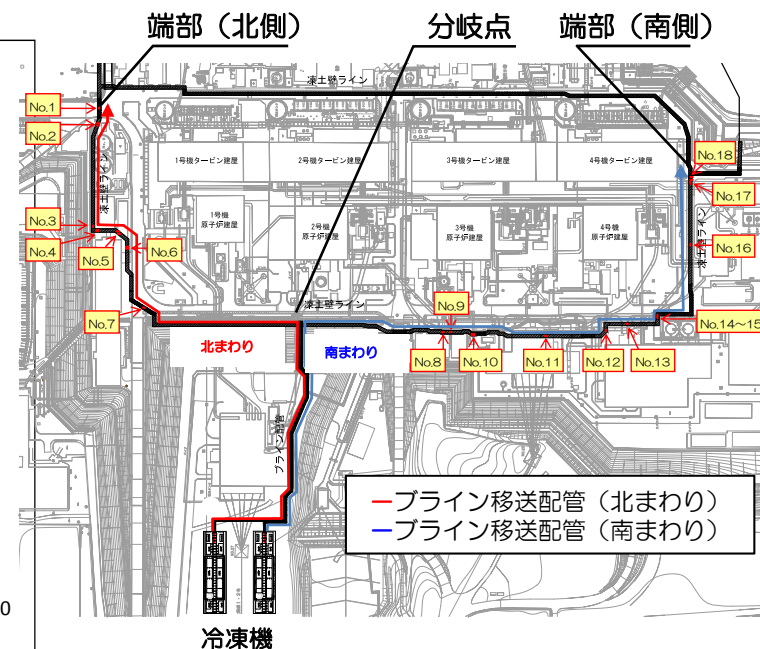
#### (1) システム規模・形状の違いの影響①

##### ○ブライン移送距離の影響（対象：No.1, No.18）

- O.P.+35m盤に設置した冷凍機より圧送されたブラインは、OP+10m盤で南北に分岐し、循環して冷凍機に戻る。左下図に試験凍結におけるブラインを循環範囲のうち、北側の端部に位置するNo.1, 南側の端部に位置するNo.18およびその間のブライン送り温度の分布を示す。
- 左下図より、ブライン送り温度の最大値と最小値の差異は、1℃強程度であり、温度計の測定誤差（±1℃）と同程度であることから、ブライン移送距離がブライン送り温度に与える影響は認められない。



No.1, 18およびその間のブライン送り温度（稼働期間中の平均温度）の分布



ブライン供給範囲図

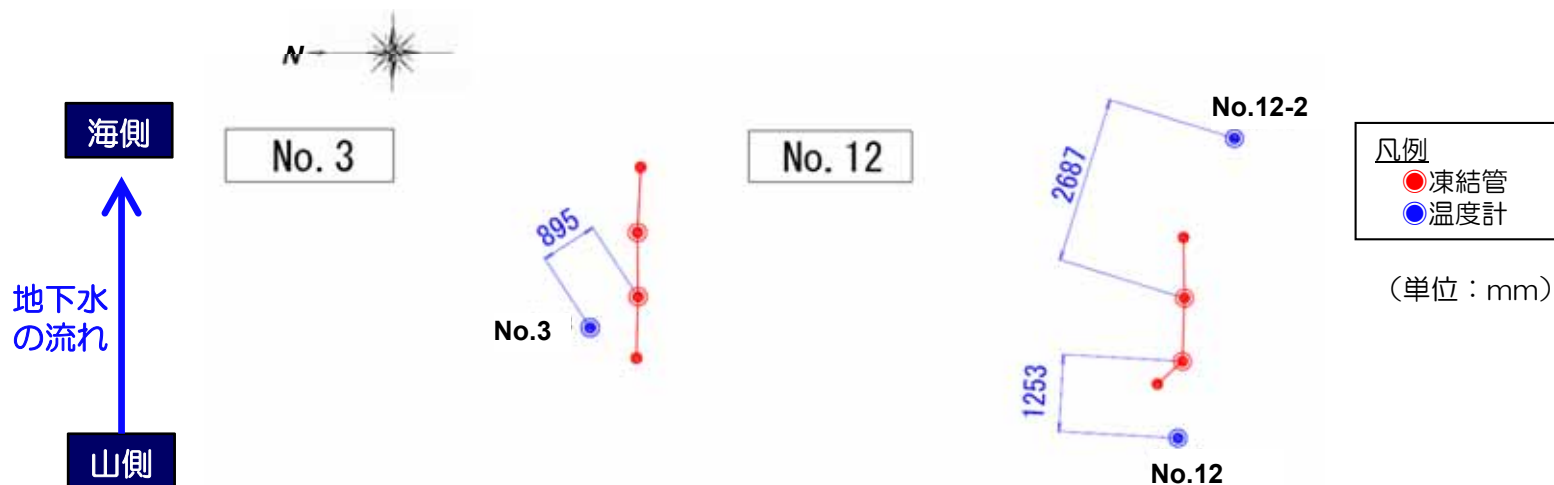
注) ブライン送り温度はグラフ内に示す四角枠内ごとにヘッダー管の位置で測定



### 3. 2 凍結性能の確認

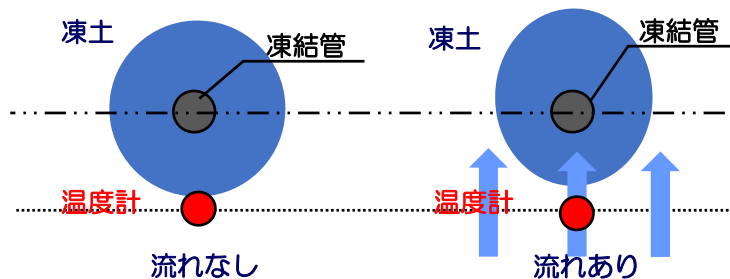
#### (2) 凍結管と温度計の位置関係

- 試験凍結箇所近傍の地中に設置した温度計の低下傾向は、試験凍結箇所ごとに凍結管～温度計距離が異なるため、凍結管～温度計距離に応じた関係となる。また、地下水の流れがある状態では、凍結管に対する温度計の位置関係（上下流側）の影響も受けることから、凍結管～温度計距離と凍結管に対する温度計の位置関係（上下流側）に着目して整理する。



No.3およびNo.12試験凍結箇所における凍結管と温度計の位置関係

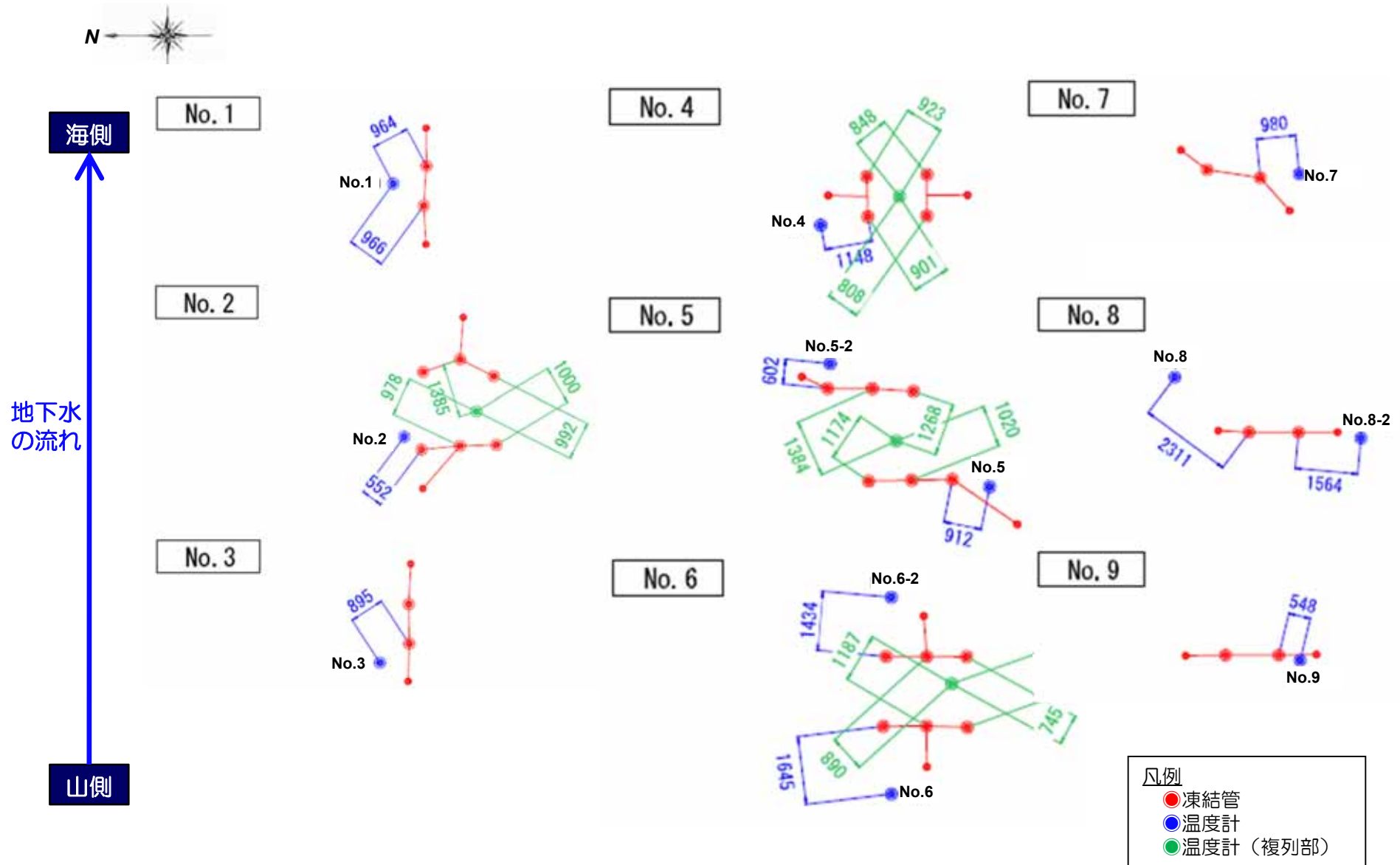
地下水の流れがある状態では、凍土は下流側に発達しやすく、凍結管周りでは凍結が進んでも上流側に位置する温度計は温度低下が遅れやすい



地下水の流れがある状態での凍結管周りの凍結状況

### 3. 2 凍結性能の確認

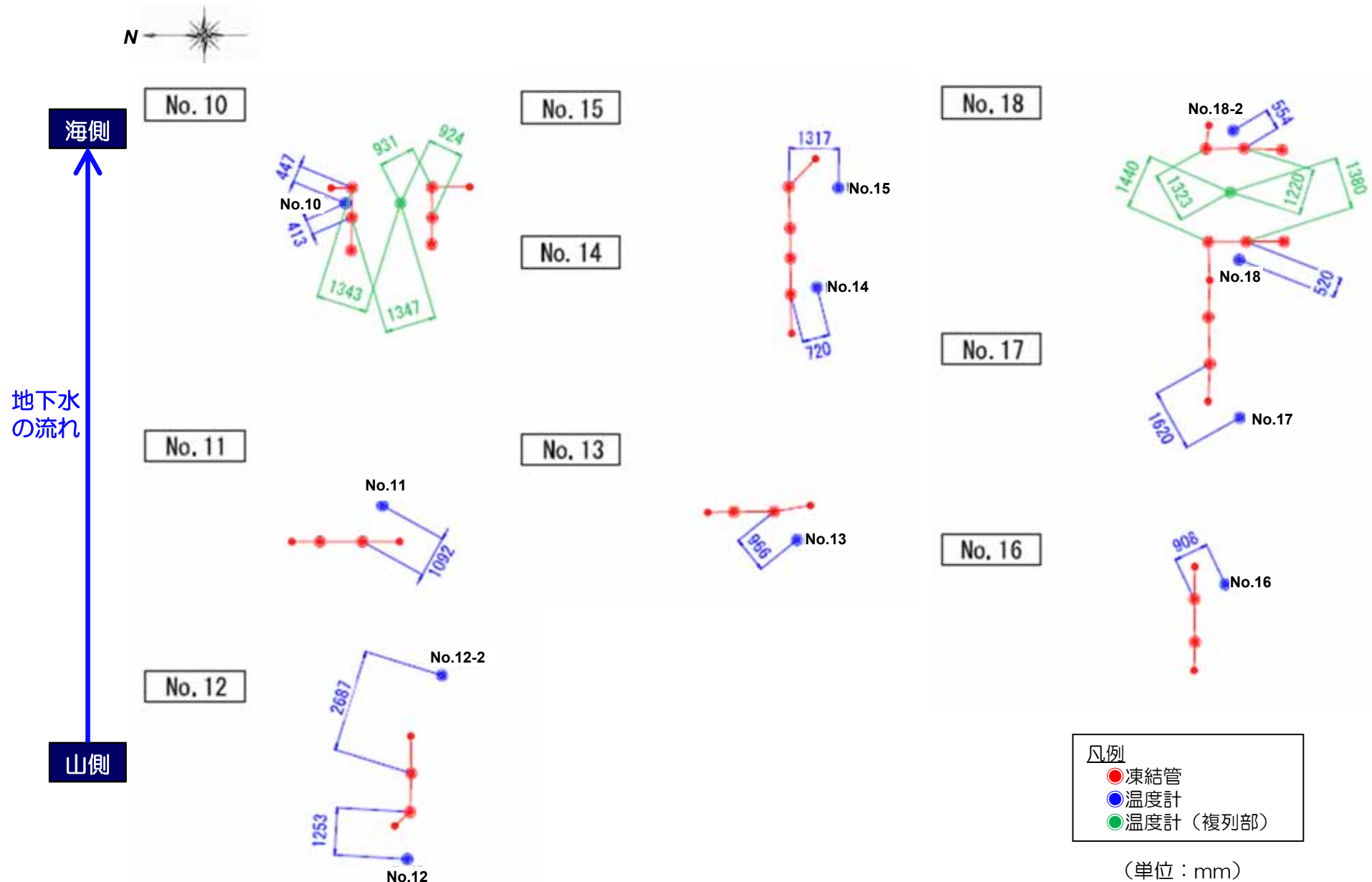
#### 【参考】凍結管と温度計の位置関係(1/2)





### 3. 2 凍結性能の確認

#### 【参考】凍結管と温度計の位置関係(2/2)

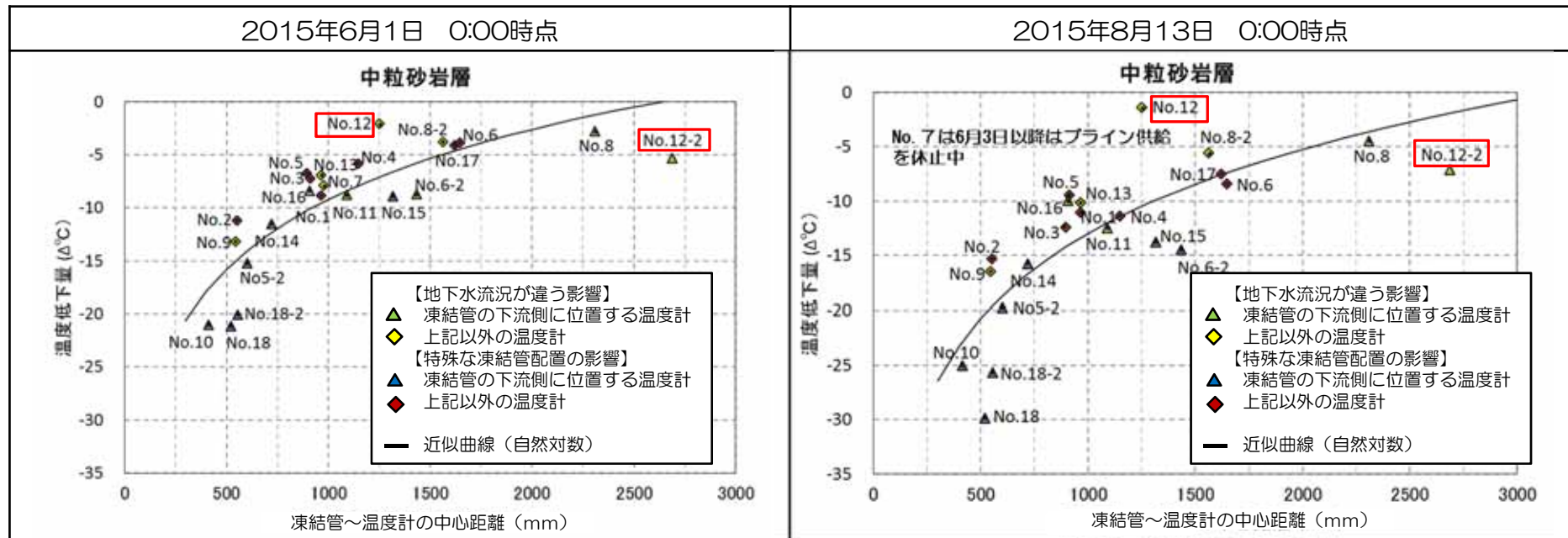




### 3. 2 凍結性能の確認

#### (3) 温度低下量と凍結管～温度計距離との関係(中粒砂岩層)

- 試験凍結開始約1ヶ月後(2015年6月1日)および約3.5ヶ月後(同年8月13日)の試験凍結箇所近傍の温度計の低下量と凍結管～温度計距離(中粒砂岩層)の関係を下図に示す。
- 温度低下量は凍結管～温度計距離に応じて分布し、凍結管の近傍ほど温度低下量が大きい。
- 凍結管の下流側(△印)は、上流側(◇印)より温度低下が大きくなる傾向を示している。
- 1ヶ月後と3.5ヶ月後の温度分布から、全体的に温度低下していることが確認できる。
- 凍結箇所No.12の上流側近傍に位置する温度計は、6月1日に対し8月13日は若干上昇しているが、下流側近傍に位置している温度計No.12-2は経時的に低下傾向を示しており、順調に凍結していると考えられる。
- その他、中粒砂岩層において、地形・周辺構造物の影響による地下水流況が異なる影響(No.7～9,11～13,16)および特殊な凍結管配置の影響(No.1,4～6,10,14,15,17)は認められなかった。



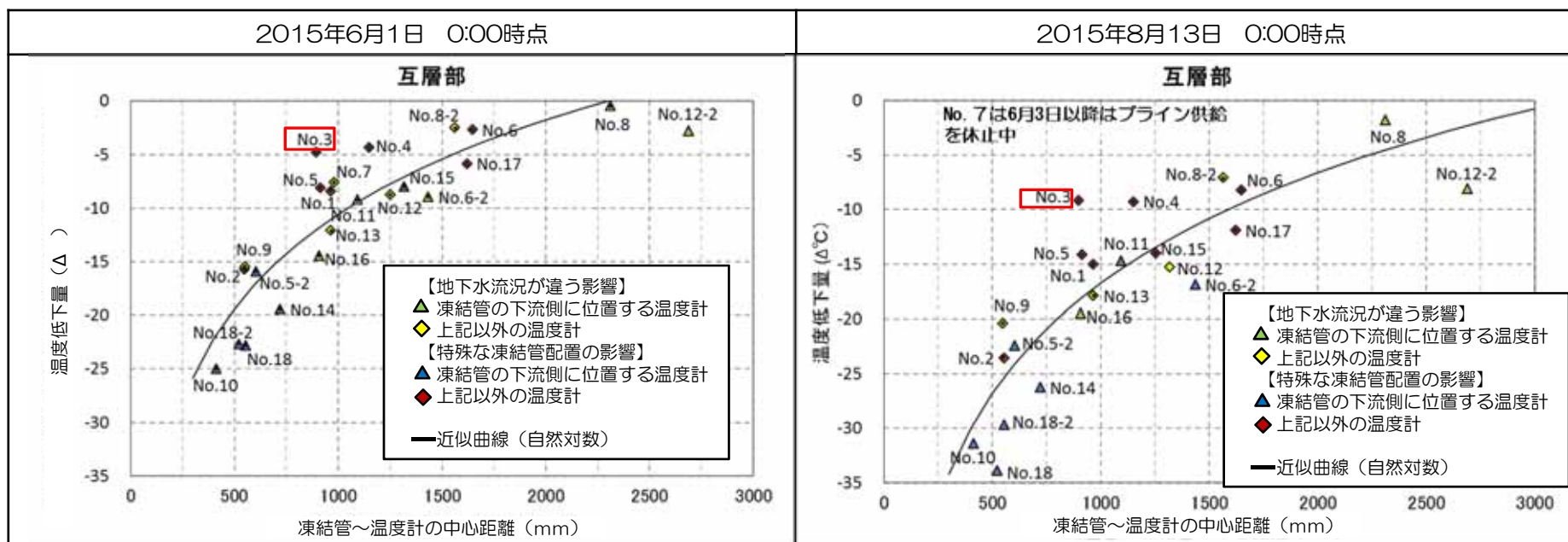
温度低下量と凍結管～温度計距離の関係(中粒砂岩層)

<層内の平均温度の算出方法> 中粒砂岩層：地表面から2mの範囲および下端のデータを除外した温度計の平均値  
 <近似曲線>  $\theta = A \ln(r) + B$  (A, B: 定数) (戸部・秋元) r: 凍結管中心からの距離,  $\theta$ : 距離rの位置における地中温度

### 3. 2 凍結性能の確認

#### (4) 温度低下量と凍結管～温度計距離との関係(互層部)

- 前頁の中粒砂岩層と同様に、互層部における試験凍結箇所近傍の温度計の低下量と凍結管～温度計距離の関係を下図に示す。
- 温度低下量は凍結管～温度計距離に応じて分布し、凍結管の近傍ほど温度低下量が大きい。
- 凍結管の下流側(△印)は、上流側(◇印)より温度低下が大きくなる傾向を示している。
- 1ヶ月後と3.5ヶ月後の温度分布から、全体的に温度低下していることが確認できる。
- 凍結箇所No.3の上流側近傍に位置する温度計は、温度低下が遅れているが、6月1日に対し8月13日は低下しており、順調に凍結していると考えられる。
- その他、互層部において、地形・周辺構造物の影響による地下水流況が異なる影響(No.7～9,11～13,16)および特殊な凍結管配置の影響(No.1,4～6,10,14,15,17)は認められなかった。



温度低下量と凍結管～温度計距離の関係(互層部)

<層内の平均温度の算出方法> 中粒砂岩層：地表面から2mの範囲および下端のデータを除外した温度計の平均値  
 <近似曲線>  $\theta = A \ln(r) + B$  (A, B: 定数) (戸部・秋元) r: 凍結管中心からの距離,  $\theta$ : 距離rの位置における地中温度

### 3. 3 試験凍結箇所近傍の地下水位への影響 (1) 概要ならびにエリア8, 9の状況

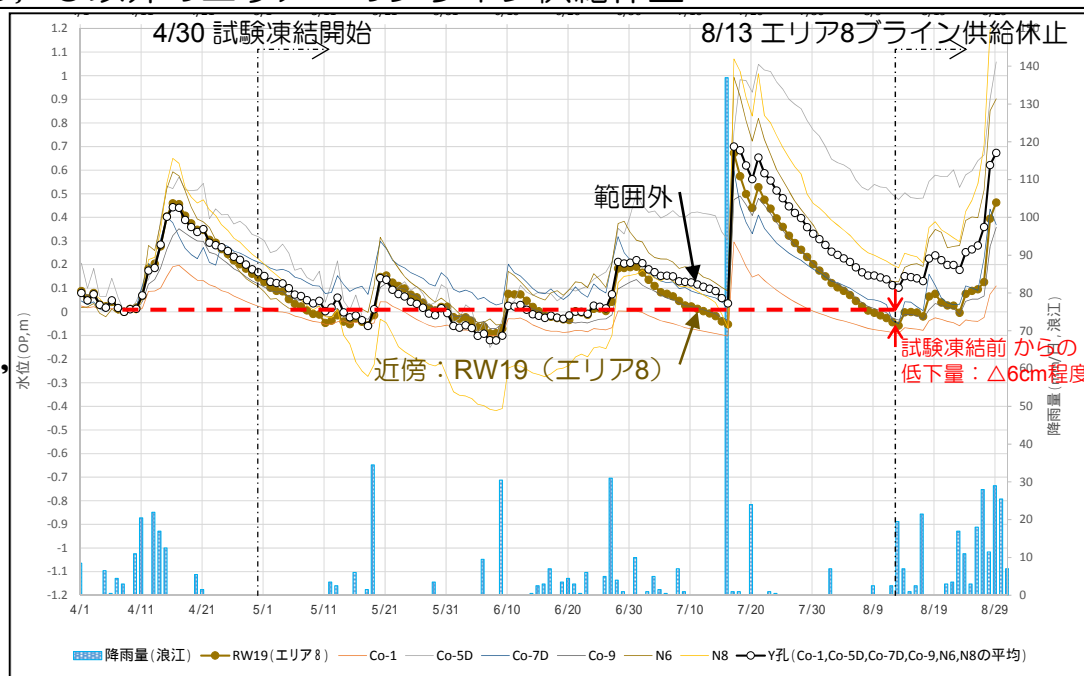
- エリア4, 8, 9の試験凍結箇所について下記自主評価基準に達したため、ブライン供給を休止した。

＜実施経緯＞

2015年4月30日	試験凍結開始
2015年6月3日	エリア4へのブライン供給休止
2015年8月13日	エリア8へのブライン供給休止
2015年8月14日	エリア9へのブライン供給休止
2015年8月21日	山側全面凍結の準備作業に伴うブライン配管充填のため、エリア4, エリア8, 9以外のエリアへのブライン供給休止

#### 【エリア8・9へのブライン供給休止の経緯】

- エリア8・9の試験凍結箇所近傍（以下、「近傍」）の地下水位の低下量は、ブライン休止前（8月中旬）の時点で、試験凍結前（4月）の初期値から6cm程度であった。
- 一方、比較対象とした試験凍結影響範囲外（以下、「範囲外」）の地下水位が7月の降雨で大きく上昇し、その後の水位低下が鈍く、高い状態となった。
- このため近傍と範囲外の水位差が拡大し、自主評価基準に達したためブライン供給を休止した。その理由は、範囲外の地下水位低下の鈍さによるものであり、試験凍結の影響によるものではないと考える。

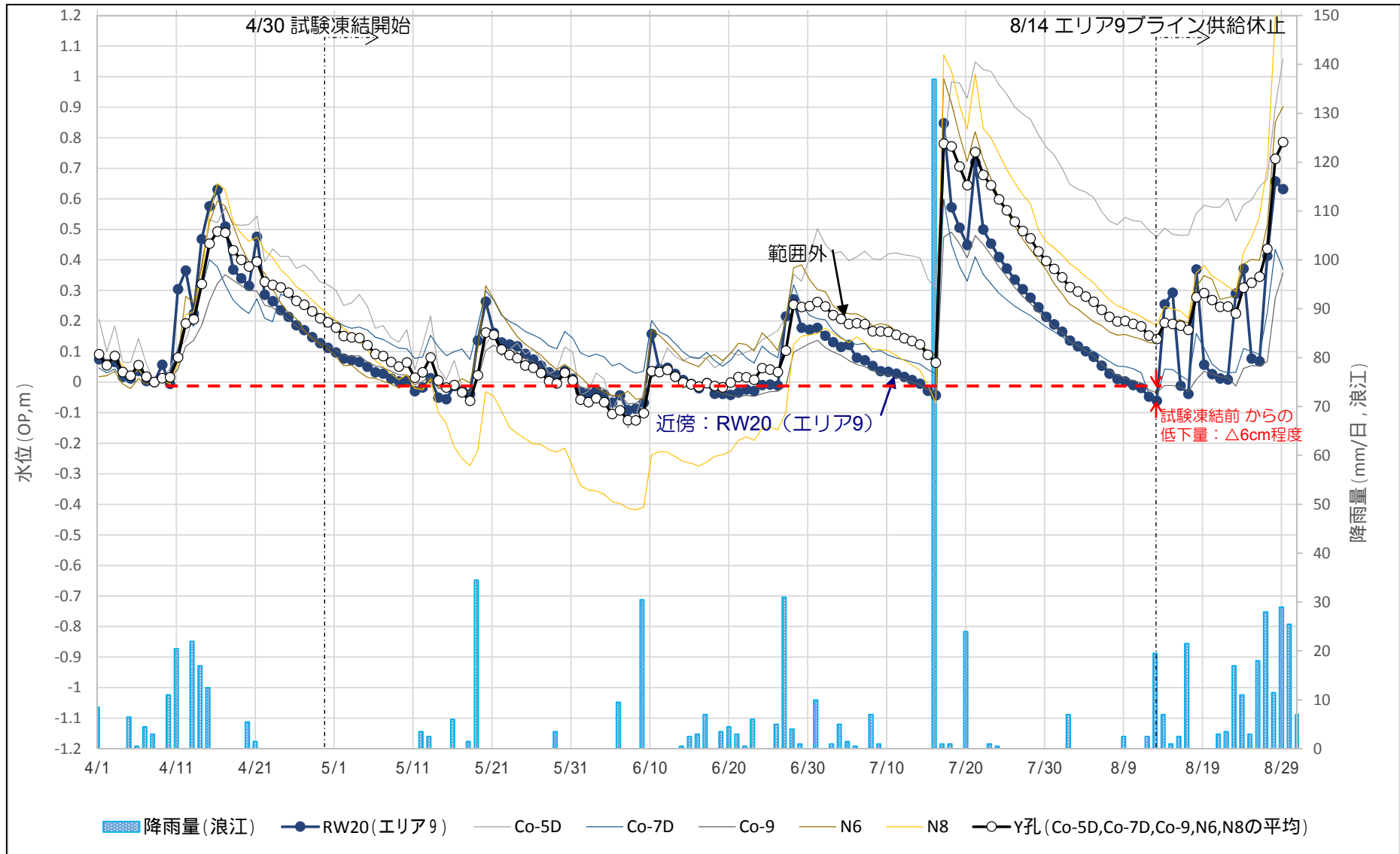


エリア8近傍と試験範囲外の地下水位変化 【エリア9】は次頁参照

#### ＜自主評価基準＞

中粒砂岩層の地下水位を対象とし、試験凍結箇所近傍の地下水位が試験凍結影響範囲外と比較して、15cm以上低下した状態が3日間以上継続した場合に当該箇所のブライン供給を休止する。

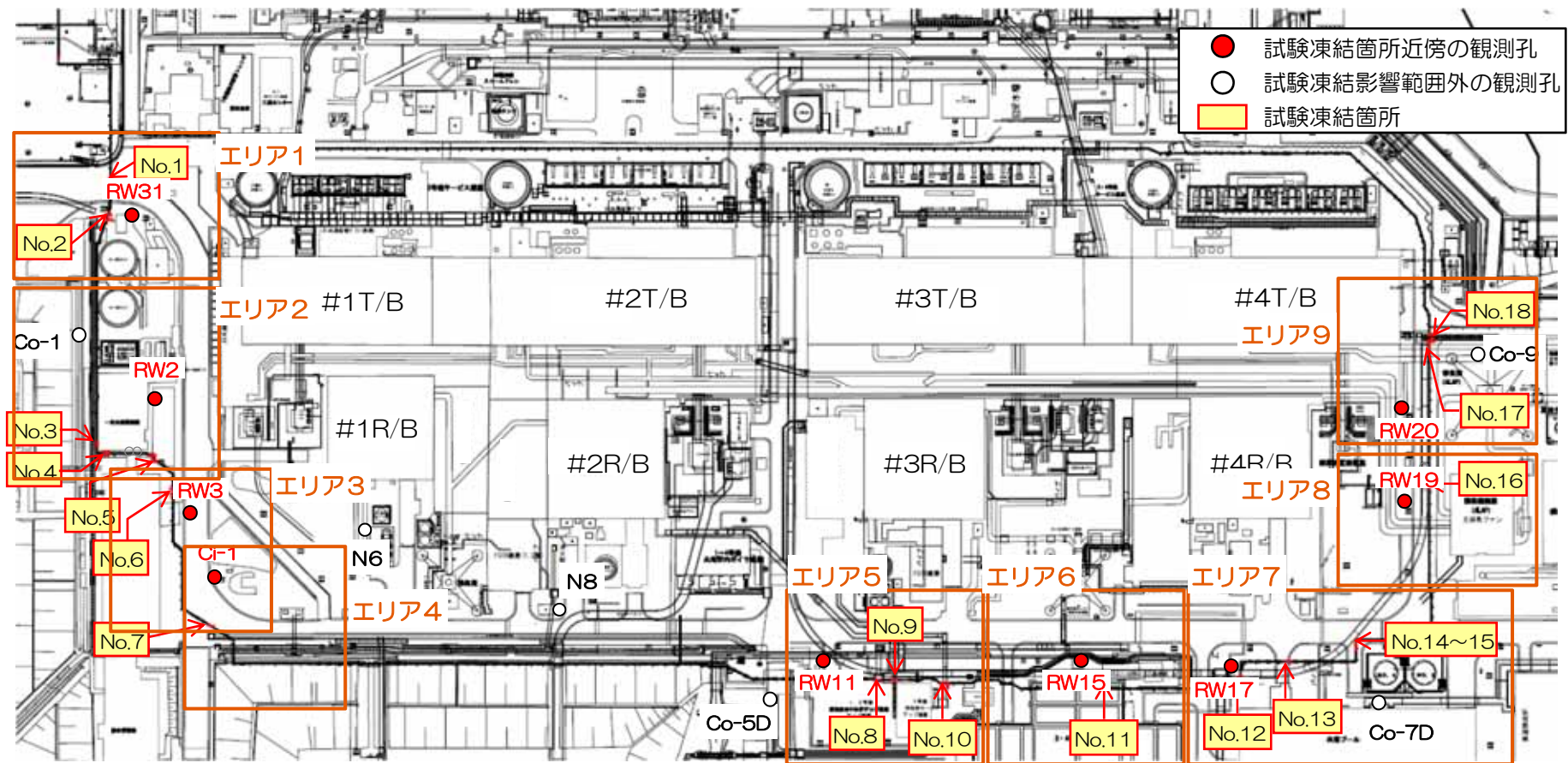
### 3. 3 試験凍結箇所近傍の地下水位への影響 【参考】エリア9へのブライン供給休止の経緯



エリア9近傍と試験凍結範囲外の地下水位変化



### 3. 3 試験凍結箇所近傍の地下水位への影響 【参考】試験凍結箇所近傍・影響範囲外の観測孔 位置図



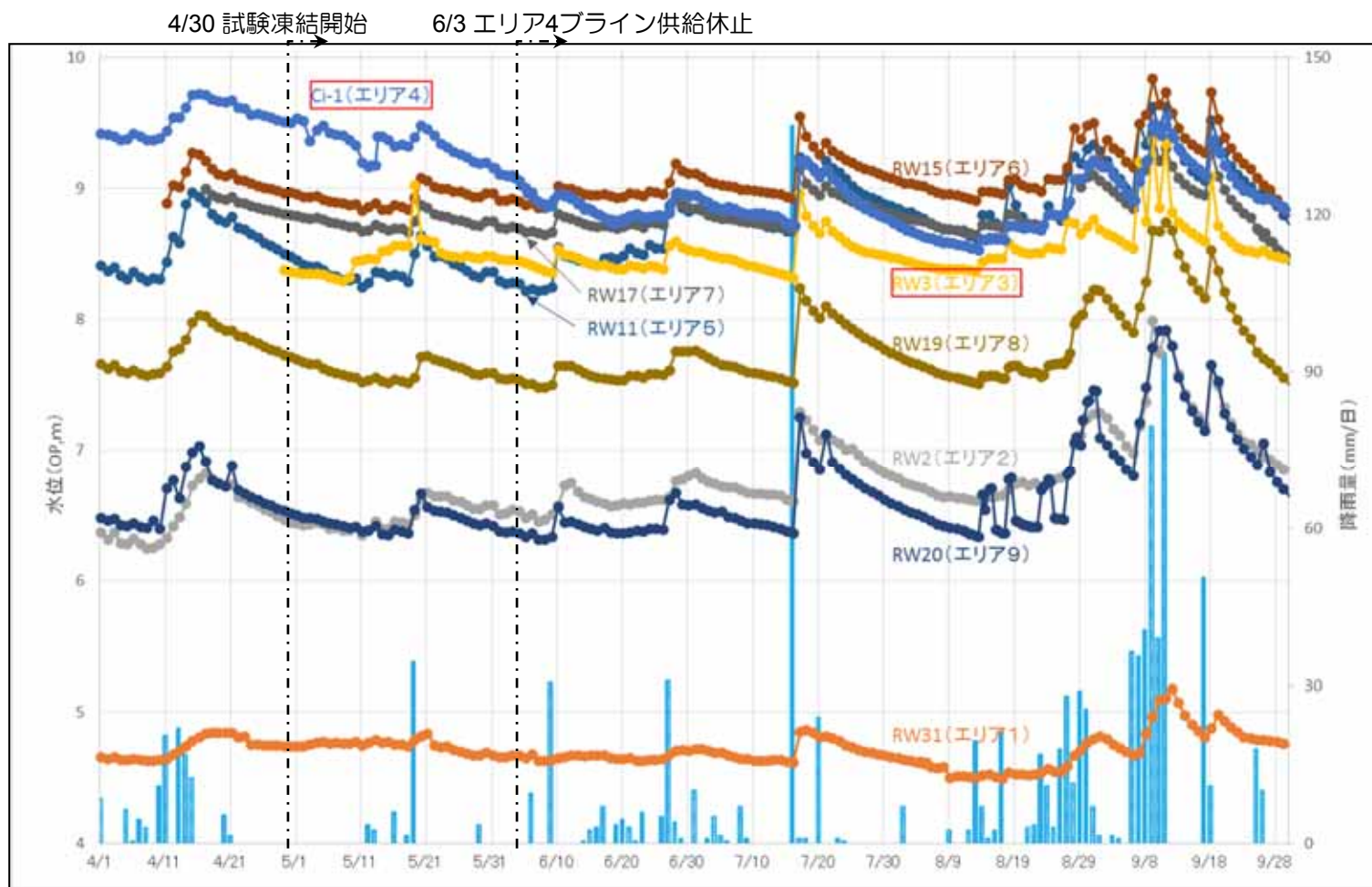
試験凍結箇所近傍・影響範囲外の観測孔 位置図



### 3. 3 試験凍結箇所近傍の地下水位への影響

#### (2) Ci-1孔（エリア4）と各エリアにおける観測孔の地下水位経時変化

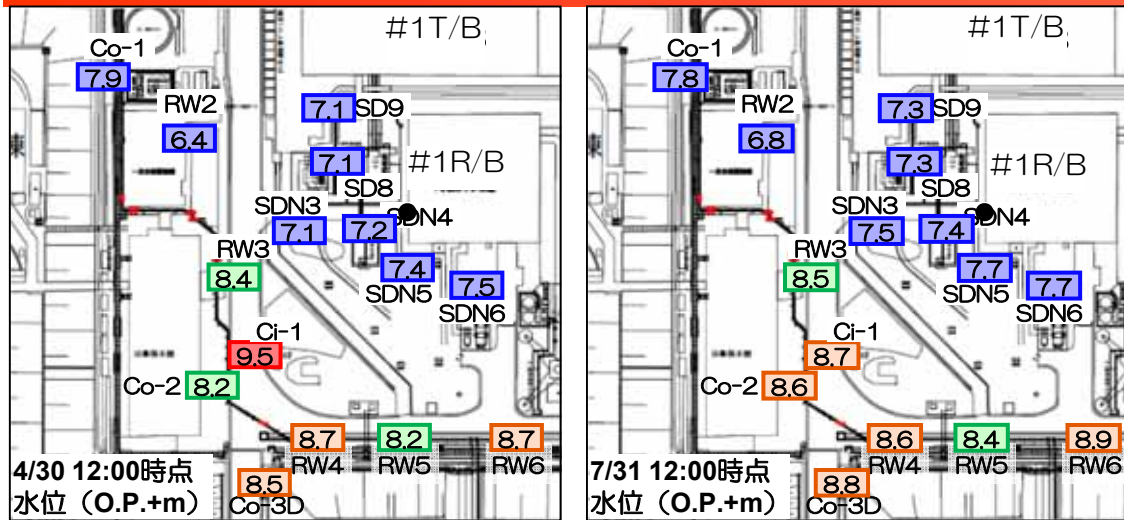
- 試験凍結箇所近傍の地下水位は、各観測孔共に降雨の影響を受けながら変動している。
- エリア4の試験凍結箇所近傍の観測孔Ci-1孔の地下水位は試験凍結開始前から低下が始まり、その後、Ci-1孔の海側近傍にあるRW3（エリア3）の地下水位に近づき、RW3と同様の傾向を示している。



試験凍結箇所近傍の地下水位（中粒砂岩層）経時変化

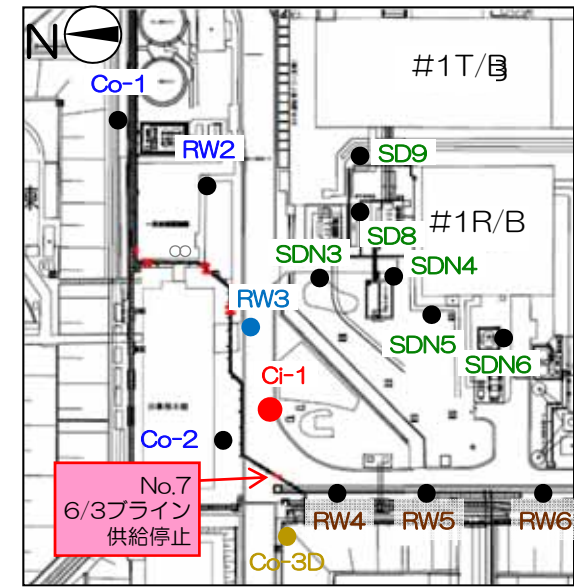
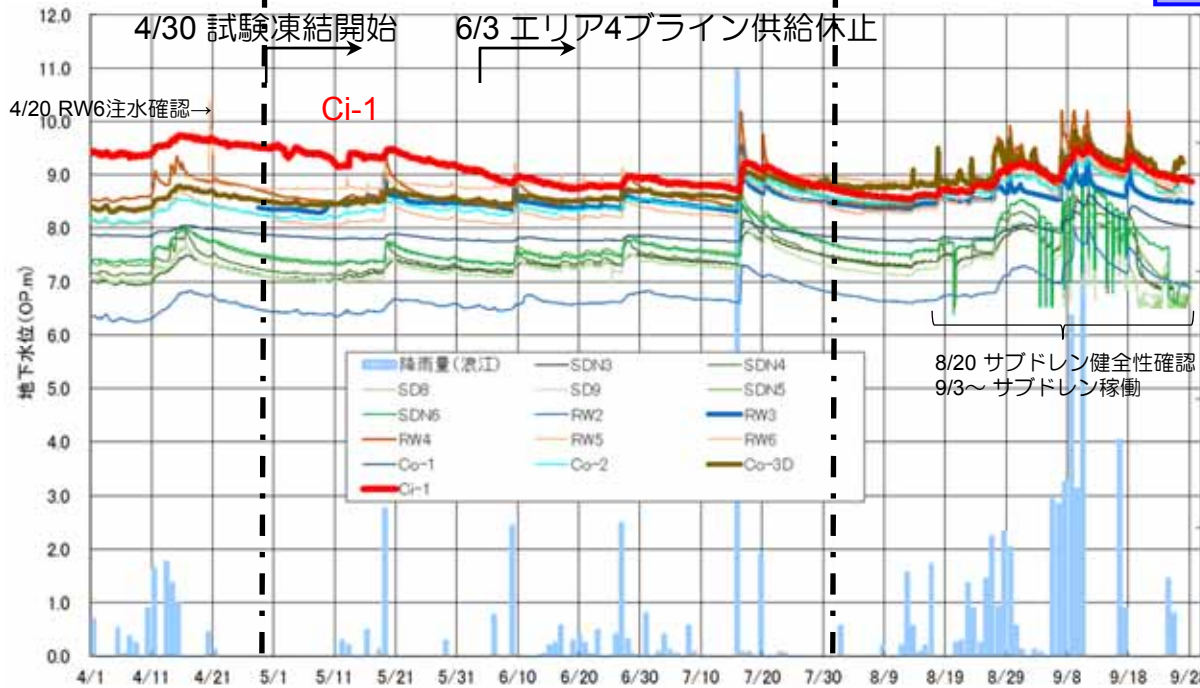
### 3. 3 試験凍結箇所近傍の地下水位への影響

#### (3) Ci-1孔（エリア4）の地下水位低下に関する考察① -周辺観測孔との比較-



- 凍結開始前から周辺孔の地下水位に対し50cm～1m程度高い地下水位が計測されていた。
- 試験凍結前から確認されていた地下水位の低下が試験凍結開始後も続いた。2015年8月以降は、周辺地下水位と同程度の地下水位となっている。

O.P.+9m以上
O.P.+8.5m以上 9m未満
O.P.+8m以上 O.P.+8.5m未満
O.P.+8m未満



Ci-1孔と周辺の観測孔水位の比較（1号機山側周辺観測孔）

1号機山側周辺観測孔配置図

7月より水位計の入れ替えを段階的に実施中（自記式→遠隔監視）。自記式水位計計測値は入れ替え時の手測り測定値にて補正。



### 3. 3 試験凍結箇所近傍の地下水位への影響

#### (3) Ci-1孔（エリア4）の地下水位低下に関する考察② -Ci-1孔の海側および山側に位置する周辺観測孔との比較-

##### ■Ci-1孔の海側および山側に位置する周辺観測孔との比較

- Ci-1孔の海山方向に位置するRW3とCo-3Dの地下水位の変化を比較した。
- 試験凍結開始前の4月～7月下旬にかけて、Ci-1孔の地下水位が高く山側から海側へ向かう動水勾配のバランス\*が崩れていたが、8月以降、安定していることが確認できる。
- Ci-1孔周辺の地下水位は、試験開始以前の時期を含む4～7月下旬にかけて、降雨・地形・埋設構造物の影響を受け、局所的に高い状態となっていたと考えられる。

地下水位は山側（上流）から海側（下流）に向かって低くなる勾配となる。

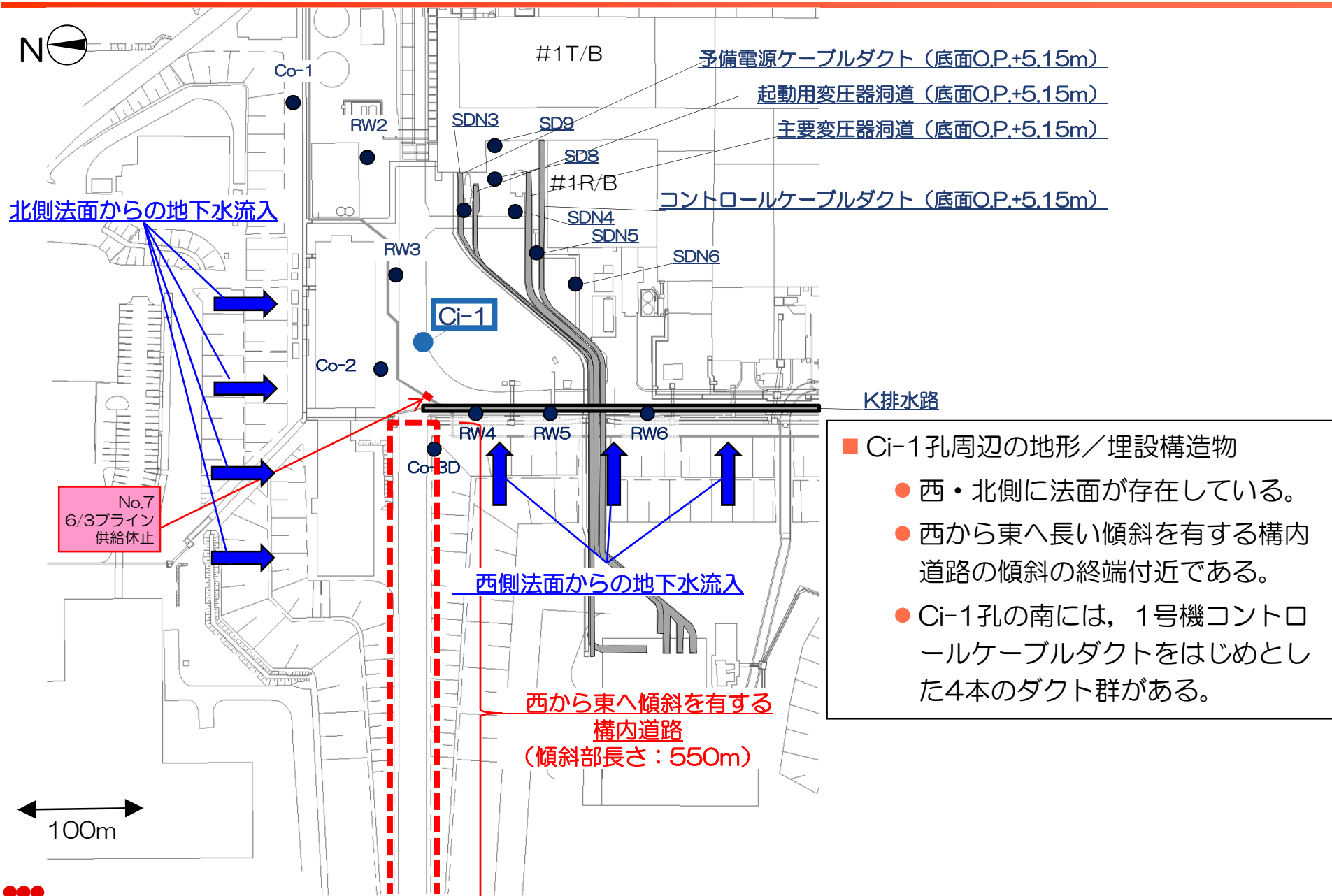


Ci-1孔と周辺孔の地下水位の変化



### 3. 3 試験凍結箇所近傍の地下水位への影響

#### (3) Ci-1孔（エリア4）の地下水位低下に関する考察③ - Ci-1孔周辺の地形と埋設構造物-



### 3. 3 試験凍結箇所近傍の地下水位への影響

#### (3) Ci-1孔（エリア4）の地下水位低下に関する考察④ -温度計の温度変化との関係-

##### ■温度計の温度変化との関係

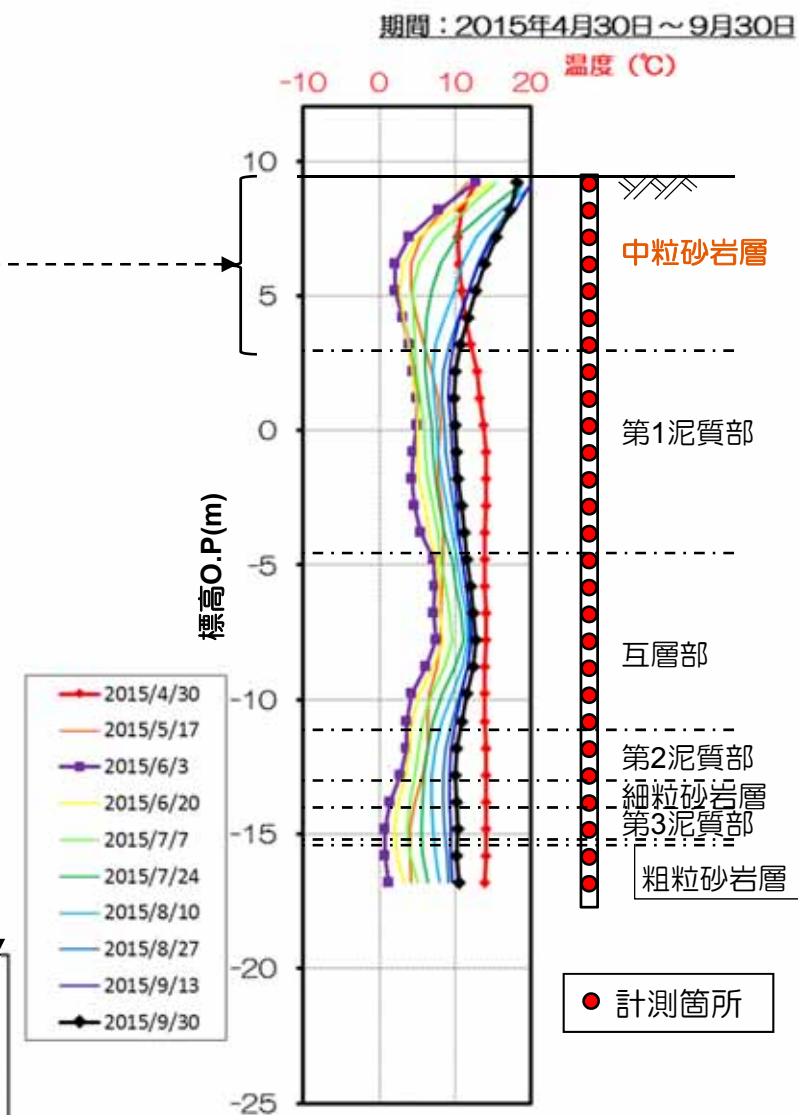
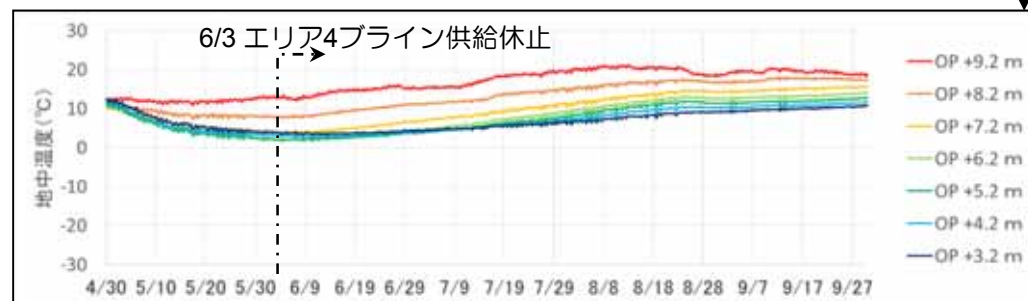
- Ci-1孔近傍の温度計の変化を右図・下図に示す。

##### (Ci-1孔近傍の地中温度の変化)

- Ci-1孔近傍の地中温度は試験凍結開始以降は低下傾向にあった。2015年6月3日のブライン供給休止以降は地中温度は上昇傾向に転じ、同年8月以降、中粒砂岩層では試験凍結開始時点の温度を上回り、試験凍結開始前の状態に回復している。

##### (Ci-1孔の水位低下に関する考察)

- Ci-1孔の地下水位低下が、試験凍結箇所No.7の凍結による影響に起因するものであれば、ブライン供給休止以降、試験凍結箇所No.7の凍結範囲が縮小することで、水位の回復(上昇)が想定される。しかし、凍結範囲の縮小した同年8月以降の地下水位は周辺観測孔（RW3, Co-3D）に比べ、上昇の傾向が見られない（39頁参照）ため、Ci-1孔の水位低下は試験凍結の影響であることは考えにくい。



試験凍結箇所No.7近傍の温度計の変化



### 3. 4 試験凍結のまとめ

---

- 今回の試験凍結の結果、延長1,500mの陸側遮水壁ラインの本格凍結を実施した場合に生じる特殊な凍結条件（システム規模の大きさ、地下水流況が異なる箇所や地中埋設物の干渉を回避するために配列が特殊な箇所、周辺に構造物が存在する箇所など）が、凍結性能へ及ぼす影響は確認されなかった。
- ブライン供給を休止したエリア4,8,9のうち、エリア8,9については、試験凍結範囲外の地下水位低下の鈍さによるものであり、試験凍結の影響によるものではないと考える。また、エリア4については、ブライン供給休止後の凍土融解過程においても、試験凍結開始前から低下傾向が見られた凍結箇所近傍Ci-1孔に水位変化の傾向に変化は見られず、試験凍結の影響であるものとは考えにくい。その他の中粒砂岩層の観測孔においても、試験凍結箇所近傍の観測孔において試験凍結の影響による水位変化は見られない。