

北西域 これまでの経緯の概要

R6.8.21

第1回 環境モニタリング委員会

敷地北西域
地質、水理地質状況について

全域調査～
北西域での詳細調査の実施

調査目的

H20年度に実施した 四日市工場全域調査の結果、工場敷地北西部の土壌・地下水中にて検出されたたひ素等の有害物質に対して、その汚染状況の詳細を捉え、さらに具体的な浄化措置対策案を検討するために実施する。

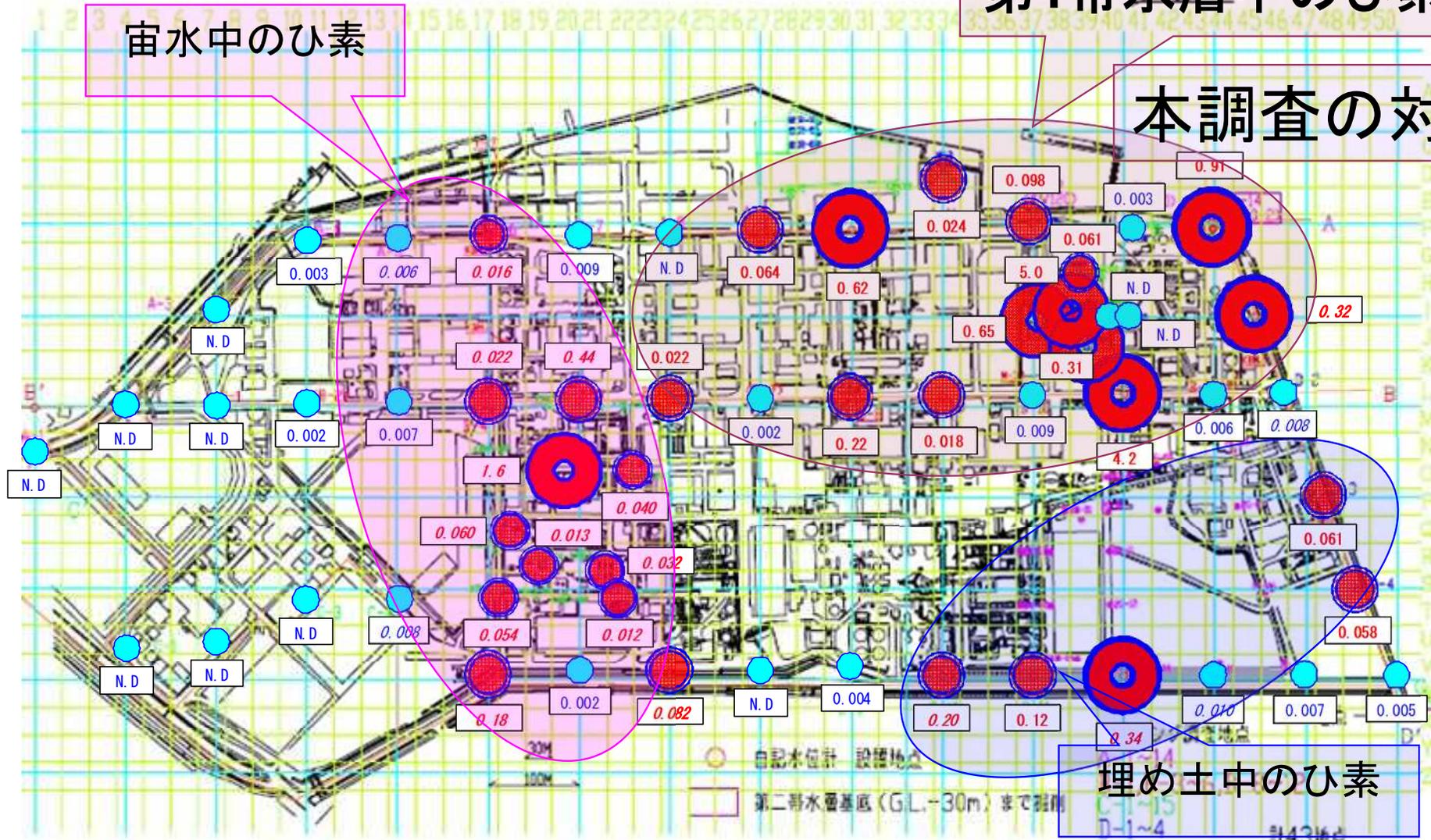
地下水中のひ素 検出状況

これまでの調査(全域調査結果)より

第1帯水層中のひ素

宙水中のひ素

本調査の対象



環境基準値超過



基準値×30倍超過

地下水中のひ素濃度分析結果
11/20 全域調査結果およびD区工場地帯調査結果

調査内容

1. ボーリング調査

埋め土を対象とする 5mまでのボーリングを12地点実施.

第1帯水層基底までを対象とする15mまでのボーリングを37地点実施.

2. 土壌分析

3. 観測井設置

第0帯水層対象 (掘削深度2~5m) : 12地点

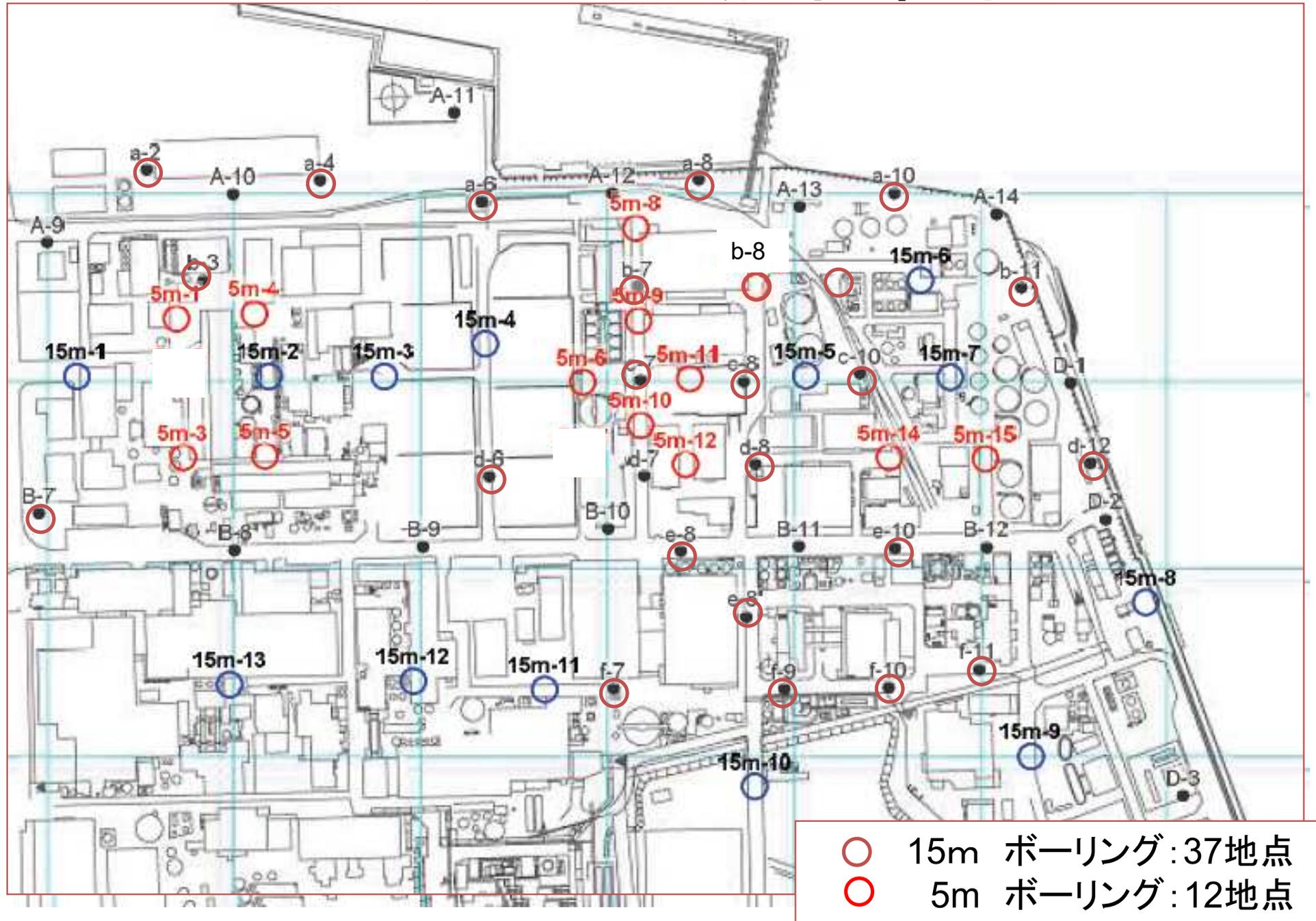
第1帯水層対象 (掘削深度10~15m) : 37地点

4. 地下水分析

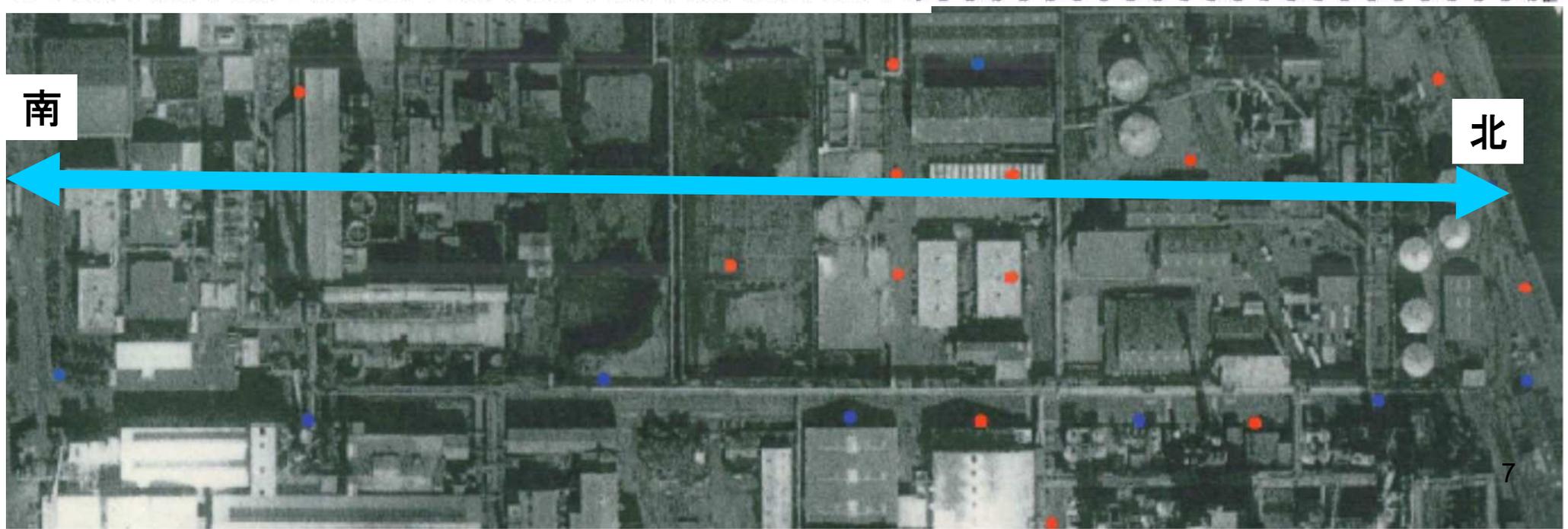
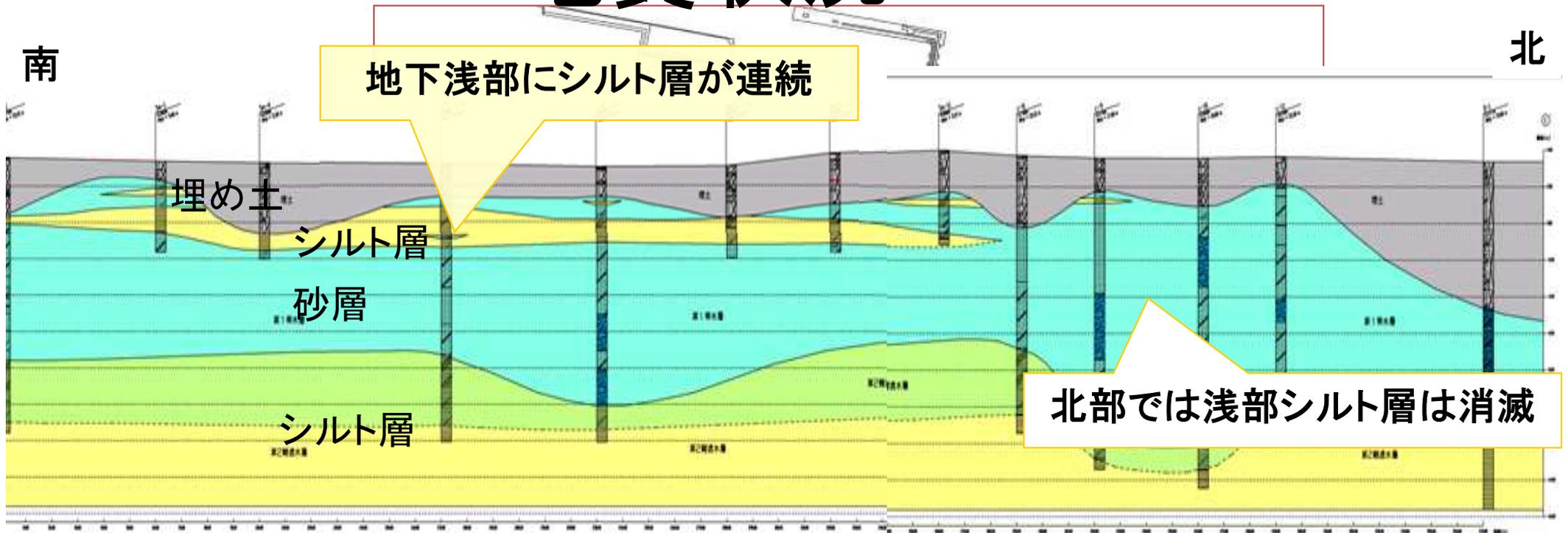
5. 地下水位観測、地下水シミュレーション

6. 調査結果解析、浄化対策案の策定

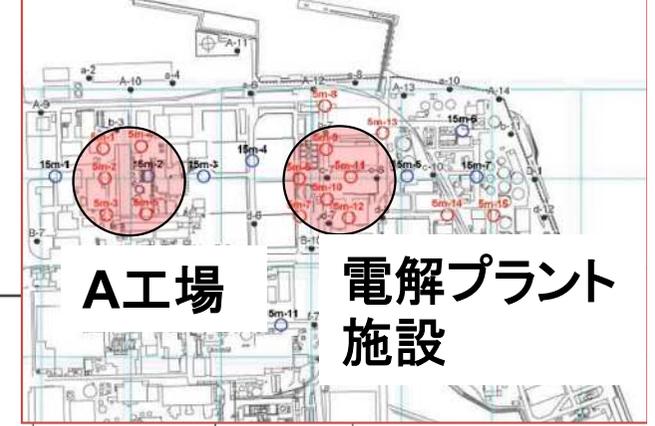
ボーリング地点位置図



地質状況－1

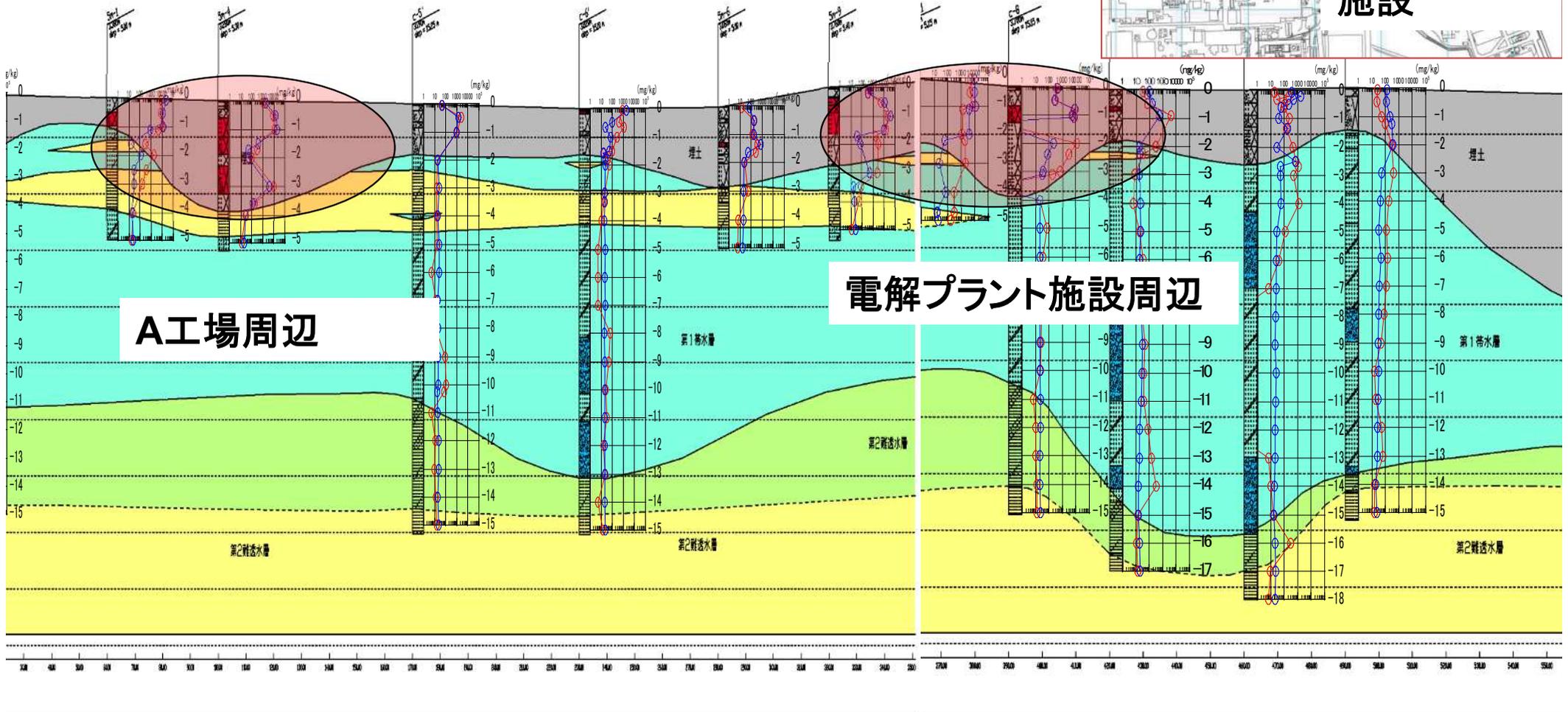


As,Pb土壤含有量



A工場

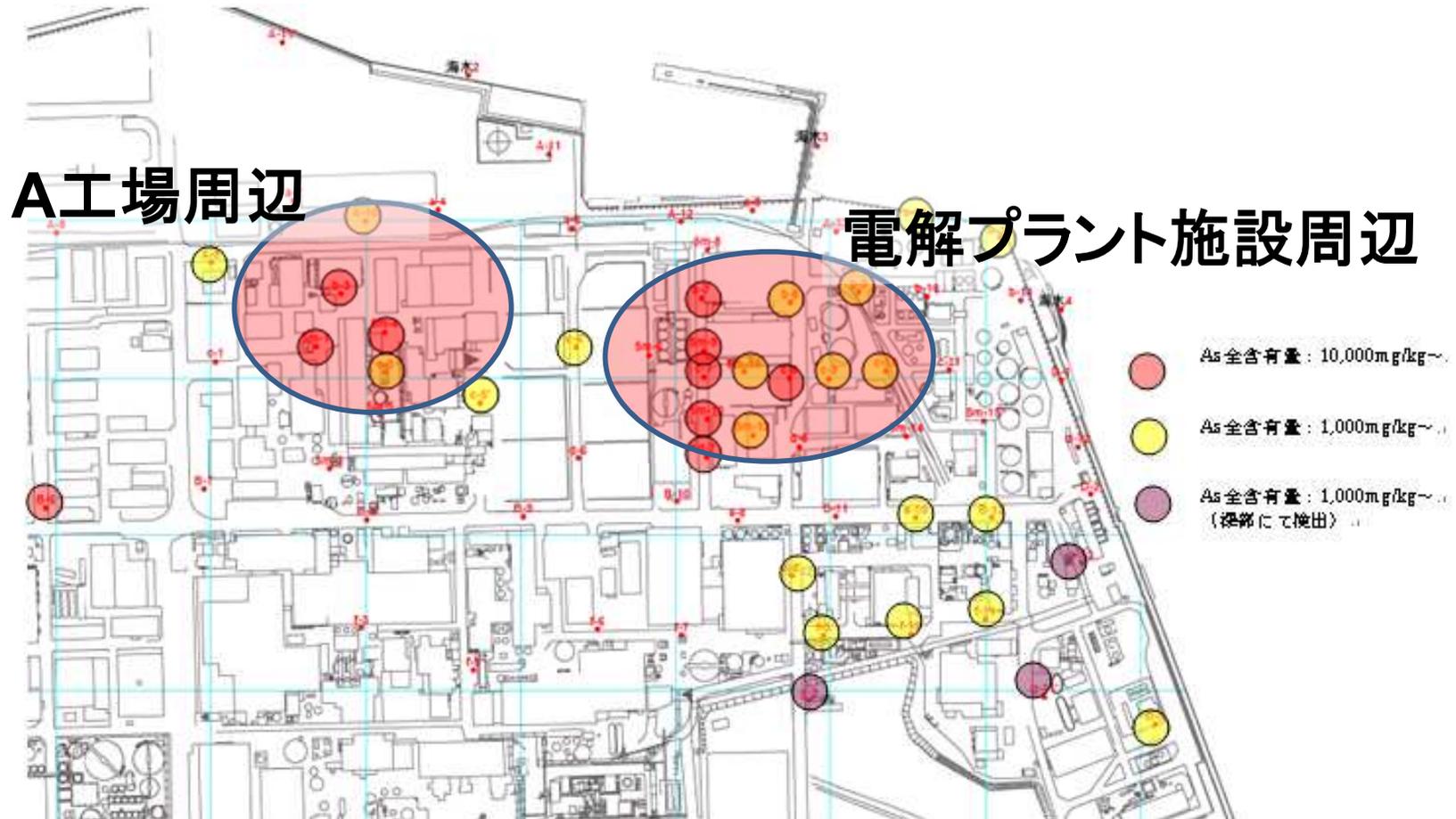
電解プラント施設



A工場周辺

電解プラント施設周辺

高濃度のAsを含有するエリア

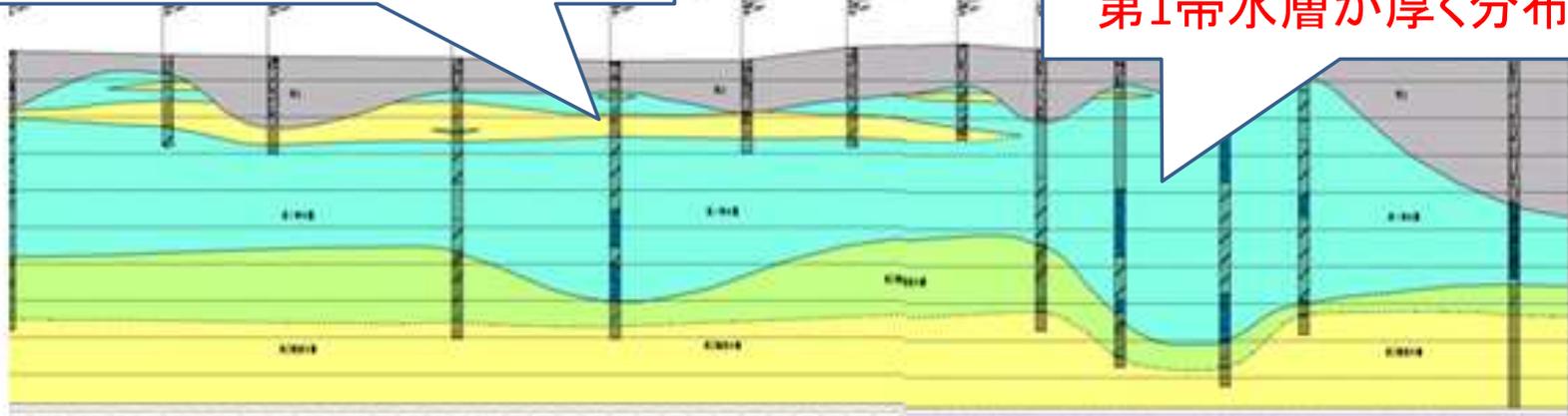


埋め土中の下位に難透水性のシルト層が分布する エリアには第0帯水層が構成される

浅部に難透水性のシルト層が分布する。
第0帯水層の存在

質状況-1

浅部に難透水性のシルト層が分布しない。
第1帯水層が厚く分布する。

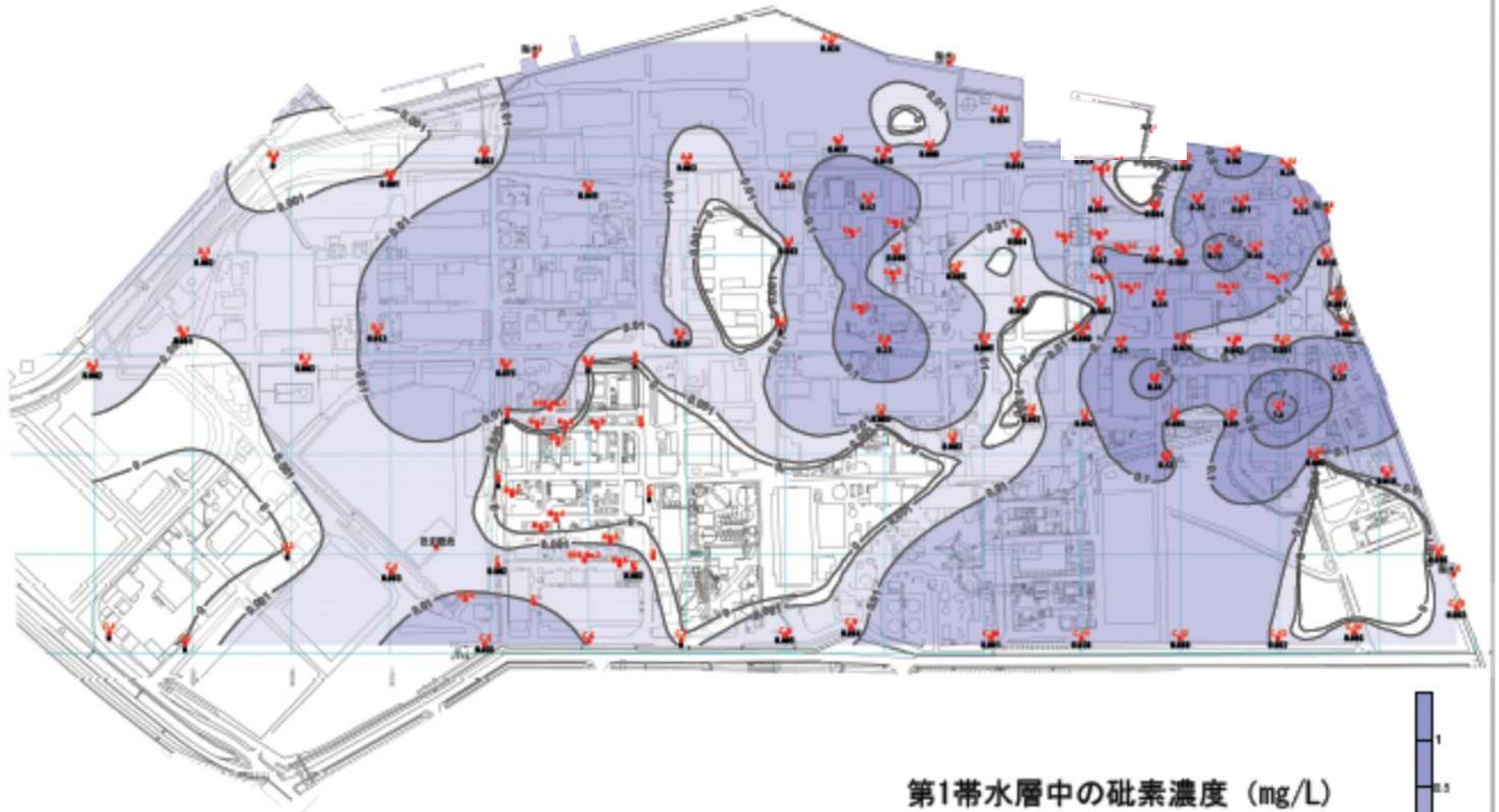


宙水・第0帯水層中のAs濃度



注: エリアによっては観測地点が少ない為、図上の濃度分布と実際の濃度分布は大きく異なることも考察される。

第1帯水層中のAs濃度

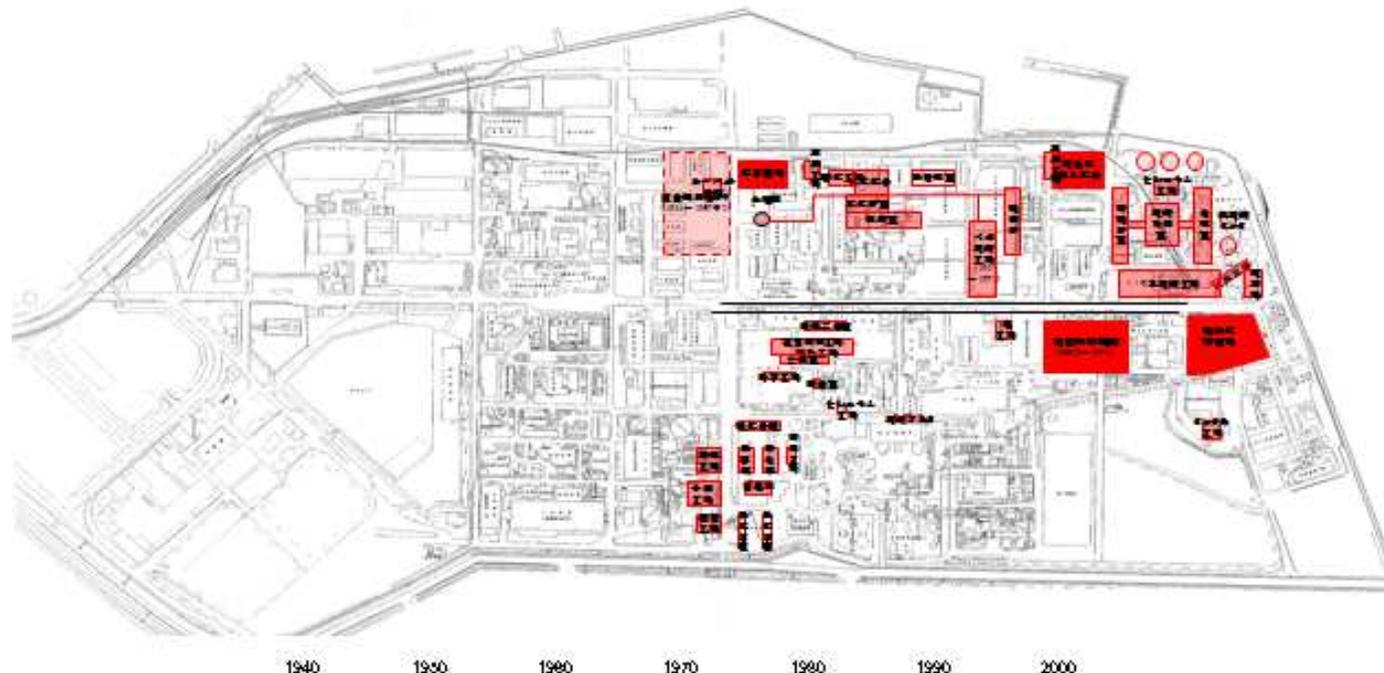


注: エリアによっては観測地点が少ない為、図上の濃度分布と実際の濃度分布は大きく異なることも考察される。

敷地北西部

地下水の汚染機構について(1)

- 砒素を高濃度に含有する土壌(埋め土中)を源とし、地下水の流動に伴い、敷地北西部の広いエリアに移流、拡散する。
- 砒素を高濃度に含有する埋め土は、工場の操業過程において硫化鉄鉱に関連するエリアに広く分布している。

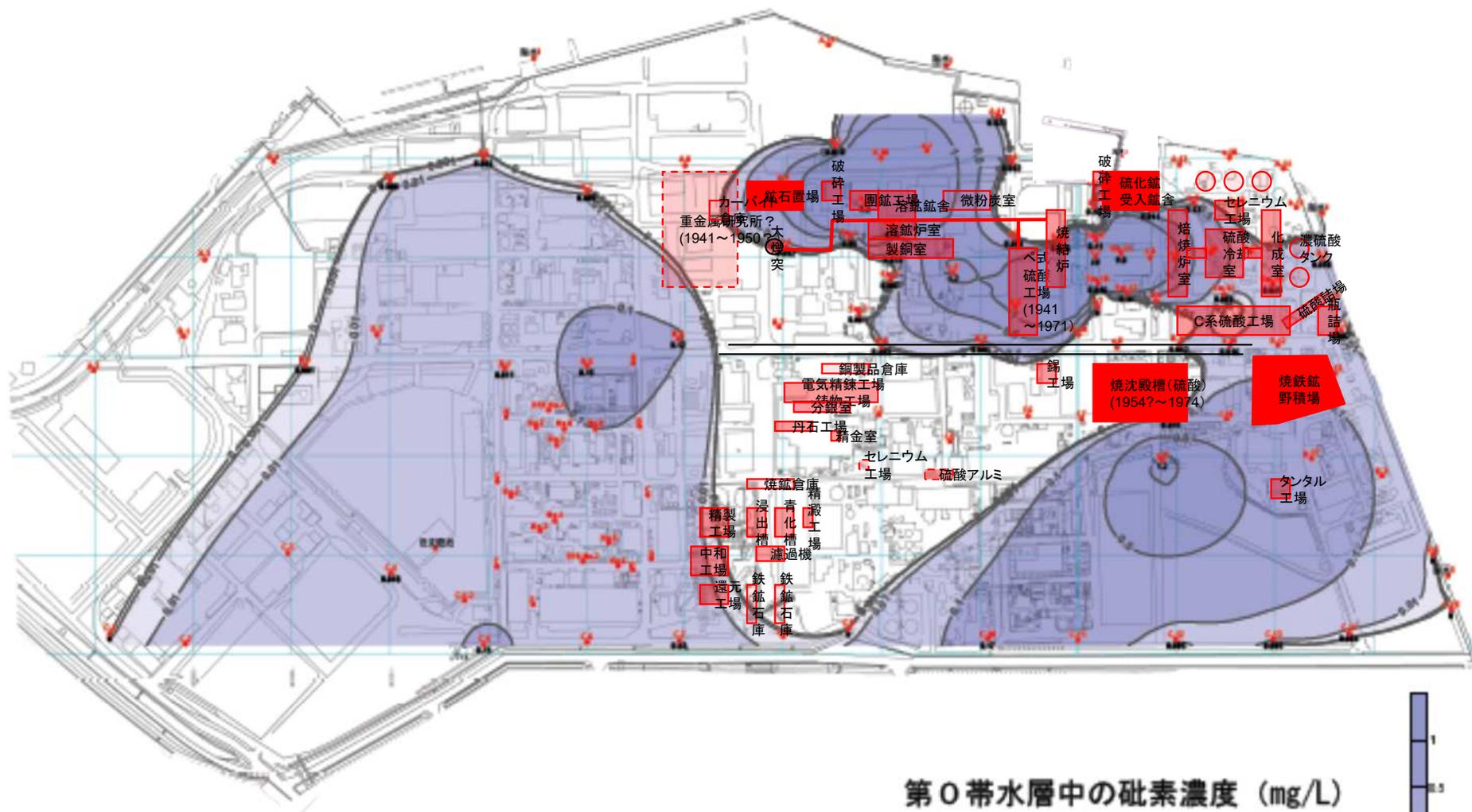


硫化鉄鉱石に関するエリアの総括図

1940年代から1970年代にかけての硫化鉄鉱石に関するエリアを総括した図。図中において赤い色の部分が該当する。これらの部分と、ヒ素や鉛が高い濃度にて検出されたエリアが多くの地点にて一致する。上記硫化鉄鉱石に関するエリアを主とし、さらに埋め立てや調整池への廃棄、また、太平洋戦争時の四日市空襲や東海大地震、伊勢湾台風に伴い、さらに工場内の広域に拡散され、現時点での汚染状況に至ったと考察される。15

宙水・第0帯水層中のAs濃度

(硫化鉄鉱に関連するエリアを併記)



注: エリアによっては観測地点が少ない為、図上の濃度分布と実際の濃度分布は大きく異なることも考察される。

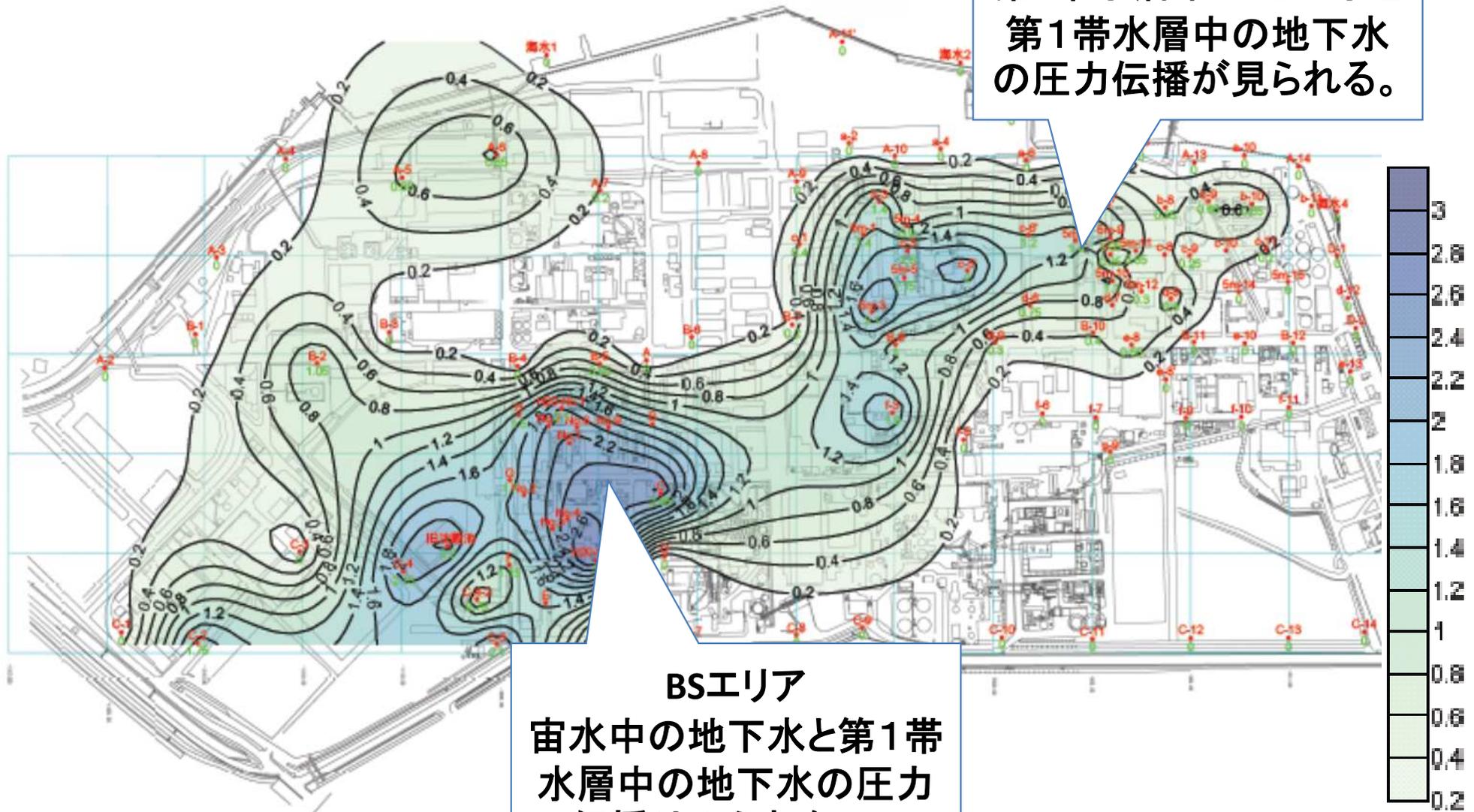
敷地北西部

地下水の汚染機構について(2)

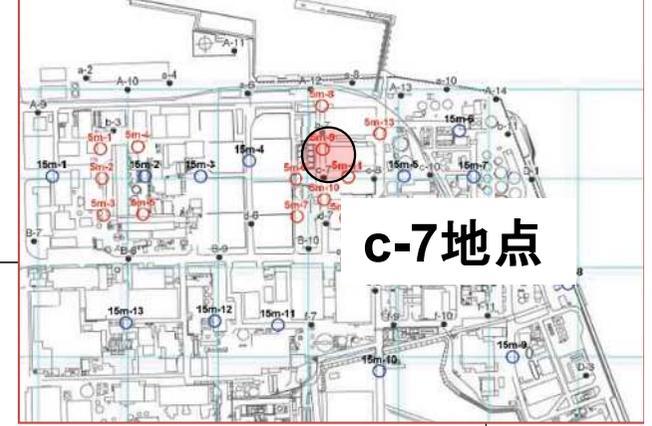
- 埋め土中の下位に難透水性のシルト層が分布するエリアにおいては、このシルト層の上に帯水層(第0帯水層)を構成する。この地点にて、埋め土中に高濃度の砒素が含有する場合、第0帯水層中からは、特に高濃度の砒素が検出される。

工場全域のシルト層分布の推定

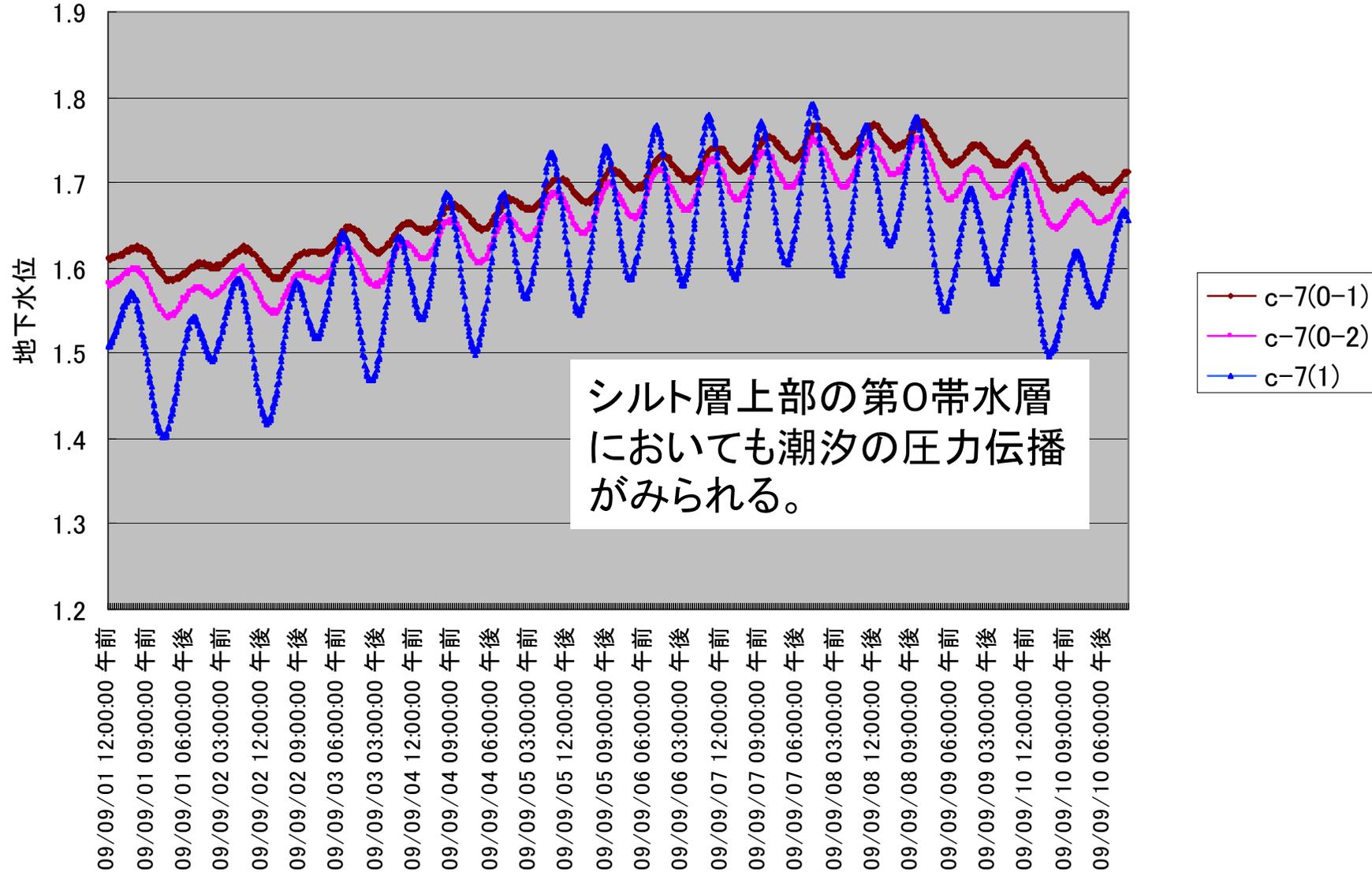
敷地北西部エリア
第0帯水層中の地下水と
第1帯水層中の地下水
の圧力伝播が見られる。

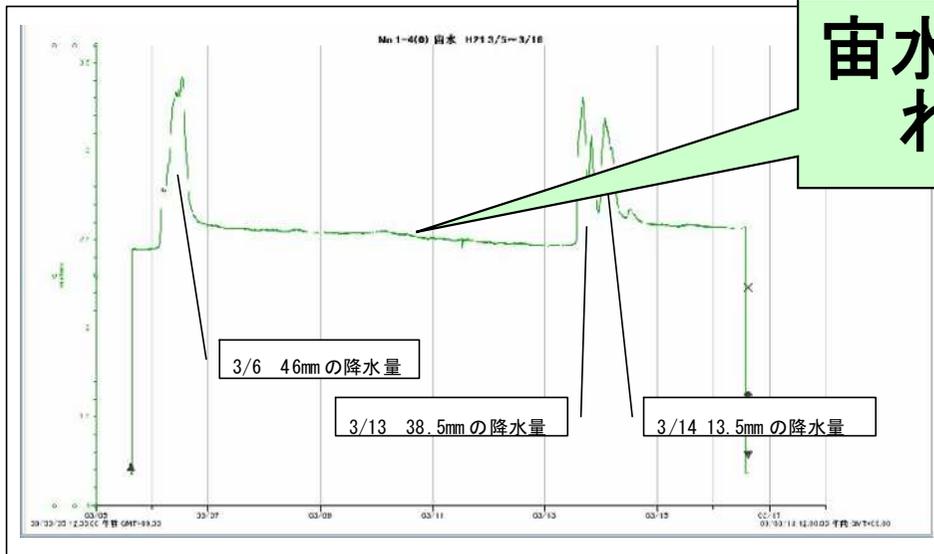


c-7地点における地下水測定結果



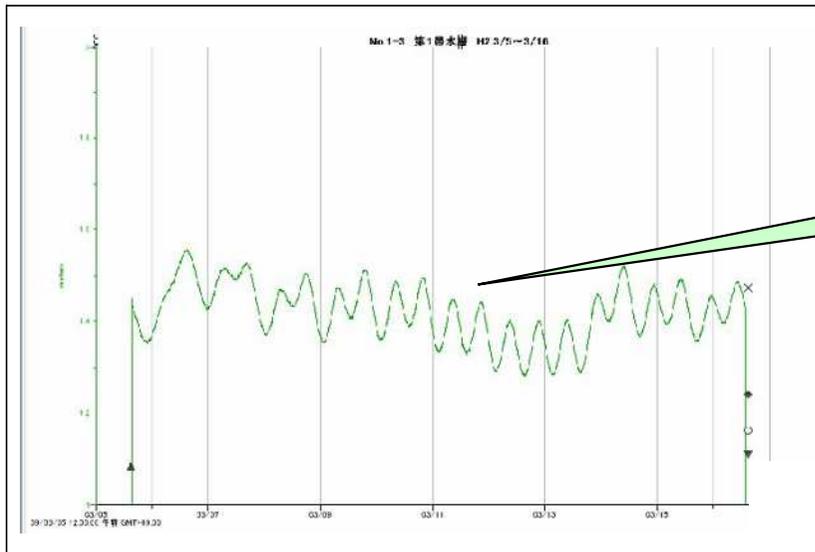
地下水位の変動(c-7地点、H21.9.1~10)





宙水：潮汐に伴う変動がみられない

図-3-4 H19. No. 1 地点 宙水の水位変動結果 H21. 3/5~3/16



第1帯水層：潮汐に伴う変動がみられる

参考：BSサイト
H19.No.1における
地下水位の変動状況

図-3-5 H19. No. 1 地点 第1帯水層の水位変動線

敷地北西部

地下水の汚染機構について(2-2)

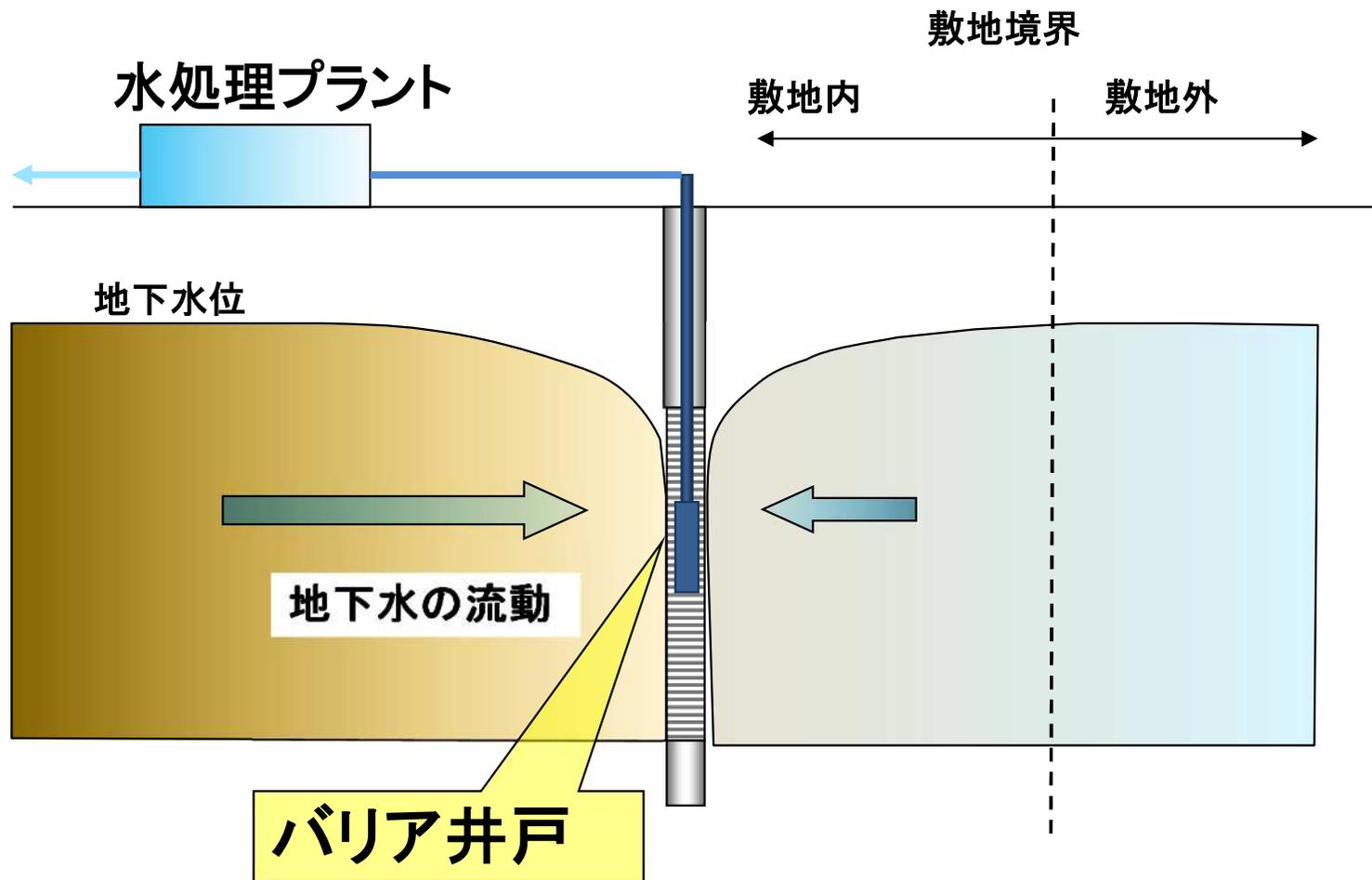
- 当該地の地下水のpH値は、多くの地点において酸性に傾いており、土壌中からの砒素の溶出を助長している。

北西域 揚水計画

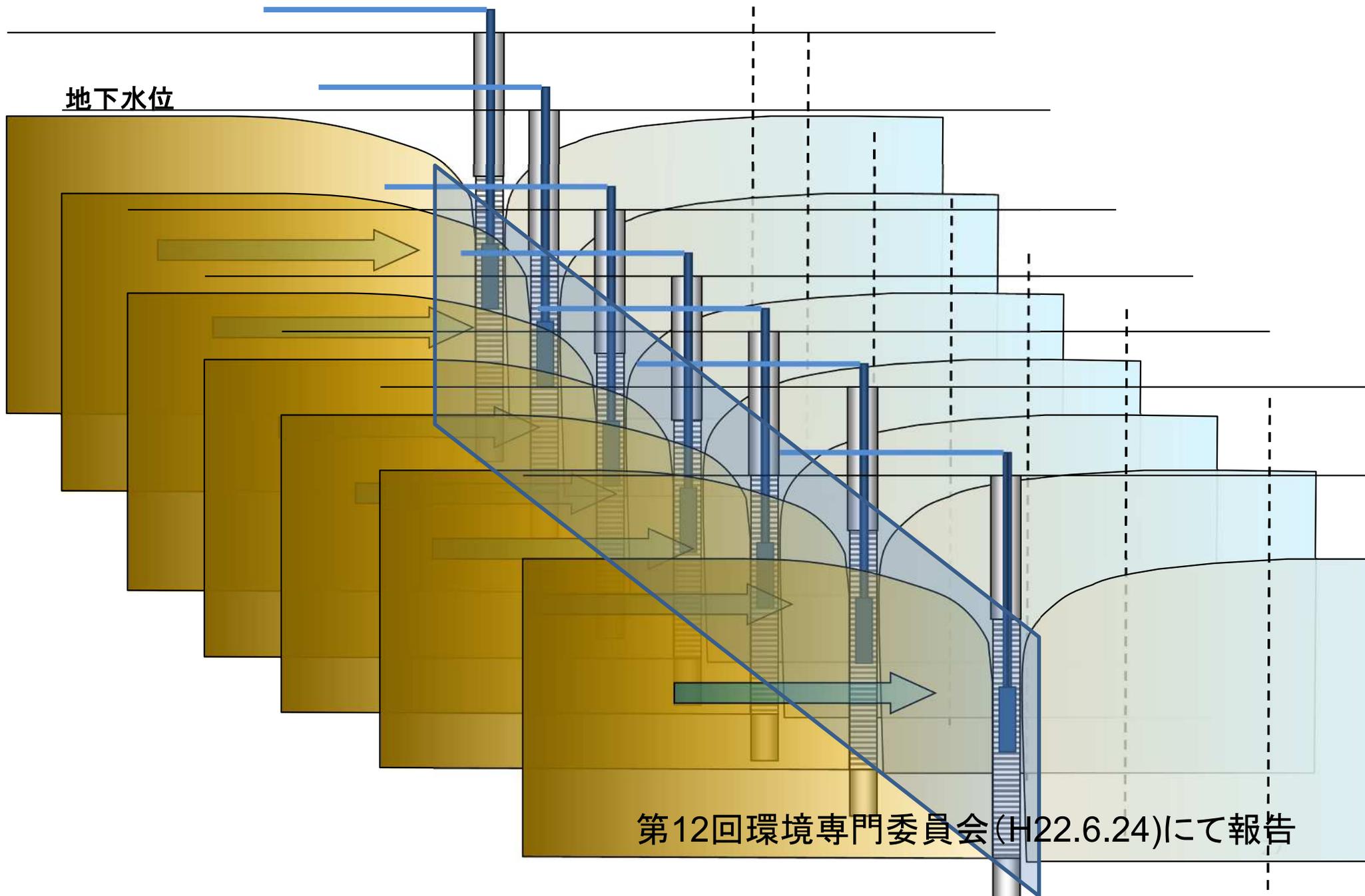
揚水井(バリア井戸)の設計、

試験揚水の実施

バリア井戸とは

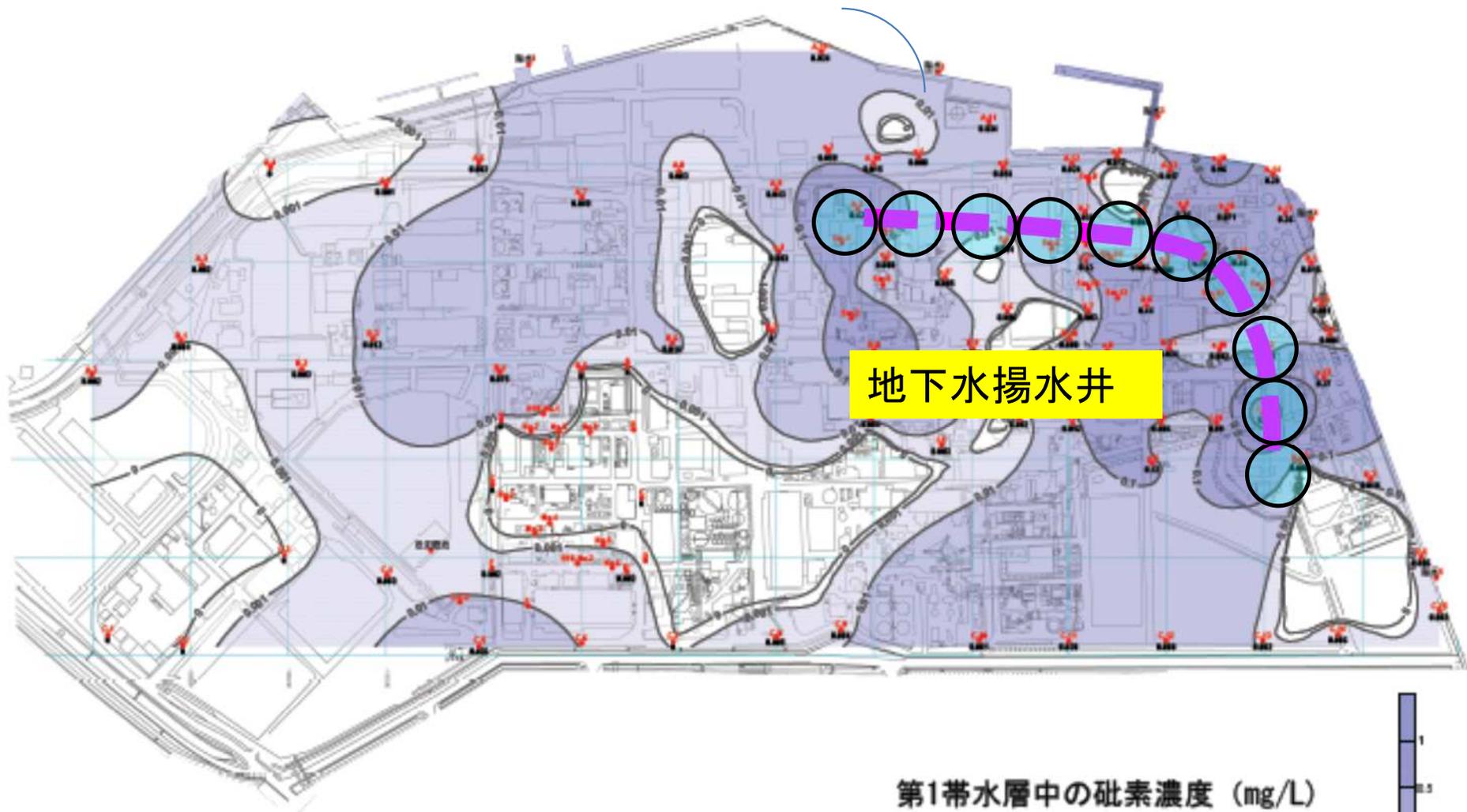


揚水井を連続的に配置



第12回環境専門委員会 (H22.6.24)にて報告

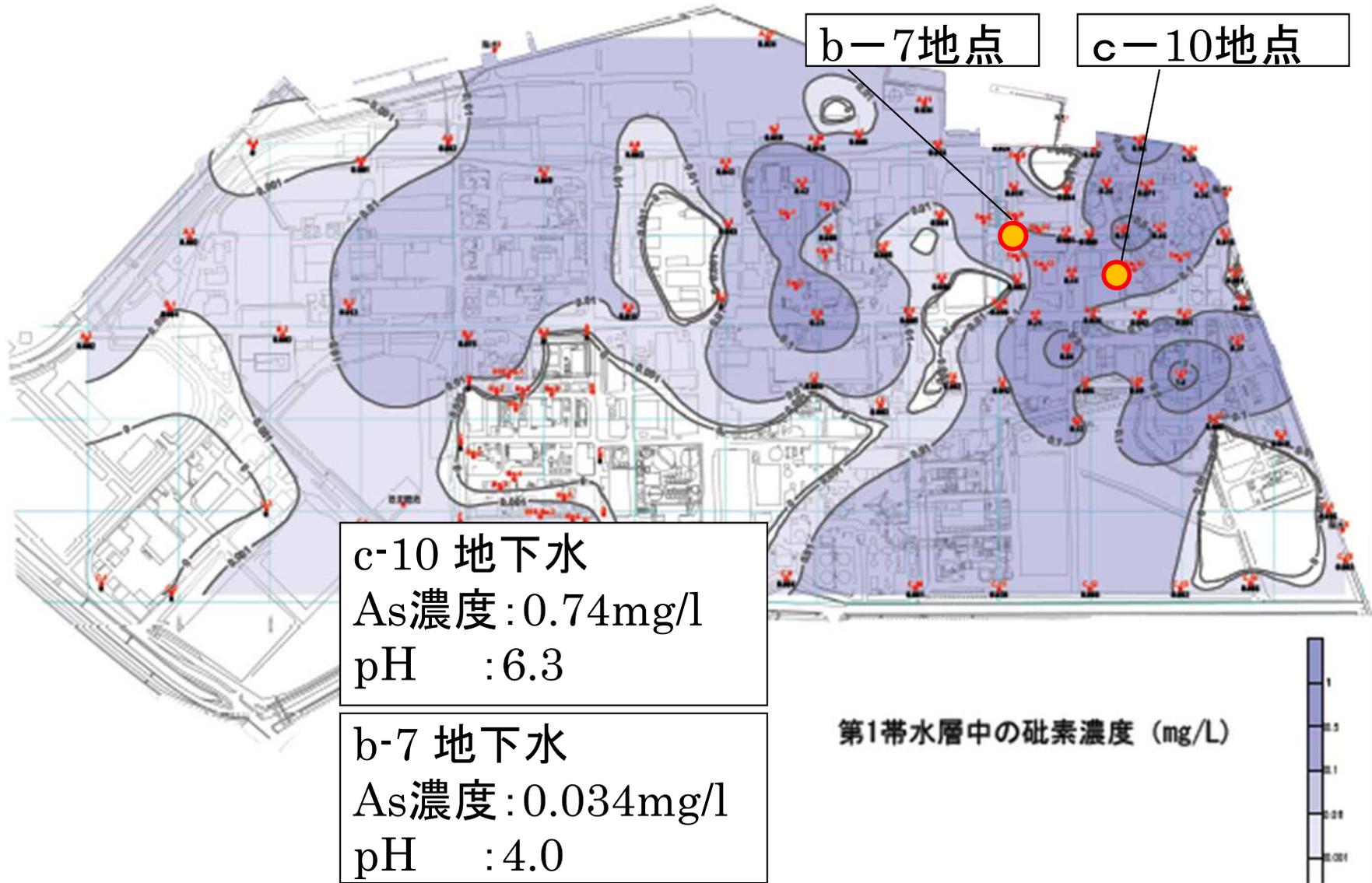
地下水揚水井・バリア井戸の設置計画



第12回環境専門委員会 (H22.6.24) にて報告

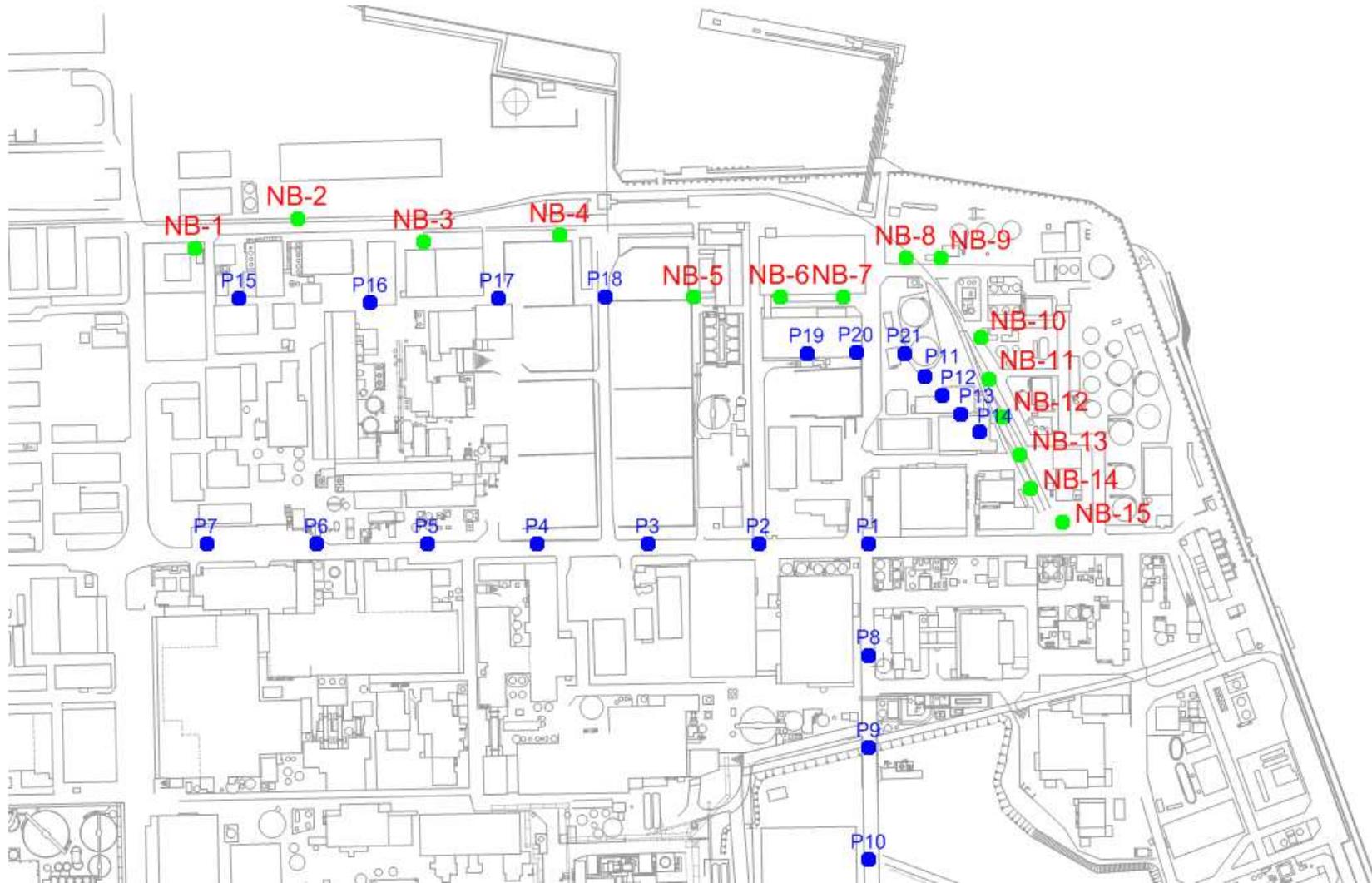
試験井掘削地点

2地点にて試験井掘削(b-7.c-10)



- 地下水位変動の特徴（毎時、ならびに日変動）
 - 地下水位は満潮，干潮に伴う変動とのほか、日平均水位として高潮位日と低潮位日、さらに年間を通じた水位の変化が観測される。
 - 地下水位は潮汐に大きく影響される。
四日市港に近い観測井ほど、振幅・位相とも潮汐に影響される。

粒子追跡解析



粒子追跡解析結果

Case3-3C

井戸名	揚水量 (m ³ /d)
NB-1	50
NB-2	50
NB-3	50
NB-4	50
NB-5	50
NB-6	80
NB-7	80
NB-8	80
NB-9	80
NB-10	80
NB-11	80
NB-12	80
NB-13	80
NB-14	80
NB-15	50
合計	1,020



粒子追跡解析結果(拡大)



• 地下水モニタリング調査

地下水質のモニタリング

▪ ひ素 (1ヶ月毎のモニタリング実施)

▪ pH, EC, 水温 (1ヶ月毎のモニタリング実施)

▪ 地下水主要項目

(Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , NO_3^-) 全Fe

(6ヶ月毎(3月,9月)のモニタリング実施)

(Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-}) 全Fe (6ヶ月毎(6月,12月)のモニタリング実施)

地下水位のモニタリング

▪ 地下水位の測定(自記水位計により1時間間隔にて測定)

揚水井(バリア井戸)と対応する観測井



- 揚水井
- 観測井

ひ素回収量の算定 (2012年4月～2023年12月)

		計 H25. 4. 5 (H24. 11. 29) ～R5. 9. 12	第128回モニタリ ング期間 R5. 9. 13 ～R5. 11. 16	第129回モニタリ ング期間 R5. 11. 17 ～R5. 12. 12		小計 R5.9.13 ～R5.12.12	計 H25. 4. 5 (H24. 11. 29) ～R5. 12. 12
NB-1	揚水量(m)	115977	1914. 8	874. 5		2789	118766
	代表とするひ素濃度(mg/L) (※2)	0. 62	0. 72	0. 58		0. 68	0. 62
	回収量(g)	71574	1379	507		1886	73460
NB-2	揚水量(m)	215909	3261. 0	1653. 8		4915	220824
	代表とするひ素濃度(mg/L) (※2)	1. 3	0. 94	1. 4		1. 1	1. 3
	回収量(g)	278218	3065	2315		5381	283598
NB-2B	揚水量(m)	135214	2330. 1	1409. 9		3740	138954
	代表とするひ素濃度(mg/L) (※2)	2. 2	2. 0	2. 2		2. 1	2. 2
	回収量(g)	294116	4660	3102		7762	301878
NB-3	揚水量(m)	121424	1445. 8	837. 8		2284	23708
	代表とするひ素濃度(mg/L) (※2)	0. 20	0. 34	0. 31		0. 33	0. 20
	回収量(g)	24381	492	260		751	25132
NB-4	揚水量(m)	133277	1407. 6	1049. 6		2457	135734
	代表とするひ素濃度(mg/L) (※2)	1. 3	1. 3	1. 4		1. 3	1. 3
	回収量(g)	169288	1830	1469		3299	172588
NB-5	揚水量(m)	215518	3495. 2	2011. 5		5507	221025
	代表とするひ素濃度(mg/L) (※2)	1. 4	1. 5	1. 6		1. 5	1. 4
	回収量(g)	293116	5243	3218		8461	301578
NB-6	揚水量(m)	190066	2825. 7	1811. 6		4637	194703
	代表とするひ素濃度(mg/L) (※2)	0. 14	0. 23	0. 21		0. 22	0. 15
	回収量(g)	27426	650	380		1030	28456
NB-7	揚水量(m)	149731	1670. 4	784. 9		2455	152186
	代表とするひ素濃度(mg/L) (※2)	1. 6	1. 9	2. 1		2. 0	1. 7
	回収量(g)	246398	3174	1648		4822	251220
計	揚水量(m)	1277115	18351	10434		28784	1305899
	平均ひ素濃度(mg/L)	1. 1	1. 1	1. 2		1. 2	1. 1
	回収量(g)	1404517	20492	12901		33393	1437910

		計 H24. 4. 16 ～R5. 9. 12	第128回モニタリ ング期間 R5. 9. 13 ～R5. 11. 16	第129回モニタリ ング期間 R5. 11. 17 ～R5. 12. 12		小計 R5.9.13 ～R5.12.12	計 H24. 4. 16 ～R5. 12. 12
NB-8	揚水量(m)	146314	1890. 1	1180. 3		3070	149385
	代表とするひ素濃度(mg/L) (※2)	0. 70	1. 4	1. 5		1. 4	0. 71
	回収量(g)	101764	2646	1770		4417	106180
NB-9	揚水量(m)	137129	1508. 4	837. 3		2346	139474
	代表とするひ素濃度(mg/L) (※2)	1. 2	1. 5	1. 6		1. 5	1. 2
	回収量(g)	163009	2263	1340		3602	166611
NB-9B	揚水量(m)	68866	893. 8	178. 1		1072	69938
	代表とするひ素濃度(mg/L) (※2)	2. 9	1. 4	1. 4		1. 4	2. 9
	回収量(g)	202935	1251	249		1501	204435
NB-10	揚水量(m)	120309	2055. 3	1395. 0		3450	123759
	代表とするひ素濃度(mg/L) (※2)	0. 67	0. 80	0. 57		0. 71	0. 67
	回収量(g)	80176	1644	795		2439	82615
NB-11	揚水量(m)	137602	2062. 6	1118. 3		3181	140783
	代表とするひ素濃度(mg/L) (※2)	1. 0	0. 81	0. 84		0. 82	0. 95
	回収量(g)	130950	1671	939		2610	133560
NB-12	揚水量(m)	183960	1485. 1	1460. 9		2946	186906
	代表とするひ素濃度(mg/L) (※2)	1. 1	1. 5	0. 80		1. 2	1. 1
	回収量(g)	203225	2228	1169		3396	206621
NB-13	揚水量(m)	144183	1848. 2	1131. 0		2979	147162
	代表とするひ素濃度(mg/L) (※2)	1. 3	1. 1	1. 3		1. 2	1. 3
	回収量(g)	188216	2033	1470		3503	191719
NB-14	揚水量(m)	207905	3336. 8	1812. 1		5149	213054
	代表とするひ素濃度(mg/L) (※2)	0. 78	0. 78	0. 63		0. 73	0. 78
	回収量(g)	162404	2603	1142		3744	166148
NB-15	揚水量(m)	207260	3514. 8	1882. 9		5398	212657
	代表とするひ素濃度(mg/L) (※2)	0. 28	0. 31	0. 31		0. 31	0. 28
	回収量(g)	58768	1090	584		1673	60441
計	揚水量(m)	1353529	18595	10996		29591	1383120
	平均ひ素濃度(mg/L)	0. 95	0. 94	0. 86		0. 91	0. 95
	回収量(g)	1291446	17428	9458		26886	1318332
NB-1 ～NB-15 総計	揚水量(m)	2630643	36946	21429		58375	2689019
	平均ひ素濃度(mg/L)	1. 0	1. 0	1. 0		1. 0	1. 0
	回収量(g)	2695963	37920	22359		60279	2756242

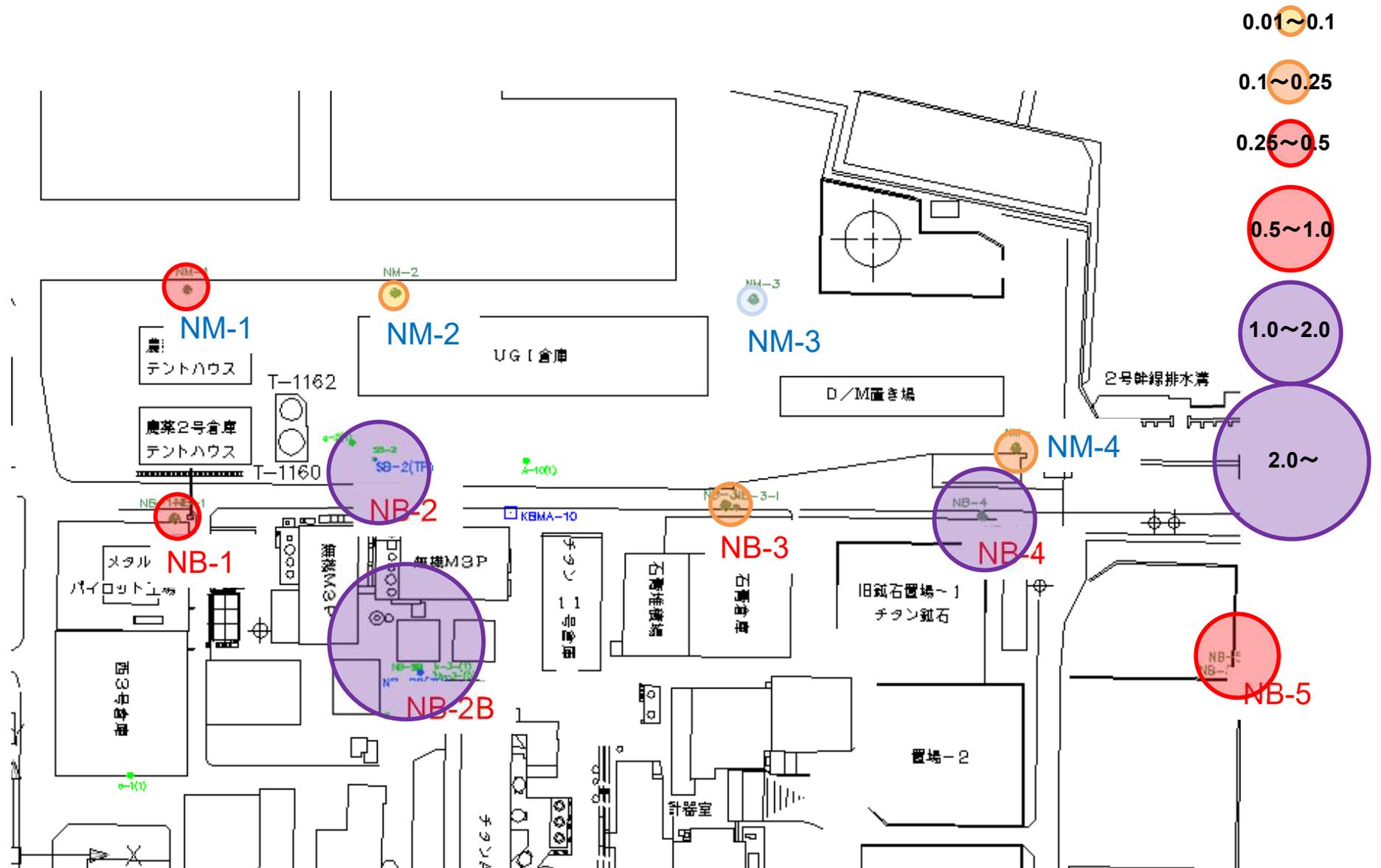
各地点の砒素濃度 × 各地点の揚水量にてひ素の回収量を算定

2023年12月までにのべ約2735 kgのひ素を回収

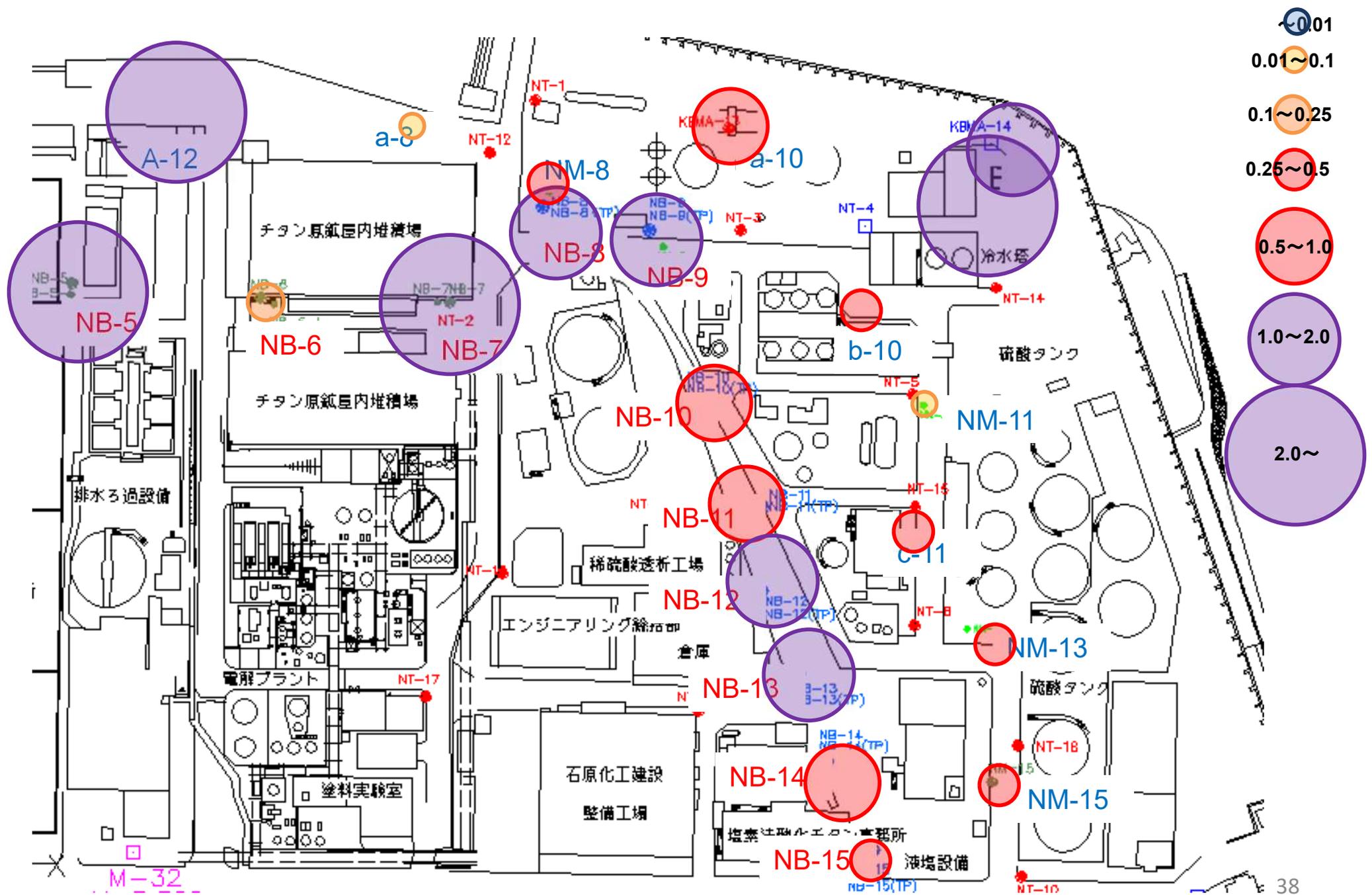
2022年1月～12月の1年間にて 約290 kgのひ素を回収

2023年1月～12月の1年間にて 約274 kgのひ素を回収

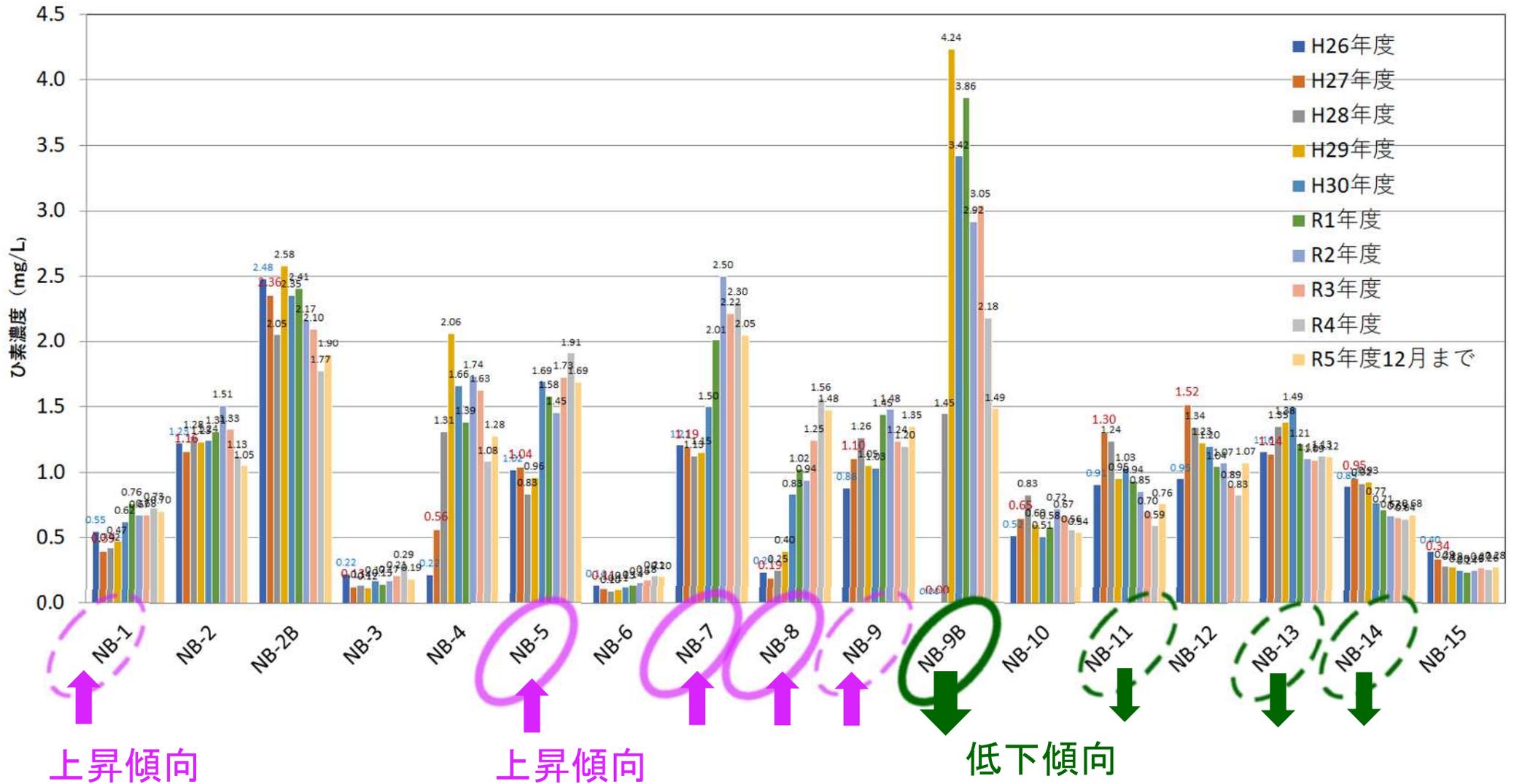
ひ素濃度 (H28年度平均)



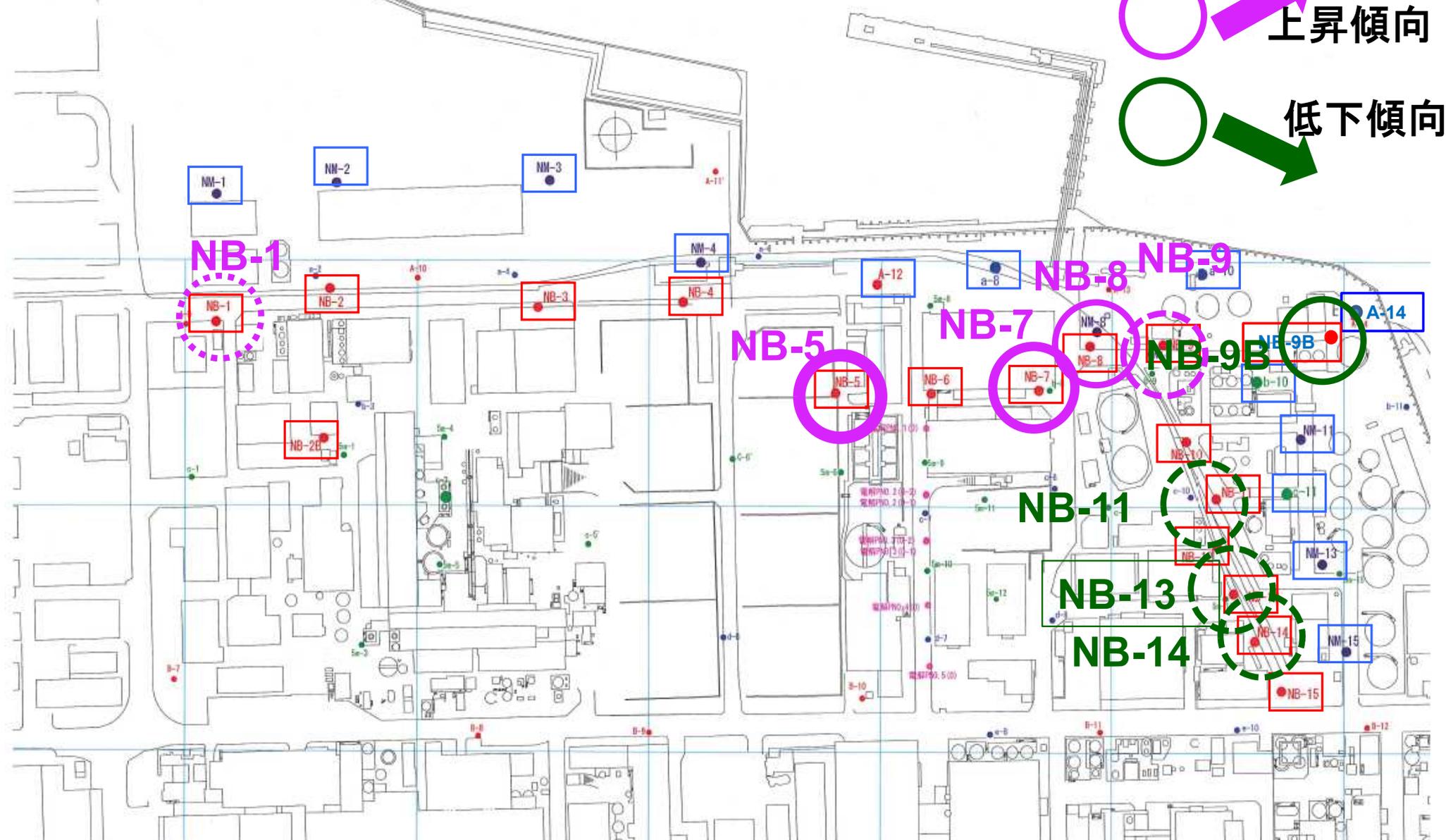
ひ素濃度 (R5年 12月まで平均)



揚水井(バリア井戸) ひ素濃度 年度ごとの値(算術平均値)



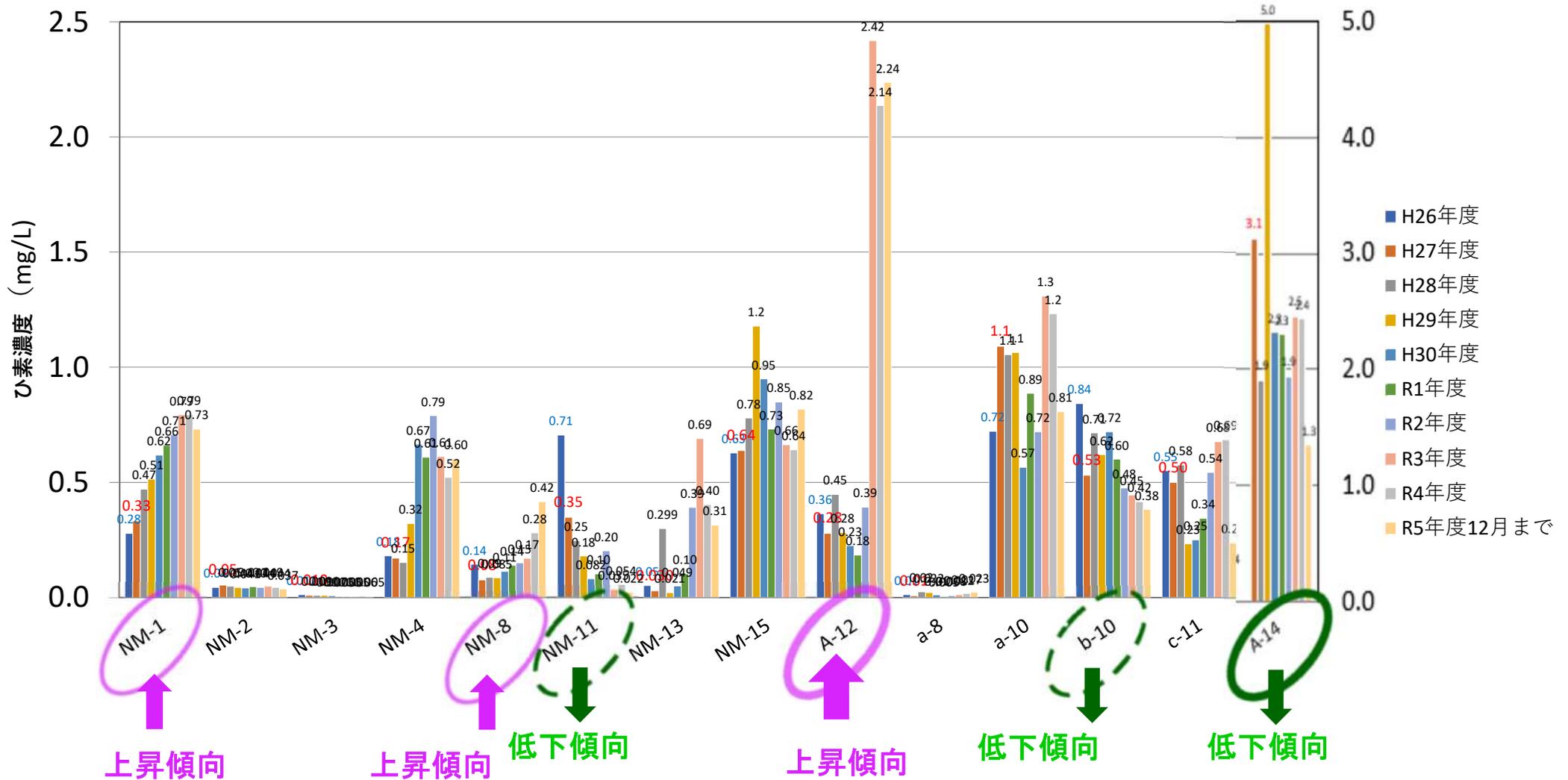
揚水井（バリア井戸） ひ素濃度の変化傾向



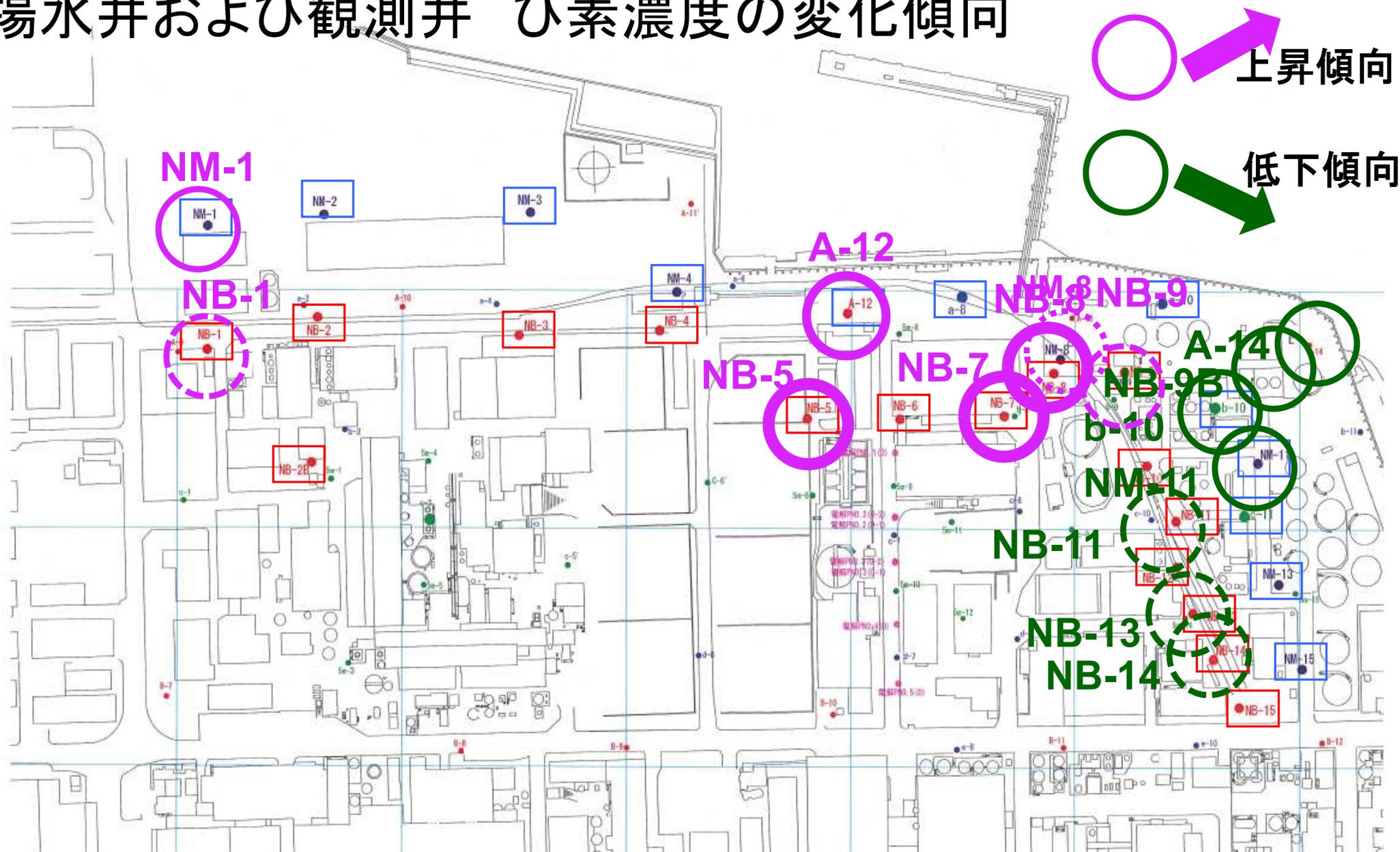
上昇傾向： (NB-1)、NB-5、NB-7、NB-8、NB-9

低下傾向： NB-9B、NB-11、NB-13、NB-14

観測井 ひ素濃度 年度ごとの値(算術平均値)



揚水井および観測井 ひ素濃度の変化傾向



上昇傾向：(NB-1)、NM-1、NB-5、A-12、NB-7、NB-8、NB-9、NM-8

低下傾向：NB-9B、NB-11、NB-13、NB-14、A-14、b-10、NM-11