

地下水シミュレーションモデルの作成業務  
(井戸掘削に伴う影響予測評価)  
～ 幹7号大根布線消雪井 ～

報 告 書

平成27年6月

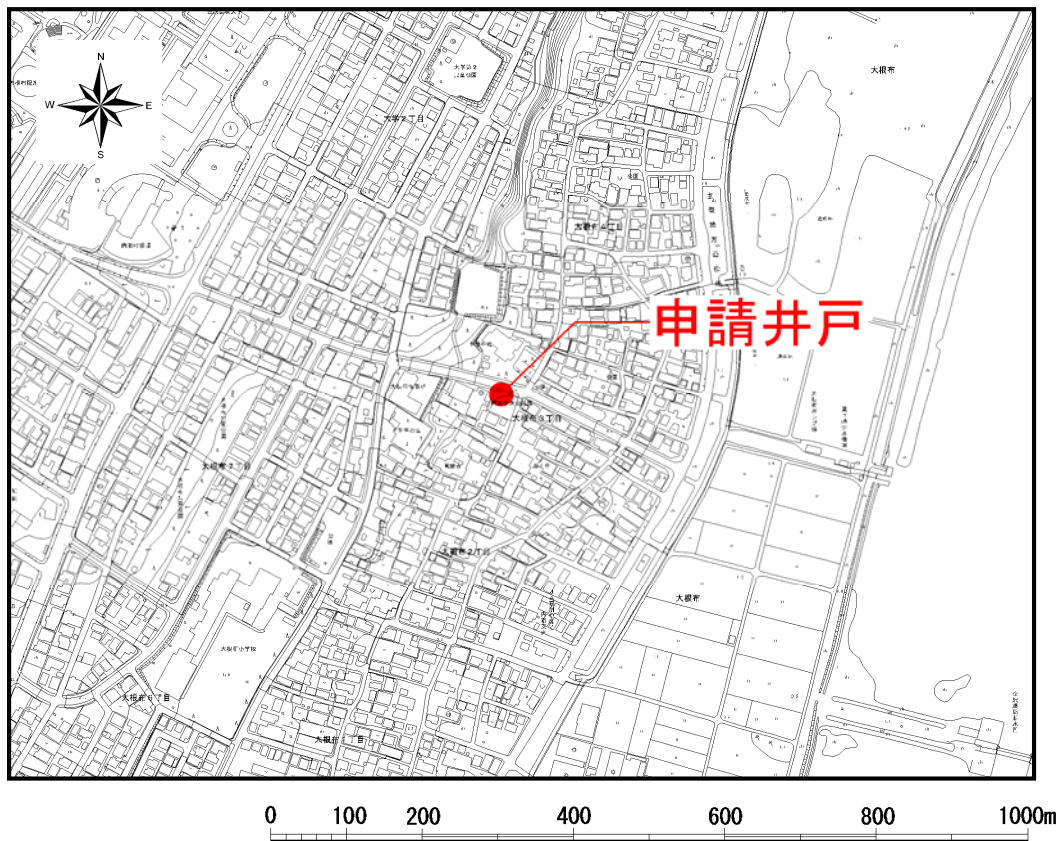
株式会社 利水社

## 1 業務目的

本業務は、「内灘町地下水採取の規制に関する条例」に基づいて提出される井戸掘削（変更）申請書に対して、シミュレーションモデルを用いた予測評価を行い、許認可に関する判定材料を提供することを目的とする。

## 2 井戸掘削申請位置

申請井戸位置を以下に示す。

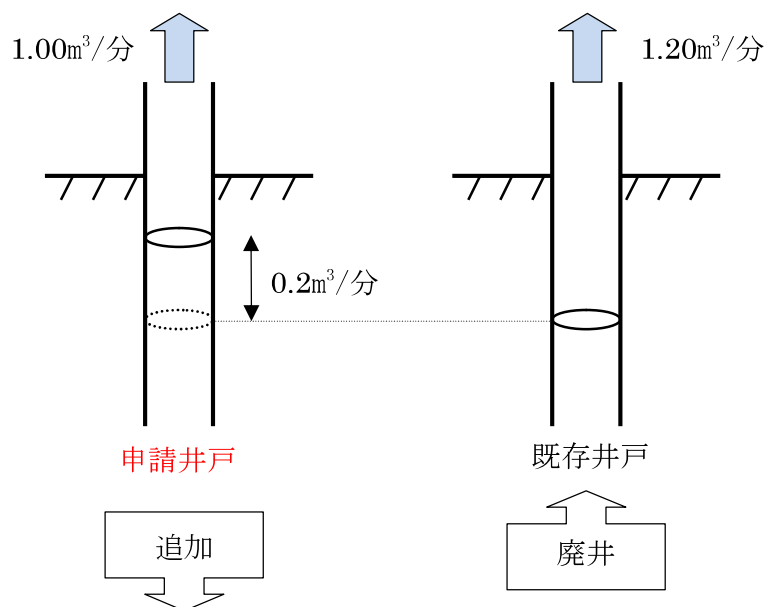


1 : 10,000

### 3 予測条件一覧

本シミュレーションでは既存井戸(揚水量 1.20 m<sup>3</sup>/分)を廃井とし、申請井戸(揚水量 1.0 m<sup>3</sup>/分)を追加するものとして予測を行った。以下に条件を示す。

名称	申請井戸	既存井戸 (No.26)
用途	消雪用	
(メッシュNo.)、接点No	( 15, 31 ) , 1332	
ポンプ揚水能力	1.00 m <sup>3</sup> /分	1.20 m <sup>3</sup> /分
井戸深度	165m	161m
スレーナー位置	50.0m-55.5m、66.0m-110.0m、 148.5m-154.0m	29.0m-34.5m、73.0m-78.5m、 84.0m-89.5m、95.0m-100.5m、 106.0m-111.5m、150.0m-155.5m
取水帯水層	第二帯水層、第三帯水層 (第二帯水層から 0.90m <sup>3</sup> /分、第三帯水層から 0.10m <sup>3</sup> /分採取するものとする。)	第一帯水層、第二帯水層、第三帯水層 (第一帯水層から 0.2 m <sup>3</sup> /分、第二帯水層から 0.8 m <sup>3</sup> /分、第三帯水層から 0.2 m <sup>3</sup> /分)
備考	申請井戸は幹7号線の既存井戸の掘替え井戸であり、申請井戸掘削後、既存井戸は廃止とする。既存井戸は昭和59年鑿井。	



#### 4 周辺井戸一覧

申請井戸を中心に周辺約 500m の範囲にある深井戸は 21 井ある。申請井戸と同じ帯水層から取水しているもっとも近い井戸は、第二帯水層では大根布第 2 処理場（井戸 No. 101）、第三帯水層では大根布 2 丁目（内灘農協）（井戸 No. 110）である。

周辺井戸の情報を表 4.1 に一覧表として示す。また、図 4.1 に周辺井戸位置図を示す。

表 4.1 周辺井戸一覧表

井戸番号	井戸名称	用途	深度(m)	取水帯水層					申請井戸中心からの距離(m)
				第一	第二	第三	第四	第五	
	申請井戸	消雪用	165.0	-	○	○	-	-	0
26	幹7号線	消雪用	161.0	○	○	○	-	-	5
88	大根布2	消雪用	30.0	○	-	-	-	-	121
87	大根布3-1	消雪用	8.0	○	-	-	-	-	150
101	大根布第2処理場	消雪用	150.0	○	○	-	-	-	262
110	大根布 2 丁目(内灘農協)	消雪用	165.0	○	○	○	-	-	271
112	大根布 4 丁目	消雪用	165.0	-	○	○	-	-	276
33	大学第 2 児童公園	消雪用	150.0	○	○	-	-	-	297
146	大学第二児童公園	消雪用	150.0	-	○	-	-	-	299
43	大徳ハイツ	建築物用	60.0	○	-	-	-	-	315
121	越川酒店	消雪用	90.0	○	-	-	-	-	320
84	まつや内灘支店	建築物用	-	-	-	-	-	-	368
64	学園台ハイム	消雪用	75.0	○	-	-	-	-	385
61	ル・シェール金沢	消雪用	70.0	○	-	-	-	-	390
28	大根布児童公園	消雪用	150.0	○	○	-	-	-	395
125	新庁舎駐車場	消雪用	153.0	○	○	-	-	-	461
83	豊彰繊維工業(株)	工業用	29.0	○	-	-	-	-	472
14	金沢医科大学4号井	消雪用	404.0	-	-	-	○	○	471
49	ビジネスホテルサンレーク	建築物用	100.0	○	-	-	-	-	485
45	笹川将人	消雪用	36.0	○	-	-	-	-	540
13	金沢医科大学3号井	水道用	50.0	○	-	-	-	-	544
123	医科大新2号井	水道用	50.0	○	-	-	-	-	655

：廃井

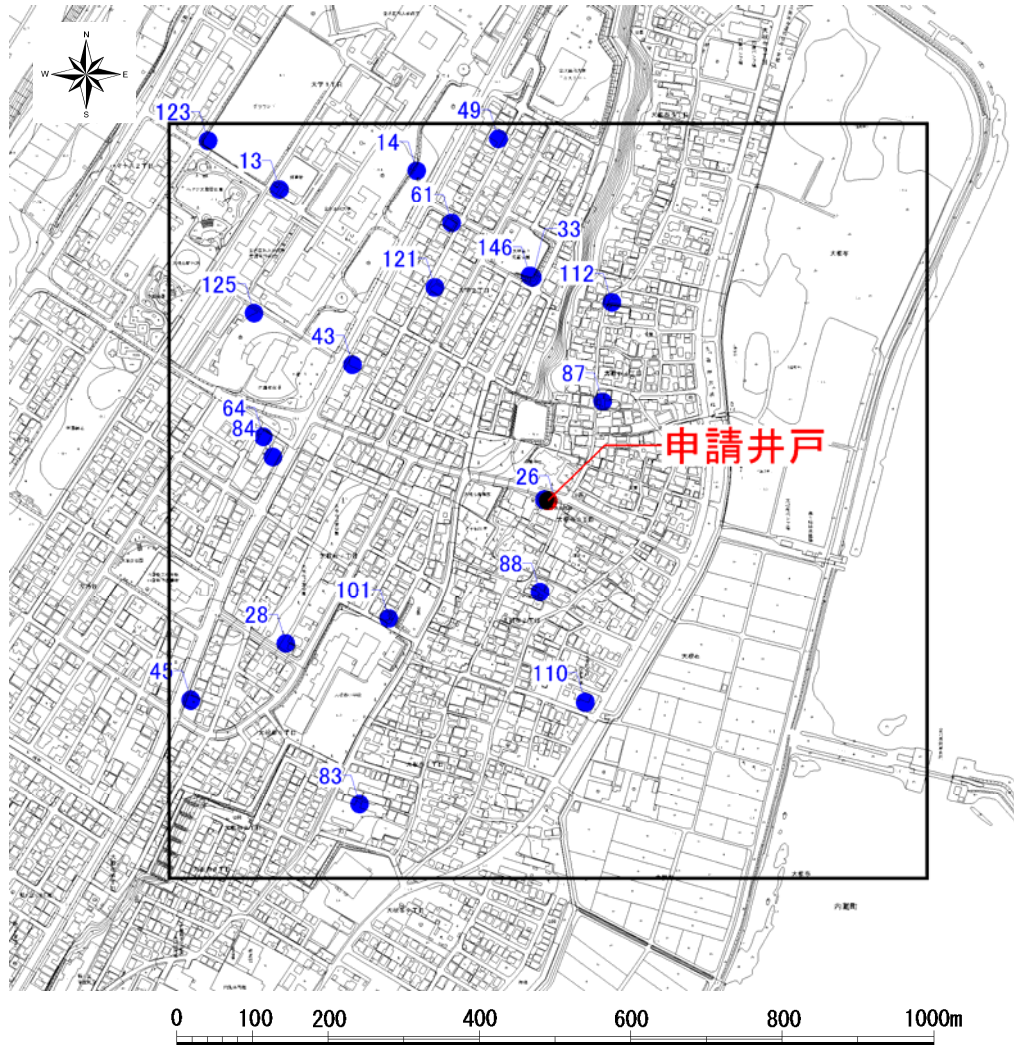


图 4.1 周边井戸位置图 (1:10,000)

## 井戸掘削申請に対する評価

### 1. 塩水化

申請井戸は第二、第三帯水層からの取水を計画している。地下水の揚水が最も増加すると仮定した 59 豪雪相当年 1 月における海岸部での水位標高は第二帯水層で T.P. -4.90m、第三帯水層で T.P. -1.82m であり、それぞれ第二帯水層では C 判定、第三帯水層では A 判定となり申請井戸による塩水化への影響が考えられる。

### 2. 揚水コスト・井戸枯渇

長期間にわたる揚水では月平均水位で第二帯水層では 0.04m の水位低下、第三帯水層では 0.06m の水位回復が予測される。

また、申請井戸にもっとも影響を与える既存井戸は第二帯水層では大根布第 2 処理場 (No.101)、第三帯水層では大根布 2 丁目 (内灘農協) (No.110) であり、短時間にわたる揚水でポンプが連続 22 時間稼動した場合の 22 時間後の水位影響量は、第二帯水層で 0.61m、第四帯水層で 0.12m である。

したがって、長期間にわたる揚水での影響では A 判定、既存井戸への水位低下影響においても D 判定となる。

### 3. 地盤沈下

申請井戸の地盤沈下への影響量は、内灘中学水準点で 59 豪雪相当年の単年沈下量は 0.05 mm であることから安全側に見受けられるが、内灘町全体における既存井戸の揚水による地盤沈下への影響が大きくなっており、判定基準と合わせると D 判定となる。

<結論>      許可      ・      条件付き許可      ・      不可

申請井戸は幹 7 号線消雪井の掘替え井戸である。既存井戸は第一、第二、第三帯水層から取水しており、ポンプ揚水能力は 1.20 m<sup>3</sup>/分である。申請井戸は第二、第三帯水層からの取水を計画しており、ポンプ揚水能力は 1.00 m<sup>3</sup>/分の予定である。塩水化の影響では C 判定、長期間にわたる揚水での地下水位の低下量は A 判定、既存井戸への水位低下影響においては D 判定となり、塩水化および既存井戸への影響が考えられる。また、地盤沈下への影響としては、59 豪雪相当年の単年沈下量は 0.05mm と比較的大きいことから、少しでも揚水量を少なくする必要がある。

## 影響評価判定表(案)

～申請井戸の揚水量で井戸干渉を予測した場合～

幹7号大根布線消雪井

区分	予測手法	障害項目	判定範囲	判定対象	予測結果	判定基準					判定結果
						A	B	C	D	E	
地下水位	地下水シミュレーションモデル	塩水化	沿岸部の水位 (計算水位分布図)	第一帯水層	TP 1.2m 以上	TP 1.2～1.1	TP 1.1～1.0	TP 1.0～0.9	TP 0.9m 未満	—	
				第二帯水層	TP -3.0m 以上	TP -3.0～-4.0	TP -4.0～-5.0	TP -5.0～-6.0	TP -6.0m 未満	C	
				第三帯水層	TP -3.0m 以上	TP -3.0～-4.0	TP -4.0～-5.0	TP -5.0～-6.0	TP -6.0m 未満	A	
				第四帯水層	TP -3.0m 以上	TP -3.0～-4.0	TP -4.0～-5.0	TP -5.0～-6.0	TP -6.0m 未満	—	
				第五帯水層	TP -3.0m 以上	TP -3.0～-4.0	TP -4.0～-5.0	TP -5.0～-6.0	TP -6.0m 未満	—	
	揚水コスト			揚水メッシュ周辺 (水位差分布図)	第一帯水層	0.1m 未満	0.1～0.2m	0.2～0.3m	0.3～0.4m	0.4m 以上	—
					第二帯水層	0.04m	0.2～0.4m	0.4～0.6m	0.6～0.8m	0.8m 以上	A
					第三帯水層	-0.06m	0.2～0.4m	0.4～0.6m	0.6～0.8m	0.8m 以上	A
					第四帯水層	—	0.2～0.4m	0.4～0.6m	0.6～0.8m	0.8m 以上	—
					第五帯水層	—	0.2～0.4m	0.4～0.6m	0.6～0.8m	0.8m 以上	—
	揚水コスト 井戸枯渇	井戸干渉 モデル (※1)		申請井戸から最も 近い既存井戸 (水位低下分布)	第一帯水層	—	0.1～0.2m	0.2～0.3m	0.3～0.4m	0.4m 以上	—
					第二帯水層	0.61m	0.2～0.4m	0.4～0.6m	0.6～0.8m	0.8m 以上	D
					第三帯水層	0.12m	0.2～0.4m	0.4～0.6m	0.6～0.8m	0.8m 以上	A
					第四帯水層	—	0.2～0.4m	0.4～0.6m	0.6～0.8m	0.8m 以上	—
					第五帯水層	—	0.2～0.4m	0.4～0.6m	0.6～0.8m	0.8m 以上	—
地盤沈下	地下水シミュレーションモデル	地盤沈下	10年間累計 沈下影響量 最大地点	沈下量差 分布	0.5 mm	2.5～5 mm	5～7.5 mm	7.5～10 mm	10 mm 以上	A	
				59 豪雪 相当年 単年沈下量	18.19 mm (0.05 mm)	5～10 mm	10～15 mm	15～20 mm	20 mm 以上	D	

※1: 井戸干渉モデルは、ポンプ最大稼働時間 22 時間として計算した。

※2: 単年沈下量は、町内のすべての井戸による沈下予測量である。また( )内は申請井戸による影響量である。

※予測結果の数値のマイナス表記は回復を表す。

## 影響評価判定表(案)

～申請井戸と既存井戸の揚水量の差で井戸干渉を予測した場合～

幹7号大根布線消費井

区分	予測手法	障害項目	判定範囲	判定対象	予測結果	判定基準					判定結果
						A	B	C	D	E	
地下水位	地下水シミュレーションモデル	塩水化	沿岸部の水位 (計算水位分布図)	第一帯水層	TP 1.2m 以上	TP 1.2～1.1	TP 1.1～1.0	TP 1.0～0.9	TP 0.9m 未満	—	
				第二帯水層	TP -3.0m 以上	TP -3.0～-4.0	TP -4.0～-5.0	TP -5.0～-6.0	TP -6.0m 未満	C	
				第三帯水層	TP -3.0m 以上	TP -3.0～-4.0	TP -4.0～-5.0	TP -5.0～-6.0	TP -6.0m 未満	A	
				第四帯水層	TP -3.0m 以上	TP -3.0～-4.0	TP -4.0～-5.0	TP -5.0～-6.0	TP -6.0m 未満	—	
				第五帯水層	TP -3.0m 以上	TP -3.0～-4.0	TP -4.0～-5.0	TP -5.0～-6.0	TP -6.0m 未満	—	
	揚水コスト			揚水メッシュ周辺 (水位差分布図)	第一帯水層	0.1m 未満	0.1～0.2m	0.2～0.3m	0.3～0.4m	0.4m 以上	—
					第二帯水層	0.04m	0.2～0.4m	0.4～0.6m	0.6～0.8m	0.8m 以上	A
					第三帯水層	-0.06m	0.2～0.4m	0.4～0.6m	0.6～0.8m	0.8m 以上	A
					第四帯水層	—	0.2～0.4m	0.4～0.6m	0.6～0.8m	0.8m 以上	—
					第五帯水層	—	0.2～0.4m	0.4～0.6m	0.6～0.8m	0.8m 以上	—
	揚水コスト 井戸枯渇	井戸干渉 モデル (※1)		申請井戸から最も 近い既存井戸 (水位低下分布)	第一帯水層	—	0.1～0.2m	0.2～0.3m	0.3～0.4m	0.4m 以上	—
					第二帯水層	0.07m	0.2～0.4m	0.4～0.6m	0.6～0.8m	0.8m 以上	A
					第三帯水層	-0.12m	0.2～0.4m	0.4～0.6m	0.6～0.8m	0.8m 以上	A
					第四帯水層	—	0.2～0.4m	0.4～0.6m	0.6～0.8m	0.8m 以上	—
					第五帯水層	—	0.2～0.4m	0.4～0.6m	0.6～0.8m	0.8m 以上	—
地盤沈下	地下水シミュレーションモデル	地盤沈下	10年間累計 沈下影響量 最大地点	沈下量差 分布	0.5 mm	2.5～5 mm	5～7.5 mm	7.5～10 mm	10 mm 以上	A	
				59 豪雪 相当年 単年沈下量	18.19 mm (0.05 mm)	5～10 mm	10～15 mm	15～20 mm	20 mm 以上	D	

※1: 井戸干渉モデルは、ポンプ最大稼働時間 22 時間として計算した。

※2: 単年沈下量は、町内のすべての井戸による沈下予測量である。また( )内は申請井戸による影響量である。

※予測結果の数値のマイナス表記は回復を表す。



付帯条件一覧（案）

＜井戸掘削申請に対する付帯条件＞

- ・ 量水メータの設置
- ・ 水位測定管の設置
- ・ 月別揚水量の報告（年 1 回）
- ・ さく井柱状図の提出
- ・ 揚水試験結果の提出
- ・ 水質分析結果の提出

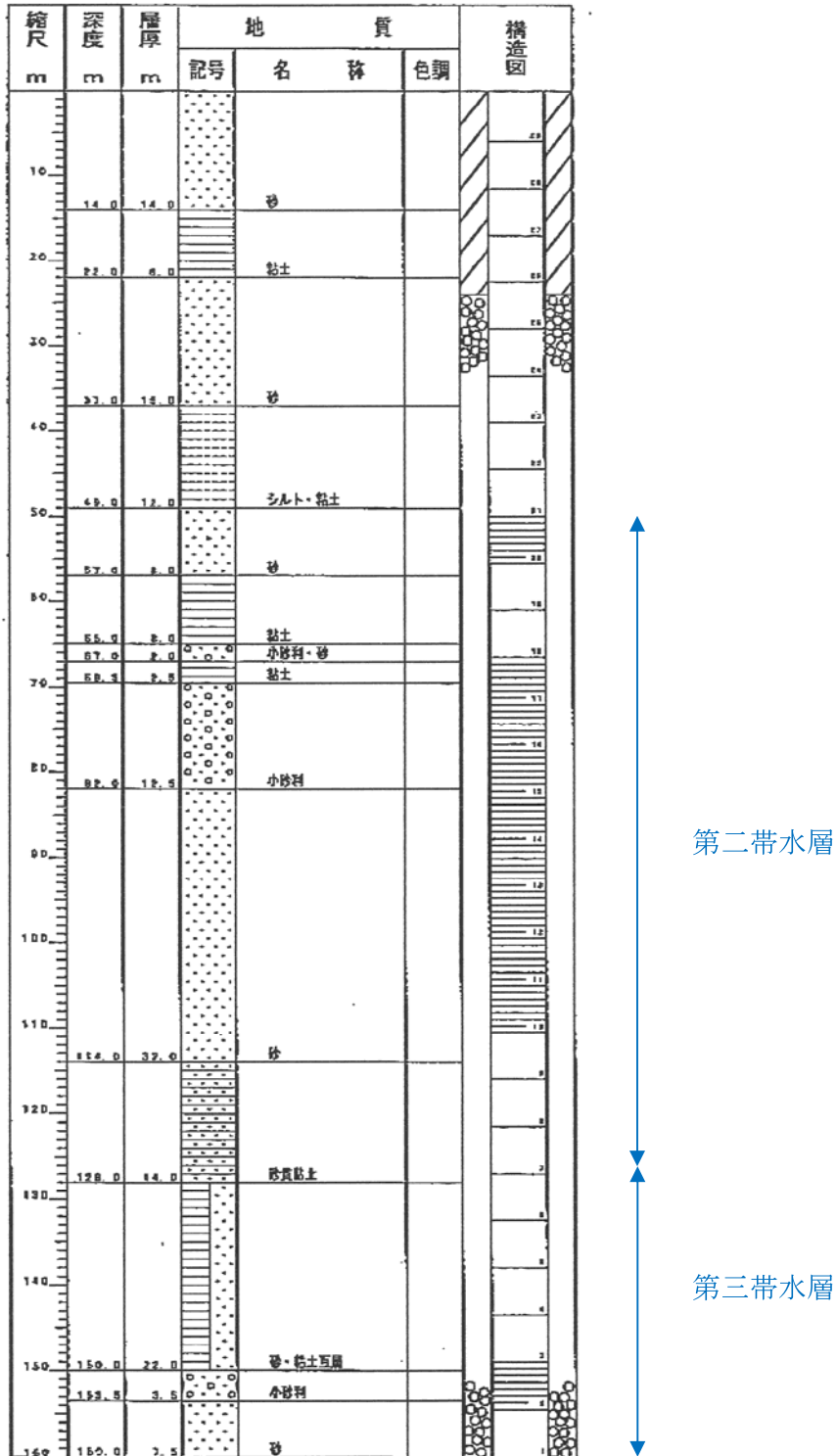
＜影響評価に対する付帯条件＞

障害項目	判定結果	付 帯 条 件	
塩水化	海岸からの距離	500m 未満	500m 以上
	A	なし	なし
	B	年 1 回（最大揚水月）、塩化物イオン濃度を測定し、結果を提出。	なし
	C	同上	年 1 回（最大揚水月）、塩化物イオン濃度を測定し、結果を提出。
	D	使用時に月 1 回、塩化物イオン濃度を測定し、結果を提出。	同上
	E	不可	不可
揚水コスト 井戸枯渇	A	なし	
	B	揚水試験時における既存井戸の水位測定。	
	C	揚水試験時における既存井戸の水位測定。 月 1 回、水位（静水位）を測定し、結果を提出。	
	D	揚水試験時における既存井戸の水位測定。 月 1 回、水位（静水位）を測定し、結果を提出。 既存井戸所有者との協議。	
	E	不可	
地盤沈下	A	なし	
	B	節水対策の要請	
	C	同上	
	D	同上	
	E	不可	

## 参考資料

- 推定井戸構造図
- 各帯水層による揚水量分配
- シミュレーションモデルによる揚水量推定
- 計算水頭表示(第二帯水層)
- 水頭差表示(第二帯水層)
- 計算水頭表示(第三帯水層)
- 水頭差表示(第三帯水層)
- 揚水による周辺井戸への影響(第二帯水層)
- 揚水による周辺井戸への影響(第三帯水層)
- 累積沈下量差
- 地盤変動の経年変化(内灘中学水準点)

# 推定井戸構造図



## 各帯水層による揚水量分配

本申請による揚水量は、1.00 m<sup>3</sup>/分であり、取水帯水層は第二、第三帯水層になる（推定井戸構造図）。また、既存井戸の揚水量は1.20 m<sup>3</sup>/分であり、取水帯水層は第一、第二、第三帯水層になる。シミュレーションでは申請井戸、既存井戸の各取水帯水層のストレーナー長により分配率をもとめ、揚水量を分配した。

申請井戸の各帯水層のストレーナー長による分配率

帯水層名	ストレーナー長(m)	分配率(%)	分配揚水量(m <sup>3</sup> /分)
第二帯水層	49.5	90.0%	0.90
第三帯水層	5.5	10.0%	0.10
合計	55.0	100.0%	1.00

既存井戸の各帯水層のストレーナー長による分配率

帯水層名	ストレーナー長(m)	分配率(%)	分配揚水量(m <sup>3</sup> /分)
第一帯水層	5.5	17.0%	0.20
第二帯水層	22.0	66.0%	0.80
第三帯水層	5.5	17.0%	0.20
合計	33.0	100.0%	1.20

## シミュレーションモデルによる揚水量推定

シミュレーションモデル更新時に、消雪稼働時間実績より予測年別月別消雪井稼働時間を算定している。この予測稼働時間に分配揚水量をかけて各帯水層の予測揚水量とした。

なお、本申請井戸は幹7号線消雪井の堀替え井戸であり、申請井戸掘削時に既存井戸は廃井となる。このため、既存井戸の揚水量を差し引き、申請井戸の予測揚水量を追加するものとした。

年別月別 予測稼働時間(hr)

年/月	11	12	1	2	3	合計
3001	1.3	16.9	101.7	63.2	21.4	204.5
3002	1.3	16.9	101.7	63.2	21.4	204.5
3003	2.6	33.0	198.7	123.5	41.9	399.7
3004	1.3	16.9	101.7	63.2	21.4	204.5
3005	1.3	16.9	101.7	63.2	21.4	204.5
3006	3.3	42.6	256.9	159.7	54.1	516.6
3007	1.3	16.9	101.7	63.2	21.4	204.5
3008	1.3	16.9	101.7	63.2	21.4	204.5
3009	2.0	25.7	155.1	96.4	32.7	311.9
3010	1.3	16.9	101.7	63.2	21.4	204.5

申請井戸の帯水層別予測揚水量

年別月別 第二帯水層揚水量(m<sup>3</sup>/月)

年/月	11	12	1	2	3	合計
3001	70	913	5,492	3,413	1,156	11,043
3002	70	913	5,492	3,413	1,156	11,043
3003	140	1,782	10,730	6,669	2,263	21,584
3004	70	913	5,492	3,413	1,156	11,043
3005	70	913	5,492	3,413	1,156	11,043
3006	178	2,300	13,873	8,624	2,921	27,896
3007	70	913	5,492	3,413	1,156	11,043
3008	70	913	5,492	3,413	1,156	11,043
3009	108	1,388	8,375	5,206	1,766	16,843
3010	70	913	5,492	3,413	1,156	11,043

既存井戸の帯水層別予測揚水量

年別月別 第一帯水層揚水量(m<sup>3</sup>/月)

年/月	11	12	1	2	3	合計
3001	16	203	1,220	758	257	2,454
3002	16	203	1,220	758	257	2,454
3003	31	396	2,384	1,482	503	4,796
3004	16	203	1,220	758	257	2,454
3005	16	203	1,220	758	257	2,454
3006	40	511	3,083	1,916	649	6,199
3007	16	203	1,220	758	257	2,454
3008	16	203	1,220	758	257	2,454
3009	24	308	1,861	1,157	392	3,743
3010	16	203	1,220	758	257	2,454

年別月別 第三帯水層揚水量(m<sup>3</sup>/月)

年/月	11	12	1	2	3	合計
3001	8	101	610	379	128	1,227
3002	8	101	610	379	128	1,227
3003	16	198	1,192	741	251	2,398
3004	8	101	610	379	128	1,227
3005	8	101	610	379	128	1,227
3006	20	256	1,541	958	325	3,100
3007	8	101	610	379	128	1,227
3008	8	101	610	379	128	1,227
3009	12	154	931	578	196	1,871
3010	8	101	610	379	128	1,227

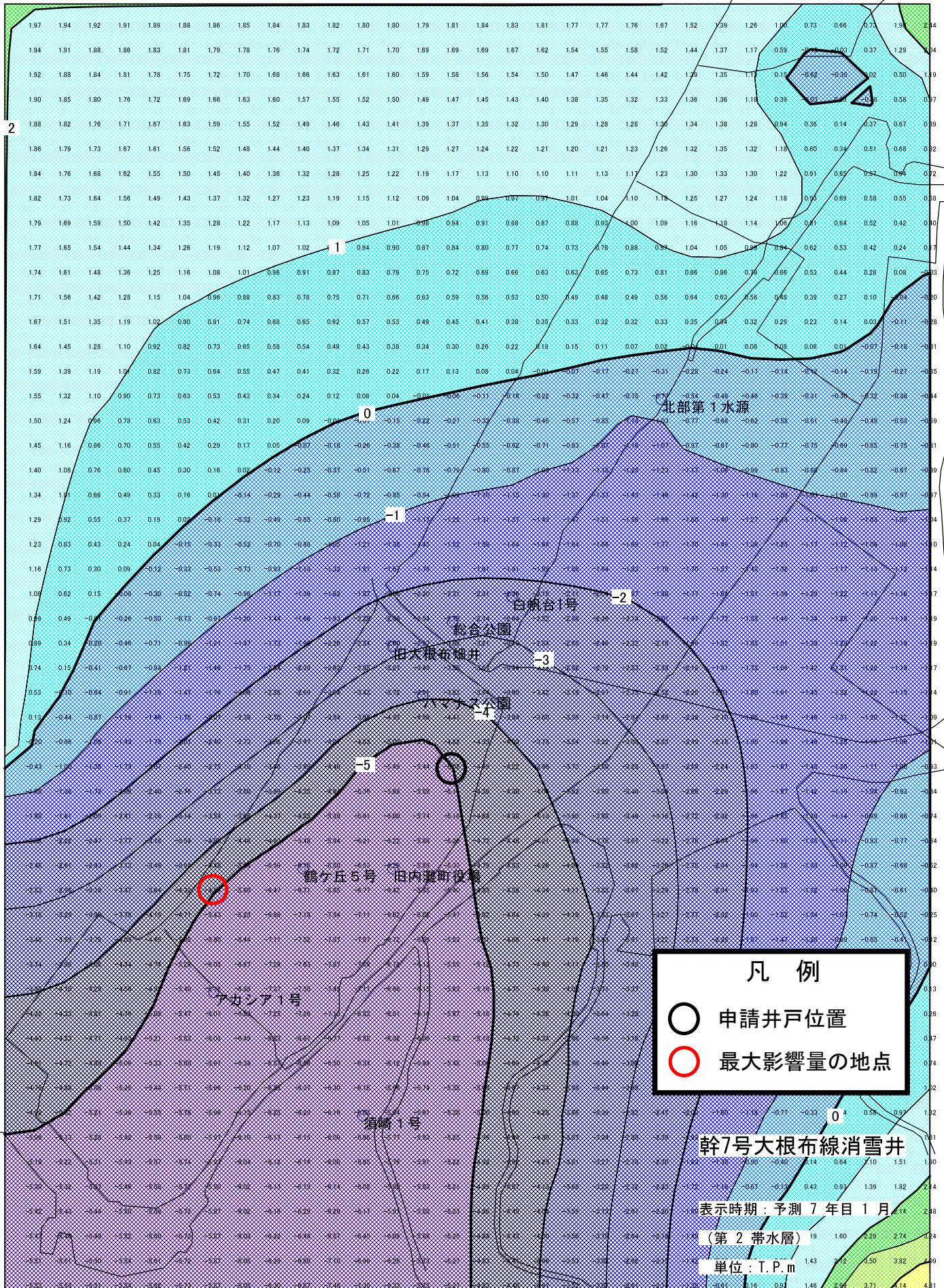
年別月別 第二帯水層揚水量(m<sup>3</sup>/月)

年/月	11	12	1	2	3	合計
3001	62	811	4,882	3,034	1,027	9,816
3002	62	811	4,882	3,034	1,027	9,816
3003	125	1,584	9,538	5,928	2,011	19,186
3004	62	811	4,882	3,034	1,027	9,816
3005	62	811	4,882	3,034	1,027	9,816
3006	158	2,045	12,331	7,666	2,597	24,797
3007	62	811	4,882	3,034	1,027	9,816
3008	62	811	4,882	3,034	1,027	9,816
3009	96	1,234	7,445	4,627	1,570	14,971
3010	62	811	4,882	3,034	1,027	9,816

年別月別 第三帯水層揚水量(m<sup>3</sup>/月)

年/月	11	12	1	2	3	合計
3001	16	203	1,220	758	257	2,454
3002	16	203	1,220	758	257	2,454
3003	31	396	2,384	1,482	503	4,796
3004	16	203	1,220	758	257	2,454
3005	16	203	1,220	758	257	2,454
3006	40	511	3,083	1,916	649	6,199
3007	16	203	1,220	758	257	2,454
3008	16	203	1,220	758	257	2,454
3009	24	308	1,861	1,157	392	3,743
3010	16	203	1,220	758	257	2,454

# 地下水シミュレーション結果 計算水頭表示



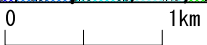
**凡例**

- 申請井戸位置
- 最大影響量の地点

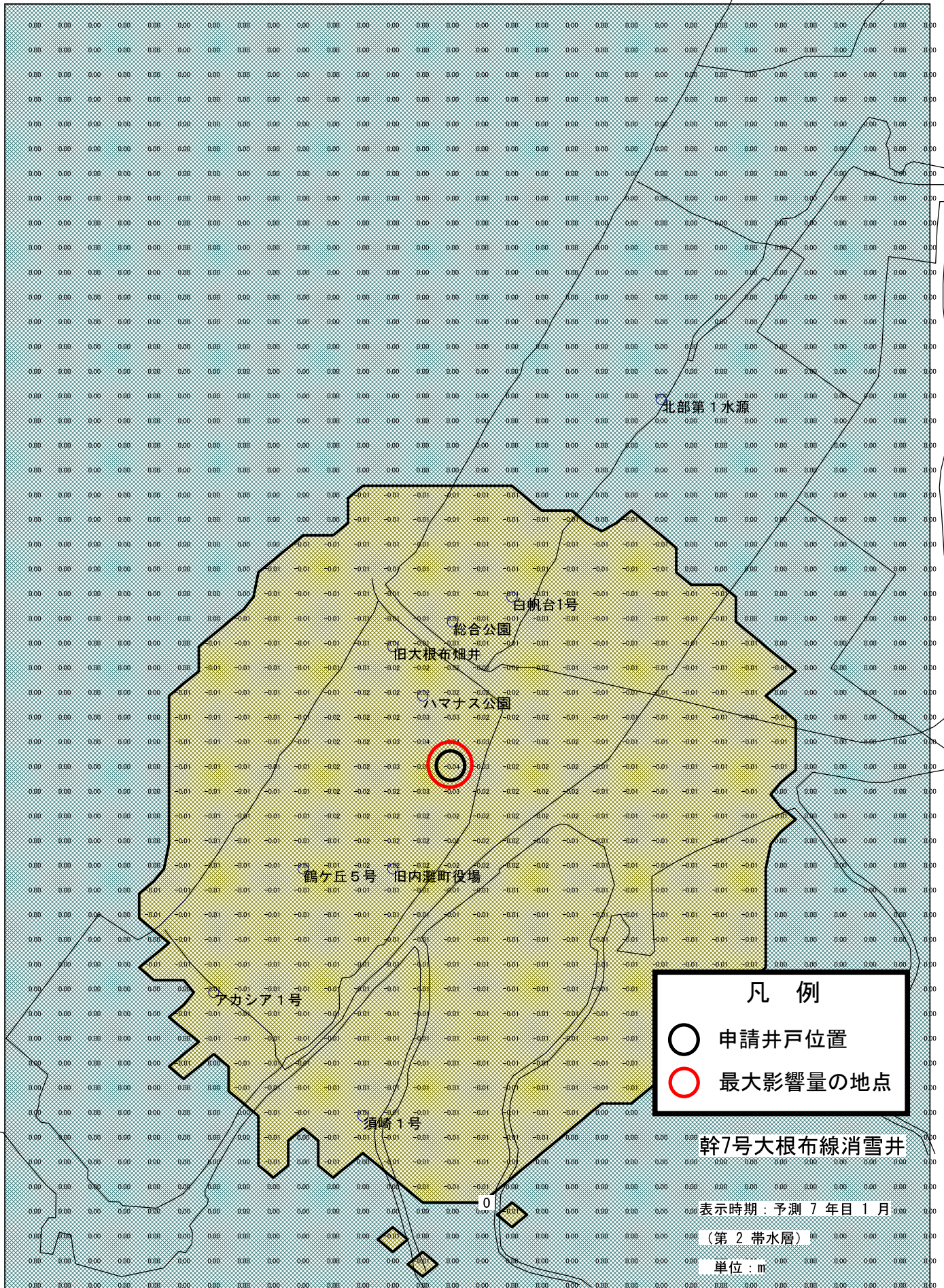
表示時期：予測 7 年目 1 月

(第 2 帯水層)

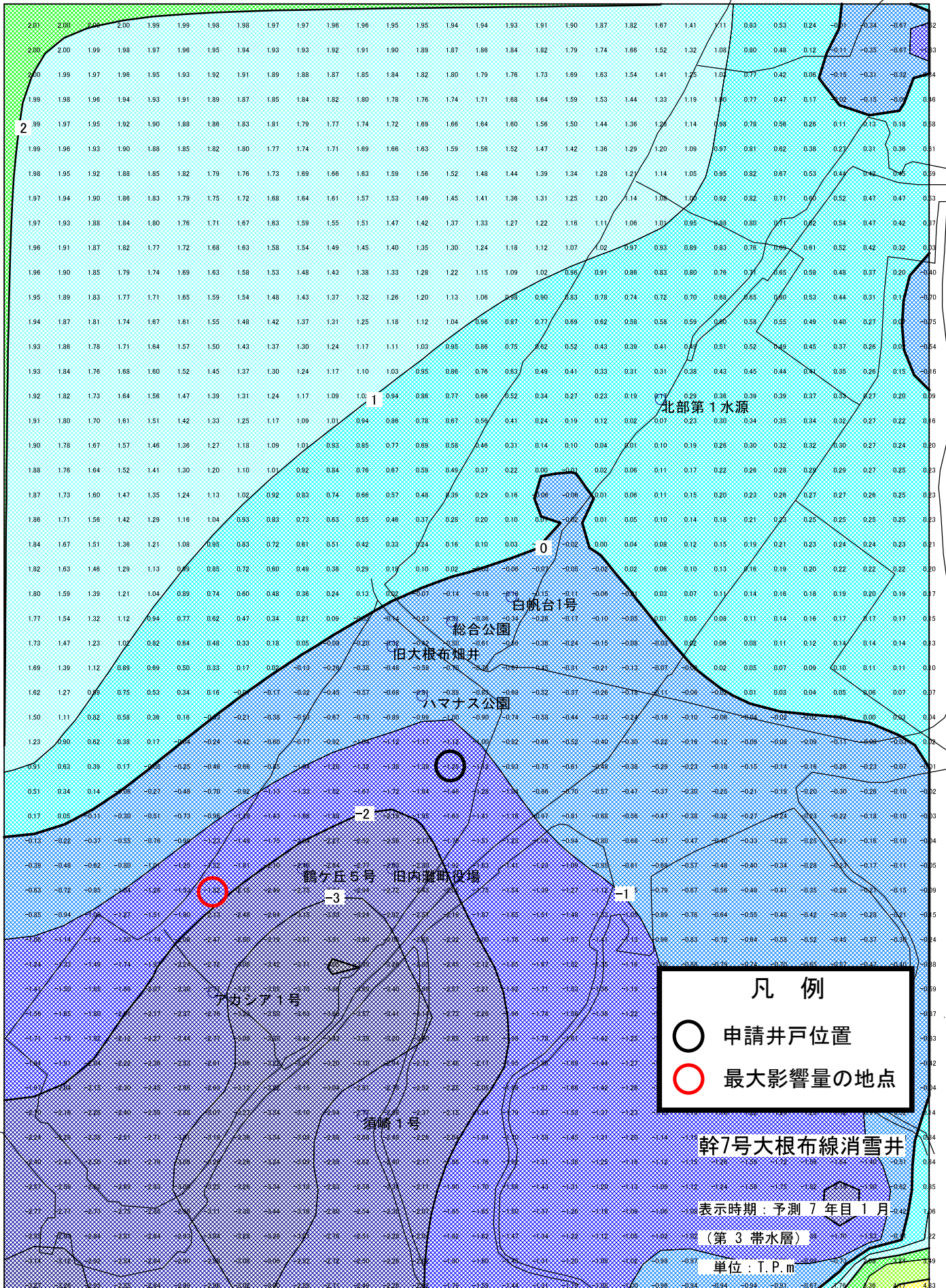
単位：T.P.m



地下水シミュレーション結果 水頭差表示

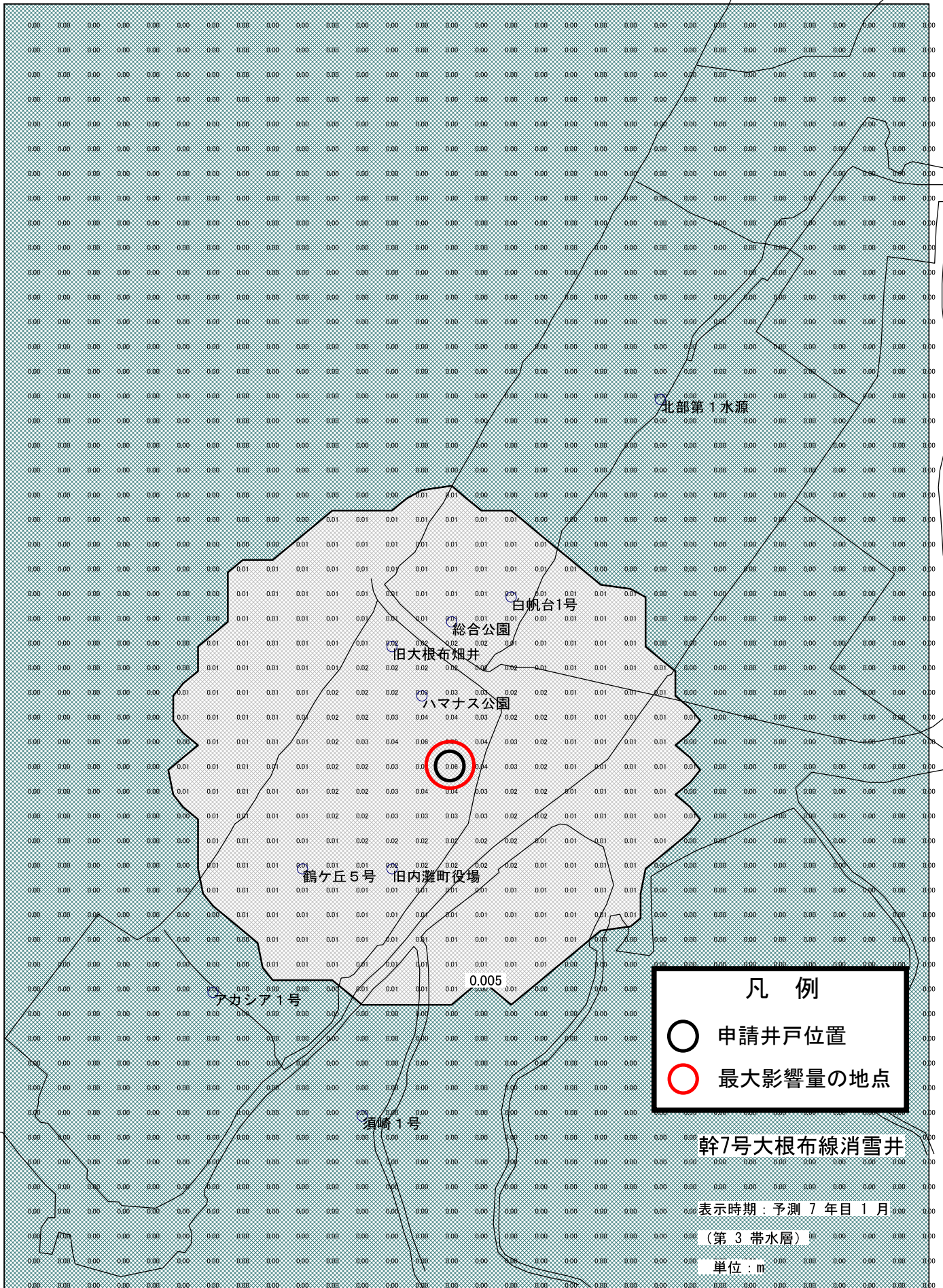


# 地下水シミュレーション結果 計算水頭表示





# 地下水シミュレーション結果 水頭差表示



**凡例**

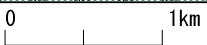
- 申請井戸位置
- 最大影響量の地点

幹7号大根布線消雪井

表示時期: 予測7年目1月

(第3帯水層)

単位: m



揚水による周辺井戸への影響量結果（井戸干渉モデル）

井戸 番号	井戸名称	用途	深度 (m)	取水帯水層		計算結果	
				第二	第三	第二	第三
	申請井戸	消雪用	350.0	○	○	3.97	0.72
26	幹7号線	消雪用	161.0	○	○	2.23	0.41
88	大根布2	消雪用	30.0	-	-	0.92	0.18
87	大根布3-1	消雪用	8.0	-	-	0.83	0.17
101	大根布第2処理場	消雪用	150.0	○	-	0.61	0.13
110	大根布2丁目(内灘農協)	消雪用	165.0	○	○	0.60	0.12
112	大根布4丁目	消雪用	165.0	○	○	0.59	0.12
33	大学第2児童公園	消雪用	150.0	○	-	0.56	0.12
146	大学第二児童公園	消雪用	150.0	○	-	0.56	0.12
43	大徳ハイツ	建築物用	60.0	-	-	0.54	0.11
121	越川酒店	消雪用	90.0	-	-	0.53	0.11
84	まつや内灘支店	建築物用	-	-	-	0.48	0.10
64	学園台ハイム	消雪用	75.0	-	-	0.46	0.10
61	ル・シェール金沢	消雪用	70.0	-	-	0.45	0.10
28	大根布4号線	消雪用	150.0	○	-	0.45	0.10
125	新庁舎駐車場	消雪用	153.0	○	-	0.39	0.09
83	豊彰繊維工業(株)	工業用	29.0	-	-	0.38	0.08
14	金沢医科大学4号井	消雪用	404.0	-	-	0.38	0.08
49	ビジネスホテルサンレーク	建築物用	100.0	-	-	0.37	0.08
45	笹川将人	消雪用	36.0	-	-	0.33	0.08
13	金沢医科大学3号井	水道用	50.0	-	-	0.33	0.08
123	医科大新2号井	水道用	50.0	-	-	0.26	0.06

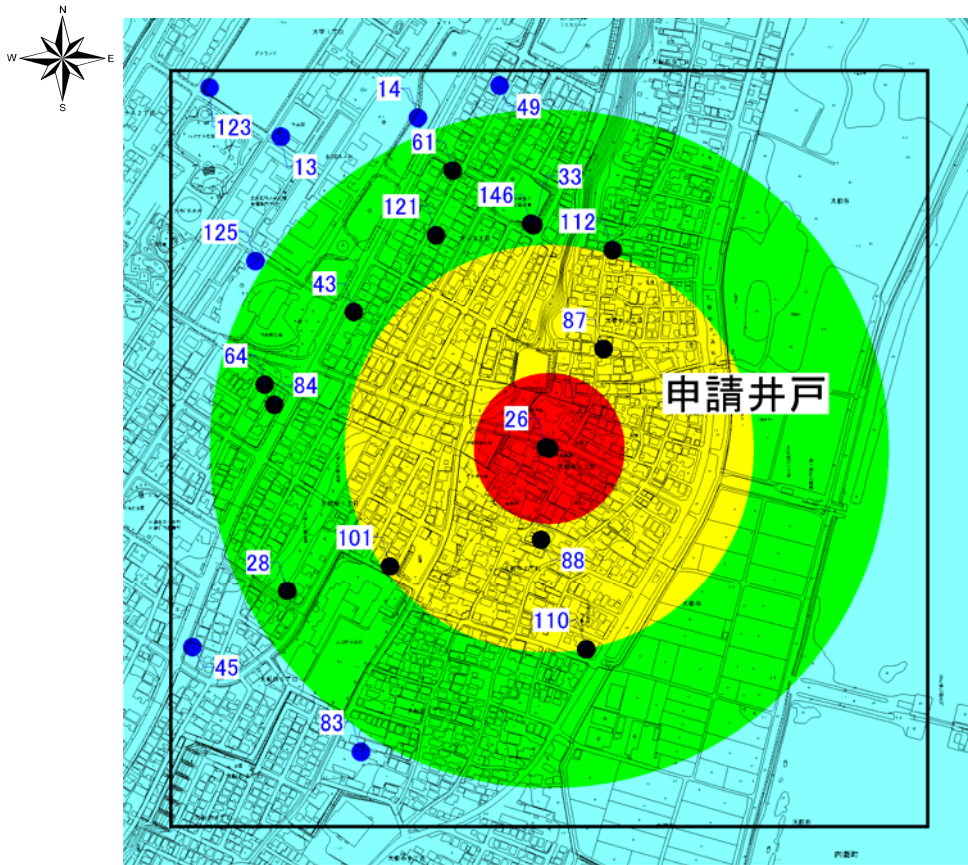
■ : 廃井

## 揚水による周辺井戸への影響（第二帯水層）

### 【予測条件】

- ・ 揚水量 : 0.90 m<sup>3</sup>/分
- ・ 日揚水量 : 1188.0 m<sup>3</sup>/日（22時間）
- ・ 透水量係数 : 500 m<sup>2</sup>/日
- ・ 貯留係数 : 8.00E-4
- ・ 漏水係数 : 1.00E-5 1/日

水位低下量	
□	0.0~0.2m
■	0.2~0.4m
■	0.4~0.6m
■	0.6~1.0m
■	1.0m以上



1:10,000

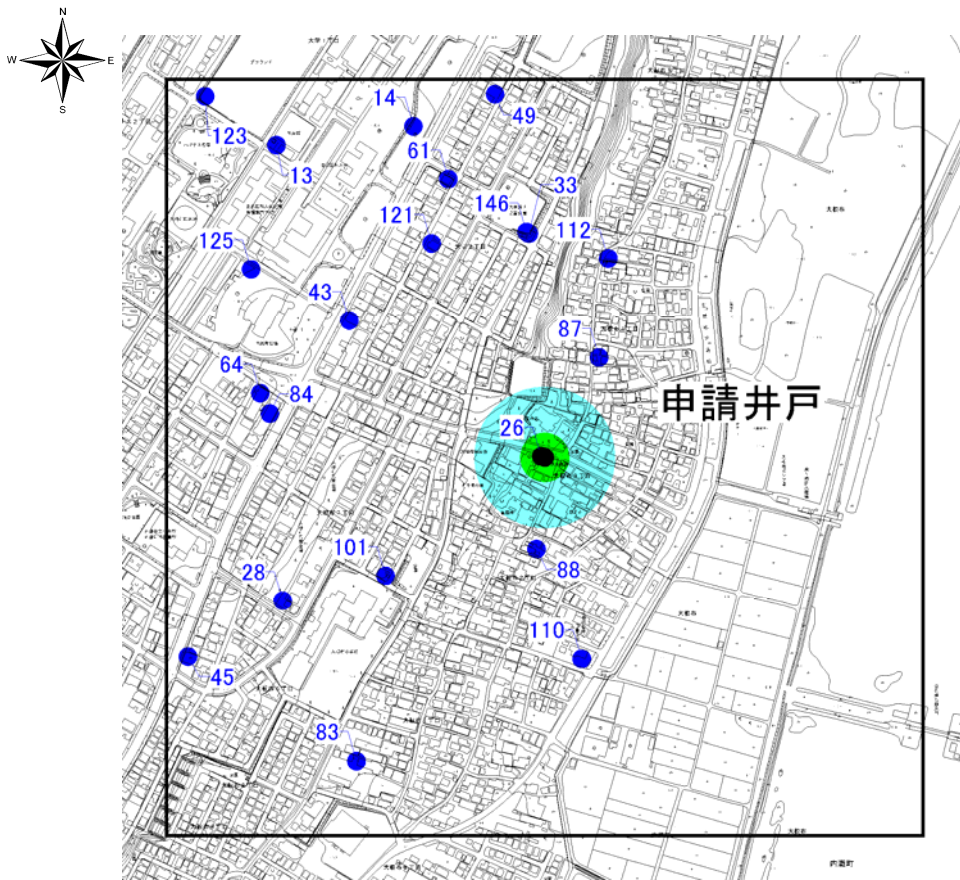
井戸干渉モデル シミュレーション結果(井戸周辺地下水位低下量)

## 揚水による周辺井戸への影響（第三帯水層）

### 【予測条件】

- ・ 揚水量 : 0.10 m<sup>3</sup>/分
- ・ 日揚水量 : 132.0 m<sup>3</sup>/日（22時間）
- ・ 透水量係数 : 315 m<sup>2</sup>/日
- ・ 貯留係数 : 3.00E-4
- ・ 漏水係数 : 1.62E-5 1/日

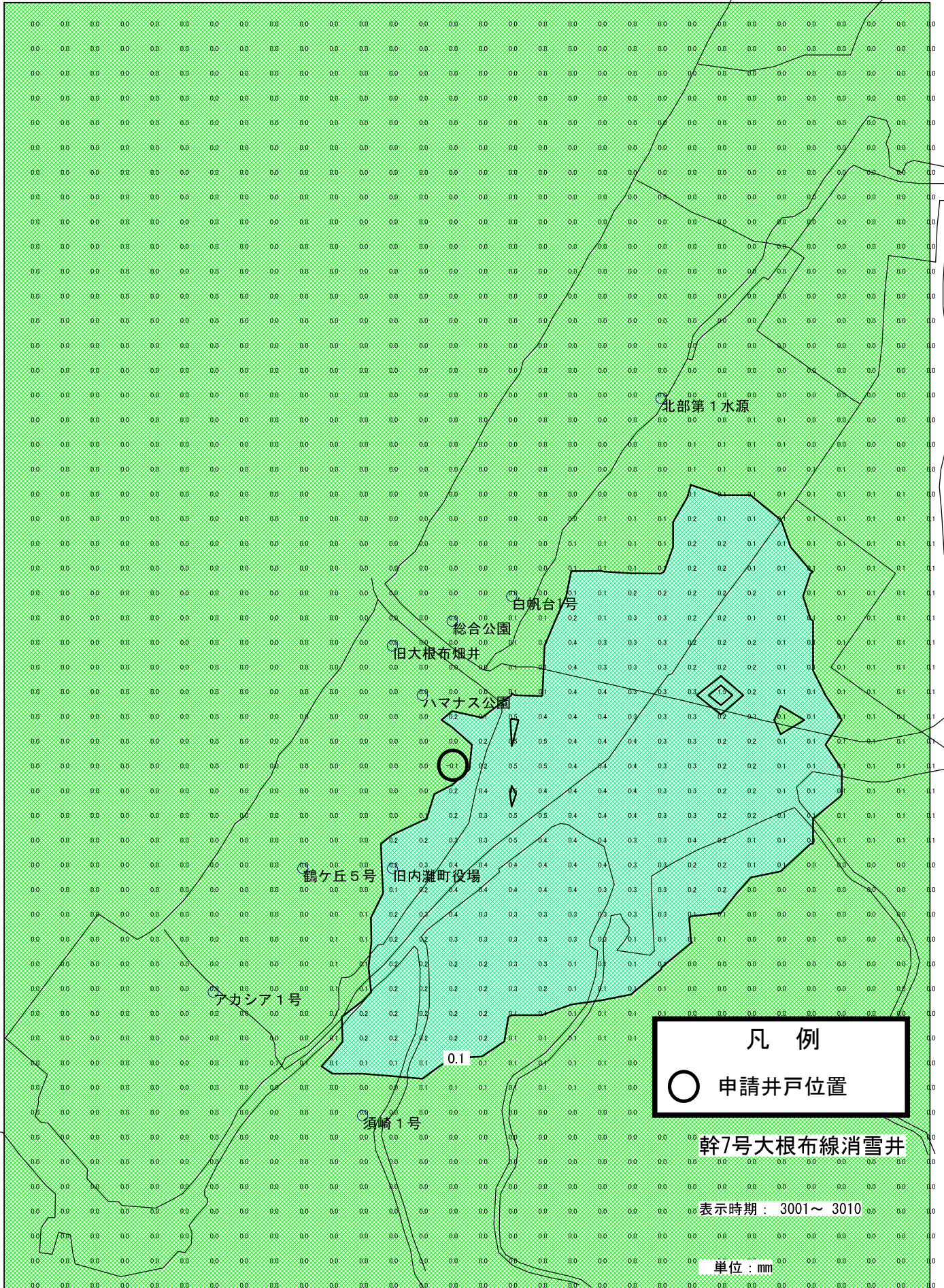
水位低下量	
□	0.0~0.2m
■	0.2~0.4m
■	0.4~0.6m
■	0.6~1.0m
■	1.0m以上



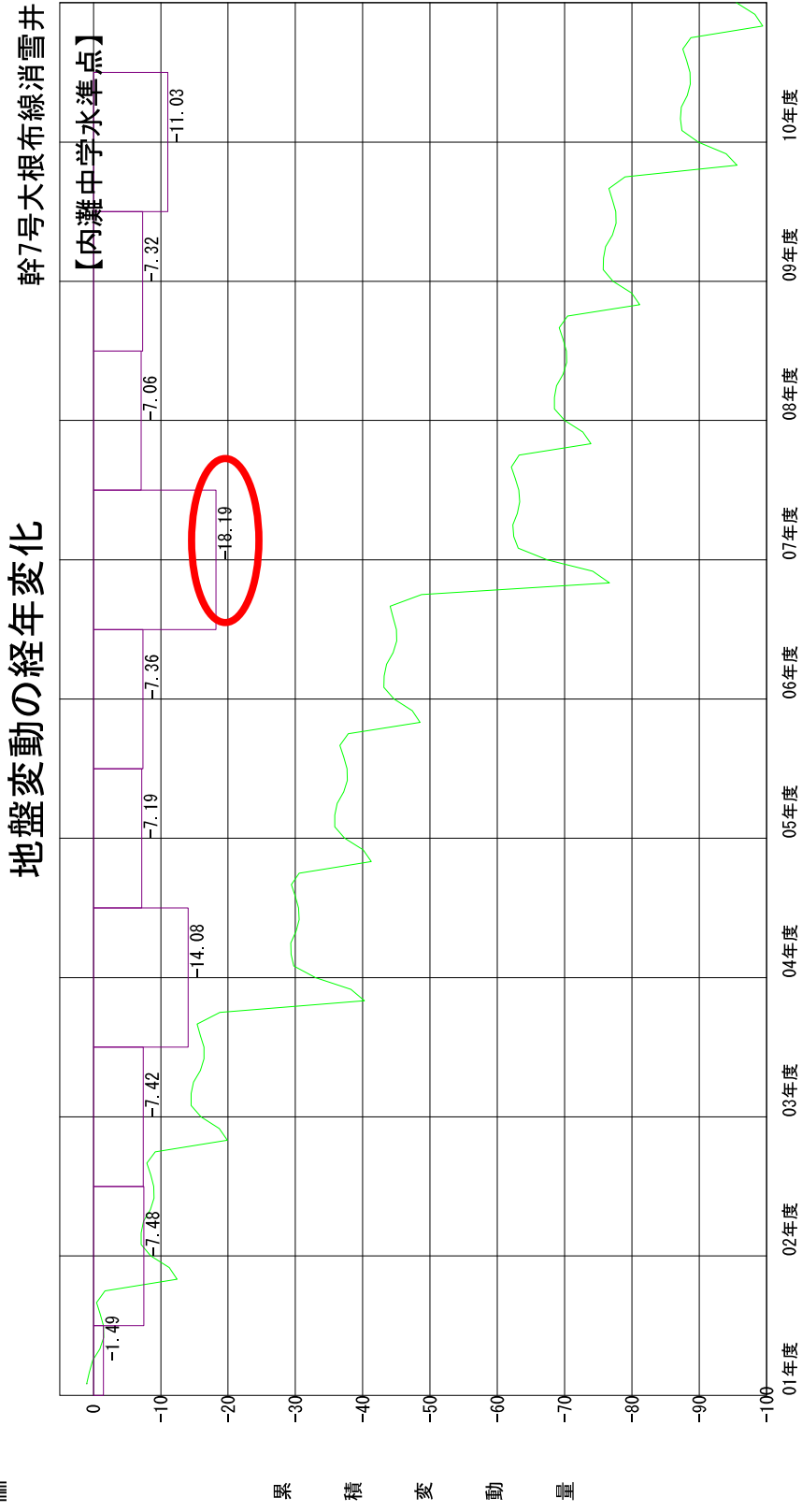
1:10,000

井戸干渉モデル シミュレーション結果(井戸周辺地下水位低下量)

地下水シミュレーション結果 累積沈下量差



mm



— 洪積下層まで