

豊平川水道水源水質保全事業の再評価

厚生労働省所管の国庫補助事業

高度浄水施設等整備費

のうち「水道原水水質改善事業」



令和元年度
札幌市水道局

1

豊平川水道水源水質保全事業の再評価について

1. 本市水道の現状について
2. 事業の概要
3. 事業の進捗状況
4. 事業の再評価とは
5. 評価の実施
6. 評価の結果

2



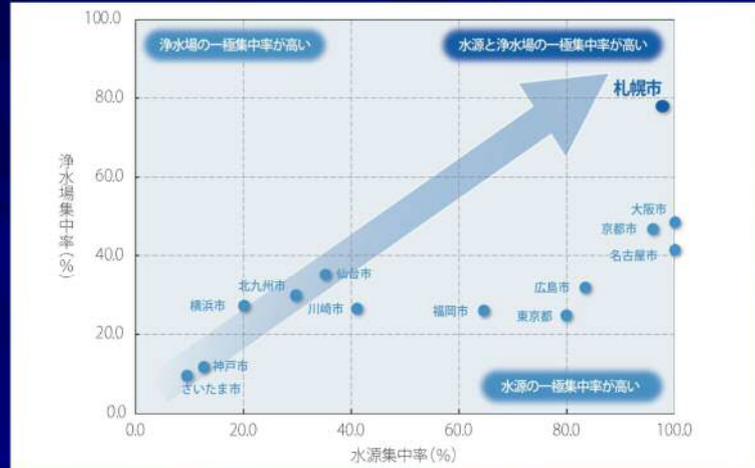
1. 本市水道の現状について



本市水道施設の配置



水源と浄水場の集中率

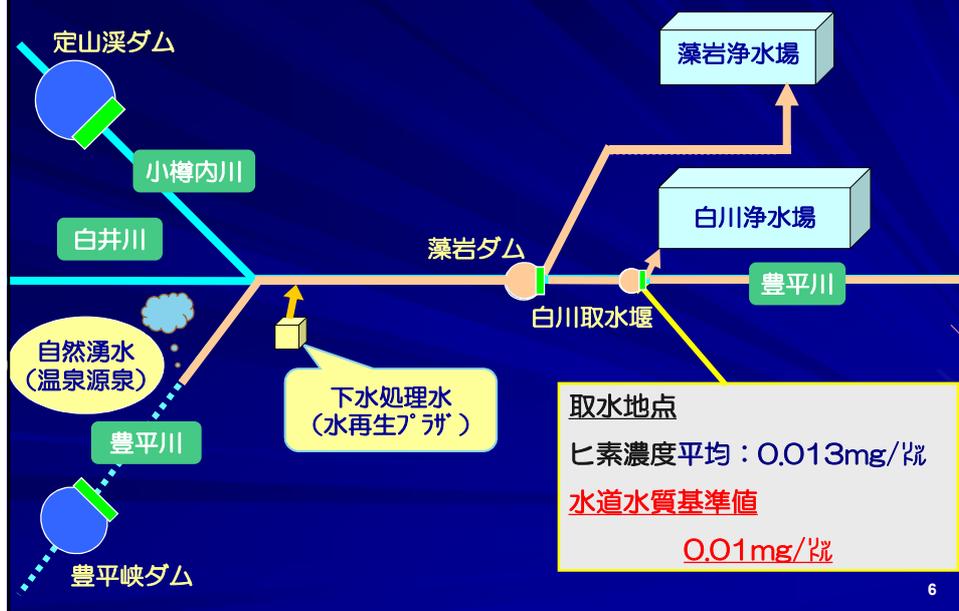


※グラフのデータは各都市のホームページ等の公表資料による（平成26年3月時点）
【出典：札幌水道ビジョン】

水源と浄水能力が1か所に集中
→効率が低い反面、事故・災害のリスクが高い

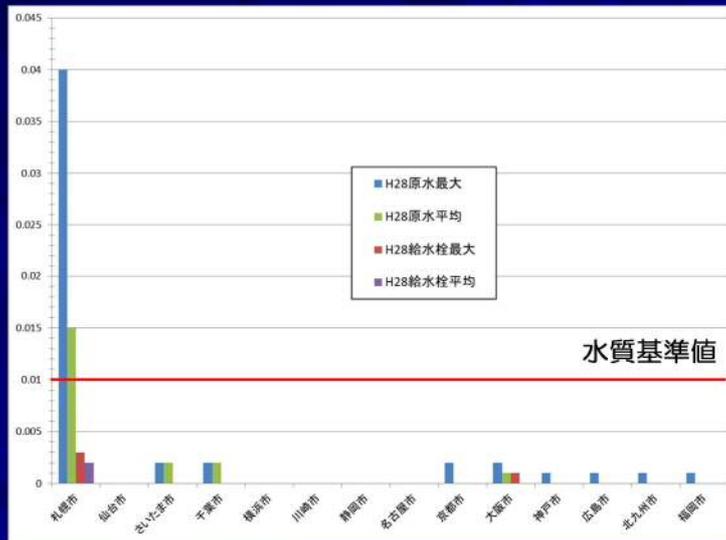
5

恒常的な水質汚染の状況



6

政令市のヒ素濃度比較



※【出典：水道統計 H28（日本水道協会）より集計】

7

突発的な水質汚染の状況



8



2. 事業の概要



9

バイパスシステムの概要



10

事業概要（調査・検討・対外協議等）

調査・検討・対外協議等

- 平成11年度
 - ・ 局内検討開始
- 平成16～20年度
 - ・ 検討会、環境部会（環境調査）
- ※平成17年度 国庫補助事業採択
- 平成18～24年度
 - ・ 調査、設計
 - ・ 関係機関（開発局、北海道等）と事業許可に係る協議
- 平成24～25年度
 - ・ **事業許可（開発局等）**
 - ◆ 河川法変更許可 ー 北海道開発局
 - ◆ 国有林保安林解除 ー 北海道森林管理局
 - ◆ 国立公園内の新築 ー 北海道地方環境事務所

11

事業概要（工事）



当初計画

- 水管橋工事（平成24～27年度）
- 導水路工事（平成26～30年度）
- 取水堰工事（平成29～令和元年度）
- 放水口工事（平成30～令和2年度）
- 放流調整池工事（平成29～令和2年度）

12



3. 事業の進捗状況



事業の進捗状況



- 工事の進捗状況 ※赤字：当初計画からの変更
- 平成24年度 水管橋工事に着手（平成27年度に完成）
 - 平成26年度 導水路工事に着手（令和元年度に完成）
※地下水湧出の影響で進捗遅延
 - 平成29年度 取水堰工事に着手（令和2年度に完成予定）
 - 平成30年度 放水口工事に着手（令和2年度に完成予定）
 - 令和2年度 放流調整池工事に着手予定（令和7年度に完成予定）

事業期間の見直し

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
取水堰	[Bar]									
導水路	[Bar]									
放水口		[Bar]								
放流調整池関連施設		①斜面管路 ②白川接合弁 ③インクライン撤去、④仮設道路撤去								
						⑤分水井 ⑥合流井				
						機械	電気			供用
			放流調整池	[Bar]						
						濃縮槽 天日乾燥床				
						機械	電気			
場内整備・緊急導水管										[Bar]

今後のスケジュール

- 令和2年度 放流調整池関連施設の工事着手（令和7年度に完成予定）
- 令和7年度 供用開始予定
- 令和8年度 白川浄水場への緊急導水管完成予定 ⇒ **事業完了予定**

17

事業費について

当初事業費 ■ 187億円 ⇒ 変更後事業費 ■ 279億円

社会情勢の変化

- 労務費上昇、工事積算基準の改定による経費上昇
- 消費税増税

設計変更、施工計画・施設等の当初計画からの変更等

- 地下水対策工事等の設計変更
- 重金属を含むトンネル掘削土の処分費増加
- 土留め等の施工計画、施設等の一部変更

18



4. 事業の再評価とは



19

事業再評価について

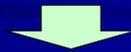
- 水道施設整備に関連する厚生労働省所管の国庫補助事業が対象
- 国庫補助事業の採択後、一定期間を経過した事業や社会経済情勢の変化により事業の見直しの必要が生じた事業等を対象とし、公共事業という観点から、投資に対する効果を客観的に示す必要がある
- 再評価の結果により、事業の「継続」「事業の見直し」「休止」及び「中止」についての対応方針を決める

20

事業再評価を実施する理由

- 平成29-30年度：導水路工事で地下水湧出により進捗に遅れが生じ、工事完了時期が不透明な状況
- 令和元年度：**工事進捗状況や放流調整池関連施設の建設に要する期間を考慮した結果、事業費・事業期間が判明**

水道施設整備事業の評価実施要領等 解説と運用
「社会情勢の急激な変化等により事業の見直しの必要が生じた場合」
に該当すると判断



事業再評価の実施

21

評価項目と判断基準

22

(1) 評価項目

- I. 事業をめぐる社会経済情勢等
- II. 事業の進捗状況
- III. 新技術の活用、コスト縮減及び代替立案の可能性
- IV. 費用対効果分析

(2) 事業の投資効率性の判断基準

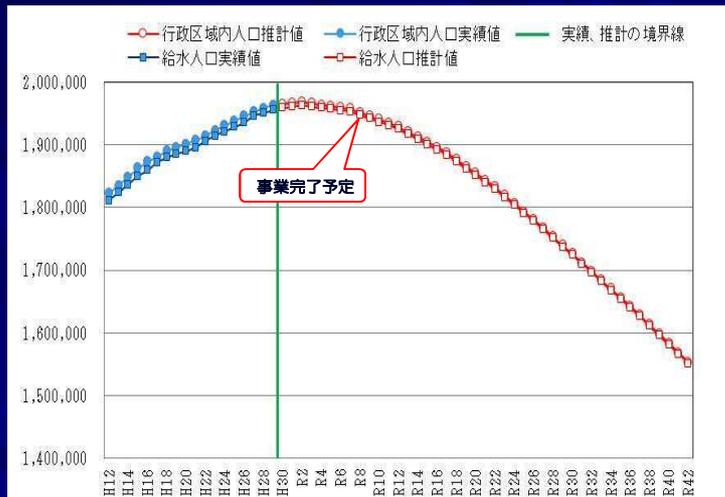
残事業の費用便益比	事業全体の費用便益比	費用便益比による評価結果の取扱い
B/C ≥ 1.0	B/C ≥ 1.0	継続
	B/C < 1.0	基本的に継続だが事業の見直しを行う
B/C < 1.0	B/C ≥ 1.0	事業の見直しを行った上で対応を検討
	B/C < 1.0	基本的に中止



5. 評価の実施



社会経済情勢（人口）

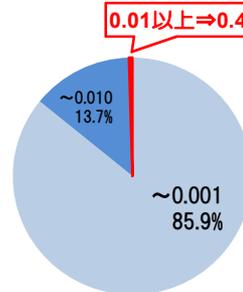


※札幌市が平成27年国勢調査をもとに行った人口推計に基づき給水人口を予測

社会経済情勢（原水の水質）

	都市名称	浄水場名称	水源	浄水量 (m3/d)	ヒ素濃度 ave[mg/L]	ヒ素濃度 max[mg/L]
1	N県N市	K	表流水	0.4万	0.042	0.060
2	H県T市	H	地下水	0.4万	0.022	0.037
3	G県N町	S	表流水	0.2万	0.019	-
4	北海道S町	K	地下水	0.5万	0.017	0.021
5	北海道札幌市	白川	表流水	42.6万	0.015	0.040
6	北海道札幌市	兼岩	表流水	8.8万	0.014	0.046
7	K府M市	M	地下水	0.9万	0.013	0.024
8	K県A市	T	地下水	0.3万	0.013	-
9	北海道B町	B	表流水	1.4万	0.012	0.013
10	T県町	F	地下水	0.3万	0.012	-

原水ヒ素濃度の状況（平均）



※全国5,962浄水場の統計データを集計【出典：水道統計 H28（日本水道協会）より集計】
 ※浄水量0.1万m3/d以上を抽出

※全国的に原水ヒ素濃度が水質基準を超過する事例は極めて少ない
 ※飲料水中のヒ素濃度をできるだけ最小限に維持することが望まれる
 （厚生労働省厚生科学審議会生活環境水道部会）

代替案の可能性

項目	ダム放流水による希釈案	ダム直接導水案	高度処理案	バイパス案
計画概要	ダムの運用見直しにより放流量を増加させ、水道原水の水質改善を図る案	豊平峡ダム、定山溪ダムから白川浄水場へ直接導水する案	白川浄水場・兼岩浄水場に高度処理施設を付加し、水道水の水質改善を図る案	温泉水や下水処理水の影響を排除して水道原水の水質改善を図る案
水道原水水質	希釈水量が不足	清潔なダム貯留水を直接導水	処理施設で除去する	自然湧水や下水処理水の影響を排除し良質な原水確保
事業費	なし	349 億円	8,920 億円	279 億円
水質改善	× 希釈できない	△ 白川の水質は改善、兼岩が悪化	○ RO膜の導入が前提だが、改善	○ ヒ素・ホウ素及び下水を排除、改善
災害対策	× 対応できない	○ 水量確保は可能	× 処理能力の低下により対応不可	○ 災害時に原水を一部導水可能
経済性	- 評価できない	△ 建設費が比較的高価	× 建設費が高価	○ 建設費が安価
総合評価	×	△	△	○

※代替案は、事業費がバイパス施設案よりも高額になるか、水質影響要因の抜本的な解決策にはならない ⇒ 有効な代替案にはなり得ないと判断

費用対効果分析について

- ・ 国庫補助対象事業に対し、厚生労働省通知（H23.7）の「水道事業の費用対効果分析マニュアル」に基づいて実施する

- ・ 建設期間は工事着手（H24）から事業完了（R8）予定まで15年間



年次算定法による評価

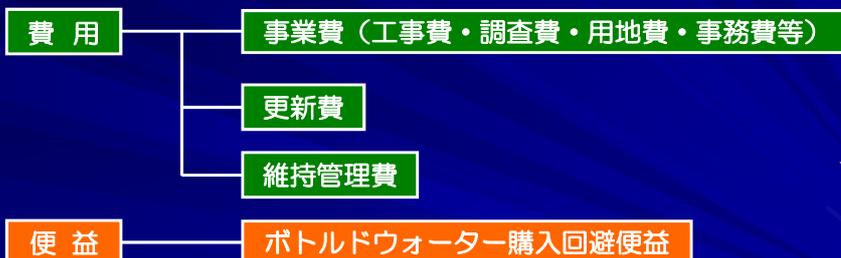
- ◆ 年次算定法により「豊平川水道水源水質保全事業」の費用対効果分析を行う
- ◆ 再評価時における分析は、「事業全体」と「残事業」の両面から費用便益比の評価を実施する

27

年次算定法の概要

年次算定法

- <算定条件>
- ① 基準年度：評価を実施する令和元年度
 - ② 算定期間：事業完了後50年（令和58年度まで）
 - ③ 算定期間中、耐用年数ごとに更新費用を見込む



- ・ 費用及び便益の算定・・・物価変動分を除外するためにデフレーターにより基準年度の実質価格に変換した上で、社会的割引率4%を用いて現在価値化を行う。
- ・ 年度別現在価値化費用・便益を合算して総費用・総便益を算定する。

28

便益の算出（回避支出法）

便益

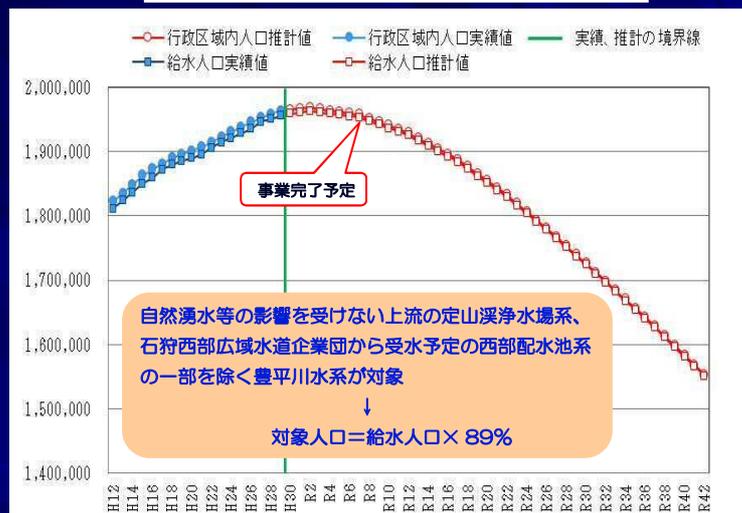
ボトルドウォーター購入回避便益



- ・便益は、バイパスシステムを整備しない場合において、ヒ素の水質目標値を上回る日に、需要者が飲料水としてボトルドウォーターを購入する費用を計上する。
- ・水質目標値を上回ると予想される21日、対象人口約138～174万人とし、ボトルドウォーター「1人1日当たり2瓶」を購入する費用を回避できるものとする。
- ・ボトルドウォーターの価格は、総務省の小売物価統計調査に基づく2瓶当りの単価94円（税抜）を採用する。

29

対象人口



※ 本事業は、白川及び藻岩浄水場での浄水中のヒ素濃度が水質目標値を上回るときにボトルドウォーターで代替する回避支出法を用いる

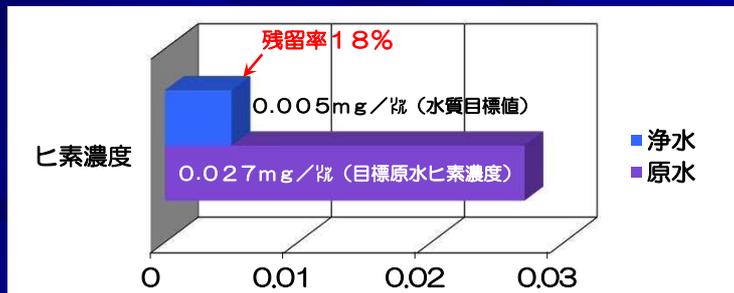
※ ボトルドウォーターの対象人口を予測するために、給水人口の将来推計のみ使用

30

水質目標値の考え方

シミュレーションによる予測

- ヒ素の水質目標値 $0.005\text{mg}/\text{㍓}$
- 浄水場での平均ヒ素除去率 82% \Rightarrow ヒ素残留率 18%
- 水質目標値 \div ヒ素残留率 = 目標原水ヒ素濃度 $0.027\text{mg}/\text{㍓}$
- ヒ素濃度測定頻度は月1回であり、10ヵ年120回の測定データより原水ヒ素濃度 $0.027\text{mg}/\text{㍓}$ を上回るのは7回
- 水質目標値を上回る割合から、 $7 \div 120 \times 365 = \text{約}21\text{日}/\text{年}$

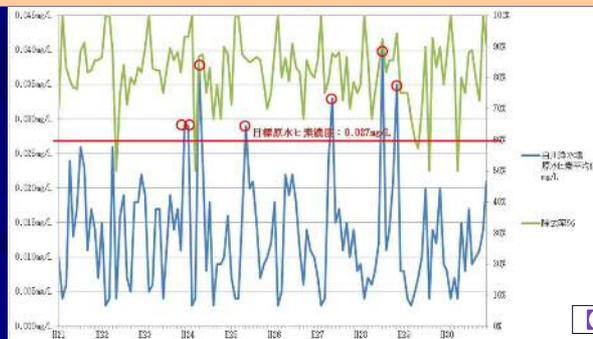


31

水質目標値の考え方

シミュレーションによる予測

- ヒ素の水質目標値 $0.005\text{mg}/\text{㍓}$
- 浄水場での平均ヒ素除去率 82% \Rightarrow ヒ素残留率 18%
- 水質目標値 \div ヒ素残留率 = 目標原水ヒ素濃度 $0.027\text{mg}/\text{㍓}$
- ヒ素濃度測定頻度は月1回であり、10ヵ年120回の測定データより原水ヒ素濃度 $0.027\text{mg}/\text{㍓}$ を上回るのは7回 (下グラフ)
- 水質目標値を上回る割合から、 $7 \div 120 \times 365 = \text{約}21\text{日}/\text{年}$



【出典：水量水質年報】

32

研究成果に基づく必要量の設定

最新の研究成果

・潜在的水道水摂取量 (pTWI)

水道水直接摂取量：蛇口などから直接飲用する摂取量

水道水間接摂取量：調理した食品経由としてご飯やスープなどからの摂取量

水道水補完量：水道水を補完する飲みものとしてボトル水及び清涼飲料水の摂取量

＝冬季：約1.6㍓、夏季：約1.8㍓

- ・「水道における水質リスク評価および管理に関する総合研究」（厚生労働科学研究費補助金）平成27年度報告書より

- ・ pTWI は季節により変動し、約1.6～1.8㍓である。

- ・ 実際にボトルドウォーターで代替するケースを想定すると、入手するときの購入単位は、2㍓、1.5㍓、1㍓などが考えられるが、pTWI を満足できる最小購入単位「2㍓」を必要量とする。

33

事業の費用便益比

項目		総費用・総便益 (千円) (現在価値化前)		総費用・総便益 (千円) (現在価値化後)
費用	事業費 (更新費含む)		デフレーター・社会的割引率を用いて現在価値化(更新後の残存価格を控除)	
	取水、導水路、放流調整池	20,338,983		22,839,243
	機械設備 (取水及び放流調整池)	10,132,309		5,063,806
	用地費	65,659		95,666
	合計	30,536,951		27,998,715
維持管理費	放流調整池及び取水設備	12,136,572	4,065,752	
	合計	12,136,572	4,065,752	
	合計(C)	—	32,064,467	
便益	ボトルドウォーター購入回避便益	152,848,577	53,591,683	
	合計(B)	—	53,591,683	
費用便益比(事業全体)		B/C=	1.67 (≥1.0)	

34

事業の費用便益比

		項目	総費用・総便益 (千円) (現在価値化前)		総費用・総便益 (千円) (現在価値化後)
費用	事業費 (更新費含む)	取水、導水路、放流調整池	6,150,163	デフレータ・ 社会的割引率 を用いて現在 価値化(更新 後の残存価格 も考慮)	6,888,389
		機械設備 (取水及び放流調整池)	9,918,578		4,765,996
		用地費	223		214
	合計	16,068,964	11,654,599		
	維持管理費	放流調整池及び取水設備	12,136,572		4,065,752
	合計	12,136,572	4,065,752		
合計(C)			—		15,720,351
便益		ボトルドウォーター購入回避便益	152,848,577		53,591,683
	合計(B)		—		53,591,683
費用便益比(残事業)			B/C=	3.41 (≥1.0)	

35

6. 評価の結果



36

事業再評価の結果

I. 事業をめぐる社会経済情勢等	○
II. 事業の進捗状況	○
III. 新技術の活用、コスト縮減及び代替立案の可能性	○
IV. 費用対効果分析	○

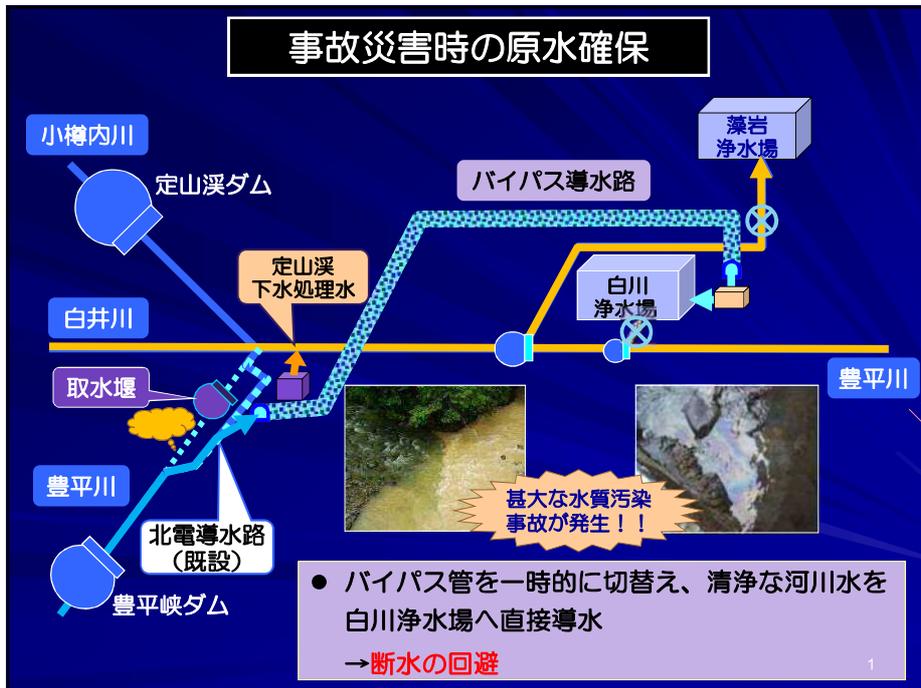
豊平川水道水源水質保全事業の再評価

【資料編】



令和元年度
札幌市水道局

事故災害時の原水確保



現状との比較

項目	現状	バイパス+処理案	バイパス+無処理案(参考)
計画概要	水質悪化要因であるヒ素等を含む自然湧水、下水処理水が水道原水に混入している状況。	水質悪化要因である自然湧水、下水処理水を導水路を用いて白川浄水場の下流まで運び、放流調整池でヒ素を除去した後、放流する。	水質悪化要因である自然湧水、下水処理水を導水路を用いて白川浄水場の下流まで運び、無処理で放流する。
水質(浄水)	× 浄水中にヒ素が残留する。	○ ヒ素等の抜本的な排除が可能となる。	○ ヒ素等の抜本的な排除が可能となる。
水質(下流)	△ 現状でも葦南橋地点のヒ素濃度は、0.01mg/L程度	△ 放流地点下流の水質を保全する。 葦南橋地点ヒ素濃度予測値：0.01mg/L	× 放流地点下流の水質が悪化する。 葦南橋地点ヒ素濃度予測値：0.06mg/L
災害対策	× 対応できない	○ 災害時に原水を一部導水可能	○ 災害時に原水を一部導水可能
経済性	○ 施設建設費等が不要 維持管理費が不要	△ 施設建設費等が必要 維持管理費が必要	○ 放流調整池建設費等が不要 維持管理費が大幅に減額
許認可(河川法)	— 許認可不要	○ 下流の水質を保全することを前提に許可済	× 放流地点下流の水質を保全することを前提に河川管理者から水利権の許可を得ていることから、そもそも取水が認められない。
評価	△	○	—