

## 豊平川水道水源水質保全事業の概要

① 本事業は、札幌水道ビジョンに掲げた「安全で良質な水をいつまでも安定して供給する」ために、水道原水水質の改善に必要な以下の施設を整備するものである。

- 取水堰 [洪水吐：13.9m×1.6m～2門、土砂吐：10.0m×1.89m～1門]
- 導水路 [総延長：約10km（取水堰～水管橋φ2.0m、水管橋～白川浄水場φ2.2m）]
- 水管橋 [橋長60m、通水管φ2.0m]
- 放流調整池 [凝集沈殿処理方式]
- 放水管路 [約430m、φ1.5m]



② 現状の本市水道システムには、以下のような課題がある。

- 水源である豊平峡ダムと定山溪ダムには良質な原水が蓄えられているが、ダムから浄水場まで流下する過程で、ヒ素等を含む自然湧水が恒常的に流入している。
- 現在、本市の水道水のヒ素等は水質基準を満足しているが、全国的にみても高い状況にあり、水道水中から最大限取り除く必要がある。
- 定山溪水再生プラザの下水処理水が恒常的に流入している。
- 本市水源の豊平川上流域で事故・災害が発生した場合の断水リスク等が潜在化している。

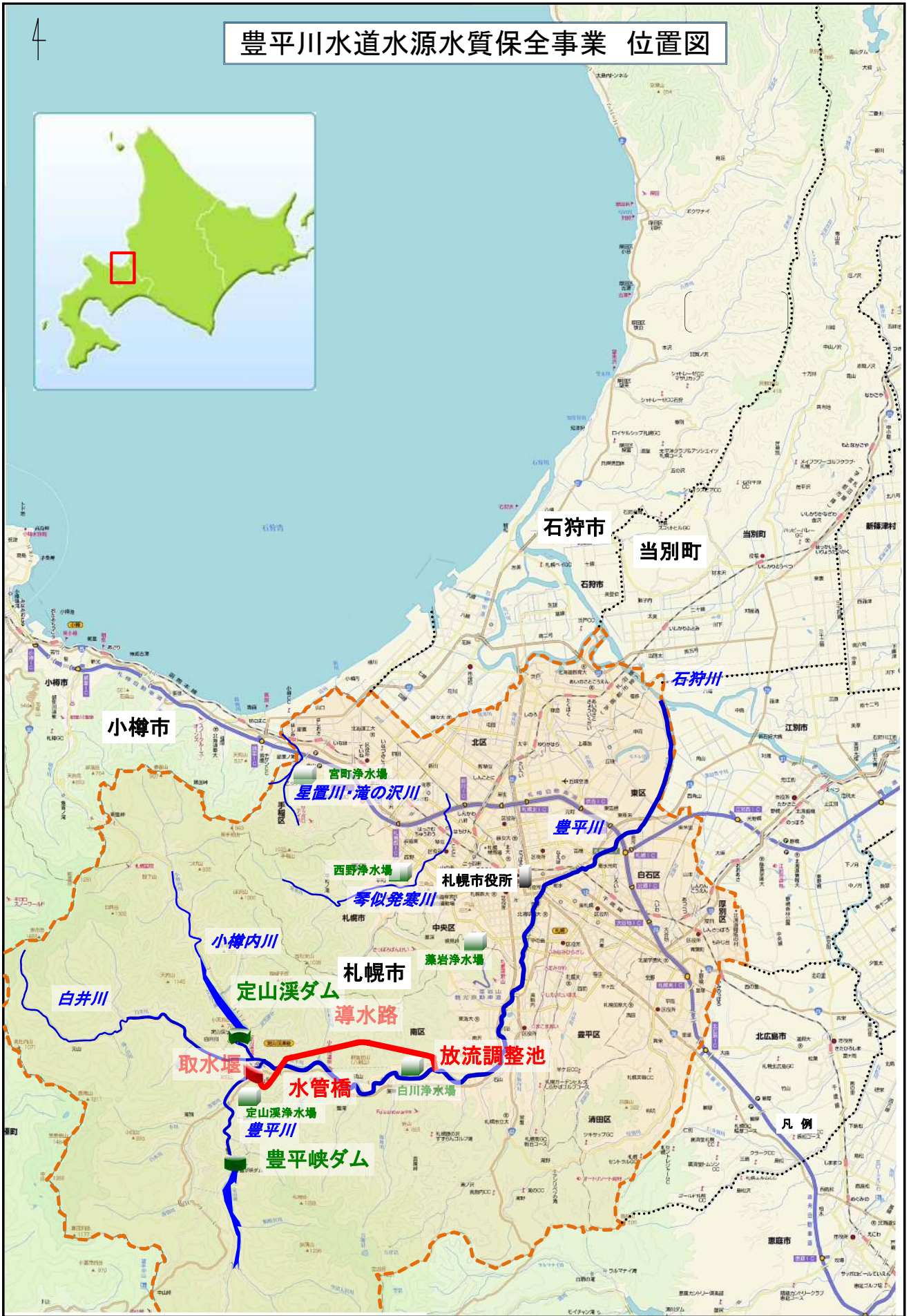
③ これらの課題を解決するため、以下の内容を目的として本事業を実施している。

- 水道原水水質改善 [主たる効果 (定量的)]  
定山溪温泉地区のヒ素等を含む自然湧水や下水処理水を白川浄水場下流まで導水路でバイパスし、水道原水からリスク要因を抜本的に取り除く。
- 事故災害時の対応 [副次的効果 (定性的)]  
事故災害による水質汚染時には、一時的に流れを切り替え、導水路を利用して豊平川上流部の良質な河川水を浄水場まで運んで浄水処理することにより、断水することなく水道水を供給することができる。

④ 見込まれるその他の効果

- 本事業の供用開始後には、原水から抜本的にヒ素やホウ素等が取り除かれるため、これまで困難だった浄水汚泥の資源循環などの促進を図ることができる可能性がある。

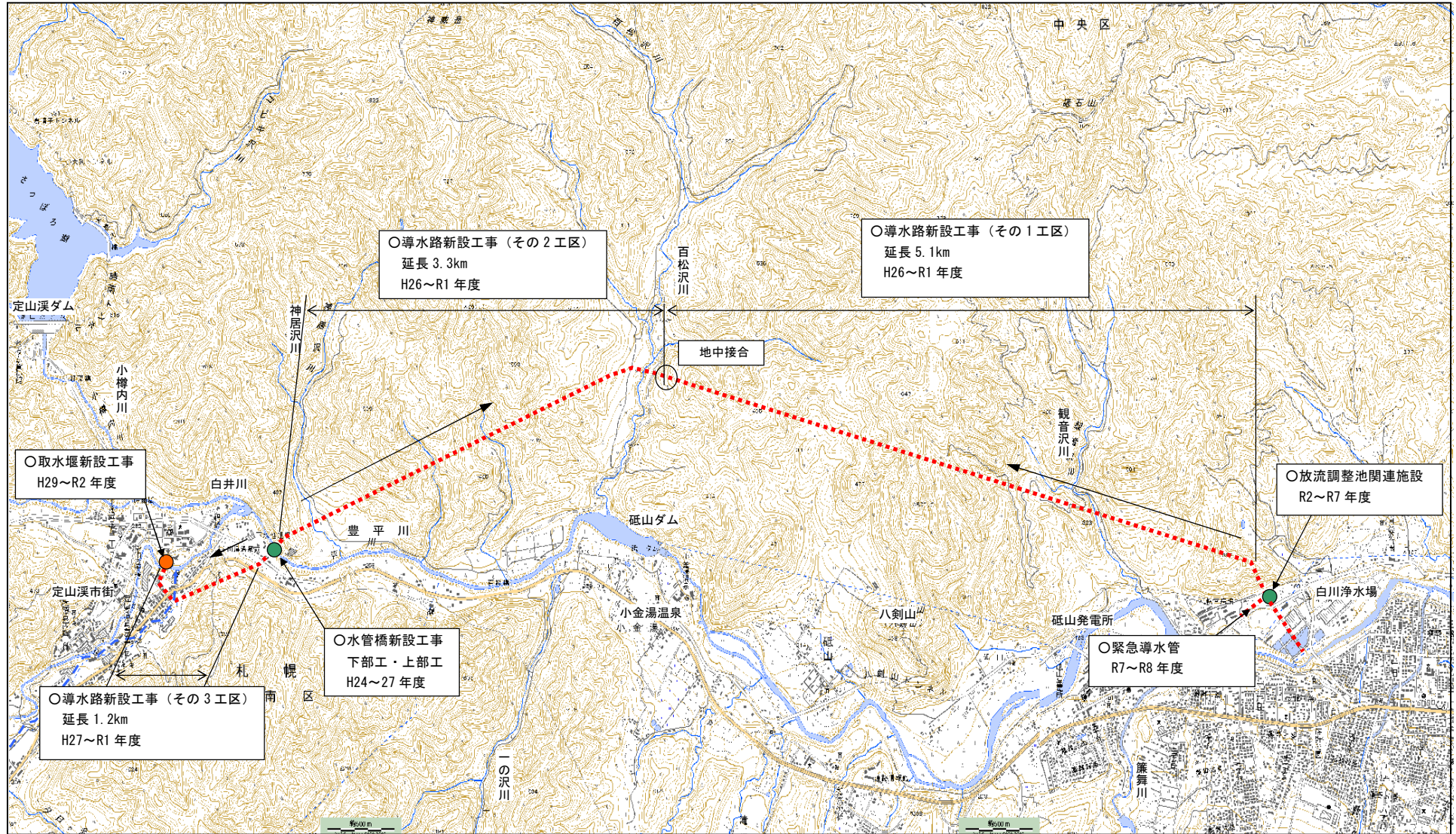
# 豊平川水道水源水質保全事業 位置図





# 豊平川水道水源水質保全事業 概要図

別紙



# 豊平川水道水源水質保全事業

## 再評価報告書

高度浄水施設等整備費国庫補助事業

(水道原水水質改善事業)

令和元年度

札幌市水道局

評価の内容（2019（令和元）年度実施）

■事業の概要			
事業主体	札幌市	事業名	豊平川水道水源水質保全事業
事業箇所	札幌市南区定山溪他	補助区分	高度浄水施設等整備費－水道原水水質改善事業
事業着手年度	2005（平成17）年度	工期	2005（平成17）年度～2026（令和8）年度
総事業費	約279億円（税込）		
<p>本事業は、本市水道水源の98%を担う豊平川の原水水質を改善するために、以下の施設を整備するものである。</p> <p>① 取水堰 [洪水吐：13.9m×1.6m～2門、土砂吐：10.0m×1.89m～1門]</p> <p>② 導水路 [総延長：約10km：取水堰～水管橋φ2.0m、水管橋～白川浄水場φ2.2m]</p> <p>③ 水管橋 [橋長60m、通水管φ2.0m]</p> <p>④ 放流調整池 [凝集沈殿処理方式]</p> <p>⑤ 放水管路（吐口工）</p> <p>本事業は、2005（平成17）年度に事業の採択を受けたのち、関係機関との協議を進め2012（平成24）年度には本体工事に着手し、2026（令和8）年度の事業完了に向け鋭意事業を進めているところである。</p>			
<p>概要図</p> <p>別紙参照とする。</p>			
<p>目的、必要性</p> <p>先述のとおり、本市水道水源は98%を豊平川に依存している。この内、約8割は豊平峡ダム及び定山溪ダムの貯留水であり、両ダムの集水区域は大部分が支笏洞爺国立公園や国有林野内にあることから良質な水源である。</p> <p>しかし、両ダムから放流された水道原水には、浄水場まで流下する過程で、定山溪地区の河床から発生するヒ素やホウ素等を含んだ自然湧水及び定山溪水再生プラザの下水処理水が恒常的に流入している状況にある。</p> <p>本市は、このような状況に対し24時間の水源監視を行うとともに、長年蓄積した技術と経験に基づいた適切な浄水処理により、安定的に水道水を日々市民に供給し続けているが、2015（平成27）年3月に策定した「札幌水道ビジョン」の目標である「安全で良質な水を安定して供給する」ためにも、流入する自然湧水等への抜本的な対策が必要である。</p> <p>本事業は、豊平川上流部のヒ素やホウ素等を含む自然湧水や下水処理水を取水設備で取り入れ、導水路及び水管橋を経由し、本市基幹浄水場である白川浄水場取水地点の下流に迂回・放水して河川水から抜本的に取り除き、より安全で良質な水道原水を確保することを目的としており、札幌水道ビジョンの目標達成に大いに資するものである。</p> <p>なお、放水地点より下流の河川水質の維持・保全を考慮し、放流調整池で一定程度のヒ素を除去するものとする。</p>			



## 経緯

本市は、本事業の実施に向けて1999（平成11）年度から調査検討を行ってきた。2003（平成15）年度及び2004（平成16）年度には、厚生労働省が所管する「水道水源水質保全試行事業（調査費補助）」の採択を受け、補助金を活用して検討を進めてきた。

検討にあたっては、2003（平成15）年度に学識経験者及び河川管理者など関係者との事前連絡会議を実施し、2004（平成16）年度には学識経験者を座長とする検討会に発展させ、水道局だけではなく、河川や環境などの多様な関係者と、専門的かつ多面的にコミュニケーションを図りながら取り組んできた。

2005（平成17）年度からは、それまでの検討結果を踏まえ、新たに厚生労働省が所管する「水道原水水質改善事業」の採択を受けたことから、安全で良質な水をいつまでも安定して供給するために、水道原水水質改善施設（以下、「バイパス施設」という。）の新設による本市水道システムのレベルアップを目指して調査・設計等を行うとともに2010（平成22）年度から用地取得を開始し、2012（平成24）年度からは本体工事に着手している。

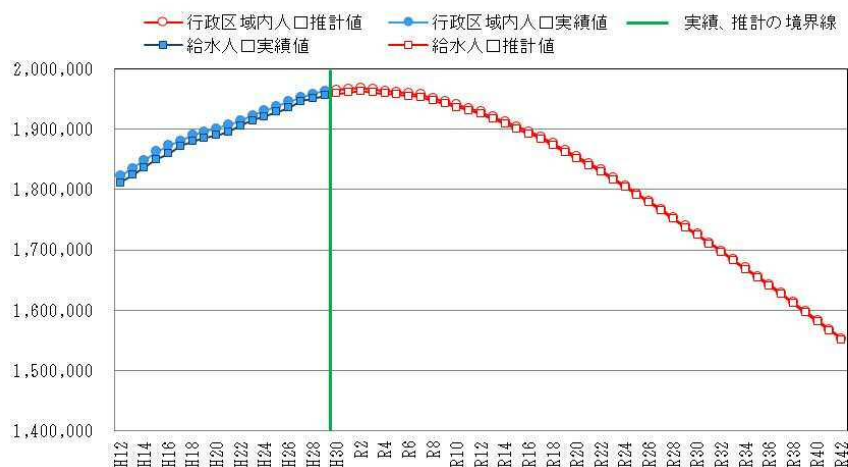
本事業は、2015（平成27）年3月に策定された、本市が目指すべき方向を示す「札幌水道ビジョン」の重点取組項目のひとつとして位置付けている。

## ■事業をめぐる社会経済情勢等

### 当該事業に係る水需給の動向等

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ことから、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\*を行った。

前回は、2013（平成25）年度に給水人口の将来推計を行っており、2015（平成27）年度の給水人口1,930,400人をピークとして減少傾向に転じると想定していたが、今回検討した結果、下図のとおり、2020（令和2）年度の給水人口1,963,000人をピークとして減少傾向に転じ、2060（令和42）年度には1,551,000人になる見込みである。



<p>水源の水質の変化等</p>	<p>本市の浄水及び原水中のヒ素濃度は、全国的にみても高い状況で、過去に浄水で水質基準値 0.01mg/ℓ の 9 割である 0.009mg/ℓ まで達したことがあり、現在は、本市が採用している浄水処理方式で概ね対応できるヒ素濃度の暫定目標値 0.005mg/ℓ (水質基準値の 1/2) を設定し、この値を目途として浄水場で処理をしている。</p> <p>しかしながら、ヒ素の水道水質基準は、「科学的不確実性からみて暫定的なもの(厚生労働省厚生科学審議会生活環境水道部会)」であり、また、「安全性の観点では、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(同上)」ものとされている。</p> <p>そのため、本市は健康への影響等を最小限にするため、本事業により原水中のヒ素等を抜本的に取り除くことを目指しており、供用後には、浄水の平均ヒ素濃度は他都市(政令指定都市)と同程度の 0.001mg/ℓ 以下となる見込みである。</p> <p>供用開始後、設定値のヒ素濃度 0.005mg/ℓ を正式に「水質目標値」とし、万が一、水質目標値を上回る状況が継続すると見込まれる場合には飲用を控えるよう、市民への広報を行うものとする。</p>
<p>当該事業に係る要望等</p>	<p>本市水道局が 2014(平成 26)年度に実施した無作為抽出(回収数≒3,200)による「水道の利用等に関するアンケート調査」において、水道に対する重要度と満足度の調査を行った結果、「安全な水の供給」の重要度が 84.4%と高い数値であったものの、満足度は 54.3%と低い数値となっており、市民の安全な水の供給に対する要望は、依然として高いものと推察される。</p>
<p>■事業の進捗状況(再評価のみ)</p>	
<p>用地取得の見通し</p>	<p>2010(平成 22)年度から用地取得を開始し、水管橋、導水路及び放流調整池等の建設に必要な事業用地について、必要な権原等の取得を終えている。</p>
<p>関連法手続等の見通し</p>	<p>事業に係る水利権の変更申請など、事業に必要な許可を既に受けている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・河川申請(北海道開発局):許可済(2013(平成 25)年 6 月)</li> <li>・国有林申請(北海道森林管理局):許可済(2013(平成 25)年 10 月)</li> <li>・国立公園申請(北海道地方環境事務所):許可済(2012(平成 24)年 10 月)</li> </ul>
<p>工事工程</p>	<p>導水路工事の起点となる豊平川横断部の水管橋工事は、2014(平成 26)年度に下部工が完了し、引き続き 2015(平成 27)年度に上部工の橋桁を架けた。</p> <p>3 工区に分割して施工する導水路工事は、2 工区分は 2014(平成 26)年度に着手し、残る 1 工区も 2015(平成 27)年度に着手した。導水路工事は硬い岩盤層をシールド工法で掘削するが、各工区で掘削作業中に想定以上の地下水が湧出したため、地下水処理設備の追加やシールドマシンの改造等を行ったこと等により、進捗に遅れが生じているものの 2019(令和元)年度には完了できる見込みである。</p>

取水堰工事については、2017（平成 29）年度に着手し、2020（令和 2）年度の完了を予定している。

残る主要施設である放流調整池関連施設の工事は、導水路工事と同時施工する計画であった。しかしながら、配置計画や施工計画等を詳細検討した結果、導水路工事の資材運搬設備であるインクラインが放流調整池関連施設の建設予定地に配置されているため、狭隘な建設予定地での同時施工は不可能であると判断した。



インクライン写真

このため、放流調整池関連施設等の工事は、導水路工事の完了後に整備することとし、2020（令和 2）年度以降に順次着手する予定であり、2026（令和 8）年度の事業完了を予定している。

○2018（平成 30）年度末における進捗率は、下表のとおりである。（※事業費は税込）

2005（平成 17）～2018（平成 30）年度 （実績）		2019（令和元）～2026（令和 8）年度 （予定）		全体	
整備内容	事業費 [進捗率]	整備内容	事業費	整備内容	事業費
取水堰 導水路	139 億円 [47.8%]	取水堰 導水路 放流調整池	140 億円	取水堰 導水路 放流調整池	279 億円

本事業の総事業費は、2006（平成 18）年度に総事業約 187 億円（税込）を設定し、これまで大きな変更をすることなく事業を進めてきた。

しかし、2007（平成 19）年度以降、労務費の上昇、積算基準の改定、消費税の増税等の社会情勢の変化に伴い、当初想定よりも建設工事費が増加している。

また、工事を進めていく中で生じた導水路工事の地下水対策に要した費用や重金属を含むトンネル掘削土の処分費用等が追加となったこと、詳細設計において各施設の施工計画を当初計画から変更したこと等に伴い、総事業費の増大が見込まれているところである。

これら増額分を考慮した総事業費は、約 279 億円（税込）となる見込みである。

#### ■新技術の活用、コスト縮減及び代替立案の可能性

##### 新技術の活用の可能性

本事業は、法及び条例に基づく環境影響評価の対象事業ではないが、緑豊かな自然に配慮し自主的に環境影響評価を行うとともに、学識経験者の意見聴取も踏まえ、自然環境への影響を極力少なくするため、通常、シールド工事の接続部に設ける立坑や取付道路を取りやめ「地中接合」としたことから、新技術を含む高い技術力を要する工事であると考えている。

また、今後も新技術に対しての情報を収集し、効果が大きいと判断した場合には、積極的に導入を検討していく。

##### コスト縮減の可能性

本事業では、「公共工事コスト構造改善プログラム」「厚生労働省行政効率化推進計画」などに基づき、コストと品質の両面を勘案しながら、以下のコスト縮減方策を実施している。



- ・導水路の敷設ルートは、水理性能、必要土被り及び施工性等を十分考慮し、総合評価を行ったうえで、コストが最も低くなるルートとした。(取組済)
- ・通常、シールド工事の接続部に設ける立坑や取付道路を取りやめて地中接合とすることで環境への影響低減だけではなく、コスト縮減を図ることができた。(取組済)
- ・導水路の口径選定に際し、流下能力及び施工時の掘削土搬出作業等の作業条件をクリアできるφ2.0mを基本とし、かつ、セグメントの軸方向幅による製品価格差や発生土処分費等を勘案して経済性比較を行ったうえで、水管橋より下流側の導水路についてはφ2.2mを採用するなどコストが最も低くなる口径を選定した。(取組済)
- ・放流調整池関連施設の埋戻材は、発生土を有効利用することでコスト縮減に努めるとともに、社会的コスト低減として再生材(再生クラッシャーラン、再生アスファルト等)のリサイクル材などの建設副産物の利用を積極的に行っていく。
- ・放流調整池からの発生汚泥は、太陽の自然エネルギーで汚泥を乾燥させる方式である天日乾燥床を採用することで動力費等の維持管理費の削減に努めていく。

#### 代替案立案の可能性

代替案については、バイパス施設を設ける案のほかに、以下の3案が考えられる。

本事業の総事業費が増加したため、改めて代替案について比較を行った。

<ダム放流水による希釈案：事業費なし>

- ・バイパス施設案のように、自然湧水を抜本的に排除する方法ではない。
- ・現状、希釈に必要な水量が不足しており、不足水量を確保するためには、新たにダムを必要とする。

<ダム直接導水案：349億円>

- ・河川流量の減少により流況が悪化する。
- ・藻岩浄水場の原水水質が悪化する。

<高度処理案：8,920億円>

- ・ヒ素、ホウ素等を完全に除去するためには、海水淡水化等に用いられる逆浸透膜 (RO 膜) の導入が必要になる。

これらの案は、総事業費の増加後も事業費がバイパス施設案よりも高額になるか、または本事業が対象とする水質的影響要因の抜本的な解決策にはならないため、有効な代替案となる可能性はないと判断した。

#### ■費用対効果分析

##### 事業により生み出される効果

##### (1) 定量化できる効果

水道原水水質改善 [主たる効果]

定山溪温泉地区のヒ素等を含む自然湧水や下水処理水を、導水路及び水管橋を經由して白川浄水場下流までバイパスし、水道原水からリスク要因を抜本的に取り除くことが可能になる。

(2) その他定量化できない効果

事故災害時の対応 [副次的効果]

事故・災害による水質汚染時には、一時的に流れを切り替え、導水路を利用して豊平川上流部の良質な河川水を浄水場まで運んで浄水処理することにより、断水することなく水道水を供給することができる。

費用便益比（事業全体）

(1) 費用便益比の算定方法

評価手法については、以下の「水道事業の費用対効果分析マニュアル」（平成 23 年 7 月 厚生労働省健康局水道課）に記載された年次算定法の対象事業※に該当しないことから、事業の特性や建設期間等を踏まえて「換算係数法」または「年次算定法」のいずれかから選択するものとされている。

※ 年次算定法の対象事業：

- ① 水道水源開発施設整備費による事業
  - ② 水道広域化施設整備費のうち、特定広域化施設整備費または一般広域化施設整備費による事業
  - ③ 簡易水道等施設整備費のうちダム建設を含む事業
- であって、建設期間が 10 年以上のもの。

本事業の事業特性として、建設期間が 2012（平成 24）年度から 2026（令和 8）年度までの 15 年と長期間に渡るため、「年次算定法」を採用する。

- ・年次算定法により、「総費用」、「総便益」を算定した。
- ・評価の算定期間は 2026（令和 8）年度の事業完了後 50 年間とし、2076（令和 58）年度までを対象とする。
- ・費用及び便益は、物価変動分を除外するためデフレーターにより基準年度である 2019（令和元）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。

(2) 便益の算定

以下の項目について回避支出法により貨幣換算を行い、便益として計上した。なお、本事業は、整備中に部分的な便益の発現がないため、事業全体の便益と残事業の便益は同じになる。

[便益の考え方]

- ・本事業を実施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もって便益とする。
- ・健康安全・危機管理対策総合研究事業「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年度報告書によると、水道水直接摂取量

に加え、調理した食品経由としてご飯とスープ類からの水道水間接摂取量及び水道水を補完する飲み物として「ボトル水」及び「清涼飲料水」摂取量を加えた潜在的な水道水摂取量（pTWI）は、平均値で冬季：約1.55ℓ、夏季：約1.76ℓであることが明らかになった。

- ・pTWIは、季節により変動し約1.55～1.76ℓであるが、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、需要者が入手する際の購入単位は、2ℓ、1.5ℓ、1ℓ、500mlなどが考えられ、pTWIを満足できる最小購入単位は「2ℓ」である。
- ・ボトルドウォーターは、総務省の小売物価統計調査（2018年度平均値）に基づく2ℓ当たりの単価94円を用いることで便益を過大に見込まないで適正に計上できることから、1人当たり最小購入単位である「1本（2ℓ）」を必要量として採用する。

#### [水質目標値と対象人口の設定]

- ・ヒ素の水質目標値は、0.005mg/ℓとする。
- ・浄水場での平均ヒ素除去率は82%（平成21～30年度実績）であることから、平均ヒ素残留率は18%になる。
- ・水質目標値÷平均ヒ素残留率（=0.005÷0.18）から、原水ヒ素濃度が0.027mg/ℓを上回ると水質目標値も上回ると考えると、1年間のうち水質目標値を上回る日は7ヵ月÷120ヵ月×365日＝約21日と見込まれる。
- ・対象人口は、給水人口の内、自然湧水等の影響を受けない上流の定山溪浄水場系と将来石狩西部広域水道企業団からの受水を予定している西部配水池系の一部を除く豊平川水系を対象とし、給水人口の89%とする。

本事業により、1年当たり水質目標値を上回ると見込まれる21日、各年度の対象人口がボトルドウォーター1本（2ℓ）を購入する費用を回避できるものとして、便益を算定する。

$$\diamond \text{総便益} = \underline{53,591,683} \text{ (千円)}$$

#### (3) 費用の算定

事業費（更新費を含む）と日常の維持管理費を費用として計上し、残存価格を控除する。

$$\diamond \text{総費用} = \underline{32,064,466} \text{ (千円)}$$

#### (4) 費用便益比の算定

「総便益」を「総費用」で除して費用便益比を算定した。

$$\diamond \text{費用便益比} = \underline{1.67} \geq 1.00 \text{ 費用便益比は、基準値（1.0以上）を上回っている。}$$

※金額はいずれも税抜

#### 費用便益比（残事業）

##### (1) 費用便益比の算定方法

全事業の費用便益比と同様に、年次算定法により「総費用」、「総便益」を算定した。

##### (2) 便益の算定

$$\diamond \text{総便益} = \underline{53,591,683} \text{ (千円)} \text{ (6ページのとおり。全事業の便益} = \text{残事業の便益)}$$



(3) 費用の算定

残事業の費用については、2019（令和元）年度以降に発生する事業費（更新費を含む）と維持管理費を計上し、残存価格を控除する。

なお、事業を中止した場合の費用は、部分的な供用は不可能であるため、それにより発生する追加費用は見込まないものとして算定した。

◇総費用 = 15,720,351（千円） となる。

(4) 費用便益比の算定

「総便益」を「総費用」で除して費用便益比を算定した。

◇費用便益比 = 3.41 ≥ 1.00 費用便益比は、基準値（1.0以上）を上回っている。

※金額はいずれも税抜

■その他（評価にあたっての特記事項等）

本事業は、2015（平成 27）年度に、事業採択後 10 年を経過して継続中の事業として再評価を実施した。今回の評価は、水道施設整備事業の評価実施要領第 2 の（4）「その他、社会経済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」に該当すると判断したため、再評価を実施するものである。

■対応方針

事業全体の投資効率性と残事業の投資効率性がともに基準値（1.0 以上）を上回っており、「事業継続」は妥当である。

■学識経験者等の第三者の意見

- ・通常運用時と事故災害時との違いや下水処理水の切替えなど、水の流れについてももう少しわかりやすい説明が必要である。
- ・事業によって、ヒ素やホウ素がどのくらい低減されるのかを示すべきである。
- ・原水ヒ素の低減化によって従来の水処理のコストが削減されるはずであり、メリットとして評価すべきである。
- ・総事業費について、増額の内訳を示した方が良い。
- ・費用便益比の算定について、パラメータ感度解析をいくつかのパラメータについて実施してほしい。
- ・従来どのあたりの事故の発生頻度が高いのか、また、自然湧水がどこから発生しているのか、そして事業によってそれらが回避される、という説明が重要である。
- ・国の事業では、工期など何か問題がありそうときは、委員会や検討会など専門家を交えて対応を検討する場を設けているので、今後は考えてほしい。
- ・放流調整池のコスト縮減について、処理の目標をどのくらいにするかを含めて、検討してほしい。
- ・水道事業全般においても、将来のために、コスト縮減に努めてほしい。

■問合せ先

厚生労働省 医薬・生活衛生局 水道課 技術係

〒100-8916 東京都千代田区霞ヶ関 1-2-2

TEL 03-5253-1111

札幌市水道局 給水部 計画課

〒060-0041 札幌市中央区大通東 11 丁目 23

TEL 011-211-7052