

「休廃止鉱山における坑廃水の 利水点等管理ガイダンス」 概要説明版

経済産業省
国立研究開発法人産業技術総合研究所

<鉱害防止対策の概要> Outline of Mine Pollution Control

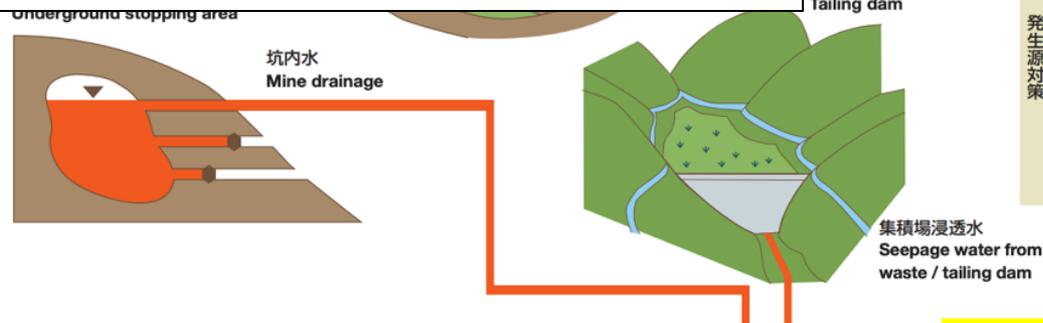
坑廃水処理の低コスト化に向けて3つの考え方がある。

1. 従来技術の低コスト化(水処理の高度化)
2. 低コスト・低環境負荷の新技术導入(パッシブトリートメント)
3. 利水点等管理

水質改善、集積物及び
防止、景観改善
Improving quality
water, Preventing outflow
wastes, Visual improving

発生源対策
Measures against sources
of pollution

発生源対策

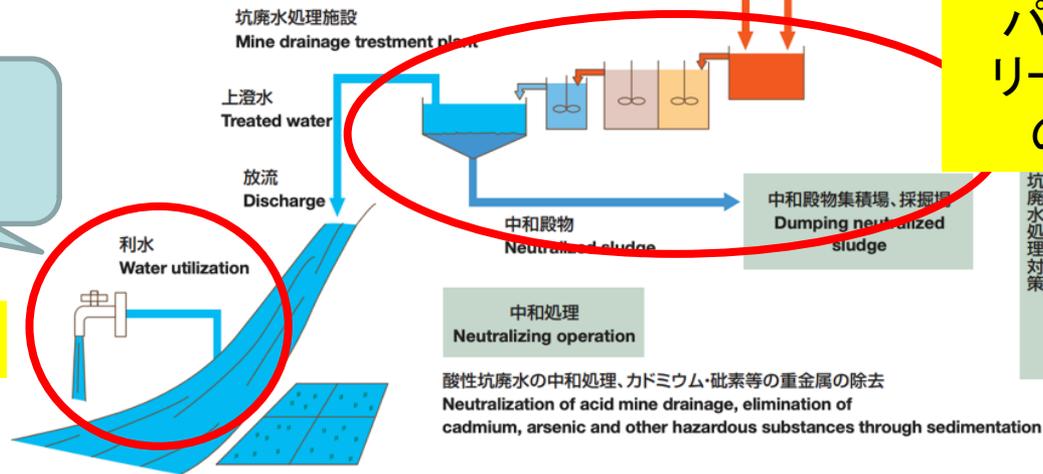


パッシブ
トリートメント
の導入

坑廃水処理対策
Measures of mine
drainage treatment

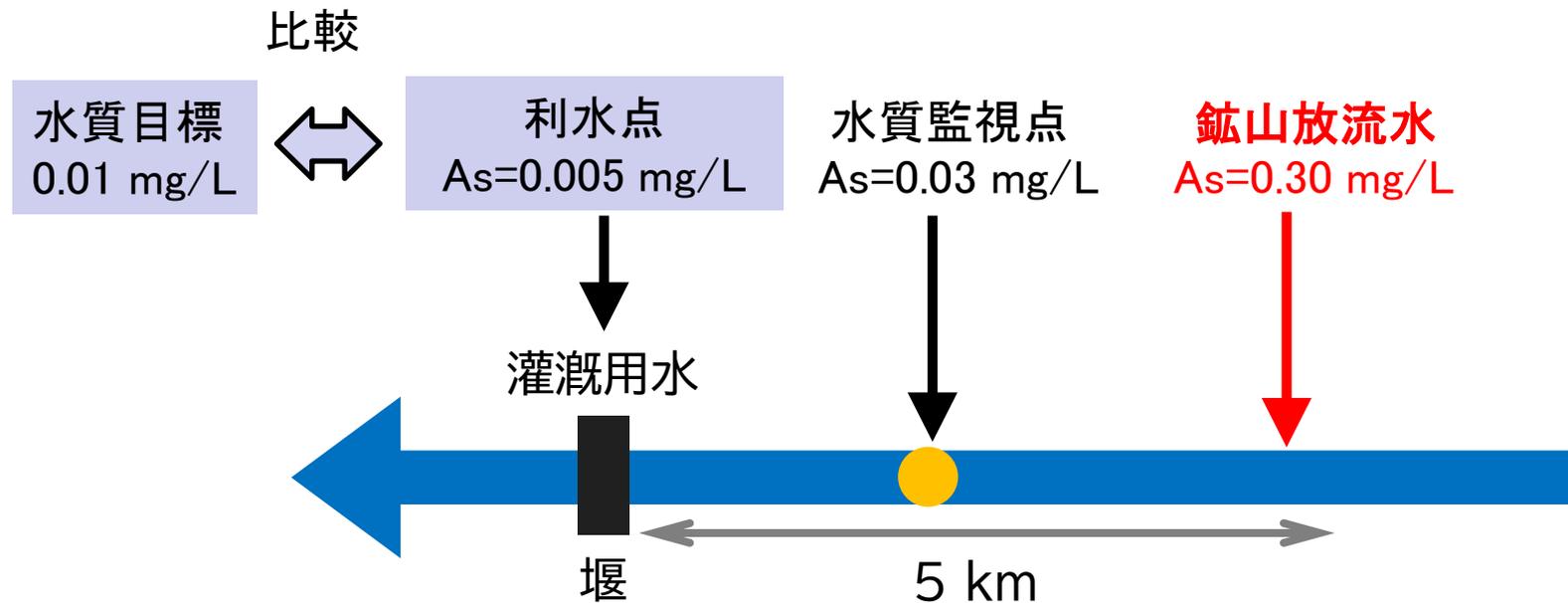
利水点等での
水質で評価

利水点管理



第1章.	要約	4
第2章.	はじめに（背景）	5
第3章.	利水点等管理の定義と本ガイダンスの目的及び適用範囲	7
3.1.	利水点等管理の定義	7
3.2.	本ガイダンスの目的と適用範囲	7
第4章.	利水点等管理に関する検討状況	9
4.1.	我が国におけるこれまでの検討状況	9
4.1.1.	平成22年 休廃止鉱山鉱害防止事業の新たな方向性	9
4.1.2.	特定施設に係る鉱害防止事業の実施に関する基本方針に係る答申	10
4.1.3.	休廃止鉱山における環境影響調査のあり方	11
オーストラリア・ニュージーランドの水質管理フレームワーク		11
第5章.	利水点等管理の適用フレームワーク	13
5.1.	適用フレームワーク	13
5.2.	サイトアセスメント	13
5.3.	利水点・水質監視点の検討	14
5.4.	管理・モニタリング及び水質目標等の見直し	17
第6章.	利水点等管理に関連する事例及びその考え方の適用が推奨される状況	17
6.1.	利水点等管理に関連する過去の事例	17
6.2.	利水点等管理の考え方の適用が推奨される状況	18

- 利水点等管理とは、下流の利水点や環境基準点等で環境基準等を満足できる鉱山において、放流口での排水基準の遵守ではなく、下流の水質監視点等の水質などをモニタリングすることで、坑廃水の影響を監視・管理する方法(ガイドンス第2章1節)



※河川等の一般環境に流入した坑廃水中の金属は、懸濁物質への吸着、沈殿、希釈等の物理・化学的な影響により自然にその濃度は低減をする。この機能は、自然減衰 (Natural Attenuation) や科学的自然減衰 (Monitored Natural Attenuation) と呼ばれている。

- 利水点等管理という言葉は使われていないが、例えば、岩手県の旧松尾鉱山では処理水放流後の北上川本流での水質が基準を満足することを目的に、放流水のpH 4以上などを目標として坑廃水処理が実施されている。



坑廃水（原水）及び放流水の水量・水質実績表

処理原水	水量	pH	8.4A	T-Fe	Al	As	放流水	水量	pH	8.4A	T-Fe	Al	As	SS
	(m ³ /分)	水素イオン濃度	(mg/l) 8.4酸度	(mg/l) 全鉄	(mg/l) アルミニウム	(mg/l) 砒素		(m ³ /分)	水素イオン濃度	(mg/l) 8.4酸度	(mg/l) 全鉄	(mg/l) アルミニウム	(mg/l) 砒素	(mg/l) 浮遊物質
設計値元	20	1.60	4,240	795	189	5.77	目標水質	-	4.0	786	13	130	0.02	30
S57 (1982)	17.2	1.93	2,453	504	114	2.84	S57 (1982)	17.2	4.20	509	2.3	81	0.02	5.5
S58 (1983)	16.6	1.98	2,172	464	107	2.31	S58 (1983)	16.6	4.17	501	2.3	66	0.01	5.3
S59 (1984)	17.0	2.02	1,901	386	82	1.86	S59 (1984)	17.0	4.17	439	2.1	62	0.01	4.5
S60 (1985)	15.6	2.06	1,926	392	75	1.85	S60 (1985)	15.6	4.14	452	1.9	59	0.01	4.5
S61 (1986)	15.8	2.09	1,947	389	77	1.86	S61 (1986)	15.8	4.15	470	2.1	57	0.01	4.8
S62 (1987)	16.8	2.08	1,881	377	85	1.86	S62 (1987)	16.8	4.14	456	2.5	64	0.01	5.4
S63 (1988)	16.0	2.12	1,776	354	85	1.83	S63 (1988)	16.0	4.16	435	2.5	61	0.01	5.7
H 1 (1989)	15.3	2.10	1,724	347	77	1.80	H 1 (1989)	15.3	4.14	417	2.6	60	0.01	5.9
H 2 (1990)	16.6	2.14	1,698	335	74	1.78	H 2 (1990)	16.6	4.14	416	2.2	62	0.01	4.7
H 3 (1991)	18.1	2.16	1,598	319	73	1.74	H 3 (1991)	18.1	4.14	398	1.9	58	0.01	4.1
H 4 (1992)	17.6	2.21	1,532	304	72	1.70	H 4 (1992)	17.6	4.14	399	2.0	57	0.01	4.4
H 5 (1993)	17.8	2.23	1,445	287	70	1.67	H 5 (1993)	17.8	4.16	386	1.9	56	0.01	4.4
H 6 (1994)	16.4	2.23	1,411	286	70	1.68	H 6 (1994)	16.4	4.11	369	1.8	57	0.01	4.3
H 7 (1995)	17.4	2.28	1,383	280	69	1.66	H 7 (1995)	17.4	4.13	371	2.2	57	0.01	5.1
H 8 (1996)	15.4	2.31	1,351	276	69	1.67	H 8 (1996)	15.4	4.14	351	2.3	59	0.01	5.9
H 9 (1997)	16.2	2.27	1,361	267	69	1.66	H 9 (1997)	16.2	4.11	351	2.1	58	0.01	5.4
H10 (1998)	18.2	2.26	1,373	273	69	1.66	H10 (1998)	18.2	4.13	353	2.2	57	0.01	5.4
H11 (1999)	18.6	2.27	1,279	254	69	1.57	H11 (1999)	18.6	4.14	331	2.2	57	0.01	5.3
H12 (2000)	18.1	2.27	1,245	246	69	1.30	H12 (2000)	18.1	4.13	325	2.5	58	0.01	5.9
H13 (2001)	17.4	2.27	1,196	237	70	1.31	H13 (2001)	17.4	4.13	322	2.2	58	0.01	4.5
H14 (2002)	18.1	2.26	1,201	237	70	1.29	H14 (2002)	18.1	4.14	323	2.2	58	0.01	4.4
H15 (2003)	17.5	2.28	1,123	227	70	1.19	H15 (2003)	17.5	4.24	301	1.8	56	0.01	3.5
H16 (2004)	18.8	2.30	1,098	225	70	1.09	H16 (2004)	18.8	4.30	310	2.0	57	0.01	3.8
H17 (2005)	19.0	2.30	1,079	226	71	1.07	H17 (2005)	19.0	4.31	297	2.0	58	0.01	3.8
H18 (2006)	17.3	2.31	1,082	221	71	1.09	H18 (2006)	17.3	4.29	293	2.0	58	0.01	3.8
H19 (2007)	17.2	2.25	1,080	222	70	1.07	H19 (2007)	17.2	4.31	290	1.8	58	0.01	3.3
H20 (2008)	15.6	2.26	1,058	217	70	1.03	H20 (2008)	15.6	4.31	276	1.8	58	0.01	3.5
H21 (2009)	17.4	2.25	1,086	220	71	0.98	H21 (2009)	17.4	4.30	278	2.0	58	0.01	3.3
H22 (2010)	17.9	2.24	1,058	206	70	0.95	H22 (2010)	17.9	4.29	274	2.1	58	0.01	3.2
H23 (2011)	18.4	2.24	1,040	202	70	0.95	H23 (2011)	18.4	4.26	268	2.3	57	0.01	3.4
H24 (2012)	16.7	2.26	1,010	197	69	0.94	H24 (2012)	16.7	4.25	260	2.5	57	0.01	3.8
H25 (2013)	18.5	2.29	1,019	198	70	0.94	H25 (2013)	18.5	4.23	270	2.5	58	0.01	3.4
H26 (2014)	18.2	2.30	1,003	192	70	0.93	H26 (2014)	18.2	4.26	263	2.5	57	0.01	3.8
H27 (2015)	17.4	2.32	969	187	69	0.92	H27 (2015)	17.4	4.24	258	2.1	57	0.01	3.5
H28 (2016)	17.1	2.31	966	193	69	0.90	H28 (2016)	17.1	4.20	263	2.2	57	0.01	3.9
H29 (2017)	17.8	2.33	970	196	69	0.88	H29 (2017)	17.8	4.20	261	2.3	57	0.01	4.4
H30 (2018)	19.0	2.35	971	194	69	0.89	H30 (2018)	19.0	4.21	263	1.9	57	0.01	3.4
R 1 (2019)	16.4	2.35	934	185	69	0.89	R 1 (2019)	16.4	4.20	259	1.5	57	0.01	2.7

- 利水点等管理を検討・実施する上では、坑廃水が流入する河川において、**それを利用する人及び下流に生息する水生生物等に悪影響を及ぼさないようにすることが重要となる。**
- ここで、「利水点」とは人間が河川水を利用する場所を指し、人が直接利用する河川水には、飲用水等の一般家庭あるいはゴルフ場の散水やプールや公衆浴場などの施設で用いる上水、工場で用いる中水、発電のための用水、水田や畑の灌漑等や畜産業に用いる農業用水、養殖場等における養殖生物の飼育等に用いる水産用水、工業用水などが挙げられる。(中略)この利水点を広義に捉えると、水生生物等の生息地(すなわち、点ではなく範囲)も含まれるため、このような生息地を含めて「利水点等」と呼ぶ。

表 利水点の例

利水目的	利水点
農業	農業用水取水ポイント
上水(水道水)	水道用取水ポイント
漁業や遊漁	漁業や遊漁が行われる範囲

- 義務者不存在鉱山においては、坑廃水処理において排水基準に適合をすることを求められる法的な根拠はない。
- 当該鉱山に関係する利害関係者が、新たな水質管理方法に合意をした場合には、当該管理方法での柔軟な対応が可能である。ここで、利害関係者とは、地元自治体、管理者、利水者、周辺住民、産業保安監督部等が挙げられる。
- また、坑廃水(原水)の排水基準の適合状況と下流の利水点等における環境基準等の達成状況から、利水点等管理の適用が優先的に検討されるべき鉱山としては、排出口において排水基準を超過しているが、下流の利水点・環境基準点等においては環境基準に適合している鉱山が挙げられる。

– 第5次基本計画時にも同様の考え方が提示されていた

➤「水質管理目標の弾力的運用によって坑廃水の無処理放流を目指すべき鉱山」

7. 特定施設に係る鉱害防止事業の実施に関する基本方針に係る答申

(出典：平成24年11月15日中央鉱山保安協議会資料)

【義務者不存在鉱山】における水質管理目標の弾力的運用

坑廃水処理の終了に向けた地元理解を得るため、下流の利水点等の環境基準等を満足できる鉱山では、下流影響度に関するデータの把握・蓄積を行い、データ解析等の検討を実施する。また、バックグラウンドの自然汚染を踏まえた坑廃水処理の処理レベルのあり方についても検討が必要である。

類型	タイプ	基本的考え方
I. 発生源対策 ⇒ 自然回復	①発生源対策の実施によって坑廃水の無処理放流を目指すべき鉱山	予算や工期の制約から工事が長期に及ぶことが多いが、関係者間で合意した目標（仕上がりイメージ）を常に意識し、費用対効果を検証しつつ工事を完工（状況によっては事業の中止/中断を適時に決断）
	②水質管理目標の弾力的運用によって坑廃水の無処理放流を目指すべき鉱山	原水水質が周辺水域の環境レベルを下回る程に良好しており、住民の理解が得られる場合は、坑廃水処理の終結について検討
II. 坑廃水処理 ⇒ 自然回復	③新技術の導入によって坑廃水の無処理放流を目指すべき鉱山	ハットソフトリドメント等の導入によって②と同様の効果が得られた場合は、機械設備や薬剤等を使用した人為的処理の終結について検討。
	④設備更新、新技術の導入等によって坑廃水処理費の低減を目指すべき鉱山	原水の量や水質から永続的に処理が必要な鉱山については老朽施設の更新等の時期を失することなく行い、処理コストの極小化を完了。
	⑤リサイクル、再生可能エネルギー導入等によって自立化を目指すべき鉱山	中和酸物の再資源化、小水力や太陽光発電等の再生可能エネルギー導入による坑廃水処理の経済的自立化についても将来的には指向。
III. 坑廃水処理 ⇒ 継続	※その他坑廃水処理費の低限を目指すべき鉱山	追加の発生源対策や鉱山の特性を活かしたコスト低減策の採否について、費用対効果の観点から許容される範囲内で再検討。

該当鉱山なし

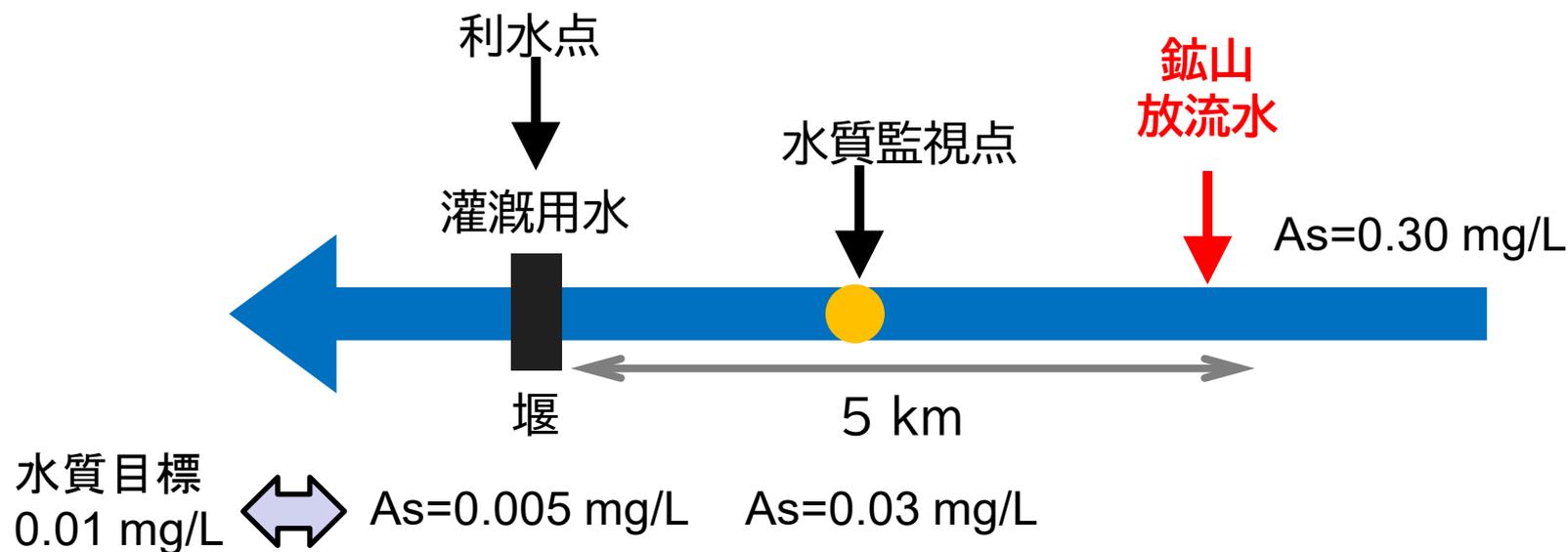
【義務者不存在鉱山】における坑廃水処理実施の判断基準の目安の一例

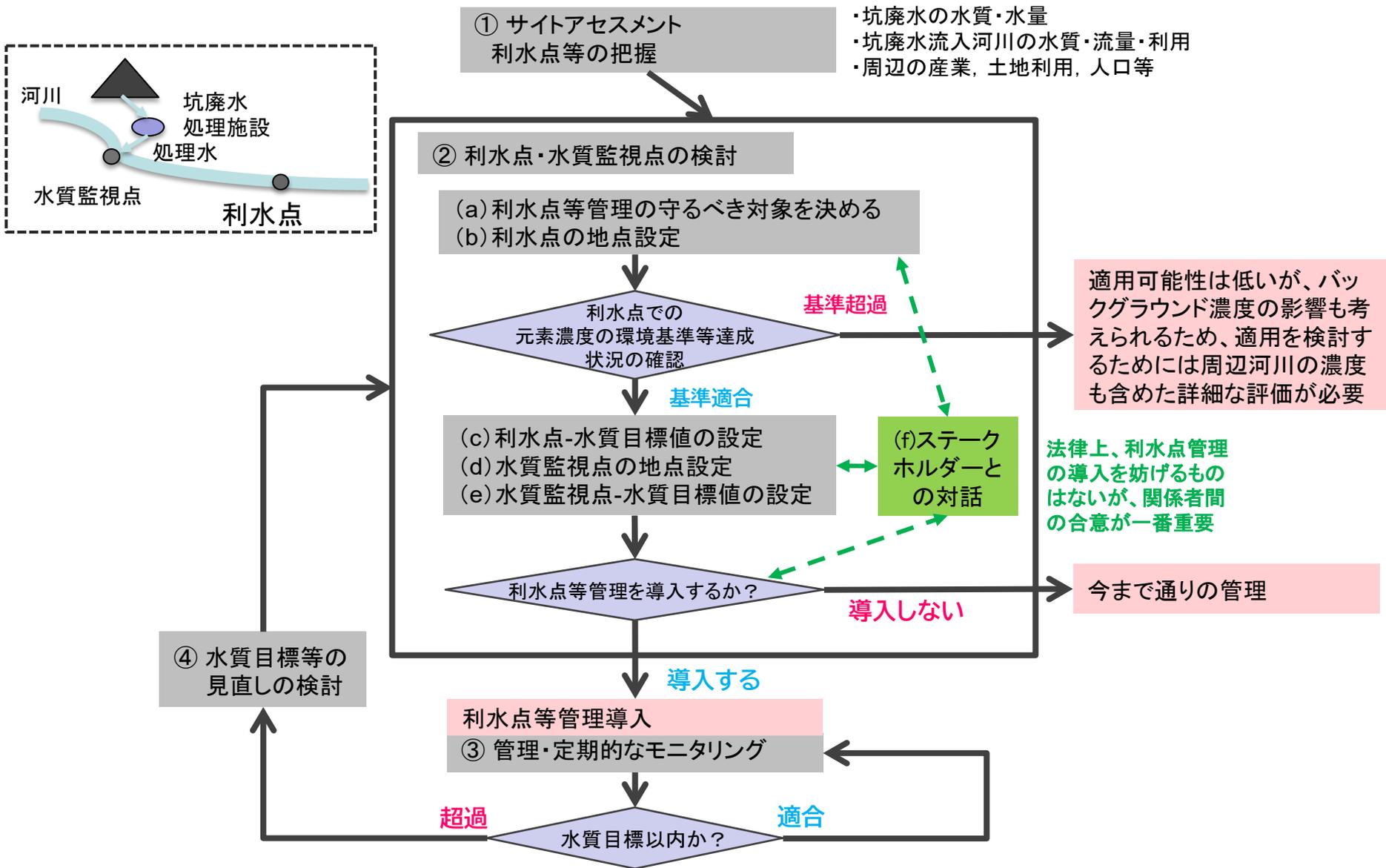
＜坑廃水処理実施の判断基準例＞

- ①下流の利水点等で、環境基準を超過する場合は坑廃水処理が必要。
- ②環境基準を満足するが、原水中に水質管理目標を超える有害物質を含む場合は、原則処理が必要。
- ③環境基準を満足し、原水中に水質管理目標を超える有害物質を含まない場合は、無処理放流を検討。
- ④上記③のうち、農業用水基準を満足していない時期がある場合は、農閑期の無処理放流を検討。

7

1. サイトアセスメント
2. 利水点・水質監視点の検討
3. ステークホルダーとの合意形成
4. 管理モニタリング
5. 管理基準値等の見直し





サイトアセスメントでは、利水点等管理の検討を進める上で必要となる基本的な情報を収集する。

情報	具体的な内容	活用方法
坑廃水の水質・水量	<ul style="list-style-type: none"> 坑廃水(原水及び処理水)の水質・水量について10~20年分のデータ 	<ul style="list-style-type: none"> 坑廃水の経年変化状況 利水点や水質監視点における対象物質の選出や濃度推計
坑廃水が流入する河川の水質や水量	<ul style="list-style-type: none"> 坑廃水が流入する河川の上流側、下流側の流量や濃度 当該河川に環境基準点があれば、当該地点における対象物質濃度 	<ul style="list-style-type: none"> 利水点管理が想定される河川の状況把握。
利水状況	<ul style="list-style-type: none"> 水道水源の有無 工業用水の有無 農業用水の有無 水産用水の有無 発電用水の有無 漁業者の有無 遊漁の有無 	<ul style="list-style-type: none"> 利水点の位置の検討 利水点等管理におけるステークホルダーの検討
周辺の産業・土地利用等の情報	<ul style="list-style-type: none"> 主要産業の情報の整理 	<ul style="list-style-type: none"> 利水点等管理におけるステークホルダーの検討
周辺自治体・住民との対話状況	<ul style="list-style-type: none"> これまでの自治体・住民との対話状況の整理 過去の鉱害の有無 	<ul style="list-style-type: none"> これまでのステークホルダーとの対話状況の把握
その他	<ul style="list-style-type: none"> 下流河川での生態影響調査結果 長期的な坑廃水濃度予測 	

利水点・水質監視点の検討やその導入の判断においては、ステークホルダーとの対話、合意形成が必要である。本節では、本フレームワークで最も重要となる②利水点・水質監視点の検討の手順案を紹介する。

利水点・水質監視点の検討は以下の(a)～(f)の手順で行う。なお、以下、利水点及び利水点等を区別せずに、利水点と呼ぶ。

- (a) 利水点等管理の目標設定
- (b) 利水点の地点設定
- (c) 利水点-水質目標値の設定
- (d) 水質監視点の地点設定
- (e) 水質監視点-水質目標値の設定
- (f) ステークホルダーとの対話

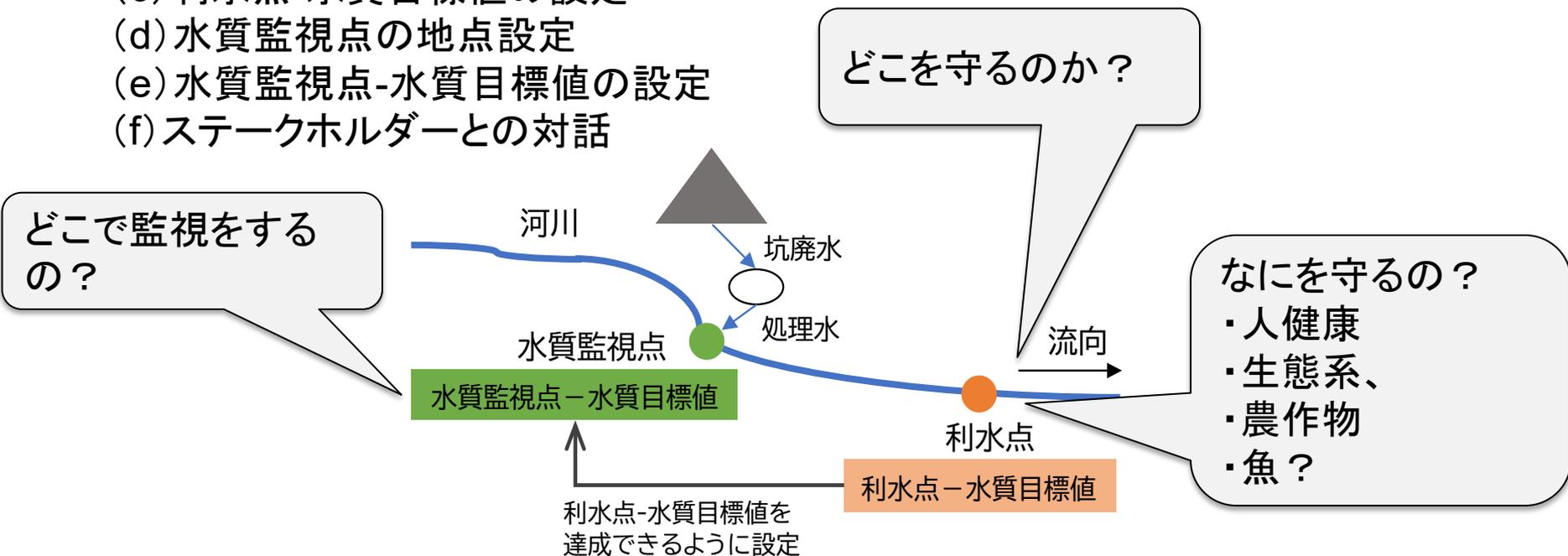


図5-2. 利水点及び水質監視点と水質監視点における水質目標値の設定

$$\text{利水点等での元素濃度} = \frac{a \times b}{c}$$

- a. 坑廃水(原水)の元素濃度(mg/L)
 - 鉱山データから取得
- b. 坑廃水(原水)の水量(m³/min)
 - 鉱山データから取得
- c. 利水点等における流量(m³/min)
 - モデルによる推定(例えば、AIST-SHANELによる低水流量推定値(産総研から提供が可能))
 - 集水面積から湧水流量を推定可能($Q=0.008 \times A^{0.941}$ *1)

*1 国土交通省 2017『正常流量検討の手引き(案)』

- ②の「利水点・水質監視点の検討」で設定した水質監視点において、金属濃度等の水質のモニタリングを実施する。
- 水質監視点での水質モニタリング**
 - 少なくとも開始後の1～2年は1ヶ月～2ヶ月に1回以上実施し、季節変動を把握することを推奨する(本ケースは、利水点等管理の導入前後において坑廃水処理の方法等に変化がある場合も含む)。その後、水質監視点における水質の変動が十分に把握でき、水質監視点-水質目標値を問題なく達成する場合は、年に3～4回程度の頻度で良い。
 - 利水点等管理の導入前後において坑廃水処理の方法等に変化がない場合でかつ利水点等管理の開始前に上記と同等の頻度で水質監視点における水質モニタリングが実施されている場合には、水質監視点-水質目標値の達成状況を確認し、問題ない場合には利水点等管理開始時点から年に3～4回程度の頻度でよい。
- 利水点での水質モニタリング
 - 年に3～4回程度は実施し、利水点-水質目標値を達成できているかを確認する。これらの結果から、達成が難しい場合は、管理方法や水質目標値の見直す必要がある。

導入方法(例/案)	概要
<p>排水基準強化時における対応</p>	<ul style="list-style-type: none"> 将来、任意の金属元素等に対して水質環境基準が設定された場合に、新たに排水基準が設定されたり、強化されたりされる可能性がある。 例えば、亜鉛の場合は、水生生物の保全に係る水質環境基準が全亜鉛に対して2003年に設定され、その維持達成を図るために、一律排水基準が5 mg/Lから2 mg/Lに強化された。 利水点等において、強化された水質環境基準が満たされている等の場合は、義務者不存在の鉱山においては、坑廃水処理方法の変更等を行って排水基準を満たす必要は必ずしもないため、利水点等管理の考え方を適用すれば、より実態に即した合理的な管理が実施できる。
<p>冬季や豪雨時のモニタリングポイントの変更</p> <p>例1: 冬季や大雨時のモニタリングは利水点等のみで実施等 例2: 通常時は通常の坑廃水処理を継続、大雨時等の一時的な水質悪化時は利水点管理で評価</p>	<ul style="list-style-type: none"> 積雪時や豪雨等で坑廃水処理施設付近への移動に困難が伴う場合に、利水点等管理において設定される水質監視点のような地点を設定し、その地点の水質をモニタリングすることで、坑廃水の影響を評価することも可能である。実際に、冬季に坑廃水処理施設への移動が困難な場合や積雪によって放流水が採取できない場合において、坑廃水処理水が流入する下流に地点を設定し、水質監視を行っている事例もある。 利水点管理の評価を事前にすることで、集中豪雨等による水質への影響について、処理坑廃水ではなく、利水点での評価が可能となる
<p>坑廃水処理施設の更新やパッシブトリートメント導入検討時</p>	<ul style="list-style-type: none"> 坑廃水処理施設の更新時やパッシブトリートメントの導入検討時において、利水点管理の概念と合わせることで、より柔軟な坑廃水管理の導入が可能となる。例えば、パッシブトリートメント導入時においては、処理能力は流量や気温等も含めて様々な条件に左右される。常時、坑廃水処理において排水基準適合を目指した場合、設計においては安全側の設計とした場合、膨大な面積が必要になり、結果として導入できないケースも考えられる。このような場合、利水点管理の概念と組み合わせることで、坑廃水出口における排水基準管理ではなく、利水点-水質目標値の管理の導入により、より柔軟な施設/設備設計が可能となる。

コメント	回答
<p>「利水点管理を導入・坑廃水処理を継続」(p.7の導入方法3番目)について、例1で大雨時一時的な評価水質悪化時は利水点管理で評価とあるが、通常時でも利水点管理で水質を管理してもよいものなのでしょうか。</p>	<p>通常時、大雨時、両方に適用可能な概念です。通常時でも利水点等で水質を監視・管理するという方法でも問題ありません。</p>
<p>「義務者不存在鉱山の坑廃水処理において排水基準に適合することを求められる法的根拠はない」との説明でしたが、詳細を教えてください。義務者存在鉱山の場合にはどのような法的基準があるのか、また義務者存在鉱山には法的基準があるのに義務者不存在鉱山は本当にその基準値を守る必要はないのかといったところをご教授いただきたい。</p>	<p>義務者存在鉱山、つまり鉱業権者が現存する鉱山においては、鉱業権者に対して、排水基準に適合すること等の鉱害防止に必要な措置を講じる義務があると鉱山保安法において定められています。</p> <p>一方、鉱業権者が存在しない義務者不存在鉱山においては、鉱山保安法上の義務を履行する者が存在しないため、排水基準に適合することを求められる法的根拠はありません。</p> <p>なお、地方公共団体が実施する鉱害防止工事(坑廃水処理)等に対しては、国から補助金を交付しており、地方公共団体が交付申請に際し、当該補助事業の目標水質として排水基準としている場合は、補助事業の目的を達成するため、排水基準に適合する等、鉱害防止に努める必要があります。</p>
<p>「利水点管理導入方法とメリット／課題」(p.7)で、課題が2つだけで他にないのかが気になった。</p>	<p>課題は現場ごとに色々あると思います。これは、これまでの我々の経験からくる課題なので、皆様のご意見を頂いたうえで、個別毎に対応ができればと思っています。</p>

コメント	回答
<p>・実施するにあたり、誰にどのように相談すれば良いか？</p>	<p>最後にある問い合わせ先をご参照ください。 具体的には、制度的な部分については、経済産業省 産業保安グループ 鉱山・火薬類監理官付に、 利水点・水質監視点、水質目標値等の設定、ステークホルダーとの対話については、産業技術総合研究所に問い合わせください。</p>
<p>・基準点・管理基準は誰が決めるのか？</p>	<p>最終的には、休廃止鉱山の管理者(義務者不存在の場合は自治体)になります。 一方で、設定には専門的な知見やステークホルダーとの協議等も必要になってきますので、必要に応じて専門家によるレビュー、第三者委員会による答申等を参考に設定を頂くのが良いかと思えます。 具体的な内容の相談については、お気軽に産業技術総合研究所／経済産業省までご連絡ください。</p>
<p>・利水点管理を実施した後のトラブル対応やメンテナンスは、誰がどのように行うのか</p>	<p>最終的には、休廃止鉱山の管理者(義務者不存在の場合は自治体)の責任の下、行うことになります。 具体的なご相談については産業技術総合研究所／経済産業省までご連絡ください。</p>
<p>・第三者委員会云々と書いていますが、こちらについても、だれが委員会を設置するのか</p>	<p>最終的には、休廃止鉱山の管理者(義務者不存在の場合は自治体)になりますが、その導入については、色々支援が可能です。具体的な内容の相談については、お気軽に産業技術総合研究所／経済産業省までご連絡ください。</p>

本ガイダンスに関する問い合わせ先

経済産業省 産業保安グループ 鉱山・火薬類監理官付
〒100-8912 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号
TEL:03-3501-1870

本ガイダンスに関する技術的な事項に関する問い合わせ先
国立研究開発法人 産業技術総合研究所
環境調和型産業技術研究ラボ 社会実装チーム
担当:保高徹生・岩崎雄一
連絡先:M-ToiawaseMineAist-ml@aist.go.jp