

## 温泉分野の暫定排水基準の見直しに係る検討結果

### 1. 検討の経緯

温泉を利用する旅館業（以下「温泉旅館」という。）については、ほう素及びふっ素に係る暫定排水基準が設定されている。温泉排水については、共存物質が排水処理を阻害すること等により、既存の排水処理技術ではほう素及びふっ素の処理が難しい現状があり、温泉旅館において導入可能な新たな排水処理技術の開発等に関する検討を行いつつ、温泉排水対策に関する技術検討会等を設置し、排水濃度の低減方策や温泉排水対策のあり方について検討を行ってきた。

現在の暫定排水基準が令和4年6月30日に適用期限を迎えるにあたり、今後の温泉排水対策の在り方や温泉旅館に係る暫定排水基準の見直し案等について検討を行った。

### 2. 温泉旅館に係る暫定排水基準の設定状況について

温泉旅館に係る暫定排水基準は、排水実態、導入可能な温泉排水処理技術の開発動向等を踏まえ設定している。

ほう素の暫定排水基準については、ほう素の一般排水基準が設定された当初（平成13年7月）から変更していない。

ふっ素については、平成25年に適用期限を迎えた際の見直しにおいて、日平均排水量50m<sup>3</sup>未満の温泉旅館、又は、昭和49年12月1日に現に湧出していた温泉を利用する温泉旅館については、利用する源泉が自然湧出以外のものに限り、暫定排水基準を50mg/Lから30mg/Lに強化した。その他のふっ素の暫定排水基準は、ふっ素の一般排水基準が設定された当初から変更していない。

#### ○一般排水基準（平成13年7月1日施行）

ほう素：10mg/L（海域以外の公共用水域）、230mg/L（海域）

ふっ素：8mg/L（海域以外の公共用水域）、15mg/L（海域）

#### ○暫定排水基準（令和元年7月1日施行）

ほう素：500mg/L

ふっ素：

旅館業（温泉を利用するもの）		日平均排水量	
		50m <sup>3</sup> 未満	50m <sup>3</sup> 以上
温泉の 湧出時期	昭和49年12月1日に現に湧出していた温泉を利用	30mg/L（自然湧出以外） 50mg/L（自然湧出）	
	昭和49年12月1日に現に湧出していなかった温泉を利用		15mg/L

#### （参考）主な健康影響

- ・ほう素：ラットを用いた催奇形性試験における胎児の体重増加抑制、高濃度の摂取による嘔吐、腹痛、下痢及び吐き気等の発症
- ・ふっ素：過剰な摂取による斑状歯の発症

### 3. 排水濃度の実態について

全国の自治体にアンケート調査を行い、一般排水基準（ほう素：10mg/L、ふっ素：8mg/L）を超える源泉を利用する温泉旅館数等を集計した。

ほう素については、ほう素濃度が10mg/Lを超える源泉を利用し、公共用水域に排水する温泉旅館（648施設、排出先不明を含む）のうち、一般排水基準を達成している割合は全体の約44%（287施設）で、排水のほう素濃度が判明している温泉旅館（457施設）のうち約63%であった（表1）。

ふっ素については、ふっ素濃度が8mg/Lを超える源泉を利用し、公共用水域に排水する温泉旅館（488施設、排出先不明を含む）のうち、一般排水基準を達成している割合は全体の約36%（176施設）で、排水のふっ素濃度が判明している温泉旅館（316施設）のうち約56%であった（表2）。

表1 ほう素濃度が10mg/L を超える源泉を利用する温泉旅館数の集計結果

	施設数	備考
特定施設の設置届出があり、ほう素濃度が一般排水基準値（10mg/L）を超える源泉を利用する施設数	736	排出先不明を含む
（内）公共用水域に放流する施設	648	排出先不明を含む
（内）海域に放流する施設	74	
（内）排水中ほう素が230mg/L超の施設	0	
（内）排水中ほう素濃度が230mg/L以下の施設	54	
（内）排水中ほう素濃度が不明の施設	20	
（内）海域以外に放流する施設	574	排出先不明を含む
（内）排水中ほう素が10mg/L超の施設	170	
（内）排水中ほう素濃度が10mg/L以下の施設	233	
（内）排水中ほう素濃度が不明の施設	171	
（内）排水を下水道に放流する施設	88	
【参考】温泉旅館	13,050	温泉利用状況（環境省自然環境局調べ）令和元年度末
【参考】旅館業	65,996	水質汚濁防止法施行状況調査（環境省水・大気環境局水環境課）令和元年度末

表2 ふっ素濃度が8 mg/Lを超える源泉を利用する温泉旅館数の集計結果

	施設数	備考
特定施設の設置届出があり、ふっ素濃度が一般排水基準値(8mg/L)を超える源泉を利用する施設数	589	排出先不明を含む
(内) 公共用水域に放流する施設	488	排出先不明を含む
(内) 海域に放流する施設	14	
(内) 排水中ふっ素が15mg/L超の施設	0	
(内) 排水中ふっ素濃度が15mg/L以下の施設	5	
(内) 排水中ふっ素濃度が不明の施設	9	
(内) 海域以外に放流する施設	474	排出先不明を含む
(内) 排水中ふっ素が8mg/L超の施設	140	
(内) 排水中ふっ素濃度が8mg/L以下の施設	171	
(内) 排水中ふっ素濃度が不明の施設	163	
(内) 排水を下水道に放流する施設	101	
【参考】温泉旅館	13,050	温泉利用状況(環境省自然環境局調べ)令和元年度末
【参考】旅館業	65,996	水質汚濁防止法施行状況調査(環境省水・大気環境局水環境課)令和元年度末

#### 4. 温泉旅館の排水濃度低減対策の状況について

##### (1) 排水処理技術の導入可能性について

温泉排水には、ほう素やふっ素の他にも多種多様な共存物質が比較的高い濃度で含まれる場合があり、これらの共存物質が排水処理を阻害すること等により、既存の排水処理技術ではほう素及びふっ素の除去が難しい現状がある。

このことから、環境省では平成18年度より、温泉排水を対象とした新しい排水処理技術の開発を支援し、温泉旅館における処理技術導入の可能性を検証することを目的とした実証試験に取り組んできた。平成18年度～令和2年度にかけて実施された温泉排水を用いた実証試験はほう素処理で7技術、ふっ素処理で4技術である（表3、表4）。

##### (i) ほう素

表3のとおり、実証試験を行った全ての処理技術について、それぞれ設定した処理後の水質目標を達成するためにはコスト面での課題がある。

過年度の主な技術概要とコスト目標が未達成となった主な要因や技術的な課題を以下に整理する。

- 平成21年度及び平成23年度に実施されたカラム通水式による吸着法は、ほう素に対して高い選択性を有する吸着剤（イオン交換樹脂）を充填したカラムに排水を通水し、ほう素を吸着除去する方法である。  
（主な課題）
  - カラムに吸着したほう素を濃縮した後、その廃液を処理する必要がある。
  - ほう素濃度が高いことや他の共存物質もカラムに吸着することなどの理由から吸着剤の再生頻度や交換頻度が高く、ランニングコストがかかる。
  - 吸着剤の再生や交換などの作業時間も必要。
- 平成25～30年度に実施されたバッチ式による凝集沈殿法は、いずれも助剤を加えてpH調整した後、凝集剤を添加することでほう素を沈殿させて分離する方法である。  
（主な課題）
  - 温泉排水の共存物質の阻害を受けずにほう素の除去が可能であるが、添加する薬剤が沈殿するため、その処理コストが多大。
  - 薬剤量を増やしてもほう素除去率は大きく上昇しないため、ほう素濃度が高い排水を一般排水基準(10mg/L)以下まで低減することは困難。
  - 反応や沈殿に一定の時間が必要なため、寒冷地では凍結防止対策が必要。
- 令和2年度に実施された過酸化水素生成反応法（COP法）は、過酸化水素と排水中のほう素で錯体を形成させ、その上で別の薬剤にほう素を吸着させて除去する方法である。

##### （主な課題）

- 薬剤当たりの吸着容量が凝集沈殿法よりも大きく、ほう素の除去率が良

好であり、沈殿物の発生量が少ないことが利点であるが、温泉に含まれる共存物質による薬剤の消費等により薬剤の添加量が多くなる。

- 処理水のpH調整槽の設置が必要。
- 残渣からほう素が再溶出する。

(ii) ふっ素

表4のとおり、実証試験を行った全ての処理技術について、それぞれ設定した処理後の水質目標を達成するためにはコスト面での課題がある。

過年度の主な技術概要とコスト目標が未達成となった主な要因や技術的な課題を以下に整理する。

- 平成18年度、平成21年度及び平成24年に実施された吸着法は、吸着剤を充填したカラムに排水を通水させる、あるいは排水に吸着剤を注入し、ふっ素を吸着させて除去する方法である。

(主な課題)

- 排水に含まれる共存物質の影響により、スケールの発生や吸着阻害が起こるなど、頻繁に吸着剤の交換が必要。

- 平成23年に実施されたNEF-1法は、粒状担体を槽内で分散させることにより、カルシウムとふっ素との反応性を促進させることで処理性を向上させ、凝集沈殿を行う方法である。

(主な課題)

- 処理槽が数種類必要であり、イニシャルコストが課題。

(2) 排水処理技術の動向等について

温泉旅館からの排水中のほう素及びふっ素の処理技術の動向等について有識者等へのヒアリングを行い、今後の見通しについて調査した。

その結果を以下に整理する。

- ・現状の技術では、使用する薬剤量や沈殿物処理等にかかるコストを理由にコスト目標を達成できていないため、技術改良や安価な代替品を用いることによる更なるコストダウンを目的とした実証試験を行うことが必要ではないか。
- ・今後新たに検討できそうな処理技術については、現在基礎研究が中心であることから、情報収集を図るとともに、実証試験を行うためには中長期的な調査及び検討が必要ではないか。
- ・これまで、共存物質やほう素及びふっ素濃度が高い温泉旅館を中心に実証試験を実施してきた。処理技術の汎用性の確認や様々なケースの処理コストの試算を目的として、比較的濃度が低い温泉旅館も対象として実証試験を行うことが必要ではないか。

表3 ほう素の処理技術開発の実証試験結果

年度	処理技術名・処理方式	実証試験地	排水中ほう素濃度	目標とした処理後の水質	コスト目標 <sup>※1</sup> の達成状況	
					達成状況 <sup>※2</sup>	主な要因
H18	ボロン-C ほう素処理システム 【吸着、凝集沈殿（吸着剤注入式）】	A 温泉	最大 500mg/L 程度 (pH7~8 程度)	一般排水基準 (10mg/L) 以下	未達成 (980 倍)	吸着剤費、 汚泥処分費 等
H21	グルカミン基を結合させた樹脂を用いた 吸着【吸着（カラム通水式）】			一般排水基準 (10mg/L) 以下	未達成 (1340 倍)	吸着剤費 等
H21	粉末の無機性天然鉱物をペレット状にした「アドソープ」を用いた吸着 【吸着（カラム通水式）】	B 温泉	平均 240mg/L 程度 (pH6~7 程度)	一般排水基準 (10mg/L) 以下	未達成 (710 倍)	吸着剤費 等
H23	新型キレート繊維と高濃度対応型凝集法 【吸着（カラム通水式）】	C 温泉	平均 10mg/L 程度 (pH2~4 程度)	未設定 (実証機関が自主的に実施した試験のため)	未達成 (100 倍)	吸着剤費、 処理薬剤費 等
H25	天然素材凝集剤を用いた凝集法 【凝集沈殿（バッチ式）】	A 温泉	平均 500mg/L 程度 (pH7~8 程度)	概ね 300mg/L 以下	未達成 (2.6 倍)	処理薬剤費、 汚泥処分費
H29	ヒドロキシアパタイト結晶法 【凝集沈殿（バッチ式）】	D 温泉	平均 18~27mg/L 程度 (pH8 程度)	一般排水基準 (10mg/L) 以下	未達成 (2.3 倍)	汚泥処分費
H30		A, B 温泉	A 温泉:80~246mg/L (pH7~8 程度) B 温泉:平均 230mg/L 程度 (pH7 程度)	概ね半減以下	未達成 (4~9 倍)	汚泥処分費
R1-R2	過酸化生成反応法(COP 法) 【吸着（バッチ式）】	A, B 温泉	A 温泉:152~483mg/L (pH7~8 程度) B 温泉:248~324mg/L (pH7 程度)	概ね半減以下	未達成 (3~6 倍)	処理薬剤費

※1 コスト目標（人件費等を除いた設備や排水処理そのもの等に係るコスト限る。）は、 専門家等の助言を受け、イニシャルコスト1,000万円、ランニングコスト 300万円/年（日排水量100m<sup>3</sup>を想定）と設定

※2 括弧内はランニングコスト目標（300万円/年）との比較

表4 ふっ素の処理技術開発の実証試験結果

年度	処理技術名・処理方式	実証試験地	排水中 ふっ素濃度	目標とした処理後の水質	コスト目標 <sup>※1</sup> の達成状況	
					達成状況 <sup>※2</sup>	主な要因
H18	重金属吸着剤「アドセラ」【吸着（カラム通水式）】	C 温泉	平均 40mg/L 程度 (pH2~4 程度)	除去率 50%	未達成 (110 倍)	吸着剤費 等
H21	貝殻処理材を用いた吸着【吸着（カラム通水式）】			一般排水基準 (8mg/L)	未達成 (41 倍)	吸着剤費 等
H23	NEF-1 法【凝集沈殿】			概ね半減以下	未達成 (1.4 倍)	処理薬剤費 等
H24	リン酸ジルコニウム微結晶を利用した吸着【吸着（吸着剤注入式）】			概ね半減以下	未達成 (5.2 倍)	吸着剤費 等

※1 コスト目標（人件費等を除いた設備や排水処理そのもの等に係るコスト限る。）は、専門家等の助言を受け、イニシャルコスト1,000万円、ランニングコスト 300万円/年（日排水量100m<sup>3</sup>を想定）と設定

※2 括弧内はランニングコスト目標（300万円/年）との比較

(3) 排水処理以外の濃度低減対策の導入可能性について

公共用水域に排出する温泉旅館の一般的な排水フローの例を図1に示す。温泉旅館からの排水は、主に温泉水を含む入浴施設の浴槽排水と、ちゅう房施設、洗浄施設、客室等からの雑排水等が考えられる。

排水濃度を低減させるためには、流入側の濃度を抑制する方法と排水中の濃度を抑制する方法が考えられる。主な低減対策として、(1)の排水処理以外に検討し得る対策は表5の①～④が挙げられる。

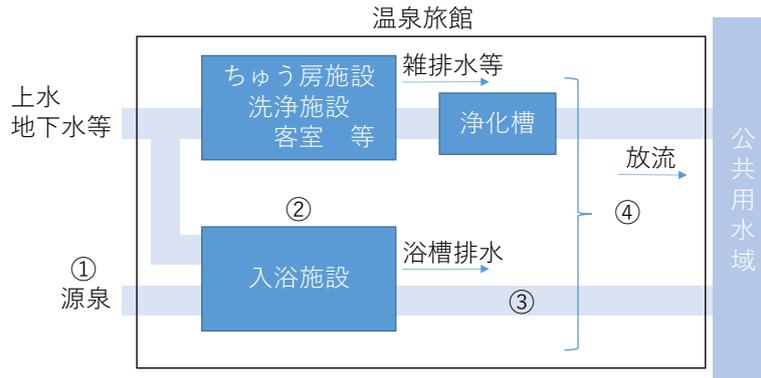


図1 温泉旅館の一般的な排水フロー

①～④の濃度低減対策について、源泉中のほう素及びびふっ素濃度が高い温泉旅館を中心に現地調査又はヒアリング調査等を実施し導入可能性を整理した。その結果、いずれの対策も導入可能な温泉旅館は限定され、特に源泉中濃度が高い温泉旅館においては、①～④により一般排水基準を達成することは困難である。

表5 排水処理以外の濃度低減対策とその課題

濃度低減対策	課題
①源泉の変更 濃度が低い源泉への切り替え等により、流入中の濃度を低減させる方法。	<ul style="list-style-type: none"> <li>温泉の湧出形態が掘削自噴である場合、代替の低濃度源泉を調査し、新たに掘削等するためのコストが必要。</li> <li>自然に湧出する温泉を特徴として営業している温泉旅館にとって源泉の変更は容易ではない。</li> </ul>
②源泉取水量の削減 浴槽水を循環利用する等により源泉取水量を削減し、雑排水等による平準化効果を高める方法。	<ul style="list-style-type: none"> <li>源泉からの豊富な湯量や源泉かけ流しを特徴として営業している温泉旅館にとって加水による希釈や循環利用の導入は容易ではない。</li> <li>循環利用をする場合でも浴槽の清掃などで排水する際に、濃度低減を行う必要がある。</li> <li>自然に湧出する温泉を利用する旅館では導入できない手法である。</li> </ul>
③廃棄物処理 高濃度排水を廃棄物として処理する方法。	<ul style="list-style-type: none"> <li>温泉旅館のうち排水量が50m<sup>3</sup>を超える温泉旅館は4～5割程度と多く、排水中の濃度に濃淡がないため、ほう素</li> </ul>

	<p>又はふっ素濃度の高い汚水を抽出して廃棄物として処理することは困難。</p>
<p>④排水濃度の平準化 浴槽の排水管を、客室等からの雑排水の排水管と統合することで排水濃度を低減する方法や貯留槽を設置することで排水濃度を平準化する方法。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・浴槽排水と雑排水の排水管を統合する方法は、比較的成本はかからないものの、高濃度の温泉旅館では既に導入されていることもあり、更なる統合による対策の効果は限定的。</li> <li>・雑排水等の浄化槽排水は間欠的に排水されるケースもあり、排水量の管理が必要。</li> <li>・貯留槽の設置については、温泉旅館からの排水量が多いこともあり、濃度平準化に必要な貯留槽の設置コストが高く、設置スペースの確保も課題。</li> </ul>

## 5. 今後の温泉旅館に係る排水対策のあり方（案）

### （1）温泉旅館に係る暫定排水基準の中長期的なあり方

4. の結果のとおり、温泉旅館の排水中のほう素及びびふっ素濃度を一般排水基準まで低減させるためには、導入可能な排水処理技術が必須となる。現時点で導入可能な排水処理技術の見通しが立っておらず、温泉旅館業者が取り得る排水濃度の低減対策が限られる中、3年ごとに暫定排水基準を見直すことの効果は限定的である。

したがって、温泉旅館に係るほう素及びびふっ素の暫定排水基準については、その適用期間を「当分の間」とし、ほう素及びびふっ素の環境基準の達成状況等を監視しつつ、温泉旅館からの排水に関する処理技術の動向を踏まえて暫定排水基準を見直すこととする。

### （2）暫定排水基準値の見直しについて

暫定排水基準の見直しに当たっては、温泉旅館の利用する源泉や排水実態等を踏まえ、可能な範囲で暫定排水基準値を低減させることを基本とする。

#### （i）ほう素の暫定排水基準値の見直しについて

排水濃度が最も高いA旅館においては、源泉のほう素濃度が約1,500mg/Lと高く、これまで排水濃度の平準化等の対応を進めているものの、直近のほう素の排水濃度は409mg/Lである。引き続き、更なる平準化等の検討を進めているところではあるが、その低減効果は限定的であり、排水濃度を大幅に低減することは困難な状況である。

一方で、A旅館の利用する源泉のほう素濃度は、温泉旅館が利用している源泉の中で突出して高い濃度である（図2）。その他の源泉を利用する温泉旅館のうち、最も排水濃度が高い温泉旅館（B旅館）の直近の排水濃度は240mg/Lである。

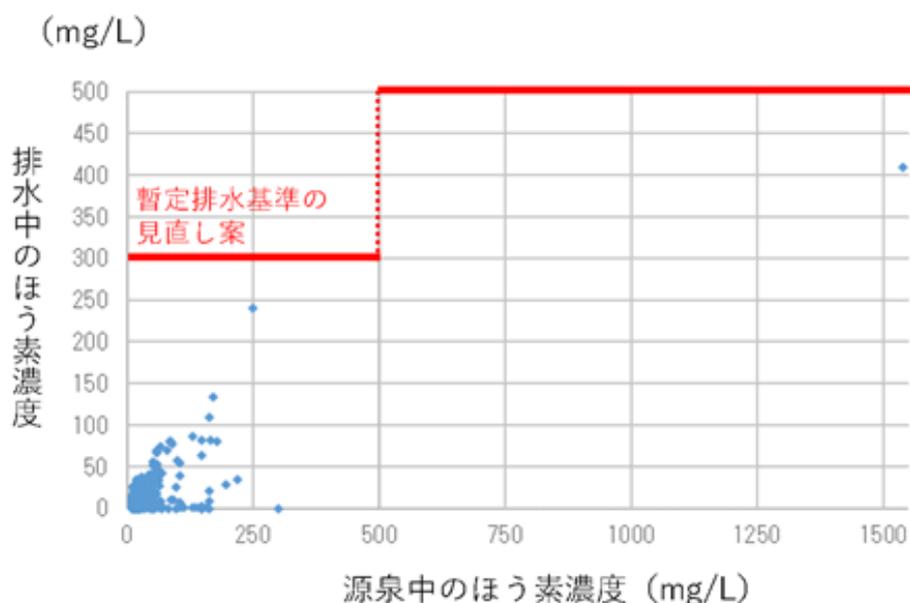


図2 温泉旅館の利用する源泉のほう素濃度と排水中のほう素濃度の関係

B旅館においては、湧水による希釈等の検討が行われているものの、雑排水を下水道に排除しているなどの理由から平準化等による濃度低減対策の効果が薄く、排水濃度を大幅に低減することは困難な状況である。

なお、A旅館及びB旅館の排出先の公共用水域の環境基準点において、ほう素の環境基準は達成されている。

これらのことから、源泉中のほう素濃度や排水濃度の実態等を踏まえると、ほう素の暫定排水基準値については表6のとおり見直すことが適当と考えられる。

表6 ほう素の暫定排水基準の見直し案

業種	許容限度
ほう素濃度が500mg/L以下の温泉を利用する旅館	300mg/L
ほう素濃度が500mg/Lを超える温泉を利用する旅館	500mg/L

(ii) ふっ素の暫定排水基準値の見直しについて

暫定排水基準50mg/Lが適用される温泉旅館のうち、高濃度でふっ素を排出する温泉は1地域であり、当該地域の温泉旅館に係るヒアリング調査を実施した結果、直近の排水実態は平均43mg/L、最大49mg/L（源泉濃度59.5mg/L）であっ

たことから、排水濃度の状況等を踏まえ、現在の暫定排水基準を維持することが適当と考えられる。

暫定排水基準30mg/Lが適用される温泉旅館については、排水中のふっ素濃度が15mg/L～30mg/Lの範囲で推移している温泉旅館が24施設あり、直近の排水実態は平均19mg/L、最大30mg/Lであったことから、排水濃度の状況等を踏まえ、現在の暫定排水基準を維持することが適当と考えられる。

暫定排水基準15mg/Lが適用される温泉旅館については、排水中のふっ素濃度が8mg/L～15mg/Lの範囲で推移している温泉旅館が13施設あり、直近の排水実態は平均11mg/L、最大15mg/Lであったことから、排水濃度の状況等を踏まえ、現在の暫定排水基準を維持することが適当と考えられる。

### (3) 今後の取組について

#### ①温泉旅館からの排水による影響の監視

温泉旅館からの排水を由来としたほう素及びふっ素の環境基準の超過は現時点では確認されていないものの、引き続き関係自治体に必要な周知等を実施し、温泉旅館数の動向把握や常時監視等の取組により、ほう素及びふっ素の環境基準の達成状況等を的確に把握していく。

#### ②温泉旅館からの排水の処理技術の動向把握及び技術実証

ほう素及びふっ素の処理の技術動向等を調査し、温泉旅館からの排水にも適用可能な技術を整理する。また、温泉旅館の経営実態や施設規模等を踏まえつつ、それらの技術について、導入可能性に係る予備調査を実施する。

導入可能性の見込まれる技術については、処理対象・目標を設定した上で実際の温泉旅館における実証試験を実施し、5年程度を目処に導入可能性の検証結果を整理する。

#### ③排水規制の課題への対応について

過年度からの検討において、特定施設のあり方や実態に応じた柔軟な排水規制のあり方について意見が出ており、今後、水質汚濁防止法の排水規制のあり方を検討する中でこれらの課題についても検討していく。

## 畜産分野の暫定排水基準の見直しに係る検討結果

### 1. 検討の経緯

畜産農業に係る硝酸性窒素等の暫定排水基準については、速やかな一般排水基準への移行を図るため、畜産分野検討会を設置し、排水中の硝酸性窒素等の低減方策の技術的助言及び検討等を行ってきた。

現行の暫定排水基準が令和4年6月30日に適用期限を迎えることから、適用期限後の暫定排水基準の見直しや今後の取組について検討を行った。

### 2. 畜産農業に係る暫定排水基準の変遷

畜産農業に係る暫定排水基準は、事業場の排水実態及び排水濃度低減の対応状況等を勘案して基準値の見直しを行っている。

暫定排水基準の変遷は表1のとおりである。

表1 畜産農業に係る硝酸性窒素等の暫定排水基準の変遷

適用期間	H13.7～ H16.6	H16.7～ H19.6	H19.7～ H22.6	H22.7～ H25.6	H25.7～ H28.6	H28.7～ R1.6	R1.7～ R4.6
暫定排水基準 (mg/L)	1,500	900			700	600	500

※一般排水基準：100mg/L

### 3. 排水濃度の実態

#### (1) 畜産農業に係る硝酸性窒素等の排水実態

水質汚濁防止法を所管する各自治体に対して行った、水質汚濁防止法で定める豚房施設を有する事業場の排水実態の調査結果を表2に、牛房施設もしくは馬房施設のみを有する事業場の平成29年4月以降の排水実態の調査結果を表3に示す。

豚房施設を有する事業場からの排水濃度は減少傾向であり、令和元年7月以降に一般排水基準（100mg/L）を達成している割合は約80%であった。

牛房施設のみを有する事業場について、牛房施設からの糞尿を処理した排水を公共用水域に排出している28事業場のうち、一般排水基準を超過している事業場は4件であった。

馬房施設のみを有する事業場について、排水を公共用水域に排出している5事業場全てで一般排水基準を達成していた。

表2 豚房施設を有する事業場の硝酸性窒素等の排水濃度と事業場数

硝酸性窒素等濃度 (mg/L)	H25.7~H28.6		H28.7~R1.6		R1.7~	
	事業場数	累積%	事業場数	累積%	事業場数	累積%
100以下	306	69.2%	372	68.1%	307	80.4%
100超~200以下	75	86.2%	95	85.5%	46	92.4%
200超~300以下	22	91.2%	37	92.3%	13	95.8%
300超~400以下	17	95.0%	21	96.2%	8	97.9%
400超~500以下	9	97.1%	10	98.0%	5	99.2%
500超	13	100%	11	100%	3	100%
合計	442		546		382	

表3 牛房施設もしくは馬房施設のみを有する事業場の硝酸性窒素等の排水濃度と事業場数

硝酸性窒素等濃度 (mg/L)	牛房施設のみを有する事業場数※ ( ) : 牛房施設を有する事業場数	馬房施設のみを有する事業場数
100以下	24 (35)	5
100超~200以下	2 (2)	0
200超~300以下	0	0
300超~400以下	2 (2)	0
合計	28 (39)	5

※牛房施設からの糞尿を処理した排水を公共用水域に排出している事業場に限る。

(参考) 水質汚濁防止法で定める畜産農業の特定施設

豚房施設：豚房面積50m<sup>2</sup> 以上 (約65頭分) の施設

牛房施設：牛房面積200m<sup>2</sup> 以上 (約35頭分) の施設

馬房施設：馬房面積500m<sup>2</sup> 以上 (約50頭分) の施設

## (2) 牛及び馬の排せつ物の処理状況について

牛及び馬の排せつ物の処理状況について、農林水産省「家畜排せつ物処理状況等調査結果」（平成31年4月1日現在）及び「畜産統計」（令和3年2月1日現在）を基に算出した、牛房施設もしくは馬房施設からの糞尿を処理した排水を公共用水域に排出している割合及び頭数を表4に示す。

この結果、3. (1) の各自治体への排水実態調査で把握した牛の頭数のカバー割合は約82%と推測される。

表4 牛房施設もしくは馬房施設からの糞尿を処理した排水を公共用水域に排出している割合及び頭数

畜種	農水省資料を基に算出した結果		(参考) 3. (1) の排水実態調査で把握した頭数
	排水を公共用水域に排出している割合 <sup>※1</sup> (頭数ベース)	左欄の頭数 <sup>※2</sup>	
乳用牛	1.0%	12,033 頭	11,357 頭
肉用牛	0.2%	4,153 頭	1,893 頭
馬	0.0%	—	—

※1 「家畜排せつ物処理状況等調査結果」の「浄化 - 放流」の処理方法の割合

※2 水質汚濁防止法で定める特定施設の要件（牛房施設：約35頭以上の施設）を考慮し、30頭以上飼養している事業場の頭数を算出

## (3) 排水濃度の高い事業場における対応状況及び排水濃度低減の見込み

### (i) 豚房施設を有する特定事業場

表2に示す豚房施設を有する特定事業場において、平成29年4月以降に硝酸性窒素等の濃度の最大が300mg/Lを超過した42事業場のうち、継続的に300mg/Lを超過するおそれの高い事業場は7件であった。当該7事業場に対して対応状況等の聞き取り調査を行った結果を表5に示す。

7事業場のうち、2事業場（事業場番号1～2）は排水処理施設の適切な維持管理等により300mg/L以下となる見込みである。その他の4事業場（事業場番号3～6）は排水処理施設を適切に管理することにより400mg/L以下は達成できると考えられる。また、1事業場（事業場番号7）では、糞尿の処理方法を全量農地還元に変更することで一般排水基準を達成していた。

表5 硝酸性窒素等の排水濃度が継続的に300mg/L超となるおそれの高い事業場の対応状況

事業場 番号	処理方法	日排水量 (m <sup>3</sup> )	平成29年4月以降の 硝酸性窒素等の最高濃度 (mg/L)		直近の硝酸性窒素 等濃度 (mg/L)	高濃度の理由	取組状況および 排水濃度低減の見込み
			平均値	最大値			
1	回分式活性 汚泥法（間 欠曝気や脱 窒攪拌のな いもの）	25	321	800	305	過曝気だった ため	曝気時間の調整や汚泥の適切な 引き抜きを行うこと、建設中の 畜舎がふん尿分離式であり今後 汚水の負荷が減ることから、 300mg/L以下を達成できる見込 み。
2	膜分離によ る間欠曝気 付き連続式 活性汚泥法	24	324	360	350	曝気能力の低 下	曝気装置の修繕により現在は水 質が改善しており、300mg/L以 下となる見込み
3	膜分離によ る連続式活 性汚泥法 （間欠曝気 なし）	16	410	410	410	過曝気だった ため	曝気時間等の調整により 400mg/L以下となる見込み。
4	間欠曝気付 き回分式活 性汚泥法	4	400	430	430	曝気不足や汚 泥の管理が不 十分であった ため	過去の水質検査結果から、曝気 時間の調整等、処理施設を適切 に維持管理することで400mg/L 以下を達成できると考えられ る。
5	沈殿分離に よる連続式 活性汚泥法 （間欠曝気 なし）	120	482	660	337	過曝気や汚泥 の管理が不十 分であったた め	曝気時間の調整や汚泥の適切な 引き抜きを行うことにより以前 よりも水質が安定。400mg/L以 下は達成できると考える。
6	沈殿分離に よる連続式 活性汚泥法 （間欠曝気 なし）	15	275	390	390	汚泥の管理が 不十分であっ たため	過去、汚泥の引き抜きが不十分 であったことがあるため、自治 体において適切な汚泥引き抜き 等の指導を行っている。過去の 水質検査結果から400mg/Lは維 持できると考えられる。
7	回分式活性 汚泥法（間 欠曝気や脱 窒攪拌のな いもの）	0	142	411	317	汚泥の管理が 不十分であっ たため	現在はふん尿を全量農地利用し ているため、一般排水基準を達 成している。

(ii) 牛房施設のみを有する特定事業場

牛房施設のみを有する特定事業場のうち、平成29年4月以降に硝酸性窒素等の排水濃度が一般排水基準を超過した4事業場に対し、その後の対応状況等について確認した結果を表6に示す。

処理方法の変更や処理施設の適切な維持管理により3事業場（事業場番号1～3）の直近の排水濃度は一般排水基準を達成していた。その他の1事業場（事業場番号4）については、排水処理施設の適切な維持管理により300mg/L以下となる見込みであり、今後の飼養頭数の増大に伴う新たな排水処理施設の増設を予定しており、当該施設の増設後は一般排水基準を達成する見込みである。

表6 硝酸性窒素等の排水濃度が100mg/L超の事業場の対応状況

事業場番号	処理方法	日排水量(m <sup>3</sup> )	平成29年4月以降の硝酸性窒素等の最高濃度(mg/L)		直近の硝酸性窒素等濃度(mg/L)	高濃度の理由	取組状況および排水濃度低減の見込み
			平均値	最大値			
1	回分式活性汚泥法（間欠曝気や脱窒攪拌のないもの）	47	148	400	26	流入するふん尿量が過大であったため	一部のふん尿を堆肥化させ、汚水の負荷量を低減させることで一般排水基準を達成している。
2	沈殿分離による連続式活性汚泥法（間欠曝気なし）	29	75	110	39	新排水処理施設の運転が安定していなかったことや旧施設の設備の故障による汚水の流入が過大であったため	新施設の汚泥凝集剤の使用量の調整、旧施設の止水弁の交換、定期点検の徹底等により一般排水基準を達成している。
3	膜浸漬型活性汚泥処理方式	90	88	160	16	処理施設の設備の故障（膜のつまり等）	膜交換など消耗品を交換するなど定期的なメンテナンスを行うことにより、一般排水基準を達成している。
4	膜浸漬型活性汚泥処理方式	38	192	340	340	過曝気だったため	曝気時間の調整により、300mg/L以下となる見込み。今後、新たな排水処理施設を増設予定であり、当該処理施設の増設後は、一般排水基準を達成できる見込み。

#### 4. 暫定排水基準の見直し（案）

3. に記載した各事業場の排水実態等を踏まえ、以下のとおり暫定排水基準の見直しを行うことが適当であると考えられる。

##### **豚房施設を有する事業場：**

- ・硝酸性窒素等の排水濃度が継続的に300mg/Lを超過するおそれのある7事業場に対する個別調査の結果、1事業場では排水処理方法の変更により排水量がなく、現状で一般排水基準を達成している。
- ・その他の2事業場では、排水処理施設の適切な維持管理等により300mg/L以下となる見込みである。
- ・残りの4事業場では、排水処理施設の適切な維持管理等により400mg/L以下は維持できると考えられる。
- ・以上より、豚房施設を有する事業場については、暫定排水基準を500mg/Lから400mg/Lに見直し、適用期限を令和7年6月30日まで延長することが適当である。

##### **牛房施設のみを有する事業場：**

- ・平成29年4月以降に硝酸性窒素等の排水濃度の最大が一般排水基準を超過していた4事業場に対する個別調査の結果、排水処理施設の適切な維持管理等により3事業場については一般排水基準を達成する見込みである。
- ・その他の1事業場では、排水処理施設の適切な維持管理により300mg/L以下となる見込みであり、今後の飼養頭数の増大に伴う新たな排水処理施設の増設後は一般排水基準を達成する見込みである。
- ・以上より、牛房施設のみを有する事業場については、暫定排水基準を500mg/Lから300mg/Lに見直し、適用期限を令和7年6月30日まで延長するものの、上記事業場で今後予定している排水処理施設の増設の状況を踏まえ、一般排水基準への移行を検討することが適当と考えられる。

##### **馬房施設のみを有する事業場：**

- ・平成29年4月以降に一般排水基準を超過していた事業場はないことから、令和4年7月1日以降は一般排水基準に移行することが適当である。

## **5. 今後の排水濃度低減に向けた取組**

一般排水基準への移行に向け、排水実態の把握や、業界団体等との連携による排水処理技術の周知など、以下①～④の取組を実施する。

### **①自治体別の超過事業場の把握**

- 従来の全事業場調査ではなく、一般排水基準を超過するおそれのある事業場をリストアップし、それらの事業場を対象にフォローアップの状況（関係法令に基づく立入検査の結果等）を把握する。
- 特に、排水量（例：50m<sup>3</sup>/日以上・未満）に応じた排水処理の対策状況を把握・整理する。

### **②排水処理技術等の動向調査・導入支援**

- 自治体からの要望を踏まえ、事業場の排水対策の優良事例や硝酸性窒素等の処理に係る技術動向等の情報を収集する。
- 排水対策の検討や事業場への指導等に活用できるよう、これらの技術動向等の情報を自治体に周知する。
- また、超過事業場数の多い自治体について、必要に応じて事業場への専門家の派遣等を実施することで処理技術の導入支援を行う。

### **③業界団体による周知**

- 上記調査・取組の結果や測定義務の遵守等について、農林水産省と連携して、業界に周知を要請する。

### **④行政による周知（水環境部局、畜産部局）**

- 上記調査・取組の結果や測定義務の遵守等について、農林水産省と連携して、自治体の水環境部局・畜産部局に周知を要請する。

以上の取組結果等を踏まえ、次の見直しにおいては、豚房施設を有する事業場について、排水規模等に応じた基準値とすることも含めて検討する。

## 工業分野の暫定排水基準の見直しに係る検討結果

### 1. 検討の経緯

工業分野については8業種において、ほう素、ふっ素及び硝酸性窒素等のうち一般排水基準への対応が困難と認められる項目に暫定排水基準が設定されている。

これら業種の一般排水基準の達成に向けて、工業分野検討会を設置し、排水濃度の低減方策について技術的助言等を得つつ、排水実態等を踏まえた暫定排水基準の見直しについて検討を行った。

### 2. 工業分野に係る暫定排水基準について

工業分野の各業種に係る暫定排水基準は、排水処理技術の動向や導入状況、排水実態等を考慮して設定している。現在の暫定排水基準の適用状況は表1のとおりである。

表1 工業分野のほう素、ふっ素及び硝酸性窒素等の暫定排水基準

業種分類			暫定排水基準値 (mg/L) (R1. 7~R4. 6)		
水質汚濁防止法に基づく排水基準 を定める省令による分類			ほう素	ふっ素	硝酸性 窒素等
No.	業 種	制 限			
1	ほうろう鉄器製造業		40	12	
2	金属鋳業		100		
3	電気めっき業	日排水量50m <sup>3</sup> 未満	30	40	
		日排水量50m <sup>3</sup> 以上		15	
4	貴金属製造・再生業				2,800
5	酸化コバルト製造業				120
6	ジルコニウム化合物製造業				600
7	モリブデン化合物製造業				1,400
8	バナジウム化合物製造業				1,650

(参考)

一般排水基準：ほう素10mg/L（海域以外）、ふっ素8mg/L（海域以外）、硝酸性窒素等  
100mg/L

### 3. 各業種の排水実態や取組状況、暫定排水基準の見直し（案）について

#### (1) ほうろう鉄器製造業（対象物質：ほう素、ふっ素）

##### ○排水実態：

一般排水基準超過事業場数、ピーク濃度、平均濃度について、令和元年7月以降の業界目標値及び実績値は表2のとおり。

表2 令和元年7月以降の排水実態

		ほう素		ふっ素	
		R1.7～R2.6	R2.7～R3.6	R1.7～R2.6	R2.7～R3.6
一般排水基準超過事業場数※1		2	2	2	2
ピーク濃度※2 (mg/L)	目標	40	30	12	11
	実績	35	39	12	12
平均濃度※3 (mg/L)	目標	15	13	5	4
	実績	14	17	5	5

※1 一般排水基準超過事業場数は、水質汚濁防止法に基づく一般排水基準を超過する事業場数。

※2 ピーク濃度は、フォローアップ対象事業場の中での最大値。

※3 平均濃度は、フォローアップ対象事業場ごとの年間平均濃度の和÷フォローアップ対象事業場の総数。

##### ○取組状況：

ほうろう鉄器製造業において、一般排水基準を超過する事業場は2事業場である。各事業場とも、ほうろう鉄器の製造工程で、ほう素、ふっ素を含む排水が発生するため、これまで各事業場において凝集処理装置や固液分離装置の追加、反応時間が短い凝集剤のテスト、ゆう薬中のほう素の削減、<sup>せゆう</sup>施釉（塗装）の乾式化等の検討を進めているが、一般排水基準の達成には至っていない。

今後対象事業場としては、排水濃度の平準化や導入可能な凝集剤の検討等に取り組むとしている。

##### ○暫定排水基準の見直し（案）：

ほう素については、直近2年間のピーク濃度が39mg/Lのため、現行の暫定排水基準値40mg/Lを維持し、3年間延長することが適当と考えられる。

ふっ素については、直近2年間のピーク濃度が12mg/Lのため、現行の暫定排水基準値12mg/Lを維持し、3年間延長することが適当と考えられる。

(参考1) ほうろう鉄器製造業の取組状況概略

対象物質：ほう素

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p><b>【業界団体】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・展示会情報の報告、助言・指導、ほうろう技術講演会での排水処理技術の発表、ほうろう工場視察等を実施。</li> <li>・平成27年6月、各国の処理技術、対策情報を収集するため国際ほうろう協会（IEI）へ正式入会。IEI（加盟国ASTM）の情報では米国内のほうろう加工場の多くで水処理問題のためパウダーコーティングを採用との報告がある。</li> <li>・平成28年、B事業場に専門アドバイザーを紹介、工場訪問を実施。データ収集・作業分析費用がかかるため、現在は技術指導中断。</li> <li>・排水処理装置展示会に出席し処理の新規情報を確認。従来の処理方法に関するものが主流。</li> <li>・令和元～3年は、<u>暫定排水基準適用事業者への状況報告と助言を実施。コロナ感染症対応のため展示会等への参加なし。</u></li> </ul> <p><b>【A事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平成21年以降、スプレーブース乾式化を検討（現在中断中）。</li> <li>・平成22～24年、無機系処理剤（カテナチオ）を検討したが、費用面で断念。</li> <li>・平成26年1月、<u>塗薬排水量平準化のため一時貯槽（14m<sup>3</sup>）を新設し、一定量（25L/分）を中和槽に送り込むことで、ほう素濃度平準化が図られた。</u></li> <li>・平成26年12月、高分子凝集剤の仕様変更。</li> <li>・平成28年7月、一時貯槽設備からの排水を追加処理装置で処理する試運転を開始。</li> <li>・平成30年、一般排水基準をクリアできる安定した処理能力を持つ、新たな処理剤を検討開始。</li> <li>・<u>現状の処理剤の効果確認試験をしたところ、凝集剤AMARAには一定の効果が見られた。吸着剤MC-2200は生産の状況全てに対応することは困難（ピーク時、メンテナンス時等の一般排水基準達成は困難）との結論に至った。</u></li> <li>・<u>凝集剤AMARAは今後も継続的に使用しつつ、MC-2200の代わりとなる処理剤を検討する。</u></li> <li>・平成31年（令和元年）より、<u>凝集処理済の排水を用いて活性炭、陰イオン交換樹脂によるほう素吸着試験の実施。</u></li> <li>・<u>令和元年より、吸着除去剤TERRASTによるほう素除去試験の実施。凝集剤READ-CXの導入検討。机上テストでの効果を確認。実機テストを計画中。</u></li> <li>・<u>令和2～3年、工程の見直しと安価な処理剤への変更を含め、塗薬排水の処理方法を検討した。</u></li> </ul> <p><b>【B事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平成21～24年、イオン交換樹脂による吸着処理、吸着剤・廃酸結晶回収装置による除去装置処理、無機系凝集剤処理を検</li> </ul>	<p><b>【A事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・時間あたりの排水処理量の安定化、塗薬排水量の削減を行う。</li> <li>・検討会での指摘事項の対応・検討を行う。</li> </ul> <p><b>【B事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平準化を安定させる検討を行う。</li> <li>・有効かつ経済的な処理剤の検</li> </ul>

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p>討したが、費用面で断念。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>平成21～23年、工程排水量削減（50→25m<sup>3</sup>/日）。</li> <li>平成25～27年、釉薬処理槽のスラリー分離のため、ロータリースクリーンを検討したが、技術面で断念。</li> <li>平成28年、新たなスラリー固形分分離処理装置を製作、スラリー分離処理方法確立目指し試験。</li> <li>平成29年、反応時間が従来比約1/10の新凝集剤をテストし結果が良好なことを確認、実機設備の検討設計開始。新たなスラリー固形分分離処理装置の排水濃度低減効果と課題（人的作業負荷大）を確認。</li> <li>平成29～30年、新釉薬排水単独処理装置の改良及び改良の為のテストを実施。①高分子凝集剤の中量テストを実施、分離精度が良好なので、実量処理用の攪拌タンク（3トン）を製作開始（平成30年5月）。②土のう袋に比べて脱水効率が良く産廃処分に即時適応でき、処理必要量が短時間に処理でき、人的負担が大幅削減できること。これらの条件に適合する脱水方法検討の結果、フィルタープレス脱水機を導入し稼働開始（平成30年3月）。③静電塗装装置にあるタッチアップブースの釉薬送り装置を改良することで、ポンプ、タンクの洗浄用水が不要となり、釉薬排水量削減が可能となった（平成30年6月に1基）。</li> <li>平成30～31（令和元）年、釉薬排水処理用攪拌タンク（3m<sup>3</sup>）の製作・設置を開始し、釉薬排水受槽設置を残して完成。</li> <li>令和元年～令和2年、釉薬排水受槽完成。釉薬排水処理用攪拌タンク（3m<sup>3</sup>）とあわせて実用試験開始。</li> <li>令和2年5月～6月に釉薬排水処理用攪拌タンク（3m<sup>3</sup>）満水時に従来の処理へ切り替えるための送液システムを製作・完成させ実用試験を継続中。</li> <li>令和2～3年、釉薬排水処理用攪拌タンク（3m<sup>3</sup>）を稼働しているが、前処理排水の減少により、排水中の濃度管理に苦慮。改良を検討中。</li> </ul>	<p>討を継続する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>検討会での指摘事項の対応・検討を行う。</li> </ul>

対象物質：ふっ素

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p><b>【業界団体】</b> （ほう素と同じ）</p> <p><b>【A事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>平成21年以降、スプレーブース乾式化を検討（現在中断中）。</li> <li>平成22～24年、無機系処理剤（カテナチオ）を検討し効果は確認したが費用面で断念。</li> <li>平成26年1月、釉薬排水量平準化のため一時貯槽（14m<sup>3</sup>）を新設し、一定量（25L/分）を中和槽に送り込むことで、ふっ素濃度の平準化が図られた。</li> <li>平成26年12月、高分子凝集剤の仕様変更。</li> <li>平成28年7月、一時貯槽設備からの排水を追加処理装置で処</li> </ul>	<p><b>【A事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>時間あたりの排水処理量の安定化、釉薬排水量の削減を行う。</li> <li>委員の指摘事項の対応・検討を行う。</li> </ul>

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p>理する試運転を開始。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <u>令和元年より、吸着除去剤TERRASTによるふっ素除去試験の実施。凝集剤READ-CXの導入検討。机上テストでの効果を確認。次段階として実機テストを計画中。</u></li> <li>・ <u>令和2～3年、工程の見直しと安価な処理剤への変更を含め、釉薬排水の処理方法を検討した。</u></li> </ul> <p><b>【B事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 平成21～24年、イオン交換樹脂による吸着処理、吸着剤・廃酸結晶回収装置による除去装置処理、無機系凝集剤処理を検討したが、費用面で断念。</li> <li>・ 平成21～23年、工程排水量削減実施（50m<sup>3</sup>/日→25m<sup>3</sup>/日）。</li> <li>・ 平成25～27年、釉薬処理槽のスラリー分離のため、ロータリースクリーンを検討したが、技術面で断念。</li> <li>・ 平成27年、新たなスラリー固形分分離処理装置製作完成、スラリー分離処理方法確立を目指し試験。</li> <li>・ 平成29年、反応時間が従来比約1/10の新凝集剤をテストし結果が良好なことを確認、実機設備の検討設計開始。新たなスラリー固形分分離処理装置の排水濃度低減効果と課題（人的作業負荷大）を確認。</li> <li>・ 平成30年3月、脱水効率が良く産廃処分に即時適応でき処理必要量が短時間に処理できる人的負担大幅削減できる条件に適合する脱水方法検討の結果、フィルタープレス脱水機を導入し稼働開始。</li> <li>・ 平成30年5月、高分子凝集剤の中量テスト実施、分離精度が良好なので、実量処理用の攪拌タンク3m<sup>3</sup>を製作開始。</li> <li>・ 平成30年6月、静電塗装装置タッチアップブースの釉薬送り装置（1基/2基）を改良することでポンプ、タンクの洗浄用水が不要となり釉薬排水量削減可能となった。</li> <li>・ <u>平成30～31（令和元）年、釉薬排水処理用攪拌タンク（3m<sup>3</sup>）の製作・設置を開始し、釉薬排水受槽設置を残して完成。</u></li> <li>・ <u>令和元年～令和2年、釉薬排水受槽完成。釉薬排水処理用攪拌タンク（3m<sup>3</sup>）とあわせて実用試験開始。</u></li> <li>・ <u>令和2年5月～6月に釉薬排水処理用攪拌タンク（3m<sup>3</sup>）満水時に従来の処理へ切り替えるための送液システムを製作・完成させ実用試験を継続中。</u></li> <li>・ <u>令和2～3年、釉薬排水処理用攪拌タンク（3m<sup>3</sup>）を稼働しているが、前処理排水の減少により、排水中の濃度管理に苦慮。改良を検討中。</u></li> </ul>	<p><b>【B事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 平準化を安定させる検討を行う。</li> <li>・ 有効かつ経済的な処理剤の検討を継続する。</li> <li>・ 委員の指摘事項の対応・検討を行う。</li> </ul>

## (2) 金属鉱業（対象物質：ほう素）

### ○排水実態：

一般排水基準超過事業場数、ピーク濃度、平均濃度について、令和元年7月以降の業界目標値及び実績値は表3のとおり。

表3 令和元年7月以降の排水実態

		R1.7~R2.6	R2.7~R3.6
一般排水基準 超過事業場数 <sup>※1</sup>		1	1
ピーク濃度 <sup>※2</sup> (mg/L)	目標	35	35
	実績	22	22
平均濃度 <sup>※3</sup> (mg/L)	目標	23	23
	実績	22	20

※1～3 表2に同じ。

### ○取組状況：

金属鉱業において、一般排水基準を超過する事業場は1事業場である。当該事業場からの排水には温泉水由来のほう素が含まれるため、利用可能なほう素の処理技術（除去法、沈殿法、吸着法）等に関して調査・研究を進め、処理設備の試算等を行ってきたが、導入可能な処理技術の見通しは立っていない。現在は、坑廃水の地下還元の可能性について、還元先の候補地区の選定に向けて技術面・法令面での検討を進めている。

当該事業場における直近2年間の排水濃度は20mg/L程度で安定している。一方で、今後当該事業場は深部開発を計画している。開発を行うエリアとつながりのある山系の温泉水で89～107mg/L(平成17年)が計測されており、今後の深部開発に伴いその温泉水が流入し、同程度のほう素濃度の水が湧出する可能性がある。このため、令和元年度より深部のモニタリングを実施しており、その結果、現在湧出している坑水と比べてほう素濃度が高くなる傾向を示したものの、大幅な上昇は見られなかった。しかしながら、深部開発に伴って温泉水の流れが変わることも予想されるため、水位が安定する令和6年頃までモニタリングを継続する。

### ○暫定排水基準の見直し（案）：

今回は、現行の暫定排水基準値100mg/Lを維持し、3年間延長するものの、次回の見直しにおいては、水位の安定が想定される令和6年頃までの深部モニタリングの結果を踏まえた基準値への見直しを検討することが適当と考えられる。

(参考2) 金属鉱業の取組状況概略

対象物質：ほう素

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p><b>【業界団体】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・処理技術等の調査・試験の進捗確認、他業種（温泉排水処理技術等）の情報共有。</li> </ul> <p><b>【A事業場】</b> (平成24年度まで)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・沈殿法、イオン浮選、イオン浮選-沈殿法、温泉水の地下還元、グラフト重合法、逆浸透膜法、キレート樹脂法、グラフト吸着樹脂、置換法について基礎試験（一部は現場試験）を実施したが、有効な処理法は見つからず。</li> </ul> <p>(S研究所との共同研究)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平成23年度からS研究所と新たなほう素吸着樹脂の開発に着手。平成26年度にA事業場で連続試験を実施。その結果をもとに、さらにほう素吸着量の多い樹脂の開発に取り組んだが、期待した吸着量が得られなかったことや実用化の目途が立たないことから共同研究を終了（平成27年度）。</li> </ul> <p>(W大学との共同研究)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平成24年度からW大とエトリングイト法でのほう素除去の共同研究に着手。平成26年度にA事業場で温泉水を使用した試験を実施。その結果、最適な処理法の知見を得たが、生成澱物からのほう素溶出抑制の課題が解決できず、高濃度なほう素溶液ほど澱物発生量が増加することから、工業化が困難と判断して研究を終了（平成28年度）。</li> <li>・平成29年度、水酸化第二セリウムを用いた共沈法について、新たな共同研究を実施。セリウムはレアアースの中で最も豊富に存在しており、その酸化物はガラス研磨剤などに利用され、多くが廃棄物として処理されているため、セリウム化合物によるほう素除去プロセスが確立し廃棄物の有効利用が出来る場合、処理コスト削減に有効な処理プロセスとなる可能性があった。共同研究を通じて調査した結果、実現性が低いと判断し研究は終了とした。</li> </ul> <p>(A事業場での連続通水試験)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平成26年度にA事業場に関連する研究所で、市販のほう素吸着樹脂10種以上を比較検討し、最も効率的な樹脂を選定して連続通水試験をしたが、最良の樹脂が製造中止となる。同等の吸着能を持つキレート繊維に替えて試験し、樹脂の2倍の吸着能を確認。パイロット試験機的设计に必要なデータが得られたことから小規模連続試験は終了。</li> </ul> <p>(K大学との共同研究)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平成28年度からK大とハイドロキシアパタイト共沈法の共同研究に着手。共沈物のほう素再溶出が極めて少ないため、澱物を一般産業廃棄物として処理できる可能性がある。ひ素の同時除去が確認できたので、既存の坑水処理設備を活用して初期投資を抑制できる可能性を見出した。坑水模擬液及び実液を用いたほう素除去試験を実施し、ほう素除去のメカニズ</li> </ul>	<p><b>【A事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◎処理技術の開発、検討 事業場の実情に応じた処理技術の開発を目指して、引き続き情報収集を行い有望な技術に関して基礎試験を実施していく。</li> <li>◎地下還元の可能性調査</li> </ul> <p><b>【法令面】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・野外に設置するモニタリング孔の候補地においてボーリング工事を実施する上での法的規制や関係する管理庁への確認と、地下還元設備を坑内に設置する場合の法的規制や関係する管理庁への確認を行う。</li> <li>・地元自治体との協議及び事業場が所在する産業保安監督部やK県への確認・許認可に関する取得手順を確認する。</li> </ul> <p><b>【地下還元の検討】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・モニタリング孔設計検討（令和4年）</li> <li>・モニタリング孔掘削（令和5年）</li> <li>・観測を開始（令和6年）</li> </ul>

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p>ム解明、坑水中に含まれる妨害因子の特定や最適な除去条件の確立に向けて活動。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>平成29年度にはA事業場内に小規模連続試験機を設置し、実坑水を用いた連続試験を開始。その結果は実験室での試験結果と良く整合し、一般排水基準値以下にほう素を除去出来ることが分かった。しかし課題として、①連続試験の各パラメータの最適化、②高価な試薬から安価な代替試薬への見直しによる処理コストの削減が挙げられた。</li> <li>平成30年度、実用化に向けたボトルネックである処理コストの削減に向けてリン酸源の代替試薬のスクリーニング試験を実施。</li> <li>令和元年度、試薬（工業用リン酸）が非常に高価なため、安価な代替りん源（粗精製リン酸）を用いて水処理試験を実施するとともに、澱物を肥料原料としてリサイクルできないか調査。調査結果（肥料として法的に認められないこと、リン酸生産量が減少し需要が無いこと）から、肥料またはリン酸源としてのリサイクルは困難と判断。</li> <li>令和2年度、連続試験で得られた知見を基にハイドロキシアパタイト共沈法によりほう素とひ素を同時に除去する水処理設備の概念設計及び起業費・操業費の概算を実施。イニシャルコストが60億円、ランニングコストが55億円/年（現状の110倍）であること、大量に発生する澱物の処分方法が無いことから実現性が無く断念。</li> </ul> <p>（地下還元の再調査）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>平成28年度の検討会委員・事務局の現地調査での助言を受け、温泉水（坑水）を地下還元する事例として温泉や地熱発電所を調査。いずれも浸透性の高い地質帯や亀裂帯が存在し温泉水の還元先になっていること、水質汚濁防止法上の特定施設にあたる設備が無いことが判明。平成29年度より温泉水の地下還元の可能性について法律面及び技術面での再評価を実施した。</li> <li>平成30年度は地下還元候補地において微動探査を実施して地質構造を把握するとともに、過去に実施した試錐の逸水記録を整理し、透水性が良く還元水の還流が少ないと思われる区域を選定。</li> <li>令和元年度は選定した逸水帯をターゲットとした試錐を行い、注水試験を実施して地下還元が可能かどうか調査。約500L/minの注水を3時間継続し、圧力上昇が無いことから一定の還元可能性を確認。鉱床深部をターゲットとした試錐を行って深部温泉水のほう素濃度を調査。浅部と深部で濃度差がほぼ無いことを確認（令和3年度まで継続中）。スケールの生成により還元井の能力が低減することが予想されるため、温泉水熟成試験で抜湯孔から採取した温泉水を用いて、時間経過に伴う水質変化（溶存成分濃度、温度、pH）と生成する沈澱物を確認（シミュレーションでFe系&gt;&gt;Ca系、Si系沈澱物生成を確認）。</li> <li>令和元～3年度は、試錐孔を利用してトレーサー試験を実施</li> </ul>	

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p>し、温泉水の流動を調査。還元水が抜湯箇所へ還流するまでの時間を確認中。温泉水熟成試験の続きとして温泉水により形成したスケールの分析を行い、熟成試験結果と比較・検討し、温泉水還元時の沈殿形成過程を推定中。令和3年8月現在未検出（500日以上経過）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>令和2～3年度はトレーサー試験等の知見を基にした地下水系の浸透流解析や還元を想定した周辺環境への影響調査を行い、現在の温泉水流動モデルにおいて、計算上は還元域への排水を行っても、坑内位上昇は確認されなかった。</li> </ul> <p>（法令面の整理）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A事業場の温泉水は、坑口から外へ出す場合は水質汚濁防止法が適用され、その後地下還元するには水質汚濁防止法上の排水基準を満たすことが求められるが、坑口から外に出さず坑内地下還元する場合は、専ら鉱山保安法が適用され、「坑道の坑口の閉そく」の一形態として扱われることが明らかとなった。なお、水質汚濁防止法上の特定事業場の範囲等は各自治体の判断によるため、実施にあたり産業保安監督部やK県に確認・調整を依頼する。</li> </ul> <p>（技術課題の整理）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>過去に実施したA事業場周辺の地質調査結果を再評価し、地下還元が可能なエリアが存在するか机上調査を実施した。その結果は以下の通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>①A事業場の温泉水は、高炭酸ガス含有で塩化物イオン濃度が高い特徴を有し、周辺の地下水とは性質が異なる。</li> <li>②そのため温泉水を地下還元する対象エリアは、同じ温泉水系に限定する必要がある。</li> <li>③A事業場が温泉水を抜湯する理由は、金鉱石を採掘するためであって同じ温泉水系であっても地下還元した温泉水が抜湯試錐へ戻ってくるまで十分な時間を確保できるエリアである必要があることなどが示された。</li> </ul> </li> </ul> <p>（計画の策定）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>令和3年に今後3ヶ年の還元試験のスケジュールを策定し、還元候補地区画にモニタリング孔候補地を選定してボーリング孔を掘削、長期的な透水性・貯留性能を評価する方針とした。</li> </ul>	

### (3) 電気めっき業（対象物質：ほう素、ふっ素）

#### ○排水実態：

一般排水基準超過事業場数、ピーク濃度、平均濃度について、令和元年7月以降の業界目標値及び実績値は表4のとおり。

表4 令和元年7月以降の排水実態

		ほう素		ふっ素	
		R1.7~R2.6	R2.7~R3.6	R1.7~R2.6	R2.7~R3.6
一般排水基準超過事業場数 <sup>※1</sup>		3 (30) <sup>※4</sup>	6 (27)	8 (30)	9 (26)
ピーク濃度 <sup>※2</sup> (mg/L)	目標	30	30	40	40
	実績	29 (30)	25 (30)	40 (39)	40 (40)
平均濃度 <sup>※3</sup> (mg/L)	目標	15	15	20	20
	実績	18 (11)	6 (11)	8 (12)	6 (10)

※1～3 表2に同じ。

※4 下水道放流の事業場を“( )”で記載。

#### ○取組状況：

電気めっき業において、一般排水基準を超過する事業場はほう素・ふっ素とも30～40事業場程度ある（いずれも下水道放流の事業場を含む）。各事業場ともめっき加工・洗浄工程において、ほう素、ふっ素を含む排水が発生するため、業界団体等による講習会の開催、普及啓発等の取組を実施している。また、各事業場において、代替薬品への切替え、めっき液の濃度管理、めっき液のくみ出し量の削減、めっき工程の見直し等を行い、排水中のほう素、ふっ素濃度の低減を進めているが、一般排水基準の達成には至っていない。

今後業界としては、一般排水基準を超過する事業場ごとに目標値等を設定した上で、上記取組を推進することとしている。

#### ○暫定排水基準の見直し（案）：

ほう素については、直近1年間でピーク濃度が20～30mg/Lの事業場が15事業場程度あるため、現行の暫定排水基準値30mg/Lを維持し、3年間延長することが適当と考えられる。

ふっ素について、日排水量50m<sup>3</sup>/日以上<sup>3</sup>の事業場のうち、直近1年間のピーク濃度が8～15mg/Lの事業場が7事業場程度ある。日排水量50m<sup>3</sup>/日未満の事業場のうち、直近1年間のピーク濃度が30～40mg/Lの事業場が5事業場程度ある。したがって、現行の暫定排水基準値（それぞれ15mg/L、40mg/L）を維持し、3年間延長することが適当と考えられる。

(参考3) 電気めっき業の取組状況概略

対象物質：ほう素

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p><b>【業界団体】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>排水濃度調査（年2回、全組合員対象）、月間機関誌・年誌による集計結果の周知。</li> <li>各都府県めっき工業組合・環境委員会（年3回）で情報共有、高濃度事業場への個別指導を要請。</li> <li>各めっき工業組合が組合員を対象とした環境講習会、各県市行政環境部署との懇談会を実施（年1回以上）。環境講習会はこの5年間16都府県で改正水質汚濁防止法へのめっき事業場の対応方法、暫定排水基準物質の濃度低減方法や低減実施例等をテーマにした講演会を30回開催。表面技術協会環境部会（年3回開催）の講演会はこの5年間排水処理シリーズの講演会を実施。</li> <li>各公設試に依頼し、京都、中国地域、群馬組合等が、毎年5～10事業場を対象に、巡回指導を実施。愛知組合は、平成26年度から公設試及び排水処理専門家に依頼し、高濃度事業場を対象に巡回指導を開始（平成26年12月～平成27年3月に10事業場実施）。一般排水基準超過事業場が多い東京組合は、平成27年度から都立産業技術研究センターと組合環境専門部署による巡回指導を実施（平成27年度：20事業場、平成28年度：10事業場実施、平成29年度：10事業場実施、<u>平成30年度：11事業所実施、平成31（令和元）年度：8事業所実施、令和2～3年度：新型コロナウイルス感染症の影響で未実施</u>）。一部フォローアップ訪問もしている。平成30年度は対象をほう素及びふっ素に絞り11事業場を訪問し各事業場に報告書にて対策提案を行っている。</li> <li><u>ほう素の新規処理技術（30種類）について試験を含む調査をしたが、吸着能不足などの理由により、実施可能な有効な処理技術が見つかっておらず、新たに大学等における新規の10種類以上の研究文献調査を行った。</u></li> </ul> <p><b>【各事業場】</b>（取組の一部を抜粋）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ニッケルめっき後の製品へのエア一吹き付けによる液の持ち出しの防止。</li> <li>ニッケルめっき液濃度をこまめに管理、必要以上の薬品補充を抑制。</li> <li>一部のラインのニッケル水洗水を分別し、ニッケルスラッジを再資源化。</li> <li>イオン交換樹脂や新規ほう素吸着剤の調査を行ったが、吸着能力不足から採用に至らず。</li> <li>イオン交換樹脂の再生廃液の分割処理によるピーク濃度の平準化。</li> <li>ニッケルめっき液の空け替え処理時に発生する濃厚廃液のバッチ処理。</li> <li>ほう素フリーニッケルめっき浴の検討。</li> <li>手導ラインにおける丁寧な液切りを実施。</li> </ul>	<p><b>【業界団体、事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>引き続き一般排水基準を超過する事業場数を減らしながら暫定排水基準値の段階的低下を図り、最終的に一般排水基準へ移行したい。</li> <li>3年後の目標値は20mg/Lとするが、各事業所においては、前述のように希釈放流が可能な事業所を含めて、それぞれの事業所において目標値を勘案した工程内における排水負荷の低減策として、めっき浴中のほう素濃度（ニッケルめっき、三価クロムめっきにおけるホウ酸濃度）の段階的低減、汲み出し量の平準化及び低減、排出液濃度の平準化、定期的に排出する中高濃度廃液の平準化処理や外部処理委託への変更などを継続して促すこととする。</li> </ul>



対象物質：ふっ素

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p><b>【業界団体】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>排水濃度調査（年2回、全組合員対象）、月間機関誌・年誌による集計結果の周知。</li> <li>各都府県めっき工業組合・環境委員会（年3回）で情報共有、高濃度事業場への個別指導を要請。</li> <li>各めっき工業組合が、組合員を対象とした環境講習会、各県市行政環境部署との会合を実施（年1回以上）。環境講習会はこの5年間16都府県で改正水質汚濁防止法へのめっき事業所の対応方法やふっ素等の暫定排水基準物質の濃度低減方法や低減実施例等をテーマにした講演会を30回開催。表面技術協会環境部会（年3回開催）の講演会はこの5年間排水処理シリーズの講演会を実施。</li> <li>各公設試に依頼し、京都、中国地域、群馬組合等が、毎年5～10事業場を対象に、巡回指導を実施。愛知組合は、平成26年度から公設試及び排水処理専門家に依頼し、高濃度事業場を対象に巡回指導を開始。（平成26年12月～平成27年3月に10事業場実施）特に一般排水基準超過事業場が多い東京組合は、平成27年度から都立産業技術研究センターと組合環境専門部署による巡回指導を実施。（平成27年度：20事業場、平成28年度：10事業場実施、平成29年度：10事業場実施、平成30年度：11事業所実施、平成31（令和元）年度：8事業所実施、令和2～3年度：新型コロナウイルス感染症の影響で未実施）。一部フォローアップ訪問も行っている。平成30年度は対象をほう素及びふっ素に絞り11事業所を訪問して、事業所毎に報告書にて対策を提案。</li> <li><u>ふっ素の新規処理技術（25種類）について試験を含む調査をしたが、吸着能不足等の理由で、めっき事業場で実施可能な有効な処理技術が見つかっていない。</u></li> </ul> <p><b>【各事業場】（取組の一部を抜粋）</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>アルミニウム素材の前処理工程で使用するフッ化物処理の浴濃度の低減。</li> <li>高濃度の水洗水は別途分別回収してカルシウム及び凝集剤を多めに投入して排水処理しているが、一般排水基準の達成は厳しい状況。</li> <li>めっき槽上での液切りによる汲み出し量低減。</li> <li>ふっ素含有液の外部委託処理。</li> <li>ふっ素処理設備の導入検討を行ったが、スペースの制約から実現していない。</li> <li>ふっ素含有液専用の薬液保管タンクを設置し、排水処理量の調節。</li> <li>カルシウム濃度を高くしたところフィルタープレスのろ布目詰まりや配管目詰まり等の不具合が発生。</li> <li>ふっ素含有処理浴の後に回収槽を設置。</li> <li>ふっ素処理後の水洗水を別タンクに移し、消石灰にて処理。</li> </ul>	<p><b>【業界団体、事業者】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>引き続き一般排水基準を超過する事業場数を減らしながら暫定排水基準値の段階的低下を図り最終的に一般排水基準へ移行したい。</li> <li>3年後の目標値は30mg/L（日排水50m<sup>3</sup>未満について）とするが、各事業所においては、前述のように希釈放流が可能な事業所を含めて、それぞれの事業所において目標値を勘案した工程内における排水負荷の低減策として、処理浴中のふっ素濃度段階的低減、汲み出し量の平準化及び低減、排出液濃度の平準化、定期的に排出する中高濃度廃液の平準化処理や外部処理委託への変更などを継続して促していく。</li> </ul>

(4) 貴金属製造・再生業（対象物質：硝酸性窒素等）

○排水実態：

一般排水基準超過事業場数、ピーク濃度、平均濃度について、令和元年7月以降の業界目標値及び実績値は表5のとおり。

表5 令和元年7月以降の排水実態

		R1.7～R2.6	R2.7～R3.6
一般排水基準超過事業場数 <sup>※1</sup>		2 (5) <sup>※4</sup>	2 (5)
ピーク濃度 <sup>※2</sup> (mg/L)	目標	2,500	2,500
	実績	1,894 (1,900)	1,597 (1,800)
平均濃度 <sup>※3</sup> (mg/L)	目標	1,400	1,500
	実績	727 (862)	680 (765)

※1～3 表2に同じ。※4 表4に同じ。

○取組状況：

貴金属製造・再生業において、一般排水基準を超過する事業場は7事業場（下水道放流の事業場を含む）である。各事業場とも貴金属の製造工程・再生工程で硝酸性窒素等を含む排水が発生するため、原料である硝酸及びアンモニア使用量の削減・代替、高濃度排水と低濃度排水の分別（高濃度排水の産業廃棄物処理）、廃液濃縮装置の導入（濃縮・減容化し産業廃棄物処理）、液中燃焼、希釈等による削減を進めてきたが、一般排水基準の達成には至っていない。

アンモニア性窒素については、アンモニヤストリッピング装置導入等による削減を進めているが、一部事業場では廃液中の塩による閉塞等の課題があるため導入できていない。硝酸性窒素については、硝酸ミスト回収装置による硝酸の回収・再利用、硝酸を使用しない新プロセスの構築、液中燃焼、電気透析、生物処理等による削減を進めており、生物処理を導入した一部事業場では直近3年間で50%程度の削減効果が見られた。

今後対象事業場としては、上記取組や廃液からの硝酸回収、生物処理法のさらなる検討などに取り組むとしている。

○暫定排水基準の見直し（案）：

直近2年間のピーク濃度は1,900mg/L程度であるが、高濃度の硝酸を使用する貴金属製造・再生業からの排水において導入可能な処理方法の見通しが立っておらず、抜本的な方策が見出されていない状況を踏まえ、現行の暫定排水基準2,800mg/Lを維持し、3年間延長することが適当と考えられる。

なお、下水道に排除する5事業場の取扱いについて関係省庁と協議し、当該業種のフォローアップ対象事業場を精査することが適当である。

(参考4) 貴金属製造・再生業の取組状況概略

対象物質：硝酸性窒素等

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p><b>【業界団体】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>排水対策委員会のWGで処理技術の検討状況の情報交換、検討事例を集約化。(平成26年4～7月)</li> <li>排水対策委員会で暫定排水基準対象事業場のフォローアップ調査、処理技術の相互検討、各社の実情に合った対策を推進。(平成27年4月、5月、7月、9月、10月、平成28年1月、4月、5月、8月、11月、平成29年1、5、7、12月、平成30年4、9、10月、平成31年3月、令和元年8月、11月、12月、令和2年4月、9月、令和3年3月)</li> </ul> <p><b>【A事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>生物処理による排水中の窒素低減方法検討では安定した処理に向けた様々な課題と諸条件の検討を繰り返し既存の設備で運転を継続。</li> <li>アンモニア廃液からアンモニアストリップにより触媒酸化分解、化学酸化分解、アンモニア水の再利用、硝酸使用工程では硝酸捕集装置で硝酸の再利用を継続して窒素低減を実施。</li> <li>生物処理に負担の大きい硝酸濃度の高い廃液は産廃委託を継続。</li> <li>硝酸廃液から硝酸カリウムを製造しリサイクルしたが製造原価と販売価格の変動の関係でコストが見合わず、RO膜検討では排水中の塩濃度が高く処理可能領域範囲外で断念。</li> <li>濃縮減容化による産廃委託(外注費)を削減。</li> <li>硝酸代替溶解法の検討し、実用開始。適用範囲を拡大中。</li> <li>生物入口濃度を管理して窒素変動幅を低減。</li> </ul> <p><b>【B事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>硝酸の代替薬品の使用(塩酸+過酸化水素水を用いた金溶解の実施、シアン化ナトリウムを用いた金溶解の実施)、硝酸使用量の削減(前工程の焼成方法の改善、製錬方法の変更)、硝酸(王水)の再利用(同一の薬液による複数ロットの処理、高濃度硝酸含有原料の再使用)を実施済み。</li> <li>硝酸使用量削減を進めるため原料の一部外注を開始。</li> <li>EGSB法を用いた生物処理を検討。一般排水基準まで処理可能であることを確認したが、ランニングコストの削減ができず断念。</li> <li>窒素酸化物ガスの回収を0大と共同研究。長期運転試験において窒素酸化物の回収に用いるゼオライト粒がガス中の水分により破壊され、対策が取れず共同研究を中止。</li> <li>工程で発生する酸性の高濃度硝酸廃液の一部を分別、</li> </ul>	<p><b>【業界団体】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>事業場の廃液の性質その他の実情にあった処理(分別、処理が困難な濃いものは産廃処理委託、濃度平準化、化学的処理・生物処理の技術検討)を推進する。</li> <li>排水処理技術検討会で提示された新規処理方法に関して、メーカー・研究機関と接触し、知見を深め技術検討を進める。</li> </ul> <p><b>【A事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>生物処理による排水中の窒素低減方法検討では継続的に低減させるための課題と諸条件の検討を繰り返しながら運転を継続する。</li> <li>硝酸濃度の高い廃液は処理状況に合わせて外注委託を継続し、さらに生物処理の処理状況に合わせて窒素規制値の範囲内に収まるよう外注委託の比率を管理する。</li> <li>アンモニア廃液からアンモニアストリップによりアンモニアガス触媒酸化分解、化学酸化分解、アンモニア水の再利用を継続する。</li> <li>実用化に向けた試験期間を経て運用開始、適用範囲の拡大を検討。</li> </ul> <p><b>【B事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>貴金属製造・再生プロセスのインプット側の取組の適用範囲を拡大する。</li> <li>二段階処理に移行した廃水の処理は継続して行う。</li> <li>二段階処理困難廃液は、一回あたりの受入量を制限後処理する。</li> <li>廃水C/T中の硝酸性窒素等の濃度に従って希釈対応を行う。</li> <li>より強化した自主基準の設定による排水管理をする。</li> </ul>

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p>中和処理後に液中燃焼法による処理開始（平成29年5月、分別用廃液タンクと付随配管を設置。平成28年8月、工程廃液中の硝酸性窒素等濃度10,000mg/L以上を対象に処理開始）。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>適用する廃液中の硝酸性窒素等濃度の対象をより低濃度のものに拡大する計画。酸性廃液の増加による処理施設のメンテナンス頻度の状況と許容ランニングコストを考慮に入れて進める。</li> <li>平成30年10月～平成31年3月の6ヶ月間のピーク濃度は1,900mg/Lで目標達成。令和2年度は排水濃度1,800mg/Lを自主基準に設定して運用。令和3年度は排水濃度1,700mg/Lを自主基準に設定して運用。</li> <li>貴金属回収・精製プロセスから発生する廃液中の硝酸性窒素等濃度を調査し、「窒素マップ」を作成。</li> <li>自主基準を達成するための分別対象は、貴金属製造・回収工程から排出される廃水をマッピングした「窒素マップ」に基づき決定する。</li> <li>高濃度硝酸性窒素廃液を分別し、中和及び液中燃焼の二段階処理を実施する。</li> <li>液中燃焼の処理設備の負荷状況を考慮した自主基準値を設定し、段階的に排水中の硝酸性窒素等濃度を下げていく。</li> </ul> <p><b>【C事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>工法改善による薬品使用量の削減について、硝酸代替薬品溶解法、塩化鉄溶解法による取組を実施しているが、脱硝酸技術の開発は鉄系材料に限定される上に処理速度が非常に遅い。</li> <li>排水中の窒素化合物の再利用について、電気透析法による実証実験を実施しているが、硝酸廃液からの硝酸回収は硝酸液からに限定され、低濃度で用途が限定。</li> <li>窒素化合物の分解については、生物処理法、電気分解法を検討しているが、電気分解法による廃酸からの回収はランニングコストが高い。</li> <li>その他、窒素含有排水の分別・回収・再生・再利用検討、新規工法の開発、窒素濃度別の経済的な処理法の検討、硝酸を極力使わない工程の検討実施。</li> <li>RO膜処理、光触媒についても検討したが、RO膜処理は排水で濃縮テストしたところ閉塞し、光触媒は処理効率が悪く、導入困難。</li> <li>平成29年3月、貴金属溶解時の王水中の硝酸量をより理論量に近づける（最適化の）ための検討開始し、継続中。</li> <li>調整槽での循環機構を強化し平準化を実施。自動窒素測定機導入し、排水処理中の窒素濃度管理を運用開始。</li> </ul> <p><b>【D事業場】</b></p>	<p><b>【C事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>濃厚廃液の分別処理と、生物処理等の処理技術の導入を検討し、自社で処理する体制を確立する。</li> <li>分解処理する対象を減容するために、廃液の再生・再利用を併せて検討する。</li> </ul> <p><b>【D事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>現時点は実験段階であるが、次亜塩素酸によるアンモニア処理を検討する。</li> </ul>

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<ul style="list-style-type: none"> <li>・全廃液の窒素濃度を測定し、高濃度廃液から産業廃棄物としての分別を実施。</li> <li>・工程排水は排水処理後、毎日窒素濃度を測定しバッチ放流。現在の放流時の窒素濃度は暫定排水基準値の半分の社内自主基準値の1,500mg/L以下で管理、万一超過する場合は水道水で希釈して放流。</li> <li>・平成17年より電気分解の実験を実施したが、廃液の温度上昇等の運転管理上の問題と、産廃搬出と比べコスト高なため、導入断念。</li> <li>・平成22年よりCDドライヤーで濃縮テストをしたが、高コスト、発生した塩の処理や凝縮水に含まれるアンモニアの処理の問題等により、導入断念。</li> <li>・排水の塩濃度が高いため、塩濃度が高い排水の生物処理を研究しているT大学に実験を依頼した結果、塩濃度3.5%まで処理可能なことが分かった。T大学には、継続して塩濃度の高い排水の生物処理の検討を依頼。<u>この結果も踏まえ、令和2年度より、分室にて生物処理を開始し、検討を継続中。</u></li> <li>・その他の取組はC事業場と同じ。</li> <li>・平成29年3月より、<u>貴金属溶解時の王水中の硝酸量をより理論量に近づける（最適化する）為の検討を開始。</u></li> <li>・令和元年5月より、<u>不連続点処理によるアンモニア廃液処理の検討を開始し、令和2年より、実証試験機による検証を開始。</u></li> </ul> <p><b>【E事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平成21年以前、触媒で硝酸イオン還元分解試験実施。</li> <li>・平成22年に、オゾンによるNO<sub>x</sub>からの硝酸回収の検討及び試験を実施。</li> <li>・平成23年以降、廃液排出・処理工程・施設の見直し、貯水槽の設置、排水の分別、希釈により、窒素濃度の平準化を実施。</li> <li>・平成26年以降、産廃委託処理のため、減容化プロセスを検討。</li> <li>・平成29年、<u>排水分別容器の増設、配管整備。</u></li> <li>・平成30年、<u>硝酸銀濃縮装置より排出するNO<sub>x</sub>ガス吸収液の再利用。</u></li> <li>・令和元年6月より<u>排水先を河川から下水道へ変更。</u></li> <li>・高濃度窒素含有廃液の一部を産廃処理委託への検討。</li> </ul> <p><b>【F事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平成24年に廃液濃縮装置を導入。濃縮法における多種多様な工程廃液に最適な作業条件設定とその設備の可能性の限界を検討した結果、全体廃液量の約50～60%を処理可能な廃液として濃縮、産廃処理を実施。残りの廃液は希釈混合して平準化。</li> <li>・平成28年7月以降、ピーク濃度を下げるとの設備を</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生物処理を検討し、自社で処理する体制を確立する。</li> </ul> <p><b>【E事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高濃度窒素含有廃液は産廃処理委託を行いピーク濃度の低減を図る。排水処理場の改修が終了後、可能な範囲で委託を進める。</li> <li>・今後、薬品処理による窒素濃度低減策を探る。</li> <li>・経済的に実現可能な処理策(化学的処理等)を探求する。</li> </ul> <p><b>【F事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・引き続き水道水による希釈と産業廃棄物処理を継続。</li> <li>・工場の移設を含めて検討。</li> </ul>

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p>仮増設し、効果を確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>平成29年以降、産廃処理用廃液選定の効率化、濃縮方法を検討。現在行っている濃縮装置による濃縮の方が作業性・安全性において優れると結論。</li> <li>平成30年、窒素廃液の濃度別への分別をさらに効率的に行えるよう検討。作業工程を一部変更し高濃度(数万mg/L)の廃液を分離し、直接産廃処理に送ることとした。</li> </ul> <p>【H事業場】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>平成24年から希釈排水を実施中。</li> <li>平成24年以前から、微生物処理・電気分解・触媒・濃縮減容処理技術等の各処理技術を検討したが、設置面積・費用が膨大なため断念。</li> <li>平成25～26年に廃液の高・中低濃度分別処理（電気分解）を検討したが費用膨大で断念。</li> <li>平成25年から、硝酸回収・再利用として、G事業場生産の一部製品をH事業場に移管決定。</li> <li>平成27年に製造工程の硝酸による金属溶解時に発生するNO<sub>x</sub>ガスを回収・再利用する硝酸回収装置を設置。G事業場で発生する窒素含有廃液濃度の90%以上を削減。</li> <li>平成26～27年、H事業場へ統合後の廃液について高濃度廃液の産廃処理、中低濃度廃液の希釈処理等を検討したが、費用膨大で断念。</li> <li>平成27年に、発生する窒素廃液を化学肥料へ再利用することで削減を検討したが、化学肥料として利用可能まで至らず断念。</li> <li>G事業場、H事業場の製品受注が想定以上に増量。今後も増量が見込まれるため、全製品のH事業場へ集約は見送りとしたが、実施可能な処理技術の導入に向けた検討を継続。現状では実施可能な処理技術がなく、新たに発見されるまで見送りとした。（平成27年2月～令和元年6月）</li> <li>平成28～29年にH事業場で発生量の多い廃液を電気透析法による再利用で削減を目指して試験したが、完全分離に至らず品質に影響を与えるため断念。</li> <li>平成28年に、H事業場で発生量の多い廃液を、電気分解による窒素濃度削減後に希釈処理を検討したが、費用が膨大のため断念。</li> <li>平成29年より、H事業場で発生する廃液の一部を次亜塩素酸ナトリウムでアンモニアを分解後に希釈処理を検討したが、費用が膨大のため断念。</li> <li>平成28年8月～令和元年6月、新合成法により硝酸を使わない新プロセス構築を目指し開発を進めたが敷地面積、原料費、顧客承認の課題解決が困難なため採用見送り。</li> <li>平成30年9月～令和元年3月、高・中濃度廃液を産廃処</li> </ul>	<p>【H事業場】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>水希釈法を継続。</li> <li>一部の高濃度廃液を産廃処理することで、排出量の削減に努める。</li> <li>処理技術について最新情報を調査し、実施可能か検討する。</li> </ul>

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p><u>理、低濃度廃液を自主基準値まで希釈処理する方法を検討したが、全ての廃液を自主基準値まで希釈処理する方法の処理費用より高額のため採用見送り。</u></p> <p>・<u>令和元年以降、実施可能な窒素処理技術が見いだせず、一部の高濃度廃液の産廃処理を開始したことで排出量は削減しているものの、主は水道水を使用した希釈を実施。</u></p>	

(5) 酸化コバルト製造業（対象物質：硝酸性窒素等）

○排水実態：

一般排水基準超過事業場数、ピーク濃度、平均濃度について、令和元年7月以降の業界目標値及び実績値は表6のとおり。

表6 令和元年7月以降の排水実態

		R1.7～R2.6	R2.7～R3.6
一般排水基準 超過事業場数 <sup>※1</sup>		0	0
ピーク濃度 <sup>※2</sup> (mg/L)	目標	100	100
	実績	60 (77) <sup>※4</sup>	28 (66)
平均濃度 <sup>※3</sup> (mg/L)	目標	40	40
	実績	19 (24)	6 (23)

※1～3 表2に同じ。※4 表4に同じ。

○取組状況：

酸化コバルト製造業において、一般排水基準を超過するおそれのある事業場は2事業場あった。各事業場とも酸化コバルトの製造工程でアンモニア性窒素が排出されるため、アンモニアストリッピング装置を導入し、平均濃度を95%程度削減した（平成15年：350～400mg/L⇒令和3年：4～23mg/L）。アンモニアストリッピング装置を導入後も、同装置の増強・改造、運転の効率化、閉塞問題への対応、フィルタープレスを用いた高濃度排水と低濃度排水の分離、全窒素自動測定装置の導入による窒素濃度の常時監視、冬期や不具合発生時の分析頻度の向上など、排水中の窒素濃度のさらなる削減に努めてきた。

○暫定排水基準の見直し（案）：

上記取組により、一般排水基準を達成できる見込みであることから、令和4年7月以降は一般排水基準に移行することが適当と考えられる。

(参考5) 酸化コバルト製造業の取組状況概略

対象物質：硝酸性窒素等

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p><b>【業界団体】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>業界2社で窒素排水処理の現状の情報交換実施。</li> </ul> <p><b>【A事業場】</b> (平成25年5月～平成26年6月)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>化学発光分析法を利用した全窒素自動測定装置を新たに設置。測定装置のテストを行い、測定装置の安定した運用条件を把握後、実地稼働に移行。</li> </ul> <p>(平成26年7月～平成27年6月)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>化学発光分析法を利用した分析機器を導入し、万が一基準値を超えた排水が流れた場合は外部に流出しないように工場内で回収する方法の検討及び設備の設置を行うため、設置工事を準備した。</li> <li>化学発光分析法を利用した分析機器は5分ごとの分析のため、5分間の抜けが発生した。そのため、連続的に測定できるセンサー機器を新たに設置し、運用・測定した。</li> </ul> <p>(平成27年7月～)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>外部に基準値を超えた排水が流れないように設置した設備が順調に稼働するかテストし、問題無く回収できることを確認した。</li> <li>排水設備に設置したセンサーで測定実施。他の計測器との測定データの相関確認作業に入ったが、想定した結果が得られず。センサーメーカーにも相談し助言を得て、測定データの蓄積を続けながら運用方法を検討した。</li> <li>機器メーカーと相談し、アンモニアストリップ装置の運用条件を検討（薬剤投入量安定化のため、自動制御装置の導入・機器更新を検討）。</li> </ul> <p>(平成28年7月～平成30年6月)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>pHセンサーのように連続測定できるセンサーの導入及び運用条件を検討した。</li> <li>アンモニアストリップ装置の運用条件を検討。薬剤投入量を安定化するために、自動制御の導入及び機器の更新を検討した。</li> <li>バッファータンク3基追加（150m<sup>3</sup>）、合計701m<sup>3</sup>。</li> <li>冬季操業停止時に苛性ソーダが凝固する事案に対応するため苛性ソーダを48%濃度品から25%濃度品に変更した。</li> </ul> <p>(平成30年7月～)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>アンモニアセンサー運用条件の検討を行い、センサーの適切な管理により従来から設置している計測器の測定データとの相関が取れるようになり、令和2年6月時点でほぼ相関が取れた状態で運用した。</u></li> <li><u>アンモニアセンサー及び化学発光分析装置で異常値が検知された場合、自動で排水を回収するシステムを令和元年11月に設置、同年12月に試運転を行い、問題なく稼働することを確認した。</u></li> <li>アンモニアセンサーを増設した。（2台増設して、合計3台と</li> </ul>	<p><b>【A事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>センサー及び化学発光分析法分析器で異常値検知したら、排水槽を遮断し、高濃度の排水を回収するシステムを構築したため、一般排水基準への対応可能。</li> </ul>

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p>した)</p> <p><b>【B事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・アンモニアストリッピング装置導入、処理能力増強、増設。(合計5基、総処理能力1,400m<sup>3</sup>/日)</li> <li>・稼働率の高いアンモニアストリッピング装置から低い装置への排水バイパスルート設置、除去率を向上。</li> <li>・全生産ラインにフィルタープレス設置、排水ルートを高濃度・低濃度の二重化。工程見直しにより、リサイクル水の利用。</li> <li>・硝酸系製品からの撤退。</li> <li>・近隣企業と排水窒素削減対策の共同調査を継続。</li> <li>・連続で濃度計測可能な装置の調査検討。低コスト品は見当たらないが排水サンプリングの工数を鑑みて、連続測定装置の導入前提にA事業場へ出向き、導入事例視察と運用のノウハウ調査。<u>連続測定装置を導入し試験運用。機器分析値との相関が得られてきたが、一般排水基準値、暫定排水基準値近傍のデータが不足していたため、データ補完を行い測定値の精度向上を行った。連続測定精度向上により、濃度変動の傾向管理が可能となった。</u></li> <li>・排水窒素濃度の季節変動（ピーク発生要因）調査、対策（アンモニアストリッピング装置手前のバッファータンクのレベルと装置の稼働・待機状態の設定を見直し装置全体の温度低下防止）。</li> <li>・フィルタープレスは、排出口に濁度計を設置し、アンモニアストリッピング装置のメンテナンス回数軽減対策を実施(2ヶ月に1回程度の点検清掃→6ヶ月経過後も清掃不要な状況。熱交換器の清掃も不要)。関係するすべてのフィルタープレスに水平展開予定。</li> <li>・<u>生産量増加に伴う排水量増加に対応するため、排水処理施設・アンモニアストリッピング装置を増強（令和2年度に6号機稼働、7号機設置）。</u></li> </ul>	<p><b>【B事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・アンモニアストリッピング装置の増設と連続測定装置を用いた監視を行い、一般排水基準値を超過する排水の流失防止方法を確立したため、一般排水基準への対応可能。</li> </ul>

(6) ジルコニウム化合物製造業（対象物質：硝酸性窒素等）

○排水実態：

一般排水基準超過事業場数、ピーク濃度、平均濃度について、令和元年7月以降の業界目標値及び実績値は表7のとおり。

表7 令和元年7月以降の排水実態

		R1.7~R2.6	R2.7~R3.6
一般排水基準 超過事業場数 <sup>※1</sup>		1	1
ピーク濃度 <sup>※2</sup> (mg/L)	目標	300	200
	実績	270	220
平均濃度 <sup>※3</sup> (mg/L)	目標	250	200
	実績	218	183

※1～3 表2に同じ。

○取組状況：

ジルコニウム化合物製造業において、一般排水基準を超過する事業場は1事業場である。ジルコニウム化合物の製造工程で硝酸性窒素等を含む排水が発生する。

当該事業場では製造工程の変更（硝酸及びアンモニア水の使用量削減等）、貯水槽を用いた濃度平準化により、排水中における硝酸性窒素等濃度を低減してきた。また、アンモニア性窒素濃度が高い製品の生産工程を、アンモニアストリッピング装置がある別工場に移管（平成29年～令和3年に6品種中5品種を移管、残る1品種は顧客承認待ち）するとともに、移管先の工場でのアンモニアストリッピング装置の増設を行い、排水中の硝酸性窒素等の濃度のさらなる削減を進めている。今後は、残る1品種の顧客承認及び移管等の取組により一般排水基準の達成を目指すこととしている。

○暫定排水基準の見直し（案）：

直近3年間のピーク濃度として310mg/L（令和元年3月）を計測していることを踏まえ、現行の暫定排水基準値600mg/Lを350mg/Lに見直した上で3年間延長するものの、次回の見直しにおいては、対象事業場における移管状況を踏まえ、一般排水基準への移行を検討することが適当と考えられる。

(参考6) ジルコニウム化合物製造業の取組状況概略

対象物質：硝酸性窒素等

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p><b>【業界団体】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>平成20年から毎年2回、排水中の窒素対策会議を開催。平成24年に他業界関係団体と意見交換。</li> </ul> <p><b>【Ba事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>窒素含有資材を使用しない製品に変更するため、製造工程を変更(硝酸・アンモニア水の使用削減、硝酸→塩酸、アンモニア水→苛性ソーダへの変更)。現在までに40品目の工程変更品について顧客採用が決定。(～平成21年度：20品種、平成22年度：5品種、平成23年度：5品種、平成24年度：5品種、平成25年度：4品種、平成26年度：0品種、平成27年度：1品種)。その結果、平成25年度に平均排水窒素濃度は321mg/Lとなった(平成18年度：949mg/L)。</li> <li>平成24～27年度、窒素を含まない生産排水による希釈ライン仮設置、平成28年度に希釈実施。平成29年度から、希釈ラインに高濃度窒素排水貯槽を設置し運用開始。<u>令和元年度、生産品目、排水の窒素濃度の状況に応じた、より効果的な希釈方法の検討を継続し、希釈ラインの敷設完了。令和2年度、Ba事業場の生産品目、排水の窒素濃度の状況に応じた排水希釈を実施するため希釈設計の開始。</u></li> <li>排水濃度測定頻度を平成29年1月から月4回に増やし、効果的な対策を検討。</li> <li>平成26～27年度、アンモニアストリッピング装置を導入しているBb事業場に、アンモニア濃度の高い製品の生産移管を検討開始、5品の量産サンプルを作成。平成28年度、量産サンプルを1品種追加。平成29年度、Bb事業場にアンモニアストリッピング装置を1基増設し、稼働条件を設定して安定稼働へ向け運転管理を実施。アンモニア水を使用する製品1品種の工場移管(Ba→Bb)が承認された。<u>平成30年度～令和3年度、アンモニア水を使用する製品6品種中、5品種について工場移管が承認された。令和2年に移管を完了予定としていたが、令和4年まで延長の見込み。</u></li> <li>当初、アンモニアストリッピング法、生物処理法、電解脱窒法を検討したが、前者2法は技術面で断念。電解脱窒法は技術上の問題はないが、Ba事業場排水量1,800m<sup>3</sup>/日の実績がないことと費用面で断念。その他、平成24年から他業界団体と情報交換、平成25年にK大学の光触媒による硝酸性窒素除去技術の聞き取り、平成26年にS研究所に相談したが、有効な対策は硝酸代替と希釈しか得られず。平成26年、アンモニア性窒素の電気分解法が開発されたため調査したが、硝酸性窒素処理には使えないと判明。平成29年度、調査継続したがアンモニアストリッピング装置以外に有用な技術は確認されず。高効率アンモニアストリッピング装置の調査を実施。<u>令和元年度、排水中のアンモニアが低濃度でもアンモニア回収できる装置を調査したが、生産で運用</u></li> </ul>	<p><b>【Ba事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ba事業場のアンモニア濃度の高い製品をアンモニアストリッピング装置のあるBb事業場へ生産場所変更。そのため、Bb事業場で量産サンプルを試作、顧客へ提出、品質評価を受け顧客に早急な切り替えを要求する。Bb事業場製品によるトラブルに備えてBa事業場製品の在庫量を確保するようにとの顧客の要請に応えながら生産場所の変更を推進。生産場所変更製品について顧客からの早期承認を得るべく努力を継続する。</li> <li>窒素含有資材を使用しない新製品を開発する(継続して実施)。製品が置き換わるサイクルの中で、継続して窒素排水の多い品種を削減。</li> <li>一般排水基準達成に向けて、さらに希釈による低減に取り組む。このために、生産場所変更、窒素を含まない生産排水による希釈の効果を確認する。必要な希釈水の見積もりと、希釈水導入ラインを設置する。</li> <li>Ba事業場拡張(令和2年)に伴う新たな排水について、窒素濃度抑制へ取り組む。このために、従来からの方針に基づき、拡張部分からの排水処理体制を構築する。(令和4年)</li> </ul>

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<u>できる機種は見いだせなかった。</u>	

(7) モリブデン化合物製造業（対象物質：硝酸性窒素等）

○排水実態：

一般排水基準超過事業場数、ピーク濃度、平均濃度について、令和元年7月以降の業界目標値及び実績値は表8のとおり。

表8 令和元年7月以降の排水実態

		R1.7~R2.6	R2.7~R3.6
一般排水基準 超過事業場数 <sup>※1</sup>		2	2
ピーク濃度 <sup>※2</sup> (mg/L)	目標	1,400	1,350
	実績	1,145	1,147
平均濃度 <sup>※3</sup> (mg/L)	目標	950	930
	実績	452	490

※1～3 表2に同じ。

○取組状況：

モリブデン化合物製造業において、一般排水基準を超過する事業場は2事業場である。各事業場とも、モリブデン化合物の製造工程でアンモニア性窒素を含む排水が発生するため、アンモニアストリッピング装置を導入し、排水中における硝酸性窒素等の平均濃度の低減を進めている（平成15年：350～2,160mg/L⇒令和3年：185～794mg/L）。

排水の平均濃度及びピーク濃度が最も高い事業場においては、アンモニアストリッピング装置の長期連続稼働を実現するため、閉塞問題への対応（閉塞原因物質の除去、設備改良、工程変更等）や回収した塩化アンモニウム溶液の有効活用の検討等を行い、排水中の硝酸性窒素等の濃度のさらなる削減を進めているが、一般排水基準の達成には至っていない。

今後対象事業場としては、閉塞回避の設備導入試験や回収した塩化アンモニウム溶液の再利用等に取り組むとしている。

○暫定排水基準の見直し（案）：

直近3年間程度のピーク濃度が1,201mg/L（平成30年12月）であることから、暫定排水基準値を現行の1,400mg/Lから1,300mg/Lに見直した上で3年間延長することが適当と考えられる。

(参考7) モリブデン化合物製造業の取組状況概略

対象物質：硝酸性窒素等

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p><b>【業界団体】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・窒素排水処理の現状の情報交換を実施。</li> </ul> <p><b>【A事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平成16年にアンモニアストリッピング装置導入、長期連続稼働・閉塞回避のための運転条件最適化に取り組み、平成29年に連続2週間の稼働達成。平成30年、連続30日を目標に稼働延長試験実施。ストリッピング設備の故障、工程内設備の故障で停止。<u>令和元年、モリブデン製造工程の設備変更によるストリッピング処理原液の低減及びランニングコストの削減。</u></li> <li>・平成16年から回収塩安溶液によるバナジウム塩析試験、平成24年から実工程で少量の回収塩安溶液による塩析試験、平成26年に塩析タンクスケールアップ、平成27年に回収塩安溶液使用量増加試験を実施。平成28年、塩析条件変更で固形塩安投入量の約30%の使用が可能。平成30年、種々の投入方法と塩析条件で試験したが上手くいかず、使用量増量できず。</li> <li>・平成19年から回収塩安溶液使用量増加を図るため工程液高濃度抽出試験実施。年間平均の濃度は上がっているが、濃度変動が大きく安定的な高濃度抽出液は得られていない。<u>原料成分の調整を行っているが、原料中のバナジウム含有率低下が大きく、抽出液のバナジウム濃度の低下と濃度バランスの悪化が起こっており、回収塩安溶液の高濃度化が困難（令和2年）。原料の成分調整等によりモリブデンとバナジウムの含有率のバランスを改善したが、不純物の問題があり高濃度化するのには困難な状況（令和3年）。</u></li> <li>・平成26年、測定回数増加による排水濃度監視強化のため、新規の窒素分析機器を導入。</li> </ul> <p><b>【Ba事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平成16年にアンモニアストリッピング装置を導入。回収塩安溶液の再利用が未確立で、長期連続運転できないが、支障ない範囲で工程内再利用し、それに応じて定期的に稼働中。</li> <li>・平成21年、回収塩安溶液の工程内使用のため、抽出方法見直し、抽出設備導入。平成25年、高濃度抽出技術を確立、回収塩安溶液による塩析条件の見直し、回収塩安液を工程内で一部使用し、使用量増加試験を継続実施。投入量の約2～3割を回収塩安液にすることが可能。</li> <li>・窒素濃度平準化のため、ストックタンク設置（平成23、26年で1基ずつ）、排水移送方法変更。</li> <li>・平成26年度、回収硫酸溶液の販売先を探したが、農業用肥料は効果が少なく検討保留。ノリ養殖栄養源は不純物の要件が厳しく検討保留。活性汚泥の栄養源は発生量をほぼ場外搬出。</li> <li>・回収塩安溶液を別工程で使用するためテストし結果は良好</li> </ul>	<p><b>【A事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・長期連続運転の問題点の洗い出しと解決</li> <li>・アンモニアストリッピング装置閉塞回避のための熱交換器洗浄プログラム導入</li> <li>・閉塞回避設備導入後の試験運転による問題点洗い出し</li> <li>・回収塩安溶液の使用量増加試験</li> <li>・抽出液の段階的高濃度化と高濃度の安定化</li> <li>・高濃度抽出機の更新</li> </ul> <p><b>【Ba事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高濃度抽出試験で、抽出から塩析工程にかけて設備改良や工程変更を行い収率悪化や結晶析出の問題を解決</li> <li>・回収塩安溶液による塩析条件を見直し、所定濃度にて回収塩安溶液の使用量増加試験</li> <li>・アンモニアストリッピング装置を連続稼働（目標：1週間）し閉塞有無を確認</li> <li>・ランニングコスト削減のための運転条件最適化</li> </ul>

これまでの取組実績	今後の取組予定等
(平成28年2、3月実施)。バナジウム化成品製造部門で使う塩安を回収塩安に一部変更（平成30年3月～）。	

(8) バナジウム化合物製造業（対象物質：硝酸性窒素等）

○排水実態：

一般排水基準超過事業場数、ピーク濃度、平均濃度について、令和元年7月以降の業界目標値及び実績値は表9のとおり。

表9 令和元年7月以降の排水実態

		R1.7~R2.6	R2.7~R3.6
一般排水基準 超過事業場数 <sup>※1</sup>		3	3
ピーク濃度 <sup>※2</sup> (mg/L)	目標	1,650	1,600
	実績	1,635	1,637
平均濃度 <sup>※3</sup> (mg/L)	目標	1,000	980
	実績	618	685

※1～3 表2に同じ。

○取組状況：

バナジウム化合物製造業において、一般排水基準を超過する事業場は3事業場である。各事業場ともバナジウム化合物の製造工程でアンモニア性窒素を含む排水が発生するため、アンモニアストリッピング装置を導入し、排水中における硝酸性窒素等の平均濃度を4～6割程度削減（平成10～15年：350～2,400mg/L⇒令和3年：185～1,076mg/L）してきた。

平均濃度及びピーク濃度がともに高い傾向にある2事業場においては、アンモニアストリッピング装置の長期連続稼働を実現するため、閉塞問題への対応（閉塞原因物質の除去、設備改良、工程変更等）や回収した塩化アンモニウム溶液やアンモニウム水の有効活用の検討等により、排水中における硝酸性窒素等濃度の削減を進めているが、一般排水基準の達成には至っていない。

今後対象事業場としては、閉塞回避の設備導入試験や回収した塩化アンモニウム溶液やアンモニウム水の再利用等に取り組むとしている。

○暫定排水基準の見直し（案）：

直近3年間のピーク濃度は1,637mg/L（令和3年3月）であることから、現行の暫定排水基準1,650mg/Lを維持し、3年間延長することが適当と考えられる。

(参考8) バナジウム化合物製造業の取組状況概略

対象物質：硝酸性窒素等

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p><b>【業界団体】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・窒素排水処理の現状の情報交換を実施。</li> </ul> <p><b>【A事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平成16年にアンモニアストリッピング装置導入、長期連続稼働・閉塞回避のための運転条件最適化に取り組み、平成29年に連続2週間の稼働達成。平成30年、連続30日を目標に稼働延長試験実施。ストリッピング設備の故障、工程内設備の故障で停止。<u>令和元年、モリブデン製造工程の設備変更によるストリッピング処理原液の低減及びランニングコストの削減。</u></li> <li>・平成16年から回収塩安溶液によるバナジウム塩析試験、平成24年から実工程で少量の回収塩安溶液による塩析試験、平成26年に塩析タンクスケールアップ、平成27年に回収塩安溶液使用量増加試験を実施。平成28年、塩析条件変更で固形塩安投入量の約30%の使用が可能。平成30年、種々の投入方法と塩析条件で試験したが上手くいかず、使用量増量できず。</li> <li>・平成19年から回収塩安溶液使用量増加を図るため工程液高濃度抽出試験実施。年間平均の濃度は上がっているが、濃度変動が大きく安定的な高濃度抽出液は得られていない。<u>原料成分の調整を行っているが、原料中のバナジウム含有率低下が大きく、抽出液のバナジウム濃度の低下と濃度バランスの悪化が起こっており、回収塩安溶液の高濃度化が困難（令和2年）。原料の成分調整等によりモリブデンとバナジウムの含有率のバランスを改善したが、不純物の問題があり高濃度化するのには困難な状況（令和3年）。</u></li> <li>・平成26年、測定回数増加による排水濃度監視強化のため、新規の窒素分析機器を導入。</li> </ul> <p><b>【B事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平成16年にアンモニアストリッピング装置を導入。回収塩安溶液の再利用が未確立で、長期連続運転できないが、支障ない範囲で工程内再利用し、それに応じて定期的に稼働中。</li> <li>・平成21年、回収塩安溶液の工程内使用のため、抽出方法見直し、抽出設備導入。平成25年、高濃度抽出技術を確立、回収塩安溶液による塩析条件の見直し、回収塩安液を工程内で一部使用し、使用量増加試験を継続実施。投入量の約2～3割を回収塩安液にすることが可能。</li> <li>・窒素濃度平準化のため、ストックタンク設置（平成23、26年で1基ずつ）、排水移送方法変更。</li> <li>・平成26年度、回収塩安溶液の販売先を探したが、農業用肥料は効果が少なく検討保留。ノリ養殖栄養源は不純物の要件が厳しく検討保留。活性汚泥の栄養源は発生量をほぼ場外搬出。</li> <li>・回収塩安溶液を別工程で使用するためテストし結果は良好</li> </ul>	<p><b>【A事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・長期連続運転の問題点の洗い出しと解決</li> <li>・アンモニアストリッピング装置閉塞回避のための熱交換器洗浄プログラム導入</li> <li>・閉塞回避設備導入後の試験運転による問題点洗い出し</li> <li>・回収塩安溶液の使用量増加試験</li> <li>・抽出液の段階的高濃度化と高濃度の安定化</li> <li>・高濃度抽出機の更新</li> </ul> <p><b>【B事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高濃度抽出試験で、抽出から塩析工程にかけて設備改良や工程変更を行い収率悪化や結晶析出の問題を解決</li> <li>・回収塩安溶液による塩析条件を見直し、所定濃度にて回収塩安溶液の使用量増加試験</li> <li>・アンモニアストリッピング装置を連続稼働（目標：1週間）し閉塞有無を確認</li> <li>・ランニングコスト削減のための運転条件最適化</li> </ul>

これまでの取組実績	今後の取組予定等
<p>(平成28年2、3月実施)。バナジウム化成品製造部門で使う塩安を回収塩安に一部変更(平成30年3月～)。</p> <p><b>【C事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>平成23年、アンモニアストリッピング装置の閉塞原因物質除去のためバナジウム吸着塔設置。配管部のスケーリングを防止できたが、塔内の付着物は防止できず。平成26年、アルカリ土類金属(Mg、Ca)の炭酸塩による除去を検討したが技術的に困難。平成27年、キレート樹脂による閉塞原因物質(Ni)の除去を検討したが費用面で保留。</li> <li>アルカリ剤使用量低減によるランニングコスト低減を検討。</li> <li>回収安水の品質安定化による販路・販売量の拡大。回収安水から製造した硫酸溶液の自家使用量拡大を図った。平成28年11月から販売開始及び既存の販売先の出荷量増加。しかし、平成29年7月に販売先1社でタンクからアンモニア噴出事故がありアンモニアの使用を取り止め。これにより販売量が減少。一方、<u>回収安水から製造した硫酸溶液の自家使用量を拡大。</u></li> <li>平成27年、膜分離活性汚泥法を検討したが、技術面で断念。脱N処理原水試料で電気透析法をテストしたが、塩濃度が高く、相当量の希釈が必要となるため採用断念。</li> <li>スケーリングの原因物質(Ni)の事前除去のため、平成27年に硫化物による沈殿除去をテスト。ビーカー試験では99%のNiを除去。平成29年1月からパイロットプラントで実証試験開始。同年1～2月に現場の実証試験で回収安水に硫化物が混入する事態が発生し2～3月にかけて出荷停止。その後、再度条件を変えビーカー試験をしたが、過剰の硫化物イオンが入った場合、ストリッピング後のアンモニア水への硫化物イオンの混入を防止できず、再現性が見られなかった。条件の再検討を継続。</li> <li><u>令和2年2月から新規の脱Nストリッピング装置導入のためのアンモニア回収テスト(熱回収技術含む)を実施。A市の一社に脱N原水のサンプルを提供しアンモニアの回収テストを依頼(効率的な熱の回収技術を含む)。原水の予備テストは終了したものの、パイロットプラントについては、新型コロナウイルス感染症の影響で中断。新型コロナウイルス感染症の影響が落ち着き次第、再開予定。</u></li> </ul>	<p>今後の取組予定等</p> <p><b>【C事業場】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>回収安水の品質安定化、販路・販売数量の拡大を図る。また、回収安水から製造した硫酸溶液自家使用量拡大。</li> <li>アンモニアストリッピング装置のスケーリングによる閉塞の原因物質(ニッケル、マグネシウム、カルシウム)を原水から除去し、閉塞による稼働停止期間の短縮、稼働率の向上を図る。</li> <li>アルカリ剤(苛性ソーダ)の使用量を低減し、アンモニアストリッピング装置のランニングコスト低減を図る。</li> <li>硫化法によるアンモニアストリッピング装置の閉塞原因物質(ニッケル)の除去、その他の技術についても、継続して調査・検討する。</li> </ul>

#### 4. 今後の取組について

ほう素、ふっ素及び硝酸性窒素等の排水処理技術の動向等を踏まえつつ、引き続き各業種における排水実態や取組状況等を把握し、関係省庁・自治体・業界団体の連携のもと、排水処理施設の適切な運転管理等について指導を進めるなど、排水濃度の更なる低減に向けた取組を進めていく。

また、次回の暫定排水基準の見直しに向けては、中長期的な見通しを示しつつ基準等について検討を進めていく。

## 下水道分野の暫定排水基準の見直しに係る検討結果

### 1. 検討の経緯

下水道分野については、ほう素及び硝酸性窒素等の暫定排水基準が設定されており、それぞれ温泉を利用する旅館業に属する特定事業場からの排水を受け入れる下水道業及びモリブデン化合物製造業又はジルコニウム化合物製造業に属する特定事業場からの排水を受け入れる下水道業に適用されている。

それぞれの排水実態等を把握し、暫定排水基準の見直しについて検討を行った。

### 2. 下水道業に係る暫定排水基準について

下水道業に係るほう素及び硝酸性窒素等の暫定排水基準は、それぞれの排水実態等を考慮して表1のとおり設定している。

表1 下水道業に係るほう素及び硝酸性窒素等の暫定排水基準の変遷（単位：mg/L）

項目	H13.7～	H16.7～	H19.7～	H22.7～	H25.7～	H28.7～	R1.7～
	H16.6	H19.6	H22.6	H25.6	H28.6	R1.6	R4.6
ほう素	500	50	50	50	50	50	50
硝酸性窒素等	720	300	250	170	150	130	130

（参考）一般排水基準：ほう素10mg/L（海域以外）、硝酸性窒素等100mg/L

### 3. 排水実態、取組状況及び暫定排水基準の見直し（案）について

（1）下水道業（温泉排水を一定割合以上受け入れているもの）

○ 対象物質：ほう素

○ 排水実態、取組状況：

下水道業（温泉排水を一定割合以上受け入れているもの）において、一般排水基準を達成していないのは、1事業場（A事業場）である。A事業場では、周辺の旅館業からの温泉排水を受け入れて処理している。

A事業場からの排水中のほう素濃度について、2019年7月～2021年6月の平均値は20.6mg/Lであり、最大値は25mg/Lとなっている。ほう素の処理については、現時点で導入可能な排水処理技術の見通しが立っていないことから、A事業場及び排出元の温泉旅館での排水処理による濃度低減は困難な状況である。

また、将来的にはA事業場への温泉流入割合が高くなることが懸念されており、過年度に実施した流入水濃度の測定結果やその変動、今後の処理人口の計画値、温泉旅館の新設・増設計画等を踏まえ、想定される最大排水濃度を試算したところ、A事業場からの排水のほう素濃度は約31mg/Lとなる見込みであった。

○ 暫定排水基準の見直し（案）：

下水道業（温泉排水を一定割合以上受け入れているもの）のほう素に係る暫

定排水基準値については、A事業場及び排出元の温泉旅館において導入可能な処理技術の見通しが立っていない状況の中、3年ごとに当該暫定排水基準を見直すことで一般排水基準への移行を促進する効果は限定的である。

したがって、暫定排水基準については、温泉旅館の増改築予定の把握やほう素処理技術の導入調査等の濃度低減に向けた取組が行われることも鑑み、その適用期間を当分の間とし、放流先におけるほう素の環境基準の達成状況を監視しつつ、処理技術の動向を踏まえて暫定排水基準を見直すこととする。

令和4年7月1日以降に適用する暫定排水基準は、A事業場における濃度予測を踏まえ、50mg/Lから40mg/Lに強化することが適当と考えられる。

(2) 下水道業（モリブデン化合物製造業又はジルコニウム化合物製造業からの排水を受け入れているもの）

○ 対象物質：硝酸性窒素等

○ 排水実態、取組状況：

下水道業（モリブデン化合物製造業又はジルコニウム化合物製造業からの排水を受け入れているもの）において、一般排水基準を超過するおそれのある事業場は、1事業場（B事業場）である。B事業場は約100社の事業場の排水を受け入れている。このうち3社が高濃度の硝酸性窒素等を排出しており、当該3社を中心に企業側の対策の推進やB事業場における窒素低減方法の検討、処理系統の新設等に取り組んできている。

その結果、令和2年4月から令和3年3月のB事業場からの放流水の硝酸性窒素等の濃度は平均29.1mg/L、最大34.2mg/Lとなっており、一般排水基準値を達成している。

○ 暫定排水基準の見直し（案）：

引き続き上記取組を実施することにより一般排水基準を満たすことが見込まれることから、一般排水基準に移行することが適当と考えられる。