

東北部浄化センターにおける次期汚泥処理方式検討

中間報告（案）

（下水道審議会 資源・エネルギー・新技術部会）

令和 6 年 8 月

滋賀県琵琶湖環境部下水道課

目 次

1. 汚泥処理方式選定の趣旨	1
1-1. 目的	1
1-2. 東北部浄化センターの位置及び沿革	2
1-3. 東北部浄化センターにおける汚泥処理の現状と課題	4
1-3-1. 汚泥処理の現状	4
1-3-2. 汚泥処理の課題	6
2. 汚泥処理方式の概要	9
2-1. 汚泥処理方式の種類と特徴	9
3. 東北部浄化センターにおける次期汚泥処理方式の検討方針	11
3-1. 汚泥処理方式の選定方針	11
3-2. 施設検討の条件	11
4. 東北部浄化センターにおける次期汚泥処理方式の選定	14
4-1. 次期汚泥処理方式について	14
4-2. 新たな取り組み	17

1. 汚泥処理方式選定の趣旨

1-1. 目的

琵琶湖流域下水道東北部処理区は平成3年度に供用開始し、その後も順次整備を進めてきた。東北部浄化センターの汚泥処理は、平成20年に焼却・溶融炉を整備して以降、脱水汚泥を焼却・溶融し、溶融スラグとして建設資材等に活用してきたが、溶融炉については、温室効果ガスの排出量が大きく、溶融スラグの需要低迷もあり、令和元年度末に運転を停止し、焼却のみの処理に切り替え、焼却灰は産廃処分している。

焼却炉については、供用から約15年が経過し、老朽化対策を実施しているものの、今後の施設更新について検討が必要な時期を迎えている。



既設施設概要

- ・ 供用開始 平成20年4月（約15年経過）
- ・ 方式・能力 流動床式焼却炉 110 t /日（長寿命化工事H30~R4年度）
旋回流式溶融炉 7.68 t /日（令和元年度末停止）

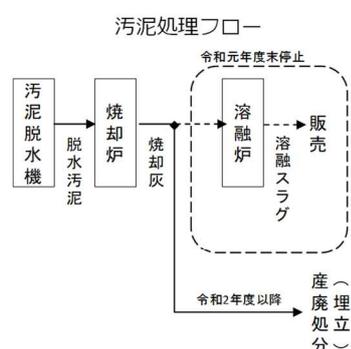


図 1-1(1) 東北部浄化センターの既設焼却炉の概要

一方、令和4年度に決定した食料安全保障強化政策大綱において、2030年までに堆肥・下水汚泥資源の使用量を倍増し、肥料の使用量（リンベース）に占める国内資源の利用割合を40%とする目標が掲げられ、国交省より下水道管理者に対して発生汚泥等の処理を行うに当たっては、肥料としての利用を最優先し、最大限の利用を行うよう通知がなされている。

また、地球温暖化対策計画（令和3年度）における下水道分野の取り組みとして、下水道における省エネ・創エネ等の推進、N₂O対策としての下水汚泥焼却施設における焼却の高度化等による温室効果ガスの削減を目標としている。

今回、焼却炉の更新を検討するにあたり、これらの社会的要請を踏まえつつ、地元の理解を得られる効率的な次期汚泥処理方式について選定を行うものである。

1-2. 東北部浄化センターの位置及び沿革

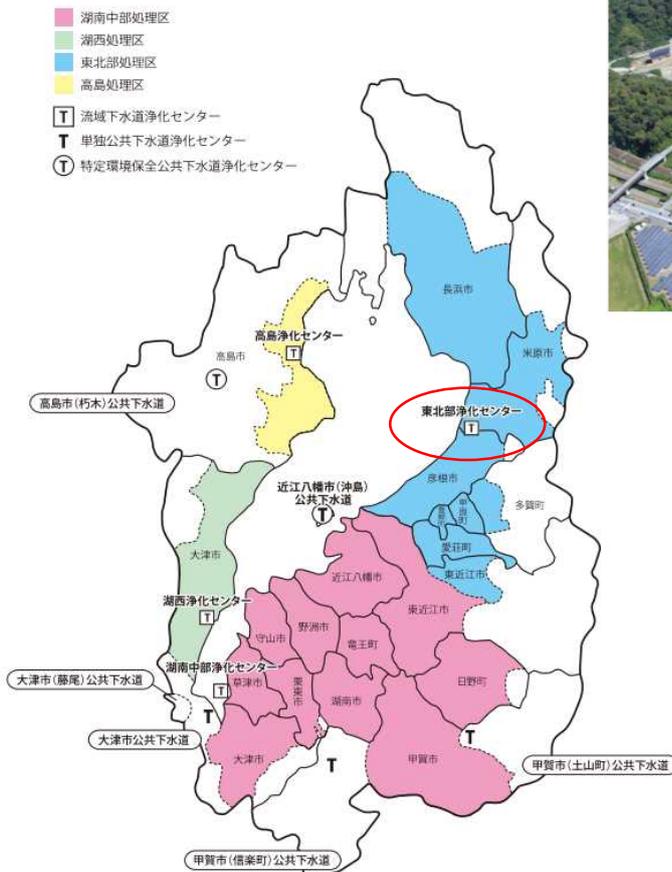
東北部処理区は、琵琶湖流域下水道4処理区のなかで湖南中部処理区に次ぐ規模のものであり、彦根市、長浜市を中心とする東北部地域の4市4町を対象にしている。

昭和48年8月に浄化センター設置委員会を設け、位置の検討を行い、昭和51年7月20日から同年12月8日にかけて環境影響調査を実施した。

この間に地元関係住民、彦根市、米原市と折衝を重ね、昭和55年2月29日に県都市計画地方審議会の同意を得て同年3月27日に都市計画決定を行い、その後、昭和56年8月7日には市街化区域の見直し変更に伴う計画決定の変更を行うとともに、昭和57年2月23日に都市計画法の事業認可を、さらに同年5月25日に下水道法による事業認可を得た。

浄化センターは、昭和60年度までに用地買収をほぼ完了し、昭和61年度から敷地造成工事に着手、平成3年4月に処理能力5,200m³/日で供用開始した。その後も流入水量の増大に対応するための増設を行い、令和5年4月1日現在120,750m³/日の処理能力を有している。

滋賀県琵琶湖流域下水道区域図（令和4年度末現在）



▲東北部浄化センター（彦根市）

(R4年度末現在)

項目	内容	
位置	彦根市松原町および米原市磯地内	
処理場面積	約46.7ha	
処理区域面積	10,411.9ha	
処理対象人口	276,970人	
下水排除方式	分流式	
水処理方法	B系列	凝集剤添加ステップ流入式 多段硝化脱窒法+急速ろ過法
	A系列 (建設中)	凝集剤添加ステップ流入式 多段硝化脱窒型膜分離活性汚泥法
処理水量（日最大）	120,750m ³ /日	
流入水量（日平均）	100,128m ³ /日	
汚泥処理方法	濃縮→脱水→焼却 →焼却灰（埋立処分）	
発生汚泥量 (脱水ケーキ)	71.6t/日	

図 1-2(1) 東北部処理区及び東北部浄化センターの概要

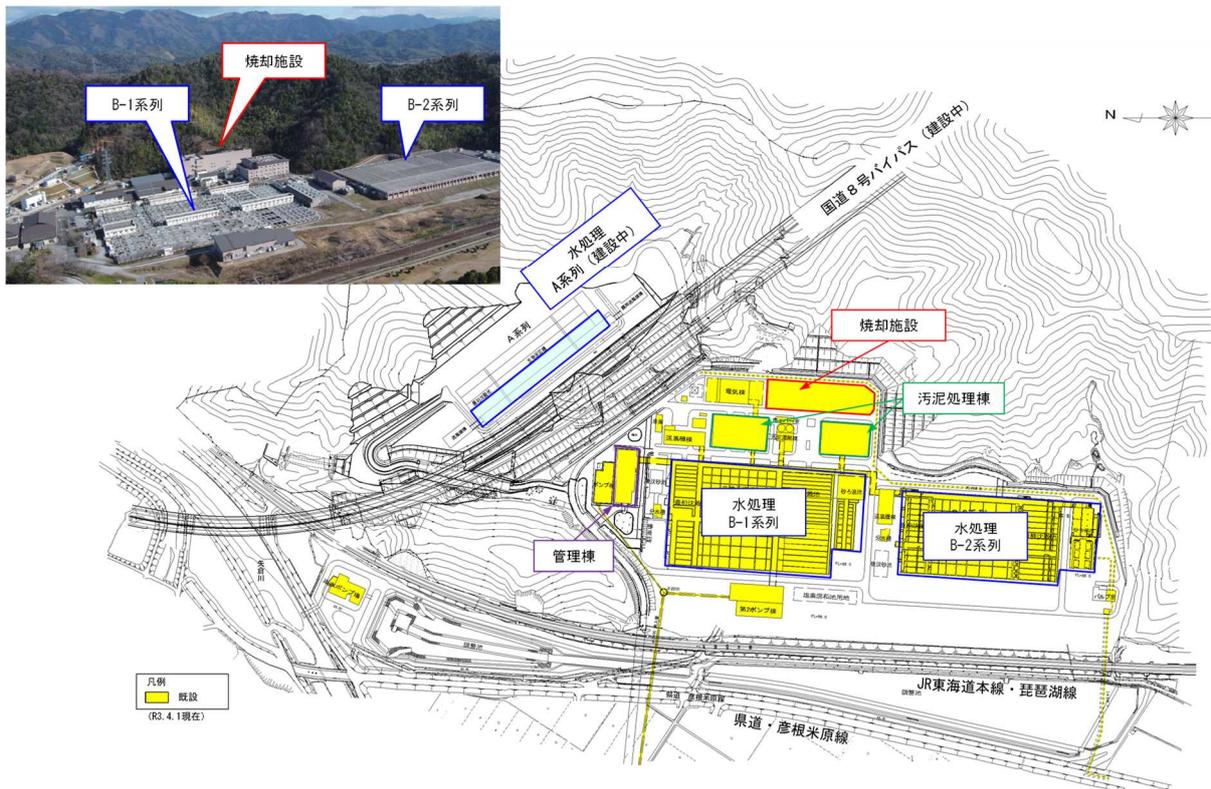


図 1-2(2) 東北部浄化センターにおける施設供用状況

処理フローシート (B系列)凝集剤添加ステップ流入式多段硝化脱窒法+急速ろ過法

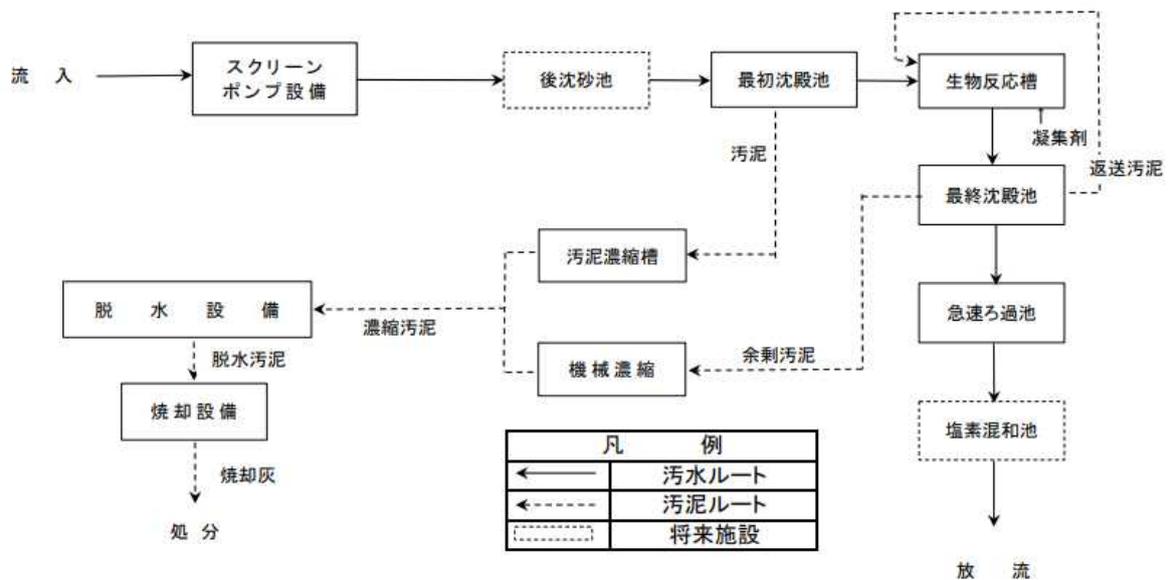


図 1-2(3) 東北部浄化センターにおける処理フロー

1-3. 東北部浄化センターにおける汚泥処理の現状と課題

1-3-1. 汚泥処理の現状

東北部浄化センターでは、供用開始当初は脱水汚泥を場外搬出し、産廃処分していた。

しかしながら、産廃処分場のひっ迫と脱水汚泥搬出時の臭気が問題となり、滋賀県では次期汚泥処理方式について調査・検討を行い、重金属等の有害物質の溶出が無く、生成物の取り扱いが容易で長期保存が可能であり、建設資材としてのリサイクルに寄与できる「溶融方式」への方針転換が図られた。

東北部浄化センターにおいても、新たに焼却溶融炉が建設され、平成20年4月より供用開始して、生成されたスラグは県認定リサイクル製品製造業者に販売し、歩車道境界ブロック等の建設資材として利用されてきた。

表 1-3(1) 溶融によるスラグの生成量とリサイクル状況

年度	年間スラグ生成量 (t)	代表的な製品	
		歩車道境界ブロック	基礎ブロック
2016 (H28)	825.22	9,983基	12,000t
2017 (H29)	868.61	10,030基	11,000t
2018 (H30)	849.12	5,205基	34,730基
2019 (H31)	848.30	7,863基	24,000基
2020 (R2)	0	7,889基	19基
2021 (R3)	0	992基	0基

一方、溶融炉は、消費エネルギーが大きく、また炉が傷みやすく修繕コストが大きいなど問題も多いことや平成29年度より溶融による有害物質の封じ込めなど特段の理由がない限り交付対象外とされたことなどから、全国的にも稼働数は減少しており、東北部においても令和2年4月より溶融を停止し、焼却炉のみでの運用に移行している。

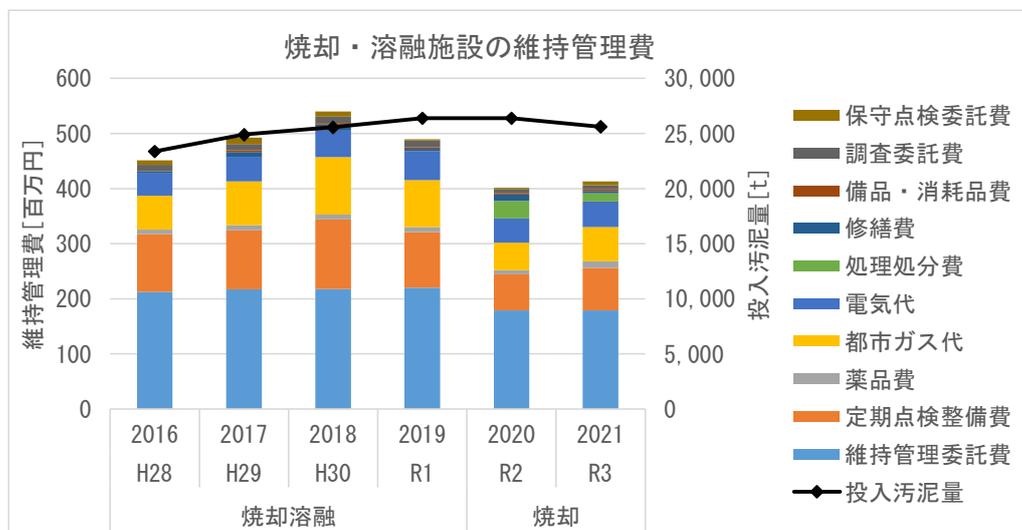


図 1-3(1) 焼却・溶融施設に係る維持管理費の推移

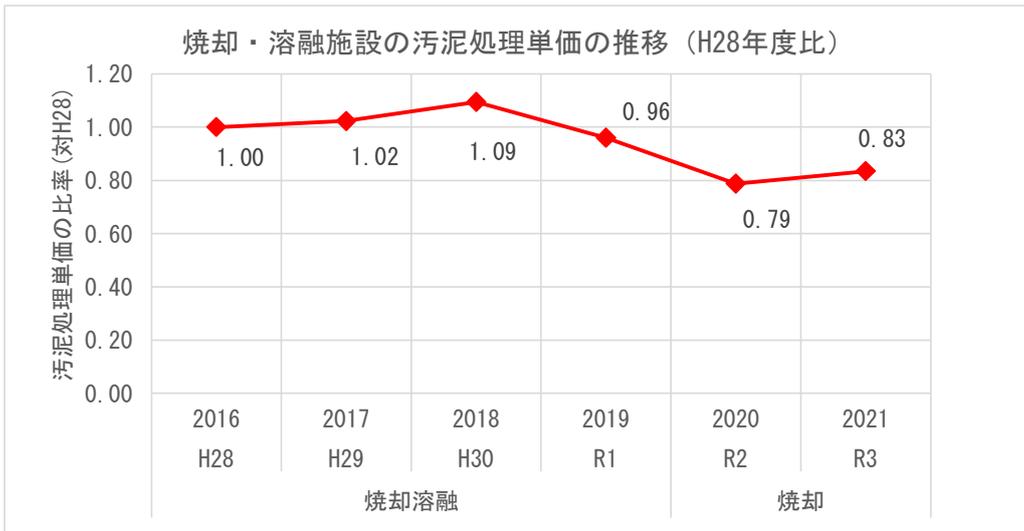


図 1-3(2) 焼却・溶融施設に係る汚泥処理単価の推移

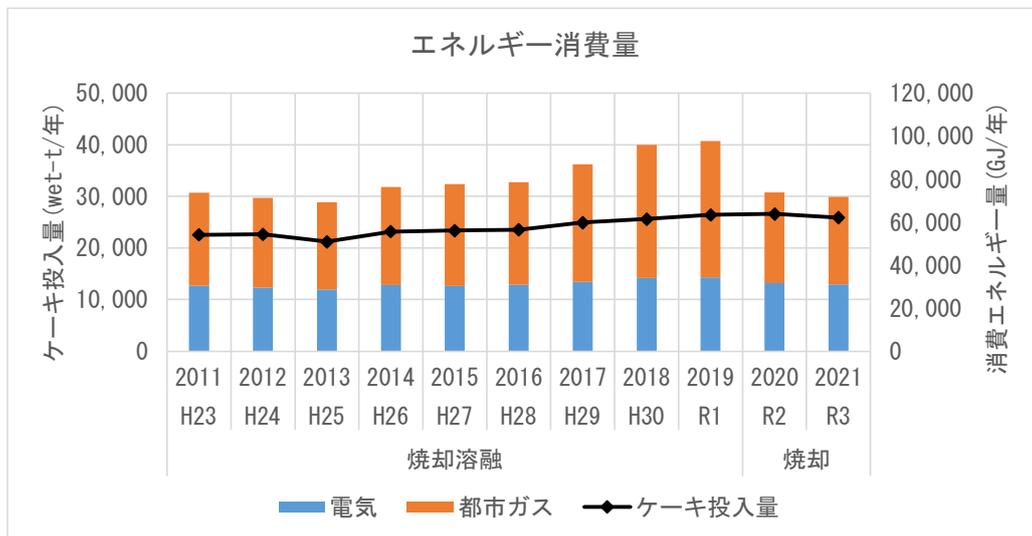


図 1-3(3) 焼却・溶融施設に係るエネルギー消費量の推移

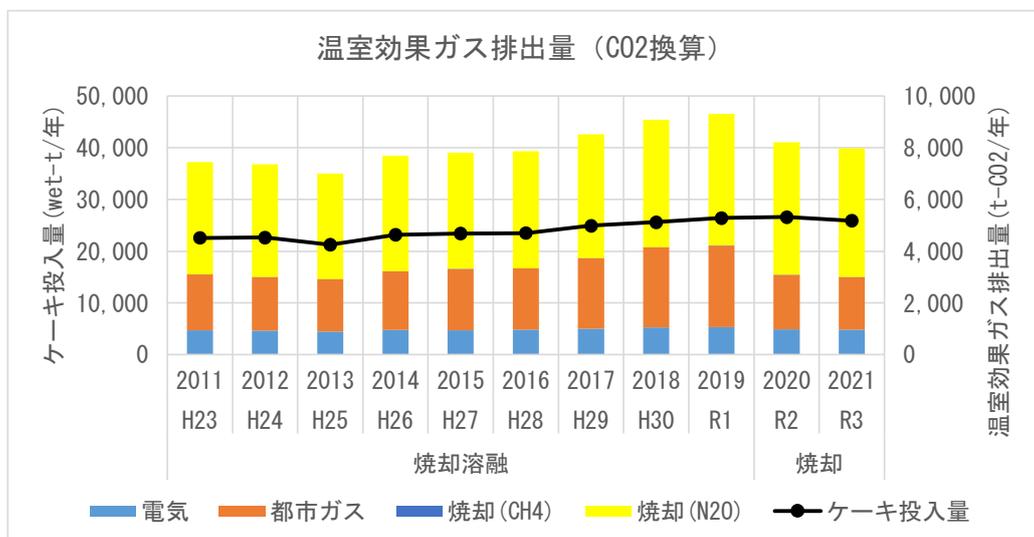


図 1-3(4) 焼却・溶融施設に係る温室効果ガス排出量の推移

1-3-2. 汚泥処理の課題

(1) 脱炭素社会実現への取り組み

国や滋賀県では、脱炭素社会実現への取り組みとして、以下に示すような目標を掲げており、公共施設における温室効果ガス排出量の約半分を下水処理場からの排出量が占めていることから、下水道事業として積極的な取り組みが必要である。

①カーボンニュートラル宣言（2020年10月）【国】

2050年カーボンニュートラルの実現、脱炭素社会の実現。

【2021年4月 米国主催の気候サミットにおいて】

⇒2030年度中期目標：温室効果ガスを2013年度から46%削減

⇒さらに、50%の高みに向けて挑戦

②「しがCO2 ネットゼロ」ムーブメント

キックオフ宣言（2020年1月）【滋賀県】

2020年1月滋賀県知事によるキックオフ宣言

⇒2050年までに二酸化炭素の排出量を実質ゼロにする
ことを目指す。

【関連施策】

- ◆滋賀県CO2 ネットゼロ社会づくり推進計画
(2022年3月)
- ◆CO2 ネットゼロに向けた県庁率先行動計画
(CO2 ネットゼロ・オフィス滋賀)(2022年3月)

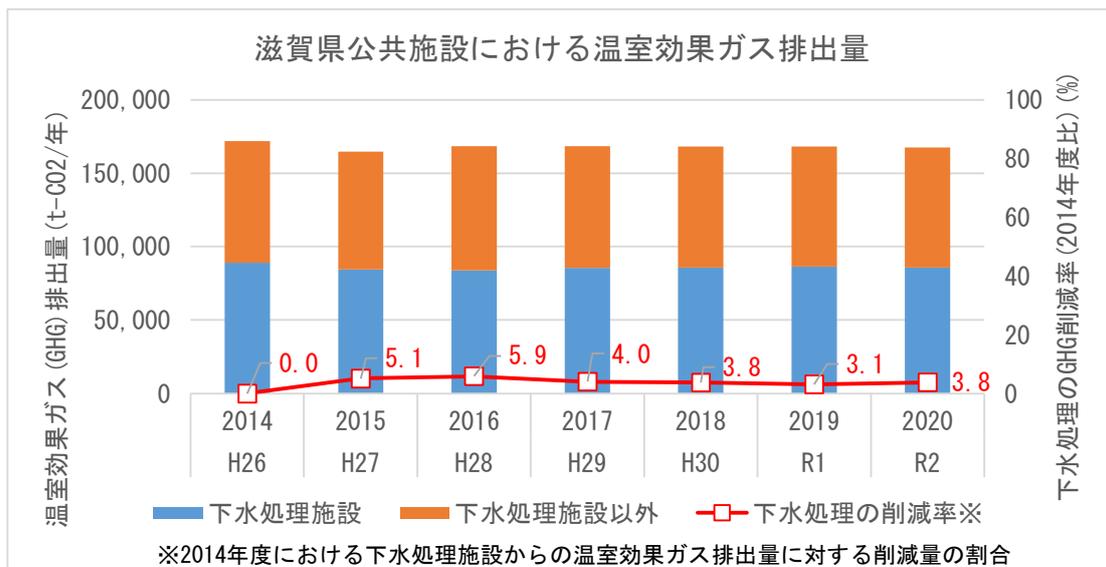


図 1-3(5) 滋賀県公共施設における温室効果ガス排出量のうち下水処理場が占める割合

現状、東北部浄化センターにおいては、令和2年度より溶融炉を停止したことにより温室効果ガス排出量が減少しているが、県の2030年目標である50%削減までは大幅な削減が必要である。

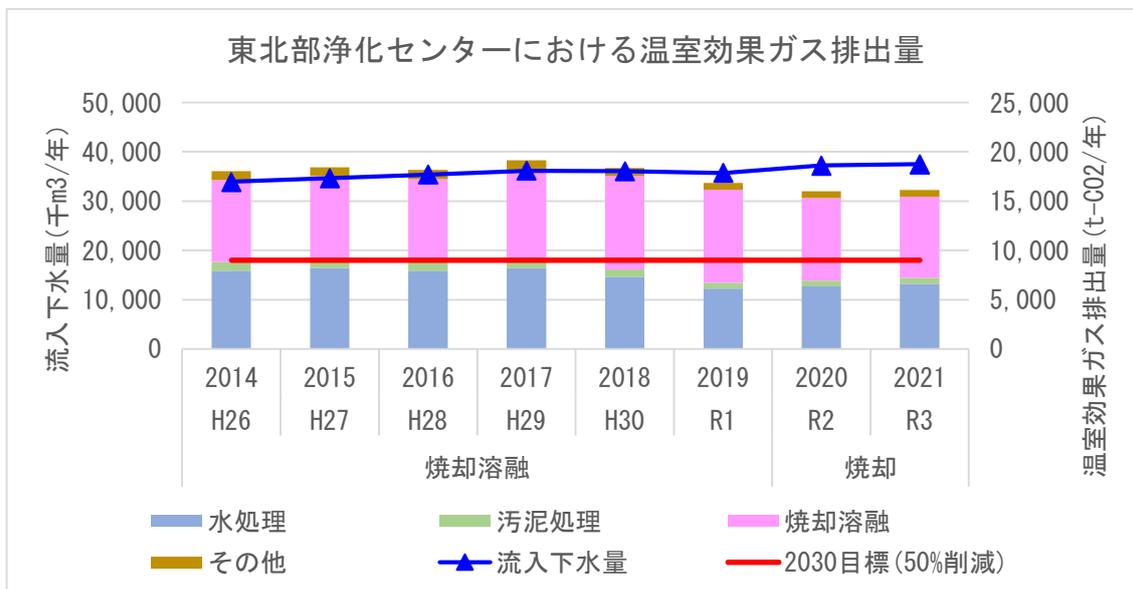


図 1-3(6) 東北部浄化センターにおける温室効果ガス排出量の推移

また、東北部浄化センターにおける温室効果ガス排出量の内訳を確認すると、全体の約50%を焼却工程における排出量が占めており、今回の汚泥処理方式の見直しによる大幅削減が期待されている。

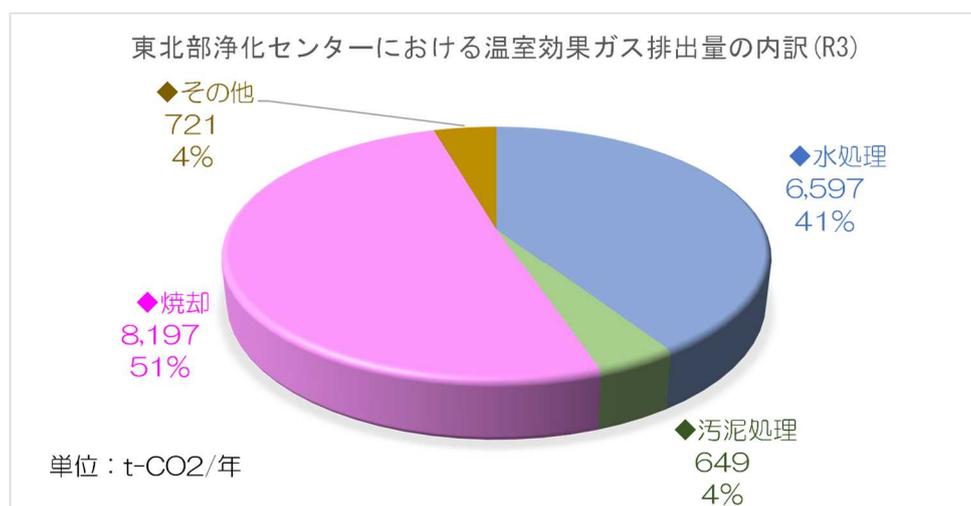


図 1-3(7) 東北部浄化センターにおける温室効果ガス排出量の内訳

(2) 下水汚泥の有効利用

下水汚泥については、肥料利用をはじめとした有効利用が求められている。

①肥料利用拡大への取り組み【国】

- ◆「食料安全保障強化政策大綱」（R4. 12. 27 食料安定供給・農林水産業基盤強化本部決定）

【関連する通知】

- ◆発生汚泥等の処理に関する基本的考え方について（R5. 3. 17 国水下企第 99 号）
⇒下水道管理者は今後、発生汚泥等の処理を行うに当たっては、肥料としての利用を最優先し、最大限の利用を行うこととする。
- ◆下水汚泥資源の肥料利用に向けた活動推進について（R5. 3. 24 国水下企第 100 号）
⇒地域特性に応じてコンポスト化、リン回収等、下水汚泥資源を肥料として最大限に利用するよう、農政部局、下水道部局の緊密な連携体制を確保するとともに、安全性・品質の確保、農業者・消費者の理解促進等の取組を実施するよう各地方公共団体へお願いする。

②下水汚泥のリサイクル率向上への取り組み【滋賀県】

下水汚泥のリサイクル率 100%を目指す。

- ◆下水汚泥を有効利用しメタンガスを生成・活用する消化ガス事業等を推進。
⇒湖南中部浄化センターにおける消化施設の導入（R8 年度供用開始予定）
- ◆下水汚泥を活用し肥料（コンポスト）を生成し、利用者の意見を入れながら緑農地への還元、農作物の生産・消費の地域循環を検討・推進。
⇒高島浄化センターにおけるコンポスト施設の導入（R5 年度供用開始予定）
- ◆下水汚泥以外のバイオマスとの資源化について、関係部局と連携しつつ検討を継続。⇒調査研究の実施（R 元～R3 年度）

2. 汚泥処理方式の概要

2-1. 汚泥処理方式の種類と特徴

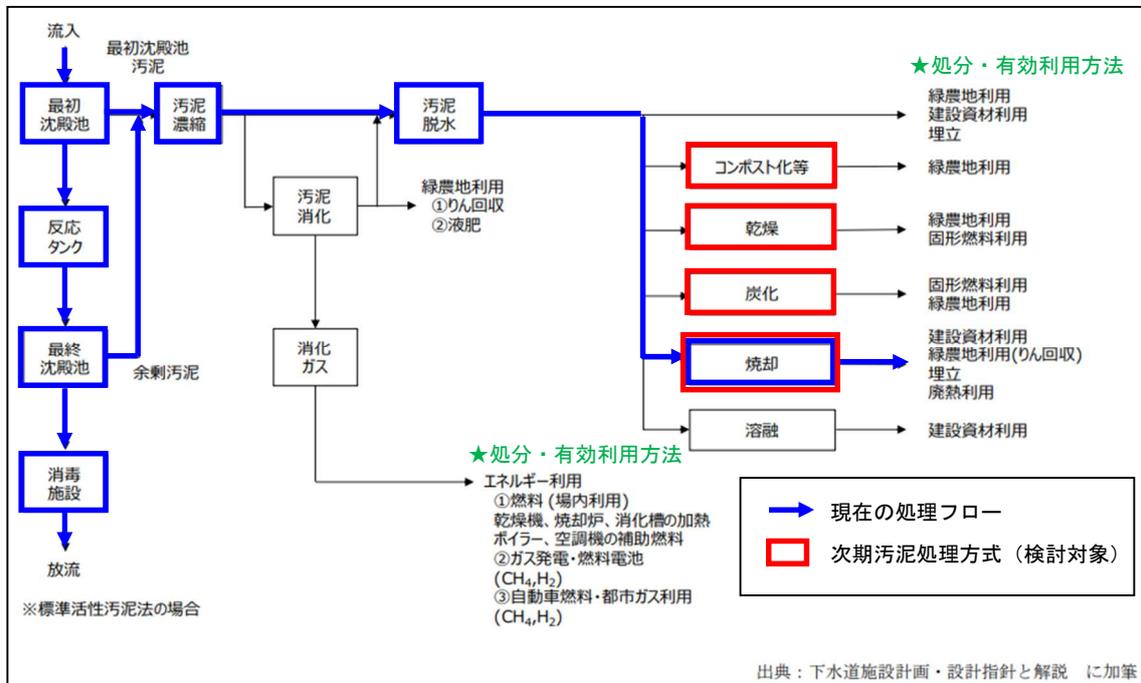


図 2-1 (1) 汚泥処理フローと処理方式

(1) コンポスト化（堆肥化）

- ・下水汚泥を緑農地還元することを目的に、発酵等により、コンポスト化させる技術。
- ・下水汚泥リサイクル率、下水道バイオマスリサイクル率の向上に寄与する。
- ・導入実績も多数あるが、近年は減少しつつある。
- ・国や県の施策として、農業分野への活用が推進されている。
- ・生成物の安定した受け入れ先を確保することが重要である。
- ・生成物量と地域特性を鑑みて適用性を検討することが重要である。

(2) 乾燥

- ・後段の埋立、焼却、下水汚泥固形燃料化等に向け、処理効率化やハンドリング向上のため、脱水汚泥中の水分を蒸発させる技術。
- ・有効利用用途として、乾燥させた汚泥を緑農地還元や、燃料化物として利用することが可能で、下水汚泥リサイクル率、下水道バイオマスリサイクル率、下水汚泥エネルギー化率（緑農地還元の場合を除く）の向上に寄与する。
- ・生成物の安定した受け入れ先を確保する必要がある。
- ・各処理場への適用性については、後段でどのような処理(埋立、焼却、下水汚泥固形燃料化等)が行われるか、生成物の需要があるか等により判断される。

(3) 炭化

- ・汚泥に含まれる有機物のエネルギーを利用して炭化させる技術。
- ・有効利用用途として、土壌改良材や燃料化物等として売却でき、廃棄物処分費を必要としないが、昨今は下水汚泥固形燃料として利用される場合が多い。下水汚泥リサイクル率、下水道バイオマスリサイクル率、下水汚泥エネルギー化率（下水汚泥固形燃料として利用する場合）の向上に寄与する。
- ・生成物の安定した受け入れ先を確保する必要がある。
- ・焼却と同程度の建設費、維持管理費が想定され、汚泥量が少ない場合は事業採算性が確保できないことがある。
- ・各処理場への適用性については、生成物の需要があるか等により判断される。

(4) 焼却

- ・下水汚泥の減量化と安定化を図るため、汚泥中の有機物を燃焼させる技術。
- ・交付金の対象とするためには廃熱回収率 40%以上かつ従来型と比較して消費電力量が 20%以上削減されている必要がある。
- ・有効利用用途として、一部地域において肥料原料化（りん回収）が行われているが、依然として、セメント原料化等の建設資材原料としての利用用途が主である。下水汚泥リサイクル率（リサイクル利用する場合）、下水道バイオマスリサイクル率（焼却廃熱利用及びりん回収の場合）、下水汚泥エネルギー化率（焼却廃熱利用の場合）の向上に寄与する。
- ・焼却灰の肥料利用について実証研究（B-DASH）が行われており、新たな有効利用方法の可能性はある。
- ・焼却灰の有価物としての流通は難しい。

(5) 溶融 ※検討対象外

- ・焼却灰をさらに減量化と安定化（重金属の溶出抑制等の無害化）を図るため、焼却よりも高い温度で汚泥を溶融し、スラグ化する技術。
- ・有効利用用途として、路盤材やコンクリート骨材の代替品として、リサイクル可能であり、下水汚泥リサイクル率の向上に寄与する。
- ・建設費、維持管理費、エネルギー使用量とも多大であり、維持管理の手間も要すること等から、近年は減少しつつある。
- ・国や県の施策として、有害物の封じ込め等特段の理由が無い場合、交付金の対象外となる。

※溶融炉は、消費エネルギーが大きく、また炉が傷みやすく修繕コストが大きいなど問題も多いことや平成 29 年度より溶融による有害物質の封じ込めなど特段の理由がない限り交付対象外とされており、東北部においても令和 2 年 4 月より溶融を停止し、焼却炉のみでの運用に移行していることから、今回、検討対象外としている。

3. 東北部浄化センターにおける次期汚泥処理方式の検討方針

3-1. 汚泥処理方式の選定方針

東北部浄化センターにおける次期汚泥処理方式の検討方針については、国及び滋賀県における環境施策を踏まえて以下のように定めるものとした。

【方針1】脱炭素社会に貢献できる処理方式

国及び滋賀県における温室効果ガス排出量削減目標に寄与できる汚泥処理方式とする。

特に「滋賀県CO₂ネットゼロ社会づくり推進計画」及び「CO₂ネットゼロに向けた県庁率先行動計画(CO₂ネットゼロ・オフィス滋賀)」において示された、段階的な排出量削減への寄与を重視する。

【方針2】下水汚泥のリサイクル率向上に寄与できる処理方式

汚泥処理により発生する生成物について、有効利用できることを条件とした処理方式とする

3-2. 施設検討の条件

施設検討にあたっての条件は、以下の通りとした。

①脱水ケーキ量

発生汚泥量の将来予測を行い、想定する事業期間（R13～R32）で最大となる R13 予測値 81.7 t-wet/日*（含水率77%）に対する施設規模での検討を求めた。

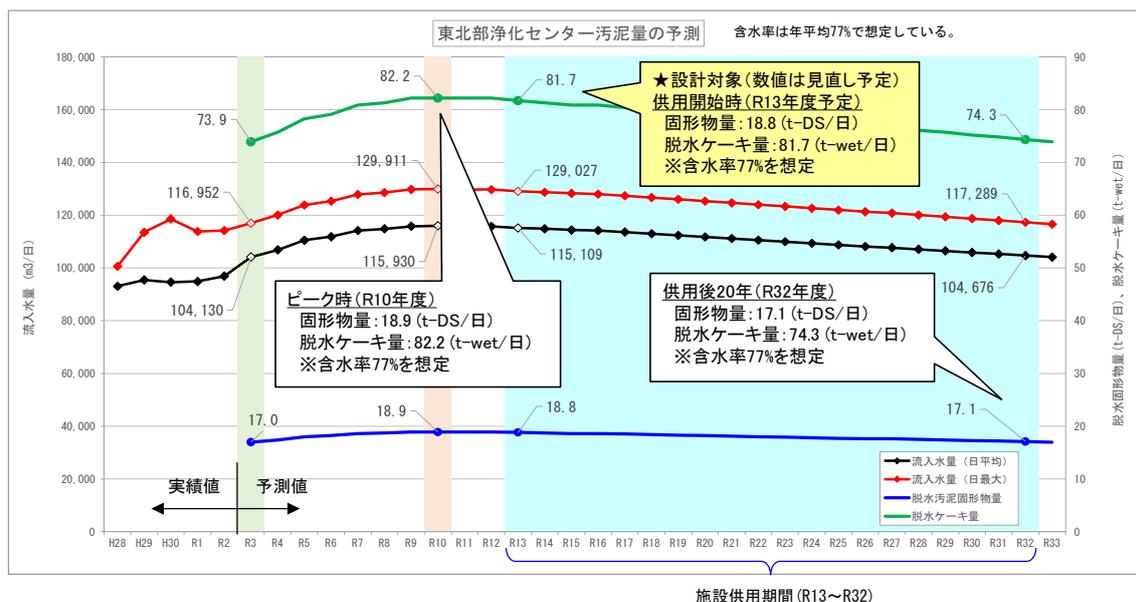
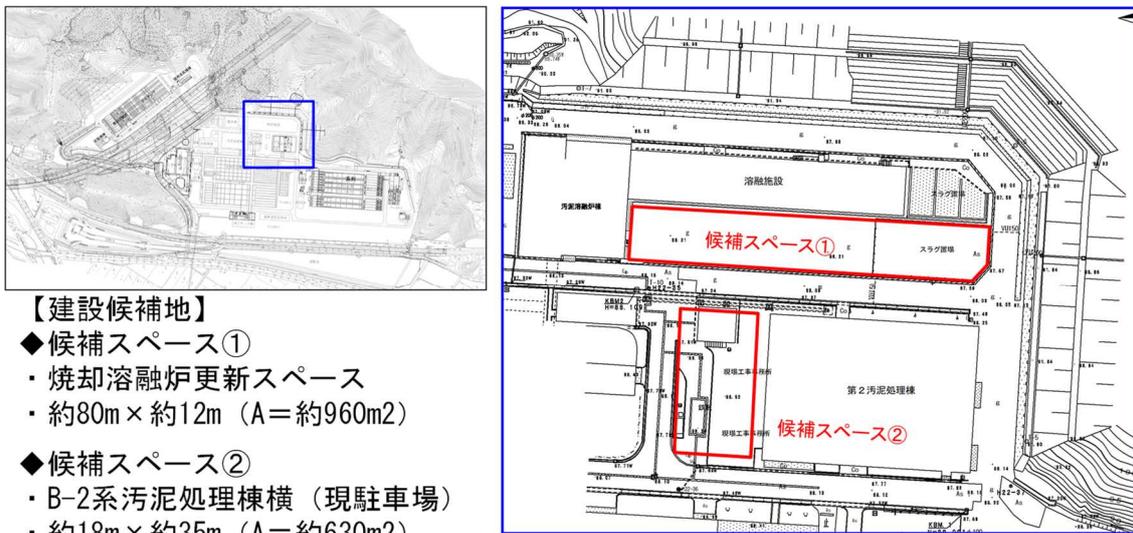


図 3-2(1) 東北部浄化センターにおける汚泥量の将来予測

②建設可能スペース

山地造成等による用地拡大が困難であることより、下図における候補スペース①及び候補スペース②を建設可能スペースに限定した。



【建設候補地】

- ◆候補スペース①
 - ・焼却熔融炉更新スペース
 - ・約80m×約12m (A=約960m²)
- ◆候補スペース②
 - ・B-2系汚泥処理棟横 (現駐車場)
 - ・約18m×約35m (A=約630m²)

図 3-2(2) 次期汚泥処理施設設置可能スペース

③汚泥の引き渡しケース

全量脱水汚泥で引き渡す場合 (ケース1) と B-2, A系汚泥を濃縮汚泥以降で引き渡し可能とする場合 (ケース2) の2ケースを想定した。なお、ケース2については、ケース1と比較して優位と考えられる提案のみ認める任意提案とした。

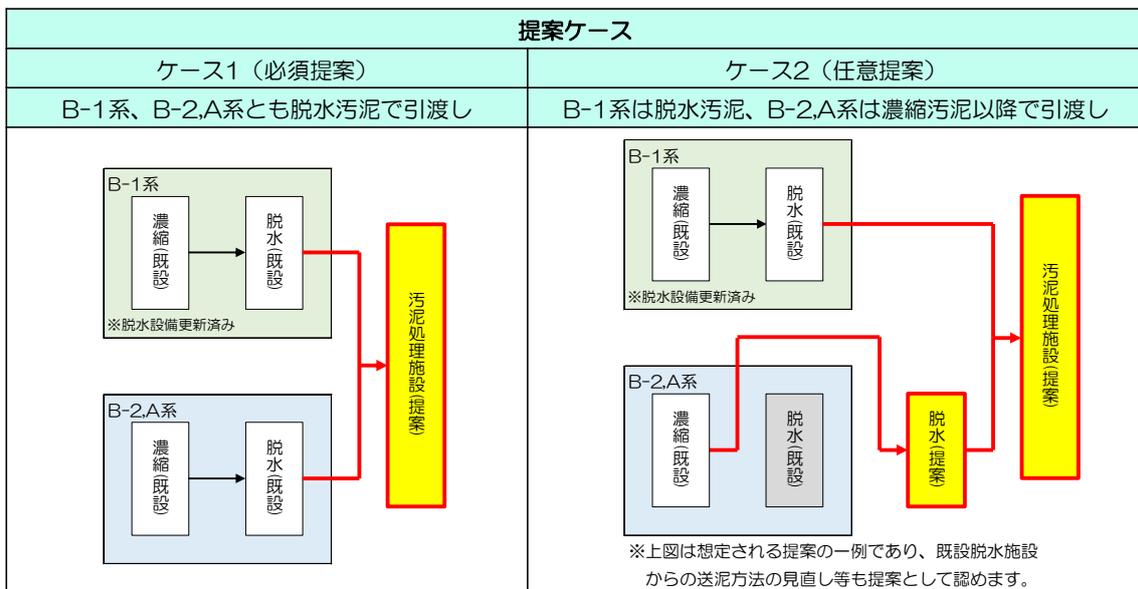


図 3-2(3) 想定する汚泥引き渡しケース

④要求する基準値

本浄化センターでは、公害防止協定値（排ガス、騒音、振動、悪臭）の他に、自主的に設定した自主基準値（排ガス、臭気）を遵守することを周辺住民に説明し理解を得た上で日々の業務を行っていることより、次期汚泥処理施設においても、現在と同レベル以上の運転管理が求められるため、これらの基準値に対して対応可能な方式について提案を求めるものとした。

⑤生成物の全量リサイクル

下水汚泥のリサイクル率 100%を目標としていることより、生成物全量の有効利用を求めるものとした。

⑥消化設備の提案について

消化槽の設置スペースがないこと、水処理への影響が懸念されること等より、「基本技術」の提案には、消化設備を含めないことを求めた。

4. 東北部浄化センターにおける次期汚泥処理方式の選定

4-1. 次期汚泥処理方式について

(1) 検討の流れ

下水汚泥処理技術については、技術革新が著しい分野であることより、基礎技術（焼却、炭化、乾燥、コンポスト化）を有する民間企業各社に対して、当該浄化センターに推奨される処理方式についてアンケート方式で提案を求め、その結果を基に、滋賀県の施策の方向性に適合した汚泥処理方式を下水道審議会専門部会において選定することとした。

アンケートに際しては、滋賀県が本施設に求める要件と、評価の視点について提示した。

表 4-1(1) アンケート時に提示した提案技術の評価項目と評価の視点

大項目	小項目	評価の視点(案)
安定した汚泥処理処分	施設の安定性	◆提案技術について、下水道事業に係る公的機関（国交省、JS、新技術機構等）による技術認証や国内下水道施設における稼働実績があるものを評価する。
	事業の安定性	◆生成物について、事業期間中、安定した引き取り先（有効利用先）を確保できる提案を評価する。
環境への配慮	リサイクル	◆生成物を全量リサイクル可能であり、下水汚泥の保有するポテンシャルを最大限活用できる提案を評価する。 （下水汚泥リサイクル率、下水道バイオマスリサイクル率、下水汚泥エネルギー化率の向上などに資する提案。）
	下水処理への影響	◆琵琶湖の水質保全に影響のない方式であることを評価する。 （汚泥有効利用施設からの返流水（COD、T-N、T-P）が水処理へ与える影響を十分抑制できる対策が考慮されていることなど。）
	温室効果ガス排出量の削減	◆滋賀県における温室効果ガス排出量の削減に寄与する温室効果ガス排出量の少ない技術を高く評価する。 （下水処理場内における汚泥処理から利用先までを含め、滋賀県内において温室効果ガス排出量が少ないこと。） ◆滋賀県外における生成物の代替利用により、温室効果ガス排出量の削減効果がある場合に評価する。
	省エネルギー対策	◆下水処理場におけるエネルギー使用量の削減に寄与するエネルギー消費量の少ない技術を高く評価する。
	周辺環境への影響	◆臭気について、汚泥処理施設運転時における現行基準値の遵守が可能であり、生成物の場外運搬時における対策についても提案されているものを評価する。 ◆排ガスについて、汚泥処理施設運転時における現行基準値の遵守が可能であるものを評価する。
社会貢献	事業コストの低減	◆事業コストの削減に寄与するライフサイクルコストの小さい技術を高く評価する。
	地域資源循環への貢献	◆生成物の県内利用など、地域における資源循環につながる仕組みが構築できる手法であり、利用先の確保など具体性のある提案を評価する。特に、国からの要請事項である下水汚泥の肥料利用拡大に貢献できる提案を評価する。

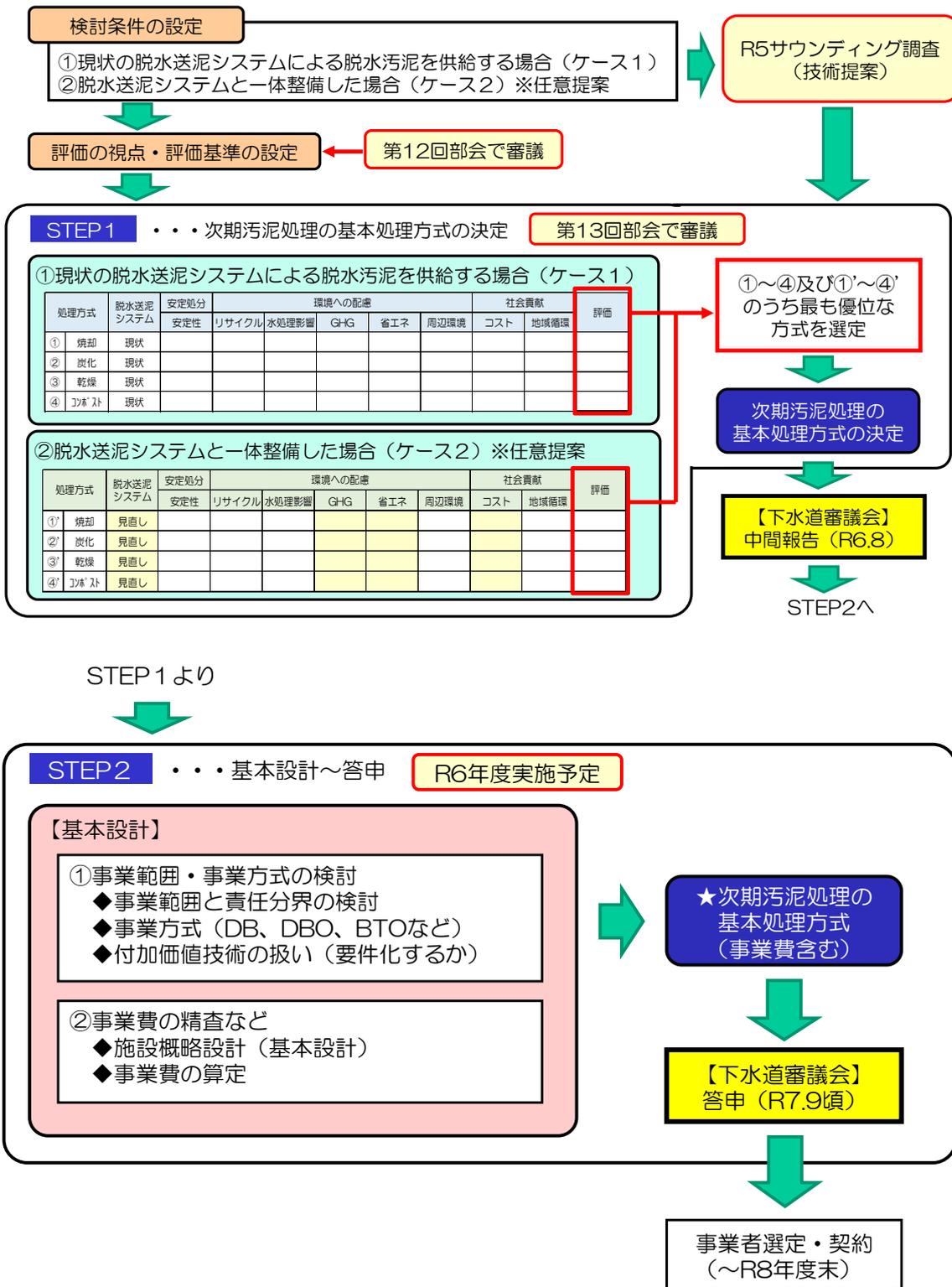


図 4-1(1) 次期汚泥処理方式の決定までの流れ

(2) 評価配点

提案技術の評価における評価項目ごとの配点については、第12回部会での審議を経て、下表のとおりを設定した。特に、「事業の安定性」「温室効果ガス排出量の削減」「周辺環境への影響」「事業コストの低減」の4項目については、県が重要視する項目であるため高配点とした。

表 4-1(2) 評価項目と配点

大項目	小項目	配点	備考
安定した 汚泥処理処分	施設の安定性	8	
	事業の安定性	16	
環境への配慮	リサイクル	4	
	下水処理への影響	8	
	温室効果ガス排出量の削減	16	場内：12 場外：4
	省エネルギー対策	8	
	周辺環境への影響	16	臭気：8 排ガス：8
社会貢献	事業コストの低減	16	
	地域資源循環への貢献	8	
合計		100	

(3) アンケート方式による技術提案の募集

「焼却」「炭化」「乾燥」「コンポスト化」の基本技術を保有する国内14社に対して当該浄化センターに推奨される汚泥処理方式について、アンケート方式により技術提案を依頼したところ、6社より提案があった。このうち、「焼却」を提案された企業より脱水送泥システムの見直し更新も含めた更なる効率的な手法についての提案がなされた。

表 4-1(3) 基本技術の提案状況（ケース1）

基本技術	生成物の有効利用方法
焼却	セメント原料、コンクリート細骨材、路盤補強材
炭化	石炭代替燃料
乾燥	石炭代替燃料、肥料利用
コンポスト化	肥料利用

表 4-1(4) 脱水送泥システムの見直し更新を含んだ提案状況（ケース2）

提案方式	概要
脱水送泥見直し+焼却	低含水率型脱水機+省エネ炉（自燃）

(4) 提案内容の評価

アンケートにより得られた技術提案内容について、部会で審議・決定した評価基準に従って採点を行った結果は、下表に示すとおりである。

現在のB-2, A系における脱水送泥施設の更新と一体的に整備を行うケース2の「脱水送泥見直し+焼却」が最も高得点を得る結果となった。

表 4-1 (5) 提案内容の評価結果

ケース	提案内容	平均点
ケース1	焼却	67.7
	炭化	64.1
	乾燥	55.5
	コンポスト化	66.0
ケース2	脱水送泥見直し+焼却	78.1

(5) 次期汚泥処理方式の選定

①基本方針について

技術提案の評価結果を踏まえて、東北部浄化センターにおける次期汚泥処理方式については、【脱水送泥システムの見直し+焼却】を基本方針として選定し、詳細な検討を進めていくものとした。

②付加価値技術の適用について

「焼却」については、今回のアンケート調査により創エネルギーや焼却灰の肥料利用といった技術も付加できる可能性が確認されており、これら付加価値技術については、今後、事業性を十分勘案した上で要件化の可否を判断していくものとした。

4-2. 新たな取り組みに向けて

本事業は、汚泥処理施設の更新工事と更新施設の維持管理、処理生成物のリサイクル利用を要件とした汚泥処理業務をパッケージ化し、民間事業者に一手に委ねる長期間（20年間を想定）の事業を予定している。そのため、事業者には、単なる業務の履行だけでなく、「障がい者雇用」など、社会ニーズに対応した新たな取り組みへの積極的な提案を求めたい。

事業者からの積極的な取り組み提案を引き出すための工夫について、引き続き検討していくものとする。

- ・事業参画の要件とする
- ・事業者選定時の評価項目とする など