

官民連携グリーンチャレンジモデル
形成支援（その1）

報 告 書

令和5年3月

PwCアドバイザリー合同会社

目 次

1. 調査概要.....	1
1-1. 調査の概要	1
1-2. 調査の目的	1
1-3. 本調査の支援対象となる自治体.....	1
2. 本調査の内容	2
3. 葉山町及び葉山町下水道事業の概要.....	4
3-1. 町の概要.....	4
3-2. 葉山町の下水道事業の概要.....	5
3-3. その他本検討に関連のある事業・取組の動向	19
4. 事業実施に係る課題の整理.....	27
4-1. 下水道事業の概要.....	27
4-2. 先行事例の研究・整理	34
5. マーケットサウンディングの実施.....	46
5-1. マーケットサウンディングの実施方法	47
5-2. マーケットサウンディング参加者	47
6. 第1回マーケットサウンディングの実施.....	48
6-1. 調査方法.....	48
6-2. 調査概要.....	49
6-3. 調査結果(全体の傾向)	49
7. スキーム・進め方の検討.....	69
7-1. 実施上の課題(制約条件)の整理.....	69
7-2. 先進自治体へのヒアリング.....	71
7-3. 活用可能な官民連携手法の概要	76
8. 第2回マーケットサウンディングの実施.....	83
8-1. 調査概要.....	83
8-2. 調査結果.....	84
8-3. 総括.....	97
9. 本調査の結果.....	98
10. 今後のロードマップ	105

別紙一覧

別紙 1	CN の取組リスト(この報告書内で「ロングリスト」と呼ぶ)
別紙 2	第 1 回マーケティングサウンディング実施要領
別紙 3	第 1 回マーケティングサウンディング調査票
別紙 4	第 2 回マーケットサウンディング調査票及び補足説明資料
別紙 5	先進自治体へのヒアリング資料

1. 調査概要

1-1. 調査の概要

本調査の概要は以下のとおりである。

業 務 名:官民連携グリーンチャレンジモデル形成支援(その1)

履行期間:令和4年5月23日 から 令和5年3月17日まで

委 託 者:国土交通省総合政策局社会資本整備政策課

受 託 者:PwC アドバイザリー合同会社

1-2. 調査の目的

国土交通省では、経済財政運営と改革の基本方針 2022(令和4年6月7日閣議決定)、成長戦略実行計画・成長戦略フォローアップ(同日閣議決定)、PPP/PFI 推進アクションプラン(令和4年改定版)(同日民間資金等活用事業推進会議決定)等に基づき、PPP/PFI を積極的に推進している。

また、「国土交通グリーンチャレンジ」(令和3年7月)には、「まちづくりやインフラ、交通・運輸など、地域のくらしや経済を支える幅広い分野を所管する国土交通省が果たす役割は重要であり、現場を持つ強み、技術力を活かし、国土・都市・地域空間におけるグリーン社会の実現に向けて、様々な分野・主体間の連携による取組にチャレンジしていく必要がある。」とされている。

これらに基づき、グリーン社会の実現に向けて、民間の資金、技術、ノウハウ等を活かし、カーボンニュートラル(以下、CN)の達成等に向けたインフラ整備、維持管理運営等を官民連携事業で実施検討する地方公共団体を支援することにより、効果的な案件形成を図るとともに、官民連携による持続可能な地域づくりを推進することを目的とする。

1-3. 本調査の支援対象となる自治体

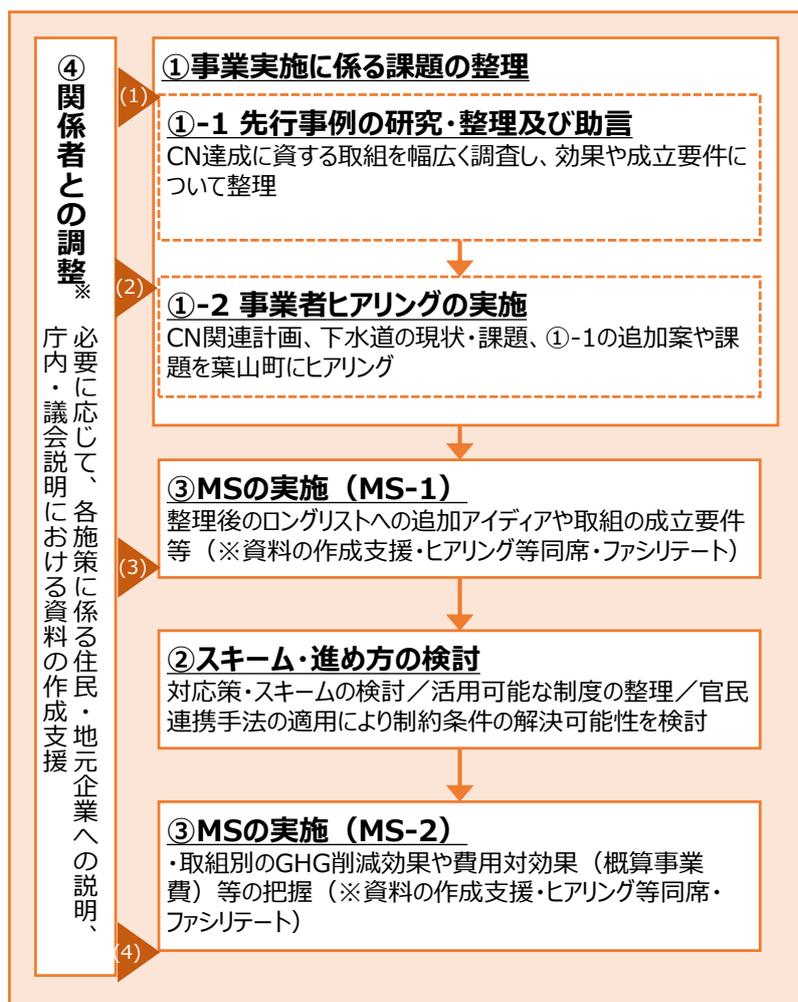
本調査においては、神奈川県葉山町を支援対象とする。町の事務事業における温室効果ガス(以下、GHG)排出の42%を占める葉山浄化センターの脱炭素に向けた事業発案のため、創エネ・再エネの活用を目指した取組の導入を検討する。また、創エネ・再エネの活用に向けては積極的に官民連携事業の手法を取り入れることを検討する。

2. 本調査の内容

本調査は、葉山町に対する支援の業務フロー図について図 1 に示す。

図 1 の通り、主担当となる葉山町下水道課を起点に、関係事業の状況については他課からの情報収集やヒアリング等を通して把握し、検討及び整理をした。

各項目の検討内容は次頁に示す。



- ※(1) 検討開始当初
- (2) ①-2のヒアリング時 (MS-1実施前)
- (3) MS-1実施後 (MS-2実施前)
- (4) 検討とりまとめ前

図 1 業務フロー図

(1)事業実施に係る課題の整理(①-1)

下水道分野を中心に分野・地公体を横断した CN に資する取組について先進事例や各ガイドライン等を参考に幅広く調査しロングリストを作成した。

(2)事業者ヒアリングの実施(①-2)

「第五期葉山町地球温暖化対策実行計画」や下水道事業が進める CN 関連の取組状況、下水道の事業経営上の課題、事業実施に係る課題の整理(①-1)において作成したロングリストの追加アイデアや課題等について町担当者へのヒアリングにより把握した。

(3)マーケットサウンディングの実施(③)

2回に分けて段階的に実施した。第1回(MS-1)は(1)で整理したロングリストへの追加アイデアや取組の成立要件等、第2回(MS-2)は取組別の GHG 削減効果や費用対効果(概算事業費)等の把握を目的とし、各回で有効な調査とするよう進め方を工夫した。

(4)スキーム、進め方の検討(②)

第1回マーケットサウンディング後に、各取組の成立要件について物理面・経済面・制度面等の制約条件から評価し、その効果を整理した。その後、官民連携で制約条件を解決し効果を最大化できる可能性について検討し、スキームを立案・評価した。資源利活用・地域循環等で導入されている公共・民間事業の連携策も検討した。

(5)関係者との調整(④)

主要なタイミングで第五期葉山町地球温暖化対策実行計画等を含む町の関連計画や事業の検討状況を把握し、他分野との連携可能性や留意事項を把握した。そのうえで、今後 CN 達成に向けた課題も整理した。

3. 葉山町及び葉山町下水道事業の概要

3-1. 町の概要

神奈川県葉山町は、東京から南へ 50km 圏の三浦半島中央西部にあり、北部は逗子市、北東から南にかけては横須賀市に隣接している。西側は相模湾に面する南北4km におよぶ海岸線となっており、富士・箱根などの遠景を望む景勝の地となっている。

地形は、北に森戸川、南に下山川が流れ、東側上流域から西側下流域に向けて一様に傾斜しており、下流域及び海岸線付近に平坦地が広がっている。

葉山町の基本情報を表 1 に、葉山町の位置を図 2 に示す。

表 1 葉山町の基本情報

項目	数値	時点
面積	17.04 km ²	—
人口	32,806 人	令和 4 年 4 月 1 日時点
人口密度	1,925 人/km ²	令和 4 年 4 月 1 日時点
財政規模:収入	13,026,803 千円	令和 3 年度当初予算
財政規模:支出	12,068,152 千円	令和 3 年度当初予算



出典:葉山町「令和 4 年度公共下水道事業の概要」

図 2 葉山町の位置

3-2. 葉山町の下水道事業の概要

葉山町は、森戸川をはじめとする河川、水路、側溝等の水質汚濁を防止するとともに住環境の整備や住民の公衆衛生の向上を目的として、平成2年度から計画設計に取り組み、平成4年度に下水道事業に着手、平成10年度末より下水道の供用を開始している。

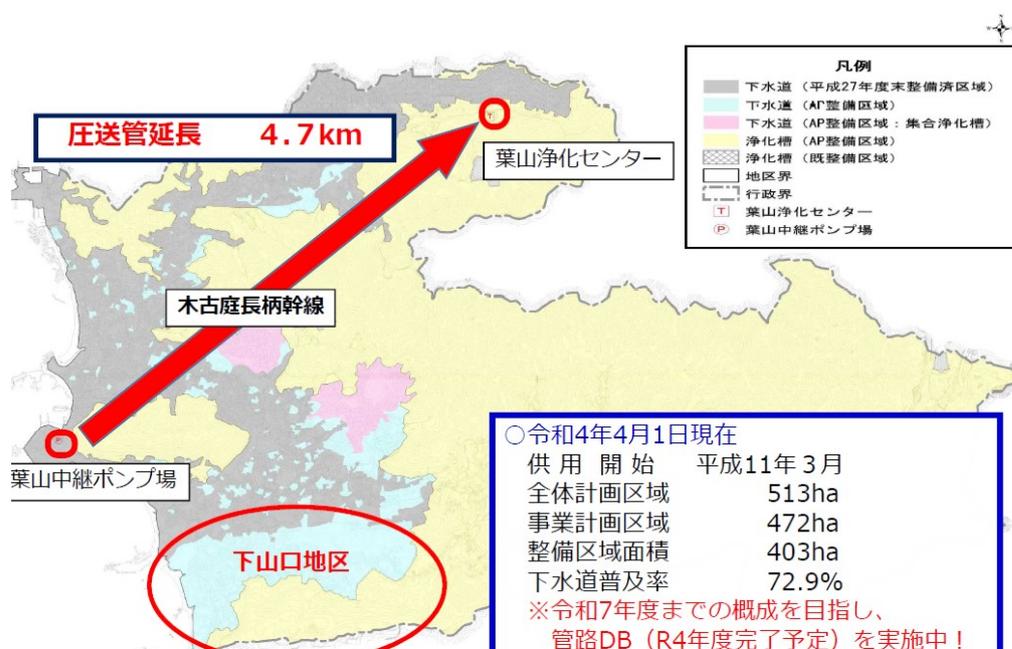
葉山町の下水道事業の状況を表2に示す。令和3年度末の普及率は72.9%である。

表2 葉山町の下水道事業の状況(令和3年度末時点)

項目	数値
行政人口(人)	32,806 人
世帯数(世帯)	14,650 世帯
市街地面積(ha)	513ha
整備区域面積(ha)	405.4 ha
整備区域人口(人)	24,060 人
処理区域面積(ha)	400 ha
処理区域人口(人)	23,901 人
接続件数(件)	9,197 件
人口普及率(%)	72.9%

3-2-1. 下水道施設の概要

葉山町の公共下水道の特徴として、全国でも珍しいトンネル方式の処理場が山間部に立地していることが挙げられる。汚水をいったん自然流下で沿岸部にある葉山中継ポンプ場に集め、約4.7km離れた葉山浄化センターへ圧送している。葉山浄化センターで汚水を処理した後、大南郷川へ放流している。



出典: 葉山町提供資料

図 3 葉山浄化センター・葉山中継ポンプ場の位置

(1)葉山浄化センター

葉山浄化センターの概要を表 3 に、処理フローを図 4 に示す。また、葉山浄化センター周辺の都市計画図を図 6 に示す。葉山浄化センターは赤枠内であり、都市計画公園(緑色枠内)内に位置していることから、開発には一定の制約がかかることとなっている。

終末処理場の位置選定にあたっては、昭和 63 年9月に葉山町公共下水道調査研究委員会に諮問し、調査・研究及び審議を行い、平成元年7月に答申を受け「海岸立地」と「山間立地」の二方式 13 箇所の候補予定地を抽出され、この抽出結果を受け、町の歴史的背景、葉山御用邸の位置、昭和天皇の生物ご研究の場、漁業関係者への配慮等から「海岸立地」では一般的コンセンサスが困難との判断に至り「山間立地」を選択された。さらに、候補予定地(町有地)と民家との距離等を勘案し、南郷上ノ山地区を終末処理場の建設地に選定された経緯がある。

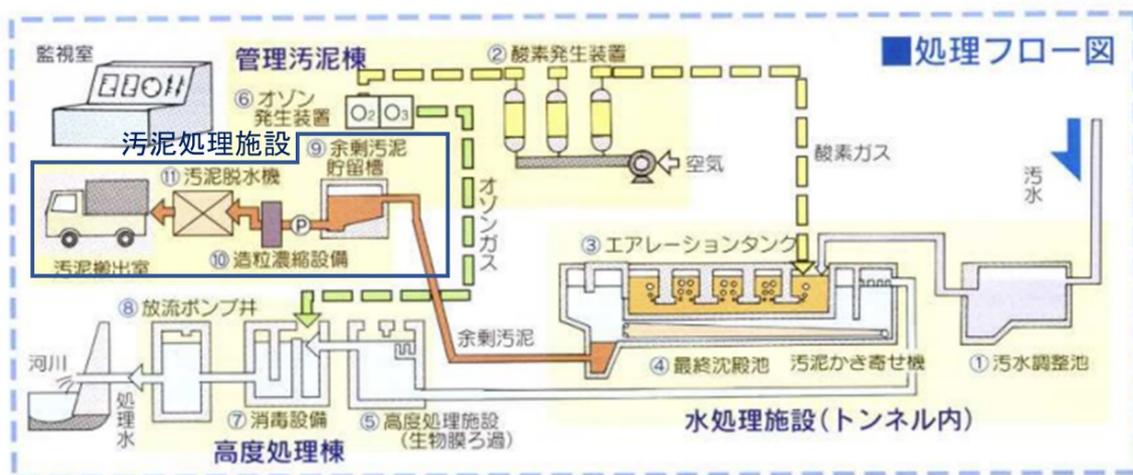
葉山町の公共下水道の特徴は、山間部に全国でも珍しいトンネル方式の処理場を建設したことで、汚水をいったん自然流下で沿岸部にあるポンプ場に集め、約 4.7km 離れた処理場へ圧送している。すなわち、大部分の処理施設を地下に収容することで景観への影響を最小限に抑えている点である。

上記経緯から景観面への配慮をした一方で、新規の整備については一定程度制約が生じることとなっている。

表 3 葉山浄化センター概要

項目	数値
敷地面積	約 29,500 m ²
地盤高T.P	+40.5m
処理方式	酸素活性汚泥法
汚泥処理	濃縮→脱水→場外搬出
全体計画処理能力	14,100 m ³ /日
現有処理能力	10,575 m ³ /日

出典:葉山町「葉山町公共下水道事業の概要」を一部加工



出典:葉山町「葉山町公共下水道事業の概要」を一部加工

図 4 葉山浄化センターの処理フロー

〈水処理施設〉	
① 汚水調整池	流入下水の負荷変動を平均化することにより、安定した下水処理を行えるようにします。
② 酸素発生装置	吸着剤に大気中の空気を通過させ、窒素を吸着させることにより純度の高い酸素を生成します。
③ エアレーションタンク	流入してきた下水に活性汚泥を加え、酸素を吹き込んでかくはんします。活性汚泥の働きにより、汚泥はふわふわした海綿状になって沈殿しやすくなります。
④ 最終沈殿池	活性汚泥を沈殿させ、上澄みの水を高度処理施設に送ります。
⑤ 高度処理施設	最終沈殿池で取り除くことができなかったよごれを生物膜でろ過し、よりきれいな水にします。
⑥ オゾン発生装置	高圧交流電流を流した電極間に酸素を通過させることによりオゾンを生じます。
⑦ 消毒設備	処理水中に含まれる病原性微生物を死滅させ放流水の衛生上の安全性を得るために消毒して河川へ放流します。
⑧ 放流ポンプ井	処理水をポンプによりくみ上げ、森戸川支流大南郷川に放流します。
〈汚泥処理施設〉	
⑨ 余剰汚泥貯留槽	最終沈殿池からの汚泥を貯留し、造粒濃縮設備に送ります。
⑩ 造粒濃縮設備	余剰汚泥を粒状にし、水分を減らして汚泥を脱水しやすくします。
⑪ 汚泥脱水機	汚泥を処分しやすいように、機械で脱水します。

図 5 葉山浄化センターの設備

(2)葉山中継ポンプ場

葉山中継ポンプ場の概要を表 4 に示す。

中継ポンプ場については、終末処理場の位置、施設面積、修理車両等の利便性、周辺環境との調和、用地取得の容易さ、地形的な汚水の収集のしやすさなどを検討し位置を選定された経緯がある。

収集された汚水は木古庭長柄幹線の圧送管を使用し約 4.7km 先の葉山浄化センターにポンプアップしている。

表 4 葉山中継ポンプ場概要

項目	数値
敷地面積	1,100 m ²
地盤高T.P	+4.1m
ポンプ型式	槽外型横軸無閉塞ポンプ
ポンプ揚水量	6.2 m ³ /分×3 台(内 1 台予備) 現有揚水量 5.6 m ³ /分×2 台

出典:葉山町「葉山町公共下水道事業の概要」を一部加工

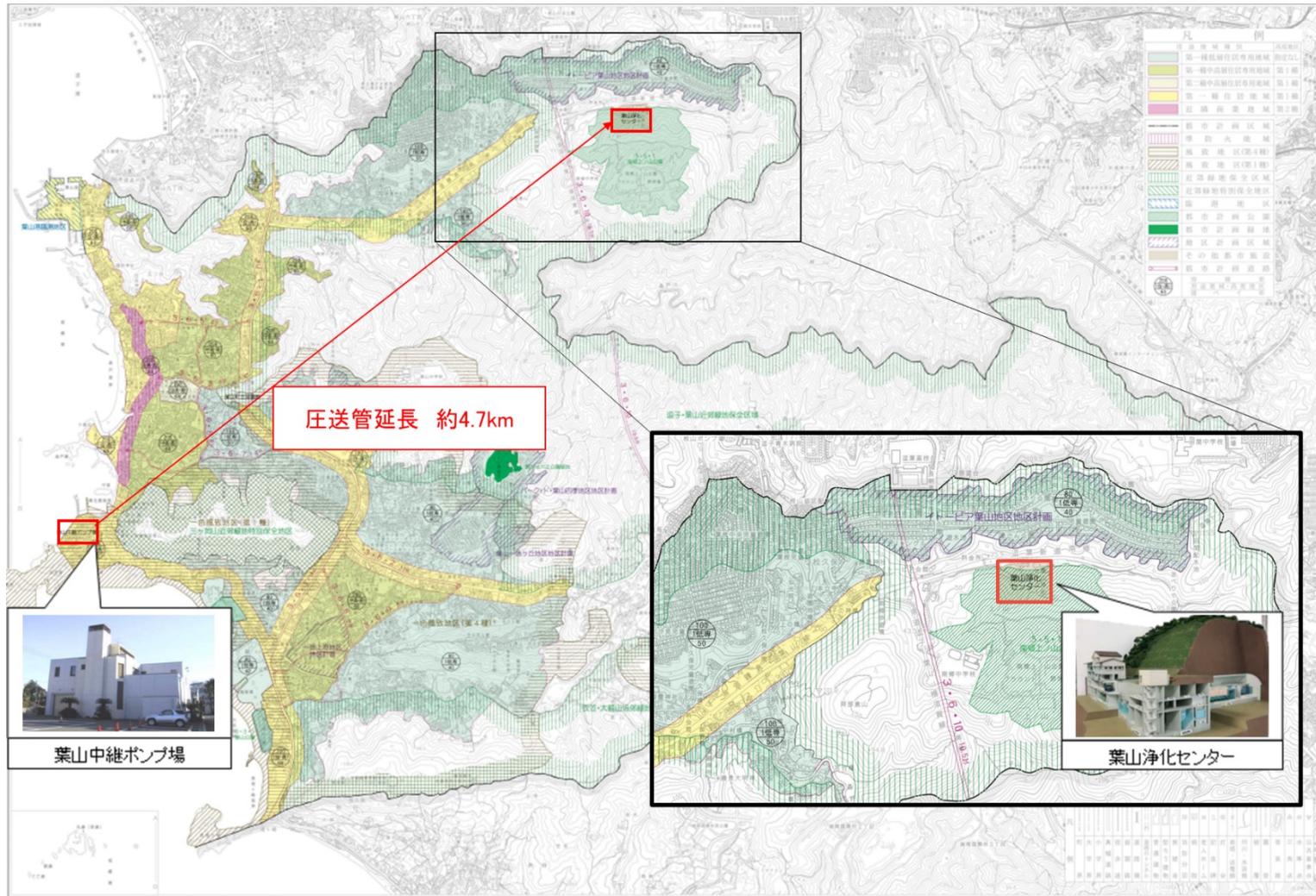


図6 葉山浄化センター周辺都市計画図

出典:葉山町「都市計画図」を一部加工

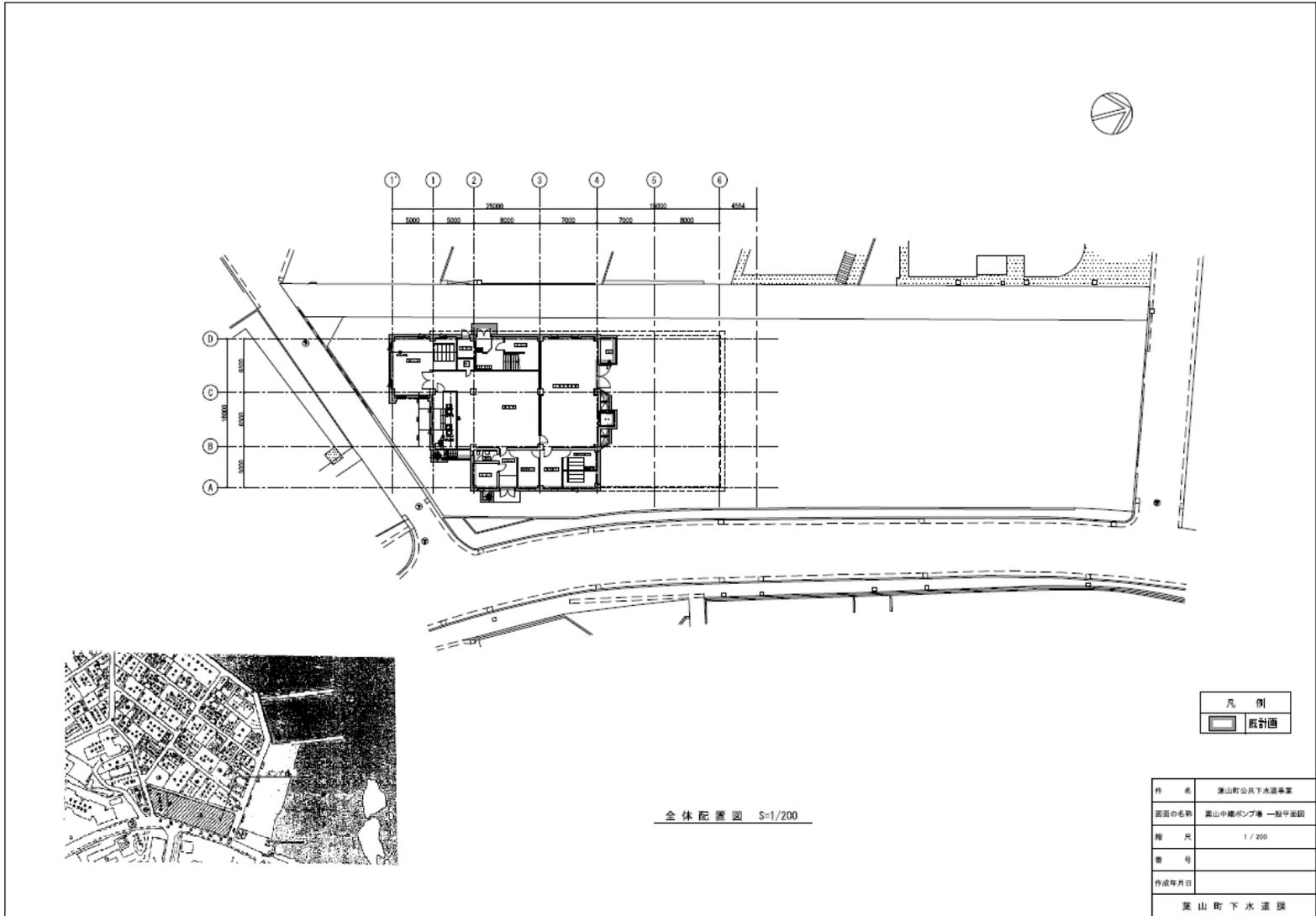


図 8 葉山中継ポンプ場 一般平面図

3-2-2. 業務の状況

1) 処理水量等

平成 29 年度から令和 3 年度の 5 か年の葉山町における処理水量の推移を表 5 に示す。現在未普及地域の早期解消に向けて、令和 7 年度の下水移動整備の概成を目標とした取り組みを進めている。具体的には、下山口地区を対象に管路 DB 方式による事業を実施しており、着実に下水道普及率が上昇していることから、処理水量、濃縮汚泥量は増加傾向で推移している。

参考として、同期間の逗子市における処理水量の推移を表 6 に示す。令和 3 年度を対象に、逗子市と葉山町を比較すると、逗子市は葉山町に対して処理水量は約 5.0 倍、濃縮汚泥量は約 4.4 倍、脱水汚泥量は約 2.3 倍の規模差がある。

表 5 葉山町の処理水量等

項目	単位	H29	H30	R1	R2	R3
処理水量(年間)	m ³ /年	1,855,848	1,890,874	1,849,682	1,969,705	2,095,477
処理水量(日)	m ³ /日	5,085	5,180	5,068	5,382	5,741
濃縮汚泥量(年間)	t/年	9,286	9,883	12,250	12,642	12,830
濃縮汚泥量(日)	t/日	25	27	34	35	35
脱水汚泥量(年間)	t/年	1,732	1,798	1,748	1,784	1,743
脱水汚泥量(日)	t/日	5	5	5	5	5

出典:公益社団法人 日本下水道協会「下水道統計」

表 6 (参考)逗子市の処理水量等

項目	単位	H29	H30	R1	R2	R3
処理水量(年間)	m ³ /年	10,059,870	10,732,430	9,635,120	10,577,170	10,482,860
処理水量(日)	m ³ /日	27,561	29,404	26,398	28,899	28,720
濃縮汚泥量(年間)	t/年	64,894	62,460	61,999	60,625	57,183
濃縮汚泥量(日)	t/日	178	171	170	166	157
脱水汚泥量(年間)	t/年	4,190	4,148	3,685	3,895	3,983
脱水汚泥量(日)	t/日	11	11	10	11	11

出典:公益社団法人 日本下水道協会「下水道統計」

2)汚泥の処分状況

汚泥の処分状況を表 7 に示す。葉山浄化センターでの処理後に発生した汚泥は、処分先に運搬され、肥料化又はセメントの原材料として有効利用されている。令和 3 年度の処分量は 1,770.5t であり、肥料化として 573.5t(32.4%)、セメントの原材料として 1197.0t(67.6%)が有効利用されている。

コストと受け入れ先の確保の観点から、排出した汚泥の半量以上が県外に運搬されている状況である。

表 7 汚泥の処分状況

(単位:t)

処分先	利用方法	町からの距離	H29	H30	R1	R2	R3
栃木県 那須塩原市	肥料化	約 250 km	433.56	495.01	250.95	499.61	573.5
栃木県 佐野市	セメント	約 150 km	386.6	437.84	131.18	108.02	52.42
埼玉県 秩父郡横瀬町	セメント	約 150 km	255.26	275.88	409.64	332.45	353.59
神奈川県 川崎市	セメント	約 50 km	538.78	589.9	992.66	803.25	790.94
合計	—	—	1614.2	1798.63	1784.43	1743.33	1770.45

出典:葉山町「葉山町公共下水道事業の概要」を一部加工

3-2-3. 経営状況

1) 葉山町下水道事業における経営課題

葉山町の下水道事業においては、人口減少・高齢化、節水型社会の進展に伴う水道使用料減少、施設の老朽化に対する修繕・改築需要の増加、未普及解消事業の推進等、厳しい経営環境が続いている。

令和3年3月に策定された「葉山町下水道事業経営戦略」では、葉山町下水道事業の各種経営指標の平成27年度から令和元年度の5年間の経年推移と、全国類似団体の平均値とを比較している。現在の経営状況を分析することで顕現した経営課題は以下の通りである。

- ① 使用料単価が低水準である一方で汚水処理原価が比較的高額なため、経費回収率が約86%に留まっており、事業運営に必要な財源を一般会計からの繰入金に依存している。
- ② 効率的かつ合理的な投資計画の策定・着実な事業の実施が必要である。
- ③ 財政基盤強化と自主財源確保の観点から使用料改定を実施し、経費回収率の上昇を図る必要がある。
- ④ 広域化・共同化施策や官民連携により、近隣自治体との協力体制構築の検討を推進するとともに、効率的な事務運営、維持管理委託形態の見直しなど、より生産性の高い組織を構築する必要がある。

2) 現状の経営課題に対する取り組み方針

上記の経営課題に対し、安定的な下水道経営を行い、葉山町民に対して下水道サービスを持続的に供給するために、葉山町は下記の3つの施策に取り組んでいる。

- ① 汚水処理事業における投資の合理化・効率化
維持管理手法として、包括的民間委託などの民間活用やアセットマネジメント等を取り入れた効率的な維持管理の導入検討を行い、投資の合理化・効率化を図る。
- ② 経費回収率の改善による経営基盤強化
使用料改定を実施することで経費回収率を改善し、自主財源の確保、財政基盤の強化につなげる。
- ③ 事務の効率化と官民連携の活用により組織を効率化
広域化・共同化施策や官民連携により、近隣自治体との協力体制構築の検討を推進するとともに、効率的な事務運営・維持管理委託形態の見直しを実施する。

3-2-4. 温室効果ガス（GHG）排出量

葉山町は「第五期葉山町地球温暖化対策実行計画」（以下、実行計画）において、2019年度（平成31年度）から2023年度（令和5年度）までの5年間、葉山町の本庁舎及び出先機関で行うすべての事務作業におけるGHG排出量削減目標と具体的な取組内容について規定している。

2023年度（令和5年度）が目標年度であることから、後述する地球温暖化対策推進法の改正も踏まえて関連計画の見直し時期が迫っている状況である。

(1)GHG削減目標

葉山町は早くから使用エネルギーの削減に取り組んでおり、例として町内公共施設へのLED導入等の取組を開始していた。このため、大幅な削減目標の実現は現実的ではなく、また、浄化センターで発生するGHGについては、今後の下水道供用区域の拡大に伴う増加が見込まれている。

これらを踏まえ、葉山町は目標年度である2023年度まで基準年度である2017年度の排出量(3,861,505kg-CO₂)を維持することを目標として掲げている。実行計画の基準年とする葉山町の2017年度のGHG(二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素)の排出量を表8に示す。

表8 2017年度 葉山町 GHG 排出量

温室効果ガス(GHG)	排出量(kg)	二酸化炭素換算 排出量(kg-CO ₂)
二酸化炭素(CO ₂)	3,663,442.52	3,663,442.52
メタン(CH ₄)	3,652.75	76,707.83
一酸化二窒素(N ₂ O)	391.47	121,354.54
合計	—	3,861,504.89

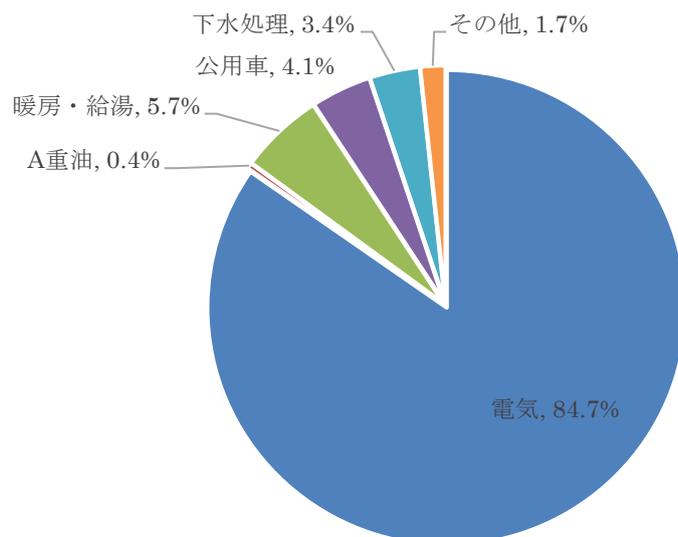
出典:「第五期葉山町地球温暖化対策実行計画」

(2)GHG 排出割合

葉山町におけるGHGの排出割合を図9に示す。下水処理過程における排出量は、処理に伴い発生するメタン及び一酸化二窒素を二酸化炭素に換算したものであり、全体の3.4%にとどまっている。

排出量の中で最も大きな割合を占めているのは、電気の使用によるものである。令和2年度の電気使用量は令和元年度よりも増加しており、これは公共下水道の供用区域の拡大及び接続率の向上により、下水処理量が増加したことが寄与している。

また、葉山町の事務事業におけるGHGの排出源として、下水道処理施設及び中継ポンプ場を管理する下水道課が41.4%と半数に近い水準となっている。下水道課以外では、町立小中学校6校を管理する教育総務課が19.9%、役場庁舎及び公用車を管理する総務課が8.9%、ごみ処理施設及びごみ収集車を管理するクリーンセンターが5.7%、大型の浄化槽を管理する環境課が4.5%となっている。



出典:「第五期葉山町地球温暖化対策実行計画」

図 9 葉山町における GHG 排出割合

(3)葉山町下水道課における再生可能エネルギー電気の採用

先に示したように、下水道課の GHG 排出量は町全体に占める割合が高く、その大部分が電気使用によることを受け、再生可能エネルギー電気の使用について町内でも検討が進められてきた。昨今の電力需給の逼迫やウクライナ情勢の影響等の影響により電力調達価格の高騰を受け、葉山町下水道課(需要箇所:葉山浄化センター、葉山中継ポンプ場)は、令和 5 年 4 月 1 日からの電力供給条件として「供給電力量の 100%を再生可能エネルギー電気とする」こと等^{*}を条件とした電力供給に係る入札を実施した。

その結果、特定の企業が落札し、令和 5 年 4 月 1 日からは再生可能エネルギー電気を使用することとなっている。

※供給電気の種類等

供給電力量の 100%を再生可能エネルギー電気とすること。再生可能エネルギー電気とは、「RE100 TECHNICAL CRITERIA」の要件を満たすもので、次のいずれか又は組合せによる環境価値を有するものが該当する。

- (ア) 非 FIT 電気とその量に応じた非化石証書等(再生可能エネルギー電気のうち、FIT 電気以外をいう。ただし、環境価値を手放していないものに限る。非化石証書等は、トラッキング付き非化石証書(再エネ指定)、グリーン電力証書又は J-クレジット(再エネ由来)をいう。)
- (イ) FIT 電気とその量に応じた非化石証書
- (ウ) 電源を特定せずに調達した電気とその量に応じた非化石証書等

3-2-5. 今後の取組等

(1)葉山浄化センター等整備・運営事業(DB+包括的民間委託)

葉山浄化センターは、土木躯体が現在 4 系列完成しており、3 系列が供用されているが、幹線及び面整備の概成に向け急速に進捗しており、令和 6 年度に 4 系列目の増設(機械・電気設備の増設)が必要となっている。そのため、葉山浄化センター水処理4系設備増設、監視制御更新、葉山中継ポンプ場 3 号汚水ポンプ設備の増設、遠方監視設備の更新並びに既設を含めた各施設の維持管理を DB+包括的民間委託にて、「葉山浄化センター等整備・運営事業」として実施する予定である(当該事業の対象業務は表 9 を参照)。

表 9 葉山浄化センター等整備・運営事業の対象業務

項目	対象施設・業務概要			設計建設		維持管理
				増設	更新	
葉山浄化センター	既存施設(し尿投入施設含む)					○
	増設・更新設備	機械設備	水処理第 4 系列機械設備	○		○
			葉山浄化センター内汚水圧送管		○	○
		電気設備	水処理第 4 系列電気設備	○		○
監視制御設備			○	○		
葉山中継ポンプ場	既存施設					○
	増設・更新設備	機械設備	3号汚水ポンプ設備	○		○
			中継ポンプ場内吐出管	○		○
		電気設備	3号汚水ポンプ設備に関する電気設備	○		○
遠方監視設備			○	○		
マンホールポンプ	既存施設 32 箇所					○

出典:葉山浄化センター等整備・運営事業 募集要項

事業期間は、令和 5 年度から令和 8 年度の 4 年間であり、設計・建設期間は 2 年程度(事業者の提案により短縮の可能性はある)、維持管理期間は 3 年 8 か月(引継期間の 4 ヶ月は含まない)である。

令和 4 年 10 月に募集要項等が公表、令和 5 年 3 月下旬に事業者が選定され、令和 5 年 4 月に基本契約等を締結する予定である。

(2) 逗子市との広域化・共同化の検討

下水道事業の広域化・共同化の一環として、隣接自治体である逗子市の汚水を葉山浄化センターで処理することを検討しており、令和4年4月に葉山町及び逗子市の間で「汚水処理広域化・共同化の可能性調査に係る相互連携に関する覚書」を締結している。覚書に基づいて関連協議が継続中となっている。

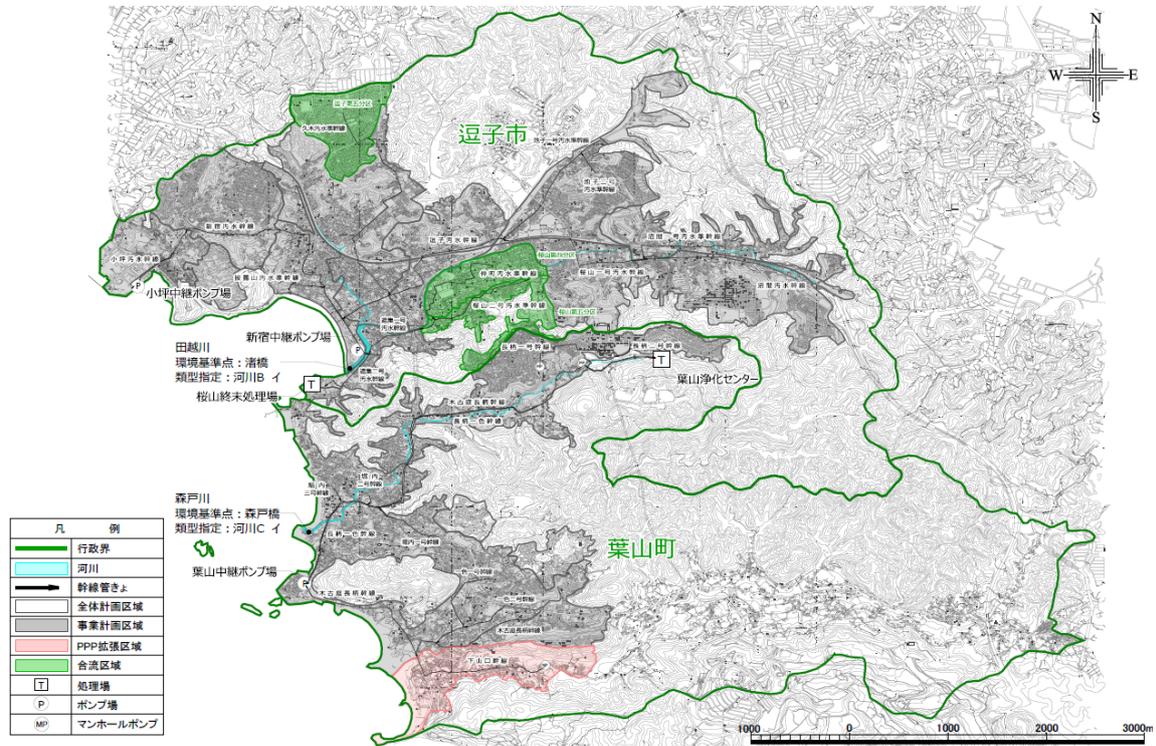


図 10 葉山町と逗子市の主要下水道施設の位置

(3) 公共施設等運営(コンセッション)の導入検討

葉山町は、国土交通省の下水道事業における PPP/PFI の案件形成に関する方策検討のモデル都市に選定されており、公共施設等運営(コンセッション)事業の導入検討を行っている。(令和2年度に初めて選定され、継続して令和3年度及び令和4年度に選定されている。)

町単独及び上述の逗子市との広域化にて実施する場合を想定した、公共施設等運営(コンセッション)事業を導入する際の課題抽出や官民の役割分担、導入による効果等を踏まえ、事業化に向けた可能性検討を検討している。

令和7年度まで事業化検討調査及び導入可能性調査を行い、令和8年度及び令和9年度に事業者選定を実施、令和10年度のコンセッション事業の開始が現時点における最短のスケジュールである。

上記した取り組みを含め、今後の主な取組スケジュールについて表10に示す。各種の検討は並行して進められている状況である。なお、表10の内容は記載時点の予定であり、今後変更となる可能性があることに留意が必要である。

表 10 葉山町下水道事業の今後の主な取組スケジュール(予定)

年度	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
●浄化センター等増設DB+包括事業								
導入可能性調査	■							
事業者選定		■						
浄化センター機械電気増設			■	■	■			
中継ポンプ場ポンプ増設			■	■	■			
中央監視設備更新			■	■	■			
包括的民間委託			■	■	■	■		
●広域化・共同化事業								
逗子市との可能性検討		■	■					
基本設計・導入可能性調査				■	■			
事業者選定						■	■	
事業開始							■	■
●コンセッション事業								
事業化検討調査【国交省選定モデル事業】		■	■					
導入可能性調査				■	■			
事業者選定						■	■	
事業開始							■	■
●下水道使用料改定検討								
改定内容の検討			■	■	■			
使用料改定						■		

出典:第30回下水道における新たなPPP/PFI事業の促進に向けた検討会資料(葉山町資料)

3-3. その他本検討に関連のある事業・取組の動向

(1)葉山町クリーンセンター

葉山町クリーンセンターは既存施設の老朽化や、逗子市とのごみ処理広域連携、またごみの減量化と資源化を推進する必要性を背景に、設計・施工一括発注方式(DB方式)に基づいて再整備工事を実施している。工事概要は表11、表12、図11に示すとおりである。

表11 工事概要

項目	内容	
工事名称	葉山町クリーンセンター再整備工事	
工事場所	神奈川県三浦郡葉山町堀内2286番地	
工期	令和4年2月10日～令和7年2月28日	
事業実施区域	約6,550m ²	
概要	工事エリアをA～Dの4工区に分けて施設運用を行いながら、ごみ焼却施設、不燃物処理施設、し尿処理施設等の既設施設の解体工事を行い新しい施設を建設(図11参照)	
主要新施設概要	生ごみ資源化処理施設	家庭系生ごみを微生物やバクテリアを使用した有機物の分解により堆肥化を行う施設
	サテライトセンター	可燃ごみを一時保管し、処理先へ搬出を行う施設
	各種ストックヤード	植木剪定枝、びん類、ペットボトル、その他資源物等を一時保管し、処理先へ搬出を行う施設

出典:「葉山町クリーンセンター再整備工事のお知らせ(令和4年7月1日)」

表12 新施設の処理規模等

	生ごみ資源化処理施設	可燃ごみ中継施設	資源物ストックヤード
処理対象物	家庭系生ごみ	可燃ごみ	ガラスびん等
施設規模	10t/日	10t/日	約110m ³ /日
計画建設面積	約1,300m ²	約250m ²	約290m ² (貯留面積)
処理方式	微生物による堆肥化方式	コンテナへの積替え方式	直投式

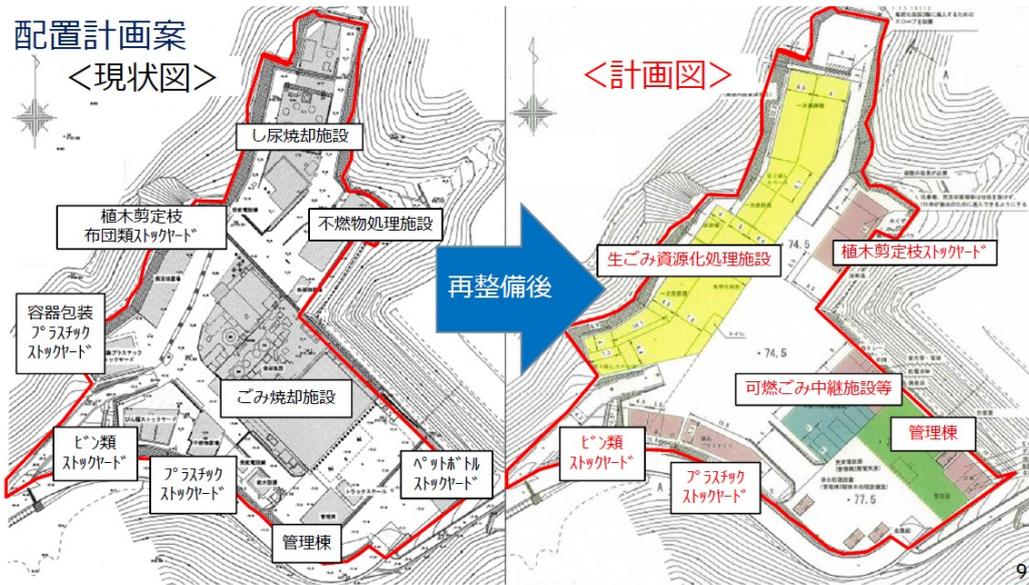
出典:「葉山町クリーンセンター再整備事業に関する住民説明会用資料」



出典:「葉山町クリーンセンター再整備工事のお知らせ(令和4年7月1日)」

図11 関連図(左図:完成予定図(パース図)、右図:現場全体図)

整備後の施設配置計画案を図 12 に示す。



出典:「葉山町クリーンセンター再整備事業に関する住民説明会用資料」

図 12 再整備後施設配置計画案

(2) 逗子市下水道事業

「逗子市公共下水道事業経営戦略(令和 3 年 3 月)」を基本に、公表されている基礎情報について以下に示す。

① 施設概要

逗子市は昭和 38 年度に都市下水路事業に着手し、雨水整備を開始した。その後、生活環境の改善を目的に加え、昭和 41 年度より公共下水道事業に着手し、昭和 47 年度より逗子市浄水管理センターの供用を開始した。供用開始以降、数次の計画変更を経て区域の拡大を図った結果、平成 14 年度に処理人口普及率 100%を達成している。

表 13 に逗子市浄水管理センターの概要、表 14 に逗子市公共下水道の整備経緯を示す。

表 13 逗子市浄水管理センターの概要(令和 3 年 3 月時点)

供用開始年度	昭和 47 年度
法適(全部適用・一部適用)・非適の区分	法適(一部(財務)適用)
処理区域内人口密度	68.87(人/ha)
流域下水道等への接続の有無	無
処理区数	1区(桜山処理区)
処理場数	1箇所(桜山終末処理場)

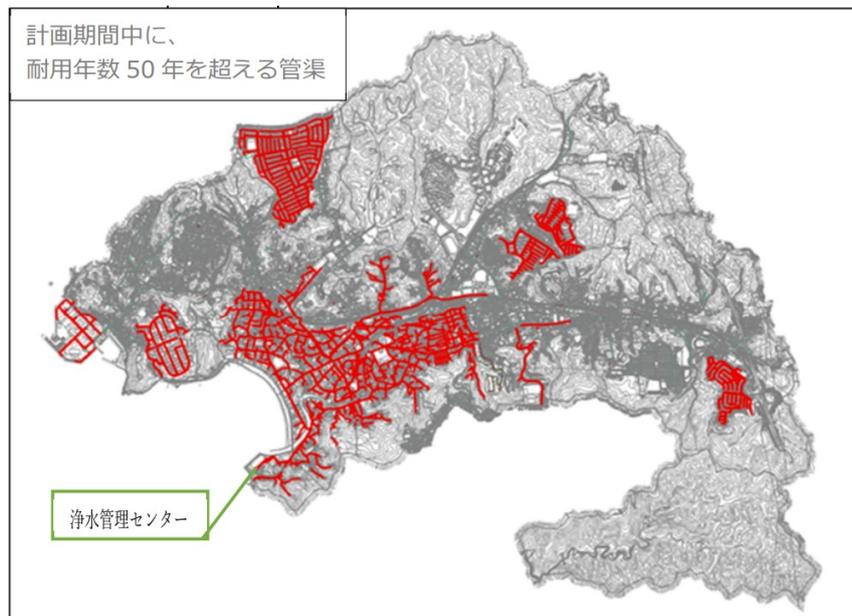
表 14 逗子市公共下水道の整備経緯

年度	取組
昭和 38 年度	都市下水路事業により雨水整備を開始
昭和 41 年度	公共下水道事業に着手
昭和 47 年度	公共下水道の供用を開始
平成 14 年度	処理人口普及率 100%

② 逗子市下水道事業の課題

逗子市においては管路・浄水管理センターともに供用開始後約 50 年が経過しており、老朽化が顕在化している。加えて、地震被害による機能停止の恐れがあり、保有施設の耐震化を進める必要もある。

また、人口減少や節水機器の普及により水の使用量が減少し、それに伴って使用料収入の減少も見込まれる。老朽化に伴う改築・更新にかかる維持管理費や再整備などに要する費用も増加する見込みもある。



出典:「逗子市公共下水道事業経営戦略(令和 3 年 3 月)」

図 13 計画期間中に耐用年数50年を超える管渠

③ 今後予定している事業

予定している事業は、表 15 に示すとおりである。事業を計画どおり進めるためには、優先度を明確にし、コストの最小化や投資の平準化を図るとともに、適正な財源確保に努める必要があるとされている。今後も安定的にサービスを提供するため、使用料の改定が赤字脱却に向けての最重要課題となっている。また、特定財源については、活用可能な国や県の補助金を積極的に活用し、企業債についても、残高を勘案しながら適正に発行することとされている。

表 15 今後予定している主な事業

事業	概要	計画期間内の 合計金額(概算)
管路、処理場の 長寿命化対策	詳細点検・調査を実施し策定した、ストックマネジメント計画に基づき、改築・更新工事を実施	104 億 4 千万円
地震対策	管路の耐震化、マンホールトイレシステムの整備、ポンプ場及び処理場の耐震化	28 億 9 千万円
合流改善対策	雨天時に合流区域からの越流水による公共用水域の汚濁負荷を低減させるため、分流化を推進	5 億 5 千万円
処理場再整備	浄水管理センターの躯体構造物について、改修による活用可能性を評価するとともに、再整備に係る基本構想を策定し、計画的に工事等を実施	53 億円

出典:「逗子市公共下水道事業経営戦略(令和3年3月)」

(3)地球温暖化対策推進法の改正等に係る状況

① 概要

「地球温暖化対策推進法」は、社会経済活動による GHG の排出量削減等を促進する措置等により地球温暖化対策の推進を図る目的で策定された法律である。

具体的な取り組みとして、地球温暖化対策計画の策定(毎年度進捗点検し、3年に1回見直しを実施)、地球温暖化対策推進本部の設置を行い総合的・計画的な推進基盤の整備を進めており、図 14 に示す個別施策を掲げている。また、表 16 にこれまでの経緯を整理した。

政府・地方公共団体実行計画	地球温暖化防止活動推進センター等
<ul style="list-style-type: none"> 事務事業編 国・地方公共団体自らの事務・事業の排出量の削減計画 区域施策編 都道府県・中核市等以上の市も、自然的社会的条件に応じた区域内の排出量の削減等の施策の計画策定義務 	<ul style="list-style-type: none"> 全国地球温暖化防止活動推進センター（環境大臣指定） 一般社団法人地球温暖化防止全国ネットを指定 地域地球温暖化防止活動推進センター（県知事等指定） 地球温暖化防止活動推進員を県知事等が委嘱
温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度	排出削減等指針等
<ul style="list-style-type: none"> 温室効果ガスを3,000t/年以上排出する事業者（エネ起CO2はエネルギー使用量が1,500kl/年以上の事業者）に、排出量を自ら算定し国に報告することを義務付け、国が集計・公表 事業者単位での報告 原則電子システムによる報告 	<ul style="list-style-type: none"> 事業活動に伴う排出量の削減（高効率設備の導入、冷暖房抑制、オフィス機器の使用合理化等） 日常生活における排出量の削減（製品等に関するCO2見える化推進、3Rの促進等） <p>これら排出削減の有効な実施の指針を国が公表 (産業・業務・廃棄物・日常生活部門・上水道・工業用水部門・下水道部門を策定済み)</p>
森林等による吸収作用の保全等	

出典：環境省「改正地球温暖化対策推進法の概要 ～地域における脱炭素化の促進について～
(2021年10月)

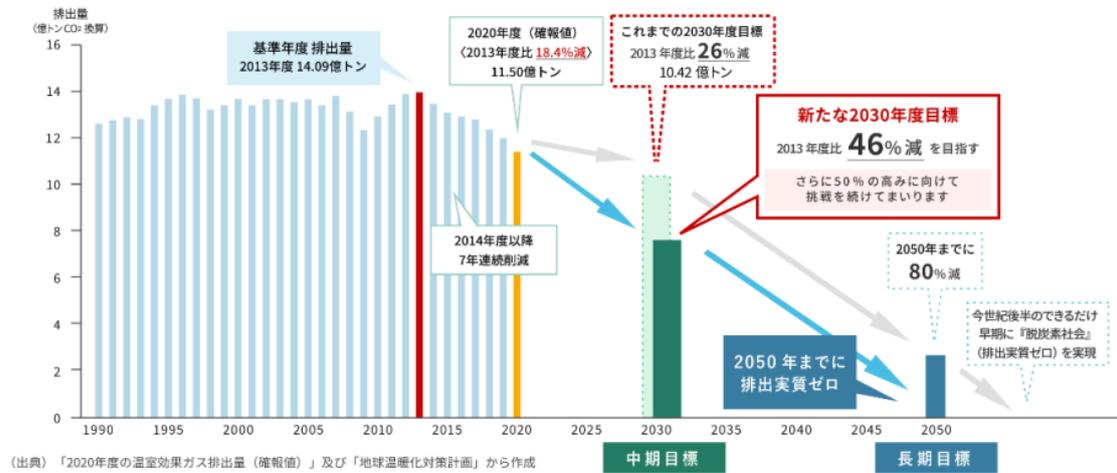
図 14 GHG 排出量削減等のための個別施策

表 16 地球温暖化対策推進法改正の背景・経緯

年月	取組
令和2年10月	2050年カーボンニュートラル宣言
令和3年4月	2030年度温室効果ガス排出削減目標を表明
令和3年5月	地球温暖化対策の推進に関する法律の一部を改正する法律の成立
令和3年6月	地域脱炭素ロードマップの決定
令和3年10月	地球温暖化対策計画等閣議決定

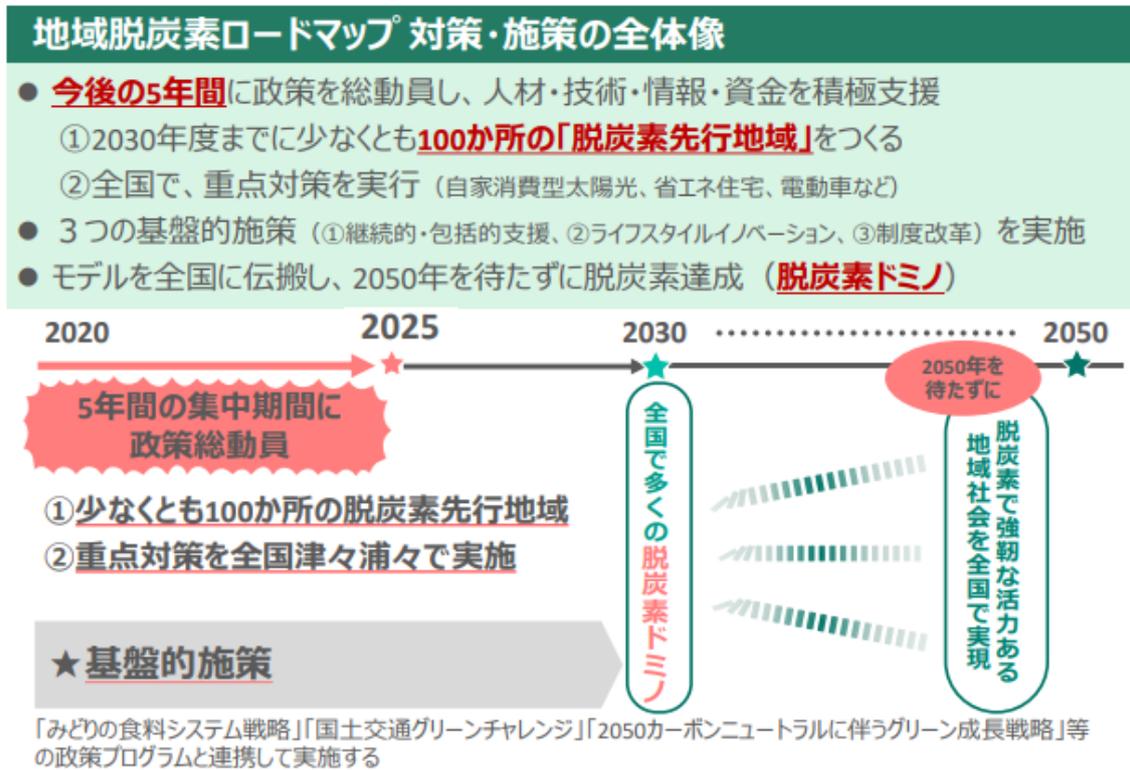
- 令和3年(2021年)4月22日には、地球温暖化対策推進本部・気候サミットにて、日本は新たな2030年GHG削減目標を策定し、従来の2013年比26%減の目標から、2013年度比46%減、さらに50%減に向けて挑戦する旨を表明している(図15参照)。
- 令和3年(2021年)6月には、2030年までに少なくとも全国100か所の「脱炭素先行地域」を創出することを掲げた「地域脱炭素ロードマップ」を決定し、地域脱炭素化を拡大させることを目指し、各地の主体的な取り組みを引き出す方針を明確に示している。
- 「脱炭素先行地域」とは、2050年カーボンニュートラルに向けて、民生部門(家庭部門及び業務その他部門)の電力消費に伴うCO₂排出の実質ゼロを実現し、運輸部門や熱利用等も含めてそのほかのGHG排出削減についても、我が国全体の2030年度目標と整合する削減を地域特性に応じて実現する地域で、「実行の脱炭素ドミノ」のモデルとなる。第1回(令和4年4月26日)で26件、第2回(令和4年11月1日)で20件が選定されている。

- 2021年4月22日、地球温暖化対策推進本部・気候サミットにて、新たな2030年度温室効果ガス排出削減目標を設定。従来の2013年度比26%減の目標から、**2013年度比46%減を目指し、さらに50%の高みに向けて挑戦する旨を表明。**
- 2021年10月22日、「地球温暖化対策計画」が閣議決定。上記目標が政府目標に。



出典:環境省「脱炭素先行地域づくりガイドブック(第3版)」(令和4年12月)

図15 日本のGHG削減量の中期目標と長期目標



出典:環境省「脱炭素先行地域づくりガイドブック(第3版)」(令和4年12月)

図16 地域脱炭素ロードマップの全体像

② 地方公共団体実行計画制度

地方公共団体実行計画制度は、地球温暖化対策推進法第 21 条、第 22 条に基づき、地球温暖化対策計画に即して、地方公共団体による温暖化対策のための実行計画を策定する制度である。

- 計画は事務事業編と区域施策編の二種類で構成されている。
- 事務事業編:すべての地方公共団体が策定義務の対象であり、地方公共団体自らの事務・事業からの排出削減に関する計画である。2020 年 10 月時点で都道府県・指定都市・中核市・施行時特例市はすべて策定しており、すべての地方公共団体で見ると 90.1%が策定している(図 17 参照)。
- 区域施策編:都道府県・政令指定都市・中核市が策定義務の対象であり、その他の市町村は努力義務である。住民や事業者を含めた区域全体の再エネ導入、省エネ推進等の施策に関する計画である。2020 年 10 月時点で策定義務のある団体は全て策定しており、すべての地方公共団体で見ると 32.7%が策定している(図 17 参照)。
- 葉山町は事務事業編に該当する計画として、前述した「第五期葉山町地球温暖化対策実行計画」を位置づけている(図 18 参照)。

地方公共団体実行計画策定状況 (2020年10月時点調査)

団体区分	団体数	事務事業編 策定団体数・策定率		区域施策編 策定団体数・策定率	
		策定団体数	策定率	策定団体数	策定率
都道府県	47	47	100.0%	47	100.0%
指定都市	20	20	100.0%	20	100.0%
中核市	60	60	100.0%	60	100.0%
施行時特例市	25	25	100.0%	25	100.0%
その他市町村	1,636	1,459	89.2%	433	26.5%
合計	1,788	1,611	90.1%	585	32.7%

出典:環境省「改正地球温暖化対策推進法の概要 ～地域における脱炭素化の促進について～

図 17 地方公共団体の実行計画策定状況

計画名称	第5期葉山町地球温暖化対策実行計画			
リンク	https://www.town.hayama.lg.jp/kurashi/sumai/4/4/3861.html			
策定年度・計画期間	当初 策定年度	当初 計画期間	最新 改定年度	最新 計画期間
	2002年度	5年間	2019年度	5年間
事務事業編の目標	基準年度	目標年度	直近の点検年度※	
	2017年度	2023年度	-	
温室効果ガスの総排出量 (t-CO2/年)	3,862	3,862	-	
	基準年度からの削減率 (%)	0%	-	
調整後排出係数を用いて算定された総排出量 (t-CO2/年)			(調査中)	
	基準年度からの削減率 (%)		(調査中)	

※「直近の点検年度」の「温室効果ガスの総排出量」は基礎排出係数を用いて算定したものの

政府実行計画に準じた措置	太陽光発電の最大限の導入	建築物における省エネ対策の徹底	電動車の導入	LED照明の導入	再生エネルギーの推進
実行計画への設定	(調査中)	(調査中)	(調査中)	(調査中)	(調査中)

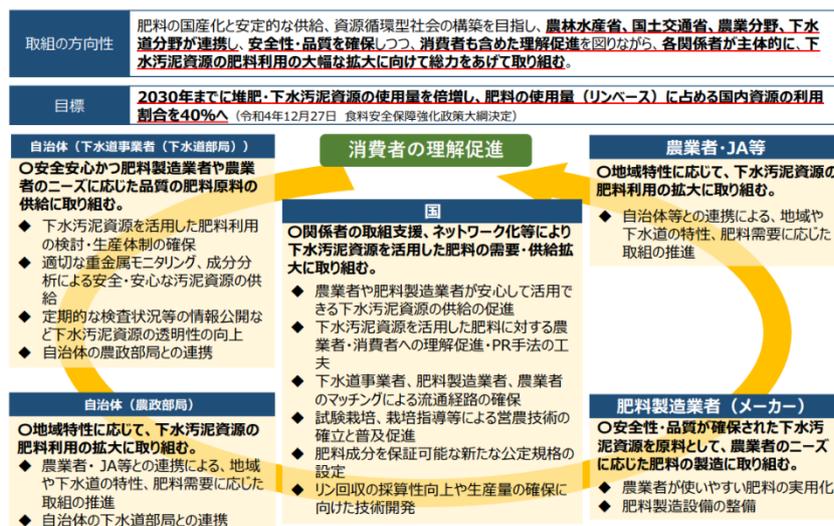
出典：環境省ホームページ：計画の策定状況(葉山町)

図 18 葉山町の実行計画(事務事業編)の内容

(4)下水汚泥資源の肥料利用の拡大に向けた動向

下水汚泥資源の肥料利用の拡大に向けて、農林水産省、国土交通省の他、関係機関が連携して推進策を検討するため、「下水汚泥の肥料利用の拡大に向けた官民検討会」が設立された。

検討会の今後の取組の方向性として、図 19 に示すように農林水産省、国土交通省、農業分野、下水道分野が連携し、水汚泥資源の肥料利用の大幅な拡大に向けて総力をあげて取り組むこととされている。加えて 2030 年度までに下水汚泥資源の使用量を倍増させる目標も示されたことから、今後の下水汚泥の肥料利用の取組が制度的にも進むことが想定される。



出典：下水汚泥資源の肥料利用の拡大に向けた官民検討会資料(令和5年1月)

図 19 下水汚泥資源の肥料利用用途の拡大に向けた関係者の役割と取組の方向性

4. 事業実施に係る課題の整理

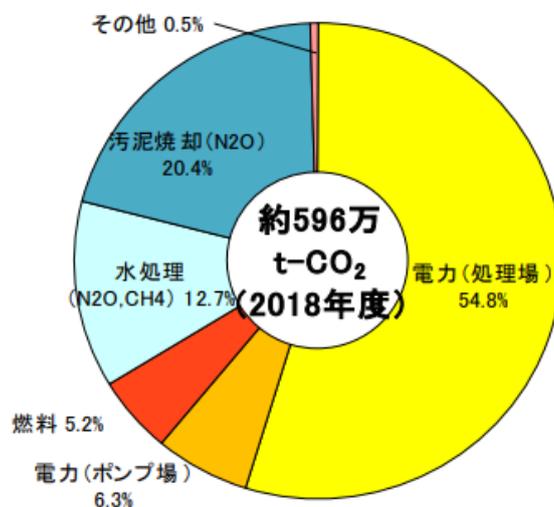
4-1. 下水道事業の概要

今回の検討対象となる下水道事業をとりまく GHG 排出とポテンシャル活用の現状について「脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会報告書～脱炭素社会を牽引するグリーンイノベーション下水道～(令和4年3月)」等を基に概要を整理する。

4-1-1. 下水道事業の現状

下水道事業は大量の電気を消費しており、排出される GHG は年間約 600 万 t-CO₂(平成30年度下水道統計、資源有効利用調査)となっている。これは、日本全体の排出量約 12.5 億 t-CO₂(2018年度(平成30年度)の GHG 排出量(確報値))の 0.5%に相当し、特に地方公共団体の事務事業から排出される GHG の大きな割合を占める。

排出量の内訳としては、処理場での電力消費量(約 75 億 kWh)が約 55%を占め、ポンプ場での電力消費、燃料使用を合わせると、全体の約 66%に相当する。その他、水処理工程における CH₄、N₂O 排出や、汚泥焼却工程における N₂O 排出が一定量を占める(図 20 参照)。電力消費は近年増加傾向にあり、省エネを進めることが下水処理のかかるコスト削減にも資する。



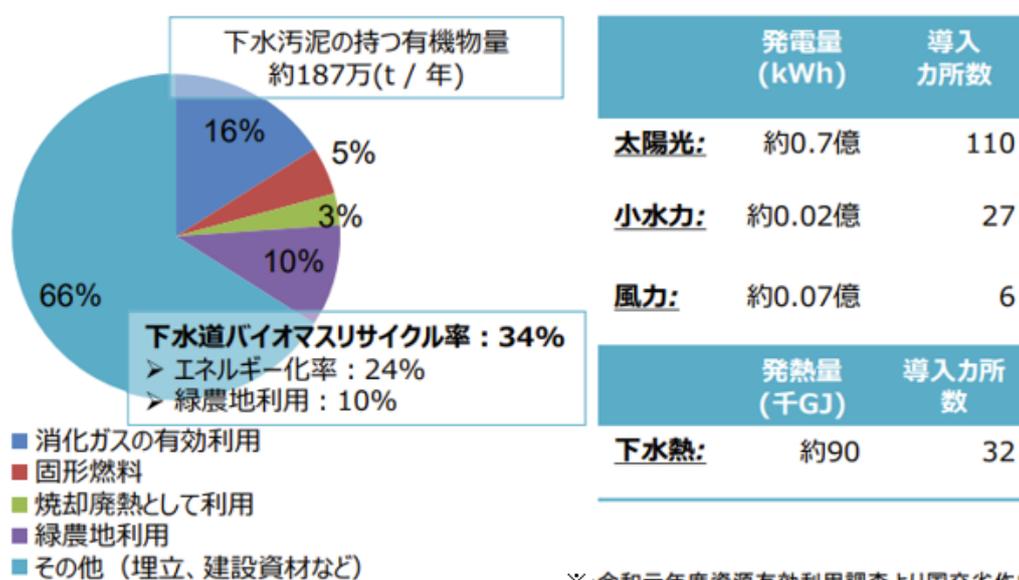
出典:脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会資料(令和3年10月)

図 20 下水道からの GHG 発生量

下水汚泥が有する有機物の全エネルギーを熱量として換算した場合、下水処理場の年間電力消費量の約 1.6 倍にも相当する約 120 億 kWh にものぼるなど、地域資源の再エネとして脱炭素社会に貢献しうる高いポテンシャルも有している。下水汚泥に含まれる有機物のエネルギー

化率¹は、近年バイオガス発電施設、固形燃料化施設等の整備により増加しており、2019 年度には 24%となっているが、さらなる有効利用の余地がある(図 21 参照)。

そのほかに、農産物の育成に不可欠にも拘わらず、化学肥料の製造に必要なリンは全量を輸入に依存しているが、リンの年間需要量(約 30 万 t)のうち、約 2 割に相当する約 5 万 t が下水汚泥に含まれている。さらに、国内で生産・輸入される窒素の約 50%に相当する量が下水として流入するなど、下水道は持続可能な物質循環に対しても高い貢献ポテンシャルを有しているが、下水汚泥の緑農地利用率²は 10%にとどまっている。下水中に含まれるリンの利活用は、枯渇が懸念される資源を保全する意義がある他、窒素についても N₂O の発生源となる一方で、アンモニア資源としての活用可能性がある。また、下水に含まれるリンや窒素の利活用により化学肥料の代替とすることで、製造時等に排出される CO₂ の抑制が期待されるなど、リンや窒素の利活用は、GHG の排出量の削減と資源循環の両方に寄与する可能性を持つ。



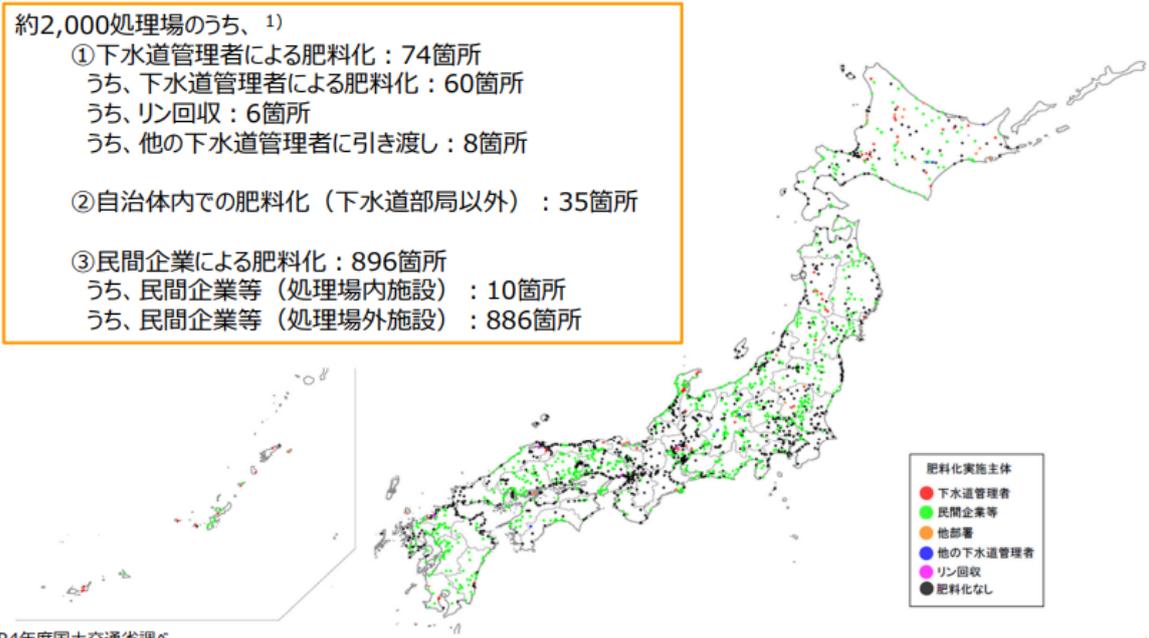
出典:脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会資料(令和3年10月)

図 21 下水道分野で創エネ/省エネの取組

下水汚泥資源の肥料利用の取組状況を図 22 に示す。約 1,000 箇所の下水処理場で肥料利用に取り組んでいるものの、複数の利用・処分の一つとして肥料利用を実施する処理場が多く、全汚泥発生量に対する肥料利用の割合は1割にとどまる。

¹ 下水汚泥に含まれる有機物量のうち、エネルギーとして使用された量の割合

² 下水汚泥に含まれる有機物量のうち、肥料等に使用された量の割合

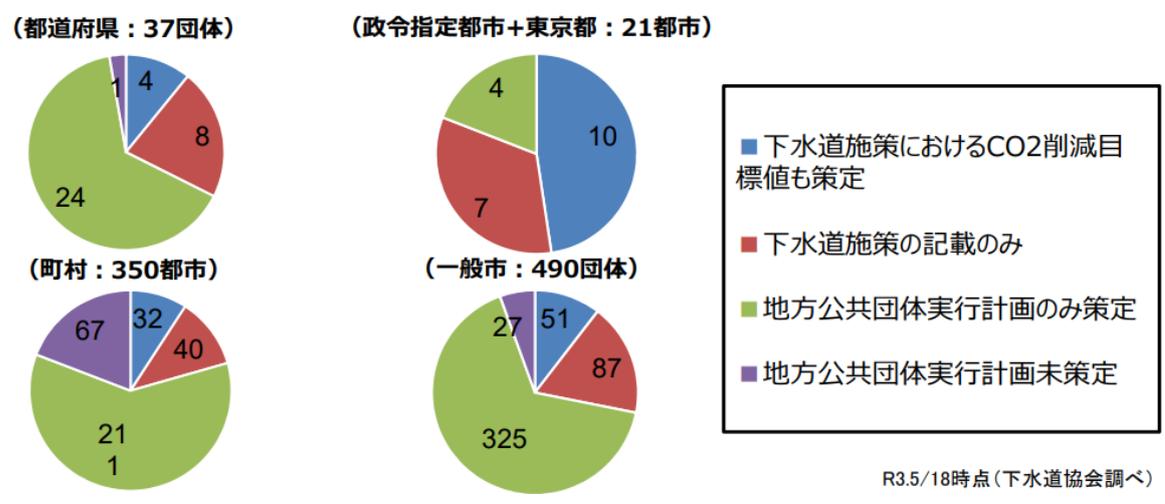


出典：下水汚泥資源の肥料利用の拡大に向けた官民検討会資料(令和4年10月)

図 22 下水汚泥資源の肥料利用の取組状況

地球温暖化対策計画の2030年度目標等の達成のためには、GHGの排出削減や下水道の有するポテンシャル活用に戦略的に取り組む必要がある。しかしながら、地方公共団体が自ら取り組む地球温暖化対策をまとめた地方公共団体実行計画(事務事業編)において、例えば一般市490団体のうち、下水道施策におけるGHG削減目標まで策定している団体は51団体であるなど、下水道施策と目標値の位置づけは一部にとどまっている。

上述した地球温暖化対策推進法の改正を踏まえ、下水道施策と目標値の積極的な位置づけにより取組みの「見える化」を図ることが必要な状況である。



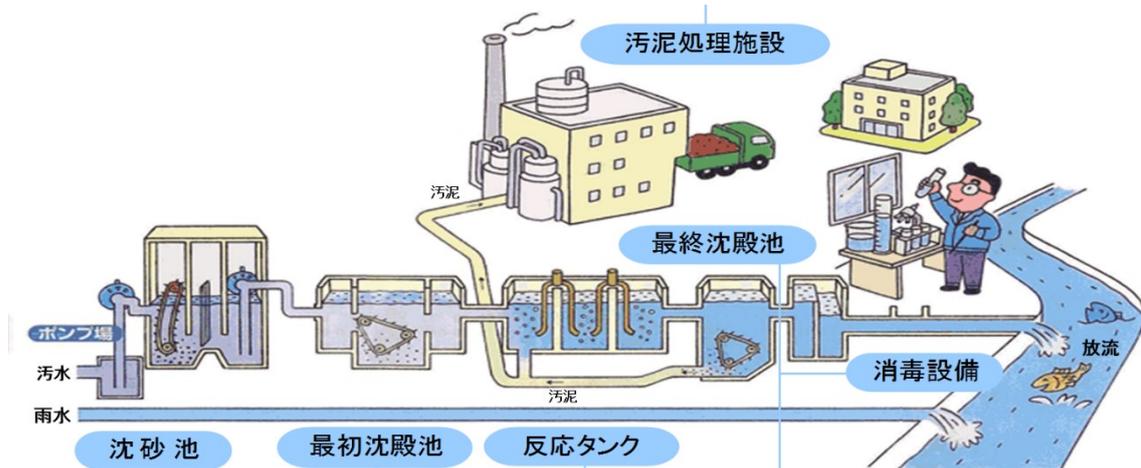
出典：脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会資料(令和3年10月)

図 23 地方自治体実施計画における下水道の目標策定状況

4-1-2. 下水処理の概要

1) 終末処理場

終末処理場は個々の処理施設を組み合わせた総体であり、個々の処理施設の組合せとその配列は、それぞれの処理場の置かれている諸状況(流入水の水質、放流先の状況、汚泥処理の制約条件等)を考慮して決定される。



出典:国土交通省 HP「終末処理場のしくみ」

(https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/seweraage/mizukokudo_seweraage_tk_000417.html)

図 24 終末処理場の概要

各処理プロセスの概要は以下の通り。

(1) 最初沈殿池

後段の処理施設の負荷を軽減するため、比較的沈みやすい固形物を除去する。

(2) 反応タンク

反応タンク内で空気と活性汚泥を下水に混入し、微生物の作用で、溶解している有機物を沈殿しやすい状態にする。

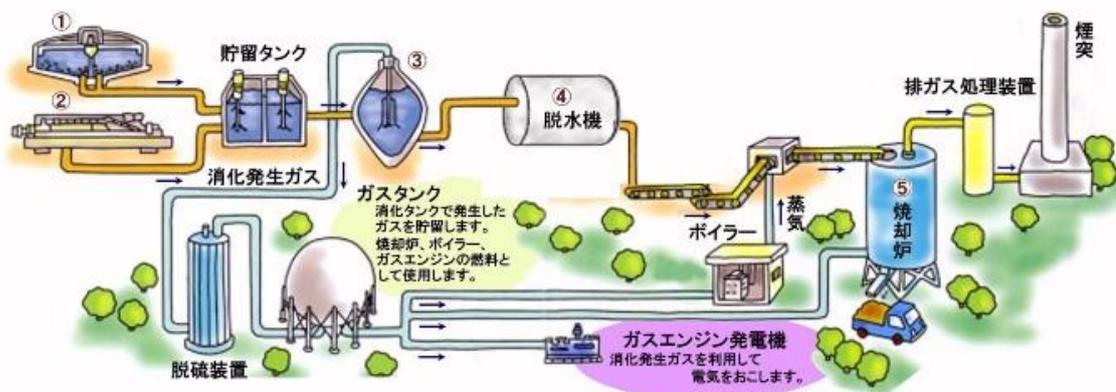
(3) 最終沈殿池

下水と活性汚泥の混合液は、最終沈殿池で沈殿物と上澄み液に分離され、上澄み液は消毒した後、川や海に放流される。沈殿物は一部を再び反応タンクに戻して活性汚泥として使い、残りは汚泥処理施設に送り処理する。

(4) 汚泥処理施設

沈殿池から引抜かれた汚泥は、脱水・焼却などの処理をされたうえで、処分あるいはリサイクルされる。最近では、脱水汚泥を発酵させて肥料にすることや、焼却灰をレンガ、ブロックなどエネルギーとしての再生利用する箇所が増加している。

2) 汚泥処理のしくみ



出典：豊中市 HP「汚泥処理のしくみ」

(https://www.city.toyonaka.osaka.jp/shisetsu/suidou/inagawa_harada/shikumi/sludge.html)

図 25 汚泥処理の概要

(1)濃縮タンク

最初沈殿池で沈んだ汚泥は、濃縮タンクに送られる。ここで、底に溜まって濃くなった汚泥を消化タンクに送る。

(2)濃縮機

最終沈殿池で余った微生物は、余剰汚泥と呼ばれ、機械を使って濃縮する。濃縮後、消化タンクに送る。

(3)消化タンク

濃縮タンクや遠心濃縮機から送られた汚泥は、ここで 20 日から 30 日間、約 30 から 35 度で温めると微生物の働きによりメタンガスが発生し、汚泥量は減少する。発生したガスは、焼却炉、ボイラーの燃料としての利用や場内の発電施設へ送っている。消化タンクは、ボイラーや焼却炉の熱でできた蒸気や発電施設で発生する熱を温水にして加温する。

(4)脱水機

消化タンクから送られた汚泥は、ここで凝集剤を加え脱水し、焼却炉に送る。

(5)焼却炉

脱水機で脱水された汚泥は、約 850 度で焼却する。消化タンクで発生したガスを熱源に利用している。

4-1-3. 脱炭素社会の実現に貢献する下水道の目指すべき姿

今後、我々の社会の脱炭素・循環型への転換を先導する「グリーンイノベーション下水道」が下水道事業の目指すべき姿とされている。

- 地球温暖化対策計画の 2030 年度目標達成及び 2050 年カーボンニュートラルの実現に向け、水道施設自体の省・創・再エネ化を進めるとともに、多様な主体と連携を進めるこ

とが重要である。

- それによって、下水道が有するポテンシャルを最大活用して、スケールメリットはもちろん、これにとどまらず下水道を拠点とした新たな社会・産業モデルを創出するなど、環境・エネルギー分野の新展開、まちづくりや国際社会の脱炭素化、地域の活性化・強靱化等を牽引することが可能になる。

【グリーンイノベーション下水道を実現するための3つの方針】

- ① 下水道が有するポテンシャルの最大活用
- ② GHG の積極的な削減
- ③ 地域内外・分野連携の拡大・徹底

【施策展開の5つの視点】

- ① ポテンシャル・取組の見える化
- ② 戦略的な脱炭素
- ③ イノベーションへの挑戦
- ④ 多様な主体との連携
- ⑤ デジタル技術の活用

【関係者による取組を進める上で前提とすべき考え方】

- カーボンニュートラルの実現に向けては、誰もが無関係ではなく、あらゆる主体が総力を結集して取り組むべき。
- 下水道施設の省エネ化、資源・エネルギーの利活用は維持管理費軽減等の下水道経営改善や地域活性化に繋げるべき。
- 下水道が有する高いポテンシャルを活用し、脱炭素地域の形成に貢献することにより、下水道のプレゼンス向上を図り、国内外の人材や資金を惹きつける好循環を生み出す取組を目指すべき。

特に、本検討の基本となる「国土交通グリーンチャレンジ」では、2050年カーボンニュートラルの実現、気候危機への対応など、グリーン社会の実現に向けた政策課題の解決には、従来の施策の積み上げでは限界があることを指摘している。そのため、革新的技術開発やその実装のための社会システムを含めた政策的なイノベーションを促進するアプローチで、省庁の垣根を越え、産学官が連携した取組を進めていく必要があるとされている。

【基本的な取り組み方針】

- ① 分野横断・官民連携による統合的・複合的アプローチ
- ② 時間軸を踏まえた戦略的アプローチ

【横断的視点】

- ① イノベーション等に関する産学官の連携
- ② 地域との連携
- ③ 国民・企業の行動変容の促進
- ④ デジタル技術、データの活用
- ⑤ グリーンファイナンスの活用
- ⑥ 国際貢献、国際展開

下水道事業単独で見れば、先に示した処理プロセスの改善により、創エネ／省エネに取り組むことが考えられるが、本検討では当該取組に加えて、地域社会全体を捉えた上で更なる資源集約や連携の強化を通じたポテンシャルの最大活用による、新たな利用可能性の追求、貢献の拡大という視点から検討を進めるものとする。



出典:脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会資料(令和3年10月)

図 26 地域間・他分野連携のイメージ

前述した「地球温暖化対策計画」の取組との整合を踏まえ、以降では先行事例の整理を踏まえて課題整理を実施する。

4-2. 先行事例の研究・整理

4-2-1. 先行事例の収集

「地球温暖化対策計画」(令和3年10月22日閣議決定)では、下水道分野において、2030年度のGHG排出量を2013年度比で208万t・CO₂削減する目標が掲げられており、下水道分野の削減目標は具体的に下記の4つに分類される。

- ① 省エネ化によるCO₂削減
- ② 下水汚泥の高温焼却によるN₂O削減
- ③ 下水汚泥のエネルギー化
- ④ 再生可能エネルギーの導入

また、「下水道政策研究委員会脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会報告書」(令和4年3月)では、「地球温暖化対策計画」の目標達成に向け、目標毎に施策の提言を行っており、その内容を表に示す。

表 17 「地球温暖化対策計画」の目標毎の施策

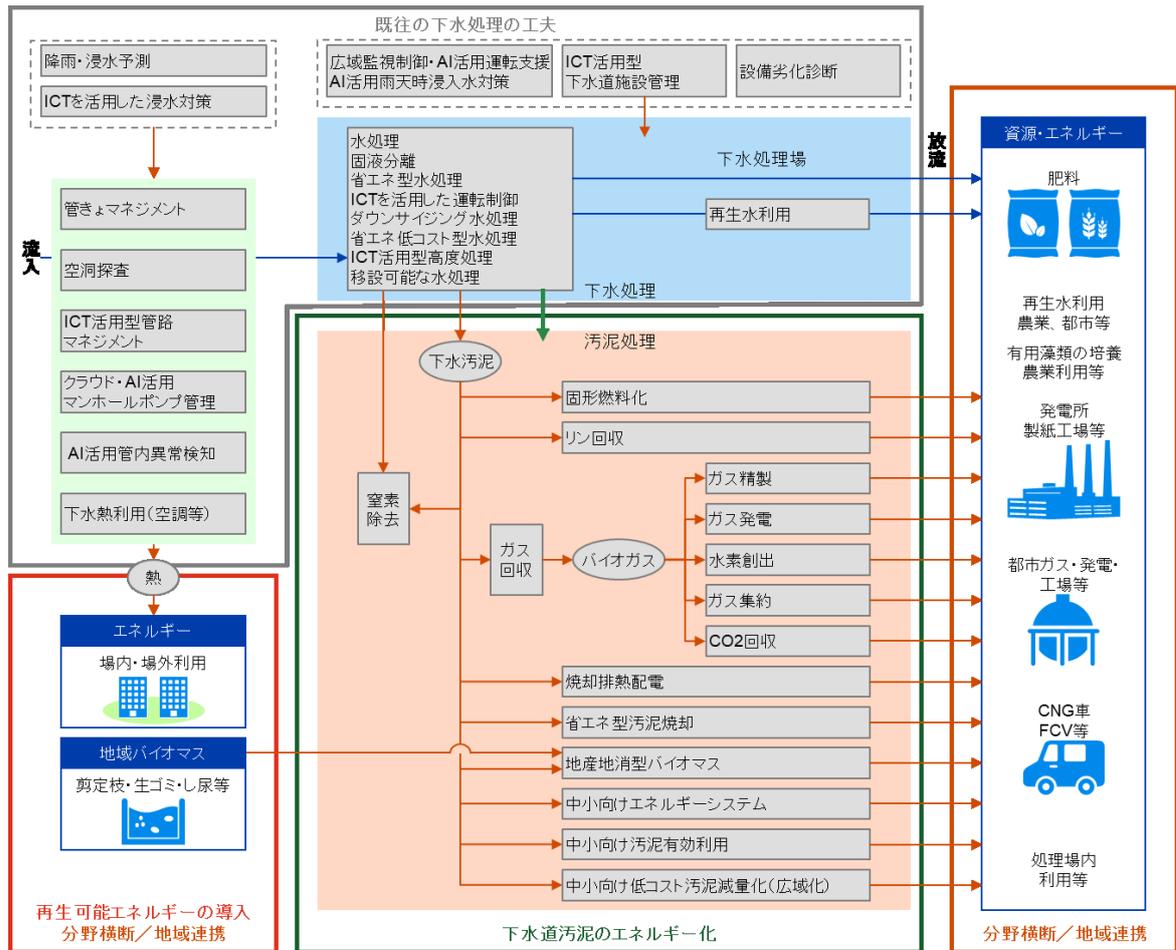
No	地球温暖化対策計画 (令和 3 年 10 月 22 日閣議決定)	下水道政策研究委員会脱炭素社会への貢献の あり方検討小委員会報告書
①	<p>省エネ化による CO₂ 削減 【具体的な目標】 年率 2%の消費エネルギー削減を行う ことにより約 60 万 t-CO₂削減</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 年率 2%の消費エネルギー削減の実現に向け、省エネ診断による電力・エネルギー消費等を踏まえた効果的な対策の検討、AI や ICT の活用による運転管理の効率化、ポンプ施設等における省エネ化、改築更新期を捉え従来よりも消費エネルギーを削減する機能向上改築の推進 ・ 省エネ診断により、類似の処理場に比較して電力消費が著しく大きい処理場における高効率機器への更新や運転管理の効率化
②	<p>下水汚泥の高温焼却による N₂O 削減 【具体的な目標】 下水汚泥の高温焼却を 100%実施 (2021 年 3 月現在で下水汚泥焼却を行っている都市のうち約 50 都市で高温焼却化が必要)するとともに、耐用年数を迎える都市で新型炉への更新を行うことにより約 78 万 t-CO₂削減</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 汚泥焼却を実施する処理場においては、汚泥焼却における高温焼却(850℃以上)と同等以上の N₂O 排出削減効果(N₂O 排出量 0.645kg/t-wet 以下)を持つ排出抑制型焼却炉への更新や廃熱利用の推進
③	<p>下水汚泥のエネルギー化 【具体的な目標】 下水汚泥のエネルギー化率を 37%まで向上(2020 年 3 月時点で 24%)することにより約 70 万 t-CO₂削減</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現行の技術において採算性の確保が期待できる処理水量約 2 万 m³/日以上処理場においては、積極的な下水汚泥のエネルギー利用の推進。さらには、農業利用等と組み合わせたカスケード利用の推進 ・ 未利用の消化ガスの積極的な活用の推進 ・ 下水汚泥のエネルギー利用の採算性確保が難しい処理場においては、地域バイオマスの受入れや廃棄物処理施設等との連携による効率化、農業利用等の下水汚泥の資源利用の推進
④	<p>再生可能エネルギーの導入 【具体的な目標】 太陽光、小水力、風力、下水熱等の再生可能エネルギーの導入を推進することにより約 1 万 t-CO₂削減</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水処理施設の上部(未利用分)等を活用した太陽光発電、処理水の放流時における落差を活用することが可能な処理場への水力発電、風力発電、下水熱等の再生可能エネルギーの導入の推進

上記の目標及びその施策に該当する取組について、下水道革新的技術実証事業³(B-DASH プロジェクト)の採択案件から抽出を行うとともに、インターネット等で事例の調査を実施した。事例収集の結果を表 18(詳細は別紙 1 参照)に示す。

表 18 CN 関連の具体の取組

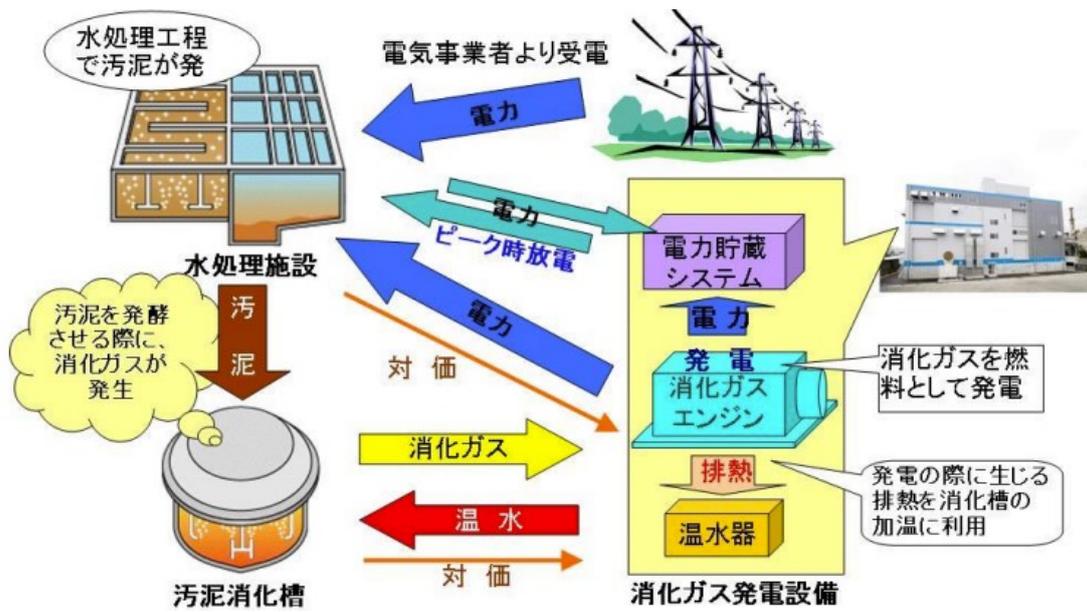
CN 関連の取組		具体の取組(例)
①省エネ化による CO ₂ 削減		
ICT を活用した運転制御 機器導入 水処理方法の見直し		硝化、曝気風量制御
		LED 照明 高効率型マンホールポンプ
		担体の導入 省エネ型水処理技術の導入(固液分離・2 点 DO)
②下水汚泥の高温焼却による N ₂ O 削減		
葉山町は汚泥の焼却設備を所有していないことから、当該目標に係る取組は対象外とした。		
③下水道汚泥のエネルギー化		
汚泥の燃料化	バイオガス	メタン発酵等の導入によるバイオガス利用 地域バイオマス利活用 ※汚泥の燃料化(固形燃料化)と関連
	固形燃料化	効率的な汚泥乾燥システム 固形燃料化
汚泥の肥料化		コンポスト利用 りん回収(汚泥、焼却灰)
エネルギー回収		CO ₂ 分離・回収 低含水率/乾燥強化による廃蒸気の電力変換
④再生可能エネルギーの導入		
太陽光/風力発電/消化ガス発電		敷地内への導入、蓄電池・エネマネによる需給管理 消化ガス、排熱を利用した発電 ※汚泥の燃料化(バイオガス)と関連
水素創出		消化ガスから水素を創出
下水熱の利用		プールの加温熱源、空調利用、廃熱利用の発電

³ 国土交通省では、新技術の研究開発及び実用化を加速することにより、下水道事業における創エネルギー、省エネルギー、浸水対策、老朽化対策等を推進し、併せて、本邦企業による水ビジネスの海外展開を支援するため、下水道革新的技術実証事業(B-DASH プロジェクト)を実施している。



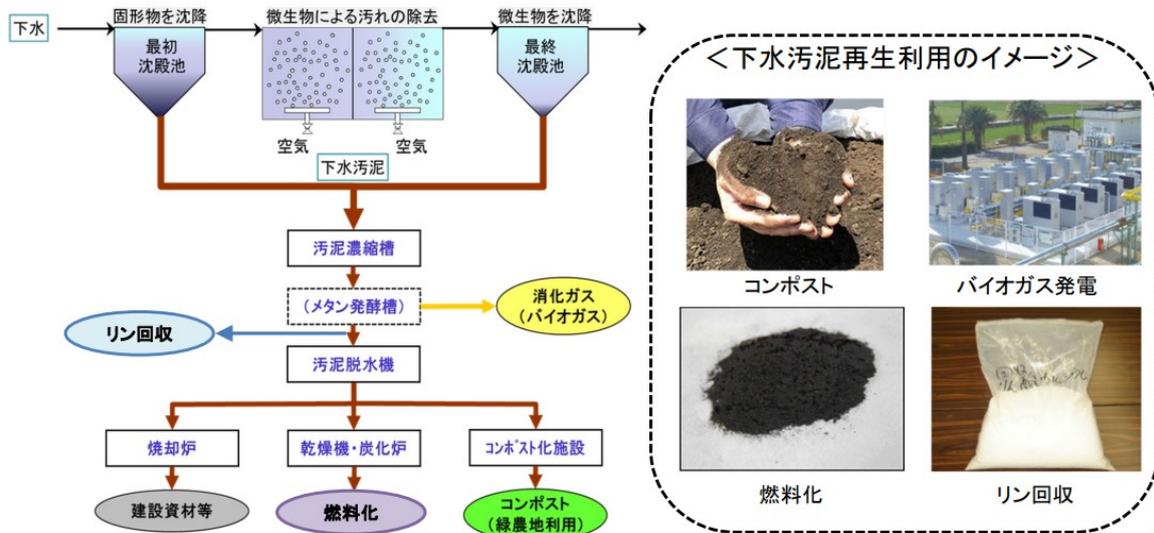
出典:国土交通省「下水道革新的技術実証事業(B-DASH プロジェクト)一覧」を参考に一部加筆作成

図 27 CN 関連の取組(イメージ)



出典: 脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会資料(令和3年12月)

図 28 (参考) 消化ガス発電設備イメージ(大阪府津守下水処理場)



出典: 下水汚泥資源の肥料利用の拡大に向けた官民検討会(令和4年10月)

図 29 (参考) 下水汚泥の利用について

4-2-2. 他セクターとの連携した取組（クロスセクター）

CN の取組をより効果的に推進するためには、下水道単独ではなく、下水道を関連のある、環境や農業セクターとの連携が重要であり、葉山町で CN の取組を検討するにあたって重要な視点と考えられる。

国内でもすでに、下水道起点による他セクターとの連携（以下、クロスセクター）がなされた取組はすでに実施されており、本項では、先進的な事例をピックアップして事業概要等を概観する。取組の概要を表 19 に示しており、詳細は次頁以降に示す。

表 19 クロスセクターの取組概要

自治体	概要	関係セクター	事業スキーム	事業期間	事業費
秋田県	再エネ地域マイクログリッド事業	下水発電	未定	2023年度（予定）	約 45 億円（県負担のみ）
愛知県豊橋市	バイオマス資源利活用施設整備・運営事業	下水廃棄物発電	PFI (BTO)	2014年12月～2037年9月（22年10ヶ月）	約 148 億円
北海道恵庭市	バイオガス発電事業	下水廃棄物発電	民設民営	2020年4月～2040年3月（20年）	不明
富山県黒部市	バイオマス資源利活用施設整備・運営事業	下水廃棄物	PFI (BTO)	2009年4月～2026年4月（17年1ヶ月）	約 36 億円
佐賀県佐賀市	下水汚泥堆肥化事業	下水農業	DBO	2009年10月～2024年3月（14年6ヶ月）	不明
山形県鶴岡市	消化ガス発電	下水発電	PFI (BOO)	2015年10月～2035年9月（21年）	不明

表 20 クロスセクターの取組①(秋田県)

<p>事例名</p>	<p>流域下水道を核に資源と資産活用で実現する秋田の再エネ地域マイクログリッド (秋田県 ※秋田県秋田市と共同提案)</p>
<p>事業概要</p>	<p>向浜地域の秋田臨海処理センターの敷地内に、消化ガス発電、風力発電、太陽光発電を、汚泥再生処理センターの敷地内に太陽光発電を達入し、蓄電池とエネマネシステムにより需給制御を行いながら、秋田臨海処理センターと、同地域内の公共施設 8 施設(公設試験研究施設、職業訓練施設、運動施設等)に自営線により再エネ常力を供給し脱炭素化に取り組む。</p> <p>出典:秋田県提供資料</p>
<p>事業スキーム</p>	<p>未定(官民連携手法導入を検討)</p>
<p>事業期間</p>	<p>2023 年度事業者公募予定</p>
<p>事業費</p>	<p>約 45 億円(県負担のみ)※うち環境省再エネ交付金:約 33 億円</p>
<p>処理量</p>	<p>汚水流入量:約 110,000 m³/日</p>
<p>クロスセクター</p>	<p>下水(汚泥)×発電事業 ※肥料化、燃料化は検討中</p>

表 21 クロスセクターの取組②(愛知県豊橋市)

事例名	豊橋市バイオマス資源利活用施設整備・運営事業(愛知県豊橋市)
事業概要	<p>未利用バイオマスをエネルギー利用するため、豊橋市公共下水道中島処理場に、下水汚泥に加え、し尿・浄化槽汚泥、一般廃棄物(事業系生ごみ、家庭系生ごみ)を集約し、混合した上で、微生物による嫌気性消化(メタン発酵)処理によりバイオガスを取り出し、エネルギーとしての利活用を行う PFI 事業である。</p> <p>出典:豊橋市提供資料</p>
事業スキーム	<p>PFI(BTO 方式)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・バイオガス利活用、施設の維持管理運営(混合型):バイオガスの利活用による対価で、ランニングコストの一部を補う ・炭化燃料化事業(独立採算型):処理された有価物を買取販売、販売による対価で買取費、運搬コスト等を賄う ・付帯事業(太陽光発電)(独立採算型):未利用地について土地を貸付け、太陽光発電を実施。太陽光発電による電力は FIT により売電し、独立採算で実施 <p>出典:豊橋市提供資料</p>
事業期間	<p>・2014年12月～2037年9月(22年10ヶ月) 設計・建設期間:2014年12月～2017年9月 維持管理・運営期間:2017年10月～2037年9月(20年間)</p>
事業費	約 148 億円(建設費:約 98 億円、維持管理運営費:約 50 億円)
処理量	<p>①汚泥:約 472 m³/日※濃縮汚泥ベース ②生ごみ:約 59t/日</p>
クロスセクター	下水(汚泥処理)×廃棄物(生ごみ)×発電事業

表 22 クロスセクターの取組③(北海道恵庭市)

事例名	官民連携バイオガス発電事業(北海道恵庭市)
事業概要	<p>恵庭市は、平成 16 年度からし尿・浄化槽汚泥、平成 24 年度から生ごみを地域バイオマスとして受入れ、下水汚泥とともに処理することで、バイオガス発電を実施。令和 2 年度からは隣接するごみ焼却施設と連携し、蒸気による熱回収(焼却排熱)とその利用、一定の発熱量を有する乾燥汚泥の供給、乾燥施設内臭気をごみ焼却施設へ送り焼却脱臭するなど資源循環・資源融通の取り組みやその上で成り立つ官民連携によるバイオガス発電を開始。</p> <p>出典:国土交通省「令和3年度循環のみち下水道賞」</p>
事業スキーム	<p>民設民営方式</p> <p>出典:恵庭市「恵庭下水終末処理場バイオガス発電事業条件規定書」</p>
事業期間	2020 年 4 月～2040 年 3 月(20 年間)
事業費	不明
処理量	<p>下水処理能力:47,500 m³/年 生ごみ処理能力:18t/日 し尿浄化槽汚泥処理能力:15 kℓ/日</p>
クロスセクター	下水(汚泥処理)×廃棄物(生ごみ)×発電事業

表 23 クロスセクターの取組④(富山県黒部市)

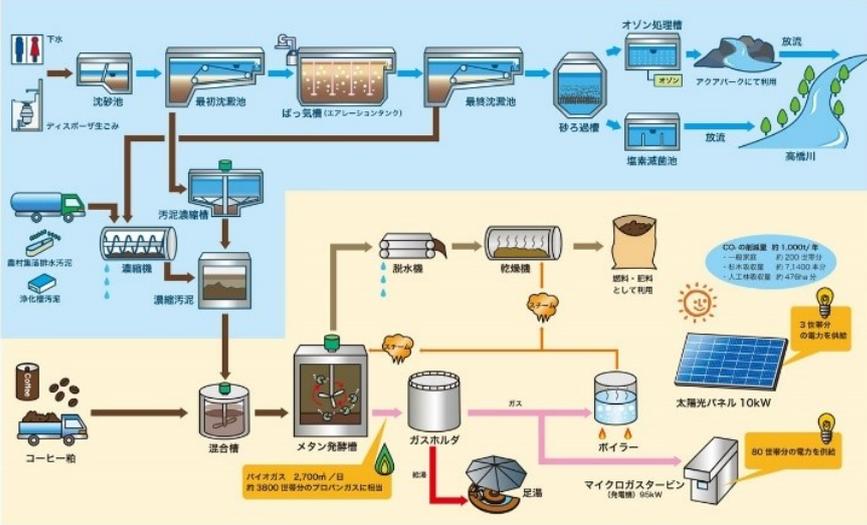
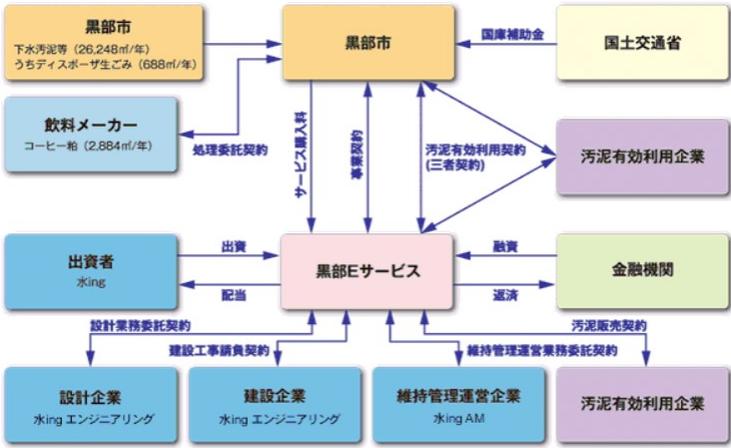
事例名	黒部市下水道バイオマスエネルギー利活用施設整備運営事業(富山県黒部市)
事業概要	<p>平成 15 年に下水道汚泥処理事業基本構想を策定し、下水道汚泥のエネルギーへの利用検討を開始。平成 18 年には黒部市下水道汚泥利活用事業実施計画を策定した。本事業は PFI で実施されており、約 38 万 kWh/年(施設電力の 50%以上)の電力を供給している。また、乾燥汚泥の有効活用や生ごみの減量化を実現することで、1,000t/年の CO₂削減に成功した。また余ったバイオガスはマイクロガスタービンの燃料として発電し、場内の電力として利用している。</p>  <p>出典: 黒部浄化センターパンフレットより</p>
事業スキーム	<p>PFI(BTO 方式、サービス購入型)</p>  <p>出典: 農林水産省資料より</p>
事業期間	<p>2009 年 4 月～2026 年 4 月(17 年 1 ヶ月) 設計・建設期間:2009 年 4 月～2011 年 4 月 維持管理・運営期間:2011 年 5 月～2026 年 4 月</p>
事業費	約 36 億円(建設費:約 16 億円、維持管理運営費:約 20 億円)
処理量	<p>① 下水道汚泥(濃縮汚泥):25,034 m³/年(うちデスポーザ由来汚泥:688 m³/年) ② 農業集落排水汚泥(濃縮汚泥):1,080 m³/年 ③ 浄化槽汚泥(濃縮汚泥):134 m³/年 ④ 事業系食品残渣(コーヒ粕):2,884 m³/年 合計:29,132 m³/年</p>
クロスセクター	下水(汚泥処理)×廃棄物(生ごみ、農業残渣)

表 24 クロスセクターの取組⑤(佐賀県佐賀市)

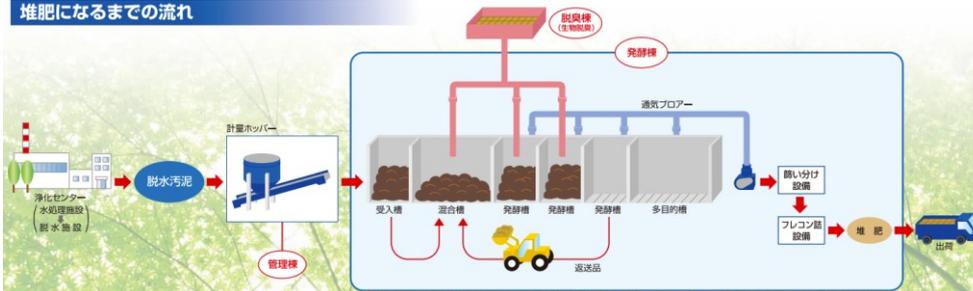
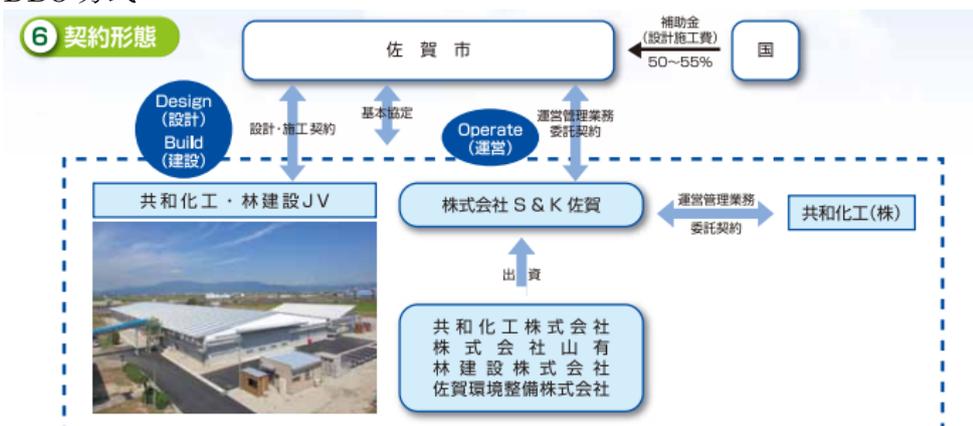
事例名	佐賀市下水汚泥堆肥化事業(佐賀県佐賀市)
事業概要	<p>平成 20 年度から汚泥堆肥化事業に着手、プロポーザルを実施した。平成 21 年 10 月に全国で初めての国土交通省補助事業による DBO 方式を採用した SPC が設立された。平成 23 年からは堆肥の有料販売も開始している。</p> <p>堆肥化技術として「YM 菌による超高温好気性発酵技術」を採用している。この技術は外的な加温を必要としないため化石燃料の使用が少ないことが特徴である。</p>  <p>堆肥になるまでの流れ</p> <p>浄化センター(水処理施設) 脱水汚泥 → 計量ホッパー → 受入槽 → 混合槽 → 発酵槽 → 発酵槽 → 多目的槽 → 篩い分け設備 → フレコン設備 → 堆肥 → 出荷</p> <p>脱臭棟(生物脱臭) 発酵棟 通気フロー 篩い分け設備 フレコン設備 堆肥 出荷</p> <p>出典:株式会社 S&K 佐賀ホームページ</p>
事業スキーム	<p>DBO 方式</p> <p>6 契約形態</p>  <p>国 ← 補助金(設計施工費) 50~55% → 佐賀市</p> <p>佐賀市 ↔ 設計・施工契約 (Design/Build) ↔ 共和化工・林建設JV</p> <p>佐賀市 ↔ 基本協定 ↔ 株式会社 S&K 佐賀</p> <p>株式会社 S&K 佐賀 ↔ 運営管理業務委託契約 (Operate) ↔ 共和化工(株)</p> <p>共和化工(株) ← 運営管理業務委託契約 → 株式会社 S&K 佐賀</p> <p>共和化工(株) ← 出資 → 共和化工株式会社 株式会社山有林建設株式会社 佐賀環境整備株式会社</p> <p>出典:株式会社 S&K 佐賀ホームページ</p>
事業期間	2009 年 10 月～2024 年 3 月(14 年 6 ヶ月)
事業費	不明
処理量	30t/日※脱水汚泥ベース
クロスセクター	下水(汚泥処理)×農業(堆肥化)

表 25 クロスセクターの取組⑥(山形県鶴岡市)

事例名	鶴岡浄化センター消化ガス発電事業(山形県鶴岡市)
事業概要	<p>平成 8 年に施設内部利用での発電を計画し、以後先進施設視察および期首選定作業を進める。平成 24 年 7 月に FIT 制度が施行され、平成 26 年 1 月に発電事業は FIT 制度を活用した民設民営(ガス売却)に決定。同年 7 月に優先交渉権者を決定し、同年 8 月に基本協定を締結。平成 27 年 9 月に消化ガス売買契約を締結し、同年 10 月に発電事業を開始した。</p> <p>鶴岡浄化センター内に発電所(鶴岡バイオガスパワー)を建設し、市から購入する消化ガスを燃料として発電を行い、その電気を「再生可能エネルギーの固定価格買取制度(FIT)」を用いて電気事業者に売却することにより、20 年間の事業運営を行う。また、発電と同時に発生する熱も有効利用する。</p>  <p>出典: 鶴岡市ホームページ</p>
事業スキーム	<p>BOO 方式</p>  <p>出典: 鶴岡市ホームページ</p>
事業期間	2015 年 10 月～2035 年 9 月(21 年)
事業費	不明
処理量	処理水量 26,538 m ³ /日
クロスセクター	下水(汚泥処理)×発電

5. マーケットサウンディングの実施

様々な分野で取組を実施している民間企業に対して、実現性の担保やCN技術の実装・社会システムの変革にむけた民間アイデアを最大限に引き出すことが重要であることから、本調査では民間企業を対象としたマーケットサウンディングを実施した。

また、本調査におけるマーケットサウンディングは全2回実施することとし、第1回では主に実現可能な方策に係る意見等、第2回において第1回で抽出した取組の実現に向けた詳細をヒアリングすることとした。マーケットサウンディングの実施フロー及び実施スケジュールを以下に示す。

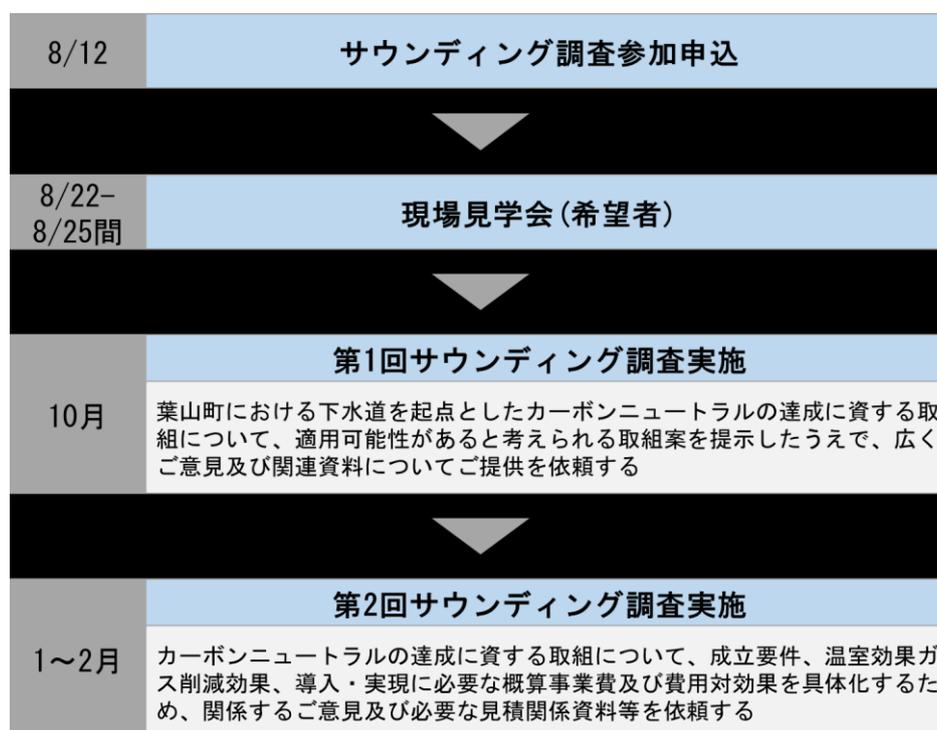


図 30 マーケットサウンディングの実施フロー

表 26 マーケットサウンディングの実施スケジュール

内容	日程
実施要領の公表	令和4年7月29日(金)
マーケットサウンディング調査参加申込受付期限	令和4年8月12日(金)
現場見学会(希望者)	令和4年8月22日~25日の間
第1回マーケットサウンディング調査票受付期限	令和4年9月7日(水)
第1回マーケットサウンディング調査実施	令和4年10月
第2回マーケットサウンディング調査票配布	令和4年11月中旬
第2回マーケットサウンディング調査票受付期限	令和4年12月末
第2回マーケットサウンディング調査実施	令和5年1月~2月

5-1. マーケットサウンディングの実施方法

第1回は、葉山町のホームページにマーケットサウンディングの実施要領(別紙2)を公表し、参加申込書の提出者に第1回マーケットサウンディング調査票(Google フォームにて実施)のURLリンク及び参考資料を配布した。第1回マーケットサウンディングのヒアリングは、調査票を提出者の全てとオンライン形式で個別に実施した。

第2回は、第1回参加者に対し、第2回用の調査票及び補足説明資料(別紙4)を個別に配布し、第1回のヒアリングと同様、調査票を提出者の全てとオンライン形式で個別に実施した。

5-2. マーケットサウンディング参加者

マーケットサウンディングの参加者は17社であった。参加者の一覧について、主要バリューチェーンのどの領域を専門としているかに分類の上、表27に示す。上下水道事業は装置産業であるため、設備更新を基本とした改築は機電メーカーが主となる。また、上下水道関連企業はバリューチェーン別に専門範囲が細分化されていることが特徴の1つである。このことを踏まえると、おおむね全バリューチェーンを網羅した企業にサウンディングをすることができたものと考えられる。

表27 マーケットサウンディング参加者

No	法人名	主要バリューチェーン(上下水道関係)					
		経営管理 ⁴	計画設計	EPC(土建)	EPC(機械)	EPC(電気)	O&M
1	機電メーカーA				●		
2	機電メーカーB	●			●		●
3	機電メーカーC	●			●		●
4	機電メーカーD	●			●	●	●
5	機電メーカーE						●
6	機電メーカーF	●		●	●	●	●
7	機電メーカーG				●		
8	機電メーカーF					●	
9	機電メーカーI	●			●		●
10	機電メーカーJ			●			
11	コンサルタントA		●				
12	コンサルタントB		●				
13	ゼネコンA	●		●			
14	ゼネコンB	●		●			
15	ゼネコンC	●		●			
16	その他A ⁵						
17	その他B ⁵						

⁴ PPP/PFI 事業において代表企業として経営管理・資金調達等を実施した経験を有する企業

⁵ その他A、その他Bは上下水道のバリューチェーンを専門としていないユーティリティ系企業

6. 第1回マーケットサウンディングの実施

6-1. 調査方法

葉山町に適用可能性があると考えられる取組の導入可能性を事業者から幅広く聞き取り、詳細検討に進む事項のふり分けなどの今後の検討の方向性の参考とすることを主眼として実施した。下水道分野の取組については、事前に整理可能であったため、表 28 に記載の 9 つの分類の CN 関連の取組予めロングリスト(別紙1)を提示した上で、それぞれ適用可能性について回答を依頼した。

表 28 CN 関連の9つの取組

下水道分野の削減目標※	CN 関連の取組	取組(例)
省エネ化による CO ₂ 削減	①ICT を活用した運転制御	硝化、曝気風量制御
	②機器導入	LED 照明
		高効率型マンホールポンプ
③水処理方法の見直し	担体の導入	
	省エネ型水処理技術の導入(固液分離・2点 DO 等)	
下水道汚泥のエネルギー化	④汚泥の燃料化	効率的な汚泥乾燥システム
		固形燃料化
		メタン発酵等の導入によるバイオガス利用
		地域バイオマス利活用
	⑤汚泥の肥料化	コンポスト利用
		りん回収(汚泥、焼却灰)
⑥エネルギー回収	CO ₂ 分離・回収	
	低含水率/乾燥強化による廃蒸気の電力変換	
再生可能エネルギーの導入	⑦太陽光/風力発電/消化ガス発電	敷地内への導入、蓄電池・エネマネによる需給管理
		消化ガス、排熱を利用した発電
	⑧水素創出	消化ガスから水素を創出
⑨下水熱の利用	プールの加温熱源、空調利用、廃熱利用の発電	

※:地球温暖化対策計画(令和3年10月22日閣議決定)の下水道分野において削減目標が掲げられている項目から整理

6-2. 調査概要

上記した9つの分類のCN関連の取組について、【A】葉山町で実施可能、【B】葉山町は難しいが条件次第で他事業体で実施可能、【C】実施は難しい、のいずれかを選択にて回答を依頼した。

【A】葉山町で実施可能と回答した取組については、当該技術の概要、葉山町で実施可能と考える理由、実施にあたって想定される懸念点や制約条件及び官民連携手法を用いて実施することに対する意見(実施上の留意点や懸念点)を確認した。

【B】葉山町は難しいが条件次第で他事業体で実施可能と回答した取組については、当該技術の概要、他事業体で実施する場合の成立要件及び官民連携手法を用いて実施することに対する意見(実施上の留意点や懸念点)を確認した。

【C】実施は難しいと回答した取組については、実施が難しい理由を確認した。

また、9つの分類のCN関連の取組以外のアイデアがあれば、当該技術の概要、懸念点や制約条件等を確認した。調査票の全体については、別紙3に示す。なお、各社を特定できる情報や技術内容・特許情報等を含む秘匿情報は調査結果から除外、あるいは一般化した表現へと変更して掲載した。

6-3. 調査結果（全体の傾向）

取組毎の参加者の回答状況を表29に示す。上述したように、上下水道関連企業はバリューチェーン別に専門範囲が細分化されているため、各取組の回答にはばらつきが生じている。

【A】【B】の回答状況をみると、葉山町で実施可能とされる企業と、葉山町では導入に係る制約条件が大きいと判断している企業が技術別に分かれている。相対的に回答が多い取組は以下のとおりである。

- 【A】が多い取組:「②機器導入」「⑦太陽光/風力発電/消化ガス発電」
- 【B】が多い取組:「③水処理方法の見直し」
- 【A】【B】がおおむね同等の取組:「④汚泥の燃料化」「⑤汚泥の肥料化」
- 【C】が多い取組:「⑥エネルギー回収」「⑧水素創出」

表 29 取組毎の参加者の回答状況

No.	法人名	【省エネ化による CO ₂ 削減】			【下水道汚泥のエネルギー化】			【再生可能エネルギーの導入】		
		①ICTを活用した 運転制御	②機器 導入	③水処理 方法の見 直し	④汚泥の 燃料化	⑤汚泥の 肥料化	⑥エネ ルギー回収	⑦太陽光/ 風力発電/ 消化ガス 発電	⑧水素 創出	⑨下水熱 の利用
1	機電メーカーA	C (技術なし)	A	B	C (技術なし)	C (技術なし)	C (技術なし)	C (技術なし)	C (技術なし)	C (技術なし)
2	機電メーカーB	C (技術なし)	C (技術なし)	C (技術なし)	C	C	C	C	C	C (技術なし)
3	機電メーカーC	C (技術なし)	B	C	A (一部 B)	B	B	B	C (技術なし)	C (技術なし)
4	機電メーカーD	C	C	C	C	B	C	C	C	C
5	機電メーカーE	B	A	C (技術なし)	B	A	C (技術なし)	A	C (技術なし)	C (技術なし)
6	機電メーカーF	B	A	B	B	B	B	B	C	B
7	機電メーカーG	C (技術なし)	B	C	C (技術なし)	C (技術なし)	C	C (技術なし)	C (技術なし)	C (技術なし)
8	機電メーカーF	C (技術なし)	A	C (技術なし)	C (技術なし)	C (技術なし)	C (技術なし)	A	C (技術なし)	C (技術なし)
9	機電メーカーI	C	A	B	C	C	A	A	C	C
10	機電メーカーJ	C (技術なし)	C (技術なし)	C (技術なし)	C (技術なし)	A	C (技術なし)	C (技術なし)	C (技術なし)	C (技術なし)
11	コンサルタント A	A	A	B	B	B	B	A	B	B

No.	法人名	【省エネ化による CO ₂ 削減】			【下水道汚泥のエネルギー化】			【再生可能エネルギーの導入】		
		①ICTを活用した 運転制御	②機器 導入	③水処理 方法の見 直し	④汚泥の 燃料化	⑤汚泥の 肥料化	⑥エネル ギー回収	⑦太陽光/ 風力発電/ 消化ガス 発電	⑧水素 創出	⑨下水熱 の利用
12	コンサルタント B	A	A	B	B	A	C	C	B	B
13	ゼネコン A	C (技術なし)	A	C (技術なし)	C (技術なし)	A	C (技術なし)	B	C (技術なし)	C (技術なし)
14	ゼネコン B	C (技術なし)	C (技術なし)	C (技術なし)	A	C (技術なし)	C (技術なし)	A	C (技術なし)	C (技術なし)
15	ゼネコン C	C	A	A	A	A	C	A	C	A
16	その他 A	C (技術なし)	C (技術なし)	C (技術なし)	A	C (技術なし)	C (技術なし)	A	C	A
17	その他 B	A	C (技術なし)	C (技術なし)	C (技術なし)	C (技術なし)	C (技術なし)	C (技術なし)	C (技術なし)	C (技術なし)
【A】葉山町で実施可能		3社	9社	1社	4社	5社	1社	7社	0社	2社
【B】葉山町は難しいが条件次第で他事業体で実施可能		2社	2社	5社	4社	4社	3社	3社	2社	3社
【C】実施は難しい		3社	1社	3社	3社	2社	5社	3社	6社	2社
【C】実施は難しい(技術なし)		9社	5社	8社	6社	6社	8社	4社	9社	10社

※太字/下線部:【A】～【C】の中で相対的に回答が多い取組

6-3-1. 調査結果（取組別）

3)ICT を活用した運転制御

「A:葉山町で実施可能」と回答した企業が 17%、「B:葉山町は難しいが条件次第で他事業体で実施可能」と回答した企業が 12%、「C:実施は難しい」と回答した企業が 18%、「C:実施は難しい(技術なし)」と回答した企業が 53%であった。

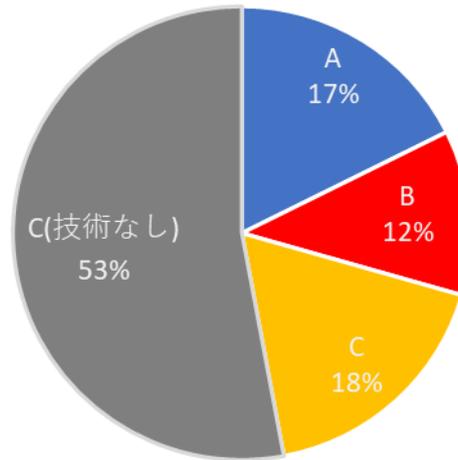


図 31 ICT を活用した運転制御の回答割合

人的管理を効率化・高度化する点で複数企業から実施可能との意見があがった。一方で、導入に際しては既設設備(特に電気設備)との整合により整備ボリュームが変わり得るという意見もあげられた。その他、事業規模によって実施可能(すなわち、事業性がある)とされた意見もあげられた。

(主な意見)

- ・ BI ツール:調査・設計・計画等を通じて水質や電気使用量等を対象に導入し、可視化したデータ等を用いながらアドバイス(A 回答:コンサルタント)
- ・ スtockマネジメントを支援するツールで取り込んだデータを用いて、カーボンニュートラルに資する分析等(A 回答:コンサルタント)
- ・ 汚泥処理の脱水フローについては属人的な管理になっているため、AI を用いて最適な汚泥の処理方法を予測することは可能。(A 回答:その他)
- ・ 地元の周辺環境など属人的な情報も AI が徐々に学習していくことで最終的には自動化できる。(A 回答:その他)
- ・ 町民のライフラインに直接大きな影響がないところから始めるというのは成功体験を積み上げてという方向性は有用と思料。(A 回答:その他)
- ・ データの種類やデータ量による分析やモデル構築の費用は変動。データの蓄積を葉山町の内部に構築するのか弊社のクラウドサーバーにするかによっても変わらう。(A 回答:その他)
- ・ 機器の最新化に加えて、ICT、IoT の観点では、電気設備の更新が重要となる。水

処理施設は徐々に増築・更新工事等を行うことになるので、既設のプラットフォームに縛られてしまいがちな部分があると考えている。そのようなことから、長期スパンで見ると、ICT の分野では自由度の高い提案をしやすいと考えている。個々の技術について適用の可否を判断するのではなく、10年、20年という長い時間軸の中で、何が大きい枠組みとして出来るのかを検討するのが効果的ではないかと考えている。(B回答：機電メーカー)

- ・ 現状の処理水量を前提とする場合、運転管理方法や処理フローの方法を変えるメリットはあまりない。今後逗子市と広域化する場合に処理フロー含め根本的に変える可能性があれば効率化するメリットあり。(C回答：ゼネコン)

4) 機器導入

「A:葉山町で実施可能」と回答した企業が 53%、「B:葉山町は難しいが条件次第で他事業体で実施可能」と回答した企業が 12%、「C:実施は難しい」と回答した企業が 6%、「C:実施は難しい(技術なし)」と回答した企業が 29%であった。

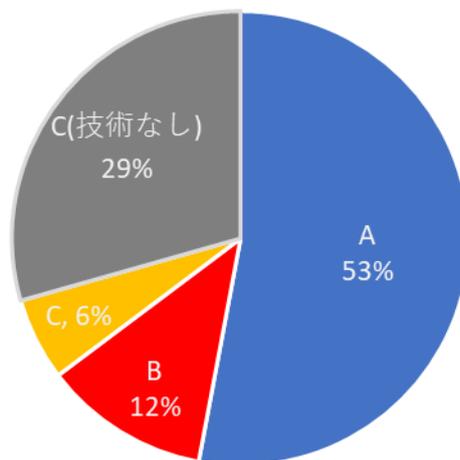


図 32 機器導入の回答割合

LED 等の既設機器の切り替えは比較的容易に実施できて導入効果を楽しむ一方、水処理方式の変更に係るような機器導入は実現が難しい可能性があると考えられた。また、敷地に余裕がないことから、工事が難しく導入できないとされた意見があげられた。

主な意見)

- ・ LED 照明の導入：特段の技術的な課題は見当たらず導入可能。点灯時間の長い箇所を優先的に変更することや、人勧センサーの採用等が有効。(A 回答：機電メーカー・コンサルタント・ゼネコン)
- ・ 高効率マンホールポンプ・ブロワ・散気装置等の設備の導入：旧型であれば消費電力を削減できる可能性がある。機器の新規導入には ICT との組み合わせも有効。ただし、装置導入に付随して関連する各種機電設備の更新が必要となる可能性がある。(A 回答：機電メーカー)
- ・ 処理方式が標準活性汚泥法や循環式硝化脱窒法等であることが条件の設備であるた

<p>め、町の水処理には適していないが、条件を満たした処理場であれば導入して CO₂ の削減が可能。(B 回答：機電メーカー)</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・ 関連する技術を有していないため。(C 回答：機電メーカー、ゼネコン) ・ CO₂ 削減に寄与する酸素移動効率が高い散気装置の導入を概算検討したが、設置スペースが十分確保されていないため導入は難しいと思料。(C 回答：機電メーカー) ・ 公共向けの実績を有していないため。(C 回答：その他)

5)水処理方法の見直し

「A:葉山町で実施可能」と回答した企業が 6%、「B:葉山町は難しいが条件次第で他事業体で実施可能」と回答した企業が 29%、「C:実施は難しい」と回答した企業が 18%、「C:実施は難しい(技術なし)」と回答した企業が 47%であった。

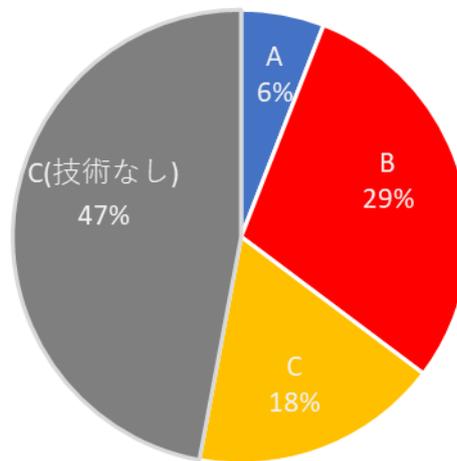


図 33 水処理方式の見直しの回答割合

新規技術の適用可能性について意見があげられた一方で、既往の設備があり、かつ処理に問題が生じているものではないこと、地下に位置することから整備が大規模になることや、既設設備を停止した場合の代替方策の検討等が必要という意見があげられた。

<p>(主な意見)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 高効率な活性汚泥細菌の導入実績が農業集落排水事業については、弊社単独ではないが、細菌やバクテリアを活用して高効率な農業集落排水を実現したという実績がある。葉山浄化センターの処理工程に合致するか検討した後に導入となる。但し、下水では実績がないので実現可能性に関する調査が必要である。(A 回答：ゼネコン) ・ 逗子市との広域処理が可能であれば処理系列拡大範囲を削減でき低コストで能力増強が可能になると考える。(B 回答：機電メーカー) ・ 貴町では立地状況、処理水量の規模や周辺環境への影響(臭気等)を考慮した処理方式が現在採用されていると推察する。よって、コスト削減はもとより周辺環境への影響はじめ各種制約条件が満足されることが成立の要件になると思われる

る。(B回答：コンサルタント)
<ul style="list-style-type: none"> ・ 土木躯体の大幅な改造が発生するため、費用対効果の期待が少ない。(C回答：機電メーカー) ・ 葉山町の水処理フローは特殊なフローを採用していると認識している。処理場の設計時は純酸素曝気とされていたが、実際に導入されているのは表面曝気を行う設備となっている。新たにブローラーを設置するのは物理的にも難しく、実施は難しいという回答にさせていただいている。(C回答：機電メーカー)

6) 汚泥の燃料化

「A:葉山町で実施可能」と回答した企業が 23%、「B:葉山町は難しいが条件次第で他事業体で実施可能」と回答した企業が 24%、「C:実施は難しい」と回答した企業が 18%、「C:実施は難しい(技術なし)」と回答した企業が 35%であった。

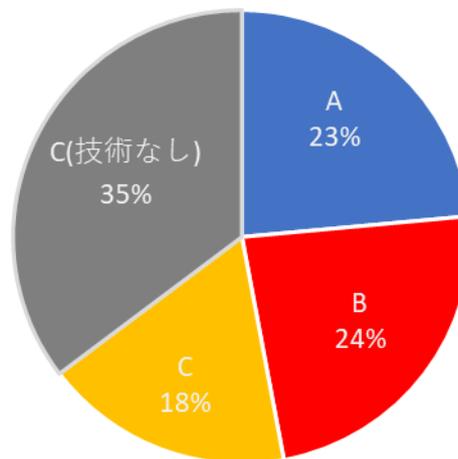


図 34 汚泥の燃料化の回答割合

(1) バイオガス発電

① 経済面について

現状の処理量でも実現可能という意見もあったが、現在の葉山町の規模を考慮すると事業性の確保は難しいという意見が大宗を占めた。事業性確保に必要な規模は、脱水汚泥量ベースで 20,000～70,000t/年という意見もある一方で、3,500t/年程度という意見もあった。また、処理水量ベースの意見もあり、最低ラインとして 20,000～30,000 m³/日であった。脱水汚泥量 3,500t/年は現在の葉山町の 2 倍程度(令和 2 年度における葉山町の脱水汚泥量は 1,743t/年)であり、また、処理水量 30,000 m³/日は現在の葉山町の 5 倍～6 倍程度(令和 2 年度における葉山町の処理水量は 5,741 m³)である。

令和 2 年度下水道統計における葉山町と逗子市の脱水汚泥量の合計は 5,726t/年、また処理水量の合計は 34,461 m³/日である。逗子市との広域化・共同化が実現し処理規模が増加した場合、実施可能となる可能性がある。

しかし、敷地制約上、新たにトンネルを掘削し、トンネル内に設備を導入する等の工事が必要となる可能性が高く、事業費が他事例と比較して多額になることが想定される点には留意が必要である。

地域バイオマス(生ごみと下水汚泥の消化混合等)を有効活用する取り組みについては、補助金等の下支えがあれば短期的に事業性を確保することができるが、長期的には難しいという意見があった。

他方、脱炭素化の取組は政策的な面が大きいことから、民間事業者の独立採算での実施が難しいことを以って事業性が無いと判断することは、脱炭素化という目標達成に向けた機会を潰すことにつながるという意見もあった。

(主な意見)

- ・ セミドライメタン発酵については、汚泥の発生量が少ないため、技術的には可能であるものの、経済的なメリットが少ないと考えている。規模の観点から、インシヤルコストの割にはコスト削減のメリットが出てこないのではないかと。敷地面積が狭いので、設備を設置することも難しい。ある程度スケールがあった方が、メリットは出てくると思う。仮に逗子市と広域化するなどして汚泥量が増えてくるということであれば可能性もある。(A 回答：機電メーカー)
- ・ A と回答したが、スケールメリットがないと事業性という観点では厳しいという認識である。見学させていただいた際に、消化処理をする施設は地上部に設置が難しいという話があった。トンネル内に、水処理施設や汚泥処理施設の他に消化槽等を合わせて設置するということになる、トンネル自体が大きくなるため事業費にも影響がある。トンネル内で施設をつくることになるため、事業採算的に成立するのか検討する必要があると考えている。他方、葉山町では生ごみをたい肥化する計画があり、生ごみの分別収集が開始する見込みである。ここで、たい肥化できない生ごみの一部を下水汚泥と一緒にエネルギー化できる可能性があると考え。(A 回答：ゼネコン)
- ・ 事業性が確保できる規模は、処理水量ベースで最低 20,000~30,000 m³/日は必要であると考えている。バイオマスを外から持ってきて処理するというのであれば、富山県黒部市の規模では約 10,000 m³/日必要であった。他都市の事例を見ると、中核都市クラスで事業化していることが多いため、同等の規模以上でないと難しいと認識している。(B 回答：コンサルタント)
- ・ 黒字化するかという観点では、脱水汚泥量ベースで 200t/日(70,000t/年程度)が目安となると考えられる。脱炭素化は国が目標として掲げており、政策的な理由で補助金等の交付が一定期待できるものの、設備投資が非常に高額であり、下水汚泥の投入のみだけでは事業性の確保は厳しいことが見込まれる。逗子市は葉山町の 2~3 倍の汚泥量だと認識しているが、仮に広域化したとしても事業性を確保することは難しいのではないかと。また、小規模な自治体単独で汚泥量を確保することが難しいということであれば、地域バイオマス(生ごみと下水汚泥の消化混合等)を有効活用してメタン発酵というのはひとつの処理方法になりうる可能性はある。発電した電力について、FIT の補助金があれば経済性をある程度担保できるが、長期的に見ると難しいと考えられる。(B 回答：機電メーカー)
- ・ 脱炭素化に関する事業は、環境配慮的な政策的な面が大きいことから、純粋な独立採算ではないと認識している。ただし、脱炭素化に向けては事業性だけでなく様々な要因を複合的に考える必要がある。処理量が不足しているから事業の実施を諦めてしまうことは、脱炭素化という目標達成に向けた機会を潰してしまうということもあるかと思う。(B 回答：機電メーカー)

- ・ 脱水汚泥量ベースで平均 10t/日程度(合計 3,500t/年程度、現在の葉山町の実績の約 2 倍～3 倍)あればビジネスとして採算に乗るかの検討が可能であると考えている。(C 回答：機電メーカー)
- ・ 消化設備の設置については、最低でも処理水量ベースで 30,000 m³/日程度が必要となり、この面においても消化ガス発電設備によるエネルギー回収は見込めない。(C 回答：機電メーカー)
- ・ バイオマス発電についても、処理方式はじめ事業性の面で導入は難しいと思われます。(C 回答：コンサルタント)

②物理面について

葉山浄化センターの用途地域が都市計画公園であり地上部に自由に建物が建築できない点、既存のトンネル内に余剰空間が少なく消化槽の設置スペースの確保が難しい点などが挙げられた。

- (主な意見)
- ・ 消化ガス発電施設が現地の敷地条件、用途地域条件で設置できるかが懸念される。(A 回答：ゼネコン)
 - ・ 葉山浄化センターの用途地域が都市計画公園であり地上に建物が建築できないという制限等も関係してくる。トンネルを掘ることができるのかどうかなど、葉山浄化センターの現状を考えると難しいことも多いと認識している。(B 回答：コンサルタント)
 - ・ 葉山浄化センターでは、メタン発酵設備の地上設置スペースが確保できません。大型設備となるので、景観に対する地域の理解も必要 (B 回答：機電メーカー)
 - ・ 消化ガスを得るために嫌気性消化槽が必要。(B 回答：機電メーカー)
 - ・ 消化槽の設置スペースが確保できるかといったことも制約条件として考えられる。(C 回答：機電メーカー)

(2)固形燃料化

①経済面について

(1) のバイオガス発電と同様、現在の葉山町の規模を考慮すると事業性の確保は難しいという意見がみられた。他方、燃料化に関しては現状の処理量でも実現可能だという意見もあった。

- (主な意見)
- ・ 燃料化に関しては現状の処理量でも実現可能だと考えている。(A 回答：ゼネコン)
 - ・ 脱水ケーキ含水率が 86%以下であるため、実施可能と考えるが、脱水ケーキ含水率が 86%を超えるケースがあり、この頻度に懸念がある。施設規模としては、脱水汚泥ベースで 10～100t-wet/日を想定している。ただし、生成された燃料について、近隣で受け入れ先がない場合は、引き取り可能な場所まで運搬することとなるが、距離が遠くなるほど経済性が落ちることは懸念される。(A 回答：機電メーカー)
 - ・ 同種事業の過去実績より、規模的に事業性が見込めないと判断 (C 回答：機電メーカー)

②物理面について

葉山浄化センターの用途地域が都市計画公園であり地上部に自由に建物が建築できない点、既存のトンネル内に余剰空間が少なく乾燥設備を設置スペースの確保が難しい点などが挙げられた。

(主な意見)

- ・ 葉山浄化センターでは、燃料化設備の地上設置スペースが確保できません。大型設備となるので、景観に対する地域の理解も必要 (B回答：機電メーカー)
- ・ 燃料化のための乾燥設備を設置スペースが確保できるかといったことも制約条件として考えられる。(C回答：機電メーカー)

③リスク分担について

生成された燃料の受入先の確保に関するリスクへの意見があった。官民連携手法を導入した事例の多くは、受入先に関するリスクは民間事業者負担となっているが、事業期間が長期間に亘る場合、受入先確保の確約を得ることは難しいことから、自治体と民間事業者が協力しながら受入先を確保する、価格保証に関する規定を導入する等の民間事業者のリスクを軽減する仕組みについての要望があった。

(主な意見)

- ・ 生成された燃料の受入先の確保は難しいことが実情である。最近は改善されてきたが、自治体からの条件として、事業期間が20年間の長期に亘る場合、予定引取先から20年間の確約書の提出を求められることが当初あった。長期の引取先の確保を求められると、一層引き取り手を探すハードルが上がることとなる。地域で有効利用していくということで、自治体と民間で協力して受け入れ先を探すスキームを構築していただければありがたい。(B回答：機電メーカー)
- ・ 自治体側としては汚泥に関してはお金をかけて処理しなくてはならないので、それよりも安価な金額で引き取ってくれる取引先がないと成立しない。民間企業へのリスク分担としては、価格保証が必要だと考えている。当初の契約価格では買い取れない事情が発生した場合の金銭的な補償や契約内容の補填が重要だと感じている。(B回答：コンサルタント)

7)汚泥の肥料化

「A:葉山町で実施可能」と回答した企業が 29%、「B:葉山町は難しいが条件次第で他事業体で実施可能」と回答した企業が 24%、「C:実施は難しい」と回答した企業が 12%、「C:実施は難しい(技術なし)」と回答した企業が 35%であった。

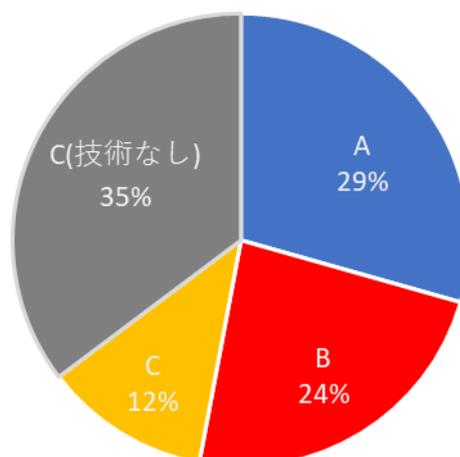


図 35 汚泥の肥料化の回答割合

①経済面について

4) 汚泥の燃料化と同様、現在の葉山町の規模を考慮すると事業性の確保は難しいという意見が多いが、詳細な可能性調査が必要という条件付きであるが補助金や交付金を前提とすれば葉山町の規模でも事業性が成立するという意見があった。

また、葉山町だけで完結させるのではなく、近隣自治体と連携し、葉山町外で汚泥の肥料化の取組を実施する意見があった。

(主な意見)

- ・ 一般的には交付金がもらえる場合は汚泥処理量が 10t/日程度であると考えられる。(年間 3,000~4,000t)。それより小さい、特に葉山町レベルの規模であると詳細な検討が必要になる。現段階では、国交省からの補助金は見込んでよいのではないかと考えている。処理量の関係で下水汚泥だけでは難しいという自治体ではそこに生ゴミを入れる場合もあり、国交省が共同処理という形で基幹事業にしてくれる可能性もある。ただし、複数の有機物を投入する施設を建設する場合の交付金の要件として、下水汚泥の比率が全体に占める過半を超える必要がある点には留意する必要がある。(A 回答：機電メーカー)
- ・ 葉山町で処理するのではなく、汚泥受入可能な近隣自治体があれば、当該自治体に受入れてもらい肥料化することは可能ではないか。(A 回答：ゼネコン)
- ・ 黒字化するかという観点では、汚泥量ベースで 200t/日(70,000t/年程度)が目安となると考えられる。脱炭素化は国が目標として掲げており、政策的な理由で補助金等の交付が一定期待できるものの、設備投資が非常に高額であり、下水汚泥の投入のみだけでは事業性の確保は厳しいことが見込まれる。逗子市は葉山町の 2~3 倍の汚泥量だと認識しているが、仮に広域化したとしても事業性を確保する

ことは難しいのではないか。(B回答：機電メーカー)

- ・ 官公庁が保有するコンポスト施設については、必ず近隣住民への生活環境の衛生管理が求められるので、必ず密閉方式にする必要がある。コンポスト施設は密閉方式かノズル方式かの大きく2つに分かれるが、密閉式だと5tの脱水ケーキの処理に必要なプラントの金額は10億円を超える。一方ノズル方式では2億円程度になるので、そこまでコンポスト施設に費用をかけるというのは官公庁では難しいのではないかと考えている。乾燥設備にとどめておいて、民間事業者がコンポスト施設を持たせて肥料化をやってもらった方が費用の削減につながると思われる。(C回答：機電メーカー)

②物理面について

物理面については、ヒアリングにおいて特段の言及はなかったが、4)汚泥の燃料化(バイオガス発電)と同様葉山浄化センターの用途地域が都市計画公園であり地上部に自由に建物が建築できない点等の制約条件は考慮する必要がある。

③リスク分担について

4)汚泥の燃料化と同様、生成された炭化燃料の受入先の確保に関するリスクへの意見があった。特に生成された肥料の需要先は地元農家又はJAが主となることから、受入先の確保について自治体が橋渡し役となる等の役割を期待する意見があった。

(主な意見)

- ・ コンポスト化した際の肥料の需要先としてはJAや地元農家になるかと思う。橋渡しとして自治体に入ってもらいたければと考えている。受入先というと農業が中心になると考えている。コンポスト化したものの余ってしまったという事例もあると聞いている。(A回答：機電メーカー)
- ・ 肥料化の上では、下水汚泥由来と書かれた肥料は農家に使ってもらいにくいというのが実情である。当初は花卉など食用でないものを育てている農家に使ってもらっていたが、品種柄、肥料需要が少ない。一番肥料の需要があるのは水稻農家なのでここで使ってもらうことができればよいが、それにはJAなど地元地域の組織とのタイアップが必要である。その橋渡しは自治体に期待する役割である。民間事業者側に完全に任せるのではなく、肥料の引き取り先を自治体・JA・メーカーの3者で契約するというスキームがあるとリスクを減らすことができると考えている。(B回答：機電メーカー)
- ・ 肥料化の実施には、一定量を取引できる点で信頼できる企業同士というのが理想的ではあり、複数の農家とやり取りをするのは効率的ではないため、自治体に地域の農家や住民とのやり取りの間に入ってもらった方がよい。他事例では地元の農家に引き取ってもらっているという事例もあるが、必ずしもその地域の全農やJAといった組織に認めてもらえるとは限らないので自治体の方が得意分野なのではないかと考えている。(C回答：機電メーカー)

8) エネルギー回収

「A:葉山町で実施可能」と回答した企業が 6%、「B:葉山町は難しいが条件次第で他事業体で実施可能」と回答した企業が 18%、「C:実施は難しい」と回答した企業が 29%、「C:実施は難しい(技術なし)」と回答した企業が 47%であった。

また、「C:実施は難しい」と「C:実施は難しい(技術なし)」を合計すると 86%であった。

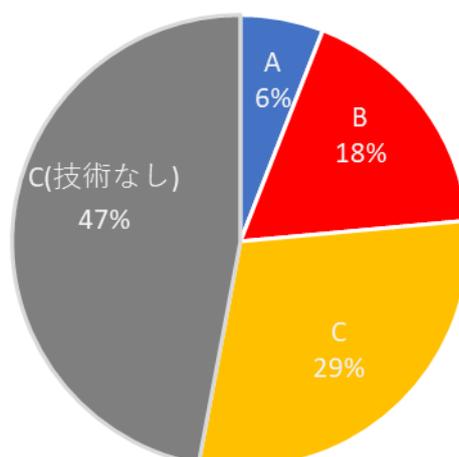


図 36 エネルギー回収の回答割合

4) 汚泥の燃料化と同様、経済面及び物理面の双方の面から難しいという意見が太宗を占めた。

(主な意見)

- ・ 事業性が確保できる汚泥量としては、流入水量ベースで最低 20,000~30,000t/年は必要であると考えている。他都市の事例を見ると、中核都市クラスで事業化していることが多いため、同等の規模以上でない難しいと認識している。(B 回答: コンサルタント)
- ・ 汚泥焼却廃熱から蒸気を発生させ蒸気タービンにより発電するシステムが想定可能あるが、発電による設備費回収のため、規模(汚泥量)の確保が必要となる。加えて、葉山浄化センターでは、地上設置スペースの確保も難しい。焼却設備の景観への影響も無視できないものと考えられる。(B 回答: 機電メーカー)
- ・ 現在の汚泥処理方式が、濃縮→脱水→場外搬出であり、消化汚泥からのリン回収や汚泥焼却からの熱回収等は困難と考えられる。また、エネルギー回収のための増改築等も経済性の観点からは現実的ではないと思われる。(C 回答: コンサルタント)
- ・ CO₂ を発生する焼却施設や汚泥乾燥装置などの新たな設置が困難であり、現時点での発生汚泥量が少ないことから、経済面・物理面双方の観点から難しいものと考えられる。(C 回答: ゼネコン)

9) 太陽光/風力発電/消化ガス発電

「A:葉山町で実施可能」と回答した企業が 41%、「B:葉山町は難しいが条件次第で他事業体で実施可能」と回答した企業が 18%、「C:実施は難しい」と回答した企業が 18%、「C:実施は難しい(技術なし)」と回答した企業が 23%であった。

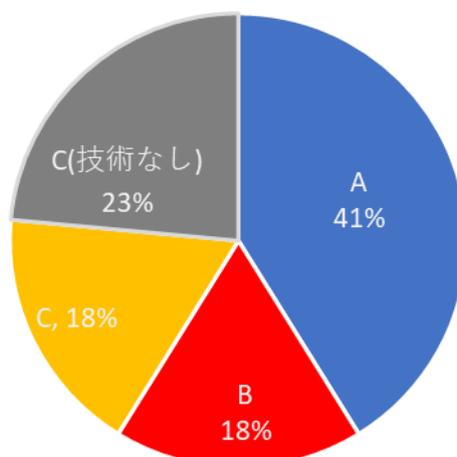


図 37 太陽光/風力発電/消化ガス発電の回答割合

(1) 太陽光発電

PV、蓄電池ともに価格高騰下にあるもののエネルギー価格が高騰しているため、太陽光パネル設置面積が十分に確保できれば、事業性を確保できる可能性がある。葉山浄化センターに太陽光パネルを設置する場合、既存建屋の耐荷重、法的な区域指定による制約を考慮する必要がある。また、葉山浄化センターの配置は山の北斜面になり、また北側も切通しに面しているため、十分な日射量が見込めない可能性もあるため、日射量を解析の上、事業性が十分に確保できるか検討が必要である。

(主な意見)

- ・ PV、蓄電池ともに価格高騰下にあるが、エネルギー価格も同時に高騰しており、投資効果といった点でも導入可能性はあると考えているが、敷地南側に面する山による日射量への影響の程度によっては、実施が難しくなる (A 回答：コンサルタント)
- ・ スペース及び効果について検討が必要であるが、スペースがあれば可能と考える。下水処理場の後ろ側が斜面になっているので太陽光パネルを設置するに当たって十分な設置スペースが確保できるかは要検討と認識している。(A 回答；機電メーカー)
- ・ 太陽光発電の敷地内の導入について、施設内に適当な設置場所が確保できることが条件となる。(耐荷重、地盤条件等要確認。土砂災害警戒区域、重塩害地域等を除く。) 葉山町の場合、用面や土砂の災害警戒区域に該当していることを考慮すると、管理棟やポンプ場への設置は難しいと考えられる。また、現在の建物は

耐震化要件をクリアしているが、太陽光パネルを設置することで要件をクリアできなくなる、というような可能性も考えられる。(B回答：ゼネコン)

- ・ 敷地面積的に事業性を踏まえると太陽光発電の導入は難しいと予想する。(C回答：コンサルタント)
- ・ 浄化センターの配置は山の北斜面になり、また浄化センターの北側も切通しに面しているため、十分な日射が見込めないと推察され、太陽光発電設備の導入効果は低いと考えられる。(C回答：機電メーカー)

(2)風力発電

風力発電の検討については、風向や風量等の詳細な調査が必要となる。

(主な意見)

- ・ 風力発電設備の設置については、浄化センター北側の丘の上にある住宅地への低周波被害を検討する必要がある、風向調査もできていないことから、設置できるかについては言及出来かねる。

(3)消化ガス発電

4)汚泥の燃料化(バイオガス発電)にてあわせて整理したため、当該項目を参照のこと。

10)水素創出

「A:葉山町で実施可能」と回答した企業が 0%、「B:葉山町は難しいが条件次第で他事業体で実施可能」と回答した企業が 12%、「C:実施は難しい」と回答した企業が 35%、「C:実施は難しい(技術なし)」と回答した企業が 53%であった。

また、「C:実施は難しい」と「C:実施は難しい(技術なし)」を合計すると 88%であった。

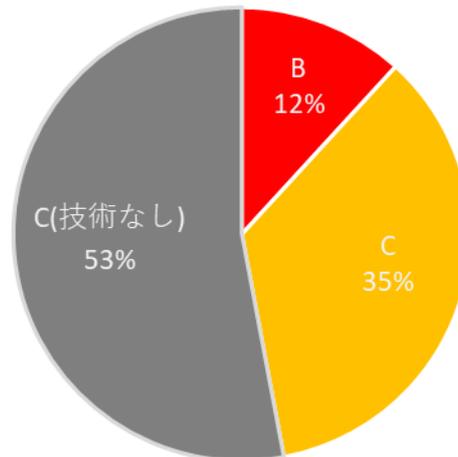


図 38 水素創出の回答割合

現時点で事業性の確保が難しいという意見が太宗を占めた。

(主な意見)

- ・ 事業性の観点から、実施可能なスキームの提案が難しい。水素の発生技術のみ実施しているということであれば、化石燃料から採取した方が、事業性としては良いのではないか。(C 回答:機電メーカー)
- ・ 水素発生装置に関しては 24m あるためある程度の高さが必要で、吸着させた金属の輸送ルートとして山道を通るのが難しい。(C 回答:機電メーカー)
- ・ もう少し近隣で水素の需要があり、輸送方法の工夫や技術革新によって運搬方法が変われば導入の可能性も出てくると考えられる。(C 回答:機電メーカー)

11) 下水熱の利用

「A:葉山町で実施可能」と回答した企業が 12%、「B:葉山町は難しいが条件次第で他事業体で実施可能」と回答した企業が 17%、「C:実施は難しい」と回答した企業が 12%、「C:実施は難しい(技術なし)」と回答した企業が 59%であった。

また、「C:実施は難しい」と「C:実施は難しい(技術なし)」を合計すると 71%であった。

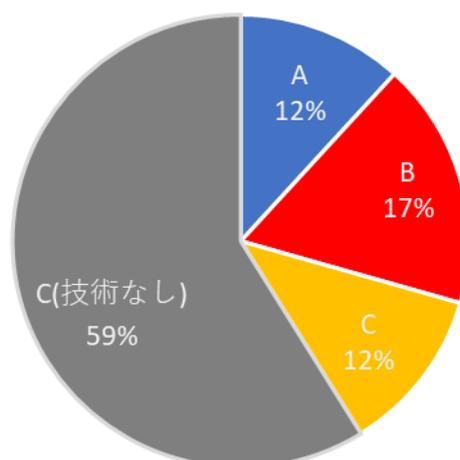


図 39 下水熱の利用の回答割合

技術的には実施可能な取組であるが、イニシャルコストが高額であることに加えて、採取可能な熱量も少ないことから事業性の確保が難しいという意見が太宗を占めた。また、実施にあたっては下水熱の利用者として、ある程度大きい事業体、事業所が複数あることが必須条件であるが、下水熱が集中する中継ポンプ場の周辺で大規模な下水熱の利用者や公共施設を見込むことが難しいという意見があった。

(主な意見)

- ・ 実施は可能であるが、下水熱についてはイニシャルコストだけではなく、排熱できる熱量が少ないのでランニングコストも厳しくなることが見込まれる。事業性という点も厳しいかと思うが、例えば浄化センター近隣の中継ポンプ場で下水熱を再利用することで町としても全体のエネルギー削減につながる可能性がある。(A 回答:ゼネコン)
- ・ ポンプ場をふくめた周辺の公共施設で利活用することが考えられる。(A 回答:ゼネコン)
- ・ 下水熱の利用者が一定数いることが必要条件。ある程度大きい事業体、事業所が複数あることや、使い道も明確にしておく必要がある。(B 回答:コンサルタント)
- ・ 下水熱を取るためのヒートポンプの維持管理費が高いことや、利用先としても乾燥機が建屋にしかない場合はメンテナンス費が莫大になるのでコストメリットが出ないということで実現が難しい。(C 回答:機電メーカー)
- ・ 部品の多くが輸入品で誤作動が多く、一つの部品を輸入するのにも現状 4 か月ほどかかり金額もかなり高価になっている。(C 回答:機電メーカー)

12)その他の取組

(主な意見)

■トンネルを利用した植物栽培による CO₂回収(ウドやホホワイトアスパラガス等)

- ・ 葉山町の設備が今回トンネル内にあるということで、恒常的な熱源である地中熱を利用することで空調設備の負荷低減が図れるのではないかとのご提案になっている。それに関連して、トンネルを活用したウドなどの栽培に関するご提案に関しては、地下施設での実験は過去に事例がある。このような取り組みをしているという対外的なアピールにはつながるのではないかと考えている。農作物だけでなく、植物であれば光合成をするので、ウドやホホワイトアスパラガスという記載はあるが、他のものでも実験することは可能である。葉山町の地下施設の気温や気候に合わせて検討が必要である。

■放流水の未利用エネルギーを活用したマイクロ水力、小売電気事業者からの再生可能エネルギー供給施設外遊休地を活用した再生可能エネルギーの導入(自治体用地活用による自己託送、他者からのオフサイト PPA)

- ・ マイクロ水熱、EV化に関しては、水道管や配水池で放流するような場所で行うマイクロ水力でいうと、100kW 以上ないと事業性を出すのは難しい。製造・設置・事業運営までワンストップ行われている事例だと数十 kW 程度で事業性を出している事例もある。流量、高低差など検討項目は多岐にわたる。また事業性の検討にあたっては、FIT による買取が前提になってくると想定される。

6-3-2. 総括

第1回マーケットサウンディングを踏まえた、CN の取組毎の実行可能性に係る初期的な仮説を表 30 に示す。

- 各取組の内容により制約条件、クロスセクターの取組による効果拡大の可能性も異なっていた。
- 「ICT を活用した運転制御」や「機器導入」などの既存設備の切り替えについては当然実現可能性が高いものとされているが、現在未導入である汚泥の燃料化・肥料化等については複数の制約条件がある一方で、クロスセクターの取組による効果拡大の可能性も示された。
- 「水処理方法の見直し」に代表されるように運転を停止する必要があるような取組や、技術的に確立されていない「水素創出」、熱供給先が周囲に存在しない「下水熱の利用」等は実施可能性が低い見込みである。

表 30 第 1 回マーケットサウンディング結果に基づく実施可能性に係る初期的な仮説

取組	制約条件			クロスセクターによる効果拡大の可能性
	物理面	経済面	その他	
①ICT を活用した運転制御	既設設備との整合により整備ボリュームが異なるため詳細調査が必要。	個別取組について事業性の検証が必要。	特になし	—
②機器導入	既設設備との整合により整備ボリュームが異なるため詳細調査が必要。	個別取組について事業性の検証が必要。	特になし	—
③水処理方法の見直し	現在の水処理の抜本的な見直しが必要となることから、広域化を前提としない場合は、実施は非現実的であるものと想定される。	水処理の抜本的な見直しにより、多額の建設費が必要となる。	特になし	—
④汚泥の燃料化	敷地制約条件が厳しく、設備等の屋外設置が難しい	処理水量/汚泥量が不足するため、実施可能性の検討は詳細な検討が必要である。	用途地域等の土地制約条件に考慮の必要がある。	広域化・共同化、他セクターのバイオマス利活用等が想定される。
⑤汚泥の肥料化	敷地制約条件が厳しく、設備等の屋外設置が難しい	処理水量/汚泥量が不足するため、実施可能性の検討は詳細な検討が必要である。	<ul style="list-style-type: none"> ・用途地域等の土地制約条件に考慮の必要がある。 ・発生した肥料について需要リスクの負担者の詳細化が必要である。 	広域化・共同化、他セクターのバイオマス利活用等が想定される。

取組	制約条件			クロスセクターによる効果拡大の可能性
	物理面	経済面	その他	
⑥エネルギー回収	敷地制約条件が厳しく、設備等の屋外設置が難しい	葉山町の規模を考えると事業性の観点から実施は難しいと考えられる	対応可能な民間事業者が少ない	—
⑦太陽光/風力発電/消化ガス発電	<ul style="list-style-type: none"> 敷地制約条件が厳しく、設備等の屋外設置が難しい(太陽光発電/消化ガス発電) 日射量が不足する可能性がある(太陽光発電) 	処理水量/汚泥量が不足するため、実施可能性の検討は詳細な検討が必要である消化ガス発電)。	土砂の災害警戒区域に該当するか等の土地制約面の考慮が必要	広域化・共同化、他セクターのバイオマス利活用等が想定される(消化ガス発電)。
⑧水素創出	敷地制約条件が厳しく、設備等の屋外設置が難しい	葉山町の規模を考えると事業性の観点から実施は難しいと考えられる	<ul style="list-style-type: none"> 対応可能な民間事業者が少ない 技術が十分に確立されていない <u>⇒他自治体を含め、実施は難しい可能性が高い</u>	—
⑨下水熱の利用	採熱候補のポンプ場周辺に下水熱を活用可能な公共施設等が存在せず、下水熱の需要が見込めない <u>⇒葉山町での実施は難しい可能性が高い</u>	イニシャルコストが高いこと、下水熱の需要が見込めないことから、事業性の観点から実施が難しいと考えられる。	対応可能な民間事業者が少ない	—

7. スキーム・進め方の検討

第1回マーケットサウンディングでは、各 CN の取組について制約条件等を初期的に整理した。本章では、成立条件、制約条件のうち特に留意が必要な項目について再度に整理すると共に、官民連携のスキームを用いた制約条件の解消方法を検討し、第2回マーケットサウンディングでの確認事項の検討に資する。また、他セクター連携にあたっての部署間連携のハードルなど制約条件は公共内部にも存在することから、先進自治体にヒアリングして制約条件の解消方法等を把握し、葉山町での検討に資する。

7-1. 実施上の課題（制約条件）の整理

第1回のマーケットサウンディングを踏まえて、各企業から提案された取組及び実施のためには、いくつか大きな制約条件が存在することが明らかになった。

1) 処理水量/汚泥量の確保

バイオガス発電や固形燃料化、肥料化等の取組について、葉山町の処理水量は令和2年度で 5,741 m³/日、脱水汚泥量は 1,743t/年であり、この規模を踏まえると、葉山町単独では事業性の確保が困難という状況が明らかとなった（葉山町単独で事業性の確保は可能であると回答する民間事業者も存在するが、事業者の確保が困難と回答した民間事業者が太宗を占めている）。

他方、逗子市との広域化・共同化により、逗子市の下水を受け入れた場合、事業者の確保が可能と回答した民間事業者も存在しており、第2回マーケットサウンディングでは、逗子市との広域化・共同化を前提とした場合の CN 関連の各取組の成立条件、制約条件等の深掘りを行うこととする。

また、生ゴミ等の他セクターの有機物等の受入により、事業規模を拡大することも考えられる。第2回マーケットサウンディングで成立条件、制約条件等を確認することに加え、他セクターとの連携は自治体における内部の部局間の調整が必須となることから、クロスセクター(4-2-2. 参照)の取組を実施している先進自治体に成功の要因等をヒアリングすることとする。

2) 敷地スペースの確保

葉山浄化センター固有の制約条件として、トンネル内に処理施設が配置されていること、トンネル内を含めて余剰用地が少ないこと、用途地域が都市計画公園であり、新たな設備を設置するための建屋等の建設が困難であることなどがあげられる。第1回マーケットサウンディングでは、新たなトンネルの施工や浄化センター敷地外への設備等の導入も技術的には可能ではあるものの、事業性の観点から現実的でないという意見を踏まえ、第2回マーケットサウンディングでは、現在の敷地条件を踏まえた実施可能な取組を深掘りすることとする。

3) 受入先・需要先の確保

肥料化や固形燃料化の場合、生成物の受入先・需要先の確保も事業性を確保する上では重要な論点となる。「リスクを最もよく管理することができる者が当該リスクを分担する」という考え方の下で、先行する PFI 等の事例では受入先・需要先に係るリスクは民間事業者が負担することが一般的である。

しかし、受入先・需要先に係るリスクを全面的に民間事業者に移譲するのではなく、リスクは民間事業者で持つものの、自治体でリレーションのある JA 等の団体と橋渡し役を自治体が担うことで、リスクを軽減させることも重要と考えられる。クロスセクター(4-2-2. 参照)の取組を実施している先進自治体に対し、検討段階のサウンディング調査等で自治体に橋渡し役を求められる意見があったか、またそのような意見があった場合公募条件にどのように反映させたかなどをヒアリングすることとする。

4) クロスセクターの視点

CN 効果を最大にするためには、各取組の包括、各取組が包含されるセクター間の連携が重要となる。第 2 回マーケットサウンディングでは、CN 効果を最大にするための各取組のベストミックスの考え方、それに対する制約条件(物理面、経済面、制度面)について確認することとする。

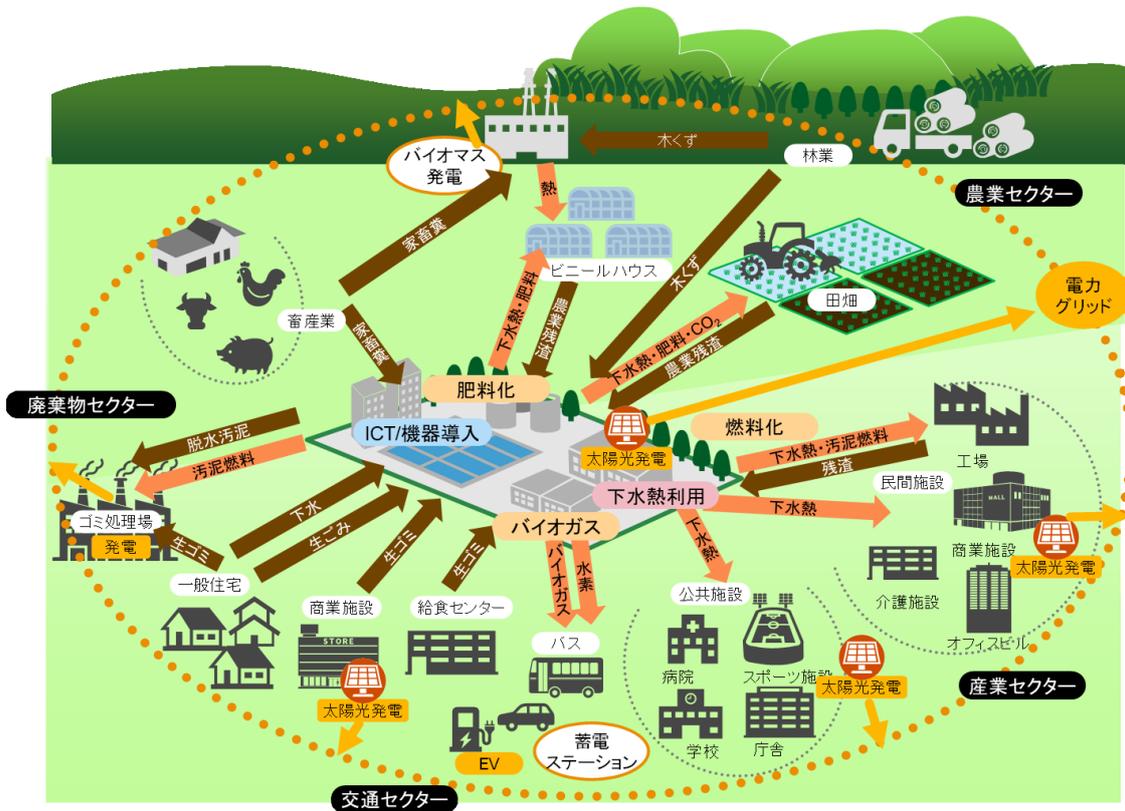


図 40 下水道を起点としたクロスセクターの取組(ベストミックス)イメージ

5)費用対効果の確保・説明方法

CN の実現に係る施策は、今後、官民連携も含めた事業を実施する上での最重要アジェンダの1つである。第1回マーケットサウンディングでは、コストをかければ可能という回答も多く、事業実現において費用対効果(B/C、VFM 等)をどのように整理・説明していくかが内外の説明責任を果たす点で重要である。そのため、先進自治体に対し、費用対効果内部で合意を図ったかについて、ヒアリングすることとする。

7-2. 先進自治体へのヒアリング

7-1. では、第1回マーケットサウンディングの結果を踏まえ、「他セクターとの連携における自治体内の部局間連携」、「生成物の受入先・需要先の確保に係る自治体の関与方法」、「費用対効果の説明方法」等を中心に先進自治体に対しヒアリングすることとした。

7-2-1. 実施方法

4-2-2. における先進自治体のうち、葉山町と事業規模が近い北海道恵庭市及び富山県黒部市、多様なセクター連携を行っている秋田県及び愛知県豊橋市にヒアリングを実施した。

当該自治体には事前に質問票(別紙5参照)を配布し、以下の日程でヒアリングを実施した。

表 31 ヒアリング日程

自治体名	ヒアリング日
愛知県豊橋市	令和4年12月14日
秋田県	令和5年1月12日
北海道恵庭市	令和5年1月13日
富山県黒部市	訪問はせず書面にて回答

7-2-2. ヒアリング結果及び考察

1) 他セクターとの連携における自治体内の部局間連携

豊橋市、恵庭市共に、早期に首長に事業の説明を行い、トップダウンで事業が推進されたことが共通点としてあげられる。首長が事業の先陣を切ることで、部局間の垣根を超えた連携が一層進むものと考えられる。また、下水道部局と連携先の部局間の両方を経験している職員の存在もセクター連携の大きな推進力となり得る。

また、黒部市は、基本構想段階から、各バイオマスを所管している部署、関連団体を検討委員会の委員となってもら等、検討の早期から多様な主体を巻き込んで検討を進めていた。

葉山町では、下水道事業を所管する下水道課と生ごみを所管する環境課は同じ環境部内に設置されていることから、人事異動の機会のみならず日々の業務においてもコミュニケーションの機会があることから、連携し易い状況下にあると考えられる。

- ・ 導入可能性調査の結果を受け、上下水道局で発案し、生ごみを所管する環境部を巻き込んで事業化した。また、市長が国土交通省出身でありトップダウンで進めていくことができた点、上下水道局長が環境部長を経験していた点が部局横断の実現に大きく貢献したと考えている。また、技術系職員は上下水道局や環境部間の異動が多く、お互いの事業を理解していることから、連携がとりやすい環境にあったと考えられる。豊橋市と同規模の自治体であれば同じような異動がされているのではないかと。(豊橋市)
- ・ 廃棄物事業の課題解消を目的とし、トップダウンに近い形で進められたことに加え、平成元年度から下水処理場の隣接地でし尿処理場(現在の地域バイオマス前処理施設)が単独処理しており、下水処理場との類似性から下水道部局の職員がし尿処理場を兼務していたということも部局間の協力体制が整えられた要因と考えている。また、事業を進めるにあたってはお互いの事業にとって win-win な関係になることが重要と考えている。恵庭市の場合は、バイオマス資源や廃熱などの両者の資源融通によってはじめて成り立つ事業という位置付けをし、バイオガス売却益を両方で享受したり、ごみ焼却施設の廃熱(蒸気)を下水処理場で無償提供受けるなどと事業の持続性を意識した取り決めをしている。(恵庭市)
- ・ 基本構想段階から、各バイオマスを所管している部署、関連団体を検討委員会の委員になってもらい、協議を行っていたため障壁は特段なかった。一方、この事業では、浄化槽汚泥棟の一般廃棄物とコーヒー粕等の産業廃棄物を受け入れ処理しているため、廃掃法が適用されるため、県の環境部局との協議が必要であり、協議に約 2 年を費やしている。

2) 事業規模

豊橋市、秋田県及び恵庭市は、検討段階で処理水量や汚泥量の不足といった課題は無く、事業性を確保できる規模である点を確認後に事業化、事業が実施されている。他方、黒部市は下水汚泥のみでは事業性が難しいことから、他セクターのバイオマスである事業系食品残渣を受け入れることで事業性を確保している。

- ・ 導入可能性調査にて、汚泥単独でなく生ごみを混ぜた方がよりバイオガスが発生するという結果が得られたことから、環境部局と連携し事業化に向けて調整を開始した。(豊橋市)
- ・ 水量については特段議論にはならなかった。また今回は複数の電力源を組み合わせることから、仮に消化ガスが足りないということであっても、太陽光や風力から確保出来れば良

いと考えている。初期の時点で消化ガス単体の FIT の活用は検討していた。事業収支という面では問題なかったが、秋田臨海処理センター地域のエネルギーの自立化や脱炭素化という観点からは外れてしまうことから、発電電力を自家消費する方が望ましいと考え、環境省に話をもっていった。(秋田県)

- ・ 過去から下水汚泥の減容化や暖房 給湯 消化槽加温用の消化ガス生成を目的とした消化槽が既に整備されており、下水汚泥由来のバイオガス発生量が既に把握できていたことに加え、有機物量換算で生ごみ受入れ後のバイオガス増加量を見込むことで事業性を検討していた。生ごみを下水処理場で受入れバイオガス化して有効利用する場合のコストと生ごみを可燃ごみとして焼却処理する場合のコストを比較し、前者の方が 15 年間のトータルコストが小さいことを確認し、生ごみを地域バイオマスとして受け入れることとした。(恵庭市)
- ・ 当初から、下水汚泥のみでは事業性の確保は難しく、事業系食品残渣(コーヒー粕)を受け入れて事業性が確保できるという結論だった。

3) 生成物等の受入先・需要先の確保に係る自治体の関与方法(官民のリスク分担)

契約においては民間事業者のリスクとし、公共として積極的に関与はしていないものの、需要先を確保出来なかった場合の措置、又は協議に応じる旨を記載することで、民間事業者のリスクを軽減させている。民間事業者への過剰なリスクの転嫁は健全な競争環境を阻害する恐れがあることから、官民のリスク分担を検討するにあたっては、留意が必要である。

- ・ 炭化燃料の需要先の確保は、原則、事業者のリスクとしている。しかし、需要先の確保ができない場合、契約書の定め⁶に従い、市で引き取ることができることとしている。リスク分担表において、市側と民間事業者でリスクを共有としているのは、そのためである。(豊橋市)
- ・ 非公式の場では、肥料の捌き先(JA 等)を紹介・組み込んでほしいという依頼もあった。(秋田県)
- ・ 契約書の中で『不可抗力又は法令等の変更により、費用が増減した場合は協議する』という条項や『定めのない事項について必要が生じた場合は誠実に協議して定める』という条項があるので、これを適用することを想定している。(恵庭市)
- ・ 実施方針段階で、複数業者から民間業者にはバイオマスの調達確保はリスクが大きいいため、市でリスク分担してほしいと要望があった。また、汚泥肥料の販路の確保については民間事業者で行っている。(黒部市)

4) 費用対効果の説明方法

費用対効果の説明の方法としては、Benefit(便益)と Cost(費用)を比較した B/C や、導入前後のコストを比較した $C(\text{導入後のコスト})/C(\text{導入前のコスト})$ があげられる。事業そのものの経済性を数値化できる B/C は費用対効果の説明方法として説得力のあるものであるが、B/C の詳細な算定が難しい場合や、定量化ができない Benefit があるなど B/C では費用対効果が十分

⁶ 発酵後汚泥の利活用等業務に係る対価について、有価物として利活用を行う場合は独立採算であることから市から支払いは行われませんが、非有価物(全体量から有価物として利活用した量を除いたもの)については市から支払われることとなっている。

に説明できない場面も想定されるため、事業実施前後の維持管理費の削減額等の C/C で説明することも考えられる。

- ・ B/C の詳細な算定は難しいため、C(導入後のコスト)/C(導入前のコスト)など、見せ方の工夫が必要と考える。(秋田県)
- ・ CN の取組に係るコスト意識は重要と考えている。コストをかければ GHG 排出量の削減効果のある取組を行うことは可能と考えるが、現状ではそのような投資をするインセンティブが見えず、経営審議会や庁内の合意形成も難航することが想定される。当市では、当面は現状の維持管理費の範囲内で GHG 排出量の削減に寄与する取組ができないかと模索しており、その一例が PPA ではないか考える。下水道の第一義的目的を達成するための本来業務については、勿論下水道事業で行うべきである。しかし、発電事業などについては、多くのノウハウを有し、ビジネスチャンスにもなり得る民間企業との連携が望ましいのではないかと考える。(恵庭市)
- ・ バイオガス発電事業については、B/C の観点からの経済性分析、維持管理の観点、事業者撤退リスク、FIT の活用の観点から、複数のスキームを総合的に評価し、民設民営方式の採用を決定した。(恵庭市)

5)その他

① GHG 排出量削減効果の示し方

下水熱起点による GHG 排出量削減に資する事業であっても、活用した制度やスキームが異なることで、地方公共団体実行計画における報告値に反映できない場合があり、反映できない場合は記載の方法を工夫してその効果を示している実態があることが分かった。

- ・ GX の取組みの加速化にあたってはそれぞれの自治体内での合意形成が重要で地方公共団体実行計画への反映が一つの鍵と考えている。昨今、FIT 制度を活用した民設民営による消化ガス発電事業が普及促進されているが、場内利用ではなく売電事業となっているため温対法上の報告値に反映することができず、地方公共団体実行計画[事務事業編](以下「事務事業編」)への反映の仕方が課題と考えている。当市の場合、FIT 制度を活用したバイオガス発電分を加味すると下水道事業の約 9 割もの GHG 排出量削減効果がある事業であるが、温対法上の報告値にカウントできないことを踏まえ、どのように地方公共団体実行計画に盛り込むべきか模索をしている。地球温暖化防止対策実行計画[区域施策編]で見込むことも可能であるが、事務事業編にこだわりたいと思っている。市の施策を進めるにあたっては、事務事業編の方が重視されていると感じており、温対法報告ベースと社会貢献ベースの 2 段書きで見せる等を模索しているところである。(恵庭市)

② 物価変動

昨今の建設資材の高騰やウクライナ危機等に起因する物価上昇等により、従来の PFI 契約書や契約約款等の物価変動に係る規定では民間事業者が対応できない可能性があり、時世に応じた規定が必要である。

- ・ 物価変動が激しいことから、物価変動のリスク分担をだれが負うかは公募までに整理が必要と認識(秋田県)

7-2-3. 総括

豊橋市及び恵庭市は生ごみを混合消化しバイオガス量を増加させる、秋田県は一つの電源に依存しないスキームとする、黒部市は下水汚泥だけでなく事業系食品残渣(コーヒー粕)を受け入れる、などして事業性を確保しており、複数セクターの連携や複数の取組の実施などのベストミックスの視点が事業の成功に大きく寄与しているものと考えられた。また、ベストミックスの推進には、庁内の連携体制の確保及び費用対効果やスキーム選定にあたっての説明を十分に果たすことが重要であることが改めて浮き彫りとなった。

自治体名	ヒアリングの結果から想定される事業の成功要因
愛知県豊橋市	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>トップダウンで事業が推進され、下水道部局と連携先の部局間の両方を経験している職員の存在が推進力となった。</u> ・ <u>導入可能性調査段階で生ごみを混ぜた方がよりバイオガスが発生するという結果を得ており、十分な事業性を確保できる水準を早期で見極めることができていた。</u> ・ <u>需要リスクを全て民間に転嫁するのではなく、一定公共が受け入れることで、民間の事業参画意欲を高め、競争環境を確保することができた。</u>
秋田県 (事業開始前)	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>一つの電源の発電量が想定よりも少なくても、他の電源でカバーできる仕組みを取っており、複数の電力源(バイオガス発電、太陽光発電、洋上風力発電)を組み合わせることで事業性を確保することができていた。</u>
北海道恵庭市	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>トップダウンで事業が推進され、下水道部局と連携先の部局間の両方を経験している職員の存在が推進力となった。</u> ・ <u>生ごみ受入れ後のバイオガス増加量を確認することができていた。また、生ごみを下水処理場で受入れバイオガス化して有効利用する場合のコストと生ごみを可燃ごみとして焼却処理する場合のコストの比較検討を行うことで、バイオガス発電の事業性を事前に十分確認できていた。</u> ・ <u>経済性分析(B/C)、維持管理、事業者撤退リスク、FITの活用等の複数の観点からスキームを総合的に評価することで、庁内及び住民に対し、スキーム選定にあたっての説明責任を十分に果たすことができていた。</u>
富山県黒部市	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>当初から、下水汚泥のみでは事業性の確保は難しく、事業系食品残渣(コーヒー粕)を受け入れて事業性が確保できるという結論であった。単一セクターで事業性が確保できなくても、他セクターと連携することで事業性を確保することができていた。</u> ・ <u>他セクターとの連携にあたっては、基本構想段階から、各バイオマスを所管している部署、関連団体を検討委員会の委員になってもらい、協議を実施しており、検討の早期から多様な主体を巻き込んで検討を進めていた。</u>

7-3. 活用可能な官民連携手法の概要

CN に資する取組の制約条件を解決し、取組効果を最大化する視点から、官民連携手法の活用可能性を検討するための基礎情報について整理した。

7-3-1. 官民連携手法の種類

CN の取組において想定される官民連携手法として、現行の施設運営手法である直営に加えて、DBO/PFI/コンセッション/民設民営方式が挙げられる。

表 32 官民連携手法の種類

手法	手法の概要	手法の特徴	標準的契約年数	仕様・性能	資金	報酬体系
直営	従来と同様	—	単年度	仕様発注	企業債	固定報酬
DBO	施設的设计・建設・維持管理・修繕を一体的に委ねる。 資金は公共。	<ul style="list-style-type: none"> 新規整備や再構築に用いられる。 資金負担が公共側になるため民間企業は初期投資を回収しやすい。 	長期契約	性能発注	企業債	固定報酬
PFI	施設的设计・建設・維持管理・修繕を一体的に委ねる。 資金は民間。	<ul style="list-style-type: none"> 新規整備や再構築に用いられる。 資金負担を金融機関から行うため、金融機関の審査やモニタリングにより効率性が促される。 	長期契約	性能発注	民間資金	固定報酬
コンセッション	施設の維持管理・修繕・改築の業務を長期契約で包括的に委託する。	<ul style="list-style-type: none"> 既設の施設に対して用いられる。 長期契約で改築を含むため効率化が促されやすい。 需要リスクが移転される。 	長期契約	性能発注	民間資金／企業債	独立採算 (改築部分は交付金や企業債等による)
民設民営方式	民間が自らの責任のもとで、設計・建設・維持管理・修繕を実施	<ul style="list-style-type: none"> 民間にリスクが完全に移転される。 	長期契約	—	民間資金	独立採算

1)DBO

施設的设计・建设・維持管理・修繕を一体的に委ねる。施設などの新規もしくは再構築が対象となり、包括的民間委託に比べてより包括的な管理と運営の合理化が図られる。当該事業の資金調達が発注者が行うこととなる。

維持管理や修繕を効率的に行うことを見据えて設計・建设も一括で実施するためライフサイクルコストの抑制が図られやすい。民間事業者にとって資金負担が公共側になるため民間企業は初期投資を回収しやすい側面もある。

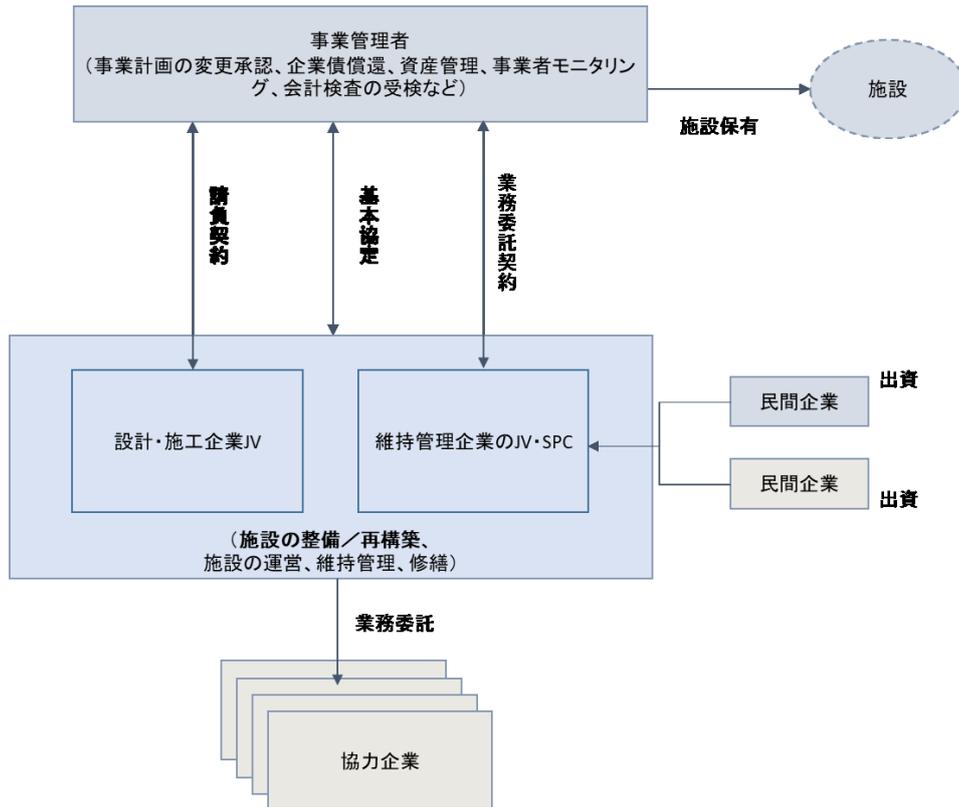


図 41 DBO のスキーム図

2)PFI

施設的设计・建設・維持管理・修繕を一体的に委ねる。民間事業者は SPC を設立して発注者との間で事業契約を締結し、事業費用に金利等を事業期間で分割したサービス購入費が受注者に支払われる仕組みである。民間事業者はこの契約に基づき金融機関から資金を自ら調達する。DBO と同様に施設などの新規もしくは再構築が主な対象となり、包括的民間委託に比べてより包括的な管理と運営の合理化が図られる。

維持管理や修繕を効率的に行うことを見据えて設計・建設も一括で実施するためライフサイクルコストの抑制が図られやすい。金融機関が関与することで金融機関が事業の審査やモニタリングを行うこととなり、融資資金の回収を見込める実現可能性の高い事業計画策定を促す効果が期待される。また、毎年度同額のサービス購入費を支払うことで財政の平準化が図られる。

PFI 事業について、事業実施過程における設計、建設、維持管理、運営及び所有の関係に着目すると、表 33 に示す通り分類される。また、PFI を事業類型別にみると、表 34 に示す通り「独立採算型」、「サービス購入型」、「混合型」の 3 つに分類することができる。

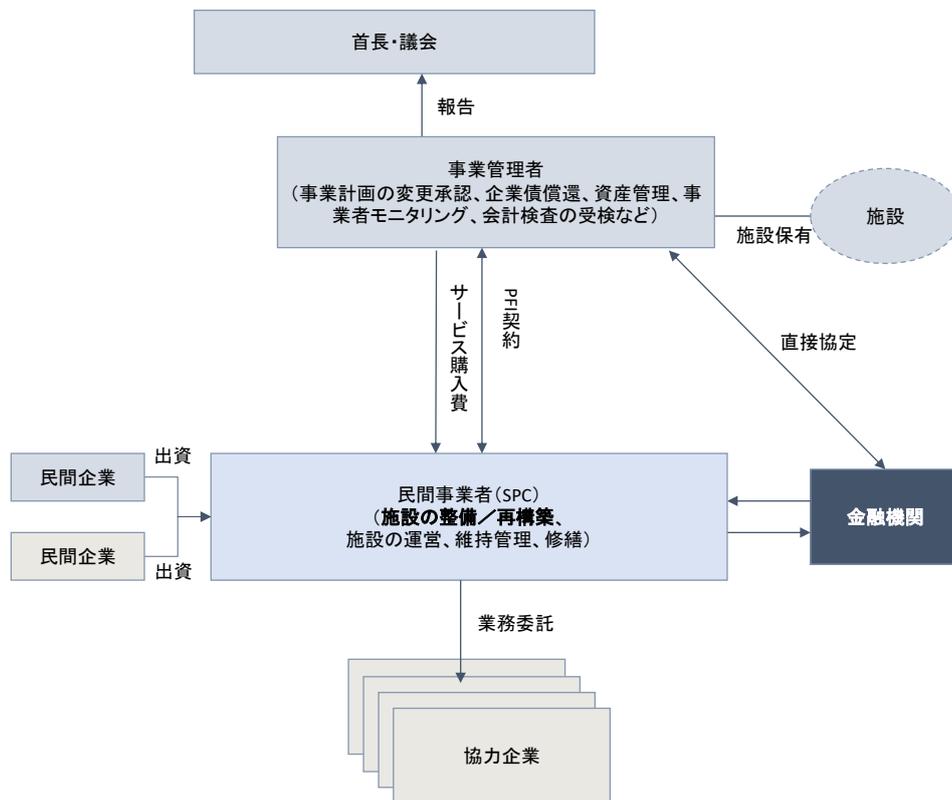


図 42 PFI のスキーム図

表 33 PFI 事業の実施方式

事業方式	内容
BTO (Build-Transfer-Operate)	民間事業者が自ら資金調達を行い、施設を建設(Build)した後、その施設の所有権を公共に譲渡(Transfer)した上で、民間事業者がその施設の維持管理・運営(Operate)を行う方式。
BOT (Build-Operate-Transfer)	民間事業者が自ら資金調達を行い、施設を建設(Build)し、契約期間にわたる維持管理・運営(Operate)を行い、事業期間終了後(資金回収した後)、公共にその施設を譲渡(Transfer)する方式。
BOO (Build-Own-Operate)	民間事業者が自ら資金調達を行って施設を建設(Build)し、そのまま保有(Own)し続け、維持管理・運営(Operate)を行う方式。公共への施設の譲渡は行わず、民間事業者が保有し続けるか、若しくは事業終了後に撤去する。
RO (Rehabilitate-Operate)	所有権は公共が持ったままで、民間事業者が自ら資金調達を行って施設の改修、補修(Rehabilitate)を行い、その施設の維持管理・運営(Operate)を行う方式。
O (Operate)	民間事業者は施設的设计・建設を行わず、施設の維持管理・運営(Operate)を行う方式

表 34 PFI 事業の実施方式

類型	特徴
独立採算型	民間事業者が整備した施設・サービスに対して利用者が支払う料金等で事業費を賄う類型であり、利用者の増減により事業者の収入が影響を受けることから、事業者が長期にわたり事業リスクを負担する。
サービス購入型	民間事業者が整備した施設・サービスに県が対価(サービス購入料や補助金)を支払うことで、事業費を賄う類型であり、予め定められたサービス購入料が支払われるため、事業者にとっては安定的に事業を行うことが可能となる。
混合型	独立採算型とサービス購入型を組み合わせ、利用者による料金等と公的主体からの補助金等により事業費を賄う類型であり、需要の変動が大きく安定したサービスの提供が難しい分野や、民間事業者の参画意欲が低い分野等に適用される。

3) コンセッション

施設の所有権は民間事業者に移転せず、民間事業者には公共施設等運営権を付与する。民間事業者は公共施設等運営権により利用料金を利用者から収受できるようになり、この利用料金に基づき事業を運営する仕組み(平成 23 年 5 月に成立した改正 PFI 法で制度が整備されたもの)。

施設の維持管理・修繕・改築の業務を長期契約で包括的に委託することができる。なお、いわゆる新設工事や施設等を全面除却し再整備する場合には、PFI事業として実施した後、運営権を設定することが考えられる。

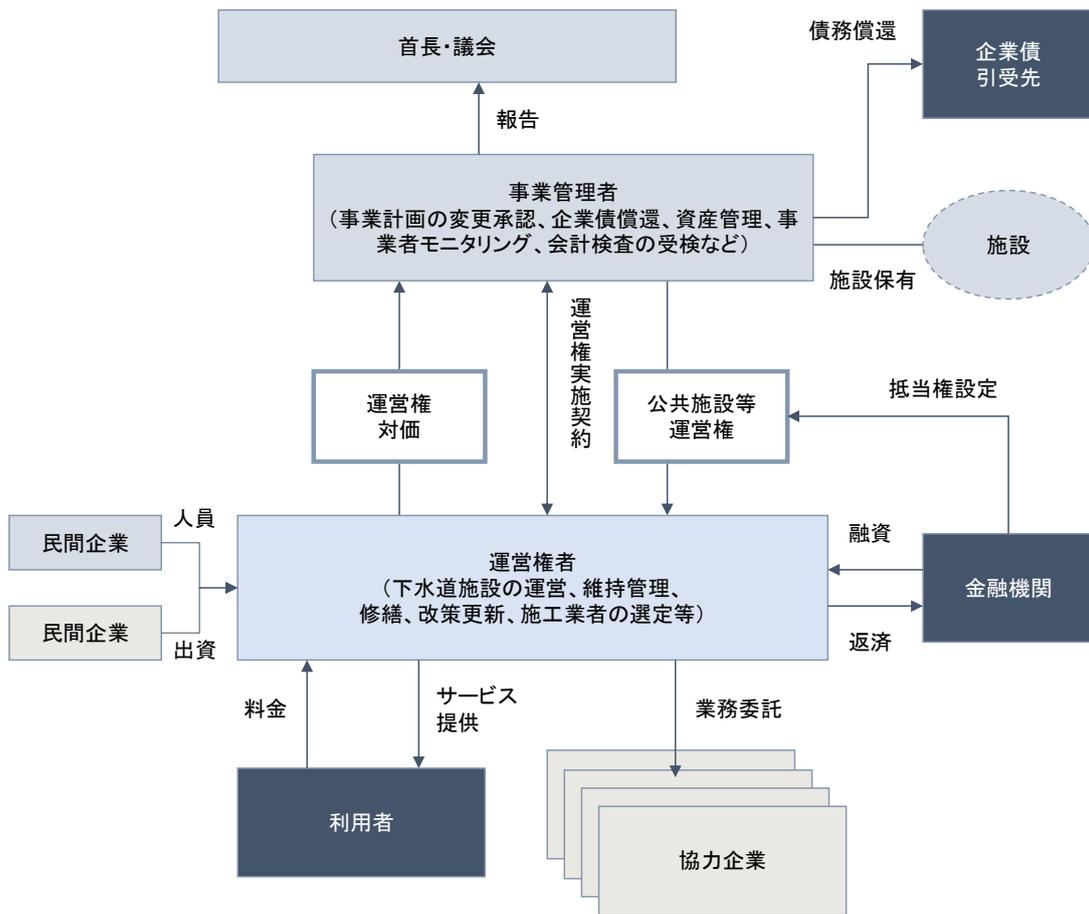


図 43 コンセッションのスキーム図

4) 民設民営方式

民間事業者に対し、土地を貸付け又は使用許可を行い、当該敷地において、民間事業者が施設の設計・建設・維持管理・修繕を一体的に実施する。図 44 の場合、事業管理者から消化ガスを買入れた上で、自ら整備した施設で発電を行い、電気事業者に電力を売却する。

事業期間に亘り、施設の所有は民間事業者であるが、事業終了後は施設を解体し、原則更地で返還することとなる。

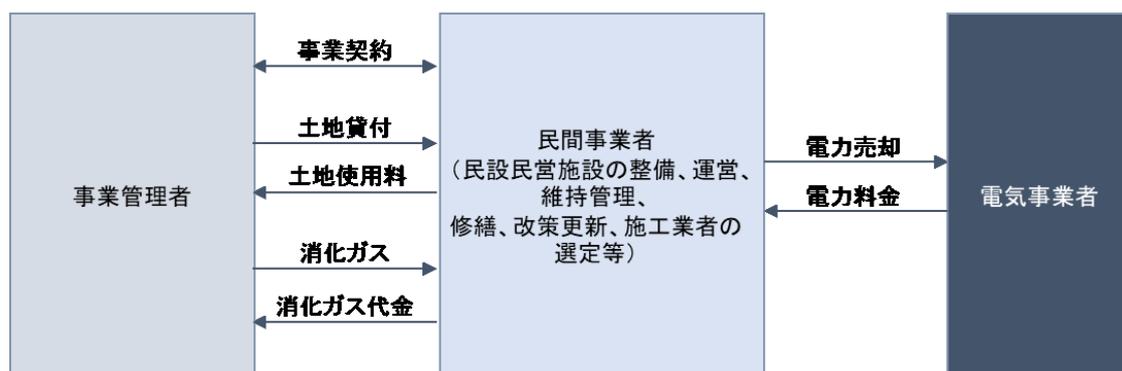


図 44 民設民営のスキーム図(恵庭市の事例)

7-3-2. CN 関連の取組に対する官民連携手法の適用可能性

DBO、PFI、コンセッション、民設民営方式の4つの官民連携スキームに対し、成立要件及びスキーム適用の際の期待効果を表 35 に整理した。

表 35 CN 関連の取組に対する官民連携手法の適用可能性

	成立要件	適用による期待効果(発注者側の視点)		
		事業の効率性の面	リスク面	経済面
共通	<ul style="list-style-type: none"> 民間事業者の事業リスク(水量・汚泥量確保・受入先確保等)の許容度の見極めが必要、競争環境の成立が必須 	<ul style="list-style-type: none"> 敷地面積確保等の物理面に係る制約条件下においても、民間のノウハウを活用し、事業実施できる可能性 	<ul style="list-style-type: none"> 従来方式と比較すると、広範な範囲を民間事業者に任せることが可能となり、それに伴うリスク移転が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 民間ノウハウの活用により、ライフサイクルコストの抑制が期待
DBO	<ul style="list-style-type: none"> 仕様発注ではなく性能発注が可能であることが必要 竣工時に設計建設費を支払う必要があることから、補助金、起債、一般財源等から財源を捻出する必要 	<ul style="list-style-type: none"> 設計施工から維持管理運営までを一体的に民間事業者を実施させるため、効率的な事業推進が期待 	<ul style="list-style-type: none"> 共通に記載内容とおおむね同 	<ul style="list-style-type: none"> 起債金利が民間事業者の調達金利より安価な状況下では、総事業費の観点からは他のスキームと比較すると有利になる可能性
PFI	<ul style="list-style-type: none"> 仕様発注ではなく性能発注が可能であることが必要 独立採算型で実施する場合は、事業者が得る収入で、施設整備費及び維持管理運営費を賄うことが必要 	<ul style="list-style-type: none"> 設計施工から維持管理運営までを一体的に民間事業者を実施させるため、効率的な事業推進が期待 	<ul style="list-style-type: none"> 共通に記載内容とおおむね同 	<ul style="list-style-type: none"> 民間資金を活用し割賦払いで行うことが可能なため、発注者側は支出の平準化が可能。
コンセッション	<ul style="list-style-type: none"> 事業者が得る収入で、運営権対価相当額及び維持管理運営費を賄うことが必要 	<ul style="list-style-type: none"> PFI や DBO と比較すると、民間事業者の裁量幅が広く自由度が高い 	<ul style="list-style-type: none"> PFI や DBO より広範な範囲を民間事業者に任せることとなり、需要リスク等を含めて民間事業者に移転可能 	<ul style="list-style-type: none"> 民間事業者に施設の運営事業を任せるため、財源負担なく施設整備・維持管理運営が可能
民設民営方式	<ul style="list-style-type: none"> 事業者が得る収入で、施設整備費及び維持管理運営費を賄うことが必要 公共による施設の所有が前提となる取組は馴染まない 	<ul style="list-style-type: none"> 民間にリスクを完全に移転するため、民間の責任の下で事業を実施することが可能 	<ul style="list-style-type: none"> 民間にリスクを完全に移転するため、民間の責任の下で事業を実施することが可能 	<ul style="list-style-type: none"> 民間事業者による事業となるため、民設民営部分に関しては財源負担が発生しない 土地貸付料や消化ガス等の売却収入などを得ることが可能

注) 一般的な観点からの差異を示したものでありスキームの制度設計内容により詳細な差は生じる

8. 第2回マーケットサウンディングの実施

8-1. 調査概要

8-1-1. 調査目的・方法

第1回マーケットサウンディングの結果を踏まえ、CNの達成に資する取組について、成立要件、GHG削減効果、導入・実現に必要な概算事業費及び費用対効果を具体化することを目的とする。対象者は第1回マーケットサウンディングに参加した17社(5-2. マーケットサウンディング参加者参照)を対象とする。

第1回マーケットサウンディングの調査票及びヒアリング結果を踏まえ、各社毎に第2回マーケットサウンディングの調査票(別紙4)を作成し、回答を依頼した。

8-1-2. 調査概要

第2回マーケットサウンディングの調査概要を表に示す。

①CNに資する取組の成立要件の確認については、取組毎に調査を実施した。なお、第1回マーケットサウンディングにて、「【C】実施は難しい」と回答した取組については、回答は求めなかった。また、②ベストミックスの考え方については取組毎の回答は求めている。

表 36 第2回マーケットサウンディングの調査概要

項目		調査概要
①CNに資する取組の成立要件の確認(各取組毎に調査)		
(ア)GHG削減への寄与		GHG削減効果を定量的に回答。 ただし、副次的な効果等で定量化が難しい場合はこの限りではない。(例:電力量が既往と比較して〇%削減(定量)、その他、県外への汚泥輸送に係るGHGの削減(定性))
(イ)制約条件	①物理面	提案技術を実現する上での物理面の制約条件を回答。 (1)土地面積・用途地域、流量、汚泥量等 (2)効果発現に必要な期間等 (3)既設設備の制約等
	②経済面	提案技術を実現する上での経済面の条件を回答。 (1)導入に必要な概算費用(イニシャルコスト、ランニングコスト) (2)その他(他の事業や取組との組み合わせで効果が拡大する可能性がある場合等)
	③制度面	提案技術を実現する上での制度面の条件を回答。 (1)法制度(関連する法律の制約) (2)仕様要件(他自治体での実績を必要とする要件等)
	④その他	①～③以外の制約条件を回答。
(ウ)PPP活用可能性		官民連携を活用することで、GHG削減効果の増加、制約条件の緩和に資する方法があれば回答(スキームの工夫、行政側のリスク分担等の観点)
②ベストミックスの考え方		CN効果を最大にするための各取組のベストミックスの考え方、それに対する制約条件(物理面、経済面、制度面)について民間

項目	調査概要
	事業者の参画に係る考え方があれば回答。

8-2. 調査結果

1) ICT を活用した運転制御

既存施設の状況(各種データの収集状況やセンサー等の設備の設置状況等)により、実施の可否を判断することから、葉山町に導入する場合は詳細な調査が必要となる。

表 37 ICT を活用した運転制御(1/2)

企業	コンサルタント	
技術	デジタル情報を活用した BI ツールによる分析と運転改善	
葉山町での実現可能性	A	
(ア)GHG 削減への寄与	BI ツールを用いた診断の結果、運転の最適化を図ることで副次的に CO ₂ 削減に寄与するため、現時点では定量化はできない。	
(イ)制約条件	①物理面	(1)土地面積・用途地域、流量、汚泥量 等 特になし (2)効果発現に必要な期間 等 特になし (3)既設設備の制約 等 中央監視設備等、監視設備からデータログを抽出するなど、電子データで運転管理情報や維持管理情報を受領できることが前提となる。
	②経済面	(1)導入に必要な概算費用 ●イニシャルコスト:3 百万円(環境構築) ●ランニングコスト:1 百万円/年(ネットワーク、クラウド利用料) ※中央監視設備より運転管理データ等を電子データで抽出可能な場合を想定している ※分析(委託)に係る費用は別途見積りが必要となる。 (2)その他 特になし
	③制度面	特になし
	④その他	—
(ウ)PPP 活用可能性	—	
備考		

表 38 ICT を活用した運転制御(2/2)

企業	機電メーカー
技術	ハブグレード ※ハブグレード:機械設備に警報装置をつけて、遠隔監視・遠隔操作をできることの総称
葉山町での実現可能性	C:実現は難しい ただし、葉山浄化センター等整備・運営事業(DB+包括)において、汎用プロトコルを導入できるのであれば、導入可能性の余地は少し上がる可能性がある。

(ア)GHG 削減への寄与	処理場の自動運転制御アプリケーションを導入することにより送風機 10-30%、攪拌機 25-75%、ポンプ場 25-75%の電力削減効果が報告されている。その他にも薬品注入率の低減や処理能力の向上も見込める。また、当該アプリケーションを導入することで N ₂ O 排出量を 70%-90%削減した処理場も存在する。	
(イ)制約条件	①物理面	<p>(1)土地面積・用途地域、流量、汚泥量 等 土地面積等に関する制約はない。既存の施設に導入することが可能。</p> <p>(2)効果発現に必要な期間 等 自動制御アプリケーション導入当日から運転効率化の効果が発現。</p> <p>(3)既設設備の制約 等 データが取出し可能である(汎用プロトコル採用もしくはゲートウェイの設置ができる)必要がある。また、センサー数が十分でない場合は追加で設置する必要がある。</p>
	②経済面	<p>(1)導入に必要な概算費用 葉山町に導入する場合は詳細な検討が必要。 (参考)海外での事例 ●投資回収までの期間:2-4年(平均3年)程度 ●ランニングコストの削減:10-20% ※自動制御アプリケーションの導入コストやランニングコストの削減費用は処理方式や処理場規模、その他の条件によって変化するため、詳細な検討には導入可能性調査を実施する必要がある。 ※センサーの追加設置費用などは含まない。</p> <p>(2)その他(他の事業や取組との組み合わせで効果が拡大する可能性がある場合等) 自動制御アプリケーションを導入したことで、計画していた処理場の増設工事を執り行う必要がなくなった例もある。</p>
	③制度面	使用する LAN システム及び通信プロトコルを「オープンインターフェース」とすることを要求水準書内で指定する必要がある。
	④その他	-
(ウ)PPP 活用可能性	<p>官民連携とすることにより、事業者は従来のウォーターフォール型ではなく、アジャイル方式でのアプリケーション開発を行うことが可能となる。これにより、短期間でのアプリケーション開発が可能となり、さらに追加開発を継続的に行うことで、オペレーションの最適化に資する機能を個別事業に特化させることが可能となす。また、データの多くは維持管理業務と施設運転管理(中央監視制御)によって蓄積されることから、運転維持管理従事者がユーザーとなるアプリケーションも多く、クラウドシステム調達と運転維持管理業務委託の一体化により、ユーザー目線でのシステム開発と導入(アジャイル方式)が可能となる。</p> <p>データ基盤とエッジの整備のため、システム更新(中央監視制御等)と維持管理業務を合わせた契約スキームは、DX 促進の一躍</p>	

	を担う。
備考	詳細な検討は導入可能性調査の実施が必要

2) 機器導入

曝気装置のランニングコストのうち 70%程度を電力費が占めるため、機器導入による、GHG 削減量及びコスト削減量は大きいと考えられる。既存施設の状況を踏まえコスト面や既存の水処理に与える影響を踏まえ、実施可否と検討するものと考えられる。

高効率マンホールポンプの導入や LED 照明は、特段大きな制約なく実施可能な取組と考えられる。

表 39 機器導入(1/3)

企業	機電メーカー	
技術	反応タンク省エネ技術	
葉山町での実現可能性	A	
(ア)GHG 削減への寄与	曝気動力 44%削減 曝気装置のランニングコストのうち 70%程度を電力費が占めるため、機器導入による、GHG 削減量及びコスト削減量は大きいと想定している。	
(イ)制約条件	①物理面	(1)土地面積・用途地域、流量、汚泥量 等 特になし (2)効果発現に必要な期間 等 特になし (3)既設設備の制約 等 ・ 機械・電気設備の更新が必要 ・ 導入にあたり、散気装置は反応タンクの底部に取り付けるため、タンクを空にする必要がある。4 系統目を設置し、順に散気装置を取り付けるようにすれば、施設を停止せずとも工事を完了することは可能である。一台当たり二か月程度の工事期間を要するため、4 系統設置するのみ半年から一年弱かかる
	②経済面	(1)導入に必要な概算費用 ●イニシャルコスト 概算機器費： 394,240 千円(機器費×1.6) 送風機 46,800 千円×3(1)台※制御盤付属 散気装置 26,500 千円×4 池 概算機器計 246,400 千円 ※電気設備工事は含まない。葉山町に導入する場合、機器費と同額程度が必要となる可能性がある。 ●ランニングコスト(部品交換費) 送風機 2,000 千円/年×3 台=6,000 千円/年 散気装置 特になし (2)その他 特になし

	③制度面	特になし
	④その他	特になし
(ウ)PPP活用可能性		—
備考		—

表 40 機器導入(2/3)

企業	ゼネコン	
技術	高効率型マンホールポンプ	
葉山町での実現可能性		
(ア)GHG削減への寄与	高効率型マンホールポンプの導入により、GHG及び電力費を20-50%削減できると考えられる。また、大型で稼働が多いマンホールを更新するとより効果的である。	
(イ)制約条件	①物理面	—
	②経済面	高効率型マンホールポンプ導入にあたり契約電力の変更も可能であるため、より電力を削減できる可能性もある。
	③制度面	—
	④その他	—
(ウ)PPP活用可能性	PPPの手法を活用する必要性は低いと考える	
備考		

表 41 機器導入(3/3)

企業	ゼネコン	
技術	LED照明	
葉山町での実現可能性	A	
(ア)GHG削減への寄与	消費電力量が既往と比較して約70%削減	
(イ)制約条件	①物理面	—
	②経済面	(1)導入に必要な概算費用 ●初期費用:約25百万円(全灯LED化)
	③制度面	—
	④その他	—
(ウ)PPP活用可能性		
備考		

3) 水処理方法の見直し

抜本的な水処理方式の見直しは多額の費用を要することから、葉山町への適用は現実的ではないものの、小規模な処理施設への適用でも GHG の削減や維持管理費の削減に寄与する可能性がある。

表 42 水処理方法の見直し

企業	機電メーカー	
技術	高効率省エネ型オキシデーションディッチ法	
葉山町での実現可能性	B	
(ア)GHG 削減への寄与	他都市における検討事例消費電力 27%削減	
(イ)制約条件	①物理面	(1)土地面積・用途地域、流量、汚泥量 等 特になし (2)効果発現に必要な期間 等 特になし (3)既設設備の制約 等 ・ 機械・電気設備の更新が必要 ・ 土木の改造が必要
	②経済面	(参考)他都市(人口3万人規模)における検討事例 ・ 能力増強により処理施設の増設が不要となった(全体処理能力 3,700m ³ /日のうち、本技術で 2,440m ³ /日进行处理) ・ 建設コストは 5%削減、維持管理コストは 29%削減、ライフサイクルコストは 14%削減された。 高効率省エネ型オキシデーションディッチ法は、大規模であるほどスケールメリットが発生するが、目安として 1,000 m ³ /日以上の水処理が行われるのであれば導入メリットがあると判断している。ただし、稼働率がある程度計画に近い必要性はあり、逆に水処理能力に余裕があって池が余っている場合は効果が少なくなる。実際、し尿や農業集落排水の受入等により流入負荷量が増加し、既存施設能力では処理が難しい場合などで導入効果が高いという知見を得ている。
	③制度面	—
	④その他	—
(ウ)PPP 活用可能性	他都市の事例では下水道の負荷と同等のし尿の投入が行われている。官民連携の活用で他処理場、し尿や集落排水等を既存の下水道施設に統合集約するスキームが組めると、本技術の特徴である能力増強と省エネルギーの効果が最大化されると考えられる。	
備考	葉山町への導入は現実的ではないが、全国的には適用できるところもあるという趣旨で提案している。	

4)汚泥の燃料化

①バイオガス発電

第 1 回マーケットサウンディングにおいても、葉山町の下水汚泥単独でバイオガス発電の実施し、事業性を確保することは難しく、逗子市と広域化や他セクターのバイオマスの受け入れにより、事業規模を拡大することが有効という意見があった。費用関数を用いた下記の算定においても、葉山町の下水汚泥単独で消化ガス発電を実施する場合は事業性の確保は困難であるが、逗子市との広域化や生ごみの受入によりバイオガス発電は成立する可能性あるという示唆が得られた。ただし、事業性の評価は B/C でなく、導入前後の費用比較である C/C である点に注意が必要である。また、費用には葉山町の特殊性を考慮しておらず、トンネル施工等により工事費が増額となり、事業性の有無が逆転しうる可能性にも留意が必要である。

また、敷地制約条件については、必要となる敷地面積を考えると屋外の設置は難しい状況であると考えられる。

企業	ゼネコン	
技術	消化ガス発電、バイオマス利活用	
葉山町での実現可能性	A	
(ア)GHG 削減への寄与	<p>ケース1: (下水汚泥単独で消化ガス発電/葉山町単独) 189t-CO₂/年</p> <p>ケース2: (下水汚泥単独で消化ガス発電/逗子市と広域化を想定) 717t-CO₂/年</p> <p>ケース3: (下水汚泥と事業系生ごみを混合消化し、消化ガス発電/逗子市と広域化を想定) 852t-CO₂/年</p> <p>ケース4: (下水汚泥、事業系生ごみ、食品工場残を混合消化し、消化ガス発電/逗子市と広域化を想定) 1,223t-CO₂/年</p> <p>※ケース設定の前提条件は以下同</p>	
(イ)制約条件	①物理面	<p>(1)土地面積・用途地域、流量、汚泥量 等 ケース別に必要となる敷地面積は以下の通り。</p> <p>ケース 1: (葉山単独/下水汚泥) 620 m²</p> <p>ケース 2: (逗子市と広域化/下水汚泥) 1,500 m²</p> <p>ケース 3: (逗子市と広域化/下水汚泥、事業系生ごみ) 1,800 m²</p> <p>ケース4: (逗子市と広域化/下水汚泥、事業系生ごみ、食品工場残渣) 2,130 m²</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 葉山浄化センターは敷地に余裕がなく、公園が近接しているため、消化ガス発電施設(消化槽、ガスタンクを含め)は屋外設置できない。 ・ (ケース 3 及び 4)生ごみをパッカー車で搬入することに対

		<p>する周辺住民の理解が必要となる。</p> <p>(2)効果発現に必要な期間 等 消化ガスを発生させるための消化処理の運転立上げに約 5 か月かかる。</p> <p>(3)既設設備の制約 等 脱水ケーキ含水率を低減するためには、脱水設備の更新が必要。</p>
	②経済面	<p>(1)導入に必要な概算費用 建設年価と維持管理費の合計で事業性を評価 ケース 1: (葉山単独/下水汚泥) 51.4 百万円/年 > 導入しない場合 (38.4 百万円/年) ⇒事業性は確保できない ケース 2: (逗子市と広域化/下水汚泥) 189.6 百万円/年 < 導入しない場合 (194.5 百万円/年) ⇒事業性は確保できる ケース 3: (逗子市と広域化/下水汚泥、事業系生ごみ) 196.9 百万円/年 > 導入しない場合 (194.5 百万円/年) ⇒事業性は確保できない ケース 4: (逗子市と広域化/下水汚泥、事業系生ごみ、食品工場残渣) 173.4 百万円/年 < 導入しない場合 (194.5 百万円/年) ⇒事業性は確保できる</p> <p>※ただし、費用関数でコストを算出しており、葉山町の固有の条件(トンネル施工が必要となる可能性等)を考慮していないため、事業性が確保できるという評価であっても注意が必要である。</p>
	③制度面	<p>(1)法制度 自ら製造したガスを使用する事業を行う場合、ガス事業法の準用規定が適用される(準用事業者)。</p> <p>(2)仕様要件 消化槽、ガスタンクを含め消化ガス発電設備を屋内設置する場合、その付近の電気設備は防爆仕様としなければならない。 ガス工作物(消化槽、ガスタンク及び配管等)を設置する室は、ガスが漏洩したときに滞留しない構造でなければならないため、開口部又は換気ファンが必要となる。</p>
	④その他	<p>生ごみを受け入れる場合、卵殻、貝殻等カルシウムを含む生ごみは配管閉塞、機器に付着して障害を与える恐れがあるため、除外することが望ましい。</p>
(ウ)PPP 活用可能性		<p>(1)GHG 削減量の増加 民間事業者から排出される食品工場残渣等の産業廃棄物を地域バイオマスとして利活用できれば、GHG 削減量の増加につながる。</p> <p>(2)条件の緩和 廃棄物の処理及び清掃に関する法律(廃棄物処理法)第 11 条</p>

	<p>第 2 項で「市長村は、単独に又は共同して、一般廃棄物とあわせて処理することができる産業廃棄物その他市町村が処理することが必要であると認める産業廃棄物の処理をその事務として行うことができる」と規定されている。(市町村が産業廃棄物の処理をすることを「あわせ産業廃棄物」または「みなし一般廃棄物」と称している。)</p> <p>市長村は、食品工場残渣等の産業廃棄物を「みなし一般廃棄物」として資源化できれば、下水処理場の消化施設でエネルギー化できる地域バイオマスが増え、GHG削減量の増加につながる。</p>
備考	

②固形燃料化

意見なし。

5)汚泥の肥料化

事業性の観点について、肥料の売却収入のみをもって、独立採算で事業を実施することは難しいと考えられる。ランニングコストのうち数%程度しか回収できないと考えられるため、あくまでも副収入という扱いとなる。

肥料の需要先の確保については、当該自治体外で肥料の流通が可能である点から民間事業者が実施した方が効率的という意見がある一方で、第1回と同様に自治体で供給先の確保についての支援を求める意見もあった。

また、下水汚泥をコンポスト化処理して得られる肥料は『汚泥肥料』に分類され、法律上は『堆肥』とは異なる分類となり、有機農業には使用できないという点や下水汚泥に対するマイナスイメージを考慮する必要がある。

表 43 汚泥の肥料化(1/4)

企業	機電メーカー	
技術	薬剤添加によるリン肥料回収	
葉山町での実現可能性	B	
(ア)GHG削減への寄与	脱水ろ液中に溶解しているリン酸を85%回収 ・水処理返流水中のリンを除去 ・リン鉱石からりんを生産する際に発生する電力と相殺し、電力削減できる可能性がある(見込み)	
(イ)制約条件	①物理面	(1)土地面積・用途地域、流量、汚泥量等 沈殿処理などが必要なためある程度の面積が必要 (2)効果発現に必要な期間等 現行の肥料登録では、設備完成後に試験農場での植害試験を実施し肥料登録完了するまでに、1年間試験作物の生産が必要 (3)既設設備の制約等 設備増を伴うため、場合によっては監視制御設備の機能や受電設備などの改造・増設が必要
	②経済面	・条件が整っていないため回答はできない ・回収した肥料の売却益のみで事業をもって独立採算で事業を実施することは難しい。ランニングコストのうち数%程度しか回収できないと考えられる。
	③制度面	肥料の品質の確保等に関する法律(肥料取締法)
	④その他	—
(ウ)PPP活用可能性	<ul style="list-style-type: none"> ・事業形態次第で提案可否が分かれる。 ・肥料の売却益だけで事業を回すような内容では、参画は困難と考える。葉山町が肥料の販売を実施する仕組みであれば可能性がある。 ・他の付加価値を見い出して評価してもらえれば、可能性はあると考える。(リン除去として、高度処理に必要な費用もマイナス分でカウントするなど) 	
備考	—	

表 44 汚泥の肥料化(2/4)

企業	機電メーカー	
技術	コンポスト化	
葉山町での実現可能性	A	
(ア)GHG 削減への寄与	<ul style="list-style-type: none"> ・ 浄化センター場内で堆肥化处理した場合、場外運搬の処理工程が削減でき、その分に相当する GHG 排出量を削減可能と考える。 ・ また、葉山町では現行の処理方法として、セメント原料とするために場外処理後に受入施設側で焼却処理を行っているが、堆肥化处理の場合は焼却処理と比べて CO₂ 排出量が約 60%の削減が見込める(社内試算例)。 	
(イ)制約条件	①物理面	<p>(1)土地面積・用途地域、流量、汚泥量 等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 処理対象物(処理量、含水率)と事業用地の策定が必要であり、処理量等の条件に応じて施設構成や用地面積の検討が必要。10t/日の脱水汚泥を処理すると仮定すると、建物の西側にある敷地での建設は可能である。 <p>(2)効果発現に必要な期間 等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 施設の立上げならびに処理の安定化を目的として、可能ならば 3 か月以上の試運転期間を希望。発酵処理施設では 1 回の処理期間は約 45 日を目安に考えており、2 回分の試運転を通して処理機能の安定化を図る。加えて、処理生成物を肥料として利用・流通される場合には肥料登録が必須。 <p>(3)既設設備の制約 等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 既設設備との関連として、事業用地の確保、既存動線との重複、提案技術への電力供給等が考えられるが、今後の検討が必要。
	②経済面	<p>(1)導入に必要な概算費用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 概算費用の一例として、葉山町+逗子市受入を想定した場合、処理汚泥量は 6~20t/日という規模が推計され、インシヤルコスト約 700~2,000 百万円(償却期間 15-20 年間)、ランニングコスト約 30~90 百万円/年という費用規模が考えられる。インシヤルコスト+ランニングコストの年額は 65 百万円~223 百万円のレンジと考えられる。 ・ 肥料の売却収入で減価償却費や日々のランニングコストをまかなうことは、回答企業では考えていない。販売量の影響を受けるという経営的側面と、安価に肥料を提供するという社会的側面の点から、回答企業では肥料の売却収入による事業費補填は実施していない。肥料売上はあくまでも副収入として考えるべきである。 ※詳細な検討の結果、費用規模が変わる可能性がある。
	③制度面	<p>(1)法制度</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地域バイオマス受入としてその他の有機性廃棄物を受入処理する場合、一般廃棄物処分業許可の有無ならびに要否の確認が必要となる。

		<ul style="list-style-type: none"> 肥料に関する現行法『肥料の品質の確保等に関する法律』において、下水汚泥をコンポスト化処理して得られる肥料は『汚泥肥料』に分類され、法律上は『堆肥』とは異なる分類となり、いわゆる有機農業には使用できないという点や、堆肥を対象とする各種助成措置の適用対象外となる可能性がある点が考えられる。わが国の歴史や慣習からみて下水汚泥コンポストを「堆肥」と呼称する状況は十分に考えられるため、上記の法的な分類は不便に感じる。
	④その他	<ul style="list-style-type: none"> 考慮すべき点として、コンポスト化処理後の生成物の利用・流通が挙げられる。肥料として提供・販売等を実施する場合、肥料登録された肥料であることが必要。 下水汚泥に由来するという点で、「臭気」「重金属」「その他下水汚泥へのマイナスイメージ」が常に論点となる。
(ウ)PPP 活用可能性		<ul style="list-style-type: none"> 民間事業者が施設の設計・建設と運営・維持管理を一括で担うことで、経営能力と技術力を長期間にわたって活用できる点、PFI-BTO 方式と比較して維持管理費が抑えられる点などから DBO 方式による事業スキームを提案する。
備考		<ul style="list-style-type: none"> DBO 等の官民連携手法を用いる際、生成された肥料の需要リスクが検討内容に挙げられるが、当社の場合は担うことが可能。公共で肥料の需要先を確保しようとする場合、当該自治体内で需要先を確保する必要があるが、民間が主体となることで当該自治体外での需要先を確保することのハードルが下がると思料する。また、周辺自治体にとどまらず全国的に流通させることも可能。

表 45 汚泥の肥料化(3/4)

企業	ゼネコン	
技術	コンポスト化	
葉山町での実現可能性	A	
(ア)GHG 削減への寄与	セメント原料に利用している脱水ケーキ 1,197t-wet/年(R3 年度実績)を、コンポスト利用に転換した場合、約 1.5 万 t-CO ₂ /年の CO ₂ が期待できる。	
(イ)制約条件	①物理面	—
	②経済面	—
	③制度面	—
	④その他	<ul style="list-style-type: none"> 周辺地域で受け入れ可能なコンポスト化施設を探す必要がある。 堆肥の使用先確保に苦慮することが多いため、周辺地域で新たに堆肥の使用先を確保する必要がある。
(ウ)PPP 活用可能性	周辺自治体との官民連携を用いた広域化・共同化により、コンポスト化施設の建設や共同利用を進める。より広い地域で堆肥の使用先の確保を図る。	
備考		

表 46 汚泥の肥料化(4/4)

企業	ゼネコン	
技術	コンポスト化	
葉山町での実現可能性	A	
(ア)GHG 削減への寄与	近傍の処理施設に変更することで、運搬に伴う CO ₂ 削減を想定。変更後の処分場により異なるため、回答は控える。	
(イ)制約条件	①物理面	浄化センター外で肥料化することになる。近くに肥料化プラントはあるものの、需要先がないと推測している。
	②経済面	・ 肥料化、燃料化を検討するにあたり最低限必要な汚泥処理量は特段定めていない。
	③制度面	
	④その他	肥料の供給先の確保が必要であるため、他自治体を含め供給先を確保していただけるとより民間の参入意欲が高まる。
(ウ)PPP 活用可能性		
備考		

6)エネルギー回収

意見なし。

7)太陽光/風力発電/消化ガス発電

(1)太陽光発電

敷地内は設置箇所が限られるため、実施は難しい可能性が高い。オフサイト PPA による浄化センター外(下水以外の町の公共施設の活用)の太陽光パネルの設置が考えられる。可能性検討にあたっては、太陽光パネルの設置場所の詳細検討及び日射量の解析等が必要となる。

表 47 太陽光発電(1/2)

企業	ゼネコン	
技術	太陽光発電の敷地内への導入	
葉山町での実現可能性	B	
(ア)GHG 削減への寄与	[他自治体事例] ・パネル容量:約 200kW ・発電量(電力削減量):250,000kWh/年	
(イ)制約条件	①物理面	(1)土地面積・用途地域、流量、汚泥量 等 設置場所が限られる(ポンプ場屋上等) (2) 効果発現に必要な期間 等 特になし (3)既設設備の制約 等 建物の耐震性(屋上設置の場合)、地盤条件
	②経済面	[他自治体事例:パネル容量:約 200kW の場合] ●イニシャルコスト:約 70 百円(重塩害仕様) ●補助金率:1/3
	③制度面	(1) 法制度 都市計画法による都市計画区域に該当する場合は設置について

		て制約有り
	④その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 浄化センターは土砂災害警戒区域に該当しており、設置には注意を要する ・ ポンプ場は重塩害地域に該当しており、機器仕様に注意を要する
(ウ)PPP 活用可能性		官民連携により蓄電池設備等他技術との組み合わせ等、よりGHG 削減効果を最大化するような民間提案が期待できる。
備考		

表 48 太陽光発電(2/2)

企業	ゼネコン	
技術	太陽光発電オフサイト PPA 事業や自己託送による再生可能エネルギーの導入	
葉山町での実現可能性	A	
(ア)GHG 削減への寄与	CO ₂ 削減量 26,319kg/年 59,860kWh/年	
(イ)制約条件	①物理面	太陽光パネル設置用地の面積に依存。
	②経済面	電力購入費用:1,700 千円/年 ※20 年の事業期間を想定。
	③制度面	特になし
	④その他	特になし
(ウ)PPP 活用可能性	-	
備考		

(2)風力発電

意見なし。

(3)消化ガス発電

4)汚泥の燃料化_①バイオガス発電にてあわせて整理したため、そちらを参照のこと。

8)水素創出

意見なし。

9) 下水熱の利用

熱の需要先の確保が前提となるが、現実的では候補となる公共施設等が無いことから、葉山町での適用は難しいものと考えられる。

表 49 下水熱の利用

企業	ゼネコン	
技術	中継ポンプ場の下水熱利用	
葉山町での実現可能性	B	
(ア)GHG 削減への寄与	現状の下水熱のモニタリング結果により削減量が異なるため、回答は控える。詳細検討には1年間のデータ取りが必要。	
(イ)制約条件	①物理面	(1)既存ポンプ場にヒートポンプ等の設置スペースが必要となる。
	②経済面	現時点で施設規模を特定できないため、回答は控える。
	③制度面	特になし
	④その他	熱の利用先を確保する必要がある。供給先として公的施設への供給が妥当と考える。ただし、現時点では候補となる施設等はない。
(ウ)PPP 活用可能性	—	
備考	—	

8-3. 総括

第2回マーケットサウンディングで「A:葉山町で実施可能」と回答のあった CN 関連の取組は、省エネ関連では「ICT を活用した運転制御」、「機器導入」、創エネ関連では「汚泥の燃料化(バイオガス発電)」、「汚泥の肥料化」、「太陽光発電」であった。そのうち、「汚泥の燃料化(バイオガス発電)」は葉山町単独では事業性の確保が難しく、逗子市と広域化や他セクターのバイオマスの受入が前提条件となる。また、創エネ関連の3つの取組は敷地制約条件クリアが前提となる。

今回、いくつかの CN 関連の取組の実行に必要なコストの試算結果や敷地面積等が事業者から提案された。ただし、当該コストはいずれも前提条件を仮設定したうえで算出されたものであることに留意が必要である。

9. 本調査の結果

1) 脱炭素社会の実現に向けて下水道が取り組むべき課題

- 下水道事業は大量の電気を消費しており、地方公共団体の事務事業から排出される GHG の大きな割合を占めている。近年は電力消費が増加する中、持続可能な事業実施が求められている状況下で、GHG 削減に資する省エネを進めることがコスト削減にも資する点で有効といえる。
- 下水汚泥が有する有機物のエネルギーは地域資源の再エネとして脱炭素社会に貢献しうる高いポテンシャルも有しているが、バイオマスとしてリサイクルされ有効活用(エネルギー使用、肥料等への使用等)されている割合は約 3 割にとどまっている。下水に含まれるリンや窒素の利活用により化学肥料の代替にすることで、製品製造時に排出される GHG の排出量の削減と資源循環の両方に寄与する可能性を有しており、創エネも併せて進めることが有効である。
- 上記の取組を戦略的に実行するために必要な下水道施策や目標値の位置づけは、全国的にも一部の地方公共団体でしか実施されていない状況である。地球温暖化対策計画推進法に基づき作成が義務付けられている「地方公共団体実行計画(事務事業編)」において位置づけを明確として取り組むことが重要である。

2) CN 関連の取組の実現可能性

- 地球温暖化対策計画に基づいて定められた下水道分野の削減目標に掲げられた 3 つの項目「省エネ化による CO₂ 削減」「下水道汚泥のエネルギー化」「再生可能エネルギーの導入」に基づき、上下水道事業の主要バリューチェーンを網羅する複数企業と、関連ユーティリティ系の企業も含めてマーケットサウンディングを行い、取組の実現可能性を確認した。
- 水素創出を除き、CN の各取組の導入に係る技術面の大きな課題は生じないものの、いくつかの制約条件が存在する。
 - ✓ 物理面(用地確保、既往設備との整合、連携する周辺施設との距離等)
 - ✓ 経済面(事業規模(水量・汚泥量)、イニシャルコスト、ランニングコスト等)
 - ✓ 法務面(用途地域状の開発制約、公共案件の実績を有すること等)
 - ✓ その他(特定の技術に限定した場合、対応可能な民間事業者が限定され、競争環境の創出が困難となる可能性等)
- クロスセクターの取組とすることができれば、事業規模等の制約を一定程度緩和し、GHG 削減の効果を高めることが可能であるが、実施に向けては発注者である官側で各事業の担当所管を横断する取組が必要であり、一定のハードルが存在する。

3) 葉山町で実施するうえでの課題

葉山町に下水道を起点とした CN の各取組を導入するためには、町特有の制約条件や関連事業の動向を踏まえた整理が必要となる。

(1) 町特有の制約条件

- 物理面の制約
 - ✓ 葉山浄化センター周辺の用地は空きスペースがなく、トンネル内の余剰スペースの活用やそれでも不足する場合はトンネルを掘って新たなスペースを確保することが必要。
 - ✓ 関連して浄化センターの背面は斜面、日照時間が 6 時間程度と相対的に短いことから太陽光発電には不向きな土地条件。その他、下水道課で有している遊休用地等、利活用可能な用地はない。
 - ✓ 浄化センターやポンプ場の周辺に公共施設はなく、仮に下水道施設でエネルギー(下水熱等)を生成しても利用先が近隣には存在しない。
- 経済面の制約:
 - ✓ 物理面の制約で記載したように、地下施設の余剰スペースの活用や不足する場合はトンネルを掘って用地を確保する必要があり、新規整備にはコストが割高となる見込み。
 - ✓ 事業規模が相対的に小さく事業性の確保が困難。葉山町単独で事業性を有する取組を実施するためには下水道だけでなく、クロスセクター(広域化・共同化、他セクターとの連携)の取組が必要。
- 法務面の制約:
 - ✓ 葉山浄化センター周辺の用地は、都市計画上の用途地域は都市公園となっているため、地上部を新規開発するためには用途地域の変更が必要となる。

(2) 主要関連事業の動向

葉山町では、葉山浄化センター等が主に関連して以下の事業が継続中であるため、CN 取組の実行に際しては、これらの案件動向を踏まえることや整合を図ることが必要である。

- 葉山浄化センター等で DB+ 包括民間委託を実施中(令和 5 年度～令和 8 年度)。
※ただし、令和 5 年 4 月に基本契約を締結予定のため、現時点から DB 内容への新規反映は困難。
- 逗子市との広域化・共同化に向けた検討を継続中(令和 5 年度に方針決定予定)。
- コンセッションの導入検討を継続中(令和 7 年度まで継続予定)。
- 第五期葉山町地球温暖化対策実行計画を今後見直し(現計画の目標年度は令和 5 年度)。

4) 制約条件を解決しうる方策

民間企業への段階的なサウンディングやクロスセクターの取組を実施している先進自治体へのヒアリングを踏まえて整理した(表 50 参照)。全体的な概要として、官民連携の導入やクロスセクターの取組とすることで各種の制約条件を解決しうる可能性があるが、実行に際しては町側で関与が必要と想定される内容等、留意点が存在する。

(1)官民連携の導入に係る具体的な留意点

事業性や競争環境を創出する事業範囲や官民リスク分担の設定

- 例えば官側でとるべきリスクに汚泥を肥料化した後の活用先の確保や他セクターからの有機物受入等が挙げられる。一方で、事業者によっては、民側に裁量を渡すことで効果を高めることが期待できる内容(例:アジャイル型開発等)もあることから、取組を具体化したうえで再度民間事業者とサウンディング等を行い、事業範囲やリスク分担の設定を見極めることに留意が必要である。

(2)クロスセクターの取組に係る具体的な留意点

町(下水道課)側で主体的に他セクターと調整する必要性

- 先進自治体のヒアリングで把握できたクロスセクターの成功要因の1つは、官側で関係部署との調整を実施し、組織として一体となって(事例ではトップダウン等)取り組んでいたことが挙げられた。先行事例も参考に、下水道課が主体となり町内や近隣市町との調整・協議をすることに留意が必要である。

(3)その他の留意点

CN 効果を最大化する観点から関連事業と整合、タイミングの見極め

- 葉山町では広域化・共同化、官民連携事業等の規模が大きな事業が並行して進んでいる。主要な制約条件として事業規模があげられており、これらの解決方策ともなり得る事業と考えられる。一方で整合に留意すると導入を先送りすることとなり、CN 効果の発現が遅くなることも踏まえて、事業との整合タイミングを見極め、効果を最大化する取組とすることに留意が必要である。

町としての取組方針を明示したうえで各種条件やコストの精緻化

- 第2回マーケットサウンディングでは、いくつかの CN 関連の取組の実行に必要なコストの試算結果を事業者から提案された。ただし、当該コストは上記した関連事業が並行して進んでいる状況等もあり、いずれも前提条件を仮設定したうえで算出されたものであることに留意が必要である。今後、コストの精度を高めて実行可能性を検討するためには、町として目指す方針(GHG 排出量の削減目標)や、取組に係る詳細な情報(設備情報、関連事業の内容、外部環境に記載した各種事業の具体的な実施時期等)が必要である。
- 町として目指す方針としては、「地方公共団体実行計画(事務事業編)」において位置

づけを明確として取り組むこととし、直近で改定が予定されている第五期葉山町地球温暖化対策実行計画の見直し時に留意する。

町特有の制約条件を解決するための前例に捉われない工夫と制度設計

- 葉山町は物理面の制約が大きいことが特徴であり、当該条件の解決が事業性の担保を左右することが想定される。従来公共側の発注では、他都市や類似規模の施設への導入実績等を義務付けて品質担保をしてきたが、本事業のように新規性が高い取組として制約条件を解決するために、民間事業で採用されている技術の転用を含めた幅広い技術を模索することも一案と考えられる。具体例として、大型ビルの地下で使用されており、下水処理場からすると小型となるバイオガス設備等が挙げられる(後述参考資料)。
- 公共側で実績がない技術についても適用を認めるためのプロセスとして実証実験等も選択肢にすることや、官民連携の導入により制度設計を工夫すること等を検討し、幅広く実現可能性を検討することに留意する。

表 50 CN 取組の適用策(案)

取組	町特有の制約条件			関連事業との整合		制約条件を解決しうる可能性・留意点		評価*	
	物理面	経済面	法務面	広域化	コンセッション	官民連携(コンセッション含む)の導入	クロスセクターの取組	町単独	関連事業を追加
①ICT を活用した運転制御	既設設備との整合により整備ボリュームが異なるため詳細調査が必要。	—	—	監視箇所や自動運転の導入可否を検討	アジャイル型開発による実施	従来式のウォーターフォール型開発ではなく、アジャイル型開発を取り入れることで、前提条件の変更にも柔軟に対応が可能と考えられ、PFI(コンセッション)での検討が選択肢。	—	△ 既設設備との整合、事業費大の可能性	○ 広域化・コンセッションに含める
②機器導入	既設設備との整合により整備ボリュームが異なるため詳細調査が必要。	—	—	—	—	単純な機器交換であれば特に関連はない。	—	○ 省エネ機器入れ替えは可	○ 省エネ機器入れ替えは可
③水処理方法の見直し	既設設備を停止して実施する必要がある停止時の代替方策が必要。 工事用スペースの確保も必要。	大規模な改造が発生する可能性があり、コストが大幅に増加する可能性。	—	新規水処理システムを新設する場合は検討対象	新規水処理システムを新設する場合は検討対象	新規水処理システムを新設する場合には、従来型の設計施工の発注よりも一括発注(DB・DBO・PFI等)とすることで事業の効率性が高まる可能性。また狭隘なスペースでの工事を実施できる可能性。	—	× 既設設備を停止する措置が必要	○ 広域化に含めることで新規整備を行う機会がある
④汚泥の燃料化(消化ガス発電)	新規の設備設置スペースの確保が必要。	事業規模が小さく、下水道単独では事業性を確保することは難しい可能性。	製造したガスを使用する事業を行う場合はガス事業法の準拠が必要(準用事業者として規定)。受入バイオマスや官民連携で設置者を変更する場合は廃掃法。	流入水量を増量させることで事業性の担保ができる可能性	製造したガスの利活用(販売等)を事業範囲に含める等	製造したガスの利活用(販売等)を事業範囲に含めるなど、インセンティブを働かせる取組で解決できる可能性。 ただし、事業者側で新規に有機物を収集することは現実的には困難となる可能性もあり、町の関与等も含めた適正なリスク分担の検討が必要。	逗子市との広域化や生ごみの受入により有機物を増量することで事業性を担保。	△ 小型設備の導入等、新規取組の可能性検討	○ 小型設備の導入、クロスセクターの取組
⑤汚泥の肥料化	新規の設備設置スペースの確保が必要。	事業規模が小さく、下水道単独では事業性を確保することは難しい可能性。	肥料取締法に基づく登録手続きが必要。受入バイオマスや官民連携で設置者を変更する場合は廃掃法。	流入水量を増量させることで事業性の担保ができる可能性	製造した肥料の利活用(販売等)を事業範囲に含める等	肥料の販売等を事業範囲に含めるなど、インセンティブを働かせる取組で解決できる可能性。 ただし、事業者だけでは受入先の確保が困難となる可能性もあり、町の関与等も含めた適正なリスク分担の検討が必要。	逗子市との広域化や生ごみの受入により有機物を増量することで事業性を担保。 周辺市の処理施設に集約することも選択肢。	△ 小型設備の導入等、新規取組の可能性検討	○ 小型設備の導入、クロスセクターの取組
⑥エネルギー回収	新規の設備設置スペースの確保が必要。	事業規模が小さく、下水道単独では事業性を確保することは難しい可能性。	受入バイオマスや官民連携で設置者を変更する場合は廃掃法。	流入水量を増量させることで事業性の担保ができる可能性	製造したエネルギーの利活用(販売等)を事業範囲に含める等	エネルギー利活用を事業範囲に含めるなど、インセンティブを働かせる取組で解決できる可能性。	逗子市との広域化や生ごみの受入により有機物を増量することで事業性を担保。	× 制約条件の影響が大きい	○ 小型設備の導入、クロスセクターの取組

取組	町特有の制約条件			関連事業との整合		制約条件を解決しうる可能性・留意点		評価※	
	物理面	経済面	法務面	広域化	コンセッション	官民連携(コンセッション含む)の導入	クロスセクターの取組	町単独	関連事業を追加
⑦ 太陽光/風力発電	太陽光パネルの設置面積確保が困難等、新規の設備設置スペースの確保が必要。	—	—	—	—	蓄電池設備等の他技術の組合せ等により GHG 削減効果を高めることができる可能性。	—	× 設置面積の確保が困難	△ 広域化に伴い導入を模索
⑧ 水素創出	—	—	—	—	—	—	—	× 技術検証段階のため	× 技術検証段階のため
⑨ 下水熱の利用	下水熱の利用先確保(公共施設への供給が妥当)	排熱量が少ない場合は事業性の確保が難しい可能性。 海外製の設備を導入する場合もあり、故障時のコスト増となる可能性。	—	新規に熱利用が可能な箇所を検討	—	事業者側で熱供給先を確保することは現実的には困難であり、町の方で確保することが必要。	公共施設で下水熱を有効活用する	× 熱供給先の確保が困難	△ 熱供給先の確保が課題であるが導入を模索
その他 (トンネル内を利用した植物栽培)	(余剰スペースでの可能性)	(コストメリットはあまり期待できず、対外的なアピールの要素が大きい)	—	—	—	—	—	△ 取組目的を明確化して導入効果を整理	△ 取組目的を明確化して導入効果を整理

※評価:町単独/町単独で適用することに関する評価

- :制約条件の影響はそこまで大きくなく実施できると考えられる取組
- △:制約条件の影響がある等、導入に際して留意が必要な事項がある取組
- ×:技術的な面や制約条件の影響が大きく、現時点の導入は難しいと考えられる取組

関連事業/関連事業(広域化・共同化、コンセッションの導入)を組み合わせることに関する評価

- :制約条件を解決しうる可能性がある取組
- △:制約条件を解決しうる可能性があるが、制約条件の影響が大きい等、導入に際して留意が必要な事項がある取組
- ×:技術的な面や制約条件の影響が大きく、現時点の導入は難しいと考えられる取組

5)参考:民間事業で採用されている技術

技術的には下水道汚泥処理で活用しているものであり、転用は可能と想定される。ただし、実際の導入に際しては廃掃法上の手続きや補助活用を想定している場合には対象技術として認められるか等の確認が必要と考えられる。

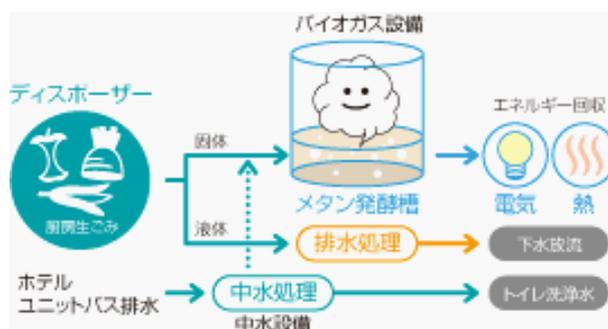
(1)概要

業務施設(あべのハルカス)で発生する生ごみは、処理場まで運搬するまでビル内に保管しておく必要があり、保管による腐敗、悪臭の拡散が生じるなど課題が大きい。一方、ビル内で生ごみを処理する機械が複数開発され導入されているが、このうち堆肥化、乾燥、消滅処理装置については、悪臭など問題が生じており、更なる課題解決が求められているとされている。

日量 5tにも満たない程度の生ごみ発生量ではシステム設計を行う上で経済性評価が難しく、これまで小規模での施設導入事例は極めて少ないとされていた中で、あべのハルカスに導入されたバイオガスシステムについて公表資料から以下に整理する。

(2)設備概要(見込み値)

- ① 処理目的: 厨芥ゴミの減量、厨房排水・雑排水の BOD、SS 処理、および再利用
- ② 処理方法: メタン発酵、流動床式生物膜法、膜分離活性汚泥法
- ③ 処理能力: バイオガス発生設備
 - ▶ ディスポーザ排水 27 m³/日 (最大 270 L/min)、厨房排水 700 m³/日
- ④ 発生バイオガス: メタンガス約 60 %、炭酸ガス約 40 %にて、発生量約 540Nm³/日



出典:あべのハルカス HP

図 45 生ごみ利用によるバイオガス発電

(3)導入効果(期待値)

- ▶ 百貨店やホテル、レストランから発生した生ごみは、主要階に設置したディスポーザに投入
- ▶ 粉碎された生ごみ等はメタン発酵槽の中で微生物によって分解されバイオガスを発生
- ▶ ボイラーなどのガス利用機器を通じて電気・熱エネルギーに変換
- ▶ あべのハルカス全体でエネルギーとして有効利用
- ▶ 廃棄物の外部搬出減少に伴い、CO₂ 排出量を軽減

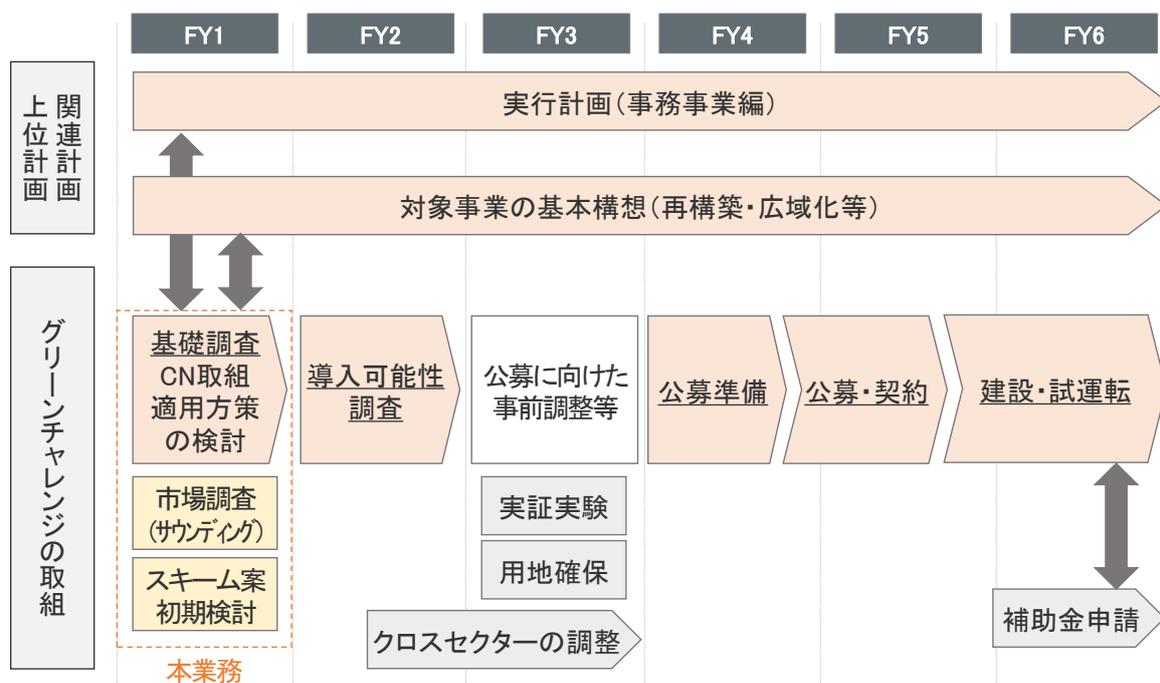
出典:『あべのハルカスの環境技術(バイオマスと水処理設備)』、(株)竹中工務店
神鋼環境ソリューション技報(2013年8月)

10. 今後のロードマップ

1) ロードマップイメージ

今後のロードマップイメージを図 46 に示す。本業務は脱炭素に向けた事業発案の位置づけであり、事業化に向けては導入可能性調査を経て、具体的な事業の中身の整理、官民連携手法の活用によるサービス水準の向上や財政負担軽減の可能性を検証して導入可否を確認することが必要となる。導入方針が決定すれば、各種事前調整をした後に公募、契約、事業履行となる。

前述したが、グリーンチャレンジの取組の実効性を高めるためには、実行計画(事務事業編)や対象事業の上位計画に当たる基本構想等と十分に整合を図ることが必要であり、逆にこれらの計画が未策定あるいは改定中等であれば優先的に整理をすることが必要である。一方で、整合への留意を重視しすぎると、取組の先送りになり CN 効果の発現が遅くなることも踏まえて、事業の優先順位を決定する等、効果を最大化する取組とすることが重要である。



注) 対象とするCNの取組によって、関係するセクター等が異なり、上記の各種期間は大幅に変更となる

図 46 ロードマップ(イメージ)

2)短期的な(FY1・FY2)検討項目及び留意すべき事項

本業務成果を踏まえ、図 46 の FY1、FY2の検討項目リスト及び取組を行う際に留意すべき事項を整理する。各整理に際しては次頁に示す参考資料も適宜活用されたい。

(1)FY1:事業発案段階

内外で幅広く意見を収集し、実行に向けた制約条件の把握と官民連携・クロスセクターの取組による解決可能性について初期検討

業務項目		概要・留意事項
①	先行事例の研究・整理	<ul style="list-style-type: none"> ➤ CN 達成に資する取組について、網羅的に調査・整理し、その効果や成立要件(とくに官民連携、クロスセクターの取組等)を整理
②	上位計画・関係計画の確認	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 策定状況、施策内容、目標年度、計画の更新予定等を確認 ➤ 地方公共団体実行計画(事務事業編)で GHG の削減目標を確認 ➤ クロスセクターの取組を意識し、公共施設等総合管理計画から公共が有する資産の管理状況を確認 ➤ 基本構想(経営戦略・ビジョン等)で事業としての上位計画を確認 ➤ スtockマネジメント計画で施設の計画的・効率的な管理方針を確認
③	関係課へのヒアリング	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ①②から関係課へのヒアリングを実施。クロスセクターとして大きな取組をすることを念頭に、関係課が抱える課題を把握するとともに、検討への支援/担当をいただける体制を構築
④	マーケットサウンディング	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ①②③を含む情報を民間事業者を確認 ➤ 担当事業(本業務では下水道)に関連の大きい事業者のみではなく、クロスセクターの取組とそれに関連のある企業(廃棄物、電力、通信、農業等)も含めて、事業のアイデアやその制約条件等を把握 ➤ 各取組の導入に必要なコスト、与条件の把握
⑤	スキーム・進め方の初期検討	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 官民連携、クロスセクターの取組等により効果を最大化する方策としてスキームを検討、評価 ➤ 今後の進め方(ロードマップ案)を作成

(2)FY2:導入可能性調査段階

対象とする取組に官民連携等を用いる場合の導入可能性を判断

業務項目		概要・留意事項
①	前提条件整理	<ul style="list-style-type: none"> ➤ FY1 で整理した方策の精査・課題確認 ➤ 関係部署との協議、体制確認
②	事業スキームの検討	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 事業方式、事業期間、事業費、資金調達方法、発注方式、リスク分担等の整理
③	サウンディング	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 民間事業者にサウンディングし、②で整理した事業スキームの実現性を評価(参画意欲、ノウハウ発揮余地等の確認)
④	定量評価	<ul style="list-style-type: none"> ➤ VFM の算定等、経済性の分析を実施
⑤	総合評価まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ①～④をとりまとめ、採用する事業方式の妥当性、優位性を確認 ➤ GHG 削減とコスト削減について、定性面、定量面の両面から評価

参考資料一覧

資料名		参照先 URL
国土交通省	国土交通グリーンチャレンジ	https://www.mlit.go.jp/report/press/sogo10_hh_000252.html
国土交通省	脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会	https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000734.html
国土交通省	下水汚泥資源の肥料利用の拡大に向けた官民検討会	https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000784.html
国土交通省	下水道革新的技術実証事業 (B-DASH プロジェクト)	https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000450.html
国土交通省	脱炭素化／資源・エネルギー利用	https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000124.html
国土交通省	下水道における新たな PPP/PFI 事業の促進に向けた検討会	http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000382.html
国土交通省	ガイドライン・マニュアル等	http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000466.html
環境省 国土交通省	下水道における地球温暖化対策マニュアル	https://www.env.go.jp/content/900444538.pdf
環境省	地球温暖化対策計画	https://www.env.go.jp/content/900440195.pdf
環境省	改正地球温暖化対策推進法の概要 ～地域における脱炭素化の促進について～	https://www.env.go.jp/earth/ondanka/domestic.html
環境省	脱炭素地域づくり支援サイト	https://policies.env.go.jp/policy/roadmap/
環境省	排出削減等指針	https://www.env.go.jp/earth/ondanka/gel/
環境省	温室効果ガス排出削減等指針(下水道)	https://www.env.go.jp/earth/ondanka/gel/ghg-guideline/sewer/
環境省	再生可能エネルギー情報提供システム(REPOS)	https://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/
環境省	地方公共団体実行計画策定・実施支援サイト	https://www.env.go.jp/policy/local_keikaku/