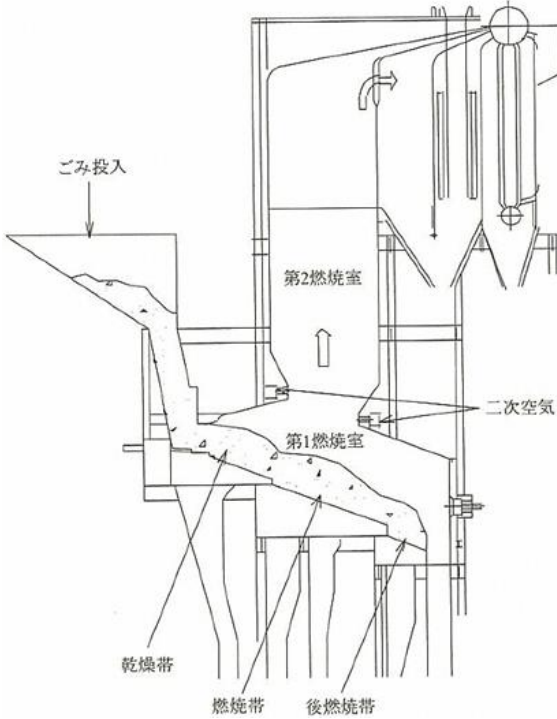
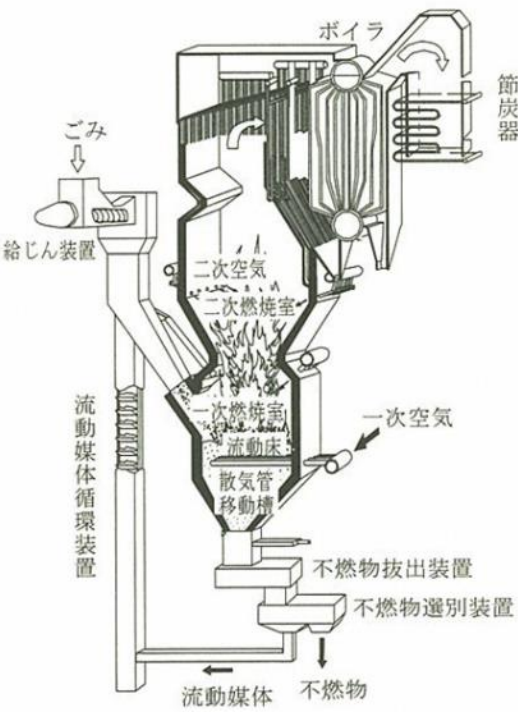
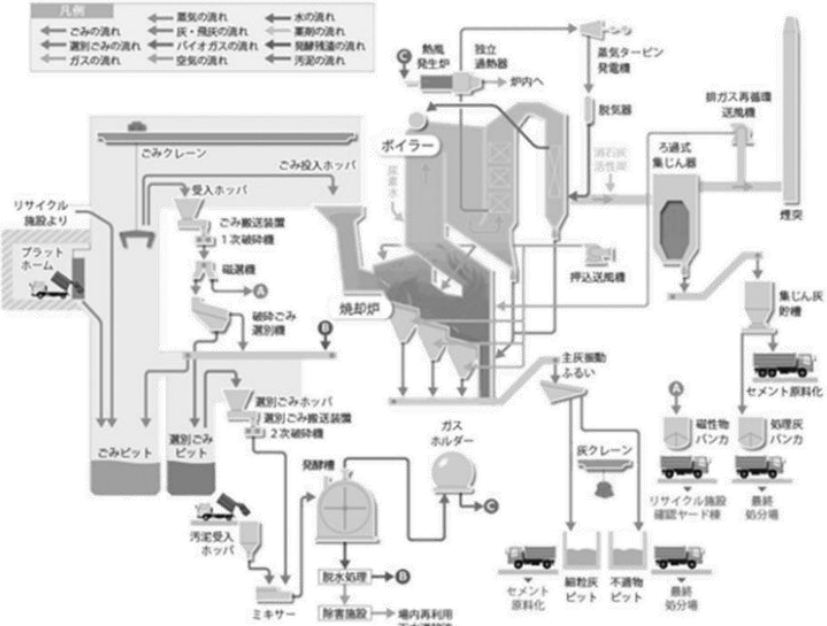


処理方式の比較検討（可燃ごみ処理施設）

【資料 2-2】

近年の建設実績を勘案して、3つの処理方式（焼却2方式、ハイブリッド方式）を検討対象として比較検討した結果を以下に示す。

処理方式の概要のほか、計画施設規模を条件として、1．技術の安定性、2．処理対象物への適合、3．処理の経済性、4．環境保全性、5．事業用地の確保性の5項目で整理・評価している。

比較項目	焼却処理方式 (ストーカ式)	焼却処理方式 (流動床式)	ハイブリッド方式 (メタンガス化施設+焼却施設)
■ 処理方式の概要			
図の出典：ごみ処理施設整備の計画・設計要領 2017 改訂版 公益社団法人全国都市清掃会議	- ごみを火格子（ストーカ）に投入し、この上を移動させながら、ストーカ下部より燃烧空気を送り込み焼却する方式である。 <u>投入するごみは、粗大ごみ以外は投入ホッパに入るサイズであれば有姿のままでよい。</u>	- ごみを加熱した空気で攪拌されて流動状態になっている砂層に投入し、砂層の熱によって焼却する方式である。<u>元々は汚泥焼却に用いられていた。</u> <u>投入するごみは、粗く破碎する必要がある。</u>	- 基本的には、ごみ焼却炉とメタン発酵設備1系列を一体化した方式。<u>ごみ焼却炉で比較的高質分（プラ類等、選別残渣）、メタン発酵設備で比較的低質分（生ごみ等、発酵対象物）を受け入れる。</u> <u>メタン発酵設備は乾式が一般的（ごみ質で湿式も対応可）。</u> <u>生ごみ分別を行わない場合、処理対象ごみは、破碎、選別により低質のものと高質のものに分けられる（低質分はメタン発酵設備に送られ、高質分はごみ焼却炉に投入される）。</u> <u>メタン発酵後の残渣（泥状）は脱水され、脱水汚泥はごみ焼却炉へ、脱離液は水処理後ごみ焼却炉排ガスの冷却水利用となる。</u> <u>メタン発酵により生じたバイオガス（メタン+二酸化炭素）は電気に転換されFIT 制度等により売電される。</u>
■ 計画施設規模 (施策実施・廃プラ混焼+災害廃棄物処理余力含むケース)	全連：70 t / 日（35 t / 24h×2 炉）	全連：70 t / 日（35 t / 24h×2 炉）	全連： 1)メタン発酵設備 27 t / 日 2)焼却施設 64 t / 日（64t/24h×1 炉） 注）1 社回答による提案規模
本市案件での参加メーカー数	5 社（技術保有の全 10 社中）	0 社（技術保有の全 2 社中）	1 社（技術保有の全 3 社中）

比較項目	焼却処理方式 (ストーカ式)	焼却処理方式 (流動床式)	ハイブリッド方式 (メタンガス化施設＋焼却施設)
1. 技術の安定性	○	○	△
(1)-1 稼働実績※ (平成 29(2017)年度現在：環境省データより)	・ 全国で約 790 施設が整備されている。 ・ <u>100t/日未満の施設は全国で約 330 施設が稼働。</u>	・ 全国で約 190 施設が整備されている。 ・ <u>100t/日未満の施設は全国で約 60 施設が稼働。</u>	・ 全国で 4 施設が稼働している。建設中が 3 施設ある。 ・ <u>100t/日未満の施設は全国で 3 施設が稼働（滋賀県内には無し）。</u>
	・ 小型から大型まで豊富な実績がある。	・ 同左	・ <u>交付率の嵩上げが見込め、採用を検討する自治体もある。</u>
(1)-2 最近の受注実績 (平成 25(2013)年度以降、施設規模が 100t/日未満を主体に記載)	【稼働中施設】 ・ 滋賀県近江八幡市（76 t/日（38 t×2 炉）、全連、2016 年 8 月稼働開始、DBO（運営 20 年間））、大栄 J V、発電状況等（発電効率 12%、発電出力 980kW、白煙防止、<u>プラント排水クロスド</u>） ・ 新潟県糸魚川市（48t/日（24 t×2 炉）、全連、2020 年 4 月稼働開始、DBO（運営 20 年間））、エスエヌ環境テクノロジー 【建設中施設】 ・ 福井県南越清掃組合（84t/日（44 t×2 炉）、全連、2021 年 4 月稼働予定、DBO（運営 20 年間））、タクマ、発電状況等（発電効率 12%以上、発電出力 1,350kW、白煙防止、<u>プラント排水クロスド</u>） ・ 滋賀県守山市（71 t/日（35.5 t×2 炉）、全連、2021 年 10 月稼働予定、DBO（運営 20 年間））、協和エクシオ、発電状況等（発電効率 10%以上、発電出力 1,400kW、白煙防止（不明）、<u>プラント排水場内利用後・余剰分下水放流</u>） ・ 福井県若狭広域行政事務組合（70t/日（35 t×2 炉）、全連、2023 年 4 月稼働予定、DBO（運営 20 年間））、J F E、発電状況等（発電効率 19%以上、発電出力 1,460kW、白煙防止、<u>プラント排水場内利用後・余剰分下水放流</u>）	【稼働中施設】 ・ 秋田県北秋田市（50t/日（25t×2 炉）、<u>准連</u>、2018 年 4 月稼働開始、一般廃棄物可燃ごみとし尿汚泥の混焼処理、荏原環境プラント ・ 広島県廿日市市（150t/日（75t×2 炉）、全連（流動床式ガス化燃焼炉）、2019 年 4 月稼働開始、DBO（運営 20 年間）、神鋼環境ソリューション 【建設中施設】 ・ 東京都八王子市（160t/日（80t×2 炉）、全連（流動床式ガス化燃焼炉）、2022 年 3 月稼働予定、一般廃棄物可燃ごみと側溝汚泥の混焼処理、DBO（運営 20.5 年間）、神鋼環境ソリューション	【稼働中施設】 ・ 兵庫県南但広域行政事務組合（バイオマス設備 36t/24hr（高温乾式メタン発酵方式）＋全連ストーカ 43t/日、2013 年 4 月稼働開始）、タクマ、発電状況等（バイオマス設備（発電効率 37%、発電出力 382kW）、焼却施設（熱回収率 15.3%）、白煙防止、<u>プラント排水クロスド</u>） ・ 山口県防府市（バイオガス化施設（高効率原燃料回収施設）51.5t/日（25.75t/日×2 槽）＋全連ストーカ 150t/日（75t×2 炉）、2014 年 4 月稼働開始）、川崎重工業、発電状況等（発電効率 23.5%、発電出力（最大）3,600kW））、<u>プラント排水場内再利用・下水道放流</u>） ・ 京都府宮津与謝環境組合（バイオマス設備 20.6t/24hr（乾式メタン発酵方式）＋全連ストーカ 30t/日、2020 年 7 月稼働、DBO（運営 20 年間））、タクマ、発電状況等（<u>メタンガス化施設</u>：270kW） 【建設中施設】 ・ 鹿児島市（バイオガス化施設 60.0t/日（30.0t/日×2 基）＋全連ストーカ 220t/日（110t×2 炉）、2022 年 1 月稼働開始予定）、川崎重工業、発電状況等（発電効不明、発電出力（最大）4,710kW）） 【事業者選定段階】 ・ 湖北広域行政事務センター（バイオガス化施設（50 t/日）＋焼却施設（145 t/日）、及びリサイクル施設（22 t/日）、汚泥再生処理センター49 k L/日の併設）、2025 年度中供用開始予定、BTO（運営 20 年間）、事業用地約 3.5ha
(2) 処理安定性	・ <u>運転管理は完全マニュアル化</u> 、近年は IoT 技術の活用もあり。	・ <u>同左</u>	・ 実績が少なく <u>運転管理マニュアルが完全には未確立と思われる。</u>
	・ 豊富な運転実績を有しており、 <u>運転管理はマニュアル化され容易</u> である。	・ <u>同左</u>	・ 破砕選別機、発電システム、発酵残渣拔出等の工程をごみ質に馴致させるまで時間を要する。
	・ 設計・施工技術及び運転管理技術とも成熟しており、 <u>稼働の安定性については、特段の問題はない。</u>	・ <u>同左</u>	・ <u>実稼働開始から当初 1 年間は馴致までのトラブル発生の施設あり。現在は安定稼働しているが今後の安定性は未知数である。</u>
	・ 最も普及している方式で <u>安定した稼働実績が多くある。</u>	・ <u>多くの稼働実績があり安定性に関する問題はない。</u>	・ <u>長期的な安定稼働については、実績がない。</u>
	・ <u>緩速燃焼であり、短時間の負荷変動に対しても安定的な状態が維持できる。（長期的変動については高質ごみと低質ごみの範囲であれば対応可能である。）</u>	・ <u>瞬時燃焼であり、ごみ質が急変すると、炉内温度が急低下する等の不安定性が発現する。（長期的変動については高質ごみと低質ごみの範囲であれば対応可能である。）</u>	・ <u>ごみ質が急変すると直接焼却物と発酵処理物の比率の変動等の不安定性が発現する可能性あり。（長期的変動に対して比率が変動すると処理能力の不均衡生じる可能性あり）</u>
	・ <u>緩速燃焼による安定性はストーカ式の大きな特徴。</u>	・ <u>瞬時燃焼からより緩やかな燃焼制御を行う技術も導入。</u>	・ <u>長期的な組成変動への対応について、実績に乏しい。</u>
(3) 処理施設の構成 (基数等)	・ 焼却炉×2 基による構成が基本となり安定化をはかる。	・ 同左	・ <u>メタン発酵設備×1 基　＋　焼却炉×1 炉（又は 2 炉）</u>
			・ <u>焼却炉 1 炉構成の場合は、2 炉構成に比べて故障・補修等により処理の安定性は低下する。</u> ・ また、 <u>2 炉構成を選定する場合</u> 、処理の安定化は向上するが、 <u>施設全体の処理規模や施設面積が単純焼却方式に比べてより大きくなる。</u>

比較項目	焼却処理方式 (ストーカ式)	焼却処理方式 (流動床式)	ハイブリッド方式 (メタンガス化施設＋焼却施設)
2. 処理対象物への適合	○	○	△
(1) 計画対象ごみへの適合性	・処理対象の可燃ごみ、破碎可燃物、可燃残渣等については、問題なく混合焼却が可能である。	・同左（ <u>ストーカ式との差異は基本的にはない</u> ）	・可燃ごみ中の紙類、厨芥類、草木類については、メタン発酵対象となる。
	・廃プラ類の混合処理を行う場合は、ごみの保有カロリーの増加となり、エネルギー回収（発電効率、熱回収率）の向上が期待できる。	・同左（ <u>ストーカ式との差異は基本的にはない</u> ）	・廃プラ類の混合ごみとしてのメタン発酵設備（選別・破碎設備）への投入は不要であり、後段の焼却炉への直接投入処理となる。 その場合の焼却施設でのエネルギー回収に関しては、左記の直接焼却処理に同じ。
(2) 計画ごみ質への適合性	・本市のごみ質のうち乾きごみの種類組成については（過去5ヵ年間の代表4データの平均値による）、厨芥類は比較的少なく全体の約8%、木竹藁類も約8%、一方でビニール・合成樹脂類が厨芥類及び木竹藁類よりも多く約25%、さらに紙・布類は厨芥類や木竹藁類の7倍程度の約56%であり、焼却には極めて適すると考えられる。 ・また、三成分では、同平均値で水分約49%、可燃分約46%、灰分約5%）や低位発熱量の同平均値で約9,500kJ/kgは近隣他都市に比しても比較的一般的な値であり、焼却方式での一定のエネルギー回収は期待できる。	・同左（ <u>ストーカ式との差異は基本的にはない</u> ）	・本市のごみ質のうち乾きごみの種類組成については（過去5ヵ年間の代表4データの平均値による）、厨芥類は比較的少なく全体の約8%、木竹藁類も約8%、さらに紙・布類は約56%であるが、一方でビニール・合成樹脂類が厨芥類及び木竹藁類よりも多く約25%ありメタン発酵に不向きな紙類の量も想定すると、メタン発酵処理には不適な組成成分も比較的多いと考えられる。 ・メタン発酵設備（27t/日）からメタンガス化不適物として選別回収され焼却処理する可燃物（ビニール・プラスチック類、コート紙類）も多いために、本提案による焼却施設規模（64t/日）も単純焼却処理施設規模（70t/日）に比べて比較的大きく、施設全体規模（91t/日）も大きくなっている。
3. 処理の経済性	○	（評価対象外）	△
(1) 交付要件等への適合 ①-1 循環型社会形成推進交付金要件（100t/日以下） ＜エネルギー回収率＞ 11.5%以上 ⇒1/3 17.0%以上 ⇒1/2 ※ハイブリッド方式は交付率1/2（バイオガスの熱利用率（ごみトン原単位）350kWh/ごみt相当以上に限る）	・全連（24h/日運転）の場合、 <u>小規模ごみ焼却施設（70t/日炉程度）でも発電は可能であるが</u> 、余熱利用条件、排水処理条件によっては、 <u>蒸気タービンによる発電効率が低くなる場合がある</u> 。 ・FIT制度の適用可。	・同左（ <u>ストーカ式との差異は基本的にはない</u> ） ・FIT制度の適用可。	・ <u>メタン発酵設備から発生するバイオガスを燃料とする発電システムにより電気への転換が可能。この電気はFIT制度により高額の（39円/kWh）で売電可能。</u> ・焼却施設では全連でも脱離液による排ガスの冷却を行うため、発電はやや非効率である。この電気はFIT制度により <u>バイオマス比率分は比較的高額の（17円/kWh）売電可能。</u>
	・エネルギー回収率：17.0%達成は設計条件設定、並びにプラントメーカーの技術力により達成は可能。 ◇アンケート結果では、いずれも（4社回答）も1/2交付要件の17.0%は達成しない見込みである。【△】	・同左（ <u>ストーカ式との差異は基本的にはない</u> ） ◇アンケート結果（提案無し）。【－】	・ <u>熱利用率：バイオガス発電で350kWh/ごみt相当以上の達成が補助金対象（1/2）の条件であり、達成は可能の見通し。</u> ◇アンケート結果では、1社（1社回答中の1社）が所定の熱利用率を達成の見込み。【○】
①-2 二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金要件（100t/日以下） ＜エネルギー回収率＞ 11.5%以上 ⇒1/2	（補助金要件の対象）	（補助金要件の対象）	（補助金要件の対象外）
	◇アンケート結果では、いずれも（4社回答）も1/2交付要件の11.5%を達成の見込み。【○】	◇アンケート結果（提案無し）。【－】	―――
②価格競争性	・応募参加条件により、 <u>比較的多くのメーカーが入札参加可能である</u> 。（4社～最大8社程度）	・近年、採用メーカー数が減少しており <u>入札参加数是不確実</u> である。（最大で2社程度）	・応募参加条件により、 <u>複数社の入札参加が可能</u> である。（1社から最大3社程度）
	・入札により健全な価格競争が期待できる。 ◇アンケート結果では、同技術保有の10社中の4社が参加の可能性あり。【○】	・採用メーカーが少なく、流動床式のみを参加条件とすると価格競争性が失われる。 ◇アンケート結果では、同技術保有の2社中のいずれも同処理方式での参加意向はない。【×】	・参加条件を広く設定すれば一定の価格競争性が確保できるが、条件を絞込むと価格競争性が失われる。 ◇アンケート結果では、10社中の1社が参加の可能性あり。【△】

比較項目	焼却処理方式 (ストーカ式)	焼却処理方式 (流動床式)	ハイブリッド方式 (メタンガス化施設＋焼却施設)
③想定事業費（現時点での見積額）	◇アンケート結果による、4 社平均値は以下の通り。【○】 1) 建設費（4 社平均値）：10,050 百万円 （参考：8,400～11,500 百万円） ※建設費中の一般財源（見込み）：約 1,370 百万円（平均値ベース） 2) 維持管理・運営費（2 社平均値）：11,571 百万円／20 年間 （参考：9,281～13,860 百万円／20 年間、売電収入控除後） 3) <u>上記合計（4 社平均値）：21,090 百万円／20 年間</u> （参考：17,500～25,060 百万円／20 年間、売電収入控除後）	—————	◇アンケート結果による、1 社回答値は以下の通り。【○】 1) 建設費（1 社値）：14,300 百万円 ※建設費中の一般財源（見込み）：約 1,810 百万円（対 1 社値） 2) 維持管理・運営費（1 社値）：14,160 百万円／20 年間 （参考：売電収入 1,382 百万円／20 年間 を控除後の額） 3) <u>上記合計（平均値）：28,460 百万円／20 年間</u> （売電収入を控除後の額）
4．環境保全性	○	○	○
(1) 公害防止	・特に近年のストーカ式では高度な燃焼制御が達成できており、これにより以下のメリットを得ることができる。 ✓ ダイオキシン類濃度の安定的な低減。 ✓ 窒素酸化物濃度の安定的な低減。 ・ただし、燃焼空気量の抑制による排ガス量の低減は臭気対策にとっては不利になる点には留意が必要である。	・流動用空気の吹き込みが必要であり、瞬時燃焼であるため、ストーカ式と比較し燃焼制御はやや苦手である。 ・流動砂による炉室内環境の悪化が他の居室に及ぶことがあり、建築構造においての工夫が必要となる。	・焼却処理方式に比べると、メタン発酵プロセスに発電プロセスを付加することになるため、以下のような更なる環境配慮が求められる。 ✓ ごみの破砕、選別工程における臭気対策。 ✓ 発電設備における窒素酸化物対策、騒音対策。
(2) 地球温暖化防止 （二酸化炭素排出量）	・焼却による二酸化炭素排出量のごみに由来するものが圧倒的に多く、削減にはごみ分別の徹底のほか、発電によりバイオマスを電気に転換することが肝要。また、施設内動力の省エネ化も有効である。処理方式に由来して増減するものは助燃材程度であり、 <u>処理方式での差異は小さい。</u>	・全連、准連方式ともプラント動力量がストーカ方式より大きいので電気使用に伴う二酸化炭素排出量は多くなる。 ・ごみ質によっては定常的に助燃材が必要となる場合がある。	・メタン発酵により生じるバイオガスを電気に転換する等によりカーボンフリーのエネルギーを製造できる点が大きなメリットとなる。 ・ごみ焼却炉由来の二酸化炭素排出量は、左の焼却処理方式と同じ。
(3) 環境影響評価	・生活環境影響調査の対象施設である（一般的な施設内容であり、従来の調査指針に従い調査を行うこととなる）。	・生活環境影響調査の対象施設である（一般的な施設内容であり、従来の調査指針に従い調査を行うこととなる）。	・生活環境影響調査の対象施設である（比較的に新規の施設内容であるため、従来の焼却施設部分の影響要因のほか、メタン発酵施設部分を考慮して調査を行うこととなる）。
5．事業用地の確保性	○	—	○
(1) 施設配置 （工場棟の配置）	◇アンケート結果では、回答 3 社の結果は以下の通り。【○】 A リサイクル施設と合棟：1 社 （可燃ごみ処理棟面積の平均値： 3,150 m ² ） B リサイクル施設と別棟：2 社 （可燃ごみ処理棟面積の平均値：約 2,700 m ² ） 上記 A、B の 3 社平均値：約 2,900 m ²	◇アンケート結果（提案無し）。【－】	◇アンケート結果では、回答 1 社の結果は以下の通り。【△】 A リサイクル施設と合棟：1 社 （可燃ごみ処理棟面積：5,200 m ² ） B リサイクル施設と別棟：なし （可燃ごみ処理棟面積：－） 注）ただし、メタン発酵設備 27 t / 日、焼却施設 64 t / 日×1 炉の回答
	・合棟と別棟の差は比較的小さく、施設面積はハイブリッド施設に比べて約 6 割以下の設置面積である。（事業用地面積によらず、 <u>比較的配置の自由度は高い</u> ）	—————	・メタン発酵設備（横型）と焼却炉の配置となり、同設備の型式（横型、縦型）にもよるが単純焼却施設に比べて約 1.7 倍以上の設置面積を要する。（事業用地面積が狭い場合は、 <u>配置の制約があり自由度は低い</u> ）
(2) 必要事業用地面積 （マテリアルリサイクル施設：19 t / 日との併設の場合）	◇アンケート結果では、回答 3 社の結果は以下の通り。【○】 A リサイクル施設と合棟：1 社 （必要事業用地面積の平均値：30,000 m ² ） B リサイクル施設と別棟：2 社 （必要事業用地面積の平均面積：20,050 m ² ） 上記 A、B の 3 社平均値：約 23,400 m ² ・合棟と別棟の差はアンケート結果からは不明瞭であるが、必要施設全体面積（約 23,400 m ² ）は <u>ハイブリッド施設に比べて下記より約 1.1 倍程度のやや広い面積で配置可能と見込まれる。</u> ・以上から焼却施設規模（70 t / 日（35 t / 24h×2 炉））の場合は、 <u>必要事業用地面積＝約 23,000 m²（約 16,000～30,000 m²）</u> が見込まれる。	◇アンケート結果（提案無し）。【－】 —————	◇アンケート結果では、回答 1 社の結果は以下の通り。【○】 A リサイクル施設と合棟：1 社 （必要事業用地面積の平均値：21,000 m ² ） B リサイクル施設と別棟：なし （必要事業用地面積の平均値：－） 注）ただし、メタン発酵設備 27 t / 日、焼却施設 64 t / 日×1 炉の回答 ・ハイブリッド施設規模（メタン発酵設備 27 t / 日、焼却施設 64 t / 日（1 炉）の場合は、 <u>必要事業用地面積＝約 21,000 m²</u> が見込まれる。※焼却炉 2 炉構成の場合、可燃ごみ処理棟面積は 1 割以上の増加が見込まれ必要事業用地面積は約 22,000 m ² 以上を見込む。 ・上記より、焼却炉数を 2 炉前提で単純焼却施設と同等とした場合は、 <u>焼却処理方式と同等の必要事業用地面積</u> が見込まれる。
全体評価	○	—	△