

平成 26 年度松阪市新エネルギー推進委員会  
廃棄物系バイオマス利活用推進調査報告書

松阪市における廃棄物系バイオマスの  
利活用をすすめるために

平成 27 年 3 月

名古屋大学大学院環境学研究科附属  
持続的共発展教育研究センター

## 目次

1. 調査目的.....	2
2. 廃食用油のリサイクル量を増やすための施策提案 .....	2
2-1 バイオディーゼル燃料化とは .....	2
2-2 バイオディーゼル燃料化に係る先進地事例の紹介 .....	3
2-3 松阪市内の事業系廃食用油の状況 .....	6
2-4 家庭からの廃食用油のリサイクルについての検討 .....	7
2-5 廃食用油のリサイクルについての施策提案 .....	9
3. し尿処理施設におけるバイオガス発電事業の課題整理 .....	12
3-1 バイオガス発電とは.....	12
3-2 松阪地区広域衛生センターの現状 .....	13
3-3 メタン発酵による汚泥再生処理センターの概略検討.....	14
3-4 広域衛生センターの延命化計画.....	22
3-5 次期更新時の設備に関する提案.....	24
4. まとめ .....	24
4-1 廃食用油の活用施策について .....	24
4-2 し尿・浄化槽汚泥の活用施策について .....	24

## 1. 調査目的

本調査の目的は、松阪市バイオマス活用推進計画のうち、廃棄物系バイオマスの利用率向上を目指した検討を行い、松阪市の施策への提案を行うことである。

本調査では、廃食用油のリサイクル量を増やすとともに、バイオディーゼル燃料として活用していくための施策提案及び、バイオガス発電事業の課題整理を行う。

## 2. 廃食用油のリサイクル量を増やすための施策提案

廃食用油の活用については、松阪市バイオマス活用推進計画に活用の現状が記載されている通り、既に、民間事業者による廃食用油のリサイクルとしてバイオディーゼル燃料化が行われているが、現在の活用量は1%に満たない状況である。

その要因の一つに、松阪市のごみの分別において、廃食用油は資源物に位置付けられていないことが挙げられ、可燃物として処理されている状況がある。

また、松阪市内のイベント等において、各種団体が廃食用油の回収に取り組んでいるが、バイオマス活用推進計画での調査では、家庭系の廃食用油の活用量は年間120Lと少なく、一部の熱心な市民を除き、廃食用油のリサイクルは市民に浸透されていない状況にある。

松阪市バイオマス活用推進計画では、家庭系の廃食用油の10年後の活用量の目標を4tとしており、これは市内の家庭から発生する廃食用油の10%にあたる。

そこで本業務では、事業系の廃食用油は資源物としての取引が行われていることから、松阪市内の家庭から発生する廃食用油のリサイクル推進を狙って、回収量の増加を図り、バイオディーゼル燃料化を図るべく施策提案を行う。

### 2-1 バイオディーゼル燃料化とは

バイオディーゼル燃料とは、軽油の代替燃料として、植物油を原料としたディーゼルエンジン用の燃料のことを言う。100%の濃度のバイオディーゼル燃料を活用した場合、軽油に比較して、次のような利点がある。

- CO<sub>2</sub>排出量がゼロカウント
- ディーゼルエンジン特有の黒煙が、軽油の1/3に減少する

- 排ガス中に硫黄酸化物を含まない（NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub> の削減）
  - 自動車燃料とする場合、100%で使用すると軽油引取税は課税されない
- バイオディーゼル燃料の代表的な製造方法は、下図のとおり。

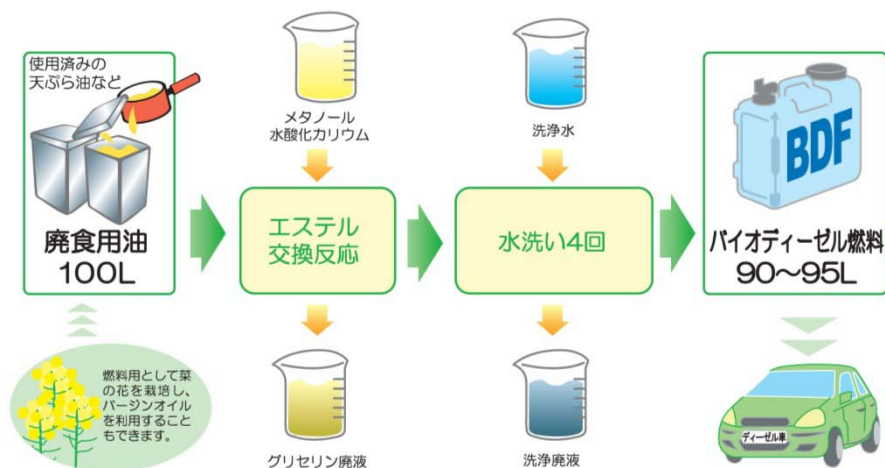


図1 代表的なバイオディーゼル燃料の製造方法

植物油は、植物が育つ段階で光合成により CO<sub>2</sub> を吸収するため、植物油由来のバイオディーゼル燃料を燃やす際に排出される CO<sub>2</sub> は、次に植物を作る段階で再度取りこまれることから、CO<sub>2</sub> が循環すると言える。この仕組み及び考え方をカーボンニュートラルと呼び、バイオマスエネルギーは基本的に、CO<sub>2</sub> 排出量ゼロと考えて良い。

## 2-2 バイオディーゼル燃料化に係る先進地事例の紹介

### (1) 菜の花プロジェクト

菜の花プロジェクトは平成10年に滋賀県愛東町で始まった市民活動で、現在はNPO法人化され菜の花プロジェクトネットワークとして活動を続けている。全国的な広がりを持った市民活動で、正式に加盟する団体は北海道から沖縄まで多数あり、毎年、全国菜の花サミットが開かれている。次回は、平成27年4月に東近江で開かれる。菜の花プロジェクトネットワーク代表の藤井絢子氏は、平成25年度地域づくり総務大臣表彰にて大賞を受賞しているほど、各方面で評価され、各地域のお手本とされてきている。

このプロジェクトでは、廃食用油のリサイクルと共に、必ず菜の花の作付を推奨している。その理由は、市民活動としてのPRを兼ねた菜の花畑の存在意義があることと、前述のカーボンニュートラルの考えによる。

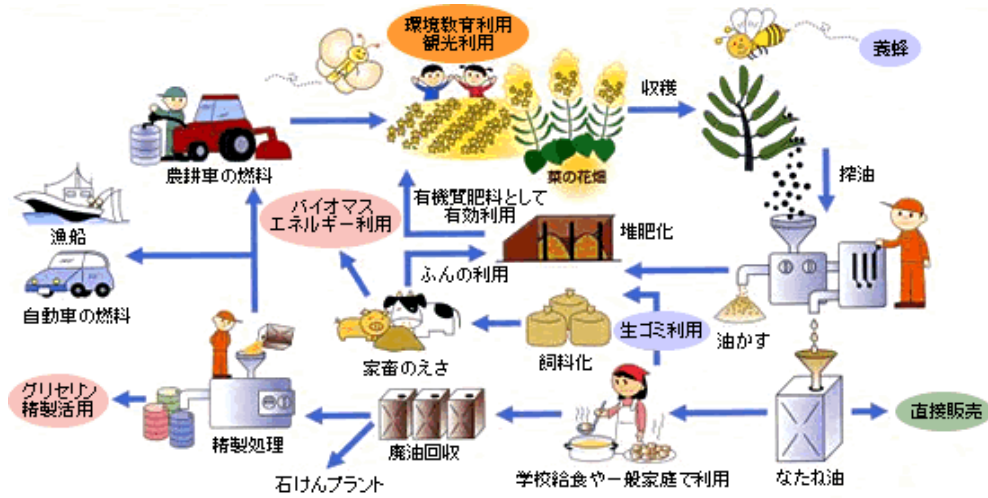


図2 菜の花プロジェクトによる資源循環の例

廃食用油をイベント等で集める際、お礼として菜の花の種を配布する事例もあり、菜の花祭りを催し、バイオディーゼルで動く乗り物への試乗や、子供たちへの環境学習なども実施している。市民活動ではあるが、市民と市町村が協働という形をとることが多い。特に菜の花祭りは、菜の花で市民の関心を引き、リサイクルへの関心も高める成果が得られる。



図3 菜の花祭りの開催例

## (2) 市町村のリサイクル事例

京都市では、一般家庭及び食堂などから排出される事業系一般廃棄物の廃食用油を回収し、京都市南部クリーンセンター内でバイオディーゼル燃料として再生している。自治体が運営する設備のうち最大級の施設であり、バイオディーゼル燃料の製造量は5,000L/日である。作った燃料は、京都市のごみ収集車や市バスの燃料として活用している。

表1 京都市のバイオディーゼル燃料の使用状況

車両種類	バイオディーゼル燃料の種類
ごみ収集車 (136 台)	B100 (100%の濃度のバイオディーゼル燃料)
市バス (93 台)	B20 (軽油に 20%のバイオディーゼル燃料を混合)

出典) 京都市ホームページ

軽油と混合して利用する場合、「揮発油等の品質の確保等に関する法律（品確法）」により、100%の濃度のバイオディーゼル燃料は JIS 規格で性状が定義されている。この規格をクリアしなければ混合燃料の基剤として使用することはできない。また、混合上限は5%までに制限されている（B5）。しかし、京都市では、良質な燃料を製造していることが認められ、市バスでは B20 を利用している（品確法に規定されている軽油試験研究制度に基づく経済産業大臣の認定を受けている）。

京都市以外にも、市町村が設備を保有してバイオディーゼル燃料を製造する事例も多くあり、その一例を下表に示す。小規模な事例では 100L/日等がある。

表2 自治体が設備を持つ一部の事例

自治体名	施設規模	バイオディーゼル燃料の利用先
佐賀県佐賀市	1,600L/日	ごみ収集車
鳥取県出雲市	400L/日	市営マイクロバス
滋賀県東近江市	200L/日	公用車（トラック）、花のライトアップ用発電機
三重県いなべ市	100L/日	公園内の重機、ごみ収集車
三重県紀伊長島町	200L/日	資源ごみ収集車
岡山県玉野市	200L/日	ごみ収集車(2台)、ダンプトラック(1台)
岡山県大佐町	100L/日	公用車(4台)
山口県小郡町	100L/日	ごみ収集車(1台)
熊本県本渡市	100L/日	ごみ収集車、給食配送車、移動図書車、重機
愛知県一色町	200L/日	公用車(7台)、最終処分場の重機、ボイラー(2基)

その他、市町村が資源物として回収した廃食用油を、リサイクル事業者へ販売している事例は多く、全国的に廃食用油は資源物としての認識が高まっていると言える。販売価格は入札等によって決めるケースが多い。

### 2-3 松阪市内の事業系廃食用油の状況

事業系の廃食用油について、市の事業において発生する事業系一般廃棄物の廃食用油と、民間事業所において発生する事業系一般廃棄物の廃食用油について聞き取り調査を行った。その結果、発生場所ごとに資源物として有価で販売されていることがわかった。廃食用油は各事業者でバイオディーゼル燃料等としてリサイクル及び活用されており、事業者も複数あることもわかった。

事業系の一般廃棄物は、ごみとして排出する場合は運搬・処理費用を支払わなくてはならないため、ごみ削減の一環として、自主的に資源物としての取引を開始しているようである。このため、事業系については、資源としてほとんどリサイクルされていると言える。

表 3 松阪市の事業において発生する廃食用油

施設	処理方法	年間量	買取価格
給食センター	複数事業者と見積合せを実施し、買取価格の高いところ（A社）と契約し売却	10,300L	25 円/L
三雲給食センター			
嬉野給食センター			
飯南給食センター	事業者（B社）と買取の契約し回収	1,100L	排出量に関係なく、年間 1,000 円
飯高給食センター		700L	排出量に関係なく、年間 1,000 円
旧市内の 24 小学校 （各校に調理室）	事業者（C社）と買取の契約し各校から回収	15,200L	排出量に関係なく、年間 1 万円
市内 22 保育園	10 園は事業者（D社）と契約し無料回収、他の園は各自他の事業者と協議し無料回収	8,800L (400L/ 園)	無償 但し回収費は業者が負担するため有価物とみなす。
市民病院	事業者（D社）と契約し売却	500L	11 円/L

表 4 民間事業所において発生する廃食用油

事業者名	処理方法	年間量	買取価格
事業者①	廃油業者（C社：燃料、E社：ボイラー燃料）が回収	990kg	無償 回収で有価物
事業者②	F社、G社、H社へ売却、回収あり	不明	不明
事業者③	E社が回収（ボイラー燃料）	864L	無償 回収で有価物
事業者④	I社へ引渡し（石鹼化）	2,160L	不明
事業者⑤	D社が買取、回収	調査中	調査中
事業者⑥	J社が回収	600～ 720L	無償 回収で有価物
事業者⑦	K社が回収	1,200L	無償 回収で有価物

E社については、松阪市内で100件超の事業系廃食用油を回収しており、回収した油は、関連会社の工場でボイラーの燃料になっているとのこと。

以上の調査により、廃食用油の引き取りは、市内の事業者だけでなく近隣地域からも定期的に回収に来ており、本調査だけでも11社に上る事業者名が判明し、確認が取れたものだけでも県内で6社が廃食用油の引き取りおよびリサイクルを行っていることがわかった。

#### 2-4 家庭からの廃食用油のリサイクルについての検討

仮に、松阪市において家庭からの廃食用油を資源物とする場合、既にシステムが確立している資源物の集団回収制度に対象品目として追加できれば、市民から見て分かりやすい仕組みとなる。その可能性について以下に検討する。

##### (1) 松阪市における集団回収制度の概要

松阪市では、市民のリサイクル意識の高揚とごみの減量、資源の有効利用を進めるために、団体回収活動を行う団体に対して補助金を交付している。平成25年度は319団体が参加しており、回収品目及び回収量の実績については、下



表のとおりである。

表 5 平成 25 年度集団回収量の実績

対象品目	集団回収量	補助金単価
新聞紙	2,656 t	3 円/kg
雑誌・雑紙	1,300 t	3 円/kg
段ボール	1,156 t	3 円/kg
牛乳パック等	14 t	3 円/kg
布類・古着	157 t	3 円/kg
ビン類（リターナル）	6 t	3 円/本
合計	5,289 t	—

集団回収の補助金とは、ごみ減量と資源の有効活用に対して活動した登録団体へ行政が支援するものである。登録団体とは自治会や市民団体が対象で、団体が行う活動が停滞しないように、有価として事業者が引き取れるものを対象として実施している。平成 25 年度の登録団体数の内訳は、自治会 228 団体、子供会 52 団体、PTA22 団体、その他 17 団体の合計 319 団体である。集団回収の実施方法は、各市民団体がリサイクル業者へ問い合わせる回収方法及び買い取り価格を相談し、直接買い取ってもらうやり方である。市民団体は 1 年間の販売量を市へ報告し、市は補助金として市民団体へ支払う方法をとっている。

## (2) 仮に廃食用油へ補助制度を設けた場合の試算

次に、集団回収によって廃食用油がどの程度回収可能であるかを見積もってみる。ここで新聞紙を例にして試算すると、以下のように新聞発行部数から推計した全体量の約 57% が集団回収でリサイクルされている計算になる。

三重県の新聞発行部数…1 世帯当たり 0.9 部（新聞協会調べ）

松阪市の世帯数 70,617 世帯×0.9 部×1 部当たり概ね 200g×365 日=4,640t  
新聞の集団回収量 2,656÷松阪市内の新聞発行部数 4,640t≒57%

家庭で発生する廃食用油は、松阪市バイオマス活用推進計画では 42 t とされ、仮に、新聞紙の集団回収率 57% を当てはめて試算すると、廃食用油の年間回収量は 23.94 t となり、バイオディーゼル燃料の製造量は概ね 19,390L である。また、これに伴う補助金の支出は、3 円/kg とした場合に 71,820 円/年である。

廃食用油 42t/年×想定回収率 57%=23.94 t

$23.94 \text{ t} \times 0.9$ （燃料化の歩留まり） $\times$ 比重  $0.9 \div 19,390\text{L/年}$

$23.94 \text{ t} \times 3 \text{ 円/kg} = 71,820 \text{ 円/年}$

### **(3) 集団回収で廃食用油を扱う事の課題整理**

しかしながら、集団回収の品目に廃食用油を加えることについては、以下のような解決すべき課題がある。

#### ・保管時の安全性及び責任の所在

集団回収はあくまで、市民団体の活動として実施しているが、集団回収の主流である自治会の回収は、資源物の回収に合わせて、同日同場所にて実施されている。よって、市民にとっては市が実施する資源物回収と混同した認識となっている場合が多い。

仮に、契約業者が引き取りに来なかった場合、残された廃食用油の回収責任は本来ならば市には無いが、苦情等が発生した場合に市が対処せざるを得ない可能性がある。

廃食用油の単価が時価であれば、ある程度の量を蓄積・保管した上で回収を依頼する必要があるが、市民は保管中の安全性などを理解した上で取り組まなくてはならない。

#### ・リサイクル事業者の適格性

市民が廃食用油リサイクル事業者の情報を知る方法として、市への問合せが予想される。現在、市の清掃部門では、業者との取引が無いため、紹介する事業者の情報がない。また、紹介にあたっては適正なりサイクルを行う事業者を紹介すべきだが、その基準が明確ではない。

## **2-5 廃食用油のリサイクルについての施策提案**

集団回収に合わせた団体回収を行う場合、様々な課題があることから、実施までには準備期間が必要であると思われる。準備期間には、モデル事業等の実施により課題の抽出及び対策を検討し、市民への十分な啓発と共に進めていく必要があると考える。

モデル事業を実施するに当たっては、下記事項を含めた事業となるよう提案する。

## **(1) リサイクル事業者への適切な要請**

補助金のスキーム上、有価物が対象となることから廃食用油の買い取りには資格や許可等は必要ない。但し、市の補助金に関係することから、回収後の廃食用油が適正に処理されていることを事前に確認する必要がある。よって、聞き取り調査及び現地調査により、リサイクルの方法、再生品の種類と利用先を把握し、適切にリサイクルを行う旨の文書による届け出制をとるなどの工夫が必要となる。

再生した製品がバイオディーゼル燃料の場合、粗悪品の流通によるリサイクルの低迷を防ぐために、質の確保を行う必要がある。現在、混合軽油向け原料としてのバイオディーゼル燃料向けに JIS 規格が制定されている。リサイクル事業者はこれをクリアすることが望ましく、サンプルの成分分析表の提出を求めるのも一つの方法である。但し、そのための費用支出を事業者に求めるのは過重な負担になるため、モデル事業中は市が負担する等の工夫が必要である。そのためのモデル事業費は、国の補助事業等の活用も可能である。既に平成 27 年度事業で公募が開始されたものを下記に示す。

国の事業の例) 経産省 地域バイオディーゼル流通システム技術実証事業  
環境省 地域創生実現プラン策定事業 等

このうち、地域バイオディーゼル流通システム技術実証事業は、現在、事業の執行団体の募集中で、執行団体から具体的な実施事業の募集が行われる予定である。地域創生実現プラン策定事業は具体的なモデル地域の募集に入っており、地域の未利用資源となっている、エネルギー・人・自然資本等を活かして、今後 5 年間の温室効果ガスの最大限の削減につながる施策を幅広く検討する事業である。プラン策定において課題の整理と対策を行うための手段としてモデル事業を実施することが考えられる。

なお、家庭からの排出は量が少ないことも考慮して、数団体をまとめて回収することや、持参した場合の受入れに対応すること等も事前に確認する必要がある。

買取価格は、市民へのインセンティブも考えて、できれば補助金と同等の 3 円程度を要望してみるなど、市からの提案も行った方が良い。

## **(2) 市民への啓発について**

- ・廃食用油の保管

多量になると消防法に沿った保管方法が必須となることから、地区の共用倉庫などに保管することの無いように、回収日までは各家庭で保管することを指導する必要がある。家庭で保管する場合は、ペットボトルなどで良い。

・バイオディーゼル燃料の活用

意識の高い市民の場合、バイオディーゼル燃料を積極的に利用する動きが出てくる可能性がある。バイオディーゼル燃料を100%の濃度で使用する場合は、車検証への明記が必要であることを指導する。また、軽油に5%まで混合して使用するケースも認められており、この場合は軽油と同等の税金（軽油引取税）がかかることも周知する必要がある。軽油引取税の運用上では、車両の燃料タンク内で軽油とバイオディーゼル燃料が混合する場合は、その全量に対して課税されることから、100%の濃度のバイオディーゼル燃料を給油する際には、一旦、燃料タンクを空にするなどの対策が必要であることも周知する必要がある。

・住民説明会の開催

市民への周知や指導を行うに当たって、文書等では浸透しにくく、市の公報紙やパンフレット配布等の他、リサイクルの意義も含めた説明会の開催が適当である。モデル事業の際には、市内の3か所程度で説明会を開催し、予め関心の高い団体や市民へ協力依頼を行っておくことも大切である。

また、環境イベントでブースを特設する等、興味関心を引くことも有効である。

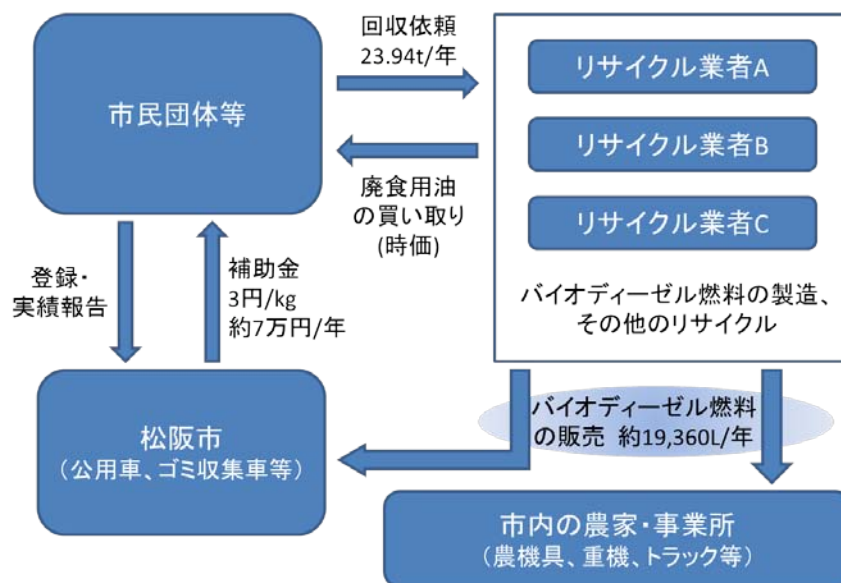


図4 廃食用油リサイクルのしくみ図

### 3. し尿処理施設におけるバイオガス発電事業の課題整理

#### 3-1 バイオガス発電とは

##### (1) メタン発酵によるバイオガス発電の概要

バイオガス発電とは、原料となる水分の多いバイオマスを嫌気性条件下で発酵させ、得られたメタンガスを発電機の燃料とする方式をいう。メタン発酵には湿式と乾式がある。し尿・浄化槽汚泥を使用する場合には、含水率 80%を超えるため湿式が適している。メタン発酵により、メタンガスを 60%程度含有するバイオガスが発生し、このバイオガスを用いてガスエンジンで発電を行う。基本的な仕組みはどのメーカーでも同じだが、浄化槽汚泥には洗剤の成分等が含まれており、バイオガス中にシロキサン等の不純物が発生する可能性があることから除去システムに明るいメーカーが適している。



出典) BTS 社ホームページ

図5 バイオガス発電システムの一般的な概要

##### (2) バイオガスプラントメーカーについて

国内の過去の事例は、自治体が事業主となって導入するケースが多い。このため、規模が大きく重工系など大手のプラントメーカー（三井造船、川崎重工、鹿島建設など）が設計・施工を行うケースが多かった。これに対し、民間でのバイオガス発電のニーズは 50kW～200kW 程度が多く、重工系の手先メーカーではカバーしきれない案件が増えてきた。

一方で、バイオガス先進地のヨーロッパでは、普及が飽和状態となりバイオガスの市場が少なくなったことから、ヨーロッパのバイオガスプラントメーカーが日本へ代理店進出をはじめた。これらの代理店は、日本のベンチャー会社等が務めることが多い。但し、ヨーロッパのメーカーは酪農向けのシステムで

パッケージ化されていることが多い。

### 3-2 松阪地区広域衛生センターの現状

松阪地区広域衛生センター（以下、広域衛生センターという。）では、松阪市・多気町・明和町のし尿・浄化槽汚泥を広域処理している。処理方式は標準脱窒素処理方式で、平成6年に供用を開始してから20年が経過したことから、広域衛生センターを運営する松阪地区広域衛生組合（以下、広域衛生組合という。）では、財政計画の最適化等の課題を受け、今後の下水道事業の動向を踏まえた長期的な視点に立ち、平成24年度に「松阪地区広域衛生組合し尿処理施設整備方針検討業務報告書」を作成している。

報告書では、前処理・前脱水方式（下図の青色部分）が最も経済性の高い案として提案された。この案は、前処理でし渣を、脱水で汚泥を取り除き、希釈槽で6倍に希釈する方式である。そのため、バイオガス活用設備を併設することにより、し尿・浄化槽汚泥を資源として有効活用する方策について検討の余地があると考えられる。

バイオガス活用設備をオプションとして導入する場合のシステム案を下図の黄色部分に示す。

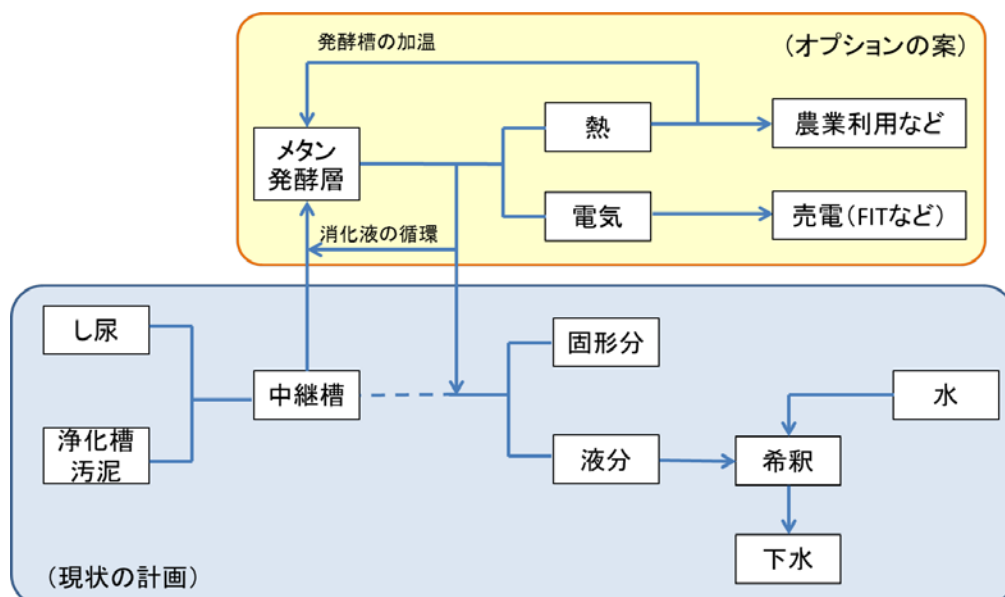


図6 処理フローの案

### 3-3 メタン発酵による汚泥再生処理センターの概略検討

#### (1) 民間活力による事業化の検討

オプションのバイオガス活用設備導入案について、バイオガス発電事業を計画していた民間事業者による事業化が可能かどうかについて、4回にわたる打合せを行った。

・平成 26 年 9 月 4 日

出席者：事業者・市（環境・エネルギー担当）・名古屋大学

・平成 26 年 9 月 24 日

出席者：事業者・松阪地区広域衛生組合・三重県・市（環境・エネルギー担当）・名古屋大学

・平成 26 年 11 月 18 日

出席者：事業者・市（環境・エネルギー担当）・名古屋大学

・平成 26 年 12 月 2 日

出席者：事業者・市（環境・エネルギー担当）・名古屋大学

民間事業者は事業計画の中で、し尿・浄化槽汚泥の処理委託を希望していたが、広域衛生センターの更新計画が方針転換され、安価に延命化する方策を検討していることから事業者の事業計画と折り合いがつかず、現時点でのし尿・浄化槽汚泥を使用した事業の具現化は難しいという結論に至った。

しかしながら、し尿・浄化槽汚泥以外の廃棄物系バイオマスを活用したバイオガス発電事業については検討の余地があると考えます。

#### (2) し尿処理場におけるバイオガス発電部分の基本システム

そこで、広域衛生組合の事業としてのメタン発酵による汚泥再生センターの事業化を概略で検討することとした。

汚泥再生処理センターとは、従来のし尿処理施設のようにし尿や浄化槽汚泥を処理するだけでなく、生ごみなどの有機性廃棄物も併せて処理し、汚泥等の再利用が可能となる施設のことを言う。処理方式は、炭化肥料としたり、メタン発酵によるバイオガス発電を行ったりと様々である。汚泥再生処理センターの新設には、現在、事業費の 1/2 を国から交付金として受けることができるが、FIT による売電を計画する場合には、発電に係る設備に関しての交付金を受けない。このため、汚泥再生センターの電気系統を発電に関する部分とそれ以外の部分の 2 系統に分けて管理し、発電に関する施設の初期設備費

用は全額自費で負担し、FIT による売電を行う方法が考えられる。もしくは、汚泥再生センター全体に対して交付金を受け取る場合には、電気の使用方法を自家消費とする必要がある。

本調査では、し尿・浄化槽汚泥を用いてバイオガス発電の設備規模及び得られるエネルギー量等の検討を行った。

広域衛生センターへのヒアリングから、し尿処理場の投入量を 183kL/日、し尿と浄化槽汚泥の割合を 2:8 とした場合、し尿 13,359 t/年、浄化槽汚泥 53,436 t/年である。これをメタン発酵し得られるバイオガスは 168,323m<sup>3</sup>/年、バイオガス中のメタン濃度を 60% とするとバイオガスの低位発熱量は 21.6MJ であるから、得られる発電量は 302,981kWh/年となる。これを再生可能エネルギー固定価格買取制度 (FIT) により売電した場合、年間で約 1,000 万円程度の売電収入が見込める。発電設備の稼働電力分はこれから差し引くため減額になるが、本調査では概略を試算するものであり、事業化検討及び設備設計後でないと算定できないことから今回は稼働電力量を示すことができない。

発電機の規模はメンテナンスの頻度や 1 日の稼働時間にもよるが、350 日/年とした場合、概ね 8 時間/日稼働で 100kW、24 時間/日稼働で 40kW 程度である。

広域衛生センターの設備延命化計画では、希釈水を加えて下水へ放流するのに対し、バイオガス設備を併設した場合は以下のようなメリットが期待できる。

- ・ 希釈水を加える必要が無い
- ・ 消化液を液肥 (有機肥料) として活用できる
- ・ 処理ではなく資源としてし尿・浄化槽汚泥を循環利用できる
- ・ 下水道料金を抑えられる 等

なお、副産物の消化液は、固液分離をせずに全て液肥として活用する場合、基本的に投入原料と同量が得られる。これを全て水田に施肥する場合は 10a あたり 7t の施肥を行うとして 954ha の面積の液肥に値する。但しこれも、事業化検討を行う過程で全量を液肥とするのか、固液分離して堆肥と液肥に分けるのか、あるいは水処理するのかなど、最適な活用方法を検討した上で活用方法は変わってくる。バイオガス設備を併設した部分の基本システムを下図に示す。



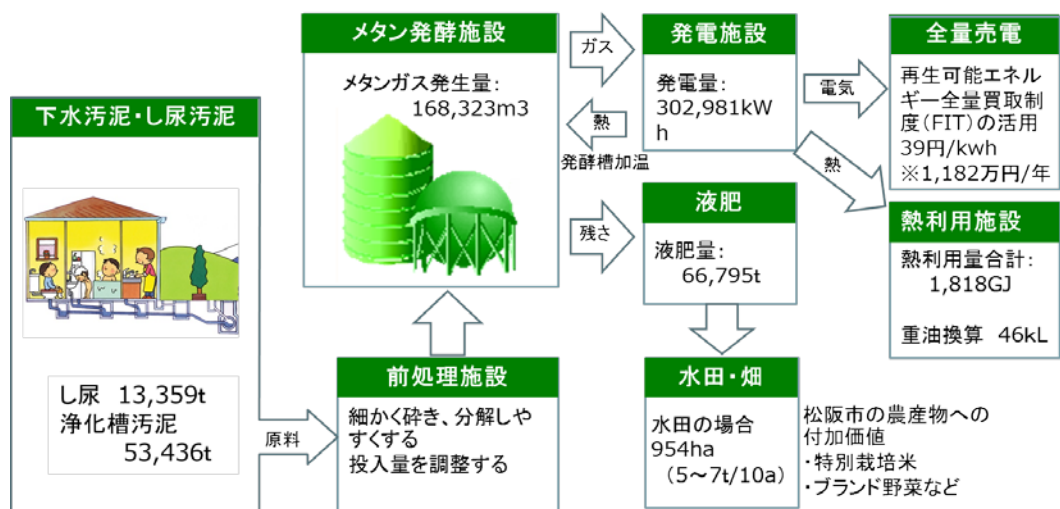


図 7 バイオガス発電部分の基本システム

<試算の内訳>

- 【し尿】 バイオガス発生量：13,359t/年×5.0m<sup>3</sup>/t=66,795m<sup>3</sup>/年  
 発電量：66,795m<sup>3</sup>/年×21.6MJ/m<sup>3</sup>×30%÷3.6=120,231kWh/年  
 排熱量：66,795m<sup>3</sup>/年×21.6MJ/m<sup>3</sup>×50%=721,386MJ/年
- 【浄化槽汚泥】 バイオガス発生量：53,436t/年×1.9m<sup>3</sup>/t=101,528m<sup>3</sup>/年  
 発電量：101,528m<sup>3</sup>/年×21.6MJ/m<sup>3</sup>×30%÷3.6=182,750kWh/年  
 排熱量：101,528m<sup>3</sup>/年×21.6MJ/m<sup>3</sup>×50%=1,096,502MJ/年
- 【原単位】 出典) みやま市 生ごみ・し尿汚泥系メタン発酵発電設備導入可能性調査報告書  
 バイオガス発生原単位：し尿 5.0m<sup>3</sup>/年  
 : 浄化槽汚泥 1.9m<sup>3</sup>/年  
 バイオガス低位発熱量 21.6MJ/m<sup>3</sup>  
 発電効率 30%、排熱効率 50%

消化液の施肥対象としては流し込み施肥が行いやすく、窒素の吸収量の多い水田が最も適している。水田に施肥した場合、有機肥料を使う観点から特別栽培米としてのブランド化も可能性がある。全国的に見て優良事例として紹介されるのが福岡県大木町の事例で、その概要は次の通りである。

**(3) 福岡県大木町の事例**

福岡県大木町では、平成 20 年 3 月にゼロウェイスト宣言として「大木町もったいない宣言」を行った。

### 大木町もったいない宣言

子どもたちの未来が危ない。

地球温暖化による気候変動は、100年後の人類の存在を脅かすほど深刻さを増しています。その原因が人間の活動や大量に資源を消費する社会にあることは明らかです。

私たちは、無駄の多い暮らしを見直し、これ以上子どもたちに「つけ」を残さない町を作ることを決意し、「大木町もったいない宣言」をここに公表します。

- 1、先人の暮らしの知恵に学び、「もったいない」の心を育て、無駄のない町の暮らしを創造します。
- 2、もともとは貴重な資源である「ごみ」の再資源化を進め、2016年（平成28年）度までに、「ごみ」の焼却・埋立て処分をしない町を目指します。
- 3、大木町は、地球上の小さな小さな町ではありますが、地球の一員としての志を持ち、同じ志を持つ世界中の人々と手をつなぎ、持続可能なまちづくりを進めます。  
(大木町資料より)

これにより、生ごみ・し尿・浄化槽汚泥のメタン発酵や紙おむつリサイクルなどを推進し、可燃ごみ・不燃ごみ・資源ごみの合計に対するリサイクル率は平成17年度の14.9%から平成23年度には56.5%まで伸びている。

表6 大木町におけるごみ輩出量とリサイクル率

	排出量		23年度／ 17年度	平成23年度 1人1日当 たり排出量 (g)
	平成17年度	平成23年度		
燃やすごみ	3004.9 t	1148.1 t	48.2%	274
燃えないごみ	95.9 t	3.6 t	3.8%	0.7
資源ごみ	541.1 t	1885.2 t	348.4%	357
(内生ごみ)	—	(1176.6 t)	—	(223)
合計	3641.9 t	3336.9 t	91.6%	633
リサイクル率	14.9%	56.5%	+41.6%	—

出典) 大木町資料

家庭生ごみの分別は平成18年11月より全町で開始した。

- ・バケツコンテナ方式による収集
- ・毎週2回収集（前日にバケツの配置、祝日も収集、生ごみ処理は無料）

- ・平成19年4月から、燃やすごみの収集は週1回に減らした
- ・事業系生ごみは10kgあたり50円の処理費で引き取っている



図8 大木町の生ごみ収集の様子（白バケツは各家庭に無償配布）

大木町では、生ごみ・し尿・浄化槽汚泥が町の中で地域資源として循環するために、それを支える社会システムの確立を行っている。生ごみ・し尿・浄化槽汚泥をバイオガスプラントでメタン発酵し、電気と熱を活用する。残った消化液は液肥として農地に還元する。さらに、作った農作物は地産地消を推進するため、バイオガスプラントに併設された道の駅で販売し、給食でも積極的に活用している。

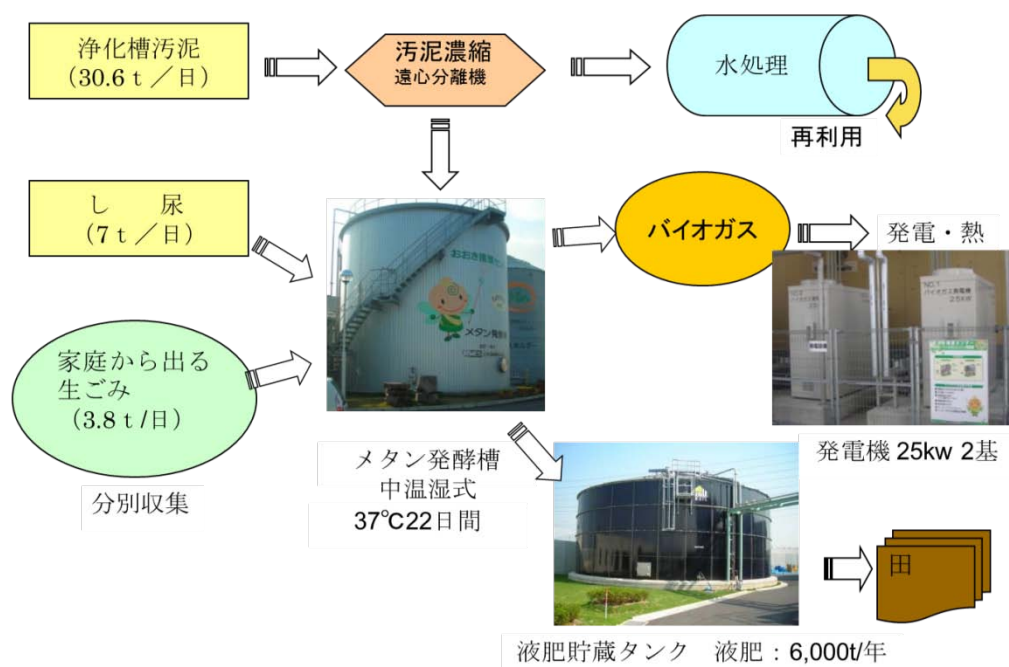


図9 大木町のバイオガスシステムのフロー（大木町資料より）



図 10 大木町の資源循環のシステム（大木町資料より）



図 11 プラント主要施設



図 12 プラントと道の駅を含む公園

液肥の利用について、大木町では水田及び畑への施肥基準を設けてマニュアルを作成し、農家へ指導しながら液肥散布を行っている。液肥は無償だが、町が準備した散布車で各農家へ散布する方式をとっており、散布料金のみを農家から受け取る方式をとっている。全国的にみても、バイオガスプラントの副産物を液肥として活用する場合には、プラント側で散布車を準備し、液肥料金と散布料金を合算した料金を受け取っていることが多い。

大木町の液肥は普通肥料登録「くるっ肥(び)」として認可を受け、散布料金は 1,000 円/10 a である。バイオガスプラントからの液肥を使用した米は特に特別栽培米「環のめぐみ」としてブランド化している。

- ・化学肥料、農薬の使用をくるっ肥の使用により慣行農法の半分以下に抑えている
- ・平成 24 年度は 22ha で栽培
- ・品種は「元気つくし(福岡県品種)」で、特 A 米になっている
- ・販売価格は、町民予約価格で 3600 円/10kg、一般価格 4,000 円/10kg



図 13 特別栽培米

この他、農家以外の町民が液肥を自由に持ち帰り、家庭菜園等で活用できる様になっている。

また、大木町では町内の小学校における環境学習のカリキュラムにバイオガス施設による資源循環の学習が含まれるほか、現在、全国から年間 4,000 人も視察があり、道の駅での売り上げにも大きく貢献している。道の駅では、町内の女性 3 名が起業し、レストランを経営している。このレストランでは液肥を活用する農家との連携を図り、地域の農産物を積極的に活用しており、連日満員という盛況ぶりである。

- 年間約6000tの液肥を生産
  - 水稲・麦など土地利用型の作物に主に使用。
    - 水稲・麦 5t～7t/10a
    - 散布面積 それぞれ約50h
  - 液肥散布車や流し肥え方式による散布
- 普通肥料登録として認可
- 液肥代＝無料
- 散布料 1000円/10a
- 液肥利用の課題
  - 貯留と運搬・散布設備が必要
  - 成分調整と栽培技術(施肥基準など)の確立
  - 臭い(あまり気にならない)

分析項目	含有量
リン酸	0.12%
カリ全量	0.11%
全窒素	0.25%
アンモニア態窒素	0.13%

図 14 大木町の液肥の性状及び活用方法（大木町資料より）



図 15 大木町の液肥



図 16 町民向け液肥配布施設



図 17 道の駅レストラン（平日の様子）



図 18 掲示された生産者の写真

#### (4) 導入コストの概算

先進事例のうち、し尿・浄化槽のみのバイオガス化の事例が少ないため、生ごみ+汚泥系施設の事業費データを用いて、0.6 乗比例に係る経験則法により概算導入コストの試算を行った。7 事例による試算結果の平均を取り、松阪市の規模 183kL/日の場合、バイオガス施設を新設する場合の建設費の目安は、30 億円となった。

なお、消化液を農業利用せずに処理している事例では試算結果に 0.8 を乗じて低減させているものの、消化液を農業利用している 2 事例による試算結果の建設コストの方が低い傾向にある。

表 7 0.6 乗比例に係る経験則法による概算コストの算定結果

消化液	施設名	処理量 (t/日)	設計価格 (千円)	0.6乗比例に係る経験則法による建設費 処理量183t/日の場合(千円)
処理	稚内バイオエネルギーセンター	34	1,781,610	3,912,785
	汚泥リサイクルパーク(上越市)	248	8,700,000	5,799,745
	黒部市下水道バイオマスエネルギー利活用施設	80.4	1,600,000	2,096,655
	浅麓汚泥再生処理センター(小諸市)	175	6,400,000	5,259,177
	日田市バイオマス資源化センター	80	950,000	1,248,620
利用	大木循環センター	41.4	638,000	1,556,292
	山鹿市バイオマスセンター	88.1	1,027,000	1,592,412
平均				3,066,527

出典)

処理量及び設計価格…生ごみ資源化 全国調査報告書等による

0.6 乗比例に係る経験則法…環境省 廃棄物処理施設建設工事等の入札・契約の手引き H18.7

※日田市は 1 割程度を液肥として利用している。

### 3-4 広域衛生センターの延命化計画

前述の検討会合の中で、広域衛生センターの既存施設について、下記の情報が広域衛生組合から示された。

- 精密機能検査の実施により、既存施設は概ね健全であり、できる限り現施設・設備の有効活用を図ることが、費用対効果の面から有効である
- 広域衛生組合の施設延命化計画が、冒頭に示した「前処理・前脱水方式+6 倍希釈後下水放流」方式から、「前処理+高負荷脱窒素方式+2 倍希釈後下水放流」方式へ修正される可能性が高い

これを受けて広域衛生組合へのヒアリングを実施したところ、設備更新への考え方が変わってきていることが判った。広域衛生組合では、平成 25 年度に現況設備の精密機能検査を実施し、延命化方策の見直しについて検討が行われている。

表 8 衛生センターの精密機能検査の結果概要

設備	検査結果及び今後の方針案	継続利用
し尿等処理施設	老朽化しているものの点検整備や修繕の成果により、機能的に問題ない。	○
汚泥処理施設	点検整備を行っているが黒煙発生の可能性が高く、熱交換器は修繕不可能で更新が必要である。場外処理が望ましい。	×
脱臭施設	今年度、一部の修繕工事を実施。	○
高度処理施設 ・オゾン処理 ・砂ろ過	オゾン設備は稼働が不安定。河川放流では必要な設備だが、下水道放流の場合はこれらの処理は不要。	△

広域衛生組合では精密機能検査の結果を踏まえ、できる限り現設備の有効利用等を図り、希釈倍率の見直しを行った結果、既存施設のうち、し尿等処理施設及び脱臭施設は延命化・継続利用を行う方針が示された。よって、今後の計画を冒頭に記載した案の「前処理・前脱水方式+6倍希釈後下水放流」方式から、「前処理+高負荷脱窒素方式+2倍希釈後下水放流」方式への修正が検討されている。これにより、下水道放流に係る負担が当初計画の1/3となることから、維持管理費の削減が見込まれ、バイオガス施設を導入する必要性が薄れた。

なお、今回の設備延命化及び維持管理にかかる費用の概算は、約2.4億円と想定される。

表 9 延命化の概算費用

高負荷脱窒素処理 改造費	約 20,000 万円
下水道接続用配管敷設工事	約 2,000 万円
下水道受益者負担金	約 2,400 万円
合計	約 2.4 億円

以上により、バイオガス施設建設（建物等一切を含む）では約30億円※、延命化による改造費（下水接続等含む）は約2.4億円となり、現時点においては、既存施設を活用する方が当面の費用対効果が高いことがわかった。

※FITによる売電を実施しない場合、国の交付金を活用することにより約15億円。



### 3-5 次期更新時の設備に関する提案

今回の延命化案により、広域衛生センターの寿命は20年程度延命化されると考えられる。次回の更新時期には、主要設備の他、センターの建屋の更新時期にあたりと予想されることから、下記に新設時の概算コスト比較を示した。なお、バイオガス施設も研修棟等の建物を含む価格となっているが、発酵槽等の主要設備は屋外設置でよいことから、既存の建物より縮小が可能である。

次回の更新時期には、バイオガス発電施設を含めた汚泥再生処理センターとしての設備更新の詳細な検討を提案する。

表 10 新設時の概算導入コスト比較

	し尿処理施設	バイオガス施設
新設時の概算コスト	約 52 億円 <sup>※1</sup>	約 30 億円 <sup>※2</sup>
判定	△	○

※1 既存の広域衛生センターの平成6年当時の建設価格（処理棟・管理棟・車庫棟）

※2 FITによる売電を実施しない場合、国の交付金を活用することにより約15億円。

## 4. まとめ

### 4-1 廃食用油の活用施策について

松阪市バイオマス活用推進計画における廃食用油の利活用目標を達成するために、家庭からの廃食用油を対象としたモデル事業を提案する。モデル事業の実施内容には、資源物として集団回収を行うための事業者を巻き込んだ松阪式のリサイクルシステムの確立をめざし、市民向けの啓発を兼ねた説明会の実施、事業者へのヒアリングと現地調査、協力要請などを提案する。その効果として、市民へのリサイクルの見える化を図ると共に、リサイクル量の増加を達成するメリットが得られる。

### 4-2 し尿・浄化槽汚泥の活用施策について

平成31年度の供用開始を目指した広域衛生センターの延命化改造により、当面はメタン発酵によるバイオガス発電施設の導入は難しい。但し、概ね20年後に予定される、し尿処理施設の全面設備更新へ向けて、10年後を目途にメタン発酵によるバイオガス施設の導入を目指した詳細な検討を開始することを提案する。その際には、汚泥再生処理センターとして生ごみ等の他の廃棄物系バイオマスとの併せ処理による資源循環をめざすことも併せて提案する。