

Q 1 バイオマス発電により有機成分の循環は可能になりますが、循環型社会全体を見た際、他の元素の動きも重要になってくると思います。トータルコーディネーターが必要とおっしゃっていましたが、汚泥からリンを回収するような、他の元素の循環に関してバイオマスとどう絡んでくるかをご教授願いたく存じます。

A 1 (回答：大門氏) ご質問のとおり、大門研では、元素について炭素と同様に、窒素とリンの循環についても観てきております。リンの有効利用は考えておりますが回収までは考えておりません。輸入に頼る日本は、窒素とリンの循環をグローバル規模で考える必要があるかもしれませんが、そのニーズがあまりございません。

Q 2 液肥利用の実証試験（圃場）やそれによる受入農家の信頼獲得等についてガイドラインでは扱われますか？

A 2 (回答者：石井氏) 6月に公開された NEDO のガイドラインの「メタン発酵編 第2部4章」の305頁以降で液肥を含む副産物利用に係る留意事項を取りまとめています。ただ、液肥の圃場試験や農家との調整などの具体的な項目については、今後 NEDO の実証事業の進捗・成果と併せて、年度末の最終版で記載したいと思います。

NEDO ガイドライン https://www.nedo.go.jp/library/biomass_shishin.html

Q 3 発酵残渣の出口についての課題と解決事例

A 3 (回答者：石井氏) 消化液などの発酵残渣の外部利用を検討する際、ユーザー側が含有物に何が含まれるかわからないリスクを懸念し実現できないケースがよくあります。メタン発酵施設の原料調達先の数が多い発酵残渣の成分のコントロールは難しくなります（その意味で液肥利用の事例としては北海道の個別バイオガスプラントが多いです）。某酪農地域では、複数の農家と合併でメタン発酵プラントを運営していますが、液肥成分を安定化するために、各農家がメタン発酵設備に投入する原料の性状について厳格な基準を作り出口の品質を管理しています。

Q 4 産業連鎖分析について、実施方法のフローや具体的な作業をまとめた参考資料があれば教えていただきたいです。

A 4 (回答者：石井氏) 本分析手法については「ラウパッハ・スミヤ ヨーク・中山 琢夫 (2015) “再生可能エネルギーが日本の地域にもたらす経済効果—電源毎の産業連鎖分析を用いた試算モデル—”」という公開論文を参考にしています。また、6月に公開された NEDO のガイドラインの「メタン発酵編 第1部」の36頁以降にフロー図と実証事業を実際に評価した分析結果を提示しております。

NEDO ガイドライン https://www.nedo.go.jp/library/biomass_shishin.html

Q 5 コロナ禍や食品ロスへの取り組み、人口減少によってバイオマス事業の材料減少が進む可能性があるが、その場合のバイオマス事業への影響評価は各省庁などで行われているのか。またその影響を抑えるための解決策はあるのか。

A 5 （回答者：石井氏）NEDO 地域自立システム化実証事業の事業者では、コロナの影響でバイオマス排出元の産業が打撃を受け、想定していた原料規模が収集困難になる事例が出始めています。他省庁の事業での評価状況は現時点で存じませんが、NEDO 事業では食品ロスも含め原料に与える各種影響を今後評価しガイドライン化、必要に応じて省庁間で共有します。なお、NEDO 実証事業者である㈱富士クリーン様では中長期的な人口減少による食品廃棄物への影響を加味し、将来的には高齢化に伴い増加する紙おむつなどの原料の調達を視野に入れています。

Q 6 プラント規模の大小の違いによって、特徴的な課題があればご教示いただきたい。

A 6-1 （回答者：石井氏）食品系、畜産系共通して最も特徴的なのは原料調達かと思います。プラント規模が大きく多様な調達先から収集する場合は、個々の分別精度や原料含有成分などのアンコントロールな部分が増え、運転の不具合に発展した事例も報告されています（一方で、笹川様のお話でもありましたとおり大きいプラントでは不適原料に対する許容性は上がります）。なお、こうしたコントロールできない原料が多いと、消化液の成分を担保できないため、液肥として利用する際にも影響が出ます。

A 6-2 （回答者：大門氏）投入物が単一のものでなければ（投入物の変動が激しくなければ）、規模の大きさは重要ではありません。規模が小さくなれば投入原料の変動に弱いことは事実です。

Q 7 豚のふん尿のバイオガス化にあたって苦労されたことを教えてくださいませんか。

A 7 （回答者：大門氏）いかにイニシャルコストを下げるかです。これには、養豚農家との連携が非常に重要となります。

Q 8 豚糞を原料としたメタン発酵の実績が多く手掛けていらっしゃいますが、すべて中温発酵によるものでしょうか。高温発酵は豚糞では難しいとよく聞きますが、やはりそうなのでしょうか。

A 8 （回答者：大門氏）小規模普及型バイオガス発電システムは、全て中温湿式です。高温発酵は、豚糞尿に限らず中温より高温発酵は管理が容易ではございません。また、イニシャルおよびランニングコストの低減が最も重要視しているため、高温方式ではございません。

Q 9 前処理における課題について、主な苦労と、当初から現在に至るまでに改良した点などありますでしょうか？（分別機における分別の程度や、スラリータンクへの異物堆積など）

A 9 （回答者：笹川氏）分別機については、分別の程度には問題は無く、耐久性とメン

メンテナンス性の向上に力点を置いて改良を重ねました。また、スラリータンクなどへの異物堆積対応として、スラリータンクの前段に異物の沈降槽を設け、維持管理側でこまめに異物を抜き出す対応も行っていました。私見になりますが、生ごみへの異物混入や発酵不適物の混入は避けられませんので、機械側を特殊・複雑にするとかえってトラブルの箇所を増やすことになります。できるだけ汎用性のあるシンプルな設備とし、日々の維持管理にてご協力いただきトラブルを予防し、トラブル発生時には短時間で復旧できるよう予備機、予備部品をスタンバイしておくことが肝要と考えております。

Q 1 0 後処理における課題について、脱水汚泥は乾燥・養生後、全量堆肥利用とのことですが、入口の性状にバラつきのある生ごみを原料としている中、安定した堆肥の品質確保のために試行錯誤や需要家（農家さん？）との調整などはあったのでしょうか？また工夫していることがあれば教えてください。

A 1 0 （回答者：笹川氏）当日の説明が不足しており申し訳ございません。
脱水汚泥は乾燥後、前処理で除去した卵殻等と混合して堆肥を作成し、特殊肥料として登録しておりました。しかし、汚泥の発生量が少なく、堆肥の作成や成分調整にも手間が掛かり、更には堆肥の需要が少ない現地の事情を鑑み、現在は脱水汚泥の状態にて、残渣として構成市町の処分場で埋立処分していただいております。

Q 1 1 堆肥の品質チェックはどうやっているのでしょうか？チェック結果によっては、残さのたい肥としての出荷を中断し、ごみ処理中継側に回す場合もあるのでしょうか？

A 1 1 （回答者：笹川氏）ご質問いただいた通り、堆肥利用をうたう限りにおいては、需要家様に対して質・量とも長期間安定的に堆肥を供給する責任が伴います。物理的に堆肥として登録することはできましたが、施設の本来の目的はバイオガス化であり、堆肥を作るための施設にならないよう組合様に総合的にご判断いただいた結果と考えております。

Q 1 2 2系統によるバックアップにより、生ごみの受入れを止めずに補修や長寿命化工事に対応可能とのことですが、共通設備（計装や後処理、ガス利用設備など）の工事の際は、バイオリアクター及びスラリータンクのバッファを生かして、何日程度定格受け入れ量に対応可能なのでしょうか？建設当初の設計段階から、長寿命化工事等を見越してその程度のバッファを見込んでいたのでしょうか？

A 1 2 （回答者：笹川氏）当初設計から生ごみの受入れを停止しない大規模改修を見込んでいた訳ではありません。各設備の設計能力に対する能力余裕及び系統数を検討した結果、生ごみの受入れを停止せずに工事可能と判断して施工計画を立案しております。この際、ご質問いただいた共通設備については主に仮設に切り替える方法で対応しております。担当としての感想になりますが、仮設を用いれば大概の工事は可能ですがコストが掛かる点がネックであり、最低限発酵槽は複数系列持つておく必要があると感じております。

Q 1 3 砂川市の事例ですが、プラントの長寿命かにより運転期間が当初の 15 から 30 年

に伸びていますが、構成人口が減少し続ける中で施設運営を永続的に続けるための具体的な計画はありますでしょうか？

A 1 3 （回答者：笹川氏）供用開始から 15 年の時点では、組合様は長寿命化を行う方針を出されましたが、将来は周辺地域との連携を取りながら、さらに広域となる枠組みでの処理も視野に入れて検討していくと伺っております。
施工者の立場での回答となることをご容赦下さい。

Q 1 4 砂川地区の施設の生ごみ発生量は年間 2200 トン程度とグラフより読み取れますが、この量がメタン発酵槽へ投入された量ということでしょうか。発酵槽の合計容量も教えて頂けますでしょうか。

A 1 4 （回答者：笹川氏）グラフの数値は施設に搬入された生ごみ量であり、分別機で除去されるごみ袋や発酵不適物を含んだ量となります。従って、メタン発酵槽に投入された量ではありません。発酵槽容量の具体的な数値のお答えは控えさせていただきますが、希釈した生ごみに対して 10 日間の滞留時間が確保できるよう設計しております。

Q 1 5 差し支えなければ脱水機の更新で多重円盤からデカンタにした理由を教えてください。

A 1 5 （回答者：笹川氏）原料（生ごみ）の成分上、脱水機で処理する污泥に無機物が混入していることに加え、膜分離活性污泥法の余剰污泥のフロックが比較的小さく凝集性が低いため、試験機でのテスト結果を踏まえて、方式を変更しております。

Q 1 6 バイオリアクタは日本のメーカーでは要求した装置は手に入らないのか。費用面も含めて。

A 1 6 （回答者：笹川氏）ご質問の主旨に的確に答えられているか分かりませんが、日本のメーカーでもメタン発酵槽の設計・施工は可能と考えます。ただし、ご要求の条件によっては、メーカーとして対応できない場合があり、コストもご希望に添えない可能性もございます。

Q 1 7 バイオガス化施設の長寿命化について、大変興味深かったです。初期に導入した施設がそろそろ更新か廃止かという時期になっていると思います。長寿命化計画の策定について、導入メーカーにしかできない部分と、メーカーやシステムにかかわらず共有できる情報もあるかと思います。他地域で長寿命化を検討する際のポイントなどあればご教示いただければ幸いです。

A 1 7 （回答者：笹川氏）発注者のお立場でのご質問として捉えさせていただきますと、まず、長寿命化の条件を明確にさせていただく必要があると考えます。どの程度の期間延命化するのか、処理能力を変えるのか、施設を止めずに改修する必要があるのか等の条件に

より、導入メーカーにしか対応できない部分と共有できる部分は大きく変わると考えます。長寿命化では、仮設、清掃・撤去にかなりの労力（＝費用）が掛かりますし、バイオガス化施設の場合、発酵槽のシャットダウンや再立ち上げ（馴致）にもメーカーのノウハウを要します。発注者にご負担は掛かりますが、メーカーが負う責任の範疇によって、競争範囲を広げることは可能と考えます。

Q 1 8 延命化に向けた診断書の作成方法は一般化されていますか？（今後の他の事例にも適用可能でしょうか）

A 1 8 （回答者：笹川氏）「延命化に向けた診断」には、劣化の度合いと、故障した際の影響度（復旧に要する期間と費用）の2つの観点での評価が必要と考えます。従いまして、個々のシステム・施設における実情に応じて検討する必要があり、概念として整理できても、一般化までは難しい（できておりません）と考えます。発表中申し上げた通り、特に計装・制御系については、目視では劣化が判断し難く、製品の修理サポートや部品供給が途切れて自動運転ができなくならないよう、早めのタイミングにてメーカーにご相談いただきたいと思います。

Q 1 9 マイクロガスタービンの設備寿命（何年くらいか）

A 1 9 （回答者：笹川氏）メーカーの推奨寿命は運転時間 40,000hr ですが、マイクロガスタービンの構造上、発停回数が寿命に大きく影響を与えます。砂川での運用においては、60,000～70,000hr で本体交換を行っています。

Q 2 0 十五年超の運転により機械や電機の更新はされていらっしゃるが、土木構造物への影響についての評価結果をご教示いただけないでしょうか？

A 2 0 （回答者：笹川氏）目視による手法が中心となりますが、土木構造物が健全であることを確認しています。排水処理槽の内部についても、維持管理で液位を下げて清掃を行った際に健全性を確認しています。砂川の場合は、排水処理を含めてほとんどの設備が屋内に配置されている点も、構造物の寿命を延ばす結果に繋がっていると考えます。

Q 2 1 発酵助剤は非常に興味を持ちました。有機・無機？どのようなものか、また、今後、更なる開発要素はあるのかなど、お伺いしたいです。

A 2 1 （回答者：大門氏）発酵助剤の原料は全て食品残渣です。豚の液状飼料をイメージしてもらえればよいと思います。今後は、助剤生産時の濃度を高める、投入効果を高めるなど開発要素はまだまだございます。発酵助剤の生産は全国的に広がると思います。

Q 2 2 発酵助剤を利用することで、発酵残渣（消化液）の成分にはどのような変化が生じるのか、お教え頂ければ幸いです。（残渣を農地利用する観点からお伺いしたいです）

A 2 2 （回答者：大門氏）発酵助剤の原料は全て食品残差でありますので、飼料成分と大きくは変わりません。よって、投入した分、消化液へ含有する窒素とリンの濃度は高くなります。農業利用にも、よい方向へ進むはずです。