

令和3年度新エネルギー等の導入促進のための広報等事業
(再エネ導入・運転人材育成支援事業
(メタン発酵バイオガス発電における人材育成調査))

事業報告書 (概要版)

一般社団法人日本有機資源協会
Japan Organics Recycling Association (JORA)

2022年2月25日

1. 本事業の目的

- バイオガス発電施設における人材の不足
- FITからFIPへの移行、ノンファーム型接続、卒FIT、脱FIT・FIPへの対応
- ブラックアウト対応や地域レジリエンスへの課題
- 設備利用率向上と運転維持費の低減へ向けて



●バイオガス発電施設運転人材育成のためのツール整備

上記の状況を踏まえて、バイオマス発電についてトータルに理解した上で、現場で運転維持費を削減し、設備利用率を向上させるとともに、それぞれの年度で定められた制度や周辺条件のもとで最適な施設運転をリーダーとして遂行できる**人材を育成するためのツール**を整備することを、本事業の目的とする。

人材育成のためのツール・・・テキスト・研修カリキュラム案

2. 本事業の概要

◆検討委員会のメンバー

区分	氏名(敬称略)	所属・役職
委員長	芋生 憲司	東京大学 大学院農学生命科学研究科 生物機械工学研究室 教授
委員	石井 一英	北海道大学工学研究院 循環共生システム研究室 教授
	石井 伸彦	みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社 グローバルイノベーション&エネルギー部 上席主任コンサルタント
	城石 賢一	北海道鹿追町 農業振興課 担当課長
	盛下 学	バイオエナジー株式会社 代表取締役 社長
	森田 真由美	月島機械株式会社 水環境事業本部 事業統括部 事業推進グループ 主事

◆委員会開催日と議事内容

項目	内容				
回数	第1回委員会	第2回委員会	第3回委員会	第4回委員会	第5回委員会
開催日	2021年6月22日	2021年8月23日	2021年10月11日	2022年1月13日	2022年2月8日
検討事項	<ul style="list-style-type: none"> ・研修教材項目検討 ・テキスト構成検討 ・執筆者検討 ・調査先事業所選定 ・ヒアリング調査内容 ・その他 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒアリング調査の中間報告・課題抽出 ・テキスト構成決定 ・執筆者決定 ・執筆要領等決定 ・その他 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒアリング調査の中間報告・課題抽出 ・原稿執筆状況と中間報告 ・研修カリキュラム案の検討 ・模擬研修会案の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・テキスト最終確認 ・模擬研修会の開催報告と課題抽出 ・研修カリキュラム案再検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・テキスト用語集検討 ・研修カリキュラム案最終検討 ・事業の総括

3. 事業内容(1)人材育成等に向けた課題把握調査

◆ヒアリング調査の目的

○2021年3月末時点で既に運転を開始している事業者(5事業者以上)に対し、稼働状況や技術的課題への取り組み状況、発電所における人材育成の実施状況等についてヒアリング等を行い、結果を分析する。

○メタン発酵バイオガス発電の特質に応じた技術的な優良事例、トラブルの解決事例等を抽出するとともに、発電所等(5事業者以上)に対するヒアリング等を行い、調査結果から人材育成に必要な要素を抽出し、研修教材へ盛り込むべき項目等を整理する。

◆ヒアリング調査先の選定

ヒアリング調査先の選定では、原料種別、施設規模、実施主体、発酵残さの扱い方、FITの適用有無等、なるべく多様な事例が集められるよう留意して以下の15事業所を選定した。

事例集 該当番号	施設または事業の名称(実施主体)
事例1	鹿追町環境保全センター中鹿追バイオガスプラント(鹿追町)
事例2	鹿追町環境保全センター瓜幕バイオガスプラント(鹿追町)
事例3	清水町美蔓バイオガスプラント(十勝清水バイオマスエネルギー株式会社)
事例4	ながめやまバイオガス発電所(東北おひさま発電株式会社)
事例5	バイオエナジー株式会社城南島食品リサイクル施設(バイオエナジー株式会社)
事例6	食品リサイクル・バイオガス発電(株式会社Jバイオフードリサイクル)
事例7	三浦バイオマスセンター(三浦地域資源ユーズ株式会社)
事例8	長岡市生ごみバイオガス化事業(株式会社長岡バイオキューブ)
事例9	豊橋市バイオマス資源利活用施設整備・運営事業(豊橋市上下水道局)
事例10	南丹市八木バイオエコロジーセンター(京都府南丹市(旧八木町))
事例11	京都市南部クリーンセンター バイオガス化施設(京都市)
事例12	乾式メタン発酵施設(株式会社富士クリーン)
事例13	消化ガス発電事業(宗像市)
事例14	みやま市バイオマスセンター「ルフラン」(みやま市)
事例15	佐賀市下水浄化センター消化ガス発電事業(佐賀市上下水道局)

事例集

令和3年度新エネルギー等の導入促進のための広報等事業委託費における
再エネ導入・運転人材育成支援事業(メタン発酵バイオガス発電における人材育成)

事例 5

バイオエナジー株式会社 城南島食品リサイクル施設(東京都大田区)

事業者紹介

名称 : バイオエナジー株式会社 城南島食品リサイクル施設
 実施主体 : バイオエナジー株式会社
 発電に付随して使用する技術 : メタン発酵、水処理、余熱利用
 フラントメーカー/設計・施工業者 : 三菱重工環境エンジニアリング(建設当時)

事業開始年	2008年	原料の種類	食品廃棄物(事業系一般廃棄物及び産業廃棄物の生ごみ)
プラントへの原料別輸入量		輸入量(実績値) 約33,116t/2020年(固形・液状の合計値)	コロナ禍のために昨年より減少している。
処理能力(t/日)	最大130t/日(固形110t/日、液状20t/日)	生産物の種類	電気・バイオガス
発電容量:570kW×1機 560kW×2機		発電量(100%稼働の計画値) 1,216,800kW/月	発電量(実績値) 994,173kWh/2021年4月(稼働率82%)
FITの適用		FIT(FIT終了後、再度単独発電に戻すか検討している。)	
	インシヤルコスト	3,600,000千円(建設・設備・土地等)	
	状況	ほぼ計画通り	
	成功要因	運営開始時は、発電、設備の安定運転に苦労したが、運転のノウハウの取得後安定運転となった。 また、付随設備のトラブルについては、有機物と不燃物の選別が重要で回収率を上げるために良荷を定量にする必要があり、本設備は選別装置に原料の定量供給機構を設けた。	
	波及効果	7,000t/年のCO ₂ 削減効果	
	設備利用率の向上対策	*定期メンテナンスにおいては、各設備のメンテナンス時期を確立し突発事故を未然に防ぐ。 *付随設備のトラブルについては、有機物と不燃物の選別が重要で回収率を上げるために良荷を定量にする必要があり、本設備は選別装置に原料の定量供給機構を設けた。	
事業の状況	運転上の課題	ガスエンジンのうち、設備から年数が経っているエンジンは、稼働率が低くなり発電容量が下がったため、換装回数が増加させることが必要。	
	運転維持費の低減対策	各設備のシーケンスフローを最適化し、無駄に稼働している機器を低減させた。 365日運転指示書を作成し、各設備の運転停止条件を明確化し、無駄に稼働させないようにしている。	
	運転維持費の課題	運転を指示できる人材の育成が急務(指図的役割を担う人材の増員)。	
	メーカーと契約するうえで確認したこと	発電機等設備は、該運転期間などは特に長く持たせるようにした(開設設備との取合いトラブルは、前時には出ないトラブルもあるため)。また、完工後のメンテナンス10年間も契約前に必ず抽出してもらい、比較対象に盛り込んでいる。	
	トラブルや故障事例	選別機修理3回発生	

ヒアリング調査から抽出された課題と対応策は、テキスト「第3章運転管理上の課題と対策」に盛り込んだほか、テキスト巻末の事例集へ掲載した。(調査内容の詳細はテキストを参照)

原料検査用の受入ドック

発電機稼働

導管ガス検知装置

左: 発電機 右: 打スル化タンク

3. 事業内容(1)人材育成等に向けた課題把握調査

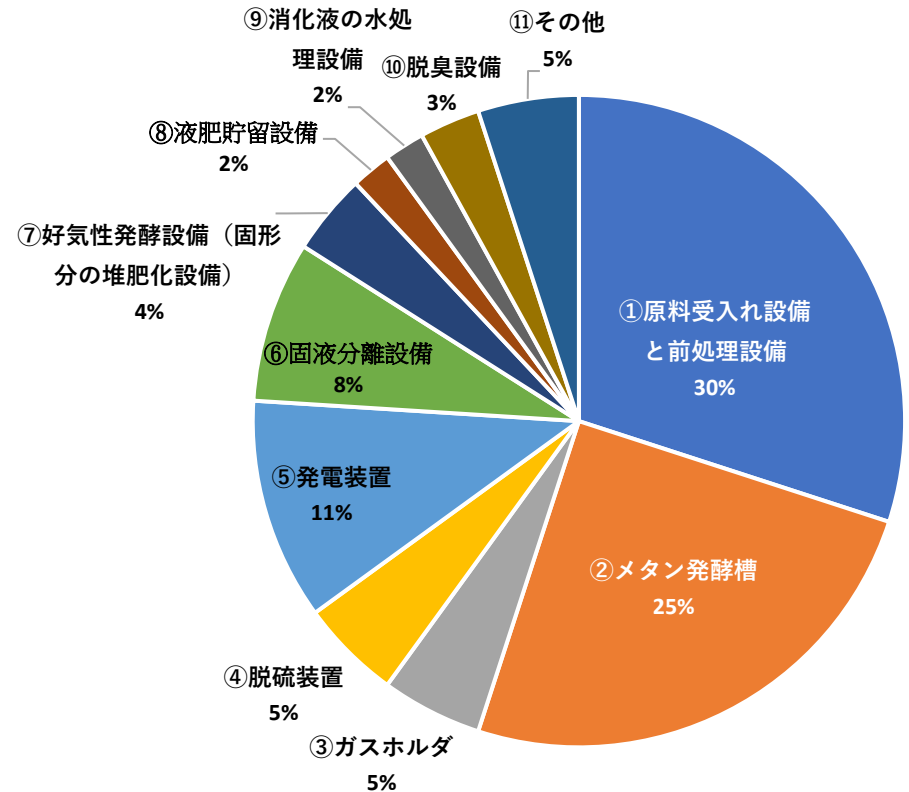
◆トラブル事例調査

メタン発酵バイオガス発電設備における、各種トラブルの特徴とその克服方法を把握するため、「各工程におけるトラブル対応に関するアンケート調査」を行った。このトラブル事例の調査により、合計100件のトラブル事例を収集した。トラブル事例の詳細は、テキストの「第3章第2節 各工程におけるトラブルとその対応」に100件の事例全てを掲載した。

工程別のトラブル事例数

工程No.	工程	回答件数
①	原料受入れ設備と前処理設備	30
②	メタン発酵槽	25
③	ガスホルダ	5
④	脱硫装置	5
⑤	発電装置	11
⑥	固液分離設備	8
⑦	好気性発酵設備(固形分の堆肥化設備)	4
⑧	液肥貯留設備	2
⑨	消化液の水処理設備	2
⑩	脱臭設備	3
⑪	その他	5
合計件数		100

工程別のトラブル事例割合



◆各調査のとりまとめ結果と課題抽出

ヒアリング調査及びトラブル対応に関する調査結果から課題を整理し、運転管理上の課題及び課題を克服する方法について、テキスト第3章にまとめた(詳細はテキスト「第3章 運転管理上の課題と対策」を参照)。その他、人材育成に関する調査の回答から、メタン発酵施設の特徴として、対象原料や設備規模の違いによって運転技術が異なるため、一般化した人材育成が困難な現状を把握した。廃棄物処理の観点からは、設備不良やトラブル等で原料受入れを止めることが難しい場合が多く、トラブルに対応できる知識と経験を持った人材の育成が急務であると言える。これら抽出された課題はテキストに反映させると共に、模擬研修会開催時の検討項目とした。

3. 事業内容(2)人材育成研修テキストの作成

◆テキストの構成及び執筆者

テキストの各章の構成と執筆者及び概要は以下の通りである。この他に用語集や索引等含めた総ページ数は238ページとなった。

章	節	タイトル		内容
第1章 メタン発酵と バイオガス発電の概 要	第1節	メタン発酵技術の基礎知識	石井一英(北海道大学)	第1節は、メタン発酵技術の基礎知識として、メタン発酵の方法、発酵プロセス、制御因子、バイオガスの成分と除去すべき物質等を解説している。第2節では、バイオガス発電における全体システム、多様な種類の原料、発酵残さの利用、バイオガスやバイオメタンの利用等について解説している。
	第2節	メタン発酵バイオガス発電システムの全体像	石井一英(北海道大学)	第3節では、バイオガス発電機の種類と仕組み、発電機におけるバイオガスの特性、発電機の予防保全について解説している。第4節では、メタン発酵バイオガス発電に関する、制度の変遷、FITの調達価格の推移、FITからFIPへの移行等、政策動向を中心に解説している。
	第3節	バイオガス発電機について	林 清史 (ヤンマーエネルギーシステム(株))	
	第4節	メタン発酵バイオガス発電に関する政策動向	芋生憲司(東京大学)	
第2章 事業化及び関連法規 等	第1節	事業化のポイント	石井伸彦 (みずほリサーチ&テクノロジーズ(株))	第1節では、メタン発酵事業における構想段階からの注意点や検討すべき項目を整理している。また、事業の実現可否や安定稼働に係る課題を整理し、解決策の案や事例をまとめている。第2節では、メタン発酵バイオガス発電事業における、様々な関連法規を整理し、一覧表としてまとめている。
	第2節	関連法規、必要な資格、安全・衛生管理	石井伸彦 (みずほリサーチ&テクノロジーズ(株))	
第3章 運転管理上の 課題と対策	第1節	運転管理上の課題	JORA	ヒアリング調査やトラブル事例調査の結果から抽出された課題を整理・分析している。
	第2節	各工程におけるトラブルとその対応	JORA	第1節では、設備利用率と運転維持費の現状と課題を整理している。第2節では、トラブル事例調査の結果として、全100件の事例を掲載している。第3節では、運転管理上の課題を克服する方法について、特にトラブル防止や予防保全のための日常点検チェックリストの例を紹介し、第1節の課題解決に向けての方策を分析している。
	第3節	運転管理上の課題を克服する方法	JORA	第4節では、特に発酵槽を管理する上で重要となる、測定すべきデータとその分析方法、データ共有の活用事例について実際のデータ見本を交えて解説している。
	第4節	運転上のデータ収集と分析・活用事例	須藤貴宜(フロー(株))	
第4章 副産物・バイオガス の利用	第1節	バイオ液肥(農地利用する消化液)	中村真人(農研機構)	第1節では、バイオ液肥について、成分の特徴や液肥散布の注意点、普及プロセス、取組事例についてまとめている。第2節①では、主に消化液の水処理について、第2節②では、主に消化汚泥の処理や有効利用について、それぞれまとめている。第3節では、再生敷料の役割・特徴・注意点と、堆肥化の処理方法や発酵条件を解説し、取組事例も紹介している。第4節では、バイオガスの熱利用について、熱のみの利用とコージェネレーションについて解説し、熱利用に関する課題や取組事例を紹介している。第5節では、発電ではなくガスとしての直接利用について、特に自動車燃料や都市ガス利用のためのバイオガス精製技術と利用方法を解説している。第6節では、バイオガス中のメタンを水素に変換する技術の解説と、製造した水素の利用例について紹介している。第7節では、ブラックアウト時におけるバイオガスプラントの課題整理と対応方法をまとめ、北海道の事例を紹介している。第8節①では、第7節のブラックアウト対応の具体的事例から関連して地域への展開事例を紹介し、電源だけでなくガスや熱の供給方法も提案している。第8節②では、総合的な視点から地域レジリエンスを解説し、パターン別の対応策や災害発生時の手順の例をまとめている。
	第2節①	消化液と汚泥の処理①	高原晋(株神鋼環境ソリューション)	
	第2節②	消化液と汚泥の処理②	森田真由美(月島機械(株))	
	第3節	再生敷料と堆肥	羽賀清典(畜産環境整備機構)	
	第4節	バイオガスの熱利用	遠藤良輔(大阪府立大学)	
	第5節	バイオガスの直接利用	高原晋(株神鋼環境ソリューション)	
	第6節	バイオガス由来の水素製造及び利用	阿保洋一(エア・ウォーター(株))	
	第7節	ブラックアウト対応の具体的手法	須藤貴宜(フロー(株))	
	第8節①	地域レジリエンスへの貢献①	須藤貴宜(フロー(株))	
第8節②	地域レジリエンスへの貢献②	猪飼幸輝(株ビオクラシックス半田)		
第5章 今後に向けて	第1節	温室効果ガス削減効果の定量化及び持続可能性の確保	芋生憲司(東京大学)	第1節では、LCAの構成や、インベントリ分析の方法、プロセスの比較、メタン発酵バイオガス発電の持続可能性の確保について解説している。第2節では系統連携の基本情報、ファーム接続とノンファーム接続の違い、日本版コネクト&マネージについて解説している。第3節では、国の制度に関わる情報源情報を整理し、共通課題と対応策、プラント運営事業者が留意すべき事項についてまとめている。
	第2節	ノンファーム型接続の可能性と課題	三嶋大介(株アーセック)	
	第3節	FITからFIPへの移行、脱FIT・FIPに向けた対応	JORA	
コラム	各章末に 配置	「地域バイオマス活用による脱炭素」、「グリーン成長戦略におけるメタン発酵」、「家畜ふん尿パイプライン」、「水素発酵について」、「バイオマス産業都市について」、「バイオマス利用技術の現状とロードマップについて」	JORA	メタン発酵バイオガス発電に関する政策情報や、テキスト本文には記載していない各種のトピックスを記述している。
事例集	巻末		JORA	ヒアリング調査を実施した15事業者について、各プラントの個別情報を掲載した。原料の種類、処理量や発電量など数値データから、設備利用率の向上方策や運転維持費の低減方策、トラブルシューティング等をまとめている。

3. 事業内容(3)研修カリキュラム案の作成

◆**模擬研修会の開催と課題抽出** 研修カリキュラム案作成のため、テキスト内容を中心とした模擬研修会を開催した。

模擬研修会の開催

開催日時:2022年1月12日(水) 13:00~17:40
 開催場所:会場・オンライン(Zoom)併用
 合計参加人数:50名
 (受講生33名…会場7名、オンライン26名、
 その他17名…講師、検討委員、オブザーバー、事務局)
 受講生33名はヒアリング調査先の自治体や事業所から
 参加いただいた。
 ディスカッションで人材育成について議論した他、受講後
 にはアンケートを実施し、課題抽出とカリキュラム案の作
 成のための検討材料とした。

時間	内容	担当・講師
13:00	挨拶	事務局
13:10-13:50	①メタン発酵バイオガス発電システムの全体像	石井一英(北海道大学)
13:50-14:30	②事業化のポイント、関連法規等	石井伸彦(みずほリサーチ&テクノロジーズ㈱)
14:40-15:30	③運転管理上の課題と対策 各工程におけるトラブルとその対応(一部抜粋)	森田真由美(月島機械㈱)
15:30-16:10	④バイオ液肥(農地利用する消化液)	中村真人(農研機構)
16:10-16:50	⑤メタン発酵バイオガス発電に関する政策動向	芋生憲司(東京大学)
17:00-17:35	⑥共通テーマによるディスカッション	事務局
17:35	挨拶	事務局

模擬研修会から抽出された課題と課題克服のための検討事項

項目	課題	課題克服のために考えられること
内容	● トラブル事例、優良事例、実際のプラント運転に関わる講義の需要。	● トラブル事例や優良事例等、なるべくプラントの運転に関わっている方の講義を組み込む。 ● 講義時間と質疑のバランスを検討し、適切な時間を確保。 ● 現場視察は可能な限り、実施することが必要。 ● 講義を原料種別ごとに選択する方法の検討や、現場視察の際には原料種別ごとに複数回開催することも検討。
	● 現場視察や現場研修の需要。	
	● 原料種別ごとの講義の検討。	
	● 内容にもよるが、1講義60~90分は必要。質疑時間を充分に取る必要性。	
その他	● 受講対象者の適切な把握と、受講生募集に際しての適切なアナウンス。	● 用語集はテキストに盛り込むことで対応可能。 ● 研修の受講対象者について、メタン発酵に関わる知識や経験がないまたは少ない方、経営・管理側の方、現場での運転作業員の方、運転管理者の方等、ある程度レベルを揃えるために、段階的な研修を検討。 ● ディスカッションやワークショップ等、受講生同士、講師と受講生の交流の場を確保。
	● 「用語集」の需要。	
	● 講師と受講生、あるいは受講生同士の交流や情報交換の需要の高さと必要性。	
開催方法	● オンラインの場合は、メリットを最大限に活用し、デメリットを最小限にする工夫。	● Zoom等のリアルタイムのオンライン研修の他、会場とのハイブリッド、動画のみの配信等、ニーズに応じて柔軟な研修形態を検討。期間を定めた研修では、2日間程度にする。 ● オンラインを使用した研修の場合は、研修実施側のオペレーションテクニックの向上。
	● 会場とオンラインの交流や、ディスカッションのオペレーションの工夫。	
	● 現地研修以外の講義のeラーニングの需要の高さと、研修期間の検討。	
	● オンラインや動画での講義配信と、会場講義との併用や選択可能なシステムの検討。	

3. 事業内容(3) 研修カリキュラム案の作成

◆研修カリキュラム案

ヒアリング調査とトラブル事例調査、模擬研修会のアンケート結果及びディスカッション内容を基に、研修実施に向けて検討すべき事項を以下の表のように整理した。なお、研修カリキュラム案は、研修実施主体が工夫・検討すべき項目も多いため、本報告書(概要版)ではメタン発酵バイオガス発電における実践的な人材育成研修実施における、推奨される全体カリキュラム案を示す。

研修実施に向けて検討すべき事項

項目	実施に向けて検討すべき事項詳細
研修名	実践的な内容を想定した研修名(例:メタン発酵バイオガス発電リーダー育成研修)
受講対象	プラントの運転作業員や運転管理者、プラントメーカーの技術者、事業者、自治体担当者
研修形態	A 座学(講義形式):連続した2日間、ワークショップ等も含む。 B 視察(現地視察・実習):移動時間含み2日間程度を予定。 習得確認:小論文にて理解度を確認する。 ※基本はAを実施し、Bはオプション追加等で対応を想定。
研修場所	A 講義は会場及びオンライン(動画含む) B 見学・実習は現場で行う(メタン発酵バイオガス発電所、牧場、廃棄物処理施設等)
講師	メタン発酵の研究者、プラント運転に携わっている方等適切な講師を選定。

プランA 座学(講義形式)

日程	講義	時間(分)	内容	備考
1日目	1	90	メタン発酵バイオガス発電システムの全体像	メタン発酵の基礎から制御因子等
	2	50	関連法規等	
	3	80	メタン発酵バイオガス発電における政策動向	
	4	90	発酵残さ(消化液・堆肥)利用	複数の講義から選択可能な方式も検討
	5	90	バイオガス・熱・水素等の利用	
2日目	6	60	ブラックアウト対応と地域レジリエンス	
	7	60	運転管理上の課題と対策 ー各工程におけるトラブルとその対応ー	トラブル事例とその対応
	8	60	事例紹介①-トラブル事例から学ぶ対応策	原料の前処理、運転におけるハンドリング、発酵槽のモニタリング等、実践的な運転に関わる内容を事例から学ぶ。
	9	60	事例紹介②-トラブル事例から学ぶ対応策	
		60	ワークショップまたはディスカッション	テーマは受講生から事前募集する等ニーズを把握する
後日提出			小論文	

プランB 視察(現地視察・実習)

視察

プランAの座学に、現地視察をオプション追加できる仕組みとする。
プラント全体の構造、フロー、副産物の取り扱い、地域住民との合意形成等、現地視察により知識の定着と具体的対応の習得を図る。

実習

プランAの座学に、現地実習をオプション追加できる仕組みとする。
可能であれば、プラントでの搬入作業や、異物確認、液肥散布などの実習を行い、ノウハウを習得。

※実習の場合、資格や免許が必要なことはできないため、現地での可能なことは限られる。計測・分析等、実施可能な部分に加えて、トラブルシューティング、ブラックアウト対応等のワークショップ等を行い、プランAの講義内容から更なる深化を図る。

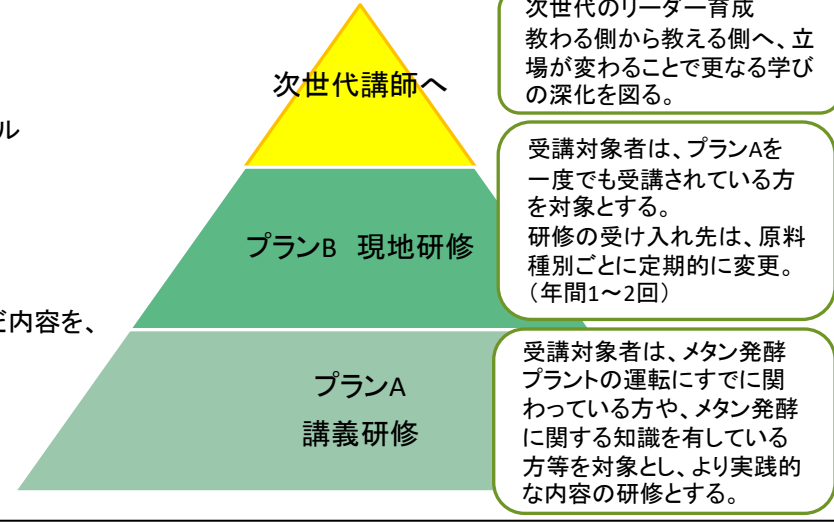
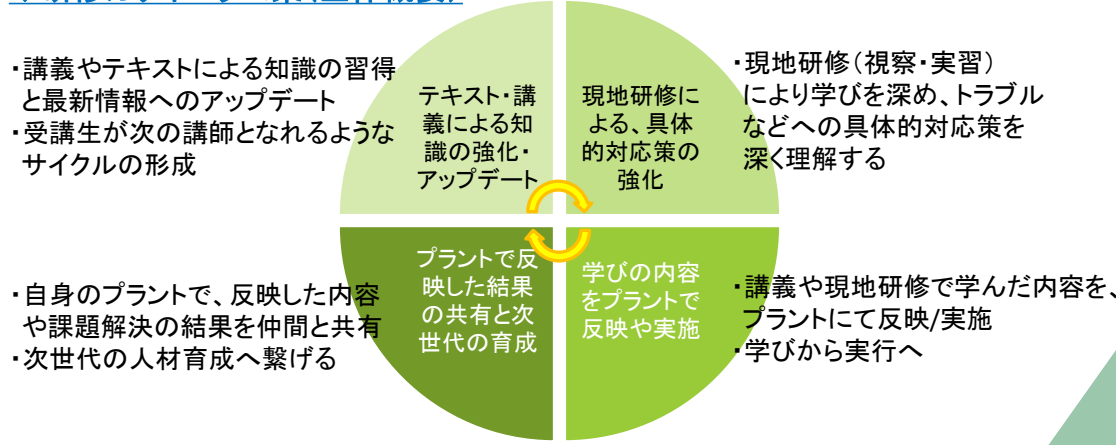
現地研修による、
具体的対応策の強化

※実践的な内容のため、基礎的な部分はテキストまたはe-ラーニング、動画等を活用して、必要な時に復習できるよう整備することも検討。

3. 事業内容(3) 研修カリキュラム案の作成

◆研修カリキュラム案（受講生のレベルアップと受講対象者）

◆研修カリキュラム案(全体概要)



4. 総括 ◆メタン発酵バイオガス発電における人材育成の方策

◆メタン発酵バイオガス発電施設における運転管理技術共有の必要性

本事業の調査結果から浮かび上がってきたのは、バイオガス発電施設における人材育成は、共通かつ喫緊の課題ということであった。バイオガス発電施設は、その多くが廃棄物処理を第一の目的としており、設備不良やトラブル等で原料受入を止めることが難しい場合が多い。受入を止めないために、複数ラインの設置や、設備の増設等により、搬送ラインが複雑になっている施設もあった。

またメタン発酵では、設計段階では十分に想定できない季節ごとの運転ノウハウを獲得するまで、稼働開始から丸2年は試行錯誤の運転が続くという実態がある。メタン発酵バイオガス発電における人材育成の困難さは、運転技術のノウハウを、各事業者が個別に手探りで獲得しているという現状に起因している。原料種別や施設規模、地域の特性(気候等)が異なるため、運転ノウハウを一般化することは非常に難しいが、公開可能な範囲でトラブル対応事例等を共有することによって、効率的な人材育成が可能になる。

◆メタン発酵バイオガス発電施設における次世代の人材を育成する方策

メタン発酵バイオガス発電施設における運転管理技術は、個々の事業者が工夫しながら獲得してきた。本事業では、トラブルとその対応に関する事例を100件収集し、体系的に整理することができた。これらの情報は、原料種別や施設規模、地域の特性等に関わらず、他施設の事例からヒントを得ることや、横断的な運転管理技術向上に役立つ可能性があり、メタン発酵の業界全体の底上げに繋がる。

メタン発酵バイオガス発電に関する人材育成は、事業者が独自に作成している資料やオンザジョブトレーニングで行うものに加え、本事業で作成した「人材育成テキスト」教材の活用や、学識者や実務経験豊富な実務者を講師とする研修の実施が合理的方策である。技術情報の共有と人脈形成もポイントであり、運転管理技術の向上は、その後の施設設計にも生かされる。研修で得られた知見を自らの施設の運転に反映させるとともに、自らも研修講師等を務め、知識の確認と新たな気づきの発見を行っていくことが次世代の人材に期待される。尚且つ、適切な運転管理は、設備利用率の向上と運転維持費の低減に繋がるとともに、再生可能エネルギーの導入拡大や脱炭素化にも貢献することが期待される。