

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
(木質バイオマス発電における人材育成)」
調査報告書

概要版

2022/2/25

一般社団法人 日本木質バイオマスエネルギー協会

I 本事業の概要

- 1.本事業の目的
- 2.実施概要
- 3.事業実施期間

II 調査報告

- 1.木質バイオマス発電の現状と技術的課題
- 2.木質バイオマス発電所人材育成のあり方
- 3.木質バイオマス発電所運営に関する実務的情報
- 4.木質バイオマス発電技術者として求められる人材像
- 5.発電所人材育成研修のあり方
- 6.まとめ～木質バイオマス発電技術人材を育成するために～

I. 本事業の概要

1. 目的

再生可能エネルギーの主力電源化にむけた取組の中で、設備の導入から運営を担うエンジニア人材等の育成は、早急な対応が求められる課題となっている。

また、再生可能エネルギーの固定価格買取制度(以下、FIT制度)の見直しにおいては、木質バイオマス燃料の持続性、地域活用電源としての災害時対応など新たな論点が取り上げられ、主力電源として社会に安心感を持って理解される再エネ施設としての適切な施設運営は必要不可欠な要素となっている。

こうした状況を踏まえて、木質バイオマス発電の安定的・効率的な運営に必要なエンジニア人材を育成するための研修用の技術資料及びカリキュラムを作成することにより木質バイオマス発電における設備利用率の向上等を図ることを、本調査の目的とする

事業実施期間

2021年5月17日～2022年2月25日

2. 人材育成等に向けた課題把握調査

発電所事例調査（ヒアリング）

ヒアリングを実施した発電所:11か所
(サプライチェーンに関しては、燃料供給会社も同席)

調査時期:2021年11月25日～
2022年1月28日

ヒアリング方法:訪問およびWEBによる聞き取り
を実施した。

表 主なヒアリング項目

稼働状況や技術的課題への取り組み状況	【運営上の課題に対応するための所内体制】
	【収益改善のために特に工夫していること】
	【調達における取引先選定ポリシー(工事、薬剤等)】
	【保全方法(事後保全、予防保全、TBM CBM)の基本的な考え方】
	【平時における運転特性の把握】
	【データ管理方針】
	【トラブルが多い設備箇所】
サプライチェーンに関する要素	【運転上の技術的な課題において効果があった対策】
	【燃料の品質管理の方針、体制】
	【収集エリア(発電所までの平均輸送距離)】
	【安全面で注意すべき点、ヒヤリハット事例】
	【安全教育体制】
	【運転員の雇用】
	【資格取得のための支援制度】
技術的課題への対応状況	【有資格者の確保について(内部育成、外部からの転職、委託等)】
	【熱利用に期待する効果】
	【灰の利活用】
	【省エネ対策として実施しているもの】
	【運営コストダウンの工夫】
	【FITの買取期間満了後の稼働方針】
	【森林資源の持続可能な利用について配慮していること】
	【地域への貢献について】

2. 人材育成等に向けた課題把握調査(1)

2.1.1.発電所事例調査（ヒアリング）

ヒアリングを実施した発電所:11か所
（サプライチェーンに関しては、燃料供給会社も同席）

調査時期:2021年11月25日～
2022年1月28日

ヒアリング方法:訪問およびWEBによる聞き取り
を実施した。

表 主なヒアリング項目

稼働状況や技術的課題への取り組み状況	【運営上の課題に対応するための所内体制】
	【収益改善のために特に工夫していること】
	【調達における取引先選定ポリシー（工事、薬剤等）】
	【保全方法（事後保全、予防保全、TBM CBM）の基本的な考え方】
	【平時における運転特性の把握】
	【データ管理方針】
	【トラブルが多い設備箇所】
サプライチェーンに関する要素	【運転上の技術的な課題において効果があった対策】
	【燃料の品質管理の方針、体制】
	【収集エリア（発電所までの平均輸送距離）】
	【安全面で注意すべき点、ヒヤリハット事例】
	【安全教育体制】
	【運転員の雇用】
	【資格取得のための支援制度】
技術的課題への対応状況	【有資格者の確保について（内部育成、外部からの転職、委託等）】
	【熱利用に期待する効果】
	【灰の利活用】
	【省エネ対策として実施しているもの】
	【運営コストダウンの工夫】
	【FITの買取期間満了後の稼働方針】
	【森林資源の持続可能な利用について配慮していること】
	【地域への貢献について】

2.2. 検討委員会の設置

テキスト構成、執筆候補者、カリキュラム案、取りまとめ等に関して整理するにあたり、8名の専門家からなる委員会を設置した。

委員は木質バイオマス利活用システム、バイオマスエネルギーシステム、持続可能性、森林・林業システムとバイオマス利活用の関係、木質バイオマスの事業性評価、発電事業経営、発電所運営、技術人材育成、等に関する専門家に委嘱した。このほか、オブザーバーとして火力原子力発電技術協会、日本有機資源協会の2団体、林野庁からご参加いただいた。

検討委員会は、全4回、以下の日程で開催している。

第1回検討委員会:2021年7月30日(WEB併用)

第2回検討委員会:2021年10月25日(WEB併用)

第3回検討委員会:2021年12月24日(WEB併用)

第4回検討委員会:2022年2月10日(WEB)

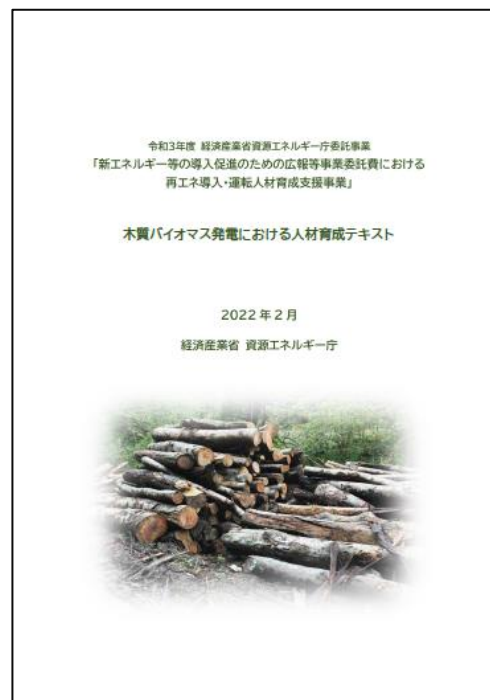
検討委員会委員名簿

区分	氏名 (敬称略)	所属・役職
座長	酒井 秀夫 さかい ひでお	一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会 会長 東京大学 名誉教授
委員	石井 伸彦 いしい のぶひこ	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
	芋生 憲司 いもう けんじ	東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授
	河野 義明 こうの よしあき	グリーン・サマル株式会社 社長室顧問(元 東京電力)
	久保山 裕史 くぼやま ひろふみ	森林研究・整備機構森林総合研究所 林業経営・政策研究領域長
	佐野 貢 さの みつづ	株式会社鶴岡バイオマス発電所技術顧問(関東BT会元会長)
	山本 毅嗣 やまもと たけし	一般社団法人バイオマス発電事業者協会 代表理事
	山本 博巳 やまもと ひろみ	一般社団法人 電力中央研究所 エネルギーイノベーション創発センター 上席研究員

2.3.人材育成研修テキストの作成(1)

人材育成のターゲット層は、バイオマス発電所の運転管理者および運転作業員とし、2022年度以降の研修に利用することを前提とし、資源エネルギー庁のホームページで公表し、自己学習にも役立つものとすることを前提として作成した。

テキスト名:「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」木質バイオマス発電における人材育成テキスト



作成した人材育成テキスト

2.3.人材育成研修テキストの作成(2)

人材育成のターゲット層は、バイオマス発電所の運転管理者および運転作業員とし、2022年度以降の研修に利用することを前提とし、資源エネルギー庁のホームページで公表し、自己学習にも役立つものとするを前提として作成した。

テキストのターゲット、構成、執筆者については検討委員会の意見を参考に決定している。

【構成】

テキスト執筆者一覧

序論		
(序-1)	日本木質バイオマスエネルギー協会 会長 東京大学 名誉教授	酒井 秀夫
(序-2)	東京大学大学院 農学生命科学研究科 教授	芋生 憲司
(序-3)	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業経営・政策研究領域長	久保山 裕史
(序-4)	一般財団法人 電力中央研究所 エネルギーイノベーション創発センター 上席研究員	山本 博巳
(序-5)	一般社団法人火力原子力発電技術協会 専務理事	中澤 治久
第1章 安全・法規・技術倫理		
(1-1)	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所	横田 康裕
(1-2)	公益財団法人自然エネルギー財団 上級研究員 博士(農学)	相川 高信
(1-3)	岩手大学 名誉教授	沢辺 攻
(1-4)	株式会社日比谷アメニス 環境エネルギー部 課長	大西 竹志
(1-5)	一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会	
(1-6)	博士(農学)	吉田 美佳
(1-7)	北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場 研修主任	前川 洋平
第2章 安全・法規・技術倫理		
(2-1)	今井技術士事務所	今井 伸治
(2-2、2-3)	一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会	
(2-4)	グリーン・サマル株式会社 社長室顧問	河野 義明
(2-5)	株式会社鶴岡バイオマス発電所 技術顧問	佐野 貢
第3章 運転監視・制御		
(3-1、3-2、3-3、3-4)	グリーン・サマル株式会社 社長室顧問	河野 義明
第4章 予防保全・メンテナンス		
(4-1、4-2、4-3、4-4、4-5)	グリーン・サマル株式会社 社長室顧問	河野 義明
(4-6)	株式会社鶴岡バイオマス発電所 技術顧問	佐野 貢
第5章 経営改善(エネルギー合理化/経営効率化)		
(5-1、5-4、5-5)	一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会	
(5-2)	北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場 主査	古俣 寛隆
(5-3)	グリーン・サマル株式会社 代表取締役	滝澤 誠
第6章 地域共生・レジリエンス強化		
(6-1)	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	石井 伸彦
(6-2)	一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会	
(6-3)	グリーン・サマル株式会社 代表取締役	滝澤 誠

2.4.研修カリキュラム案の作成(1)

木質バイオマス発電所において求められる技術人材像については、木質バイオマス発電所が主力電源として社会の要請に応えることを可能とするよう、安定的かつ安全な運営を確保し高い設備利用率を実現するために、運転制御技術や保全に関する知識を持ち、トラブルに対して問題解決能力を有する技術者であり、また、木質バイオマス発電所の運営を主導するBT主任技術者や電気主任技術者などの有資格者として、活躍する人材を育成すべき技術者像とする

育成すべき人材像の例

育成すべき人材像の例

- ❖ 運転制御技術や保全に関する知識力
- ❖ トラブルに対する高い問題解決能力
- ❖ BT主任技術者や電気主任技術者などの資格取得に計画的かつ積極的に取り組む意欲
- ❖ 発電所のライフサイクルに応じた必要なメンテナンス、オーバーホール、リプレース、リパワリングを実施、導入することができる十分な技術力
- ❖ 高い責任意識、倫理観を持ち、協調しながら業務を遂行できる人間力

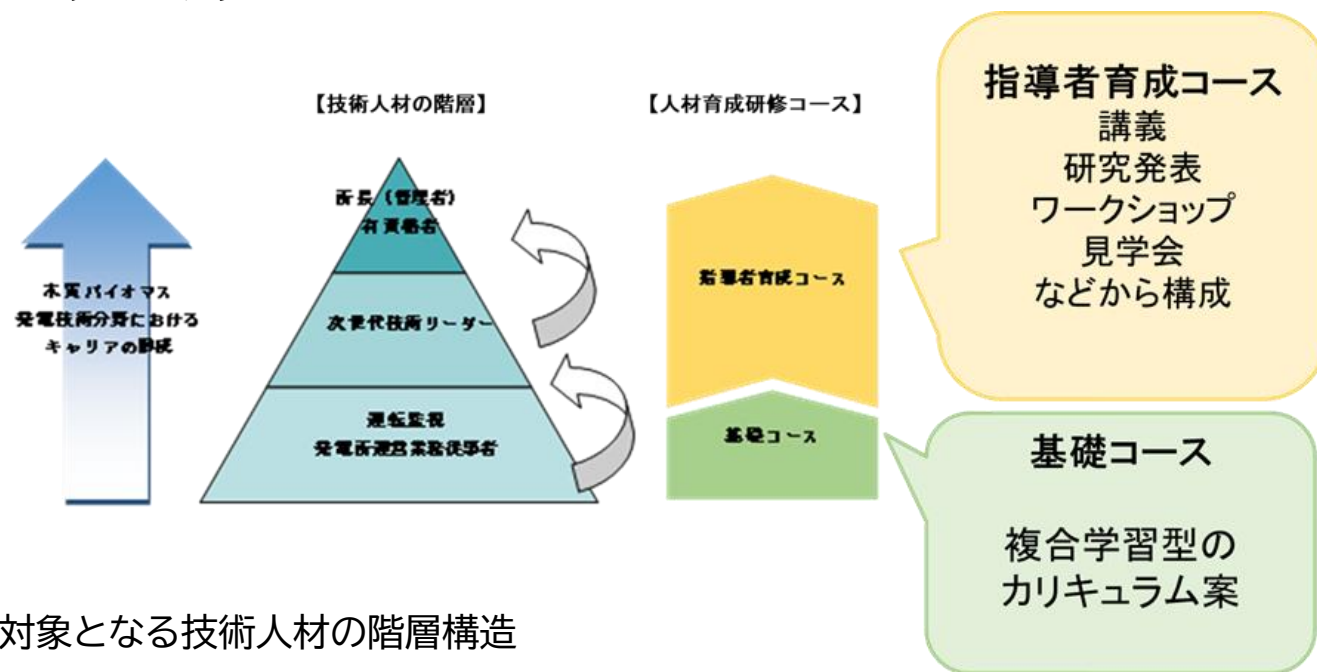
2.4.研修カリキュラム案の作成(2)

木質バイオマス発電所の運営に必要な技術及び求める人材像に応じ、技術者の成長段階に応じ、「基礎コース」「指導者育成コース」を設定し、それぞれにカリキュラム案を作成した。

基礎コース案：複合学習型(複数の講義科目を組み合わせて実施)

指導者育成コース案：3つの案

- ①講義＋ワークショップ
- ②見学会＋ワークショップ
- ③研究発表＋ワークショップ



2.5.模擬研修会の実施

作成したカリキュラム案のうち、基礎コースについて模擬的な研修会等を開催し、研修カリキュラムの構成や内容、実施方法等について検討を行った。また、模擬研修には木質バイオマス発電所及び燃料供給会社より 計21名にご参加いただき、実際に研修を受けての所感、研修のあり方について事後アンケートを行い、確認した。

【実施概要】

日時:2022年 1月 31日(月)13:30 ~ 17:00

会場:馬事畜産会館 2階 第4会議室(D)

住所:東京都中央区新川2-6-16

開催方法:WEB会議形式(WEBEX)※事務局、講師のみ会場より参加・配信

聴講料:無料

模擬研修会プログラム

13:50~ 14:30 (質疑10分)	【講義 1】 燃料に関する合法性の確保・ガイドラインの順守の理論と実務	前川 洋平	地方独立行政法人北海道立総合研究機構森林研究本部 林産試験場 利用部資源・システムグループ 研究主任
14:30~ 15:10 (質疑10分)	【講義 2】 水分管理・計測	大西 竹志	株式会社日比谷アメニス 環境エネルギー部 課長
15:10~ 15:20	休憩		
15:20~ 16:10 (質疑5分)	【講義 3】 現場が求める木質バイオマス発電所のより 良い管理～人材育成・現場管理の持続的な 取り組み～	河野 義明	グリーン・サマル株式会社 社長室顧問 (元 東京電力)
16:10~ 16:50 (質疑10分)	【講義 4】 木質バイオマス利用(概論)	酒井 秀夫	一般社団法人日本木質バイオマス エネルギー協会 会長 東京大学 名誉教授
16:50~ 17:00	全体質疑		

I 本事業の概要

- 1.本事業の目的
- 2.実施概要
- 3.事業実施期間

II 調査報告

- 1.木質バイオマス発電の現状と技術的課題
- 2.木質バイオマス発電所人材育成のあり方
- 3.木質バイオマス発電所運営に関する実務的情報
- 4.木質バイオマス発電技術者として求められる人材像
- 5.発電所人材育成研修のあり方
- 6.まとめ～木質バイオマス発電技術人材を育成するために～

Ⅱ.調查報告

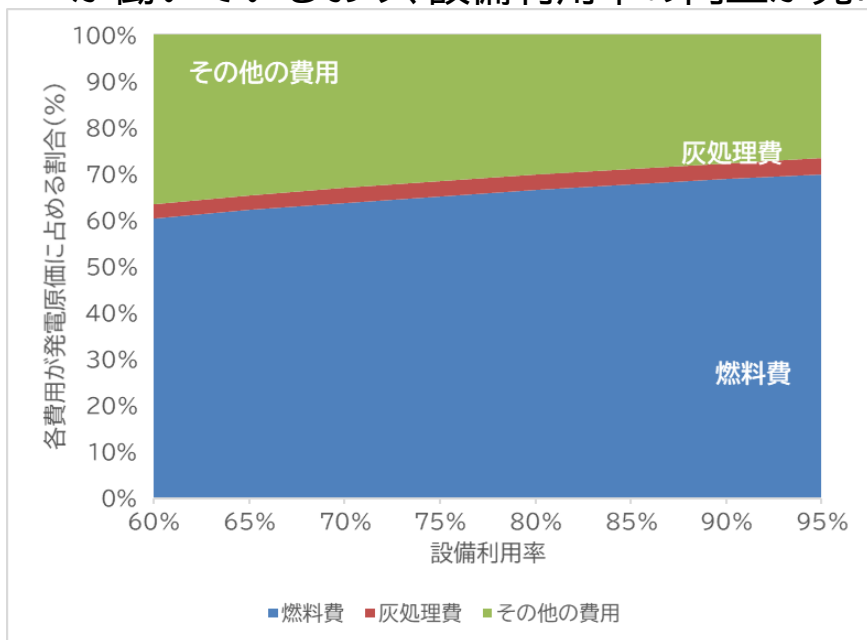
1.木質バイオマス発電の現状と技術的課題

木質バイオマス発電所の設備利用率

設備利用率が向上すると、燃料費・灰処理費といった変動費の割合は上昇するが、その他の費用(特に固定費)については、その比率が低下することが確認できる。

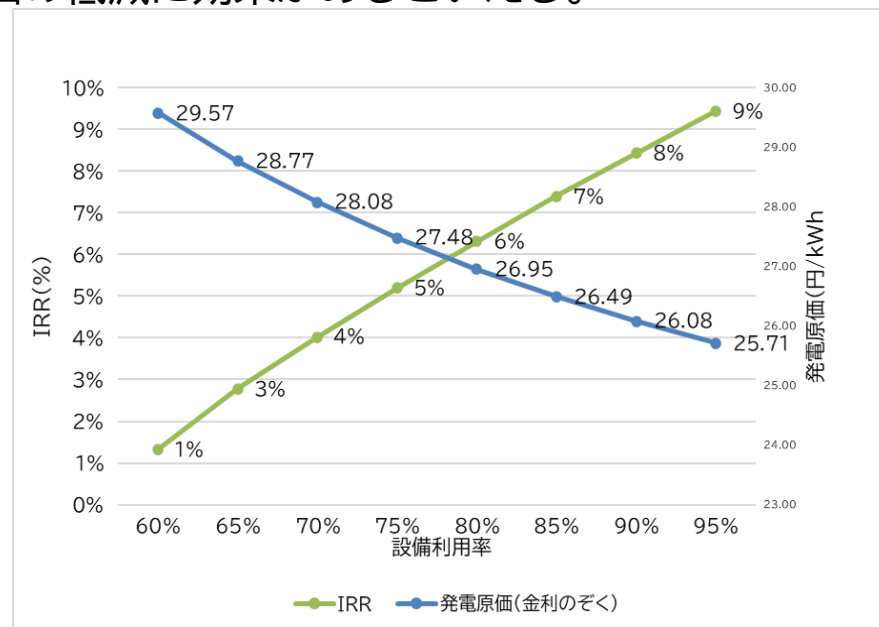
この試算ケースでは、顕著な違いはないが、収支で考えると当然、収入(売電売り上げ)が向上しているため費用対収益のバランス次第で、設備利用率向上による収益増がコストダウンの効果として表れる。

また各費用の単価が同じ(単位あたり燃料単価等の価格など単価は変化させない条件下で)設備利用率が増加することで、発電原価の低下と売電量の増加という2つの収益性向上因子が働いているおり、設備利用率の向上が発電原価の低減に効果があるといえる。



設備利用率を用いた感度分析例
(発電原価に占める各費用)

いずれも6MW級の未利用材専焼発電所の
採算モデルを用いてJWBA作成



設備利用率を用いた感度分析例
(IRRおよび発電原価)

木質バイオマス発電人材育成のあり方

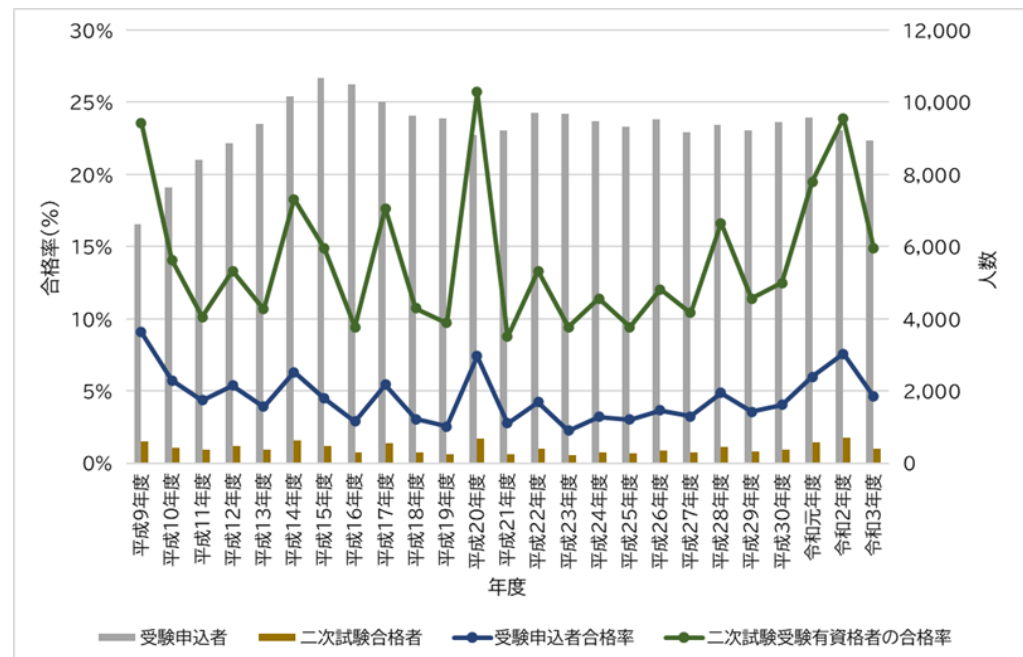
新規参入した事業者が経営する木質バイオマス発電所の中では、既存設備を持つ事業者とは異なり、発電所のスタートアップ時点では社内に有資格者が不在で、他社を退職した人材を雇用しているケースも多い。その場合には社内で後継人材を確保し、育成するか、あるいは再度、中途採用者を確保していかなければならない。

有資格者のみならず、優秀な技術人材を確保し続けるための社内体制、育成あるいは中途採用による確保のしくみづくりが、発電事業の継続のために重要な課題となる。

ボイラー・タービン主任技術者は
育成のために学齢及び実務の経験に応じて
交付されるため、火力発電所での従事経験が
必要であり、

電気主任技術者は難易度が高い試験の一つ
であり、合格率は申込者の5%程度。

第二種電気主任技術者の受験者・
合格者数と合格率の推移



電気学会「安全・安心社会の電気エネルギーセキュリティ」特別調査専門委員会報告書では、電力技術承継の問題点として、①人材確保の困難化②OJT の困難化③技術者魂・企業魂の喪失④大学の劣化を挙げており、これらを踏まえ、今後の技術承継・人材育成に向け、以下を提言している。

【「安全・安心社会の電気エネルギーセキュリティ」における技術承継・人材育成のための提言】

- ① 資格制度の活用と技術者の地位向上
- ② 電力技術研究の活性化→新技術への対応, 他分野との連携, 新学問分野の創出, 技術書の充実
- ③ 社会への情報発信による人材確保
- ④ 海外進出と海外人材の育成
- ⑤ 教育の充実

【事例】

- ・大規模な発電設備を持つ事業者では、現場での経験・訓練(OJT)と(OFF-JT)を効果的に組み合わせた体系的な技術人材教育体制を構築
- ・火力原子力発電技術協会では、長年に渡り国内の火力発電技術人材の育成に資する教育・技術情報を集積、主に会員向けに提供
- ・関東BT会では、自家用火力発電所(汽力・ガスタービン・清掃工場)及び卸供給事業者(みなし含む)のボイラー・タービン主任技術者で、「会社間の垣根を越えた会員相互の技術交流や情報交換」

2.木質バイオマス発電所人材育成のあり方

模擬研修会アンケート(1)

2022年1月31日に実施した模擬研修会では、実際に木質バイオマス発電所及び燃料供給会社より 計21名が参加している。模擬研修会実施後、研修を受けての所感、研修のあり方について事後アンケートを実施している。

【模擬研修会アンケート】

実施方法:WEBフォーマットを用いたアンケート

対象:模擬研修参加者23名+委員 2名(回答希望あり、発電所経営者・技術指導者)計25名

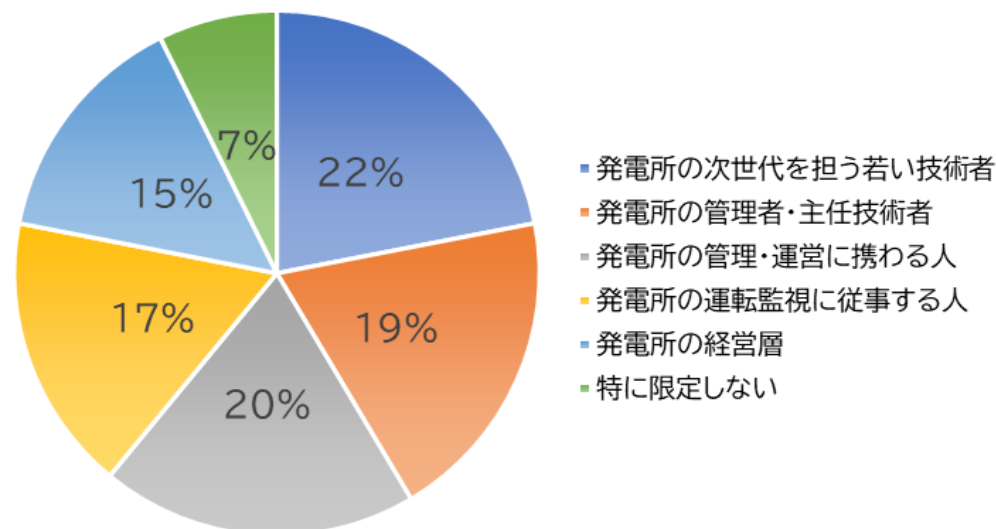
回答者:14名 回収率:56%

模擬研修会アンケート(2)

研修会の対象者については、偏りがなく、発電所の運転監視に従事する人から経営層まで、幅広い層に回答が分かれた。模擬研修の内容がある意味、現場の従事者から管理層まで有益な知識を提供する内容であったことが背景として考えられる。

また一方、木質バイオマス発電所は規模感から人員に余裕がないことから、「少数精鋭」で運営することが求められるため、人材各層において、それぞれが高いスキルを身に付けていくことへの期待があるということも考えられる。

技術者向けの研修会をどのような人材が受けるべきでしょうか

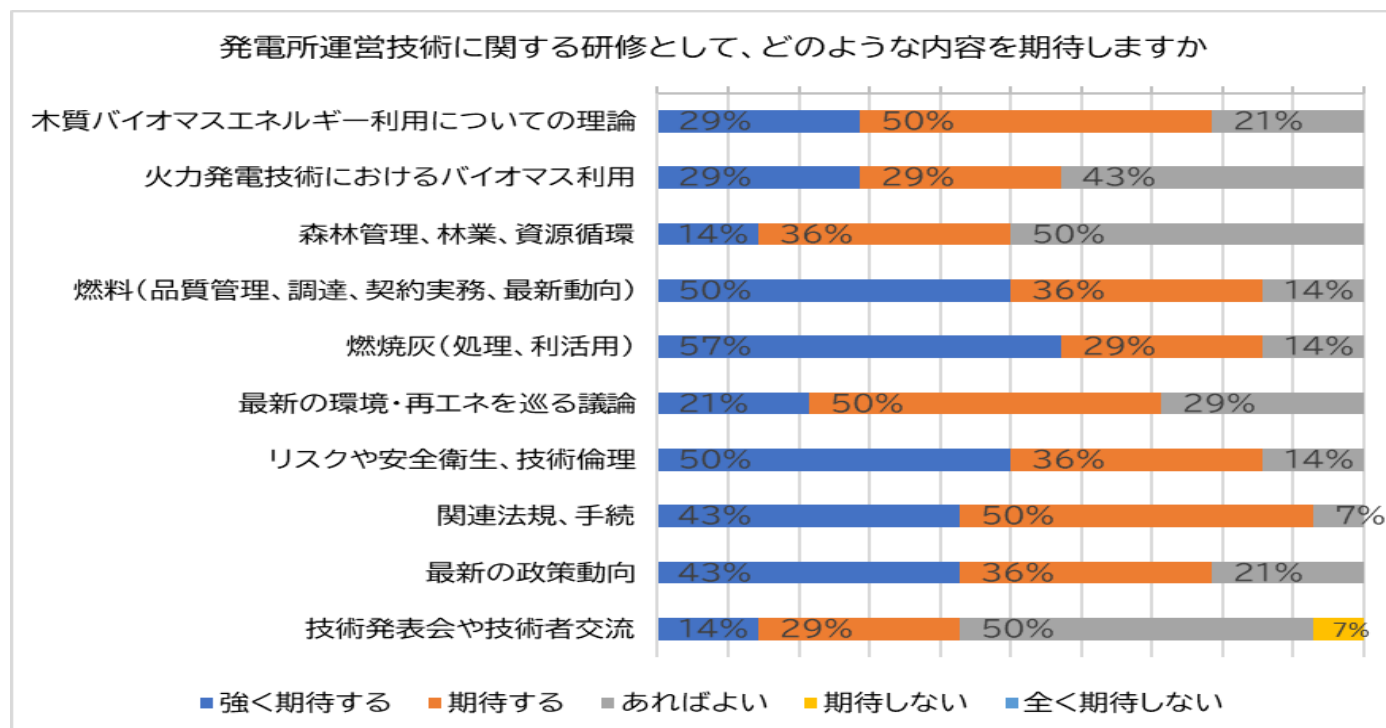


研修の対象(n=14)

模擬研修会アンケート(2)

結果として、「木質バイオマスエネルギー利用についての理論」「燃料(品質管理、調達、契約実務、最新動向)」「燃焼灰(処理、利活用)」「リスクや安全衛生、技術倫理」「関連法規、手続」について、強く期待する・期待するを併せて8割となった。これらの項目に対する強い関心があるといえる。

一方、「森林管理、林業、資源循環」やや低い結果となった。木質バイオマスが再生可能足りえるのは、森林等の再造林、再生があって初めて成り立つものであるため、何らかの形で研修の内容としては入れていく必要がある。

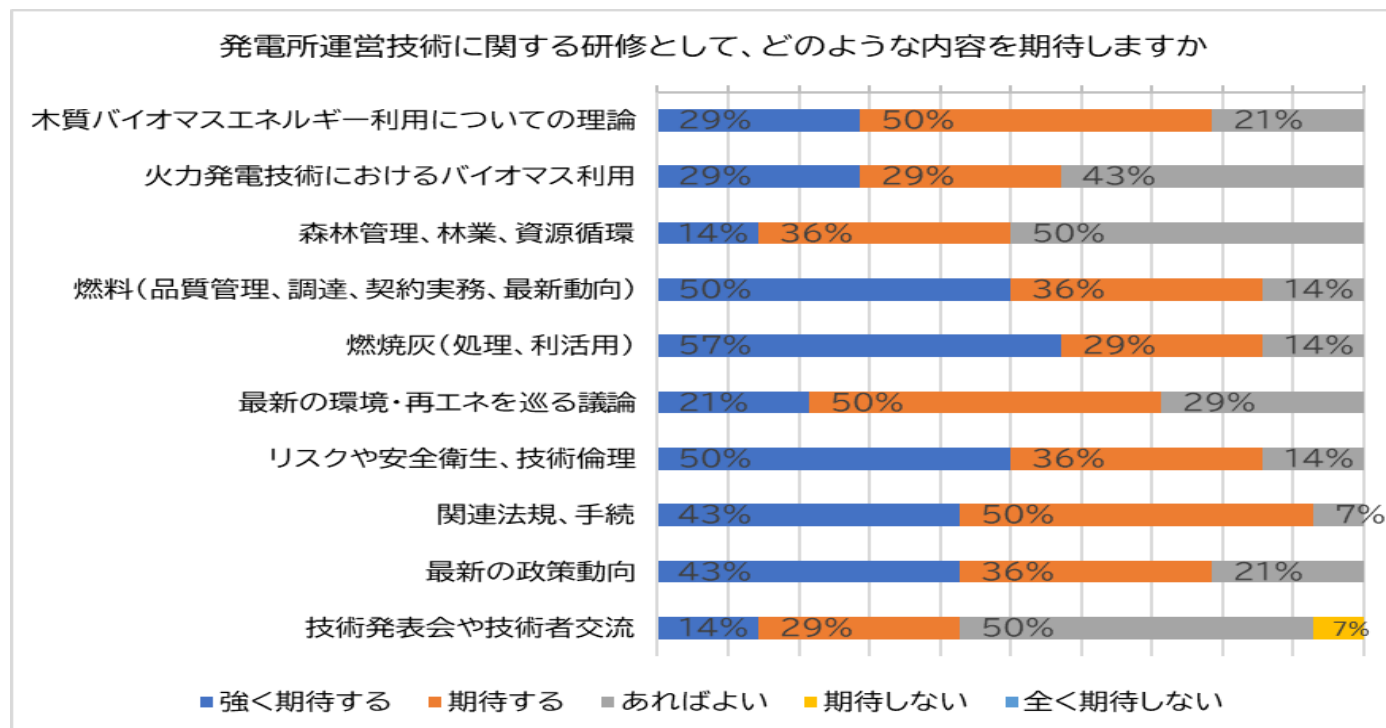


研修の内容について
各選択肢における回答数(n=14)

模擬研修会アンケート(2)

結果として、「木質バイオマスエネルギー利用についての理論」「燃料(品質管理、調達、契約実務、最新動向)」「燃焼灰(処理、利活用)」「リスクや安全衛生、技術倫理」「関連法規、手続」について、強く期待する・期待するを併せて8割となった。これらの項目に対する強い関心があるといえる。

一方、「森林管理、林業、資源循環」やや低い結果となった。木質バイオマスが再生可能足りえるのは、森林等の再造林、再生があって初めて成り立つものであるため、何らかの形で研修の内容としては入れていく必要がある。

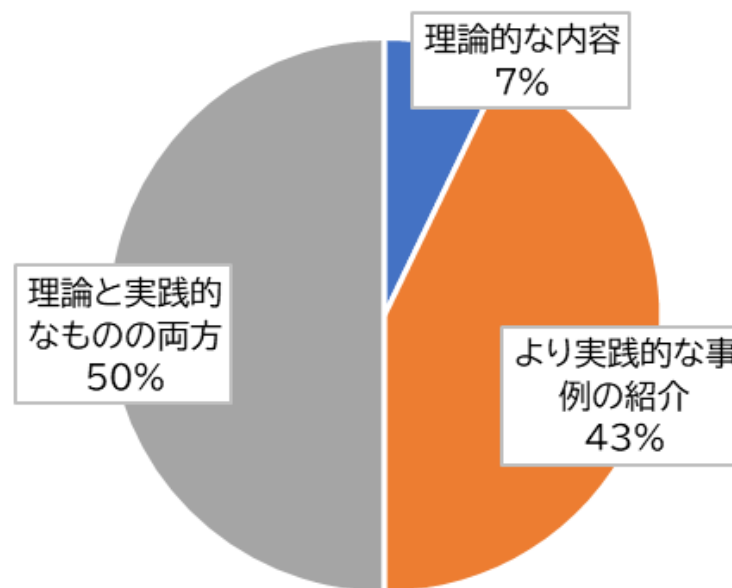


研修の内容について
各選択肢における回答数(n=14)

模擬研修会アンケート(3)

講義内容として、「より実践的な事例の紹介」が43%、「理論と実践的なものの両方」が50%であった。発電所のOFF-JTの機会として理論も重要だが、実践的な内容、他の発電所等における事例についてのニーズが高いことが分かる

講義の内容はどのようなものが望ましいと考えますか



研修の内容について
各選択肢における回答数(n=14)

3.木質バイオマス発電所運営に関する実務 的情報

木質バイオマス発電における技術的課題(1)

FIT制度の下では、比較的高い水準にある売電単価が設定された森林由来の燃料(未利用材)、一般木材・農作物残さの利用が主流となった。特に、未利用材を専ら燃料とする発電所はFIT制度導入以降に普及してきたため、10年未満の経験を持つ発電所が多い。

利活用の歴史が長く、技術的にも成熟した既存の化石燃料を利用する火力発電技術においては、燃料の性状・形状に起因する設備への影響、トラブルの傾向についても長年蓄積され体系的な整理がなされている。それに比べると、木質バイオマス発電については、その歴史の浅いこと、技術的な情報を検討し共有する場が不足していたことから、十分に共有されてこなかった。

今回、木質バイオマス発電技術人材育成の在り方を検討するにあたり、まずはプラントの運営における大きな課題の一つであるトラブル事例について、ヒアリングにより情報を収集し、整理を行った。

木質バイオマス発電における技術的課題(2)

【木質バイオマス発電所におけるトラブル】

(1) 発生個所

燃料搬送系統、ボイラー(熱交換機等含む)、灰搬送系に多い傾向

(2) 原因

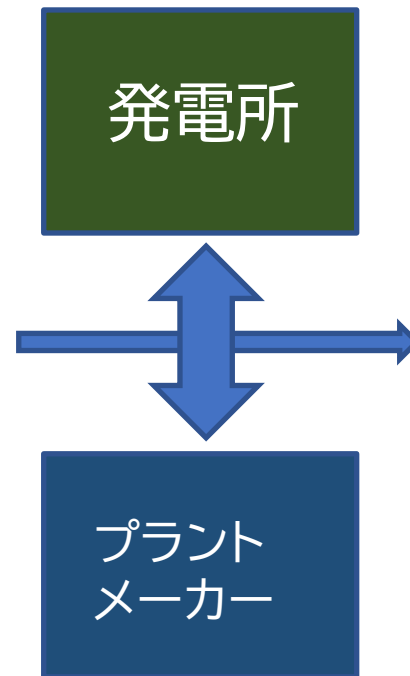
木質バイオマス発電所におけるトラブルの多くが燃料に関することが引き金となって発生

【燃料に起因するトラブル】

- ・燃料水分に関するもの
- ・燃料成分
- ・燃料形状
- ・異物

【その他の技術的課題】

- ・メンテナンス
- ・省エネルギー(所内率の低減)
- ・レジリエンス
- ・長寿命化



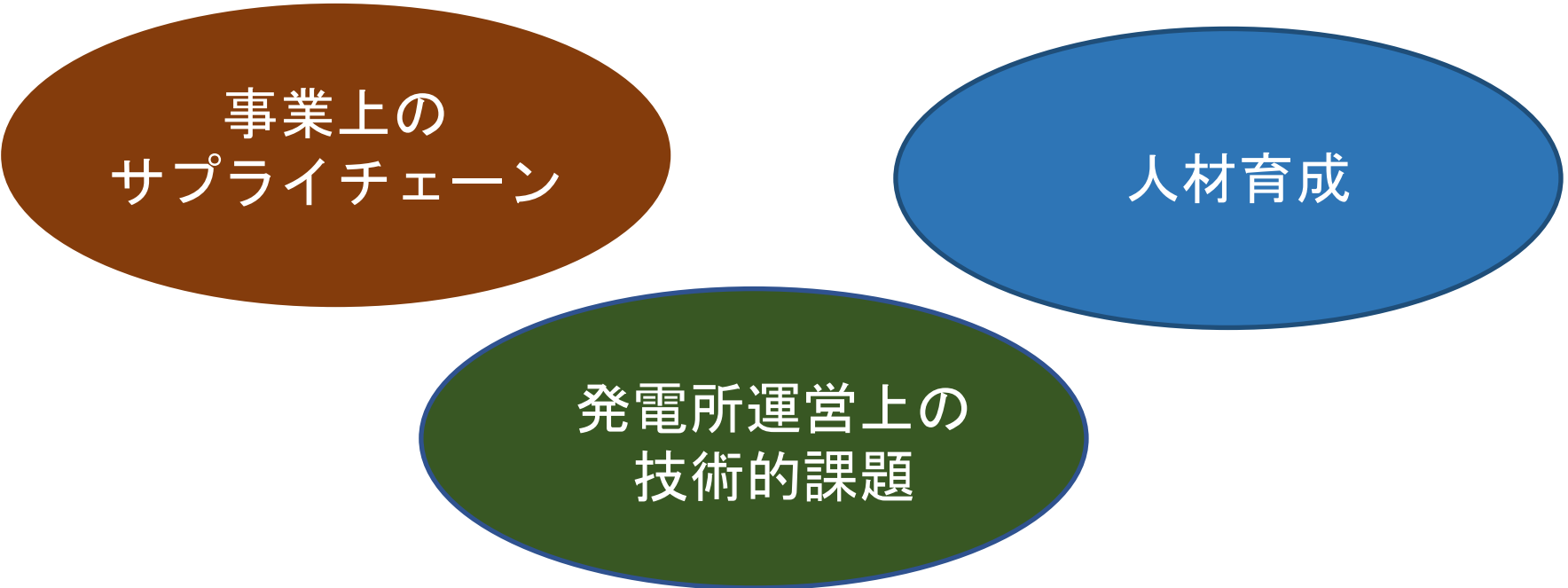
情報共有
連携による
トラブル・課題の
解決

プラントメーカーへのヒアリングからわかることとして、発電事業者側との情報共有が木質バイオマス発電技術の成熟のために欠かせない重要な要素ということである。

木質バイオマスへのヒアリング調査結果(1)

再生可能エネルギーの中でも、木質バイオマス発電事業はプラントの構造も複雑で、その運転、保守管理、事業の運営管理等、業務多様でかつ体系的な知識が求められる。

このヒアリングからも、各発電所がそれぞれのプラント設備の状態、使用する木質バイオマス燃料の性状や取引形態などに対応しながら、日々、現場の中で問題意識を持って業務を担い、安定的な稼働が実現されている姿を見ることができる。



事業上の
サプライチェーン

人材育成

発電所運営上の
技術的課題

木質バイオマスへのヒアリング調査結果(2)

発電所内の業務内容は、大型火力発電所とそれほど大きく異なることはないが、中小規模の木質バイオマス発電所では少ない人員でその業務を遂行していかなければならない。ヒアリングの中でも「多能工を育成する」「一人一人の能力を向上させる」「問題解決能力を育てる」という人材育成方針があった。

長年の経験により体系的な蓄積がある火力発電技術分野の中で、技術を学びつつ、新しい事業要素を持つ木質バイオマス発電の技術課題に取り組み、最適な運営技術、方法論を構築して、一つの分野を形成していくと期待される。

この項においては、稼働状況や技術的課題への取り組み状況、サプライチェーンに関する要素、技術的課題への対応状況について聞き取った内容を紹介している。

それぞれの発電所の特徴的な事業活動については、各発電所の属性情報と共に整理し、教材テキスト内において事例集として収録する。

4.木質バイオマス発電技術者として 求められる人材像

木質バイオマス発電に求められる人材像

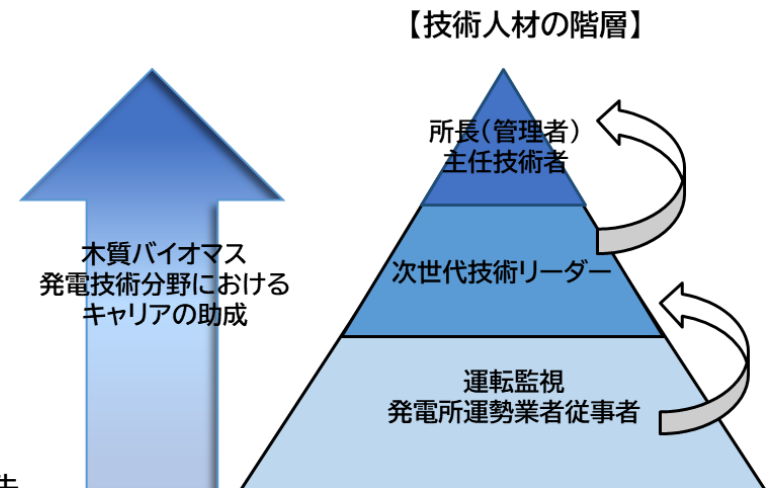
木質バイオマス発電所では、経験のある有資格者を確保するため、他の火力発電所を退職した人材を雇用しているケースが多くみられるが、その様な場合、事業の継続的な運営を確保するため、有資格者の後継となる技術者を計画的に育成することが急務となると考えられる。

また、発電所のライフサイクルに応じて、必要なメンテナンスやオーバーホール、リプレースやリパワリングを実施する際に、発電所として必要な仕様を検討し、導入することができる十分な技術力を持つことも、保有すべき能力として視野に入れる必要がある。このように、木質バイオマス発電所の運営に携わる技術人材が、自らのキャリア形成の方向性として、木質バイオマス発電所の運転管理についての高い技術と知識、問題解決能力を持ち、後進の育成を行うことができる人材、将来、発電所の運営を主導する有資格者、という人材像を明確にし、明確化し、そのキャリア形成上必要なスキルの在り方について学ぶ機会を提供することを目指す。

木質バイオマス発電事業は、規模感からくる人員数の少なさが意識される。発電所からのヒアリングでも「多能工育成」により、少ない人員数であっても発電所の業務を支障なく行うことが求められる。

分野別の細分化は行わず、基礎的な段階にある「従事者」、その中から経験を重ねた上で意欲を以て技術人材としての向上を目指す「次世代技術リーダー」、技術的には習熟し応用力を持ち既に指導的な立場にある「所長、主任技術者」という階層を想定する。

人材育成の対象となる技術人材の階層構造



5.発電所人材育成研修のあり方

発電所人材育成研修のあり方(1)

テキストの構成

木質バイオマス発電所における技術人材の育成にあたっては、火力発電の技術、技術倫理・法規に加え、木質バイオマス燃料の特性とサプライチェーン、さらに社会における意義などについても扱うことが望ましいと考えられる

【構成】

序章 社会における木質バイオマス発電の利活用の意義と、目指すべき方向性についての理解を深める

第1章 木質燃料についての調達、持続性や品質・水分管理の理論と方法論、サプライチェーンについての考え方を学ぶ

第2章 木質バイオマス証明ガイドライン、関連法規についての理念と諸手続き、リスクマネジメントや技術倫理について学ぶ

第3章 安定的な発電所運営に必要な知識、制御技術について学ぶ

第4章 点検・保守における考え方、データの取扱い、問題解決の視点について、事例を参考に検討する

第5章 発電事業の経営改善・コスト管理手法、省エネルギーや熱利用の検討について学ぶ

第6章 地域における経済効果、BCP・レジリエンスに期待されること、ステークホルダーコミュニケーションについて学ぶ

事例集 現在稼働中の木質バイオマス発電所の中から、燃料管理、事業スキーム、技術人材育成の分野において特徴的な活動を行う事例を紹介する。

発電所人材育成研修のあり方(2)

カリキュラム案

基礎コースでは、基礎的な議論、木質バイオマス発電事業運営に必要な技術情報、社会的な位置づけについて学ぶ。

受講者が技術向上を目指して前に進める様、意欲や姿勢を喚起する。

指導者育成コースは最新の政策動向、国内外の議論や技術情報についての講演、見学、研究発表などからいくつかメニューを作成し、ワークショップや技術交流を併せて実施する

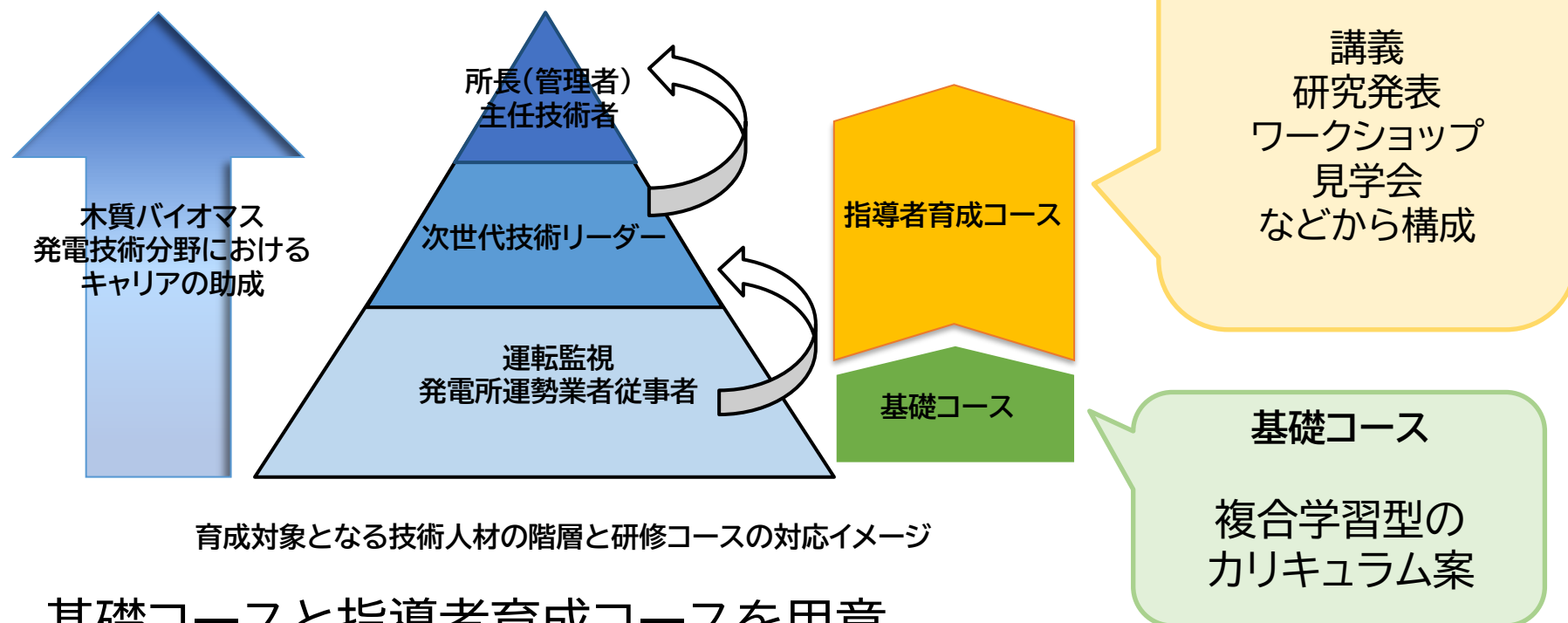
複合学習型

WEB開催可能

時間	講義科目	講義内容	模擬研修会における講義(例)	
6時間 (一コマ 50分+ 質疑10) ※講義科目から5つを選択し、その回の講義とする。	木質バイオマスエネルギー論	基本的考え、森林・林業との関わり	酒井講師	※各章から、項を切り出して講義テーマを設定、複数回受講することで理解を高める
	環境エネルギー総論	基本的考え、地球環境や社会的な側面		
	燃料	燃料品質管理、サプライチェーン管理	大西講師	
	安全・法規・技術倫理	電事法等法規手続、FIT関連(法改正時等)、燃料ガイドライン	前川講師	
	運転監視・制御	運転管理の基礎、トラブル対応		
	予防保全・メンテナンス	保守保全の考え方、故障事例		
	発電所管理・運営改善	運営改善(ソフト、ハード対策)、検討ステップの在り方、検討手法の紹介	河野講師	
	経営改善	コスト管理、事業管理		
	地域共生・レジリエンス強化	ステークホルダーコミュニケーション、レジリエンスへの対応		
	総合討論	基礎的なトピックをテーマに議論		

【技術人材の階層】

【人材育成研修コース】



育成対象となる技術人材の階層と研修コースの対応イメージ

基礎コースと指導者育成コースを用意
指導者育成コースは技術研鑽・交流の場としても
(例えば、技術士のCPDのような位置づけ)

カリキュラム案(基礎コース)

複合学習型

WEB開催可能

時間	講義科目	講義内容	模擬研修会における講義(例)	
6時間 (一コマ 50分+ 質疑10) ※講義科目から5つを選択し、その回の講義とする。	木質バイオマスエネルギー論	基本的考え、森林・林業との関わり	酒井講師	※各章から、項を切り出して講義テーマを設定、複数回受講することで理解を高める
	環境エネルギー総論	基本的考え、地球環境や社会的な側面		
	燃料	燃料品質管理、サプライチェーン管理	大西講師	
	安全・法規・技術倫理	電事法等法規手続、FIT関連(法改正時等)、燃料ガイドライン	前川講師	
	運転監視・制御	運転管理の基礎、トラブル対応		
	予防保全・メンテナンス	保守保全の考え方、故障事例		
	発電所管理・運営改善	運営改善(ソフト、ハード対策)、検討ステップの在り方、検討手法の紹介	河野講師	
	経営改善	コスト管理、事業管理		
	地域共生・レジリエンス強化	ステークホルダーコミュニケーション、レジリエンスへの対応		
	総合討論	基礎的なトピックをテーマに議論		

基礎コース受講者を対象とし、基礎的な議論、木質バイオマス発電事業運営に必要な技術情報、社会的な位置づけについて学ぶ。

受講者が技術向上を目指して前に進める様、意欲や姿勢を喚起する。

留意点

- ❖ 新型コロナ等、感染症の状況が厳しい場合でも、開催が可能
- ❖ 基礎コースでは、OFF-JTとして、価値のある情報を提供

カリキュラム案(基礎コース・組み合わせ例)

複合学習型

WEB開催可能

時間	第1回	第2回	第3回
6時間 (一コマ50分+質疑10) ※講義科目から5つを選択し、 その回の講義とする。	木質バイオマスエネルギー論	環境エネルギー総論	森林・林業と木質バイオマス利活用
	燃料1(品質管理)	燃料2(サプライチェーン管理)	燃料3 (多様な燃料とその特性)
	経営改善3 (発電所の熱利用)	安全・法規・技術倫理2 (燃料ガイドラインについて)	安全・法規・技術倫理3 (関係法令とその手続き)
	運転監視・制御1 (安定稼働のための運転技術)	発電所管理・運営改善2 (発電所の省エネルギー)	運転監視・制御3 (事故事例から学ぶ制御技術)
	予防保全・メンテナンス1 (設備の経年的変化と保全)	発電所管理・運営改善3 (機械的トラブルとその改善)	発電所管理・運営改善1 (統計分析・データ)

発電所側のニーズに合わせ、いくつかの講義を組み合わせで1回分とする。
 また、連続して受講しても内容がだぶらないようにすることで、
 連続的に参加する(技術者個人としても、技術者を受講させる管理者側としても)モチベーションを維持することができる。

カリキュラム案(指導者育成コース)

案:講義＋ワークショップ

WEB開催可能

時間	講義科目	講義内容	(例)	
2～3 時間	最新の政策動向	海外事情、国内政策動向	FIT最新動向、持続性に関する海外の議論、BECCSなど最新技術	※各章から、項を切り出して講義テーマを設定、複数回受講することで理解を高める
	技術動向	事例となるケース紹介(発電所)	事例として参考となる発電所についてのケーススタディ	
2時間	ワークショップ	テーマ別ディスカッション 研究発表の内容ごとに、2あるいは4つの分科会に分けて、議論	研究発表者は、テーマ性を重視して募集	

指導者育成コースの参加者を対象とし、最新の政策動向、国内外の議論や技術情報についての講演の部分と、

これら政策動向に関するテーマ、あるいは発電所運営上の課題からテーマを設定し、ワークショップでディスカッション、技術交流を行う。

留意点

- ❖ 新型コロナ等、感染症の状況が厳しい場合でも、開催が可能
- ❖ ワークショップは一分科会の人数を5名以内とし、より濃い議論となるよう配慮する
- ❖ 発電所は事業所単独で完結する部分があり、横の連携による技術研鑽を行うことには意義がある

案：見学会＋ワークショップ

WEB開催には限界あり

時間	講義科目	講義内容	備考
40分程度	見学会	・見学先発電所による、発電所の特徴等に関する説明(座学) ・今回の見学会のテーマについて説明	・全体概要についての説明 ・広報ビデオ等の視聴 ・簡単な質疑応答
1時間		発電所設備見学 (燃料受入れ施設やヤード、中央操作室、ボイラ回り、灰設備等)	・発電所のウォークスルー ・引率者に従い、見学、説明を受ける ※テーマを設定し、重点的に見学 (例:「異物除去について」をテーマとする場合には、燃料受入れ施設や異物除去設備、実際の稼働状況を見る)
1時間～2時間	ワークショップ	・今回の見学会のテーマに絞り、議論	テーマについての説明、事例としての見学内容についての議論だけでなく、例えば関連する課題を設定し、その場で議論する

指導者育成コースの参加者を対象とし、発電所における技術課題から、1つを選びテーマとして設定。

テーマに即して見学先を選定し、事例紹介とともにディスカッションし技術交流を行う。

留意点

- ❖ 新型コロナ等、感染症の状況次第では開催難しい
- ❖ 見学会のみの参加を認めるかどうか。
- ❖ ディスカッションはある程度技術力が無いと参加しにくい、議論を聞くことは基礎コース対象者にも有効(参加可能とする)

案：研究発表＋ワークショップ

WEB開催可能

時間	講義科目	講義内容	(例)
2時間	研究発表(事例紹介)	事例となるケース紹介(発電所) 技術情報の提供	お一人20分程度の研究発表＋質疑応答10分程度で4ケースぐらいをテーマに応じて発表 (運転技術/自動化/燃料管理/コストダウン/ステークホルダーコミュニケーション/失敗事例紹介・・・など)
2時間	ワークショップ	テーマ別ディスカッション 研究発表の内容ごとに、2あるいは4つの分科会に分けて、議論	研究発表者は、テーマ性を重視して募集

指導者育成コースの参加者を対象とし、
発電所における技術課題について、発表者を応募(あるいは指名)
研究発表(事例紹介)とともにディスカッションし技術交流を行う。

留意点

- ❖ 新型コロナ等、感染症に対する対策に考慮
- ❖ 指導者クラスの職員が出張で研修を受けるのは時間的に厳しい可能性も
- ❖ 技術交流が主目的であるため、なるべく費用負担が少ない形で

6.まとめ～木質バイオマス発電技術人材を育成するために～

まとめ

木質バイオマス発電所は、今後主力電源の一つとして機能することが期待されており、社会に安心感を以て理解される再エネ施設として適切な施設運営が不可欠となる。

既存技術の応用として、新たな燃料である木質バイオマスの特性を知り安定的な発電を行うこともエネルギーシステムにおいて大きな価値を持つが、より持続可能な形で利用していくことも社会的に大きな意義がある。木質バイオマス発電所の安定稼働の確保は、発電事業単体だけではなく、そのサプライチェーンを通じて、社会的な価値を安定的に生み出すことにつながる。

その効果が発電所の稼働期間に渡り発揮されるためには、日々の研鑽により木質バイオマス発電所に蓄積された技術が次世代に承継されていくことが必要である。

本事業において作成した人材育成研修カリキュラムとテキストが、意欲ある優れた木質バイオマス発電技術人材の育成の一助となり、現在稼働する、また今後稼働してくる木質バイオマス発電所がより良い効果を発揮し、脱炭素社会の推進に資することに期待する。