

八代バイオマス発電所建設と今後 20 年間の O&M

— IT や IoT 技術を用いた有効データ活用 —

Construction of Yatsushiro Biomass Power Plant and 20-Year Operation and Maintenance Services

— Effective Use of Data Utilizing IT and IoT Technologies —

田之上 辰 朗	資源・エネルギー・環境事業領域カーボンソリューション SBU ライフサイクルマネジメント部	主幹
細 沼 伸 司	資源・エネルギー・環境事業領域カーボンソリューション SBU ライフサイクルマネジメント部	主幹
渡 部 芳 和	株式会社 IHI プラント ライフサイクルビジネスセンター構造技術部	次長
伊 藤 和 彦	株式会社 IHI プラント ライフサイクルビジネスセンター八代 O&M 事業所	所長
前 川 一 史	株式会社 IHI プラント コンストラクションセンター	建設部 主幹

八代バイオマス発電所はカーボンニュートラルなエネルギー資源である木質ペレットや木質チップを燃料とした発電出力 75,000 kW の木質バイオマス専焼発電プラントである。設計、調達、建設業務を請け負う EPC 工事が完了し、今後 20 年間にわたる運転・保守業務を開始した。本稿では、発電所建設工事における取組みおよび今後の運転・保守業務である O&M 事業における課題とその展望について報告する。

Yatsushiro Biomass Power Plant is a dedicated wood-burning biomass power generation facility with an output of 75,000 kW, using carbon-neutral energy resources such as wood pellets and wood chips as fuel. The EPC project, which undertakes design, procurement, and construction work, has been completed, and operations and maintenance services for the next 20 years have begun. This paper reports on the efforts made in the construction of the power plant and the challenges and outlook for the O&M business in the future.

1. 緒 言

八代バイオマス発電所（熊本県八代市）は、カーボンニュートラルなエネルギー資源である木質ペレットと木質チップ（熊本県産の未利用間伐材）を燃料とした発電出力 75,000 kW の木質専焼発電プラントである。

IHI は、合同会社くまもと森林発電より設計、調達、建設業務（試運転を含む）を請け負う EPC（Engineering, Procurement and Construction）契約、および運転開始後 20 年間にわたる運転・保守（Operation and Management：O&M）業務を受注した。

本発電プラントの EPC 工事は、2024 年 6 月 15 日に無事完工し、O&M がスタートした。O&M は、発電所内のプラント機器の運転、点検、補修工事およびそれに必要な部品供給などの業務を 20 年間にわたり一括して請け負うことで、プラントのライフサイクルにわたる最適な運用を目指していく。

IHI は、複数の火力発電所の木質バイオマス専焼化改造工事を受注している他、セツ島バイオマスパワー合同会社

に出資し、バイオマス発電所の建設から運転・保守を含む事業全般を手掛けているが、発電プラントにおける運転・保守サービスの一括請負は IHI として国内初となる。

本稿では、発電所建設工事における安全衛生や工期短縮など各種取組みの紹介、および今後の O&M 事業における IT や IoT を用いたデータの有効活用や課題とその展望について報告する。

2. バイオマス発電所の建設工事

2.1 工事概要

熊本県第二の人口を有する八代市で、出力 75,000 kW（一般家庭の使用電力に換算すると、約 15 万世帯相当）の木質専焼発電プラントの EPC 工事が計画どおりに完了した。工事は IHI と株式会社 IHI プラント（IPC）が共同企業体を組み、主に IHI はボイラ設計・タービン設備などの調達、現地試運転を、IPC は用役設備設計・調達、土木工事、タービン建屋を含む全設備の据付け工事を担当した。第 1 図に発電所の全景を示す。

EPC 工事概要は以下のとおりである。



第 1 図 八代バイオマス発電所の全景
 Fig. 1 Panoramic view of Yatsushiro Biomass Power Plant

事業者 くまもと森林発電
 (中部電力株式会社,
 東邦ガス株式会社,
 株式会社エネ・ビジョン,
 3社の共同出資)

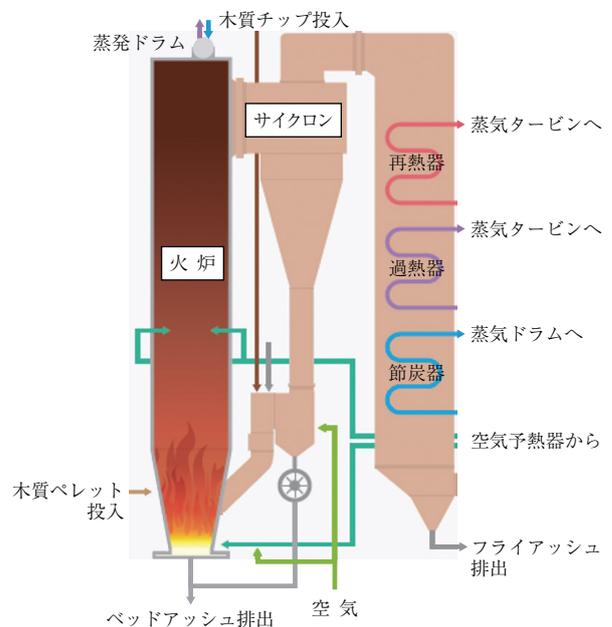
受注者 IHI と IPC の共同企業体

着工(起工式) 2022年4月18日

工事完工 2024年6月15日

主な設備

- ・ボイラ設備
- ・タービンおよび発電機設備
- ・燃料受入および搬送設備, 灰処理設備
- ・用役設備(冷却塔, 純水設備, 排水処理設備など)
- ・土木, 建築設備



第 2 図 CFB ボイラの全体組立図
 Fig. 2 Overall assembly diagram of CFB boiler

2.2 先行バイオマス発電所の反映

ボイラ形式には、循環流動層 (Circulating Fluidized Bed : CFB) を採用している。火炉の中に微細な砂が入っており、火炉底部に燃焼空気を送り、800 ~ 900℃に熱された砂にバイオマス燃料を入れて燃焼させる。IHI の CFB ボイラは、燃料を重力落下で供給し、同時に燃焼ガスの逆流を防ぐシール媒体 (空気など) で燃料を押し込むシンプルなシステムである。燃料を火炉へ投入すると、炉内の多量の砂がもつ保有熱により安定した燃焼が得られ、例えば水分が多く燃えにくい燃料も容易に燃やすことができる⁽¹⁾。

第 2 図に CFB ボイラの全体組立図を示す。

IHI は、約 30 年前から石炭および廃棄物焚き CFB ボイラプラント建設の経験を積み重ねてきたが、先行のセツ

島バイオマス発電所の運転では、バイオマス燃料特有のさまざまな事象を経験し、メンテナンスのノウハウを習得した。その経験を基に八代バイオマス発電所では、発電所の稼働率をより高めるための取組みを行っている。

取組みの一例は以下のとおりである。

- (a) 蒸気温度の高温化 (538℃から 566℃級)、高効率タービンの採用
- (b) メンテナンススペースの確保や足場搬入用のマンホール設置など、メンテナンスがしやすい構造を採用
- (c) 遠隔監視など運転支援技術の採用

2.3 合理化（工期短縮）および工法の検討

本工事において、工期短縮のため工事の合理化および工法の検討などの取組みを行った。特に大型ブロック化と非溶接化には時間を掛けて検討を行った。大型ブロック化は輸送が許可される限界の大きさまで工場で組むなど、設計・調達・建設を通して最適検討を行って、合理化を図った。第3図に大型ブロック搬入の様子を示す。

歩廊・手すりの設置方法を溶接からボルト締めに変えたことで、溶接機や防災シートの準備を含めた溶接作業や溶接後の塗装も不要となり、溶接工事・塗装工事といった作業に関わる工数の削減や現場の美化につながった。また、運転開始後の手すり取外しや取付けが容易になった。

土木工事では後に続く機械工事を考慮して、機器基礎取合い施工の簡易化のための基礎チップングレス工法や資材置き場のアスファルト先行施工など、土木工事から機械工事への引渡しをスムーズに行うことで、計画どおりの納期で完成することができた。

2.4 ICT 導入による効率化

第4図にドローンの活用の様子を示す。ドローン撮影や時間軸に合わせた3Dによる現地工事の見える化、多



第3図 大型ブロック化したガスエアヒーター搬入の様子
Fig. 3 Situation of importing large-scale blocked GAH



(a) ドローンで撮影した写真



(b) ドローン

(注) ドローンで撮影した現場の俯瞰写真を基に、^{ふかん}資材や重機の配置や作業確認も行える。

第4図 ドローンの活用
Fig. 4 Utilization of drones

機能ホワイトボードによる作業員への情報共有・理解向上、メッシュ Wi-Fi による現地通信速度向上、ヘルメットゲートによる入退出管理の導入など、新しい設備を取り入れ、安全管理の強化と工事の効率化に取り組んできた。

2.5 バイオマス火災防止への取組み

バイオマス火災の原因として、貯蔵していた木質ペレットが自然発酵し、発火した事例⁽²⁾が報告されている。八代バイオマス発電所では、木質ペレットは約20tごとにコンテナに保管され、発電所敷地内に置かれる。コンテナ内の燃料の変化などについては、これまで信頼できるデータが存在しない。そこで、実物の燃料保管コンテナに木質ペレットを貯蔵し、自己発熱につながる変化がどの程度の期間で生じるかの確認試験を実施中である。試験開始後、約6か月経過した時点で、外気温度の上昇を上回る木質ペレットの発酵発熱による温度上昇の兆候は見られなかった。第5図にコンテナ試験の様子、第6図にコンテナ中の木質ペレットの温度変化を示す。

試験内容は以下のとおりである。

コンテナ内物質	木質ペレット
コンテナ	2基（1基は木質ペレットを充填、1基は結露などの水分貯留確認用として木質ペレットを充填せず）
試験場所	八代バイオマス発電所コンテナ置き場
測定項目	<ul style="list-style-type: none"> ・コンテナ内部温度（気相部および木質ペレット充填部の計7か所） ・コンテナ気相部のガス分析（CO、O₂ および H₂）

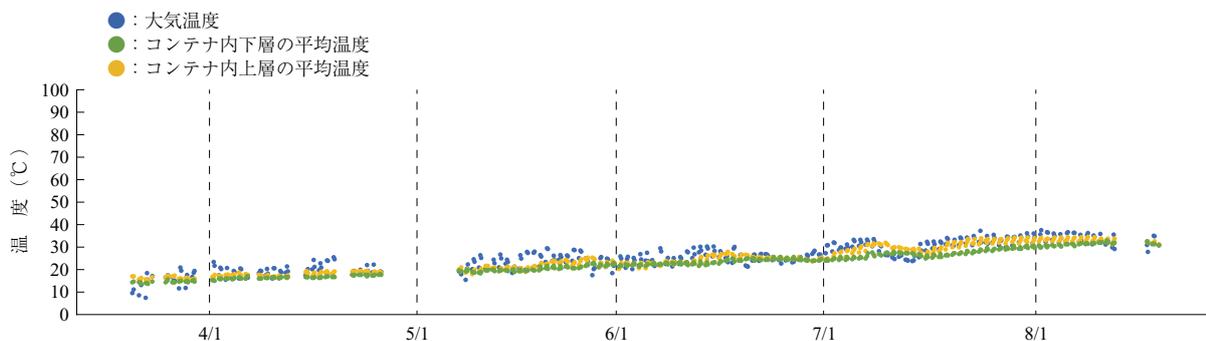


(a) 木質ペレット外観



(b) 温度計取付け状況（左：外面、右：内部）

第5図 木質ペレットの外観および燃料保管コンテナの様子
Fig. 5 Appearance of pellets and container storage



第 6 図 コンテナ内木質ペレットの温度変化 (2024 年)
Fig. 6 Temperature changes of wooden pellets inside a container

- ・ 大気温度・湿度
- ・ コンテナ外部温度
- ・ コンテナ内の雨水 (目視により確認)

測定頻度 1 回/日程度
コンテナ内部温度は遠隔でも計測可能のためリアルタイムで監視できる。

3. 運転・保守 (O&M) 業務への取組み

3.1 O&M 概要

IHI グループは、八代バイオマス発電所内のすべてのプラント機器の運転、点検、補修工事およびそれに必要な部品供給などの業務を 20 年間 (2044 年まで) にわたり一括して請け負っている。なお、バイオマス燃料や薬品などのユーティリティは、事業者であるくまもと森林発電にて調達し、供給される。EPC 設計担当と O&M 担当が同一組織であることから、設備不具合やトラブルなどの対応の迅速化が図れるなどのメリットもある。

O&M 業務概要は以下のとおりである。

事業者 くまもと森林発電
受注者 IHI と IPC の共同企業体
O&M 開始 2024 年 6 月 16 日
O&M 期間 20 年間 (2044 年終了)
主な O&M 業務

- ・ 発電所設備の運転計画と運転業務
- ・ 発電所設備の管理と保守計画および補修工事
- ・ 発電所の運転と保守に必要な部材の手配計画および手配
- ・ 発電所の運転に必要な環境測定

3.2 O&M 体制

発電所内に、O&M 所長、チーフ、運転員および整備員が常駐する。各員はくまもと森林発電の発電所長や法定管

理者のもとで発電所の運転および保守業務を遂行する。

第 7 図に運転・保守業務を遂行する IHI グループの八代 O&M 事業所の体制を示す。運営班、運転班および整備班から構成されている。

各班の主な役割は以下のとおりである。

運営班 設備の運転・保守の計画および遂行管理
運転班 設備の運転操作および監視、機器の巡視
整備班 設備の点検、清掃、整備、簡単な補修作業

また、体制構築に当たり、次の点に留意した。

- 発電所全体の運転・保守を担うことから、IHI グループのリソースを幅広く活用 (ボイラ、プラント、燃料搬送の部門からの人員)。
- まずは熟練者をそろえて、業務を軌道に乗せる。
- 運転データ遠隔監視やモニタリング範囲拡大により、運転の効率化を図る。
- 若手運転員を経験豊富な運転員がマンツーマンで指導し 3 年で 1 人前に育てる。
- 地元高校から運転巡視員を採用し、地元雇用にも貢献する。

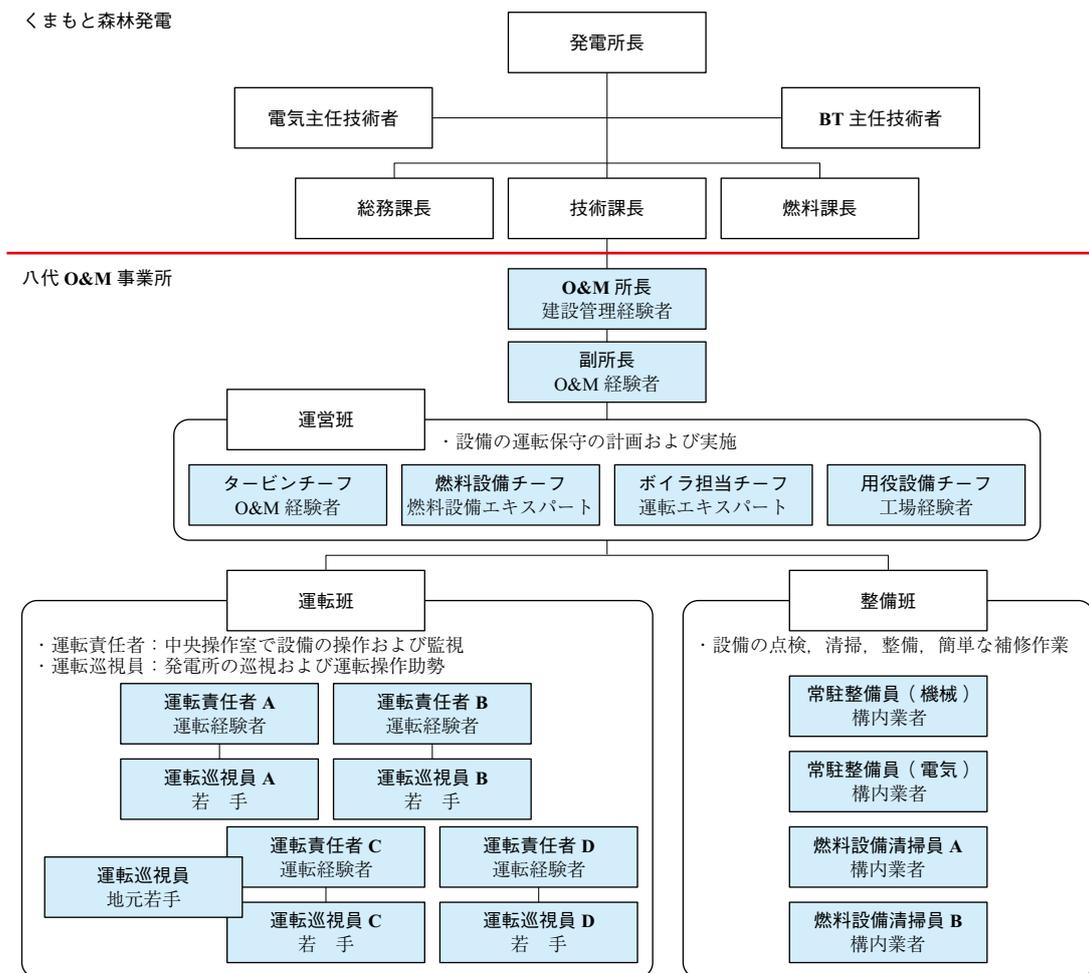
継続的に人材を確保・教育していくことが O&M 事業では重要である。今後、O&M 事業を拡大していくためには、八代バイオマス発電所は IHI グループの O&M 事業の教育の場としての機能も担っていく。

3.3 O&M 事業の紹介

2024 年 6 月 16 日に営業運転を開始し、20 年間の O&M がスタートした。発電プラントの O&M の一括請負は IHI グループとして国内初であり、その取組みの一部を紹介する。

3.3.1 運転業務

主幹制御装置、各種制御盤、手動弁などの操作によるプラントの起動や停止、運転状態の調整、および発電所設備の稼働状態を監視は、運転班が行う。運転班は 1 チーム



第 7 図 八代 O&M 事業所の体制
Fig. 7 Organization of Yatsushiro O&M business division

2 名の 4 チームで構成され、24 時間 365 日の運転業務に対応する。12 時間勤務の 2 交代制で、4 日間勤務した後、4 日間休業を繰り返すという、IHI グループとしては今までにない勤務形態となる。また、執務室、中央操作室およびくまもと森林発電執務室は同じフロアにあり、お互いに情報を共有しやすい環境となっている。第 8 図に中央操作室での運転監視・操作状況を、メンテナンスの一例として、第 9 図にボイラ停止時のボトムアッシュ除去の状況を示す。

3.3.2 燃料搬送設備の安全性向上

近年、バイオマス燃料を扱う発電所において火災発生への報告が増えている。火災事故の多くは燃料から生じた粉じんが堆積し、ベルトコンベアなどの可動部から発生した摩擦熱などの着火源により引火・発火する事例が多く、状況によっては爆発も生じている例がある。

八代バイオマス発電所は、バイオマス専焼の先行機である七ツ島バイオマスパワー合同会社の経験を反映して設備計画を行っている。



第 8 図 中央操作室での運転監視・操作
Fig. 8 Monitoring and operation in the central control room



第 9 図 ボイラ火炉下部のボトムアッシュの除去
Fig. 9 Cleaning of bottom ash in boiler furnace

主な粉じん対策は以下のとおりである。

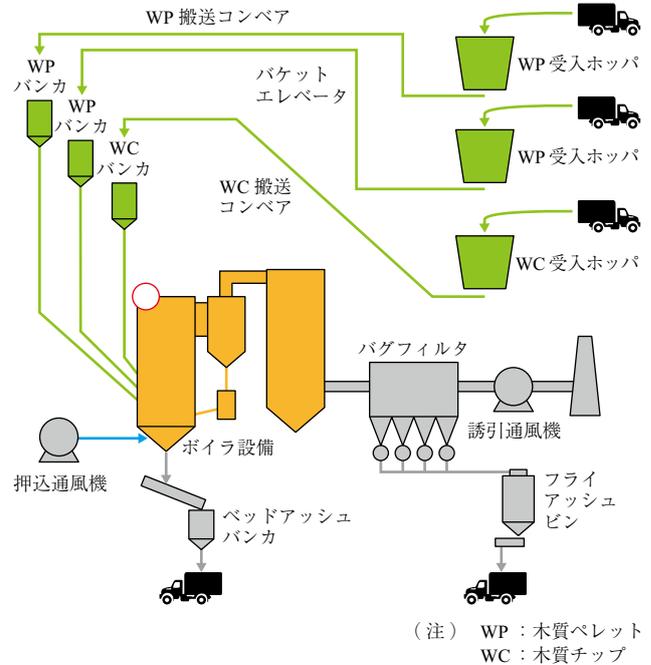
- ・受入ホッパおよびベルトコンベアに集じん機の設置
- ・密閉型コンベアの採用
- ・軸貫通部にシール構造の採用
- ・受入設備部は飛散防止対策としてテント倉庫で囲う

また、文献(2)にあるとおり、木質ペレットを貯蔵などする場所においては清掃の徹底が求められており、特にコンベアの周りなど粉じんのたまりやすい場所および粉じんが舞うおそれのある場所における具体的な清掃の方法や廃棄の措置の内容を明確にすることが求められている。

バイオマス燃料は、コンテナに貯蔵されてトラックで搬送され、受入バンカに投入される。投入された燃料はベルトコンベアやバケットエレベータなどにより、ボイラへ搬送されるが、その経路において燃料から粉じんが発生する。そのため、燃料の搬送経路は定期的に清掃を行い、粉じんが堆積するのを防ぐ必要がある。第10図に木質ペレットの投入の様子、第11図に燃料搬送設備の清掃の様子を示す。

第12図に粉じんがたまりやすい場所、清掃の頻度と内容の一例を示す。本発電所では、燃料搬送設備専属の点検・清掃員を2名配置し、日々の清掃を徹底して行う体制を整えている。清掃の徹底は、バイオマス発電所を安全にかつ継続して運用していくには重要である。清掃回数

清掃箇所	内容	頻度
WP設備の受入ホッパ廻り	荷台からこぼれ落ちたペレットや堆積ダストの清掃	都度
WC設備の受入ホッパ廻り	荷台からこぼれ落ちたチップや堆積物の清掃	都度
ボイラ投入・搬送コンベア系統廻り	ペレット、チップやダストの清掃	1～2回/日
計量コンベア	コンベア堆積ダストの清掃	1回/約2週
バケットエレベータ下	堆積したペレットやダストを定期的に清掃	1回/半年



第12図 燃料搬送設備の清掃
Fig. 12 Key points for fuel conveyance equipment cleaning

最適頻度を判断したり、また燃料搬送設備にマンホールを追設して清掃しやすくしたりして対策を講じている。

3.4 デジタルデータの活用

IHIでは運転データや設備メンテナンスデータを共有し、最適なプラントの運転状態を評価する運転・保守支援システム「MEDICUS NAVI®」を開発している。第13図に八代バイオマス発電所におけるデータ活用のための概念図を示す。遠隔監視、異常診断、設備管理、異常探知の四つのシステムで構成され、運転データおよび保守管理データを基に、発電所運転業務の支援や保守計画へのサポートを行っている。

(1) 遠隔監視および異常診断システム

「バイオマス燃料やアンモニアなど薬品の使用量は適正だろうか?」「運転パラメータの変更の積み重ねで、最適パラメータが分からなくなった」など、プラント運転での困りごとはよく聞かれる。遠隔監視は、本社側の運転エキスパートが遠隔監視システムを

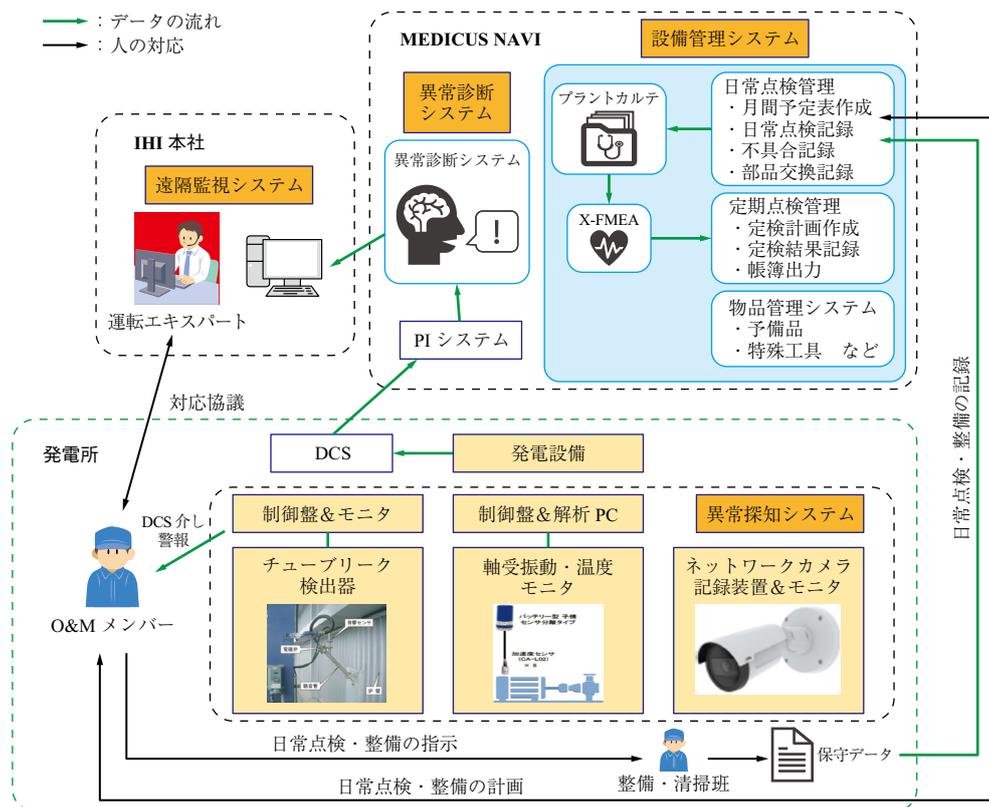


(a) 受入バンカへの投入

第10図 木質ペレット投入の様子
Fig. 10 Unloading of wood pellet



第11図 燃料搬送設備の清掃の様子 (バケットエレベータ下)
Fig. 11 Cleaning of fuel conveyance equipment (below the bucket elevator)



(注) PIシステム：リアルタイムに稼働データを収集・統合・共有するシステム
 X-FMEA：故障モード影響解析 (FMEA) をベースにリスク評価を行うシステム
 DCS：分散制御システム, Distributed Control System

第 13 図 データ活用の概念図
 Fig. 13 Overview of data utilization

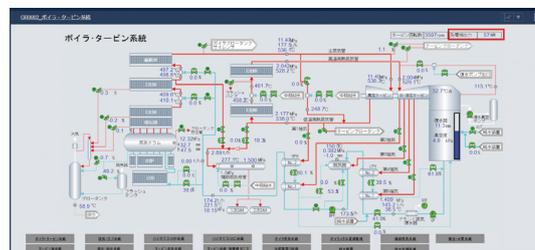
使ってプラントの状態を確認しながら、O&M メンバーと最適な運転状態への改善を協議しながら進めることができる。

異常診断システムは運転状況に応じて発電プラントの異常状態を検出し、その情報を警報発令前に現地および本社側へ通報し、運転エキスパートが現地へ対応のアドバイスをすることで発電プラントの緊急停止の頻度を低減させ、プラントの稼働率向上に寄与している。

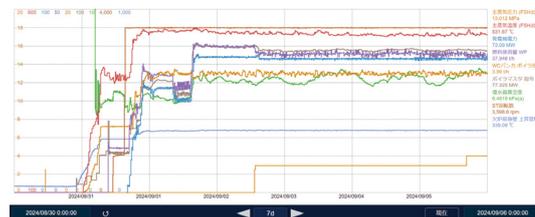
本システムは発電プラントの運転中における異常診断のため、プラントの運転データを分析し異常度指数を設定し、正常から逸脱した異常状態を通知し、不具合の予兆診断、不具合事象の早期原因解明、運転状況の把握を行う⁽⁴⁾。第 14 図に監視画面の一例を示す。

(2) 設備管理システム

設備管理台帳であるプラントカルテ機能の活用により、メンテナンス情報を一元管理する。この機能はメンテナンス記録を整理することで、情報検索作



(a) 監視画面の一例



(b) トレンドによる監視

第 14 図 遠隔監視の画面の一例
 Fig. 14 An example of a remote monitoring screen

業を容易にして、プラントの劣化状態に基づいたメンテナンス計画を立案できる。また、予備品や消耗品などの出入庫を現場 ICT 管理ツールを用いて管理を行う。

(3) 異常探知システム

異常探知は、主要回転機器の軸受振動・温度モニタ、ボイラチューブリーク検出器および監視カメラから構成されている。

軸受振動・温度モニタは、回転機器軸受の運転監視のため、振動および温度センサを取付け、これら計測データをサーバに集約する。計測データを解析用 PC へ取込み、解析診断システムにて異常検知を行い、異常があれば警報を分散制御システム (Distributed Control System : DCS) へ出力する。

ボイラチューブリーク検出器は、発電所の長期停止につながるボイラ管の噴破による高圧蒸気または高圧水のリークを早期に発見する、これによりボイラの損傷を最小限にとどめることができる。チューブリーク発生有無を解析するコントロールパネルは制御室に設置し、異常があれば警報を DCS へ出力する。

監視カメラは、蒸気漏えいの可能性がある機器の近傍に設置し、中央操作室より遠隔で監視する。

3.5 O&M 事業への展開

IHI は各種発電プラントの建設とメンテナンスに関する豊富な知見を持っている。この知見を基に、新設工事のみならず、既存設備の高効率化、IoT を導入した運転支援など、プラントのライフサイクルにわたる包括的なサービスを提供している。第 15 図に O&M 事業への展開のイメージを示す。発電所の新設案件が少なくなる中で、既設発電所の運用をお客さまと協働して実施し、運用データを

活用したメンテナンス提案を行っていく必要がある。そのためには、八代バイオマス発電所で得られる運用・メンテナンスのノウハウを蓄積し、ライフサイクルを通じてお客さまが安全・安心を実感できるような価値を提供していく。

特に次の 2 点は、今後のバイオマス発電の O&M 事業を展開するうえで注力すべき事項であり、IHI が蓄積した知見を活かして、お客さまの運転・メンテナンスをサポートして課題を解決していく。

(1) バイオマス火災の防止

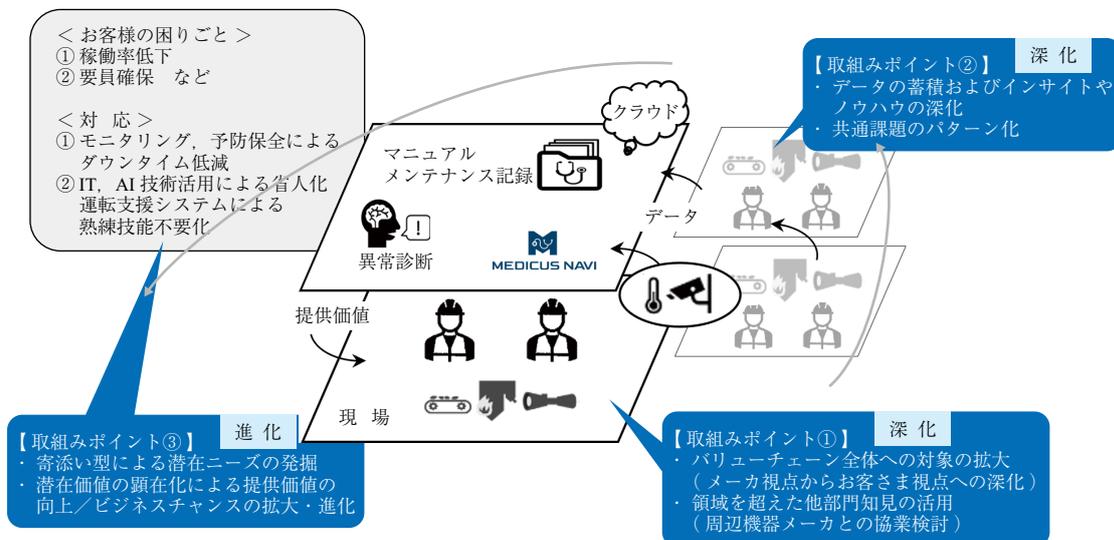
頻発するバイオマス火災の対策として、バイオマス貯蔵・搬送における安全指針の確立が必要である。実運用によりノウハウを蓄積し、同様のプラントへの展開を図る。

(2) IT, IoT の活用

お客さまは運転員確保・若手への運転ノウハウ伝承に苦慮している。運転データおよび保守データを利用する部分に IT, IoT を活用しツール化して、設備の高効率化、IoT を導入した運転支援など行っていく。

4. 結 言

建設工事が無事完工し、20 年間にわたる O&M 事業が始まった。八代バイオマス発電所は、IHI として国内初となる発電プラントにおける運転・保守サービスの一括請負案件である。バイオマスやアンモニアなど、カーボンニュートラルなエネルギー源の活用技術により、自然と技



第 15 図 O&M 事業への展開
Fig. 15 Expansion to O&M business

術が調和する社会の創造に貢献していくことが求められており、八代バイオマス発電所は、その果たす役割は大きい。事故なく安全に継続して発電所を運転できるように、IHI グループ一丸となって取り組んでいく。

— 謝 辞 —

最後に、夏の暑さの厳しい中、39 か月の工期どおりの引渡しが完了することができたことは、くまもと森林発電の皆さま、ベンダーの皆さま、試運転などにご尽力いただいた関係各位の努力の結果であり、ご助力いただいたすべての方に感謝を申し上げます。

参 考 文 献

- (1) 株式会社 IHI：バイオマス発電所の営業運転開始から安定運転へ、IHI 技報, Vol. 61, No. 3, 2021 年 12 月, pp. 40 - 43
- (2) 消防庁：バイオマス発電のため指定可燃物として木質ペレットを貯蔵等する施設における自主保安の徹底について、消防危第 36 号, 2024 年 2 月 20 日
- (3) 経済産業省：バイオマス発電所における爆発・火災事故及びその対応について、産業保安グループ電力安全課資料 2-1, 2024 年 3 月 21 日
- (4) 株式会社 IHI：火力発電ボイラにおけるメンテナンスや運転支援の取り組み, IHI 技報, Vol. 62, No. 2, 2023 年 1 月, pp. 60 - 63