

# 木質バイオマスエネルギー利用 事例集



## 事例集作成にあたって

- わが国においても、過去15～20年に渡りバイオマス利用が推進され、全国に多くの取組事例が生まれつつあるが、以下のような課題があった。
  - 全国を取組事例について、事例「紹介」はあっても、事実に基づく「分析」は少ない。特に、中小規模(数100kWクラス)の熱利用についての、調査・研究は少ない。
  - 課題がある取組事例も多いとされるが、その課題が具体的に特定・整理／体系化されておらず、他地域への発展的な展開・普及に結びついていない。
- 上記の背景を受け、以下を目的としてバイオマス利用の国内事例について調査を実施した。
  - 代表的な事例について、可能な限りデータを収集し、事実を把握。
  - 取組の課題を特定し、今後の他地域への展開及び支援制度の設計へ資するよう、課題を整理・分析。
- 国内調査16箇所の調査結果の内、とくに今後の取組拡大に資すると考えられる10の国内調査事例について取りまとめた。
- 木質バイオマスの利用が進んでいる欧州のシステム化の手法(コスト・仕様の標準値による判断基準)が重要であることから、国内の事例と比較となるよう、欧州の事例を調査分析した熱利用及び熱電併給の事例をコスト分析等もふくめて海外調査事例として取りまとめた。
- また、国内で間伐材等林地残材(未利用材)を利用している木質バイオマスを用いた発電施設の取り組みについても紹介。

# 目次

## 国内調査事例

- ・ クリーニング工場におけるチップボイラー熱利用(北海道健誠社)
- ・ 保健医療福祉施設におけるチップボイラーでの熱利用(岩手県雫石町)
- ・ 温水プールにおけるチップボイラーでの熱利用(岩手県雫石町)
- ・ 温水プールにおけるペレットボイラーでの熱利用(岩手県花巻市)
- ・ 製材端材によるペレット生産とペレットボイラー冷暖房(山梨県山梨市)
- ・ 温泉施設での薪ボイラー利用(東京都檜原村)
- ・ 温泉宿泊施設でのチップボイラー利用(北海道下川町)
- ・ 未利用材によるチップ生産と地域熱供給システム(山形県最上町)
- ・ 市庁舎でのチップボイラー、ペレットボイラーの冷暖房暖房利用(岡山県真庭市)
- ・ 石炭火力発電所における混焼利用(山口県)

## 海外調査事例

- ・ 中学校でのチップボイラー(100kW+250kW)利用(オーストリア)
- ・ コンテナシステムによるチップボイラー(200kW)利用(オーストリア)
- ・ 地域熱供給でのチップボイラー(390kW)と太陽熱利用(オーストリア)
- ・ 地域熱供給でのチップボイラー(1,000kW)利用(オーストリア)
- ・ ドイツの木質バイオマス発電
  - Ⅰ.木質バイオマス発電の推移と現状分析
  - Ⅱ.ドイツの木質バイオマス発電の規模別コスト分析
    - (1) 発電出力500kW、熱出力3,500kW、ORC発電
    - (2) 5,000kWの蒸気タービン発電
    - (3) 2万kWの蒸気タービン発電

## 林地残材(未利用材)利用の国内発電施設の取り組み

- ・ 熱電併給施設 1 (能代バイオマス発電所:秋田県)
- ・ 熱電併給施設 2 (川辺バイオマス発電所:岐阜県)
- ・ 専焼発電施設 1 (いづな お山の発電所:長野県)
- ・ 専焼発電施設 2 (ミツウロコ岩国発電所:山口県)
- ・ 混焼発電施設 1 (新日鉄住金(株)釜石製鉄所:岩手県)
- ・ ガス化発電施設 (やまがたグリーンパワー:山形県)

# 事例の構成例(国内調査事例)

- 各事例を1ページで紹介している。各ページの構成は、下図の通りである。
- なお、機器の価格や稼働状況等に関する数値情報については、事例によっては聞き取り調査等によっても把握できなかったものがあつた。

図 事例の構成例(国内調査事例)

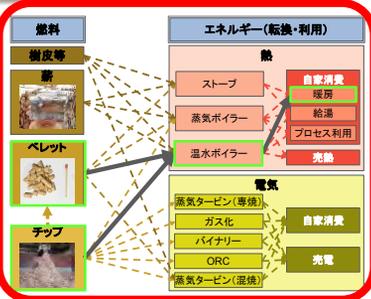
### 市庁舎でのチップボイラー、ペレットボイラーの冷暖房暖房利用(岡山県真庭市)

**【事業概要】**

- 市役所新庁舎の建設を機にチップボイラー及びペレットボイラーを導入し、2011年より、冷暖房に利用。
- NEDO等の複数の事業を活用した地域全体でのバイオマス生産システム構築、利用施設整備の一環としての取組。



写真: 真庭市庁舎のボイラー(左)  
外観にはバイオマス熱利用システムの説明図(右)

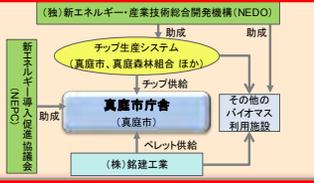


燃料: 樹皮等、薪、ペレット、チップ

エネルギー(転換・利用): 薪(ストーブ), 蒸気ボイラー, 温水ボイラー, 電気(蒸気タービン(専焼), ガス化, バイナリー, ORC, 蒸気タービン(混焼))

エネルギー(転換・利用)の用途: 自給消費(暖房, 給湯, プロセス利用), 売電

**【関係団体】**



新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が助成。真庭市庁舎(真庭市)が中心。バイオマス熱利用システム(真庭市、真庭森林組合ほか)がチップを生産。真庭市庁舎がチップを供給。他のバイオマス利用施設もチップを供給。真庭市庁舎がペレットを供給。銘建工業(株)がペレットを生産。

**導入の背景**

1993年に任意団体「21世紀の真庭塾」が設立されたことが取組の発端。1998年に塾内にゼロエミッション部会が設立され、バイオマス利活用の検討を開始。

**計画の立案・設計**

- 行政、民間等幅広い関係者を集めたバイオマスタウン真庭推進協議会が設置され、ここで決定された事業方針に基づき取組が進められた。
- NEDOの「バイオマスエネルギー地域システム化実験事業」(2005～2009年度)にて、チップ生産体制、及び、市営施設や工場、農園等におけるチップボイラー・ペレットボイラーによる熱利用システムを整備。
- 一方で、(株)銘建工業は自社の木材加工工場で発生する端材を用いたペレット生産システムを構築、市内には地域特産で供給。
- 市役所新庁舎建築を機にバイオマスボイラーを導入(メイン:チップボイラー、バックアップ:ペレットボイラー)。吸気式冷凍機も導入し、冷暖房システムを構築(2011年度)。
- ボイラー選定では、真庭市森林振興局において実績のあるシュミット社製を選定。ボイラーの規模は、冷暖房を行う空間を算出し決定。

**【取組の特徴・課題】**

- 地域としての燃料生産・利用システム構築…燃料の生産システムと利用先を一體的に整備。今後、発電事業も開始予定。
- チップ含水率基準の設定…ボイラーの仕様通りではなく実験事業における燃焼状況から含水率基準(水分30%)を設定・利用し、燃焼における問題発生を回避。
- ペレットの需要と供給のマッチング…ペレット需要は冬季に偏るため、夏季の需要確保のために冷暖房システムを検討中。
- 観光産業への相乗効果…バイオマス利用システムへの視察者増加への対応、また真庭地域の取組全体を情報発信する戦略として、2006年12月より、真庭市と真庭観光連盟の連携によるバイオマスタワー真庭のサービスを開始。

**【施設情報】**「真庭市役所」 住所:岡山県真庭市久世2927-2 担当:産業観光部バイオマス政策課

**3. 費用**

(1) 導入費用

- 計220万円(うち機械設備費100万円)(ボイラー2機、冷凍機、サイロ2棟、その他工事費等)。
- 上記のうち49.7万円は、NEPC(新エネルギー導入促進協議会)「平成21年度地域新エネルギー等導入促進事業」を活用(補助率約50%)。

(2) ランニング費用

- 燃料価格:チップ12.5円/kg、ペレット20円/kg。
- 年間の燃料費用は、約4.5百万円(チップ2.5百万円、ペレット2百万円)。
- チップは、湿潤基準含水率30%未満、長さ10cm以下の基準を設けて市内バイオマス集積基地から調達。
- ペレットは、(株)銘建工業が生産したものを購入。

**4. 成果(稼働状況等)**

- ボイラーは24時間稼働。ただし、冷暖房利用は8:15～17:30であり、夜間は種火モード。
- 年間稼働日数は200日弱/年(20日×10ヶ月)。冷暖房の不要な5月及び10月はメンテナンス期間(非稼働)。
- 燃料使用量は、チップボイラーが200t/年、ペレットボイラーが100t/年程度。

## フロー図

各事例の使用燃料、エネルギー転換機器の種類及びエネルギー用途を紹介。緑色で囲まれた燃料及び機器用途、実線矢印が当該事例におけるフローを示している。

(国内発電施設の紹介では当該フローを示している。)

## 機器情報

機器の型式名や性能等の情報を紹介。

種類	無圧式温水ボイラー(乾燥チップ用)	温水ボイラー(ペレット用)
型式名	UTSK-550	UTSP-450
製造メーカー	シュミット社	シュミット社
定格出力	550kW	450kW
ボイラー等効率	85%	85%
本体参考価格	(不明)	(不明)

## 取組内容

- 導入の背景
- 計画の立案・設計
- 費用  
(導入費用、ランニング費用)
- 成果(稼働状況)等の情報について、訪問調査の結果に基づき紹介。

## 取組の特徴・課題

調査対象地域特有の課題や取組成果を紹介。

## 関係団体図

木質バイオマスエネルギー導入施設を中心に、自治体や助成機関、燃料供給者等、関連する団体及びその関係を紹介。

# 国内調査事例

# クリーニング工場におけるチップボイラー熱利用(北海道健誠社)

## 【事業概要】

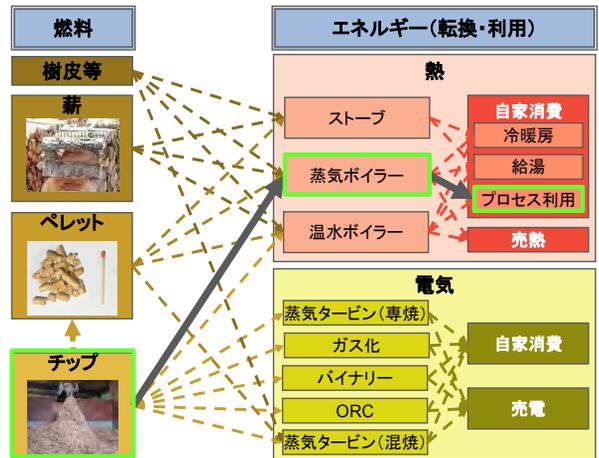
- 原価の1割を占める燃料費の削減のため、2006-2008年度までNEDOの地域バイオマス熱利用フィールドテストを活用して、バイオマスボイラー(8t/h)を導入。
- 当初は建築廃材を用いていたが、林地残材の燃料生産も開始。



写真:ボイラ建屋外観(左)、燃料の建築廃材(右)



写真:燃料の林地残材(左)、林地残材用のチップパー(右)



種類	自然還流式蒸気ボイラー
型式名	KT-C-800, +KT-C-600
製造メーカー	タカハシキカン
定格出力	蒸気量8t/h+6t/h
ボイラ等効率	63%
本体参考価格	176,000千円
備考	

## 1. 導入の背景

- クリーニング工場では、原価の1割を燃料費が占め、原油価格の変動が経営上の大きなリスクとなり、経費削減・安定化のために木質バイオマスボイラー導入を決意。

## 2. 計画の立案・設計

- 2006年度にNEDOの地域バイオマス熱利用フィールドテスト事業の採択を受け、検討を行った。
- 調査はNERC(株)が担当し、機器の導入については、地元のプラント製造会社である(株)アイ・セックが関与。
- ボイラーについては、当時はこのクラスでの蒸気ボイラーに選択肢がなく、タカハシキカンのものを選択した。
- 2011年度に、森林整備加速化・林業再生基金の補助を用いて林地残材由来の燃料チップの製造及び利用にも着手すると同時に、2基目のバイオマスボイラー(6t/h)と、160kWの蒸気発電機(KOBELKO製)を導入した。

## 3. 費用

### (1) 導入費用

- (8t/hボイラー)2億2,260万円(機器装置等製作・購入費:1.76億円、土木・工事費:4,660万円)→50%共同研究(NEDO)

- (6t/hボイラー)2億6,240万円(ボイラー本体:1.54億円、建屋:5,300万円、チップ乾燥機:5,540万円/等)→建屋を除き100%補助(森林整備・林業再生加速化基金)
- (スクリュ式発電機):7,000万円→100%補助(森林整備・林業再生加速化基金)

### (2) ランニング費用(8t/hボイラーのみ)

- 燃料費:1,500万円(約20,000m<sup>3</sup>弱)
- その他維持管理費1,700万円(メンテナンス費:350万円、ボイラー技士人件費:500万円/等)

## 4. 成果(稼働状況等)

- 工場の稼働率は340日/年程度と高く、8t/hボイラーは、合わせてフル稼働している(点検のため稼働日数は346日。稼働時間は5-10月は9時間/日、11-4月は8時間/日)。
- 毎年4,000万円程度のランニングコストの削減(化石燃料費9,600万円-バイオマス燃料費等4,600万円)
- 100%自己負担でも5年強、50%自己負担でも2年弱で償却可能。
- 6t/hボイラーについては、今後のクリーニング工場の操業増への対応目的で導入しており、現時点では稼働率が低く収支は考慮していない。スクリュ式発電機も6t/hボイラーに接続されているため、稼働率はまだ低い。

## 【取組の特徴・課題】

- 高い稼働率の確保・・・工場の稼働に合わせて、高い稼働率を確保しているのがポイントである。運転方法は、DSS運転となっているが、8t/hボイラーについては、水分の低い建築廃材を主に燃料としているため、安定的な運転を確保しており、トラブルもほとんどない。
- 林地残材の生産量の増加・・・平成23年度より、森林整備加速化・林業再生基金の補助を用いて林地残材のチップ燃料製造に取り組んでいる。平成23年秋から10ヶ月程度で生産量は700t程度にとどまっていた。この生産量を高め、低コスト化を実現するため、導入した6t/hボイラ-及びスクリュ式発電機の稼働率を高め、かつその他の需要先を開拓していくかが課題。

# 保健医療福祉施設におけるチップボイラーでの熱利用(岩手県雫石町)

## 【事業概要】

- 保健医療福祉施設にチップボイラーを導入し、2010年11月より利用。灯油ボイラーとの併用システムで、用途は施設暖房(床暖房)、ロードヒーティング、給湯。施設暖房では電気エアコンも使用。
- 施設の新設を機に再生エネルギー利用を取り入れる。



写真:「健康センター」の床暖房(左)、チップボイラー(右)

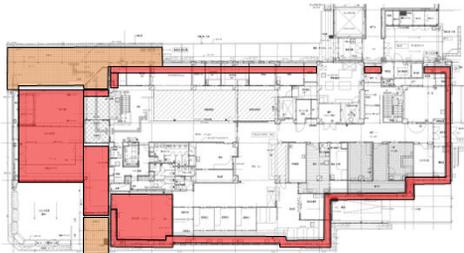
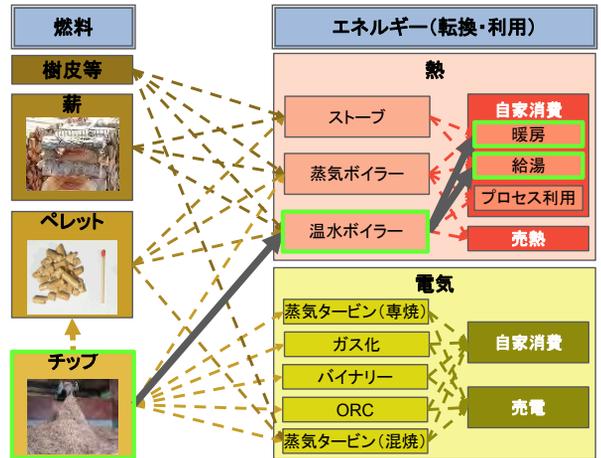


図:健康センター  
1Fの床暖房(赤)  
とロードヒーティング  
の範囲(橙)



種類	温水ボイラー(チップ用)
型式名	ECOMOS WB-100
製造メーカー	オヤマダエンジニアリング
定格出力	100kW
ボイラー等効率	80%以上
本体参考価格	(不明)

## 1. 導入の背景

- 新設する保健・医療・福祉の複合施設で熱源機器、再生エネルギー利用を検討。

## 2. 計画の立案・設計

- 化石燃料ボイラーや再生エネルギー利用方法の中から検討し、地域振興への寄与の観点から木質バイオマスボイラーの導入を決定。
- ボイラーは、町内で導入・運用実績のある機種を選定。
- 健康センター(鉄筋コンクリート構造、一部鉄骨構造、地上2階、延べ面積2,765.9㎡)に100kWのチップボイラー1機を導入。
- 燃料種は町内で生産し、ボイラーへの供給実績があるチップを選択。
- 併用ボイラーは、灯油ボイラー465kW。

## 3. 費用

### (1) 導入費用

- 計 23,814千円 (ボイラー1機、貯湯槽(1,500L)、周辺設備、工事費等(ボイラーは施設内に設置のため建屋の費用は含まれない))。

- チップボイラー設置にあたっては、林野庁「平成22年森林・林業・木材産業づくり交付金事業補助金」を活用(補助率50%)。

### (2) ランニング費用

- 燃料価格 3,885円/m<sup>3</sup>(≒19,500円/t\*) : 切削チップ含水率32~115%(d.b.)。
- 年間560m<sup>3</sup>(≒110t\*) 使用し、2,200千円/年。
- メーカー点検は2回/年。
- 日常点検は1回/日・10分程度、灰処理は1回/1~2カ月程度。職員、施設管理者で対応。

## 4. 成果(稼働状況等)

- チップボイラーは通年、24時間自動運転。需要ピークは暖房需要の増える12月~3月。
- 灯油使用と比べて371,400円/年の削減効果(平成23年度使用実績より)。
- 国内クレジット制度の活用。

\*平均含水率75%(d.b.)時の比重0.56t/m<sup>3</sup>(スギ)、丸太1m<sup>3</sup>=チップ2.8m<sup>3</sup>として算出

## 【取組の特徴・課題】

- ボイラー施設の配置・・・健康センターの施設の構造上、サイロとボイラー室との距離があり、燃料送り装置が長くなった。
- サイロの構造・・・密閉空間とならないように強制換気の装置を付けるべき。
- 国内クレジット制度の活用・・・現在の申請量(削減量)で得られる収益では、申請のための調査委託費と同じくらいであるため、申請の意義は合っても事業者へのメリットは少ない。
- メンテナンス・・・化石燃料ボイラーに比べて燃料供給装置など機械的なトラブルが多くなり、メンテナンスに人手がかかるが、メンテナンスをしっかりとすれば問題なく稼働する。メーカーの対応も重要。

# 温水プールにおけるチップボイラーでの熱利用(岩手県雫石町)

## 【事業概要】

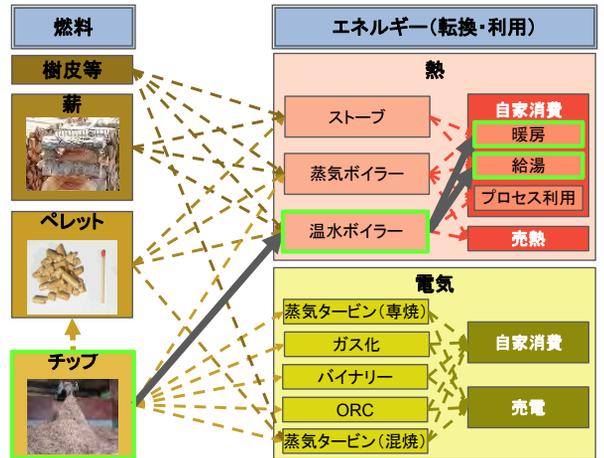
- 温水プールにチップボイラーを導入し、2007年2月より利用。重油ボイラー、ヒートポンプとの併用システムで、用途は施設暖房、給湯、プールの加温。太陽光発電も実施し電力を施設に供給。
- 国の地熱熱水供給事業終了を機に自然エネルギーを利用する設備を導入した取組。



写真: 温水プール(左)、施設のロビーとパネルヒーター(右)



写真: ボイラー棟とサイロ(左)、ヒートポンプ(右)



種類	温水ボイラー(チップ用)
型式名	ECOMOS WB-200(2機) WB-100(1機)
製造メーカー	オヤマダエンジニアリング
定格出力	200kW(2機) 100kW(1機)
ボイラー等効率	80%以上
本体参考価格	(不明)

## 1. 導入の背景

- 国の地域熱熱水供給事業によりプールに熱水の供給を受けていたが、平成17年度に事業が終了したため、新たな熱源として自然エネルギーを利用する設備を設置。

## 2. 計画の立案・設計

- 県の地域特性にあった新エネルギー設備を検討した結果、「いわて型チップボイラー」と「地下水利用型ヒートポンプ」を組合せた複合設備を導入。
- ボイラーは、岩手県工業技術センター、岩手県林業技術センターが民間企業と共同開発した高含水率チップでも対応できる国産の「岩手県型チップボイラー」を選定。
- 施設は温水プール(50m×10コース、流水プール、幼児用プール)、トレーニングジム、ロビー等に200kWのチップボイラー2機、100kWのチップボイラー1機を導入。
- チップは隣接する森林組合から供給。
- 併用ボイラー等は、重油ボイラー1,163kW、ヒートポンプ200kW(50kW×4機)。
- 太陽光発電の電力は、照明、プールのろ過循環に利用。

## 3. 費用

### (1) 導入費用

- 計 92,000千円 (ボイラー3機、サイロ、ボイラー建屋、付帯設備、配管、ヒートポンプ関連施設等)。
- 設置にあたっては、国からの補助金を活用(補助率50%)。

### (2) ランニング費用

- 燃料価格は樹種、含水率の違いで変動。切削チップで含水率は100%(d.b.)を使用。
- 年間5000m<sup>3</sup>(≒1,125t\*)使用し、19,000千円/年(平成23年度実績)。
- メーカー点検は1回/年で清掃を行う。

## 4. 成果(稼働状況等)

- チップボイラーは通年、24時間稼働。需要ピークは1月。
- 重油を使用した場合の比較で約3,000千円/8ヶ月の削減効果あり(平成24年4月～11月実績)。
- 年間収支差が許容範囲内であり、CO<sub>2</sub>の削減、化石燃料と比較してコスト削減効果、地域産業へ波及効果がある。

\*含水率100%(d.b.)時の比重0.63t/m<sup>3</sup>(スキ)、丸太1m<sup>3</sup>=2.8チップm<sup>3</sup>として算出

## 【取組の特徴・課題】

- 停電対策の必要性・・・落雷が多い地域のため停電が起こると、再起動に2～3時間を要する。
- 施設規模とボイラー出力・・・施設では、現在のチップボイラーの出力以上の熱需要がある。
- 省エネルギー対策の必要性・・・施設が建設より20年近く経過しているため、新しい施設と比べて断熱効果が低い。導入時には施設の省エネルギー化と合わせて行うのがよいと考える。

# 温水プールにおけるペレットボイラーでの熱利用(岩手県花巻市)

## 【事業概要】

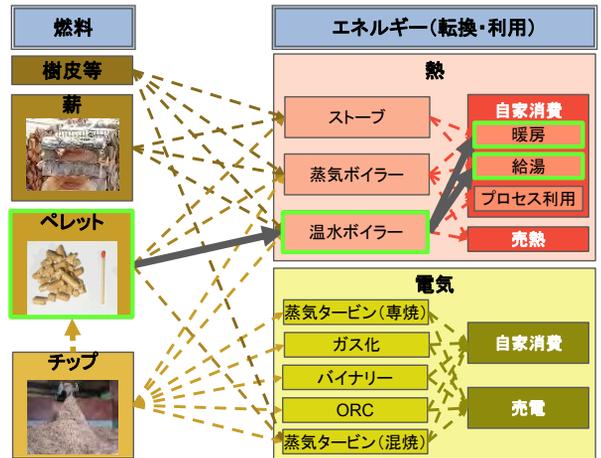
- 温水プールにペレットボイラーを導入し、2006年7月より利用。用途は施設暖房、サウナ、乾燥室熱源、給湯、プールの加温。
- 民間施設で、施設の省エネルギー・低コスト化、自家メンテナンスにより、補助金を活用せず投資回収を可能とした取組。



写真: 温水プール(左)、室内の暖房設備(右)



写真: サイロとボイラー(左)、基礎部の灰処理用の溝(右)



種類	温水ボイラー(ペレット用)
型式名	RE-50N
製造メーカー	二光エンジニアリング
定格出力	580kW (500,000kcal/h)
ボイラー等効率	80~85%
本体参考価格	(不明)

## 1. 導入の背景

- 事業者が他施設で20年以上ペレットボイラーを運用してきた知見を生かし、施設の新設時に省エネルギー・低コスト化とともにペレットボイラーを導入。

## 2. 計画の立案・設計

- これまでの知見から、ボイラー選定、燃料供給から灰処理、メンテナンスに配慮したレイアウトや建屋の構造を設計に反映。ボイラー以外にも、施設の資材選定や工法、配管などにも関与。
- 温水プールの熱源として580kWのペレットボイラー1機を導入。
- 燃料種はこれまで利用実績のあるバークペレットを選択。県内の事業者から購入。
- 併用ボイラー、貯湯槽はなし。

## 3. 費用

### (1) 導入費用

- 20,000千円 (ボイラー、サイロ等一式積算価格)。
- 補助金の活用なし。

### (2) ランニング費用

- 燃料価格 28円/kg(サイロまでの運搬投入費込み)。
- 年間の燃料費は3,600千円、130t/年使用。
- 基本的に点検は自前で実施。全体の清掃を2回/年、日常点検は1回/日・5分程度、灰処理は冬季1回/1日、夏季1回/10~14日、全体の清掃時はボイラーを停止。
- 消耗品は7~10年で1度交換(250千円/1回)。使用状況により交換頻度は異なる。
- 震災以降、灰の処理に500千円/年の支出。

### 4. 成果(稼働状況等)

- 7,800時間/年(24時間運転、休館日停止)。需要ピークは11月~3月。
- 施設の省エネルギーと低コスト化、自家メンテナンスにより、補助金の活用なしで投資回収を可能としている。

## 【取組の特徴・課題】

- 灰の処理・・・以前は納入業者による無償引き取りであったが、放射性物質の問題で産業廃棄物として処理。経費は年間50万円。バークペレットの灰は700~800ベクレル/kg。
- ペレット・・・外材原料の安いペレットの紹介があるが、チェルノブイリの放射性物質を含んでいる(販売業者からの説明有)。
- 施設全体を含めたマネジメント・・・省エネルギーと低コスト化(資材や工法の選択、暖房配管の放熱利用、ボイラー室のレイアウト等)、配管の劣化が進まないように夏場も通水するなどの運用方法により施設全体の事業性を高めている。
- 木質燃料の認識・・・ペレット生産者や需要者以外に、運送業者に木質燃料の適正な取り扱いを周知する必要がある。(例えば、水に濡らさない。大雨時の納入は厳禁。長期保管しない。サイロ内にタオルなど異物を落とさない等)
- メンテナンス・・・日常のメンテナンス、消耗品の適正交換により長期にわたりボイラーの運用が可能。

# 製材端材によるペレット生産とペレットボイラー冷暖房(山梨県山梨市)

## 【事業概要】

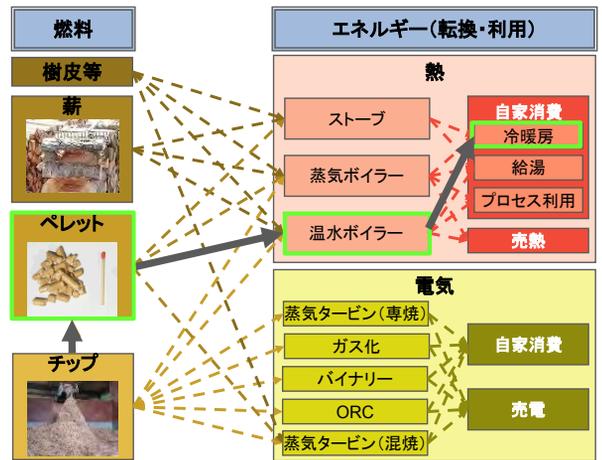
- 山梨市にある飯島製材所(ペレット製造工場、従業員10名、年間原木消費量3,000m<sup>3</sup>)が、製材端材を原料にペレットを製造。
- 市内の交流施設(街の駅)や庁舎、学校、市外の宿泊施設(キープ協会)で冷暖房目的でペレットを利用。



写真: 飯島製材所の乾燥機(左)、梱包されたペレット(右)



写真: ペレットボイラー(左)、燃焼部分(右)



種類	ペレットボイラー
型式名	RE-35N
製造メーカー	二光エンジニアリング社
定格出力	407kW
ボイラー等効率	80-85%
本体参考価格	(不明)

## 1. 導入の背景

- 2005年3月に山梨市、牧丘町、三富村が市町村合併し、2005年度に地域新エネルギービジョンを策定、2006年5月にバイオマスタウン構想の認定(2009年1月に改訂)
- 2008年度には、次世代エネルギーパーク(経済産業省)の認定。
- 一方、飯島製材所では、以前は端材を焼却炉で焼却していたが、ダイオキシン対策により焼却(野焼き)が禁止になり、廃材の販路を模索。
- そこで、市の取組に呼応する形で、山梨県職員が主催する勉強会で刺激を受けた飯島製材所が、同製材所内にペレット製造施設を2008年11月に竣工・生産を開始(農林水産省地域バイオマス利活用交付金を活用)。

## 2. 計画の立案・設計

- 製造施設の建設にあたっては、先進事例を視察・相談するとともに、ペレタイザーについては、繋がりのある製材機械メーカーの試作品を使うことになった。
- ペレットボイラーについては、環境教育的目的もあり、必ずしも経費削減を目的としてはいないが、導入前に同等の灯油ボイラー・EHPを設置した場合で比較を実施。

## 3. 費用

### (1) 導入費用

- (ペレット製造施設: おが粉を製造する破砕機や建屋も既存のものを利用。乾燥機と成形機(ペレタイザー)のみを新規に導入) = 3,600万円(うち約1,200万円を補助)。
- (ペレットボイラー) 4,558万円(設計: 150万円、工事監理: 98万円、工事施工: 4,557万円、うち補助金2,127万円)。

### (2) ランニング費用

- (ペレット製造) ペレットの原材料は、製材の端材であり、原材料費は計上せず。
- (ペレットボイラー) 燃料費として270万円(¥45/kg × 60t)

## 4. 成果(稼働状況等)

- ペレット製造施設では、450t/年のペレットを製造(現在8時間/日のみの稼働)。
- ペレットボイラーは、365日24時間稼働しており、熱供給量ベースで計画値の70%程度の稼働率となっており、今のところ大きな運転トラブルも起きていない。

## 【取組の特徴・課題】

- 製材端材の活用によるコスト削減・・・飯島製材所では既にある破砕機や建屋を活用することで、初期投資額を抑えている。また、製材端材を利用しているため原材料費は不要である。ただし、製材端材も乾燥の必要があるのは、間伐材等を用いた場合と同じであり、背板状態で天然乾燥を組み合わせるなどして、乾燥費用の削減が課題である。
- 夏期の安定運転・・・バイオマスによる冷暖房では、冷涼な地域では夏の熱需要が小さいなどの理由で、ボイラーの運転が不安定になるケースがある。山梨市の場合、夏期の気温が高い地域であるとともに、ペレットを用いることにより、熱需要の変動に対応しやすいシステムとなっている。

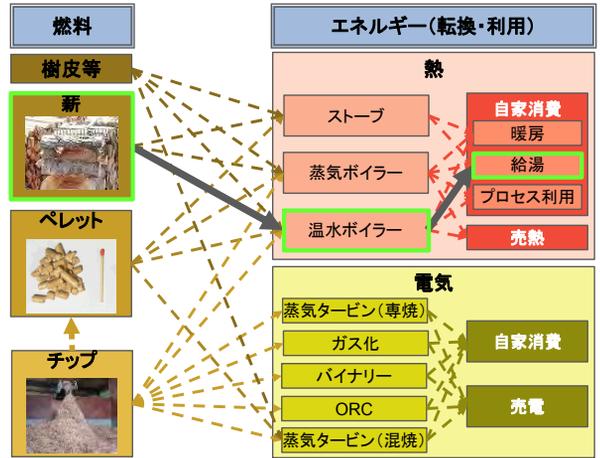
# 温泉施設での薪ボイラー利用(東京都檜原村)

## 【事業概要】

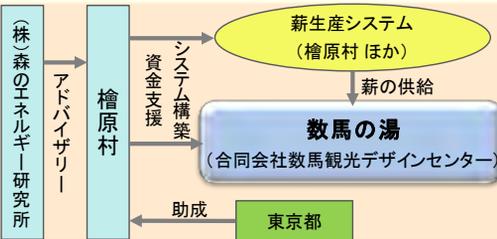
- 2012年4月、村営温泉施設に薪ボイラーを導入し、温泉水の加温に利用。薪ボイラーと灯油ボイラーの併用システムを用いる。
- 檜原村が主体となり、地域材の活用に向けた薪の生産システム構築と併せて、村の施設へのボイラー導入が実施された。



写真:「数馬の湯」外観(左)、薪ボイラー(右)



## 【関係団体】



種類	薪ボイラー(温水ボイラー)
型式名	Novatronic-80.0/80
製造メーカー	シュミット社
定格出力	80kW
ボイラー等効率	90%
本体参考価格	(不明)
備考	上記ボイラーを2機導入

## 1. 導入の背景

- 村内の林業衰退という課題に対し、間伐材活用という産業面の取組を地球温暖化対策という環境面の取組と組み合わせることでの事業実施を検討。

## 2. 計画の立案・設計

- 地球温暖化対策、バイオマス利用についての各種計画策定、バイオマスエネルギー利用施設導入に向けた実現可能性調査を実施(2003~2010年度)。
- 調査結果に基づき、バイオマスエネルギーとして薪の導入を決定。薪燃料製造施設や乾燥場所を整備し、温泉施設へ薪ボイラーを導入(2011~2012年度)。
- 燃料種として薪を選択した理由は、生産工程が比較的単純であり、生産時のCO2排出量が小さいことであった。
- 村営(合同会社数馬観光デザインセンターが指定管理事業体として運営)の温泉センター「数馬の湯」に80kWの薪ボイラー2機を導入。
- ボイラーは、公募により2社から選定。より燃焼効率の高いボイラー(燃料タンクの下部横から空気を入れ、下部から燃焼させる完全燃焼方式)を採用。
- バックアップボイラーは、従来利用していた灯油ボイラー。

## 3. 費用

- (1)導入費用
  - 計 41,895千円 (ボイラー2機、貯湯槽(5,000L)、周辺設備、工事費等)。
  - 薪ボイラー設置にあたっては、東京都「地球温暖化対策等推進のための区市町村補助金」を活用(補助率100%)。
- (2)ランニング費用
  - 燃料価格 6,300円/パレット(=9,000円/m<sup>3</sup>≒21,000円/t)。
  - 従来の灯油使用料500万円/年と薪利用で年間の燃料費が同程度になるよう燃料価格を設定。

## 4. 成果(稼働状況等)

- ボイラーで温めたお湯で27℃の温泉水を60℃まで加温。
- 薪の投入は、1日あたり3回。1日あたりボイラー1台につき0.4~0.5m<sup>3</sup>(2台合計で0.8~1.0m<sup>3</sup>)程度の薪を使用。
- DSS(Daily Start & Stop)運転を実施。稼働時間は、10~12時間/日程度(朝7時~夕方)。
- 薪ボイラー7割、灯油ボイラー3割程度の利用を目指しているが、現状では薪ボイラーの稼働は全体の5割弱。
- 灯油ボイラーは、貯湯槽の湯温が下がっている朝と、利用客の多い時間帯に稼働。

## 【取組の特徴・課題】

- 入念な計画・設計・・・実現可能性調査実施やアドバイザー業務委託等により、システム導入・運用に向け入念な検討を実施。
- J-VER制度の利用・・・薪ボイラー利用によるカーボン・オフセット分をクレジットとして発行・販売予定。これにより、ボイラー監視員等の人件費をまかなう予定。
- 薪ボイラー稼働率向上に向けて・・・薪投入回数を夜間に1回追加することで、貯湯槽の湯温が現状ほど下がらなくなり、灯油ボイラーに対する薪ボイラーの稼働割合を上げることが可能と考えられる。これを実行するためには薪ボイラーの監視員の雇用と、夜間に薪ボイラーを使用する方が燃料コストが低いことの検証が必要。

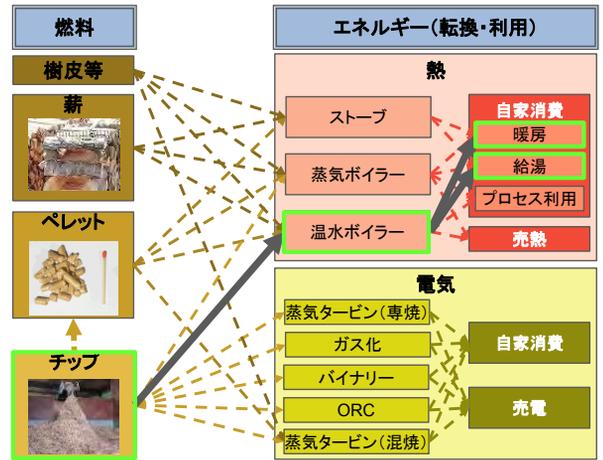
# 温泉宿泊施設でのチップボイラー利用(北海道下川町)

## 【事業概要】

- 温泉宿泊施設を重油ボイラーからチップボイラーへ転換し、2005年度より利用。用途は、温泉加温、給湯、施設暖房。
- 現在環境未来都市として木質バイオマス活用の種々の取組を進めている下川町の、先駆けとなった取組。



写真:「五味温泉」ボイラー(左)、サイロ(中)、燃料用チップ(右)



## 【関係団体】



種類	無圧式温水ボイラー(生チップ用)
型式名	UTSR-180
製造メーカー	シュミット社
定格出力	180kW (154,800kcal/h)
ボイラー等効率	80%
本体参考価格	17百万円

## 1. 導入の背景

- 行政改革に伴う交付税の削減、主要産業である農林産物の価格低迷等を受け、新たな産業構築と地域の発展の方向性の一つとして、木質バイオマスエネルギー活用を検討を開始。

## 2. 計画の立案・設計

- 下川産業クラスター研究会を設立し、林業を核とした様々な産業の活性化に向けて検討(1998~2007年度)。
- NEDO「地域新エネルギービジョン策定事業」により木質バイオマスの活用可能性を検討(2001~2002年度)。
- NEDO事業の詳細ビジョン策定の結果に基づき、モデルとして五味温泉に180kWのチップボイラーを導入、2005年度より稼働。バックアップは、既存の重油ボイラー。
- 集成材加工時に発生する未利用の端材を加工して、燃料用チップとして利用。

## 3. 費用

### (1) 導入費用

- 合計約72百万円(機械設備費37,705千円、電気設備費4,452千円、建築工費23,520千円、附帯工事費等677千円)
- 導入にあたり、環境省「平成16年度二酸化炭素抑制対策事業」を活用。

### (2) ランニング費用

- 燃料価格約 20,000円/t (チップの水分:約16%)。
- 年間約300t使用し、費用は約6百万円/年。

## 4. 成果(稼働状況等)

- ベースを木質ボイラーで賄い、負荷変動分は重油ボイラーを稼働させている。
- 年間300tの燃料用チップを使用。
- 燃料費用削減効果は、これまで7年間合計で約25百万円、年平均約3.6百万円(下表)。

年度	灯油削減量 (L)	燃料費削減額 (千円)	CO2削減量 (t-CO2)
2005	94,736	3,506	265
2006	101,728	4,118	285
2007	105,742	4,996	296
2008	106,441	4,893	298
2009	101,009	2,549	283
2010	87,891	2,287	246
2011	74,573	2,720	209
計	672,120	25,069	1,882
年平均	96,017	3,581	269

※下川町では、燃料用チップを製紙用チップと区別し「木くず」と呼んでいる。

## 【取組の特徴・課題】

- チップの形状と性質について・・・集成材端材由来の燃料用チップは、水分が約16%と低く、利用に適している。一方で、製造方法により長い燃料用チップが混入している場合があり、ボイラーへの燃料搬送に支障をきたす可能性がある。
- 早期の取組実施・・・早期に取組を開始し成果を上げたことで、その後の地域でのバイオマス利用拡大につながった。バイオマスタウン構想発表、環境モデル都市認定(ともに2008年度)、保育施設や農業用施設、高齢者複合施設、地域熱供給システムの構築(2005~2010年度)を経て、2011年度には環境未来都市に認定された。

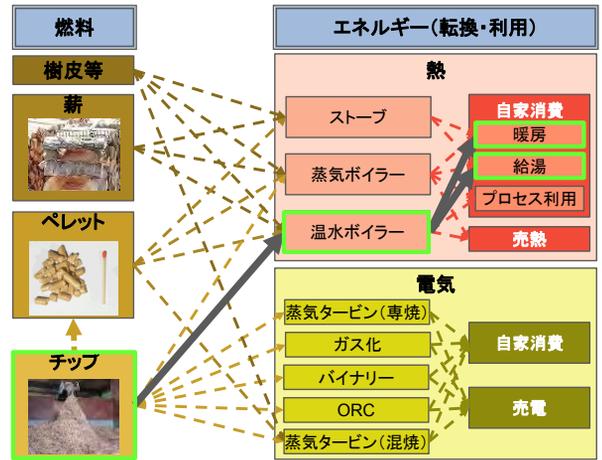
# 未利用材によるチップ生産と地域熱供給システム(山形県最上町)

## 【事業概要】

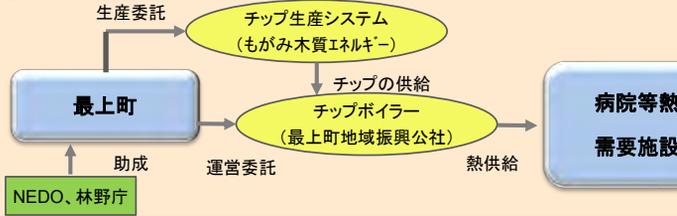
- NEDOの「バイオマスエネルギー地域システム化事業」により、2007年度に2基の生チップボイラーを導入(550kW+700kW)し、町立病院等の冷暖房及び給湯に利用。
- 2012年度に、900kWボイラーを追加導入し、既存システムと接続するとともに、福祉施設等への熱供給を開始。



写真: ボイラー建屋(左)、町立病院(ウエルネスプラザ)(右)



## 【関係団体】



種類	無圧式温水ボイラー		
型式名	UTSR-550	UTSR-700	UTSR-900
製造メーカー	シュミット社		
定格出力	550W	700kW	900kW
ボイラー等効率率	80%		
本体参考価格	3,750万円	(不明)	

## 1. 導入の背景

- 昭和50年前後に一斉に植林した1,300haの針葉樹人工林の間伐費用を捻出するため、NEDO事業を用いて、バイオマス利用の検討を開始。
- 同事業の中では、GISを利用した間伐計画策定支援ソフトの開発なども行った。

## 2. 計画の立案・設計

- 需要先の町立病院の選定は、町長及び事業運営委員らのアドバイスを受けて決定。
- ボイラー導入は、ボイラーメーカー(トモエテクノ)に業務委託を行い、委員らのアドバイスを受けながら実施。
- 900kWボイラー導入時には、最上町が仕様書を作成し、導入機器の検討を行った。

## 3. 費用

### (1) 導入費用

- (500kW+700kWボイラー) 総事業費は8.2億円、設備関係費は約4.3億円(チップボイラー設置工事、チップ施設製造工事/等) = 補助率100%: NEDO地域システム化事業。
- (900kWボイラー) 1.1億円 = 補助率100%: 森林整備加速化・林業再生事業。

### (2) ランニング費用

- (燃料費) 最上町が、(株)もがみ木質エネルギーに、チップ加工施設を貸し出し、燃料製造・供給を委託。委託料は、2011年度は1,200万円(1,377t)、2012年度は2,300万円(2,700t見込み)
- (その他) 保守点検委託料300万円、日常管理運營業務委託料100万円、電気代300~600万円、灰処理費50万円等

## 4. 成果(稼働状況等)

- 稼働日数は329日/年(2011年度)であるが、熱負荷には季節的な変動があり、冷暖房期(7-8月)と中間期(6, 9月)は熱需要量が少ない。
- 2011年度は、ランニングコストが2,285万円から1,950万円に削減された(ただし、100%補助のため、減価償却は考慮されていない)
- 2012年度は、新たに900kWボイラーが稼働を開始し、熱供給システムは安定化した。550kWボイラーを中心に部品交換等が必要となっており、収支を圧迫する可能性がある。

## 【取組の特徴・課題】

- 森林資源の有効活用・・・間伐が遅れ、曲がり等の多い低質材の需要先を開拓し、間伐の推進に結びつけることができた。
- 地域熱供給の先駆事例・・・複数の施設に熱を供給する地域熱供給システムは、日本ではまだ少ないが、その先駆的な事例として位置づけることができる。最初のボイラーが導入された2007年度時点は、日本では生チップボイラーの導入実績が少なかったため、ボイラーメーカーを含めてノウハウがなく、試行錯誤しながら導入を行った。その後も改善を重ね、2012年度に900kWボイラーを導入し、今後の安定的な運転の実現が課題である。

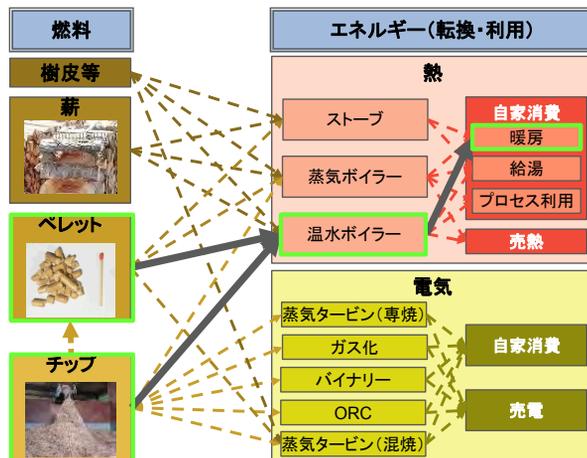
# 市庁舎でのチップボイラー、ペレットボイラーの冷暖房暖房利用(岡山県真庭市)

## 【事業概要】

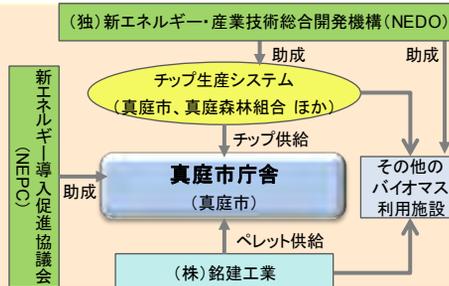
- 市役所新庁舎の建設を機にチップボイラー及びペレットボイラーを導入し、2011年より、冷暖房に利用。
- NEDO等の複数の事業を活用した地域全体でのバイオマス生産システム構築、利用施設整備の一環としての取組。



写真:真庭市庁舎のボイラー(左)  
外観にはバイオマス熱利用システムの説明図(右)



## 【関係団体】



種類	無圧式温水ボイラー (乾燥チップ用)	温水ボイラー (ペレット用)
型式名	UTSK-550	UTSP-450
製造メーカー	シュミット社	シュミット社
定格出力	550kW	450kW
ボイラー等効率	85%	85%
本体参考価格	(不明)	(不明)

## 1. 導入の背景

- 1993年に任意団体「21世紀の真庭塾」が設立されたことが取組の発端。1998年に塾内にゼロエミッション部会が設立され、バイオマス利活用の検討を開始。

## 2. 計画の立案・設計

- 行政、民間等幅広い関係者を集めたバイオマスタウン真庭推進協議会が設置され、ここで決定された事業方針に基づき取組が進められた。
- NEDOの「バイオマスエネルギー地域システム化実験事業」(2005～2009年度)にて、チップ生産体制、及び、市営施設や工場、農園等におけるチップボイラー・ペレットボイラーによる熱利用システムを整備。
- 一方で、(株)銘建工業は自社の木材加工工場で発生する端材を用いたペレット生産システムを構築、市内には地域特価で供給。
- 市役所新庁舎建築を機にバイオマスボイラーを導入(メイン:チップボイラー、バックアップ:ペレットボイラー)。吸収式冷凍機も導入し、冷暖房システムを構築(2011年度)。
- ボイラー選定では、真庭市萩山振興局において実績のあるシュミット社製を選定。ボイラーの規模は、冷暖房を行う空間を算出し決定。

## 3. 費用

- (1)導入費用
  - 計220百万円(うち機械設備費100百万円)(ボイラー2機、冷凍機、サイロ2棟、その他工事費等)。
  - 上記のうち49.7百万円は、NEPC(新エネルギー導入促進協議会)「平成21年度地域新エネルギー等導入促進事業」を活用(補助率約50%)。
- (2)ランニング費用
  - 燃料価格:チップ12.5円/kg、ペレット20円/kg。
  - 年間の燃料費用は、約4.5百万円(チップ2.5百万円、ペレット2百万円)。
  - チップは、湿潤基準含水率30%未満、長さ10cm以下の基準を設けて市内バイオマス集積基地から調達。
  - ペレットは、(株)銘建工業が生産したものを購入。
- 4. 成果(稼働状況等)
  - ボイラーは24時間稼働。ただし、冷暖房利用は8:15～17:30であり、夜間は種火モード。
  - 年間稼働日数は200日弱/年(20日×10ヶ月)。冷暖房の不要な5月及び10月はメンテナンス期間(非稼働)。
  - 燃料使用量は、チップボイラーが200t/年、ペレットボイラーが100t/年程度。

## 【取組の特徴・課題】

- 地域としての燃料生産・利用システム構築・・・燃料の生産システムと利用先を一体的に整備。今後、発電事業も開始予定。
- チップ含水率基準の設定・・・ボイラーの仕様通りではなく実験事業における燃焼状況から含水率基準(水分30%)を設定・利用し、燃焼における問題発生を回避。
- ペレットの需要と供給のマッチング・・・ペレット需要は冬季に偏るため、夏季の需要確保のために冷暖房システムを検討中。
- 観光産業への相乗効果・・・バイオマス利用システムへの視察者増加への対応、また真庭地域の取組全体を情報発信する戦略として、2006年12月より、真庭市と真庭観光連盟の連携によるバイオマスツアー真庭のサービスを開始。

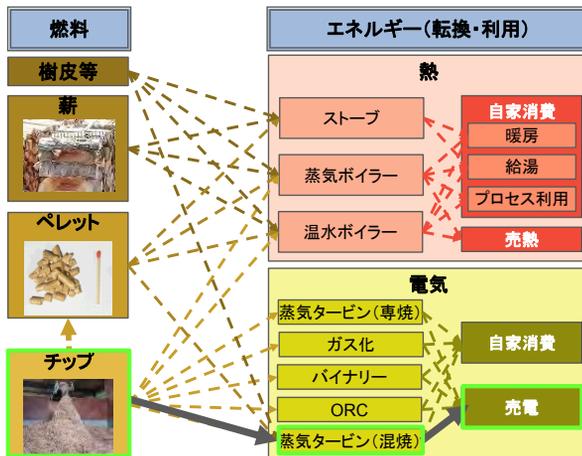
# 石炭火力発電所における混焼利用(山口県)

## 【事業概要】

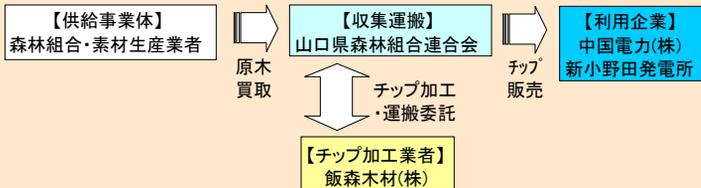
- 2005年度のNEDOの実証事業の一環として、中国電力新小野発電所において、混焼利用を開始。
- 2012年度は森林バイオマス利用量を19,000t/年まで増加させ、安定的な供給に成功している。



写真: 飯森木材のチッパー(左)、チップ受入れ口(右)



## 【関係団体】



種類	貫流ボイラー
型式名	貫流変圧型再熱式(屋内式)
製造メーカー	(株)IHI
定格出力	50万kW×2基
ボイラー等効率	(不明)
本体参考価格	(不明)

## 1. 導入の背景

- 山口県では、森林資源の有効活用を目的として、森林バイオマスの利用に向けた検討を進めてきた。
- 他方、中国電力は、地球温暖化防止対策の一環としてのCO2排出量の削減、地域経済への貢献を目的として、検討を実施してきた。

## 2. 計画の立案・設計

- 2001年度に策定された「やまぐち森林バイオマスエネルギープラン」にて提示された3本柱の内の一つに、「既設火力発電所での石炭混焼システム」があり、検討が始まったもの。
- その後、2005年度にNEDOバイオマスエネルギー地域システム化実験事業の採択を受け、実証事業として開始された。
- 2009年度には、「林地残材バイオマス実証事業」(経済産業省)を活用した受入設備の増設、また2011年度には「森林整備加速化・林業再生事業」(林野庁)を用いて、山口県森林組合連合会を中心とした、森林バイオマス供給力の向上が図られている。

## 3. 費用

- (1) 導入費用
- (バイオマス受入れ: 中国電力) 不明(ただし、同じ中国電力の三隅火力発電所等と比べると簡易な施設)
  - (チップ製造: 飯森木材) 約1億円(森林整備加速化・林業再生事業)

## (2) ランニング費用

- (バイオマス受入れ: 中国電力) 不明
- (チップ原木: 県森連) 原材料費8,436万円程度(間伐材: 5,000円/t=5,700t/年、皆伐材: 4,200円/t=13,300t/年)。
- (チップ加工: 飯森木材): 現場作業員2名人件費、燃料使用量500L/日(軽油単価を120円/Lとすると、60千円/日)、刃の交換(月2回)

## 4. 成果(稼働状況等)

- 2007年度から混焼を始め、2011年度は14,000t、2012年度は約19,000tと順調に量を伸ばしている。
- チップの受入れは、水分55%以下で行なっており、かつ実験では重量比で3%まで混焼できるところを1.5%で留めているため、エネルギー効率を落とすことなく運転されている。

## 【取組の特徴・課題】

- 森林資源の量的活用・・・地域の森林資源を大量にバイオマス燃料として活用したいという地域は多く、石炭混焼というオプションは石炭火力発電所が近隣に立地していれば、魅力的なオプションとなる。
- 地域の連携体制の構築・・・混焼の実現には、2001年の「やまぐち森林バイオマスエネルギープラン」から着実に合意を積み重ね、改善をしながら、実現に至っている。

# 海外調査事例

# 海外事例 中学校でのチップボイラー(100kW+250kW)利用

## 【事業経緯】

- オーストリアのサンクト・マルガレーテン村では、1998年、地域のバイオマス先導者が、新設する小学校の暖房・給湯にガスボイラーではなく木質バイオマスボイラーを導入することを、村議会に提案。
- 化石燃料が今より安く、木質バイオマス燃料は15%ほど割高だったが、地域のエネルギーを使うことによるメリット(雇用、環境、安全保障など)を勘案して、木質バイオマスボイラーの導入を決定した。
- 今回の事例は隣接する中学校の天然ガスボイラーをバイオマスボイラーに切り替えるもの。

## 【運営】

- ボイラーの事業主体は、地元の農家4軒の出資による共同会社。
- 燃料供給、修理、保守も共同会社が担当。
- 学校と長期的な熱供給契約を締結。
- このような事業方法により、学校のボイラー運営の負担軽減および、地元農家への木質バイオマスボイラー利用のノウハウ・技術移転を目指す。

## 【ボイラー等の設備仕様】

- 設備構成は、100kWおよび250kWの木質バイオマスボイラー+3,500リットルの貯湯槽。
- 65メートルの熱供給網。
- 年間熱供給量は約350 MWh (=350,000kWh)。つまり、年間稼働時間は1,400時間 (=350,000kWh/250kW)と少なめ。これは、学校という性格上、夏休みなどで熱需要がなくなるため。
- 夏季の熱需要が小さくなる時に、100kWのボイラーと貯湯槽で対応。

チップボイラー1 (下込式)KWB社製	100kW
チップボイラー2 (回転式火格子)KWB社製	150kW
貯湯槽	3,500リットル
熱供給パイプライン	65m
燃料供給方式	2攪拌機システム
燃料貯蔵建屋(小学校の地下室)	150m3

## 【燃料供給とチップの品質】(1)

- 木材チップはバルクシュートと2つの充填スクリュウを介して燃料貯蔵ユニットに供給。
- 燃料は5キロ輸送距離内から、ダンプまたはトレーラーで運搬。

## 【燃料供給とチップの品質】(2)

- 年間チップ使用量は、約500チップm3。
- 4農家が1シーズンに1度、交互にチップ供給。
- 燃料貯蔵150m3。実際には隙間があるので、1回で充填できる量は約120~130チップm3。
- チップ品質は、水分規格M30(水分30%)、粒径P16(3.15~16mmの割合が重量比で75%以上等)、灰分0.2%。樹種トウヒ。

## 【ファイナンスと運営】

- 設備費(初期費用)

バイオマスボイラー	€45,000
設計費	€3,500
ボイラー・電気系統インストール	€2,000
熱供給パイプライン網インストール	€30,000
計	€80,500

- 年間運営費(ランニングコスト)

減価償却、金利	€6,100
燃料費	€11,000
保守・サービス	€1,800
ボイラー及び貯蔵室の家賃	€1,500
計	€20,400
MWhあたりのコスト(€20,400/350MWh)	€58

## 【売上】

基本料金	€17/kW/year × 250kW	€4,250
契約単価と年収入	€50/MWh × 350MWh	€17,500
計量費	€120/year	€120
計		€21,870
MWhあたりの売上(€21,870/350MWh)		€62.5

## 【経済・環境への貢献価格】

- システムの導入により、必要となるガス40,000m3を木質バイオマスで代替。
- 本来かかるガス代から木質チップ代を差し引き、年間€6,800のコスト削減、70トンのCO2削減を達成。
- 新たな雇用機会の創出、地域における資金循環。

# 海外事例 コンテナシステムによるチップボイラー(200kW)利用

## 【事業経緯】

- オーストリアのコーベンツでは、風倒被害木など市場価値のない材の活用方法として、コンテナによる木質バイオマス熱供給システムが考案された。
- 老人ホームで利用されている。

## 【コンテナシステム】

- 元々、緊急供給のための施設として開発されたシステム。コンテナ内にボイラー、排気設備などが収容されている。
- コンテナは最大、7×3×3メートルとコンパクト。
- ユニット式のためボイラー室の建設コスト削減など、低コストの熱供給システムとして定着している。
- システムの追加による熱供給の拡大、ネットワーク化が可能となっている。

## 【ボイラー等の設備仕様】

- 設備構成は、200kWの木質バイオマスボイラー+3,000リットルの貯湯槽。
- 320mの熱供給網。
- 年間熱供給量は約270MWh。
- ピーク需要、ボトム需要対応として貯湯槽を設置。

チップボイラー	200kW
貯湯槽	3,000リットル
熱供給パイプライン	320m
燃料供給方式	スクリュウ+攪拌機
燃料貯蔵建屋	50チップm3

## 【燃料供給とチップの品質】

- 木材チップは攪拌機とスクリュウを介して燃料貯蔵ユニットに供給。
- 所有者が設置する燃料貯蔵庫は50チップm3で、中間保管施設からトラクターやフロントローダーで運搬。
- 年間チップ使用量は、約450チップm3。
- 農家からのチップを独占的に供給。
- チップ品質は、水分規格M35(水分35%)、粒径P16, P45(3.15~16mm, 8~45mmの割合が重量比で75%以上等)、灰分0.3%。樹種は落葉樹及び針葉樹。

## 【経済・環境への貢献価格】

- システムの導入により、接続している福祉施設では暖房費を年間€4,900のコスト削減。
- 全体でオイル22,000リットルを節約し60トンのCO2削減を達成。
- 新たな雇用機会の創出、地域における資金循環。

【事例情報】 オーストリア コーベンツの事例

## 【ファイナンスと運営】

- 設備費(初期費用)

バイオマスボイラー(コンテナシステム)	€60,000
燃料サイロ	€5,000
熱供給パイプライン網インストール	€60,000
リリースステーション	€13,500
ボイラー・電気系統インストール	€2,000
設計その他	€9,500
計	€150,000

- 年間運営費(ランニングコスト)

減価償却、金利	€8,000
電気代	€500
管理費	€1,000
メンテナンス費	€1,400
燃料費 €18/チップm3	€8,100
計	€19,000
MWhあたりのコスト(€19,000/270MWh)	€70

## 【売上】

- システム供給者は顧客と15年の長期的な熱供給契約を締結。

基本料金	€35/kW/year × 200kW	€7,000
契約単価	€55/MWh × 270MWh	€14,850
計量費	€100/year	€100
計		€21,950
MWhあたりのコスト(€21,950/270MWh)		€81

# 海外事例 地域熱供給でのチップボイラー(390kW)と太陽熱利用

## 【事業経緯】

- オーストリアのクラウバト・アン・デル・ムールでは、1996年より、地域の再生可能エネルギーを利用する考えがあったが、当時は化石燃料が安く、燃料の安定供給、温室効果ガスの削減に対する問題が重要視されていなかったため実現しなかった。
- 2008年の強風と雪害で発生した市場価値のない大量の被災木の活用方法としてエネルギー利用が再着目され、化石燃料の高騰、紛争による安定供給のリスクが後押しとなって、自治体と地域住民が関わり、地域の暖房と給湯に木質バイオマスボイラー等の再生可能エネルギーの利用施設が導入された。

## 【運営】

- バイオマス熱供給プラントの事業主体は、地元の農家11軒の出資による協会。
- 出資することで、固定価格でのチップ供給の権利を得、出資額に応じて供給量を設定。
- 農家に固定収入の機会を創出。

## 【ボイラー等の設備仕様】

- 設備構成は、390kWの木質バイオマスボイラー＋太陽光集光装置140m<sup>2</sup>＋15,000リットルの貯湯槽。
- 600メートルの熱供給網。
- ボイラーの年間熱供給量は約800MWh(最大1,400MWhの供給が可能)。
- 太陽光集光装置はチップ貯蔵建屋の屋根に設置(約40MWh/年供給)。
- 夏季の晴れた日は、太陽光集光装置と貯湯槽で給湯が可能。ソーラーシステム、貯湯槽の統合は、プラントの燃料節約など最適化に大きく貢献。

チップボイラー	390kW
貯湯槽	15,000リットル
熱供給パイプライン	600m
燃料供給方式	スクリュウと攪拌機
燃料貯蔵建屋	550m <sup>3</sup>
太陽光集光装置	140m <sup>2</sup>

## 【燃料供給】

- 木材チップは攪拌機とスクリュウを介して燃料貯蔵ユニットに供給。
- 供給者には、チップの品質を確保するため簡単な技術による最小限の要件を設定。
- 年間チップ使用量は、約1,450チップm<sup>3</sup>。
- 協会が持続可能に管理された森林より、切削チップを独占的に供給。

## 【チップの品質】

- チップ品質は、水分規格M35(水分35%)、粒径P45(8～45mmの割合が重量比で75%以上等)、灰分0.5%。林地残材。

## 【ファイナンスと運営】

- 設備費(初期費用)

ボイラー建屋＋貯蔵建屋	€180,000
バイオマスボイラーシステム	€130,000
熱供給パイプライン網インストール	€220,000
リリースステーション	€50,000
設計＋設備費	€70,000
太陽光集光装置	€50,000
計	€700,000

- 年間運営費(ランニングコスト)

減価償却、金利	€35,000
電気代	€2,000
管理費	€3,000
メンテナンス費	€6,000
燃料費 €18/チップm <sup>3</sup>	€26,100
計	€72,100
MWhあたりのコスト(€72,100/840MWh)	€86/MWh

## 【売上】

基本料金	€35/kW/year × 390kW	€13,650
契約単価と年収入	€60/MWh × 840MWh	€50,400
計量費	€95/year	€95
計		€64,145
MWhあたりのコスト(€64,145/840MWh)		€76

## 【経済・環境への貢献価格】

- システムの導入により、一般家庭で暖房費を年間約€625のコスト削減。
- 自治体でオイル80,000リットルを節約し216トンのCO<sub>2</sub>削減を達成。
- 持続可能な森林管理への貢献、新たな雇用機会の創出、地域における資金循環。

# 海外事例 地域熱供給でのチップボイラー(1,000kW)利用

## 【事業概要】

- 地域への熱販売により、事業を展開。
- 林家の出資を事業費の一部としている。
- 木質燃料の販売は、出資者に適用する販売価格を取り決め、出資額の違いに応じて販売可能量を設定している。実際の出資者の販売価格は、ボイラーに適用する品質(形状、水分、樹種の違い)によって価格が異なる。
- 45名の林家により約€250,000の出資。
- 設備費の30%を補助を活用(適用条件として林家出資が設備費の17%以上、8割以上森林からの材を利用する等がある)

## 【運営】

- ボイラーの事業主体は、地元の農家で構成する協同組合。
- 燃料供給、修理、保守も組合が担当。
- 地域の学校、教会、一般家庭と熱供給契約を締結。
- 300kW以上:1施設,100kW以上:7施設,100kW以下:16件と接続(熱需要は1,200kW:貯湯槽併設)

## 【ボイラー等の設備仕様】

- 設備構成は、160kWおよび800kW(水分50%時)の木質バイオマスボイラー+バックアップ用オイルボイラー1基+12,000リットルの貯湯槽。
- 2,000メートルの熱供給網。
- 年間熱供給量は約2,200 MWh。
- 夏季は熱需要が小さくなるため、160kWのボイラーとオイルボイラー、貯湯槽で対応。

チップボイラー1 KWB社製	160kW
チップボイラー2 (移動床式) KOHLBACH社製	800kW (水分50%時)
オイルボイラー	1基(12.5MWh/年)
貯湯槽	12,000リットル
熱供給パイプライン	2,000m
燃料供給方式(KOHLBACH社)	プッシャー式
燃料貯蔵建屋	地上

## 【燃料供給とチップの品質】

- 木材チップは、160kW用と800kW用で品質を換えて使用しており、サイロもボイラーごとに設置。
- 800kW用は通常水分50%を使用。(最大55%まで可能)
- 年間チップ使用量は、約4,000チップm<sup>3</sup>。  
(160kWボイラー:500チップm<sup>3</sup>)  
(800kWボイラー:3,500チップm<sup>3</sup>)

## 【経済・環境への貢献等】

- 新たな雇用機会の創出、地域における資金循環。
- 出資者からの燃料買い取り価格は、800kW用:€18/チップm<sup>3</sup>、針葉樹:€23/チップm<sup>3</sup>、広葉樹:€27~28/チップm<sup>3</sup>。非出資者からの買い取り価格は、水分の高い間伐材:€13/チップm<sup>3</sup>、製材所からの材:16/チップm<sup>3</sup>。

## 【事例情報】 オーストリア ヒッツェンドルフの事例

## 【ファイナンスと運営】1,000kWモデル

- 設備費(初期費用)

ボイラー建屋+貯蔵建屋	€300,000
バイオマスボイラー+供給システム	€250,000
配管、電気関係、貯湯槽	€170,000
地域熱供給パイプライン網(2,000m×2)	€400,000
リリースレーション	€80,000
土地代	€30,000
設計、その他	€150,000
計	€1,380,000

- 資金調達

林家の投資	17%	€243,000
利用者のシステム接続費	25%	€345,000
補助金	30%	€414,000
銀行からの融資	28%	€386,000
計	100%	€1,380,000

- 年間運営費(ランニングコスト)

燃料費	€74,556
電気代	€7,128
メンテナンス費用	€5,000
給料	€8,000
減価償却	€70,424
計	€165,108
MWhあたりのコスト(€165,108/2,200MWh)	€75

## 【売上】1,000kWモデル

基本料金	€22/kW/year × 1,200kW	€26,400
契約単価と収入	€62/MWh × 2,200MWh	€136,400
流量計の検定費	€120/year/1世帯	€2,880
計		€165,680
MWhあたりのコスト(€165,680/2,200MWh)		€75.3

# 海外事例 ドイツの木質バイオマス発電

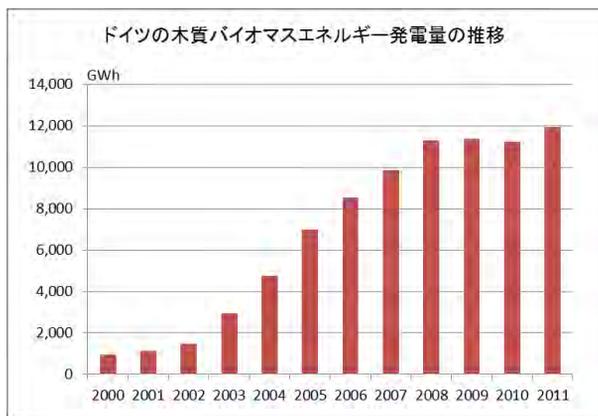
- ドイツは北欧やオーストリア、スイスと並び、木質バイオマス利用がもっとも盛んな国の一つ。
- ドイツの森林面積は1,000万ha、経済規模、人口ともに日本の3分の2であり、世界有数の工業国。
- 木質バイオマス利用に関しては、大規模中心の北欧とは異なり、中小規模利用が主体。
- 2000年に、再生可能エネルギー電力の固定価格買取制度(FIT)を導入。

国		日本	ドイツ
陸地面積 (1,000ha)		36,450	34,877
森林面積 (2010)	総面積 (1,000ha)	24,979	11,076
	人工林 (1,000ha)	10,326	5,283
人口 (2012) (100万人)		127.5	82.0
国内総生産 (2011)		470,623 (10億円)	2,593 (10億ユーロ)

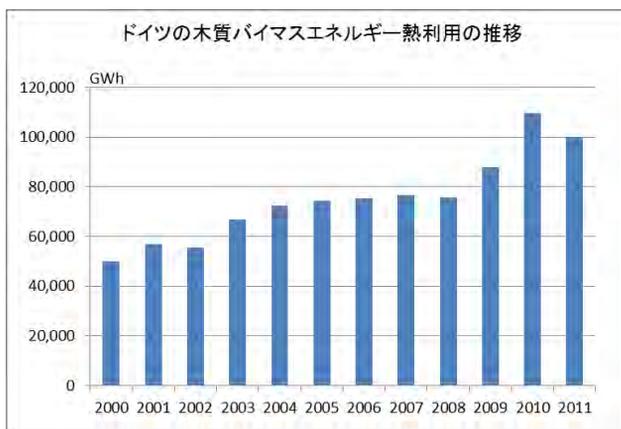
(出所)世界の統計2013

## I. 木質バイオマス発電の推移と現状分析

### (1)ドイツの木質バイオマスエネルギーの推移

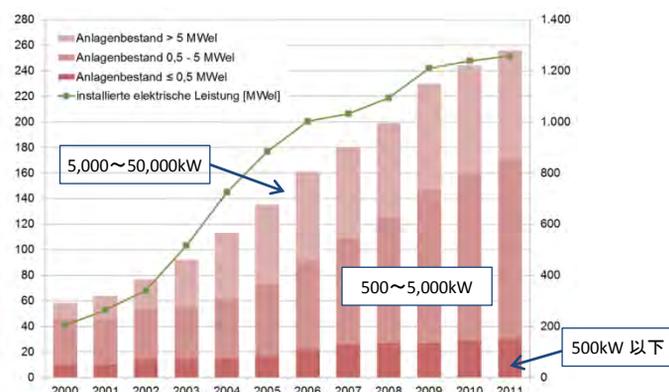


- FITを導入した2000年の9.3億kWhから、2011年には119億kWhへと10倍以上拡大。
- 2008年以降、発電量はほぼ横ばいで推移。
- 現在の諸事情(FIT買取価格等の制度、燃料価格、金融動向)では、市場は飽和状態に近いと考えられる。



- 2000年以降の10年あまりで熱利用は倍の伸びを記録。
- 2011年の木質バイオマスエネルギーの熱利用量は1,000億kWhと、発電の10倍近い。
- 再生可能エネルギーの総発電量1,235億kWh(2011年)のうち、発電に占める木質バイオマスの比率は10%弱。
- 再生可能エネルギーの熱利用量1,350億kWhのうち、木質バイオマスの熱利用は4分の3を占める。

### (2)ドイツの発電の規模別構成の推移



- FIT導入当初、5,000kW超の大型発電所の新設が主体だったが、2005年ころから大型の新設は鈍化。かわって500~5,000kWの中型が増加。
- 2011年新設の木質バイオマス発電所は13箇所、出力合計3万kWで、1プラント平均2,300kWの発電出力。
- ドイツのFITでは森林資源に負担をかけないことなどから、買い取り対象の上限値(設備容量2万kWまで)あり。

### (3)FIT買取制度の改定とその影響

- FIT導入当初、設備容量500kWまでは10.23セント/kWh、500~5,000kWは9.21セント、5,000~20,000kWは8.7セントという規模別の設定のみ。発電効率の高い大型設備で、安価な建設廃材を燃料とすれば有利になったことから、大型の発電から導入が進展。
- こうした経緯をふまえ、2004年8月に、FITの買取価格・制度を大幅に改定。
  - ・熱電併給による発電に対しては、規模に応じて買取価格を割り増しする。
  - ・ORCやガス化などの新技術による発電に対する買取価格を割り増しする。
  - ・持続可能基準に合致した林地残材などの利用に対する買取価格を割り増しする。
- この結果、木質バイオマス発電の新設は、それまでの5,000kW以上を主体としたものから、500~5,000kWの中型へとシフトしていった。

#### (4) 厳しさを増す大型発電の経営環境

- 2012年に、ドイツFIT制度の2度目の大幅な改定が実施。
  - ① 熱電併給をFIT買取の条件とする  
(熱電併給に対する買取優遇措置は廃止)。
  - ② 5,000kWを超える発電に関する優遇措置の廃止。
  - ③ 買取単価の全体的な引き下げ(特に5,000kW超の大型発電の買取価格は6セントと低い水準に設定)。
- この結果、設備容量5,000kW超の発電所新設は事実上困難に。
- 加えて、近年のチップ価格上昇も大型発電所にとって打撃となっている(中には倒産するものもでている)。
- 現在のFITの買取水準およびチップ価格では、発電だけで採算を合わせるのとは不可能であり、いずれにせよ、発電所を新設する場合、熱電併給は必須。

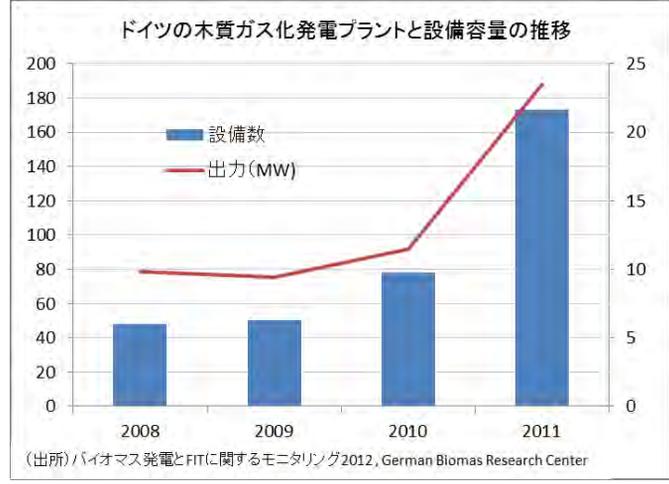
ドイツ バイオマス発電 FIT買取価格(2012年)

発電出力 kW	基本価格	上乘せ*	計	円換算 1€=125円
	€セント/kWh			
≤150	14.3	6	20.3	25.4
≤500	12.3	6	18.3	22.9
≤750	11	2.5	13.5	16.9
≤5,000	11	2.5	13.5	16.9
≤20,000	6	-	6.0	7.5

(注)\* 林地残材、パーク原料の場合  
すべて熱電併給(コージェネ)が買取の条件

#### (5) 技術動向

- 設備容量5,000kW以下の発電技術の主なものは、蒸気タービンとORC(オーガニック・ランキン・サイクル)、ガス化。
- 蒸気タービンは以前からある技術で、熱電併給を前提に設備容量2,000kW以上で採算の取れる技術。
- ORCは比較的新しい技術で、熱利用を主体にその余熱をシリコンオイルなどの有機媒体により回収して発電に使う技術。基本的に2,000kW以下が主流。
- ガス化発電はガス化された木質燃料をガスエンジンで燃焼して発電。30%以上の発電効率を得られ、小型に適した技術。2004年のFIT改定により、2006年から2007年にかけて150~270kWの規模のガス化発電プラントが各地で導入。しかし、そのほとんどが技術的にも課題が多く、十分な稼働が確保できないなどの問題。
- 2011年よりガス化発電の新設が再度増加。メーカーは、イノベーションにより技術的に成熟としているが、時間も浅いため、その実態についての信頼できるデータは存在していない。



#### (6) 熱電併給

- 発電のために投入されるエネルギーの3分の2は排熱として捨てられていることから、この発電ロスをいかに削減し、エネルギーを効率よく使うかは、ドイツではエネルギー政策の最優先課題の一つ。
- このため、熱電併給(コージェネ)をドイツは積極的に進めており、前述のとおり、バイオマスの買取においては熱電併給が買取の前提として義務付けられた。
- ドイツの熱電併給における熱利用の事例は図表のとおり。

ドイツの熱電併給における運営者と熱需要者・利用方法

熱電併給 プラント 発電出力	プラント運営者	熱利用方法
≤500kW	チップ販売業者	自家利用
	木材産業	チップ乾燥
	温水プール	木材乾燥
	地域ユーティリティ会社	汚泥乾燥
	農家	小規模地域熱供給
500 ~ 5,000kW	工業団地	クリーニング
	木材産業	プール
	地域ユーティリティ会社	大規模地域熱供給
		産業プロセス熱

## Ⅱ. ドイツの木質バイオマス発電の規模別コスト分析

### 【ドイツの木質バイオマス熱電併給プラントのコスト構造】

- ドイツでの木質バイオマス発電は、FIT発足当初に比べ、買取価格に関する制度が2度にわたり大きく変更され、価格も引き下げられてきた。
- 他方、チップ価格は大幅に上昇。経営条件はこの10年余りで様変わり。
- 今や、熱電併給なしに採算を合わせることは不可能(いずれにせよ、熱電併給はFIT買取の条件)。
- ドイツにおいて、木質バイオマス発電を新設する場合のコスト構造を、以下の3つの規模別に分析。
  - ・発電出力500kWのORC発電。
  - ・発電出力5,000kWの蒸気タービン。
  - ・発電出力2万kWの蒸気タービン。
- ドイツでは発電のみではFITの買取の対象とならないが、ここでは比較のため、5,000kWと2万kWについては、便宜的に熱電併給と同じ買取価格で発電のみでも買取の対象となると想定して計算。
- コスト分析に際して必要となる基本データは、資本費、ボイラー出力、発電出力、熱出力、消費燃料量、年間稼働時間(フル出力換算)、従業員数。ドイツでは、維持管理費は、資本費に対して×%等、係数化されている。
- このため、これら基本データがあれば、燃料価格や売電価格などの市場価格を入力すれば、コスト計算可能。

### 【コスト分析の前提】

- ・チップ価格は、現在の市場相場に合わせ、林地残材: €90/t(水分35%)、建設廃材: €22/t。
- ・売熱価格は、5,000kWで5.5セント/kWh、2万kWで、4.5セント/kWh。
- ・人件費は、1人: €50,000/年。
- ・維持管理費は、ドイツの標準値である資本費の6%を想定(内訳は、建屋の維持管理1%、設備にかかわる維持管理3%、保険1%、その他諸経費1%)。
- ・わかりやすくするため金利やインフレを考慮しない、単年度での収支を計算。

### (1) 発電出力500kW、熱出力3,500kW、ORC発電

- ORCは熱利用主体なので、もともと熱は使い切ることを前提としており、恒常的に熱需要が一定以上あるところでの導入となる。
- 実際、本事例では、発電所の稼働時間は、発電・熱ともに6,000時間と高い水準に設定されている。
- 発電出力500kW、総発電量200万kWh/年、熱供給3,500kW、熱総供給量1,770万kWh/年で、発電1割、熱9割で、熱利用が圧倒的に多い。この場合の年間経費は117万ユーロ、収入は136万ユーロとなり、19万ユーロの黒字となる。
- 現在の買取価格、林地残材のチップ(€90/t)を前提として、収支が合うのはORCのみ。

発電出力500kW、ORC			
	単位	熱電併給	備考
<b>設備等</b>			
ボイラー出力	kW	4,200	
発電出力(名目)	kW	500	発電効率12%
熱出力	kW	2,982	熱効率71%
資本費	€	3,500,000	
燃料消費	t	7,564	
燃料単価(水分35%)	€/t	90	林地残材
年間稼働時間、発電	h	6,000	フル出力換算
年間稼働時間、熱	h	6,000	同
<b>支出</b>			
燃料費	€	680,760	
維持管理	€	210,000	資本費の6%
人件費	€	100,000	2人
償却	€	175,000	20年
計	€	1,165,760	
<b>収入</b>			
売電量	kWh	2,002,000	500kW×6,000h-自家消費
FIT買取単価	€/kWh	0.189	
売電額	€	378,378	
売熱量	kWh	17,892,000	2,982kW×6,000h
売熱単価	€/kWh	0.055	
売熱額	€	984,060	
計	€	1,362,438	
収支	€	196,678	

(出所) ECOS Consulting, Institute for energy and environment "Auswirkungen der Änderungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes für die einzelnen Energieträ

(2) 5,000kWの蒸気タービン発電

- この事例では、発電のみの場合、出力5,000kWで発電効率(名目)25%。他方、熱電併給の場合、発電出力は3,400kWに低下するが、他方、熱出力13,200kW、合計16,600kWとなり、ボイラー出力の83%を引き出すことができる。このように、発電のみと熱電併給では、エネルギー効率に格段の差がある。
- ただし、発生する熱も巨大なため、これをすべて使い切ることが容易ではない。この事例では、熱稼働時間は3,500時間の想定となっている。
- 売電収入は、発電のみの場合€455万、熱電併給で€310万。
- 熱利用の場合、年間の熱供給量(売熱量)は4,620万kWh、売熱収入は€254万となり、合計€564万。発電のみより€110万、24%収入が増える。
- 他方で、林地残材100%、燃料費€90/tとした場合、支出は€670万。したがって、どちらの場合も大幅な赤字。
- ただし、たとえば製材工場の発電所が、燃料の半分を林地残材、半分を自社工場の残材を使い、燃料費を€45/tに抑えたとすると経費は€462万となり、熱電併給では€100万の黒字となる。
- 熱は需要先をどう確保するかで、収支は大きく変動。このケースでは本来の熱供給可能量に対し実際の売熱量を5割弱として計算しているが、熱需要先を拡大することができれば、収支はさらに改善していくことになる。

発電出力 5,000kW、蒸気タービン

設備等	単位	発電のみ	熱電併給	備考
ボイラー出力	kW	20,000		
発電出力(名目)	kW	5,000	3,400	発電効率25%
熱出力	kW		13,200	発電効率17%
資本費	€	17,000,000		熱効率66%
年間燃料消費	t	46,667		
燃料単価	€/t	90		
年間稼働時間、発電	h	7,700		フル出力換算
年間稼働時間、熱	h	3,500		同
支出 (経費)				
燃料費	€	4,200,030		
維持管理	€	1,020,000		資本費の6%
人件費	€	650,000		13人
償却	€	850,000		20年
計	€	6,720,030		
収入 (売上げ)				
売電量	kWh	33,880,000	23,038,000	5,000kW×7,700h-自家消費 3,400kW×7,700h-自家消費
FIT買取単価	€/kWh	0.1344	0.1344	
売電額	€	4,553,472	3,096,307	
売熱量	kWh	-	46,200,000	13,200kW×3,500h
売熱単価	€/kWh	-	0.055	
売熱額	€	-	2,541,000	
計	€	4,553,472	5,637,307	
収支	€	-2,166,558	-1,082,723	

(出所) ECOS Consulting, Institute for energy and environment "Auswirkungen der Änderungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes für die einzelnen Energieträgers"

(注) 燃料チップを林地残材50%、工場残材50%とし、チップ価格が45ユーロになったと仮定すると、熱電併給で100万ユーロの黒字となる。一方、発電のみの場合は66,000ユーロの赤字。

### (3) 2万kWの蒸気タービン発電

- 2012年のFIT改定で、発電出力5,000kW以上、2万kWまでの買取価格は6セント/kWhに引き下げられたので、新規建設の場合、事業が成立するのは建設廃材(22ユーロ/トン)を燃料とする場合のみ。
- 発電のみの場合、総売電量は1億4,000万kWh、売電収入は1,000万ユーロ。他方、経費は1,100万ユーロなので、100万ユーロの赤字となる。
- 熱電併給の場合、総売電量は1億2,500万kWh、売電収入は900万ユーロと、発電のみと比べ100万ユーロほど低くなる。他方、年間の熱供給量(ここでは売熱量)は1億1,600万kWh、売熱収入が520万ユーロあることから、電力と熱を合わせた収入は1,400万ユーロと、発電のみに比べ400万ユーロ以上増える。この結果、300万ユーロの黒字となる。
- ただし、ドイツでも建設廃材はバイオマス燃料としてほとんど毎年使い切っているのが現状で、建設廃材を利用する2万kWの発電所の新設はあまり考えられない。加えて、これだけの大規模な熱需要については、それを確保できる工業団地などに隣接して設置しなければ、熱を有効に利用することはできない。
- これからのことから、ドイツでは大規模な木質バイオマス発電は事実上、停止している。

発電出力2万kW、蒸気タービン、

	単位	発電のみ	熱電併給	備考
<b>設備等</b>				
ボイラー出力	kW	67,000		
発電出力(名目)	kW	20,000	18,100	発電効率30%
熱出力	kW		38,860	発電効率27%
資本費	€	50,950,000		熱効率58%
燃料消費	t	174,233		
燃料単価	€/t	22		建設廃材
年間稼働時間、発電	h	7,700		フル出力換算
年間稼働時間、熱	h	3,000		同
<b>支出</b>				
燃料費	€	4,183,126		
維持管理	€	3,057,000		資本費の6%
人件費	€	1,250,000		25人
償却	€	2,547,500		20年
計	€	11,037,626		
<b>収入</b>				
売電量	kWh	138,600,000	125,304,000	20,000kW×7700h-自家消費
				18,100kW×7700h-自家消費
FIT買取単価	€/kWh	0.073	0.073	
売電額	€	10,117,800	9,147,192	
売熱量	kWh		116,580,000	3,8860kW×3,000h
売熱単価	€/kWh	0	0.045	
売熱額	€	0	5,246,100	
計	€	10,117,800	14,393,292	
収支	€	-919,826	3,355,666	

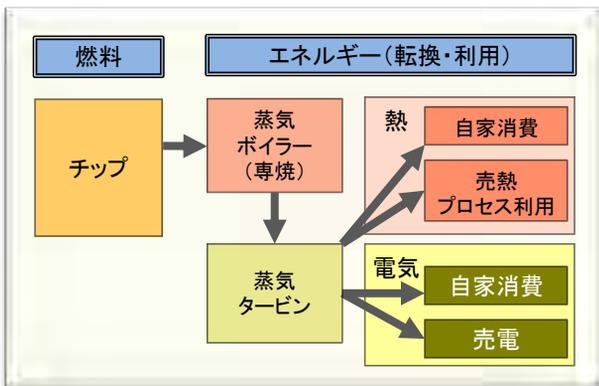
(出所) ECOS Consulting, Institute for energy and environment "Auswirkungen der Änderungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes für die einzelnen Energieträgers"

# **林地残材(未利用材)利用の 国内発電施設の取り組み**

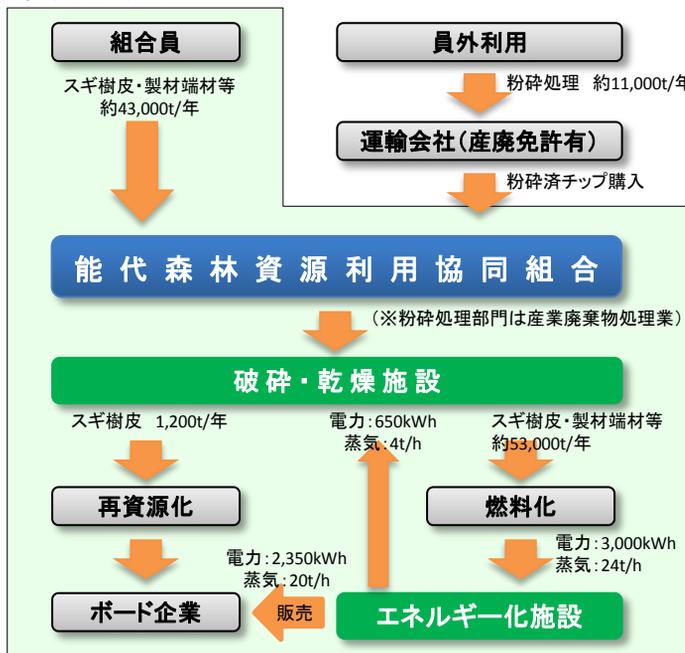
# 林地残材利用の熱電併給施設 1 (能代バイオマス発電所:秋田県)

## 【事業概要】

- 2000年の「廃棄物処理法」改正を機に、新たな設備投資への問題などから、地域企業による組合を設立し、森林資源の循環利用を目指したバイオマス発電施設の設置に取り組む。
- 発電電気及び蒸気を購入する民間企業の出現により事業化。
- 燃料は、組合員等から排出される樹皮・製材廃材等を利用。
- 発電用タービンを回す燃料として年間54,000tの樹皮類を使用を計画。毎時3,000kWの電力と同24tの蒸気を産出し、隣接する民間会社に販売。
- 2007年度より「グリーン電力証書システム」を活用。



## 事業の仕組み



(出所) 能代森林資源利用協同組合資料より作成



(出所) 能代森林資源利用協同組合

## 【施設の概要】

ボイラーの種類	ストーカー炉
製造メーカー	ボイラー: タクマ社製
定格出力	発電: 3,000kW 蒸気: 24t/h(最大34t/h)
発電効率	10%
運転開始	2003年2月
エネルギー利用用途	自家消費、売電売熱

- 販売された電気、蒸気は民間企業でボード製造に利用。

## 【導入費用】

- 総事業費14億6千万円。
- 林野庁の資源循環型利用推進型林業構造改革事業の補助(1/2)、県(1/10)、市(1億円)の補助金を活用。

## 【運営】

- 熱・電気を供給する民間企業の稼働日数にあわせ年間260日、24時間/日で稼働。
- 年間チップ消費量、チップ約54,000t(内スギ樹皮1,200t/年は再資源化)。
- 燃料は、購入チップ25,000t、林地残材1,350t、地域の森林組合、木材加工業者などから出るスギの樹皮2,500t、建築廃材9,000t、残りを公共事業からの支障木、選定枝条などの木質バイオマスを利用。

# 林地残材利用の熱電併給施設 2 (川辺バイオマス発電所:岐阜県)

## 【事業概要】

- 化石燃料依存からの脱却とエネルギーコスト削減のために、民間製紙会社と共同で検討し、森林資源の豊富な地域でクリーンエネルギーである木質バイオマス発電事業に取り組む。
- 建築廃材及び森林間伐材等を木質チップ化し、発電燃料として1日あたり約200tを使用。
- 民間製紙会社に電気と蒸気を供給(販売)。電気は一部自家消費し、中部電力に売電。
- 2008年2月にグリーン電力発電設備認定を受ける。

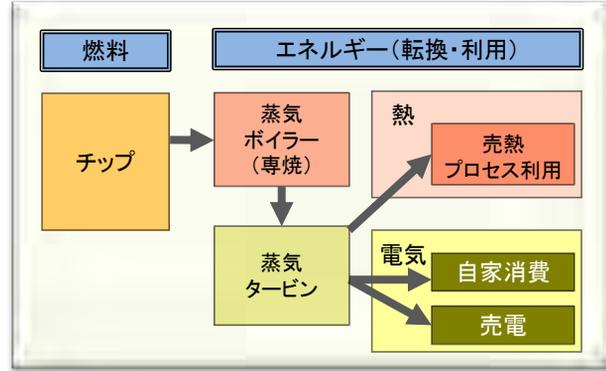


写真1: 発電施設

- 販売された電気、蒸気は民間企業でダンボール原紙製造に利用。
- 発電した電気4,000kW/hのうち、800kW/hを自家消費し、民間製紙会社に2,900kW/h、中部電力に300kW/hを売電。



写真2: 木質バイオマス燃料



写真3: 発電機

(出所)写真1,2「農林漁業の健全な発展と調和のとれた再生可能エネルギーの事例」農林水産省東海農政局より  
写真3「地域における再生可能エネルギー活用事例集」岐阜県より

## 【施設の概要】

ボイラーの種類	流動層ボイラー
製造メーカー	タクマ社製
定格出力	発電: 4,300kW 蒸気: 42t/h
運転開始	2007年6月
エネルギー利用用途	民間製紙会社へ電気・蒸気を供給(販売)

## 【導入費用】

- 総事業費約20億円。
- 経済産業省の「新エネルギー事業者支援対策費補助事業」(約1/4)を活用。

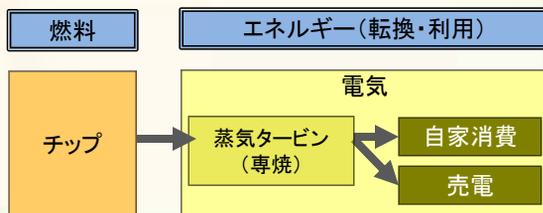
## 【運営】

- 年間345日、24時間/日で稼働。(設備利用率95%)
- 年間燃料消費量、チップ約7万t。(林地残材約3割、建築廃材約7割)
- 燃料は岐阜県を中心に主に中部地区から調達。現在は、安定確保のため関西方面まで地域を広げている。
- 当初計画の収益を確保している。
- 将来は、森林からの燃料100%を目指す。

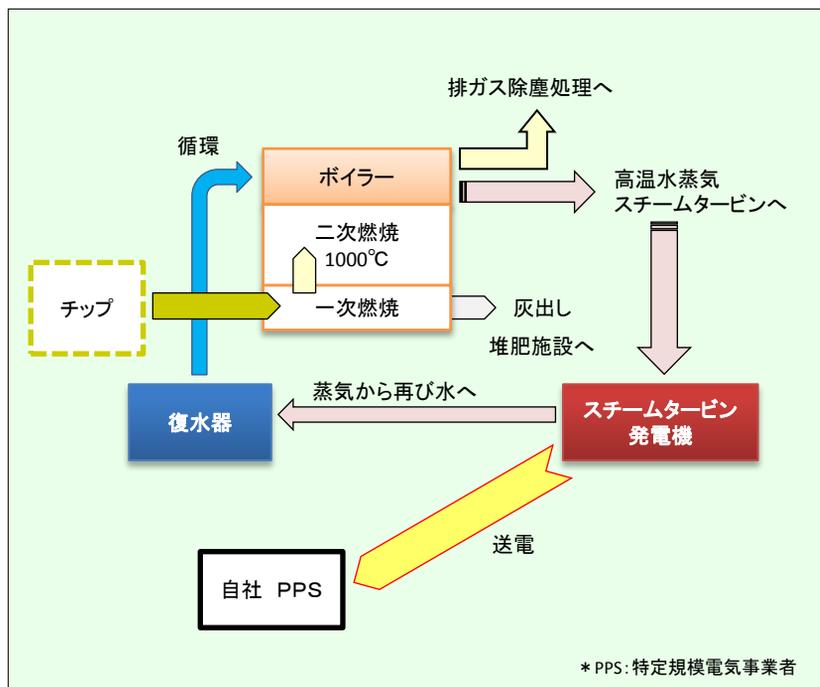
# 林地残材利用の専焼発電施設 1 (いづな お山の発電所:長野県)

## 【事業概要】

- 2003年、北信地域の林業、建設、製材など7社で長野森林資源利用事業共同組合設立。資源の有効利用と環境負担の軽減を図る目的で「木質系バイオマス発電施設 いづな お山の発電所」を建設。
- 2005年4月から電力生産を開始。
- 燃料使用量は年間約15,000t。
- 2013年1月1日よりFITへ移行。



## 木質バイオマス発電 イメージフロー



出所: ヒアリングにより作成



写真: 発電施設と集塵機



写真: 燃料チップ

## 【施設の概要】

ボイラーの種類	順送式ストーカー炉
製造メーカー	株式会社よしみね H-250型
定格出力	発電: 1,300kW 蒸気: 8.85t/h
運転開始	2005年4月
エネルギー利用用途	自家消費、売電

- 現在、2号機を建設中(1,500kWh)。

## 【導入費用】

- 施設整備費約8億5千万円。
- 国と県の補助金を活用。

## 【運営】

- 年間335日、24時間/日で稼働。(設備利用率92%)
- 年間燃料消費量、チップ約15,000t(建築廃材50%、間伐材50%)。
- 組合員より燃料を購入。
- 9,133kW/h分を発電し、うち8,040kW/h分を売電。

# 未利用材利用の木質バイオマス専焼発電施設 2 (ミツウロコ岩国発電所:山口県)

## 【事業概要】

- 2006年度にRPS制度(電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法)を活用して建設・運営を開始した施設を、建設運営会社の経営悪化にともない、ミツウロコグループが買収し、現在運営をしている。
- 年間のチップ使用量は10万t程度であり、2012年10月にFITの設備認定を受ける。

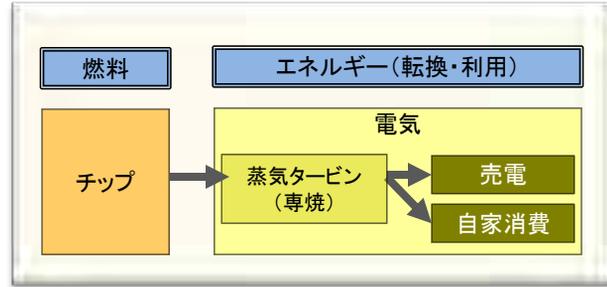


写真:「ミツウロコ岩国発電所」施設外観



写真: 広大なストックヤード(一部屋根有)

- 燃料の集荷は民間会社に委託。



写真: 発電施設



写真: 燃料チップ

- 燃料チップは水分の低い建築廃材系のチップと、未利用材等を混ぜて使用。

## 【施設の概要】

ボイラーの種類	循環流動床炉
製造メーカー	JFEエンジニアリング
定格出力	発電: 10,500kW 蒸気: 45t/h
発電効率	29%
運転開始	2006年1月
エネルギー利用用途	売電、自家消費

## 【導入費用】

- 総工費約40億円。
- 内、建屋等を除く施設整備費の1/3に補助を活用(当時)。

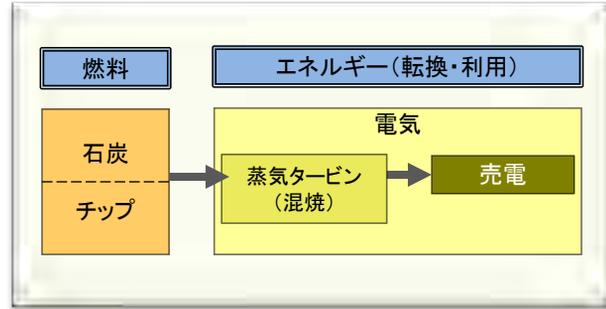
## 【運営】

- 点検・トラブル対応を除き、320日(24時間)程度稼働。(設備利用率87%)
- 年間燃料消費量、チップ約10万t。(未利用材等6割、建築廃材4割)
- チップの前乾燥が不要であることから、所内電力量は発電量の15%程度。
- 買収後は黒字。FITの設備認定により、今後の収支改善が期待。

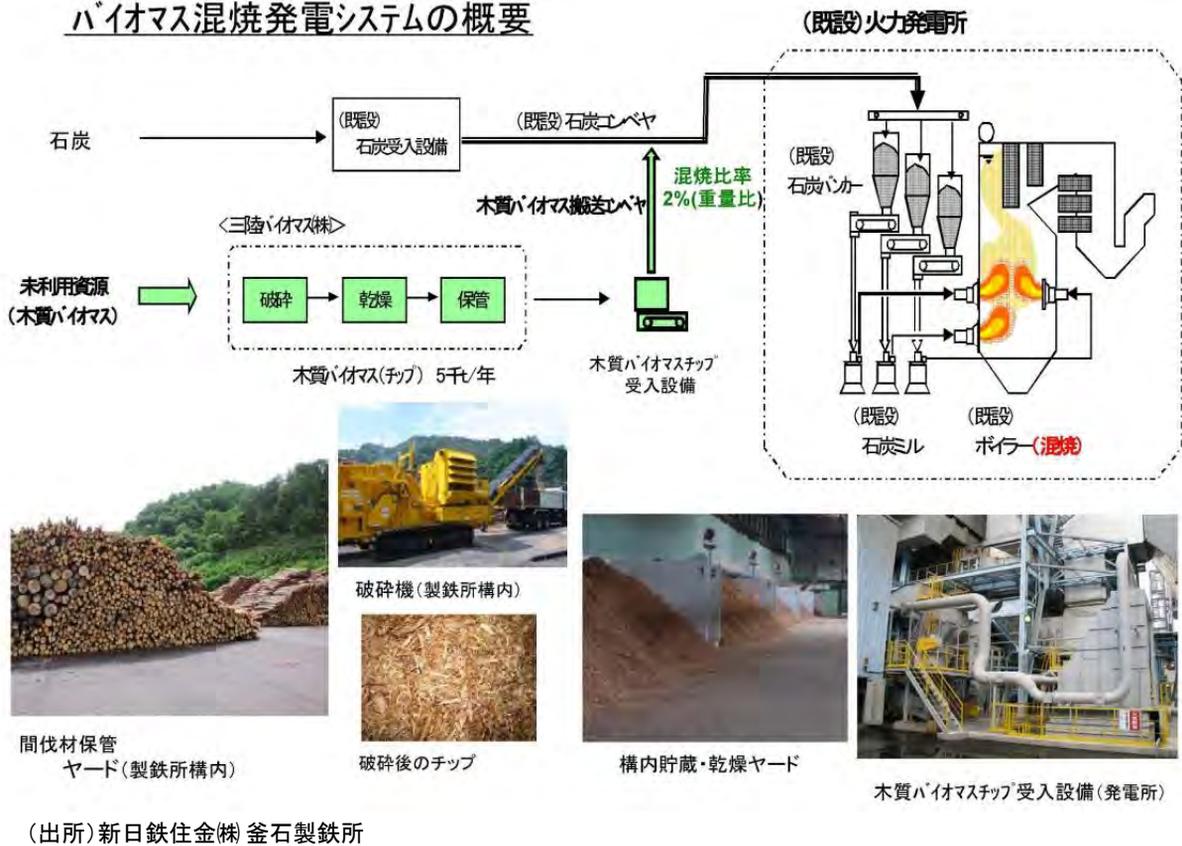
# 林地残材利用の混焼発電施設 1 (新日鉄住金 釜石製鉄所:岩手県)

## 【事業概要】

- 新日鉄住金の釜石製鉄所では、釜石市の「緑のシステム創造事業」のもと行政・林業者・製造業者が連携しながら、「地産地消型」のバイオマス資源活用を推進。
- 間伐材・林地残材を、石炭と混焼することで、省エネルギー(石炭使用量削減)と温室効果ガス削減を図る。
- 混焼率は重量比で2%、木質バイオマスを5,000t/年使用。
- 石炭2,800t/年、温室効果ガス約7,000t/年削減。



## バイオマス混焼発電システムの概要



## 【施設の概要】

自家発電設備と定格出力	発電: 149,000kW
混焼(実証)開始	2010年10月
エネルギー利用用途	売電

- 石炭(微粉炭)を燃料とするボイラーへの混焼。
- 電力卸売事業(IPP)として東北電力に最大136MWを送電。

## 【導入】

- 2010年10月より資源エネルギー庁の補助を活用して木質バイオマスの混焼実証事業を実施。

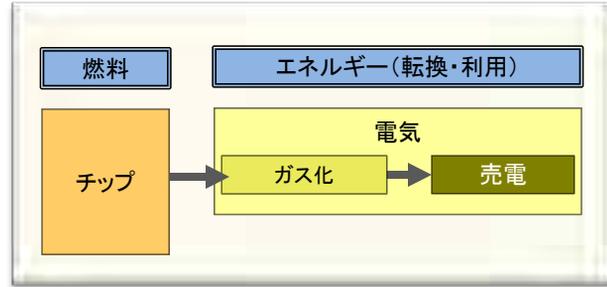
## 【運営】

- 年間約300日、24時間/日で稼働。
- 年間燃料消費量は、チップ約5,000tを計画。
- 森林からの間伐材・林地残材を受け入れ。
- 間伐材・林地残材は共同出資会社が破碎、乾燥、保管を担う。

# 林地残材利用のガス化発電施設（やまがたグリーンパワー:山形県）

## 【事業概要】

- 山形県村山市周辺の林業系バイオマス資源(間伐材、伐採材、製材端材等)に加えて、果樹園から発生する果樹剪定枝条などをエネルギーとして利用する発電施設として、地域施設に電力の供給を開始。
- 2011年7月から2013年3月まで、気仙沼市からの震災がれきを受け入れる。
- 2013年3月よりFITの設備認定を受ける。



## 設備フロー図

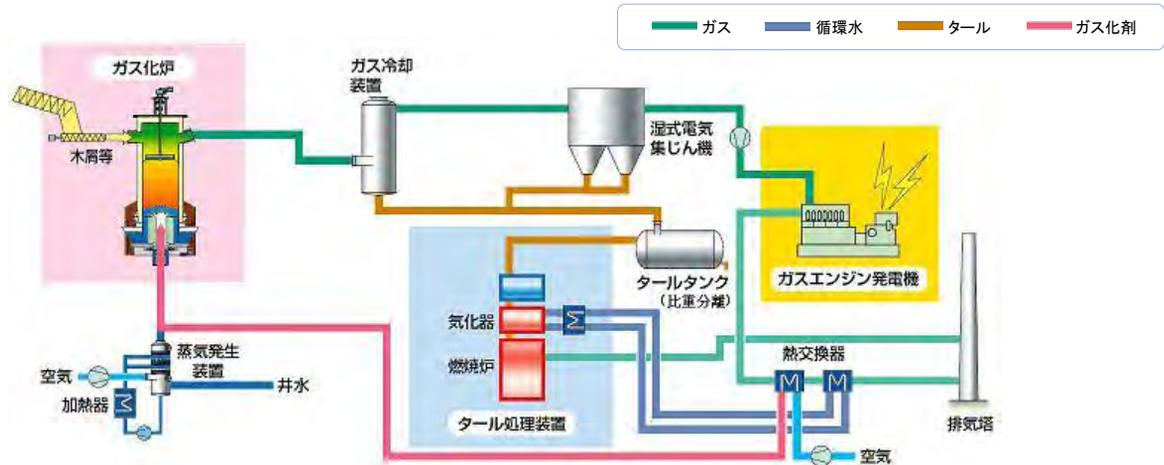


写真: 木質バイオマス発電施設外観



写真: 木質チップ



写真: ガスエンジン発電機

(出所) やまがたグリーンパワー株式会社

## 【施設の概要】

ボイラーの種類	アップドラフト式ガス化炉
プラント建設	JFEエンジニアリング
定格出力	発電: 2,000kW (1,000kW × 2機)
発電効率	約30%
運転開始	2007年
エネルギー利用用途	売電

## 【導入費用】

- 総事業費約15億円。
- 2005, 2006年度の経済産業省の新エネルギー事業者支援対策事業の補助を活用。

## 【運営】

- 年間約300日、24時間/日で稼働。(設備利用率82%)
- 年間燃料消費量、チップ約2万t(現在は地元からの間伐材8~9割、その他廃棄物となる地域の果樹剪定枝条を使用)。
- 水分35~55%(w.b.)のチップを直接処理することが可能(ガス化発電のため生材を使用)。
- FITの設備認定により、東北電力への売電により事業を継続。

この事例集は、平成24年度林野庁補助事業「地域材供給倍増事業 公共建築物等への地域材の利用促進及び木質バイオマスの利用拡大のうち木質バイオマスの効率的利用を図るための技術支援」で作成しました。