

「地域内エコシステム」サポート事業のうち
木質バイオマス利用促進調査（熱利用推進エンジニアリング構築調査）成果報告会
（第7回国際バイオマス展【春】 林野庁事業成果報告セミナー）

木質バイオマス熱利用（温水） 計画・実施マニュアルの概要

2022年3月16日



一般社団法人
日本木質バイオマスエネルギー協会

- **イニシャルコストの高さ**
 - 合理的なあり方を明らかにすること
- **燃料の安定的な確保が容易でない**
 - 燃料供給システムの構築
 - 燃料の品質規格の作成・普及
- **利便性が低い**
 - 効率的なシステムの構築と自動化の推進
- **専門的知識が必要**
- **成功事例が少ない**

- 1950～1960年代まで：**エネルギーとして薪炭利用**
 - 日本はエネルギー革命の後、薪炭利用を化石エネルギーに転換
 - 欧州では、山村においては薪炭利用を継続
- 1970～1980年代
：**石油ショック後の現代的バイオマスエネルギー利用を検討**
 - 石油需給の緩和後、日本は石油に復帰
 - 欧州ではバイオマスエネルギー利用の検討を継続
 - 2000年代には一般的に普及
 - = 技術標準が明らかにされ、効率的なシステムが普及
- 2000年代以降：**温暖化対策として再生可能エネルギーの利用促進**
 - 日本では電力の政策が優先
 - 熱利用についても補助制度が作られるが、先駆的な実施に留まる

石油ボイラのやり方を踏襲

● 石油ボイラ

燃料が均質でかつ負荷対応性が優れる

ボイラは缶水の温度をオンオフで制御

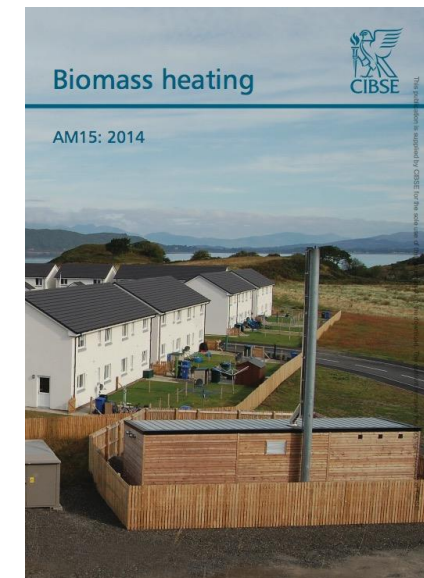
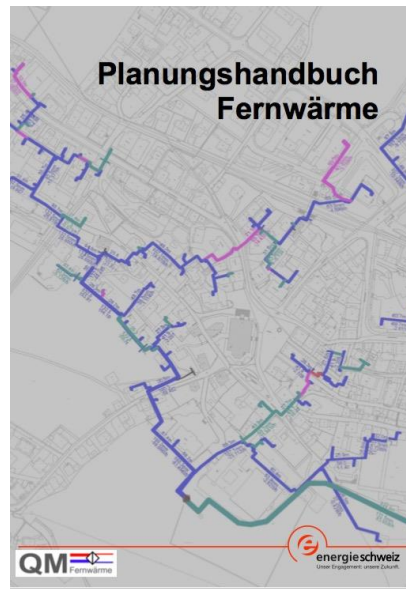
● 木質ボイラ

燃料の品質に幅があるととも、負荷対応が緩慢

基本的には、蓄熱槽を設けて供給熱量・温度を制御

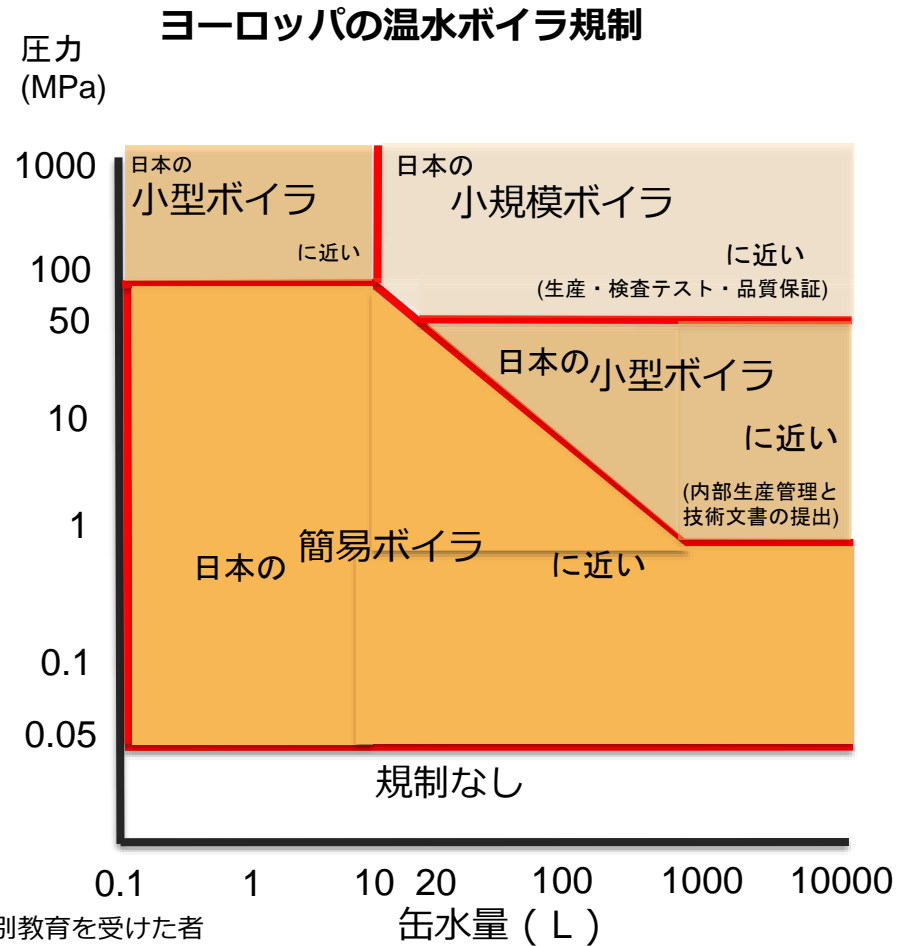
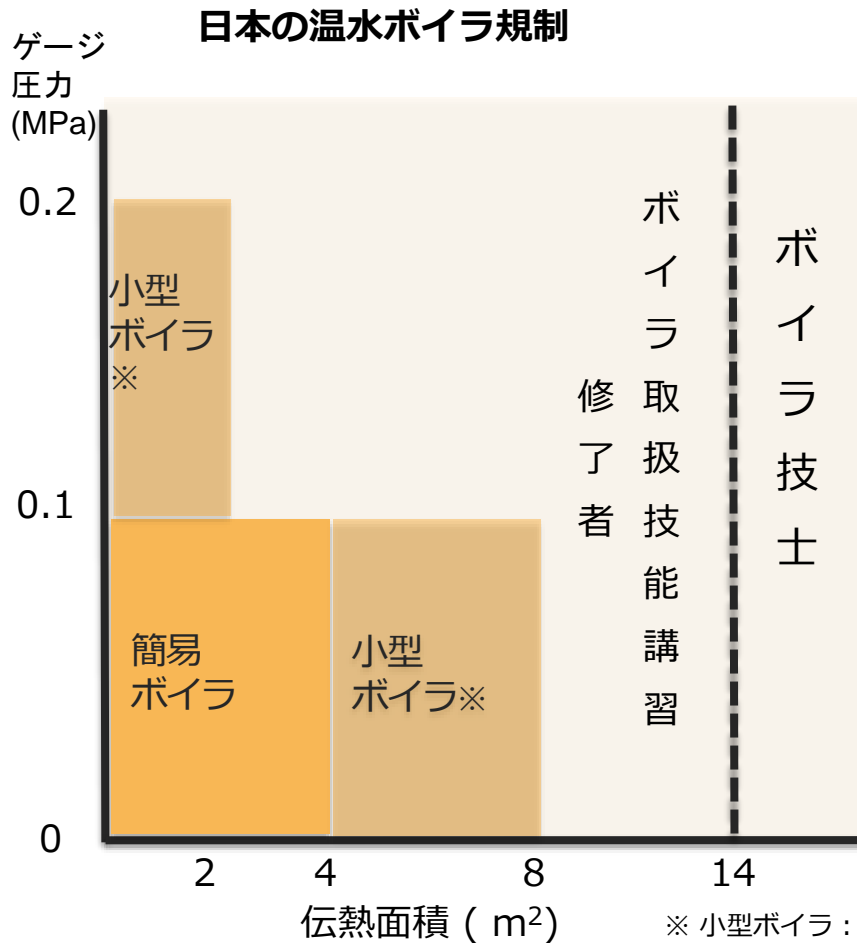
**制御システムが整備されず、
整備されても適切な運営が出来ていない**

⇒ **木質ボイラのシステム及び制御のあり方の原則の明確化**

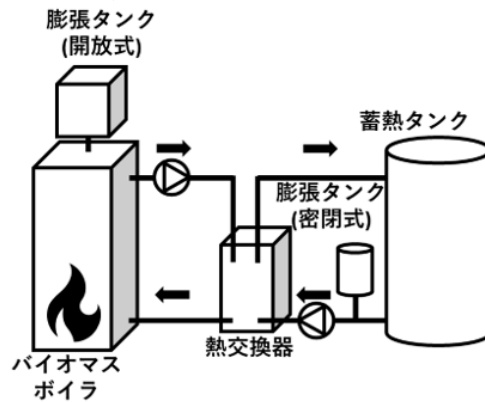


ボイラ規制の問題

- ヨーロッパでは、温水ボイラは **高温にならず爆発の危険性が低いことから**、ほとんどが日本の簡易ボイラと同等の取り扱いになっている



● 日本の従来システム



開放無圧式型ボイラ

行き戻りの温度差の確保
ができない

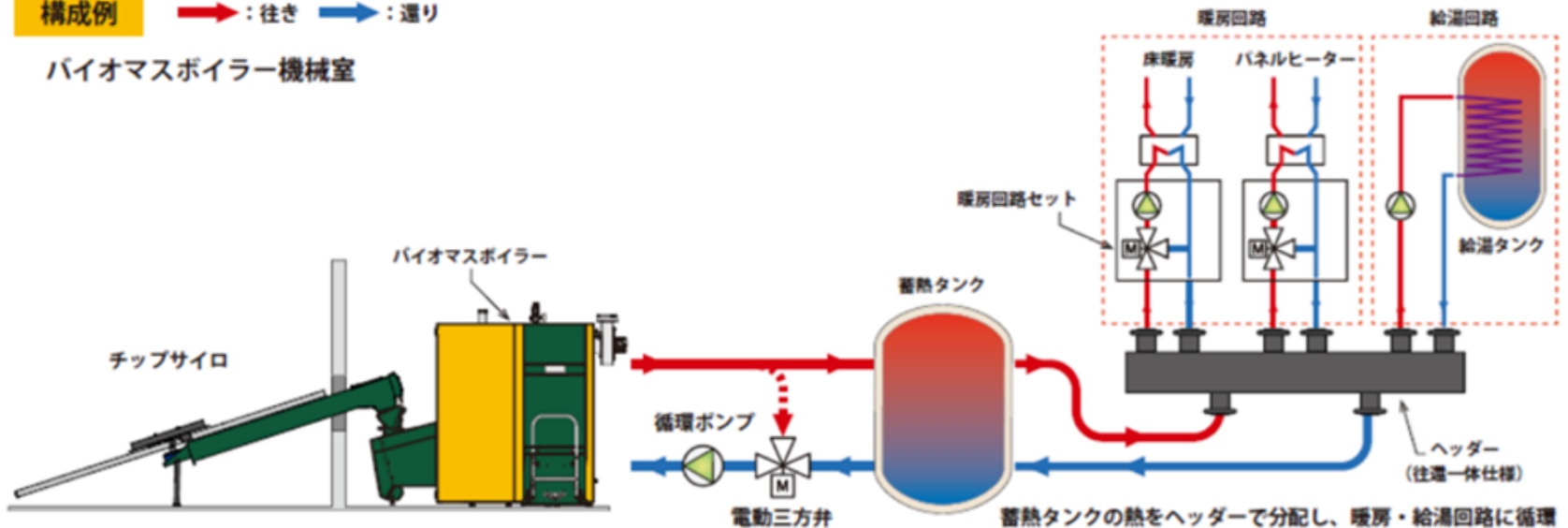
蓄熱槽が貯湯槽になっている

● 欧州の標準的システム (小規模タイプ)

構成例

→ : 行き ← : 戻り

バイオマスボイラー機械室

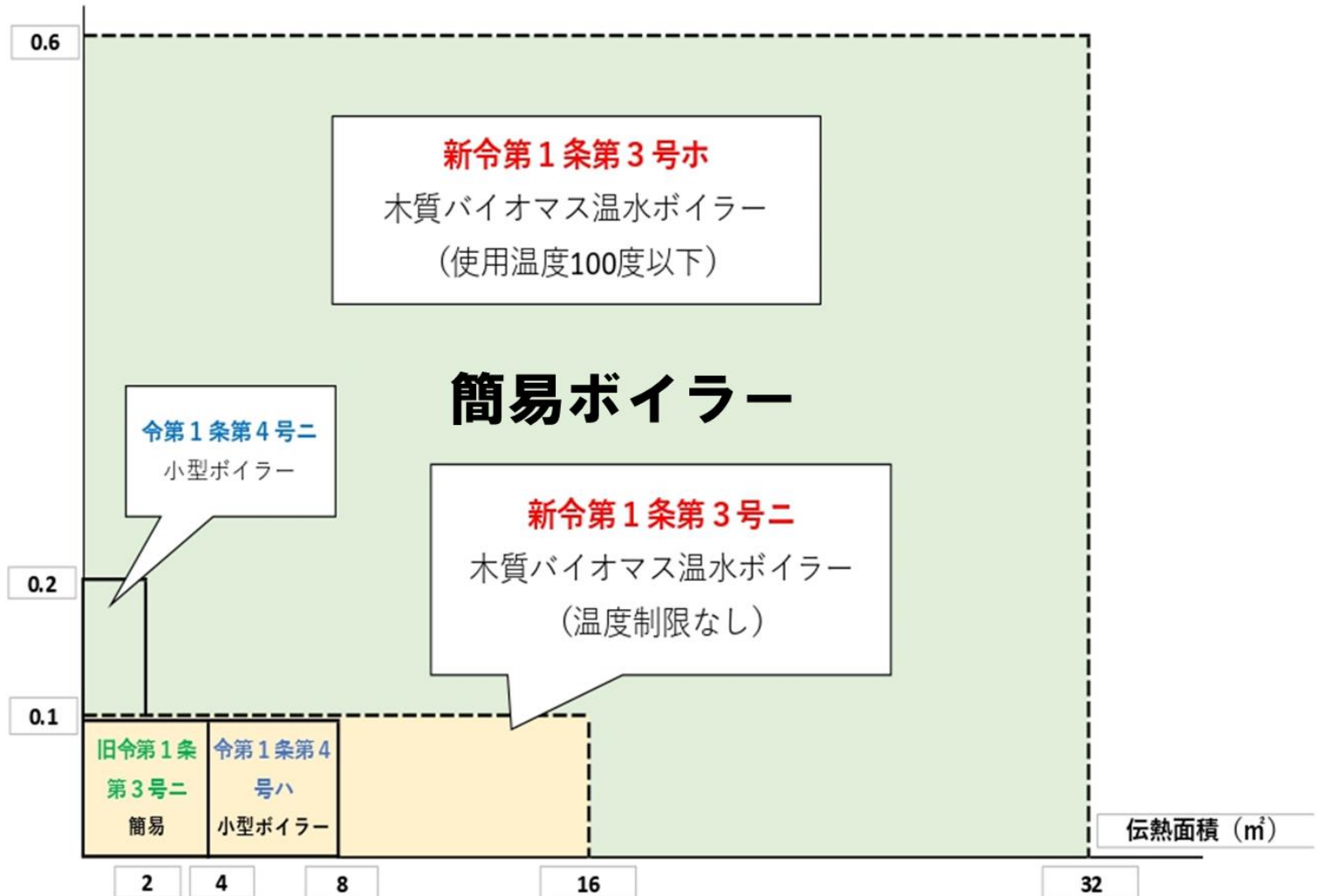


出典) WBエナジー 業務資料

木質バイオマス温水ボイラーの規制の見直し

ゲージ圧力
(MPa)

温水ボイラーの規制区分 旧：実線 新：破線



- 作成にあたっての基本的考え方

木質バイオマス熱利用と石油利用との違いを明らかにし、
木質バイオマス熱利用の効率的なあり方を標準的に整理する

- コンサルや設計者が 実際に計画設計の概略について理解できるようにする
- このマニュアルに沿って計画設計をした場合には、これまでに比べて、事業性が向上することが実感できるようなものにする。
- 基本的考え方だけでなく、熱需要量の把握方法 等実際に取り組める内容を明らかにする。
- なぜそのようにしなければならないか、理由がわかるようにする。
- 守るべき事項や判断すべき事項についてはできるだけ基準化する。
- 想定対象
- 発注者・メーカー・設計者・工事施工業者・コンサル・燃料供給業者・行政担当者

- 木質バイオマス熱利用(温水ボイラ)に関して、**効率的な考え方とあり方**を明らかにする

章立て

基本編

- 第1章 ネットゼロに向けた世界の動向と木質バイオマスエネルギー熱
- 第2章 木質バイオマス熱利用の考え方と本マニュアルの作成目的
- 第3章 プロジェクト管理の重要性とポイント
- 第4章 木質バイオマスの燃焼特性
- 第5章 木質バイオマス燃料(チップ、ペレット)
- 第6章 木質バイオマスボイラーの特質
- 第7章 熱利用システムの構成と関連機器
- 第8章 安全対策及び関係法令の規制

実行編

- 第9章 木質バイオマス熱利用システム設計の基本的考え方(回路と制御)
- 第10章 熱負荷分析
- 第11章 コスト積算・システム評価
- 第12章 事業構想
- 第13章 FS調査、基本設計
- 第14章 実施設計
- 第15章 事業の発注
- 第16章 施工・試運転
- 第17章 維持管理・メンテナンス

1-1 世界全体の状況

1-2 欧州の木質バイオマス熱利用の状況

- 欧州全体の状況

- 各国の状況

 - オーストリア

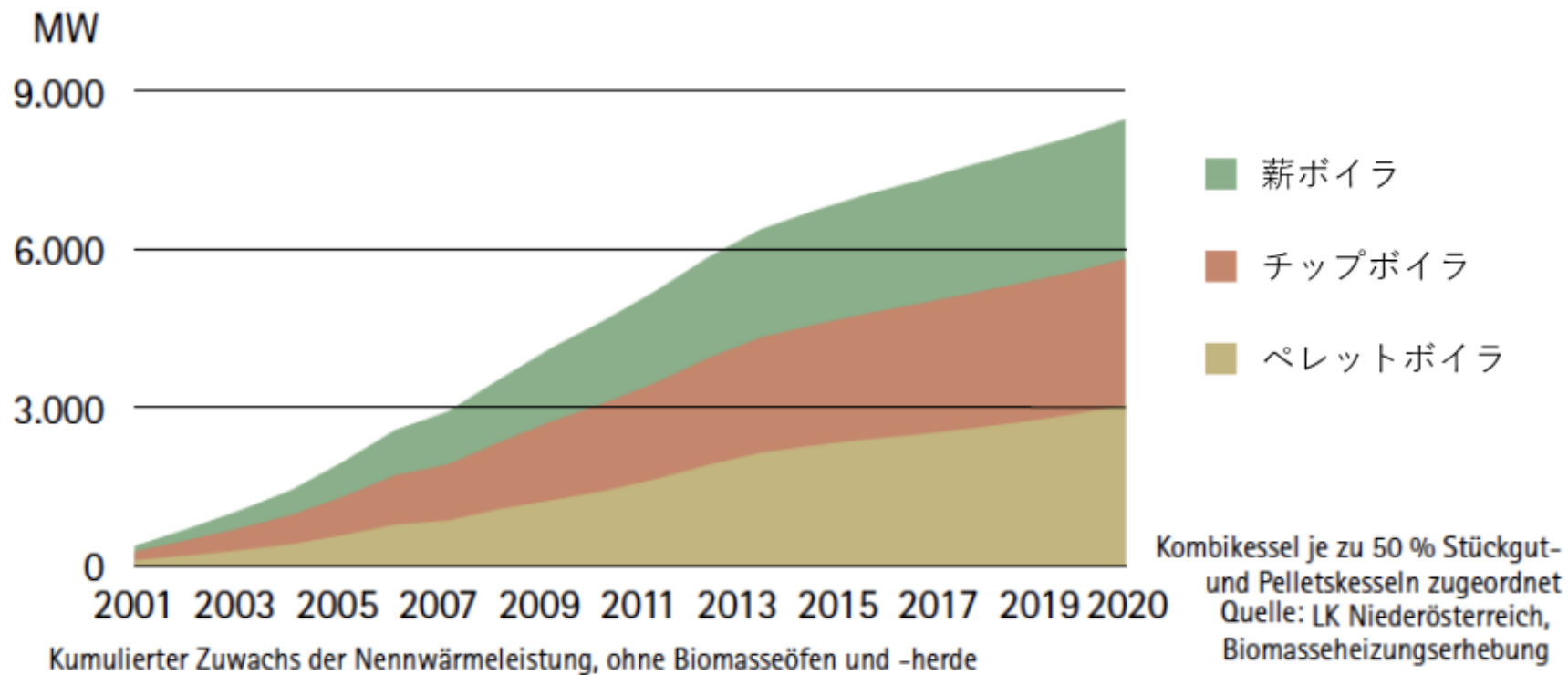
 - ドイツ

 - イギリス

1-3 まとめと日本への示唆

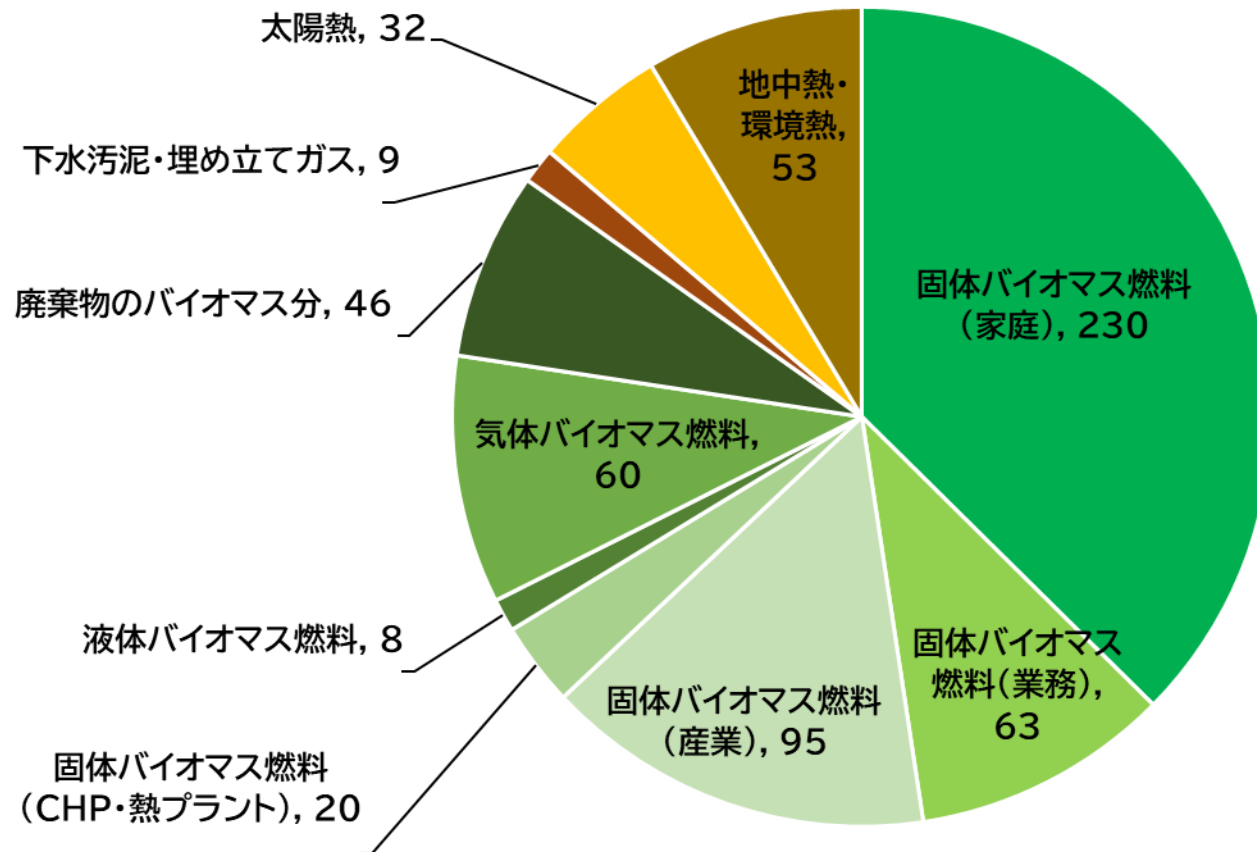
オーストリアにおけるバイオマスボイラーの導入状況

オーストリアにおけるバイオマスボイラーの累積導入容量(100Kw未満)



出典：Basisdaten 2019 Bioenergie

ドイツにおける再生可能エネルギー熱の供給・利用割合(PJ、2018年)



出典:FNR(2020)Bioenergy in Germany, Facts and Figures 2020

2-1 2030年の目標

2-2 木質バイオマスの供給可能性

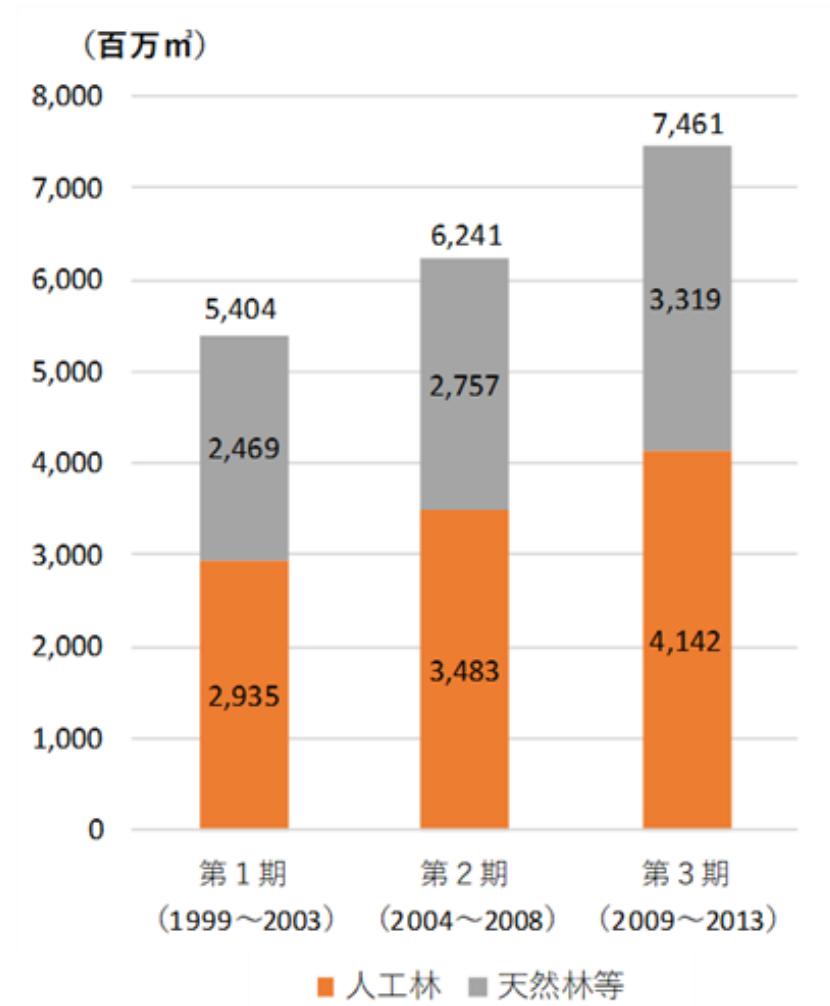
2-3 GHG削減効果と持続可能性

2-4 木質バイオマスエネルギー利用の地域効果

2-5 コストの削減

2-6 本書の目的

我が国の森林の蓄積量



森林生態系多様性基礎調査による森林蓄積の推移²⁾

● 木質バイオマスエネルギー利用はカーボンニュートラルか？

- 伐採後に放置されている ⇒ 更新の確保が重要
- 森林が回復されるまでに時間を要する ⇒ 成長量の範囲内の伐採
- 生産・加工等エネルギー化にあたって化石資源を使用 ⇒ 化石資源によるGHG排出量の抑制

持続可能性の確保

我が国の燃料材利用は、製材用等の利用を優先した残材分の活用が基本

● 木質バイオマスエネルギー利用は脱炭素以外にも多様な価値

- 燃料材利用による森林整備への貢献
- 地域内産業の育成、労働力の雇用効果、地域循環経済への貢献
- 地域完結型エネルギーとしてレジリエンス対応

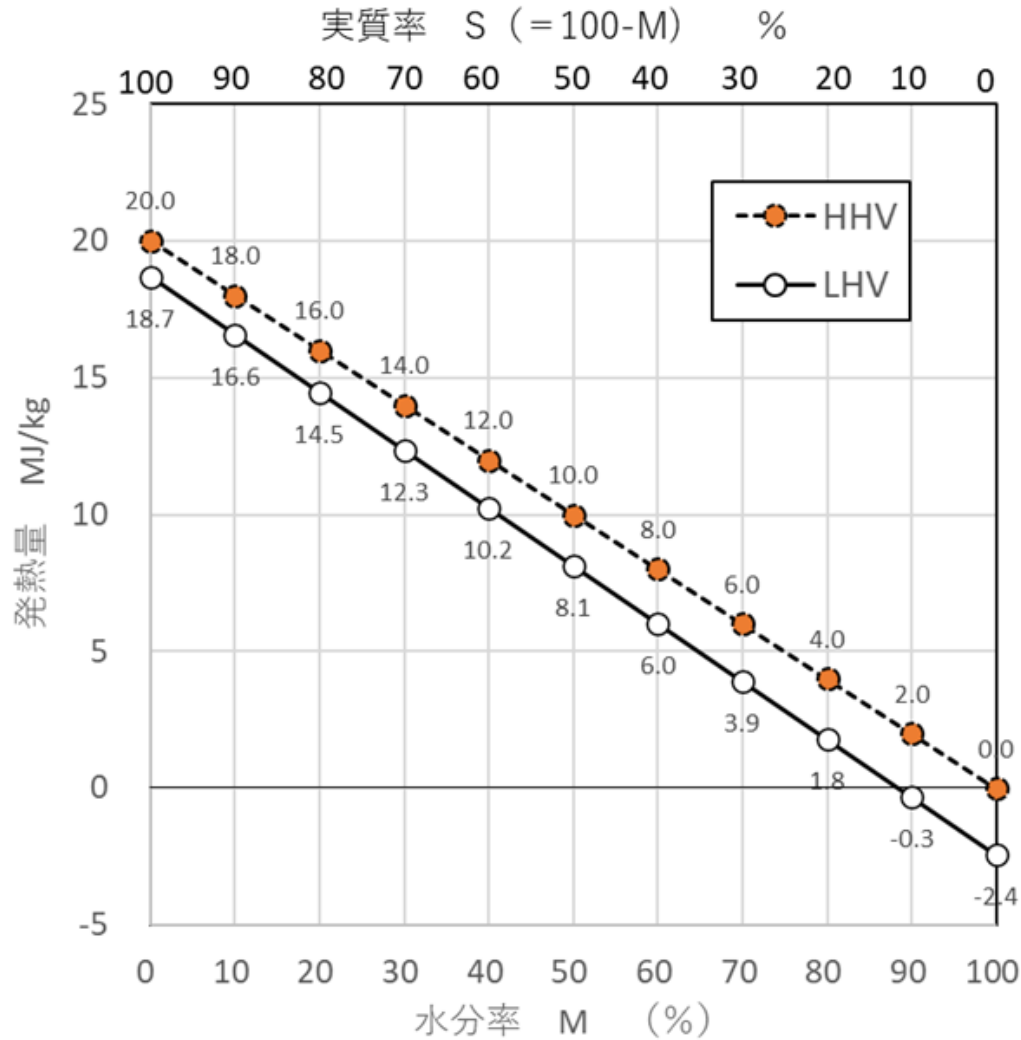
3. プロジェクト管理の必要性とポイント

- 3-1 プロジェクト管理の必要性
- 3-2 プロジェクトの進め方
- 3-3 イニシャルコストの構成とボイラー出力の決定
- 3-4 ランニングコストの構造と燃料代
- 3-5 電気代とシステムの健全性の関係
- 3-6 メーカーによる保守点検費とプラント管理費
- 3-7 稼働時間、バイオマス依存率の重要性
- 3-8 ボイラー選定
- 3-9 プロジェクト管理の実際的対応

4. 木質バイオマスの燃焼特性

- 4-1 木質バイオマスの組成と燃焼性
- 4-2 木質バイオマスの燃焼とは
- 4-3 木質バイオマスの発熱量
- 4-4 燃焼空気
- 4-5 木質バイオマスの燃焼性を高めるための各種対策

水分と発熱量



発熱量の水分率依存性

5. 木質バイオマス燃料(チップ、ペレット)①

- 5-1-1 原料の種類と特徴
- 5-1-2 燃焼灰
- 5-1-3 木質燃料の品質ランクとボイラーにおける取り扱い
- 5-1-4 木質バイオマス中の水分
- 5-1-5 木質バイオマスの発熱量
- 5-1-6 木質バイオマスの計量単位
- 5-1-7 木質燃料の形質
- 5-2-1 燃料用チップに要求される性能
- 5-2-2 チップの種類と形質
- 5-2-3 木質チップの乾燥
- 5-2-4 燃料用チップのエネルギー評価
- 5-2-5 燃料用チップの保管

5. 木質バイオマス燃料(チップ、ペレット)②

- 5-3-1 木質ペレットの燃料としての特徴
- 5-3-2 木質ペレットの生産
- 5-3-3 木質ペレットの成型・固化機構
- 5-3-4 燃料としての木質ペレットの品質
- 5-3-5 木質ペレットの輸送と貯蔵
- 5-3-6 木質ペレット産業の展開
- 5-4-1 燃料生産のための原料乾燥
- 5-5-1 規格と認証制度の意義
- 5-5-2 規格
- 5-5-3 認証制度
- 5-5-4 今後の展望

部材別針広別発熱量

国産樹種各部の全乾状態での低位発熱量 (LHV_o)

部位	低位発熱量 LHV _o MJ/kg			
	針葉樹		広葉樹	
	n	平均 (最小-最大)	n	平均 (最小-最大)
木部	52	19.5 (18.6-21.2)	137	18.4 (17.7-19.5)
樹皮	17	19.3 (16.8-20.4)	97	18.6 (15.7-22.1)
枝	7	19.5 (18.7-20.7)	42	18.8 (17.4-20.3)
葉	13	20.8 (19.0-22.4)	42	19.5 (17.3-21.7)

主な引用文献

重松義則 (1963) 日本木材学会講演集、p 427

F., Abe, (1986) Bull.,For. Prod. Res. Inst., No.338, p 91-100

阿部房子 (1988) 林試研報、No.352. p 1-95

里中聖一 (1963) 北大演習林報、22、p 609-814

沢辺 攻 (2002、2004) 住田町エネルギー調査報告書、p 51-54 (2002) ,p 17-20 (2004)

中川重年、松村正治 (2004) 神自環保セ1、p 21-28

武田 宏 (2009) 新潟森林研研究報告、No50、p 63-70

吉田貴紘 (2010) 木質ペレット供給安定化事業報告書、日本ペレット協会、p 17-20

6. 木質バイオマスボイラーの特質

6-1 化石燃料ボイラと木質バイオマスボイラの違い

6-2 バイオマスボイラの区分

6-3 ボイラ出力、ボイラ効率、燃料消費量

6-4 日本のボイラ、欧州のボイラ

7. 熱利用システムの構成と関連機器

7-1 熱供給システムの全体構成

7-2 ボイラー関連機器

7-3 熱導管

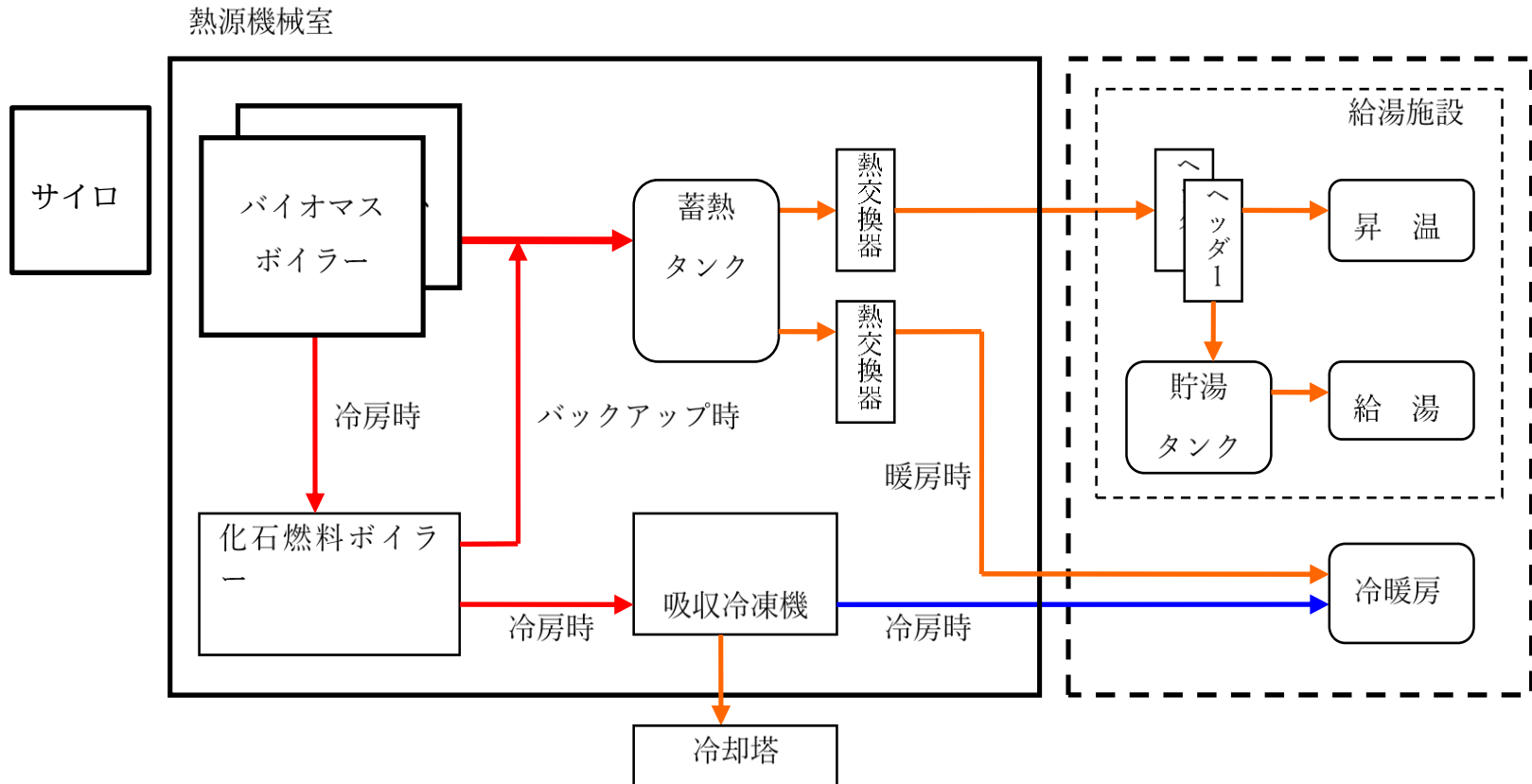
7-4 需要先の危機と制御

7-5 配管機器(室内配管、室外配管)

7-6 計測・制御機器

7-7 冷房関連機器

我が国の一般的熱利用システム



熱供給システムの一般的な構成

8. 安全対策及び関係法令の規制

8-1 安全対策

- 工事における安全対策
- システムとしての安全対策
- 導入後の安全対策

8-2 関連法令の規制

- 関係法令と規制の考え方、内容

- 9-1 熱供給システム設計の問題点
- 9-2 熱供給システムの全体像と構成要素
- 9-3 蓄熱タンクの4つの機能
- 9-4 欧州の第3世代技術の主要点
- 9-5 標準回路
- 9-6 標準回路の8原則
- 9-7 標準回路例 (WE4)
- 9-8 熱導管の回路・制御
- 9-9 需要家との熱受渡設備の回路と制御
- 9-10 需要家側の熱消費設備の回路・制御
- 9-11 日本の環境における熱供給設備の回路・制御例

10. 熱負荷分析

10-1 熱負荷計算とバイオマス

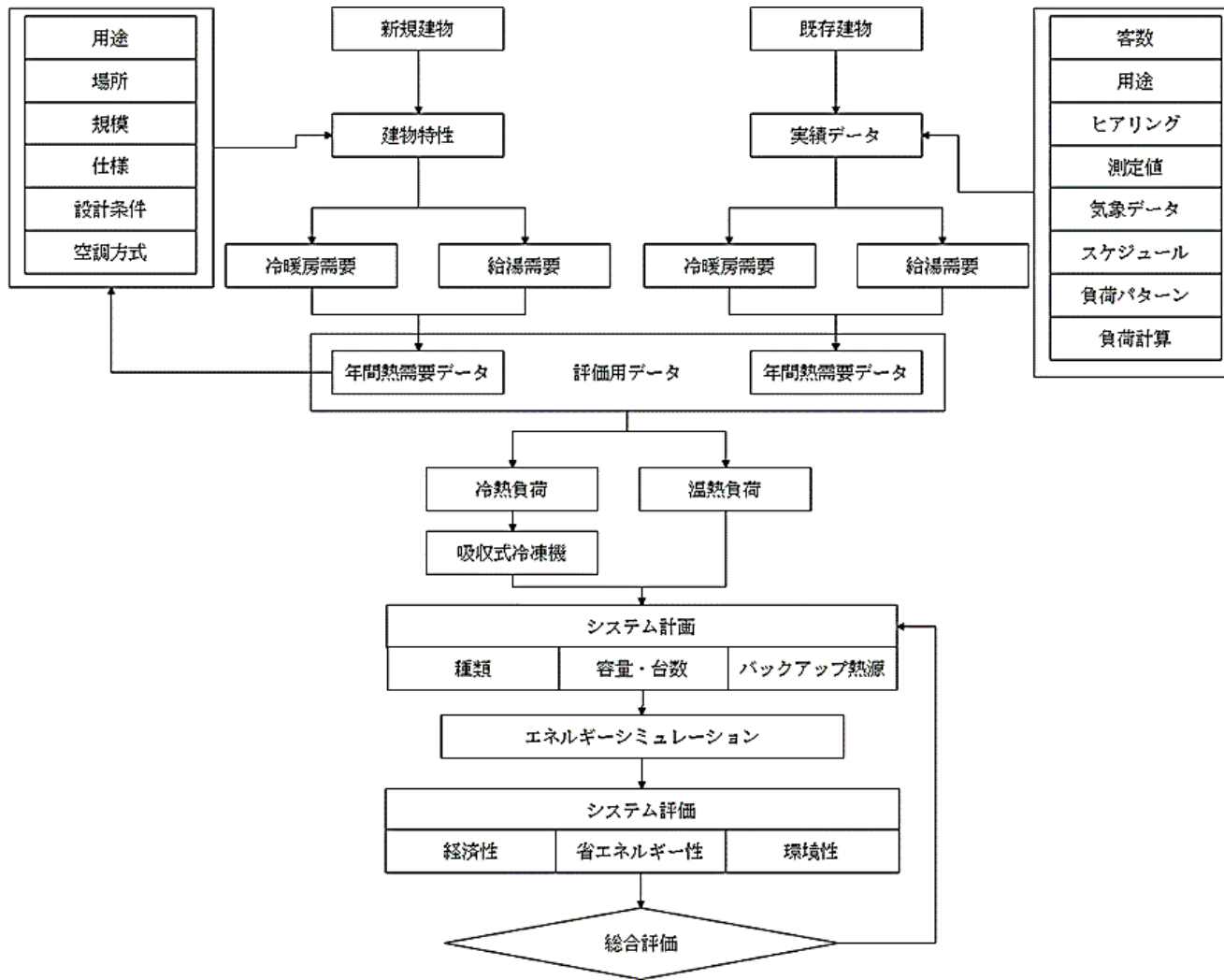
10-2 熱負荷分析とその手法

- 最大熱負荷及び年間熱負荷
- 熱負荷計算
- 熱負荷計算結果とバイオマス導入分析手法
- 負荷パターン
- 新規・既存施設の負荷計算

10-3 給湯計算例 温浴施設給湯計算法

- 温浴施設時刻別客数
- 温浴施設給湯負荷
- 温浴施設負荷計算例

熱負荷分析のフローチャート



計算の流れ

11. コスト積算・システム評価

11-1 イニシャルコストの積算

11-2 ランニングコスト

11-3 システムの評価項目と評価方法

11-4 実際の検討で起こり得る変動要素について

11-5 コスト削減による事業性向上について

11-6 CO₂排出削減効果、地域経済効果

- 12-1 事業構想の位置づけ
- 12-2 事業構想の内容
- 12-3 事業運営事業体の想定
- 12-4 導入施設の基本的内容
- 12-5 収支の試算
- 12-6 事業構想案の作成
- 12-7 都道府県、市町村等関係行政機関や専門家等の意見把握
- 12-8 事業実施の可否の判断
- 12-9 事業構想案の再検討
- 12-10 事業構想の検討をFS調査につなげる

◆ 地域実態の把握、地域構想の作成

- 市町村の段階で地域の熱需要実態や木質バイオマス資源概況を把握
- それを踏まえて地域における熱利用推進の構想を作成する

◆ 事業構想の作成

- 中核的なコーディネーターや事業主体となる事業者・市町村
 - … 事業コンセプトを整理・実施の可否を大まかに判断
 - … 実施しうる可能性があるとした場合、FS調査により詳細な調査を実施

◆ FS調査の実施

- 専門的な知見を有する者 … 事業実施に係る必要事項を詳細に調査
- 事業主体や市町村など
 - … 意思決定権を持つ主体関係者との基本的合意のもと事業実施の可否の判断

◆ 基本設計の作成

- FS調査により実施が可能と判断されたもの
 - … 設備等熱利用システムの内容を整理し、事業の具体的内容を明確化

◆ 実施設計の作成

- 基本設計に基づき、各設備等の熱利用システムについて具体的な設計を実施

◆ 木質バイオマス熱利用事業では、**専門的な知識が必要**

→これまではコンサルタント(専門家)任せ・依存が一般的

◆ 一方、木質バイオマス熱利用では、

① **燃料供給からシステムの運営まで、幅広い検討が必要**

② **地域における多くの関係者による合意形成が重要**

◆ **地域の実情を理解し、問題点を把握している事業主体となる者が、積極的に関与することが必要**

◆ **まず、事業主体が事業コンセプト = 事業構想を検討**

→大まかに事業の可能性を判断する ⇒ **FS調査へ**

13. FS調査・基本設計①

- 13-1 FS調査の位置づけ
- 13-2 事業コンセプトの確認・評価
- 13-3 熱需要の把握と特徴分析
- 13-4 エネルギー変換技術の検討と選定
- 13-5 木質バイオマス燃料の調達可能性調査
- 13-6 事業用地等の条件把握
- 13-7 副生物の処理・利活用方法
- 13-8 システムの基本仕様の検討とバイオマスボイラー種類の選択
- 13-9 概算コストや事業収支の試算
- 13-10 事業リスクの想定・対応方法の検討
- 13-11 バイオマス事業ビジネスモデルの検討
- 13-12 地域住民・関係者への事前確認

13. FS調査・基本設計②

- 13-13 FS調査結果のまとめ
- 13-14 基本設計
- 13-15 施設、設備の配置計画の検討
- 13-16 2次需要先における設備と配管
- 13-17 イニシャルコストに係る予算の検討
- 13-18 ランニングコストに係る予算の検討
- 13-19 事業収支の検討と事業性評価
- 13-20 イニシャルコストの資金調達の検討
- 13-21 事業化スケジュールの検討
- 13-22 関連法令の確認
- 13-23 基本設計書の作成

14. 実施設計

14-1 ボイラープラントの設計

14-2 熱導管の設計

14-3 需要先における熱利用回路の設計

14-4 コスト積算

14-5 システムの評価

15. 事業の発注、着手

15-1 事業の発注

- 発注の対象
- 計画設計工程の留意点
- ボイラー機種の選定の留意点
- 建屋や配管等工事に係る留意点
- 一括発注、分離発注
- 市町村等における競争入札の実施と仕様書の重要性
- 地域における合意形成と円滑な事業の進展
- 諸官庁への申請

15-2 下川町における事業の発注、着手

- 目的の明確化
- 総合計画等への記載
- 担当者
- 導入に向けて
- 計画(事業構想とFS調査)の留意事項
- 基本設計の留意事項
- 実施設計と工事の留意事項

16-1 施工

- 設計図書の確認
- 総合工程表の作成
- 作業工程管理
- 安全管理
- 品質管理施工
- その他施工時の留意事項

16-2 試運転

- 試運転前の注意事項
- 試運転

17. 維持管理・メンテナンス

17-1 日常点検

17-2 定期メンテナンス

17-3 維持管理・メンテナンスに係る安全

17-4 耐用年数を向上させるシステム運用のノウハウ

17-5 よくあるトラブルとその対応(現場でできる修繕等)

17-6 実績確認、事後評価

謝辞

本マニュアルの作成に当たっては、多数の方々に、通常業務のご多忙の中で、大変お世話になりました。その方々のご尽力がなければ完成することができませんでした。ここに、改めて感謝の意を申し上げます。



一般社団法人

日本木質バイオマスエネルギー協会

Japan Woody Bioenergy Association