

NEDOバイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業

バイオマスエネルギー地域自立システムの 導入要件・技術指針 第6版

実践編(木質系バイオマス)



国立研究開発法人
新エネルギー・産業技術総合開発機構

はじめに

我が国では、2021年10月に閣議決定された第6次エネルギー基本計画において、2030年に向けて再生可能エネルギー導入量を大幅に拡大する方向性が示された。同年の電源構成のうち、再生可能エネルギーは36～38%を賄うとされ、うちバイオマスの同年のシェアは5%と、重要な再生可能エネルギー源としての役割を期待されている。2012年に開始された固定価格買取制度（FIT制度）によりバイオマスは発電利用を中心に急速に拡大し、2021年6月時点で525万kWの導入量となっている。

今後FIT制度からの自立と2030年目標の達成に向け、またその先も中長期的にバイオマスエネルギーが導入拡大していくためには、エネルギーのコストを他の電源と比較して競争力ある水準まで低減させ、自立化を図っていくことが必要である。しかしながら、バイオマスエネルギーの発電および熱利用コストの低減は十分進んでいないのが現状である。また、コスト低減や安定稼働を達成した一部の成功事例とそうでない事例との間に、課題の解決方法を含む各種情報の断絶が存在することも重要な課題として挙げられる。

コストや情報整備の観点以外にも、バイオマス利用は上流から下流までのサプライチェーンが長くステークホルダーも多岐にわたるため、原料の安定調達や地域関係者との様々な合意形成が必要となるなど特有の難しさが存在する。実際、経済性を確保する以前に地域関係者との同意形成ができずに計画段階や設備稼働後に頓挫してしまう事例は後を絶たない。第1部4章で後述するとおり、こうした課題は、裏を返せばバイオマス事業が持続可能な形で運営できれば周辺地域に与える経済的メリットの大きさに直結している。これは、他の再生可能エネルギーにはない意義であり、地域のシステム全体を活性化するための重要なドライバーとして今後もより一層の普及が期待されている。

このような地域に根差した持続可能なバイオマスエネルギー事業の実現と、より一層の普及拡大のためには、熱も効率よく利用するとともに、地域の特性を活かした最適なシステム化が必要となる。国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は、地域の特性を活かした最適なバイオマスエネルギー利用システムを構築するために、2014年度から「バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業」を実施している。本事業では、再生可能エネルギーの固定価格買取制度や補助金などに頼らないことを念頭においた、地域自立システムとしての事業性評価（FS）、実証事業、および技術開発事業を実施してきた。

本書はそれらの成果を取りまとめ、さらに国内の様々な成功事例・失敗事例の調査分析に基づき、構想段階から運転段階に至るまでの留意点や必要情報を包括的に整理したガイドラインである。本書の内容が我が国の持続可能なバイオマスエネルギーの普及に役立つことができれば幸いである。

全体目次

<第1部 章目次>

第1部 持続可能なバイオマスエネルギー事業を始めるために.....	1
1章 本書の使い方と構想から実現までの実施事項.....	5
1.1. 本書の使い方.....	5
1.2. 他のガイドライン・マニュアルとの関係性.....	9
1.3. 木質バイオマスエネルギー事業の実施事項の全体像.....	11
1.4. 持続可能なバイオマス事業のためのチェックリスト(抜粋).....	12
2章 バイオマスエネルギーの事業環境.....	17
2.1. 日本の再生可能エネルギーの現状と政策.....	17
2.2. 日本におけるバイオマスエネルギーの導入状況.....	34
2.3. 海外先進国のバイオマスエネルギーの利用動向.....	39
3章 バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業.....	51
4章 バイオマスエネルギー利用の意義.....	76
4.1. 経済(事業性)としての意義.....	77
4.2. 地域社会に対する意義.....	92
4.3. 環境に対する意義.....	100

第2部 バイオマスエネルギー事業の導入要件・技術指針

【木質バイオマス編】

事業検討の進め方115
 実施事項の全体像116

1章 バイオマス利用システム全体に係る留意点と解決策... 125
 システム全体に関する「よくある課題」125
 フェーズⅠ 構想段階129
 1.Ⅰ.1 組織・自治体における発意130
 1.Ⅰ.2 事業主体の検討134
 1.Ⅰ.3 事業コンセプトの構築140
 1.Ⅰ.4 用地の想定142
 1.Ⅰ.5 事業実施時期の想定146
 1.Ⅰ.6 事業モデルの概略検討147
 1.Ⅰ.7 事業収支の概略検討150
 1.Ⅰ.8 事業実施体制の構築151
 ① 組織内外の事業実施体制・FS 実施体制の検討151
 ② 専門家への相談152
 ③ 行政への相談153
 1.Ⅰ.9 FS 調査予算の獲得154
 フェーズⅡ FS 段階155
 1.Ⅱ.1 事業化スケジュールの検討159
 1.Ⅱ.2 地域関係者との合意形成162
 1.Ⅱ.3 事業収支の検討164
 ① 売上高の予測165
 ② 事業費(初期費用と運用費)の積算166
 ③ 事業リスクの評価(事業収支の検討時)170
 ④ 事業収支・キャッシュフロー分析171
 1.Ⅱ.4 資金計画の策定177
 ① 資金調達方法の検討178
 ② 資金調達先・金融機関との交渉181
 ③ 補助制度の確認187
 1.Ⅱ.5 事業実施体制の確定191
 ① 事業コンセプトの再精査・確定192
 ② 事業による波及効果の評価192
 ③ 組織内・地域関係者への説明・合意形成194
 1.Ⅱ.6 事業のリスク評価(FS 終了時)196
 ① 建設段階のリスクとその対処方法の例196
 ② 運営段階のリスクとその対処方法の例199
 ③ その他全般に関するリスクとその対処方法の例202
 ④ FS 調査後、次のステップに進めるかの判断基準204
 フェーズⅢ 設計施工段階214
 1.Ⅲ.1 事業体の組成215
 1.Ⅲ.2 事業の将来計画の検討219
 1.Ⅲ.3 施設の運転管理計画の策定220
 1.Ⅲ.4 金融機関との融資契約・資金実行221
 フェーズⅣ 運転段階222
 1.Ⅳ.1 事業採算性の検証と改善223
 1.Ⅳ.2 波及効果の検証と公開224

2章 バイオマス調達に係る留意点と解決策... 225
 原料・燃料調達に関する「よくある課題」225
 フェーズⅠ 構想段階229
 2.Ⅰ.1 原料・燃料の調達可能性の検討230
 ① 原料・燃料種の特定制と資源量の調査231
 ② 燃料製造拠点の確認236
 ③ 原料・燃料規模の地域調達可能性の検討238
 フェーズⅡ FS 段階249
 2.Ⅱ.1 原料・燃料の調達可能性の調査251
 ① 原料・燃料の調達可能性および性状の調査252
 (a) 集荷可能性の調査252
 (b) 原料性状の調査258

(c) 廃掃法の取り扱いの確認266
 ② 原料・燃料の調達コストの検討267
 ③ 燃料規格対応の確認269
 ④ 燃料の製造・加工システムの検討276
 ⑤ 原料・燃料の輸送システムの検討285
 フェーズⅢ 設計施工段階286
 2.Ⅲ.1 燃料の調達契約287
 2.Ⅲ.2 燃料の調達・在庫管理計画の策定290
 フェーズⅣ 運転段階297
 2.Ⅳ.1 受入燃料の規格確認298
 2.Ⅳ.2 燃料調達条件の検証・見直し304

3章 エネルギー供給・副生物利用に係る留意点と解決策.. 305
 エネルギー供給・副生物利用に係る「よくある課題」305
 フェーズⅠ 構想段階308
 3.Ⅰ.1 エネルギー利用形態の検討309
 ① エネルギー利用先および供給形態の検討310
 ② 設備規模と投資規模の確認315
 フェーズⅡ FS 段階317
 3.Ⅱ.1 エネルギー利活用計画319
 ① エネルギー需要の調査320
 ② 既存エネルギー設備の運用実態調査(オンサイト型/マイクログリッド型)328
 ③ 導入先のインフラ、周辺環境調査(共通)330
 ④ 導入先の意向確認(オンサイト型/マイクログリッド型)332
 ⑤ エネルギー需給管理システムの検討(オンサイト型/マイクログリッド型)334
 ⑥ 系統連系の調査(広域グリッド型、オンサイト型)339
 3.Ⅱ.2 副生物の処理方法の検討340
 フェーズⅢ 設計・施工段階342
 3.Ⅲ.1 エネルギー供給契約343
 3.Ⅲ.2 FIT 事業申請(広域グリッド型)344
 3.Ⅲ.3 接続契約・売電契約(広域グリッド型)347
 3.Ⅲ.4 副生物の処理・有効利用に係る条件協議348
 フェーズⅣ 運転段階349
 3.Ⅳ.1 エネルギー供給条件の検証・見直し350
 3.Ⅳ.2 副生物の有効活用に向けた検討・調整351

4章 エネルギー変換設備に係る留意点と解決策 356
 エネルギー変換設備に係る「よくある課題」356
 フェーズⅠ 構想段階358
 4.Ⅰ.1 エネルギー変換技術の検討359
 ① 機器・技術の信頼性の確認360
 ② 設備・技術の検討367
 フェーズⅡ FS 段階369
 4.Ⅱ.1 基本設計(プラントスペック、規模選定)372
 ① システムの基本計画策定372
 ② 設備機器・メーカー選定383
 ③ 燃料の受入・貯蔵システムの検討391
 ④ 設備・工事発注スキームの検討394
 ⑤ 設備導入に係る法規制の確認と対応400
 ⑥ 立地調査400
 フェーズⅢ 設計施工段階402
 4.Ⅲ.1 設備の調達403
 4.Ⅲ.2 工事・EPC 契約405
 4.Ⅲ.3 O&M 契約407
 4.Ⅲ.4 保険契約409
 フェーズⅣ 運転段階410
 4.Ⅳ.1 システム・機器の性能評価と改善412
 4.Ⅳ.2 設備利用率の検証と改善422
 4.Ⅳ.3 安全対策423
 4.Ⅳ.4 O&M 内製化の検討428
 4.Ⅳ.5 トラブルシューティング435

全体目次

<第3部 章目次>

第3部 木質バイオマスエネルギーに係る基礎知識	441
1章 木質バイオマス原料および燃料に係る基礎知識	445
バイオマスとは.....	445
1.1 原料および燃料の種類.....	446
1.2 燃料の品質規格.....	461
1.3 伐採方法・林業機械.....	465
1.4 燃料製造設備.....	468
1.5 選別装置.....	476
1.6 原料・燃料の乾燥方法.....	478
2章 バイオマスエネルギー設備・技術に係る基礎知識	484
2.1 発電.....	484
① 直接燃焼技術(BTG/ORC).....	486
② 熱分解ガス化技術.....	535
2.2 熱利用.....	555
① 温水ボイラー設備.....	555
② 蒸気ボイラー設備.....	560
③ バイオマスボイラーに係る法令対応.....	563

第1部 持続可能なバイオマスエネルギー事業を始めるために

<第1部 章目次>

第1部 持続可能なバイオマスエネルギー事業を始めるために.....	1
1章 本書の使い方と構想から実現までの実施事項.....	5
1.1. 本書の使い方.....	5
1.2. 他のガイドライン・マニュアルとの関係性.....	9
1.3. 木質バイオマスエネルギー事業の実施事項の全体像.....	11
1.4. 持続可能なバイオマス事業のためのチェックリスト(抜粋).....	12
2章 バイオマスエネルギーの事業環境.....	17
2.1. 日本の再生可能エネルギーの現状と政策.....	17
2.2. 日本におけるバイオマスエネルギーの導入状況.....	34
2.3. 海外先進国のバイオマスエネルギーの利用動向.....	39
3章 バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業.....	51
4章 バイオマスエネルギー利用の意義.....	76
4.1. 経済(事業性)としての意義.....	77
4.2. 地域社会に対する意義.....	92
4.3. 環境に対する意義.....	100

＜第 1 部 図目次＞

図 1.1.1 本ガイドライン基礎編の構成	6	図 1.2.25 2020 年におけるドイツの家庭用の暖房熱供給源(左)と地域暖房熱供給(右)	47
図 1.1.2 本ガイドライン実践編(木質バイオマス編)の構成	7	図 1.2.26 再エネ熱源別の供給量変化	48
図 1.1.3 木質バイオマスエネルギー事業の実施事項の全体像	11	図 1.2.27 バイオエネルギーの今後の利用形態	49
図 1.2.1 地域の脱炭素化について	20	図 1.2.28 バイオガス発電設備の運転形態の変化	50
図 1.2.2 地域脱炭素化促進事業の対象イメージ	21	図 1.3.1 バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業の目指す社会像のイメージ	51
図 1.2.3 地域脱炭素ロードマップのイメージ	22	図 1.4.1 バイオマスエネルギー利用の 3 つの意義	76
図 1.2.4 再生可能エネルギー活用モデルの分類	25	図 1.4.2 バイオマスボイラーと化石燃料ボイラーの収支構造のイメージ	77
図 1.2.5 2022 年度・2023 年度におけるバイオマス発電の FIP/FIT 制度の対象	26	図 1.4.3 20 年間の収支バランス	80
図 1.2.6 電力系統における制度改革の概要	28	図 1.4.4 20 年間の収支バランス	84
図 1.2.7 ノンファーム型接続による送電線利用イメージ	29	図 1.4.5 20 年間の収支バランス	87
図 1.2.8 省エネ法が規制する分野	30	図 1.4.6 20 年間の収支バランス	91
図 1.2.9 需要サイドのカーボンニュートラルに向けたイメージと取組の方向性	30	図 1.4.7 IOW の地域経済付加価値モデルの基本概念	93
図 1.2.10 エネルギーの定義の見直しと非化石エネルギーへの転換	31	図 1.4.8 産業連鎖分析の算出イメージ	93
図 1.2.11 省エネと非化石エネルギーへの転換の関係	32	図 1.4.9 バイオマスエネルギー事業の事業性・地域経済性分析ツールの全体像	95
図 1.2.12 現在と 2030 年エネルギーミックスの電源構成	34	図 1.4.10 バイオマスエネルギー事業の事業性ツールのイメージ	96
図 1.2.13 FIT 制度におけるバイオマス発電区分の比較(2021 年 6 月時点)	35	図 1.4.11 バイオマスエネルギー事業の地域経済性分析ツールのイメージ	96
図 1.2.14 FIT における木質バイオマス発電所の稼働状況(2021 年 3 月時点)	36	図 1.4.12 バイオマス事業の開始による地域経済効果(20 年間平均値)	99
図 1.2.15 国内バイオマスボイラーの累積導入台数の推移	37	図 1.4.13 バイオマス事業の開始による地域経済効果(20 年間合計)	99
図 1.2.16 2020 年度時点の業種別木質バイオマスボイラー数(左)および製造業のボイラー導入数内訳(右)	37	図 1.4.14 バイオマスエネルギーが寄与する SDGs(赤枠部分)	100
図 1.2.17 都道府県別および熱の用途別導入台数	38	図 1.4.15 同一事業者が電熱併給事業を行う場合のシステム境界	101
図 1.2.18 世界全体の発電設備容量	39	図 1.4.16 比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界(例)(間伐材、剪定枝等の自然木を主原料としたガス化発電事業に関するオリジナルプロセス)	102
図 1.2.19 発電電力量に占める再生可能エネルギー比率の比較	40	図 1.4.17 比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界(例)(製材所廃材を原料とした直接燃焼発電事業に関するオリジナルプロセス)	103
図 1.2.20 ドイツ国内のバイオマス発電の推移	41	図 1.4.18 配分対象の決定フローチャート	106
図 1.2.21 木質バイオマスの累積設置容量	42		
図 1.2.22 未処理木材を用いるバイオマス熱電併給設備のタービンタイプごとの導入数(左)および導入容量(右)	43		
図 1.2.23 未処理木材を用いるバイオマス熱電併給設備のタービンタイプごとの平均的なサイズ	43		
図 1.2.24 バイオマス発電設備の FIT または市場プレミアムの比率	45		

＜第 1 部 表目次＞

表 1.1.1 木質バイオマスエネルギーに係るガイドライン・マニュアルの例	9	表 1.4.3 初期投資費用・O&M コストの前提条件(温水ボイラーモデル)	79
表 1.1.2 NEDO バイオマスエネルギー導入に係る技術指針・導入要件の特徴	10	表 1.4.4 熱販売価格に対する事業性の変動(助成なし)	80
表 1.2.1 第 6 次エネルギー基本計画における 2030 年度の電源構成	17	表 1.4.5 バイオマス調達コストに対する事業性の変動(助成なし)	80
表 1.2.2 第 6 次エネルギー基本計画におけるバイオマス利用に係る該当箇所(抜粋)	18	表 1.4.6 バイオマス調達コストの前提条件(蒸気ボイラーモデル)	82
表 1.2.3 地球温暖化対策推進法の主な改正点	19	表 1.4.7 エネルギー利用の前提条件(蒸気ボイラーモデル)	82
表 1.2.4 地球温暖化対策推進法における地方公共団体実行計画に係る改正点	20	表 1.4.8 初期投資費用・O&M コストの前提条件(蒸気ボイラーモデル)	83
表 1.2.5 地域脱炭素ロードマップの概要	21	表 1.4.9 熱販売価格に対する事業性の変動(助成なし)	85
表 1.2.6 地球温暖化対策計画の概要	23	表 1.4.10 年間設備利用率に対する事業性の変動(助成なし)	85
表 1.2.7 地球温暖化対策計画における具体的な温室効果ガス削減目標	23	表 1.4.11 バイオマス調達モデル	86
表 1.2.8 バイオマスエネルギーの固定買取価格	24	表 1.4.12 事業性評価に用いたエネルギー事業モデル	86
表 1.2.9 2022 年度以降の FIT 制度における地域活用要件	27	表 1.4.13 事業性評価に用いた支出項目	87
表 1.2.10 非化石エネルギーに関する省エネ法の改正案(2021 年 12 月時点)	32	表 1.4.14 熱利用率に対する事業性の変動(助成なし)	88
表 1.2.11 建築物における再生可能エネルギーの利用促進に係る方向性	33	表 1.4.15 燃料調達費用に対する事業性の変動(助成なし)	88
表 1.2.12 EEG2021 の再エネ導入目標	44	表 1.4.16 バイオマス調達モデル(ペレット製造の調達条件)	89
表 1.2.13 KWKG2020 による KWK ボーナス(セント/kWh)	46	表 1.4.17 事業性評価に用いたエネルギー事業モデル	90
表 1.2.14 KWKG2020 法による革新的再エネ熱ボーナス	47	表 1.4.18 事業性評価に用いた支出項目	90
表 1.2.15 燃料別のバイオマス発熱量と割合(2019 年)	48	表 1.4.19 熱利用率に対する事業性の変動(助成なし)	91
表 1.3.1 NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業における実証事業者一覧	52	表 1.4.20 燃料調達費用に対する事業性の変動(助成なし)	91
表 1.3.2 NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業における FS 事業者一覧(木質バイオマス)	52	表 1.4.21 産業連鎖分析における各地域経済効果項目の計算方法	94
表 1.3.3 NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業における FS 事業者一覧(メタン発酵系バイオマス)	53	表 1.4.22 エネルギー利用および原料調達に係る前提条件(バンブーエナジー株式会社)	97
表 1.4.1 発熱量あたりの燃料費(例)	77	表 1.4.23 エネルギー利用に係る前提条件(バンブーエナジー株式会社)	97
表 1.4.2 エネルギー利用の前提条件(温水ボイラーモデル)	78	表 1.4.24 エネルギーおよび原料取引価格に関する前提条件(バンブーエナジー株式会社)	97
		表 1.4.25 活動量データ収集例(廃食用油由来バイオディーゼルの場合)	103

1章 本書の使い方と構想から実現までの実施事項

1.1. 本書の使い方

背景

バイオマスエネルギーの利用が経済、環境、地域社会のそれぞれの観点で重要な役割を果たす。中でも地域社会の意義は重要であり、林業の素材生産、チップ・ペレット等の燃料加工、輸送、エネルギー利用に至るまで様々な関係者や地域産業に対してバイオマス事業の利益を波及させることができることは他の再生可能エネルギーよりも大きな優位性と言える。

これらの意義をもとに我が国では 2000 年代から木質バイオマスの熱利用や発電利用が進められてきた。特に近年は FIT 制度の影響もあり、民間事業者を中心に国産材や輸入材を燃料としたバイオマス発電および熱電併給の計画が急増した。

しかしながら、これまでの NEDO の調査では、バイオマスエネルギー事業は多くの企業や自治体が着目し計画を策定するにも関わらず、実現に至らない事例が数多く存在することがわかっている。また、運転開始まで至った事例においても安定稼働に至らず頓挫してしまうケースも少なくない。

必要な知識と情報に係る 4 つの要素

こうした背景には、バイオマスエネルギー事業を実現するまでに必要となる知識や情報が極めて多岐にわたることが挙げられる。具体的には、**(1) 事業全体**、**(2) 原料調達**、**(3) エネルギー利用・副生物処理**、**(4) エネルギー変換設備（施設自体）**のそれぞれについて数多くの選択や判断を行う必要があり、また、資金調達のために第三者から出資を受けたり金融機関から融資を受ける必要がある場合には、それら第三者や金融機関が納得する内容での選択や判断が求められるため、バイオマスに係る事業経験のない事業者が新たに始めるには高いハードルがある。

事業実現までの 4 つのフェーズ

上述の 4 つの要素における多様な知見は、検討開始から事業実現に至るまで、すなわち、**構想段階（フェーズⅠ）**、**FS 段階（フェーズⅡ）**、**設計施工段階（フェーズⅢ）**、**運転段階（フェーズⅣ）**のそれぞれで必要となる。また、資金調達が必要な場合には、それらの各ポイントで、その調達先候補（金融機関等）との協議や了承が必要となる場合も多い。多くの既存事例ではコンサルタントやメーカーなどの専門家の協力を得ながら進められているが、いずれも上記（1）～（4）の全ての知見を有している人材は限られる。また、その中で、金融機関等との交渉経験を有する人材となるとさらに限られ、交渉経験があるとしても、金融機関毎にその判断も大きく異なるため、そのような経験があるだけで安心できるわけでもない。そのため、**事業者自身も各要素に係る一定水準の知見を持ち、様々な選択肢やリスクを理解し、また、適宜金融機関等とも協議しながら検討を進めることが事業の成功のために重要**である。

本ガイドラインの構成

本ガイドラインは 70 頁程度の「**基礎編**」と 580 頁程度の「**実践編**」（**本書**）から構成されている。「**基礎編**」は本書「**実践編**」のエッセンスを取りまとめた書であり、**バイオマスエネルギー事業実施の意義や実施事項、留意事項**について概説している。特に、実施事項については、**構想段階～FS 段階**を対象に実施すべき事項と次のステップに進む判断を行うための意思決定の考え方をフローチャートで示している。ただし、実施事項および検討の順序は事業者または地域の特性によって大きく異なるため、本ガイドラインの記載は代表的なケースのみを示していることに注意されたい。



図 1.1.1 本ガイドライン基礎編の構成

(出所) みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

本書ガイドライン「**実践編**」は、**基礎編**に記載されている内容をデータや解説とともに詳述した書である。以下のとおり 3 つのパートから構成されている。

第 1 部「持続可能なバイオマスエネルギー事業をはじめめるために」では本ガイドラインおよび NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業について概説するとともに、政策動向等の事業環境、バイオマスエネルギー事業実施に係る意義（事業性、地域経済効果等）について示している。すなわち、事業開始に向けた「**動機付け**」をするパートとなっている。

第 2 部「バイオマスエネルギー事業の導入要件・技術指針」は事業の構想段階（フェーズⅠ）～運転段階（フェーズⅣ）それぞれにおける実施事項と留意事項を記載している。実施事項については、**基礎編**で示した構想段階～FS 段階の実施事項をベースに、より具体的な内容を整理している。なお、「**基礎編**」では構想段階、FS 段階といったフェーズ毎に実施事項を通読可能な構成にしたのに対し、「**実践編**」では「**全体**」、「**原料・燃料調達**」、「**エネルギー変換**」、「**エネルギー・副生物利用・処理**」の主要要素を 1～4 章とし、各章の中で構想段階～運転段階の実施事項を記載する形式を採用している。上述のとおり事業者や地域の特性に応じて進め方は異なる上、各フェーズの実施事項は前後または重複することが理由である。そのため、**構想および FS 段階の実施事項を一気通貫で把握したい読者は基礎編を利用されることを勧めたい。**

第 1 章 バイオマスエネルギー事業をはじめめるために

- 1-1. バイオマスエネルギーとは
- 1-2. バイオマスエネルギー利用の 3 つの意義
- 1-3. バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業
- 1-4. 木質バイオマス利用による経済的効果
- 1-5. 地域社会への波及効果
- 1-6. 入口と出口から考えるシステム選定【木質系】
- 1-7. 木質系バイオマスエネルギー事業実現までの流れ
- 1-8. メタン発酵事業の 2 面性
- 1-9. メタン発酵事業の地域への効果
- 1-10. 入口と出口から考えるシステム選定【メタン発酵系】
- 1-11. メタン発酵系バイオマスエネルギー事業実現までの流れ

第 2 章 構想～FS 段階の検討の流れ

- 2-0. 事業検討の進め方
- 2-1-①【木質系】構想段階の実施事項
構想段階終了時点のチェックリスト
- 2-1-②【木質系】FS 段階の実施事項
FS 段階終了時点のチェックリスト
- 2-2-①【メタン発酵系】構想段階の実施事項
構想段階終了時点のチェックリスト
- 2-2-②【メタン発酵系】FS 段階の実施事項
FS 段階終了時点のチェックリスト

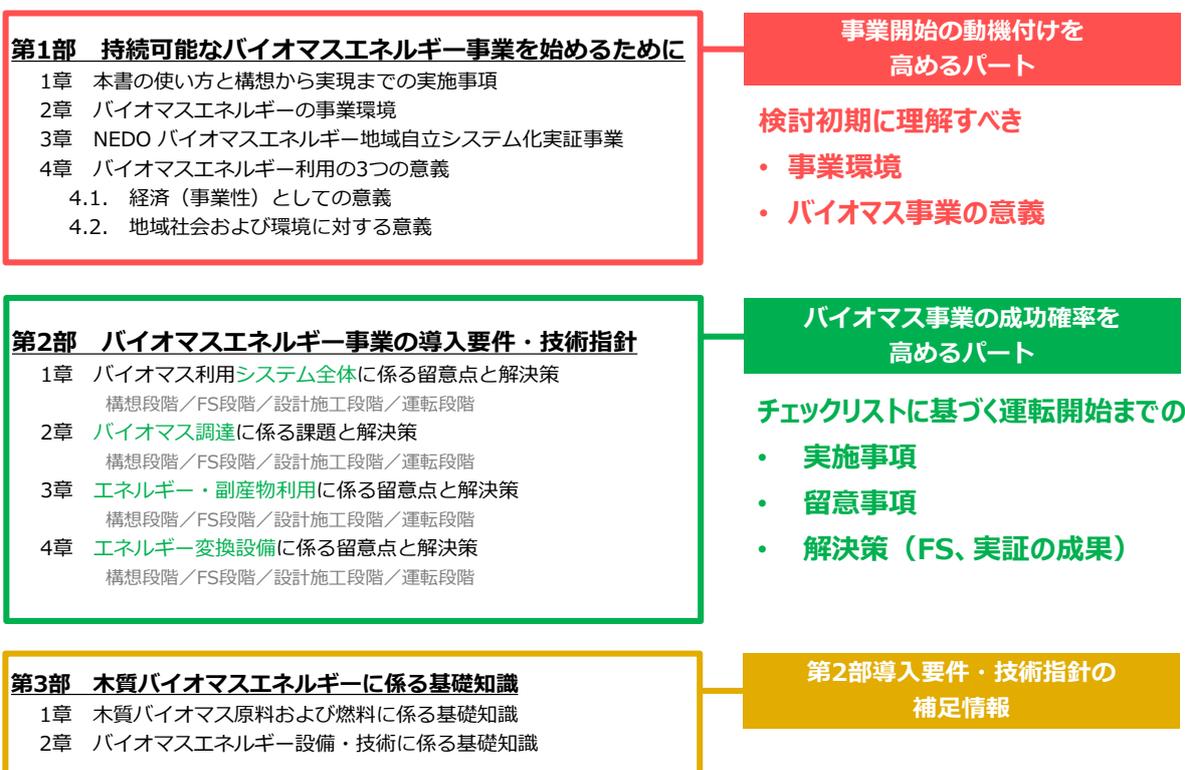


図 1.1.2 本ガイドライン実践編（木質バイオマス編）の構成

（出所）みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

留意事項については上記実施事項別に取りまとめている。情報源は文献調査の他、NEDO におけるこれまでの **150 件以上におよぶ国内外の先進事例、専門家（メーカー、コンサルタント等）へのヒアリング調査**、並びに「**バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業**」の **FS 事業・実証事業で得られた知見**に基づいている。さらに、後述するように、これからバイオマスエネルギー事業を実施する事業者が過去の先行事例で経験した「**落とし穴**」に陥ることがないように、実施事項毎の課題・リスクや留意すべき内容を可能な限り一般化した「**チェックリスト**」を策定している。そのうえで、**それぞれのチェック事項に関する解説と先進事例や FS・実証事業の成果に基づく解決策等を記載**している。このように、第 2 部はバイオマスエネルギー事業の実現（運転開始）の「**成功確率**」を高めるパートとなっている。

「**第 3 部 木質バイオマスエネルギーに係る基礎知識**」は第 2 部の補足のための参考資料としての位置づけであり、バイオマスエネルギーの原料・燃料および技術等に関する基礎的な情報を整理している。また、バイオマスエネルギー施設における具体的なエネルギー変換設備に関する選択肢や設備選定の際の留意事項についても取りまとめている。このような設備の技術的検討は専門知識を有するコンサルタントやメーカーが関与するため、本項目は必ずしも現場担当者が全て理解している必要はないが、導入を検討している設備に関し発注側（事業計画者）と受注側（メーカー、コンサルタント等）の知識のギャップを埋め、経済的かつ技術的なリスクを低減する観点から一読されることを勧めたい。

本書の記載内容に係る留意事項

本書は全体を通じてフェーズが進むにつれ情報の専門性が上がる構成となっている。例えば、構想段階では検討初期段階に必要な基礎情報を中心に整理されており、FS 段階から設計施工段階、運転段階（フェーズⅣ）と進むにつれ、具体的な調査や評価方法、個別の技術情報、実際の運転管理方法などが記載されている。なお、設計施工段階以降のパートにおいても技術等の詳細ではなく、あくまで**事業リスクを最小限に抑えるために事業者自身が認識すべき留意事項を中心に記載**しているため、設計などの具体的な技術的要素は業界団体などが策定しているマニュアルやガイドラインを参照されたい。なお、本書の文章中およびチェックリストの文字や枠の太さや色の違いが意味するものは以下のとおりである。各実施事項において、**緑太字（推奨する取り組み）** および **橙字（対象事業モデル、条件）** を追うことで対応事項を確認できる構成となっている。

本文	太字 ：重要なキーワード、リスクなど 緑太字 ：読者（事業者）のアクションに係る部分、先進事例の取り組み・工夫など 橙字 ：記載内容が対象となる読者・事業モデルの条件
チェックリスト	<input type="checkbox"/> 太字・太枠 ：重要なチェック項目 <input type="checkbox"/> 細字・細枠 ：より具体的または詳細なチェック項目

本書の使い方①：読者の現在の事業進捗に対応する必要情報・留意事項を参照

本書はこのような考えに基づき、**バイオマスエネルギー事業を計画している、または既に取り組んでいる事業者を対象に、実現までの各フェーズで知っておくべき基礎情報や留意事項について可能な限り網羅的に整理**している。

バイオマスエネルギー事業には様々な原料、技術の選択肢が存在し、事業者のリソースや規模、実施地域によって事業モデルや必要となる情報が異なることから、**本書の「第 2 部 バイオマスエネルギー事業の導入要件・技術指針」は冒頭から順に読んで頂くことを想定していない。**

まずは「基礎編」の**構想段階から運転段階までの実施事項一覧およびフローチャート**を通読の上、読者（事業者を想定）が**現在取り組んでいるフェーズにおける必要項目から参照頂く使い方を想定している。**

本書の使い方②：チェック項目からの逆引き的な利用

また、本書ではそれぞれの実施事項において、**留意すべき事項を整理したチェック項目**を提示している。これらのチェック項目は、既存の国内既存事例および「NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業」の事業者が直面した**課題および、それらの解決方法を総括したもの**となっている。チェック項目の確認を通じて、読者が**過去の失敗事例と同じ事態に陥ることを回避するとともに、有望な選択肢や工夫について認識**して頂くことを目的に策定している。

したがって、本書の重要な使い方の一つとして、最初に次頁（抜粋版）または第 2 部冒頭（詳細版）に記載している**チェック項目を確認し、「○」をつけることが難しい箇所や不明な点について、「第 2 部 バイオマスエネルギー事業の導入要件・技術指針」の対象項目を逆引き的に確認頂く**ことも想定している。その際、読者が現在取り組んでいるフェーズおよびその前段となるフェーズについて（1）～（4）の各要素のチェック項目を確認することが望ましい。本チェックリストは事業を進めるうえで、**事前にリスクと対応策の認識を促すことを主目的に策定されているため、全てのチェック項目のクリアを求めるものではない**ことにも留意されたい。

なお、逆引き的な利用の観点から**一部の記載内容は複数の実施事項に重複して記載**していることに留意されたい。

1.2. 他のガイドライン・マニュアルとの関係性

木質バイオマスエネルギーに係るガイドラインは本書以外に様々な省庁や業界団体等において策定されている。現在 Web 上で公開されている代表的なガイドライン・マニュアルは以下のとおりである。

表 1.1.1 木質バイオマスエネルギーに係るガイドライン・マニュアルの例

年次	タイトル	内容
2012 年	木質バイオマスボイラー導入・運用にかかわる実務テキスト 【林野庁 森林環境リアライズ他】	木質バイオマスボイラーを導入・運営する場合の理論・技術を体系的に整理している。バイオマスの特性を踏まえて設計・施工、運用をするうえでの留意すべき点について詳述している。
2012 年	木質バイオマスボイラー導入指針 【森のエネルギー研究所】	木質バイオマスボイラーの導入を担う行政や民間セクターの実務担当者がより円滑に、適確な木質バイオマスボイラーシステムを導入・利用するためのポイントが整理されている。
2013 年	福島県木質バイオマス安定供給の手引き 【福島県林業振興課】	木質バイオマス施設の整備に向けた実施事項や参考情報、燃料供給側と利用側双方において安定的な稼働を図るために必要となる事項等について整理している。
2014 年	バイオマスエネルギー導入ガイドブック (第 4 版) 【国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)】	既に商用化が可能となっている技術を中心に、関連する制度や施策、バイオマスエネルギーに関するデータ、導入事例や事業採算性の検討、導入施設リストを整理している。
2015 年	再生可能エネルギーを活用した地域活性化の手引き 【東京農業大学 農山村支援センター】	木質バイオマス発電や熱利用、その他太陽光、風力、水力、地熱発電などの再生可能エネルギーを活用して、山村振興(地域活性化)につなげていくための基本的な知識を整理し、計画策定や事業に向けた考え方を、先進事例の調査等をふまえて整理している。
2015 年	小規模木質バイオマス発電導入ガイドブック 【一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会】	小規模木質バイオマス発電事業について、事業化のポイントや導入の流れ、様々な技術やコスト構造モデルを整理している。
2017 年	木質バイオマス熱利用・熱電併給事例集 【林野庁】	木質バイオマスによる熱利用・熱電併給の導入拡大に向け、国内における熱利用・熱電併給の取組事例を収集し、各取組について、実施体制や燃料、熱利用施設、収支などを詳細に整理している。
2019 年	木質バイオマスによる産業用等熱利用導入ガイドブック 【一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会】	産業分野における木質バイオマス熱利用について、導入の流れや検討すべきポイント、導入によるメリット等を整理している。
2020 年	地域で広げる木質バイオマスエネルギー 【一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会】	木質バイオマスの熱利用等を地域で広く・面的に導入するためのガイドブック。面的導入のポイントやメリットだけでなく、木質バイオマスエネルギー利用にまつわるコツについても紹介している。
2020 年 (改訂)	木質バイオマス施設(発電利用・熱利用)導入ガイドブック 【一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会】	木質バイオマスエネルギーによる発電利用や熱利用を推進するため、導入に関する流れやポイント、国の支援策等について整理している。

(出所) 各種 Web 資料よりみずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

上記の他、有料文献ではあるが、以下の書籍では木質バイオマスエネルギーに関するより詳細な技術的内容も記載しており、FS のみならず、設計施工、運用段階でも有益なものとなっている。

熊崎実著「**熱電併給システムではじめる木質バイオマスエネルギー発電**(日刊工業新聞社、2016 年)」は木質バイオマスによる熱電併給(コージェネレーション)の代表的な技術について詳細に解説するとともに、チップやペレットなどの木質燃料の特性・品質規格についても解説している。

一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会編集の「**地域ではじめる木質バイオマス熱利用**」では、熱利用の意義から燃料材の特徴、熱利用に関する技術、導入までのポイントやコスト、先進事例についても詳細に解説している。

農都会議著「**実務で使うバイオマス熱利用の理論と実践**」（日本工業出版、2020年）では、バイオマス熱利用に係るエンジニアリングについて詳細に解説している。

さらに、2022年度に公開されるマニュアルとして、一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会で「**木質バイオマス熱利用（温水）計画・実施マニュアル**」が作成中である。本マニュアルは、木質バイオマス熱利用の温水ボイラーシステムおよび現在一般的に使用されている小規模ボイラー（500kW程度以下のチップ・ペレットボイラーを想定）システムを対象として、エネルギー利用システム全体の考え方や内容とともに、計画作成から、施工、維持管理・メンテナンスまでの実施の仕方や留意事項について詳細に解説しており、特に今後の熱利用システムとしてのあるべき方向を提案する技術マニュアルとなっている。

また、資源エネルギー庁による令和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テキスト**」（委託事業者：一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会）では、既存のバイオマス発電施設の調査をもとに、運転段階におけるエンジニアリングの留意事項や適性なメンテナンス、経営改善、レジリエンス強化等に係る詳細なガイドラインを策定している。

本書「NEDO バイオマスエネルギー導入に係る技術指針・導入要件」は、これらの既存のガイドライン、マニュアルを踏まえ、より「全体感」を把握するのに有益なガイドラインとして取りまとめている。本書の中心である「第2部 バイオマスエネルギー事業の導入要件・技術指針【木質バイオマス編】」では、バイオマスによる発電・熱利用の両方を対象に、構想、FS、設計施工、運転段階に至るまでの留意事項やFS・実証事業に基づく解決策、その他参考情報を広くカバーしている。言うまでもなく本書だけでは、計画者がバイオマスエネルギー事業を実現するために必要な全ての内容を網羅できないため、ガイドラインの各項目の中で、適宜上述のガイドライン・マニュアルを含む、関連文献を参照している。特に、設計施工段階および運転段階のエネルギー関連設備に係る技術的な詳細内容は、上述の2022年度公開予定のマニュアル・ガイドラインを参照されたい。

表 1.1.2 NEDO バイオマスエネルギー導入に係る技術指針・導入要件の特徴

- 主な対象読者は民間事業者（自治体担当者にも有用なものとなっている）
- 発電・熱利用を対象としている
- 構想段階～運転段階までをカバーしている（ただし、構想・FS段階に重きを置いている）
- 実現や安定稼働に向けた「リスク・落とし穴」とその解決策に焦点を当てている
- 経済性・地域経済性分析ツールを公表している
- 課題の解決策について、FS・実証事業の検討結果・成果についても取りまとめている

1.3. 木質バイオマスエネルギー事業の実施事項の全体像

木質バイオマスエネルギー事業は構想から運転まで数多くの実施事項がある。本書実践編第 2 部では、それぞれの実施事項に対する留意点や詳細情報、各種データ等を解説している。(図中緑字の番号は第 2 部実践編の対応項目)

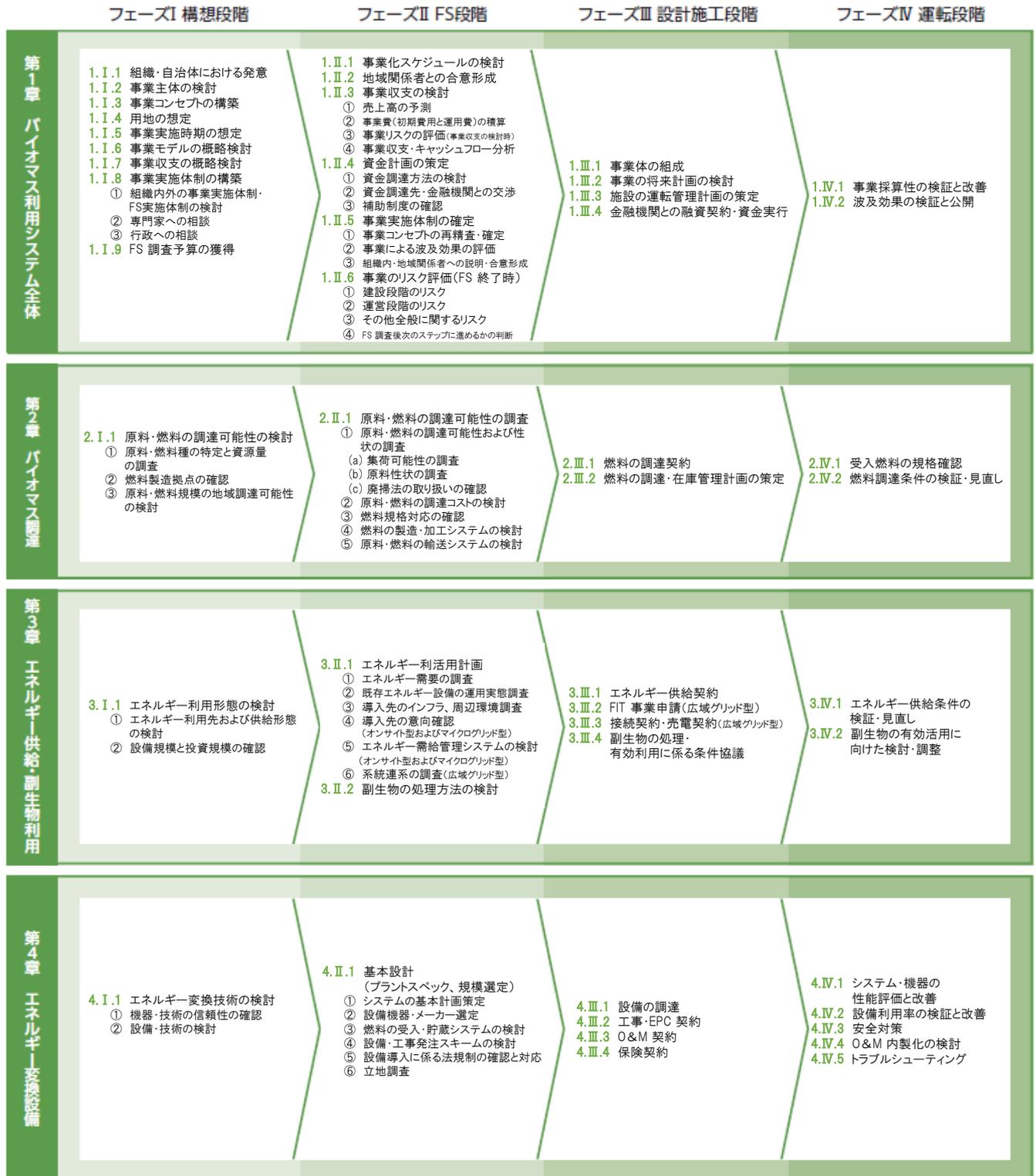


図 1.1.3 木質バイオマスエネルギー事業の実施事項の全体像

(出所) みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

1.4. 持続可能なバイオマス事業のためのチェックリスト（抜粋）

上述のチェックリストのうち、構想～FS 段階かつ特に重要なものを以下に示す。詳細は第 2 部を参照されたい。

フェーズ I 構想段階のチェックリスト（抜粋）

項番号	実施事項	留意事項	チェック	解説
1. I. 2	事業主体の検討	ビジョンのみが先行して事業主体が想定できない計画となっていないか？資金力や実行力も含めた事業主体を想定することができるか？		特に自治体事業の場合は青写真を描いたもの、実施主体をはじめとする 5 W1H が想定されていなかったため、FS の事業化に進めなかったケースが数多く存在する。事業主体が明確な場合も FS 調査費、初期投資を賄うことができる「資金力」を有するかを確認する必要がある。
		事業の実現に向けて中心的に動ける担当者が存在し、そのサポート体制も構築できているか？		事業主体が決まっても、専門的知見を有する人物の不在や、中心的な担当者が不在で、それぞれの担当がバラバラに動いた結果、プロジェクトが予定通り進捗しないことがある。
1. I. 3	事業コンセプトの構築	事業の目的が整理できているか？また、それらを関係者と共有できているか？		事業目的が整理できていないと事業計画の具体化の際に適切な選択がなされず、バイオマス利用による事業者や地域が期待するメリットが得られない、課題解決が果たせないことにつながる。また、関係者に対して事業目的を共有できていないと必要な協力が得られない他、不十分な理解により事業化段階や事業化後にトラブルになることもある。
		特定の技術・機器を前提とした計画や規模感になっていないか？交付金や補助金先行の計画になっていないか？		特定の技術の利用や補助金の取得が事業実施の主目的となり、事業実施意義の検討があまりない状態に進んだ結果、稼働後原料・燃料調達を含む関係者の協力が得られず頓挫した事例も存在するため事業実施意義を事業者自ら整理することが必要。
		地域からの反対を受けるような計画になっていないか？社会的に問題になるような計画になっていないか？		バイオマスエネルギー設備の稼働後、原料の輸送車両の往来や景観上の問題、騒音などにより住民問題に発展するケースもあるため対策が必要。また、製紙用チップや既存の木材関連業者とも原料調達の住み分けを明確にし協力関係を築かないとトラブルに発展することもある。
1. I. 4	用地の想定	地形、地質に問題はないことを確認したか？		計画地が大規模災害（地震、津波、火山噴火、水害、土砂災害、高潮など）の被災リスクの高い場所でないかどうかは、国土交通省や該当自治体（県・市町村）が提示しているハザードマップで確認ができる。
		バイオマス燃料調達範囲、周辺環境、インフラを考慮した用地を想定できているか？		施設へのアクセス道路が狭くて離合が困難である場合や、近隣に住居や学校、病院がある場合や、搬入の頻度や時間帯を考慮する必要がある。
1. I. 5	事業実施時期の想定	事業実施時期は想定できているか？		運転開始時期と建設工期が整合しない場合は、原料、副生物処理・利用、エネルギー利用を再度確認し、ショートカットできる行程があれば工期短縮の可能性を検討する。工期短縮が難しい場合は、希望する開業スケジュールで実施可能な事業形態を選択し直す必要がある。
1. I. 6	事業モデルの概略検討	原料調達・加工、設備運転、エネルギー・副生物利用・処理までの実施者や拠点が想定できるか？		ビジネスモデルを考える際は SW1H を明確化する。「Why? なぜ事業を実施するか？/Who? 誰が事業を実施するのか？/Where? どこで事業を実施するか？/When? いつ事業を実施するか？（いつまでに事業化判断が必要か？）/Which? どの技術を用いるか？/How? どのようにエネルギー・副生物を利用するか？」
		特別な許認可の必要な事業ではないか？またその取得も想定しているか？		建築廃材などの廃棄物扱いのバイオマスを収集する場合は廃棄物処理法において許認可を取得することが定められている。
1. I. 7	事業収支の概略検討	収益構造・採算性のターゲットが想定できているか？（処理費低減、売電・売熱、エネルギー費低減など）		構想段階では最低限「どの程度バイオマス燃料が調達できるか？取引価格の水準はどの程度か？」どの技術を採用するか？事業費の規模感はどの程度か？「売電や売熱の年間の規模感や取引価格の水準はどの程度か？」を整理し事業収支の概略検討を行う。
1. I. 8	①組織内外の事業実施体制・FS実施体制の検討	信頼できる技術力のある専門家・専門機関も交えたFS調査の実施体制を構築できるか？		FS調査を実施する上では、原料集荷から燃料加工、エネルギー変換・利用にわたる幅広い知識と事業化スキル・実績を有し、かつ全体のコーディネート力のある専門家に協力してもらうのが望ましい。燃料調達に関しては林業や廃棄物の法規制への理解も必要である。
	②専門家への相談	構想の具体化について専門家や専門機関・支援機関等に相談して助言を受けているか？		バイオマスエネルギーの知見を持たない担当者が理念先行で取り組み、燃料の安定調達体制や事業化体制構築、採算性の検証が不十分なまま進めた結果、資金調達の段階で計画全体の見直しを求められる、運用段階でのトラブルや事業頓挫に至ったケースも見られる。
	③行政への相談	構想について地元行政に相談や情報提供ができていますか？その上で行政の協力が得られそうか？		特にバイオマス発電のように大量の原料を必要とする事業においては原料の量的な確保や既存の流通への影響の問題もあることから、早期に都道府県の林業担当に相談に行き、構想について共有するとともに流通動向等の情報を得ることが望ましい。
1. I. 9	FS調査の調査予算の獲得	国の補助メニューの活用を含めFS予算を確保できるか？		FS調査には「簡易的な（部分的な）FS調査」と「詳細なFS調査」があり、それぞれ、100万円～1,000万円を超えるような程度の予算が必要となる。詳細なFS調査の予算が確保できなくても簡易FSで事業実現性を検討したうえで詳細なFS調査に進むことが望ましい。
2. I. 1	①原料・燃料種の特定と資源量の調査	原料および燃料の種類は特定できているか？それらが地域で調達可能なことを確認したか？		原料および燃料によって利用可能な技術やビジネスモデルは大きく異なる。また、統計上では資源のポテンシャルがあるように見えても実際には林業事業者や輸送業者の体制により調達可能な量が限られることが多い。
		原料および燃料価格の動向と他の材との競合状況を確認したか？		原料および燃料の価格は林業や製材業等の上流側の産業、並びに周辺地域の発電所などの需要によって変動する。
		地域で調達候補となる原料または燃料の性状を確認したか？		原料および燃料の性状には含水率、密度、灰分、不純物量、形状など様々な指標がある。これらがエネルギー変換設備（ボイラーやガス化設備など）に適合せずに運転トラブルが発生する事例も多数存在する。
		原料および燃料中の水分を把握したか？また、水分指標について正確に理解しているか？		重量あたりの木材の発熱量は水分が低下するにつれ増加し、乾燥した燃料の方が変換設備に投入した後、蒸発に奪われる熱量が減るためエネルギー効率が高くなる。できる限り水分が低い木材の調達、あるいは事業者自ら木材を乾燥することが望ましい。
		原料および燃料の密度を把握したか？また、体積と重量の換算方法について理解しているか？		原料およびバイオマス燃料の密度の認識が関係者間で統一できていないと取引の際にトラブルが生じる。調達契約締結に向けた交渉の際に、事業者と林業従事者、チップやベレットの取扱者との間で想定する密度の認識が異なると、取引価格にもずれが生じる。
		想定するバイオマス燃料と化石燃料の価値を比較したか？		チップやベレットは重量単位で取引される一方、化石燃料は容積単位で取引されることが一般的である。両者は熱量単位を基準に価値を比較することが重要である。なお、通常用材は容積単位の価格（円/m ³ ）で、製紙用チップは絶対重量単位の価格（円/dry-t）で取引される。
		②燃料製造拠点の確認	チップやベレットなど燃料の生産拠点を確認し、調達方法、新たな拠点整備の有無を検討したか？	
3. I. 1	①エネルギー利用先および供給形態の検討	地域の電力系統の容量が逼迫している地域ではないか？		FIT制度下で急増した太陽光発電などの他の再生可能エネルギー発電施設の導入状況によっては、地域の電力系統の容量が逼迫し、発電所の施設が建設できなかったケースが多数存在するため電力会社に確認が必要。
		熱の供給先は想定できているか？		オンサイト型の熱供給の場合は施設内または隣接地の熱の供給先に係る Long list を作成する。FS段階で調査を進めながら Short list を作成していく。
		需要先で必要な熱媒体（温水・蒸気など）や熱需要の規模感は想定できているか？		構想段階では、熱の需要先を想定するとともに必要となる熱媒体および規模感についても検討を行う。主な熱媒体としては温水と蒸気があり、それぞれ生成するプロセスや技術が異なる。
②設備規模と投資規模の確認	設備単体だけでなくシステム全体での建設費、投資規模は想定できているか？		発電機やボイラーなどのエネルギー変換設備以外に土木建築や建屋、配管などの周辺設備の費用も想定する必要がある。また土地を取得する場合は土地購入費、広域送電の場合は系統連系費用、事業者自ら原料・燃料を搬出・輸送する場合は重機・車両購入費なども必要。	
4. I. 1	①機器・技術の信頼性の確認	導入予定の機器・技術について、実証ではなく商用ベースでの導入実績があることを確認したか？		実証技術や海外で実績のある技術でも国内の商用化条件で実施したところ安定稼働ができない事例が存在する。国内の商用運転の事例の有無を確認し視察などを行ったうえで選定する必要がある。
		<熱分解ガス化設備の場合> 海外製品の場合、使用予定燃料のサンプル品を提示して海外メーカーの了解を得られているか？		海外で開発されたバイオマス機械は海外の木材の材質に最適化されているため、国内に導入した際想定外のトラブルを引き起こすことがある。また、バイオマス燃料材そのものの性状に加えて、出材や貯木の環境の影響を受ける場合がある。

フェーズⅡ FS 段階のチェックリスト（抜粋）

項番号	実施事項	留意事項	チェック	解説
1.Ⅱ.1	事業化スケジュールの検討	許認可対応、建設工期、試運転期間などに必要な期間を考慮し、無理のないスケジュールが組まれているか？		一般的に検討開始から事業化判断までに少なくとも1年以上かかるケースが多い。林業や燃料供給業者、サプライチェーン関係者の他、行政、住民等との調整次第ではさらに時間が掛かることがある。また、FIT制度の系統接続手続き、各種法規制・許認可対応、建設工事の期間も考慮する必要がある。
1.Ⅱ.2	地域関係者との合意形成	地域関係者との合意形成はできているか？		特に新規にプラントを建設する場合、地元との合意形成が得られずに建設工事が大幅に遅延したり、事業の縮小を余儀なくされたりといったことも起こりうるため、計画の初期段階から、県や市などの地元行政に適宜相談して指導を仰ぐことはもちろん、立地する地域の周辺住民に対する事業説明会を開催するなど、十分な調整を行うことが必要である。
		地域の関係者による協議会を開催し、事業の内容についての理解醸成を図っているか？		バイオマスエネルギー事業実施における、地域の関係者への理解醸成、並びに専門家からの助言を得る手段として、協議会（または推進委員会）を開催することが有効である。
1.Ⅱ.3	①売上高の予測	原料・燃料調達にかかるチェック項目に留意の上、その価格や量につき設定されているか？		バイオマスの売り上げを考えると当たっては、FIT制度を活用した発電であれば、①燃料の確保、②運用面を含む想定通りのプラント性能の発揮、③②も含めた設備稼働率、がポイントとなる。
		熱供給や副産物の販売による収入を見込む場合、そのリスクを踏まえ売上見込みを立てているか？		熱供給を行う場合や、その他の副産物の販売を行う場合には、FIT制度に基づく電力の販売とは異なり、④供給先の需要や価格等もポイントとなる。
	②事業費（初期費用と運用費）積算	メーカー等の見積を取得したうえで、将来的な追加コスト発生リスクについて考慮された一定の余裕のある建設費・O&M費積算を行っているか？		設備運転に必要なメンテナンス費は年々増加していくことを想定しておく必要がある。見積の事業性を良くするために実際には生じる大規模メンテナンスを計上しないメーカーがあるの注意が必要である。
	③事業リスクの評価（事業収支の検討時）	技術的な裏付けのある運転計画の条件をベースとした収支計画が組まれているか？		メーカーのカタログ値そのままの収支を検討すると実際とギャップがあるため、メーカーより物質収支表（ヒートマテリアル・バランス表）を入手し査定することが望ましい。
④事業収支・キャッシュフロー分析	提示された事業性分析結果は理想的な条件で計算されていないか？		メーカーやコンサルタントから提示される事業採算性に関する前提条件も理想的な数値であることもあるため前提条件や根拠を確認する。具体的には設備利用率が異常に高い値である。投入するチップやペレットの熱量が一般値より異常に高い、排水処理コストや副産物処理コストが計上されていないなどが挙げられる。	
	損益計算だけではなく、キャッシュフローの分析がなされているか？		事業収支と資金繰りは異なる問題であり、収支が確保できても資金がショートすることはあるため、損益計算だけではなくキャッシュフロー分析を行う必要がある。さらに、投資回収年、IRR、DSCRなどの財務指標を用いた財務分析を行う必要がある。	
1.Ⅱ.4	①資金調達方法の検討	資本金や本業の事業規模に対して過大な投資規模の事業となっていないか？		資本金や本業の事業規模に対する投資規模は事例によって異なるが、新規事業としてのバイオマス事業は一定のリスクを伴うことから、本業の事業規模を上回る投資は望ましくない。
		資金調達について、基本的な枠組み（融資・出資・補助金等の割合やその調達方法等）に無理はないか？		事業の実施規模と用いる技術が定まると、およその初期投資額の把握が可能となる。FS段階では、それに応じた資金調達方法を検討する必要がある。借入規模を含め、ビジネスモデルが固まった段階で金融機関と相談することが望ましい。
	②資金調達先・金融機関との交渉	資金の調達候補先との間で事業に対する理解や条件等についての協議がなされているか？		融資（借入）の場合は、事業主体の「本業」の規模やエネルギー事業の規模に応じて、金融機関からの適切な借入額を検討する必要があり、その際の指標として、売上高や利益、資産額などが用いられる。
	③補助制度の確認	設備の設計・導入に係る国、県等の補助制度や要件は確認できているか？		制度によっては目的外使用、改造、処分等を行う際は国庫納付金の支払や経済産業大臣の承認が必要な場合がある。また、委託事業の場合は事業終了時に設備を簿価で買い取る必要があることもある。その他FIT制度と併用して適用される補助制度はほとんどない。
④金融機関との融資契約・資金実行	金融機関から融資の合意が得られているか？または出資等による資金調達が可能か？		バイオマス燃料調達の安定性、機器の実績は特に重要であり、燃料調達は協定書ではなく契約書の締結を金融機関から要求される場合もある。また、バイオマス事業の社会的意義について金融機関が納得し、最大限の支援を行う意思が見られる場合は、融資ではなく出資を通じた事業参画を行うケースもある。	
1.Ⅱ.5	①事業コンセプトの再精査・確定	構想段階の事業コンセプト・ねらいからふれた計画となっているか？		FS調査を進めるにあたり、多くの場合構想段階で描いたビジネスモデルや実施規模、協力関係者の変更修正を余儀なくされ、当初構想段階で描いた本来の目的や事業コンセプトの方向性から乖離してしまうことがあるため（地域活性化目的がいつの間にかFITの売電収益目的になる等）、社内外の関係者との実施体制構築にあたり事業意義を明確化する。
	②事業による波及効果の評価	事業による地域への波及効果等の評価がされ、地域からの理解醸成に活かされているか？		サプライチェーン上流から下流までの様々な地域関係者との間で協力体制を構築する際、地域関係者へのメリットを波及効果として定量的に示すことで事業の意義の理解の促進と事業実施体制の構築を円滑にすることができる。
	③組織内・地域関係者への説明・合意形成	事業主体は確立しているか？原料調達から加工、運搬、エネルギー転換・利用までの主体は明確となっているか？		FS時点でもビジネスモデルを描いたにも関わらず、「実施者」が不在で実現に至らなかったケースや、地域関係者の協力が得られなかったケースが数多く存在する。
有資格者の選任が必要か？地域での募集は可能か？			バイオマスエネルギー事業では導入する設備や規模に応じて必要な有資格者が異なる。想定するビジネスモデルで必要となる有資格者を整理し、必要に応じて雇用計画を進める必要がある。	
1.Ⅱ.6	①建設段階のリスクとその対処方法の例	そもそも完工しない、あるいは、所期の性能を発揮しないリスクにつき認識し、可能な限りの対応が考えられているか？		国内の事例では事業に必要な許認可や土地の取得が大幅に遅延するまたは最終的に許可が下りないケースが見られる。また、工事期間中やプラント設備の発注後に、工事業者やプラントメーカーが倒産してしまう事例やプラントが完成しても燃料等の問題で想定していた稼働が実現できないことがある。
		完工が遅れる（タイムオーバー）リスク及び、その場合に生じる問題につき認識し、可能な限りの対応が考えられているか？		完工が遅れると、バイオマス燃料の供給側に迷惑をかけることとなり、プラントが完成していないにもかかわらず、燃料の引き取りは開始せざるを得なくなることもある。さらに、キャッシュインが遅れる一方で、融資への金利支払いや人件費等の経費はかかることになる。
		建設コストを中心とした建設段階にかかる費用が高む（コストオーバーラン）リスクにつき認識し、適切な予備費が計上されているか？		一般的には、建設請負契約において、発注者・受注者のどちらが負担すべきが記載されているが、その場合に、発注者の負担となる場合が記載されていることが多い。また、タイムオーバーが生じた場合にもコストが高むこととなる。これらのリスクを踏まえ、建設請負契約の条項を交渉したり、適切な予備費を確保するなどの対応策を講じておくことが望ましい。

項番号	実施事項	留意事項	チェック	解説
1. II. 6	② 運営段階のリスクとその対処方法の例	当初予定した調達する燃料の量・価格・質が事業期間中維持されるための対応が取られているか？		国内では、一般的には燃料調達先との間で、拘束力のない協定書を締結することが多いが、その場合、燃料の量や価格・質に関して変動するリスクを負ってしまう。燃料供給先と事業期間中において燃料の量・価格・質を固定した燃料供給契約を結ぶことができることが望ましい。
		燃料調達先との契約の維持（倒産などへの対応も含む）につき、可能な限り対応が考えられているか？		安定調達の契約を締結できたとしても、調達先に長期間を維持できないとあまり意味がない。したがって、まずは十分な燃料の賦存量を確認するとともに、競合プラントが出現した先に競合先と、不測の事態に供給条件の変更を迫られる可能性を低減すべく、まずは燃料調達先と強固な関係を築くことが重要である。
		稼働後に故障その他により初期の性能を発揮しないリスクにつき認識し、可能な限りの対応が考えられているか？		不測の事態が生じた場合に備えて、費用負担やメーカーや工事業者との契約における保障条件や内容を十分に検討しておく必要がある。稼働開始後の外部環境の変化などによる追加コストは必ず発生するという前提の元、例えば、予備費用として収益の5%以上準備しておくことが望ましい。
		メーカーの倒産や部品在庫等の問題により、メンテナンスを適正に受けられないリスクにつき認識し、可能な限りの対応が考えられているか？		特に海外のメーカーの機材を用いる場合には、本国から部品等を運搬するのにコストや時間がかかったり、技術者の出張も必要となる場合は、そのコストも大きなものとなる場合がある。メーカーの倒産リスクについては、まずは信用力について可能な限り調査したうえで、可能であれば海外の信用調査機関等も活用することも有効である。
		熱供給を行う場合や、その他副産物を販売・処理する場合に、その需要や価格（処理コスト）の見積りは適正にできているか？		化石燃料価格の変動への対処方法は、燃料価格、熱供給価格を長期間固定化する手法が有効である。また、先行事例では化石燃料のサーチャージとして料金を設定しているケースもある。
	③ その他全般に関するリスクとその対処方法の例	熱供給先や副産物の販売先（処理委託先）との契約の維持（倒産などへの対応も含む）につき、可能な限り対応が考えられているか？		FIT制度下の売電と異なり熱供給や副産物の販売、あるいは副産物の処理については、相手方との契約次第で、量も価格も変動する。場合によっては、供給・販売や処理を事業期間中に断られることもある。これらのリスクは、まずは、相手方との契約内容の交渉により可能な限り排除することが望ましい。
		自然災害等の不可抗力による事業への影響につき、適切な対応が考えられているか？		自然災害やメーカーや工事業者に責任を問うことができないようなプラントの不具合などの不可抗力についても、各種契約において、誰がその負担を行うのかを決めておく必要がある。これらのリスクは保険でカバーすることが一般的である。
		法令遵守等コンプライアンス面について、事業期間中に維持できる体制が構築されているか？		法令遵守等のコンプライアンス面の問題を起して稼働停止期間が生じると業績にダメージが生じるだけでなく、問題によっては周辺住民の排斥運動に発展する恐れも否定できない。法令遵守などは専門的な事項も多いため、それらを理解し実行できる人材が必要であり、日ごろの従業員教育に加え、有資格者が必要な場合もある。
		ジョイントベンチャーにて他者と共同して事業を行う場合、意見が対立した場合における取り決めが適切になされているか？		JVを組成する場合、当初はコンセンサスが醸成された旨が考えられていても、事業が進むにつれて意見がずれ違ひ事業遂行に影響が出ることもある。そのため、例えば出資者間協定の形で、それぞれの役割分担や意思決定方法等を定めておくことが重要である。
	④ FS調査終了後、次のステップに進めるかの判断	事業性、実施体制、原料調達・エネルギー供給等の事業リスクを踏まえ事業化が可能か？（設計施工段階に進むことができるか？）		1. 採算性が確保できるか？、2. 実施体制が構築できているか？、3. 原料バイオスの調達ができるか？、4. エネルギー需要を確保できるか？、5. 資金調達の蓋然性は高いか？を確認の上、事業化を判断する。
2. II. 1	① (a) 集荷可能性の調査	季節変動による調達量に大きな影響はないか？		燃料用を含む木材は一般的に季節変動が存在し、地域によって流通状況や季節変動は異なる。そのため、特定の月や年間総量だけでなく、毎月の調達可能量を基に事業規模および原料、燃料ポートフォリオを検討する必要がある。
		<森林未利用材を利用する場合> 地域の森林成長量や林道整備状況、林業活動などの実状を踏まえ、持続可能なバイオス調達が見込まれるか？		持続的な森林バイオス利用のためには、成長量の範囲内かつ木材のカスケード利用を前提とした利用を行う必要がある。また、林道の距離を踏まえても長期的に調達が困難にならないか、伐採後の再造林・更新が担保されているか確認する必要がある。
		地域の林業事業者、輸送業者の体制的に十分集荷可能な量か？		原料および燃料の賦存量≠調達可能量であり、実際に伐採を行う林業事業者や輸送業者の体制がボトルネックになることが少なくない。また、製紙用チップや製材用も含めた燃料用以外の木材サプライチェーンに影響を与えない範囲で調達しないと持続可能な事業とならない。
	① (b) 原料性状の調査	導入予定のエネルギー変換技術で要求される燃料規格を理解しているか？		ボイラー、ガス化などのエネルギー変換設備は、メーカーの設備毎に使用可能な燃料規格が定められている。指定の規格が守られていない場合は、灰量の増加、定格出力の低下、搬送系のトラブル、故障に繋がる。
		① (c) 廃掃法の取扱いの確認	原料の廃掃法上の取扱いは整理されているか？ 事業・設備・車両の許認可対応は大丈夫か？	
	輸送・加工・利用の上での周辺環境への影響はないか？ 近隣からの理解は得られるか？			特に廃棄物系のバイオスの場合は原料や燃料の加工、輸送による騒音、悪臭などが住民問題となることがあるため、住民説明会などを開催し合意形成を行う必要がある。
	② 原料・燃料の調達コストの確認	周辺地域の木材需要を踏まえ、中長期にわたり安定的な価格で原燃料を取引可能か？		チップやベレット向けの原料木材供給業者は零細企業が多く拘束力のある契約締結が困難な場合が多い。そのため、バイオス発電施設が集中するエリアや、近隣に大型輸出港を有するエリアでは他の木材需要家の事情に応じて調達価格や量が不安定になるケースがある。バイオスエネルギー事業の実施体制に原料・燃料供給側も参画させることで安定化を図る事例も見られる。
		③ 燃料規格対応の確認	ボイラー・発電設備等の燃料規格に対応した燃料を生産できる設備・体制を取ることができるか？	
	<熱分解ガス化設備の場合> ガス化発電設備は日本の樹種等への規格対応は実機レベルで長期の検証がなされているか？			欧州規格のチップやベレットで安定稼働を確認できたガス化設備でも、日本の国内地域の樹種では欧州規格の品質を満たしたにも関わらず安定稼働ができないケースが少なからず存在する。日本国内での商用運転の実績を確認する必要がある。
	投入時に要求される燃料の水分率管理のための貯留、乾燥設備を採用しているか？			ガス化設備の安定稼働のためにはバイオス燃料の成分・形状・水分・強度などの品質要素について加工・保管・輸送・設備内の搬送・投入までを適切に管理する必要がある。特に水分管理は重要で、製造時は仕様の水分率を満たしていても、輸送中や貯蔵中に空気中の水分を吸収し、投入時点で仕様の範囲外の水分率まで上昇することによるトラブルが多い。
<熱分解ガス化設備の場合> 篩によって選別される不適合品の割合を把握し、それらの処理・活用工程まで考えられているか？			ガス化設備の安定稼働のためには燃料の形状も重要であり篩分け装置の導入が必要となる。ただし、同装置ではじかれたバイオス燃料は発電に利用出来ない発電用燃料を購入していることと同等であり、これが有価で利用できないと採算性が悪化する。	
	ベレットを混焼する場合、炉内温度の上昇や通風設備の負余力を踏まえた適切な混焼率を設定しているか？		もともと木質チップベースで設計されたボイラーでベレットを混焼させる場合、ベレットの方が高発熱量であるため、炉内温度の上昇や、ガス量やガス性状の変化により通風設備の負余力を超過することで運転トラブルが発生する可能性がある。	

項番号	実施事項	留意事項	チェック	解説
2. II.1	④燃料の製造・加工システムの検討	ボイラーや発電設備の燃料規格に適合した燃料製造、加工が可能なシステムか？		ボイラーや発電設備（BTG、ガス化等）のエネルギー変換設備はそれぞれ利用可能な燃料性状（水分率、形状、成分など）があり、通常品質規格で担保される。未利用資源や低質資源の利用や乾燥プロセスの簡易化などの燃料の低価格化に重きを置きすぎると設備が許容可能な燃料品質の範囲を逸脱してトラブルが生じることがある。
		燃料品質や原料種を重視しすぎて生産設備に過剰投資をしていないか？ 燃料生産設備の採算性を確認したか？		地域材の地産地消や高品質規格を重視し過ぎて事業規模に対して過大な燃料生産設備の投資となり、採算性が悪化するケースがある。燃料生産の採算性を高めるには自社利用だけでなく面的な供給も検討することが重要。その他、無理にチッパー等の設備を購入せずにレンタル・チャーターすることも有効。
		有価物として取り扱う場合、輸送費以上の取引価格となっているか？		輸送距離が長いと輸送費により事業性に影響が発生するため、可能な限り近距離からの原料・燃料調達望ましい。輸送費を低減する方法として、トラック容量と貯蔵設備の拡大による往復回数の削減、帰りの活用、その他森林未利用材の場合は中間土場などの物流を踏まえた加工サイトの工夫が考えられる。
		1日のトラック搬入回数が把握されているか？通学路等に影響がないか検討されているか？		稼働後は廃棄物などを輸送する運搬車がプラント周辺を多数往來するため、近隣住民から騒音や悪臭などに関するクレームが発生し事業停止に至った例もある。事業化判断前に行政と連携し住民合意をする必要がある。
3. II.1	①エネルギー需要調査	<オンサイト型の場合> 季節別、時間帯別、複数年の傾向の熱・電気需要特性と必要な供給条件が把握できているか？		エネルギー需要は1日の時間帯、曜日、月単位でも変動するため、エネルギー供給を行う場合は、複数年の傾向からレギュラーな要素を除いて平均的な需要を把握し最適な条件を検討する。熱利用の場合は供給候補先の熱性状スベック（温度帯、圧力等）を把握する。熱需要が少ない場合は低温排熱も含めた熱の需要創出も検討することが望ましい。
		②既存エネルギー設備の運用実態調査（オンサイトおよびマイクログリッド型）	既存システムの更新時期や老朽化の状況などは確認できているか？	
	③導入先のインフラ、周辺環境調査（共通）	既存システムで現在使用している化石燃料の量・費用など把握したうえで、需要者にメリットのある熱供給の仕組みをつくれるか？		熱需要調査はまず最初に年間の月別重油消費量を把握し、年間の熱需要カーブを作成する。次に1日の需要パターンを分析し、必要熱量の最大値と最小値を把握する。そのうえで、ボイラー規模、並びに蓄熱タンクの規模などの設備構成を決定する。
		周辺環境に悪影響のない事業モデルとなっているか？		居住地に近い燃料の搬送や投入、機器の運転による騒音・振動・臭気、粉塵が原因で稼働開始後に住民とのトラブルに発展したケースや、計画時点で住民反対により頓挫したケースもある。場所によっては、こうした課題の一義的な解決が難しい場合があるが、住民が被るリスクに対して真摯かつ「目に見える形」で対応することで理解を促していく必要がある。
	④導入先の意向確認（オンサイトおよびマイクログリッド型）	法規上の離隔距離を適正に確保できているか？		ボイラーをはじめとする燃焼設備を用いる場合は消防法および自治体の火災予防条例において、設備配置における離隔距離が定められている。
導入先のバイオマス利用目的と合致したビジネスモデルとなっているか？			需要家がバイオマスエネルギーを利用する背景は、経済性、地域貢献、CO2対策、SDGsやESG対応など様々であり、供給側がこれらのニーズを理解しWin-Winの関係にならないと持続的な事業にならない。また、例えばバイオマスボイラーの導入はユーザリテイの面で一般的には化石燃料ボイラーに劣ることが多いため、こうしたリスクについても伝え、対応策を検討する必要がある。	
⑤エネルギー需給管理システムの検討（オンサイトおよびマイクログリッド型）	導入先の担当者に対して事業目的や役割、管理方法は明確に伝わっているか？		市町村や経営者の意向でバイオマスボイラー等を導入したが、実際に設備を運営する現場担当者との温度差が生じ円滑な運営ができない事例がある。特に指定管理者に導入背景や目的、バイオマスボイラーの管理方法などが十分伝わっておらず、設備トラブルや運転管理への支障が生じている事例も散見される。	
	<オンサイト型およびマイクログリッド型熱利用の場合> 需要規模に対して過大な需給管理システムが導入されていないか？		バイオマスボイラーは柔軟な出力調整に適していないため、需要変動に合わせた対策が必要になるが、まずは需要先設備の省エネ・断熱や運用方法の見直しといった安価かつ簡易な方法でピークカットできる場合が多い。そのうえで、蓄熱槽の導入を含めた需給管理システムを検討する。	
3. II.2	副生物の処理方法の検討	<オンサイト型およびマイクログリッド型熱利用の場合> バックアップや貯蔵システムの組み合わせによる特に熱の需給管理のシステムが構築されているか？		設備トラブルによって熱供給が滞るリスクをゼロとすることは難しいため、従来の化石燃料ボイラーをバイオマスボイラーに置き換える場合は、既存の化石燃料ボイラーをバックアップボイラーとして残すことが望ましい。
		焼却灰等副生物の処理先や価格が想定できているか？		バイオマスの燃焼灰は肥料としての活用の検討が進みつつあるが、現時点では都道府県から産業廃棄物として扱われ肥料利用の許可が下りない事例が多い。そのため、灰の販売収益を過剰に想定せずに産業処理の場合で採算が取れるか確認が必要。
4. II.1	①システムの基本計画策定	燃料の成分、塩素やシリカ分、アルカリ金属、灰分、水分を踏まえた適切な技術・機器選定がされているか？		アルカリ金属類が多い場合は炉内でグリタが発生し、塩素や硫黄が多い場合は腐食が生じる。また、灰分が多い場合は灰だし装置の仕様に影響することがある。
		建屋やサイロは土木建築費やハンドリング等も踏まえた適切な仕様、レイアウトとなっているか？		施設内でのバイオマス燃料の動線、最短経路、経路が長いとマテリアルトラブルの可能性が高まる。国内のバイオマスエネルギー施設で発生するトラブルの約7割はマテリアルハンドリング絡みと言われている。マテリアルハンドリングトラブルの要因は、バイオマス燃料のサイズのばらつきが影響することが多い。
		発生する燃焼ガスの性状に応じて、排ガスの処理装置等の検討がなされているか？		バイオマス燃料の種類（廃棄物系かそれ以外か）によって発生する排ガス性状が異なるため、それぞれに適した排ガス処理装置を導入する必要がある。
		<熱利用の場合> 熱需要のピークに合わせて無理に過大な規模が選定されていないか？		国内事例では、熱需要に対して過大な規模のボイラーに投資したため事業性が悪化するだけでなく低負荷運転によるボイラー劣化を引き起こしたケースが多い。熱需要のピークに合わせてボイラー規模を選定するのではなく、蓄熱槽や貯湯槽の組み合わせ、並びに断熱材や運転方式の工夫によりピークカットしたうえで適度な規模を選定することが重要。
		<熱の自家消費、外部供給の場合> 熱需要にあわせて供給熱量を制御できるシステムになっているか？		設備の熱出力は一定である一方で、熱需要は必ず変動するため余剰熱を処理できないと設備は停止してしまう。熱需要の変動が大きい場合、複数設備の設置による導入パターンも有効である。
		<熱の外部供給の場合> 熱供給先への販売熱単価は妥当か？異常に高い設定になっていないか？		バイオマスの持つ熱量からボイラー効率を考慮し、実際に化石燃料と同じ熱量を得るのに要したバイオマスの価格を踏まえ、購入者にメリットがもたらされる価格を設定する。

項番号	実施事項	留意事項	チェック	解説
4. II. 1	②設備機器・メーカー選定	特定の設備やメーカーを前提とせずに事業内容、特に地域で調達可能な燃料に合致した選択をしているか？		機器選定に係るコンサルタントがメーカーの関係者である場合もあり、機器選定の中立性を確認する。計画初期段階から特定の設備やメーカーに定めて共同で事業を進めた結果、最終的に導入した技術とバイオマス燃料がマッチせずに運転管理に問題が生じたケースが既存事例で散見される。対象とする設備が要求する燃料規格や性状を確認し、その燃料を地域で調達または生産可否を確認したうえで具体的な検討に進むことが望ましい。
		国内での商用実績およびメンテナンス性も確認したうえで設備選定を行っているか？		海外で実績がある技術や実証を終えたばかりの技術でも国内の商用運転条件では安定稼働できないことがある。また、運転管理の際のメンテナンスしやすさや、メーカー・代理店のメンテナンス体制の観点も考慮する必要がある。
		メーカー納期遅延に対する事業開始遅れのリスクが契約で担保されているか？		メーカー側の納期が遅れ1年以上遅延した事例も存在する。納期遅延は事業性に大きな影響を及ぼすだけでなく、大幅に遅れた場合、投資家が資金を引き上げることもある。なお、国内では海外のメーカーに設備を発注し、FOB時にほとんどの金額を支払ったが、工事中でメーカーが倒産したことで10億円を超える損失が発生した事例が存在する。
		タールの発生に対して適切に対処できているか？		熱分解ガス化設備ではタール（有機物の熱分解で生じる黒褐色の油状物）が設備運転に障害を及ぼすことがある。そのため、必要に応じ付加的なタール除去対策（ガス改質炉・スクラバー・ガスクリーニングフィルターの設置等）を施す。
		海外製品を利用する場合、事業内容や地域特性、法律への対応を考慮して採用しているか？		海外製品の場合、部品交換が必要な際に数か月程度かかるケースもある。また、海外メーカーは電気事業法や労働安全衛生法など設備設計に必要な法規制に対応できていない場合があるため、販売代理店を含め知見を有しているかを確認する。その他、ORC設備など大型の設備は分割して運ぶ際に道路運送車両法で定められたサイズ・重量の制約がある。
		年間設備利用率（発電量）の実績、国に樹種との相性を確認したか？		熱分解ガス化設備の場合は海外で実績があっても、国内で安定稼働できないケースが多々あるため国内での年間設備利用率の確認が必要である。特に、欧州製の高圧設備が要求する欧州の燃料規格の品質を満たしても国内樹種では安定稼働できないケースがあるため、メーカー側に想定する地域の原料を送付し運転試験を行うことが望ましい。
③燃料の受入・貯蔵システムの検討	燃料の搬入、施設での運転パターンを踏まえた適切なサイロの規模が設定されているか？		建屋やサイロの設計は第一に燃料運搬車両がスムーズに入れるか、無理のないレイアウトとなっているかを確認のうえサイロの規模を設定する。また、日本では土木建築にかかる費用が割高である。長期貯留の場合は地下ピット設置費用が相当額かかることになり、きちんとコスト計画に入れておく必要がある。	
	搬入時の粉塵発生に対する設備対応や近隣対策は考えられているか？		施設にバイオマス燃料を搬入する際に粉塵が飛散することにより近隣住民に迷惑をかけることがある。住民の洗濯物に粉塵が付着し、苦情やトラブルに発展するといった事例が少なくない。	
	適切な燃料受入・貯蔵の装置設計されているか？（燃料供給輸送装置、燃料貯留装置、燃料投入装置）		バイオマス燃料受入装置、用役供給装置（助燃油、薬品類等）、搬出装置等の設備配置計画や設備仕様を決定するにあたっては、事前に各車両の型式や大きさ等を設定する必要がある。	
	搬送系および貯蔵システムにおける燃料中の水分率の増加や微粉化に適切に対処できているか？		燃料生産時は設備の要求する乾燥水準となっても、輸送時や貯蔵時に平衡水分率まで戻ったことでトラブルが発生した事例が多数存在する（特にベレットが多い）。貯蔵段階で設備の排熱を生かした予備乾燥することも有効。ベレットを利用するタイプの熱分解ガス化設備の場合、微粉が炉内でトラブルを引き起こすことがある。多くの場合、微粉が発生するのはサイロからガス化炉投入口までの燃料の搬送時である。	
④設備・工事発注スキームの検討	設計・工事の発注の場合の大まかな仕様と発注方式は明確になっているか？		発注方式はEPC契約か分離発注のいずれかを選択する。発注者が初めて事業に挑む場合、発注者単独で設計を行うことは事実上不可能であるため、現在は一括発注方式（EPC方式）を採用するケースが多く見受けられる。なお、分離発注は発注側に十分な技術的知見があることが前提であり、実際には国内では事例が少ないのが現状である。	
	契約書において契約不適合責任や免責事項が明確になっているか？		分離発注は設備のイニシャルコストを抑えるための有効な手段の一つであるが、契約書で契約不適合責任や免責事項を明確にしておかないと運転開始後にトラブルが生じた際に、どの発注先（設備）の責任かが曖昧となり多大な人的コストが生じることになる。	
	単なる価格競争ではなく、バイオマス利用設備の設計への正しい理解のある企業主体が受注するための発注プロセスが検討できているか？		国内では特に自治体为主导する公共事業においてバイオマスエネルギー施設の設備設計に応募可能な事業者の資格や条件が決まっていることあるが、大手企業しか対応できないような厳しすぎる要件が含まれると、かえってバイオマスエネルギー設備の知見を有する企業が関与できない場合がある。	
⑤設備導入に係る法規制の確認と対応	採用するエネルギー変換設備に必要な法規制に対応できているか？		エネルギー変換設備の種類と規模によって必要な法規制対応が異なる。例として熱利用ボイラーの場合は労働安全衛生法、発電事業の場合は電気事業法、外部熱供給（21G/h）の場合は熱供給事業法、その他建築基準法、消防法および大気汚染防止法なども届出などが必要となる。	
⑥立地調査	<新規のプラントを建設する場合> 自然条件、自治体や住民の対応、リスク有無、原材料確保および用地費等で適地であるか？		自然条件によるリスクはハザードマップや外部不動産鑑定会社への調査委託などで基礎的な事項を把握できる。土地の地盤が脆弱な場合は造成費用や開発費用が発生する。また、計画地が文化財保護法における埋蔵物文化財包蔵地である場合は、届出と事前協議が必要となる。	
	発電機、冷却設備の規模に応じた用水の確保が可能な用地であるか？		ボイラー等の冷却のために大量の用水が必要となる。井水が得られない場合は、冷却水を得るために遠方から配管で引水することとなり、初期費用が増大する。	

2章 バイオマスエネルギーの事業環境

2.1. 日本の再生可能エネルギーの現状と政策

(1) 共通

①ゼロカーボン宣言

2020年10月26日、菅総理大臣（当時）は所信表明演説において、2050年カーボンニュートラルを目指すことを宣言した。さらに2021年4月に開催された気候サミットにおいて、2050年カーボンニュートラルの長期目標と総合的で野心的な目標として、2030年度には温室効果ガスを2013年度比46%削減することを宣言するとともに、さらに50%の高みに向けて挑戦を続けていく決意を表明した¹。新しい目標は、2020年3月にパリ協定に沿って提出した「国が決定する貢献（NDC）」²で示された2013年度比26%削減を大きく上回るものとなった。本宣言を踏まえ、以下に示すような脱炭素化および再生可能エネルギーの導入を加速させる各種政策が策定されることになった。

②第6次エネルギー基本計画

エネルギー基本計画は、エネルギー政策基本法に基づいて策定される、エネルギーの需給・利用等に関する中、長期政策の基本指針である。2021年10月には、上記2050年のカーボンニュートラル目標を踏まえ、第6次エネルギー基本計画が閣議決定された。今回の計画では再生可能エネルギーを主力電源化として最優先の原則の下で、第5次計画以上に大幅に拡大していく方向性が掲げられ、2030年度の電源構成のうち再生可能エネルギーは36～38%、バイオマスは5%を担うとする方向性が示された。

表 1.2.1 第6次エネルギー基本計画における2030年度の電源構成

		(2019年 ⇒ 旧ミックス)	2030年度ミックス (野心的な見通し)			
省エネ		(1,655万kl ⇒ 5,030万kl)	6,200万kl			
最終エネルギー消費(省エネ前)		(35,000万kl ⇒ 37,700万kl)	35,000万kl			
電源構成	再エネ	(18% ⇒ 22~24%)	太陽光 6.7% ⇒ 7.0% 風力 0.7% ⇒ 1.7% 地熱 0.3% ⇒ 1.0~1.1% 水力 7.8% ⇒ 8.8~9.2% バイオマス 2.6% ⇒ 3.7~4.6%	36~38%*	※現在取り組んでいる再生可能エネルギーの研究開発の成果の活用・実装が進んだ場合には、38%以上の高みを目指す。 (再エネの内訳) 太陽光 14~16% 風力 5% 地熱 1% 水力 11% バイオマス 5%	
	発電電力量: 10,650億kWh ⇒ 約9,340 億kWh程度	水素・アンモニア		(0% ⇒ 0%)		1%
		原子力		(6% ⇒ 20~22%)		20~22%
		LNG		(37% ⇒ 27%)		20%
		石炭		(32% ⇒ 26%)		19%
		石油等		(7% ⇒ 3%)		2%
(+ 非エネルギー起源ガス・吸収源)						
温室効果ガス削減割合		(14% ⇒ 26%)	46% 更に50%の高みを目指す			

(出所) 経済産業省「エネルギー基本計画の概要」³

¹ 外務省 日本の排出削減目標 https://www.mofa.go.jp/mofaj/ic/ch/page1w_000121.html

² 日本のNDC <http://www.env.go.jp/press/110060/116985.pdf>

³ <https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211022005/20211022005-2.pdf>

第 6 次エネルギー基本計画では、バイオマス発電は、災害時のレジリエンスの向上、地域産業の活性化を通じた経済・雇用への波及効果大きいなど、地域分散型、地産地消型のエネルギー源として多様な価値を有するエネルギー源であるとしている。一方で、再生可能エネルギーとして唯一燃料調達が必要であり、発電コストの大半を燃料費が占めているという特徴についても言及している。このため、バイオマス発電の導入拡大に向けては、限りあるバイオマス燃料の安定調達と持続可能性を確保しつつ、燃料費の低減を進めることが課題としている。こうした課題を克服し、地域での農林業等と合わせた多面的な推進を目指すために、次の方針を示している。

表 1.2.2 第 6 次エネルギー基本計画におけるバイオマス利用に係る該当箇所（抜粋）

燃料ポテンシャルの拡大

国産木質バイオマス燃料の供給拡大に向け、バイオマス関係省庁が連携して早生樹や広葉樹等の燃料材に適した樹種の選定や、地域に適した育林手法等の実証、木質バイオマス燃料の品質規格の策定等による市場取引の活性化等の取組を推進し、燃料費の低減と燃料材が重要な収益機会になりつつある林業者の経営の安定化の両立を図る。

持続可能性の確保

バイオマス燃料の持続可能性を確保するため、FIT・FIP 制度においては、環境、社会、労働、ガバナンスの観点に加え、食料との競合、ライフサイクル温室効果ガスの排出量等の観点について専門的・技術的な検討を踏まえ策定する持続可能性基準を満たした燃料を利用することを求めていく。加えて、既に認定を受けた案件について、事業計画に沿った事業を行っていないことが確認された場合、再エネ特措法に基づき指導、改善命令、必要に応じて認定取消しを行い、適切に事業を行うことを求めていく。

熱利用・熱電併給の推進とコスト低減

バイオマス発電及び熱利用等について、森林資源の保続が担保された形での木質バイオマスの熱利用・熱電併給に向けた施策を推進するとともに農山漁村再生可能エネルギー法等を通じて積極的に推進し、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導入を進めていく。加えて、家畜排せつ物、下水汚泥、食品廃棄物などのバイオマスの利用や、耕作放棄地等を活用した燃料作物バイオマスの導入やコスト低減を進める。2022 年 4 月以降も引き続き FIT 制度が適用されるバイオマス発電は、地域活用要件の一つとして熱電併給を行うことが求められる。特に、大規模なバイオマス発電を中心に、競争を通じてコスト低減が見込まれるものについては、安定的かつ持続可能な燃料調達を前提に、FIP 制度に基づく入札制を通じて、コスト効率的な導入を促す。

(出所) 経済産業省「第 6 次エネルギー基本計画」を基に作成

③地球温暖化対策推進法

地球温暖化対策推進法（以下、温対法）は、温暖化対策を国・地方自治体・事業者・国民が一体となって取り組んでいくために制定された法律である。温室効果ガスの排出量に対する報告義務や排出量抑制等について規定している。

2021 年 3 月には上述の 2050 年のカーボンニュートラル目標を踏まえ、7 回目の改正となる「地球温暖化対策の推進に関する法律の一部を改正する法律案」が閣議決定された⁴。主な改正点は以下のとおりである。

⁴ <http://www.env.go.jp/press/109218.html>

表 1.2.3 地球温暖化対策推進法の主な改正点

①パリ協定・2050年カーボンニュートラル宣言を踏まえた基本理念の新設

「パリ協定」の目標や「2050年カーボンニュートラル宣言」が基本理念として法に明確に位置付けられた。政策の方向性や継続性を明確に示すことで、あらゆる主体（国民、地方公共団体、事業者等）に対し予見可能性を与え、取組やイノベーションを促進する。

②地域の再エネを活用した脱炭素化を促進する事業を推進するための計画・認定制度の創設

地方公共団体実行計画に、施策の実施に関する目標を追加するとともに、市町村は地域の再エネを活用した脱炭素化を促進する事業（地域脱炭素化促進事業）に係る促進区域や環境配慮、地域貢献に関する方針等を定めるよう努めることとする。

③脱炭素経営の促進に向けた企業の排出量情報のデジタル化・オープンデータ化の推進等

一定以上の温室効果ガスを排出する事業者に係る算定報告公表制度について、電子システムによる報告を原則化することで利便性向上を図るとともに、開示請求の手続なしで公表される仕組みとし、公表までの期間を以前の「2年」から「1年未満」に変更している。これにより、企業の排出量情報が広く活用されるようになる基盤を整え、企業の脱炭素への前向きな取り組みが評価されやすい環境を作る。

(出所) 環境省「5回 地域社会における持続的な再エネ導入に関する情報連絡会」資料を基に作成

このうち、「②地域の再エネを活用した脱炭素化を促進する事業を推進するための計画・認定制度の創設」についてはバイオマスエネルギーの今後の導入拡大に特に重要となる。

後述するゼロカーボンシティをはじめとする各地方自治体では、現地域資源である再エネの活用に積極的に取り組んでおり、その際、脱炭素化のみならず地域経済の活性化や、災害に強い地域づくりなど、地域の便益となる再エネ事業を目指している。一方、再エネ事業に対する地域トラブルも見られるなど、地域における合意形成が課題となっている。

これを踏まえ、今回の改正において温対法に基づく地方公共団体実行計画制度を拡充し、地域の環境保全や地域の課題解決に貢献する再エネを活用した「地域脱炭素化促進事業」を推進する仕組みを創設することで、地域の合意形成を円滑化しつつ、地域の脱炭素化を促進する方針を示した。併せて、実行計画で定める再エネの利用促進等の施策について、適切な実施目標の設定を促進するとした。

なお、地方公共団体実行計画では、①再エネの利用促進、②事業者・住民の削減活動促進、③地域環境の整備、④循環型社会の形成の4カテゴリについて施策の実施目標を定める必要がある（第21条第3項第5号）。①の再エネについて、基本的には、各地方公共団体の再エネポテンシャルを最大限活用する観点から、再エネ導入容量（kW等）を、再エネ種別ごとに設定することが考えられる。再エネ以外の施策（②～④）については、施策の実施状況の進捗管理を適切に行えるようなKPIとしての目標を設定することが想定されている。

表 1.2.4 地球温暖化対策推進法における地方公共団体実行計画に係る改正点

<p>1. 都道府県の地方公共団体実行計画制度の拡充</p> <p>(1) 都道府県は、地方公共団体実行計画において、その区域の自然的社会的条件に応じた再エネ利用促進等の施策に関する事項に加えて、施策の実施に関する目標を定めることとする（第 21 条第 3 項）。</p> <p>(2) 都道府県は、地方公共団体実行計画において、地域の自然的社会的条件に応じた環境の保全に配慮し、省令で定めるところにより市町村が定める促進区域の設定に関する基準を定めることができる（第 21 条第 6 項及び第 7 項）。</p> <p>2. 市町村の地方公共団体実行計画制度の拡充</p> <p>(3) 指定都市・中核市・特例市は、地方公共団体実行計画において、その区域の自然的社会的条件に応じた再エネ利用促進等の施策に関する事項に加えて施策の実施に関する目標を定めることとする（第 21 条第 3 項）。</p> <p>(4) 上記以外の市町村も、(1)の施策及びその実施に関する目標を定めるよう努めることとする（第 21 条第 4 項）。</p> <p>(5) すべての市町村は、上記の事項を定めている場合において、協議会も活用しつつ、地域脱炭素化促進事業（※1）の促進に関する事項として、促進区域（※2）、地域の環境の保全のための取組、地域の経済及び社会の持続的発展に資する取組等を定めるよう努めることとする（第 21 条第 5 項）。</p> <p>3. 地域脱炭素化促進事業の認定</p> <p>(6) 地域脱炭素化促進事業を行おうとする者は、事業計画を作成し、地方公共団体実行計画に適合すること等について市町村の認定を受けることができる（第 22 条の 2）。</p> <p>(7) (1)の認定を受けた認定事業者が認定事業計画に従って行う地域脱炭素化促進施設の整備に関しては、関係許可等手続のワンストップ化（※3）や、環境影響評価法に基づく事業計画の立案段階における配慮書手続の省略といった特例を受けることができる（第 22 条の 5～第 22 条の 11）。</p>

- ※1 再エネを利用した地域の脱炭素化のための施設（地域脱炭素化促進施設）として省令で定めるものの整備及びその他の地域の脱炭素化のための取組を一体的に行う事業であって地域の環境保全及び地域の経済社会の持続的発展に資する取組を併せて行うもの(第 2 条第 6 項)。
- ※2 環境保全に支障を及ぼすおそれがないものとして環境省令で定める区域の設定に関する基準に従い、かつ、都道府県が定めた場合にあつては都道府県の促進区域の設定に関する環境配慮基準に基づき定めることとなる。(第 21 条第 6、7 項)
- ※3 自然公園法に基づく国立・国定公園内における開発行為の許可等、温泉法に基づく土地の掘削等の許可、廃棄物処理法に基づく熱回収施設の認定や処分場跡地の形質変更届出、農地法に基づく農地の転用の許可、森林法に基づく民有林等における開発行為の許可、河川法に基づく水利使用のために取水した流水等を利用する発電（従属発電）の登録。
- (出所) 同上

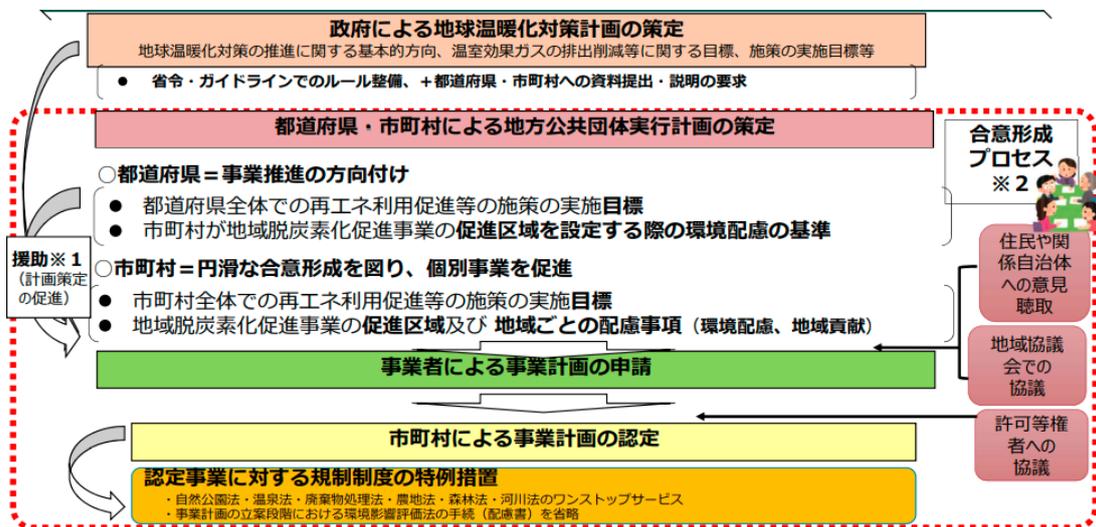


図 1.2.1 地域の脱炭素化について

- ※1 国及び都道府県は、市町村に対し、地方公共団体実行計画の策定及びその円滑かつ確実な実施に関し必要な情報提供、助言その他の援助を行うよう努める（第 22 条の 12）。
- ※2 住民その他の利害関係者や関係地方公共団体の意見聴取（第 21 条第 10 項及び第 11 項）や、協議会が組織されているときは当該協議会における協議が必要（第 21 条第 12 項）。協議会は、関係する行政機関、地方公共団体、地域脱炭素化促進事業を行おうとする者等の事業者、住民等により構成。
- (出所) 同上

また、上述の「地域脱炭素化促進事業」については、再エネを利用した地域の脱炭素化のための施設（地域脱炭素化促進施設）として省令で定めるものの整備及びその他の地域の脱炭素化のための取組を一体的に行う事業であって、地域の環境保全及び地域の経済社会の持続的発展に資する取組を併せて行うものを、「地域脱炭素化促進事業」として定義（第2条第6項）。地域脱炭素化促進事業の対象として、現在検討されているものは下図のとおりであり、バイオマスは再エネ発電施設、並びに再エネ熱供給施設において重要なエネルギー源として位置づけられている。

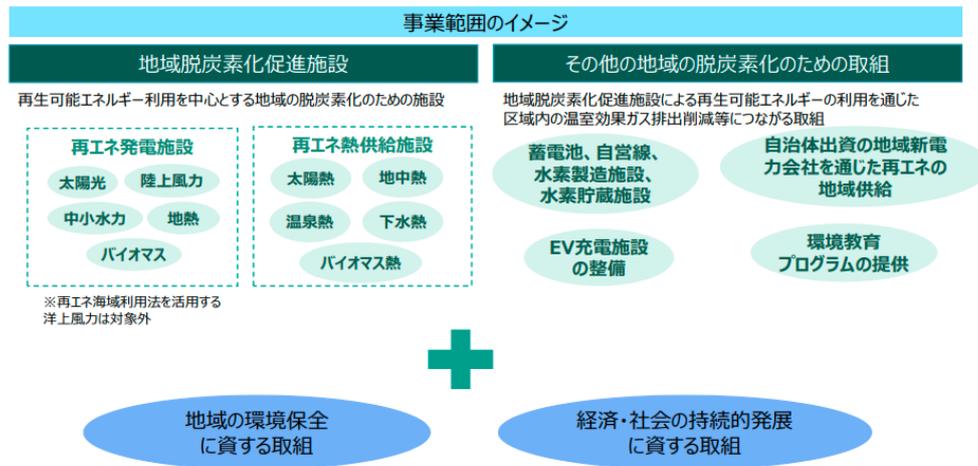


図 1.2.2 地域脱炭素化促進事業の対象イメージ

(出所) 同上

④ 地域脱炭素ロードマップ・ゼロカーボンシティ

国と地方が協働・共創して 2050 年までのカーボンニュートラルを実現するため、地域の取組と国民のライフスタイルに密接に関わる分野を中心に脱炭素方策を議論する場として 2020 年 12 月に「国・地方脱炭素実現会議」が設置され、2021 年 6 月に「地域脱炭素ロードマップ」が策定された。本ロードマップの概要は以下のとおりであり、今後 5 年間での政策を総動員し、2030 年度までに少なくとも 100 か所の「脱炭素先行地域」を作るとしている。

表 1.2.5 地域脱炭素ロードマップの概要

<p>(1) 足元から 5 年間に政策を総動員</p> <p>1. 2030 年度までに少なくとも 100 か所の「脱炭素先行地域」をつくる。</p> <p>※脱炭素先行地域では、民生部門（家庭部門及び業務その他部門）の電力消費に伴う CO2 排出実質ゼロまで削減し、さらに運輸部門や燃料・熱利用等も国全体の削減目標と整合するレベルに削減することを目指す。IoT 等も活用し、取組の進捗や排出削減を評価分析し、透明性を確保する。</p> <p>2. 全国で重点対策を実行（自家消費型太陽光、省エネ住宅、ゼロカーボンドライブなど）</p> <p>(2) 3 つの基盤的施策</p> <p>1. 人材・情報・資金の継続的・包括的支援スキーム構築（地方支分部局が水平連携して支援実施）</p> <p>2. ライフスタイルイノベーション（排出見える化や、ふるさと納税の返礼品としての地域再エネ活用など）</p> <p>3. ルールのイノベーション（風力発電の環境アセスの最適化や、地熱発電の開発加速化など）</p> <p>(3) モデルを全国に伝搬し、2050 年を待たずに脱炭素達成（脱炭素ドミノ）</p>
--

(出所) 環境庁「地域の脱炭素化の促進について（改正地球温暖化対策推進法等）」⁵を基に作成

⁵ <https://www8.cao.go.jp/kisei-kaikaku/kisei/conference/energy/20210907/210907energy12.pdf>

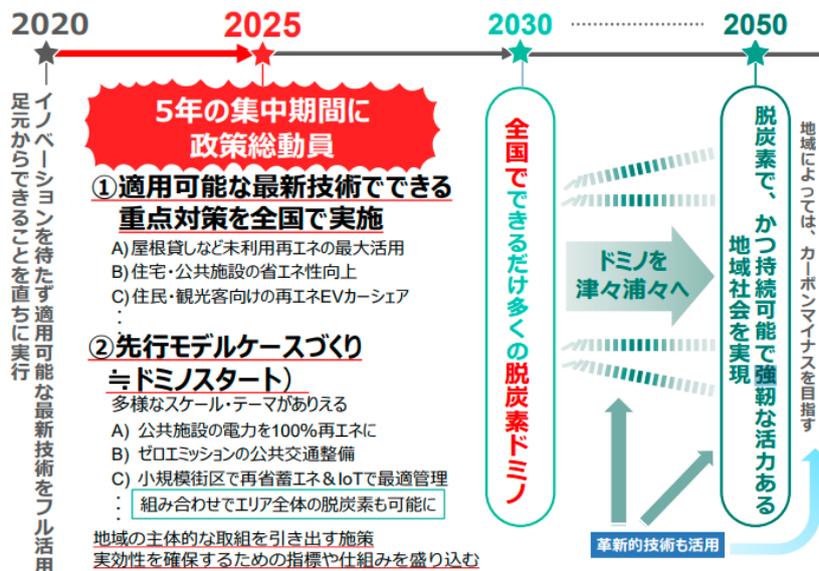


図 1.2.3 地域脱炭素ロードマップのイメージ

(出所) 環境庁「ゼロカーボンシティの関連施策について」

上記を踏まえて、ゼロカーボンシティを目指す地方公共団体に対し、情報基盤整備、計画等策定支援、設備等導入を一気通貫で支援するための施策として「地域脱炭素移行・再エネ推進交付金」が提供される予定である。

2022年1月時点で「2050年までに二酸化炭素排出実質ゼロ」を表明した自治体は、534自治体(40都道府県、319市、15特別区、134町、26村)に上り、それぞれ取り組みを進めている。今後、カーボンニュートラルの実現に重要な再生可能エネルギー事業に関しては、自治体が積極的に再生可能エネルギー活用事業に関与し、地域内での円滑な合意形成を図りやすい基盤を整えている⁶。

⑤地球温暖化対策計画

地球温暖化対策計画は、地球温暖化対策推進法に基づく政府の総合計画となっている。上述の2030年度に温室効果ガス46%削減するという新たな目標を踏まえて5年ぶりに改訂され、2021年10月に閣議決定した。本計画は二酸化炭素以外にも含む温室効果ガスの全てを網羅し、新たな2030年度目標の裏付けとなる具体的な対策・施策について記載している。

⁶環境省 地方公共団体における2050年二酸化炭素排出実質ゼロ表明の状況 (<https://www.env.go.jp/policy/zerocarbon.html>)

表 1.2.6 地球温暖化対策計画の概要

<p>再エネ・省エネ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 改正温対法に基づき自治体が促進区域を設定 → 地域に裨益する再エネ拡大（太陽光等） ● 住宅や建築物の省エネ基準への適合義務付け拡大 <p>産業・運輸など</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 2050年に向けたイノベーション支援→2兆円基金により水素・蓄電池など重点分野の研究開発と社会実装を支援 ● データセンターの30%以上省エネに向けた研究開発・実証支援 <p>分野横断的取組</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 2030年度までに100箇所以上の「脱炭素先行地域」を創出（地域脱炭素ロードマップ） ● 優れた脱炭素技術等を活用した、途上国等での排出削減→「二国間クレジット制度：JCM」により地球規模での削減に貢献
--

(出所) 環境省「地球温暖化対策計画 概要」⁷を基に作成

この中で、2030年46%の削減目標を達成するための各セクター別、削減手法別の具体的な目標を下表のとおり提示している。エネルギー起源のCO₂の2030年の削減目標は従来目標である25%減から45%減に大幅に引き上げられ、このうち得に排出量が多い産業部門、業務・その他部門、家庭部門はそれぞれ38%減、51%減、66%減となっている。

表 1.2.7 地球温暖化対策計画における具体的な温室効果ガス削減目標

温室効果ガス排出量・吸収量 (単位：億t-CO ₂)	2013排出実績	2030排出量	削減率	従来目標
	14.08	7.60	▲46%	▲26%
エネルギー起源CO ₂	12.35	6.77	▲45%	▲25%
部門別				
産業	4.63	2.89	▲38%	▲7%
業務その他	2.38	1.16	▲51%	▲40%
家庭	2.08	0.70	▲66%	▲39%
運輸	2.24	1.46	▲35%	▲27%
エネルギー転換	1.06	0.56	▲47%	▲27%
非エネルギー起源CO ₂ 、メタン、N ₂ O	1.34	1.15	▲14%	▲8%
HFC等4ガス（フロン類）	0.39	0.22	▲44%	▲25%
吸収源	-	▲0.48	-	(▲0.37億t-CO ₂)
二国間クレジット制度（JCM）	官民連携で2030年度までの累積で1億t-CO ₂ 程度の国際的な排出削減・吸収量を目指す。我が国として獲得したクレジットを我が国のNDC達成のために適切にカウントする。			-

(出所) 同上

⁷ <http://www.env.go.jp/earth/211022/mat02.pdf>

(2) バイオマス発電に係る政策動向

① 固定価格買取制度 (FIT 制度)

買取価格

現状、バイオマス発電は2012年から開始された上述のFIT制度により導入支援が進められている。2022年1月には2023年度までの調達価格が以下のとおり発表されている。2022年度は10,000kW以上の一般木質バイオマス発電とすべての液体燃料バイオマス発電は価格入札によるFIP制度のみ対象となり、2023年度には2,000kW以上のバイオマス発電がFIP制度（非入札）に移行する予定である。

表 1.2.8 バイオマスエネルギーの固定買取価格

一般木材等 (2,000kW 未満)

	(参考)2021年度	2022年度	2023年度
FIT調達価格(注1)	24円/kWh+消費税	24円/kWh+消費税	24円/kWh+消費税
FIP基準価格(注2)		24円/kWh	24円/kWh
調達期間/交付期間	20年間	20年間	20年間

一般木材等 (2,000kW 以上 10,000kW 未満)

	(参考)2021年度	2022年度	2023年度
FIT調達価格(注1)	24円/kWh+消費税		
FIP基準価格		24円/kWh	24円/kWh
調達期間/交付期間	20年間	20年間	20年間

一般木材等 (10,000kW 以上)・液体燃料)

	(参考)2021年度	2022年度	2023年度
FIT調達価格	入札制		
供給価格上限額	18.5円(事前非公表)		
FIP基準価格(注3)		入札制(事前非公表)	入札制
調達期間/交付期間	20年間	20年間	20年間

未利用材 (2,000kW 未満)

	(参考)2021年度	2022年度	2023年度
FIT調達価格(注1)	40円/kWh+消費税	40円/kWh+消費税	40円/kWh+消費税
FIP基準価格(注2)		40円/kWh	40円/kWh
調達期間/交付期間	20年間	20年間	20年間

未利用材 (2,000kW 以上)

	(参考)2021年度	2022年度	2023年度
FIT調達価格(注4)	32円/kWh+消費税	32円/kWh+消費税	
FIP基準価格		32円/kWh	32円/kWh
調達期間/交付期間	20年間	20年間	20年間

建設資材廃棄物

	(参考)2021年度	2022年度	2023年度
FIT調達価格(注4)	13円/kWh+消費税	13円/kWh+消費税	13円/kWh+消費税
FIP基準価格(注2)		13円/kWh	13円/kWh
調達期間/交付期間	20年間	20年間	20年間

一般廃棄物その他バイオマス

	(参考)2021年度	2022年度	2023年度
調達価格(注4)	17円/kWh+消費税	17円/kWh+消費税	17円/kWh+消費税
基準価格(注2)		17円/kWh	17円/kWh
調達期間/交付期間	20年間	20年間	20年間

メタン発酵バイオガス発電

	(参考)2021年度	2022年度	2023年度
調達価格(注4)	39円/kWh+消費税	39円/kWh+消費税	35円/kWh+消費税
基準価格(注2)		39円/kWh	35円/kWh
調達期間/交付期間	20年間	20年間	20年間

(注1) 地域活用要件あり。ただし、沖縄地域・離島等供給エリアは地域活用要件を求めない。

(注2) 50kW以上のみFIP制度を選択可能。

(注3) 液体燃料については50kW以上。

(注4) 2022年度は10,000kW未満かつ地域活用要件あり。2023年度は2,000kW未満かつ地域活用要件あり。ただし、沖縄地域・離島等供給エリアは、10,000kW未満の地域活用要件を求めない。

FIT制度の抜本見直し

2012年に開始されたFIT制度は、同制度の前提となる「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」において、2020年度末までにFIT制度の抜本見直しを行う旨が規定されている。そのため、2019年9月以降、総合資源エネルギー調査会/基本政策分科会/再生可能エネルギー主力電源化制度改革小委員会において、①電源特性に応じた支援制度、②地域に根差した再生可能エネルギー導入の促進、③再生可能エネルギー主力時代の次世代電力ネットワークの構築といった観点から、FIT制度の抜本見直しの検討が進められてきた。

再生可能エネルギーが主力電源になるためには、将来的にFIT制度等による政策措置がなくとも、電力市場でコスト競争に打ち勝って自立的に導入が進み、規律ある電源として長期安定的な事業運営が確保されなければならない。他方、再生可能エネルギーには、地域の活性化やレジリエンス強化に資する面もあることから、地域で活用される電源としての事業環境整備も重要とされている。そこで、資源エネルギー庁では再生可能エネルギーの活用モデルを①競争力ある電源と②地域で活用される電源の2つに分類し、それぞれの「自立」に向けた制度や政策措置の在り方を検討、2022年度より①の電源については順次FIT制度からFIP制度へ移行し、②の電源については引き続きFIT制度を適用するものの、認定の取得にあたっては地域活用要件を満たしていることが求められることとなった。

①競争力ある電源への成長モデル

- コスト競争力ある電源として、**卸電力取引市場や相対契約による市場取引**で勝ち残り、全国大で活用される電源
- インバランスリスクや出力制御など**発電事業者としての然るべき責務**を負い、信頼度の高い設備運用や事業体制により、**安定的に電力供給可能な長期安定電源**
- 系統制約の中でも、入札制度等と併せて計画的かつ効率的に配置されていく電源

②地域で活用される電源としてのモデル

- 地域でエネルギー供給構造に参加する事業者が、各電源の特性に応じ、**地域政策**や他の分散型エネルギーとの連携、**自家消費**等を進めることにより、**効率的なエネルギー利用や産業・雇用創出など地域活性化を促す小規模な分散型電源**
- 系統への負荷を抑制するとともに、災害時・緊急時における地域のレジリエンス強化に資する電源

図 1.2.4 再生可能エネルギー活用モデルの分類

(出所) 資源エネルギー庁 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会資料

バイオマス発電の新規認定で FIP 制度対象とする領域

2021 年度の調達価格等算定委員会では、バイオマス発電について、2022 年度に地域活用電源となる電源の規模は 10,000kW 未満とすることが取りまとめられている（ただし液体燃料を原料とするバイオマスは除く）。バイオマス発電については、稼働期間全体にわたって燃料を要することから、一般的に、コスト全体に占める燃料費の割合が大きく、高コスト構造にあることが理由となっている。一方で、10,000kW 以上の大規模設備は、以下のような特徴がある。

- 一般木材等・一般廃棄物その他バイオマスなどの複数の区分において発電効率がが高く、相対的に低コストでの事業実施が可能（そのため十分な競争状況が整っている一般木材等・液体燃料については、10,000kW 以上が 2018 年度より入札制に移行済み）
- バイオマス発電は、安定的に発電可能で調整しやすいことから、発電予測が比較的容易、需要側が単体の電源から安定した電気を調達しやすい、調整力としても活用しやすい。

そのため、上記委員会では再生可能エネルギーの自立化へのステップとして、FIP 制度により早期に電力市場へ統合していく方向性が示された。FIP 制度が開始される 2022 年度は、新規認定で同制度のみ認められるバイオマス発電の対象を、一般木質等バイオマス発電の 10,000kW 以上、すべての容量の液体燃料バイオマス発電とし、FIP 基準価格は現行の FIT 制度と同様に入札によって決定されるものとした。また、自然変動電源である太陽光発電でも 2022 年度から 1,000kW 以上は FIP 制度のみ認められることをふまえ、2023 年度には 2,000kW 以上の一般木質等バイオマス発電とその他燃料のバイオマス発電は FIP 制度のみが対象となり、2,000kW 未満のバイオマス発電については地域活用要件を満たした FIT 制度か FIP 制度を選択できるものとして、2022 年 1 月の調達価格算定委員会できりまとめられた。これらの電源の FIP 基準価格については入札を行わないものとしている。

バイオマスの新規認定における FIT 制度対象領域の取扱い

FIP 制度により早期に電力市場へ統合していく「10,000kW 以上のバイオマス発電」以外のバイオマス発電については、2022 年度より後述する地域活用要件を満たす限りは新規認定として FIT 制度を認める方針が示されている。すなわち、2022 年度に FIT 制度の新規認定を認める対象は、10,000kW 未満かつ地域活用要件を満たすものに限定することになった。

2023 年度以降の FIT 制度の取扱いは、2,000kW 未満の一般木質等バイオマス、その他のバイオマス発電について適用され、これらの電源は FIP 制度の認定を受けることも選択可能とした。

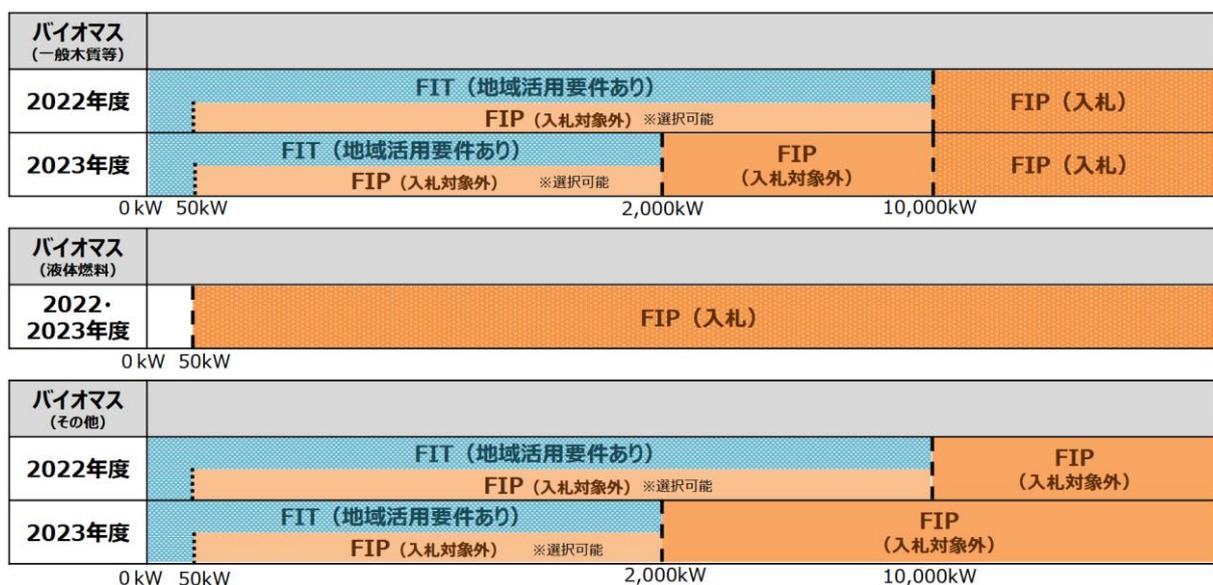


図 1.2.5 2022 年度・2023 年度におけるバイオマス発電の FIP/FIT 制度の対象

(出所) 資源エネルギー庁「調達価格等算定委員会」

地域活用要件

2022 年度より一定規模未満のバイオマス発電、地熱発電、中小水力発電の FIT 認定では、自家消費型・地域消費型の地域活用要件および地域一体型の地域活用要件が適用されることとなった。一定規模未満のバイオマス発電で FIT 認定を取得する際は、以下の①②の要件のいずれかを満たすことが必要となる。

表 1.2.9 2022 年度以降の FIT 制度における地域活用要件

① 自家消費型・地域消費型の地域活用要件（以下のいずれか）

- 当該事業計画に係る再生可能エネルギー発電設備により発電される電気量の少なくとも 3 割を自家消費するもの。すなわち 7 割未満を特定契約の相手方である電気事業者に供給するもの。
- 当該事業計画に係る再生可能エネルギー発電設備による電気を再生可能エネルギー電気特定供給により供給し、かつ、その契約の相手方にあたる小売電気事業者または登録特定送配電事業者が、小売供給する電気量の 5 割以上を当該発電設備が所在する都道府県内へ供給するもの。
- 当該事業計画に係る再生可能エネルギー発電設備により算出された熱を、原則として常時利用する構造を有し、かつ、当該発電設備により発電される電気量の少なくとも 1 割を自家消費、すなわち 9 割未満を特定契約の相手方である電気事業者に供給するもの。

ここで、自家消費では自家消費比率を把握するため、発電電力量を記録することが求められる。また、小売供給の状況については、小売電気事業者または登録特定送配電事業者の協力によって必要な書類の添付等をすることが求められる。

② 地域一体型の地域活用要件（以下のいずれか）

- 当該事業計画に係る再生可能エネルギー発電設備が所在する地方公共団体名義（第三者との共同名義含む）の取り決めにおいて、当該発電設備による災害時を含む電気または熱の当該地方公共団体への供給が位置づけられているもの。取り決めには法律に基づいて当該発電設備に係る認定を地方公共団体が行うものを含む。
- 地方公共団体が自ら事業を実施または直接出資をするもの。
- 地方公共団体が自ら事業を実施または直接出資する小売電気事業者または登録特定送配電事業者に、当該事業計画に係る再生可能エネルギー発電設備による電気を再生可能エネルギー電気特定卸供給により供給するもの。

②基幹系統の利用ルールの見直し状況

上述の固定価格買取制度等における政策支援策の他、我が国において脱炭素化を進めるためには、再生可能エネルギーのさらなる導入が必要であり、導入拡大に向けて電力系統の整備が必要とされている。資源エネルギー庁の「再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会次世代ネットワーク小委員会」には、電力系統の整備にかかる投資額は増大するものの、再エネの接続可能量が増加することで発電コストが低減するなど、トータルでの再エネ導入コストを低減するものとして電力系統に係る制度改革の方針を示した。

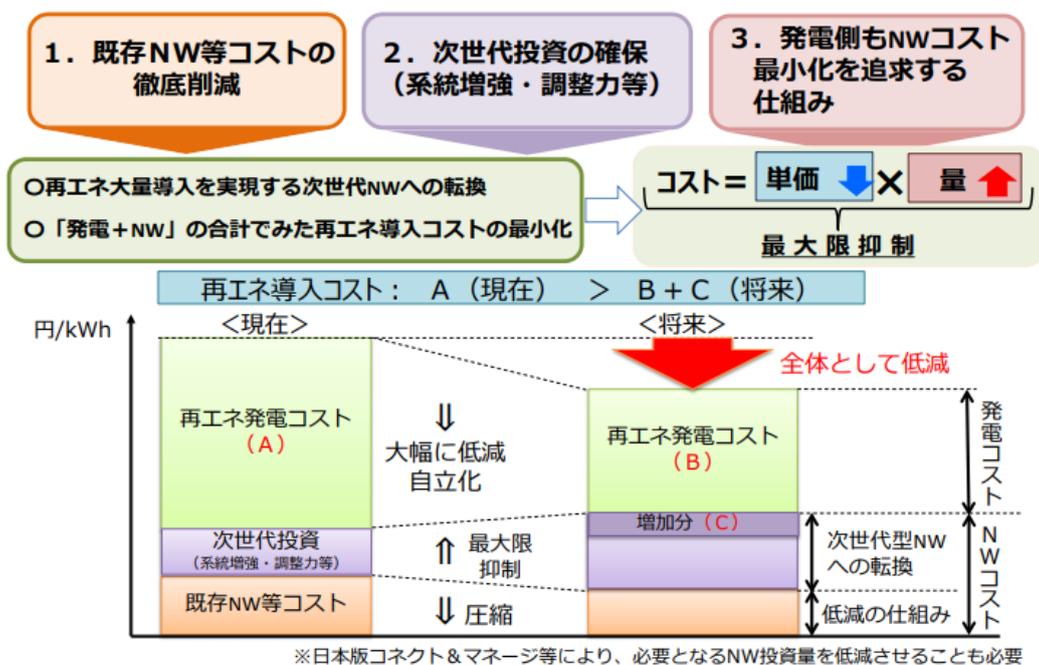


図 1.2.6 電力系統における制度改革の概要

(出所) 資源エネルギー庁 第4回再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会

このうち、既存の電力系統への再エネの接続可能量増加に向けた制度改革として、「想定潮流の合理化」、「N-1 電制」、「ノンファーム型接続」の3つの改革があり、総じて「日本版コネクト&マネージ」と称されている。特に「ノンファーム型接続」は、電源を新たに系統へ接続する際、局所的な発電量・送電量の増大によって系統設備の容量を超過する場合に、出力制御を課されることを条件に接続を認める仕組みである。これまでは系統を利用する際、接続契約の申し込み順に容量を確保する「先着優先ルール」が採用されている。そのため現行のルールでは再生可能エネルギー等を新たに導入するために系統への接続申し込みした際、空き容量がない場合は系統増強工事を行わなくてはならないという課題が存在した。

しかしながら、先着優先ルールにおいて確保される系統容量は各発電設備の最大出力相当かつ、一部の系統設備の故障時に他の系統設備に回り込む電力量を想定したうえで計上されるため、実際は送電線を通る電力量は変動し、夏季冬季の電力需要・発電量のピーク時以外は空き容量が存在することがほとんどである。こうした発電設備の最大出力や電力量の回り込みを想定した空き容量の算定は、一部の系統設備が故障を起点に、他の設備の容量を超過するような連鎖的な故障を引き起こし、大規模な停電事故を発生を防ぐために適用されていたものであるが、近年の再エネ導入量の拡大や、オンラインでの出力制御技術の実装によって、実際の系統の空き容量を柔軟に活用できるノンファーム型接続導入に向けた制度設計が進められている。

ノンファーム型接続は、2019年9月から千葉エリア、2020年1月から北東北エリアと鹿島エリアで施行型として先行して実施されており、2021年1月より全国の空き容量のない基幹系統を対象に契約申し込みが開始、2022年4月より原則すべての新規電源が基幹系統を対象としたノンファーム接続とすることが決定し、リードタイムを考慮した2024年頃までに系統の混雑管理・出力制御システムの開発完了を目指している。基幹系統とは各送配電エリアにおける送電圧の上位2系統とされており、基幹に対してローカル系統と称される3位以下の系統で空き容量が存在しない場合は増強が前提となる。ローカル系統へを対象としたノンファーム接続も検討が進められているが、2024年以降の見通しである。

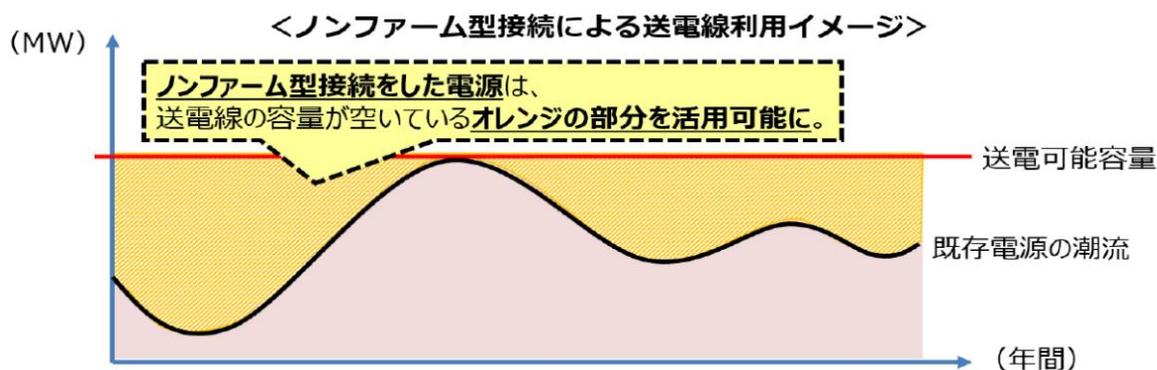


図 1.2.7 ノンファーム型接続による送電線利用イメージ

(出所) 第 50 回 広域系統整備委員会 資料

これまでの先着優先ルールでは、春秋の低需要の時期に発電されない火力発電や、稼働を見合わせている原子力発電などの系統容量が確保されているため、ノンファーム接続電源の系統制約に起因する出力制御は当面は小さいものとなる可能性がある。一方の課題として、ノンファーム型接続では送配電エリアの電力需給バランスに起因する出力制御のみを前提とした従来の契約で接続する電源よりも出力制御リスクは高くなっており、接続地の発電ポテンシャルに応じて局所的に導入量が増加しやすい再エネの接続が今後進めば、系統制約に起因する出力制御が発生し、CO₂ 削減効果や我が国のエネルギー自給率の向上効果が最大限発揮されない可能性が指摘されている。こうした指摘をうけて、資源エネルギー庁では増強費用に対する CO₂ 削減効果、エネルギー自給率向上の効果を分析したうえでコストメリットの高い系統を先回りして増強する系統マスタープランの検討や、系統への接続の順序によらず、発電コストが小さい（限界費用の低い）電源から順に系統容量を使用し送電できる「メリットオーダー方式」の導入方針が示されている。

なお、系統増強やノンファーム型接続等に関するより具体的な議論は電力広域的運営推進機関（OCCTO）における「広域連系システムのマスタープラン及び系統利用ルールの在り方等に関する検討委員会」⁸において行われている。

⁸ <https://www.occto.or.jp/iinkai/masutapuran/>

(3) バイオマス熱利用に係る政策動向

① エネルギーの使用の合理化等に関する法律（省エネ法）

「エネルギーの使用の合理化等に関する法律」（以下「省エネ法」）は、石油危機を契機として昭和 54 年に制定され、工場等、輸送、建築物及び機械器具等におけるエネルギーの使用の合理化等を総合的に進めることを目的とした法律となっている。

省エネ法がエネルギー使用者へ直接規制する事業分野としては、工場・事業場及び運輸分野がある。工場等（工場又は事務所その他の事業場）の設置者や輸送事業者・荷主に対し、省エネ取組を実施する際の目安となるべき判断基準を示すとともに計画の作成指示等を行うこととしている。また、エネルギー使用者への間接規制として、機械器具等（自動車、家電製品や建材等）の製造又は輸入事業者を対象とし、機械器具等のエネルギー消費効率の目標を示して達成を求めるとともに、効率向上が不十分な場合には勧告等を行っている。



図 1.2.8 省エネ法が規制する分野

(出所) 資源エネルギー庁ホームページ⁹

上述の 2050 年カーボンニュートラル目標を踏まえ、途上である 2030 年に向けても、徹底した省エネを進めるとともに、非化石電気や水素等の非化石エネルギーの導入拡大に向けた対策を強化していくことが必要としている。

このため、引き続き省エネ法に基づく規制の見直し・強化や、支援措置等を通じた省エネ対策の強化とともに、供給サイドの非化石拡大を踏まえ、需要サイドにおける電化・水素化等のエネルギー転換の促進などに向けた対策を強化していく方針が示された。

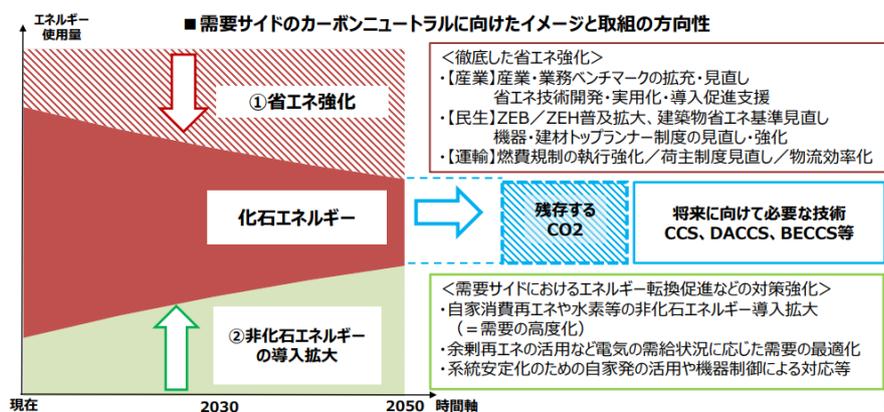


図 1.2.9 需要サイドのカーボンニュートラルに向けたイメージと取組の方向性

(出所) 資源エネルギー庁「今後の省エネ法について」¹⁰

⁹ https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/enterprise/overview/index.html

¹⁰ https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/sho_energy/pdf/036_01_00.pdf

改正事項①（エネルギー定義の見直し）

現行省エネ法においては、化石燃料、化石燃料由来の熱・電気を「エネルギー」と定義し、合理的な使用（エネルギー消費原単位の改善）を求めている¹¹。廃棄物からの回収エネルギーや風力、太陽光等の非化石エネルギーは同法の対象外となっている。今後、非化石エネルギーについても使用の合理化を図るため、「エネルギー」の定義を見直す方針が示されている。

改正事項②（非化石転換）

現在、民間主導の低炭素社会実行計画や RE100 等の取組が進みつつあるが、産業界全体では、非化石エネルギーへの転換は道半ばである。また、現行省エネ法では、非化石エネルギーを使用エネルギー（化石エネルギー）から控除しているものの、非化石エネルギーへの転換を促すための積極的な評価ができていない。

今後は、一部の事業者の自主的な取組だけでなく、産業界全体で、非化石エネルギーへの転換を進めていくことが必要である。その際、「生産プロセスの見直しなど、中長期的視点での取組を足下から進めることが必要であること」、「コスト面や技術面で、化石エネルギーに比べて制約があること」に留意し、過度な規制を設けるのではなく、事業者の創意工夫を促す形での対応を進めていく必要がある。

以上を踏まえ、省エネ法において、特定事業者等に対し、非化石エネルギーへの転換（非化石エネルギー利用割合の向上）に関する中長期計画の作成や、非化石エネルギーの利用状況の定期報告等を求める制度を設ける。

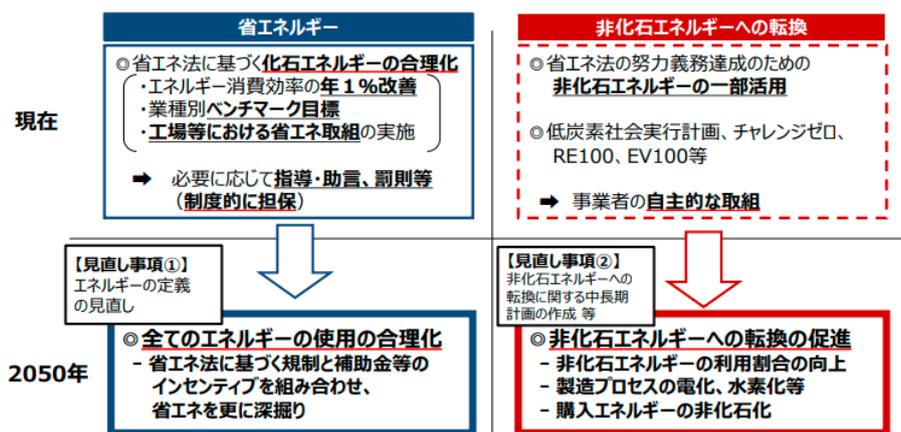


図 1.2.10 エネルギーの定義の見直しと非化石エネルギーへの転換

（出所）資源エネルギー庁「今後の省エネ法について」

¹¹ 対象となる燃料種は次のとおりである：原油及び揮発油（ガソリン）、重油、その他石油製品（ナフサ、灯油、軽油、石油アスファルト、石油コークス、石油ガス）、可燃性天然ガス、石炭及びコークス、その他石炭製品（コールタール、コークス炉ガス、高炉ガス、転炉ガス）であって、燃焼その他の用途（燃料電池による発電）に供するもの。
 対象となる熱の定義は次のとおりである：上記に示す燃料を熱源とする熱（蒸気、温水、冷水等）※太陽熱及び地熱など、上記の燃料を熱源としない熱のみであることが特定できる場合の熱は対象外。
 対象となる電気の定義は次のとおりである：上記に示す燃料を起源とする電気。※太陽光発電、風力発電、廃棄物発電など、上記燃料を起源としない電気のみであることが特定できる場合の電気は対象外。

2021年12月現在、省エネ法の改正は検討段階にあるが、上記方針を踏まえて具体的な施策として以下の案が提示されている。

表 1.2.10 非化石エネルギーに関する省エネ法の改正案（2021年12月時点）

非化石エネルギーへの転換に関する報告措置

特定事業者等は、国が提示する非化石エネルギーへの転換に係る「中長期計画書作成指針」及び「判断基準」に従い、毎年度、非化石エネルギーへの転換に関する中長期計画書及び定期報告書を作成し、主務大臣に提出する。報告方法は、現行の中長期計画書及び定期報告書と同一の様式中で行うものとする方向となっている。

非化石エネルギーの利用割合向上の目標の設定

非化石エネルギーについては、供給面・コスト面・技術面で制約があることに加え、業種ごとのエネルギーの使用方法によって利用状況に差がある。例えば、燃料・熱を主に使う事業者は、電気を主に使う事業者に比べて非化石エネルギー利用率を向上させにくいといった性質がある。こうした技術的かつ経済的な観点を踏まえると、非化石エネルギーの目標については、事業者ごとの実態を踏まえて設定することが必要となる。

このため、まず、2030年度に向けては、事業者ごとに、国が定める判断基準に沿って、非化石エネルギーの利用割合を向上させる定量的な目標を設定してもらい、その達成を求めることとする。

この際、目標の達成に向けた計画については、毎年度の非化石エネルギーの利用割合を向上させるものや、数年ごとに非化石エネルギー利用率を向上させるものなど、事業者の取組の創意工夫を認めつつ、従前の省エネの枠組みと同様に、必要な場合には指導・助言を行うことで実行性を担保することとする。

エネルギー消費原単位・ベンチマークの算定方法の改訂

現行省エネ法においては、非化石エネルギーは「エネルギー」に該当せず、エネルギー消費原単位等の算定におけるエネルギー投入量から控除されている。こうした中、改正省エネ法では、（非化石エネルギーを含む）全てのエネルギーの使用の合理化と非化石エネルギーへの転換を需要家に求めることとしている。なお、改正省エネ法では、これまでと同様、エネルギーは全て原油換算して評価することとしているが、非化石エネルギーは化石エネルギーに比べて燃焼効率が劣る場合があるため、化石エネルギーから非化石エネルギーに転換することによってエネルギー投入量が増加する可能性がある。したがって、事業者によっては非化石エネルギーよりも化石エネルギーを使用した方が燃焼効率がよく、経済合理的である可能性もある。こうした非化石エネルギーの特性を踏まえつつ、化石エネルギーから非化石エネルギーへの転換を一層後押しするための措置として、エネルギー消費原単位やベンチマークの算定において、非化石エネルギーをエネルギー投入量から一部控除する。

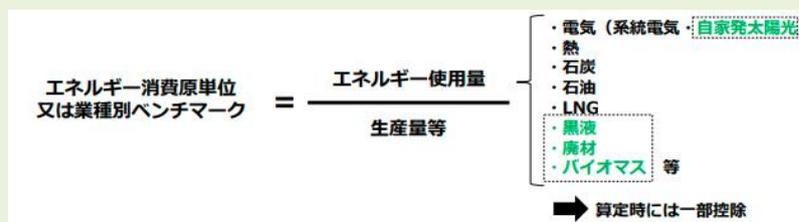


図 1.2.11 省エネと非化石エネルギーへの転換の関係

（出所）資源エネルギー庁「今後の省エネ法について」

②社会資本整備審議会（今後の住宅・建築物の省エネルギー対策のあり方（第三次答申）及び建築基準制度のあり方）

国土交通省の社会資本整備審議会では、2022年2月に「今後の住宅・建築物の省エネルギー対策のあり方（第三次答申）及び建築基準制度のあり方（第四次答申）について（副題：脱炭素社会の実現に向けた、建築物の省エネ性能の一層の向上、CO₂貯蔵に寄与する建築物における木材の利用促進及び既存建築ストックの長寿命化の総合的推進に向けて）」¹²が発表された。

本答申の中では、建築物の質の向上を図りつつ建築物分野の中期目標を達成し、さらに脱炭素社会の実現に寄与できるよう、今後の住宅・建築物の省エネルギー対策および建築基準制度のあり方を、①建築物の省エネ性能の一層の向上、②CO₂貯蔵に寄与する建築物における木材の利用促進、③CO₂貯蔵に寄与する既存建築ストックの長寿命化の観点から取りまとめている。

この中で示された施策の方向性の一つに「建築物における再生可能エネルギーの利用促進」が挙げられている。ここでは、建築物における太陽光、太陽熱、地中熱やバイオマスなどの再生可能エネルギーの利用の促進に向けて、地域の実情に応じて再生可能エネルギーの利用の促進を図るため、以下のような具体的な対策を講じる必要があるとしている。

表 1.2.11 建築物における再生可能エネルギーの利用促進に係る方向性

1. 地方公共団体が、地域の実情を踏まえて再生可能エネルギー利用設備の設置を促すことにより建築物の省エネ性能の向上を図ることが効果的な区域について、再生可能エネルギー利用設備の設置の促進に関する計画を定め、当該区域内において、建築士から建築主に対する再生可能エネルギー利用設備の効果等の説明義務を課することができる制度を創設する。
2. 当該区域内で、再生可能エネルギー利用設備の設置の促進に関する計画に即して再生可能エネルギー利用設備を設置する建築物について、特定行政庁が市街地環境を害しないことを個別に確認し、建築審査会の同意を得た上で許可した場合には、許可の範囲内で、建築物の高さ等の限度を超えることを可能とする制度を導入する。
3. 低炭素建築物の認定基準について、省エネ性能の引上げと併せて再生可能エネルギーの導入を要件化する。
4. ZEH・ZEB、LCCM 住宅等に対する関係省庁連携による支援の継続・充実を図るほか、ZEH 等の住宅については、個人負担軽減の観点から、財政上の支援に加えて融資・税制においても支援措置を講じる。

また、本答申の添付資料¹³の中では「建築物省エネ法における451所管行政庁に対する国土交通省アンケート（R3.10.13時点）」の結果が示されており、建築物に係る地方公共団体の再生可能エネルギー利活用意向の中で、バイオマスは太陽光に次ぐ32行政庁において導入意向があるとされている。

このように、民生部門の建築物についても今後再生可能エネルギーの導入が進む方向性であり、バイオマスエネルギーも重要な手段の一つに位置付けられている。

¹² <https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001462084.pdf>

¹³ 出典は同上

2.2. 日本におけるバイオマスエネルギーの導入状況

(1) 発電

総合資源エネルギー調査会基本政策分科会によると、2018 年度末時点で我が国の総発電量に占める再生可能エネルギーの比率は 17%、2019 年度末時点で 18.1%となっている。水力発電を除く再生可能エネルギーの発電量は 2012 年から 2018 年の 6 年間で 3.1 倍に増加しており、国際的に見ても高い増加率となっている。

バイオマス発電量のシェアは 2.3%と太陽光発電に次ぐ導入量シェアとなっている。現状のエネルギー基本計画では、2030 年度のエネルギーミックスの中でバイオマスは 3.7%~4.6%（602~728 万 kW）を占めることが掲げられており、さらなる導入が求められる。

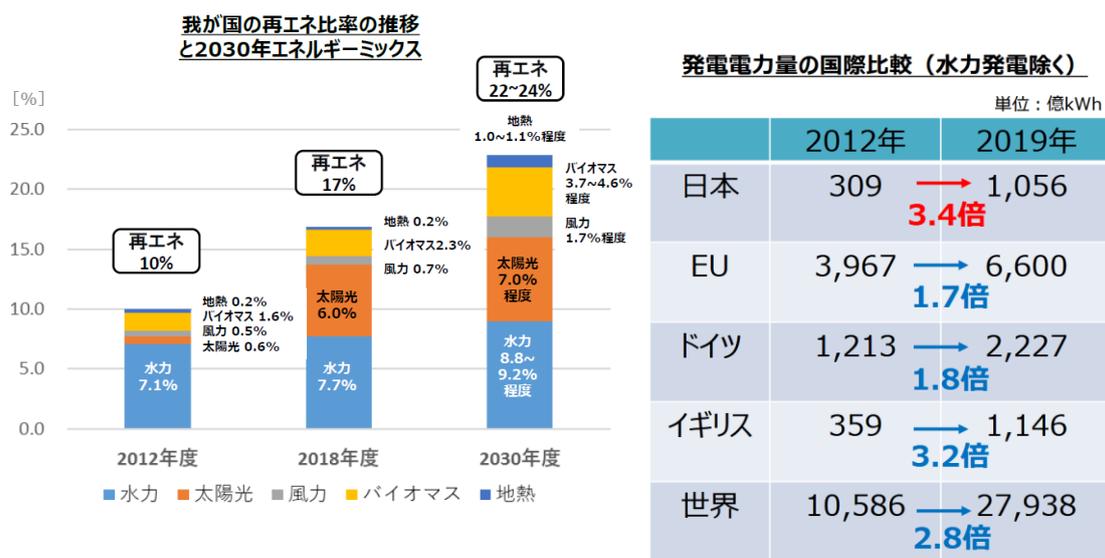


図 1.2.12 現在と 2030 年エネルギーミックスの電源構成

(出所) 資源エネルギー庁「総合資源エネルギー調査会基本政策分科会（第 33 回会合）」

このように導入量自体は道半ばといえる一方、次頁に示すとおり、バイオマス発電は FIT 認定量急増により同制度開始前の導入量と 2021 年 6 月時点の FIT 認定量を合わせた容量がバイオマス発電全体で 1,036 万 kW となっており、第 6 次エネルギー基本計画における 2030 年エネルギーミックスの 800 万 kW を超えている。

この中で、一般木質・農作物残さの区分、すなわち輸入バイオマスを燃料とする発電が突出している。導入量・認定量の合計値は 681 万 kW と、第 5 次エネルギー基本計画時のエネルギーミックス想定値である 274~400 万 kW の 2 倍近くとなっている。これらの発電所は 2 万~11 万 kW といった大規模が中心で、輸入燃料の受入に適する港湾沿いに位置している。

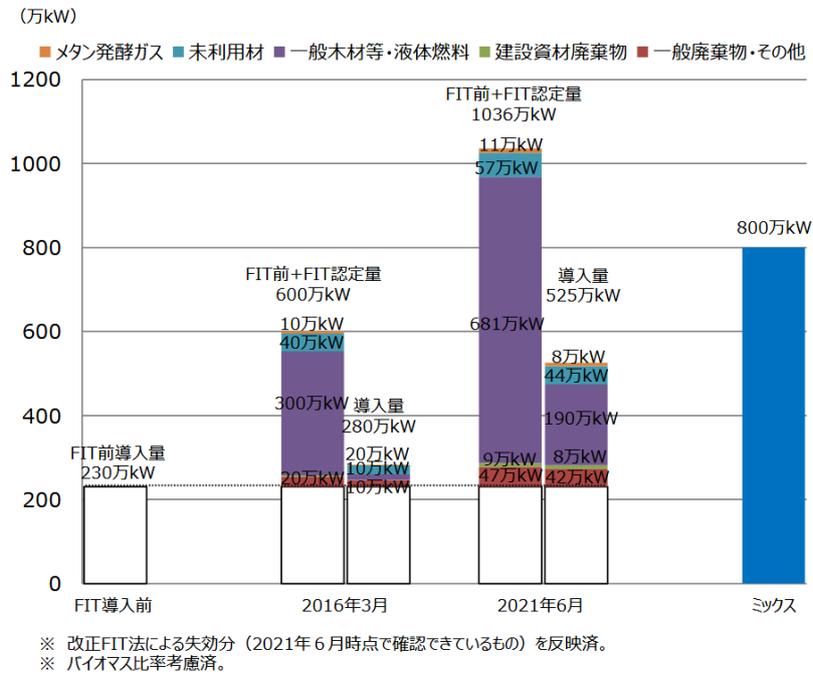


図 1.2.13 FIT 制度におけるバイオマス発電区分の比較 (2021 年 6 月時点)

(出所) 資源エネルギー庁統計より作成

一方、本書の中で主な対象とする国産バイオマスの導入量・認定量合計値については、未利用木質区分は 57 万 kW、メタン発酵系 9 万 kW となっている。未利用木質区分の発電所は、10MW 以下の中小規模が中心であり、GIS マップ中には内陸の小規模のプロットとして示される。一般木質・農作物残渣区分の大規模発電所には満たないが、全国的に計画が進みつつあり、前回エネルギーミックス想定値の 24 万 kW を上回っている。主に 10MW 以下の中小規模となっている。

メタン発酵系区分は、1 か所あたりの発電規模が平均 200kW 前後と小規模であるが、都市部から農村部まで全国的に広がりつつある。原料種も多様であり、主に牛ふん尿は北海道に集中しており、本州以南では比較的人口密度が高い地域を中心に食品残渣や下水汚泥のメタン発酵施設が存在する。

このように FIT 制度によりバイオマスエネルギー利用は我が国全体に広がりつつある。しかしながら、発電コストの低減は十分進んでいるとは言えず、いずれのバイオマス区分においても買取期間終了後の経済的自立の見通しは立っていないのが現状である。

NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業では、こうした背景から地域の資源を活用し熱利用を行いながら FIT からの自立を目指した事業モデルの事業性評価 (FS)、実証事業を行っている。

本書ではそれらの成果に基づき、第 2 部において事業フェーズ・実施項目別に持続可能なバイオマス事業のための工夫や留意点を取りまとめている。

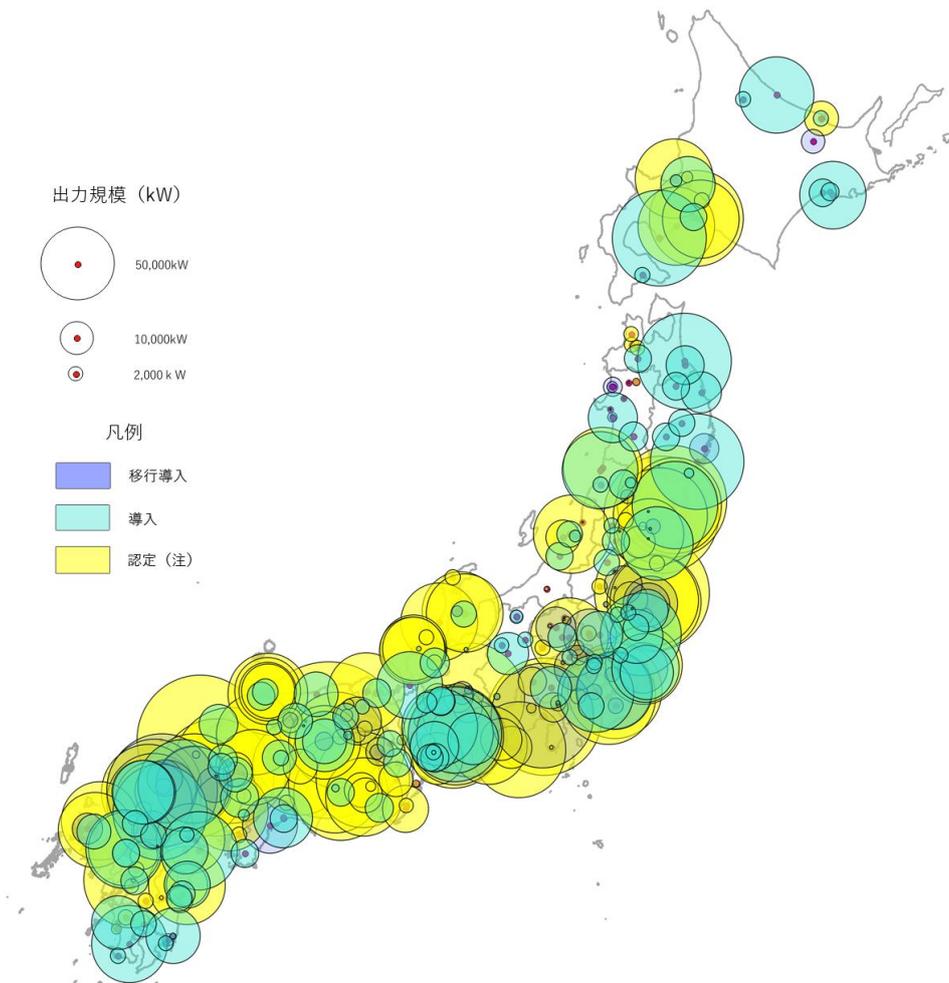


図 1.2.14 FIT における木質バイオマス発電所の稼働状況 (2021 年 3 月時点)

(出所) 一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会提供資料

(2) 熱利用

木質バイオマス熱利用の主要技術であるバイオマスボイラーは、2000 年台後半から導入が加速し、2005 年度時点で 452 台であった導入台数は 2014 年度には 2,023 台まで拡大した。しかしながら、その後は横ばいとなっており、2020 年度時点では全国で 1,941 台となっている。

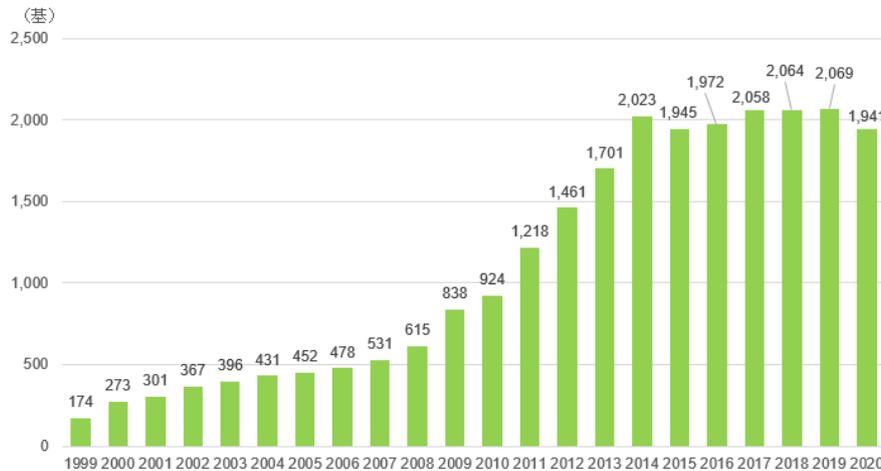


図 1.2.15 国内バイオマスボイラーの累積導入台数の推移

(出所) 林野庁 木質バイオマスエネルギー利用動向調査より作成

業種別にみると、2020 年度時点の木質バイオマスボイラーの累積導入台数 1,941 台のうち、31%の 610 台が製造業となっている。このうち、77%を木材関連産業（製材業、合板製造業、集成材製造業など）が占め、その他はパルプ・紙・紙加工品産業や食品製造業などで導入されている。

製造業以外では農業の 394 台が最も多く、全体 20%を占めている。その他、生活関連サービス・娯楽業が 207 台（11%）、医療・福祉業が 168 台（9%）となっている。

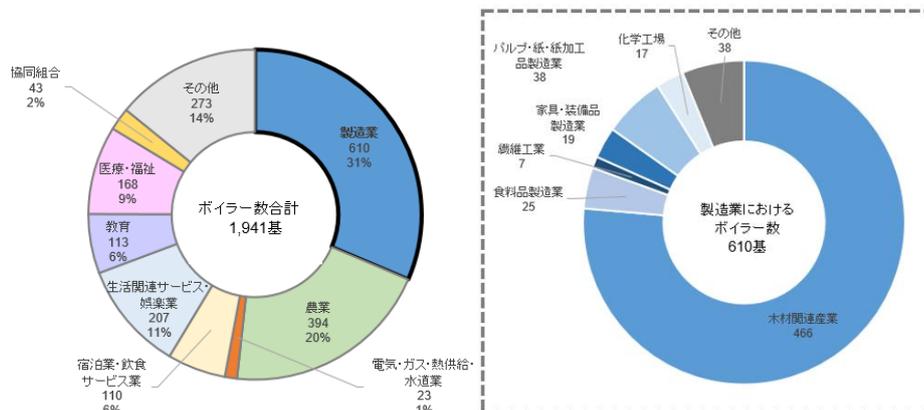


図 1.2.16 2020 年度時点の業種別木質バイオマスボイラー数（左）および製造業のボイラー導入数内訳（右）

(出所) 林野庁 木質バイオマスエネルギー利用動向調査より作成

木質バイオマスボイラーの都道府県別および熱の用途別導入台数を下図に示す。全体的な傾向として、東北・北海道地域と四国・九州地域において導入数が多い。中でも高知県が 231 台と突出しており、次いで熊本県の 184 台、北海道の 182 台、岩手県の 122 台、宮崎県の 120 台と続いている。いずれも主に暖房用途としてバイオマスボイラーが導入されている。

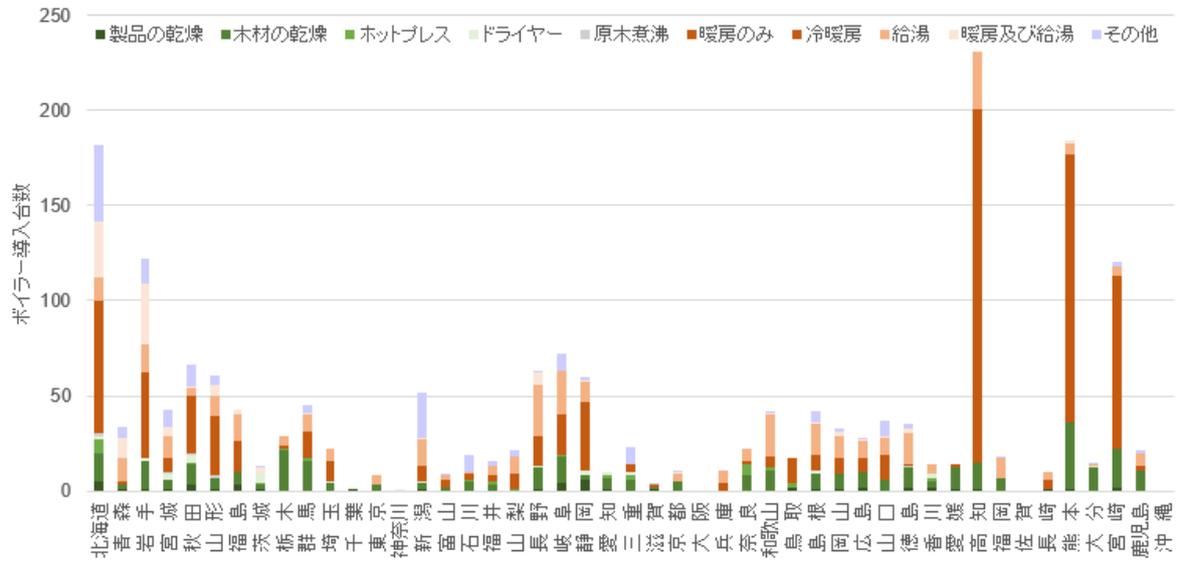


図 1.2.17 都道府県別および熱の用途別導入台数

(出所) 林野庁 木質バイオマスエネルギー利用動向調査より作成

2.3. 海外先進国のバイオマスエネルギーの利用動向

(1) 世界の再生可能エネルギーの導入状況

世界全体の電源構成はこの10年間で大きく変化してきた。2014年までは発電容量に占めるシェアが最も大きい電源は石炭であったが、2015年にはじめて再生可能エネルギーが石炭を上回った。現在に至るまで他電源を上回るペースで増加しており、その伸び率は年々加速している。一方、他の電源の導入容量の伸びは微増または横ばいであり、世界の発電市場全体が再生可能エネルギーにシフトしていると言える。

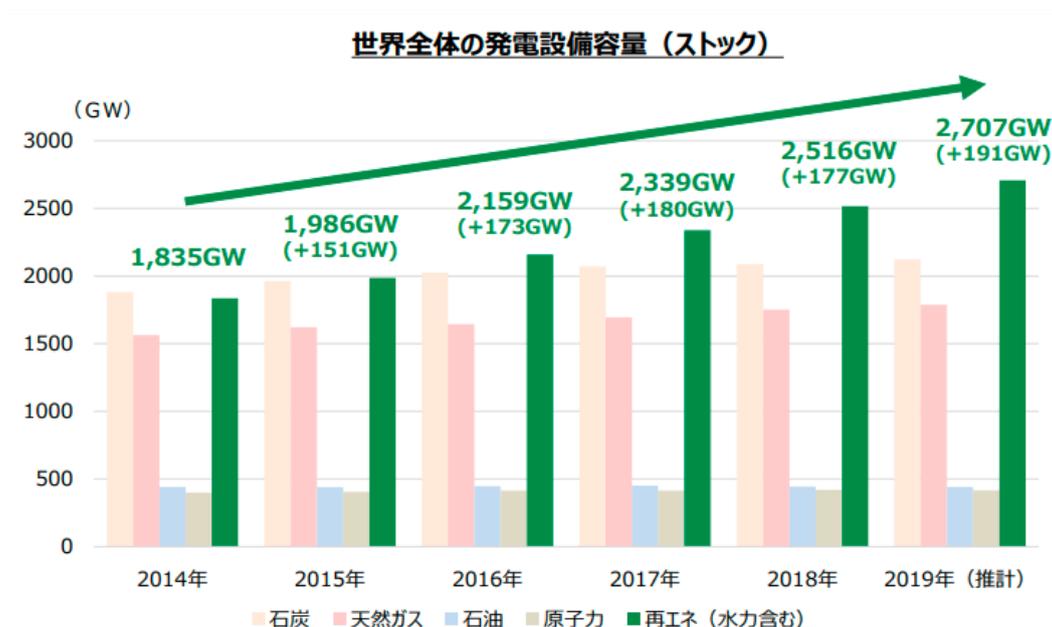
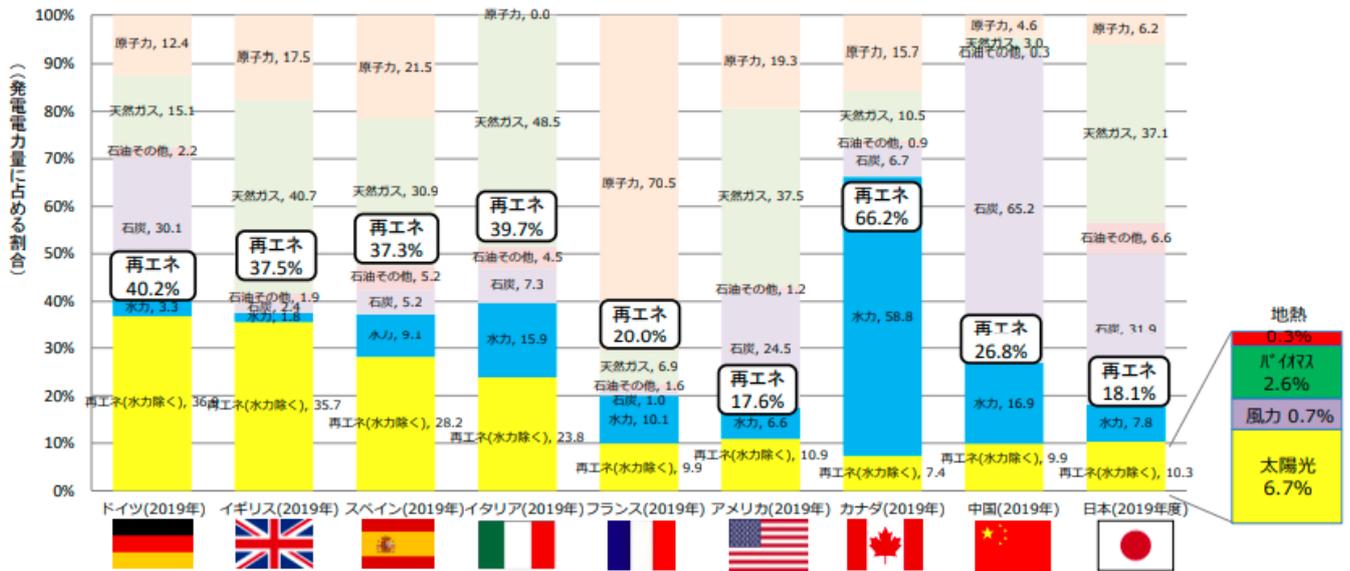


図 1.2.18 世界全体の発電設備容量

(出所) IEA「World Energy Outlook」より資源エネルギー庁作成

こうした背景には、パリ協定をはじめとする低炭素化に向けた国際的な潮流を踏まえ、各国政府、企業双方が再生可能エネルギーを強気に推進していることが挙げられる。下図に示すとおり、特に欧州では政府の掲げる意欲的な再生可能エネルギー導入目標およびインセンティブのもと、既に発電電力量に占める再生可能エネルギーの比率は30%前後に到達している。

一方で、日本は現状約18%でありそのうち大型水力を除く比率は10.3%に留まっている。上述のとおりバイオマスエネルギーの比率は太陽光に次ぐ2.6%であり、今後再生可能エネルギーを主力電源化するためにさらなる拡大が求められる。



主要再エネ ※水力除く	風力 20.9%	風力 20.0%	風力 20.5%	太陽光 8.1%	風力 6.1%	風力 6.8%	風力 5.1%	風力 5.4%	太陽光 6.7%
再エネ 発電量	2,424 億kWh	1,205 億kWh	1,001 億kWh	1,159 億kWh	1,131 億kWh	7,670 億kWh	4,273 億kWh	20,150 億kWh	1,852 億kWh
再エネ 発電量 ※水力除く	2,227 億kWh	1,146 億kWh	763 億kWh	695 億kWh	562 億kWh	4,772 億kWh	477 億kWh	7,424 億kWh	1,056 億kWh
発電量	6,031 億kWh	3,211 億kWh	2,710 億kWh	2,920 億kWh	5,661 億kWh	43,710 億kWh	6,453 億kWh	75,091 億kWh	10,238 億kWh

図 1.2.19 発電電力量に占める再生可能エネルギー比率の比較

(出所) 資源エネルギー庁公開資料

欧州各国でもバイオマスエネルギーは政策的に推進されているが、特にドイツでは発電量に占める比率が 10%近くを占めるなど重要な電源として位置づけられている。そのため、以下ではドイツにおけるバイオマスエネルギーが普及するまでの政策的経緯や現在までの導入状況について述べる。

(2) ドイツにおけるバイオマスエネルギーの政策と導入状況

バイオマス発電の導入推移

ドイツでは 2000 年に FIT 制度が導入され、以来バイオマスエネルギーの利用が急速に拡大した。2020 年の発電量におけるバイオマスの割合は 20.3%だった。全体に占める固形・液体バイオマスの割合は 4.6%、バイオガスが 11.5%、バイオメタンが 1.2%、汚泥・埋立ガスが 0.7%、生物由来ゴミが 2.3%だった。

FIT 制度を管轄する再生可能エネルギー法は現在に至るまで度々大幅な改正がなされ、バイオマスの立ち位置も 2000 年当初とは大きく変わっている。バイオマスについては 2014 年の再生可能エネルギー法改正で、固定価格での全量買取が廃止され、直接販売が義務付けられ（Direct marketing）、電力市場に合わせた運転のできる柔軟性の高い再生可能エネルギー電源という位置づけとなっている。

このことは、導入容量自体は引き続き増加傾向にあるものの、発電量は横ばいとなったデータに現れている。こうした政策変更の背景には、ドイツ国内のバイオマス資源の利用が進み、そのポテンシャルの多くがすでに使われていることから、量的な拡大を追い求めるのではなく、柔軟性の提供など役割を果たすように誘導すべきという考え方があると推察できる。

なお、ドイツでは未加工の植物資源として、木質系であれば林地残材や樹皮、農業系であればトウモロコシの使用に対してボーナスが支払われていたが、2014 年に廃止され、廃材や家畜糞尿など廃棄物や副産物系のバイオマスの利用が徹底されることになっている。

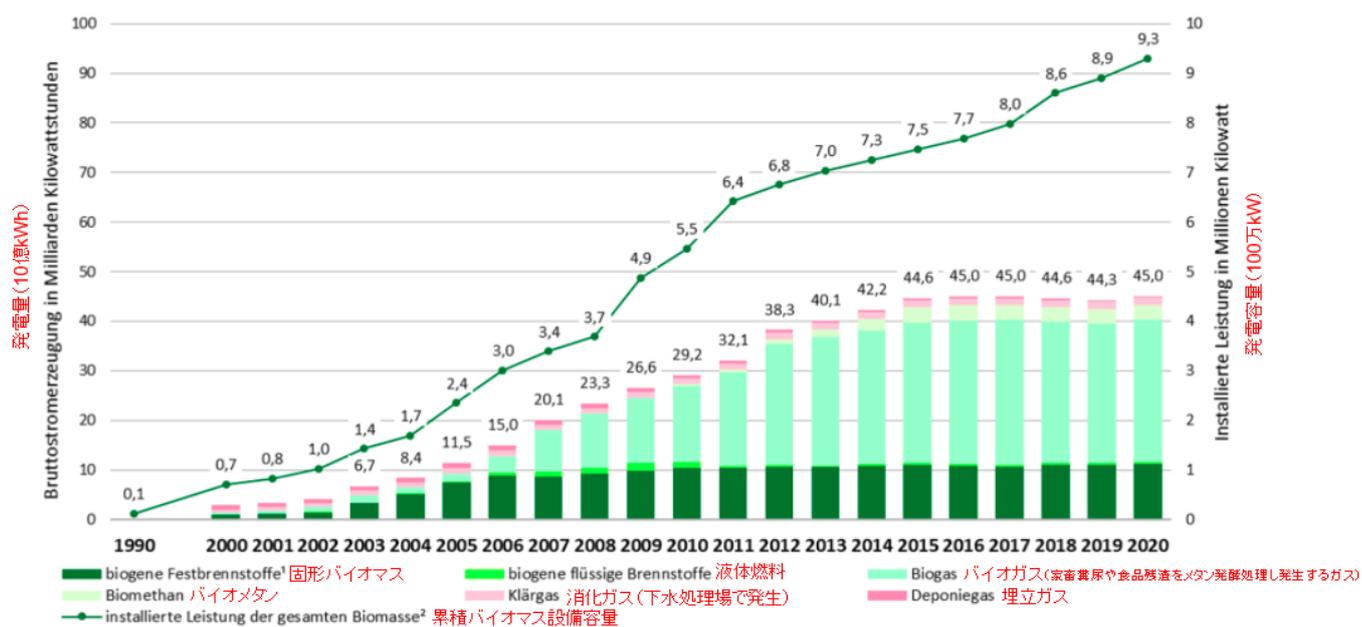


図 1.2.20 ドイツ国内のバイオマス発電の推移

(出所) BMWi 「Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2020」より作成

ドイツでは、2005 年頃までは固形バイオマス、即ち木質バイオマス発電の導入が伸びていたが、2006 年頃からほとんど成長が見られず、以降の成長はバイオガスによるものである。バイオガス設備は技術的には再生可能エネルギーメタンガスを天然ガス導管を通じて供給できるが、現時点ではほとんどが再生可能エネルギー法の支援を受け、ガス生産設備と同じ場所で発電して売電を行っている¹⁴。しかし、再生可能エネルギー法の制度変更による買取の仕組みの影響があり、2015 年以降のバイオマスの新規設置はほとんどない。

¹⁴ Fraunhofer IEE, (2018), “Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 Erneuerbare-Energien-Gesetz Teilvorhaben II a: Biomasse Zwischenbericht“

木質バイオマス発電利用の動向

木質バイオマスは 2000 年の FIT 導入以降、特に 2004 年の改正を機に大きく成長した。2018 年末の累積容量は 1,514MW、720 基が導入されている。2010 年以前は 500kW 以上の設備が多かったが、2010 年以降は 500kW 以上の設備はほぼ導入されておらず、主に 150kW 以下の設備が多い。2014 年の再エネ法改正以降は、35 基、31MW が新規に設置されている。同じ時期に停止したのは 6.5MW である。これらの多くは木質ガス化設備である。

業界団体などへのヒアリング調査によると、大型木質バイオマスでは資源確保が難しく、発電コストが高くなることなどがその理由としてあげられている。

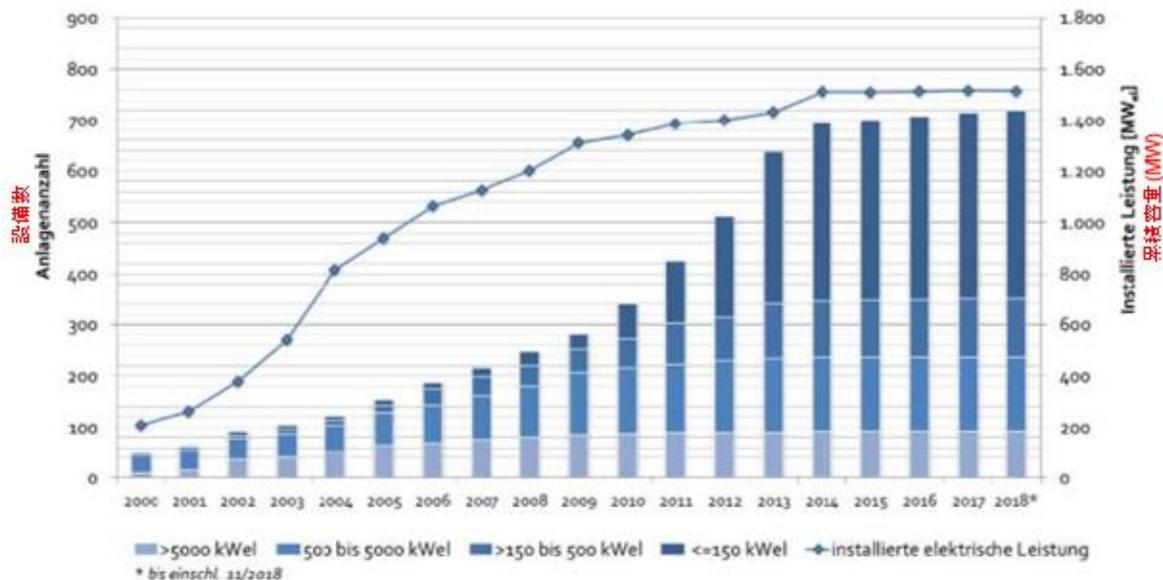


図 1.2.21 木質バイオマスの累積設置容量

(出所) Fraunhofer IEE, 2019

熱利用を伴う木質バイオマス発電の技術別の導入推移は以下のとおりである。図で示した平均的な発電容量のとおり、バイオマスの熱電併給設備では、発電設備と比べてより大型の設備が建設されていることがわかる。

発電のためには通常バイオマス資源を燃焼させて蒸気を作る BTG (Boiler Turbine Generator) か、有機媒体を用いる ORC (Organic Rankine cycle) が採用される。通常は燃焼タービン方式よりも上限温度が低い。そのため、同じサイズのタービンでの発電容量は明らかに小さくなる。そのため、バイオマス発電は熱利用のコンセプトがない限り、設備を有効利用できない。加えて、発電だけの設備は再エネの支援対象外である。現状では、支援なしのバイオマス発電設備で熱利用をしない場合は建築廃材などを利用する設備で一部存在するのみである。そのため、多くのバイオマス設備は、設備の効率を重視して熱需要に合わせた運転を行うように設計されてきた。再生可能エネルギー法 (EEG) の施行当初は発電のみの設備が導入されたが、そうした現在はそうした設備は見られない。木質バイオマスは将来的にはヒートポンプでは作ることが難しい高温のプロセス熱を供給する設備としての役割がまず期待されている。

木質バイオマス設備で発電を行っている事業者のうち、80%が再生可能エネルギー法の支援を通じた売電を行っている一方で、再エネ法の改正により、新規の木質バイオマス発電の導入は停滞している。しかし、適切な熱コンセプトと資源調達コンセプトさえあれば、支援切れの電源であっても発電コストは 6 ~ 7 セントに抑えられる。そのため、バイオマスの入札制度ではこのような設備の継続運転を念頭に置いた制度設計がなされてきたが、このような設備に対して十分なインセンティブが与えられたとは言えない。

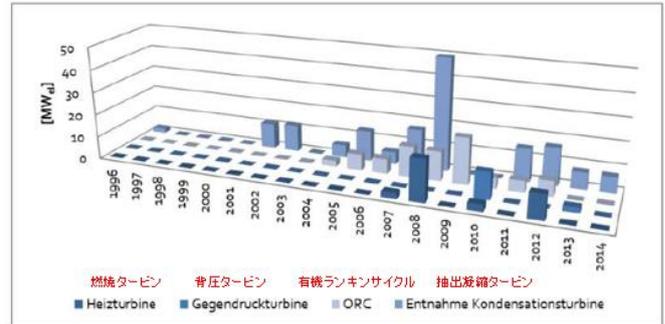
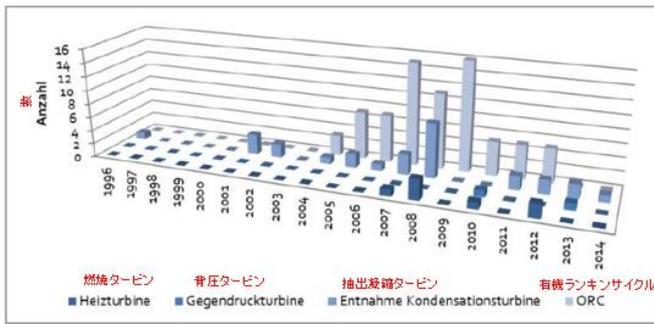


図 1.2.22 未処理木材を用いるバイオマス熱電供給設備のタービンタイプごとの導入数（左）および導入容量（右）
 (出所) Fraunhofer IEE, 2019

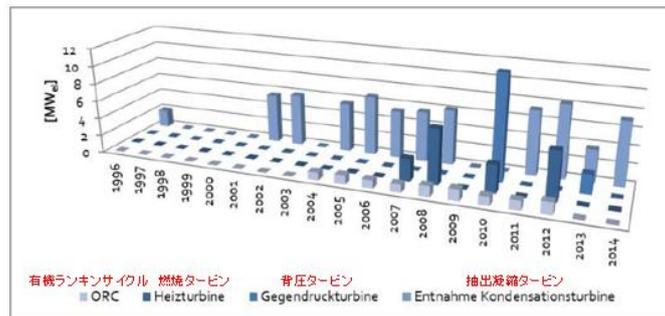


図 1.2.23 未処理木材を用いるバイオマス熱電供給設備のタービンタイプごとの平均的なサイズ
 (出所) Fraunhofer IEE, 2019

一時期は木質バイオマスの新規技術として ORC に期待が集まったが、思うような成果が出ず、再エネ法の支援内容の中でもその地位が劣後するに連れ、導入数は減少し、現在は蒸気タービンが主流になっている。

Fraunhofer IEE が行った調査では、木質バイオマス設備の運営者も将来の柔軟性運転に期待を抱いているものの、バイオガス設備に比べて柔軟性は限定的でかつ設備ごとの差が大きい。木質バイオマスの中では ORC や抽出凝縮タービンが技術的には可能性があるが、現在の市場制度では収益性のあるビジネスモデルが描けないとしている。より多様なシステムの安定化ビジネスが制度的に可能にならない限り、このようなビジネスが可能になることは難しい。ドイツ政府では今後数年でこのような新しい市場制度設計を行うことが検討されている。

このような電力における柔軟性の提供は、これまでの熱需要追従型の運転形式とは異なる。そのため、バイオマス事業者は蓄熱技術への投資が必要になる。蓄熱技術は主に水を媒体とした蓄熱タンクがコストも安い技術として確立しており、今後はこのような技術の導入が必要である。それとともに、より熱の利用を可能にする地域熱系統投資への支援などが必要とされる。

再生可能エネルギー法（EEG）におけるバイオマスの位置づけ

ドイツ国内でバイオマス発電の推進を担うのは再生可能エネルギー法（EEG）である¹⁵。ドイツ政府は2020年12月に最新の改定である EEG2021 を可決した。EEG2021 はここ数年では大きな改定であり、再エネ電源ごとの導入目標も改定された。

この導入目標は、ドイツの気候保護プログラムを土台としており、2030年までに電力供給の65%を再エネで賄うという目標に必要な容量をエネルギー源ごとに定めている¹⁶。

EEG2021 第4条にはバイオマスの導入目標を2030年に8.4GWと定めている。上述のとおり、バイオマスの発電容量は目標値を上回っており2030年までの純減を防ぐことが政府の目標となっている。

その他の目標は以下の通りである。陸上風力は毎年1.5～3GW増設させていき、2030年には71GWに、太陽光発電は毎年2.5-5GW増設し、100GWまでそれぞれ大幅に増設させるとしている。また、洋上風力は洋上風力開発支援法（Windenergie-auf-See-Gesetz）において2030年までに発電容量を20GWにまで増設するとしている。

表 1.2.12 EEG2021 の再エネ導入目標

GW	2022年	2024年	2026年	2028年	2030年
太陽光	57 GW	62 GW	65 GW	68 GW	71 GW
陸上風力	63 GW	73 GW	83 GW	95 GW	100 GW

(出所) EEG2021

こうした各電源の目標を達成させるための経済手法として、EEG2021 ではエネルギー源ごとに支援の対象となる発電容量に対して入札方式による市場プレミアム制度を設けている。同制度の詳細は後述するが、2021年以降バイオマス発電設備には毎年600MWの新規建設の入札枠が配分される。一方で、陸上風力は毎年2.9～5.8GW、太陽光発電は1.55～2.15GWの入札枠を設けるとしている（EEG2021 第28条、第28a条、第28b条）¹⁷。

また、上記に加えエネルギー源を区別しない「革新的な設備コンセプト」枠も設け、募集容量は2021年の500MWから段階的に増やし、2028年には年間850MWとする（EEG2021 第28c条）。洋上風力発電を除く再エネ電源の増設支援対策には、市場プレミアム制度に加え、固定価格買取制度も併せて行うとしている¹⁸。

EEG2021 では、バイオマス発電設備の新規導入への支援策として以下の内容が示されている¹⁹。同制度の主な支援策として市場プレミアム制度があり、加えて固定価格買取制度も利用可能である（EEG2021 第19条）。市場プレミアム制度は、電力を市場へ直接販売する際の電力販売価格に市場プレミアムを上乗せした価格を発電事業者が受け取る制度で、支援期間は20年間である（同25条）。なお、プレミアム価格は発電容量150kW以下の場合12.8セント/kWh（同42条）、それ以上の場合スポット市場の年平均価格を考慮し EEG2021 の附表1に基づいて計算するとしている（同23a条）。

固定価格買取制度（Einspeisevergütung）も継続して導入されているが、対象となるバイオマス施設は発電容量が100kW以下のものである。100kW以上も対象となるものの、FITによる売電期間は最長で連続した3ヶ月間、そして1年で計6ヵ月とし、それ以外の期間は市場への直接販売を行うとし、毎年の支援期間を限定している（同21条、21b条）。なお、売電手法の変更は月ごとであるが、バイオマス施設事業者が決定するとしている（同21c条）。支援期間は後者が20年であるのに対し、前者は支援期間を2027年までに限定している（同25条）。同制度を利用する条件として、同制度を通じて電力供

¹⁵ Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2021) (https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/BJNR106610014.html)

¹⁶ Gesetz zur Entwicklung und Förderung der Windenergie auf See (<http://www.gesetze-im-internet.de/windseeg/WindSeeG.pdf>)

¹⁷ Energiezukunft 2020: EEG-Novelle 2020. Mehr Erneuerbare, weniger Blockaden. (<https://www.energiezukunft.eu/politik/mehr-erneuerbare-weniger-blockaden/>)

¹⁸ 連邦経済省報道資料 (<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2020/09/20200923-altmaier-eeg-novelle-2021-klares-zukunftssignal-fuer-mehr-klimaschutz-und-mehr-erneuerbare.html>)

¹⁹ なお、EEGの指すバイオマス及びバイオガス発電設備の原料と発電技術の定義は2001年に施行されたバイオマス政令（Verordnung über die Erzeugung von Strom aus Biomasse (Biomasseverordnung - BiomasseV)）によれば、植物由来である、動物性・植物性廃棄物を原料とする、生物由来廃棄物(生ゴミ)、植物から熱分解やガス化で生成されるガス、アルコール発酵で生成される資源とされている。

給を行う、もしくは行っている期間は配電網を通さない施設近隣での消費電力や自家消費を行ってはならず、発電した電力は全て送電することが義務付けられている（同 21 条）。なお、電力の固定買取価格はスポット市場の年平均価格を考慮し EEG2021 の附表 1 に基づいて計算するとしている（同 23b 条）。

バイオマス発電事業者は既存設備では FIT か市場プレミアムを選択することができ、新規設備は原則市場プレミアムのみを利用可能となっている。

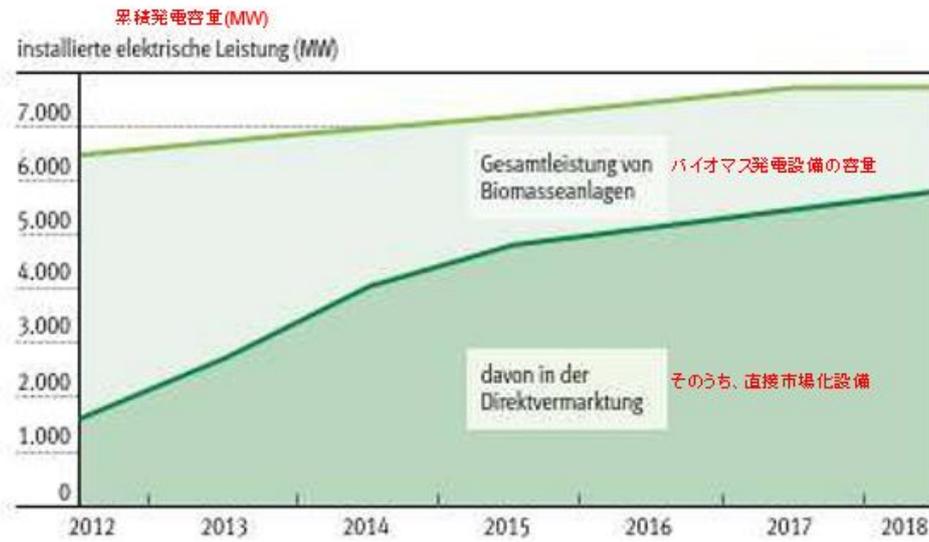


図 1.2.24 バイオマス発電設備の FIT または市場プレミアムの比率

(出所) FNR,2020

バイオマスのコジェネとしての利用

熱電併給法(コジェネ法、KWKG:Kraft-Wärme-Kopplung-Gesetz)は 2015 年に制定され、2020 年に以下の内容に改正されている。

まず、2021 年時点でコジェネ設備(以下ドイツの制度に関連する場合は KWKG と記載)の発電容量ごとに売電価格に上乗せする形で以下のような KWKG ボーナスの価格(セント/kWh)が規定されている(DIHK,2020b)。なお、価格は発電容量に加えてエネルギーの用途によっても異なった価格を設定しており、以下の表で右よりそれぞれ自家消費、電力系統を使わない売電(第三者所有モデル)、及び電力系統を通じた売電となっている。なお、ここでいうコジェネはバイオガスに限らないので大型の設備も対象になっている。バイオガスも EEG の支援を受け取らないのであれば 20MW 以上でも構わない。

KWKG では 100 kW 以下の設備に対しては、自家消費と売電の両方にボーナスを支給するとしている。またコジェネ設備で発電容量が 500kW から 50MW までの設備に対しては 2021 年 7 月より入札制度への参加を義務付けており (KWKG2020 第 5 条、第 6 条)、さらに発電容量が 300MW 以上の設備の建設に関しては、競争法に照らして欧州委員会の許可が必要となる (KWKG2020 第 10 条)。なお、2021 年 7 月 1 日以前に送電を開始した設備に対する支払いは 4.4 セント/kWh となっている。また、設備増設分の燃焼容量が 20MW 以上で、欧州委員会の排出権取引に参加する場合、0.3 セント/kWh のボーナスが与えられるとしている。

表 1.2.13 KWKG2020 による KWKG ボーナス(セント/kWh)

設備規模	公共系統を使って売電	第三者所有、EEG 賦課金が 100%かかるケース	自家消費
50kW 以下	16	8	8
50~100kW	6	3	3
100~250kW	4.4	1.5	0
250~500kW	入札で決定	0	0
500kW~50MW (拡張も含む)	2MW まで 4.4 2MW 以上は 3.1	2MW まで 1.5 2MW 以上は 1	0
50MW 以上 ²⁰	3.4	1	0

(出所) DIHK,2020b P.5.

次に、KWKG 設備の発電容量が 50MW を超える場合について、新規設置設備に対して 2023 年よりボーナス価格を 0.5 セント/kWh ずつ上乗せするが、過剰支援にならないよう、発電費用と売電価格の差は超えないという条件が与えられている (KWKG2020 第 7 条)。これらは変動再エネに対応するためのガスコジェネの増強に必要な措置として定められているが、バイオガス電源も利用可能なものであり、対象はバイオガスに限らない。

上記に発電容量にかかる条件に加え、支援対象となる発電量の上限も変更されており (KWKG2020 第 8 条)、新規設備の場合は支援を受けられる電力量は発電容量に関係なくフル負荷稼働時間が合計 3 万時間相当分までとしている。さらに、新規設置設備、更新設備、及び増設設備に対して、2021 年からは年間で最大負荷稼働時間 5,000 時間相当分までを支援対象とし、以降 2023 年は同 4,000 時間、2025 年以降は 3,500 時間までとしている。なお、2018 年改正で条件に加えられた更新費用もしくは増設費用と同じ発電容量で新規建設した場合の費用との割合によって支援時間を変更する条件に変化はない。

²⁰ 増設によって発電容量が 50MW を超えた場合、KWKG ボーナスは 3.1 セント/kWh となる (KWKG2020 第 7 条)。

地域熱供給だけを見てみると、2020年の地域熱暖房の熱源となっているのはバイオマス設備と生物由来の廃棄物を利用したバイオガス設備があるが、熱供給量はそれぞれ118億kWh、及び96億kWhである。これは全熱供給量1,260億kWhに対してそれぞれ9.4%、及び7.6%となっている。

上記の中でも再生可能エネルギー源を利用した主な熱供給源は固形バイオマス、液体バイオマス、気体バイオマス、生物由来の廃棄物、太陽熱利用、大深度地熱、地熱及び廃熱利用があるが、これらの1990年から2019年までの供給割合の変化は以下の通りである。



図 1.2.26 再エネ熱源別の供給量変化

(出所) BMWi, 2020c, P.24.

さらに、バイオマス熱供給設備の中での熱源もしくは燃料資源10種類別に見た熱供給量と全熱供給量に対する割合は以下の表のとおりである。

表 1.2.15 燃料別のバイオマス発熱量と割合 (2019年)

燃料種	最終消費熱エネルギー (GWh)	再エネ熱の全熱エネルギー消費に占める割合 (%)
固形バイオ燃料(家庭)	71,238	5.8
固形バイオ燃料(民生)	18,024	1.5
固形バイオ燃料(産業)	24,047	2.0
固形バイオ燃料(地域熱)	5,855	0.5
液体バイオ燃料	2,173	0.2
バイオガス	13,307	1.1
バイオメタン	3,228	0.3
汚泥ガス	2,495	0.2
埋め立てガス	104	0.01
生物由来廃棄物	14,664	1.2

(出所) BMWi, 2020d P. 16.

バイオマス由来の熱の普及に影響する可能性のある法制度として、2020年に制定された建築物エネルギー法（GEG）²³が挙げられる。同法は暖房等の熱源としての再生可能エネルギーに建物内での利用を高めつつ、他方で建物のエネルギー効率を高めることにより建物で消費するエネルギー量を減らすことを目的としている。ただし産業の製造過程で用いられるプロセス熱に関しては同法の対象外としている（GEG 第1条、及び第2条）。

同法にて義務付けられた規定として、新規に建設される建物では、暖房や温水等のエネルギー消費量を計算し、規定値を超えない省エネ建築（ドイツ語では低エネルギー建物、Niedrigstenergiegebäude）であることを証明することが2021年より義務付けられた（GEG 第15条）。また、近隣暖房、及び地域暖房の設備に関して、主な供給源を再生可能エネルギーとすること、また熱源の50%以上を廃熱、熱電併給装置、もしくはこれらの組み合わせにて供給することも義務付けている（GEG 第44条）。

GEG法の附表4によると、建物の一次エネルギー消費量の計算時には熱源が区別され、太陽光、地熱、一般廃棄物等は再生可能エネルギー、固形バイオマスは再生可能エネルギーとして一次エネルギーの消費が少ないとしている。

なお、バイオマスを原料とした熱供給装置を新規設置、もしくは既存設備を増設させる場合には金銭的な支援を行うとしているが、その条件として暖房や給湯の熱源に使用する場合は熱効率が89%以上、それ以外の熱利用であれば70%と規定している（GEG 第90条）。この具体的な支援策は連邦経済省が告知するとしている（GEG 第89条）。

バイオマス利用に関する見通し

ドイツにおける今後のバイオエネルギーの利用の方向性として、ここでは連邦農業食糧省および再生可能資源専門協会の助成により、ドイツ再生可能エネルギー協会の協会紙の中で発表されたレポート²⁴の内容について以下のとおり記載する。

同レポートでは、バイオマスの利用形態は電力利用、熱利用、交通燃料利用の3つに分かれ、さらに普及するとみられる利用方法は、電力（P2Gの合成ガスを含む）、熱利用では固形燃料、バイオメタン、Power to heat、柔軟性の高いコージェネ、交通燃料利用ではバイオディーゼル、バイオエタノール、バイオメタン、Power to liquid（合成液体燃料）としている。²⁵

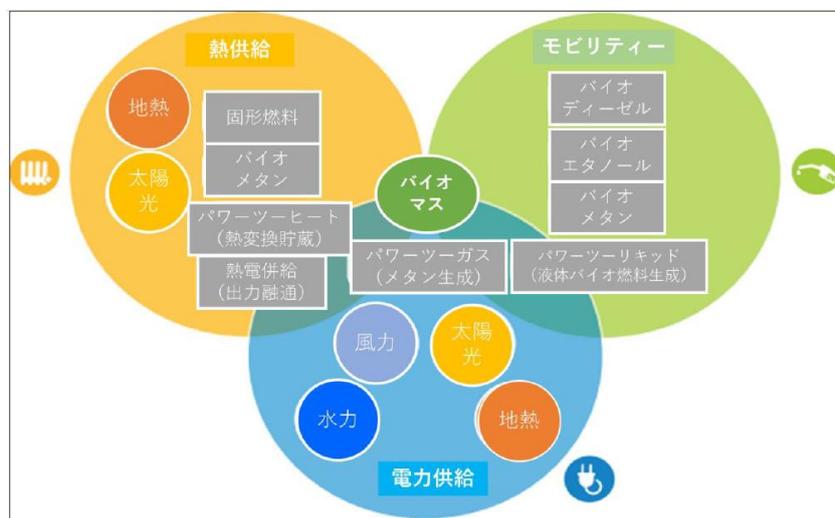


図 1.2.27 バイオエネルギーの今後の利用形態

（出所）Hülsken & Agentur für Erneuerbare Energien e.V, 2019 P.29 をもとにみずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

²³ Gebäudeenergiegesetz: GEG, 正式名称：省エネルギー、及び建築物の暖房・冷房供給への再生可能エネルギーの利用法、Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden

²⁴ Hülsken & Agentur für Erneuerbare Energien e.V, 2019

²⁵ ドイツのガス事業を所管するエネルギー事業法では現在、水素を産業用以外の用途で販売しようとした場合は、バイオガスとしてしか販売できないようになっている。そのため、メタン化であっても水素混入であっても法律上はバイオガスとして扱われる。

レポートの中では、ドイツにおけるバイオマス発電の大半を占めるバイオガス発電設備の運用形態について言及されている。下図は柔軟性のある電力と熱の供給に向けたバイオガス施設の運用変化を示している。バイオガスは 24 時間稼働するのではなく電力系統と電力市場の状況に合わせて運営をすることで安定供給に貢献するとしている²⁶。

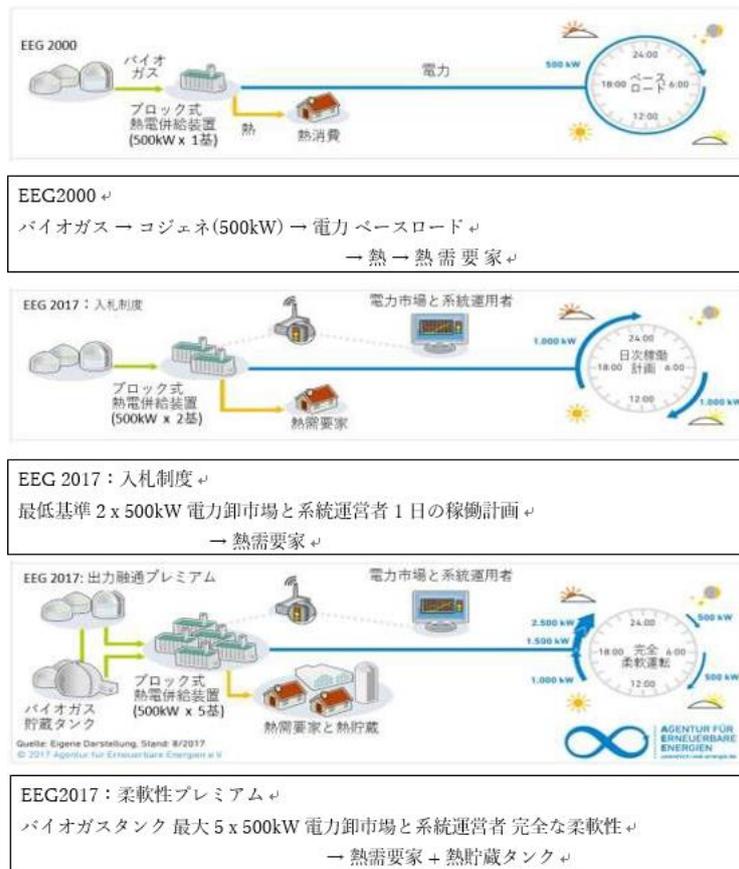


図 1.2.28 バイオガス発電設備の運転形態の変化

(出所) Hülsken & Agentur für Erneuerbare Energien e.V, 2019 P.27 をもとにみずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

EEG が施行された 2000 年当時はバイオガス発電設備は化石燃料の代替となるベース電源となることが期待されていた。しかし 2017 年の同法改正では入札制度により、出力 500 k W の潜熱回収型コージェネ設備 2 基以上が連動して発電を行う施設を増やすことで、朝夕の電力ピーク需要に合わせて設備を稼働、停止させる柔軟な運転を行える設備を増やすよう、支援の方向転換が行われた。

また完全に柔軟な運転が行えるバイオガス発電設備は迅速に大きな電力量を供給するためにより大きな発電容量が必要となり、EEG2017 の規定に従った場合は BHKW を最大 5 基までを用意する必要がある。また発電量に合わせてバイオガスの生成速度を上げることはできないのでバイオガス貯蔵タンクを増設する必要がある。さらに BHKW の出力を主に発電へ向けた場合は発熱量が減るため、新たに蓄熱タンクを設置し電力需要が少ない時に発熱し貯蔵することで電力及び熱の両需要に対してより柔軟な対応ができることが期待されている。

これまで EEG2012 年改正法から柔軟性プレミア (Flexibilitätsprämier) の上乗せ支援を行う政策が採られているが、政府は今後はさらにこのようなそのため、柔軟な運用方式をとる設備に対する支援を強める必要性についても言及している。

²⁶ なお、バイオガス発電設備で必要とする熱をガスコージェネで利用しているエネルギー取得率は 21~31%であり、主に発酵槽での熱として使われている。その他の熱の用途としては、ドイツバイオガス協会が実施したアンケート(有効回答数 602)では、熱を利用している設備の 81% が住宅の暖房として利用し、47%が木材の乾燥に利用していた。その他、オフィスなどの暖房(45%)、穀物の乾燥(36%)が続く。また、利用される熱エネルギー量で見ると、全体の 42%が発酵槽での利用、公的建物が 33%、木材乾燥が 14%だった。公的建物とは市庁舎などを指し、熱利用においては、役場などの公的機関との関係構築が重要であることを示している。

3章 バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業

地域と共生するバイオマスエネルギーを目指して

バイオマスエネルギーは経済・社会・環境の3つの観点から地域システム全体を活性化させる重要なドライバー（歯車）として、今後も普及が期待されている。持続可能なバイオマスエネルギー事業の実現と、より一層の普及拡大のためには、熱も効率よく利用するとともに、地域の特性を活かした最適なシステム化が必要となる。国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は、地域の特性を活かした最適なバイオマスエネルギー利用システムを構築するために、2014年度から「バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業」を実施している。本事業では、FIT制度や補助金などに頼らないことを念頭においた、地域自立システムとしての事業性評価（FS）、実証事業、および技術開発事業を実施し、その成果を本書（導入要件・技術指針）に反映させている。



バイオマスエネルギー地域自立システム化実証事業の実施事項

- 1 バイオマスの種類毎(未利用木材、畜産廃棄物、都市ごみ等)に**経済的に自立可能な要件**及び**要素技術**を洗い直し、導入要件・技術指針としてまとめます。
- 2 実証事業に向けた事業性調査(FS)を行います。
- 3 事業採算性のある事業に対し、導入要件・技術指針に合致した**モデル実証**と、改良が必要な**技術の開発**を行います。
- 4 開発及び実証の**成果を反映させた導入要件・技術指針**と共に、事業モデルを公開し、**更なる導入促進**に貢献します。

図 1.3.1 バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業の目指す社会像のイメージ

(出所) NEDO 提供資料

表 1.3.1 NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業における実証事業者一覧

カテゴリ	事業名	事業者
木質バイオマス	竹の新素材加工工場に併設したバイオマス熱・電併給カスケード利用による地域再生自立システム”ゆめ竹バレー”の実証事業	バンブーエナジー株式会社
	真庭市北部におけるバイオマスエネルギーによる地域自立システム実証事業	昭和化学工業株式会社
	低品位木質系廃棄物を燃料とした蒸気供給モデルの実証事業	JFE環境サービス株式会社 ²⁷
	持続可能な林業に資するバイオマスエネルギーの地域利活用の実証事業	田島山業株式会社
	廃棄バイオマスを利用したクリーニング工場への蒸気供給事業の実証事業	社会福祉法人ウイズユー
メタン発酵系バイオマス	家畜ふん尿由来のバイオガスエネルギーを利用した酪農地域自立システムの実証事業	阿寒農業協同組合
	地域における混合系バイオマス等による乾式メタン発酵技術を適用したバイオマスエネルギー地域自立システムの実証事業	株式会社富士クリーン

表 1.3.2 NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業における FS 事業者一覧 (木質バイオマス)

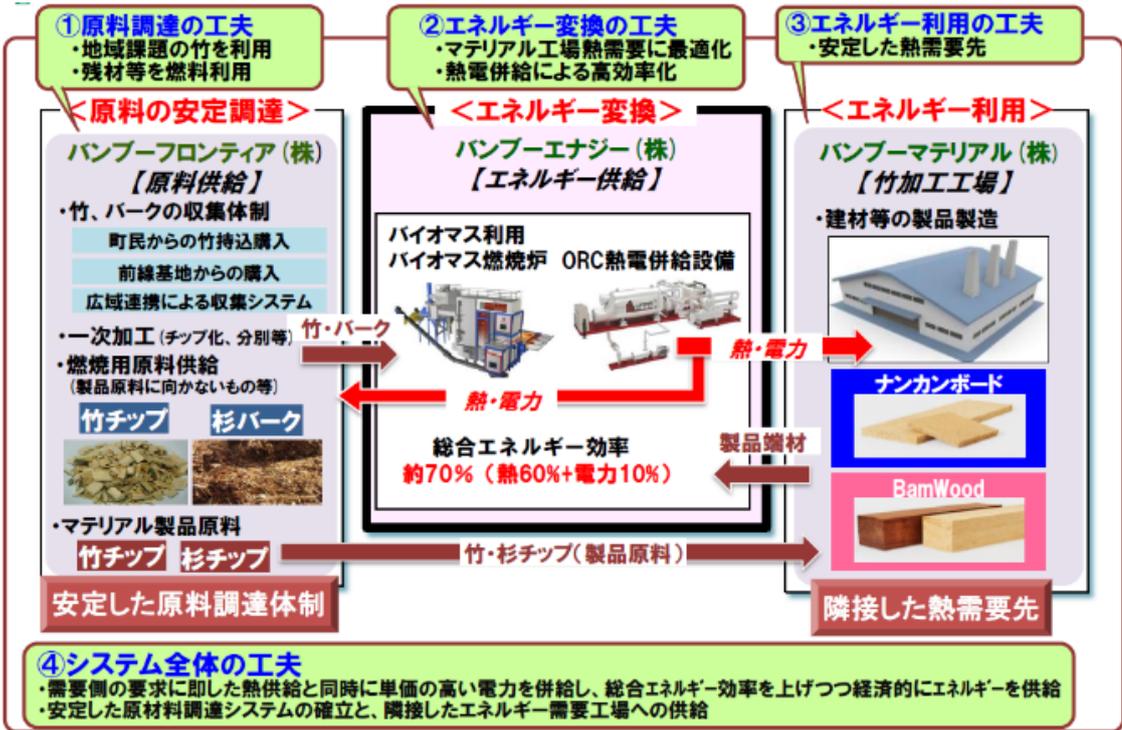
事業名	事業者
バイオマスエネルギーを活用した農・林・工複合型モデルの事業性評価	昭和化学工業株式会社
飲料製造工場及び周辺施設へのバイオマス地域熱供給事業の事業性評価	サーフビバレッジ株式会社
低品位木質系廃棄物を燃料とした蒸気供給モデルの事業性評価	JFE環境サービス株式会社(旧 株式会社日本リサイクルマネジメント)
アクアイグニス多気 ORC ユニットを活用した木質バイオマスコジェネレーションシステムの事業性評価	バイオマス熱電併給株式会社 E2リバイブ株式会社
産業拠点において低質バイオマスを段階的利用する熱電自給・小規模熱利用システムの事業性評価	山室木材工業株式会社
栃木県におけるエリアンサスを含めたバイオマス資源を利活用した公共施設への地域自立システム化の事業性評価	高砂熱学工業株式会社 一般社団法人日本有機資源協会
持続可能な林業に資するバイオマスエネルギーの地域利活用の事業性評価	田島山業株式会社
原木をそのまま燃料とする丸太ボイラーによる熱供給事業の事業性評価	智頭石油株式会社
山林循環再生をめざすバイオマスエネルギー活用地域自立システム化実証事業の事業性評価	山陽チップ工業株式会社 株式会社 EECL
竹改質による燃料化の事業性評価	株式会社日立製作所
中山間・内陸に適した木質バイオマスエネルギー需給複合型システムの事業性評価	長野森林組合
地域材を利用した木質バイオマス熱供給事業の事業性評価	坂井森林組合
早生樹を軸とした農林エネルギー地域循環サステナブル事業の事業性評価	遠野興産株式会社、一般財団法人石炭フロンティア機構(JCOAL)(旧 一般財団法人石炭エネルギーセンター)
山村における木質バイオマス地域熱供給モデル構築事業の事業性評価	一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会
性状の異なる原料を用いたバイオマスガス化電熱併給事業の事業性評価	日本総合研究所
大分県臼杵市における木質バイオマスの熱エネルギー有効活用の事業性評価	ワタミファーム&エナジー株式会社
竹の新素材加工工場に併設したバイオマスの熱・電併給カスケード利用による地域再生自立システム”ゆめ竹バレー”の事業性評価	バンブーエナジー株式会社 中外炉工業株式会社
里山エコリゾートのためのスローテクノロジー統合型の地域木質熱利用システムの事業性評価	東海大学 株式会社東急リゾート&ステイ株式会社(旧 株式会社東急リゾートサービス)
廃棄バイオマスを利用したクリーニング工場への蒸気供給事業の事業性評価	智頭石油株式会社
地域バイオマス持ち込みシステムとスマートバイオマスネットワークの事業性評価	広島県北広島町 国立大学法人広島大学
使用済菌床等の地域産資源を活用したバイオマス燃料供給・地産地消モデル事業の事業性評価	中部電力株式会社 株式会社シーエナジー

²⁷ 株式会社日本リサイクルマネジメントより社名変更

表 1.3.3 NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業における FS 事業者一覧（メタン発酵系バイオマス）

事業名	事業者
地域における混合系バイオマス等による乾式メタン発酵技術を適用したバイオマスエネルギー地域自立システムの事業性評価(FS)	株式会社富士グリーン 栗田工業株式会社
都市と農業地域を繋ぐ循環型バリューチェーン構築を目的とした実証開発の事業性評価(FS)	株式会社竹中工務店
エネルギー作物と家畜糞尿の混合メタン発酵とバイオマスエネルギーマネジメントが可能にする循環型農業システム化実証事業の事業性評価(FS)	株式会社大原鉄工 株式会社いわむろバイオソリューション
JAがのぞむ地域未利用資源を活用したバイオマスエネルギー有効利用システムの事業性評価(FS)	株式会社小樹屋 JA ゆうき青森 東洋紡エンジニアリング株式会社
混合バイオマスによるガレージ式乾式メタン発酵システムの事業性評価(FS)	株式会社サナース 山興緑化有限会社
家畜ふん尿由来のバイオガスエネルギーを利用した酪農地域自立システムの事業性評価(FS)	阿寒農業協同組合 北海道エアウォーター株式会社
小型分散による鶏糞メタンガス発電システム導入と熱利用の事業性評価(FS)	三昌物産株式会社 三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社
鶏糞メタンガス発行システムを用いたエネルギー変換利用及び鶏糞残余を活用した副産物高付加価値化に係る事業性評価(FS)	株式会社インターファーム
家畜ふん尿に由来する液化バイオメタンの都市部へのエネルギー供給システムの事業性評価(FS)	北海道エア・ウォーター株式会社
オンサイト型小型メタン発酵システムの普及のために高温可溶化処理と乳酸発酵の技術を活用したメタン発酵のガス収量の増加による事業性向上と陸上養殖を組み合わせた事業性評価(FS)	株式会社ヴァイオス 国立大学法人京都大学
グリセリン含有廃液リサイクルを核とした地域バイオマスエネルギー循環事業の事業性評価(FS)	バイオ燃料技研工業株式会社 国立大学法人山口大学
製糖工場汚泥と肉牛ふんを主原料とした乾式メタン発酵バッチシステムの事業性評価	株式会社北土開発

1. バンブーエネルギー（FS：2015年度、実証：2017～2020年度）

事業名	竹の新素材加工工場に併設したバイオマスの熱・電併給カスケード利用による地域再生自立システム”ゆめ竹バレー“の実証事業
事業者	バンブーエネルギー株式会社
背景	<p>固定価格買取制度により、各地で大型の木質バイオマス発電所の建設が盛んに行われている。特に林地残材や間伐材などの未利用バイオマスは、電力の買取価格が割高に設定されていることもあり、本事業を計画している九州など一部地域では争奪戦も始まっている。このような FIT 発電所では発電効率を優先した結果、熱併給を行うプラントはほとんどなく、その総合エネルギー効率は低く、20～30%にとどまっている。</p> <p>竹は国内で広範囲に育成している緑資源であるにも関わらず、カリウムやシリカが多いため燃料利用が進まず、未開発のまま放置された竹は、周囲の里山に拡大し生物多様性を低下させる恐れが危惧されている。また、製材工場では丸太加工、製材品加工の過程でバーク、木片などの端材、おが屑、かんな屑などの工場残材が大量に発生している。しかしバークは吸水しやすいため水分を多量に含み、単独では完全に燃焼させることが難しく、堆肥利用以外の用途がなかった。</p>
事業概要	<p>バンブーエネルギー株式会社では熊本県南関町において、地域で荒廃が進み保全が課題となっている竹と未利用のバークを燃料に用いて、バイオマス燃焼炉と ORC 熱電併給設備により、同じ敷地内の竹材を利用した建材工場に対し熱と電気を供給している。FS 調査は 2015 年 10 月から始まり、2017 年 1 月から実証フェーズへ移行、2019 年 10 月に実証運転を開始した。</p> <p>事業全体の概要図を下に示す。竹およびバーク等の原料調達はバンブーフロンティア株式会社、熱電併給はバンブーエネルギー株式会社、竹の建材製造はバンブーマテリアル株式会社が担っている。本事業では竹林の荒廃という全国で顕在化しつつある地域課題を解決すべく、竹の総合利活用と高付加価値化を実現するモデルを実証している。</p>  <p>①原料調達の工夫 ・地域課題の竹を利用 ・残材等を燃料利用</p> <p>②エネルギー変換の工夫 ・マテリアル工場熱需要に最適化 ・熱電併給による高効率化</p> <p>③エネルギー利用の工夫 ・安定した熱需要先</p> <p>④システム全体の工夫 ・需要側の要求に即した熱供給と同時に単価の高い電力を併給し、総合エネルギー効率を上げつつ経済的にエネルギーを供給 ・安定した原材料調達システムの確立と、隣接したエネルギー需要工場への供給</p>

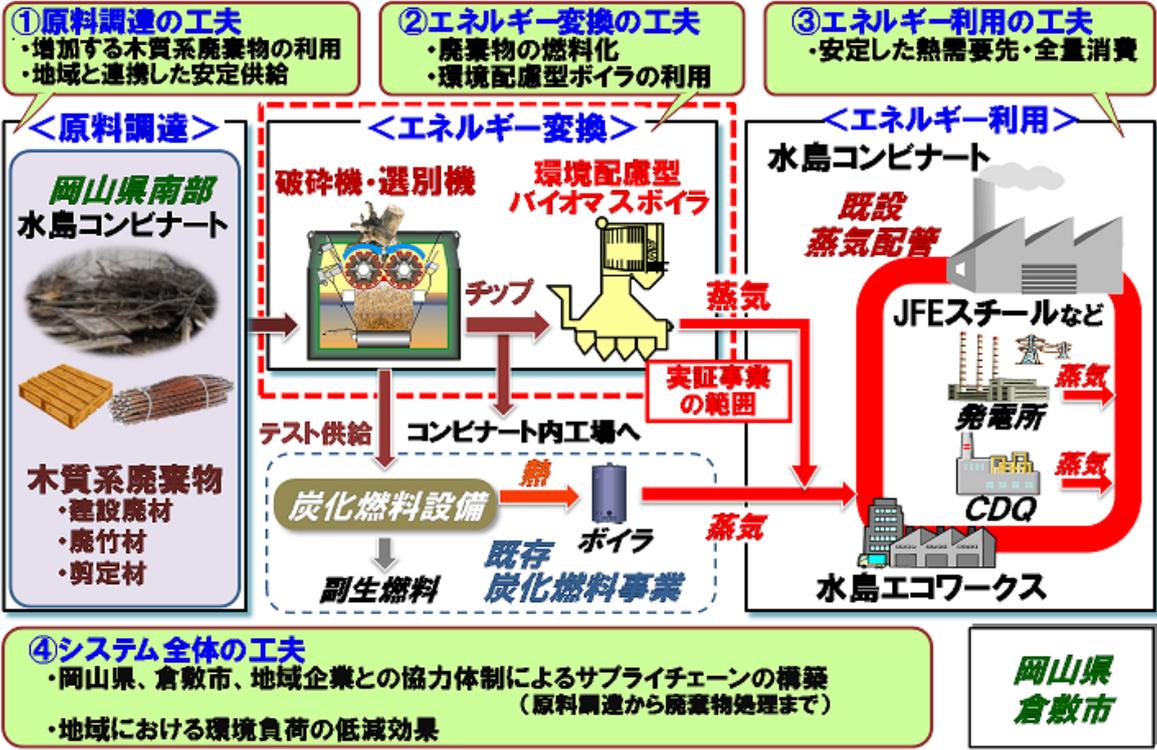
(出所) バンブーエネルギー株式会社 FS 報告書および成果報告会等公開資料より作成

2. 昭和化学工業 (FS : 2014~2016 年度、実証 : 2017~2021 年度)

事業名	真庭市北部におけるバイオマスエネルギーによる地域自立システム実証事業
事業者	昭和化学工業株式会社
背景	昭和化学工業株式会社は岡山県真庭市蒜山地区において実証事業実施予定地域の鉱床より珪藻土原土を採掘し、粉碎、乾燥、焼成、分級の工程を経て珪藻土濾過助剤等の製品製造を行っている。既存工場の製造工程において、原土に含まれる約 70%の水分と有機物の燃焼を行うため、多大なエネルギーを消費しており、現状そのエネルギー源を 100%輸入の LNG 燃料に頼っている。本事業は、100%輸入によるエネルギー消費体制から、地域資源である木質バイオマスの併用による地元材の消費体制に移行を目指した総合的な取り組みにより経済性の向上と CO2 削減、地域活性化を目指す。
事業概要	<p>昭和化学工業株式会社では岡山県真庭市を中心に木の皮などの余剰木質バイオマスを調達し、バイオマス熱風炉を用いて同社の珪藻土製品の製造・乾燥工程へ熱供給を行うモデルを実証している。事業全体の概要図のとおり、バイオマス熱風炉は既存の LNG を燃料とする供給プラントに併設し、一部の化石燃料をバイオマスに代替することで、従来の化石燃料の使用量を削減と、燃料価格の変動影響の低減を目指している。</p> <p>①原料調達の工夫 真庭システムと連携した安定供給 〈原料調達〉</p> <p>②エネルギー変換の工夫 設備投資最少・珪藻土品質維持 〈エネルギー変換〉</p> <p>③エネルギー利用の工夫 燃料の2元化 (LNG+バイオマス) 〈エネルギー利用〉</p> <p>④システム全体の工夫 真庭地域との協力体制構築／原料の需要バランス最適化／燃料代の地元還元／環境負荷の低減効果</p>

(出所) 昭和化学工業株式会社 FS 報告書および成果報告会等公開資料より作成

3. JFE 環境サービス (FS : 2015 年度、実証 : 2017~2020 年度)

事業名	低品位木質系廃棄物を燃料とした蒸気供給モデルの実証事業
事業者	JFE 環境サービス株式会社(旧 株式会社日本リサイクルマネジメント)
背景	<p>JFE 環境サービス株式会社(旧 株式会社日本リサイクルマネジメント)は、2005 年より水島コンビナート内で、岡山県内から集めた発電用途とは競合しない建築廃材などの木質系廃棄物(以下「廃木材」という)の受入から、破碎チップ化、炭化炉で炭化物を製造する炭化処理事業を展開している。炭化物は、助燃材や土壌改良材などの用途向けに製品化して販売している。また、炭化物を製造する際の廃熱を利用して蒸気を製造して、既設の蒸気ラインを通して隣接する JFE スチールなどの蒸気利用工場へ供給販売している。</p> <p>一方、地域課題としては①廃木材の増加、②廃竹材の活用需要、③剪定枝の処理、④温室効果ガスの削減、⑤エネルギーコストの削減などが顕在化し、これらの課題解決のために、新たに廃木材由来のバイオマスエネルギーを熱利用(蒸気)する。</p>
事業概要	<p>JFE 環境サービス株式会社は岡山県倉敷市を中心とする広範囲の地域から発生する建築廃材や、低発熱量の木質系廃棄物を調達し、燃料チップ化、環境配慮型ボイラーの工程を通して、コンビナート内の近隣工場に蒸気を供給している。</p> <p>原料については、発電事業用途のバイオマスとは競合しない低質な木質バイオマスを対象としている。また、それらを用いて製造された蒸気は、既に整備されているパイプラインを通じて供給を行う。このように、地域のリソースを活かした地域産業モデルを実証している。</p>  <p>①原料調達の工夫 ・増加する木質系廃棄物の利用 ・地域と連携した安定供給</p> <p>②エネルギー変換の工夫 ・廃棄物の燃料化 ・環境配慮型ボイラーの利用</p> <p>③エネルギー利用の工夫 ・安定した熱需要先・全量消費</p> <p>④システム全体の工夫 ・岡山県、倉敷市、地域企業との協力体制によるサプライチェーンの構築 ・地域における環境負荷の低減効果</p> <p>岡山県 倉敷市</p>

(出所) JFE 環境サービス株式会社 FS 報告書および成果報告会等公開資料より作成

4. 田島山業 (FS : 2015 年度、実証 : 2017~2019 年度)

事業名	持続可能な林業に資するバイオマスエネルギーの地域利活用の実証事業
事業者	田島山業株式会社
背景	大分県内では主伐に伴う伐採量が増加しているが、原木の供給量が増える一方、杉材の価格は低下の一途をたどっている。木材価格の低下による収益率の悪化は林野庁が林業白書の中でも明言しており、収入から育林経費を賅っていない。田島山業は、1200haの山林を管理しており、伐採搬出に関する最先端技術(高性能林業機械)を有している。また、林道等インフラ設備が進んでいる。本事業ではこれら高度なインフラを活かし、林内に放置されている林地残材の先端部を有効利用し、エネルギー利用を図ることで、林業者に新たな収入源を創出するとともに、バイオマス燃料の供給量拡大や価格の安定化を目指す。
事業概要	<p>原料調達については、山からの林地残材搬出、チップカーによる土場におけるチップングについて3つの研究開発項目を定め検証を行った。林地残材調達可能量および搬出コストの検証、土場におけるストックヤード効果の検証、チップカーの活用による効果の検証である。エネルギー利用では、チップカーにて製造した林地残材チップを木質バイオマス発電所、木質バイオマスボイラーへ供給した。エネルギー変換技術については、林地残材の自然乾燥について検証を行った。システム全体については、近隣からの林地残材収集の検討、他地域への展開可能性の検討の2検証を行った。</p> <p>①原料調達の工夫 林地残材(先端部、枝・葉)の燃料化 自社インフラの活用 チップカーによる作業効率化</p> <p>③エネルギー変換の工夫 自然乾燥 需給バランス調整</p> <p>②エネルギー利用の工夫 近隣発電所の安定需要 近隣地域熱需要</p> <p>④システム全体の工夫 林業を営む田島山業が主体となり、持続可能な林業との調和をはかることで持続可能なバイオマスエネルギー利用を目指す。近隣山林へ広く普及させることで地域全体の収益増を目指す。</p> <p>大分県 日田市</p>

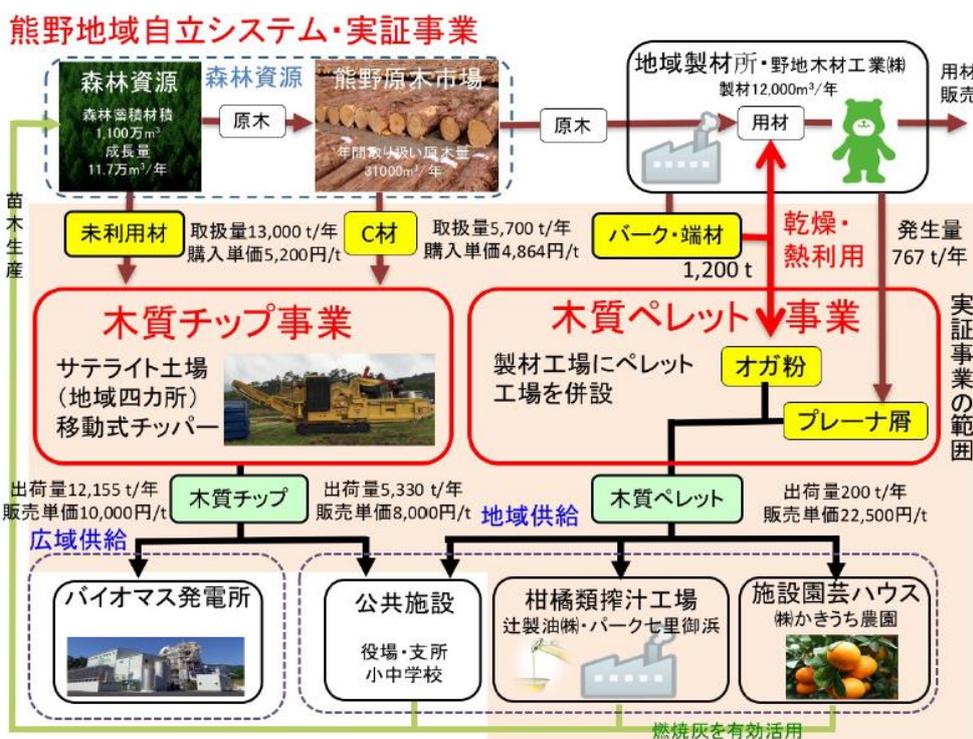
(出所) 田島山業株式会社 FS 報告書および成果報告会等公開資料より作成

5. ウイズユー／智頭石油（FS：2018年度、実証：2019～2021年度）

事業名	廃棄バイオマスを利用したクリーニング工場への蒸気供給事業の実証事業
事業者	社会福祉法人ウイズユー、智頭石油株式会社
背景	鳥取市内の社会福祉法人ウイズユー（以下、（福）ウイズユー）はクリーニング工場を運営し、重油を燃料とした蒸気ボイラーを使用していた。一方、別に運営するしいたけ栽培施設（きのこセンター）より廃菌床が大量発生し未活用で廃棄されており、これらをエネルギーとして有効活用し、クリーニング工場の化石燃料消費の削減を図る目的でFSを実施し、実証事業の実施に至った。
事業概要	<p>（福）ウイズユーのクリーニング工場では、主熱源には重油を燃料とした蒸気ボイラーを使用している。また、別に運営するきのこセンターから廃菌床が大量に発生し未活用で廃棄している。周辺地域では果樹剪定枝等の廃棄バイオマスや間伐材チップも入手が容易であり、これら燃料を利用できるバイオマスボイラーを新設し、太陽熱や廃熱を利用した燃料の乾燥システム構築や廃熱活用を行うことで、地域のエネルギーを有効活用した地産地消モデルを構築する。</p> <div style="text-align: center;"> <h3>事業イメージ図</h3> </div> <p>【事業概要】 智頭石油が熱供給事業者となりウイズユーのクリーニング工場内に蒸気ボイラーを設置する</p> <p>【鳥取県】 廃棄バイオマスの発生状況や収集手段に関する情報提供 【鳥取市】 他の熱需要施設に関する情報提供 地域関係者と連携</p> <p>【今後】 事業の仕組みを構築 他の施設・全国への展開</p> <p>他の熱需要施設への供給 温泉施設など</p> <p>輸送</p> <p>廃菌床利用</p> <p>下段きのこセンター (しいたけ栽培)</p> <p>社会福祉法人ウイズユー (熱利用先)</p> <p>智頭石油株式会社 (熱供給事業者)</p> <p>廃棄バイオマス</p> <p>果樹剪定枝</p> <p>チップ</p> <p>廃菌床</p> <p>パーク</p> <p>乾燥</p> <p>バイオマスボイラー</p> <p>蒸気供給 3t/h程度</p> <p>料金</p> <p>クリーニング工場 (リネサプライ)</p> <p>排熱利用</p> <p>洗濯機 温水昇温に利用</p> <p>蓄熱or熱交換</p> <p>樹林業 (協力企業)</p> <p>地元素材業者及び自伐林家との協業</p> <p>管理山林 約1,500ha</p> <p>丸太の切り出し・運搬 300ha/年</p> <p>原木乾燥</p> <p>丸太乾燥ヤード (高速道路の高架下等利用)</p> <p>蓄熱材</p> <p>廃熱利用</p>

(出所) 智頭石油株式会社 FS 報告書および成果報告会等公開資料より作成

6. 熊野原木市場協同組合 (FS : 2014~2015 年度)

事業名	“熊野新道”～新しい木質バイオマスエネルギーの道(拠点)づくりの事業性評価
事業者	熊野原木市場協同組合、三重くまの森林組合、野地木材工業株式会社、辻製油株式会社、株式会社かきうち農園、国立大学法人三重大学
背景	三重県熊野地域は平均森林率 83%の森の国であり、持続可能な社会づくり、エネルギーセキュリティーの向上、地球温暖化の防止等の面から、バイオマス等の再生可能エネルギーの導入は重要な課題である。本 FS は森林資源が豊富な熊野地域において、未利用木質バイオマスを地域において利活用する仕組みを作り、100%熊野材の木質バイオマス利活用によるエネルギー自立地域をつくりあげること目標とする。
事業概要	<p>熊野原木市場協同組合・三重くまの森林組合を事業主体とし、山林から搬出される未利用材を主な取り扱い原料とする。また、原木市場で 8,000 円/m³ 以下で取引される C 材を直接買い取り原料材として利用する。原木材料を地域にあるサテライト土場(4ヶ所)にて貯木・乾燥し、移動式チップパーを用いて現場で木質チップ化し、合理的なサイズの大型トラックで地域および広域に輸送・販売する。</p> <p>森林から搬出される間伐材・未利用材、原木市場を通して、製材工場で原木を製材する際に発生する端材を木質燃料化する。燃料は、地域の製材工場、柑橘類工場、温浴施設、小規模需要先に供給し、地域熱利用する。また、地域バイオマス発電所にも供給する広域連携型のシステムも併せて取り組む。これまで木材の乾燥に灯油が使用されていたため、バークおよび端材を燃料としたバークボイラーに置き換えエネルギー利用を実施する。</p> 

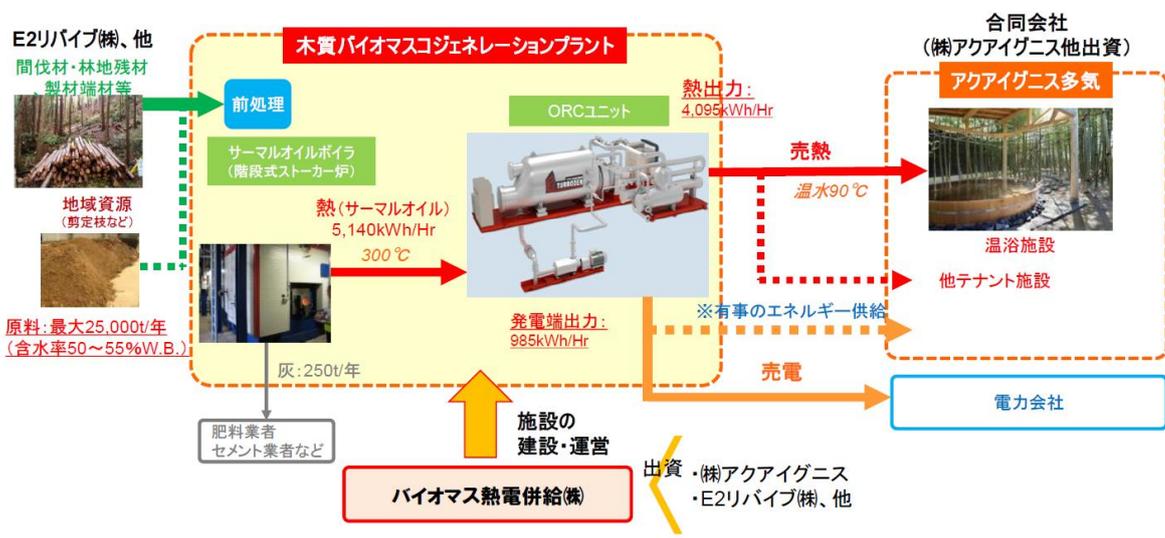
(出所) 熊野原木市場協同組合、三重くまの森林組合、野地木材工業株式会社、辻製油株式会社、株式会社かきうち農園、国立大学法人三重大学 FS 報告書より作成

7. サーフビバレッジ (2014～2015 年度)

事業名	飲料製造工場及び周辺施設へのバイオマス地域熱供給事業の事業性評価(FS)
事業者	サーフビバレッジ株式会社
背景	<p>事業実施地であるサーフビバレッジ石森工場(山梨県山梨市)周辺は次のような特徴がある。①年間通して多量の蒸気(熱)を使う事業所であり、燃料の消費量も多い。②山林が多い山梨県の豊富な森林資源の有効活用ができる。③山梨市(石森工場の所在地)のバイオマスタウン構想とのタイアップしている。④近隣に大型チップ工場が竣工した。⑤石森工場とは別工場で 2007 年より木質バイオマスボイラーを導入し、運用継続実績がある。これらを踏まえ、石森工場における新たなバイオマスエネルギー利用に係る FS を実施した。</p>
事業概要	<p>未利用間伐材等の木質チップを原料としたバイオマスボイラ及びアキュムレータを用いて、飲料製造工場及び周辺施設へ熱供給を行う地域熱供給事業の事業性評価を行う。</p> <p>本事業で用いる木質チップは未利用間伐材や支障木などの森林由来のものを中心として複数種検討する。近隣に大規模チップ生産工場が存在するため、スケールメリットを活かした安定的かつ低コストでの調達を目指す。熱供給事業としては、バイオマスボイラ及びアキュムレータを導入することで、飲料製造工場での抽出・加熱殺菌等工程で用いる熱源(蒸気)を得るために重油ボイラで消費している重油の使用を削減する。そのために適なバイオマスボイラの選定およびアキュムレータを用いた熱需要変動への対応方法を検討する。また地域熱供給は、飲料製造工場で使用した蒸気の温排水を周辺の公共施設や園芸施設に供給することを想定する。</p> <div data-bbox="287 784 1436 1344" style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">※大半(数万円)はバイオマス発電所への出荷を想定しているが、その一部を本事業に振り分ける。</p> </div>

(出所) サーフビバレッジ株式会社 FS 報告書より作成

8. バイオマス熱電併給／E2リバイブ（FS：2014～2016年度）

事業名	アクアイグニス多気 ORC ユニットを活用した木質バイオマスコジェネレーションシステムの事業性評価(FS)
事業者	バイオマス熱電併給株式会社、E2リバイブ株式会社
背景	<p>FIT 制度施行以降、これまでコスト的にその活用が難しかった未利用材を利用した発電出力 5,000kW 級の木質バイオマス発電所の計画が次々と立ち上がり、稼働を開始している。一方、燃料集荷面からの過大な規模感や発電のみというエネルギー効率の低さを問題視する点も聞かれ始めている。また東日本大震災以降、再生可能エネルギーを活用した分散型エネルギー拠点のニーズも高まっている。持続可能な森林資源の活用によりエネルギーの有効活用や地域産業・経済振興を進めていく上では、燃料集荷面から無理がないコンパクトな規模で、熱利用も伴う中小型の木質バイオマスコジェネレーション技術の実用化への期待が高まっている。本事業では欧州で豊富な実績を持つ「ORC(Organic Rankine Cycle)ユニット」に着目し、バイオマスボイラーとの組み合わせによる木質バイオマスコジェネレーションの国内での実用性を検証した。</p>
事業概要	<p>本事業では、三重県多気町にオープン予定の温浴リゾート施設で、バイオマスボイラーおよび ORC ユニットを用いた中小規模の木質バイオマスコジェネレーションシステム導入の事業性評価を行った。</p> <p>原料は E2 リバイブ株式会社が自社および周辺地域の林業事業者、伐採業者、製材工場、原木市場、ダム管理者などから未利用木材を年間約 8 千 t、一般木材を年間 1.7 万 t の合計年間 2.5 万 t を集荷し、E2 リバイブ株式会社チップ工場に持ち込み、加工後熱電併給プラントに供給する。熱の供給については、リゾート施設アクアイグニス多気に売熱し、リゾート施設内の温浴施設、宿泊施設、テナント施設等に供給する。</p> 

(出所) バイオマス熱電併給株式会社、E2リバイブ株式会社 FS 調査報告書より作成

9. 智頭石油／鳥取大学 (FS : 2015 年度)

事業名	原木をそのまま燃料とする丸太ボイラーによる熱供給事業の事業性評価(FS)
事業者	智頭石油株式会社、国立大学法人鳥取大学
背景	<p>原料調達において管理森林から 10,000t/年の燃料用低質材の搬出が見込まれている他、周辺地域の大手木材加工施設や木質バイオマス発電所において、チップ化に向かない樹皮が大量に発生し処分が地域課題となっていた。加えて、以前の調査事業において近隣も複数の工場では木質バイオマスボイラーで蒸気を供給する事業が最適であるという調査結果があった。そのため、一定以上の熱(蒸気)需要と設置スペースが確保できる工場等では、大型ボイラーを使い燃料としての加工工程がほとんど不要かつ乾燥が容易な丸太のまま利用することが、原料調達、エネルギー変換技術のいずれの面からも経済的に有利で、国内での普及可能性が高いと考え、FS 調査を実施した。</p>
事業概要	<p>智頭石油株式会社が協力工場の敷地内に、丸太を燃料として蒸気を発生させる丸太ボイラーシステムを設置し、原料丸太の調達・運搬からボイラーシステムの運転管理までトータルに実施する。需要先に対してそれぞれ 1~3t/h 程度の蒸気を販売する熱供給事業をベースとし、同時に余剰蒸気を活用して小規模発電を行い、蓄電してボイラーシステムの運転や電気自動車の運転に自家利用するサブシステムの構築についても検討した。</p> <div data-bbox="327 779 1380 1601" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">樹皮(パーク)を主燃料とする木質ボイラーによる蒸気熱供給事業 イメージ図</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>【本事業の概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○智頭石油の費用負担で、協力工場の敷地内に高含水率対応パークボイラーを設置。 ○智頭石油が燃料(主に樹皮)調達、ボイラーの運転・管理、工場への蒸気供給をトータルで実施。 ○主原料は大手合板工場で発生する樹皮。ここに隣接するバイオマス発電所に燃料用のチップを配送したトラックの帰り便を利用して樹皮を運送。 ※樹林業の管理山林で発生する低質材丸太は、燃料用チップ工場に販売。そこで製造されたチップの一部を、助燃用に調達。 </div> <div style="width: 65%; text-align: center;"> <p>事業主体: 智頭石油</p> <p>高含水率対応パークボイラー</p> <p>熱(蒸気)供給 1~1.5t/h</p> <p>料金 C社・鳥取工場</p> <p>樹皮 5,000t/年</p> <p>チップ 数十t/年</p> <p>燃料用チップ工場 (山陰丸和・八頭工場等)</p> <p>C材丸太</p> <p>将来的に...</p> <p>大型丸太ボイラー</p> <p>日新・境港工場等の樹皮発生量1.5万t/年</p> <p>智頭町・鳥取市など鳥取県東部の森林 約12万ha</p> <p>智頭石油及び協力企業の管理山林 現状で約1,500ha</p> <p>丸太の切り出し・運搬 (地元素材業者及び自伐林家) 300ha/年の間伐</p> <p>A材・B材 製材工場へ</p> </div> </div> </div>

(出所) 智頭石油株式会社、国立大学法人鳥取大学 FS 報告書より作成

10. 東急リゾート&ステイ／東海大学 (FS : 2016 年度)

事業名	里山エコリゾートのためのスローテクノロジー統合型の地域木質熱利用システムの事業性評価(FS)
事業者	東急リゾート&ステイ株式会社(旧 株式会社東急リゾートサービス)、学校法人東海大学
背景	<p>戦後、電信柱や線路の枕木などの用途として需要を見込んで、生長が早く育苗も容易なカラマツを大量に植林してきたが、代替材料の台頭や、外国産の安い木材が大量に輸入されることになり、カラマツはその利用目的を失ってしまった。こうして植えられたカラマツの多くは、植林後 50 年を越え間伐時期を迎えているが、間伐して利用するには採算コストが合わず、間伐は必要最小限にとどまっている。その結果、植林後間引くことなく放置されているエリアが多く、細い幹の木が密集して林立しており水源涵養不足や土砂災害が懸念される。</p> <p>一方で、蓼科東急リゾートタウン内には、リゾートホテル、会員制リゾート施設、ゴルフ場などがあり、大量の重油や灯油等の化石燃料を使用して暖房、給湯、温水加温などの熱利用を行っているため低炭素化への移行が求められている。こうした背景を踏まえ、当該施設におけるバイオマスエネルギー利用の FS 調査を実施した。</p>
事業概要	<p>蓼科東急リゾートタウンの敷地に保有するカラマツ等の間伐材を用いたバイオマス熱利用を対象にして、域内エネルギー自給自足システムの事業性評価を行った。具体的には、1)カラマツ間伐(現地調査)、2)既存化石燃料ボイラーと温水配管の熱損失(実測調査・数値計算)、3)カラマツ薪を利用した蓄熱式薪ヒーター(暖房実験・ 燃焼試験・数値計算)、4)太陽熱によるチップ乾燥(数値計算)、5)断熱強化施設における燃料節約(数値計算)について、エネルギーやコストの検討を行った。</p> <div data-bbox="359 824 1380 1568"> <p>⑤断熱強化施設における節約型木質熱利用のシミュレーション(蓼科アネックス)</p> <p>③カラマツ薪利用の蓄熱式薪ヒーターの暖房実験・解析(ゴルフ場)</p> <p>④太陽熱木質燃料乾燥システムの導入のためのエネルギー収支分析</p> <p>②既存の重油および灯油焼き温水と長距離輸送による熱供給に関する実態調査・分析(蓼科アネックス)</p> <p>①カラマツ間伐一木質燃料供給におけるエネルギー収支、コスト収支の調査分析</p> <p>最小限に抑えた木質燃料を間伐材により供給</p> </div>

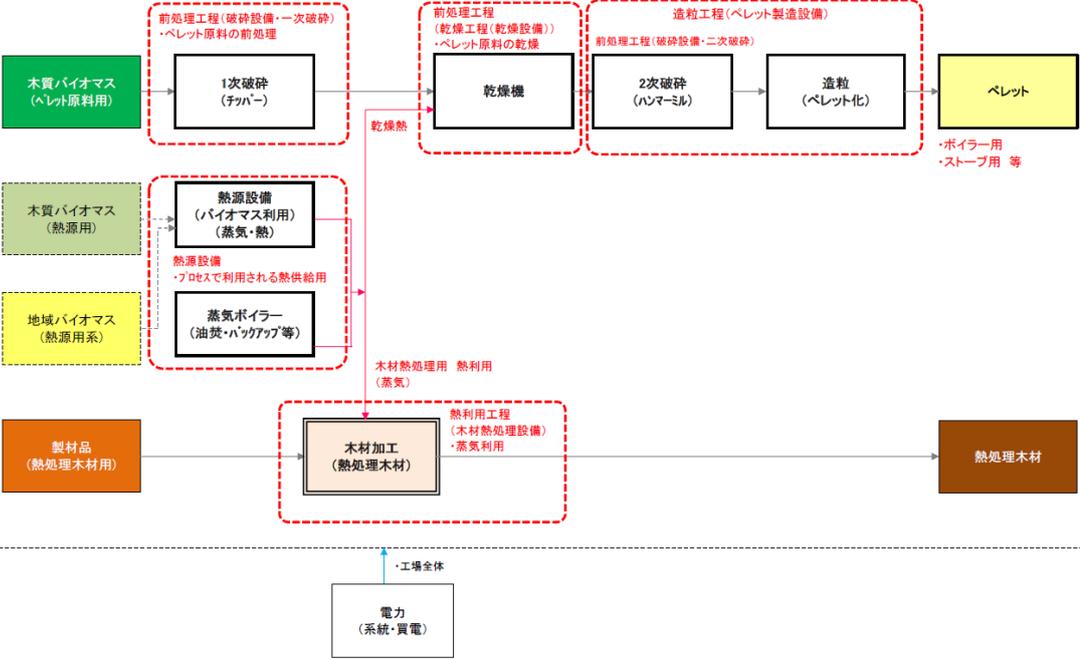
(出所) 株式会社東急リゾートサービス、学校法人東海大学 FS 報告書より作成

11. 日立製作所 (FS : 2016 年度)

事業名	竹改質による燃料化の事業性評価
事業者	株式会社日立製作所
背景	竹は豊富に存在し木材に比べ成長が早いので燃料を大量に消費する発電用ボイラー利用できる可能性がある。しかし、竹はカリウム(K)と塩素(Cl)を多く含むため利用されていない。Kが多いと燃焼灰の軟化・溶融温度が低下し灰がボイラー壁に付着して運転を妨げる。またClは伝熱管表面の腐食を加速する。国内では竹の利用が減少したのと筍が安価な輸入ものに代ったことにより放置竹林が増えつつある。竹は増殖力が大きいので周囲の森林を侵食する一方で、保水力が弱いので地滑りの原因となっている。
事業概要	<p>竹改質技術を用いて、管理竹林および放置竹林の竹を収集して改質し、付加価値が高いバイオマス燃料として販売する事業を検討した。バイオマス原料調達の検討については、改質燃料の競合となる木質バイオマスチップ、ペレット等の燃料価格を把握し、バイオマス燃料の市場調査を行った。また、自治体の協力得て我々が検討した竹収集方法に掛かる費用低減効果を検討し、従来方法とのコストについて比較・評価を行う他、現状チェーンソーを用いて低効率で伐採・収集されている竹について、重機を利用した高効率化を検討した。また、製造された改質燃料を用いてバイオマス燃料として事業化を行った場合に、競合となる木質チップ等と比較してそれぞれの燃料としての課題を検討し、事業性が成立するかについて評価を行った。改質燃料価格の評価についても、原料収集の機械化の検討、燃料改質方法の検討、抽出液利用の検討などの工夫をして燃料単価の低減を行った場合の価格の検討を行った。</p>

(出所) 株式会社日立製作所 FS 報告書より作成

12.長野森林組合 (FS : 2016 年度)

事業名	中山間・内陸に適した木質バイオマスエネルギー需給複合型システムの事業性評価(FS)
事業者	長野森林組合
背景	<p>森林資源は、わが国でもっとも豊富なバイオマス資源としてその利用が期待されているが、森林資源をバイオマスエネルギーとして利用するには、原料収集、エネルギー転換、エネルギー利用の各要素技術を適切に組み合わせる上で全体として整合・統合のとれたシステムを構築する必要がある。そのために、関連するステークホルダー(原料供給側・エネルギー転換側・エネルギー利用側、地域行政等)にも事業に対する十分な理解・協力を得ていく必要があるなど、事業化に至るまでは多くのハードルがある。地域で自立・存続可能なシステムを構築するには、バイオマスエネルギー利用の要件となる原料調達・エネルギー転換・エネルギー利用の各々の特徴を踏まえた仕組みづくりが必要と考えられる。これらの課題の解決と今後の事業化に向けた FS 調査を行った。</p>
事業概要	<p>長野県長野市を中心とする地域から幅広い森林資源や各種バイオマスを受け入れ、バイオマス熱を利用した固形燃料等を製造する生産拠点を形成し、原料調達や製品売上の安定化等の検討を行った。また、固形燃料製造と木材加工等の複合化によるエネルギー融通・体制合理化等のメリットから得られる利益をバイオマス製品の流通等を通じて地域に還元し、地域とともに持続・発展する自立システムに関する事業性評価を実施した。</p>  <p>The diagram illustrates the energy flow and process integration. It starts with '木質バイオマス (ペレット原料用)' (Wood biomass for pellet raw material) entering a '1次破碎 (チッパー)' (Primary crushing) stage. This is followed by a '乾燥機' (Dryer) stage, which receives '乾燥熱' (Drying heat) from a '熱源設備 (バイオマス利用) (蒸気・熱)' (Heat source equipment using biomass (steam/heat)). The dried material then goes to '2次破碎 (ハンマミル)' (Secondary crushing) and '造粒 (ペレット化)' (Pelletization) to produce 'ペレット' (Pellets). The pellets are used for 'ボイラー用' (Boiler use) and 'ストーブ用' (Stove use). Simultaneously, '木質バイオマス (熱源用)' (Wood biomass for heat source) and '地域バイオマス (熱源用系)' (Local biomass for heat source system) are processed in '熱源設備 (バイオマス利用) (蒸気・熱)' and '蒸気ボイラー (油焚・バックアップ等)' (Steam boiler (oil-burn/backup, etc.)). These heat sources provide '熱源設備・プロセスで利用される熱供給用' (Heat supply for heat source equipment/process). The '木質バイオマス (熱源用)' also provides '木材熱処理用 熱利用 (蒸気)' (Wood heat treatment heat use (steam)). The '蒸気ボイラー' provides '熱利用工程 (木材熱処理設備)・蒸気利用' (Heat treatment process (wood heat treatment equipment)・steam use). The '木材加工 (熱処理木材)' (Wood processing (heat-treated wood)) stage receives '木材熱処理用 熱利用 (蒸気)' and '熱利用工程 (木材熱処理設備)・蒸気利用'. The final product is '熱処理木材' (Heat-treated wood). The entire process is powered by '電力 (系統・買電)' (Electricity (grid/purchase)) supplied to the '工場全体' (Entire factory).</p>

(出所) 長野森林組合 FS 報告書より作成

13.山陽チップ工業／EECL (FS : 2016 年度)

事業名	山林循環再生をめざすバイオマスエネルギー活用地域自立システム化実証事業の事業性評価(FS)
事業者	山陽チップ工業株式会社、株式会社EECL
背景	<p>地域課題として広葉樹林が放置され高齢・大径化により萌芽力減退や CO₂ 吸収能力減少を招いており、林業従業者の高齢化・減少も見られる。そのため、山林保全に向けて持続的な木材利用促進を図る必要がある。</p> <p>また、事業者課題として山陽チップ工業株式会社では、開発支障木をチップ化し堆肥等に利用しているが、需要が少なく、新たな活用方法を課題としていた。また、株式会社EECLでは、石油価格高騰の昨今、熱供給設備で使用する木質ペレット燃料のコスト低減を課題としており、本 FS 調査を実施した。</p>
事業概要	<p>山口県下関市を拠点としてチップ製造を行っている山陽チップ工業株式会社と熱供給事業を行っている株式会社EECLが連携し、未利用の木質バイオマスで製造した燃料をホテルや温浴施設の熱や電気として活用を図るシステムの経済性を検討した。</p> <p>燃料化事業を山陽チップ工業株式会社、熱供給事業と熱電供給事業を株式会社EECLが担当した。</p> <p>山陽チップ工業 (燃料化) の工程:</p> <ul style="list-style-type: none"> 立木 (木材) と 開発支障木 (木材) が原料となる。 山陽チップ工業 (燃料化) は、菊川チップ工場と菊川リサイクルヤードを有する。 菊川チップ工場: 既設破砕機で樹皮と製紙用チップを生成する。 菊川リサイクルヤード: 既設破砕機で堆肥原料とピンチップ3,000t/年を生成する。 乾燥設備: チップダスト600t/年と原料2,500t/年を処理し、燃料300t/年を生成する。 ペレット製造設備: 燃料300t/年と原料2,500t/年を処理し、ペレット1,250t/年を生成する。 <p>EECL (熱供給・熱電供給) の工程:</p> <ul style="list-style-type: none"> 既設ペレットボイラ: 300t/年の燃料を処理し、熱をホテルAとホテルBに供給する。 ペレットボイラ: 200t/年の燃料を処理し、熱を温浴施設とデイサービスに供給する。 熱電併給装置: 750t/年の燃料を処理し、熱をホテルCに供給し、電気を生成する。 <p>※点線は既存ライン</p>

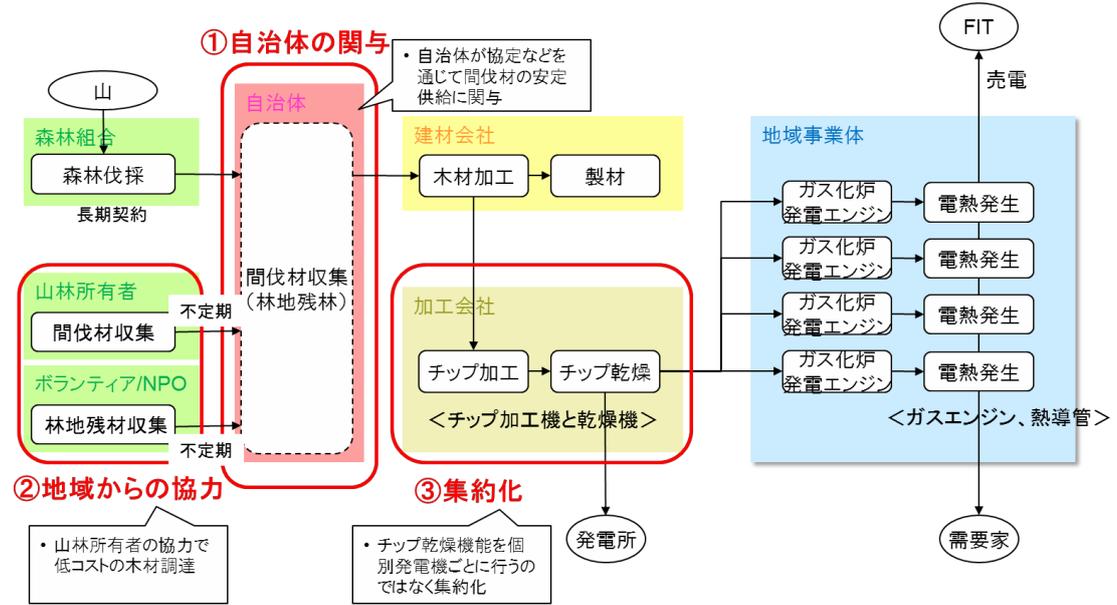
(出所) 山陽チップ工業株式会社、株式会社EECL FS 報告書より作成

15. ワタミファーム&エナジー (FS : 2018~2019 年度)

事業名	大分県臼杵市における木質バイオマスの熱エネルギー有効活用の事業性評価(FS)
事業者	ワタミファーム&エナジー株式会社
背景	<p>森林を整備するために伐採した原木については、木質バイオマスエネルギーとして注目され、木質チップ、薪などの形で利用される量が増加している。一方で、未利用間伐材等の収集・運搬、チップ等の燃料製造にはコストが掛かるため、大型発電所以外での利用が増えていないのが現状である。</p> <p>木質資源を含めたバイオマス資源の活用は、具体的な利活用先が確保できないことが多く、関する経済性が確保された一貫システムの構築を目指して、様々な取り組みを行っているが、全国規模で波及しているような取り組みは見当たらない。そこで、木質バイオマスエネルギーの利活用の先導的な取り組みを実施し、地域内での活用に向けたきっかけをつくる必要がある。</p>
事業概要	<p>本事業では、森林資源からなる間伐材チップや建築廃材などについて、搬出から適切な規格・品質を追求した製造までの工程を調査し、製造コストを試算した。また、二豊醤油工場と臼杵スイミングスクールを熱供給先として検討し事業性評価を行なった。</p> <p>加えて、自社で実施予定の廃校を活用したチップ製造と、小型ガス化炉による熱電併給設備を導入し、排熱をふぐの養殖に利活用するの方策についても併せて検討した。</p> <div data-bbox="304 734 1433 1570" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業 【大分県臼杵市における木質バイオマスの熱エネルギー有効活用の事業性評価 (FS)】</p> </div>

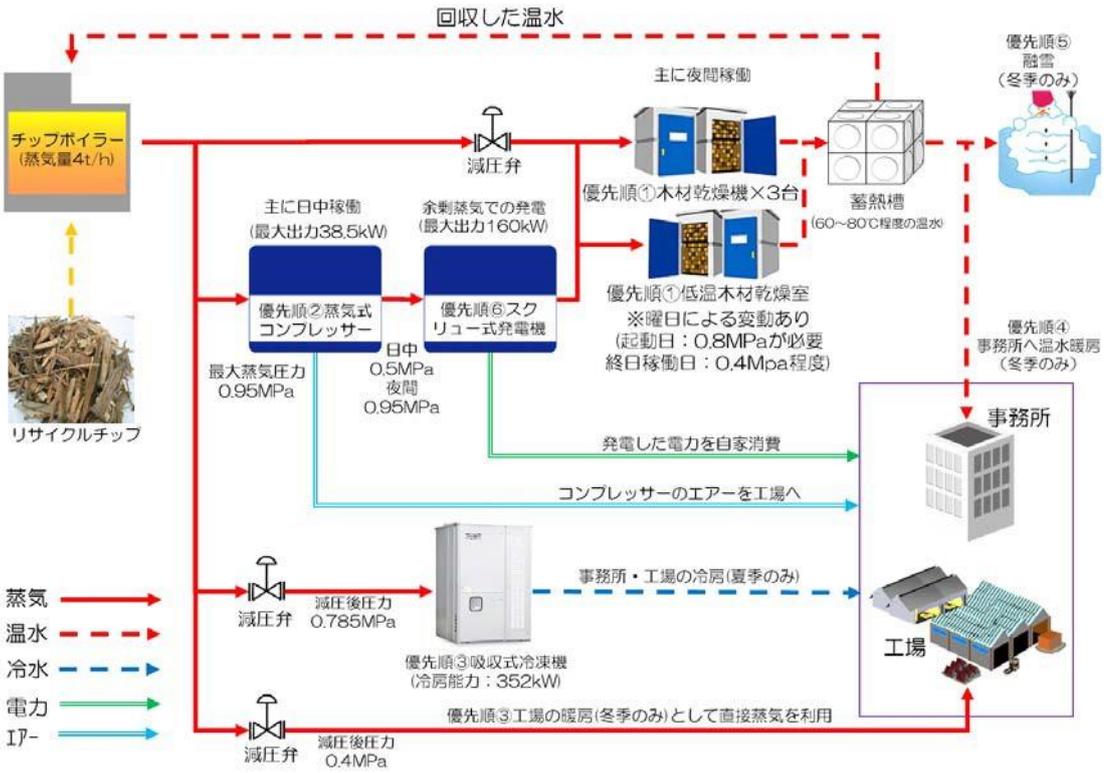
(出所) ワタミファーム&エナジー株式会社 FS 報告書より作成

16. 日本総合研究所 (FS : 2018 年度)

事業名	性状の異なる原料を用いたバイオマスガス化電熱供給事業の事業性評価(FS)
事業者	株式会社日本総合研究所
背景	<p>バイオマスエネルギーの利用拡大を推進するためには、熱利用等を有効に図り効率よく運用するとともに、地域の特性を活かした最適なシステム化が必要である。</p> <p>地域の様々なバイオマス資源に対応できる標準化システムを構築し、日本全国に展開することで設備コストを低減させ、地域のバイオマス資源を用いることで原料供給を行うことになる地域林業の活性化に寄与する。また、化石燃料資源価格で海外市場の影響を受けている熱利用において発電の排熱利用で利用コストを安定化させ、地域生活や農業など地域産業の経営安定化につなげることが求められる。</p>
事業概要	<p>性状の異なる原料を用いて、50kW 規模のバイオマスガス化コジェネレーションを IoT 自動制御で安定稼働させ、また遠隔監視を行って現場サイトを無人化し、地域の小規模需要家に電気と熱の供給ができる地域エネルギーシステムの事業化の可能性を検討した。</p>  <p>①自治体の関与</p> <ul style="list-style-type: none"> 自治体が協定などを通じて間伐材の安定供給に関与 <p>②地域からの協力</p> <ul style="list-style-type: none"> 山林所有者の協力で低コストの木材調達 <p>③集約化</p> <ul style="list-style-type: none"> チップ乾燥機能を個別発電機ごとに行うのではなく集約化 <p>山 → 森林組合 → 森林伐採 (長期契約) → 間伐材収集 (林地残林) → 製材 → 木材加工 → 加工会社 → チップ加工 → チップ乾燥 → 発電所 → 地域事業体 → ガス化炉 (発電エンジン) × 4 → 電熱発生 → 需要家 (FIT 売電)</p> <p>山林所有者 → 間伐材収集 (不定期) → 間伐材収集 (林地残林) → 加工会社 → チップ加工 → チップ乾燥 → 発電所</p> <p>ボランティア/NPO → 林地残材収集 (不定期) → 間伐材収集 (林地残林) → 加工会社 → チップ加工 → チップ乾燥 → 発電所</p>

(出所) 株式会社日本総合研究所 FS 報告書より作成

17.山室木材工業（FS：2018～2019年度）

事業名	産業拠点において低質バイオマスを段階的利用する熱電自給・小規模熱利用システムの事業性評価
事業者	山室木材工業株式会社
背景	FIT 施行以降、全国で木質バイオマス発電の事業が活発化し、現在では導入容量が 250 万 kW に達しようとしている。しかしながらほとんどの案件が発電のみで、本来バイオマスの優位性でもある排熱の利用がされているものはあまり見られない。ポスト FIT を見据えると低価格な燃料を利用して熱利用を主体とした本格的な熱電自給の推進が求められるところである。本事業では、低価格なチップを生産する強みや、これまで培ったバイオマスエネルギーに関する知見、ノウハウを生かし、自社事業所内での低質バイオマスを段階的利用する熱電自給・小型熱供給システムモデルを構築する。低価格な燃料で熱利用を主体とし、FIT に依存せず経済的に自立可能な木質バイオマス熱電自給等のモデルを示し、実行していくことで、国内のバイオマスエネルギーの拡大、CO ₂ の排出削減、地域のエネルギーシフト、経済振興に貢献して行くことを目的とする。
事業概要	<p>長年の事業経験の中から生み出した「一片の木材も無駄にしない木材リサイクルシステム」の知見・ノウハウを生かし、木質バイオマス熱電自給を核とする低質バイオマスの段階的エネルギー利用モデルの構築を目指す。具体的には建築廃材や林地残材由来の低価格・低質な木質チップを燃料とした自社事業所内での「熱電自給の実証モデル」と、自社農園での「小型熱供給実証モデル」に取り組む。「熱電自給の実証モデル」では、自社事業所内に新たに蒸気式のバイオマスボイラー（計画蒸気量 4～6t/h）を導入し、発生した蒸気は木材乾燥用に優先的に活用し、回収した温水を用いて事業所各施設の冷暖房を行い、余剰分の蒸気を活用して発電し、所内電力として利用するシステムを構築する。「小型熱供給実証モデル」では、自社農園の温室ハウス向けに新たに 150～200kW 程度の温水式の固定床バイオマスボイラーを導入し、小型の固定床ボイラーにおける低質バイオマスの活用可能性を実証する。</p> 

(出所) 山室木材工業株式会社 FS 報告書より作成

18. 高砂熱学工業／日本有機資源協会（FS：2018～2019年度）

事業名	栃木県におけるエリアンサスを含めたバイオマス資源を利活用した公共施設への地域自立システム化の事業性評価
事業者	高砂熱学工業株式会社、一般社団法人日本有機資源協会
背景	<p>バイオマスエネルギーによる地域自立システムを構築するためには、地域の特徴を活かした材料を利用したバイオマス機器を様々な施設に導入した個別分散型のシステム構築が必要と考える。しかし、バイオマス機器の燃料に対する制約は厳しく、機器を利用する側で燃料を加工しなければ安定した稼働ができないのが現状である。この「使用者側で燃料加工を行う必要性」がバイオマス普及への大きな障壁となっている。「機器の燃料仕様に合致した」バイオマス燃料の「加工と供給」を行うことが、バイオマス機器の普及を加速させ、バイオマスエネルギーによる地域自立システムの構築につながる。と考える。</p>
事業概要	<p>地域の特徴を活かした木質バイオマス及びエリアンサス等草本類を、地元業者との協業により燃料化する燃料供給事業と、自治体の公共施設へバイオマス機器を導入するモデルの経済性を評価した。</p> <p>原料については、木質バイオマスの供給可能量について、地域内の森林組合、チップ製造会社及び製材会社等を対象に調査を実施するとともに、エリアンサス等草本類について、現在の生産量や今後の収量見込み、今後圃場として活用する可能性がある耕作放棄地について調査を実施した。エネルギー利用については那須塩原市、大田原市、さくら市及び栃木県の公共施設を対象に、バイオマス機器導入に適した施設の調査を実施した。エネルギー変換技術については、特にエリアンサス等草本類の燃料特性を調査し、他の草本類バイオマスである資源作物との比較や、燃料化及びエネルギー利用における課題としてクリンカ対策を検討し、熱利用の可能性について検証した。</p> <div data-bbox="367 873 1372 1433" style="text-align: center;"> </div>

(出所) 高砂熱学工業株式会社、一般社団法人日本有機資源協会 FS 報告書より作成

19.JCOAL／遠野興産（FS：2018～2019年度）

事業名	早生樹を軸とした農林エネルギー地域循環サステナブル事業の事業性評価
事業者	一般財団法人石炭エネルギーセンター（JCOAL）（旧 一般財団法人石炭エネルギーセンター）、遠野興産株式会社
背景	<p>現行の国内材ペレット製造の原料は主として杉や檜などの建築用木材の間伐材や枝葉、建築廃材などが使用されているが、現有原料樹は成長速度が遅く、成木となるには50年程度が必要であるため、下草刈などの保全作業が非常に長期間に亘り、収益が上がり難い事業構造となる一因となっている。また、近年は野生鳥獣の繁殖により植林苗への食害が拡大し、効果的な防止策の確立と適用や、東日本の一部地域においては、震災からの農地林野修復などの課題も存在している。</p>
事業概要	<p>原料を早生樹とすることで育成期間の短縮と保全作業量を低減し単位耕作地当りの木質バイオマス供給量の増大を図る。</p> <p>変換技術では、木質バイオマスを効率良く賄うためバイオマスボイラーと ORC システムの有効性について検証する。</p> <p>エネルギー利用では、バイオマスボイラーから発生する高温ガスを発電に利用し、発電の際に排出される低温熱をチップ乾燥に用いるカスケード利用による事業経済性の効果を図る。加えて発生した灰を有効利用する灰加工技術の見出しと最適化を検討し、木質バイオマス燃料製造事業と灰有効利用プロセスとの組合せの検証をする。また、営林の改善を図るため育成樹をコウヨウザンに変更し燃料生産コストの低減を試算した。</p> <div data-bbox="363 860 1444 1496" style="text-align: center;"> <p>事業性評価対象</p> <p>購入木質バイオマス</p> <p>遠野興産現有設備</p> <p>粗破砕機 → 原料チップ → 乾燥機 → 乾燥チップ → ペレット製造設備 → ペレット</p> <p>自社バイオマス (保有山林) → 粗破砕機</p> <p>乾燥機 → 排熱 → 乾燥機用ボイラー → 熱 → ORC 発電装置</p> <p>重油 → 乾燥機用ボイラー</p> <p>ORC 発電装置 → 排熱 → 乾燥機</p> <p>ORC 発電装置 → 発生灰 → 灰加工プラント → (発生灰)</p> <p>灰加工プラント → (土壌改良剤、肥料) → 近隣牧草地 (いわき市)</p> <p>ペレット → [注1] バイオマス発電所1 (いわき市)</p> <p>ORC 発電装置 → [注2] バイオマス発電所2 (いわき市、東日本圏) (将来イメージ)</p> <p>[注1]ペレット納入中(納入開始は3年前)</p> <p>[注2]現時点では実在しないが、将来建設された場合、排出灰は灰加工プラントで処理を想定</p> <p>[注3]追加設置し事業サステナブル化を想定する</p> </div>

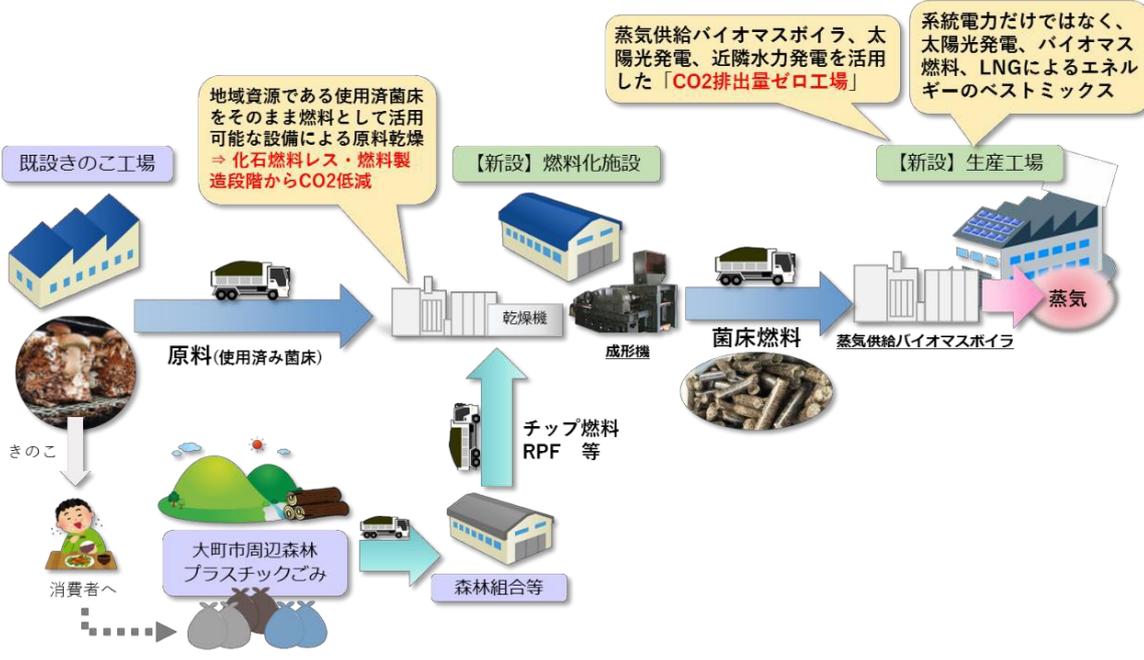
(出所) 一般財団法人石炭エネルギーセンター（JCOAL）、遠野興産株式会社 FS 報告書より作成

20. 日本木質バイオマスエネルギー協会 JWBA (FS : 2018~2019 年度)

事業名	山村における木質バイオマス地域熱供給モデル構築事業の事業性評価
事業者	一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会
背景	<p>我が国においては、地域熱供給が進展せず、導入が地方公共団体等にほぼ限定されているが、地域熱供給の拡大を図っていくためには、民間がビジネス的に参加できる形を作り上げていくことが重要である。</p> <p>地域熱供給の一つのモデルを作り上げることができるのは山村地域である。山中で丸太生産された後に残される梢頭部、根株部や、地域の木材加工場から発生する製材残材等を利用することにすれば、原料費は安価で、かつ運搬費も割安になるうえ、貯蔵場所を確保することも比較的容易である。また、山村地域では関係者の合意形成についても、集落のまとまりも小さく顔の見える範囲の中で、地域の資源を有効活用する事業であることからすれば比較的容易であると言える。また、焼却灰についても、林地もしくは農地で処理できる可能性がある。そもそも、山村こそ、地域の資源を利用し、地域内の経済循環を作り上げることが肝要であり、木質バイオマスエネルギー利用に取り組む必要がある。そのため、今回の事業においては、山村地域における地域熱供給について、熱販売によって運営を行う民間によるモデルを構築することとし、高知県馬路村を対象として事業性評価を行うこととする。</p>
事業概要	<p>高知県馬路村を対象地域に、山村における地域熱供給の体系的なモデルを構築するため、以下の項目を調査、分析した。木質バイオマス原料の調達についての検討について、燃料材として地域で有効利用されていない梢頭部等の活用を図ることとし、その生産システムを検討した。具体的には生産方式のほか、燃料材としての自然乾燥方法の最適化・効率化について調査した。加えて、チップの生産する品質、灰の活用可能性等についても分析した。エネルギー変換技術についての検討について、日本における地域熱供給事業の実際について、オーストリアの技術者に改めて設計・見積もりを依頼し、その結果を比較し、地域熱供給事業に関わる差異を検討した。エネルギー利用についての検討について、高知県馬路村の魚梁瀬地区を対象とし、地域熱供給事業のモデルを構築することとし、対象地区の熱利用実態について整理するとともに、オーストリアの技術者、及び日本の技術者による概略設計と事業費見積りを作成し、検討した。</p> <div data-bbox="343 1041 1396 1825" style="text-align: center;"> </div>

(出所) 一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会 FS 報告書より作成

21. 中部電力ミライズ／シーエナジー（FS：2019～2020年度）

事業名	使用済菌床等の地域産資源を活用したバイオマス燃料供給・地産地消モデル事業の事業性評価
事業者	中部電力ミライズ株式会社、株式会社シーエナジー
背景	長野県大町市の産業戦略の一環として誘致した新工場（飲料品製造工場）において、地域資源を有効活用したCO ₂ 排出量ゼロの「再生可能エネルギー100%工場」の新設を目指している。同工場では特に熱需要が大きく、その部分に対するCO ₂ 排出量ゼロの手法として蒸気供給バイオマスボイラーの導入が決定されていることから、具体的な検討としてFS調査を実施した。
事業概要	<p>バイオマス原料として、地域の使用済菌床を中心に調査し、使用済菌床を燃料化（乾燥・成型）するための施設について検討を実施した。使用済菌床を燃料化して蒸気製造するまでに必要なフェーズごとに事業性の評価を行った。</p> <p>また、蒸気供給先の工場における蒸気需要について調査を実施し、最適なエネルギー供給が可能なバイオマスボイラーを選定した。</p>  <p>地域資源である使用済菌床をそのまま燃料として活用可能な設備による原料乾燥 ⇒ 化石燃料レス・燃料製造段階からCO₂低減</p> <p>【新設】燃料化施設</p> <p>乾燥機</p> <p>成形機</p> <p>菌床燃料</p> <p>蒸気供給バイオマスボイラー</p> <p>蒸気</p> <p>蒸気供給バイオマスボイラー、太陽光発電、近隣水力発電を活用した「CO₂排出量ゼロ工場」</p> <p>系統電力だけでなく、太陽光発電、バイオマス燃料、LNGによるエネルギーのベストミックス</p> <p>【新設】生産工場</p> <p>原料(使用済み菌床)</p> <p>きのこ</p> <p>消費者へ</p> <p>大町市周辺森林プラスチックごみ</p> <p>森林組合等</p> <p>チップ燃料 RPF 等</p> <p>既設きのこ工場</p>

(出所) 中部電力ミライズ株式会社、株式会社シーエナジーFS 報告書より作成

22.北広島町／広島大学（FS：2019～2020年度）

事業名	地域バイオマス持ち込みシステムとスマートバイオマスネットワーク事業性評価
事業者	広島県北広島町、国立大学法人広島大学
背景	バイオマス利用が困難である大きな要因のひとつは、得られるバイオマスの種類、質、量とバイオマス利用装置のマッチングである。特に小規模の事業者では長期間にわたって自身で装置仕様に一致するバイオマス燃料を確保することは容易ではなく、またリスクも大きい。そこで本事業ではスマートバイオマスネットワークにおいて地域内で供給可能なバイオマス燃料の種類、質、量、価格を一元管理・調整することで、エンドユーザーにおける機種選定および燃料調達リスクを解消することを目指す。

事業概要 本事業では廃食油および木質バイオマス等の地域資源のネットワーク化および利用拡大を目的とする。ネットワーク化については、地域内に存在する多数のバイオマス発生源から効果的にバイオマス資源を収集し、同じく地域内で稼働する複数のバイオマスエネルギー利用事業や個別利用者を結ぶスマートバイオマスネットワークの構築を検討した。地域資源の利用拡大について、廃食油はバイオディーゼルの燃料に変換し、町内で運行する路線バスに加え、温泉施設等の送迎バス、バイオマス回収車両、農林業機械、バイオディーゼル発電・コジェネレーションを利用先として検討した。木質バイオマスは、公営の温泉施設をはじめとする各種公共施設の他、民間の温泉・宿泊施設、事業者、個人住宅などにおいて薪利用およびチップを利用する可能性を検討した。

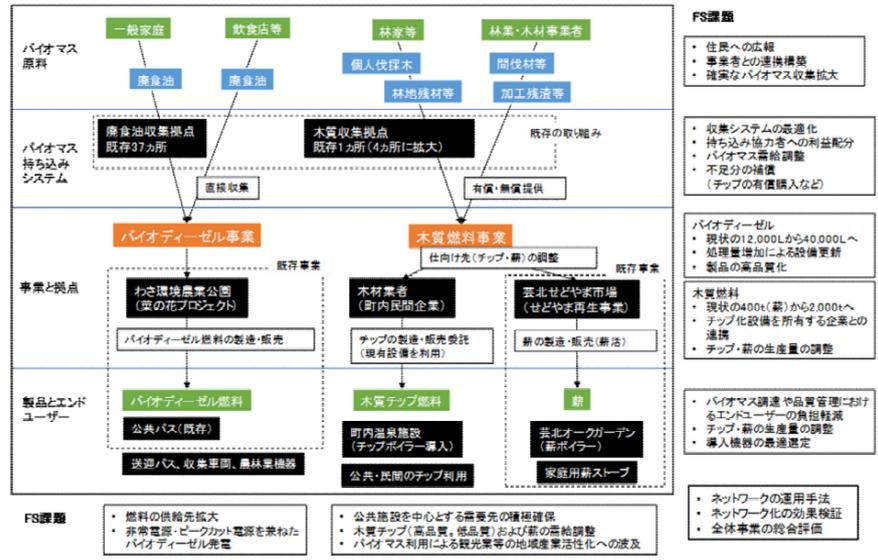


図 0-1 地域システムの概要と FS 検討項目

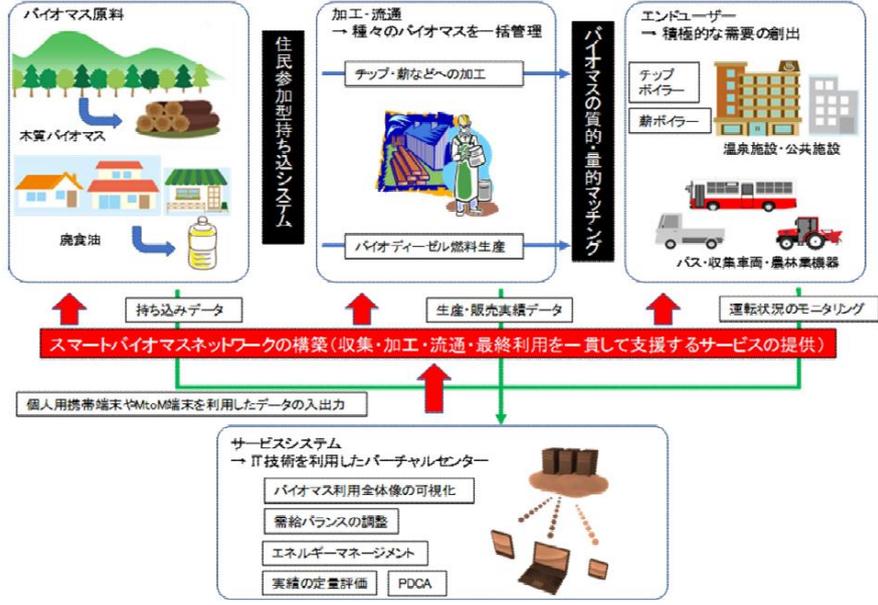


図 0-2 スマートバイオマスネットワークの構成要素

(出所) 広島県北広島町、国立大学法人広島大学 FS 報告書より作成

4章 バイオマスエネルギー利用の意義

バイオマスエネルギーは化石燃料費の削減やエネルギー販売による収益など、新規事業としての経済的意義があり民間企業をはじめ多くの事業者が取り組んでいる。しかし、経済的意義にとどまらず、地域の農林業や産業の活性化や国土保全、雇用創出などの地域社会への意義、また脱炭素化に資する再生可能エネルギーとしての温室効果ガスの削減といった環境への意義も重要である。また、国連で採択されたSDGs（持続可能な開発目標）を推進する自治体や企業が増えており、地域資源や自社資源を活用したバイオマス利用が注目されている。

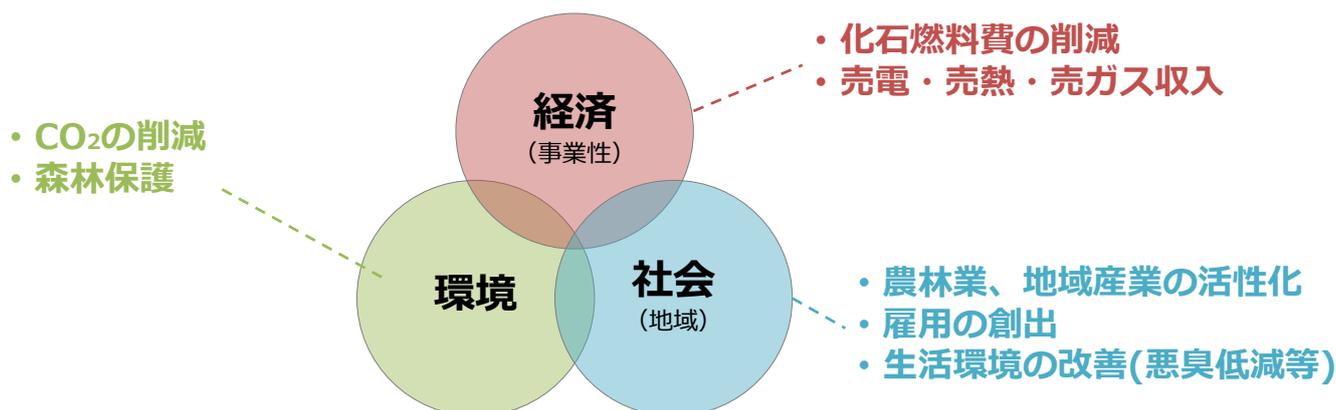


図 1.4.1 バイオマスエネルギー利用の3つの意義

(出所) みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

どの意義を重視するかは事業内容や実施者(公共事業、民間事業)によって異なるが、バイオマスエネルギー事業を実施するためには多数の関係者の協力が欠かせないため、目的や意義を共有することが重要といえる。

次頁より、経済(事業性)、環境、社会(地域)の3つの意義について、NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業におけるFSおよび実証事業の成果を踏まえ定量的な分析結果と併せて概説する。

4.1. 経済（事業性）としての意義

経済（事業性）の意義は特に民間事業者にとって最も重視されるものであり、既存の木質バイオマスエネルギー事業のほとんどは、新規事業としてのエネルギー販売収益または化石燃料費の削減を主目的に実施されている。エネルギー販売収益は大きく分けて売電と熱供給の2つがあるが、近年はFIT制度により発電事業に取り組む事業者が多い。

バイオマスの熱利用も決して経済性を伴わない事業ではない。バイオマス熱利用事業の多くは、化石燃料ボイラーからバイオマスボイラーへの代替が中心である。化石燃料ボイラーは市場が大きく資本費が小さいのに対し、バイオマスボイラーは未だ市場が限定的のため資本費が高くなりがちである。また、本体が比較的大きく、燃料搬入設備やサイロ等も必要なため、一定の設備スペースが必要となる欠点もある。しかし、発熱量あたりの燃料コストはバイオマス燃料の方が安価なため、一定の稼働率を確保できれば、中長期的な視点では化石燃料利用よりも経済メリットが生まれる。

このような観点で NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業では、事業者が様々な工夫をしながら熱利用に取り組んでいる。次頁からは事業モデル別に FS 事業の経済的自立の可能性について説明する。

表 1.4.1 発熱量あたりの燃料費（例）

燃料種	燃料単価	低位発熱量	MJ あたり燃料単価
未利用材チップ ^①	17.2～18.9 円/kg(DB)	8.1 MJ/kg(50%WB)	1.1～1.2 円/MJ
建築廃材チップ ^②	3～5 円/kg(WB)	14.5 MJ/kg(20%WB)	0.2～0.3 円/MJ
A 重油	68.2～82.3 円/L	36.6 MJ/L	1.9～2.2 円/MJ
都市ガス	51.2～59.8 円/m ³	40.6 MJ/m ³	1.3～1.5 円/MJ
LNG	50.4～65.4 円/kg	49.2 MJ/kg	1.0～1.3 円/MJ

(出所) 一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会資料より作成

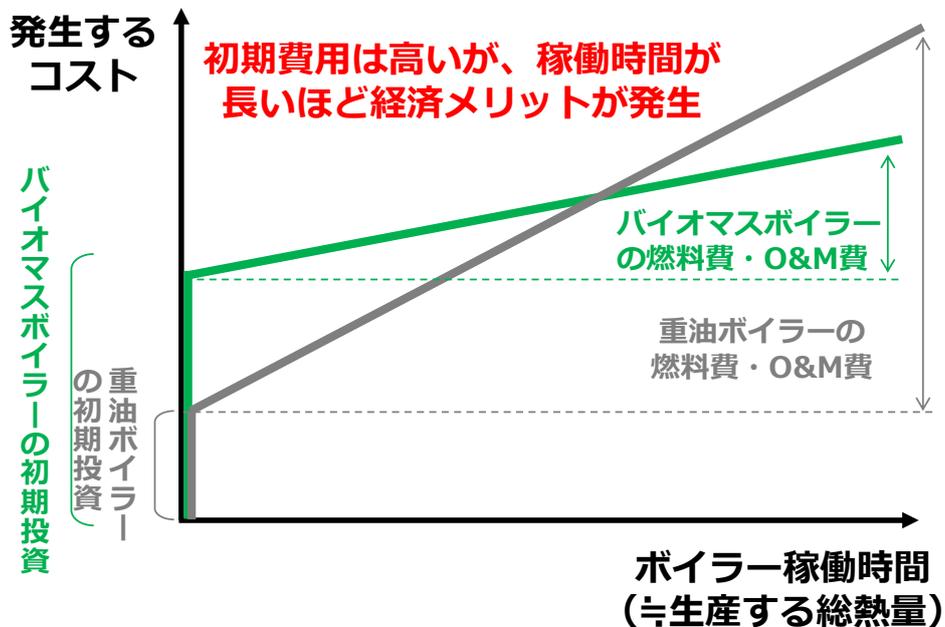


図 1.4.2 バイオマスボイラーと化石燃料ボイラーの収支構造のイメージ

(出所) みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

(1) バイオマス熱利用モデル（温水ボイラー）

バイオマスを温水ボイラーの原料として利用することを想定した事業モデルについて、NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業における FS 事業者の公開報告書に基づき、事業性分析を実施した。

FS 概要

ここで取り上げる事業者は既に針葉樹の燃料用チップ生産事業を行っており、地域のバイオマス発電所や温泉施設向けに供給している。FS では、さらなる林業の利益創出および放置された広葉樹雑木林の整備を目的に、広葉樹チップの生産と温浴施設での新規利用の可能性を検討した。また、伐採エリアでのチップ化によるチップ生産コストの低コスト化についても検討を行った。

本試算では丸太から生産した針葉樹、広葉樹チップを 20km 圏内にある温泉施設のバイオマスボイラーへ供給するモデルを想定した。利用するバイオマス原料は、市場で販売される建築用材等の丸太（A～B 材）を生産する際に発生する低質丸太（C～D 材）、元々は薪炭生産用として伐採されていたが現在は放置されている広葉樹を想定した。

また、これによって削減される二酸化炭素を「グリーン熱証書²⁸」として販売する。この事業性評価では熱販売価格を本章の他のモデルと統一して 2.0 円/MJ としており、グリーン熱証書の販売価格は事業者の調査で得られた 0.05 円/MJ としている。

表 1.4.2 エネルギー利用の前提条件（温水ボイラーモデル）

諸元	数値	備考
発電出力	0kW	発電は行わない
熱出力	600kW	既存 A 重油ボイラーの出力
年間チップ調達量	1,236t/年	地域の未利用材から製造
チップ平均価格	10,000	FS 報告書などを参考に設定
チップ熱量	9.05MJ/kg	FS 報告書などを参考に設定
熱販売率	87%	バイオマスボイラー効率と配管ロスを考慮
売熱価格	2.0 円/MJ	他の事業モデルと一律で設定
年間稼働時間	5,000 時間/年	

(出所) NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業 FS 報告書を基に作成

²⁸ 自然エネルギーによって生み出された熱の環境価値を第三者機関が認証し、企業等に販売する仕組みで、認証は一般社団法人日本品質保証機構（JQA）が行っている。

表 1.4.3 初期投資費用・O&M コストの前提条件（温水ボイラーモデル）

費目	費用 (千円)	備考
初期投資費用		
設計費	5,000	バイオマスボイラーの導入費用
バイオマスボイラー	37,000	
建屋・搬入路・スロープ	39,000	
配管設備	60,000	ビニールハウスの新設
助成金	-94,000	土木工事費用を除く初期投資費用の 2/3 補助(収入として計上)
O&M コスト(年間)		
バイオマス調達費	14,645	表 1.4.2 バイオマス調達コストの前提条件(温水ボイラーモデル)から算出
ユーティリティ費用	1,525	ボイラー電気代
労務費	2,000	事業前と同じなので計上せず
メンテナンス費	692	オーバーホール時の部品代、ばい煙測定費用
灰処理費用	196	
一般管理費	910	保険費、インターネット費用

(出所) NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業 FS 報告書を基に作成

事業収支の試算結果

前述の条件においてバイオマス温水ボイラーを利用したバイオマス熱供給事業を 20 年間継続した場合の合計収支の計算結果を図 1.4.3 に示す。計算結果によると、初期投資費用の 2/3 が助成された場合、20 年間で内部収益率（以下「IRR」という）は 6%、初期投資費用は 13 年程度で回収される。

助成金を除いた収入について見ると、発電事業による売熱収益は全体の 97%となり、グリーン熱証書の割合は残りの 3%となった。仮にグリーン熱証書の販売を行わない場合、IRR は 3%、投資回収年数は 15 年となるため、環境価値の証書化（現金化）も事業性の向上に寄与していると言える。

全体の収支においては助成金が存在しない場合、支出が収入を上回る結果となった。支出額のうち、53%が燃料費（バイオマス調達費）、次いで 25%を初期投資費用が占めている。試算に用いた 1 トンあたり 9,000 円の燃料費を下げるためには丸太をチップ工場まで運搬し加工するプロセスの費用を削減する必要がある。実際、本 FS 事業では移動式チップパーを用いて中間土場で針葉樹丸太から燃料生産を行うことで、従来の工場加工費用の 4 分の 1 以下（1 トンあたり 3,000 円程度）まで削減できることがわかっており、事業性の改善が期待される。しかしながら、FS 段階では林道の条件により現地チップ化が可能な場所が一部に限定されることがわかったため、十分な燃料費の低減ができなかった。

その他、初期投資費用に関しては温泉施設においてバイオマスボイラーを導入する際の熱配管のコストが初期投資費用の中で最も大きく、初期投資費用を増大させる要因となっている。

なお、本計算においては燃料調達価格およびエネルギー販売価格を 20 年間固定としたが、実際には事業期間中でこれらの価格が変動することにも留意が必要である。

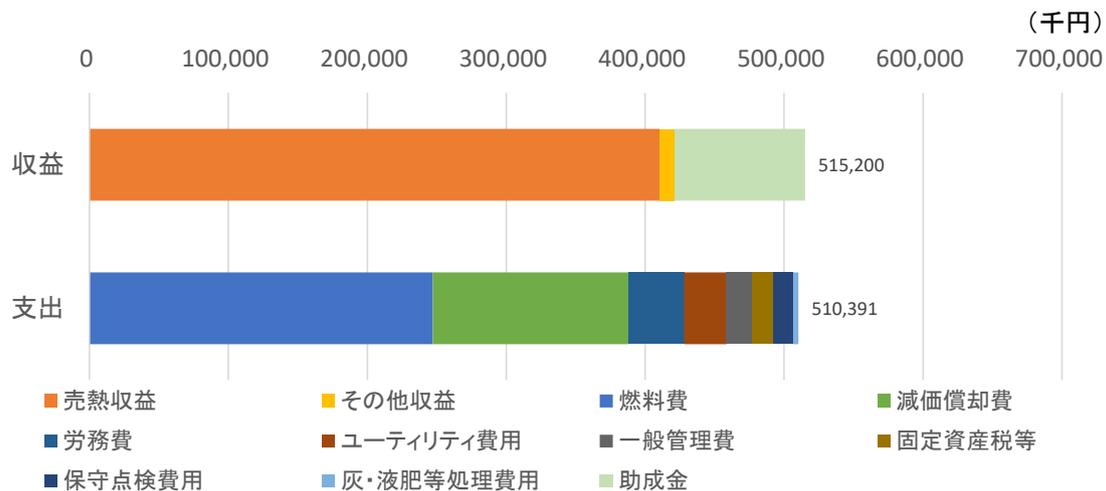


図 1.4.3 20年間の収支バランス

(出所) みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

感度分析結果

事業性の計算結果について、初期投資費用削減率²⁹・熱販売価格・バイオマス調達コストのパラメータを変動させたときの IRR の変化について分析した結果を表 1.4.4 と表 1.4.5 に示す。

表 1.4.4 について前述の条件で助成金を見込まない場合、20年間の IRR は -7.4%となり 20年間の事業性は成り立たない (表青塗りつぶし)。売熱価格の前提値 2.0 円/MJ を 1.9 円/MJ~2.5 円/MJ (A 重油の熱量を 38.9MJ/L とすると、74 円/L~97 円/L となる) で変動させると、2.5 円/MJ (81.7 円/L) において IRR は正となる (表赤塗りつぶし)。

表 1.4.4 熱販売価格に対する事業性の変動 (助成なし)

IRR(20年)		熱販売価格(円/MJ)						
		1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
初期投資費用 削減率	67%減	-2.9%	0.9%	4.0%	6.7%	9.3%	11.8%	14.2%
	30%減	-7.9%	-5.0%	-2.7%	-0.9%	0.8%	2.3%	3.8%
	10%減	-9.5%	-6.7%	-4.7%	-3.0%	-1.5%	-0.1%	1.2%
	0%減	-10.1%	-7.4%	-5.4%	-3.8%	-2.4%	-1.1%	0.1%

※緑塗りつぶし：事業性評価の計算条件に相当 (助成金を初期投資費用削減率として考慮した場合)

表 1.4.5 バイオマス調達コストに対する事業性の変動 (助成なし)

IRR(20年)		チップ調達価格(円/t)						
		5,000	6,000	7,000	8,000	9,000	10,000	11,000
初期投資費用 削減率	67%減	16.4%	13.7%	10.8%	7.8%	4.6%	0.9%	-3.9%
	30%減	5.2%	3.6%	1.8%	-0.2%	-2.3%	-5.0%	-8.7%
	10%減	2.4%	0.9%	-0.7%	-2.4%	-4.3%	-6.7%	-10.1%
	0%減	1.3%	-0.1%	-1.6%	-3.3%	-5.1%	-7.4%	-10.7%

※緑塗りつぶし：初期投資費用削減率を 0%とした場合の事業性評価の計算条件に相当

²⁹ ここで初期投資費用コスト削減率は単純な設備コストの削減、または助成金による初期投資費用削減と考えることができる (例えば 10%減であれば計算条件の初期投資費用を 10%削減した場合、または、初期投資費用比 10%の助成金が支払われた場合とみなすことができる)

表 1.4.5 では初期投資費用の削減率とバイオマス調達コストについて分析している。上述のとおり助成金の活用を行わない場合、20 年間の IRR は -7.4% となるが（表青塗りつぶし）、チップの調達価格を 5,000 円/t まで下げることができれば事業を黒字にすることができる（表赤塗りつぶし）。2 つの感度分析を個別に確認すると、助成金の活用を想定しない場合は、熱販売価格、燃料調達価格の大幅な見直しが必要となるが、各費目についてそれぞれで一定の工夫を行うことができれば、事業性を高めることが可能である。

(2) バイオマス熱利用モデル（蒸気ボイラー）

バイオマスを蒸気ボイラーの原料として利用することを想定した事業モデルについて、NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業における FS 事業者の公開報告書に基づき、事業性分析を実施した。

FS 概要

ここで取り上げる事業者は、自社が保有しているきのこセンターで発生した廃菌床と建廃チップを燃料とした蒸気ボイラーの導入可能性を検討した。なお、FS 当初は原木チップ、パーク、青果剪定枝等の利用についても想定していたが、いずれも地域の FIT 発電所の稼働による需要が増加したことで価格が高騰したため対象燃料から外している。

本試算では自社で発生した廃菌床をビニールハウスで乾燥させ、購入した建廃チップと合わせて蒸気ボイラーの燃料として利用するモデルを想定した。蒸気ボイラーの運転は平日 8 時間のみの年間 2,000 時間稼働とした。

なお、本試算における事業収益とは直接的なキャッシュの発生ではなく、バイオマスボイラーの導入によって削減された A 重油の調達費用としている。また、この事業性評価では熱販売価格を他のモデルと統一して 2.0 円/MJ としている。

表 1.4.6 バイオマス調達コストの前提条件（蒸気ボイラーモデル）

諸元		FS 前想定値		FS 調査結果	備考
廃菌床	価格	2.0 円/kg	→	0 円/kg	自身の事業で発生する分を利用
	調達量	411 t/年	→	168 t/年	自身の事業で発生する分を利用
パーク	価格	4.0 円/kg	→	0.1~2.0 円/kg	ヒアリング調査結果
	調達量	617 t/年	→	調達対象外	水分率が天候に影響するため対象外とした
原木チップ	価格	10 円/kg		8~10 円/kg	輸送費別
	調達量	489 t/年		調達対象外	建廃チップの調査結果から対象外とした
青果選定枝	価格	2.0 円/kg	→	10~12 円/kg	FIT 事業者との競合により価格が高騰中
	調達量	411 t/年	→	調達対象外	価格調査を受け対象外とした
建廃チップ	価格	-	→	2~3 円/kg	ヒアリング調査結果
	調達量	-	→	1,754t/年	近隣より調達可能。想定燃料の代替として使用

(出所) NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業 FS 報告書を基に作成

表 1.4.7 エネルギー利用の前提条件（蒸気ボイラーモデル）

諸元	数値	備考
発電出力	0kW	発電は行わない
熱出力	8,146MJ/h	既存 A 重油ボイラーの出力
熱販売率	90%	需要先の熱負荷に基づき算出
売電価格	0 円/kWh	売電事業は行わない
売熱価格	2.0 円/MJ	他の事業モデルと一律で設定
年間稼働時間	2,000h/年	平日 8h/日、土日は稼働しない

(出所) NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業 FS 報告書を基に作成

表 1.4.8 初期投資費用・O&M コストの前提条件（蒸気ボイラーモデル）

費目	費用(千円)	備考
初期投資費用		
ボイラー設備・工事	171,000	バイオマスボイラーの導入費用
土木建築	16,000	
配管設備費	4,400	
きのこセンター工事費	4,400	ビニールハウスの新設
その他	34,000	共通仮設費、現場管理費、一般管理費
助成金	-141,900	土木工事費用を除く初期投資費用の 2/3 補助(収入として計上)
O&M コスト(年間)		
バイオマス調達費	7,668	
ユーティリティ費用	1,991	ボイラー電気代
労務費	0	事業前から人員の追加は行なわないため計上しない
メンテナンス費	3,000	
灰処理費用	2,691	20 円/kg で想定

(出所) NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業 FS 報告書を基に作成

事業収支の試算結果

前述の条件においてバイオマス蒸気ボイラーを利用したバイオマス熱供給事業を 20 年間継続した場合の合計収支の計算結果を図 1.4.4 に示す。本試算においてはバイオマス起源の熱を利用することで削減される化石燃料価格を熱販売収入として計上している。計算結果によると、土木工事費を除いた初期投資費用の 2/3 が助成された場合、20 年間での IRR は 12%となり、初期投資費用は 7 年程度で回収される。

本モデルにおいては助成金を含まない場合でも熱販売収益で事業が成立する結果が出ており、その場合、20 年間の IRR は 0%、投資回収年数は 21 年となる。ただし、今回想定した熱販売価格 2.0 円/MJ が今後低下する場合、全体の支出が収入を上回る結果となることに留意が必要である。現状の化石燃料の取引価格や、化石燃料価格の長期的な変動、助成金の有無を踏まえつつ、事業を検討することが重要と言える。

20 年間の支出額の内訳は、燃料費（バイオマス調達費）が 25%、初期投資費用が 38%、ボイラーの立ち上げに要する電気代等のユーティリティ費用が 18%となった。初期投資費用とユーティリティ費用については本業での重油ボイラーの使用が 9 時 00 分～17 時 30 分の業務時間に限られていることを踏まえると、24 時間稼働を想定するような事業の場合は設備利用率の向上に伴って相対的に事業性が向上すると考えられる。

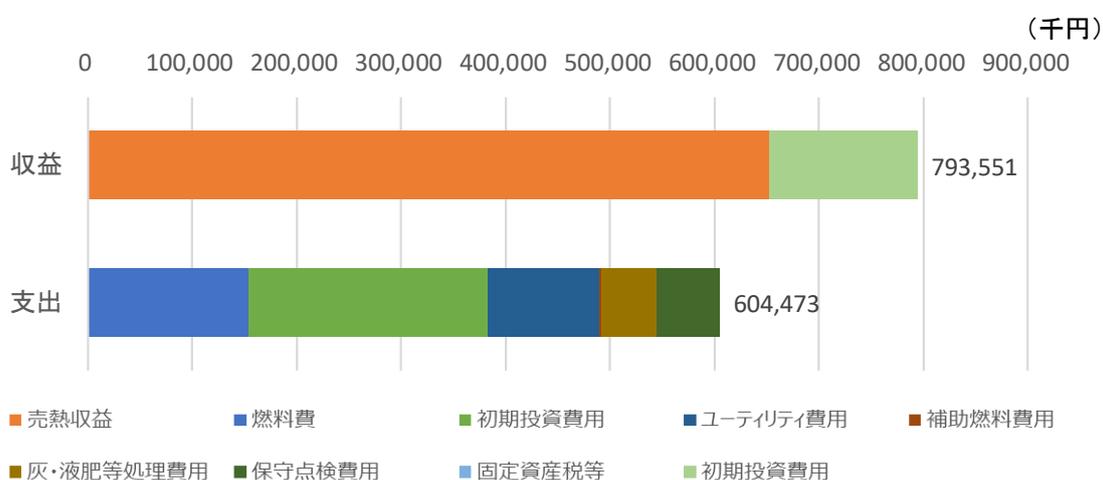


図 1.4.4 20 年間の収支バランス

(出所) みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

感度分析結果

事業性の計算結果について、初期投資費用削減率³⁰・年間設備利用率・熱販売価格のパラメータを変動させたときの IRR の変化について分析した結果を表 1.4.9 と表 1.4.10 に示す。

表 1.4.9 について、初期投資費用削減率を 0%すなわち助成金を考慮しない場合、20 年間の IRR は -0.1%となり事業性は 20 年でおおよそバランスする（表青塗りつぶし）。バイオマス蒸気ボイラーの年間稼働率を向上させることができれば IRR を黒字に転じることができる。例えば、平日の稼働時間を 1 時間増やした場合、年間の設備利用率は 25.7%となり、助成金無しでの IRR は 2.0%となる（表赤塗りつぶし）。

表 1.4.10 では年間設備利用率と熱販売価格について、助成金を考慮しない場合での IRR 分析を行っている。本事業モデルで助成金を見込まない場合の IRR は上述の -0.1%で、熱販売価格が 1.9 円/MJ とすると IRR は -1.4%となる（表青

³⁰ ここで初期投資費用削減率は土木工事費用を含めた単純な設備コストの削減、または助成金による初期投資費用削減と考えることができる（例えば 10%減であれば計算条件の初期投資費用を 10%削減した場合、または、初期投資費用比 10%の助成金が支払われた場合とみなすことができる）。

塗りつぶし)。一方設備利用率を50%まで向上させると熱販売価格が1.5円/MJまで下がった場合でも事業が成立する試算結果となった(表赤塗りつぶし)。

表 1.4.9 熱販売価格に対する事業性の変動(助成なし)

IRR(20年)		年間設備利用率(%)						
		22.8%	25.7%	50%	60%	70%	80%	90%
初期投資費用 削減率	62%減	11.9%	15.1%	38.2%	47.1%	55.9%	64.7%	73.5%
	30%減	3.7%	6.1%	21.2%	26.4%	31.4%	36.4%	41.2%
	10%減	1.0%	3.2%	16.4%	20.6%	24.7%	28.6%	32.5%
	0%減	-0.1%	2.0%	14.6%	18.5%	22.3%	25.9%	29.4%

※緑塗りつぶし：事業性評価の計算条件に相当 (助成金を初期投資費用削減率として考慮した場合)

表 1.4.10 年間設備利用率に対する事業性の変動(助成なし)

IRR(20年)		熱販売価格(円/MJ)						
		1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1
年間設備利用率	22.8%	-8.0%	-5.9%	-4.2%	-2.7%	-1.4%	-0.1%	1.0%
	25.7%	-5.4%	-3.5%	-1.9%	-0.5%	0.8%	2.0%	3.1%
	50%	6.9%	8.7%	10.4%	11.8%	13.2%	14.6%	15.9%
	75%	14.8%	16.7%	18.6%	20.5%	22.3%	24.1%	25.9%

※緑塗りつぶし：初期投資費用削減率を0%とした場合の事業性評価の計算条件に相当

(3) バイオマス熱電併給モデル (ORC)

ORC (Organic Rankine Cycle) を用いたバイオマス熱電併給モデル事業について、NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業における FS 事業者の公開報告書に基づき事業性分析を実施した。

バイオマス発電事業を行う際、ボイラータービン式 (以下、BTG) の場合、小規模では発電効率が大きく低下するが、ORC は発電効率を低下させることなく、低温排熱まで利用した場合、最大 9 割程度のエネルギー効率を達成できる特徴を持つ。なお、ORC の技術概要は「**第 3 部 2 章 バイオマスエネルギー設備・技術に係る基礎知識**」を参照されたい。

FS 概要

本試算では地域の未利用木材、製材端材やパーク、選定枝等のバイオマス資源を利用して ORC 設備を運転し、1km 離れた温泉施設へ熱供給を行うモデルを想定した。本 FS 事業者は計画当初は温泉施設への電力供給の実施も想定していたが、発電事業者と温泉施設の管理者が異なる場合、現行の電気事業法では逆潮流や安定供給の制約が課題となることから系統電力への売電を選択している。なお、この事業性評価では売電価格と熱販売価格を他のモデルと統一して 15 円/kWh と 2.0 円/MJ としている。

表 1.4.11 バイオマス調達モデル

諸元	年間調達料(t)	調達価格(円/t)
未利用木材	7,720	7,330 円/t
製材端材	5,800	1,500 円/t～2,500 円/t
パーク	3,500	1,500 円/t～2,500 円/t
選定枝	1,600	1,500 円/t～2,500 円/t
ダム流木	3,800	1,500 円/t～2,500 円/t
一般木材	2,700	1,500 円/t～2,500 円/t

(出所) NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業 FS 報告書を基に作成

表 1.4.12 事業性評価に用いたエネルギー事業モデル

諸元	数値	備考
発電出力	985kW	ORC の出力
熱出力	4,125kW	ORC の出力
内部消費電力	234kW	ORC の内部消費電力
熱販売率	75%	ORC から発生する熱量に対する割合
売電価格	15.0 円/kWh	他の事業モデルと一律で設定、電力系統へ供給
売熱価格	7.2 円/kWh	他の事業モデルと一律で設定
年間稼働日数	351 日	24 時間稼働

(出所) NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業 FS 報告書を基に作成

表 1.4.13 事業性評価に用いた支出項目

費目	費用(千円)	備考
初期投資費用		
プラント設備・工事	1,000,000	
土木建築	270,000	
熱供給設備	200,000	熱供給配管・付帯設備・敷設工事費等
助成金	-800,000	土木建築費を除く初期投資費用の 2/3 補助
O&Mコスト(年間)		
バイオマス調達費	86,150	各バイオマス調達費用の合計
ユーティリティ費用	28,000	薬品代、電気代、水道代、分析費、重機運用費
労務費	38,000	現場管理者 1 名、オペレーター 4 名、管理業務 2 名、福利厚生含む
メンテナンス費	25,000	20 年平均
その他費用	30,000	損害保険、土地賃借料、灰処分、事務費・調査費・通信費

(出所) NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業 FS 報告書を基に作成

事業収支の試算結果

前述の条件において ORC を利用したバイオマス熱電併給事業を 20 年間継続した場合の合計収支の計算結果を図 1.4.5 に示す。土木工事費を除いた初期投資費用の 2/3 が助成された場合、20 年間での IRR は 5%、初期投資費用は 13 年程度で回収される。

助成金を除いた収入にでは、発電事業による売電収益は全体の 34%に留まり、残りの 66%は熱販売による収益が占めている。したがって、発電事業を実施する場合でも熱需要先の確保によって売熱収益を得ることで事業性に大きく向上することがわかる。一方で、本試算では売電・売熱価格等の各数値を 20 年間固定値としたが、実際には変動することにも留意が必要である。

支出面においては助成金がない場合、全体の支出が収入を上回る結果となった。この要因としては、熱供給を行うにあたって熱配管の新設を想定し、200,000 千円の初期投資費用を見込んだことが大きい。既存インフラの活用や近距離の需要家への熱供給モデルの採用によってこれらのコストを抑えることができれば、事業性が改善する可能性がある。

なお、ORC の設備は国内で事例が少ないため、既に導入が進んでいる欧州と比べて初期投資費用が割高となっている。加えて ORC の強みである無人運転が国内の法規制では認められていないため、O&M 費用の削減に至っていないことも事業性の悪化の要因となっている。他方で ORC の導入によって利用可能なバイオマス燃料種や水分率の範囲が広がったことで燃料費が削減されるメリットが得られることも重要である。

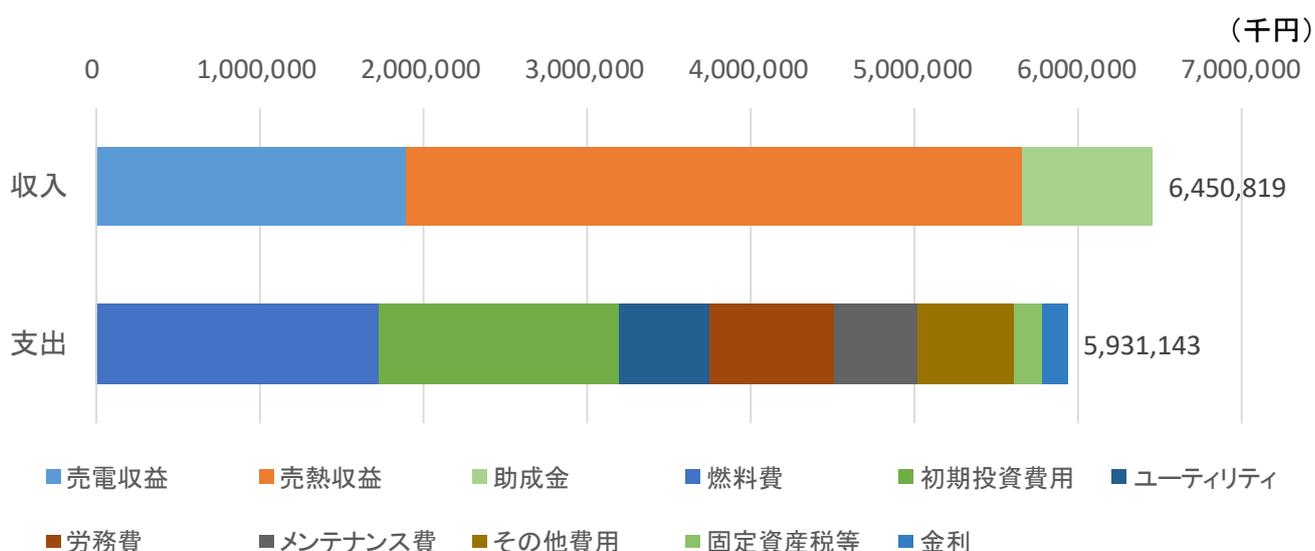


図 1.4.5 20 年間の収支バランス

(出所) みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

感度分析結果

事業性の計算結果について、熱利用率・初期投資費用削減率³¹・燃料調達費用（バイオマス調達費用）のパラメータを変動させたときの IRR の変化について分析した結果を下表に示す。

表 1.4.14 について、前述の条件で助成金を見込まない場合、20 年間の IRR は -1.4% となり事業を成り立たせるには初期投資費用の削減が 30% 程度必要となる（表青塗りつぶし）。一方 ORC で発生する熱量の販売量を更に増加させることができれば、熱利用率 85% において初期投資費用の低減なし（助成金なし）の状態でも 20 年間の収支を黒字に転ずることができる（表赤塗りつぶし）。したがって、発電事業を行う場合でも、熱販売を並行して行うことが事業の成立の鍵と言える。

表 1.4.16 の燃料調達費用について、初期投資費用の低減なしの状態でも事業を成り立たせるためには、現在の燃料購入価格を 20% 程度削減する必要がある（表赤塗りつぶし）。これを達成するために、必要な燃料の一部を建築廃材等の逆有償のバイオマスを活用する事業者も近年増えている。

表 1.4.14 熱利用率に対する事業性の変動（助成なし）

IRR(20 年)		熱利用率(%)						
		35%	45%	55%	65%	75%	85%	95%
初期投資費用 削減率	56%減	-	-	-4.6%	2.3%	7.3%	11.8%	15.3%
	30%減	-	-	-7.7%	-1.8%	2.0%	5.4%	8.0%
	10%減	-	-	-9.2%	-3.9%	-0.4%	2.6%	4.8%
	0%減	-	-	-9.8%	-4.7%	-1.4%	1.5%	3.6%

※緑塗りつぶし：事業性評価の計算条件に相当（助成金を初期投資費用削減率として考慮した場合）

表 1.4.15 燃料調達費用に対する事業性の変動（助成なし）

IRR(20 年)		燃料調達費用(千円/年)						
		40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	86,150	90,000
初期投資費用 削減率	56%減	14.8%	13.6%	12.0%	10.2%	8.4%	7.3%	6.6%
	30%減	7.7%	6.8%	5.6%	4.3%	2.9%	2.0%	1.5%
	10%減	4.5%	3.7%	2.7%	1.6%	0.4%	-0.4%	-0.9%
	0%減	3.3%	2.6%	1.6%	0.5%	-0.6%	-1.4%	-1.8%

※緑塗りつぶし：事業性評価の計算条件に相当（助成金を初期投資費用削減率として考慮した場合）

³¹ ここで初期投資費用削減率は土木工事費用を含めた単純な設備コストの削減、または助成金による初期投資費用削減と考えることができる（例えば 10% 減であれば計算条件の初期投資費用を 10% 削減した場合、または、初期投資費用比 10% の助成金が支払われた場合とみなすことができる）。

(4) バイオマス熱電併給モデル4（熱分解ガス化）

木質バイオマスの熱分解ガス化技術を用いた熱電併給モデルについて、NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業における FS 事業者の公開報告書および環境省の「平成 29 年度木質バイオマス資源の持続的活用による再生可能エネルギー導入計画策定事業」に基づき事業性分析を実施した。

熱分解ガス化技術は小規模でも比較的高い発電効率でエネルギー供給を行うことができ、バイオマス資源量の限られる地域で熱電併給事業を行う事例も近年増加している。なお、熱分解ガス化技術の技術概要は「**第3部 2章 バイオマスエネルギー設備・技術に係る基礎知識**」を参照されたい。

事業モデル概要

本試算では、近隣の森林から調達した丸太を原料にペレットを製造し、熱分解ガス化設備を通じて近隣施設に電力と熱供給を行うモデルを想定している。

ペレット製造設備本体については、既存設備を増設する方式を取ることによって初期投資費用の低減を見込んでいる。

なお、熱分解ガス化設備の発電事業は、国内事例の多くは FIT 制度を活用した売電（調達価格 40 円/kWh）を行っているが、本試算では他のモデルと統一して売電価格と熱販売価格をそれぞれ 15 円/kWh と 2.0 円/MJ とし、初期投資費用の助成金も想定している。

表 1.4.16 バイオマス調達モデル（ペレット製造の調達条件）

諸元	値	備考
ペレット製造量	3,150 t/年	1,369t/年より増設
ペレット製造能力	1,600 kg/h	現状の製造分を含む
必要原木量	6,804 t/年	既存の製造設備の必要量を含む
原木単価	2,014 円/m ³	原木費用 6,000 円/m ³ + 輸送費 1,014 円/m ³ 原木費用は 1,000 円/m ³ となる想定(間伐施行補助金を考慮)
人件費	29,558 千円/年	増設分に合わせて現状から事業者が想定
消耗品・修繕費	9,627 千円/年	増設分に合わせて現状から事業者が想定
ユーティリティ	14,208 千円/年	増設分に合わせて現状から事業者が想定
車両費・燃料費	9,708 千円/年	増設分に合わせて現状から事業者が想定
保険料・諸経費	3,754 千円/年	増設分に合わせて現状から事業者が想定
その他経費	235 千円/年	増設分に合わせて現状から事業者が想定
ペレット単価	27.4 円/kg	間伐施行に関する補助金を考慮

(出所) 環境省「平成 29 年度木質バイオマス資源の持続的活用による再生可能エネルギー導入計画策定事業」

表 1.4.17 事業性評価に用いたエネルギー事業モデル

諸元	数値	備考
発電出力	165kW	ペレットガス化熱電併給設備の出力
熱出力	260kW	ペレットガス化熱電併給設備の出力
内部消費電力	8.3kW	出力の5%と想定
熱販売率	100%	年間重油代替量 23,000L/年から逆算
売電価格	15.0 円/kWh	他の事業モデルと一律で設定、電力系統へ供給
売熱価格	7.2 円/kWh	他の事業モデルと一律で設定(2.0 円/MJ)
年間稼働日数	314 日	年間売電量 1,1823MWh/年から逆算

(出所) 環境省「平成 29 年度木質バイオマス資源の持続的活用による再生可能エネルギー導入計画策定事業」

表 1.4.18 事業性評価に用いた支出項目

費目	費用(千円)	備考
初期投資費用		
設備・工事費一式	232,446	ペレットガス化熱電併給設備+吸収式冷水機
助成金	-154,964	初期投資費用の 2/3 補助
O&M コスト(年間)		
バイオマス費用	23,865	間伐施行に関する補助金を考慮する場合、23,865 千円/年(表 1.4.16 より)
消耗品	6,534	事業者想定値
煤煙測定・灰処理費	500	事業者想定値

(出所) 環境省「平成 29 年度木質バイオマス資源の持続的活用による再生可能エネルギー導入計画策定事業」

事業収支の試算結果

前述の条件において熱分解ガス化技術を利用したバイオマス熱電併給事業を 20 年間継続した場合の合計収支の計算結果を図 1.4.6 に示す。

他のモデルと同様に土木工事費を除いた初期投資費用の 2/3 が助成された場合でも、20 年間での IRR は -4%、初期投資費用の回収年数は 31 年となった。一方、初期投資費用の助成なしで FIT 売電を 40 円/kWh で行う場合、20 年間の IRR は 9%、初期投資費用の回収年数は 8 年となった。

支出額の内訳として、燃料費（バイオマス調達費用）が 56%と支出額の過半を占めている。次いで初期投資費用が 27%、消耗品費用が 15.3%となっている。ペレット製造前の原木について間伐に係る助成金が既に考慮されていることを踏まえると、燃料費の削減にはペレット工場の製造規模拡大によるスケールメリットによってペレットの製造コストを下げる必要がある。

その他、熱分解ガス化はペレットの他に、比較的安価な燃料種であるチップを用いる機種も多いため、稼働実績を加味してペレットの製造工程の有無も含めて燃料調達を検討することが望ましい。

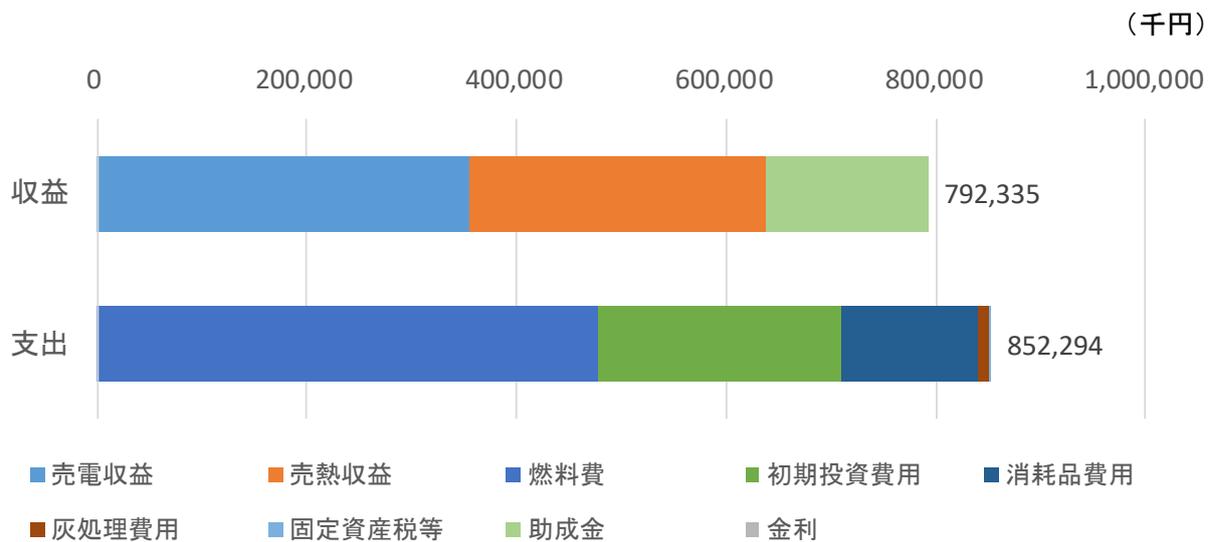


図 1.4.6 20年間の収支バランス

(出所) みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

感度分析結果

事業性の計算結果について、熱利用率・初期投資費用削減率・燃料調達費用のパラメータを変動させたときの IRR の変化について分析した結果を表 1.4.19 と表 1.4.20 に示す。

表 1.4.19 について、40 円/kWh での FIT 売電を想定する場合、初期投資費用 0%減での 20 年間の IRR は 9.0%となる一方で (表赤塗りつぶし)、15 円/kWh の場合は初期投資費用を 80%まで削減する必要がある (表青塗りつぶし)。表 1.4.20 の燃料調達費用については、資源量や供給先の調査が必要ではあるが、ペレットの製造規模の増加によるスケールメリット等によって 10%程度調達価格を削減できた場合、初期投資費用 67%削減相当の助成金によって事業を黒字にすることができる (表赤塗りつぶし)。

表 1.4.19 熱利用率に対する事業性の変動 (助成なし)

IRR(20年)		電力販売価格(円/kWh)						
		10	12.5	15	20	25	30	40
初期投資費用 削減率	80%減	-	-12.5%	1.6%	15.9%	28.4%	40.7%	65.3%
	67%減	-	-21.6%	-3.8%	7.4%	15.9%	23.6%	38.3%
	30%減	-	-	-12.3%	-2.2%	3.7%	8.3%	15.9%
	0%減	-	-	-19.1%	-6.5%	-1.0%	2.9%	9.0%

※事業性評価の計算条件に相当 (助成金を初期投資費用削減率として考慮した場合)

表 1.4.20 燃料調達費用に対する事業性の変動 (助成なし)

IRR(20年)		バイオマス調達価格(円/kg)						
		10	12.5	15	20.0	25.0	27.4	35.9
初期投資費用 削減率	80%減	35.3%	30.8%	26.3%	17.0%	7.1%	1.6%	-
	67%減	20.3%	17.4%	14.5%	8.2%	0.8%	-3.8%	-
	30%減	6.4%	4.7%	2.8%	-1.6%	-7.7%	-12.3%	-
	0%減	1.4%	-0.1%	-1.7%	-5.9%	-12.3%	-19.1%	-

※事業性評価の計算条件に相当 (助成金を初期投資費用削減率として考慮した場合)

4.2. 地域社会に対する意義

(1) 社会（地域）への効果に係る評価手法

バイオマスエネルギー事業は、安定的な原料・燃料調達体制の構築や多様な関係者との合意形成など、他の再生可能エネルギーにはない特有の難しさが存在する。しかし、こうしたサプライチェーンやステークホルダーの課題は、裏を返せば、バイオマス事業が周辺地域に与える経済的メリットが大きいことを意味している。

これまでの実証事業や先行事例では、バイオマス利用が地域の各関係者に与える経済的効果を定量的かつ中長期的に評価したケースは限定的であったため、「NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業」では、ステージゲートを通過し実際に設備を運転している実証事業を中心に周辺地域への経済波及効果の可視化を試みた。

本項では地域経済波及効果を評価するための代表的な手法を紹介するとともに、実証事業者のバイオマスエネルギー事業の周辺地域への経済波及効果について説明する。

産業連関分析

産業連関表は、作成対象年次の1年間において、財・サービスが各産業部門間でどのように生産され、販売されたかについて、行列（マトリックス）の形で一覧表にとりまとめたものである。具体的には、他の部門から原材料や燃料などを購入→加工して他の製品を生産→他の部門に販売といった、ある産業部門の生産活動に関与する他の産業部門をマトリックスとして整理している。これをもとに行列計算を行うことで特定事業の新規導入による経済波及効果を試算することができる。

バイオマス事業においても、製品の購入から建設、燃料調達、保守管理等の工程に関連する事業者が多く存在するため、事業の開始に伴う経済波及効果をマクロ的に評価するには適した分析手法であるといえる。一方で、産業連関表は作成に時間を有するため、都道府県レベルの産業連関表で2022年1月時点に入手可能なものは2015年版が最新であり、古いものにならざるを得ない欠点がある。

LM3

LM3（Local Multiplier 3）はある地域内で事業を開始したことで循環する金銭を3巡目まで追跡し、計測する手法である。

1巡目では事業者の収入を、2巡目では事業者が収入から地域内の従業員や関係事業者を支払った金額を、3巡目では地元の従業員と取引事業者が地元で使用した金額を推計する。

2巡目までの推計には開始する事業の経済性評価や実績を用い、3巡目の推計を行う際にはアンケート調査等を実施するのが一般的である。LM3は最終的に「1巡目から3巡目までの合計金額÷1巡目の収入」で求められ、仮に1巡目で得られた収入がすべて地域内で循環をすればLM3は3.0と最大値になる。

このように単一の指標を用いて複数のケースや地域を明快に比較することが可能であり、既に一部の事業ではバイオマス事業の評価に活用されている。

産業連鎖分析

ドイツのエコロジー経済研究所（IOW）が再生可能エネルギー導入の結果もたらされる地域経済効果を評価する手法として開発したもので、再生可能エネルギー事業の設計から運転・維持、事業マネージメントのまでの産業連鎖（サプライチェーン）を明らかにしたうえで、各工程に関与する事業者から創出される①企業の利潤と②従業員の給与、③企業と従業員によって支払われる税収入の3点を合計した地域経済効果を算出するものである。

日本国内においても、本手法を用いた地域経済分析がラウパッハ・スミヤーク・中山 琢夫（2015）「再生可能エネルギーが日本の地域にもたらす経済効果—電源毎の産業連鎖分析を用いた試算モデル—」でなされており、本事業でも同様の方法を用いて実証事業の分析を実施している。

なお、上記文献では 3 点の地域経済効果の分析に係る産業別の利潤や可処分所得等のインプット値を整理するにあたり、財務省の政策調査機関がまとめている「法人企業統計」³²を用いている。同統計では全国レベルの集計結果となっていることから、より地域性を考慮する観点で都道府県の公表する産業連関表を利用することもできる。

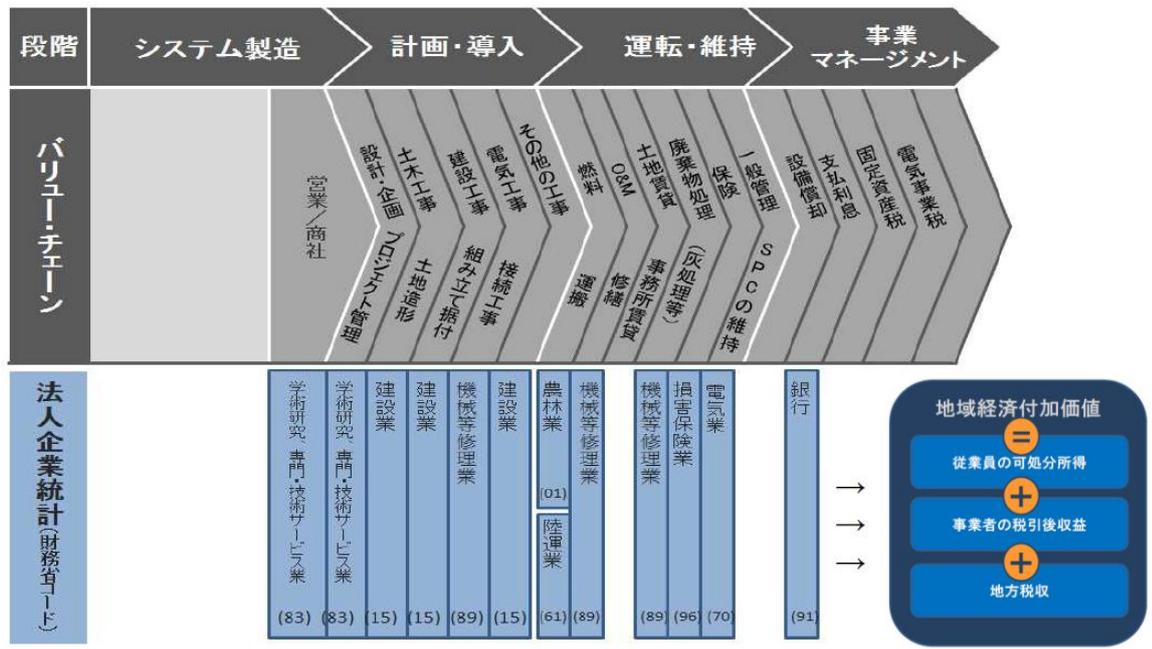


図 1.4.7 IOW の地域経済付加価値モデルの基本概念

(出所) ラウパッハ・スミヤ ヨーク (2016) 「再生可能エネルギーが地域にもたらす経済効果 - ドイツの経験と日本の可能性 -」

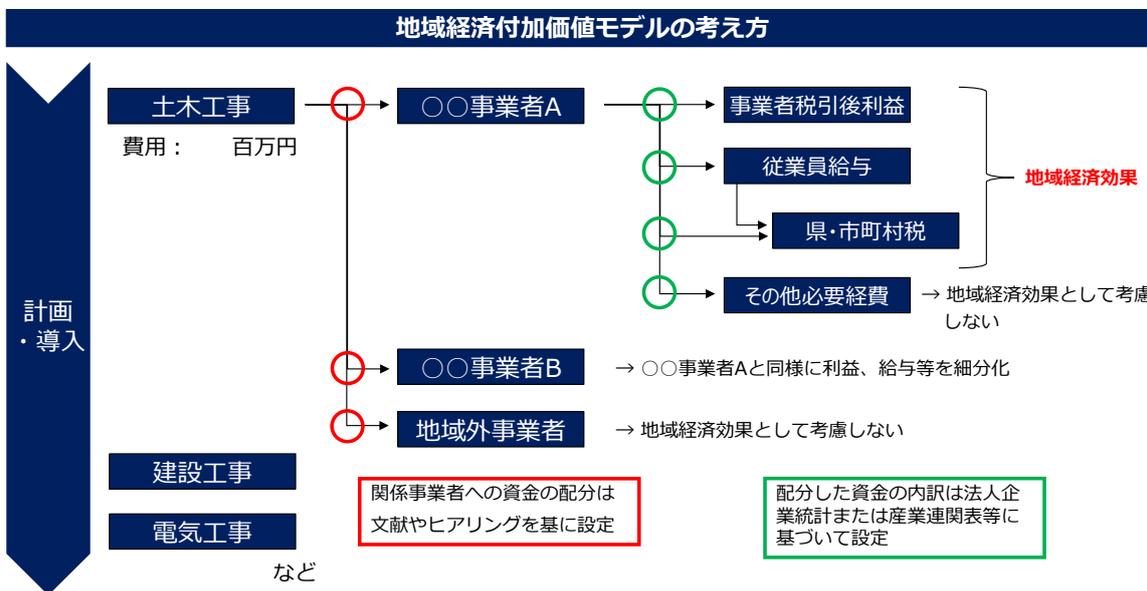


図 1.4.8 産業連鎖分析の算出イメージ

(出所) みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

³²法人企業統計は 37,000 前後におよぶ代表的な非金融・金融企業の臨時損益計算書および貸借参照表から推計した統計である。

再生可能エネルギー事業が地域へ直接的な経済効果をもたらす主要な要素は、①建設関連の地域内事業者利益、②運転・維持関連の地域内事業者利益、③雇用効果（従業員可処分所得）、④自治体地方税、⑤地域内金融機関利息収入に分類される。バイオマスの場合は、それらに⑥未利用資源の売上や製造・流通・処理に関するものが加わり、この分が非常に大きい。さらに、本章で行う分析では事業開始にともなう実質的な金銭の流れに加えて、バイオマス事業の実施前後での経済効果を算出している。ここではバイオマス事業の開始によって電気料金・熱料金を低減する事ができれば、その削減費用（⑦）を評価する。また、製品としての価値がつかず処分を有償で委託していたバイオマス資源を事業の原料とする場合は、その削減費用および買取価格分の利益（⑥）を評価するものである。①～⑦の各項目の算出方法は下表のとおりである。

表 1.4.21 産業連鎖分析における各地域経済効果項目の計算方法

項目	計算方法
バイオマス事業者の地域最終利益 (地域外配当減算後)	バイオマス事業者が本事業で得た利益のうち、地域内事業者に分配される利益を対象とし、以下の方法で算出 (バイオマス事業の利益)×(バイオマス事業への地域内事業者の出資比率)
①建設関連の地域内事業者利益	地域内の建設関連事業者が本事業において得た純利益を対象とし、各作業項目ごとに利益を算出し合計 (関連事業者への支出)×(地域内事業者への支出割合※1)×(売上高に対する地域内事業者の税引き後純利益の割合※2)
②運転・維持関連の地域内事業者利益	地域内の運転・維持関連事業者が本事業において得た純利益を対象とし、各作業項目ごとに利益を算出し合計 (関連事業者への支出)×(地域内事業者への支出割合※1)×(売上高に対する地域内事業者の税引き後純利益の割合※2)
③雇用効果(従業員可処分所得)	地域内事業者により雇用され、本事業に従事した従業員が得た可処分所得を対象とし、以下の方法で算出 バイオマス事業者については、以下の項目を加算 雇用者および役職員の可処分所得:(給与)-(所得税) バイオマス事業者以外の事業者については、各作業項目ごとに以下を算出し合計する (関連事業者への支出)×(地域内事業者への支出割合※1)×(売上高に対する可処分所得の割合※2)
④自治体地方税	都道府県および市町村への税収を算出対象とし、以下の方法で算出 ・都道府県税:所得税+法人税+電気事業税+消費税 ・市町村税:所得税+法人税+固定資産税+消費税 ※所得税・法人税は、地域内事業者への支出額に占める給与・税引前利益の割合から算出
⑤地域内金融機関利息収入	地域内の金融機関が融資したことで得られる金利収入の従業員所得・税引き後純利益相当額を対象とし、以下の方法で算出 (支払利息)×(銀行業における売上高に対する可処分所得割合※2+銀行業における企業の税引き後純利益※2)
⑥バイオマス原料提供者経済効果	バイオマス事業の開始前後での、バイオマス原料の価値の変化分を対象とし、以下の方法で算出 (原料調達量)×{(現在の原料販売価格)-(本事業における原料販売価格)}
⑦需要家のエネルギー費用削減効果	バイオマス事業の開始前後での、バイオマス原料の価値の変化分を対象とし、以下の方法で算出 (発電量)×{(現状の電気買取価格)-(事業における電気買取価格)}

※1 事業実施地域の特徴に合わせて設定する割合 ※2 事業者へのヒアリングや、法人企業統計の数値を参考に設定する割合
(出所) ラウパッサ・スミヤヨーク (2016)「再生可能エネルギーが地域にもたらす経済効果 - ドイツの経験と日本の可能性-」よりみずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

上記の算出プロセスを通じて、バイオマスエネルギー事業が開始されたことによる事業者自身の経済効果と事業に係る地域内外の関係者の経済効果および循環を同時に可視化することができる。こうした地域効果の定量化は、周辺地域にステークホルダーの多いバイオマス事業においてメリットが大きく、地域全体を巻き込んだの検討材料として活用できると考えられる。

例えば、当該事業単独の FS を行うと収益性が低いと判断される場合には、一般的には、事業者はその事業を断念することが多いと考えられる。一方で、この算出プロセスを経た結果、地域全体としては、メリットが大きいと判断される場合には、自治体その他の地域におけるコミュニティやステークホルダーが当該事業者を経済的な面、その他の面で支えることにより、当該事業を推進してもらった方が地域全体としての意義が大きいと評価できる。具体的には、自治体が当該事業へ補助金などの財政支援を行った方が効果的な場合もある可能性もある。その他、地域にて当該事業に協力的でない当事者の説得材料としても評価結果を活用できる可能性もある。このような分析は、自治体の政策決定や地域におけるコンセンサス作りに有用なものであり、また、当該事業にとっても、このような過程を経たうえで取り組まれるということは、自治体や地域のステークホルダーの支持を得ているものであり、その安定性を増すものと考えられる。

(2) バイオマスエネルギー事業の事業性・地域経済性分析ツール

NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業では、上述の産業連鎖分析に基づくバイオマスエネルギーの事業性・地域経済性分析ツール（Excel）を開発し、NEDO ホームページ上で公開している。下図に示すとおり、バイオマス種（木質系、メタン発酵系）および知識経験、事業実施フェーズ（構想または FS 段階）に応じて、4 種類のツールを開発している。

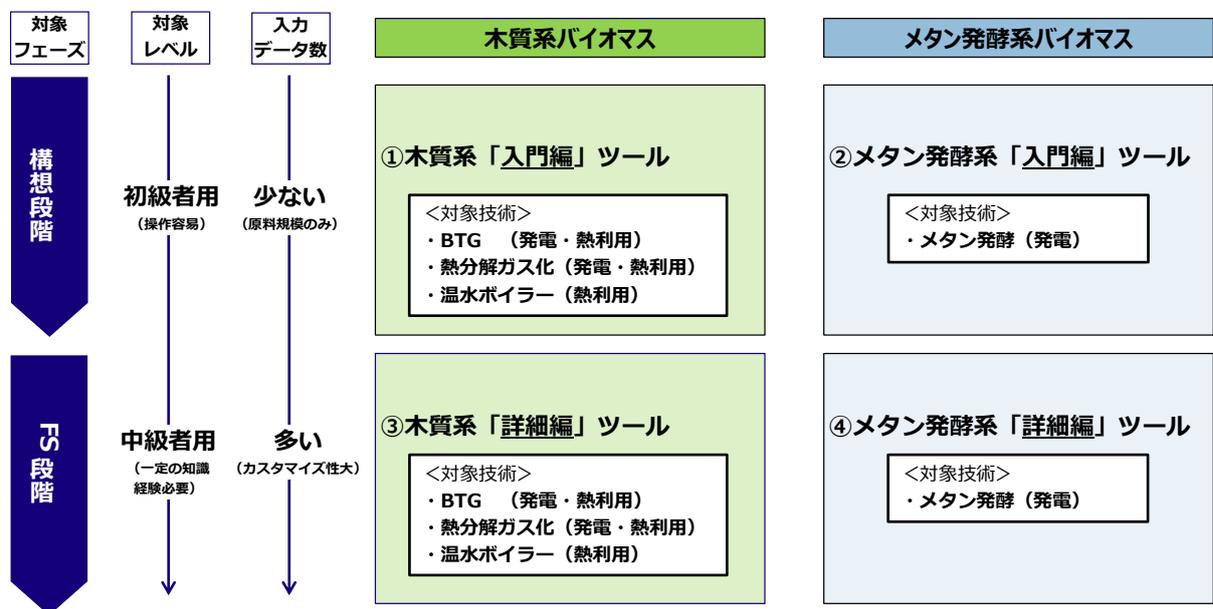


図 1.4.9 バイオマスエネルギー事業の事業性・地域経済性分析ツールの全体像

(出所) みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

「入門編」ツールは主に構想段階かつバイオマスエネルギー事業の検討経験のない初級者を対象としている。ここでは、原料規模等の最小限の情報のインプットだけで、初期コスト、O&M コスト、事業性（IRR 等）の推算を行い、さらに上述の産業連鎖分析に基づき地域経済効果についても算出することができる。木質系バイオマスに関しては、BTG、熱分解ガス化、温水ボイラーの3種類を対象技術とし、ツール上で選択可能となっている。なお、入門編ツールにおける初期コスト、O&M コストの推算は調達価格算定委員会等のデータや各種ヒアリング情報に基づいているが、いずれのバイオマスエネルギー利用技術においても、実際にはメーカーや事例によって大きく幅があり、不確実性が高いことに留意する必要がある。ツール上のコスト情報は Excel ファイル上で柔軟に変更が可能となっており、実際のツール利用時には調査検討の進展とともにコスト等の各種項目を更新していきながら、事業性評価結果の確からしさを高めていく使い方を想定している。

「詳細編」ツールは主に FS 段階かつバイオマスエネルギー事業の検討経験を有する中級者を対象としている。事業性（IRR 等）や地域経済効果等のアウトプットは入門編と同様であるが、試算の前提となるコストや運転条件（稼働率、エネルギー変換効率等）、さらに地域経済効果に係る業種別の各種条件を柔軟にカスタマイズ可能となっている。

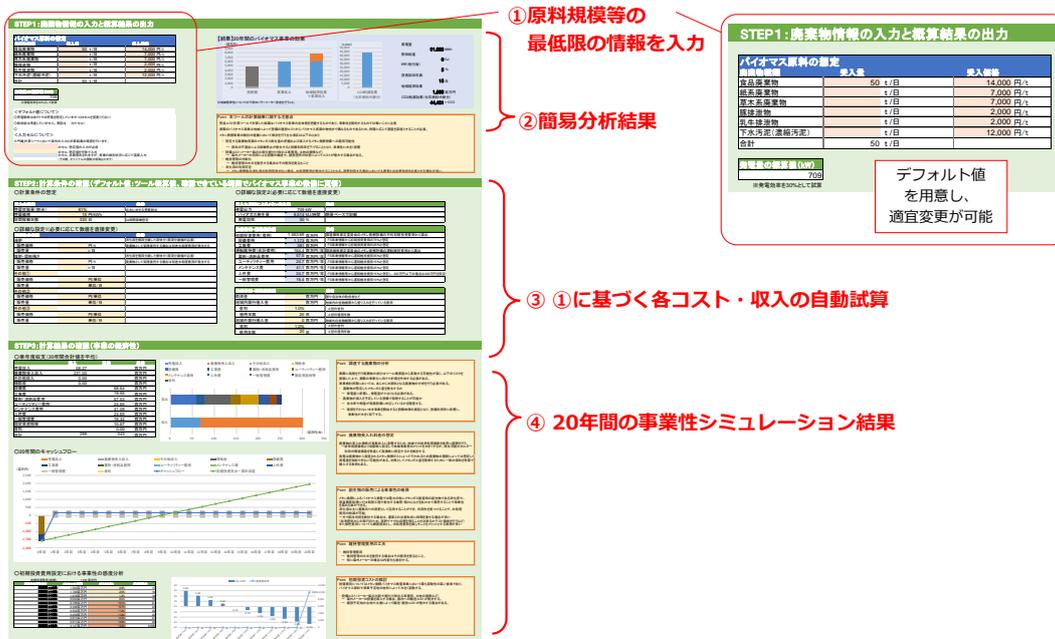


図 1.4.10 バイオマスエネルギー事業の事業性ツールのイメージ

(出所) みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

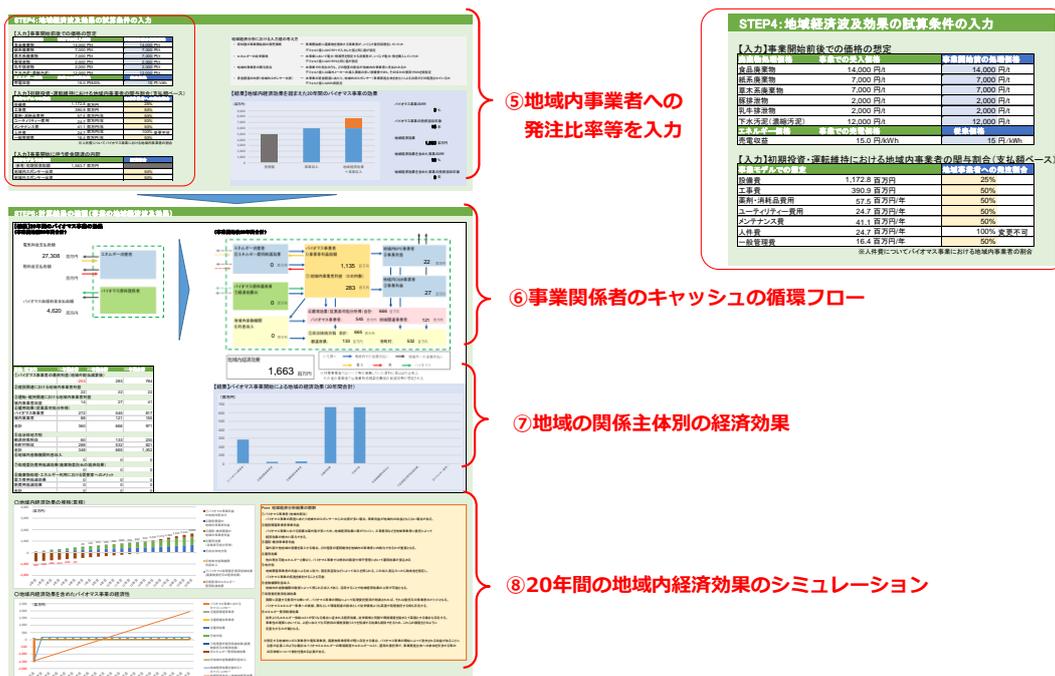


図 1.4.11 バイオマスエネルギー事業の地域経済性分析ツールのイメージ

(出所) みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

(3) 実証事業における評価結果（バンブーエナジー株式会社の例）

前提条件

事業者の地域経済波及効果の算出にあたっての前提条件を下表に示す。本試算で用いた数値は主に各実証事業者の FS 段階での想定値としているため運転稼働後の実態と異なることに留意されたい。また、実証モデルを一般化する観点から、一部実際と異なる想定を置いた試算を行っている。なお、地域経済波及効果の算出の対象範囲は県内を想定している。

表 1.4.22 エネルギー利用および原料調達に係る前提条件（バンブーエナジー株式会社）

諸元	数値	備考
発電出力	1,014kW	ORC の出力
熱出力	6,803kW	ORC の出力
内部消費電力	331kW	ORC の内部消費電力
熱販売率	82.6%	ORC から発生する熱量に対する割合
売電価格	11.8 円/kWh	電力会社の産業用電力価格から基本料金を除いたもの
売熱価格	1.4 円/MJ	FS 調査時点までの重油価格の最低値
年間稼働日数	330 日	24 時間稼働
竹調達量	8,744t/年	7.5 円/kg
バーク調達量	20,402t/年	3.5 円/kg

(出所) NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業 FS 報告書を基に作成

表 1.4.23 エネルギー利用に係る前提条件（バンブーエナジー株式会社）

費目	費用(千円)	備考
初期投資費用		
バイオマス燃焼炉	217,000	事業者想定値
バイオマス熱媒ヒーター	290,000	事業者想定値
ORC 発電ユニット	368,000	事業者想定値
電気・その他付帯機器	575,000	事業者想定値
助成金	-966,667	初期投資費用の 2/3 補助(収入として計上)
O&M コスト(年間)		
バイオマス調達費	137,000	竹の購入料 7,500 円/t、バーク購入料 3,500 円/t の合計
ユーティリティ費用	1,000	事業者想定値
人件費	2,000	事業者想定値
機械保守点検費	2,000	事業者想定値
一般管理費他	5,000	事業者想定値

(出所) NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業 FS 報告書を基に作成

表 1.4.24 エネルギーおよび原料取引価格に関する前提条件（バンブーエナジー株式会社）

諸元	値	備考
電力価格	15.3 円/kWh	電力会社の産業用電力価格
A 重油価格	2.02 円/MJ	九州地区 A 重油産業用小型ローリー価格(2018 年度)
バーク処理委託費用	500 円/t	本ガイドライン想定

(出所) NEDO バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業 FS 報告書を基に作成

地域経済波及効果の試算結果

前述の条件でバイオマス事業の開始による地域への経済効果を図 1.4.12 に示す。金銭の流れとして、バイオマス事業者であるバンブーエナジー株式会社が隣接するエネルギー需要家のバンブーマテリアル株式会社・バンブーフロンティア株式会社へ電力と熱販売を行って得た収益から、林業家や設備の建設・メンテナンス等を実施する地域関連事業者への支払いや従業員への賃金の支払いを行い、さらにそれぞれが都道府県に税収を支払うことになる。

試算の結果、一部の費用が地域外の関連事業者へ支払われるものの、バイオマス事業の開始によって地域内で循環する金額は 20 年間の平均で 200 百万円/年となった。これはバイオマス事業者が県内でエネルギー供給事業を開始したことで新しく生まれた金銭の流れであり、事業開始前に地域外のエネルギー事業者からエネルギー供給を受けていた場合、外部に流出していた費用となる。

本試算ではバイオマス利用事業者（バンブーエナジー株式会社）が、エネルギー需要家（バンブーマテリアル株式会社・バンブーフロンティア株式会社）に対し、それまで需要家が地域外から購入していた電力や熱よりも低い価格で供給するモデルを想定した。その結果、需要家は年間 120 百万円のエネルギー調達費用の削減効果が得られる結果となった。

この取り組みにより、バイオマスを供給する林業家や農家等は、それまで未利用であったパークや竹を販売することで新たに 139 百万円/年の収益が得られる。それまで、これらのパークや竹を処理業者へ処理を委託していたとすると、販売利益に加えて 13.6 百万円/年の処理委託費用が削減される。

また、バイオマス熱電併給施設で働く従業員の可処分所得は 10.6 百万円/年となる。これは事業の開始によって新たに得られた所得と考える事ができ、本計算では考慮していないが、この所得増は従業員の消費活動によってさらに間接的な経済効果をもたらす。

都道府県の税収は 7.0 百万円/年となった。これは、都道府県がバイオマス利用事業者と地域の関連事業者の利益から得られる税収、並びに従業員の所得税として新たに得られる収入である。本試算では都道府県を地域の境界線として試算を行っているが、関係事業者の所属するそれぞれの市町村レベルにおいても総額で 12.5 百万円/年程度の税収が発生するとみられる。その他、地域関連事業者については、建設から運転開始後の保守点検・ユーティリティの面で地域の事業者を支払われる金額から 30.7 百万円/年の利益が得られる結果となった。

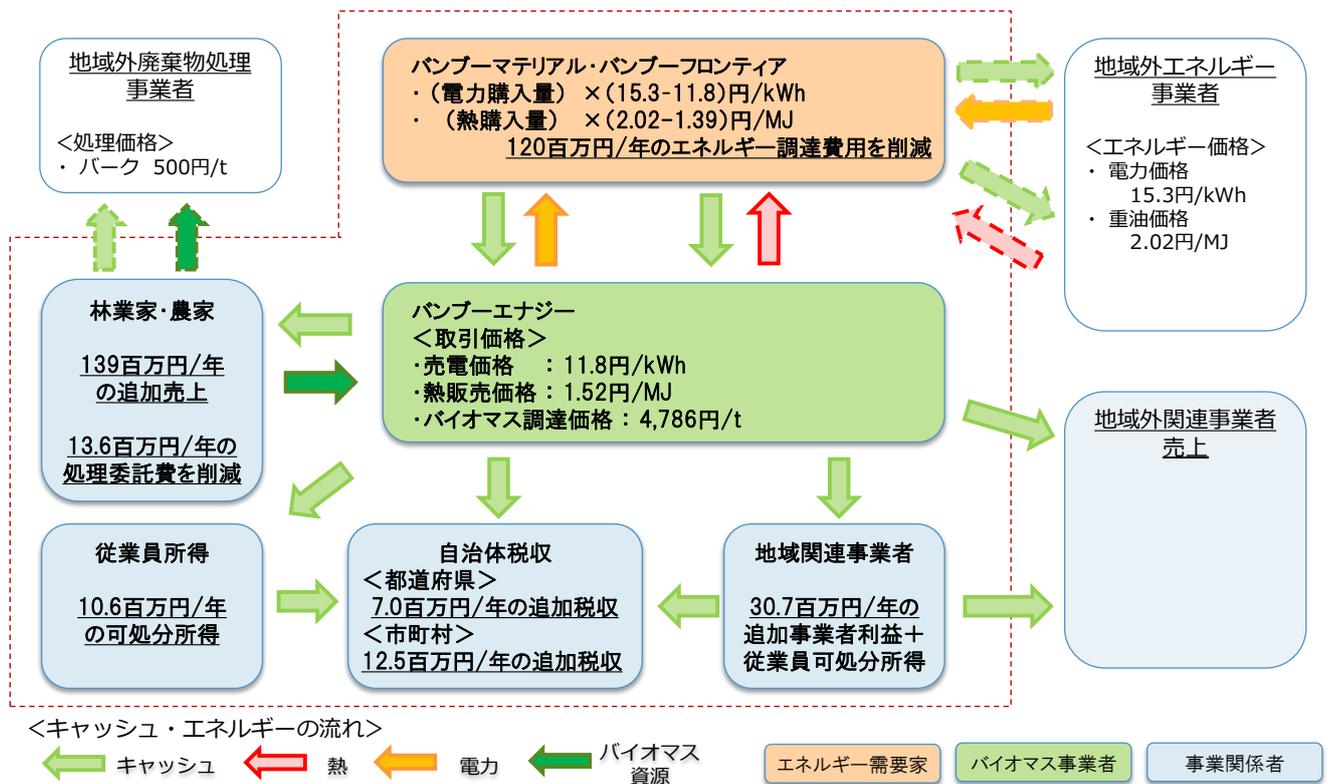


図 1.4.12 バイオマス事業の開始による地域経済効果 (20年間平均値)

(出所) みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成



図 1.4.13 バイオマス事業の開始による地域経済効果 (20年間合計)

(出所) みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

4.3. 環境に対する意義

(1) SDGs における意義

バイオマスエネルギーは、大気中の二酸化炭素が光合成によって植物の体内に固定化されたエネルギーであり、その利用により再び大気中に二酸化炭素が放出されたとしても、エネルギーの消費と森林などにおける植物の成長のバランスを保つ限り、脱炭素化に資することができるエネルギー源である。NOx や SOx の排出も少ないこと等から、環境への負荷が低いクリーンなエネルギーとして期待されている。

さらに、木造住宅や家具等のマテリアル利用から廃棄に伴う処理時のエネルギー利用、さらには再植林を通じた二酸化炭素固定効果の発揮という循環利用を行うことにより、地球温暖化防止効果を最大限に機能させることができる。

近年はこれらの環境効果を基に、SDGs への対応としてバイオマスエネルギーを導入する企業や自治体も増えつつある。持続可能な開発目標 (SDGs) は、2001 年に策定されたミレニアム開発目標 (MDGs) の後継として、2015 年 9 月の国連サミットで策定された「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」にて記載された 2016 年から 2030 年までの国際目標である。持続可能な世界を実現するための 17 のゴール・169 のターゲットから構成されている。

上記アジェンダでは、目標第 7 番について「すべての人々が、安価かつ信頼できる持続可能な近代的エネルギーへのアクセスを確保する」とあり、「2030 年までに、再生可能エネルギー、エネルギー効率及び先進的かつ環境負荷の低い化石燃料技術などのクリーンエネルギーの研究及び技術へのアクセスを促進するための国際協力を強化し、エネルギー関連インフラとクリーンエネルギー技術への投資を促進する。(7.a)」と謳われている。

また、目標第 13 番「気候変動に具体的な対策を」では、「すべての国々において、気候関連災害や自然災害に対する強靱性 (レジリエンス) 及び適応力を強化する (13.1)」、「気候変動対策を国別の政策、戦略及び計画に盛り込む (13.2)」などが示されている。

したがって、バイオマスエネルギーを含む再生可能エネルギー導入技術支援、再生可能エネルギー発電拡大実施は SDGs の目標 7 番および 13 番に寄与することとなる。



図 1.4.14 バイオマスエネルギーが寄与する SDGs (赤枠部分)

(出所) 外務省ホームページを基に作成

(2) GHG 排出削減量の考え方

バイオマスエネルギー利用の環境への意義を定量的に示すためには温室効果ガス（GHG）排出量および削減効果を適切な方法で算出する必要がある。我が国では環境省「再生可能エネルギー等の温室効果ガス削減効果に関する LCA ガイドライン 第IV部-①複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等）編」において、温室効果ガスに関する評価の考え方が示されており、以下に主要なポイントを示す。詳細は同ガイドラインを参照されたい。

プロセスフローとシステム境界の明確化に関する留意事項

対象プロセスのシステム境界には以下の6段階を含めるものとする。

1)	原料調達段階
2)	製造段階
3)	流通段階
4)	使用段階
5)	処分段階
6)	温室効果ガス排出削減活動（実施する場合に限る）

・システム境界は、対象プロセスが有する機能に応じてシステム拡張を行い、設定するものとする。ただし、（1）国内バイオマス発電事業、（2）国内バイオマス由来バイオ燃料製造事業の場合には、以下の考え方を採用することもできる。

（1）国内バイオマス発電事業

事業の主な機能を「発電」のみに特定できる場合には電力供給に関わるプロセスのみシステム境界内として設定することができる。

（2）国内バイオマス由来バイオ燃料製造事業

事業の主な機能を「燃料製造」のみに特定できる場合には、燃料供給に関わるプロセスのみ、システム境界内として設定することができる。

複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等）の場合、上記（1）、（2）に掲げた場合を除き、原則として事業全体をシステム境界に含める。例えば、下図に示すように、廃材を燃やし、同じ敷地内の別の工場に熱を供給していた製材所が、バイオマス発電による電力供給に切り替えるとともに、熱源として重油ボイラを使うこととなった場合は、事業全体を算定対象とすることが望ましい（少なくとも「電力供給」と「熱供給」を同一事業者が行う場合には、電熱併給事業全体として算定を行う）。

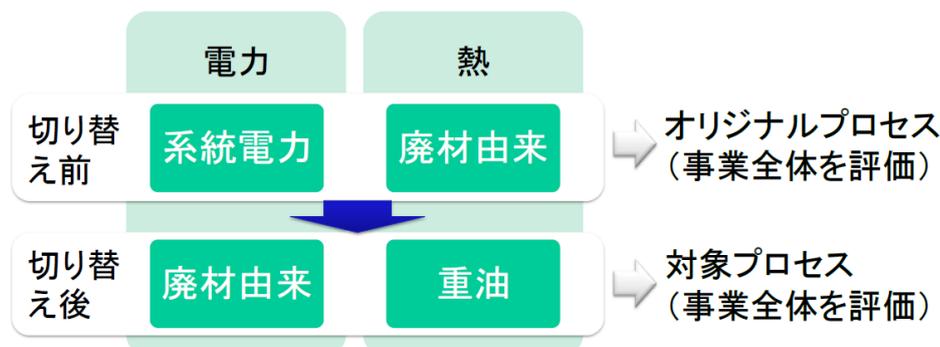


図 1.4.15 同一事業者が電熱併給事業を行う場合のシステム境界

（出所）環境省「再生可能エネルギー等の温室効果ガス削減効果に関する LCA ガイドライン 第IV部-①複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等）編」

<例：間伐材、剪定枝等の自然木を主原料としたガス化発電事業に関するオリジナルプロセス>

間伐材、剪定枝等の自然木を主原料としたガス化発電により、電力と燃料（タール）を外部に供給する事業のオリジナルプロセスを下図に示す。本事業の機能は、「発電」と「燃料供給」の2つであるため、オリジナルプロセスでは「系統電力（全電源平均）の生産プロセス」と「重油の製造プロセス」を考慮する。

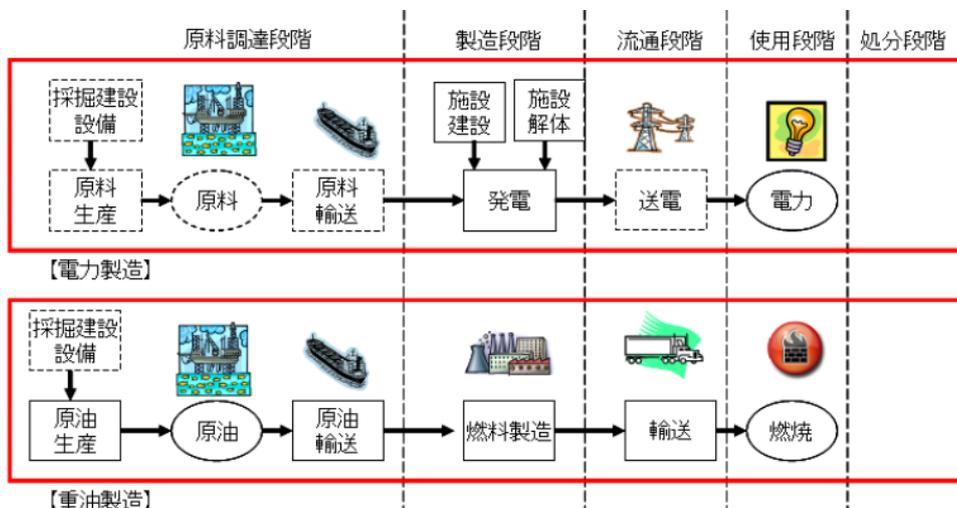


図 1.4.16 比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界（例）（間伐材、剪定枝等の自然木を主原料としたガス化発電事業に関するオリジナルプロセス）

（出所）環境省「再生可能エネルギー等の温室効果ガス削減効果に関する LCA ガイドライン 第IV部-①複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等）編」

<例：製材所廃材を原料とした直接燃焼発電事業に関するオリジナルプロセス>

製材所廃材を原料とした直接燃焼により、発電と熱供給を行う事業のオリジナルプロセスを下図に示す。本事業の機能は、「発電」と「熱供給」、「それに伴う廃棄物処理」の3つであるため、オリジナルプロセスでは「系統電力（全電源平均）及び蒸気の生産プロセス」と「製材所廃材の処理プロセス」を考慮する必要がある。

「製材所廃材の処理プロセス」としては、通常「活性炭の製造プロセス」が考えられるが、この場合、オリジナルプロセスの機能に「活性炭製造」が含まれてしまうため、製造所廃材を原料として製造される活性炭の量に相当する「従来型の活性炭製造プロセス」（ここでは「ヤシ殻由来の活性炭製造プロセス」とする）を、上記の2種類のプロセスの和から差し引く必要がある。なお、比較的大規模な国内バイオマス発電・熱供給事業においては、事業の機能を「発電」と「熱供給」とし、「それに伴う廃棄物処理」はオリジナルプロセスから除くことも可能である。

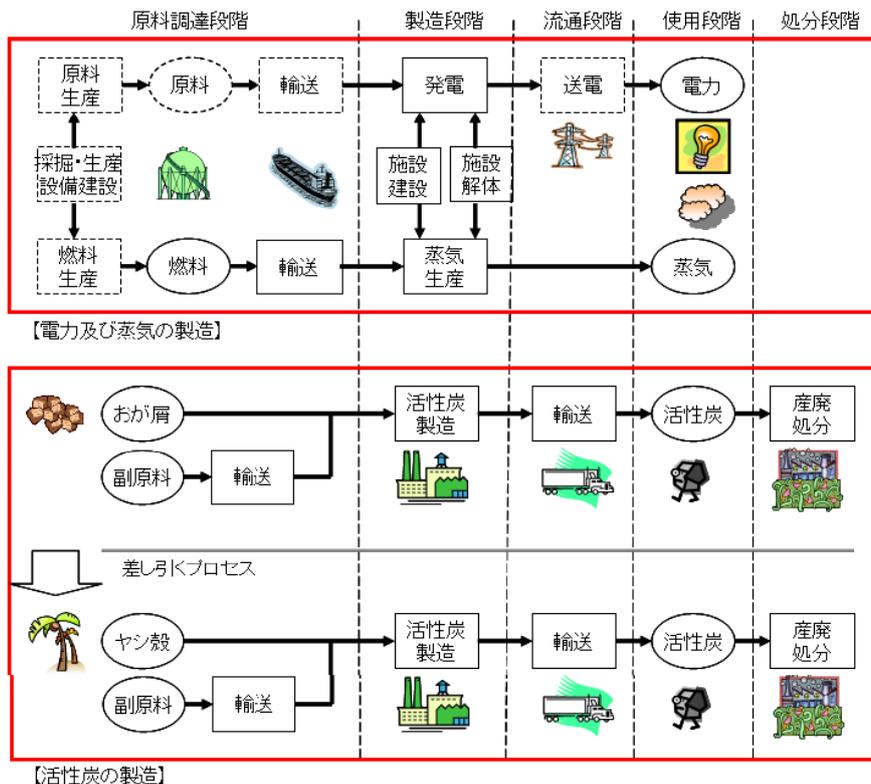


図 1.4.17 比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界（例）（製材所廃材を原料とした直接燃焼発電事業に関するオリジナルプロセス）

（出所）環境省「再生可能エネルギー等の温室効果ガス削減効果に関する LCA ガイドライン 第IV部-①複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等）編」

活動量データの収集・設定に関する留意事項

LCA 実施者は、プロセスフロー図に記述した各プロセスに関して、プロセスごとのエネルギーや投入物の消費量、廃棄物や環境（大気等）への排出物の排出量を明らかにする必要がある。活動量データの収集例を下表に示す。

表 1.4.25 活動量データ収集例（廃食用油由来バイオディーゼルの場合）

段階	小プロセス	入出	品名	数量	単位
原料調達	原料調達	入力	廃食用油	〇〇	kL/日
	原料	入力	軽油	〇〇	L/日
製造	前処理	入力	灯油	〇〇	t/日
		入力	電力	〇〇	kWh/日
	反応	入力	水酸化カリウム	〇〇	t/日
		入力	メタノール	〇〇	t/日
		入力	灯油	〇〇	t/日
		入力	電力	〇〇	kWh/日
	分離(メタノール回収、温水洗浄、水分除去)	出力	グリセリン	〇〇	t/日
		入力	上水	〇〇	m ³ /日
入力		灯油	〇〇	t/日	
入力		電力	〇〇	kWh/日	
出力	バイオディーゼル	〇〇	kL/日		
流通	製品輸送	入力	軽油	〇〇	L/日

（出所） 同上

原料調達段階に関する留意事項

原料調達段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する。

(1) 複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用）の場合、原料調達に関するプロセス（原料輸送を含む）を考慮する必要がある。原料調達に関して考慮すべきプロセスは、原料によって主に以下の4種類に分けられる。

- | |
|---|
| <p>1) 木質系バイオマスを原料とするケース</p> <p>①土地利用変化、②植林・保育、③伐採、④搬出、⑤原料加工、⑥燃料輸送</p> <p>2) 資源作物を原料とするケース</p> <p>①土地利用変化、②栽培、③伐採、④搬出、⑤調達、⑥原料輸送</p> <p>3) 資源作物から発生する残さを原料とするケース</p> <p>①原料加工、②原料輸送</p> <p>4) 既存収集システムにある下水汚泥等を原料とするケース（原料輸送は考慮しなくてもよい）</p> |
|---|

(2) 廃棄物を原料とすることにより回避される温室効果ガス排出量については、その効果が明らかであり、かつ定量的に示すことができる場合には、システム拡張を行うことにより考慮するものとする。

(3) ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセスについては一次データの収集を基本とする。ライフサイクル全体に対する寄与度が低いプロセスや、LCA 実施者が一次データを入手することが困難な場合については、二次データの利用も認める。

- 木質系バイオマスを原料とする場合の植林プロセス、保育プロセス等について、国内においては施肥等が一般的に行われていないことから、これらのプロセスに伴う温室効果ガス排出に関して詳細なデータが入手困難な場合は、考慮しなくてもよいこととした。
- 木質系バイオマスを原料とするバイオマス発電の場合、伐採プロセスや搬出プロセスにおける温室効果ガス排出量が LCA の結果に大きな影響を与えることがあるため、留意する必要がある。特に伐採プロセスについては、事業で活用するバイオマスを収集する目的で伐採を行う場合には、伐採にて投入されるエネルギー量等を把握し、当該プロセスの LCA を行う必要がある。なお木質系バイオマスのうち、製材端材や建築廃材等、発生地点が製材工場や建築現場と考えられるものについては、伐採プロセスはシステム対象外となる
- 製材事業者やその関連事業者が国内バイオマス発電事業を行っており、製材工場が同一敷地内又は近隣地域にある場合、本来は破碎プロセスや乾燥プロセスを「製造段階」に分類することが望ましいが、その場合、事業により破碎プロセスや乾燥プロセスの位置付けが異なってしまう。そのため、ここでは便宜上、一律に破碎プロセスや乾燥プロセスを「原料調達段階」に分類することとした。
- 原料調達に関するプロセスは、原料の発生地点後のプロセスを考慮するものとする。このため、資源作物から発生する残さ等は、それらが発生するまでの資源作物栽培プロセス等における温室効果ガス排出量はシステム境界に含めなくてよいこととした。
- 廃棄物を原料とする場合に回避される温室効果ガスとしては、「生ごみの焼却処理等のプロセスで発生する温室効果ガス」や「放置されているヤシ殻から発生するメタンガス」のようなものが考えられる。
- 土地利用変化や栽培プロセスにおける温室効果ガス排出・吸収量が LCA の結果に大きな影響を与えることがあるため留意する必要がある。土地利用変化に伴って発生する温室効果ガス排出・吸収量、栽培プロセスにおける温室効果ガス排出量は次頁以降に従って算定する。

- 「ライフサイクル全体に対する寄与度が高いプロセス」とは、ライフサイクル全体に占める割合が5%以上であることを想定しているが、それ未満であっても温室効果ガス排出量に大きな影響を与えるおそれがある投入物については考慮する必要がある。

製造段階に関する留意事項

製造段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する。

- (1) 原料の貯蔵、中間処理に要した化石燃料や電力・熱等の投入を含むものとする。
 - (2) 原則として、施設や設備の建設（建設資材製造、建設資機材輸送、設備建設）、保守・点検に係るプロセスを考慮するものとする。
 - (3) 製造されたエネルギーの全量を施設内で利用している場合、仮想的に「生産したエネルギーを外部に供給するとともに、施設内で利用するエネルギーを外部から購入する」というシナリオを設定して、LCA を行ってよいこととする。
 - (4) 本来的には全ての投入物の活動量に対して一次データを取得することが望ましいが、最低限、物理量（質量、発熱量等）又は経済価値（価格）が相当割合を占める活動量について一次データを取得し、温室効果ガス排出量を算出することを必須とする。
- ・ 複数の機能を有する事業では、施設や設備の建設に係る温室効果ガス排出量が無視できない可能性があるため、これらの工程を考慮して LCA を実施することとした。
 - ・ 施設や設備の建設に係るプロセスとしては、対象プロセスの機能に関する施設（ガス化施設等）のみを考慮するものとし、例えば、環境学習施設等が併設されている場合、当該部分は考慮しない。環境学習施設等が併設されているが、施設全体の建設費・土木費しか入手できない等の場合には、延床面積等を基準とした配分を行ってもよいこととする。
 - ・ 施設や設備の想定使用期間は、以下①～③のいずれかの方法で設定する。
 - ① 実績値（複数ある場合にはその平均値）から設定
 - ② 公的統計資料等に基づく平均的な使用年数を想定
 - ③ 法定耐用年数を参考にして設定
 - ・ 複数の機能を有する発電事業において、生産電力の全量を施設内で利用している場合、システム境界外に出力されるエネルギーはゼロとなるため、厳密には「1MJ のエネルギー供給」を機能単位とした LCA は実施できない。しかしながら、同様の事業であっても生産電力を外部供給する場合には評価可能となる。その整合を図るため、環境省ガイドラインでは生産電力の全量を施設内利用している場合にあって、仮想的に外部供給しているシナリオを設定してもよいこととした。
 - ・ 上記（4）でいう「相当割合」とは、ライフサイクル全体に占める割合が5%以上であることを想定しているが、それ未満であっても温室効果ガス排出量に大きな影響を与えるおそれがある投入物については考慮する必要がある。

流通段階に関する留意事項

流通段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する。

生産した電力を外部供給する場合、外部電源に接続するための付加的な施設や設備の整備については考慮する必要がある。なお、既存の施設や設備が活用可能な場合は、活用可能な範囲については考慮しなくてもよい。

生産した熱や電気を既存の施設・設備により輸送・販売する場合には、それら既存の施設・設備については考慮しなくてもよいが、付加的な施設や設備については考慮する必要がある。

使用段階に関する留意事項

使用段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する。

- バイオ燃料の燃焼による二酸化炭素（CO₂）排出はゼロとしてよい。ただし、二酸化炭素（CO₂）以外の温室効果ガスが発生する場合は考慮しなければならない。また、副原料等が燃焼する場合の温室効果ガス排出量は考慮しなければならない。

処分段階に関する留意事項

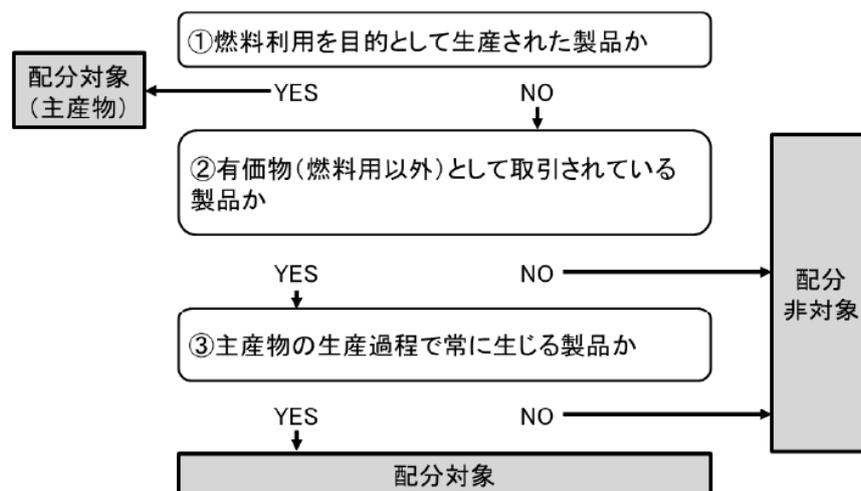
処分段階における活動量データの収集に当たっては、以下の点を考慮する。

- 処分段階については状況に応じて考慮するものとする。
- 処分段階において考慮すべき例として、例えば余剰バイオガスをフレアスタック等により処分すること等が考えられる。その場合、バイオガスの燃焼に係る二酸化炭素（CO₂）排出量についてはカーボンニュートラルによりゼロとしてよいが、当該フレアスタック設備の建設等に関しては考慮する必要がある。
- また、バイオガスの製造に伴い発生する廃棄物の処理や排水処理については、製造段階で考慮するものとする。施設や設備の廃棄・処分プロセスについては、必ずしもシステム境界に含めなくてよい。

配分（アロケーション）の方法に関する留意事項

前述したとおり、「事業の主な機能を『発電』のみに特定できる国内バイオマス発電事業」、「事業の主な機能を『燃料供給』のみで特定できる国内バイオマス由来バイオ燃料製造事業」等については、エネルギー供給に関わるプロセスのみをシステム境界内として算定してよいこととしているが、国内バイオマス利活用事業については、そのシステム境界内で発生する製品が多岐に渡ることから、それら製品の中で配分を行う対象については、下図に示すフローチャートにて「配分対象」となったものについて行うこととする。

なお、プロセスの細分化を図ることにより、配分を回避することを原則とし、配分はどうしても回避できないプロセスについてのみ行うものとする。



(補足)「③主産物の生産過程で常に生じる製品か」が「Yes」となる例としては、パーム油の搾油時に生じるPKS等がある。一方「No」となる例としては、食用ココナッツ油製造時に偶発的に生じる、低品質であり食用に用いることができないココナッツ油（燃料用）等がある。

図 1.4.18 配分対象の決定フローチャート

(出所) 同上

温室効果ガス排出原単位データの収集が困難な場合に関する留意事項

設定したプロセスに適した原単位が収集できない場合は、必要としている原単位に最も近似していると考えられる原単位で代替してもよい。

設定したプロセスによっては、原単位データの収集が困難であるため、その場合は必要としている原単位に近い原単位を設定してよいこととした。ただし、その場合は、感度分析の実施によりインベントリ分析結果に与える影響を評価しておくことが望ましい。なお、収集すべき活動量データの単位（重量、価格等）は、入手可能な原単位データの単位にも影響されるため、最終的な活動量データ、原単位データの選定にあたっては、双方のデータの精度を高めるように配慮しなければならない。

複数の機能を有する事業を対象とした LCA において使用頻度が高い LCI データの例は環境省「再生可能エネルギー等の温室効果ガス削減効果に関する LCA ガイドライン 第IV部-① 複数の機能を有する事業（国内バイオマス利活用等）編」を参照のこと。

温室効果ガス排出量の評価に関する留意事項

温室効果ガス排出削減効果を表す場合は、以下のいずれかの方法で算定する。

- ① 排出削減量 = オリジナルプロセスの排出量 - 対象プロセスの排出量
- ② 排出削減率 = (オリジナルプロセスの排出量 - 対象プロセスの排出量) ÷ オリジナルプロセスの排出量 × 100(%)

温室効果ガス排出削減効果を製品カタログやホームページ等に表示する場合は、想定した「機能単位」、「システム境界」、「オリジナルプロセス」、「想定寿命（想定使用年数）」を付記しなければならない。また、製造されたバイオガスを燃料として得られるエネルギーの全量を所内で利用している場合等、仮想的に「生産したエネルギーを所外に供給するとともに、所内で利用するエネルギーを外部から購入する」というシナリオを採用した場合には、その旨を付記することとする。

データの妥当性や算定結果の信頼性を評価することを目的として、LCA で採用した活動量データや原単位データがある範囲で変動させたり、配分手法等を変更したりする感度分析により、温室効果ガス排出量の算定結果にどの程度の影響を及ぼすか、それが許容範囲であるかどうかを検討する。