

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 (メタン発酵系バイオマス)



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は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.....	3
1章	本書の使い方と構想から実現までの実施事項.....	4
1.1	本書の使い方.....	4
1.2	他のガイドライン・マニュアルとの関係性.....	8
1.3	メタン発酵事業の実施事項の全体像.....	10
1.4	持続可能なバイオマス事業実施のためのチェックリスト.....	11
2章	バイオマスエネルギーの事業環境.....	15
2.1	日本の再生可能エネルギーの現状と政策.....	15
2.2	日本のメタン発酵系廃棄物バイオマスの現状と政策.....	32
2.3	日本におけるバイオマスエネルギーの導入状況.....	35
2.4	海外先進国のバイオマスエネルギーの利用動向.....	38
3章	NEDO バイオマスエネルギー地域自立システム化実証事業.....	48
4章	バイオマスエネルギー利用の意義.....	62
4.1	経済(事業性)としての意義.....	63
4.2	地域社会に対する意義.....	69
4.3	環境に対する意義.....	78

全体目次

<第2部 章目次>

第2部 バイオマスエネルギー事業の導入要件・技術指針 【メタン発酵系バイオマス編】.

事業検討の進め方.....	94
実施事項の全体像.....	95

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.....100

システム全体に関する「よくある課題」.....	100
フェーズⅠ 構想段階.....	104
1.Ⅰ.1 事業コンセプトおよび事業内容の構築.....	105
① 事業コンセプトの構築.....	106
② 事業形態(個別型/集中型)の検討.....	109
1.Ⅰ.2 用地の想定.....	112
1.Ⅰ.3 事業主体の検討.....	114
1.Ⅰ.4 運転開始時期の想定.....	115
1.Ⅰ.5 事業モデルと収支の概略検討.....	116
① 事業の5W1Hの確認.....	116
② 事業収支の概略検討.....	119
1.Ⅰ.6 事業実施体制の構築.....	121
① 組織内外の事業実施体制・FS実施体制の検討.....	122
② 専門家への相談.....	124
③ 行政への相談.....	125
1.Ⅰ.7 資金の検討.....	126
① FS調査の予算獲得.....	127
② 初期投資に必要な資金の検討.....	128
フェーズⅡ FS段階.....	129
1.Ⅱ.1 事業化スケジュールの検討.....	133
1.Ⅱ.2 設置場所の検討・確定.....	137
1.Ⅱ.3 地域関係者との合意形成.....	142
1.Ⅱ.4 事業収支の検討.....	145
① 売上高の予測.....	146
② 事業費(初期費用と運用費)の積算・見積りの取得.....	147
③ 事業リスクの評価(事業収支の検討時).....	152
④ 事業収支・キャッシュフロー分析.....	153
1.Ⅱ.5 資金計画の策定.....	157
① 資金調達方法の検討.....	157
② 資金調達先・金融機関との交渉.....	160
③ 補助制度の確認.....	166
1.Ⅱ.6 事業実施体制の確定.....	170
① 事業コンセプトの再精査・確定.....	171
② 事業による波及効果の評価.....	171
③ 組織内・地域関係者への説明・合意形成.....	173
1.Ⅱ.7 事業のリスク評価(全体課題整理).....	174
① 建設段階のリスクとその対処方法の例.....	174
② 運営段階のリスクとその対処方法の例.....	177
③ その他全般に関するリスクとその対処方法の例.....	180
④ FS調査終了後次のステップに進めるかの判断基準.....	183
フェーズⅢ 設計施工段階.....	193
1.Ⅲ.1 事業化体制の具体化.....	194
① 事業化体制の詳細検討.....	194
② 職員の採用.....	195
1.Ⅲ.2 生活環境影響調査の実施.....	201
1.Ⅲ.3 地元合意形成.....	202
1.Ⅲ.4 施設の運転管理計画の策定.....	203
1.Ⅲ.5 事業の将来計画の検討.....	205
1.Ⅲ.6 設備補助の申請.....	208

1.Ⅲ.7 金融機関との融資契約・資金実行.....	209
フェーズⅣ 運転段階.....	210
1.Ⅳ.1 運転計画の最適化の検討.....	211
1.Ⅳ.2 地元の理解醸成.....	212
1.Ⅳ.3 波及効果の検証と公開.....	212
1.Ⅳ.4 事業採算性の検証と改善.....	215
1.Ⅳ.5 維持保守費の中期的な予算化.....	216
1.Ⅳ.6 大規模修繕に対する積立.....	217
2章.... バイオマス調達に係る課題と解決策..... 218	
原料調達に関する「よくある課題」.....	218
フェーズⅠ 構想段階.....	221
2.Ⅰ.1 原料課題の整理.....	222
① 原料種候補のリストアップ.....	223
② 原料収集可能性調査.....	227
2.Ⅰ.2 前処理の必要性の検討.....	232
フェーズⅡ FS段階.....	235
2.Ⅱ.1 原料調達可能性調査.....	237
① 原料発生状況の調査.....	237
② 原料収集可能性の調査.....	243
③ 代替原料の可能性調査.....	245
2.Ⅱ.2 原料性状およびガス発生量の調査.....	247
① 原料性状の調査.....	248
② ガス発生量の調査.....	254
2.Ⅱ.3 バイオマスの収集運搬計画.....	258
フェーズⅢ 設計施工.....	261
2.Ⅲ.1 原料の最終確定.....	262
2.Ⅲ.2 荷姿と運搬車両の確定.....	264
フェーズⅣ 運転段階.....	265
2.Ⅳ.1 搬入される原料の性状の確認.....	266
2.Ⅳ.2 搬入される原料の量の確認.....	267
3章.... エネルギー・副生物利用に係る留意点と解決策..... 270	
エネルギー・副生物利用に関する「よくある課題」.....	270
フェーズⅠ 構想段階.....	273
3.Ⅰ.1 副生物の処理・利用方法の検討.....	274
3.Ⅰ.2 バイオガス利用方法の検討.....	278
① エネルギー利用先と供給形態の検討.....	279
② 系統接続の検討(広域グリッド型).....	282
フェーズⅡ FS段階.....	283
3.Ⅱ.1 消化後残渣の処理・利用方法の具体化.....	285
① 消化後残渣の処理・利用方法の検討.....	287
② 液肥利用の調査.....	293
③ 水処理設備の検討(放流基準調査).....	296
3.Ⅱ.2 バイオガス活用計画.....	298
① エネルギー利用先・利用量の具体化検討.....	298
② エネルギー需要の調査.....	308
③ 系統連系の調査.....	313
フェーズⅢ 設計施工段階.....	317
3.Ⅲ.1 消化液液肥利用の詳細検討.....	318
3.Ⅲ.2 FIT事業申請.....	325
3.Ⅲ.3 接続契約・売電契約.....	327
3.Ⅲ.4 エネルギー供給契約.....	328
フェーズⅣ 運転段階.....	329
3.Ⅳ.1 副生物利用効果の確認.....	330
3.Ⅳ.2 水処理施設の性能確認.....	333
3.Ⅳ.3 発電装置のメンテナンス計画/実働検証.....	334

4 章 エネルギー変換設備に係る留意点と解決策	335
エネルギー変換設備に関する「よくある課題」.....	335
フェーズⅠ 構想段階.....	337
4.Ⅰ.1 メタン発酵技術の選定と信頼性の確認.....	338
4.Ⅰ.2 メーカーへの概略検討依頼	347
フェーズⅡ FS 段階	349
4.Ⅱ.1 基本設計	351
① 基本設計(全体).....	352
② 要素技術の選定(発酵/付帯技術).....	358
③ フローシート/配置図/仕様書の作成	362
④ 設備・工事発注方法の検討.....	366
⑤ 施設関連法規制の確認と対応.....	369
⑥ 設置場所の検討・確定.....	381
⑦ 地域関係者との合意形成.....	381
フェーズⅢ 設計施工段階.....	382
4.Ⅲ.1 建設業者の決定.....	384
4.Ⅲ.2 実施設計	385
4.Ⅲ.3 設備の調達	392
4.Ⅲ.4 工事契約の締結.....	396
4.Ⅲ.5 建設・施工工程進捗の管理.....	399
4.Ⅲ.6 O&M 契約.....	401
4.Ⅲ.7 保険契約.....	404
4.Ⅲ.8 種汚泥の確保.....	405
4.Ⅲ.9 試運転/計画の立案.....	407
4.Ⅲ.10 試運転後の性能確認.....	408
4.Ⅲ.11 性能保証事項の確認.....	409
4.Ⅲ.12 引き渡し確認の実施.....	410
フェーズⅣ 運転段階.....	411
4.Ⅳ.1 プラントの運営管理.....	412
4.Ⅳ.2 システム・機器の性能評価と改善	414
4.Ⅳ.3 設備利用率の検証と改善	417
4.Ⅳ.4 トラブルシューティング	423
4.Ⅳ.5 メタン発酵槽の運転把握.....	425

全体目次

<第3部 章目次>

第3部	メタン発酵技術に係る基礎知識.....	433
1章	メタン発酵系バイオマス原料の種類と特徴.....	436
	バイオマスエネルギーとは.....	436
1.1	生ごみ・食品残渣.....	438
1.2	乳牛ふん尿.....	438
1.3	肉牛ふん尿.....	440
1.4	豚ふん尿.....	440
1.5	鶏ふん.....	441
2章	メタン発酵技術に係る基礎知識.....	443
2.1	メタン発酵技術.....	443
2.2	要素技術.....	445
a.	受入設備.....	445
b.	前処理設備.....	448
c.	メタン発酵設備.....	455
d.	バイオガス貯留設備(ガスホルダー).....	463
e.	脱硫等バイオガス調整設備.....	465
f.	発電設備.....	468
g.	余剰ガス燃焼装置.....	471
h.	発酵残渣処理設備.....	472
j.	脱臭設備.....	477
k.	用水設備.....	479

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.....	3
1章	本書の使い方と構想から実現までの実施事項.....	4
1.1	本書の使い方.....	4
1.2	他のガイドライン・マニュアルとの関係性.....	8
1.3	メタン発酵事業の実施事項の全体像.....	10
1.4	持続可能なバイオマス事業実施のためのチェックリスト.....	11
2章	バイオマスエネルギーの事業環境.....	15
2.1	日本の再生可能エネルギーの現状と政策.....	15
2.2	日本のメタン発酵系廃棄物バイオマスの現状と政策.....	32
2.3	日本におけるバイオマスエネルギーの導入状況.....	35
2.4	海外先進国のバイオマスエネルギーの利用動向.....	38
3章	NEDO バイオマスエネルギー地域自立システム化実証事業.....	48
4章	バイオマスエネルギー利用の意義.....	62
4.1	経済(事業性)としての意義.....	63
4.2	地域社会に対する意義.....	69
4.3	環境に対する意義.....	78

<第1部 図目次>

図 1.1.1 本ガイドライン基礎編の構成	5	図 1.2.26 バイオエネルギーの今後の利用形態	46
図 1.1.2 本ガイドライン実践編【メタン発酵系バイオマス編】の構成	6	図 1.2.27 バイオガス発電設備の運転形態の変化	47
図 1.1.3 メタン発酵事業の実施事項の全体像	10	図 1.3.1 バイオマスエネルギー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	48
図 1.2.1 地域の脱炭素化について	18	図 1.4.1 バイオマスエネルギー利用の3つの意義	62
図 1.2.2 地域脱炭素化促進事業の対象イメージ	19	図 1.4.2 メタン発酵事業の2面性	63
図 1.2.3 地域脱炭素ロードマップのイメージ	20	図 1.4.3 産業廃棄物系メタン発酵モデルの20年間の収支バランス	65
図 1.2.4 再生可能エネルギー活用モデルの分類	23	図 1.4.4 畜産系メタン発酵モデルにおける20年間の収支バランス	68
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	24	図 1.4.5 メタン発酵施設の導入メリット	69
図 1.2.6 電力系統における制度改革の概要	26	図 1.4.6 IOWの地域経済付加価値モデルの基本概念	71
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	27	図 1.4.7 産業連鎖分析の算出イメージ	71
図 1.2.8 省エネ法が規制する分野	28	図 1.4.8 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	73
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	28	図 1.4.9 バイオマスエネルギー事業の事業性ツールのイメージ	74
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	29	図 1.4.10 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	74
図 1.2.11 省エネと非化石エネルギーへの転換の関係	30	図 1.4.11 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)	76
図 1.2.12 再生利用等実施率の推移	32	図 1.4.12 バイオマス事業の開始による地域経済効果(20年間の総額)	77
図 1.2.13 食品廃棄物の種類と再生利用の方法	33	図 1.4.13 バイオマスエネルギーが寄与するSDGs(赤枠部分)	78
図 1.2.14 使用開始年度別焼却施設(熔融施設含む)の炉数	33	図 1.4.14 同一事業者が電熱併給事業を行う場合のシステム境界	79
図 1.2.15 汚泥中のバイオマス利用(2019年度)	34	図 1.4.15 比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界(例)(牛ふん尿のメタン発酵による発電を行うとともに、その副産物を液肥として利用する事業に関するオリジナルプロセス)	80
図 1.2.16 現在と2030年エネルギーミックスの電源構成	35	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)(バイオガスを都市ガス代替品とする事業に関するオリジナルプロセス)	81
図 1.2.17 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)	36	図 1.4.17 配分対象の決定フローチャート	84
図 1.2.18 FITにおけるメタン発酵発電所の稼働状況GISマップ(2019年6月時点)	37		
図 1.2.19 世界全体の発電設備容量	38		
図 1.2.20 発電電力量に占める再生可能エネルギー比率の比較	39		
図 1.2.21 ドイツ国内のバイオマス発電の推移	40		
図 1.2.22 バイオガス原料用のエネルギー作物の作付面積の変化	41		
図 1.2.23 バイオマス発電設備のFITまたは市場プレミアムの比率	42		
図 1.2.24 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)	44		
図 1.2.25 再エネ熱源別の供給量変化	45		

<第1部 表目次>

表 1.1.1	メタン発酵系バイオマスに係るガイドライン・マニュアルの例	8
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	9
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	15
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)	16
表 1.2.3	地球温暖化対策推進法の主な改正点	17
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	18
表 1.2.5	地域脱炭素ロードマップの概要	19
表 1.2.6	地球温暖化対策計画の概要	21
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	21
表 1.2.8	バイオマスエネルギーの固定買取価格	22
表 1.2.9	2022年度以降のFIT制度における地域活用要件	25
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)	30
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	31
表 1.2.12	EEG2021の再エネ導入目標	41
表 1.2.13	KWKG2020によるKWKボーナス(セント/kWh)	43
表 1.2.14	KWKG2020法による革新的再エネ熱ボーナス	44
表 1.2.15	燃料別のバイオマス発熱量と割合(2019年)	45
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	49
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(メタン発酵系バイオマス)	49
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(木質バイオマス)	50
表 1.4.1	メタン発酵施設に関する前提条件(乾式メタン発酵モデル)	64
表 1.4.2	初期コスト・O&Mコストの前提条件(乾式メタン発酵モデル)	64
表 1.4.3	廃棄物処理委託費用に対する事業性の変動(助成なし)	66
表 1.4.4	設備利用率に対する事業性の変動(助成なし)	66
表 1.4.5	事業性評価に用いたエネルギー事業モデル	67
表 1.4.6	事業性評価に用いた支出項目	67
表 1.4.7	ふん尿処理価格に対する事業性の変動(助成なし)	68
表 1.4.8	完熟堆肥・再生敷料の販売価格に対する事業性の変動(助成なし)	68
表 1.4.9	産業連鎖分析における各地域経済効果項目の計算方法	72
表 1.4.10	事業性評価に用いたエネルギー事業モデル	75
表 1.4.11	事業性評価に用いた支出項目	75
表 1.4.12	バイオマス事業開始前のエネルギー等取引価格	75
表 1.4.13	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)	81

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

メタン発酵をはじめとする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様々な関係者や地域産業に対して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 年代からバイオマスエネルギーの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メタン発酵事業の計画が急増した。

しかしながら、これまでの NEDO の調査では、メタン発酵を含む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、それらのポイントポイントで、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 490 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。

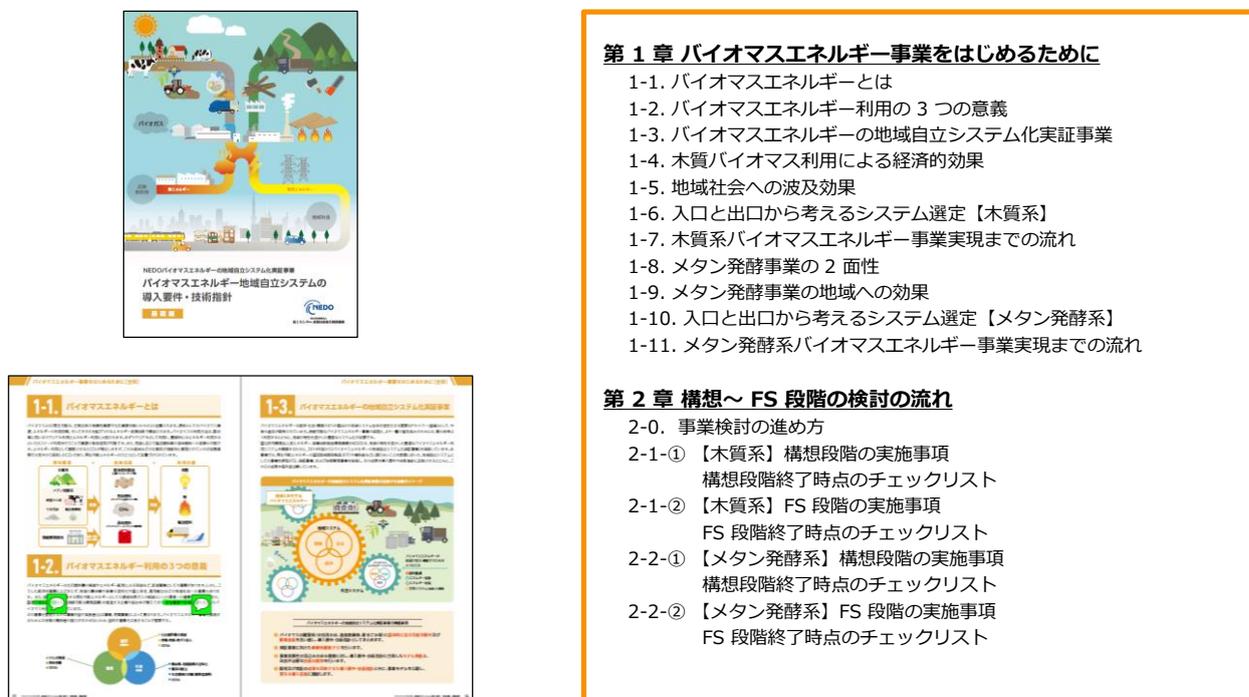


図 1.1.1 本ガイドライン基礎編の構成

(出所) みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

本書ガイドラインの「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 章としている。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。**

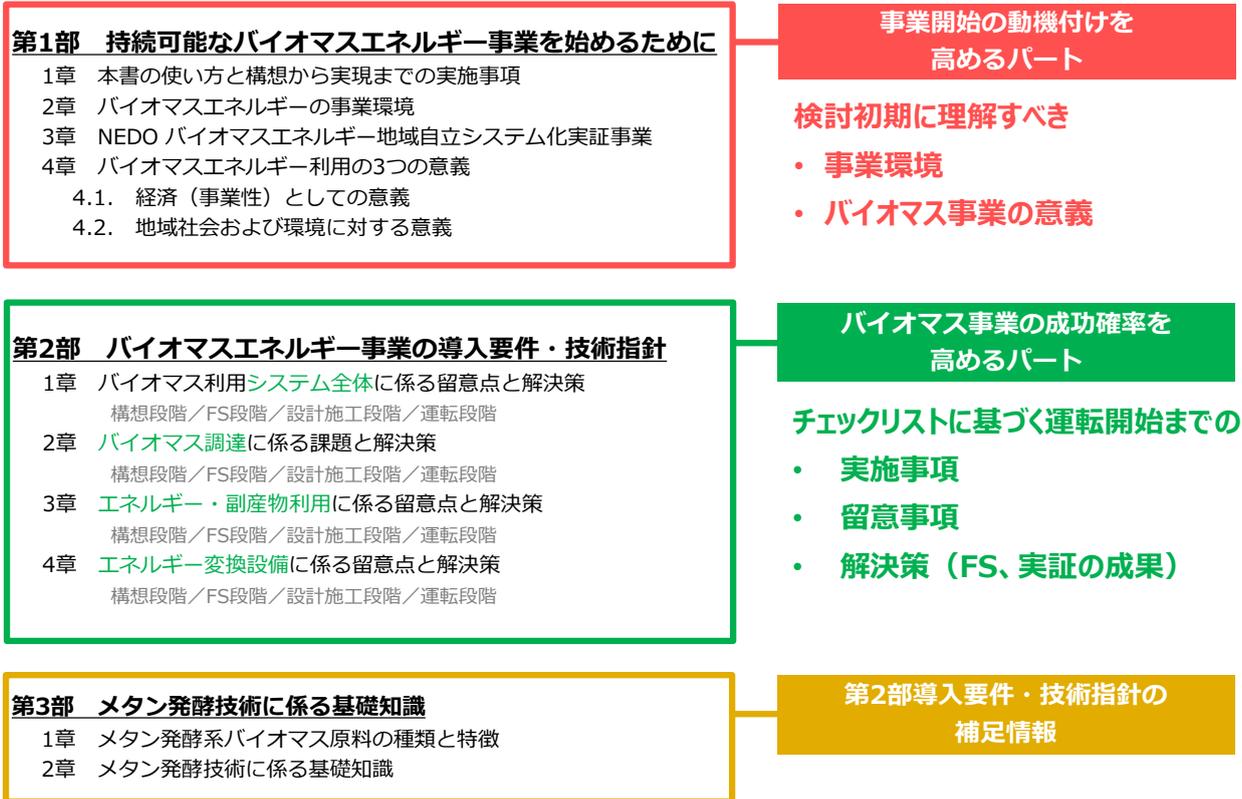


図 1.1.2 本ガイドライン実践編【メタン発酵系バイオマス編】の構成

(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。その上で、**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 メタン発酵技術に係る基礎知識**」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・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、**青太字（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 青太字 ：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 ：チェックリストまたは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

メタン発酵事業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 メタン発酵系バイオマスに係るガイドライン・マニュアルの例

発表年	タイトル	策定元
2006	バイオガス化マニュアル	一般社団法人日本有機資源協会
2012	バイオガス関連事業の LCA に関する補足ガイドライン Ver.1.0	環境省
2013	バイオガスを活用した効果的な再生可能エネルギー生産システム導入ガイドライン	国土技術政策総合研究所
2013	B-DASH プロジェクトNo.1 超高効率固液分離技術を用いたエネルギーマネジメントシステム導入ガイドライン(案)	国土交通省 国土技術政策総合研究所
2013	バイオマス活用ハンドブック	一般社団法人日本有機資源協会
2014(2021年4月改訂)	エネルギー回収型廃棄物処理施設整備マニュアル	環境省環境再生・資源循環局廃棄物適性処理推進課
2014	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)
2015	地域循環圏形成の手引き	環境省
2015	下水道バイオマスからの電力創造システム導入ガイドライン	国土技術政策総合研究所
2015	地域循環圏形成の手引き	環境省
2016	物語で理解するバイオマス活用の進め方	国立環境研究所
2016	消化液の肥料利用を伴うメタン化事業実施手引	一般社団法人地域環境資源センター
2017	ごみ処理施設整備の計画・設計要領	全国都市清掃会議
2018	廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル	環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部 廃棄物対策課
2018	メタンガス化施設整備マニュアル(改訂版)	環境省
2018	下水処理場における地域バイオマス利活用マニュアル	国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部
2018	下水広域利活用検討マニュアル	国土交通省
2018	下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン	国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部
2019	下水汚泥広域利活用検討マニュアル	国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部
2019	兵庫県食品残渣等小規模地産エネルギー導入促進事業支援業務ーメタン発酵施設の導入ガイドラインー	兵庫県
2021	事業計画策定ガイドライン(バイオマス発電)	資源エネルギー庁
2022	メタン発酵バイオガス発電における人材育成テキスト	資源エネルギー庁

(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

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【メタン発酵系バイオマス編】」では、メタン発酵事業に関する構想、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。

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）
- 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

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、適宜各機関で公開されているガイドライン・マニュアルを含む、関連文献を参照している。

また、上述のとおり、本書では構想・FS 段階に重点を置いた内容となっているため、特に施設運用上の具体的な内容は、2022 年度に公開される資源エネルギー庁「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 メタン発酵バイオガス発電における人材育成テキスト」（委託事業者：一般社団法人日本有機資源協会）を参照されたい。同マニュアルでは、既存のメタン発酵発電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、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ため、本 NEDO ガイドラインと併せて読まれたい。

1.3 メタン発酵事業の実施事項の全体像

メタン発酵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。(図中青字の番号は第2部実践編の対応項目)



図 1.1.3 メタン発酵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実施のためのチェックリスト

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. 1	①事業コンセプトの構築	事業の目的・ねらいが整理できているか？		メタン発酵施設は地域の廃棄物処理インフラとして位置づけられ簡単に止めることはできない。したがって、エネルギー販売に偏重せず固定価格買い取り制度が終了する20年後においても持続的な事業を意識した中長期的な視点で事業を検討することが必要。
		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となっていないか？		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が進んだ結果、稼働後原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ようとする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？		メタン発酵事業は原料の廃棄物収集車両の往来や景観上の問題、水質汚濁、悪臭、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、既存の廃棄物業者・再生事業者の収集ルートが乱れトラブルに発展することもある。
1. I. 2	用地の想定	地形、地質に問題はないことを確認したか？		新規に土地を取得する場合は法規制や土地の脆弱性などにより思わぬ制限や造成費などの追加コストが発生することがある。過去の災害の有無、災害危険の可能性、地耐力、過去の土地利用、用水、アクセス道路、その他、周辺住民との関係性についても確認することが望ましい。
		候補地の土地の区分を確認し、許認可（地域区分、用途区分）の必要性の有無を把握したか？		FS段階や設計施工段階になって、想定していた用地が法律上メタン発酵事業が困難なことが判明し、やむを得ず断念したケースが少なくない。特に市街化調整区域（都市計画法）、準工業地域（都市計画法）、農地（農業振興地域における「農用地区域」、第1種農地）は実施に制限がある。
1. I. 3	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？		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5W1H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。
1. I. 4	運転開始時期の想定	運転開始時期を想定できているか？		運転開始時期を決定するためには、まず施工メーカーの工期が明確になる必要がある。また、廃棄物処理の場合であれば「業の許可」、FIT売電の場合は「事業認定」など様々な要素を考慮する必要がある。その他、住民との合意形成も運転開始時期のボトルネックになる場合もある。
1. I. 5	①事業の5W1Hの確認	原料調達、エネルギー変換、利用までのプレーヤーや拠点が想定できるか？		ビジネスモデルを考える際は5W1H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（廃掃法、開発申請など）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？		事業者が廃棄物を外部から収集運搬して処理する場合、一般廃棄物もしくは産業廃棄物の処理業の許可が必要となる。新規に許可を取得する場合、相応の人的コストや手続き期間（1～2年）が必要。
	②事業収支の概略検討	設備単体だけでは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？		メタン発酵事業では他の再生可能エネルギー事業と異なり主設備のメタン発酵設備以外の設備の比重が非常に大きい。設備以外にも系統接続費や土地造成費・開発費などの投資が必要なものもある。そのため、投資規模の検討の際に、メタン発酵設備のみに着目すると初期費用の見積を誤ることになる。
		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・売炭、液肥販売など）		産業廃棄物系モデルでは、通常エネルギー収益より廃棄物処理収益がメインとなる。畜産系の場合は通常エネルギー販売収入がメインになる他、液肥や堆肥、再生肥料など様々な収益項目が見込まれるが、こうした副生物販売に過度に依存すると稼働後収支計画が崩れるリスクがある。
1. I. 6	①組織内外の事業実施体制・FS実施体制の検討	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？		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。
	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？		FS段階以降の設計や許認可申請に関しては、専門的、技術的な知見を有する企業の助勢なしに進めることはできないため、多くの場合、事業者単独ではなく専門的なアドバイザーが可能なメーカーやコンサルタントが参画することが多い。
	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るか？そのうえで行政の協力を得ることが可能か？		メタン発酵事業では地域内の様々な情報の把握や地域関係者の協力を仰ぐ必要があるため行政の協力を得ることで、地域関係者への説明や許認可の取得などを円滑に進めることができる。
1. I. 7	①FS調査の予算獲得	国の補助メニューの活用を含めFS予算を確保できるか？		政府の各省庁や自治体においてFSに関する補助事業が行われていることがあり、内容も適用要件を確認する。1年のうち申し込み期間に限られることがあるためスケジュール変更が必要な場合もある。
		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？		メタン発酵事業は原料調達や技術選定、エネルギー利用など専門的な知見が要求されるため、多くの場合、企業単独ではなく専門的なアドバイザーが可能なコンサルタントが参画することが多い。
2. I. 1	①原料種候補のリストアップ	原料の種類は特定できているか？それらが有価物が廃棄物が確認できているか？		集中型の場合は構想段階では地域内の調達候補となる「バイオマスLong list」を作成する。その際、廃棄物扱いとなるバイオマスの場合は外部から調達するには許認可が必要となる。
3. I. 1	副生物の処理・利用方法の検討	消化液の処理・利用方法を想定できているか？（水処理後に放流または液肥利用）		消化液を水処理し下水または河川に放流する場合は液肥処理より運転管理費が増大する。ただし、液肥として利用するためには、十分な散布面積や需要家（農家）の理解に加え、液肥品質の確保から投入する原料廃棄物の排出元が限定的で成分が安定していることが条件となる。
		液肥利用に備えて、メタン発酵施設の周辺の農地面積を把握しているか？		液肥は牧草地や農地で利用することになるため、想定されるメタン発酵施設の周りの土地利用状況を地図や現地踏査で把握し、消化液生成量を利用しきれない農地面積が存在するかどうかを見極める必要がある。明らかに面積が小さい場合は、液肥利用という選択肢を断念することになる。
3. I. 2	①エネルギー利用先と供給形態の検討	電気および熱の利用先は想定できているか？		小規模の施設の場合は発電機の冷却水の活用などの廃熱を有効に活用することが経済性を高めるために重要である。メタン発酵槽の加温以外で余熱を活用する事例は少ないが、消化液の殺菌や牛舎の加温に利用するケースもある。
		②系統接続の検討（広域グリッド型）	電力の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、メタン発酵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。
4. I. 1	メタン発酵技術の選定と信頼性の確認	湿式メタン発酵、乾式メタン発酵の技術的特徴および対象原料を理解できているか？		湿式法、乾式法といった技術そのものに注目するのではなく施設の「入口」と「出口」、すなわち原料の特徴を踏まえ、さらに発生する残渣（液肥、堆肥）の供給先や処理先の有無などの様々な要素を総合的に検討しシステムを決める必要がある。
		実証ではなく商用ベースでの導入実績のある機器・技術であるか？		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穩稼働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。
4. I. 2	メーカーへの概略検討依頼	付帯設備の条件等、見積り条件を明確にしたうえで、複数のメーカー等からの見積り比較したか？それらに基づき採算性の検討のうえ、規模選定がされているか？		EPC及び設備の見積り依頼を特定の1社に限定すると各設備や全体費用の相場観が見えないうまま投資することになるため時間はかかるが複数社の比較が望ましい。また、事業費の積算において費目抜け漏れがあったために計画時点と事業開始後の事業性に乖離が生じたケースも見られる。

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？		通常、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。集中型の場合は廃棄物関連業者や農家、行政、住民等との調整で時間が掛かることがある。また、FIT制度の系統接続手続き、廃掃法等の法規制・許認可対応、建設工事の期間、その他、寒冷地域では降雪時期に工事が滞るほか、安定発酵に至るまでに数か月～半年以上の試運転期間も考慮が必要。
1. II.2	設置場所の検討・確定	候補となる立地が都市計画上の用途地域に該当するか否かを確認したか？ 同法において、工業地域もしくは工業専用地域であることは確認したか？		都市計画上の用途地域の場合は建設自体が制限される可能性があるため、最初に該当区分を確認する必要がある。工業地域もしくは工業専用地域以外の用途地域では建設は難しい。
		候補となる立地が農業振興地域の場合、農用地区域、第1種農地に該当しないことを確認したか？		農業振興地域の場合は建設自体が制限される可能性があるため、最初に該当区分を確認する必要がある。農地にメタン発酵施設を建設する場合は農地転用許可を取得する必要がある。
		自然条件や自治体や住民の対応、リスク有無、原材料確保、用地費等で適地であるか確認したか？		元々地盤が脆弱であった場所（湿地帯など）に建設する場合は多額の造成費や土地開発費が必要となることがある。また、他地域から廃棄物を持ち込むことに対して住民の反対が生じることがあるため建設地周辺の住民理解が得られることが立地選定の前提となる。
1. II.3	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、都道府県や市町村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、十分な調整を行う必要がある。
1. II.4	②事業費（初期費用と運用費）の積算・見積の取得	メーカー等の見積りを取得したうえで、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。見積りの事業性を良くするために実際に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で注意が必要である。
	③事業収支・キャッシュフロー分析	技術的な裏付けの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？ 損益計算だけでなく、キャッシュフローの分析がなされているか？		特に発電機などは、メーカーのカatalog値そのままでの収支を検討すると実際とギャップがあるため、メーカーより実際の国内運転実績に基づくデータを取得する必要がある。 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.5	①資金調達方法の検討	資本力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？		資本力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。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。
1. II.6	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・ねらいからぶれた計画となっていないか？		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必要がある。
	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、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。
1. II.7	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、さらに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（タイムオーバーラン）リスクおよび、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、タイムオーバーラン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て、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。
	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原料の量・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？		廃棄物処理関連の許認可が必要な場合には、設備の完成後でないと得られないものもあり、バイオマスの供給元としても、その段階で、供給を正式にコミットするのは難しい場合が多い。
		原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？		供給先と安定供給に係る契約を結んでも、調達先にて長期間それを維持できないとあまり意味がない。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、バイオマス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り、技術者の出張も必要な場合は、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完全に対処することは難しいが、まずは、その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して、その動向をウォッチしておくべきである。
		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。
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。		

項番号	実施事項	留意事項	チェック	解説
1. II.7	③その他全般に関するリスクとその対処方法の例	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。
		制度変更にかかるリスクがあることを認識し、それらをフォローする体制が構築されているか？		バイオマス事業は関連する法令が多岐にわたるため、その改正が事業に影響を与えることがある。また、税率の変更などもコスト要因となりうるため、適宜制度の動向はフォローしておくべきである。
		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？		法令順守等のコンプライアンス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が皆が考えていても、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などの形で、それぞれの役割分担や意思決定方法を定めておくことが重要である。
④FS調査終了後、次のステップに進めるかの判断	採算性、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. 原料バイオマ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原料発生状況の調査	自社または地域で発生する原料の種類と発生量変動は把握できているか？		食品廃棄物、家畜ふん尿などは季節によって発生量が異なるため、安定稼働に影響を及ぼすことがある。可能なら過去の年間を通じた季節変動推移のデータを取得できることが望ましい。
		地域で発生する原料種の法的な取扱いの確認と許認可対応できているか？		廃棄物法上で「廃棄物」(一般廃棄物、産業廃棄物)扱いのバイオマス種を外部から収集する場合は、処理施設、処理業、運搬輸送の許認可が必要。なお、有価物であっても運搬車間は許可が必要。
	②原料収集可能性の調査	地域の排出業者および運搬・収集業者の状況を踏まえ、長期的に安定収集が可能か？		排出量≠調達可能量であり、排出業者の処理利用状況や収集運搬業者の体制面のリスクを踏まえて現実的な調達量を把握する必要がある。FS時点で排出業者との間で覚書を締結できることが望ましい。
		安定した価格で調達できる見込みがあるか？		有価物/廃棄物の場合も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。また、周辺地域に廃棄物処理業者や食品リサイクル業者がいる場合は競合により価格や調達量に影響がでることもある。
③代替原料の可能性調査	量的にも種類のにも余裕を持った計画となっているか？調達できなかった場合、代替原料まで検討できているか？		メタン発酵施設では地域の廃棄物循環インフラとして長期の運転継続が求められるが、中長期的に地域の産業・人口等の変化により調達する原料の発生量や種類も変化するため代替原料の目途をつけおくことが望ましい。	
2. II.2	①原料性状の調査	原料性状の分析結果を踏まえ、安定稼働や発酵阻害リスクを考慮した原料構成となっているか？		FS段階では利用量[t]、体積[m ³]、有機物濃度[VS]、固形物濃度[TS]、pH、含水率又はTS・強熱減量・CODcr・TN又はケルダール窒素・アンモニア性窒素などの分析が必要。なお、窒素濃度が高いと発酵阻害が生じる可能性がある。
		各家畜ふん尿調達先の含水率、性状（敷料混合状況など）を把握したか？また、敷料については、その種類（おが粉、わら、牧草等）を把握したか？		畜産ふん尿の量と性状は、家畜の種類や、その飼養形態により大きく異なることが多いので、事前に十分に調査する必要がある。いずれの畜種についても農家の飼養形態により発生するふん尿の性状や集め方、含まれる固形物（敷料など）が異なる。
	②ガス発生量の調査	回分式発酵試験を実施し、それぞれのバイオマスが持つ発生量のポテンシャルを確認したか？		回分式発酵試験とはサンプリングしたバイオマスの一定量を小型のメタン発酵タンクに投入し、温度を一定に保ちながら一定期間(2週間から1か月間)のガス発生量を確認するものである。原料1tからどの程度のバイオガスが発生するかがわかる。ガス発生量の把握は事業性の評価だけでなく設備規模の検討の際にも重要。
		連続発酵試験により、メタン発酵設備の長期間の安定運転可能性を確認したか？（主に槽内のアンモニア性窒素の阻害の確認および定常状態における消化液の性状など）		連続発酵試験とは、サンプリングしたバイオマスの一定量を数か月間にわたり毎日メタン発酵タンクに投入しガス発生量を確認するものである。連続発酵試験に要する期間は3か月間から5か月間を要するが、発酵の安定性を高い精度で確認できる。
2. II.3	バイオマスの収集運搬計画	輸送のうえ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？		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要する必要がある。
3. II.1	①消化後残渣の処理・利用方法の検討	消化液の処理方法を検討したか？（液肥の利用、水処理後公共水域または下水道への放流）		液肥利用する場合は、発酵後の残渣はそのまま貯留槽に貯められ、散布車で農地に液肥として散布される。または、固液分離設備で固形分を分離した状態にしたうえで液肥散布される場合もある。水処理後に放流する場合は、対象水域や下水道の放流水質基準を把握し、それに見合う処理性能の確保が必要。
		原料の調達量、性状等から年間の消化液の発生量、肥料成分濃度を確認したか？また、肥料登録の手続きを理解しているか？		FS以降では水分の添加や、移送、槽内温度調整、アンモニア濃度を考慮した物質収支をもとに、処理すべき消化液の日量と処理時間、処理方式等を設定する必要がある。また、農地で液肥利用するためには肥料取締法の届け出が必要となる。
		利用計画に基づいた適切な前処理・貯留槽が計画されているか？		施肥は主として年2回、多くて4回であり、水田と麦では年2回施肥が可能として一般的に1haあたり100tしか散布できない。また、液肥利用する場合は、堆肥利用することになる固形分が脱水剤成分が混入することを踏まえて、農作物に害となる脱水剤を使わないことが原則である。
		文献調査、先進地視察、専門家ヒアリングなどにより、液肥利用の利点や限界について理解できているか？		消化液の液肥利用についてはレポートや論文が出ているが、それらを読み込んで利用方法を具体化することは容易でないため、予備知識を上げて、専門家ヒアリングを行い、その助言をもとに先進地視察を行うのが早道である。
	再生敷料の生産可能量および供給先の確保を検討したか？		近年、メタン発酵消化液を固液分離し、液分（搾液）は有機質液体肥料として、固形分は再生敷料として再利用（マテリアル利用）する技術が登場し、利用事例が増加している。メタン発酵設備を計画・設計する場合には、再生敷料の生産可能量の正しい評価と供給先の確保が重要となる。	
	②液肥利用の調査	消化液液肥の十分な散布圃場の確保の目的が立っているか？その他、サテライトタンクの検討は行ったか？		散布圃場については、事業期間中に需要家の液肥利用量が減少することも想定し、一定の余裕をもった面積の確保が望ましい。FS時点では消化液がまだない状態で農家に数年先の協力を取り付けは難しいため散布先の想定を置くことが重要。
③水処理設備の検討（放流基準調査）	放流先となる公共水域または下水道施設への放流基準の確認ができていますか？		放流先は公共水域と下水道施設に大別され、通常、公共水域の方が厳格な放流基準が設けられており、排水処理コストが増大する傾向にある。また、公害防止条例や公害防止協定等が存在する地域はより厳しい基準が要求されることがあるため確認が必要。	

項番号	実施事項	留意事項	チェック	解説
3. II. 2	①エネルギー利用先・利用量の具体化検討	エネルギー利用・供給先と利用量は決まっているか？		FS段階ではバイオガスのエネルギー利用先および供給先を具体化するともに、需要先に必要なエネルギー量を把握する必要がある。電力供給量の試算の際、発電装置の出力や効率などのスペックについてメーカーのカタログ値（理想値）をもとに計算すると実際の設備とギャップが生じることがある。
		バイオガス発生量調査を踏まえて、発生するバイオガス発熱量は、想定するエネルギー需要を賄うのに十分か？		実施地域の気候によっては生成したバイオガスの一部を発酵槽の加温に利用するため、こうした自家消費分を考慮したエネルギー供給を検討する必要がある。その他、通常メタン発酵施設では一定の時間に原料を投入するバッチ処理が行われるため、日々のバイオガス発生量も変動する。これらを踏まえたエネルギーの供給形態やガスホルダーの規模の確保を検討する必要がある。
	②エネルギー需要の調査	季節別、時間帯別の電力および熱の需要特性が把握できているか？		エネルギー需要は季節変動や1日の時間帯によって変動するだけでなく、同じ月でも毎年異なる他、曜日によっても変動することを考慮して供給量を検討する必要がある。
		供給候補先の既存設備の運転状況、費用などを考慮しメリットのある電気・熱供給の仕組みとなっているか？また候補先と具体的な協議を行っているか？		供給候補先の需要家の既存の設備の老朽化状況、化石燃料使用量、運転費用などを把握しバイオガスを利用するメリットを提示することが持続的な事業に必要。また、FS段階では需要先があることを「想定」するのではなく具体的な協議のもと蓋然性を判断しないと事業性を見誤ることになる。
③系統連系の調査	電力会社の系統アクセス調査で空き容量が確認されているか？		発電事業の検討を行っている場合、もしくは自家消費を目的としつつも逆潮流の発生が見込まれる場合は、電力会社に連系希望地点付近の系統状況について任意の事前相談と接続検討の申し込みが必要となる。	
4. II. 1	①基本設計（全体）	特定の設備や技術を前提とせず、入口（原料）と出口（エネルギー・副生物利用）、法規制の実状を踏まえて、施設の概略設計を行ったか？		寒冷気候下の凍結対策や既存設備（受入槽、水処理、焼却設備）の有効活用など、地域や事業者のリソースによってメタン発酵施設で求められる設計は異なる。また、規模やエネルギー利用方法に応じて電気事業法、ガス事業法、高圧ガス保安法などの遵守すべき法規制が異なり設計に反映する必要があり、手続き等のスケジュールも考慮する必要がある。
		原料の調達可能性、液肥・堆肥、エネルギーの需要規模を踏まえた適正な設備規模が選定されているか？		FIT事業収入の目安となる発電規模から逆算して原料処理規模を決めると、持続的な原料調達ができず安定運転ができないことがある。また、液肥利用の場合は原料調達可能量だけでなく出口（散布可能量）を考慮して施設規模を選定する必要がある。
		原料の搬送や投入、機器の運転による騒音・振動・臭気・粉塵など周辺への影響がないか？		原料受入の他、機器運転による騒音・振動・臭気、粉塵による周辺住民への影響が発生することがある。特に臭気問題は住民問題に発展しやすいため十分な対策と合意形成が必要。
	②要素技術の選定（発酵/付帯技術）	メーカー、代理店の国内でのメンテナンス体制は整っているか？		稼働開始後のメンテナンス体制、設備トラブル対応の迅速性をメーカーを選定する際に考慮する必要がある。特に海外の技術を用いる場合は、設備トラブル時の技術者派遣や交換部品の調達に数か月要したケースも存在するため留意が必要。
		安定稼働の実績、メンテナンス・パーツの支給体制、法規制対応に問題がないか？		海外で実績のある技術でも国内の原料等の条件では安定できないこともあるため、同技術の国内の事例にヒアリングすることが望ましい。また、海外メーカーおよび販売代理店は日本の法規制の知見不足で設計やスケジュール、価格が当初想定と異なることがある。その他、設備トラブル時の技術者派遣や交換部品調達の迅速性も確認が必要。
	③フローシート/配置図/仕様書の作成	基本設計に係る基礎資料を用意したか？（フローシート/基本仕様書/基本設計計算書/図面類/概算費用など）		近年、一部の国内事例ではこれらの資料がメーカー側から提示されないまま設計を進められるケースがあるが、思わぬ設計の不備につながるため必ず事業者がメーカーより入手する必要がある。
		設計・工事の発注に係る概略仕様および発注仕様書は確定しているか？		設計・工事の概略仕様とそれに基づく発注仕様書はコンサルタント等に任せず、事業者自身が各設備および設計の意図や必要性を理解しないと地域性や既存施設と不整合なユーザー側の悪い施設となることがある。また、発注方式（EPC契約または分離発注）によっても費用は異なる。ただし、分離発注は事業者自身に高度な技術的知見がないと難しい。
	④設備・工事発注方法の検討	設計・工事の発注方法は確定しているか？		工事請負契約とするのであれば、コスト比較の観点から複数の設計施工メーカーに依頼をして判断することが望ましいと言える。なお、分離発注を行う場合は事業者側が各設備を理解しておくとともに、全体の施設を監督する能力が必要である。
	⑤施設関連法規制の確認と対応	ガス事業法、悪臭防止法、建築基準法、消防法等の必要な法規制対応を確認できているか？		メタン発酵事業では実現までに数多くの法規制への対応が必要となる。また、調達する原料や事業モデルについても法規制の制約を受けるため留意が必要である。

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%)	36~38%*
	発電電力量: 10,650億kWh ⇒ 約9,340 億kWh程度		※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。
	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)			2%
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

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・雇用への波及効果が大きいなど、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

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>

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課せられる排出量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

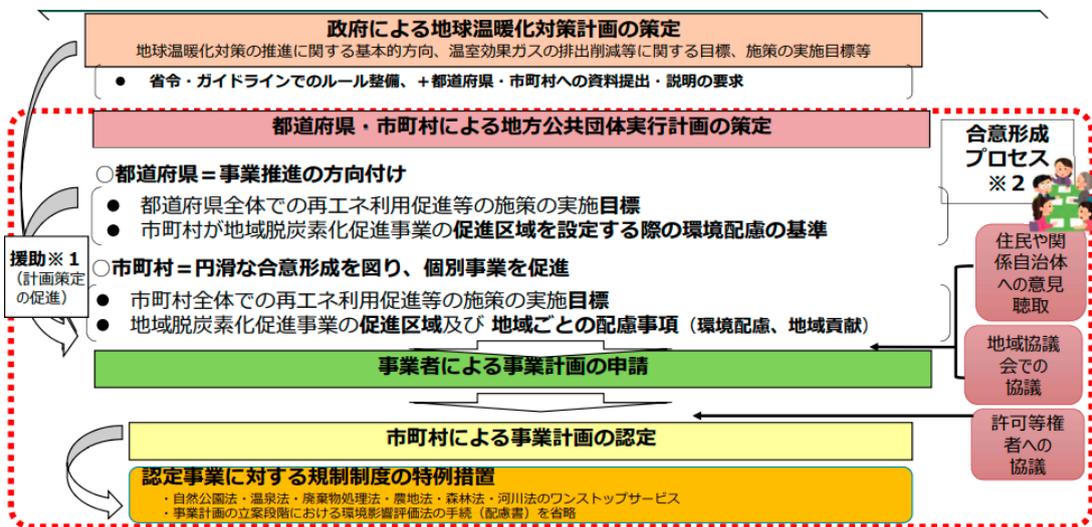


図 1.2.1 地域の脱炭素化について

- ※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、バイオマスは再生エネルギー発電施設、並びに再生エネルギー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。

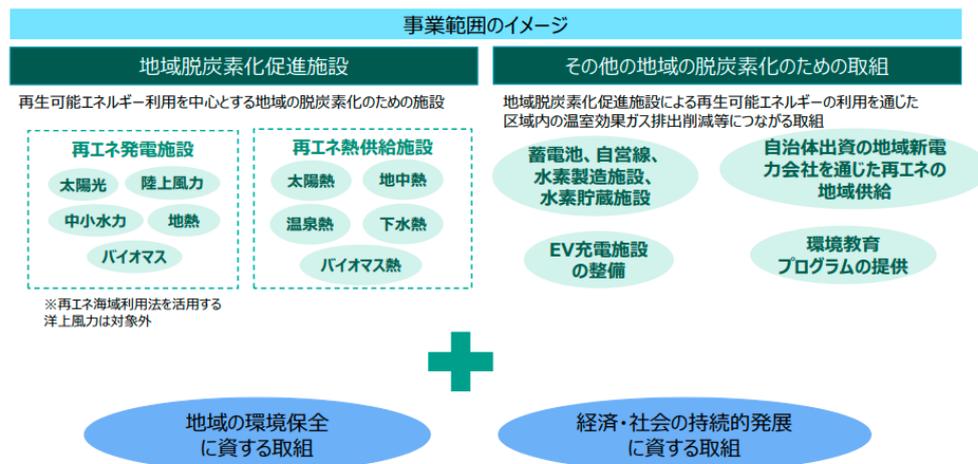


図 1.2.2 地域脱炭素化促進事業の対象イメージ

(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> <ol style="list-style-type: none"> 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。 <small>※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。</small> 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>(2) 3 つの基盤的施策</p> <ol style="list-style-type: none"> 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） 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生エネルギー活用など） 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>(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	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

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。

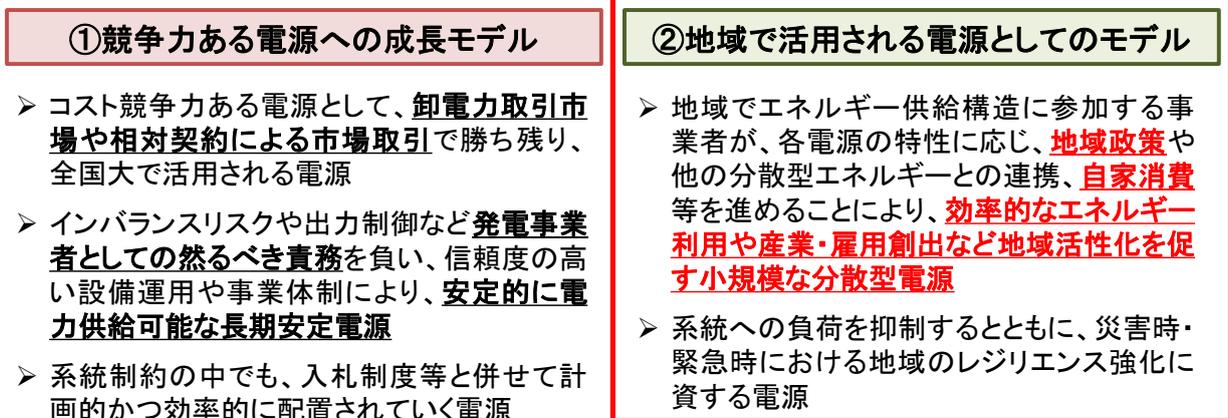


図 1.2.4 再生可能エネルギー活用モデルの分類

(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。

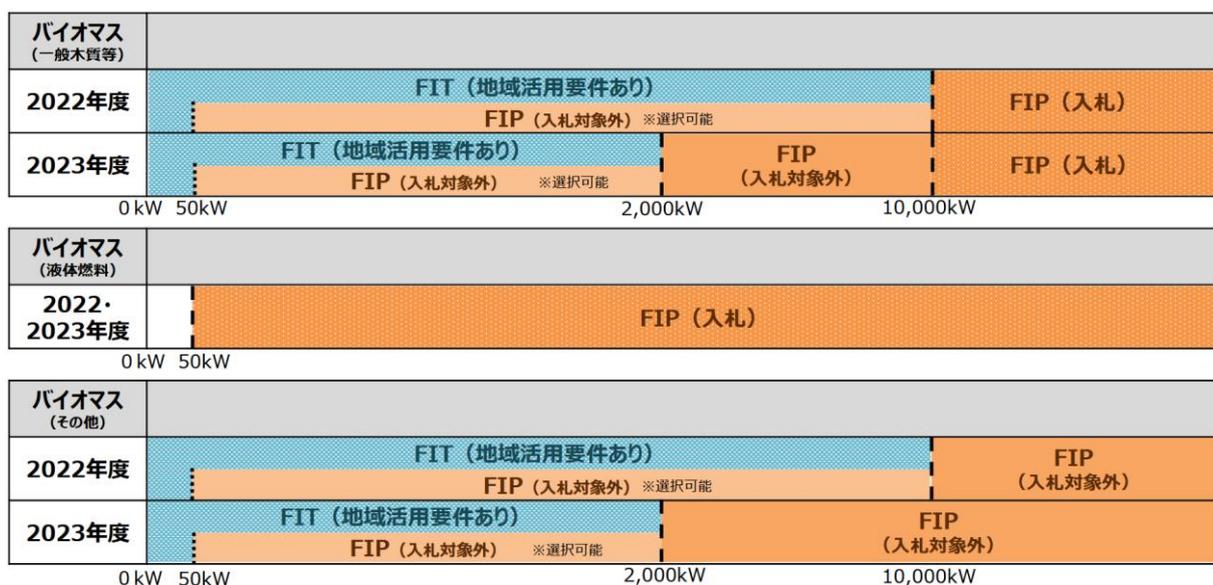


図 1.2.5 2022 年度・2023 年度におけるバイオマス発電の FIP/FIT 制度の対象

(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行うことが求められる。

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。

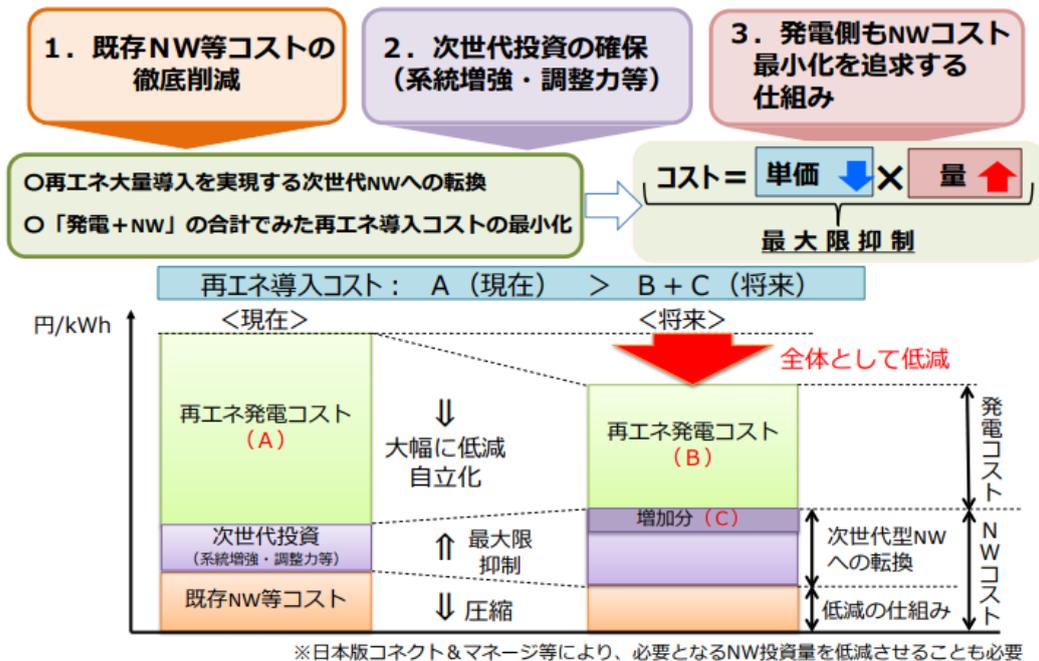


図 1.2.6 電力系統における制度改革の概要

(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。

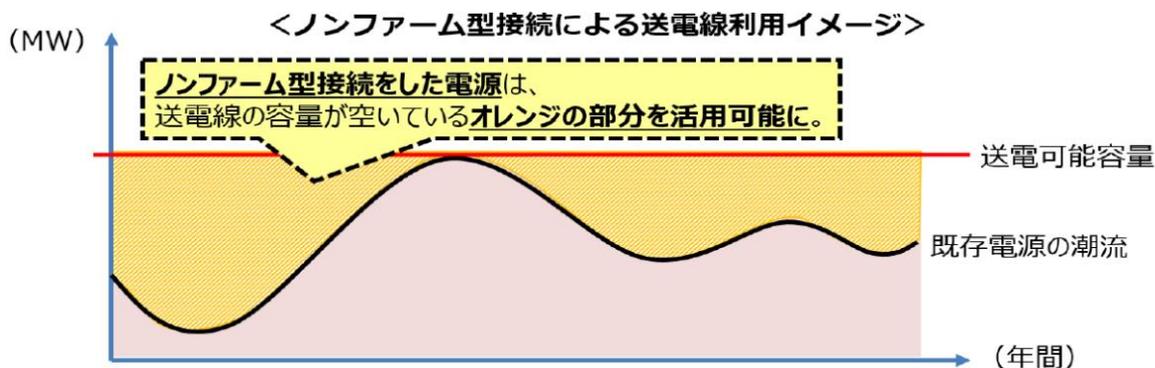


図 1.2.7 ノンファーム型接続による送電線利用イメージ

(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生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「広域連系系統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。

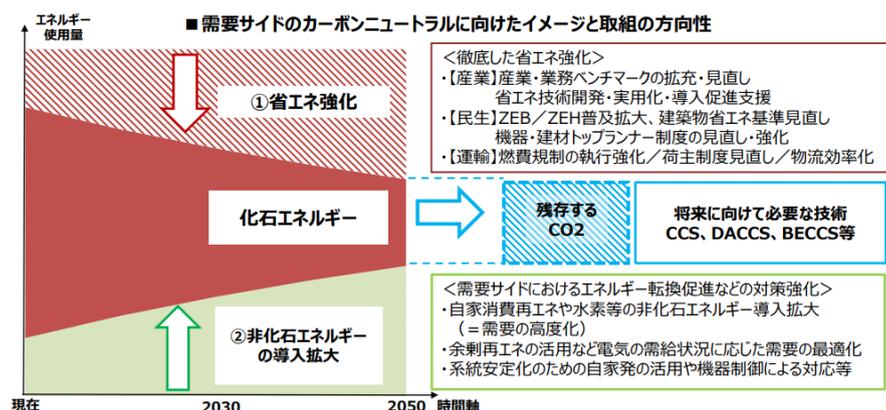


図 1.2.9 需要サイドのカーボンニュートラルに向けたイメージと取組の方向性

(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。

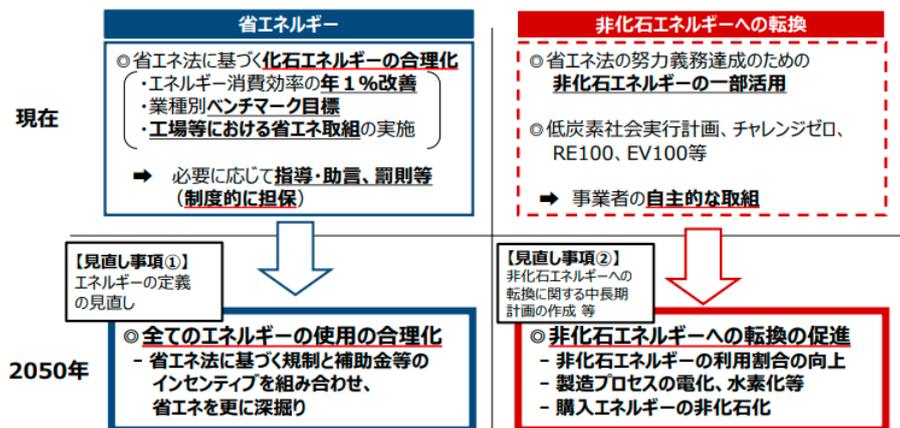


図 1.2.10 エネルギーの定義の見直しと非化石エネルギーへの転換

(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場合がある。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。

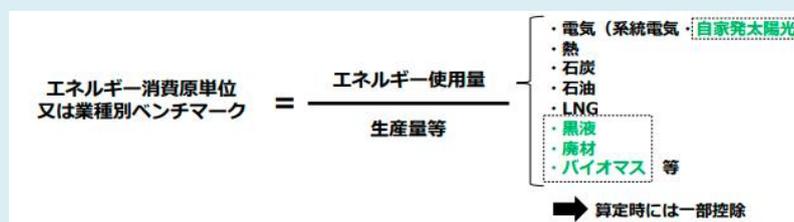


図 1.2.11 省エネと非化石エネルギーへの転換の関係

（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 日本のメタン発酵系廃棄物バイオマスの現状と政策

食品廃棄物の肥料化、飼料化、メタン化の進展

2008年度以降の再生利用等実施率の推移を見ると、食品製造業は95%程度で横ばいであるのに対して、食品卸売業、食品小売業、外食産業は上昇傾向にある。特に、これまで再生利用等実施率が低かった外食産業では、2016年度の23%から2019年度時点で32%と上昇傾向にあり、サプライチェーンでの下流のリサイクルは普及しつつある。

さらに、外食産業の再生利用等の実施量で2016年度から2017年度にかけて増えたのは、肥料化（対前年比204.6%）、飼料化（同157.9%）、メタン化（同138.2%）であり、メタン化以外にも再生利用が進んでいることが分かる。

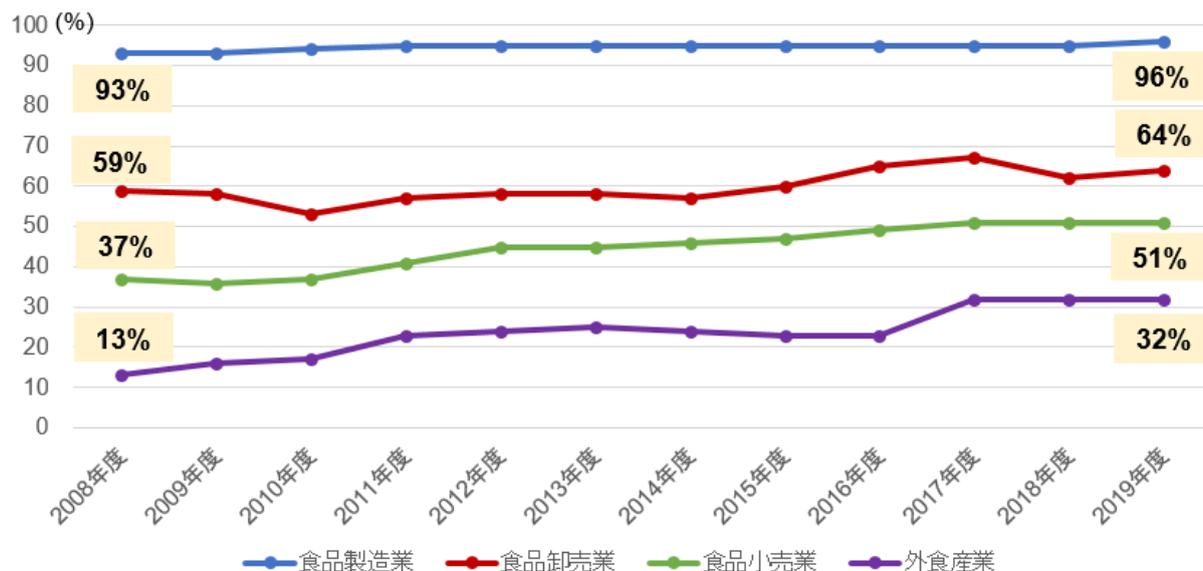


図 1.2.12 再生利用等実施率の推移

(出所) 農林水産省「食品廃棄物等の年間発生量及び食品循環資源の再生利用等実施率」よりみずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

飼料化基準の強化

以上のように、飼料化が進み、現行の「食料・農業・農村基本計画」における令和7年度の濃厚飼料自給率目標20%の達成のために、令和7年度までにエコフィードを50万TDNトンまで拡大するとしている。

一方で、豚熱（CSF）の拡大やアフリカ豚熱（ASF）の農場への侵入防止対策として、飼養衛生管理基準の強化が2020年、2021年に予定されていることから、メタン化などの飼料化以外の再資源化が増加する可能性がある。

他の処理・利用技術との棲み分けの考え方

飼料化は、原料である食品残渣の適切な分別管理や製品の精密な成分管理等が求められる。食品残渣の種類としては、食品製造業から排出される大豆粕・米ぬか、パン・菓子屑などのほか、店舗での調理残渣などが向いているとされる。

肥料化（堆肥化）は、飼料化に向く原料と重なるものも多いが、初期投資の少なさ、技術的なハードルの低さなどから新規参入が容易である一方、他の肥料との競合から需要も必ずしも多くなく、最終製品価格も決して高くはないとされている。

メタン化の場合は、含水率の高いバイオマス資源を対象とすることができる。また、飼料化、肥料化等のリサイクル手法に比べて、比較的分別が粗くても適用できる技術である。さらに、バイオマス資源をメタン発酵させた後、固液分離して、再生敷料や液肥を生産するなど、資源化技術を組み合わせて利用することができる。

業種	食品廃棄物の種類	分別のレベル	リサイクル手法
食品製造	●大豆粕・米ぬか	↑ 容易	飼料化
	●パン・菓子屑		
	●おから等		
	●製造残さ（工場）		
	●返品・過剰生産分		
食品卸・小売	●調理残さ（店舗）	↓	肥料化（堆肥化）
	●売れ残り（加工食品）		
	● // （弁当等）		
外食	●調理屑（店舗）	↓	メタン化
	●食べ残し（店舗）		
家庭	●調理屑	↓ 困難	メタン化
	●食べ残し		

※ 食品廃棄物の種類によっては、リサイクルに不向きなものもある

図 1.2.13 食品廃棄物の種類と再生利用の方法

（出所）農林水産省・環境省「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律の施行状況」

一般廃棄物施設の老朽化

使用開始年度別の焼却施設の炉数を見ると、特に、1990年代に焼却炉の建設が進められてきたため、使用開始後20年が経過する1999年度以前の焼却炉は全体の約3分の2を占めている。

このように一般廃棄物処理施設は老朽化が進んでおり、自治体は、その更新費用の負担が懸念されている。そのため、廃棄物の処理量を抑制するとともに、メタン発酵等の設備を組み合わせながら、焼却炉の処理能力を縮小し、更新費用の負担額を軽減させることが一層求められる。

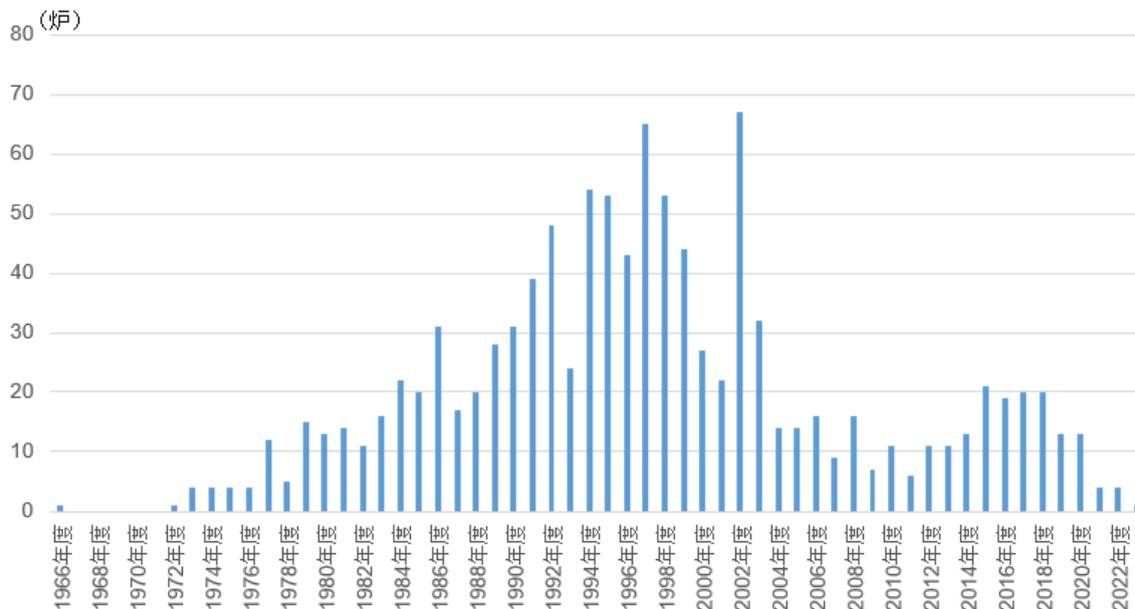


図 1.2.14 使用開始年度別焼却施設（溶融施設含む）の炉数

（出所）環境省「一般廃棄物処理実態調査結果」より作成

下水汚泥のエネルギー・農業利用の促進

2015年5月に下水道法が改正され、下水道管理者に対し、下水汚泥の燃料や肥料としての再生利用を努力義務化した。さらに、「生産性革命プロジェクト」（2016年11月）において、2020年度までに下水汚泥のエネルギー・農業利用率を40%とすることを目標として掲げているが、2019年度は35%に留まっている。

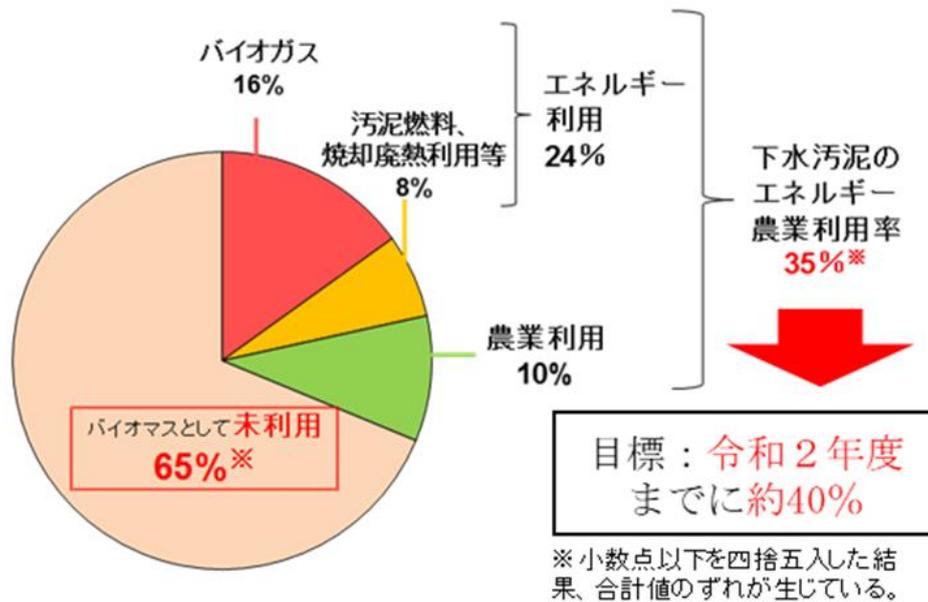


図 1.2.15 汚泥中のバイオマス利用（2019年度）

（出所）国土交通省ホームページ

2.3 日本におけるバイオマスエネルギーの導入状況

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。

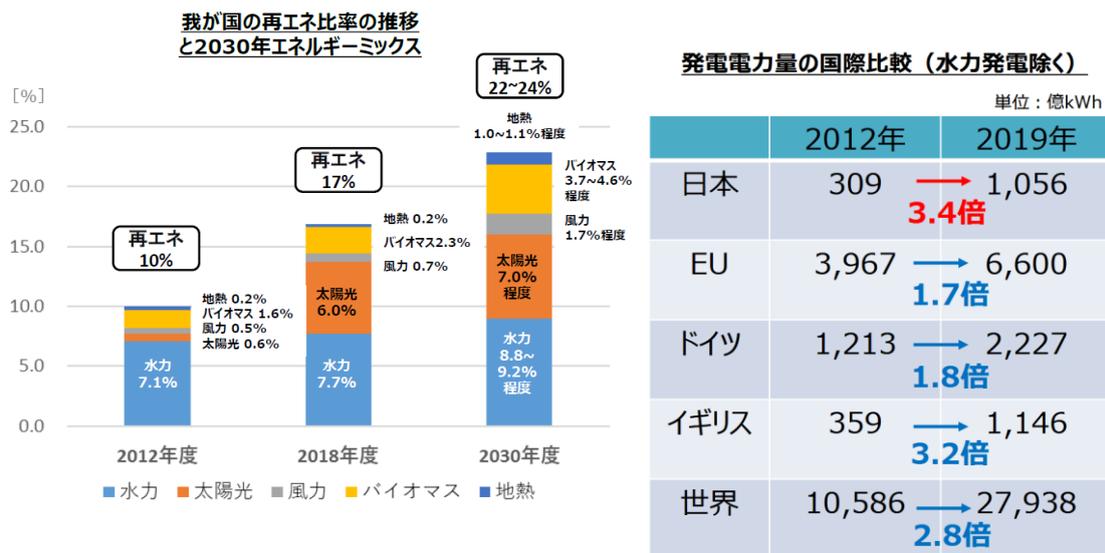


図 1.2.16 現在と2030年エネルギーミックスの電源構成

(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。

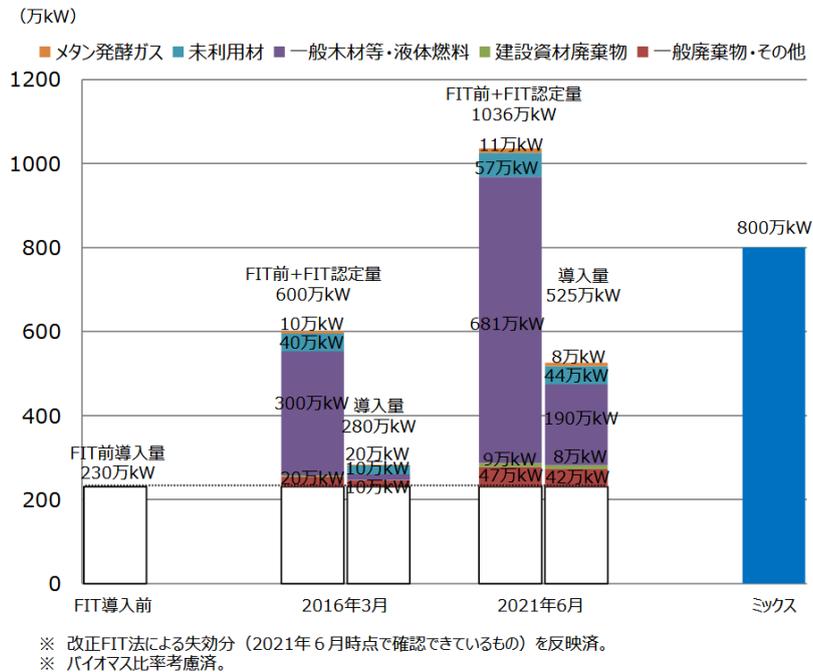


図 1.2.17 FIT 制度におけるバイオマス発電区分の比較（2021年6月時点）

(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がつある。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。

メタン発酵系区分は、1箇所あたりの発電規模が平均200kW前後と小規模であるが、下図のとおり全国的に広がりがつある。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がつある。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。

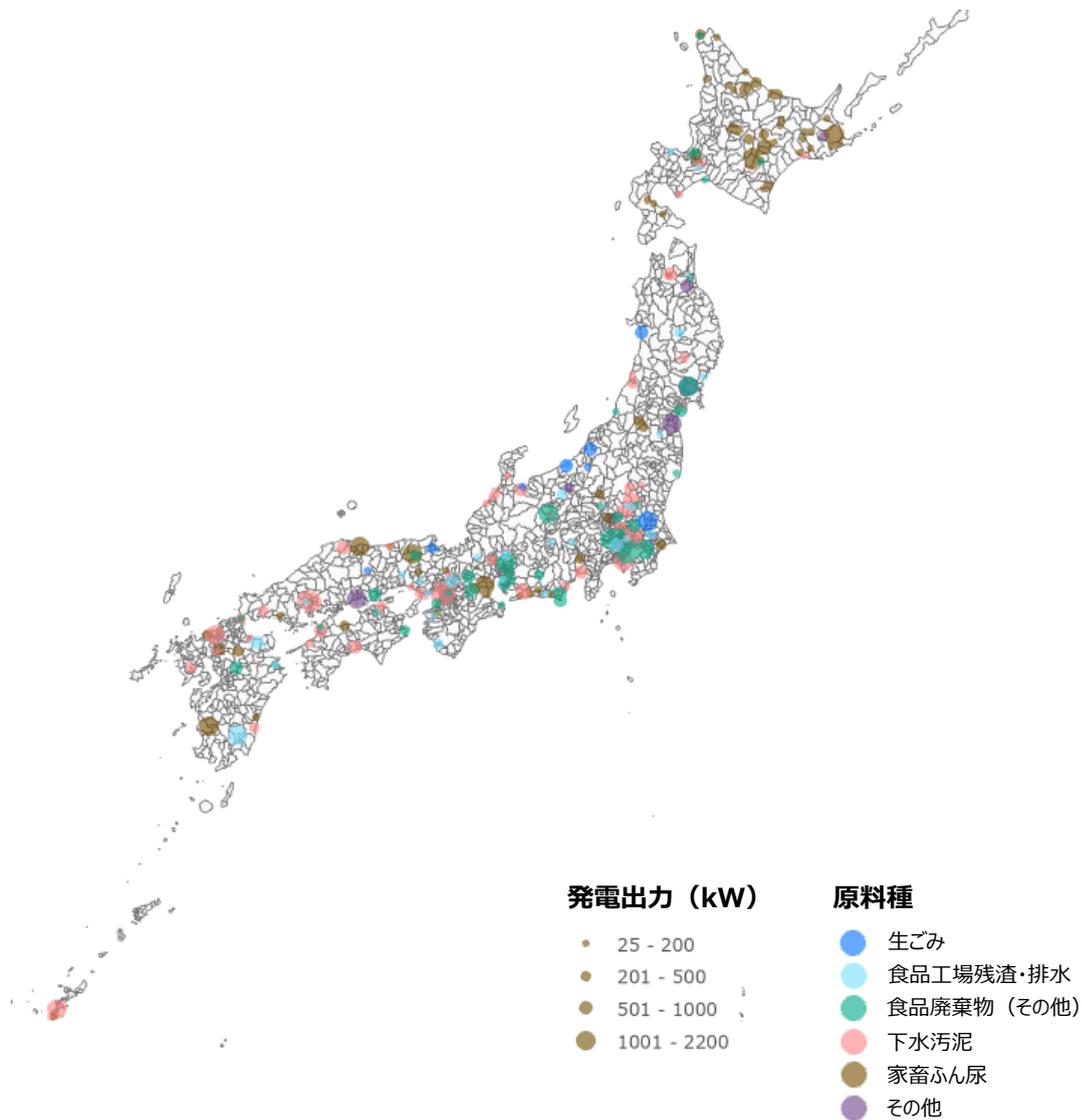


図 1.2.18 FIT におけるメタン発酵発電所の稼働状況 GIS マップ（2019 年 6 月時点）

注) 原料種については公開情報からメインの原料と判断できるものをマップ化しており、各プロットには一部複数の原料種を混合している事例も含まれる。

(出所) 各種プレスリリースより作成

2.4 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。

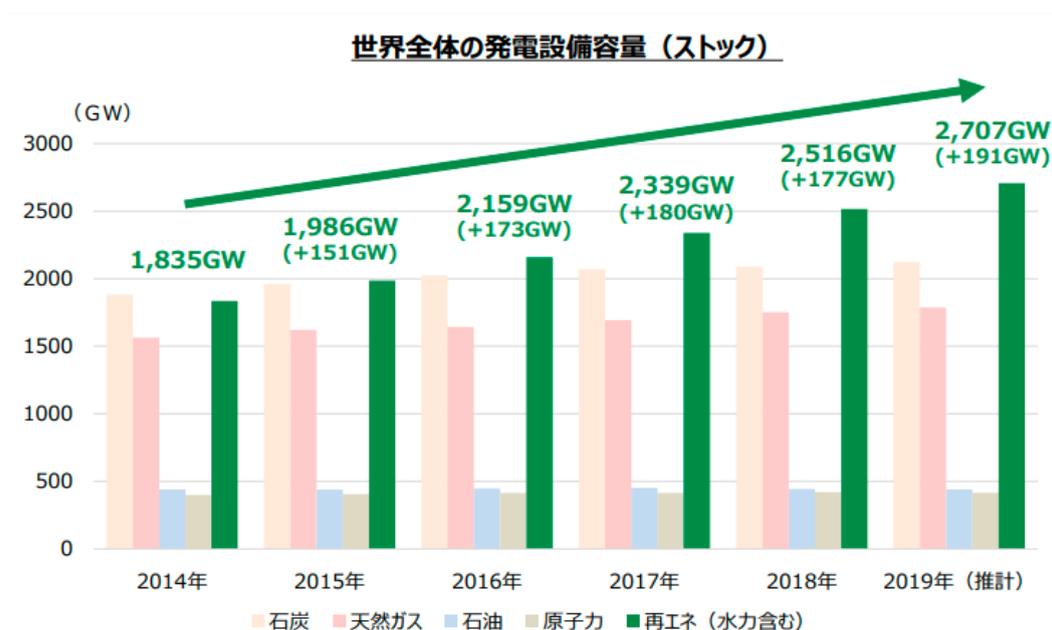
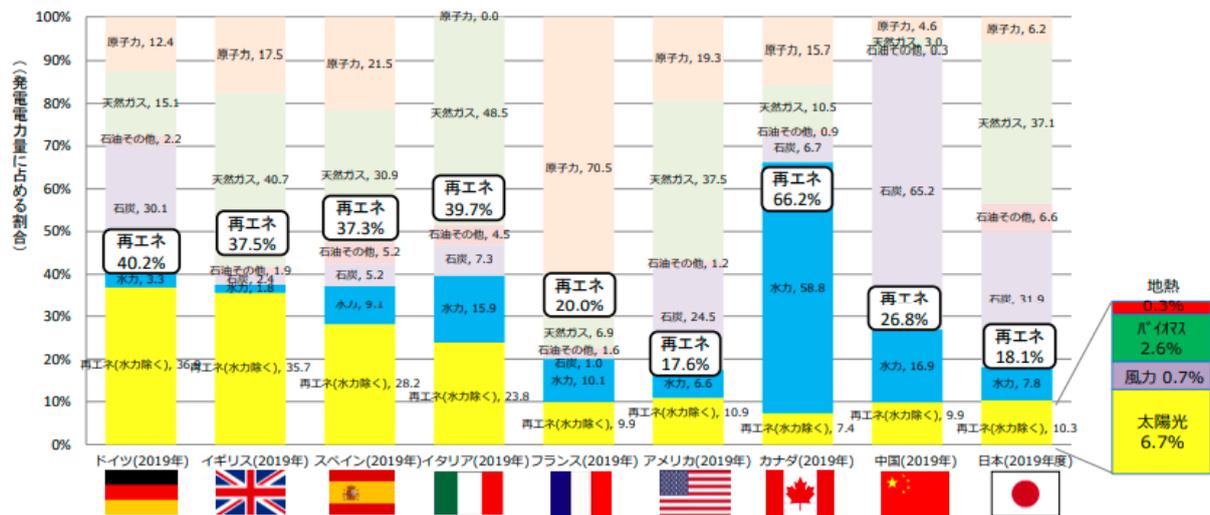


図 1.2.19 世界全体の発電設備容量

(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。



主要再生エネルギー ※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%
再生エネルギー 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
再生エネルギー 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 1.2.20 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

1) 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%、污泥・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。

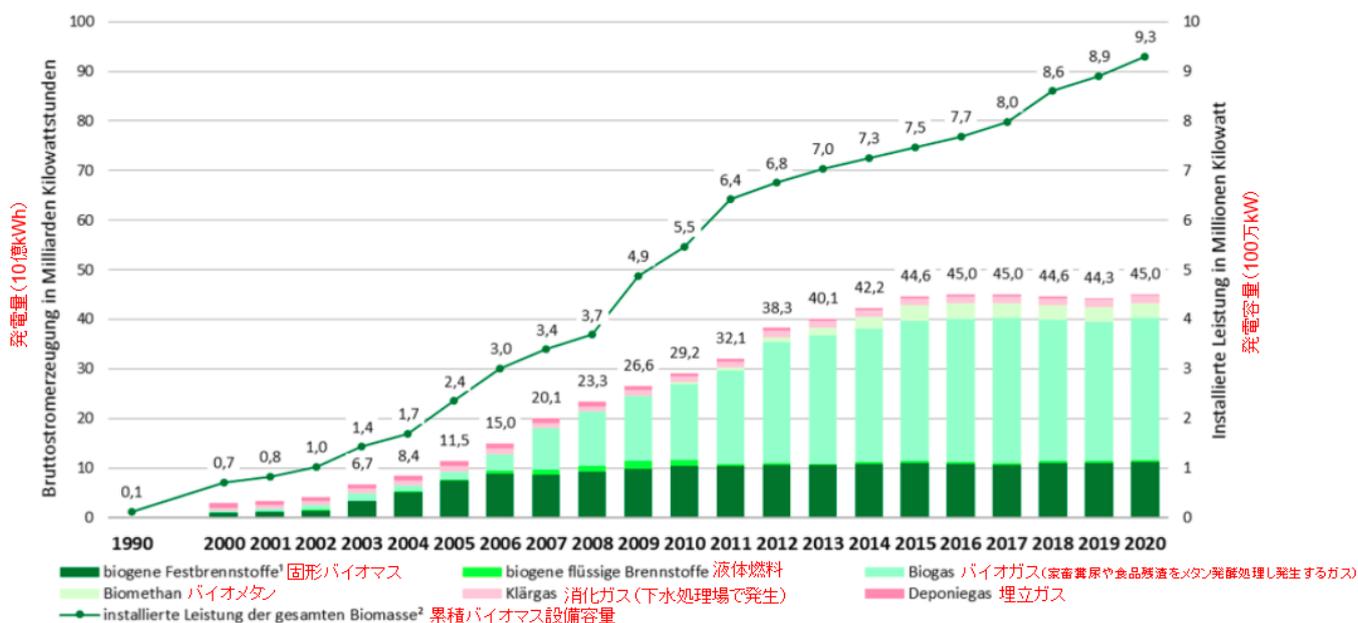


図 1.2.21 ドイツ国内のバイオマス発電の推移

(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収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。

ただし、次頁の図に示すとおり、バイオガス生産の主要原料であるエネルギー作物の作付面積は依然として増加傾向にある。

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

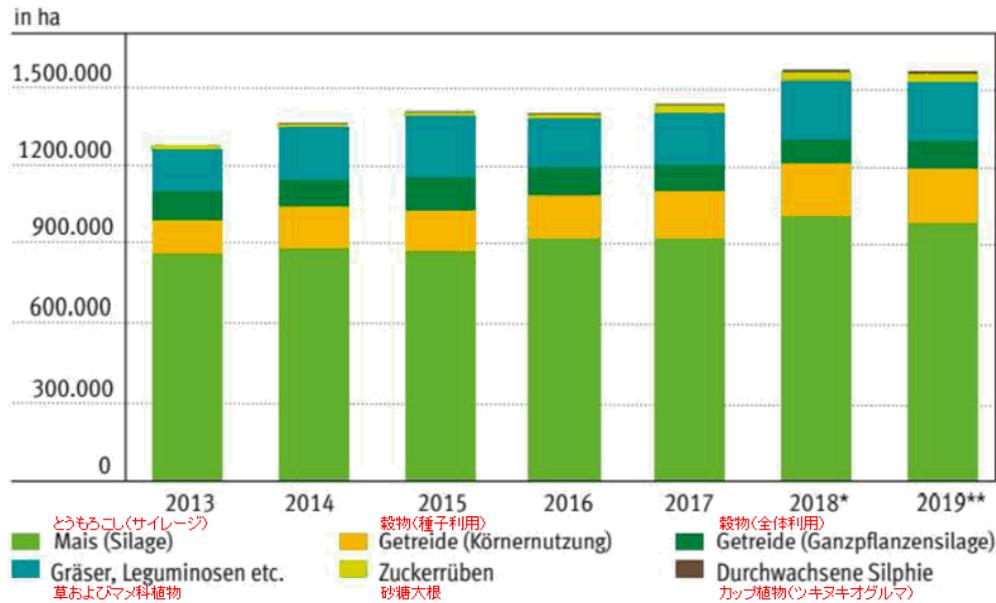


図 1.2.22 バイogas原料用のエネルギー作物の作付面積の変化

(出所) FNR, 2020 P. 17.

2) 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。

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/>)

また、上記に加えエネルギー源を区別しない「革新的な設計コンセプト」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生エネルギー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 150 kW 以下の場合には 12.8 セント/kWh(同 42 条)、それ以上の場合に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 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 カ月とし、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。

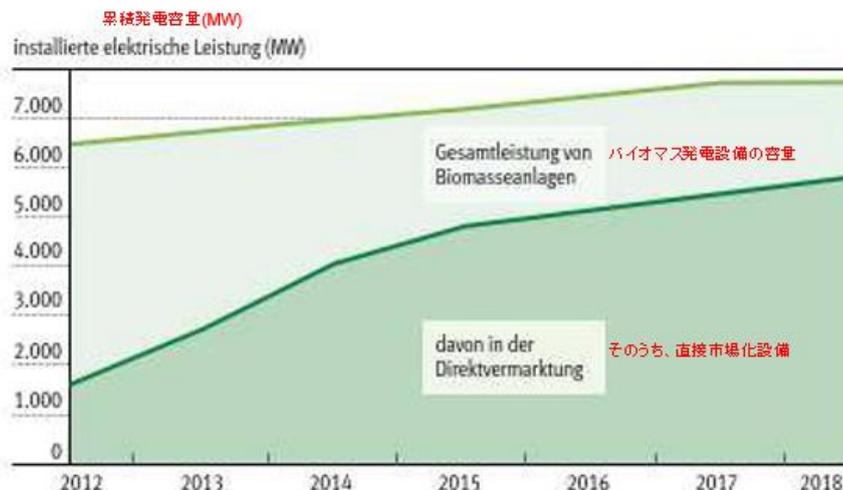


図 1.2.23 バイオマス発電設備の FIT または市場プレミアムの比率

(出所) FNR,2020

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。

3) 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、電力システムを使わない売電(第三者所有モデル)、及び電力システム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 ボーナスの価格(セント/kWh)

設備規模	公共システムを使って売電	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)。

表 1.2.14 KWKG2020 法による革新的再エネ熱ボーナス

参照熱容量に対する革新的再エネ熱の割合	ボーナスの額(セント/kWh 発電容量)
5%	0.4
10%	0.8
15%	1.2
20%	1.8
25%	2.3
30%	3
35%	3.8
40%	4.7
45%	5.7
50%	7

(出所) DIHK, 2020b P.11.

2020 年 12 月の KWKG の改正では新たに 3 種類のボーナス制度が設けられているが、このうち「革新的再エネ熱ボーナス (Bonus für innovative erneuerbare Wärme)」は、バイオマスを利用した KWK 設備に対しての支援策となっている²¹。ボーナス価格の設定は以下のとおりであり、支援金額は燃烧容量に対する革新的な再エネ熱の供給割合が増えるほど高くなるように設定されており、また単位発電量当たりの換算になっている。

4) バイオマスの熱利用の現状

ドイツにおける 2019 年の家庭用暖房の熱源は下左図のとおりであり、木質バイオマスやペレットを用いたバイオマスの利用は 2.8%に過ぎず、依然として天然ガスもしくは石油をエネルギー源とした戸別のセントラルヒーティング (Zentralheizung) が 70%を占めている。また、地域熱供給を利用している家庭も 6.6%に過ぎない。

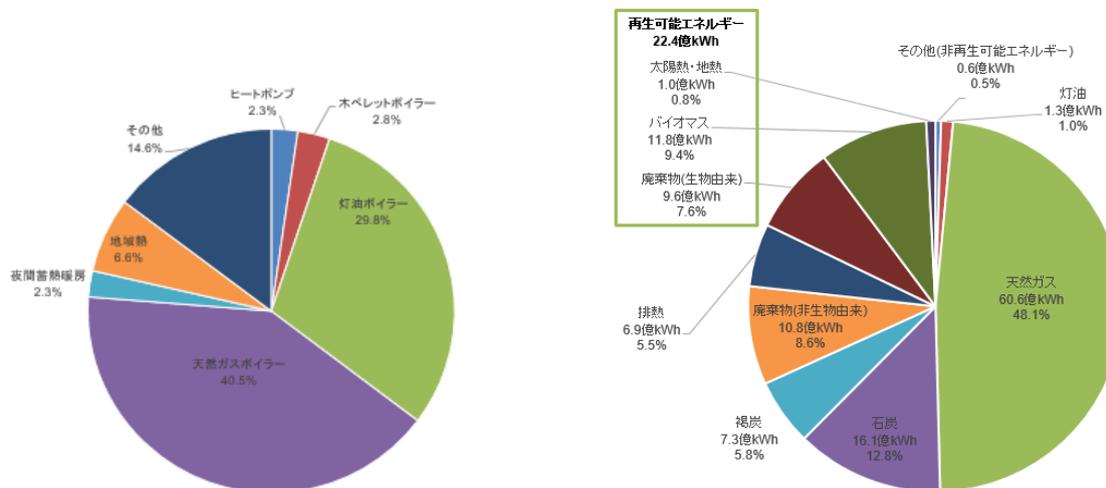


図 1.2.24 2020 年におけるドイツの家庭用の暖房熱供給源 (左) と地域暖房熱供給 (右)

(出所) AEE²²資料をもとにみずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

地域熱供給だけを見ても、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。

²¹ このプログラムの支援対象となるのは以下の条件を満たす KWK 設備である (KWKG 2020 第 7a 条)。①年間電力供給量に対する年間熱供給量が 1.25 倍以上の高効率で温暖化ガスの排出量が少ない KWK 設備であること。②供給熱が熱供給網を通じて暖房や給湯、産業用のプロセス熱等に利用されていること。③発電容量が 10MW を超える、革新的コジェネ(非再エネ)の入札を通じた支援策を受けていない設備に関しては KWK ボーナスとの併用は可能であること。④通常の KWK ボーナスとの併用は可能であること。

²² <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/heizungssysteme-in-wohngebäuden-in-deutschland>
<https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/fernwaermeerzeugung-nach-energetraegern-in-deutschland-2020>

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。

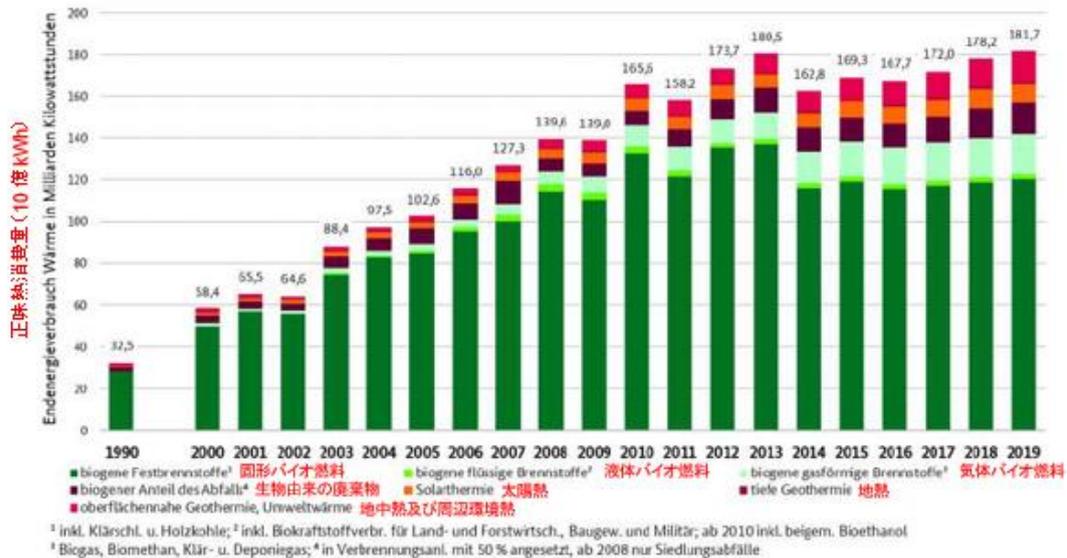


図 1.2.25 再エネ熱源別の供給量変化

(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

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)

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）。

5) 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

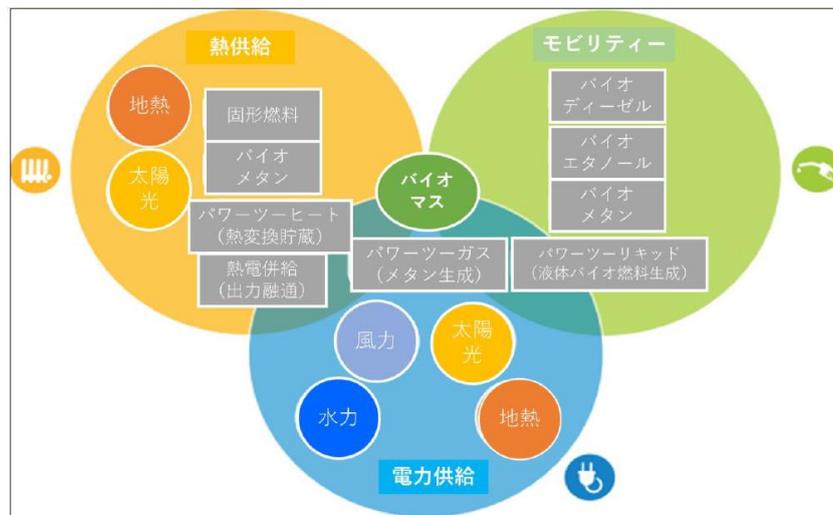


図 1.2.26 バイオエネルギーの今後の利用形態

(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

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。

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。

²⁶ バイオガス発電設備が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。

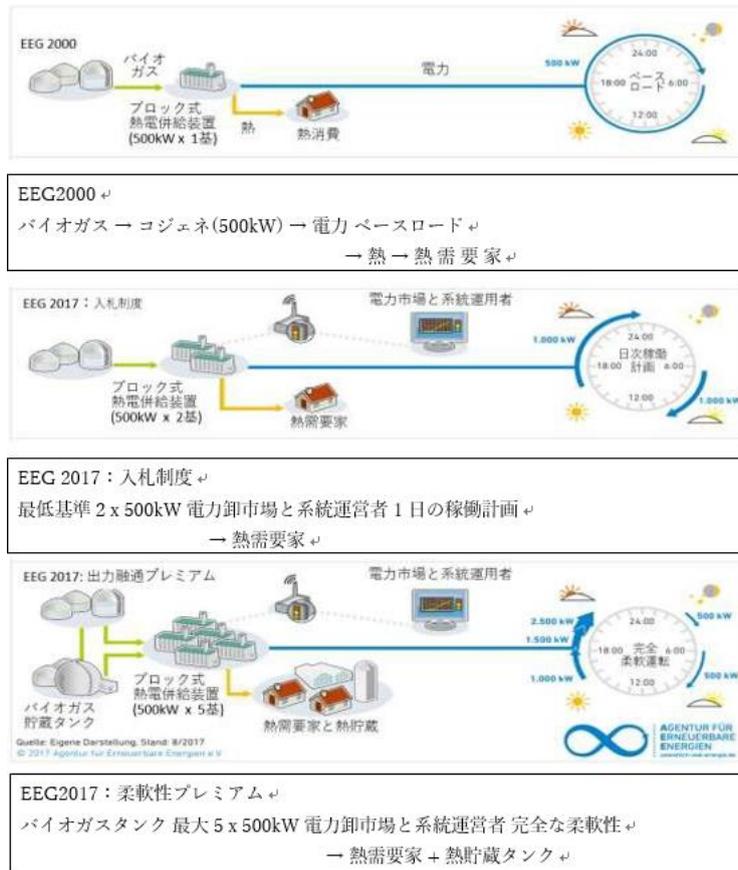


図 1.2.27 バイオガス発電設備の運転形態の変化

(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 kW 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。

3章 NEDO バイオマスエネルギー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す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て、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（導入要件や技術指針）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 事業採算性の見込みのある事業に対し、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 作成

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
(木質バイオマス・メタン発酵系バイオマス)

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ウ
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 (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)	株式会社富士クリーン 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ー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)	株式会社小栴屋 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 エア・ウォーター北海道株式会社
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
鶏糞メタンガス発酵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)	エア・ウォーター北海道株式会社
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

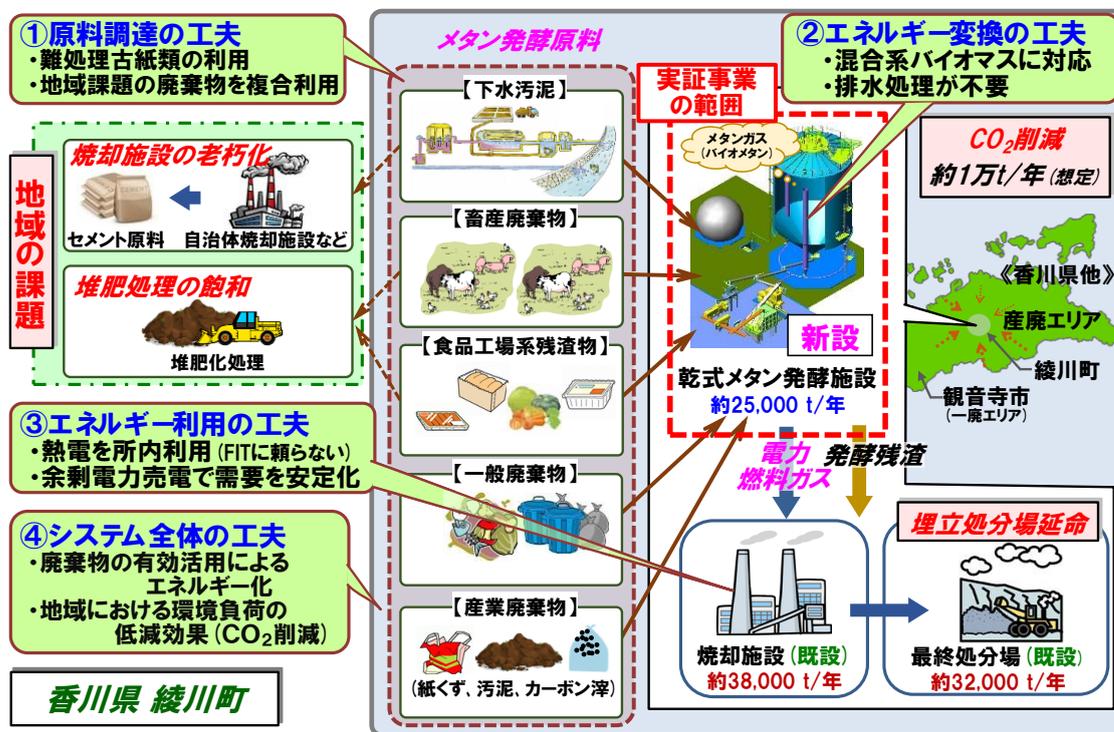
²⁷ 株式会社日本リサイクルマネジメントより社名変更

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（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 (FS)	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 (FS)	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
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ージェネレーションシステムの事業性評価 (FS)	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 (FS)	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 (FS)	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 (FS)	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 (FS)	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 (FS)	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 (FS)	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 (FS)	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 (FS)	遠野興産株式会社、JCOAL
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 (FS)	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 (FS)	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 (FS)	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”ゆめ竹パレー”の事業性評価 (FS)	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 (FS)	東海大学 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 (FS)	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 (FS)	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 (FS)	中部電力株式会社 株式会社シーエナジー

富士クリーン（FS：2014～2016年度、実証：2017～2020年度）

事業名	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
事業者	株式会社富士クリーン(FS、実証)、栗田工業株式会社(FS)
背景	<p>廃棄物を利用しメタン発酵するシステムは従来から多く実施されているが、持続的かつ経済的に成立可能なシステムとして普及しているとは言い難い。普及が進まない要因としては次の4つが考えられる。①バイオマスについて持続的な量と質の確保が困難である。②バイオマスから効率的にバイオマスエネルギーを回収するためのコストが高い。③バイオマスエネルギーについて施設内や周辺地域及び産業における有効な活用方法の選択肢が少ない。④システムの持続的かつ経済的に成立する適正な処理規模が明確でない。この4つの要因の課題を解決するために本事業では①混合系バイオマス等の量の確保と質の明確化、②乾式メタン発酵技術を適用した高効率なバイオマスエネルギーの回収、③オフサイト及びオンサイトにおけるバイオマスエネルギーの有効利用、④持続的かつ経済的に成立する適正な事業規模の明確化に関する課題解決のFS調査に取り組み、実証事業を実施した。</p>
事業概要	<p>株式会社富士クリーンでは、近隣地域の生活ごみ、食品残渣や家畜糞尿・下水汚泥・難処理古紙類などを収集し、メタン発酵処理によるエネルギー利用モデルを実証している。本実証では国内初となる縦型乾式メタン発酵技術を導入しており、2018年より73t/日の規模で運転を開始した。</p> <p>今回採用した乾式メタン発酵技術(KURITA DRANCO PROCESS®)の特徴は次の3点である。まず、縦型かつ攪拌装置不要の発酵槽のため省スペース化および省エネルギー化を実現できること。また、高温発酵により分解速度が速く、混合型系バイオマスに対応できること。最後に、一定の水分率の原料であれば排水処理を必要としないことが挙げられる。縦型メタン発酵槽の大きさは国内最大規模の3,000m³であり、バイオガス生成量は約9,500Nm³/日となっている。生成したバイオガスは、ガス発電装置(370kW×2基)と蒸気ボイラー(0.5t/時×2台)により、電気と蒸気に変換し、自社内で実証施設/廃棄物処理施設内の回転機器などの駆動用電気や加熱用蒸気として有効活用する。さらに、ガス生成過程で排出される発酵残渣は、既設焼却施設の補助燃料として利用することができる。これまで埋め立て処分していた熱量の高い廃棄物とこの残渣と混合し焼却することで、埋め立て処分量が減少し、埋め立て処分場の延命化につながるとともに焼却炉燃料の削減が可能となっている。</p>



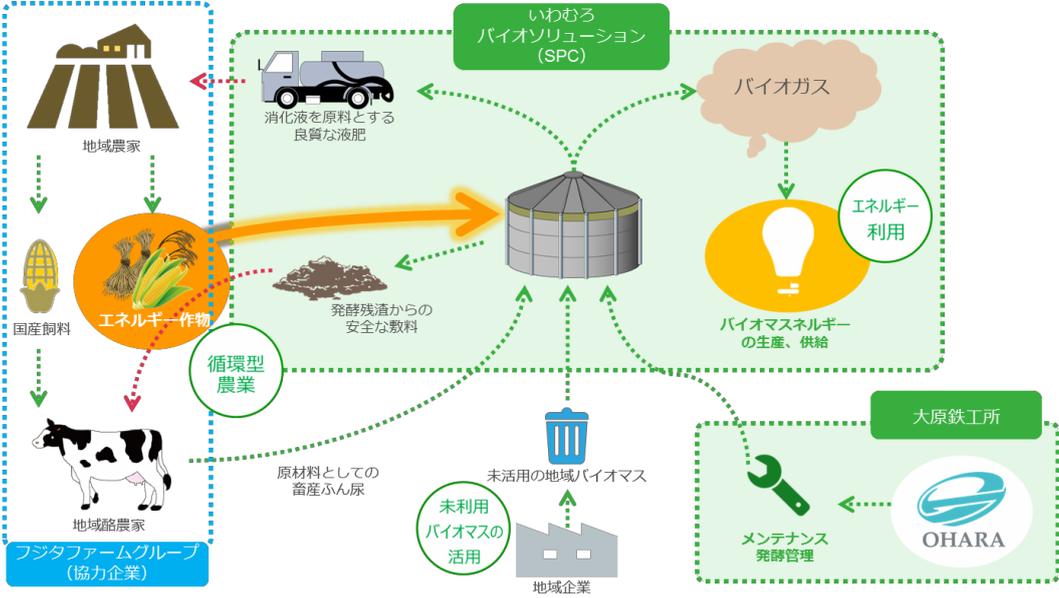
(出所) 株式会社富士クリーン FS 報告書および成果報告会等公開資料より作成

阿寒農業協同組合（FS：2016年度、実証：2017～2021年度）

事業名	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
事業者	阿寒農業協同組合(FS、実証)、エア・ウォーター北海道株式会社(旧 北海道エア・ウォーター株式会社)(FS)
背景	地域の酪農業においては機械化によるエネルギーの使用量が増大し、これが酪農経営を低迷させる一因にもなっている。また、当組合の構成員(酪農家 21 戸)が運営する堆肥センターもエネルギー使用量の増加や、施設老朽化による維持管理費の増大が顕在化している。このため堆肥センターでは完熟堆肥の生産が困難となり、未熟堆肥の集中散布による牧草・生乳の品質低下や、悪臭や地下水汚染の発生が懸念されている。地域のおよび事業者(JA)の課題として、以下の5つが挙げられ、これを解決するエネルギー利用システムが求められていた。 <ul style="list-style-type: none"> i) 酪農家および地域の省エネルギー化 ii) 良質な堆肥、液肥生産と良質な飼料、生乳生産 iii) 悪臭および地下水汚染の軽減 iv) ふん尿処理料の軽減によるJA組合員への負担軽減 v) 送電網が脆弱なため、FIT による売電ができない
事業概要	本事業では、老朽化の著しい釧路市堆肥センターに搬入される原料のうち、特に堆肥化が困難である中水分(水分80～85%)および高水分(水分88%)の半固形状ふん尿を対象として、固液分離して得られた分離液分をメタン発酵し、バイオガス、電気および温水を堆肥センターおよび大規模酪農家に供給する「地域自立システム」の事業性評価を行った。 また、市場流通可能性調査を実施し、本システムにおいて生成される消化液、完熟堆肥、再生敷料の適正販売価格を設定して地域の酪農家に販売する計画を策定し、事業収入の増加による事業採算性の改善を検討した。 <div style="text-align: center;"> <p>The diagram illustrates the 'Local Self-Sufficiency System' (酪農地域自立システム) and its integration with a 'Large-Scale Dairy Farm' (大規模酪農家). On the left, the system processes 'Medium moisture manure' (中水分ふん尿) and 'High moisture manure' (高水分ふん尿) using a 'Solid-liquid separation machine' (固液分離機). This produces 'Separated solid fraction' (分離固形分) and 'Separated liquid fraction' (分離液分). The solid fraction is sent to a 'Fertilizer Center' (堆肥センター) where it is processed into 'Mature compost' (完熟堆肥) using 'High-pressure air' (高圧空気), 'Warm water' (温水), and 'Electricity' (電気). The liquid fraction is sent to a 'Fermentation tank' (発酵槽) where it is 'Sterilized' (殺菌) and then processed into 'Digestate' (消化液) and 'Biogas' (バイオガス). The digestate is further processed into 'Regenerated bedding' (再生敷料) and 'Liquid fertilizer' (液肥). The biogas is stored in a 'Gas holder' (ガスホルダー) and then used in 'Gas utilization equipment' (ガス利用設備) to generate 'Electricity' (電気) and 'Warm water' (温水). The 'Large-Scale Dairy Farm' (大規模酪農家) provides 'Unused manure' (未利用ふん尿) to the system. The farm's 'Cattle house' (牛舎) and 'Milk processing facility' (搾乳施設) use the 'Warm water' (温水) and 'Electricity' (電気) supplied by the system. The 'Gas utilization equipment' (ガス利用設備) also includes a 'Generator' (発電機) and a 'Gas heating machine' (ガス加温機) that provides 'Warm air' (温風) to a 'Greenhouse' (園芸ハウス). The system also includes a 'Compressor' (コンプレッサー) and 'Generator' (発電機) for 'Gas utilization equipment' (ガス利用設備).</p> </div>

(出所) 阿寒農業協同組合・北海道エア・ウォーター株式会社 FS 報告書および成果報告会等公開資料より作成

大原鉄工／いわむろバイオソリューション（FS：2014～2016年度）

事業名	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ー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)
事業者	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
背景	家畜ふん尿の処理には、適正処理の観点やエネルギー利用を推進するための技術として、メタン発酵技術が位置づけられてきた。しかし家畜ふん尿は、生ごみ等の都市型系バイオマスに比べ単位バイオマス量あたりのバイオガス発生量が低いため、経済性の観点からメタン発酵を適用するためには、乳牛で300頭規模以上の農家でなければ成り立ち難いとされている。そのため、日本の多くを占める中小規模農家への適用は困難な現状である。このような現状から、家畜ふん尿処理へのメタン発酵の適用を促進し、バイオマスエネルギーとしての利用を拡大するためには、ガス発生倍率を増加させ、生成されるバイオガスを増産し、エネルギー収支を改善することが必要と考え、FS調査を実施した。
事業概要	本事業では、地域で発生する未利用バイオマス及びエネルギー作物、飼料残渣、稲わら等を家畜ふん尿と混合してメタン発酵することによるバイオガス増産手法について検討する。また、バイオガスの利活用技術について調査・検討し、技術面・経済面を踏まえ多角的に評価・検討を行った。 メタン発酵処理後に大量に発生する消化液は窒素・カリウムを多く含む即効性の良質な液肥であるため、消化液発生量及び水田・耕作地への散布方法・コストについても併せて調査・検討を行った。 

(出所) 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 FS 報告書より作成

小柵屋／JA ゆうき青森／東洋紡エンジニアリング（FS：2015年度）

事業名	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)
事業者	株式会社小柵屋・JA ゆうき青森・東洋紡エンジニアリング株式会社
背景	<p>JAゆうき青森は農産物生産を行っている組織であり、バイオマス資源が豊富に存在する。また、ながいも、にんにく、牛乳などの農業生産額としては青森県内で最も大きな規模のJAであり、生産活動に伴い発生する未利用バイオマスは尽きることがない。特に、JAゆうき青森の主力農産物であるながいも生産に伴い発生する残さの処理費が組合員の負担となっていることが大きな課題であった。また、酪農では搾乳ロボットの導入など作業の機械化及び大型化が進められている。この方式は水分含量の多い畜糞尿が発生するため、その処理方法の確立が課題となっていた。</p> <p>有機資源を資源循環する仕組みへの構築および多角的なバイオマス活用によるエネルギーを創出する仕組みを加えることで、畜糞尿処理の適正化やながいも処理費の低減、冬の農業創出による周年収益のある生産活動を確立するし、従来の課題の解決を目指す。</p>
事業概要	<p>本事業は、JAゆうき青森管内の野菜加工残渣、小売店(スーパー、直売所)生ごみ、組合員の家庭生ごみ、農業残渣(野菜くず)、畜糞尿などのバイオマス資源を原料として、メタン発酵(嫌気性消化)-発電する設備の導入を行う。また、単に売電を行うだけでなく、その排熱および排気ガス(CO₂)を有効に利用した植物工場を整備して、食料生産まで行う。さらに、既存の分析設備を用いた土壌分析サービスを実施し、本システムから出る消化液についても、農業資材として効果的に利用する。そして、バイオガスを燃料としたながいもの水熱飼料化も行い、売電以外の利用も行う。</p>

(出所) 株式会社小柵屋・JA ゆうき青森・東洋紡エンジニアリング株式会社 FS 報告書より作成

株式会社竹中工務店（FS：2016年度）

事業名	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)
事業者	株式会社竹中工務店
背景	株式会社竹中工務店では、馬鈴薯澱粉工場にて、2011～2014 年度に NEDO 事業にてコンパクトメタン発酵システムの実証開発を完了し、同システムは馬鈴薯澱粉工場で発生する、ハイドロサイクロン排水と澱粉粕(澱粉乳との分離で発生する)を原料として実証を行った経緯がある。 本 FS では、このコンパクトメタン発酵システムを核にして、千葉県君津市近郊で発生する生ごみ系バイオマスへの適用の検討を行った。
事業概要	本事業で検討する地域自立システムは、バイオマス原料となる千葉県君津市近郊の食材加工メーカー(コンビニチェーン用惣菜加工)、大手カット野菜工場、食品加工団地からバイオマスを受入れて処理を行う。生産したメタンガスによる蒸気・電力を利用しながら、副産物として発生する発酵残渣や分離した資源を飼料・堆肥、マゴット飼料、循環水および液肥として販売する。これらを利用して生産した農産物等をバイオマス排出事業者である食材加工メーカー(コンビニチェーン)、大手カット野菜工場、食品加工団地に販売することで排出者－生産者間の資源循環を可能とするシステムの構築を検討した。 <div data-bbox="336 719 1410 1554" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p>君津市近郊の ・食材加工メーカー(コンビニチェーン) ・大手カット野菜工場 ・近隣食品加工団地</p> <p>野菜・作物販売</p> <p>バイオマス処理 エネルギー変換</p> <p>委託処理費</p> <p>蒸気</p> <p>ガスボイラ</p> <p>ガスエンジン</p> <p>電力</p> <p>メタン</p> <p>水熱可溶化</p> <p>メタン発酵(UASB)</p> <p>固液分離</p> <p>タンパク回収</p> <p>膜分離1</p> <p>膜分離2</p> <p>飼料堆肥</p> <p>マゴット飼料</p> <p>循環水</p> <p>液肥</p> <p>飼料、液肥等販売、電力費削減</p> <p>パパイア栽培</p> <p>エビ養殖</p> <p>農地圃場</p> <p>農地ハウス</p> <p>農業法人</p> </div>

三昌物産／三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング (FS : 2017 年度)

事業名	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)
事業者	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
背景	<p>戦後、機械化された養鶏システムが日本に普及し、一般にある程度の規模以上の養鶏業の鶏糞はたい肥として土壌に還元利用されてきた。しかし、ここ数年は、国内の農業で利用される鶏糞堆肥の使用量は頭打ちで、堆肥よりもハンドリングがよく、成分が安定した化成肥料を農家は好む。堆肥発酵には プロア等の 電気がかかり、鶏糞堆肥の販売にあたっては袋詰め等にも手間がかかっているが、堆肥が希望価格で販売できないことが多い。また、採卵鶏糞は 発熱量が低く高含水で、直接燃焼には不向きである。かつ鶏は糞尿と一緒に排泄されるため、メタン発酵過程においてアンモニア阻害が懸念されること、C/N 比のバランスが悪く排水処理などの追加費用が高額となる。消化液の液肥利用もなく、鶏単独ではメタン発酵発電の実績がない。また、地域に多い小中規模の養鶏農家が、売上に直結しない大規模な設備投資を行うことは稀である。輸入飼料から生じた糞で国内において発電・発熱し、輸入されている化石燃料の代替となれば、社会全体のエネルギー効率は改善される。また、地球規模でみれば、メタンガスが発電に利用されれば、鶏糞堆肥の発酵工程によるメタンの大気放散による温暖化の原因物質の削減にもつながる。</p>
事業概要	<p>未利用鶏糞をバイオマス原料として鶏舎内に小型分散のメタン発酵発電システムを導入し、所内の購入電力及び熱の代替をめざすものである。 熱需要とガスエンジン廃熱が一致する台数の発電機を連結して全体設計し、発電に必要な 1 割の鶏糞を堆肥製造から発電利用に切り替える。</p> <p>未利用鶏糞をバイオマス原料として鶏舎内に小型分散のメタン発酵発電システムを導入し、所内の購入電力及び熱の代替をめざすものである。 熱需要とガスエンジン廃熱が一致する台数の発電機を連結して全体設計し、発電に必要な 1 割の鶏糞を堆肥製造から発電利用に切り替える。</p>

(出所) 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 FS 報告書より作成

サナース/山興緑化 (FS : 2018~2019 年度)

事業名	混合バイオマスによるガレージ型乾式メタン発酵システムの事業性評価(FS)
事業者	株式会社サナース、山興緑化有限会社
背景	<p>近年、混合系バイオマスへのメタン発酵適用へのニーズは高まってきているが、発酵残渣である消化液の活用・処理が課題となり、導入に二の足を踏むケースが多い。そこで、湿潤系バイオマスでも含水率が比較的low(50~80%程度)のものを原料とする場合、消化液の発生量が少ない乾式メタン発酵の導入を検討したいというニーズが増えてきている。</p> <p>ガレージ型乾式メタン発酵システム(以降:BEKON システムと呼称)は、上記ニーズに対応する安価なインシヤル・ランニングコストで導入できる乾式メタン発酵技術である。しかし、日本では導入事例がないことから、原料調達や安定したエネルギー変換(メタン発酵)、エネルギー利用、システム全体の観点から、導入可能性を検討する。</p>
事業概要	<p>島根県内における木質系バイオマス、家畜ふん尿、汚泥を調達し、BEKON システムを用いてメタン発酵を行い、メタンガスと発電、熱供給を行うとともに、発酵残渣を、既に山興緑化有限会社で行っている堆肥製造(好気性発酵)の原料に用いる事業の実現可能性調査を行った。</p> <p>The diagram illustrates the BEKON system's process flow. Biomass inputs (building waste, wood chips, manure) enter a garage-type dry fermentation system. The system consists of a digestion tank (4 tanks), a gas holder, and a CHP (Combined Heat and Power) system. The digestion tank produces biogas, which is then used for electricity and heat generation. The CHP system generates electricity and heat, which are used for various purposes: heating the digestion tank, heating the composting process, and heating the house. The gas holder stores biogas, which is used for electricity and heat generation. The CHP system also produces activated carbon, which is used for water purification. The system also includes a material utilization section for fertilizer production and a section for energy utilization, including electricity and heat for various purposes. The diagram also shows the integration with existing composting processes and the use of by-products like activated carbon.</p>

(出所) 株式会社サナース、山興緑化有限会社 FS 報告書より作成

エア・ウォーター北海道（FS：2019～2020年度）

事業名	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)
事業者	エア・ウォーター北海道株式会社
背景	<p>プラント建設を検討するA農場周辺 10km 圏内には多数の酪農家が点在し、排出される家畜ふん尿は農地へ還元しているほか、堆肥センターに運搬し処理を行っている。しかし現在、村内における乳牛飼養頭数の増加に伴い、堆肥センターでは処理しきれないほどの家畜ふん尿が運び込まれているのが現状であり、その余剰ふん尿を処理するための新たなふん尿処理システムが求められている。</p> <p>そこで、メタン発酵システムを導入することによって、化石燃料購入費、家畜ふん尿処理費の節減を想定している。また、地域における様々な問題(悪臭、水質汚染など)の防止などの二次的効果も期待できる。こういった、地域における未利用資源の活用により、食料生産への貢献だけでなく、地域イメージ改善による観光客増加など農村地域における地域活性化事業としての展開も期待できる。</p>
事業概要	<p>家畜ふん尿のメタン発酵から生成したバイオガスを精製・液化することで液化バイオメタンに変換し、都市部へ供給する。メタン発酵の副産物として得られる再生敷料と消化液は周辺農家へ、精製後に得られる CO₂は液化・固化し、園芸ハウス等に供給及び販売することで、物質・事業収支バランスを整える。本研究開発では地域循環型エネルギー利用として、液化バイオメタン供給システムの事業性評価を行った。</p>

(出所) 北海道エア・ウォーター株式会社 FS 報告書より作成

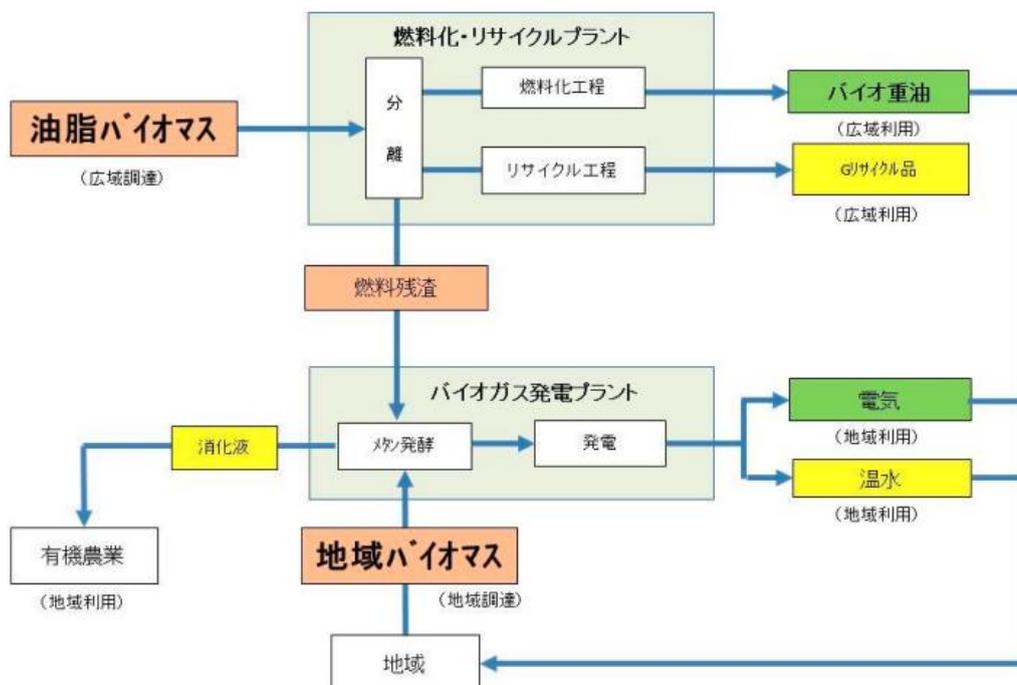
ヴァイオス/京都大学 (FS : 2019~2020 年度)

事業名	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)
事業者	株式会社ヴァイオス、国立大学法人京都大学大学院
背景	<p>メタン発酵プラントは従来、自治体の廃棄物処理としてのし尿や下水処理場に併設され、ごみ処理業を主業とする大規模な産業廃棄物処理事業者が、一箇所に生ゴミを集めて処理する方式をとってきたが、収集運搬による腐敗や悪臭の問題や頻回回収による処理コストの増加などの課題があり、普及が進んでいない。</p> <p>株式会社ヴァイオスは「小型メタン発酵プラント」を既に製品化しており、その前処理システムとして、高温可溶化のための加熱前処理と乳酸発酵前処理を活用することで、バイオガス生成量の増大、メタン発酵のシステム効率化を実現する。食品加工場などの生ごみの発生現場でのオンサイト型処理に加えて、例えば広域処理化が進む自治体の行政スキームの中で、遠隔地や過疎地などで原料を中間処理すると同時に、液肥を現地で散布して地産地消プラントとしての活用まで考慮した小型処理システムとして期待できる。</p>
事業概要	<p>小型バイオガス発電システムで課題とされている事業採算性について、加熱による前処理と乳酸発酵の前段発酵を加えることでメタン発酵によって得られるガス回収量を増加させる。また、取り出したエネルギーを熱や電気に変換することによって、発酵槽の加温でなお余る余剰熱を陸上養殖施設などに熱電併給し、電気は施設の稼働にあてることにより、一層の収益の改善を可能とするリサイクルシステムの確立・事業化を目指す。</p> <p>小型メタン発酵発電システム</p> <p>原料 7.5t/日</p> <p>原料1 生ごみ 受入量 7t/日 処理費 12,000 ¥/t</p> <p>原料2 濃縮汚泥 受入量 0.5t/日 処理費 20,000 ¥/t</p> <p>前処理槽: 乳酸発酵 (50℃) + 高温可溶化 (70℃)</p> <p>発酵槽: 高温発酵 (53℃) 容量 90 m³</p> <p>バイオガス発電機: メタンガス 405.8m³N/日</p> <p>電力 817kWh/日</p> <p>熱 1,141Mcal/日</p> <p>陸上養殖施設: 457kWh/日, 226Mcal/日</p> <p>既存施設: 排水処理施設 (処理能力 100t/日), 堆肥化施設 (0.15t/日)</p> <p>処理水 7.5t/日 放流</p> <p>堆肥 0.15t/日 関連農業生産法人 ヨシムラファームへ</p>

(出所) 株式会社ヴァイオス、国立大学法人京都大学大学院 FS 報告書より作成

バイオ燃料技研工業／山口大学（FS：2019～2020年度）

事業名	地域バイオマスとグリセリン含有廃液を用いたエネルギー循環事業の事業性評価
事業者	バイオ燃料技研工業株式会社、国立大学法人山口大学
背景	<p>これまでメタン発酵では高級脂肪酸による阻害が懸念されていた。一方、油脂バイオマスについては有効活用されないまま廃棄されることが多く、メタン発酵利用ができれば有効活用が加速する可能性がある。燃料化工程で油脂バイオマスから高級脂肪酸を除去する本システムにより、油脂バイオマスのサプライチェーンを確立し、地域バイオマスとともにメタン発酵を行うことで、地域の環境問題の解決し、かつ高い収益性を期待できる。</p>
事業概要	<p>燃料化・リサイクルプラントでは油脂バイオマスからバイオ燃料の一つであるバイオ重油と水処理脱窒剤やアスファルト付着防止剤等のグリセリンリサイクル品を製造する。</p> <p>バイオガス発電プラントではバイオ重油を製造する際に副生される残渣を利用しバイオガス発電を行う。同プラントでは、燃料化・リサイクルプラントで副生された燃料残渣と地域バイオマスを原料としてメタン発酵を行い、ガスエンジンによるコジェネレーションシステムで電気と温水を生産する。</p> <p>電気と温水は施設内で利用し余剰を近隣の施設に供給する。メタン発酵消化液を液肥として地域の耕作地に散布し、地域の有機農業を推進する。この時、施肥に必要な散布作業を提供する。</p>



(出所) バイオ燃料技研工業株式会社、国立大学法人山口大学 FS 報告書より作成

北土開発 (FS : 2019～2020 年度)

事業名	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(FS)
事業者	株式会社北土開発
背景	<p>てん菜糖の製造を行う日本甜菜製糖株式会社が所有する芽室製糖所では、製糖時に発生する排水を活性汚泥法で処理する過程で脱水汚泥が大量に発生している。製糖増産に伴い汚泥量が増えることにより、処理費の増大が予想される。製糖の過程で生じるてん菜の搾り粕(ビートパルプ)は、現在、化石燃料を用いて乾燥させたものを乳牛の飼料として販売している。</p> <p>一方、株式会社北土開発は、製糖工場の廃水処理によって発生した脱水汚泥を受入れ、①化石燃料(重油)によって乾燥させた後、②好気性発酵(堆肥化処理)を行った後、さらに乾燥させたものを肥料として販売している。</p> <p>そこで、脱水汚泥やビートパルプなどの受入量を拡大し、再生敷料の生産コストの削減等に寄与するエネルギーシステムの導入が求められている。</p>
事業概要	<p>バイオガス原料としてほとんど事例のない製糖工場脱水汚泥、肉牛ふん尿の他、野菜加工残さおよびビートパルプを組合せて、これら排出量の季節変動を考慮しつつ原料として利用し、国内での採用事例が極めて少ない乾式メタン発酵バッチシステムによってバイオガスを生成する。そのガスを発酵残渣の固液分離固形分の乾燥エネルギーとして用い、乾燥物を肉牛農家・酪農家へ再生敷料として販売する。これにより乾燥処理のために多量に使用される重油の代替エネルギーとしてバイオガスを使用し、かつ市場への供給量が不足している敷料の供給を可能とする地域自立システムの事業性を評価する。</p>

(出所) 株式会社北土開発 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。

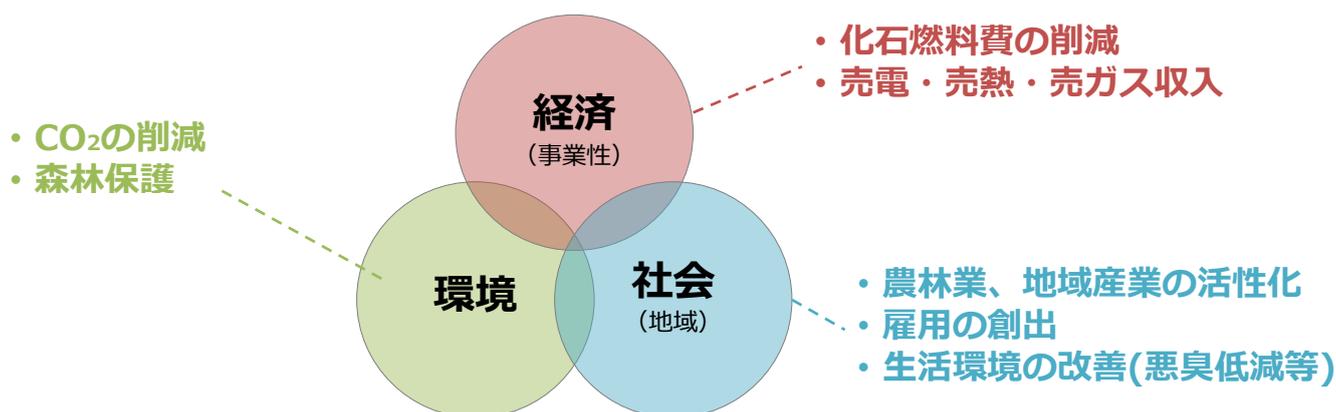


図 1.4.1 バイオマスエネルギー利用の3つの意義

(出所) 各種資料よりみずほリサーチ&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)によって異なり、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、近年 FIT 制度を利用しメタン発酵施設によるエネルギー事業（売電事業）を行う事例が増えている。

メタン発酵事業の2面性

メタン発酵事業は再生可能エネルギーの生産・利用という側面がある一方で、より重要なのは環境保全を目的とした有機物リサイクル（廃棄物処理を含む）という一面である。施設の稼働を開始すると、地域の廃棄物処理インフラとして様々な関係者から排出された廃棄物やバイオマス資源を毎日必ず受け入れる必要がある。このような地域における重要な役割を担う立場となるため、事業を簡単に止めることはできない。したがって、固定価格買い取り制度が終了する 20 年後においても持続的な事業を意識した中長期的な視点で事業を検討することが必要となる。

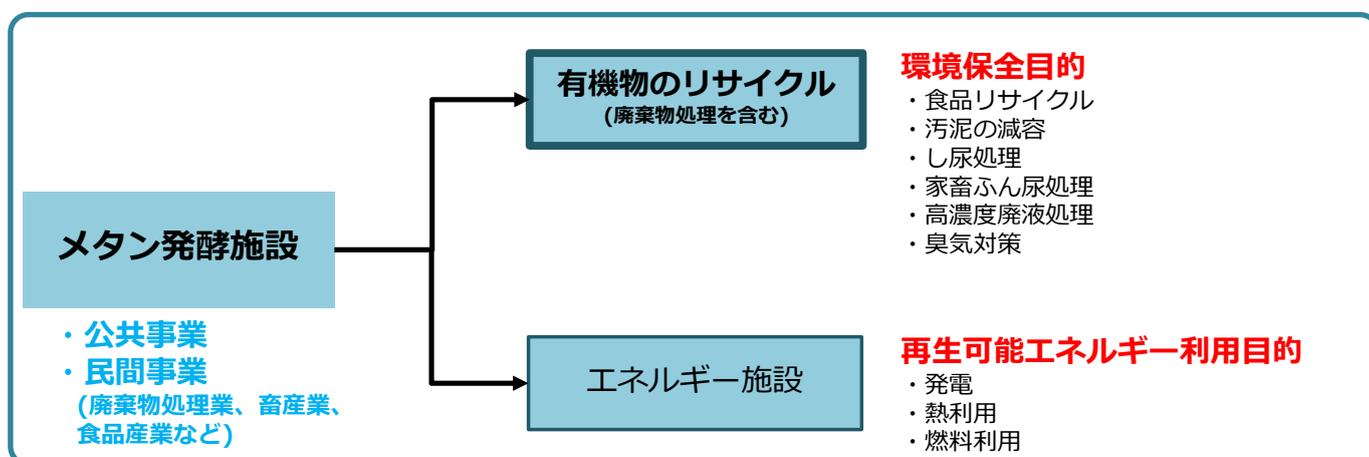


図 1.4.2 メタン発酵事業の2面性

(出所) 各種資料よりみずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

(1) 産業廃棄物系乾式メタン発酵モデル

産廃系食品廃棄物を主な原料とした乾式メタン発酵事業について、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。

事業モデル概要

FS 事業者は従来より一般廃棄物・産業廃棄物の焼却処理事業を実施しており、処理能力の向上ならびに産業廃棄物のエネルギー利用を目的として、新たに乾式メタン発酵技術（以下、乾式法）の導入を検討した。乾式法は国内では湿式に比べ事例は少ないが、含水率が少ない廃棄物に適した技術で欧州では普及している。乾式法の詳細は「第 3 部 2 章メタン発酵技術に係る基礎知識」を参照されたい。

今回試算を行った事業モデルでは原料となる産業廃棄物を逆有償で調達することを想定した（一部の紙ごみ等は有償で調達）。なお、回収される廃棄物に含まれるプラスチック類、布類等を取り除くため、ドラム式の選別機による機械選別装置の導入を想定した。その他、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 1.4.1 メタン発酵施設に関する前提条件（乾式メタン発酵モデル）

諸元	数値	備考
発電出力	680kW	事業者想定値
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
産業廃棄物調達量	63.5t/年	事業者想定値
調達価格	-16,400 円/t	逆有償、収入として計上
紙ゴミ調達量	7.9t/年	事業者想定値
調達価格	8,300 円/t	有償で購入
年間稼働日数	310 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 1.4.2 初期コスト・O&M コストの前提条件（乾式メタン発酵モデル）

費目	費用(千円)	備考
初期投資費用		
設備費用	2,100,000	事業者想定値
土木建築費用等	1,500,000	事業者想定値
助成金	-1,400,000	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	-311,660	各バイオマス調達費用の合計(収入として計上)
ユーティリティ費用	48,000	薬品代、電気代、水道代、分析費、重機運用費
薬剤・消耗品費用	20,000	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
労務費用	48,000	20 年平均
保守点検費用	45,000	損害保険、土地賃借料、灰処分、事務費・調査費・通信費
補助燃料費	40,000	事業者想定値
一般管理費用	8,000	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

事業収支の試算結果

前述の条件において乾式メタン発酵設備を利用したバイオマス電力供給事業を 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。初期投資費用の 2/3 が助成された場合、20 年間での IRR は 13.5%、インシャルコストは 8 年程度で回収される。

収益の内訳について見ると、発電事業による売電収益は全体の 21%であり、残りの 79%はすべて廃棄物の処理料による収益となる。廃棄物を用いたバイオマス事業においては、処理手数料が大きな収入源となっている。

支出においては全体の 47%を初期投資費用が占め、残りは保守点検費用、労務費、補助燃料費用が主となっている。

なお、本試算においては、変動費、燃料調達価格を 20 年間固定の値を用いたが、実際にはバイオマス調達価格や売電・売熱価格などの各費目は変動することに留意が必要である。

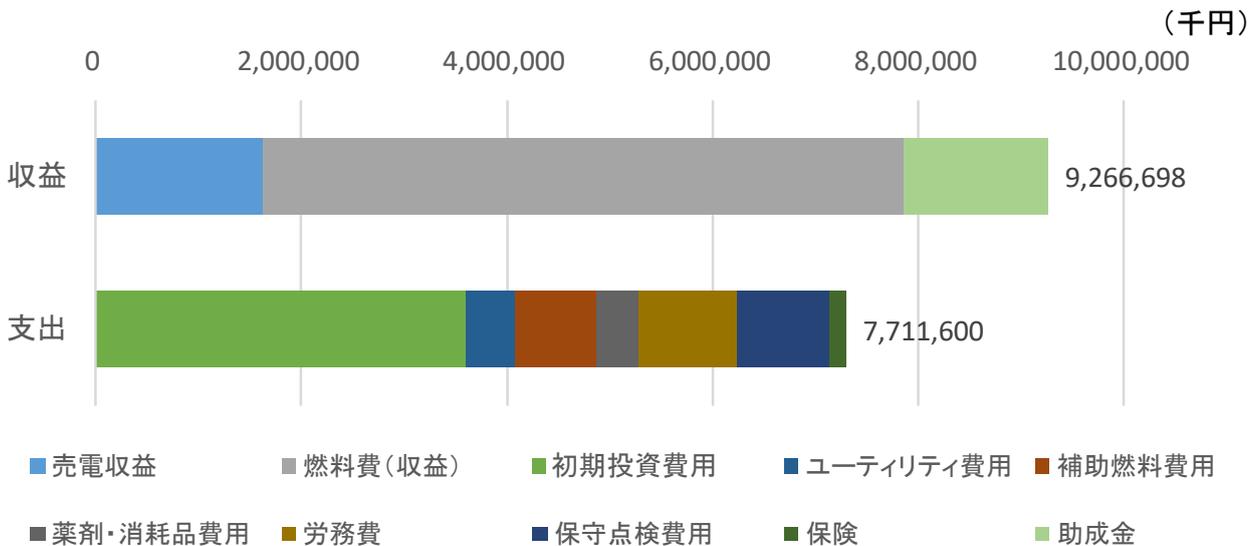


図 1.4.3 産業廃棄物系メタン発酵モデルの 20 年間の収支バランス

(出所) 各種資料よりみずほリサーチ&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・廃棄物処理手数料・設備利用率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 1.4.3 と表 1.4.4 に示す²⁸。

廃棄物処理手数料用について、前述の条件で助成金を見込まない場合、20 年間の IRR は 0.4%となる (表 1.4.3 青塗りつぶし)。事業性向上の観点からは、廃棄物処理手数料を上げることが望ましいが、廃棄物のエネルギーとしての再生利用価値を排出者にどこまで訴求できるかが重要となる。

設備利用率について、初期投資費用の低減なし・助成金なしの状態では、現在の設備利用率において 0.4%の IRR となる (表 1.4.4 青塗りつぶし)。ただし、設備故障などの何らかの要因で設備利用率が低下した場合、事業性に影響が生じる可能性がある。

²⁸ 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負担額の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 1.4.3 廃棄物処理委託費用に対する事業性の変動（助成なし）

IRR(20年)		廃棄物処理手数料(円/t)						
		10,000	11,500	13,000	14,500	16,400	17,000	18,000
初期投資費用 削減率	39%減	-0.2%	3.7%	7.0%	10.1%	13.7%	16.6%	19.3%
	25%減	-4.4%	-1.3%	1.3%	3.6%	6.2%	8.2%	10.0%
	10%減	-7.0%	-4.2%	-2.0%	0.0%	2.2%	3.8%	5.3%
	0%減	-8.2%	-5.6%	-3.5%	-1.7%	0.4%	1.9%	3.2%

※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 1.4.4 設備利用率に対する事業性の変動（助成なし）

IRR(20年)		設備利用率						
		65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
初期投資費用 削減率	39%減	4.5%	7.0%	9.4%	11.6%	13.7%	15.8%	17.9%
	25%減	-0.7%	1.3%	3.0%	4.7%	6.2%	7.7%	9.1%
	10%減	-3.7%	-2.0%	-0.5%	0.9%	2.2%	3.4%	4.5%
	0%減	-5.1%	-3.5%	-2.1%	-0.8%	0.4%	1.5%	2.5%

※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）

(2) 畜産系メタン発酵モデル

乳牛から排出される家畜ふん尿をバイオマス原料としたメタン発酵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に事業性分析を実施した。

事業モデル概要

ここで取り上げる FS 事業者は、従来より地域内の複数の酪農家から排出される家畜ふん尿を「集中型」の堆肥処理施設にて処理していた。しかし、設備の老朽化による保守管理コストの増大、未熟堆肥の散布による牧草・生乳の品質低下が懸念され、含水率の高い家畜ふん尿を湿式メタン発酵設備による嫌気性処理・エネルギー利用の検討を行った。湿式法の詳細は「**第3部 2章メタン発酵技術に係る基礎知識**」を参照されたい。

今回試算を行った事業モデルにおいては、近隣の酪農家の家畜ふん尿を従来と同価格で引き取り、メタン発酵処理によって得られた電力とメタンガスを堆肥センターと大規模農家へ供給する。大規模農家はメタン発酵施設から数百メートルの距離に位置するため、ガス配管でメタンガスを輸送することを想定した。加えて、メタン発酵処理の前工程に固液分離機を導入し、副生物から完熟堆肥、液肥、再生敷料を製造し、これらも近隣農家へ販売する。

また、一日あたりに回収されるふん尿は 102t とした。上述のとおり集中型の家畜ふん尿処理のため、逆有償での原料調達を行う。その際、事業者が酪農家から受領する処理費用を 1,288 円/t とし、そのうち 7 割を輸送費・散布費としているため、残りの 3 割にあたる 386 円/t が発電事業の収入となる。

その他、設備費用については既存の液肥貯留槽や、埋設配管などを活用することで初期投資費用を抑えるものとした。なお、売電価格とメタンガスの熱量あたりの価格については他のモデルと統一して 15 円/kWh と 2.0 円/MJ としている。

表 1.4.5 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	106 kW	堆肥センター・近隣農家へ供給
メタンガス発生量(販売分)	686 MJ/h	熱量換算
内部消費電力	16.7 kW	
完熟堆肥製造量	22.6 t/日	事業者想定値
液肥製造量	91.2 t/日	事業者想定値
再生敷料製造量	6.0 t/日	事業者想定値
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
メタンガス販売価格	2.0 円/MJ	熱量換算。他の事業モデルと一律で設定(2.0 円/MJ)
畜産廃棄物調達量	102t/日	事業者想定値
畜産廃棄物調達価格	1,288 円/t	事業者想定値
年間稼働日数	365 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 1.4.6 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		
固液分離費	174,800	事業者想定値
発酵槽設備	231,800	事業者想定値
ガス利用設備	228,500	事業者想定値
電気計装設備	50,300	事業者想定値
堆肥化設備	73,600	事業者想定値
その他設備	7,000	事業者想定値
助成金	-510,667	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	-14,371	表 1.4.5 から算出
機器・消耗品費用	15,888	本ガイドライン想定(類似事例を参考)
機器修繕費	4,916	本ガイドライン想定(類似事例を参考)
施設管理運営費	8,000	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

事業収支の試算結果

前述の条件において湿式メタン発酵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 1.4.4 に示す。初期投資費用の 2/3 が助成された場合、20 年間での IRR は 6%、初期投資費用は 12 年程度で回収される。

収益について見ると、発電事業による売電収益は全体の 21%と、バイオガスの販売収益が 21%、家畜ふん尿の処理委託による収益が 25%となっている。残りの 33%は完熟堆肥などの副生物の販売収益が占めている。

支出総額は、助成金を除くと、収入総額を上回る結果が出ている。支出の内訳の 54%を初期投資費用、24%を機器の消耗品費用が占めており、これらのコスト削減が事業性確保に重要と推察される。

一方で本事例においては、老朽化した家畜ふん尿の処理施設(堆肥化施設)の保守管理コストが増大し経営を圧迫していたこともあり、新規のメタン発酵施設を建設し、堆肥化施設と併せて運用することで、地域の酪農家の処理費用負担を緩和することができる。

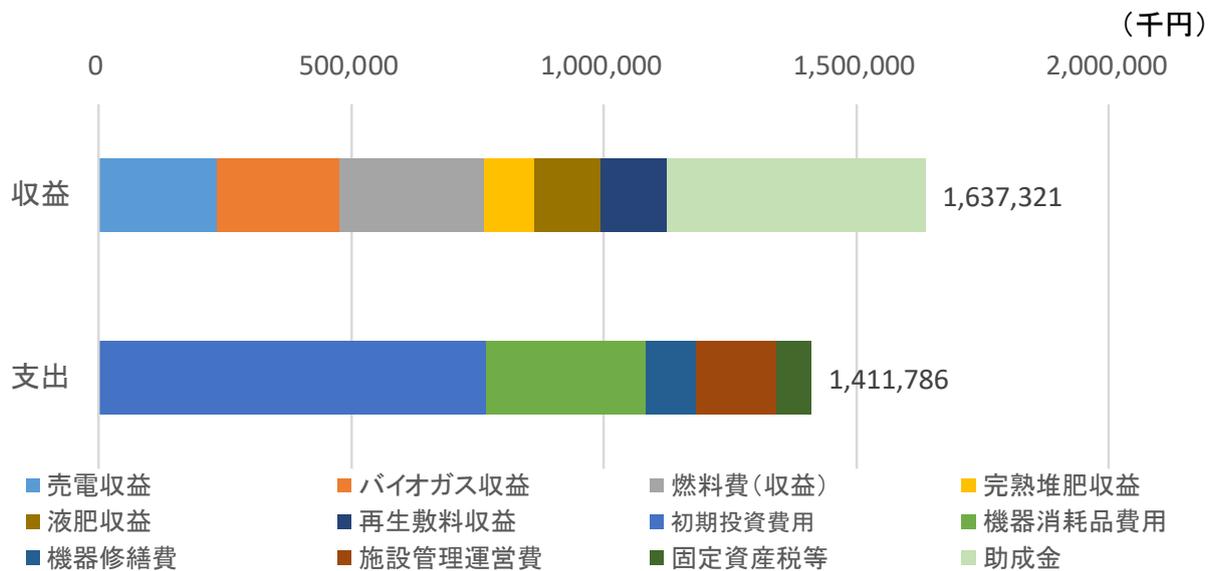


図 1.4.4 畜産系メタン発酵モデルにおける 20 年間の収支バランス

(出所) 各種資料よりみずほリサーチ&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 1.4.7 と表 1.4.8 に示す。

表 1.4.7 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-4.5%となり事業を成り立たせるには 40%程度の初期投資費用の削減が必要となる（青塗りつぶし、赤塗りつぶし）。一方で、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には、ふん尿処理単価を 2,250 円/t と現状の 2 倍程度値上げする必要がある。ただし、近隣事業者の負担を最小限に抑える取り組みをしている本 FS 事業者主旨にはそぐわないため参考値となる。

表 1.4.8 では完熟堆肥・再生敷料の販売価格について分析を行っている。事業者は FS で完熟堆肥・再生敷料の販売価格の購入意向調査をアンケートで実施しており、その結果、完熟堆肥は 2,150 円/t、再生敷料は 9,000 円/t と現状の 3 倍程度の価格でも購入意向があることがわかっている。感度分析の結果、これらの副生物を設定価格の 3 倍であれば助成金なしでも事業が成立する結果が得られている（青塗りつぶし）。

表 1.4.7 ふん尿処理価格に対する事業性の変動（助成なし）

IRR(20 年)		ふん尿処理価格(円/t)						
		1,000	1,287	1,750	2,000	2,250	2,500	2,750
初期投資費用 削減率	67%減	0.0%	5.9%	9.6%	13.6%	17.5%	21.2%	24.0%
	40%減	-4.8%	-0.2%	2.5%	5.2%	7.7%	10.1%	11.9%
	10%減	-7.7%	-3.7%	-1.5%	0.7%	2.7%	4.6%	6.0%
	0%減	-8.4%	-4.5%	-2.4%	-0.3%	1.6%	3.3%	4.7%

※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 1.4.8 完熟堆肥・再生敷料の販売価格に対する事業性の変動（助成なし）

IRR(20 年)		完熟堆肥・再生敷料の販売価格(倍率)						
		0.8	1	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
初期投資費用 削減率	67%減	4.8%	5.9%	8.7%	11.2%	13.6%	16.0%	18.4%
	40%減	-1.1%	-0.2%	1.8%	3.5%	5.2%	6.7%	8.3%
	10%減	-4.4%	-3.7%	-2.0%	-0.6%	0.7%	2.0%	3.2%
	0%減	-5.2%	-4.5%	-2.9%	-1.6%	-0.3%	0.9%	2.0%

※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）

4.2 地域社会に対する意義

(1) 地域社会への意義

メタン発酵を含むバイオマスエネルギー事業は上流から下流までのバリューチェーンが長くステークホルダーも多岐にわたる。その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、バイオマス事業特有の難しさが存在する。しかし、こうしたバリュー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。

本項ではメタン発酵事業の地域への意義と、地域経済波及効果を評価するための代表的な手法の紹介を踏まえ、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。

1) メタン発酵事業の地域への意義

メタン発酵は高い含水率の原料や夾雑物の混じった原料を含む多種多様なバイオマスの受入が可能であり、それらを一括で処理することができるメリットがある。そのため一部の自治体では家庭で発生するし尿や生ごみ、産業から排出される食品廃棄物を一つのメタン発酵施設で処理するなど、廃棄物処理インフラを合理化することができる。また、畜産廃棄物などの悪臭を低減する効果や出力変動が発生しにくい安定した再生可能エネルギーとしてのメリットも重要である。なお、発酵残渣には肥料成分（窒素、リン、カリウム）が豊富で良質な肥料として農作物栽培に利用できる。ただし液肥（消化液）や堆肥の供給先がないと水処理や焼却処理が必要となるため、こうした「出口」の確保が持続可能な事業のカギとなる。

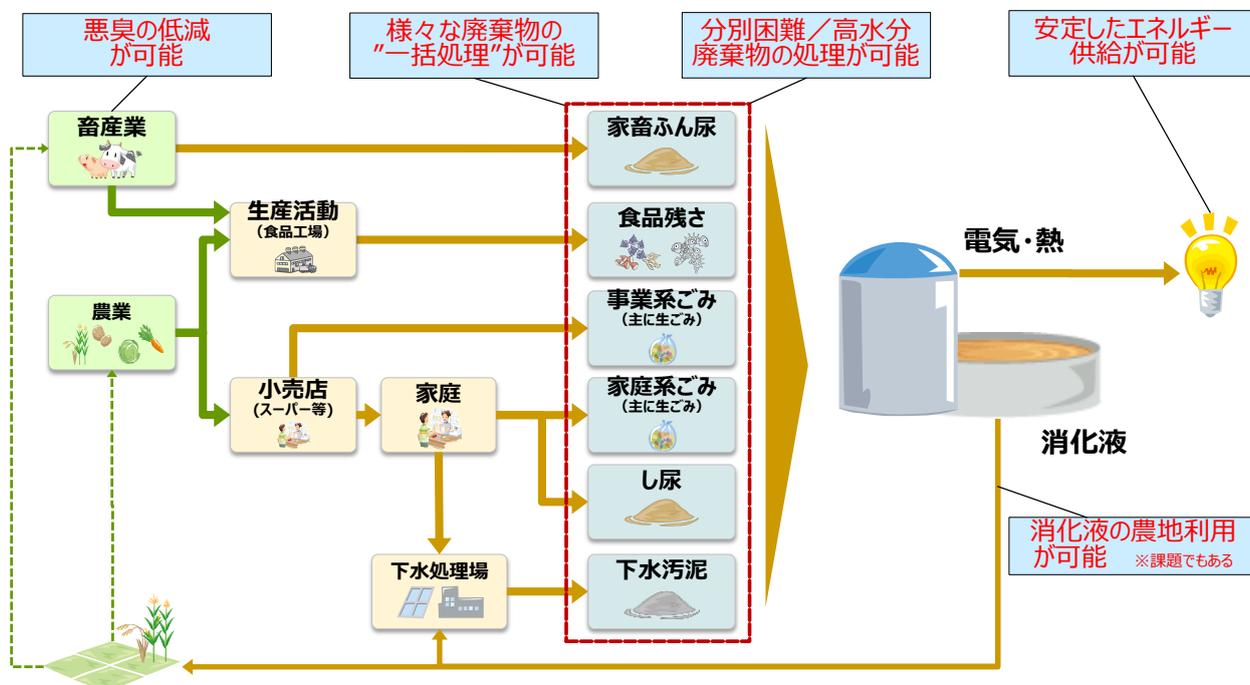


図 1.4.5 メタン発酵施設の導入メリット

(出所) 各種資料よりみずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

2) 地域経済波及効果の主な評価手法

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、特定の産業部門から原材料や燃料などを購入→加工して製品を生産→特定の産業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要するため、都道府県レベルの産業連関表で2020年3月時点に入手可能なものは2011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巡目では事業者の収入から地域内の従業員や関係事業者を支払われた金額を、3巡目では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した事業の経済性評価や実績を用い、3巡目の推計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、事業マネジメントのまでの産業連鎖（バリュー・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 ヨーク・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」²⁹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。

²⁹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。

表 1.4.9 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-」 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。

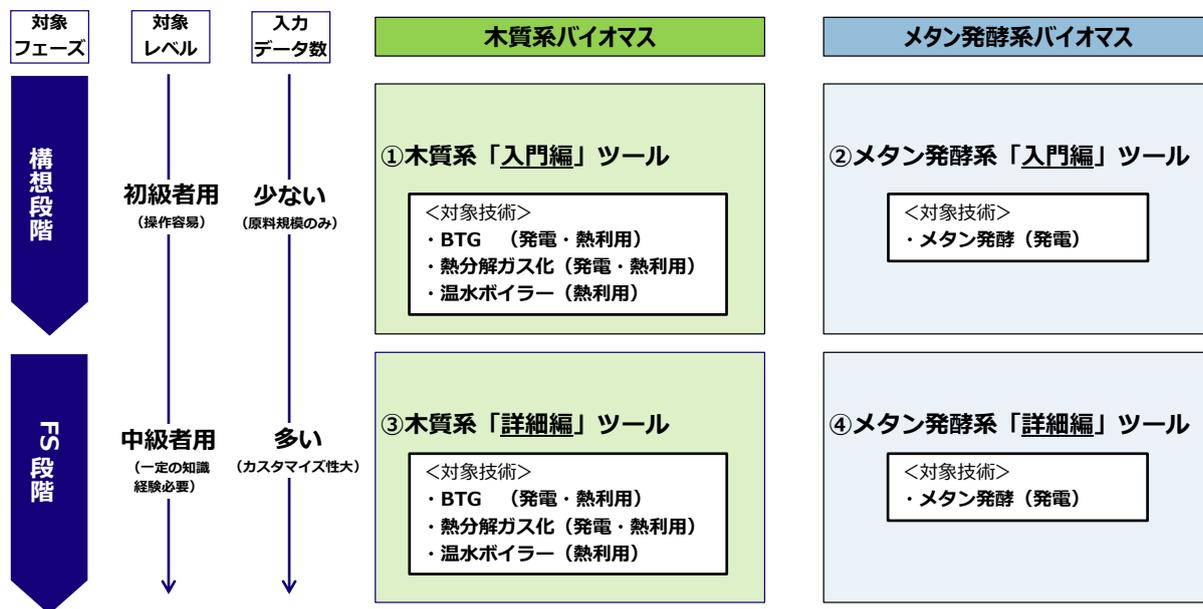


図 1.4.8 バイオマスエネルギー事業の事業性・地域経済性分析ツールの全体像

(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。

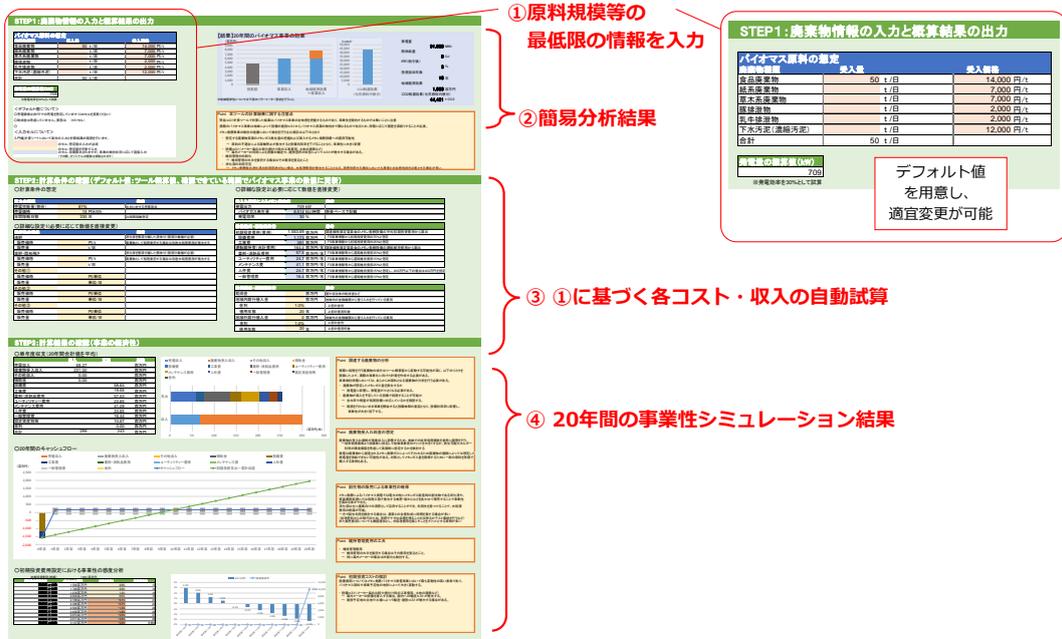


図 1.4.9 バイオマスエネルギー事業の事業性ツールのイメージ

(出所) みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

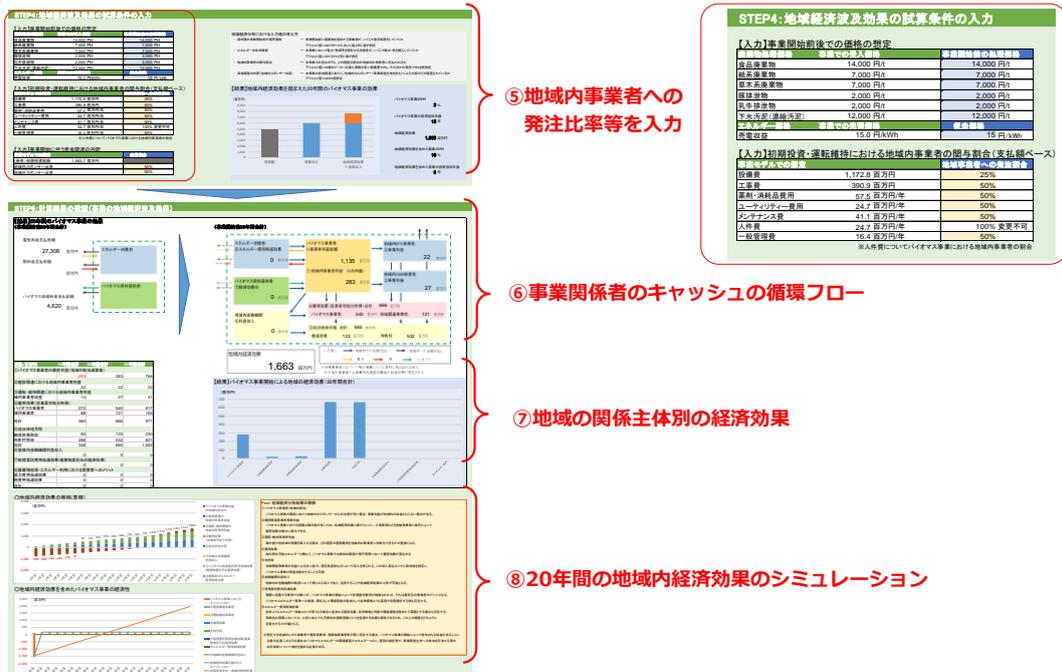


図 1.4.10 バイオマスエネルギー事業の地域経済性分析ツールのイメージ

(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（株式会社富士クリーンの例）

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³⁰。

表 1.4.10 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	680kW	FS 資料から概算
電力価格	10 円/kWh	本ガイドライン想定
年間稼働日数	310 日	24 時間稼働、FS 資料から概算
産業廃棄物調達量	20,250t/年	事業者想定値
産業廃棄物受入価格	16,400 円/t	事業者想定値
紙ゴミ調達量	2,450t/年	事業者想定値
紙ゴミ受入価格	8,300 円/t	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 1.4.11 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		
設備費用	2,300,000	事業者想定値
土木工事費用	1,500,000	事業者想定値
助成金	-1,533,333	設備費用の初期投資費用の 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	-327,900	処理委託費(収入として計上)
ユーティリティ	24,000	事業者想定値
補助燃料費用	50,000	事業者想定値
消耗品費用	50,000	事業者想定値
労務費	35,000	事業者想定値
保守点検費用	45,000	事業者想定値
保険費用	7,250	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 1.4.12 バイオマス事業開始前のエネルギー等取引価格

諸元	値	備考
売電価格	15.3 円/kWh	産業用の電力価格
紙ごみ受入価格	0 円/t	情報がないため 0 円/t とした
産業廃棄物受入価格	16,400 円/t	事業者想定から変更はないものとした

(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

³⁰ バイオマス事業者から関係事業者を支払われる金額からその事業の従業員の所得・事業者の利益を算出するにあたり、法人企業統計が用いられることが多いが、本試算では実際に事業を行う地域の特性を反映するため、県別の産業連関表の数値を利用している。(他の実証事業者の試算も同様)

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 1.4.11 に示す。金銭の流れとして、バイオマス事業者である富士クリーンが近隣の事業者へ電力販売を行って得た収益から、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、それぞれが都道府県に税金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123.4百万円/年となった。株式会社富士クリーンは以前から廃棄物処理事業を行っていたが、メタン発酵施設の稼働を開始し、地域のバイオマス資源から電気と熱を生成・利用することで新たな金銭の流れが創出されている。仮に、メタン発酵設備を導入せず、従来どおり地域外の電力事業者から電力供給を受けていた場合、この分の費用は地域外に流出していたこととなる。

本試算ではバイオマス利用事業者（エネルギー供給者：メタン発酵施設）が、エネルギー需要家（供給先：株式会社富士クリーンの同一敷地内の施設）に対し、それまで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30.5百万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。

試算の前提条件では産業廃棄物の受入価格がメタン発酵事業開始前後で変更はないものとしたが、仮に以前より安価な受入価格を設定した場合は、バイオマスを供給する排出業者には処理委託費の削減効果が発生する。一方、紙ゴミについてはメタン発酵施設が有償で購入するため、地域内に20.3百万円/年の追加的な収益が得られる。

また、バイオマス利用施設で働く従業員の可処分所得は31.8百万円/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、本試算では考慮していないが、この所得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。

都道府県の税金は5.2百万円/年となった。これは、バイオマス事業者と地域の関連事業者から得られる税金、従業員の所得税として、バイオマス事業を開始したことで新たに得られる税金である。今回の試算は都道府県を地域として試算を行っているが、関係業者が立地するそれぞれの市町村レベルにおいても総額で29.7百万円/年程度の税収入が見込まれる。

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設備導入・工事から保守運用の面で地域の事業者を支払われる金額から40.3百万円/年の利益が得られる。

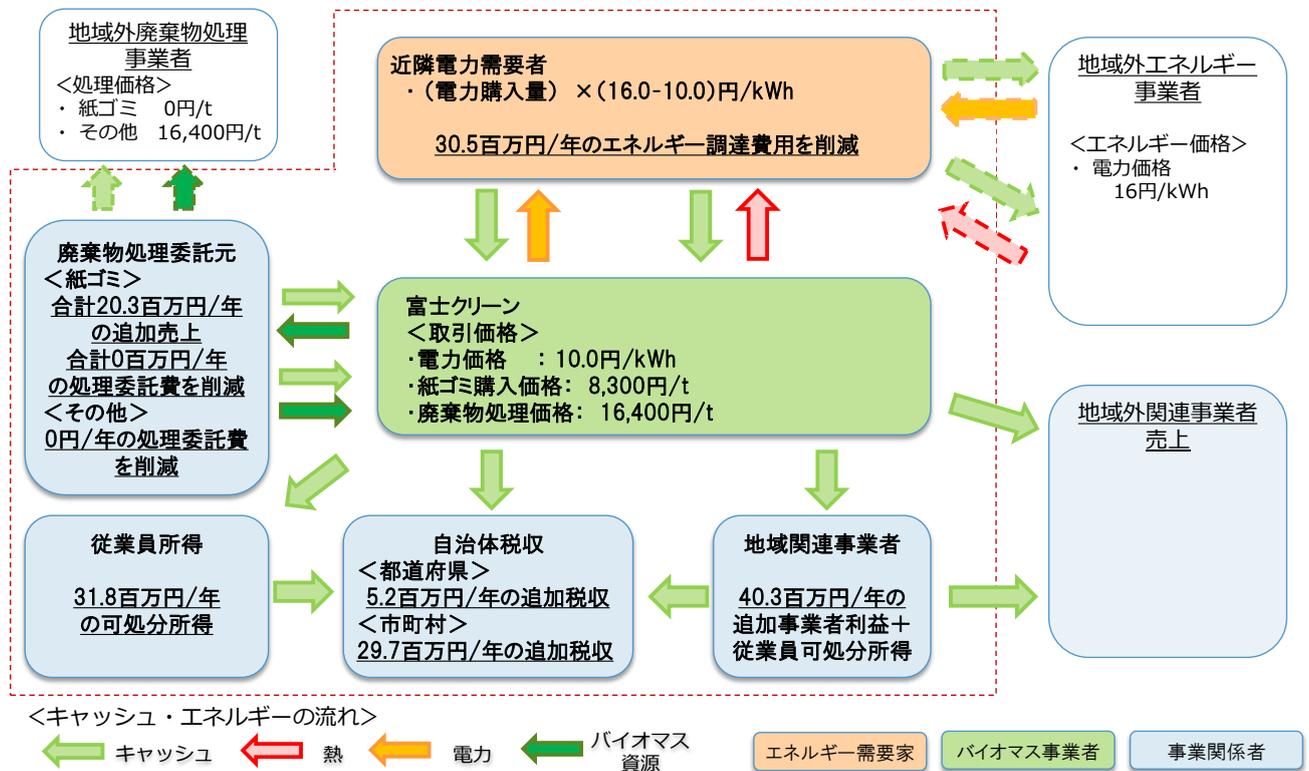


図 1.4.11 バイオマス事業の開始による地域経済効果 (20年間平均値)

(出所) みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社作成

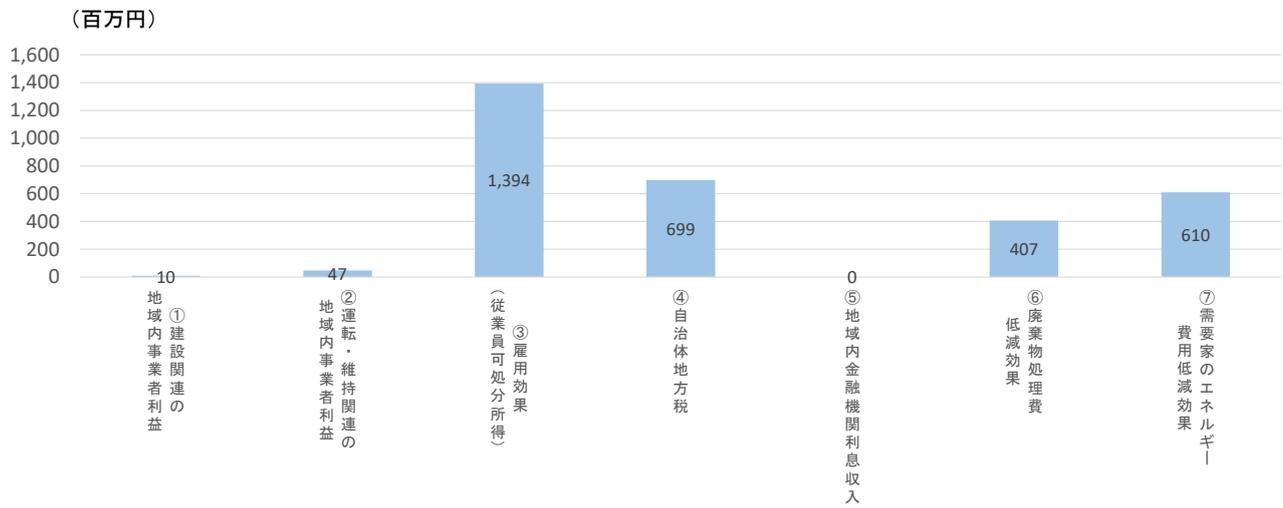


図 1.4.12 バイオマス事業の開始による地域経済効果 (20年間の総額)

(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

メタン発酵は生活や産業活動に伴い排出される生ごみや食品廃棄物、家畜ふん尿などの有機性廃棄物からバイオガスなどのエネルギーを生み出し、電力や熱として再生利用することができるクリーンなエネルギー変換技術である。

近年はこれらの環境効果を基に、SDGs への対応としてメタン発酵を含む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、メタン発酵を含むバイオマスエネルギーなどの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。

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



図 1.4.13 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。

1) 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、電熱供給事業全体として算定を行う）。

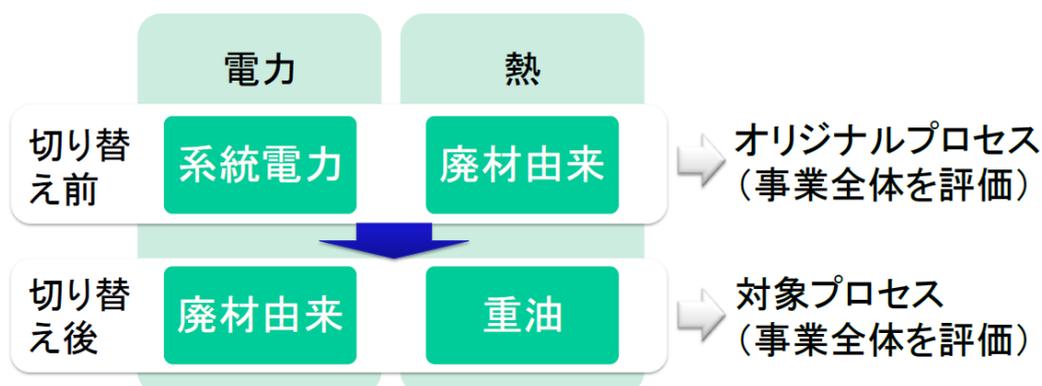


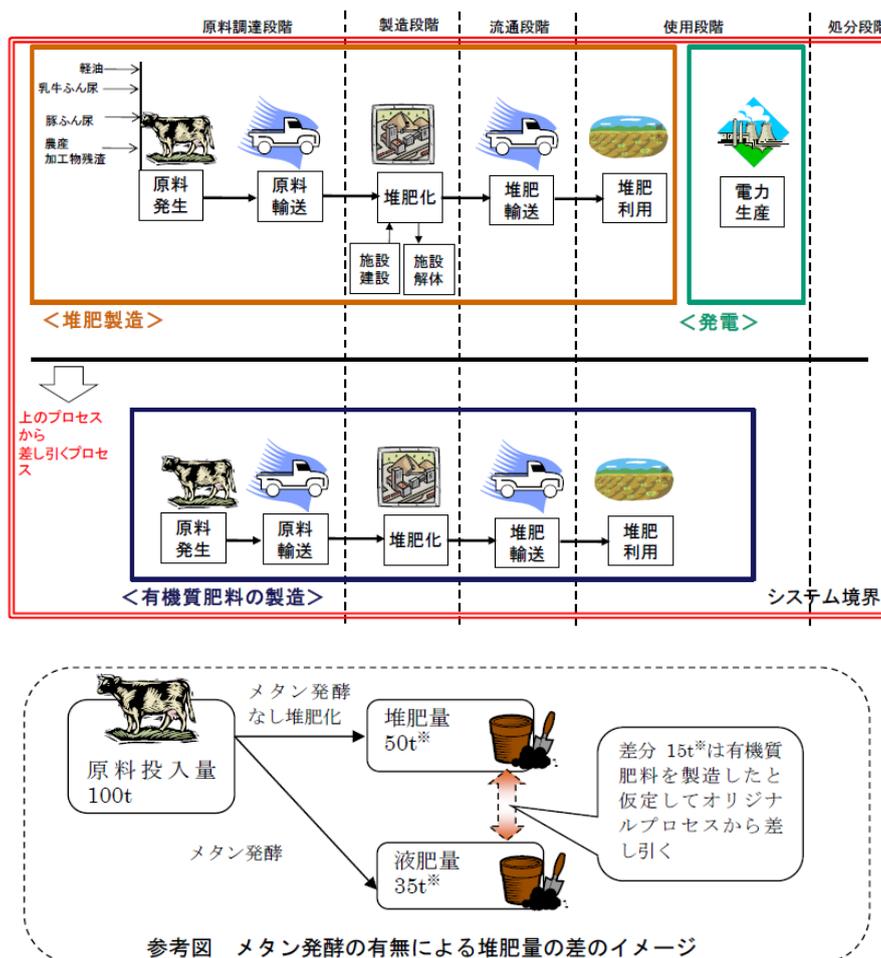
図 1.4.14 同一事業者が電熱供給事業を行う場合のシステム境界

(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：牛ふん尿のメタン発酵による発電を行うとともに、その副産物を液肥として利用する事業に関するオリジナルプロセス>

牛ふん尿からメタンガスを製造し、発電を行うとともに、副産物を液肥として利用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「それに必要な原料の処理」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「従来型の堆肥製造プロセス」を考慮する必要がある。

なお、メタン発酵により得られる液肥は、一般に従来型の堆肥化により製造される堆肥と比べて単位重量当たりの肥料成分量が小さいため、不足する肥料成分に相当する量の「有機質肥料の製造プロセス」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。



※「堆肥」と「液肥」では単位重量当たりの肥料成分量が異なるため、単純な重量比較ができない。化学肥料に比した有機物中窒素の相対的な効果を表す比率である「肥効率」、又は「農林水産省『農業物価統計調査』における全国平均価格」等を用いて、有機質肥料の場合の相当重量に換算した上で、差分を算出する³¹。

※この場合、「肥効率」には、本来全ての肥料成分の値を用いるべきであるが、窒素以外の成分についてはお辭助が充実していないため、ここでは窒素成分の肥効率を用いることとする。

³¹例）メタン発酵を行わずに堆肥化を行った場合の堆肥製造量 64t、窒素肥効率 100%（化学肥料と同等の窒素肥効率と想定）メタン発酵を行った場合の液肥製造量 95t、窒素肥効率 55% 有機質肥料の窒素肥効率 78%と想定した場合、差分として差し引く有機質肥料の重量 = (64 × 1.00 - 95 × 0.55) ÷ 0.78 = 15(t)

<例：バイオガスを都市ガス代替品とする事業に関するオリジナルプロセス>

バイオガスを都市ガス代替品として活用する事業のオリジナルプロセスを下図に示す。本事業の機能は都市ガス代替品の供給であるため、オリジナルプロセスは都市ガスの製造と利用である。

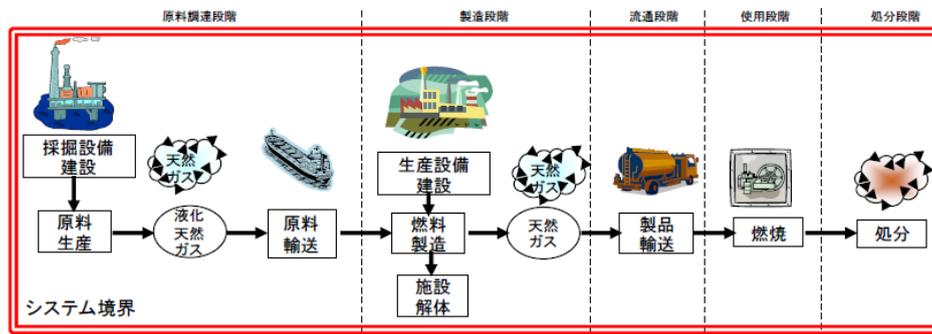


図 1.4.16 比較対象とするオリジナルプロセスのシステム境界（例）
（バイオガスを都市ガス代替品とする事業に関するオリジナルプロセス）

2) 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 1.4.13 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

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。

- 1) 木質系バイオマスを原料とするケース
 - 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
- 2) 資源作物を原料とするケース
 - ①土地利用変化、②栽培、③伐採、④搬出、⑤調達、⑥原料輸送
- 3) 資源作物から発生する残さを原料とするケース
 - ①原料加工、②原料輸送
- 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）

(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。

- 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、下水汚泥のように原料が既存インフラにより収集されている場合には、原料輸送プロセスにおける温室効果ガス排出量もシステム境界に含めなくてよいこととした。ただし、下水汚泥を主原料とした事業において下水汚泥以外の原料を投入する場合には、その原料の輸送工程における温室効果ガス排出量がシステム全体において大きな割合を占める可能性があることから、その原料の調達段階を考慮する必要がある。
- 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。
- 「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。
- メタン発酵により得られる液肥は、一般的に従来型の堆肥化により製造される堆肥と比べて肥効率が小さくなるため、その減少分をオリジナルプロセスから差し引く必要がある。
- 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、堆肥化施設等）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は、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（例：メタン発酵後に脱水・排水処理を行っている場合の凝集沈殿剤、排水処理剤）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。

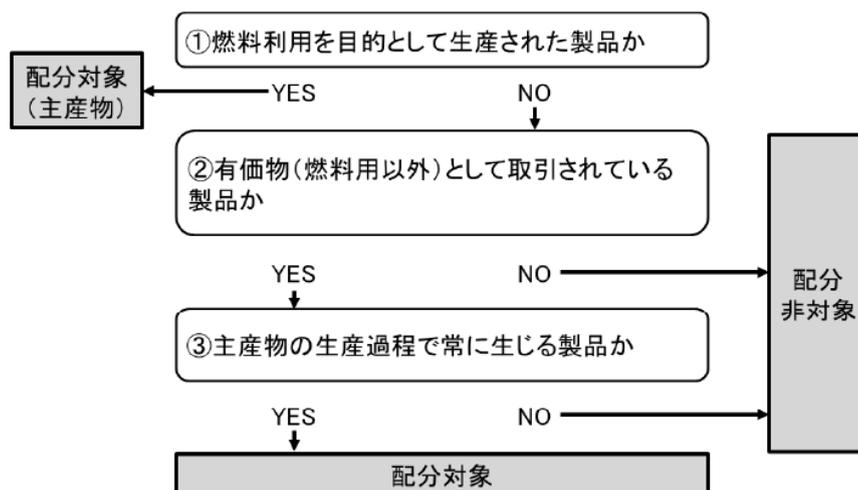
処分段階に関する留意事項

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』のみに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 1.4.17 配分対象の決定フローチャート

(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」

3) 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 データの例を環境省「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。

4) 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。

$$\text{①排出削減量} = \text{オリジナルプロセスの排出量} - \text{対象プロセスの排出量}$$

$$\text{②排出削減率} = (\text{オリジナルプロセスの排出量} - \text{対象プロセスの排出量}) \div \text{オリジナルプロセスの排出量} \times 100(\%)$$

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

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。