

平成 28 年度木質バイオマス利用支援体制構築事業

小規模木質バイオマス発電・熱電併給導入支援策に関する海外調査

成果報告書

平成 29 年 3 月

一般社団法人 日本木質バイオマスエネルギー協会

目 次

1. はじめに.....	2
1. 1. 調査の目的.....	2
1. 2. 調査の流れ.....	3
1. 2. 1. ベンダー・メーカーへの国内調査.....	3
1) 質問票による事前調査.....	3
2) 欧州の専門機関に関する国内ヒアリング.....	4
1. 2. 2. 欧州調査.....	4
1) 熱電併給事業者へのヒアリング.....	4
2) 専門機関へのヒアリング.....	5
3) 訪問先の日程およびルートマップ.....	5
2. 国内に導入される小規模発電技術の概要.....	6
2. 1. 日本国内に導入される個別機器の仕様等について.....	6
3. 小規模バイオマス熱電併給の導入実態.....	14
3. 1. 欧州の導入事例.....	14
3. 1. 1. 施設の管理・運用.....	16
3. 1. 2. 施設設計の考え方.....	16
3. 1. 3. 売熱におけるインフラ.....	17
3. 2. 熱電併給事業における収支分析.....	18
3. 2. 1. 事業者毎の収支分析.....	18
1) CHP-1 : Elektro Bohnefeld Schlettau の場合.....	19
2) CHP-2 : Community Heat Plant at Velburg の場合.....	21
3) CHP-3 : Stadwerke Kelheim の場合.....	23
4) CHP-4 : Baiomasse Kraftwerk Gussing の場合.....	25
3. 2. 2. その他の CHP 事業に関して.....	27
3. 3. 欧州に見る熱電併給事業のまとめ.....	28
3. 4. 専門機関の活動状況.....	30
4. まとめ.....	35
付録-1 : 欧州熱電併給の事例報告.....	36
付録-2 : 専門機関のヒアリング調査報告.....	66

1. はじめに

1. 1. 調査の目的

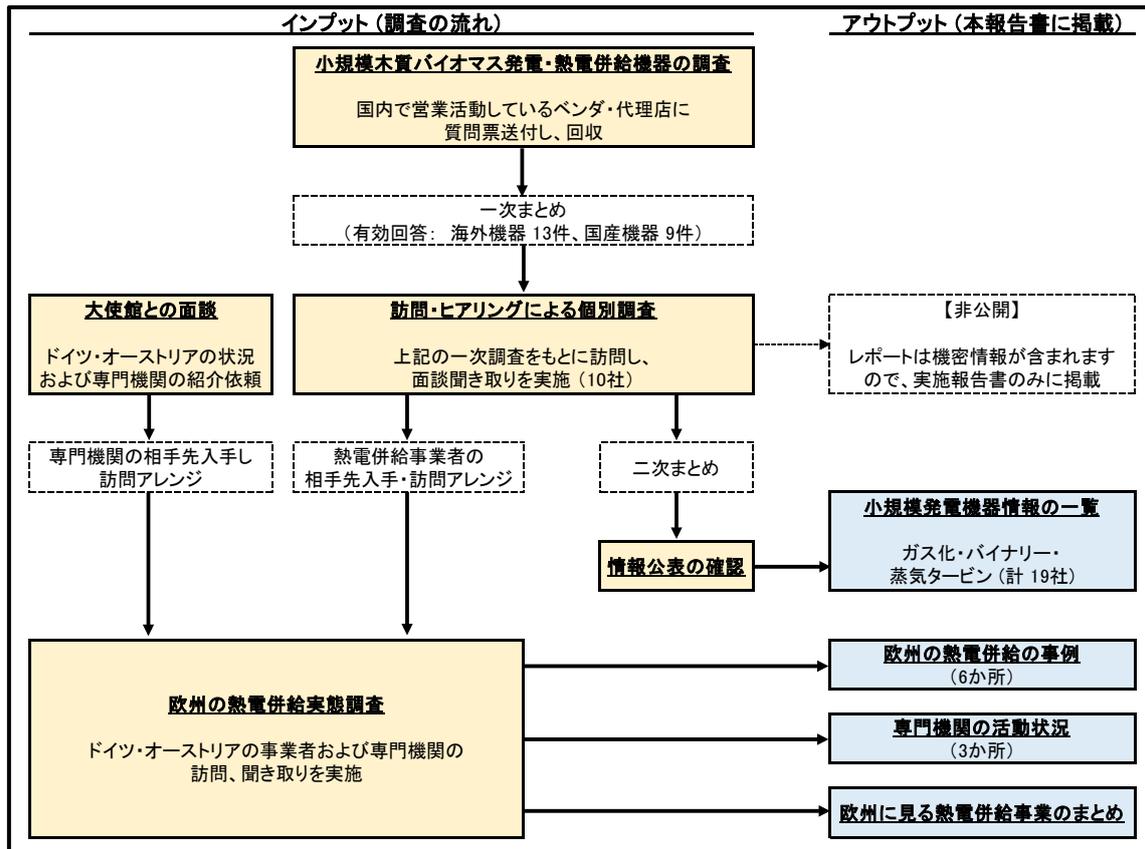
平成 27 年より、FIT に 2000kW 未満（未利用間伐材等由来の燃料使用）40 円/kW の新たな買い取り条件が設定され、これまで採算性の問題等から事業化が難しかった小規模木質バイオマス発電（以降、小規模発電とする）の国内での普及が期待されているところである。新たな枠組み創設により、全国で小規模発電事業化の動きが起こっており、合わせて国内外のメーカー・ベンダーによる機器や設備の営業活動も活発化している。一方で、小規模発電は国内での実績が乏しく、海外においても限られた技術による実績が徐々に伸びてきている状況である。

今後、当協会として、国内での小規模発電の普及をサポートしていく上で、関連技術の実績や国内での導入要件、サポート体制についてベンダー・メーカーごとの正確に把握したうえで、事業者に対する情報提供等の支援を行うことが求められている。

そのために本調査では、国内市場への導入の動きが見られる国内外の小規模発電機器・設備について、ベンダー・メーカーのヒアリングや海外での事例調査およびヒアリングを通じて情報を整理するとともに、海外調査の事例をもとに導入時の考え方などについて分析することを目的とする。

1. 2. 調査の流れ

本調査における業務の流れ（インプット）および本成果報告書で述べられる内容（アウトプット）の全体像を図－1に示す。概略として、国内市場への導入に向けて活動されているベンダー・メーカーへの調査と欧州地区における熱電併給（以降、CHPとする）の実態調査の2ステップにて調査を進めた。



図－1 調査の流れと報告書への記載事項

1. 2. 1. ベンダー・メーカーへの国内調査

1) 質問票による事前調査

日本国内で小規模木質バイオマス発電機器・設備の販売を行う国内外のベンダー・メーカー27社（海外：16社、国内：11社）に対してヒアリングの事前調査として質問票を送付し、カタログや機器仕様書等の提供を依頼した。この事前調査に協力頂き入手できた有効回答の機器は、海外製：13件、国産：9件で、装置メーカー毎に表－1に示す。

表－1 事前調査の有効回答メーカー・ベンダー

機器メーカー;アルファベット順	国名	国内ベンダー:代理店・日本法人他	発電システム
Access Energy	アメリカ	第一実業株式会社	ORC
A.H.T Service GmbH	ドイツ・オランダ	A.H.T. Syngas N. V. が対応	ガス化
All Power Labs	アメリカ	---	ガス化
Burkhardt GmbH	ドイツ	三洋貿易株式会社	ガス化
Community Power Corporation	アメリカ	シンテックジャパン株式会社	ガス化
ESPE SRL	イタリア	アンフィニ株式会社	ガス化
Gussing Renewable Energy	オーストリア	株式会社エジソンパワー	ガス化
IHI	日本	IHIプラント建設株式会社	ORC
KOBELCO (コベルコ)	日本	株式会社神戸製鋼所	小型タービン & ORC
Kuntschar Energiereugng GmbH	ドイツ	篠田株式会社	ガス化
未来環境エナジー	日本	株式会社未来環境エナジー	ガス化
サタケ	日本	株式会社サタケ	ガス化
Spanner Re2	ドイツ	Spanner株式会社	ガス化
タクマ	日本	株式会社タクマ	蒸気タービン
月島機械	日本	株式会社月島機械	蒸気タービン
ThyssenKrupp Otto	オーストリア	株式会社ティセングルッポットー	ガス化
Turboden S.r.l.	イタリア	第一実業株式会社	ORC
URBAS machinenfabrik GmbH	オーストリア	株式会社コーレンス	ガス化
Volter	フィンランド	ボルタージャパン株式会社	ガス化
ヤンマーエネルギーシステム	日本	ヤンマーエネルギーシステム株式会社	ガス化
よしみね	日本	株式会社よしみね	蒸気タービン
ZEエナジー	日本	株式会社ZEエナジー	ガス化

質問票回答をもとに、一部のベンダー・メーカーに詳細なヒアリングを行い、加えて欧州での CHP 事業者の視察先紹介の協力を依頼し、コンタクト先情報を入手した。

2) 欧州の専門機関に関する国内ヒアリング

ドイツ商工会議所、オーストリア大使館商務部にヒアリングを実施し、小規模発電設備の欧州における稼働実態や普及状況、またそれを下支えする政策動向、社会的背景などについて情報収集するため、専門機関の適切な視察先を紹介頂いた。

1. 2. 2. 欧州調査

1) 熱電併給事業者へのヒアリング

小規模発電設備の導入事例の現地調査を実施し、稼働実績、燃料要件、エネルギー利用実態、メンテナンス対応、事業スキーム、採算性等の情報収集を行ない、事例単位で取りまとめた。訪問先および導入している小規模発電機器の一覧を表－2 に示す。

表一 訪問した熱電併給事業者

熱電併給事業者:訪問順	国名	導入している発電機器	発電システム
Electro Bohnefeld Schettau	ドイツ	Spanner, HKA30 & 45	ガス化
Southern Heating Plant	ドイツ	Burkhardt, V3.90+CHP165HG/180HG	ガス化
Community Heat Plant at Velgurg	ドイツ	Burkhardt, V3.90+CHP180HG	ガス化
Stadtwerke Kelhem	ドイツ	Turboden, TD600CHP with Split	ORC
Baiomasse Kraftwerk Gussing	オーストリア	GRE, DFB 1.95MW	ガス化
Community Heat Plant at Poellau	オーストリア	URBAS, HVG series	ガス化

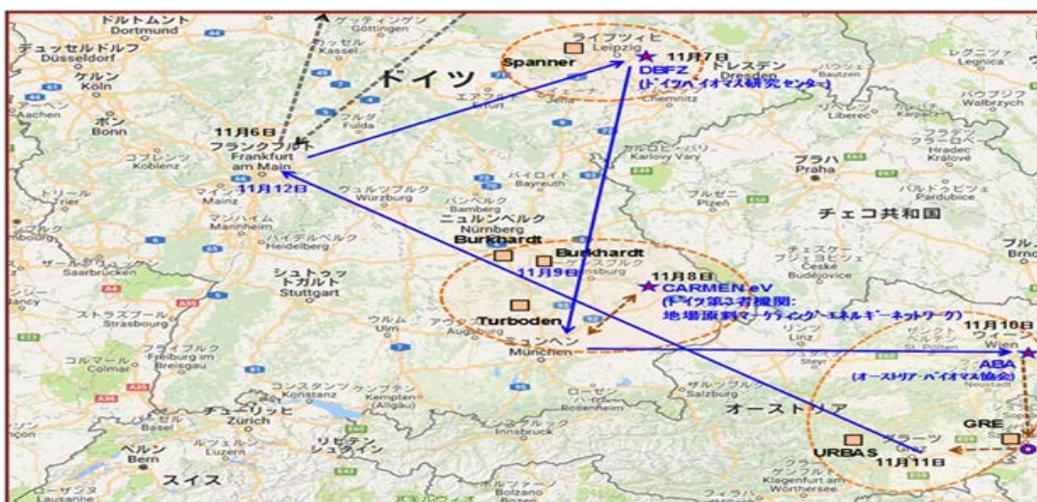
2) 専門機関へのヒアリング

下記の木質バイオマスに係る研究機関、業界組織等の専門機関のヒアリングを実施し、小規模発電の普及状況や成立要件、政策支援の状況、また個別メーカー等の情報公開や事業者支援のあり方について情報収集を行った。

- ・ DBFZ (German Biomass Research Centre) : ドイツバイオマス研究センター
- ・ CARMEN (Central Agricultural Raw Materials Marketing & Development Network) : ドイツ、バイエルン州政府の機関で、バイオマス関連プロジェクトの支援実施
- ・ Austrian Biomass Association : オーストリアバイオマス協会

3) 訪問先の日程およびルートマップ

日程	視察訪問先		
	時刻	事業者名 および 機関名	住所
11/7 月	AM9:00~AM12:00 PM14:00~PM16:00	【専門機関】 DBFZ (バイオマス研究センター) 【発電事業者】 Elektro Bohnefeld chlettau (Spanner)	Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig Schlettauer Bergstraße 7, 06193, Wettin-Löbejün
11/8 火	AM10:00~AM12:00 PM14:30~PM17:00	【専門機関】 C.A.R.M.E.N.eV 【発電事業者】 Southern Heating Center (Burkhardt)	3rd floor, Schulgasse 18, 94315 Straubing Muehlhausen in der Oberpfalz
11/9 水	AM8:00~AM10:00 AM11:00~PM14:00	【発電事業者】 Velburg Community Plant (Burkhardt) 【発電事業者】 Stadtwerke Kelheim(Turboden)	Velburg地区 Am Kastlacker 15, Kelheim
11/10 木	AM9:00~AM12:00 PM15:00~PM17:00	【専門機関】 Austria Biomass Association 【発電事業者】 Biomasse Kraftwerk Gussing (GRE)	Franz Josefs-Kai 13, 1010 Wien Wiener StraBe 51, A-7540 Gussing
11/11 金	AM11:00~PM15:00	【発電事業者】 Poellau Community Plant (URBAS)	Poellau地区



図一 訪問先およびルートマップ

2. 国内に導入される小規模発電技術の概要

2. 1. 日本国内に導入される個別機器の仕様等について

日本国内への導入に向けて営業活動している小規模発電機器に関して、個々のメーカー・ベンダーからの情報や聞き取りをもとに、表―3から表―9の比較一覧表（アルファベット順）を作成した。

なお、これらの情報を公表するにあたり、メーカー・ベンダー各社に許諾を得ており、当協会のホームページにも公開する予定である。

今回の調査対象機器は、FIT制度において平成27年に追加された枠である発電出力2000kW未満（未利用間伐材等由来の燃料使用）に対応する設備とした。メーカー・ベンダーの公表許諾を入手した発電方式別の分類は、ガス化炉発電：15件、ORC発電：3件、蒸気タービン発電：2件となっている。この出力規模を狙った発電においては、ガス化炉機器を採用した事業計画が多く、発電のみならず熱利用も含めた仕様になっている。

多くのガス化炉発電は、定格出力が数10kWh～数100kWhに分布している。メーカーやベンダー訪問時のヒアリング調査の際に、多くの方から単体のガス化炉発電では、現行FIT制度の高い買い取り価格（40円/kWh：2000kW未満の発電で未利用間伐材等由来の燃料使用の場合）を用いても、国内で採算性を確保するには、まだまだ課題が多いとの意見も聞かれた。

同一機種のガス化炉機器を並列稼働させ、出力が大きい発電事業構成にすることにより、発電のみでも事業性を確保出来るとの検討もされている。しかしながら、本来ガス化やORC発電では、熱出力が発電出力の倍以上得られるため、この付加価値を事業に組み込むことが理にかなうとの指摘が多かった。

【注意事項】

・表―1～表―7の一覧表に記載されている情報は、現時点で当協会が把握している小規模木質バイオマス発電機器に関して、各機器供給者 或いは 国内代理店から提供・公表の許可を頂いた内容です。なお、当該一覧表に掲載を希望される場合は、一覧表に示された項目や内容を、当協会にご提供いただければ、適時更新・掲載します。

・記載の情報は2016年12月時点のもので、記載内容の変更や修正が随時行われますので、最新情報は各機器供給者や代理店に直接お問合せ下さい。

・また、記載されている内容（仕様や数値など）に関しても、当協会が保証しているものではありません。この一覧表自体は、当協会が作成したもので転載を禁じます。

表-3 小規模発電設備の仕様比較 (1/7)

装置ベンダー/Equipment Vender		Access Energy (Calnetix Technologies,LCC)		A.H.T. Services GmbH		All Power Labs	
事業者情報 Supplier's Information	国名/Country	米国		ドイツ・オランダ		米国	
	ウェブサイト/Web site	https://www.calnetix.com/		www.aht-syngas.com		http://www.allpowerlabs.com/	
	日本法人/Japanese arm	---		---		---	
	国内代理店/Distributor in Japan	第一実業株式会社		(日本国内は"A.H.T. Syngas N.V."対応)		---	
	ウェブサイト/Web site	http://www.djk.co.jp		---		---	
	連絡先名/Contact	バイナリー発電システム部		A.H.T. Syngas N.V.		Austin Liu/Sale Mgr.	
連絡先TEL/Phone	03-6370-8641		+49 (0) 2206 95190-0		1-888-252-5324		
メールアドレス/e-mail	Geo-ORC@djk.co.jp		info@aht-syngas.com		austin@allpowerlabs.com		
住所/Office address	101-8222 千代田区神田駿河台4-6 御茶ノ水ソラシティ17F		Diepenbroich 15, 51491, Overath, Germany		1010 Murry St. Berkeley, CA 94110, USA		
機器の写真 (ホームページやパンフレット等の公開情報から引用)							
発電 Electrical Power Generation	設備型式(名称) Equipment Code (Name)	Thermapower 125MT(蒸気用)	Thermapower 125XLT(温水用)	AHT BG111-TF (250kW)	AHT BG116-TF (500kW)	PP20 CHP	
	発電方式 Generation type	バイナリー		ガス化 (Twin-fire type) with dual fuel or gas engine		ガス化(Down-draft) +IC engine	
	定格出力[発電端](kW)	135		250	500	20	
	内部消費(kW)	10 (*1)		上述の定格出力の約10%		0	
	発電効率[発電端](%)	12~13 (*2)	6~7 (*2)	30		約20	
熱利用 Thermal Usage	熱出力(kW)	1050	1810	230	465	20	
	熱媒体	冷却水 (100~170t/h)	冷却水 (120~240t/h)	蒸気、温水		温水	
	熱供給温度(送り: Outgoing)	5~30	5~30	95			
	熱供給温度(戻り: Incoming)	入口温度+5°C程度		70			
	主な熱利用先	タービン作動用媒体(245fa)は循環利用のみで排熱利用は行わない。作動媒体・冷却条件は上記。		地域熱供給、産業用途: 冷熱電供給(CCHP)		熱分解、材料乾燥	
燃料 Fuel	燃料種			木質チップ、パーク、廃材、ブリケット、ペレット、その他の再生可能バイオマス		木質チップ	
	規格 (材料投入規格: サイズ・含水率・パーク混入率など)	当該機器は地熱や焼却炉からの廃熱を回収の上、タービン作動用媒体R245faへの熱交換を行い、発電するもので有る。バイオマスホイルの場合、発生蒸気を直接タービンに供給するのではなく、R245faを介しての発電となり、利用方法としては蒸気ホイルの後段での廃熱回収となるため、本項が該当しない。		丸太、木屑、チップなど各種木質材料に対応。AHTが乾燥、チップング、ブリッキングなどの支援可能。AHTのガス化炉は燃料材に対するの許容範囲が大きい。		燃料材は、チップ状、且つ適切なサイズで分離されている事。適切な水分レベルに乾燥させる事。パーク材は灰の排出量に影響するので、少ない方が良い。	
	規格 (装置への投入規格・条件)			サイズ: L=40-140mm, W=40-80mm, Th=20-80mm 細かな材量は10%max、それを超える場合はブリケット化が必要。含水率: 15%以下		サイズ: 1cm<X<4cm 含水率: 30%以下	
	Full出力時投入量(Kg/h)			180 (約10-15%)	450 (約10-15%)	24 (1.2 kg of feedstock per 1 kWh of energy production)	
設備関連 System related and Installation results	常時監視の必要性	弊社にお問合せ下さい。		不要		必要	
	(条件有れば、記載)	---		モニターアラームシステム用いた電話連絡や適時対応出来る体制、夜間も電話呼出し可能な体制で充分。		本機器は24時間以上の継続稼働を想定していません。毎日のメンテナンスで、灰処置や凝縮液の排出が必要です。	
	電気主任技術者の必要性	弊社にお問合せ下さい。		不要		必要	
	(条件有れば、記載)	---		定常稼働時に必須では無く、必要に応じて(サービス&メンテナンス時) A.H.T.社が作業者トレーニングも可能。		装置周辺配線の電気技術者	
	ホイル/タービン技術者の必要性	弊社にお問合せ下さい。		不要		不要	
	(条件有れば、記載)	---		定常稼働時に必須では無く、必要に応じて(サービス&メンテナンス時)		---	
	国内の導入数	38 (木質バイオマス以外含)	9 (木質バイオマス以外含)	0	1	1 (*1)	
	海外の導入数	125MT/XLT合わせ400基以上の実績 (木質バイオマス以外含む)		A.H.T. Syngas N.V.にお問合せ下さい。		80	
	日本国内の導入場所 (可能なら事業者名)	大分県別府市 (瀬戸内自然エネルギー)	---	---	気仙沼地域 エネルギー開発	(*1) 秋田県	
	導入事業者 or モデルプラントの 視察受入れ可否	訪問視察は可能です。 詳細は第一実業株式会社に お問合せ下さい		訪問視察のアレンジ可能。 A.H.T. Syngas N.V.にお問合せ下さい。		連絡先に、お問合せ下さい。	
備考	(*1) 内部消費: 付帯機器(冷却塔等)消費電力を除く。 (*2) 発電効率: 熱源・冷却水条件により変動						

表一 4 小規模発電設備の仕様比較 (2 / 7)

装置ベンダー/Equipment Vender		Burkhardt GmbH		Community Power Corporation	ESPE SRL
事業者情報 Supplier's Information	国名/Country	ドイツ		米国	イタリア
	ウェブサイト/Web site	http://burkhardt-gruppe.de/hp2/Startseite.htm		http://www.qocpc.com/	http://www.espegroup.com/en/
	日本人/Japanese arm	---		---	---
	国内代理店/Distributor in Japan	三洋貿易株式会社		シンテックジャパン株式会社	Infini Co. LTD (インフィニ株式会社)
	ウェブサイト/Web site	http://www.sanyo-trading.co.jp/		http://syntechjapan.com/	http://infinigroup.co.jp/
	連絡先名/Contact	機械・環境事業部 ハイマグループ		---	研究開発部 北村 一貴
連絡先TEL/Phone	03-3518-1129		03-3230-0766	06-6646-3330	
メールアドレス/e-mail	info-machine@sanyo-trading.co.jp		info@trigen-e.com	k.kitamura@infinigroup.co.jp	
住所/Office address	101-0054 東京都千代田区神田錦町2-11		102-0074 東京都千代田区九段南2-4-11 Hive Tokyo 3F	556-0017 大阪府大阪市浪速区湊町1丁目4-38 近鉄新難波ビル 10階 ESPE contact: Matteo Vecchiato/Dr Via Dell' Artigianato, 6 35010 Grantorto, Italy mail: espe@espe.it phone: +39 049 945 50 33	
機器の写真 (ホームページやパンフレット等の公開情報から引用)					
発電 Electrical Power Generation	設備型式(名称) Equipment Code (Name)	Gasifier V3.90 + CHP ECO 165HG	Gasifier V4.50 + smartblock 50T CHP	BioMax@100 Gen2	CHIP50
	発電方式 Generation type	ガス化		ガス化 (固定床 タウンドラフト式)	ガス化 (Downdraft)
	定格出力[発電端](kW)	165	49	155	49
	内部消費(kW)	8	1.5	10	5.9 (定格出力の約12%)
	発電効率[発電端](%)	30%以上	約25%	26	22.4
熱利用 Thermal Usage	熱出力(kW)	260 (=70+190)	110 (=25+85)	273 (=63+84+126)	110
	熱媒体	温水		熱風、高温冷媒、排ガス	温水
	熱供給温度(送り: Outgoing)	85-90		詳細はお問合せ願います。	65°C (Gasification sub-unit)/ 90°C (Cogeneration sub-unit)
	熱供給温度(戻り: Incoming)	65-70			55°C/80°C
主な熱利用先	地域熱供給、温浴施設、原料の乾燥		チップ乾燥 (低温の熱風)、 温水/冷暖房 (熱交換機を経て)	バイオマス乾燥、ヒル地域熱供給、 農場(温室)	
燃料 Fuel	燃料種	木質ペレット (*1)		木質チップ 農業残渣 廃棄物等	木質チップ
	規格 (材料受入規格: サイズ・含水率・パルク混入率など)	(*1) ENplus class A1		自社乾燥機付帯の場合、 含水率<40%まで、その他の場合<15% オプションで含水率50%の材料受け入れ 可能な乾燥機付帯も可能。	---
	規格 (装置への投入規格・条件)	同上		Size: 0.685~4.128cm chip断面: 縦横最長=5cm, 厚さ最長=0.635cm 含水率=15~18%、パルクや葉は10%以下	未利用木材 サイズ: P50A 含水率: 10%
	Full出力時投入量(Kg/h)	110	39	108 (絶乾ペー 約130kg/h (含水率=15-18%の場合)	49
設備関連 System related and Installation results	常時監視の必要性	不要		不要	不要
	(条件有れば、記載)	---		---	SCADA systemでのモニタリングで対応 (24時間/週7日の連続)
	電気主任技術者の必要性	不要		必要	不要
	(条件有れば、記載)	---		常駐の必要はないが、資格保持者と 契約の上、定期点検が必要	経験を持った作業員で対応可能
	ハイパー/タービン技術者の必要性	不要		不要	不要
	(条件有れば、記載)	---		---	---
	国内の導入数	1 (*1)	0	0 (1号機:17年春予定)	1
	海外の導入数	153 (*4 =22+131)	3	11	38
日本国内の導入場所 (可能なら事業者名)	群馬県上野村	---	1号機導入予定場所は三重県	ESPEへお問合せ願います	
導入事業者 or モデルプラントの 視察受入れ可否	民間業者様による視察希望は三洋貿易(株) が受け付けます。自治体様、公共団体様は 上野村への直接的な申込も可能です。		1号機稼働後 受入れ可	訪問アレンジ可能ですので ESPEへお問合せ願います。	
備考	V3.90+CHP ECO HG180HGのみ: 補助燃料:3L/軽油必要 *1: 上野村(180HG)、高山で国内2号機(165HG、 2017年3月稼働予定) *4:165HG/180HGの合計		コンテナ内包型のモジュール設計により①運 搬・輸送容易性②連結・立上時間短縮③建屋 不要を実現。また、プロセスに水を使用しない ため④水の処理が不要。さらに⑤多様な燃料 対応(現地調達)に対応。		

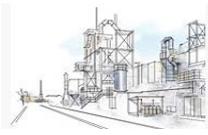
表-5 小規模発電設備の仕様比較 (3/7)

装置ベンダー/Equipment Vender		GRE (Güssing Renewable Energy)		KOBELCO (コベルコ)		Kuntschar Energieerzeugung GmbH
事業者情報 Supplier's Information	国名/Country	オーストリア		日本		ドイツ
	ウェブサイト/Web site	http://www.gussingrenewable.jp/		http://www.kobelco.co.jp/products/standard_compression/microbinary/		http://www.kuntschar-holzgas.de/en.html
	日本法人/Japanese arm	---		株式会社神戸製鋼所		---
	国内代理店/Distributor in Japan	株式会社エジソンパワー		神鋼商事株式会社		篠田株式会社
	ウェブサイト/Web site	http://www.edisonpower.co.jp/		http://www.steamstar.jp/		http://www.gifu-shinoda.co.jp/
	連絡先名/Contact	ハイオガス事業本部		圧縮機事業部汎用圧縮機本部 冷熱・エネルギー部		環境事業部
	連絡先TEL/Phone	03-6262-1470		03-5739-5343		058-214-3493
メールアドレス/e-mail	biogas@ep1.edisonpower.co.jp		---		eco@gifu-shinoda.co.jp	
住所/Office address	103-0027 東京都中央区日本橋3-3-9 4F		141-8688 東京都品川区北品川5丁目9-12		<本社> 〒500-8402 岐阜県岐阜市竜田町2丁目2番地 TEL 058-214-3493 FAX 058-214-3494 <東京支店> 〒170-0013 東京都豊島区東池袋1-45-3 TK88ビル4F TEL 03-6912-9175 FAX 03-6912-9176	
機器の写真 (ホームページやパンフレット等の公開情報から引用)						
発電 Electrical Power Generation	設備型式(名称) Equipment Code (Name)	DFB 1.1MW	DFB 1.95MW	MSEG160L-II (スクリーン式)	MB-125S (スクリーン式ORC)	HGK150
	発電方式 Generation type	二塔流動層	二塔流動層	スクリーン式蒸気タービン	スクリーン式ORC	ガス化 (ダウンドラフト)
	定格出力(発電端)(kW)	1,165	1,950	160	125	150
	内部消費(kW)	375	635	約2	約12	15
	発電効率(発電端)(%)	30	30	約75%	約8%	25
熱利用 Thermal Usage	熱出力(kW)	1,500	2,500	---	---	265
	熱媒体	加圧温水		飽和蒸気	温水	温水
	熱供給温度(送り: Outgoing)	150		【非公表】	【非公表】	80-85
	熱供給温度(戻り: Incoming)	110		【非公表】	【非公表】	60-65
	主な熱利用先	温泉加熱、植物工場、 バイナリー(ORC)発電		【非公表】	【非公表】	チップ乾燥、暖房、給湯
燃料 Fuel	燃料種	チップ、ペレット、パルク、木くず、 廃棄物等の可燃物		所定の蒸気圧力/量を 得られるのであれば、 燃料種、規格等は 不問	---	木質チップ
	規格 (材料受入規格: サイズ・含水率・パルク混入率など)	10cm以下、水分50wt%以下 放射能35ベクレル/kg以下				もともとの樹木に付いている樹皮程度なら パルク混入可
	規格 (装置への投入規格・条件)	水分20%以下の場合、乾燥機不要				Size:30-70mm 含水率:15%(DB)以下
	Full出力時投入量(Kg/h)	1667 (水分50%の場合)	3000 (水分50%の場合)			150
設備関連 System related and Installation results	常時監視の必要性	必要		必要	必要	必要
	(条件有れば、記載)	---		---	---	(*)夜間、遠隔監視可
	電気主任技術者の必要性	必要		必要	必要	必要
	(条件有れば、記載)	危険物取扱主任技術 乙4以上		---	---	第三種電気主任技術者
	ボイラー/タービン技術者の必要性	不要		必要	必要	不要
	(条件有れば、記載)	但し、バイナリー発電を 併用する場合は必要		規制緩和と条件に合致 する場合は不要	規制緩和と条件に合致 する場合は不要	---
	国内の導入数	1(建設中*1)	0	約200 (木質バイオマス以外事例含む)	約30 (木質バイオマス以外事例含む)	0
	海外の導入数	1(建設中 @タイ)	2	---	---	23 (主に製材所に設置されています)
日本国内の導入場所 (可能なら事業者名)	*1:茨城県大子町 2号機は静岡県南伊豆町(1.1MW)予定		【非公表】		---	
導入事業者 or モデルプラントの 視察受入れ可否	大子町が完成後(来年8月以降の予定)なら 可能ですので、エジソンパワーに お問い合わせ願います。		【非公表】		---	
備考	タイでの事業状況: 2017年は各種原料による 実験が主体の為、4月以降に(株)エジソンパ ワーにお問い合わせ願います。		---		---	

表-6 小規模発電設備の仕様比較 (4/7)

装置ベンダー/Equipment Vender		未来環境エナジー		サタケ	Spanner Re2
事業者情報 Supplier's Information	国名/Country	日本		日本	ドイツ
	ウェブサイト/Web site	http://www.fee-japan.co.jp/		http://www.satake-japan.co.jp/ja/	http://www.holz-kraft.de
	日本法人/Japanese arm	株式会社未来環境エナジー		株式会社サタケ	Spanner株式会社
	国内代理店/Distributor in Japan	---		---	---
	ウェブサイト/Web site	---		---	http://www.holz-kraft.jp/
	連絡先名/Contact	---		システム事業本部 産業システム部	経営企画室
	連絡先TEL/Phone	03-3556-5851		082-420-8623	050 3638 3352
メールアドレス/e-mail	info@fee-japan.co.jp		(ホームページのお問合せフォームを活用願います)		start@holz-kraft.jp
住所/Office address	102-0094 東京都千代田区紀尾井町 3-32 サンフラット紀尾井町5F		739-0043 広島県東広島市西条西本町2番30号	113-0022 東京都文京区千駄木5-28-2	
機器の写真 (ホームページやパンフレット等の公開情報から引用)					
発電 Electrical Power Generation	設備型式(名称) Equipment Code (Name)	AMATERAS-500	AMATERAS-Hybrid-1000	バイオガス化発電プラント 200kW	HKA45 機器の並列構成にて 発電:2000kWまでの構成が可能です
	発電方式 Generation type	ガス化	ガス化+エネルギー増幅装置	ガス化 (固定床オープンタイプ ダウンドラフト)	ガス化
	定格出力[発電端](kW)	500	1000	200	45
	内部消費(kW)	(定格出力の5%以内)		40	4
	発電効率[発電端](%)	【非公開】		22.5	25
熱利用 Thermal Usage	熱出力(kW)	約1,000kWh (発電量の約2倍の排熱利用が可能)		200	100 機器の並列構成にて 熱出力:4000kWまでの構成が可能です
	熱媒体	温水		温水	温水
	熱供給温度(送り:Outgoing)	80		90	85°C max
	熱供給温度(戻り:Incoming)	(設備内容により異なります)		70	60°C max
	主な熱利用先	ハウス栽培・陸上養殖・冷暖房・温水利用など		【非公開】	給湯、暖房、業務用
燃料 Fuel	燃料種	木質系原料:樹皮付の樹木をはじめ枝・葉・草・竹など 及び 廃棄物系の有機物		木質ブロック	切削チップ
	規格 (材料受入規格: サイズ・含水率・パーク混入率など)	含水率 40% (付帯設備のサイロ投入時) パーク比率の制限は特になし		---	標準構成の乾燥機利用時は生チップも可
	規格 (装置への投入規格・条件)	切削チップサイズ: 最大(60mmx50mmx30mm) 最小(30mmx20mmx3mm) ブリケット: 最大(40mmx50mm) 含水率: 40% 機器投入の含水量は、低いよりも高いほうが望ましい		縦/横: φ50程度 長さ: 100~125mm 含水率: 15%以下	切削チップ(使用時): 3~4cm (Size:G30-G40クラス) 含水量: 最大13%
	Full出力時投入量(Kg/h)	17ton/日 @ 500kWh, 含水率40%の場合 (材料により変動)		240 (@含水率=15%)	45 (含水率:最大13%)
設備関連 System related and Installation results	常時監視の必要性	不要		必要	不要
	(条件有れば、記載)	インターネットによるリモート管理システムと警備会社による遠隔警備		---	基本的に自動かつ連続運転。必要に応じてリモートアクセス機能により遠隔監視可能。
	電気主任技術者の必要性	必要		必要	不要
	(条件有れば、記載)	---		---	---
	ボイラー/タービン技術者の必要性	不要		不要	不要
	(条件有れば、記載)	---		---	---
	国内の導入数	0 2017年6月に西日本にて稼働予定		0 (*1)	2
	海外の導入数	3 フィンランドにおいて熱利用施設として実績有		【非公開】	600
日本国内の導入場所 (可能なら事業者名)	---		---	ウツヒル隠岐(島根), エコ村(福島)	
導入事業者 or モデルプラントの 視察受入れ可否	2017年7月以降の1号プラント稼働後には 随時視察を受け入れます。 詳細は弊社にお問合せ下さい。		---	見学ご希望の際、 弊社にお問い合わせ下さい。	
備考			*1: 200kWのモデルプラントを国内で計画中	提供情報は予告なく変わることがあります。 お客様が最新情報を必ず直接弊社にご確認ください さるようお願い申し上げます。	

表一 7 小規模発電設備の仕様比較 (5 / 7)

装置ベンダー/Equipment Vender		タクマ	ThyssenKrupp Otto	Turboden S.r.l.	
事業者情報 Supplier's Information	国名/Country	日本	オーストリア	イタリア	
	ウェブサイト/Web site	http://www.takuma.co.jp/index.html	http://www.repotec.at/	http://www.turboden.eu/en/home/index.php	
	日本法人/Japanese arm	株式会社タクマ	株式会社ティンクルップ オットー	---	
	国内代理店/Distributor in Japan	---	---	第一実業株式会社	
	ウェブサイト/Web site	---	http://www.thyssenkrupp-otto.jp/jp.html	http://www.djk.co.jp	
	連絡先名/Contact	エネルギー本部 プラント2部 (本社)	プロダクト開発	バイナリー発電システム部	
	連絡先TEL/Phone	06-6483-2618	03-3587-4115	03-6370-8641	
メールアドレス/e-mail	info-ee@takuma.co.jp	yoshio.abe@thyssenkrupp.com	Geo-ORC@djk.co.jp		
住所/Office address	(本社) 660-0806 兵庫県尼崎市金楽寺2番33号 (東京支社) 103-0806 東京都中央区東日本橋1-1-7 野村不動産東日本橋ビル プラント1部 03-5822-7842	107-0052 東京都港区赤坂4-15-1 赤坂ガーデンシティ17F	101-8222 千代田区神田駿河台4-6 御茶ノ水ソラシティ17F		
機器の写真 (ホームページやパンフレット等の公開情報から引用)					
発電 Electrical Power Generation	設備型式(名称) Equipment Code (Name)	2MW/バイオマス発電所	---	TURBODEN 7CHP (with Split)	TURBODEN 20CHP (with Split)
	発電方式 Generation type	蒸気タービン	ガス化 (循環流動層)	バイナリー	バイナリー
	定格出力[発電端](kW)	1,990	2,000	729	1999
	内部消費(kW)	【非公表】	300 (チップ乾燥機分を除く)	40	104
	発電効率[発電端](%)	【非公表】	25-30	18.6	18.4
熱利用 Thermal Usage	熱出力(kW)	---	5200 (ガスエンジンの排熱量全体) 実際は下記温水80°Cと60°Cの 温度差が利用可能	3146	8792
	熱媒体	---	温水	温水 (冷却水)	温水 (冷却水)
	熱供給温度(送り・Outgoing)	---	80	80	90
	熱供給温度(戻り・Incoming)	---	60	60	70
主な熱利用先	---	食品工場(殺菌・洗浄が主目的) 地域暖房	地域熱供給、乾燥等		
燃料 Fuel	燃料種	木質チップ	木質チップ	バイオマスチップ (所定の熱量を熱媒油にて回収できれば、特に 燃料種の制限はありません)	
	規格 (材料受入規格: サイズ・含水率・バーク混入率など)	---	30-50mm角 水分制限無し (自然で乾燥)	---	
	規格 (装置への投入規格・条件)	【非公表】	水分の制限はありませんが、水分が多い 状態でガス化炉に投入すると、発電に寄与 しない水分がsyngasに多く含まれ、装置が 大きくなるばかりです。そのため、自分の排 熱を利用し、水分を20wt%まで乾燥するこ とで最適化します。	---	
	Full出力時投入量(Kg/h)	【非公表】	2000 (水分20%前提)	1709 (ボイラー効率:0.88として)	4755 (ボイラー効率:0.88として)
設備関連 System related and Installation results	常時監視の必要性	必要	必要	(お問合せ下さい)	
	(条件有れば、記載)	DCS(分散型制御システム:コンピュータに よる一括管理)を設置し運転管理	プラント設備として、監視は必要。	---	
	電気主任技術者の必要性	必要	不要	(お問合せ下さい)	
	(条件有れば、記載)	電気技術者(3種以上)	---	---	
	ボイラー/タービン技術者の必要性	必要	不要	(お問合せ下さい)	
	(条件有れば、記載)	BT主任技術者(2種以上)	---	---	
	国内の導入数	2 (FIT施行以降のみ)	0	1件: 地熱向け(5MW・発電専用)	
	海外の導入数	0	3 (オーストリア:1件、ドイツ:1件、イタリア:1件)	319件: 種々の排熱に対して	
	日本国内の導入場所 (可能なら事業者名)	バイオマスパワーテクノロジー(三重県松坂市) (株)クリハラランド(茨城県大子町)	計画中ですが、現時点では未公表	大分県(九電みらいエナジー)	
導入事業者 or モデルプラントの 視察受入れ可否	弊社にお問い合わせ下さい。	現時点では海外の事業者をご紹介出来ま すが、(株)ティンクルップ オットーにお問合せ下さい。	不可		
備考		技術オーナー: REPROTEC社	7-20CHP間で3 line-up有。 20CHP以上は最大28CHP (2833kW)有。		

表一 8 小規模発電設備の仕様比較 (6 / 7)

装置ベンダー/Equipment Vender		URBAS machinenfabrik Ges.m.b.H.	Volter	ヤンマーエネルギーシステム
事業者情報 Supplier's Information	国名/Country	オーストリア	フィンランド	日本
	ウェブサイト/Web site	http://www.urbas.at/default.asp	http://www.volter.jp/	https://www.yanmar.com/jp/energy/
	日本法人/Japanese arm	---	ボルタージャパン株式会社	ヤンマーエネルギーシステム株式会社
	国内代理店/Distributor in Japan	株式会社コーレンス	---	---
	ウェブサイト/Web site	https://www.correns.co.jp/ja/	http://www.volter.jp/	---
	連絡先名/Contact	第四営業本部第三部	営業部	【非公表】
	連絡先TEL/Phone	03-5114-0740	0186-67-6015	【非公表】
	メールアドレス/e-mail	sales@correns.co.jp	info@volter.jp	【非公表】
住所/Office address	106-0032 東京都港区六本木1-8-7 MFPR六本木麻布台ビル3F	018-3301 秋田県北秋田市綴子古閑83	【非公表】	
機器の写真 (ホームページやパンフレット等の公開情報から引用)				
発電 Electrical Power Generation	設備型式(名称) Equipment Code (Name)	HVG V12TA 250 GLS2	Volter 40 indoor	木質バイオマスガス化 コージェネレーション
	発電方式 Generation type	ガス化 (Downdraft)	ガス化 (Downdraft)	ガス化 (固定床ダウンドラフト)
	定格出力[発電端](kW)	250	40	25
	内部消費(kW)	25	1.5-2	【非公表】
	発電効率[発電端](%)	26	22	32
熱利用 Thermal Usage	熱出力(kW)	530	100	39
	熱媒体	温水	温水	温水
	熱供給温度(送り: Outgoing)	90	55°C-85°C	【非公表】
	熱供給温度(戻り: Incoming)	70	35°C-65°C	【非公表】
主な熱利用先	地域暖房(実績) その他の使用可能なアプリケーションとしては、製材所の木材中温乾燥、温泉施設への熱供給、公共施設への温水供給、水耕栽培の熱源	チップ乾燥、ビニールハウス内暖房 温水供給	【非公表】	
燃料 Fuel	燃料種	木質チップ	木質チップ	木質チップ
	規格 (材料受入規格: サイズ・含水率・バーク混入率など)	サイズ: 60 - 150 mm 含水率: 50%以下 樹皮比率: 5%以下	含水率15%以下 チップサイズ: 以下の通り >80% 16mm-50mm >60% 30mm-50mm ≤9% 50mm-63mm ≤1% 3.2mm以下 バーク: 混入なし	【非公表】
	規格 (装置への投入規格・条件)	サイズ: 60-150mm 含水率: 15%以下 樹皮比率: 5%以下	チップサイズ: 3.2mm~63mm 含水率<15%	【非公表】
	Full出力時投入量(Kg/h)	225 (チップ含水率 15%時)	約38 (含水率12%の場合)	20
設備関連 System related and Installation results	常時監視の必要性	不要	不要	【非公表】
	(条件有れば、記載)	---	---	---
	電気主任技術者の必要性	不要	必要	【非公表】
	(条件有れば、記載)	---	電機主任技術者(専任ではない)	---
	ボイラー/タービン技術者の必要性	不要	不要	【非公表】
	(条件有れば、記載)	---	---	---
	国内の導入数	0	5 (1: 設置完了稼働中、4台: 設置中)	【非公表】
	海外の導入数	20	57	【非公表】
日本国内の導入場所 (可能なら事業者名)	---	ボルタージャパン株式会社 ビジターセンター内	【非公表】	
導入事業者 or モデルプラントの 視察受入れ可否	海外プラントの視察は可能ですので、 (株)コーレンスにお問合せ下さい。	事前にボルタージャパンに ご連絡をいただければ ビジターセンターにて受け入れ可能	【非公表】	
備考	国内受注件数: 1 (西日本)、導入は2017年末予定			

表-9 小規模発電設備の仕様比較 (7/7)

装置ベンダー/Equipment Vender		ZEエナジー	
事業者情報 Supplier's Information	国名/Country	日本	
	ウェブサイト/Web site	http://www.ze-energy.net/	
	日本法人/Japanese arm	株式会社ZEエナジー	
	国内代理店/Distributor in Japan	---	
	ウェブサイト/Web site	---	
	連絡先名/Contact	営業部	
	連絡先TEL/Phone	03-6432-4331	
メールアドレス/e-mail	info@ze-energy.net		
住所/Office address	105-0013 港区浜松町1-10-14 住友東新橋ビル3号館 7階		
機器の写真 (ホームページやパンフレット等の公開情報から引用)			
発電 Electrical Power Generation	設備型式(名称) Equipment Code (Name)	MBIO-180	MBIO-500
	発電方式 Generation type	ガス化 (ZE方式down-draft/特許取得済)	
	定格出力[発電端](kW)	180	500
	内部消費(kW)	定格ベースで20%未満 (機器構成による)	
	発電効率[発電端](%)	25	
熱利用 Thermal Usage	熱出力(kW)	発電規模の1.5倍程度	
	熱媒体	温水(冷却用循環水) 熱風(エンジン排気)	
	熱供給温度(送り:Outgoing)	温水:40℃程度 熱風:450℃程度	
	熱供給温度(戻り:Incoming)	(熱利用側条件による)	
主な熱利用先	チップ乾燥、農業ハウス利用		
燃料 Fuel	燃料種	木質チップ	
	規格 (材料受入規格: サイズ・含水率・パーク混入率など)	切削チップ:50mm角±10mm程度、厚み 6mm±30%以内。 水分:W.B.50%以下希望 パークについては丸太状態で樹皮ごと上記 サイズに切断されている場合は可、パーク のみをカットして利用することは不可。	
	規格 (装置への投入規格・条件)	チップ寸法は上記の通り。 ガス化装置投入時には水分をW.B.10%程 度に乾燥を要す。	
	Full出力時投入量(Kg/h)	MBIO-500の場合440kg/h (樹種、環境により変動)	
設備関連 System related and Installation results	常時監視の必要性	必要	
	(条件有れば、記載)	---	
	電気主任技術者の必要性	必要	
	(条件有れば、記載)	電気主任技術者	
	ボイラー/タービン技術者の必要性	不要	
	(条件有れば、記載)	---	
	国内の導入数	2	
	海外の導入数	1	
日本国内の導入場所 (可能なら事業者名)	長野県安曇野市(安曇野バイオマスエネルギーセンター) 長野県飯田市(かぶらちゃん村森の発電所)		
導入事業者 or モデルプラントの 視察受入れ可否	弊社にお問合せ下さい		
備考			

3. 小規模バイオマス熱電併給の導入実態

3. 1. 欧州の導入事例

欧州の熱電併給事業の事例概要を6件、表-10と表-11に一覧化した。

表-10 熱電併給事業者の比較一覧(1/2)

場所, 国	Leipzig, Germany	Muehlhausen, Germany	Velburg, Germany
比較要素の項目	Elektro Bohnefeld Schlettau	Southern Heating Plant	Community Heat Plant
■ 事業の形態	自事業の有効活用型	機器事業へ貢献型	丸投げ委託型
■ 事業の背景・概要	<p>・地域の公共事業請負を自社事業としており、そこからの燃料材を豊富に所有。建屋や土木工事等の機械・人員なども充ち出ている。燃料、運転人員、メンテ等を自社で対応する事業スキーム。</p> <p>・自事業所の熱供給費の削減が当初目的だが、周辺住居にも売熱しており、熱の安定供給を優先、発電は二の次の事。</p>	<p>・ブルクハルトは2008年にペレットを用いたプロトタイプ機を立上げ、1年半の実験・検証を経て、2009～10年に機器の販売開始。累計160台出荷。</p> <p>・本社地域の熱供給に対して、直接事業を取り組み、工場内に6台の装置稼働。熱電併給事業は、建屋・装置費用・サポート人員の面で優位な事業スキーム。</p>	<p>・導入前は、各戸がオイルボイラで個別の熱利用をしていた。70年代に地域開発の補助金を活用し、道路開発と同時に、熱供給配管を埋設・環境整備。隣接ホテル敷地に発電機器が設置されて居るが、周辺民家と同じユーザーの立場。</p> <p>・地域コミュニティ会社が運営しており、ブルクハルトに技術、燃料供給、メンテ対応など全て委託する丸投げの事業スキーム。</p>
■ 技術			
機器メーカー	Spanner Re2 (ドイツ)	Burkhardt (ドイツ)	Burkhardt (ドイツ)
発電技術	ガス化 (Down-draft)	ガス化 (Up-draft)	ガス化 (Up-draft)
発電出力	45kW(1台), 30kW(1台)	168kW/180kW (計6台)	180kW
熱出力	200kW (両方で)	約1700kW (合計)	270kW
■ 燃料			
燃料種	不要伐採木材のチップ	木質ペレット	木質ペレット
規格	(自社内の選別機で選別)	ENPlus-A1	ENPlus-A1
消費量		3000～3500トン/年	
調達方法	自社事業から発生する材	近隣業者から調達	Burkhardtが請負で対応
単価	基本的に無料 (周辺チップ単価は15-20€/m3)	170€/トン	170€/トン (輸送費込み)
■ エネルギー供給			
売電単価(条件)	(自社関連利用が主体) 20 €/kWh	(比較的広域な地域供給) (22 €/kWh)	(小規模な地域供給) 22 €/kWh (隣接ホテル:18 €/kWh)
熱供給環境	配管長=650m (自社で施設)	距離で3km先まで配管され 総延長=10km位	地域の熱供給センターで 従来から配管設置済
熱媒体	温水(行:85-90°C/戻:50°C)	温水	温水
売熱条件	6-8 €/kWh	5 €/kWh(工場)～6.5 €/kWh(家庭)	6.5～7 €/kWh
熱利用先	事業所内と近隣住宅, 木材乾燥	周辺地域への熱供給	敷地内ホテルと周辺民家
■ 稼働実態・メンテ			
稼働時期	2013年から稼働開始	2010年から稼働開始	2010年頃からガス化稼働
稼働時間	5500時間/年 (過去平均)	(8000時間弱程度/年)	7500時間/年の稼働保障
稼働パターン	熱供給を優先、余剰を売電 夏は1台稼働の体制	年間通して、 熱と電気の並行供給	年間稼働 (需要の基本負荷に対応)
人員	追加人員無し (本業の雇用者を活用)	機器の製造工場に設置の為 自家発電のみの人員殆ど無い	1人 (地域供給会社とBurkhardtの兼務)
メンテナンス	ほぼ全て自社対応 (年間7000€の費用発生)	工場の技術者・技能者が対応	Burkhardtとメンテ契約 (費用=45000～50000€/年)
事業性	売電収入はメンテ+雑費でトントン 売熱の約77k€/年が利益 投資回収は6年で達成見込み	機器事業者自らの発熱電事業 の為、詳細不明だが、初期費用負担 少なく、採算性は十分ある筈。	メンテ・燃料供給・稼働まで 丸投げで継続しており、最低限の 採算性は取れている筈。
■ その他	<p>・社長自ら、機器の面倒を見ており、Spannerの装置に愛着持って、燃料検討やトラブル対策など実践。場所は田舎ながら、本業で100名の雇用を維持しており、本人曰く熱電併給の仕事は"趣味+α"との事。</p>	<p>・新規に小型の発電:50kW, 熱供給:110kW装置を開発。法規制の対応から、個人ユーザーに適しており、より広範囲な再生可能エネルギーの普及を加速させることが目的。</p>	<p>・メンテ契約で7500時間/年の稼働保障を付けている。</p>

表-11 熱電併給事業者の比較一覧(2/2)

場所, 国	Kelheim, Germany	Gussing, Austria	Poellau, Austria
比較要素の項目	Stadtwerke Kelheim	Baioomasse Kraftwerk Gussing	Community Heat Plant
■ 事業の形態	公益事業として推進型	実験・検証型	熱需要へ適合型
■ 事業の背景・概要	<p>・80年代から製紙工場が有り、排出温水の活用で、配管設置含め地域熱利用が発展。市が65%出資の外郭組織を中心に2011年11月より稼働した公益主体の事業スキーム。</p> <p>・地域活性化、環境対策、安心・安全を意識、エネルギー転換への貢献、顧客視点で地域に根ざした活動をしており、子供たちの教育活動も実施している。</p>	<p>・2001年頃からDFBガス化技術の開発・検証の実験施設として稼働。実験主体の施設だが、地域の熱供給会社経由で売熱電をする事業スキーム。13年間に渡り稼働していたが、実験炉なのでメンテ費用を削減した為、概ね寿命を迎えた。</p> <p>・GREの経営資源は、新規プラント建設中のタイに集約、BKG自体は次期開発(水素やメタン抽出)に注力。</p>	<p>・この地域は2010年頃から4MW木質ボイラ導入しており、熱配管の設置などの環境整備は済んでいた。但し、夏季の熱需要が少ない背景から、小型ボイラかCHP導入を検討。夏季の熱需要=300kWをもとに年間稼働のため、このCHP導入した事業スキーム。</p>
■ 技術			
機器メーカー	Turboden (イタリア)	GRE (オーストリア)	URBAS (オーストリア)
発電技術	ORC	ガス化 (Dual-fluid bed方式)	ガス化 (Down-draft)
発電出力	600kW	2000kW	180kW
熱出力	3300kW	4500kW	320kW
■ 燃料			
燃料種	森林材からのチップ	地域の材を使用	地域の材を使用
規格	G-100 (サイズ規定)	G-50 (大小サイズの両側規定)	サイズが比較的大きい
消費量	100m3/日	2.0~2.5トン/時 (含水率-30%)	
調達方法	4-5ヶ所の供給会社・組合	(地域の供給会社?)	流通市場からの調達
単価	15~20€/m3	80~100€/トン	(65~75€/トン、含水率:35%)
■ エネルギー供給	(比較的広域な地域供給)	(比較的広域な地域供給)	(小規模な地域供給)
売電単価(条件)	22¢/kWh	16.4¢/kW(従来)->3-4¢/kW(今)	19¢/kWh
熱供給環境	総配管長=約9.5km	地域の熱供給会社経由(配管は所有せず)	地域配管は約8km設置済(200箇所)に供給
熱媒体	温水(行:90-95°C/戻:60-65°C)	加圧温水(行:120&90°C/戻:70°C)	温水(行:90°C/戻:50°C)
売熱条件	7.4¢/kWh	2~2.5¢/kWh	2¢/kWh
熱利用先	公共施設,工場,住宅へ地域供給	公共施設,工場,住宅へ地域供給	地域の会社,住居
■ 稼働実態・メンテ			
稼働時期	2011年11月から稼働	2001年から稼働	2015年から稼働
稼働時間	(6000時間/年程度)	7800時間/年(過去ピーク)	8300時間/年(昨年7月~今年6月)
稼働パターン	年間で9ヶ月のみ稼働(熱需要の基本負荷に対応)	年間稼働(他2カ所の熱供給事業者より優先)	年間稼働(夏期間の基本熱供給部分)
人員	1人(他にManagementが1人)	5人+1人(マネージメント)	1人(見回りとチップ搬入作業)
メンテナンス	装置毎にメンテ契約を締結(全装置費用=70000€/年)	当初から実験検証機だったので最小限メンテナンスのみ実施	40000~50000€/年
事業性	投資回収に13年半との見込みで、採算性は良くないと予測。新規配管は個々の経済性で判断。	初期投資(12億)全てが補助金、売電16¢なら事業成立していた。売電3¢-->16¢戻しを要求中	夏需要に合せた機器導入で常時Full稼働。
■ その他	・上記の総メンテ費=70000€/年の内、40000€/年がTurbodenのFullパッケージの契約費用-->95%の稼働保障込み。	・タイや日本(エジソンパワー社にライセンス供与)の新設設備はBKGの経験を基にしており同じ物では無い(DFB技術は採用)。	・URBAS社は2001年頃から独自でガス化検討を手探りで開始。2008年に1号機を納入との事で、長期間の検証を経て製品化。

事業者毎に、事業の概要、採用技術、燃料、エネルギー利用、稼働体制、事業性などに関しての諸元に分類されており、詳細なヒアリングメモは、本報告巻末の付録-1に添付する。今回訪問した6つの事業者は、事業体や規模の差はあるが全て周辺地域への熱供給を主体にした熱の利活用と発電を行っており、売電と売熱をとともに実施している。

3. 1. 1. 施設の管理・運用

訪問時は 1 事業者を除き安定的な稼働をしていたが、直接携わっているオペレータや技術者の姿を殆んど見かけなかった。熱電併給事業の運営は定常メンテナンスや簡易的なトラブル対策も含め、事業者自ら最低人数（ほぼ 1 名）で行われており、稼働自体に対する大きな懸念や問題を抱えているようには見えない。また、事業者によっては、機器メーカーから提供されるメンテナンス契約（一定時間の年間稼働保証がついている）や施設の運営委託（点検や燃料供給なども含め）をしており、各々の山村地域で専任の技術者や経験者を確保する必要が無い例も見受けられた。

発電が停止していた 1 事業者（Baiomasse Kraftwerk Gussing）は、部品故障で納品待ちとのことでした。当発電事業は、新たなガス化技術開発の実験・検証設備としてスタートした経緯を持ち、本格稼働から 13 年間を経ており、実験炉が故に様々な検証（水素やメタン抽出実験など付帯設備も有り）可能だが、メンテナンス（保守・更新）費用を最小限に抑えて運用してきたために、概ね寿命を迎えているとの認識。更に、稼働当初の売電契約期間が過ぎ、売電価格の低減を余儀なくされていることから、当該既存施設での事業継続には懸念を持っており、次期開発テーマに沿った新たな施設への転換も検討中との見解だった。

3. 1. 2. 施設設計の考え方

年間の稼働時間は、メンテナンスやトラブル等による停止時間を除き、5500 時間（230 日相当）～8300 時間（346 日相当）と事業者毎にバラツキがあるが、基本的に熱利活用に応じた運用に合せ施設設計されていることが特徴である。

例えば、

- ①小規模機器を 2 台所有し、夏の期間は 1 台のみ運用する形態
- ②稼働を真夏除く期間に限定し、その期間における熱需要の基本負荷を賄う形態
- ③夏期間の熱需要を基本供給量とした機器を導入して年間稼働を維持する形態

など、事業者や地域の要求に見合った事業スキームを構築し、地域熱供給事業を推進している。この点は、売電主体の F I T 制度をもとにした国内の事業者が企画・計画している視点とは大きく異なっている。

表一 12 に各々の形態におけるメリット・デメリットを纏めた。

表－１２ 熱電併給の運用や施設設計の比較

形態	運用および施設設計	メリット	デメリット	事例
① 【稼働数限定】	複数設備所有し、熱需要に合せ稼働台数を調整	・1台故障でも、一定の熱電供給可 ・交互に集中メンテ期間を確保可 ・1台は年間稼働で継続的な収入	・初期投資額が増える ・停止する設備の稼働率低下	Electro Bohnefeld Schettau
② 【稼働期間限定】	熱需要の少ない真夏(3か月間)の稼働停止	・夏の停止期間に集中メンテ出来る ・低需要期の燃料を効率的に節約	・停止期間のため稼働率低下 ・熱供給責任ある時、予備ボイラが必要	Stadtwerke Kelheim
③ 【供給量限定】	真夏の熱需要を基本負荷として設備導入	・年間常時稼働による電力・熱供給 ・売電熱の通年収入が得られる ・既設ボイラの有効活用可	・真夏以外の熱供給は常時別ボイラ稼働 ・通年稼働で、纏まったメンテ期間不可	Community Heat Plant at Poellau

もう一つは、熱供給の保証であり、厳しい寒さが続く欧州地区では、冬季の暖房や給湯の確保は絶対条件となっている。各事業者ともに地域住民への安定供給を念頭に置き、稼働の効率、季節や昼夜の需要変動から見た機器構成を考えている。それらの施策として

- ア) 複数台の熱電併給設備を所有する
- イ) バックアップのオイルボイラを設置する
- ウ) 発電機器と比較してもかなり大きな蓄熱槽設備を備える

など、地域の実情に合わせた施策をしている点にも注目できる。

熱供給に関しては売熱が基本であり、価格帯は聞き取り情報でドイツでは5¢～8¢、オーストリアでは2¢～2.5¢と差が見られたが、熱電併給事業で売電だけでなく、売熱による収入で収支を成り立たせている。訪問した事業者の事業収支の概算は、以降の章で述べる。

3. 1. 3. 売熱におけるインフラ

熱供給では売熱が基本であり、需要者(顧客)側にも個別の熱量計(付録―1に写真を添付)が設置され計測されている。また、熱配管を覆う保温層の中には、配管からの温水漏れなどを感知する導線が埋め込まれ、事業者の管理事務所内で常時抵抗値を監視しており、温水リークなどの発生時には、場所の特定が出来るシステムになっている。更に、近年はGPSなどを使い、より正確な場所の特定が可能なシステムもあるとの説明を受けた。

3. 2. 熱電併給事業における収支分析

事業者毎の熱電併給事業に関わる費用と収入のパラメータ一覧を表-13に示す。

表-13 熱電併給事業の支出と収入の比較

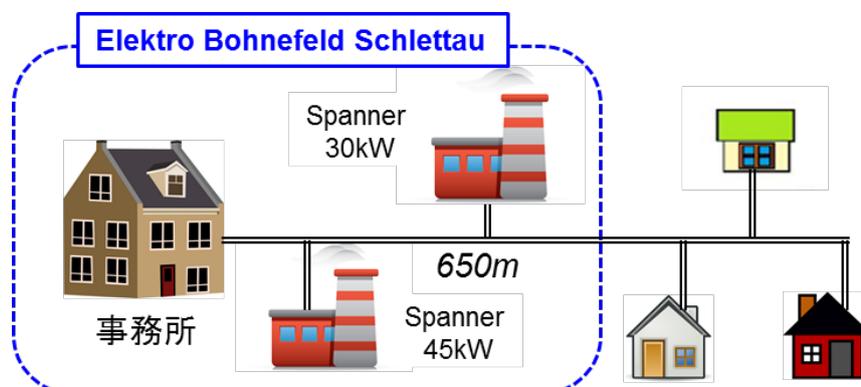
場所, 国	Leipzig, Germany	Muehlhausen, Germany	Velburg, Germany	Kelheim, Germany	Gussing, Austria	Poellau, Austria
発電所名	Elektro Bohnefeld Schlettau	Southern Heating Plant	Community Heat Plant	Stadtwerke Kelheim	Biomasse Kraftwerk Gussing	Community Heat Plant
■ 発電所の概要						
事業体	土木建設	機器製造	地元共同体	自治体主導	発電	地元共同体
稼働時期	2013年から稼働	2010年から稼働	2010年から稼働	2011年から稼働	2001年から稼働	2015年から稼働
機器メーカー	Spanner Re2 (ドイツ)	Burkhardt (ドイツ)	Burkhardt (ドイツ)	Turboden (イタリ)	GRE (オースリ)	URBAS (オースリ)
発電技術	ガス化 (Down-draft)	ガス化 (Up-draft)	ガス化 (Up-draft)	ORC	ガス化 (Dual-fluid bed方式)	ガス化 (Down-draft)
発電出力	45kW(1台), 30kW(1台)	165kW/180kW (計6台)	180kW	600kW	2000kW	180kW
熱出力	200kW	約1700kW	270kW	3300kW	4500kW	320kW
熱利用先	自社施設内+隣接住居	地域供給	地域供給	地域供給	地域供給	地域供給
■ コストの概算						
初期費用	(392,000€, 機器+熱配管)	(不明)	2,500,000 €	8,500,000 €	10,000,000 €	(不明)
<設備>	(375,000€)	4,500,000 €	1,500,000 €	4,000,000 €	10,000,000 €	(不明)
<熱配管>	25€m (材料のみ)	(不明)	1,000,000 €	4,500,000 €	---	---
年間燃料費	0	600,000 €	100,000 €	500,000 €	1,560,000 €	(不明)
<燃料単価>	(自社事業から入手)	170€/トン	170€/トン	(56€/トン)	100€/トン	75€/トン
<燃料使用量>		3500トン/年	580トン/年	(5000トン/年?)	15,600トン/年	(不明)
年間メンテナンス費	7,000 €	(不明)	50,000 €	70,000 €	(不明)	50,000 €
人件費	0 (自社従業員の活用)	0 (自社従業員の活用)	0 (ほぼBurkhardtに委託)	(実務は1人で対応)	(スタッフ3人+マネジャー1人)	(実務は1人で対応)
■ 収入の概算						
年間稼働時間	5500時間	8000時間	7500時間	6000時間	7800時間 (ピーク時)	8300時間
売電価格	20¢/kWh	22¢/kWh	22¢/kWh (隣接先行:18¢/kWh)	22¢/kWh	16.4¢/kWh(従来)	19¢/kWh
年間売電収入 (Max)	80,000 €	1,800,000 €	270,000 €	790,000 €	2,000,000 €	280,000 €
売熱価格	6-8¢/kWh	5¢/kWh~6.5¢/kWh	6.5~7¢/kWh	7.4¢/kWh	2~2.5¢/kWh	2¢/kWh
年間売熱収入 (Max)	77,000 €	820,000 €	140,000 €	14,600,000 €	870,000 €	53,000 €

表-13に示したとおり、今回訪問した事業者の熱利用は、全て地域熱供給であるが、採用している熱電併給 (CHP) の設備は異なり、事業者毎の要求に合せ導入されている。この表に示した数値は、現地のヒアリングでドイツ語通訳を通して聞いた内容を記載しているが、個々事業者の収支分析をする際に理に合わない項目は、メーカー仕様書や DBFZ(ドイツバイオマス研究センター)の資料などを用いて修正を加えている。

3. 2. 1. 事業者毎の収支分析

表-13の中で、4つの事業者について概算の収支分析を試みた。なお、個々の CHP 事業分析は、直感的に理解し易くするために、レートを経1=130円換算した値で示した。

1) CHP-1 : Elektro Bohnefeld Schlettau の場合



- ・ 自社事務所内の暖房・給湯と関係者が居住する隣接住居 10～20 軒程度に温水での暖房・給湯供給を実施。
- ・ 熱配管は自社機械で埋設をしている。

図-3 CHP-1 の熱供給システム

この事業者は、地域で公共工事などを請け負っており、導入している Spanner 社製 HKA45 と HKA30 の 2 台体制での分析をした。本来、生業にしている作業（工事）の中で発生する木質燃料を無償で入手出来るため、導入した機器を動かす規模の燃料は十分に確保出来ている。また、設備は既設の建屋内に設置し、運営のために新たな社員は雇わず、CHP 事業のためのオーバーヘッドは殆んど無いことが特徴である。

小規模な CHP 機器でシステム構成を把握できており、日常のメンテナンスやトラブル対策、加えて稼働に適する燃料の実験・検討なども、事業者自身で対応している。稼働状況や検出センサなどの測定値はメーカーにオンラインで繋がっているため、電話の相談やアドバイスを受け、メーカー側からリモートでの条件確認や変更なども実施していた。

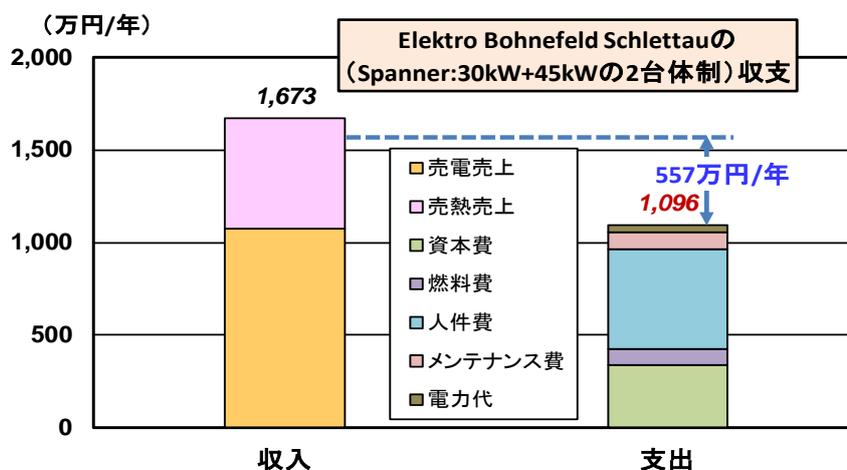


図-4 CHP-1 の収支概算（事業者聞き取りベース）

図-4 に示す通り CHP-1 の場合、燃料代・人件費・メンテナンス代の3要素が、大幅に抑えられており概略収支として年間 557 万円の粗利（粗利率=35%）がある。初期投資の回収期間を尋ねた際に、6年で回収見込み（既に3年間済）との回答と概ね整合している。

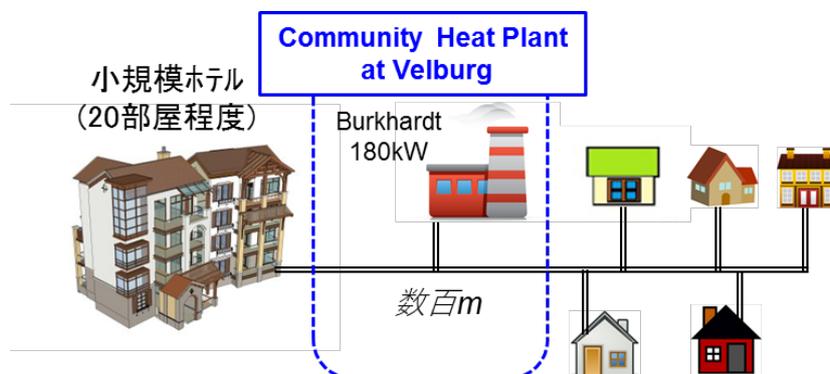
CHP-1 は、CHP 導入する際の典型的な成功事例として、

- ①自社内で燃料が安価、あるいは無償で確保出来る
- ②十分な熱供給先を確保し、熱による収入（付加価値）を得ることが出来ている
- ③日常の運用やメンテナンスを自社内で対応する（部品代程度の負担）
- ④人件費の負担を軽減出来る（他の仕事と兼務など）
- ⑤土地・建物の建設費を抑える（既設内に場所を確保） などの要素があげられる。

【ガス化発電の収支分析】					€1=¥130
		Spanner- HKA30	Spanner- HKA45	備考	
【基本条件】					
設備条件	発電出力	kW	30	45	
	内部消費	kW	3	4	
	熱出力	kW	90	110	
	資本費	万円	2,055	3,030	初期投資(設備費+配管650mの材料費:聞き取り情報)
	年間稼働時間	h/年	5,500	5,500	聞き取り情報(夏期間はどちらか1台で短かい稼働時間)
	人員		0.5	0.5	自社従業員の業務兼務(各々0.5人位)
燃料条件	燃料消費量	t/年	165	250	自社チップ(45kg/hのFull稼働時の燃料消費)
	燃料単価	円/t	2,100	2,100	燃料は自社事業で無償入手(チップ化も自社内) 地域のチップ価格€19位との事で、20%をチップ化費用と 仮定(含水率=35%の乾燥費用含む)
売電・ 売熱条件	売電単価	円/kWh	26	26	聞き取り情報
	熱利用率	%	60	60	聞き取り情報では熱供給を優先との事なので、利用率 は高いと考えるが、一般的な値を使用。
	売熱単価	円/kWh	9.1	9.1	聞き取り情報(売熱単価=6-8€)
【収入】					
売上	売電売上	万円/年	429	644	
	売熱売上	万円/年	270	330	
	計	万円/年	699	974	
【支出】					
費用	資本費	万円/年	137	202	減価償却(15年)、建屋は自社工場の一部に設置
	燃料費	万円/年	35	53	
	人件費	万円/年	270	270	
	メンテナンス費	万円/年	46	46	聞き取り情報(自社対応で部品代のみ)
	電力代	万円/年	17	22	従量料金のみ
	計	万円/年	504	592	一部運転費用、税金、利息含まず
【収支】					
	年間収支	万円/年	196	382	
	2台の総収支	万円/年	577	382	投資回収見込=5.6年と聞き取り情報(6年)で概ね合致

表-14 CHP-1 の収支内容

2) CHP-2 : Community Heat Plant at Velburg の場合



- ・地方の小規模ホテルの敷地内に発電・熱供給システムを設置する建屋を建造。
- ・ホテルへの熱供給と共に村内の近隣住宅(20~30軒)に温水での暖房・給湯を提供。

図-5 CHP-2の熱供給システム

地域住民でコミュニティ共同体を設立し、事業体となっている。地区にあるホテルの空き地に CHP 機器・蓄熱槽・ペレット保管庫を設置した建屋を建設しており、見返りとして、同ホテルには売熱価格を周辺民家より安価で熱供給をしている。

この事業者の特徴は、導入 CHP 機器のメーカーであるブルクハルトの本社から車で約 1 時間の距離に位置しており、稼働時間の保証を伴った年間メンテナンス契約をしている点である。更に、ペレット供給含めて外部委託し、ブルクハルトが担っており、ブルクハルトの社員 1 名が、コミュニティ会社を兼務してこの施設の運用や監視を行っている。

所謂、丸投げ委託の形態である反面、地域で機器や技術が判る専門家を雇用する必要は無い。この形態が成り立つ背景には、仕様が厳しく高価なペレットを燃料としているが、ブルクハルトの CHP 機器が技術的トラブルや稼働に大きな問題無い事があげられる。

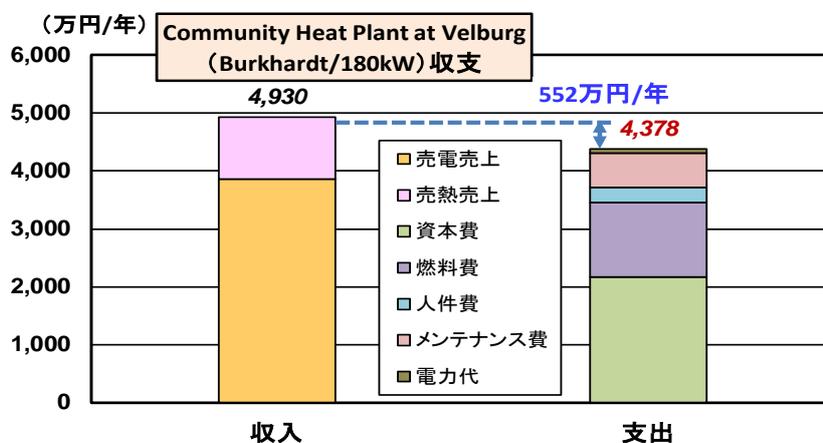


図-6 CHP-2の収支概算 (事業者聞き取りベース)

図一 6 に示す CHP-2 の場合は、新たな建設の資本費・燃料費・メンテナンス費の負担が大きく、収支概算で年間 552 万円の粗利あるが粗利率=11%と低い。初期投資回収(12 年見込み)の余力小さいが、地域開発の事業として補助金で一部/全部を活用と推察される。

表-15 CHP-2 の収支内容

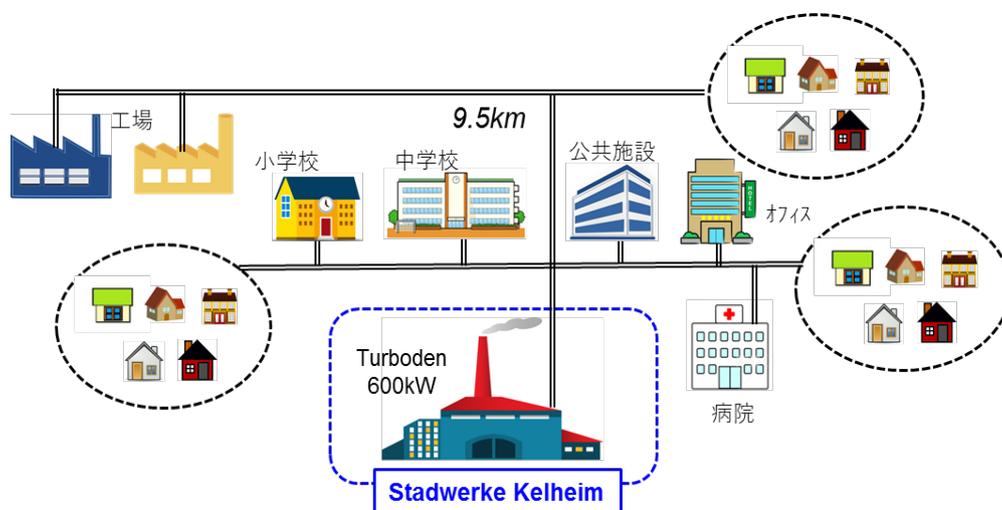
【ガス化発電の収支分析】					€1=¥130
			Burkhardt V3.90+CHP 180HG	備考	
【基本条件】					
設備条件	発電出力	kW	180		
	内部消費	kW	10		
	熱出力	kW	270		
	資本費	万円	32,500	設備費(機器&建屋)+地域配管	
	年間稼働時間	h/年	7,500	聞き取り情報(フルメン契約の稼働保証)	
燃料条件	人員		0.5	地域会社とメーカーの兼務社員1名で運営	
	燃料消費量	t/年	580	聞き取り情報(ペレット:170€/トン)	
	燃料単価	円/t	22,100	聞き取り情報(€170/トン) 含水率10%	
売電・ 売熱条件	売電単価	円/kWh	28.6	聞き取り情報(22¢/kWh)	
	熱利用率	%	60	仮定	
	売熱単価	円/kWh	8.8	聞き取り情報(6.5~7¢/kWh)	
【収入】					
売上	売電売上	万円/年	3,861		
	売熱売上	万円/年	1,069		
	計	万円/年	4,930		
【支出】					
費用	資本費	万円/年	2,167	減価償却(15年)、建屋・機器・配管設備全て	
	燃料費	万円/年	1,282		
	人件費	万円/年	270	地域会社とメーカーの兼務社員1名で運営	
	メンテナンス費	万円/年	585	聞き取り情報(7500h/年の稼働保証込み)	
	電力代	万円/年	75	従量料金のみ	
計	万円/年	4,378	一部運転費用、税金、利息含まず		
【収支】					
	年間収支	万円/年	552	初期投資の回収:約12年と長い	

その上でキャッシュフローが回り、稼働リスクやメンテ技術者無しで運営されている。

CHP-2 における成功事例の要素は、

- ①稼働が安定している機器の選択
- ②CHP 施設を建設する場所(土地)の費用を抑える
- ③十分な熱供給先を確保し、熱による収入(付加価値)を得ることが出来ている
- ④メンテナンス契約による稼働保証で継続・安定的な収入を確保
- ⑤運営・技術の専門家を雇用せず、一括委託で間接経費を低減 などがあげられる。

3) CHP-3 : Stadwerke Kelheim の場合



- ・既設の熱配管(9.5km)を有効活用して、当該発電所からの地域熱供給を実施。
- ・工場・各種公共施設への供給に加え、住居地区(3地区)への温水(暖房・給湯)

図-7 CHP-3の熱供給システム

この地域は古くからライン川沿い製紙工場の温排水による地域熱供給が発展していた。市出資のエネルギー会社を設立、Turboden社のORC機器導入、市内広範囲に熱供給をしている。自治体主導の面が強く、環境対策、安全・安心、エネルギー転換などを念頭に、CHP設備もガラス張りのショールームに設置し、施設を利用した小中学生の教育も実施。

CHP-3は発電規模も大きく、設備含む初期投資に11億円かけており、資本費の減価償却(15年定額で仮定)と燃料費で支出の9割を占めている。収支概算として年間5,254万円の粗利(粗利率=24%)を出しているが、この検討で未考慮の広範囲な熱配管保守・管理などの間接部門費も多いと推測する。初期設備投資の回収には約9年(聞き取り情報では13年半)見込みだが、このCHP施設は公共事業的な意味合いが大きいと考える。

CHP-3における成功事例の要素は、

- ①古くから熱供給のインフラや地域の理解があった
- ②公共事業的な要素のため、高額な初期投資が可能だった
- ③十分な熱供給先を確保し、熱による収入(付加価値)を得ることが出来る
- ④小規模としては大きい600kW発電のため、ガス化で無くORCを選択
- ⑤ORCをメンテする際もボイラを停止せず、直接ボイラから熱供給継続が可能などがあげられる。

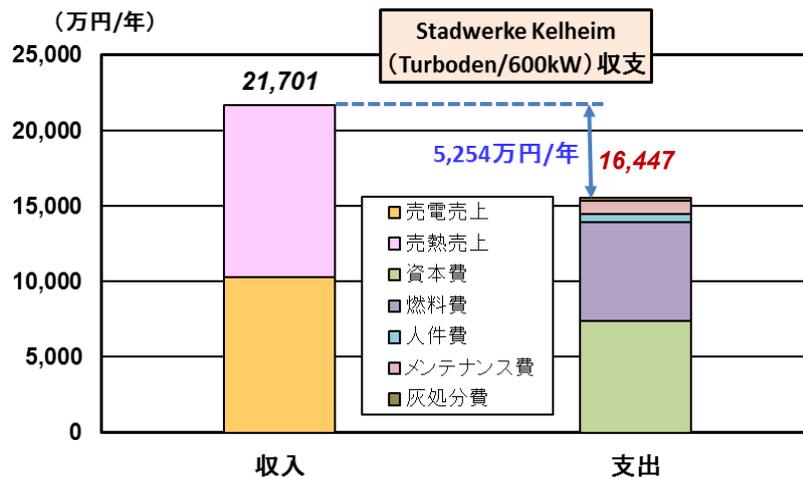
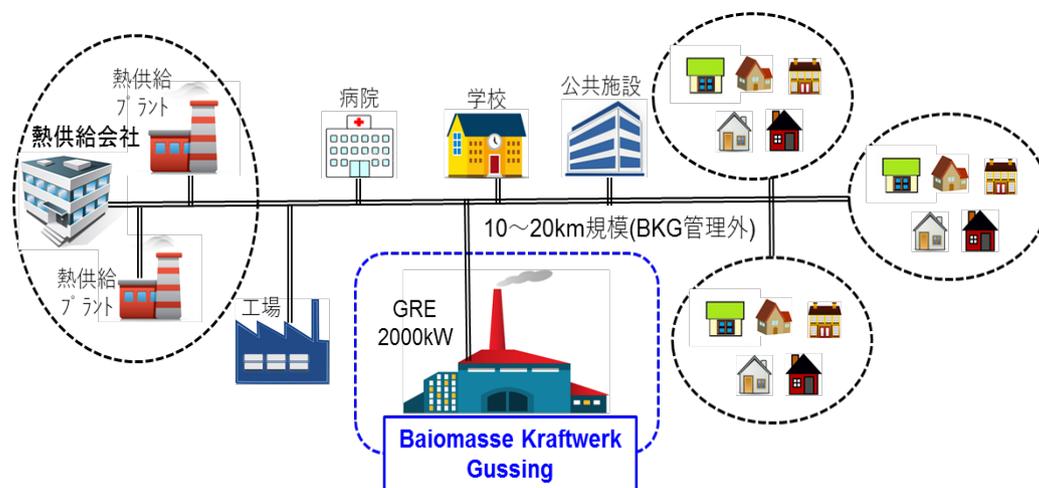


図-8 CHP-3の収支概算(事業者聞き取りベース)

表-16 CHP-3の収支内容

【ORC発電の収支分析】				€1=¥130
		Turboden 6ORC	備考	
【基本条件】				
設備条件	発電出力	kW	600	
	内部消費	kW	146	ORC+ボイラ周り含めた仮定
	熱出力	kW	3300	聞き取り情報
	資本費	万円	110,500	聞き取り情報: 設備費(機器、建屋、熱配管)
	年間稼働時間	h/年	6,000	聞き取り情報
燃料条件	燃料消費量	t/年	9,000	機器仕様を使用
	燃料単価	円/t	7,280	聞き取り情報(€56/トン)
	灰分	%	1.5	
	灰の有効利用量	%	50	
	灰処分費	円/t	30,000	
売電・ 売熱条件	売電単価	円/kWh	28.6	聞き取り情報
	熱利用率	%	60	仮定
	売熱単価	円/kWh	9.6	聞き取り情報
【収入】				
売上	売電売上	万円/年	10,296	
	売熱売上	万円/年	11,405	
	計	万円/年	21,701	
【支出】				
費用	資本費	万円/年	7,367	減価償却のみ
	燃料費	万円/年	6,552	
	人件費	万円/年	540	
	メンテナンス費	万円/年	910	聞き取り情報
	灰処分費	万円/年	203	
	電力代	万円/年	876	従量料金のみ
計	万円/年	16,447	一部運転費用、税金、利息含まず	
【収支】				
	年間収支	万円/年	5,254	投資回収~9年(聞き取り情報は13.5年)

4) CHP-4 : Biomasse Kraftwerk Gussing の場合



・熱供給会社が市内への熱供給を一貫管理、熱供給プラント2ヶ所も所有。BKGは構成施設の一つで工場・各種公共施設への供給に加え、住居地区(600~800世帯)への

図-9 CHP-4の熱供給システム

ギッシングモデルとして有名になった地域熱供給形態の中にある一つのCHP施設であり、熱供給や熱配管は別組織のエネルギー供給会社が行ない、別の大型ボイラ複数台も所有して地域全体をカバーしている。

BKGは現在Gussing Renewable Energy (GRE) International Holdingの一部門であり、2001年頃からのこのCHP施設で発電事業を実施している。この施設はDual-Fluid bed gasification: DFB技術を用いたガス化炉発電の実験検証炉(0号機)として建設された経緯があり、トラブル・改良を重ねながらCHP事業を行い、地域へのエネルギー供給の一躍を担ってきた。フル稼働してから約13年間の間、実験検証炉がゆえにメンテナンス費用を最小限に抑えてきたため、CHP施設として概ね寿命を迎えていると説明を受けた。

図-10にCHP-4の収支概算を示したが、収入(過去)とは年間稼働時間が最大(7800時間)だったときの収入であり、その年度でさえ粗利が638万円程度、間接経費を考慮すれば事業的には厳しいと推察される。また、収入(現在)とは実際の収入ではなく、現在の環境下(当初設定された売電価格の契約期間が終了したために、今は3-4¢/kWhの売電価格)で、フル稼働した場合の想定収入を示した。現環境でこのCHP施設を運営したら年間2億円以上の損失となり現実的で無く、売電単価を従来に戻すロビー活動をしている。

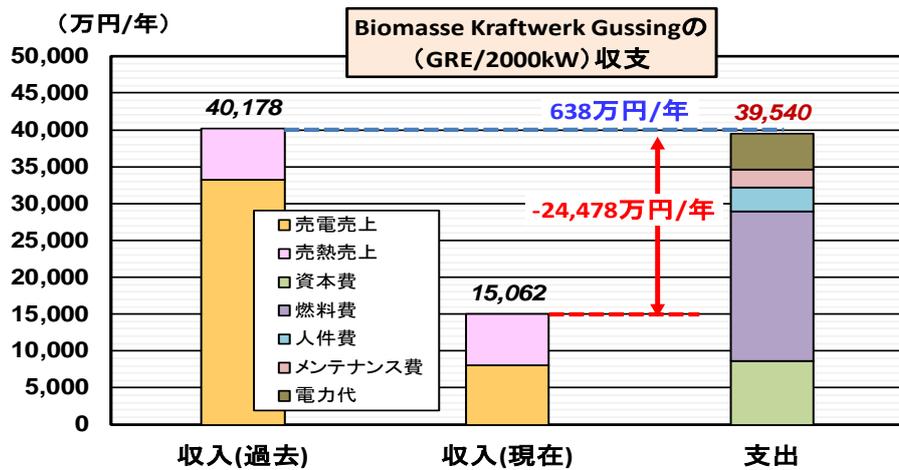


図-10 CHP-4の収支概算(事業者聞き取りベース)

この CHP 施設の収支概算では投資回収が 14 年以上と事業的には成り立っていないが、設備・建屋などの施設の初期費用 10M€ (13 億円) の全額を EU とオーストリア政府からの補助金で賄われており、先端 CHP 技術の開発拠点や木質バイオマス活用した地域活性化の事例として、世界各国から多くの訪問者を受け入れてきたことの貢献は大きい。

表-17 CHP-4 の収支内容

【ガス化発電の収支分析】						€1=¥130
		BKG (過去ピーク)	BKG (現在)	備考		
【基本条件】						
設備条件	発電出力	kW	2000	2000	聞き取り情報	
	内部消費	kW	635	635	機器メーカー情報	
	熱出力	kW	4500	4500	聞き取り情報 (メーカー情報は2500kWだった)	
	資本費	万円	130,000	130,000	聞き取り情報 (初期投資分、熱配管は供給会社設備)	
	年間稼働時間	h/年	7,800	7,800	聞き取り情報 (夏期間も本事業が優先稼働)	
	人員		6	6	スタッフ(5名)で運営、他にマネージャー(1名)	
燃料条件	燃料消費量	t/年	15,600	15,600	聞き取り情報	
	燃料単価	円/t	13,000	13,000	聞き取り情報	
売電・ 売熱条件	売電単価	円/kWh	21.3	5.2	聞き取り情報	
	熱利用率	%	60	60		
	売熱単価	円/kWh	3.3	3.3	聞き取り情報	
【収入】						
売上	売電売上	万円/年	33,228	8,112		
	売熱売上	万円/年	6,950	6,950		
	計	万円/年	40,178	15,062		
【支出】						
費用	資本費	万円/年	8,667	8,667	減価償却(15年)、建屋は自社工場の一部に設置	
	燃料費	万円/年	20,280	20,280		
	人件費	万円/年	3240	3240		
	メンテナンス費	万円/年	2400	2400	未開示だが実験機でメン費用を削減していたとの事 (同様な施設データでメン費/kW求め、その1/3と仮定)	
	電力代	万円/年	4,953	4953	従量料金のみ	
	計	万円/年	39,540	39,540	一部運転費用、税金、利息含まず	
【収支】						
	年間収支	万円/年	638	-24,478	投資回収~14年以上かかる計算になる	

3. 2. 2. その他の CHP 事業に関して

訪問した CHP 施設は他に 2 拠点あるが、Southern Heating Plant at Muehlhausen は、CHP 機器メーカーのブルクハルト工場内に地域熱供給の CHP 設備を設置・運営しており特異な事例なので割愛した。また Community Heat Plant at Poellau は、CHP 施設の初期投資や燃料使用などに関する情報得られず収支概算を出せなかった。

国内 CHP 事業で多くの事例がある「製材加工等事業者」の現地視察を試みたが、今回の欧州訪問ではアレンジ出来ず、この業態での事業性分析は出来ていない。

3. 3. 欧州に見る熱電併給事業のまとめ

3. 2. 1. で収支分析した CHP 事業者毎に、「事業形態・規模」、「運用・管理体制」と「事業性」の視点で、表-18 に一覧表として整理した。

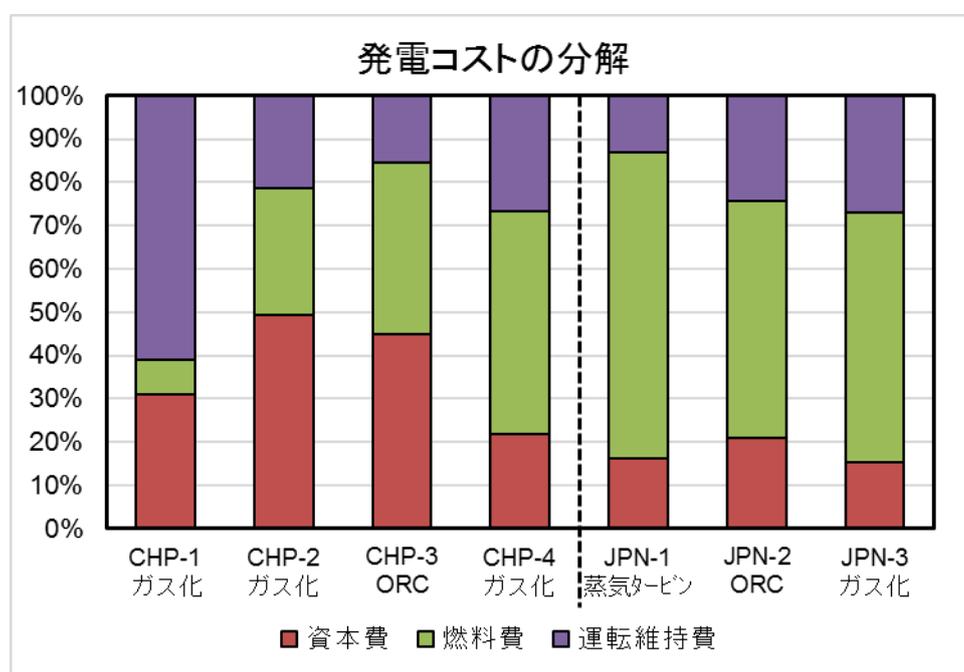
全て地域熱供給に携わっているにも関わらず、施設の運用・管理については、個々の事業や要求に合わせた形態で実施されており、事業性も事業者の運営主体によって異なっている。

表-18 CHP 事業者毎の比較

事業者名 (国名)		CHP-1	CHP-2	CHP-3	CHP-4
		Elektro Bohnefeld Schlettau (ドイツ)	Community Heat Plant at Velburg (ドイツ)	Stadtwerke Kelheim (ドイツ)	Biomasse Kraftwerk Gussing (オーストリア)
事業形態・規模	事業の形態	自事業の有効活用型	丸投げ委託型	公益事業として推進型	実験・検証型
	電力	売電	売電	売電	売電
	発電量(発電端)	75kW (2台)	180kW	600kW	2000kW
	熱供給	自社内利用が主体	小規模な地域供給	広域な地域供給	熱供給会社に提供
	熱出力	200kW (2台)	270kW	3300kW	4500kW
運用・管理体制	専任の人員	0人 (CHP対応の雇用無し)	0人 (運用は外部委託)	1人	5人 (運営スタッフ) 1人 (マネージメント)
	メンテナンス体制	独自で対応 (交換部品の購入)	メンテナンス契約 (稼働保証含む)	メンテナンス契約 (導入機器毎に契約)	メンテ費用は最小限 (実験検証機なので)
	稼働期間や 需要変動の対応	2台体制で 夏期間は1台のみ稼働	通年稼働 ピーク時熱供給は、チップボイラ とオイルボイラを活用	年間9ヶ月稼働 夏期間はバックアップボイラで 熱供給	通年稼働 地域エネルギー供給会社が 別2か所の熱供給プラント所有
	熱供給インフラ	自社内・隣接住居の配管を 自社で埋設工事	地域の道路開発などと 同時に実施	既存の熱配管インフラ活用 延長要求は経済性で判断	地域エネルギー供給会社が 開発・管理 (管理外)
	熱配管長	650m	数百m	9.5km	
	熱供給数	自社建屋+10~20住宅	ホテル+20~30住宅	工場+公共施設+住居(3地区)	(工場/公共施設+600~800住居)
事業性	事業者	民間 (土木建設業)	小規模コミュニティ共同体	自治体主導の外郭機関	発電事業者
	初期投資額	5,085万円	32,500万円	110,500万円	130,000万円
	総収入 <売電&売熱>	1,673万円	4,930万円	21,701万円	40,178万円
	収支概算(粗利)	577万円	552万円	5,254万円	638万円 (過去のピーク年間稼働時)
	粗利率	35%	11%	24%	2%
	投資回収期間 (見込み)	6年	12年	9年	14年以上(回収不可能) (初期投資・全額補助金)

今回分析した中で典型的な成功事例は CHP-1 のように、自社事業の副産物として燃料が無償や安価で確保出来ること、木質バイオマスの発熱電機器にはトラブルが付きものであることを認識して運転やメンテナンスを極力独自で対応する体制、施設建設やインフラ整備の費用を最小化した事業スキームを持つことなどが成功要因にあげられる。日本国内に当てはめれば、製材加工工場、自伐林業家やその複合体などに大きな可能性が考えられる。

また、熱利用が優先されているために、CHP 機器の通年稼働にこだわらず、地域における需要の季節変動や日々の昼夜需要差にも注目したシステム設計を考えることが事業性（収支）に大事である。



(参照先：国内モデルの JPN-1,2,3 は協会発行の小規模バイオマス発電ガイドブックより)

図-11 発電コストにおける欧州事例と国内モデルとの比較

前ページで述べたように欧州各事例 (CHP-1~CHP-4) は発電、熱供給のシステムや規模も異なるため、絶対値を比較することは難しいが、発電のコスト分解 (資本費、燃料費、運転維持費の比率) において、国内モデルとの比較を図-11 に示した。

国内でのガス化や ORC の発電システムにおいて、燃料費の占める割合が欧州と比較して大きいことが読み取れる。燃料費の割合が 50% を超える国内と欧州事業者では発電・熱供給事業の運営に対する取り組み姿勢が前項で説明したように異なっている。

3. 4. 専門機関の活動状況

今回訪問出来た欧州の木質バイオマス関連の専門機関の概要を、表-18に整理した。専門機関毎に、組織の概要と訪問時の打合せの特記事項を記載し、詳細なヒアリング調査内容は、本報告巻末の付録-2に添付する。

表-18 欧州専門機関の概要紹介

		DBFZ	C.A.R.M.E.N.S.	ABA
		ドイツバイオマス研究センター	中部農産物販売・開発機構	オーストリアバイオマス協会
組織概要	所在地	ライプツヒ、ドイツ Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig	ストラウピング、ドイツ Schulgasse 18, 94315 Straubing	ウィーン、オーストリア Franz Josefs-Kai 13, 1010 Wien
	管轄機関	ドイツのエネルギー・食糧省	ドイツのバイエルン州政府機関	独立法人
	機能(業務の概要)	バイオマス関連の研究組織(基礎研究と実践研究が半々)。データの公開・政策への反映にも寄与。	再生可能エネルギー導入の支援や普及に関する活動(パンフレット作成やイベント開催)を実施	25年前に設立。会員数は個人=100、企業=200、賛助=600の規模。業界の意見集約、展示会・パンフレット等を出版。
	職員数	200人	35人	9人
	年間予算(€1=¥120換算)	13M€(15.6億円) (但し設備投資を除く 約45%が他団体からの補助金)	(未入手)	1.2€(1.4億円) 農業省の補助金50%、会費20%、 残りはセミナーや広告収入等の構成
その他特記事項	<ul style="list-style-type: none"> ・発電コストのデータはDBFZで作成し、政府に提供しているが、採用判断は政治家に依存し、分析結果が通らない事もある。 ・監査委員を迎え省庁と関係性を維持するとともに、産業界との結びつきも持っている。 ・今のドイツでは政治家はバイオマスに逆風。FITからFIPに移行し、補助対象の上限を定めたので、バイオマスの中でも安価な電源が有利で、市場価格の変化に対応要。 ・パリ協定を受け、バイオマスを増やす方向に成ると考えるが、再生可能エネルギーの中でコスト高いので、進め方が課題。 ・冬季の快適な熱環境に対して、費用を負担することに抵抗無いので、高効率な熱供給に対する期待は大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・EEG法の優遇制度で、ガス化やORCが増え、数ではガス化、出力規模では蒸気タービンが圧倒的。 ・ORCは一時期伸びたが、導入コストが高いため増えていない。ガス化は投資額も少なく、メーカーも多く順調に普及。但し実際に旨く稼働しているのは2,3社。2014年の改正以降、FITが良い状況で無く、ガス化も横ばい。2017年改正で出力上限が認められ、バイオマス発電の量が減る予測もある。 ・小さな発電所は自家発電で稼働時間短く、設備費は割高になるが、燃料費や人件費かけていない。大発電所の設備費は割安になるが燃料含めた経費負担大きく、売熱価格は高め。収益性の構造は、プロジェクト毎に全く異なる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・自家発として個人や農家が小型バイオマスCHPを導入する動機は、利用可能な燃料を所持し、エネルギーを多く消費している。環境や将来の電気代増への不安も有る。 ・ガス化は年間稼働5000~7000時間が前提で、熱利用も必須。ORC技術の信頼性は高いが、熱の発生量が多いため、十分に熱利用があるところでの導入が必要。既存の発電所への組み込みが最適である。 ・CHPの採算性は条件に大きく依存し、一概に言えない。CHPのコストモデルを公表しているが、投資回収は“売熱代と燃料代”で決まる。150kW程度まで有効な感度分析表を開示しており、データは発熱(電)所からの実績を入手に分析。分析結果のFBでギブアンドテイクで関係構築している。 	
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・JWBAとの具体的な協力関係を構築することの提案有。共同研究・企業へのコンサル・FSを共同で対応や、バイオエネルギー自治体への支援、DBFZ作成のコストデータの日本版も作成なども可能との事。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同一ビル内に、Wissenschafts Zentrum(サイエンスセンター)、Technologie und Förderzentrum(技術支援センター)にあり、3機関が連携して、バイオマスに関する取組をしている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・JWBAと同規模の人員・予算規模だが、25年間の経験で、会員数多く、協会独自の活動や広告での収入を得て、補助金依存で無い活動が出来ているとの事。 ・欧州企業からの広告掲載を期待出来る。 	

ドイツにおいても再生可能エネルギー法(Erneuerbare-Energien-Gesetz: EEG法)で2000年から「固定価格買取制度(Feed-in Tariff: FIT)」が導入され、図-12に示したように、木質バイオマス発電機器が着実に設置されてきた。

更に、2004年のEEG改定で燃料・CHP・新技術に対する割増ボーナスが組み込まれたため、2010年辺りからガス化炉が急激に伸長している。殆んど小規模なので総発電量小

いが、個人事業者や農家へ導入されてきた。但し、表-20に示す変遷で2014年の EEG 法改正により、割増ボーナスの廃止、固定価格買取制度から市場プレミアム方式（再生可能エネルギーの電力市場・システムへの統合促進を図るために設定された）に移行されたため、設備導入が2015年に停滞する予測になっている。

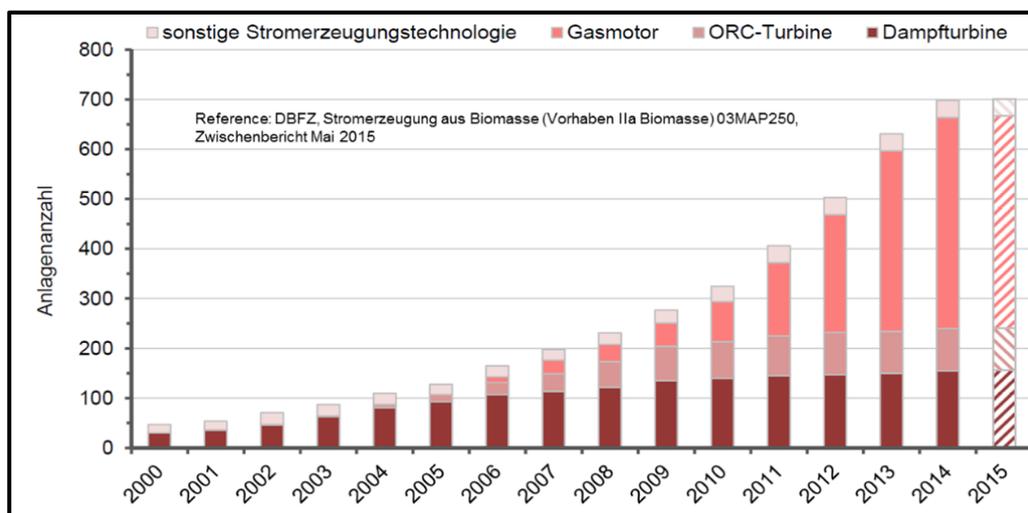


図-12 ドイツの木質バイオマス発電機器の導入数

表-20 EEG 法改正の履歴

単位: ユーロセント/kWh

発電規模	EEG改定	EEG2000		EEG2004		EEG2009		EEG2012		EEG2014	
	報酬	基本	ボーナス	基本	ボーナス	基本	ボーナス	基本	ボーナス	基本	ボーナス
~150kW	燃料		---		6		6		6		---
	CHP	10.23	---	11.5	2	11.67	3	14.3	---	13.66	---
	新技術		---		2		2		---		---
~500kW	燃料		---		6		6		6		---
	CHP	10.23	---	9.9	2	9.18	3	12.3	---	11.78	---
	新技術		---		2		2		---		---
~5MW	燃料		---		2.5		2.5		4 or 5		---
	CHP	9.21	---	8.9	2	8.25	2	11	---	10.55	---
	新技術		---		2		2		---		---
~20MW	燃料		---		---		---		---		---
	CHP	8.7	---	8.4	2	7.79	3	6	---	5.85	---
	新技術		---		---		---		---		---

(データの参照先) DBFZ発行 'Vorhaben Ila Stromerzeugung aus Biomasse', 2014, July

ドイツでは EEG 法に加えて、熱電併給法(CHP 法: KWKG) による熱電併給事業への支援策があり、木質バイオマスもその対象である。この法律は、効率の良い CHP プラントによる熱電併給の普及を目指し、2002年に制定され、随時改定されてきた。2016年の改定から石炭焼きの新設プラントが除外され、ガスへの転換促進を目指している。

CHP プラントで生産された電気は系統やその他の第三者に売ることも出来るが、自家消費に向けることも可能である。その場合も対象の電気に対しては、一定の枠内で割増（ボーナス）が支払われる。

表-21 CHP法の2016年改正について

単位: ユーロセント/kWh

発電容量		~50kW	~100kW	~250kW	~2MW	2MW~
適用期間 (累積負荷時間)		60,000	30,000			
系統分	2016年1月から	8	6	5	4.4	3.1
	2015年12月迄	5.41	4	4	2.4	1.8
自家消費分	2016年1月から	4	3	---	---	---
	2015年12月迄	5.41	4	4	2.4	1.8

(注1) 電力コスト集約型産業については、自家消費分も対象にして、旧単価を適用

(注2) 温室効果ガス排出権取引対象施設の場合は、ボーナス追加(+0.3¢/kWh)

(注3) 石炭から天然ガスへ代替の場合、ボーナス追加 (+0.6¢/kWh)

出典)ドイツ連邦官報(Bundesanzeiger)掲載の法文等に基づき作成したコジェネ財団資料より

計算方法は割愛するが図-13に示すように、総発電量の自家消費比率により、EEG法下のFIT制度とCHP法を適用した場合に収入分岐点があり、事業者は自家消費量をもとに、どちらの制度を適用するかを判断をしている。

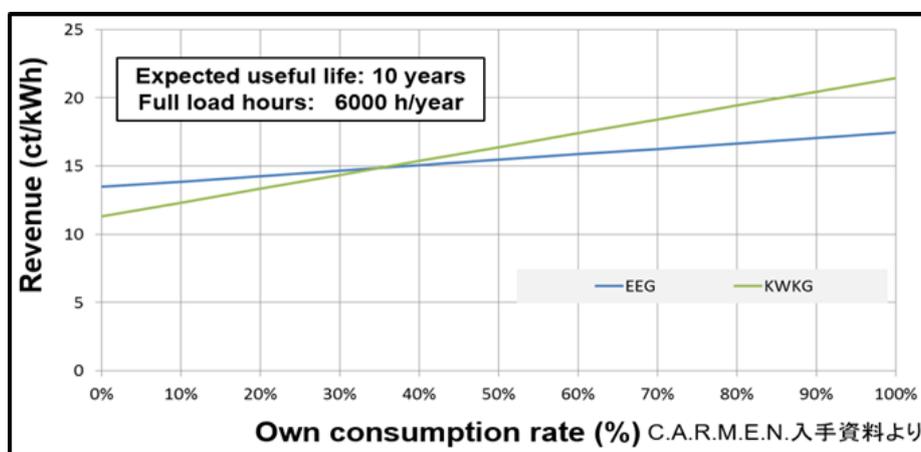
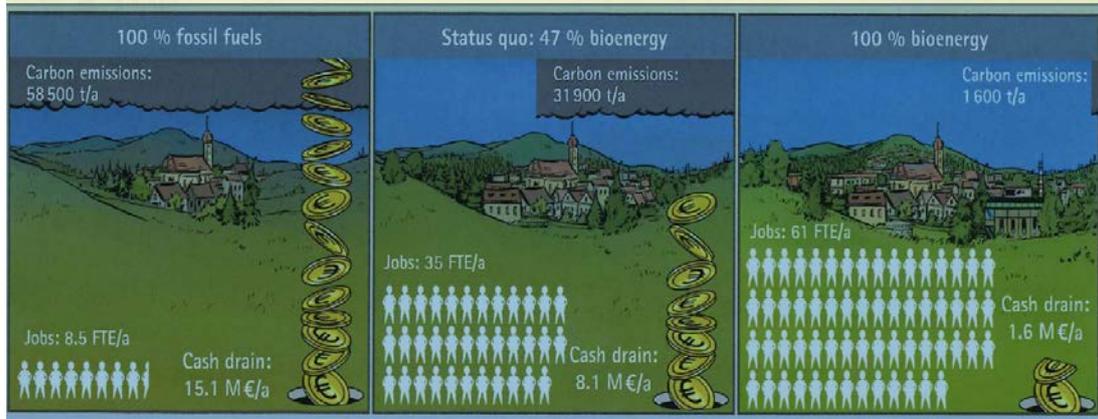


図-13 EEG法とCHP法の自家利用率依存による収入

2017年にEEG法が大きくかわり、入札制度に移行する。バイオマスは2017年から2019年までは容量の上限を150MWとし、2020年から2022年までは200MWとする。新設だけでなく、既設の発電所も入札に参加できる。新たな補助がなくなるためバイオマス発電量は減っていくとの見方もある。

Regional effects of heat allocation in the Climate and Energy Model Region Hartberg



図—1 6 バイオエネルギー導入の地域への効果

(出典：オーストリアバイオマス協会のパンフレットより)

4. まとめ

本調査事業は以下の2項目について、質問票による回答結果・聞き取り調査・現地視察などの結果をもとに纏めた。

1：日本国内に導入される小規模発電・熱電併給機器として、ガス化炉、ORC、蒸気タービンの各々の発電形態における仕様比較が出来る一覧を作成した。加えて、機器のメーカーおよびベンダーからそれらの情報を公表する許諾を頂き、本報告書への記載並びに当協会のホームページで公開する。

今後も継続して機器メーカーやベンダーの協力を頂き、掲載内容の質や量の充実を図り、小規模発電や CHP 事業を検討される事業者に取り有効な内容に改定・更新をしていく予定である。

2：欧州における熱電併給事業の事例をもとに、CHP 施設の運用・管理、熱需要変動に対応する施設設計の考え方、収支概算による事業性などを分析した。多くの CHP 事業が展開されているドイツやオーストリアでは、各々の事業者や地域が求める熱利用の状況により、運営方法や施設設計が行われている。また、CHP 事業の収支視点の事業性にも差が見られた。今回の対象事業者は全て地域熱供給であり、異なる事業形態での比較分析も有効と考える。

【付録一 1 : 欧州熱電併給の事例報告】

木質バイオマス熱電併給取組事例：欧州① Electro Bohnefeld Schlettau (Leipzig 郊外, Germany)

■事業の概要

本業ビジネスは、地域の公共事業(田舎の事業者で地域の電気系統、道路整備など多種多様)を請け負っており、それらの仕事から木質バイオマスの燃料材は豊富に入手可能。以前は、事務所の暖房費だけで、5500€(2012年)、7000€(2013年)、9500€(2014年)のコストが発生、これを削減する施策として4年前に Spanner のガス化発電設備を導入判断。熱電併給の機器導入し、事務所だけでなく、作業場や近隣住宅への熱(暖房)供給、チップ乾燥に熱利用。更に、余ったエネルギーで電気を売電している。現在は暖房を全て、この熱で賄っており、熱供給を維持することを優先し、発電は二の次のスタンス。地場企業として、本業で従業員 100 人を雇用し、所有する熱電併給設備を、社長自ら毎日で面倒見しており、効率的な燃料検討やトラブル対策も独自で実践している。



プラント正面の案内板



事務所棟
(社長室 PC でプラント全体モニタ可能)

■技術

発電技術・メーカー： ガス化設備 (独・Spanner 社)、エンジン (GM 製の改造)

発電出力： HK45(発電 45kW,熱出力 110kW) × 1 基,
HK30(発電 30Kw,熱出力 90kW) × 1 基

ガス化方式： ダウンドラフト

ガス洗浄方法： ガス化炉側フィルタと、エンジン投入前に別ガスフィルタ設置

(関連メモ)

- ・ Spanner 採用の判断は、ドイツでのバイオマス熱電併給の実績。
- ・ 部品交換のサービスや改良もやってくれるとの契約も採用判断理由の一つ。
- ・ ガス化炉とエンジンは同一部屋設置を Spanner 推奨したが、HK30 は隣部屋に配置
- ・ 温度が設定の上限に達すると機器は自動停止する。フィルタの自動クリーニング後に再起動する。

- ・ 灰の乾燥状態如何でトラブルに成る。HK45 は HK30 に比べて、排出灰の経路が長いのでトラブルに成りやすい。一旦つまりが発生すると、灰を取り出さないと成らない。 配管の空气中水分で露結した灰が固まるのが原因。



HK30 ガス化炉の全容



HK30 のエンジン・発電機



HK30 ガス化炉部分



HK30 ガス化炉の制御盤(30kW 発電中)



HK45 のガス化炉と制御盤



HK30 のエンジン・発電機

■燃料

燃料種 : 地域の不要伐採木材のチップ

燃料規格 : サイズは自社内の選別機で実施。大きいものと木屑を除く

調達方法 : 原料は自社事業から発生する木材のため調達は基本的にタダ。チップ化も自社で実施。

燃料調達単価 : この辺のチップ価格は15~20€/m³位とのコメント。

(関連メモ)

- ・ チップの調達は自業務範囲から収集出来る。例えば、電力会社が送電線敷設する際に、その領域の森林を伐採する必要有り、その様な仕事を請け負っている。それらの処理として、かなりの規模の木質資源を確保出来て、保管している。
- ・ ガス化炉のトラブルは木の種類では無い。人工物が入っていない事。
- ・ 過去の検証実験で、固い木と柔らかい木(例えばポプラなど)を混合するとガス化が早まる経験持っている。固い木のみだとガス化出来るが、70-80%位で燃料が完全にガス化しない。どの様な割合で混合・調整するかは、自分で確認してきた。燃料の適正についてはユーザーが研究していく必要がある。
- ・ チップは大小さまざまだが、古い住宅建材は使わない。塗料が懸念材料である。
- ・ チップの乾燥は、地域熱供給の戻りの熱を利用し、チップサイロ下部からの温風乾燥で行っている。



燃料チップ (チップ下から温水を熱変換した空気で乾燥)



搬入チップのサイズ分別装置

■エネルギー供給

- 電力供給 : FIT 売電:20¢/kWh
- 熱供給 : 事業所内の建屋全てと隣接住宅に供給、配管長:650m
(独自事業で道路下6mに配管設置)
- 熱媒体 : 温水(往路:85-90°C、戻りは50°C程度で、その戻り熱を熱変換しチップ乾燥に使用)
- 売熱条件: 売熱単価6¢~8¢/kWh、基本料金は徴収していない。
- 売電方法: 売熱先に熱量計を設置しモニタ
- 熱利用先: 自家利用・隣接住居への暖房と、木材乾燥

(関連メモ)

- ・ 夏の間は暖房用の熱供給が必要無いので、1台稼働で賄い、余剰の熱はチップ乾燥に回す。
- ・ 売熱ビジネスが無いと商売には成らない。
- ・ 売電ビジネス30kWで35,000€(5500時間x20¢)、45kWで50,000€(5500時間x20¢)で合計=85,000€が売電収入。費用は、メンテナンスに7000€と雑費がかかる。燃料による実質的な持ち出しはない。
- ・ 熱供給配管の費用は25€/m×600m。ただし実質的な持ち出しの配管代のみ。一般的に工事費も含めると160€/m程度と考えられる。
- ・ 投資の回収に関して、過去3年間で約半分改修出来たので、残り3年位と考える。但し、様々な経費(初期費用や燃料費など)を自社で請け負っている点が大きいので他社は真似できない。

■稼働実態・オペレーション・メンテナンス

- 稼働開始 : 2013年から稼働開始
- 稼働時間 : 年間5500時間が過去の平均。
- 稼働パターン : 熱供給優先し余剰で発電。暖房利用の無い夏は1台稼働の体制。
- 人員体制 : 設備は無人運転。熱電併給のために追加人員無し、本業の人を活用
- メンテナンス : 日々何等かのトラブル(アラーム)発生。簡単なものはリモートでリセットし再稼働。

(関連メモ)

- ・ 故障の多くは、燃料材に多く、水分量の変化で発生しやすい。
- ・ 年間7000€のメンテナンス費用が発生するが、メーカー支払では無く、独自で対応。
- ・ 訪問時も灰の排出系で灰が凝固して排出出来ない(しにくい)事で負荷が大きくなるトラブル発生。少しずつ動かして排出していたが、完全で無く今夜分解掃除しよ

うと言っていた。その状況を Spanner に電話連絡し、Spanner 側がリモートで状況確認して、パラメータの設定をしており、その作業の内容が、社長室のモニターで見られた。Spanner 社はフィルタ交換で来た事があるが、メンテナンスでの来訪は殆んど無い。

- ・ 過去に 30kW 側の発電機で電気モーターの故障を一回経験。原因はグリスの量が足りなかったとの事だが、原因究明に時間が掛かった。フィルタなどは必要な時に自動クリーニング動作。
- ・ 一回/日の頻度で帰宅前に一通りの機器設置場所を回って確認。夜間は基本的に、携帯に送られてくる情報を基に、リモート操作で対処。
- ・ ガス化発電設備の設置スペースにはガス警報器があり、炭酸ガスの発生を検知している。

木質バイオマス熱電併給取組事例：欧州② Burkhardt 第2工場及び熱供給 Plant（Muehlhausen, Germany）

■事業の概要

自家発電及び地域熱供給を機器ベンダーであるブルクハルト社が、数億円規模の投資をして自社事業として運営しており、地域エネルギー供給単独でも損益はプラス化出来ている。ガス化発電設備(6台)、ペレットボイラ、チップボイラ、オイルボイラ(2台)などのバックアップ設備も所有しており、売電に加え、地域への熱供給の安定保証を保っている。10年以上の長期契約、年単位の価格見直し、自治体へは熱の買取義務条件なども契約で付加し、同事業の安定継続を維持している。



第二工場 及び 自家発・熱供給プラントの全容

■技術

発電技術・メーカー : ガス化発電設備 (独・Burkhardt 社)、エンジン (独・MAN 製)
発電出力 : 168kW/180KW×6 基稼働,
(50kW×1 基も稼働だが系統接続は不明)、ペレットボイラ、石油
ボイラ 2 基、熱出力は全てで約 1700kW 規模
ガス化方式 : 流動型アップドラフト



熱供給プラントの内部



組み立て中の機器-①



組み立て中機器-② シャーシ下段部分



エンジン単体



新製品：V4.50(50kW)ガス化炉の全容



部品倉庫の一部

■ 燃料

燃料種 : ペレット
燃料規格 : ENPlus-A1
燃料消費量 : 30000~35000 トン/年規模
調達方法 : 近辺の業者から調達
燃料調達単価 : 170€/トン

(関連メモ)

- ・ ドイツでは製材所から発生した廃材 700 万トンの内、200 万トンがペレットに成っている。
- ・ 森林由来の製材端材を原料としたペレットを活用した CHP には EEG 法での補助対象となる。“森→製材工場→製材おがくず→ペレット“ のルートであることが証明されることが条件である。 但し、通常丸太は対象外で、曲り丸太、間伐材、おがくずが再生可能な燃料として位置付けられ補助の対象と成る。
- ・ ガス化においては、燃料が大事であり、灰の質や量にも影響する。灰の量は、燃料の 1.4~2%程度。
- ・ 木の種類でペレットの品質が問題なることは無い。ペレットはドイツで始まり、バイオマスに使われ、だんだん世界に広がった。東欧ペレットも ENPlus を採用し、品質が改善してきた。ベトナムと韓国で ENPlus 規格のペレット生産している。
- ・ ペレットは柔らかか目の木の方が良い。バークを使うと灰が多くなるが、適切な処理を最適化出来れば問題は無い。
- ・

■ エネルギー供給

電力供給 : 売電価格: 22¢/kW
熱供給 : 距離で 3km 先まで配管設置、総延長は約 10km
熱媒体 : 温水
売熱条件 : 売熱単価平均 6.5¢/kWh (5¢/kWh(工場)~8¢/kWh(家庭向け))
売電方法 : 売熱先に熱量計を設置しモニタ
熱利用先: 地域熱供給

(関連メモ)

- ・ 地域熱供給事業はブルクハルト社が事業主体である。
- ・ ガス化発電設備に加えて、チップボイラ・ペレットボイラ・オイルボイラ(2台)も所有している。
- ・ 配管の敷設はブルクハルト社が行っている。
- ・ 現在、工業団地の新設計画で新たな道路整備が行われている。これに対応した熱配管も実施しており、この整備計画が完成すれば、より広範囲への供給網が完成する予定。
- ・ 地域熱供給の事業だけでも損益はプラスに成っている。(数億円の投資しているのだから当然と)土地・建物などの工場部門と共有や自社製造の装置なので、熱供給事業の負担で他者がやるより有利に成っている点大きい。
- ・ 自治体への売熱の場合は、熱の買取条件として義務を付加する。
- ・ 売熱は10年以上の契約で、年単位での価格見直しをしている。
- ・ この地区の売熱価格は上述の数値(5~6.5¢/kWh)だが、地域によっては、11¢/kWhに成る事も有り、スイスでは11~14¢/kWhで売熱されている。

■稼働実態・オペレーション・メンテナンス

- 稼働開始 : 2010年から稼働開始
- 稼働時間 : 工場に併設された発電所で、オイル添加タイプで累積55000時間、オイル無し版で38000時間の実績。
- 稼働パターン : 年間を通して、売電と熱供給のフル出力運転。
- 人員体制 : 設備自体は無人運転(機器の製造工場内に併設しており、自社職員が常に対応可能)
- メンテナンス : この場所は機器製造工場、技術者や技能者がやっている。

(関連メモ)

- ・ 午前7時~午後4時の勤務時間以外は、夜間も含めて誰も居ない状態。但し、緊急対策チームが有り、毎日午後9~10時に一回の巡回確認を実施、土日は一回/日は見に来る。
- ・ 緊急時にはSMS(Short Message Service)で担当職員に連絡が来て対応。
- ・ 現在の製造コストは、オイルが安く推移し4.5¢/kWh位で、ペレットだと4.7¢/kWh位の差である。
- ・ 出力(180kW/165kW)は常にフル出力。技術的に出力コントロールは出来ない。

■その他

- ・ ブルクハルト社は設備屋として1978年5人で始めたのが現在では350人の社員がおり、うち140人がエネルギー部門でガス化発電設備に関わっている。
- ・ 2004年にヤシ油を利用したガス化発電設備の開発を開始。同時に木質チップのガス化を開発したがうまくいかず、木質ペレットによる開発に切り替えた。
- ・ 2008年に今のベースとなるBDF(Bio Diesel Fuel)とデュアルタイプのガス化発電設備のプロトタイプを開発、2009年より販売開始した。
- ・ 2015年からは木質ペレット単独のシステムを開発し、販売している。
- ・ 2016年から小型V4.50(50kW)の販売開始。V4.50の開発は法制に関係するところが大きい。多くのユーザーが自社用に活用出来る規模なので、再生可能エネルギーの普及を進めたい。V4.50の一号機は英国に導入。熱はチップ生産に活用、電気は自家用で補助が出ている。
- ・ ドイツでも日本同様に、10年位前までは、ガス化発電設備は旨く行かなかった経緯があり、それにより拡販していく上での障害に成った時期もある。
- ・ ブルクハルト工場では、機器を並行して3台ずつ組み立て製造。日本向けの製品も製造中。配線や機器のシャーシも自社内および協力工場に対応。
- ・ ブルクハルトの設備導入は、①ガスの配管網がどの程度整備されているか、②ペレットの生産拠点が近辺に有るか(バイエルン州には多かった)に寄って、地域差が大きい。
- ・ 最近では、バイオマスの価格が下がり、電気の価格が安定しており、比較的引き合いが増えている。
- ・ Ladbergerでは32台のガス化発電設備を併設し、近隣の空港、工場に熱供給(冷房含む)を行っている。
- ・ オーストリアは発電への補助が増えたため導入が増え、10台となった。
- ・ 上野村の装置は当初安定的でなかったが、燃料品質が改善され徐々に改善されており、年間稼働が7000時間レベルまで来た。
- ・ 日本ではペレットの品質が問題。ペレタイザーが小さいと品質が安定しない。樹種も異なると不安定になる。
- ・ 機器のインシヤルコストは、180kWのタイプで70~80万€で、50kWのタイプだと25~30万€である。

木質バイオマス熱電併給取組事例：欧州③ Burkhardt 機器導入の地域熱供給 Plant（Velburg, Germany）

■事業の概要

ブルクハルト社から車で約 1 時間位の位置に有る田舎町の地域熱供給。導入前まではセントラル方式の熱供給設備は無く、各自がオイルボイラで個別対応の熱利用していた。70 年代に地域開発として補助金が出たので、道路開発と同時に熱供給パイプを埋設し、熱供給の環境が整えられた。プラントはホテルの敷地内に建設されているが、ホテルは単にユーザーの一人で、周辺地域の民家と一緒の立場。

本プラントは、事業主体は地域のコミュニティ会社だが、ブルクハルトがエンジニアリングも対応して立上げ、ペレット供給も含めて外部委託し、ブルクハルトが担っている。



プラントの全容
(手前左:チップ/ペレット保管庫、
正面建屋に CHP 設置)



プラント敷地内の熱供給先となるホテル
(プラントの真向かい)

■技術

発電技術・メーカー : ガス化設備 (独・Burkhardt 社)

発電出力 : 180kW×1 基, 熱出力は 270kW

(関連メモ)

- ・ 装置自体はブルクハルト社ヒアリングに詳細記載。
- ・ ガス化発電設備の導入に関しては、エンジニアリングも含めブルクハルト社が担当。現在はエンジニアリングに関しては設備設計会社が担い、ブルクハルト社はエンジニアリングを行わず設備の支給のみとなっている。
- ・ ガス化発電設備と合わせて 650kW のチップボイラ、400kW のオイルボイラを併設。

■燃料

燃料種 : ペレット

燃料規格 : ENPlus-A1

燃料消費量 :

調達方法 : ペレット燃料の供給もブルクハルト社が請負の立場。
(実際の作業は外部委託)

燃料調達単価 : 170€/トン(輸送費込。ドナウ川を利用して運ぶとの事)

(関連メモ)

- ・ ペレットの投入作業もブルクハルト社が委託したサプライヤーが行う。
- ・ 以前は灰を廃却していたが、最近ではセメント会社や5MWのバイオマス発電会社が買ってくれている。ガス化発電設備から発生する灰はコークスの様な物で泥炭程度の熱量を得られる。(27MJ/kg)

■エネルギー供給

電力供給 : FIT 売電。売電単価 22¢/kW。 (ホテルが電力買う場合は 18¢/kW)

熱供給 : 地域への熱供給センター機能

熱媒体 : 温水

売熱条件 : 売熱単価 6.5¢~7¢/kWh、基本料金は徴収していない。

売電方法 : 売熱先に熱量計を設置しモニタ

熱利用先 : 敷地内ホテルと周辺の民家への暖房と給湯

(関連メモ)

- ・ 基本負荷を超えるピーク対応(朝・夕やブルクハルト機器の立上げ時)の熱供給はチップボイラ。
チップボイラ(600kW)とオイルボイラ(400kW)も併設されている。 オイル(植物油)ボイラは、臨時の物で、年に10時間位しか稼働しないのが実態。
- ・ 同プラントは、継続的な熱供給の義務が有る。
- ・ ホテルは、ボイラやヒーター等が不要、管理・メンテ費用、人件費も不要になり、コストの大幅削減が出来ているとの事。 個別のローカルな熱利用と比較して、20%程度の効率化が出来ており、更に大気汚染の負荷は約30%削減された。全体として20~30%のコスト削減効果が得られているはず。各家庭でも概ね同様な効果が出ている。
- ・ 2000リットルの中間蓄熱槽も所有している。
- ・

■稼働実態・オペレーション・メンテナンス

- 稼働開始 : 運開からの累積稼働時間 45000 時間
稼働時間 : 年間 7500 時間以上 (7500 時間の稼働保障)
稼働パターン : 年間フル出力運転。ガス化発電設備で熱のベース負荷を担い、ピーク対応はチップボイラとオイルボイラも活用。
人員体制 : 常時無人運転、ブルクハルトの外部社員が一日一回巡回
メンテナンス : メンテナンス契約 (45000~50000€/年、人件費と交換部品含む)

(関連メモ)

- ・ メンテナンス契約が高額なのは稼働保障の為。(最近のプラントは実績から稼働保障の要求少ない)
- ・ 対応している人員は、ブルクハルト代理店の委託社員 兼 地域会社の社員
- ・ 毎日の一回の見回り点検と半年に一回の定期メンテを実施。
- ・ イニシャルコストは、センター(プラント本体+建屋)が 1.5M€で、熱供給のネットワークが 1 M€との事で、センターは補助金無しだが、熱配管には 100€/m の補助金が出ている。 実際の配管設置コストは 200~500€/m が掛かる。 ガス化装置の本体のみは 55 万€程度。
- ・ 最近ではインターネットケーブルと一緒に熱配管を埋設する例もある。
- ・ 原価償却は 10 年との事。
- ・ ガス化炉の導入で、ペレットボイラに比較すると熱コストは大きいですが、売電収入で賄えている。(ペレットボイラのみは熱コストは 4.5~5¢/kWh 程度)
- ・ この施設の自家発電自体は、2006~7 年頃に植物油ボイラで始めて、その後にガス化炉導入し、初期からの累積 80000 時間は稼働しているとの事。
- ・

■その他

- ・ この様な地域熱供給システムの設立には、許認可を得るための関係者間の合意形成が必要で、ブルクハルトもサポートしている。道路下の許認可が取りにくいことなどがある。事業者の中に市町村が入っていると、作業が進めやすい。

木質バイオマス熱電併給取組事例：欧州④ STADTWERKE KELHEIM 地域熱供給 Plant (Kelheim, Germany)

■事業の概要

1980年代から、この地にはライン川沿いに製紙工場が有り、温水が排出されていた為、熱配管を設置して利用しようとの考えから地域熱供給が発展してきた。当初は 40°Cの温水をヒートポンプで 80°Cに上げて郵便局など建屋に供給していた。Kelheim 市が 65%出資するエネルギー会社を立ち上げ、市議会の承認のもと地域熱供給の事業化を進め、2011年11月に ORC システムを活用した熱供給プラントの稼働を開始。市内3か所の拠点を整備し、プラント周辺とダウンタウンの公共施設や住宅に熱供給している。

地域活性化、環境対策、安心・安全を意識、エネルギー転換への貢献、顧客のために、等を念頭に置き、この地域に根差した活動をしており、小中学生などの見学訪問・教育などにも積極的に対応している。



プラントの案内板

プラント屋上からの街並み

■技術

発電技術・メーカー： ORC ユニット：TD600CHPwithSplit (伊・Turboden 社)

サーマルオイルボイラ (AGRO 社：3,800kW)

発電出力： 600kW

熱出力： 3300kW (ORC からの排熱出力)

(関連メモ)

- ・ ベース熱供給をこの装置で行い、ピーク対応のみ前から所有 5MW ガスボイラ活用
- ・ ボイラで 300~310°Cに加熱されたサーマルオイルを ORC ユニットに供給、戻り温度は 150°C。ORC ユニット内で熱交換したシリコンオイルは 240°Cまで加熱され、タービン・凝縮器通過後、100°Cで戻される。
- ・ ORC のトラブルが発生したときには、緊急停止し、ボイラの熱を冷ます為の冷却塔を稼働。

- ・ 効率は、投入燃料(100%)とすると、ボイラ効率 90%で、ORC にて熱(73%)と電気(13%)を取り出す。
- ・ 定格の発電出力は 608kW とされているが、短時間なら 730kW 程度まで上げられる。(15-30 分程度)
- ・ サーマルオイルは基本的に交換していない。過去に数リットル追加した程度。シリコンオイル (7¢/L) は補充が必要なため、リザーブタンクでストックしている。
- ・ サーマルオイルは危険物扱いで無いが、耐防対策の規格で壁が厚くなっている。



ORC ユニット



発電機



AGRO 社製のファーネス

■ 燃料

燃料種 : 森林系チップ(自然木)

燃料規格 : G-100 を採用。(C.A.R.M.E.N.の規格)
燃料消費量 : 100m³/日を使用
調達方法 : 20km 圏の 4-5 か所のチップ供給会社・組合から受けている
燃料調達単価 : 丸太由来チップ ; 1 2 0 €/t-dry、G-100 チップ ; 82~85€/t-dry (この辺のチップ価格は 1 5 ~20€/m³ 位)

(関連メモ)

- ・ 廃材は使わないこととされている。製材端材も利用していない。
- ・ 3 日程度のチップが保管できる 300m³ の燃料倉庫を保有。
- ・ 燃料搬送はウォーキングフロアやプッシャー式を採用。トラブルを抑制するため、スクリュウコンベアは採用していない。
- ・ 燃料供給は、プラントから距離で 15km~20km までの範囲の会社やチップ組合から受けている。40m³ のトラックや牽引で 90m³ 運搬してくるトレーラーを受入。
- ・ G-100 規格は葉っぱが入っており、灰が多く、8 日間に一度の灰排出が必要。丸太からのチップは 2 か月に 1 度の灰排出で充分。
- ・ 絶乾重量で取引しており、丸太由来のチップが 1 2 0 €/トン、G-100 ベースが 82 ~85€/トン。この 2 種類を 25%:75%で混合して使っている。 G-100 ベースのチップ搬入時には、サンプルを取って加熱乾燥式の測定器で水分のチェックを行っている。



燃料チップの搬入



燃料チップ投入庫
(ウォーキングフロア)

■エネルギー供給

- 電力供給 : 売電: 22¢/kWh
- 熱供給 : 現在の配管長 : 約 9.5km。
- 熱媒体 : 温水 (往路: 90-95°C、戻りは 60-65°C程度)
- 売熱条件 : 売熱単価 74€/MWh=7.4¢/kWh、基本料金なし、10年契約、単価毎年見直し
- 売電方法 : 売熱先に熱量計(写真参照)を設置しモニタ
- 熱利用先 : 3地区に展開し、公共施設、工場、住宅に供給。

(関連メモ)

- ・ 配管延長には経済性を基に個々に判断。1mの配管設置に500€の経費が掛かる。
- ・ 全ての道路に配管されている訳では無いので、隣家でも配熱出来ない所も有る。
- ・ 投資額は、建屋・設備・2.5kmの熱配管も含み8.5M€かかっており、その内 ORC ユニットが約1M€で、ファーンレス・ボイラ・付帯設備が2-3M€かかっている。現在の所、この投資回収には13.5年かかる見込み。
- ・ 4台ポンプ所有し、内3台(1台はバックアップ)で9.5kmの熱供給配管に温水排出。ポンプ出力は25kW/台。9.5kmの配管に85000リットルの温水供給。塩で軟水化して、合成材も添加。



顧客に設置する熱量計



温水配給の圧力ポンプ

■稼働実態・オペレーション・メンテナンス

- 稼働開始 : 2011年11月から稼働開始
- 稼働時間 : ORCは年間9か月稼働、夏季はバックアップボイラ

稼働パターン : ベースの熱利用分に対応

人員体制 : 昼勤一名、他に会社のマネジメントが一人、夜間、休日は無人運転

メンテナンス : 個々の装置毎にメンテナンス契約(総額は約 70000€/年)

(関連メモ)

- ・ ORC だけを止めてメンテナンスする時も有り、ボイラを止めない為、その時は直接ボイラからの熱供給するパスも有る。
- ・ 夏の間は ORC を基本的に停止している。従って、9 か月間が ORC とボイラの年間稼働期間で、3 か月の停止期間にメンテナンスも行う。年間通じて、ボイラのみを燃やすこともある。
- ・ 施設の運転は昼勤一名で行っており、設備のオペレーション、燃料の調達管理、エネルギーの販売計画までをその一名で担当している。施設のスタート時は大変な負担だが、安定してくれば対応できる。
- ・ 施設の夜間、休日無人運転については、認可申請が必要。ただし、建築申請と同じ州政府の担当が管轄しており、ハードルは高くない。TUV(Technischer Überwachungs-Verein: ドイツ技術検査協会)で定められたセンサの設置やアラーム対応を行うことが条件。
- ・ 7 万€/年のメンテ費用の中で、ORC ユニットが一番高額で 4 万€/年のコスト。但し、これは Full パッケージで作業や部品交換だけで無く、95%の稼働保障も組み込まれている。
- ・ ミュンヘンに Turboden 社のサービス事務所(5 名体制)が有り、このプラントもカバーしている。
- ・

木質バイオマス熱電併給取組事例：欧州⑤

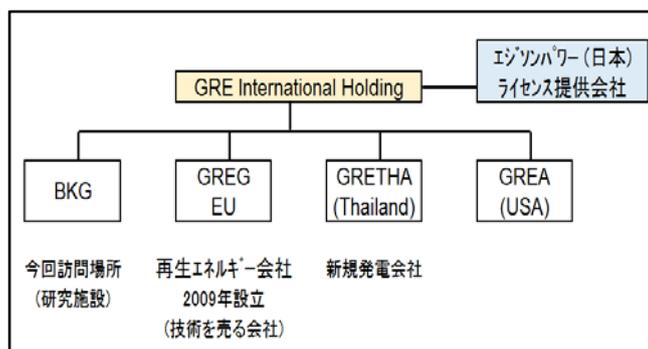
ガス化発電設備(BKG社)導入の地域熱供給 Plant (Gussing, Austria)

■事業の概要

GRE社は2009年設立されたDFB(Dual-Fluid bed gasification)技術を用いたバイオマス再生可能エネルギー会社で、GRE Internationalの下部会社であるBKG(正式名：Baioomasse Kraftwerk Gussing GmbH & Co KG)がギュッシングでバイオマス熱電併給設備を運営している。BKGが所有するプラントは2001年頃から、DFB技術の開発・検証の実験施設として稼働を行っている。当該施設は実験・技術検証の為に建設されているが、実際に発電・売電、及び熱を地域供給会社に提供している。約13年間に亘り、ガス化発電設備(熱電併給)を稼働しているが、実験炉のためメンテナンス費用も削減していた経緯から、概ね寿命を迎えている。現在はGREの経営資源を、新規のプラント建設しているタイに集中しており、日本は(株)エジソンパワーを代理店としてライセンス供与のビジネス形態をとっている。



ガス化発電設備の全容



Gussing Renewable Energy の組織

■技術

発電技術・メーカー： ガス化発電設備 (独・自社開発設備)、
エンジン (GE イエンバッハ社製) バックアップにチップボイラ導入
発電出力： 発電: 2000kW、熱出力: 4500kW
(投入バイオマス燃料は 8000kWh 相当)
ガス化方式： 二塔式循環流動層 (Dual-Fluid)
ガス洗浄方法： フィルタは2段構成、ドロマイトを使用したフィルタと
後段のスクラバ構成

(関連メモ)

- ・ 設備のスタート時には、ガス化反応炉を 800°Cまで上昇させるために、3000~4000 リットル/一回の灯油を使用する。
- ・ Dual-Fluid 法では、反応炉の下部は流動化した砂が有り、その上にバイオマス燃料が乗る。830~860°C位で無酸素の化学反応で水素、メタン、一酸化炭素、二酸化炭

素が発生する。ガス化生成物は、砂(オリーブ砂)と一緒に取り出し、そのオリーブ砂はスクラバで BDF を活用して分離した後に炉に戻す。

- ・ 更に後段の再化学反応チャンバー(800~880°C)でもう一度反応を起こす。ここで発生したガスには、ドロマイトを注入し、タールの除去を行うと共にフィルタで固形物を取り出す。固形物は後段で有機物として取り出すが水分が多いので、ガス・BDF(Bio Diesel Fuel)・水分を分離させ、ガスは一部ガス化炉に戻す。
- ・ ガス化装置の内部電力消費は、300-400 kW 程度。
- ・ エンジン GE 製で、木質ガス化エンジンとしては初めて。20 シリンダ、2100~2200 kW、2000m³/時のガス使用。自動運転。燃料は天然ガスも活用可能(フィルターを通す)。
- ・ 2200m³/時のガス生産時には、エンジン側に約 1900m³、残りの 200-300m³/時は燃焼室に戻し、残りは、エンジンへのガス圧力を一定にする為に、ガスボイラに排出。熱出力が足りない時は、燃料油を入れることも可能。



ガス化炉の全容 (側面)



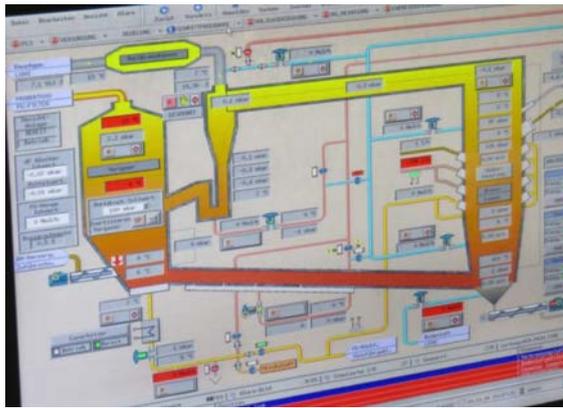
ガス化炉の下部 (Up-Draft 方式)



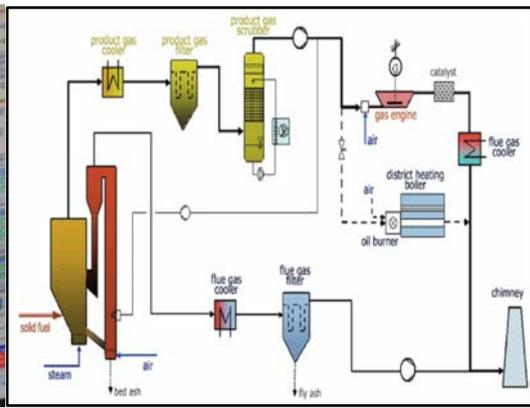
ガス化エンジン



発電機



ガス化炉の全体管理モニタ



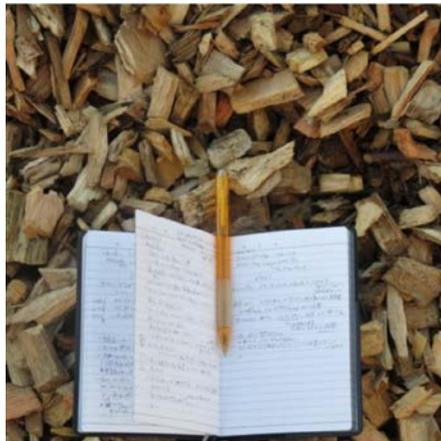
BKGシステムの全体図

■燃料

- 燃料種 : 地域の森林系の材、広葉樹中心だが理論的には樹種の制限はない
- 燃料規格 : サイズ規定 G-50
- 燃料消費量 : 1.5t - dry/時 (含水率により 2.0~2.5t-生/時)
- 調達方法 :
- 燃料調達単価 : 200€/時間当たりで購入 → 80~100€/トンに相当

(関連メモ)

- ・ 炉内でのつまりや安定的なガス化のためにも、チップサイズは重要である。
- ・ 屋外にふた山のチップを放置。雨が降ると、表面の1 m位は濡れるが、その下は問題無いので、含水率が平均 30%程度に成る様に混合して使用。乾燥装置を持っていないので、そのまま使用している。
- ・ トウヒなどの針葉樹の場合、タールが多く出る。広葉樹は一酸化炭素が少ないなどの欠点もあるが、燃料としては適している。現実的には手に入る樹木を使っている。
- ・ 家庭ゴミ(固形ゴミ)の実験はやっているが、実際には受入していない。タイで進めているプロジェクトでは、都市廃棄物(MSW: Municipal Solid Waste)を 30%程度混入することを考えている。
- ・ チップバンカーは圧力式で、燃焼炉からの熱を利用して温風空気で乾燥。
- ・ 燃料は 14-5 回/日投入が必要。反応炉の下部から搬送し、スクリーコンベアを採用。



燃料チップ

■エネルギー供給

電力供給 : 今までは売電:16¢/kW(13年間継続の契約)だったが、今は3-4¢/kW

熱供給 : 地域のエネルギー供給会社経由

熱媒体 : 高温水(送り:120°C)、温水(送り:90°C、還り:70°C)

売熱条件 : 売熱単価2¢~2.5¢/kWh

熱利用先: 市の地域熱供給公社に売熱

そこから工業地帯の工場、町中の施設(病院など)や民家に配給

(関連メモ)

- ・ 電力は最近までEco電力として16.4¢/kWhで売電していたが、13年間の契約期間が終了したため、現在は通常の売電価格3-4¢/kWhとなってしまった。売電価格低下で損益成り立たず、再び16¢/kWhで売電できるようロビー活動を行っている。
- ・ 市の地域熱供給公社(BKG設立以前から)が有り、全体の熱供給とBKG以外の熱供給プラント2つを所有。この供給公社が自社プラントとBKGの計3か所の発熱供給元から市全域にネットワーク(3系統)を使って供給している。
- ・ 地域内に2つの床材工場と他に6MW程度需要が有り、その他は地域内の施設・民家(約600~800世帯、人口4000人)。
- ・ 床材工場等、産業向けは120°Cの高温水を供給している。家庭向けは90°Cで送って70°Cで還ってくる。床材工場へは120°Cの温水供給が重要との事、BKGからのみ供給。
- ・ 夏の需要は概ね工場のみなので、BKGだけで殆んど賄える。

■稼働実態・オペレーション・メンテナンス

稼働開始 : 2001年

稼働時間 : 過去のピークで年間7800時間。累積で10万時間(15年)の稼働。

稼働パターン : 年間通してフル出力運転
人員体制 : スタッフ 5 人+マネージメント 1 人の計 6 人、夜間は 1 人
メンテナンス : 実験検証機だったので、メンテナンス費用は最小限にしていた。

(関連メモ)

- ・ 投資額は 10M€(約 12 億円)で、EU とオーストリアからの補助金で全額賄った。
- ・ 実験機でも有り、最初の 1-2 年の運転時間は短かった。当初目標より低い出力に成ってしまった。
- ・ 立上げ当初は、デモ用を想定しており 15 年間も動かす事を想定してなかったため、最低限のメンテ・部品交換のみしか実施していない為、概ね寿命を迎えている。一定期間毎にオーバーホールをすれば、20 年以上の稼働も可能。
- ・ 現在の停止理由は、エンジンのスイッチが破損して、部品入手に時間かかっている。
- ・ 多少の出力調整は可能だが、現実的で無い。ガスの量を減らすとエンジンの効率が悪化する。
- ・ 現有設備に金をかける事はしたくない。希望は最新機器の新設で、次世代の開発拠点にしたい。その際には発電は行わず、熱のみに特化した先端開発。木やその他の材から、水素を取り出す事に次の興味は移っている。基本的に GRE は R/D でドライブする組織である。

■その他

- ・ ガス化発電の後継の事業として、木質由来の熱分解ガスからメタンを抽出する設備も併設している。熱分解ガスには 25% のメタンが含まれている。そこから 1MW 相当のメタンガスを抽出する技術を研究開発している。このメタンガスをディーゼル油に転換する事件を進めており、以前は 4 リットル/週程度だったが、現時点では 250 リットル/週のレベルまで改善した。
- ・ 最終的には、このガス炉から発生するガスの内 25% がメタンで有り、圧縮して天然ガスとして配管に送出したいが、この地区には天然ガスのパイプラインが来ていない。このサイトは実験止まりだが、検証確認が終われば、メタン化装置自体をオランダの会社に販売の計画有り。
- ・ 木質から水素を抽出できれば燃料電池にも利用できる。エンジンより効率が高くなり輸送用燃料を代替できる。オーストリアはまだだがドイツでは取り組んでいる。日本も取り組む価値がある。
- ・ 2014 年に三洋セメントとタイ(Nongbua)に 4 MW の燃料消費で発電出力 1MW、熱出力 1.25MW の施設建設中(ほぼ完成)。120 日間のテストを実施後、2017 年 2 月から送電開始予定。発電機はキャタピラ社製。
- ・ 日本の大子町は、4MW の燃料消費で発電出力 1MW の施設を建設中で、来年 8 月か

ら稼働開始予定。

- ・ 日本では次に大子町の倍の規模の施設、タイでは同規模の施設の建設計画有り。
- ・ GRE のコンセプトは“Advanced Conversion Technology”と称した火を使わず燃焼させない技術の開発に特化している。孤立した田舎等では生きる技術であり、またそうした土地への投資がどの土地へ返ってくるという意味でも意義がある。

木質バイオマス熱電併給取組事例：欧州⑥

ガス化発電設備(URBAS 社)導入の地域熱供給 Plant (Poellau, Austria)

■事業の概要

地域の農家組合が主体となり 2010 年頃に 4MW の木質ボイラを導入して、近隣の事務所、住宅、工場に対して地域熱供給を開始した。夏の需要が少ないことから半年間は稼働していない為、小さなボイラか CHP の導入検討をしている中、2015 年度に URBAS 社製のガス化発電設備（発電出力：180kW、熱出力：320kW）を導入した。夏季の熱需要が約 300 kW として設計を行っている。本設備は標準品では無く、ある程度のカスタマイズしている。



プラント建屋

(左の開口部分はチップ搬入口、反対側にガス化炉と発電設備設置)

■技術

発電技術・メーカー	:	ガス化発電設備（独・URBAS 社）、エンジン（独・MAN 社） 冬季のバックアップに既存のチップボイラ（熱出力 4MW）
発電出力	:	発電=180kW、熱出力=320kW
ガス化方式	:	ダウンドラフト
ガス洗浄方法	:	フィルタでタール除去し、結露水に混ざって回収

(関連メモ)

- ・ URBAS 社の木質ガス化発電設備としては、上記以外に発電出力 125kW, 225kW, 300kW の種類が有り、他に 2.5~10MW 級の蒸気タービンもラインナップ化。同社は 17 年前から蒸気タービンの販売から始め、小さい物から大きな物に展開してきた。2001 年頃から木質のガス化発電設備の開発をスタートし、2008 年に一号機を納入。ガス化技術自体は昔から有った技術だが、ガス化炉は独自開発してきた。
- ・ URBAS 社のガス化炉装置は、機構がシンプルに纏まっている。
- ・ 出力が大きいほど、ガス化炉の直径が大きくなる。使用チップが他社(Spanner 等)と比較して大きい理由は、周辺から取込む空気を中央部チップ迄行き渡らせる為。
- ・ URBAS 社システムのエンジンは、規模毎に Liebmerr (<200kW)、MAN、三菱重工 (200kW<) の 3 社を採用。いずれもスイスで改造する。木質ガス化専用のエンジンはイエンバッハだけだが、価格が高すぎる。
- ・ 387°Cでガス化した後、ガスクリーナーで粉塵を除去し、2 段階のフィルタでタールを除去し。さらに 2 段階で冷却・熱交換する。(300°C → 111°C → 27°C) その後、ベンチレーターで空気と混ぜエンジンに送り発電する。
- ・ タールは結露水に混ざって回収。100kg のバイオマスに対して 10 リットルの排水が発生。すべて下水に流している。浄化設備の条件によっては水処理設備をつけて処理する。その場合は 0.5%の追加費用が掛かる。
- ・ フィルタは自動クリーニング。チップ燃料のサイズが小さいと、自動クリーニングの時間間隔が短くなる。



ガス化炉の全容



ガスフィルタ



ガス化炉の熱交換機



エンジン

■燃料

- 燃料種 : 地域の木材
- 燃料規格 : サイズ 600~1800 mm、含水率 15-18%、施設では 30%で受け入れて排熱乾燥
- 調達方法 : CHP プラントの主体となる農家、他

(関連メモ)

- ・ 当該施設には付帯していないが、500~1MW 規模の設備に成ると螺旋チッパーを標準で付ける。
- ・ 樹種は、針葉樹でも広葉樹でも問題無い。
- ・ 購入チップは含水率~30%程度で、それをガス化発電設備の排熱利用の乾燥機(床からの温風乾燥)で 15%まで乾燥させる。Max 18%程度のチップは問題無い。チップ品質が稼働を維持する為に重要。
- ・ 搬送機内での移動で細かなチップが出来ても、ふるいにかけて細かなチップは選別する。
- ・ URBAS 本社にもガス化発電設備(発電出力 150kW)が入っており、近隣の個人から丸太を 65~75€/トン(含水率 35%)で買取している。重さと含水率で価格を確定する。
- ・ 日本から 20 トンのスギの丸太を輸送し、全木チップで実験を実施したが問題無く行った。灰の発生量は不明。タール含有の排水の成分分析を今後実施予定。出力 250kW のところ、スギチップでは 270kW までの出力が得られた。



燃料チップ(やや大きい)



チップ搬入口の内部(温風乾燥ライン)

■エネルギー供給

電力供給 : 売電: 19¢/ kWh

熱供給 : 地域配管は約 8km 設置済で、地域内 200 箇所に供給。

熱媒体 : 温水 (往路: 80°C、戻りは 50°C程度)

売熱条件: 売熱単価 2¢/kWh

売電方法: 売熱先に熱量計を設置しモニタ。

熱利用先: 地域の会社や住居への暖房・給湯

(関連メモ)

- ・ 2015 年導入後、累積で 10500 時間稼働中。
- ・ 熱供給会社の運営主体は、周辺農家の組合組織。
- ・ 熱配管での損失は、1 時間当たり 20~30W/m
- ・ 熱供給の系統は、ガス化炉・エンジン・熱交換機・モーター排熱が有る。
- ・ 施設の内部消費電力は最大 10%程度。 冷却塔が最も電気を消費するため、地下水が十分活用出来れば、6%程度まで内部消費電力を抑える事も可能。
- ・ 日本仕様への変更は、60Hz 化、出力端子 3 線間の距離などの規格合わせと、非常電源として作動するか。

■稼働実態・オペレーション・メンテナンス

- 稼働開始 : 2015年から稼働
- 稼働時間 : 年間 8300 時間(昨年 7 月～今年 6 月)、累積で 10500 時間稼働の実績。
- 稼働パターン : 年間稼働(夏期間のベース熱供給量)
- 人員体制 : 通常無人運転。運営会社の人 が 1 名一日一回の見回り程度とチップ搬入を実施
- メンテナンス : メンテナンス費用は 5-6¢/稼働時間

(関連メモ)

- ・ オーストリア FIT 条件は、規模に関係無く熱利用が前提で、総合効率～70%の規定有る。
- ・ 夏期間以外は、所有するチップボイラ(4MW)で需要をカバーしている。
- ・ ガス化炉で発生した灰はチップボイラで燃焼している。
- ・ 日本展開に際し、20 年間を前提としてメンテナンス契約をやる為、メンテ教育検討中

【付録－２：専門機関のヒアリング調査報告】

専門機関③：ドイツバイオマス研究センター（DBFZ）

日時： 平成 28 年 11 月 7 日（月） 9:00～11:30

場所： ドイツバイオマス研究センター会議室，ドイツ Leipzig

対応者：ドイツバイオマス研究センター 国際情報技術コーディネーター Shaller 氏
熱化学変換部長 Lenz 氏

議事メモ

<議事>

1. ドイツバイオマス研究センター（DBFZ）について

- DBFZ はエネルギー食糧省の管轄。200 名程のスタッフを抱え、バイオマスに関する研究を行っている。基礎研究が 50% で産業のための実践的研究が 50%。
- “The Smart Bioenergy Concept” “Future Bio-economy” というビジョンを掲げ、研究に取り組んでいる。“The Smart Bioenergy Concept” では他のエネルギー源との組み合わせ、全体のシステムにバイオマスをどう組み込むか、どういうところでエネルギーを使うかが重要である。
- 年間の事業規模は 13 百万ユーロで、ドイツの各省庁や EU から資金が出ている。1.1 百万ユーロ程は民間企業からの委託を受けている。
- 一つの役割にデータの公開、政策への反映がある。他省庁とも直接コンタクトを取り、必要な協議・調整も行っている。DBFZ の監査委員には他省庁も入っているので、直接他省庁とも話をしやすい関係性にある。
- 発電コストのデータは DBFZ で作成し、政府に提供している。採用するかどうかは政治家の決定のため、DBFZ の分析結果が通る時も通らない時もある。
- 産業界との結びつきも持っている。
- DBFZ の中でも重点プロジェクトの一つの “Systemic contribution of Biomass” では、全体の中で量的・質的にバイオマスがどういう役割を果たすか、そのポテンシャルが議論されている。
- もう一つの重点プロジェクト “Smart Biomass Heat” では、熱を中心に副次的に電気も作り使うための研究がされている。“Catalytic emission control” では、汚染物質の触媒での浄化について研究されている。
- ボイラの開発も行っており、Emission ゼロのボイラ「NEKO」を開発している。

2. ドイツにおけるバイオマスエネルギーの導入実態

- 90 年代からバイオマスがブームとなり、バイオマスエネルギーの消費量は 200PJ から 1200PJ まで拡大した。ドイツでは農業バイオマスの利用が多いのが特徴。
- 資源作物としてミスカンサスやトウモロコシの生産も行われている。
- ミスカンサスは直接燃焼の燃料として利用される。ペレット原料として木質に混合して利用されることもある。しかしミスカンサスは今、社会的に問題がある。

- ・ トウモロコシはメタン発酵の原料となる。以前はトウモロコシの残渣のみの利用だったが、今は全部使っている。法律でエネルギー用として認められたため、食糧との競合の問題はない。

3. ドイツのバイオマス発電導入の今後の動向

- ・ 今のドイツでは政治家はバイオマスに対して逆風となっている。
- ・ ドイツでは FIT から FIP に移行した。前回の見直しでは条件の変更はなかった。
- ・ FIP では補助対象の量の上限を定めている。バイオマスの中でも安い電源が優位となる。市場価格も変化するため、発電事業者の経営判断も重要となる。
- ・ バイオガスについてはブームの時期に淘汰された事業者も出ている。
- ・ パリ協定を受け、ドイツとしてはバイオマスを増やしていく方向と思われる。
- ・ 今後は全体のエネルギーの中でバイオマスがどう入り込んでいくかが課題。
- ・ 電源としては、バイオマスは再生可能エネルギーの中でもコストが高い。
- ・ 冬季の快適な熱環境に対してはお金を払うことは抵抗がないため、バイオマスによる高効率な熱供給に対する期待は今後も高い。
- ・ これからはバイオマス由来の電力はフレキシビリティを持っている必要がある。2030 年には微調整ができる機器が求められる。電気も作って系統に流すだけでなくオンサイトで使えるようにすることも求められる。電力需要が集中する時に価値ある電力を供給できることも求められる。熱の負荷変動には蓄熱で対応し、蓄熱槽を介して太陽熱やヒートポンプとの組み合わせで行っていく。これが“Smart Biomass Heat”の考え方である。

4. ガス化マイクロ CHP について

- ・ “Smart Biomass Heat”を実現するキーの一つがトレファクションペレットによるガス化のマイクロ CHP である。
- ・ DBFZ では 500W の機器の開発を行っている。細やかな制御が可能で、5 秒間の間に出力を 20%から 100%の間でコントロール可能である。
- ・ トレファクションペレットの開発で日本の森林総研と関係している。
- ・ 開発は 2025 年から 2030 年の実用化を見据えて進めている。
- ・ 市場に出すための条件も必要である。10 年後、20 年後を見据えて燃料市場を構築する等の準備を、政府、行政と進めていく。
- ・ ドイツではボイラやガス化等の基本技術は公開し、特定技術は特許化している。

5. JWBA との連携について

- ・ 今後、DBFZ と協会とで具体的な協力関係を築いていけると望ましい。政府や産業界に対して役に立つことができるはずである。

- ・ オーストリアの農業省の前の大臣の時には日本の農水省と協定を結んでいた。以前はベルリン領事館の西川氏が日本のバイオマスエネルギーとの連携に動いていた。ベルリン領事館を通して今の問題意識を共有して、日本の農水省との連携体制を構築できると良い。
- ・ 共同研究や地域・企業に対する FS・コンサルティングを共同で行うということも考えられる。
- ・ Bioenergy 村のコンセプトの実現を支援することも可能である。具体的にはポテンシャル調査、需要調査、熱利用システム検討等を行う。バイオマスに限定せず、ソーラーや風力をいかに組み合わせるかも考える。
- ・ 協会への問合せが多いとのことだが、まずは質問を分類していくことが重要。DBFZ から 2 名程派遣して、チェックリストを作り上げることも可能である。
- ・ DBFZ で作成しているようなコストデータの日本版を共同で作成することも可能である。
- ・ 日本でも熱利用を主体に考えていくべきで、漁業、水産業も熱需要がある筈。

専門機関②：C.A.R.M.E.N. e.V.

日時：平成28年11月8日（月） 10:00～12:00

場所：C.A.R.M.E.N. 事務所, ドイツ Straubing

対応者：C.A.R.M.E.N. 固形燃料プロジェクトマネージャー Zenker 氏

議事メモ

<議事>

1. C.A.R.M.E.N.について

- C.A.R.M.E.N.はバイエルン州政府とバイエルン州農業省から資金的支援を受ける機関で、再生可能エネルギー導入の支援や普及に関する活動（パンフレット作成、イベント開催など）をする機関。スタッフ数は35名。
- Wissenschafts Zenrum と Technologie-und Forderzentrum との3機関が連携してバイオマスに関する取組も行っている。
- Wissenschafts Zenrum はサイエンスセンターで、100～200名の学生が所属し、技術だけでなく経済、化学、マーケティングなどの基礎研究を行っている。
- Technologie-und Forderzentrum は技術支援センターで、より実用的な研究や支援を行っている。C.A.R.M.E.N.はここと連携して、補助金事業の対応やプロジェクトのスタート時の支援などを行っている。

2. 小規模発電の普及状況

- EEG法における規模別、熱利用、技術別の優遇により、ガス化やORCが増えてきた。数では特にガス化の伸びが著しいが、出力量では蒸気タービンが圧倒的。
- ORCは一時期着実に伸びた時期もあるが、導入コストが高いため、ある時期からは増えていない。技術的には問題なく機能しているが、コストの問題である。より小型のORCが出てくれば変わってくるかもしれない。
- ガス化はORCと比較して投資額も少なく、順調に普及が進んでいる。ドイツのメーカーが多いことも普及の要因と考えられる。
- 一時期はガス化の補助制度があり、C.A.R.M.E.N.もプロジェクトに参加してデータのモニタリングを行う等、支援を行っていた。今はなくなった。
- メーカーは多いが、うまくいっているのはBurkhardtとSpanner。
- Burkhardtは燃料にペレットを採用していることでうまくいっている。チップの場合、品質の差があるため、自社で選別・乾燥ができるような所でないとうまくいかない。
- 2014年のEEG法改正以降、ドイツのFITはいい状況にない。バイオマス発電はガス化も横ばいになってきており、10基程度しか増えていない。
- EEG法により、ゼロから始まったバイオマス発電も短期間でかなり普及したと言えるが、まだ普及の余地は残っている状況である。

3. 小規模発電のコスト

- ・ 小規模発電は非常に小さなところは自家発電が中心で稼働時間が短い。設備費は割高になるが、燃料を安く調達し、人件費をかけずにやっている。大きな発電所になると設備費は割安になるが、燃料にそれなりにお金をかけており経費もかけている。その分売熱価格も高くなる傾向がある。製材所でやられるパターンが売熱単価最も安い。

Scenario	Investment wood gasifier	Further investment	Full load hours	Fuel price	Heat value
Farmer (small)	6000 €/kW	15 %	6000 h	10 €/MWh	60 €/MWh
Saw mill (medium)	4000 €/kW	30 %	8000 h	20 €/MWh	40 €/MWh
District heating (medium)	4000 €/kW	15 %	7000 h	30 €/MWh	80 €/MWh

図 小規模バイオマス CHP の構造

- ・ 収益性の構造はプロジェクトごとに全く異なる。
- ・ 小規模発電では売熱は必須。熱は 2~10 セント/kWh で売れる。地域熱供給のベース負荷をガス化で賄う例が多い。農業地域では余った熱をあらゆる乾燥に用いることがポイントともされる。
- ・ 今年のチップ価格は平均 26.53 ユーロ/MWh、MAX38.5 ユーロ/MWh、min11.56 ユーロ/MWh。
- ・ 小規模 CHP の条件は・安定した収入（補助・自家使用含む）・売熱先の安定性・設備の安定性。
- ・ 小規模 CHP に関しては EEG（再生可能エネルギー法）かあるいは KWKG（熱電併用法）のいずれかの支援を受けることができる。
- ・ KWKG は再エネに対象を限ったものではない。売電した場合、実勢価格にプレミアが補助金としてオンされる。自家利用にも適用される制度。自家消費で行う場合は、自家消費率 30%以上では、EEG よりも KWKG を活用する方がメリットある。

Rated output	≤ 150 kW _{el}	≤ 500 kW _{el}	≤ 5 MW _{el}
Feed in tariff (Ct/kWh)	13.39	11.55	10.54

図 EEG（2016年）によるボーナス

Electrical power	Cent/kWh (Feed in)	Cent/kWh (On-site consumption)	Duration
Up to 50 kW	8.0	4.0	60,000 Vbh
50 kW – 100 kW	6.0	3.0	30,000 Vbh
100 kW – 250 kW	5.0	-	30,000 Vbh
250 kW – 2 MW	4.4	-	30,000 Vbh
Higher than 2 MW	3.1	-	30,000 Vbh

図 KWKG によるボーナス

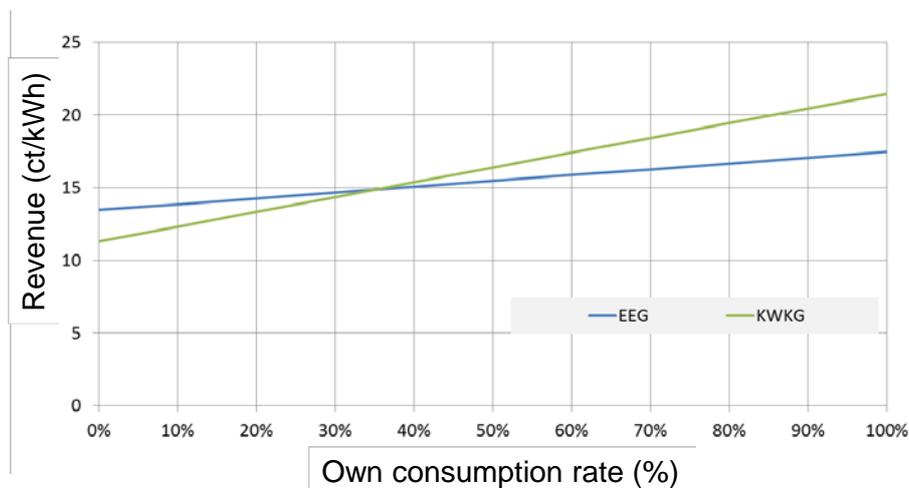


図 自家消費の場合の KWKG と EEG の損益メリット

4. 小規模発電の現状と今後の見通し

- 2017 年に EEG 法が大きく変わる。出力 150MW の上限が設けられ、その量分だけ補助が出るようになる。新たな補助はなくなるため、バイオマス発電の量は減っていくとの予測も立てられている。
- ドイツ国内でも“Anschlußforderung”（継続補助）の議論が沸き上がっており、ロビー活動が繰り広げられている。C.A.R.M.E.N.もそのための活動を行っており、州政府からの相談に対応し、各方面への啓蒙活動を行っている。
- 固形バイオマスは業界の力が強いわけではないので、積極的な働きかけが必要。
- エネルギーは自己供給という流れが生まれている。バイオマスも今後は自家消費のエネルギー供給をどうするかといったところに打っていく必要がある。
- 農家が電気エネルギーから自立できる可能性もあり、チャンスとも捉えられる。
- メーカーも努力しており、10kW 程度の超小型のガス化の開発が進んでいる。

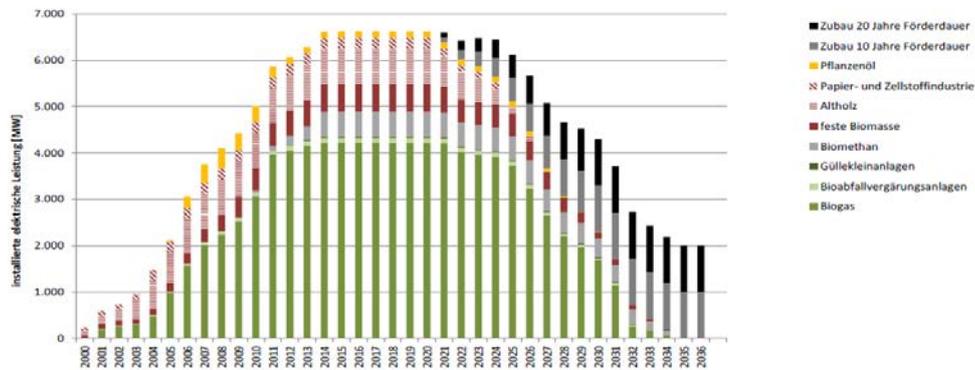


Abbildung 8-2 Entwicklung der installierte elektrische Leistung nach Biomasseart, mit Ausbau und Anschlussförderung

図 2017 年以降のバイオマス設備の導入数の予測 (DBFZ 作成)

5. 統計データ (燃料価格) について

- C.A.R.M.E.N.では燃料の市場価格を定期的に調査し、公開している。ペレット、ブリケットは毎月、チップは3か月に一回、燃料供給事業者には調査を行って、結果をHPに公開している、
- ドイツ政府の統計局もバイオマス燃料の価格の統計を取っているが、分類が細かい。
- チップはパルプ産業、ボード産業と競合することなく、価格がバランスしている。製材所からの発生量が少なく高騰するときには一時的に競合することもあるが、それも一時的である。
- バイエルン州で調査した薪の消費量をみると、ここ数年は減少している。気候変動のせいもあるかもしれないが、温暖化しているという心理的問題で薪を使わなくなっているということもあるかもしれない。

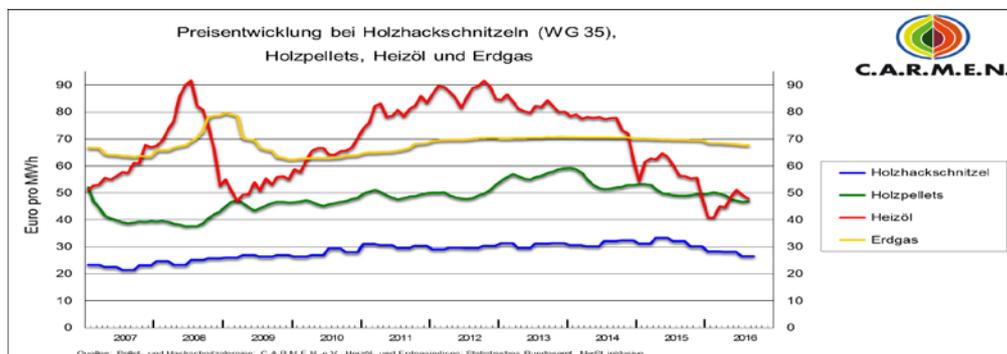


図 C.A.R.M.E.N.公開の燃料の価格情報

専門機関③：オーストリアバイオマス協会

日時：平成 28 年 11 月 10 日（木） 9:00～12:00

場所：オーストリアバイオマス協会, オーストリア Wein

対応者：オーストリアバイオマス協会 CEO Pfemeter 氏

議事メモ

<議事>

1. オーストリアバイオマス協会について

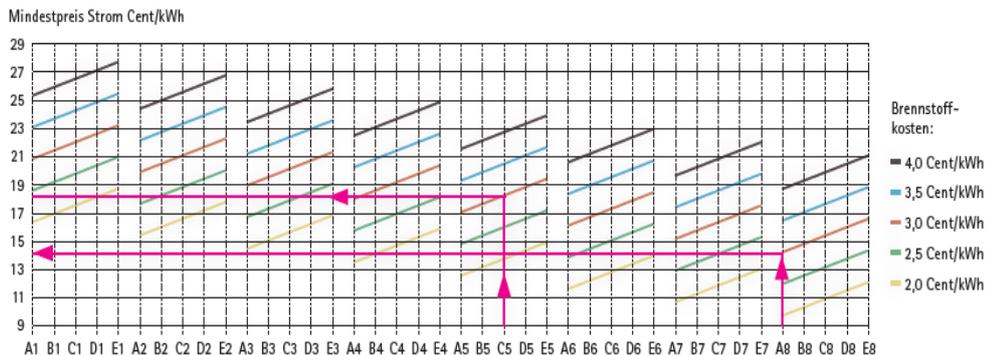
- ・ 25 年に設立。スタッフは 9 人。会員数は個人 100 名、企業 200 社、賛助会員 600 名（社）。企業はボイラメーカーも多数入会している。
- ・ 予算はオーストリア農業省から 50%、会費が 20%、残りの 30%はセミナーや広告収入、スポンサー収入。補助金と民間からが半分ずつあることで、協会としてやるべきことも自由にでき、かつ企業への貢献もできる。このバランスが大切。
- ・ 一番グレードの高い会員の会費は 1 万ユーロでフルサービスとなる。企業フォーラムに出展できるクラスは 2,500 ユーロ、パンフレットなどに広告を掲載できる会員は 2,000 ユーロとなっている。他の雑誌などよりは安い掲載料である。
- ・ 日本でも広告収入は期待出来て、今なら海外の企業が掲載を希望する筈である。

2. 小規模バイオマス発電の技術について

- ・ 日本では小規模のラインが 2MW とされているが、オーストリアでは 2MW は大規模。小規模は 2kW の家庭用自家発からあり、20～50kW が農家・ホテル・小規模工場向け、50～500kW が小規模地域熱供給、2～10MW は大規模地域熱供給とされている。
- ・ 2kW の機器はペレットを燃料とするスターリングエンジンのタイプ。発電効率は 5%と低く、コストは高くつく。熱出力は 10～12kW。熱を 100%使い切ることが前提。1 年前から市場に出ているが、日本に販売するのはまだ早い。価格は 2 万ユーロ。
- ・ 自家発として個人や農家が小型のバイオマス CHP を導入する動機としては、利用可能な燃料を持っている、エネルギーをたくさん消費している、環境にやさしいから・CSR、将来の電気代が上がるかもしれないから、といったことが上げられる。将来の電気代については予測不能である。
- ・ 一般家庭の電力の購入単価は 20 セント/kWh。自家発として使うか売電するかは経済メリットによるが、個人の場合、売電する手間も考える必要がある。
- ・ ガス化は年間稼働時間 5,000～7,000 時間が前提。また熱利用も必須。
- ・ ORC は技術の信頼性の高いものである。ただし熱の発生量が多いため、十分な熱利用のあるところで導入する必要がある。既存の施設への導入、新設の施設への導入が考えられるが、最も良いのは既存の発熱所に組み込む例である。

3. 小規模バイオマス発電のコストについて

- CHP の採算性は条件によって大きく異なるため一概に言えない。
- 協会では CHP コストモデルを公表しているが、投資回収は熱代と燃料代で決まってくる。150kW くらいまではこの感度分析表が参考にできる。
- データはメーカー提供ではなく、発熱所などから実績データを提供してもらっている。10~15 か所位のデータを基に分析している。提供してくれる事業者には分析結果をフィードバックするなど、ギブ&テイクの関係構築を図っている。



Investitionskosten/ Wärmepreis	5.500 €/ kWel	6.000 €/ kWel	6.500 €/ kWel	7.000 €/ kWel	7.500 €/ kWel
25 €/MWh	A1	B1	C1	D1	E1
30 €/MWh	A2	B2	C2	D2	E2
35 €/MWh	A3	B3	C3	D3	E3
40 €/MWh	A4	B4	C4	D4	E4
45 €/MWh	A5	B5	C5	D5	E5
50 €/MWh	A6	B6	C6	D6	E6
55 €/MWh	A7	B7	C7	D7	E7
60 €/MWh	A8	B8	C8	D8	E8

図 ガス化発電コスト感度分析

4. FIT 制度について

- オーストリアの FIT では 500kW 未満が対象で、森林系のチップ、エネルギー効率 70%以上で 10 年計画を提出することにより、22 セント/kWh の買取価格が適用される。ただし買取量は年間の上限が決まっている。以前は 16 セント/kWh だったが価格が上がった。これにより企業の投資が進んだ。
- FIT は毎年価格の調整が必要である。
- 再生可能エネルギー導入量を増やすうえで FIT 価格は重要。魅力がないと厳しい。
- FIT ではなく炭素税により導入を増やすという方法も考えられるが、おそらく全

体的な電気代が上がるだけで再生可能エネルギーの普及への効果は薄い。

- ・ ベース電源にバイオマス由来の電力は向いている。
- ・ ドイツが FIT から FIP (Feed in Premium) に移行している。市場価格と発電コストの差分を補助させる仕組みである。平均市場価格でみるため、発電事業者の努力し甲斐がある。また発電事業者自らが売り先を見つけて販売する為、市場の条件の良いタイミングを狙って販売する事でより良い価格で販売できる。農家ではこうした対応は難しいが、新たな投資家の呼び水としてこの制度が生きてくると良い。
- ・ 欧州全体が抱える大きな課題としては、電力市場をどのように持っていくかのビジョンの作成である。
- ・ FIT は行政がやりやすい仕組みである。FIP になり複雑さはあるものの、制度的には成長した。FIT では供給量を増加させていく力はある。
- ・ 日本は大規模が多い印象だが、FIT で大規模発電を推進するのは良くない。FIT では小規模 CHP を分散化させることが最も正しい。
- ・ FIT がないと小規模 CHP の自立は難しい。炭素税を入れるなり、何かしらの形の支援でコストの下支えをする必要がある。
- ・ 火力発電の発電コスト 4 セント/kWh に対してバイオマスは 10 セント/kWh となり、大前提としてバイオマスは高い。まずは炭素税などのインセンティブを入れてどこまで競争力が出るかである。またバイオマスを活用した際の地域産業振興、雇用、税収の効果などを踏まえ、どちらが投資効果あるかを考えていくことが重要。
- ・ 日本の制度では、輸入材についても量の制限をする等の措置が必要ではないか。
- ・ コストの長期見通しについては、条件によるインデックスを用意するのが良い。何もしないと減っていくのでそうならないようにすべき。
- ・ FIT 政策は長期間続いていかないと意味がない。ただし、ビジョンが大切で、全体のエネルギー需要がどうなっていくのか、そのうち再生可能エネルギーがどのくらいを賄っていくかを考えることが大切。
- ・ 素人は価格に飛びつくだけで将来が見通せていない。オーストリアでは農家等へ魅力のある仕組みにすることが大切で、そのうえでの農業委員会の役割は大切。

5. データ整備・公開について

- ・ 重要なのはデータでものをいうことである。政治家や行政への働きかけにもデータは説得力がある。エンジニアにもデータは重要。
- ・ データは農業委員会、農業省の協力で収集し、協会が整理、分析し、公開している。結果を統計局にも提供している。
- ・ ハンドブックも作成し、今ではバイオマスに関わる関係者皆が持つようなものと

して広まっている。

- ・ データ整備は 10 年以上続けてきている。はじめの一年はとても大変だが、2 年目以降は同じことをすればいいので楽になる。

6. 日本でのバイオマス利用の促進について

- ・ バイオマスの利用を増やすにしろ国産材の利用を増やすにしろ目的はどうであれ、まずは上質なものと低質なものと全て森林から材を出してくることである。
- ・ オーストリアでは“木のモバイル化”といったことが言われている。森から木を出すことである。木が大量に出てくればどこかで材として利用されるし、エネルギーとして利用する人も出てくる。
- ・ 材を出すには林道整備、人材育成が重要である。
- ・ オーストリアは現状よりも 30~40%原木の供給量を上げられる。日本はもっと拡大できるはずなので伸び代は大きい。
- ・ 地方で零細なプロジェクトを起こしていくことが有効かもしれない。そこで成果を出して、成功した林業家の姿を政治家にも見てもらいアピールすることが大切。
- ・ オーストリアでバイオマスが普及したのは農家・林業家の熱意による所が大きい。

小規模木質バイオマス発電・熱電併給事業導入支援策に関する海外調査

平成 29 年 3 月 発行

発行： (一社)日本木質バイオマスエネルギー協会

<http://www.jwba.or.jp>

〒110-0016

東京都台東区台東 3 丁目 12 番 5 号 クラシックビル 604 号室

電話: 03-5817-8491 FAX: 03-5817-8492

Email: mail@jwba.or.jp

本書は、平成 28 年度林野庁補助事業「木質バイオマス利用支援体制構築事業(相談・サポート体制の確立)」により作成しました。