

ウクライナ

ハリコフ州熱供給公社

**ウクライナ国  
バイオマスペレット製造装置及び  
ボイラー普及・実証事業  
業務完了報告書**

2015年8月

独立行政法人

国際協力機構（JICA）

あすかグリーンインベストメント株式会社

国内
JR（先）
15-049

巻頭写真	iv
略語表	v
地図	vi
図表番号	viii
案件概要	xi
要約	xii
1. 事業の背景	17
(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認	17
① 事業実施国の政治・経済の概況	17
② 対象分野における開発課題	18
③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度	19
④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析	23
(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要	23
① ペレット製造装置	23
② バイオマスボイラー	26
2. 普及・実証事業の概要	28
(1) 事業の目的	28
(2) 期待される成果	28
(3) 事業の実施方法・作業工程	29
① 事業環境調査（事前準備）	29
② 事業性分析	30
③ 維持管理支援	31
④ 普及活動	34
(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）	37
(5) 事業実施体制	39
(6) 相手国政府関係機関の概要	39
3. 普及・実証事業の実績	41
(1) 活動項目毎の結果	41
① 事業環境調査	41
② 事業性分析	48
③ 維持管理支援	51
④ 普及活動	67
⑤ 実証機の事業性分析	70
(2) 事業目的の達成状況	87

①	ペレット製造装置の導入効果	87
②	バイオマスボイラーシステムの導入効果	88
(4)	日本国内の地方経済・地域活性化への貢献	90
(5)	事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について	91
(6)	今後の課題と対応策	91
①	現地パートナーの選定	91
②	関税手続きの煩雑さへの対応	91
③	経済性の確保	92
4.	本事業実施後のビジネス展開計画	93
(1)	今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定	93
①	マーケット分析	93
②	ビジネス展開の仕組み	94
③	想定されるビジネス展開の計画・スケジュール	103
④	ビジネス展開可能性の評価	108
(2)	想定されるリスクと対応	111
①	パートナーリスク	111
②	経済リスク	111
③	投資・制度リスク	111
④	政治リスク	111
(3)	本事業から得られた教訓と提言	112

## 巻頭写真



ボイラーハウス外観



ペレット製造装置システム



破砕機（ペレット製造装置システム）



バイオマスボイラー



本邦受入活動

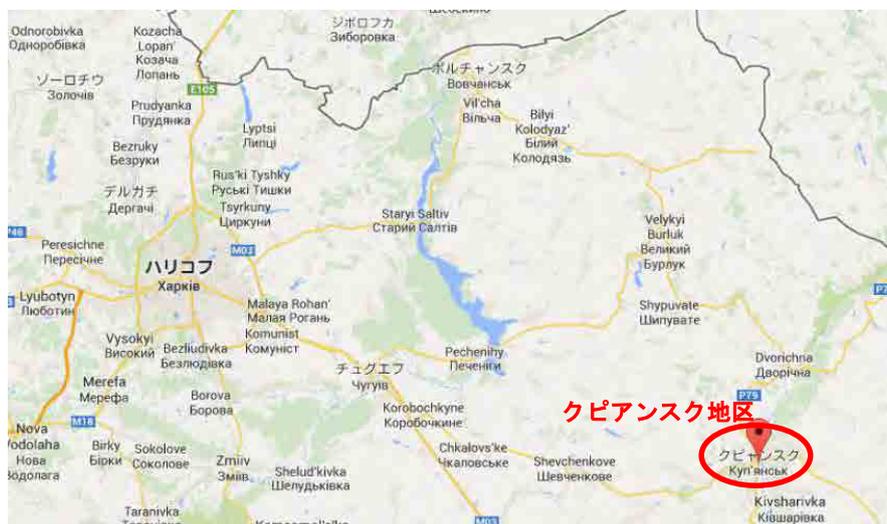


本邦受入活動

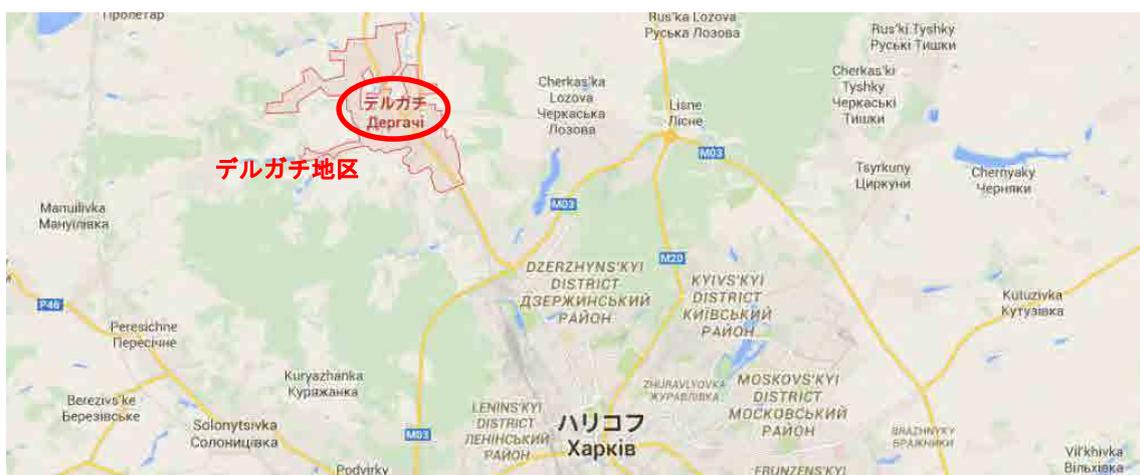
## 略語表

略語	英文正式名称	日本語名称
CHP	Combined Heat and Power	熱電併給プラント
DRIT	Direction for Territory Infrastructure Development	ハリコフ州熱供給公社
ESCO	Energy Service Company	省エネサービス事業
IRENA	International Renewable Energy Agency	国際再生可能エネルギー 機関
MM	Meeting Minutes	議事録
MSDS	Material Safety Data Sheet	製品安全データシート
NERC	National Electricity Regulatory Commission of Ukraine	国家エネルギー政策委員 会
SV	Supervision	スーパービジョン（現地 技術指導）
UABio	Bioenergy Association of Ukraine	ウクライナ バイオエナ ジー協会
UKHIN	Ukrainian State Research Institute of Carbo Chemistry	州政府研究機関

# 地図



上図：ウクライナ全域図、  
中図：ハリコフ州クピャンスク地区（ペレット製造装置設置箇所）  
下図：クピャンスク地区内実証プロジェクトサイト  
(出典：Google Map)



上図：ハリコフ州デルガチ地区（バイオマスボイラー設置箇所）

下図：デルガチ地区内実証プロジェクトサイト

（出典：Google Map）

## 図表番号

図 1	ペレット製造装置	25
図 2	破砕機	26
図 3	バイオマスボイラー	27
図 4	実施体制図	39
図 5	DRIT との MM 署名	42
図 6	ボイラーハウス内	42
図 7	ブリケット工場位置図	43
図 8	ブリケットの原料となる藁	44
図 9	ブリケット成分分析結果の認証票	46
図 10	ブリケット製造フロー	49
図 11	ブリケット製造機	50
図 12	ペレット造粒機の刻印部	54
図 13	稼働試験状況	55
図 14	稼働試験状況（破砕機）	55
図 15	バイオマスボイラー刻印部	57
図 16	稼働試験状況（バイオマスボイラー）	57
図 17	ペレット製造システムの保管状況	60
図 18	ペレット製造装置の荷降ろしの状況	62
図 19	バイオマスボイラーの内陸輸送・荷降ろしの様子	63
図 20	ペレット製造装置の据付・試運転・技術指導の様子	64
図 21	バイオマスボイラーの据付・試運転・技術指導及び セレモニー式典の様子	66
図 22	本邦製と外国製のバイオマスボイラーの外観	85
図 23	非公開	97
図 24	非公開	100
図 25	非公開	109
表 1	ウクライナの固定価格買取制度	21
表 2	EU 諸国におけるバイオマスボイラーの利用状況	22
表 3	ペレタイザー諸元表	24
表 4	破砕機諸元表	25
表 5	バイオマスボイラー諸元表	26
表 6	作業工程表	36

表 7	投入人月・団員構成・外部人材活用	37
表 8	要員計画表	38
表 9	第 1 回現地調査日程	41
表 10	ブリケット成分表	45
表 11	Available straw for heating, building and other purposes in 2009	48
表 12	ペレット造粒機の仕様	53
表 13	破砕機の仕様	54
表 14	バイオマスボイラーの仕様	56
表 15	ウクライナにおける各事業機の課税率	57
表 16	本邦受入活動日程表	67
表 17	非公開	70
表 18	非公開	70
表 19	非公開	71
表 20	非公開	71
表 21	非公開	71
表 22	非公開	72
表 23	非公開	72
表 24	非公開	74
表 25	非公開	76
表 26	EU 各国のペレット輸出入、消費量	76
表 27	バイオマスボイラーの導入による CO2 削減量	77
表 28	欧州のペレタイザー・関連メーカー	78
表 29	日本製及び海外製ペレタイザーの比較	80
表 30	リングダイ方式とフラットダイ方式の比較	81
表 31	非公開	83
表 32	日本製及び欧米製バイオマスボイラーの仕様等比較	86
表 33	非公開	93
表 34	非公開	94
表 35	非公開	96
表 36	非公開	99
表 37	ボイラーの導入に関する方法と各方法における メリット・デメリット	101
表 38	非公開	102

表 39	非公開.....	104
表 40	非公開.....	105
表 41	非公開.....	105
添付資料 .....		113~

ウクライナ国 バイオマスペレット製造装置及びボイラーの普及・実証事業

企業・サイト概要

- 提案企業: あすかグリーンインベストメント株式会社
- 提案企業所在地: 東京都千代田区
- サイト: ウクライナ国 ハルキフ州
- 相手国実施機関: ハルキフ州熱供給公社
- 事業実施期間: 2013年11月～2015年9月



再生可能エネルギーへの転換

ガスの供給・価格がロシアとの政治的関係等に依存しているため、安定的かつ安価な燃料取得に向けた、再生可能エネルギーへの転換政策を推進している。

バイオマスエネルギー活用の効率改善

農業残渣を利用したブリケットが製造されているが、旧式ボイラーによる低品位炭や木材との混焼を行っており、エネルギー効率が低い状態にとどまっている。

バイオマスペレット(農業残渣燃料)製造装置

維持管理・保守の簡素化により、メンテナンスや運転に特別な技能を必要とせずに、低ランニングコストのペレット生産が可能。

バイオマスペレット(農業残渣燃料)ボイラー

検査や扱いが容易な圧開放式を採用しており、水質の違いに起因する腐食等の障害も克服。独自の構造により、高効率かつクリーンなペレット焚きを実現。

普及・実証事業の内容 (JICA事業)

- 上記のペレット製造装置及びボイラーを活用して、以下に示す効率的で持続可能なバイオマスエネルギー利用サイクルの確立に向けた実証活動を実施。  
未利用のバイオマス資源・既存のブリケット→ペレット製造→同ペレットを燃料としてボイラーで熱供給。
- 実証結果をカウンターパート及び他都市・関係省庁に発表する等普及活動を実施。



バイオマスペレットボイラー

普及・実証事業の成果

ペレット製造装置及びバイオマスボイラー共に調達・船積を実施。現地到着後、SV作業(据付、試運転、稼働確認)を行った。

ビジネス展開

- (短期的)同機材の現地での普及・拡大、
- (長期的)機材の現地生産に向け、現地企業との業務提携や日本メーカーとの現地生産ビジネスの推進。

開発課題へのインパクト

エネルギー供給リスクに対する純国産エネルギーを利用した再生可能エネルギーの利用拡大へ。

## 要約

I. 提案事業の概要	
案件名	ウクライナ国バイオマスペレット製造装置及びボイラーの普及・実証事業
事業実施地	ウクライナ国ハリコフ州
相手国 政府関係機関	Kharkiv Regional Public Enterprise “Direction for Territory Infrastructure Development” / ハリコフ州熱供給公社
事業実施期間	2013年11月～2015年9月
契約金額	101,898,000円（税込）
事業の目的	<p>ウクライナの各都市では熱供給インフラの重要性が高く、地方自治体は熱供給公社等を通じて公共施設や一般住居に主にガスを燃料とした熱供給を行っているが、ガスの供給、調達価格はロシアとの政治的関係に影響を受けるため、エネルギー安全保障の観点からも、ガスへの依存度を引き下げる方策の一つとして再生可能エネルギーの推進政策がとられている。</p> <p>本事業対象であるウクライナ東部のハリコフ州でも、ガス依存からの脱却と安価かつ安定的な燃料取得のため、農業残渣ブリケット（植物性廃棄物（バイオマス）から生成する燃料）の製造に着手しているものの、製造後20年が経過した旧式ボイラーによる既存の低品位炭や木材との混焼を行っており、エネルギー効率は極めて低いレベルに留まっている。また、同国の熱供給事業者が共通に抱える経済的問題のため、燃料転換事業が思うように進展していないという実情がある。</p> <p>本事業は、ウクライナの熱供給事業者にバイオマスペレット製造機及びバイオマスボイラーの導入を図り、バイオマス燃料への転換に向けた普及・実証事業を行うものである。</p>
事業の実施方針	<p>バイオマスペレット製造装置及びこれを燃料とするバイオマスボイラーによる公共施設への熱供給事業を実施する。ペレットの原料として、現地で未利用の森林残渣、農作物残渣といったバイオマス資源、また非効率な利用となっているバイオマスブリケットを有効活用することで、熱供給事業の経済性を改善させるのと同時に、大気環境の改善及び地域の持続可能な安定的エネルギー源確保への貢献を目指す。</p>
実績	ハリコフ州にバイオマスペレット製造装置及びバイオマスボイラーを導入することで燃焼効率の高いペレットを製造し、それを燃料としたボイラーにより、近隣の小学校へ熱供給を行った。

### ① 事業環境調査

ウクライナは農業国のためバイオマス資源に恵まれており、農業残渣等の未利用エネルギーのポテンシャル及びニーズが高いことが改めて確認できた。ウクライナの政治的混乱は、ロシアの天然資源に大きく依存する同国のエネルギー政策にも今後何らかの影響をもたらすことが想定される。

また、現地で生産されるブリケットは含水率も小さく高品質であることが判明し、日本製機器の導入にあたっては大きな設計変更をすることなく適応できることが分かった。

### ② 事業性分析

本事業により現地では従来の天然ガスボイラーに替り導入したバイオマスボイラーを熱供給の主力機とすることとなった。このことから、既存の天然ガスボイラー（NIISTU-5）と実証機との事業性につき比較を行った。

実証事業を通じた実証機の事業性を分析した結果、天然ガスボイラーからの燃料転換によるバイオマスボイラーの効能は、燃料供給の安定化を図れるとともに約 400 万円/年の燃料費用削減につながる事が判明した。

また、ペレット製造装置のうちペレタイザーについては単独での事業性を分析したところ、生産可能なペレットのうち今次導入したボイラー1 基への供給量以外の余剰分を全て市場に販売すると仮定した場合、年間 2000 万円程度の売り上げを得られることが判明した。更に、システム導入により環境価値につき試算を行ったところ、天然ガスボイラーからバイオマスボイラーへの転換により実現される CO2 排出削減量は、184t-CO2/年となった。

市場における本製品と流通品との比較では、ペレタイザーは機能的優位性のほか、価格優位性も有していることが判明した。一方、バイオマスボイラーは機能的優位性は高いものの価格面で競争力が低く、将来的なビジネス展開ではビジネス戦略を十分練っていく必要がある。

### ③ 実証活動・維持管理支援

本実証機の導入及び実証活動を計画とおりに実施した。

(ア)ペレット製造装置の設計・製造・調達

ペレット製造装置の仕様設計・製造・調達を実施し、動作確認および仕様確認を行った。

(イ)機材の保管

	<p>事業の中断決定直後にペレット製造システム（ペレタイザー及び破碎機）が完成していたため、機材を神戸港に搬入し（ペレット製造装置：2014年4月17日、破碎機：同年4月23日）、同港に所在する東海運株式会社指定の倉庫にて保管をした。</p> <p>(ウ)輸送 「ハリコフ州は比較的情勢が安定しており、ウクライナのイリチェフスク港・オデッサ港ともに平常通り運航している。コンテナ船も毎週の定期運航が為され、日本からの船足も50～60日程度を維持しており、港以遠のサイトまでの内陸輸送にも特段の問題は生じていない。」とのことであった。 但し、内陸輸送時にはより安全を確保するため、荷揚げ港（イリチェフスク港／オデッサ港）から各納入サイト（ハリコフ州クピャンスク地区／デルガチ地区）までは DRIT が護衛を付け、隊列を組んで輸送を行うこととした。</p> <p>(エ)ペレット製造装置船積 2014年8月30日に神戸港を出航する便にて船積を終え、ペレット製造装置は2014年10月13日にイリチェフスク港着、輸入税と VAT を支払って同15日に輸入通関手続きが完了し、以後内陸輸送を経て同年10月16日にハリコフ州クピャンスク地区のプロジェクトサイトに貨物が到着した。</p> <p>(オ)バイオマスボイラーの設計・製造・調達 バイオマスボイラーにつき、2014年10月7日に稼働試験を実施し、動作確認および仕様確認を行った。</p> <p>(カ)バイオマスボイラーの船積 2014年11月24日に横浜港を出航する便にて船積を終え、同年12月9日にオデッサ港に着後、輸入税と VAT を支払って同年12月15日に輸入通関が完了、内陸輸送を経て同16日に貨物はハリコフ州デルガチ地区のプロジェクトサイトに到着した。</p> <p>(キ)据付・試運転（SV）作業 ペレット製造装置に関して、開梱・搬入後メーカーの技師の指導のもとでの機材組立・設置の作業に続き、試運転とカウンターパート関係者に対する技術指導が2014年11月26日から12月2日まで行われた。 他方、バイオマスボイラーの機材組立・設置・試運転・技術指導は2015年2月5日から2月10日まで行われた。</p> <p>(ク)本邦受入活動 2015年1月19日から24日に渡って、DRITの本件担当者</p>
--	---

	<p>を本邦に招聘し、受入活動を行った。</p> <p><b>④ 普及活動</b></p> <p>本実証事業を通じ、バイオマスを活用したシステムの有効性が現地にも十分理解頂けた。ボイラーの導入に当たっては、運転開始となった2015年2月11日にセレモニー式典を開催し、DRIT や熱供給先の小学校関係者のみならず、駐ウクライナ日本大使、ハリコフ州副知事にも列席頂き、本実証機の有効性を確認頂いた。</p>
課題	<p>本事業を通じて判明したリスクに対する対応事項を整理する。</p> <p><b>① 現地パートナーの選定</b></p> <p>現地の信頼できるパートナーの選定は、如何なる事業においても重要ではあるが、特に政情が安定しない地域での事業においてはその重要性は何よりも大きく、事業を成功に導くカギになると実感している。</p> <p>現在のウクライナ国政の状況を鑑みると、適切なタイミングで適切な方法・手段により活動をすることが事業の成功の鍵であり、信頼できる協力パートナー無しでは実現は難しいであろう。</p> <p><b>② 関税手続きの煩雑さへの対応</b></p> <p>ビジネスベースでは必要のないプロセスとなるが、免税に限らず当国政府が関与するプロセスには不透明な部分も多々存在することから、そのようなプロセスを実施するには十分に時間に余裕をもったスケジュールを組むことが必要である。そうでないと非常に多くの時間と費用がかかるばかりで、輸出者にとってウクライナの市場の開拓には繋がりにくい。</p> <p><b>③ 経済性の確保</b></p> <p>顕在化したのは、同国事業者、特に公共事業体が抱える財政的な問題である。新規設備を導入し、既存システムに代替して効率改善を図って行くことは、何らかの資金援助なしでは非常に難しい状況にあることが判明した。このためにも、初期投資を含めたシステムの経済性を更に高めることが今後の事業においては必須となると考えている。</p>
事業後の展開	<p>ペレット製造装置のうちペレタイザーに関しては、ウクライナメーカーの製造販売実績はほとんどなく、本実証機の実績と欧州製とのコストを比較すると、輸送や関税等のコストを考慮しても本事業製品の方が経済的な優位性を有するという結果になる。</p>

	<p>これにより、ペレタイザーは日本製品であっても単体での販売が可能であると判断する。他方、日本製のバイオマスボイラーに関しては、市場において技術的な優位性はあるものの高価であることが今後のビジネス展開においてクリアすべき課題になった。</p> <p>今後の事業展開では、第1ステップとしてはさらなるペレット製造コストの低減を図り、より一層の燃料転換のメリットをDRITが享受できるようバイオマスボイラーの販売と同時に乾燥機の導入の推進を検討する。またバイオマスボイラーの導入に際しては、初期投資費用の負担を軽減するために日本の金融機関からの低利融資もしくはリースという金融パッケージを提供することにより、ファイナンス面での導入のハードルを軽減する。今後は、6か月程度を掛けて関係機関との調整を行い、ファイナンスについて検討をし、合意形成の後、承認や基本設計といった具体的作業を開始する考えである。</p> <p>第2ステップでは現地生産による高性能かつ競争力のある価格を持ったボイラーを提供するべく、現地パートナーへの技術移転やOEM体制を構築する。具体的には、2015年末を目処にパートナーの絞り込みや、基本条件等について日本メーカーとの協議に入りたいと考えている。</p>
<p><b>II. 提案企業の概要</b></p>	
<p>企業名</p>	<p>あすかグリーンインベストメント株式会社</p>
<p>企業所在地</p>	<p>東京都千代田区麹町 4-3-3 新麹町ビル 2階</p>
<p>設立年月日</p>	<p>2008年6月10日</p>
<p>業種</p>	<p>サービス業</p>
<p>主要事業・製品</p>	<p>環境機器及びその付属品、部品の販売、賃貸借、リース、輸出入、製造、修理、整備工事、保守、管理及びそれらの仲介等</p>
<p>資本金</p>	<p>30,000,000円（2015年6月時点）</p>
<p>売上高</p>	<p>1,213,199,000円（2013年）</p>
<p>従業員数</p>	<p>7人</p>

## 1. 事業の背景

### (1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

#### ① 事業実施国の政治・経済の概況

ウクライナは日本の1.6倍の国土を有し、人口約4500万人の国である。同国はヨーロッパの穀倉地帯として知られ、石炭や鉱物資源にも恵まれている。一方、地理的にはEUとロシアとの間に位置することなどから政治や政策は外的な影響を受けやすく、2004年の「オレンジ革命」以降、2010年のヤヌコビッチ大統領（当時）の就任まで内政は混乱が続いた。経済的には1990年代のハイパーインフレーション以降、2000年代前半は鉄鋼需要の増加等により財政状況は上昇傾向にあったが、2008年以降の世界経済・金融危機の影響を受けて悪化した。近年はインフラ整備推進の影響により景気の下支えが行われたが、世界銀行によると2012年の一人当たりGDPは2,468ドルと発表されており、これは欧州地域で最低水準に位置している。また、このGDPはボツワナやコンゴといったアフリカ諸国よりも低い水準に留まっている。平均的な月収は一般的に2～3万円以下とされており、国民は日々の生活にも困窮している。ウクライナ経済は2015年1-3月期に2009年以降最悪のマイナス成長となり、東部での新ロシア派勢力との対立を受けて始まった景気後退が深刻化している。国家統計局が発表した2015年1-3月のGDPは前年同期比17.6%減少。2014年10-12月（第4四半期）は同14.8%減で、5四半期連続のマイナス成長となった。

2014年2月22日にヤヌコビッチ大統領（当時）が解任され、以後政治的な混乱が続いた。首都キエフにおける大規模なデモ隊と治安部隊との衝突、火炎瓶投下などの暴徒化に続き、2014年3月には同国南部のクリミア半島を占める「クリミア自治共和国」では住民投票後、“ウクライナからの独立”が為された。また、東部のドネツク州等では親ロシア派による大規模なデモ活動が行われ、一部は暴徒化し、4月初旬には親ロシア派デモ隊が「ドネツク人民共和国」の樹立を宣言する等、東部のドネツク州及びビルガンスク州は大変な政治的混乱に陥った。

2014年5月25日の大統領選で50%以上の圧倒的な得票を得たポロシェンコ大統領の下、東部地域安定化に向けた取り組みが進められた。大統領選挙によって同国の政治的な安定性に大きな改善が期待できると国内外に認識されたことで、国内情勢は安定化の兆しを見せた。

上述の大統領選挙を経て2014年6月7日にはポロシェンコ新大統領が就任し、その後の組閣等を経て東部2州の取り扱いや憲法、自治権などに関する議論が進められた。

一方、ハリコフ州においては一時計画されていた独立を問う住民投票も結局実施されず、デモ等も一切行われていない状況であった。一般市民生活は通常通りに行われ、上記東部2州やクリミアのような混乱地域からの国内避難民がハリコフ州に集まるなど、国内東部地域の中では「安全性が高い地」とも見なされている状況である。

ポロシェンコ大統領は日本の国会にあたる「最高議会」を解散し、2014年10月26日に議会選挙を行うことを発表した。結果的には連立与党が3分の2以上の多数を占め、2014年11月4日、前首相のヤツェニューク氏が再び首相に指名された。しかしその後2015年2月15日の停戦合意発効後も同国東部では散発的に交戦が続いており、和平プロセスは依然困難に直面している。

## ② 対象分野における開発課題

ウクライナは農業国であり、バイオマス資源に恵まれていることから、森林残渣や農作物残渣等未利用バイオマスエネルギーのポテンシャルは非常に大きく、また収集することも比較的容易である。このような地域特性を踏まえ、ウクライナの各地域では熱供給事業者を中心に、豊富なバイオマス資源を活用したバイオマスブリケットの製造・使用に着手している。Straw use in Ukraine-opportunities and options(Anna Kuznetsova, Kyiv September 2010)によれば、農作物残渣をエネルギーとして活用できる量は、ウクライナ全土で年間9.2百万トン程度あると見積もられている。

また、ウクライナはロシアから天然ガスの供給を受けており、その供給は両国の政治的関係に左右されるところが非常に大きい。ガスを代替する安価な燃料の確保を始めているところである。ロシアは「ウクライナがガス代金を支払っていない」として、今後は前払いされた量についてのみ供給を行うとし、2014年6月以降ウクライナ向けの天然ガス供給を停止している。

一方、ウクライナは冬場の暖房需要をほぼ天然ガスに依存していることから、現在のロシアとの政治関係が改善しない場合、冬期の暖房需要を賄うための十分なガスを確保できない可能性が出てくる。このため、暖房用の燃料を天然ガスから他の代替燃料に切り替えることは、東部地域の治安安定と同様、同国において最も喫緊の課題として浮上している。ロシアにより揺さぶりをかけられていることから、今冬のエネルギー価格高騰や、天然ガスの「計画配給」とも言うべき統制はウクライナにとって大きな不安要素となっている。

一方で、これまで高い化石燃料コストに対し熱供給価格は統制価格として低く抑えられてきたのが現状であることから、熱供給事業者の経営環境は非常に厳しいのが実情であるが、新たなバイオマス燃料を有効的、効率的に利用する環境を創り出せてはいない。

これは本事業のカウンターパートであるウクライナ東部のハリコフ州の熱供給公社(Direction for Territory Infrastructure Development :DRIT)でも同様である。同社でもガス依存からの脱却を目論み、安価かつ安定的な燃料取得のため農作物残渣ブリケットの製造に着手しているものの、製造後20年以上が経過した旧式ボイラーによる既存の低品位炭や木材との混焼を行っており、エネルギー効率は極めて低いレベルに留まっている。

同社は2005年にハリコフ州により設立され、現在、200か所にのぼるボイラー(石炭/ガス焚き)を管理・運営している。2005年以前に別の公営企業がボイラ

一類の操作を担っており、その際の機材を DRIT が引き継いで利用しているため、これらのほとんどは旧ソ連製のもので運転開始後 20 年以上が経過しているが、設備更新をする財政余力がないことから、老朽化した施設をメンテナンスしながら使用している状況にある。ブリケットを使用するボイラーも NIISTU 5 と呼ばれる製造後 20 年以上が経過した旧式のボイラーであり、既存の低品位炭や木材とを混焼していることから、エネルギー効率は極めて低いレベルに留まっている。このため、早期の燃料変換促進と既存設備の更新が大きな経営課題となっている。

### ③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度

近年ウクライナでは再生可能エネルギーの普及に力を入れ、2014 年 10 月 1 日付のアクションプランでは、「2020 年までに電力供給の最低でも 11% を再生可能エネルギーで賄う」という政策目標を立てている。これには複数の理由があるが、その中で最も大きな理由は、同国への最大のガス供給者であるロシアと価格面での問題が度々発生することがある。ロシアはガス価格を政治的に利用し、ソ連の一員であったウクライナの欧米接近政策をけん制している。このような背景から、ウクライナはガスに代わる安定的なエネルギー源の確保に努めている。

このようなエネルギー安全保障政策も、再生可能エネルギー導入促進を重視している一つの理由である。再生可能エネルギーの導入促進を促すための具体的な施策の一つとして、2009 年より再生可能エネルギー発電の事業性を高めるため、固定価格買取制度（グリーン電力料金の設定）が導入されているところである（詳細は 3（1）①事業環境調査の項を参照）。

ガス価格の上昇は、ウクライナ各地方のエネルギー供給に直接的な影響を及ぼすことになる。厳冬な気候特性をもつウクライナでは熱供給が極めて重要な社会インフラとなっており、自治体は熱供給公社等を通じて公共施設や一般住居に熱を供給している。

#### (ア) ウクライナにおけるエネルギー政策体制

ウクライナにおけるエネルギー政策の立案・施行に関しては、下記のような体制が構築されている。

- ◇ エネルギー省および石炭産業省：短・中・長期の経済、エネルギー政策の立案・施行を所管
- ◇ 農業省：特にバイオマスエネルギーの発展政策の立案・施行を所管
- ◇ 環境保護省：自然環境、汚染及び有害物に関する政策の立案・施行を所管

上記のほか、他省庁が森林、輸送、地方自治そしてその他エリアにおける特定のプログラム開発に携わるほか、電力セクターの規制機関である国家エネルギー政策委員会(NERC)が電力価格の決定、発電所ライセンスの発行のほか、再生可能エネルギー発電所に対して固定価格買取制度の資格要件認可を与えて

いる。

#### (イ)再生可能エネルギー政策の動向

ウクライナではここ数年で再生可能エネルギーが著しく普及を遂げており、高価な天然ガスの消費を減らす目的から、再生可能エネルギーの利用促進を国内エネルギー政策の最優先項目の1つとしている。現政策ではエネルギー地域条約の遂行の一環として、再生可能エネルギーによる電力の需給促進に関するEU指令(2001/77/EC)に基づき、2030年までに国内の再生可能エネルギーのシェアを19%に増やすことを目標に掲げている。

上記目標達成のための施策の1つとして捉えられるのが、2009年から施行されているグリーンタリフ法である。同法は改正電力法として2009年に承認・施行されている。

グリーンタリフ法では再生可能エネルギー起源の発電電力を対象に、固定価格買取制度(グリーン電力料金の設定)を導入している。対象となる再生可能エネルギーは、風力、太陽光、バイオマス、小規模水力(10MW未満)、となっている。これらの再生可能エネルギー発電所は、同法の施行前に稼働した発電所であっても適応対象となる。

また、同制度では再生可能エネルギーの買取価格を2030年まで固定としており、国営の卸電力市場を通して買取された電力量に対し適応されるものになっている。当該制度にて設定されている固定買取価格は下表のとおりである。

表1 ウクライナの固定価格買取制度

カテゴリー	各期間の買取価格 (EUR/MWh)				
	Up to 31.03.2013	01.04.2013 - 31.12.2014	01.01.2015 - 31.12.2019	01.01.2020 - 31.12.2024	01.01.2025 - 31.12.2029
設備容量が 600kw を超えない風力発電設備から生産された電力	64.6	64.6	58.2	51.7	45.2
設備容量が 600kw 以上で 2,000kw を超えない風力発電設備から生産された電力	75.4	75.4	67.9	60.3	52.8
設備容量が 2,000kw 以上の風力発電設備から生産された電力	113.1	113.1	101.8	90.5	79.2
バイオマスから発電された電力	123.9	123.9	111.5	99.1	86.7
地上に設置された太陽光発電により発電された電力	465.3	339.3	305.3	271.4	237.5
建築物、構造物や施設の屋根やファサード上に設置された設備容量が 100kw を超える太陽光発電設備により発電された電力	445.9	348.9	314.1	279.2	244.3
建築物、構造物や施設の屋根やファサード上に設置された設備容量が 100kw を超えない太陽光発電設備により発電された電力	426.5	358.6	322.8	286.9	251.0
マイクロ水力発電により発電された電力	116.3	193.9	174.5	155.1	135.7
ミニ水力発電により発電された電力	116.3	155.1	139.6	124.1	108.6
小水力発電により発電された電力	116.3	116.3	104.7	93.1	81.4

UABio(Bioenergy Association of Ukraine)報告書によると、ウクライナの2011年の一次エネルギー供給において再生可能エネルギーの占める割合は僅かであり、バイオマス由来は1.24%、水力発電が0.76%であったに過ぎない。しかし、「2020年までの再生可能エネルギー国家アクションプラン」(National Action Plan for Renewable Energy till 2020)によれば、2020年で目標とする再生可能エネルギーの占有割合を11%以上としている。

ウクライナは世界の6大穀物輸出国の一つであるため、EU諸国からは、熱生産においてバイオマス利用のポテンシャル（潜在能力）が極めて高い国であると評価されている。農業バイオマス生産は、国の中部、南東部、南部に集

中しており、エネルギー植物の生産に使用可能な土地は4.7百万ヘクタールある。バイオマス原料として使用可能な農業残渣は主に国の中央部にあり、(BEE study2010によると)一次農業残渣の理論値は1135.52PJ<sup>1</sup>、現実的に利用可能な値は415.05PJとあり、二次農業残渣は、32.90PJと18.29PJと計算されている。一次農業残渣は、ボイラー用燃料、ペレットあるいはブリケット生産に利用されている。

一方、EU諸国では2010年時点で全熱生産の15%がバイオ燃料を原料として行われている。この熱生産において、(家庭用を含む)バイオマスボイラー設備を用いた熱生産比率およびバイオ燃料による熱生産の内、固形バイオ燃料で行っている各国での比率は、下記の表のようになっており、隣国のポーランドでは特に比率が高い。

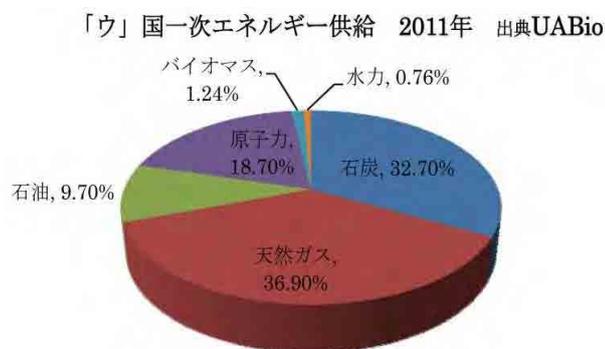


表2 EU諸国におけるバイオマスボイラーの利用状況

EU 国名	バイオマスボイラー設備の熱生産比率	固形バイオ燃料熱生産比率
ポーランド	85%	93%
チェコ	51%	56%
オランダ	50%	24%
オーストリア	42%	89%
デンマーク	38%	62%
ドイツ	37%	37%
スウェーデン	36%	78%
フランス	23%	-
フィンランド	20%	94%
ハンガリー	8%	68%
イタリア	-	37%

<sup>1</sup> PJ=Petajoule=277,777,778KWh, PJ =25~28ktoe

ウクライナの「2030年までのエネルギー戦略」によれば、2030年における熱総消費量は、1,135PJ(271Pcal<sup>2</sup>)と予想されており、住宅・地域サービスがその59%を占めると予想されている。主に都市部にある1,100万戸の住宅はすでに地域熱供給サービスに接続しており熱消費人口の60%を占めている。しかしながら、既存の熱供給ボイラーの多くが老朽化しているのが現状である。

熱供給ボイラーの使用燃料は、天然ガス 52-58%、石油 12-15%、石炭 27-36%等の比率となっている。IRENA（国際再生可能エネルギー機関）の予測では、今後ウクライナでは、バイオマス技術の活用により生産能力が大幅に拡大するとしており、産業用途、建物暖房、地域暖房、発電、交通用燃料として2030年時点にて820PJ/年(20~23百万toe<sup>3</sup>/年)の需要が発生するであろうと予想している。

#### ④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

我が国 ODA ではウクライナに対するエネルギー分野の支援はない。他方、EU によるウクライナ国家省エネルギー庁に対する援助（2014年10月30日～2015年3月31日”Winter Package”、46億ドル等）、ドイツ国際協力公社によるウクライナ国家エネルギー効率政策・法制定に係る技術協力（2014～2017年）や、世界銀行によるボイラーハウスの建て替え等を含む熱供給効率化プロジェクト（2014～2019年、3.82億ドル）や融資制度設立等の援助がある。

## (2) 普及・実証を図る製品・技術の概要

本事業では、以下に示すペレット製造装置およびバイオマスボイラーを現地に導入する。ペレットとは一般的に製材副産物を圧縮成型した小粒の固形燃料を指し、形状は直径6mm - 9mm程度、長さ10mm - 25mm程度の円筒形で、原料となる木材種や使用部位により燃焼特性や製造コストに差がある。

本事業では、近隣農場より排出される麦藁を原料として製造された人工薪（ブリケット、詳細は3(1)②事業分析の項を参照）を破砕してペレットを製造し、当該ペレット専焼のバイオマスボイラーにより熱供給を行う。

なお、本報告書では上記のペレットを製造する装置を「ペレット製造装置（ペレット造粒機）」、当該ペレットの専焼ボイラーを「バイオマスボイラー」、ブリケットを破砕する装置を「破砕機」と称する。以下に、各機器の概要を示す。

### ① ペレット製造装置

ペレット製造装置は、下記に示すペレット製造装置（ペレット造粒機）および破砕

<sup>2</sup> 446.4Pcal=4.1868x446.4PJ

<sup>3</sup> 648.648Pcal=100x648.648ktoe=64865ktoe

機から構成される。

(ア)ペレタイザー (ペレット造粒機)

ブリケット (麦藁を原料として製造された人工薪) を破碎したものを、圧縮成型し小粒の固形燃料 (ペレット) にするための装置。

表3 ペレタイザー諸元表

スペック (仕様)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 動力 : 31.45kW (200V)</li> <li>✓ 製品重量 : 3 トン (ペレット造粒機、原料供給機、ペレット貯蔵タンク、破碎機等)</li> <li>✓ 寸法 : 2,665mm (幅) × 4,965mm (奥行き) × 4,270mm (高さ)</li> <li>✓ 原料破碎能力・ペレット造粒能力 : 300kg/h・200kg/h</li> <li>✓ ペレット貯蔵タンク : 2m<sup>3</sup></li> <li>✓ 他付属品 : 原料供給機、ペレットコンベア</li> </ul>
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 本製品は中小型機として開発したものであり、維持管理、保守の簡素化により、ランニングコスト低下を実現している。</li> <li>✓ 消耗品であるローラーの取り替えにおいて、ローラー軸は再利用できる仕組みとなっている。</li> </ul>
競合他社製品と比べた比較優位性	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 2013年現在、国内で大小含め約160基のペレット造粒機が設置されているが、当該製品は75%のシェアにあたる120基の国内納入実績を持つ。</li> <li>✓ 消耗品、保守部品の価格も輸入大型機等と比較し、低価格かつ納期も短い。</li> <li>✓ メンテナンス・運転に特別な技能を必要としない。</li> </ul>
国内外の販売実績	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国内 : 120基</li> <li>・海外 : なし</li> </ul>
設置場所	ハリコフ州クピャンスク地区 DRIT ブリケット工場内
今回提案する機材の数量	1基
価格	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1台 (1式) 当たりの販売価格 : 約2,500万円</li> <li>・本事業での機材費総額 (輸送費・関税等含む) : 約3,170万円</li> </ul>

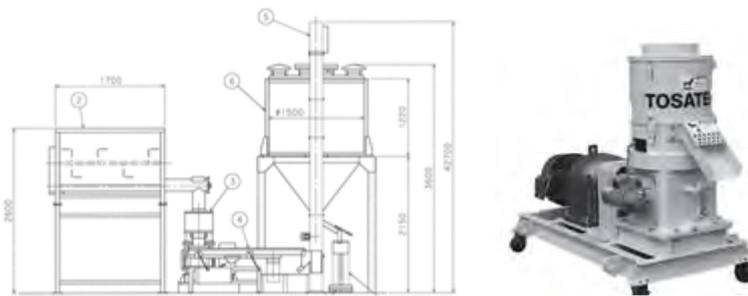


図1 ペレット製造装置（左図：システム全体、右図：ペレット造粒機）

(イ)ブリケット粉砕機

ブリケット（藁を破碎・圧縮した大型固形燃料）を破碎するための装置。

表4 破碎機諸元表

スペック（仕様）	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 処理能力：4m<sup>3</sup>/h(フィルターサイズ 7mm)</li> <li>✓ ホッパー口径：760×550mm</li> <li>✓ 送り装置：0～35m/min(可変式)</li> <li>✓ 排出方式：コンベア搬送式</li> <li>✓ 排出高さ：1,600mm</li> <li>✓ 破碎方式：ハンマー方式</li> <li>✓ エンジン：クボタ D1703（水冷立形 4 サイクルディーゼルエンジン）</li> <li>✓ 定格出力：22.4(30.5)/2400kw(ps)/rpm</li> <li>✓ 燃料：自動車用軽油 2 号（JISK2204）</li> <li>✓ 燃料タンク：35 リットル</li> </ul>
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 最大処理径 20cm を破碎できる高い粉碎能力</li> <li>✓ チップサイズの調整が可能</li> <li>✓ メンテナンスが容易な構造</li> </ul>
競合他社製品と比べた比較優位性	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 自走式で稼働場所を問わず、屋内外での作業が可能。</li> <li>✓ 処理能力に比べ、サイズが小型で 2t トラックでの車載が可能であるほか、コストも廉価である。</li> </ul>
国内外の販売実績	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国内：100 基程度</li> <li>・海外：なし</li> </ul>
設置場所	ハリコフ州クピャンスク地区 DRIT ブリケット工場内
今回提案する機材の数量	1 基
価格	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1 台（1 式）当たりの販売価格：694 万円</li> <li>・本事業での機材費総額（輸送費・関税等含む）：約 880 万円</li> </ul>



図2 破碎機

② バイオマスボイラー

ペレット製造装置にて製造されたペレットなどを燃焼させて得た熱により、水を沸騰させ水蒸気や温水に換える熱交換装置。

無圧開放式によりメンテナンスが容易であり、独自に開発された燃焼方式（ポップアップ燃焼）により燃焼効率が高い。熱出力は約 580kW。燃料消費量は毎時約 150kg。消費電力は 6.6kW（200V）。

表5 バイオマスボイラー諸元表

スペック（仕様）	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 熱出力：581.4kW(500,000kcal/h)</li> <li>✓ 燃料消費量：149kg/h</li> <li>✓ 消費電力：6.6kW(200V)</li> <li>✓ 製品重量：5,300kg</li> <li>✓ 寸法：2,450mm（幅）× 4,400mm（奥行き）× 2,960mm（高さ）</li> <li>✓ 伝熱面積・保有水量：41.6㎡・2,200リットル</li> </ul>
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 無圧開放式を採用しているため、ボイラー検査や特別な資格取得の必要がない。</li> <li>✓ 燃焼は各センサーにより完全自動燃焼され、負荷変動に対応できる。</li> <li>✓ 排気ガスの出口に集塵サイクロンを設置しており、排気ガスの煤塵濃度を極めて低く抑えることが可能。</li> </ul>
競合他社製品と比べて比較優位性	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 独自に開発した燃焼方式（ポップアップ燃焼）により、バーク材 100%ペレットなどでも効率よく完全燃焼できる。</li> <li>✓ 無圧開放式で熱交換器を使用するため、水質の違いによる腐食の障害が無い。</li> <li>✓ 独自の缶体構造により、ペレット焚きとしては高効率となる 85%を実現。</li> </ul>

	※一般的に、85%以上の燃焼効率を有するボイラーを高効率と称しており、日本での温水ボイラー効率の高位基準は85%となる。国内メーカーで同基準を上回る製品を販売しているのは3社程度である。チップ焚きバイオマスボイラーでは効率50%程度のもものも少なくない。
国内外の販売実績	・国内：43基 ・海外：なし
設置場所	ハリコフ州デルガチ地区 DRIT ボイラーハウス内
今回提案する機材の数量	1基
価格	・1台（1式）当たりの販売価格：2,500万円 ・本事業での機材費総額（輸送費・関税等含む）：約3,400万円

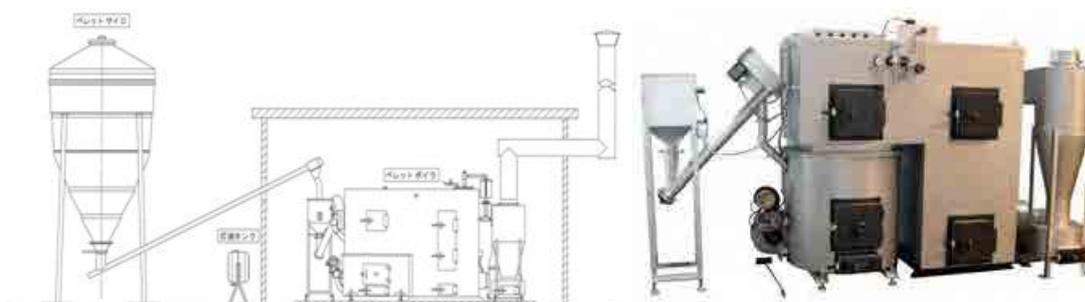


図3 バイオマスボイラー（左図：システム全体、右図：ボイラー本体）

## 2. 普及・実証事業の概要

### (1) 事業の目的

本事業では日本製のバイオマスペレット製造装置を導入し、ブリケットをペレット化することで現地が既に持っている技術・資源を有効活用し、ペレット製造工程の簡素化を図る。併せて、日本製の高効率のバイオマスペレットを燃料とするバイオマスボイラーによる公共施設への熱供給事業を実施する。

同国で未利用の森林残渣、農作物残渣といったバイオマス資源、また非効率な利用となっているバイオマスブリケットをペレットの原料として有効活用することで熱供給事業の経済性を改善させるのと同時に、同国の大気環境の改善及び地域の持続可能な安定的エネルギー源確保への貢献を目指す。

事業実施の基本方針は、「ウクライナが農業国である」、「政府の政策として再生可能エネルギー導入を推進している」、さらには「安価な燃料調達の多様化・安定化を急務としている」という特性や課題を勘案し、日本企業が持っているバイオマス資源の有効利用技術を活用することにより、同国が抱えている課題への解決策を提示することとする。また、当該事業の地域社会、経済活動への貢献を実証・検証することで、将来的な当該技術の普及および当国におけるビジネス展開につなげるための重要な布石事業として位置づける。

特に、実証において重要となる観点は以下のとおりと考える。

- ✓ 現地で生産されているブリケットを原料としたペレット（小粒の固形燃料）を製造する装置を導入することで、既存の技術・資源や現地で未利用となっている森林残渣、農作物残渣といったバイオマス資源燃料を有効活用したペレット製造工程の簡素化が実現されるか。
- ✓ 老朽化したボイラーからペレットを燃料とするバイオマスボイラーに更新することで、持続可能かつ化石燃料依存度を低下させるエネルギー利用サイクルのモデルの有効性が実現されるか。

上記観点を考慮しつつ、さらには環境社会配慮の観点からペレットの原料となる森林残渣に関して、森林の違法伐採は回避するべく、残渣利用に関する許認可の必要性有無の確認等を踏まえて適切な事業実施を行っていくものとした。

### (2) 期待される成果

現地で生産されているブリケットを原料としてペレット（小粒の固形燃料）を製造する装置を導入することで、既存の技術・資源や現地で未利用となっている森林残渣、農作物残渣といったバイオマス資源燃料を有効活用したペレット製造工程の簡素化が図られる。また、老朽化した石炭ボイラーからペレットを燃料とするバイオマスボ

イラーに更新し、残る 2 基の既存の天然ガスボイラーをバックアップとすることで、持続可能で効率的なエネルギー利用サイクルのモデルの有効性が実証される。

直結する効果としては、当該プロジェクトサイトに隣接する小学校への熱供給が行われ、そこで学ぶ児童・生徒が恩恵を受けられることになる。

### (3) 事業の実施方法・作業工程

当初本件に係る業務工程は、2013 年 11 月～2015 年 5 月を予定していたが、ウクライナの政情が不安定であった状況を踏まえ、2014 年 3 月～7 月に事業を一時中断した。そのため、事業期間を 2015 年 9 月まで延長した。具体的な事業実施の方法は下記のとおりである。

#### ① 事業環境調査（事前準備）

実施期間：2013 年 11 月上旬～2014 年 3 月下旬

活動に用いる機器の導入に先立ち、現地事業環境（現地エネルギー需給状況、ブリケットの性状、生産量、現地技術レベル、提案製品の競争力等）の調査を行う。

(ア) 現地関係者への事業説明（現地視察）：2013 年 11 月初旬

本事業サイトであるハリコフ州デルガチ地区を訪問、現地カウンターパートである DRIT との面談を実施する。面談の主目的は以下のとおりである。

- ✓ プロジェクト詳細の説明およびミニッツの手交
- ✓ 現地実施・協力体制の確認
- ✓ 現地機器設置場所の確認
- ✓ 現地機器搬入・設置に関わる手順、対処事項の確認

(イ) ブリケットに関わる調査：2013 年 11 月初旬～2014 年 1 月下旬

本事業では既設の石炭ボイラーに代わり、現地で生産されているバイオマスブリケットを原料とするペレットを製造し、バイオマスボイラーで燃焼することで燃料転換を実現する。

当ブリケットは複数の農作物残渣により構成されていることから、ペレット化および効率燃焼のためには性状を十分把握し、機材の設計に反映させる必要がある。また、冬季の燃料ストックのため、夏季に十分なペレットを生産しておく必要があるため、ブリケットおよび原料の調達の状況、生産動向を把握し、今後の運用に反映させる必要もある。このことから、以下の観点につき調査を行うものとする。

- ✓ ブリケット性状調査
- ✓ ブリケット生産・原料調達動向調査

(ウ)マクロ動向（政策、エネルギー価格）調査：2013年11月中旬～2014年1月下旬

本事業におけるリスク要因として、

- ・ ガス価格高騰等が原因でカウンターパートの経営状況が悪化し、機材を購入する余力が無くなる可能性
- ・ ロシアとの政治状況が変化し、バイオマス燃料に頼らなくともガスが安価に購入できるようになる可能性
- ・ 現時点では無料提供される農作物残渣を原料としてペレットを製造する予定だが、将来農家から原料に対して費用を請求される可能性があるほか、現状では自由に採取できる森林残渣が、近い将来政府管理となり採取コストが発生する可能性

が想定される。

このことから、以下の観点につき調査を行うものとする。

- ✓ バイオマス政策動向の調査
- ✓ エネルギー需給・価格動向の調査

## ② 事業性分析

実施期間：2014年1月～2015年4月

ペレット製造装置（ペレタイザー及び破碎機）を調達・設置し、ブリケットを主原料としたペレットの生産を行う。また、バイオマスボイラーを調達・設置し、既存設備を代替して地域への熱供給を行う。あわせて、運営維持管理手法の確認や既存システムとの比較優位性（他エネルギー（天然ガス、石炭等）の中長期的見通しも踏まえる）、将来展開に向けたビジネスモデルの検討（経済・財務分析、他国（EU等）製品とのコスト・性能比較、等）を行い、普及における課題点を抽出・整理する。

(ア)既存機の事業性分析：2014年1月中旬～3月下旬

本事業のカウンターパートである DRIT は、2005年にハリコフ州により設立され、現在 200 か所にのぼるボイラーを管理・運営している。これらのほとんどは旧ソ連製で運転開始後 20 年以上が経過しているが、設備更新をする財政余力がないことから、老朽化した施設・設備をメンテナンスしながら使用している状況にある。

このような、本事業においてバイオマスボイラーに代替される既存機の運用実態を事業性の側面から把握することは、事業実施の基本方針に掲げる「持続可能で効率的なエネルギー利用サイクルのモデルの有効性」を実証するうえで

重要な点である。

このことから、以下の観点につき調査を行うものとする。但し、事業性に関する情報については開示性の問題も含むことから、公開可能な範囲での収集に基づくものとする。

- ✓ 既存機の運用実態（定格能力、実供給力、燃料消費量、等）の調査
- ✓ 事業収支（燃料購入費など運用コスト、熱販売益、等）の調査

(イ)実証機の事業性分析：（契約時予定）2014年10月～2015年2月中旬  
（実行時）2014年11月～2015年4月中旬

実証期間を通じて得られる運用実績を踏まえ、実証システム（ペレット製造装置およびバイオマスボイラー）の事業性分析を行う。

- ✓ 運用実績（実供給力、燃料消費量、等）の整理
- ✓ 事業収支（熱販売益、運用コスト、等）の分析

(ウ)比較優位性の検討：2015年1月～2015年2月

事前調査で得られた既存機の事業性および実証機の事業性分析結果を踏まえ、既存システムとの比較優位性を検討する。検討にあたっては現状のコスト分析のほか、他エネルギー（天然ガス、石炭等）の価格見通しも踏まえた中長期的視点も加えるものとする。

(エ)普及に向けた課題整理：2015年3月～2015年4月

将来の事業展開に向けたビジネスモデルの検討（他国（EU等）製品とのコスト・性能比較、市場規模、規制動向、DRITの課題分析等）を行うことで、普及における課題点を抽出・整理する。

### ③ 維持管理支援

（契約時予定）2014年1月中旬～3月下旬

（実行時）2014年11月～2015年4月下旬

カウンターパート機関関係者に対し、技術レベルを考慮した当該機器のメンテナンス技術等の現地技術指導（SV）を行うほか、本邦での研修も行う。更に、持続可能で効率的なエネルギー利用サイクルのモデルの実証に必要な運営維持管理手法の確立を支援する。

(ア)現地技術者ヒアリング：2013年11月初旬

カウンターパートは、ペレットを燃料としたバイオマスボイラー及びペレット製造機を使用するのは今回が初めてのケースとなる。実際の設備運用に

あたっては、様々な技術的問題点が発生する可能性がある。

持続可能で効率的なエネルギー利用サイクルのモデルの実証のためには、まず現地の技術レベルを把握し、その後の研修事業に反映される必要がある。このことから以下の観点につき調査を行うものとする。

✓ 現地技術レベルの調査

(イ) 現地技術指導 (SV) ペレット製造装置：

(契約時予定) 2014 年 6 月中旬～下旬

(実行時) 2014 年 12 月上旬

ペレット製造装置 (ペレタイザー及び破砕機) を調達・設置し、ブリケットを主原料としたペレットの生産を行う。あわせて、カウンターパート機関関係者に対して技術レベルを考慮のうえ当該機器のメンテナンス技術等の現地技術指導 (SV) を行うほか、運営維持管理手法の確立のための支援を行う。

(i) 調達・設置： (契約時予定) 2013 年 11 月～2014 年 6 月

(実行時) 2013 年 11 月～2014 年 11 月下旬

調達プロセスまでは後述の調達計画に記載のとおりである。

調達にあたり、燃料とするブリケット性状を把握したうえで機材設計に反映させる必要があることから、状況に応じサンプルを日本に輸出し、国内にて破砕テストを実施する。設計・製造期間は約 3 か月を計画する。

設置にあたっては、冬季ボイラー期間が始まる 2014 年 10 月半ばまでに十分量のペレットを生産・確保し、燃料リスクを低減させるため、上記に先立ち 3 か月程度前までには試運転を実施できるように計画する。

✓ サンプルング、破砕テスト： 2013 年 11 月初旬

※必要に応じ、ブリケットを日本に輸出することを検討

✓ 設計・製造： 2013 年 11 月～2014 年 2 月

✓ 輸送： (契約時予定) 2014 年 3 月～2014 年 5 月

(実行時) 2014 年 8 月下旬～10 月中旬

※海上輸送／内陸輸送併せて 2.5 か月程度を想定

✓ 開梱・搬入・組立・設置： (契約時予定) 2014 年 6 月初旬

(実行時) 2014 年 11 月下旬

(ii) 試運転、技術指導： (契約時予定) 2014 年 6 月中旬～下旬

(実行時) 2014 年 12 月上旬

現地事情 (ペレット生産状況、設備運用状況) に配慮しながら、試運転および現地技術指導 (SV) を実施する。SV は 14 営業日を計画する。

- (iii) 実証：（契約時予定）2014年7月～2015年4月  
（実行時）2014年12月中旬～2015年4月中旬  
設置後から冬季ボイラー稼働期終了（2015年4月半ば）までの期間設備の運用を行い、現地におけるバイオマス資源の有効性につき実証を行う。

(ウ) 現地技術指導 (SV) バイオマスボイラー：

（契約時予定）2014年10月上～中旬

（実行時）2015年2月上旬

バイオマスボイラーを調達・設置し、既存機に代わり持続可能で効率的なエネルギー利用サイクルのモデルの実証を行う。あわせて、カウンターパート機関関係者に対し、技術レベルを考慮した機器のメンテナンス技術等の現地技術指導 (SV) を行う。

- (i) 調達・設置：（契約時予定）2014年3月～9月中旬

（実行時）2014年7月～2015年2月上旬

ペレット製造装置の破砕テストにより得られるペレットサンプルの性状分析を踏まえ、設計・製造を行う。期間は約3か月を計画する。また、設置にあたっては冬季ボイラー稼働期間が始まる2014年10月半ばに先立ち終了させるよう計画する。

なお、当機を設置するボイラーハウスには既存の石炭焚きボイラーがあるため、これを撤去してからバイオマスボイラーを据付けることになる。このため、搬入にあたってはDRITと綿密な調整を行ったうえで実施するものとする。据え付けに必要な主な工事機材（クレーン、フォークリフト等）の調達、および現地での既存設備の撤去作業はDRITが責任を持って行う計画である。

- ✓ 設計・製造：（契約時予定）2014年3月～5月

（実行時）2014年7月～10月

- ✓ 輸送：（契約時予定）2014年6月～2014年8月

（実行時）2014年11月下旬～2015年1月上旬

※海上輸送／内陸輸送併せて2.5か月程度を想定

- ✓ 開梱・搬入・組立・設置：（契約時予定）2014年9月中旬

（実行時）2015年1月下旬～2月上旬

- (ii) 試運転、技術指導：（契約時予定）2014年10月上～中旬

（実行時）2015年2月上旬

ペレット生産状況、運用状況等に配慮しながら、試運転および現地技術指導（SV）を実施する。SVは14営業日を計画する。なお、試運転にあたっては、現地熱供給システムの稼働を踏まえる必要があることから、現地事情に合わせて実施時期を見極めていくものとする。

(iii) 実証：（契約時予定）2014年10月～2015年5月

（実行時）2015年2月中旬～4月中旬

設置後から冬季ボイラー稼働期終了（2015年4月半ば）までの期間、設備の運用を行い、現地における持続可能で効率的なエネルギー利用サイクルの有効性につき実証を行う。

(エ) 現地技術者向け本邦研修：（契約時予定）2014年3月下旬

（実行時）2015年1月下旬

カウンターパート機関関係者に対する実証機器の理解、および運用やメンテナンス技術等の向上のため、機器導入に先立ち本邦での研修を行う。研修は日本バイオエナジー（株）の所在する高知県で実施を予定し、工場見学のほか、機器運用のための技術研修を行う。

#### ④ 普及活動

（契約時予定）2014年10月～2015年4月

（実行時）2014年12月～2015年7月

事業性分析に基づく普及課題を考慮しつつ、実証結果の報告や提案機器の優位性について州政府関係者および中央政府にプレゼンテーションを行い、普及機会の拡大を図る。

(ア) ビジネスモデル検討および普及活動

（契約時予定）2014年10月～2015年4月

（実行時）2014年12月～2015年4月

実証システム（ペレット製造装置およびバイオマスボイラー）の事業性分析を行うほか、将来展開に向けたビジネスモデルの検討を行うことで、普及における課題点を抽出・整理する。

(イ) 検証結果の報告・事業の紹介（現地関係者へのプレゼンテーション）：

（契約時予定）2015年4月上旬

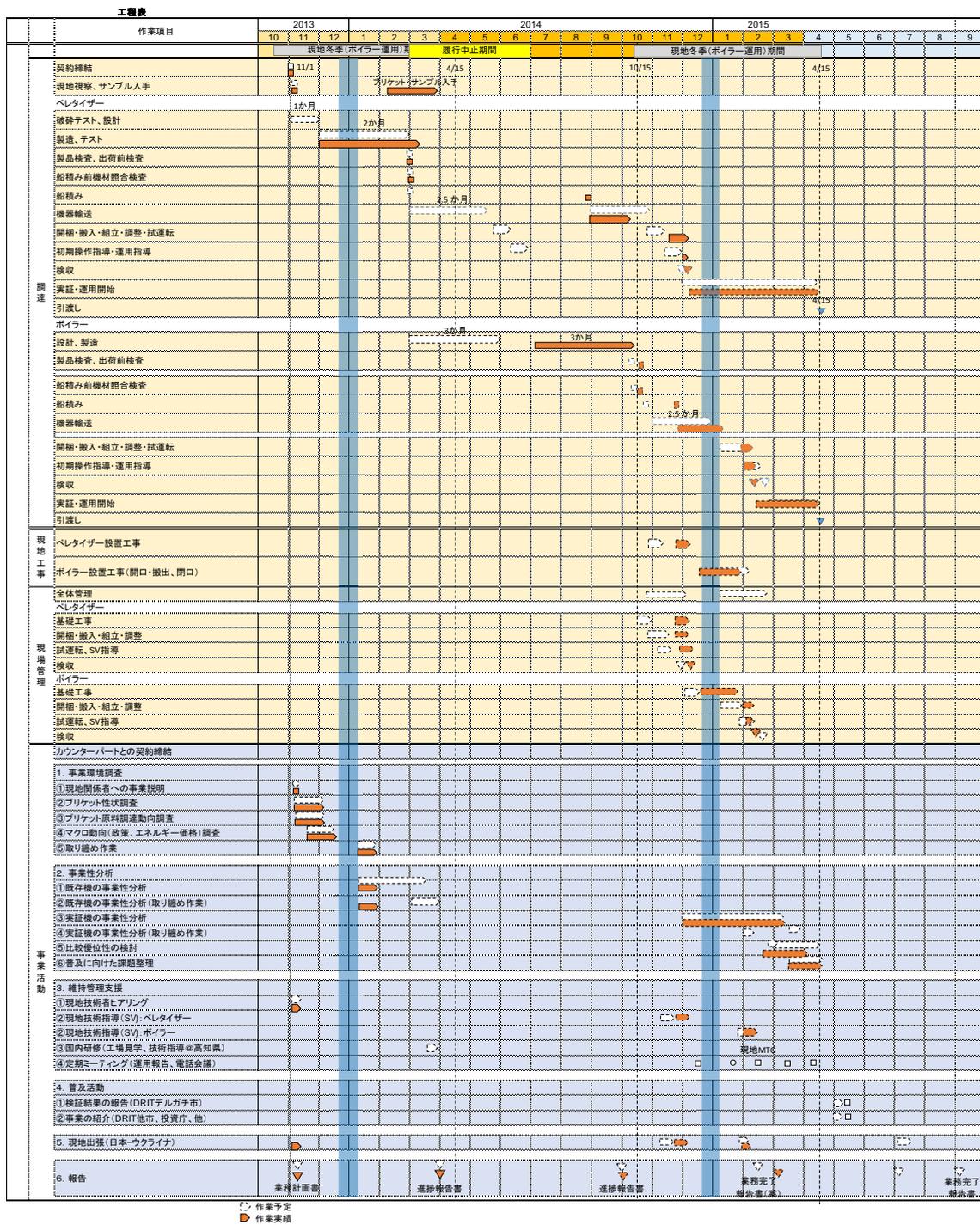
（実行時）2015年7月下旬

上記検討を踏まえ、実証結果の報告や提案機器の優位性について州政府関係者および中央政府にプレゼンテーションを行い、普及機会の拡大を図る。目下の計画では短期的な普及先である DRIT のほか、本事業のサポートを頂く

ウクライナ国家計画・投資庁を対象先として考える。

そのほか、導入可能性が期待される他地域の熱供給公社が本調査期間において見出させた場合は、それらも対象先として含めることを検討する。

表6 作業工程表



(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）

事業日程、投入人月および団員構成は以下のとおりである。

- 事業日程（契約期間）：2013年11月1日～2015年7月31日
- 合計投入人月（M/M）：総計7.77M/M（現地6.32M/M、国内1.45M/M）
- 機材：ペレット製造装置（破砕機含む）1式  
バイオマスボイラー 1台

表7 投入人月

投入人月	現地	国内	合計
受注者 人・月計	4.72	1.45	6.17
外部人材 人・月計	1.40	0.80	2.20
人・月計	6.12	2.25	8.37

団員構成

氏名	所属	担当分野	主な担当業務
栗田 永幸	あすかグリーンインベストメント(株)	業務主任者 調達・輸送業務	現地関係者への事業説明 現地技術指導等
瓜生 暢哉	あすかグリーンインベストメント(株)	事業性分析	比較優位性の検討 普及に向けた課題整理
掛川 衣子	あすかグリーンインベストメント(株)	報告業務 国内研修	事業性分析 本邦受入活動
ラヒモフ アジズ	あすかグリーンインベストメント(株)	据付指導・監督・支援	現地技術指導時コーディネーター
エレナ リマール	あすかグリーンインベストメント(株)	事業環境調査	ブリケット原料調査 現地マクロ動向調査
オレグ パキデュコ	あすかグリーンインベストメント(株)	事業性分析 維持管理支援	施工・試運転支援 及び実証
セルゲイ グナチュク	あすかグリーンインベストメント(株)	据付指導・監督・支援	現地技術指導時コーディネーター

外部人材活用

氏名	所属	担当分野	主な担当業務
木溪 秀樹・ 眞弓 武文	(株)アンジェロセック	チーフ アドバイザー	施工・試運転支援、 ビジネスモデル検討
中川 雄二	日本バイオエナジー(株)	SV 業務	ペレット製造装置技術 支援
古谷 章	日本バイオエナジー(株)	SV 業務	バイオマスボイラー 技術支援



## (5) 事業実施体制

本事業実施体制は下記のとおりである。

受託企業であるあすかグリーンインベストメント㈱（AGI）が本事業の全体総括を行い、現地カウンターパート、国内メーカー等各ステークホルダーとの調整を通じ、実機の導入、実証・検証、報告作業を行う。

そのほか、外部人材として ODA 実績と実務ノウハウが豊富な㈱アンジェロセックを活用する。提案製品の調達にあたっては、日本国内でのペレット製造装置およびペレットバイオマスボイラーのトップシェアを誇る日本バイオエナジー㈱を調達先とする。

尚、現地カウンターパートとなるハリコフ州熱供給公社（DRIT）に対しては、本事業にかかる現地サイト据付工事を委託する計画である。

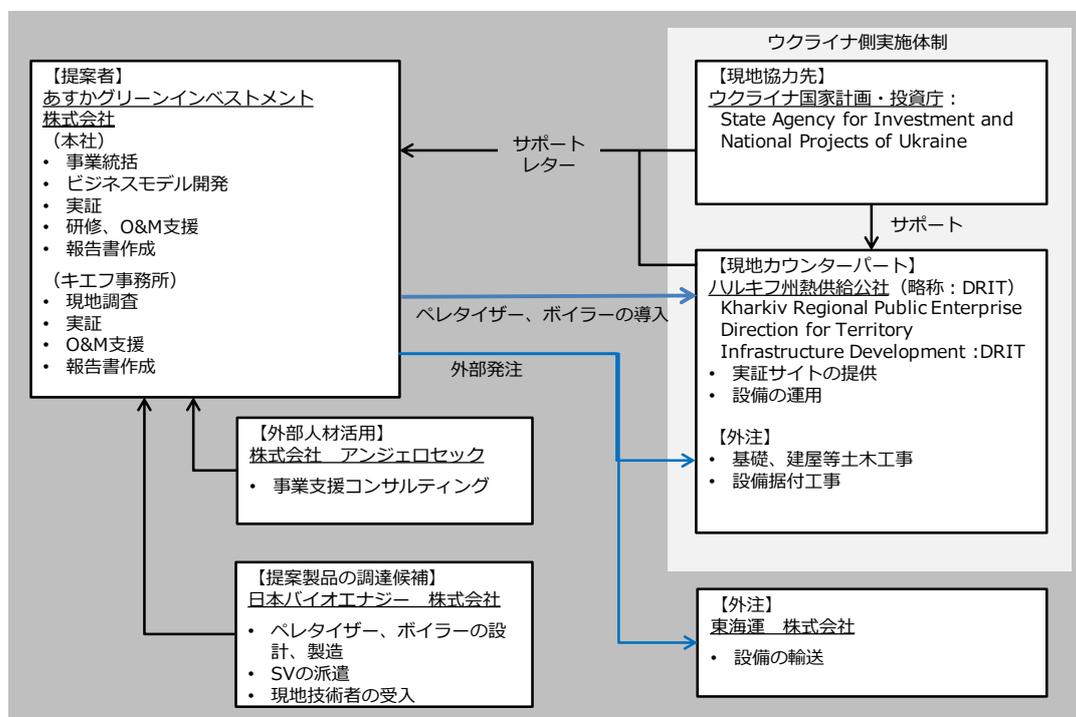


図4 実施体制図

## (6) 相手国政府関係機関の概要

### ●機関名

Kharkiv Regional Public Enterprise

“Direction for Territory Infrastructure Development : DRIT”

(ハリコフ州熱供給公社)

●当該機関の基礎情報

ハリコフ州政府により 2005 年 8 月 9 日に設立された公営企業。従業員は 922 名であり、このうちエンジニアは 223 人。ハリコフ州内において熱供給ボイラー施設 200 か所を運営・管理している。主な事業目的は、住民や地域の学校、病院等の公共施設の熱需要を満たすための熱供給事業である。

DRIT の主な活動は以下のとおり。

- 蒸気、熱湯や空調を供給；
- 水の処理及び配給；
- 下水道、排水、および排水処理；
- 建設工事

### 3. 普及・実証事業の実績

#### (1) 活動項目毎の結果

##### ① 事業環境調査

###### (ア) 現地関係者への事業説明（第1回現地調査）

2013年11月4日から8日の日程にて、本事業の現地カウンターパートであるハリコフ州熱供給公社／Direction for Territory Infrastructure Development：DRITを訪問し、本事業の説明およびMM（ミニッツ・ミーティング：議事録）の締結を行った。その他、現地サイト（ブリケット工場、ボイラーハウス）を視察し、現地事情の確認を行った。

現地サイト、現地事情の確認の結果、以下の事項が明らかとなった。

- ・DRITはデルガチ地区にある既存の石炭ボイラー1基をバイオマスボイラーに転換することとする。また、既存のガス焚きボイラーをバックアップとしておく。
- ・導入を期待する新規バイオマスボイラー容量は50Gcal程度。
- ・燃料価格の高騰、燃料の安定的な確保という観点から、将来的には現在保有している天然ガスボイラー、石炭ボイラーからの依存度の低減を図る。
- ・ペレット製造装置の設置をハリコフ州クピャンスク工場（Kupyansk town）とする。同工場はハリコフ州中心部から約120kmの距離に位置しており、ロシア国境より約40kmのウクライナ東部に位置する（下図7）。同工場はDRITが所有するブリケット工場の中でも生産量が多い工場である。

表9 第1回現地調査日程

日程	都市	予定内容	訪問先	備考
2013年 11月4日	キエフ	ポリースピリ空港着	-	(移動)
11月5日	キエフ	ハリコフ市移動	-	(移動)
	ハリコフ	キックオフミーティング	DRIT	事業内容の確認、ミニッツ締結、等
	ハリコフ デルガチ	サイト調査	DRIT	ボイラーハウス視察、工事段取調整、等
11月6日	ハリコフ クピャンスク	サイト調査 ワークショップ	DRIT	ブリケット工場視察、工事段取調整、等
	ハリコフ	キエフ市移動	-	(移動)
11月7日	キエフ	ミーティング	AGI キエフ オフィス	今後の調査方針の整理
11月8日	キエフ	ポリースピリ空港発	-	(移動)



図5 DRIT との MM 署名（中央が DRIT 社長）

また、バイオマスボイラーの設計を行うため、設置サイトとなるボイラーハウス（ハリコフ州デルガチ地区）の視察を行った。

DRIT ではハリコフ州内において熱供給ボイラー施設 200 か所を運営・管理しており、地域熱網を通じ、学校、幼稚園その他雑居ビルや政府ビル等、ハリコフ地区全域に熱供給を行っている。

本事業の実証サイトとなるボイラーハウスでは、3 基のボイラーが稼働しており、近隣の小学校に熱を供給している。2 基がガス焚きボイラーであり、残り 1 基が石炭焚きボイラーであるが、現地視察を行った 2013 年 11 月には既に石炭焚きボイラーは撤去が行われた後であった。当該石炭焚きボイラーの撤去後に新たな実証試験機であるバイオマスボイラーを設置するというので、ハウスの採寸、既存配管の位置、基礎の状態等の確認を行った。



図6 ボイラーハウス内  
（左：実証機設置位置、右：温水供給配管）

(イ)ブリケットに関わる調査

事業環境調査の観点からは、ブリケットの性状、生産状況、原料調達状況などの確認を行った。

ブリケットの主原料は小麦藁となっている。ウクライナ全土の小麦生産は、その95%が冬季栽培となっており、収穫期は7、8月である。クピャンスク地区でも同様であり、当該地区での小麦の作付面積は16,700haに達する。当該ブリケット工場の原料もこれら小麦収穫後の残渣物(主に茎)となっており、DRITではドイツ製のバレル機(干し草を束ねる農機具)を用いて残渣物(茎)を収穫している。収穫後の8月以降に順次工場に集積され、ブリケット化し、収集したブリケットをそのままボイラーに注入し、燃焼させていた。

但し、このやり方では容積(かさ)の面でも非効率的であり、人的な負担が少なくないというネガティブな要素も大きかった。

尚、残渣の利用に際しては特別に法的な許認可を得る必要はないとのことで、DRITを通じて確認がとれた。

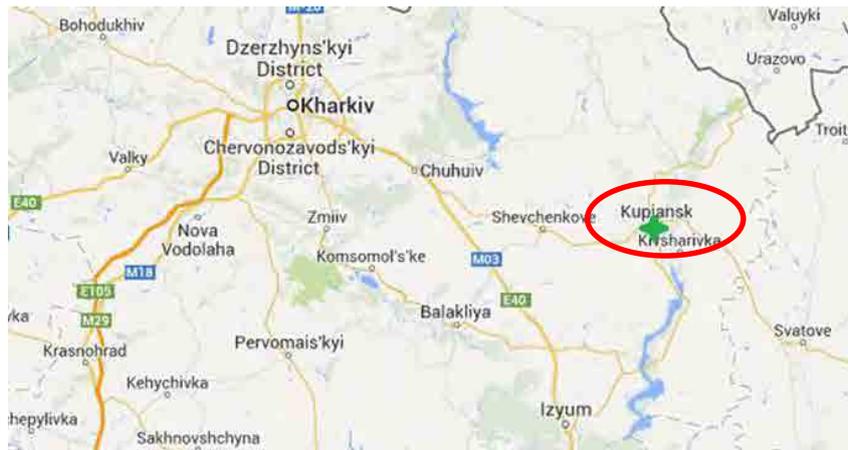


図7 ブリケット工場位置図



図8 ブリケットの原料となる藁

現地調査および現地関係者ヒアリングを通じ、ブリケットの諸元および性状につき確認を実施した。

成分分析に関しては、州政府研究機関（Ukrainian State Research Institute of Carbo Chemistry : UKHIN）からの認証を得たものである（下図）。

●ブリケット諸元

直径：	50 mm
長さ：	100-200 mm;
湿気：	7.8 %;
低発熱量：	19.65 MJ/kg;
見掛け密度：	1,314 kg/m <sup>3</sup>

このブリケット製造ラインには特殊なドライヤー（乾燥機）が備わっていたため、比較的水分量の少ないブリケットが製造されている。

表 10 ブリケット成分表

項目	試験方法		単位	試験結果	
				藁	廃材
1. Mass fraction of moisture	GOST 11305-77		$W_t^T, \%$	7, 8	7, 4
2. Mass fraction of ash	GOST 11306-83		$A^d, \%$	7, 3	0, 2
3. Mass fraction of sulfur	DSTU 3528-97	ISO 334-92	$S_t^d, \%$	absent	absent
4. Volatiles	DSTU 6382-91	ISO 562-81	$V^d, \%$	76, 5	81, 5
5. Mass fraction of hydrogen	DSTU 2408.1-95	ISO 625-96	$d^d, \%$	5, 58	6, 5
6.1. High calorific Value	DSTU ISO 1928:2006		$Q_s^{daf}, \text{ MJ/kg}$	19. 65	19. 86
			$Q_s^{daf}, \text{ kcal/kg}$	4, 693	4, 743
6.2. Low calorific Value			$Q_i^r, \text{ MJ/kg}$	15. 49	16. 85
			$Q_i^r, \text{ kcal/kg}$	3, 700	4, 025
7. Apparent density	GOST 2160-92		$d^d, \text{ kg/m}^3$	1, 314	1, 010

以上より判明したのは、含水率や灰成分、硫黄分が低く高品質な性状であるという点で、日本製品との適合性は高いという結果となった。

- ・当該ブリケットの水分量は、ENplus A1（欧州スタンダードである EN 14961-3）が求める 12%よりも低く、7.4%である。

- ・当該ブリケットの灰成分は、ENplus A1 が求める 0.7%以上よりも少なく 0.2%である。

- ・ENplus A1 が 0.03%以上求めるのに対して、当該ブリケットの硫黄成分は見受けられなかった。

- ・当該ブリケットの粒子密度は 1.01 であり、ENplus A1 が 1 以下を求めるのに対してほぼ同等であった。

- ・ENplus A1 が 15.5%を求めるのに対して、当該ブリケットの発熱量は 16.85 であった。



Рік заснування 1930

МІНІСТЕРСТВО ПРОМИСЛОВОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ  
**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ  
 ВУГЛЕХІМІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
 (УХІН)**

вул. Весіна, 7, м. Харків, 61023, Україна  
 тел.: (+38-057) 704-13-18, факс: (+38-057) 700-69-06; 704-13-23  
 www.ukhin.org.ua e-mail: post@ukhin.org.ua Код ЄДРПОУ 00190443

№ 07-735 від 21.05.09.

**Сертифікат качества**  
 на образцы топливных брикетов на основе соломы и отходов древесины,  
 представленных Харьковским областным коммунальным предприятием  
 «Дирекция развития инфраструктуры территории»

Наименование показателя	Метод испытания	Символ, единица измерения	Результаты анализа топливных брикетов	
			Солома	Отходы древесины
1. Массовая доля влаги	ГОСТ 11305-77	$W^t, \%$	7,8	7,4
2. Массовая доля золы	ГОСТ 11306-83	$A^d, \%$	7,3	0,2
3. Массовая доля общей серы	ДСТУ 3528-97	ISO 334-92 $S_1^d, \%$	отсутствует	отсутствует
4. Выход летучих веществ	ГОСТ 6382-91	ISO 562-81 $V^d, \%$	76,5	81,5
5. Массовая доля водорода	ГОСТ 2408.1-95	ISO 625-96 $H^d, \%$	5,58	6,50
6. Теплота сгорания: высшая низшая	ДСТУ ISO 1928:2006	$Q_{s, \text{daf}}, \text{ МДж/кг}$ Ккал/кг	19,65 4693	19,86 4743
		$Q_s^t, \text{ МДж/кг}$ Ккал/кг	15,49 3700	16,85 4025
7. Кажущаяся плотность	ГОСТ 2160-92	$d^d, \text{ кг/м}^3$	1314	1010

Представленные результаты получены в Испытательном Центре «ХарЦис» Украинского государственного научно-исследовательского углехимического института (Свидетельство об аккредитации Испытательного Центра «ХарЦис» №UA 6.001.T.415 Зарегистрирован в Реестре Системы сертификации УкрСЕПРО 12 июля 2002г.).

Зам. директора по научной работе,  
 д.т.н., профессор  
 Зав. угольным отделом УХИНа,  
 к.т.н., с.н.с, руководитель ИЦ «ХарЦис»

Ю.С. ВАСИЛЬЕВ  
 И.Д. ДРОЗДНИК



Копия верна

図9 ブリケット成分分析結果の認証票

## (ウ)マクロ動向

### (i) バイオマス資源の利用動向

前述のとおりウクライナではここ数年において政策の後押しもあり、バイオマスエネルギーの利用が拡大してきている。

同国では、バイオマスエネルギーは民生用として主に家庭での熱利用に供されているが、産業用としても徐々に利用が増加しつつある。

ウクライナでは豊富な森林資源を抱えることから、林業、製紙業、家具などの木材加工産業が盛んであるほか、ブリケット、ペレット、燃料木材チップ等のバイオマス製品を生産する企業も多く存在する。それらバイオマス製品の50%以上はEUへの輸出に向けられるが、残りについては国内利用が進められている。ウクライナ農業省によると、バイオマス資源を利用するバイオマスボイラーはVinnytsia, Kyiv, Sumy, Rivne, Volyn, Cherkasyの各地域の19の地区村に導入されている。

その他、液体バイオ燃料の生産も増加傾向にある。木質バイオマスを起源とするバイオディーゼルは年間約100,000トンが生産されているほか、砂糖を起源とする植物性エタノールの生産も年間450,000トン程度となっている。

### (ii) バイオマスエネルギーの供給ポテンシャル

本事業でペレットの原料となる麦藁の供給ポテンシャルについては、下表のような推計データがある。当該データに基づけば、ウクライナ全土での燃料として利用可能な麦藁の残渣は、9.2百万トンに及ぶと想定されている。

残渣からペレット化における圧縮工程で含水率が減少することから、単純に重量が2割程度軽減されると仮定し、ペレットの熱量を4,000kcal/kgと想定すると、上記残渣量は123,000PJに相当することになる。これは、22ページに記載した一次農業残渣の理論値1135.52PJの100倍強の大きさとなる。

数値的な開きが大きいことから、ウクライナ全土におけるマクロ的な農業残渣ポテンシャルは極めて大きく、当国におけるバイオマスエネルギー供給力が非常に高いことが分かる。

表 11 Available straw for heating, building and other purposes in 2009

	(M トン)
<b>Ukraine</b>	<b>9205.66</b>
Crimea	332.49
Vinnytsa	618.45
Volyn	127.94
Dnipropetrovsk	563.45
Donetsk	344.86
Zhytomyr	247.52
Zakarpattia	60.34
Zaporizhzhia	426.14
Iv.-Frankivsk	80.40
Kyiv	496.52
Kirovohrad	506.84
Luhansk	211.09
Lviv	164.50
Mykolaiv	493.02
Odessa	567.74
Poltava	765.97
Rivne	139.26
Sumy	401.00
Ternopil	314.78
Kharkiv	505.48
Kherson	353.78
Khmelnysky	340.32
Cherkasy	638.99
Chernivsti	94.97
Cernihiv	409.79

(Straw use in Ukraine-opportunities and options, Anna Kuznetsova, 2009)

## ② 事業性分析

### (ア) 既存機の事業性分析

#### (I) ブリケット製造機

現地カウンターパートである DRIT では2つのブリケット工場を保有しており、1 つは本実証機（ペレット製造装置）を設置したクピャンスク（Kupiansk）、もう1つがシェフチェンキスク（Shevchenkivske）にある。DRIT では8月以降の収穫期後に小麦藁を主体とする農業残渣を周辺農家よ

り収集し、ブリケット化して工場内倉庫に保管している。

藁の収穫は毎年極めて安定しており、現在のバイオマスボイラーへの供給量については全く問題が無い。価格については、季節要因等により変動する可能性はあるが、クピアンスク市内のバイオマスボイラーへのペレットの供給も開始したことから、クピアンスク市も燃料の安定調達に協力しており、DRIT との間で相互協力関係が構築されている。このような点からも藁の調達価格が将来大幅に高騰するということは考えにくい。

現状のブリケット加工の要領及び製造フローは下図のとおりである。

収集された藁は細断器により 10cm 程度に細断され、貯蔵器にて乾燥処理が行われる。その後ブリケット製造機 (PM-500-00-01) に投入され、圧縮成形が行われる。圧縮時の圧力は 2 トン/cm<sup>2</sup> で、120~150℃で 5~10 分程度加熱される。このため、ブリケット表面は濃い茶色となっている。成形後は適当なサイズに裁断され、自然冷却されて倉庫に保管される。成形工程では藁に含まれるリグニンが加熱時に接着剤の役割を果たすため、添加物は一切使用されない。

PM-500-00-01 の生産能力は最大で 300kg/h、通常稼働期で 120kg/h とのことであり、最盛期の生産量は 2 トン/日程度とのことである。

現地視察の結果、当該ブリケットのペレット化については成分、硬度の点で概ね問題なしとの判断となった。

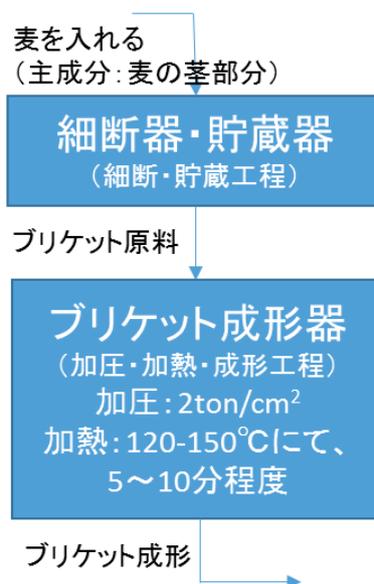


図 10 ブリケット製造フロー



図 11 ブリケット製造機

(左：上部サイロより細断された藁を投入し中部よりブリケットを排出)

(右：手前の茶色の棒状物がブリケット)

## (II) ボイラー

近隣小学校への熱供給は、1 台の石炭ボイラーおよび 2 台の天然ガスボイラーにより実施されていた。バイオマスボイラーは、上記石炭ボイラーの撤去跡地に導入されるが、導入後の運用では、当該バイオマスボイラーを熱供給の主力機とし、元々熱供給の主力であった天然ガスボイラーはバックアップとして運用した。従い、事業性の観点からは、既存の天然ガスボイラーと新設のバイオマスボイラーとの比較を行う必要がある。

既存の天然ガスボイラー (NIISTU-5 機) の収支について以下の情報が得られた。

まず収入の面だが、隣接する学校への熱供給は 170.946Gcal であり、その表示運賃は 1,687 UAH/Gcal であった。したがって、学校からの総収入は約 288.4 千 UAH (約 1,594,470 円) となる。

他方、運用コストについては、

- ・天然ガス—38.106 千 m<sup>3</sup>、表示運賃：7.66 UAH per 千 m<sup>3</sup>  
⇒支出約 291.89 千 UAH
  - ・電気—3,963 k Wh、表示運賃：1.58 UAH per kWh  
⇒支出約 6.26 千 UAH
  - ・その他運用費 (維持管理、労働力等) —15.3 千 UAH
- となり、総額約 313.45 千 UAH (約 1,732,970 円) となる。

このように支出が収入を上回っているため、その損失分はハリコフ州による補助金によって賄われているのが現状であった。

### ③ 維持管理支援

#### (ア)仕様の決定及び免税手続きの確認

本事業機器となるペレット製造システムおよびバイオマスボイラーの製造にあたっては、最終的に現地ブリケットを用いた各機器の調整が必要となる。具体的には、ペレット製造システムではペレット成形状態の確認、および破碎機での破碎状況の確認、バイオマスボイラーでは生成したペレットによる燃焼確認が必要となる。

これら確認事項は現地にて機器据付後の試運転期間に実施することを当初想定していたが、メーカーとの協議の結果、現地ブリケットの日本国内への輸入が可能であれば、試運転期間での調整時に突発的に発生する事項（別途部品等の輸入等）を回避することにも繋がり、現地での試運転作業の軽減、および発生しうるコストの縮減につながる、との判断となった。

第一回渡航時の現場確認において現地のブリケットは豊富な在庫があり、少量であれば輸出することは全く問題ないと DRIT の見解を得たほか、当該品は加熱された加工品であり日本輸入時にも大きな問題にはならないであろう、との判断より、日本への輸入を実施することとした。

輸入にあたっては費用、工数等を比較検討した結果、バイオマスボイラーの燃料テストに最低限必要となるブリケット 600kg を一括航空便にて輸入することとした。

当初は 15 日程度の工数を想定していたが、成田空港税関にて植防検疫の承認に想定外の工数が発生し、輸入完了までに 1 か月近い工数が発生することとなった。

#### ○ブリケット輸入プロセス

- 2014 年 2 月 20 日：ウクライナにて植物検疫証明書（別添 2）を取得。
- 2014 年 2 月 24 日：ウクライナより航空便にて成田空港到着後、植防検疫とデータを照合するために空港税関にて足止め。
- 2014 年 2 月 28 日：成田税関では輸入可否の判断ができないとのことで、判断が横浜本庁に回されることに。
- 2014 年 3 月 7 日：横浜本庁に対し本件の背景およびブリケットの性状、加工プロセスに係る説明資料を送付。
- 2014 年 3 月 19 日：本庁より、「過去の輸入実績、判例等の照会のため全国の植防機関に問い合わせを行った結果、輸入可」との判断が下される。2014 年 3 月 27～31 日：日本バイオエナジー工場に搬入（2 回に分割）。

ブリケットを輸入して破碎テストおよび燃焼テストを行った結果、事前の

成分調査より判明していたとおり、含水率も低く灰分も少ない高品質な性状であることが確認され、当初の想定通り、特段の改良無しでペレット製造および当該ペレットの燃焼が可能であることが判明した。

(イ)ペレット製造装置の設計・製造・調達

2013年11月4～8日に実施した現地サイトの調査を踏まえ、ペレット製造装置の仕様設計・製造・調達を実施した。調達機材は2014年3月18日に稼働試験を実施し、動作確認および仕様確認を行った。

ペレット造粒機および破碎機の仕様および完成図は表12,13のとおりである。

表 12 ペレット造粒機の仕様

構成機器	型式	仕様詳細
定量供給機	H-15	ホッパー容積 : 1.5m <sup>3</sup> 排出方式 : スクリュー排出 供給量 : 1~4m <sup>3</sup> /h 動力 : 1.5kw 380v v 機械重量 : 900 k g
スクリューコンベア	SC38	搬送能力 : 4m <sup>3</sup> /h 動力 : 0.75kw 380v 機械重量 : 180kg
ペレット成形機	TS-550	方式 : フラットダイ方式 成形能力 : 300~500kg/h ペレットサイズ : Φ6~8×20mm 程度 動力 : 55kw 380v 機械重量 : 1690kg
冷却フルイ機	SD2-700	方式 : トロンメル方式 網サイズ : 4 mesh フルイ能力 : 4 m <sup>3</sup> /h 動力 : 0.75kw 380v 機械重量 : 650kg
バケットエレベーター	E-03	搬送能力 : 2000kg/h 動力 : 0.4kw 380v 機械重量 : 200kg
ペレット貯留タンク	T-20	ホッパー容積 : 2m <sup>3</sup> 排出袋詰め方式 : 手動シャッター開閉方式 冷却ファン動力 : 140w 380v 付属機器 : 満了レベルセンサー、満了パト ライト 機械重量 : 900kg
集塵ファン	CTF2-No25-TH- OB-B	能力 : 風量 40m <sup>3</sup> 静圧 2744Pa 動力 : 5.5kw 380v 分離器容量 : 0.6m <sup>3</sup> 機械重量 : ファン 60kg 分離器 : 80kg

表 13 破砕機の仕様

項目	内容
品名	樹木粉砕機
製造会社	株式会社 大橋
型式	GS400D
全長×全幅×全高	4400x1250x1650mm
重量	1800kg
駆動方式	ベルトクラッチ・Vベルト
破砕刃	チップナーナイフ・受刃
最大処理径	ブリケットの寸法とする（ブリケットの最大含水率 15%）
処理能力	4m <sup>3</sup> /h（フィルターサイズ 7mm） ホッパー口径 760x550mm
送り装置	0～35m/min（可変式）
排出方式	コンベア搬送式
排出高さ	1600mm
破砕方式	ハンマー方式
エンジン	クボタ D1703（水冷立形 4 サイクルディーゼルエンジン）
定格出力	22.4 {30.5} /2400kw {ps} /rpm
燃料	自動車用軽油 2 号（JIS K2204）
燃料タンク	35 リットル
バッテリー	120E41R



図 12 ペレット造粒機 刻印部



図 13 稼働試験状況  
 (左：ペレット造粒機全体図、右：ペレット排出口)



図 14 稼働試験状況  
 (破碎機)

(ウ) バイオマスボイラーの設計・製造・調達

バイオマスボイラーにつき、2014年10月7日に稼働試験を実施し、動作確認および仕様確認を行った。機材の仕様および完成図は表14のとおりである。

表 14 バイオマスボイラーの仕様

項目	内容
品名	ペレット焚き温水ヒーター
製造会社	小片鉄工株式会社
種類	無圧温水発生器
取扱資格	資格不要
適用規格	鋼製無圧式、温水発生器準拠
最高圧力	無圧開放
熱出力	581.4kW (500,000kcal/h)
伝熱面積	38.8m <sup>2</sup>
保有水量	2,300 リットル
燃焼制御方式	多段制御
開放口 オーバーフロー口	65A
缶体排水口	32A
使用燃料	木質ペレット
燃料消費量	136.8kg/h
サイクロン煙道外径 (接続煙突径)	φ348 (φ350)
吸引ファン	2.2kW
燃焼室送風機	2.2kW
燃料2次タンク供給装置	0.2kW
バーナー (着火)	
送風モーター出力	0.125kW
燃料消費量	0.44 リットル/1回あたり
使用燃料	灯油
燃料入口	8A
消費電力	5.0kW
電源	3相 AC200V 50/60Hz
安全装置	排気温度検知による燃焼制御
	フレームアイによるバーナー燃焼監視
	温度センサーによる温水温度制御
	フロート式水位検知による空焚き防止
	シスターンタンクによる圧力制御
	サーマルリレーによる過電流制御
製品重量	5,300kg
運転時重量	7,400kg



図 15 バイオマスボイラー 刻印部



図 16 稼働試験状況  
(バイオマスボイラー)

(エ) ウクライナにおける免税プロセスの確認

当該機器に課されるウクライナの租税は下記のとおりとなっている。

表 15 ウクライナにおける各事業機の課税率

事業機	輸入関税	VAT
ペレット造粒機	0%	20%
破碎機	5%	20%
バイオマスボイラー	5%	20%

当租税総額は全事業費の 2 割程度を占め、大きな割合となっていることから、当該機器の免税措置につき DRIT を通じハリコフ州税関に対して見解を求

める旨のオフィシャルレターを提出した。当レターに対して、税関からは「免税措置のためには首相府令 #444 に従う必要がある。」との旨の返答を得た。首相府令 #444 に適合するためには、具体的に以下のプロセスが必要となっているとのことだった。

1. 免税を受けようとする者は、ウクライナ国内 10 社に輸入品と同じ性能を持った機器が無いことを確認し、その旨を経済省に報告する。
2. 省エネルギーやエネルギー効率を管理する省庁に対し、その機器のエネルギー効率がいかに良いかを説明し、認証を得る。
3. 上記の 2 点を揃えた上で閣僚会議に諮り、その後、首相の署名を得ることで免税が確定する。

税務当局からのレター（写し、英訳）を別添 1 に示す。

DRIT と協議を重ねたところ、「現状（国政混乱下）の官公庁の状況を鑑みるに、このような手続きがスムーズに行くとは思えない。閣僚会議に諮って首相の署名を得ることは、平常時でも非常に骨の折れるプロセスなのに、今の政情ではいつこの布令に適合するか、とても見通しが立つものではない。」との助言を得られた。

したがって今回の免税措置は断念することとし、輸入税及び VAT を通関当局に納める方法をとらざるを得ない、との判断を下した。

免税が為されない本件の関税を支払うためには、ウクライナの法律に拠ると、「ウクライナ国籍の企業であること」が求められているとのことで、現地の関係各社への相談を経て、日本側輸送会社・東海運株式会社のウクライナ現地代理店であり TEN GROUP のグループ傘下である Elitech LLC 社（TEN GROUP と同一経営者によるグループ企業。プロジェクトの規模や担当業務によって、グループ内で役割を分けている。）に税金の支払い代行を依頼することとした。

併せて、輸入・荷受人業務の経験の浅い DRIT への助言や書類作成などを含めたコンサルティング業務全般を TEN GROUP 及び Elitech LLC 社に任せることで、本プロジェクトの輸入側でもぬかりのない対応ができるよう万全を期することとした。

(オ)事業の一時中断 (2014年3月3日～7月7日)

ウクライナでは、2013年11月21日に政府がEU 連合協定の調印準備を凍結したことをきっかけにEU派とロシア派との対立が顕著となり、2014年初からは政情が一気に悪化、2014年2月22日には当時現職であったヤヌコビッチ大統領が議会より解任されるという事態となった。

このため、受注者とJICAとの間で「発注解除ができない支払を除き、追加的費用の発生する業務は一時中断」との確認・合意が為された。その後は定期的に両者で進捗報告・確認の機会を設け、受注者はJICAの指示・助言を仰ぎつつ、業務が再開となった暁には滞りなく実行に移せるような各種準備を重ねてきた。具体的には、

- ✓ ウクライナ向け輸送一般概況の情報入手
- ✓ ウクライナ側関係各社との協議 (スコープの確認)
- ✓ 免税手続きの再確認及び税金支払い準備 (免税対応外扱いとする)
- ✓ ウクライナ側輸入手続き詳細の確認、現地通関業者の起用準備
- ✓ 貨物到着後のSV(据付・稼働確認)にあたってのスケジュールリング

等の日本国内で行える作業を中心に、業務中断中にも作業を進めることとした。

また、事業の中断決定直後にペレット製造システム (ペレット製造装置及び破碎機) が完成していたため、機材を神戸港に搬入し (ペレタイザー: 2014年4月17日、破碎機: 同年4月23日)、同港に所在する東海運株式会社指定の倉庫にて保管をした。2014年5月2日より輸出用真空梱包を開始するとともに、構成品の一部にグリス等燃料類があったことから、メーカーよりMSDSを取得する等の手続きを並行して行った。計9木箱 (計107.427M<sup>3</sup>, Net: 6,600kgs, Gross: 10,450kgs) にて、2014年6月6日に梱包が完了となった。



図 17 ペレット製造システム（ペレタイザー及び破碎機）の保管状況（1）



図 17 ペレット製造システム（ペレタイザー及び破碎機）の保管状況（2）

（カ）機材の輸送

（Ⅰ）輸送経路概況

受注者が海上輸送業務に起用した東海運株式会社はロシア・モスクワに駐在事務所を構えているため、ウクライナ現地状況につき定期的な確認と情報共有を依頼していた。同社によると、「ハリコフ州は比較的情勢が安定しており、ウクライナのイリチェフスク港・オデッサ港ともに平常通り運航している。コンテナ船も毎週の定期運航が為され、日本からの船足も 50～60 日程度を維持しており、港以遠のサイトまでの内陸輸送にも特段の問題は生じていない。」とのことであった。

但し、内陸輸送時にはより安全を確保するため、荷揚げ港（イリチェフスク港／オデッサ港）から各納入サイト（ハリコフ州クピャンスク地区／デルガチ地区）までは DRIT が護衛を付け、隊列を組んで輸送を行うこととした。

（Ⅱ）ペレット製造装置の船積

貨物到着後の据付・稼働確認にあたってのスケジューリングを行いつ

つ、倉庫に保管していたペレット製造装置の輸出手配を整え(20Ft. :1本、40Ft. ハイキューブ :2本)、2014年8月30日に神戸港を出航する便にて船積を終えるとともに、現地据付に係る下準備やコーディネートを行った。その後航行中・荷揚げ時共にいかなる問題も生じず、ペレット製造装置は2014年10月13日にイリチェフスク港着、輸入税とVATを支払って同15日に輸入通関が切れ、以後内陸輸送を経て同年10月16日にハリコフ州クピャンスク地区のプロジェクトサイトに到着した。

### (Ⅲ) バイオマスボイラーの船積

先述のとおりペレット製造装置が無事船積・荷揚げができたことを鑑み、来るバイオマスボイラーについても問題なく輸送ができるだろうと判断し、続けて輸出をすることとした。輸出手配の後、2014年11月24日に横浜港を出航する便にてバイオマスボイラーの船積を終えた(40Ft. オープントップ :1本)。同年12月9日にオデッサ港に着後、輸入税とVATを支払って同年12月15日に輸入通関が完了、内陸輸送を経て同16日に貨物はハリコフ州デルガチ地区のプロジェクトサイトに到着した。

いずれの機材も開梱はせず、DRITには木箱のままプロジェクトサイト内の屋内に保管しておいてもらい、据付人員の到着を待ってもらうこととした。



図18 ペレット製造装置の荷降ろしの状況



図 19 バイオマスボイラーの内陸輸送・荷降ろしの様子

(キ) 据付及び維持管理支援

ペレット製造装置に関して、開梱・搬入後メーカーの技師の指導のもとでの機材組立・設置の作業に続き、試運転とカウンターパート関係者に対しての技術指導が 2014 年 11 月 26 日から 12 月 2 日まで行われた。ここでは外部人材を含む日本人エンジニアが現地技術指導 (SV) として派遣され、現地のワーカーに指導を行った。

試運転において、ペレット製造装置は当初予定通りの性能を発揮していることが確認された。また、2015 年 3 月中旬時点においても、ペレット製造装置は順調に稼働し、ペレットの生産を続けているとの報告を DRIT より受けている。極端に外気温が低いと調子が悪いこともあるようだが、その際には室温を高く調整すれば冬場でも問題なく生産ができるとのことで、平均して日に 2.4 トンのペレットが生産されている。

他方、バイオマスボイラーは、DRIT 自身によって既存のボイラーを撤去し、地面に穴を開けたり既存の壁を更新したりする基礎作業を終えた上で、今回導入の機材組立・設置・試運転・技術指導は 2015 年 2 月 5 日から 2 月 10 日まで行われ、外部人材を含む日本人エンジニアが現地技術指導 (SV) として派遣された。

試運転において、ボイラーは当初予定とおりの性能を発揮していることを

確認した。技術指導においてはボイラーのより効率的な運転を維持するため、燃料の投入量や燃料特性、運転効率に合わせた炉内の定期的な清掃作業について、現地のボイラー管理者や作業者との間で詳細な検討、議論が行われた。

本実証事業を通じ、バイオマスを活用したシステムの有効性が現地にも十分理解いただけた。2月11日にはハリコフ州主催による機材据付完了・運転開始のセレモニー式典を実施した。DRIT や熱供給先の小学校関係者のみならず、駐ウクライナ日本大使、ハリコフ州副知事等にご列席頂き、本実証機の有効性を確認頂いた。



図 20 ペレット製造装置の据付・試運転・技術指導の様子（1）



図 20 ペレット製造装置の据付・試運転・技術指導の様子（2）



図 21 バイオマスボイラーの据付・試運転・技術指導及びセレモニー式典の様子

#### (ク)本邦受入活動

ペレット製造装置の現地でのSV活動を終え、バイオマスボイラーの現地到着後の段階である2015年1月19日から24日に渡って、DRITの本件担当者を本邦に招聘し、受入活動を行った。

ペレット製造装置を導入している株式会社トーセン（栃木県矢板市）、及び当該設置バイオマスボイラーの製造者である小片鉄工株式会社（新潟県小千谷市）の各工場、並びにペレット製造装置及びバイオマスボイラーを導入している自治体・山梨県南アルプス市を訪問した。各機材の操作方法・メンテナンス・定期点検の方法の学習、実機を用いた運転操作を習得するとともに本邦での実用事例を学び、バイオマス燃料の質の確保及び活用方法を理解した。

南アルプス市では、ペレット製造装置にて果樹剪定枝や建築廃材等を原料とした木質チップ燃料を製造している。また、ペレットバイオマスボイラーで加熱したお湯を熱交換器で熱に変換し、その熱を利用して貯湯槽やろ過装

置から出る冷水を加温し、温泉施設などに流している。地域資源を活用したペレット製造装置及びペレットバイオマスボイラーの有効活用の例として実機を前に見学をできたことは、ウクライナでも有効な手段として学べる大きな収穫となった。

表 16 本邦受入活動日程表

日付	時間	日程	場所
2015年 1月19日	AM	本邦到着	
1月20日	AM	栃木・西那須野に移動	
	PM	株式会社トーセンにてペレット製造装置を見学・実機運転。	株式会社トーセン 栃木県矢板市山田 67 番地
1月21日	AM	新潟・小千谷に移動	
	PM	小片鉄工株式会社にてバイオマスボイラーを見学・実機運転。	小片鉄工株式会社 新潟県小千谷市大字西中 25 番地
1月22日	AM	山梨・南アルプス市に移動	
	PM	南アルプス市観光・商工課にてペレット製造装置／ペレットバイオマスボイラーの導入事例を伺う。導入施設の見学。	南アルプス市役所 山梨県南アルプス市小笠原 376
1月23日	AM	JICA 表敬訪問	JICA 国際協力機構 東京都千代田区二番町 5-25 二番町センタービル
	PM	弊社訪問	あすかグリーンインベストメント株式会社 東京都千代田区麴町 4-3-3 新麴町ビル 2F
1月24日	AM	ウクライナに向け出国・離日	

#### ④ 普及活動

本実証事業を通じ、バイオマスを活用したシステムの有効性が現地にも十分理解頂けた。ボイラーの導入に当たっては、運転開始となった 2015 年 2 月 11 日にセレモニー式典を開催し、DRIT や熱供給先の小学校関係者のみならず、駐ウクライナ日本大使、ハリコフ州副知事にもご列席頂き、本実証機の有効性を確認頂いた。

また、最終渡航（2015 年 7 月 21～29 日）においては下記の面談を行い、事業結果の報告・共有を図った。

(ア)DRIT との協議 (2015 年 7 月 23 日 DRIT 事務所にて)

出席者…DRIT より 3 名、AGI より 3 名

DRIT 側発言要旨

- ・ペレタイザー、ボイラーについては、暖房期間中を通じて問題無く稼働。メンテナンス等についても特に問題は無かった。
- ・ペレタイザーについてはボイラーの消費量をもとに現在 8 時間/日で稼働させているが、今後バイオマスボイラーが増えれば、稼働時間を延ばすことも考えている。
- ・据付後、他の市、学校関係者、マスメディア等から見学の依頼が多数寄せられ、DRIT がこれらに対応。本事業に対するウクライナ国内の関心は非常に高いと感じた。
- ・今後について、DRIT としては、まずバイオマスボイラーを増やしていきたいという要望が一番大きい。次の希望としては、安価な原料調達を実現するために自らが藁を収穫できるような農業用機械(ハーヴェスター)を入手したいと考えている。第 3 番目の要望としては乾燥機である。
- ・追加のボイラーについては、現在の財務状況を勘案すると購入するという余力は無い(例えウクライナ製といえども)。リースやローンについては、不可能というわけではないが、所有権の問題、ローンを組むといった問題について州議会に諮らなければならず、DRIT 単体で判断ができる問題ではなくなるので即答できない。
- ・実証事業を通じた日本側の結果分析、今後のプロジェクトの提案については良く理解した。DRIT としても、バイオマス燃料の使用拡大を図っていきたく強く願っており、これらを実現できる手段について、今後も AGI と協議を続けていきたいと考えている。

(イ)ハリコフ州との面談 (2015 年 7 月 24 日ハリコフ州庁舎にて)

出席者…ハリコフ州より 4 名、DRIT より 3 名、AGI より 3 名

ハリコフ州側発言要旨

- ・州は今回の取組を大変高く評価しており、バイオマス燃料による熱供給の重要性が改めて認識されたところである。
- ・現在、ドネツクやルガンスクからの避難民がハリコフで多数生活しており、暖房需要はますます増えていくことが予想される。このような状況もあり、ガスに頼らないバイオマス燃料による熱供給は一層重要になると考えている。
- ・今回の日本側の事業実施に関して深く御礼申し上げます。

(ウ)ウクライナ投資庁との協議 (2015年7月28日ウクライナ投資庁(仮事務所)にて)

出席者…ウクライナ投資庁より1名、AGIより2名

ウクライナ投資庁側発言要旨

- ・ハリコフ州での取り組みはウクライナにとって非常に興味深いものであると思う。
- ・現在、国家投資庁は省庁再編に伴い清算中であり、職員は今後経済省のもとで働くことになる予定であるが、投資庁はウクライナの各地方に拠点を持している。特にオデッサにある拠点では、バイオマスエネルギーの利用促進に関わる活動が行われており、必要であればこの責任者を紹介できる。
- ・またウクライナ西部のヴィンニツァ州では、以前欧州からペレタイザーを購入した経験があり、輸入においては投資庁の支援によって輸入関税を免除されたという経験を持っている。このような知見が今後役に立ちそうであれば、同拠点の担当者も紹介できる。
- ・ハリコフでの事業結果を投資庁の地方拠点にも共有していきたいと考えている。

(エ)在ウクライナ日本大使館 (2015年7月29日日本大使館にて)

出席者…在ウクライナ日本大使館より1名、AGIより1名

大使館側発言要旨

- ・天然ガスコストの削減効果を考えれば、バイオマスボイラーはたとえ日本製であっても充分採算が取れることが理解できた。これは充分導入の余地があるものとする。
- ・またリースやローンを組み合わせることによる初期投資コストの低減は、ウクライナの事業者にとって極めて重要であるし、重宝する手段であるとする。
- ・事業者が現状抱えている問題は、国営ガス会社「ナフトガス」に対する未払いが生じていることであり、もし新たな事業者と取引を行うのであれば、各事業者がどの程度の未払いを抱えているのかを事前に充分確認したほうが良い。
- ・また外資企業(本邦企業も含む)の間で一番大きな問題は外貨送金規制である。現在ウクライナ政府の外貨準備高が極めて低くなっており、ウクライナ国内で稼いだお金を外貨建てで海外に送金することが極めて難しい。これは事業を行う上で一番困難な点であると思われる。
- ・本事業の結果は極めて興味深い内容であったので、内部でも共有する。

## ⑤ 実証機の事業性分析

### (ア)実証ボイラーの事業性分析

DRIT は、学校、病院、行政施設など公的機関と民間企業や個人住宅への熱供給を行っており、それぞれの管理者及び利用者へ毎月請求書を送り収入を得ている。今回、2015 年 1 月期の天然ボイラーと 2015 年 3 月期のバイオマスボイラーでの熱供給事業の比較を行った。

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

(イ)ペレット生産における事業性分析

上記では、天然ガスから農業残渣バイオマスへの燃料転換を実現することを前提にバイオマスボイラーと投入燃料を製造するペレット製造装置のシステムとしての事業性を評価した。以下では、ペレット製造装置単独での事業性につき整理を行うものとする。

非公開

非公開

表 26 EU 各国のペレット輸出入、消費量

	Production					Export					Import					Consumption		
	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012	2011	2012	
EU 27	3873	6671	7897	9463	10371			70		90			2576		4482	13000	14300	
Germany	1020	1562	1744	1875	2246		739	739	1107	1323		70	269	260	325	1400	1700	
Italy			539	750	750		1	1	4	5		471	816	1009	1197	1850		
Austria		560	685	940	893		291	396	511	476		164	230	320	272	710	800	
Switzerland				184	180				5	6				38	36			
Belgium							29	38		38		452	315		972	1130	1200	
Bulgaria		4	7				3	8	14	37			1	1	22			
Czech Republic			84				125	98	92	139		6	14	20	25			
Denmark							13	35		54		733	1443		2033	2350	2400	
Estonia	234	380	422	363			240	380	421	366	430	28	48	50	17	14		
Ireland		26	28				8	1				3	11					
Spain		169	184	240	250		3	4	3	35		2	13	157	16			
France	235	344	449	550	550		49	53	231	148	101	9	48	143	166	25		
Latvia		525	615	722	1048		480	589	621	902		4	8	16	34			
Lithuania	119	176	204	200	250		247	212	212	267		70	43	52	39			
Hungary		7		31	24		7	12	17	21		26	43	20	9			
Netherlands	129	129	119	120	100		58	135		244		958	1023		1644	1290	1710	
Poland	359	409	429	600	600		50	68	56	109		60	33	154	194			
Portugal		286	486	650	690		310	550	558	559		24	63	53	23			
Romania		139	174	245	340		94	165	210	275		1	3	1	1			
Slovenia		184	64	60			45	41	44	42		40	45	47	50			
Slovakia	58	62	86	84	90		13	37	50	15		2	4	6	6			
Finland	226	181	176	307	252		137	82	108	82	61	6	30	10	8	28		
Sweden	1385	1386	1385				91	91	117	214	195	911	536	697	665	488	1880	1700
United Kingdom	103	122		244	278		12	60	38	53		46	550	1015	1486	2720	3380	
Norway	35	46	45	51			7	7	1	10		9	9	13	20			

また、上記表にあるように、EU 域内のペレット生産量は 2006 年の 3.5M トンから 2012 年には 10M トンに増加している。一方、消費量は 2012 年で 14.5M トンと EU 域内の生産量を上回っている。西ヨーロッパでのペレット需要は年率 10%程度の成長を続けている。したがって、西ヨーロッパにおいてはペレットの市場はあるものと考えられる。

非公開

## 非公開

### (ウ) バイオマスボイラーシステムの環境価値の評価

本事業にて導入したペレタイザーおよびバイオマスボイラーのもう一つの利点は、CO2 排出量の削減を可能にするという点である。

バイオマスボイラーの普及は、地球温暖化防止対策という観点からも省エネルギー対策という観点からも、極めて有効なものであることから、環境価値の定量化として CO2 排出削減量に着目し、バイオマスボイラー導入による効果を試算する。

天然ガスボイラーの燃料使用に関する CO2 削減量は、以下の計算式によって求めることができる。

$$\text{CO2 削減量} = \text{熱生産量 (GJ)} \times \text{天然ガス排出係数 (0.0139 t C/GJ)} \times 44/12$$

2015 年 1 月期の熱生産量 GJ は、149.807Gcal すなわち、626.79GJ であったので、当該月では、31.95 t CO2 を排出した。日平均値は、1.03 t CO2 となり、1 シーズン 179 日の総排出量は、184.49 t CO2 である。

$$\begin{aligned} & \text{2015 年 1 月期の天然ガスボイラーによる単月の CO2 排出量} \\ & = 626.79\text{GJ} \times 0.0139 \text{ t C/GJ} \times 44/12 = 31.95 \text{ t CO2} \end{aligned}$$

一方、バイオマスボイラーの燃料はバイオマスであることから排出される CO2 はゼロである。

以上から、天然ガスボイラーからバイオマスボイラーへの転換により実現される CO2 排出削減量は、184t-CO2/年となる。

表 27 バイオマスボイラーの導入による CO2 削減量

項目	単月	1 シーズン (6 か月)
CO2 削減量	31.95 t CO2	184.49 t CO2

### (エ) 比較優位性の分析

#### (I) ペレット製造装置の分析

本事業において導入したペレット製造装置のうちペレタイザーについては、類似の性能を持った製品を欧州メーカーも生産している。欧州は、もともと

バイオマスペレットを冬期の暖房用燃料として使用していることから、ペレタイザーの生産を行うメーカーも存在している。

競合となる可能性のある欧州のペレタイザーメーカーについて以下に列記する。

### 非公開

表 28 欧州のペレタイザー関連メーカー

国名	会社名	概要
オーストリア	Andritz	Andritz はオーストリアのバイオマスペレットのリーディング企業。エンジニアリングから機器の供給、メンテナンスまでをトータルにサポートするサービスを提供している。自らペレット生産・販売も手掛ける。 <a href="http://www.andritz.com">http://www.andritz.com</a>
	Knoblinger	エンジニアリングサービスと各装置を提供。基本的にはベルトコンベア技術が中心の企業。しかしペレット成形器そのものは製造していない模様。 <a href="http://www.knoblinger.com">http://www.knoblinger.com</a>
チェコ	Kovonovak	ローエンド市場での小規模ペレタイザーを製作。主にチェコ国内市場をターゲットに活動している。 <a href="http://www.kovonovak.cz">http://www.kovonovak.cz</a>
	Smallpelletmill	チェコ・オーストリアの合弁企業。ペレット成形器は、150kg/h-450kg/h と比較的小規模な 3 種類の製造能力の違うものを製造・販売。 <a href="http://www.smallpelletmill.com">http://www.smallpelletmill.com</a>
ドイツ	Jumbo Group	同社の主要製品は HP08 と呼ばれるペレット成形器。ペレット生産能力は、350kg/hour 程度なので、小規模な生産事業者向けの商品となる。 <a href="http://www.jumbo-group.de">http://www.jumbo-group.de</a>
	Munch Edelstahl	同社は 40 年以上の歴史を持つペレタイザーメーカーであり、ペレット製造に関わる様々な機器を製造している。製造された製品は、既に世界 60 か国に輸出されている。同社の主力製品であるペレット成形器 RMP シリーズは、リングダイ方式である。主に大規模な製造能力を持った製品が主力と見られる。また周辺機器の製造も行っており、製造プロセスの販売も可能。

国名	会社名	概要
		<a href="http://www.muench-edelstahl-gmbh.de">http://www.muench-edelstahl-gmbh.de</a>
	Riela	ペレット製造プロセスに関わるペレット成形器以外の周辺機器を製造・販売している。 <a href="http://www.riela.de">http://www.riela.de</a>
	Salmatec	同社は 40 年にわたりペレット成形器の製造・販売を行っている。様々な種類の原料をペレット化することが可能な同社の主力ラインナップは、リングダイ方式 MAXIMA シリーズで最大 50 トン/hour のペレット製造が可能としている。製品は大規模ペレット生産事業者向け。 <a href="http://www.salmatec.de/en/">http://www.salmatec.de/en/</a>
スイス	Buhler	同社のペレット成形器 RWPR-900 は、木、麦わら、製材所木くず等様々な原料に対応。同機器は最大で 6 トン/hour のペレット生産能力を有し、主に大規模事業者向けの製造装置となる。同社は日本にも支店を持っている。 <a href="http://www.buhlergroup.com/europe/en">http://www.buhlergroup.com/europe/en</a>

本普及・実証事業において導入するペレット造粒機は一般にペレタイザーと呼称している。この装置は、破碎された農業残渣を 50～100kg/cm<sup>3</sup> という高圧で圧縮しながら体積を 1/4 の高密度の錠剤（6mm～10mm のペレット）化とすることができる。また、錠剤化する際に含水量が大幅に減り約 8～10% になる。

ウクライナですでに流通しているブリケットの含水比は低く、燃焼効率も悪いこともあり、本来はペレット製造の前工程として必要となる粗破碎機を導入し、大麦残渣よりペレットを製造すべきところであるが、装置規模が大きく高価であるため、本実証事業においては DRIT の要望に基づいて破碎機によりブリケットを破碎しペレット化することによって、農業残渣を直接破碎する前工程を省略することとしている。ペレタイザーによりペレット化することにより、農業残渣由来のブリケットが持つエネルギー熱効率を更に高めることとしている。

ペレット製造もブリケット製造と同様に特殊な技術ではないが、欧州の場合には、ペレタイザーはホワイトペレット<sup>4</sup>あるいはバークペレット<sup>5</sup>の製造が主たる木質ペレット専用のもに限られる。今次ウクライナへ導入している

<sup>4</sup> 樹皮を含まない木質部を主体とした原料を用いて製造したペレット。火力が強く、灰が非常に少ない（1.0%未満）。

<sup>5</sup> 樹皮を主体とした原料を用いて製造したペレット。比較的火力が弱く、灰が多い（8%未満）。頻繁に灰掃除する必要がある。

日本製ペレタイザーは、単に木質だけに限らず、大麦麦藁等の農業残渣由来の材料についてもペレット化できるというものであり、欧州の一般的製品と比較して技術的な優位性があると判断できるものである。更に欧州製あるいは米国製のペレタイザーは、通常大量生産向けの機器で規模が大きく、今回の実証事業で要求されている規模には適合しない。

一方、日本製のペレタイザーは機器の規模が比較的小さいため、本事業で必要とする生産量調整が可能なサイズである。この装置は大量生産には一台では対応が出来ないが、複数台を使用することで大量な製造にも対応が可能である。

ペレタイザーは、粗破碎→乾燥→微粉碎→造粒→冷却→梱包と複数のプロセスがあることから必然的に大きな装置となる。海外製と本邦製の違いを比較して下表に示す。

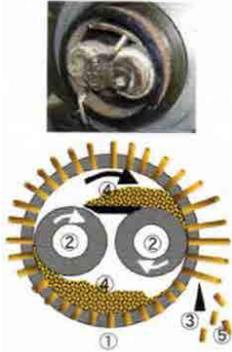
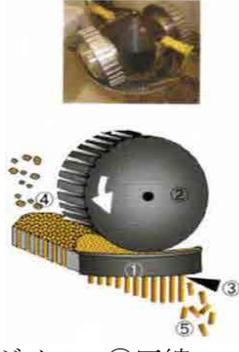
表 29 日本製および海外製ペレタイザーの比較

比較項目	日本製	海外製
現在の当該プラントのマーケットとしての立地条件	原料所在地が小型で少量のケース多くまた、原料が多様である。「地産地消型」が主流であり生産拠点が分散するため、生産地と消費地が近い。	大型の製材工場等原料所在地における規模が大型で、原料の種類が単一のケースが多い。 生産・調達方法が「拠点集約型」であり、生産拠点から各消費地へ輸送する方法が主である。
規模	小規模で、500 トン/年～2,000トン/年が主流（8時間操業）	大規模で、2万トン/年が主流。
原料	多種多様の原料に対応できる。（本件においては、麦藁、ひまわり茎、トウモロコシ茎、果樹園剪定枝等に対応の必要ある。）	各メーカーがそれぞれの原料に特化しているケースが多い。欧州の場合、製材工場併設のケースが多く、木質系が主体。
製造工程及びそのプロセスの構成機器	乾燥機に独自の優位性をもつ日本企業がある。 クリンカー破碎装置が組み込まれている。	原料により前捌きの工程で大きな違いがある。製材工場の場合は前捌き不要、原木使用の場合は大がかりな粗破碎機が必要。
メーカーのエンジニアリング力	各ペレタイザーメーカーが、それぞれのエンジニアリングパートナーと組んでおり、プラントシステム全体として対応可能。	大型であるケースが多いため、その都度専門のエンジニアリング会社がエンジニアリング業務を担当し、機器製造とエンジニアリングが遊離しているため、オーナーサイドに一定程度のノウハウが必要となる。

ペレタイザーの構造メカニズムの技術としては、リングダイ方式とフラットダイ方式の2種がある。本邦中小企業には両方式ともそれぞれ複数存在し、前表に記述したようにプラントとして統合するエンジニアリング力を有する

企業も存在する。しかし、実証事業におけるペレタイザーを製造する当該中小企業もバイオマスボイラーメーカーと同様に、資本金規模が小さく、他国へ装置を輸出する事業を展開するには財政的・営業的支援の手段が必要であると考察する。

表 30 リングダイ方式とフラットダイ方式の比較

比較項目	リングダイ方式	フラットダイ方式
<p>構造及びメカニズム</p>	 <p>①ダイス、②圧縮ローラー、 ③カッター、 ④原料、⑤ペレット</p> <p>リング外周面に多数の貫通孔を備えたダイスと、その内側に配置されたローラーで構成され、リングが回転する際にリング内面で転がるローラーによって、内側から外側に原料を押し出しながらペレットを製造。</p>	 <p>① ダイス、②圧縮ローラー、 ③カッター、 ④ 原料、⑤ペレット</p> <p>フラットな円盤上に多数の貫通孔を備えたダイスと、その上に、ダイスの中心で対にして配置された2本のローラーで構成されており、ローラーがダイス上を転がる際に、原料を下に押し出しながらペレットを製造。</p>
<p>装置外観</p>		

## (II) バイオマスボイラー

バイオマスボイラーは、欧州はもとよりウクライナにもメーカーが存在している。ここでは、欧州、ウクライナのメーカーが提供する製品の性能を概観する。

ウクライナ国内市場には多くの固形燃料用ボイラーが流通しており、その多くは欧州製品であるが、ペレットを原料として用いるボイラーについては、

家庭用のみが流通している。出力は 10KW～55KW、価格とメーカーによって自動燃料供給タイプと手動供給タイプの 2 種類がある。一方、家庭用ボイラーの種類と比較すると極めて少数ではあるが、55KW～600KW 以上の産業用あるいは地域暖房用ボイラーを販売するメーカーもある。

ウクライナ国内市場に出回っているボイラーとして最も普及しているものは、天然ガス用ボイラーである。また、固形燃料用ということであれば石炭用が一般的であり、本実証事業で使用している規模のペレット用ボイラーを販売展開しているメーカーは本調査においては確認できなかった。従って、本実証機との性能比較が可能な競合他社の普及製品というものは極めて少ない。つまり、本事業内容に限ってみれば、現状では競合がほとんどない市場であると言える。

#### 非公開

一方、欧州メーカーの多くはウクライナの市場性を高く評価しており、英国、オランダ、デンマークなどが興味を持って参入を図ろうとしている。隣国のポーランドのメーカーは、すでに石炭用ボイラーで市場に参入しているため、木質あるいは農業残渣ペレットが普及するという環境になった場合には、すでに製品化が済んでいるペレット専用ボイラーを投入し市場参入を図ってくるものと想定される。

将来的に競合可能性のあるボイラーにつき下表に整理する。

非公開

非公開

下図の左図は、海外製のバイオマスボイラーの写真である。海外製は手前右にボイラー本体、左奥に温水タンク（保温用カバーをしている）が独立して配置されており、ボイラー奥に点火用燃料タンク（赤色）を個別に配置し、かつ、ペレット燃料の自動供給を行うためには、新たな改造が必要である。

右図の日本製は日本製バイオマスボイラーの全体を示している。外国製の全ての構成品がオールインワンの一体型となっている。占有床面積は海外製より小さい。システム設計時において運転時のペレットの自動供給を前提にしておき、ペレット貯留タンクは別置きとなるが直近に配置し、スクリーコンベアなどで自動供給を行う。



図 22 本邦製（右図）と外国製（左図）のバイオマスボイラーの外観

本邦バイオマスボイラーと一般的な外国製バイオマスボイラーを比較すると、下記の表のような特徴の差が認められる。（下表参照）

ウクライナで一般に流通しているバイオマスボイラーはブリケットを対象とした旧ソ連製であり、そのほとんどが老朽化している。同国市場では燃焼させる材料がブリケットあるいはペレットでも、欧米製のバイオマスボイラーが知られており、比較的安価であるが、追加の温水タンクを増設しないと停電等の緊急時に保温できない構造となっている。

バイオマスボイラーに関しては、日本独自の技術的蓄積を積んでその優位性がある一方、本邦メーカーの多くが中小企業であるため、資本金規模が小さく、単独で海外への機器輸出案件に取り組むための事業展開が必要となる資金面及びソフト面での支援等が必要であると考察される。

表32 日本製及び欧米製バイオマスボイラーの仕様等比較

比較項目	日本製		欧米製
能力	能力が定格（例：100,000 kcal）毎に設定されているため、ペレット等の原料が極端に少ない場合を除き、コンスタントな能力を発揮でき、必要に合わせた規模が設定できる。		オーダーメイドが可能であるが、一度能力を確定すると、ペレット等の原料の量を確保しないと能力を発揮できない。
サイズ	貯水機能、集塵機能等を組み込んだ一体型のため、サイズは大きい。		ボイラー本体のみは小さいが、他の構成品（貯湯タンク、ペレットホッパーなど）を合わせると日本製より床面積を必要とする。
運転性	自動化により安全性は高い。		燃料のサイロ投入は手動であり、やけどの危険性がある。
全般	各種のインターロックにより保護されている。		ボイラー本体のみのインターロック。
安全対策	火災防止	一部あり	保護回路あり
	異常燃焼	なし	逆火消火装置、ダンパー閉止、ロータリーバルブ等の異常燃焼防止装置付き。
	燃料への逆火防止	各社の燃料供給形態によるが、逆火消火装置、ダンパー閉止、ロータリーバルブ等の延焼防止装置を具備。	これらの延焼防止装置がついていないものが多い。
	空焚き防止	自動給水装置のみ装備。	自動給水装置（空焚き防止）。 警報装置付き。
	缶水低液面警報	自動給水装置の故障、水の給忘れで液面低下した時の警報。	自動給水装置のみ。
	凍結防止	サーモスタット付。	余熱機能付。
	炉内負圧制御	炉内の負圧制御維持のため吸引ブロアー。	炉内の負圧制御維持のため吸引ブロアー。
環境対応、省エネ対応	排気ガスに含まれる煤塵を集塵機が回収する環境重視型である。		排気ガス等はそのまま大気中へ放出するため、環境重視型ではない。
緊急時対応（停電等）	自蔵型（ボイラー内に過剰昇温防止用水を保有）。		追加のタンクが必要である。
年間維持管理（概算）	約 60 万円		約 60 万円
電気料金（概算）	約 10 万円		不明
灰処理（概算）	約 4 万円		約 4 万円
価格（概算）	約 2,000 万円（580KW）		約 600 万円（500KW）～ （追加タンクのコストを除く）

（現地調査等に基づき作成）

### (Ⅲ) 本実証機器の比較分析のまとめ

本事業の製品はペレット製造装置とバイオマスボイラーを一つのパッケージとして提案するもので、欧米製のようにボイラーとペレット製造装置が別個に選定されるものとは設計思想が異なるものであり、単純な比較検討をすることは困難である。また、本事業のペレット製造装置で製造した農業残渣由来のペレットを他の欧米製のバイオマスボイラーに使用することは、ボイラーの改造費がかかる点及び安全性を確保できない可能性があるため、現時点では検討しないこととする。

本提案は、あくまでもペレット製造装置とそれを燃料とするバイオマスボイラーの複合機という位置付けであるが、本提案の製品をペレット製造装置とバイオマスボイラーに分けて比較すると、それぞれ対ブリケット製造機あるいは対欧米製ボイラーよりも以下の優位性があると整理できる。なお、デメリットは価格競争力の側面となる。ペレタイザーについては現状価格競争力を有するとの判断であるが、将来的な競合他社の市場参入が発生した際は懸念事項になってくることが想定される。

#### ○本提案のペレット製造装置の優位性

- 熱量が倍以上である（含水比が低い）
- 容積比がブリケットより低い（保管及び運搬性が高い）
- ペレットには石炭等の添加剤の必要はない

#### ○本提案のバイオマスボイラーの優位性

- 安全装置が充実している
- ボイラーと熱供給に必要な周辺機器がパッケージ化されている
- 発熱量が高い

## (2) 事業目的の達成状況

本事業では、2013年11月の事業開始から暫くの後ウクライナ国内政情が不安定となり、特に本事業サイトであるウクライナ東部の政情は大きく悪化したことから、4か月程度の事業中断期間が発生することになった。しかし、事業中断再開後にはペレット製造装置、続いてバイオマスボイラーの搬入・据付を行うことができ、現地冬季期間での実証に間に合わせることができた。現在のウクライナは天然ガスの供給が断たれるというエネルギー危機に瀕しているため、実証機材の運用は現地カウンターパート、ひいてはその周辺住民にとって非常に意義のあることであったと思料する。

### ① ペレット製造装置の導入効果

本事業の目的の1つは、既存の技術・資源や現地で未利用となっている森林残渣、

農作物残渣といったバイオマス資源燃料を有効活用したペレット製造工程の簡素化が実現することである。これは 2 つの点において十分な達成を得られたと考える。

非公開

## ② バイオマスボイラーシステムの導入効果

本事業のもう 1 つの目的は、老朽化したボイラーからペレットを燃料とするバ

イオマスボイラーに更新することで、持続可能かつ化石燃料依存度を低下させるエネルギー利用サイクルのモデルの有効性を実現することである。

前述のとおり、導入ボイラーは2015年2月より稼働を開始し、冬季期間である4月15日まで無事稼働を続けた。稼働期間においては、既存の天然ガスボイラーに代わり熱供給の主力機として、周辺小学校への熱供給を滞りなく果たしている。これまで熱供給を担ってきたガスボイラーはバックアップ機として、当該期間はほぼ稼働を止めた状態であった。DRITでは今後とも当該機を熱供給の主力機として運用していく予定であり、本実証機が既存の熱供給システムを完全に代替する体制となっている。

その結果、本事業期間中に得られた実測値を基に算定すると、天然ガスからバイオマスへの燃料転換を図ることにより、年間184トン程度のCO<sub>2</sub>削減効果が得られている。地球温暖化防止対策という観点から、バイオマスボイラーの有効性が検証できたことになり、今後当該ボイラーの導入を拡大することができれば、地球環境に対し大きな成果を上げることが可能である。

非公開

### (3) 開発課題解決の観点から見た貢献

本調査にて実施した現地の事業環境の調査や現地事業者との面談を通じ、ウクライナにおいて本事業を実施することの有意性を認識することができた。

ウクライナにおいてはエネルギー・セキュリティの観点から純国産エネルギー源の開発を急ピッチで進めているところであり、バイオマスを含めた再生可能エネルギーの利用拡大を急務の課題として挙げている。本事業にて導入したペレット製造装置は、ペレットは持ち運びが自在になったという点でその効率性を大きく改善させた。また、メディアに登場したこともあり、見学者が絶えないほどの盛況で普

及につながっている。さらには、石炭とブリケットを混焼させるような旧式の老朽化した石炭ボイラー設備や、天然ガスに依存していた状況から、公立小学校の一分がバイオマスボイラーによる運用に切り替わった。このことで高効率ボイラーは運用に貢献、ひいてはエネルギー問題に対応し、持続可能で効率的なエネルギー利用サイクルのモデルの有効性が実証されたと言える。マクロ政策における再生可能エネルギーの普及施策は今後更に強化されることが想定され、中でも資源賦存量が巨大なバイオマス資源の有効利用は施策の中心になっていくのではないかと考えられる。

そのバイオマス資源であるが、現状ではブリケットによる活用にとどまってお  
り、ブリケット製造機は古く、ブリケット自体は容積も嵩張り、決して効率的な活用をしている状況とは言えない。農業残渣の利用に許認可を要しないウクライナにおいては特に、ペレット化による燃料としての効率性、取扱性の向上はバイオマス資源の普及には欠かせない条件の1つであると考えている。また、利用価値が向上することによる商品価値の増大も期待され、ペレット事業者に将来的な経済的利益を与え得ることも期待できる。

#### (4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

日本国内におけるペレット製造装置やバイオマスボイラーの中小製造会社の多くは地方に所在している。本件の実施は少なくない反響を得ており、そのような複数の地方メーカーより将来的な海外展開の可能性につき、前向きな問い合わせを得た。このような状況を鑑みると、これまでは国内市場を中心として活動を実施してきた中小機器製造会社に自社製品の海外展開の可能性を明示したことで、将来的な当該製造業の活性化の端緒になるものと期待するところである。地方の製造業が活性化することは、その地方が抱える雇用・就労機会の縮減という課題に対し一定の解決策を導くものと期待され、そのような期待を現実のものにするためにも本事業を推進することの意義は非常に大きいものとする。

また、上記の視点とは異なる切り口として、ウクライナという CIS 地域での事業実施の観点からも、当該地域を専門とする事業者などからの問い合わせも受けるようになった。これら事業者に対してはこれまでなじみのなかったバイオマスエネルギーの可能性を少なからず示したものと考えており、そのような認知が広がっていくことで、バイオマスエネルギーの普及拡大や持続社会における位置づけへの認知拡大につながっていくものと考えている。このような波及効果により、地方の農地や森林を適切に管理・活用し、バイオマスエネルギーの利用を促進するという効果が将来的に期待できるだろう。

## (5) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

維持管理支援や本邦受け入れを通じ、DRIT への働きかけや支援は継続して行っており、機材が譲与（引き渡し）された後にも自立的にそのメンテナンスや事業継続が行えるようサポートを継続していく。

まずは今回の導入製品に類する機材の使用経験がないという点を重視し、現地技術指導(SV)作業後にも自主点検が進められるよう DRIT に機材マニュアル（ロシア語）を配布し、能動的に機材運用が進められるような体制を整えている。

DRIT は、既存のブリケット工場へのペレット製造装置併設及び既存ボイラーハウスへのバイオマスボイラー導入により、既存施設の業務従事者が新設の機材に関する運転・管理を同時に行える体制を取った。また本事業期間中の機材据付時に、運転・管理に関するトレーニングを各施設の管理責任者に対し実施した。さらにこの管理責任者は、各業務従事者に対し、運転・管理トレーニングを行い、実証事業期間中、両機材は問題なく運転を行ったとの報告を受けている。

これら一連の活動により、今後も DRIT において自立的な運転管理が可能になる。

## (6) 今後の課題と対応策

これまでも述べてきたとおり、本事業の実施期間中にウクライナ国内の政情が大きく悪化したことで、事業の進捗に大きな影響を及ぼすことになった。

リスク管理は開発国における事業では平時においても重要な観点であるが、特に今次のウクライナにおいては非常に重要な観点となった。限られた資金内にて十分なリスクを回ることが本事業の成功に繋がったものであり、今後の事業実施においても、同様のリスク管理が重要であると考えられるものである。

以下、本事業を通じて判明したリスクに対する対応事項を整理する。

### ① 現地パートナーの選定

現地の信頼できるパートナーの選定は、如何なる事業においても重要ではあるが、特に政情が安定しない地域での事業においては、その重要性は何よりも大きく、事業を成功に導くカギになると実感している。

弊社ではウクライナに事務所を有し現地スタッフを擁しているが、本事業での機材の輸送や据付にあたっては、現地の輸送会社やカウンターパートである DRIT からの協力・助言を得られたことで、現地ならではの体制や習慣に則りながら行動を前進させることができたと考えている。現在のウクライナ情勢の状況を鑑みると、適切なタイミングで適切な方法・手段により活動を行うことが事業の成功の鍵であり、信頼できる協力パートナー無しでは実現は難しいであろう。

### ② 関税手続きの煩雑さへの対応

以前から、ウクライナに輸出をする際にはその関税手続きの煩雑さがつきまわってはいたが、今回も例外ではなくその問題に当たった。これはビジネスベース

では必要のないプロセスとなるが、免税に限らず当国政府が関与するプロセスには不透明な部分も多々存在することから、そのようなプロセスを実施する際には十分に時間に余裕をもったスケジュールを組むことが必要である。そうでないと非常に多くの時間と費用がかかるばかりで、輸出者にとってはウクライナの市場の開拓には繋がりにくい。

### ③ 経済性の確保

ウクライナにおけるバイオマス熱供給事業という観点では、当初の想定通り、大きな課題も発生せず、十分な効果を創出することができたと考えている。特に、現下の国内政情においては、バイオマスという純国産資源への転換は事業性を生み出すだけでなく、安定供給という公共インフラが果たすべき機能を補強することに大いに寄与することが判明した。

一方で顕在化したのは、同国事業者、特に公共事業体が抱える財政的な問題である。運用面に限れば既存システムに比べ運用コストは低減するため、財務インパクトは発生しない。しかし、新規設備を導入し、既存システムに代替して効率改善を図って行くことは何らかの資金援助なしでは非常に難しい状況にあることが判明した。このためにも、初期投資を含めたシステムの経済性を更に高めることが今後の事業においては必須となってくると考えている。具体的なアイデアは後述するが、システムのトータルコストを低減できなければ事業の自律的な普及は難しいことから、この点は今後も継続的に検討すべき事項と考えている。

## 4. 本事業実施後のビジネス展開計画

### (1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

#### ① マーケット分析

事業分析の項において整理したとおり、ペレット製造装置、ボイラーとも類似の性能を有する製品を販売する競合メーカーが存在する。日本独自の技術的蓄積を積んでいる本邦製品の比較優位性は以下のとおりに纏められる。

##### <ペレット製造装置>

- 熱量が倍以上である（含水比が低い）
- 容積比がブリケットより低い（保管及び運搬性が高い）
- ペレットには石炭等の添加剤の必要はない

##### <バイオマスボイラー>

- 安全装置が充実している
- ボイラーと熱供給に必要な周辺機器がパッケージ化されている
- 発熱量が高い

一方で、ビジネス展開において大きな障壁になるのが、製品コストである。日本製品は、現時点では日本国内で製造されているため、機器の本体価格のみならず、海上輸送・通関・保険手続き等の手配から納入までの時間と追加的費用がかかる。

非公開

## ② ビジネス展開の仕組み

前述したとおり、ウクライナでのバイオマス、特に農業残渣の供給ポテンシャルは非常に大きいことが判明している。他方、需要側での導入機運が高まらないことには、普及・展開を図ることは困難である。本事業実施後のビジネス展開では、本事業で取得した結果を活用し、導入・実証した日本製機材を現地で普及・拡大させることが第1のステップとなる。従い、実証機の導入ニーズの観点から、普及可能性を整理する必要がある。

本事業の成果を生かした今後のビジネス展開として、まず実現可能性が高い案件は、DRIT へのボイラー導入であると考え。これは、

- ・ DRIT が追加導入の意向を強く持っていること
- ・ DRIT が所有するボイラーハウスは 200 か所以上あり、導入ポテンシャルが大きいこと
- ・ また本事業の成果により、DRIT との良好な関係や導入実績ができたこと

等が理由として挙げられる

また本事業において導入したペレット製造装置によるペレット生産量は、導入したバイオマスボイラーのペレット消費量を上回っていることから、性能面から

バイオマスボイラー追加導入の余地が存在する。

前述のマーケット分析ではペレタイザーにコスト優位性が確認されたが、DRITとしてはペレタイザーに生産余力があることから追加導入のニーズはまだなく、DRITがペレットを販売して収益を得るというビジネスを検討していないことから、まずはボイラーを中心としたビジネス展開を検討することとした。

更に、ウクライナ東部ハリコフ州での複数の日本製バイオマスボイラーの導入やまとまった生産量が見込めるペレット製造装置の導入は、日本製品の実績をより効果的にウクライナ国内に宣伝でき、これによる広告宣伝は他都市への波及が最も期待できる方法と言える。

一方、ボイラーやペレット製造装置の追加導入を行う場合、その経済的な負担、初期投資コスト等が事業者にとっては大きな課題となる。欧州製やウクライナ製のボイラーと比較して相当割高になることが予想される日本製ボイラーについて、事業者の経済的な負担を極力低減する方法を採用しつつ、導入を図らなければならない。

そこで、ここではいくつかのパターンによるボイラーの追加導入の可能性について検討し、DRITを中心としたビジネス展開の方法について分析した。

**非公開**

非公開

## 非公開

またウクライナにおいては、2014年2月の政変以降、ロシアとの関係が悪化した影響により天然ガス価格が上昇し続けている。このような環境の中、燃料の自主調達、燃料価格の抑制等の観点から脱天然ガス気運が高まり、バイオマス等の再生可能エネルギーへの期待が急速に高まっている。政府もバイオマスエネルギーの導入には積極的に取り組んでおり、このような観点から熱供給管理・運営を行う地方政府も様々な形で取組を始めている。

DRITの財務状況は現状赤字となっている。詳しい財務状況については開示できないとの回答を得た。この大きな理由としては、熱供給価格が州により統制されていることによる。州は、一般市民の生活安定という社会的な面を重要視し、熱供給価格の値上げを極力抑制している。従ってDRITはここ1年で急騰した天然ガス調達価格を熱供給価格に転嫁できない状況となっており、こ

れが財務を圧迫している。このような状況を州も認識しており、改善の必要があるとの見解を持っているが、2015年10月に行われる地方選挙が終了するまでは現行政策を維持しなければならないという立場にある。

非公開

(イ) DRIT に対するビジネス化への展望

上述の DRIT における導入候補サイトに対し、事業性の観点からより具体的な導入サイトを抽出するとともに、ビジネスに展開するための方策につき整理する。

非公開

非公開

これらの導入先へのボイラー導入に関して、DRIT における最大の懸案事項は、初期投資コストのねん出および回収予測になると考えられる。

以下には、これらボイラーの投資回収について、いくつかの想定を行い各想定の特長、デメリットについてまとめる。

表 37 ボイラーの導入に関する方法と各方法におけるメリット・デメリット

導入方法	内容	メリット	デメリット
日本からの通常通りの導入	日本から DRIT に対し、通常の商業的なルートにて販売を行う。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本事業にて実施した販売ルートが確立しており、現地据付・試運転までの手間が無い。</li> <li>・DRIT は引き続き品質の高い日本製ボイラーを使用することが可能となる。</li> </ul>	ウクライナ製、東欧製と比較して価格が高。またメンテナンス対応にも時間を要する可能性がある。
リースを組み合わせた導入	日本から通常通りの導入を行うが、日本製品は全てリースとして、DRIT はリース料を支払う形とする。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本事業にて実施した販売ルートが確立しており、現地据付・試運転までの手間が無い。</li> <li>・DRIT は大きな初期コストを手当てせずに済む。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リース料の利息を払う必要がある。</li> <li>・機器はあくまでもリースの形態によっては所有権が DRIT に移転しない場合も発生し、その場合は制限が発生する。</li> </ul>
ODA の活用による導入	初期コストは ODA 資金の充当により全てカバーされる。	初期コストが無くなる。	充当資金の目処を立てるまでに長い時間を要する可能性がある。またこのプロセスを DRIT 及び日本企業がコントロールできない。
ウクライナ国内の補助金を活用	初期コストの一部をウクライナ国内の補助金を活用することにより、AGI を含む日本企業が製品価格の低減を図る。	初期コストが通常の商業価格と比較して低減できる。	ウクライナ国内の補助金獲得基準をクリアできるかが不透明。

上記の各導入方法の前提は、基本的に日本からの輸出を想定しているが、将来にわたって同市場において持続可能な展開を続けるためには、抜本的な製品価格の低減が欧州製やウクライナ製の競合製品との競争力を確保する上で最も重要な要素になると考えられる。

このような市場競争力の確保のためには、現地企業との技術提携による日本の一部先進技術を取り入れたボイラーを導入するといったアイデアや、現地企業との提携により現地生産を行い、製品価格を低減するといった方法が

非常に有効な手段であると考え。これらアイデアの実現には、まず初期のビジネス展開により追加のボイラーを DRIT に導入すると同時に、既に技術導入に興味を示している下記のような現地企業との関係構築や将来的な提携に向けた調査、国内メーカーの意向等の調査を踏まえ、双方のメリット・デメリット等を見極めて慎重に進めていく必要がある。

**非公開**

### ③ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

以下では本事業にて導入した機材について、経済性、技術性等の観点から、分析・検討を行い、実行可能と考えられる計画、またその計画を実現できると考えられるスケジュール等について検討する。

#### (ア) バイオマスボイラー

上述したとおり、ビジネス展開における最初のステップでは、DRIT より既に更新需要があるとの報告を受けているハリコフ州デルガチ地区の旧式ガスボイラーを日本製バイオマスボイラーに交換する。

非公開

## 非公開

そこで初期投資について何ケースかを想定し、各ケースの違いによりどの程度初期投資回収期間が変動するかを算定した。本件が ODA 無償資金協力の対象となれば、この初期投資にかかるコストは全て除外することができると考えられることから、ケーススタディには含んでいない。

以下のケーススタディでは、主に費用削減の可能性が考えられる「再生可能エネルギー設備に対する輸入関税の免除」、「ウクライナ国内で実施されているバイオマスボイラー導入に対する補助金制度」を考慮した場合について、これがどの程度初期投資回収期間に影響を与えるか算定を行った。

設備に対する補助金制度については、UABio の Position Paper (Georgiy Geletukha 他, N6, 31 May 2013)に提起されているバイオマスエネルギーによる熱供給促進のための政府施策として提案されているアイデアである。この Position Paper にて示された提案に基づき、今回のケースでは、機材費の30%が補助金から充当されると仮定した。ウクライナでは既に家庭向けのボイラー設備については政府の補助金制度が導入されており、企業向けにも今後同様の措置が広がる可能性は充分ある。

輸入関税の免除については、ウクライナの法律に規定されているものであ

り、ウクライナ政府への煩雑な手続きを要するものであるが、実現性はある。

**非公開**

非公開

(イ) ペレット製造装置

ペレット製造装置に関しては、上述のとおり現在 0.5Gcal のボイラー 1 台分の燃料供給を行うのに十分な容量を保有している。DRIT はもっぱら生産されたペレットを自己が保有するボイラーの燃料として使用することを目的としている。現在、ペレットはブリケットを原料として破碎することにより生産しているが、DRIT はペレット製造工程プロセスに乾燥機を導入することにより、農業残渣から直接ペレットを製造することができれば、ペレットの製造コストを下げられることが可能であるとのことだ。

非公開

非公開

## 非公開

### ④ ビジネス展開可能性の評価

以下では、上述のとおり DRIT から要望が出ているバイオマスボイラーの追加導入及びペレット製造工程における乾燥機の導入を次のビジネス展開と位置づけ、これまで検討を行った結果も踏まえ、ビジネススキームの実現可能性につき検討を行った結果を整理する。

#### (ア) 想定するビジネス展開スキーム

前章までの検討を踏まえ、ペレット製造装置のうちペレタイザーに関しては、ウクライナメーカーの製造販売実績はほとんどなく、ペレタイザーは日本製品であっても単体での販売が可能であると判断する。他方、日本製のバイオマスボイラーに関しては、欧州製、ウクライナ製と比較して技術的な優位性はあるものの高価であることが今後のビジネス展開においてクリアすべき課題になっていることが明らかとなった。

このことから、バイオマスボイラーの追加導入にあたっては、2段階にビジネス展開のステップを分ける必要があると考えている。

## 非公開

非公開

非公開

## (2) 想定されるリスクと対応

ウクライナにおいて今後事業を実施するにあたってリスクになると思われる点を以下に列記する。これらを踏まえ、今後の事業展開を図って行くべきと考える。

### ① パートナーリスク

今回の事業では DRIT が現地パートナーであった。幸いなことに DRIT には非常に積極的かつ精力的に本事業の推進に協力して頂いた。しかし、ウクライナの全ての企業が DRIT のように真摯に協力してくれるパートナーとは限らない。事業を実施するにあたっては、まず相手が信用に足るパートナーかを見極めることが極めて重要である。このような結論を適切に得るには、現地に事務所があるという点や当該国に地の利があり、日常的に相手国の慣習に触れているといった点は極めて重要である。もし相手を適切に選べなかった場合は、恐らく時間をいくら費やしても結論を得ることができない、または無駄な労力を費やすという結果になることが経験上明らかである。

### ② 経済リスク

残念ながらウクライナは現在不安定な政情である。本文でも触れたとおり脆弱な経済状況の影響を受け、大きな財務リスクや為替変動リスクを抱えている。従って日本製品を現地に販売するにあたっては、時に政情下での現地企業の財務力を見極めるほか、米ドルやユーロでの決済は必須となる。

### ③ 投資・制度リスク

ウクライナ現地パートナーと共同で現地生産等の事業を企図する場合、現地の投資環境について十分な確認を行う必要がある。特に税務面では、ウクライナ特有の頻繁に税制が変更される状況を鑑み、事業の実施にあたっては十分な制度確認を行う必要がある。また現在のような不安定な状況下においては、外国人投資家も相当慎重になっており、もし外国人からの投資を期待する場合には、資金調達が思ったように進まないという可能性も考慮しなければならない。

### ④ 政治リスク

ウクライナの政治状況は、現状不安定であると言わざるを得ない。依然としてロシアやウクライナ東部地域を占拠している親ロシア派と政府との政治的な基本合意が履行されておらず、絶えず政治的な揺さぶりを受けている。このような状況が長く続けば、現政権の基盤がさらに弱体化し、一層の政治不安定化を招く可能性がある。事業を行うにあたっては、このようなウクライナ中央政府の政情不安をある程度織り込む覚悟が必要になると考える。

### (3) 本事業から得られた教訓と提言

本事業を実施することで、ウクライナにおけるビジネスの難しさを実感したところである。

バイオマスビジネスという観点では、燃料の原料となるバイオマスの性状は種類の違いのみならず、気候風土の違いもあり、日本で利用されるものと成分が異なってくる。このため、ペレット製造装置、バイオマスボイラーのいずれも製造開始前に現地の燃料に対応できるかという点につき設計・テストを行う必要がある。

従い、本事業においては現地からペレット燃料の原料となるブリケットを一定量輸入することとした。しかし、ブリケットの輸入を行うという作業においても、日本の税関においては極めて厳しい防疫検査を通過しなければならず、実績のない品物の輸入はいかに困難なものであるかという点を痛感させられた。

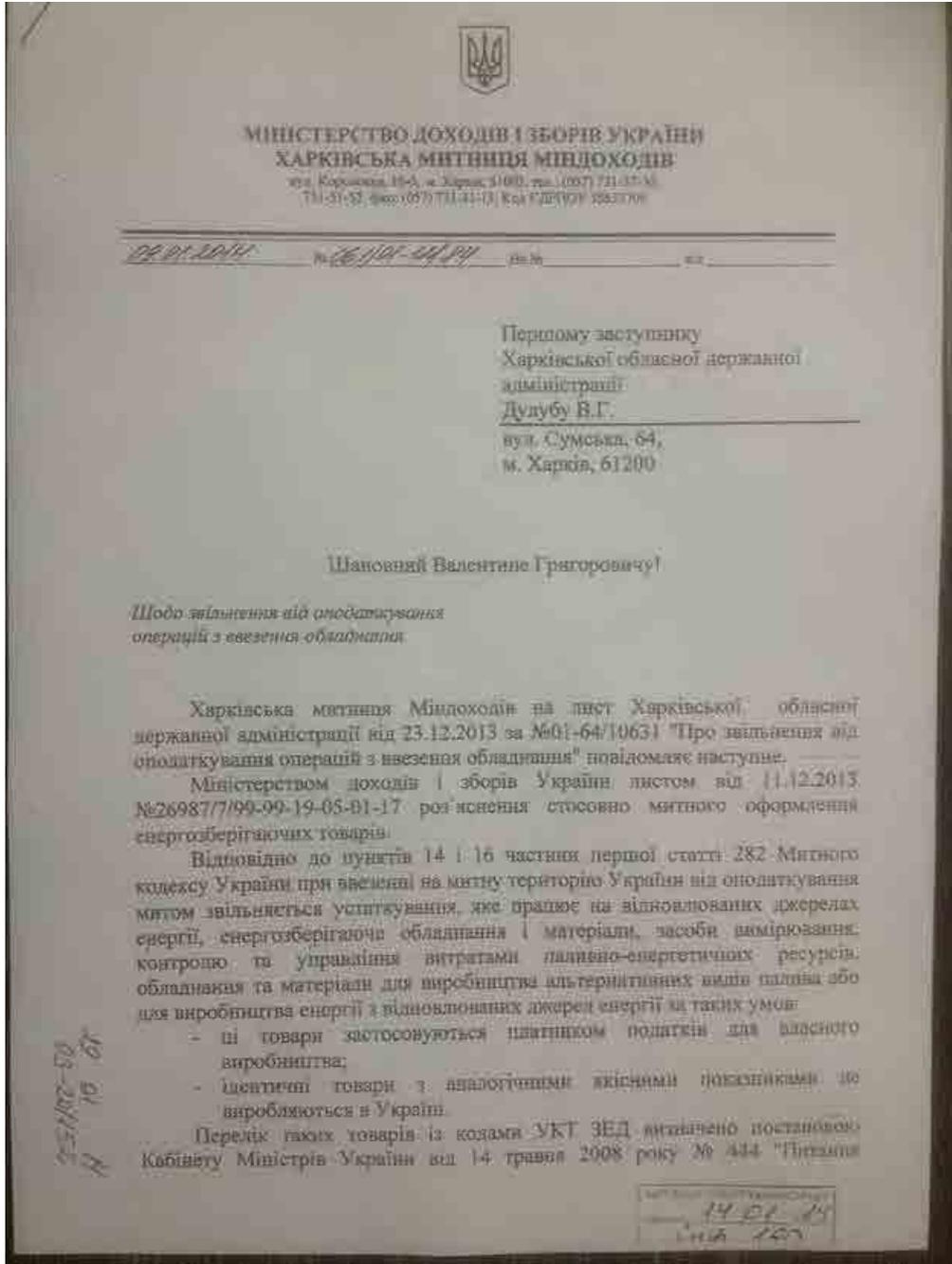
また、ウクライナにおけるビジネスの観点では、工程の見通しの難しさが挙げられる。

本事業では、まず関税の免税対応についても大きな労力を割くことになった。これはビジネスベースでは必要のないプロセスとなるが、免税に限らず当国政府が関与するプロセスには不透明な部分も多々存在することから、そのようなプロセスを実施する際には十分に時間に余裕をもったスケジュールを組むことが必要である。

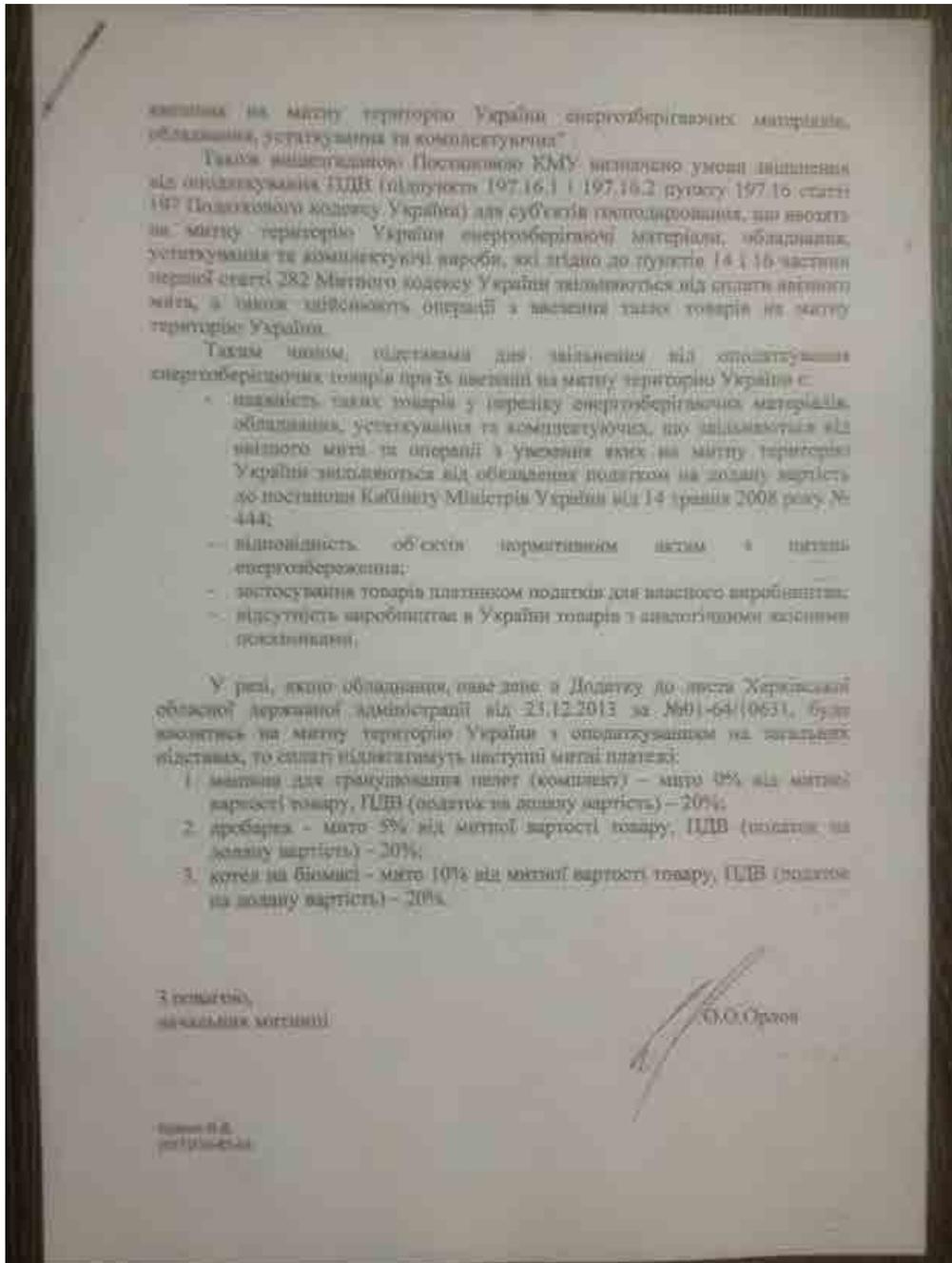
時間的な観点では、現地事業者との対応にも十分な考慮が必要である。本事業の現地カウンターパートである DRIT とは、事業実施に際して相当の時間を割いて事業に対する共通認識を築き上げてきたものと考えていたが、事業を進める段では新たに共通理解を醸造するために時間を要することとなった。特に、基本設計図書など技術資料の作成等においては、両国の法的な手続きの違いから手順やお互いの役割を相互理解し、共有化することが必要になった。今後の事業展開においては、現地における設計手順を簡易フローにまとめておくとともに、お互いの役割についても明確にしておくことにより、スムーズなコミュニケーションが図れるようにすべきと考えている。

添付資料

別添 1-① ハリコフ州税関からのレター (1)



別添 1-② ハリコフ州税関からのレター (2)



別添 1-③ ハリコフ州税関からのレター (英訳版)

9 January 2014 # 061/01-12/84

First deputy of Head of Kharkiv Regional Administration  
Mr. Dulub

Dear Mr. Dulub,

Kharkiv Custom of Ministry of Revenue and Duties of Ukraine replays to letter of Kharkiv Regional Administration #01-64/10613 from 23.12.2013 regarding tax exemption and informs you about following.

Ministry of Revenue and Duties of Ukraine (MinRD) provided explanations regarding import tax exemption for energy efficient equipment in letter #26987/7/99-99-19-05-17.

According to items 14 and 16 of clause 282 of Custom Codex of Ukraine, Equipment (working using renewable fuel, energy efficient equipment and materials, measurement equipment for monitoring of fuel consumption, equipment for producing renewable fuel) gets tax exemption in case:

- such equipment will be used by importer for own usage;
- similar equipment is not produced in Ukraine.

The list of equipment (together with HS codes) that got tax exemption is indicated in Decree of Cabinet of Ministries #444 from 14.05.2008 Import of Energy Efficient Equipment, Materials, and Accessories to Ukraine.

The same Decree is also provide tax exemption from VAT (clauses 197.16.1 and 197.16.2 of Tax Codex of Ukraine) for companies that import goods and got import tax exemption according to items 14 and 16 of clause 282 of Custom Codex of Ukraine.

Thus, In order to get tax exemption during of import procedure, the goods shall meet next requirements:

- to be present in list of Decree of Cabinet of Ministries #444 for energy efficient equipment (working using renewable fuel, energy efficient equipment and materials, measurement equipment for monitoring of fuel consumption, equipment for producing renewable fuel);
- meet all technical requirements of energy efficient norms;
- it shall be used by company which will import it;
- The similar equipment shall not be produced in Ukraine.

However, If the equipment that you provided in appendix to the letter of Kharkiv Regional Administration #01-64/10613 from 23.12.2013 will be imported by usual procedure, the fees will be following:

- 1) Pelletizer (set) – import dues – 0%, VAT – 20%;
- 2) Crusher - import dues – 5%, VAT – 20%;
- 3) Biomass boiler - import dues – 5%, VAT – 20%.

Best regards,  
Head of Custom,  
Orlov O.O.

[Signature]



別添 3

非公開