

エジプト・アラブ共和国
農業廃棄物対策基礎情報収集調査
報告書

平成 21 年 9 月
(2009 年)

独立行政法人国際協力機構
中東・欧州部

委託先
株式会社三菱総合研究所

中欧
JR
09-003

目 次

図表一覧

略語表

調査対象地域

要 約	1
1章. 調査概要	1 1
1.1. 農業の現状と課題	1 1
1.2. 調査内容.....	1 2
1.3. 調査団員構成.....	1 4
1.4. 調査日程.....	1 4
2章. 現状分析	1 5
2.1. 農業の現状と課題	1 5
2.2. 稲藁・籾殻発生の現状と課題.....	1 8
2.3. 「エ」国での稲藁・籾殻の処理・再利用の状況.....	2 0
3章. 稲藁・籾殻処理、再生利用技術の適用の可能性	3 8
3.1. 技術の適用の可能性（有望技術の抽出等）	3 8
3.2. 適用上の課題.....	4 7
4章. 協力の方向性と具体的なプロジェクト案	5 1
4.1. 協力の方向性.....	5 1
4.2. 具体的なプロジェクト案	5 6
4.3. 課 題	6 2
参 考 資 料	6 4
(1) 現地調査の概要	6 5
①現地調査の日程	6 5
②政府関係者等との協議、意見交換の概要.....	6 6
③地方自治政府関係者との協議、意見交換の概要	7 6
④専門家との協議、意見交換の概要.....	7 7
⑤意見交換会（ワークショップ）の概要.....	8 2
(2) 収集資料の一覧	8 6

図 表 一 覧

図 2-1	県別の水稻の栽培面積.....	1 5
図 2-2	稲藁焼却による黒煙の発生状況	1 9
図 2-3	AL-QURAIN GASIFICATION PLANT のレイアウト	2 4
図 2-4	ABU HAMMAD 市の堆肥化施設概要.....	2 7
図 2-5	ECARU の飼料化施設概要.....	2 9
図 2-6	ARC/TCRAR バイオガスプラント	3 1
図 2-7	家畜農家の飼育舎及び堆肥化施設.....	3 2
図 3-1	セルロース系エタノールの実証の取組	4 3
図 3-2	稲藁の処理方法に関する評価（「価値」と「処理量」の観点から）	4 5
図 4-1	経済的に持続可能な取組への展開.....	5 1
図 4-2	経済的に持続可能な取組のモデルの構築.....	5 4
図 4-3	段階に応じた支援策.....	5 4
図 4-4	環境改善と社会問題の同時解決の展開図.....	5 5
図 4-5	ナイルデルタでのバイオリファイナリー産業の展開イメージ	5 9
表 2-1	エジプトにおける農業廃棄物の発生量（推定）	1 8
表 2-2	稲藁の成分分析	2 0
表 2-3	稲藁・籾殻の収集での取組.....	2 1
表 2-4	稲藁・籾殻の再利用分野での取組.....	2 2
表 2-5	収集・処理手法と課題.....	3 6
表 3-1	バイオマスタウン構想での稲藁処理の取り組み事例.....	4 1
表 3-2	タイ、ナコンパトム県における ATB 籾殻発電事業の概要	4 2
表 3-3	日本国内での稲藁等のセルロース系原料からのエタノール実証の取組	4 2
表 3-4	稲藁の処理・再生利用技術の評価.....	4 4
表 3-5	米国におけるセルロース系バイオエタノールの開発目標	4 6
表 3-6	稲藁・籾殻の処理・再利用の取組における課題.....	4 7
表 3-7	エジプトにおける電源構成と発電量（2008 年実績、系統接続電力のみ）	4 8

略 語 表

AOI	Arab Organization for Industrialization	アラブ工業化機構
ARC	Agricultural Research Center	農業研究センター
EEAA	Egyptian Environmental Affairs Agency	エジプト環境庁
FAO	Food and Agricultural Organization	国連食料農業機関
FCRI	Field Crops Research Institute (of ARC)	畑作物研究所
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
LCA	Life Cycle Assessment	ライフサイクルアセスメント
JICA	Japan International Cooperation Agency	(独) 国際協力機構
MALR	Ministry of Agriculture and Land Reclamation	農業土地開拓省
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構
RRTC	Rice Research and Training Centre (of ARC)	ライス・リサーチ・トレーニングセンター
RTTC	Rice Technology Training Center, Alexandria (of ARC)	精米技術訓練センター
TCRAR	Training Center for Recycling Agricultural Residues (of ARC)	農業残さリサイクル研修センター
TMCO	Technology Management and Commercialization Office (of ARC)	技術管理・商業化オフィス
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization	国際連合工業開発機関
USEPA	United States Environmental Protection Agency	米国環境保護庁
単 位		
ac	acre (=0.40ha)	エーカー
fed	feddan (=0.42 ha)	フェダン
ha	hectare (=2.38 fed)	ヘクタール
kg	kilogram	キログラム
km	kilometer	キロメートル
kW	kilowatt	キロワット
kWh	kilowatt hour	キロワット時
t	Ton	トン
通 貨		
円	Japanese Yen	日本円
LE	Egyptian Pound 換算率 (2009年8月) LE=17.3 円	エジプト・ポンド
USD	US Dollar 換算率 (2009年8月) USD=95 円	アメリカ・ドル

調査対象地域



備考：背景地図は、Google Maps (@2009 Google 地図 ©2009 ORION-ME, AND, Europa Technologies-) による。

要 約

1. 調査の背景、目的

エジプト国（以下「エ」国）では、稲藁の野焼きが行われる9月から11月の間は気象条件により、ナイルデルタから首都カイロ首都圏まで野焼きの黒煙が流れ、「黒煙問題（Black Cloud）」として社会問題となっている。これに対し、「エ」国環境庁は諸外国の支援も受けながら稲藁処理・再利用のパイロットプロジェクトを実施しているが、抜本的な解決には至っていない。このような状況の下、「エ」国環境庁は、主要な米作国であり、稲藁・籾殻の処理、再利用の経験、技術を持つ我が国に問題の解決に向けた支援を要請してきている。

このため、本調査は、主要米作地帯であるナイルデルタ地域における稲藁・籾殻の処理状況を調査・把握、「エ」国政府の取り組み状況、我が国及び途上国を含む稲作国の稲藁・籾殻処理・再利用状況、技術の事例、他ドナーの支援状況を把握し、「エ」国での持続的実施可能性の観点から最も適切な稲藁・籾殻処理体制、適用可能な再利用技術の適用方法、我が国の協力の方向性、および具体的なプロジェクト（案）を検討することをも目的とし、調査を実施した。

2. 結果の概要

国内調査、現地調査（2009年7月8～22日）の実施を行い、関連情報の収集・分析、現地での取組事例の訪問調査、エジプト環境庁（Egyptian Environmental Affairs Agency : EEAA）等の政府機関関係者、農業研究センター（ARC : Agricultural Research Center）等の研究機関等の専門家との協議を通じて、「エ」国の稲藁・籾殻対策（処理・再利用）の方向性、計画、実施体制、他のドナーによる支援の状況・効果、水田及び稲藁・籾殻の状況、処理・再利用の状況、課題等の把握を行った。

また、ヒアリング調査及び関係者を集めての意見交換会（ワークショップ）等を通じ、現地関係者の意向を踏まえつつ、「エ」国に適した稲藁・籾殻処理、その適用の可能性、我が国の協力の方向性と具体的なプロジェクト案について検討を行った。

1) 稲藁の対策の現状の確認

稲藁再利用に関しては、EEAA、地方自治体、軍関係機関、民間処理事業者等の連携による堆肥化、飼料化等の取り組みにより、カイロ近傍の地域であるシャルキーヤ県では5～6割の再利用が進んでおり、カイロでの黒煙問題の解消に向け、一定の成果を上げつつある（昨年、カイロでの黒煙発生の軽減が見られたとのコメントがあった）。

一方、カイロ近傍以外のデルタ地域では、EEAAの予算が行き渡らず対策が進んでおらず（ベヘイラ県関係者のコメント）、デルタ地域全体での問題解決には至っていない。

稲藁の処理・再利用については、以下の3つに大別できる。

区 分	稲藁の処理・再利用の状況
政府の補助金に依存した取組	・シャルキーヤ県での堆肥化、ガス化施設（小規模な実験的な取組）など
民間事業者による取組	・稲藁の再利用に関しては、民間事業者の取組も予想以上に行われている。例えば、廃棄物処理企業である ECARU 社は、カイロ近郊において、EEAA の補助金を得て、稲藁からの飼料化を行っている（大型の機械を導入し効率的に処理している）。 ・最近では、ペレット化、炭化事業に関し、民間企業の関心が高まっている（主にヨーロッパへの輸出を目的としている）。
地域での小規模な地産地消による取組	・堆肥化は、ARC による普及活動も行われており、地域での小規模な取組が見られるが、堆肥の利用先が限られているという課題が見られる。また、原料となる家畜糞尿の調達も必要であり、地域での循環がうまく成立することが鍵となる。 ・EEAA は黒煙問題の視点からのみ、稲藁処理に関与しており、黒煙問題が解決できるのであれば、手段は問わない姿勢である。EEAA の課題は、地域での実行力に欠ける点。

2) 課題の抽出

① 政府の予算的制約により、対策の拡大が困難

カイロ近傍の地域での対策（シャルキーヤ県のバイオガス化施設、シャルキーヤ県の堆肥化施設）においては、EEAA の予算に依存する構図となっており予算制約上、これ以上の対策拡大は困難な状況にあり、ナイルデルタでの稲藁処理の根本的な解決には、新たな対策が求められている（これまで行われている肥料、飼料化以外の対策の強化等）。

② 関係者の連携が希薄、戦略の欠如

「エ」国での稲藁処理の取組は、各取組での相互連携が希薄であり、全体を包含する戦略や目標が欠如している。この点に関しては、「エ」国関係者の共通の認識。

3) 稲藁・籾殻処理、再生利用技術の適用の可能性

稲藁・籾殻の処理・再生利用技術に関しては、堆肥化、飼料化、ガス化、ペレット化、きのこの培地利用等様々な取組が実践されている現状にある。

このような技術を適用する上での最大の課題は、稲藁の回収費用を含め、経済的に成り立つ処理方法の確立にある。その意味で、付加価値の高い製品への再利用技術の適用が望まれる。

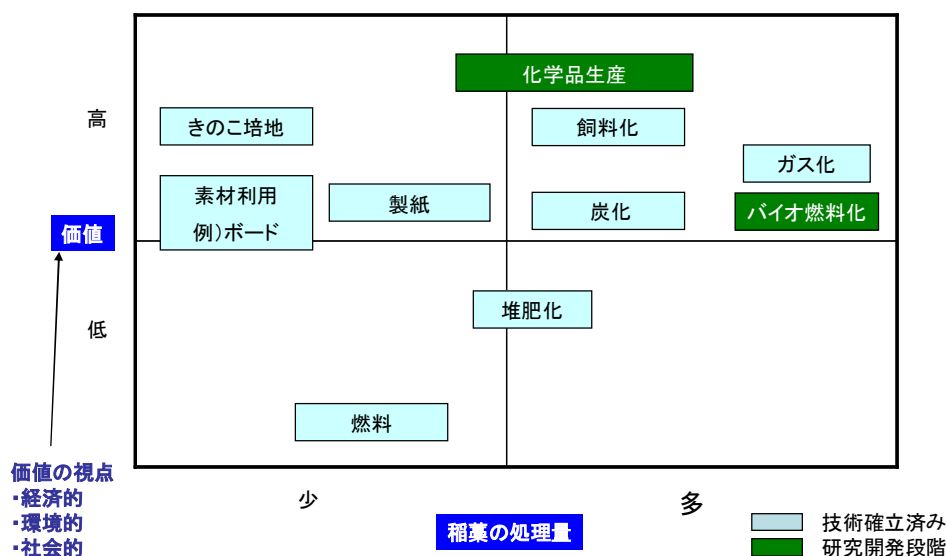
〔短期的〕

- ・堆肥化、飼料化についても、より高度な利用への展開が望まれる。例えば、堆肥を利用した有機農業の振興、酵素処理等による栄養価が高い飼料の生産による持続可能な農業モデルの確立。

〔中長期的〕

- ・ 稲藁のバイオ燃料化や化学品等の工業原料化（バイオリファイナリー）。
- ・ ペレット化・炭化等のエネルギー利用

なお、これらの分野に関しては、国の研究機関（ARC等）、民間企業、大学の専門家による取組も始まっている現状にあり、「エ」国においても、十分に対応可能な環境にあると考えられる。



4) 協力の方向性と具体的なプロジェクト案

方向性 1：経済的に持続可能な取組移行への支援

- ・ ナイルデルタ地域においては、稲藁の利用に関し、様々な取組が行われているが、EEAAからの予算に依存した稲藁対策では限界があり、ナイルデルタ地域での対策を広げていくためには、「Economically Sustainable（経済的に持続可能）な取組」への移行を目指すことが重要である。
- ・ このためには、「新たな技術の活用」と「稲藁利活用産業の育成」を進め、経済的に回る仕組み（民間の事業の推進）、農家にとってもメリットのある仕組みづくりを行うなど、産業政策的なアプローチが重要となる。
- ・ 経済性のある取組とするためには、収集面でのコスト削減、利活用面での高付加価値化（収益性向上）が必要である。

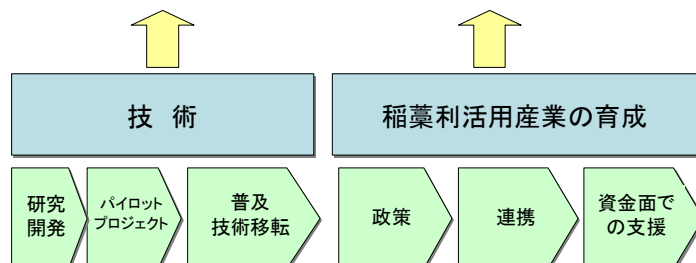
〔収集分野〕

- ・ 稲藁を利用することで農家が経済的なメリットを得られる仕組み作りが重要である（特に、小規模農家の参画が重要となる）。
- ・ 収集・輸送に関しては、収集の効率化、コンパクト化（稲藁の圧縮）によるコスト削減が重要である。

〔利活用分野での方向性〕

- ・ バイオ燃料化、化学品生産など高度な利活用技術の開発が重要である。

ナイルデルタ地域での黒煙問題の解決において、 「経済的に持続可能な取り組み」が重要



方向性 2：トータルシステム構築への支援

稲藁の処理、再利用に関し、経済的に持続可能な取組のモデルを構築するためには、「収集」「利活用」「製品・併産品の利用（販売）」といったトータルなシステム構築が不可欠であり、以下の対応が重要である。

- ① 地域レベルでの実施体制の構築（特に、稲藁などの農業廃棄物の排出者である農家の参画、地域コミュニティの協力）
- ② 地域間での連携強化
- ③ 政策面での横断的な支援

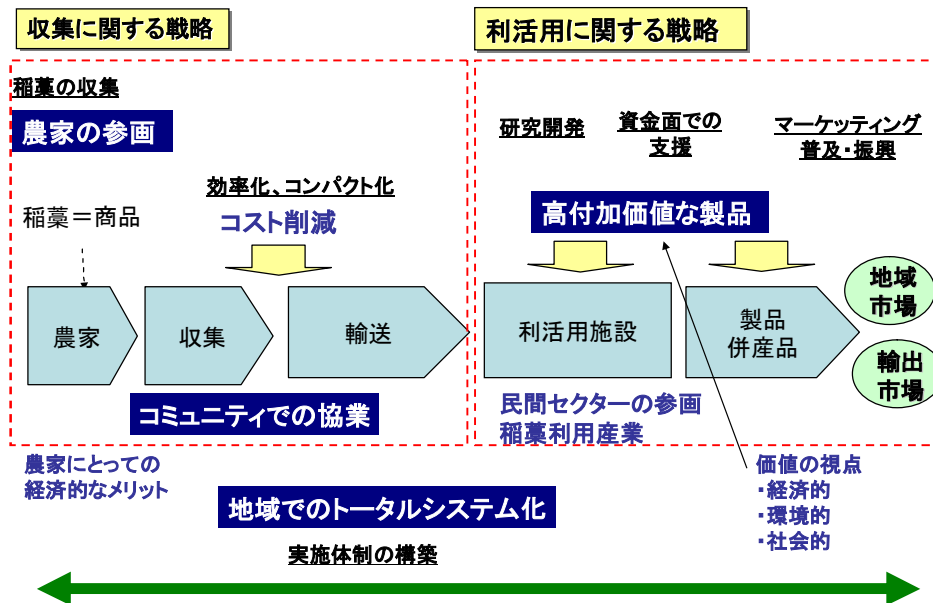
特に、稲藁という農業廃棄物は、農村というコミュニティを基盤とした資源であり、その効率的なトータルシステムを構築する際には、地域コミュニティの力を最大限に活用することが重要な視点となる。

環境問題の解決に際し、コミュニティの協力を得る考え方の一例としては、コミュニティ・ベース・アプローチ（Community-based Approach to Environmental Protection）が挙げられる。これは、米国環境保護庁（United States Environmental Protection Agency：USEPA）が提唱している環境対策のアプローチである。特定の地域コミュニティ・レベルにおいて、行政と民間（地域住民等）が協力し、効果的な問題解決を図る点が特徴的である。

具体的には、以下のような点において、地域コミュニティの協力を得て、トータルシステムとしてより効率的なものを工夫することが重要である。

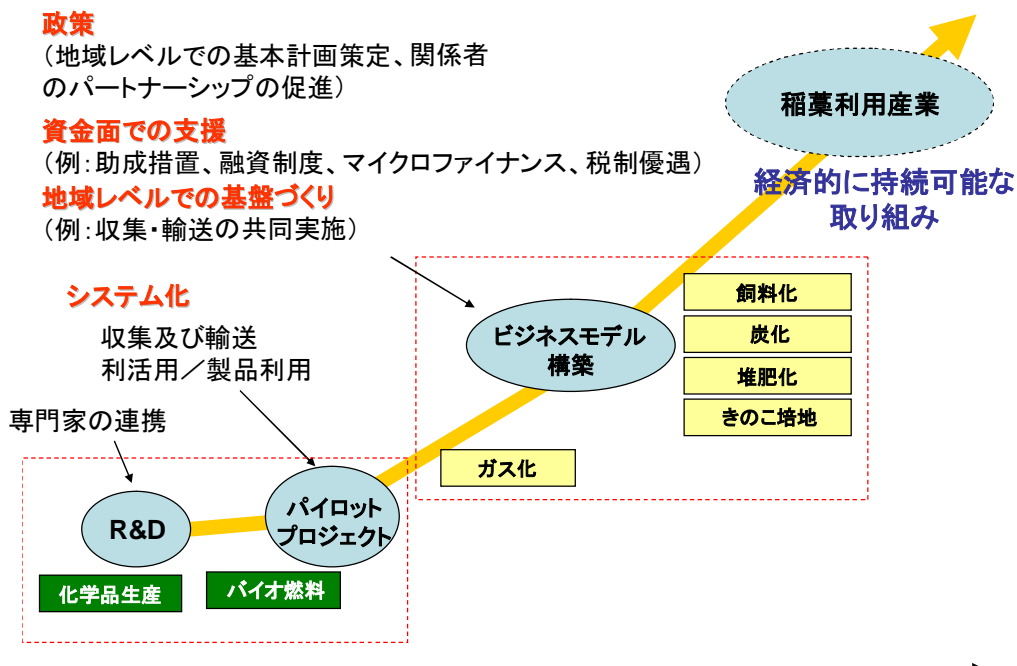
- 例）・地域単位での共同収集拠点の整備（地域の小規模農家の参画）
・地域内での堆肥、飼料先の積極的な開拓（地域農業活性化と緊密に連携）

「経済的に持続可能な取り組みのモデル」の構築



方向性 3：産業育成・持続可能な地域開発との融合

稲藁の処理を進めるためには、産業育成の視点が重要である。このためには、「研究開発」「パイロットプロジェクト」「ビジネスモデル構築」といった産業化の各段階に応じたきめ細かな支援が重要である。

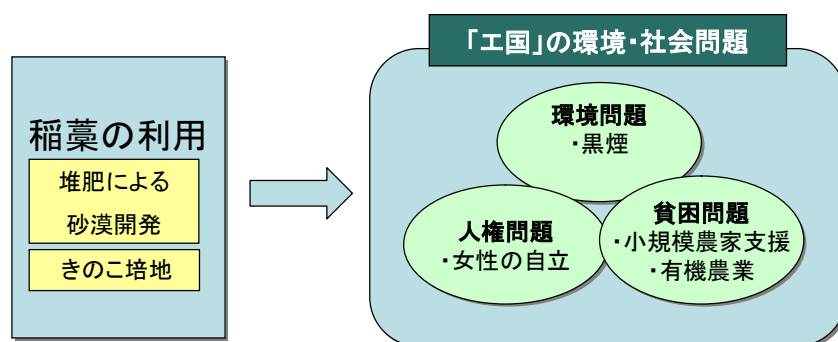


○技術移転にあたってのコスト面での工夫

技術移転を成功させる上で、設備投資、維持管理コスト等の「コストの問題」が重要である。特に、我が国の技術は、比較的設備投資額が大きく、維持管理コストが高く、技術実証後の普及面（例えば、コスト、維持管理費の問題、現地の経済社会システムへの適応の問題）がネックとなり、現地に普及・定着しないといった課題を抱えている。他地域の技術を単純に移転するのではなく、初期投資額が少ないこと、維持管理の負担が小さいこと（費用面、人材面）といった現地のニーズにあった対策技術の改良（ローカライズ化）が不可欠である。

○社会問題解決との連携

稲藁堆肥による砂漠での農地開発（有機農産物の栽培等）、きのこ栽培（稲藁を培地として利用）による女性に対する新たな雇用機会創出など、稲藁の利用促進は地域の社会問題の解決に資する可能性がある。稲藁対策（環境問題）と社会問題の同時解決を目指す支援策をパッケージとして適用することで、「エ」国に対する支援効果を高めることが可能になる。



稲藁の利用を通じた環境・社会問題の改善

具体策 1：国家戦略の策定への支援

「エ」国での稲藁処理の取組は、各取組での相互連携が希薄であり、全体を包含する戦略や目標が欠如しているという課題に対応する方策として、稲藁処理を核にしつつ、農業廃棄物全体を含めた利活用の国家戦略の策定が有効である。この点に関しては、現地調査において開催したワークショップにおいて、日本側が紹介した「バイオマス・ニッポン総合戦略」の取組に関し強い関心が示され、「エ」国においても、稲藁処理（農業廃棄物に広げた）国家戦略の策定の必要性が参加者より表明され、参加者の共通認識として共有されたところであり、この分野での協力が効果的である。

（参考）バイオマス・ニッポン総合戦略

地球温暖化防止、循環型社会形成、戦略的産業育成、農山漁村活性化等の観点から、農林水産省をはじめとした関係府省が協力して、バイオマスの利活用推進に関する具体的取組や行動計画を「バイオマス・ニッポン総合戦略」として閣議決定。この戦略

に基づき、国産バイオ燃料の本格的導入、林地残材などの未利用バイオマスの活用等によるバイオマスタウン構築の加速化等を図るための施策が推進されている。

【想定される国家戦略の骨子】

- ・利活用の意義、理念の明確化
(環境対策、農業農村開発、新規産業育成の視点等)
- ・ロードマップの策定
(短期、中期別に具体的な取組内容を規定)
- ・実現に向けた体制構築
(政策、民間、地域等など関係者の役割の明確化)
- ・留意事項

【我が国の具体的な協力案】

〔短期的協力案〕

- ・セミナー等を通じた日本でのバイオマス政策に関するノウハウ・経験の移転
- ・現地専門家を対象とした日本での研修（例：バイオマスタウンを実践している自治体関係者との交流）

〔中長期的協力案〕

- ・稲藁を中核とした農業廃棄物の利用活用のための基本計画（マスタープラン）の策定支援（専門家の派遣等）
- ・基本計画（マスタープラン）を具体化する地域レベルでの利活用のための構想や計画の策定支援

例えば、2002年12月に策定された「バイオマス・ニッポン総合戦略」においても、システム全体の設計に当たっては、窒素などの重要な物質収支等を考慮することが重要であり、これを評価するため、バイオマス利活用システムのすべての工程を一貫して定量的に環境への影響を評価するライフサイクルアセスメント（Life Cycle Assessment : LCA）手法を確立することが必要であるとされており、政策実施に当たって留意すべき事項などの日本の経験は、「エ」国にとって貴重なレッスンとなることが期待できる。

具体策2：稲藁を利用した産業育成、地域振興への支援

稲藁の利用に関しては、日本での実証的な取組、技術、経験・ノウハウへの期待が高く、技術移転、パイロットプロジェクトの実施支援、事業モデルの確立支援面での日本の協力が期待される。

【我が国の具体的な協力案】

〔短期的協力案〕

- ・日本の技術の紹介・移転（日本の専門家を招いてのワークショップの開催、現地専門家の日本での研修等）

〔中長期的協力案〕

- ・ 研究協力（バイオ燃料化、化学品製造分野での共同研究の推進）
- ・ 実証事業、モデル事業の推進（「エ」国版「バイオマスタウン」のモデル実施）
- ・ クリーン開発メカニズム（Clean Development Mechanism : CDM）等の新たな環境金融手法の活用、ツーステップローンを通じた金融支援措置、投資環境の整備（特に、日本企業向け投資環境）など、産業育成面での協力

例えば、「エ」国の関心が高く、我が国として独自の技術を有するバイオエタノール化について考えた場合、日本での取組の経験・ノウハウは「エ」国での推進において重要な知見となることが期待できる。

- ・ 稲藁からのバイオ燃料の生産・利用は、地球温暖化防止、循環型社会の形成といった環境的側面での期待が高い。特に、カーボンニュートラルという特性を持つバイオマスの利用は、地域での地球温暖化の防止の観点からその推進が期待されている。農村には、稲藁以外にも、様々なバイオマスが存在しており、将来的には、これらの農業廃棄物を複合的に利用することも有望である。
- ・ バイオ燃料化は、農業から発生するバイオマスの有効活用を通じた農業の自然循環機能の維持増進に加え、農業・農村にエネルギーや工業製品を供給する役割も考えられる。この意味で、農村地域でのバイオマス原料をベースとした地産地消型のバイオエタノール生産・利用システムは、地域に経済的、環境的、社会的な多様な効果をもたらすものとして期待され、このような統合的なアプローチが重要となる。

〔産業育成の展開方向〕

- ・ 堆肥による砂漠の農地化（付加価値の高い有機農産物の栽培）、酵素や微生物等を利用した稲藁の栄養価の高い飼料生産など、「エ」国の地域特性に対応した持続可能な農業の実現への展開（実証的な取組が可能）。
- ・ 両国の技術協力、研究協力を通じ、ナイルデルタの豊富な農業廃棄物をベースとしたバイオリファイナリーを戦略的な次世代型産業として育成することも有望である（例：日本とエジプトでの研究協力、科学技術協力の枠組みでの技術開発の推進）。

具体策3：稲藁利用を通じた社会問題の解決に向けた支援

稲藁利用を通じた環境・社会問題の解決の可能性について、個別の利用方法ごとに整理した上で、「エ」国への支援を行う。その際、「エ」国が抱える環境・社会問題についての理解が前提となるだけでなく、環境・農業以外の省庁との調整も必要となることが予想されるため、「エ」国関係者と十分に調整を行った上で支援を行うことが必要となる。

【我が国の具体的な協力案】

具体的な推進方法としては以下が考えられる。

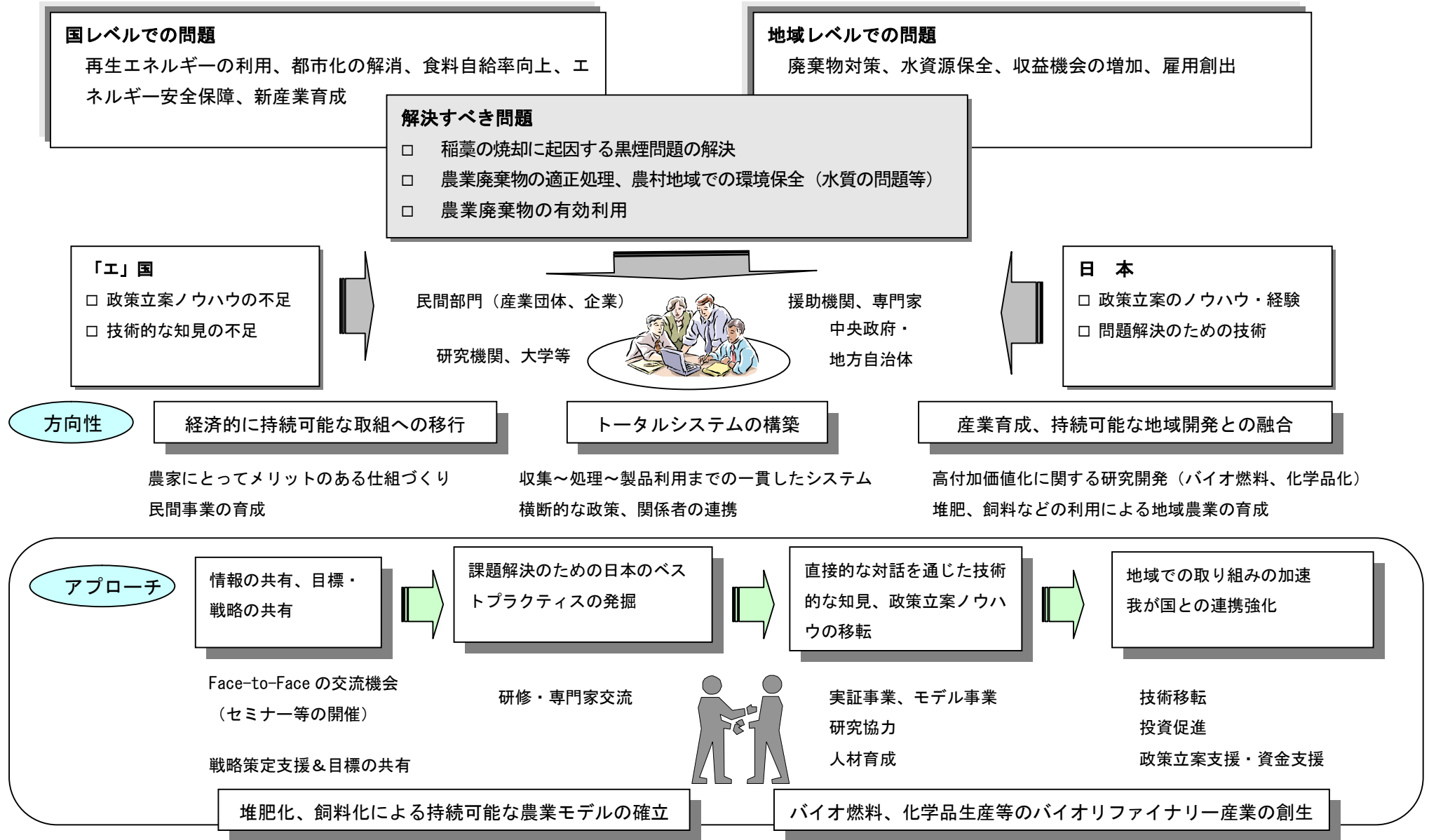
〔短期的協力案〕

- ・ 草の根技術協力事業による女性の自立支援
- ・ 貧困農民支援事業への稲藁利用の組み込み（稲藁収集用農業機械への支援等）

〔中長期的協力案〕

- ・ 環境プログラム無償資金協力による稲藁利用による砂漠開発事業（モデル事業、実証事業）

ナイルデルタ地域での稲藁等の処理・再利用支援分野での協力の方向性とアプローチ



1章. 調査概要

1.1. 農業の現状と課題

(1) 調査の背景、経緯

エジプト国（以下「エ」国）は主要米作国であり、作付面積は約 66.8 万 ha、年間生産量は 667 万 t（2007 年度。国連食糧農業機関（FAO：Food and Agriculture Organization）の農業統計（FAOSTAT）データ）である。また、単位収量は約 9.9t/ha で世界最高水準にある（2003~2007 年平均）。

エジプト環境庁（Egyptian Environmental Affairs Agency：EEAA）資料によれば、農業廃棄物は年間約 33.4 百万 t 発生しており、稲藁はその 1 割を占めている。稲藁の一部は家畜用の飼料や肥料等に利用されているが、「エ」国では稲藁を回収/処理するシステムがないため、残りの稲藁は、農民が圃場付近の用水路脇等で他の農業廃棄物と共に野焼きすることにより処理している場合が多い。野焼きが行われる 9 月から 11 月の間は気象条件により、ナイルデルタから首都カイロ首都圏まで野焼きの黒煙が流れ、「黒煙問題（Black Cloud）」として社会問題となっており、「エ」国政府も対応を迫られている。

これに対し、EEAA は諸外国の支援も受けながら稲藁処理・再利用のパイロットプロジェクトを実施しているが、抜本的な解決には至っていない。このような状況の下、EEAA は、主要な米作国であり、稲藁・籾殻の処理、再利用の経験、技術を持つ我が国に問題の解決に向けた支援を要請してきている。

(2) 調査目的

「エ」国の農業廃棄物（主に稲藁）の野焼きによる大気汚染問題（黒煙問題）に関して、「エ」国の主要米作地帯であるナイルデルタ地域における稲藁・籾殻の処理状況を調査・把握すると共に、「エ」国政府の取組み状況、我が国及び途上国を含む稲作国の稲藁・籾殻処理・再利用状況、技術の事例、他ドナーの支援状況を把握した上で、我が国の稲藁処理技術の優位性も考慮し、「エ」国の状況のもとで持続的実施可能性の観点から最も適切な稲藁・籾殻処理体制、適用可能な再利用技術の適用方法、我が国の協力の方向性、および具体的なプロジェクト（案）を検討することを目的とする。

1.2. 調査内容

(1) 調査の実施方針

以下の3点を基本方針として調査を実施した。

①我が国の稲藁・籾殻処理の技術・ノウハウ、経験を踏まえつつ、エジプト国の実情に適合した処理の方策を明らかにする。

1) 我が国の知見の活用の視点

稲作は、我が国の基幹的な農作物であり、稲藁・籾殻の処理に関しても、堆肥化、飼料化、固形燃料化など様々な技術の導入が行われている。最近では、バイオマスの利用が、政府の重要な政策課題となっており、稲藁からのバイオ燃料の生産技術、発電等のエネルギー化技術について、農林水産省が中心となって実用化技術の推進が行われており、この分野で世界最高水準の技術体系を有している。「エ」国での稲藁・籾殻処理に関しては、我が国での技術・ノウハウ・経験を最大限に活用することが期待できる。

2) 「エ」国の実情に適合した現地化の視点

技術移転に際しては、移転先である「エ」国での実情に適合するものとなるよう慎重に検討することが重要である。特に、費用性の問題、対策の実施体制や運営方法の問題、地域のニーズなどについては、十分に検討を行うことが重要である。

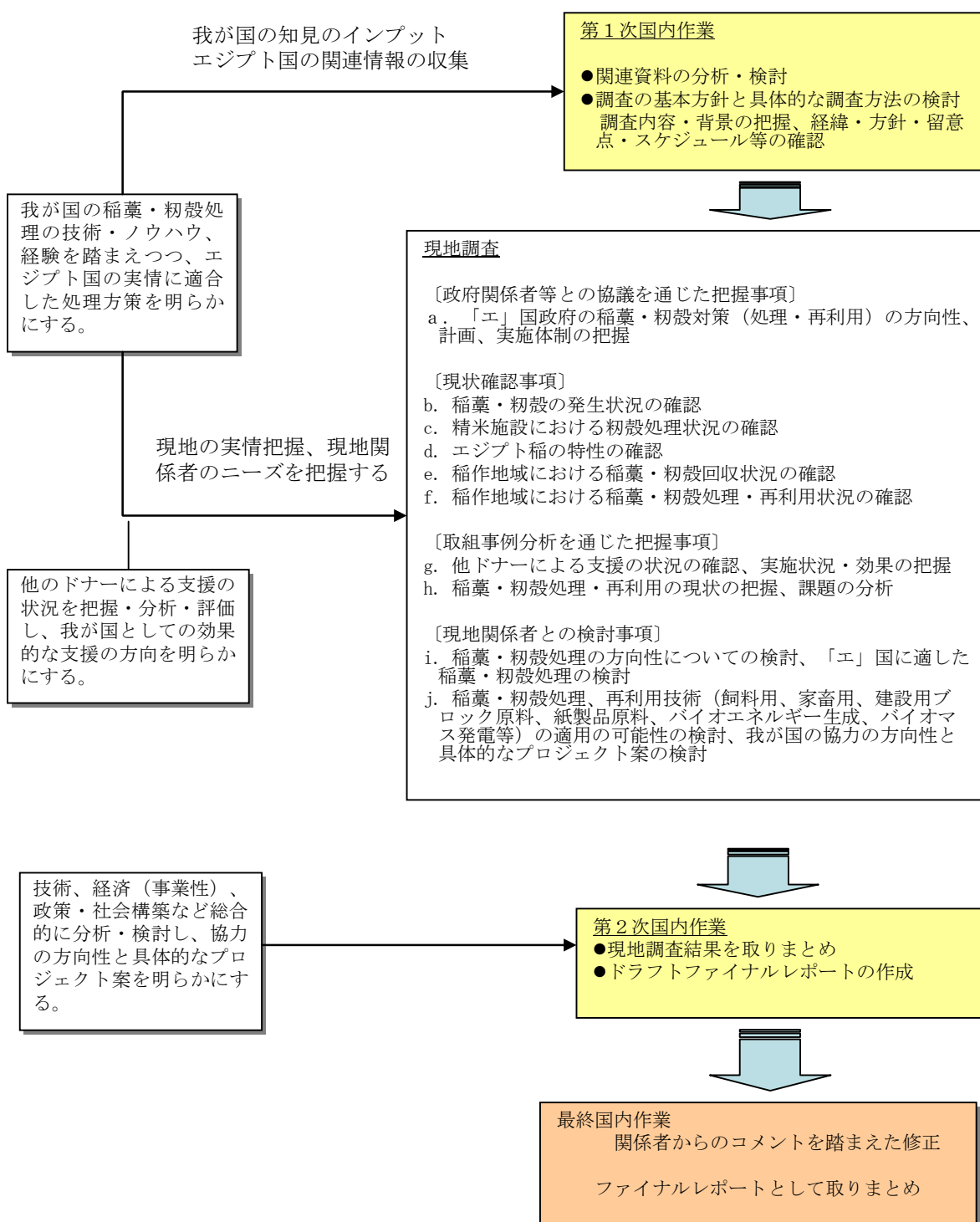
②他のドナーによる支援の状況を把握・分析・評価し、我が国としての効果的な支援の方向を明らかにする。

「エ」国の稲藁・籾殻処理対策については、既に他のドナーによる支援が行われている。具体的には、中国の支援によるバイオガス化、チェコ国の支援による燃料用のペレット化、ドイツ国による稲藁からのバイオ燃料化・バイオ素材化・発電利用に関する研究支援等が挙げられる。先行する他のドナーによる支援の効果を把握し、その成功要因・失敗例（課題）を抽出し、これらを踏まえ、我が国の支援を検討することが重要である。また、我が国の支援の特徴付け、他のドナーとの連携のあり方、役割分担を十分に吟味し、効果的な支援となるよう工夫する。

③技術、経済（事業性）、政策・社会構築など総合的に分析・検討し、協力の方向性と具体的なプロジェクト案を明らかにする。

稲藁・籾殻といったバイオマスの利用を推進するためには、技術移転のみならず、再利用を推進するための社会制度設計（インセンティブ政策、規制的手法等）、関係者のキャパシティ・ディベロップメント、対策事業に対する資金供給など、多方面からの支援を一体的に進めることが重要である。

(2) 調査フロー



1.3. 調査団員構成

[総括・農業廃棄物（稲藁・籾殻）処理]

（株）三菱総合研究所 環境・エネルギー研究本部

資源・環境戦略研究グループ 主席研究員 小島浩司

[農業廃棄物（稲藁・籾殻）処理]

（株）三菱総合研究所 環境・エネルギー研究本部

エネルギー研究グループ 研究員 三浦大助

[農業廃棄物収集・流通]

（株）三菱総合研究所 環境・エネルギー研究本部

資源・環境戦略研究グループ 研究員 奥村重史

1.4. 調査日程

7月8日 移動（成田→カイロ）

7月9日 JICA エジプト事務所、エジプト高等教育・科学研究省、Agricultural Research Center（ARC）、ARC 技術管理・商業化オフィス（TMCO : Technology Management and Commercialization Office）

7月10日 ナイルデルタ調査（ガス化施設、堆肥化施設）

7月12日 日本大使館、国際連合工業開発機関（UNIDO : United Nations Industrial Development Organization）

7月13日 FAO、EEAA、エジプト農業連盟（Egyptian Agribusiness Association）、JICA エジプト事務所

7月14日 ナイルデルタ調査（ECARU 社飼料工場、ARC/農業廃棄物リサイクル研修センター（TCRAR : Training Center for Recycling Agricultural Residues）堆肥化及びバイオガスプラント（研修用施設））、稲作研究・研修センター（RRTC : Rice Research & Training Center）

7月15日 ナイルデルタ調査（地方自治政府（ベヘイラ県）
家畜農家（ベヘイラ県））

7月16日 ナイルデルタ調査（製紙工場：RAKTA 社、稲作技術研修センター（RTTC : Rice Technology Training Center）（籾殻処理施設）

7月18日 アレキサンドリア→カイロ（砂漠道路にて）（炭化施設、マッシュルーム生産施設）

7月19日 ワークショップ、JICA エジプト事務所

7月20日 SEKEM 社、エジプト高等教育・科学研究省、ARC-TMCO、JICA エジプト事務所

7月21日 畑作物研究所（Field Crops Research Institute）、ARC

7月21日 カイロ発

2章. 現状分析

2.1. 農業の現状と課題

(1) 農業の現状

エジプト国においては、農業は古くから基幹産業としてナイル川沿い及びナイルデルタ地域を中心に行われている。南北に貫流するナイル川の河谷・デルタ地帯以外の国土の95%が砂漠地帯であり、政府は灌漑事業に積極的に取り組んでおり、アスワン・ハイ・ダム¹の完成等によりナイル川の通年利用が可能となり、耕地面積の拡大・二毛作の普及等に大きく貢献している。

主要農産物は小麦、コメ、とうもろこし、さとうきびであるが、近年、米の生産量が増加しており、完全自給を達成し、湾岸諸国及び欧州に輸出している。水稲の主な栽培の県は、カフル・エル・シェイク県 (Kafer El Sheikh)、シャルキーヤ県 (El Sharkia)、ダカリヤ県 (Dakahliya)、ベヘイラ県 (Behaira) 等となっている。作付面積は約66.8万ha、年間生産量は667万t (2007年度。FAOSTATデータ)である。また、単収は約9.9t/haで世界最高水準にある (2003~2007年平均)。このような高い生産性を実現している背景としては、デルタ地域が気候面で稲作栽培に適していることに加え (温度、日照)、地域に適した高生産の品種の開発・導入、農業栽培技術、かんがい技術の普及などが挙げられる¹。

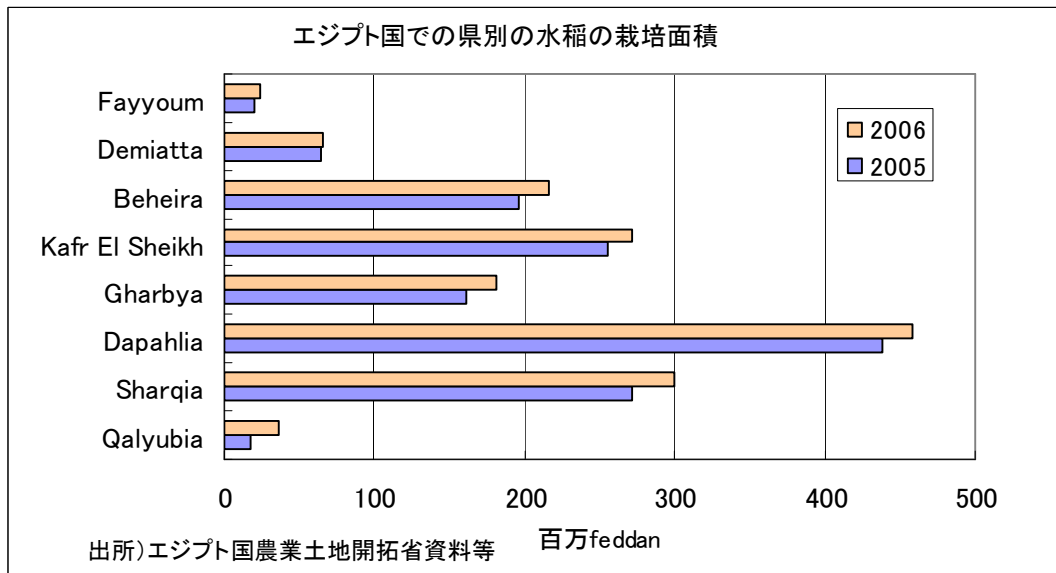


図 2-1 県別の水稲の栽培面積

¹ Rice Research and Training Centre (RRTC) の稲作の専門家インタビュー。

(2) 農業が抱える課題

水資源問題

- ・ 農業政策面においては、第6次5か年計画（2007/08～2011/12）による長期農業開発計画においては、生産量増大、食料安全保障及び輸出振興、農村部の雇用拡大が重要な政策として位置づけられている。また、水稻栽培に関しては、米は収益性が高いことから、作付面積は近年急激に増え、水不足の一因になっており、農業省と水資源灌漑省は米の作付け規制を設けるなど水の利用管理が政策面での重要課題となっている。
- ・ 上記の状況から、水稻栽培は、今後ともエジプト国の農業において重要な基幹作物として位置づけることができ、持続可能な発展が求められる。この意味で、水稻栽培に伴って発生する稲藁・籾殻の適切な処理・再利用システムの構築は、持続的な稲作栽培を進める上で、避けては通れない政策課題となっている。

食料自給率の問題

- ・ 人口増加に伴って、近年の食料自給率は低下傾向にあり、食料自給率の向上が重要な政策課題となっている。
- ・ 食料自給率の向上の観点から主食である小麦、飼料の増産が重要な課題となっている。特に、世界的な穀物価格の高騰時には、輸入飼料価格が上昇し、家畜農家の経営を圧迫する。地域の農家の経営の安定化の観点から、自給飼料の拡大が重要である。

農業廃棄物、農村での環境汚染問題

- ・ 農業生産に伴って発生する農業廃棄物は、年間約 33.4 百万 t 発生と推計されており、その有効利用が課題となっている。
- ・ また、畜産農家の規模拡大が進む中で、大量に発生する家畜糞尿の処理は重要な問題となっている。家畜糞尿は処理されず、地域の水路などに流入した場合には、水質汚染を引き起こすおそれがあり、農村地域の良好な水環境の維持、限りある水資源の有効利用の観点からも、適正な処理を進める必要がある。

砂漠、シナイ半島などでの地域開発

- ・ 急激な人口増加が進む中で、カイロ等のナイル川沿岸部、デルタ地域は、開発の余地が少なく、過密化する都市の解消、雇用機会の創出などの観点から、砂漠、シナイ半島などの地域開発が重要な政策課題となっている。
- ・ また、砂漠地域での農業開発は、果樹や野菜の栽培など、民間企業の取り組みも活発化しており、「エ」国での新たな農業の発展形態として期待されている。

例：SEKEM 社の取り組み

有機農産物の生産に取り組んでいる企業である SEKEM 社では、堆肥を利用した砂漠地域などでの農地開拓事業（land reclamation project）を行っている（Sinai-project、Wahat el Bahareya-project、Minia-project）。

Minia-Project; before, and...



...after 1 year

出所：SEKEM 社資料

写真 2-1 砂漠での農地開発の状況

2.2. 稲藁・籾殻発生の現状と課題

エジプト環境省資料によれば、農業廃棄物は年間約 33.4 百万 t 発生している。農業廃棄物発生の主な作物としては、稲、トウモロコシ、小麦・大麦、綿花、サトウキビなどが挙げられる。稲藁は、4 番目に多い農業廃棄物であり、全体の発生量の約 1 割を占めている。

表 2-1 エジプトにおける農業廃棄物の発生量（推定）

農業廃棄物	発生量（百万 t）	用途	発生時期
麦稈（小麦）	6.9	飼料	5月/6月
バガス	5.0	無	9月/10月
トウモロコシ茎	4.5	飼料	9月/10月
稲藁	3.6	70%未利用	9月/10月
綿花 茎	1.6	無	12月/4月
その他	11.8		
計	33.4		

出所：EEAA 資料

稲藁の一部は家畜用の飼料や肥料等に利用されているが、「エ」国では稲藁を回収/処理するシステムがないため、残りの稲藁は、農民が圃場付近の用水路脇等で他の農業廃棄物と共に野焼きすることにより処理している場合が多い。野焼きが行われる 9 月から 11 月の間は気象条件により、ナイルデルタから首都カイロ首都圏まで野焼きの黒煙が流れ、「黒煙問題（Black Cloud）」として社会問題となっており、エジプト国政府も対応を迫られている。

近年、黒煙問題がカイロにおいて深刻化した背景には、栽培品種の変化に伴い、収穫時期が変化したことが挙げられる²。

従来の品種は栽培期間が長く、刈取の時期は 10 月であったため、稲藁の野焼きによる黒煙はカイロにはそれほど影響を与えなかった。その後、開発された新品種 GAZA 177、SAKKA101 等は、栽培期間が短く、水の利用量が少ないとのメリットがあり、2005 年から普及が拡大したが、収穫時期が 8 月や 9 月になる。この時期、ナイルデルタからカイロに風が流れており、野焼きによる黒煙がカイロに流れるようになった。

稲藁再利用に関しては、EEAA、地方自治体、軍関係機関、民間処理事業者等の連携による堆肥化、飼料化等の取り組みにより、カイロ近傍の地域であるシャルキーヤ県では 5～6 割の再利用が進んでおり、カイロでの黒煙問題の解消に向け、一定の成果を上げつつある（昨年は、カイロでの黒煙発生の軽減が見られたとのコメントがあった）。

² RRTC の専門家インタビュー。

一方、カイロ近傍以外のデルタ地域では、EEAAの予算が行き渡らず対策が進んでおらず（ベヘイラ県関係者のコメント）、デルタ地域全体での問題解決には至っていない。

例えば、一方、ベヘイラ県での稲藁の発生量は年間500,000t程度であり、そのうち15%程度しか利用されていない。

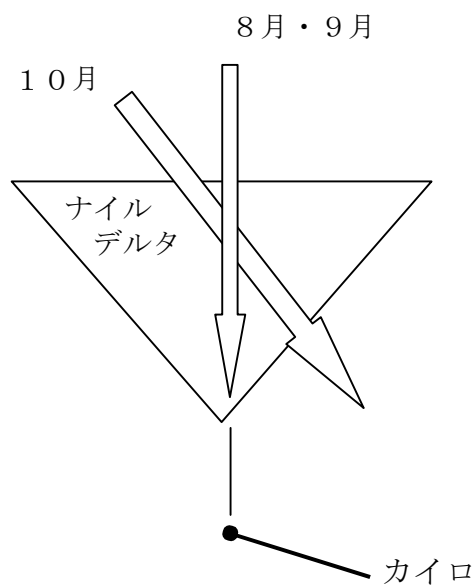


図 2-2 稲藁焼却による黒煙の発生状況

on-site disposal Rice Straw burning



.The cheapest, fastest, and most effective method of straw disposal is burning

出所：Haytham El Sharkawi 氏（RRTC）資料

写真 2-2 稲藁の野焼きの状況

2.3. 「エ」国での稲藁・籾殻の処理・再利用の状況

(1) 概要

エジプト国環境庁の資料によれば、稲藁の一部は、有機肥料、家畜飼料、きのこ栽培地、燃料などに利用されている。発生量については、2005年ベースで、稲藁の発生量は約3百万tであり、うち、1,073千tが農地に廃棄されており、1,106千tが収集、圧縮（pressed straw）され、再利用されている。

一方、籾殻については、ライスセンターに収集されるため、比較的利用が進んでいる。主な用途は、飼料として利用されており、以下のような現状にある³。

- ・ 籾殻は大半が利用されている。未利用率は5～30%で、年によって変化する。主な用途は、飼料であり、75%程度が飼料向け。
- ・ 飼料として利用する場合には、他の飼料原料に籾殻を混ぜて利用している。15%まで混合するのが一般的であるが、他の飼料原料価格が高騰した場合には、30%まで混ぜることもある。栄養価は低いですが、家畜の空腹感を抑えるために添加している。
- ・ 価格は50LE/t（今年）～600LE/t（去年）と幅がある。他の飼料原料の影響を大きく受ける。

稲藁の成分に関しては、以下の分析データが報告されている。

表 2-2 稲藁の成分分析

Proximate Analysis (as received)	
Moisture, %	8.9
Volatile matter, %	63.13
Fixed carbon, %	18.1
Ash, %	9.87
Ultimate Analysis (dry basis)	
Carbon, %	42.04
Hydrogen, %	6.26
Nitrogen, %	1.23
Sulphur, %	0.64
Oxygen, %	39
Ash	10.83
Lower calorific value, kJ/kg	19441

出所：Okasha, F.M., El-Emam, S. H. and Zaatar, G. (Department of Mechanical Engineering, Mansoura University, Egypt.) : FLUIDIZED BED COMBUSTION OF AN AGRICULTURE WASTE CASE STUDY : COMBUSTION OF RICE STRAW

³ RTTC 専門家インタビュー。

表 2-3 稲藁・籾殻の収集での取組

分野	概要	体制、協力機関等	場所	出所
収集・圧縮 化・輸送	農業機械により 収集するとともに、 圧縮化し輸送しやすく加工	The Armed Forces National Service Agency (Queen Service Corporation)	シャルキーナ県下の 4箇所 (Belbis- Mashtoul、El Souk-Menya、El Qamh-Abu、 Mamad)	EEAA 資料

**National service project organization, Queen Service company
camp in Tal-Al-Kabir**



出所：EEAA 資料

写真 2-3 Tal-Al-Kabir での取組

Roller press machine^{*}



出所：EEAA 資料

写真 2-4 稲藁を圧縮する機械

表 2-4 稲藁・籾殻の再利用分野での取組

分野	事例	概要	体制、協力機関	場所	出所
堆肥化	●Arab Industrialization Authority	150千tの稲藁から70千tの堆肥を生産(各工場)	EEAA とシャルキーヤ県の協力	シャルキーヤ県下の2箇所 (Al Qareen, Al Khattara)	EEAA 資料
	○ECARU 社	ECARU 社は300千t/年の稲藁を回収	民間企業 EEAA が収集に補助金を出している	ダカリヤ県、ガルビア県、カルビア県	ECARU 社資料
	○SEKEM 社	5千tの稲藁から80千tの堆肥を生産(自社農地、砂漠地帯の土壌改良に利用)	民間企業	ワハト・エル・バハレヤ / ミニア / シナイ半島	SEKEM 社資料
飼料化	●ECARU 社		民間企業 EEAA が収集に補助金を出している		ECARU 社資料
ペレット化	○シャルキーヤ県の施設	ペレット燃料の生産(50千t/年)(現在停止中)	チェコ国の協力	シャルキーヤ県下	American Chamber of Commerce in Egypt 資料
ガス化	●Al-Qurain プラント	処理量 500t/年	中国製のプラント	シャルキーヤ県	EEAA 資料
	○ダカリヤ県プラント	処理量 500t/年		ダカリヤ県下	
きのこ栽培地	—	10箇所		ダカリヤ県下10箇所	EEAA 資料
	●WADI Food 社		民間企業		WADI Food 社資料
いちご栽培地	○環境省の実験	実験中	—	—	EEAA 資料
木材・稲藁等を混合したプラスチック材料	○Scientific Office for Plastics and Rubber Technologies	実験中	—	—	Scientific Office for Plastics and Rubber Technologies
種苗マット	○Rice Research and Training Center	実験中	—	カフル・エル・シェイク県	Dr. El-Sharkawi プレゼン資料

備考：●は現地調査で訪問した施設、○は資料等で情報を入手した取組み。



写真 2-5 稲藁を利用して栽培しているイチゴ

(2) 取組事例の分析～現地調査～

①ガス化施設 (Al-Qurain Gasification Plant)

1) 実施の経緯

EEAA はカイロでの黒煙問題に対処するため、カイロに近いシャルキーヤ県の野焼き対策を集中的に実施している。この野焼き対策の一環として、EEAA とシャルキーヤ県と中国企業 (Sichuan Research & Design Institute of Agricultural Machinery) がプロトコルを締結し、取り組みを行っている。

2004 年に稼動開始、徐々に生産規模を拡大し、2006 年に現状の規模になった。製造したガスはパイプラインで近隣家庭に送られ、調理やその他加熱用途に用いられている。

2) 施設の概要

システム一式を中国企業の Sichuan Research & Design Institute of Agricultural Machinery から 154,000 USD (約 15 百万円) で購入し、初期費用の総額は 2.1 百万 LE (約 36 百万円) であり、比較的安価な設備である。

- ・ 現状、100m³/日を製造。プラントをフル稼働させて、約 3 時間で 100m³ (15t) を製造する。それを 2 日程度かけてパイプラインで近隣家庭に供給する。そしてまた製造するプロセスを繰り返す。

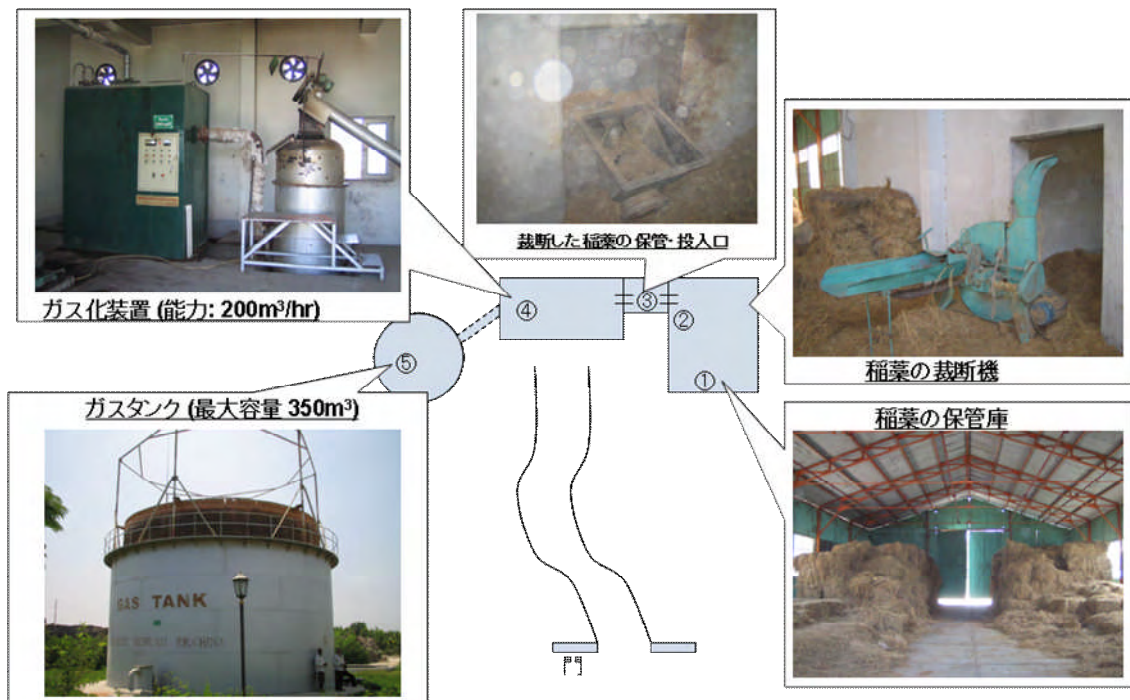


図 2-3 Al-Qurain Gasification Plant のレイアウト

ア. 稲藁の保管庫 (Rice Straw Storage)

- ・稲藁保管庫は、火事の際はスプリンクラーが自動的に作動する構造になっている。
- ・保管庫ではトウモロコシの芯も保管しており、ガス化装置の下部にそれを敷き詰め、焼却灰による詰まりを抑制するために用いている。



写真 2-6 トウモロコシの芯

イ. 前処理 (Chopper)

現状は稲藁のみを燃やしているが、その他の農業廃棄物も、十分に乾燥しているものであれば利用可能である。ただし、ガス化装置に投入する前に、チョッパーで 5~10cm に裁断する必要がある。

ウ. ガス化装置 (Gasification Unit)

- ・ ガス化装置の仕様は、製造能力：200m³/hr、ガス化効率：75%、出口圧力：2800Pa 以上、消費電力：11kW。
(メーカーは中国の Sichuan Research & Design Institute of Agricultural Machinery)
- ・ 製造ガスは CH₄/CO/N₂/C₂H₆ の混合ガス。CH₄ の比率は 40%程度。ブタンよりも扱いが容易。
- ・ ガス化炉に併設しているガス調整装置では、以下 3 段階の操作が行われている。
第 1 段階：フィルタリングで灰分を除去
第 2 段階：ガスを水冷
第 3 段階：ガスを乾燥⇒併設しているポンプを用いてガスタンクへ送る。

エ. ガスホルダー (貯蔵タンク)

ガスホルダーは、容量 350m³。

3) 実施体制

- ・ EEAA がプラントを所有。シャルキーヤ県が土地を無償提供。稼動に必要な電力 (チョッパー機械用、ガス化ユニット稼動用) も無償で供給されている。
- ・ 中国はシステムを納入したのみであり、事業には関与していない。
- ・ 稲藁収集にかかる費用や人件費は全て EEAA が負担している。

4) 取り組みの効果

- ・ シャルキーヤ県における稲藁再利用の一翼を担っている。
- ・ 農村部での家庭用ガス安全利用に貢献している。エジプトの農村では一般的に、加熱用にブタンガスが用いられている。しかしブタンは全量輸入しており、取り扱いも危険なため、代替エネルギーの供給が求められている。一方、このプラントで製造したガスは、取り扱いが容易。
- ・ 現地での雇用創出に貢献している(現在、17 人を雇用)。人件費は総額 7,500LE/月。もしフル稼働になれば、雇用数を 2 倍にする必要がある。

5) 課題

資金不足 (EEAA の予算不足) が最大の課題と認識されているところ。本来、500 戸に供給可能としているが、実際には 2 日のうち 3 時間しか製造しておらず、供給先は 50 戸に限られている。

②堆肥化施設（Abu Hammad 市）

1) 実施の経緯

5～7年前に稲藁の野焼きに起因するカイロの大気汚染が問題となった。シャルキーヤ県における野焼きで発生する黒煙がカイロに流れ、カイロの大気質を悪化させていた。このため、黒煙問題を解決する対策の一環として、2005年に建設された。建設コストは25百万LE。土地はシャルキーヤ県政府から無償で提供された。

2) 施設の概要

- ・ 訪問した施設の敷地面積は35fed⁴。これ以外にもシャルキーヤ県で同様のアラブ工業化機構（Arab Organization for Industrialization : AOI）の堆肥化施設（25fed）がある。
- ・ シャルキーヤ県にはAOIの施設が2箇所、民間企業の施設が3箇所ある。
- ・ シャルキーヤ県全体で発生する稲藁を全量処理するには、本施設の規模と同様の施設が10箇所程度必要である。現在5箇所あるので、あと5～6箇所設置する必要がある。
- ・ 「エ」国では降雨量が少ないので、堆肥化施設には屋根などは設置していない。

ア. 処理プロセスについて

- ・ 稲藁を①回収、②切断、③展開（敷地に展開して発酵させることと理解）の3段階で処理している。
- ・ 原料は稲藁65%、家畜糞尿35%である。巨大な混合機で原料をかき混ぜ、水を加えて水分50%にして発酵させている。週に2回かき混ぜている。
- ・ 発酵プロセスは以下の通り。
 - a) 温度を60～70度に保ちつつ発酵させる（35日間）。高温にすることで、殺菌を行う。
 - b) 30日間で温度と水分濃度を下げる。
 - c) 15日間保管した後に出荷する。

⁴ Feddan（フェダン）。エジプトの面積の単位。1 fed=0.42ha

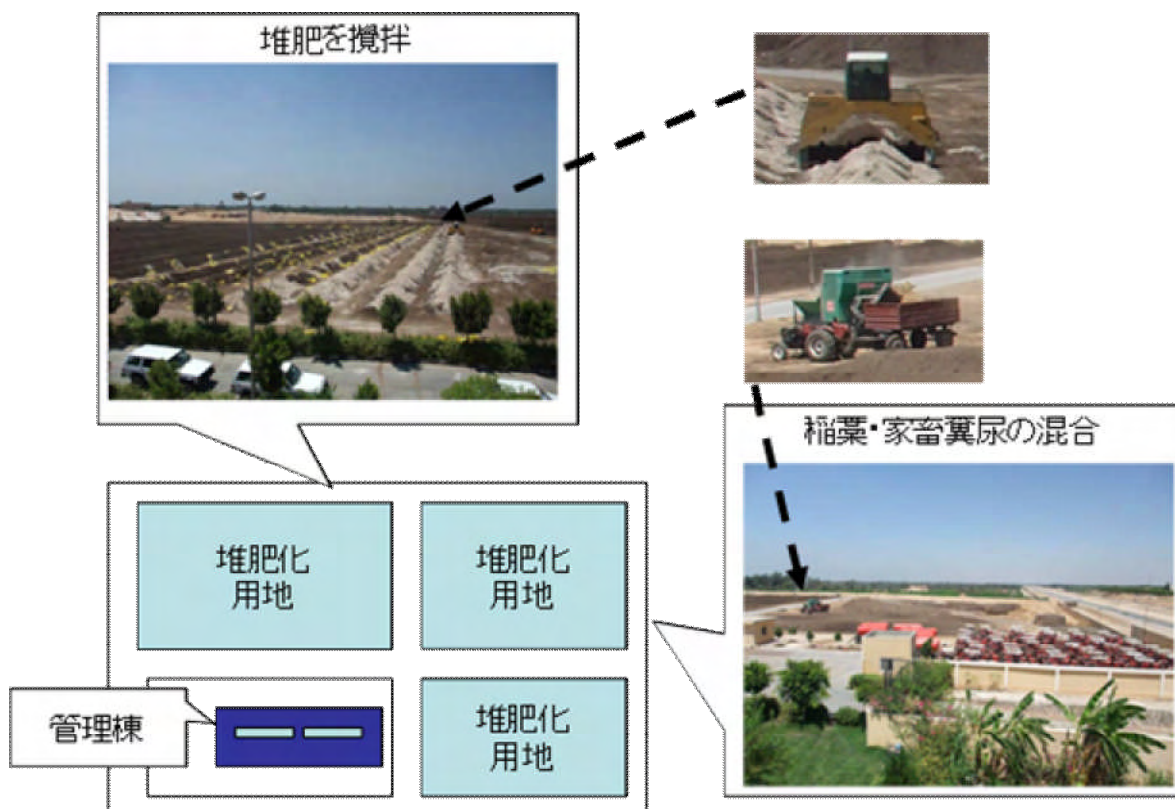


図 2-4 Abu Hammad 市の堆肥化施設概要

イ. 原料調達について

- 160,000 t/年の稲藁を処理している。
 - 稲藁は、農家から 80LE/t で購入している。農家には、機械代（農機のレンタル費用等）や回収費用として、70LE/t 程度の補助金が EEAA から出ている。実際の回収コストは $80LE+70LE=150LE/t$ 程度である。
 - 農家の 60%が 1 エーカー以下の農地しか持たない小規模農家である。短期間に効率よく収集するには、機械化が必要であるが、個々の小規模農家が機械を保有して稲藁を収集することは経済的に成り立たない。また、地域全体の農地で一括収集するには、個々の農家の承諾を得ることが必要であり困難な場合が多い。
 - 回収のための農業機械が普及していない。
 - 家畜糞尿は、家畜農家と契約し調達している。調達の際は、家畜農家を訪問して品質等を確認している（バッファローや牛、羊の糞尿を利用している。バッファローの糞尿を使うケースが多い）。

ウ. 堆肥の販売について

- 有機作物農家に販売している。
- 「エ」国の土地の 95%は砂漠であり、堆肥を砂漠の土地改良（農地化）に使えるば、農地を広げることができるのではないかと。

- ・販売価格は 180LE/t である。コストを 150LE/t として 30 LE/t の利益を出している。

3) 実施体制

- ・堆肥化施設は、AOI、EEAA、シャルキーヤ県政府の協力で設立され、運営されている。
- ・稲藁の収集などにおいて、エジプト軍が運営に関わっている。軍隊は統制が取れた組織で命令に忠実であるからである。カイロの大気汚染の問題に早急に対応する必要があったため、軍を活用することで短期間の対応を可能にした。
- ・堆肥の品質管理については、研究所を有しており、原料や堆肥の成分・品質を検査している。温度や酸素濃度などはコンポスト化の過程でも確認しており、堆肥については成分確認を行っている。政府の研究所である **Agricultural Assessments Center** で堆肥の品質検査を行っている。堆肥の規格があるので、それに適合しているか確認している。
- ・本施設では、堆肥の販売だけでなく、トラクターやタンクも販売している。

4) 取り組みの効果

- ・160,000t/年の稲藁を処理しており、野焼きの防止対策において、成果を上げている。

5) 課題

以下の2つの課題を抱えている。

- ・家畜糞尿の確保が難しい。
- ・堆肥の販売先がなかなか見つからない。堆肥の価格の問題ではなく、「エ」国で有機農家が少ないことが要因である。有機農作物は高値で販売できる。有機農家との長期販売契約を増やすことで課題の解決を図っている。

③ECARU 社の飼料生産工場 (Shibin al Qanatir 近郊)

1) 実施の経緯

黒煙対策の一環として、EEAA から補助金を得て、稲藁の家畜飼料生産を行っている。民間企業 (ECARU 社) が事業として行っている点が特徴である。

2) 施設の概要

収集した稲藁をチョッパーで裁断し、細かく刻んだ稲藁は事業所端のミクシングポイントに運ばれ、酵素、モラサス、イーストを添加し、水分を 50%程度に調整している。添加された稲藁は成型・包装され、製品として出荷される。なお、稲藁の一部は、そのままコンパクト化され、角型の成型品として出荷される。

年間 300,000t の稲藁を毎年処理している。ECARU 社は他所にも同じ工場を

有している。

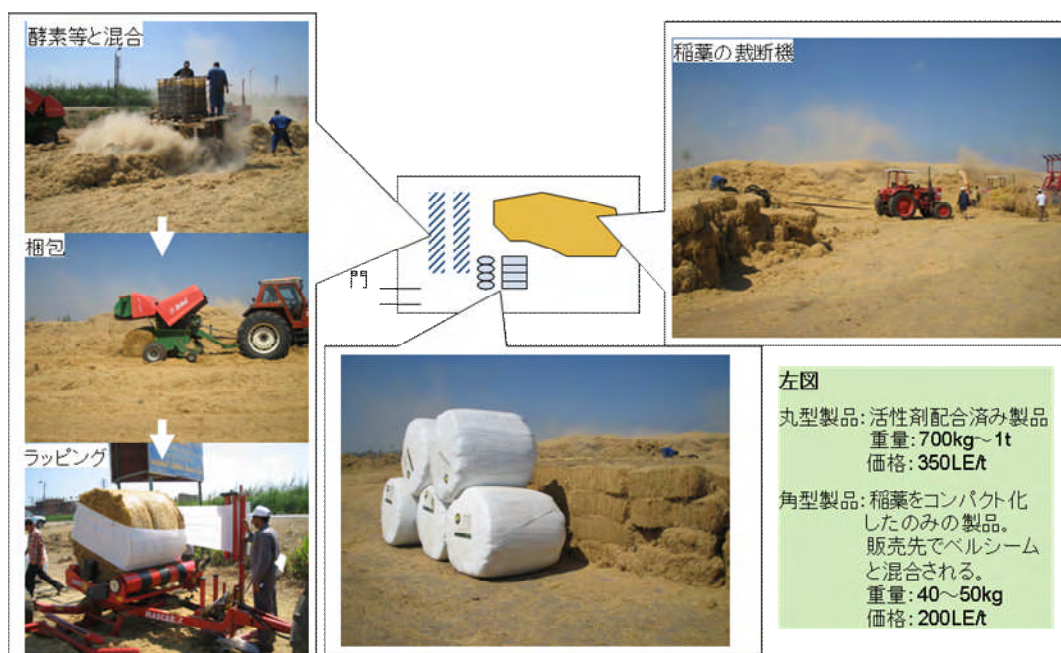


図 2-5 ECARU の飼料化施設概要

3) 実施体制

- ECARU 社所有のプライベートプラント。
- EEAA から 80LE/t の補助金が入っている。うち 50LE/t は収集に対する補助、残り 30LE/t は操業に対する補助である。
- 回収作業は ECARU 社が行う。具体的には、農家の農地からの稲藁回収も、トラックによる運搬も、ECARU 社が担当している。回収も自身で行っていることから、農家には金銭を払っていない。
- 実際の回収（操業所まで運搬する）コストは不明。
- 操業所で稼働している各種機械で 30~35LE/t のコストが発生している。

○製品の販売状況について

- 製品の販売価格は酵素処理製品が 350LE/t、角型製品が 200LE/t である。市中価格と比べて決して高い訳ではない。
- 角型製品は、何も添加していないので栄養価は低い。一方、ベルシームだけを家畜に与えると水分量が多くなってしまうので、水分調整剤として角型製品の需要がある。
- なお、ベルシームの市場価格は 100 LE/175m² である。

4) 取り組みの効果

- 民間事業者による稲藁の飼料化を通じ、黒煙対策に貢献している。
- 雇用に貢献している。

5) 課題

- ・ 農家に対する還元がない。或いは、農家が自発的に稲藁収集に関与する仕組みにはなっていない。農家にとっては、無料であっても引き取ってもらえるだけ良いと考えている可能性もある。
- ・ EEAA の補助金を得ており、補助金なしには事業としては成り立たないのが実情である。EEAA の補助金がいつまで継続されるか不安要素がある。

④ARC/TCRAR 堆肥化及びバイオガスプラント（研修用施設）

1) 実施経緯

農業関係者の研修のための施設（Training Center for Recycling Agricultural Residues : TCRAR）として、コンポスト、バイオガスを設置しており、施設を使ったコースを開講している。

2) 施設概要

- ・ バイオガスプラントは、家畜糞尿を原料に製造している。研修の開講状況にもよるが、10～100m³/日程度製造できる。
- ・ 製造したガスは、隣接建屋にすえつけている機器で発電・調理などに使うことができる。
- ・ ガス製造後の廃液も、乾かせば肥料として利用できると考えている。
- ・ 現在、家庭向けガス（ブタンガス）の価格は 10LE/ボンベ（10kg）程度と安価。実際は 35～40LE/ボンベ程度と思われ、差額は政府の補助で賄っている。

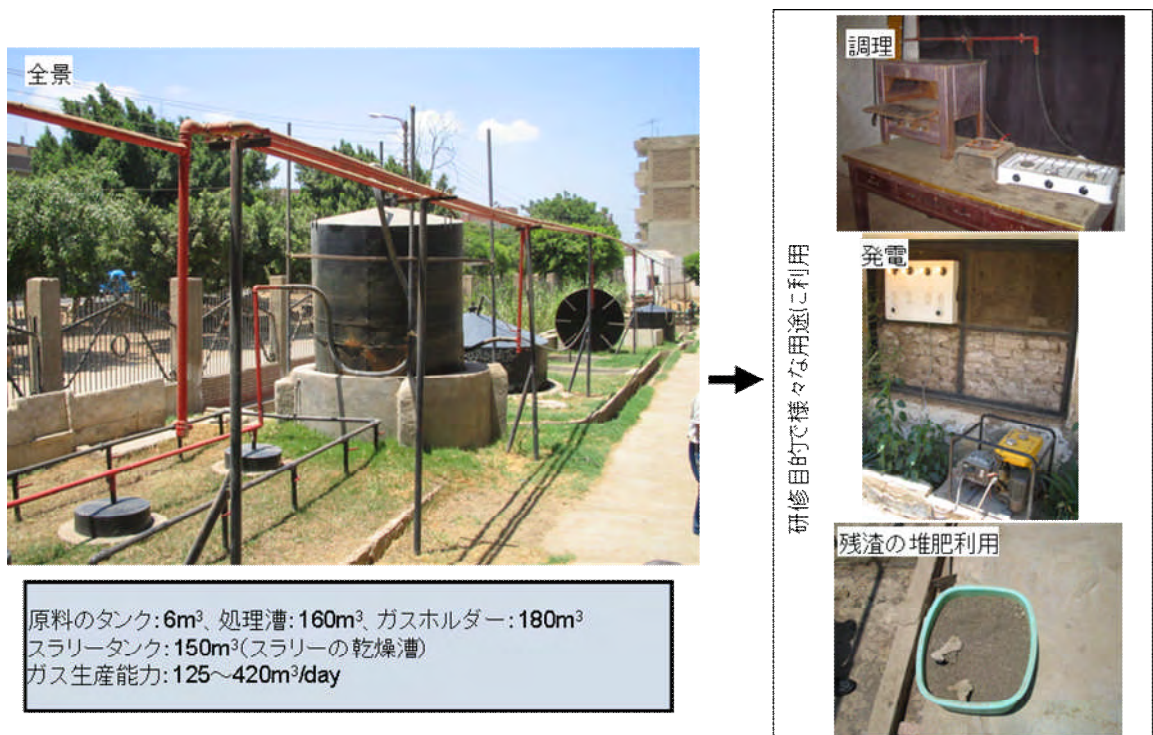


図 2-6 ARC/TCRAR バイオガスプラント

15 ヶ月の試験運転結果

- 1983年7月～1984年11月に221tを処理。
- 乾燥重量は138t
 - 85.5%：パン
 - 9.8%：調理残さ
 - 4.7%：腐敗した食品
- バイオガスの発生量は91,000m³／15ヶ月
(54,500Lの灯油に等しい)
- 206.3tのディーゼル燃料の削減につながった。
- 金銭価値に換算して55,688USDの価値があった。
- 建設コストは17,860USD
- 建設コストは6ヶ月以内で回収可能との試算になる*。

※計算結果は資料中には示されていない。

なお、 $17,860\text{USD} \div (55,688\text{USD}/15\text{ヶ月}) = 4.8 < 6\text{ヶ月}$

出所：ARC/TCRAR 資料

⑤家畜農家（乳牛）（Damanhur, Behaira）

1) 実施の経緯

大規模家畜農家での稲藁利用の取り組み事例。敷地面積は200エーカー。現在、160エーカーで飼料用トウモロコシを栽培しており、残りの農地で稲を栽培している。かつてはクローバーを専ら栽培していたが、収穫時期を多様化し飼料を安定的

に生産するため、多品種を栽培するようになった。

2) 取り組みの概要

- ・ 農業廃棄物は飼料用・肥料用に再利用されている。また、家畜から出る糞尿も肥料用に再利用されている。農業廃棄物と糞尿を混合し、飼料化するスペースも有している。
- ・ 稲藁は家畜の敷料（animal bedding）に全量利用されている。Bedding で使い切るため、コンポストへの利用は行っていない。
- ・ 飼育頭数は目視で約 300 頭程度。

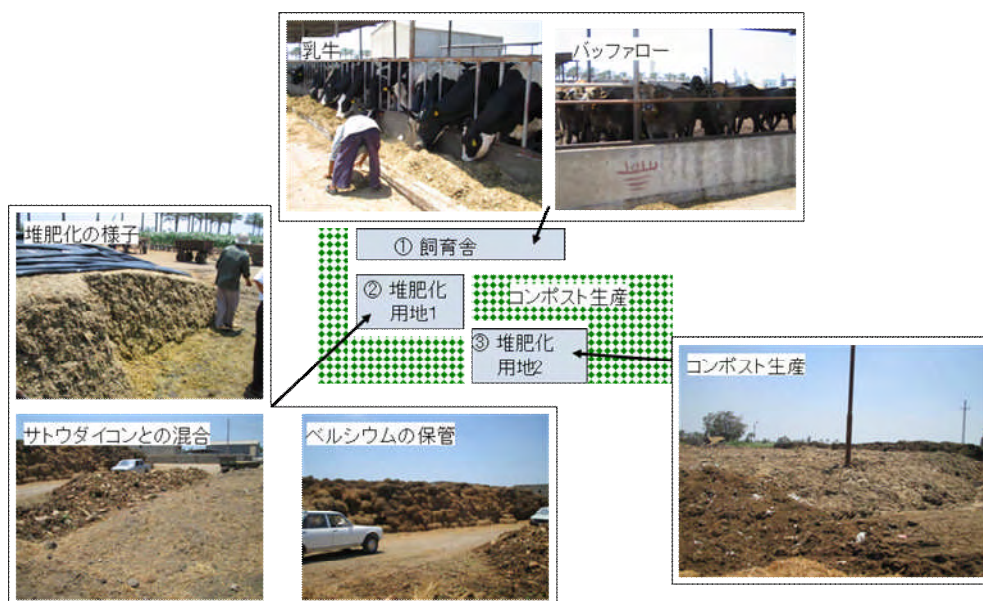


図 2-7 家畜農家の飼育舎及び堆肥化施設

3) 取り組みの効果、課題

「エ」国においても、大規模な家畜農家が見られつつある。家畜農家が家畜用の飼料作物を栽培して自家利用する取り組み、また、地域の稲藁などを家畜の敷料として利用するなどの取り組みも見られる。地産地消的な取り組みであり、地域で発生する大量の稲藁の処理は期待しにくい。

⑥RAKTA 社（製紙工場）

1) 実施の経緯

1960 年代にロシア製の装置を導入して製紙製造を開始した工場であり、稲藁を原料に紙の生産を行ってきた。現在は生産を停止している。

2) 稲藁の収集について

稲藁を原料とした製紙を行っていた際は、入札を行って収集業者から稲藁を調達していた。100～150LE/tで業者から購入していた。稲藁の調達に関しては、何ら問題はなかった。

3) 課題

パルプ化工程で発生する黒液による環境影響の問題から、EEAAの規制が厳しくなり、稲藁を原料とする製紙事業は6カ月前に停止しており、リサイクルペーパーの生産のみを行っている。稲藁を原料とした製紙の問題は、稲藁の高いシリカ含有量(17～20%)である。高いシリカ含有量のために、パルプ化工程から発生する黒液からの薬品回収ができない。バガスの場合はシリカ含有量が少なく(1%程度)、薬品回収ができる。回収できないと競争力が低下する。シリカ含有量が高いために、フィルターが詰まるといった問題が発生する(他国でも黒液の問題で操業を停止しており、有効な解決策が見出されていない)。

⑦マッシュルーム生産施設(WADI Food社)

1) 実施の経緯

WADI Food社は、化学肥料は使用していない有機農業や加工食品製造に取り組んでおり、基本的に自社の農場で出た農業廃棄物は自社内で堆肥化して循環させている。有機栽培された農作物は、20～30%高く取引されており、高付加価値型の農業である。ARCの技術的な指導を得つつ、マッシュルーム栽培についても取り組んでおり、培地に稲藁を利用している。

2) 取り組みの概要

マッシュルーム栽培を行っている企業は「エ」国に5社存在する。「エ」国では1.5千tのオイスターマッシュルーム(ヒラタケ)、2.4千tのアグリカスが生産されている。アグリカスの価格がLE14/kgに対して、オイスターマッシュルームの価格はLE4/kgと安い。

稲藁を使った栽培を行っているのは、オイスターマッシュルームである。シャンピニオンやアグリカスには通常小麦藁を使う。オイスターマッシュルームに稲藁を使うのは、小麦藁よりも安いからである。

10kgの稲藁に対して、0.5kgの小麦ぬか(Wheat Bran)、0.5kgの石灰石の粉を混ぜて菌床としている。種菌4kg及び菌床25kgに対して、4～5kgのマッシュルームの生産が可能である。

小規模な家庭や学校でのマッシュルーム生産などの取り組みも行われており、社会的な開発の効果もある。WADI Foodでは1982年にマッシュルームの生産を開始し、1999年にオイスターの生産を開始した。

「エ」国ではマッシュルームの需要は依然として少ないが、ピザなどの普及によって需要は徐々に増えてきている。



写真 2-7 マッシュルームの育成施設内の様子



写真 2-8 オイスターマッシュルームの育成状況

3) 取り組みの効果

- ・民間事業者による稲藁を利用した高付加価値製品生産例である。
- ・WADI Food の取り組み以外にも、小規模農家や女性団体、学校における稲藁を利用したマッシュルーム生産プロジェクトなども進められており、新たな雇用創出に貢献している。

⑧炭化施設～試験段階の取り組み～

1) 実施の経緯

木質系バイオマスを炭化して固体燃料（炭）を製造・販売している。主要な原料は木であったが、木材価格の高騰により稲藁を原料とすることを検討している。稲藁の炭化は 3 回ほど試験的に行った段階であり、商業的な生産には至っていない。

2) 施設の概要

3m³、4m³、5m³の炭化装置を 6 基持っている。現状は 3 基しか稼働させていない。3m³は 600kg、5m³は 1t の生産が可能である。将来導入したいと考えている 10m³の装置は 2.1t の生産が可能である。



写真 2-9 炭化施設



写真 2-10 製品

原料は 6 時間 300 度で炭化させ、12 時間で冷却している。伝統的な炭化の方法が 20 日かかるのに対して、極めて短い時間で炭化が可能である。10m³の装置は上部にファンがついていて、冷却時間を 4 時間程度短縮可能である。

炭化過程で発生する複製ガスは将来的には家庭に販売したいと考えている。灰はセメント産業に送っている。また、炭化過程で発生するタールは売却している（建設会社、化学メーカー等）。従来は売却できなかったが、今は売却できるようになった。

3) 今後の展開、課題

稲藁由来の炭の需要については、ギリシャの顧客が関心を持っている。灰分の多さについては特に問題は聞いていない。事業化を進める上での資金支援を期待している。

⑨まとめ

各処理手法別の状況と課題を下表にまとめる。

表 2-5 収集・処理手法と課題

処理手法（事例）	稲藁の収集	処理・生産物	処理量	効果（価値）	課題	
ガス化 施設	Al-Qurain Gasification Plant	【補助金依存】 稲藁収集にかかる費用 や人件費は全て EEAA が負担。現在、17 人を 雇用。人件費は総額 7,500LE/月。	【処理手法】 稲藁のガス化 【ガスは無償提供】 本来、500 戸に供給可 能としているが、実際 には 50 戸に無償で供 給。	500t/年の稲藁を利用	「エ」国の農村では一 般的に、加熱用にブタ ンガスが用いられてい る。ブタンは全量輸入 しており、取り扱いも 危険。 ブタンの代替エネルギ ーとして期待できる	【生産コスト】 資金不足（EEAA の予 算不足）が最大の課題 と認識されている。本 来、500 戸に供給可能 としているが、実際の 供給は 50 戸に止ま る。
堆肥化 施設	Abu Hammad 市 施設	【半分を補助金に依 存】 農家からは 80LE/t で 購入。農家には、機械 代（農機のレンタル費 用等）や回収費用とし て、70LE/t 程度の補 助金が環境省から出て いる。	【処理手法】 家畜糞尿と混ぜて堆肥 を生産 【有価で販売】 有機作物農家に販売し ている。販売価格は 180LE/t である。	160,000t/年の稲藁を利 用	シャルキーヤ県で稲藁 利用の取り組みが進ん だ結果、カイロの黒煙 問題が軽減 （シャルキーヤ県で発 生する稲藁の 60%が 利用されている）	【原料開拓】 家畜糞尿の確保が難し い。 【販路開拓】 堆肥の販売先がなかな か見つからない。
飼料化	ECARU 社 （Shibin al Qanatir 近 郊）	【半分を補助金依存】 EEAA から 80LE/t の 補助金が入っている。 （50LE/t は収集に対 する補助、残り 30LE/t は操業に対す る補助）。	【有価で販売】 製品の販売価格は酵素 処理製品が 350LE/t、 角型製品が 200LE/t で ある。	年間 300,000t の稲藁 を処理	・民間事業者による黒 煙対策貢献例であ る。 ・雇用に貢献してい る。	【原料確保】 農家に対する還元がな い。或いは、農家が自 発的に稲藁収集に関与 する仕組みにはなっ ていない。
製紙	RAKTA 社	入札を行って収集業者 から稲藁を調達してい	【有価で販売】 生産時はビジネスペー	年間 150,000t の稲藁 を処理	・稲藁を原料とする紙 の生産時は、ビジネ	【環境規制】 生産工程で発生する黒

処理手法（事例）		稲藁の収集	処理・生産物	処理量	効果（価値）	課題
		た（100～150LE/t で業者から購入）	スで販売	（現状は生産中止）	スペースで取り組みが行われていた。	液による環境影響 【生産コスト】 黒液からの薬品回収ができず競争力低下
マッシュルーム生産	WADI Food 社	【自社】 現状、稲藁は自社調達	【有価で販売】 アグリカスは14LE/kg、オイスターマッシュルームは4LE/kg で販売	<ul style="list-style-type: none"> ・オイスターマッシュルームの生産量は「エ」国全体でも1.5千t程度 ・全量麦藁由来の菌床で生産しても稲藁の需要は数千tに止まる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・民間事業者による稲藁を利用した高付加価値製品生産例である。 ・小規模農家や女性団体、学校における稲藁を利用したマッシュルーム生産プロジェクトなども進められており、新たな雇用創出に貢献。 	【販路開拓】 マッシュルームの需要は依然として少ない（ピザなどの普及によって需要は徐々に増えてきている。）
炭化	Minar Engineering Co.	【ビジネスベース】 施設建設費は半年程度で回収可能	【有価で販売可能】 ギリシャの顧客が関心を持っている。	（稲藁の炭化は3回ほど試験的に行ったところ）	<ul style="list-style-type: none"> ・民間事業者による稲藁を利用した高付加価値製品生産例 ・輸出品として期待できる。 	試験段階中

収集面での課題（各取り組み共通）	<ul style="list-style-type: none"> ・農家の60%が1エーカー以下の農地しか持たない小規模農家である。短期間に効率よく収集するには、機械化が必要であるが、個々の小規模農家が機械を保有して稲藁を収集することは経済的に成り立たない。また、地域全体の農地で一括収集するには、個々の農家の承諾を得ることが必要であり困難な場合が多い。 ・回収のための農業機械が普及していない。 ・農家に対する還元がない。或いは、農家が自発的に稲藁収集に関与する仕組みにはなっていない。 ・農家が稲作終了後に別の作物をすぐに生産するため、収集できる期間が極めて短い。
------------------	--

3章. 稲藁・籾殻処理、再生利用技術の適用の可能性

3.1. 技術の適用の可能性（有望技術の抽出等）

（1）稲藁・籾殻の処理・再利用技術の概要

日本の稲藁の処理状況（平成18年産）を見ると、国産稲わらは905万t産出されているが、利用状況をみると、飼料用は約1割、約8割はすき込み等により処理されている⁵。秋田県、青森県等の一部地域においては、焼却（野焼き）による大気汚染の問題から県、市町村、農業団体が連携してその対策を行っている。

秋田県での稲藁等の焼却防止の対策状況⁶

秋田県においては、稲藁の野焼きによる大気汚染が問題となっており⁷、県の条例により稲藁野焼きを原則的に禁止している（周辺に影響が出やすい10月1日から11月10日までの間の焼却は全面的に禁止している）。

〔背景〕

- ・ 稲刈りの時期は一年の内でも放射冷却などにより、稲藁等の焼却によるばい煙が上空に拡散しにくい状態となり、周辺の生活環境に影響が出やすくなる。
- ・ 稲藁が大量に焼却されていた当時は、いわゆる「稲藁スモッグ」が発生し、列車が止まるなど交通機関に大きな影響を与えることもある。
- ・ 最近では農家の理解も進み、稲藁やもみ殻を田へすき込んだり、堆肥にするなどの有効活用により焼却件数は減ってきているが、今でも夜間等に稲藁やもみ殻の焼却による特有の刺激臭が漂う状況がある。また、焼却時に発生するばい煙による目やのどの痛み、頭痛、ぜんそく等を訴える苦情が住宅地域を中心に増えている。

〔関係機関〕

- ・ 県（生活環境文化部、農林水産部、地域振興局）
- ・ 市町村
- ・ 農業協同組合（JA：秋田中央会、各支所）

⁵農林水産省：「飼料をめぐる情勢」（平成20年1月）。

http://www.maff.go.jp/j/chikusan/jukyu/lin/l_siryo/siryo_mondai/h200121/pdf/ref_data02.pdf

⁶秋田県生活環境文化部 環境あきた創造課資料

<http://www.pref.akita.lg.jp/icity/browser?ActionCode=content&ContentID=1158302574739&SiteID=0>

⁷秋田県のパンフレットでは、一般道の車両をはじめ、特に高速道では稲藁焼き等の煙による視程障害が重大な事故を引き起こす原因となること、稲藁焼き等の煙は目やノドを痛め、特に体の弱い人や病気の人に被害が及ぶことを指摘している。

〔対策内容〕

- ・過去の苦情発生地域を基に「稲藁等焼却防止重点地域」（18市町村 81地域。）を設定し、この地域内の全農家にリーフレットを配布するほか、パトロールを重点的に実施。
- ・稲藁等焼却禁止期間を中心に、車載スピーカーにより稲藁等焼却防止を農家に呼びかけるとともに、違反者に対しては直ちに中止するよう指導。
- ・中止指導に従わなかった場合は「燃焼の停止」を勧告し、これに従わない違反者については、必要に応じて氏名等を公表。
- ・稲藁等の焼却によって大気汚染常時監視の対象項目である浮遊粒子状物質の濃度が上がり、広域的に大気汚染が継続する場合には「稲藁スモッグ注意報」を発令し、県民に注意を呼びかけ。



写真 3-1 秋田県の稲藁焼き防止のパンフレット⁸

青森県での稲藁等の焼却防止の対策状況

青森県においても、稲藁を焼かずに水田へすき込んだり、堆肥、家畜の飼料、野菜の敷き藁などへ有効活用するよう、農家への指導が行われており、具体的な対策として、以下のような取り組みが行われている。

⁸ 秋田県資料 <http://www.pref.akita.lg.jp/www/contents/1158302574739/files/leaflet.pdf>

- ・広報誌・ポスター・チラシ、ラジオ広報等による啓発活動
- ・市町村等と連携した巡回指導や地域住民に稲藁を提供する「稲わらふりーでん」の設置
- ・畜産農家等の稲藁需要者リストの配布によるマッチングの推進
- ・「稲わら利用相談窓口」の設置
- ・市町村、農業団体等が一丸となって推進している「日本一健康な土づくり運動」と連動させながら、藁焼きの原因でもある農家の労働力不足に対応するための稲藁の収集や水田へのすき込みを行う作業組織の育成、地域ぐるみで稲藁を健康な土づくりに利用するシステムづくり
- ・藁焼き防止の重点地区を定め、県と市町村の職員が前年に藁焼きをした農家を夜間に直接訪問し、指導を行う「わら焼きシャット・アウト大作戦」の展開

バイオマスタウン構想での稲藁の利活用の取り組み

地域でのバイオマスの利活用に関しては、地球温暖化防止、循環型社会形成、戦略的産業育成、農山漁村活性化等の観点から、農林水産省をはじめとした関係府省が協力して、バイオマスの利活用推進に関する具体的取組や行動計画を「バイオマス・ニッポン総合戦略」として閣議決定し、地域での取組みに対する支援を行っている。2006年3月には、これまでのバイオマスの利活用状況、京都議定書発効等の戦略策定後の情勢の変化を踏まえて見直しが行われ、国産バイオ燃料の本格的導入、林地残材などの未利用バイオマスの活用等によるバイオマスタウン構築の加速化等を図るための施策が推進されている。稲藁は、国内に賦存している未利用バイオマス資源として位置づけられている、その利活用を支援している。

市町村は、域内において、広く地域の関係者の連携の下、バイオマスの発生から利用まで効率的なプロセスで結ばれた総合的利活用システムが構築され、安定的かつ適正なバイオマス利活用が行われることを目指し、「バイオマスタウン構想」を策定している。市町村等から公表の申請を受けたバイオマスタウン構想案は、関係する1府6省（内閣府、総務省、文部科学省、農林水産省[事務局]、経済産業省、国土交通省、環境省）で構成されるバイオマス・ニッポン総合戦略推進会議において基準に合致しているか検討された後、公表される仕組みとなっている。

これまで策定された青森県田舎館村、青森県中泊町、青森県六ヶ所村、秋田県北秋田市、福岡県赤村などの「バイオマスタウン構想」においては、稲藁の堆肥化、飼料化などの取組みが明記されており、地域関係者との連携の下に地域での稲藁の利活用が推進されている。

表 3-1 バイオマスタウン構想での稲藁処理の取り組み事例

自治体名	取り組みの概要
青森県田舎館村	田舎館村は、地域から発生する稲わら、もみ殻、生ごみ、下水汚泥、果樹剪定枝等のたい肥化や燃料化、廃食用油を利用したハウスの加温など環境にやさしい農業を推進し、環境と調和のとれる循環型社会の形成を目指す。
青森県中泊町	豊富な森林資源を原料に、炭化やペレットの製造施設を設置しペレットストーブ等の熱源として利用する。また、稲わら、もみ殻を原料に家畜飼料や良質な堆肥をつくり安全安心な地域の農産物を生産するとともに、転作田等にBDFの原料となる資源作物の栽培を推進する。
青森県六ヶ所村	家畜排せつ物や稲わら等を有用な堆肥として製造し、地域の農産物生産を行うとともに、新エネルギーを活用した村づくりを推進するためのバイオマス発電や廃食用油のBDF製造と菜の花栽培の推進に取り組む。また、生ごみの減量化や分別収集等、地域住民が積極的に参加する体制を整え推進する。
秋田県北秋田市	林地残材・製材工場残材などの木質バイオマスの利活用と、耕畜連携した「土づくり」を進めることで農畜産物のブランド化に努め、地域産業の振興を図りながら「ひと」と「自然」の調和によるぬくもりのある交流都市を目指す。具体的には、家畜排せつ物・生ごみの堆肥化、木質バイオマスのペレット化・バイオエタノール燃料化、稲わら等の自給飼料の促進等の取り組みを進める。
福岡県赤村	基幹産業である農林業の振興を目的に、耕種農家と畜産農家との連携により家畜排せつ物や稲わら・もみ殻などの堆肥化や間伐材や竹の燃料利用及びマテリアル化、廃食用油のBDF化などバイオマス変換施設とそれらと連携するシステムを構築し、農林業資源の循環利用に取り組み、「循環型社会の構築」を目指す。

出所：農林水産省：バイオマスタウン構想の各種資料を基に作成。

稲藁・籾殻の処理・再利用技術のうち、飼料化、堆肥化、焼却によるバイオマス発電については、既に技術が確立されており、国内、海外での取り組みが進んでいる。例えば、タイでは、廃棄・焼却処分されている籾殻を発電用燃料として有効活用する取組が行われている。クリーン開発メカニズム（Clean Development Mechanism：CDM）を活用することで事業としての経済性を高める工夫がなされている。

表 3-2 タイ、ナコンパトム県における ATB 籾殻発電事業の概要

バイオマス	籾殻
内容	タイ北部の穀倉地帯に、出力 2 万 kW の小規模発電所を開発するもので、籾殻を燃料とする発電所としては最大級のもの。廃棄・焼却処分されている籾殻を発電用燃料として有効活用することにより、他火力発電所で消費されている化石燃料を削減できることから、発電所運転開始後には、年間約 8.4 万 t の CO2 排出削減量（クレジット）を獲得する見込み。
実施者	中部電力(株)、A.T.Biopower
CDM の取得状況	平成 16 年 6 月 29 日付で承認された、日本政府が承認する CDM/JI プロジェクトの 8 件目の案件。 国連 CDM 理事会の排出削減量（クレジット）算定方法論の承認を既に受けており、現在タイ国政府承認等、CDM 事業として必要な認証手続きを進行中。
出所	中部電力 プレスリリース http://www.chuden.co.jp/corpo/publicity/press2004/0629_1.html

最近では、更に高度に利用する手法が模索されており、「ガス化・メタノール化」「炭化・ガス化」等の熱分解・合成による手法、「エタノール化」「生分解性プラスチック化等のバイオ素材化」等の化学的・生物的な手法などの研究開発は進められているが、商業的な事業化には至っておらず、研究開発もしくは、実証段階にある。

バイオ燃料化技術については、昨年度から、稲藁等のソフトセルロース系原料の収集運搬やエタノール製造の効率化を図る技術の確立のため「ソフトセルロース利活用技術確立事業」がスタートし、民間企業、農業団体等の参画の基に地域実証が行われている。

表 3-3 日本国内での稲藁等のセルロース系原料からのエタノール実証の取り組み

プロジェクト名	取り組みの概要
北海道ソフトセルロース利活用プロジェクト	実施主体：大成建設(株)、サッポロビール(株) 設置場所：北海道恵庭市（サッポロビール北海道工場内） 施設規模：3.7L/日 原料：稲藁、麦藁（北海道南幌町及び長沼町）
秋田県ソフトセルロース利活用モデル地区	実施主体：(社)秋田県農業公社、カワサキプラントシステムズ(株) 設置場所：秋田県潟上市（昭和工業団地内） 施設規模：200L/日 原料：稲藁、籾殻（秋田県南秋田郡大潟村）
兵庫県ソフトセルロース利活用プロジェクト	実施主体：三菱重工業(株)、(財)ひょうご環境創造協会 設置場所：兵庫県明石市（三菱重工業(株)神戸造船所内） 施設規模：16L/日 原料：稲藁、麦藁（兵庫県加西市、稲美町ほか）

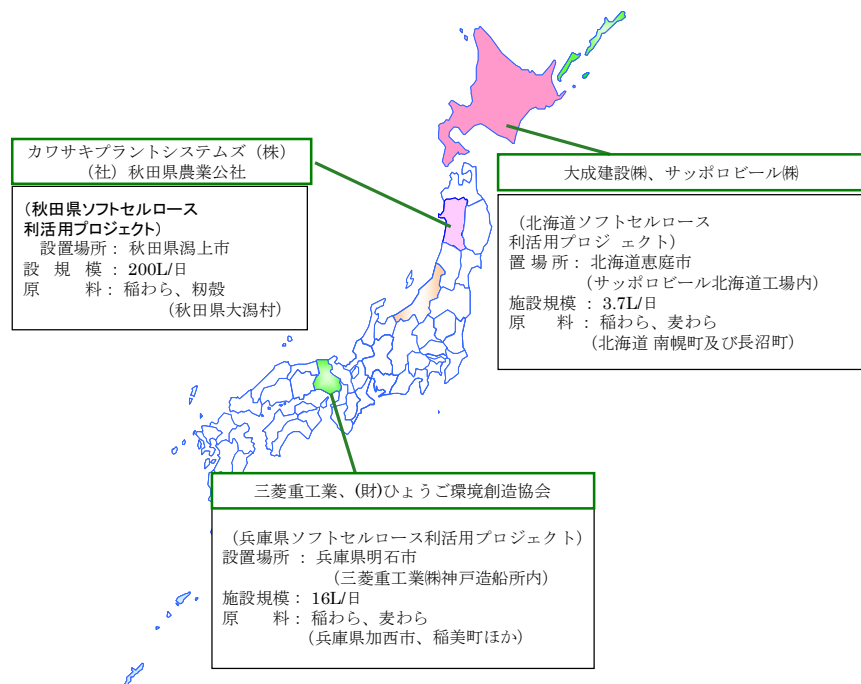


図 3-1 セルロース系エタノールの実証の取り組み

(2) 有望技術の抽出

有望技術の抽出に当たっては、以下の2つの視点が重要となる。

〔処理量の視点〕

黒煙問題への解決の視点から考えると、処理量が多いことが重要となる。

〔処理・再利用により生み出される製品の価値の視点〕

稲藁の処理・再利用を考える上での最大の課題は、稲藁の回収費用を含め、経済的に成り立つ処理方法であるかにある。その意味で、付加価値の高い製品への再利用技術の適用が望まれる。

稲藁といったバイオマスの利活用は、地域に間接的（副次的な）な経済的、環境的、社会的な多様な効果をもたらすものとして期待される。このため、処理・再利用により生み出される製品に関し、直接的な経済価値のみならず、間接的な経済価値、環境的な価値、社会的な価値についても吟味することが重要である。

間接的な経済価値	例) 堆肥化では、堆肥を利用して有機農産物を栽培することで、付加価値の高い有機農業を創出する。
環境価値	例) 炭化、ガス化、バイオ燃料化では、再生可能なエネルギーの生産を通じ、温暖化対策に貢献する。
社会的価値	例) 飼料化では、飼料自給率の向上に貢献する。きのこの培地利用では、きのこ栽培という新たな現金収入の機会を生み出す。

「エ」国での実情を踏まえ、稲藁の各種処理・再利用技術について、処理量、製品の価値（経済的、環境的、社会的）、実用化段階の視点から整理を行った（次表、次図を参照）。

〔短期的〕

- ・堆肥化、飼料化についても、より高度な利用への展開が望まれる。例えば、堆肥を利用した有機農業の振興、酵素処理等による栄養価が高い飼料の生産による持続可能な農業モデルの確立。

〔中長期的〕

- ・稲藁のバイオ燃料化や化学品等の工業原料化（バイオリファイナリー）。
- ・ペレット化・炭化等のエネルギー利用

なお、これらの分野に関しては、国の研究機関（ARC等）、民間企業、大学の専門家による取り組みも始まっている現状にあり、「エ」国においても、十分に対応可能な環境にあると考えられる。

表 3-4 稲藁の処理・再生利用技術の評価

処理・再利用技術	処理量	製品の価値			技術
		経済的	環境的	社会的	
燃料（直接燃焼）			○		技術確立済み
堆肥化	△		○	○	技術確立済み
きのこの培地				きのこ栽培による現金収入機会増	技術確立済み
飼料化	○	○		飼料自給率向上に貢献	技術確立済み
製紙			× 排水処理問題あり		技術確立済み
素材化 （例：ボード等）		○			技術確立済み
炭化	○	○	再生可能エネルギー	輸出産業としての期待	技術確立済み
ガス化	○	○	再生可能エネルギー		パイロット事業段階
バイオ燃料化	○	○	再生可能エネルギー	新産業としての期待	研究開発段階 実証段階
化学品生産	○	○	再生可能資源	新産業としての期待	研究開発段階 実証段階

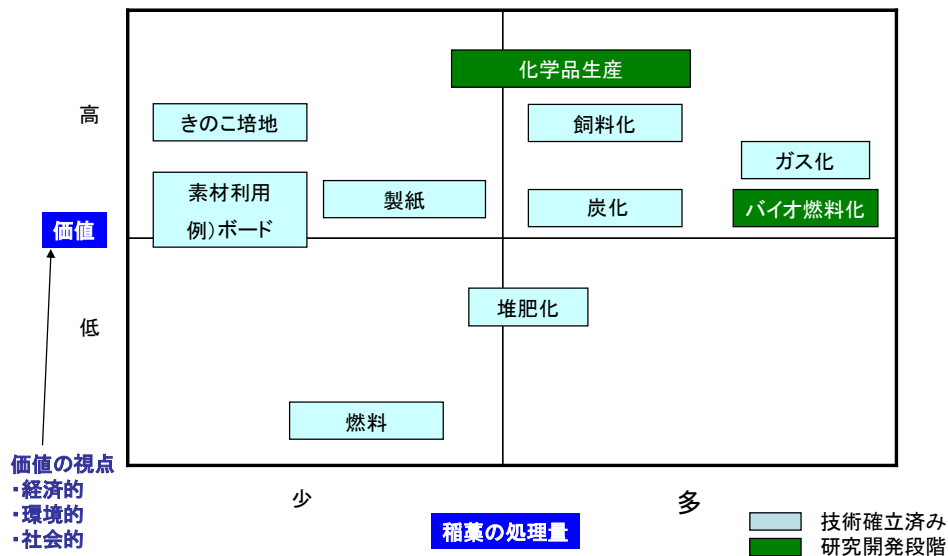


図 3-2 稲藁の処理方法に関する評価（「価値」と「処理量」の観点から）

（3）対策の持続性・自立発展性の観点からの検討

今回の現地調査により、堆肥化、飼料化に関しては、EEAA の補助金（70～80LE/t-稲藁）を得つつ、製品である堆肥や飼料を販売することで継続的に事業を展開している。稲藁の収集・輸送費用は、概ね 150LE/t-稲藁⁹（約 2,600 円、約 27USD）であり、将来的には、この価格水準で経済的に成り立つ利活用方策が望まれる。

以下において、「エ」国関係者から将来展開として期待の高かったバイオエタノール利用に関し経済性について整理した。

米国においては、精力的に研究開発が行われており、0.29USD/L を開発目標としている。その際の目標としている原料コストは 30USD/dry-t であり、エジプトでの稲藁の課価格はこの開発目標に近い水準にある¹⁰。セルロース系エタノールの生産においては、酵素コストの削減と原料コストの削減が鍵であり、仮に将来、米国等でセルロース系エタノール技術が実用化された場合には、エジプト国においては、原料コスト面での優位性を発揮できる可能性がある。

⁹ アレキサンドリアでの製紙工場でヒアリンした調達価格による。

¹⁰ 米国での数値と比較するためには、原料稲藁の含水率、エタノール収率などを考慮する必要がある。ここでは、あくまで大まかな比較による。

表 3-5 米国におけるセルロース系バイオエタノールの開発目標

単位:USD/L

	コーン系	セルロース系	セルロース系
		(現状)	(2010-12年、DOE目標)
原料	0.31	0.26	0.09
		@\$60/dry-t	@\$30/dry-t
副産物	△ 0.10	△ 0.03	△ 0.02
酵素	0.01	0.11	0.03
その他コスト	0.16	0.21	0.06
資本コスト	0.05	0.15	0.14
合計	0.44	0.70	0.29

注) その他コスト：前処理、発酵、人件費を含む。

出所) Keith Collins, Chief Economist, USDA, The New World of Biofuels: Implications for Agriculture and Energy, EIA Energy Outlook, Modeling, and Data, Conference, March 28, 2007

3.2. 適用上の課題

国内外での稲藁・籾殻の処理・再利用の取り組み事例から、一般に、課題としては以下の点が挙げられる。

特に、稲藁は、以下のような特徴を有した農業廃棄物であり、収集・輸送面での課題が、処理・再利用を図る上でボトルネックとなっている。

表 3-6 稲藁・籾殻の処理・再利用の取り組みにおける課題

収集・輸送	<ul style="list-style-type: none"> ・発生時期が限定（秋の収穫時期に集中。年間を通じて処理するには保管が必要）。 ・稲藁の安定的な確保（タイの籾殻発電事業では、農家が売り惜しみをし、価格が高騰し、結果的に事業採算性が悪化したとの事例がある）。 ・大規模な施設での処理が効率的であるが、稲藁・籾殻の収集、輸送には多大なコストがかかること。処理規模と輸送距離にはトレードオフの関係が見られる。
処理・再利用	<ul style="list-style-type: none"> ・処理のための熱源（投入エネルギー）の確保。 ・事業規模の問題（バイオエタノール生産では、年産ベースで数万klの工場でないとなら事業採算が成り立たないといわれている）。 ・廃棄物、副産物の処理（例：バイオエタノール化では廃水処理が課題）。
用途等	<ul style="list-style-type: none"> ・堆肥化、飼料化は比較的簡単に適用できるが、用途先が限定されること（周辺地域に家畜農家等の需要家を確保する必要がある）。 ・輸送コストを考えれば、地産地消が基本となる。 ・燃烧による発電では、売電単価が事業採算性を考える上で重要な要因となる。

特に、「エ」国での稲藁の発生、処理状況を踏まえると、以下の課題が指摘できる。

①収集・輸送面

・ 短期間に対処する必要があること

稲の収穫後、秋に次の作物の作付けが行われており、稲藁の発生～収集を極めて短期間に行う必要があること（概ね1ヶ月程度）。収集に時間を要すると、農家にとって次の作物栽培の時期が遅れることとなり、経済的な損失を招く。稲藁の焼却は、簡単かつ短時間に稲藁を処理することができるため、農家にとっては経済合理性のある処理方法と言える。稲藁利活用することで農家にとってメリットのある仕組みづくりが課題である。

・ 小規模農家の対応の問題

ナイルデルタ地域においては、小規模農家が多数を占めている。低コストで稲藁の収集を行うには、大規模な収集機械の導入が必要となるが、小規模農家独自の取

組は期待できない。小規模農家を組織化し、共同で収集・輸送する仕組みづくりが課題である。

〔方策の検討に際して、今後調査（確認）すべき事項〕

- ・ 稲藁収集や輸送の組織化を行う上での地域基盤の調査及び確認
組織化を行うためには、既存の地域コミュニティの組織基盤を上手く活用することが効果的である。
- ・ モデル的な取り組みの実施
まずはモデル的な地域で試験的に実施、地域に適合したモデルを試行錯誤することが重要である。

②処理・再利用面

- ・ 技術開発
化学品の製造、バイオ燃料の製造など高度な再利用面での技術開発については、大学や研究機関などで一部取り組みが始まっているが、独自技術の確立には至っていない。この分野での中核的、先導的な研究機関の育成が課題である。

〔方策の検討に際して、今後調査（確認）すべき事項〕

- ・ バイオ燃料、化学品利用に関する研究能力のある有望な企業、研究機関の特定
特に、将来、事業化のビジョンを持った企業、先導的な役割を担う中核的な研究機関となり得る能力を有した機関を特定することが重要である。

〔用途面〕

- ・ エネルギー価格の問題
ガス化、燃料による発電などのエネルギー化に関しては、家庭調理用のガス、電気は政策的に安価な設定となっており、生産したエネルギーの販売収益性が悪い（経済的に成り立たない）。

以下において、「エ」国での再生可能エネルギーの状況について整理を行った。

- ・ 再生可能性エネルギーの取り組み状況
エジプト電力エネルギー省（Ministry of Electricity and Energy）傘下の再生可能エネルギー庁（New & Renewable Energy Authority）によると、電力系統に接続している再生可能エネルギー電源の構成は以下の通りである。

表 3-7 エジプトにおける電源構成と発電量（2008 年実績、系統接続電力のみ）

電源種	電源構成(MW)	発電量構成(GWh)
火力	19,436 (85.8%)	108,788 (86.9%)
水力	2,842 (12.6%)	15,510 (12.4%)
風力	365 (1.6%)	847 (0.7%)

このうち、バイオマスに関しては、再生可能エネルギー庁として以下のパイロットプロジェクトを支援している状況である。

- ・ 農業廃棄物を利用したブリケットシステム製造プロジェクト
- ・ 小規模炭化システムの研究

また、本調査報告を通じて記載している通り、農業廃棄物を利用したプロジェクトが複数実施されているが、電力含めて、生産しているエネルギー量は限定的である。

上記の再生可能エネルギープロジェクトは全て公的機関により公的資金によって実施されている。これは、後述するが、エジプトのエネルギー価格は政策的に安価に設定されており、かつ強力な優遇制度も存在しないため、民間案件としては成立しないためである。

・ 再生可能エネルギーの導入目標と課題

○ 導入目標

2008年2月に発表されたエジプト政府の長期目標によると、2020年までに、発電電力量に占める再生可能エネルギーの割合を、現在の13%程度から20%に引き上げるとしている。ただし、導入の主力となるのは賦存量の大きな風力(7,200MWの開発を目標としている)と位置づけられている。バイオマス発電については、導入目標は明示されていない。

○ 導入のための施策

上記長期目標では、施策として以下の事項が記載されている。

- ・ Phase I：風力案件への民間参画を促すための入札プロセスの整備
- ・ Phase II：民間風力案件における電力買取制度の整備（単価は政府が決定、買取期間は15年を想定）

Phase Iは、世界銀行の支援を通じて実施中である。Phase II以降については、重要事項である買取単価水準も含めて、具体的な検討の有無は不明である。なお、世界銀行が中心となって300～400百万ドルのClean Technology Fund (CTF)を立ち上げ、風力ファームからの送電線整備費用等、再生可能エネルギー導入の促進に活用していくとしている¹¹。

○ 課題

再生可能エネルギー分野におけるバイオマス活用については、農業廃棄物や一般ゴミ利用により1,000MW程度のポテンシャルがあるという指摘もあるが、主に以下の点で、大きな課題が残っていると考えられる。

¹¹ 世界銀行ウェブサイト：Egypt: Renewable Energy and Clean Transport Are Cornerstones of Low Carbon Growth

- 需要家向けエネルギー料金への補助制度の存在
 現在、国民向けのエネルギー料金は、政府補助金の導入によって意図的に安価に設定されており、エネルギーコストを適切に反映していない。現在エジプト政府は、2010年にかけて電気料金を毎年5%ずつ上昇させる施策を実行中であるが、それでも逆ザヤの根本的な解決には至らない。エジプト政府予算に占めるエネルギー補助金が占める割合は3%に上っており、バイオマスを含む高コストな再生可能エネルギーの導入は、更なる政府予算の圧迫に繋がる。
- 再生可能エネルギー普及における位置付けが希薄
 上記の問題により、再生可能エネルギー向けの施策には優先順位がつけられるが、賦存量が大きく、かつ1プロジェクトあたりの大規模化が可能な風力発電に力が注がれていくことになっている。
- 稲藁など農業廃棄物のエネルギー利用上の課題
 各地に散在している農業廃棄物の収集にはコストがかかり、1件あたりの大規模化も困難であること、農業廃棄物はエネルギーだけでなく、コンポスト等多様な利用可能性があることから、バイオマスのエネルギー利用はあまり進んでいない。

従って、少なくとも直近においては、稲藁など農業廃棄物をエネルギー用途に活用していくのは難しく、政策的なサポートも限られているのが現状である。むしろ、長期的に目を見た導入普及に向けて、以下のような施策をJICAとして支援していくことが有用と考えられる。

- 農業廃棄物全体の利用戦略を検討するなかで、エネルギー利用に向けた制度整備のあり方（エネルギー水準の適正化など）も検討し、MALR や EEAA だけでなく、エネルギー関係部局にも提言していくこと。
- プロジェクト 1 件あたりの規模の大型化を可能にし、エネルギー需給に与える効果をより明確にするべく、稲藁のみならず多種の農業廃棄物を一度に扱えるエネルギープラント（バイオマス発電、バイオ燃料製造）の可能性を詳細に検討し、また実証プラントの導入・運転を通じて、日本の技術の認知度を高めること。

〔方策の検討に際して、今後調査（確認）すべき事項〕

- エネルギー関係部局のバイオマスのエネルギー化に対する認識や中長期的な視点からの将来展望の確認
- バイオマス利用分野での政策連携の可能性の検討（課題・障害の有無を含む）

4章. 協力の方向性と具体的なプロジェクト案

4.1. 協力の方向性

方向性 1 : 経済的に持続可能な取組移行への支援

ナイルデルタ地域においては、稲藁の利用に関し、様々な取り組みが行われているが、EEAA からの予算に依存した稲藁対策では限界があり、ナイルデルタ地域での対策を広げていくためには、「Economically Sustainable（経済的に持続可能）な取り組み」への移行を目指すことが重要である。

このためには、「新たな技術の活用」と「稲藁利活用産業の育成」を図り、経済的に回る仕組み（民間の事業の推進）、農家にとってもメリットのある仕組みづくりを行うなど、産業政策的なアプローチが重要となる。

経済性のある取り組みとするためには、収集面でのコスト削減、利活用面での高付加価値化（収益性向上）が必要である。

〔収集分野〕

- ・稲藁を利用することで農家が経済的なメリットを得られる仕組み作りが重要である（特に、小規模農家の参画が重要となる）。
- ・収集・輸送に関しては、収集の効率化、コンパクト化（稲藁の圧縮）によるコスト削減が重要である。

〔利活用分野での方向性〕

- ・バイオ燃料化、化学品生産など高度な利活用技術の開発が重要である。

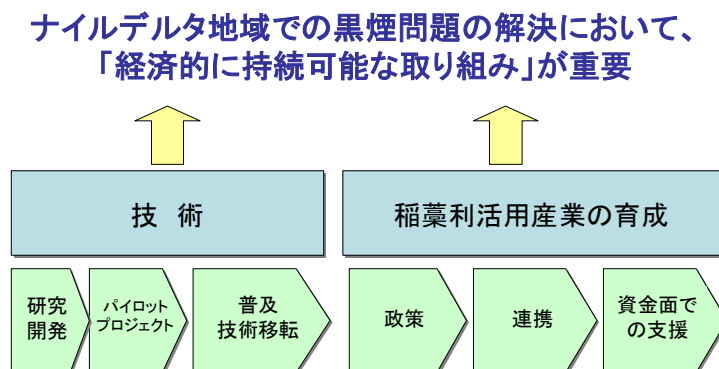


図 4-1 経済的に持続可能な取り組みへの展開

方向性 2：トータルシステム構築への支援

稲藁の処理、再利用に関し、経済的に持続可能な取り組みのモデルを構築するためには、「収集」「利活用」「製品・併産品の利用（販売）」といったトータルなシステム構築が重要となる。

稲藁等の農業廃棄物の利活用システムの特徴としては以下の点が挙げられる。

①プロセス（工程）の複雑性

システムは、農業廃棄物の収集段階、処理段階、生成物の利活用段階、処理段階で発生する廃棄物の処理段階等様々なプロセスから構成される。特に、農村地域での農業廃棄物をベースとした取り組みにおいては、資源のカスケード的な利用（資源を繰り返し利用する取り組み）も想定され、より複雑なものとなる。

なお、我が国の「バイオマス・ニッポン総合戦略」においてもバイオマスのカスケード的な利用の重要性が指摘されており、以下の方向性が示されている。

- ・バイオマスを資源として十二分に活用するには、原則として、バイオマスをすぐに燃焼させ CO₂に戻すのではなく、製品として価値の高い順に可能な限り長く繰り返し利用し、最終的には燃焼させエネルギー利用するといったカスケード的（多段階的）な利用が個々の技術開発の推進に加えて求められること。
- ・個々の技術開発をシステムとして体系化し、実用化することが急務であること。

※例えば、稲藁のカスケード的な利用の例としては、稲藁を家畜の敷料（家畜の敷きわら）として利用し、糞尿とともに堆肥化し、農地で利用する利用形態などが挙げられる。

②地理的広がり

稲藁等の農業廃棄物は、多岐にわたり、それらが賦存する場所や季節性を考えると、システムの地理的な範囲はかなり広範囲にわたる。場合によっては、近隣の複数の自治体に及ぶことも想定される。地域を越えた連携が必要となる。

③不確実と地域性

稲藁等の農業廃棄物をベースとしたシステムであることから、季節変動、他の事業活動（例：農業生産）の影響等を受け易く、不確実性が高いと同時に地域性が強いシステムであること。

このようなシステム特性を踏まえると、以下の対応が重要である。

- ・地域レベルでの実施体制の構築（特に、稲藁などの農業廃棄物の排出者である農家の参画、地域コミュニティの協力）
- ・地域間での連携強化
- ・政策面での横断的な支援

特に、稲藁という農業廃棄物は、農村というコミュニティを基盤とした資源であり、その効率的なトータルシステムを構築する際には、地域コミュニティの力を最大限に活用することが重要な視点となる。

環境問題の解決に際し、コミュニティの協力を得る考え方の一例としては、コミュニティ・ベース・アプローチ（Community-based Approach to Environmental Protection）が挙げられる。これは、米国環境保護庁（United States Environmental Protection Agency：USEPA）が提唱している環境対策のアプローチである。特定の地域コミュニティ・レベルにおいて、行政と民間（地域住民等）が協力し、効果的な問題解決を図る点が特徴的である。

コミュニティ・ベース・アプローチが必要となった背景としては、以下の2点が挙げられる。

- ・ 今日の環境問題は、特定の地域やコミュニティに依存しており、その地域の状況に応じた解決策が求められること。
- ・ これまでの公害対策で講じてきた「個別対応規制（Command and Control）」という手法は、発生源が特定可能な汚染対策においては、極めて効果的であったが、今日のような複合的な環境問題には、効果的ではない。このため、「個別対応規制」に代わる手法として、環境、健康、経済、生活の質に関する目標を統合し、持続可能なエコシステムやコミュニティを促進する手法が模索されたこと。

【コミュニティ・ベース・アプローチの主要6原則】

- ・ 特定の地域に着目する。
- ・ パートナリシップを通じてあらゆる利害関係者と協力する。
- ・ コミュニティ・ベースの取り組みにより、環境、健康、経済、生活の質に関する各目標を統合し、持続可能な生態系とコミュニティを促進する。
- ・ 地域の空気、水、土地、生物資源の質を統合的に評価・保全・復元する。
- ・ 特定のコミュニティや地域的問題に対する効果的解決策を講じる上で、最も適した規則的、非規制的手法を用いつつ、官民の取り組みを統合する。
- ・ 適応可能な管理を通して、活動を監視し、見直しを行う。

具体的には、以下のような点において、地域コミュニティの協力を得て、トータルシステムとしてより効率的なものを工夫することが重要である。

- 例）
- ・ 地域単位での共同収集拠点の整備（地域の小規模農家の参画）
 - ・ 地域内での堆肥、飼料先の積極的な開拓（地域農業活性化と緊密に連携）

「経済的に持続可能な取り組みのモデル」の構築

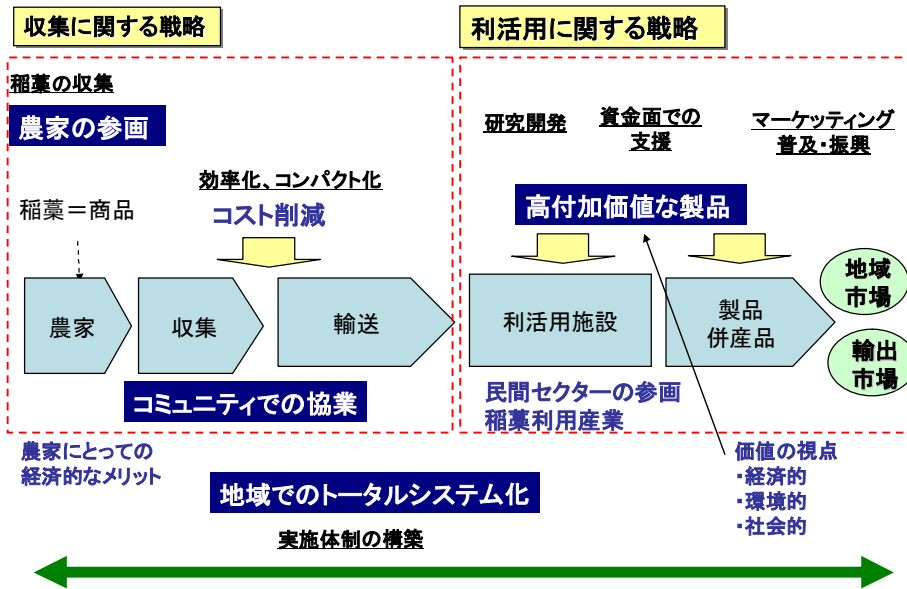


図 4-2 経済的に持続可能な取り組みのモデルの構築

方向性 3：産業育成・持続可能な地域開発との融合

稲藁の処理を進めるためには、産業育成の視点が重要である。このためには、「研究開発」「パイロットプロジェクト」「ビジネスモデル構築」といった産業化の各段階に応じたきめ細かな支援が重要である。

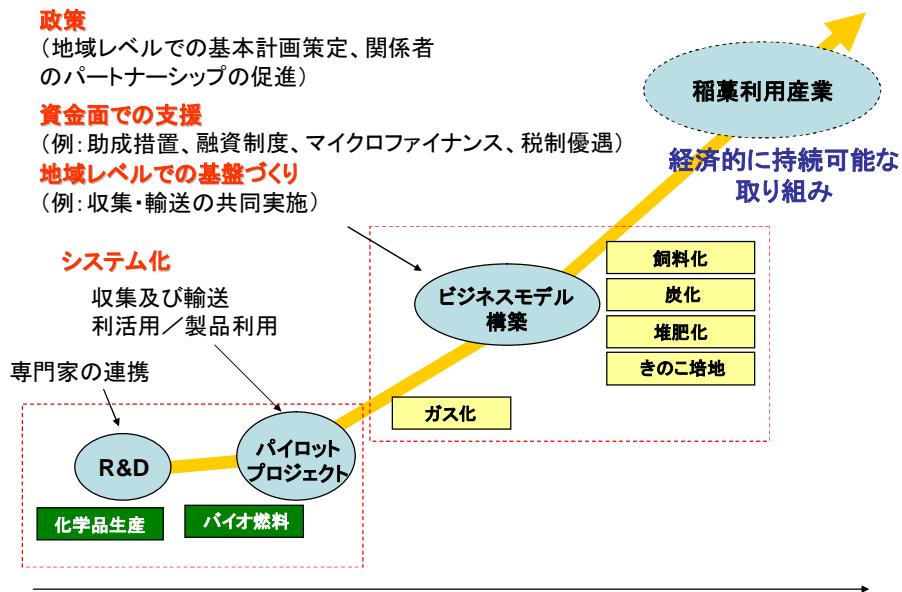


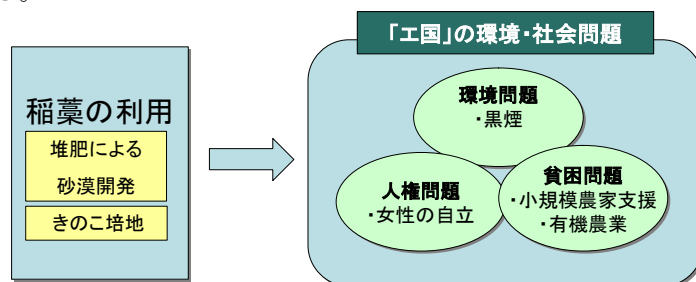
図 4-3 段階に応じた支援策

○技術移転にあたってのコスト面での工夫

技術移転を成功させる上で、設備投資、維持管理コスト等の「コストの問題」が重要である。特に、我が国の技術は、比較的設備投資額が大きく、維持管理コストが高く、技術実証後の普及面（例えば、コスト、メンテナンス問題、現地の経済社会システムへの適応の問題）がネックとなり、現地に普及・定着しないといった課題を抱えている。他地域の技術を単純に移転するのではなく、初期投資額が少ないこと、維持管理の負担が小さいこと（費用面、人材面）といった現地のニーズにあった対策技術の改良（ローカライズ化）が不可欠である。例えば、ガス化での取り組みでは、ガス化装置の焼却灰による目詰まりをトウモロコシの芯を敷き詰めることで防止するなどの工夫がなされていた。また、堆肥化施設では、雨がほとんど降らないことから堆肥を屋外で行うことで堆肥舎の建設コストの削減が図られていた（通常、日本では堆肥舎と呼ばれる建屋を建設し、堆肥化を行っている）。この他、軍の組織という人的な資源を稲藁の収集利用する工夫も効果的なアイデアである。このように地域の資源の有効利用、地域性を加味した簡易な施設、地域の人材活用などによる工夫を行うことで、設備コストや運営コストの軽減につながることを期待できる。

○環境改善と社会問題の同時解決を図るコベネフィット・アプローチ

大気・水・廃棄物などの環境問題の分野では、公害防止を行いつつ CO₂ の削減を図るコベネフィット・アプローチへの注目が高まりつつある。コベネフィット・アプローチは、環境投資に対する効果を増すことができるアプローチとして評価されている。コベネフィットの考え方を公害防止と CO₂ の関係だけに限定するのではなく、広い意味で環境対策と社会問題の改善といったコベネフィットも考えられる。稲藁の利用促進は、黒煙という環境問題の解決が第一の目標であるが、様々な社会問題を抱えている発展途上国では、環境問題の改善に対する優先順位付けが低い。したがって、単純な環境対策よりも、社会問題も同時に解決できるような環境改善プロジェクトの形をとることで、環境改善プロジェクトの実施チャンスも拡大すると思われる。例えば、稲藁利用についても、稲藁堆肥による砂漠での農地開発（有機農産物の栽培等）、きのこ栽培（稲藁を培地として利用）による女性に対する新たな雇用機会創出など、稲藁の利用促進は地域の環境・社会問題の同時解決に資する可能性がある。稲藁対策と環境・社会問題の解決を目指す支援策をパッケージとして適用することで、「エ」国に対する支援効果を高めることが可能になる。



稲藁の利用を通じた環境・社会問題の改善

図 4-4 環境改善と社会問題の同時解決の展開図

4.2. 具体的なプロジェクト案

具体策1：国家戦略の策定への支援

「エ」国での稲藁処理の取組は、各取り組みでの相互連携が希薄であり、全体を包含する戦略や目標が欠如しているという課題に対応する方策として、稲藁処理を核にしつつ、農業廃棄物全体を含めた利活用の国家戦略の策定が有効である。この点に関しては、現地調査において開催したワークショップにおいて、日本側が紹介したバイオマス日本総合戦略の取り組みに関し強い関心が示され、「エ」国においても、稲藁処理（農業廃棄物に広げた）国家戦略の策定の必要性が参加者より表明され、参加者の共通認識として共有されたところであり、この分野での協力が効果的である。

【想定される国家戦略の骨子】

- ・ 利活用の意義、理念の明確化
(環境対策、農業農村開発、新規産業育成の視点等)
- ・ ロードマップの策定
(短期、中期別に具体的な取組内容を規定)
- ・ 実現に向けた体制構築
(政策、民間、地域等など関係者の役割の明確化)
- ・ 留意事項

【我が国の具体的な協力案】

〔短期的協力案〕

- ・ セミナー等を通じた日本でのバイオマス政策に関するノウハウ・経験の移転
- ・ 現地専門家を対象とした日本での研修（例：バイオマスタウンを実践している自治体関係者との交流）

日本での研修プログラム案（イメージ）

①地域での稲藁処理の対策、利活用状況

例) 秋田県での稲藁の野焼き防止の取り組み状況

○訪問先候補：秋田県庁、関係市町村、農協等

②稲藁利活用の研究開発

- ・ 「稲わらを原料とするバイオエタノールの実証事業」

ア. 秋田県での取り組み

2008年から2012年、大潟村と潟上市で稲藁の収集運搬実証、稲藁を原料とするバイオエタノールの製造実証および走行実証を通して、食料と競合しないソフトセルロースからバイオエタノールを製造する技術の確立を目指した取り組みを行っている。

○訪問先候補：県農林水産技術センター、大潟村、潟上市、実証施設等

イ. 兵庫県での取り組み

県内の事業者・大学・行政等の産学官連携のもと、以下の2つの技術実証を実施している。

- ・収集運搬技術実証：原料（稲藁等）の安価で効率的な収集運搬に係る技術実証：県立農林水産技術総合センター、（財）ひょうご環境創造協会、三菱農機㈱、琴池営農組合（稲美町）
- ・バイオ燃料製造実証：酵素等を用いた効率的なバイオエタノール製造に係る技術実証：三菱重工業（株）、白鶴酒造（株）、関西化学機械製作（株）、神戸大学

○訪問先候補：県立農林水産技術総合センター、神戸大学、実証施設

③バイオマスタウン事例研究

ア. 京都市での生ごみリサイクルの取り組み¹²

「ごみ処理基本構想」において、今後のごみ処理システムの方向性として、ごみから資源・エネルギーを最大限回収するシステムづくりを掲げ、生ごみのバイオガス化を検討すべき新技術として位置付けている。民間のプラントメーカー6社と大阪ガスで構成される「バイオガス研究会」との連携の下、国の支援や関係者の協力により「バイオガス化技術実証研究プラント」を完成させて、バイオガス化技術実証事業を開始している（バイオガス化技術により、厨芥類から発生したバイオガスをガスエンジン発電、更に、発酵残さは、塩分や臭気が少なく良質なコンポストとして利用）。

イ. 京都府南丹市のバイオガス施設

2006年度にバイオマスタウン構想を公表。畜産業で発生する家畜ふん尿等からメタンガスを発酵させ、熱や電気として利用する他、たい肥・液肥（液体肥料）を生産して田畑で活用している。特に、バイオガス施設で発生する消化液の有効利用はバイオガス化での大きな課題となっているが、液肥として農地に利用する試験研究に取り組んでおり、液肥利用の先進地区。

〔中長期的協力案〕

- ・稲藁を中核とした農業廃棄物の利用活用のための基本計画（マスタープラン）の策定支援
専門家の派遣等を通じ、国レベルでの稲藁、農業廃棄物の利活用を進めるためのマスタープラン（基本計画）の策定を支援する。
- ・基本計画（マスタープラン）を具体化する地域レベルでの利活用のための構想や計画の策定支援
専門家の派遣、専門家の育成等を通じ、デルタ地域での稲藁、農業廃棄物の利活用の方策、関係者の役割などを構想・基本計画の形に具体化する。

¹² 京都市資料 <http://www.city.kyoto.lg.jp/kankyo/page/0000000033.html>

例えば、2002年12月に策定された「バイオマス・ニッポン総合戦略」においても、システム全体の設計に当たっては、窒素などの重要な物質収支等を考慮することが重要であり、これを評価するため、バイオマス利活用システムのすべての工程を一貫して定量的に環境への影響を評価するライフサイクルアセスメント（LCA）手法を確立することが必要であるとされており、政策実施に当たって留意すべき事項などの日本の経験は、「エ」国にとって貴重なレッスンとなることが期待できる。

具体策2：稲藁を利用した産業育成、地域振興への支援

稲藁の利用に関しては、日本での実証的な取り組み、技術、経験・ノウハウへの期待が高く、技術移転、パイロットプロジェクトの実施支援、事業モデルの確立支援面での日本の協力が期待される。

【我が国の具体的な協力案】

〔短期的協力案〕

- ・日本の技術の紹介・移転（日本の専門家を招いてのワークショップの開催、現地専門家の日本での研修等）

〔中長期的協力案〕

- ・研究協力（バイオ燃料化、化学品製造分野での共同研究の推進）
- ・実証事業、モデル事業の推進（エ国版「バイオマスタウン」のモデル実施）
- ・CDM等の新たな環境金融手法の活用、ツーステップローンを通じた金融支援措置、投資環境の整備（特に、日本企業の向け投資環境）など、産業育成面での協力

例えば、「エ」国の関心が高く、我が国として独自の技術を有するバイオエタノール化について考えた場合、我が国での取り組みの経験・ノウハウは「エ」国での推進において重要な知見となることが期待できる。

- ・稲藁からのバイオ燃料の生産・利用は、地球温暖化防止、循環型社会の形成といった環境的側面での期待が高い。特に、カーボンニュートラルという特性を持つバイオマスの利用は、地域での地球温暖化の防止の観点からその推進が期待されている。農村には、稲藁以外にも、様々なバイオマスが存在しており、将来的には、これらの農業廃棄物を複合的に利用することも有望である。
- ・バイオ燃料化は、農業から発生するバイオマスの有効活用を通じた農業の自然循環機能の維持増進に加え、農業・農村にエネルギーや工業製品を供給する役割も考えられる。この意味で、農村地域でのバイオマス原料をベースとした地産地消型のバイオエタノール生産・利用システムは、地域に経済的、環境的、社会的な多様な効果をもたらすものとして期待され、このような統合的なアプローチが重要となる。
- ・地域でのバイオマス利活用を推進する上で、「バイオマス・ニッポン総合戦略」（2006年3月31日閣議決定）において、以下の点が課題として指摘されており、我が国での取組は「エ」国にとって重要なレッスンとなる。

- 1) バイオマスを持続的に利活用していくためには、その生産、収集、変換、利用の各段階が有機的につながり、全体として経済性がある循環システムを構築することが重要であること。
- 2) 各段階に係る個別要素技術開発の一層の推進とあわせて、地域雇用の創出や全体システムとしての経済性を考慮するとともに、地域の条件にあった持続可能なモデルを提示できるようなシステム全体の設計・評価手法の開発を強力に推進すべきであること。

CDMは、途上国での事業の収益性を高めるツールとして有望な手法であり、バイオ燃料分野等での適用が期待できる（バイオエタノールを製造し販売することによって、化石燃料であるガソリンの代替燃料とすることで、CO₂排出量の削減が可能となる）。ただし、このような輸送燃料代替プロジェクトをCDM化する場合には、製造者と消費者が共にCDMプロジェクトとして登録し、クレジットを獲得する可能性があり、ダブルカウンティング問題があるなど、その適用に当たっては、課題も少なくないことに留意する必要がある。

〔産業育成の展開方向〕

- ・ 堆肥による砂漠の農地化（付加価値の高い有機農産物の栽培）、酵素や微生物等を利用した稲藁の栄養価の高い飼料生産など、「エ」国の地域特性に対応した持続可能な農業の実現への展開（実証的な取り組みが可能）。
- ・ 両国の技術協力、研究協力を通じ、ナイルデルタの豊富な農業廃棄物をベースとしバイオリファイナリーを戦略的な次世代型産業として育成することも有望である（例：日本と「エ」国での研究協力、科学技術協力の枠組みでの技術開発の推進）。

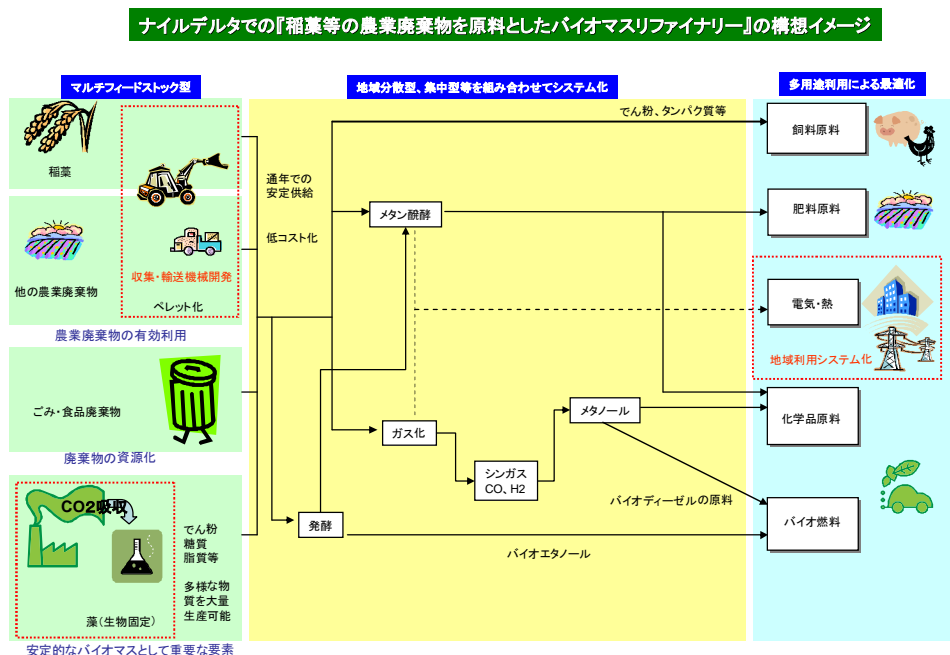


図 4-5 ナイルデルタでのバイオリファイナリー産業の展開イメージ

具体策3：環境・社会問題の同時解決を図るプロジェクトの推進

稲藁利用を通じた環境・社会問題の解決の可能性について、個別の利用方法ごとに整理した上で、「エ」国への支援を行う。その際、「エ」国が抱える環境・社会問題についての理解が前提となるだけでなく、環境・農業以外の省庁との調整も必要となることが予想されるため、「エ」国関係者と十分に調整を行った上で支援を行うことが必要となる。

【我が国の具体的な協力案】

具体的な推進方法としては以下が考えられる。

〔短期的協力案〕

- ・ 草の根技術協力事業による女性の自立支援
- ・ 貧困農民支援事業への稲藁利用の組み込み（稲藁収集用農業機械への支援）

〔中長期的協力案〕

- ・ 環境プログラム無償資金協力による稲藁利用による砂漠開発事業（モデル事業、実証事業）

各推進方法の具体的なアイデアを以下に示す。

・ 草の根技術協力事業による女性の自立支援

稲藁の利用による環境負荷低減と同時に、女性の自立支援を図る。「社会的弱者支援」の分野に関して草の根協力支援型、草の根パートナー型で協力を得られそうな団体を募集する。その具体的なプログラムの中で、女性団体や農家等の女性による稲藁を菌床とするマッシュルーム栽培を取り入れ、高付加価値商品を販売することによって収入源を得られるようにして、女性の自立支援を図る。

・ 貧困農民支援事業への稲藁利用の組み込み（稲藁収集用農業機械への支援）

稲藁の利用による環境負荷低減と同時に、貧困農民層の収入向上を推進する。2009年3月23日に、カイロにおいて、日本の駐エジプト国大使と先方アブルナガ国際協力大臣（Her Excellency Mrs. Fayza Abounaga, Minister of International Cooperation）との間で4億7,000万円の無償資金協力（貧困農民支援）に関する交換公文の署名式が行われ、貧困農民に農業機械を貸出す農業機械化ステーションに配備する農業機械（コンバイン、トラクター等）を調達するための資金を供与することが決定した。

・ 環境プログラム無償資金協力による稲藁利用による砂漠開発事業

稲藁の利用による環境負荷低減と同時に、砂漠化防止を図るプロジェクトを推進する。稲藁利用による砂漠開発事業のやり方としては、2つの方法が考えられる。一つは、稲藁により堆肥を作り、それを砂漠地帯で利用し土壌改良する方法である。もう一つは、草方格（そうほうかく）と呼ばれる砂防技術を活用する方法であり、稲藁等

の枯れ草を地中に碁盤の目状（1m 四方程度の格子状）に差し込み、地表面の風速を低減して、砂の移動を止める方法である。まずは前者の稲藁により堆肥を作り、それを砂漠地帯で利用し土壌改良する方法について、プログラム策定支援事業によって、「エ」国における稲藁利用による砂漠化防止計画を策定する。

その上で、砂漠化防止事業に参加してもらえる NGO 等を募集して、施設や機材等のハード支援、専門家派遣、研修、ワークショップ等のソフト支援を組み合わせた「総合支援型」を実施する。

4.3. 課 題

稲藁の処理・再利用分野での協力を推進する上で、以下の点が課題として挙げられる。

課題 1：推進主体の問題（EEAA と農業関係部局の役割）

稲藁の焼却に起因する黒煙に関しては、EEAA が所管官庁と考えられるが、地域レベルでの対策の推進を考えた場合には、地域関係者との連携が不可欠であり、地域との関係での取り組み経験が豊富な農業土地開拓省（Ministry of Agriculture and Land Reclamation：MALR）、ARC 等の農業関係部局の役割が大きいものと考えられる。

- 例）・堆肥化施設、飼料化施設、マッシュルーム栽培などの現場においては、ARC の専門家が技術面でのサポートを行うケースが多く見られ、地域での対策の実施に大きく貢献している。
- ・地域での対策の推進には自治体の積極的な関与が重要となるが、地域の自治体関係者と日常的に接触の多いのは地域に根ざした出先機関が多い MALR や ARC であるケースが多い。

また、稲藁の処理を効率的に行う上で地域の様々な農業廃棄物との複合的な再利用が重要な視点となる。

- 例）・堆肥化には良質な家畜糞尿の確保が必要となること。
- ・稲藁は 9 月の一時期に発生するため、年間を通じて事業を行うためには、稲藁以外の原料の確保が重要となる（ガス化、炭化、バイオ燃料化等）。

このような視点に立てば、EEAA、MALR 及び ARC の連携の下に推進する体制の構築が重要である。

課題 2：具体的な取組主体の育成の問題

○民間企業の参画の重要性

稲藁再利用に関しては、EEAA、地方自治体、軍関係機関、民間処理事業者等の連携による堆肥化、飼料化等取り組みにより、カイロ近傍の地域であるシャルキーヤ県では再利用が進んでおり、カイロでの黒煙問題の解消に向け、一定の成果を上げつつある。EEAA からの予算に依存した稲藁対策では限界があり、ナイルデルタ地域での対策を広げていくためには、経済的に持続可能な取り組みへの移行を目指すことが重要となる。このためには、民間の事業の推進による経済的に回る仕組みづくりが課題である。

今回の現地調査で訪問した民間事業者による飼料化施設（ECARU 社）では、大型機械の導入による処理効率の向上、酵素処理による稲藁飼料の高付加価値化（酵素処理により家畜の栄養化を高めている）など収益性を高めるための企業努力が行われており、着実に民間セクターが育ちつつあり、このような取り組みの芽を伸ばし、育成していくことが重要と考える。

一方で、民間企業関係者からは、政府の補助金への継続性への不安、国の中長期的な方針や戦略が見えないなどの不安が指摘されている。今後、より多くの企業がこの分野に参画し、稲藁・農業廃棄物の利用を行う新産業として発展するためには、官民の連携の強化が重要である。

本報告書で提案している稲藁処理を核にした農業廃棄物全体を含めた利活用の国家戦略の策定は、官民の連携を深め、新たな産業を育成する上で重要なプラットフォームとなるものと考えられる。このため、国家戦略の立案の段階から、民間セクターの意見・意向を十分に反映させることが必要と考える。

○専門家の育成の重要性

稲藁等の農業廃棄物の処理・再利用分野に関しては、新しい分野であること、また、学際的な分野であることから、幅広い分野の専門家の育成が重要である。

特に、「エ」国関係者より強い関心と日本の技術への期待が示された稲藁からのバイオ燃料や化学品の製造分野は、収集、輸送、前処理技術（物理的、熱化学的）、発酵、酵素、化学品製造、廃棄物処理、副産物（飼料、肥料等）の利用、発電・熱利用など、様々な専門領域に及ぶ学際的なアプローチが求められる。このような専門家を育成していくことは、稲藁の処理対策のみならず、「エ」国の科学技術、産業技術の全体的なレベルアップにも大きく貢献することが期待でき、かつ、我が国の技術・ノウハウの移転が期待される分野であり、専門家の派遣、日本での研修、中核的な研究組織の整備、基礎から実証などの多様な研究協力などを通じた広範かつ戦略的な協力が課題となる。

また、地域レベルでの取り組みを進める上で、地域の取り組みをコーディネートする専門家の育成が不可欠である。特に、稲藁、農業廃棄物は地域に根ざした資源であり、地域の農業実情、ニーズなどに応じ、求める利活用の方向も異なる。地域の実情を把握し、専門的な視点で助言を行うなど、地域の活動主体をまとめる人材の育成が課題である。

課題3：他の政策との連携の問題

稲藁等の処理・再利用をトータルでシステム化するためには、関連する環境政策、農業・農村政策、再生エネルギー政策、新産業の育成政策、地域の開発政策など、他の政策との連携を十分に図る必要がある。

特に、バイオ燃料化、エネルギー化を進めるには、ガソリンなどの石油製品、電力など、関連するエネルギー政策との密接な連携が不可欠である。この意味で、国家戦略の策定に当たって、他の関連政策との連携や役割分担を明確化することが重要となる。例えば、エネルギー価格に関しては、需要家向けエネルギー料金への補助制度の存在により、低い価格に維持されており、稲藁発電や稲藁のガス化は経済的に成り立たないのが実情である。エネルギー関係部局のバイオマスのエネルギー化に対する認識や中長期的な視点からの将来展望の共有など、バイオマス利用分野での政策連携の可能性の検討（課題・障害の有無を含む）を行うことが課題である。

参 考 资 料

(1) 現地調査の概要

①現地調査の日程

	月	日	訪問先
1	7/8	水	移動日 (成田→カイロ)
2	7/9	木	JICA エジプト事務所 Dr. Amr Farouk Abdelkhalik Agricultural Research Center ARC Technology Management And Commercialization Office
3	7/10	金	書類整理
4	7/11	土	Nile Delta 現地調査 地方自治体関係者 ガス化施設 (シャルキーヤ県) 堆肥化施設 (シャルキーヤ県)
5	7/12	日	日本大使館 UNIDO
6	7/13	月	FAO EEAA Egyptian Agribusiness Association JICA エジプト事務所
7	7/14	火	Nile Delta 現地調査 ECARU 社飼料工場 ARC/TCRAR 堆肥化及びバイオガस्पラント (研修用施設) Rice Research & Training Center
8	7/15	水	Nile Delta 現地調査 地方自治政府 (ベヘイラ) 家畜農家 (ベヘイラ)
9	7/16	木	Nile Delta field study 製紙工場 (RAKTA) Rice Technology Training Center (籾殻処理施設)
10	7/17	金	書類整理
11	7/18	土	アレキサンドリア→カイロ (砂漠道路にて) 炭化施設 マッシュルーム生産施設
12	7/19	日	ワークショップ JICA エジプト事務所
13	7/20	月	SEKEM 社 The State Ministry of Higher Education and Scientific Research ARC Technology Management And Commercialization Office JICA エジプト事務所
14	7/21	火	Field Crops Research Institute Agricultural Research Center カイロ発
15	7/22	水	成田着

②政府関係者等との協議、意見交換の概要

1) Egyptian Environmental Affairs Agency (EEAA)

日 時：2009年7月13日、11:00～12:00

場 所：EEAA 会議室

面会者：Mr. Osama M. Abel salam (Under Secretary)

Dr. Mohamed Said Khalil (Consultant for the Minister of Environmental Affairs)

Mr. Tamer M. Abou Gharara (Director of Bilateral and regional Cooperation)

Dr. Hisham El Agamawy (Coordinator of Energy Unit) その他数名

当 方：JICA 田中駐在員、JICA 北村専門家、小島、奥村、三浦、Mr. Sherif(通訳)

日本側より”Waste Management in Japan”および協力の方向性（初期検討）について説明。次に、EEAAのMohamed氏がEEAAの稲藁対策プロジェクトについて説明。その後、質疑応答を実施。Osama次官は会合開始から終了まで参加。

○ Osama次官発言要旨

- 稲藁発生とその処理に関する統計を JICA に提供している。その数値を基礎資料として調査に役立ててほしい。
- 日本側のプレゼンには、稲藁以外の廃棄物を活用するプロジェクトも含まれていたが、あくまで稲藁利用を目的とするプロジェクトの検討を期待している。
- ワークショップ開催について了解。詳細は Mr. Tamer に連絡してほしい。

○ 稲藁対策における EEAA と MALR の役割分担

- 整理すると、環境対策（e.g., 黒煙問題対策）の位置づけにあるプロジェクトは EEAA が主体となると理解してほしい。プレゼンで紹介した稲藁利用プロジェクトは全て EEAA が実施している。「エ」国国内の稲藁コンポスト事業所の一部は MALR 管轄であることもある。
- EEAA は環境対策としての稲藁利用における One Umbrella であり、国レベルの政策立案を担う。しかしその実施に対しては、各省庁と協力しながら実施することになる。実際の野焼き行為の規制は内務省が行う。その他、MOI や MALR も各々の所轄範囲に当てはまる業務を担当する。
- EEAA は 8 つの地方オフィスを有しており、ステークホルダー間の調整に利用されている¹³。

○ プロジェクトの方向性について

¹³ 現地関係者によると、EEAA は比較的新しい省庁であり、地方事務所は地方に 8 箇所「しか」なく、地方政府や農民との繋がり薄いとのこと。一方、MALR は各市レベルにまで多くの出先事務所と職員を有しており、歴史的に農民との関係も深い、従って、MALR の協力を得なければ、プロジェクト遂行は成り立たないのでは、とのこと。

- 今回の支援の規模（金額）はどの程度か。→（JICA より）今回はあくまで Fact Finding が主目的であり、この調査結果を受けて、次のステップに進むべきか検討すること、また従って具体的な金額イメージはない旨、説明。
- どの技術分野で支援してもらえるのか。→（調査団より）どの技術分野がプロジェクトとして適切かを検討するために本調査を実施している旨、説明。

○ その他

- 「エ」国では、エネルギー価格が政策的に低く抑えられていることが、バイオマスのエネルギー利用の障害となる可能性がある。
- 家畜糞尿のバイオガス化に関心がある。「エ」国の畜産業は規模が大きくないため、単一種類の家畜糞尿では十分な量が集まらない。複数の種類の家畜糞尿に対応できる必要がある。
- 日本の技術は、「エ」国の稲や稲藁の特性にも適応するのかが重要。
- 稲藁を回収することが有益であることを、農家に理解してもらうことも重要。

2) 作物研究所（Field Crops Research Institute : FCRI）

日 時：2009年7月21日、9:45～10:30

場 所：Field Crops Research Institute, Agricultural Research Center

面会者：Dr. Mohamed Abu-Zeid El Naharawy, Director of Field Crops Research Institute

Dr. Sami R.S Sabrey, Deputy Director, Field Crops Research Institute

当 方：小島、三浦、奥村

○ FCRI の概要について

- FCRI は、ARC に属する 16 研究機関、8 中央の研究機関（Central Lab.）の一つである。大麦や小麦、ソルガム、米など、様々な農作物を扱っている。

○ 稲藁の処理について

- 稲作の後にはベルシウムなどのレギオンクラップ（後で確認）を栽培し、N を定着させた後で、冬に麦藁等の栽培を行っている。
- 稲藁対策の中心はコンポストと飼料化であると考えている。特に、飼料化の問題は、食料自給の問題解消になるとも考えている。
- シナイ半島における農業の拡大の問題は、安全保障の問題とも関わっている。現状、シナイ半島の住民は「エ」国の全人口の 3%にとどまる。シナイ半島の人口を増やすことは防衛上も重要なことである。

3) 農業研究センター (Agricultural Research Center : ARC)

日時 : 2009年7月9日、13:30~15:00

場所 : Agricultural Research Center (ARC)

出席者 : 会議参加者名簿参照

○ 調査団側プレゼン

○ ARC 側プレゼン

- コンポストの生産に取り組んでいる。小規模農家へのトレーニングやフィージビリティスタディに取り組んでいる。
- 「エ」国によるバイオガスの生産の歴史は古いが、電力価格が安価であるため広がらず、また、コンポストの利用と競合するために広がらなかった。
- 「エ」国におけるセルロースからのエタノール生産は、研究レベルではすでに成功している。大規模レベルでは成功していない。
- AENRI (Agricultural Engineering Research Institute) では農作業の機械化を研究している。
- CAAES では環境省と連携してコンポスト化の研究をしている。毎年全国で普及啓発キャンペーンを行っている。15 自治体から副知事クラスにも参加してもらっている。

○ 意見交換

- (ARC) 稲藁を短くカットするのが大変である。色々なシュレッダーマシンを導入して研究している。農家は、輪作を行っており、次の生産のために、稲藁を短期的に処理したいと考えており、稲藁の利用が進まない一因となっている。過去に JICA の支援を受けて稲藁の利用に取り組んでいる。農家に対して何らかのベネフィットを与えないと、稲藁利用は進まないのではないかと。
- (ARC) 飼料化は技術があれば進むと考えている。日本で「エ」国側の知らない技術があれば、紹介して頂きたい。Fiber による利用とあるが、どのような利用方法を想定しているのか。→ (調査団) 日本で特別な酵素を利用する技術がある。Fiber の利用は日本では主要な手法ではなく、技術の紹介はできない。「エ」国によるバイオガスの生産の歴史は古いが、電力価格が安価であるため広がらず、また、コンポストの利用と競合するために広がらなかった。
- (ARC) 稲藁処理の機械化、炭化 (建設用ブロック等) を進めたい。農家と政府が対立してしまうのが課題。稲藁は現在 1t、150 ポンドを農家に払って、農家から回収している。3t の稲藁を提供したら 1t のコンポストを提供する形も実施している。稲藁収集のための十分な機械がないことが問題。農機を日本から入れたい。小さな水田が点在しているので、収集用の大型機械を導入するのが難しい。
- (調査団) 日本では 75%が鋤き込みで利用しているが、冬の間は鋤き込んでいる。
- (ARC) 「エ」国では二毛作、三毛作が行われている。極めて短期間に次の農

作物の生産の準備をせねばならない。

- 農家における稲藁回収機械がないことが問題である。機械があれば、もっと利用が進むと考えている。
- (調査団) 日本では有機農作物の価格は高いが、「エ」国でも有機農作物は高値で販売されているのか。→ (ARC) スーパーマーケットなどに行くとわかるが、有機農作物は高い値段で売られている。「エ」国は有機農業への移行期であり、農民に対して有機農業の指導を行っている。
- (調査団) エクステンションセンターの運営主体はどこか。→ (ARC) エクステンションセンターは政府によって運営されている。プライベートセクターや NGO の協力がある。
- (ARC) 廃棄物処理の分野で特に協力が進んでいる。
- (ARC) 日本における稲藁切断の技術はどのようなものなのか。→ (調査団) 日本の場合はトラクターにつけた回収機械で回収されて、プレスされた後に回収される。
- (ARC) 「エ」国では稲藁の輸送の問題がある。もし、小さくカットできれば、輸送・保管が容易になる。
- (JICA) 「エ」国政府は米の生産制限を行っている。その活動と何らかの連携は行っているのか。→ (ARC) 水資源開拓省と適切な連携を行っている。

表 会議参加者名簿

氏名	組織
Prof. Dr. Mohamed M. Elgarhy	Vice President ARC
Dr. Amr Farouk	Ministry of Scientific Research
Prof. Dr. Emad Abd Elkader	Director of C.L.O.A ARC
Dr. Yousef A. Hamid	ARC
Prof. Dr. Magdy A. Baiomy	ARC (AENRI)
Prof. Dr. Hassan El Banna	ARC (AENRI)
Eng. Hassan M. Saleh	Central Admin. For Agric. Ext.
Afaf Attia	Journalist
Sami Hossni	
Osamu Tanaka	JICA Egypt
Koji Kitamura	JICA Egypt, Ministry of Water Resource and Irrigation
Hamdi Mahmoud	Director of Animal Extention
Koji Kojima	Mitsubishi Research Institute, Inc
Shigefumi Okumura	Mitsubishi Research Institute, Inc
Daisuke Miura	Mitsubishi Research Institute, Inc

日時：2009年7月21日、11:00～11:30

場所：Agricultural Research Center

面会者：Prof. Dr. Mahmoud Medany, Director, Central Lab. For Agricultural Climate

当方：小島、三浦、奥村

○ 調査団による調査結果についてワークショップの資料を渡し、結論部分を説明。

日時：2009年7月21日、11:30～12:30

場所：Agricultural Research Center

面会者：Prof. Dr. Abd El-Azim El-Tantawi Badawi, Former President of the
Agricultural Research Center, Vice-President of the International rice
Commission
Prof. Dr. Ibrahim Rizk Aidy, Former Head of Central Administration of
Agricultural Extension Services

当方：小島、三浦、奥村

○ 稲藁の問題について

- 2000年～2001年に黒煙の問題が発生した。Prof. Dr. Abd El-Azimを中心に、稲藁の利用促進に関するナショナルキャンペーンを開始した。
- 150人のトレーナーに対するトレーニングコースを開き、稲藁の堆肥化と飼料化のトレーニングコースを実施した。トレーナーが Extention Center のオフィサーを指導し、オフィサーが農民を指導する形で、稲藁利用の普及啓発を図った。
- 中国のガス化技術も導入したが、50,000t/y 程度の利用にとどまり、稲藁の問題解決には至らなかった。
- クローバーは75%程度の含水率であり、そのまま家畜に与えることはできないため、水分調整のための稲藁の需要がある。
- 1.5百万エーカーの農地から、3～4百万tの稲藁が発生するが、現在では2百万tの稲藁がすでに利用されている。残りの1.5百万tの未利用分が課題である。
- 日本の大学教授が日本ではガス化やエタノール化の取組を進めていると話していたので、彼を「エ」国に招聘しようとしたが、結局実現しなかった。

○ 稲藁の利用に関するFAOの研究について

- 稲藁利用の研究について、FAOとJICAにプロポーサルを提出したが、FAOから予算を獲得することができ、研究を進めることができた。
- 7人の研究者による研究チームを作って、研究を実施した。
- トレーニングの方向性、および、Agricultural Conservationに焦点を当てて研究している。
- Industrial Utilizationが重要である。より有効な方法を考えている。
- シリカの有効利用が重要なテーマである。
→ (調査団) バンコクでシリカに関する国際会議が開催される予定。情報を提供する。

○ その他

- 小さい農家は、牛1頭やバッファロー1頭など非常に少ない数の家畜を保有して、糞尿を肥料として利用している。
- 11月に東京で水利用に関するワークショップが開催される予定であり、出席予定。その際、東京でも再度、意見交換したい。

4) 高等教育省 (The State Ministry of Higher Education and Scientific Research)

日時：2009年7月9日、11:30～12:30

場所：高等教育省 Dr. Amr 執務室

面会者：Dr. Amr F. Abdelkhalik¹⁴

当方：小島、奥村、三浦

○ 稲作と稲藁処理の現状

- 「エ」国は、世界でも最高水準の稲作生産性(4.5t/acre)を実現している。稲作による水消費の増大が問題となっており、政府は稲作制限を試みている。公式には稲作地域は1.1百万acreになっているが、実際は2百万acreと言われている。稲作は農家にとって比較的簡便に収益を得る手段であり、政府の指導になかなか従わない。
- 稲作廃棄物処理は政策的には全く対処されていない。適切に処理するよう農家を指導する仕組みがない。稲藁再利用は個々のプロジェクトベースでは行われているが、バラバラで統一性がない。

○ 稲藁利用への支援ニーズ

- これまでの稲藁利用の取組は、ほぼ民間ベースでバラバラに行われていただけであり、「エ」国政府が政策として認識していたわけではなかった。今般 JICA に対して支援要請があったのは、政府として問題を認識したことの表れである。
- これまで動きが個別ベースであったため、稲藁利用に関する機関や研究者のネットワークが整備されていない。本件を機会にそれが形成されていくことも望んでいる。
- 一案として、農業廃棄物処理を推進する中核的な組織（関係機関を取りまとめるアンブレラ的な組織）の設立が必要である¹⁵。そこでは、農業廃棄物処理全般を研究する他、稲藁については特に重視して取り上げ、再利用を試みるというもの。
- ARC は農業廃棄物処理に関して Strategy を持っている（ただしビジョンを示

¹⁴ 本件の現地調査につき、面会アレンジメント等積極的にご支援頂いている。日本大学に留学した事があるとのこと。

¹⁵ 2009年6月15日のJICA面談で提起された”National Agricultural Waste Research Center”と同一の趣旨。

している程度)。農業廃棄物処理は、技術だけではなく、経済・社会・環境配慮など幅広い視点を考慮する必要がある。

(調査団が示した支援検討の Preliminary Assessment へのコメント)

- バイオ燃料は、非常に高価であり、かつ稲の生産量が安定しない点を懸念(天候に左右される、農家と政府のいがみあい、等の理由による)。むしろ化学製品利用の方がより有望ではないか。
- 飼料化(animal feeding)も方向性としては有望。現在「エ」国には 8 百万 acre の土地を、小麦とベルシームが半分ずつ分け合っている。「エ」国の小麦自給率は 50%であり、大量に輸入している現状がある。一方、ベルシームは飼料として用いられている訳だが、飼料を稲藁から効率的に、栄養価も十分なものを生産できるなら、そして稲藁由来飼料の有効性を農家に理解させることが出来たなら、牧草の作付けを減らしてその分小麦に転用することができる。
- ガス化も有望。シンプルであり、ステークホルダーの数も少なく出来るし、遠隔地で小規模なものから始められる¹⁶。
- いずれのオプションを取るにしろ、土壌肥沃度の維持は重要な視点。

○ その他

- Assistant Minister (Professor Maged M. Al-Sherbiny)はドイツ出張中につき、再来週に面会可能か再調整したい。
- 7月15日に、飼料化工場の見学を加えるよう調整中。
- JICA チームに提案しているワークショップは、20人程度で集中議論を行う方式で了解。関係先に連絡して最終調整するが、19日開催で仮置き。調査団からも、各訪問先に呼びかけてほしい。

日時：2009年7月20日、13:00～13:30

場所：Minister Assistant Office

訪問者：Professor Maged M. Al-Sherbiny, Assistant Minister for Scientific Research

Mr. Masaru Tsukamoto, Adviser to the Minister for Scientific Research

Dr. Amr F. Abdelkhalik

当方：小島、奥村、三浦

(本訪問は、Al-Sherbiny 研究開発担当副大臣への表敬訪問として実施したものと。)

○ 農業廃棄物利用の問題の所在

- 稲藁を含めた農業廃棄物利用にあたっては、収集と運搬が最大の課題(ボトルネック)と認識している。特に、小規模農家からの収集・運搬システムをいかに構築していくかが重要。

¹⁶ JICA チームはガス化を発電用として説明したが、Dr. Amr は小型の装置でガス化し、遠隔地の家庭用途(調理など)に利用すると理解した模様。

- 農業廃棄物に関する政府としての責任の所在が明確になっていない。収集と運搬を「誰が」「どの資金でもって」実施するかをはっきりさせる取組が必要だろう。
- 利用技術は存在する。「エ」国に存在しないのは上記の収集・運搬システム、及び規模拡大への取組だろう。
- 稲藁だけでなく、広く農業廃棄物全体を扱う方が良い。その方がプロジェクトの実施も容易になり、規模の拡大もやりやすく、農家への動機付けにもつながる。

○ バイオマスタウン、日本との協力

- 日本側のプレゼンにあるバイオマスタウンの構想に非常に関心を持った¹⁷。これは、都市から離れた農村地域の開発・振興に貢献すると思う。例えば、「エ」国政府にとっての重点開発地域であるシナイ半島は、農業ポテンシャルに優れており、このコンセプトを導入しやすい。
- 高等教育研究開発省として、日本の農業廃棄物利用技術の紹介（ショウケース）や、バイオマスタウンを含めたコンセプトの導入普及に貢献していく用意がある。技術紹介にあたっては、経済性の検討結果も示してほしい。バイオマスタウンについては、何かモデルケースで取り組んでみてはどうか。いずれにしろ、日本との協働を強化していきたい。

5) ARC Technology Management and Commercialization Office (TMCO)

日時：2009年7月9日、15:30～17:00

場所：ARC Dr. Eid 氏執務室

面会者：Dr. Eid M. A Mageed (Director, Technology Management and Commercialization Office)

当方：北村専門家、Dr. Am、小島、奥村、三浦

○ バイオ燃料への取組について

- サトウキビを原料とするエタノール生産は既に「エ」国で行われている。政府運営のプラントで年産 65,000t。大半はガソリンへの 5%ブレンド用としてオランダとイタリアに輸出されている。また、残り(10～15%)はアルコール飲料用に消費されている。民間運営のプラントでは年産 17,000t。全量アルコール飲料用途に用いられている。
- 米や稲藁からのエタノール生産は、コスト高であるため行われていない。また、とうもろこしは 70%以上が国内向けに消費される。使える原料が少ない。
- 国内でのエタノール混合ガソリンの使用は不可能。従って、現在の用途は輸出或いはアルコール飲料用である。石油とエタノールは別々のパイプラインで輸

¹⁷ 副大臣は、「アグリタウン」「アグリヴィレッジ」という表現を使用。

送する必要がある。石油とエタノールの混合は使用 24 時間以内でなければならぬ。それを可能にするインフラは「エ」国には無い。

○ 稲藁を用いたバイオ燃料製造可能性について

(a) 総論

- 稲藁は廃棄物ではない。私の主張は、「バイオリファイナリーへの積極活用」である。国産の石油は後 15 年で生産を終了し、その後は輸入に頼るしかないと言われている。我々は液体燃料の安定供給を必要としている。一旦エタノールなどを作れば、様々な用途に用いることができる。
- ただ、稲藁利用には以下のような課題(limiting factor)も存在する。稲藁は 20~27%のシリカを含み、その除去が必要。「エ」国には酵素産業がない。稲作地域はナイルデルタの特定地域に偏在している。輸送コストなどを加味すると、一部の地域にしか立地できないだろう。

(b) 適地

- 稲作地域はナイルデルタの特定地域に偏在している。輸送コストなどを加味すると、一部の地域にしか立地できないだろう。カフル・アル・シェイク県やダカリア県、シャルキーヤ県で行うしかないだろう。これらの 3 県で年間 3~3.5 百万 t の稲藁が発生している（「エ」国全体での発生量は 4 百万 t/年）。政令(decree)により、水資源管理の観点から稲作は制限されており、公式には年産 1.1 百万 t が上限である。ただし実際には 2 百万 t/年生産されている。
- 「エ」国における米生産量の 80%はシャルキーヤ県、ダカリア県、カフル・アル・シェイク県の 3 県を中心としたデルタ沿岸地域に集中しており、そこでの稲藁利用が事業検討上、重要である。
- 「エ」国には米、とうもろこし、サトウキビの 3 種が生産されており、そのバイオマス利用の可能性はあるが、作地がバラバラであり、輸送コストを勘案すると、複数の作物を原料とするプラントを建設するのは難しい（適地が無い可能性が大きい）。ただし、南部地域の一部では、土壌が良好で、水供給も可能なことから、稲作を行える可能性がある。そうすると、サトウキビを併用してプラントを運用できる可能性がある。西部地域でも、砂漠地帯ではあるが、地下水の深度が浅いため、稲作を実施できる可能性がある。

(c) 稲藁の収集・輸送・貯蔵

- 現在の稲藁コストはおおよそ 150LE/t。うち 80LE/t は収集コスト。残り 70LE/t は輸送コスト。収集コストは、民間収集業者に対して EEAA から支払われる。
- 現在の稲藁の収集状況であるが、例えばダカリア県では、肥料向けに収集されているのは 10%未満。
- 稲藁は 9~10 月の 2 ヶ月しか発生しないため、バイオリファイナリーには広大な貯蔵用敷地が必要。欧州（オランダ）の実プラントでは、敷地面積の 95%が貯蔵スペースとなっている。

○ 提 案

- セルロース由来原料からのエタノール製造については、研究室レベルでの実験はあるものの、もっと大きなパイロットレベルへのトライが必要。セミパイロット規模のバイオリファイナリー（製造能力 5t/day）が望ましい。そこで実証および人材育成を行いたい。米国のある企業からも同様の提案を受けているところ。なお、商用は 500t/d レベルのものを期待している。
- バイオ燃料政策については、現在は明示的なものはないものの、経済性を有したプロジェクトが進展する（十分な量を製造できる）という確証があるなら、推進しない理由はない。製品の「エ」国外への輸出は問題なく、欧州は有望な輸出先である。輸送距離が短く済むため、競争力があると思われる。一方国内向けについては、政府や石油会社等との交渉、制度設計が必要となる。
- 「エ」国には原料はあるが技術がない。日本のような国から技術を活用し、併せて政府や石油産業を巻き込んだ形での制度設計が行われることを望んでいる。

日時：2009年7月20日、14:30～15:30

場所：ARC Dr. Eid 氏執務室

面会者：Dr. Eid M. A Mageed (Director, Technology Management and Commercialization Office)

当方：小島、奥村、三浦

○昨日のワークショップを受けて

- 環境法は定期的に改定されており、最新バージョンは Law 9/2009。現在の EEAA には予算上、100 万 t/年の稲藁を処理するだけの予算しかない。
- 「エ」国の民間事業者の気質（独占志向、未来志向というよりは現状対応志向、政府を「資金の出し手」と見なす志向）を十分理解して施策を講じる必要がある。
- 昨日のワークショップで日本側が示した通り、まずは研究開発やシステムプログラミングを十分に行うべきだ。その際には、「エ」国と日本は互いに何を提供できるかを十分に検討すべきだ。
- 日本はバイオマス利用分野での技術の出し手であり、廃棄物の回収や収集事業まで行う必要はない。そこは「エ」国側が解決すべき問題だ。

○廃棄物利用に向けた戦略策定について

- 昨日のワークショップでその必要性が指摘された Strategy について、よりビジネスの側面から検討するならば、Cleaner Production Center をフォーカル・ポイントにして検討してはどうか。日本側が示した”Rice Straw Industry”を作るならば、それは産業コンセプトであるから、中核となるのは Cleaner Production Center が適当である。
- この分野で日本の技術がどの程度優れているかについては、より具体的に示してほしい。そして、特に優れている分野について、「エ」国の研究者やエンジニア

を巻き込んだ技術移転を実施してほしい。

- 各省庁が複雑に関連する廃棄物利用分野での施策を推進するためには、政府上部からのトップダウン指示のようなものが必要。日本側からは、日本では、”Cabinet Decision”として事実上の法律的な位置付けを持たせたことを紹介。

③地方自治政府関係者との協議、意見交換の概要

日時：2009年7月15日、11:00～11:30

場所：ベヘイラ県庁舎（Damanhur）

面会者：Mr. Mohamed Khairy Ebada (Under Secretary for Agriculture)

当方：小島、奥村、三浦

○稲作の状況、稲藁の利用状況

- ベヘイラ県の面積は 2.1 百万 acre。2009 年の稲作面積は 220,000acre であり、昨年より 10,000acre 減。
- 減少の理由は、灌漑用水の不足により稲作を回避した農家がいたこと、政府の稲作削減方針に伴い、超過生産に課金することになっていることが挙げられる。
- 灌漑用水対策については、MALR、水灌漑資源省、ベヘイラ県で協力しながら取り組んでいる。
- ベヘイラ県での稲藁の発生量は年間 500,000t 程度。そのうち 15%程度しか利用されていない（主な用途はコンポストや飼料化など）。
- 稲藁のみならず廃棄物全体の処理が大きな問題となっている。ベヘイラ県における農業廃棄物発生量は年間 300 万 t。一般ゴミの発生量も同等量である。

○稲藁利用の課題と日本への期待

- 廃棄物を再利用しようにも、収集体制が構築できていない、技術や情報、他者との協力が不足しており、うまく出来ない状況。
- かつて英国が、稲藁からシリカ製品を作るプロジェクトを実施していたが、資金不足や、パートナー間のコンフリクトにより停止してしまった。
- 再利用の事業が行われることにより、ゴミ問題が解決し、新たな雇用も創出される。
- 日本は戦争で敗北してから復興してきた実績があり、リスペクトしている。その経験をベヘイラ県にももたらしてほしい。ちなみに、これまで稲作の機械化で大きな貢献をしてくれたことを理解している。
- どのような技術を使うにしろ、その前に、稲藁など廃棄物を、どうやって一箇所に収集するかを考える必要があるだろう。適用技術の検討は、その後でも良いくらいだ。
- 事業実施にあたっては、県として土地の無償提供を行う用意がある。とはいえ、機械や施設がなければ、うまくシステムは組めないだろう。

○ベヘイラ県と MALR、EEAA との関係

- 県と農業省・ARC の関係は深い。
- EEAA は、比較的新しい省であり、外国からの支援金に依存しており、活動範囲はカイロ近郊に限定される。ベヘイラ県にまで資金がやってこない。EEAA の出先事務所はあるが、殆ど機能していない。

④専門家との協議、意見交換の概要

1) UNIDO Cairo Regional Office

日時：2009年7月12日、13:45～14:45

場所：UNIDO Cairo Regional Office

面会者：Dr. Paul Makin, Representative and Head, Regional Office

当方：北村専門家、Dr. Am、小島、奥村、三浦

○ UNIDO および Makin 氏周辺の動向

- UNIDO の役割は、JICA 等のファンディングを受けて、具体プロジェクトのフォーメーションをサポートする。あるいは、具体プロジェクトの案を提案して、ドナーのファンディングを誘発する。いわば鶏と卵のような関係である。
- UNIDO の役割の一つに、投資の際の障壁を取り除くというものもある。投資省の Mr. Gafi (General Authority of Investment and Free Trade) が、本件のような分野の投資手続きに詳しい。また世界銀行が毎年発行している Doing Business でも概要をつかむことができる。
- FAO は 2007 年末に "Rice Straw Management & Conservation of Environment" という研究結果を取り纏めた。「エ」国の稲藁利用に関する広範なスタディであり、本件調査にも活用してほしい。著者の Peter Steel は「エ」国のバイオマス利用に造詣が深いのが、既に定年退職してしまった。
- 個人的にはバイオエタノールよりもバイオブタノールの活用可能性に注目している。既存のパイプラインを利用できる等の利点がある。個人的見解だが、後 5～10 年すれば、実用段階に至ると期待している。
- チェコは 2007 年末か 2008 年に、稲藁 15,000t/yr を原料とするバイオリファイナーリーを立ち上げた（新聞記事を見せて説明）。

○ 稲藁利用に係る各省庁の関心

- EEAA は非常に積極的。現在の大臣は特にその傾向が強く、稲藁対策にイニシアティブを取りたいという意向が強く伺える。
- 工業省の関心は薄いだらう。
- 電力省や再生可能エネルギー庁の関心も得にくいだらう。2020 年までに再生

可能エネルギーの割合を 20%に高めるという目標があるが、優先度が高いのは風力。バイオマスは、特に電力にする場合は、規模 (MW) がたかが知れており、将来の電力供給には殆ど貢献できない。

○ 稲藁利用の留意点

- 農家の行動に直接影響を与えるのは、中央政府ではなく Governorate 以下地方政府である。
- どのようなプラントを建てるにしろ、必ず原料を供給できる保証が必要。
- また、農家が必ず経済的ベネフィットを得る仕組み作りが必要。例えば、有機コンポスト工場を作って、農家から稲藁を有償で引き取り、製品を農家に販売する場合、農家から見ると利益がなくなってしまう。

2) FAO Regional Office

日時：2009年7月13日、8:45～10:00

場所：FAO Regional Office for Near East

面会者：Dr, Mohamed El-Ansary, Assistant FAO Representative, FAO Representation in Egypt

当方：JICA 田中駐在員、北村専門家、Dr. Amr、小島、奥村

○ TCP プロジェクトについて

- FAO では稲藁に関して TCP プロジェクトを実施。USD300,000 で 2 年間のプロジェクトであり、2008年12月に終了した。
- 稲藁の様々な利用手法について調査を行った。
- 調査結果を受けて、Former President of ARC /Vice-Chairman of International Rice Committee の Dr. Tantawi Badawi がコンセプトノートを JICA に提出しているはずである。
- 機会があれば、次の関連調査を実施したい。

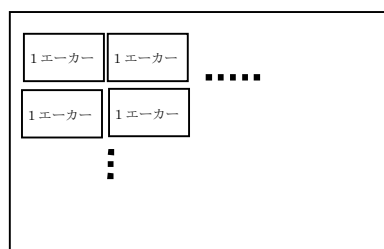
○ 「エ」国農業について

- 「エ」国では 10 日間で次の耕作の準備をしている。また、転作も多い。
- 飼料にはベルシウムを主に用いている。ベルシウムだけだと消化の問題が出てくるので、稲藁等を一緒に食べさせるという必要がある。

○ 稲藁の利用について

- 食料危機の際に、飼料化に焦点を当てるようにアドバイスしてきた専門家が少なかった。
- 利用手法の選択には、価値・ボリュームだけでなく、当該国の経済的状況も要素に入る。

- 稲藁の問題について誰がキープレーヤーか判断するのは難しい。食料問題が注目された際は、農業省が飼料化のイニシアティブを取ったし、黒煙の問題については、環境省がキープレーヤーとなっている。
- 稲藁問題のボトルネックは回収である。稲作の 90%~80%がデルタ地帯に集中しているので回収しやすいはずである。経済的かつ効率的な稲藁回収がカギである。
- 稲藁問題のキープレーヤーは、費用効率的な回収システムを持っている者になるのではないか。すでに情報は揃っているもので、資金を持っているものが投資を行うことが期待される。今のところそういった組織は存在しない。
- (調査団：農家からの稲藁回収が進まないのは何故かという問いに対し) 農家からの稲藁回収が進まないのは小規模農家が多いからではないか。
- 「エ」国の農家は保守的で、新方式と旧来型の方式の違いが実感できて初めて新しい取組を始める。
- 「エ」国の農家は1 エーカー未満の農家が多いが、農地はお互いに隣接している(下図)。



○ その他

- 農業廃棄物に関するマニュアルを作成中である。現状は完成していない。
- EEAA との関係については、農業分野に関してお互いに協力している。
- バイオマスタウンは、各ステークホルダーに取組の意義を理解させられる良いコンセプトである。
- 他のドナーの動きは知らない。オランダがある程度関心を持っているようである。アフリカ開発銀行は農村地域の開発に関心があり、世界銀行は長期のプロジェクトは避ける傾向にある。

3) Egyptian Agribusiness Association (EAGA)

日時：2009年7月13日、14:00~15:00

場所：高等教育省 Dr. Amr 執務室

面会者：Ms. Dina Hamdi, General Manager

当方：Dr. Amr、小島、奥村、三浦、Mr. Sherif(通訳)

○ EAGA について

- 1977年に設立、「エ」国の農業団体では最大規模。

- 諸外国からのファンド(特に GTZ)を得て、農民のビジネス意識向上、職業訓練、マネジメント訓練などを実施している。2004 年からはオランダの資金援助 (2.5M Euro)を得て、定期的な職業訓練を実施している。2009 年末に終わる予定だったが、2010 年まで延長する見込み。
- また EU や UNDP、ギリシャからファンドを得て、国外に移り住んだ「エ」国人の農業分野の職業訓練を実施することになっている。
- 稲藁利用については、2 年前に中国（民間）の依頼を受けて、「エ」国現地視察をアレンジした。

○ プロジェクトを成功させるために

- パイロットプロジェクトを首尾よく実施し、それが成功していることをエジプト人に見せるべき。成功しているなら、エジプト人自身も「できる」と思って後続く。言い換えると、「エ」国が将来実行できるロールモデルとなるプロジェクトである。費用のかかりすぎるプロジェクトはダメだし、エジプト人（農民）に利益をもたらさないプロジェクトもロールモデルにはならない。
- エジプト人に納得（convince）させるためには、パイロットプロジェクトに対しても「エ」国側に一定額負担させる必要がある。そうすることでエジプト人にも当事者意識が芽生える。
- これまで莫大な額の援助が「エ」国の農業分野に行われたが、よい成果が出ていない。調査主体でセミナーをやって終わり、という原因もあるが、「エ」国政府自身が、資金を得てもどうやって使ったらいいのか分からない、というのが大きな要因である。
- つまり「エ」国政府には物事の判断能力が乏しい。EAGA は昨年、政府に対して 52 のプロジェクトを提案したが、採択されたのは 2 つしかなかった。内容を理解できなかつたと見ている。
- プロジェクトの要素毎に「実施主体」「責任主体」を明確にすることが必須である。単に装置を供与しても、誰が動かして誰が責任をとるのか、等をはっきりさせることが必要である。

○ 稲藁の収集について

- AOI が関与しているコンポストプロジェクトでは、実際に農家の田んぼから稲藁を回収しているのは軍である。農家からコンポスト工場まで輸送するのは、コンポスト工場が契約した運送業者である。

4) SEKEM 社

日時：2009 年 7 月 20 日、10:00～11:00

場所：SEKEM 本社会議室

訪問者：Dr. Ibrahim Abouleish, President (SEKEM 創始者)

Dr. Kadria Ali Abdel-Mottal, Director general

Dr. Zakaria el-Haddad, EBDA Director、他

当方：小島、奥村、三浦

○ SEKEM について

- SEKEM は、農業等への取組を通じて、環境問題への対応やエジプト人の社会福祉の向上に取り組むイニシアティブ。SEKEM はアラビア語で vitality という意味。
- 有機食品や医薬品の生産と販売を行う営利部門と、病院や学校の整備、教育の提供、研究開発実施といった非営利部門で構成されている。営利部門の売り上げは 250 百万 LE (43 億円)程度。
- 自前で 200 人の研究者を有している。研究開発プロジェクトは、SEKEM のみで行うというよりは、他国のファンド（研究開発資金）を活用して、他国の研究機関と共同で行うことが多い。

○ 稲藁利用の方向性

- 農業廃棄物の収集と利用は、その土地の農家への便益提供という意味から、on-spot（地元で使う）が望ましい。
- 現状のコストの高い大型ガス化プラントなどは、経済的に成立は困難。今ある技術の利用拡大を目指すべき。
- 最も重要な技術はコンポスト化。SEKEM で年間 100,000t 程度の農業廃棄物をコンポストに転換し、自社の農場で利用している。
- バイオ燃料にも関心がある。重要なのは酵素の開発。他国企業とのパートナーシップ等により研究室レベルでの成果を出しているが、実証段階にまで踏み込んでいない。日本でのバイオ燃料のプロジェクト動向や酵素についての情報を提供してほしい。
- 稲藁を培地にしたマッシュルーム生産には今年 8 月から取り組む予定。

○ バイオマス・ヴィレッジ構想

- （日本側のプレゼンに対して）日本のバイオマスタウンのコンセプトは、「エ」国でも「バイオマス・ヴィレッジ」として適用できるのではないか。農村開発に繋げるとともに、そこで働く若者の起業育成（アントレプレナーシップ）にも貢献できる。

⑤意見交換会（ワークショップ）の概要

稲藁・籾殻処理の方向性について関係者との協議を効率的に行うため、下記の内容のワークショップを開催した。

Workshop of Agricultural Waste Management in Egypt

19th of July, 2009

Meeting room in Egyptian Agribusiness Association

Agenda

Registration (9:00-10:00)	
10:00-10:10	Opening 1. Opening remarks - Japanese side 2. Opening remarks -Egyptian side
Session I: Current Activities regarding Rice-Straw Utilization - Knowing Each Other-	
10:10-12:00	Current Activities regarding Rice-Straw Utilization in Egypt <i>Question & Answer time is inserted after each presentation</i>
<i>Coffee (12:00-12:30)</i>	
12:30-13:00	Agricultural Waste Management in Japan Outcomes of our field survey: How to utilize Rice-Straw in Egypt? – Mitsubishi Research Institute, JICA Expert Team
Session II: How to Utilize Rice-Straw in Egypt, Opportunities and Challenges	
13:00-13:15	Discussion points – Mitsubishi Research Institute JICA Expert Team
13:15-14:50	Open Discussion toward effective utilization of Rice Straw Utilization in Egypt, ---Opportunities, Challenges and Possible Countermeasures---
14:50-15:00	Closing 1. Closing remarks - Egyptian side 2. Closing remarks - Japanese side

出席者

【「エ」国側（27名）】

Dr. Mohamed M. El Garhi, Vice President for Extension and Training Supervisor of Extension Sector, ARC

Dr. Mohamed Abu-Zeid El-Nahrawy, Director of Field Crops Research Institute, ARC

Dr. Eid M. A Mageed, Director, Technology Management And Commercialization Office (TMCO)

Dr. Ragab A. Ebaid, Director, Rice Research and Training Center (RRTC), ARC

Dr. Haytam El Sharkwai, Rice Research and Training Center (RRTC), ARC

Dr. Ahmed A. El-Hissewy, Rice Research and Training Center (RRTC), ARC

Dr. Hassan El-Banna Osman, Deputy Director, Agricultural Engineering Research Institute, ARC

Dr. Mohamed Farrag, Animal Production, ARC

Dr. Mohamed Sayed, Central Laboratory of Organic Agriculture, ARC

Dr. Hanan El Hadary, Director, Egypt National Cleaner Production Center

Mr. Mohamed Ali, Egypt National Cleaner Production Center

Mr. Maysara Fouad, Egypt National Cleaner Production Center

Mr. Hamy, El-Shy, Egypt National Cleaner Production Center

Dr. Alaa Ibrahim Eid, Scientific Office for Plastics and Rubber Technologies

Dr Abdelhakim, New Technologies for Silage and Waste Management

Mr. Raouf Kamal, Egyptian Experts Association for Science and Technology (EASTE)

Dr. Ayman Osama, Egyptian Experts Association for Science and Technology (EASTE)

Ms. Lama El-Hatow, SEKEM

Dr. Hisham Sherif, CEO, Egyptian Company for Solid Waste Utilization (ECARU)

Mr. Abdelrhman Solim, Egyptian Company for Solid Waste Utilization (ECARU).

Dr. Mohamed Ahmad Sherid, Egyptian Company for Solid Waste Utilization (ECARU)

Dr. Mamdouh El-Hakem, Chairman, Advanced Technology for Agricultural Equipments (ATAE)

Dr. Amr Mohamed Helal, Managing Director, Internet Trade & Marketing Co.

Mr. Osama El Adel, General Manger, Minar Engineering Co.

Dr. Amr F. Abdelkhalik, Member of Strategic Planning and Technical Support Center, Ministry of Higher Education & State Ministry for Scientific Research

Ms. Dina Hamdi, General Manager, Egyptian Agribusiness Association (EAGA)

Mr. Hassan Nashaat, Executive Public Relations, Egyptian Agribusiness Association (EAGA)

【日本側（5名）】

Mr. Osamu Tanaka, Representative, JICA Cairo Office

Dr. Haruyuki Fujimaki, Associate Professor, Tsukuba University

Mr. Koji Kojima, Senior Researcher, Environment & Energy Research Division,
Mitsubishi Research Institute Inc.

Mr. Shigefumi Okumura, Researcher, Environment & Energy Research Division,
Mitsubishi Research Institute Inc.

Mr. Daisuke Miura, Researcher, Environment & Energy Research Division, Mitsubishi
Research Institute Inc.

主要な議論

日本側のプレゼンテーションに基づいて、活発な意見交換が行われた。前述の通り、日本側は、稲藁収集・運搬を如何に効率的に実施すべきか（入口戦略）、稲藁の利用オプションはどうあるべきか（出口戦略）、稲藁利用の実施体制をどうすべきか、の3点について意見収集を意図していた。しかし実際に「エ」国側からは、上記以外のポイントについても多くの意見が表出された。意見交換のうち主要部分を以下に示す。

〔日本側が設定した論点に関する議論〕

○稲藁収集・運搬のあり方

- 大規模農家からの廃棄物収集は比較的進んでいる。一方、全体の60%を占める小規模農家からの廃棄物収集を、どのような体制でいかに経済的に行っていくかを考えるべきだ。これは、利用オプションを考える前に取り組むべきNo.1ターゲットだ。
- バイオマスの収集・輸送部分に政府支援（補助金）がつかなければ、稲藁利用は決して経済的に成り立たない。90年代は政府の関与が全くなく、事業としては難しい面が多かった。2005年になりEEAAの補助制度が始まってようやく事業が成り立ち始めた。
- 現状では、もしEEAAが補助制度をストップすれば、稲藁利用事業の大半は成り立たなくなる。

○稲藁利用オプション

- コンポストや飼料化といった現在主流の利用法よりも、バイオ燃料など付加価値の高いものを作る事を志向すべきだ。
- いや、「エ」国の経済力や農業の現状を鑑みれば、高すぎる技術は不要であり、今ある技術をより広く活用していく方向を志向すべきだ。
- 稲藁利用において、比較的多量に含まれるシリカをどうするかが極めて重要。シリカが稲藁活用を妨げる元凶と考えてよい。シリカの問題が解決すれば、意外と活用は進むのではないか。

○稲藁利用の実施体制

- 稲藁利用において、省庁間の連携が取れていないのが問題。一方、それはともかく「とにかく施策を実行する」という視点も重要。
- 民間事業から見れば、一体誰が農業廃棄物の収集・運搬の責任を負っているのかが明確でない。EEAAにも明確な権限（マンドート）は存在しない。農業廃棄物を利用したいと思っても、どの役所に話をしているかわからない。
- 稲藁利用は、民間企業が政府に先んじて1990年代から実施している。政府は民間企業のフォロワーであり、施策検討にあたっては民間企業の活力に十分配慮する必要がある。一方、民間事業は個々に行われており、連携や役割分担が十分ではない面はある。
- 政府は、既に商用段階に達しているビジネスへの関与は行わない方がいい。民間プロジェクトは、政府の認可を得なくともスムーズに実施できる仕組みであるべきだ。

〔日本側が設定した論点外の議論〕

○国レベルでの廃棄物利用政策の必要性

- 農業廃棄物の利用に関する国としての政策・ビジョンや法律や責任の所在が明らかでないのが大きな問題である。何のために回収し、何のために利用するのか。
- 国レベルでの農業廃棄物の利活用戦略を構築する必要がある。その中で政府が国民や事業者に対して、農業廃棄物利用の明確な指針を示し、併せてコミットメント（責任）を示すことが重要だ。
- 農業廃棄物利用について我々は一つのチームであるべきだ。明確な廃棄物利用政策を作り、同時に誰が何に責任を負うのか明らかにすべきだ。
- これまでは各自がバラバラに事業を行っていたが、関係者のネットワークを構築し、お互いが持っているノウハウや資金などを組み合わせる努力も必要だ。

○農業廃棄物全体を扱う必要性

- 農家の利益、社会生活の向上のためには、稲藁を含む農業廃棄物全体の再利用を検討する必要がある。
- プロジェクトの経済性に配慮するという点では、稲藁に限定せず、広く農業廃棄物全体を利用する事が必要だ。稲藁は、農業廃棄物のなかでは比較的価値が低い。

○その他

- 農家は、成功したプロジェクトをその目で見れば、それを信じて真似するようになる。成功例を見せることが重要である。

(2) 収集資料の一覧

a. 「エ」国の稲作状況、品種の特性

- 土屋一樹：エジプトの農業開発政策と農業生産の推移、現代の中東、No.34、2003
- 富田豊雄：エジプト農業の背景と現状、日作記、54(3)、297-303、1985
- Tantavi Badawi (Director of the Rice Research and Development Program, Agricultural Research Center, Giza, Egypt), Deputy of the Field Crop Research Institute, Giza, Egypt):Rice research accomplishment in Egypt
<http://ressources.ciheam.org/om/pdf/c24-2/CI011091.pdf> においてダウンロード可能。
- S. El Guindy and I.A. Risseuw: Research on water management of rice fields in the Nile Delta, Egypt, International Institute for Land Reclamation and Improvement, 1987
<http://www2.alterra.wur.nl/Internet/webdocs/ilri-publicaties/publicaties/Pub41/pub41-h1.pdf> においてダウンロード可能。

b. 「エ」国の稲藁・籾殻処理の一般情報

- Management of Solid Wastes (「エ」国環境庁資料)
<http://www.eeaa.gov.eg/english/reports/SOE2005en/10-solid%20waste%20management/solid%20waste%20management.pdf> においてダウンロード可能。
<http://www.eeaa.gov.eg/english/reports/SoE2007En/urban/11-solidwaste11-FENG.pdf> においてダウンロード可能。
<http://www.eeaa.gov.eg/English/reports/SOE2006En/4-civil/11-solid%20wastes/11-solid%20wastes.pdf> においてダウンロード可能。
- Utilization of rice straw on small farms in Egypt (FAO)
A. M. Nour, Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, Alexandria University, Egypt
<http://www.fao.org/wairdocs/ilri/x5487e/x5487e0b.htm> においてダウンロード可能。
- Rice straw in complete pelleted diets for sheep
- Rice straw and rice hulls in feeding ruminants in Egypt
- Fluidized bed combustion of an agriculture waste case study: combustion of rice straw
- Composting of Rice Straw and its Influences on Iron Availability in Calcareous Soil
- Rice Straw and Rice Bran in EGYPT

c. 「エ」国の稲藁・籾殻処理に係る実施省庁情報

- ・ Management of Solid Wastes (「エ」国環境庁資料)〔再掲〕
<http://www.eeaa.gov.eg/english/reports/SOE2005en/10-solid%20waste%20management/solid%20waste%20management.pdf> においてダウンロード可能。
<http://www.eeaa.gov.eg/english/reports/SoE2007En/urban/11-solidwaste11-FENG.pdf> においてダウンロード可能。
<http://www.eeaa.gov.eg/English/reports/SOE2006En/4-civil/11-solid%20wastes/11-solid%20wastes.pdf> においてダウンロード可能。
 - ・ Egypt promotes recycling of rice straw, August 17, 2007
<http://africanagriculture.blogspot.com/2007/08/egypt-promotes-recycling-of-rice-straw.html> においてダウンロード可能。
 - ・ Agriculture Conservation IN Egypt. Industrial Utilization of Rice Straw. November 4, 2009:
<http://a-c-s.confex.com/crops/2009am/webprogrampreliminary/Paper51660.html> においてダウンロード可能。
- d. 「エ」国の稲藁・籾殻処理対策（諸外国の協力により実施中のパイロット事業）
- ・ Background Paper-Energy Issues in Egypt-Final Report- to the GTZ, 2008
 - ・ Case study and R&D trends on biofuels and bio-based production in Egypt, Workshop:Biofuels and bio-based chemicals
 - ・ Environmentally Friendly Use of Rice Straw in Egypt
[http://www.internationales-buero.de/ media/Afrika_Poster_2006_E_20-6-06_A4_Druck.pdf](http://www.internationales-buero.de/media/Afrika_Poster_2006_E_20-6-06_A4_Druck.pdf) においてダウンロード可能。
- e. 「エ」国の大気汚染一般情報、黒煙問題概況
- ・ Putting Pressure on Pollution, February 2006
<http://www.businessodayegypt.com/article.aspx?ArticleID=6373> においてダウンロード可能。
- f. 我が国の稲藁・籾殻処理方法・技術、研究・実験中の技術
- ・ イネのバイオマス利用をめぐる新技術の展望、TechnoInnovation、Vol.17、No.2、2007
 - ・ 社団法人地域資源循環技術センター：バイオエタノール通信 No.2、2009（ソフトセルロース利活用技術確立事業の動き、バイオエタノール研究動向等）
 - ・ NEDO：「籾殻ガス化・炭化エネルギー利活用による環境汚染対策の実証研究」（2004年2月）
<http://www.tech.nedo.go.jp/PDF/100003030.pdf> においてダウンロード可能。
 - ・ 秋田県生活環境文化環境あきた創造課「秋田県におけるバイオエタノールの取組」
<http://www.pref.akita.lg.jp/www/contents/1196924992467/files/torikumi.pdf> においてダウンロード可能。

- ・五十嵐泰夫・斉木隆『稲わら等バイオマスからのエタノール生産』社団法人地域循環資源技術センター、2008年
 - ・『バイオマス技術入門』社団法人地域循環資源技術センター、2009年
- g. 途上国を含む主要稲作国の稲藁・籾殻処理・再利用方法、技術、実施中の事業等
- ・ Agricultural Fibers for Use in Building Components
 - ・ Use of Agricultural and Wood Waste for production of Chemicals and Polymers, ICS-UNIDO conference, Cairo, Egypt, 2008
 - ・ Documents for USDA/UCD Rice Straw Project
<http://faculty.engineering.ucdavis.edu/jenkins/projects/RiceStraw/RiceStrawDocs/RiceStrawDocs.html> においてダウンロード可能。
 - ・ Bioenergy 2002 Conference Presentation, "Cost evaluation of bale storage systems for rice straw", Powerpoint presentation for Bioenergy 2002, Huisman, et al.
 - ・ California Rice Field Day 2002, Rice Experiment Station, Biggs, California Summary Poster, California Rice Field Day, 28 August 2002
 - ・ Industry Advisory Meeting and Rice Straw Management Update, 6 March 2001, Yuba City, California
 - IAC Meeting 2001, Agenda: Rice Straw Harvesting and Handling for Off-field Utilization.
 - IAC Meeting 2001, Economics of rice straw utilization: Performance and Economic Issues in the Utilization of Rice Straw.
 - IAC Meeting 2001, Engineering data for rice straw utilization: Developing Engineering Data on Rice Straw for Improvement of Harvesting, Handling and Utilization.
 - IAC Meeting 2001, Stubble cutter development: Integrated Harvester Operations for Enhanced Straw Recovery.