

チュニジア共和国

チュニジア国  
低温・低圧のケミカルリサイクル技術を用いた環境低負荷な廃プラスチック処理  
に関する基礎調査

業務完了報告書

2022年11月

独立行政法人  
国際協力機構（JICA）

AC Biode 株式会社

関西セ
JR
22-008

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- ・ This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

## 目次

写真	i
地図	i
図表リスト	ii
略語表	iii
案件概要図（和文）	iv
案件概要図（英文）	v
要約	vi
はじめに	1
1. 調査名	1
2. 調査の背景	1
3. 調査の目的	1
4. 調査対象国・地域	2
5. 契約期間、調査工程	2
6. 調査団員構成	4
第1 対象国・地域の開発課題	5
1. 対象国・地域の開発課題	5
2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等	10
(1) 開発計画	10
(2) 政策	11
(3) 法令等	12
3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針	15
4. 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析	15
(1) 我が国の ODA 事業	15
(2) 他ドナーの先行事例分析	17
第2 提案法人、製品・技術	18
1. 提案法人の概要	18
(1) 企業情報	18
(2) 海外ビジネス展開の位置づけ	18
2. 提案製品・技術の概要	19
(1) 提案製品・技術の概要	19
(2) ターゲット市場	19
3. 提案製品・技術の現地適合性	20
(1) 現地適合性確認方法	20
(2) 現地適合性確認結果（技術面）	24
(3) 現地適合性確認結果（制度面）	26
4. 開発課題解決貢献可能性	27
第3 ビジネス展開計画	27

1. ビジネス展開計画概要 .....	27
2. 市場分析 .....	28
(1) 市場の定義・規模 .....	28
(2) 競合分析・比較優位性 .....	29
3. バリューチェーン .....	29
(1) 製品・サービス .....	29
(2) バリューチェーン .....	29
4. 進出形態とパートナー候補 .....	30
(1) 進出形態 .....	30
(2) パートナー候補 .....	30
5. 収支計画 .....	31
6. 想定される課題・リスクと対応策 .....	31
(1) 法制度面にかかる課題/リスクと対応策 .....	31
(2) ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策 .....	31
(3) 政治・経済面にかかる課題・リスクと対応策 .....	31
(4) その他課題/リスクと対応策 .....	31
7. 期待される開発効果 .....	32
8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献 .....	32
(1) 関連企業・産業への貢献 .....	32
(2) その他関連機関への貢献 .....	33
第4 ODA 事業との連携可能性 .....	33
1. 連携が想定される ODA 事業 .....	33
2. 連携により期待される効果 .....	33
参考文献 .....	34

写真



路肩まであふれた廃棄物（チュニス）

地図



出典：<http://www.sekaichizu.jp/>

## 図表リスト

図 1	廃棄物管理に係る関連機関の役割・責任分担 .....	6
図 2	廃プラスチック回収・リサイクルフロー .....	9
図 3	解重合システム構成 .....	19
図 4	現状と本技術普及後の比較 .....	28
図 5	バリューチェーンモデル .....	30
表 1	一般廃棄物の組成 .....	5
表 2	廃棄物管理に係る関連機関の役割・責任分担 .....	6
表 3	ANGeD によるリサイクル活動 .....	9
表 4	廃棄物管理に係る計画の概要 .....	10
表 5	「包括的・持続可能な一般廃棄物管理国家戦略（2020～2035）」の概要 .....	11
表 6	「廃棄物の活用とリサイクル」に関する行動計画（2021～2035 年）の概要 .....	12
表 7	廃棄物管理の関連法令 .....	13
表 8	有害廃棄物のリスト（大項目のみ抜粋） .....	14
表 9	各廃棄物の収集及び処理の主体 .....	14
表 10	我が国の ODA 事業先行事例 .....	16
表 11	他ドナーの先行事例 .....	17
表 12	調査項目 .....	20
表 13	チュニジア内パートナー .....	24

## 略語表

略語	正式名称	日本語名称
3R	Reduce, Reuse, Recycle	リデュース、リユース、リサイクル
ACCP	African Clean Cities Platform	アフリカのきれいな街プラットフォーム
ANETI	Agence Nationale pour l' Emploi et le Travail Indépendant	国立雇用・自営業機関
ANGeD	Agence Nationale de Gestion de Déchets	国立廃棄物管理機関
ATPNE Korba	Association Tunisienne de Protection de la Nature et de l' Environnement	コルバ自然環境保全協会
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit	ドイツ連邦経済協力開発省
CEOMED	Employing circular economy approach for OFMSW (Organic Fraction of Municipal Solid Waste) management within the Mediterranean countries	地中海諸国における OFMSW (都市固形廃棄物の有機成分)管理のための循環型経済アプローチ
CITET	CENTRE INTERNATIONAL DES TECHNOLOGIES DE L' ENVIRONNEMENT DE TUNIS	チュニス国際環境技術センター
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
FIPA	Foreign Investment Promotion Agency	外国投資振興庁
FIVAD	Fond d' Investissement Valorisation de Déchets	廃棄物付加活用への投資支援基金
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
INAT	Institut National Agronomique de Tunisie	国立農業大学
INCF	The Innovation Network for Co-Creating the Future	未来共創イノベーションネットワーク
INSAT	Institut National des Sciences Appliquées et de Technologie	国立科学技術大学
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
PCDG	Plans Communaux de Gestion des Déchets	コミュン廃棄物管理計画
Projet CoMun	Projet Coopération Municipale	地方自治体協力プロジェクト
UNHABITAT	United Nation Habitat	国際連合人間居住計画
USAID	United States Agency for International Development	アメリカ合衆国国際開発庁
WAMA-Net	Réseau National de la Gestion de Déchets	廃棄物管理ネットワーク



**チュニジア国低温・低圧のケミカルリサイクル技術を用いた環境低負荷な廃プラスチック処理に関する基礎調査**  
AC Biode株式会社(京都府京都市)

12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION



13 CLIMATE ACTION



**対象国廃棄物分野における開発ニーズ(課題)**

- 市民の行動様式の変容や行政機関の対応の遅れ等により廃棄物が増加、財政的制約もあり、実効性のある対策が取られていない。
- 産業廃棄物による汚染問題も深刻化している。
- 廃棄物の適正処理、3R、ごみの付加価値向上などが喫緊の課題である。

**本事業の内容**

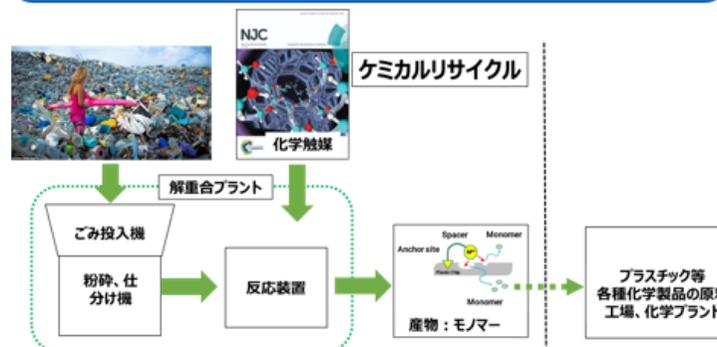
- 契約期間: 2021年12月～2022年11月
- 対象国・地域: チュニジア共和国チュニス市
- 案件概要: 本事業を通じ、分散型で環境負荷の小さい低温ケミカルリサイクルのビジネス展開を図り、ひいてはチュニジアのリサイクル率アップ、温暖化ガス削減、ダイオキシン削減、海洋プラスチック削減、経済性の向上、廃棄物仕分け向上への貢献を目指す

**開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)**

- 自治体、ごみ処理、リサイクル、化学メーカー等向けのBtoBで設備、触媒の販売
- 触媒はサブスクリプションモデル
- 中期的に、設備、触媒を現地生産して価格を下げる。
- 出来たモノマーガスは、化学メーカーに客先が販売。
- 現状、基本的に政府からの補助金が必要となる

**提案製品・技術**

- 廃プラスチックを従来より低温・低圧で解重合する化学触媒(AC Biode株式会社にて特許申請済)
- 例えば、ポリエチレンからプロピレンやエチレンを主成分として取ることで、引き続き効率や連続性性能に関して改良中。
- ほぼ半永久的にリサイクルが可能



**対象国に対し見込まれる成果(開発効果)**

- 小規模ごみ処理プラントによる分散型の現場処理で、ごみ運搬費用が不要、排ガス削減、化学反応による低温・低圧処理で環境負荷がかからない
- プラスチックが混ざっていても化学処理が可能
- リサイクルの回数が数回と限られるマテリアルリサイクルと違い、ほぼ半永久的にケミカルリサイクリングが可能。

2022年11月9日作成


**Small and Medium-Size Enterprise (SME) Partnership Promotion Survey  
for Low-Environmental-Impact Chemical Recycling of Plastic Waste  
Processed in Low Temperature and Low Pressure in Tunisia**  
 AC Biode (Tunisia, (Tunis))

**12** RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION  


**13** CLIMATE ACTION  


**Development Issues Concerned in Waste Sector**

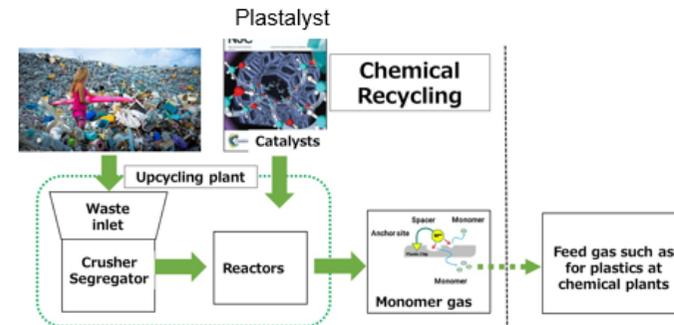
- The increasing amount of waste due to people's behavior changes and non-prompt responses by the government, and lack of its countermeasure
- Serious pollution issues by industrial waste
- Urgent challenges are proper waste management, 3R, and adding values of the waste

**Products/Technologies of AC Biode**

- Chemical catalysts to decompose plastic into monomer gas at a lower temperature than the current solutions (patents-pending)
- E.g., from Polyethylene to propylene or ethylene
- Upcycling plastic waste semi-eternally while material recycling can do so for only a few times

**Survey Outline**

- Survey Duration: December 2021-November 2022
- Country/Area: Tunis, Tunisia
- Survey Overview: AC Biode aims to expand our low-environmental-impact, low-temp. chemical recycling business and to contribute to reduce GHG, dioxin, and ocean plastic, and increase recycling rates, economic feasibility and waste segregation in Tunisia.



**How to Approach to the Development Issues**

- BtoB: manufacturing and selling chemical catalysts (and machines) such as for chemical companies, waste management, etc. (can be a subscription model)
- AC Biode aims to locally manufacture products
- Monomer gas produced can be used as feed gas at chemical plants.
- For the moment, we require governmental subsidies

**Expected Impact in the Country**

- A small, decentralized solution, reducing transportation and GHG and the chemical reaction has locally zero emissions, using waste heat
- We can accept mixed or deteriorated plastic
- Upcycling plastic waste semi-eternally while material recycling can only be processed for a few times

As of November 2022

要約

I. 調査要約

<p>1. 案件名</p>	<p>(和文) チュニジア国 低温・低圧のケミカルリサイクル技術を用いた環境低負荷な廃プラスチック処理に関する基礎調査          (英文) Small and Medium-Size Enterprise (SME) Partnership Promotion Survey for Low-Environmental-Impact Chemical Recycling of Plastic Waste Processed in Low Temperature and Low Pressure in Tunisia</p>
<p>2. 対象国・地域</p>	<p>チュニジア国チュニス市</p>
<p>3. 本調査の要約</p>	<p>チュニジアにおけるケミカルリサイクル事業可能性に関する基礎調査。本事業を通じ、廃プラスチックを対象とした環境負荷の小さい低温ケミカルリサイクルのビジネス展開を図り、ひいてはチュニジアのリサイクル率アップ、温暖化ガス削減、ダイオキシン削減、海洋プラスチックごみ削減、経済性の向上、廃棄物仕分け向上への貢献を目指す。本基礎調査では、廃棄物行政関連の政府関係機関、先行 ODA プロジェクトおよび他国機関、パートナー・顧客候補（企業、大学、研究機関等）にヒアリングを実施、ビジネス展開の可能性、および、そのための必要条件（廃棄物関連の政府方針、補助金制度、廃棄物廃回収や廃プラスチック分別のための施策等）を調査し、今後の方向性等を検討した。</p>
<p>4. 提案製品・技術の概要</p>	<p>廃プラスチックを現場で解重合処理を可能にする「化学触媒」と「解重合プラント」（以下合わせて、「触媒システム」または「本製品」）。提案企業の「解重合プラント」は廃プラスチックのプラント投入からケミカルリサイクルまで一括して行う連続式で、解重合温度は 150～300℃（世界最低規模の反応温度：反応温度が低いほどエネルギー削減につながる）、投入するごみの処理能力は 0.2～24 トン/日まで対応可能である。「解重合プラント」の価格帯は 800 万～1 億 4 千万円（据付と 1 年分の触媒費用込み）で、「化学触媒」の購入代金は数万円～数千万円/年間。「解重合プラント」の主要構成装置はごみ投入機、粉砕機、反応装置である。</p>
<p>5. 対象国で目指すビジネスモデル概要</p>	<p>①現場設置の可能性が高いチュニジア政府管轄の廃棄物処理場、民間の産業廃棄物処理会社、工場、化学会社等に対して「触媒システム」の販売を展開。          ②「化学触媒」は、サブスクリプション方式（定額制サービス）で供給し、継続的な利益システムを展開する。「化学触媒」の購入代金の支払いは年 1 回とし、リバースエンジニアリング・模倣リスクを回避するため、1～1.5 ヶ月に 1 回、提案企業または代理店が客先に追加する。          ③「触媒システム」による処理の副産物であるモノマーは、各種化学製品の原材料として利用可能であるため、ほぼ半永久的に再利用可能である。</p>
<p>6. ビジネスモデル展開に向けた課題と対応方針</p>	<p>課題：活用できる補助金がない、見通しがたたないことで、提案技術・機器の導入が現状難しい状態である。</p>

	<p>対応：補助金が出てくるまで、この度コンタクトをもった企業とのコンタクトを続ける。</p> <p>課題：解重合に関する技術がまだ低い状態である。</p> <p>対応：チュニジアで活動している欧米系企業と組む、またはより容易に実装できるよう技術を工夫する。</p>
7. ビジネス展開による対象国・地域への貢献	<p>➤ 貢献を目指す SDGs のターゲット：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 11：住み続けられるまちづくりを</li> <li>・ 12：つくる責任つかう責任</li> <li>・ 13：気候変動に具体的な対策を</li> </ul> <p>➤ 課題①：急増する廃棄物に対し、処分場のキャパシティが追い付いていない</p> <p>課題②：土壌、地下水汚染、悪臭問題が深刻化している。</p> <p>課題③：分別回収していないため、再資源化が困難であり、環境意識も不十分である。</p> <p>貢献1：環境負荷の軽減と持続可能な開発</p> <p>貢献2：市民の環境意識の醸成、行動の変容</p> <p>貢献3：廃棄物処理・再利用関連の新規雇用の創出による経済発展</p>
8. 本事業の概要	
① 目的	<p>（目的1）本調査の結果、提案法人は、一般廃棄物処理の現状の把握と課題・ニーズの分析ができるようになる。</p> <p>（目的2）本調査の結果、提案法人は、本製品導入にあたって満たすべき関連法規、必要な手続き等を明確化できるようになる。</p> <p>（目的3）本調査の結果、提案法人は、現地製造のフェーズごとの採算性の計算と収支計画の策定ができるようになる。</p> <p>（目的4）本調査の結果、提案法人は、導入・実証候補先での設備仕様の決定、設備一式の設計ができるようになる</p>
② 調査内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 対象国・地域の開発課題</li> <li>・ 提案製品の現地適合性（技術面及び制度面）</li> <li>・ ビジネスモデルの具体化</li> <li>・ ODA 事業計画・連携可能性</li> </ul>
③ 本事業実施体制	<p>提案企業：AC Biode 株式会社</p> <p>外部人材：一般財団法人 日本国際協力システム</p>
④ 履行期間	2021年12月13日～2022年11月30日（12ヶ月）
⑤ 契約金額	7,656千円（税込）

## II. 提案法人の要約

1. 提案法人名	AC Biode 株式会社
2. 代表法人の業種	[①製造業]
3. 代表法人の代表者名	代表取締役社長 久保直嗣
4. 代表法人の本店所在地	京都府京都市左京区岩倉花園町 498 番地 6
5. 代表法人の設立年月日 (西暦)	2019 年 4 月 1 日
6. 代表法人の資本金	1 億円
7. 代表法人の従業員数	8 名 (業務委託含む)
8. 代表法人の直近の年商 (売上高)	8700 万円 (2020 年 7 月～2021 年 6 月期)

## はじめに

### 1. 調査名

(和文) チュニジア国 低温・低圧のケミカルリサイクル技術を用いた環境低負荷な廃プラスチック処理に関する基礎調査

(英文) Small and Medium-Size Enterprise (SME) Partnership Promotion Survey for Low-Environmental-Impact Chemical Recycling of Plastic Waste Processed in Low Temperature and Low Pressure in Tunisia

### 2. 調査の背景

チュニジア国は北アフリカに位置する人口 1,169 万人 (2019) の国家である。対象国の廃棄物排出量は年々増加しており、一般廃棄物だけで年間 250 万トンを超える。チュニジアには、合計 180 万トン/年の廃棄物の収容能力を持つ処分場が 10 か所、合計 6.2 万トン/年の廃棄物の収容が可能だが、適正処理能力を持たない処分場がメジェルダ渓谷に 4 か所あるが、適正処理が追い付かず、未処理の廃棄物が処理場の外にまであふれている。また、未処理の廃棄物による浸出水漏洩が土壌・地下水汚染の原因となっており、景観悪化により対象国の GDP の 6%を占める観光産業への影響が懸念されるなど、さらなる問題を引き起こしている。対象国政府はこの問題に対応すべく、1990 年代初頭より国家廃棄物管理プログラムを開始し、1996 年に廃棄物管理に関する枠組み法を制定、2005 年には国家廃棄物管理庁を設立するなど積極的に取り組んでいるが、状況は依然として深刻である。

提案企業の提案技術は、一般廃棄物であるプラスチックごみを、環境への負荷が小さいケミカルリサイクルによって処理することが可能である。設備・処理方法は従来のごみ処理装置に比べて簡易・容易であるため、対象国内各所への導入が見込める。また、各所への設置が可能であることから対象廃棄物を従来のごみ処理場まで運ぶ必要はなく、輸送コストも削減できる。さらに、提案技術で対象廃棄物を処理する際副産物として発生するモノマーガスは、工場で化学製品の原材料や原油や天然ガスの代替として、再利用が可能である。(モノマーとは、重合を行う際の基質、単量体で、化学品の原材料となる。)

我が国の対象国に対する援助重点分野としても、環境への取り組みに対する支援が一つの柱として掲げられており、提案技術の導入の意義と合致する。加えて、対象国の国家開発 5 か年計画 (2016 年～2020 年) では、「グリーンエコノミー、持続可能な開発」が挙げられており、「持続可能な開発と環境保護」に関する目標の一つに、「2020 年までに廃棄物の再利用率を 50%以上にする」ことが定められている。この対応策として「廃棄物管理分野の開発、再利用を目的とした活動への民間企業の参入」が明記されており、受注企業の提案技術が対象国の課題解決に貢献することが望まれる。

### 3. 調査の目的

本調査ではチュニジア国における提案製品・技術の導入による当該国の開発課題解決及び SDGs 目標達成の可能性について必要な基礎情報を収集し、ビジネス展開の計画を策定することを目的とする

#### 4. 調査対象国・地域

チュニジア国チュニス市

#### 5. 契約期間、調査工程

契約期間：2021年12月13日～2022年11月30日

調査工程

	調査内容	調査/業務方法詳細
国内・現地準備作業（2021年12月～2022年1月）	1-1	問題発生・政府取組の状況について、現地メディア報道、政府機関の文書のネット文献調査
	1-2	環境関連開発計画・政策、廃棄物処理に関する法令等のネット文献調査
	1-3	外務省、JICA ボランティア（環境教育）の先行事例に関する文書のネット文献調査
	1-4	GIZ 他、国際機関、他ドナー文書ネット文献調査
	2-1	現地再委託による廃棄物処理代理店候補のリストアップ
	2-1	現地再委託による装置メーカー、化学触媒メーカーのリストアップ
	2-1	現地再委託がリストアップした廃棄物処理代理店候補のリストの企業情報調査と絞り込み
	2-1	現地再委託がリストアップした装置メーカー、化学触媒メーカーのリストの企業情報調査と絞り込み
	2-2	ANGeD 文書、メディア報道等ネット文献調査
	2-2	外資への規制・優遇装置、税制・労務、現地法人設立等に係る規制調査
	3-1	リストアップした顧客候補のうち、10社程度の選定
	3-1	現地再委託による顧客候補のリストアップ
	—	進捗報告書作成
遠隔調査（2022年2月～3月）	1-1	開発課題の実態と課題について、地方環境省、ANGeD へ Web ヒアリング
	1-2	「5か年計画」の進捗・評価について、地方・環境省へ Web ヒアリング
	1-2	個別プロジェクトについて、ANGeD へ Web ヒアリング
	1-3	関連プロジェクトとの連携可能性、先行事例のボランティア派遣先、在チュニジア日本大使館との Web 会議
	1-4	関連プロジェクトについて、GIZ チュニス事務所へヒアリング
	2-2	ANGeD へ Web 会議によるヒアリング
	2-2	外国投資振興庁（FIPA）、JETRO へ法人設立等について WEB ヒアリング

	3-1	リストアップしたうち、10社程度へ廃棄物処理の現状、本製品についてニーズWEBヒアリング
	3-1	現地再委託による首都の一般廃棄物処理業者へ処理費用聞き取り
	3-1	ANGeDと産業廃棄物の処理費用等についてWEB会議
国内作業 (2022年 4月)	3-1	ヒアリング結果の分析
	3-2	国内外の競合他社の技術内容、戦略等ネット文献調査
	3-3	現地パートナーとしての設備メーカー、化学触媒メーカーの絞り込み
遠隔調査 (2022年 6月)	3-2	現地再委託による競合他社・技術の現地進出状況についてネット調査
	3-2	競合他社・技術の普及度についてANGeDとWEB会議によるヒアリング
	3-3	調査団が絞り込んだ設備メーカー、化学触媒メーカーについて、現地再委託訪問による実態調査
	3-3	INSAT、INATと現地研究開発、現地製造の連携可能性WEB会議
	3-4	対象廃棄物関連：ANGeD、顧客候補へのWEBヒアリング
	3-4	現地再委託による地方・環境省へのEIAその他許認可の要否、必要な場合の手続きの確認
	3-4	政情、経済・感染症等関連：JICA事務所、JETROへのWEBヒアリング
	4-1	他ドナーの既存プロジェクトとの連携可能性について、GIZチュニス事務所へのWeb打ち合わせ
国内作業 (2022年 6月)	3-1	顧客用提案書類の作成
	3-3	小型機での実証費用の積算
	3-4	対象廃棄物関連のリスクの分析と対応策の策定
	3-4	EIAその他許認可の必要な場合の手続きの整理と対応計画策定
	3-4	ビジネス展開、ODA事業連携に影響し得る政情、経済、感染症等関連リスクの分析と対応策の策定
	3-5	本調査・分析結果にもとづくビジネスモデル案の検討・作成
	4-1	調査項目1のヒアリング結果の整理と連携案の策定
	—	報告書作成
遠隔調査 (2022年 7月)	3-3	実証プロジェクトの負担事項についてANGeDとWEB協議
	3-3	実証費用調達の可能性調査
	3-5	顧客候補、パートナー候補への照会を通じた現地におけるビジネスモデル案の検証
	4-2	JICA事務所と先行事例の派遣先、今後の計画の確認と提案WEB打合せ

国内作業 (2022年 10月)	—	業務完了報告書作成
------------------------	---	-----------

## 6. 調査団員構成

氏名	所属先	担当業務
久保 直嗣	AC Biode 株式会社	業務主任者
高木 留美子 ～2022/7/4	一般財団法人日本国際協力システム	開発課題、ODA 事業連携
松浦 信一 2022/7/5～	一般財団法人日本国際協力システム	開発課題、ODA 事業連携-2
イーメン・ジャ ツラヒ	(現地再委託先)	法令・制度/投資環境/環境・社会配慮/許認可関連

## 第1 対象国・地域の開発課題

### 1. 対象国・地域の開発課題

#### ・ 開発課題の状況

チュニジア共和国（以下、「チュニジア」という）は、北アフリカに位置する共和制国家で、国土は日本の約5分の2、人口は1,169万人である。一人当たりの国民総所得は3,360USドル（2019年、世銀）。主要産業はサービス業（観光業、情報通信産業等）、製造業・鉱工業（繊維、機械部品、電機部品、りん鉱石、食品加工等）、農業（小麦、大麦、柑橘類、オリーブ、なつめやし等）である。経済成長率は2%前後で推移しているが、物価上昇率は近年上昇傾向にあり、失業率はこの10年間13%以下になることはなく、2015年以降は15%台が続いている。2011年のジャスミン革命から約4年を経て民主化移行プロセスを完了させた現在でも、地域間格差や、前述の高失業率、物価上昇等の革命の要因となった経済問題を依然抱えており、引き続き経済成長が重要な課題となっている。このような状況を受け、チュニジア政府は「国家開発5か年計画」（2016～2020）において社会安定化の基盤となる経済面での発展を優先課題として掲げ、持続可能な開発と環境保護を目標の一つとして、各種経済改革に注力してきた。

#### ・ チュニジアの廃棄物の現状

チュニジアでは近年の経済発展により、急速な都市化が進んでいる。同国の廃棄物の年間排出量は、一般廃棄物260万トン、医療廃棄物20万トン、産業廃棄物15万トン（リン石膏及び鉱業廃棄物を除く）である。一般廃棄物260万トンの内、10%はプラスチックが占めており、プラスチックの内約55,000トンがプラスチックを主とする包装ごみが占めている。一般廃棄物の組成は、表1に示すとおりである。一般廃棄物は年率2.5%で増加しており、含水率は65～70%である。

（2018年、ANGeD、<http://www.anged.nat.tn/>）。

表1 一般廃棄物の組成

項目	構成割合 (%)
有機系廃棄物	63
プラスチック	10
繊維類	9
紙類	9
金属類	2
ガラス	1
その他	6

#### ・ チュニジアの廃棄物管理

チュニジアの廃棄物管理に係る関連機関は、表2に示すとおりである。

表 2 廃棄物管理に係る関連機関の役割・責任分担

機関名	役割・責任分担
環境省	環境行政全般を所管し、環境保護の国家政策立案、環境規則の立案を行う。
国立廃棄物管理庁 (ANGeD)	廃棄物管理行政の実施を担当。廃棄物管理戦略の立案、廃棄物管理分野のプロジェクトの実施、非有害廃棄物の運搬・最終処分場の運営、有害産業廃棄物の処理施設の運営、市町村への技術協力を行う。
国立環境保護庁 (ANPE)	環境影響評価を所管し、施設の運営について、法令遵守の監督を行う。
内務省	自治体の監督、予算策定を行う。
財務省	金融施策の立案を行う。
地方自治体	固形家庭ごみの回収と運搬、廃棄物の除去を行う。
地方議会	農村地域における廃棄物の回収と輸送を行う。

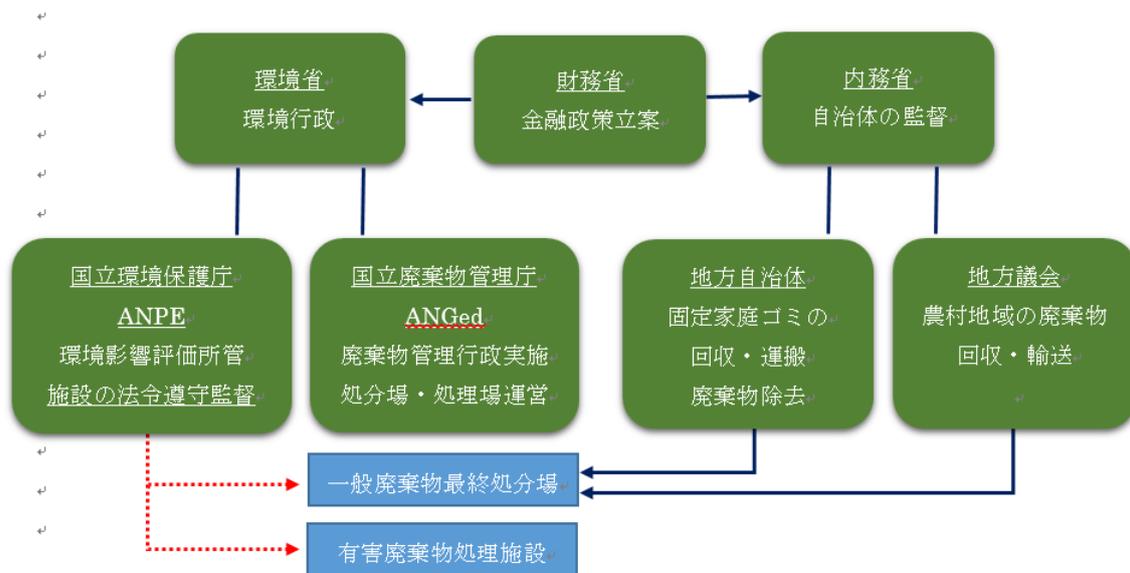


図 1 廃棄物管理に係る関連機関の役割・責任分担

廃棄物管理の実施機関は、後述の法令第 2005-2317 号（2005 年 8 月 22 日）及び改正法令 2017-603 号（2017 年 5 月 16 日）によって、環境省の下に設立された国立廃棄物管理庁（ANGeD : Agence Nationale de Gestion des Déchets、以下「ANGeD」という）である。

チュニジアの廃棄物管理分野は、ここ数十年の急激な経済発展に伴う廃棄物量の増加と廃棄物による土壌汚染、地下水汚染、大気汚染、衛生環境汚染等により、特に都市部の住民を中心に関心が高まっている。1990 年代前半以降に、廃棄物関連の国際的な流れに呼応する形で、それまではなかった廃棄物管理分野全般の基本的枠組みの整備や、廃棄物管理国家計画が施行されたことにより、1996 年の廃棄物管理法の制定につながり、2005 年の ANGeD の設立に至るなど、廃棄物管理行政および制度・運用面において目覚ましい進展を遂げた。ANGeD のミッションは、以下のとおりである。

- ①適切なインフラの開発と強化
- ②市町村と産業への支援
- ③回収、リサイクル、活用チャンネルの立ち上げ
- ④民間企業の参加と雇用創出のための適切な枠組みの整備

#### ・チュニス市の廃棄物管理の現状

チュニス市は、チュニジアの首都であり、同国の商工業及び行政の中心である。また同市内及びその近郊には、旧市街やローマ時代の遺跡などが多数残っており、有数の観光地となっている。チュニス市の人口は約70万人（2020年）である。チュニス市の廃棄物管理事業は、同市が家庭ごみ、産業・商業廃棄物の収集運搬、道路清掃、雑草の除去などを行っており、処分場の運営はANGeDが行っている。チュニス市の家庭からの一般廃棄物の排出形態は、家庭内のごみを集める可搬型のコンテナ、道路に設置された大型のコンテナ、もしくは、ごみの一時的な保管場所となるステーションが主である。チュニス市として収集段階で分別はしていない。チュニス市によって収集された一般廃棄物は、市中心部から25kmに位置するボルジュ・シュキル最終処分場で廃プラスチックも含め埋め立て処分がなされている。現時点では、同処分場は、ANGeDが契約をした民間業者が廃プラスチックを分別することなく、受け入れた一般廃棄物への覆土等を行っている。ごみの減量化・リサイクルはANGeDの役割とされる。

#### ・チュニジアの環境保護、廃棄物管理における開発課題

チュニジア政府は「国家開発5か年計画」の5本柱のうちの1つに「グリーンエコノミー、持続可能な開発」を掲げており、「持続可能な開発と環境保護」に関する目標のうち、本事業に関連する指標として「2020年までに廃棄物の再利用率を50%以上にすることを定めている。この対応策として「廃棄物管理分野の開発、再利用を目的として活動への民間企業の参入」が挙げられている。チュニジアの廃棄物の現状は次のとおりである。廃棄物の年間排出量は、（リン石膏及び鉱業廃棄物を含む）産業廃棄物800万トン、一般廃棄物260万トン、医療廃棄物20万トンである。一般廃棄物250万トンの内訳は、有機物63%、プラスチック10%、紙9%、金属2%、ガラス1%等で、年間2.5%の割合で増加しており、含水率は65%以上である。住民一人当たりの1日の一般廃棄物の排出量は、都市部で0.92kg/人、農村部では0.17kg/人である。また、一般廃棄物の回収率は、都市部は80%、農村部では50%、全体で65%にとどまる。廃棄物の収集と処分場への輸送費用は60～80DT/トン、埋立処分費用は20TD/トンと算出されている。

課題1：急増する廃棄物に対し、衛生理立処分場のキャパシティが追い付いていない。

一般固形廃棄物は年間260万トンで、年率2.5%で増加している。チュニジアは、10か所の衛生管理処分場で合計180万トン/年、場メジェルダ溪谷の4か所の衛生管理処分場で計6.2万トンの処理能力を有している。現在、処分場に回収される廃棄物は全体の65%であり、既存の処分場で処理できる量であるにもかかわらず、覆土などにより環境の保全上支障が生じないように衛生的に処分する適正処理が追い付かず、廃棄物が処分場の外まであふれており、提案技術を用いたリサイクルの対象となる分別されず一般廃棄物に混入したプラスチック廃棄物も多くみられる。処分場は幹線道路沿いにも存在し、下記画像のように適正処理されていない処分場の状況はチュニジアの主要産業である観光業にも悪影響を与えている。



ビゼルトの処分場

課題 2：土壌、地下水汚染、悪臭問題が深刻化している。

2020年9月11日～13日の豪雨では、チュニス郊外のチュニジア最大のボルジュ・シュキル処分場から、あふれた廃棄物による深刻な浸出水の漏洩が発生した。浸出水は有毒物質を含み近隣の農地へ流れ出ることで農地汚染の大きなリスクとなる。ボルジュ・シュキル処分場から、大雨の度に漏洩する浸出水は土壌、地下水、人体への悪影響を及ぼし得る。近隣の処分場のあるシディ・アシーヌ地区でも記録的な大雨が降り、世界的な気候変動により、特に都市部では土壌、地下水汚染のリスクが顕在化している。また特に都市部では悪臭のため、既存の処分場の運営に反対もしくは処分場の閉鎖を求める動きも広がっている。

課題 3：廃棄物の再利用率が低く、環境意識も不十分である。

チュニジアでは、「国家開発5か年計画」で「2020年までに廃棄物の再利用率を50%以上にする」という目標を掲げたものの、2020年時点では5%以下である。家庭からの一般廃棄物の回収率は65%にとどまり、また廃プラスチックの分別回収はされておらず、街中でのごみのポイ捨てや、産業廃棄物の不法投棄が見られ、廃棄物管理に従事する人材の教育、住民の廃棄物管理の重要性の認識や環境意識の醸成が課題である。なお、民間事業所などからの廃棄物は、一般廃棄物と産業廃棄物（有害廃棄物を含む）に分類され、一般廃棄物は家庭からの一般廃棄物と同様に処理されている。

#### ・リサイクル活動の現状と課題

チュニジアでは、ANGeDが運営するプラスチック収集センター、廃オイルや使用済み電池回収事業などの他、民間セクターや自治体、NGOの設置・管理しているリサイクルセンターもあり、以下のとおり、再利用・活用可能物の収集・リサイクルを行っている。

表 3 ANGeD によるリサイクル活動

対象物	企業・機関	概要
プラスチック廃棄物	ECO-LEF	プラスチック包装容器の再利用と活用
廃エンジンオイル	ECO-ZIT	廃エンジンオイルの再利用と再生
使用済み食用油		食用油の管理（ろ過ユニット設置予定）
使用済み乾電池	Eco-batteries	使用済み乾電池の管理（回収）
中古タイヤ		中古タイヤの管理（回収）
電気・電子機器廃棄物	DEEE	廃棄電気・電子機器の再利用
有機廃棄物		有機廃棄物のコンポスト化

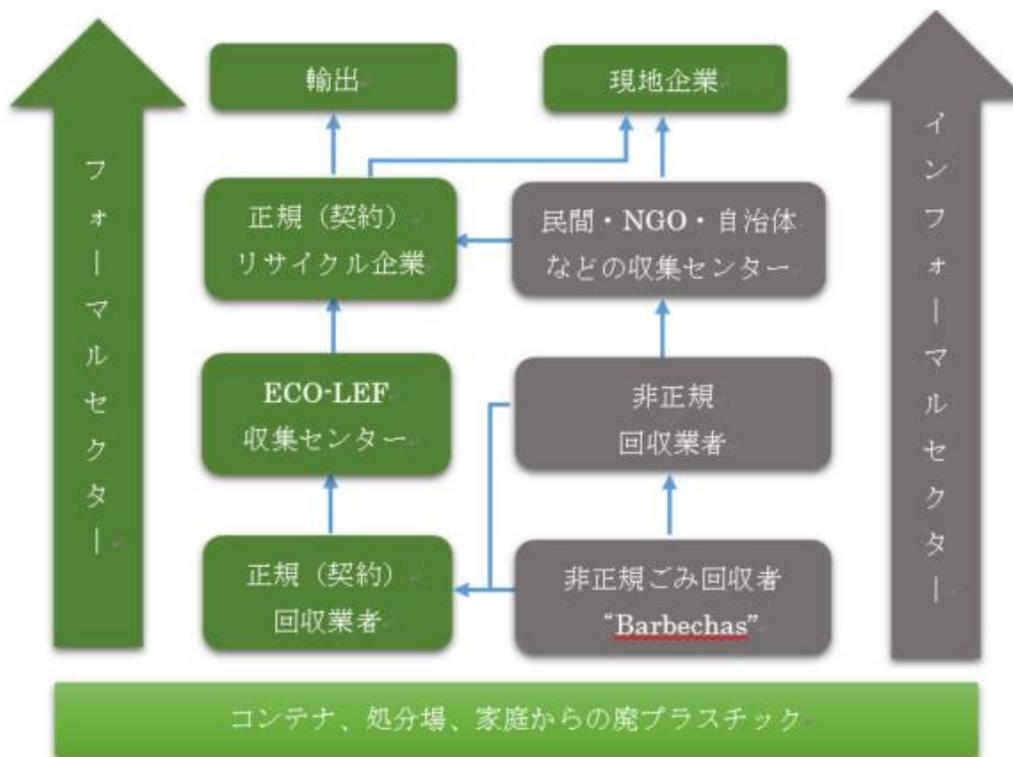


図 2 廃プラスチック回収・リサイクルフロー

・プラスチック包装容器について

プラスチック包装ごみは年間約 55,000 トン回収され、このうち 12,000 トンが ANGeD のプラスチック製包装容器の収集・リサイクル事業である ECO-LEF システム経由で回収されている。ANGeD がリサイクルに関する国家戦略の実施機関として ECO-LEF 収集センターを設置、運営し、収集、運搬、リサイクルは民間企業が行っている。ANGeD は収集されたプラスチック製容器包装を集約し、リサイクル業者に売却、リサイクル業者がプラスチックの種類ごとに選別・破碎し、再生用の PET などとして輸出している。プラスチック包装容器の現地での販売価格は、ECO-LEF センターに販売した場合、500TND/トンで、民間のリサイクル業者に販売した場合は 700TND/トンである。

環境省の許可を得た正規の回収業者やリサイクル企業、計 350 社が収集、運搬、リサイクルを行っており、18,000 人の雇用を生み出している。飲料・液体調味料の容器については、リサイクルのチャンネルは未整備である。

## 2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

### (1) 開発計画

チュニジア政府（開発投資国際協力省）は「国家開発 5 か年計画（2016 年～2020 年）」を策定した。5 つの分野のうち、本事業に関連する分野「グリーンエコノミー、持続可能な開発」についての概要は以下のとおりである。

表 4 廃棄物管理に係る計画の概要

項目	内容
分野	グリーンエコノミー、持続可能な開発
目標	①全ての地域を包括し、環境を保護するバランスのよい国土開発 ②天然資源の使用の制御と合理化 ③エネルギー消費の制御 <b>④持続可能な開発と環境保護</b>
④の指標	2020 年までに廃棄物の再利用率を 50%以上にする
方針	廃棄物管理分野の発展と廃棄物の活用・再利用を目的とした活動への民間企業の参入
施策／プロジェクト	廃棄物活用投資基金（FIVAD: Fonds d'investissement pour la valorisation des déchets）の設立。予算 24 百万ディナール（約 9.6 億円） <戦略> ①家庭ごみの包括的管理 ②分別収集の導入

本計画の後継として、開発投資国際協力省の再編後、経済計画省により「5 か年計画 2021-2025」が存在するようである。当初は 2021 年 8 月頃には具体的な文書が発表される予定であったが、当時の政治的混乱（2021 年 7 月の首相解任、議会閉鎖）のためか、現時点で発表されておらず、詳細が不明である。

「国家開発 5 か年計画（2016 年～2020 年）」の評価（2019 年、Solidar Tunisie）には、12 のプロジェクトが含まれており、そのうちの一つである FIVAD 設立プロジェクトについては非現実性が指摘されている。計画と結果には大きな乖離があり、投資率、失業率、貯蓄率、平均成長率、貧困率の重要指標はいずれも達成されていない。環境分野、特に廃棄物管理分野の状況については明示的に触れられていないが、後述の「包括的・持続可能な一般廃棄物管理国家戦略（2020～2035）」において「一般廃棄物の再利用率を 2035 年に 20%にする」ことを目標の一つとしていることから、「2020 年までに廃棄物の再利用率を 50%以上にする」目標は未達であったことが分かる。

(2) 政策

一般廃棄物については、「包括的・持続可能な一般廃棄物管理国家戦略（2020～2035）」が、USAID の支援の下、チュニジア国環境省により策定された。概要は以下のとおりである。

表 5 「包括的・持続可能な一般廃棄物管理国家戦略（2020～2035）」の概要

項目	内容
原則	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 予防措置の原則：ライフサイクルアプローチ、廃棄物減量、再利用率の向上、クリーン生産など包括的アプローチによる持続可能な生産・消費の実現</li> <li>・ 近接性重視の法則：原材料から製品製造、廃棄物の流れを再生的な経済循環の中に閉じる</li> <li>・ 拡大生産者責任の原則：生産者に加え、流通・輸送業者も管理責任を負う</li> <li>・ 汚染者負担の原則：汚染に伴う費用は汚染者負担</li> <li>・ 関係者間のパートナーシップと協力の原則：廃棄物管理における政府、流通・輸入業者を含む拡大生産者、自治体、消費者など関係者間の連携・協力</li> </ul>
戦略的ビジョン	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 縦割り廃止の包括的アプローチの推進</li> <li>② 循環経済のプロセスにおける家庭ごみ管理の統合</li> <li>③ 拡大生産者責任の効果的適用</li> <li>④ 地方自治体の人的資源の能力強化と機材拡充</li> <li>⑤ 天然資源・環境保護</li> <li>⑥ 都市部の生活水準の向上</li> </ol>
環境・持続的開発の政策における目標	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 環境・天然資源保護</li> <li>② 国民の生活水準の向上</li> <li>③ 気候変動の影響の低減</li> </ol>
指標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 一般廃棄物の量を 2035 年に 2020 年に比べて 10%削減する</li> <li>・ 一般廃棄物の再利用率を 2035 年に 20%にする</li> <li>・ 有機物の活用やエネルギー変換を徐々に増やし、2035 年に再利用率を 40%にする</li> <li>・ 最終処分場に廃棄する家庭ごみを 2035 年までに 60%削減する</li> </ul>
方針	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 一般廃棄物管理分野を（資源および環境の保護、生活環境改善、再生的生産などの観点から）再構築し、関係者の能力強化を図り、分野の専門化を進める</li> <li>② 循環型経済の原則に則って一般廃棄物の（材料から生産、消費、再利用・廃棄のライフサイクルの最終段階として）包括的管理を推進する</li> <li>③ 一般廃棄物管理のガバナンスを振興し、地方分権化に重点を置く</li> <li>④ 拡大生産者責任と適切な経済的統合に基づく、一般廃棄物管理の最適な資金調達モデルの設計</li> <li>⑥ 国民と関係者に対し、一般廃棄物管理のイメージ、認識の改善</li> </ol>

本戦略の行動計画（2021～2035年）のうち、「廃棄物の活用とリサイクル」に関連する活動の概要は以下のとおりである。

表 6 「廃棄物の活用とリサイクル」に関する行動計画（2021～2035年）の概要

活動内容	予算	実施期間	担い手
<b>技術面</b>			
リサイクルのパフォーマンス向上	2億DT	2021～ 2030年	ANGeD、市 町村、民間 企業
有機物活用のパフォーマンス向上	1億DT	2021～ 2035年	
エネルギー変換のパフォーマンス向上	2億DT	2021～ 2035年	
<b>組織・法律面</b>			
環境技術の動向ウォッチの制度化	1.5億 DT	2021～ 2027年	CITET
<b>資金面</b>			
コンポスト導入のインセンティブメカニズムの確立	2百万 DT	2021～ 2025年	
環境保護のための税収配分の見直し		2021～ 2025年	
廃棄物処理業者の資金調達における支援（二国間・多国間協力、地方分権化、持続可能な開発・気候変動関連の資金調達メカニズム）	2千万 DT	2021～ 2023年	
廃棄物分野への投資ガイドの作成	1億DT	2021～ 2025年	
廃棄物リサイクル・活用プロジェクトへの		2021～ 2025年	
廃棄物リサイクル・活用の補助金の上限見直しによる民間企業の廃棄物管理への投資（PPP、コンセッション、直接投資）奨励		2021～ 2025年	
<b>啓発・コミュニケーション面</b>			
廃棄物活用に重点を置いたサーキュラーエコノミーと社会的連帯経済の推進計画の策定		2021～ 2025年	環境省、 ANETI
廃棄物活用／エネルギー変換・アップサイクルの支援とその強みと利点の広報		2021～ 2030年	
コミュニケーションと情報管理のための制度改革		2021～ 2030年	

### （3）法令等

廃棄物管理に関わる法令は、表 7 に示すとおりである。

表 7 廃棄物管理の関連法令

法令番号	公布日	法令名、内容
自治体法 第 95-68 号		一般廃棄物の収集、分別、処理、無害化、処分など廃棄物の管理について自治体の責務を規定
法律 96-41 号	1996 年 6 月 10 日	廃棄物管理及び処分についての規定（法律 2001-14 号の施行により改訂）
法律 97-37 号	1997 年 7 月 2 日	有害廃棄物の陸上輸送について規定
法律 2001-14 号	2001 年 1 月 30 日	環境関連機関の行政手続きの簡素化に係る法令
法令第 97-1102 号	1997 年 6 月 2 日	容器包装の回収及び処理に関する条件及び処理方法並びに ECO-LEF システムについての規定（法令第 2001-843 号施行により改訂）
法令第 2000-2339 号	2000 年 10 月 10 日	有害廃棄物リストを定める政令
法令第 2005-2317 号	2005 年 8 月 22 日	ANGeD の設立及び役割についての規定
環境省令	2007 年 1 月 17 日	有害廃棄物以外の収集、運搬、貯留、処理、再利用、活用活動の条件・方法を定める仕様書の承認についての規定

関連法令のなかで特に廃棄物管理の根拠法となっている法令第 96-41 号「廃棄物及び管理・除去関連法」（通称「1996 年法」）（1996 年 6 月 10 日付）では、廃棄物とその管理法についての枠組みが規定されており、廃棄物の発生、特に製品の製造と配送の段階で、廃棄物の産出者、流通業者、運送業者などが法令に従って行動することにより、環境、特に水、空気、土壌および動植物の種に害を及ぼす可能性のある廃棄物の汚染物質や臭気などの有害性を抑制・削減すること、再利用、リサイクル、再利用可能な物質を回収する、エネルギー源として使用する等により廃棄物を活用すること、管理型最終処分場を確保することを目的としている。

#### ・廃棄物の定義と責任主体

廃棄物は、法的枠組みにおいては、発生源により一般廃棄物と産業廃棄物、特性により有害廃棄物、非有害廃棄物、不活性廃棄物に分類される。最終処分場は廃棄物の種類により、①有害廃棄物用、②一般廃棄物及び非有害廃棄物用、③不活性廃棄物（採石場、解体・建設・改修現場からの土石等で危険物質に汚染されていないもの）用の 3 つに分類される。

有害廃棄物は、上述の法令第 2002-2339 号でリスト化されており、分類は表 8 のとおりである。有害廃棄物は環境省の承認が必要であり、これらの廃棄物は当局の許可した施設でのみ処理することができる。

表 8 有害廃棄物のリスト（大項目のみ抜粋）

コード	分類	コード	分類
01	放射性廃棄物	11	写真現像から発生する廃棄物
02	医療廃棄物	12	燃え殻
03	狩猟・漁業からの廃棄物	13	金属類を含んだ向き廃棄物
04	工業からの廃棄物	14	鉄鋼業からの廃棄物
05	製紙工場からの廃棄物	15	廃オイル
06	繊維業からの廃棄物	16	有機物質を含んだ排水
07	オイル・ガス産業からの廃棄物	17	建設廃材
08	化学工場からの廃棄物	18	上下水道業からの廃棄物
09	有機化学工業からの廃棄物	19	感染性のある事業系一般廃棄物
10	塗装製造業からの廃棄物	20	その他

上述の廃棄物の定義及び分類を考慮し、ANGeD では廃棄物を①一般廃棄物及び類似廃棄物、②非有害産業廃棄物、③有害廃棄物に分けて、廃棄物管理行政を行っている。各廃棄物の収集及び処理の主体は、以下のとおりである。

表 9 各廃棄物の収集及び処理の主体

廃棄物の種類	内容	収集主体	処理主体
一般廃棄物及び類似廃棄物	家庭から排出された非有害の廃棄物（紙、プラスチック、生ごみなど）	地方自治体	地方自治体
非有害産業廃棄物	事業所から排出された紙、プラスチック、生ごみなど	排出事業者	排出事業者
有害廃棄物	鉱業、化学工業、鉄鋼業などから排出された廃棄物	排出事業者	排出事業者

非有害産業廃棄物については、排出事業者に替わり、地方自治体が排出事業者から収集・処理にかかる費用を料金として徴収することで、収集及び処理を行うことができる。本事業の対象分野であるプラスチックメーカー、化学メーカーからのプラスチック製造に伴う廃棄物について、上記表 8 のコード 09 有機化学工場からの廃棄物が該当するが、対象となるものは、製造用の洗浄水、原液、溶液、製造に伴う反応及び蒸留残滓、ろ過ケーキ、吸収剤などであり、余剰プラスチック自体は含まれておらず、上述の有害廃棄物のリストに記載された廃棄物には該当しないものと判断される。そのため、本事業では、②非有害産業廃棄物に該当する廃プラスチックが対象であり、本法令の有害廃棄物規制の対象外である。

・罰則について

1996 年法第 5 条によると、基準を遵守せず廃棄物を自然環境に排出した場合、または法律に違反して廃棄物処理をした場合、当局は違反者に期限を設けて廃棄物の除去を求める。違反者が期限内に除去し

ない場合は、当局は違反者の費用負担で汚染物質の除去を行う。また同法令第7章では、訴訟と罰則について規定されており、規定違反者は重大さに応じて100～50,000ディナールの罰金が科される。有害廃棄物の場合は、禁固2か月～2年及び100～50,000ディナールの罰金またはいずれかが科せられる。

同法令第26条によると、廃棄物の回収、分別、輸送、保管、処理、活用、撤去を行う組織や企業は環境省の許可が必要である。規定に則り、地方自治体の確認後、影響調査の承認プロセスが終了して初めて許可が与えられる。許可は期限が定められており、更新が可能である。

#### ・環境教育

ANGeDの広報・啓発部門では、ANGeDの組織や任務、活動の紹介や、持続可能な包括的廃棄物管理のための啓発プログラムの立案も行っている。具体的なプログラムや活動は以下のとおりである。

- 啓発キャンペーン、会議、コンテストの主催や啓発リーフレット等の作成
- 新聞、雑誌、テレビ、ラジオ等のメディアを通じたリサイクル推進活動
- ANGeDの活動に関する四半期報告書
- チュニジアの廃棄物管理に関する問い合わせ用フリーダイヤルの開設
- 各地の小学校、中学校の教師・生徒を対象としたコンポストに関する座学・実地授業、分別センター訪問等

### 3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針

我が国の「対チュニジア共和国 国別開発協力方針」(2019年9月)では、重点分野(中目標)として、①経済インフラ等の整備と人材育成、治安維持能力強化、②地域間格差の是正に向けた生活環境の改善、地域産業振興の2つを掲げている。特に①経済インフラ等の整備と人材育成では、持続可能な産業振興を小目標としており、対応方針は以下のとおりである。

高失業率の是正に資する持続可能な産業の育成に向け、産官学連携の枠組みも利用しつつ、人材育成、民間投資の促進、新産業育成、中小零細企業を含む経済活動の促進等に資する支援を行う。

本事業では、ビジネス展開によりチュニジアの「環境負荷の軽減と持続可能な開発」「市民の環境意識の醸成、行動の変容」「廃棄物処理・再利用関連の新規雇用の創出による経済発展」を目指しており、これらを達成することは、上述の両方の重点分野とも関連し、ひいては目標達成に向けて効果を発揮し得ると考えられる。

### 4. 当該開発課題に関連するODA事業及び他ドナーの先行事例分析

#### (1) 我が国のODA事業

本調査の実施段階で、以下のような当該開発課題に関連する先行事例が確認された。

表 10 我が国の ODA 事業先行事例

プロジェクト名	研修（南南協力）「アフリカの都市のための廃棄物管理と都市衛生」
実施機関	チュニス国際環境技術センター（CENTRE INTERNATIONAL DES TECHNOLOGIES DE L' ENVIRONNEMENT DE TUNIS, CITET：環境省傘下）
実施時期	2022 年～2024 年（各年度約 2 週間）
対象国	アフリカ仏語圏 12 カ国
事業目的	アフリカ仏語圏 12 カ国の廃棄物管理及び都市衛生部門の政府関係者をチュニジアに招聘し、廃棄物管理及び都市衛生に関する研修を実施することで、各国の当該分野の行政能力向上を図る。
事業内容	チュニジア国における廃棄物管理及び都市衛生の法制度、施行状況、廃棄物処理などの現状を、座学及び現場見学などを通じ理解する研修
連携可能性	研修の中で本ケミカルリサイクル技術を紹介し、ホストであるチュニジア国関係者、及び、参加者であるアフリカ仏語圏 12 か国の関係者に本技術の有用性を理解してもらい、以て、チュニジア及び参加国でのビジネス展開の可能性を探る。

プロジェクト名	環境教育・青少年活動分野の JICA 海外協力隊「コミュニティ開発」
実施機関（受入省庁）	環境省
実施時期	2021 年 10 月～2023 年 12 月
現地カウンターパート機関（配属機関）	コルバ自然環境保全協会（ATPNE Korba） 1992 年に設立された NGO で、コルバ地区（チュニジア北東部、人口約 4 万人）における環境啓発及び地域開発を主目的としている。具体的な活動内容は、同地域の植林やゴミ拾い等を通じた生態系保全や環境教育や、地元女性たちの生計向上のための研修、文化遺産の持続的な保全等のコミュニティ開発等、当該地域に根差した多様な活動を展開している。年間予算は約 50 万円で、プロジェクト毎に補助金を受けて活動している。
対象地域（任地）	ナブール県コルバ市（チュニス市より車で約 1.5 時間）
事業目的	NGO は、環境分野の定期的な啓発活動の他、コミュニティの課題を解決するためのプロジェクトごとの活動を行っている（エコツーリズムの規格や地域女性の生計向上のための研修、地域の特産品（フラワーウォーター、オリーブ油、スパイス等）や工芸品の付加価値向上等）。またコルバ湾（フラミンゴが飛来する）の生態系保全活動や、若者による街の美化活動「緑の帽子プロジェクト」が行われている。このような状況のもと、今般、環境分野や、プロジェクト毎の活動を対象に、現地調査（情報収集・課題把握）を実施し、地元住民や女性グループの収入向上につながる解決策を提供すると同時にワークショップを企画・開催する活動を行う。
事業内容（活動内容）	①既存の活動の把握・実施サポートする（地域住民への啓発活動・コミュニティ開発を同僚として協議して行う）

	<p>②コルバ市のフィールド・ニーズ調査を行い、新たなプロジェクトを立ち上げ、ワークショップを企画運営する</p> <p>③その他、NGO が実施する他のプロジェクトやイベント開催に参加や協力を行う</p> <p>④同 NGO における、今後のより効果的な協力のあり方を考え、提案を行う</p>
連携可能性	<p>隊員は草の根無償資金協力を活用した家庭ゴミの堆肥化のためのコンポストセンター建設及び運用を検討している。本技術を理解してもらうことで、隊員が予定しているゴミの分別・リサイクルの啓発活動の動機付けの深化に繋げ、将来的に本技術への関心を高め、以て、ビジネス展開の機会を期待する。</p>

## (2) 他ドナーの先行事例分析

本調査の実施段階で、以下のような当該開発課題に関連する先行事例が確認された。本事業で、GIZ 現地事務所へ訪問し、本事業を紹介し協業の可能性について意見交換を行ったが、実績もなく、政府補助も必要と思われるため、協業にはまだ早いとの見解であった。

表 11 他ドナーの先行事例

ドナー名	概要
ドイツ国際協力公社 (GIZ : Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit GmbH)	<p>廃棄物活用投資基金 (FIVAD: Fonds d'investissement pour la valorisation des déchets)</p> <p>本プロジェクトの目的は環境保護、健康リスクの低減、温室効果ガスの削減である。投資案件は革新的で、社会的に受容可能なものである必要があり、雇用の創出 (ごみの分別収集等) も目指す計画である。プログラムの総額は 1700 万ユーロであり、内 900 万ユーロが有償資金協力、約 300 万ユーロが無償資金協力であり、家庭ごみの総合的活用と分別回収が大きな柱である。</p>
ドイツ連邦経済協力開発省 (BMZ: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit)	<p>地方自治体間協力-マグレブにおける地方参加型ガバナンス (CoMun: Coopération municipale - Gouvernance locale et participative au Maghreb)</p> <p>2008 年～2018 年までチュニジアを中心にマグレブ地域 (チュニジア、アルジェリア、モロッコ) で、市町村開発のネットワーキングを行うプロジェクト。廃棄物管理に関しては、2012 年より、シリアナ、カスリン、ジャンドゥーバ、ガフサなどの市に対して、市町村廃棄物管理計画 (PCDG: Plans Communaux de Gestion des Déchets) の実行を支援し、更に 30 の市町村から成る市町村廃棄物管理ネットワーク「WAMA-Net」を構築し、モロッコのネットワークとも協力した。</p>
国際連合人間居住計画 (UNHABITAT: United Nations Human Settlements Programme)	<p>「アフリカのきれいな街プラットフォーム (ACCP)」の活動の一環として、スース県において都市廃棄物の管理実績を評価・改善にかかる</p>

Nation Habitat)	Waste Wise Cities Tool (WaCT) の実証調査が進められている。
アメリカ合衆国国際開発庁 (USAID : United States Agency for International Development)	一般ごみの回収については、USAID と協力の下、国家管理政策 (2020～2035) が地方環境省により策定された。廃棄物管理システムに大部分の関係者を関与させる参加的アプローチの枠組みの中で策定された計画である。この政策は、循環型経済の原則に則り、2030年までに一般ごみの発生を10%削減し、リサイクル率を20%増加させることを目標としている。また有機物の活用、エネルギー変換に向けた廃棄物の量を40%増加、ゴミ処分場への投棄を60%削減することも目標としている。プロジェクト実施期間：2017～2021年
韓国国際協力団 (KOICA : Korean International Cooperation Agency)	ANGeD と協力して「廃棄電気・電子製品 (DEEE) のリサイクルと活用パイロットプロジェクト」を実施。概要は以下のとおり。 予算規模：360万ドル (無償資金協力) +150万ドル (チュニジア政府) 処理能力：24,000 トン/年 収集・リサイクル施設運営開始：2016年11月
イタリア、スペイン、ギリシャ CEOMED : Employing circular economy approach for OFMSW (Organic Fraction of Municipal Solid Waste) management within the Mediterranean countries	スファックスバイオテクノロジーセンター (CBS) と協力して、スファックス市におけるローカルの青空青果物市場からの有機廃棄物を分別回収・嫌気性分解し、堆肥化することで、廃棄物を減量化、リサイクルするパイロットプロジェクトを実施中。 予算規模 (チュニジア、ヨルダン合わせ) 310万ユーロ (EU 拠出分 280万ユーロ) プロジェクト実施期間：2019年1月～2023年5月

## 第2 提案法人、製品・技術

### 1. 提案法人の概要

#### (1) 企業情報

提案企業 (AC Biode 株式会社、以下「当社」という。) は、京都府に本社を置き、けいはんな学研都市に研究所を有する化学をベースにしたクリーンテックのスタートアップで、バイオード (造語で、両性電極の意) による世界初の独立型交流電池のほか、プラスチックの解重合触媒などを開発、また灰から吸着剤へのリサイクルを展開している企業である。

#### (2) 海外ビジネス展開の位置づけ

当社は設立当初より、日本以外にも環境意識の高いイギリス、ルクセンブルグなどのヨーロッパに営業拠点を持ち、事業を進めている。ミッションは「化学技術により、地球の温暖化ガス削減と海洋プラスチックをはじめ、グローバルなごみ問題解決・リサイクル率向上に貢献する」ことであり、本事業は開発途

上国で、当社のケミカルリサイクル技術を展開する試金石となる非常に重要な位置づけである。チュニジアでの事業では、5年以内に現地法人または事務所を設立、世界的にもまだ珍しい、廃プラスチックのケミカルリサイクリングを開始する予定である。

## 2. 提案製品・技術の概要

### (1) 提案製品・技術の概要

本調査では、廃プラスチックの解重合（分解）を可能にする「触媒」と「解重合プラント」（これらを合わせて、「解重合システム」という。）のチュニジアへの導入可能性を見極め、ひいては同国でのリサイクル率アップ、温暖化ガス削減、ダイオキシン削減、海洋プラスチックごみ削減、経済性の向上、廃棄物仕分け向上に貢献したい考えである。

当社の「解重合プラント」は連続式で、解重合温度はプラスチックの種類や状態に拠るが、150～300℃（世界最低規模の反応温度：反応温度が低いほどエネルギー削減につながる）であり、プラントの主要構成装置は右図のとおり、ごみ投入機、粉碎機、反応装置である。

本「解重合システム」の主な利点は以下のとおりである。

- ①プラスチック等化学製品のように物理的に劣化するマテリアルリサイクルと違い、解重合によりモノマーを産出するケミカルリサイクルのため、半永久的に廃プラスチックをリサイクルできる。
- ②エネルギーコスト50%以上削減が可能（他社熱分解では450～1100℃・高圧、他社触媒を用いる分解300～400℃に対して本製品は150～300℃・低圧）。
- ② 温室効果ガス、ダイオキシン、タール等が発生しない。
- ③ 処理後の産物であるモノマー

が各種化学製品の原料として利用可能なため、化学プラント等へ販売が可能である。

なお、本製品は実証実験を日本国内外の廃棄物処理会社、化学会社等と進めている。また国内外の5社以上と共同実証実験、開発等の基本合意書を受領済である。

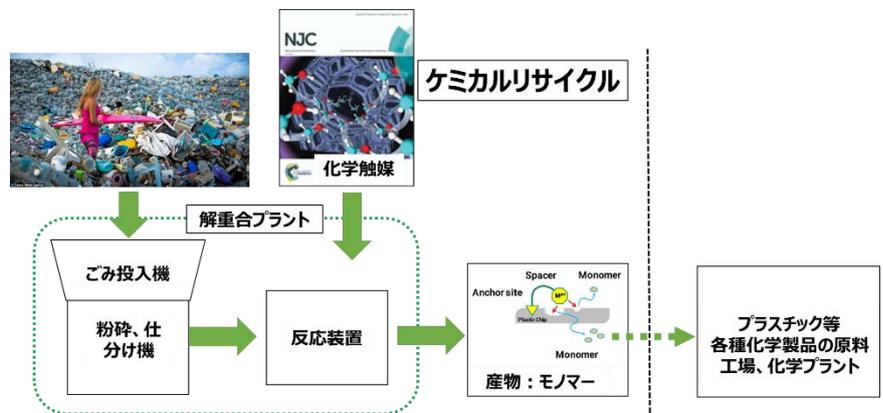


図 3 解重合システム構成

### (2) ターゲット市場

#### ・対象マーケットの概要

廃プラスチックのケミカルリサイクルは、主に油化とモノマー化に分けられ、油化は長く技術として存在するものの、油として使えるレベルの油に仕上げるのが技術的に安定しないこと、またコストが追加でかかることから長く浸透していなかったものの、ここ近年の環境問題への高まりで、再注目されている。用途は、ガソリンや油用途ではなく、油化した油を化学品の材料として、ケミカルリサイクルするものである。現在、国内外の多くの化学メーカーが油化を開始している。

一方、モノマー化は、比較的新しい技術であり、商業化している事例は、まだ世界でも数件である。大手化学メーカー、プラスチックメーカーを中心に注目を集めている分野である。

### 3. 提案製品・技術の現地適合性

#### (1) 現地適合性確認方法

提案法人、外部人材、現地再委託を活用し調査を実施した。項目ごとの調査内容は以下のとおり。

表 12 調査項目

調査項目	調査内容	調査方法	成果	実施主体
調査項目 1. 対象国地域の開発課題				
1-1. 対象国地域の開発課題	廃棄物問題の発生原因 政府取組の状況調査	現地メディア報道、政府機関の文書のネット文献調査	対象国地域の開発課題が具体的に整理される。	JICS
	開発課題の実態と課題調査	地方環境省、ANGeD へ WEB ヒアリング		JICS
1-2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等	環境関連開発計画政策、廃棄物処理に関する法令等調査	関連する法令等のネット文献調査	当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等が整理され、それらに関する課題と対策を一覧にまとめたシートが完成する。	JICS
	チュニジア政府の「5か年計画」のうち、本調査関連部分について、進捗評価、関連法令等調査	地方環境省へ WEB ヒアリング		JICS
	ANGeD が行った個別プロジェクトの進捗評価確認	ANGeD へ WEB ヒアリング		JICS
1-3. 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針	外務省、JICA ボランティア（環境教育）の先行事例調査	外務省、JICA 文書ネット文献調査	当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針、それらへの貢献可能性が整理される	JICS
	連携可能性、先行事例の派遣先、今後の計画の確認と提案	JICA チュニジア事務所、在チュニジア日本大使館との WEB 会議		JICS

1-4. 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例	GIZ 他、国際機関、他ドナーによる ODA 事業及び先行事例調査	ネット文献調査	当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例や、それらとの連携可能性とアクションを一覧にまとめた表が完成する。	JICS
	本プロジェクトの関連プロジェクト調査、連携可能性分析	GIZ チュニス事務所へヒアリング		現地再委託
1-5. 開発課題解決貢献可能性	提案法人の製品技術サービス、ODA 事業、ビジネス展開等を通じて期待される開発効果分析			JICS
調査項目 2. 提案製品の現地適合性				
2-1. 提案製品の現地適合性（技術面）	現地代理店によるプラント運営管理可能性調査	廃棄物処理代理店候補のリストアップ	提案製品技術の現地適合性（技術面）が整理される。	現地再委託
		リストアップした廃棄物処理代理店候補のリストの企業情報調査と絞り込み		AC Biode
	装置の現地調達製造可能性調査	装置メーカー、化学触媒メーカーのリストアップ		現地再委託
2-2. 提案製品の現地適合性（制度面）	一般廃棄物（企業、家庭）の回収について	ANGeD 文書、メディア報道等ネット文献調査	提案製品技術の現地適合性（制度面）が整理される	AC Biode
		ANGeD へヒアリング（WEB 会議）		AC Biode
	税制労務、法人設立等に係る規制の確認	外資への規制優遇措置、税制労務、現地法人設立等に係る規制調査		AC Biode
		外国投資振興庁（FIPA）、JETRO へ法人設立等について WEB ヒアリング		AC Biode
調査項目 3. ビジネスアイデアの具体化				

3-1. 市場分析（採算性確認調査）	顧客候補（チュニスの化学工場など）へ廃棄物処理の現状、本製品についてのニーズ調査	顧客候補のリストアップ	解重合システムおよび触媒定期購入パッケージのBtoB（廃棄物処理を伴う企業）およびBtoG（政府、自治体）市場での販売可能性が整理される。	現地再委託
		リストアップした顧客候補の選定（10社程度）		AC Biode
		選定した顧客候補に廃棄物処理の現状、本製品についてニーズWEBヒアリング		現地再委託
		ヒアリング結果の分析		AC Biode
	顧客用提案書類の作成	AC Biode		
	首都の一般廃棄物処理業者へ処理費用調査	業者へのヒアリング		現地再委託
	ANGeDと産業廃棄物の処理費用等の調査	ANGeDとWEB会議		AC Biode
3-2. 競合分析	国内外の競合他社の技術内容、戦略等調査	ネット文献調査	廃棄物処理市場での競合他社の企業概要、製品サービス（内容、価格等）、ドメイン等が整理される。	AC Biode
	競合他社技術の現地進出状況調査	ネット調査		現地再委託
	競合他社技術の普及度についての調査	ANGeDへのヒアリング（WEB会議）		現地再委託
3-3. 進出形態と現地パートナー候補、バリューチェーン	絞り込んだ設備メーカー、化学触媒メーカーの実態調査	現地備人訪問による実態調査	進出形態の案、パートナー候補の特徴や連携するメリットデメリットが整理された表が作成される。	AC Biode
		現地パートナー候補の絞り込み		AC Biode
	INSAT、INATと現地研究開発、現地製造の連携可能性調査	INSAT、INATと現地研究開発、現地製造の連携可能性WEB会議		解重合システムおよび触媒定期購入パッケージのバリューチェーン図が作成され、それぞれの段階での事業上の留意点が整理される。

3-4. 想定される課題リスクと対応策	対象廃棄物関連のリスク調査	ANGeD、顧客候補へのWEBヒアリング	想定される課題リスクと対応策をまとめた一覧表が作成される。	AC
		対象廃棄物関連のリスクの分析と対応策の策定		Biode
	EIA その他許認可の要否、必要な場合の手続きの確認	EIA その他許認可の必要な場合の手続きの整理と対応計画策定		AC
		地方環境省へ確認		Biode
	ビジネス展開、ODA 事業連携に影響し得る政情、経済、感染症等関連リスク調査	ビジネス展開、ODA 事業連携に影響し得る政情、経済、感染症等関連リスクの分析と対応策の策定		AC
		経済、政情、感染症等関連：JICA 事務所、JETRO へのWEB ヒアリング		Biode
3-5. ビジネスモデル案の策定	本調査分析結果に基づくビジネスモデル案の策定	ビジネスモデル案の検討作成	本調査を踏まえたビジネスモデル案が作成される。	AC
		顧客候補、パートナー候補への照会を通じた現地におけるビジネスモデル案の検証。		Biode
調査項目 4. ODA 事業との連携可能性				
4-1. 連携が想定される ODA 事業についての調査	JICA 事務所と先行事例の派遣先、今後の計画の確認と提案	調査項目 1 でのヒアリング結果の整理と連携案の策定	既存 ODA 事業との連携可能性および連携の要件が整理される	JICS
		JICA 事務所と先行事例の派遣先、今後の計画の確認と提案 WEB 打合せ		AC
	ドイツ CoMun プロジェクト等に関する調査	既存プロジェクトの連携可能性について、GIZ チュニス事務所とのWEB 打合せ		JICS

## (2) 現地適合性確認結果（技術面）

本設備に必要なインフラは、処理規模に応じた建屋と粉碎機および反応装置のための電源であり、反応装置の電気ヒーターの温度は 120～200℃程度であり消費電力は小さい。チュニジアにおける B to B ビジネス、B to G ビジネスのいずれを想定した場合でもこれらインフラの整備状況に問題がないことは、本調査に先立ち提案企業で実施した事前調査で確認済みである。

本調査にて、表 13 に記すチュニジア国内企業 16 社、欧米系の 3 社（廃棄物処理会社、プラスチックリサイクル会社、化学関連会社）並びに国立科学技術大学（INSAT）、国立農業大学（INAT）の 2 つの大学に対しヒアリング調査を実施した。

INSAT と INAT は、実際に大学の研究施設を訪問した（施設内は撮影不可）。



INSAT の正面入口

ヒアリング調査の結果、技術面で以下の課題があることが分かった。

課題 1. チュニジア国での化学触媒を製造する能力が低い。

課題 2. 解重合した後のモノマーの純度を上げる技術的条件を満たしていない。

プラスチックのケミカルリサイクリングを開発している在チュニジアの欧米系企業を除くと、今回対象としている触媒の製造、品質管理能力、触媒に関する知識、経験、ノウハウ、レシピに関するノウハウ、リアクター等の設備、リサイクルプロセスに関するノウハウ等を十分に有している会社を本調査期間内で見つけることができなかった。今回の調査では、技術的条件を満たす現地パートナー候補が見つからず、本事業後直ぐにビジネスを実施するには、更なる調査、パートナー候補の開拓、必要な現地技術力の向上、政府の政策等を注視する必要があることが分かった。本事業後は 5 年以内のビジネス展開を視野にいれ、現地廃棄物処理・リサイクル会社等有力会社と連絡を取り、引き続き現地の廃プラスチック処理の進捗を確認していくほか、政府関係者や行政に対して、提案企業のケミカルリサイクリングの技術紹介を行い、触媒システムの周知を図っていく。

表 13 チュニジア内パートナー

会社	事業概要	所在地
Colibris	一般家庭や企業からリサイクル可能な廃棄物を回収するスタートアップ	Tunis
EcoGad	無害な廃棄物の収集、リサイクルを実施する大手の 1 社。ショッピングモール、産業企業、食品加工、レストラン、ホテル、事務所等へ BtoB のビジネスを展開している。日々改善を行っており、Mghira や Sousse 等で透明性の高い取引を実施している	Tunis, Sousse

DID RECYCLAGE	フランス環境省とチュニジア環境省と協力して、産業から有害な廃棄物を回収してフランスへ輸出している。2016年に創業し、大手廃棄物処理会社であるフランス Veolia 子会社の” SPUR ENVIRONMENT” と協業しており、国外にも法人を保有している。回収した廃棄物は焼却し、電気や熱に変えている。	Bizerte
Afrec African Recycling	2009年に創業し、全ての廃棄物に関し、企業向け、個人向けに管理運営を行っている	Mghrira, Tunis
Greenline	国際的な企業グループの傘下であり、輸出入、リサイクル等を実施している。世界に6工場、8つの事務所があり、5つの大陸に向けて、廃棄物の管理やサービスを提供している。幅広い産業に対して、リサイクル、原材料の価値化、管理運営を実施している。2社の貿易会社も所有し、世界的にリサイクルや取引を実施している。	Tunis
Universe Pack	Poulina group で、プラスチックパッケージ、各種段ボール、フレックスなパッケージ、文房具等を製造販売している	Sfax
SOTULUB	使用済油の回収、リサイクルし、油や潤滑油等として販売。また各種化学分析等を実施	Tunis
Elec recyclage	2008年に設立された会社で、無害な廃棄物や産業廃棄物の管理リサイクルを実施している。200人を雇用し、7,500m <sup>2</sup> の敷地で管理運営を行っている	Bizerte
SEGOR	一般家庭ごみ、埋め立て、廃棄物管理、排水ポンプ運営、家庭排水処理等を運営	Tunis
Tunisian Environmental Services (TES)	食品、薬品、産業等の各種原材料廃棄物の管理、運営、輸送、また廃プラスチックの取引やリサイクルを実施している	Tunis
SIPEL	プラスチックフィルムの製造とリサイクルを実施	Sousse
STE BEL-ECO	全ての種類の廃プラスチック、特にPETとPPのリサイクル事業を実施。リサイクル量は、30 ton/月	Monastir
COLLECTUN D3E RECYCLAGE	環境・持続可省庁から許可を取得した企業で、電機・電子機器の廃棄物回収、輸送、リサイクルを実施している。その他にも、段ボール、プラスチック等も同様に運営している	Tunis

SCIETETE PLASTICS RECOVERY SIDI BOUZID	HDPE、LDPE、PP、PET 等のリサイクル、製造、販売を担い、押し出し等に使うペレットも製造している。混ざったプラスチックも高い品質のプラスチックにリサイクルすることができる	Sidi Bouzid
Haysser recycling	チュニジアのリサイクル会社で大手3社の内の1社。3色のPET ボトルを、400ton/月リサイクルし、水やソーダ用のPET ボトルを製造している。	Sousse
Cosmoplast	食品、自動車、プラスチック、医療、空輸業界等のプラスチックごみを3,600 ton/年リサイクルを実施している	Megrine

### (3) 現地適合性確認結果（制度面）

チュニジアの廃棄物に関する5か年計画（2021年～2025年）が明確に発表されていないため、ANGeDにヒアリング調査を実施した結果、チュニジアにおける政治の混乱や新型コロナウイルスのパンデミックが影響し、計画の検討や決定が遅れているとのことであった。ヒアリングを実施した欧州系企業のうちの1社であるドイツGIZの担当者からも、制度面に関してANGeDと同様な見解を得た。ANGeDは、制度面では政策の策定が遅れているものの、廃棄物リサイクル分野への外資の参入は歓迎しているとの前向きな意見も得られた。

また、ヒアリング調査を実施した民間企業各社の現時点での共通した見解として、プラスチックのケミカルリサイクリングの必要性を感じているが、下記の課題があると指摘している。

- ①チュニジアの消費者が比較的高価格となってしまうリサイクル品に対して高い関心を持っていない。消費者意識の課題がある。
- ②法的制度面において、チュニジア国内でのリサイクルへのインセンティブや補助金制度が十分ではない。日本や他国においても、本提案製品導入先が副生物であるモノマーを販売することができたとしても、それによって同製品購入費を回収することが難しいのが通常であり、チュニジアでも状況は同じものと推定する。本製品導入による導入先企業のブランドイメージの著しい向上を購入費に勝るものと考えられる企業以外は、政府などからの補助金を受けなければ導入には踏み切れないのが一般的である。現在チュニジア国内で収集された全てのPETボトルは、有償で欧州等に輸出販売されている。また、チュニジア経済が不況で廃棄物処理のコスト削減が求められている中で、廃棄物処理に追加コストがかかるような新規投資には官民関係者ともに慎重になっている。
- ③ヒアリング調査をしたチュニジアのクリーンテックスタートアップであるBlue Octopus Cleantecの創業者兼CEOによると、チュニジアの廃プラスチックは排出量の全体の5%しかリサイクルされていないとのことであった。これは、プラスチックを使用する企業にとって、リサイクルの追加コストが、顧客へのブランディング価値を上回っている為、また日欧米のように十分な補助金が提供されていないことによるものと考えられ、政府からの財政的な支援が期待できない現時点では、民間企業の国内リサイクル分野への新規参入・投資には向かない環境である。

#### 4. 開発課題解決貢献可能性

貢献を目指す SDGs のターゲット：

- ・ 11：住み続けられるまちづくりを
- ・ 12：つくる責任つかう責任
- ・ 13：気候変動に具体的な対策を

当社の技術、ビジネス展開により、以下に貢献できる可能性がある。都市からプラスチックごみを削減し、サーキュラーエコノミーの構築、また石油や天然ガスから製造されるプラスチックごみを半永久的にケミカルリサイクルすることで、温暖化ガス排出の削減に貢献。

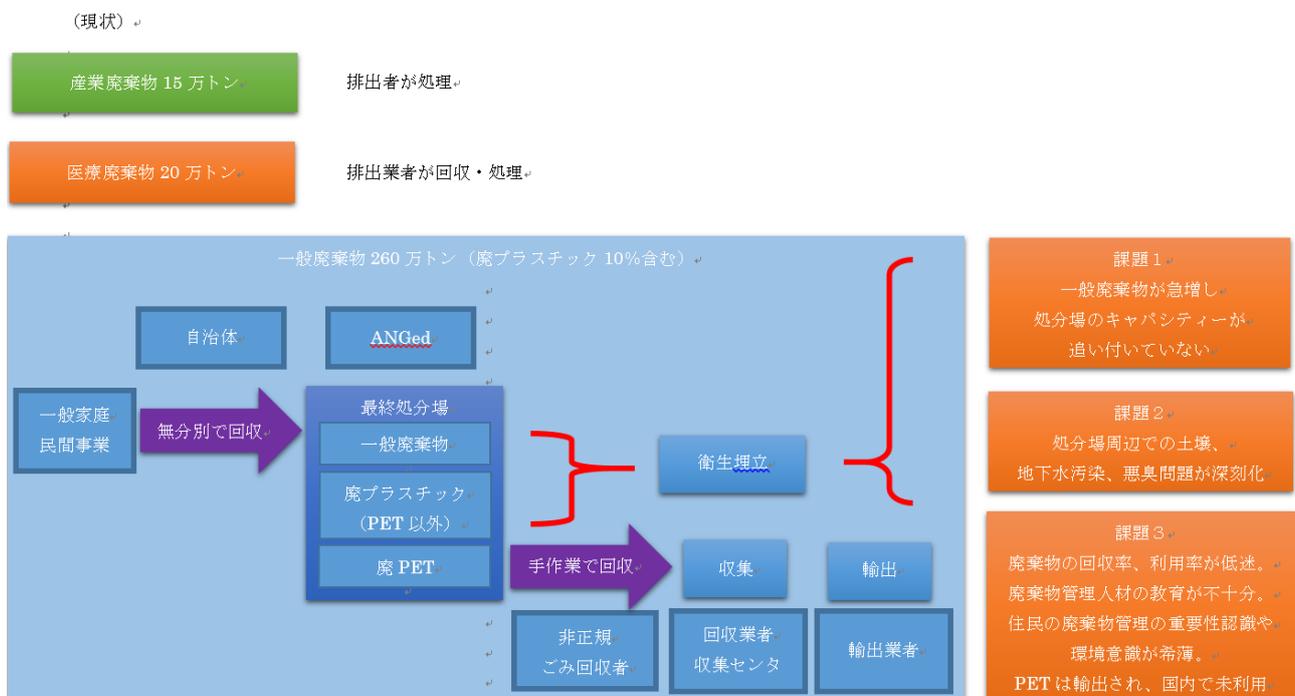
### 第3 ビジネス展開計画

#### 1. ビジネス展開計画概要

第2でも記載の通り、現状、直ちにビジネスを展開できる状況ではないことが明らかとなった。

本章では、現地パートナー企業等に触媒対応の技術力が揃い、また廃プラスチックリサイクル向けの補助金が明確になることを前提として、以下のようなビジネス展開が可能と考える。

現時点で想定される顧客は、産業廃棄物処理会社、化学会社、プラスチックリサイクル会社等で、現地代理店が販売し、化学工場の現場にプラントを設置する。触媒は、サブスクリプション方式（定額制サービス）で供給する。触媒の支払いは年1回、リバースエンジニアリングを回避するため、触媒自体は1〜1.5ヵ月に1回、当社または代理店が客先に追加する。



(本技術が普及する場合：一般廃棄物および廃プラスチック部分のみ。産業廃棄物、医療廃棄物の状況に変更なし)

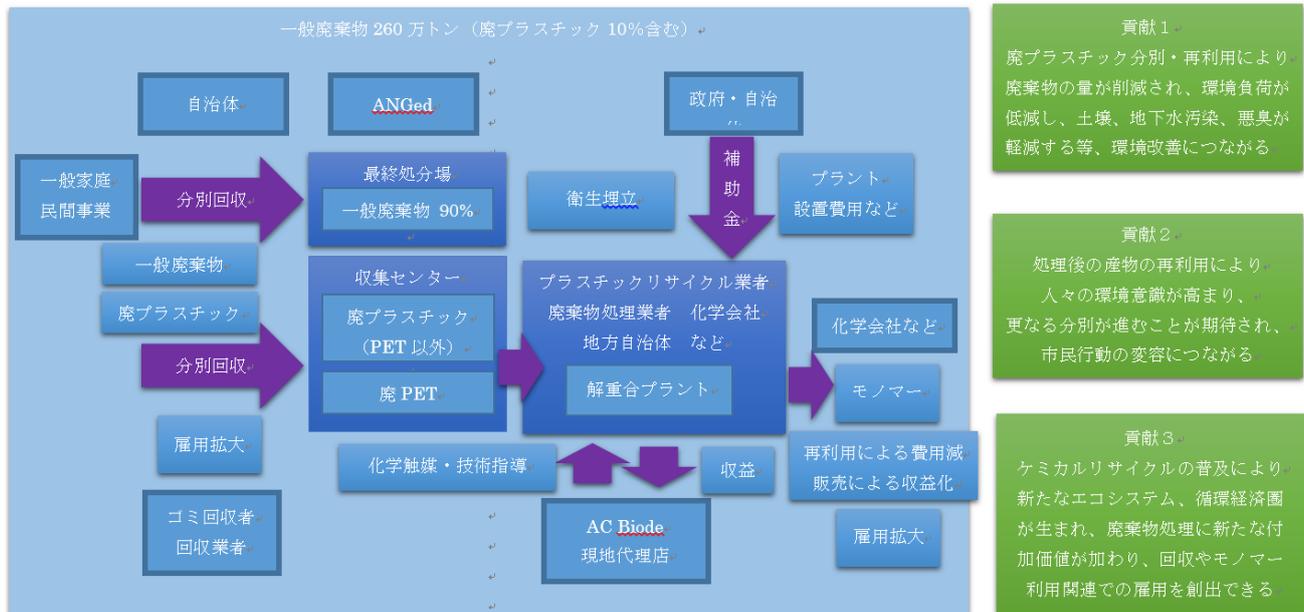


図 4 現状と本技術普及後の比較

## 2. 市場分析

### (1) 市場の定義・規模

ANGedによると、チュニジアには、プラスチックを収集している会社はあるが、多くはインフォーマル企業で、大きなリサイクル企業は欧州等へ収集したプラスチックを輸出している。プラスチックを収集する会社に対して許可を出すのは ANGed であるが、収集会社の売り先であるリサイクル会社に対して、ANGed は許認可・規制などに関与していないことが分かった。

現状、チュニジア国内でのプラスチックごみの中で、比較的分別し収集が容易なものは PET ボトルのみであり、当面、提案製品で処理を行う対象としては、PET ボトルと想定される。チュニジア国内では、PET ボトルは 2 ディナール (約 84 円) / 単位 (不明) で回収企業からリサイクル企業が買い取っているが、海外に輸出する会社はドル、ユーロで支払を受けており、これらの会社は 2 ディナールより高額で買い取っている。そのため、チュニジア国内で PET ボトルのリサイクルを実施する為には、これらの価格より競争力のある価格で、実施法人が買い取る必要があり、事業の導入にあたっては、販売先にとって従来型のリサイクル (輸出する) より、収益率がよいことが必要である。



チュニス市内で、インフォーマルな形で PET ボトルが収集されるごみ収集所

## (2) 競合分析・比較優位性

廃プラスチック処理に関し、競合する技術として、熱分解、焼却、マテリアルリサイクルが挙げられる。提案企業の化学触媒を使った解重合は、焼却や熱分解と比較して、処理温度が低温、設備・操業コストが廉価、ダイオキシン、タール、温暖化ガスを排出しないという優位性がある。またマテリアルリサイクルは、事前に仕分け、きれいにされている必要があり、2-3度リサイクルしたら使用ができなくなる。一方、ケミカルリサイクルは、ある程度汚れた、混ざった廃プラにも対応でき、半永久的にリサイクル可能である。対象の廃棄物や、気温、湿度など諸条件が異なるため、設備投資額、ランニングコストの比較は容易ではないが、本製品の設備投資額は熱分解の最大10分の1、ランニングコストは約2分の1である。

また、国内欧米の類似技術をもった会社は、詳細を開示していない為、比較が容易ではないが、国内外の化学会社より、当社触媒反応は「他社より低温低圧」と評価を得ている。

## 3. バリューチェーン

### (1) 製品・サービス

当社は、廃プラスチックを現場で解重合処理を可能にする「化学触媒」と「解重合プラント」の販売、および、関連コンサルティングサービスを提供する。当社の解重合プラントは連続式で、解重合温度は120~300℃（世界最低規模の反応温度：反応温度が低いほどエネルギー削減につながる）、投入するごみの処理能力は0.2~24トン/日まで対応可能である。価格帯は800万~1億4千万円（据付と1年分の触媒費用込み）で、触媒の購入代金は数万円~数千万円/年間。解重合プラントの主要構成装置はごみ投入機、粉碎機、反応装置である。

### (2) バリューチェーン

本事業で調査した候補は、廃棄物処理会社、プラスチックリサイクル会社、化学関連会社、および、研究レベルの実証プラントを設置する可能性のある大学である。想定した提案企業のビジネスモデルは、顧客に対し、ケミカルリサイクリングに必要なプラントの現場導入・設置のコンサルティングサービスの提供、サブスクリプション方式（定額制サービス）での触媒供給および運営コンサルティングサービスの提供である。基本的には、提案企業が解重合プラントシステム（ごみ投入機・粉碎機・反応装置）の導入・設置・立上げのコンサルティングを担当し、現地代理店は設置後の触媒の供給および運営コンサルティングを担当することを想定している。触媒の支払いは年1回、リバースエンジニアリング・模倣リスクを回避するため、触媒自体は1~1.5ヵ月に1回、当社または代理店が客先に追加する。なお、顧客は、処理後のモノマーを、化学製品などの製品製造や外販に回すことにより、コスト回収が可能となる。このケミカルリサイクルは、国内での回収からケミカルリサイクルへの流れが整備されれば、ほぼ半永久的に国内で循環し再利用が可能となる。

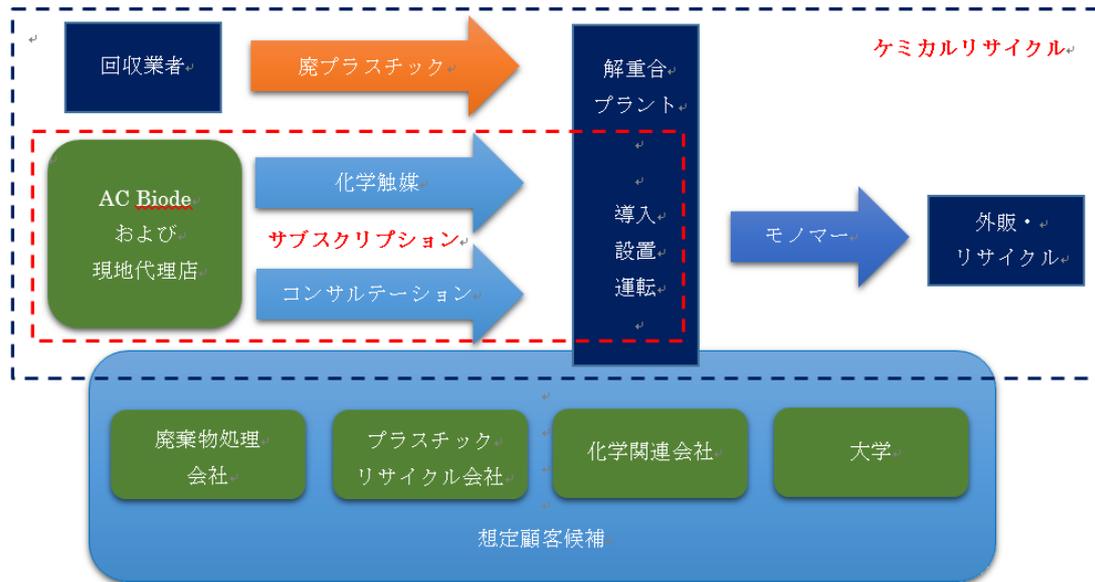


図 5 バリューチェーンモデル

本調査で、プラスチックの回収は行われているもののその多くは輸出されてしまい、国内での廃プラスチックリサイクルはほぼ行われていないため、国内では循環が成り立っていないことが判明した。また、プラスチックリサイクル会社、化学関連会社も、自社製造時の余剰プラスチックの自社内再利用には、これまであまり関心がなかったこともヒアリングから判明した。

以上より、当初想定したバリューチェーンは、現状ではその前提条件が整っていないことが窺える結果となった。

#### 4. 進出形態とパートナー候補

##### (1) 進出形態

プラントの構成要素のうち、比較的簡易なごみ投入機と粉碎機は、当初より現地製造・調達を想定し、当社のコア技術である触媒は輸出販売とし、ケースバイケースで、プラントの現地据え付けも可能な販売代理店と契約する。既に引き合いの多い、欧州、アジア、日本への営業も行いつつ、5年以内に現地法人を設立する計画である。チュニジア国内での販売が軌道に乗り始めれば、触媒についても日本国内外の有力な化学メーカーと共同開発を進め、10年以内には触媒を含む全てのパッケージの現地製造を開始し、更にチュニジアを拠点とし、中東・北アフリカ周辺国へ展開する想定である。

##### (2) パートナー候補

現地再委託先と協力して、チュニジア国内のプラスチック関連会社、化学会社、廃棄物収集会社等代理店候補を探し、上記表1の通り、チュニジアの16社、また欧米系の3社（廃棄物処理会社、プラスチックリサイクル会社、化学関連会社）並びに INSAT 及び INAT の2つの大学と各々打ち合わせを実施した。

上記3(2)「現地適合性確認結果(技術面)」の技術的な課題が分かったが、上記の会社の中で、同社の業界に対する商業的、技術的な知識、コミュニケーション能力、今までのプラスチックリサイクルの実績等を考慮に入れて比較的チュニジアの EcoGad 社及び Greenline 社が有力であることが分かった。両社、

また欧米系の3社もプラスチックのケミカルリサイクリングに興味を持っているものの、商業化の実績・データを確認してからの検討としたいこと、チュニジアにはまだサーマルリサイクル、ケミカルリサイクルが存在しておらず、一般ユーザーの環境意識もまだ高いとは言えない為、現時点では追加でリサイクルコストをかけてまで実施との判断はできないとの回答であった。上述の通り、政府の補助金は明確なものがあるわけではなく、経済の状況が芳しくなく、政治の混乱により上述の補助金や政府サポート等の計画性が見通せない、という理由もあげられた。

## 5. 収支計画

制度面と技術面における現地適合性、ケミカルリサイクルに必要なバリューチェーン、現地パートナー候補の意欲等を調査した結果、収支計画を策定するに必要な前提条件がすべて揃わなかったが、本調査で得られたデータをもとに、5年後の2027年に進出する前提で、以下の収支計画を想定している：

単位：百万円

	2027	2028	2029
売上	3	5	15
売上総利益	1	2	6
純利益（損失）	-5	1	3
備考 （想定販売台数）	1	2	6

## 6. 想定される課題・リスクと対応策

### （1）法制度面にかかる課題/リスクと対応策

当社の想定するプラントは消臭フィルターを使用し、処理時の音も洗濯機程度、処理温度は最大 300℃で低温である。環境影響評価や特別な許認可は、納入済みの日本でも不要であったが、チュニジア ANGeD や GIZ に確認したところ、チュニジアでも許認可は不要であるとのコメントを得た。

### （2）ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策

- ①プラスチック以外の廃棄物が多い場合解重合の効率が下がるが、ANGeD、客先候補に聞き取りを行い、できる限り分別を依頼することは可能との回答を得た。
- ②廃棄物の成分が不安定で、処理後のガスから塩素や硫黄分の除去が必要な場合が想定されるが、まずは廃棄物の成分が明確で、安定している B to B ビジネスから取り組む。

### （3）政治・経済面にかかる課題・リスクと対応策

隣国リビアの内戦の影響も受け治安情勢の悪化が見られたが、2016年3月を最後にしてテロ事案は発生しておらず、治安は回復している。JICA 事務所、再委託先から継続的に情報収集を行う。

### （4）その他課題/リスクと対応策

欧州委員会のプラスチック廃棄物の輸出入および EU 内の輸送に関する規則の変更に注視する必要がある。欧州委員会は、2021年1月から、EU から OECD 非加盟国へのプラスチック廃棄物の輸出を禁止する

とともに、第三国から EU への輸出については、有害なプラスチック廃棄物およびリサイクル困難なプラスチック廃棄物を第三国から EU に輸入する場合は、「事前通知および同意手続」の対象となり、輸入国と輸出国の両方が輸送を承認が必要としている。今後、EU の脱プラスチックの流れが更に強化されれば、PET のチュニジアから欧州への輸出が難しくなる事態も想定され、チュニジア国内での廃プラスチックのリサイクルの必要性が増す可能性がある。これは、国内において、マテリアルリサイクルもほぼ存在していないチュニジアであれば、一足飛びにケミカルリサイクルの導入につながるリープフロッグの可能性を秘めていることを意味し、EU の動向にも注意が必要となる。

## 7. 期待される開発効果

チュニジアで本製品が導入されれば、以下の開発効果が期待される。

### ・貢献 1：環境負荷の軽減と持続可能な開発

当社の提案製品は導入が容易で、廃棄物運搬費用が不要であり、処分場で処分する廃棄物の量を削減できる。焼却と比較して、触媒によるケミカルリサイクルの温暖化ガス排出量は最大 8000 分の 1 となる（日本触媒工業会算出）。化学反応による低温処理で環境負荷がかからず、土壌、地下水、大気汚染もなく、環境改善につながる。

### ・貢献 2：市民の環境意識の醸成、行動の変容

処理後の産物を再利用できるため、人々への環境意識や分別意識が高まるきっかけにもなると考える。ダイオキシンや温暖化ガスも出さず、150～300℃と低温のため、学校や公共施設に導入し、環境教育に活用することも可能で、こうした活動が市民の行動の変容につながることを期待される。

### ・貢献 3：廃棄物処理・再利用関連の新規雇用の創出による経済発展

ケミカルリサイクルは、廃棄物処理では新しい技術・動向であり、これらをチュニジアに広めることで、新しいエコシステム、経済圏が生まれる。チュニジアでは多くが埋立処分であるが、化学処理を実施することで、廃棄物処理業界に新たな付加価値を生む。更には、処理後にできるガスを環境に優しい商品として、各種化学製品などに活かすことができ、少しずつではあるが資源自給率も向上する。製造、物流、販売、処理後のガスの製品化関連等で、新規雇用が創出される。

## 8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

### （1）関連企業・産業への貢献

#### ・地方自治体との連携・貢献実績（地方経済振興政策への貢献等）：

プラスチックのリサイクルに関しノウハウがある自治体と組み、パッケージでの輸出、展開が検討できる（例：横浜市の下水道パッケージ輸出）

#### ・経済団体等との連携・貢献実績（経済連合会、商工会議所等）：

上記に関連して、京都府、京都市でのリサイクルに関連する団体から、団体として輸出に関わりたい、ノウハウ供与の取り組みに関し、関心表明あり。

#### ・日本政府、省庁の取組みに合致（総合特区の認定、省庁の地域活性化関連施策での受賞、認定等）：

大阪府が宣言している「脱プラスチック、海洋プラスチックごみ削減」に合致している。また本製品は日

本政府の推し進める「カーボンニュートラル」に貢献する技術である。

設備、触媒は地元で製造販売・輸出するため、日本の環境産業、設備・触媒産業、プラスチックリサイクル、石油化学産業で数百人規模の雇用を生み出しうる。プラスチックごみ、また混合ごみの解重合はまだ新しい分野のため、今後日本国内のみならず、世界に向けて発信できるリサイクル技術となる。

・ビジネス展開による国内関連企業の売上増：触媒の販売にあたっては、当面の間は日本から輸出するため、当社協業先の国内触媒、設備メーカーで売上が増える。

## (2) その他関連機関への貢献

・大学/研究機関等との連携・貢献実績：

より効率のよいプラスチックごみそのものをモノマーまで解重合するゼオライト系触媒について、大阪大学西山教授と共同研究実施中。1年以内の実証実験実施を目指しており、商業化できれば石油代替の石油化学製品原料にリサイクルできる。

・産業集積(クラスター)等との関連：

けいはんな学研都市に採択され、研究所を有している。

・ビジネス展開による新たなパートナーとの連携及び連携強化（地方自治体、経済団体、大学/研究機関等、各地中小企業支援関係機関等）：

サーマルリサイクルをはじめとしたリサイクル率が高い日本では、自治体等で多くのノウハウを保有しており、地方自治体、経済団体などと連携して、ごみ管理、マテリアルリサイクル、サーマルリサイクルなどと状況に応じて、パッケージで海外に展開できる。

・上記の他、事業実施による国内地元経済への裨益：

現在国内外 5 社からの基本合意書、10 社以上から引き合い、関心表明も得ており、これらに対して日本から輸出することができれば、環境技術パッケージ輸出、日本の環境産業、プラスチック、石油化学産業界で数百人規模の雇用を生み出しうる。

## 第4 ODA 事業との連携可能性

### 1. 連携が想定される ODA 事業

現時点において我が国 ODA 事業との直接の連携の可能性は低いですが、政府関係者などへの本事業のケミカルリサイクリング技術への認知度を高め、将来的に国内での廃プラスチックリサイクル事業立ち上げの際に、マテリアルリサイクルとともにケミカルリサイクルを選択可能な技術の候補としてもらう観点から、研修（南南協力）「アフリカの都市のための廃棄物管理と都市衛生」において、ホスト国のチュニジアおよび研修に参加するアフリカ仏語圏 12 か国の廃棄物管理政府関係者に技術紹介を行う。

### 2. 連携により期待される効果

チュニジアのみならず、研修に参加するアフリカ仏語圏 12 か国の廃棄物管理政府関係者が、本ケミカルリサイクリング技術を理解し、今後、先進国のみならず途上国においても、プラスチックを含む廃棄物の自国処理が強化される流れの中で、各国での廃プラスチックリサイクル事業が立ち上げられる際に採用され、我が国発の技術として普及し、廃プラスチック処理の低環境負荷化に貢献することが期待される。

## 参考文献

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, RAPPORT SUR LA GESTION DES DECHETS SOLIDES EN TUNISIE, 2014-04, 閱覽日 2022-1-21

[https://www.resource-recovery.net/sites/default/files/tunisie\\_ra\\_fr\\_web.pdf](https://www.resource-recovery.net/sites/default/files/tunisie_ra_fr_web.pdf)

Ministère du Développement, de l' Investissement et de la Coopération Internationale, Le Plan de Développement 2016-2020, 2016-07, 閱覽日 2022-1-14

[https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=http%3A%2F%2Fwww.tunisie.gov.tn%2Fuploads%2FDocument%2F02%2F978\\_445\\_Plan-developpement\\_2016\\_2020.pptx&wdOrigin=BROWSELINK](https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=http%3A%2F%2Fwww.tunisie.gov.tn%2Fuploads%2FDocument%2F02%2F978_445_Plan-developpement_2016_2020.pptx&wdOrigin=BROWSELINK)

(PPT)

Ministère des Affaires Locales et de l' Environnement (MALE), La Stratégie Nationale de la Gestion Intégrée et durable des Déchets Ménagers et Assimilés 2020-2035, 閱覽日 2022-1-14

<http://www.collectiviteslocales.gov.tn/wp-content/uploads/2021/08/4.-2021-03-09-Strategie-Nationale-de-la-Gestion-des-Dechets-2020-2035.pdf>

(ANGeD), Stratégie Nationale de Gestion des Déchets, 閱覽日 2022-1-14

<http://www.anged.nat.tn/strategie-nationale-gestion-dechets.html>

(Solidar Tunisie), Evaluation du Plan du Développement 2016-2020, 2019-08, 閱覽日 2022-1-21  
[evaluation-du-plan-de-developpement.pdf](#) (solidar-tunisie.org)

(Journal Officiel de la République Tunisienne) , Loi n° 96-41 du 10 juin 1996, relative aux déchets et au contrôle de leur gestion et de leur élimination (1), 閱覽日 2022-1-24

<http://www.igppp.tn/sites/default/files/Loi%20n%C2%B0%2096-41.pdf>

(Ministère de l' Environnement et de l' Aménagement du Territoire) , Décret n° 2000-2339 du 10 octobre 2000, fixant la liste des déchets dangereux, 閱覽日 2022-1-24

<http://www.ecomed.com.tn/wp-content/uploads/2015/06/D%C3%A9cret-n%C2%B0-2000-2339-du-10-octobre-2000-Fixant-la-Liste-des-D%C3%A9chets-Dangereux-TUNISIE-.pdf>

(Fondation GoodPlanet), « La gestion des déchets en Tunisie, un gâchis économique », 閱覽日 2022-3-28

<https://www.goodplanet.info/2022/01/20/la-gestion-des-dechets-en-tunisie-un-gachis-economique/>