

セネガル国

セネガル国
医療廃棄物の分散処理体制構築に向けた
小型焼却炉導入による保健衛生
向上に係る基礎調査
業務完了報告書

2019年8月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社ステラ環境

民連
JR(P)
19-125

<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.

写真

	
<p>壊れたまま放置された病院の焼却炉</p>	<p>医療施設の敷地に散乱した注射針</p>
	
<p>医療施設内敷地で野焼きされる医療廃棄物</p>	<p>ダカール市内の病院で稼働中の焼却炉</p>
	
<p>医療施設で一般ごみと混ざって収集される 医療廃棄物</p>	<p>地方の保健センターで稼働中の焼却炉</p>
	
<p>炉内に燃え残った注射針・バイアル瓶</p>	<p>保健センターにおける医療廃棄物の分別</p>

目次

はじめに	1
調査名	1
調査の背景	1
調査の目的	1
調査対象国・地域	2
契約期間、調査工程	2
調査団員構成	3
第1章 対象国・地域の開発課題	4
1-1 対象国・地域の開発課題	4
1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等	8
1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針	11
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分析	12
第2章 提案企業、製品・技術	15
2-1 提案企業の概要	15
2-2 提案製品・技術の概要	15
2-3 提案製品・技術の現地適合性	19
2-4 開発課題解決貢献可能性	19
第3章 ビジネス展開計画	21
3-1 ビジネス展開計画概要	21
3-2 市場分析	21
3-3 バリューチェーン	21
3-4 進出形態とパートナー候補	21
3-5 収支計画	21
3-6 想定される課題・リスク対策	21
3-7 期待される開発効果	21
3-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献	22
第4章 ODA 事業との連携可能性	23
4-1 連携が想定される ODA 事業	23
4-2 連携により期待される効果	23

別添資料

図表リスト

表一覧

表 1 調査工程.....	2
表 2 調査団員の構成	3
表 3 セネガルにおける医療施設の種類と数（2018 年時点）	4
表 4 セネガルの医療廃棄物に関する計画と主な目標	10
表 5 廃棄物の焼却に関する大気汚染物質の排出上限	11
表 6 過去 10 年間における保健分野の主な支援実績.....	12
表 7 UNGM による医療廃棄物用焼却炉の調達実績（内容が確認可能な案件のみ記載）	16
表 8 UNGM による医療廃棄物の処理機材の調達実績（内容が確認可能な案件のみ記載）	17
表 9 NU-100B の製品仕様	19

図一覧

図 1 調査対象地の地図（州別）	2
図 2 セネガルの保健行政システム.....	5
図 3 セネガルの保健行政の境界線（黒太線：州境界、黒線：保健区境界）と保健センターに設置された焼却炉の場所.....	7
図 4 NU-100B 型炉の外観と構造.....	19

略語表

略語	仏語	英語	日本語
BT	Brevet de Technicien	Technicien Diploma	技術者免状
CHSCT	Comité d'Hygiène et sécurité des conditions de Travail	Committee for Health and Safety of Working Conditions	衛生委員会
CLIN	Comité de lutte contre les Infections Nosocomiales	Committee against Noscominal Infections	院内感染対策委員会
CNFTMH	Centre National de Formation des Techniciens en Maintenance Hospitalière	National Training Center for Hospital Maintenance Technicians	国立医療機器保守管理技術者養成校
CO		Carbon Monoxide	一酸化炭素
CP		Counterpart	協力機関
EIA		Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EU		European Union	欧州連合
GAVI		Gavi, The Vaccine Alliance	Gavi アライアンス
GEF		Global Environmental Facility	地球環境ファシリティ
HSS		Health Strengthening System	保健強化システム
JICA		Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LAME	Laboratoire Africain de Metrologie	African metrology laboratory	計量検査アフリカ研究所
NGO		Non Governmental Orgnaization	非政府組織
NOx		Nitrogen Oxide	窒素酸化物
ODA		Official Development Assistance	政府開発援助
PNDS	Plan National de Développement Sanitaire	National Health Plan	国家保健開発計画
PNDSS	Plan National de Développement Sanitaire et Social	National Plan for Sanitary and Social Development	国家保健社会開発計画
POP		Persistent Organic Pollutants	残留性有機汚染物質
PRONALIN	Programme National de Lutte contre les Infections Nosocomiales	National Program for Fighting against Noscominal Infections	院内感染防止国家プログラム
REDISSE		Regional Disease Surveillance Systems Enhancement	地域疾病サーベイランスシステム強化
SME		Small and Medium-sized Enterprises	中小企業
SOx		Sulphur Oxide	硫黄酸化物
UHC		Universasl Health Coverage	ユニバーサルヘルスカバレッジ
UNDP		United Nations Development Programme	国連開発計画

略語	仏語	英語	日本語
UNGM		United Nations Global Market	国連グローバルマーケット
UNICEF		United Nations Children's Fund	国連児童基金
UNIDO		United Nations Industrial Development Organization	国際連合工業開発機関
UNOPS		United Nations Office for Project Services	国連プロジェクト・サービス機関
WHO		World Health Organization	世界保健機関

要約

はじめに

ステラ環境は日本の中小企業の優れた技術を海外へ展開すべく、設立当初の2005年より、長崎大学と共に発展途上国での販売・活用を目的として製品の開発を行ってきた。製品開発にあたっては、大洋州における感染症予防プログラムに参画し、WHOの助言を受け、現地での長期使用に耐える構造上の工夫など、仕様の詳細を追求し続けてきた。

一方、市場となる開発途上国では急増する医療廃棄物問題への対応が遅れており、特に2014年の西アフリカにおけるエボラウィルス病の集団発生は、医療施設における衛生管理整備の必要性・緊急性を高めるものであった。このような状況下、当該地域からは提案製品への高い関心が寄せられており、中でも西アフリカの経済・社会の拠点であるセネガルではより高いニーズがあることから、同国を調査対象国として選定した。

本調査では提案製品となる小型焼却炉を活用した医療廃棄物管理の成功モデルを構築し、国際公共調達市場（とくにUNICEF調達）へ参入すべく、国連・国際機関へのアピールおよびパートナーシップ形成に向けた戦略を立てることを調査目的として実施するものである。これにより、同国が掲げるユニバーサル・ヘルス・カバレッジの達成に貢献することが期待される。

第1章 対象国・地域の開発課題

セネガルでは2007年に医療廃棄物管理に関する国家計画が策定されて以降、保健省やドナーにより医療施設向けに医療廃棄物用焼却炉が供与されてきた。しかし、供与された焼却炉は医療施設の数および発生する廃棄物量に対して圧倒的に少なく、中核病院に優先して導入されている。これらの施設における焼却炉の使用状況は極めて悪く、故障したまま使用されるかそのまま放置される状況にある。また、故障したとしても、修理時のコンタクト先を知らされないために、修理のアドバイスやスペアパーツの供給が受けられず、修理できないことが問題となっている。

一方、医療廃棄物の適正処理ニーズが高いにも関わらず、焼却炉がこれまで供与されてこなかったのは保健センターである。保健センターは各保健区の中核となる医療施設で、保健センターのもと保健ポスト・保健小屋で構成される保健行政ネットワークがあり、定期予防接種やドナーの支援による予防接種キャンペーンにともなうワクチン供給は、このネットワークに沿って行われている。しかし、予防接種に伴って大量に排出される使用済み注射針の処理は行われておらず、多くの場合、普通ごみに混入、医療施設の裏庭など敷地内で野焼きされている。野焼きの場合、他の感染性廃棄物は燃やすことにより殺菌されても、注射針は燃え残ってしまうため非常に危険で、現地調査においても野焼き場所周辺に無数に散乱する注射針を見た。このような状況下、保健省は2015年にGaviアライアンスからの資金協力により14台の焼却炉を保健センターへ設置した。しかし、使用済み注射針の発生源と輸送リスクを勘案すると、すべての保健センターに焼却炉が設置される必要がある。

当課開発課題に関する日本政府の対セネガル援助方針としては、「対セネガル共和国国別開発協力方針（2014年4月改訂）」の中で、重点分野2「基礎的社会サービスの向上」に「ユニバーサル・ヘルス・カバレッジ（UHC）達成支援」を掲げ、主に技術協力を通じた母子保健や保健システム強化を支援している。他ドナーとしては、Gavi アライアンス、UNIDO、世界銀行などが医療廃棄物管理の分野で支援活動を行っている。医療廃棄物用の焼却炉に関しては上述の通り Gavi アライアンスによりセネガル国内の14か所の保健センターに設置されている。

第2章 提案企業、製品、技術

提案製品のターゲット市場は、海外における小型医療廃棄物用焼却炉需要である。途上国における医療廃棄物処理設備の整備にあたっては、国際機関などドナーが実態調査を行い、医療廃棄物処理計画の策定を支援し、その計画に対するドナーからの予算付けが行われることで焼却炉を含む処理設備が供与・調達されるケースが多い。このため、当該国保健省による独自調達と共に、当該国政府の要請に基づき UNOPS や保健分野の多くの調達を担う UNICEF による国際公共入札が提案製品の主な販売手段と考えられる。

本調査の結果、提案製品の持つ技術的な特徴は現地においても発揮できることが確認されている。提案製品が導入された際には、セネガルにおける医療廃棄物の適正管理に対して以下の貢献可能性が期待できる。

- ① 使用済み注射針の適正処理による2次感染リスクの削減：提案製品は医療廃棄物の中でも優先して焼却処理がなされなければならない使用済み注射針、中でも定期予防接種やキャンペーンが行われるにも関わらず焼却処理が行われてこなかった保健センターや保健ポストで発生する注射針を対象としている。医療施設の敷地内での注射針の散乱や燃え残りがなくなり、安全で衛生的な環境が保たれるようになる。
- ② 焼却炉の適切なオペレーションとメンテナンス体制の整備による、持続的な医療廃棄物管理の実現：提案製品はその構造により、従来製品に比して燃焼効率、操作性ともに優れている。加えて、後述するメンテナンス体制を整えることにより、故障した後は放置されることがなくなり、適切な処理を継続できるようになるため、回収・運搬・処理・処分の一連の廃棄物管理のサイクルの維持に貢献できる。

第3章 ビジネス展開計画

本提案事業はセネガルの中・小規模の医療施設を対象として、小型の医療廃棄物用焼却炉の設置を目的とするものである。医療施設における焼却炉の導入は、セネガル政府による国内公共調達か、セネガル政府が国際機関に委託する国際公共調達によるものが主であるためこの様な入札に参加する。提案製品の一台目の販売時には、ユーザーとなる医療施設が持つ使用済み注射針の回収ネットワークや、保健行政の地域的なシステムと当該医療施設における医療廃棄物分別強化と連携し、保

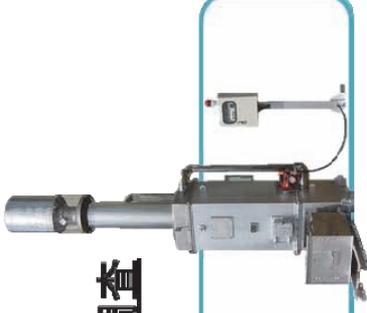
健省の目指す分別 - 回収 - 処理 - 処分までの一連の医療廃棄物管理モデルの実現に貢献する。その上で、焼却炉が導入されることで医療廃棄物の適切な管理が行われる様になった実例として国内外へ示し、今後のセネガル国内他地域への展開にむけたアピールとする。

第4章 ODA 事業との連携可能性

2019年に在セネガル日本大使館による草の根・人間の安全保障無償資金協力にて、ジュールベルの職業訓練学校に隣接するジュールベル州病院に提案製品を1台設置することが決定している。

また、連携により期待される効果としては、上述のジュールベル州病院に設置された提案製品1台を医療施設におけるメンテナンスを必要とする機材として扱ってもらい、職業訓練学校と病院の協定のもと実地講習を定期的におこなうなどの連携が成されれば、提案製品活用の持続性が確保され、ひいてはセネガル国並びに周辺西アフリカ仏語圏における医療廃棄物管理能力及び提案製品メンテナンス体制の強化に繋がる。

セネガル国 医療廃棄物の分散処理体制構築に向けた 小型焼却炉導入による保健衛生向上に係る基礎調査



企業・サイト概要

- 提案企業：株式会社ステラ環境
- 代表企業所在地：東京都
- 調査実施サイト：セネガル国ダカール州、ファティック州、ジュルベル州

セネガル国の開発課題

- セネガルの国家医療廃棄物管理計画では、医療廃棄物の安全な焼却処理を求めている。しかし、焼却炉を持つ医療施設は少なく中核病院に限られている。医療廃棄物の多くは医療施設内で野焼きされているか、一般廃棄物に混入している。
- 焼却炉が設置された医療施設においても、不適切な運用により故障し、修理されずに放置されているものが多い。

中小企業の製品・技術

- 提案製品 (NU-100B) は医療廃棄物用の小型焼却炉であり、大・中型の焼却炉よりも安価である。
- 操作・メンテナンスが簡便である。
- 石油燃料調達が困難な場合にはバイオマス燃料も使用可能である。また、電力供給の悪い地域の使用を前提として、焼却専用ソーラー発電装置を備えている。
- 環境に優しい。

日本の中小企業の事業戦略

- 提案製品を感染リスクが高く、処理優先度の最も高い使用済み注射針の専用焼却炉として販売する。また、提案製品の現地パートナーを選定し、現地におけるメンテナンス体制を確立する。
- 1カ所あたりの発生量は少ないが、分散して立地する複数の中小規模の医療施設を提案製品のユーザーとし、セネガルの保健行政システムや医療廃棄物管理計画で実施される活動と連携し、医療廃棄物を適正に処理する分散処理モデルを構築する。
- 焼却炉の適切な運用には、「排出元での分別→回収・運搬→焼却→焼却灰の最終処分」といった一連の廃棄物処理システムが不可欠のため、このシステムをモデル内に構築する。

中小企業の事業展開を通じて期待される開発効果

医療廃棄物を適正処理するための環境を整備し、院内感染対策・衛生管理の基盤を整えることで、セネガル国が掲げるユニバーサル・ヘルス・カバレッジ (UHC) の達成に貢献することができる。

Survey on the Effectiveness of Small-Scale Incinerator for the Healthcare Wastes in Senegal (SME Partnership Promotion)



SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME: Stella Environment Corporation
- Location of SME: Tokyo, Japan
- Survey Site : Dakar, Fatick and Diourbel, Republic of Senegal

Concerned Development Issues

- In Senegal, most of healthcare waste is inappropriately treated through open burning.
- Only regional/major hospitals possess incinerators. Small clinics are not able to have incinerators due to budget constraints.
- The incinerators were installed at regional/major hospitals by donors though, most of them tend to be broken due to incorrect usage and lack of maintenance.

Products and Technologies of SMEs

- NU-100B, small healthcare waste incinerator, is inexpensive and affordable compared with large/middle-scale incinerator.
- Easy operation and maintenance.
- Biomass fuel is available in the circumstances that fuel oil is not obtainable. And an attached solar panel enables self-electricity generation when electric supply is erratic.
- Environmentally friendly.

Business Sustainability

- NU-100B will be supplied as an incinerators for sharps-waste.
- Local maintenance partners will be found.
- Target user will be middle/small healthcare facilities that generate healthcare waste but small amount. NU-100B will be installed in the selected facilities which receive sharp-wastes from other facilities in surrounding area. Decentralized treatment system is established for efficient and effective treatment on medical waste, following the Senegalese healthcare administration system and the national plan for healthcare waste management. .
- In decentralized treatment system include 1. Segregation at source, 2. Collection and transportation, 3. Incineration and 4. Final disposal.

Expected Impact

- By promoting NU-100B with decentralized treatment system, sanitary condition at hospitals and their neighbors will be improved, which would eventually contributed for Senegal to achieving universal health coverage (UHC).

はじめに

調査名

セネガル国医療廃棄物の分散処理体制構築に向けた小型焼却炉導入による保健衛生向上に係る基礎調査

(英文調査名 : Survey on the Effectiveness of Small-Scale Incinerator for the Healthcare Wastes in the semi-decentralized treatment system in Senegal (SME Partnership Promotion))

調査の背景

ステラ環境は、日本の中小企業の優れた技術を海外へ展開すべく、設立当初の 2005 年より、長崎大学と共に発展途上国での販売・活用を目的として製品の開発を行ってきた。製品開発にあたっては、大洋州における感染症予防プログラムに参画し、WHO の助言を受け、現地での長期使用に耐える構造上の工夫など、仕様の詳細を追求してきた。さらに電力供給の悪い地域での使用状況を前提として、三菱電気アジアと焼却炉専用ソーラー発電装置を開発した。

開発途上国では急増する医療廃棄物問題への対応が遅れており、2014 年の西アフリカにおけるエボラウイルス病の集団発生は、医療施設における衛生管理整備の必要性・緊急性を高めるものであった。当該地域から、ステラ環境社製品への関心が寄せられるなか、西アフリカの経済・社会の拠点であるセネガルではより高いニーズがあることから、調査対象国として選定した。

セネガル国が 2016 年に公表した医療廃棄物管理計画によると、医療廃棄物管理に関する法規制や制度は整備されているものの、医療現場で実施されているとは言いがたい状況である。

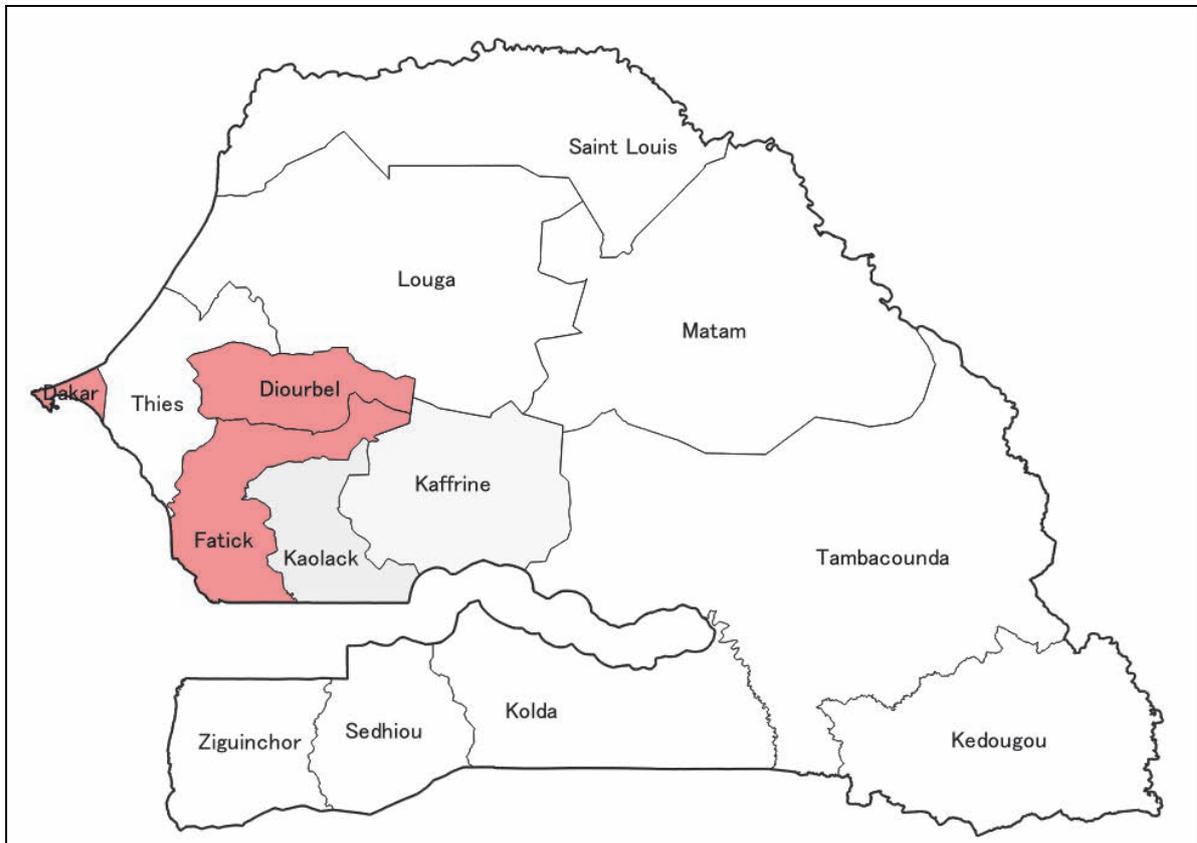
提案事業によって医療廃棄物を適正処理するための環境を整備し、院内感染対策・衛生管理の基盤を整えることで、セネガル国が掲げるユニバーサル・ヘルス・カバレッジ (UHC) の達成に貢献する。

調査の目的

小型焼却炉を活用した医療廃棄物管理の成功モデルを構築し、国際公共調達市場（とくに UNICEF 調達）へ参入すべく、国連・国際機関へのアピールおよびパートナーシップ形成に向けた戦略を立てることを調査目的とする。このため、①現状分析による教訓の抽出、②国際公共調達にかかる関係者間の関係を明確にする、を調査方針とする。

調査対象国・地域

本調査の対象地はセネガル国のダカール州、ファティック州、ジュールベル州である。以下に該当地域を示す。



出典：JICA 調査団作成

図 1 調査対象地の地図（州別）

契約期間、調査工程

本調査の契約期間は2019年2月13日から2019年9月30日であり、本期間に計2回の現地調査を実施した。現地調査の工程を以下に示す。

表 1 調査工程

現地調査回数	時期	主な訪問先	調査内容
第一次調査	2019年4月5日 - 2019年4月21日	現地政府機関（保健省、環境省など） 日本側関連機関（大使館、JICA） 現地医療施設（病院、保健センター、保健ポスト） 国際機関・NGO（UNICEF、WHO、UNIDO など） 現地代理店候補	1) 保健政策、環境規制、医療廃棄物管理に関する情報収集 2) 対セネガル保健セクターの支援方針に関する情報収集 3) 医療廃棄物管理の実態調査、既存焼却炉の現状調査 4) 医療廃棄物に関する取り組み、国際機関の調達プロセス、過去に調達された医療廃棄物

		現地職業訓練学校	用焼却炉に関する調査 5) 医療機器市場の情報収集、代理店候補としての可能性の調査 6) メンテナンスパートナーとしての可能性についての調査
第二次調査	2019年6月22日 - 2019年6月30日	現地政府機関（保健省、環境省など） 日本側関連機関（大使館、JICA） 現地医療施設（病院、保健センター） 国際機関（UNICEF） 現地代理店候補	1) 政府関係者に対する提案製品の比較優位性のプレゼン 2) ODA との連携可能性についての調査 3) 医療廃棄物管理の実態調査、既存焼却炉の現状調査 4) 提案製品を国内・国際調達プロセスに乗せるためのヒアリング 5) 医療機器市場の情報収集、代理店候補としての可能性の調査

調査団員構成

本調査の団員について以下に示す。

表 2 調査団員の構成

氏名	所属	担当業務
嶋瀬 久俊	(株)ステラ環境	業務主任
古家 徹	(株)ステラ環境	事業化調査/マーケティング
宮 嘉孝	(株)ステラ環境 (補強)	製品設置・導入アドバイザー
佐無田(青木)裕子	(株)国際航業	外部人材統括者/医療廃棄物管理1/ODA 事業計画
福富 麻衣子	(株)国際航業	医療廃棄物管理2-(1)
森 友愛	(株)国際航業	医療廃棄物管理2-(2)

第1章 対象国・地域の開発課題

1-1 対象国・地域の開発課題

セネガル政府はユニバーサル・ヘルス・カバレッジ（以下 UHC）の達成に向けた国家戦略を策定し、医療保障整備（コミュニティ健康保険と医療無償化政策）を推進している。一方、医療廃棄物は適切に処理されておらず、医療サービスを受ける現場が感染源であり環境汚染源となっているという危機的な状況である。加えて、セネガル周辺国では2014年のエボラウイルス病の拡大により医療システムが打撃を受けており、医療施設の衛生管理、医療廃棄物の適正管理はセネガルのみならず周辺国においても喫緊の課題である。

1-1-1 セネガルにおける保健行政システムおよび医療施設の地理的分布

セネガルにおける医療廃棄物の発生量は把握されていないが、WHOによると低所得国における発生量は1ベッドあたり0.2kg/日と言われている¹。これは、各医療施設で排出される総廃棄物量の15%程度で、注射針については1%と言われている²。医療廃棄物の発生場所となる医療施設の種類と数は以下の通りである。

表 3 セネガルにおける医療施設の種類と数（2018年時点）

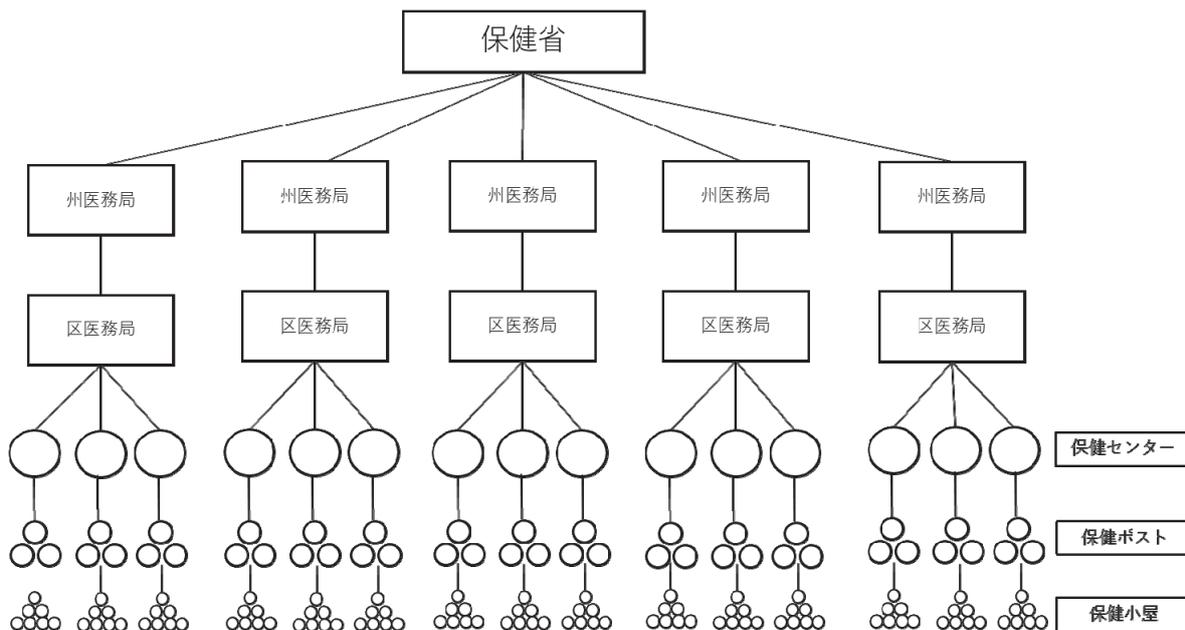
種別	施設	施設数
公立	病院	36
	輸血センター (1) 義肢リハビリセンター (1)	2
	保健センター	105
	保健ポスト	1,488
	保健小屋	2,676
私立	病院	3
	クリニック	118
	保健センター	37
	保健ポスト	111
	歯科医院	246
	診断施設	33

出典: 国家保健計画(PNDSS) 2019 - 2028

¹ <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>

² https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/manhewm.pdf

セネガルの保健行政システムは、保健社会活動省（以下、保健省とする）をトップとするピラミッド方式で構成されている。保健省の直下には 14 の各州（Region）に州医務局が設置され、州内に複数ある保健区を管轄している。各保健区には区医務局が設置されており保健センターを管轄している。同様に、各保健センターは傘下に保健ポストを複数抱え、また保健ポストは保健小屋を管轄しており、「州医務局－区医務局/保健区－保健センター－保健ポスト－保健小屋」の保健行政システムが構築されている。このシステムに沿って定期予防接種や予防接種キャンペーンが行われており、ワクチンが供給されている。



出典:JICA 調査団作成

図 2 セネガルの保健行政システム

1-1-2 医療廃棄物用焼却炉のスペック

既存の医療廃棄物用焼却炉のキャパシティに関しては、医療施設の規模にもよるが、処理量 30kg-50kg/h のものが多い。フランス、イタリア、スペイン、イギリスなど、ヨーロッパ製品が中心にみられた。導入時期は、ヒアリングによれば一番古くて 1995 年であった。一番多くみられたのが、フランス ATI 社製のもので高次医療施設である病院に設置されており、保健省から供与された。

国際入札で医療廃棄物用焼却炉が調達されるケースは非常に稀であり、そのため医療器材を多く調達する WHO や UNICEF においても、医療廃棄物用焼却炉について定められた仕様は無い。2015 年に Gavi の支援で UNICEF が調達代理し、セネガルの保健センターへ小型焼却炉 14 台が設置された際の要求スペックは、EU 指令 (2000/76/EC) 「廃棄物の焼却に関する欧州議会及び理事会指令」相当の基準が採用されており、非常に厳しい仕様が要求されている。特にダイオキシンの排出数値に関しては 0.1ngI-TEQ/Nm³ と日本の環境基準相当で焼却能力 4 トン/時間以上の大型焼却炉³を前提とした要求仕

³ 焼却炉が新設される場合の基準値

様となっている。他にも焼却データを記録・監視するためのオンラインモニタリングといった高機能の設備、EU 指令（2000/76/EC）「廃棄物の焼却に関する欧州議会及び理事会指令」の基準に合致する事を示す第三者機関からの証明書の提出など、小型焼却炉にとってはオーバースペックとも考えられる基準が求められている。実際に導入された焼却炉には、オンラインモニタリング装置はついておらず、また黒煙を出して稼働するなど上記の基準を満たしたものとは言い難いものであった。

1-1-3 医療廃棄物用焼却炉の使用状況

2007 年に医療廃棄物管理に関する国家計画が策定されて以降、数々の施策が講じられてきた。セネガル各地の医療施設では、これまで保健省やドナーにより医療廃棄物用焼却炉が供与されてきた。しかし、医療施設の数および発生する廃棄物量に対して圧倒的に少なく、中核病院に優先して供与されている。

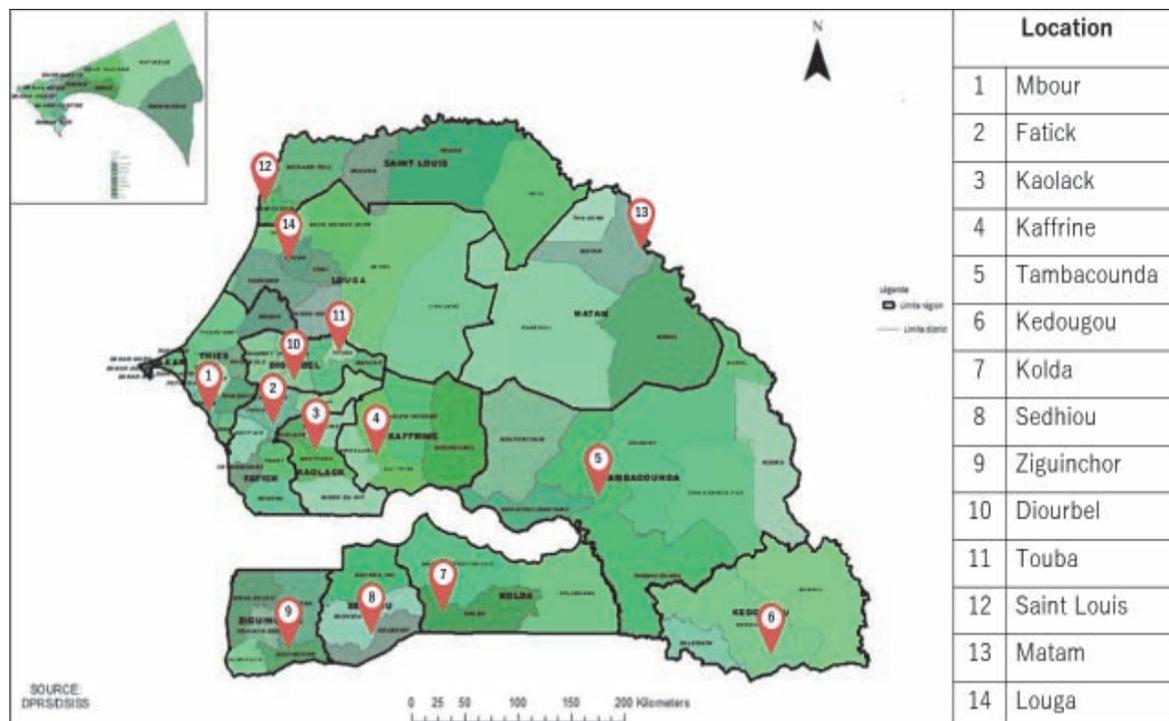
中核病院に設置されている焼却炉は全て耐火レンガ製で、複数のバーナーを使用するものであり、定期的なメンテナンスが欠かせない。訪問した医療施設の中には清掃、メンテナンスを定期的に行っている病院もあったが、ほとんどの焼却炉の使用状況は極めて悪く、故障したまま使用か、故障後放置していた。稼働しているものにおいても、炉に廃棄物を詰めすぎることや、バーナーの不具合等で黒煙を出しながら焼却を行っている。このために近隣からの苦情により、夜間に使用しているケースも複数あった。焼却炉周辺には未処理または、完全に処理しきれなかった注射針等の医療廃棄物が散乱している場合が多く、大変危険である。悪臭、夜間労働、感染リスクのある危険物を取り扱うこと、低賃金等の理由により、オペレーターのモチベーションは低くならざるを得ず悪循環である。

焼却炉を使用しない医療廃棄物の処理方法としては、焼却炉を稼働している他の病院への処理委託が行われているが、病院敷地内での野焼きも見られた。ごみの分別は徹底されておらず、病院の清掃スタッフはゴミ袋を貫通した注射針を病院から焼却炉まで搬出しなければならず、焼却炉周辺は注射針が散乱していた。一般ゴミにも医療廃棄物が混入することから、一般ゴミ収集作業員も感染リスクにさらされている。

一方、医療廃棄物の適正処理ニーズが高いにもかかわらず焼却炉がこれまで供与されてこなかったのは、保健センターである。保健センターは各保健区の中核となる医療施設で、保健センターのもと保健ポスト保健小屋で構成される保健行政ネットワークがあり、定期予防接種やドナーの支援による予防接種キャンペーンにともなうワクチン供給は、このネットワークに沿って行われている。しかし、予防接種に伴って大量に排出される使用済み注射針の処理は行われておらず、多くの場合、普通ゴミに混入、敷地内で野焼きされるのが現状である。野焼きの場合、他の感染性廃棄物は燃やすことにより殺菌されても、注射針は燃え残ってしまう。本調査で訪問した保健ポストや保健センターの多くで、裏庭には注射針が散乱しているなか、近所の子どもたちが遊んでおり、非常に危険な状態であった。

保健センターに対しては、上述のとおり保健省により 2015 年に Gavi からの資金協力を受けて 14

台の焼却炉が設置された（下図参照）。しかし、本調査でのインタビューからは、オペレーションとメンテナンスに問題がみられた。また、使用済み注射針の発生源と輸送リスクを勘案すると、すべての保健センターに焼却炉が設置される必要がある。



出典：国家保健計画(PNDSS) 2019–2028 を基に JICA 調査団作成

図 3 セネガルの保健行政の境界線（黒太線：州境界、黒線：保健区境界）と保健センターに設置された焼却炉の場所

1-1-4 焼却炉の運営管理・メンテナンス

医療施設においては、焼却炉のオペレーションとメンテナンスの担当が別々であることが多く、メンテナンス、修理する側の視点の欠けた焼却炉の使用（オペレーション）が、廃棄物の詰め込み、乱暴な扱い等の要因にもなっている。現地ヒアリングによれば、焼却炉設置時にはメーカーによるオペレーションに関する研修があるか、現場で実際に使いながら習うことが多い、とのことであった。また、メーカーの研修を受けたにも関わらず、使用を誤り故障させてしまったケースもあり、適切な廃棄物投入量、投入する廃棄物の内容をオペレーターが把握していないことが多い。これは分別が徹底されていないため把握が不可能となってしまうこと、排出源での分別と廃棄物の回収の連携が乏しく、オペレーション指導も十分ではないことなどが要因として考えられる。

メンテナンスに関しては、各州医務局に医療機材のメンテナンスを担当する専門の技術者がおり、保健省より工具を一式提供され、管轄州内の医療施設の医療機材修理やメンテナンスを行っている。

このメンテナンスは保健センターに設置された医療廃棄物用焼却炉についても適用される⁴。また、後述する医療機器専門エンジニア訓練校（CNFTMH）からの卒業生が各医療施設のメンテナンス担当になる場合が多く、基礎的なメンテナンスを行う技能を持っている。そのうえで、医療機材メーカーからのメンテナンス研修も受けている。修理に関しては、メンテナンス担当の技能レベルが問題となるよりは、修理時のコンタクト先を知らされないために、修理のアドバイスやスペアパーツの供給が受けられないことが問題となっている。

予算については、医療施設内の清掃業務の一環として焼却炉の運営が位置付けられていることから、清掃業務を含むサービス課の予算から、燃料代や作業員のグローブなどの備品代があてられている。現地ヒアリングでは、燃料代の不足により焼却炉の稼働を止めているというケースはなかった。また、他所から医療廃棄物の焼却処理を委託される場合、廃棄物量に応じて燃料代を徴収しているケースが多くみられた。処理委託料金は、それぞれの施設長との協議により決まる。焼却炉までの運搬費用は委託元負担である。

1-1-5 医療廃棄物の院内外での管理状況

焼却炉周辺やごみ投棄場周辺に使用済み注射針が散乱しているケースが多くみられ、管理状況はよいとは言えない。しかし、現地ヒアリングによると、使用済み注射針を入れるセーフティボックスは、リクエストすれば保健省から供給されることになっており、各医療施設は不足が起きないようにセーフティボックスの在庫を管理し、ボックスの使用を促すことは可能である。

セネガルでは医療施設における医療廃棄物管理の改善を目的として、2007年より病院レベルに院内感染対策委員会（CLIN）、保健センターレベルに衛生委員会（CHSCT）の設置を進めている。委員会の果たすべき機能としては、医療施設における医療廃棄物管理計画の作成支援、実施段階における進捗の管理・モニタリング、保健人材の育成などがある⁵。しかし、現状ではこれらの委員会を設置している医療施設は一部の大病院に限られており、保健センターにおいては人材などのリソース不足により委員会の設置ならびに活動が難しい状況にある⁶。

しかし、2019年2月の大統領選挙後の保健省組織改編により、新設された病院の質・安全・衛生局（Direction de la qualité, de la sécurité et de l'Hygiène hospitalières）に「院内感染対策国家プログラム（Programme Nationale de Lutte contre les Infections Nosocomiales（PRONALIN）」の役割と活動が含まれることになった。世界銀行からの資金支援もあり、医療廃棄物管理は今後より強化して実施されていくものと期待される。

1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

セネガルでは保健分野に関する施策は保健省が策定しており、医療廃棄物管理に関する計画・規制

⁴ ジュルベル州医務局メンテナンス担当からのヒアリングより

⁵ 国家医療廃棄物管理計画 2015年-2020年、改訂版医療廃棄物計画（2016年版）

⁶ 現地医療施設へのヒアリング（2019年4月、6月）

も同省の管轄となる。一方、焼却に関する環境基準・規制は環境省が管轄している。本調査に関連する施策、規制は以下の通り。

(1) 保健分野および医療廃棄物管理に関する施策（保健省）

セネガルの保健分野の包括的な開発指針を示すものとして、「国家保健計画（Plan National de Développement Sanitaire（PNDS）」が策定されている。本計画は第1期（1998-2007）、第2期（2009-2018）に続き、第3期となる「Plan National de Développement Sanitaire et Social（PNDS）2019 - 2028」が作成され、正式発表に向けてドラフトの最終化が進められている⁷。現地調査で入手したPNDSの最終ドラフトによると、第2期に引き続き「全ての国民が質の高い保健衛生サービスへのアクセスが可能となる」ことをビジョンに掲げ、成果目標として1) ガバナンスとリーダーシップの強化、2) 国内外の資源を活用した分野別の資金調達の改善、3) 質が高くアクセス可能な保健衛生サービスの提供、4) 保健衛生サービスを通じた特に社会的に脆弱なグループに対する保護メカニズムの改善を挙げている。PNDSでは質の高い医療サービスの提供を目指すにあたっての問題点が指摘されており、その中には医療廃棄物管理が同国の環境基準を満たしていない点、医療施設の衛生環境が不十分である点が含まれている⁸。

医療廃棄物管理に関する計画としては、2007年に初めて「医療廃棄物管理国家活動計画（Plan d'Action National pour la Gestion des Déchets Biomédicaux）」が策定された。本計画は世界銀行の支援を受けて保健省の中に組織されたPRONALINの活動により作成されたものである。2014年には更新版となる「国家医療廃棄物管理計画 2015年-2020年（Plan National de Gestion des Déchets Biomédicaux 2015-2020）」が発表され、本計画における取り組みのひとつに「医療施設に対する医療廃棄物管理のための機材提供」が掲げられ、医療廃棄物用の焼却炉（電気型焼却炉7台、Montfort型焼却炉50台）が複数の医療施設に設置される計画となっている⁹。その後、世界銀行の支援で実施される「地域疾病サーベイランス強化プログラム（Regional Disease Surveillance Systems Enhancement（REDISSE））の中で、「国家医療廃棄物管理計画 2015年-2020年」の内容を本プログラムに沿って改訂した「改訂版医療廃棄物計画（ACTUALISATION DU PLAN DE GESTION DES DECHETS BIOMEDICAUX¹⁰）」が2016年に発表されている。本計画の中でも医療廃棄物用の焼却炉を医療施設に4台導入することが明記されており、資金源は保健省だけでなく関連支援プログラムや開発パートナーの支援を受けることを明記している。各医療廃棄物管理計画における目標は以下の通り。

⁷ 2019年4月時点で計画内容について大臣承認は終えており、最終ドラフトを作成中である。

⁸ Plan National de Développement Sanitaire et Social（PNDS）2019 - 2028、2019年2月20日版、p53

⁹ Plan National de Gestion des Déchets Biomédicaux 2015-2020、2014年12月版、p31

¹⁰ https://www.sec.gouv.sn/sites/default/files/Senegal-REDISSE_HCWMP_Final_-RSA_Cleared.pdf

表 4 セネガルの医療廃棄物に関する計画と主な目標

計画名	策定年	主な目標
医療廃棄物管理国家活動計画 (Plan d'Action National pour la Gestion des Déchets Biomédicaux)	2007年	医療施設における院内感染予防プログラム (PRONALIN) の一環として、国内の医療廃棄物管理体制の構築を推進する。
国家医療廃棄物管理計画2015年-2020年 (Plan National de Gestion des Déchets Biomédicaux 2015-2020)	2014年	持続可能な環境システムや、技術的に実現可能かつ社会的に容認可能な保健環境の確保を通じ、全ての医療施設において持続可能な医療廃棄物管理を行うことで、全てのセネガル国民の健康に貢献する。個別目標は以下4つ。1) 医療廃棄物管理に関する法規制・組織体制の強化、2) 医療施設に対する医療廃棄物管理用の機材の提供、3) 保健人材の訓練と意識向上、4) 医療廃棄物管理計画の実施に関する管理とモニタリング
改訂版医療廃棄物計画 (ACTUALISATION DU PLAN DE GESTION DES DECHETS BIOMEDICAUX)	2016年	1) 医療廃棄物管理の法的、制度的、組織的な枠組みの強化、2) 医療施設に対する医療廃棄物処理設備と必要な資材の提供、3) 医療従事者・スタッフの訓練と啓蒙、4) 医療廃棄物管理計画の確実な実施

出典：各計画及び関連資料より抜粋

また、保健省は全医療施設を対象として 2008 年に「医療廃棄物管理に関する省令 (Le Décret n° 2008-1007 du 18 août 2008 portant réglementation de la Gestion des DBM)」を制定している。本規制では医療廃棄物の排出源となる医療施設の処理責任を明記すると共に、院内における医療廃棄物の分別、保管、運搬、処理方法を規定している。本規制においては、注射針を含む危険性の高い感染性医療廃棄物の処理については、焼却や滅菌・破碎またはそれに準ずる処理を施した後、一般ごみと共に埋め立てられることになっている。また、医療廃棄物用の焼却炉については国内環境基準への準拠が求められることが明記されており、医療廃棄物はどのような処理方法を選択する場合においても環境影響評価の枠組みに沿って実施される必要性が記載されている¹¹。

(2) 環境省の施策

セネガルでは環境保全・公衆衛生に関する規制として 1983 年に「環境規制 (La loi n° 83-05 du 28 Janvier 1983 portant Code de l'environnement)」が制定され、2001 年には本規制の改定版 (La loi n° 2001-01 du 15 janvier 2001 portant Code de l'environnement, le décret n° 2001-282 du 12 avril 2001 portant application de la loi n° 2001-01 du 15 janvier 2001)」が発表されている。本規制では水質、大気、土壌、騒音などに

¹¹ 医療廃棄物管理に関する省令 (2008 年) 第 2 部第 3 章

対する環境汚染の抑制、環境保全に関する事項が規定されており、環境に影響を及ぼす可能性のあるプロジェクトを行う際は、環境影響評価の実施が義務付けられている¹²。なお、医療廃棄物用焼却炉の設置も環境影響評価の対象となるが、製品の性能によっては医療施設側が申請手続きを行うことで、環境影響評価が免除される場合もある¹³。

医療廃棄物用焼却炉の設置に際しては、煤煙などの排出に関してセネガル環境基準「大気汚染に関する排出基準 (Pollution atmosphérique - Norme de rejets NS 05-062)」への準拠が必要となっている。下表に廃棄物焼却に関する大気汚染物質の排出上限を示した¹⁴。

表 5 廃棄物の焼却に関する大気汚染物質の排出上限

種類 (カッコ内は仏語の原語を記載)	排出上限数値(mg/m3)
煤塵 (Poussières)	10
鉛、亜鉛、または金属として構成される化合物 (Plomb et zinc, ainsi que leurs composés exprimés en métaux, au total)	1
水銀、カドミウム、またはそれらによる化合物 (Mercure et cadmium leurs composés exprimés en métaux, par substance)	0.1
無水硫化物として表記される硫黄酸化物(SOx) (Oxydes de soufre, exprimés en anhydre sulfureux)	50
二酸化窒素として表記される窒素酸化物(NOx)(酸化物と二酸化物)、(質量流量 2.5 kg/h に等しいまたは超えるもの) (Oxydes d'azote (monoxyde et dioxyde), exprimés en dioxyde d'azote, pour un débit massique égal ou supérieur à 2.5 kg/h)	80
フッ化水素酸で表記される、気体である塩素を含む無機化合物 (Composés chlorés inorganiques sous forme de gaz, exprimés en acide fluorhydrique)	20
フッ化水素酸で表記される、気体であるフッ素を含む無機化合物 (Composés fluorés inorganiques sous forme de gaz, exprimés en acide fluorhydrique)	2
アンモニアとして表記されるアンモニア、アンモニウム化合物 (Ammoniac et composés de l'ammonium, exprimées en ammoniac)	5
トータルカーボンとして表記される気体である有機物質 (Matières organiques sous forme de gaz, exprimées en carbone total)	50
一酸化炭素 (Monoxyde de carbone)	50

出典：セネガル国大気汚染に関する排出基準 (NS 05-062)

1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

日本政府はセネガル向け援助方針となる「対セネガル共和国国別開発協力方針 (2014年4月改訂)」

¹² 環境規制 (2001年改訂版) 第48条

¹³ セネガル環境省へのヒアリングより

¹⁴ セネガルの排ガス測定方法を確認できなかったため、日本の環境基準との比較はしなかった。

の中で、重点分野2「基礎的社会サービスの向上」に「ユニバーサル・ヘルス・カバレッジ (UHC) ¹⁵ 達成支援」を掲げ、同国の保健システムの強化に貢献していく方針を表明している。その支援項目には「母子保健」、「保健人材の育成・配置・定着」、「5S-KAIZEN を通したマネジメント強化による医療サービスの質向上」などが含まれている。これらは、医療現場の安心と衛生の確保を目的としており、医療廃棄物適正管理の目的と一致している。

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分析

過去 10 年間における日本の対セネガル保健分野における支援は、技術協力を通じた母子保健や保健システム強化を中心に実施されている。当該開発課題に関連するものとして、「タンバクンダ州及びケドゥグ州母子保健サービス改善プロジェクト (PRESSMN) フェーズ 2」及び「タンバクンダ州及びケドゥグ州保健システムマネジメント強化プロジェクト フェーズ 2」の中で、医療施設を対象として実施された 5S-KAIZEN 活動が挙げられる。前者では保健センターおよび保健ポストを対象とした 5S-KAIZEN 活動が施されたほか、後者では対象 8 州のうち、本調査の調査対象であるファティック州を含む 2 州の病院で 5S-KAIZEN 活動が実施された。これらの取り組みに加え、「仏語圏アフリカ医療機材管理者能力強化プロジェクトフェーズ 2」の中で、本調査においても関連性の高い、ジュールベル州にある医療機器専門エンジニア訓練校 (CNFTMH) を対象に、医療機器の管理者向け能力強化が実施された。

表 6 過去 10 年間における保健分野の主な支援実績

スキーム	プロジェクト名	実施期間(予定含む)
技術協力	タンバクンダ州及びケドゥグ州母子保健サービス改善プロジェクト (PRESSMN)	2009 年-2011 年
無償資金協力	タンバクンダ州及びケドゥグ州保健施設整備計画	2009 年-2013 年
第三国研修	仏語圏西アフリカ医療機材管理者の能力強化	2010 年-2014 年
技術協力	タンバクンダ州及びケドゥグ州保健システムマネジメント強化 プロジェクト (PARSS)	2011 年-2014 年
技術協力	タンバクンダ州及びケドゥグ州母子保健サービス改善プロジェクト フェーズ 2 (PRESSMN 2)	2012 年-2018 年
第三国研修	仏語圏看護師・助産師教員の能力強化フェーズ 2	2014 年-2018 年
無償資金協力	国立保健医療・社会開発学校母子保健実習センター建設計画	2014 年-2018 年
技術協力	保健人材広域ネットワーク強化プロジェクト	2015 年-2019 年
技術協力	仏語圏アフリカ医療機材管理者能力強化プロジェクトフェーズ 2	2015 年-2019 年
有償資金協力	ユニバーサル・ヘルス・カバレッジ支援プログラム	L/A 調印 2016 年 11 月 (貸付完了 2017 年)

¹⁵ すべての人が、適切な健康増進、予防、治療、機能回復に関するサービスを、支払い可能な費用で受けられる状態
<https://www.jica.go.jp/aboutoda/sdgs/UHC.html>

技術協力	保健システムマネジメント強化プロジェクト (PARSS) フェーズ2	2016年-2021年
技術協力	コミュニティ健康保険制度及び無料医療制度能力強化プロジェクト	2017年-2020年

出典：JICA Web サイト

他ドナーとしては、セネガルでは Gavi アライアンス/UNICEF、UNIDO、PATH(NGO)が医療廃棄物管理の分野で支援活動を行っている。各機関の具体的な活動内容は以下の通り。

(1) Gavi アライアンス及び UNICEF

Gavi が実施する「保健システム強化に関する資金援助プログラム (Health Strengthening System (HSS))」へ保健省より 2014 年に申請書が提出された。本プログラム目標は 1) 全ての保健階層におけるワクチン管理の改善、2) 基礎保健サービスへのアクセス・利便性・質の向上、3) 保健情報システムの強化、4) 基礎保健サービスへの需要向上、5) 保健ガバナンス強化が掲げられている¹⁶。2) の目標に関連して医療廃棄物管理の改善に向けて医療廃棄物用焼却炉 14 台の購入予算が含まれていたことから、2016 年にセネガル 14 か所の保健センターを対象に焼却炉が設置された。なお、本件の調達業務 (機材入札、据え付け、医療施設への研修実施) は UNICEF が実施した。

(2) UNIDO

地球環境ファシリティ (GEF)の資金援助の下、セネガルの環境省、計画・自治体省を中心に 2014 年より「残留性有機汚染物質 (POPs) 削減のための都市ごみと有害廃棄物の環境上適切な管理プロジェクト」¹⁷がティバワンヌとジゲンショールの 2 か所で実施されている。本プロジェクトはセネガルが締約国となっているストックホルム条約及びその実施計画を背景として、環境に配慮した技術を有する民間企業などの技術面・組織面の能力強化を通じて、セネガルの都市ごみおよび有害廃棄物 (医療廃棄物を含む) から排出される残留性有機汚染物質の抑制を目的として実施されるものである。プロジェクトではストックホルム条約の内容に合わせた有害廃棄物国家計画 (1999 年) の改訂法案の作成、そのための組織・人材能力強化、自治体における有害廃棄物管理計画の作成、有害廃棄物の収集・分別、保管、処理に関連する施設の設置などで構成される。なお、本プロジェクトを通して、上記 2 か所の病院へマイクロウェーブ (電磁波による処理方法) の滅菌処理機が導入されている¹⁸。

¹⁶ セネガル保健省

¹⁷ <https://open.unido.org/projects/SN/projects/100114>

¹⁸ UNIDO セネガル事務所へのヒアリング (2019 年 4 月)

(3) PATH (NGO)

PATH は、医療分野のフィールドテストを行う国際 NGO である。アメリカ疾病予防管理センターの支援の下、途上国における感染病リスクの予測、予防、対応のための保健システム強化を支援する「Global Health Security Partnership」を実施している。セネガルも支援対象国のひとつであり、活動を通して医療施設における検査室に対する感染症の監視および感染症の発生探知に関する能力強化や、医療施設における感染症の予防・管理などの技術支援を実施している¹⁹。この活動の中で、PATH は医療施設における外科に特化した医療廃棄物の分別指導を実施している。

¹⁹ https://path.azureedge.net/media/documents/GHS_Portfolio_fact_sheet_Final.pdf

第2章 提案企業、製品・技術

2-1 提案企業の概要

2-1-1 企業情報

会社名：株式会社ステラ環境

所在地：東京都港区西麻布四丁目21番2号コートヤード広尾3A

設立年月日：2005年6月10日

事業内容：①医療廃棄物用小型焼却炉の開発・製造・販売②太陽光発電装置の海外販売
③輸出業務コンサルティングの事業

2-1-2 海外ビジネス展開の位置づけ

ステラ環境は設立当初より発展途上国を主な市場として長崎大学と共に提案製品の開発を行い、現在までに大洋州やアジア諸国などを中心に販売している。本調査の対象国となるセネガルは国際機関から予防接種などの支援を多く受け入れ、また流通・経済面における西アフリカの拠点国でもあることから、ステラ環境にとって西アフリカ市場進出の礎となることが期待される。

2-2 提案製品・技術の概要

2-2-1 ターゲット市場

提案製品のターゲット市場は、海外における小型医療廃棄物用焼却炉需要である。日本国内では、2000年のダイオキシン類対策特別措置法によって、排気処理装置の対応に数億円規模のコストがかかるようになったこと、2002年の「廃棄物の処理及び清掃に関する法律(焼却設備の構造基準)」がすべての規模の廃棄物焼却炉に適用されることになったことから、中・小規模の焼却炉の使用者は、設備投資をした大型の焼却処理施設に処理を委託するようになった。このため、日本国内の医療廃棄物を含む廃棄物処理は、大型施設による集中処理が主流となっており、中・小規模焼却炉の新規需要を望むことは非常に難しい状況にある。この様な国内市場の縮小を背景として、中・小規模焼却炉メーカーは海外での販売チャネル拡充や現地生産体制を構築するなど、積極的に海外進出を志向していく必要に迫られている。

経済成長著しい新興国ならびに開発途上国においては、急増する医療廃棄物の発生に対して、適切な処理の必要性は認識されつつも、対応は遅れている。WHOは医療廃棄物処理ガイドンスをウェブ上で公開し²⁰、関係者への情報提供を行っている。上記ウェブサイトでは、廃棄物管理計画の策定方法や必要

²⁰ <https://www.healthcare-waste.org/>

な予算の算出方法のほか、焼却炉を含む廃棄物処理技術のデータベースもあるが情報は不十分である。

焼却炉の導入にあたっては、国際機関やドナーが実態調査を行い、医療廃棄物処理計画の策定を支援し、その計画に対するドナーからの予算づけが行われることで焼却炉を含む廃棄物処理設備が要請国へ供与・調達されるのが多くの実態である。提案製品の販売手段としては、セネガル保健省の予算による独自調達とともに、セネガル政府の要請に基づき UNOPS や UNICEF などが調達代理をする国際競争入札への参加、受注による販売が主に考えられる。

国連機関の調達サイトである国連グローバルマーケット(UNGM)によると、過去 10 年間における医療廃棄物用焼却炉の調達案件は確認できる限り 13 件であり、主な仕向先はアフリカの後発開発途上国となっている。調達頻度は 1 年に 1-2 回と非常に稀である。上記 13 件のうち焼却炉の要求仕様が確認できたものについては、焼却能力が 50 kg/回以上の仕様を求められるケースが殆どであり、提案製品の様な小型焼却炉の調達は減多に行われていない。

表 7 UNGM による医療廃棄物用焼却炉の調達実績（内容が確認可能な案件のみ記載）

No	年	調達機関	仕向先	焼却能力に関する要求仕様
1	2009	UN Secretariat	Sudan	N/A
2	2012	UNOPS	Haiti	N/A
3	2014	UN Secretariat	Mali	N/A
4	2014	UN Secretariat	Sierra Leone	N/A
5	2014	UNOPS	Multiple Destinations	Burn Rate : 100-150kg/h minimum, 50-100kg/h (for mobile incinerator)
6	2015	UNDP	Georgia	Burning Capacity: 30-50kg/time
7	2015	UNICEF	Nigeria	Burn Rate : 100-120kg/h
8	2016	UNOPS	Liberia	Capacity: 50kg/h
9	2016	UNOPS	Liberia	Capacity: 50kg/h
10	2016	UNDP	South Sudan	N/A
11	2016	UN Secretariat	Somalia	Capacity : 50kg/h
12	2017	UNOPS	Ethiopia	Capacity: 5000kg-6000kg/batch Nominal burning rate : 500 kg/hr, 1000kg/hr
13	2019	UNOPS	Multiple Destinations	Minimum load capacity: 20 kg Maximum load capacity: 40 kg Nominal burning rate: 10-30 kg/hr (= 80- 240 kg range per 8hour day)

出典：UNGM Web サイト

焼却以外の医療廃棄物の処理方法としては、オートクレーブ(高圧蒸気滅菌器)やマイクロウェーブ(電磁波)による滅菌を施した後、破砕する方法がある。破砕後は普通ごみとして埋め立て処分する。過去 10

年における UNGM の医療廃棄物処理の調達案件ではオートクレーブが主な調達品であり、仕向先はフィリピン、ベトナム、カザフスタン、ヨルダンなど多地域に及んでいる。仏語圏アフリカのモロッコでは、10 年以上前に、オートクレーブと破碎機が一体となった「破碎滅菌機」が導入されたが、初期投資と維持管理費の高さから新規の導入を見合わせている²¹。

表 8 UNGM による医療廃棄物の処理機材の調達実績（内容が確認可能な案件のみ記載）

No	年	調達機関	仕向先	調達品
1	2007	UNDP	Multiple Destinations	Autoclave
2	2008	UNDP	Multiple Destinations	Strem Sterilizer
3	2011	UNDP	Vietnam	Autoclave
4	2011	UNDP	Philippines	Autoclave
5	2013	UNDP	Philippines	Autoclave
6	2013	UNDP	Philippines	Autoclave
7	2014	UNDP	Ghana	Medical Waste Shredders
8	2016	UN Secretariat	Somalia(via Kenya)	50kg/h incinerator, 50kg/h autoclave, 50kg/h Shredders
9	2016	UNDP	Kazakhstan	Autoclave/shredders
10	2016	UNDP	Kazakhstan	Autoclave
11	2017	UNIDO	India	Microwave Disinfection Devices
12	2019	UNDP	Jordan	Autoclave

出典：UNGM Web サイト

ステラ環境の販売実績としては、2007 年から現在（2018 年 11 月現在）までの提案製品の海外販売台数は計 42 台である。これらの炉は、WHO、JICA、外務省（草の根資金無償協力）、ロータリークラブ等を通じて、東南アジア（カンボジア、ラオス）、大洋州（フィジー、トンガ、ミクロネシア、バヌアツ、キリバス他）、アフリカ（コンゴ民主共和国）の公立・私立病院に設置された。

2-2-2 提案製品・技術の概要

提案製品である NU-100B は医療廃棄物用の小型焼却炉である。厳しい利用環境下での医療廃棄物の無害化・減容化を行うこと前提に設計・製品化されたものである。技術的特長としては、石油燃料調達が困難な場合にはバイオマス燃料による稼働が可能である。この仕様を兼ね備えた類似製品は他に例を見ず、ステラ環境のオンリーワン製品である。

また、蓄電池付焼却炉専用ソーラー発電装置を付帯させていることから、商用電源の供給が不安定

²¹ 『モロッコ国 地方部の国公立病院と保健センターにおける医療廃棄物焼却炉の導入に関する案件化調査業務完了報告書』、国際協力機構：中和機工，2017. 05

な地域への設置自由度が高い。加えて炉の構造がシンプルで、運転操作が単純化されている為、メンテナンスのし易さが特徴となっている。更に、輻射熱燃焼方式により、ダイオキシン等の有害化学物質を適切に分解するだけでなく、プラスチックの燃焼ガスを利用することで、燃費を向上させる高性能焼却炉である。技術詳細に関しては以下の通り。

- ① **輻射熱燃焼によるダイオキシン等発生の抑制**：輻射熱によって一次燃焼室内の燃焼対象物の熔融・ガス化を行うと同時に、一部の対象物も燃焼する。一次燃焼室の上部では、一次燃焼室から上昇してきた未燃ガスを二秒間以上滞留させ、800℃以上で完全燃焼（二次燃焼）させることにより、ダイオキシン等の有毒ガスの分解を行うことで、日本の排ガス基準を満たしている。また、バーナーは炉内を温めるための一つだけであり、注射器を燃やした場合には、そのプラスチック部分を燃焼ガスとして利用するため、バーナーを複数付けて燃やしている焼却炉より燃費が良い。
- ② **ガス化率抑制による無煙化**：提案製品では熔融した廃プラが一気にガス化しないように、焼却ボックス最下部のトレイで熔融液を一旦受けて、このトレイからガス化していく速度を遮熱板で制御している。上記仕組みを通じて投入物の完全燃焼を促し、ダスト及び黒煙の発生を最小限に抑えることが可能である。
- ③ **廃熱回収システムによる省燃費**：煙突の外側に空気下降通路を設け、排ガスにより空気を加熱して、これを二次燃焼に使用することにより、省燃費を実現できる。
- ④ **連続投入方式採用による効率化**：エジェクターによる排ガスの誘引力で炉内圧力をマイナスに保ち扉の開閉時のガス噴出を防止でき、投入箱を安全に引き出し、間断なく焼却物の投入・焼却が可能な仕様となっている。
- ⑤ **特殊煙突傘付帯により全天候稼働を実現**：スコール等の悪天候時でも稼働することが出来る特殊煙突傘を装備している。風雨時でも炉の連続運転が可能であるため、感染性廃棄物の焼却を中断することなく処理することで、感染の拡散を防ぐことが出来る。
- ⑥ **焼却炉専用発電装置**：通常稼働時には付帯のソーラーパネルと蓄電池により、電力が供給されるため、充電されていれば悪天候や停電時でも使用可能である。発電装置より十分な電力が得られない場合には、病院から引き込んだ商用電源に自動で切り替わる。

表 9 NU-100B の製品仕様

燃焼形式	燃焼用空気予熱・自然通風式
寸法・重量	L710mm x W710mm x H4,700mm、約 900kg
材質	本体：軟鉄、煙突：ステンレススチール
焼却物処理能力	25kg/日以上 (8 時間稼働、燃焼ゴミに占める廃プラ割合 40%以下の場合)
焼却物処理方式	廃プラ類溶融ガス化・連続バッチ焼却
二次燃焼方式	石油燃料焚き、又は、木質バイオマス燃料焚き (いずれも使用可能)
付帯設備	蓄電池付太陽光発電設備 (パネル最大出力：170W、蓄電池容量 120Ah)、特殊傘付帯付煙突
特許	あり 特許番号 4755158 (平成 23 年 6 月 3 日登録) 名称：ダイオキシン生成を抑制する固体バイオマス焚廃プラ小型焼却炉及び煙突上部構造

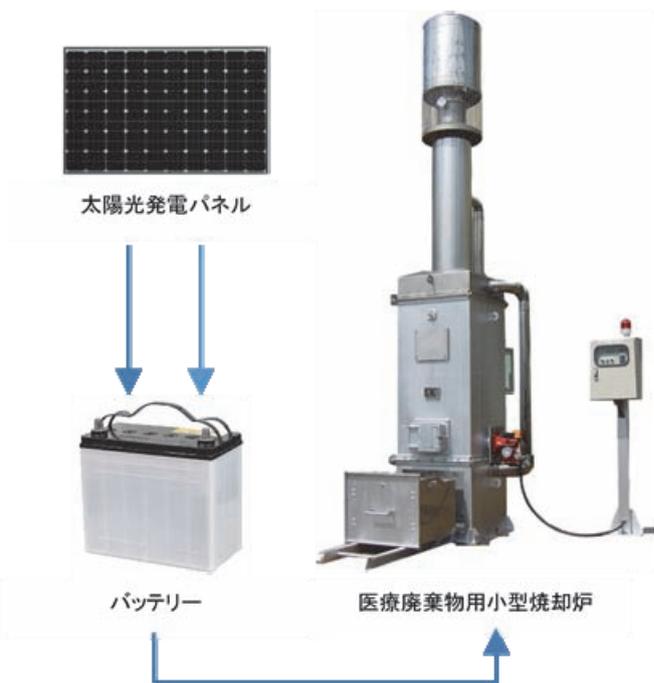


図 4 NU-100B 型炉の外観と構造

2-3 提案製品・技術の現地適合性

非公開

2-4 開発課題解決貢献可能性

提案製品の導入により、セネガルにおける医療廃棄物の適正管理に対して、以下の貢献可能性が期待できる。

(1) 使用済み注射針の適正処理による 2 次感染リスクの削減

提案製品は、医療廃棄物の中でも優先して焼却処理がなされなければならない使用済み注射針、中でも定期予防接種やキャンペーンが行われるにも関わらず焼却処理が行われてこなかった保健センターや保健ポストで発生する注射針を対象としている。医療施設の敷地内での注射針の散乱や燃え残りがなくなり、安全で衛生的な環境が保たれるようになる。

(2) 焼却炉の適切なオペレーションとメンテナンス体制の整備による、持続的な医療廃棄物管理の実現

提案製品はその構造により、従来製品に比して燃焼効率、操作性ともに優れている。加えて、後述するメンテナンス体制を整えることにより、故障しても放置されることはなく、適切な処理を継続することが出来るようになるため、回収・運搬・処理・処分の一連の廃棄物管理のサイクルの維

持に貢献できる。

第3章 ビジネス展開計画

3-1 ビジネス展開計画概要

ステラ環境の提案事業は小型の医療廃棄物用焼却炉をセネガルの中・小規模の医療施設に設置することを目指すものである。焼却炉の導入は、セネガル政府による独自調達か、セネガル政府が国際機関に委託する国際公共調達によるものが主であるため、こうした入札に参加する。

一台目の販売時には、ユーザーとなる医療施設がもつ使用済み注射針の回収ネットワーク、保健行政に則った使用済み注射針の一連の回収システム、当該医療施設における医療廃棄物の分別強化と連携し、分別 - 回収 - 処理 - 処分までの医療廃棄物管理モデルを構築する。医療施設に焼却炉が導入されることで、医療廃棄物が適切に管理されるようになる実例として国内外へ示し、今後のセネガル国内他地域への展開にむけたアピールとする。

3-2 市場分析

非公開

3-3 バリューチェーン

非公開

3-4 進出形態とパートナー候補

非公開

3-5 収支計画

非公開

3-6 想定される課題・リスク対策

非公開

3-7 期待される開発効果

セネガルの医療廃棄物管理国家計画においては、医療廃棄物の安全な焼却処理を求めているが、発生する廃棄物量に比して設備の導入計画台数は圧倒的に少なく、中核病院が優先されている。地域住

民に最も身近な保健センターを対象とし、提案製品を戦略的に配置していくことで、医療施設としての衛生的な環境を確保することができ、健全な地域コミュニティの形成に寄与することが期待される。

例えば収支計画5年目の時点では、小型焼却炉が44台、中型焼却炉が13の合計57台の焼却炉が導入されることにより、保健センターの半数に設置されることとなり、セネガル保健センターの半分がカバーされることとなる。保健センターや保健ポストで定期予防接種を受ける母子をはじめ、周辺住民の医療廃棄物の不適切処理による感染リスクが劇的に改善されることになる。

3-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

3-8-1 関連企業・産業への貢献

提案製品の主要部品の製造はすべて、開発に携わったエンジニアの居る長崎を中心とした地方中小企業に生産委託する。医療廃棄物用焼却炉は、800°C以上の高温焼却が求められる為、本体及び煙突の原材料となる鉄鋼材及び耐火材は耐熱性に優れるものでなければならず、材料調達から一貫した高品質・低価格の製造体制の構築、アフターサービスの充実には、日本での生産が必須である。現地調査においても、日本製品への信頼度は高いことが確認された。日本製であることを強みとして海外ビジネスを展開し、生産委託先の受注を増やしていくことで国内地元関連企業、地元経済の活性化に貢献する。

3-8-2 その他関連機関への貢献

ステラ環境は2005年に（公財）長崎県産業振興財団および長崎大学等からの出資によりベンチャー企業として創業され、地方自治体および地元大学を巻き込んだ「産学官連携プロジェクト」として組成された。ステラ環境はモノづくりを通じて地域振興や雇用創出を図るべく、長崎県の中小企業へ製品の生産を委託しながら、日本の優れた技術を活かした製品の海外展開を行ってきた。2017年9月から本社を東京に移したが、長崎にいる開発に携わったエンジニアに引き続き技術的アドバイスを受けている。また同じく開発メンバーであり当時長崎大学に所属していた石橋康之教授は、現在熊本大学環境共生学部環境資源学科教授並びに長崎総合科学大学新技術創成研究所の客員研究員を務めており、これらの大学と合わせてその知見とネットワークを活用し、製品の開発・改良を続けている。

本調査の結果をもとにセネガル国が直面している医療廃棄物問題を解決し、アフリカ地域への関係づくりの足掛かりを築くと共に、地元経済の更なる振興を目指す。

第4章 ODA 事業との連携可能性

4-1 連携が想定される ODA 事業

2019 年に在セネガル日本大使館による草の根・人間の安全保障無償資金協力にて、CNFTMH に隣接するジュールベル州病院に提案製品を 1 台設置することが決定している。本事業は、ステラ環境がビジネス展開を通じて目指す、「医療廃棄物管理モデルの構築」の出発点と位置づけて活用・連携していく（P29、3-3-1 製品・サービス参照）。

4-2 連携により期待される効果

上述のジュールベル州病院に設置された提案製品 1 台を、医療施設におけるメンテナンスを必要とする機材として扱ってもらい、CNFTMH と病院の協定のもと現地講習を定期的におこなうなどの連携が成されれば、提案製品活用の持続性が確保され、ひいてはセネガル国並びに周辺西アフリカ仏語圏における医療廃棄物管理能力及び提案製品メンテナンス体制の強化につながる。2016 年にも草の根・人間の安全保障無償資金協力にてコンゴ民主共和国に提案製品を 1 台設置しており、その際に現地で優秀なオペレーターが育成されたことから、このオペレーターを自社事業として招き、研修・指導を行う等の連携も可能である。

別添資料

非公開