

ナイジェリア国

ナイジェリア国

廃基板リサイクル装置を用いた新たな E-waste リサイクルシステム構築
のためのニーズ確認調査

調査完了報告書

2025 年 2 月

株式会社アステック入江

目次

I. 事業計画書.....	1
1 自社戦略における本調査の位置づけ.....	1
2 市場環境.....	1
2.1 市場規模・推移.....	1
2.2 競合動向.....	10
3 ターゲット顧客・ニーズ.....	12
3.1 ターゲット顧客.....	12
3.2 ターゲット顧客のニーズ（顧客の直面している課題）.....	12
4 製品・サービス概要.....	13
5 フィージビリティ.....	16
5.1 技術・価格の現地適合性.....	16
5.2 市場性.....	18
5.3 法規制・その他障壁.....	19
6 ビジネスモデル（実施体制/顧客やパートナーに提供する価値等）.....	20
6.1 ビジネスモデル概要.....	20
6.2 収支計画.....	24
6.3 人員計画.....	25
7 将来的なビジネス展開、ロードマップ.....	25
7.1 事業規模のイメージ.....	25
7.2 進出形態・実施体制のイメージ.....	26
7.3 事業化に向けたスケジュール.....	27
7.4 事業化の条件・課題・リスク.....	28
II. ロジックモデル.....	29

表 2-1	ラゴス州における E-waste 発生状況（推定値）	5
表 2-2	ラゴス州の正規回収センターのリスト	9
表 2-3	FCT の正規回収センターのリスト	10
表 3-1	ターゲット顧客のニーズ	13
図 2-1	ナイジェリアの地域別特徴.....	2
図 2-2	貿易から見るナイジェリアの主要産業	2
図 2-3	アフリカ地域での E-waste の発生状況（2022 年）	3
図 2-4	ナイジェリアにおける E-waste の流れ	4
図 2-5	ナイジェリアの人口の将来予測	5
図 2-6	ナイジェリアにおける電子製品の流れと E-waste 管理の関係者	6
図 2-7	Alaba 市場内の収集業者保管庫の様子①.....	7
図 2-8	Alaba 市場内の収集業者保管庫の様子②.....	7
図 2-9	Alaba 市場内の収集業者保管庫の様子③.....	8
図 2-10	Alaba 市場内の収集業者保管庫の様子④.....	8
図 2-11	リサイクル事業者の工場内の様子.....	8
図 2-12	リサイクル事業者の工場内での E-waste 分解作業の様子	8
図 2-13	インフォーマルセクターでの E-waste 取り扱い状況.....	11
図 4-1	Astec-system の特徴および分離回収に関する他社技術との比較	16
図 5-1	旧式部品剥離装置であるハンガー炉	17
図 5-2	ナイジェリアの人口構成	18
図 5-3	ラゴス州における E-waste 管理	20
図 6-1	STEP1：営業～受注.....	21
図 6-2	STEP2：輸送～立上げ・指導～アフターメンテナンス	22

図 6-3	STEP3 : 契約～資金回収～納品	22
図 6-4	STEP4 : E-waste リサイクルの国際水平分業.....	23
図 6-5	廃棄電子基板取引に関するフォーメーション案.....	23
図 6-6	ビジネスモデル実施の体制.....	25
図 7-1	ビジネス展開のイメージ	26
図 7-2	事業の実施体制イメージ	27

I. 事業計画書

1 自社戦略における本調査の位置づけ

株式会社アステック入江は、100年以上の伝統を誇る鉄鋼関連企業である。これまで鉄鋼業界の安定した国内需要を背景に経営を進めてきたが、脱炭素や国内需要縮小の波を受け、海外の新規需要獲得を目指している。重要鉱物が含有される電子廃棄物（E-waste）を積極的に海外から調達するという政府方針¹を追い風に、弊社としてはアフリカやアジア等途上国を中心に都市鉱山リサイクル事業の早期海外展開を目標に中期計画に織り込み活動を進めている。

本調査は、Astec-system という弊社独自の廃電子基板から貴金属等を回収するリサイクル技術を、将来的なナイジェリア国での事業展開に必要な政府系機関やパートナー企業探索を通じて、実現可能性を判断するための重要な調査と位置付けている。

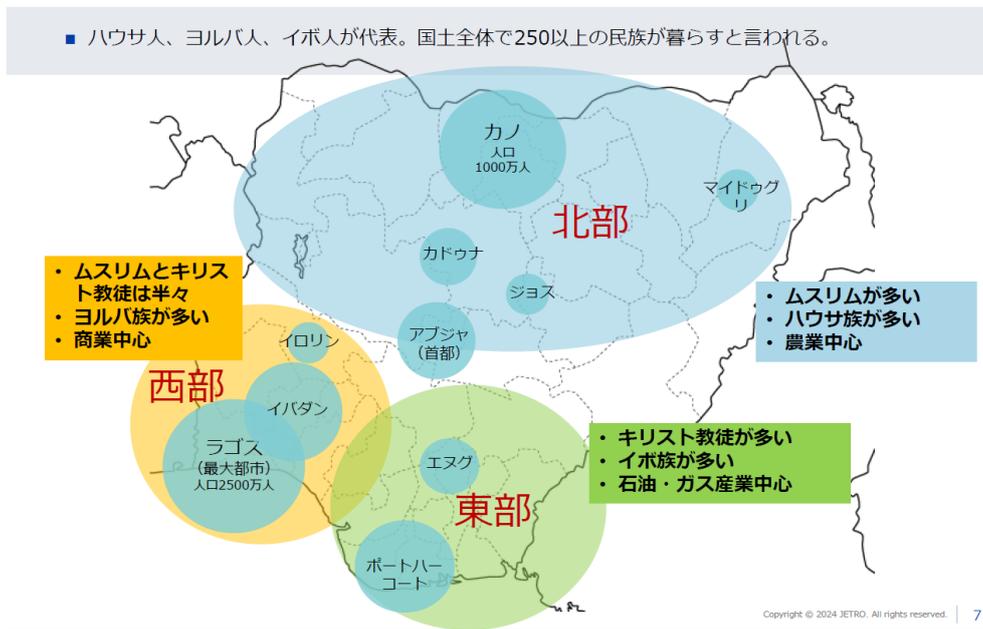
2 市場環境

2.1 市場規模・推移

2.1.1 ナイジェリアの地域別特徴と主要産業

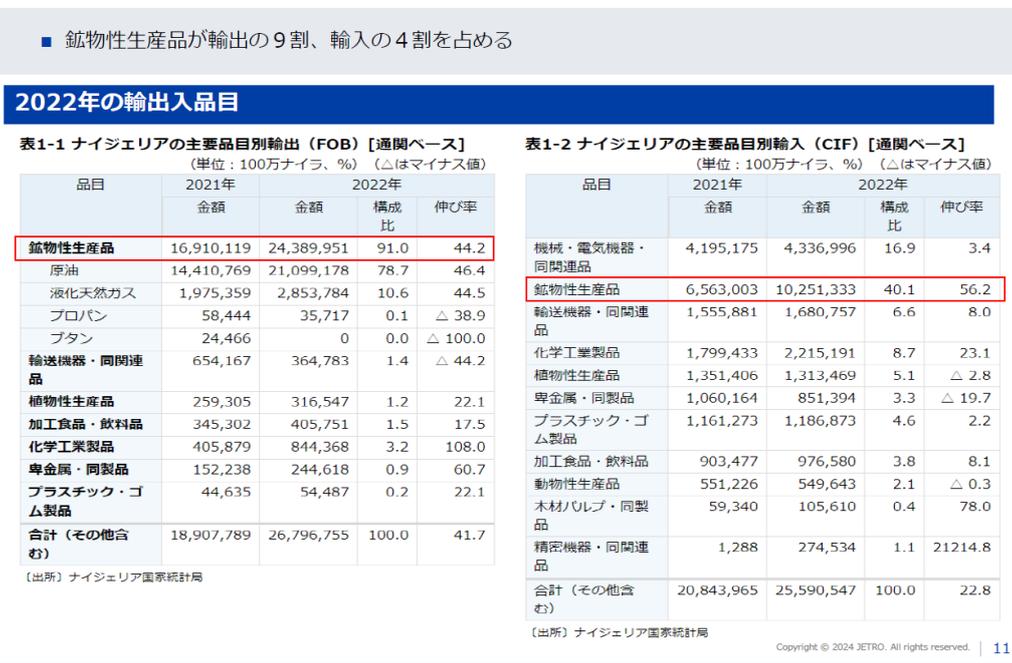
ナイジェリアの地域別特徴を JETRO 資料より引用した（図 2-1）。ナイジェリアでは西部ラゴスが人口約 2,500 万人を有する最大都市である。一方、首都はナイジェリア中心部に位置している。ナイジェリアは三大民族を中心に多民族国家であることが分かる。宗教についても各民族にてそれぞれ異なっている。次に、同じく JETRO 資料よりナイジェリアの貿易を見ると、ナイジェリアでは原油・天然ガスなどの鉱物生産業が主要産業となっている（図 2-2）。

¹ <https://www.yomiuri.co.jp/national/20220828-OYT1T50187/>
<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUA043N90U3A200C2000000/>
<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUA268HS0W3A420C2000000/>



出典) JETRO

図 2-1 ナイジェリアの地域別特徴



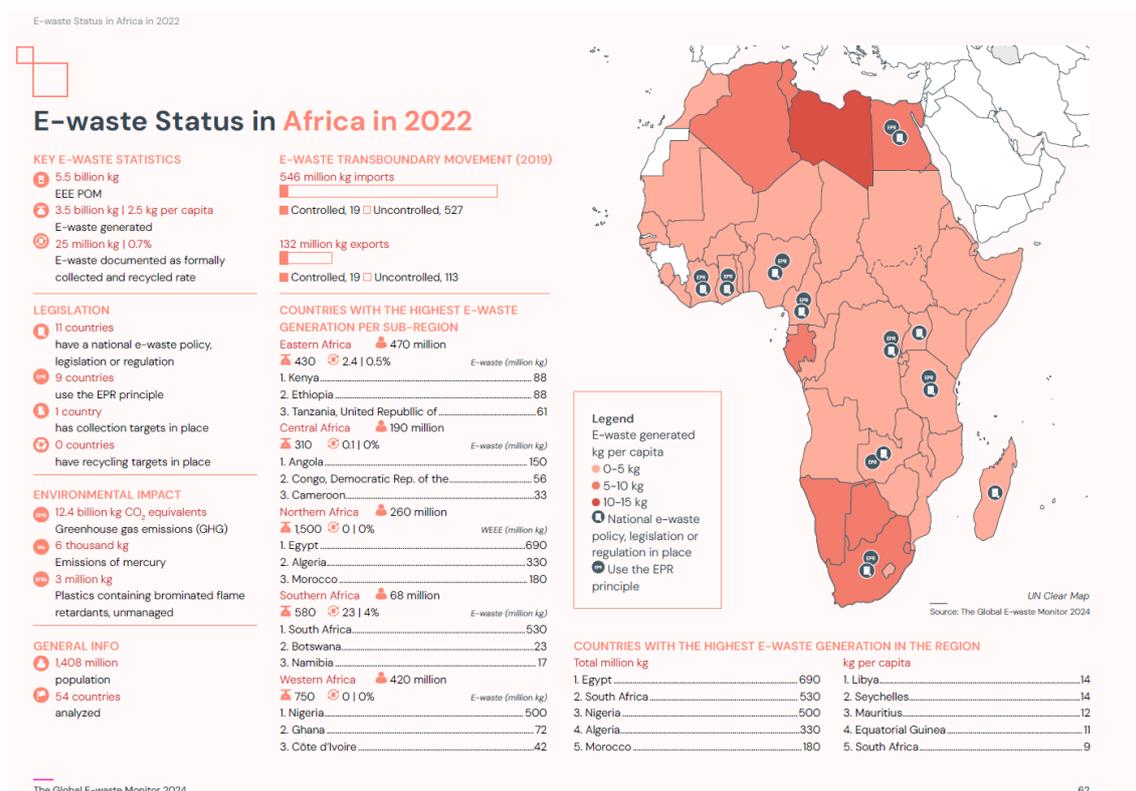
出典) JETRO

図 2-2 貿易から見るナイジェリアの主要産業

2.1.2 E-waste の排出状況

(1) アフリカにおける排出状況

Global E-waste Statistics Partnership (GESP)の「全世界 E-waste モニター2024」によると、2022年にアフリカ地域では3.5百万トンのE-wasteが排出されており、エジプト、南アフリカ、ナイジェリアの順に排出量が多い(図2-3参照)。



出典) Global E-waste Statistics Partnership (GESP)、「全世界 E-waste モニター2024」

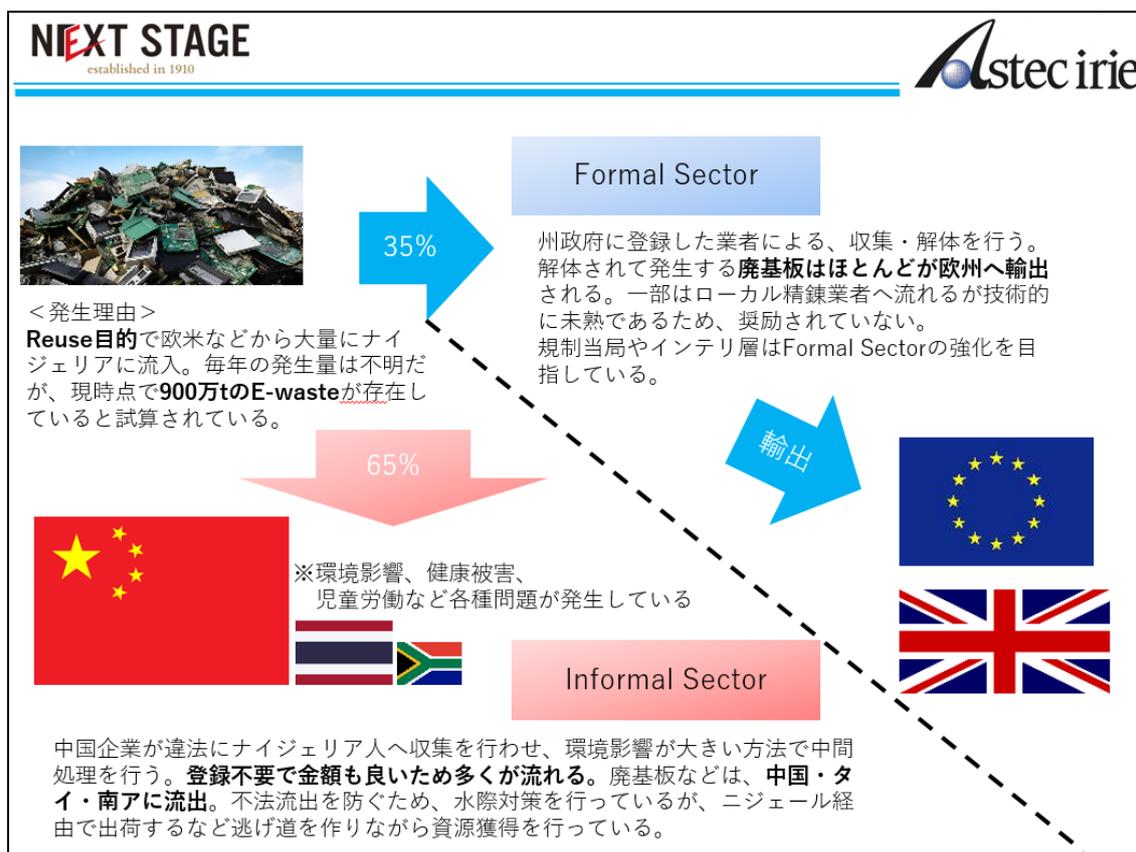
図 2-3 アフリカ地域での E-waste の発生状況 (2022 年)

(2) ナイジェリアにおける排出状況

渡航調査時「Waste Management Society of Nigeria (WAMASON)」からのヒアリング結果より、ナイジェリアでは約900万トンのE-wasteが市中に存在していると試算されていることが判明した。

E-wasteに関する法規制は近年整備されており、処理業者・収集業者をきちんと登録管理するシステムになっている。一方で、現地調査の結果、正規に登録処理している事業者は圧倒的に少数で、非正規業者(インフォーマルセクター)の影響力が大きいことが明らかにな

った。ナイジェリアでは、非正規事業者が E-waste 市場の約 90%を処理しているのが現状であり、これら事業者の不適切処理が地域環境及び労働者の健康状態に悪影響を及ぼしている。



出典) 株式会社アステック入江

図 2-4 ナイジェリアにおける E-waste の流れ

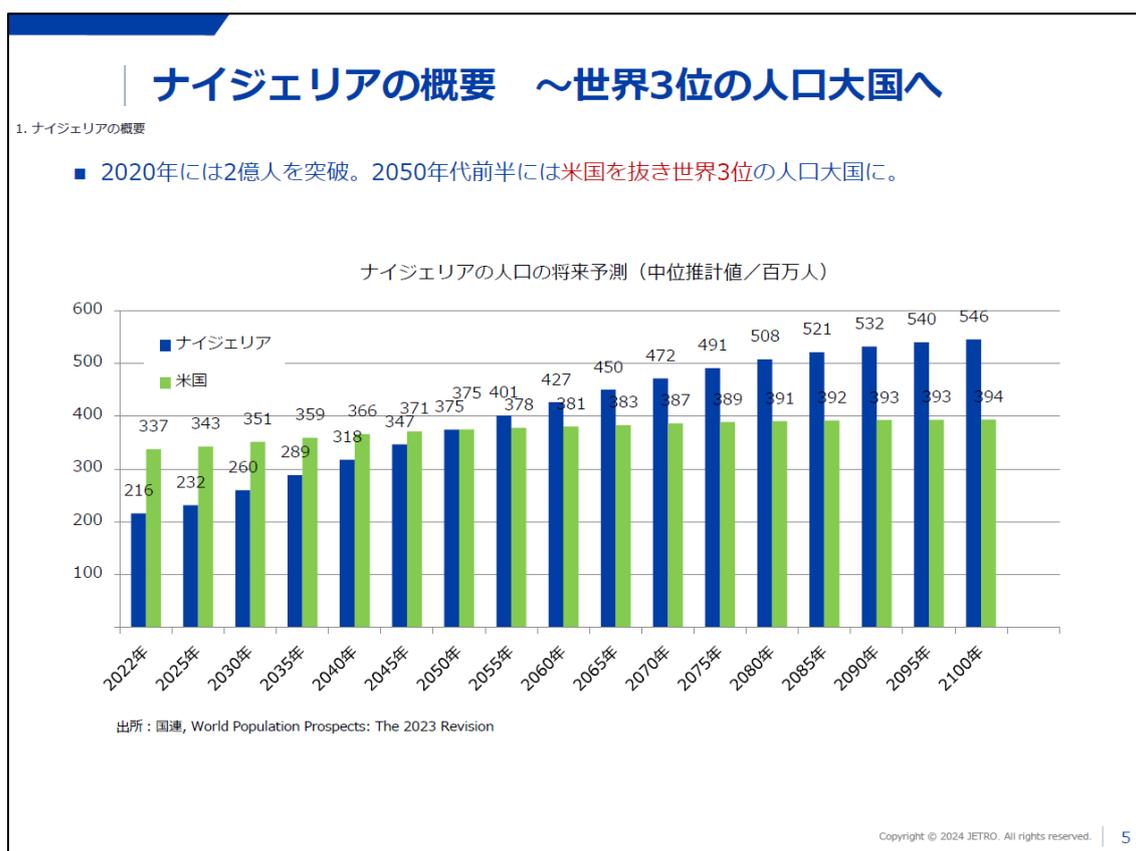
ラゴス州における E-waste 発生状況について再委託先レポートより示す(表 2-1)。2020年から2023年まで9.1%⇒11.1%⇒12.5%と E-waste 発生量が年々増加傾向にある。図 2-5 の JETRO レポートの通り、ナイジェリア人口は、今後長期的な増加が見込まれている。E-waste の発生量は人口増減に影響をうけるため、経済都市ラゴスにおいても E-waste の増加トレンドは今後も継続していくものであると考えられる。

また、連邦首都区 (FCT) での E-waste 管理に関する再委託調査の結果によると、FCT ではラゴス州のような発生量のデータは記録されていないものの、FCT 内で E-waste 管理に従事している事業者は今後 5 年間で E-waste の発生量は 30~50%増加すると見込んでいる。

表 2-1 ラゴス州における E-waste 発生状況（推定値）

Year	Estimated Annual Volume of E-Waste Generated(ton)	Sources
2020	330,000	Nigeria E-Waste Management Report 2020, NESREA
2021	360,000	Nigeria E-Waste Management Report 2020, NESREA
2022	400,000	Lagos State Environmental Protection Agency Annual Report
2023	450,000	UNEP E-Waste Statistics Report 2023

出典) 再委託調査報告書

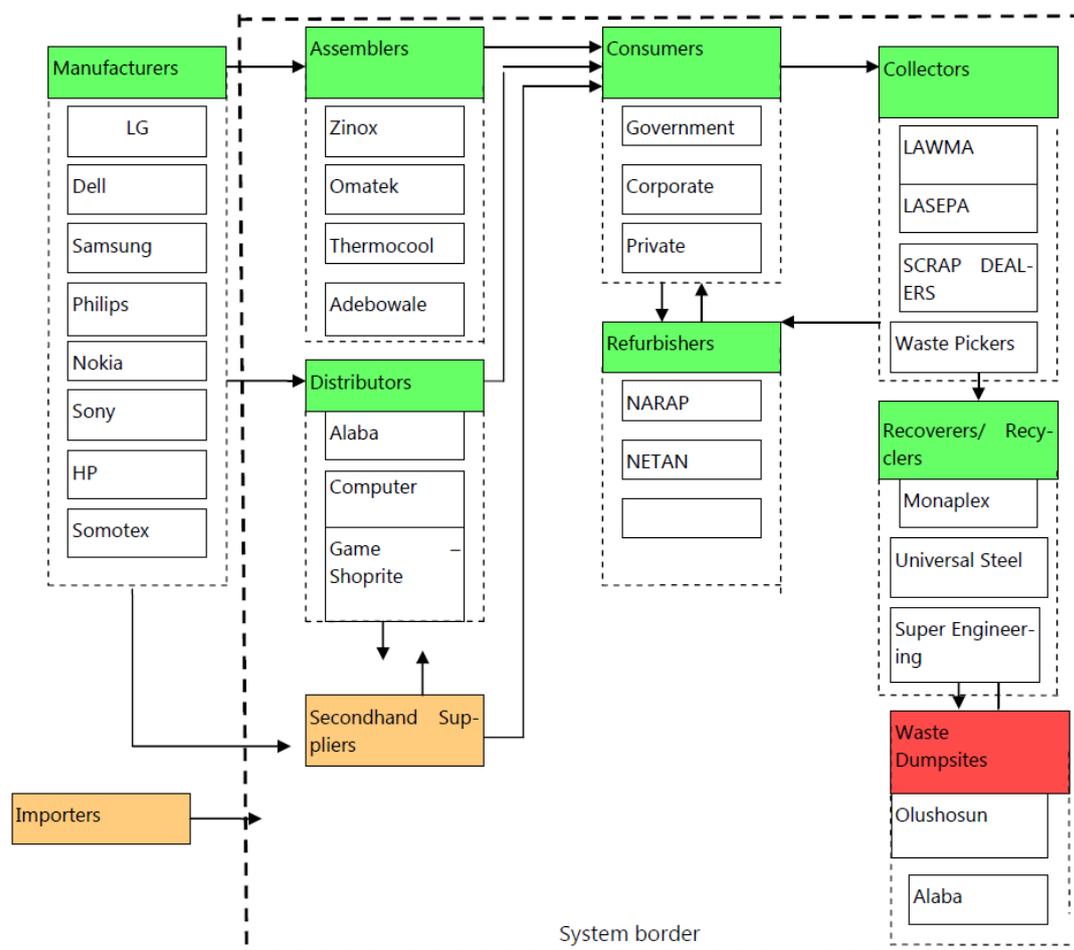


出典) JETRO

図 2-5 ナイジェリアの人口の将来予測

2.1.3 ナイジェリアにおける E-waste のフロー

図 2-6 にナイジェリアにおける電子製品の流れと E-waste 管理の関係者を示す。消費者による使用後、回収業者により収集されるが、前述のとおりインフォーマルな事業者も含まれる。一部は再生に使用され、その他はリサイクル、処分場での処理に流れる。



出典) e-Waste Africa project of the Secretariat of the Basel Convention、「e-Waste Country Assessment Nigeria」、2012年5月

図 2-6 ナイジェリアにおける電子製品の流れと E-waste 管理の関係者

このフローの中での E-waste 管理に関する主たる関係者は以下のとおりである。

Lagos Waste Management Authority (LAWMA) : ラゴス州政府の廃棄物管理に関する機関であり、一般ごみ・産業廃棄物などの収集、処分場の運営、収集業者登録などを行っている。LAWMA では E-waste を固形廃棄物の 1 つとして管理を行っている。E-waste の収集についても、民間の収集業者は LAWMA への登録が必要となる。

Lagos State Environmental Protection Agency (LASEPA) : ラゴス州政府の環境保護に係る機関であり、E-waste を有害廃棄物 (Hazardous waste) としてモニタリングを行っている。民間事業者との連携により PPP による E-waste 回収も推進している。

連邦政府レベルでは、Federal Ministry of Environment (環境省) が電子廃棄物管理の政策立案を行っており、National Environmental Standards and Regulations Enforcement Agency (NESREA) が E-waste 管理の登録制度、全国での拡大生産者責任の推進を行っている。

また、NPO である E-waste Producer Responsibility Organisation Nigeria (EPRON) が HP、DELL、Phillips、マイクロソフト等の出資により 2018 年に設立され、E-waste 管理の適正化に向けた基金を運用し、連邦政府、州政府との連携により買取・リサイクルプログラムを進めている。

本調査では、ナイジェリアにおけるビジネス展開において、提案サービスの核となる HS (ヒートセパレーター) の導入可能性を確認するため、ラゴス州における E-waste リサイクルレベルの状況について調査を行った。本調査では、全体で 2 回の現地調査を実施し、5 カ所のリサイクル事業者及び収集業者を視察した (図 2-7 から図 2-12 参照)。



出典) 株式会社アステック入江



出典) 株式会社アステック入江

図 2-7 Alaba 市場内の収集業者保管庫の様子①

図 2-8 Alaba 市場内の収集業者保管庫の様子②



出典) 株式会社アステック入江

図 2-9 Alaba 市場内の収集業者保管庫の様子③



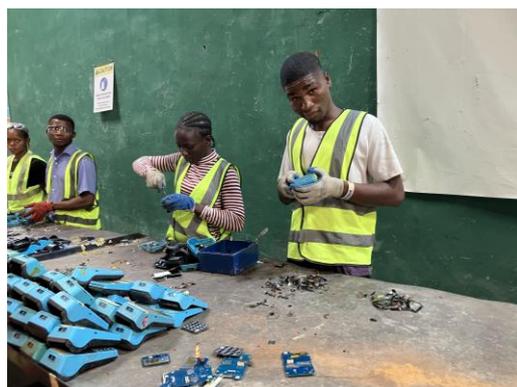
出典) 株式会社アステック入江

図 2-10 Alaba 市場内の収集業者保管庫の様子④



出典) 株式会社アステック入江

図 2-11 リサイクル事業者の工場内の様子



出典) 株式会社アステック入江

図 2-12 リサイクル事業者の工場内での E-waste 分解作業の様子

表 2-2 にラゴス州で登録されている回収センターのリストを示す。UNDP による地球環境ファシリティ (GEF) での支援プログラムでフォーマル化が進められた際に登録事業者が増加したが、同プログラムが 2022 年に終了して以降は回収事業を停止しているところもある。

表 2-2 ラゴス州の正規回収センターのリスト

No.	Name of Centre	Operational Address	LGA
1	CNSSL E-Waste Management Service	Off Ajah- Ibeju, Lekki Expressway, beside Ibeju Lekki LGA, Lagos	Ibeju/Lekki
2	E-Terra Technologies Ltd	Plot 750 Baale Shoba Street Abule-Ado off Badagry Expressway, Lagos	Amuwo-Odofin
3	Hinckley Recycling Nigeria Limited	Sadiku Elemoro str, off watchtower road, Gbogije, Ibeju, Lekki-Epe Expressway, Lagos	Ikeja
4	MRI Investment Ltd	Opposite Onosa Bus stop, Lekki - Epe Expressway, Ibeju Lekki Local Government Area, Lagos	Ibeju/Lekki
5	Falcons Solutions Services	LAWMA Transfer Loading Station, Agege Local Government Area, Lagos	Agege
6	MSC E-WASTE (Agodo Collection Centre)	Behind Lami Gas Plant, Odonguyan Industrial Estate, Ikorodu, Ikorodu Local Government Area, Lagos	Ikorodu
7	JDP Global Concept	Antony Giwa Street, Isokan Estate, Ipaja, Ayobo, Alimosho Local Government Area, Lagos	Alimosho
8	Association of Vendors Of Used Computers And Allied	13, number 17 Akinremi Street Anifowoshe, Ikeja, Lagos	Ikeja
9	Swiftvale Nigeria Ltd	Ikorodu Industrial Layout, Odogunya, Ikorodu, Ikorodu Local Government Area	Ikorodu
10	EL-AS Tech Enterprise Ltd	Shop F1859/1857 Alaba International Market, Ala, Ojo Local Government Area, Lagos	Ojo
11	Euglobe Solution Ltd	Plot 5, Ebigo Close, Ori Oke, Ogudu, Kosofe Local Government Area, Lagos	Kosofe
12	Leklinks Field Enterprises	PWD Yard opposite Gate 1, Owode Onirin, Beside Mukaz Tiger Iron Company Ikorodu Rd, Ketu, Kosofe Local Government Area, Lagos	Kosofe
13	Tenda International Trade Nigeria Limited	Plot 7, Canal Avenue, Okota, Isolo, Lagos, Amuwo-Odofin Local Government Area	Amuwo-Odofin
14	Fadsuta Ventures	LAWMA Trans Loading Station at Lagos Island, Sura, Lagos Island, Lagos Island Local Government Area	Lagos Island
15	Ivarest Global	1 Capt. Olatuga Banjo Street, Imude-Shibiri, Ojo Local Government Area, Lagos	Ojo
16	Obanijesu Logistics	No 8, Longe Babatunde Street, Isheri-Igando Road, Alimosho Local Government Area, Lagos	Alimosho
17	Procycle Cleaning Services	9, Olasoji Street, Oko-Oba, Agege, Agege Local Government Area, Lagos	Agege
18	Recycle Points Limited	7th Avenue, A Close Junction, Festac Town, Amuwo Odofin Local Government Area, Lagos	Amuwo-Odofin
19	Energy Return Ltd	Off Apapa -Oshodi Expressway, Mile 2, Amuwo Odofin, Amuwo-Odofin Local Government Area, LGA	Amuwo-Odofin
20	Horlag Recycling	10, Atlantic Hall Road, Araga-Epe, Epe Local Government Area, Lagos	Epe
21	Darlton Consult	Km 15, Lagos-Badagry Expressway, Volkswagen, Ojo Local Government, Lagos	Ojo
22	Sustainabiliti Limited Centre	Suite 11, 2nd Floor Ruby Block, All Seasons Plaza, 24 Lateef Jakande Rd, Agidingbi, Ikeja, Ikeja Local Government Area, Lagos	Ikeja
23	Ecofield Nigeria Ltd	19, Ifelodun Close, Off Miran Road, Abule-Egba, Alimosho Local Government, Lagos	Alimosho
24	Eco-Recovery Management Limited	Powerline Bus Stop, Isheri-Igando Road, Ikotun, Alimosho Local Government Area, Lagos	Alimosho
25	Street Waste Company Ltd	17 Kodesho Street Computer Village, Ikeja, Lagos	Ikeja

出典) NESREA

連邦首都区（FCT: Federal Capital Territory）では、アブジャ環境保護委員会（AEPB: Abuja Environmental Protection Board）が廃棄物管理を担当しており、収集・運搬サービスは基本的に全て民間収集業者に委託していることから、緊急時およびクレーム対応を除き、AEPB は収集・運搬自体は行っていない。民間収集業者は AEPB に事業者登録して、ロット別（地区別）に AEPB と委託契約を締結している。FCT での E-waste 管理はラゴス州での体制と異なり、NESREA が AEPB と連携して行っており、ラゴス州の LASEPA のような E-waste を有害廃棄物としてその取扱いをモニタリングしている機関は特に設置されていない。FCT においても E-waste の収集・運搬については NESREA への登録が必要となる。FCT での登録回収センターのリストを表 2-3 に示す。

表 2-3 FCT の正規回収センターのリスト

No.	E-waste Colelction Company	Operational Address	District
1	M M M Afosco Global Ventures	Debby King Estate, Bwari, Abuja	Bwari Abuja
2	Energy Return Ltd	F12 Millipat Plaza, Umaru Yar'adua Way, Abuja	Federal Capital Territory
3	The Ecobarter Company	Pigbakasa Junction, Apo Kabusa New Road, Abuja	Amac
4	Anthophila Empire Limited	Plot 301, Idu Industrial Area 1, Cadastral Zone C16, Abuja.	Idu
5	Greenwork Dynamic Synergy Services	Shop 5, Bellfrank Mall Ushafa, Abuja	Bwari
6	Medina Investment Nigeria	Plot 301 Idu industrial Area, Cadastral Zone C16 Abuja	Idu
7	Lodebar Global Services	No 22B Lungi Barracks, Abuja	Municipal
8	Lylek Integrated Services	A35/18-19A, Pegi, Kuje, Abuja	Kuje Area Council
9	Bennis Strategic Services Nigeria Ltd	No 18 Gaborone Street, Wuse Zone 2, Abuja	Wuse
10	Chanja Datti Ltd	Plot 813, Durumi District Phase II, Abuja	Durumi
11	Medina Investment Nigeria	Plot 30A Idu Industrial Area, Cadastral Zone C16, Abuja	Idu

出典) NESREA

FCT での E-waste 管理に関する再委託調査では上記リストのうち 8 社にインタビューを行っており、このうち数社は E-waste の解体を行っているとのことである。FCT においてもラゴス州と同様に E-waste の回収におけるインフォーマルセクターの関与が大きく（発生量の 50% 程度）、一般廃棄物と一緒に排出・処理されることも多い（発生量の 30% 程度）。

2.2 競合動向

競合動向の調査として、ナイジェリアにおける非正規業者（インフォーマルセクター）について調査を行った。ナイジェリアでは、E-waste リサイクルの実に 90% が州政府などから管理を受けず、独自に処理に従事している。E-waste の収集量の約 70-80% が彼らによって

集められており、野焼きによる処理や強酸を使用した処理を行うことで、E-waste に含まれる銅やアルミニウムを主に回収している。彼らによる処理は不安全で健康・環境被害へも繋がっているとみられている（図 2-13）。



出典) e-Waste Africa project of the Secretariat of the Basel Convention、「e-Waste Country Assessment Nigeria」、2012年5月

図 2-13 インフォーマルセクターでの E-waste 取り扱い状況

今回、弊社が事業展開を目指す Astec-system は、廃電子基板から金など金属資源を回収リサイクルするためのシステムである。日本や他のアジア諸国等では、破碎機メーカーが競合となりえるが、破碎機を導入しているリサイクル事業者は本調査の中では確認できておらず、関係機関からの聞き取りからも分解後の処理技術についてはナイジェリア国内では確立されたものはないとのことであり、同国ではほぼ競合となる企業がない分野であると言える。

市場環境としては、競合は不在であるためブルーオーシャンともいえるが、市場に参入している事業者がほとんど中小規模で資金力が少なく、大部分が非正規事業者であるため、法規制はあるが遵守されていない状況である。今後の事業化に向けどのように仕組みを作りマネタイズしていくかには工夫が必要である。

3 ターゲット顧客・ニーズ

3.1 ターゲット顧客

Astec-system の技術導入先は、自社で E-waste を解体し、廃電子基板回収を行っているリサイクル事業体などになる。当初計画では、比較的 E-waste 回収能力が高いと予想していた、中央・州政府や政府系機関をターゲット顧客として想定していた。本調査より、政府系機関は独自に E-waste 収集を行っておらず、事業者登録や環境管理のみを行っていることから、新たにリサイクル処理技術を導入する可能性が現実的ではないことが明らかになった。一方で、実際に E-waste の収集・処理を行っている民間事業者のニーズは高いことが分かった。回収した廃電子基板を海外へ輸出するなど一定以上の規模がある企業にとっては、弊社製品導入が廃電子基板に含まれる金属回収効率に繋がり、付加価値増加となる。また、ナイジェリアでの E-waste リサイクルはまだ始まったばかりで今後更なる市場参加が期待される。

これらの現状から、当面のターゲットとしては政府系機関を対象とするのではなく、ナイジェリア国内で E-waste 収集・解体リサイクルを行っている企業やその活動を支援する NGO 等と連携して設備導入を目指す。アプローチとしては、日本他 E-waste リサイクル先進地域同様 10t/月程度の廃電子基板取扱いがあるリサイクラーに対して、彼らが実際回収している商材（廃電子基板）を処理することで、付加価値向上の効果を示すことで、導入を促していきたい。

今回の現地調査を通じて、ナイジェリア国内で解体リサイクルを行っている事業者は 3 社あり、そのうち 2 社がラゴス州内で事業を行っているということであった。そのため、第 2 回現地渡航時にこれら 2 社を訪問し、リサイクル事業者による処理状況の確認を行った。

3.2 ターゲット顧客のニーズ（顧客の直面している課題）

表 3-1 に想定される顧客別にニーズを取りまとめた。非正規事業者についてはニーズ確認をしていないが、再委託先レポートによるとラゴス州の E-waste リサイクルで支配的な役割を担っており、今後ラゴス州規制当局による働きで、彼らが正式な E-waste 管理システムに組み込まれれば潜在的な可能性は残る。一方、現状では一定数以上の E-waste を正規に処理する大規模正規事業者が最大のターゲット顧客となる。

現状収集のみしか行っていないが、今後解体リサイクル業へ進出していこうと考えている事業者や、他のリサイクルを行っている NGO 団体関係者など、将来的に E-waste リサイクル市場参入可能性の高いプレーヤーの存在は確認した。しかし、月に 10t 程度の一定数の物量を収集・処理するだけでもかなりハードルが高い。そのため、弊社として売り方の面で彼らの資金面を楽にする仕掛け作りを検討していかなければ、装置の買い手となりえな

いと考えられる。

表 3-1 ターゲット顧客のニーズ

分類	ターゲット顧客	ニーズ	現状・ニーズ
正規リサイクル事業者	処理事業者	高	・ 特に大規模事業者は経営が安定しているため導入ニーズは高い
	収集事業者	中	・ 今後処理事業者へ転身を図ろうとしている事業者のニーズは確認 ・ ただし資金面に課題
非正規リサイクル事業者	処理事業者	低	・ 小規模事業者が多く資金面の課題も大きい
	収集事業者	低	
自治体・政府	ラゴス州政府	低	・ 直接州政府として処理は行わないため
NGO 団体	WAMASON(Waste Management Society of Nigeria)等	中	・ WAMASON メンバーの中には新規リサイクルビジネスに興味があるものも確認されたが資金面の課題が高い

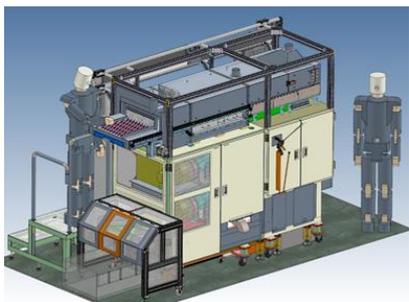
出典) 株式会社アステック入江

4 製品・サービス概要

本調査の提案サービスの核となる Astec-system は、過熱水蒸気を活用した廃電子部品剥離技術、AI 画像診断技術を使用した電子部品選別装置、そして、塩化鉄溶液をつかった金回収技術で構成されている。なお、回収された金は各種スポーツ大会等でも活用されている。これら製品は、日本国内の小型家電認定事業者や、家電リサイクルプラントといったリサイクル事業者へ導入実績が多数あり、アジア圏など海外からの問合せも増えてきているところである。

◆HS：ヒートセパレーター

廃電子基板の半田を溶融することにより基板上に実装されている電子部品を分離する装置。従来の中間処理（破碎方式）では濃縮が難しかった Pd（パラジウム）、Ta（タンタル）などのレアメタルが含有された部品も濃縮可能となる。



◆AIS : AI セレクター

HS (ヒートセパレーター) で剥離した部品をサイズごとに篩分けながら、AI による画像診断を行い、自動で選別する装置。



◆HK : ヒートキルン

AIS で選別した電子部品の内 IC (集積回路) を加熱処理し、IC 内部の金属を露出させ、濃縮処理する装置。



◆IC : アイロクロライド

AIS で選別された電子部品のうち金めっきが付いたものを塩化鉄で金を回収する装置。

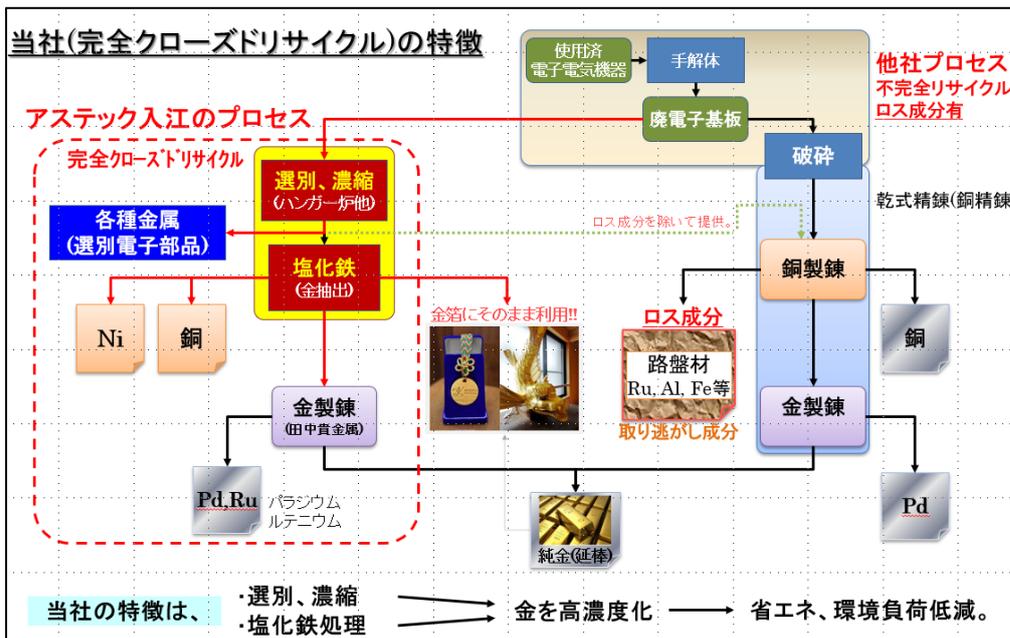


◆AR：アクアリジア

HK で濃縮処理した金属を王水で溶解する装置。



従来のリサイクル手法（破碎処理）では Pd、Ta 等のレアメタルを十分に再資源化できず、貴重な資源が路盤材などに流れていた。弊社製品は、基板から電子部品を丁寧に剥離処理し、それぞれの特性に合わせて選別処理を行うことで、レアメタルの高効率回収が可能となった。結果、資源回収効率が向上するだけでなく、Pd 等が有価物として新たに販売できるようになるため、従来手法と比較して経済価値を 20%UP させることができるようになった。更に塩化鉄等の湿式工程を組み合わせると、IC（集積回路）等から金回収が可能。途上国等投資体力の少ない国において、比較的小さな投資額で高品位の金濃縮まで一貫処理が可能となる。図 4-1 に Astec-system の特徴および分離回収について他社技術との比較を示す。



出典) 株式会社アステック入江

図 4-1 Astec-system の特徴および分離回収に関する他社技術との比較

5 フィージビリティ

5.1 技術・価格の現地適合性

Astec-system のナイジェリアにおける導入実績はなく、これまでに日本国外における実績はないものの、アジアを中心に各国から来賓の受け入れを行っており、弊社工場見学を通じて各国での技術面での現地適合性は高いことを確認している。一方で、ヒアリングしていくなかで廃液処理に関する設備や人材面の不足が明らかになった。そのため、IC (アイロンク

ロライド)、AR(アクアリジア)といった化学薬品を使用する設備については、足元の市場環境では技術適合性が低いと考えられる。

また、部品剥離についてもHS(ヒートセパレーター)のように精緻な温度制御を行うものよりも、よりシンプルな構造の設備が求められていることを確認できた。そのため、現地では弊社の旧式部品剥離装置であるハンガー炉(図5-1参照)とよばれる製品の技術適合性が高いと考えられる。



出典) 株式会社アステック入江

図 5-1 旧式部品剥離装置であるハンガー炉

Astec-systemの価格は、リサイクル設備をどこまでのプロセスを導入していくかで大きく異なる。日本国内での実績価格としては、HSのみ導入した場合であれば約50百万円。HS～ARまで全てのプロセスを導入した場合であれば約200百万円と幅広い。今回の調査では、まずは、HSの装置導入について各リサイクル企業などと意見交換を行ったが、多くの企業が独自に資金調達を行う体力が無いことが判明した。

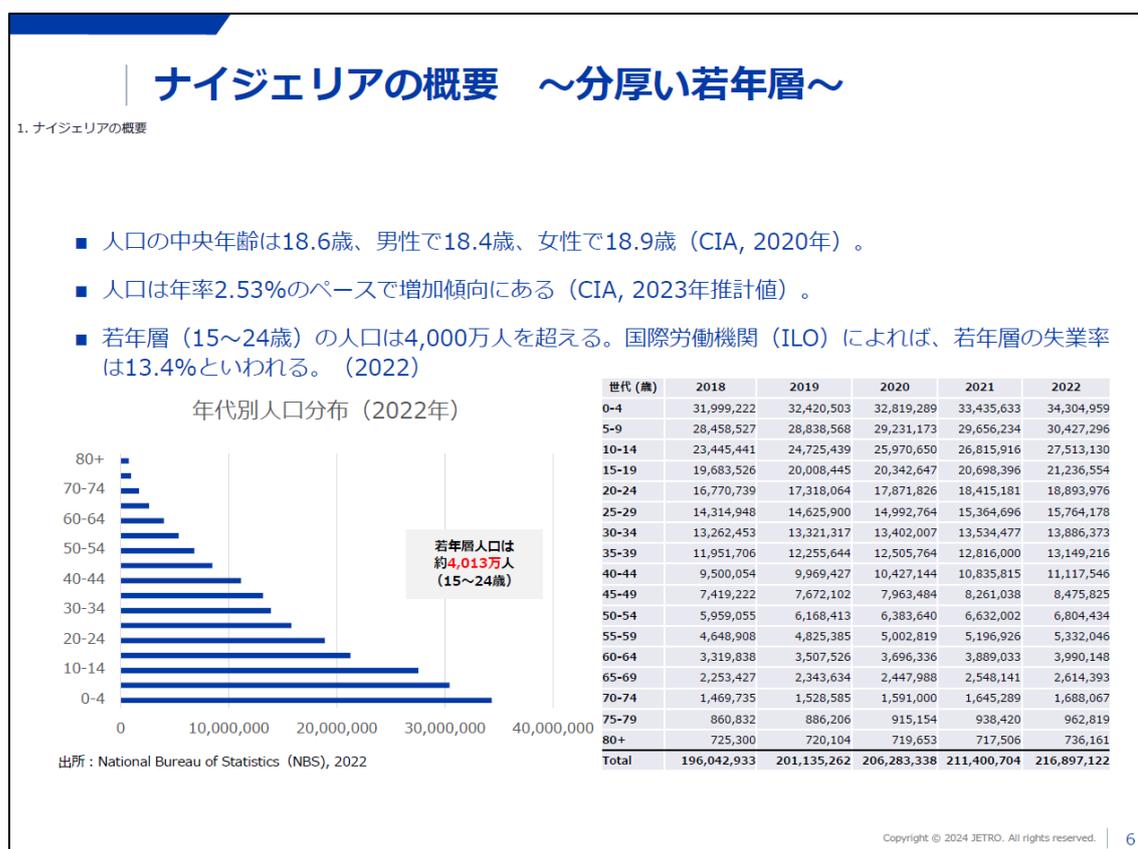
一方で、無償で廃電子基板を回収することができる業者ならば、毎月6tの処理で、HSを約9カ月で投資回収することが可能であることが投資回収シミュレーションの結果から確認できた。投資回収後は、リサイクル事業者の実入りも増加するためメリットを理解できる事業者であれば価格的にはそれほど高くない装置であると考えられる。

E-wasteリサイクルについては、ナイジェリアにおける特に中小規模のリサイクル事業者はほぼ機械設備への投資はない。そのため、価格の現地適合性については、受け入れられる価格設定と、導入しやすい購入方法の仕組み作りを共に構築していく必要がある。代替製品が無い市場環境からも、適正な範囲であれば価格の形成は可能であると思われる。

現地での設備立上げ・指導及び維持管理に関する具体的なサービス内容と価格等については、日系商社を中心に今後現地パートナー企業を含めて検討を行う。

5.2 市場性

ナイジェリアの E-waste 市場形成はまだ本格的にスタートしたばかりで、正規事業者が少ない。そのため、大規模資本による効率的な工場運営を行うプレイヤーが経済都市ラゴスであっても 1~2 社というのが現状である。一方で、Lagos Waste Management Authority (LAWMA：ラゴス廃棄物管理局) など行政機関や WAMASON といった NGO 団体の継続的な啓発活動を通じて、今後プレイヤーが増加することが期待できる。また、2 億人以上の人口を抱え、中央年齢 18.6 歳のナイジェリアは E-waste 発生が引き続き増加すると見込まれるため、今後市場参入事業者が増加していくことが期待できる (図 5-2 参照)。



出典) JETRO

図 5-2 ナイジェリアの人口構成

5.3 法規制・その他障壁

5.3.1 ナイジェリアにおける E-waste 管理に関する法制度

ナイジェリアにおける E-waste 管理に関する法制度は以下のとおりである。

Harmful Waste (Special Criminal Provisions, etc.) Act : 違法な有害廃棄物の運搬・処理等に関する取締り、罰則を規定

- ・法令に基づく根拠なしに有害廃棄物の運搬、埋立などを行った場合、違法となる。
- ・有害廃棄物を投棄し、この法律に基づき有罪となった場合、終身禁固刑、および不法投棄に使用した機材、土地などの没収の罰が与えられる。

National Environmental Electrical/Electronic Sector Regulations 2011 : 電気電子製品の取扱い（輸入、製造、緊急対応、拡大製造者責任、電子廃棄物の取扱いなどを規定

- ・使用済みの電気電子製品の修理、解体、再組立て、輸入には登録が必要
- ・電子廃棄物の回収センター・リサイクル工場も登録が必要
- ・電気電子製品の輸出入には許可（permit）が必要（2年ごとの更新）、許可保有者は四半期ごとに報告義務有り

National Environmental (Sanitation and Waste Control) Regulations, 2009 : 廃水・廃棄物の管理等に関する規定

- ・収集・運搬・処理施設に関するライセンス保有者の責務
- ・ライセンスの取扱いについては National Environmental (Licensing and Permitting Systems) Regulations, 2009 に準拠
- ・有害廃棄物の管理には許可（permit）が必要、輸送車両は登録が必要
- ・有害廃棄物の輸出には許可（permit）が必要
- ・拡大製造者責任プログラムの対象品目と実施要領

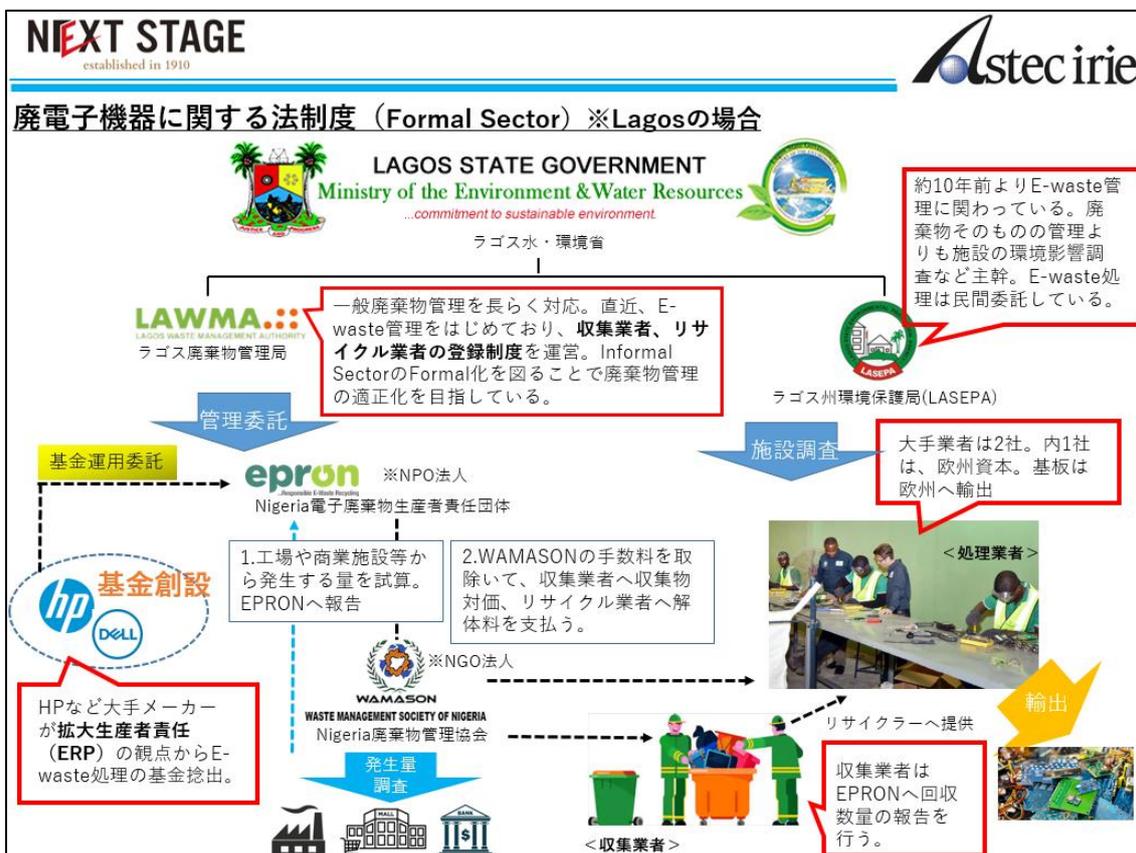
5.3.2 ラゴス州における E-waste 管理

ラゴス廃棄物管理局（LAWMA : LAGOS WASTE MANAGEMENT AUTHORITY）へ収集業者、または処理業者として登録を行うことで外資系企業であってもラゴス州内にて比較的容易に市場参加可能であることが判明した。

供する価値等）

なお、仮に工場設置を行う場合はラゴス州環境保護局（LASEPA：LAGOS STATE ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY）による審査が必要となる。

図 5-3 のとおりラゴス州を例にまとめた。



出典) 株式会社アステック入江

図 5-3 ラゴス州における E-waste 管理

6 ビジネスモデル（実施体制/顧客やパートナーに提供する価値等）

6.1 ビジネスモデル概要

PTSLE 分析、VRIO 分析の結果を踏まえて、ナイジェリア社会的要因に起因するインフォーマルセクターの反発・妨害が想定される点や、メンテナンス需要に対応できる現地メーカー発掘において弊社の人的資源・ネットワーク上の制限が課題として浮かび上がったことから、ラゴス州などにネットワークを有する日系商社やコンサルタントを活用するビジネスモデルの検討を行った。ラゴス州でのビジネス展開に向けて、日系商社やコンサルタントと弊社が設備売買に関する代理店契約を行う。代理店が探してきた顧客となる民間リサイクル企業と製品仕様・価格等各種条件折衝のうえ契約締結後、発注をもらう。

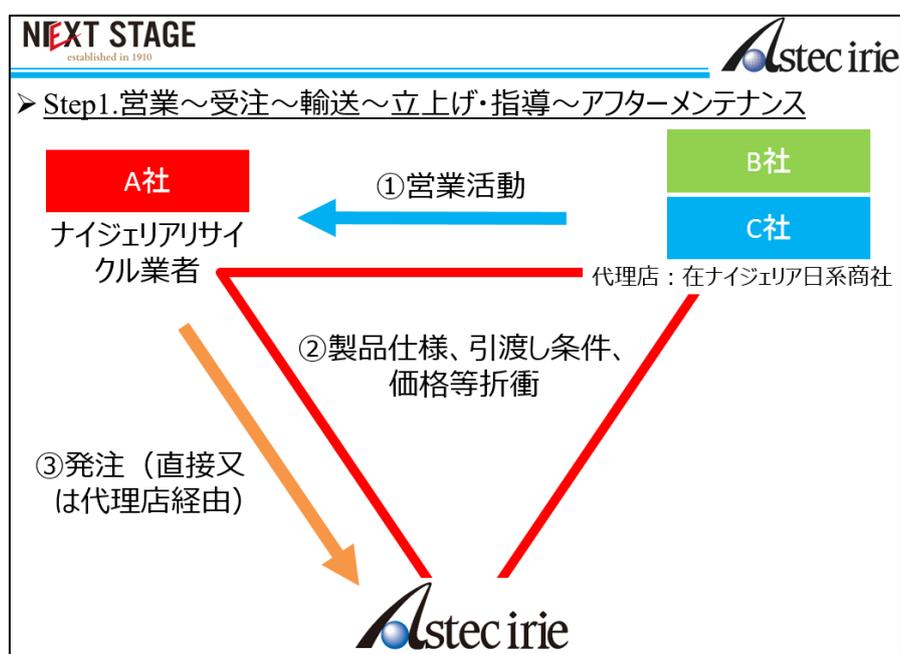
供する価値等)

顧客から弊社への支払い条件は原則 100%前金とする。ただし、顧客の前金保証を行うために、弊社取引銀行に前受金返還保証を付帯してもらい、弊社が（製品出荷ができないなど）債務不履行に陥った場合、即座に顧客へ現金が返還される措置を講じる。

製品は日本からナイジェリア港まで弊社が手配する。港から顧客工場までの通関業務・陸送は代理店が行う。工場に設備搬入完了したら試運転及び技術指導を弊社が実施する。設備立上げ後の各種設備メンテナンスについては、代理店または代理店が開拓してきたローカル企業にてアフターフォロー実施。

更に、顧客にて処理後の剥離済み部品や基板等を貴金属含有原料として弊社が購入することで、安定的な金額で買取りを行い、顧客の出口対応をフォローする。それと同時に、日本国内へ新たに各種金属資源を供給することが可能となる。

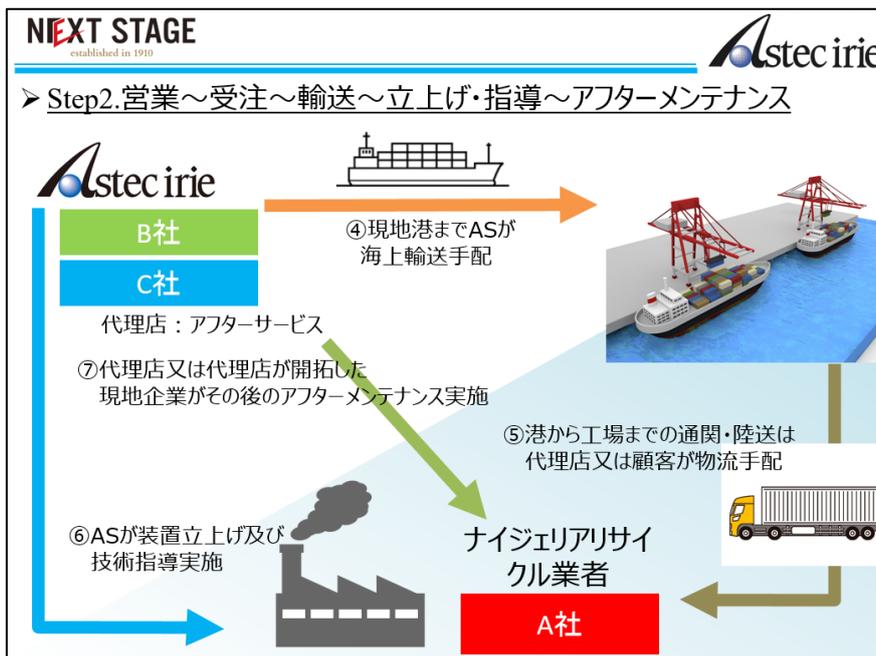
図 6-1 から図 6-4 に上記の一連のビジネスモデルを図解したもの示す。



出典) 株式会社アステック入江

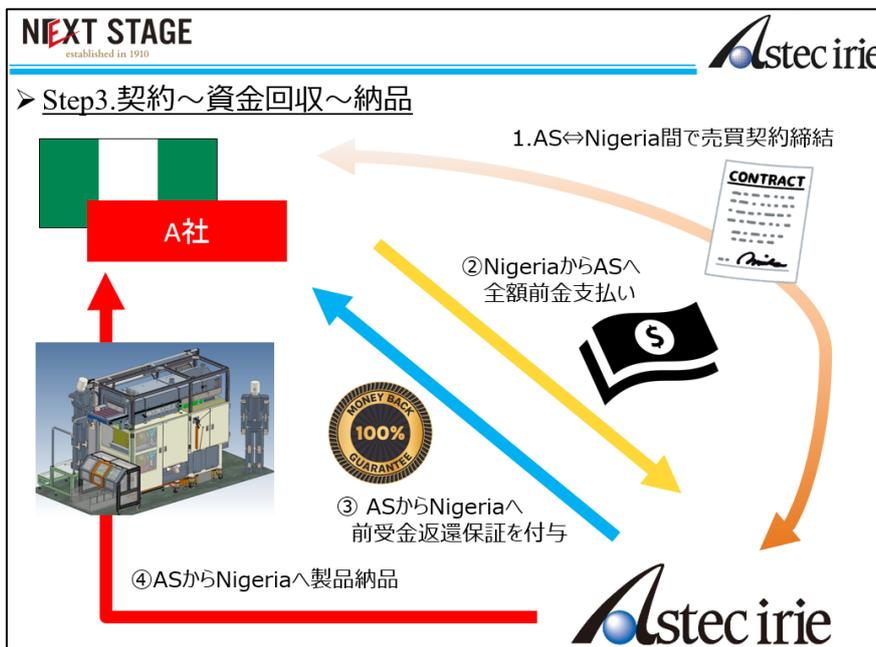
図 6-1 STEP1：営業～受注

供する価値等)



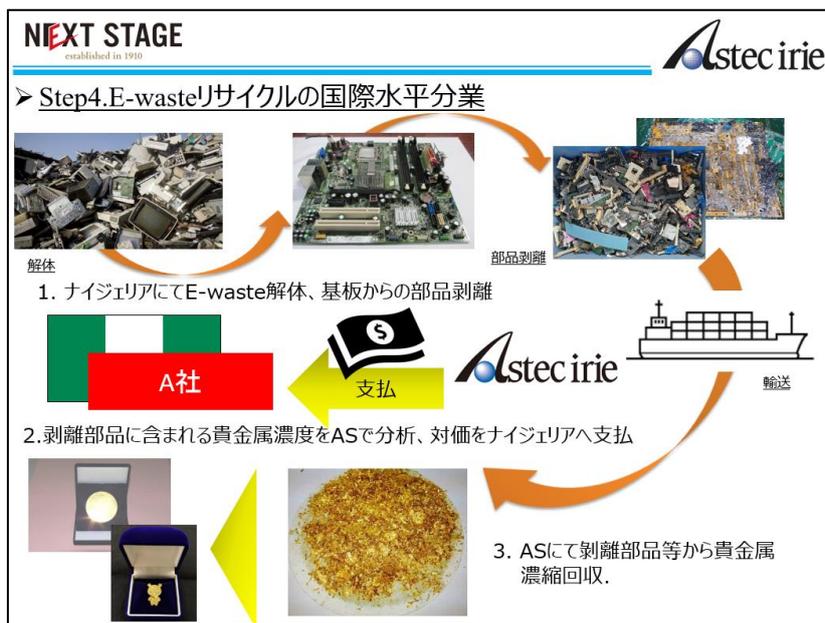
出典) 株式会社アステック入江

図 6-2 STEP2：輸送～立上げ・指導～アフターメンテナンス



出典) 株式会社アステック入江

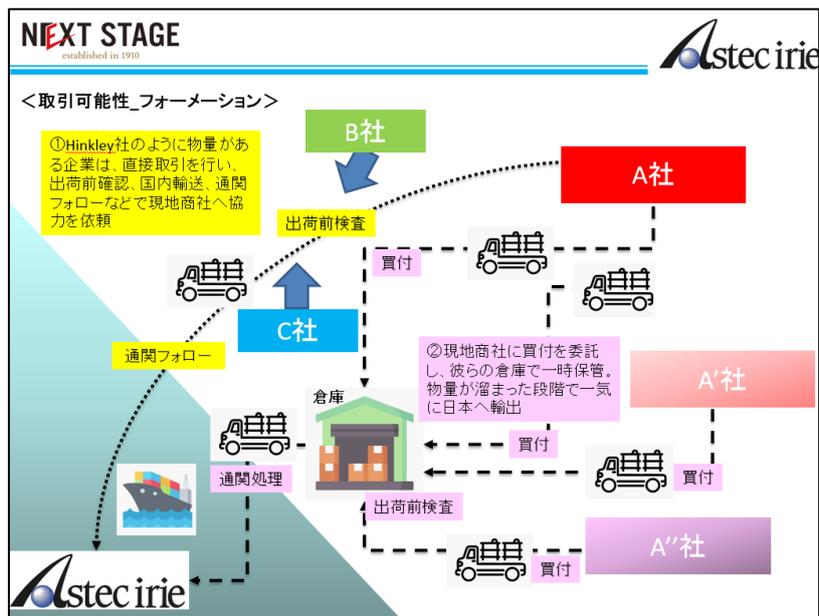
図 6-3 STEP3：契約～資金回収～納品



出典) 株式会社アステック入江

図 6-4 STEP4 : E-waste リサイクルの国際水平分業

なお、廃電子基板の取引については図 6-5 のようなフォーメーションを想定している。



出典) 株式会社アステック入江

図 6-5 廃棄電子基板取引に関するフォーメーション案

供する価値等)

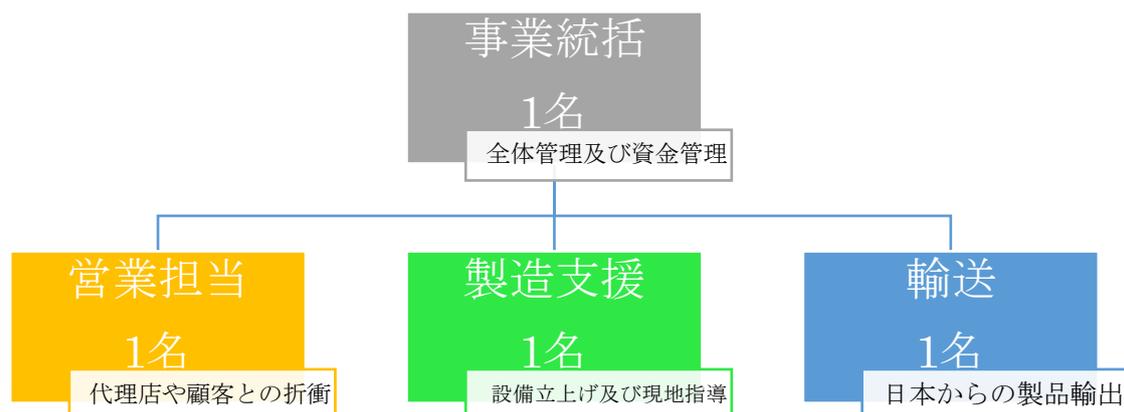
6 ビジネスモデル (実施体制/顧客やパートナーに提

6.2 収支計画

(企業機密情報につき非公開)

6.3 人員計画

要人員は、事業責任者、契約～受注等の管理を行う営業担当及び、設備導入立上げ・指導要員、製品輸出担当の計4名を計画している（図 6-6 参照）。



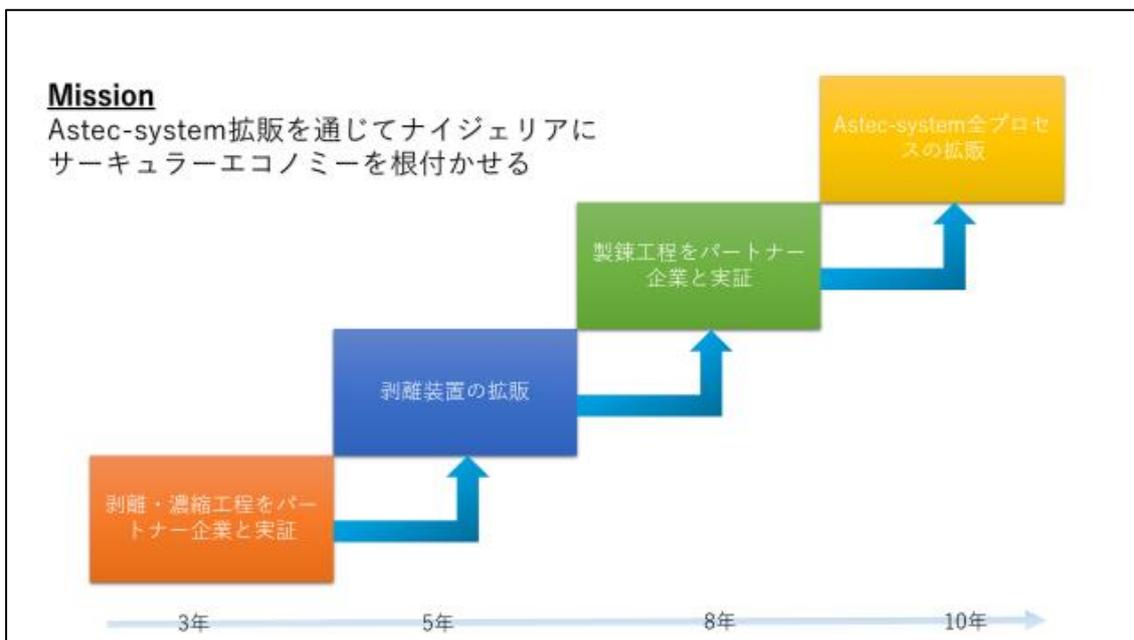
出典) 株式会社アステック入江

図 6-6 ビジネスモデル実施の体制

7 将来的なビジネス展開、ロードマップ

7.1 事業規模のイメージ

Astec-system は廃電子基板の減容化（部品剥離）、濃縮（部品選別）、精錬（金回収）の大きく分けて3行程のプロセスを実現化する設備群である。弊社としては、全てのプロセス技術を移転し、現地化することを目標としている。特に、最終工程の金回収プロセスは大量の薬品を使用するため、薬品管理技術者や、廃液の適正処理ノウハウの蓄積が必要となる。また、それぞれの装置価格も高額であるため、パートナー企業との実証及び拡販を繰り返し、ナイジェリア国内にサーキュラーエコノミーを根付かせていくことが長期的な目標となる（図 7-1）。

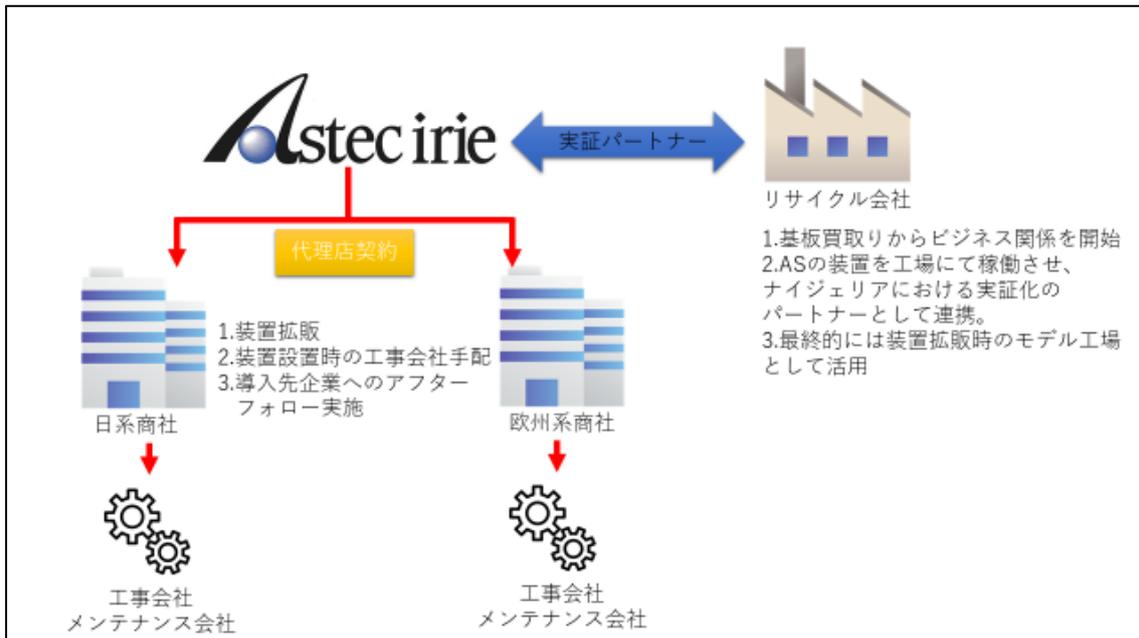


出典) 株式会社アステック入江

図 7-1 ビジネス展開のイメージ

7.2 進出形態・実施体制のイメージ

進出形態としては、弊社システムの有効性をナイジェリアにて共同で実証する会社と提携し、テストプラントを設立する。実証を通じて各種課題を洗い出し、装置設計へフィードバックをかける。実際の装置拡販は在ナイジェリア日系商社と契約を行い、現地リサイクル会社へ営業活動を実施する。また、受注後の施工工事会社やメンテナンス需要発生時の対応等も併せて委託する体制での運営を検討している（図 7-2 参照）。販売などを現地商社へ委託する理由としては、国内業務を円滑に推進するためであり、また、現地規制当局を刺激することで、弊社がナイジェリア市場をみだりにあらず外敵とみなされることを回避する目的である。更に、ナイジェリア国内での技術の定着化のためにもこの体制での事業化をイメージしている。行政関係の手続きや、現地企業の管理も商社を通じて間接的に行う。



出典) 株式会社アステック入江

図 7-2 事業の実施体制イメージ

7.3 事業化に向けたスケジュール

事業化にむけては、現地日系商社の助力を得ながら、LAWMA 等現地政府系機関へ処理業者として登録処理をおこない、基板買取りビジネスを開始する。2025 年 2 月に現地パートナー企業候補となる 1 社と、まずは、廃電子基板売買に関する、基本契約書を署名締結した。2025 年春以降での取引開始を目指している。取引を通じて、技術優位性を理解いただき、まずは HS（ヒートセパレーター）の導入を目指す。

また、現地での事業展開に向けて今後詳細な検討を行う計画である。事業化に向けてはビジネス化実証事業への応募検討しており、採択を受けられれば引き続き JICA の支援を受けて検討を行う。

7.4 事業化の条件・課題・リスク

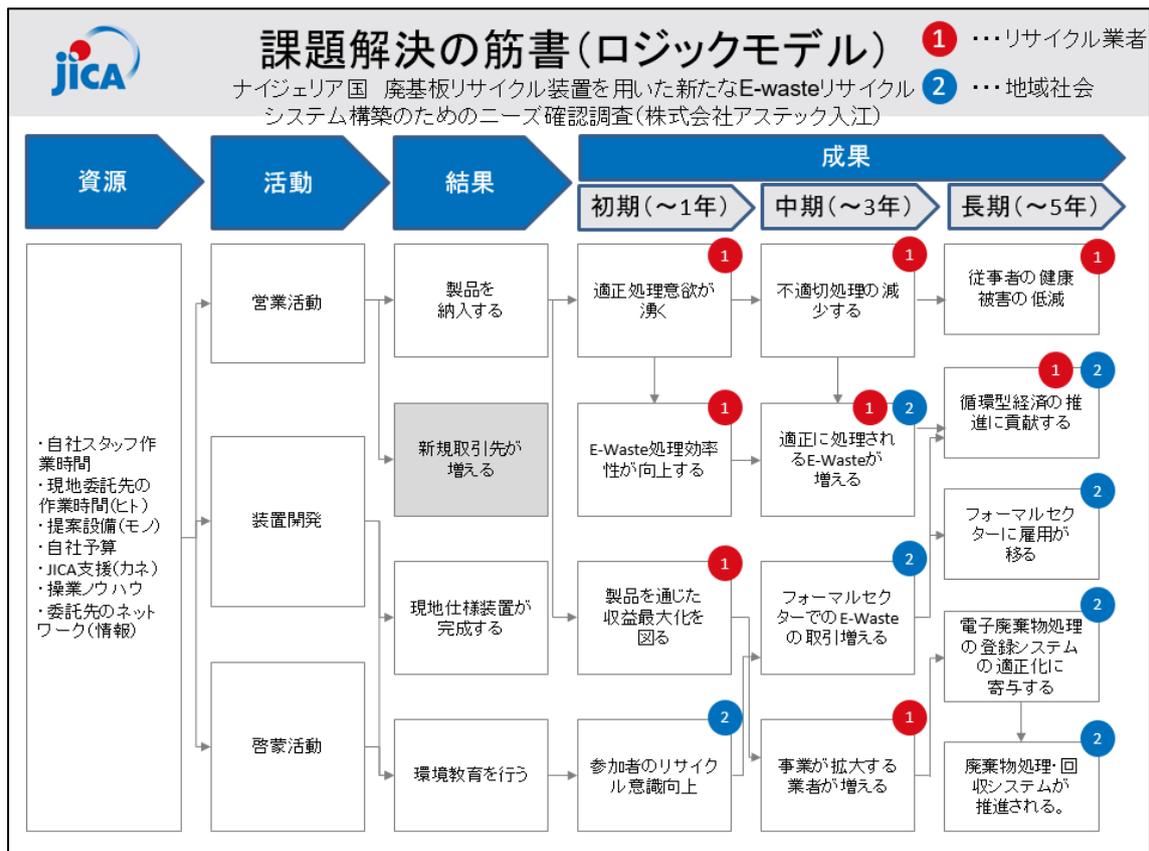
事業化に向けては下記の条件等が必要となってくる。

項目	内容
条件	<ul style="list-style-type: none"> ・ （非正規業者の正規化を通じた）リサイクル会社増加、販売店確保（有望商社発掘） ・ 工事会社確保及びアフターフォロー体制確立（メンテナンス会社確保）
課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ ナイジェリア E-waste 市場における正規業者が圧倒的少数である点 ・ 正規業者であっても小規模事業者が多く、資本の集積が進んでいない点 ・ 海外製装置購入のための外貨が不足している点
リスク	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製品販売後資金回収リスク ・ 事業開始時点で反社会勢力からの妨害が入るリスク ・ 許認可取得等で政府系機関より賄賂等を要求され事業活動が上手く進まなくなるリスク

II. ロジックモデル

事業目標:ナイジェリアでのE-waste分野でインフォーマルセクターのフォーマル化が進み、ナイジェリアにて循環型経済の実現を行う

裨益者	裨益の種類	裨益者の種類	ロジックモデル上の表現
リサイクル業者	直接	組織	リサイクル業者
地域社会	直接	社会	地域社会



添付資料 フレーム分析

ビジネスモデルの検討にあたり、PESTLE 分析を用いて提案製品・サービスがおかれているマクロ外部環境を分析した。

項目		説明	内容
事業展開フレームワーク (マクロ環境)	P 政治	政治的要因によるビジネスリスク	バーゼル条約に基づき、電子廃棄物管理の強化の方向に合致しており制度変更のリスクは低い
	E 経済	経済的要因によるビジネスリスク	経済成長・人口増加に伴う家電消費、中古家電の輸入、PCの入れ替え需要等、電子廃棄物発生は増加傾向
	S 社会	社会的要因によるビジネスリスク	現状ではインフォーマルセクター経由の処理が主流であり、フォーマルルートとは競合（反発・妨害）の可能性
	T 技術	技術的要因によるビジネスリスク	実際に設備の運転を担当する技術者の学歴次第で技術者教育についても検討する必要あり
	L 法制	法律的要因によるビジネスリスク	電子廃棄物フォーマル化が進められており、自身も事業者登録が求められる
	E 環境	自然環境的要因によるビジネスリスク	北部に展開する場合、設備の稼働が気象条件（砂嵐等）の影響を受ける可能性あり

また、マーケティングの観点から、VRIO 分析と STP 分析を実施した。

項目		説明	内容
製品・技術フレームワーク	VRIO 分析 (自社)	Valuable	商品の価値は高いか より細かく分解することで有用物の純度が高まり、有用物の販売単価を上げることができる
		Rare	商品や企業の提供価値が希少か 同レベルでの分解技術は希少性が高い
		Inimitable	商品が模倣困難か 装置内部の構造・技術は模倣可能だが、過熱水蒸気は温度制御が難しく模倣は困難
		Organized	それを生かせる組織体制ができているか 現地の施工パートナーが必要
	STP 分析 (市場)	Segmentation	市場・顧客の性質別グループ 既存リサイクル事業者は数が極めて限定的で潜在顧客へもアプローチが必要
		Target	想定している顧客 フォーマルな処理事業者と将来的・潜在的に参入意欲のある事業者
		Position	業界内の自社・製品の立ち位置 電子部品リサイクルにおける独自技術（過熱水蒸気での分離、AI 選別、塩化鉄液での金回収）を持つ設備メーカー

更に、リーンキャンバスを用いて、以下の9個のビジネスモデルの要素を検討した。

項目	説明	内容
顧客の課題	<ul style="list-style-type: none"> 誰がどのような課題を抱えているか 課題を抱えている人が製品・技術への支払者か 	インフォーマルセクターよりも高い買取価格を提示できるような処理技術
顧客セグメント	<ul style="list-style-type: none"> 課題を抱える人はどこでどのような動き方をしているか 顧客となるのはG・B・Cいずれか 	<ul style="list-style-type: none"> 登録済みの家電廃棄物処理業者 顧客：リサイクル事業者（B）
解決策	<ul style="list-style-type: none"> 課題解決の方法は何か 一言でいうと何を売するのか 	PCB から分解した有用物の純度を上げることができる分解技術・システム
価値提案	他の代替製品や技術と比べ何が優れているのか	バブルのサイズが他社品より小さく浮遊スピードが長 PCB から有用物を細かく分離・分類できる技術
競争優位性	<ul style="list-style-type: none"> 他社が模倣できない製品・技術か 認識されていない競合（代替手段）が存在しそうか 	同レベルの処理は東アジアでは行われているが、過熱水蒸気での分離に優位性
収益の流れ・コスト構造・価格競争力	<ul style="list-style-type: none"> 利益は誰からどのようにもたらされるか 費用はどのくらいかかるか 途上国向け価格か 	<ul style="list-style-type: none"> リサイクル事業者への売上 日本からの輸出のため、日本価格及び輸送費必要
顧客との接点	どのようにプロモーションし、製品・技術・サービスを提供するのか	<ul style="list-style-type: none"> 登録（収集・処理）事業者リスト 登録事業者への製品導入による収益増の見込み提示
企業の体力	<ul style="list-style-type: none"> 海外調査・実証活動に向け人的リソースの確保 バックアップ（人的）リソースの確保 	<ul style="list-style-type: none"> 現地実証には外部リソースが必要 日本からの輸入となるため現地パートナーが必要
主要指標	調査・実証活動で何ができれば成功か、どのように評価するか	<ul style="list-style-type: none"> PCB 分解まで処理・機材導入に関心のあるフォーマル事業者数の把握 機材導入に向けた財務力の確認