

平成 27 年度  
外務省政府開発援助海外経済協力事業  
(本邦技術活用等途上国支援推進事業)  
委託費ニーズ調査

ファイナル・レポート

スリランカ

環境・エネルギー・廃棄物処理／農業／水の浄化・水処理  
に関するニーズ調査

平成 28 年 3 月  
(2016 年)

株式会社かいはつマネジメント・コンサルティング

本調査報告書の内容は、外務省が委託して、株式会社かいほつマネジメント・コンサルティングが実施した平成 27 年度外務省政府開発援助海外経済協力事業（本邦技術活用等途上国支援推進事業）委託費ニーズ調査の結果を取りまとめたもので、外務省の公式見解を表したものではありません。

また、本文及び添付資料内の面談記録については、面談先との関係から非公開が望ましいと考えられる部分を非公開としています。

## 目次

巻頭写真.....	8
略語表.....	9
要 旨.....	13
はじめに（調査概要）.....	19
1 調査の背景.....	19
2 我が国の対スリランカ国別援助方針.....	19
3 本調査の目的と調査対象.....	19
4 調査の基本方針.....	21
5 調査手法.....	22
6 調査対象地域.....	22
7 団員リスト.....	23
8 現地調査スケジュール.....	23
第1章 調査対象国の概要.....	32
1-1 基礎情報.....	32
1-2 政治状況.....	32
1-3 経済状況.....	34
1-3-1 経済指標.....	34
1-3-2 貿易.....	35
1-3-3 投資環境.....	37
1-4 社会状況.....	38
第2章 環境・エネルギー・廃棄物処理分野.....	43
2-1 現状および開発ニーズの確認.....	43
2-1-1 開発課題の現状.....	43
2-1-2 開発計画、政策、法制度.....	49
2-1-3 ODA の事例分析.....	58
2-2 我が国中小企業等が有する製品・技術等の有効性の分析.....	61
2-2-1 中小企業等が有する製品・技術を取り巻く環境.....	61
2-2-2 活用が見込まれる中小企業の製品・技術の強み.....	64
2-2-3 中小企業等の製品・技術を活用する場合に民間セクターに求められるニーズ.....	72
2-2-4 海外の同業他社、類似製品、技術の概況.....	75
2-3 我が国中小企業等が有する製品・技術等の ODA 事業における活用可能性などの分析.....	80
2-3-1 開発課題解決のために活用が期待できる中小企業等が有する製品・技術等の例.....	80
2-3-2 中小企業等が有する製品・技術等を活用した新規 ODA 事業の提案および各対象分野における開発課題解決への貢献度（具体的な製品・技術の投入規模を含む）.....	84
2-3-3 既存 ODA 事業との効果的な連携策（案）.....	88

2-4	我が国中小企業等が有する製品・技術等を活用したビジネス展開の可能性.....	90
2-4-1	今回の調査で得た情報等をもとにした ODA 事業および中長期的ビジネス展開のシナリオ .....	90
2-4-2	中小企業の海外展開による日本国内地域経済への貢献 .....	92
第3章	農業分野.....	93
3-1	現状及び開発ニーズの確認.....	93
3-1-1	開発課題の現状 .....	93
3-1-2	開発計画、政策、法制度 .....	105
3-1-3	ODA 事業の事例分析.....	110
3-2	我が国中小企業等が有する製品・技術等の有効性の分析 .....	112
3-2-1	中小企業等が有する製品・技術を取り巻く環境 .....	112
3-2-2	活用が見込まれる中小企業の製品・技術の強み .....	114
3-2-3	中小企業等の製品・技術を活用する場合に民間セクターに求められるニーズ .....	117
3-2-4	海外の同業他社、類似製品・技術の概況 .....	123
3-3	我が国中小企業等が有する製品・技術等の ODA 事業における活用可能性などの分析.....	124
3-3-1	開発課題解決のために活用が期待できる中小企業等が有する製品・技術等の例 .....	124
3-3-2	中小企業等が有する製品・技術等を活用した新規 ODA 事業の提案および各対象分野にお ける開発課題解決への貢献度（具体的な製品・技術の投入規模を含む） .....	127
3-3-3	既存 ODA 事業との効果的な連携策（案） .....	133
3-4	我が国中小企業等が有する製品・技術等を活用したビジネス展開の可能性.....	134
3-4-1	今回の調査で得た情報等をもとにした ODA 事業および中長期的ビジネス展開のシナリオ .....	134
3-4-2	中小企業の海外展開による日本国内地域経済への貢献 .....	138
第4章	水の浄化・水処理分野.....	140
4-1	現状および開発ニーズの確認.....	140
4-1-1	スリランカの開発課題の現状 .....	140
4-1-2	開発計画、政策、法制度 .....	152
4-1-3	ODA の事例分析.....	156
4-2	我が国中小企業等が有する製品・技術等の有効性の分析 .....	158
4-2-1	中小企業等が有する製品・技術を取り巻く環境 .....	158
4-2-2	活用が見込まれる中小企業の製品・技術の強み .....	160
4-2-3	中小企業等の製品・技術を活用する場合に民間セクターに求められるニーズ .....	165
4-2-4	海外の同業他社、類似製品、技術の概況 .....	167
4-3	我が国中小企業等が有する製品・技術等の ODA 事業における活用可能性などの分析.....	169
4-3-1	開発課題解決のために活用が期待できる中小企業等が有する製品・技術等の例 .....	169
4-3-2	中小企業等が有する製品・技術等を活用した新規 ODA 事業の提案および各対象分野にお ける開発課題解決への貢献度（具体的な製品・技術の投入規模を含む） .....	175
4-3-3	既存 ODA 事業との効果的な連携策（案） .....	180
4-4	我が国中小企業等が有する製品・技術等を活用したビジネス展開の可能性.....	181
4-4-1	今回の調査で得た情報等をもとにした ODA 事業および中長期的ビジネス展開のシナリオ .....	181

.....	181
4-4-2 中小企業の海外展開による日本国内地域経済への貢献 .....	182



1	主な調査対象地域	23
1.1	スリランカの主な輸入品目	36
1.2	スリランカの主な輸出品目	36
1.3	スリランカの主な輸入国	36
1.4	スリランカの主な輸出国	36
1.5	貧困指数の推移	41
1.6	居住地域別の貧困指数の推移	41
2.1	スリランカの電源別設備容量（MW）と割合の推移	44
2.2	再生可能エネルギーの電源別設備容量（2014年）	45
2.3	用途別電力消費量（GWh）と割合の推移	46
2.4	事業主体別電力消費割合	47
2.5	過去10年間のロードカーブの推移	48
2.6	一般用電気料金（1kWhあたり）	51
2.7	星数を示したラベル	53
2.8	電力エネルギーセクター関連機関の位置づけ	56
2.9	全世界を対象とした車種毎の電気自動車シェア	63
2.10	CHAdeMO方式の電気自動車急速充電器設置数（2015年）	63
2.11	マイクロ水力発電で得た電力の用途および導入可能性	67
2.12	e-プラットフォーム構想	83
3.1	産業別GDP構成比の推移	93
3.2	GDP成長率推移	93
3.3	産業別労働人口の推移	94
3.4	農産品輸出割合（2014年）	94
3.5	紅茶生産量推移	95
3.6	紅茶輸出量推移	95
3.7	小規模農家の土地所有の割合	99
3.8	農業省組織図	107
3.9	農業局組織図	108
3.10	日本の農業就業者数と平均年齢推移	112
3.11	日本における農業ICT分野の内容	113
3.12	紅茶の製茶工程（オーソドックス製法）と改善ニーズ	121
3.13	センサー機器の構造	125
3.14	システムのイメージ図	125
3.15	製品イメージ図	126
3.16	ODA事業とビジネス展開の提案シナリオ概要	134
4.1	NWSDBの水道料金売り上げと売り上げ原価の推移	143
4.2	NWSDBの新規借入、借入返済、利子支払い額の推移	143
4.3	ペラデニヤ大学寮からの汚水放流の概略図	148

4.4	アクレッサ町バスターミナルおよび周辺の商店からの汚水放流の概略図 .....	149
4.5	現在実施中の上下水道分野の ODA 位置図.....	157
4.6	水道事業投資額の推移 .....	159
4.7	下水道事業予算の推移 .....	159
4.8	持圧弁取り付け例（高低差のある地域の場合） .....	162
4.9	持圧弁取り付け例（大型消費者のいる地域の場合） .....	162
4.10	標準活性汚泥法と PTF 法のコスト比較（建設費＋維持管理費） .....	165

## 表

1	ODA の重点分野と主な開発課題.....	19
2	調査対象分野と製品・技術 .....	20
3	ODA 重点分野、スリランカの開発課題および本調査の対象項目 .....	20
4	文献調査、ヒアリング・アンケート調査実施対象 .....	22
5	団員リスト .....	23
1.1	スリランカの基礎情報 .....	32
1.2	スリランカの主な経済指標 .....	34
1.3	スリランカの国内外需要（民間・公共部門） .....	34
1.4	産業別労働人口構成比（2014 年） .....	35
1.5	産業別 GDP 構成比（2014 年） .....	35
1.6	世界銀行による投資環境ランキング .....	37
1.7	投資関連コスト比較 .....	38
1.8	南アジア諸国の主な保健指標 .....	39
1.9	南アジア諸国の主な教育指標 .....	40
1.10	居住地域別の貧困指数、貧困者数、全貧困者数に占める割合 .....	41
1.11	性別の労働参加率（2014 年） .....	42
1.12	年齢・性別の失業率（2014 年） .....	42
1.13	最終学歴別の失業率（2014 年） .....	42
2.1	スリランカの年間発電量の内訳（GWh） .....	45
2.2	ODA 重点分野と電力エネルギー分野の課題・ニーズ.....	48
2.3	FIT 制度の売電単価料金（米ドル/kWh） .....	50
2.4	ネットメータリング制度普及状況 .....	51
2.5	省エネビル基準概要 .....	52
2.6	燃料別自動車登録台数の推移 .....	55
2.6	工業・ホテル用電気料金 .....	55
2.8	一般家庭用電気料金 .....	55
2.9	家庭用時間別料金表 .....	56
2.10	CEB の財務状況.....	57
2.11	電力・エネルギーに関連する我が国の ODA 事業.....	59

2.12 我が国の省エネ製品・技術の開発/導入支援策 .....	62
2.13 次世代自動車振興センターの補助金制度の例 .....	64
2.14 スリランカの開発課題と本調査で提案した中小企業の製品・技術 .....	65
2.15 スリランカで提案製品を活用する場合に求められるニーズや条件 .....	72
2.16 海外の同業他社、類似製品、技術の概況 .....	75
2.17 現地で販売されている LED 電球の性能比較.....	77
2.18 現地で販売されている CFL の規格・価格などの比較.....	78
2.19 パワーアルキメデスのタイプ .....	80
2.20 インライン式リンクレスフランシス水車の使用例 .....	81
2.21 アドグリーンコートの使用例 .....	82
2.22 EV-MAX の使用例.....	84
2.23 提案製品群の活用事業区分 .....	85
2.24 環境分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 -1 .....	86
2.25 環境分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 -2 .....	87
2.26 環境分野の製品・技術を活用した既存 ODA 事業との効果的な連携策.....	89
3.1 主要輸出品目別輸出額推移 .....	94
3.2 対スリランカ ODA 重点分野と農業分野の現状・課題・ニーズ.....	95
3.3 地域別にみる労働者の社会指標 .....	97
3.4 各国の茶生産性比較（2014 年） .....	98
3.5 各国のコメと野菜の生産性比較 .....	99
3.6 農業普及システム概要 .....	100
3.7 政府による ICT を活用した各種情報提供のための取り組み例.....	101
3.8 農作物販売先の選択理由 .....	103
3.9 農業部門の課題と対応ニーズ .....	104
3.10 農業政策の主要目標 .....	105
3.11 農業政策目標値.....	106
3.12 農業局傘下の研究機関・サービスセンター一覧 .....	108
3.13 農業分野における主要 ODA 事業.....	110
3.14 スリランカの通信事情（2014 年） .....	114
3.15 スリランカの開発課題と貢献する中小企業製品 .....	115
3.16 農家の状況・ニーズ（サンプル数 20） .....	118
3.17 農家・公設卸市場トレーダーの現状・ニーズ（サンプル数各 20） .....	122
3.18 農業分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 -1 .....	128
3.19 農業分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 -2 .....	129
3.20 農業分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 -3 .....	131
3.21 農業分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 -4 .....	132
3.22 農業分野の製品・技術を活用した既存 ODA 事業との効果的な連携策.....	133
3.23 主要農業法人の概要 .....	135
3.24 主要スーパーマーケットチェーンの概要 .....	138
4.1 無収水率削減の目標と実績 .....	141

4.2 NWSDB 損益計算書.....	142
4.3 NWSDB により建設中の下水処理事業（2015 年 4 月 21 日現在） .....	146
4.4 NWSDB が計画中の下水処理事業（2015 年 9 月 22 日現在） .....	146
4.5 上水道普及率 .....	153
4.6 オフサイトの下水処理場・管渠などの維持管理の責任者 .....	155
4.7 現在実施中の上下水道分野における ODA 事業.....	156
4.8 中小企業等の製品・技術群の特徴や強み（上水道～上水供給効率化関係） .....	161
4.9 中小企業等の製品・技術群の特徴や優位性（下水道～下水処理関係） .....	163
4.10 他国の持圧弁・減圧弁メーカー .....	168
4.11 持圧弁と仕切弁の比較.....	172
4.12 PTF 導入の候補地となり得る人口 5 万人以上の都市.....	174
4.13 水分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 - 1 .....	175
4.14 水分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 - 2 .....	175
4.15 水分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 - 3 .....	177
4.16 水分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 - 4 .....	178
4.17 水分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 - 5 .....	179
4.18 水分野の製品・技術を活用した既存 ODA 事業との効果的な連携策.....	180

巻頭写真



ダンブッラの中央市場



紅茶プランテーションの茶葉計量所



現地企業が開発中の急速充電器



現地自動車販売店に並ぶ電気自動車



ハンターナ集合住宅下水処理場



市場調査 (ボールタップ)

略語表

略語	英語	日本語
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AI	Agriculture Instructor	中央政府農業局管轄の普及員
ARPA	Agriculture Research and Production Assistant	農業開発局の普及員
ARS	Agriculture Research Station	農業研究ステーション
B-DASH	Breakthrough by Dynamic Approach in Sewage High Technology Project	下水道革新的技術実証事業
BEMS	Building Energy Management System	ビルエネルギー管理システム
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
BOI	Board of Investment of Sri Lanka	スリランカ投資委員会
CABI	Centre for Agriculture and Biosciences International	国際農業生物化学センター
CEA	Central Environmental Authority	中央環境庁
CEB	Ceylon Electric Board	セイロン電力公社
CEMS	Community Energy Management System	地域エネルギー管理システム
CFL	Compact Fluorescent Lamp	電球型小型蛍光灯
CIC	CIC Agri Business Private Limited	シーアイシー アグリビジネス社
DEC	Dedicated Economic Center	専門農産物取引センター
DSM	Demand Side Management	無停電電源装置
EMS	Energy Management System	エネルギー管理システム
ESCO	Energy Service Company	エスコ事業者
EV	Electrical Vehicle	電気自動車
FAO	Food and Agriculture Organization	食糧農業機関
FCRDI	Field Crop Research and Development Institute	農作物研究開発機関
FG	Field Gateway	フィールドゲートウェイ
FIT	Feed-in Tariff	固定価格買い取り制度
FMRC	Farm Machinery Research Center	農業機械化研究センター
FRP	Fiber-reinforced Plastic	繊維強化プラスチック
FS	Feasibility Study	フィージビリティ調査
GAP	Good Agriculture Practice	農業生産工程管理
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GIS	Geographical Information System	地理情報システム
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社

略語	英語	日本語
GLORDC	Grain Legumes & Oilcrops Research & Development Centre	穀物豆・油脂穀物研究開発センター
GPS	Grobal Positioning System	衛星利用測位システム
HARTI	Hector Kobbekaduwa Agrarian Research and Training Institute	農業研究研修機関
HCRDI	Horticulture Research Development Institute	園芸作物研究開発機関
HNB	Hatton National Bank	ハットンナショナル銀行
HRF	Horticulture Research Farm	園芸作物研究圃場
IC	Information Center	情報センター
ICT	Information and Communication Technology	情報通信技術
ICTA	Information and Communication Technoogy Agency of Sri Lanka	スリランカ ICT 庁
ID card	Identification Card	身分証明書
IFCO	International Foodstuff Group of Companies Private Limited	IFCO 社
IPP	Independent Power Producer	独立系発電業者
IT	Information Technology	情報技術
JA	Japan Agriculture Cooperative	日本農業協同組合
JEDB	Janatha Estate Development Board	ジャフナ農園開発委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JVP	Janatha Vimkuthi Peramuna	人民解放戦線
KMC	Kaihatsu Management Consulting, Inc.	株式会社かいはつマネジメント・コンサルティング
LECO	Lanka Electricity Company Private Limited	レコ社（配電会社）
LED	Light-emitting diode	発光ダイオード
LTTE	Liberation Tigers of Tamil Eelam	タミル・イーラム解放のトラ
MBR	Membrane Bioreactor	膜分離活性汚泥法
MOPE	Ministry of Power and Energy	電力エネルギー省
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
NPO	Non Profitable Organization	非営利団体
NRMC	Natural Resource Management Center	自然資源管理センター
NRW	Non-Revenew Water	無収水
NWSDB	National Water Supply and Drainage Board	上下水道公社
ODA	Official Development Aid	政府開発援助
ORP	Office for Registration of Pesticids	農薬登録事務所

略語	英語	日本語
PAEA	Protected Agriculture Entrepreneurs' Association	PAEA 社
PC	Personal Computer	パソコン
PFI	Private Finance Initiative	プライベート・ファイナンシャル・イニシアチブ
PGRC	Plant Gene Resource Center	植物遺伝子資源センター
PHV	Plug-in Hybrid	プラグインハイブリッド車
POD	Prefabricated Type Oxidation Ditch	プレハブ型オキシデーションディッチ
POS	Point-of-sale System	販売時点情報管理
PPS	Plant Protection Service	植物防疫サービス
PTF	Pre-treated Tricking Filtration	前ろ過型散水ろ床法
PUCSL	Public Utility Commission of Sri Lanka	スリランカ公共事業委員会
RARDC	Regional Agriculture Reseach Development Center	地域農業研究開発センター
RBC	Rotating Biological Contactor	回転円盤方式
RPC	Regional Plantaion Company	プランテーション企業
RRC	Rice Reseach Center	米研究ステーション
RRDI	Rice Reseach Development Institute	コメ研究開発機関
SCPPC	Seed Certification and Plant Protection Center	種子認証・植物保護センター
SCS	Seed Certification Services	種子認証サービス
SEA	Sustainable Energy Authority	持続可能エネルギー庁
SLEMA	Sri Lanka Energy Managers' Association	スリランカエネルギー管理者協会
SLSI	Sri Lanka Standard Institute	スリランカ標準委員会
SLSPC	Sri Lanka State Plantation Corporation	スリランカ国立農園公社
SLT	Sri Lanka Telecom	スリランカテレコム社
SMS	Short Message Service	ショートメッセージサービス
SPP	Small Power Producer	小規模発電業者
TA	Technical Assistant	テクニカルアシスタント
TRC	Telecommunication Regulatory Commission	通信規制委員会
TRI	Tea Research institute	紅茶研究所
UNP	United National Party	統一国民党
UPFA	United People's Freedom Alliance	統一人民自由同盟
UPS	Uninterruptible Power Supply	無停電電源装置
USAID	US Agency for International Development	米国国際開発庁
WTC	World Trade Center	世界貿易センター

〈参考為替レート〉

1 スリランカルピー=0.858 円

1 米ドル=120.30 円

(2016年1月 JICA 換算レート表による)

## 要 旨

### 第 1 章 調査対象国の概要

スリランカ民主社会主義共和国（以下「スリランカ」）は、インド洋に浮かぶ島国であり、人口 2 千万人が北海道の約 8 割の大きさの国土に住む。仏教徒が 7 割を占めるが、キリスト教、ヒンズー教、イスラム教などもおり、多宗教、多民族国家である。我が国の対スリランカ国別援助方針（2012 年 6 月）は、「後発開発地域に配慮した経済成長の促進」を基本方針とし、(1) 経済成長の促進、(2) 後発開発地域の開発支援、(3) 脆弱性の軽減、が重点分野となっている。

同国では、30 年近く続いた内戦が 2009 年に終結した。その後は治安が急速に回復し、堅実な経済成長が続いている。1 人当たりの GDP は 3,000 米ドルを超えており、失業率、物価上昇率も改善している。輸入品目の 1 位は燃料であり、これは、同国が石炭やオイルなど一次エネルギーに必要な燃料をすべて輸入に頼っているためである。輸出品目は、繊維製品・衣料品が 1 位であり、2 位は紅茶である。

同国は、1970 年の経済自由化の後、各地に輸出加工区や工業団地を設置し、関税や法人税の優遇策などの制度も導入し、外国直接投資を奨励している。積極的な投資誘致策や治安の回復が功を奏し、2015 年の世界銀行の投資環境ランキングで、同国は南アジア諸国の中で一位であった。

同国は他の南アジア諸国と比べ、産婦死亡率、乳児死亡率、平均寿命などの基礎保健指数が顕著に高い。教育については、女子の就学率や成人識字率が近隣諸国と比べて高いことが特徴である。全国の貧困指数は 6.7%（2012-13 年）であり、毎年順調に減少しているが、農園部・農村部と都市部との顕著な貧困格差が課題となっている。

### 第 2 章 環境・エネルギー・廃棄物処理分野

スリランカの近年の年間電力消費量は約 13,000GWh であり、過去 10 年間、年平均 4.5%の伸び率を記録している。ODA ではこれを踏まえ、経済成長の促進を狙いとして、水力発電所の整備や送配電網の整備に関する支援を実施している。同国の設備容量は現在約 4,000MW であり、近年では石炭火力発電の容量の割合が増加している。

同国政府は、輸入燃料への過度の依存を課題として認識しており、自国が保有する自然資源である再生可能エネルギー<sup>1</sup>による発電を奨励している。民間企業による再生可能エネルギーによる発電事業の奨励策も導入され、2014 年の同エネルギーの設備容量は全体の 10%となっている。FIT 制度（固定価格買い取り制度）を活用した発電事業の主力は小規模水力発電である。しかし、SEA としては、今後さらに再生可能エネルギーによる発電事業を拡大するためには、マイクロ水力発電など、開発が進んでいないが資源が豊富にある分野に関する調査、技術導入、投資などが重要と考えている。

効率的な電力活用のためにスリランカ政府が現在最も重視しているのは、夜間余剰電力の活用と、ピーク需要時の電力消費を減らすピークカット、およびピーク需要時に消費していた電力をその他の時間に消費するピークシフトである。石炭火力発電の建設が進んだ結果、同国では現在、夜間の余剰電力が発生しており、セイロン電力公社（Ceylon Electric Board: CEB）は、この夜間余剰電力を有効活

<sup>1</sup> 本報告書では、大規模水力発電を除く非伝統的再生可能エネルギーを再生可能エネルギーと呼んでいる。

用したい意向である。またスリランカでは、1日のうち、午後6時～10時頃の電力消費量が突出しており、この需要のピークを増大させないような施策や製品・技術の導入が重視されている。省エネルギー制度の導入による省エネ製品の家庭への普及促進はその例である。また同国政府は、環境保全を促進し、夜間電力の消費を奨励するため、電気自動車（Electrical Vehicle: EV）の輸入関税を引き下げたり、家庭用の夜間電力料金を導入したりもしている。

我が国では、2011年に発生した東日本大震災を契機としてマイクロ水力発電の開発が活発化した。2015年現在、補助金制度の活用によるマイクロ水力発電の開発が進み、発電機の需要に供給が追いついていない状況にある。しかし、水源の問題もあり、今後我が国が設置できるマイクロ水力発電機の数に限られているため、業界団体は、国内需要が満たされた後を見据えて、アジア各国への技術普及の可能性を検討している。

我が国中小企業のマイクロ水力発電機は、低落差でも発電が可能、上下水道施設への導入実績があるなどの強みがある。しかし、スリランカの既設施設との比較において、価格面でスリランカのニーズに合致させるためには、設備容量（kW）当たりの投資コストを25万円以下にすることが求められる。

省エネ製品として提案した遮熱塗料は、ピークカットに貢献するものである。2～3年で初期導入費用が回収可能であれば同国における活用可能性は高い。LED電球・蛍光灯も、ピークカットに貢献するため、同国の公共施設、オフィスビル、一般家庭へ普及が重要である。安価なインド・中国製が市場に参入済みであるため、日本製品は耐久性を強調しつつ価格面での競争力を強化する必要がある。また、日本製品がスリランカの省エネルギー表示や、省エネルギー基準等の省エネ政策に貢献できる点に関して、スリランカ側の認知度の向上が重要である。EMS周辺機器は、蓄電池システムを用い、昼間に太陽光発電システムで発電した電力や、夜間の余剰電力を蓄電池に貯め、その電力を電力需要ピーク時に活用することで、ピークシフトの実現に貢献するものである。普及のためには、成功事例の周知や、維持管理人材の育成が必要である。EVの急速充電器については、同国におけるEVの普及に伴いニーズが拡大しており、価格面の競争力を確保しつつ、稼働式などの特殊性能を活かし、素早く市場に参入することが求められている。

ODA事業に活用可能な提案製品は、マイクロ水力発電機、EMS周辺機器、遮熱製品、LED製品である。マイクロ水力発電機の導入先としては、発電に十分な流量と落差を有し、実施体制も整っている上下水道公社（National Water Supply and Drainage Board : NWSDB）の施設、EMS周辺機器の導入先としてはSEAが特定した公共施設等が考えられる。遮熱製品やLED製品などは、エネルギー監査制度に沿った形で教育機関や研究施設、病院などの公的機関への導入が考えられる。なお、これらの導入はいずれも規模の観点から、ODA事業として単体で実施するのではなく、ODA事業による施設整備の一環として実施することが現実的である。ODA事業への導入によりこれら提案製品・技術の効果が実証された後は、他の公共施設や民間施設への設置の可能性もある。同じく提案製品である急速充電器については、ODA事業ではなく民間ビジネスを入り口とした事業展開の可能性が高い。

### 第3章 農業分野

スリランカのGDPにおける農業部門の構成比は年々減少傾向にある。しかし、現在でも貧困層人口の8割以上は農村部に居住していることから、同国の重要課題である農村部と都市部との地域間所得の格差の是正には、農業部門の成長が重要である。同国の農業分野には多岐にわたる課題があり、

特に、紅茶などの伝統的輸出産業の競争力低下、農作物の低生産性、農産品流通システムの非効率性が問題となっている。本調査では、これらの課題解決に、日本の中小企業が強みを持つ ICT 製品・技術が貢献できるという仮説をもとに、「ICT 農業」をテーマとして調査を行った。

我が国では、農業就業人口の減少と高齢化を背景に、農業の生産や流通過程の効率化を目指して ICT 技術の開発が進められている。我が国の ICT 農業技術は、センサー機器や衛星データを活用した環境情報分析や制御による圃場管理、スマートフォンやタブレットを利用した農業クラウドによる農業生産工程管理、GAP (Good Agriculture Practice) やトレーサビリティ確保への活用、製茶関連機器、流通・販売システム強化などの方面で強みを持つため、前述の競争力強化や生産性・効率性の向上といった同国のニーズに対応が可能である。

紅茶は、スリランカの第 2 位の輸出品目であり、伝統的輸出産業として同国の経済・雇用を支えている。しかし紅茶は、近年の人件費や燃料費などの生産コスト上昇により国際競争力が低下傾向にあり、多くの紅茶プランテーション企業が存続の危機に直面している。このため、広大な茶園管理や茶栽培の効率化、労働者不足の補完、製茶工程の効率化に資する製品・技術に高いニーズがある。農業全般に関しては、主要作物であるコメの自給は達成しているものの、農業一般の生産性の向上が頭打ちとなっている。これは同国の農業の大部分が小規模営農であり、機械化の拡大が困難であること、政府の普及システムが不十分で農家に気象、新品種、栽培技術等の情報が行き渡っていないことなどが理由である。また、輸出促進のための作物の品質向上も必要とされており、農家への技術普及に向けた情報ギャップを埋め、生産性向上に資する製品・技術普及のニーズがある。なお、同国の野菜や果物などの農産品の流通は、多くの中間業者が介在し、サプライチェーンが長く非効率であることから、収穫後廃棄率が高く、価格変動も大きい。これは農家の収益率の低下につながっている。そのため、価格など必要な情報への関係者のアクセスを改善し、流通システムを透明化・効率化できる製品・技術へのニーズがある。

上記ニーズに対応する我が国中小企業の技術・製品を活用した ODA 事業の提案は以下のとおりである。これらはいずれも、同国政府が実施中の取組みを支援するものであり、ODA 民間連携スキームを活用することを想定している。なお現時点では、同国の個人農家はこれらの製品に馴染みがなく、経済的にも ICT 製品をすぐに購入するという状況にはないことから、中小企業はこれらの ODA 事業を通して公共事業においてその有効性を実証し、その後個人農家向けの市場に参入することが効果的戦略である。

- センサー機器と農業クラウド活用による農業生産性向上事業：農業局傘下の研究機関をカウンターパートとして、センサー技術を使用した病虫害発生リスク管理技術を導入し、栽培管理の最適化と農家への情報伝達を促進する。
- 衛星データ活用による農業関連情報整備事業：農業省農業局傘下の自然資源管理センターと協力し、衛星データによる農地利用、土壌侵食状況等の情報を整備・分析し、分析結果の栽培リスク軽減、収穫予測等への活用を目指す。
- プランテーション産業の競争力強化事業：エネルギー効率の高い製茶機器、自動的に茶葉収穫から給与計算等を行う労務管理システム等の導入による、プランテーション産業の生産工程効率化を目指す。
- ICT 導入による農産品流通効率化事業：収穫量や時期、価格、在庫状況などの情報を一元管理するシステムを農民組織やスーパーマーケットチェーンと協力して導入する。収穫後ロスを低減し、価格変動に対応した栽培計画、生産安定化を実現し、無駄な中間コストを削減して農家の収益増

加を目指す。

## 第4章 水の浄化・水処理分野

スリランカの上水道普及率は45%（2015年）であり、2020年までに60%にすることが開発目標となっている。同国の上下水道事業に重要な役割を担っているNWSDBでは、持続的な施設拡充とともに、既に整備した水道施設について、無収水率の改善や、ポンプ動力の電気代などの維持管理費の削減により、経営改善を図ることも重要となっている。本調査では、人口増加、工場や商業ビルなどの建設により、水需要の変化が起こっているが、限られた水供給能力に対して、家庭用を含めてボールバルブがうまく作動できないものが多く、漏水により貴重な水資源が有効に利用できないという問題があり、事業の経営的な観点からも改善が必要であることもわかった。本調査で取り扱った我が国中小企業のボールバルブは、耐久性が高く詰まりにくいいため、ボールバルブの劣化や詰まりによる漏水の防止、ひいては無収水の削減に貢献できる。

水需要の変化などへの対応として水道施設の増強や、増強までの対応が適切に実施されておらず、給水地区内の特定の場所への配水が滞っている例が多く確認された。消費者へのより良いサービス提供という観点から、これを改善し公平な水供給を行うニーズは高い。持圧弁は、送配水管内の水圧に合わせて各戸・各地域への給水量を自動的に調整し、高低差のある地域や大型消費者のいる地域の給水量の標準化を図るものであり、施設整備までの暫定利用だけでなく、公平な水供給を行うとともに、ポンプ動力費用の削減あるいは無収水対策という観点から本格的な利用にも有効であり、同国のニーズに応えることができる。

同国の下水道普及率はわずか2%であり、一般的な下水処理施設は腐敗槽である。腐敗槽は、提案製品である浄化槽より処理性能が劣り、定期的な巡回や汚泥引きなど適切な維持管理も行われていないのが実態であり、地下水や河川の水質汚濁の原因となっている。同国ではこのため、下水道普及率を2020年に3.3%に上げ、環境改善を図ることを開発課題としている。

同国では、主要都市の他にも、下水処理施設の整備が急がれている場所が大学の寮やバス停留所など各地に点在している。汚水が上水の取水地近くに放流されている場合は特に緊急度が高い。本調査で提案したパッケージ型の浄化槽は、規格化・工場製作による設計不要の製品であり、下水処理技術に関しての経験の少ない同国では、こうした緊急度の高い場所への導入に最適である。

持続的で効率的な下水処理施設整備のためには、維持管理費用が節約できる処理施設や省スペースの施設の普及も求められている。提案製品であるPOD（プレハブ型オキシデーションディッチ法）や、PTF（前ろ過型散水ろ床法）を使った下水処理施設はこの要望に応えるものである。また日本で活用されている下水汚泥の移動脱水車は、巡回型処理施設であり初期投資も少ないため、同国の汚泥処理改善のニーズに応えられる。

我が国の水道人口普及率はほぼ100%、汚水処理人口普及率は約90%である。施設新設のニーズが満たされたことから、上下水道事業費は近年継続的に縮小している。しかし環境対策、水質対策、地震対策などに留意した老朽施設の再構築が課題である。そのため中小企業を含めた上下水道産業界が今後とも持続的に発展していく必要があり、事業拡大とともに、人材開発・技術開発という目的も合わせ持って、その蓄積した技術を途上国に展開することが望まれている。

提案製品をスリランカで活用・普及するにあたり、我が国中小企業に求められる主な点は以下のとおりである。ボールタップは、同国で普及しているイギリス製品に対し価格面での競争力を保ち、製

品に対する認知度を上げる必要がある。持圧弁はスリランカにおける使用実績はほとんどなく、普及のためには実際に設置して効果を実証する必要がある。パッケージ型浄化槽は、提案製品のようなFRP（繊維強化プラスチック）製のものは現在同国で実用化されていないため、販売と巡回型維持管理に関して現地パートナーを確保する必要がある。スリランカにおけるPODの建設実績はなく、普及のためには、実際に建設運用して特徴や効果を実証することが望ましい。PTF技術は、JICAの策定する下水セクター開発計画等において提案し、その特徴を生かし、我が国独自の技術として普及展開を図ることが望ましい。

これらの製品は、ODA重点分野である経済成長の促進のため実施される、上下水道施設整備を目的とした有償資金協力事業の中で有効活用していくことが可能である。公共事業において提案製品の優位性や効果が認知されれば、ボールバルブは家庭用、浄化槽は緊急性の高い公共施設や、ホテル・工場などの民間施設への導入が広く見込まれる。

# スリランカ 環境・エネルギー分野、農業分野、上下水道分野に関する ニーズ調査

## 企業・サイト概要

- 調査実施企業：株式会社かいはつマネジメント・コンサルティング
- サイト：スリランカ国（コロンボ、キャンディ、ヌワラエリヤ、ゴール他）、
- C/P機関：持続可能エネルギー庁、農業省、農業局、国立紅茶研究所、上下水道局、など

## スリランカ国の開発課題

- 環境・エネルギー分野：エネルギー安定供給のための適切な電源開発、再生可能エネルギーの開発、およびエネルギーの効率的な活用
- 農業分野：紅茶の栽培・生産管理の効率化と付加価値の増大、及び農業生産性の向上による後発開発地域の開発
- 上下水道分野：水需要の増大に対する上水の普及・拡大、および水源や環境保護のための下水処理施設の普及

## 中小企業等の製品・技術等

- 環境・エネルギー分野：マイクロ水力発電、省エネ機器（省エネ製品、EMS周辺機器）、急速充電器
- 農業分野：ICT農業（センサー機器、衛星データ機器、製茶関連機器、労務管理システム、流通管理システムなど）
- 上下水道分野：上水供給効率化関係機器、下水処理施設・技術（浄化槽、POD、PTF）

## 報告書で提案されているODA事業及び期待される効果

- 環境・エネルギー分野：①有償/無償資金協力事業によるインフラ整備事業におけるマイクロ水力発電機、省エネ製品・技術・システムの活用、②省エネ製品・技術・システム普及に関する課題別研修
- 農業分野：①センサー機器と農業クラウド活用による農業生産性向上事業、②衛星データ活用による農業基盤情報整備事業、③プランテーション産業の競争力強化事業、④ICT導入による農産品流通効率化事業
- 上下水道分野：①ボールバルブ普及による無収水削減事業、②持圧弁活用による無収水削減および公平な上供給の実現、③パッケージ型浄化槽導入による取水地の水質保護、衛生・生活環境改善事業、④PODおよびTFPの下水処理施設への導入による経済的・効果的かつ持続可能性の高い下水道施設普及事業

## 日本の中小企業等のビジネス展開

- 環境・エネルギー分野：ODAによる公共事業における製品・技術の活用成功事例をもとに、公的事業への広範囲な導入、民間企業の工場や商業ビルなどの施設への導入が見込まれる。
- 農業分野：民間連携スキームを活用し、政府研究機関などとの協力において導入環境を整備し、その後技術協力などとリンクさせながら農業法人などの民間を対象にしたビジネス展開が見込まれる。
- 上下水道分野：上下水道局保有の施設や地方自治体が運営維持管理する水道施設への導入に加え、ホテルや集合住宅、工場などの民間移設での下水処理施設の活用が見込まれる。



## はじめに（調査概要）

### 1 調査の背景

本調査は、ODAによる途上国支援と日本企業の途上国へのビジネス展開とのマッチングを行うことで、優れた製品・技術を有する一方、海外での事業に関する知識・経験が不足している我が国中小企業の海外展開を後押しし、もって途上国の開発と日本経済の活性化の両立を図ることを目的に実施した。特に本調査では、我が国の対スリランカ国別援助方針に沿い、同国の開発のために、我が国中小企業の製品・技術がどのように貢献できるかについて検証した。

### 2 我が国の対スリランカ国別援助方針

我が国の対スリランカ国別援助方針（平成24年6月）では、「後発開発地域に配慮した経済成長の促進」を基本方針とし、(1) 経済成長の促進、(2) 後発開発地域の開発支援、(3) 脆弱性の軽減、を重点分野としている。表1にODAの重点分野と主な開発課題をまとめた。

表1 ODAの重点分野と主な開発課題

重点分野（中目標）		主な開発課題（小目標）	現状と課題*
1	経済成長の促進	1-1 成長のための経済基盤整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>紅茶・ゴム・繊維産業など伝統的な輸出産業の競争力の低下</u></li> <li>- 製造業の付加価値化、投資促進、競争力・優位性の向上の必要性</li> <li>- <u>安定的で高品質なインフラの提供</u></li> <li>- 労働力の高度化</li> <li>- 投資環境整備</li> </ul>
2	後発開発地域の開発支援	2-1 農村地域の社会経済環境の改善 2-2 紛争影響地域の開発促進	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>農業セクターの成長と通じた貧困削減と地域間所得の格差是正</u></li> <li>- 農業生産力の維持・拡大</li> <li>- <u>市場動向に対応した営農の確立</u></li> <li>- <u>農業セクターの付加価値化</u></li> <li>- 紛争影響地域の支援</li> </ul>
3	脆弱性の軽減	3-1 脆弱性軽減のための社会基盤整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 防災対策</li> <li>- 非感染症対策</li> <li>- 教育の質の向上</li> </ul>

\*注：本ニーズ調査と関連性が深い項目について下線を引いた

出所：外務省対スリランカ国別援助方針および事業展開計画（2014年4月現在）を基に調査団作成

### 3. 本調査の目的と調査対象

本調査では特に（1）経済成長の促進と（2）後発開発地域の開発支援の二つの重点課題に焦点をあて、①環境・エネルギー・廃棄物処理、②農業、③水の浄化・水処理の3分野を取り上げた。また、それぞれの分野の中で特に、①省エネ・再生可能エネルギー推進に資する製品・技術、②紅茶などの栽培・生産管理の効率化や品質向上、野菜のサプライチェーンの効率化や高付加価値商品の生産に資

する ICT 農業技術、③安定的で効率の良い上水供給や経済性が高く省スペースの下水処理施設・技術に係る調査を行った<sup>2</sup> (表 2)。

表 2 調査対象分野と製品・技術

	本調査対象分野	本調査で取り扱った製品・技術
①	環境・エネルギー・廃棄物処理	省エネ・再生可能エネルギー推進に資する製品・技術
②	農業	紅茶などの栽培・生産管理の効率化や品質向上、野菜のサプライチェーンの効率化や高付加価値商品の生産に資する ICT 農業技術
③	水の浄化・水処理	安定的で効率の良い上水供給や経済・省スペースの下水処理施設普及に資する製品・技術

表 3 は、二つの ODA 重点分野と、スリランカの主な開発課題、及び開発課題の解決に資すべく本調査で取り扱った項目を整理したものである。

表 3 ODA 重点分野、スリランカの開発課題および本調査の対象項目

ODA 重点分野	スリランカの開発課題	本調査で取り扱った項目 (分野及び製品・技術)
経済成長の促進	経済成長のためには、エネルギーの安定供給が欠かせないが、スリランカは化石燃料を輸入に頼っており、エネルギーの持続的で安定的な供給のためには、適切な電源開発に加え、再生可能エネルギーの活用や、消費者によるエネルギーの効率的な活用を推進する必要がある。	<環境・エネルギー・廃棄物処理分野> 上記分野の中でも、同国の省エネ・再生可能エネルギー推進に資する製品・技術を特に対象とし、小型省エネ機器、マイクロ水力発電、電気自動車用急速充電器などの活用可能性を検証した。
	上下水道の整備と環境保護は、持続的な経済成長には欠かせない。同国では特に、村落地域の地下水の枯渇や汚染などの問題、地方都市の水需要の増大などから、上水の普及・拡大が急務となっている。また下水道普及率も低く、水源や環境保護の観点からも適切な下水処理施設の導入が急がれている。	<水の浄化・水処理分野> 上記分野の中でも、上水供給と下水処理分野の持続的な開発のために重要な、無収水削減や安定的で効率の良い上水供給、経済性が高く省スペースの下水処理施設などを対象とし、日本の中小企業の技術・製品の活用可能性を検証した。
	近年、同国の重要な輸出品目である紅茶産業の競争力低下が懸念されており、同産業が持続的に経済成長に貢献するためには、栽培・生産管理の効率化や付加価値の増大が重要である。	<農業分野> 同分野では、紅茶産業の競争力の強化のための栽培・生産管理の効率化や品質向上に資する、ICT 農業技術の活用可能性

<sup>2</sup> 対象分野については、本調査にかかる外務省の公示で提示された 8 分野の中から 3 分野を調査団が選定して提案し、本調査の採択時に承認を受けた。調査対象となる製品・技術については、本調査の業務計画書で調査団が提示し、外務省より承認を受けたものである。

ODA 重点分野	スリランカの開発課題	本調査で取り扱った項目 (分野及び製品・技術)
後発開発地域の開発支援	後発開発地域の開発支援として「農業セクターの成長と通じた貧困削減と地域間所得の格差是正」「市場動向に対応した営農の確立」「農業セクターの付加価値化」などが重要な課題となっている。	を検証した。この効率化による紅茶産業の経営改善は、後発開発地域であり、貧困指数の高い農園部 <sup>3</sup> の住民である <u>茶園労働者の収入向上</u> に貢献する。 農業分野ではまた、市場動向への対応や付加価値化に貢献するため、価格変動や収穫後のロスが特に懸念されている <u>野菜のサプライチェーンの効率化や高付加価値商品の生産</u> に資する IT 農業技術の活用についても検証した。

出所：外務省対スリランカ国別援助方針および事業展開計画（2014年4月現在）を基に調査団作成

なお、本調査で取り扱った分野、製品・技術は、我が国の対スリランカ国別援助方針とスリランカの開発方針を参照し、外務省とも協議のうえ、本調査の受託企業が選定したものである。当調査における現状や課題の分析、および ODA 案件化も同受託企業が実施したものであり、各セクターで提案した事業の ODA 案件化に際しては、改めてスリランカ政府および我が国政府による検討が必要である。

#### 4 調査の基本方針

本調査では、マクロ・ミクロ、定性的・定量的な情報をくまなく収集することにより、信頼性と客観性の高い調査結果を生み出し、スリランカのニーズと中小企業の製品・技術の現実的かつ効果的なマッチングを図ることを方針とした。具体的には、政策・統計などのマクロレベルの情報収集は文献や資料で行い、個別の課題やニーズなどのミクロレベルの情報については定性的かつ詳細な情報を関係機関からのヒアリングにより収集するのに加え、必要に応じてアンケート調査などにより定量的な情報を収集した。情報やデータは、官民の関連機関からバランスよく収集し、各分野の開発ニーズや、ビジネス展開上の課題を偏りなく調査・分析した。

本邦企業からの情報収集にあたっては、海外進出に関して企業が抱えている課題や、製品・技術の課題やリスクに配慮し、どのように後押しするのが効果的かを分析し、現実的な将来展開計画を提案した。中国・韓国企業の製品や技術との競合状況に関する情報も収集するとともに、提案企業の製品を現地の事情に合わせたスペックや価格にするための助言も必要に応じて行った。海外展開に不可欠な、スリランカの法制度、施工、販売、アフターサービスなどに関する現地企業との連携可能性についての情報の収集にも力を注いだ。

ODA 事業への展開の提案にあたっては、日本の国別援助方針との整合性を確保するとともに、現地日本大使館や JICA の現地事務所からの情報収集などを通じて、将来の援助の方向性や戦略、現行の支援策との連携の実現や重複の回避に留意した。また ODA 事業の提案にあたっては、本調査の要員

<sup>3</sup> 貧困指数は、農園部：10.9%、農村部：7.6%、都市部：2.1%となっている（出所：Figure 2, Poverty Headcount Ration Brief: Decomposition of Consumption Poverty, Department of Census and Statistics, Ministry of Finance and Planning – Sri Lanka, 29, April, 2015.）

のみでなく、弊社社員のスリランカ、ラオス、インドネシア、ベトナム、カンボジア、パラグアイ、タイなどにおける中小企業の海外進出支援、ODA 案件化、普及・実証事業の実績や経験を広く参考にした。

現地調査は、スリランカ在住の業務主任者の人脈やこれまでの業務経験を活用するとともに、エネルギーと農業分野は、信頼できる現地の専門機関に情報収集やアドバイスの提供、アンケート調査を一部委託し、高い専門性を確保した。

## 5 調査手法

本調査では、文献調査・ヒアリング・アンケート調査、サイト実査を以下のとおり実施した。それぞれの対象分野における調査の対象は表4のとおりである。サイト実査実施先については、「8 現地調査スケジュール」に詳細を記した。

表4 文献調査、ヒアリング・アンケート調査実施対象

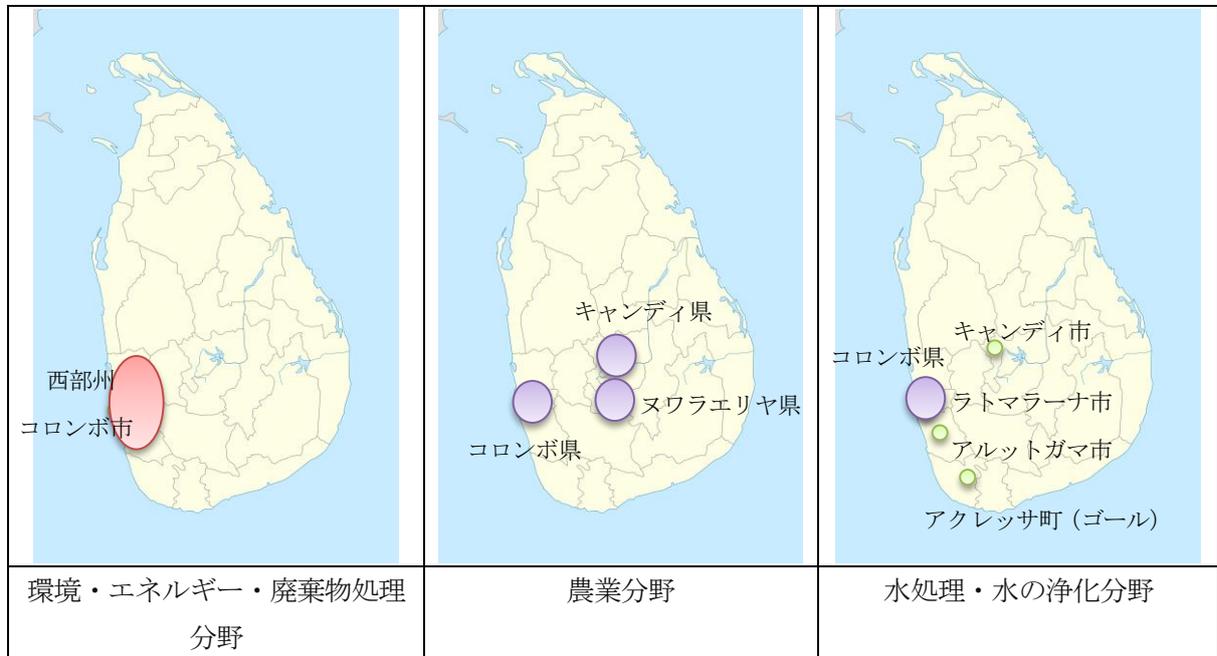
調査分野	文献調査	主なヒアリング・アンケート調査の対象者
環境・エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sri Lanka Energy Balance</li> <li>● 省エネ庁発行報告書・資料</li> <li>● セイロン電力公社年次報告書、Statistical Report 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電力エネルギー省、スリランカ省エネ庁、セイロン電力公社、マハウェリ開発省</li> <li>● Sri Lanka Energy Managers Association (SLEMA)</li> <li>● エネルギー関連コンサルティング会社・民間企業</li> <li>● モラトゥワ工科大学</li> <li>● ADB など他ドナー</li> </ul>
農業	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 農業省政策書</li> <li>● 農業局生産統計・市場統計</li> <li>● 輸出統計</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 農業省、農業局、プランテーション産業省、ICT 庁</li> <li>● スリランカ紅茶局、紅茶研究所、畑作研究所（その他園芸作物研究所）</li> <li>● アグロビジネス企業、紅茶農園経営企業</li> <li>● スーパーマーケットチェーン経営会社</li> <li>● イチゴ、花卉のハウス栽培業者</li> <li>● 公設卸売市場の関係者</li> <li>● 野菜農家、卸売業者</li> </ul>
水処理・水の浄化	<ul style="list-style-type: none"> <li>● NWSDB 年次報告書・各種資料</li> <li>● NWSDB 事業戦略</li> <li>● 上水・下水の各種計画書</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水道省、NWSDB 本部、NWSDB 計画設計部、下水部、財務部、地域サービスセンター、現場事務所など</li> <li>● 上下水道関連民間企業・コンサルタント</li> <li>● 地方自治体、中央環境庁、スリランカ投資委員会 (BOI)、ペラデニヤ大学</li> </ul>

出所：調査団作成

## 6 調査対象地域

環境・エネルギー・廃棄物処理分野の調査においては、経済活動が最も盛んなコロンボを中心とした西部州の官民の組織を中心に調査した。農業分野の調査においては、農業関係の官庁や民間企業の本社があるコロンボ県とキャンディ県、紅茶研究所や紅茶工場、イチゴや花卉の生産地のあるヌワラ

エリヤ県及び周辺を調査地とした。水処理・水の浄化分野の調査においては、コロombo県及びコロombo県ラトマラーナ市にある NWSDB 本部および、現在下水道を整備中のキャンディ市および中央州の NWSDB 地域事務所、カルタラ県アルットガマ市やゴール県アクレッサなど配水や下水処理の整備が急がれている地方都市を主な調査対象地とした。(図1参照)



注：赤は州、紫は県、緑は市・町を示す。

図1 主な調査対象地域

## 7 団員リスト

本調査における団員構成は表5のとおりである。

表5 団員リスト

氏名	所属	職位	担当分野
田村 智子	(株) かいほつマネジメ ント・コンサルティング	コンサルタント	業務主任兼水処理・水の浄化分野 I
本田 賀子			農業分野
白井 和子			環境・エネルギー分野 I
高梨 直季			定量的市場調査／環境・エネルギー分野 II／業務調整
山田 雅雄	個人 (補強)		水の浄化・水処理分野 II

## 8 現地調査スケジュール

本調査中期間中、現地関係機関への訪問・インタビュー調査を合計3回実施した。訪問先および面談者は以下のとおりである。

[第1回調査 (期間 : 2015年8月23日から9月30日まで)]

現地調査第1回スケジュール		
日付	訪問機関	面談者
8月23日	スリランカ到着	-
8月24日	現地コンサルタント打合せ	Dr. Lal Rankothge (Senior Consultant), Dr. Ismaila Azeez (General Manager)
	農業省	Dr. H.M.S. Heenkenda (Additional Secretary)
8月25日	紅茶研究所	Dr. I Sarath B Abeysinghe (Director / Chief Executive Officer), Dr. Sarath llangantileke (Chairman, Tea Research Board)
8月25日	Talawakelle Plantation	Mr. Kinsley (Senior company executive)
8月26日	Protected Agriculture Entrepreneurs	Mr. Sujeewa Kirindigoda (Chief Executive Officer) Mr. Mahendra Amaranayake (Marketing Manager) Mr. Mihal Ranatonga (Board Member) Mr. K. Dissanayale (Board Member, Treasurer)
	種子技プロ	Mr. Shiro Nabeya (Chief Advisor)
	農業局(Kandy)	Dr. Rohan Wijekoon (Director General of Agriculture) Mr. W.A. Gamini Sisira Kumara (Director: Information & Communication) Mr. Harssha K Kadupitiya (Research Officer: National Resource Center) Ms. M.H.B.P.H. Madana (Director: Division of Agriculture Counseling, Extension and Training Center) Mr. A.S.M. Roshan (Assistant Director: Division of Agriculture Counseling, Extension and Training Center)
8月27日	Watawala Regional Plantation Company	Mr. Binesh N Pananwala (Deputy Chief Executive Officer)
	Kahawatte Regional Plantation Company	Mr. Viren Ruberu (Director/Chief Executive Officer), Mr. Viduraa Weerabahu (General Manager-Finance), Mr. W. Chaminda Tillakaratne (Manager)
	Elpitiya Regional Plantation Compnay	Mr. A (Tony) L W Goonewardena (Executive Director), Mr. Priyantha S Dissanayake (General Manager- Engineering & Projects)
	Information and Communication Technology Agency of Sri Lanka (ICTA)	Mr. Arunesh Peter, Chief of Project Mr. Sameera Jayawardena, Project Manager
8月28日	Citigardens 社	Mr. Hilru M. Siddeeqe J.P (CEO), Mr. Safa Arafath (Head of Operations), Ms. Ashani Jayalath (HR & Admin Cum Operations Executive ), Ms. Ramila Krishani (Marketing Executive)
	Cargills supermarket	Mr. Haidas Fernando (Deputy General Manager- Agri Business), Mr. Sajith Sameera (Group CIO)
	Jaykay Marketing, KEELS supermarket	Mr. Mifrah Ismail (Manager – Fresh Produce), Mr. Mr. Waruna K. Peiris (Asst. Sourcing Manager)
8月31日	Laughs supermarket	Mr. A. Wickramage (Chief Operating Officer)
	Ranwatta & Co	Mr. Sumith Ranwatta (Chairman, Ranwatta & Co.), Mrs. Sandya Kumudini Ranwattha, Mr. Ranjith Kumarasiri, (Consultant, Mahaveli Authority)
9月1日	Agriculture Information Center	Ms. Renuka Thushari (Technical Assistant)
	Citigardens Dambulla branch	Mr. M. N. M. Sifary (Branch in-charge)
9月2日	ダンブッラ卸売市場 (卸売業者、農家)	-
	CIC Agri Business	Mr. Chamila Galahitiyawa (Location Manager)

現地調査第1回スケジュール		
	Agriculture Information Center (再訪)	Mr. D. M. Asanqa Senanayake (Agriculture Instructure)
9月3日	団内会議、現地コンサルタント打合せ	Dr. Lal Rankothge (Senior Consultant, Skype), Dr. Ismaila Azeez (General Manager), Ms. Jane David (Manager – Training/Projects)
	Telecommunication Regulatory Commission	Mr. H P Karunarathna (Director, Spectrum Management)
	Tea Board	Mr. E.A.J.K.Edirisinghe (Tea Commissioner), Mr. Anura Siriwardhana (Director General)
9月4日	HARTI (Hector Kobbekaduwa Agrarian Research and Training Institute)	Mr. J.K.M.D. Chandrasiri (Additional Director)
	JICA スリランカ事務所	岩崎達也氏 (所員：案件担当)、浅井誠氏 (所員：農業・省エネ分野担当)、浅見達也氏 (所員：OJT)
9月7日	電気自動車販売会社3社	Ideal Green Tec (Pvt) Ltd: Mr. Kumar Kanagaratnam (Director) OSAKA CAR SALES (Pvt) Ltd: Mr. Jinnah Junaideen (Sales Person) Spark EV: Ms. Nowgy (Sales Person) United Motors Lanka PLC: Ms. Rinoza Rishard (Assistant Manager- Sales) Sun Motors (Pvt) Ltd: Mr. K.M. Prasad Priyanga (Director)
9月8日	Green Gard (Pvt)Limited	Mr. Sudath Ittapana (CEO)
	Glass & Aluminum	Mr. S. Murugakumar (Sales person)
	Color Stadio	Ms. Gayani (Sales person), Ms. Nimeshana (Sales person)
	Blue Ocean Group of Companies (建設会社)	Mr. A. Anosan (Group Planning Engineer)
	Carepoint (車の洗浄、オイル交換)	-
	現地コンサルタント打合せ	Mr. Nimal Perera (Consultant)
9月9日	Arpico (総合スーパーマーケット)	-
	1st Cross Road (電化製品卸売マーケット)	Sparkle Lanka Electronic Agency
9月10日	Elpitiya Plantation PLC コロンボ本社	Mr. Priyantha S Dissanayake (General Manager- Engineering & Projects)
	IDEA Hub (広告製品製造販売会社)	Mr. Robert Jayatunga
	Jetwing Hotel Group	Mr. Jude S. W. Kasturi Arachchi (Director)
9月11日	Resus Energy (水力発電)	Mr. Krishantha Wimalasiri (Senior Project Manager)
9月13日	Softlogic Retail(PVT) LTD(電化製品ショールーム)	-
9月14日	Dr.Tilak Siyambalapitiya (コンサルタント)	Dr. Tilak Siyambalapitiya (Past President of SLEMA)
	CEB (セイロン電力公社)	Mr. Ronald F. Comester (Deputy General Manager, Research & Development)
	Prof.Rahyla A. Attalage	Prof. Rahyla A. Attalag (Deputy Vice-Chancellor, University of Moratuwa)

現地調査第1回スケジュール		
9月15日	SLSEA	Mr. M. M. R. Pathmasiri (Director General), Mr. Harsha Wickramasinghe (Deputy Director General (Strategy)), Mr. K.G. Chamila Jayasekera (Director (Strategy)), Mr. Sanath Kithsiri (Director (Renewable Energy)), Ms. Madhurika Palatuwa (Engineer)
	Access Solar (PLV) Ltd	Mr. Angelo De Silva (Director)
	Mr. Sarath Hemachandra (日産リーフユーザー)	Mr. Sarath Hemachandra (Director)
9月16日	LAUGFS Eco Sri (Pvt)Ltd	Mr. Chinthana Wegapitiya (Asst. General Manager / Head of Technical)
	CodeGen (スリランカ製EV車、急速発電機開発)	Dr. Beshan Kulapala (Director), Mr. Pabasara Karunanayake (Project Manager), Mr. Dhammika Kariyawasam (Senior vice President, Architecture and Service Delivery)
	スリランカ公共サービス委員会 (Public Utility Committee: PUCSL)	Mr. Damitha Kumarasinghe (Director General)
9月17日	Pussalla Meat Producer (Pvt) Ltd.	Mr. H.D.P. Manjula (Manager (Quality Assurance))
	HIDELLANA TEA FACTORY (PVT) LTD.	Mr. Lalith Liyanage (Chairman)
	Vallibel Finance(ミニ水力発電施設)	Mr. Jayamal Gunathilake (Operation Manager)
9月18日	Sehda Lanka Pvt Ltd	Mr. Amal Gajamange (Chief Operating Officer)
	Mahaweli Authority of Sri Lanka	Mr. Padmasiri (Deputy Director General (Technical Service)), Mr. Chandrapala W.A
	団内会議	Mr. Nimal Perera (Consultant)
9月21日	NWSDB 打合せ	Mr.Umar (AGM, JPU), Mr. Dhanesh Gunatilleke, Specialist (Sewerage Design), Ms. Anparasi, P&D (drainage)
9月22日	日水コン	佐々木照治氏
	ソイサプラ下水処理場	-
9月23日	NWSDB, Regional Support Canter at Kandy	DGM (RSC), PD (Greater Kandy Water Supply Scheme) ほか約15名
	Peradeniya University メンテナンス部、女子寮	Mr. Nishantha, Works Engineer, TO3 名 NWSDB RSC (Central): Mr. Indika, Mr. Fernando
9月24日	NWSDB Kandy East Manager's Office	Mr. Imesh, Manager, Mr. Jayarath, OM Enginner, Mr. Kastriarachchi, Area Engineer
9月26日	新日本ランカ	丸山和秀氏 (シニアアドバイザー)、鈴木朗氏 (シニアマネジャー)
9月28日	NWSDB 幹部へのプレゼンテーション	Chairman, GM ほか約30名
	JICA スリランカ事務所	岩崎達也氏 (所員：案件担当)、篠崎祐介氏 (所員：上下水道分野担当)
9月29日	Samurai Engineering	Mr. Mercy Gunarathne (Managing Director), Ms. M S D Fernando(Director Technical), Mr. P V N Jayalal(Director-Operation), Mr. Clarence Perera (Consultant)
9月30日	Mattegoda housing scheme	Mr. BANDARA (Mechanical Engineer), Mr. FELDINANDO
	National Youth Service Council	Mr. H D Keerthirathna, National Youth Service Council (Assistant Director)

[第2回調査 (期間 : 2015 年 10 月 14 日から 11 月 6 日まで)]

現地調査第2回スケジュール		
日付	訪問機関	面談者
10月14日	Export Development Board	Ms. Jeevani Siriwardena (Addi.Director General), Ms. Srimathie Narandeniya (Deputy Director, Export Agriculture Division)
	CIC Agribusiness	Mr. Keerthi B. Kotagama (Managing Director/CEO)
	メタテクノランカ社	Mr. Jeewana Waidyaratne (General Manager), 佐藤良彦 (Technical Director)
	気象局	石原 JICA 長期専門家
10月15日	Omega Green Pvt Ltd	Mr. I Anandatissa (Managing Director)
	Serendib Horticulture Technologies Pvt Ltd	Laboratory staffs
10月16日	Pedoro Estate, Minilumi Factory	Dr. Piya Abeygunawardena (Managing Director)
10月19日	スリランカ日本国大使館	中津熊氏 (経済協力班 二等書記官)
	Hayleys Agriculture	Mr. Siriweera Gamage (Director/General Manager), Mr. K.A.K. Boralessa (Deputy General Manager), Mr.Kulendran Sivaram (Head-Business Operation)
10月20日	Department of Export Agriculture	Mr. Dineth Prabash Rangoda (Department of Export agriculture, Assistant Director)
	New Peacock Tea Estate	Mr. Senerath Pahathkumbura (General Manager)
	Natural Resources Management Center	Natural Resources Management Center Mr. Agentha De Silva (Director), Mr. Harsha Kumaya Kadupitiya (Research Officer), Mr. Ajith Hehiorachchi (Programme Assistant) Horticultural Crop Research and Development Institute K.A.N.P Bandaor (Additional Director) Audio Visual Center Mr. Habika Keerthirathoe (Assistant Director), Ms. Nadeeshani Jayathilaka (Technical Assistant) Information and Communication Center Ms. Supoia Haleemdeer (Assistant Director) Socio-Economics and Planning Center Mr. Darshama Rahapaksa (Agricultural Economist)
	農業局 (Kandy)	Dr. Rohan Wijekoon (Director General of Agriculture) Information and Communication Center Ms. Supriya Hareemdeen (Assistant Director) CABI South Asia Sri Lanka Office Mr. OPK Chandrasiri (Project Manager)
10月21日	Sri Lanka Sustainable energy Authority (SEA)	Mr. M. M. R. Pathmasiri (Director General), Mr. Harsha Wickramasinghe (Deputy Director General (Strategy))
	Rice Research and Development Institute	Dr. Amitha Priyadarshani Bentota (Director), Dr. RSK Keerthisena (Additional Director)
	NWSDB (コロンボ)	Mr. M.M. Umarlebbe (Assistant General Manager, Japanese Project Unit: JPU)
10月22日	David Pieris Motor Company Limited	Mr. Asanka Indrajith (Sales Executive)
	OSAKA CAR SALES (PVT) LTD.	Mr. Mohamed Aslam (Managing Director)
	農業局 Extension and Training Division	Mr. A.P Senanayabu (Additional Director, Training), Mr. J.R Sudasinghe (Assistant Director, Paddy), Mr. Wewala (Agriculture Instructor)

現地調査第2回スケジュール		
	Field Crop Research and Development Institute	Dr. W.M.W. Weerakoon (Director), Dr. M.S. Rijanudeen (Deputy Director)
	Cabi project	Mr. OPK Chandrasiri (Project Manager)
	農業局 Socio Economic Planning Center	Dr. R.M.Herath (Deputy Director)
10月23日	Western Province Three Wheeler Driver's & Owners Co-operative Society	Mr. Ranishka Wimalasena (Director General Secretary)
	Access Solar (Pvt) Ltd.	Mr. Angelo De Silva (Director)
	Asian Development Bank (ADB)	Mr. Ranishka Wimalasena (Senior Project Officer (Energy))
	プランテーション産業省	Ms. K.N. Kumari Somaratne (Additional Secretary), Mr. Sampath Manthrunayakee (Director, Plantation management monitoring division), Ms. Ruvini De Silva (Assistant director, Small holders), Mr. Sumedha Prasanna (Project specialist, IT)
10月26日	Vega Technologies (Pvt) Ltd. (Codegen International (Pvt) Ltd.)	Dr. Beshan Kulapala (Director), Mr. Pabasara Karunanayake (Project Manager)
	Alpha Solar Energy Systems (Pvt) Ltd	Ms. Tharendri Kuruppu (Business development Executive)
	St. Anthony's Hardware (Pvt) Ltd.	Mr. Shamendra Peiris (Showroom Executive)
	Arpico Supermarket	-
	農業省	Dr. JDH Wijewardena (Additional Secretary of Agriculture Development)
10月28日	NWSDB, Greater Kandy Water Supply Project	Mr. M. R. D. Salagado (Chief Engineer)、他3名
	NWSDB Kandy	Mr. V.D. Indika Jayasekare (Design Engineer), 他11名
10月29日	災害管理省国家建築研究所(NBRO)	判田乾一 (JICA 土砂災害対策強化プロジェクト・チーフアドバイザー), 岡村充哉 (JOCV)
10月30日	LAUGFS Eco Sri (Pvt) Limited.	Mr. Chinthana Wegapitiya (Asst. General Manager / Head of Technical)
	MVS	Mr. A. Faazel Huzair (Director / CEO), Mr. Susantha Karonanatha (Director)
	Elpitiya Plantations PLC	Mr. Bharhiya Bulumulla (Chief Executive Officer), Mr. Priyantha S Dissanayake (General Manager- Engineering & Projects), Mr. Ruwan Nissanka (General Manager - Finance), Mr. Senarath Pahathkumbura (General Manager), Mr. Thusith Asrijekom (Manager – Diversification Projects)
	Dialog 社	Mr. Charita Ratwatte Jr. (Chief Manager, sustainable group and corporate affairs)
10月31日	National Zoo Sri Lanka	Ms. Dammika Malsinghe (Additional Director (Operation))
	RANIYO (PVT) LTD	Mr. T. Raganathan (Managing Director)
11月2日	NAMA Project に関するワークショップ 出席	Mr. Nihal Somaweera (Secretary-Ministry of Transport), Mr.J.M. Thillekeratne Banda (Addl.Secretary(Planning)-Ministry of Transport), Mr.Sandip Keswani (Climate Change & Sustainable Services- KPMG (Indian consultant)
	AEN Palm Oil Processing (pvt) Ltd.	Mr. Neil Somasiri (Finance Manger)

現地調査第2回スケジュール		
	The Ceylon Chamber of Commerce (スリランカ商工会議所)	Ms. Lilakshini de Mel (Senior Assistant Secretary General), Mr. Chandrarathna D Vithanage (Senior Assistant Secretary - General)
11月3日	Practical Action (Janathakshan) : バイオガス発電	Mr. Damitha Samarakoon (Project Manager - Biogas)
	Practical Action (Janathakshan): マイクロ水力発電	Mr. Gihan Sajeew (Project Manager - Hydro)
	Lanka Electricity Company (Pvt) Ltd.	Dr. Narendra De Silva (Head of Engineering), Mr. S.D.C. Gunawardana (System Development Manager)
11月4日	現地コンサルタント打合せ	Mr. Nimal Perera (Consultant)
11月5日	Associated Battery Manufactures (Ceylon) Limited	Mr. M. Ramachandran (Chief Executive Officer)
	JICA スリランカ事務所 (環境分野結果報告)	岩崎達也氏 (所員: 案件担当)、浅井誠氏 (所員: 農業・省エネ分野担当)、篠崎祐介氏 (所員: 上下水道分野担当)
11月6日	Sri Lanka Sustainable energy Authority (SEA)	Mr. M. M. R. Pathmasiri (Director General)

[第3回調査 (期間 : 2015年11月24日から12月18日まで)]

現地調査第3回スケジュール		
日付	訪問機関	面談者
11月24日	IFCO (PVT) LTD	Mr. Sarath De Silva (Chairman), Mr. Mervyn Fernando (Managing Director)
	JAGRO (PVT) LTD	Mr. Jagath Fernando (Managing Director)
11月25日	Department of Agriculture Development	Mr. Prabath Witharana (Engineer)
11月27日	Colombo Provincial Agriculture Department	Mr. I. U. Mendes (Provincial agriculture director, western province)
11月30日	Tea Research Institute	Dr. Sarath Abeysinghe (Director, TRI)
	Dialog	Dr. Indika Samarakoon (Head, Solution development and architecture), Mr. Chamila wijayawardhana (Unit manager, new technology and innovation), Mr. Chathura Peiris (Senior manager, new technology and innovation)
12月1日	Department of Agriculture, Seed and Planting Material Development Center	Mr. D.J. L. Sunil Govinnage (Director, SPMDC), 他スタッフ 10名
	Department of Agriculture	Mr. Sisila Kumara (Director, IT) (NRMC) Dr. Harsha K Kadupitiya (Research officer, Natural Resource Management Center) (FAO) Mr. Gerard Sylvester (Knowledge and Information management officer, FAO) Mr. Sharbendu Banerjee (Global director, mobile, CABI)
	JICA 種子認証プロジェクト	Mr. Shiro Nabeya (チーフアドバイザー), Mr. Kyota Iizuka (Seed Production/sales expert)
12月2日	農場視察(ヌワラエリヤ、バドゥッラ)	Mr. Udamina (farm manager: JAGRO farm in Nuwara Eliya), Mr. Sarath De Silva (Chairman, IFCO farm in Badulla)
12月7日	Sri Lanka Sustainable energy Authority (SEA)	Mr. Padmadewa (Engineer)
	NWSDB Western South Regional Support Center	Eng. Mrs. Anusha Adihetti
	Akuressa Bus Station	Staff of Akuressa Pradeshiya Sabhawa, Urban Development Authority
12月8日	CEB	Eng. Ronald F. Comester (Deputy General Manager, Research & Development), Eng. H.D.G. Milroy (Chief Engineer)
	SEA	Dr. A.G. Thusitha Sugathapala (University of Moratuwa)
	OSAKA CAR SALES (PVT) LTD.	Mr. Mohamed Aslam (Managing Director)
	NWSDB Dehiwala OIC office	Eng. Seneviratne
12月9日	Practical Action (site visit)	Mr. Meisun (Engineer, Practical Action)
	NWSDB Central Province Regional Support Center	Eng. L L A Peries and other staff
	NWSDB Greater Kandy Water Supply Project	Eng. Sarath Gamini, Eng. Nimal Jayantha
12月10日	Central Environment Authority	Mr. Nimal Manorathne
	BOI Environment Management	Mrs. Sherie Perera

現地調査第3回スケジュール		
12月11日	水分野セミナー	NWSDB 職員
	RANIYO (PVT) LTD	Mr. Freddy Sebastiampillai (Finance Director)
12月14日	Tea Plantation Association (Monthly Meeting)	Tea Plantation companies (25社)
12月15日	Blood Bank	Dr. Anil Dissanayake (Director, National Blood transfusion Service Ministry of Health)
	Hatton National Bank	Mr. Gamini Ranaweera (Manager Mechanical & MVAC)
12月16日	環境分野セミナー	SEA, SLEMA, CEB, 他民間企業
12月17日	VS Hydro/VS Turbo	Mr. Nishan Mahanama (CEO, Executive Director), Mr. Shanti Goonaratne (General Manager)
12月18日	JICA スリランカ事務所 (環境分野結果報告)	岩崎達也氏 (所員：案件担当)、浅井誠氏 (所員：農業・省エネ分野担当)

## 第1章 調査対象国の概要

スリランカでは、30年近く続いた内戦が2009年に終結し、その後は治安が急速に回復、堅実な経済成長が続いている。近年の同国の実績で特筆できる事項としては、近年1人当たりGDPが3,000米ドルを超えたこと、2015年の世界銀行の投資環境ランキングで、南アジア諸国の中で第一位であったことなどがあげられる。

### 1-1 基礎情報

スリランカの基礎情報を表1.1にまとめた。

表1.1 スリランカの基礎情報

人口	2千万人
国土面積	65,610km <sup>2</sup> (北海道の面積の約8割)
宗教	仏教70.2%、キリスト教7.4%、ヒンズー教12.6%、イスラム教9.7%、その他0.1%
年間平均降水量	1,687mm
平均気温	24.4℃ - 31.7℃
行政区分	9州25県
行政上の首都	スリ・ジャヤワルダナプラ・コッテ (Sri Jayawardenapura Kotte)
商都	コロンボ (Colombo)
標準時刻	GMT + 5.30 時間 (日本との時差は3.5時間)

#### <主な資源><sup>4</sup>

農業	耕作地 18.29%、森林 29.7%
主要商品作物	紅茶、ゴム、ココナッツ、シナモン、胡椒
主要食用作物	米、野菜、果物、香辛料
海洋	約1,620kmの沿岸線を有し、基線から200海里内に517,000km <sup>2</sup> に及ぶ経済特区を設置
鉱物	石灰岩、黒鉛、鉍物砂、宝石、リン酸塩、粘土

### 1-2 政治状況

スリランカの植民地支配は、1505年のポルトガルによる沿岸地方の占領に始まり、1658年にはオランダが、続いて1796年にはイギリスが同国を植民地化した。イギリスは1815年に中央高地のキャンディ王朝を消滅させ、全土を植民地化した。イギリスによる同国の植民地支配は、第2次世界大戦後の1948年に同国が独立するまで約150年間続き、同国の社会経済に様々な影響を与えることになる。

独立当時、同国の国名はセイロンであり、イギリス連邦内の自治領であった。1972年からは共和国となり、1978年には国名を現在のスリランカ民主社会主義共和国と改称し、州議会の設立による地方自治制度の導入、大統領制の採用なども実施された。1984年には、首都の過密化を防ぐべく、コロン

<sup>4</sup> 出所：PI、スリランカ投資ガイド、スリランカ投資委員会、2015年10月。

ボから郊外のスリ・ジャヤワルダナプラ・コッテに遷都した。

同国は多民族国家であるが、植民地支配以前は民族の対立意識はほとんどなかったとされている。しかし、長期にわたるイギリスの民族分離支配の影響や、独立後、政府がシンハラ語を公用語とする政策を採用したことなどをきっかけに、シンハラ仏教ナショナリズムが台頭し、これに反対したタミル人グループとシンハラ政府が対立するようになった。1983年に起こったシンハラ人とタミル人との大規模な民族対立は、同国の民族紛争の始まりと位置づけられている。以後約30年にわたって、政府軍と反政府組織 LTTE (Liberation Tigers of Tamil Eelam) との武力闘争が続く。

LTTE が北東部を拠点にしていた一方、1970年代から同国南部では、人民解放戦線 JVP 党 (Janatha Vimukthi Peramuna) による共産主義運動が盛んになる。80年代にはこの JVP による反政府武装闘争が激化、これを取り締まる政府との対立により、大量の死者を出した。同運動は政府による党首の殺害をきっかけに 89年に終結した<sup>5</sup>。

2002年、当時の政府と LTTE がノルウェーの仲介により停戦協定を締結した。その後、日本も明石康元国連事務次長を和平交渉の仲介に派遣し、和平と復興のプロセスを積極的に支援した。その間、分断されていた二つの国土の間を双方の許可を得て行き来できるようになり、国内避難民の再定住の動きも見られた。しかし、しばらくすると政府軍と LTTE の衝突が再発し、2006年7月には戦闘が再発、国土は再び分断された。

その後 LTTE は、東部州の主要メンバーが離脱し分裂したことや、世界的なテロ撲滅の動きの影響で、海外からの資金流入が閉ざされたことなどから体制が弱まった。政府軍は、2008年に停戦協定を正式に破棄し、LTTE の支配地域へ軍を進め、2009年5月には LTTE の実行支配地域全土を圧政し、内戦終結を宣言した。

2005年に大統領に就任した統一人民自由同盟 (UPFA) のマヒンダ・ラージャパクシャ氏は、紛争を終結させたリーダーシップが国民に評価され、2010年に再選される。内戦終結後は同国全土で治安が急激に回復し、国内避難民の帰還が進められ、紛争影響地域の復興・開発事業が実施された。安定政権を背景とし、外国の投資や開発援助も進んだ。

2015年1月の大統領選挙でも、ラージャパクシャ大統領の圧勝が予想されていたが、同大統領率いる UPFA の幹事長であったマイトゥリパーラ・シリセーナ氏が政権を離脱、大統領に対抗して立候補した。当時の政権の政府機関の要職への縁故採用や、大統領の兄弟による国防省次官や経済開発省大臣など国家権力の独占、メディアの統制などに対する国民の反感の高まりを背景に、対立候補のシリセーナ氏が現職のラージャパクシャ大統領に勝利した。シリセーナ同大統領は、それまで野党であった統一国民党 (UNP) の党首ラニル・ウィクラマシンハ氏を首相に任命した。その後 2015年8月の総選挙では、首相率いる UNP が第1党となり、第2党の UPFA と連立政権を形成した。首相にはウィクラマシンハ氏が再任され、本格的な政権交代となった。

同国は非同盟中立の立場をとっており、1952年の国交樹立以来の親日国である。現政権は、前政権の中国への過度の依存を是正し、日本やインドとも均衡のとれた関係の構築を目指す方針である。2015年10月にはウィクラマシンハ首相が日本を訪問し、日本との関係を強める意向を強調した。

---

<sup>5</sup> その後 JVP は政党として合法化され、選挙に立候補するようになり、連立与党にも参加している。

## 1-3 経済状況

### 1-3-1 経済指標

スリランカは1948年にイギリスから独立してから、長らく社会主義経済政策をとっていたが、1977年に南アジア諸国で初めて経済政策を導入し、外国直接投資の奨励、輸出加工区の設置などを進めた。その後、スリランカ国軍とLTTEによる内戦が30年近く続き、経済活動は低迷していたが、2009年に内戦が終結し、その後は治安が急速に回復、堅実な経済成長を続けている。

近年の主な経済指標を表1.2~1.5に示した。2011年、2012年の実質GDP成長率はそれぞれ8.4%、9.1%であり、これは紛争終結後に経済が順調に回復したことを示している。2013年と2014年の実質GDP成長率はそれぞれ3.4%、4.5%であった。近年の1人当たりGDPは3,000米ドルを超えている。貿易収支、経常収支ともに赤字であるが、やや改善の傾向にある。失業率、物価上昇率も改善している。

表 1.2 スリランカの主な経済指標

項目	2011年	2012年	2013年	2014年
実質GDP成長率 (%)	8.4	9.1	3.4	4.5
1人当たりGDP (USD)	3,129	3,367	3,628	3,819
貿易収支 (100万米ドル)	△9,710	△9,417	△7,609	△8,287
経常収支 (100万米ドル)	△4,615	△3,982	△2,541	△2,018
外貨準備高 (グロス) (輸入月数)	4.0	4.4	5.0	5.1
対外債務残高 (グロス) (10億米ドル、期末値)	32.7	37.1	39.9	43.0
消費者物価上昇率 (%、年平均、2006/07=100)	6.7	7.6	6.9	3.3
失業率 (%)	4.2	4.0	4.4	4.3
為替レート (ルピー/USD)	110.57	127.60	129.11	130.56

出所：Key Economic Indicators, Annual Report 2014, Central Bank of Sri Lanka を基に調査団作成。実質GDP成長率と一人当たりGDPの統計は世界銀行のウェブサイトより（2016年2月7日アクセス）。

表 1.3 スリランカの国内外需要（民間・公共部門）

項目	金額 (10億ルピー)	成長率 (%)	GDPに占める割合 (%)
1. 国内需要	10,621.2	11.8	108.5
1.1 消費	7,716.2	11.2	78.9
民間部門	6,398.3	10.3	65.4
公的部門	1,317.8	15.9	13.5
1.2. 投資 (国内総資本形成)	2,905.0	13.5	29.7
民間部門	2,236.8	13.8	22.9
公的部門	668.1	12.3	6.8
2. 純国外需要	-836.5	-1.2	-8.5
財およびサービスの輸出	2,185.0	12.1	22.3
財およびサービスの輸入	3,021.5	8.9	30.9
3. 総需要 (GDP) (1+2)	9,784.7	12.8	100

注：スリランカのGDPは2015年10月に修正されているが当表に記載したのは修正前の統計である。  
出所：Table 1.2, Annual Report 2014, Central Bank of Sri Lanka を基に調査団作成



出所：調査団撮影

経済開発の面では、農業セクターの生産性の低さが課題となっており、これは同国の産業別の労働人口と GDP 構成比をみると明確である。表 1.4 が示すとおり、農業セクターは、労働人口構成比では 28.5%を占めるが、GDP 構成比は 10.1%と低い。

表 1.4 産業別労働人口構成比 (2014 年)

産業	構成比 (%)
1. 農業	28.5
2. 工業	26.5
製造業	18.2
建設、電気・水道・廃棄物	7.3
鉱業	1.0
3. サービス業	45.0
卸売・小売、自動車修理等	13.2
公務員・防衛	7.8
運輸・倉庫業	6.3
ホテル・レストラン	2.4
教育	4.0
金融	1.9
保健・社会福祉	1.6
経営管理その他サポート業	1.3
ICT	0.8
その他サービス	5.7
合計	100.0

表 1.5 産業別 GDP 構成比 (2014 年)

産業	構成比 (%)
1. 農業	10.1
2. 工業	32.3
製造業	17.2
建設業	9.7
鉱業	3.0
電気、水道、ガス	2.4
3. サービス業	57.6
卸売り、小売業	22.8
運輸、通信	14.6
金融、不動産	8.7
公的サービス	6.2
住宅開発等	2.3
その他民間サービス	2.3
ホテル、レストラン	0.8
合計	100.0

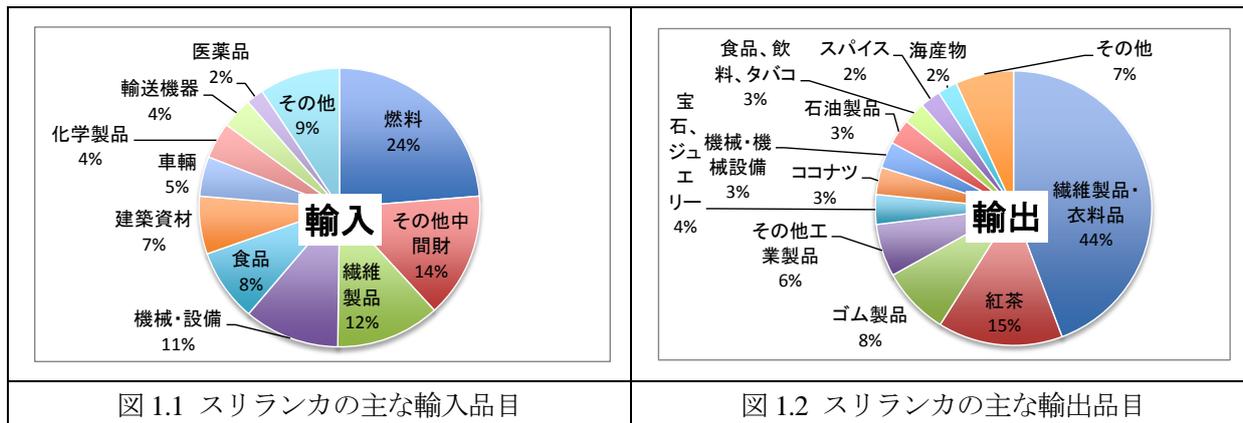
注: スリランカの GDP は 2015 年 10 月に修正されているが当表に記載したのは修正前の統計である。

出所：Table 4.10, Table 1.3, Annual Report 2014, Central Bank of Sri Lanka を基に調査団作成

### 1-3-2 貿易

スリランカの輸入品目の 1 位は燃料であり、これは第 2 章で述べるように、同国が石炭やオイルなど一次エネルギーに必要な燃料をすべて輸入に頼っているためである。輸出品目は、繊維製品・衣料品が 1 位であり、2 位は本調査で取りあげた紅茶である。続いて紅茶と同様のプランテーション作物

であるゴム製品が第3位となっている。(図 1.1、1.2)

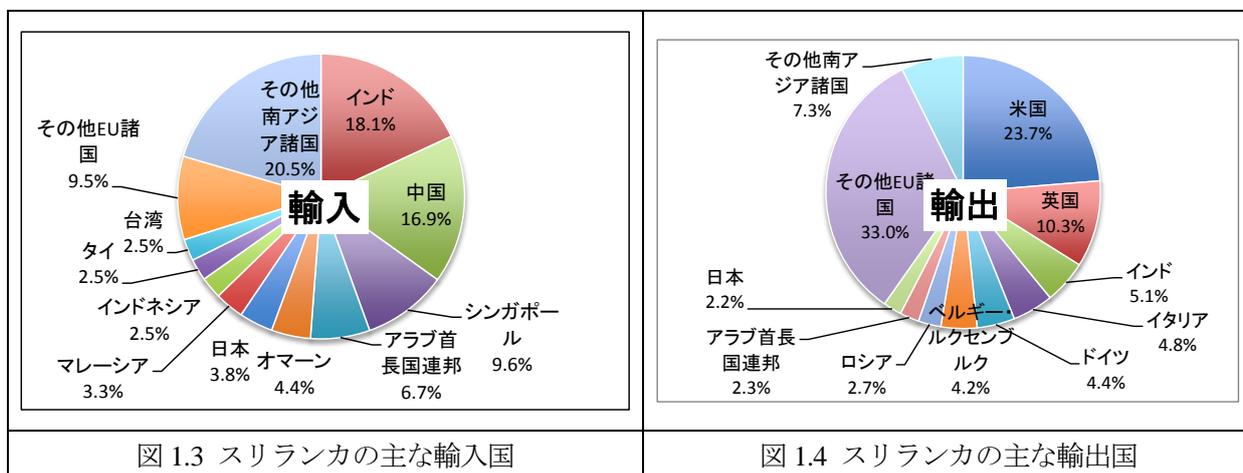


注：輸入総額および輸出総額における構成比。2014年

出所：Table 5.2 および 5.3、Annual Report 2014、Central Bank of Sri Lanka を基に調査団作成

同国の輸入総額における構成比を国別に見ると、石油製品、繊維製品、建設資材などを輸入しているインド、機械設備、繊維製品、建設資材を輸入している中国、石油製品や機械設備を輸入しているシンガポールが上位3カ国である。日本は6位であり、日本からの輸入品目は自動車、一般機械、繊維となっている(図 1.3)。

輸出先を国別に見ると、繊維製品・衣料品の主な輸出国である米国とイギリスへの輸出が最も多く、香辛料、輸送機器、機械・機械設備等の輸出国であるインドが続いている(図 1.4)。なお、日本は9位であり、日本への主な輸出品目は紅茶、衣類、魚介類となっている。



注：輸入総額および輸出総額における構成比(2013年)

出所：[http://www.jetro.go.jp/ext\\_images/world/gtir/2013/pdf/2013-lk.pdf](http://www.jetro.go.jp/ext_images/world/gtir/2013/pdf/2013-lk.pdf) (2015年10月17日アクセス) を基に調査団作成

### 1-3-3 投資環境

スリランカ投資委員会 (Board of Investment of Sri Lanka: BOI) は、スリランカへの投資は以下の点で優位な条件にあるとしている<sup>6</sup>。

- 日本を含む 28 カ国と二国間投資協定 (IPA) を結び、38 カ国と二重課税防止条約を締結している。
- 広範な事業セクターにおいて、外資の 100% 保有が認められており、収益・報酬・資本の 100% 本国送金、当座預金からの外国為替取引が可能である。
- 憲法にて外国投資の安全を保証している。

表 1.6 が示すように、2015 年の世界銀行の投資環境ランキングで、同国は南アジア諸国の中で第一位であった。内戦終結後の治安の回復や政府の投資奨励策が同国のランキングを上げている。

表 1.6 世界銀行による投資環境ランキング

国名	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	
スリランカ	56.04	57.12	61.03	60.01	61.36	99 位
ネパール	58.13	59.56	60.10	59.56	60.33	108 位
モルディブ	66.30	66.52	64.79	58.48	58.73	116 位
ブータン	54.46	57.32	57.77	57.53	57.47	125 位
パキスタン	56.24	57.29	57.37	56.41	56.64	128 位
インド	50.76	53.08	53.41	52.78	53.97	142 位
バングラデシュ	49.25	48.00	47.47	46.38	46.84	173 位
アフガニスタン	38.25	39.74	40.37	41.21	41.16	183 位

出所：世界銀行ウェブサイト (<http://www.doingbusiness.org/data/distance-to-frontier>) 2015 年 10 月 18 日アクセス

スリランカへの主な投資国は、マレーシア、イギリス、中国、インド、オランダ、シンガポール、米国、ルクセンブルグ、日本、スウェーデン、オーストラリアとなっている（年間の投資額順、2014 年）<sup>7</sup>。

また同国は、インドおよびパキスタンと自由貿易協定を締結しており、各々 4,000 以上の品目が輸出・輸入の関税免除の対象となっている。近年では、同協定を利用した、外国企業による再輸出やオフショアビジネスも盛んになっている。

表 1.7 は、同国のコロンボとその近隣都市の投資コストを比較したものである。コロンボは、人件費、店舗スペース家賃、コンテナ輸出コストではこれらの国と比べて競争力があるが、電気料金は高いことがわかる。

<sup>6</sup> 出所：スリランカ投資ガイド、スリランカ投資委員会、2015 年 10 月

<sup>7</sup> 出所：スリランカ投資ガイド、スリランカ投資委員会、2015 年 10 月を基に調査団作成。

表 1.7 投資関連コスト比較 (米ドル、2014 年 5 月)

項目	コロ ン ボ	ホーチ ミン	ビエン チャン	ジャカ ルタ	ニュー デリ-	バンコ ク	北京
労賃(月基本給) 一般工職ワーカー	130	173	137	241	224	366	522
労賃(月基本給) 中堅エンジニア	354	347	330	405	567	699	863
電気料金 (一般 1kWh)	0.17	0.09	0.05	0.08	0.09	0.10	0.08
水道料金 (一般 1m <sup>3</sup> )	0.58	0.40	0.15	0.80	0.49	0.34	0.66
店舗スペース家賃 (m <sup>2</sup> /月)	35	67	34	88	112	68	164
駐在員家賃 (月)	2,632	2,433	1,650	2,400	2,808	2,173	4,995
コンテナ輸出 (40'横浜まで)	300	446	2,680	800	1,530	1,127	1,012

出所：第 24 回 アジア・オセアニア主要都市・地域の投資関連コスト比較 (日本貿易振興機構 (ジェトロ) 海外調査部) を基に調査団作成

#### 1.4 社会状況

表 1.8 は、スリランカおよび南アジア諸国の保健・教育指標を示す。同国では公的保健・医療サービスを国民に無料で提供しており、国民は、全国の公立病院やクリニックで、診察・治療、医薬品、検査、入院などのサービスを無料で受けることができる。このように保健医療サービスへのアクセスが良いことから、同表が示すように、スリランカは他の南アジア諸国と比べ、産婦死亡率、乳児死亡率、平均寿命などの基礎保健指数が顕著に高い。

一方、同国では人口の高齢化が進んでいる<sup>8</sup>。これは新生児・乳児死亡率等が低く、平均寿命が長く、産児制限の普及や高学歴化の影響で少子化が進んでいることが背景である。この高齢化、及び食生活や生活習慣の変化が相まって、同国では 1980 年代から糖尿病、高血圧症、脂質異常症などの生活習慣病による死亡者数が、感染症による死亡者数を上回るようになった。同国政府は、生活習慣病の増加は、家計の稼ぎ手を突然失うといった社会問題や、保健医療財政の負担増などの問題を引き起こしていることを深刻に捉え、予防や治療に関する各種施策を進めている。

<sup>8</sup> アジア諸国において、2025 年に 65 才以上の人口が総人口に占める割合が高い国は順に、①日本 (29.47%)、②シンガポール (22.71%)、③香港 (21.69%)、④韓国 (19.59%)、⑤ジョージア (18.03%)、⑥タイ (14.49%)、⑦スリランカ (13.75%)、⑧中国 (13.65%)、⑨北朝鮮 (10.96%)、⑩アゼルバイジャン (10.45%) である。(P.10, Table 2A, “Aging in Asia: Trends, Impacts and Responses”, Working Paper Series on Regional Economic Integration No. 25, Asian Development Bank, February 2009)。スリランカでは新生児・乳児死亡率等が低く、平均寿命が長く、産児制限の普及や高学歴化の影響で少子化が進んでいることが背景にある。

表 1.8 南アジア諸国の主な保健指標

項目 国名	産婦死亡率 (モデル推定、生 児出産10万人に つき) 2014年	乳児死亡率 (生児出産 1,000人につ き) 2014年	平均寿命 (歳) 2013年	出生率 (人) 2013年	年人口増加率 (%) 2014年
スリランカ	31	8.6	74.2	2.3	0.76
アフガニスタン	425	68.1	60.9	4.9	3.03
バングラデシュ	188	32.1	70.7	2.2	1.21
ブータン	156	28.3	68.3	2.2	1.36
インド	181	39.3	66.5	2.5	1.23
ネパール	275	30.5	68.4	2.3	1.21
パキスタン	184	67.4	66.6	3.2	2.10

出所：世界銀行ホームページのデータバンクを基に調査団作成（2015年12月14日アクセス）

同国では公的教育も小学校から大学まで無償であり、国民の教育サービスへのアクセスは良好である。そのため表 1.9 が示すとおり、教育指標は南アジア諸国の中で比較的高い。同表に見られるとおり、スリランカは、女子の中学校純就学率や成人識字率が高く、教育や進学に関して男女の差がほとんどないことが特徴である。

同国では高学歴化が進んでおり、小学校（1~5年生）を終えた生徒の約89%が中等教育（6~9年生）に進学し、中等教育を終えた生徒の約半数が、大学受験クラスと呼ばれる高等教育（10~13年生）へ進学する。しかし、大学に入学できるのは大学入学試験（A/L試験）の受験生の20%程度である<sup>9</sup>。

<sup>9</sup> 出所：スリランカ統計局、教育省、大学助成委員会ウェブサイト（2015年12月14日アクセス）

表 1.9 南アジア諸国の主な教育指標

項目 国名	小学校		中学前期純就学率 (%)			成人識字率 (%)		
	純就学率(%) 2011年	終了率 (%) 2013年	2013年			2011年		
			女子	男子	男女	女性	男性	男女
スリランカ	93.9	97.4	94.1	91.2	92.7	90.0	92.6	91.2
アフガニスタン	-	-	31.4	55.1	43.5	17.6	45.4	31.7
バングラデシュ	93.3	74.6	-	-	53.8	56.2	63.2	59.7
ブータン	90.4	98.4	60.5	52.0	56.2	-	-	-
インド	-	96.5			-	59.3	78.9	69.3
ネパール	66.4	73.1	43.5	53.2	48.6	42.0	67.0	54.7
パキスタン	96.3	99.8	-	-	51.5		-	-

- 注：1. バングラデシュの小学校純就学率は2013年のものがなかったため2010年の統計を記載した。  
 2. バングラデシュとインドの小学校終了率は2013年のものが入手できなかったため2011年の統計を記載した。  
 3. 表中の中学前期 (Lower Secondary) は、スリランカでは6年生から9年生まで。  
 4. 成人識字率は15歳以上を対象としている。  
 5. スリランカの識字率は2010年の、バングラデシュの識字率は2013年の統計である。いずれも2011年の統計が入手できなかったため。

出所：世界銀行ホームページのデータバンクを基に調査団作成（2015年12月14日アクセス）

同国は国独自の公式貧困ライン (Official poverty line) <sup>10</sup>を設定しており、これに照らし合わせた貧困指数 (Poverty Headcount Ratio) <sup>11</sup>について、数年ごとに実施される世帯収入支出調査 (Household Income and Expenditure Survey) の結果を基に分析し、全国、県、住居セクター (都市部、農村部、農園部) ごとに結果を取りまとめている。

2012/13年の世帯収入支出調査の結果によると、スリランカ全国の貧困指数は6.7%であった。図1.5からは、全国の貧困指数は毎年順調に減少していることがわかる。貧困度が高い農園部、農村部の貧困指数も減少しているが、近年においてもまだ都市部との格差が顕著であることが課題となっている (図1.6)。

<sup>10</sup> 2012/13年において一人あたりの月額消費額3,624ルピーを公式貧困ラインとしている。12/13年以降の貧困指数の分析では、同金額が物価上昇率で調整されたものが適用されている。出所：スリランカ統計局ウェブサイトより (2012年12月21日アクセス) [http://www.statistics.gov.lk/poverty/PovertyIndicators2012\\_13.pdf](http://www.statistics.gov.lk/poverty/PovertyIndicators2012_13.pdf)

<sup>11</sup> 一人あたりの月額実質支出額が貧困ラインで設定されている支出額より低い場合は貧困者と見なされる。貧困指数は、人口における貧困者の割合を示す。

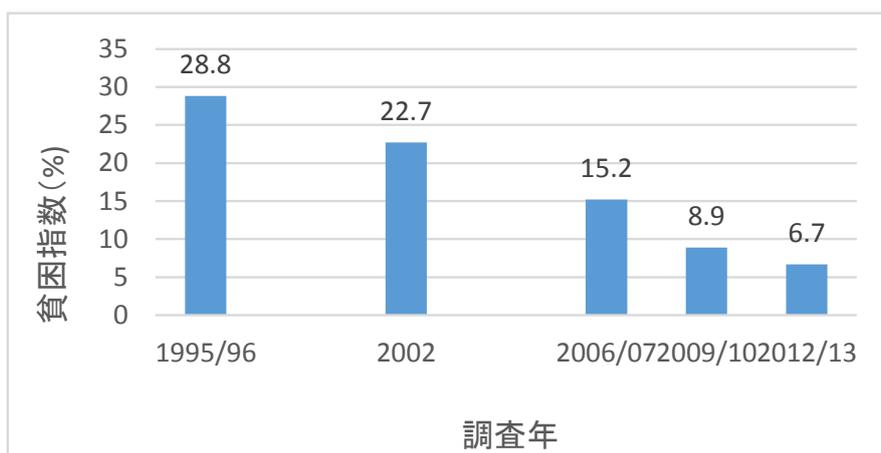


図 1.5 貧困指数の推移

出所：スリランカ統計局ウェブサイトを基に調査団作成（2015年12月21日アクセス）  
[http://www.statistics.gov.lk/poverty/PovertyIndicators2012\\_13.pdf](http://www.statistics.gov.lk/poverty/PovertyIndicators2012_13.pdf)

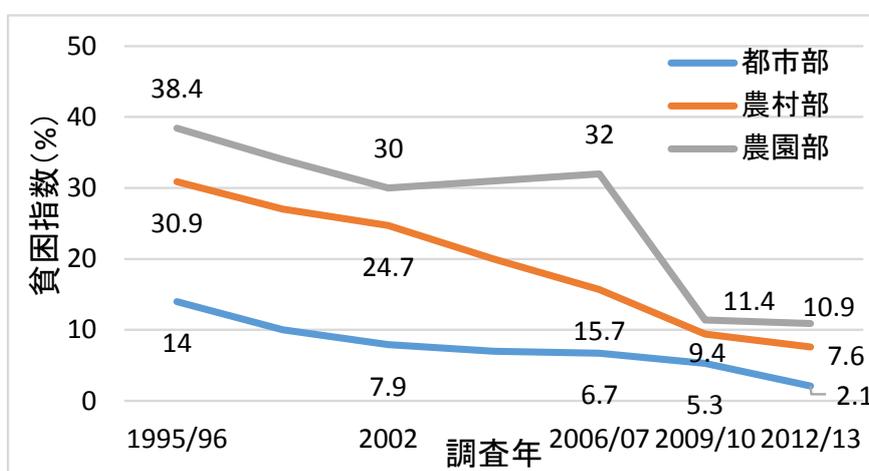


図 1.6 居住地域別の貧困指数の推移

出所：スリランカ統計局ウェブサイトを基に調査団作成（2015年12月21日アクセス）  
[http://www.statistics.gov.lk/poverty/PovertyIndicators2012\\_13.pdf](http://www.statistics.gov.lk/poverty/PovertyIndicators2012_13.pdf)

なお表 1.10 からは、貧困者人口の 86.8%が農村部に居住しており、農村部の貧困は国全体の貧困度を左右する問題であることがわかる。

表 1.10 居住地域別の貧困指数、貧困者数、全貧困者数に占める割合

居住地域	項目	貧困指数 (%)	貧困者人口 (1000人)	全貧困者人口に占める割合 (%)
都市部		2.1	75	5.6
農村部		7.6	1,163	86.8
農園部		10.9	101	7.6
全国		6.7	1,339	100.0

出所：スリランカ統計局ウェブサイトより調査団作成（2015年12月21日アクセス）  
[http://www.statistics.gov.lk/poverty/PovertyIndicators2012\\_13.pdf](http://www.statistics.gov.lk/poverty/PovertyIndicators2012_13.pdf)

州・県別では、コロンボの位置する西部州の貧困指数が一番低く（2.0%）、農園労働者が多いウバ州（15.4%）、内戦の影響を強く受けた東部州（11.0%）と北部州（10.9%）の貧困指数が高い。前述のとおりスリランカは近年順調な経済成長を遂げているものの、前述のように地域によって貧富の差があることが課題となっている。2012年の国全体のジニ係数は0.48で、近年ほぼ横ばいである<sup>12</sup>。

労働参加率は53.3%（男性74.6%、女性34.8%）である（表1.11）。失業率は近年低下しており、2014年は4.3%であった。表1.12と1.13が示すとおり、若年層の女性と高学歴者の失業率が高いことが以前から問題となっている。

表 1.11 性別の労働参加率（2014年）

性別	経済活動人口 (人)	労働参加率 (%)
男性	5,728,383	74.6
女性	3,076,165	34.7
合計	8,804,548	53.3

出所：Sri Lanka Labour Force Survey, Annual Bulletin – 2014、スリランカ統計局  
[http://www.statistics.gov.lk/samplesurvey/LFS\\_Annual%20Bulletin\\_2014-f.pdf](http://www.statistics.gov.lk/samplesurvey/LFS_Annual%20Bulletin_2014-f.pdf) (2015年12月21日アクセス)

表 1.12 年齢・性別の失業率（2014年）

年齢(才)	男性	女性	合計
15-24	16.2	27.5	20.3
25-29	5.8	12.5	8.3
30-39	1.5	4.9	2.7
40以上	0.7	1.3	0.9
全年齢	3.1	6.5	4.3

出所：Sri Lanka Labour Force Survey, Annual Bulletin – 2014、スリランカ統計局  
[http://www.statistics.gov.lk/samplesurvey/LFS\\_Annual%20Bulletin\\_2014-f.pdf](http://www.statistics.gov.lk/samplesurvey/LFS_Annual%20Bulletin_2014-f.pdf) (2015年12月21日アクセス)

表 1.13 最終学歴別の失業率（2014年）

最終学歴	男性	女性	合計
10年生未満	2.4	3.7	2.8
O/Lまで(11年生)	4.4	8.9	5.9
A/L(13年生)以上	5.3	11.0	8.1
合計	3.1	6.5	4.3

注：O/L: オーディナリーレベル試験。日本の高校入学試験にあたる。

A/L: エーレベル試験：日本の大学入学試験にあたる。

出所：Sri Lanka Labour Force Survey, Annual Bulletin – 2014、スリランカ統計局  
[http://www.statistics.gov.lk/samplesurvey/LFS\\_Annual%20Bulletin\\_2014-f.pdf](http://www.statistics.gov.lk/samplesurvey/LFS_Annual%20Bulletin_2014-f.pdf) (2015年12月21日アクセス)

<sup>12</sup> 出所：P25, “Sri Lanka Socio-economic date 2014”, 2014年6月、スリランカ中央銀行。  
[http://www.cbsl.gov.lk/pics\\_n\\_docs/10\\_pub/\\_docs/statistics/other/Socio\\_Econ\\_Data\\_2014\\_e.pdf](http://www.cbsl.gov.lk/pics_n_docs/10_pub/_docs/statistics/other/Socio_Econ_Data_2014_e.pdf)

## 第2章 環境・エネルギー・廃棄物処理分野

### 2-1 現状および開発ニーズの確認

本調査では、環境・エネルギー・廃棄物処理分野の中でも、自国の資源の活用および、環境保護の観点からスリランカ政府が重要視している再生可能エネルギーと省エネルギー（以下、「省エネ」）をテーマに取り上げ、再生可能エネルギーの中でもマイクロ水力発電に将来の開発可能性やニーズがあり、また電力消費のピークカットやピークシフトに資する省エネ製品・技術にニーズがあるとの仮説のもと検証を行った。

#### 2-1-1 開発課題の現状

スリランカでは、近年の経済成長（GDP 成長率年 3.4～4.5%）と継続的な電源開発に伴い、発電量、電力消費量、電化率ともに増加傾向にある<sup>13</sup>。電力消費量は過去 10 年間、年平均 4.5%の伸び率を記録<sup>14</sup>し、今後も増加傾向は続くと思込まれる。

##### (1) 電力エネルギー分野の課題

スリランカでは 1990 年代まで、発電は大型水力が主力であった。しかし 90 年代末より、降雨量に左右されやすい水力発電では増大する電力需要に応えられなくなり、電力不足の状況が続き、長期にわたる計画停電も実施された。同国では、一定の流量や高度差が必要な大型水力発電の開発に適する場所はほぼ開発し尽くされており、新たな場所の確保は難しかったため<sup>15</sup>、2000 年代より、ディーゼルやオイルによる火力発電所の開発が進められた。その結果 2003 年以降、同国では長期にわたる計画停電は実施されておらず、需給に見合う電力が供給されている<sup>16</sup>。

一方で、水力に比べてコストの高いディーゼルによる発電の増大は、電力料金の高騰につながった。これを抑制するため同国政府は石炭火力発電所の開発を進めたが、環境への影響を懸念した地元住民による反対運動などにより石炭火力発電の開発が大幅に遅延し、ディーゼルによる発電が続けられた結果、電力料金はさらに高騰した。

2011 年によりややく同国初の石炭火力発電所（ノラッチョレイ石炭火力発電所）の一号機が操業を開始し、その後 2014 年には同発電所の 2 号機、3 号機も操業を開始した。このようなことから同国の石炭火力発電の設備容量は年々増加しており、現在、総設備容量 4,030MW のうち、石炭火力発電所の設備容量が 22%を占めている（図 2.1 参照）。

これを受け、2015 年 1 月に家庭用電気料金が引き下げられたが、JETRO の統計によれば、依然として同国における一般家庭用の電気料金は 37 カ所のアジア・オセアニア主要都市・地域の中で 5 番目

<sup>13</sup> 世帯電化率は 2014 年末で 98.4%である（エネルギーセクター開発計画 2015-2034）（CEB、2015 年 7 月）。

<sup>14</sup> スリランカ持続可能エネルギー庁（Sri Lanka Sustainable Energy Authority : SEA）ウェブサイト <http://www.info.energy.gov.lk/>（2016 年 1 月 5 日アクセス）

<sup>15</sup> エネルギーセクター開発計画 2015-2034（P5-1、CEB、2015 年 7 月）。

<sup>16</sup> スリランカではインドのようにロードシェディング（部分的送電停止）の措置は取られていないことから、長期的な計画停電が実施されていないかぎり、電力供給は需要を満たしていることになる。現在同国では、長期的な計画停電は実施されておらず、これは需給ギャップがないことを示す。このためスリランカでは需給ギャップを示す統計はない。

に高い<sup>17</sup>。高い電気料金は、産業の競争力低下の要因ともなるため、在スリランカの日系企業からも改善の要望が強い<sup>18</sup>。

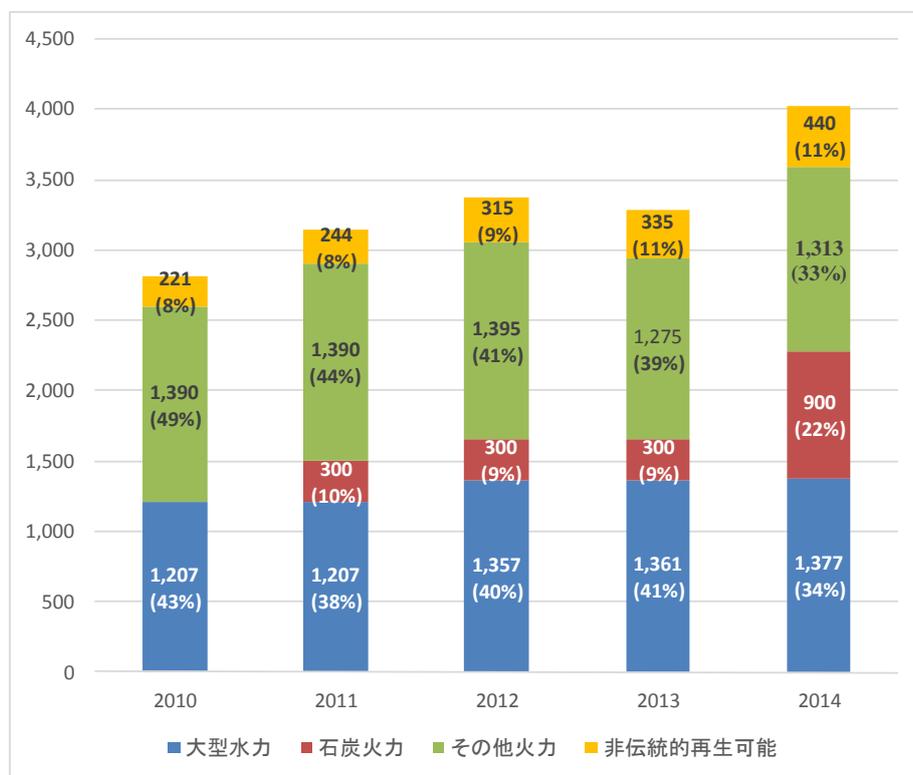


図 2.1 スリランカの電源別設備容量 (MW) と割合の推移

出所：SEA 提供資料を基に調査団作成

## (2) 再生可能エネルギーによる発電のニーズ

前述のようにスリランカでは、石炭火力による発電の割合が増加している。既存の石炭火力発電所に加え、本調査時点では、東部のトリンコモリーにおける火力発電所の建設がインドと CEB の合弁事業により準備されつつある。CEB は同地域にもう一カ所石炭火力発電所を建設するための調査も実施中である。石炭火力は、高価な石油火力電源に代わる安価な電源であり、同国政府は年々高まる電力需要に応え、安定した電力を合理的なコストで供給するため、石炭火力発電所の開発を今後も継続する予定である。

一方で同国政府は、輸入燃料への過度の依存を課題として認識している。化石燃料の輸入支出額の全輸入額に占める割合は、2000 年には 11%であったが、2014 年には 24%に増加している<sup>19</sup>。燃料の輸入は外貨流出の最大の要因となっており、また、エネルギー源の多くを輸入に依存することは、持続可能で自立したエネルギー供給やエネルギーの安全保障の観点からリスクが高い。そのため同国政府

<sup>17</sup> 第 25 回アジア・オセアニア主要都市・地域の投資関連コスト比較 (JETRO、2015 年 6 月)。

<sup>18</sup> 日スリランカビジネスニーズ調査要約版、JETRO、2013 年 10 月 14 日、12 ページ。

<sup>19</sup> 化石燃料輸入支出額の推移 (%)

年	2000	2005	2010	2012	2013	2014
割合	11	18	22	25	23	24

出所：Sri Lanka Energy Balance 2013 (SEA), Central Bank of Sri Lanka

は、自国が保有する自然資源である水力・風力・太陽光・バイオマスなどの再生可能エネルギー<sup>20</sup>による発電の更なる開発により、化石燃料に過度に依存せず、バランスの取れた持続可能な電力供給を実現することを目指している<sup>21</sup>。

このような方針のもと、同国政府が再生可能エネルギーによる発電を奨励してきた結果、官民の組織による再生可能エネルギー事業への投資が行われ、スリランカでは、再生可能エネルギーによる発電の全発電量に占める割合が増加し、2014年における同割合は10%となった（表 2.1）。

表 2.1 スリランカの年間発電量の内訳（GWh）

項目	2012年	2013年	2014年
大規模水力	2,727 (23%)	6,010 (50%)	3,650 (29%)
火力	8,416 (71%)	4,820 (40%)	7,879 (62%)
再生可能エネルギー	736 (6%)	1,171 (10%)	1,217 (10%)
その他	19 (0%)	19 (0%)	19 (0%)
合計	11,898 (100%)	12,020 (100%)	12,765 (100%)

注：2013年は雨に恵まれたため水力発電の割合が高かった。

出所：SEA ウェブサイト <http://www.info.energy.gov.lk/> (2015年11月5日アクセス)

スリランカには FIT 制度があり、事業者は、各種許可を取得した後、20年間の買電契約を CEB と締結できる（FIT 制度の価格など詳細については P50 に後述）。同国ではこのような FIT 制度を活用した小水力発電事業への投資が 20 年以上前から実施されており、図 2.2 が示すとおり、現在でも再生可能エネルギーの主力はミニ、マイクロなどの小水力発電である。

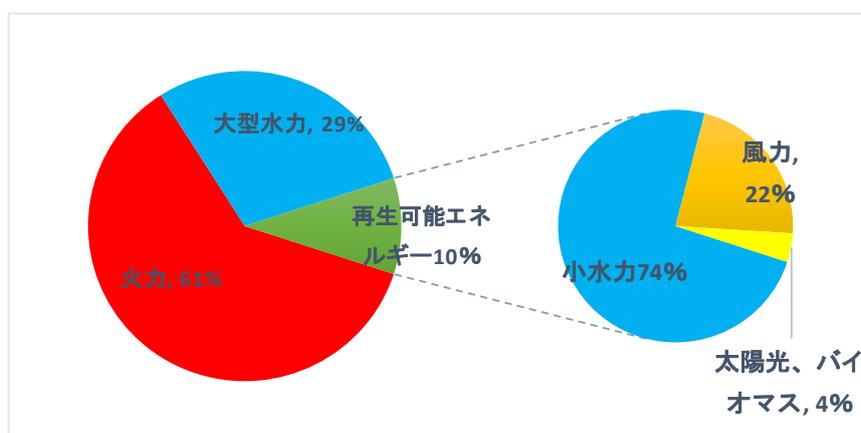


図 2.2 再生可能エネルギーの電源別設備容量（2014年）

出所：SEA 提供資料を基に調査団作成

CEB は、小水力発電のうち、設備容量が 200kW から 10MW の事業をミニ水力発電、200kW 以下の事業をマイクロ水力発電と呼んでいる<sup>22</sup>。2015年8月末現在、ミニ水力発電は 147 事業が操業し、総

<sup>20</sup> 本報告書では、大規模水力発電を除く非伝統的再生可能エネルギーを再生可能エネルギーと呼んでいる。

<sup>21</sup> Renewable Energy Development in Sri Lanka Opportunities and Challenges (Ministry of Power and Energy, January 2014)

<sup>22</sup> 本報告書ではスリランカの売電基準に沿って表記している。我が国の全国小水力利用推進協議会は、NEDO の定義に沿い「10,000kW 以下を小水力発電」、「1,000kW 以下をミニ水力発電」、「100kW 以下をマイクロ水力発電」としている。(出所：全国小水力利用推進協議会ウェブサイト。 <http://j-water.org/about/index.html#about01> (2015年10月29日アクセス))

設備容量は 303MW である。SEA や VS Hydro 社<sup>23</sup>からの聞き取りによると、3MW 以上の発電容量が確保できる場所は開発し尽くされた状況にあり、現在開発中、および今後限定的であるが新規の開発が見込めるのは 1～2MW 程度のミニ水力発電事業のみであるとのことである。

マイクロ水力発電事業は 2015 年現在、世銀の支援による 94 事業が操業し、総設備容量は 732kW である。また、ADB は紅茶農場のマイクロ水力発電の改修事業を支援している<sup>24</sup>。これまで同国では、より投資効果の高いミニ水力発電の開発が先行し、マイクロ水力発電の開発に関しては、民間事業者が積極的に取り組む傾向は見られなかった。しかし SEA は (a) 同国には、マイクロ水力発電の潜在的可能性のある場所が多数存在するが<sup>25</sup>、現在のところほとんど未活用であること、(b) ミニ水力発電に適した場所が将来は限定的になると予想している。更に、今後も同国において再生可能エネルギーによる発電を増強するためには、マイクロ水力発電は期待が持たれる分野であり、事業開発のための調査や、技術の導入、民間の投資が重要であるとの意見である。

### (3) 省エネ・効率的な電力活用のニーズ

図 2.3 は過去 5 年間のスリランカの電力消費量と用途別の割合を示したものである。同国では重工業が発達していないことから、家庭の電力消費が全体の 40-37% と最も多い。なお近年の傾向としては、商業主体による電力消費の割合が微増し、家庭の電力消費の割合が微減している。

下図は事業主体別の電力使用用途の割合を示したものである。同国は熱帯に属することから、オフィスビルや病院では一年中クーラーを使用していることが多く、空調が電力消費に大きな割合を占めていることがわかる。次に消費量が多いのは照明である。そのため、オフィスビルや病院などの事業主体は、空調と照明の省エネを進めると、大きな効果が期待できる。

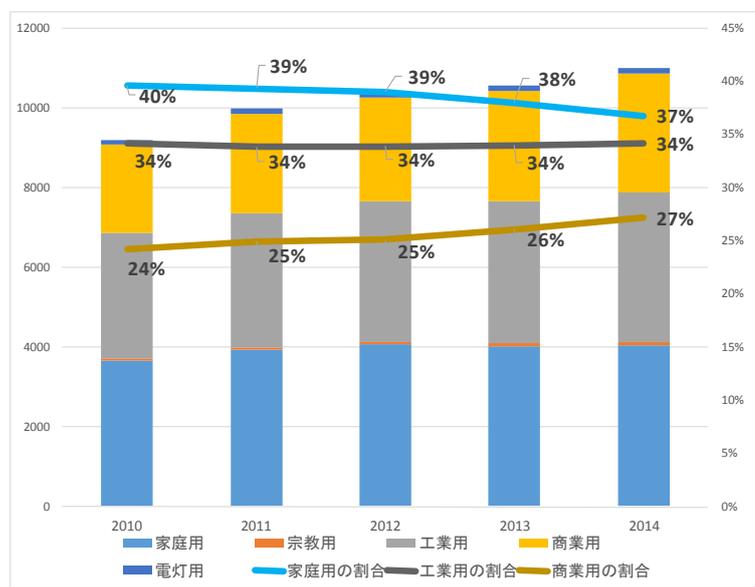


図 2.3 用途別電力消費量 (GWh) と割合の推移

出所：SEA 提供資料

CEB には、電力需要管理 (Demand Side Management : DSM) を担当する部署があり、同部署の説明によれば、省エネや効率的な電力活用のために同国が現在最も重視しているのは、夜間余剰電力の活用とピークカット/ピークシフトである。前述のとおり同国では 2011 年から石炭火力発電所が稼働しており、CEB は将来も石炭火力による発電を増やす計画である。しかし図 2.5 が示すとおり、同国では夜間の電力使用量が極端に少ないため、石炭火力による発電が増えると、夜間の余剰電力が発生す

<sup>23</sup> VS Hydro 社は水力発電機の設置や施工などを行う企業。

<sup>24</sup> マイクロ水力発電に関する他ドナー支援については、P59 に詳細を記載した。

<sup>25</sup> 乾燥地帯に張り巡らされている灌漑水路、山岳地帯に多数存在する小規模河川、上下水道施設内の水流など。

る<sup>26</sup>。これは新たな課題であり、CEB は、こうした夜間余剰電力を有効活用したい意向である。

また、前述のとおり、重工業があまり発展しておらず、家庭の電力消費の割合が多い同国では、1日のうち、午後6時～10時頃の電力消費量が突出している（図2.5参照）。このピーク需要の主なものは、テレビ、照明、扇風機である<sup>27</sup>。図2.5からは、同国のピーク需要がここ10年間で約400MW増加していることもわかる。ピーク需要の増加を抑えることは、安定的な電力の供給や、効率的な電源開発の推進に重要であるため、CEB や SEA は、一般家庭のピーク需要時の電力消費を減らすピークカットや、ピーク需要時に消費していた電力をその他の時間に消費するピークシフトを奨励する施策の導入や、これら施策を支える省エネ製品・技術の普及を重要視している。

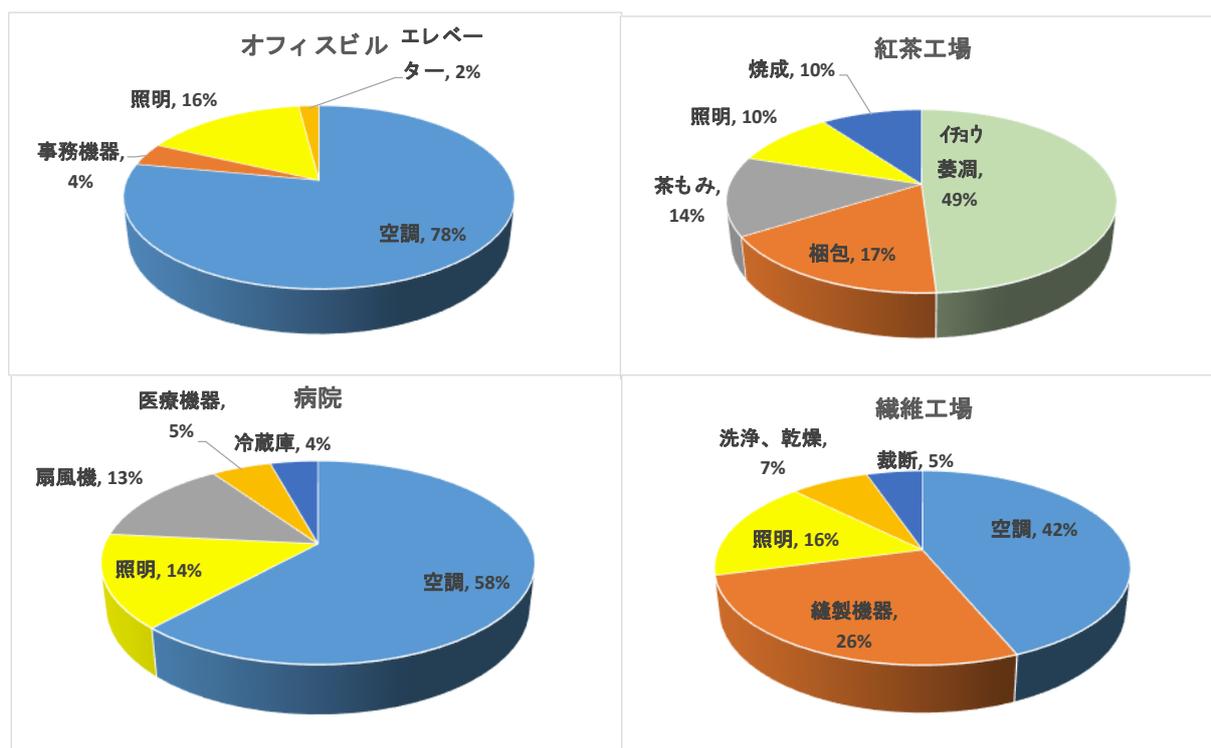


図 2.4 事業主体別電力消費割合

出所：SEA 提供資料

<sup>26</sup> 2014年5月19日を例にとると、電力消費のピーク時（午後7時30分）と最低時（午前3時）では、1,165MWの差が生じている（SEA ウェブサイト <http://www.info.energy.gov.lk> 2015年1月6日アクセス）。

<sup>27</sup> Lord Research (SEA,提供資料.)

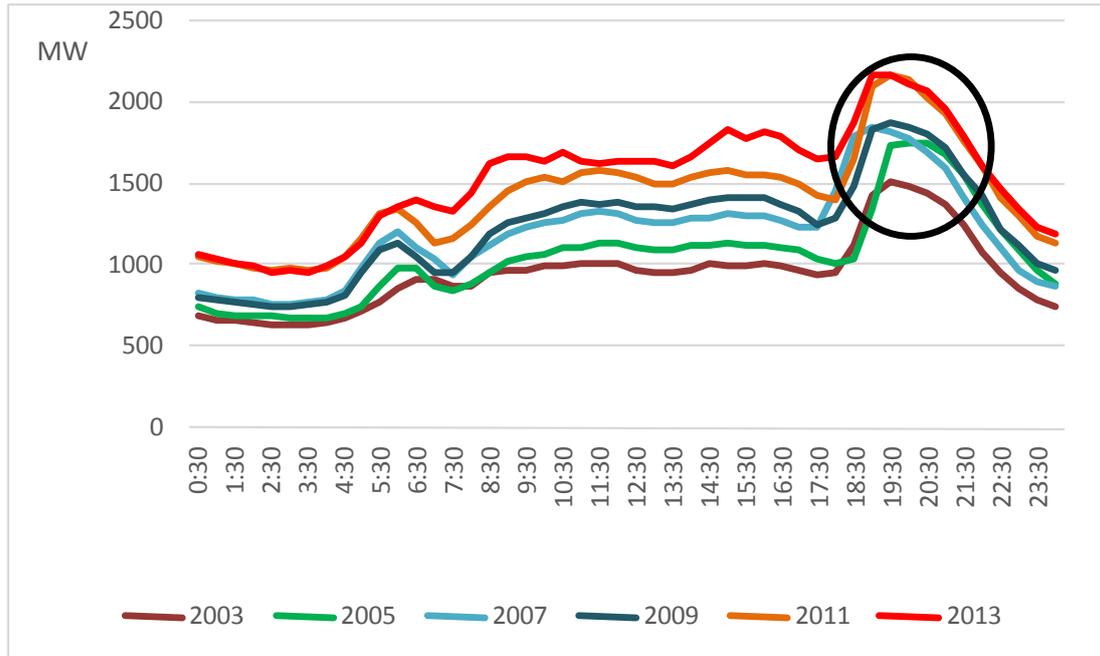


図 2.5 過去 10 年間のロードカーブの推移  
出所：SEA の Sri Lanka Energy Balance から調査団作成

上で述べたスリランカの再生可能エネルギーによる発電や、ピークカット/ピークシフトの推進の重要性を踏まえ、我が国のスリランカ国別援助方針に沿い、電力エネルギー分野の課題・ニーズを以下表のとおりまとめた。

表 2.2 ODA 重点分野と電力エネルギー分野の課題・ニーズ

重点分野	現状と課題（抜粋）	ニーズ
経済成長の促進	<ul style="list-style-type: none"> <li>ディーゼル発電等の増大による電気料金の高騰と大型水力発電所開発の限界</li> <li>輸入燃料への依存によるエネルギーの安全保障上のリスク</li> </ul>	<b>【再生可能エネルギーによる発電】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>再生可能エネルギーのさらなる開発による電源多様化とエネルギーの安全保障</li> <li>マイクロ水力発電など、現在開発が進んでいないが、資源が豊富にあり将来の開発可能性の高い分野に関する調査、技術導入、投資など</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>ピーク需要の突出</li> <li>石炭火力発電による夜間余剰電力の発生</li> </ul>	<b>【省エネ・効率的な電力の活用】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>ピークカット/ピークシフトのための新たな省エネ/蓄電製品・技術の普及</li> <li>夜間余剰電力を活用するための製品、技術の導入</li> </ul>

出所：調査団作成

## 2-1-2 開発計画、政策、法制度

### (1) 電力・エネルギー開発政策

電力エネルギー省 (Ministry of Power and Energy: MOPE) により策定された現行の電力・エネルギー政策は、スリランカ国家エネルギー政策・戦略 (The National Energy Policy & Strategies of Sri Lanka, June 2008) である。同政策では、以下の方針が定められている。

- ① 基本的なエネルギーニーズの充足 (十分な量のエネルギーの継続的な供給)
- ② エネルギーの安全保障 (経済コスト、環境コスト、安定性や便宜性を考慮した最適なエネルギーミックスの実現)
- ③ エネルギーの効率的な利用と節約 (省エネの推進、送配電ロスの削減)
- ④ 国内のリソースの活用 (国内のエネルギー源の最大限の活用と化石燃料の輸入に依存した脆弱した体制からの脱却)
- ⑤ 適切な料金設定 (コストを反映した料金設定、補助金対象の適正化)
- ⑥ エネルギー管理分野の能力向上 (技術開発とグッドガバナンス)

2015年8月の総選挙の直前に当時の MOPE 大臣が「エネルギーセクター開発計画 (2015-2025)」を発表したが、SEA や CEB 職員の説明によれば、同計画は選挙公約の意味合いが強く、正式な長期政策としての位置づけにはないとのことであった<sup>28</sup>。

上記のスリランカ国家エネルギー政策・戦略では、「再生可能エネルギーの設備容量の全設備容量に占める割合を、2000年の1%から、2015年には10%に増やすこと」を目標としており<sup>29</sup>、これは2014年にすでに達成された。省エネの関連では、「エネルギーセクター開発計画 (2015-2025)」において「省エネの努力により、エネルギー需要の年間増加率を2%減少させること」を目標にしている<sup>30</sup>。近年のエネルギー需要 (使用量) の年増加率は1.2% (2011年)、-0.2% (2012年)、1.4% (2013年)<sup>31</sup>であり、安定傾向にあるといえる。なお、MOPE は新しい電力エネルギー政策を策定中とのことであるが、2016年1月1日現在、未発表であった。

### (2) 電力関連制度

#### 1) 再生可能エネルギーによる発電推進のための政策

再生可能エネルギーによる発電を推進し、バランスのとれた電源開発を図るため、CEB は FIT 制度とネットメタリング制度を導入している。

#### a) FIT 制度

FIT 制度は、設備容量 10MW 以下の発電設備による再生可能エネルギー由来の電力を CEB へ売電できる制度で、1990年代初頭に MOPE が導入した。事業者は各種の許可を取得し、CEB と 20年

<sup>28</sup> 同計画では、①2030年までのエネルギー自給率100%達成、②2030年までに総発電力に占める再生可能エネルギーの割合を60% (2020年)、100% (2030年) とする、③総発電力を4,050MW から6,400MW とするなど実現性や技術的な根拠が薄い目標値を設定していることから、SEA や CEB の幹部は同計画を、当時の大臣の政治的広報活動の一環と捉えている。

<sup>29</sup> The National Energy Policy & Strategies of Sri Lanka, June 2008 の4.3

<sup>30</sup> 総選挙前に前の大臣の発表した政策に掲載された。

<sup>31</sup> SEA ウェブサイト “Sri Lanka Energy Balance” を基にニュース調査団が計算。単位は1,000toe (石油換算トン)。

間の売電契約を締結する。同国では、外資による海外の事業者の発電事業への投資も奨励されている。

スリランカでは、同制度により過去 20 数年間で、民間企業による 10MW 以下の小水力発電事業の開発が進んだ。2015 年現在、小水力発電事業に従事している民間企業は 100 社以上あり、前述のとおり設備容量の合計は 293MW である<sup>32</sup>。FIT 制度における売電単価料金は下表の変動価格もしくは固定価格を選択できる。

表 2.3 FIT 制度の売電単価料金 (米ドル/kWh)

技術/電源	変動価格		固定価格		
	維持管理料金 (1~20年)	燃料料金 (1~20年)	期間1 1~8年	期間2 9~15年	期間3 16年~20年
ミニ水力	0.014		0.115	0.044	0.025
ミニ水力 (ローカル*)	0.014		0.118	0.045	0.026
風力	0.010		0.163	0.063	0.036
風力 (ローカル*)	0.010		0.167	0.064	0.037
バイオマス	0.011	0.091	0.072	0.028	0.016
バイオマス (16年以降)	0.014				
農業・工業廃棄物	0.011	0.045	0.071	0.027	0.016
農業・工業廃棄物 (16年以降)	0.014				
廃熱	0.004		0.068	0.026	0.015
2013年時の上昇率	5.16%	3.44%			

注：上記以外の再生可能エネルギー技術に対しては、0.17 米ドル/kWh (20 年間の固定価格) が適用される。

\*ミニ水力 (ローカル) はスリランカ国内製の水車を使用している事業、風力 (ローカル) も同国製のブレードを使用している事業を示す。

出所：Small Hydro Power Development and Renewable Energy In Sri Lanka (SEA, September 2015)

#### b) ネットメータリング制度 (Net Metering System)

再生可能エネルギーによる発電を推進するため、MOPEはネットメータリング制度を2010年から導入した<sup>33</sup>。同制度は、一般世帯が、1,000kVA 以下の再生可能エネルギー発電設備や電気の往来量を計測できるメーターを設置し、CEBとの特別契約を結ぶものである<sup>34</sup>。CEB は、1か月ごとに同制度使用者のメーターを検針する。電力消費量より発電量が少ない場合は、消費量から発電量を差し引いた電力使用量に対して課金される。電力消費量より発電量が多い場合は、請求額はゼロであり、さらに余剰に発電した量を、翌月にクレジットとして持ち越せる。そのため、翌月は、このクレジットに相当する料金が請求額から差し引かれる<sup>35</sup>。

表2.4のとおり、同制度を導入した世帯は、2014年末時点で2,300あり、合計設備容量は13MWである<sup>36</sup>。同制度は、全ての種類の再生可能エネルギーを対象とするが、現在、屋根に太陽光パネルを設置して同制度を適用する例がほとんどである。この場合、発電施設への初期投資額は8~9万ルピーであり、一般的に、月間300kWh以上を消費する世帯が同システムを導入した場合、5~6年で初期投資が回収できる。そのため、エアコンなどの電気製品を多く持っている世帯が、同制度を積極的に活用しているようである。後述のようにスリランカでは、2015年からはEVが普及するようになったため、EVを保

<sup>32</sup> <http://www.ft.lk/article/42819/Self-sufficiency-in-energy> (2015 年 11 月 5 日アクセス)。

<sup>33</sup> Net Metering Development in Sri Lanka (PUCSL)。

<sup>34</sup> ネットメータリング制度の申請方法は別添 2.2 に記した。

<sup>35</sup> 平成 26 年度エネルギー需給緩和型インフラ・システム普及等促進事業報告書 (株式会社 E&T 総研、平成 27 年 3 月)。

<sup>36</sup> SEA 聞き取り。

有する世帯が同制度を導入する例も広がっている<sup>37</sup>。スリランカの一般家庭の電気料金の単価は累進制になっており、以下グラフで示す通り、近隣諸国の主要都市・地域の中でも最も高い部類に入ると言われている。

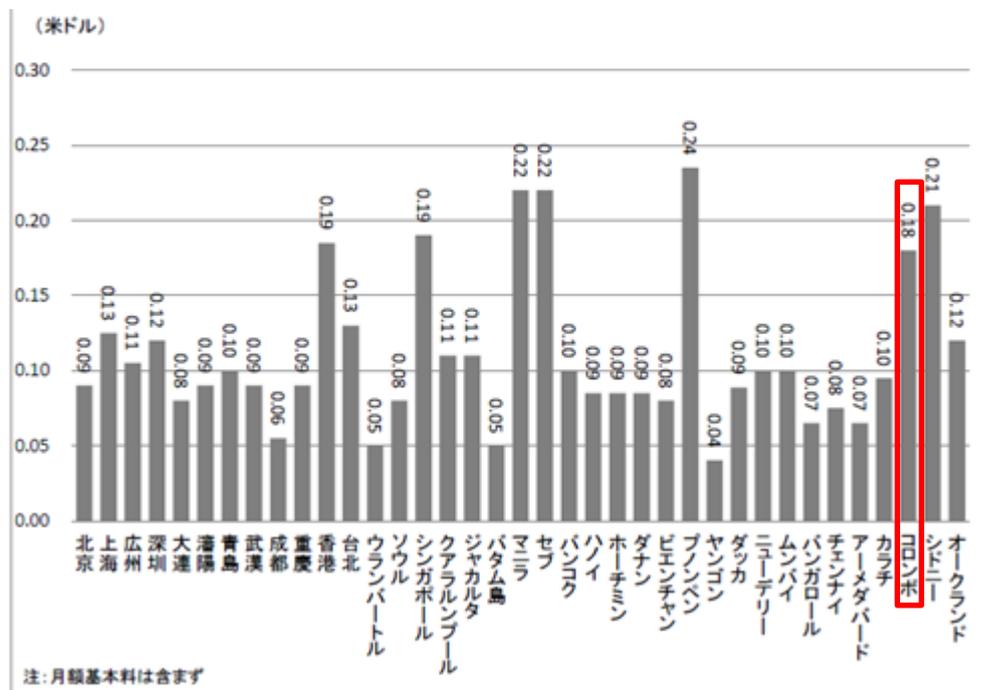


図2.6 一般用電気料金 (1kWhあたり)

出所: 第25回アジア・オセアニア主要都市・地域の投資関連コスト比較 (JETRO、2015年6月)

ネットメタリング制度の普及は、このような世帯に、再生可能エネルギーの活用などによる電力の効率的な利用のための投資インセンティブが高いことを示している。

表2.4 ネットメタリング制度普及状況

項目	2013年	2014年 (2013年比)	累計
利用者 (世帯)	585	1,732(+196%)	2,317
設備容量 (kW)	3,314	10,279(+210%)	13,595

出所: Statistical Digest 2014 (CEB)

## 2) 省エネのための政策

### a) 関連制度・施策活動

ピークカット/ピークシフトの必要性に対し、国家エネルギー管理計画 (National Energy Management Plan (2012 – 2016)) の下、SEA は様々な制度の確立、省エネ啓発活動、CFL (電球型小型蛍光灯) の普及などの施策を実施してきた。このうち、省エネビル基準や省エネラベル表示制度は日本の省エネ促進制度に倣ったものであり、JICA の研修制度や、2008年から2011年に実施された省エネルギー普及促進プロジェクト (技術協力プロジェクト) で技術や知識を身につけた SEA 職員が中心となって導入したものである。

<sup>37</sup> Access Solar 社からの情報。

①エネルギー管理

● 省エネビル基準 (Code of Practice for Energy Efficient Buildings in Sri Lanka 2008)

持続可能エネルギー庁 (SEA) 法令 No.35 の 36(g)項 (2007 年制定) に基づき、以下の省エネビル基準が制定された。

表 2.5 省エネビル基準概要

基準適用の目的	基準の対象となる設備	対象となる施設と基準適用の時期
電力消費量の削減	(a) 外構、(b) 換気、(c) 照明、(d) 発電・配電、(e) 加熱を伴う給水設備	(a)4 階以上、(b)平米数：500m <sup>2</sup> 以上、(c)必要電力：100kVA 以上、(d)エアコン冷却容量：350kW 以上といった特徴を 1 つ以上備える、全ての商業用ビル、工業施設、大規模な住宅の設計や改修時

出所：Code of Practice for Energy Efficient Buildings in Sri Lanka 2008 (SEA) を基に調査団作成

省エネビル基準は、都市開発庁 (Urban Development Authority: UDA)、地方自治体が施設の工事を実施する際に、計画段階から連携して適用されるものであり、基準を満たしたと SEA に認定された施設には星数を示す「スター基準」が授与される。ただし現在、官民の組織の財務状況などを考慮すると、同基準を一斉に厳しく適用し、罰則などを課すことは現実的でないとして SEA は判断している。そのため SEA は、同基準を官民の組織に強制はしておらず、指針として提示することとまっている。

CEB から提供された電力消費量などを基に、SEA は優先的に省エネ対策が必要な建物を特定しており、政府機関の建物には最高裁判所、世界貿易センタービル、セッシリパーヤ合同庁舎 (旧館) などが含まれる (リストは別添 2.3 のとおり)。政府機関の他にも、商業施設、ホテル、銀行などの民間施設で省エネ対策が必要な建物を、SEA は多数特定している<sup>38</sup>。このようにビル省エネのニーズは豊富にある。

● エネルギー監査人の設置と認定制度

スリランカでは、上記 SEA 法 37 項において、エネルギー消費量が一定の許容レベルを超えた事業者は、エネルギー監査を受け、監査人の取りまとめた監査レポートを SEA に提出するように定められている。しかし、この監査を義務付けるための詳細な制度はまだ制定されておらず、現状ではレポート提出は任意となっている。SEA は、監査の義務付けに向けて、エネルギー監査の質向上と、内容の標準化、監査の継続的な実施体制の整備を狙いとし、エネルギー監査人の認定制度を 2011 年 7 月に法制化した。SLEMA が民間の人材に監査にかかるトレーニングを実施し、SEA が監査人の認定を行っている。現在までに 13 名の監査人を SEA は認定<sup>39</sup>している。

SEA は公共施設のエネルギー監査も実施しており、2014 年には 8 件の公共施設を対象としたエネルギー監査を実施した。エネルギー監査は義務化しておらず任意である。そのため、民間企業が受けた監査の数は不明であるが、SLEMA の説明によると、エネルギー消費量の多い、縫製工場、紅茶工場、ゴム加工工場などが自主的に監査を受けているとのことである。監査では、エネルギーの消費状況が分析され、省エネのニーズが高いと判断される代表的な項目や、省エネの方策が監査人より提言され

<sup>38</sup> 企業情報であり民間のリストは非公開。

<sup>39</sup> SLEMA 関係者によると、SEA 認定は受けていないが訓練を受け実質的に監査を行っている監査士が 20 名程度いるとのこと。

る(代表的な項目を業種別に別添2.4に示した)。SLEMAによれば、エネルギー監査における課題は、監査の分析結果に基づき提出された提言が実施に至らないことが多いことである。提言の実施に関し、経営幹部の理解が不十分、実施に必要な資金が調達できない、などが主な理由である。SEAは、ビル省エネを進めるためには、幹部の監査への参加や提言内容の理解を促し、低金利の融資制度を設けることなどの必要性があると述べていた。

スリランカにおけるビル省エネの成功事例としては、サンパット銀行本店(Sampath Centre Building)が挙げられる<sup>40</sup>。これはESCO事業者<sup>41</sup>が実施したものである。ビル省エネ推進にはESCOが重要な役割を果たすが、スリランカの代表的なESCO事業者の説明でも、ビル省エネの推進のためには、経営幹部の省エネに対する理解促進や、対策実施に係る低金利の融資制度の導入などが重要であるとのことであった。

### ● エネルギー管理士の配置と認定制度

上記SEA法(2007年)において、一定以上のエネルギー消費量のある事業者に、企業・事業所内のエネルギーの効率的な使用を促進する業務を行うエネルギー管理士の配置とSEAに対するエネルギー消費量の定期的な報告が義務化された<sup>42</sup>。

企業内のエネルギー管理の質の向上や標準化を狙いとしたエネルギー管理士認定制度も工業、商業セクター向けに2011年7月に法制化された<sup>43</sup>。管理士の業務内容を規定するエネルギー管理ガイドラインでは、認定エネルギー管理士はSEA主催のエネルギー管理研修に継続的に参加することを義務付けている。エネルギー管理士は現在191人認定されている。

SEA法では、エネルギー管理士の配置と報告が、50,000kWh以上の電力、または4,500toe以上の電力を消費する事業者に義務づけられているが、エネルギー監査同様、配置や報告を義務付けるための詳細な制度はまだ制定されておらず、現状では任意となっている。SEAは人員不足などによりエネルギー管理士の配置や報告を十分モニタリングできていないことを認識しており、SLEMAとの協力により配置と報告の徹底を今後強化していく方針である。

### ②省エネラベル表示制度

工業製品の規格を制定しているスリランカ標準協会(Sri Lanka Standard Institute : SLSI)は2009年から、SEAの働き掛けで、星数で省エネ効果を5等級に分けて示すスターラベル表示制度をCFLに導入した(図2.7参照)。同制度の制定には、国立技術研究開発センター(National Engineering Research & Development : NEDR)やモラトワ大学、CEBが製品試験や技術面で協力している。これにより消費者は、物品の購入時に省エネ効果を確認できるようになった。

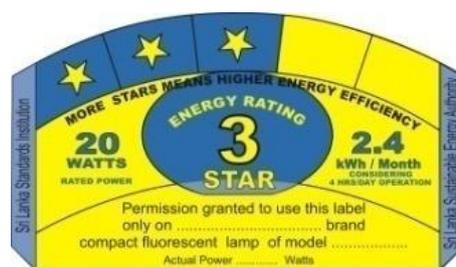


図 2.7 星数を示したラベル  
出所 : SEA ウェブサイト

<sup>40</sup> Access Energy社によるもの。ビル省エネ事業により、同銀行本店ビルは、バックアップ用の発電機(800kVA)の廃止、年間1,900万ルピーのエネルギーコスト削減(向こう5年間で9,500万ルピー)が実現した。施設内の室内空気室の改善、生産性の向上、機材の運転寿命の延長の効果もあった。

<sup>41</sup> ESCO事業とは、省エネに関するさまざまなサービスを顧客に提供し、顧客の利益と地球環境の保全に貢献するビジネス。エネルギー診断に基づく省エネ提案、提案実現のための省エネ設計と施工、省エネ効果の計測と検証などの多様なサービスから本ビジネスは構成されている(出所 : <http://www.jaesco.or.jp/esco/> 2016年1月5日アクセス)。

<sup>42</sup> Sri Lanka Sustainable Energy Authority ACT, No.35 of 2007 36項~38項

<sup>43</sup> 2011年7月20日付No.1715/12官報。

2009年当時スリランカ政府は、白熱電球の代替として省エネ効果の高い CFL を一般家庭に普及させるため、当ラベル表示制度の導入に加え、CFL の輸入関税の引き下げ、低所得者世帯を対象とした CFL の分割払い購入制度などを導入した。その結果、CFL は飛躍的に普及した<sup>44</sup>。これにより一般家庭の省エネが進み、ピーク需要の安定化に貢献している。SEA は、CFL に加えて天井扇風機とバラスト<sup>45</sup>にスターラベル表示制度を導入済みであり、今後は蛍光灯、ラップトップコンピューター、冷蔵庫などに順次同制度を導入する予定である。

SEA は、スターラベル表示制度に加え、最低限の省エネ効果を示す MEPS (Minimum Energy Performance Standard) を制定する準備をしておき、2016年1月にスリランカで初めて同基準が LED 電球を対象に導入される予定である。これは省エネ効果の低い粗悪品を市場から締め出すことを目的としている。

## b) 夜間余剰電力の活用

スリランカ政府は、EV の普及により環境保全を促進し<sup>46</sup>、夜間電力消費を奨励するため、2014年末から EV の輸入関税を 25%から 5%に引き下げた<sup>47</sup>。関税引き下げにより、EV の市場価格がガソリン車やハイブリッド車と比較して安価になった<sup>48</sup>ことから、表 2.6 が示すとおり同国では、2014年には 100 台であった EV の登録数が、2015年には 1~10 月までの 10 ヶ月間で 2,485 台になっており、普及し始めている<sup>49</sup>。調査団がコロンボの EV 所有者や自動車販売業者にインタビューしたところ、同国で最も普及している EV はニッサンリーフで、関税が低いことから、ガソリン車やハイブリッド車に比べて販売価格が低く、品質も評価されている。一回のフル充電で 100~150 キロの走行距離であるため、同国の主要地方都市間や遠方への移動には適さないことが、消費者の購入意欲にブレーキをかけており、2015年12月現在コロンボに一箇所しかない急速充電ステーションが、将来全国各地に設置されれば、さらに普及が広がるであろうとの見解であった。

また CEB は、夜間余剰電力の活用や、ピークカット／ピークシフトのために、表 2.7 のとおり、工業・ホテル向けの時間別電気料金制度を 2006 年より導入している。

<sup>44</sup> 1 個以上 CFL を使用している家庭の割合は都市部で 100%、農村部で 94% (省エネルギー普及促進プロジェクト事後評価報告書、JICA2014 年 5 月)。

<sup>45</sup> バラストとは、電圧の変換と電流の制御を行う安定器のこと。

<sup>46</sup> 環境省は「スリランカ国家運輸方針 (National Policy on Transportation in Sri Lanka 2008)」において、ガソリン燃料からの脱却、ハイブリッドや電気自動車への優遇措置などの施策を挙げている。また、排ガスや騒音を抑制するため 2 ストロークの自動三輪車の輸入を 2008 年 1 月から禁止している。

<sup>47</sup> <http://www.sundaytimes.lk/150301/business-times/electric-car-re-charging-centres-to-be-set-up-countrywide-137251.html> (2016 年 1 月 5 日アクセス)

<sup>48</sup> 2015 年 6 月現在、電気自動車の日産リーフが 3.2 百万ルピー前後に対し、ハイブリッドのトヨタプリウスが 4.5 百万ルピー前後、ガソリンのトヨタ Axio が 4.2 百万ルピー前後であった (いずれも 2 年中古)。

<sup>49</sup> 2014 年 11 月に発表された 2015 年の政府予算案で、輸入車両の査定方法の変更が提案された。これが可決されれば、EV の輸入関税が 5%から 50%に増額となり市場価格が上昇するが、大統領が増額を再考するようにと指示を出しているという報道もあり、当報告書執筆時点の 2016 年 1 月時点では未確定である。

表 2.6 燃料別自動車登録台数の推移

登録年	電気(EV)	ハイブリッド <sup>※</sup> (ガソリン/電気)	ハイブリッド <sup>※</sup> (ディーゼル/電気)
2008	4		
2009	2		
2010			
2011	1	4,414	
2012	1	2,570	
2013	13	8,577	
2014	100	23,288	1
2015*	2,485	35,451	188

出所：Statistical Digest 2014 (CEB)を基に調査団作成

\*2015 年は1月～10月の合計

出所：SEA からの提供資料を基に調査団作成

表 2.7 工業・ホテル用電気料金

料金カテゴリー	工業用	ホテル用
<b>Rate 1</b>	300kWh/月未満	21.50+ 600.00
42kVA以下の単価 (ルピー-/kWh)	10.8+	
+ 固定価格 (ルピー-/月)	600.00	
	300kWh/月以上	
	12.2+	
	600.00	
<b>Rate 2</b>	日中：11.00	日中：14.65
42kVA以上の単価 (ルピー-/kWh)	ピーク：20.50	ピーク：23.50
	オフピーク：6.85	オフピーク：9.80
+ 需要料金 (ルピー-/kVA)	+	+
+ 固定料金(ルピー-/月)	1100.00	1100.00
	+	+
	3000.00	3000.00
<b>Rate 3</b>	日中：10.25	日中：13.70
11kVA以上の単価 (ルピー-/kWh)	ピーク：23.50	ピーク：22.50
	オフピーク：5.90	オフピーク：8.80
+ 需要料金 (ルピー-/kVA)	+	+
+ 固定料金(ルピー-/月)	1000.00	1000.00
	+	+
	3000.00	3000.00

一般家庭用の電力料金は、表 2.8 のとおり、使用量に従い単価が設定されており、一日のうちでの単価の変動はなかったが、CEB は 2015 年 9 月から、表 2.9 のとおり、一般家庭も希望により時間別電力料金を導入できる制度を導入した<sup>50</sup>。これは夜間の EV 充電を奨励するための策である<sup>51</sup>。

表 2.8 一般家庭用電気料金

1 か月の電力消費量 (kWh)	電力料金単価 (ルピー-/kWh)	固定価格 (ルピー-/月)
月電力消費量が 60kWh 以下の場合		
0-30	2.50	30.00
31-60	4.85	60.00
月電力消費量が 60kWh を超えた場合		
0-60	7.85	なし
61-90	10.00	90.00
91-120	27.75	480.00
121-180	32.00	480.00
>180	45.00	540.00

出所：CEB ウェブサイト (<http://www.ceb.lk/for-your-residence/> 2015 年 10 月 25 日アクセス)

<sup>50</sup> 前月の電力消費量を基準とする。

<sup>51</sup> SEA 幹部によれば、CEB による家庭用の時間別電力料金をの導入は評価できるが、ピーク時の単価設定が高すぎ、導入のインセンティブが低いため、料金設定の調整が必要との意見であった。

表 2.9 家庭用時間別料金表

電力使用時間	電力料金 (ルピー/kWh)	固定価格 (ルピー/月)
オフピーク (22:30-05:30)	13	540
日中 (05:30-18:30)	25	
ピーク (18:30-22:30)	54	

出所：PUCSL からの提供資料を基に調査団作成

(3) 電力・エネルギー分野関連省庁の概要

電力・エネルギー関連の関係省庁、公的機関位置付けは下図のとおりである。電力事業は、CEB、SEA、および民間発電業者が担っている。

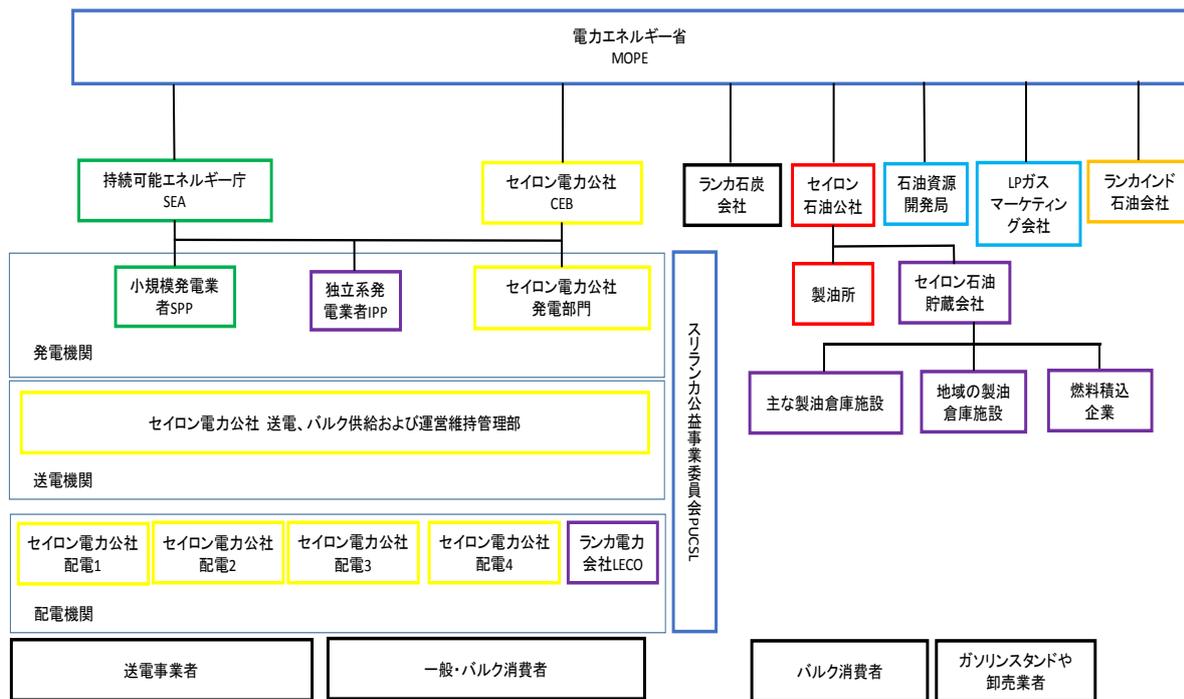


図 2.8 電力エネルギーセクター関連機関の位置づけ

出所：SEA 入手資料より調査団作成

MOPE は電力・エネルギーに関する開発計画、政策、法制度整備を管轄している。スリランカ公共事業委員会（Public Utility Commission of Sri Lanka : PUCSL）は、中立的な許認可権限者として、事業者（発電、送電、配電）へのライセンス交付や電気料金改定の承認、消費者保護、紛争解決、各種基準の設定を行っている<sup>52</sup>。

2015 年 11 月現在の一般家庭用の電力料金は表 2.7 のとおりであり、これは 2014 年 9 月 16 日 PUCSL

<sup>52</sup> スリランカ電力法（2009 年）。

により改定されたものである。前述のとおり、一般家庭では最近、表 2.8 に示す時間別料金の選択も可能となった。

スリランカ電力法では PUSCL は、年 1 回電気料金の見直しを行い、必要に応じて改定すること、と規定しているが<sup>53</sup>、実際は、メディアの反発や政治的意図が働いて、改定に至らない場合も多い<sup>54</sup>。

CEBは1969年11月1日に設立された<sup>55</sup>準政府組織である。CEBは発電<sup>56</sup>、送電、配電のライセンスを PUSCL から取得しており、スリランカ全域でおよそ521万人の消費者に電力を供給している<sup>57</sup>。

同国の電力料金は原価方式が採用されている。しかし、貧困世帯への保護が社会的・政治的に強調された結果、月間消費量が60kWh以下の消費者には発電コスト以下の価格で供給しなくてはならない料金設定となっており、これら世帯数が増えるほどCEBの赤字は増える。また2011年、2012年の異常渇水による大規模水力発電量の減少、それに伴う火力発電量の増加、石油価格の上昇、ルピーの減価などによりCEBの財務状況はさらに悪化した<sup>58</sup>。2013年には降雨状況の好転による水力発電量の増加や、石炭火力発電所の稼働による燃料コストの軽減などが功を奏し、黒字に転換した。他方、2013年は負債額が増し、借入利率の上昇により<sup>59</sup>財務経費が大幅に増加した。こうしたCEBの財務状況は将来も楽観できる状況とはいえない。

表2.10 CEBの財務状況（百万ルピー）

	2009	2010	2011	2012
売上高	110,518	121,862	132,460	163,513
直接費	-118,186	-116,168	-151,448	-222,419
総利益/(損失)	-7,668	5,694	-18,988	-58,906
管理費	-2,870	-1,851	-1,636	-2,997
営業利益/(損失)	-7,126	6,905	-16,814	-16,814
その他収入	3,421	3,062	3,810	3,810
財務経費	-2,212	-2,047	-3371	-3,769
税引前利益/ (損失)	-9,338	4,858	-20,185	-61,447

注：2013年と 2014年については情報未公開

出所：CEB Annual Report 2013 (unaudited)

スリランカにおける独立系発電業者（Independent Power Producer：IPP）は、ディーゼルエンジンやコンバインドサイクルによる火力発電を行っている。1990年代半ばの長期計画停電がこうしたIPPの発現を促した。2013年末時点においてIPPによる発電所は7カ所稼働している。近年、初期の時点で契約したCEBとIPPとの売電契約（20年間）が順次切れるが、これらの売電契約の単価設定が高め

<sup>53</sup> PUSCL 聞き取り。

<sup>54</sup> 2013年にPUCLが料金改定（値上げ）を発表した際は、メディアの反対や大統領などの政治家による介入があり、数ヶ月間改定が実行されなかった。

<sup>55</sup> 1969年のセイロン電力委員会法 No.17。

<sup>56</sup> 2013年時点で27カ所の発電所を保有（Annual Report 2013）。

<sup>57</sup> スリランカでは発電はCEB及びIPPやSPPなどの民間企業が担っている。送電を実施しているのはCEBのみである。配電については、CEBがスリランカ全土の配電を担当しているが、コロンボ市に隣接したコーッテ市だけはランカ電力会社（Lanka Electricity Company (Pvt.) Ltd.：LECO）が配電している。

<sup>58</sup> ピーク需要対応型電源最適化計画調査ファイナル・レポート要約（JICA、2015年2月）。

<sup>59</sup> CEB 聞き取り。

であるため<sup>60</sup>、CEB はそれらを極力延長せず、石炭火力発電により電力需要に応え、電力料金の低減を図る方針である。

小規模発電業者（Small Power Producer：SPP）は水力、風力、太陽光、バイオマスなどの再生可能エネルギーを活用した IPP である。1996 年から 10MW 以下の発電を行う SPP と CEB との売電契約が標準化され、現在 183 の事業所が PUCSL から発電認可を受けている<sup>61</sup>。

MOPE の傘下にある SEA は、再生可能エネルギーの推進、調整を行う政府機関であり、前述のエネルギー監査人／管理士制度や省エネラベルの設置、省エネ促進プログラムなどの施策を実施している。

### 2-1-3 ODA の事例分析

我が国は国別援助方針に沿って、拡大するスリランカのエネルギー需要に対応するため、「電力事情改善プログラム」の下、電力供給信頼度の向上と効率化のため、電源多様化や再生可能エネルギーの活用及びエネルギーの効率的な活用に資する案件を中心とした支援を行っている。2015年10月には両国首相により「日・スリランカ包括的パートナーシップに関する共同宣言」が発表され、スリランカの電力マスタープラン策定や高効率石炭火力発電促進への我が国による支援が約束された。電力・エネルギーに関連する主なODA事業は表2.10のとおりである。

---

<sup>60</sup> CEB や SLEMA 等の関係者の説明によれば、契約当時、スリランカは内戦中で治安も不安定であり、投資環境が良好ではなかったことから、発電事業への投資を促すためには、高い単価で契約をせざるをえなかったとのことである。

<sup>61</sup> Public Utilities Commotion of Sri Lanka Corporate Strategy and Plan 2014 – 2016。

表2.11 電力・エネルギーに関連する我が国のODA事業

案件名	協力スキーム	実施期間 <sup>62</sup>	概要
全国送配電網整備・効率化計画	有償資金協力	2015年～	本邦企業が比較優位を有する低損失送電線を導入し、送電損失率を改善することを目的とした事業。具体的には送電設備新設・更新・増設及び変電所等の新設・増強や、配電線増強・改良及び変電所新設を行う。
ピーク対応型電源最適化調査	有償勘定技術支援	2013年3月～2014年11月	ピーク需要対応型の電源開発の必要性が高まる中、スリランカの電力需要の特性、既存の電源構成をふまえ、最適なピーク需要対応の観点から、揚水発電の導入や一般水力の運用の可能性、電源計画、最適な運用の検討を行った。
アッパーコトマレ水力発電所事業Ⅱ	有償資金協力	～2014年	スリランカ最後の新規大規模水力発電事業として、マハウェリ河支流コトマレ河に150MWの流れ込み式水力発電所を建設した。
大コロambo圏送配電損失率改善計画	有償資金協力	2012年～	大規模な電源開発が進む一方、送配電損失率の改善と送配電容量の増強を目指した。
ハバラナ・ヴェヤンゴダ送電線建設事業	有償資金協力	2011年～	北中部州ハバラナから首都近郊ヴェヤンゴダへの電力供給の重要拠点間に、電力ロス率の低い送電線を敷設し、変電所2カ所を建設・増強した。
ワウニア・キリノッチ送電線修復計画	有償資金協力	2010年～	スリランカ北部ワウニア及びキリノッチの間の紛争により破壊された送電線・変電所を再建し、全国送配電網への接続を図った。
省エネ普及促進プロジェクト	技術協力プロジェクト	2008年～2011年	スリランカ内の一般家庭・企業・公共機関を対象に都市部・農村部の全地域で省エネ活動を推進するため、SEAを中心とした組織強化や基盤整備を行った。

出所：JICA ホームページの情報を基に調査団作成

スリランカの電力・エネルギーセクター開発における主なドナーはアジア開発銀行（Asian Development Bank：ADB）、中国、イラン、JICAである。これら4ドナーの総額が上記セクターへの援助総額の9割を占める。ADBは発電コスト削減、地方電化、再生可能エネルギー、省エネによる電力効率化を重視した事業を実施している<sup>63</sup>。例えば Sustainable Power Sector Support Project では、19カ所の紅茶・ゴム農園で老朽化したマイクロ水力発電所のリハビリテーション事業を行っており、合計1.3MWの発電が見込まれている。

ドイツ国際協力公社（Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit：GIZ）は中小企業を対象に、エネルギー監査を促進する事業を実施中である。同事業は、①中小企業を対象とした省エネ研修の実施、②同企業による監査受け入れ決定、③監査人による監査の実施、④監査人から中小企業

<sup>62</sup> 有償資金協力事業の実施年は事業開始（E/N署名）年を記した。

<sup>63</sup> ピーク需要対応型電源最適化計画調査 案件概要表（JICA、2015年7月22日）。

へ監査結果を報告、⑤同企業が報告に従って改善を図る場合、銀行が改善費用を低利で融資、といった流れの活動を実施している。

## 2-2 我が国中小企業等が有する製品・技術等の有効性の分析

### 2-2-1 中小企業等が有する製品・技術を取り巻く環境

#### (1) マイクロ水力発電機

我が国で営業用水力発電所が初めて誕生したのは1892年である。その後1894年の石炭価格高騰の影響を受け、日本国内に水力発電企業が次々と誕生した<sup>64</sup>。現在、水力発電による年間発電量は836億kWhである。日本国内におけるマイクロ水力発電の開発は、2011年に発生した東日本大震災以後に活発化した。

マイクロ水力発電を含む中小水力発電の市場規模<sup>65</sup>は、震災前の2010年時点で525億円であった。2013年の同市場規模は1,532億円であり、2010年の市場規模と比較して約3倍に成長した<sup>66</sup>。2015年現在では、日本国内のマイクロ水力発電の需要に国内メーカーの供給が追い付いていない状況となっている<sup>67</sup>。

我が国においてマイクロ水力発電の導入が進んだ理由の一つは、公的機関などによる事業主への導入支援である。例えば農林水産省は、地域用水環境整備事業の一環として、都道府県を対象に、農業水利施設を活用したマイクロ水力発電の導入を支援している<sup>68</sup>。財団法人新エネルギー財団は、小水力発電所の設置を通じた地域の活性化と雇用創出を図る「ハイドロバレー計画」<sup>69</sup>を2002年から実施している。同施策の結果、土地改良区、上下水道、農業用水路などへのマイクロ水力発電の導入例<sup>70</sup>が増えている<sup>71</sup>。各都道府県も、地域内の市町村を対象としたマイクロ水力発電導入への補助金制度を実施している。例えば、福岡県は久留米市の南部浄化センターへのマイクロ水力発電機導入事業における910万円の導入費用の半額を負担している。

このように現在、我が国ではマイクロ発電事業の導入例が増えており、マイクロ発電の技術を提供する企業は増大する国内需要を満たし事業規模の拡大を図っているが、水源の問題もあり、今後我が国に設置できるマイクロ水力発電の数は限られている。このため同業界協議会は、国内需要が満たされた後を見据えて、アジア各国へ我が国のマイクロ水力発電技術を普及できる可能性を検討している。



南部浄化センターの  
マイクロ水力発電

出所：久留米市南部浄化センターにおける小水力・太陽光ハイブリッド発電

<sup>64</sup> 出所：電気の歴史（日本の電気事業と社会）（電気事業連合会 <http://www.fepc.or.jp/enterprise/rekishi/meiji/index.html>（2015年10月29日アクセス））。

<sup>65</sup> 国内にある環境産業にとっての内外市場規模（売り上げベース）。以下、本項目内で使用する「市場規模」は同義とする。

<sup>66</sup> 出所：環境産業の市場規模・雇用規模等に関する報告書（環境産業市場規模検討会 2015年7月）。

<sup>67</sup> 小水力利用促進協議会からの聞き取りより。

<sup>68</sup> 出所：地域用水環境整備事業に係る運用 <http://www.maff.go.jp/j/nousin/seibi/pdf/bessi15.pdf>。

<sup>69</sup> 出所：ハイドロバレー計画の概要（経済産業省 資源エネルギー庁）

[http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity\\_and\\_gas/electric/hydroelectric/ecology/hydro/](http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electric/hydroelectric/ecology/hydro/)（2015年10月29日アクセス）。

<sup>70</sup> 大分県日田市浄化センターや久留米市南部浄化センターなどへ導入済み（出所：北陸精機、<http://www.s-hokuriku.com/archimedes.html>（2015年10月29日アクセス））。農業用水路を利用した発電では、栃木県那須野ヶ原土地改良区の百村第一発電所など（小水力発電協議会 2015年10月25日アクセス <http://j-water.org/result/case05.html>）。

<sup>71</sup> 出所：小水力発電とは（全国小水力利用推進協議会 <http://j-water.org/about/index.html#about01>（2015年10月29日アクセス））。

## (2) 省エネ機器

我が国の省エネ対策は、1970年代の2度の石油危機を契機に開始された。この時期に我が国政府は、省エネ関連の法制度を整え、トップランナー方式、省エネラベリング制度など各種支援政策を推進した<sup>72</sup>。消費者の省エネ意識は、2011年の東日本大震災を契機に大幅に向上し、省エネを意識した製品・サービスの普及につながった<sup>73</sup>。

省エネ関連の市場規模は、震災前の2010年で9兆2480億円であった。2013年の市場規模は12兆8,506億円であり、2010年の市場規模と比較して約3,500億円拡大した。省エネ電化製品に焦点を当てると、LED照明の市場規模は2010年の時点で540億円であったが、2013年には約4,096億円に達した<sup>74</sup>。

我が国では、政府による事業者や消費者を支援する諸施策の実施が、省エネ関連市場規模の拡大し、省エネ技術の発展を促進している。表2.12に、中小企業庁による支援の例「中小企業・小規模事業者ものづくり・商業・サービス革新事業」<sup>75</sup>を示した。これは中小企業の省エネ制御器、省エネモーター、省エネ空調装置、省エネ清掃用具などの省エネ製品技術の開発を支援するものである。

表 2.12 我が国の省エネ製品・技術の開発/導入支援策

省エネ製品・技術の開発支援策	省エネ製品・技術の導入支援策
<ul style="list-style-type: none"> <li>省エネ大賞<sup>76</sup></li> <li>トップランナー方式</li> <li>中小企業・小規模事業者ものづくり・商業・サービス革新事業<sup>77</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存建築物省エネ化推進事業</li> <li>地域工場・中小企業などの省エネ設備導入補助金</li> <li>エネルギー使用合理化等事業者支援補助金<sup>78</sup></li> </ul>

出所：調査団作成

## (3) 急速充電器

世界トップクラスの技術を持つ日本メーカーの電気自動車は、全世界で急速に普及している。日本国内のEV（PHV<sup>79</sup>を含む）の保有数は、2009年は2,106台であったが、2013年は84,928台に増加した<sup>80</sup>。全世界でも2011年のEV販売台数は50万台未満であったが、2014年には300万台を超え、EV

<sup>72</sup>平成15年度エネルギーに関する年次報告（省エネルギー庁

<http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2004html/1-3-5.html>（2015年11月1日アクセス）。

<sup>73</sup>家庭の節電・CO<sup>2</sup>削減行動に関する調査（夏期調査）の結果について（2012、震災前後の節電意識の推移 <https://www.env.go.jp/press/files/jp/22132.pdf>）。

<sup>74</sup>環境産業の市場規模・雇用規模等に関する報告書（環境産業市場規模検討会 2015年7月）。省エネ電化製品全体の2013年の市場規模は12,838億円であり、2010年の市場規模の15,848億円より減少している。2011年の地デジ化に伴う省エネラベル付き液晶テレビの販売台数の減少（2010年7,026億円⇒2013年678億円）によるものと考えられる。

<sup>75</sup>平成25年度補正 中小企業・小規模事業者ものづくり・商業・サービス革新事業2次公募 採択案件一覧（全国中小企業団体中央会）。

<sup>76</sup>一般財団法人省エネルギーセンターが経済産業省から支援を受けて、省エネ意識の浸透、省エネ製品の普及促進などを目的として実施している（<http://www.eccj.or.jp/bigaward/index.html>）。

<sup>77</sup>平成25年度補正予算中小企業・小規模事業者ものづくり・商業・サービス確信事業2時公募・採択案件一覧（全国中小企業団体中央会）

<sup>78</sup>省エネ補助金比較表（2015、低炭素支援株式会社）

<sup>79</sup>Plug-in Hybrid Vehicleの略称。外部電源から充電が可能なハイブリッド自動車。三菱アウトランダーなどが同車種に当たる（出所：PHV（プラグインハイブリッド自動車）とは 経済産業省、アクセス日2015年11月5日 <http://www.meti.go.jp/policy/automobile/evphv/what/phv.html>）

<sup>80</sup>電気自動車等保有台数統計（推定値）（一般社団法人次世代自動車振興センター、アクセス日2015年10月29日 <http://www.cev-pc.or.jp/tokei/hanbai.html>）

世界販売台数のうち、3割が日本メーカーの電気自動車であった<sup>81</sup>（図 2.9 参照）。

日本メーカーの電気自動車の普及に伴い、急速充電器の設置数も国内外で増加している。図 2.10 が示すとおり、2015 年 10 月時点で日本国内に設置されている急速充電器の台数は 5,487 台であり、2014 年 10 月より 3,358 台増加した。2015 年 10 月時点で、海外に設置されている主に日本車が採用している急速充電国際規格である CHAdeMO（チャデモ）方式の認定を受けた急速充電器は 3,713 台（欧州 2352、米国 1306、その他 55）であり<sup>82</sup>、2014 年 9 月より 1,162 台増加した<sup>83</sup>。日本メーカーの電気自動車の普及につれ、同方式の急速充電機は増加傾向にある<sup>84</sup>（図 2.9 参照）。

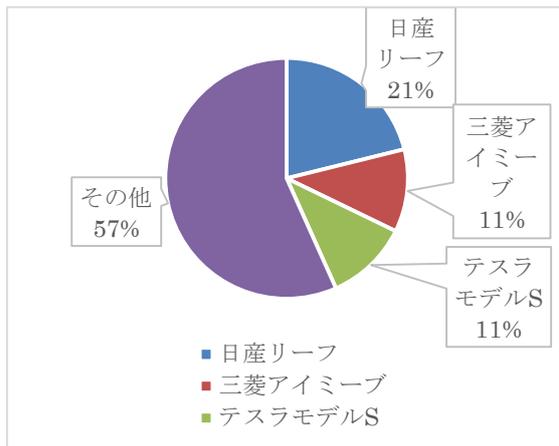


図 2.9 全世界を対象とした車種毎の電気自動車シェア（2014 年）

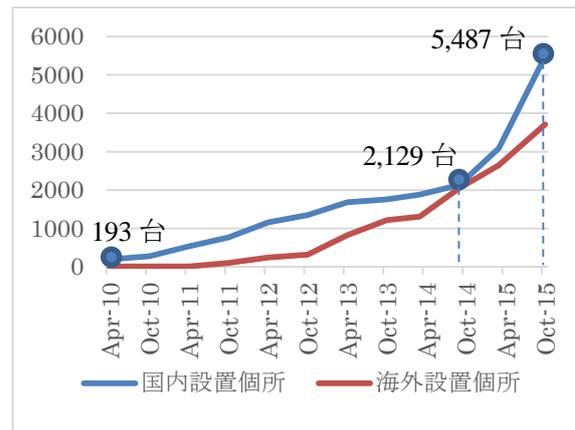


図 2.10 CHAdeMO 方式の電気自動車急速充電器設置数（2015 年）

2010 年の急速充電器および普通充電器を合わせた EV 充電設備の市場規模は 9 億円であったが、2013 年では 6 億円に縮小した。CHAdeMO 協議会によれば、同市場規模が減少したのは、充電器の普及が縮小したのではなく、2010 年以降、急速充電器の単価が低下したことが理由である<sup>85</sup>。2015 年現在、我が国の総合スーパーや百貨店、ホームセンターなどによる普通充電設備の設置も進んでおり<sup>86</sup>、また、図 2.10 のとおり急速充電器の設置台数も増えている。

我が国の一般社団法人次世代自動車振興センターや、全国の地方自治体<sup>87</sup>などは、補助金を通じて、一般消費者や事業者による EV や EV の周辺機器である充電設備などの導入を支援している。次世代自動車振興センターの補助金制度の例を表 2.13 に示した。

<sup>81</sup> EV の技術進化と将来社会の展望（2015、廣田、<http://expo.jsae.or.jp/wp-content/uploads/2015/06/f508f46f5082c8da0b6b73d59a1cd884.pdf>）  
<sup>82</sup> 日産リーフなどの日本製電気自動車は CHAdeMO 規格の急速充電器に対応している。急速充電器の規格として、CHAdeMO は、米 Combo、独 Combo、中国 GB/T 規格と共に国際電気標準会議で国際規格に認定されている。  
<sup>83</sup> CHAdeMO 急速充電器設置箇所数の推移（2015、CHAdeMO 協議会）<http://www.chademo.com/wp/pdf/japan/qckasyosuii.pdf>  
<sup>84</sup> CHAdeMO 協議会（<http://www.chademo.com/>）  
<sup>85</sup> 急速充電器設置業者によれば、日産製の急速充電器は、2011 年が 150 万円、2012 年が 76 万円と価格が下がっている（アクセス日 2016 年 1 月 28 日 <http://www.tomobishi.co.jp/ev/>）  
<sup>86</sup> 環境ビジネスオンライン（アクセス日 2015 年 11 月 14 日 <http://www.kankyo-business.jp/news/011070.php>、<http://www.kankyo-business.jp/news/010834.php>）。  
<sup>87</sup> 全国自治体補助金情報一覧（日産リーフ、アクセス日 2015 年 10 月 29 日 <http://ev.nissan.co.jp/LEAF/GRADE/subsidies.html>）。次世代自動車充電インフラ整備促進事業（一般社団法人次世代自動車振興センター アクセス日 2015 年 10 月 29 日 [http://www.cev-pc.or.jp/hojo/hosei\\_outline.html](http://www.cev-pc.or.jp/hojo/hosei_outline.html)）、クリーンエネルギー自動車等導入促進対策補助金（一般社団法人次世代自動車振興センター アクセス日 2015 年 10 月 29 日 [http://www.cev-pc.or.jp/lp\\_clean/](http://www.cev-pc.or.jp/lp_clean/)）など。

表 2.13 次世代自動車振興センターの補助金制度の例

名称	補助対象	補助内容
次世代自動車充電インフラ整備促進事業	地方公共団体、個人、法人、リース会社	急速充電設備の購入費、設置工事費など
クリーンエネルギー自動車等導入促進対策補助金	車両購入者、会社	クリーンエネルギー自動車の購入費用など。4年間の車両保有義務。

出所：一般社団法人次世代自動車振興センターのウェブサイトを基に調査団作成

### 2-2-2 活用が見込まれる中小企業の製品・技術の強み

表 2.13 は、2-1 で述べたスリランカの開発課題の解決に貢献し、同国のニーズを満たすために活用が見込まれる我が国中小企業の製品・技術の特徴や強みなどをまとめたものである。同表には提案製品の製造会社および製品業界団体が、当該製品の強みとして強調している点をまとめた。

なお本調査は、スリランカにおいて、日本の中小企業の優れた省エネ・再生可能エネルギー関連の製品や技術に優位性があり、活用が見込まれるという仮定で実施したが、調査の結果、スリランカの省エネ・再生可能エネルギー関連の市場には、既に欧州や中国・韓国、現地企業の製品・技術が参入しており、我が国の製品・技術には、機能面で特筆すべき点は一定程度あるものの、価格を考慮すると絶対的な優位性や活用可能性があるとは必ずしも言えないことがわかった。

現地および海外同業他社製品と我が国製品との技術や価格面の比較については 2-2-4 で、我が国製品がスリランカで活用されるために改善や強化が求められている点については 2-2-3 で述べる。

表 2.14 スリランカの開発課題と本調査で提案した中小企業の製品・技術

製品・技術	【対応する開発課題】概要・特徴	提案製品の強み	主要企業
マイクロ水力発電 	<p><b>【再生可能エネルギーによる発電の開発】</b>                      落差が小さく、流量の少ない小規模河川、農業用水路、上下水道設備などに設置可能。再生可能エネルギーを用いた持続可能な電力供給に貢献。設置個所に合わせたさまざまなタイプの水車を製造しているため、設置条件に合うマイクロ水力発電機を製造することが可能。</p>	<p>①低落差（10m 以下）での高発電効率                      ②耐久性が高い                      ③上下水道設備や農業用水路への設置が可能                      ④価格帯：【本体】設備容量および設置地点による、【部品】水車のタイプによる</p>	<p>・(株) 協同アルミ                      ・(株) 北陸精機                      ・田中水力 (株)                      ・その他企業</p>
省エネ機器 	<p>(1)省エネ製品（遮熱製品、LED 製品）</p> <p><b>【省エネ・効率的な電力の活用】</b></p> <p>(a) 遮熱製品                      窓や屋根に設置・塗装し冷房効果を高めることが可能。一般家庭、公共施設、商業施設の消費電力および電気代の削減へ貢献。</p> <p>(b) LED 製品                      耐久性が高く一定の品質を担保した LED 電球を更に普及することで、白熱電球や CFL 電球使用時以上の節電が可能。商業ビルやオフィスビル、一般家庭の消費電力の削減、ピークカットに貢献。自動点灯などの特殊性能を活用することで、効率的な節電が可能。</p>	<p>①節電効果が高い（節電率：約 20%~35%、耐久性：約 10 年）                      ②断熱性能や防犯機能などの特殊性能を有するものもある。                      ③維持管理が簡易                      ④価格帯：製品による（例：遮熱パネル 15,000 円/1m<sup>2</sup>～、遮熱塗料 1,500 円/1m<sup>2</sup>～）</p> <p>①節電効果が高い                      ②耐久性が高い                      ③自動点灯などの特殊性能を有するものもある。                      ④価格帯：自動点灯 LED 約 3,000 円～</p>	<p>・(株) エコミナミ                      ・(株) 飯田照明                      ・日本中央研究所 (株)                      ・その他企業</p>

製品・技術	【対応する開発課題】概要・特徴	提案製品の強み	主要企業
	<p>(2) エネルギー管理システム (Energy Management System: EMS) <sup>(注)</sup> 周辺機器</p> <p>【省エネ・効率的な電力の活用】 再生可能エネルギーや夜間電力で充電した電力を需要ピーク時に利用することが可能。同電力の効率的な活用により電力のピークカット/ピークシフトに貢献。</p>	<p>①既存システム (ビルエネルギー管理システム (Building Energy Management System: BEMS) など) との連携。</p> <p>②再生可能エネルギーおよび夜間余剰電力の効率的な活用</p> <p>③価格帯：設備容量による。</p>	<p>・棚橋電気 (株)</p> <p>・レスク (株)</p> <p>・その他企業</p>
<p>急速充電器</p> 	<p>【省エネ・効率的な電力の活用】 日産リーフを始めとしたスリランカに導入されている EV への急速充電が可能。同製品を普及することで一般消費者の EV への不安を解消し、EV 購入を促進する。EV の夜間充電を通じた余剰電力の効果的な活用にご貢献。稼働機能やデータ分析機能を備えることで、従来の設置型急速充電器よりも活用範囲 (車両整備工場への設置など) が広い。</p>	<p>①高品質 (CHAdeMO 認定)</p> <p>②稼働機能やデータ分析機能など特殊機能を有するものもある。</p> <p>③価格帯：200 万円～500 万円 (設置費込み)</p>	<p>・デンゲン(株)</p> <p>・その他企業</p>

(注) 本調査の企画時点では提案していなかったが、本調査を通じ、スリランカでの活用が見込めると判断し追加した。

出所：各社ウェブサイトおよび聞き取り調査の情報を基に調査団作成。

## (1) マイクロ水力発電

2-1 で述べたとおり、スリランカの再生可能エネルギーの主力である大規模水力発電およびミニ水力発電に適切な場所はほぼ開発しつくされている。しかし、SEA や CEB、SLEMA の説明によれば、同国には、小川、灌漑用水路、上下水道施設内の水路など、流量・落差共に小規模ではあるが、提案製品であるマイクロ水力発電機を活用すれば発電が可能な箇所が残っているとのことである。表 2.13 が示すとおり、本調査において提案するマイクロ水力発電機は、低落差（10m 以下）でも高い発電効率を持つ。我が国中小企業は、現地で既に製造されているフランシス水車やペルトン水車、クロスフロー水車のみではなく、リンクレスフランシス水車やターゴ水車などさまざまなタイプの水車を製造することができ、水源に合わせたマイクロ水力発電機の製造が可能である。また我が国では、既に農業用水路や上下水道施設への導入実績が多数あり、経験も蓄積されている。

マイクロ水力発電で発電した電力のスリランカにおける用途について検討したところ、下図のような結果となった。

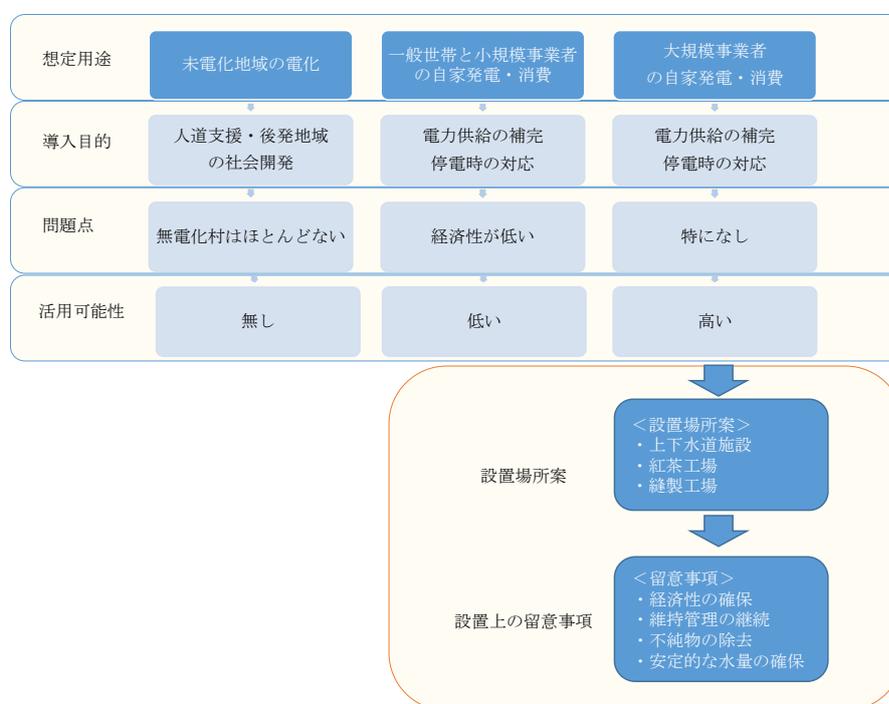


図 2.11 マイクロ水力発電で得た電力の用途および導入可能性

出所：調査団作成

まず、マイクロ水力発電を未電化村の電化に活用することが想定できる。これは人道支援・後発地域の社会開発の観点から重要性は高い。しかし、同国の世帯電化率は 2014 年末で 98.4%であり、電化のためのマイクロ水力発電の普及の必要性はごく限られている。次に、マイクロ水力発電を、豊富な水流のある山岳地帯や灌漑水路のネットワークの広がっている乾燥地帯に位置する一般世帯や小規模事業者の自家発電・消費費用として活用できるかどうか検討した。停電時の非常用電力として活用できるという利点はあるが、一般的に、これら地域の一般家庭や小規模事業者の電力消費量は少ないこと、低額消費者に対する CEB の電力料金が安価に設定されていることから、マイクロ水力発電機導入による自家発電には経済性が見込めない。つまり、CEB が提供する電力を使用する方が経済的である。このようなことから、これらの用途を目的としたマイクロ水力発電事業の導入可能性は低い。

電力消費量の多い大規模事業者であれば、自家発電の経済性が見込まれる。同国において、上述のような山岳地帯や乾燥地域において、電力をある程度の規模で使用する事業者としては、送配水のポンプ運転のために電力を使用する NWSDB、茶葉の乾燥工程で電力を必要とする紅茶工場、冷房やミシンの運転に電力を使用する縫製工場などが挙げられる。これらの事業者であれば、ネットメータリング制度を活用して発電を所内電力として活用することができ、投資コストの回収の可能性もある。ただし、①経済性の確保、②維持管理の継続、③（水に含まれる）不純物の除去、④安定的な水量の確保、などについて十分に検討する必要がある。

上述の NWSDB、紅茶工場、縫製工場への検討するためそれぞれと協議したところ、保有施設内に水流を確保できる NWSDB が特に関心を示した。NWSDB は、同国の山岳地帯にも上水道施設を保有している。同国では一般的に浄水場を高地に設置し重力で送水を行うことが多いが、勾配が大きい場合、浄水場と配水池の間に調圧水槽を設置し、水圧を減少させている。この調圧水槽における水流は、一年、一日を通して水量が一定していること、ゴミや枯葉などの不純物が混入していないことから、マイクロ水力発電に適している。発電に適した落差が確保できるものもある。

NWSDB は以前より調圧水槽における発電の可能性に注目しており、約 10 年前に中央州キャンディ県クンデサーレ地方の調圧水槽における発電の可能性を SEA と検討したことがある。その際は、資金調達の目処が立たなかったこと、浄水への油漏れの問題が危惧されたこと<sup>88</sup>などにより、導入は見送られた。本調査で再度本件について NWSDB と協議したところ、NWSDB には財務的独立性の確保が課されており、保有資源を活用した収入増加活動に大変興味があり、各地に技術職員を保有しているため施設の運営維持管理も問題はないとのことであった。ただし、事業の実施には投資が必要であるため、投資資金の短期間での回収が、事業実施の判断において重要になるとのことであった<sup>89</sup>。表 2.13 で示すように、我が国中小企業は低落差タイプのマイクロ水力発電機の製造に意欲的に取り組んでおり、日本国内の上下水道施設への導入実績も多数ある。製品の価格が見合えば、我が国の中小企の製品の同国の上下水道施設への導入は可能である。発電電力は NWSDB の施設の所内電力として活用することができる。なお、調査団が視察したクンデサーレ地方において、調圧水槽が設置されているのは私有地であり、用地取得の問題を解決する必要があった。

なお、同国の乾燥地帯には 2000 年以上前から作られた灌漑用水路の広大なネットワークがある。こうした灌漑用水路にも提案製品の導入が可能であるが、雨季と乾季のある同国では通年の水量の確保が難しく、また用水路が開架式であることから、水中の不純物の除去が課題となる。灌漑用水路を管轄する灌漑省灌漑局やマハウェリ開発環境省は、自主財源確保が課されておらず、省や局の委任・管轄事業ではない発電事業へ積極的に取り組む体制も整っていないようであった。

<sup>88</sup> 潤滑油の注入が必要な部品はすべて水と接しない部分にあるため、原理的にはマイクロ水力発電で浄水への油の混入は起こらない。公社（もしくは NWSDB）の当時の危惧は理解不足からくるものと思われる。

<sup>89</sup> 同国では、1MW 以下の設備容量のマイクロ水力発電は事業採算性が取りにくいという理解が一般的である。

## (2) 省エネ機器

### 1) 省エネ製品

2-1 で述べたとおり、効率的な電源開発にはエネルギーの効率的な利用と節約が必要であり、スリランカでは一般家庭のピーク時の電力消費を抑え、ピークカットを実現することが重要視されている。

表 2.14 に記載したとおり、提案した遮熱製品は、①高い節電効果、②設置・維持管理の簡易さが特徴で、同国のピークカットへ貢献する。特に、富裕層の一般家庭やオフィスの空調機器に多くの電力が消費されており、提案製品を導入することで、冷房の使用時間を抑え節電に貢献し、効果的なピークカットを実現することができると考えられる。図 2.4 に示したとおり、同国の平均的なオフィスビルにおけるビル全体の電力消費のうち空調機器の利用によるものが約 78%を占めると SEA は分析している<sup>90</sup>。提案の遮熱製品は空調機器の効果を向上させ、空調機器の使用時間減少を通して節電を実現させるものであり、熱帯気候であり、一年中冷房を使用することの多い同国での有効活用が見込まれる。

同国では、LED 電球・蛍光灯は一部の商業ビル、工場、オフィスビルなどに導入されている。一般家庭には CFL や白熱電球が普及しており、LED 電球の普及はまだ始まっていない。商業ビルやオフィスビル、工場への LED 蛍光灯の普及を更に推し進め、一般家庭の白熱電球や CFL を LED 電球に切り替えることで節電効果と共にピークカットが期待できる。同国で販売されている LED 電球は耐久性に乏しい粗悪品があるが、LED 電球・蛍光灯の省エネ効果や耐久性が一目で判断できないため、消費者の購入意欲が高まらず、これが同国の LED 電球普及のネックになっているとして、SEA は MEPS<sup>91</sup> の導入を準備している。MEPS の導入により粗悪品が市場から締め出されれば、品質の高い日本製品のマーケットニーズが高まる可能性は高いと SEA は述べている<sup>92</sup>。

商業用ビルやオフィスビル、工場への LED 蛍光灯の普及阻害要因は、耐久性への不信感と価格の高さにある。CEB の DSM<sup>93</sup>を担当する部署の責任者事務所でも通常の蛍光灯を使っており、これは、LED 蛍光灯は通常の蛍光灯より節電効果が高いことは認識しているが、通常の蛍光灯のほうが耐久性の面で信頼性が高いから、とのことである。同事務所の責任者は、LED 蛍光灯は、通常の蛍光灯よりも節電率が高いことは同国内で周知されているため、LED 蛍光灯は、その耐久性が実証されれば、商業用ビルやオフィスビルに普及すると述べている。価格面に関し、BEMS を導入したある現地銀行のエネルギー管理担当者に聞き取りをしたところ、初期導入コストを回収できる目安がつけば LED 蛍光灯の導入を検討したいとのことであった。SEA は、図 2.4 に示したとおり、同国の平均的なオフィスビルにおけるビル全体の電力消費のうちビル照明としての電力利用が約 16%を占めていると分析しており<sup>94</sup>、オフィスビルで利用されている通常の蛍光灯を LED 蛍光灯に替えることによる節電効果は高い。



路上販売の中国製  
CFL (手前) と LED 電球 (奥)  
出所：調査団撮影

<sup>90</sup> SEA 提供資料 (Energy Efficiency & Management) を参照。

<sup>91</sup> 最低限の省エネ効果を示す Minimum Energy Performance Standard の略称。P54 を参照。

<sup>92</sup> SEA からの聞き取り。

<sup>93</sup> Demand Side Management の略。電力需要管理。P46 を参照。

<sup>94</sup> SEA 提供資料 (Energy Efficiency & Management) を参照。

ビルエネルギー管理システム（Building Energy Management System : BEMS）<sup>95</sup>を導入している現地銀行本社ビルのエネルギー管理者と協議したところ、現在使用している蛍光灯よりも節電効果が高く数年で初期投資が回収できるのであれば LED 蛍光灯に替えることを検討すると述べていた。

スリランカでは、一般家庭の夕刻から就寝前の電力需要がロードカーブのピークを形成していることから、一般家庭へ LED 電球を普及することにより節電を促し、ピークカットにつなげることは有用である。一般家庭への LED 電球の普及阻害要因は、一般家庭が多く使用している CFL と比較して LED 電球の価格が高い点である。よって一般家庭には、すべての CFL を LED 電球に一度に替えるのではなく、一部の使用頻度の高い CFL を LED 電球に替えることから奨励するのが、普及促進には効果的である。例えば、自動点灯システムを備えた LED 電球を点灯回数の多い洗面所に導入すれば、高い節電効果が期待できる。

## 2) EMS 周辺機器<sup>96</sup>

2-1 で述べたとおり、スリランカでは、再生可能エネルギーによる発電の促進、および夜間電力の効率的な活用が重要視されている。提案している EMS 周辺機器は、蓄電池システムを用い、再生可能エネルギーや夜間余剰電力など、各種エネルギーの効率的活用にも貢献できる。例えば、昼間に太陽光発電システムで発電した電力や、夜間の余剰電力を蓄電池に貯め、その電力を電力需要ピーク時に活用することで、ピークカット/ピークシフトの実現に貢献できる。前述のとおり、最高裁判所、旧国会（現在は財務省）、セッシリパーヤ合同庁舎など、省エネが必要な公共の建物を SEA は特定しており、それら建物への省エネを提案する際に提案製品を盛り込むことも効果的である。



中央血液センターが導入した BEMS

出所：調査団撮影

同国では、EMS の一部である BEMS が世界貿易センター（World Trade Center : WTC）やハットンナショナル銀行（Hatton National Bank : HNB）などの民間企業保有ビルや、我が国が支援した中央血液センター<sup>97</sup>などへ導入されている。これらのシステムでは、使用電力の見える化や DSM の実施、無停電電源装置（Uninterruptible Power Supply : UPS）や非常用発電機の設置がなされている。しかし、これらのシステムは再生可能エネルギーのシステムとは連結しておらず、さらに夜間余剰電力を効率的に活用するような設定はなされていない。再生可能エネルギーと夜間余剰電力の効率的利用のために、既存 BEMS へ蓄電池を用いた我が国の EMS 周辺機器を追加もしくは新たに設定することで、エネルギーのより効率的な活用を実現することができる。

## (3) 急速充電器

2-1 で述べたとおり、スリランカ政府は夜間電力を有効活用するため、EV の関税を引き下げ、その

<sup>95</sup> EMS の一種。ビル全体のエネルギー使用量が見える化したり、空調や照明などをコントロールする管理システム。（出所：スマートグリッド.net、<http://xn--qckr5ash6jrdvg.net/smartbf/bems-fems.html>）

<sup>96</sup> EMS とは IT 技術などを利用して、電力の見える化（可視化）を通じた節電や、再生可能エネルギーや蓄電池等の機器の制御を通じた効率的なエネルギーの管理・制御を行うためのシステムのこと（出所：一般財団法人環境イノベーション情報機構 <http://www.eic.or.jp/ecoterm/?act=view&serial=4112>（アクセス日 2015 年 11 月 13 日））。本調査では、EMS に活用可能な再生可能エネルギーの効率的な利用に資する蓄電池を用いた製品・技術について言及する。

<sup>97</sup> 血液供給システム改善事業（2000 年、有償資金協力）。

普及を促進している<sup>98</sup>。これまではEVの導入台数が少なかったため、急速充電器の設置の必要性は少なかったが、近年、EVの登録台数の急速な増加に伴い、急速充電器のニーズも急速に高まっている。本調査実施中の2015年10月現在、同国に設置が確認できたEV用の急速充電器はわずか一台であったが<sup>99</sup>、CEBや複数の民間企業が、急速充電ステーションの設置を計画・準備している。

提案製品である我が国の急速充電器は、スリランカ内で販売されている日産リーフ、BMW、三菱アウトランダーなどが採用しているCHAdeMO方式に対応している。提案製品が広く普及すれば、消費者の走行距離に関する不安が解消され、EVの導入が促進される。提案製品は、①CHAdeMO認証試験<sup>100</sup>の合格の高品質、②稼働型やデータ分析などの特徴がある。本調査では5つの現地EV販売会社を訪問し、提案商品の反応を確認したところ、うち最も大手の販売会社が、店頭で展示販売されているEVの充電のために提案した稼働型急速充電器をすぐに発注したいと述べ再生可能エネルギー製品を扱う商社は、EV所有者が居住する集合住宅や個人宅に提案製品のニーズがあると認識しており、調査団との協議後すぐに本邦企業へ問合せをするという積極性を示した。また、コロンボでスイス製の急速充電機の設置により充電ステーションを運営している企業の責任者も、地方へ急速充電ステーションの設置予定があるため、提案商品を是非検討したいという反応を示した。提案した急速充電器の中では、同国に未導入の稼働型急速充電器へ関心が特に高いようであった。

---

<sup>98</sup> 2016年度予算案において、EVの関税引き上げが提唱された。第二次現地調査（10月～11月実施）期間中はEVの価格が1台当たり300万円程度であったが、2015年12月現在では1台当たり500万円程度となっている。

<sup>99</sup> 現地自動車販売店であるSpark EVの急速充電器（ABB社製）。同社は今後もスリランカ内に急速充電器を普及させていく方針。

<sup>100</sup> CHAdeMO協議会の認証システムは2010年より開始されている、世界で唯一の急速充電器認証システムである。認証試験ではCHAdeMO標準仕様書に則った製品構造が求められ、基本回路要件、コントロールシーケンス、通信プロトコルから構成される（CHAdeMO協議会 F&Q <http://www.chademo.com/wp/japan/technology/test/>（アクセス日2015年11月1日））、（CHAdeMO協議会 CHAdeMO認証機関 <http://www.chademo.com/wp/japan/technology/test/>（アクセス日2015年11月1日））。

### 2-2-3 中小企業等の製品・技術を活用する場合に民間セクターに求められるニーズ

提案した製品・技術をスリランカで活用する場合に求められるニーズや条件を、表 2.15 のとおりまとめた。

表 2.15 スリランカで提案製品を活用する場合に求められるニーズや条件

	マイクロ水力発電	省エネ製品	EMS 周辺機器	急速充電器
求められるニーズと条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>5~6年での初期投資回収</li> <li>設備容量 200kW 以上</li> <li>設備容量(kW)当たりの投資コスト約 17 万円~25 万円 (約 20 万~30 万ルピー)</li> <li>個別部品販売</li> </ul>	<p>a) 遮熱製品</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1m<sup>2</sup>あたりの投資コスト約 6,130 円 (約 6,600 ルピー)</li> <li>簡易設置</li> </ul> <p>b) LED 製品</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>品質の保証 (省エネ効果、耐久性など)</li> <li>一個約 840 円 (1,000 ルピー) 以下</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3~5年での初期投資回収</li> <li>既存システム以上の高い節電率の実現</li> <li>システムメンテナンス人材の育成</li> <li>再生可能エネルギーとの連携</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地導入価格以下 -50kW: 約 430 万円 (500 万ルピー) -20kW: 約 130 万円~175 万円 (150 万~200 万ルピー)</li> <li>現地電圧・電力事情への対応。</li> <li>導入プロセスの迅速化</li> </ul>
ニーズへの対応方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地生産</li> <li>海外部品の活用</li> <li>複数基の設置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地生産</li> <li>海外部品の活用</li> <li>現地環境に合わせた性能</li> <li>国際機関での認証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>節電効率が高いシステムの導入</li> <li>現地でのメンテナンス技術移転</li> <li>再生可能エネルギーシステムとの連携</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地 230V への対応</li> <li>現地電圧幅 (プラスマイナス 5V) への対応。</li> <li>迅速な導入スピード</li> </ul>

出所：現地聞き取り調査の情報を基に調査団作成。

#### (1) マイクロ水力発電

スリランカで広く普及しているミニ水力発電は、初期投資コストを 5~6 年で回収するために、設備容量 1kW 当たりの投資コストの上限を 20 万~25 万ルピー<sup>101</sup>と設定していることが現地での聞き取り調査により明らかとなった。マイクロ水力発電でも同様であり、例えば農村部の貧困層へマイクロ水力発電を組み立て・設置している現地 NGO のジャナタクシャン (Janathakshan) は、マイクロ水力発電の製造に必要なタービンや制御盤などを他国から取り寄せて製造し、設備容量当たりの投資コストを 1kW あたり 9 万ルピーに抑えている。ドイツの RepRos 社<sup>102</sup>と技術提携を結んでいる現地マイクロ水力発電機メーカーの VS Turbo 社は、1MW 以上のミニ水力発電を設備容量 1kW 当たり約 23 万ルピー

<sup>101</sup> スリランカにおける太陽光発電の 1kw 当たりのコスト。同コストよりも低いコストでの発電が求められている。

<sup>102</sup> 30 年以上の歴史を持つドイツの水力発電メーカー (<http://www.reprosgmbh.de/index.php?lang=en&pos=home>)

一で開発している。提案製品の価格帯は設備容量 1kW あたり約 90 万ルピー～150 万ルピー<sup>103</sup>であり、約 5 倍の価格である。スリランカで提案製品を導入するためには、提案製品の現地製造、部品の現地調達、複数基の設置などを通して、投資コストを大幅に下げる必要がある。

ジャナタクシャンは、発電効率の高いマイクロ水力発電機を製造するために、発電効率が高く、質の良い水車などの部品を入手したいと述べている。我が国のマイクロ水力発電機を導入するためには、本体一式をセットとしたパッケージ販売ではなく、ニーズの高い部品の販売を検討する余地もある。ただし、部品の場合も価格面では、前述の設備容量 1kW あたり 25 万ルピー以下であることが重要であり、現地製造部品を一部使用するなどして製品価格を下げる必要がある。

VS Hydro 社は採算性の問題で 1MW 以下の水力発電事業を手がけていないが、同社の責任者は、1MW 以下の設備容量でも採算性が取れる安価で高効率な水車があれば輸入し、発電事業を手がけたいと述べている。

日本製品は低落差での発電が可能などの強みを持っているものの、同国の既存施設との比較において、価格面でスリランカのニーズに合致させるためには、設備容量 1kW 当たりの投資コストを 25 万円以下にすることが求められている。

## (2) 省エネ機器

### 1) 省エネ製品

本調査では省エネ製品として、遮熱パネルと遮熱塗料、LED 関連製品を提案した。

同国では遮熱パネルの類似品として、遮熱フィルムが普及していることが現地調査で判明した。この遮熱フィルムは、遮熱性能（熱が外から入ってくるのを遮る性能）に関して提案製品と大差がなく、価格が 1m<sup>2</sup>あたり 6,130 円と安価であり、かつ提案製品よりも設置が簡単である。提案製品である遮熱パネルは、耐久性や、冬期に重要な断熱性（内部の熱を逃さない性能）では類似製品よりも優れているものの、価格が 1m<sup>2</sup>あたり 1 万 5 千円～2 万円と遮熱フィルムより高額であるため、冬期のないスリランカの市場における競争力は低い。現地建設会社、リゾートホテル会社、遮熱製品取扱会社を訪問し、提案製品について聞き取り調査を実施したところ、提案製品の 1m<sup>2</sup>当たりの価格を、同国で普及している遮熱フィルムと同額かそれ以下にすることが、提案製品の導入検討の条件であるとの意見であった。この条件を満たすには、同製品の現地生産、もしくは、遮熱性能や耐久性を保持しつつ、現地で優先度が低い断熱性、結露防止、防犯機能を省き、製品の生産コストを抑える必要がある。

遮熱塗料は、遮熱フィルムと同様の性能を持ち、主に屋根や壁に塗布することで、屋内の温度を下げ、空調施設の効果的な使用を促し、省エネを実現するものである。平屋根でクーラーを使用している工場や建物に適用すると効率的である。同製品の製造企業によれば、途上国で同製品を 1m<sup>2</sup>あたり 1,500 円～2,000 円程度で販売する予定とのことであり、遮熱フィルムよりもコストの面で優れている。スリランカでは遮熱塗料は販売されておらず効果が認知されていないため、導入にあたっては同国で、遮熱塗料の性能実証実験実施し、その効果を数値で示すとともに、販促活動を行うことが必要である。



ジャナタクシャン  
が製造した  
マイクロ水力発電機  
出所：調査団撮影

<sup>103</sup> 価格は設備容量によって異なる。設備容量が大きくなるほど、1kW あたりの投資コストが安価となる。同価格帯は北陸精機社、全国小水力利用推進協議会などへの聞き取り調査から。

遮熱塗料の性能実証実験の候補地としては、縫製工場やゴム工場、小規模の商業ビルなどがあげられる。

LED 関連製品では特に、LED 電球のニーズや市場について調査した。

パナソニック製の LED 製品を販売している現地企業への聞き取り調査によれば、同製品は高品質で耐久性があるというイメージがあり人気が高いとのことであった。SEA も、日本製品はブランド力があるため、MEPS が導入され、前述のとおり、安価な粗悪品が市場から淘汰されれば日本製品は価格を下げなくても売れるだろうと述べている<sup>104</sup>。

しかし、ブランド力だけで市場占有率を高めるには限界があり、マーケットに参入するには、自動消灯や変色などの機能を備えた付加価値のある製品を導入するなどの戦略が必要である。また、日本製品が同国の省エネラベル表示や、省エネビル基準などの省エネ政策に貢献できる点に関して、同国側の認知度を向上させることが重要である。加えて、2-2-2 で述べたとおり、同国での LED 製品の耐久性に対する信頼性は低く、同国において我が国の LED 製品を普及させるためには、耐久性を実証する必要がある。我が国の LED 製品は JIS 規格<sup>105</sup>に則った性能実験を各メーカーが実施しているが、CEB は、同規格の有無に関わらず、現地で実証実験をする必要があるとの意見であった。

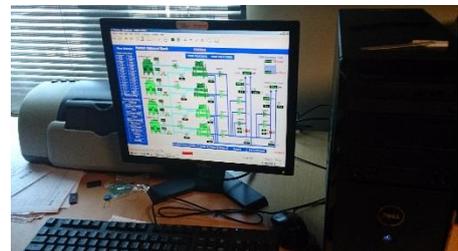


同国で販売されている LED 電球

出所：調査団撮影

## 2) EMS 周辺機器

我が国の蓄電池システムを用いた EMS 周辺機器の導入には、既に導入されている BEMS への高い互換性が必要となる。2-2-2 で述べたとおり、スリランカの BEMS は電力の見える化や、DSM、UPS を備えているが、再生可能エネルギーを活用するシステムは備っていない。既存の BEMS 導入例を見ても、HNB は建物の構造上、太陽光発電などの再生可能エネルギーを導入することは難しいが、中央血液センターは太陽光発電が可能な構造となっており、太陽光パネルの設置により、EMS 周辺機器を用いた再生可能エネルギーの効率的な活用が可能である。他方、BEMS や EMS 周辺機器などをメンテナンスするためには、システムに精通した専門技術者が必要であり、我が国企業には、システムの導入と共にメンテナンス技術の提供も求められる。



HNB が導入した BEMS

出所：調査団撮影

HNB の BEMS 導入費用の総額は約 10 億ルピーであり、1 年間で約 1 億 6 千 8 百万ルピーの電気代の削減が実現したため、約 6 年で初期投資を回収することができた。HNB の BEMS 担当者は、提案システムを導入する場合は通常、3~5 年間で初期投資が回収できることが条件となると述べている。

<sup>104</sup> SEA 聞き取り

<sup>105</sup> JIS C 8155 2010 一般照明用 LED モジュール性能要求事項

既存のシステムとの連携や設備容量に合わせた蓄電池の設置には多額の初期投資がかかるため、EMS 周辺機器の現地生産などによる製造コストの削減が求められる。例えば、再生可能エネルギーや夜間余剰電力を溜めておくために必要な蓄電池や充電器、製品の基幹部品などを現地製造することで、導入コストを削減することが考えられる。

### (3) 急速充電器

スリランカへ我が国の急速充電器を導入する場合は、同国の電圧である 230V への適用、不安定な電圧への対応が必須である。また、既に同国内メーカーである VEGA 社が急速充電器を製造し、他国類似製品も導入されていることから、我が国急速充電器はそれらの製品と同価格帯での導入が求められる。

現地で設置済み（もしくは設置予定）の急速充電ステーションは、会員カード支払いシステムを導入しているため、我が国の急速充電器を導入する場合も、同システムに対応することが望ましい。

現地民間企業である Spark EV 社が既に急速充電器を導入しており、公的機関である CEB も南部高速道路にオーストラリアの Tritium 社の急速充電器（Veefil）の導入を予定している。同国での急速充電器の市場規模は急激な勢いで拡大しており、市場獲得競争は既に始まっている。我が国の提案製品を導入する場合は、スリランカの電圧への対応、競争力のある価格帯の提示などを迅速に行うなど、現地企業や政府機関の期待にスピード感をもって対処することが求められている。



CEB が導入を検討している

Tritium 社の

急速充電器（Veefil）

出所：Tritium 社ウェブサイト

(<http://tritium.com.au/products/veefil/>)

#### 2-2-4 海外の同業他社、類似製品、技術の概況

海外およびスリランカ国内の同業他社との優位性について調査をしたところ、技術面においては海外同業他社製品と大差がなく、価格面においては海外およびスリランカ国内の同業他社に対して遅れをとっていることが判明した。以下の表では、スリランカ国内の同業他社、類似製品、技術の概況を記載した。

表 2.16 海外の同業他社、類似製品、技術の概況

製品群	マイクロ水力発電	省エネ製品	EMS	急速充電器
同業他社	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ジャナタクシヤン（スリランカ）</li> <li>• VS Hydro, VS Turbo（スリランカ）</li> <li>• REDCO（スリランカ）</li> </ul>	a) 遮熱製品 <ul style="list-style-type: none"> <li>• NDFOS 社（韓国）、3M 社（アメリカ）、ICI 社（イギリス）</li> </ul> b) LED 製品 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Philips 社（オランダ）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Honeywell<sup>106</sup>（アメリカ）</li> <li>• 山武（現アズビル株式会社、日本）</li> <li>• EXCID（パナソニック株式会社）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ABB 社（スイス）</li> <li>• VEGA 社（スリランカ）</li> <li>• Tritium 社（オーストラリア）</li> </ul>

<sup>106</sup> Honeywell 社 (<https://buildingsolutions.honeywell.com/en-US/aboutus/Pages/About-Building-Solutions.aspx>)

製品群	マイクロ水力発電	省エネ製品	EMS	急速充電器
		ダ) OSRAM 社(ドイツ)、LED Globe 社(中国)、など。	インド)	
類似製品および技術の概況	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ジャナタクシヤンはマイクロ水力発電の部品を各国から購入し、現地で製造。</li> <li>• VS Hydro はスリランカ国内で水車の製造も実施。西アフリカへ水力発電機を輸出。</li> <li>• REDCO はペルトン水車とクロスフロー水車を製造している。</li> </ul>	a) 遮熱製品 <ul style="list-style-type: none"> <li>• NDFOS 社の遮熱フィルムはUKASの認証を取得。</li> <li>• Dulux の遮熱塗料も販売。</li> </ul> b) LED 製品 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Philips 社や OSRAM 社はLED製品を世界中で販売中。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Honeywell 社は Honeywell Building Solutions として BEMS を世界中で提供。</li> <li>• アズビル株式会社<sup>107</sup>は建物市場や工場でのオートメーション事業を国内外で展開。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ABB 社および Tritium 社は、CHAdemo 認証を既に取得済み。VEGA 社は今後取得予定。</li> <li>• ABB 社は CHAdemo 方式と Combo 方式に対応した急速充電器を既にアメリカなどで販売中。</li> </ul>

出所：調査団作成

### (1) マイクロ水力発電

2-2-3 で示したとおり、現地 NGO のジャナタクシヤンは水車以外の部品を輸入し設置場所に合わせた現地マイクロ水力発電を組み立てている<sup>108</sup>。同マイクロ水力発電は、設置場所にもよるが、設備容量 1kW あたり 9 万ルピーで、発電効率は約 65% である<sup>109</sup>。日本製品では、10m 以下で発電可能なマイクロ水力発電機が製造されているが、同 NGO およびスリランカの民間企業は、落差 10m 以下のマイクロ水力発電機は製造していない。

民間企業では、VS Hydro 社と REDCO 社がマイクロ水力発電機の製造を手掛けている。VS Hydro 社は 1MW 以上の水力発電事業の開発をしており、同社のグループ会社である VS Turbo 社ではフランシス水車とペルトン水車を現地製造している。同社も落差 10m 以下の水力発電機を製造していない。同社は、1MW 以上の発電がないと採算性がとれないためと述べている。同社が製造する水力発電機も、ジャナタクシヤンと同様に各国から部品を取り寄せて製造している。同社は、制御盤は予算に合わせて中国製も使用するが、モーターやジェネレーターのはほとんどはヨーロッパから輸入しており、ヨーロッパ基準で水力発電機を製造しており品質が高い。同社はドイツの RePros 社と技術提携<sup>110</sup>している。

REDCO 社はミニ水力発電を開発している<sup>111</sup>。インドやアフリカ地域において水力発電と太陽光発電の事業を既に実施しており、UNIDO や世銀などのドナーとも協働している。パッケージ型での販売をしており、ペルトン水車とクロスフロー水車の現地製造し、電気部品に関しては中国製品を活用している。

<sup>107</sup> アズビル株式会社 (<http://www.azbil.com/jp/corp/company/biz.html>)

<sup>108</sup> ジャナタクシヤンからの情報。

<sup>109</sup> ジャナタクシヤンからの情報。

<sup>110</sup> RePros 社の代表はドイツの Voith-Seimens Hydro Kraftwerkstechnik で 30 年働いた経験を持つ (出所：VS Hydro 社パンフレット)

<sup>111</sup> REDCO 社 (<http://redcoenergy.lk/>)

上記のようにマイクロ水力発電機の製造を手掛けているのは現地企業であるため、我が国の企業がスリランカへ進出する場合は、現地企業との市場の棲み分けや技術提携の実施などにより、現地企業の市場やマーケットを奪わない配慮が必要である。

## (2) 省エネ機器

### 1) 省エネ製品

遮熱製品に関して、同国では既に遮熱窓フィルムが一部で流通していることが調査の結果判明した。表 2.15 で記載したように、韓国の NDFOS 製の同製品の遮熱効果は提案製品である遮熱パネルと大差はなく、UKAS 認証<sup>112</sup>も取得しているため品質も保証されている。同製品を取り扱っている現地企業によれば、NDFOS 製の遮熱フィルムはアメリカの 3M 社と比べて品質が良いとのことであった。他の遮熱パネルとの類似製品として、現地建設会社が遮熱性能を持ったガラス窓を中国から輸入し、他の建設資材と共にパッケージ導入している例があった。遮熱塗料に関しては、イギリスの ICI<sup>113</sup>製の遮熱性能効果がある塗料がペンキ販売店で販売されていたが、同販売店は同製品の遮熱性能について認識していなかった。SEA や CEB も遮熱塗料が国内で販売されていることを認識しておらず、同国において遮熱塗料の存在や効果に関する認知度は低く、競合製品と言えるものはない。

LED 電球に関しては、価格面では中国・インド製、性能面では Philip 社や OSRAM 社の製品が競合製品となり得る。スリランカで販売されている主な LED 電球の価格および性能は以下のとおりである。

表 2.17 現地で販売されている LED 電球の性能比較

製品名	製造会社	消費電力 (W)	光束 (lm)	lm/W 注	耐久性 (hour)	保証期間 (年)	単価 (ルピー)	生産 国
Ace SAVER	Philips	7.5 (=60W)	600	80	15,000	2	695	イン ド
LED STAR	OSRAM	7.5 (=60W)	630	84	15,000	2	770	中国
LED Globe	Green Electric	7 (=50W)	630	90	30,000	2	790	中国
Sparkled LED	Sparkled Technology Co.Ltd	7 (=60W)	650	92	-	2	750	不明
ARPICO LED	Yanfeng Technology Industry Co.Ltd	7 (=60W)	670	95	-	2	1,050	不明
LED	Panasonic	8 (=60W)	600	75	25,000	3	1,500	イン ドネ シア

注：lm/W は消費電力 1W 当たりの光の強さを表す。

出所：現地電気量販店にて聞き取り調査を実施した情報を基に調査団作成。

パナソニック製の LED 電球の 1W 当たりの光の強さは 6 製品中 6 位であるが、その分耐久性が他製品よりも優れており、保証期間も 3 年と長い。Green Electric 社は 1kW あたりの光の強さ（6 製品中 3 位）と耐久性（6 製品中 1 位）が共に高いが、保証期間が 2 年と短く 30,000 時間という耐久性の表

<sup>112</sup> United Kingdom Accreditation Service イギリスの認証機関 (<http://www.ukas.com/>)。ISO の認証制度における日本の認証機関は「日本品質保証機構」である。

<sup>113</sup> Imperial Chemical Industries の略

示に疑問が残る。CEB の DSM を担当する部署の責任者は、少なくとも 3 年間の耐久性能が必要と述べており、同ニーズに応えることができるのは保証期間の観点から見るとパナソニック製のみとなっている。他方、パナソニック製は他社製品よりも 1W 当たりの光の強さが低く、価格も約 2 倍であり、LED 製品の耐久性に対して信頼性が低い環境下における競争力は低い。



パナソニック社製の LED 電球と  
保証書

出所：調査団撮影



Green Electric 社製の LED 電球と  
保証書

出所：調査団撮影

現在普及している CFL も LED 電球普及に対する競合製品となり得るため、同国で普及している主な CFL の価格および性能を以下に記載する。

表 2.18 現地で販売されている CFL の規格・価格などの比較

製品群	製造会社	消費電力 (W)	白熱電球換算	単価 (ルピー)	スターラベル
CFL	Philips (オランダ企業/ 電球：インド製)	15W	75W	495	5 スター
	OSRAM (ドイツ企業/ 電球：中国製)	15W	75W	495	3 スター
	ORANGE (スリランカ企業/ 電球：スリランカ製)	15W	75W	466	4 スター

出所：現地電気量販店にて聞き取り調査を実施した情報を基に調査団作成。

CFL の単価は LED 電球よりも低く、同国の一般家庭に多く普及している。2-1 で述べたとおり、CFL の省エネ効果については SLSI のスターラベル表示制度が適用されている。

## 2) EMS 周辺機器

HNB 本社ビルではアメリカの Honeywell 社の BEMS が導入されている。Honeywell 社は BEMS を世界中で導入している大手企業である。HNB は Honeywell 社の BEMS を 10 億ルピーの初期投資で導入したが、約 6 年間で同費費用を回収した。中央血液センターでは、我が国の株式会社山武（現アズビル株式会社）の BEMS が採用されている。山武の BEMS は約 7 年前に導入され、現在も問題なく使用されている。これらのシステムは主に空調管理に使用されている。前述のとおり、スリランカで導入されているこれらの BEMS は再生可能エネルギーと連携されておらず、夜間余剰電力の有効活用のシステムも組み立てていない。

### (3) 急速充電器

スリランカには一社、急速充電器メーカーがあり、20kW の CHAdeMO 対応急速充電器以外に 10kW および 30kW の急速充電器を開発し、CHAdeMO 認証の取得を目指している。同メーカーは、同国の電圧幅に対応するために、スイッチパワーコントロールシステムを独自で開発し、同急速充電器に内蔵させるなど、同国の事情にあわせた急速充電器の製造を行っている。スイスの ABB 社の急速充電器は CHAdeMO 認証を既に取得しており、一定以上の品質を保つことが CHAdeMO 協議会によって保証されている<sup>114</sup>。同社は、CHAdeMO 方式と米 Combo 方式の両方に対応する急速充電器（50kW）を 2013 年に発表する<sup>115</sup>など、世界の急速充電器メーカーを牽引している。CEB が導入する予定の急速充電器を製造しているオーストラリアの Tritium 社も CHAdeMO 認証を既に取得している。このように他国企業の急速充電器は、品質や機能面で我が国企業の製品と同等もしくはそれ以上であり、本邦企業の市場参入にあたっては価格面と稼働式などの特殊性能での競争力が重要となる。

---

<sup>114</sup> CHAdeMO 認定急速充電器一覧 (CHAdeMO 協議会 <http://www.chademo.com/wp/japan/chademoqc/> (2015 年 11 月 19 日アクセス))。なお、同製品はスリランカの急速充電ステーションに設置されており、同ステーションの所有者に値段を聞いたところ、設置費込み 500 万ルピー程度であったとのことである。

<sup>115</sup> ABB 社ホームページ (ABB 社 <http://www.abb.com/cawp/seitp202/a0ce3b4279fff081c1257bf800248cc9.aspx> (2015 年 11 月 19 日アクセス))

## 2-3 我が国中小企業等が有する製品・技術等の ODA 事業における活用可能性などの分析

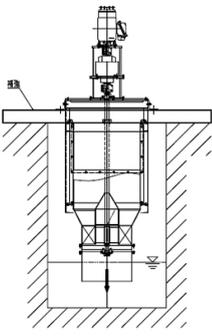
### 2-3-1 開発課題解決のために活用が期待できる中小企業等が有する製品・技術等の例

上記で述べたニーズや活用のための条件を踏まえ、同国で活用が期待できる我が国中小企業等が有する製品・技術の例として、以下を紹介する。

#### (1) パワーアルキメデス（(株)北陸精機）

パワーアルキメデスは、低落差・低流量で発電可能で、発電装置を水路に設置できるマイクロ水力発電機である。同製品は、低落差タイプ（3.5m 以下を対象）、高落差タイプ（5m 以上を対象）、用水につるすタイプがあり、各タイプの特長は以下のとおりである。

表 2.19 パワーアルキメデスのタイプ

タイプ	低落差タイプ	高落差タイプ	用水につるすタイプ
導入事例			
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>落差 3.5m 以下が対象</li> <li>下水道、農業用水、工場排水などへ導入</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>落差 5m 以上が対象</li> <li>砂防堰堤、小河川、工場排水などへ導入</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>用水落差工に設置</li> <li>水落とし装置を採用</li> </ul>

出所：(株)北陸精機のウェブサイト情報を基に調査団作成

パワーアルキメデスの発電総合効率は 60～65% である。(株)北陸精機は、同製品に使用する水車、発電機、制御盤などの基幹部品を自社工場で製造している。自社工場で基幹部品を一括して製造することにより、同社は同製品の製造コストを低く抑えている。流れてくるごみに強く維持管理が容易であることから、同製品は下水処理場や農業用水路を中心に国内 30 カ所以上で導入されている。同社はフィリピンのエネルギー省にも同製品を導入している<sup>116</sup>。スリランカでの活用可能性としては、灌漑用水路への設置が考えられる。これは、スリランカに多数存在する灌漑用水路ネットワークへ同製品を導入し、発電した電気を灌漑設備に活用したり、CEB へ売電したりするものである。ただし、灌漑局やマハウェリ開発省など灌漑用水路を所管する省庁の取り組み体制の整備が条件となる。

<sup>116</sup> 北陸精機ウェブサイト (<http://www.s-hokuriku.com/archimedes.html>)

(2) インライン式リンクレスフランシス水車（田中水力（株））

インライン式リンクレスフランシス水車は、マイクロ水力発電に適するように改良されたフランシス水車である。東京電力（株）と東京発電（株）が共同で同製品を開発した。

表 2.20 インライン式リンクレスフランシス水車の使用例

		
<p>奈良県郡山ポンプ場水力発電所に設置</p>	<p>神奈川県葛原配水池発電所に設置</p>	<p>リンクレスフランシス水車の構造</p>

出所：田中水力（株）ウェブサイトの情報を基に調査団作成

発電効率が高く適用範囲が広いフランシス水車は、水力発電用水車として世界で最も多く使用されている。スリランカ国内でも同水車は多く利用されている。他方、構造が複雑で渦巻形ケーシングを持つ同水車は製造コストが高く、設置には広いスペースが必要となる。提案製品であるインライン式リンクレスフランシス水車は、円筒型ケーシングを採用し省スペース化を実現し、浄水場や配水池などの狭いスペースへの設置を可能とした。同製品は、郡山ポンプ場水力発電所や葛原配水池発電所、上越地域第1浄水場発電所などに導入されている。また同社は製造コスト低減とメンテナンスの簡素化のために同製品の構造を簡略化し消耗部品を少なくしている<sup>117</sup>。

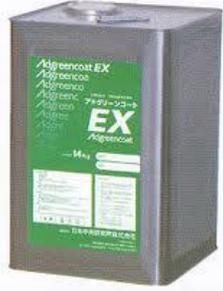
スリランカでの活用可能性としては、調圧水槽を含む上水道施設への設置が考えられる。これは、NWSDB が保有する上水道施設へ同製品を導入し、発電した電気を施設内電力として活用したり、CEB へ売電したりすることにより、上水道施設が有する豊富な水源を再生可能エネルギーとして有効活用するとともに、NWSDB の財務状況の改善に寄与するものである。

(3) アドグリーンコート（日本中央研究所（株））

アドグリーンコートは、我が国でヒートアイランド対策用に開発された排熱機能を重視した遮熱塗料である。

<sup>117</sup>田中水力ウェブサイト（<http://www.tanasui.co.jp/products/Turbines.html>）およびインライン式リンクレスハイドロパワー説明資料。

表 2.21 アドグリーンコートの使用例

		
<p>アドグリーンコート</p>	<p>マレーシアの工場への塗装</p>	<p>ベトナムの集合住宅への塗装</p>

出所：日本中央研究所（株）ウェブサイトの情報を基に調査団作成

同塗料を外壁や屋根に塗装することで、太陽光が原因の発熱を抑え、発生してしまった熱エネルギーは熱源のある外部へ放熱できるため、熱だまりを起さず室内温度を一定に保つことができる。同製品を開発した日本中央研究所株式会社は、同製品の初期投資回収年数を日本で5年～7年程度、東南アジアで3年程度、ドバイでは1年程度と想定しており、東南アジアに近い気候を持つスリランカでも3年以内程度の初期投資回収の可能性が高いとの見解を示している。前述のとおり、同社は東南アジアでの同製品の材工価格を1m<sup>2</sup>当たり1,500円～2,000円と設定しており、スリランカでも同材工価格で販売可能と想定している。

スリランカでの活用可能性としては、オフィスビル、商業用ビル、一般住宅への導入が考えられる。これは、同製品を屋根や壁に塗装することで、外部の熱の吸収を遮断し、冷房機器の効果を高め、冷房機器の運転回数を減らすことで省エネ効果を実現するものである。また、同国で既に販売されている遮熱窓フィルムと併せて使用することで、節電効率を更に高めることも可能である。なお、同国において遮熱塗料は一般市民にほとんど認知されていないため、導入する際は同製品の省エネ・節電効果の実証実験を実施し、効果を数値で示す必要がある。

#### (4) e-プラットフォーム (レスク (株) )

e-プラットフォームとは、ICTビッグデータを活用し、e-モビリティ（電動自動二輪および電動自動三輪）と充電ロッカー、小型カセットバッテリーを連携させ、環境に優しい効率的なエネルギー活用を目指す地域エネルギー管理システムである。下図はこのe-プラットフォームの構想を示す。



図 2.12 e-プラットフォーム構想

出所：レスク（株）ウェブサイト（<http://www.rescgroup.com/e-platform/products.html>）

現在、神奈川県川崎市で同システムの有用性を検証得るための実証実験が行われている。スリランカでの活用例は以下が考えられる。

- BEMS 導入済み建築物への追加導入：既存のエネルギー管理システムに、e-プラットフォームのシステムを追加することで、システム構築の初期投資を最低限に抑え、再生可能エネルギーと夜間余剰電力を効果的に活用できる。
- 災害時に必要な施設への導入：災害時に電力供給が止まることで社会に大きな被害を与えることが想定される施設（病院、血液銀行など）へ充電ロッカーを設置する。再生可能エネルギーや夜間余剰電力を同ロッカーにためると同時に、災害時に必要な施設へ電力供給できるように ICT ビッグデータで管理することで、電力の効果的な活用を実現するとともに非常事態に備えることができる。

その他にも、充電ロッカーと小型カセットバッテリーを ICT ビッグデータで管理し、蓄電した電気を e-モビリティとポータブル電源の運用に活用するなど、幅広い用途で再生可能エネルギーや夜間余剰電力の効果的な活用を促進できる。

#### (5) EV-MAX（デンゲン（株））

EV-MAX は、CHAdeMO 協議会より認定を受けている唯一の稼働型急速充電器である。同製品は 10m の入力ケーブルと 4m の出力ケーブルを搭載しており、三相電源があればどの様な場所でも充電できる。

表 2.22 EV-MAX の使用例

		
<p>EV-MAX (稼働型急速充電器)</p>	<p>EV-MAX コントロールパネル</p>	<p>EV への充電の様子</p>

出所：デンゲン（株）および調査団撮影

当製品は、急速充電ステーションへの設置に加え、EV 整備工場や EV 量販店、EV 用ロードサービス（後述）などに設置・活用できる。また同製品には、充電した EV のデータを保存し分析できる機能が搭載されており、EV が故障した際に同データを活用して分析を行うことができる。スリランカでの活用としては以下が想定される。

- EV 整備工場に設置：充電をしながら EV を整備することが可能であり、電源設備の不具合を発見しやすくなる。整備工場は、整備した EV のデータを参照・分析することで、整備の質や効率を向上させることができる。
- 集合住宅に設置：集合住宅やマンションの駐車場に同製品を設置し、住民の EV 充電の便利性の向上を図る。
- EV 用ロードサービスに活用：移動中に電気がなくなった EV に対する緊急電気供給サービスに活用する。同サービスが必要となった場所に当製品と小型発電機を持って行き、小型発電機を電源として同製品を動かし、緊急充電を行う。

このように、同製品の導入・活用により、EV 整備工場の整備能力を向上させたり、移動中の急な電気切れに対する不安を解消したりすることができる。これは、同国における EV 普及を後押しするものであり、これをもって、EV の夜間普通充電を通じた夜間余剰電力の活用を促進することができる。なお前述のとおり、同製品を同国へ導入する場合は、不安定な電圧に耐えられるように内部構造を変更したり、同国で普及しているフェリカシステムへの対応が必須となる。

### 2-3-2 中小企業等が有する製品・技術等を活用した新規 ODA 事業の提案および各対象分野における開発課題解決への貢献度（具体的な製品・技術の投入規模を含む）

提案製品を、ODA 事業にて活用可能性がある製品・技術と、民間ビジネスとして活用可能性がある製品・技術に大きく分けると以下のとおりである。

表 2.23 提案製品群の活用事業区分

活用可能性	提案製品群	理由
ODA事業	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ マイクロ水力発電機</li> <li>・ EMS周辺機器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 商品の公共性が高い</li> <li>・ 普及のためには技術の実証が必要</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 省エネ製品・技術</li> </ul>	
民間ビジネス (B to B または B to C)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 急速充電器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 商品・技術の効果が実証済み</li> <li>・ 素早い対応が必要(ビジネス機会を逃さない)</li> </ul>

出所：調査団作成

ODA 事業に活用可能な提案製品は、マイクロ水力発電機、EMS 周辺機器、一部の省エネ製品・技術である。マイクロ水力発電機の導入先は、発電に十分な流量と落差を有し、実施体制も整っている NWSDB の上下水道施設、EMS 周辺機器の導入先としては SEA が特定した公共施設などが考えられる。遮熱塗料や遮熱パネルなどの遮熱製品や、LED 製品など節電効果が高い省エネ製品は、エネルギー監査制度に沿った形で教育機関や研究施設、病院などの公的機関への導入が考えられる。なお、これらの施設への導入はいずれも、規模の観点から、ODA 事業として単体で実施するのではなく、ODA 事業による施設整備の一環として実施することが現実的である。また、公共施設への導入によりこれら提案製品・技術の効果が実証された後は、民間の施設への導入の可能性も見込まれる。

一方、既に効果実証済みの遮熱製品などの省エネ製品・技術や、急速充電器は、ODA 事業ではなく B to B もしくは B to C などの民間ビジネスを入り口とした事業展開の可能性が高い。なお、急速充電器は公共性が高く、スリランカへの職業訓練、自立支援、設置基準導入なども含み ODA 事業への活用を検討したが、民間ビジネスを活用した同国への導入が望ましいという結論に至った。既に海外同業他社製品が導入されており、かつ、非常に高い現地ニーズとそれに伴う現地政府および現地企業の素早い動きを考慮すると、実施に時間を要する ODA 事業よりも民間主体で事業を進める方が同製品を早期に導入する観点から有効であるからである。

上記に基づき、以下では、同国において今後実施が想定される有償/無償資金協力事業への一環としての提案製品・技術の導入を提案する。また、本調査を通じて、スリランカでは、我が国の省エネ・再生可能エネルギー関連の製品・技術の認知度が低いことがわかった。我が国中小企業も、スリランカを始めとした南アジア諸国の同分野の市場にアクセスする機会が限定されている。そのため、スリランカにおける同製品・技術の認知度の向上、および両国の官民の関係者の交流とビジネスチャンスの拡大を目的とする課題別研修も合わせて提案する。

(1) 新規/既存の ODA 事業における活用案：有償/無償資金協力事業の一環としての導入

表 2.24 環境分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 - 1

新規/既存の ODA 事業における活用案	
スキーム	有償/無償資金協力事業
提案製品群	マイクロ水力発電、省エネ製品・技術、EMS 周辺機器
開発課題および提案製品群の活用	<p>【経済成長の促進】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>上下水道の整備 上下水道施設整備のコンポーネントの一つとしてマイクロ水力発電を導入 ⇒発電電力の売電または所内電力としての活用により、省エネを実現 ⇒NWSDB の経営改善に貢献 PPP インフラ事業スキームの活用による事業化も一案</li> <li>運輸インフラの整備 空港施設設備のコンポーネントの一つとして省エネ製品・技術を導入 例 遮熱塗料、遮熱パネル、BEMS など。 ⇒クーラー電気代の節約、蓄電による電力の効率的な利用を実現 ⇒施設運営の経済性を助長</li> </ul> <p>【脆弱性の軽減】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>脆弱性が高い地域の防災能力強化 保健医療施設整備のコンポーネントの一つとして EMS 周辺機器を導入 例 充電ロッカー ⇒夜間余剰電力および再生可能エネルギー（太陽光発電、風力発電など）の蓄電 ⇒蓄電池を災害時非常用電源および電動自動二輪の電池として活用 ⇒ピークシフトへの貢献、非常時の対応、ガソリン代の節約</li> </ul>

出所：調査団作成

提案製品であるマイクロ水力発電、省エネ製品・技術、および EMS 周辺機器は、開発課題の解決への貢献が見込まれ、公共性が高いことから、ODA 事業としての導入が望ましい。前述のとおり、これらの製品・技術を活用した事業は、数千万円の規模であることから、単独の事業としてではなく、有償/無償資金協力事業の一環として導入することを提案する。なお、同提案製品の導入においては、本報告書の 2-2-3 で述べた価格面での競争力があることを前提にしている。

重点分野の一つである「経済成長の促進」に貢献するため、スリランカでは上下水道分野に関する有償/無償資金協力事業の調査が進められている。提案は、NWSDB の上下水道施設整備のコンポーネントの一つとしてマイクロ水力発電を設置することで、同施設内の水流を活用して発電することにより、発電電力を CEB へ売電したり、所内電力として活用したりすることを目的とし、もって NWSDB の経営改善に貢献するものである。

なお同製品の導入に関しては、有償/無償資金協力事業の一環としての導入の他にも、本邦企業の投資を前提とした PPP インフラ事業スキームの活用による事業化も可能である。マイクロ水力発電機の導入は、スリランカの経済社会開発への貢献、我が国の援助実施方針や、スリランカの再生可能エネルギー開発計画との整合性、円借款活用の見込みといった、PPP インフラ事業スキームの条件を満たしている。

省エネ機器である遮熱塗料や遮熱パネル、EMS 周辺機器によるエネルギー管理システムの ODA 事業における活用方法としては、空港や港湾整備への支援を実施する際の導入・活用が考えられる。これら運輸インフラの開発は同国の経済発展に寄与するものであり、我が国の対スリランカ国別援助方針の重点分野である「経済成長の促進」とも一致する。これは、空港や港湾施設設備のコンポーネントの一つとして省エネ機器である遮熱塗料や遮熱パネル、EMS 周辺機器などのエネルギー管理システ

ムを導入することにより、遮熱効果による冷房代の節約や、蓄電池による夜間余剰電力や再生可能エネルギーの効率的な活用を実現し、施設の維持管理の経済効率を高め、さらにエネルギーの効率的な利用に貢献するものである。

また、我が国の対スリランカ国別援助方針の重点分野の一つである「脆弱性の軽減」に貢献するため、我が国は同国の防災能力強化を開発重要項目として挙げている。同能力強化の一環として、緊急時の機能の保持が重要となる保健医療施設の整備を対象とした有償/無償資金協力事業のコンポーネントの一つとして EMS 周辺機器を導入することが効果的である。例えば、蓄電池に夜間余剰電力および太陽光発電や風力などの再生可能エネルギーを溜め、同蓄電池を管理できる充電ロッカーを導入することで、蓄電池を災害時非常用電源として活用することができる。さらに、電動自動二輪の動力源として再生可能エネルギーなどを溜めた蓄電池を効率的に活用し、緊急時の同施設のモビリティを確保することもできる。同製品の導入により、ピークシフトへの貢献、災害時の機能保持、さらには電動自動二輪の活用によるガソリン代の節約などが見込める。

(2) 省エネ・効率的な電力の活用を目的とした課題別研修

表 2.25 環境分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 - 2

新規/既存ODA事業案	
スキーム	課題別研修（技術協力）
提案製品群	省エネ製品・技術、EMS周辺機器
活動	<p>【経済成長の促進】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>省エネの推進</li> </ul> <p>&lt;研修の目的&gt; 我が国省エネ製品・技術およびEMS周辺機器のスリランカにおける認知度の向上 ⇒同製品・技術製造業者とスリランカ研修参加者の関係性構築 ⇒同製品・技術のスリランカ市場への普及 ⇒スリランカにおける省エネ・電力の効率的な活用へ貢献</p> <p>&lt;研修参加者&gt; SEA職員、エネルギー監査者、エネルギー管理者、スリランカ標準協会職員、現地製造業者など</p> <p>&lt;内容&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>省エネ製品の工業規格策定のためのテスト設備・技術の視察</li> <li>省エネ製品・技術の紹介および同製品・技術の活用現場の視察</li> <li>EMS周辺機器を活用したスマートシティプロジェクトの視察</li> <li>省エネ製品・技術、EMS周辺機器などを開発している官民の研究所など、および民間事業主と研修参加者の意見交換会の実施</li> </ul>

出所：調査団作成

新規 ODA 事業案として、我が国省エネ製品・技術および EMS 周辺機器のスリランカにおける認知度向上を目的とした課題別研修を提案する。

当研修は、我が国の最新省エネ製品・技術および EMS 周辺機器の紹介や、それらの活用現場の視察を通じ、我が国製品・技術の認知度を向上させることを目的に実施する。スリランカでは、我が国の省エネ製品・技術は品質が高いとの印象が持たれているが、具体的な製品・技術の同国内での認知度は低く、また、本邦企業のスリランカを始めとした南アジア諸国の同分野の市場に関する認識も低いため、同国市場への我が国省エネ製品・技術の導入は限定的である。当研修は、スリランカの官民

の関係者の本邦企業への訪問や交流の機会を設け、お互いの認識を高め、ビジネスチャンスにつなげることをねらいとしている。

我が国は、トップランナー基準を用いた省エネ数値目標設定による高品質な省エネ製品・技術の開発促進や、JIS 規格に則った製品テストが実施されているが、本調査では、こういった省エネの促進のための諸施策の導入も、スリランカではニーズが高いことがわかった。日本におけるこれらの施策および工業規格策定に則ったテスト実施設備・技術の視察を研修に導入することで、同国での省エネ製品・技術の普及促進につなげることもできる。

訪問・視察先としては、BEMS や CEMS などの省エネシステムを用いたスマートシティプロジェクトのモデルである横浜市、北九州市、豊田市、けいはんな学研都市で実施されている JAPAN SMART CITY プロジェクトや、省エネ製品を利用している民間のホテルや商業施設などがあげられる。これらを視察することで、研修参加者は最新の EMS 周辺機器や省エネ製品の情報を得ることができる。また、同研修で、我が国の省エネ製品・技術、EMS 周辺機器などを開発している官民の技術者や民間事業主と、スリランカの公的機関および民間企業からなる研修参加者の意見交換会を実施することで、我が国製品・技術と同国ニーズのすり合わせを実施する。同意見交換会は、我が国民間事業主と同国公的機関および民間事業主（メーカーなど）とのビジネス関係の構築を支援し、我が国中小企業などの同国進出にかかるエントリーポイント拡大および販路拡大の機会となることをねらいとする。



研修視察先に考えられる横浜市で実施されている  
スマートシティプロジェクト

出所：Japan Smart City

(<http://jscp.nepc.or.jp/en/yokohama/index.shtml>)

### 2-3-3 既存 ODA 事業との効果的な連携策（案）

我が国中小企業製品・技術等を活用した既存 ODA 事業との効果的な連携策は以下のとおりである。なお、電力セクター以外の既存 ODA 事業との連携策も想定可能なため、電力セクター以外の既存 ODA 事業も連携検討に含めた。

表 2.26 環境分野の製品・技術を活用した既存 ODA 事業との効果的な連携策

想定案件例	連携可能な既存 ODA 事業	効果的連携例
有償/無償資金協力事業の一環としての省エネ製品・技術、EMS 周辺機器の導入・活用	バンダラナイケ国際空港やコロombo港（有償）	有償資金協力で整備を行った、バンダラナイケ国際空港やコロombo港の諸施設に、遮熱塗料や遮熱パネルを導入することで、同国際空港の冷房使用時間を短縮し省エネに貢献する。また、充電ロッカーを導入することで、再生可能エネルギーや夜間余剰電力を空港用非常用電源として活用する。ただし導入に関しては、既存の設備への設置可能性や経済性などの調査が必要。
省エネ・効率的な電力の活用を目的とした課題別研修（省エネ製品・技術、EMS 周辺機器）	省エネ普及促進プロジェクト（技プロ）	省エネ普及促進プロジェクトの支援で制度を設置した、エネルギー監査人やエネルギー管理者などを本課題別研修に参加させることで、民間による省エネの推進を後押しする。

出所：調査団作成

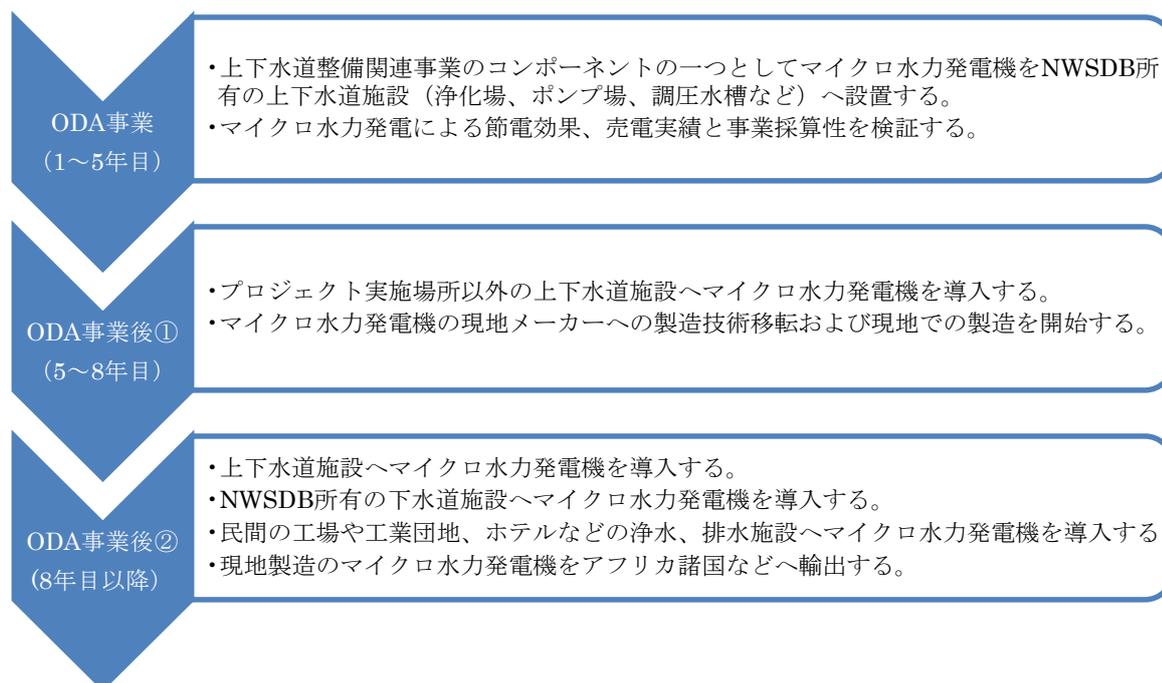
## 2-4 我が国中小企業等が有する製品・技術等を活用したビジネス展開の可能性

### 2-4-1 今回の調査で得た情報等をもとにした ODA 事業および中長期的ビジネス展開のシナリオ

まず 2-3-2 で提案した ODA 事業で提案製品・技術の効果を実証した後、以下のような中長期的ビジネス展開のシナリオが想定できる。

#### (1) 有償/無償資金協力事業の一環としての製品・技術の導入

##### 1) 提案製品・技術：マイクロ水力発電機



##### 2) ビジネス展開時の販売先見込み

上下水道施設を保有する NWSDB が当面の提案製品販売先として考えられる。我が国のマイクロ水力発電機はスリランカで使用されている類似製品と比較すると設備容量 1kW 当たりのコストが高いが、この課題が解決されれば、10m 以下の水源でも高効率な発電を可能とする低落差タイプのマイクロ水力発電機の開発が可能であり、上下水道施設へのマイクロ水力発電機導入経験も有している、我が国中小企業の製品の活用可能性は高い。なお、スリランカでは上下水道施設への製品導入はこれまで例がなく、同国での実績が確立すれば、将来の全国各地での事業への参入に有利である。なお同国では上下水道設備が拡大しておりマイクロ水力発電の設置場所も拡大が見込める。



製造過程の我が国の水車

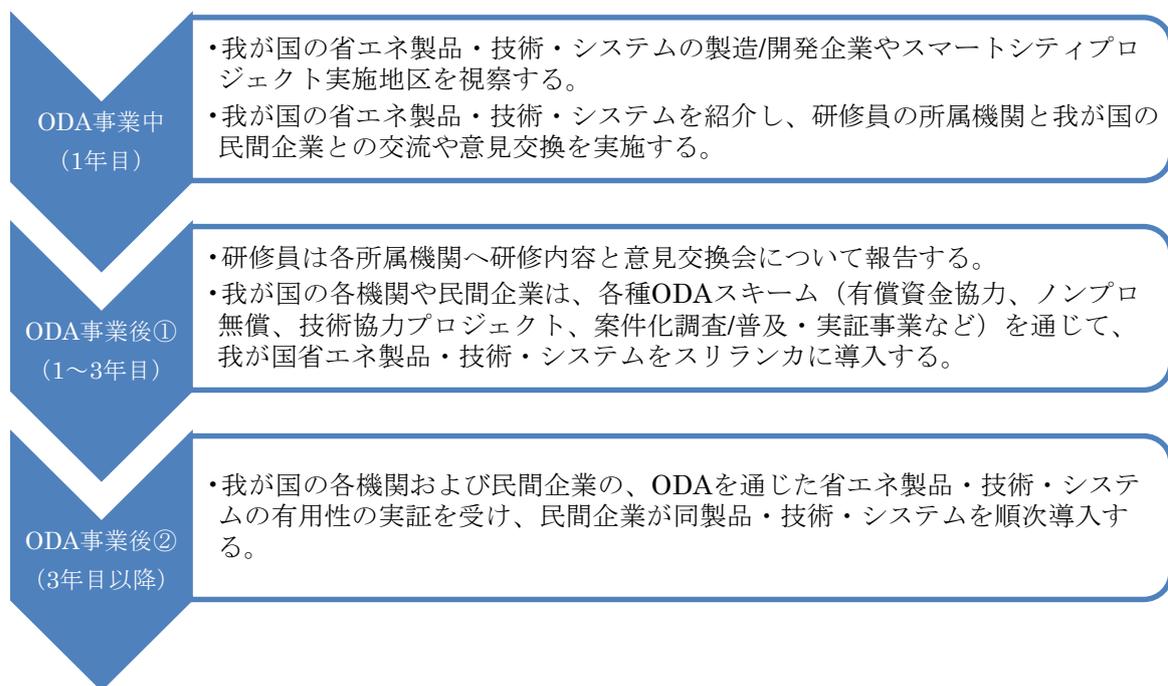
出所：調査団撮影

将来のビジネス展開のためには、現地マイクロ水力発電機メーカーであるジャナタクシャンや VS Turbo 社、REDCO 社へ製造技術を移転し、現地生産を開始することが望ましい。現地生産することで人件費を含む製造コストを低く抑え、安価な低落差タイプのマイクロ水力発電機を製造することが可

能となる。高品質で安価な低落差タイプのマイクロ水力発電機を現地で製造できれば、現地民間企業への販売が見込める。また、小規模水力発電の可能な場所を豊富に持つアフリカ諸国への市場参入の実績のある VS Turbo 社と共同して、将来、同製品をアフリカ諸国に輸出し、販路拡大につなげることも可能である。

## (2) 省エネ・効率的な電力の活用を目的とした課題別研修

### 1) 提案シナリオ



### 2) ビジネス展開時の販売先見込み

課題別研修参加者が所属する各機関や民間企業が当面の提案製品販売先として考えられる。課題別研修では、さまざまな省エネ製品・技術・システムを研修員に紹介したり、我が国企業との意見交換会の時間を設けたりすることを想定する。

本研修において我が国の省エネ製品・技術を紹介することで、我が国の省エネ対策製品・技術・システムのスリランカでの認知度が高くなり、ひいては同製品・技術が導入される可能性が高まる。例えば、研修への参加が想定される政府機関が、本邦企業ピークカット/ピークシフトに資する製品・技術・システムを、公的機関のビル省エネの推進や、当該技術の実証実験時に採用する可能性がある。また、同国でエネルギー監査を実施している SLEMA 関係者は、課題別研修で得た製品・技術・システムを監査の提案時に活用することができる。同国の ESCO 事業者の研修参加により、事業実施の際に本邦企業との提携が促進される可能性もある。

また同国では、公的機関の実証実験を経て省エネ効果が認証された製品・技術・システムが普及する傾向がある。公的な実証実験を実施する SEA や CEB、スリランカ標準協会などから研修参加者を積極的に集めることで、各種省エネ製品の認証制度が広まり、粗悪な製品が市場から駆逐されると、品質や耐久性の高い我が国企業の製品にとって有利な市場環境となる。

遮熱パネルや水力発電機などの製造会社も本研修へ参加ができれば、本研修の意見交換会を通じて、研修員と我が国企業のビジネス関係の構築につながり、我が国企業はスリランカ進出にかかるエント

リーポイントを得ることができる。これら製品は価格の高さが市場参入の阻害要因であるが、我が国企業とスリランカ企業との協力により現地製造が実現すれば、価格を抑えた高い品質の製品を作ることができ、優位性の強化・販路の拡大につながる。

## 2-4-2 中小企業の海外展開による日本国内地域経済への貢献

2-4-1 で示した ODA 事業を通じたビジネス展開による日本国内地域経済への貢献は以下のとおりである。

### (1) 有償/無償資金協力事業の一環としての製品・技術の導入（マイクロ水力発電機）

我が国のマイクロ水力発電機をスリランカの上下水道施設に設置する場合、発電機一式もしくは水車などの部品を我が国から輸入し、現地で組み立てる必要がある。同国へ同製品を輸出することにより、同製品を製造している中小企業メーカーとメーカーへ部品を提供している地域下請け会社に利益が発生する。ODA 事業終了後も、同国の上下水道施設が全国へ拡大していく数十年間は継続的な受注が見込めるため、我が国のメーカーおよび部品提供会社は長期的な視点に立って雇用を増やすことができ、メーカーの製造工場がある地域の雇用創出が期待できる。

### (2) 省エネ・効率的な電力の活用を目的とした課題別研修

我が国の省エネ製品・技術・システムを課題別研修で研修員へ紹介することで、各製品・技術・システムがスリランカに導入される可能性がある。同国が提案製品・技術・システムを導入することで、それらを開発した中小企業メーカーの同製品の生産拡大につながる。製品の生産拡大は、同メーカーの生産拠点がある地域の雇用創出を促進させ、地域経済を活性化させる。現地生産開始後も、ノウハウ提供料や特許使用料、ロイヤリティーなどで生産に携わった企業は継続的に利益を得ることができ、地域経済の安定した発展につながる。

## 第3章 農業分野

### 3-1 現状及び開発ニーズの確認

スリランカの農業分野には多岐にわたる課題があるが、中でも、農作物の低生産性と伝統的輸出産業の競争力低下は特に重要な課題とされている。同国においてこれらの課題を解決するためには、灌漑等の農業インフラ整備や基礎的な栽培管理技術の向上が必要であり、我が国の ODA はこれらの分野を中心に支援を行ってきた。これらの基礎的な能力強化に加え、農業従事者の所得向上や輸出作物の競争力の強化のためには、農業効率化、加工や流通の促進による高付加価値化も必要である。本調査では、日本の中小企業が強みを持つ ICT 製品・技術が、これらの開発ニーズの充足に貢献する、という仮説を立て、「ICT 農業」をテーマとして調査を行った。

#### 3-1-1 開発課題の現状

図 3.1 が示すとおり、スリランカの名目 GDP 全体における農業部門の構成比は 8.3% (2014 年) で、その割合は年々縮小傾向にある。図 3.2 の棒グラフは同国の GDP 成長率を、折れ線グラフは部門別の GDP 成長率を示す。これを見ると、2009 年は内戦末期の経済停滞によりいずれの部門も経済成長が落ち込んでいる。内戦終結後の 2010 年以降は、工業、サービス部門が一時的に 8%以上の著しい成長を見せたが、その後は 3~4%で推移しており、農業部門は、2014 年度はマイナス成長となった。

図 3.3 は、産業別労働人口の推移を示す。2006 年と 2014 年の数値を見ると、工業部門は 188.7 万人から 222.9 万人に、サービス部門は 292.6 万人から 379.4 万人に大幅に増加しているが、農業部門は 226.9 万人から 239.9 万人に微増したにとどまっている。一方、近年においても労働人口の 3 割弱は農業に従事しており、同国における農業部門の重要度は依然として高い。また、貧困層人口の 8 割以上は農村部に居住しており<sup>118</sup>、何らかの形で農業に関係していることから、同国の重要課題である貧困削減と農村部と都市部との地域間所得の格差の是正には、農業部門の成長が重要である。

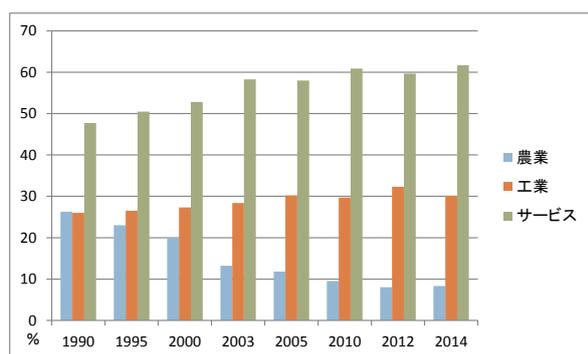


図 3.1 産業別 GDP 構成比の推移

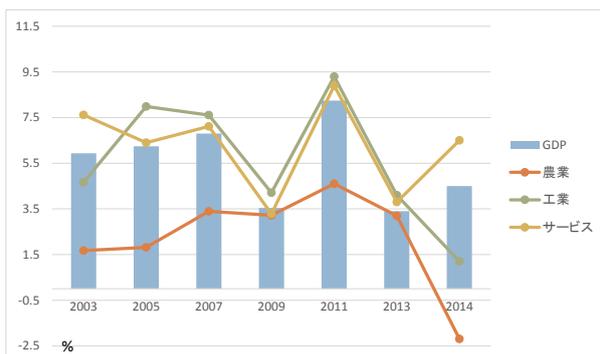


図 3.2 GDP 成長率推移

出所：World Bank ウェブサイト(<http://data.worldbank.org/>)、Annual Report 2014, Central Bank of Sri Lanka より調査団作成 (2014 年度は暫定値)

<sup>118</sup> Poverty Indicators: Household Income and Expenditure survey 2012/13, Department of Census and Statistics

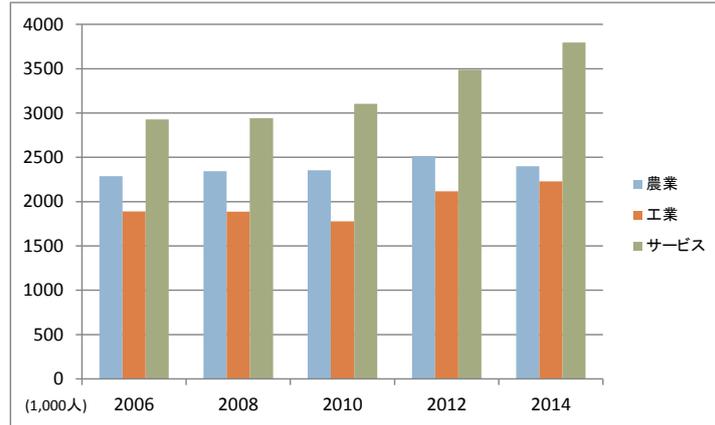


図 3.3 産業別労働人口の推移

出所：Sri Lanka Labor Force Survey Annual Report 2014, 統計局より調査団作成

同国の主要農産物は、コメ、トウモロコシ、落花生、チリ、豆類等であるが、イギリス植民地時代に始まった紅茶、ゴム、ココナツのプランテーション農業も盛んであり、これらの産物は重要な輸出品目となっている。表 3.1 が示すとおり、同国の主要輸出品は、繊維・衣類、紅茶、ゴム製品、水産物等である。近年、スパイスや果物といった農産物の輸出も成長しているが、全体額から見ると、プランテーション作物以外の農産物の輸出割合は非常に少ない。

表 3.1 主要輸出品目別輸出額推移 (単位：100 万米ドル)

年	2005	2010	2014	全輸出に占める割合	2005-2014 成長率
紅茶	811	1,439	1,609	13.6%	7.4%
ココナツ	76	99	271	2.3%	10.1%
スパイス	96	191	234	2.0%	12.7%
野菜	12	16	25	0.2%	8.3%
果物	6	16	44	0.4%	17.4%
水産物	103	202	265	2.2%	8.4%
繊維・衣類	2,872	3,341	4,908	41.3%	5.5%
ゴム製品	395	557	889	7.5%	10.2%
工業製品	319	454	568	4.8%	4.6%

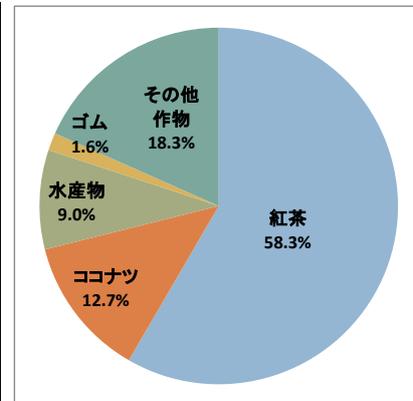


図 3.4 農産品輸出割合

出所：Annual Report 2014 Ministry of Finance, Sri Lanka Export Promotion Board

冒頭で述べたとおり、スリランカの農業分野には多岐にわたる課題があるが、下表では、我が国の対スリランカ国別援助方針に沿って、同国の現状と課題について本調査と関連の深いものを抜粋し、それらへのニーズについて整理した。

表 3.2 対スリランカ ODA 重点分野と農業分野の現状・課題・ニーズ

重点分野	現状と課題 (抜粋)	ニーズ
経済成長の促進	紅茶など伝統的な輸出産業の競争力の低下	(1)プランテーション部門の競争力強化：コスト削減、効率化、品質向上等
後発開発地域の開発支援	農業セクターの成長を通じた貧困削減	(2)農業生産性の向上：農業生産の基盤整備、技術普及、コスト削減、効率化、設備整備
	農業生産力の拡大	
	農業セクターの付加価値化	
	市場動向に対応した営農の確立	(3)農産品流通システムの効率化

出所：我が国の対スリランカ国別援助方針より調査団作成

上記表にて整理した開発ニーズの (1) プランテーション部門の競争力強化、(2) 農業生産性の向上、(3) 農産品流通システムの効率化、についての詳細を以下に記す。

### (1) プランテーション部門の競争力強化

プランテーション部門には現在約 93.4 万人の労働者が従事しており<sup>119</sup>、紅茶、ゴム、ココナツが主な産品である。中でも紅茶は、繊維製品・衣料品に次いでスリランカ第 2 の輸出品目であることから、同国の重要な産業であることがわかる。しかし近年、人件費や燃料・輸送費を始めとする生産コストの上昇等により、図 3.5 および図 3.6 が示すとおり、スリランカ紅茶の生産量や輸出量は伸び悩んでいる。国際競争力も、ケニア等新興国の参入により相対的に低下傾向にある。

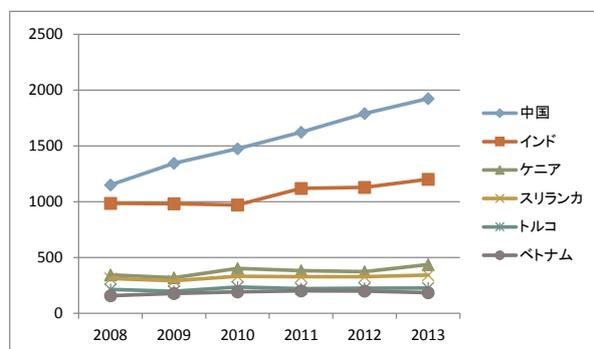


図 3.5 紅茶生産量推移 (単位：1,000 トン)

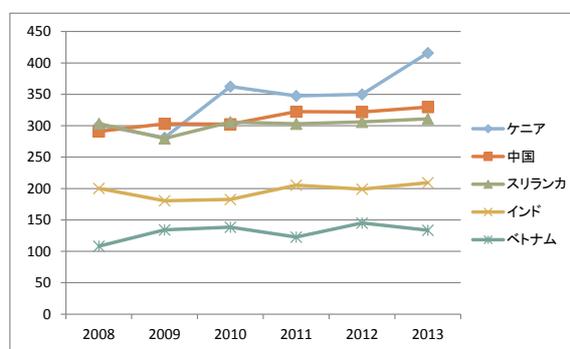


図 3.6 紅茶輸出量推移 (単位：1,000 トン)

出所：Annual Report 2014, Sri Lanka Tea Board より調査団作成

前述の生産量、輸出量の伸び悩みや国際競争力の低下、また近年では主要需要国であるロシアや中東における政情・通貨危機などの影響による紅茶の世界市場価格の下落により、プランテーション企業 (Regional Plantation Company : RPC) の多くは経営危機に直面している<sup>120</sup>。RPC の経営陣へのインタビューでも、このような経営難を背景に、同国の紅茶産業の存続を危ぶむ声もある。紅茶産業は民間企業や小規模農家といった民間セクターにより支えられているが、産業従事者の数や輸出における

<sup>119</sup> Plantation Human Development Trust (2014)に電話にて照会。

<sup>120</sup> 紅茶産業の危機については新聞などで連日報道されている。以下記事参照 (アクセス 2016 年 2 月)。  
<http://www.sundaytimes.lk/151101/business-times/worst-crisis-in-history-for-sri-lankas-tea-industry-169733.html>

重要性から、紅茶産業の衰退は、同国のマクロ経済や社会全体に深刻な影響を及ぼす。このようなことから、同国政府はこの状況を深刻に捉えており、既存の栽培地における生産性の向上、茶とゴムの植え替え率の増大、研究開発プログラムの実施と奨励、財とサービスの付加価値とブランド力の増大などを重視している<sup>121</sup>。また、2015年11月に発表された2016年度の政府予算案では、プランテーション企業の競争力強化のため、2016年より2年間の紅茶とゴムの生産に関連する企業の法人税の免除、生産性向上のための研究費への2億ルピーの配分が提案された。

紅茶産業の生産量、輸出量の伸び悩み、国際競争力の低下、またこれらを背景とする紅茶産業の経営難に関しては、以下に記すように、労働力不足と生産効率の低さがその主な背景となっている。

#### 1) プランテーション産業における労働力不足

プランテーション産業は、イギリス統治時代の19世紀後半に導入され、南インドから移住させた労働者の安価な労働力を背景に、イギリス人経営による大規模プランテーションとして発展した。その後同産業は、イギリスからの独立を機に国営化されたが、生産性や品質の悪化等により、1992年に経営を民間企業にリースするという形態での民営化が実施された<sup>122</sup>。プランテーション部門で茶摘みなどの労働に従事して産業を支えてきたのは、前述のとおり、イギリス統治時代に南インドから連れてこられた貧農出身のインド・タミル人<sup>123</sup>である。1960年代頃から、農園労働者にはスリランカ市民権がなく、かといってインドへ帰還するすべもない事態が大きな社会問題として取り上げられるようになった。両国は、この問題を解決すべく、1964年と1974年に取り決めを交わし、農園労働者の一部をインドに帰還させる方針をとったが、帰還には様々な問題<sup>124</sup>が伴い、問題解決には至らなかった。その後、1980年代以降の新条約施行により、多くの労働者にスリランカの市民権が与えられることとなった。政府はこうした農園労働者の社会福祉環境改善に注力しており、保健や教育等の生活・社会環境は近年では大きく改善している。しかし表3.3が示すように、国内の他地域と比較すると、エステート（農園）部居住者の平均月収、識字率などは依然低い状態にあり、また多くの農園労働者は古い粗末な長屋に住んでおり、住居環境の改善が必要とされている。

<sup>121</sup> 出所：National Plantation Industry Policy 2006。

<sup>122</sup> 現在、プランテーションの経営主体は、農園と工場を併せ持つ民営化されたRPC 20社、国営企業2社（Sri Lanka State Plantation Company: SLSPC、Janatha Estate Development Board: JEDB）と民営の小規模農家・工場に分類される。紅茶の生産量は、RPCが28%、国営が2%、小規模農家が70%となっており、小規模部門が多くを占めている。

<sup>123</sup> 農園労働者のタミル人は、紀元前からスリランカの北東部を中心に住んでいるスリランカ・タミル人と言語・宗教は一緒であるが、起源が違うため、インド・タミル人と呼ばれて区別されている。

<sup>124</sup> 1964年に当時のスリランカとインドの首相がスリランカのインド・タミル人茶園労働者の処遇に関する協定を交わし（スリマオ・シャーストリ協定）、同労働者のうち52万5千人をインドに帰還させ、30万人を茶園に残すことになった。しかし、インド政府による帰還者へのインド市民権の付与が遅延し、1981年時点では約28万人が帰還したのみであった。1982年にインド政府が同協定の実施期間は終了したと見なしたこと、スリランカの内戦が激化し、インドへの帰還の手段であったスリランカとインドを結ぶフェリーが1984年に運行を停止したことから、同労働者のインドへの帰還の動きは終了した。

表 3.3 地域別にみる労働者の社会指標

	経済労働人口(人)	平均月収 (ルピー)	識字率(%)	PC 所有率(%)
スリランカ全国	8,804,548	24,346	93.3	15.8
都市部	1,369,522	29,642	95.4	23.7
農村部	7,097,395	23,030	93.4	14.8
エステート部*	337,631	14,906	79.8	3.1

出所：Sri Lanka Labor Force Survey Annual Report 2014, 統計局より調査団作成

\* エステート部とは茶摘み等に従事する労働者が居住するプランテーション農園部を指す。

このように、エステート部には生活・住居環境の問題や、所得の改善といった課題が残されている。一方近年、エステート部の若年層には野外労働を嫌い、茶農園での労働を嫌う傾向が強まっている。これは、エステート部の若年層の教育レベルが向上した結果、職業選択の幅が広がったことが主な背景となっている。女性労働人口の中東への出稼ぎ、男性労働人口の都市部への流出などの傾向もあり、茶農園は近年深刻な人手不足に直面している<sup>125</sup>。茶農園責任者からは、所有農園面積から算出された労働者の必要人数の半数以下しか確保できていないという声も聞かれた。

紅茶産業では、深刻な人手不足により時機を得た収穫作業が実施できず、生産量や生産性の伸び悩みの原因となっている。この人手不足を解消するためには、労働者の生活・住居環境や所得を改善し、紅茶産業への従事を促す必要があるが、前述のようにRPCの多くは経営難に陥っており、労働者の期待に見合った改善が実施できず、そのためさらに労働者の茶農園離れや生産性の低下が進む、といった悪循環に陥っている。2015年初めには、賃上げを要求する茶園労働組案の要求にプランテーション会社が応える事ができず、労働者は数週間にわたる大規模なストライキを執行し、紅茶生産に打撃を与えた例もあった。

## 2) プランテーション部門の生産効率の低下

労働者不足に加え、紅茶産業は生産効率面でも様々な課題に直面している。同国の茶農園の分布は、高地、中高地、低地に分類される。ウバ茶に代表される高地の紅茶の品質は世界でも高く評価されているが、急傾斜地ゆえ栽培管理における機械化が困難であり、ケニアのように平地で大量生産される場合に比べて生産効率が低く、価格面で差をつけられている。樹木も高齢化しているが植え替えは進んでいない。同国の紅茶生産量は現在世界4位であり、輸出量は2008年まで1位であったが現在は3位となっている。表3.4が示すとおり、生産性も新興国のケニアやベトナムより低い<sup>126</sup>。また、長い歴史を持つエステートの工場が使用している製茶機械の多くは老朽化が進んでおり生産効率が悪く、電気料金や輸送費の高騰もあり、製造コストの上昇、生産性の低下につながっている。

<sup>125</sup> 同国では紅茶産業以外にも人手不足の傾向が見られる産業がある。例えば製造業では人が集まりにくい状況にあり、輸出加工区に工場をもつ日系企業の責任者からも、労働者が集まりにくいという声が聞かれる。これは高学歴化に伴い、若者を中心に、工場労働ではなくITや事務職への従事を志向する傾向が強まっていることが主な背景である。

<sup>126</sup> 紅茶は嗜好品で品質が重要であるため、生産性と生産量により産業としての評価を一義的に行えないことには留意が必要である。

表 3.4 各国の茶生産性比較 (2014 年)

	ケニア	インド	日本	ベトナム	スリランカ	中国
生産性(kg/ha)	21,772	21,433	18,678	17,616	<b>15,328</b>	10,998
生産量(ton)	432,400	1,208,780	84,800	214,300	<b>340,230</b>	1,939,457

出所：FAOSTAT より調査団作成

スリランカの紅茶産業の歴史は長く、製茶工程における品質管理は、匠の長年の経験や感に大きく頼っており、温度は目測で、含有水分量は手触りで確認していることが多い。しかしこうした経験や勘、手作業による判断技術の継承は困難であり、RPC 幹部へのインタビューでは、製茶工程で特に重要となる萎凋工程の温湿度管理などは、自動化を進めていく必要があるという意見であった。



茶葉の萎凋工程。温湿度測定は全て作業員の目測で管理している。

急斜面での茶摘み作業

出所：調査団撮影

前述のとおり、プランテーション企業の経営状況の改善は、スリランカの紅茶産業にとって死活問題である。また、プランテーション企業の経営改善が実現しなければ、労働者の賃金上昇がかなわない。エステート労働者の貧困問題の解決の面からも、外貨獲得の面からも、紅茶産業の生き残りは国家的な課題である。紅茶産業が生き残るためには、栽培管理技術、製造と加工手法の改善による品質向上、コスト削減、効率化による競争力の強化が急務となっている。

## (2) 農業生産性の向上

スリランカの農業は、1970 年代に本格化した緑の革命による技術革新を経て、生産量の増加と農業土地利用の拡大が促進され、大きな成長を遂げた。1980 年代に国の重点開発目標であった大規模灌漑事業の成果も受け、国民の主食であるコメの自給は 2000 年代に達成されている。しかし、農業省、民間企業の関係者からの聞き取りによれば、灌漑設備等のインフラ整備の遅れ、農村の資金不足などの問題により、近年の農業生産性の向上は期待されたほど進んでおらず、農業部門の次段階への発展は頭打ち状態となっている。主要作物であるコメについて見てみると、前述のとおり自給は達成したものの、表 3.5 に見るように単収量は周辺国に比べても低く、未だ改善の余地が大きいことがわかる。また、野菜の単収量は、南アジアの近隣途上国等と比較した場合はそれ程低くないように見えるが、途上国でも農産品の輸出に実績のある中国やベトナム等と比較すると非常に低い。

表 3.5 各国のコメと野菜の生産性比較 (単位:kg/ha)

	日本	中国	ベトナム	インド ネシア	バングラ デシュ	スリラ ンカ	フィリ ピン	インド
コメ	67,280	67,173	55,726	51,520	43,755	<b>38,888</b>	38,852	36,231
野菜 <sup>127</sup>	235,530	165,979	166,254	90,377	75,801	<b>103,175</b>	83,333	117,986

出所：FAOSTAT より調査団作成

### 1) 農家の小規模性に伴う課題

同国の農業の大部分は、小規模農家により行われている。図 3.7 が示すとおり、2002 年時点で土地所有が 2 エーカー未満の農家が全体の 79%を占め、その割合は 1982 年から大幅に増加している。農地が小規模であると、農家はスケールメリットの発揮が困難であり、農業の商業化、大規模な機械化の促進は難しい。また、小規模な農家ほど貧困率が高い傾向にあり、2 エーカー以上の農地を持つ農家の収入は、平均するとそれ未満の農家の収入の 3 倍になるというデータもある。<sup>128</sup>

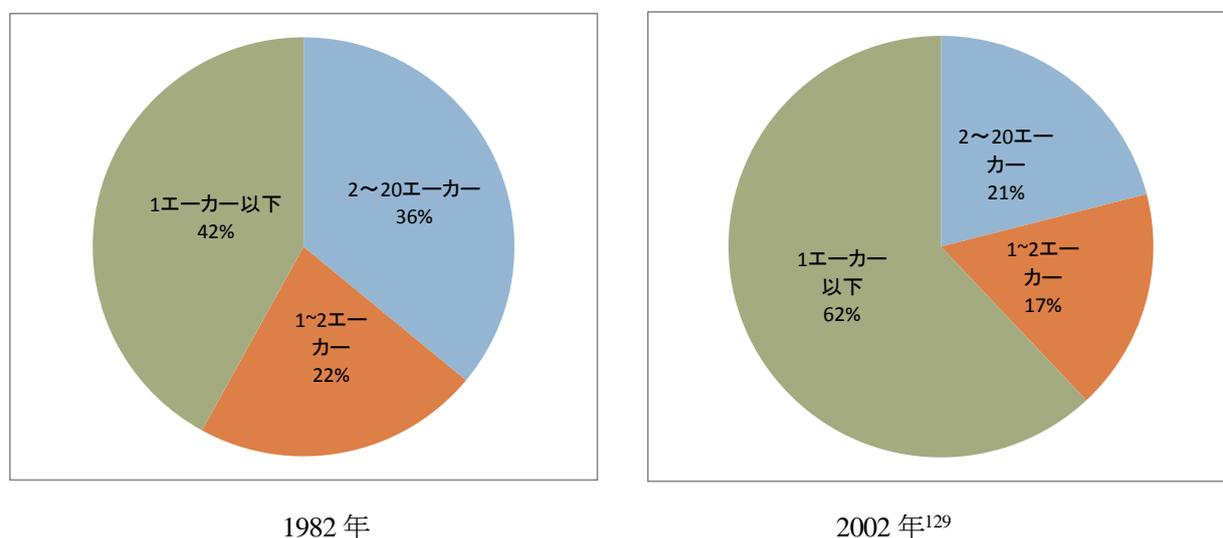


図 3.7 小規模農家の土地所有の割合

出所：Department of Census and Statistics ウェブサイトより調査団作成

生産性向上に向けて高投入農法が進められ、政府は多額の補助金により化学肥料・農薬を農家に支給してきたが、これによる土壌劣化と、農薬による慢性腎臓病<sup>130</sup>の健康被害が問題となっている。このような状況下で、高投入農法に頼らず、先進農業技術の導入により、生産性、生産量を向上させるニーズは高く、ニーズの充足は、農村部の貧困削減にもつながる。

### 2) 普及システムの課題

スリランカの農業普及システムは、1990 年代に世銀の支援により強化されたが、現在は中央政府農

<sup>127</sup> 国によって栽培作物が違い、比較が困難であるため、野菜全般での比較とした。

<sup>128</sup> Sri Lanka Agricultural Commercialization: Improving Farmers' Incomes in the Poorest Regions, World Bank (2009)

<sup>129</sup> 農業センサスは 2012/13 年にも実施されているが、英語版が未公開のため、本報告では 2002 年度のデータを使用。

<sup>130</sup> スリランカ政府は、同国で普及している農薬をカドミウムとヒ素を含んだ土壌で使用した場合、思い慢性腎臓病を引き起こすとして、2014 年にこの販売を禁止している。

業局管轄の普及員（Agriculture Instructor : AI）と州政府農業局管轄の普及員がこれを担っており、縦割り行政や指揮系統の細分化などの弊害により、効率的な指導が実施されにくい。1人のAIが担当する農民の数は平均約1,500~2,000軒と多いが、AIが利用する交通機関・手段が限られているため、農民を頻繁の訪問できる状況にないことなどから、AIによる技術指導が農民に十分に行き届かない状況となっている。政府関係者へのインタビューによれば、補助金による肥料等の投入材配布がAIの主要任務になりがちであるという問題も聞かれた。

本調査で実施した農家への聞き取りおよびアンケート調査によると、多数の農家が営農で直面している最大の課題は、情報へのアクセス不足であると回答しており、農家は、新しい栽培技術や市場情報を得る手段をほとんど持てない状況にあることがわかる<sup>131</sup>。営農上の判断をする上で必要となる天候・災害情報は、一般農家は地域毎のリアルタイムな情報はほとんど入手できない状況である。また、一般的な天気予報もごく簡単な情報が新聞などで報道される程度である。

政府による普及システムの概要は下表3.6のとおりである。普及のハブとなる農業サービスセンターが全国に559カ所設置されており、以下のAIスタッフの他、畜産、ココナツ、非主要輸出作物（スパイス等）担当等のAIが常駐している。灌漑局とココナツ以外のプランテーションAIは別の事務所に配置されている。フィールドに幅広く展開しているのは農業開発局の普及員（Agriculture Research and Production Assistant: ARPA）であるが、農業の技術的な知識は有していない。技術普及は主にAIの担当であるが、人数が不足している上、地域によっては公共交通機関が整備されておらず農地へのアクセスが困難なため、政府のシステムによって農家に技術や情報が十分に行き届くのは難しい状況である。

表 3.6 農業普及システム概要

	中央政府農業局	州政府農業局	農業開発局
普及員	Agriculture Instructor (AI) Technical Assistant (TA)	Agriculture Instructor (AI) Technical Assistant (TA)	Agriculture Research and Production Assistant (ARPA)
要件	農業ディプロマ	農業ディプロマ	農業資格不要
役割	主要灌漑地域（灌漑面積が 1,000ヘクタール以上）の技術 普及	主要灌漑地域以外の州内 農地の技術普及	補助金による投入（肥料等） の配布管理、農家情報収集
人数 <sup>132</sup>	人員枠1,244人に対し、現在832 人が配属（欠員412人）。TAは 1,781人中1,705人が欠員*	1,608人	15,000人の人員枠があり、 稼働しているのは12,000人 程度

出所：農業局聞き取り、及びPerformance Report 2014, DOAより調査団作成 \*2014年末のデータ

政府関係局もこのような状況を把握しており、表3.7に示すような、ICTを活用した農村貧困層の情報へのアクセス不足を埋めるための様々な取組みに既に着手している。しかし、取組みによっては、農業局職員の実験力や知識の不足、現地で入手可能な機器や設備の不足、有用性の実証を行うための予算不足などの理由により、実用に至っていない、利用が拡大していない、という課題を抱えている。

<sup>131</sup> 本調査で実施したアンケート調査の概要は表3.16を参照。

<sup>132</sup> 関係部局への聞き取りと各資料データなどでそれぞれ数値が異なるため、あくまで参考値として挙げた。

表 3.7 政府による ICT を活用した各種情報提供のための取り組み例

取り組み	概要
<p>農家への栽培管理に関する情報発信 (管轄：農業局 CABI project)</p>	<p>携帯電話で 161 にかけると、SMS で知りたい情報（最適な植え付け時期、病虫害防除方法など）が引き出せるシステム。利用者は登録して 1 日 1 ルピーの使用料を支払えば、無制限でサービスを利用可能。情報コンテンツは、Cabi（イギリスベースの国際非営利機関）の支援で現在農業局が作物別に作成している。（現在コメだけ完成済み）配信は携帯通信会社大手のダイアログ社と提携している。現時点では、登録農家に対して一部情報提供サービスを開始したところである。</p> <p>また、AI にタブレットを配布し、農家の病虫害等栽培に関する問題を収集し、農業局専門家からアドバイスを送るプラントクリニックというパイロットプロジェクトも一部地域で開始された。システムはコロombo大学との協力で既に完成しているが、予算不足により実際のサービス提供は進んでいない。</p>
<p>土壌侵食、灌漑管理の地形情報整備 (管轄：農業局 Natural Resource Management Center)</p>	<p>インドと中国の支援を受け、衛星データによる地形情報により土壌侵食の状況を分析、土地利用や農業統計、普及指導に活用する情報整備プロジェクトを実施した。その後、技術的問題から適切なデータ取得ができず、現在活動は停止中である。</p>
<p>収穫量管理・市場予測 (管轄：プランテーション省)</p>	<p>各プランテーションの栽培・収穫情報をインターネット上のデータベースで管理し、価格予測、市場情報を関係者に発信している。</p>
<p>マーケット情報発信 (管轄：農業局 HARTI)</p>	<p>各公設市場の農産品価格情報をインターネット上で管理、公表。またこの情報を SMS で関係者の携帯電話にも配信している。</p>
<p>総合的農業情報管理 (管轄：農業局国家農業情報センター)</p>	<p>農業に関する点在する情報を一元管理する目的で、国家農業情報センターが 2016 年 1 月にオープン予定。（2015 年 12 月時点で建物は完成。）フリーダイヤル 1920 に電話をかけると、農家は農業局からアドバイスを受けることができるサービスが既に開始されている。センター職員として ICT スタッフ 50 人を増員予定。</p> <div data-bbox="603 1507 976 1821" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1013 1559 1372 1648">農業局からリーフカラーチャートアプリで配信。スマートフォンユーザーの農家が使用している。</p>

出所：現地聞き取りより調査団作成

### 3) 品質の課題

スリランカでは高価値作物の輸出増大を目指しており、農業局では GAP、ISO9000 シリーズ規格等

認証取得やトレーサビリティ確保に向けた活動を計画している。輸出が期待される高付加価値作物は、パプリカ等の野菜、パパイヤやバナナ等の果物、観葉植物があげられ、現在モルディブ、中東、中国、そして一部を欧州、日本にも輸出しているが、輸出量は伸び悩んでいる。輸出がのびない要因は、表 3.5 にも示したように、作物の生産性の低さと、それに伴う生産コスト高が指摘されている<sup>133</sup>。野菜や果物の品質やサイズの選別（グレーディング）基準を農家レベルで設定して出荷しているところはほとんどないため、品質のばらつきが多く、また収穫後処理の不備や不適切な梱包により品質劣化が起りやすいことなどから、先進国市場への高付加価値作物輸出の機会を十分に得られていない。

### (3) 農産品流通システムの効率化

農産品流通システムの効率化に関しては、同国の農産品の生産から消費に至る流通は、サプライチェーンが長く中間業者が多いこと、また保管や輸送設備などが不足していることから、収穫後廃棄率が非常に高い問題が以前から指摘されてきた<sup>134</sup>。本調査で実施したヒアリングでは、多くの流通関係者が、農産品の収穫後廃棄率は 20~50%<sup>135</sup>にのぼると回答した<sup>136</sup>。また同ヒアリングによれば、作物の価格変動が大きく、品目によっては年間に価格が 10 倍以上変動するものもあるとのことであった。収穫後廃棄率が高く、農産品が多くの中間業者を経由するため各段階で手数料が徴収されていること、さらに価格変動情報の入手手段が不足していることなどにより、農家の収益率が低く抑えられている。また、このような状況が、農村地域の貧困解消が進まないことの一因となっている。

政府は流通の公正化を図るため、90 年代に公設市場として各地に専門取引センター（Dedicated Economic Center: DEC）を設立し、現在 13 カ所が稼働している。農産品の一般的な流れは、トレーダーが農家から農産品を回収し、手数料を上乗せして公設市場で取引し、買い付けトレーダーが全国の小売に配送する形である。公設卸売市場について調査したところ、その管理体制は複雑かつ不透明で、市場内への出入荷管理はほとんど行われていないことがわかった。また、農家が公設卸売市場の価格や取引量などの情報にアクセスできる手段はほとんどない。市場内には価格掲示板が設置されているが、ほとんど更新されていない<sup>137</sup>。前述のとおり、作物の価格変動が非常に大きい、農家やトレーダーは、市場に運び込むまで価格がわからないため、運び込んだものの価格が釣り合わず野菜が売れ残り、それらを廃棄せざるを得なくなるという問題も頻発しているようであった。野菜はトラックに押し込まれて市場まで運ばれ、市場では梱包もなく直置きにされているものが多く、取り扱いの荒さも廃棄の一因であると思われた。

このような伝統的流通とは別に、最近ではスーパーマーケットチェーンが担う近代的流通も広まっている。大手企業が経営するスーパーマーケットチェーンは、都市部を中心に店舗数を急激に増やしている。これらスーパーマーケットは、農産品を小規模農家から直接調達し、調達した農産品を各地域の集配センターに集めて各支店に分配している。これらの農産品は梱包や扱いが丁寧で中間業者を

<sup>133</sup> 「スリランカ国農畜産物流通・市場に係る情報収集・確認調査」国際協力機構（2013 年）の記載を参照。

<sup>134</sup> 同上

<sup>135</sup> Institute of Post-Harvest Technology が 2001 年に発表されたデータが入手できる最新のもの。脚注 4 の報告書も参照。

<sup>136</sup> 本調査で実施したアンケート調査の概要は表 3.16、表 3.17 を参照のこと。農産品の廃棄率は、米国や日本のような先進国でも非常に高い。これは加工後の廃棄や不良品の廃棄が多いため、途上国の収穫後ロスと性質が違っている。スリランカでは、廃棄率は収穫後処理、保管、輸送の問題から生じているため、低減できる可能性が高いと考えられている。

<sup>137</sup> 市場関係者の話では、市場内の卸売事業者はライセンス制で、市場価格は卸売業者のカルテルによって操作されているとのことであった。

経ないことから、スーパーマーケットでは、伝統的流通を経た作物よりも品質が高いことを売り物にしている。また農家はトレーダーの介在がないため、良い値段で売れ、高い利益を得ることができる仕組みとなっている<sup>138</sup>。農業局傘下の Hector Kobbekaduwa Agrarian Research and Training Institute (HARTI) が、スーパーマーケットに農産物を販売している農家と、伝統的流通網に販売している農家（各 200 農家）に対して行った調査によると、表 3.8 が示すように、スーパーマーケットを販売先を選ぶ理由として、71%が買い取り価格の高さと回答している。

表 3.8 農作物販売先の選択理由 (%)

理由	スーパーマーケット	伝統的流通網 (トレーダー)
買い取り価格の高さ	71	2
販売の簡便性	17	75
信頼性	5	5
前払いによる投入材購入の簡便性	5	3
支払いの早さ	2	0
他に販売先がない	0	15
合計	100	100

出所：HARTI ‘Marketing of vegetables through supermarkets: Implication of procurement practices for farmers’ (2011)

しかしスーパーマーケットチェーンにおいても、農家への作物の収穫状況確認や在庫状況などは担当者が電話や SMS で確認しているのみで、生産・収穫から集荷、販売に至る一連の工程を中央のオフィスで管理するシステムは存在していない。コロンボ市内のスーパーマーケットを視察したところ、着荷当日でも野菜や果物の鮮度がかなり低い店舗が散見された。ロジスティックの合理化や自動化、在庫管理等により、商品の品質向上を実現できる可能性が高い。



ダンブッラ専門取引センターの様子。作物は直置き、梱包はほとんどない。

出所：調査団撮影



スーパーの野菜売り場。高級野菜も多く扱われている。

#### (4) ICT 農業の可能性

上記 (1) から (3) のスリランカの農業部門における開発課題を踏まえ、それらに対応するためのニーズを表 3.9 に整理した。同表を見ると、同国の労働力不足を補填するもの、国際競争に対応する

<sup>138</sup> 実際には非公式な中間業者が存在しているため利益は高くないと述べる農家もあった。

ための生産効率性を強化する製品や技術へのニーズが高いことがわかる。これらのニーズに対応するものとしてまず考えられるのは農業機械化である。農業機械の販売には既に日系企業も進出しているが、同国では、多くの農地が狭小であり、導入は進んでいない。紅茶栽培でも急斜面の農地では導入できない。また政府は高投入農法からの脱却を目指しており、化学肥料や高価な機械に代替するような製品・技術を求めている。なお前述のとおり、政府による農業技術の普及システムに課題があるため、このギャップを埋める方策として、農業局は近年 ICT を活用した技術普及に注力しており、農業への ICT 活用に対する関係者の関心が非常に高まっている。表 3.9 にまとめた同国におけるニーズには、本邦企業が持つ ICT 技術で対応が可能と考えられるものも多い。

表 3.9 農業部門の課題と対応ニーズ

農業分野の 主要開発課題		課題対応ニーズ	製品・技術
プランテーション部門の競争力強化	労働力不足	茶摘み労働者不足を補完する製品・技術にニーズがある。ただし収穫機などの機械類へのニーズが高く、試行錯誤が繰り返されているが、同国の急傾斜の茶園で効率よく利用できる機械は現在のところなく <sup>139</sup> 、また丁寧な良質茶葉の手摘みによる付加価値がセイロンティーブランドの所以であり、機械により収穫された茶葉で同等の品質を確保するのは難しい、などの課題がある。栽培面では、広大な茶農園の収穫時期、施肥管理等を遠隔で操作できるような製品・技術があると、栽培効率化ができ、コスト削減につながる。	茶栽培の最適化技術
	低い生産効率	紅茶工場における製造加工では、エネルギー効率の高い製造・加工機械、湿度・温度管理等を自動化する技術、茶園労働者の労務管理を効率的に行うシステムなどの導入により、生産・労務管理コストを削減するニーズがある。	効率的製茶機器、労務管理システム
農業生産性の向上	農家の小規模性（スケールメリット）	高投入農法に頼らずに、生産量、品質を向上するには、適切な施肥等による栽培の最適化が必要であり、これらに対応できる先進農業技術や製品導入が求められている。また象やクジャクなどの野生動物による作物被害が深刻であり、センサー技術などによる鳥獣害対策もニーズが高い。	リモートセンシング、農業クラウドなど
	普及システムの不足	農業普及システム改善の必要性を政府は認識しているが、予算の制限もあり、普及員の増員やインセンティブの強化を実施するのは困難な状況にある。一方、農家は情報を欲しており、このギャップを埋めるための製品・技術にニーズがある。また普及員の活動の効率化を支援できるような製品にニーズがある。	

<sup>139</sup> 急勾配の茶園では、収穫機械を導入したものの、手摘みの方が作業効率が良かったという例も RPC 農園の責任者から聞かれた。

作物品質上の問題	輸出促進のための GAP 認証取得、トレーサビリティ促進（これらの技術指導とモニタリングは普及員が実施する計画がある。）に資する製品、プレミアム価格を得られる先進国市場に対応できる品質の高価値作物を作るための技術に対するニーズがある。	栽培技術向上のための製品（センサー機器、土壌分析器など）
農産品流通システムの効率化	収穫後ロス削減、流通コスト削減のための農産品流通の生産量、収穫時期、出入荷、在庫などを一括管理できるシステムに対するニーズがある。	流通管理システム

出所：調査団作成

### 3-1-2 開発計画、政策、法制度

#### (1) 農業分野に関する開発計画・政策

現行の農業関連政策は、2007年に発表された「National Agriculture Policy 2007」であるが、現在新政権下で新たな政策が策定中である。策定中の新政策案（ドラフト）によると、生産性の向上、生産量増加による食の安全保障、市場競争力強化、農村の生計向上、環境配慮等、主要な政策目標は現行のものとはほぼ同じであり、新政策は、現行の政策から大きな転換はないものになると見られる。

表 3.10 農業政策の主要目標

National Agriculture Policy 2007（現行政策）	現在策定中の新政策ドラフト
<ul style="list-style-type: none"> <li>国民の食と栄養の安全保障を確保するために、国内農業生産を増やす。</li> <li>農業生産力を強化し、持続可能な成長を確保する。</li> <li>生産コストを下げ、利益を増やすために生産性の高い農業システムと高度な農業技術を適用する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>消費者の食糧保障、食品安全を担保し、高品質製品を提供する。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>グローバル化の利点を最大限に活かし、国内及び輸出農業に対する悪影響を最小限に抑える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内外市場において、農産品の競争力を向上させる。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>環境に配慮した健康に害のない農業技術を適用する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境的に持続可能な生産方法を確立する。</li> <li>自然資源と土地保全の管理、および利益の確保における農民の役割を発展させる。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>農業関連産業を振興し、就業機会を増やす。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>経済発展継続のため、農村部における農業と非農業雇用を創出する。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>農業従事者世帯の収入と生活水準を向上させる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>農村部における生計向上と農業収入の安定を図る。</li> </ul>

出所：National Agriculture Policy 2007 および農業省ウェブサイトより調査団作成

また、2015年11月に発表された2016年度予算案では、農業を最重要産業と位置付け、以下の施策を打ち出している。

- 高品質種子生産に向けた官民連携と休眠農地の分配に 10 億ルピーの予算配分
- 点滴灌漑、施設栽培技術、高収穫種子生産の企業に法人税の半額免除
- 農業局普及員の民間企業への有償技術提供の許可
- 収穫後ロス減少に向けた保管倉庫 3 ヶ所建設に 10 億ルピーの予算配分
- 民間企業による園芸作物用の保冷倉庫 5 か所建設に 20 億ルピーの予算配分
- コメの特定品種の保証価格の設定
- 1 ヘクタール以下の小規模農家への肥料補助金(2 万 5 千ルピー)の支給

表 3.11 のとおり、前政権の中長期開発政策における農業分野の 2009 年時点目標値、および 2015 年 10 月に発表された農業局策定の食糧生産国家計画 (Food Production National Program 2016-2018) の 2020 年目標値から抜粋すると、具体的な目標値については、約 10 年間で大幅に増加していることがわかる。同計画では、作物生産目標に加え、輸出市場リンケージ強化、GAP プログラムの施行、肥料等投入材管理、ファーマーカンパニー設立などによる農家のエンパワーメント、収穫後処理の機械化、自然資源管理、官民連携、農業 ICT の導入などの項目が目標として掲げられている。

表 3.11 農業政策目標値

中長期開発政策 目標項目	2009 年時点	2020 年目標
生産性向上 コメ	4.3 トン/ha	6.5 トン/ha
紅茶	1.4 トン/ha	1.6 トン/ha
ゴム	1.3 トン/ha	1.6 トン/ha
ココナツ	7600 個/ha	1 万個/ha
野菜の生産量増加	55 万トン	150 万トン
花卉類の産地拡大	少数	1500 産地
農業情報サービスセンターの増設と近代化	80 センター	552 センター
バーコード導入の促進	ほぼなし	50%
商業的農場の増加	500 農業	3000 農場
輸出紅茶の付加価値商品率	38%	75%
食糧生産国家計画 目標項目	2015 年時点	2018 年目標
生産性向上 コメ	4.1 トン/ha	5.0 トン/ha
トウモロコシ	4.0 トン/ha	5.0 トン/ha
玉ネギ	16.0 トン/ha	25.0 トン/ha
チリ	14.0 トン/ha	24.0 トン/ha

出所：Sri Lanka The Emerging Wonder of Asia-Mahinda Chintana-Vision for the future および Food Production National Program 2016-2018 より調査団作成

また現在 FAO の支援で、農業の ICT 活用に関する活動の優先付けと戦略策定が行われており、2016 年に E-アグリカルチャー戦略 (E-Agriculture strategy) が完成される予定である。

プランテーション産業省では、「National Plantation Industry Policy 2006」を 2006 年に発表しており、

その概要は以下のとおりである。同省でも、政権交代により現在新政策を策定中とのことであった。

- 既存の栽培地における生産性の向上
- 茶とゴムの植え替え率の増大
- 非伝統的分野における新規栽培の奨励
- 研究開発プログラムの実施と奨励
- 財とサービスの付加価値とブランド力の増大
- 土地の持続可能な利用によるエコシステムの保護

## (2) 農業分野関連省庁の概要

スリランカでは、紅茶・ゴム・ココナツなどのプランテーション部門はプランテーション産業省、それ以外の作物部門は農業省が管轄している。またシナモン等スパイス類は、輸出農業局<sup>140</sup>が管轄している。

### 1) 農業省

本調査で取りあげた農作物の生産、栽培技術研究、普及等は全て農業省農業局の管轄となる<sup>141</sup>。農業省および農業局の組織図は図 3.8、3.9 のとおりである。

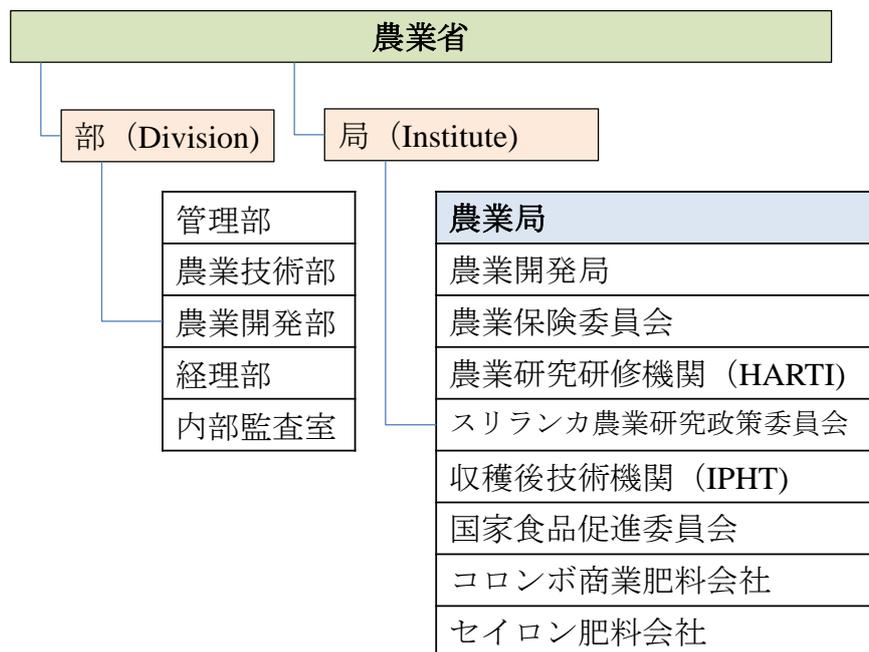


図 3.8 農業省組織図

出所：農業省入手資料より調査団作成

<sup>140</sup> 輸出農業局は農業省傘下にあったが、2015年8月に誕生した新政権による省庁再編により、新設の Ministry of Minor Export Crops Promotion 省の傘下となった。

<sup>141</sup> 同じく農業省の傘下の Department of Agrarian Service Development も普及を担当している。

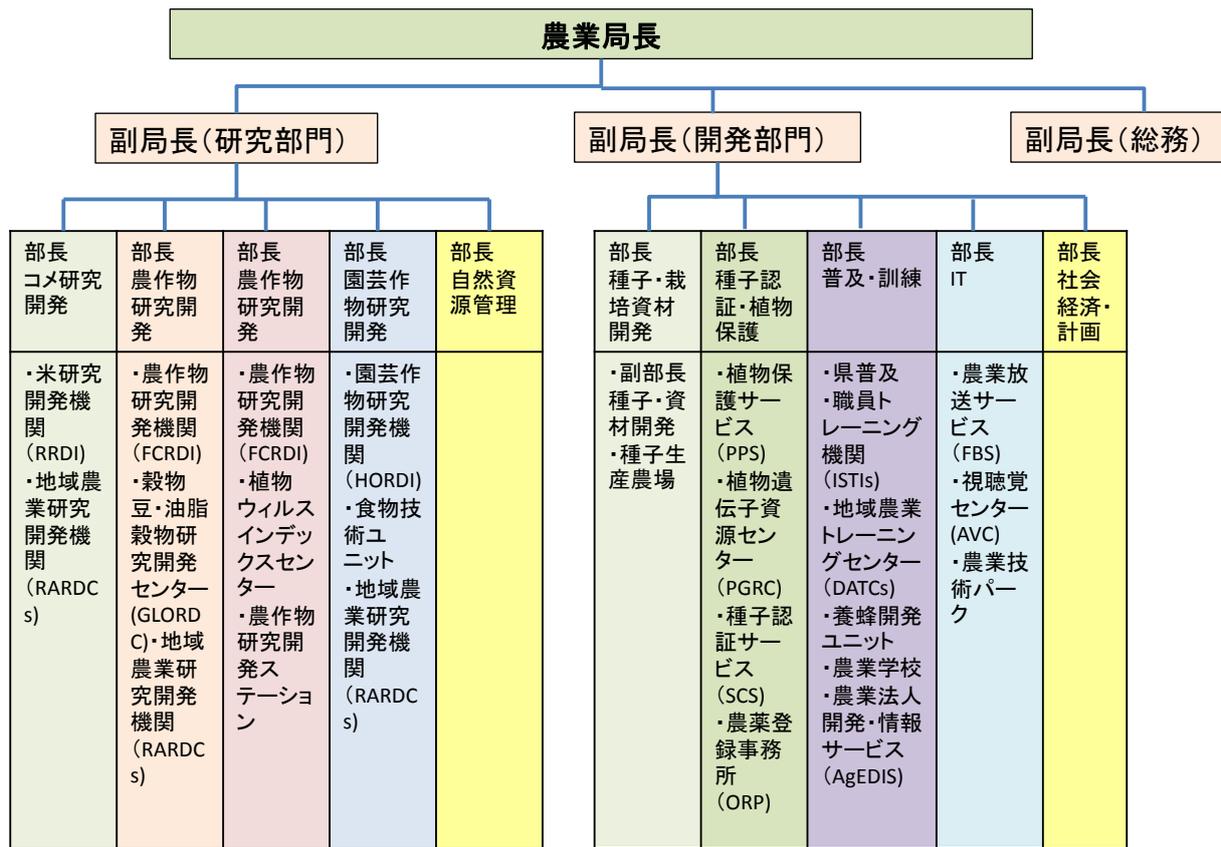


図 3.9 農業局組織図

出所：農業局ウェブサイト (<http://www.doa.gov.lk/>) より調査団作成

また、農業局傘下には、以下の研究機関とサービスセンターが設置されている。

表 3.12 農業局傘下の研究機関・サービスセンター一覧

研究センター	数	サービスセンター	数
<b>コメ</b>		<b>種子認証・植物保護</b>	
米研究開発機関	1	種子認証・植物保護センター (SCPPC)	1
地域農業研究開発センター(RARDC)	1	種子認証サービス (SCS)	1
米研究ステーション(RRS)	2	植物認証サービス (PPS)	1
農業研究ステーション(ARS)	2	植物遺伝子資源センター (PGRC)	1
<b>農作物 (Field Crop)</b>		農薬登録事務所 (ORP)	
農作物研究開発機関 (FCRDI)	1	<b>種子植物生産</b>	
穀物豆・油脂穀物研究開発センター (GLORDC)	1	種子・植物資材開発センター	1
地域農業研究開発センター (RARDC)	2	政府種子生産圃場	1
農業研究ステーション(ARS)	3	<b>普及・研修</b>	
<b>園芸作物 (Horticulture Crop)</b>		普及・研修部	
園芸作物研究開発機関 (HCRDI)	1	職員トレーニングセンター	3
地域農業研究開発センター (RARDC)	2	地域農業研修センター	2

研究センター	数	サービスセンター	数
農業研究ステーション(ARS)	5	スリランカ農業学校	8
食物研究ユニット	1	農業機械化研修センター	1
<b>果樹作物 (Fruits Crop)</b>		養蜂開発ユニット	1
果物研究開発機関	1	農業法人開発・情報サービス	1
植物ウィルスインデックスセンター	1	農業女性普及	1
果樹作物研究開発ステーション	1	園芸作物研修開発機関	1
農業研究ステーション(ARS)	4	州農業普及エリア	6
園芸作物研究圃場 (HRF)	3	<b>その他センター</b>	
		社会経済計画センター	1
		自然資源管理センター (NRMC)	1
		農業放送サービス	1
		視聴覚センター	1
		植物検疫サービス	1
		植物検疫ステーション	3
		農業機械化研究センター (FMRC)	1

出所：農業局ウェブサイトおよび現地ヒアリングを基に調査団作成

## 2) プランテーション産業省

紅茶、ゴム、ココナツ等のプランテーション作物は、プランテーション産業省の管轄となる。同省傘下には、主に以下の組織がある。

- スリランカ紅茶局 (Sri Lanka Tea Board)
- 紅茶研究所 (Tea Research Institute)
- 紅茶小規模農家開発機構 (Tea Small Holdings Development Authority)
- 紅茶 Shakthi 基金 (Tea shakthi Fund)
- ゴム開発局 (Rubber Development Department)
- ゴム研究所 (Rubber Research Institute)
- 国家プランテーション管理機関 (National Institute of Plantation Management)

## 3) IT 関連機関

政府の ICT 化を促進する機関として、ICTA (Information and Communication Technology Agency of Sri Lanka) がある。ICT 政策の策定 (新政策 2016-2021 のドラフトは完成しているが 2015 年 12 月時点では未公開)、IT インフラの整備、政府の IT プログラムの実施等を行っている。ICTA は、現在各セクターの ICT 化ニーズを把握するためのワークショップを実施しており、(農業セクターについては 2015 年 8 月に実施) これらの結果をとりまとめ、セクター間の活動の調整が行われる予定である。

また、通信機器の規制や許認可は、通信規制委員会 (Telecommunication Regulatory Commission:TRC) が管轄している。各種通信機器、周波数使用の許認可申請書は、TRC のウェブサイトからダウンロードできる。TRC に聴取したところでは、特殊なものを除き、これらの輸入、使用の許可は申請から 2

～3週間で発行されるとのことだった。

### 3-1-3 ODA 事業の事例分析

我が国の対スリランカ国別援助方針のうち、農業分野については、重点分野 2「後発開発地域の開発支援」において、開発課題 2-1「農村地域の社会経済環境の改善」が掲げられている。本開発課題に対する対応方針は以下のとおりである。

- ・ 開発が遅れている地域の産業発展を通じた生計向上に向け、農業分野を中心とした産業育成、灌漑施設などの関連インフラ整備を支援する。
- ・ 本開発課題に取り組むために、農漁村における生産性・収益性の向上を目的に農漁業の発展を支援していく。

この方針に沿って計画された「農漁村振興プログラム」のもと、農村における生産性・収益性の向上を目的に支援が実施されている。2005 年以降、同国に対して実施された農業関連の主な ODA 事業は下表 3.13 のとおりである。

表 3.13 農業分野における主要 ODA 事業

案件名	協力スキーム	実施期間	概要
農村経済開発復興事業	有償資金協力	2003 年～ 2013 年	北西部州、北中部州、中部州および、内戦影響地域である北部州、東部州における老朽化の著しい溜め池灌漑施設を対象に、施設の修復、所得向上プログラムなどを実施し、農村の開発復興、貧困削減、生産性向上、持続的な農業開発が行われた。
肥料利用適正化計画プロジェクト	技術協力プロジェクト	2006 年～ 2009 年	稲作農家の中で適正な肥料利用方法が定着することにより、地力向上による単収の改善と化学肥料の利用量の減少、ならびに安価な有機肥料の利用増加による生産コスト軽減と農業所得向上を目指した。また、圃場試験のための土壌診断キットの作成、有機栄養分改善のための普及教材作成、適正肥料利用方法についての研修の実施等の活動を実施した。
乾燥地域の灌漑農業における総合的管理能力向上計画プロジェクト	技術協力プロジェクト	2007 年～ 2011 年	政府職員と農民組織の能力向上を通じて農業生産性の向上を図るための総合的なメカニズムの確立を目的とした。中小規模の稲作農家を対象に、生産コストの削減、水利用の効率化等による土地生産性の向上、畑作の導入による生産の多様化、生産の組織化（農民の組織化、土地利用の集団化、集出荷の共同化等）を組み合わせた総合的な対策の実施、およびこれに必要な政府職員及び農民組織の灌漑分野に係る総合的な管理能力向上支援を行った。

案件名	協力スキーム	実施期間	概要
認証野菜種子生産システム強化プロジェクト	技術協力プロジェクト	2012年～2017年	良質な野菜種子の供給量増加のためには、生産段階だけでなく、需給バランスを考慮した生産計画の策定、質を担保するための政府認証システムの向上、民間企業の参加促進などの取組みが必要である。また、生産段階においても、種子生産技術の向上、種子生産に必要な灌漑設備等の導入への支援が必要となっている。本プロジェクトでは、対象地域における野菜の認証/優良種子の生産体制改善を目指し、種苗開発センターの種子生産・配布計画策定能力向上、官民の野菜種子の生産技術の向上、官民の野菜種子の品質管理技術改善を支援している。
農業アドバイザー	技術協力専門家派遣	2015年～2017年	農業セクター発展に資する政策提言を関係省庁に行う。1)農業商業化と国際市場における競争力強化に向けた高付加価値化への重要強化分野の特定、2)国家開発目標に沿った農業開発プログラムの策定、3)将来的農業政策、プログラム、資源分配に関するアドバイスの提供、を目的に活動している。
農業情報活用のためのICT技術向上	技術協力課題別研修	毎年度	農業情報の収集、加工、提供のための基盤整備に携わる人員が、情報処理やその発信技術を習得するとともに、農業関連情報の収集・加工・提供の事例を理解することで、自国の農業の発展に寄与する人材を育成することを目的とした研修である。2015年12月現在、スリランカからの参加者数は1名。

出所：JICA ナレッジサイト等を基に調査団作成

## 3-2 我が国中小企業等が有する製品・技術等の有効性の分析

### 3-2-1 中小企業等が有する製品・技術を取り巻く環境

本調査にて提案する「ICT 農業」に関連する製品、技術の内容は非常に幅広い。以下では、現在の日本における ICT 農業の概況について整理する。

2013 年 6 月に政府が発表した「日本再興戦略-Japan is Back-」では、以下の方針が打ち出され、農業は新たな成長戦略の重要な一分野として位置づけられている。

- 今後 10 年間でコメの生産コストを現状全国平均比 4 割削減する。
- 2020 年に 6 次産業の市場規模を 10 兆円とする。
- 2020 年に農林水産物の輸出額を 1 兆円規模にする。

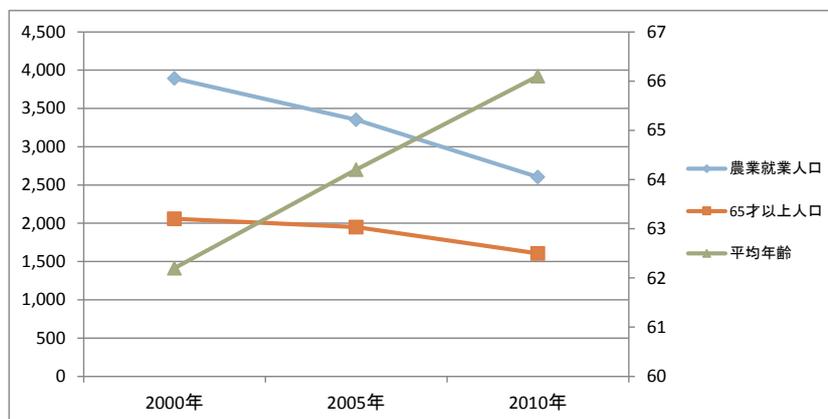


図 3.10 日本の農業就業者数と平均年齢推移

出所：農業センサス(農林水産省、2010)より調査団作成

他方、図 3.10 が示すように、日本の農業は、労働力の減少とその高齢化という課題に直面している。農業センサス<sup>142</sup>によると、農業就業人口は、2000 年には 389 万人であったが 2010 年には 260 万人に減少しており、また、平均年齢は 62.2 才から 65.9 才に上昇している。

こうした状況に対し、農業を活性化させて上記成長目標の達成を可能にする方策として、ICT 活用への期待が高まっており、活用実績は近年徐々に拡大している。今後の予測では、農業 ICT の市場規模は、2020 年には 580 億円～600 億円程度になると見込まれている<sup>143</sup>。農業への ICT 活用といっても、内容は非常に幅広い。これまでは、経営面、特に税務申告やインターネットによる情報収取などの初歩的利用がほとんどであったが、最近では、生産工程、流通・販売行程を支援するソリューションとして拡大している。日本における農業 ICT の分野は、リモートセンシング、農業クラウド、植物工場、GPS ガイドに大別でき、その内容は図 3.11 のとおりである。

<sup>142</sup> 農林水産省 <http://www.maff.go.jp/j/tokei/census/afc/index.html> 2010 年のセンサスが現時点で最新のもの。

<sup>143</sup> (株) シードプランニング「農業 IT 化の市場規模予測」(2014 年) より。企業によって予測規模は違い、(株) 矢野経済研究所は、308 億 4,900 万円と予測している。

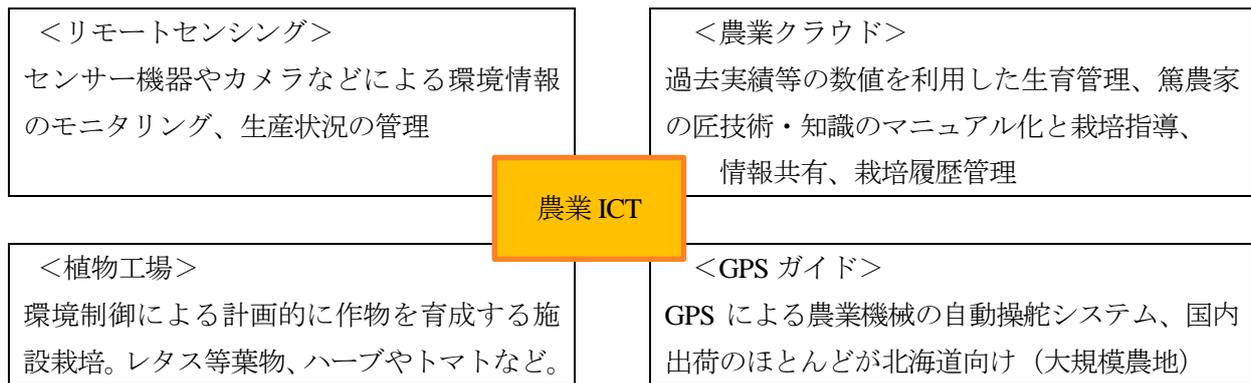


図 3.11 日本における農業 ICT 分野の内容

出所：調査団作成

前述の「日本再興戦略」に呼応する形で、内閣に設置された「IT 総合戦略本部」は、新たな IT 戦略である「世界最先端 IT 国家創造宣言」を取りまとめた。同宣言では、「IT を活用した日本の農業・周辺産業の高度化・知識産業化と国際展開」に焦点があてられており、ICT 導入による農業の国際競争力強化と農業従事者増加が目標となっている。また、ここで構築した ICT 農業システムを新たなビジネスモデル・農業の知識産業化として新興国に展開することも目標とされており、戦略の KPI<sup>144</sup>の一つには、「日本型農業サービスソリューションの海外展開状況」が掲げられている。

日本における農業 ICT 導入は、NEC、富士通、日立等の大手企業が牽引しているものの、センサー機器やアプリケーション、システム開発等には多くの中小企業が独自に、または大手企業に協力する形で参入しており、新たな技術やサービスを開発・提供している。農業への ICT 活用は、現状としては日本でもまだ黎明期であり、実証が行われている状況である。海外における実証事業を同時展開することは、今後日本において普及を拡大する上でも有効であると考えられる。

本調査では、幅広い農業 ICT に係る様々な技術の内、スリランカにおける適用可能性があると考えられる、リモートセンシング、農業クラウド分野の製品・技術について提案・検討した。日本におけるこれらの主な提案製品・技術をとりまく環境の概要は、以下のとおりである<sup>145</sup>。

#### (1) リモートセンシング

- 現在、施設園芸（主に太陽光利用型）での環境制御装置の潜在市場としては、8,000 施設程度が対象として想定されている。施設園芸での環境制御（センサー・ネットワーク）装置は 2007～2008 年頃から市場に投入され、現在ようやく市場で認知され利活用が増えてきている状況である。
- 圃場向けの市場規模は、2015 年 11.5 億円、17 年 26 億円、20 年 45 億円。施設園芸向けは 2015 年で 8 億円余り、2017 年は 75 億円、2020 年は 2015 年比 10-15 倍の 110 億円に拡大すると予測されている。

<sup>144</sup> Key Performance Indicator（重要業績評価指標）。組織の目標達成度合いをはかる定量的な指標。

<sup>145</sup> (株) シードプランニング「農業 IT 化の市場規模予測」（2014 年）を参照した。

## (2) 農業クラウド

- 2012 年までは、大手ベンダ（富士通、NEC、日立ソリューションズ、アグリコンパス）が主で、サービスも地図ベースでの圃場管理・営農支援など限定的であったが、スマート農業に向けた農業クラウドサービスを提供する事業者が増えており、近年ではサービスメニューが拡大している。
- 今後は急速に農業クラウドサービスの利用が進み、2017 年で市場規模は 80～90 億円となる予測である。2020 年頃には、施設園芸系で普及限界の 45%、圃場系でも 30%程度が農業クラウドサービスを導入すると予測されており、市場規模は 280～300 億円となる見込みである。

スリランカへの ICT 農業導入の検討にあたり、重要となるのは同国における ICT インフラの整備状況である。2015 年の 11 月現在、インターネット市場は、設備事業者が 6 社、設備を所有しない ISP 等事業者が 9 社存在している。政府が所有する通信・設備事業者であるスリランカテレコム社(SLT)は、市場シェアの 85%を占めている。また、移動体通信事業者は、WiMAX による固定無線ブロードバンドを提供しており、現在サービスを提供しているのは SLT 以外に Dialog Axiata 社（マレーシア資本）、Lanka Bell 社の 2 社がある。

携帯電話市場は、Dialog Axiata 社、Mobitel 社（国営）、Etisalat Lanka 社（UAE 資本）、Hutchison Telecommunication Lanka 社（香港資本）、Bharti Airtel Lanka 社（インド資本）の 5 社が参入している。表 3.14 に示すとおり、携帯普及率は急速に増加しており、2014 年時点で 100%を超えている。

米民間企業が発表したオフショア開発候補地の 2014 年度の魅力度ランキング<sup>146</sup>では、同国は世界で 16 位につけており、前年度より 5 位上昇している。同国におけるソフトウェア開発の経済性や人材の質などが評価されている。

表 3.14 スリランカの通信事情（2014 年）

項目	割合	加入総数
固定電話	12.49%	2,678,739
携帯電話	103.16%	22,123,000
ブロードバンド	2.65%	567,601
インターネット個人使用率	25.8%	-
PC 世帯所有率	35.8%（都市部）   20.4%（農村部）	-
コンピューターリテラシー <sup>147</sup>	34.6%（都市部）   23.8%（農村部）	-

出所：ICT indicator database, ITC および Computer Literacy Statistics, 統計局より調査団作成

### 3-2-2 活用が見込まれる中小企業の製品・技術の強み

我が国中小企業が有する ICT 関連の製品・技術の中で、特に上記で整理したニーズに対応が可能と考えられる製品とその強みを取りまとめると、以下のとおりである。

<sup>146</sup> Global Services Location Index (2014), A.T. Kearney

<sup>147</sup> 統計局の定義では、「個人でコンピューターを使える」となっており、レベルについての設定はない。

表 3.15 スリランカの開発課題と貢献する中小企業製品

製品・技術群	【対応する開発課題】 概要・特徴	強み（技術・価格）	主要企業
<p>(1)機器・データによる栽培管理</p> 	<p>1)センサー機器による環境情報分析・制御</p> <p><b>【農業生産性の向上・プランテーション部門の競争力強化】</b>                      気温・日射・風速・土壌湿度等の環境データをセンシング、通信によりデータサーバに送信し、分析することにより栽培の最適化を図ることができる。労力の削減と品質向上や安定化を可能とする技術。ハウスなど施設栽培における環境制御を目的とすることが多いが、水田や茶園などで露地栽培にも活用事例はある。防災や鳥獣害管理にも応用活用が可能。</p>	<p>ICT によるハウスの環境制御などは、オランダなど欧米諸国が進んでいるが、センサー機器を活用して、植物科学とテクノロジーを融合した栽培管理の技術は、現在日本が最先端であり、他国ではほとんど事例はない。また欧米で進んでいる大規模商業農業への ICT 活用と違い、日本ではスリランカ同様に農地が小規模であるため、個々の農家の活用に適した技術を有しており、この点で他農業先進国との比較優位性がある。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ベジタリア (株)</li> <li>● (有)アグリウエザー</li> <li>● イーソル (株)</li> <li>● PS ソリューションズ (株)</li> <li>● (株) みどり工学研究所</li> <li>● (株) ジョイ・ワールド・パシフィック</li> </ul>
	<p>2) 衛星データによる環境情報分析・制御</p> <p><b>【農業生産性の向上・プランテーション部門の競争力強化】</b>                      衛星データから作物の生育状況、気温メッシュ情報を生成して配信、栽培管理に必要な圃場データベースを構築し、過去データに基づく科学的農業を実現する技術。</p>	<p>過去 10 年分蓄積された分析データを複合的に活用することで、様々な栽培の分析が可能となる。スリランカの主要作物であるコメの栽培管理に必要なデータと経験も蓄積されている。通常衛星データの使用は高価であるが、比較的安価なものもある。</p> <p>価格帯：年間使用料 400 万円</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● (株) ビジョンテック</li> </ul>

製品・技術群	【対応する開発課題】 概要・特徴	強み（技術・価格）	主要企業
	<p>3) 農業クラウドによる栽培履歴管理</p> <p><b>【農業生産性の向上】</b> スマートフォンやタブレットに栽培時期や施肥等の農業情報を記録し、生産プロセスやコスト管理、栽培技術の改善をデータで見える化、農業による利益を最大化する。</p>	<p>システムは日本の高齢化してICTに疎い農家でも簡単に使えるようにシンプルでわかりやすい設計になっている。日本における農薬情報がデータベース化されているため、農薬使用のチェックが簡易にでき、GAPやトレーサビリティの確保に活用できる。またスマートフォンやタブレットを使用するため、持ち運びが簡単で、その場でリアルタイムな情報を記録・確認できる。クラウドサービスは利用した分のみ支払う料金体系であり、小規模農家でも導入コストを抑えることができる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ウォーターセル (株)</li> <li>・クリエイトシステム合同会社</li> <li>・ソリマチ (株)</li> <li>・(株) イーエスケイ</li> </ul>
	<p>4) 水分計・簡易土壌分析器による栽培管理</p> <p><b>【農業生産性の向上】</b> センサーを搭載した小型機器により、土壌水分量、養分濃度、温度、電気伝導度等を測定。これにより、施肥・施水のコスト削減、品質の向上、安定的収穫、収穫量の拡大につなげる。</p>	<p>防水機能により長期の土壌埋設が可能、性能ばらつきがなく(2%以下)校正不要、デジタル出力に対応している。また広い供給電圧に対応しており、電源電圧に依存しない安定的な出力が可能。様々なデバイスに接続して遠隔制御が可能。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(株) A.R.P</li> <li>・ケツト科学研究所</li> </ul>
<p>(2)流通管理システム</p>  	<p><b>【農産品流通システム効率化】</b> 農業データ活用により、生産から流通における業務を効率化。販売計画から圃場収支までを一括管理、集出荷を行うシステム。</p>	<p>スリランカのスーパーマーケットチェーンなどが現在手作業で行っている生産から流通における業務を効率化できる。クラウドを活用するため初期投資が削減できる。 価格帯:月間使用量5万円から</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(株) アグリコンパス</li> <li>・イーサポートリンク (株)</li> </ul>

製品・技術群	【対応する開発課題】 概要・特徴	強み（技術・価格）	主要企業
(3)製茶関連機器 	<b>【プランテーション部門の競争力強化】</b> 製茶工程は、萎凋、揉捻、発酵、乾燥、選別等に分かれているが、日本における長年の製茶経験により各工程における高性能機器が開発されている。	日本の長い製茶の歴史において蓄積された性能の高い製品を製造できる企業が多数存在する。現在スリランカで使用されている器機よりもエネルギー効率が高く、耐久性が高い製品が多い。セイロン紅茶の品質維持への貢献と長期的な費用対効果の面で優位性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● (株) カワサキ機工</li> <li>● (株) 寺田製作所</li> <li>● ダテック</li> </ul>
(4)労務管理システム 	<b>【プランテーション部門の競争力強化】</b> 摘採した茶葉の計量、精算、評価、販売、労務管理まで一括してできるシステム。スリランカの労働者賃金支払いの自動化にも適用できる。	長年改善を加えた結果、見やすく操作しやすい設計のシステムとなっている。機能はわかりやすくグループ化してあり、計量と精算を連動させている。こうしたシステムはニーズに応じてスリランカ国内でも開発可能であるが、システムを最初から作るのは膨大な時間、費用、手間がかかるため、日本の既存のシステムを活用することに意義が高い。	

（注）製茶関連機器は、ICT と直接関係がある訳ではないが、本調査対象である紅茶産業におけるニーズが高いこと、また各機器は ICT を活用していることから取り上げた。

出所：各社ウェブサイトおよび聞き取り調査の情報を基に調査団作成

### 3-2-3 中小企業等の製品・技術を活用する場合に民間セクターに求められるニーズ

我が国中小企業の ICT 製品をスリランカの農業セクターに導入する場合に求められるニーズは以下のとおりである。

#### (1) 一般農業のニーズ

本調査では、スリランカにおける一般的農家の状況とニーズの概要を把握するために、簡易アンケート調査を行った<sup>148</sup>。その結果は表 3.16 のとおりである。

<sup>148</sup> 調査地は 1 地域（ダンプッラ）、サンプル数は 20 農家と小さく、有意抽出法を用いたため、定量データとしては有意でなく、結果を一般化することはできないが、農家の現状や意見の例として参考にした。

表 3.16 農家の状況・ニーズ (サンプル数 20)

農家 平均土地所有	: 5.25 エーカー	年間平均収入 <sup>149</sup>	: 507,778 ルピー
一番利益率の高い作物	キャベツ、チリ、ナス、玉ネギ、カボチャ		
一番労力のかかる作業	整地、収穫		
農業上の課題・問題点	自然災害 14、情報アクセス不足 7、資金不足 5、労働者不足、輸送手段不足、病虫害		
外部労働者	雇っている (全員)		
各投入材を使用している農家数と平均年間支出額	肥料 20 (平均年間支出 109,000 ルピー) 農薬 20 (平均年間支出 80,800 ルピー) トラクター (レンタル) 6 (平均年間支出 73,300 ルピー) 点滴灌漑・スプリンクラー 20 (平均年間支出 50,800 ルピー) 噴霧器 11 (平均年間支出 42,700 ルピー)		
必要とする情報	正しい栽培管理法全般 6、病虫害防除 7、低価格栽培法 4、新しい作物 1		
現在の情報源	ラジオ・テレビ 18、政府関係 8、友人・知人 8、インターネット 3		
技術アドバイス源	政府スタッフ 9、村落委員会 4、友人 3、投入材サプライヤー 2		
ICT 状況	携帯保有 20 (全員) 内スマートフォン保有 4 インターネットアクセスがある 10 家に PC がある 13 ネットや携帯による情報提供を求めている 19		

注) 上記回答には、複数回答、無回答が含まれる。

アンケート回答農家(20名)の65%は所有農地が5エーカー以下であり比較的小規模な農家だった。肥料と農薬に対する平均年間支出は、合計で18万ルピーを超えており、支出の大きな割合を占めている。また全ての農家が点滴灌漑やスプリンクラーを導入しており、年間平均5万ルピー以上を支出している。灌漑業者へのインタビューによると、灌漑設備の導入により収量が大幅に増加するという話が口コミで広がり、近年急激に普及が広がっているとのことであった。この例からは、効果さえ確認できれば、5エーカーレベルの小規模な農家であれば、10万ルピー程度の投資を行う意欲はあるということがわかる。農家が直面している課題としては、自然災害が最も多かったが、事前の気象や災害情報などはほとんど得ておらず、対策は何も講じていないとのことであった。また、多くの農家が情報アクセスの不足を課題としてあげており、情報入手手段の改善ニーズは高い。アンケート調査と同時に実施した農家へのインタビューでは、象やクジャクなどの野生動物による作物被害が深刻であり、襲来を事前に察知できる製品への期待が高いこともわかった。

携帯電話は農家全員が保有しており、内スマートフォンも4名が保有していた。また、半数以上の自宅にPCがあるという回答であった<sup>150</sup>。

<sup>149</sup> 収入には農業以外からの所得も含まれる。本収入より投入材の支出を引いたものが所得となるが、サンプル数が少ないため本平均額はあくまで参考値。

<sup>150</sup> 表 3.14 の全国統計とは差があるが、アンケート回答の結果ではこのような数値となった。



点滴灌漑導入している一般的な農家の圃場（玉ネギ栽培）。



フェロモン剤などを活用して防除対策を行っている。



雨量計をつけてスプリンクラーを自動制御する農家もある。

出所：調査団撮影

上記アンケート調査、現地農家および投入財販売店への聞き取りから調査団が判断したところでは、小規模な農家でも、効果が実証されれば一定の投入をする意思はあるようである。また、携帯電話やインターネットの使用率も低くない。圃場規模が小さいため、個人農家ではセンサー機器などを活用する必要性は現時点では低いと考えられるが、生産効率をあげるための技術に関する情報へのアクセスニーズは高い。表 3.7 に示した政府による情報発信の取組みは、こうしたニーズに対応するものである。しかし、こうした取組みは今年開始されたばかりで、設備的にも技術的にも不足面は多いため、これらを支援、補完できる技術が求められている。具体的には、農業クラウドの技術を、現地版にカスタマイズした製品等が考えられる。スリランカの識字率は高いものの、農家は ICT 機器の取り扱いには慣れていないため、インターフェースは極力単純でわかりやすいものである必要がある。

また、政府農業局傘下の研究機関を訪問し協議したところ、生産性向上の研究と普及に向けた新たな技術が必要とされていることがわかった。例えばコメ研究開発機関（RRDI）では、研究圃場と周辺圃場において、水位計を設置して毎日職員がサンプリングを行い、水位の調整と収穫量の関係性などに関する研究を行っている。こうした研究には、広範囲なサンプルのモニタリングが必要であるが、人員と予算の関係上実施できていないとのことであった。その他の作物研究機関も同様の課題を抱えていることから、フィールドセンサーのような機器のニーズが高いと考えられる。同機器の導入に際しては、導入する機関が、機器で収集されたデータを分析し、結果を適用するためのキャパシティを有しているかの確認が重要である。また、分析や適用を確実に実施するための人材の育成、マニュアルの整備なども必要となる。フィールドセンサーは精密機器であるため、メンテナンス体制の構築や、盗難対策も重要である。



RRDI の研究圃場。スタッフが筒と定規を使って水位測定を行っている。



園芸作物研究開発機関の研究圃場。

出所：調査団撮影

また、スリランカにおいては、土地利用状況、浸食状況、地域毎の気象情報などの基礎情報が不足している。農業局傘下の自然資源管理センター(NRMC)では、表 3.7 で示したように、GIS による地形や土地利用状況、気象情報等の分析を元に、水資源管理、干ばつ予測、適切な土地利用と作付け指導などを目的に活動を展開している。しかし、高解析度の画像、リアルタイムの画像などの衛星データが入手できないこと、同国の気象上雲に覆われていることが多く、安価な衛星データでは得られる情報が限定的であること、データストレージの設備が不足していること、スタッフの技術キャパシティが不足していることなどから、取組みは進んでいないのが現状である。こうした取組みを支援できる製品や技術へのニーズがある。

## (2) プランテーション産業のニーズ

3-1-1 で述べたように、同国の紅茶産業は国際競争力強化のための効率化が求められている。紅茶研究所によると、栽培面では、頻発しているモチ病やカビ病の発生による被害を未然に防ぐための技術が必要とのことであった。病虫害発生環境条件（温度、雨量、湿度など）の分析は、同研究所で既に行われているものの、リアルタイムでの観測ができていないため、未然の防止ができていない。従って、こうした環境データをリアルタイムでモニタリング、分析できるセンサー機器等のニーズがある。プランテーション省やその傘下の紅茶研究所でこうした研究が進めば、同省の普及システムを通じて、全国の RPC や小規模茶園農家への情報伝達を行うことができる。また、RPC はコロンボから車で 4-8 時間かかる遠隔地に大規模な茶農園を複数経営しており、リモートセンシング機器の活用により、コロンボにある本部や茶園管理事務所において収穫時期の管理ができると有用であるとの声も聞かれた。

RPC の各茶園では、数千人の茶園労働者を雇用し、日給に加え、収穫量により出来高制で給与を支払っている。労働者の認証、収穫茶葉の品質チェック、茶葉収穫量の計量、給与明細の作成などの労務管理作業の自動化が求められている。2-3 ヶ所の RPC では、これらの一連の作業に、インド製のハンディターミナルを導入している。労働者の認証は、指紋認証機器、もしくは IC カードをターミナルにかざすことにより行われる。ターミナルには秤がアタッチされており、収穫した茶葉の計量データが自動的に入力される。フィールドマネージャーは、圃場番号や摘採方法を合わせて入力する。当システムを導入している茶園関係者によると、この機器を使用してから、それまで手書きだった労働者の収穫量、勤務日、賃金などの管理が簡素化され、間違いがなくなったとのことだった。価格は 1 台約 800 米ドル程度、1 エステートにつき 3 台程度が導入されている。現在は圃場でターミナル機器から USB メモリに計量データを保存し、作業員が茶園の事務所にある PC に USB メモリを手で運んでいる。手持ちではなく通信でデータが転送できるデバイスが導入できれば、リアルタイムで工場茶葉の納入量が把握でき、生産工程の効率化にもつながる上、データ紛失のリスクも回避できるとの意見が出された。



機器に収穫量を吊り下げて自動計量



機器に蓄積されたデータは USB メモリで取り出す。



労働者の ID は非接触 IC カードを機器にかざすと自動的に登録される。

出所：調査団作成

紅茶製造行程についても ICT の適用ニーズに関する調査を実施した。紅茶の製造は通常下図 3.12 に示した工程で行われる。スリランカの紅茶はオーソドックス製法<sup>151</sup>が主流であり、ほとんどの工程が機械化されているが、機械の老朽化が進んでいる工場が多い。工程中、特に重要となるのは、萎凋、揉捻、発酵工程における温度と湿度の管理である。これらは現時点ではほとんどの工場において計器の設置による目測とスタッフの経験による触測で行われている。RPC 幹部へのインタビューによると、人件費の削減と品質管理の向上などの観点から、これらを自動計測できる機器のニーズが高いとのことであった。またこれらの作業工程において大量の温風を送風する必要があり、電気代が多額になるため、エネルギー効率のよい送風機のニーズも高い。

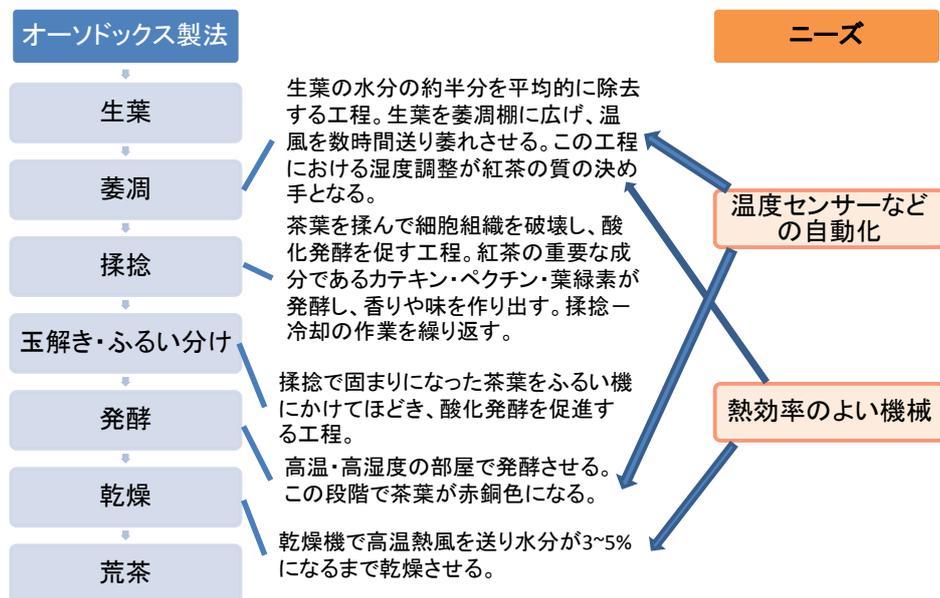


図 3.12 紅茶の製茶工程（オーソドックス製法）と改善ニーズ

出所：調査団作成

<sup>151</sup> 紅茶の製法は、伝統的なオーソドックス製法と CTC(Crush, Tear, Curl) 製法があり、後者は茶葉を細かい粒に加工する製法で、短時間でしっかりとした味を出すことができるため、ティーバッグに使われることが多い。ケニアやアッサムなどの紅茶はこの製法が主流。

### (3) 農産品流通のニーズ

下表は、農家と公設卸市場のトレーダーに対して、情報収集の方法の現状や課題についてアンケート調査を行った結果である。

表 3.17 農家・公設卸市場トレーダーの現状・ニーズ（サンプル数各 20）

農家	農作物は全て仲買人を通じて公設市場に売っている。
市場情報源	友人・知人 8、市場で直接 8、テレビ 4、村落委員会 3、インターネット 3
市場のリスク	価格統制・規制の不在、輸送費の高騰、輸送などの損傷による作物の価格下落
情報ニーズ	最も高値で買取ってくれる市場の情報
卸市場のトレーダー	月間平均売上高：353,000 ルピー
調達量・時期などの情報入手源	仲買人に電話で問い合わせ 15、市場で直接 5
バイヤーの情報	電話 9、情報はない 7、市場で直接 3
帳簿・在庫管理の方法	PC のソフトを使用 11、手書き 2、レジ 7
ビジネス上の課題・問題点	市場に保管倉庫がない 16、輸送コスト高騰 2
ICT 状況	携帯保有 20（全員） 内スマートフォン保有 10 インターネットアクセスがある（自宅 12、ネットカフェ 6、スマートフォン 6） 仕事で PC を使用している 18 ネットや携帯による情報提供を求めている 19

注）上記回答には、複数回答、無回答が含まれる。

上記アンケート調査と同時に調査団が現地で行った聞き取り調査では、卸売市場のトレーダーの多くは、市場に保管設備がないことにより、余剰作物を大量に廃棄している状況を最大の課題としてあげていた。市場のインフラ整備は重要であるが、農家や市場関係者が情報をほとんど持っておらず、場当たりに市場に作物を出荷していることが作物廃棄の最大の原因になっていると考えられる。当アンケートや卸売市場のトレーダー等からの聞き取り調査によると、作物の需給状況、価格情報、出入荷状況などに関する情報は、農家も市場関係者も電話で知人に確認する程度で、市場に来て初めて状況がわかる、というのが現状である。公設卸売市場に売り場を持つ登録トレーダーは、帳簿や在庫の管理はほとんどを PC のソフト（エクセルなど）で行っているが、端末をインターネットにつなげているところはほとんどなかった。表 3.7 に示したように、HARTI では農産品の価格情報をインターネットで発信するサービスを行っているが、アップデートが滞っていることも多く、一般的に同システムの使用は浸透していない様子であった。農産品流通の効率化のためには、市場における情報管理システムの導入ニーズが高いと考えられる。ただし、農産品のバリューチェーンには、仲買人、卸業者、トレーダーなど関係者が何層にも重なり、利害関係者が複雑に絡む<sup>152</sup>。また上記 HARTI のサービス発信が滞っているのは人的要因であることが予測されるため、システムの導入には、国家的なコミ

<sup>152</sup> 公設市場の管理委員会は、州政府代表、農業局、中央銀行、セイロン銀行、警察、トレーダー組合などのメンバーで構成されている。

ットメントが必要となり難易度が高いことが予想される。

#### 3-2-4 海外の同業他社、類似製品・技術の概況

世界的に見ると、全般的な農業 ICT の分野で先行しているのは、九州と同程度の土地面積にもかかわらず、世界第 2 位の農作物輸出額を誇るオランダである。同国では、CO2 再利用技術や LED 照明技術など、施設栽培を最適化する制御 IT システムを主に活用し、都市に近い場所でも農業を行う近郊型農業の先進国となっている。また、国土の半分以上が乾燥地という過酷な農業条件下において、食糧自給率 90%以上を誇るイスラエルも、ICT を活用した農業の生産効率向上に高い実績を持つ。本調査で提案している、リモートセンサーや農業クラウドなどの新しい農業 ICT 関連製品・技術は、現時点ではスリランカにはほぼ導入されていないものの、一部の農業法人では、施設栽培の自動化、栽培技術等を、オランダやイスラエルから既に導入している。

また製茶機器の分野においては、機械のほとんどは中国、インドから導入されている。茶葉の異物を除去する色彩選別機（カラーソーター）は、数年前までは、日本の服部製作所の「SENVEC」という製品が市場を独占している状態だったが、現在は価格の安い中国製品にとって代わられている。

### 3-3 我が国中小企業等が有する製品・技術等の ODA 事業における活用可能性などの分析

#### 3-3-1 開発課題解決のために活用が期待できる中小企業等が有する製品・技術等の例

上記で述べたニーズに対応して活用が期待できる我が国中小企業等が有する製品・技術の例として、以下を紹介する。

##### (1) 機器・データによる栽培管理

###### 1) フィールドサーバ ((株)イーラボ・エクスペリエンス)

フィールドサーバは、圃場の環境や動植物のモニタリング、監視等を行うセンシング機能と通信機能が一体化されたモニタリングデバイスである。栽培管理に必要となる環境情報データを一定時間ごとに自動収集して、フィールドゲートウェイ (FG) に測定データを送信する。FG はネット回線を利用して専用サーバにデータを蓄積する。このように蓄積された測定データはスマートフォンやタブレット端末などからいつでも手軽に確認することができる。太陽電池と乾電池を併用して稼働し、簡単に設置ができる。センサーで測定できるのは、温度、湿度、日射、土壌水分、土壌温度、土壌 EC (電気伝導率)、葉面濡れ、気象、CO<sub>2</sub>、およびカメラによる定点静止画等である。1 台のフィールドサーバに最大 18 台のフィールドポイント(子機)をつなげることができる。活用事例は以下があげられる。

- ハウス栽培：土壌環境の測定、作物の生育画像を記録し、生育環境の制御を行う。
- 露地野菜：天候予測、生育環境データの傾向から、収穫時期の見極め、病虫害の発生予測を行う。
- 果樹：温度、湿度、日射の測定により、安定した生育環境のモニタリングを行う。長期的なデータを取ることで、品質と収量などの関係性が見えてくる。
- 茶畑：凍霜害や害虫の発生等を予測。天候予測や気温変化を監視することで、作業の効率化を図ることができる。



計測データをフィールドゲートウェイに送信、スマートフォンなどでいつでもどこでも確認できる。



収穫、品質の安定化を目的にイチゴ圃場をモニター中のフィールドサーバ。

また、大規模な稲作農家にとっては、水管理が最も大きな労力負担になっていることから、水田管理の省力化、経費削減（農薬・肥料の効率散布）、労力効率化のため、水位・水温などの水管理を行う「パディウォッチ」というセンサーも開発されている。計測データは、本体部にある記憶装置に記録され、モバイル回線を通じて、インターネット経由で専用サーバに蓄積され、スマートフォンなどに配信される。

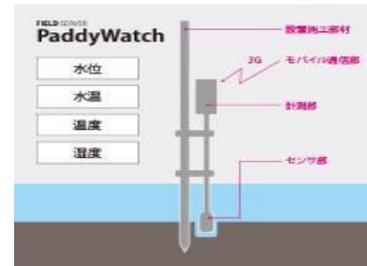


図 3.13 センサー機器の構造  
出所：同社ウェブサイト

## 2) アグリルック ((株)ビジョンテック)

人工衛星からのタイムリーな情報や、過去に集計された記録を活用して、圃場の状況を把握するシステムである。衛星から得られる生育トレンド情報により、生育の早さや葉色の変化などの生育状況を把握、また必要に応じて中分解能衛星データを取得し、圃場単位の葉色マップ、食味マップを作成して、施肥管理、病虫害や気象災害対策、区分収穫などに利用することができる。利用者は、インターネット上のアグリルックのウェブサイトにアクセスし、水稻生育状況画像、気象メッシュ情報、栽培履歴データベースの閲覧やデータ登録を簡単に行うことができる。任意の圃場を選択すると、選択した圃場の生育状況や気象要素の推移がグラフ表示され、過去データと重ねて表示しながら、生育状況を確認することができる。気象観測情報、営農指導情報、栽培履歴データベースなど、豊富な情報と衛星データを一元的に閲覧、管理できるようにし、利用者の利便性を高めている。

スリランカでは、GIS マッピングによる農地管理、土壌侵食、干ばつ予測などのプログラムが試行されているが、雲が多いという気象上の問題で画像の取得ができず、取り組みが進んでいない。同社のシステムでは、独自の雲除去処理画像を利用することで、雲による情報欠損を低減しており、この問題に対応できる。また、衛星画像データが高価なことも同国で取り組みが進まない理由の一つであるが、本システムは、安価な衛星データを複合利用することにより、センサーの特徴を生かした情報を圃場毎に抽出でき、かつ栽培期間を通して継続的に高頻度、低コストで情報を提供できるサービスを提供している。

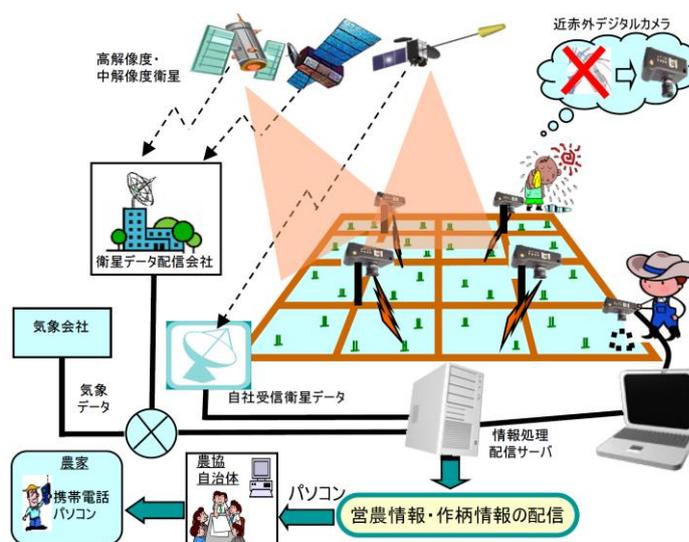


図 3.14 システムのイメージ図

出所：同社パンフレット

### 3) アグリノート (ウォーターセル(株))

インターネット上で圃場を管理するツールである。グーグルマップ等の航空写真に圃場と作業内容に関連付けて記録し、圃場数の多い生産者でも視覚的に管理することで、農業を「見える化」することができる。入力フォーマットはシンプルで簡単に入力できるようになっている。農薬、肥料の使用回数、草丈、葉数などの生育記録など、記録したデータは自動集計、出力することができるため、GAP など認証取得のための提出書類作成にも活用できる。長年データを蓄積することにより、圃場ごとの地力や収量の違いを検証することも可能となり、安定した生産体制の確立、生産性の向上にも活用することができる。スリランカでは、今後農業普及員が GAP 取得の指導を行っていく予定もあり、広範囲な活用が期待できる。



マップを色分けし、タッチして記録やデータの閲覧ができる。

システム構成のイメージ。クラウドシステムで現場と事務所で瞬時に情報共有、グラフ化できる。農薬や肥料データベースと連動して必要な情報を検索・閲覧できる。

図 3.15 製品イメージ図

出所：同社ウェブサイト

### (2) 流通管理システム

#### アグリコンパス (株式会社アグリコンパス)

日本の農産品流通においては、物流情報、市場価格情報、販売時点情報管理 (POS) が活用されている。生産から流通に至るサプライチェーンのデータを活用すれば、コスト把握が可能となり、農産品の品質の劣化を最小にする最適流通、保管経路を明らかにすることができる。また、品質面でのトレーサビリティ確保も実現できる。さらに、収穫時期予測と流通面の需要予測を組み合わせ、消費タイミングに合わせることで収益最大化への意思決定支援ができ、生産者の収益を高めることも可能となる。アグリコンパスシリーズは、インターネットをベースとした生産から流通までの流れを管理する統合型情報システムである。バーコードの活用で、JA 等集出荷団体の荷受データ集計を行い、手入力作業の軽減と入力ミスをなくす。また県域組織の精算計算の自動化、市場状況のリアルタイム配信などを行う。クラウドでサービス提供するため、導入の初期投資費用を低減することができる。

本システムは日本向けに開発されているため、そのままスリランカで使用することはできないが、現地向けにカスタマイズし活用することは可能である。同国において、このようなソフトを一から開発するには、技術、時間、コストが必要となるため、日本で実用化されているシステムを活用するメリットは大きい。同様のシステムは、(株)イーサポートリンク等複数の企業で展開している。同社はフィリピンにおいて普及・実証事業を行っており、現地の農業生産者組合と流通業者に製品を導入しており、英語バージョンのシステムも開発している。

### (3) 労務管理システム

会計さん（(株)寺田製作所）

日本では、製茶工程の効率化のため、生産工程全体を管理する統合システムが導入されている。その中の労務管理の代表的なものとして、情報システム「会計さん」があげられる。本システムは、以下のシステムにより構成されている。

- 計量精算システム：トラックスケールと小型ハカリを併用し、PC につなげることで、生産者より搬入された生葉の荷受から生葉代金の精算処理までを行う。荷受け時に生産者コードなどを入力し、計量伝票が高速で発行できる。摘採進捗や茶園集計、単価付け等の管理と集計機能により、状況をひと目で把握することができる。また、近赤外線分析計で生葉の窒素、繊維、水分を計測する生葉評価装置と連動させて、生葉の等級付けに反映することもできる。
- 茶園管理システム：栽培履歴を管理し、製茶工場で生産された荒茶に対して栽培履歴を抽出し各種資料を作成。計量精算システムと連動して効率よく栽培履歴を管理し、品質管理に活用する。
- 荒茶販売システム：荒茶の販売額、入金額を管理・集計する。
- 労務管理システム：製茶工場における賃金計算を正確・迅速に処理できる。製茶工場特有の賃金計算や製茶工場の個人や業務ごとの時間給の違いなどにも対応している。

これらは日本の製茶工程に沿って開発されたものであり、そのままスリランカで利用することはできないが、3-2-3 で述べたように、同国の多くの茶園では、労働者が収穫した茶葉の計量、収穫量に応じた賃金計算、工場への茶葉の出入荷管理などは全てマニュアルで行われており、効率が悪い上に間違いも多い。日本で使用されている上記のようなソフトを現地のニーズに応じて改変して活用すると効果的である。

### 3-3-2 中小企業等が有する製品・技術等を活用した新規 ODA 事業の提案および各対象分野における開発課題解決への貢献度（具体的な製品・技術の投入規模を含む）

#### (1) センサー機器と農業クラウド活用による農業生産性向上事業

3-1-1 で述べたように、スリランカにおける農業の主要課題として、小規模農家の生産性と作物品質の低さがあげられる。農家は生産技術向上のための情報を必要としているが、政府の普及システムは十分に機能しているとは言えず、そのギャップを埋める方策として、政府も農業技術の向上と普及システム改善に向けて、様々な ICT の活用を試行している。我が国の ICT 農業で使用が拡大しているセンサー機器と農業クラウドによる圃場管理技術を活用して、こうした政府の取組みを支援できる可能性がある。

同国の現状をふまえると、こうした機器を現時点で一般農家に導入することは、初期導入コストと技術的能力の問題により現実的ではない。従って、当初は収集したデータの分析による栽培ガイドラインの作成、導入効果の実証と普及を行い、将来的に農業法人や個人農家への普及につなげていくことが適切である。その際には、JICA の案件化調査や普及・実証事業の活用が有効と思われる。また、日本における ICT の農業への活用事例、適用技術、課題など、関係者が ICT 農業に係る全般的な知識を持つ必要があるため、こうした技術を持つ企業との協力で国別研修を実施し、技術普及の後押しをすることも有効である。

表 3.18 農業分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 - 1

製品（群）	センサー機器、農業クラウド
想定される ODA 事業	① 案件化調査／普及・実証事業 ② 技術協力 課題別研修/国別研修
開発課題への貢献	農家の災害や病虫害などの栽培上のリスクの低減、農業生産性の向上 上記による小規模農家の所得向上と貧困削減
想定カウンターパート機関	農業局の普及・訓練部を主なカウンターパートとする。 圃場における運転・実証活動は農業局研究部傘下の試験農園等で実施する。 -米研究開発機関（RRDI） -農作物研究開発機関（FCRDI） -園芸作物研究開発機関（HCRDI）等 また、紅茶栽培への適用可能性の検証については、プランテーション省傘下の紅茶研究所（TRI）をカウンターパートとする。
投入	① 各研究機関のパイロット圃場へのセンサー機器設置 データ分析、管理のソフトウェア 教材、マニュアル作成 マーケティング調査 初期維持管理費用 ② 研修・技術指導費、研修員渡航費
想定受益者	農家全般
目的と活動内容	<p><b>【目的】</b> 生産技術の向上と、最適技術と情報の普及促進を通じ、農業生産性と農産品の品質向上により、農家全般（小規模農家を重視する）の収益向上を目指す。</p> <p><b>【活動内容】</b>          &lt;案件化調査&gt;         <ul style="list-style-type: none"> <li>● 優先作物の選定、各研究機関のキャパシティ調査、テスト圃場の選定</li> <li>● パイロット事業の実施（テスト運転、データ収取・分析、効果測定、運用ガイドライン作成など）</li> <li>● 政府が実施している ICT 事業への組み入れ可能性の検討</li> <li>● 普及システムの詳細調査、データ普及試験</li> <li>● 農業法人への導入可能性検討</li> </ul>         &lt;普及・実証事業&gt;         <ul style="list-style-type: none"> <li>● パイロット事業の拡大、複数圃場における本格的稼働試験</li> <li>● 栽培実証データの科学的分析、運用ガイドラインの改善</li> <li>● 採算性の検討</li> <li>● パートナー企業との協議、携帯通信会社との協議</li> <li>● 農業法人への普及活動</li> </ul> </p>

製品（群）	センサー機器、農業クラウド
	<国別研修> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ICTの農業への活用の現状、有用性についての理解促進</li> <li>● 新しい技術の習得・理解に向けた企業訪問、技術の視察</li> <li>● ネットワークシステムの運用技術移転</li> <li>● 担当部署における活用アクションプランの策定</li> </ul>

(2) 衛星データ活用による農業関連情報整備事業

スリランカの農業関連の統計データは、発表する機関によって相違があり、その信頼性は限定的である。また入手困難なデータも多い。これは地形情報など農業統計の基盤となる情報が不足していることも要因である。農業局では、統計データ整備、農地管理、食糧安全保障のための収穫予測、土壌侵食や干ばつ予測などを目的に、GIS活用を試行しているが、技術的課題により頓挫している。

我が国中小企業の衛星データ分析技術やサービスの導入により、これらの政府取組みを支援できる可能性がある。衛星データの活用は、防災など農業以外の分野への拡大も可能性が高いことから、他部局（気象省、防災省等）との連携も重要である。まず JICA の案件化調査と普及・実証事業のスキームを活用し、製品・技術の有効性を実証し、技術協力プロジェクトなどの ODA 事業の提案と同事業への技術導入、成功事例の他国展開の可能性を探ることが有用と考えられる。

表 3.19 農業分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 - 2

製品（群）	衛星データ情報管理システム
想定される ODA 事業	① 案件化調査／普及・実証事業 ② 技術協力プロジェクト
開発課題への貢献	農業の基盤となる情報（土地利用状況、地域別土壌成分、水資源、土壌侵食などの地形状況など）整備による、農業局の計画策定能力強化、リスク予測、技術普及活動の強化、それによる農業生産性の向上、小規模農家の所得向上と貧困削減。
想定カウンターパート機関	農業局を主要カウンターパートとし、活動は農業局傘下の自然資源管理センター（NRMC）と協力して行う。
投入	① 衛星データ分析システムの導入 データ分析、管理のソフトウェア 教材、マニュアル作成 初期維持管理費用 ② 運用のための技術指導、センター技術者の研修 啓発活動 教材、マニュアル作成 その他現地活動
想定受益者	農家全般
目的と活動内容	<b>【目的】</b> 農業の基盤となる情報整備により、農業栽培リスクの軽減、収穫予測等に

製品（群）	衛星データ情報管理システム
	<p>よる食糧安全保障の確保、栽培技術・情報の普及促進を目指す。</p> <p>【活動内容】</p> <p>&lt;案件化調査&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 農業情報における課題の整理</li> <li>● NRMC における実施済み、および実施中の取組みの確認、成果の整理、必要となる情報とデータのリストアップ、パイロット事業計画策定</li> <li>● パイロット事業の実施（テスト運転、データ収集・分析、効果測定、運用ガイドライン作成）</li> <li>● 他省庁の GIS 関連事業の内容確認、関係者情報共有ワークショップの開催による協力関係の構築</li> <li>● 実施中の事業との統合可能性の検討</li> <li>● 普及システムの詳細調査、データ普及試験</li> <li>● 農業法人への導入可能性検討</li> </ul> <p>&lt;普及・実証事業&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● パイロット事業の本格的な実施（システム導入、稼働、データ収集・分析、効果測定）</li> <li>● 運用計画策定、運用ガイドラインの改善</li> <li>● 他省庁への普及可能性検討</li> <li>● 維持管理方法の確認、技術者の能力強化</li> </ul> <p>&lt;技術協力プロジェクト&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 実施地域を数カ所選択、システムの導入、以下の目的で活動するための調整の実施（農地利用状況の把握、干ばつ予測、水稻の病虫害発生天候条件の特定、コメの収穫量予測、土壌分析と適正作物の特定、土壌侵食の状況、など）</li> <li>● NRMC 技術者へのトレーニング</li> <li>● 上記情報を農家に伝達するための普及システムの強化</li> <li>● マニュアルの整備</li> </ul>

### (3) プランテーション産業の競争力強化事業

前述のように、プランテーション産業の競争力強化は、同産業に従事する労働者の雇用確保と社会経済状況の改善のためにも喫緊の課題である。この課題に対応可能な我が国中小企業の製品・技術は複数存在するが、主要な導入先は民間セクターの RPC となることから、民間ビジネス主導の領域になることが想定される。ニーズはあるものの、日本製品は中国などの競合製品に比べて価格競争力がないため、即時の導入は困難が伴うことが予測される。従って、導入部としては ODA の民間連携スキームを活用してビジネス展開の可能性を探ることが有効であると考えられる。また、プランテーション部門では、労働者の生活改善を目的に多くの NGO が活動していることから、これらの団体と協力して草の根・人間の安全保障無償資金協力等を活用し、労働効率化のための機器導入を検討することも可能である。

表 3.20 農業分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 - 3

製品（群）	製茶機械、労務管理システム
想定される ODA 事業	① 中小企業連携促進基礎調査 ② 案件化調査／普及・実証事業
開発課題への貢献	プランテーション産業の生産工程における効率化による業績の向上と国際競争力の強化、それにともなう茶農園労働者の生計向上
想定カウンターパート機関	① プランテーション産業省 紅茶研究所（TRI） ② プランテーション人間開発トラスト（Plantation Human Development Trust） 小規模茶生産者協会（Tea Small Holders Association）
投入	① 機材の投入はなし。導入可能性、事業環境の調査 ② 製茶機械、労務管理システムなどの機材
想定受益者	直接受益者：プランテーション企業 最終受益者：茶園労働者
目的と活動内容	<p><b>【目的】</b> プランテーション産業の効率化のためのビジネスベースでの機材導入可能性を検討する。同時に産業活性化による茶園労働者の生計向上に貢献することを目指す。</p> <p><b>【活動内容】</b></p> <p>&lt;中小企業連携促進基礎調査&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>プランテーション部門における各製品・技術のニーズ、適用可能性の調査、労働者の課題への適用可能性調査</li> <li>マーケット調査（潜在的導入可能企業、工場数、資金力等）</li> <li>事業環境調査（パートナー企業、投資環境、法律税制等）</li> <li>事業計画策定（事業費積算、財務分析等）</li> </ul> <p>&lt;案件化調査／普及・実証事業&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>茶園労働者の環境改善活動を行っている団体、プランテーション企業と協力し、製品・機材を導入</li> </ul>

#### (4) ICT 導入による農産品流通効率化事業

農産品流通の効率化には大きなニーズがあり、ICT 関連の製品・技術が貢献できる可能性があるが、公設市場などの伝統的バリューチェーンの効率化は、多数の利害関係者が複雑に絡み合っているため、国家的なコミットメントも要される一大事業となる。公共性が高いことから ODA 事業として取り組む意義は高いと思われるが、政府機関はマーケティングを直接管理しておらず、広範囲な問題への対策の策定が必要となることから、難易度は高いと思われる。またバリューチェーン効率化において ICT が解決できることは、その一部に過ぎない。このようなことから、本調査では、ファーマーズカンパニーなどの農民組織や大手スーパーマーケットチェーンと協力した、民間連携スキームを活用した実証事業の実施を提案する。同国の大手農業法人と協議をしたところ、ICT を活用した流通効率化に積

極的に取り組みたいとの姿勢を示していることから、実証事業でその効果が実証されれば民間を相手としたビジネス展開の可能性も広がる。

表 3.21 農業分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 - 4

製品（群）	流通管理システム
想定される ODA 事業	① 中小企業連携促進基礎調査 ② 案件化調査／普及・実証事業
開発課題への貢献	農産品流通の効率化により、収穫後ロスの削減と価格変動の対応を行い、小規模農家の収益拡大に貢献する。
想定カウンターパート機関	農業局をカウンターパートとするが、活動はファーマーズカンパニーなどの農民組織、スーパーマーケットチェーンと協力して行う。
投入	システムソフトの設置 教材、マニュアル作成 マーケティング調査 初期維持管理費用 運用のための技術指導、研修費
想定受益者	直接受益者：スーパーマーケットチェーン経営企業 最終受益者：小規模農家
目的と活動内容	<p><b>【目的】</b> 収穫量や時期、作物情報、価格情報、在庫状況、需要などを一元管理するシステムを導入することで、収穫後ロスを低減し、価格変動に対応した栽培計画、生産安定化を実現し、無駄な中間コストを削減して農家の収益増加を目指す。</p> <p><b>【活動内容】</b>          &lt;中小企業連携促進基礎調査／案件化調査&gt;  <ul style="list-style-type: none"> <li>● 有力農民組織のリストアップ、パイロット事業サイトの選定</li> <li>● バリューチェーンにおける課題とギャップ分析</li> <li>● 事業環境・投資環境調査、パートナー企業調査</li> <li>● 事業計画策定</li> </ul>         &lt;普及・実証事業&gt;  <ul style="list-style-type: none"> <li>● 選定された複数のパイロットサイトにおけるシステムの試験導入</li> <li>● 運用マニュアルの作成、研修の実施</li> <li>● 効果測定、課題分析</li> <li>● スーパーマーケット企業など民間企業と政府関係機関への普及活動</li> </ul> </p>

### 3-3-3 既存 ODA 事業との効果的な連携策（案）

我が国中小企業製品・技術等を活用した既存 ODA 事業との効果的な連携策は以下のとおりである。

表 3.22 農業分野の製品・技術を活用した既存 ODA 事業との効果的な連携策

想定案件例	連携可能な既存 ODA 事業	効果的連携例
<ul style="list-style-type: none"> <li>● センサー機器と農業クラウド活用による農業生産性向上事業</li> <li>● 衛星データ活用による農業関連情報整備事業</li> </ul>	認証野菜種子生産システム強化プロジェクト（技術協力プロジェクト）	同プロジェクトでは、種子病理研究の人材育成とセンターの設備整備を支援している。想定案件では、どの地域でどのような病虫害が発生しているかというリアルタイムの分析が可能となることから、同データを病理センターに提供し、研究の促進に役立てることができる。
	「気象観測・予測・伝達能力向上プロジェクト」および「気候変動に対応した防災能力強化プロジェクト」（技術協力プロジェクト）でも、気象データ、GIS データの整備能力支援を行っている。本調査で関係部署と協議を行ったところ、縦割り行政の影響から、こうした取組み内容が省庁間で共有されていないことがわかった。想定案件でワークショップ等を開催し、関係者の活動や情報を共有することで、活動の重複を回避し、各省庁の活動を補完し合える仕組みを構築することができる。	

### 3-4 我が国中小企業等が有する製品・技術等を活用したビジネス展開の可能性

#### 3-4-1 今回の調査で得た情報等をもとにした ODA 事業および中長期的ビジネス展開のシナリオ

##### (1) 提案シナリオ

本調査で提案した ICT 関連技術や製品をスリランカに導入し、農業の生産性や効率性の向上に活用できる可能性はある。しかし前述してきたように、一般的農家の多くは小規模営農であり、経済的にも技術レベル的にも個人農家が ICT 製品をすぐ使えるという状況ではない。携帯電話網は既に全国的に普及していることから、政府は現地民間企業と協力した情報提供サービス等から着手しており、我が国中小企業はこうした取組みを支援する形でパイロット事業から参入することが現実的である。

また、ICT 製品・技術を活用するには、植物科学等の基礎研究と計測値の理論的リンケージと実証、ならびに活用のためのガイドライン策定、活用技術者の技術と知識の習熟が必要であり、製品・技術の導入時にこれらを中小企業が独自で行うのは負担が大きい。従って、下図 3.16 に示すように、導入開始から 3～5 年程度の期間は ODA の民間連携スキーム等を活用し、政府研究機関等との協力において導入環境を整備し、その後、技術協力等とリンクさせながら農業法人等の民間企業を対象にビジネス展開していくというシナリオを提案する。

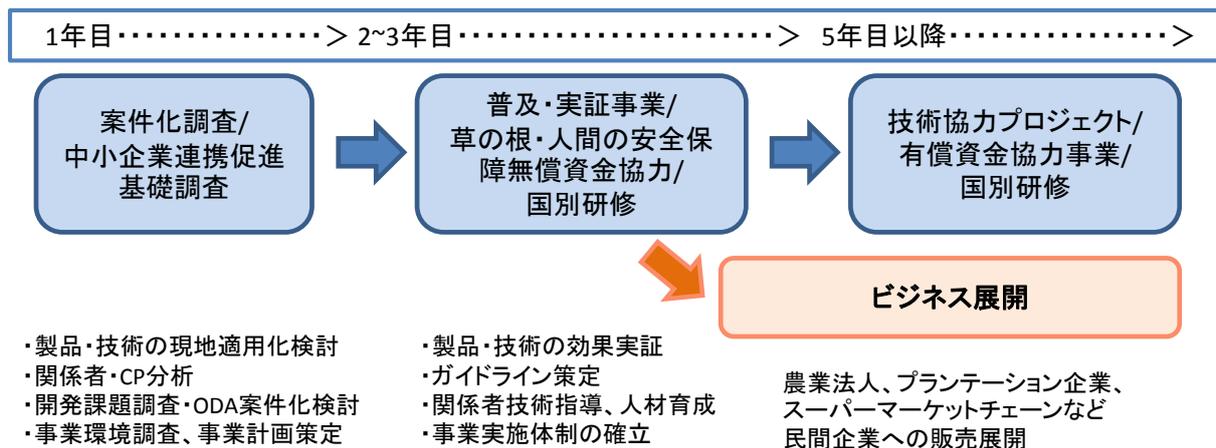


図 3.16 ODA 事業とビジネス展開の提案シナリオ概要

出所：調査団作成

##### (2) ビジネス展開時の販売先見込み

###### 1) 農業法人

本調査で提案した栽培管理機器、システムは、ODA 事業で政府の研究機関等と効果を実証した後、現地の農業法人に販売展開できる可能性がある。スリランカ国内には以下のように輸出も積極的に行っている有力農業法人が複数存在するため、製品によって下表に記載した企業の市場規模を想定することが可能である。本調査では、以下の企業に聞き取り調査を行ったところ、提案製品・技術に対していずれの企業からも高い関心が示された。

表 3.23 主要農業法人の概要

企業名	CIC (CIC Agri Business Private Limited)
設立	1993 年
概要	肥料、種子、苗木の生産、トウモロコシ、コメ、果物の生産、乳製品の生産。(国内市場向け) バナナの生産、輸出 (中東向け)。自社農場は 5 カ所、1 万エーカー。自社農場以外に、契約農家で生産しており、農家数は 25,000 軒。50 名の普及スタッフが農家に直接指導。1 名につき 500 エーカーを担当している。
ニーズ課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 自社農業の労働者不足が深刻。バナナ栽培にはつききりの管理が必要だが、現在必要人数の半数しか確保できていない。</li> <li>● 自社普及員管理のための ICT システムが必要(効率的な農家巡回のための GPS など。)</li> <li>● 灌漑の推移チェックや病虫害の遠隔モニタリングを本部の技術者ができるとよい。(上記は現在ダイアログ社と開発を検討中。)</li> <li>● 高付加価値作物 (キュウリ、パプリカ、チェリートマト、レタス等) の施設栽培を計画。施設栽培技術はイスラエルより導入予定。</li> </ul>
 <p>バナナとパイナップルのプランテーション圃場      バナナの収穫後処理施設      種子生産圃場</p>	

企業名	PAEA (Protected Agriculture Entrepreneurs' Association)
設立	1998 年に USAID 支援によりプロジェクトとして開始、2004 年に会社法登録
概要	会社として登録されている協同組合。拠点はキャンディ。メンバー農家は 250 軒。メンバー農家には買い取り価格を事前に決めて買い取り保証をしている。野菜、果物等をホテル、スーパーマーケット、スリランカ航空などに納入。
ニーズ課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 保冷倉庫は保有しているが、農家まで買い取りに行く保冷トラックなどのコールドチェーンが必要。</li> <li>● 水耕栽培や LED ライトを使った栽培など新しい技術を導入している。有機栽培にも需要が増加している。</li> <li>● 熟練農家の知識や経験をデータベース化できるとよい。</li> <li>● ペラデニヤ大学とマーケティング情報システム構築を試行したが、技術不足により失敗した。農家が使いやすく効率性のよいシステムが必要。</li> </ul>
 <p>パプリカなど高付加価値高品質野菜を栽培。</p>	

企業名	Hayleys Agriculture Holdings Limited
設立	1950 年代
概要	製造、運輸、電力、建設等総合的に扱う同国有数大企業の農業部門。農業資材全般を販売。（農機はクボタの代理店）16,000 軒の農家と契約、180 名の普及スタッフが農家に技術指導を行っている。栽培作物は、ガーキン、パパイヤ、パイナップル、ハラペーニョペパーなど。全て輸出用。コメの種子は自社農場と 600 の契約農家で生産。同国園芸作物輸出の約 50%を同社が占める。
ニーズ 課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地域毎の天候データ・予測情報が必要。</li> <li>● 地域毎の土壌分析データ、レポートが存在しない。</li> <li>● 農家は普及員へのアクセスがないため、情報は投入材のディーラーから入手しているが、ディーラーは間違った情報（ディーラーのビジネスに有利な情報）を故意に流している（同社談）ため、土地が劣化してしまう。正しい情報の提供できるシステムが必要。</li> <li>● 価格変動リスク軽減のための作物保管・保冷設備が必要。</li> <li>● 同社では農家データベースを作成し、営農指導に利用しているが、農家の携帯番号が頻繁に変更するためトレースが難しい。</li> <li>● 営農指導に農家にわかりやすく簡単なインターフェースのデバイスが有用。</li> <li>● GAP や有機認証のためのトレーサビリティシステムが必要。</li> </ul>

企業名	IFCO (International Foodstuff Group of Companies Private Limited)
設立	1973 年
概要	<p>園芸作物の生産と輸出。主な作物はパパイヤ、パイナップル、グアバ、ドラゴンフルーツ、タピオカ、サワソープ、野菜など。主要な輸出先はモルディブ、中東など 16 か国。全国に契約農家 3 万軒。15 カ所に集荷場を所有。また Badulla に 500 エーカーの自社モデル農場を開設。ISO、HACCP 等各種認証取得、品質を重視している。</p>  <p>作物混合栽培の山全体を使ったモデル圃場</p>
ニーズ 課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 農機などの支給ではなく、生産工程（GAP など）の指導が必要。</li> <li>● 農地では土地浸食の問題が深刻化しているため、今後は予防の対策が必要となる。</li> <li>● 自動の灌漑設備などの小規模農機にニーズが高い。</li> <li>● 作物の収穫時期の管理ができるシステムがあるとよい。トレーサビリティを確保できるような技術が必要。</li> <li>● スリランカは輸送インフラが弱いいため、収穫後ロスが多い。また・価格変動リスク軽減のための作物保管・保冷設備が必要。</li> </ul>  <p>マイクロ灌漑設備は圃場全体に敷設されている。</p>

企業名	JAGRO Private Limited
設立	2003 年
概要	イチゴの生産。国内市場向けが主流であるが、一部モルディブ、中東に輸出している。農場は高地に 4 カ所、70 エーカー。イチゴ以外にパプリカとレタスの施設栽培をしている。従業員 300 名。品種、栽培技術はイスラエルより導入。自動制御の施設栽培設備はオランダより導入。4,000 平方メートル圃場への初期投資は 35 万米ドル程度。
ニーズ 課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 品種のロイヤリティはイスラエルに支払い。自国での植物育種、品種改良が必要。</li> <li>● マダニ、カビ病の問題がある。イスラエルの技術コンサルタントに指導を受けており、今のところコントロールできているが、より高度な防除があればよい。</li> <li>● 日本のハイテクイチゴ栽培には大変関心を持っている。</li> </ul>



露地のビニールトンネル式とビニールハウスの 2 とおりの方式で栽培。ビニールハウスは温度など自動制御装置が設置されている。スーパーでの小売価格は 1 パック（250 グラム）で 400 ルピー。

出所：現地聞き取りより調査団作成

## 2) プランテーション業界

栽培管理機器、製茶関連機器、労務管理システムなどは、紅茶研究所（TRI）と ODA で普及・実証事業等を行った後、RPC や国営のプランテーション会社、中小の製茶工場に販売できる可能性がある（プランテーション企業の概要については別添 3.1 参照）。国内の紅茶農園（2014 年時点で 828 農園）のうち、将来的に栽培関連機器を導入する可能性があると考えられる 2 ヘクタール以上の規模の茶園<sup>153</sup>は、全体の約 6 割にあたる。また紅茶局のディレクトリーに掲載されている製茶工場の数は、720 である。茶葉生産、加工製造ともに、一定の市場規模がある。

## 3) スーパーマーケットチェーン

ODA の民間連携スキームを活用し、流通管理システムの有用性の実証、動作環境や事業環境の確認を行った後は、現地のスーパーマーケットチェーンを対象にビジネス展開の可能性がある。経済発展に伴い、都市部を中心に国民の生活スタイルや食志向が変化していることから、近年、スーパーマーケットの店舗数は急速に増加している。現地の聞き取りでは、どの企業も今後地方部にも店舗を拡大していく計画であり、効率的な流通を可能とするシステムの導入に高い関心を持っている。全てのチェーンは農産物を小規模農家から直接買い付けており、システムが順調に機能すれば、流通過程の効率化という開発課題への貢献も期待できる。現時点でのスーパーマーケットの市場概要は以下のとお

<sup>153</sup> スリランカ紅茶局は、2 ヘクタール未満の茶園を小規模茶園と定義している。茶生産面積の 40% が小規模茶園にあたるとしている。

りである。

表 3.24 主要スーパーマーケットチェーンの概要

	<p><u>フードシティ (Food City)</u>          企業名：カーギルズ (Cargills) 金融、建設、工業等扱う総合大手企業          店舗数：280          集荷場：10 カ所、乳製品冷蔵保存センター：20 カ所          農家から集荷場に持ち込まれた農産品は一旦コロomboの中央加工センターに集荷され、全国店舗に配送される。</p>
	<p><u>ラフズ スーパーマーケット (LAUGFS Supermarket)</u>          企業名：ラフズホールディングス(LAUGFS Holdings) ガス会社          店舗数：30 (主にコロombo近郊)          農産品は 100%契約トレーダーから買い付け。保管設備はなく即日店舗に運搬する。小規模店舗が多く野菜の売り場面積は比較的小さい。          店舗の廃棄率は平均 6.6%。</p>
	<p><u>アルピコ (ARPICO)</u>          企業名：リチャードピーリス (Richard Pieris Distributors) プランテーション会社          店舗数：スーパー17、乳製品専門 20、ショールーム 29 (電化製品や家具など) 全国に幅広く展開。食品のみならず電化製品や生活用品等を幅広く扱う店舗が多い。</p>
	<p><u>キールズスーパー (KEELLS Super)</u>          企業名：ジョンキールズホールディングス (John Keells Holdings)。ホテル経営、食肉加工、プランテーション経営なども行う総合大手企業。          店舗数：46 (ほとんどコロombo近郊)          集荷場：5 カ所          比較的に生鮮品の取扱量は少ない。農産品の品質を重視、価格設定は他点より高め。</p>

出所：聞き取りより調査団作成 (2015 年 10 月時点)

### 3-4-2 中小企業の海外展開による日本国内地域経済への貢献

3-2-1 で述べたように、日本の農業は従事人口の減少と高齢化に直面しており、ICT などの技術導入による効率化に迫られている。提案する中小企業の製品・技術は、日本においては農協や地方行政組織が、農家への営農指導を目的に導入しているケースが多いものの、個人農家への普及進度は遅い。提案製品・技術を ODA を活用して海外展開し、成功事例ができれば、そのデータ、導入ノウハウ、成果などを日本に逆輸入することで、技術普及がさらに拡大され、日本の農業にも裨益することが期待できる。

ICT 農業は新しい技術分野であるため、産官学連携での取組みが進められている。例えば、農業の先進技術導入に積極的な佐賀県では、佐賀県生産振興部、佐賀大学農学部、民間 IT 企業オプティムが連携協定を行い、遠隔操作技術、画像解析技術、ビッグデータ解析技術等の研究開発を進め、知財創

造と人材育成を目指している。茶栽培の分野では、人工衛星データを用いて科学的に茶園地の状況を把握し、園地と美味しいお茶の関係分析を行っている。中小企業の海外展開により、こうした産官学連携の取組みをさらに後押しし、新たなイノベーション創出の可能性もある。

## 第4章 水の浄化・水処理分野

### 4-1 現状および開発ニーズの確認

本調査では、スリランカの上下水道分野における課題の中でも、特に問題とされている上水供給における無収水削減を含む効率性の向上、下水処理施設の普及に焦点をあて、これらの課題への対応のために、NWSDB が注目しているボールタップや自動弁などの機器類、経済性が高く省スペースの下水処理施設などの製品・技術のニーズが高いとの仮説のもと検証を行った<sup>154</sup>。

#### 4-1-1 スリランカの開発課題の現状

##### (1) 上水道分野の課題

###### 【水道普及率の向上】

安全な水へのアクセスの改善と水道普及率の増加は、スリランカの上水道分野の最も重要な課題であり、そのための施設整備が急務となっている。現在、同国の安全な水へのアクセス率は85%（2015年）であり、水道普及率は45%（2015年）である<sup>155</sup>。都市部では、人口の増加、経済発展などによる水需要の増加に対応し、老朽化した施設に対応するため、施設の拡大・更新が急がれている。地方では水道普及率は低く多くの住民が井戸水や湧水を飲用しているが<sup>156</sup>、安全な水が入手しにくい地域が多く、農村給水も重要な課題である。地下水に鉄分、バクテリア、塩分などが混入している場合も多く、またアヌラーダプラ県では地下水から高濃度のフッ素が検出されており、大きな社会問題となっている。このように、地下水に人体に有害な物質が規定値以上に含まれている地域があり、健康上の被害という観点からも地方における上水普及は急務である<sup>157</sup>。このように同国では都市、地方ともに上水道施設の拡大・更新が急務であり、計画・設計や建設の期間の短縮が望まれている。またスリランカでは住宅地や耕作地などの土地利用が進んでおり、施設設置のための用地取得が容易でなく、これが事業遅延の要因となりかねるため、施設整備にあたっては、省スペースを念頭に計画設計することも重要となっている。

###### 【NRW（無収水）の削減】

表4.1が示すとおりスリランカでは、全国平均の無収水（NRW）率が約30%と高く、NRWの削減は重要な課題である。特に75～100年前のイギリス植民地時代に敷設された送配水管がある<sup>158</sup>コロンボ市

<sup>154</sup> 漏水探知機、水道メーターについてはすでに調査されていること、NRW削減に関し、ボールタップによる漏水にNWSDBが注目しているという情報を得ていたことから、ボールタップ及び自動弁類を提案しました。

<sup>155</sup> 出所：Summary of Progress Status on Corporate Action Plan 2015, 2<sup>nd</sup> Quarter 2015, NWSDB

<sup>156</sup> 水道普及率は地方によってばらつきがある。コロンボ市の位置する西部州では57.8%と高いが、普及率の最も低い北部州では9.3%、続いてサバラガムワ州では22.7%である(出所:NWSDBウェブサイト。2015年12月17日アクセス)。

<sup>157</sup> 例えば、北中部州のアヌラーダプラ県の上水道が整備されていない地域の住民は、飲用水を井戸から得ているが、近年、この地域一帯の地下水から高濃度のフッ素が検出され、健康への被害が大きな問題となっており、上水道の整備が火急の課題となっている。

<sup>158</sup> コロンボ市には約860kmの送配水管網があり、うち600kmが老朽化しており更新が必要である。(出所:SAITM Research Symposium on Engineering Advancements 2014, W. B. G. Fernando, 2014)

のNRW率が47%と高い。同市ではNRWのために年間約20億ルピーの収入が失われているとも計算されており、NRW率の高さが、NWSDBの財務状況に負の影響を与えていることは明らかである。

NWSDBは、JICAやADBの支援を受け<sup>159</sup>NRW削減に取り組んでおり、共同水栓の撤去と個別接続化、配水管の更新、漏水修理、違法接続の排除などを順次実施している。このような対策の実施により、コロombo市のNRW率は、2001年は54%であったが2014年は47%に減少した。しかし依然として、上水の生産量の約半分が収入を生み出しておらず、さらなる改善が課題となっている<sup>160</sup>。なおNWSDBは、事業計画書でNRW率の削減の数値目標を掲げているが、近年の実績は目標を下回っている（表4.1）。

表 4.1 無収水率削減の目標と実績（単位：％）

項目	2012		2013		2014		2015	2016	2020
	目標	実績	目標	実績	目標	実績	目標	目標	目標
コロombo市	47.4	49.19	43.0	47.71	41.0	46.62	40.0	45.0	41.0
全国	29.5	30.02	29.0	30.24	28.5	28.54	27.2	27.8	25.3

出所：2012-2015年の目標についてはCorporate Plan 2012-2016, NWSDB、2012-2014年の実績についてはSummary of Progress Status on Corporate Action Plans at End of Forth Quarter 2014, NWSDB、2016・2020年の目標についてはCorporate Plan 2016-2020, NWSDBより。2015年の目標よりも2016年の目標が下がっているのは、事業計画書が2016年に更新された際に現状にもとづき目標が修正されたため。

一般的に、NRWの高さは、サービスや財務状況の不健全性を示す指標の一つであり、外国のドナーがNWSDBへ資金協力の意思決定をする際にも、負の影響を与える。また、NRWにより失われた水を生産するためには、NWSDBは新たな資本投資により浄水場などを建設する必要も生じることから、NRWは投資の重荷を増やす要因ともなる。

スリランカにおけるNRWの削減には、総合的かつ継続的な対策の実施が引き続き重要であり、NRW削減における老朽化した送配水管の更新の重要性は高いが、総合的な対策の一環として、配水管の確実な施工と配水圧の適正な管理による漏水の防止、漏水箇所の探査と補修、盗水の発見、水道メーターの精度向上など、細かな改善を積み重ねることも欠かせない。例えば本調査では、山岳地帯の調圧水槽でNWSDBが使用している産業用ボールバルブは、高い水圧に耐えうる品質のものが少なく、弁の中が詰まる、パッキン部分がすぐに劣化する、劣化したパッキンの交換を怠ると、制御ができず水が大量に溢れる、などが問題となっており、これらはNRWの一つの原因となっていることがわかった。NRW削減のために、NWSDBは耐久性が高く高品質なボールバルブを求めている。また家庭用のボールバルブについても、NWSDB中央州の職員の説明によると、山岳地帯で使用できる高水圧に耐えうるものが市場にはなく、ユーザーは頻繁な交換を強いられており、便利性が悪いとのことであった。なおNRW削減のためには、施工時からの取り組みも必要であり、耐久性を強化するための施工方法の導入や送配水管の敷設・修理技術の向上も重要である。

<sup>159</sup> コロombo市無収水削減能力強化プロジェクト（2009~2012年）など。

<sup>160</sup> コロomboのNRWは、古い配水管からの漏水、スラム地域などに設置されている共同水栓、違法接続やバイパスによる盗水が主な原因であり、その他、水道メーターの誤動作や読み違い、請求書の間違いなど管理面での原因もあげられる（出所：“Challenges of Sustainable Water Supply for Cities Lessons Learnet in Reduction on Non Revenue Water in Colombo, Sri Lanka”, W. B. G Fernando, SAITM Research Symposium on Engineering Advancements 2014）。

### 【財務状況の改善】

NWSDB の損益計算書を表 4.2 に示した。上水の接続数の拡大や定期的な料金値上げに伴い、上下水道料金売上は順調に増加しており、直接原価を差し引いた上下水道事業純利益は近年継続して黒字となっている(図 4.1)。NWSDB が公開している損益計算書では、上記の売りに占める上水と下水の売り上げについては記載がないが、上水と下水の接続数から推測すると、そのほとんどが上水の売り上げであると考えられる。売り上げ原価で一番大きな割合を占めるのは人件費であり、次がポンプ運転費用ある。給与などの一般管理費を差し引いた営業純利益、および債務支出などを含めた当期純利益も近年では黒字が続いている<sup>161</sup>。これは NWSDB が、ポンプ運転費用の削減、上水・下水処理場の操業の最適化など、維持管理費用の合理化に取り組んでいる成果である。

表 4.2 NWSDB 損益計算書 (単位：ルピー)

年度	2012	2013	2014
上下水道料金売上	14,344,205,499	17,074,986,476	18,710,049,680
売上原価 (直接経費)	(8,821,797,602)	(10,015,137,052)	(11,325,829,471)
上下水道事業純利益	5,522,407,897	7,059,849,424	7,384,220,209
営業雑収入	1,586,511,700	1,195,405,502	1,443,777,097
一般管理費	(5,848,136,492)	(5,831,427,723)	(5,985,331,888)
その他管理費	(54,474,810)	(559,425,320)	(334,370,432)
営業純利益 (損出)	1,206,308,295	1,864,401,883	2,508,294,986
財務収入	213,955,983	225,687,464	213,239,303
財務費用	(1,013,244,742)	(1,039,762,873)	(1,243,530,161)
税引き前当期純利益	407,019,536	1,050,326,475	1,478,004,129
法人税など	(40,217,024)	(47,466,069)	(53,113,301)
当期純利益	366,802,512	1,002,860,406	1,424,890,828

出所：NWSDB ウェブサイト (2015年12月17日アクセス)

[http://www.waterboard.lk/web/index.php?option=com\\_content&view=article&id=56&Itemid=216&lang=en#financial-publications-2014-unaudited-financial-statements](http://www.waterboard.lk/web/index.php?option=com_content&view=article&id=56&Itemid=216&lang=en#financial-publications-2014-unaudited-financial-statements)

<sup>161</sup> 2010年までは当期純利益は赤字が続いていた。

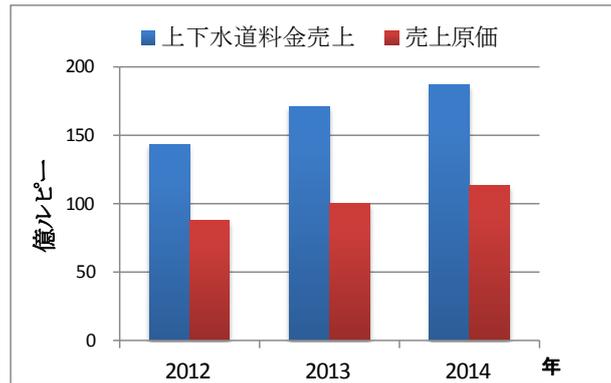


図 4.1 NWSDB の水道料金売り上げと売り上げ原価の推移

出所：NWSDB ウェブサイト (2015年12月17日アクセス)

[http://www.waterboard.lk/web/index.php?option=com\\_content&view=article&id=56&Itemid=216&lang=en#financial-publications-2014-unaudited-financial-statements](http://www.waterboard.lk/web/index.php?option=com_content&view=article&id=56&Itemid=216&lang=en#financial-publications-2014-unaudited-financial-statements)

一方 NWSDB は、主な上下水道施設の建設（新設・更新）を海外からの資金援助を活用して実施しており、これは中央政府から補助または転貸のいずれかで資金提供されている。中央政府が有償で借り入れた場合、NWSDB は中央政府から、都市給水事業に対しては無償 50%、有償 50%、地方給水事業については無償 80%、有償 20%、下水道事業については無償 100%で転貸を受けている。図 4.2 が示すとおり、NWSDB の財務コストの額は年々増加しており、運営維持管理費用のみならず、上下水道施設の建設費の節約は NWSDB の財務状況の改善のための重要な課題となっている。

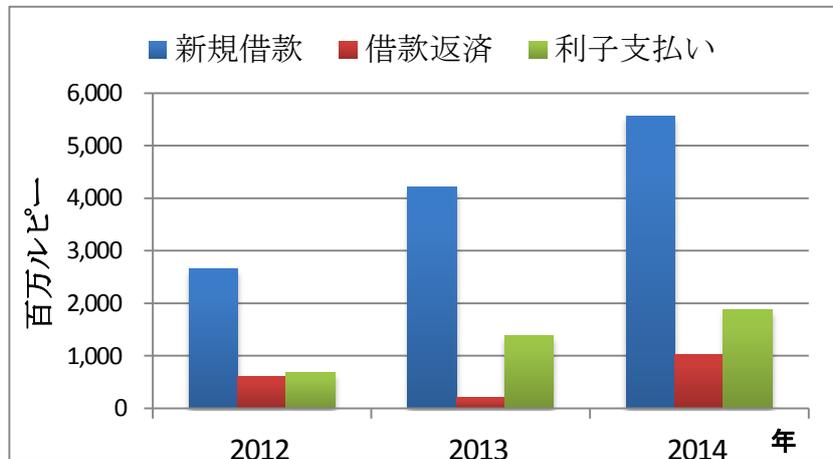


図 4.2 NWSDB の新規借款、借款返済、利子支払い額の推移

出所：NWSDB ウェブサイト (2015年12月17日アクセス)

[http://www.waterboard.lk/web/index.php?option=com\\_content&view=article&id=56&Itemid=216&lang=en#financial-publications-2014-unaudited-financial-statements](http://www.waterboard.lk/web/index.php?option=com_content&view=article&id=56&Itemid=216&lang=en#financial-publications-2014-unaudited-financial-statements)

#### 【水量不足の地域における効率的で公平な給水】

本調査では前述の課題に加え、浄水・配水計画を見直し、施設整備を行うとともに、浄水ならびに配水を効率的に運用し、あわせて必要に応じて再度計画の見直しを行う、という作業が NWSDB により必ずしも実施されていないことも課題として認められた。またその結果、施設増強や送配水の効率

化・公平化が、人口や水需要の増加に追いついておらず、以前は毎日または隔日で給水されていたが、近年は1週間に1回ほどしか給水されていない地域があることがわかった。これらは、取水<sup>162</sup>、上水、送水、配水の各々の水道施設の増強作業が、資金不足により適時に実施されていない、増強が実施されるまでの期間、場当たりの対応しか実施されていない、などといった水供給におけるマネジメントの不在が背景となっている。

例を挙げると、西部州カルタラ県のアルットガマ地区の標高の高い地域には、現在週に1回程度の給水しかできていない。これは、同地域への送水管、配水池などの増強が必要であるが資金不足によりこれが実施されておらず、地域全体の送水量が不十分であること、送水管が古く頻繁に破裂・漏水すること、配水計画の見直しや適切な対応が実施されていないことなどが原因である。そのため標高の高い地域へは、仕切り弁を操作しアルットガマ系統の給水を全て止め、この地域の配水池であるダルガタウン配水池を満たし、水圧をあげた後、同地域の仕切り弁のみを開け給水するという苦肉の策を採っている。週1回はこの作業をすることになっているが、地域内での他の給水需要にも応える必要があり、同地域から「1週間以上も水が来ていない」という苦情が殺到すると給水しているのが現状である。また同地域のパティラージャゴダ村では、5年ほど前は隔日で給水があったが、人口が増えた現在は、月3回ほどしか給水がない。村の住人は、給水が滞った際には井戸水を使っているが、井戸の水質が悪い（鉄分が多い）、水量が不足している、ポンプ運転に要する電気料金が低い、などから水道の24時間給水を望んでいる。なおアルットガマ地区では、近年ほとんど給水ができなくなるとなり、給水停止の措置をしている世帯が約400ある<sup>163</sup>。

アルットガマ地域ほど深刻ではないが、コロombo市に隣接したデヒワラ・マウントラビニア市も、人口増加、工場や商業ビルなどの建設により、地域内の水需要に変化が起こっているが、給水計画の見直しが実施されていないため、特定の地域<sup>164</sup>に配水しにくい状況になっている。

同様に中央州イーストキャンディ地区でも配水系統の末端部において水使用ピーク時間帯に配水ができない区域があり、送配水管の各所にある仕切り弁を手動で操作し、別の地域の給水を止めたり、配水塔に貯水したりし、水圧を上げ、当該地域に配水する、といった作業を行っている。NWSDBの現場職員の説明によると、仕切り弁は地下にあるため作業員の負担も大きく、また、流量計が設置されておらず、地区毎の給水量を把握していないため、住民から苦情の電話が殺到するまで対応できない、といった状況にも陥りがちであるとのことであった。このようなことから、水不足の地域において給水の平準化を行い、人力で操作する弁ではなく、持圧弁などの自動弁を設置して配水をコントロールすることにより、上水供給を効率的かつ公平に実施し、ユーザーの便利性を向上するニーズは高い。ただし、これらのニーズが全国各地に何カ所ほどあるのか、それぞれの箇所の給水量の制限時間や苦情の頻度はどのようなものか、についてNWSDBは情報を持っておらず、本調査ではニーズの定量的な把握はできなかった。当課題に取り組む際にはこれらに関して別途調査を行うことが望ましい。

<sup>162</sup> コロンボ及び周辺年の取水源であるケラニ河は、乾期になると水位が下がり、塩水潮上が発生する。このため、塩水潮上の阻止のための施設の建設、他の水源の開発が進められている。

<sup>163</sup> NWSDBの配水管敷設の技術が十分でなく、漏水につながっていることに注目し、2013年より、名古屋市上下水道局がJICAの草の根技術協力のスキームを活用して配水管敷設の技術向上を支援している。配水池の耐久性が十分でなく漏水したり、修理が必要となる例があること、省スペースの配水池にニーズがあることから、安部日鋼工業がJICAの普及・実証事業のスキームを活用して、2014年よりPCタンクの建設とそれに関連する技術移転を実施中している。

<sup>164</sup> ドットゥゲムヌストリート (Dutugemunu Street)、テンプルストリート(Temple Street)のフルダーゴダレーン (Huludagoda Lane) など。

## (2) 下水道分野の現状と課題

### 【下水処理施設の整備の遅れ】

スリランカでは下水道はほとんど普及しておらず、2014年現在の下水道普及率は2%であった<sup>165</sup>。2012年の下水道普及率は2.4%であったので<sup>166</sup>、2年間で下水道普及率は減少したことになる。これは、人口増加の速度が下水道普及の速度よりも早かったためと推察される。NWSDBは2020年に下水道普及率を3.3%（人口約73万人）にすることを目標にしている<sup>167</sup>。オンサイト型排水処理施設を含む、衛生施設整備率は2012年現在84%であった。

下水道や衛生施設の未整備が、水質や土壌汚染につながっていることはJICAが実施した各種調査やNWSDBの報告書などで指摘されてきたが、同国では、都市や施設からの汚水の排水による水質・土壌の汚染のモニタリングが全国各地で定期的になされていないため、汚染およびそれに起因する問題を量的に示す資料やデータがない。NWSDBは水源地点の水質検査を定期的に行っており、中央環境庁は、工場排水および大コロゴ圏の水源であるケラニ河の観測地点での水質検査を定期的に行っている。都市や公共施設の汚水の排水地点の水質の観測は実施されていない。

NWSDBにより建設中の下水処理事業を表4.3に、計画中の事業を表4.4に示した。下水処理施設の整備の必要性をNWSDBは強く認識しており、ADBの技術移転により作成されたフィージビリティ調査（FS）手順に従って、下水整備の必要性が高いと判断した各都市のFSを独自で実施しており、順次、NWSDBの事業承認委員会や国家計画局の承認、環境許可などを取得し整備に向けた準備を進めている。NWSDBの説明によれば、これら計画中の事業のうちほとんどが資金未調達である。下水道施設は上水道施設と比較しても多額の投資を必要とするため、資金調達が滞っており、整備事業の遅れの要因となっているとのことである。

また、下水道施設が整備されても、一般家庭の下水道への接続が進まないことも課題である。下水道施設が整備された場合、企業などの事業者には接続が強制されるが、一般世帯の接続は任意である。接続工事の料金が各世帯の負担となることもあり、接続へのインセンティブが低い。なお一般家庭の接続料金は5~6万ルピーである。スリランカの平均月収は約3万ルピーであることから、当接続料金は一般世帯にとって高額であることがわかる<sup>168</sup>。世界銀行は「GPOBA Sri Lanka Access to Sanitation project」という事業で、下水道施設が整備されている地域における一般世帯の下水道への接続を奨励するための支援策を実施している。このスキームが適用されれば、住民が負担する接続費は戸あたり3,600ルピーとなる<sup>169</sup>。

<sup>165</sup> P1, Summary of Progress Status on the Corporate Action Plans as at end of Forth Quarter 2014, NWSDB.

<sup>166</sup> P22, スリランカ国下水セクター開発計画策定プロジェクト詳細計画策定調査報告書、2015年5月、JICA.

<sup>167</sup> P9, Corporate Plan 2016-2020, NWSDB. 2012-2016年の事業計画書では2020年の下水道普及率の目標を7%と設定していたが、2016-2020年の計画書では目標は3%に引き下げられた。これは、7%を達成するためには多額の投資が必要であり現実的ではないと上下水道・都市開発省が判断したため。

<sup>168</sup> JICA「スリランカ国下水セクター開発計画プロジェクト詳細計画策定調査報告書」P7より抜粋。

<sup>169</sup> 同上

表 4.3 NWSDB により建設中の下水処理事業（2015 年 4 月 21 日現在）

事業名		対象人口	総事業費 (百万ルピー)	現状
1	Colombo Sewerage Rehabilitation Project - Southern Catchment	180,000 (受益者)	2,222	完了
2	Wastewater Disposal Project for Ratmalana/Moratuwa and Jaela/Ekala Areas - Phase I	80,000	16,155	管渠の一部を除きほぼ完了
3	Kandy City Wastewater Management Project	55,000 (浮遊人口) +150,000 (人口)	22,586	施工中
4	GPOBA (The Global Partnership on Output Based Aid)	76,400	1,197	施工中
5	Jaffna Kilinochchi water supply & sanitation project	100,000	5,000	計画設計中
6	Greater Colombo Wastewater Management Project - NWSDB	150,000 (受益者)	1,026	施工中
7	Kurunegala Water & Wastewater Project	43,000	13,248	施工中
8	Greater Colombo Wastewater Management Project – Colombo Municipal Council	600,000 (受益者)	12,300	ポンプ場の入札実施中。管渠の補修は施工中。
9	Sripada Wastewater Treatment System	-	-	施工中
10	Augmentation of Kataragama Scared City Sewerage Project	23,000	2,040	詳細設計
11	Hambantota Wastewater Treatment System	42,400	13,350	環境審査中

出所：NWSDB 提供資料より調査団作成

表 4.4 NWSDB が計画中の下水処理事業（2015 年 9 月 22 日現在）

事業名	対象人口	概算事業費 (百万ルピー)	内閣承認	環境許可取得	建設業者調達 手続き開始
1 Sri Jayawardenapura Kotte Sewerage Project	138,241	40,542	進行中	進行中	進行中
2 Negombo WW Treatment System	100,234	16,477	済	進行中	済
3 Galle WW Treatment System	75,412	13,325	済	進行中	
4 Kattankudy WW Disposal System	74,000	11,407	進行中	進行中	済
5 WW Disposal Systems for Maharagama and Boralesgamuwa UC area	31,000	5,125	進行中	進行中	済

事業名		対象人口	概算事業費 (百万ルピー)	内閣承認	環境許可取得	建設業者調達 手続き開始
6	Chillaw Wastewater Disposal System	5,000	3,776	進行中	進行中	済
7	Puttalam Wastewater Disposal System	7,200	2,605	進行中	進行中	済
8	Improvement to Wastewater Disposal System of Cancer Hospital, Maharagama (Staff + Patients)	2,000	288	済	進行中	不要
9	Up-grading of sewer collection network in Kolonnawa area	27,000	121	済	進行中	不要
10	Wastewater Disposal System for Kolonnawa unsewered area	92,559	3,372	進行中	進行中	進行中
11	Wastewater Disposal System for Defence Headquarters and modification for Jayawdanagama Wastewater System	12,380	437	済		
12	Kelaniya Paliyagoda Waste Water Disposal Project		27,371			
13	Jaala/Ekala Ratmalana Moratuwa WWDS (Stage I Phase I)	149,772	16,138			
14	Proposal for expansion of piped sewerage coverage in Dehiwala/Mt. Lavinia	18,230	17,593			
15	Unawattuna WWDS	9,300	2,804			
	合計	742,328	161,381			

注：11については2015年12月現在、国家予算で進行中。

出所：NWSDB 提供資料より調査団作成

上記のとおり、NWSDB は主な地方都市への下水道施設の整備を実施・計画しているが、本調査では、その他の場所で、下水処理施設整備の急がれているスポット的な場所があるかどうかについて調査した。

また本調査で、特に多くの人が集まる、①大学、②集合住宅、③バスターミナル・市場、④低所得者居住地域などからの汚水の排水による問題を調査したところ、これらの施設などでは、汚水槽が未整備、または腐敗槽や浸透槽はあるが、老朽化・使用人口の増加などから機能しておらず、水道水源の汚染、都市内河川のドブ化、観光地である海岸域の水質汚濁などにつながっていることがわかった。特に、施設からの汚水が上水の取水地近くに放流されている場合は緊急度が高い。

例えばキャンディ県にあるペラデニヤ大学には21の学生寮があり、合計約7000名が入居している。寮には、汚水処理施設として腐敗槽と浸透槽が設置されている。21の寮うち、1940年代に建てられた

9 カ所の寮の汚水処理施設の老朽化が激しく、処理機能が著しく低下していること、入学定員の増加により入寮者数が増加しており、排出される汚水の量が施設能力を超えていることなどの事情から、寮の汚水が未処理、もしくは一部処理されずマハウェリ河 (Mahaveli) に放流されている (図 4.3)。

特に処理施設の老朽化の激しい3カ所的女子寮を視察したところ、同寮の排水地点が NWSDB のキャンディ南取水地の付近 (一部は直上) にあたる。また工学部の寮のうち一つ (アクバル寮) は、18年前に設置された汚水の最終処理施設が維持管理不足や老朽化のために機能しておらず、汚水槽の上澄み液が未処理のままマハウェリ河の支流に放流されている。大学の施設維持管理の担当技術者の説明によれば、未処理または一部未処理の汚水が直接河川の放流されていることは、大学としての評判を落とす要因であり、模範的な行動を示すべき教育場の状況としては非常に好ましくなく、早急な改善が必要であるとのことであった。

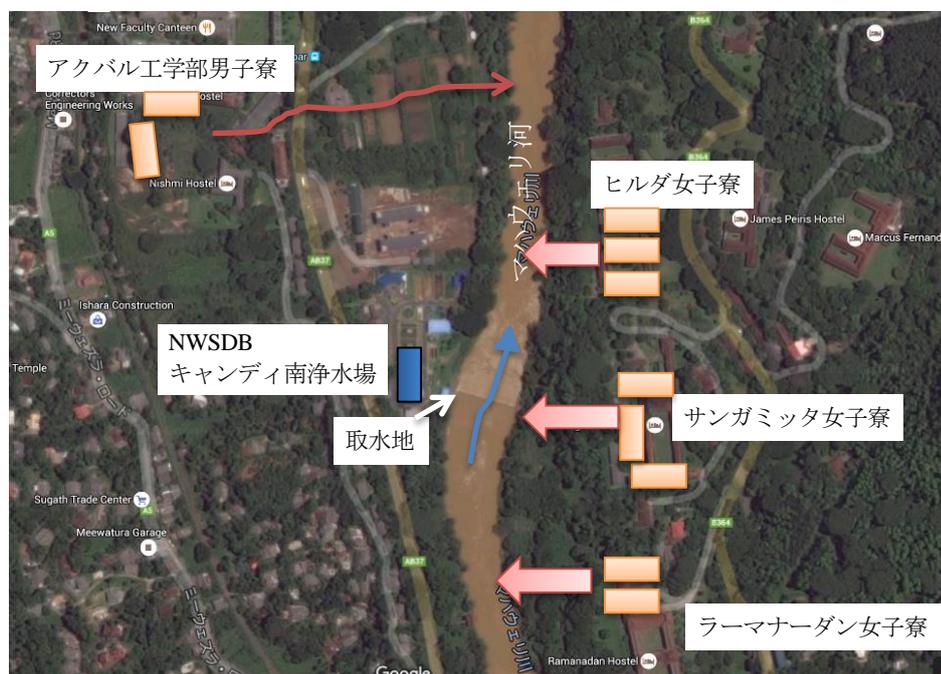


図 4.3 ペラデニヤ大学寮からの汚水放流の概略図

出所：調査団作成

その他、本調査で確認した、下水処理施設導入の緊急度の高い地域・施設の例は以下のとおりである。

- (a) アクレッサ (Akuressa) 町 (ゴール県) のバスターミナル (図 4.4 参照)  
ニルワラ河 (Nilwala River) の取水地点近くにバス停に設置の公共トイレおよび近隣の商店やレストランの汚水がほぼ未処理のまま放流されている。
- (b) デヒワラ動物園 (Dehiwala zoological garden) (コロombo県)  
ポンド式の処理施設を有するが、鳥類の展示施設の池をそのまま利用しているため処理効率が安定していない。排水が十分処理されない時があり、そうした場合に一部未処理状態で都市の排水溝に放流されており、中央環境庁からも改善の要求が毎年提出されている。
- (c) マッターゴダ集団住宅 (Mattegoda NHDA housing scheme) (コロombo県)



我が国においても高額な費用を要する下水道施設の整備には国からの補助金が充てられてきた。下水道料金の算定には整備した施設の減価償却費（資本費）も対象とするが、一般的には補助金を控除して減価償却を算定し料金を決定している。さらに下水道後発の地方都市においては資本費に一般会計からの補填により料金の高騰化を抑制している状況にある。スリランカにおいては、上下水道料金の改定手順は、国家上下水道公社法 1947 年第 02 号の 84 条に基づき、上下水道省（現在は都市計画上水道省）の大臣は NWSDB の提案を財務大臣およびその他の閣僚と協議し、承認を行うことになっている。しかし実際には、都市計画上水道省の大臣が料金改定案の承認を内閣に求め、内閣がこれを承認している。NWSDB はコストの回収やサービスの向上を考慮して料金改定を提案しているが、協議・承認の過程で市民感情を考慮した政治的な判断が下され、料金改定が見送られることもある。このようなことから、資本費および運営維持管理費用については常にその低減・抑制が重要となっている。

#### 【用地取得の困難さ】

上水道施設と同様、下水処理施設の整備にあたっては土地問題は重要な課題である。上水道施設に比べて下水処理施設は迷惑施設という印象が住民側にあり、汚臭等を心配して設置に反対する傾向が強いが、スリランカでも同様である。例えば、JICA の有償資金協力であるキャンディ市下水道事業は、1995 年に計画設計が開始されたが、住民の反対により処理場の候補地を 7 回変更することになり、2011 年に用地が決まるまでプロジェクトが進まなかった。このように、用地取得が難航し事業が遅延する可能性は高く、下水処理施設に対する住民の理解の醸成や啓発に加え、省スペースは、施設整備における重要な要素である。

#### 【既存の下水処理施設の維持管理の改善】

下水道普及率は 2% と低い、現存する下水道施設の適正な維持管理が必要である。本調査で確認した範囲では以下のような課題例がみられた。

- (a) マッテーゴダ集団住宅のポンド式処理施設では、隔壁などの破損が放置されており、初段のポンドが嫌気性で設計されているにもかかわらず好気性ポンドのような状況であった。
  - (b) ハンターナ 住宅地区の処理施設では散水ろ床がうまく機能できていなかった。
- この他にも日常的な維持管理が不十分な事例がみられた。

#### 【老朽化した下水処理施設の更新の技術・経験の向上】

本調査では、下水処理施設の更新にかかる技術や経験の不足も課題として認められた。80 年代に日本政府の無償資金協力で建設された施設や、住宅開発公社の集合住宅などに設置された各種下水処理施設が老朽化し、更新が必要となっている例がいくつかある。当該施設所有者には、更新や新設の計画立案等に関するノウハウがないため、NWSDB の職員が調査や対策立案を請け負っていることが多い。同職員は JICA の研修への参加などを通じて、下水処理施設の設計や施工に一定の知識を蓄えているが、老朽化した下水処理施設の更新を手掛けた経験は乏しい。NWSDB 職員の説明では、スリランカにおける下水処理施設整備の実績が乏しいことから、NWSDB ならびに民間のコンサルタント会社にも老朽化した下水処理施設の調査・対策の立案に関する十分な経験や技術を持つものがほとんどいないとのことであった。

### 【汚泥処理の改善】

オンサイト下水処理施設あるいは小規模下水処理場から発生する汚泥については明確な処理処分方法が確立されていない状況にある。一部では砂床（サンドベッド）により天日乾燥し、近隣の住民などに土壌改良材として利用されている事例もあったが、固形廃棄物の最終処理場に穴を掘って投棄または埋め立てなどにより処分される場合も多く、改善の必要性が高い（下写真参照）。なお一般家庭の腐敗槽汚泥も放置されているか、もしくは処理場から発生する汚泥と同様、引き抜いた後、投棄または埋め立てにより処分されている状況である。



汚泥の砂床による天日乾燥  
（ハンターナ下水処理場）



自治体の固形廃棄物最終処理場と処理場における汚泥投棄  
（中央州の地方都市）



出所：調査団撮影

### 【環境規制の遵守】

なお、全国環境法では、環境に影響を与え得る事業を実施する「特定業者」の定めがあり、同業者は環境ライセンスの取得が義務づけられている。これら事業者は1年に1回、排水の水質試験の結果を中央環境庁（Central Environmental Authority: CEA）に提出することになっている。同庁は、事業者が法定基準を遵守していない場合は勧告を出し、それでも改善がない場合は、環境ライセンスを更新しないことができる。環境ライセンスが停止されると事実上の営業停止となる。JICA は現在、CEA の監視・管理能力を高めることを目的に技術協力プロジェクトを実施中であり、JICA スリランカ事務所の説明によると、最近 CEA は、汚水の排水に関する違反行為の摘発などにも積極的になったとのことである。また、排水処理が十分できておらず、環境ライセンスが停止されそうな民間工場、公共機関の施設や国営工場もいくつかある<sup>170</sup>。このように、事業者の排水に関して、環境保護を目的とした取り締まりが強化されつつあり、適切な排水処理のインセンティブは官民ともに高まる方向にある。

CEA 公害防止部（Pollution Control）からの聞き取りによれば、私企業への法定基準の厳守の指導については、指導、警告を実施しており、度重なる警告にもかかわらず違法行為が改善されない場合は、営業停止命令を出したり、CEA が先方を相手取って訴訟を起こしたりする例もあるが、公的機関の違法行為については、事業やサービスの公共性を考慮して、営業停止などの取り締まりを行うのが難しい状況にあり、改善が遅れているとのことであった。なお、P148 にアクレッサ町バスステーションの例を挙げたが、CEA によれば、地方都市のバスステーションはすべて下水処理の問題を抱えており、特に、水源近くに放流している場合に早急な改善が必要となっており、このような緊急度の高い場所

<sup>170</sup> 2015年8月にケラニ河へのオイルの流出が問題となったコココーラの工場、2015年度の普及・実証事業の対象となっているキャンディ県の国営乳製品加工場など。

に、処理能力の高い浄化槽等を導入するニーズは高いとの意見であった。

以上のとおりスリランカでは、人口増加に伴う都市化の進展や産業の工業化が進展しており、水質汚濁など環境問題が懸念されている。また本調査では、汚水処理設備が未整備、または腐敗槽や浸透槽はあるが、老朽化・使用人口の増加などから機能していない場所が全国に点在していることもわかった。汚水が上水の取水地近くに放流されている場合は特に緊急度が高い。同国で一般的に使われている腐敗槽は定期的な点検や汚泥引抜きが実施されていない場合が多く、地下水や河川の水質汚濁の原因となる。提案製品である小規模下水処理場やオンサイト型下水処理施設などが、この課題解決により貢献できる可能性がある。また、JICA の無償資金協力で建設された病院その他の施設における下水処理施設は、老朽化の進行により改築需要があり、提案製品は同需要にも応えることができる。

NWSDB は各都市での下水道事業を構想しているが、資金調達の問題により速やかに実施されていない。NWSDB によれば、資金調達の際に財務省や都市計画上水道省は、上水道の施設建設を下水道より優先する傾向もあると言う。一般的に、下水道施設は上水道施設よりも多くの資金を必要とすることも、投資の意思決定の際に負の要因となり得る。またキャンディ市下水道整備事業に関わっている NWSDB 職員の説明では、同国にはまだ下水道施設がほとんどなく、下水道施設建設の重要性や必要性に関する地域住民の理解は十分でないため、施設整備にあたっては、周辺住民の理解を促すための啓発活動を計画時より実施することが非常に重要とのことであった。このようなことから、多額の投資を必要としない小規模な下水処理施設の効果的な導入により成功事例を作り、下水処理施設の必要性和効果を上位機関や国民にアピールすることも施設普及のために効果的である。

前述のとおり、NWSDB は利用者から下水処理施設使用料金を徴収しており、維持管理費用を賄いたい意向であり、維持管理費用の節約できる処理施設にニーズがあると思われる。また用地取得は同国における処理施設建設の際の深刻な課題であり、省スペースの施設は重要な要素である。

なお本調査では、スリランカの手企業が経営するホテルや縫製工場は、海外の顧客の環境保全志向に応え、また、環境への取り組みを充実させることで、国際的に評価されることを営業戦略としており、排水の高度な処理、処理水の再利用にも取り組んでいることがわかった。このようなことから、民間施設では高度処理ができる処理施設のニーズもある。

なお、【既存の下水処理施設の維持管理の改善】、【老朽化した下水処理施設の更新の技術・経験の向上】、【汚泥処理の改善】については、これら課題が全国規模で何カ所ほど発生しているのかを把握するに足りる情報が収集できず、それぞれの課題の定量的な分析をするに至らなかった。

#### 4-1-2 開発計画、政策、法制度

##### (1) 開発計画、政策

スリランカの中長期国家開発計画では、上水道普及率を 2015 年までに 44%に、2020 年までには 60%にすることを目標にしている。これを受けて NWSDB の事業計画書 (Corporate Plan 2012-2016) では毎年の達成目標を設定している (表 4.5)。近年の達成率は NWSBD の事業計画を下回っており、取り組みが遅れている。

表 4.5 上水道普及率（カッコ内は NWSDB による上水道普及率）（単位：％）

項目 \ 年	2012	2013	2014	2015	2016	2020
中長期国家開発計画	-	-	-	44.0	-	60.0
NWSDB 事業計画書	45.2 (34.5)	47.0 (36.0)	48.8 (27.4)	50.6 (38.9)	52.4 (40.4)	-
実績	43.5 (36.9)	43.7	44.3	-	-	-

出所：Corporate Plan 2012-2016, NWSDB; and Summary of Progress Status on Corporate Action Plans at End of Forth Quarter 2014, NWSDB., Mahinda Chintana: Vision for a New Sri Lanka 2006 – 2016.

NWSDBは、経営合理化の必要性を強く認識しており、事業計画書においては、労働生産性の向上、省エネルギー、処理プロセスの効率化などを重点施策に挙げており、そのための戦略は下記リストのとおりである。合理化の数値目標としては、上水接続数1,000戸あたりの職員数の削減、1ユニット(1m<sup>3</sup>)の上水生産にかかる電力消費量(kWh)の削減などを挙げている。

- 職員その他のリソースの最適な活用および特定作業の外注
- 省エネ施策の続行
- ポンプの消費電力削減のための政策の策定
- 上水・下水処理場の操業の最適化
- 上下水道へのデマンドマネジメント（需要管理）の導入

下水分野では、現在2%前後の下水道普及率を2020年に7%にすることが、中長期開発計画における目標となっている。NWSDBの下水道事業関係者からの聞き取りによると、下水道事業の調査や計画策定は進んでいるが、事業実施には多額の投資が必要であり、この目標を達成するのは、資金調達の見点から難易度が高いとのことであった。

## (2) 上下水道分野の制度

### 【上水道に関する法制度・料金など】

上水道設備の開発や更新には NWSDB が主要な役割を担っているが、大規模な水道施設の新設・更新は主に海外からの資金援助を活用して行っている。都市給水の整備のための借款は、50%を財務省が返済し、50%を NWSDB が返済することになっている。地方給水の場合は財務省が 85%、NWSDB が 15%である。下水道整備のための借款は財務省が 100%負担する。債務返済額や債務利子額の負担は年々深刻化しており、水道施設の建設費用の節減は大きな課題となっている。

2012年10月に改定された現行の一般家庭および商業主体の水道料金は別添 4.1 のとおりである。一般家庭のうち、サムルディという福祉制度の対象家庭である貧困層には、月 75 ユニット (75m<sup>3</sup>) までの消費量につき、一般家庭よりも安価な料金が設定されている。また政府系病院、中小企業、輸出加工区内の企業、大型消費者、などに対しても別途料金が設定されている。水道料金は、数年に一度、NWSDB が提案し、内閣の承認を得て改定されている。

2015年10月現在の一般家庭の下水使用料は別添 4.2 のとおりである。地方自治体が所有・維持管理する上下水道の使用料は、地方自治体が条例により規定・改定することになっている。NWSDB が担

当する商業主体および工業主体の下水道の使用料金も、上水使用量に合わせて課金される。これらは累進制ではなく、一律に、商業主体は 40 ルピー/m<sup>3</sup>、工業主体は 65 ルピー/m<sup>3</sup> となっている。

#### 【下水道に関する法制度・料金など】

下水処理および下水セクターに関する関連機関は別添 4.3 のとおりである。下水道事業は都市計画水道省が主管庁として NWSDB が実行機関となって整備を行っている。衛生施設であるオンサイト型処理施設は、地方自治体の管轄である。

下水処理施設の維持管理主体はやや複雑である。オンサイト型の下水処理施設は、処理施設の導入されている建物や施設の所有者が維持管理の責任をもつ。たとえば、病院・学校・軍などのオンサイト型の下水処理施設は、施設の所有者である保健省（州立の場合は州政府保健省）、教育省（州立の場合は州政府教育省）、軍などが維持管理の責任をもつ。市場やバス停には腐敗槽と浸透槽が設置されている事例が多いが、これらは市場やバス停を管轄している地方自治体が、下水処理施設の維持管理の責任を持つ。オンサイト型の下水処理施設の監督機関は一定ではない。新規建築物建設に伴うオンサイト型の下水処理施設（通常は汚水槽）の設置に関し、建物及び同施設の建設許可を発行しているのは当該地域の地方自治体の保健課である。許可発行の際の主なクライテリアは井戸と汚水槽の距離である（通常 18m 以上離す必要がある）。オンサイト施設からの汚泥の引き抜きなどの維持管理に関し、所有者を監督するのも一義的には地方自治体であるが、所有者が汚泥を定期的に引き抜いているかどうかをモニタリングしている例は少ないようである。なお、多くの自治体は抜きに必要なバキューム車を所有しており、市民に有料で提供している。オンサイト型の下水処理施設からの排水が、法律で規定されている水質基準を満たしているかどうか監督するのは中央環境庁である。また、汚水槽及び附属システムの設計、建設、テスト、維持管理の実務指針（Code of Practice for the Design and Construction of Septic Tanks and Associated Effluent Disposal System, Sri Lanka Standard 745 Part 2: 2009 UDC 696.138:628:42）は、工業製品の標準化を進めているスリランカ標準協会（Sri Lanka Standard Institution）が発行している。

オフサイトの処理施設の場合は、NWSDB もしくは地方自治体がケースバイケースで維持管理を行っている。表 4.6 が示すとおり、コロombo市の下水道は古くからコロombo市役所が運営維持管理を実施してきており、現在もその管理体制が継続されている。現在下水道が一部整備されているその他の都市には、デヒワラ/マウントラビア（Dehiwala/ Mt. Lavinia）、コロonnaワ（Kolonnawa）、カタラガマ（Kataragama）、ヒッカドゥワ（Hikkaduwa）、ジャエラ（Ja-Ela）、モラトワ（Moratuwa）などがあるが、下水処理場およびそれに関連する管渠などは NWSDB が維持管理している。これら下水道施設が所在する地域の地方自治体は、施設能力不足などを背景として、下水処理場や管渠の維持管理に積極的でなかったようである。現在 JICA の支援を受けて実施中のキャンディ市下水道整備事業では、NWSDB とキャンディ市役所が協議を持った結果、維持管理により高度な専門性を必要とする下水処理場とメインのポンプ場を NWSDB が、管渠と家庭との接続をキャンディ市役所がそれぞれ維持管理することとなっている。

オフサイトの処理施設のうちやや例外的なのが、住宅開発公社が開発した集合住宅と、BOI が所有する輸出加工区の下水処理施設である。コロombo郊外や地方都市には、住宅開発公社が開発した 200 軒から 2,000 軒の集合住宅がいくつかあり、一定規模以上の集合住宅団地には、ポンド方式や散水ろ床方式の処理場が設置されている。現在 NWSDB は、合計 12 カ所、約 9,660 世帯のこれら集合住宅の処理場や関連する管渠の維持管理を実施している。NWSDB の説明によれば、これらの集団住宅が建

設された 80 年代には、住宅開発公社と NWSDB は同じ省の元にあったという歴史的な背景から、このような体制になっているとの事であった。

下水処理施設をもつ輸出加工区や工業団地が全国に 10 カ所あり、これら施設の下水処理施設は BOI が維持管理の責任を持つ。BOI は各工場に対して共同処理場への受け入れ基準を設定しているため、各工場では受け入れ基準に合致するように工場排水の前処理を行い、それを加工区・団地内の BOI 管理事務所の運営する共同処理場 (Common treatment plant) で最終的に処理し、公共排水路に放出している。BOI 環境部の話によれば、各工場による前処理に関し、繊維製品工場の染色排水、とくにローダミン系赤色染色剤の処理が十分でないことが現在特に問題となっているとのことであった。汚泥処理も課題であり、工業団地における汚泥の大部分は、プッタラム (Puttalam) 県にあるセメント工場 (Horcim 社) に有料で引き取ってもらっているが、引き取りの量やタイミングが合わない場合は、汚泥を工業団地周辺に投棄せざるを得ないこともあるとのことであった。BOI が管理する下水処理場の中には、BOI の維持管理能力の不足などを理由に、中央環境庁の調整のもと、NWSDB に維持管理主体が移管されたもの (シーターワカ (Seethawaka) 加工区: 9,900m<sup>3</sup>/日)、移管される予定のもの (モータラウィッタ (Modala Willa) 工業団地) もある。なお BOI は加工区・団地内の各事業者より上下水道料金を徴収している<sup>171</sup>。

以上のように、BOI の輸出加工区や工業団地の下水処理や汚泥処理の運営維持管理についても改善のニーズが高い。

表 4.6 オフサイトの下水処理場・管渠などの維持管理の責任者

項目	下水道・下水処理施設の維持管理責任者
都市—コロンボ市	地方自治体 (コロンボ市役所)
都市—キャンディ市 (施工中)	管渠・接続・料金回収・サブポンプハウスは地方自治体 (キャンディ市役所)、処理場とメインポンプハウスは NWSDB
都市—その他	NWSDB
住宅開発公社の集合住宅	NWSDB
輸出加工区・工業団地	BOI (ピヤガマ、コッガラ、シーターワカの加工区の処理場は、BOI が NWSDB に維持管理を委託している)

出所：調査団作成

下水処理および下水道に関連した法制度と関連基準は別添 4.4 のとおりである。なお、都市法に基づく都市条例 (Municipal Councils Ordinance No 29 of 1947) では、都市が上水、衛生に関して条例を定めることができるとしている。また、国家上下水道公社法 (National Water Supply and Drainage Board Law, No. 02 of 1974) では、NWSDB を上下水道の調査・整備・運営・管理を行う公社として定めている。腐敗槽は、スリランカ規格で設計が規定されている。

国家環境基準 (National Environmental (Protection and Quality) Regulations, No.1 (1990, CEA)) は、排水に関する基準を以下に示す区分で定めている。

<sup>171</sup> BOI 環境部の説明では 12 ルピー/m<sup>3</sup>とのこと。料金表などの書面での確認はできなかった。

- 内陸部の表流水に放流する基準（別添 4.5）
- 内陸部の表流水に放流する工業排水基準
- 灌漑用水の水域に放流する工業排水基準
- 海洋に放流する場合の工業・家庭排水基準（別添 4.6）
- 内陸部の表流水に放流するゴム工場からの排水基準
- 内陸部の表流水に放流する繊維工場からの排水基準
- 皮革工場からの排水基準
- 下水処理場がある下水管に放流する場合の排水基準（別添 4.7）

下水道及び下水処理に関する関連法例は別添 4.8 に示した。

#### 4-1-3 ODA の事例分析

上下水道分野への支援は、我が国の対スリランカ国別援助方針では、重点分野 1「経済成長の促進」における開発課題 1-1「成長のための経済基盤整備」のもとに位置づけられている。本開発課題に対する対応方針は以下のとおりである。

- 慢性的な首都圏の交通渋滞解消、首都圏と地方部をつなぐ運輸インフラの整備、安価な電力の安定供給等を図る。
- スリランカの経済発展を促進しつつ、我が国進出企業の活動環境の整備・改善にも寄与する運輸・電力基盤などのインフラ整備を、我が国技術の活用も視野に入れつつ積極的に支援する。
- 科学技術協力を含め、成長を支える産業の振興にも留意する。

上下水道・環境改善は同開発課題の協力プログラムの一つであり、無収水策定、上水道整備、下水道整備、廃棄物管理などが協力プログラムの概要となっている。2015 年 12 月現在実施中の上下水道関連の主な ODA 事業は表 4.7 および図 4.5 のとおりである。

表 4.7 現在実施中の上下水道分野における ODA 事業

案件名	協力スキーム	実施期間	概要
水セクター開発事業 II	有償資金協力	2008 年 ~	大コロombo圏においてカル河水系の上水場および関連の取水・送配水施設を整備・拡張するとともに、コロombo市内の配水管の交換や個別接続を実施して無収水策点を図り、同地域の安全で安定的な水供給を実現することを目的とした事業。
キャンディ市下水道整備計画	有償資金協力	2010 年 ~ 2018 年	キャンディ市において下水道施設を整備し、住民の衛生・生活環境を改善することを目的とした事業。

案件名	協力スキーム	実施期間	概要
アヌラーダプラ県北部上水道整備計画フェーズI	有償資金協力	2013年～2018年	アヌラーダプラ地方に上水道施設を整備し、住民の健康や便利性の向上に貢献することを目的とした事業。同地方では地下水に高濃度フッ素を含むところがあり、上水の整備が急務となっている。
配水管施工管理能力強化プロジェクト	草の根技術協力(地域提案型)	2014年～2017年	NWSDB職員に対し、日本の自治体が有する配水管敷設に関する技術を指導し、漏水の防止を計り、無収水の削減に寄与することを目的とした事業。名古屋市上下水道局により実施。
経済的な水道整備に資するPCタンクの普及・実証事業	普及・実証事業	2014年～2017年	耐久性が高く、省スペースのプレストレスコンクリートタンクをスリランカに普及させ、経済的な水道整備に貢献することを目的とした事業。中小企業支援策として実施。
下水セクター開発計画策定プロジェクト	開発計画調査型技術協力	2015年～2017年	スリランカ全土の下水マスタープランを策定し、下水道・下水処理施設整備の促進を図り、同国の衛生環境の改善に貢献することを目的とした事業。優先度が高い都市の選定と下水道施設導入のための施策、オンサイト施設導入のための施策等も含まれる。

出所：JICA ナレッジサイト等より調査団作成

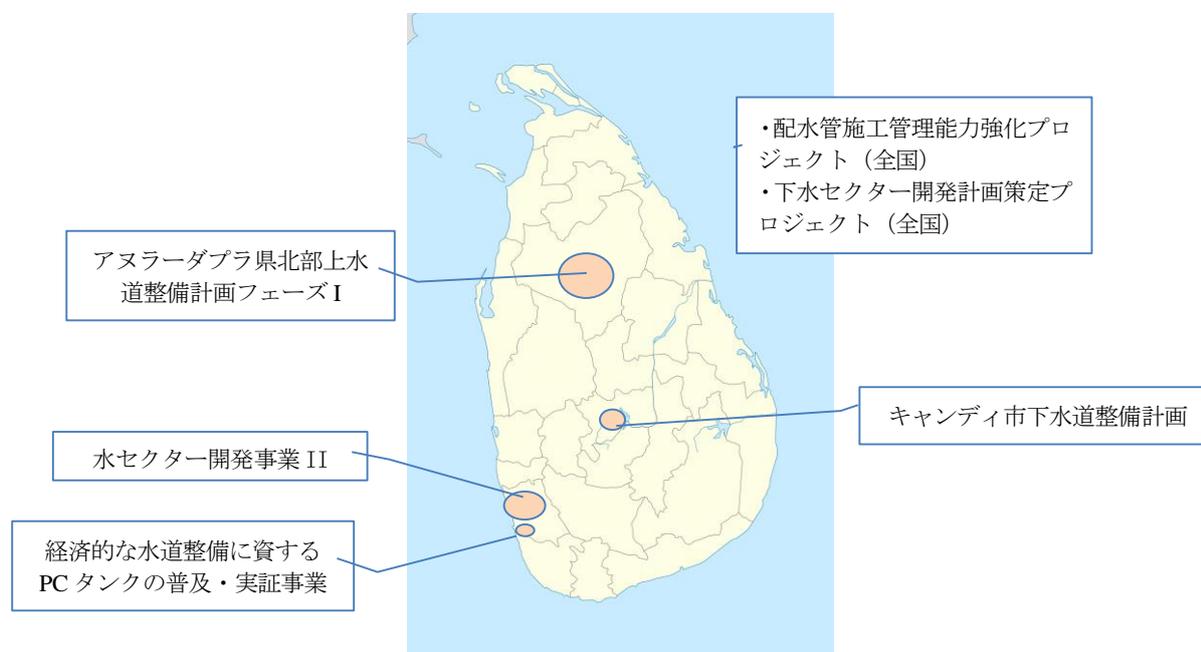


図 4.5 現在実施中の上下水道分野の ODA 位置図

出所：調査団作成

## 4-2 我が国中小企等有する製品・技術等の有効性の分析

### 4-2-1 中小企業等有する製品・技術を取り巻く環境

#### (1) 我が国の上下水道の普及状況

我が国の上下水道事業は、水道事業が「ほぼ全ての国民が、いつでも蛇口から水を安心して飲める」ことを達成し（平成24年度水道人口普及率97.7%）、下水セクターの整備状況は、農業集落排水施設等、浄化槽、コミュニティプラントによる処理を含めた汚水処理人口普及率で約9割（平成26年度末89.5%）であり、それぞれ事業創設期から官民の絶え間のない尽力により、我が国の公衆衛生あるいは環境面などでの重要な社会基盤として、その役割を果たしてきた。

#### (2) 蓄積された上下水道技術

上下水道の普及を進めるにあたり、我が国は世界的に有数な上下水道技術を蓄積することができた。水道事業においては100年を超える長い歴史の中で、漏水防止などNRW対策を始めとし、緩速ろ過方式を含めた安定し確実な浄水方法の確立、肥料などに含まれる微量化学物質対策、クリプトストリジウム対策、藻類による水の臭気問題への高度浄水での対応、自動化や遠方監視制御による施設管理の改良などに関する水道技術を豊富に蓄積してきた。

下水処理事業においては、高度成長期に工業化に伴う公害問題、都市化による水質汚濁問題あるいは湖沼など閉鎖水域の富栄養化問題を解決する過程で、海外の技術も応用しながら、一方では独自に技術開発し、それらを高度に発展させてきた。

スリランカの開発課題や現状を鑑み、スリランカで活用できる可能性のある我が国の技術を例に挙げると以下のとおりである。

- 浄水技術、下水処理技術
- 管路に関する技術
- 水供給マネジメントの向上・改善
- 自動・省力化や監視制御による施設管理の改良
- 生活排水対策、工場排水対策
- 再生可能エネルギーの利用
- 省エネルギーに関する技術（エネルギー効率の良い浄水・配水・給水方法や下水処理方式、下水熱や汚泥焼却排熱の利用など）
- 省資源化に関する技術（節水型給水装置技術、下水処理水の再生利用技術、下水汚泥の肥料化・燃料化技術など）

#### (3) 上下水道産業界の発展への対応

我が国の上下水道事業費は、上下水道事業ともに平成10年頃がピーク期（水道事業費は平成24年価格で約1兆8千億円、下水道事業費は予算ベースで約4兆8千億円）であったが、現在では水道事業が約9千5百億円（平成24年度）、下水道事業は約1兆5千億円（平成23年度予算ベース）とピーク期に比べて2分の1から3分の1の事業規模に低下している（図4.6、4.7参照）。これは、日本においては上下水道施設を新設するニーズがほぼ満たされたこと、人口が減少していること、節水機能のついたトイレなど

の普及により一人当たりの上水使用量が減少傾向にあることなどが背景である。このように上下水道産業界は現在、国内市場の大幅な規模縮小による厳しい事業環境下にあるといえる。

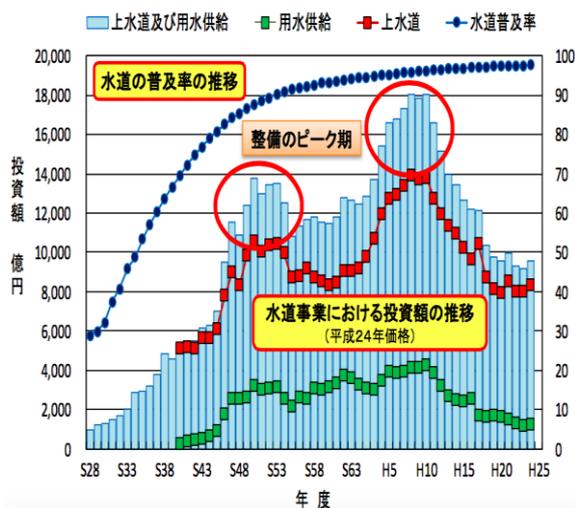


図4.6 水道事業投資額の推移

出所:厚生労働省提供資料

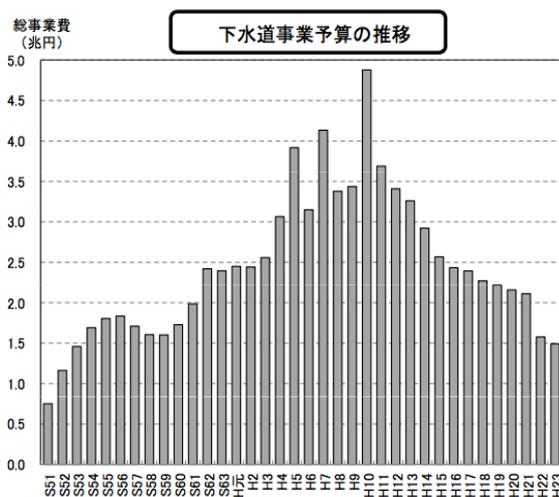


図4.7 下水道事業予算の推移

出所:国土交通省提供資料

さらに現在の経済社会状況の下で、上下水道事業運営の人材確保、団塊世代の退職により困難さが増大する技術継承、老朽施設・設備の更新といった課題への速やかな対応が求められている。

こうした状況にあるからこそ、世界に有数な上下水道技術を保有している我が国には、これらを有効に活かした国際貢献が求められている。上下水道産業界が国際貢献を目指す中で、我が国の企業が果す役割は大きい。企業に特に期待されているのは、単に施設整備を行うだけでなく、施設の運転や保守が的確に行えるよう技術移転を行い、その地域の国民から信頼されることである。そのためには、それぞれの企業は、独自の技術を応用し、相手国の経済社会状況を踏まえた適正技術を開発するとともに、日本政府の支援枠組みを踏まえ、事業運営のノウハウを蓄積するために上下水道事業体（地方自治体）との官民連携なども積極的に活用する必要がある。特に我が国では、企業は今まで、上下水道事業体である地方自治体の発注する施設・設備の整備のみを請負う、あるいは維持管理を受託しても限定的なものであるという上下水道事業への部分的な参加であったため、企業側にはフランスなどの水メジャーといわれる大企業に比べて維持管理や事業運営全般におけるノウハウの蓄積が少ない。PFI (Private Finance Initiative) <sup>172</sup>など官民連携に積極的に参加する所以である。

我が国の上下水道産業界の企業は、今後増加する上下水道施設の更新投資への対応により企業力を維持するとともに、蓄積した上下水道技術を途上国に展開することにより、技術開発のさらなる促進と企業内人材育成を実現することが期待される。

我が国の企業の国際展開については、現在でも機器販売レベルでの実績は多いが、上下水道施設の運営・維持管理の部門に関しては前述のようにフランスを始めとする海外勢に大きく水を開けられて

<sup>172</sup> PFI (Private Finance Initiative)。プライベート・ファイナンス・インシアチブとは、公共施設等の建設・運営維持管理を民間の資金や経営・技術能力を活用して実施する手法を指す。

いる。今後、我が国の企業が上下水道分野でさらに国際展開するためには、日本で上下水道事業を運営している地方自治体から、事業全体の運営に関するノウハウを吸収することが不可欠である。

我が国の企業が上下水道事業の管理・運営経験を積み上げていくためには、国際競争力を高めるとともに、水道事業体の下請けともいえる受託事業に留まらず、国内において、PFIや公的セクターとの特別目的会社設立などの事業運営への参加機会を活用するとともに、並行して国際展開を促進するという両輪での取組みが重要である。

#### (4) 上下水道事業における中小企業等

我が国における上下水道事業の中小企業等の数については正確な統計がないが、日本水道工業団体連合会（水団連）の会員などの実態から類推して、上下水道関連の売上げ割合 30%を超える中小企業等の数は 300~400（水質検査機器メーカーや販売店・商社、管工事業者 16,000 を含まない）といわれている。管工事業者あるいは水質検査機器を扱っている企業などを全て含めると膨大な数になる。

中小企業等のシェアが多い分野としては、ダクタイル鋳鉄異形管、上下水道用バルブ、直管を除く管路の継手や付属器具類、上下水道コンサルタント、ヒューム管製造などであるが、これら以外のほとんどの分野でも、上位数社を除くと残りは全て中小企業がシェアを占めている。また企業数は少ないが、すべてが中小企業という業種（薬注ポンプなど）もある。高い技術力と資本力が必要な水処理分野は大企業の割合が高いが、工場排水処理分野などで独自の技術力をフルに活用して健闘している中小企業等もある。今後の動向としては企業同士の合併や吸収などによって、大企業による寡占化が徐々に進行していく可能性もある。

こうした状況の中で中小企業等が今後活躍するためには、大企業が対応しにくい多品種少量生産分野での実績の構築、製品の輸出あるいは現地製造、現地販売、維持管理、コンサルティング等の分野での海外事業の展開などが想定される。また、従来の製品の輸出のみに頼るのではなく、現地での製造や維持管理分野への進出も可能性の高い分野である。

#### 4-2-2 活用が見込まれる中小企業の製品・技術の強み

表 4.8、表 4.9 は、4-1 で述べた開発課題やニーズを踏まえて、本調査で提案したスリランカにおいて活用が見込まれる我が国中小企業等の製品・技術群の特徴や強みをまとめたものである。

表 4.8 中小企業等の製品・技術群の特徴や強み（上水道～上水供給効率化関係）

製品・技術群	【対応する開発課題】 製品の概要・特徴	強み（技術・価格）	主要企業
<p>ボールバルブ</p> 	<p>【NRW 削減、上水供給の効率性向上】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>タンク内の水量を一定に貯めておくために、自動的に給水開始・停止を行う装置</li> <li>水道事業体では主に浄水場、配水池の水位管理などに設置されている。</li> <li>小口径のものは家庭用の高架水槽、地下水槽などに設置されている。</li> <li>耐久性が高く詰まりにくいので漏れを防止できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ゴムパッキンに高品質の素材を使用しており劣化の心配がない。JIS 規格の取得や、自社の耐久テストを実施しており、長期間（約 10 年間）の使用に耐え得る。</li> <li>ろ過フィルターを内蔵しており詰まりが発生しない。</li> <li>16 気圧まで適用可能（スリランカの既存製品は 6 気圧まで）。</li> <li>フッ素樹脂コーティングを採用している製品もあり、水の中の浮遊物が付着しない特長を持つ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>兼工業（株） <a href="http://www.kkkvalve.jp/">http://www.kkkvalve.jp/</a></li> <li>フシマン（株） <a href="http://www.fushiman.co.jp/">http://www.fushiman.co.jp/</a></li> <li>（株）エフエムバルブ製作所 <a href="http://fmvalve.co.jp/">http://fmvalve.co.jp/</a></li> <li>（株）アイエス工業所 <a href="http://is-jp.com/">http://is-jp.com/</a></li> <li>（株）朝日製作所 <a href="http://www.amk-asahi.com/">http://www.amk-asahi.com/</a></li> </ul>
<p>減圧弁</p> 	<p>【NRW 削減、上水供給の効率性向上】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>高い配水圧を自動的に一定圧力に下げる装置。配水の効率化、漏水の防止、作業員の削減を図ることができる。</li> <li>配水網において、使用水量の均等化を図り末端圧力の確保を促進する。</li> <li>給水圧力が高い地域で、ユーザー宅内に設置された給水装置が破損するのを防ぐ。</li> <li>配水圧調整によりポンプ動力エネルギーの削減を図ることができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>提案商品はスリランカの市場に出回っている類似製品に比べて耐久性に優れている。例えばゴムパッキンに耐久性に優れた素材を使っており、8～10 年間は不具合なく使える。</li> <li>小口径から大口径（150mm）まで耐久性に優れたブロンズ（青銅）製のものがある（既存製品はサビなどにより耐久性の劣るダクタイル鋳鉄製）。</li> <li>モーター駆動弁や制御装置が不要で、大規模な投資が不必要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>兼工業（株） <a href="http://www.kkkvalve.jp/">http://www.kkkvalve.jp/</a></li> <li>フシマン（株） <a href="http://www.fushiman.co.jp/">http://www.fushiman.co.jp/</a></li> <li>（株）ベン <a href="http://www.venn.co.jp/">http://www.venn.co.jp/</a></li> </ul>

製品・技術群	【対応する開発課題】 製品の概要・特徴	強み（技術・価格）	主要企業
持圧弁  	<p>【NRW 削減、上水供給の効率性向上】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>送配水管内の水圧に合わせて各戸/各地域への給水量が自動的に調整されるため、高低差のある地域（図 4.8）や大型消費者のいる地域（図 4.9）において給水量の平準化が図れる。</li> <li>給水量の平準化、増加により管内圧力が一定に保たれるため、漏水、盗水の発見が促進される。</li> <li>配水量の効率的な運用により送水ポンプ運用コストを削減できる。</li> <li>自動調整機能により運転の合理化（省力化）が可能となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐久性に優れた素材のゴムパッキンを使っており、維持管理がほとんど不要。</li> <li>モーター駆動や制御装置が不要で、大規模な投資を必要としない。</li> <li>設置場所でコインなどを使い設定圧力を調整することができ、状況の変化に合わせて給水量を調整できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>兼工業（株） <a href="http://www.kkkvalve.jp/">www.kkkvalve.jp/</a></li> <li>フシマン（株） <a href="http://www.fushiman.co.jp/">http://www.fushiman.co.jp/</a></li> <li>（株）ベン <a href="http://www.venn.co.jp/">http://www.venn.co.jp/</a></li> </ul>

出所：各社提供資料および聞き取り調査の情報を基に調査団作成

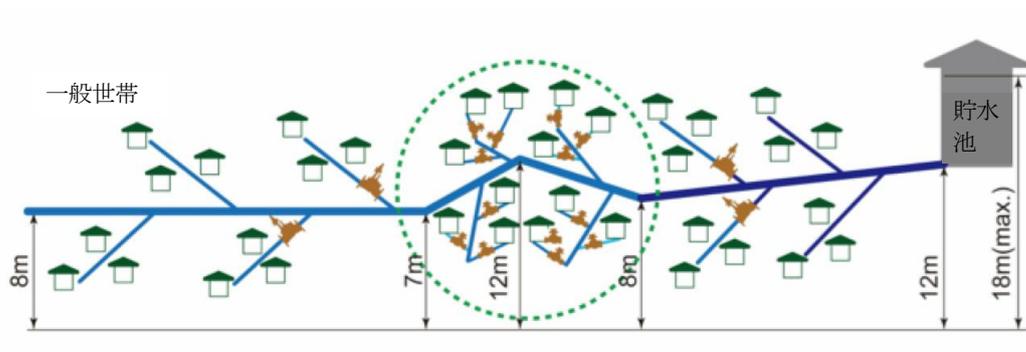


図 4.8 持圧弁取り付け例（高低差のある地域場合）

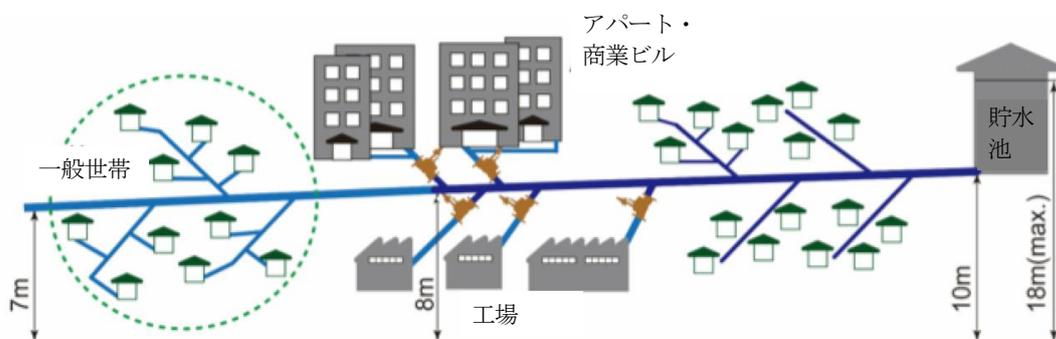
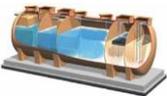


図 4.9 持圧弁取り付け例（大型消費者のいる地域の場合）

表 4.9 中小企業等の製品・技術群の特徴や優位性（下水道～下水処理関係）

製品・技術群	【対応する開発課題】 製品の概要・特徴	優位性（技術・価格）	主要企業
<p>パッケージ型 集中浄化槽</p> 	<p>【経済性・施工性に優れ、省スペースの下水処理施設】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>各種処理方式を採用でき、公共下水道なみの処理効率を持つ。</li> <li>FRP（Fiber-reinforced Plastic: 繊維強化プラスチック）製</li> <li>規格化・工場製作による製品化</li> <li>装置設計が不要</li> <li>省スペース型装置</li> <li>工事・維持管理が容易</li> <li>1ユニットは500人槽（100 m<sup>3</sup>/日）～1000人槽（200 m<sup>3</sup>/日）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設置条件に見合った製品をカタログで特定できるパッケージ型である。従来の浄化槽に必要な設計が省略でき、緊急性の高い場所への速やかな対応が可能である。</li> <li>従来製品のように現地でコンクリートにより躯体を施工する必要がなく、施工によるミスがないため、安定した品質・機能を発揮できる。</li> <li>標準化や処理の自動化など維持管理を簡易にするよう設計されており、専属の維持管理担当者を置く必要がなく、納入業者等が巡回型で維持管理を実施できるため持続性を担保しやすい。</li> <li>高度処理に対応でき処理水の再利用が可能である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>（株）ハウステック <a href="http://www.housetec.co.jp/">www.housetec.co.jp/</a></li> <li>ニッコー（株） <a href="http://www.nikko-company.co.jp/">www.nikko-company.co.jp/</a></li> <li>（株）クボタ <a href="http://jokaso.kubota.co.jp/">jokaso.kubota.co.jp/</a></li> <li>フジクリーン工業 <a href="http://www.fujiclean.co.jp/">www.fujiclean.co.jp/</a></li> <li>大栄産業（株） <a href="http://www.daie-industry.co.jp/">www.daie-industry.co.jp/</a></li> <li>（株）ダイキアキス <a href="http://www.daiki-axis.com/">http://www.daiki-axis.com/</a></li> <li>アムズ（株） <a href="http://www.e-ams.co.jp/">www.e-ams.co.jp/</a></li> </ul>
<p>プレハブ型オキシデーションディッチ（POD）</p> 	<p>【経済性・施工性に優れ、省スペースの下水処理施設】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>浅い水路で循環させ、少ない動力で長時間曝気する処理方法。</li> <li>プレハブ部材を用いるため、施工期間の短縮と品質の向上・標準化が図れる。</li> <li>標準化・規格化されている。</li> <li>工事・維持管理も簡易である。</li> <li>緊急性の高い場所への速やかな対応が可能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>従来のOD処理場の建設には3年程度の工期が必要であるが、PODは設計が省略化でき、工場製作できるため1年間の工期短縮が可能。</li> <li>規格品であるため、従来製品・技術のように現場で外壁を施工する必要がなく、施工によるミスリスクが少なく、より安定した品質・機能を発揮できる。</li> <li>設置する機器も規格化されており、品質や機能の検査も標準化されているため、安定した品質や機能が期待できる。</li> <li>OD処理方式であり、維持管理が簡易なため持続性を担保しやすい。また、納入業者が巡回型で維持管理が実施できるため専属の維持管理担当者を置く必要がなく、持続性を担保しやすい。</li> </ul>	<p>（構造物）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>（株）安部日鋼工業 <a href="http://www.abe-nikko.co.jp/">http://www.abe-nikko.co.jp/</a></li> <li>旭コンクリート工業株式会社 <a href="http://www.asahi-concrete.co.jp/">www.asahi-concrete.co.jp/</a></li> </ul> <p>（設備）</p> <p>プラントメーカー各社が納入実績あり</p>

製品・技術群	【対応する開発課題】 製品の概要・特徴	優位性（技術・価格）	主要企業
		<ul style="list-style-type: none"> <li>同規格の施設を複数個建設することにより型枠コストが低減でき投資費用が削減できる（日本では10%の削減実績）</li> </ul>	
<p>前ろ過型散水ろ床法（PTF）</p> 	<p>【経済性・施工性に優れた下水処理施設】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>生物膜を利用した濾材を活用し、電気を使わない処理が可能な手法。</li> <li>標準活性汚泥方式の処理施設と比較して機器類や水質制御項目が少ない。</li> <li>バックウォッシュが可能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>標準活性汚泥法と PTF 法のコスト比較（試算例）によれば、設備補助率 50% の場合は 18% の、設備補助率 100% の場合は 39% のコスト削減が可能である（図 4.10）。</li> <li>維持管理が簡易。</li> <li>プラスチック製の軽くて表面積の大きい構造のろ材を活用するため安定した品質・機能が發揮できる。</li> <li>用地も他のいろいろな方式に比べて少なく済むか遜色ないレベルである。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>メタウォーター（株） <a href="http://www.metawater.co.jp/">http://www.metawater.co.jp/</a></li> <li>水道機工（株） <a href="http://www.suiki.co.jp/">www.suiki.co.jp/</a></li> <li>月島機械（株） <a href="http://www.tsk-g.co.jp/">www.tsk-g.co.jp/</a></li> </ul>
<p>下水汚泥の移動脱水車による処理</p> 	<p>【下水処理施設の整備】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>農業法人への導入可能性検討</li> <li>汚泥脱水機を搭載した巡回型トラック（移動汚泥脱水車）により汚泥の減量化を図り、埋め立て処分や堆肥施設による肥料化などを促進する。</li> <li>適正な処分により環境保全に貢献する。</li> <li>資源の有効利用を促進する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>移動汚泥脱水車は巡回型処理施設で初期投資も少なく、維持管理要員の削減が可能。</li> <li>脱水により減量化、ハンドリング性も向上</li> <li>堆肥化などにより土壌改良材や肥料化も可能になる</li> <li>我が国において小規模下水処理施設の共同施設としての導入実績も多い<sup>173</sup>。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>（株）MGH</li> <li>（株）トークン</li> <li>（株）研電社</li> <li>（株）西日本アチューマツクリーン</li> <li>（有）岩藤清掃</li> <li>（有）国辰商事 など移動汚泥脱水車による汚泥処理会社</li> </ul>

（注）本調査の企画時点では提案していなかったが、本調査を通じ、スリランカでの活用が見込めると判断し追加した。

出所：各社提供資料および聞き取り調査の情報を基に調査団作成

<sup>173</sup> 青森県東北町、宮城県加美町、長野県長野市、松本市、飯田市、大分県臼杵市など周辺自治体との共同で8県16箇所において共同施設として移動汚泥脱水車を採用（国土交通省平成21年度調査より調査団調べ）。



FRP製パッケージ型浄化槽

(大栄産業 (株) 提供)



POD

(安部日鋼工業 (株) 提供)



PTF (実証施設)

(メタウォーター (株) 提供)

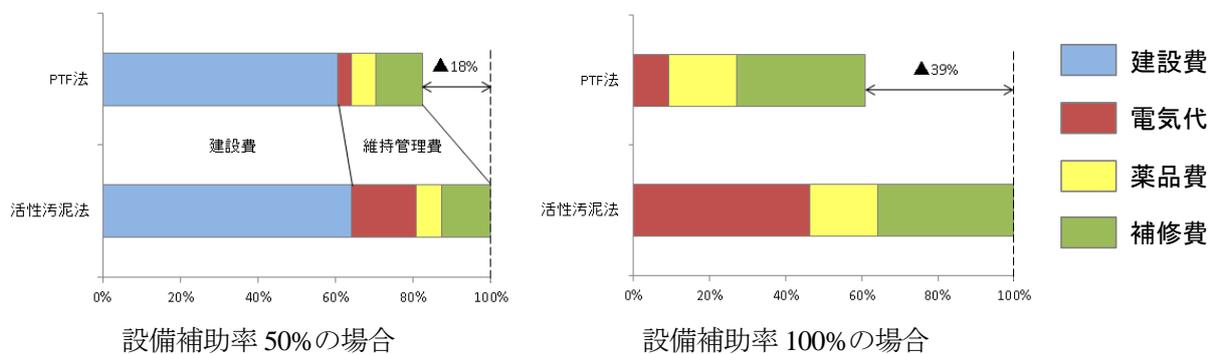


図 4.10 標準活性汚泥法と PTF 法のコスト比較 (建設費※1+維持管理費※2)

注：規模：20,000m<sup>3</sup>/日、耐用年数平均35年、利率率2%、人件費を含まない条件で概算日本価格を計算。  
出所：メタウォーター社提供

#### 4-2-3 中小企業等の製品・技術を活用する場合に民間セクターに求められるニーズ

我が国中小企業の製品・技術を活用する場合、以下のような点が中小企業側に求められる。

##### (1) 上水道分野～上水供給効率化関係

###### (a) ボールバルブ

家庭用については現在流通しているイギリスペグラー (Peglar) 社の製品との競争になる。同製品はキャンディ市の販売代理店2店では口径25mmで3,400～3,700ルピー、口径13mmで1,400～1,650ルピーの価格であった。スリランカにおける販売の30%のシェアを持つRaniyo社 (コロンボ市) では同製品を月あたり1,000個販売している。同社ではPeglar社の規格製品も販売しているが、口径13mmで3,700ルピーと規格外の製品1,650ルピーの2倍以上の価格である。そのためユーザーはPeglar社の規格外の製品を購入することが多く、価格面での競争とともに製品に対する認知度を上げる必要がある (Raniyo社談)。

Raniyo 社によればスリランカには中国に製品仕様書を送りコピー製品を作らせている業者があり、コピー製品の流入を止めることは難しいとのことであったが、NWSDB ではボールバルブの規格化の作業を進めており、規格では、認定関係情報の製品への刻印を義務付ける予定であり、一定程度コピー製品の普及を抑制できるものと推察できる。

## (b) 減圧弁・持圧弁

スリランカにおいては自動弁、特に持圧弁はあまり普及していないため、ユーザーにその形状・特長・機能を認知してもらう必要がある。類似品のあるボールバルブあるいは減圧弁の販売により、製品ならびにブランドについて PR していくというのが望ましい (Raniyo 社談)。販売代理店あるいはスペアパーツの供給はボールバルブと同じ企業とすることができる。

我が国や台湾では今までに多くの使用実績があるが、スリランカにおける使用実績は少なく、またその使用目的も異なるため<sup>174</sup>、普及させるためには実際に使用して効果を実証する必要がある。

ボールバルブと同様にコピー製品の流入が予想されるが、主として NWSDB が使用者がとなることから、普及実証などによる NWSDB への啓発活動に基づき我が国製品の使用指定を受けることによりコピー製品を排除できる。

## (2) 下水道分野～下水処理関係

### (a) 浄化槽

スリランカでは浄化槽並みのオンサイト型処理施設はコンクリート製のものが多く、規格・製品化に必要な FRP 製のものは現在採用されていない。しかしスリランカでは FRP 製の船などが町工場レベルの企業が安価に製造しており、一定の技術移転が必要であるが、FRP 製浄化槽の現地生産も可能である。

本調査では、我が国設備会社の現地法人である新日本ランカ社が多くのオンサイト型処理施設を建設しており、スリランカにおける協力会社が施設建設・維持管理を請け負っているという事例があった。MBR<sup>175</sup>など日本の製品を採用している実績もあり、FRP 製浄化槽の現地製造・販売あるいは巡回型維持管理を行う現地パートナーとしてはこうした企業が有力候補である。

### (b) プレハブ型オキシデーションディッチ (POD)

POD は日本下水道事業団などで共同開発された我が国独自の技術であるが、海外においてはこの技術は一般に解放されている。主設備の製作関係を除いて、プレストレスコンクリート製作、組み立てなどを行うことができる現地建設会社を現地パートナーとして選定する必要があり、同種の建設工事を施工管理した実績のある我が国企業が望ましい。同種の建設工事としては現在、JICA の普及・実証事業でプレストレスコンクリートタンクの建設工事を実施している。同工事では我が国のプレストレスコンクリート技術の現地法人への移転も行っており、これが実現すれば POD 施工の際にも応用できる。

スリランカの建設資材価格についてはコンクリート類、鉄筋類ともに我が国と同等である。労務関係の単価はかなり低廉であるが、労働生産性は日本に比べて低い。

我が国では今までに POD 建設の多くの実績 (約 180 箇所) があるが、スリランカにおける POD 建設の実績はなく、普及させるためには実際に建設運用して、特徴や効果を実証することが望ましい。

<sup>174</sup> 中央州で一カ所、持圧弁が設置されていることが確認されたが、この持圧弁は、ある配水系統の配水量を、別の配水系統で保管するべく設置されている連絡管の中の水が、管の両側の圧力差のために逆流するのを防ぐ為に設置されている (簡単に言えば一歩通行にするために設置されている)。

<sup>175</sup> MBR(Membrance Bioreactor)は膜分離活性汚泥法のこと、精密ろ過膜などを通して汚泥を分離させ、取り除く活性汚泥処理方法の一種。

### (c) 前処理型散水ろ床 (PTF)

本調査開始時は、当処理技術は一般に公開されるという検討もなされていたが、調査途中で、当面、当処理技術は一般には解放されず、中小企業ではない3社によるOEM契約<sup>176</sup>による建設に限定される予定であることが判明した。新しく開発された処理技術であるが、日本下水道事業団、日本下水道新技術機構における技術認証等を受けた技術であり、ベトナムにおける実証などに従い現在、高知市において、国土交通省の海外展開支援を目的とする平成26年度下水道革新的技術実証事業(B-DASHプロジェクト: Breakthrough by Dynamic Approach in Sewage High Technology Project)により、高知市、高知大学、日本下水道事業団との協力を得て、実規模での施設(下地水再生センター)において実証中である。新規施設の建設の少ない我が国において、既設処理施設(下地水再生センターの一部、6,750 m<sup>3</sup>/日分の施設)の改造による前処理型散水ろ床法の適用可能性、気温の下がる我が国の気象条件での処理性能の確認などを2016年2月を目処に事業が進められている。目標は処理水質をBOD15mg/l(スリランカにおける排水基準BOD30mg/l)とし、現在の処理方式である標準活性汚泥法に比べて、建設費の30%削減、維持管理費用の40%削減、既設の改造のためポンプ施設を追加しても電力の70%削減としている。事業は順調に推移し、ろ過池のコンパクト化など建設費用と必要とする用地の削減など新たな特長も持つことが判明した。

本技術をJICAの策定する下水セクター開発計画等において提案し、スリランカにおける普及につなげるには、当技術は、スリランカにおける排水基準に適合し、維持管理が容易であり、電力消費量が極めて小さいこと、コンパクトな施設計画とすることにより厳しい用地条件にも対応しやすいことなどの特長を有しており、新たな我が国独自の技術として普及展開を図ることが望ましい。

## 4-2-4 海外の同業他社、類似製品、技術の概況

### (1) ボールタップ

ボールタップについては前述のとおり、Pegler Yorkshire (イギリス)のBS (イギリス標準)の規格外製品がスリランカ市場で流通しており、NWSDBによる調達の実績もある。Pegler Yorkshire社は、イギリスの配管装置、暖房装置のメーカーであり、スリランカでは古くから市場に参入している。その他、家庭用では安価な、中国製、イタリア製なども流通しており、国産品はS-Ion社のものがある。

### (2) 持圧弁・減圧弁

持圧弁はスリランカにとって新しい製品である。減圧弁についてはNWSDBによる設置実績があり、近年ではイギリスのSINGER Valve社のものを調達している例があった。同社はカナダの定水位弁・自動弁メーカーあり、東南アジア水道事業体や建築用の製品を生産している。価格については情報を得られなかった。その他、持圧弁、減圧弁の他国の主なメーカーは表4.10のとおりである。

<sup>176</sup> OEM契約とは、相手先ブランドを使って製造をする契約のこと。

表 4.10 他国の持圧弁・減圧弁メーカー

企業名 (国名)	特徴
CLA-VAL (米国) <a href="http://www.cla-val.com/">http://www.cla-val.com/</a>	自動弁全般にトップクラスの技術を持ち、航空機用給油口ソケットでは世界トップシェアを持つ。
WATTS (米国) <a href="http://www.wattswater.com/">http://www.wattswater.com/</a>	減圧弁他自動弁・関連製品の世界最大メーカーであり、市場規模は約 1,800 億円。
BERMAD (イスラエル) <a href="http://www.bermad.com/">http://www.bermad.com/</a>	灌漑用自動弁他のメーカー。比較的安価。

出所：調査団作成

### (3) パッケージ型浄化槽

MBR（膜分離活性汚泥法）を使用した高度処理の浄化槽が近年、スリランカのホテル 2 カ所、縫製工場 2 カ所、アパート 1 カ所に導入されていることが本調査で確認できた。これらを設置した実績のあるエンジニアリング会社<sup>177</sup>からの聞き取りによれば、同製品は処理機能が良好で安定しており、コンパクトなので用地が他の方式の 3 分の 1 程度で済むという特長があり、納入先の評判が良いとのことであった。MBR を使用した浄化槽は、インド製、中国製などがあるが、処理の安定性や耐久性を勘案して日本のクボタ製が採用されている。当初、MBR ではなく、シンプルで省エネ効果のある回転円盤方式（RBC）を採用したが、シャフト部の腐食や円盤部への油の付着が深刻なトラブルになったため、その後の採用を取りやめたという。導入カ所のうち、調査団が訪問した海岸沿いのホテルでは、MBR により高度処理を実施し、処理水を庭・トイレ用水などに 3 回使用していた。

パッケージ型浄化槽は我が国独自の製品・技術である。これらの浄化槽は、本調査で提案した FRP（繊維強化プラスチック）製のパッケージ型のものではなく、現地でコンクリートにより施工する方式のものである。同国ではパッケージ型の浄化槽の導入実績は現在のところないが、同エンジニアリング会社によれば、施設の施工のばらつきをなくし、品質を安定させるために、パッケージ型の需要が見込まれるため、今後導入を検討していきたいとのことであった。

### (4) プレハブ型オキシデーションディッチ（POD）、前ろ過型散水ろ床法（PTF）

POD と PTF はスリランカへの導入実績がなく、海外の同業他社、類似製品、技術は見当たらなかった。スリランカでは、プレハブ式でない伝統的な OD 処理方式は導入されているが、プレハブ式の POD の導入実績はない。PTF 処理方式については、スリランカでも伝統的な散水ろ床法（TF）が古くから導入されており、ハンターナ住宅開発公社集合住宅、ラトマラーナ空軍基地、ソイラブラ下水処理場（旧）、ラトナプラ総合病院などがその例である。これらは碎石をろ材に使っており、本調査の提案商品と比較すると、処理効率が低い、逆洗（バックウォッシュ）ができない、などの点で処理性能、維持管理性が劣っている。

<sup>177</sup> Samurai Engineering Services & Consultants (Pvt.) Ltd.

## 4-3 我が国中小企業等が有する製品・技術等の ODA 事業における活用可能性などの分析

### 4-3-1 開発課題解決のために活用が期待できる中小企業等が有する製品・技術等の例

#### (1) ボールバルブ

NWSDB は、水位管理のためにボールバルブを全国各地の浄水場、配水池などに設置している。現在スリランカの市場に出回っており、NWSDB が広く使用している製品は、弁の中が詰まる、パッキン部分がすぐに劣化する、劣化したゴムパッキンの交換を怠ると、送水管からの水の制御ができず池から水が大量に溢れ、NRW につながるという問題がある。NWSDB の中央州地方事務所の維持管理担当職員からの聞き取りによれば、同地方では、ボールバルブのゴムパッキンの劣化、詰まりなどは 3～6 ヶ月に一度くらいの頻度で発生し、交換や掃除などの対応を怠ると、配水池から上水が大量に漏れることがあるとのことであった。

表 4.8 に示したとおり提案製品は、耐久性が高く、詰まりもきわめて発生しにくいいため、耐久性の劣る既設のボールバルブの代替品としての NWSDB による活用が期待できる。また我が国中小企業の製品には、16 気圧まで適用できるものがあり（スリランカの既存の製品は 6 気圧まで）、特に山岳地帯の水圧の高いところで優位性が発揮できる。

なお家庭用のボールバルブに関しても、スリランカの山岳地帯の水圧に耐えられない規格外の粗悪品が出回っている。家庭用のボールバルブについては消費者保護と家庭内の漏水の防止を目的とし、NWSDB とスリランカ標準協会が協力して、現在、装置規格の導入を準備中である。規格は「BS（イギリススタンダード）もしくはそれに準じるもの」となる計画であり、提案製品が取得している JIS は、同基準に合格する製品となる見込みである。規格導入後は市場から粗悪品が駆逐される見込みであり、本邦企業にとって市場参入の良い機会となると思われる。

#### (2) 減圧弁

表 4.8 に示したとおり、NWSDB は配水網において、使用水量の均等化を図り末端圧力の確保を促進するために減圧弁を設置している。NWSDB の中央州地方事務所の維持管理担当職員からの聞き取りによれば、同地方で NWSDB が使用している製品は、ゴムパッキンが劣化しやすく、3~6 ヶ月で交換が必要とのことである。メーカーの部品供給体制にも問題があり、ゴムパッキンがすぐに入手できないこともあるとのことであった。

提案商品は、ゴムパッキンに耐久性に優れた素材を使っており、前述のとおり、山岳地域や高低差のある配水池で、給水ブロック毎の圧力調整を図るために NWSDB の配水網に既存製品の代替として設置できるほか、宅地内引込み管に設置し、宅内給水装置破損を防止したり、圧力調整のために高層ビルに設置することもできる。

#### (3) 持圧弁

スリランカでは手動の仕切り弁が一般的であり、持圧弁などの自動弁は普及していない。現在 NWSDB は、時間給水のために、各所に設置されている仕切り弁を頻繁に操作しているが、持圧弁の使用により、この作業が省略できる。また現在スリランカでは、高低差のある地域では高い所にある住宅地に水が届きにくかったり、地域内に工場などの大型消費者のある地域ではその周辺の一般消費者への給水が滞ったりする例が各地で見られる。人口の増加による上水の需要が高まり、このような水の行き届かない地域の状況がさらに悪化している例も見られ、以前は隔日で給水があったが、現在

は週に一回程度しか給水がない、といった地域もみられた。このような地域に持圧弁を必要箇所に設置すれば、送配水管内の水圧にあわせて各戸/各地域への給水量を自動的に調整することが可能となり、給水量の標準化や作業時間の削減が図れる。

日本では、持圧弁の効果的な導入により、給水圧力や給水量の平準化が実現し、その結果、圧力の低かった地域の漏水カ所の発見が容易になったり、送水ポンプのエネルギーの省力化につながったりした実績があることから、スリランカにおいても同様の効果により、NWSDB の NRW 削減や省エネへの貢献が見込まれる。

#### ■持圧弁に関する追加説明■

持圧弁は既存の水供給システムの有効利用を目的とする機器である。一方、我が国の水供給システムはある程度成熟していること、また浄水場や配水幹線の増強を給水状況改善のための基本的な対応策としてきたことから、我が国では、持圧弁は水道機器の一つという認識であり、水供給システムの主要な構成用途として認識されるに至っていない。他方、アジアの新興国では持圧弁の有効活用により、既存の水供給システムの有効利用が実現し、持圧弁が水供給システムの主要な構成用途となっている例がある。

そこで以下に持圧弁の台湾における普及例や使用状況について示し、同製品に関する補足説明とする。なお、持圧弁はシンガポールにおいても広く採用されている。日本では山口市における普及事例があるので、これについても記述した。

#### 台湾での普及と使用例

##### (1) 採用経緯

持圧弁の開発メーカーである我が国中小企業は 80 年代、香港、台湾、シンガポール、インドネシアを製品の主な輸出先としていた。開発政策に則りプラスチック産業などを積極的に支援し、市内の工場誘致が進んだ結果、関連する給水管延長上の住宅地域への給水が、特に給水ピーク時に滞り、大きな問題となっている点について、同企業は、製品の納入先であった台湾台北市水道局および水道工事店組合から相談を受けた。同局は、多大な予算と時間が必要な配管の口径の拡大のための敷設替えをせずに、少ない予算で速やかに問題の解決を進めることを希望していた。そこで同企業は「一次圧力保持機能搭載型定水位調整弁（以後、持圧弁<sup>178)</sup>」を開発し（1991 年）、給水ピーク時における工場などの大型需要家に対する自動給水制御を可能にした。

##### (2) 効果とその後の経過

問題となっていた台北市の工場の受水槽へ持圧弁を設置したところ、住宅地域からの給水不足に対するクレームが激減した。台北市水道局は、多大な予算や時間のかかる施設拡張なしに、持圧弁を採用したことにより給水の最適再分配が可能となったことを高く評価した。

その後も使用者からのクレーム、採用停止などは一切なく、現在では、台湾各水道事業体では持圧弁を水供給システムの主要な構成用途として認識し、採用を継続している。例えば現在台北市では、工場などの事業所向けの給水における自主検査において、持圧弁が設置されているかどうか確認することになっており<sup>179)</sup>、持圧弁が同市における水供給の必要不可欠な構成要素となっていることがわかる。

<sup>178)</sup> 台湾における同製品の正確な名称は「持圧定水位弁」である。

<sup>179)</sup> 自主検査表の筆頭に同製品の有無を確認する項目が記載されている。

## 山口市での普及と使用例

### (1) 採用経過

2000年の初め、山口市水道局は、同市給水地域内の「宮の下住宅」の給水管上流側に設置された定水位弁が稼働すると下流側に出水不良が発生する、という問題を抱えていた。これに対する解決策として同市は持圧弁を採用した。施工時期は2001年～2006年の約5年間、採用口径は40mm～50mmであり、合計10台の持圧弁が設置された。

### (2) 効果とその後の経過

持圧弁の設置後、問題となっていた出水不良は完全に解消された。現在に至るまでクレーム、採用停止などは一切なく、良好な状況が継続されている。山口市はこれを高く評価し、その後、持圧弁<sup>180</sup>を山口市水道局の施工基準書に掲載し、同市の指定工事店組合への説明会も開催した。

なお、持圧弁の開発メーカーによれば、持圧弁の技術的説明をする際に各国の水道技術者は「給水制限」といった印象を持つことがあり、その技術や効果を理解させるには多少の困難が伴うとのことである。当調査においても、NWSDB本部の技術者が当製品を理解するには時間がかかった。調査の後半には同技術者の持圧弁への興味が高まり、不均等な水供給からくる問題や、持圧弁の設置が必要な場所についての提案も出された。調査期間の終了時には、持圧弁の機能や効果に関して理解が得られたものの、不均等な供給には他の要因もあることから、持圧弁でどれだけこれらの問題が解決できるのか、実際に効果を測定してみたいという要望が出された。

また、「自動弁」というとモーター仕様による精緻な制御などを思い浮かべる技術者もおり、時期尚早という印象を持たれる場合もある。しかし持圧弁はモーターなどを必要とせず、ダイヤフラム1つで自動制御できる製品である。こういった面からもスリランカを始めとする途上国での適用性が高い。これについても十分な説明により技術者の理解を促す必要性がある。

## 持圧弁と仕切弁の比較

現在スリランカで、持圧弁の代わりとして一般的に使用されているものとして仕切弁が挙げられる。持圧弁と仕切弁は同一の機能を持つ製品ではないが、いずれも各戸・各地域への給水量を調整するために使用されることから、持圧弁の特徴の追加説明として、表4.11に、この二つの製品を、機能、操作性、維持管理などの側面から比較した。価格についても比較があることが望ましいが、そのためには既存の問題や地域を特定し、基本設計を実施して設置場所、設置数、口径などを特定する必要があり、単純な比較はできないため下表では省略した。

<sup>180</sup> 日本国内における同製品の正式な名称は「保圧定水位弁」である。

表 4.11 持圧弁と仕切弁の比較

項目	持圧弁	仕切弁
機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>持圧弁に内蔵されているダイヤフラムが送配水管内並びに配水管網内の給水家屋の水圧に合わせて閉開度を感度調整し、各戸/各地域への給水量を自動的かつ合理的に調整する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地上の蓋を開け、地下の弁を手動で開け閉めする。元来仕切弁は流量調整用のバルブではなく、ON/OFF 弁であり開度調整が難しく、流量の把握も困難である。</li> </ul>
操作性	<ul style="list-style-type: none"> <li>モーターなどを必要とせず、自動的に配水区域の水運用の合理化・省力化を図ることができる。</li> <li>コインを使って持圧弁に付いているダイヤルを操作し設定圧力を調整できるため、バルブ操作に高い専門性が不要となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄板の蓋を鉄棒などでこじ開ける必要がある。</li> <li>地下の弁を手動で操作するには 2 名の作業員が必要。</li> <li>自動調整機能がないため、消費者から苦情が来るまで給水が滞っていることがわからない。</li> </ul>
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>給水量が標準化され、配水ネットワークの末端まで配水できるため、送水ポンプを高圧力で運用する必要がなくなり、送水ポンプ運用コストを削減できる。</li> <li>給水量の平準化・増加により管内圧力が一定に保たれるため、低圧区域の昇圧により、地上への漏水量が増加し発見確率は格段に向上する。</li> <li>漏水量の低減化に伴いブロック別の有収水量の把握が容易となり、不明水量の測定、区域を絞った補完的な最小流量の測定などにより盗水の発見ができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>配水ネットワークの末端まで配水するには送水ポンプを高圧力で運用する必要がある。</li> <li>漏水や盗水は、周囲の管内圧力の検知と有収使用水量との変化の観察により発見されることが多い。しかし、高低差や大型消費者のため管内圧力が一定に保たれていない地域ではこのような探知と観察により漏水・盗水を発見することが困難である。</li> </ul>
写真	 <p>持圧弁 (サイズ 65-300mm)</p>	 <p>仕切弁の例</p>
	 <p>持圧弁の操作例 (サイズ 20mm)</p>	 <p>仕切弁の操作例</p>

#### (4) パッケージ型浄化槽

スリランカの一般家庭や公共施設・工場などで、オンサイト処理施設として一般的に設置されている腐敗槽（嫌気性処理）は、処理後の排水を地中に浸透させる機構であるが、地下水位が高い場合は適正に浸透しない。また浄化効率も悪く、地下水や周辺環境の汚染につながる恐れがある。建築物施工の際には地方自治体が、腐敗槽の位置や大きさ等も含めた建築許可を出している。腐敗槽には設置基準もあるが、地方自治体職員の技術的知識や意識の低さ、人員不足等の理由で基準の徹底を促す指導が適切に実施されていない。

提案製品は、処理効率が高く、高い環境保全効果が期待できる。オンサイト型処理施設としてバスターミナル、大学、病院、市場など使用人口の多い公共施設で活用できる。1ユニットは500人槽（100 m<sup>3</sup>/日）～1000人槽（200 m<sup>3</sup>/日）であり、この規模を必要とする施設に適用可能である。

提案製品はパッケージ型のため、現地での施工が不要であるため速やかな設置が可能であり、処理機能も安定しているため、取水地の汚染などが懸念される緊急性の高い場所への対応に活用可能性が高い。特に近年、CEAには、官民の工場の排水基準の遵守を徹底する動きがあり、汚水の排水の適切な処理へのインセンティブが高まりつつあるため、提案商品の活用可能性の拡大が見込まれる。また、高度処理の実施を目指しているホテル、特殊な処理を必要とする工場などの民間施設での活用も広く見込まれる。

#### (5) プレハブ型オキシデーションディッチ（POD）

1槽 350 m<sup>3</sup>/日 ～1200 m<sup>3</sup>/日（処理人口 1,700～6,000人）の規格であり、複数設置も可能である。数万人までの規模を必要とする集合住宅などの施設や地方都市への設置が見込まれる。オンサイト型、オフサイト型のいずれにも適用可能である。

本調査で視察した、コロンボ県郊外マッテゴダ（Mathegoda）の住宅開発公社所有の集合住宅のポンド式下水処理施設は、築約30年で老朽化が激しく、ポンドの隔壁が破損しているところがあり、池間で漏水もあることから下水が適切に処理されておらず、周囲の住宅から悪臭に対する苦情が出ている。同住宅地は約1,200戸であり、計画能力は1,200 m<sup>3</sup>/日、流入水量は500 m<sup>3</sup>/日であることから、更新の際にPODが導入できる一例であることがわかった。なお、同住宅地にはPOD設置の用地を確保することは可能であり、また、ポンドは仕上げ池として再利用が可能である。現在、同施設の運営維持管理はNWSDBが実施している。

#### (6) 前ろ過型散水ろ床法（PTF）

下水の水質により異なるが、1系列の処理能力が3,000～10,000 m<sup>3</sup>/日程度が適正規模となるので、対象人口1.5万人の下水処理施設としての導入が適当である。同技術の特徴は図4.10に示したとおり、投資コストと維持管理比を合わせた額が他方式の5分の1程度であり、維持管理も容易であり、用地条件も他の処理方法に比べて有利か遜色なく、特に設置場所を選ばない。スリランカには適した処理方式のひとつである。地方自治体の人口の約30%が下水処理施設の利用対象となると仮定すると、表4.12に示すような人口5万人以上の地方自治体が導入候補地となる。

表 4.12 PTF 導入の候補地となり得る人口 5 万人以上の都市

地方自治体名	人口 (人)	面積 (km <sup>2</sup> )	人口密度 (人/km <sup>2</sup> )
Kaduwela MC	252,041	87	2,897
Maharagama UC	196,423	-	-
Kesbewa UC	185,122	-	-
Moratuwa MC	168,280	23	7,317
Negombo MC	142,449	31	4,595
Sri Jayawardenapura Kotte MC	107,925	17	6,349
Kalmunai MC	99,893	23	4,343
Galle MC	86,333	17	5,078
Batticaloa MC	86,227	75	1,150
Jaffna MC	80,829	20	4,041
Matara MC	74,193	13	5,707
Gampaha MC	62,335	38	1,640
Katunayake Seeduwa UC	60,915	-	-
Boralesgamuwa UC	60,110	-	-
Kolonnawa UC	60,044	-	-
Anuradhapura MC	50,595	36	1,405

注：(1) MC は Municipal Council、UC は Urban Council を示す。

(2) 表中「-」で示したのはデータが入手できなかったもの。

(3) 下水道施設が導入済みまたは導入中の、コロンボ市、キャンディ市、デヒワラ・マウントラビニア市は除いた。

出所：スリランカ統計局ウェブサイトの人口統計を基に調査団作成。

#### (7) 移動汚泥脱水車

移動汚泥脱水車は汚泥脱水機を搭載したトラックであり、我が国では小規模下水処理場などを巡回し、各々の処理施設で発生する汚泥を脱水するもので、液状の汚泥を固形物（脱水ケーキ）に原料化するとともに取り扱いやすさを向上させるものである。脱水ケーキは土壌改良材などとして有効利用されたり、産業廃棄物として埋め立て処分されたりしている。下水処理場などの汚泥の性状に適した脱水機が選定されるため、我が国では複数の方式が実用化されている。

スリランカにおいては小規模下水処理場や腐敗槽などから発生する汚泥を、我が国と同様に巡回型にて脱水・処分することにより、安定した汚泥の処理処分とともに建設費用と維持管理費用の削減を図ることができる。大学の寮などに現在稼働中の腐敗槽を始め、オンサイト型処理施設として公共施設などで活用できる浄化槽や、地方都市や住宅団地などに活用出来る POD などを対象として巡回型に適したグループ化により適用するのが望ましい。

移動汚泥脱水車としての機器の提供とともに巡回型の維持管理業務に我が国中小企業の有望なビジネスチャンスがある。

#### 4-3-2 中小企業等が有する製品・技術等を活用した新規 ODA 事業の提案および各対象分野における開発課題解決への貢献度（具体的な製品・技術の投入規模を含む）

スリランカにおける上下水道の主要な課題に対して、水道では提案する製品・技術により、NRW 対策を含む効率的な水供給マネージメントを可能にする。下水道については、経験の蓄積のない同国において、標準化され、工場製作による安定した品質性能が確保でき、省スペース・省資源・省エネルギーでかつ低廉な我が国の技術導入により、成功事例を示し、関係者ならびに国民の下水道のに対する認識を高めることができる。

これまでの調査結果を踏まえ、提案製品・技術を活用した新規 ODA 事業の提案および各対象分野における開発課題への貢献度を以下の表にまとめた。

表 4.13 水分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 - 1

製品（群）	ボールバルブ
想定される ODA 事業	有償資金協力事業
開発課題への貢献	NRW 削減、上水供給の効率性、ユーザーの利便性向上
想定カウンターパート機関	NWSDB
投入	計画設計、コスト積算、調達等 提案企業による市場調査、代理店確保、維持管理サービス体制の整備等
想定受益者	NWSDB、地域住民
目的と活動内容	<p><b>【目的】</b> 有償資金協力等による上水道施設整備の際に、日本の中小企業のボールタップを調圧槽や配水池に設置することにより、NRW の削減をはかり、もって NWSDB のサービス向上や経営改善に貢献する。</p> <p><b>【活動内容】</b> 提案企業は以下のような活動を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● NWSDB に必要書類とサンプルを提供し、製品テストに合格する。</li> <li>● 価格、流通、販売量の見込みなどの調査、現地代理店の確保、販売促進活動、アフターセールスサービスのための技術指導等を実施。</li> <li>● NWSDB に納入業者として登録。</li> <li>● 有償資金協力事業による施設整備においてボールバルブが調達される際に NWSDB が実施する競争入札に応札、落札、納入。</li> </ul>

表 4.14 水分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 - 2

製品（群）	持圧弁
想定される ODA 事業	① 案件化調査 ② 普及・実証事業 ③ 有償資金協力事業
開発課題への貢献	NRW 削減、上水供給の効率性・ユーザーの利便性向上

製品（群）	持圧弁
想定カウンターパート機関	NWSDB
投入	<p>① 案件化調査 現状と課題の調査、持圧弁のニーズ・導入条件などを調査し、パイロット事業の素案を作成する。</p> <p>② 普及・実証事業 パイロット地区への持圧弁、減圧弁の試験導入 普及環境の整備（技術指導・研修費等）</p> <p>③ 有償資金協力事業 計画設計、コスト積算、調達等 提案企業による市場調査、代理店確保、維持管理サービス体制の整備等</p>
想定受益者	NWSDB、地域住民
目的と活動内容	<p><b>【目的】</b> まず持圧弁の効果をパイロット地区において実証し、導入・普及のための環境を整備する。次に、有償資金協力等による上水道施設整備の際に必要な箇所に持圧弁を設置することにより、NRW 削減や上水の効率的で公平な供給を実現し、もって NWSDB のサービス向上や経営改善に貢献する。</p> <p><b>【活動内容】</b></p> <p>① 案件化調査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● スリランカにおける不均等な配水状況に関する現状と課題の調査</li> <li>● 現状と課題に対する持圧弁の貢献可能性と導入ニーズの検証</li> <li>● 持圧弁導入・活用に必要な条件に関する NWSDB との協議</li> <li>● NWSDB 職員の持圧弁の特徴や機能に関する理解の醸成</li> <li>● 他国の類似製品の調査</li> <li>● パイロット事業の素案の作成<sup>181</sup></li> </ul> <p>② 普及・実証事業</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 配水状況の現状・課題のアップデート、パイロット地区の選定、環境社会配慮調査</li> <li>● 持圧弁の設置計画策定（必要に応じ減圧弁も併せて設置する）、計画への NWSDB の同意・承認の取付け</li> <li>● 効果の仮説立案、実証方法の策定</li> <li>● 工事許可の取得、現地下請け工事業者の調達</li> <li>● 持圧弁の輸出、輸入</li> <li>● パイロット地区への持圧弁の設置、効果測定</li> <li>● 適宜、技術研修、見学・効果説明会等を実施</li> </ul>

<sup>181</sup> パイロット地区としては、勾配および工場の水使用により一部の住宅地に公平な水分配がなされていないコロンボ県デヒワラ・マウントラビニア市のテンプルズ通り (Templers Road) 付近、ドウトゥゲムヌ通り (Dutugemunu Street) 付近、および、勾配および水量不足により時間給水を強いられているカルタラ県アルトゥガマ町 (Aluthgama, Kalutara district) のパティラージャゴダ (Pathirajagoda)、カーディヤワッタ (Kadiyawatta) 地区などが候補として考えられる。

製品（群）	持圧弁
	<ul style="list-style-type: none"> <li>競合製品、類似製品の調査、市場調査等も平行して実施</li> <li>NWSDB による品質テスト、商品規格の適合性検証等</li> </ul> <p>③ 有償資金協力事業</p> <p>提案企業は以下のような活動を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>価格、流通、販売量の見込みなどの調査、現地代理店の確保、販売促進活動、アフターセールスサービスのための技術指導等を実施。</li> <li>NWSDB に納入業者として登録。</li> <li>有償資金協力事業による施設整備において持圧弁が調達される際に NWSDB が実施する競争入札に応札、落札、納入。</li> </ul>

表 4.15 水分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 - 3

製品（群）	パッケージ型浄化槽
想定される ODA 事業	<p>① 案件化調査</p> <p>② 普及・実証事業</p> <p>③ 有償資金協力事業</p>
開発課題への貢献	経済性・施工性に優れ、省スペースの下水処理施設導入による取水地の水質保護、生活・衛生環境改善
想定カウンターパート機関	NWSDB、地方自治体、教育施設（大学寮など）、BOI など
投入	<p>① 案件化調査</p> <p>下水処理施設（特に小型施設）の改善・導入のニーズと課題およびパッケージ型浄化槽の導入・活用可能性の検証を行い、パイロット事業の素案を作成する。</p> <p>② 普及・実証事業</p> <p>パイロット事業によるパッケージ型浄化槽の導入 同製品の普及環境の整備（技術指導・研修費等）</p> <p>③ 有償資金協力事業</p> <p>計画設計、コスト積算、調達等 提案企業による市場調査、代理店確保、維持管理サービス体制の整備等</p>
想定受益者	NWSDB、地方自治体、地域住民
目的と活動内容	<p><b>【目的】</b></p> <p>水源地上流など、下水処理施設の導入・改善の緊急性の高い場所にパイロット事業としてパッケージ型浄化槽を設置し、同製品の処置特性や効果を実証することにより、導入・普及のための環境を整備する。次に、有償資金協力事業において、全国の数カ所に浄化槽を設置し、取水地の水質保護、衛生・生活環境の改善を図る。</p> <p><b>【活動内容】</b></p> <p>① 案件化調査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>下水処理施設（特に小型施設）の改善・導入のニーズと課題の調査</li> <li>パッケージ型浄化槽の導入・活用可能性の検証</li> <li>パッケージ型浄化槽の導入・活用に必要な条件に関する NWSDB との協議</li> </ul>

製品（群）	パッケージ型浄化槽
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● NWSDB 職員のパッケージ型浄化槽の特徴や機能に関する理解の醸成</li> <li>● 他国の類似製品の調査</li> <li>● 緊急性の高い地域へのパイロット事業による導入・活用の素案の作成<sup>182</sup></li> </ul> <p>② 普及・実証事業</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 現状・課題のアップデート、パイロット地区の選定、環境社会配慮調査</li> <li>● 浄化槽の設置計画策定、計画への NWSDB の同意・承認の取付け</li> <li>● 効果の仮説立案、実証方法の策定</li> <li>● 工事許可の取得、現地地下請け工事業者の調達</li> <li>● 浄化槽の輸出、輸入</li> <li>● パイロット地区への浄化槽の設置、効果測定</li> <li>● 適宜、技術研修、見学・効果説明会等を実施</li> <li>● 競合製品、類似製品の調査、市場調査、現地生産の可能性の調査等も平行して実施</li> <li>● NWSDB による品質テスト、商品規格の適合性検証等</li> </ul> <p>③ 有償資金協力事業</p> <p>提案企業は以下のような活動を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 価格、流通、販売量の見込みなどの調査、現地代理店の確保、販売促進活動、アフターセールスサービスのための技術指導等を実施。</li> <li>● 施設整備の際に NWSDB や地方自治体などが実施する競争入札に応札、落札、納入。</li> </ul>

表 4.16 水分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用案 - 4

製品（群）	POD および PTF
想定される ODA 事業	<p>① 下水セクター開発計画策定プロジェクト</p> <p>② 有償資金協力事業</p>
開発課題への貢献	<p>経済性・施工性に優れ、省スペースの下水処理施設導入による取水地の水質保護、都市の生活・衛生環境改善</p>
想定カウンターパート機関	<p>NWSDB、地方自治体</p>
投入	<p>① 水セクター開発計画策定プロジェクト</p> <p>全国下水マスタープランの中で下水道施設導入の優先度が高いとされた都市や場所への POD や PTF の導入を検証・提案する。</p> <p>② 有償資金協力事業</p> <p>計画設計、コスト積算、調達等</p> <p>提案企業による市場調査、代理店確保、維持管理サービス体制の整備等</p>

<sup>182</sup> 水源保護の観点からの緊急性の高さ、実証・デモンストレーション効果の高さ、必要処理能力、周辺住民の苦情の多さ、設置に適した土地の有無、管渠建設の必要性、維持管理主体の技術財務状況などを考慮する予定。

製品（群）	POD および PTF
想定受益者	NWSDB、地方自治体、地域住民
目的と活動内容	<p><b>【目的】</b>  水源地上流や人口密度の高い都市など、下水処理施設の導入・改善の緊急性の高い場所に POD や PTF による下水処理施設を導入することにより、経済的・効果的かつ持続可能性の高い下水道施設普及を図り、もって取水地の水質保護、都市の衛生・生活環境の改善を図る。</p> <p><b>【活動内容】</b></p> <p>① 下水セクター開発計画策定プロジェクト</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 緊急性の高い都市や地区の現状調査、優先順位付け、環境社会配慮調査</li> <li>• 下水処理場の設置計画策定、POD および PTF の提案</li> <li>• 提案への NWSDB や計画局の同意・承認の取付け</li> <li>• ローンアプレイザル等</li> </ul> <p>② 有償資金協力事業</p> <p>提案企業は以下のような活動を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 価格、流通、販売量の見込みなどの調査、現地施工会社の調査、運営維持管理のための技術指導等を実施。</li> <li>• 施設整備の際に NWSDB や地方自治体等が実施する競争入札に応札、落札、納入。</li> </ul>

表 4.17 水分野の提案製品・技術の ODA 事業における活用品 - 5

製品（群）	移動汚泥脱水車
想定される ODA 事業	普及・実証事業
開発課題への貢献	汚泥の未処理や投棄による環境汚染の防止
想定カウンターパート機関	NWSDB、地方自治体
投入	普及・実証事業 パイロット地区への移動式汚泥脱水車の導入 同製品の普及環境の整備（技術指導・研修費等）
想定受益者	NWSDB、地方自治体、地域住民
目的と活動内容	<p><b>【目的】</b>  汚泥処理方法の改善の緊急性の高い都市や場所に移動汚泥脱水車をパイロット事業として導入し、同製品の処置特性や効果を実証することにより、導入・普及のための環境を整備する。次に、有償資金協力事業において、全国の数カ所に同製品を導入し、環境・水質保護、衛生・生活環境の改善を図る。</p> <p><b>【活動内容】</b></p> <p>普及・実証事業</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 汚泥処理の改善の緊急性の高い地区の現状調査、パイロット地区の</li> </ul>

製品（群）	移動汚泥脱水車
	選定 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 移動式汚泥脱水車の導入計画策定、計画への NWSDB・地方自治体の同意・承認の取付け</li> <li>● 効果の仮説立案、実証方法の策定</li> <li>● 製品の適合性検証</li> <li>● 製品の輸出、輸入</li> <li>● パイロット地区への製品の設置、効果測定</li> <li>● 適宜、技術研修、見学・効果説明会等を実施</li> <li>● 競合製品、類似製品の調査、市場調査等も平行して実施</li> </ul>

なおスリランカでは、80年代に日本政府の無償資金協力などで設置された下水処理施設が老朽化しているが、調査・対策の立案に関する十分な経験や技術をもった NWSDB の職員の確保が十分でないことから、「下水処理施設の維持管理や老朽化対策に関する技術（調査、対策立案、設計、施工、維持管理など）」の向上のニーズが高いと思われた。日本の地方自治体はこれらに関するノウハウが豊富であり、NWSDB や地方自治体などを対象とした協力活動を実施し、技術移転を行うことは、同国の開発ニーズに応える上で意義がある。

#### 4-3-3 既存 ODA 事業との効果的な連携策（案）

我が国中小企業製品・技術等を活用した既存 ODA 事業との効果的な連携策は以下のとおりである。

表 4.18 水分野の製品・技術を活用した既存 ODA 事業との効果的な連携策

想定案件例	連携可能な既存 ODA 事業	効果的連携例
ボールバルブ・持圧弁・減圧弁	有償資金協力事業 無償資金協力事業	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 有償/ 無償資金協力により整備された上水道施設に付随する調圧槽や配水池に設置。</li> <li>● NRW 対策事業の中に追加的に設置し、漏水箇所の発見、適正な配水圧力の確保による漏水の減量化を図る</li> </ul>
浄化槽・POD	無償資金協力事業	80年代に無償資金協力事業により整備された施設（病院、職業訓練センター、青年センターなど）に設置されている下水処理施設の更新の際に設置。

出所：調査団作成

## 4.4 我が国中小企業等が有する製品・技術等を活用したビジネス展開の可能性

### 4.4-1 今回の調査で得た情報等をもとにした ODA 事業および中長期的ビジネス展開のシナリオ

今回の調査で得た情報等をもとに、前述の ODA 事業における提案製品・技術の活用に加え、一般事業者や消費者への販売も視野に入れた、中長期的なビジネス展開のシナリオについて以下にとりまとめた。

#### (1) ボールバルブ

ODA 事業において我が国中小企業のボールバルブの品質や機能の有効性が実証され、NWSDB の施設における同製品の普及が実現し、同製品の認知度が向上すれば、他の公共事業においても同製品を活用するようビジネス展開を実施することができる。例えばスリランカでは、NWSDB に加え、地方自治体や NGO が住民上水道施設 (Community Water Supply Scheme) による上水供給を実施しており、これら団体の施設への同製品の導入が見込める。またスリランカでは、水圧や水量が一定しなかったり、時間給水や断水があったりすることから、医療施設、教育施設などは、地下や屋上に水槽を設置するのが一般的であり、ボールタップはこれら公的施設への導入の見込みもある。これら医療や教育施設の整備を ODA 事業で実施する際にも同製品を活用することができる。

ODA 事業はその数が限られていることから、ビジネス展開においては、民間での活用も平行して実施することが望ましい。スリランカでは、集合住宅、工場、ホテル、アパートなどでも地下や屋上に水槽を設置するのが一般的であり、これらを所有する事業者へも同製品を販売できる。また、ボールバルブは家庭内でも水タンクやトイレ水槽に広く使われており、一般市民への販売も見込める。特に山岳地帯の水圧の高い地域では、高水圧に耐え得る耐久性の高いボールバルブのニーズが高いこと、前述のとおり SLSI (スリランカ標準協会) による家庭用ボールバルブの製品規格が策定された後は、粗悪品が市場から閉め出されるため、耐久性が高く高品質な本邦企業の家庭用ボールバルブの市場占有率の拡大の機会が高まると思われる。

#### (2) 減圧弁

前述のとおりスリランカの既存の減圧弁は耐久性や品質に問題がある。耐久性が高く詰まりが発生しない本邦企業の減圧弁は、これに代替するものとしての活用が見込まれる。ボールバルブ同様、ODA 事業において我が国中小企業の減圧弁の品質や機能が実証されれば、その他の公共事業への導入、例えば地方自治体や NGO が運営維持管理する住民上水道施設へも導入が見込める。

事業活動の持続発展性を担保するためには、ODA 事業における同製品の活用に加えて、民間を対象としたビジネス展開を行う必要がある。減圧弁は、ホテル、高層アパートなどにおける水圧差の調整にも使われるため、これらの施設の建設や維持管理にかかる民間事業者への販売が見込まれる。なお本調査では、山岳地帯の水圧が高い地域においては、高水圧により宅内給水装置が破損することがあり、住民からの苦情が NWSDB に寄せられていることがわかった。減圧弁を宅地内引込み管に設置することにより、このような事態を効果的に防止することができる。

#### (3) パッケージ型浄化槽

ODA 事業である普及・実証事業においてパッケージ型浄化槽の処理特性や効果が実証された後、全国各地における下水処理の緊急性の高い場所を特定し、それらを取りまとめて支援の対象とする有

償資金協力事業を形成・実施すれば、同国における下水処理の改善とそれによる水質や環境の改善に大きく貢献する<sup>183</sup>。前述のとおり、人の多く集まる、バスステーション、大学の寮、集団住宅、工業団地などの下水処理改善のニーズが高いところが候補地となる。CEAの説明では、特に取水地の水質保護の観点から、同国の主要河川であるケラニ河(Kerani River)、マハウェリ河、カル河(Kalu River)、ニルワラ河(Niruwala River)の取水地上流の汚染源については、早急な対策が必要であるとのことであった。

このようなODA事業を通して同製品の有効性が周知されれば、民間の事業主体における提案商品の活用可能性も見込まれる。同製品は、ホテルなど高度処理の実施を目指している施設、特殊処理が必要な工場の需要にも同製品は対応できる。同国では内戦終結後、全国各地にホテル・リゾート建設が進んでおり、同製品に対する民間のマーケットニーズは拡大傾向にあるといえる。

#### 4-4-2 中小企業の海外展開による日本国内地域経済への貢献

提案する中小企業の製品・技術の海外展開により、まず中小企業が我が国で企業展開している地域において、他の中小企業などに対して、社会経済状況を始め、調達・販売関係、現地法人関係などに関する貴重な情報について提供することができる。例えば、中部地方には水ビジネスの国内外における展開を目的として「水のいのちものづくり中部フォーラム」という産学官によって構成される協議会があるが、約100の会員の中には自らでは情報収集能力のない中小企業も多い。これらの企業にとっては海外における現地情報は事業展開の検討に際しての有効なものとなる。

中小企業の海外展開によって、大きくは期待できないものの関連分野の企業への生産誘発波及効果が期待できる。さらには例えば、水供給の効率化を目的として自動バルブ設置とともに精度の高い水道メーターや流量計を設置し、あわせて無収水対策事業を実施するというように、「点的な」ビジネスから「面的な」ビジネスに拡大展開するような、我が国の技術・製品群を相乗的にパッケージ化し、海外展開の可能性を増大することも期待できる。あわせて日本ブランドの普及促進にも貢献できると推察される。

---

<sup>183</sup> ただし、このようにとりまとめて支援の対象とした場合、カウンターパート機関が多岐にわたるため、事業の持続性を担保するためには、関係する複数の機関の下水処理事業の運営維持管理能力の向上を図る必要がある。