

令和4年度環境省委託事業

令和4年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務  
(脱炭素交通及び再生可能エネルギーによる脱炭素都市形成事業)

報告書

令和5年3月

日本エヌ・ユー・エス株式会社

富山市



## 目次

第1章	本業務の背景と目的.....	1
1.1	業務の背景 .....	1
1.2	業務の目的 .....	1
1.3	本業務の実施体制.....	2
第2章	令和3年度までの調査結果の概要.....	3
第3章	脱炭素公共交通事業.....	5
3.1	バイオ燃料利活用サプライチェーンの構築.....	6
3.2	バイオ燃料利活用事業に関するステークホルダーとの関係構築.....	8
3.3	脱炭素交通の実現に向けた課題と今後の取組方針.....	10
第4章	小水力発電及び太陽光発電を軸とした 再生可能エネルギーの普及事業...	14
4.1	既存の小水力発電の発電量の回復又は増加に資する施策の検討.....	15
4.1.1	ハード面での施策検討.....	16
4.1.2	ソフト面での施策検討.....	26
4.1.3	新規 JCM 案件の可能性について.....	27
4.2	公共施設に対する太陽光発電事業計画の策定.....	30
4.2.1	現地調査結果.....	30
4.2.2	電力需要データ及び需要シミュレーション.....	38
4.2.3	設備設置検討及び発電量シミュレーション.....	41
4.2.4	事業実施体制の検討.....	42
第5章	再生可能エネルギーを活用した非電化地域の電化事業.....	44
5.1	事業モデルの検討に必要な情報の収集.....	44
5.1.1	コブニ村の概要.....	45
5.1.2	コブニ村の発電ポテンシャル.....	46
5.1.3	コブニ村の電力需要やニーズ.....	49
5.2	他地域への横展開に向けたプロモーション方法の検討.....	55
5.3	事業モデル案及び今後の方針.....	59
第6章	制度構築支援分野及び都市間連携活動.....	62
6.1	都市間連携活動概要.....	62
6.2	セミナー .....	63
6.2.1	IRDA との都市間連携セミナー .....	63
6.2.2	コタキナバル市との都市間連携セミナー.....	66
6.3	制度構築支援.....	70
第7章	まとめ .....	72
7.1	今年度の都市間連携事業の成果.....	72
7.2	次年度以降の方針.....	73
第8章	添付資料 .....	77
8.1	添付資料1：小水力発電技術セミナー資料（北電技術コンサルタント） ..	77
8.2	添付資料2：小水力発電技術セミナー資料（SESB） .....	98
8.3	添付資料3：都市間連携セミナー資料（富山市） .....	105
8.4	添付資料4：都市間連携セミナー資料（IRDA） .....	112
8.5	添付資料5：都市間連携セミナー資料（コタキナバル市） .....	120

## 図目次

図 1-1	本業務の概要及び実施体制.....	2
図 3-1	検討したバイオ燃料利活用サプライチェーン.....	6
図 3-2	日揮ホールディングス社がインドネシアで検討している事業イメージ... 9	9
図 3-3	フードデリバリーサービスのバイクが並ぶ様子.....	1 1
図 3-4	BaaS 事業の概要及び特徴.....	1 1
図 3-5	台湾で進められている BaaS の導入事例.....	1 2
図 4-1	Naradau 発電所の位置及び概要設備.....	1 6
図 4-2	クンダサンの様子.....	1 6
図 4-3	Liwagu 川取水口周辺のアクセス道路の様子.....	1 8
図 4-4	Mesilou 川取水口周辺のアクセス道路様子.....	1 8
図 4-5	チロル型式取水のイメージ.....	1 9
図 4-6	Liwagu 川取水口.....	1 9
図 4-7	取水口から沈砂池までの経路.....	2 0
図 4-8	沈砂池の全景（令和 3 年度事業においてドローンで撮影した様子）... 2 0	2 0
図 4-9	Liwagu 川送水口及びメンテナンスの様子.....	2 0
図 4-10	送水用のパイプライン.....	2 1
図 4-11	Mesilou 川取水口の損壊の様子.....	2 1
図 4-12	Mesilou 川の沈砂池の様子.....	2 2
図 4-13	Mesilou 川取水口からの地上ペンストックの様子.....	2 2
図 4-14	Naradau 発電所建屋の様子（タービン及び発電機）.....	2 3
図 4-15	Naradau 発電所の制御盤及び発電データ記入表.....	2 3
図 4-16	小水力セミナーの様子.....	2 7
図 4-17	マレーシアの地域ごとの電力部門の排出係数.....	2 8
図 4-18	SESB 社の再生可能エネルギー導入状況の比較.....	2 9
図 4-19	SESB 社の今後の再生可能エネルギー開発計画の概要.....	2 9
図 4-20	コタキナバル市役所の概要図.....	3 1
図 4-21	エリア A の屋根の様子.....	3 2
図 4-22	エリア B の屋根の様子.....	3 2
図 4-23	C ビル屋上の様子.....	3 3
図 4-24	屋根付きの駐車場.....	3 4
図 4-25	屋根なしの駐車スペース.....	3 4
図 4-26	カーポート型太陽光発電システム.....	3 5
図 4-27	屋根付きのバイクの駐輪場.....	3 5
図 4-28	Tanjung Aru の商業スペース及び屋根の様子.....	3 6
図 4-29	Tanjung Aru の駐車スペースの様子.....	3 6
図 4-30	Anjung Selera の概要.....	3 7
図 4-31	Anjung Selera のフードコート及び 2 階オフィスの様子.....	3 7
図 4-32	Anjung Selera の駐車スペース及びアネックスビルの様子.....	3 8
図 4-33	Anjung Selera の駐車スペースの様子.....	3 8
図 4-34	電力会社から発行される請求書.....	3 9
図 4-35	コタキナバル市役所の年間電力消費量の時間別シミュレーション.... 4 1	4 1

図 4-36	太陽光パネルの提案設置図面.....	4 2
図 4-37	太陽光発電設備を導入した際の電力発電及び消費量の比較.....	4 2
図 4-38	Recoveane Ent 社が関与している太陽光発電事業.....	4 3
図 4-39	事業実施体制（案）.....	4 3
図 5-1	コブニ村の位置.....	4 5
図 5-2	サバ州住民の民族構成.....	4 5
図 5-3	コブニ村の全景.....	4 6
図 5-4	イナナム川及びコブニ川の位置.....	4 6
図 5-5	イナナム川の様子.....	4 7
図 5-6	イナナム川の流速測定の様子.....	4 8
図 5-7	コブニ川の様子.....	4 9
図 5-8	流量及び流速測定の様子（コブニ川）.....	4 9
図 5-9	コブニ村の主な施設.....	5 1
図 5-10	コブニ村に接続されている電力グリッド.....	5 1
図 5-11	街灯の必要なエリア.....	5 2
図 5-12	コブニ村におけるろ過設備.....	5 2
図 5-13	取水ラインの修理の様子.....	5 3
図 5-14	水供給調査対象地域.....	5 4
図 5-15	水供給・浄化技術及び事業の整理.....	5 5
図 5-16	Kionsom 滝の様子.....	5 6
図 5-17	Mari Mari 文化村の様子.....	5 7
図 5-18	本事業で検討した事業モデル案.....	5 9
図 5-19	富山市土遊野マイクロ発電設備の概要（家庭規模）.....	6 0
図 5-20	エコツーリズムプログラム.....	6 0
図 5-21	今後のコブニ村における事業体制案.....	6 1
図 6-1	都市間連携セミナーの様子（IRDA）.....	6 6
図 6-2	都市間連携セミナーの様子（コタキナバル市）.....	7 0
図 6-3	LCSIM2050.....	7 1
図 7-1	新日本コンサルタント社が検討しているバッテリー交換式電動バイク.....	7 4
図 7-2	Phase2 応募予定事業.....	7 5

## 表目次

表 2-1	令和3年度までの都市間連携事業の成果のまとめ.....	3
表 3-1	ジョホール州 KUMPULAN PRASARANA RAKYAT との面談概要 (2022年7月)	7
表 3-2	Gas Malaysia との面談概要 (2022年7月) .....	8
表 3-3	Gas Malaysia との面談概要 (2022年10月) .....	9
表 3-4	IRDA との面談概要 (2023年2月) .....	12
表 4-1	Naradau 発電所電力効率の推移 .....	17
表 4-2	取水方式の比較.....	24
表 4-3	チロリアン取水方式の比較.....	25
表 4-4	小水力発電技術セミナーのアジェンダ.....	26
表 4-5	令和3年度事業で調査した太陽光パネル導入候補地点と調査概要.....	30
表 4-6	2018年12月～2019年11月におけるコタキナバル市役所の電力消費量	40
表 4-7	2020年12月～2021年11月におけるコタキナバル市役所の電力消費量	40
表 5-1	イナナム川の流速及び流速の推定結果.....	48
表 5-2	コブニ川の流量及び流速測定結果.....	49
表 5-3	各施設の電力使用量と主な電力使用用途.....	50
表 5-4	コタキナバル市周辺の村落における水供給状況 (一部抜粋) .....	54
表 5-5	コタキナバル市役所及び UMS のヒアリング (2022年7月25日) .....	58
表 5-6	UMS との面談概要 (2022年7月25日) .....	58
表 5-7	事業実施体制における役割.....	61
表 6-1	IRDA 訪問及び意見交換の概要 (2022年10月) .....	62
表 6-2	コタキナバル市訪問及び意見交換の概要 (2022年10月) .....	63
表 6-3	都市間連携セミナーのアジェンダ (IRDA) .....	64
表 6-4	都市間連携セミナーの議事概要 (IRDA) .....	64
表 6-5	都市間連携セミナーのアジェンダ (コタキナバル市) .....	67
表 6-6	都市間連携セミナーの議事概要 (コタキナバル市) .....	67
表 7-1	今年度の都市間連携事業の成果のまとめ.....	72

## 略称の一覧

略語	英語	和訳
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
BOG	Boil off gas	気化ガス
BRT	Bus Rapid Transit	バス高速輸送システム
CNG	Compressed natural gas	圧縮天然ガス
EPC	Engineering, Procurement and Construction	設計、調達、建設
FIT	Feed in Tariff	固定価格買取制度
GHG	Green house gas	温室効果ガス
DDF	Dual Diesel Fuel	ディーゼル油/CNG の混合燃料
IRDA	Iskandar Region Development Association	イスカンダル地域開発庁
IRR	Internal Rate of Return	内部収益率
JANUS	Japan NUS Co., Ltd.	日本エヌ・ユー・エス株式会社
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
KK	Kota Kinabalu City	コタキナバル市
LNG	Liquefied Natural Gas	液化天然ガス
LPG	Liquefied petroleum gas	液化石油ガス
LRT	Light Rail Transit	次世代型路面電車システム、軽量軌道交通
MRV	Measurement, Reporting and Verification	温室効果ガス排出量の測定、報告及び検証
NDC	Nationally Determined Contributions	パリ協定における自国が決定する貢献
POME	Palm Oil Mill Effluent	パームオイルミル排水
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標

# 第1章 本業務の背景と目的

## 1.1 業務の背景

平成28年11月にパリ協定が発効され、2020年を迎えた昨今、いよいよパリ協定の実施段階に入っている。マレーシア政府は、自国が決定する貢献（NDC, Nationally Determined Contribution）として、2030年に2005年比で温室効果ガスを35%削減すること、そして国際的な協力が得られる条件下で45%まで削減することを目標として掲げている。また、2019年には2025年までに発電用燃料全体に占める再生可能エネルギーの比率を20%に引き上げることを目標とする、「マレーシア・エネルギー供給2.0(MESI2.0)」計画を発表し、温室効果ガス削減に向けた活動をより活発化している。

こうした中で、「SDGs 未来都市」である富山市は、公共交通を軸としたコンパクトなまちづくりや地域特性を活かした小水力などの再生可能エネルギーの活用で実績を評価され、国際連合から日本で唯一「エネルギー効率改善都市」として認定されている。富山市は環境先進都市としての役割を果たすため、現在、マレーシア連邦ジョホール州内に位置するイスカンダル地域及びボルネオ島北部サバ州の州都であるコタキナバル市と再生可能エネルギーの活用や公共交通活性化に関する協力協定を締結し、脱炭素社会実現に向け、市や市内企業の環境に関する技術やノウハウの国際展開を進めている。



## 1.2 業務の目的

パリ協定では、中央政府に加えて自治体・都市を含む非政府主体による気候変動を加速させることが掲げられているが、具体的な地域の気候変動対策やプロジェクトを検討・実施するうえで、都市や自治体はキープレイヤーとなる。世界全体での脱炭素社会の実現に向けては、特に経済成長が著しいアジアにおいて、持続可能な脱炭素社会、またその通過点としての低炭素社会の構築への動きを加速させることが必要であり、社会経済の発展を支える活動の場である都市の脱炭素化・低炭素化に向けて、国際的にも都市の取組を支援する動きが強化されてきている。

本事業では、イスカンダル地域、コタキナバル市の両都市の2050年のカーボンニュー



トラルの実現に向けた具体的な取り組みとして、①バイオ燃料や電気バス等を活用した脱炭素公共交通を軸とした都市開発事業、②小水力発電及び太陽光発電を軸とした再生可能エネルギーの普及事業、③再生可能エネルギーを活用した非電化地域の電化事業について検討したうえで、本都市間連携事業を通じた両都市の2050年カーボンニュートラル宣言及び本事業で検討した取り組みの温室効果ガス排出削減計画への反映に資する取組を実施した。

### 1.3 本業務の実施体制

本年度の業務実施体制は、図 1-1 の通りである。都市間連携の枠組みの元、富山市とイスカンダル地域、コタキナバル市が協力協定を結び、イスカンダル地域開発庁とコタキナバル市が窓口となり、それぞれ本調査の検討対象事業や政策立案の支援に関する協議を実施した。

事業化の検討に際しては、富山市内の企業として、産業ガスのサービスに特化した企業で、インドネシアにおいて都市間連携事業をきっかけとしたJCM設備補助事業（公共交通バス燃料転換）を組成した経験を有する北酸株式会社、小水力発電事業組成やエンジニアリング設計の経験を有する北電技術コンサルタント株式会社、太陽光発電のエンジニアリング設計の経験を有する株式会社日本空調北陸、国際協力の取組を実施している富山国際大学、バイオガスの液化技術の知見を有する日揮グローバル株式会社等と連携した。また、日本エヌ・ユー・エス株式会社は、都市間連携にかかる情報収集、各調査支援、関連する機関や企業の連絡調整を含めた事業全体のマネジメントを行った。

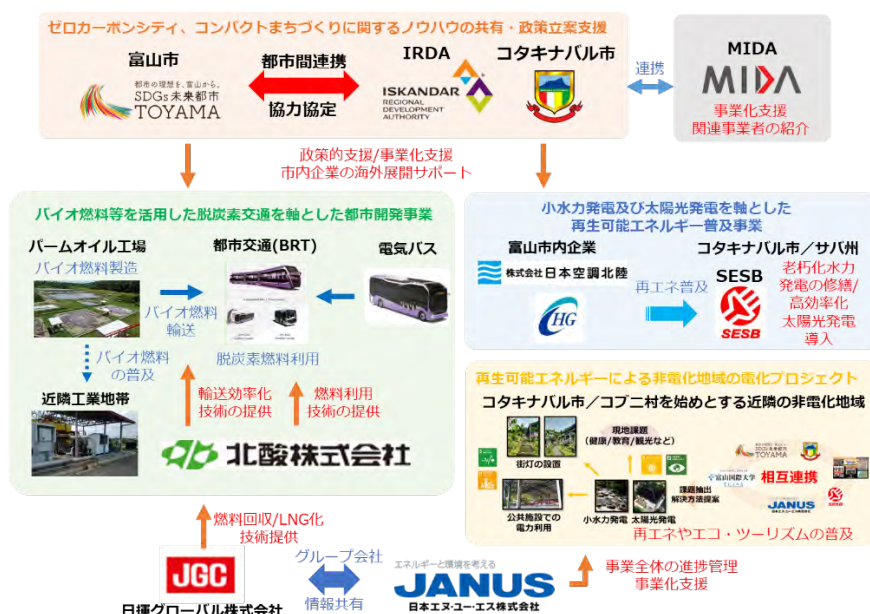


図 1-1 本業務の概要及び実施体制

## 第2章 令和3年度までの調査結果の概要

令和3年度までの都市間連携事業では、新型コロナウイルスの感染拡大により、現地調査を実施することが出来なかったが、オンライン会議等を活用し、当初想定していた、JCM事業化に必要な情報を収集することが出来た。これらも含めた成果のまとめを表2-1に示す。

脱炭素交通事業に関しては、パームオイル工場のポテンシャルサイトを大幅に見出すことが出来た一方で、BRTで利用する燃料について、IRDAとしては、当面は電気バスを中心に交通分野の脱炭素化を目指す方針であることから、将来的なバイオ燃料利活用に向けては、交通分野以外でのバイオ燃料の利用拡大を目指すことで、バイオ燃料の利用に必要なインフラ設備を順次、整備していくことが必要であることが明らかとなった。

小水力発電については、優先的に検討する地点を選定した上で、オンライン現地調査等も実施し、これまでより、詳細な情報を入手することが出来た。また、太陽光発電については、コタキナバル市役所の屋根に設置することにより、ある程度コストメリットが見出せることが示唆された。

非電化地域における再生可能エネルギーを活用した電化プロジェクトの実現については、小水力発電や太陽光発電等の再生可能エネルギーの普及を中心としつつ、現地の課題解決につながるような電力利用先の検討や環境教育プログラムの開発も含めたプロモーション方法の検討、他地域への横展開方法の検討等が必要であることが示唆された。

表 2-1 令和3年度までの都市間連携事業の成果のまとめ

プロジェクト	成果
脱炭素公共交通事業	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ バイオ燃料供給サイトの拡大に向け、イスカンダル地域及びコタキナバル市付近のパーム工場を抽出し、ポテンシャル量を把握した。</li> <li>・ バイオ燃料供給事業の実現に向け、パームオイル事業者へのアプローチを開始した。</li> <li>・ バイオ燃料供給設備・輸送設備に関する技術的検討を行い、設備コスト・運用コストの精緻化を行った</li> <li>・ BRTシステム導入に際して、バイオ燃料への燃料転換を実施した際のメリットを把握し、現地へ燃料転換事業への働きかけを実施した。</li> <li>・ バイオ燃料利活用事業の実現に向け、ボランタリークレジットなどの活用も含め、複数のビジネススキームについて検討した。</li> <li>・ 公共交通（BRT）導入に関する先行事例を調査した上で、ワークショップにおいてその内容や課題について共有した。</li> </ul>

再生可能エネルギー事業	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 小水力発電のリハビリ候補地点を選定した。</li> <li>・ 設備利用率低下の原因を把握するため、オンライン現地調査を実施した。</li> <li>・ オンライン現地調査及び文献調査の結果から、設備利用率低下の要因や課題を抽出し、ハード面・ソフト面の双方から、課題の解決方法について考察した。</li> <li>・ 再生可能エネルギー事業化に関する制度面や規制面での課題を抽出した。</li> <li>・ 公共施設の太陽光発電導入ポテンシャルサイトを選定し、パネル設置図面や推定発電量を算出した。</li> </ul>
再生可能エネルギーを活用した電化事業	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ コブニ村における電力利用課題について把握し、電力利用量等の基礎情報に関する情報収集を実施した。</li> <li>・ 非電化地域の電化事業に関する先行事例等から、今後の方針について整理した。</li> </ul>
都市間連携活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ワークショップにおいて、富山市の取組みや政策について紹介した。</li> <li>・ 富山市のオンラインツアーにより、富山市や市内企業の取組み内容について共有した。</li> </ul>

### 第3章 脱炭素公共交通事業

マレーシアはパームオイル生産量世界第2位（2,148.6万t, 2014年）であり、イスカンダル地域の位置するジョホール州はパームオイルの精製能力が国内第3位（1,589万tFFB[Full Fruit Bunches], 2015年）、コタキナバル市の位置するサバ州は国内第1位（3,376万tFFB, 2015年）となっている。パームオイル工場からの排水（POME: Palm Oil Mill Effluent）は、有機性汚濁物質が高濃度で含まれており、その処理が長年の課題となっている。特にサバ州では、飲料や入浴などの生活用水として河川水を用いる地域において、POMEの汚染がみられ、これに起因する健康被害も報告されている。この問題への対応策として、マレーシア政府は、パームオイル産業向けの環境規制を強化し、排水基準の設定によるPOMEの適性処理を義務付けている。それ以降、パームオイル工場では、POMEをラグーンと呼ばれる素掘りの排水池で処理してきたが、発酵反応により温室効果ガスであるメタンガスが発生することから、国家重点経済分野：National Key Economic Areas（NKEA）において、2020年を目標年に、POMEの処理過程で排出されるメタンガスを回収、再利用することを勧告している。

一方、現状では、同勧告に従い、メタンガスの回収・利用設備を導入する事業者は一部大企業に限られており、多くの事業者は、メタンガス回収設備の設置コストが大きいことや、回収したメタンガス利用先や輸送事業者が見つからないことを理由に、POMEを未処理のまま河川放流するか、ラグーン処理するのみに止まっており、環境汚染や地球温暖化の大きな要因となっている。

そこで、本都市間連携事業では、POMEを回収し、その処理過程で発生するメタンガスをカーボンニュートラル燃料（バイオ燃料）として有効利用することを検討した。令和2年度事業及び令和3年度事業では、イスカンダル地域及びコタキナバル市周辺に存在するパームオイル工場やその処理量から、バイオ燃料の供給ポテンシャル量の調査を行うとともに、バイオ燃料製造・輸送に必要な設備コスト及び運用コストについて検討した。加えて、バイオ燃料需要側の調査として、イスカンダル地域で導入予定のBRTでの利用ポテンシャル量やそれに伴う温室効果ガス削減量、経済メリット等について調査・整理した。一方、事業実現に向けた課題として、マレーシアでは、分野を問わずバイオ燃料の利活用が普及しておらず、交通分野へ利用するためには、燃料輸送や燃料供給インフラの整備を含め、広くバイオ燃料を普及させる必要があることが明らかとなった。そのため、令和3年度事業で開催したワークショップでは、IRDAより、インフラ整備に必要なコストを交通分野のみで負担することは難しいため、脱炭素交通の実現に向け、イスカンダル地域周辺に存在する産業分野でのバイオ燃料の普及も合わせて検討したい要望を受けた。そこで、今年度事業では、応募事業の実現に向け、新たなビジネススキームの検討及びバイオ燃料利活用の普及に向けた実施体制の構築を目指した。

また、これらの技術的な検討に加え、脱炭素交通の構築に向けた検討として、富山市が

導入した公共交通（LRT）に関する政策とゼロカーボンシティ宣言やエネルギービジョンといった脱炭素政策の関係性等について整理し、共有するとともに（第6章に記載）、イスカンダル地域における脱炭素交通の実現に向けた課題と今後の取組方針について協議した。

### 3.1 バイオ燃料利活用サプライチェーンの構築

前述の通り、バイオ燃料の交通分野での利活用事業実現に向けては、交通分野以外にも含め、広くバイオ燃料の利活用を普及させる必要があることが明らかとなった。また、現在、我が国とマレーシア国間ではJCM締結前であるため、国内外のステークホルダーとも協議し、まずは、**図 3-1** に示すバイオ燃料利活用サプライチェーンを検討した。

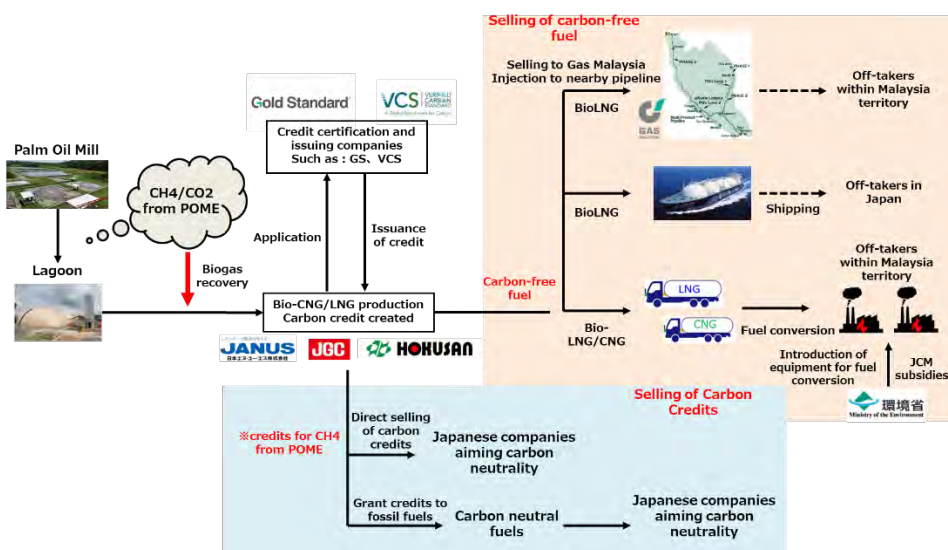


図 3-1 検討したバイオ燃料利活用サプライチェーン

上記サプライチェーンの構築にあたり、2022年7月に現地へ渡航し、ジョホール州の KUMPULAN PRASARANA RAKYAT (KPRJ) 及び Gas Malaysia 社と面談を実施した。以下、面談の概要を示す（表 3-1、表 3-2）。面談では、いずれのパートナー候補からも前向きなコメントを受領することができた。特に、Gas Malaysia 社では、先行的に廃棄物埋立場におけるバイオメタンの回収及び導管注入の検討を実施予定であったことから、今後のビジネスパートナーの有力候補として、次項以降の検討を優先的に実施した。

表 3-1 ジョホール州 KUMPULAN PRASARANA RAKYAT との面談概要 (2022 年 7 月)


<p>参加者</p>	<p>ジョホール州 KUMPULAN PRASARANA RAKYAT (5 名)、日本エヌ・ユー・エス (2 名)</p>
<p>面談概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ POME からのバイオメタンは、事業者が自社のパームオイル精製プラントにおいて発電用で利用している事例もある。今後、改修したバイオメタンを販売する場合、自社利用用の供給と競合しないように注意する必要がある。(KPRJ)</li> <li>・ バイオメタンをバスの燃料として利用する場合、持続可能性が重要である。POME からの回収により CO2 が削減できることは理解したが、例えば、コスト的経済性が成立するのかなど、事前に十分な検討を行う必要がある。(KPRJ)</li> <li>・ 特に、LNG を液化する場合、それなりのエネルギーも必要となることから、CNG/LNG いずれが成立するののかも検討の余地がある。(KPRJ)</li> <li>・ また、CNG として利用する場合においても、最終的な燃料の発熱量なども含め、製品の品質を安定させる必要がある。POME 由来のバイオメタンで安定的な供給が技術的に可能なのかも検討が必要である。(KPRJ)</li> <li>・ 仮に POME 由来のバイオメタンによる燃料供給が不足する場合、廃棄物等からのメタン回収も、一時的な代替手段として検討できる。(KPRJ)</li> <li>・ パームプランテーションは、現在、成長途中段階のものが多いと認識している。今後、プランテーションの量として、ピークとなってその後減少するのか、もしくは安定的に確保が可能なのかなど、プランテーション事業者を確認する必要がある。(KPRJ)</li> </ul>
<p>写真</p>	



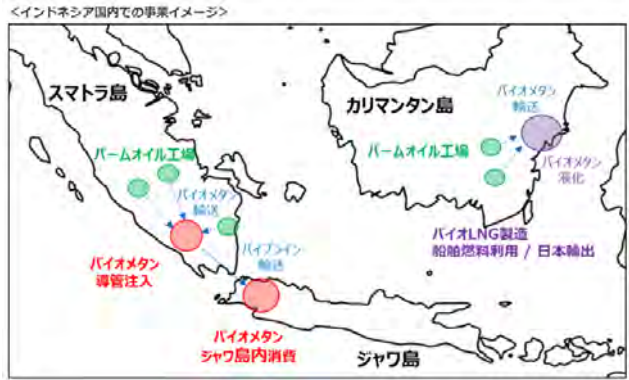
表 3-2 Gas Malaysia との面談概要 (2022 年 7 月)

参加者	Gas Malaysia (3 名)、日本エヌ・ユー・エス (2 名)
面談概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2022 年 8 月からジョホール州内、廃棄物の埋立地からのメタン回収に関する PJ の検討を行う予定であったことから、今回の内容はタイムリーな検討であり歓迎する。(Gas Malaysia)</li> <li>・ CNG/LNG 両面で検討を進めているようであるが、Gas Malaysia 社のこれまでの経験やコスト面を考慮すると、CNG での事業化を推奨する。</li> <li>・ インフラ整備の課題については、公共バスの数も少なく、走行距離も 20~40km 程度と、そこまで多くないため、適切な管理を行うことで、大規模なインフラ整備は必要ないと想定できる。</li> <li>・ カーボンクレジットの売買については、マレーシアでは、制度設計がなされていないことから、まずは、国の制度の構築が必要であると認識している。</li> </ul>
写真	

### 3.2 バイオ燃料利活用事業に関するステークホルダーとの関係構築

当社のグループ会社の日揮ホールディングスでは、インドネシア国において、**図 3-1** に示すビジネススキームと類似のプロジェクトを検討している<sup>1</sup> (**図 3-2**)。バイオ燃料利活用事業の早期の実現に向けては、同プロジェクトの知見等も活用し、検討することが望ましいと考え、以降の検討は、日揮ホールディングスを含めた検討を実施した。

<sup>1</sup> [https://www.jgc.com/jp/news/2022/20220425\\_01.html](https://www.jgc.com/jp/news/2022/20220425_01.html)



出典：日揮ホールディングスプレスリリース

図 3-2 日揮ホールディングス社がインドネシアで検討している事業イメージ

まず、バイオ燃料利活用事業の実現に向けて、2022年10月に Gas Malaysia 社を訪問し、事業実現に向けた意見交換及び今後の検討方針等について協議した結果を表 3-3 に示す。

表 3-3 Gas Malaysia との面談概要 (2022年10月)

参加者	Gas Malaysia (3名)、日本エヌ・ユー・エス (2名)
面談概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日揮ホールディングス社がインドネシアで検討しているバイオメタンプロジェクトについて、生産規模やバイオガス中に含まれるバイオメタンと CO2 の割合を知りたい。(Gas Malaysia) →早急に日揮ホールディングスを含めた3社で NDA を締結して詳細な情報のやり取りを実施したい。(JANUS)</li> <li>・ Gas Malaysia 社が分析した結果、マレーシアで POME から回収されるバイオガスには、CO2 が 30%程度含まれていると認識しており、他国と比較して高いと考えている。仮に、バイオガス中のバイオメタンを回収したとしても、CO2 を大気に排出しても、クレジットは発行できるか確認したい。(Gas Malaysia)</li> <li>・ Gas Malaysia 社では、有機性廃棄物からのメタン回収事業も合わせて検討している。(Gas Malaysia)</li> <li>・ バイオ燃料の販売については、EU と Singapore 側での需要はあるが、輸送時における CO2 排出量が課題となる可能性がある。(Gas Malaysia)</li> <li>・ Gas Malaysia 社では、これまで、マレーシア国内の企業とバイオメタン等の液化装置を共同研究により開発してきている。当該技術では、通常の化石燃料由来の LNG と競争できる程度の価格でバイオ LNG が販売できると考えている。</li> </ul>



上記の方針を踏まえて、当社のグループ会社である日揮ホールディングス社も含め、2023年1月にNDAを締結し、2022年12月から2023年2月に複数回の事業の詳細について協議を重ねた。その結果、最終的に、2023年3月3日に日本で開催されたアジア・ゼロエミッション共同体（AZEC）閣僚会合官民投資フォーラムにおいて、以下の内容について、3者間のMoUを締結し、今後のより詳細な検討フェーズへ進むことに合意した。今後は、早ければ2023年度中の特別目的会社（SPC）の設立、プロジェクトスタートが見込まれ、本都市間連携事業の大きな成果の1つとして捉えている。

- ・ バイオメタンプロジェクトの開発について
  - ✓ 新規のバイオメタンプロジェクトの開発
  - ✓ 既存のバイオメタンプロジェクトの販売及びマーケティング
- ・ 持続可能なパーム産業の開発について
  - ✓ バイオマス発電所向けのEFBペレットの製造
  - ✓ SAFプロジェクトの開発
  - ✓ バイオ製品の開発

### 3.3 脱炭素交通の実現に向けた課題と今後の取組方針

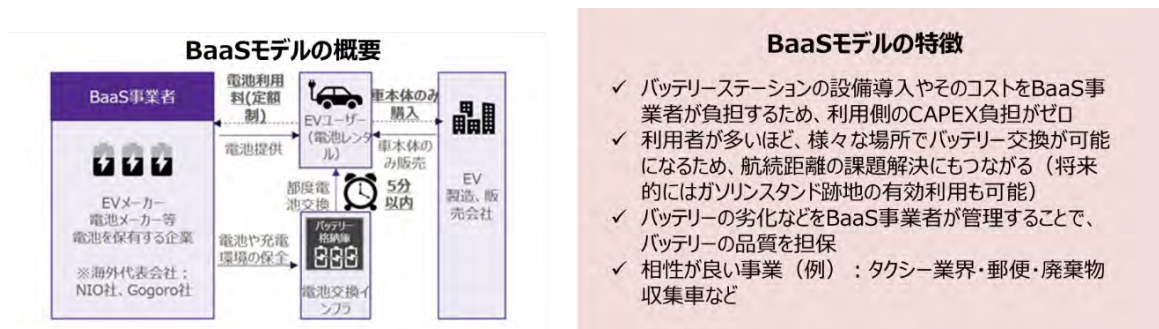
前項に記載したバイオ燃料利活用事業の検討と合わせて、イスカンダル地域で課題となっている交通分野における温室効果ガスの排出削減の方法や課題について、検討を進めた。

これまでの都市間連携事業では、IRDAで検討している公共交通機関（BRT）の脱炭素化について検討し、電気バスやバイオ燃料という手段で、将来的な脱炭素化を目指す方向性となっている。一方、イスカンダル地域は近年急速に発展をしていることに加え、シンガポールの労働者のベットタウンとなっていることもあり、住民の移動手段として、バイクからの排出量も非常に多くなっている（車両の渋滞を回避するため、シンガポールへバイクで通勤している状況である）。加えて、近年は、Grabやフードデリバリーサービスも急速に発展していることから、今後、脱炭素の実現に向け、バイクからの排出量の削減が必要不可欠となる（図 3-3）。



図 3-3 フードデリバリーサービスのバイクが並ぶ様子

2022年7月にIRDAを訪問した際、交通分野の脱炭素化について議論した際、台湾で既に事業化され、我が国では現在先行的に実証されているバッテリー交換式の電気バイクのBaaS事業（Battery as a Service）について紹介したところ、IRDAから大きな関心を得た。BaaS事業の概要及びBaaSモデルの特徴は図3-4に示す通りで、ステーション導入に関する事業者のコスト負担を抑えることが可能であると同時に、バッテリーの充電時間や航続距離の課題を解決できる特徴を有している。



出典：<https://news.mynavi.jp/techplus/article/qunie-baas-1/>

図 3-4 BaaS 事業の概要及び特徴

台湾では、既にGogoro社が2015年から先行的に事業を実施しており、2022年8月時点でサービスの契約数は50万を達成、台湾全土で2,400箇所以上のバッテリーステーションを配備し（図3-5）、新二輪車販売の25%を電動二輪車が占めている状況である。



出典：Gogoro 社ホームページ

図 3-5 台湾で進められている BaaS の導入事例

これらの情報を基に、2023 年 2 月に IRDA を訪問した際に、脱炭素交通の実現に向けた今後の取り組み方針等について協議した結果を表 3-4 に示す。面談では、次年度以降、バッテリー交換式バイクを活用した BaaS 事業の実施に向けたマスタープランの検討及びバッテリー充電に利用する電力の脱炭素化及びエネルギーマネジメントの方針について検討したい意向を確認した。

表 3-4 IRDA との面談概要（2023 年 2 月）

参加者	IRDA（3 名）、富山市（2 名）、日本エヌ・ユー・エス（2 名）
面談概要	<p>【Blue Shark 社について】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ マレーシアでの BaaS 事業者として Blue shark 社を紹介したい。同社は現時点でマレーシア政府から充電ステーション及び乗り物導入許可の 2 種類を取得している唯一の企業である。（IRDA）</li> <li>・ 現在、クアラルンプール市内で先行的に実証試験を開始しており、市内 4 箇所に充電ステーションを設置し、様々なデータを取得している。（IRDA）</li> <li>・ 電気バイクはマレーシアではまだ浸透しておらず、利用者もまだ少ないが、脱炭素交通の実現には不可欠であると考えている。（IRDA）</li> <li>・ クアラルンプールでのバイク利用者は B40（Bottom40：所得が低い）層で、高いコストを支払って、電気バイクを取得できるような利用者ではない。そういう意味で、BaaS のシステムを利用し、車体だけを購入し、コストの大半を占めるバッテリーを共有で持つことで、B40 層でも電気バイクの購入が可能になり、脱炭素化に有効になる可能性が高いと考えている。（IRDA）</li> <li>・ Blue Shark 社と面談した結果、ジョホール州はシンガポールへの通勤手段としてバイクを利用している人も多く、バイク数は約 140,000 台となると予想されていることから、今後の有望なター</li> </ul>

	<p>ゲット地域と考えているようである。(IRDA)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>IRDA としては、シンガポールの状況も考慮している。具体的には、シンガポールでは、2050 年までの脱炭素計画を策定しているほか、EV（車両、バイク）の導入を積極的に進める計画となっている。</li><li>ジョホール州としては、1,000 箇所で充電ステーションの導入を目標すること、IRDA がモデルとなり、先行的に FS・実証等を実施し、州全体に広めたい進めたい意向である。</li></ul>
--	--

## 第4章 小水力発電及び太陽光発電を軸とした

### 再生可能エネルギーの普及事業

マレーシアでは、脱炭素化に向けた政策目標として、再生可能エネルギーの割合を現在の23%から2025年までに31%まで増加させることを掲げられており、サバ州では、2025年までに360MWを再生可能エネルギーで賄う計画が掲げられている。コタキナバル市が位置するサバ州は、立山連峰に囲まれ豊富な水資源を有する富山市と同様、東南アジア最高峰のキナバル山等を源とする水資源が豊富に存在し、小水力発電が多く存在している。その一方で、これらの設備は一様に稼働率が低く、ポテンシャルに比して十分に機能していないことが課題となっている。原因としては、経年劣化に起因する故障等により著しく設備利用率が低下している事例や、洪水等による被災後、復旧がままならず、設備利用率が低下したままとなっている事例がある。また、設備稼働当初から設備利用率が低い設備も存在している。これは、河川流量、流況、地質等の設置条件が十分に検討されず導入に至り、不適合な水理条件の下で水車発電設備が計画通り動作しない現象であると推測される。こうした背景から、水力発電事業については、太陽光発電や風力発電と比較し、安定的な電力供給が可能であることから、2021年～2025年にかけて、水力発電事業を優先的に促進する計画がある。このように、水資源は豊富に存在するものの、そのポテンシャルを活かしきれていない設備が多く見受けられることから、本都市間連携事業では、サバ州内に存在する設備利用率が低下している小水力発電設備の復旧（リハビリ）、もしくは、日本製のより高効率な設備へと切り替え、小水力発電による発電量を回復または増加させることで、化石燃料由来の電力を代替し、温室効果ガス排出量を削減することを目指す。

また、サバ州は日光が豊富なマレーシアの中でも日照量が多い地域であるため、再生可能エネルギーの開発として太陽光発電についてもポテンシャルが極めて高い地域である。コタキナバル市では、上述の「Green City Action Plan : Kota Kinabalu」の中で、市内の56箇所の学校施設等も含め、合計100MWの太陽光発電設備を導入することを目指している。

本事業では、富山市内企業として、小水力発電設備の導入検討を数多く実施した実績を有する北電技術コンサルタント株式会社及び富山市を中心に多数の太陽光EPC実績を有する株式会社日本空調北陸の協力を得て、コタキナバル市内を中心に、JCM設備補助事業等を活用した小水力発電及び太陽光発電の導入について検討した。

令和2年度事業では、コタキナバル市及びサバ州内に存在する小水力発電設備として、現地電力会社が所有する設備計7カ所（8.1MW）、民間事業者が所有する設備2カ所（3.6MW）に関して、発電設備の仕様や発電量の経年変化のデータを入手した。その結果、設備利用率が日本の平均値と比較し、非常に低い（平均20%前後）ことから、事業実施により、発電量を増加出来る可能性があることが示唆された。令和3年度事業では、現

地電力会社等と協議の結果、前述の 9 カ所の設備のうち、優先的に改修が必要である 2 カ所を対象設備として選定し、オンラインでの現地調査や事業者に対するヒアリングを通して利用率低下の要因について調査した。その結果、ハード面では水路からの漏水や設計課題、ソフト面では、運転方法、定期メンテナンスの方法等に関する課題を特定し、それらに対する解決策案を事業者に提示した。

また、太陽光発電事業に関しては、コタキナバル市役所と協議した結果、市が管理する施設に対する自家消費型の太陽光発電の導入を検討したい意向を確認したことから、市役所等を含む市内の施設 3 か所を太陽光発電設備の導入候補地点として選定し、設備設置図面を検討するとともにその導入効果を試算した。

今年度事業では、小水力発電事業については、現地事業者の意向を確認しながら、提示したハード面・ソフト面の双方の取組の実現に向けた取り組みを実施した。また、太陽光発電事業については、令和 3 年度に検討したポテンシャルサイトのうち、市役所の屋上での設置について、現地調査での詳細検討・設計を実施した。また、コタキナバル市では、FIT 制度等の再生可能エネルギーの導入に対する財政的支援政策が存在しないため、富山市や日本の自治体を実施している再生可能エネルギー導入促進につながる財政支援政策等について共有した（第 6 章に記載）。

#### 4.1 既存の小水力発電の発電量の回復又は増加に資する施策の検討

令和 2 年度事業では、コタキナバル市及びサバ州内に存在する小水力発電設備として、SESB 社が所有する設備計 7 カ所（8.1MW）、民間事業者が所有する設備 2 カ所（6.5MW）に関して、発電設備の仕様や発電量の経年変化のデータを入手した。その結果、設備利用率が日本の平均値と比較し、非常に低い（平均 20%前後）ことから、事業実施により、発電量を増加出来る可能性があることが示唆されたが、具体的な設備利用率低下の原因特定までには至らなかった。そこで、令和 3 年度事業では、特にリハビリが必要とされているサイトとして、Carabau 発電所及び Naradau 発電所を対象と選定し、文献調査やドローン等を活用したオンラインの現地調査を実施し、収集した情報から把握できる両発電所における課題やその解決案について検討した。

今年度事業では、SESB 社とも協議の上、両発電所のうち Naradau 発電所を選択し、現地調査及び現地運転員などへのヒアリング等から、より詳細な情報を把握した。あわせて、これまで収集した情報等をベースとして、我が国特有の複雑な小水力発電サイトにおける長年の安定運転技術の共有やそれらのサイトに適した設備の導入の可能性の検討促進、また我が国とマレーシアとの小水力発電に関する技術交流の深化を目的とした「小水力発電技術セミナー」を開催した。

また、SESB と協議し、将来的な JCM 設備補助事業の適用を見据えた新規案件についてもあわせて検討した。



#### 4.1.1 ハード面での施策検討

##### 1) 発電所の概要

Naradau 発電所は、コタキナバル市から約 100km 東に位置しているクンダサン (Kundasang) 市 (図 4-2) 付近の山岳地帯に位置している。クンダサンは、マレーシアにおいて最も標高の高い山であるキナバル山のふもとに位置しており、登山などを楽しみに来る観光客の受け入れスポットになっている。

Naradau 発電所は 1999 年に建設され、880kW のタービンが 2 基設置されており、落差約 150m で 2 つの別々の河川から取水していることが特徴として挙げられる (図 4-1)。



図 4-1 Naradau 発電所の位置及び概要設備



図 4-2 クンダサンの様子

近年の Naradau 発電所の発電の状況としては、表 4-1 に示すとおりであり、2015 年と 2020 年に大きく発電量が低下していることが分かる。SESB へのヒアリングによると、2015 年に発電量が低下した要因としては、サバ州で発生した地震の影響により 2 つあるうちの 1 つの取水口が損壊し、利用できなくなったためであり、2020 年に発電量が低下した要因としては、ノズルが故障したことに加え、雨季に発生した地滑りの影響や全体点検により発電を停止したことが要因である。

表 4-1 Naradau 発電所電力効率の推移

Year	Generated [kWh]	Capacity Factor [%]
2013	9,805,929	63.60
2014	9,385,730	60.88
2015	8,456,188	54.85
2016	4,035,744	26.17
2017	5,959,392	38.65
2018	5,830,432	37.82
2019	5,756,160	37.33
2020	4,292,640	27.84
2021 ~May	2,131,307	-

## 2) 現地調査

令和3年度事業では、特にリハビリが必要とされているサイトとして、Carabau 発電所及びNaradau 発電所を対象と選定し、文献調査やドローン等を活用したオンラインの現地調査を実施したが、実際の状況を確認し、対策を検討する必要があると判断し、2023年7月にNaradau 発電所の現地調査を実施した。

以下では、現地調査を実施した結果として、発電所までのアクセスから各取水口及びタービンの状況等について整理する。

### ■ 発電所までのアクセス

前述の通り、Naradau 発電所は、Mesilou (メジロウ) 川、Liwagu (リワグ) 川の2つの河川から取水している。そのうち、Liwagu 川における取水口については、山岳地帯の奥地に存在しており、車両でアクセス可能な道路から数百メートル程度離れている。また、降雨時には、アクセス道の途中にある崖地が土砂崩れのリスクもある足場の悪い砂利道となっている。実際に、現地視察前日には大雨が降ったことも影響から、土砂が流入している状況であった (図 4-3)。このことから、リハビリに必要な工事を実施する場合には、工事車両のアクセス手段等を別途検討する必要があることが明らかとなった。

一方、Mesilou 川の取水口へのアクセスはLiwagu 川と比較すると容易であり、車両で取水口に隣接する場所までのアクセスが可能である。また、取水口付近には地元住民が居住しており、農作を実施している様子であった (図 4-4)。





図 4-3 Liwagu 川取水口周辺のアクセス道路の様子

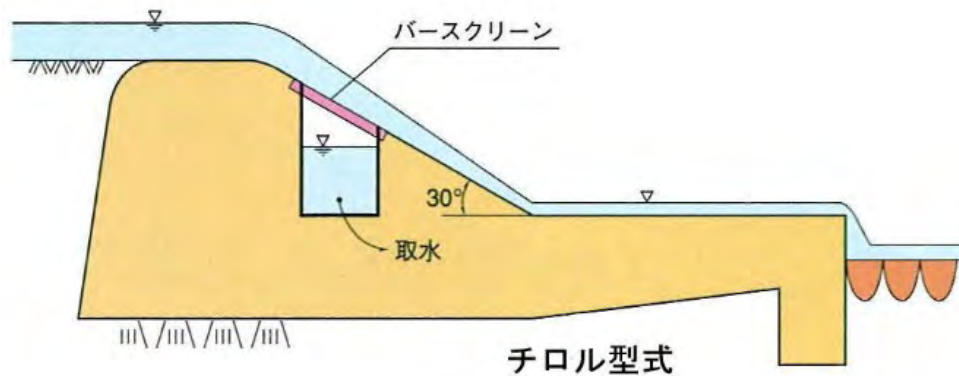


図 4-4 Mesilou 川取水口周辺のアクセス道路様子

■ 取水口

Liwagu 川の取水口は、チロル型式が採用されている (図 4-5)。実際の様子としては、図 4-6 に示すとおりであり、現地調査時は訪問前後の降雨量が多かったため、河川の流量は通常より多い時期であった。

一方、図中の赤枠で囲んだ場所については、枯葉や土砂などが多く引っ掛かるような形となっており、取水の妨げになっている様子であった。メンテナンスとしては、年に数回程度、河川が流れている状態でごみを取り除く作業を行うとのことであった。



出典：水資源機構三重水管理所ホームページ

図 4-5 チロル型式取水のイメージ



図 4-6 Liwagu 川取水口

前述の取水口により取水された水は、その後、図 4-7 の赤の点線で示したような経路によりオープン型の沈砂池に通過させる方式となっている（図 4-8）。沈砂池では取水口で除去できなかった小さな土砂等を沈殿させることを目的として設置されているが、オープン型になっていることもあり、枯葉などが流入してしまい、送水口に設けているスクリーンに大量の枯葉などが詰まっている状況であった。スクリーンの詰まりにより、沈殿槽における流速は激減している様子であり、多くの水が沈砂池に設けられている放水口から河川に戻されていた。それらの対策のため、メンテナンスとして、作業員が枯葉などを毎日除去する作業を実施している状況であった（図 4-9）。また、沈砂池で沈砂した堆積物については、年に数回、沈砂池の底に設けられたラインから、系外へ排出されることとなっている。

送水口の後には、直径 1m 程度のパイプラインを通して、発電所まで落差により送水されている（図 4-10）。





図 4-7 取水口から沈砂池までの経路



図 4-8 沈砂池の全景（令和3年度事業においてドローンで撮影した様子）



図 4-9 Liwagu 川送水口及びメンテナンスの様子



図 4-10 送水用のパイプライン

次に、Mesilou（メシロウ）川の取水については、こちらも Liwagu 川と同様、チロル型式が採用されている。一方、これまで SESB 社から説明のあった通り、取水口の一部が 2015 年の地震により損壊しており、全く取水ができていない状況であった（図 4-11）。具体的には、2つの要因により取水が出来なくなっており、1つは地震によって、左図の写真の通り河川の流れ自体が変わってしまい、取水口の部分に水が進みにくくなったこと、加えて、右側のこれまでは水路となっていた部分が地震により崩れ落ちてしまったため、水がそちらの損壊した部分にすべて流れ込んでしまうことの2点で、結果としては、全く水が取水できなくなっている状況であった。



図 4-11 Mesilou 川取水口の損壊の様子

次に、現在は取水がされていないため、利用されていない状況ではあるが、Mesilou 川でも沈砂池が設けられている。現在は、取水がされていた頃に溜まった土砂が残存している状況である（図 4-12）。





図 4-12 Mesilou 川の沈砂池の様子

また、現在は取水できていない関係から利用されていないが、Mesilou 川から発電所までは、Liwagu 川と同様、直径 1m 程度のパイプラインを通じて送水されている。



図 4-13 Mesilou 川取水口からの地上ペンストックの様子

現在、Mesilou 川の取水は停止している状況ではあるが、SESB 社からは 2023 年春からが復旧に向けた土木工事を開始する予定であることを確認している。

■ 発電所（タービン建屋）

タービン建屋には、Turgo 社製のタービン 2 台及び発電機が設置されている。一方、

Mesilou 川からの取水ができなくなった以降は、1台のみのタービンが稼働している状況である（図 4-14）。



図 4-14 Naradau 発電所建屋の様子（タービン及び発電機）

発電所には制御室が存在し、電子制御盤により、瞬間的な出力が確認できるようになっている。また、バルブの開閉をコントロールする簡単なシステムもあり、運転停止・再開は制御室からできるようになっている。再起動に必要な時間は、火力発電と比較しても約 15 分と短いため、異常が発生した際には即座に停止するマニュアルとなっている。建屋には、SESB 社の運転員が常時最低 1 名は常駐している状況となっており、基本的に 2 名の作業員が 8 時間のシフトを組んで交代しながら運転管理をしている。

Naradau 発電所では、取得したデータを電子データで出力する装置が設置されていないため、確認したデータは、作業員が毎時出力を名簿に手で記入している（図 4-15）。また、Carabau 発電所も同様のシステムとなっているが、SESB 社が所有する他の発電所では、自動的に電子データとして保存するシステムが整備されている。

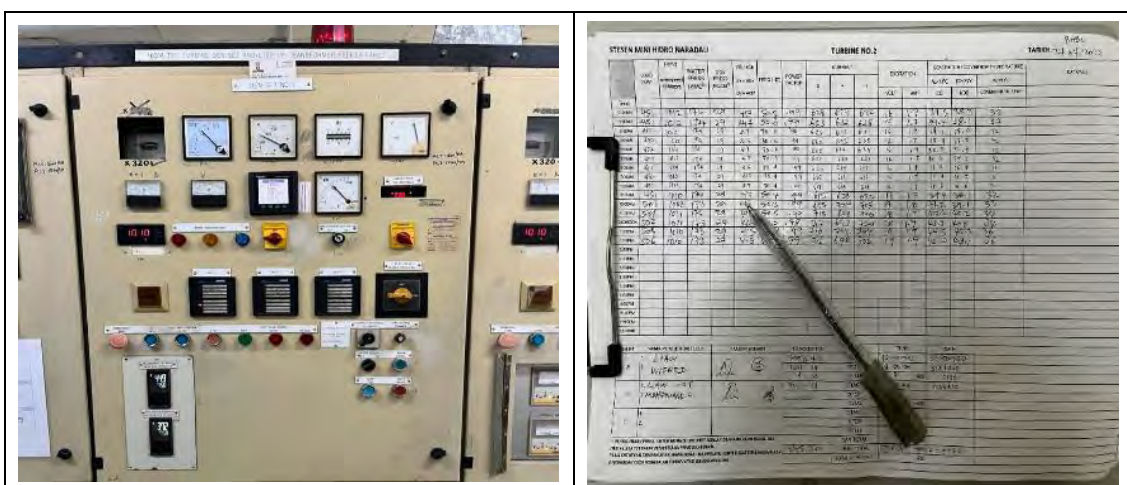


図 4-15 Naradau 発電所の制御盤及び発電データ記入表

### 3) 今後の検討課題

今後の検討課題としては、いずれの発電所も設置されている設備規模に対して発電量が不足している状況が挙げられる。令和3年度事業のオンライン現地調査から、「取水口等から漏水・逸水している可能性があることから、取水設備の機能調査を実施し、必要に応じて改修する」、「設備の位置や構造が正しく設置されているか確認し、必要に応じて、改修する」といった解決方法を考察したが、今回、実際に現地調査をした結果から、新たに以下のような改善案を提案する。

Naradau 発電所や Carabau 発電所では、マレーシアの雨季乾季等の独特の気候の関係から、小石や泥が多く混ざったような濁度の高い水が流れこんでいるにもかかわらず、土砂の流入対策ができず、安定的な取水や送水が実施できていないことが明らかとなった。わが国で多くの小水力発電設備の設計をした知見を有する北電技術コンサルタントによると、その要因となるのが、チロル型式の取水方式を選択したこととされている。洪水が多く発生する地域や濁度の高い水質の地域では、リスクを鑑みて側方取水方式が選ぶことが一般的であり、除塵作業についても安全に実施できるというメリットもある。表 4-2 で両方式のメリット及びデメリットを整理する。

表 4-2 取水方式の比較

評価【◎：非常に有益、○：有益、×：デメリット】

種別	側方取水方式	チロル型式取水方式
建設工事費 (比率)	1.0	0.9 (○)
河川取水 (確実性)	◎側方取水であるため、洪水時においても越水しないで確実に取水を行うことが可能である。 ・我が国においては、取水口の流入流速を 1.0m/s 以内としている。	×取水口に土砂が堆積した場合（写真）に、確実な取水ができない。 ・我が国においては、一般的に取水口幅 1 m 当り 0.1m <sup>3</sup> /s 程度の取水が可能であるとされている。
維持管理 (保守性)	◎洪水時においても、多量の土砂及び流木等が流入しにくい。 ◎取水口上から除塵作業を安全に行うことができる。	×洪水時に多量の土砂が流入しやすい。 ×流木及び流石等がスクリーンに挟まった場合は、取水不可能となる
評価	上記より、確実な取水を指向する場合、「側方取水方式」が一般的である。「下方（チロリアン）取水方式」は、確実な取水が困難であるため、補給取水の目的で溪流取水に多く採用されている。	

出典：北電技術コンサルタントより

一方、既存の設備に対して、取水方式を大きく変更するためには、大掛かりな工事が必



要となるため、チロル型式の取水方式を改良する選択も考えられる。表 4-3 に取水スクリーンから落下した全水量を取水するのではなく、土砂の混入率が低い水のみを取水する方法を比較した結果を示す。

表 4-3 チロリアン取水方式の比較

評価【○：有益、×：デメリット】

項目	チロル型式取水方式【標準型】	チロル型式取水方式【改良越流型】	
概要図			
取水方法	一般的なチロリアン取水方式であり、水平スクリーンから落下した全水量を取水する方法である。	水平スクリーンから落下した後、上水のみを取水する方法である。	
土砂流入の防止	河川水を直接取水するため、取水口より流入した土砂が、下流水路へ流下していく可能性は高い。	× 上水のみを取水するため、取水口より流入した土砂が、下流水路へ流下していく可能性は低い。	○
維持管理(保守性)	取水堰並びに沈砂池兼水槽に設置した排砂ゲートを定期的に開放し、排砂する必要がある。	× 左記に比べて、排砂作業の頻度は少ない。	○
建設工事費(比率)	0.7	○ 1.0	×
評価	洪水時に、河川取水に伴う土砂の流入が懸念される場合は、「改良越流型」構造が下流への沈砂池及び導水路・水槽への土砂流入を防止する対策として有利である。		

出典：北電技術コンサルタントより

SESB 社では、今後、特に Naradau 発電所の Mesilou 川の取水口の復旧工事を行う意向があることから、これらの内容を後述の小水力発電セミナーにおいて共有し、設備設計等に適宜反映したい意向を確認した。

なお、これ以上の詳細な技術検討や設備設計については、別途、測量等も含めた、大掛かりな調査が必要となることから、別事業へのスピニアウトも含め、SESB 社や本邦企業とともに連携しながら進めることとする。



#### 4.1.2 ソフト面での施策検討

令和3年度事業において実施した SESB 社と本邦企業とのオンライン意見交換などやオンライン現地調査の結果から、設備利用率の向上に向けては、ハード面の対策だけではなく、運転方法やメンテナンス方法等のソフト面においても改善の余地があることが資された。

そこで、本事業では、我が国の中でも、特に安定稼働が難しい河川が多く存在する北陸地域において、数多くの設備設計、運転実績を有する北電技術コンサルタントの知見を現地企業へ共有することを目指し、2023年2月に小水力発電技術セミナーを現地（SESB 社、富山市、日本エヌ・ユー・エス等）及びオンライン（北電技術コンサルタント等）のハイブリッドで開催した。

以下、当日のセミナーアジェンダを示す（表 4-4）。また、当日の説明資料については、別添資料（8.1、8.2）の通りである。当日は、SESB 社から数多くの技術的な質問が行われ、両国にとって、非常に有意義な機会となった（図 4-16）。

表 4-4 小水力発電技術セミナーのアジェンダ

Feb. 15 <sup>th</sup> (Wed), 2023 Online workshop	
Time in Malaysia (in Japan)	Contents
9:00-9:10 (10:00-10:10)	<b>Opening Remarks</b> - by Mr. Keiichi Kobayashi, Project Director of Environment Policy Division, Toyama City - by Ms. Linda Manahan, Engineering Department, Kota Kinabalu City Hall
	<b>Special Remarks</b> - by Mr. Terrence Kouju, SESB
Photo : Turn on the video	
9:10-9:50 (10:10-10:50)	<b>Introduction on the small hydro projects in Japan</b> - by Mr. Masamichi Oe, consultant, Hokuden Engineering Co., Ltd. (Japanese and consecutive translation into English, 15 min each) 10 min Q&A session
9:50-10:30 (10:50-11:30)	<b>Presentation of the current and future projects carried out by SESB in Sabah State</b> - by Mr. Terrence Kouju, SESB (Japanese and consecutive translation into English, 15 min each) 10 min Q&A session
10min Break	
10:40-11:00 (11:40-12:00)	<b>Results on the City-to-City Collaboration Project</b> - by Ms. Kyoko Hirasawa, Japan NUS Co., Ltd. (English only 10 min) 10 min Q&A session
11:00-11:50 (12:00-12:50)	<b>Panel discussion</b> - with all the participants ◇ the operation and maintenance practices of small hydro projects ◇ Future projects prospects
11:50-12:00 (12:50-13:00)	<b>Closing remarks</b>



図 4-16 小水力セミナーの様子

#### 4.1.3 新規 JCM 案件の可能性について

マレーシア政府は既に 2050 年カーボンニュートラルを目指すことを宣言しており、今後、益々、再生可能エネルギーに関する事業開発が進められることが想定される。本都市間連携事業を通じて、サバ州最大の電力会社である SESB 社との強固な連携体制が構築できたことから、今後の新規 JCM 案件の候補となる事業や日本企業との連携可能性についてヒアリングを実施した。

まず、SESB 社はマレーシア政府の温室効果ガス排出削減の長期目標に応じる形で、2050 年にカーボンニュートラル、2035 年までに温室効果ガスの排出係数を 45%削減する目標を掲げている。SESB 社が位置するサバ州の電力部門の排出係数は 0.525tCO<sub>2</sub>/MWh となっており、日本の電力部門の排出係数と比較しても高い数値となっている（図 4-17）。これは、発電電力量の約 75%近くを天然ガスが占めているためである。

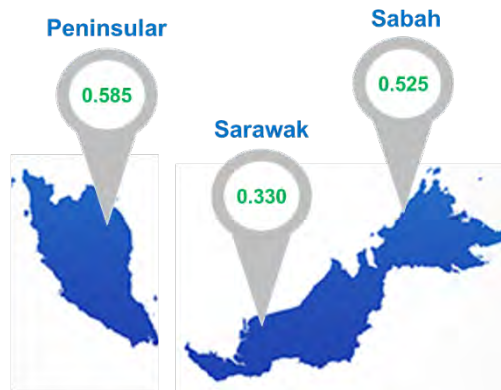
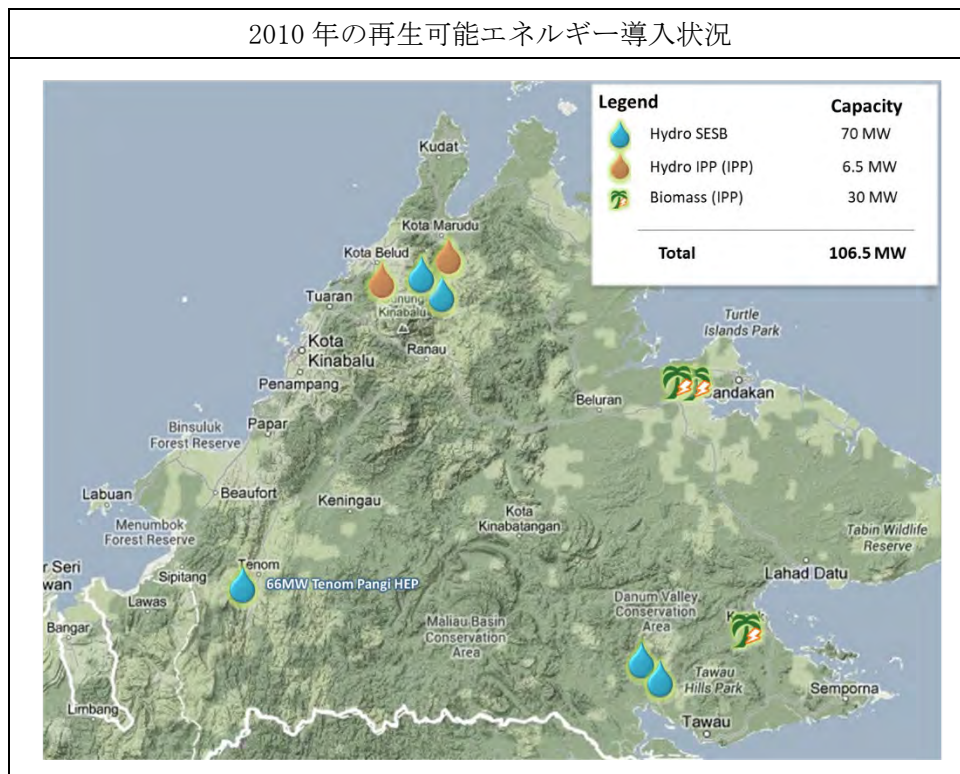


図 4-17 マレーシアの地域ごとの電力部門の排出係数

SESB 社では長期削減目標の実現に向け、2010 年代から再生可能エネルギー設備の導入を進めており、2010 年、2022 年の比較としては、図 4-18 の通りとなっている。具体的な数値としては、2010 年は水力発電やバイオマス発電で合計 106.5MW であったのが、2022 年には太陽光が大幅に増加し合計 218.1MW と約 2 倍程度の発電容量となっている。





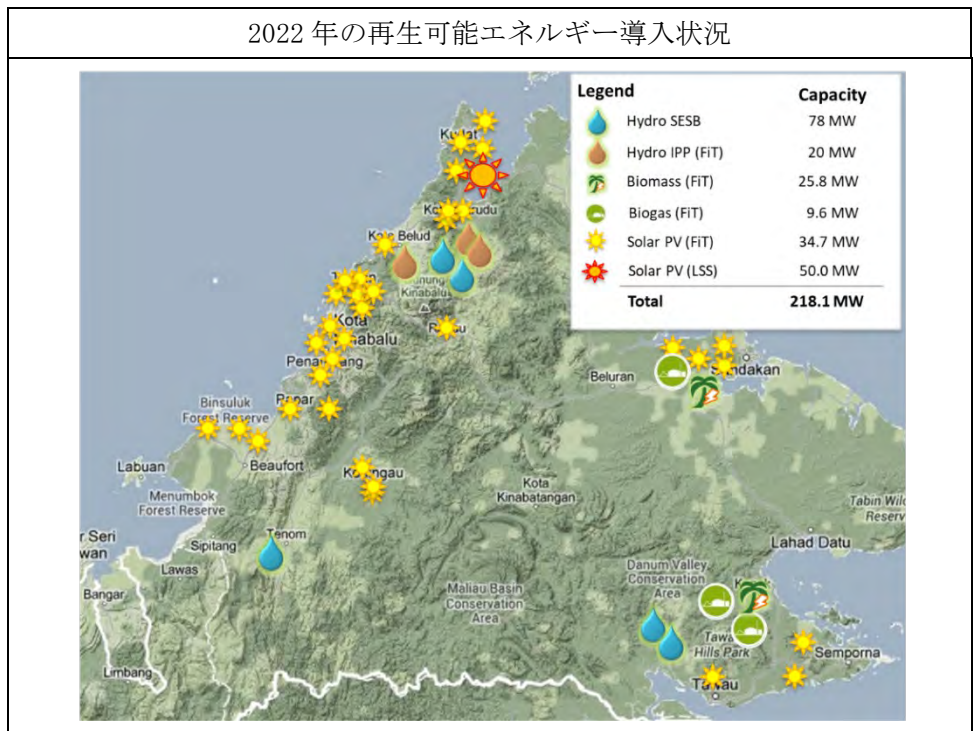


図 4-18 SESB 社の再生可能エネルギー導入状況の比較

また、今後の計画としては、図 4-19 に示す通り、水力発電や洋上風力発電のほか、バイオマス・バイオガス発電や地熱発電についても検討を進める計画をしている。また、ヒアリングにおいて、日本企業の技術協力や日本企業との共同出資による事業開発についても大きな関心を持っていることを確認している。

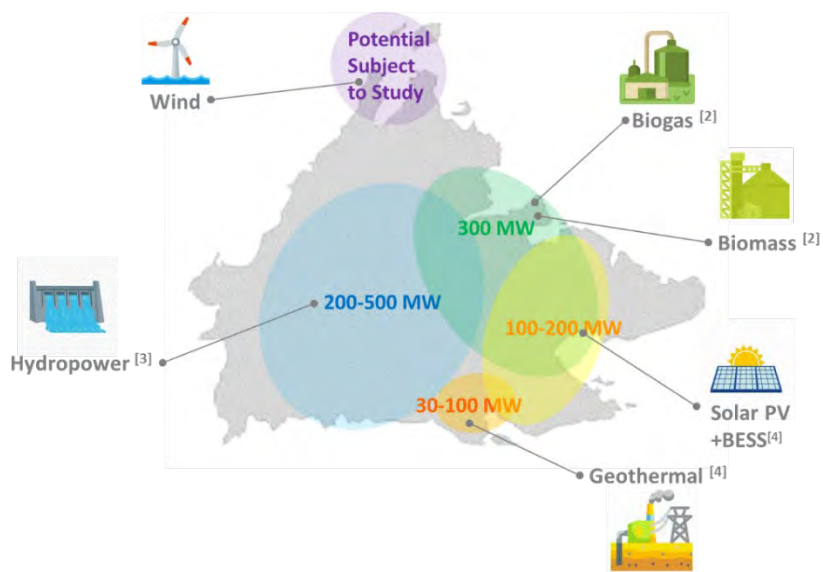




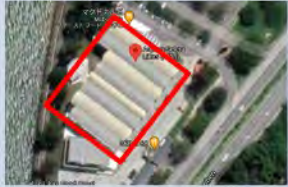

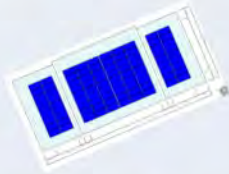
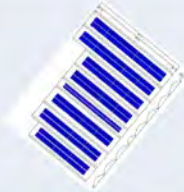
図 4-19 SESB 社の今後の再生可能エネルギー開発計画の概要

## 4.2 公共施設に対する太陽光発電事業計画の策定

サバ州は日光が豊富なマレーシアの中でも日照量が多い地域であるため、再生可能エネルギーの開発として太陽光発電についてもポテンシャルが極めて高い地域である。コタキナバル市では、上述の「Green City Action Plan : Kota Kinabalu」の中で、市内の56箇所の学校施設等も含め、合計100MWの太陽光発電設備を導入することを目指している。令和3年度事業では、SESB社及びSEDAへのヒアリング結果から、サバ州においてFIT制度は適用されないことが明らかとなった。そこで、コタキナバル市役所と協議した結果、公共施設でかつ、自家消費用に適した昼間の電力消費量がある程度見込める施設をとして、コタキナバル市が管理をする表4-5に示す3地点を導入候補地点として選定し、Google Mapsの航空写真等から、設備設置図面を検討し、簡易的に導入効果を試算した。

今年度事業では、令和3年度に検討した3つのポテンシャルサイトについて、現地調査等を実施したうえで、最終的な投資判断を行うための詳細な検討を実施した。あわせて、コタキナバル市では、FIT制度等の再生可能エネルギーの導入に対する財政的支援政策が存在しないため、富山市や日本の自治体を実施している再生可能エネルギー導入促進につながる財政支援政策等について共有し、今後の公共施設に対する再生可能エネルギーの普及につながる政策の策定の支援を行った（第6章に記載）。

表 4-5 令和3年度事業で調査した太陽光パネル導入候補地点と調査概要

項目	①コタキナバル市役所	② Pasar Tanjung Aru	③ Anjung Selera
検討位置 (赤枠)			
設置図面			
設備容量	17.3kW	5.9kW	272.2kW
年間推定発電量	25,615kWh	72,042kWh	403,438kWh

### 4.2.1 現地調査結果

2022年7月に各導入候補サイトの現地調査を実施した。以下では、各地点における現地調査結果を示す。

### 1) コタキナバル市役所

コタキナバル市役所は、建設年度の異なる複数の建物で構成されている。概要としては、3つの建造物に加えて、屋根のない駐車場及び屋根付きの駐車場の概ね5つのエリアに分類することができる（図 4-20）。以下では、それぞれのエリアについて、現地調査した結果について整理する。



図 4-20 コタキナバル市役所の概要図

#### ■ エリア A：最も新しく建築された建屋

エリア A の建屋の屋根は材質としては、鋼板のような素材となっている。また、鋼板の下は建物の外壁と同様、コンクリートでできており、荷重耐久性も問題ないよう見受けられた。また、屋根はやや傾斜があるが、設置可能な面積はある程度確保できる（図 4-21）。一方、建屋から屋根へのアクセス経路が限られており、仮にパネルの設置工事を行う場合、建屋内から直接アクセスし、工事を行うことが難しい印象であった。そのため、設備の設置工事やメンテナンスを行う際には、足場等を組み立てて、外部からアクセスする必要があるため、その分の追加コストが発生する可能性が高いことが分かった。ただし、コタキナバル市役所との協議時に、コタキナバル市内で太陽光発電設備を導入する場合、太陽光パネルやケーブル等の盗難の可能性について配慮が必要である旨のコメントがあったが、当該エリアでは、簡単にアクセスできないことから、盗難の可能性は低いと考えている。





図 4-21 エリアAの屋根の様子

■ エリアB：古い建屋（小）

エリアBの建屋の屋根は、使用している素材や屋根の構成については、エリアAと同様になっている。エリアAよりも以前に建築されていることから、多少錆などが発生している状況ではあるが、エアコンの室外機なども設置されていることから、荷重耐久性については、全く問題ないように見受けられた（図 4-22）。設置可能な面積としては、小規模である。また、屋根へのアクセスについても、建屋の2階から直接アクセスできるようになっていることから、設備設置工事やメンテナンスも容易に行えると考えられる。また、こちらも外部から直接アクセスは難しいことから、盗難の可能性も低いと考えられる。



図 4-22 エリアBの屋根の様子

■ エリアC：古い建屋（大）

エリアCの建屋の屋根は、直接登って確認することが難しい場所であったことから、隣接する建屋の窓から目視で確認した。素材としては、鋼板を使用している様子であったが、その下の素材が不明であり、荷重耐久性については、さらなる調査が必要であることが示唆された（図 4-23）。設置可能な面積としては、ある程度確保可能である。屋根へ

のアクセスとしては、建屋内から直接アクセスできるルートは存在しないが、1階建ての建屋であることから、地上から足場等を設置することで、アクセスが可能であることから、大掛かりな工事は必要ないと考えられる。



図 4-23 Cビル屋上の様子

■ エリア 4,5：駐車場

最後に、コタキナバル市役所には、約 100 台程度の車両が駐車可能な屋根なしの駐車場及び屋根付きの駐車場に加えて、30 台程度のバイクを駐車できる屋根付きかつ盗難防止機能が付いたスペースが存在している。

まず、屋根付きの駐車場については、屋根の素材は鋼板で出来ているが、荷重耐久性は高くないと推察されることから、太陽光パネルを設置する場合は、枚数を制限するなどの考慮が必要となる（図 4-24）。設置可能な面積としては、ある程度確保できる。

次に、屋根なしの駐車スペースについては、本事業で協力している日本空調北陸株式会社がサービス提供している太陽光発電機能付きのカーポート（図 4-26）の設置を検討したが、コタキナバル市役所との協議の結果、コストがかかることや、工事期間中に駐車場が利用できなくなることといったコメントを受け、本事業での検討は見送ることとした（図 4-25）。

最後に、屋根付きのバイクの駐車スペースについては、屋根の強度こそあるものの、設置可能な面積が非常に小さいことから、本事業での検討は見送ることとした（図 4-27）。





図 4-24 屋根付きの駐車場



図 4-25 屋根なしの駐車スペース



出典：日本空調北陸より

図 4-26 カーポート型太陽光発電システム



図 4-27 屋根付きのバイクの駐輪場

## 2) Pasar Tanjung Aru

Pasar Tanjung Aru はコタキナバル市役所が管理する「Pasar (=市場)」であり、主に日用品や食品の販売をしている小規模の店舗が存在する施設である。屋根は平坦で、素材としても鋼板であることから、荷重耐久性についても、問題ないように見受けられた (図 4-28)。また、周辺に駐車スペースが存在していることから、カーポート型の太陽光発電設備の設置も検討できると考えていた (図 4-29)。しかし、実際に店舗を確認したところ、電力の使用用途としては、簡易的な扇風機と照明のみであり、東南アジア地域で主要な電力消費源であるエアコンや大型の冷蔵・冷凍庫等が設置されていないことが明らかと

なった。前述の通り、サバ州では、FIT 制度が適用できないことから、自家消費型の太陽光発電設備の設置を検討する必要があるが、当該施設では、電力消費が見込めないことから、本事業の検討対象からは除外することとした。



図 4-28 Tanjung Aru の商業スペース及び屋根の様子



図 4-29 Tanjung Aru の駐車スペースの様子

### 3) Anjung Selera

Anjung Selera は、海辺を訪れる観光客向けの飲食店や日用品店、スポーツジム等の施設が入った複合施設である（図 4-30）。

メイン建屋の1階の大分部は、イベント用のステージのようなスペース及びフードコートが設けられており、訪問客数もコロナ禍で観光が完全に再開していない時期であっても現地の利用者が比較的多く確認できた。また、2階部分には、日用品のマーケットや事務所が設置されていた（図 4-31）。施設の電力消費用途としては、エアコンは設置されていないが、照明や大型の扇風機、また調理器具に必要な電力や冷蔵庫・冷凍庫などが考えられる。一方で、屋根の素材は鋼板であるものの、その形状がアーチ状になっているため、パネルを設置する場合は技術や工夫が必要となると考えられる。また、建物自体に壁がなく、柱のみで支えている状況であるため、仮に設置する場合は荷重耐久性について十分に確認する必要がある。



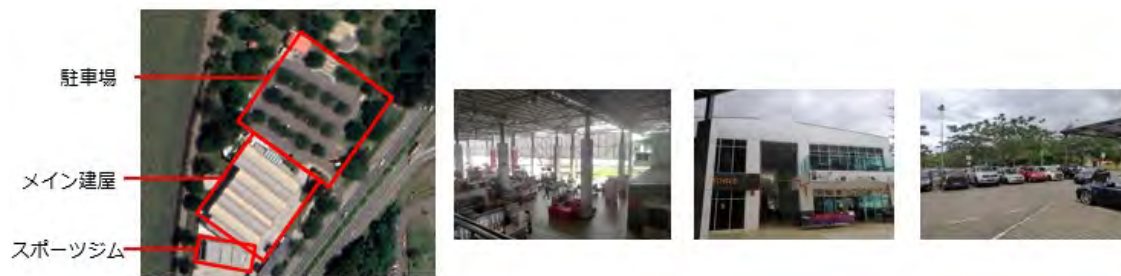


図 4-30 Anjung Selera の概要



図 4-31 Anjung Selera のフードコート及び2階オフィスの様子

次に、隣接するスポーツジムは、メイン建屋と比較すると、サイズとしてはより小規模ではあるが、構造自体はコンクリートであり、荷重耐久性が高いように見受けられた（図 4-32）。また、建屋に隣接する形で、約 100 台程度の駐車スペースも設置されており、一部、カーポートが付いているエリアも存在した（図 4-33）。一方で、これらのスペースについてはコタキナバル市役所の管理外であることから、本事業の検討対象からは除外した。



図 4-32 Anjung Selera の駐車スペース及びアネックスビルの様子



図 4-33 Anjung Selera の駐車スペースの様子

#### 4) まとめ

現地調査の結果を整理し、コタキナバル市と協議をした結果、今後の事業検討対象としては、電力消費量が多いことに加え、設置面積もある程度確保でき、更に電力消費のデータの収集が容易であるコタキナバル市役所に絞ることにした。以下では、具体的な導入検討の詳細を説明する。

#### 4.2.2 電力需要データ及び需要シミュレーション

自家消費用の太陽光発電設備を検討する場合、電力需要を超える量の発電量が無駄になってしまうことから、コタキナバル市役所の電力消費データを調査した。電力消費データの証憑資料として、コタキナバル市役所から電力会社からの請求書を受領し（図 4-34）、そこに記載の数値から、月別の電力消費データを収集し、年間の電力消費データを算出した。なお、収集したデータとしては、最新の数値として2021年を基準とした電気料金請求書に加え、参考として、新型コロナウイルス感染拡大前の2019年のデータについても取得した。



両年における月別電力消費量は、それぞれ表 4-6、表 4-7 のとおりである。

サバ州では雨季乾季はあるものの、年間を通じて 30℃近い気温であることから、月別の電力消費量に大きな差はないことが分かった。一方、2021 年 8 月が極端に数値が低くなっているが、コタキナバル市役所へのヒアリングによると、この理由としては、電力会社からの請求額の算定は 2021 年 1 月～7 月の電力消費量に基づき計算されているが、2021 年の実際の消費量が減っていたためその差分を 8 月で訂正したことが原因であるとのことであった。

年間の消費量としては、2019 年が 112,392kWh であるのに対し、2021 年は 85,127kWh であり、約 24%減となっている。これは、新型コロナウイルス感染拡大により、2021 年 2 月の多くが在宅勤務となっていたことに加え、感染拡大前は、夜間にイベントを頻繁に開催していたのに対して、2021 年にはそうしたイベントが開催できなかったためとのことであった。今後は、そうしたイベントも徐々に開催される見込みであることから、最終的には、年間約 100MWh 程度の電力消費が見込めると考えられる。

Stesen : 3101 No. Invois: 12638841  
 Akun : 0098368  
 Akun Cagaran : RM 0.00  
 Cagaran :  
 Tarif : CMI (PERDAGANGAN KELAS 1)  
 KU : 11P7-1

PT PLN (PERSERO) KOTA KINABALU  
 8000, KOTA KINABALU

Jumlah Perlu Dibayar : RM 95,971.60 Tarikh Invois : 07.01.21  
 JIKA BAYAR BIL SEBELUM : 06.02.21

	Amaun	Tarikh	Kod Bacaan	Jenis Bacaan
Bil Terdahulu	RM 19,239.64	03.12.20	01	N
Bayaran Akhir	RM 35,448.99	17.12.20		
Bil Semasa	RM 37,590.05	07.01.21	01	N

Tarikh / Bacaan	04.12.2020	07.01.2021	Unit				
No. Jangka	Gdn	Tarikh	Dahulu Semasa				
99063027	1	04.12.20	07.01.21	1189,400.00	1212,662.00	23,062.00	kw
99063027	1	04.12.20	07.01.21	4504,246.00	4597,734.00	93,538.00	kw
99063109	1	04.12.20	07.01.21	2422,561.00	2446,421.00	23,860.00	kw
99063109	1	04.12.20	07.01.21	8384,692.00	8478,364.00	93,672.00	kw

Perihal Caj Penggunaan	Unit	Kadar (RM)	Amaun (RM)
Unit Penggunaan	233.00	0.395	93.71
Unit Penggunaan	89,439.00	0.395	35,508.41

図 4-34 電力会社から発行される請求書

表 4-6 2018年12月～2019年11月におけるコタキナバル市役所の電力消費量

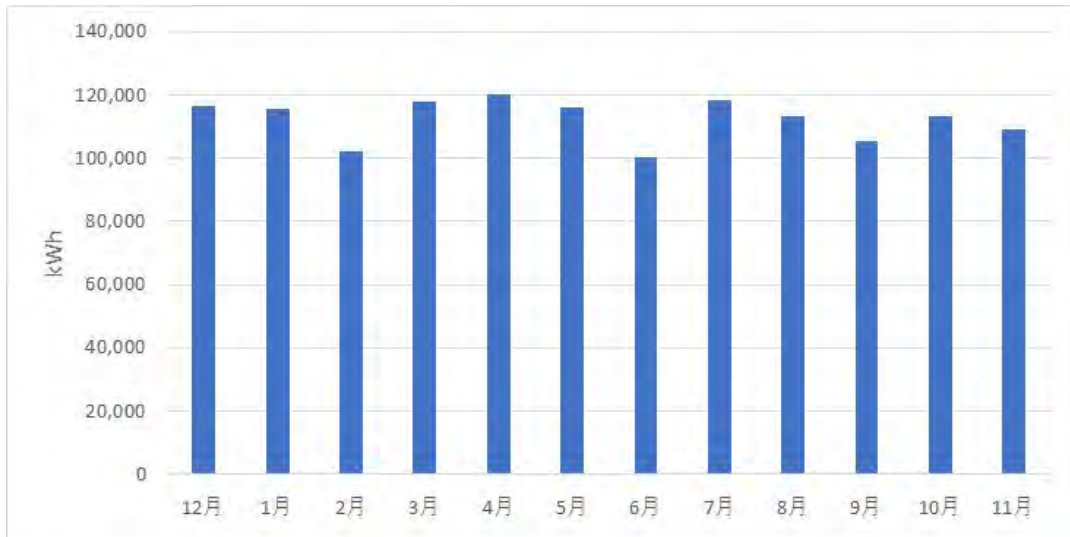
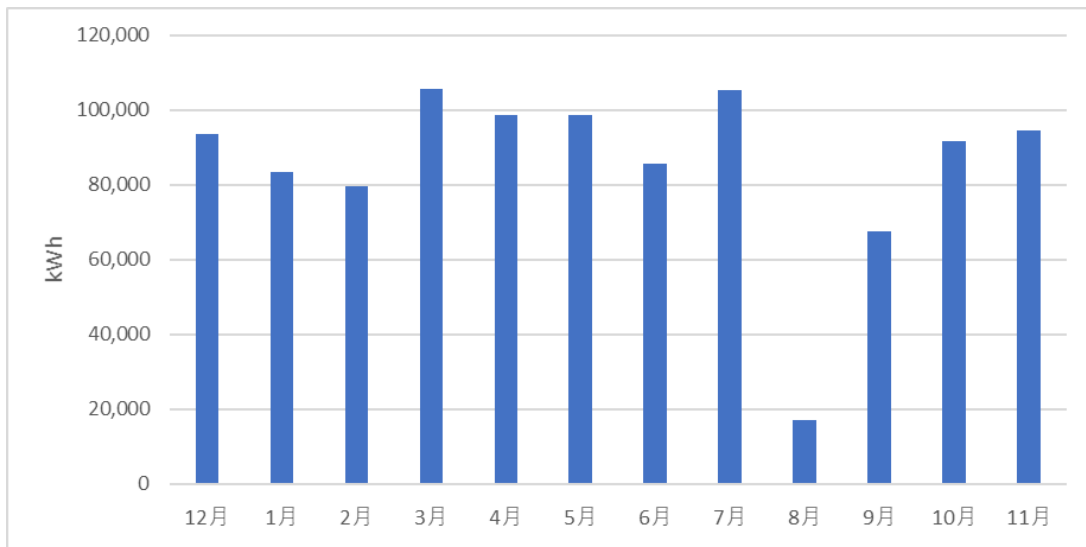


表 4-7 2020年12月～2021年11月におけるコタキナバル市役所の電力消費量



次に、30分ごとの電力消費データを確認したいと考えたが、コタキナバル市役所では、月別の電力消費データより詳細なデータを取得していなかったことから、参考として、我が国の公共施設における30分ごとの電力消費データを参照し、コタキナバル市役所における平日及び休日の30分ごとの電力消費データのシミュレーションを実施した。

シミュレーションの結果を図 4-35 に示す。わが国の公共施設では、通常、平日は勤務開始後の8時前後からお昼の12時ごろにかけて電力消費量が徐々に増加し、お昼時間帯は一時的に低下、午後の勤務開始後である13時頃から再度電力消費量が多くなり、夕方

にかけて徐々に低下していくようなフローとなっている。また、休日は、わずかな波はあるものの、概ね一定の電力消費量となっている。コタキナバル市役所へのヒアリングによると、勤務時間帯のズレはあるものの、概ね、シミュレーションのような電力消費で相違はないことを確認した。加えて、シミュレーションデータの検証のため、コタキナバル市役所に設置されている電力消費メータの数値を2022年12月19日～22日の4日間にわたって、毎日8時、13時及び17時半に目視で確認をし、概ね差はないことを確認している。

電力消費量としては、平日の昼間の時間帯のピークとして160kwh、夜間の時間帯で20kwh、休日は概ね20kwh程度であることが分かった。

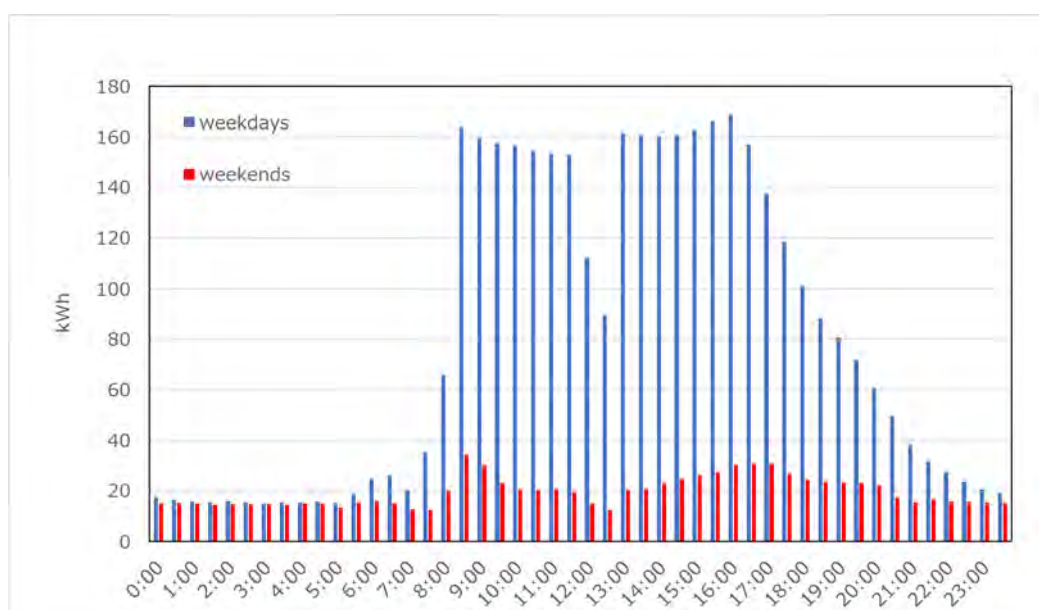


図 4-35 コタキナバル市役所の年間電力消費量の時間別シミュレーション

また、電力消費に伴い、電力会社に支払っている金額としては、請求書に記載の金額から、年間94,400USD (≒約100万円)程度であることが分かった。

#### 4.2.3 設備設置検討及び発電量シミュレーション

前述のとおり、サバ州ではFIT制度が導入されていないため、余剰電力分は一切買い取りができないことから、電力消費量の下限值に近い数値となるような設備容量での発電設備の設置を検討することが望ましい。この考えをベースに設備設置図面を検討した結果を図4-36に示す。前項で示したそれぞれの建屋及び屋根付きの駐車場に対して、合計129枚のパネル、合計80.46kWの設備を設置する結果となった。また、この設備により発電可能な時間別の発電量を前述の電力消費シミュレーションデータと合わせて示した結果を図4-37に示す。週末のお昼時間帯にわずかに余剰電力が発生するものの、年間で

145,624kWh の発電が見込まれることが示された。

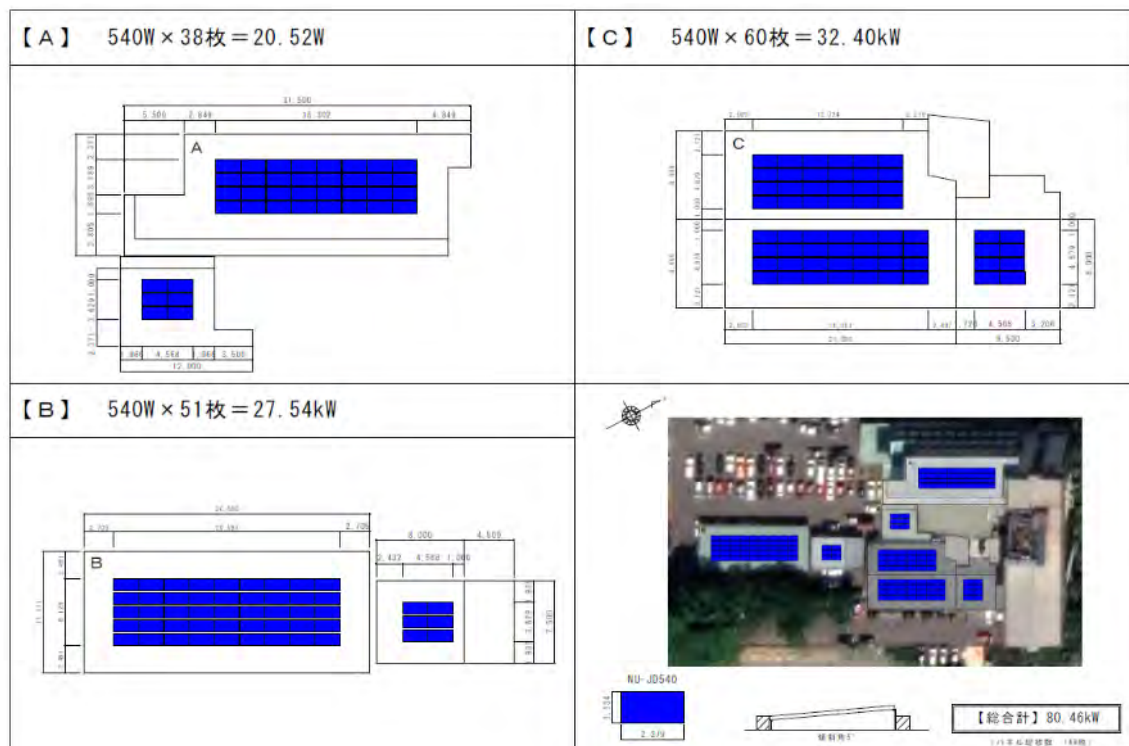


図 4-36 太陽光パネルの提案設置図面

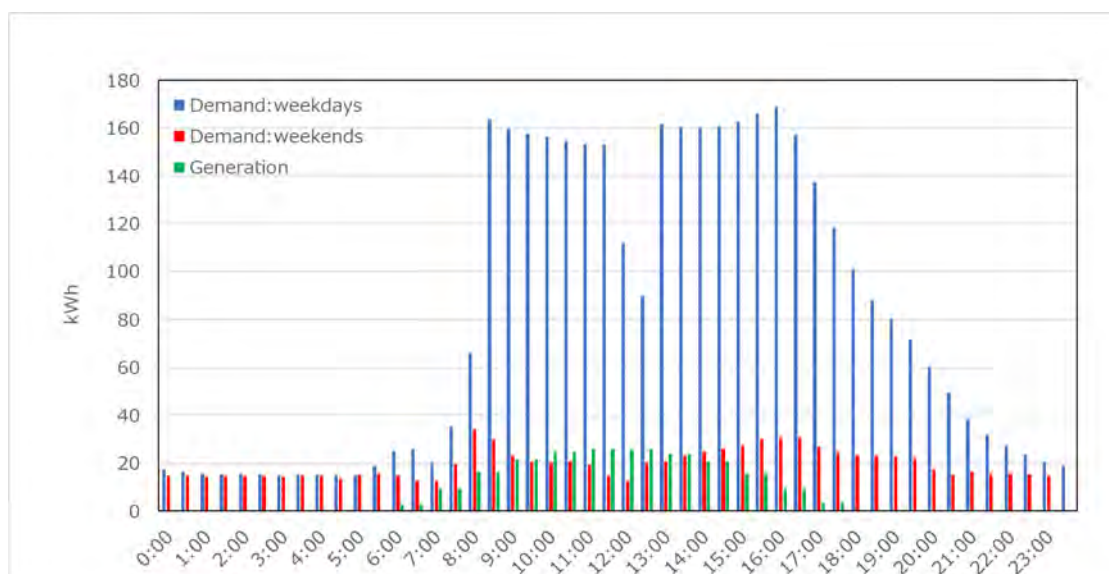


図 4-37 太陽光発電設備を導入した際の電力発電及び消費量の比較  
(緑：発電量、青：平日の消費量、赤：週末の消費量)

#### 4.2.4 事業実施体制の検討

現状、我が国とマレーシア国は JCM の締結国ではないことから、コタキナバル市役所が

らは、設備導入にあたり、極力、設備導入に必要なコストを抑えたい意向を確認した。そこで、発電に必要な主要設備である太陽光パネルやパワーコンディショナーについては、日本製の製品を検討しつつ、架台や建設工事については、現地で調達することを検討した。2022年7月の現地調査と合わせて、現地で太陽光発電設備の導入等を実施している企業である Recoveane Ent 社と協議をした。同社は電気設備の設置を専門とした企業であり、太陽光発電に関しては、フローティング太陽光を含め、複数の事業の設置及びO&Mの実績を有していることを確認した（図 4-38）。また、同社では SEDA から太陽光パネルの設置工事許可も取得済みであることから、連携可能性が高いと考えている。これらの状況も含め、最終的には、図 4-39 に示すような実施体制を検討し、コタキナバル市役所に対して提案を行い、関心を得ている状況である。



図 4-38 Recoveane Ent 社が関与している太陽光発電事業

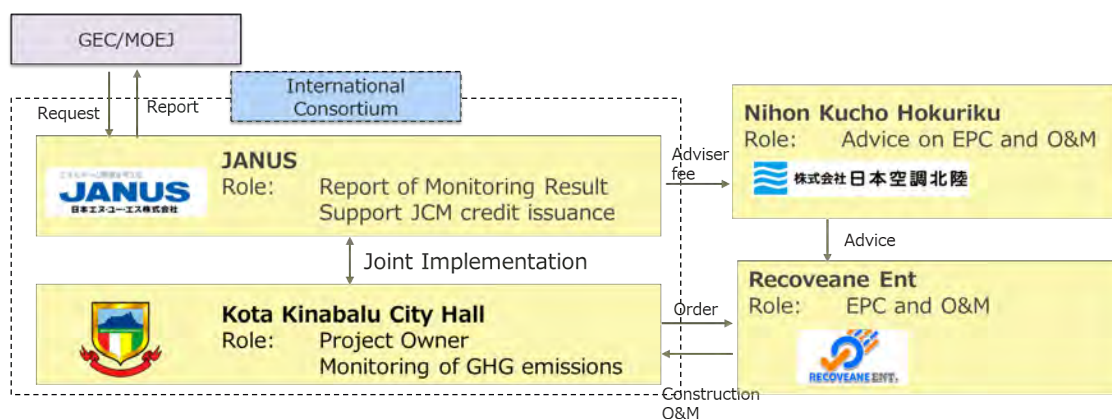


図 4-39 事業実施体制（案）



## 第5章 再生可能エネルギーを活用した非電化地域の電化事業

コタキナバル市は東マレーシア最大の都市である一方、農村地域では電化の遅れがみられる地域も散在している。これらの地域の電化率向上のため、サバ州及びサラワク州では「農村地域電化プログラム」(Rural Electricity Supply (BELB) Programme) を実行し、電化に取り組んでいる。同計画では、電化の方法として、既存のグリッドを農村地域に接続すること、もしくは、同地域に直接発電設備を導入する方法の2つの手段が提案されている。一般的に、未電化地域はグリッドから離れた地点であることから、既存グリッドの接続は費用対効果が低く、後者が選択されることが殆どである。同計画の実施により、2012年末には、サバ州全体の電化率は90.81%まで増加しているが、依然、非電化地域は一定数存在している。

そこで、本都市間連携事業では、コタキナバル市中心部から約20kmに位置するコブニ村を対象として選定し、電力需要に合わせ、小水力発電や太陽光発電等の再生可能エネルギーを組み合わせた電化プロジェクトを検討した。電化を進めることで、教育環境や病院などの医療施設環境の向上、ジェンダーバランスの向上、都市への人口流出防止などの効果が見込まれ、これらはSDGsの観点からも、意義のある取組である。また、周辺には同様の非電化地域が複数箇所存在することから、コブニ村のモデルを他地域へ展開することも見込まれる。

### 5.1 事業モデルの検討に必要な情報の収集

令和3年度事業では、現地関係者へのヒアリングやオンラインでの現地調査により、コブニ村の電力需給の状況や電力供給に関するニーズ、再生可能エネルギー導入のポテンシャルについてオンラインベースで調査した。オンライン調査により、電力需要及び再生可能エネルギーによる発電ポテンシャルが明らかになったものの、設備の規模感から、再生可能エネルギー設備の導入のみでは、JCM設備補助事業も含め、国際的な資金調達等が難しいという課題が明らかとなった。一方、過去の類似事例では、水の浄化設備やLED照明、電動車など、それぞれの地域の課題の解決に直結するような技術を1つのパッケージとして導入することで、国際的な資金調達を行う事例が存在することがわかった。

そこで、今年度事業では、2022年7月、10月に現地調査及び現地関係者へのヒアリングを実施し、コブニ村の状況や今後の事業展開に関するニーズをより詳細に把握した。あわせて、過去に同様の電化プロジェクトを実施した実績を有する富山国際大学と新たに連携し、現地課題の抽出やそれらの解決につながるような電力利用方法の検討を行うとともに、環境教育プログラムの開発も含めたプロモーション方法の検討や他地域への横展開の方法等について検討した。

### 5.1.1 コブニ村の概要

コブニ村は、コタキナバル市中心部から約 12km 離れた場所に位置しており、車で約 20 分～30 分と、比較的アクセスの良い場所に位置している (図 5-1)。人口は約 300 人であり、周辺地域と同様に、住民はカダサン民族のコミュニティに属している。カダサン民族とは、サバ州において登録されている 32 種の少数民族の中で最も大きなコミュニティである<sup>2</sup>(図 5-2)。コブニ村の全景としては図 5-3 に示す通りであり、小さな集落に、民家や村の施設などが密集している。

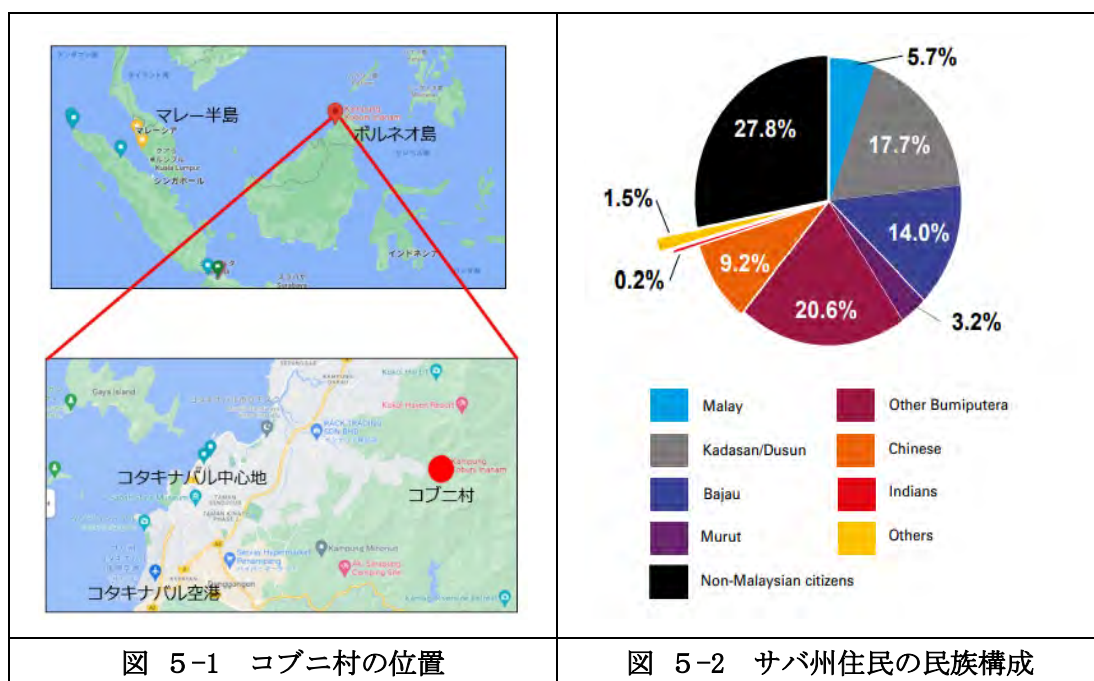


図 5-1 コブニ村の位置

図 5-2 サバ州住民の民族構成

<sup>2</sup> <https://www.malaysia.gov.my/portal/content/30114>



図 5-3 コブニ村の全景

### 5.1.2 コブニ村の発電ポテンシャル

コブニ村には、イナナム川とコブニ川の2つの河川が流れている(図 5-4)。イナナム川は南から北に流れており、コブニ川はその逆の方向である。令和3年度事業では、オンライン調査から、河川の様子などを確認することができたが、流量等までを確認することが困難であった。今年度事業では、現地で直接測定を実施し、小水力発電の導入ポテンシャルを調査した。

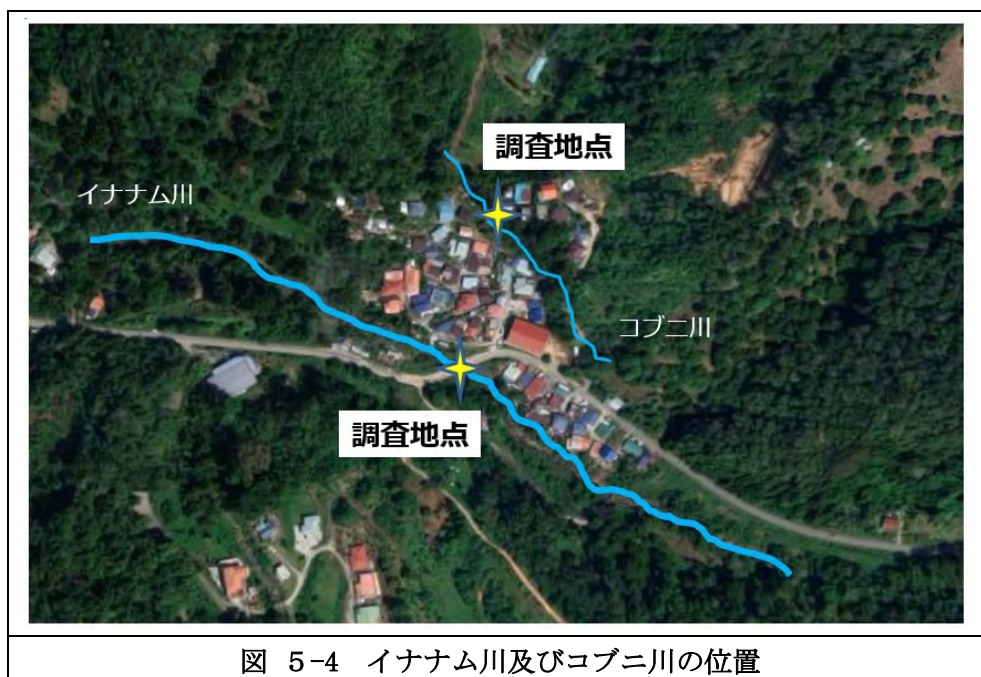


図 5-4 イナナム川及びコブニ川の位置



まず、イナナム川は、図 5-5 に示す通り、大きな石が点在するものの、水量としては、通年で十分確保されている。また、Google Earth の標高を確認すると、コブニ村の内でも 10m 近くは確保されている状況である。河川の両サイドもスペースが確保されていることから、小型のタービンや発電機の設置は可能であると考えられる。



図 5-5 イナナム川の様子

河川の流量及び流速については、簡易的な流速計を用いて、実際に現地で測定を行った。手順としては、任意の地点における河川の横幅を測定したうえで、横幅 1m ごとに中心地の川底から水面までの高さを測定し、簡易的に流域面積を推計した。その後、流速系で中心の流速を測定し、流域面積に乗ずることで流量を推計した (図 5-6)。測定結果を表 5-1 に示す。測定の結果、約  $0.28\text{m}^3/\text{s}$  の流量は確保できることが分かった。なお、7 月は現地では雨季となり、水量は比較的多い時期であったが、住民のヒアリングによると乾季においても流量の大きな変動はないとのことで、通年同程度の流量は利用できると想定できる。





図 5-6 イナナム川の流速測定の様子

表 5-1 イナナム川の流速及び流速の推定結果

測定地点	測定項目	測定結果
-	幅	2 m
地点①	深さ	30 cm
	流速	41.9 cm/s (平均値)
	流量	0.126 m <sup>3</sup> /s
地点②	深さ	44 cm
	流速	34.8 cm/s (平均値)
	流量	0.153 m <sup>3</sup> /s
合計流量		0.279m <sup>3</sup> /s

次に、コブニ川については、村の北部を通過しており、イナナム川と比較すると河川幅や流量が小規模である一方で、イナナム川よりも落差が高く取れるため、小水力発電事業の候補として検討した(図 5-7)。ただし、コブニ川の両サイドは植物などが生い茂っている環境でもあることから、仮に小水力発電設備を設置する場合、設備の設置場所を検討する必要が

あると考えられる。

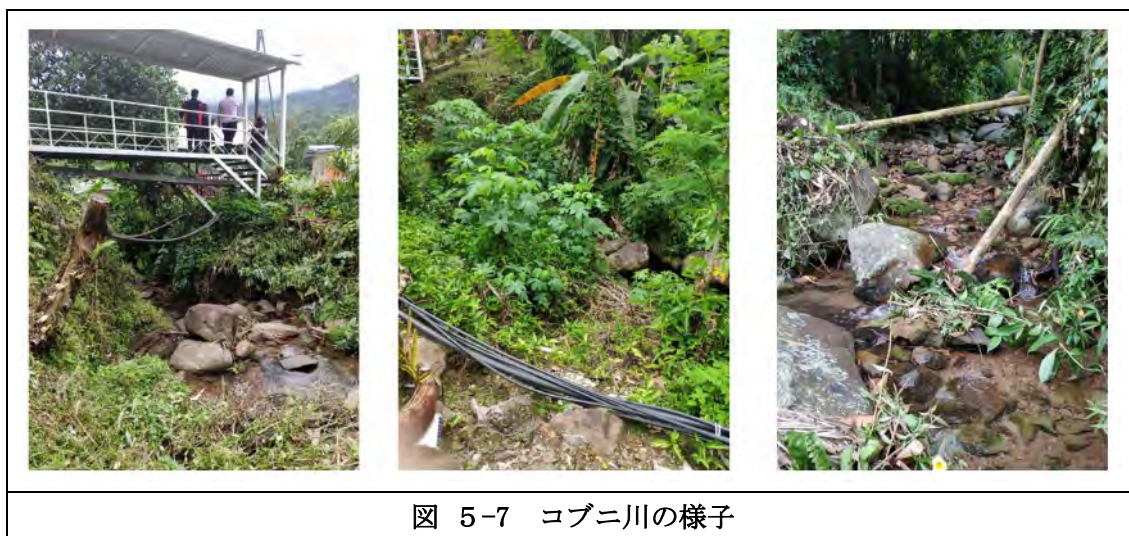


図 5-7 コブニ川の様子

コブニ川の流速の測定の様子及び結果を図 5-8、表 5-2 に示す。測定の結果、コブニ川では、約 0.04m<sup>3</sup>/s の流量が確保できることが示唆された。



図 5-8 流量及び流速測定の様子（コブニ川）

表 5-2 コブニ川の流量及び流速測定結果

測定項目	測定結果
幅	1 m
深さ	17 cm
流速	23.46 cm/s (平均値)
流量	0.040 m <sup>3</sup> /s

### 5.1.3 コブニ村の電力需要やニーズ

令和3年度事業では、オンラインでのヒアリング等により、コブニ村の電力利用に関する

概要について把握した。今年度事業では、現地調査により、令和3年度事業でヒアリングした施設を実際に確認し、それらの設備の利用状況を確認するとともに、電力利用のみとどまらず、電力消費の対象となる可能性のある設備を把握するため、生活上の課題やニーズ等について住民にヒアリングを行った。

まず、コブニ村の主な公共設備としては、中心部にあるモスクと学校（保育園）、コミュニティホール及びサッカーコートであり、これら施設における電力消費量は令和3年度事業で確認した結果、月に350kWh程度であることを把握している（表5-3）。

表 5-3 各施設の電力使用量と主な電力使用用途

施設名	電力使用量(kWh)		電力目的
サッカーコート	2021年9月/26.00		・ 照明
モスク、学校	2021年3月 /99.00	2021年9月 /288.00	・ 照明 ・ お祈りのための スピーカー放送 (1日5回)
コミュニティホール	2021年3月 /18.00	2021年9月 /23.00	・ 照明 ・ パソコン ・ エアコン

出典：現地関係者より受領

実際に各サイトを調査した様子を図5-9に示す。モスクには祈りの時間の放送に使うスピーカーやエアコンが設置されている。また、保育園及びコミュニティホールには照明器具が使用されている。サッカーコートには週末や休日にマーケット（市場）が開催されており、普段は児童の遊び場となっている。

また、コブニ村の各住居には、SESB社から電力が供給されている（図5-10）。一方で、昨年度のヒアリングで把握したとおり、歩道沿いにはSESB社が設置した街灯が複数存在していたが、いずれも故障しているものが殆どであり、昨年度から修理等は実施されていない状況であった。ヒアリングの結果、特に保育園に向かうための道路が暗く、危険を伴うとのことで、早急に修理や新たな設備の設置等が必要とされている（図5-11）。









次に、コブニ村やコタキナバル市に電力供給以外のニーズについてヒアリングをした結果、水供給に関して課題を有していることを把握した。現在、コブニ村における飲料水用の水は、図 5-12 に示す青色の浄水タンク（約 1m<sup>3</sup>）で保管、利用するシステムが導入されている。一方、同タンクへ供給される水源は河川水を利用していることから、大雨などが降った後は、濁った水が大量に流れ込み、ろ過機能が著しく低下するとのことであった。さらに、取水までのパイプラインについても、大雨時には濁流でつまりが発生する場合もあり、その際は、住民が自ら手動でパイプラインの修理などを行っている状況であることが分かった（図 5-13）。同タンクは導入後、既に約 10 年以上経過しているが、フィルター交換等を実施したことがないとのことで、当所有していたろ過効果が低下しているもしくは効果を果たしていないと考えられる。当該システムは、近隣地域で上水道が整備されていない地域のほとんどで利用されていることから、同様の濾過状況であることが推察される。





図 5-13 取水ラインの修理の様子

コタキナバル市へのヒアリングによると、コタキナバル市役所としても、こうした状況を課題と感じており、独自に実施したアンケートの結果、約 80 地域（集落等）において水供給及び水浄化に関して十分なインフラが整っていないという調査結果が出ている（表 5-4）。本調査では、コタキナバル市周囲における Inanam 地区、Manggatal 地区、Nulu 地区の 3 地区を中心に、水供給の状況を把握しており、各地域においてそれぞれ 33 村落、26 村落及び 16 村落が含まれている。調査対象地域の凡その位置を下図に示す（図 5-14）。調査によると、全く水供給がない集落が約 5 村、その他は安定した供給を得ていない状況であることが分かっており、その人口はそれぞれ 2,000 人及び約 20,000 人とのことである。

水供給の状況としては、殆どの村で「Gravity water」とよばれているコブニ村と同様の重力式ろ過システムで河川からの水を取水し利用していることが分かった。コタキナバル市のエンジニアリング部局では、本課題において地域活動委員会の会議に出席して地域の状況を把握し、解決策を模索しているとのことで、日本の技術など適切なものがあれば導入を検討したい旨であることを確認した。

表 5-4 コタキナバル市周辺の村落における水供給状況（一部抜粋）

(1) REGION	(2) GET SUPPLY OF CLEAN WATER (PAIP WATER)		(3) IS THERE A SUPPLY OF CLEAN WATER ** WHICH SIGN IS RELATED -				(4) IF THERE IS NO SUPPLY OF CLEAN WATER (PAIPED WATER), WHERE ARE THE SOURCES OF CLEAN WATER SUPPLY (GRAVITY WATER, RAINWATER, RIVER WATER, TEARS) WATER SYSTEM WATER JAWI DRY (C) PULSAI (TAMU)
	THERE IS A SUPPLY OF CLEAN WATER (PAIP WATER)	NO SUPPLY OF CLEAN WATER (PAIP WATER)	NO INTERRUPTION (A)	SUPPLY THERE ARE ONCE INTERRUPTION (B)	WATER SUPPLY DISORDER FREQUENTLY APPLY (C)	WATER SUPPLY DISTURBANCE TOO FREQUENTLY APPLIES (D)	
PULUTAN VILLAGE	50%	50%					GRAVITY WATER
MANLANG VILLAGE	50%	50%					GRAVITY WATER
KELIANGAU VILLAGE	50%	50%					
BERDATO VILLAGE	50%	50%					GRAVITY WATER
KOKOL VILLAGE	GONE	100%					GRAVITY WATER, RAINWATER
NEW BINAUNG VILLAGE	GONE	100%					GRAVITY WATER, RAINWATER
BUKIT PERMAI VILLAGE	30%	70%					GRAVITY WATER, RAINWATER
NEW MUHIBBAH VILLAGE	30%	70%					RAINWATER NEAREST RIVER
SINAMPURU VILLAGE	GONE	100%					GRAVITY WATER
NEW PEOPLE'S VILLAGE	30%	70%					RAINWATER NEAREST RIVER
TENGILING VILLAGE	GONE	100%					GRAVITY WATER
NAALAP VILLAGE	GONE	100%					GRAVITY WATER
TOBOU BUKIT VILLAGE	GONE	100%					GRAVITY WATER
TOBOU ONE VILLAGE	70%	30%					GRAVITY WATER
SAFE LABAU VILLAGE	70%	30%					RAINWATER
MANLANG TLU VILLAGE	GONE	100%					GRAVITY WATER
NEW MANLANG VILLAGE	GONE	100%					GRAVITY WATER
NEW PULUTAN VILLAGE	GONE	100%					GRAVITY WATER
TOBOBON VILLAGE	10%	90%					GRAVITY WATER
KEMBIRIAN DOAMBUNG VILLAGE	100%						
NEW KELIANGAU VILLAGE	100%						
NEW KEPAYAN VILLAGE	GONE	100%					GRAVITY WATER
NEW PERMAI VILLAGE	GONE	100%					GRAVITY WATER
NEW PADAS VILLAGE	70%	30%					
RUKUTAN VILLAGE	70%	30%					
GETTING WEEK	100%						

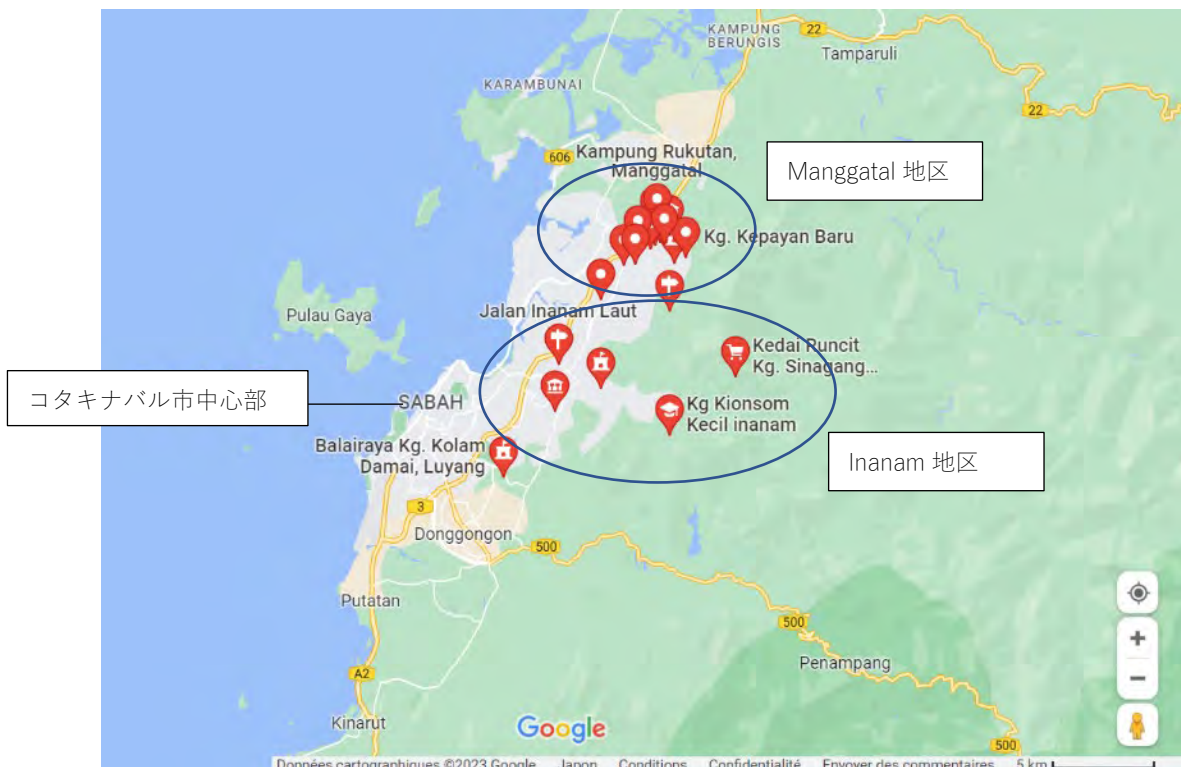


図 5-14 水供給調査対象地域

また、コタキナバル市役所との打ち合わせでは、JICA が公開している資料（図 5-15）をベースとして、地域の水供給に関する課題に対する適切なソリューションについて協議した。



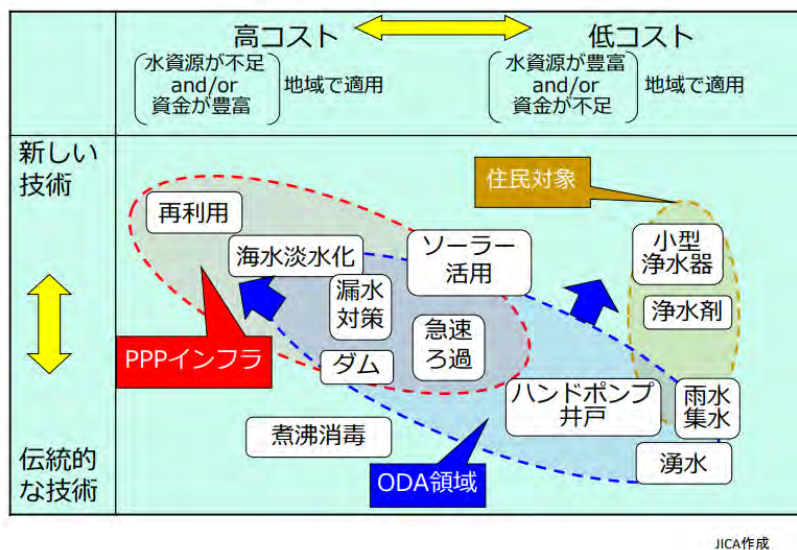


図 5-15 水供給・浄化技術及び事業の整理

上記の通り、現地の水源または予算の利用可能性に応じて導入できるシステムが異なる。対象地域では、豊富な河川からの水が存在するが、前述したように、季節によって変動があるほか、雨季については濁度の高い水を処理する必要があるため、浄化システムの導入の需要があると見られる。あるいは、河川とは違う水源（例えば地下水や雨水など）の有益な利用も考えることが可能であり、今後の調査では、地域における利用可能な水源をより詳しく把握する必要があると考えられる。

また、現況では機械の維持管理などができていないところから、技術の選択のみではなく、設備を導入した後のメンテナンスや、水供給の事業として、地域でどのように運営していくか等についても長期的な将来像を描いて検討を進める必要があると考えている。

## 5.2 他地域への横展開に向けたプロモーション方法の検討

コブニ村では2017年頃から、コタキナバル市観光部局と連携し、ホームステイ事業に取り組んでいる。取り組みのきっかけとしては、コタキナバル市の職員が日本で開催されたJICA関係のイベントに参加した際に、イベント開催場所の地元住民のおもてなしに触れ、感銘を受けたことがきっかけであり、同様の「おもてなし」の事業をコタキナバル市内でも取り組みたいという発想が始まりである。コタキナバル市では、コブニ村ならではの特徴を活かしたホームステイ事業に取り組むため、マレーシア国立サバ大学（UMS）と連携し、検討を進めてきた。コブニ村の取り組みとして、重要視したポイントとして、現地で仕事に就いていない村の女性（主婦）が収入を得られる形の事業を組成するというを1つの目的として、村の女性のコミュニティが主体となって取り組みを推進している。

なお、UMSは、1994年にマレーシアの9つ目の大学として設立した大学であり、現在は科



学、テクノロジー、農業などを強みとしている。近年はアジアと西欧を中心に、外国の大学や企業と多くのパートナーシップを締結しており、日本の組織とは、近畿大学、高知大学やイオンが挙げられる。その他には、Huawei、Shell、シンガポール国立大学、UNICEF など、幅広いパートナーを有している。

ホームステイ受け入れ対象としては国内外の学校などを含めた団体としており、コタキナバル市役所で予約の管理等を実施している。新型コロナウイルス感染拡大に伴い、一時的に受け入れを停止していたが、2022 年に入ってから、4 月にマレーシア国内の大学生 75 名を受け入れるなど、徐々に受け入れを再開している。

さらに、コブニ村周辺には、Kionsom (キョンソム) の滝及び Mari Mari 文化村 (Mari Mari Cultural Village) という観光地が存在している。キャンソム滝は、前述のイナナム川の上流部に位置し、10 メートル以上の落差がある滝が連なっている。また、周辺の自然環境も管理しながら、現地住民が観光地として運営しており、入場は有料でトイレ設備なども用意されている。外には土産品を販売している店舗や、観光客を受け入れられる駐車場スペースがある。



図 5-16 Kionsom 滝の様子

Mari Mari 文化村については、カダサン民族の食文化や歴史を紹介をすることを目的とした施設であり、プログラムとしては、民族の住居の作りや民族衣装、食料などの生活習慣等について体験ができるものになっている。また、プログラムの最後には竹を使用した民族舞踊の披露も行われるなど、現地の文化について非常に詳細に紹介されているプログラムとな

っており、多い時には1日に100人近く受け入れている。



これらから示唆される通り、コブニ村及びその周辺では観光事業を核とした収入モデルが形成されている状況である。一方、現地関係者へのヒアリングによると、今後、より村を魅力的なものにするために、「環境教育」を1つのきっかけとしたい旨を確認している。

今後、これらのプログラムに再生可能エネルギー等の環境要素を盛り込み、「エコツーリズム」を推進するために、どのような手段が考えられるかについて、現地関係者等を含め、協議を進めた。表 5-5、表 5-6 に、重要なステークホルダーであるコタキナバル市観光部局及び UMS へのヒアリングの結果を示す。



表 5-5 コタキナバル市役所及びUMS のヒアリング (2022年7月25日)

参加者	コタキナバル市役所 (1名)、UMS (1名)、JANUS (2名)
ヒアリング 概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>2017年に、コタキナバル市が JICA 事業で徳島大学を訪問した際に、周辺の村のおもてなしからインスピレーションを受け、コタキナバル市においてもエコツーリズム事業の検討を開始 (コタキナバル市の担当者の Fauziahton 氏が特に力を入れている)</li> <li>そこに、Universiti Malaysia Sabah (UMS) の教授も加わり、同年にコブニ村での事業検討を開始</li> <li>コタキナバル市としては、ホームステイに参加するメンバーの管理やその適切な支払いが行われるよう監督を行っている</li> <li>エコツーリズム事業のロードマップを描いたうえで、段階的に実施し、現在は、最終の Step5 のモニタリング段階となっている。具体的には、経済面でのメリットなどをモニタリングしている</li> <li>今回の事業で、新たに再生可能エネルギーの普及を掛け合わせて、さらに魅力的なプログラムとすることは非常に望ましい</li> <li>最終的には、コブニ村をモデルとして、近隣の他の村にも普及させたい意向</li> </ul>

表 5-6 UMS との面談概要 (2022年7月25日)

参加者	UMS (4名)、JANUS (2名)
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>海外の大学と協力関係を持つことについて歓迎する</li> <li>協定の形としては、①MoU、②Research agreement の2種類がある。</li> <li>Research agreement では、担当者レベルで、1つのテーマを中心に締結できる。</li> <li>特定のプロジェクトで協力が必要であるとのことであれば、UMS としても Research Agreement の締結を希望する。</li> </ul>

コタキナバル市役所と UMS はエコツーリズム事業の促進について賛成しており、コブニ村の選択は今までの経緯や現地の体制により、地域の活性化、そして周辺地域への展開を図るのに最も適している場所であるとの意見である。

その他にも、コブニ村の住民や富山国際大学、富山市との面談を続けて、各ステークホルダーとの関係を築いてきた。現地などで得られた情報や、現況を踏まえて、令和5年度以降の方針について、次項にて記載する。

### 5.3 事業モデル案及び今後の方針

前項までに示す現地調査及びヒアリングから、コブニ村では、電力グリッドは接続されているものの、街灯が不足していることや水供給の課題など、生活のインフラが十分に整備されていないことや、十分な収入が確保できていないことが分かった。さらに、水供給課題については、コブニ村周辺に存在する多くの集落において、同様またはより深刻な課題を抱えていることも確認できた。

これらの課題を解決するため、これまでの連携関係を活かしつつ、コタキナバル市と富山市の自治体間の連携、UMS と富山国際大学の連携の基、**図 5-18** に示す事業モデル案を検討した。



図 5-18 本事業で検討した事業モデル案

地域資源を活かした持続的な再生可能エネルギーの導入では、小水力発電や太陽光発電等の再生可能エネルギー設備の導入により、電力供給を安定化するとともに、電力消費先として水供給システムや水質浄化システムの導入により、生活レベルの向上を図ることを目指す。導入にあたっての1つのモデルとして、富山市で導入した土遊野マイクロ水力発電設備を参考とする。当該事業では、富山市国際大学の上坂教授が全体のエネルギーマネジメントシステムの設計を担当していたことから、当該事業で得た知見や課題等を本事業で検討したモデルに対しても反映することを想定している。また、設備の維持管理やメンテナンスについても、地域住民自らが実施できることを前提として、両都市の大学の連携の基で、エコツーリズムのプログラムに反映するなど検討する。

事業検討にあたっては、富山市、コタキナバル市の両自治体の連携のもとで、地域住民とも十分に協議を重ねて、富山市内の企業のノウハウ等を活かしながら適切なソリューションを提案する。



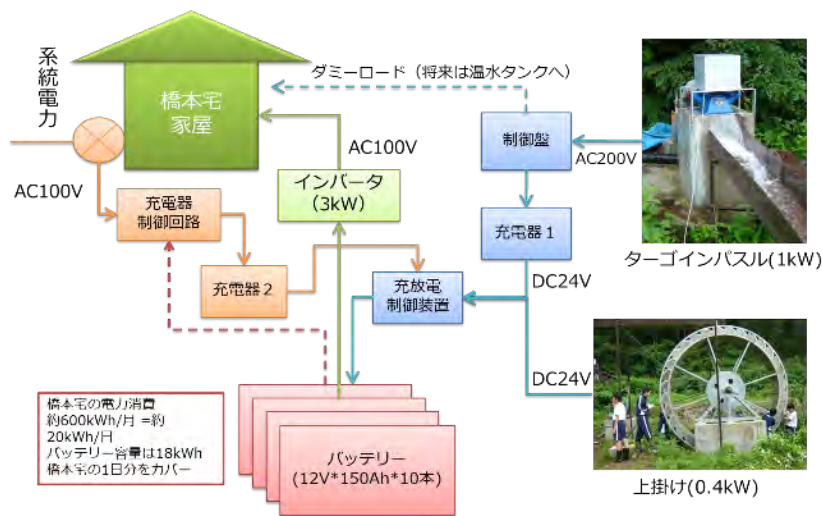


図 5-19 富山市土遊野マイクロ発電設備の概要 (家庭規模)

また、エコツーリズム事業については、コブニ村の既存の観光プログラムに対して、新たに環境要素を追加することで、プログラムとしての魅力をさらに高め、地域の収入の向上を目指す。具体的には、地域特有の地域資源である小水力発電による電力と地元の食材、資源を活用した嗜好品やお土産等の作成等を行うプログラムを想定している。また、富山市は環境未来都市、SDGs 未来都市として、環境×観光に関する取組を積極的に展開していることから、自治体観点での取り組みの支援や推進の方法について、コタキナバル市に対して共有することも合わせて実施する。



図 5-20 エコツーリズムプログラム

最後に、これらの事業の実施にあたり、我が国と現地の学生や人材の派遣、受け入れを積極的に行い、地域活性化を図る。将来的には再生可能エネルギー関連の技術者を育成し、現地の関連本邦企業への就職や外国人材の受け入れが見込まれる。

なお、上記を実現できる事業としては、JICA の草の根技術協力事業を想定している。現在、実施体制としては図 5-21 を想定しており、これまでの富山市とコタキナバル市の協力協定を活かしつつ、両地域の大学が連携し、事業を推進する。それと合わせて、現地に

適した技術や設備の導入にあたっては、富山市内企業の優れた脱炭素技術を提供することを想定している。



図 5-21 今後のコブニ村における事業体制案

表 5-7 事業実施体制における役割

関係者	役割
富山市	コタキナバル市との連携支援、本邦受入支援
コタキナバル市	UMS との連携支援、現地受入支援
富山国際大学	事業全体の推進、学生派遣等
マレーシア国立サバ大学 (UMS)	エコツーリズムプログラムの開発
富山市内企業	現地に適した技術や知見の提供
日本エヌ・ユー・エス	全体統括、各事業の技術的支援

## 第6章 制度構築支援分野及び都市間連携活動

### 6.1 都市間連携活動概要

今年度は新型コロナウイルスの影響による渡航制限が解除されたことから、現地へ渡航しての現地調査を実施できたことに加えて、両自治体が対面で参加する都市間連携セミナーや小水力発電技術情報ワークショップ等、幅広い活動を行うことができた。

2022年10月には、本都市間連携事業においては、富山市として初めて現地自治体を訪問し、改めて、引き続きの連携の継続について確認することができた（表6-1、表6-2）。

表6-1 IRDA 訪問及び意見交換の概要（2022年10月）

日時	2022年10月18日@IRDA 会議室	
参加者 (敬称略)	IRDA	Dato Dr Badrul Hisham Kassim 最高責任者、Rudyanto Bin Azhar イスカンダル高速輸送部長、Ezani Bin Mohamad イスカンダル高速輸送部副部長、Muhamad Nizam Bin Daud イスカンダル高速輸送部副部長、Kamisah Mohd Ghazali レジリエント環境部長、Ong Hwa Chong レジリエント環境部副部長、Dr. Nafisah レジリエント環境部
	富山市	小林、黒川
	JANUS	山瀬、平澤
概要	富山市と IRDA の間での連携の経緯、今までの都市間連携の調査概要や結果について説明および協議を実施した。	
写真		

表 6-2 コタキナバル市訪問及び意見交換の概要 (2022 年 10 月)

日時	2022 年 10 月 17 日 @ コタキナバル市役所	
参加者 (敬称略)	コタキナバル市	Noorliza Awang Alip 市長、Junainah Abbie 総括マネージャー、Abdul Manaf Rajikan 設計・開発部長、Jack Lo エンジニアリング部長、Tantanny Fung 都市計画部長、Linda Manahan エンジニアリング部
	富山市	小林、黒川
	JANUS	山瀬、平澤
概要	富山市とコタキナバル市の間での連携の経緯、今までの都市間連携の調査概要や結果について説明および協議を実施した。	
写真		

## 6.2 セミナー

今年度事業は都市間連携事業の3年度目に該当することから、3年間の成果やゼロカーボンシティ宣言の意義や目的、その効果などを共有する現地セミナーを2023年2月に開催した。当日のアジェンダや議事概要を以下に示す。

### 6.2.1 IRDA との都市間連携セミナー

2023年2月16日にIRDAで開催した都市間連携セミナーのアジェンダを表6-3、議事概要を表6-4に示す(セミナー資料: 8.3、8.4)。



表 6-3 都市間連携セミナーのアジェンダ (IRDA)

Feb. 16 <sup>th</sup> (Thu.), 2023 Online workshop	
Time (Malaysia)	Contents
14:00-14:10	<b>Opening Remarks</b> -by Dato' Dr. Badrul Hisham Kassim, Chief Executive, IRDA -by Mr. Keiichi Kobayashi, Project Director of Environment Policy Division, Toyama City
14:10-14:25	<b>Presentation and exchange on the results of the 3 - years' City-to-City collaboration study (JANUS)</b> -by Ms. Kyoko Hirasawa, Japan NUS Co., Ltd. (10 minutes presentation followed by 5 min Q&A session)
14:25-14:50	<b>Share of experience of the Zero - Carbon City Declaration</b> -by Mr. Kazuhiro Kurokawa, Project Director of Environment Policy Division, Toyama City (Presentation in English (15min) followed by 10 min Q&A session)
14:50-15:15	<b>Status of the Low-carbon society blueprint for IRDA</b> -by Ms. Choo Hui Hong, Resilient Environment, IRDA (Presentation in English (15min) followed by 10 min Q&A session)
15:15-15:25	<b>Discussion and update for future collaboration projects and opportunities</b> -by all participants 10min Comments and Discussion, translated when needed
15:25-15:30	Closing and group picture

表 6-4 都市間連携セミナーの議事概要 (IRDA)

参加者 (敬称略)	IRDA	Dato Dr Badrul Hisham Kassim、Rudyanto Bin Azhar、Mamdoh B. Dat Hj Yusof Malim Kuning、Ong Hwa Chong、Dr. Nasfisah Abdul Rahiman、Choo Hui Hong
	バスオペレーター	Sharom Tabil、Ramli
	富山市	小林、黒川
	JANUS	山瀬、平澤

各出席者の紹介および挨拶の後、イスカンダルにおけるバイオ燃料利活用事業の検討結果を改めて紹介し、脱炭素交通の構築を含めた次年度以降の検討内容や課題について協議した。また、富山市からはゼロカーボンシティ宣言の経緯やそのメリット等、IRDAからはLow-carbon society footprint2030の中身について説明をし、「ゼロカーボンドミノ」に向けた意見交換を実施した。

■ バイオ燃料利活用事業

- ・ バスオペレーターの会社でも、バイオ燃料への転換を検討し始めている状況である。POME からどの程度の量のバイオメタンが回収できるのか、また、経済性の検討結果などもご教示いただきたい。(Sharom Tabil)  
→昨年度の報告書に詳細が記載されているため、会議後に共有する。(JANUS)

■ 脱炭素交通の実現に向けた今後の課題や次年度以降の検討

- ・ ジョホールバル州内ではバイクの利用者が非常に多く、バイク利用者による CO2 の排出が多くなっている。また、その多くが仕事のためにシンガポールに移動しているため、両国間でも大きな課題となっている。そうした意味で、再生可能エネルギーを活用したバッテリー交換式電気バイクの BaaS 事業は大変興味深い内容である。(IRDA)
- ・ 今後の検討に向け、マレー半島で電気バイクによる BaaS 事業の開発を進めている Blue shark 社とコンタクトを始めている。(IRDA)
- ・ また、カーボンクレジット制度についても、マレーシア政府が、カーボンクレジット制度の導入について検討し始めている状況である。IRDA として、政府に進言なども可能であることから、次年度の検討にはそうした政策提言等についても項目として含めていただきたく考えている。(IRDA)

■ 各都市の脱炭素計画について

- ・ LCSIM2030 について、IRDA では、マレーシア政府が掲げる目標値と比較して、より高い目標を設定されているが、どういった理由か。(富山市)  
→目標値を GDP ベースの炭素密度という形で設定していることが一つの要因である。IRDA の GDP がマレーシア全土より高いため、必然的に目標も高くなるようになっている。その一方で、今後、IRDA 内で推進している事業において「脱炭素」を意識するため、敢えて、目標を野心的な設定にしている意図もある。今後、再生可能エネルギーの導入や石炭火力停止、カーボンクレジット市場の構築など、政府からの後押しも多いため、実現可能な目標だと考えている。(IRDA)
- ・ GCOM との事業はどのような内容か。(富山市)  
→GCOM とはキャパシティビルディングに関する連携をしている。(IRDA)



図 6-1 都市間連携セミナーの様子 (IRDA)

### 6.2.2 コタキナバル市との都市間連携セミナー

2023年2月13日にコタキナバル市役所で開催した都市間連携セミナーのアジェンダを表 6-5、議事概要を表 6-6に示す(セミナー資料: 8.3、8.5)。

表 6-5 都市間連携セミナーのアジェンダ (コタキナバル市)

PROGRAMME

Feb. 13 <sup>th</sup> (Mon.), 2023 Online workshop	
Time (Malaysia)	Contents
10:00-10:10	<b>Opening Remarks</b> -by Datuk Noorliza Awang Alip, Mayor of Kota Kinabalu City Hall -by Mr. Keiichi Kobayashi, Project Director of Environment Policy Division, Toyama City
10:10-10:25	<b>Presentation and exchange on the results of the 3 - years' City-to-City collaboration study (JANUS)</b> -by Ms. Kyoko Hirasawa, Japan NUS Co., Ltd. (10 minutes presentation followed by 5 min Q&A session)
10:25-10:50	<b>Share of experience of the Zero - Carbon City Declaration</b> -by Mr. Kazuhiro Kurokawa, Environment Policy Division, Toyama City (Presentation in English (15min) followed by 10 min Q&A session)
10:50-11:15	<b>Status and updates of the Green City Action Plan Kota Kinabalu</b> -by Ms. Tantiny Fung, City Planning Department, DBKK (Presentation in English (15min) followed by 10 min Q&A session)
11:15-11:25	<b>Discussion and update for future collaboration projects and opportunities</b> -by all participants 10min Comments and Discussion, translated when needed
11:25-11:30	Closing and group picture

表 6-6 都市間連携セミナーの議事概要 (コタキナバル市)

参加者 (敬称略)	コタキナバル市	Noorliza Awang Alip, Junainah Abbie, Abdul Manaf Rajikan, Jack Lo, Tantiny Fung, Linda Manahan, Fauziahton Ag Said
	マレーシア国立サバ大学 (UMS)	Pr. Ir. Dr. Peters Robert
	SESB	Terrence Kouju
	コブニ村	Emalia Rabin, Noorlizahwati
	富山市	小林、黒川
	日本空調北陸	西川
	JANUS	山瀬、平澤



各出席者の紹介および挨拶の後、主に太陽光発電設備の導入検討及びコブニ村における再生可能エネルギー導入の検討を中心に、都市間連携事業における調査結果及び今後の方針について説明を行った。また、富山市からはゼロカーボンシティ宣言の経緯やそのメリット等、コタキナバル市からはグリーンシティアクションプランコタキナバル（GCAPKK）の中身について説明をし、「ゼロカーボンドミノ」に向けた意見交換を実施した。

■ 太陽光発電事業について

- ・ 今後のステップとしては、コストの算出並びに資金調達の検討であると理解している。現在、JCM はマレーシアで適用できないとのことであるため、コタキナバル市側でも予算の検討を進める必要があると感じている。ある程度の事業コストが明らかになったら、一緒に検討して行きたい。（コタキナバル市）
- ・ 今後、太陽光設備を実際に導入するとなった際に許認可の取得（” Approval of endorsement”）などが必要になると思われるが、手続き等について何か相談が必要であれば、SESB としてアドバイスできる。（SESB）
- ・ 許認可取得については、どれくらいの期間がかかるのか。（コタキナバル市）  
→概ね 2 週間～1 か月が目安である。（SESB）

■ コブニ村の事業について

- ・ コブニ村の事業については、都市間連携の調査を終え、今後 JICA 事業に提案を行うと理解した。コタキナバル市では、JICA 事業の経験もあるため、良い提案であると思う。また、コタキナバル市では現在周辺の 3 つの村でもコミュニティ観光事業をコブニ村の事業をモデルに横展開させようとしているため、その動きとも併せて事業が進められると良いと思われる。（コタキナバル市長）
- ・ コブニ村、またその周辺の村における状況は類似しているため、今後、調査対象範囲を広めるのが良いと思われる。また、UMS としては周辺環境の情報や状況を理解しているため、本事業において力になれると思う。富山国際大学との連携も歓迎する。（Pr. Robert）
- ・ コタキナバル市の環境教育活動に、コブニ村の事業内容も盛り込んでみてはどうか。（Pr. Robert）  
→コブニ村の小学生は隣の Kionsom 村の小学校に通っている。そこで活動を実施するのは良いかもしれない（コタキナバル市）

■ 各都市の脱炭素計画について

- ・ コタキナバル市は、ADB から低炭素計画導入候補都市として選定された経緯があるが、ADB から設備導入の具体的な予算が与えられるというスキームではない。

(コタキナバル市)

- ・ コタキナバル市では、現在の低炭素計画の具体化は公共交通政策から始めたいと考えているため、富山市の交通政策からのコンパクトシティ、ゼロカーボンシティ宣言の流れというのは大変参考になる。(コタキナバル市)
- ・ 富山市で路面電車の開発が進んだ経緯について教えてほしい。コタキナバル市としても、LRT 及び BRT の検討を進めて来たが、LRT は土地収用の問題があり、導入は難しいと考えている状況である。(コタキナバル市)  
→富山市では、既存の路面電車の線路が存在していたが、廃止後の計画として LRT の導入を検討した。LRT はコスト面での課題があることは認識していたが、長期的な政策として、利便性及び市内での渋滞防止を目指したいという思いがあり、最終的には LRT を選定した。(富山市)
- ・ 現在、コタキナバル市では、約 700 のバスオペレーター企業が存在しており、まずはその整理を進める必要があると感じており、来月、バス会社などを含むステークホルダーと協議する予定である。また、コタキナバル市では観光セクターが盛んであるため、観光用のバスの EV 化なども検討したいと考えている。(コタキナバル市)
- ・ UMS でも、低炭素の技術促進のためにキャンパス内で EV や自家発電の再生可能エネルギーを導入しており、2023 年までにグリーンキャンパスを目指す計画がある。(Pr. Robert)
- ・ コタキナバル市として他に力を入れて行きたいと考えているセクターとしては、省エネの街灯の導入 (LED 置換) であるが、これは中央政府からの予算が非常に限られており、導入できているのは必要台数の 1/25 程度である。そのほか、廃棄物管理政策や下水道問題、グリーンビルディングにも取り組んでいる。いずれにしても政府からの資金は非常に低いため、JV などの官民活動として実施している。(コタキナバル市長)



図 6-2 都市間連携セミナーの様子（コタキナバル市）

### 6.3 制度構築支援

前項で示す通り、今年度事業では、2023年2月に開催した両都市との都市間連携セミナーにおいて、富山市における交通政策及び脱炭素政策に関する知見を共有し、現地と意見交換を実施した。

イスカンダル地域では、2023年2月に Low Carbon Society Blueprint for Iskandar Malaysia 2030 (LCSBIM2030) が公表された（図 6-3）。同計画には本都市間連携事業の成果も一部反映されるような形で含まれており、具体的には、交通分野のGHG排出削減方法として、バイオ燃料について言及されているほか、様々なステークホルダーとの連携のページでは富山市についても触れられている。

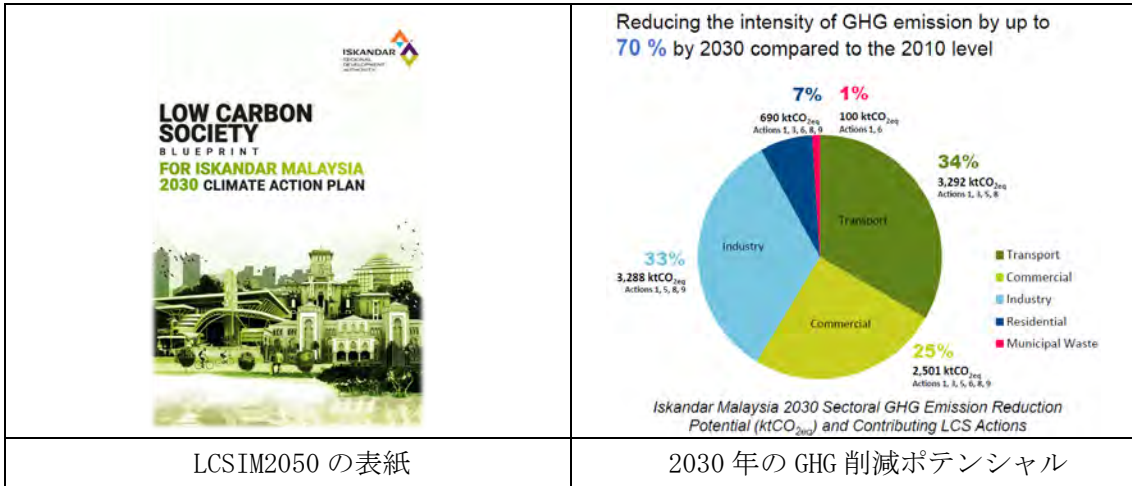


図 6-3 LCSIM2050



## 第7章 まとめ

### 7.1 今年度の都市間連携事業の成果

前述の通り、今年度の都市間連携事業では、過年度の調査で実施できなかった現地渡航が可能となり、現地での現地調査や現地でのセミナー開催等、非常に多くの成果がある事業を実施することができた。これらも含めた成果のまとめを表 7-1 に示す。

表 7-1 今年度の都市間連携事業の成果のまとめ

プロジェクト	成果
脱炭素交通事業	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ バイオ燃料利活用事業に関するビジネススキーム及び実施体制について検討した。</li> <li>・ ビジネス実現に向け、Gas Malaysia 社にコンタクトし、事業参画への働きかけを行った。</li> <li>・ 上記の結果、ビジネスの詳細検討に向けた <b>Gas Malaysia 社及び日揮ホールディングス社、当社の3社間でNDAを締結し、AZEC 閣僚会議官民投資フォーラムにおいて MoU を締結した。</b></li> <li>・ 上記と並行し、イスカンダル地域における脱炭素交通確立に向けた方針や課題について意見交換を実施した。</li> <li>・ 協議の結果、次のターゲットとして、市民の交通手段としてのバイクを対象として、<b>バッテリー交換式電気バイクを対象とした BaaS 事業のマスタープランの検討を実施したい旨を確認した。</b></li> </ul>
太陽光発電事業	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 令和3年度事業までに検討した3箇所の導入候補地の現地調査を実施し、コタキナバル市と協議した結果、<b>導入対象候補地として、「コタキナバル市役所」を選定した。</b></li> <li>・ 株式会社日本空調北陸とともに、コタキナバル市役所の屋根等の実地調査を行い、屋根の耐久性等を確認したうえで、設置可能箇所の洗い出しを行った。</li> <li>・ コタキナバル市役所から受領した電力消費データ等から、1日の電力需要カーブシミュレーションを実施した。</li> <li>・ <b>電力需要カーブに適した太陽光発電設備の設置容量を検討したうえで、発電シミュレーションを実施し、電力需給シミュレーションを実施した。</b></li> <li>・ 今後の事業推進に向けた<b>事業実施体制や運営体制、メンテナンス体制を検討した。</b></li> </ul>
小水力発電事業	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Naradau 発電所の実地調査を実施し、オンライン調査からは気付かなかったポイントや現地の状況について確認した。</li> <li>・ <b>小水力発電技術セミナーを開催し、日本で長年培われてきた小水力発電に関する知見等を共有した。</b></li> <li>・ SESB 社の今後の再生可能エネルギーに関する事業計画について把握し、日本企業との連携可能性について確認した。</li> </ul>
再生可能エネルギーを活用した電化事業	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ コブニ村の実地調査を実施し、<b>河川流量を測定し、水力発電導入ポテンシャルについて確認した。</b></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現地住民にヒアリングを実施し、電力利用に関する要望等を確認した。</li> <li>・ <u>今後の事業方針及び実施体制を検討</u>した。</li> </ul>
都市間連携活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現地で開催した都市間連携セミナーにおいて、<u>富山市のゼロカーボンシティ宣言やそれに基づく取組、交通政策との関係性等を紹介</u>し、現地自治体と意見交換を実施した。</li> <li>・ イスカンダル地域では、都市間連携事業の成果も含めた「<u>Low Carbon Society Blueprint for Iskandar Malaysia 2030 (LCSBIM2030)</u>」が公表された。</li> </ul>

## 7.2 次年度以降の方針

### ■ 脱炭素交通事業

今年度事業では、バイオ燃料利活用事業のビジネススキーム及び実施体制を検討した。その結果、本事業の成果の1つとして、Gas Malaysia 社、日揮ホールディングス社、当社の3社間でビジネスの詳細検討に向けたMoUを締結することができた。今後は、3社で協力をしつつ、ビジネス実現に向けた詳細な検討及びステークホルダーへの事業参画の働きかけを行ったうえで、早ければ2023年度中に特別目的会社（SPC）を設立したうえで、事業を開始する予定である。マレーシア国と日本国間でのJCMが締結された場合は、JCMスキームの活用等も視野に入れた検討を行う予定である。

また、脱炭素交通の確立に向けては、公共交通以外の部分についての脱炭素化の必要性があることを把握した。特に、シンガポールへの労働者やフードデリバリーサービスやGrabなどの急速な普及により、バイク利用者が急増している状況であり、それらの対策が急務となっている。IRDAからは、バッテリー交換式電動バイクを活用したBaaS（Battery as a Service）事業の導入により、これらの課題を解決したい意向を確認した。また、同サービスに再生可能エネルギーである太陽光発電システムを組み合わせることで、電力の脱炭素化及びエネルギーマネジメントの実施により、再エネのさらなる導入が可能になると考えられる。IRDAと協議の結果、まずは、技術面での導入可能性や政策面での支援も含めたマスタープランの検討について、都市間連携事業のPhase2の中で検討したい意向を確認した。検討にあたっては、富山市内企業である株式会社新日本コンサルタントとの協力を検討している。同社では、インドネシアにおいて、既にバッテリー交換式電動バイクのBaaS事業を現地企業と実証を開始している<sup>3</sup>ことから（図7-1）、それらの知見を活かし、イスカンダル地域に適したモデルや政策支援の面での検討を行いたいと考えている。

<sup>3</sup> <https://www.shinnihon-cst.co.jp/news/20221216-2.html>



図 7-1 新日本コンサルタント社が検討しているバッテリー交換式電動バイク

■ 太陽光発電事業

今年度事業では、コタキナバル市役所に対して、自家消費型の太陽光発電システムの導入について検討し、適切な設備設置容量や運営体制等についても確認を行った。今後は、現地の EPC 事業者とも協力し、具体的な工事のプロセスや建設コスト等を明らかにしたうえで、コタキナバル市役所側で投資判断を行う予定である。そのうえで、事業を実施する場合は、JCM 締結状況によるが、仮にマレーシア国と我が国の間の JCM が締結されていた場合は、JCM 設備補助事業の活用を検討する。

■ 小水力発電事業

今年度事業では、リハビリ候補地点の実地調査等を実施し、故障の状況等を確認することができた。また、小水力発電技術セミナーにより、日本の経験に基づく取水方式等の知見を共有することができた。今後、事業実施に向けては、測量等も含めた詳細な現地調査を行ったうえで、機器の選定や設計等を行うフェーズとなる。本都市間連携事業でそれらを実施することは予算の関係上、難しい状況である。一方、日本政府の支援に関わらず、SESB 社としては、当該地点のリハビリを進める意向であり、既に社内で調査のための予算等を確保していることから、引き続き、連携をしつつ、日本企業側で当該事業へ参画の意思がある企業が見つかった場合は、JICA やその他政府系予算の活用も含め検討を進める考えである。

■ 再生可能エネルギーを活用した電化事業

今年度事業では、現地調査やヒアリングから、現地の再生可能エネルギーの導入ポテンシャルや、現地の電力需要ニーズ、近隣の村の状況などを確認することができた。これらの情報を活かし、次年度は、JICA 草の根技術協力事業（地域活性型）への応募を検討す

る。事業応募にあたっては、これまでの富山市とコタキナバル市の協力協定を活かしつつ、両地域の大学が連携し、事業を推進する。それと合わせて、現地に適した技術や設備の導入にあたっては、富山市内企業の優れた脱炭素技術を提供することを想定している。

■ 都市間連携活動

今年度事業では、現地渡航が実施できるようになったことから、富山市と両都市間での連携が非常に強化された1年であった。特に、2023年2月に開催した都市間連携セミナーでは、富山市のゼロカーボンシティ政策や交通政策について共有し、大変活発な意見交換が実施され、次年度以降も継続的に都市間で連携し、ゼロカーボンシティの形成に向けた活動を行いたい意向を確認した。

上記の状況を踏まえ、イスカンダル地域では、都市間連携事業のPhase2として、ゼロカーボンシティモデル地域形成事業の応募を検討している。事業概要は図7-2に示すとおりであり、これまでの内容から継続し、富山市とIRDAとの協力協定のもと、3つの事業を検討することを想定している。



図 7-2 Phase2 応募予定事業

1点目はIRDAから要請のあった「脱炭素交通の確立に向けたBaaSシステムの導入検討」として、バッテリー交換式電動バイクを対象としたBaaSシステムのマスタープラン検討を行いたいと考えている。2点目としては、IRDAで開発が進められている6つのモデルエリアを対象として、カーボンゼロモデルエリアの検討を行いたいと考えている。3点



目としては、これらを支えるエネルギーとして、太陽光発電システム及び電力マネジメントシステムの導入を検討したいと考えている。

以上

---