

令和6年度環境省委託事業

令和6年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務
(富山市・バリ州における脱炭素社会実現に向けた都市間連携事業)

報告書

令和7年3月

日本エヌ・ユー・エス株式会社

富山市

目次

1. 本業務の背景、目的及び実施体制	1
1.1. 背景および目的	1
1.2. 本業務の実施体制と実施内容	3
2. 脱炭素に係る政策状況	4
2.1. インドネシアの脱炭素政策	4
2.1.1. インドネシア中央政府の低炭素政策	4
2.1.2. 国家開発計画	5
2.2. バリ州における脱炭素政策	7
2.2.1. バリ州の脱炭素化に向けた取り組み	7
(1) 主たる政策・方針	7
(2) バリ州エネルギー関連政策	8
(3) バリ州の電力需要量および再生可能エネルギーポテンシャル	11
(4) バリ州における再生可能エネルギー普及課題	12
3. 調査結果	15
3.1. 太陽光発電と水素技術活用調査	15
(1) 水素社会実現への段階を踏まえたポテンシャルサイト調査	15
(2) 事業設計及び体制構築	22
3.2. FCV および EV モビリティ利用事業検討	31
(1) FCV 導入ポテンシャルサイト調査	31
(2) EV 導入ポテンシャルサイト調査	34
(3) CO2 排出削減効果の試算	40
4. 低炭素社会実現のための都市間連携（現地関係者との協議）	43
4.1. バリ州との協議事項	43
5. 成果のまとめと今後	44
5.1. JCM 設備補助等申請	44
5.2. 都市間連携活動	45
参考資料	1
参考資料 1 -富山市-バリ州協力協定	2
参考資料 2 -PT.Abundant Impact Ventures 資料	4
参考資料 3 -タバナン県及びクルンクン県との打ち合わせメモ（2024 年 7 月調査）	39
参考資料 4 -報告会資料	45

図目次

図 1-1	富山市の国際協力の歩み.....	2
図 1-2	本業務の実施体制（全体）	3
図 2-1	COP29 におけるインドネシアパビリオンの様子	4
図 2-2	バリ州の将来電源構成	9
図 2-3	バリ島における系統図	13
図 3-1	バンリ県メガソーラー発電所現況	16
図 3-2	バンリ県メガソーラー発電所リニューアルによる発電量月別推移.....	17
図 3-3	川崎マルエンへの導入事例.....	19
図 3-4	「二国間クレジット制度（JCM）等を活用した低炭素技術普及促進事業」実施 フロー.....	20
図 3-5	「脱炭素化・エネルギー転換に資する我が国技術の国際実証事業」実施フロー	21
図 3-6	JICA 民間連携事業メニュー	22
図 3-7	日揮ホールディングスの熱分解ガス化プラントの概要.....	24
図 3-8	バリ州における自治体別廃棄物発生割合	24
図 3-9	HeRex のシステム概念図と MW タイプの設置イメージ	25
図 3-10	H2Rex™ の特徴.....	26
図 3-11	使用済みプラスチック由来水素を活用した地域循環型水素地産地消モデル 実証	26
図 3-12	提案システムの位置づけと脱炭素移行イメージ.....	27
図 3-13	提案システム概念図	28
図 3-14	提案システムの効果とコンセプト.....	28
図 3-15	Nusa Penida 島概況.....	29
図 3-16	油化技術 Pyro-blue の特長	30
図 3-17	北酸および鈴木商館等が開発した水素燃料供給モデル	31
図 3-18	Sama-sama SEAPLANE コンセプト.....	32
図 3-19	Sama-sama SEAPLANE 運行計画	32
図 3-20	Sama-sama SEAPLANE の環境配慮.....	33
図 3-21	初飛行する ZeroAvia 社水素飛行機（左）、ドイツ小型水素飛行機 Apus（右）	34
図 3-22	「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業/分散型エネ ルギー資源としての可搬型蓄電池シェアリング実証研究（インドネシア）」概要	35
図 3-23	「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業/分散型エネ ルギー資源としての可搬型蓄電池シェアリング実証研究（インドネシア）」バリ 事業概要.....	36
図 3-24	「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業/分散型エネ ルギー資源としての可搬型蓄電池シェアリング実証研究（インドネシア）」バッ	

テリーリユース.....	36
図 3-25 Pt.HPP Energy Indonesia 訪問の様子（左）と Bex および MPP（右）	37
図 3-26 Jatiluwi 村位置図と棚田風景	38
図 3-27 バッテリー交換式 EV バイク事業モデル	39
図 3-28 タバナン県と富山市の協議および現地調査の様子	41
図 3-29 事業構成と事業主体選定に係る課題のイメージ図	42
図 3-30 北陸電気工事株式会社による EV 実証事業	42
図 4-1 現地関係者の訪日機会と都市間連携事業の協議	43
図 4-2 現地調査と関係者協議	43
図 4-3 バドゥン県位置図及び域内図	44
図 4-4 コンポストプラント及び開所式の様子（2024 年 10 月）	44
図 5-1 小規模プロジェクトの投資家候補	45
図 5-2 本提案事業の構想概略図	47

表目次

表 2-1	バリ州 RPJMD ミッション 21	8
表 2-2	バリ州の将来電源構成	9
表 2-3	バリ州将来温室効果ガス排出量予測（単位：千トン CO ₂ ）	9
表 2-4	バリエネルギー総合計画（RUED, 2020 - 2050）ガス供給、再エネ開発に関する主な政策	10
表 2-5	バリエネルギー総合計画（RUED, 2020 - 2050）ガス供給、再エネ開発に関する主な支援策	11
表 2-6	2020 年以降にバリ州で進行中の屋根置き太陽光発電プロジェクト	11
表 2-7	バリの将来発電設備容量および予測	12
表 2-8	バリ州の再生可能エネルギー発電ポテンシャル	12
表 3-1	バンリ県メガソーラー発電所リニューアルによる発電量試算	17
表 3-2	バンリ県メガソーラー発電所リニューアルによる経済性試算	18
表 3-3	JICA 導入設備と仕様	38
表 3-4	取得した見積書	41

略語表

略語	英語・インドネシア語	和訳
100RC	100 Resilient Cities	100 のレジリエント・シティ
BAPPEDA	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah	地方開発計画局
BAU	Business as usual	成り行きシナリオ
BOE	Barrel of Oil Equivalent	石油換算トン
CAPEX	Capital Expenditure	設備投資コスト
CNG	Compressed Natural Gas	圧縮天然ガス
DDF	Dual Diesel Fuel	ディーゼル油/CNG の混合燃料
DEPO	Depot	中継施設
DKP	Dinas Kebersihan dan Pertamanan	美化局
ESDM	Ministry of Energy and Mineral Resource	エネルギー鉱物資源省
FIT	Feed-in Tariff Program	固定価格買取制度
GNSSA	GERAKAN NASIONAL SEJUTA SURYA ATAP	屋根置き太陽光発電促進国民運動
IPP	Independent Power Producer	独立電源事業者
IRR	Internal Rate of Return	内部収益率
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
KEN	Kebijakan Energi Nasional	国家エネルギー政策
MRU	Mobile Refueling Unit	コンプレッサー搭載ガス供給車
NDC	Nationally Determined Contribution	自国が決定する貢献
PLN	Perusahaan Listrik Negara	インドネシア電力公社
PPA	Power Purchase Agreement	電力売電契約
RAD-GRK	Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca	地方温室効果ガス排出削減行動計画
RAN-GRK	Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca	国家温室効果ガス排出削減行動計画
RPJMD	Rencana pembangunan jangka menengah daerah	地方中期開発計画
RPJMN	Rencana pembangunan jangka menengah nasional	国家中期開発計画
RUED	Rencana Umum Energi Daerah	地方エネルギー総合計画
RUEN	Rencana Umum Energi Nasional 2015-2050	新国家エネルギー政策
RUPTL	Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik	インドネシア電力供給事業計画

SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
TPA	Tempat Pembuangan Akhir	最終処分場
TPS	Tempat Pengolahan Sampah	一時集積場
JANUS	Japan NUS Co., Ltd.	日本エヌ・ユー・エス株式会社（本都市間連携提案事業者）

1. 本業務の背景、目的及び実施体制

1.1. 背景および目的

2022年に公表された気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第6次評価報告書第3作業部会報告書によると、世界のGHG排出量の約7割が都市由来とされており、パリ協定で定める1.5度目標の達成に向けては、都市における気候行動の加速が必要不可欠である。日本は、国と都市が協働して、ゼロカーボンシティの実現に向けて、2021年6月に策定された地域脱炭素ロードマップの下、脱炭素先行地域を100か所以上創出し、全国に拡大する取組を進めている。

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く今後GHG排出量の増加が見込まれる途上国において、持続可能な脱炭素社会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いる。

一例として、日本国環境省では世界の都市が直面する今日的課題に多角的に対処するため、本事業を軸として、2023年2月、JICAとともに、クリーン・シティ・パートナーシップ・プログラム（C2P2）を立ち上げた。本プログラムは、日本の自治体や民間企業、金融機関と連携し、技術や資金の更なる動員を図り、パートナー都市における気候変動、環境汚染、循環経済、自然再興（ネイチャーポジティブ）を含む都市課題に対して包括的かつ相乗的な支援を提供するものである。また、G7をはじめとする同志国や国際開発金融機関を含む他の主要なステークホルダーとの連携を推進する。

本事業では、上記目的を踏まえて、インドネシア・バリ州と富山市による連携により、脱炭素政策に積極的な両自治体の取り組みを支援するとともに、協力関係を深化させつつ、富山市内企業と一丸となり次世代の都市づくりを実現することを目指すものである。

SDGs未来都市である富山市は、インドネシアの自治体との連携による貢献を目指し、様々な取り組みを推進してきた。具体例としては、2014年にバリ州タバナン県との技術協力協定の下、JICA事業を活用し小水力発電設備を導入したことを契機に、スマラン市、バンダアチェ市、トビンティンギ市、タバナン県、クルンクン県、レボン県等との協力協定を締結し、SDGs達成に寄与するプロジェクトを組成してきたところである。

2018年にはその功績から日本の自治体として初めて、インドネシア内務省より感謝状の贈呈を受けている。富山市は、SDGs未来都市として、この取り組みをSDGs17に掲げられている「グローバル・パートナーシップを活性化」するゴールに位置付け、国際連携の取組を継続して進める方針である。

バリ州については、2018年より「富山市・バリ州による都市間連携を活用した観光未来都市支援事業」を開始、ホテルや交通分野を中心に観光セクターの低炭素化支援を行ったほか、燃料転換に係る政策支援に加え、JCM案件形成活動としてJCM設備補助事業の申請支援、ビジネスマッチング、ワークショップ開催などの活動を実施してきた。

これらの活動の基盤として、バリ州およびバリに立地する国立大学であるウダヤナ大学との協力協定をそれぞれ締結済みである¹。

¹ 当該協力協定を、参考資料1に示す。



図 1-1 富山市の国際協力の歩み

2019 年には、大型ホテルの省エネ・再エネ導入に係る事業が具体化し、2020 年の実装に向けた準備を開始した矢先、新型コロナウイルスの感染拡大に伴い、観光事業者における投資が厳しいものとなった。

そこで、2020 年度においては、バリ州が抱える最大の環境課題である交通渋滞やそれに伴う排ガスによる大気汚染、CO₂ 排出に焦点を移し、この対策について検討を行った。

有力な技術として、富山市がスマラン市において実現した平成 30 年度 JCM 設備補助事業「スマラン市公共交通バスへの圧縮天然ガス（Compressed Natural Gas: CNG）とディーゼル混焼設備導入プロジェクト」の技術であるガス転換機器（Dual Diesel Fuel: DDF）システムが考えられた。より排出係数の低い化石燃料による削減という視点からは、脱炭素へ向けた通過点に過ぎないものの、交通分野で実現性の高い同技術による低炭素化は一定の排出削減効果を期待できるものであった。

一方で、インドネシアにおいてガスの流通状況は万全とはいえず、石油の減産に伴い埋蔵量の多い天然ガスの利用促進策が進められているものの、産出される天然ガスのほとんどが、輸出か大規模需要家（LNG 火力発電所等）への供給に留まっており、都市の潜在的な需要に供給する体制が整っていなかった。

加えて、2022 年にバリ島で開催された G20 を受け、バリ州では気候変動対策でもさらなる先進的な取り組みに挑戦する機運となった。こうした中で、化石燃料である天然ガスではなく、豊富なポテンシャルがありつつも、系統課題により十分に普及していない太陽光発電の有効化に資する水素利用や、電気自動車の普及、廃棄物課題の解決といった観点で、富山市への協力要請を得るに至った。昨年度には水素に関するセミナーを開催、約 100 名の関係者が参加し、高い関心を把握した。

そこで、以降本事業においては、脱炭素の実装に向けた支援として、太陽光発電等再生可能エネルギーを用いた水素利用、EV 利用に加え、現地の課題となっている廃プラスチック由来の水素製造といった技術導入の可能性を検討することとした。

太陽光発電については、PPA 等によるビジネスベースの取組も進んでいるところであり、こうした事業への JCM 設備補助事業を活用した取組も並行して検討することとした。

1.2. 本業務の実施体制と実施内容

本プロジェクトの事業構想、実施体制および概要を下記の通り示す。



図 1-2 本業務の実施体制（全体）

出所）JANUS 作成

2. 脱炭素に係る政策状況

2.1. インドネシアの脱炭素政策

2.1.1. インドネシア中央政府の低炭素政策

インドネシア政府は、2024 年 11 月にアゼルバイジャンのバクーで開催された第 29 回国連気候変動枠組条約締約国会議（COP29）において、以下の公約、表明を発信した²。

1) 2050 年までのネットゼロ達成目標の前倒し

プラボウォ・スビアント大統領は、インドネシアが従来の 2060 年目標を 10 年早め、2050 年までに温室効果ガスの排出を実質ゼロにする意向を表明した。

2) 化石燃料発電所の段階的廃止

2050 年までのネットゼロ達成に向けて、今後 15 年間で、すべての石炭および化石燃料による発電所を段階的に廃止する計画を発表、以前の 2056 年までの目標を大幅に前倒しした。

3) 再生可能エネルギーの大規模導入

同じ 15 年間で、75 ギガワットの再生可能エネルギー発電設備を新たに導入する計画を発表した。

4) 気候対策資金に関する失望の表明³

COP29 の閉幕式において、インドネシア政府は、途上国が年間 1 兆ドル以上の気候資金を求めていたにもかかわらず、「2035 年までに少なくとも年間 3,000 億ドル」という新たな目標にとどまったことに対し、失望の意を表明。特に、重要な議論に十分な時間が割かれず、弱い立場にある国々の声が無視されたと批判した。

これらの公約と主張は、インドネシアが気候変動対策と持続可能なエネルギーへの移行に積極的に取り組む姿勢を示しているといえる。

気候対策資金の先進国からの支援については失望を表明した一方、インドネシアは 2023 年 9 月 26 日、インドネシア証券取引所（IDX）において、国内初の排出権取引市場「IDX カーボン」を開設し、企業間で排出権の売買が可能となるなど、脱炭素による環境価値に資金が集まる仕組みを構築しつつある⁴。また、国



図 2-1 COP29 におけるインドネシアパビリオンの様子

² 日本総研 Viewpoint 調査部 主任研究員 大嶋 秀雄「COP29 の成果と課題 ～求められる削減目標の引き上げと国際連携の強化～」2024 年 11 月 29 日 No.2024-024

<https://www.jri.co.jp/MediaLibrary/file/report/viewpoint/pdf/15403.pdf>

³ JETRO ビジネス短信「COP29 の最終合意に失望の声明、G20 でネットゼロ達成目標前倒し表明（インドネシア）」2024 年 12 月 11 日

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2024/12/75edfa41c9393edb.html>

⁴ pwc「インドネシアの事業環境および関連規制の動向」2024-12-19.

<https://www.pwc.com/jp/ja/knowledge/prmagazine/pwcs-view/202411/52-06.html>

際的なカーボンクレジット市場にも参入を果たしており、2025年1月には、水力発電や天然ガスプロジェクトなど、5つのエネルギープロジェクトに関連する178万トンのカーボンクレジットをIDXカーボンプラットフォームで販売するに至った。これらのクレジットの多くが化石燃料プロジェクトに関連していることから、投資家からの関心が限定的であるとの指摘もあるが、持続可能なエネルギーへの移行と温室効果ガス排出削減を加速するための一歩と見ることができる。

さらに、東南アジア諸国に先駆けて炭素税の導入が検討されており、石炭火力発電所に限定して適用、本格導入は2025年以降とされている。石炭火力発電所に対しては、排出枠を超過した部分に対し、CO₂換算で1トン当たり最低3万ルピア（約290円）の課税が予定されている。

電力セクター以外においても、バイオディーゼル混合率の引き上げにより、輸送部門への低・脱炭素化に向けた取り組みが進められている。2025年2月、エネルギー省のエニヤ・リスティアニ・デウィ氏は、2026年までにパーム油を50%含むバイオディーゼル（B50）の導入を検討していると発表している。輸入ディーゼル燃料への依存を減らすため、2025年にバイオディーゼルの混合率を35%から40%（B40）に引き上げた政策の延長線上にあり、既存燃料との価格差を埋める補助制度等の整備と併せ検討が進められている状況である。

以上のように、インドネシアは、途上国諸国の中でも積極的な脱炭素目標を掲げると共に、カーボンクレジット市場の整備による気候対策資金調達や、輸送部門に係る化石燃料の使用削減等、脱炭素の推進を進める政策方針を明確にしている。

2.1.2. 国家開発計画

インドネシアの開発目標は、国家長期開発計画（RPJPN 2005-2025）にまとめられ、5年ごとに4つの段階に分けられている。各段階は国家中期開発計画（RPJMN）として構成されている。

国家長期開発計画は、「自律的、進歩的、公平で繁栄あるインドネシア」の実現をビジョンとし、4つの段階はビジョン達成のために以下の位置づけとされている⁵。

第1期 RPJMN（2005-2009年）：基盤強化の期間

第2期 RPJMN（2010-2014年）：強化と加速の期間

第3期 RPJMN（2015-2019年）：発展と強化の期間

第4期 RPJMN（2020-2024年）：完了と持続可能性の期間

各中期計画は、その期間におけるインドネシアの全省庁および政府機関の戦略的基礎となるものである。

現在進行中の第4期 RPJMN（2020-2024年）は、以下の7つの開発課題解決に焦点が当てられている。

⁵ 国土交通省国土政策局「各国の国土政策の概要-インドネシア-」Webサイト
<https://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/international/spw/general/indonesia/index.html>

- ・ 人的資源の質と競争力の向上: 健康で適応力のある労働力の育成
- ・ 精神改革および文化的開発: 文化的価値の内面化と活用
- ・ インフラ整備: 経済成長とサービス向上のためのインフラ開発
- ・ 環境の持続可能性の確保: 環境の質の改善と災害へのレジリエンス向上
- ・ 経済変革: 産業の付加価値と雇用創出の促進
- ・ 地方に根差した開発: 地域間格差の是正と均衡の取れた発展
- ・ 有能で競争力のある人的資源: 教育と技能向上を通じた人材育成

これらの課題に対応するため、41の主要プロジェクトが計画されており、各プロジェクトには明確な目標、場所、実施機関が設定されている。

脱炭素に係る開発課題は、上記の「環境の持続可能性の確保」にあたる。当該課題に対しては、以下の3つの政策グループを掲げている。

- ・ 環境の質の向上:
目標: 2024年までに環境品質指標（IKLH）を 69.7 に引き上げる。
施策: 水質改善、大気質の向上、森林減少の抑制、廃棄物管理の強化など。
- ・ 自然災害や気候変動に対するレジリエンスの向上:
目標: 災害と気候変動が GDP に与える影響による潜在的な GDP 損失率を 2024年までに 1.25%に引き下げる。
施策: 防災インフラの整備、早期警報システムの強化、地域コミュニティの防災能力向上など。
- ・ 低炭素開発アプローチの適用:
目標: 温室効果ガスの排出量を 2024年までに 27.3%削減する。
施策: 再生可能エネルギーの導入拡大、エネルギー効率化、持続可能な土地利用、廃棄物管理の改善など。

これらの政策目標を達成するために、以下の主要プロジェクトが実施されている⁶。

- ・ 持続可能なエネルギーの開発:
- 新・再生可能エネルギーの割合を 2024年までに 23%に引き上げる。
- 一次エネルギー強度を 141（2019年）から 133.8（2024年）に改善する。
- ・ 持続可能な土地の回復:
- 劣化した泥炭地の年間回復面積を 122,833 ヘクタール（2019年）から 330,000 ヘクタール（2024年）に拡大する。
- 年間の森林面積増加を 206,000 ヘクタール（2019年）から 420,000 ヘクタール（2024年）に増加させる。
- ・ 廃棄物の管理:
- 国内で管理されるゴミの量を 67.5 百万トン（2019年）から 339.4 百万トン（2024年）に増加させる。
- 衛生的な埋め立て基準を満たす最終処分場の提供を受ける世帯数を増加させる。
- ・ グリーン産業の開発:

⁶ 国立研究開発法人科学技術振興機構 アジア・太平洋総合研究センター「【インドネシア】 2020年～2024年の国家中期開発計画に関する 2020年付大統領令第18号（Tentative translation）」APRC-FY2023-PD-IDN01

<https://spap.jst.go.jp/resource/pdf/aprc-fy2023-pd-idn01.pdf>

- グリーン産業標準を認定した中小企業の割合を引き上げる。
- 産業セクターにおける温室効果ガス削減基準案の策定を推進する。
- ・沿岸と海洋管理:
 - マングローブや沿岸生態系の回復面積を 1,000 ヘクタール (2019 年) から 50,000 ヘクタール (2024 年) に拡大する。

こうした目標のほとんどは、現実には達成に至っていない一方、方針として脱炭素や環境改善に努める姿勢は確固としている。

2024 年 2 月、インドネシア共和国第 8 代大統領としてプラボウォ・スビアント大統領が就任し、新たな国家長期開発計画 (RPJPN 2025-2045) が準備中となっている中、脱炭素施策については、引き続き積極的な対策を取っていく方針が期待される。というのも、2024 年 11 月 21 日、プラボウォ大統領はブラジルで開かれた 20 カ国・地域 (G20) フォーラムにおいて、「わが国は赤道沿いに位置しており、太陽光エネルギーを賄う十分な日光がある。他の再生可能エネルギー源も有しているため、2050 年までにネットゼロを達成できると大いに楽観視している」と述べ⁷、従来計画より 10 年早いネットゼロを公約し、石炭火力発電の廃止については 15 年の前倒しを宣言した。

こうした見解・方針が個別エネルギー政策や電力基本計画等に反映されることで、脱・低炭素の取組がより円滑に進んでいくことが期待される。

2.2. バリ州における脱炭素政策

2.2.1. バリ州の脱炭素化に向けた取り組み

(1) 主たる政策・方針

インドネシア中央政府が策定する国家中期開発計画 (RPJMN) の下、その政策方針に沿った形で、各州は州レベルの地方中期開発計画 (Rencana pembangunan jangka menengah daerah: RPJMD) を策定する。

バリ州における最新の RPJMD は 2018～2023 年での計画となっている⁸。

RPJMD は国家中期開発計画 (RPJMN) と密接に関連しており、バリ州 RPJMD (2018～2023) で掲げられている 22 の開発ミッションは、RPJMN (2015～2019) の 7 つの開発ミッションに沿うように計画されている。

バリ州 RPJMD においてエネルギー開発に関連する記述としては、22 のミッションのうち Mission 21 が関連する。下記に 22 あるミッションのうち、環境に関連する Mission 21 を抜粋する。Mission の下にはそれぞれ目標があり、到達目標には指標が設けられている。

⁷ ロイター通信 2024 年 11 月 21 日「インドネシア、ネットゼロ達成 10 年前倒しへ 大統領「大いに楽観」」

<https://jp.reuters.com/markets/commodities/74J2GMN4T5P5HOAP2VGKREY6LQ-2024-11-21/>

⁸ バリ州中期開発計画 (RPJMD、2018～2023 年)

表 2-1 バリ州 RPJMD ミッション 21

ミッション 21：清潔でグリーン、美しい環境の開発によるバリ Krama ライフスタイルの実現							
Goal 2：清潔、グリーン、美しい生活環境の実現							
指標：環境 Index (IKLH)							
指標	Unit	2018 (基準年)	2019	2020	2021	2022	2023
1. 水質 Index	Index	63.2	64.7	66.2	67.7	69.2	70.7
2. 大気質 Index	Index	92.0	92.4	92.9	93.4	93.9	94.4
3. GHG 削減	(%)	8.4	9.4	10.4	11.4	12.3	12.3
4. 再エネ割合	(%)	0.4	0.4	1.1	7.1	13.8	20.0

出所) バリ州中期開発計画 (RPJMD)

(2) バリ州エネルギー関連政策

1) バリ州エネルギー政策

バリ州では再生エネルギーの開発を推進するために政策の整備を進めており、バリ州へのヒアリングによれば、関連法令として下記が関連する。

- バリ州エネルギー総合計画 (2020-2050) に関する規則 (Rencana Umum Energi Daerah: RUED) (No.9/2020)
- バリ州クリーンエネルギーに関する知事規則 (No.45/2019)
- バッテリー式電動輸送機に関する知事規則 (No.48/2019)
- バリ州エネルギー計画に関するバリ州知事令 2020-2039 (No.123/03-M/HK/2020)

2) バリ州エネルギー総合計画 (RUED)

インドネシアでは国家エネルギー政策 (Kebijakan Energi Nasional: KEN) 及び新国家エネルギー政策 (RUEN) に基づき、各州ではエネルギー総合計画 (RUED) が策定されている。

バリ州においても 2020 年 9 月に「バリ州エネルギー総合計画 (2020-2050) に関する規則」を策定しており、同規則においては、クリーンエネルギーの使用を推進する方針が定められている。ここで言うクリーンエネルギーとは、天然ガスおよび新・再生可能エネルギーを指す。バリ州は長期的なエネルギー計画において、2015 年時点で 0.27%であったバリ州の電源構成に占める再生可能エネルギーの割合を 2025 年には 11.5%、2050 年には 20.1%へと増加させることを目標としている。なお、RUED は原則 5 年ごとに計画の見直しが行われることとなっている。

電源構成における化石燃料の割合として、将来的に、石炭火力に関しては割合を減少させ、2050 年までに廃止させる計画である。石油利用については、2015 年時点で 75.7%の割合を占めていたものを、2050 年には 45%までに減少させる予定である。電源構成におけるガスの割合に関しては、2015 年時点で 4.4%であったが、2025 年時点で 56.2%まで増やす計画で、それ以降は減少する予定である。

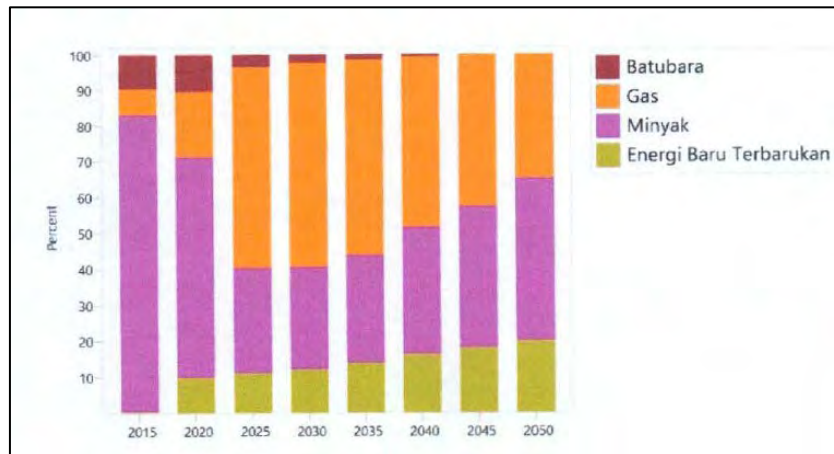


図 2-2 バリ州の将来電源構成

出所：バリ州エネルギー総合計画（2020-2050）に関する規則（RUED）(No.9/2020)
凡例は右上から石炭、ガス、石油、再生可能エネルギー。

表 2-2 バリ州の将来電源構成

エネルギー種類	2015 年	2025 年	2050 年
	（％）		
石炭	19.6	3.3	0.0
ガス	4.4	56.2	34.9
石油	75.7	29.3	45.0
新・再生可能 エネルギー	0.3	11.5	20.1

出所：バリ州エネルギー総合計画（2020-2050）に関する規則（RUED）(No.9/2020)

また、RUED において長期的な温室効果ガスの排出量は下記の通りとなっている（表 2-4）。将来的な経済成長及び消費の拡大を踏まえた結果として、2015 年には 6,154,000t-CO₂/年であった排出量は、2030 年には 9,296,000t-CO₂/年、2050 年には 21,279,000t-CO₂/年になることが予想されている。

特にこの中では交通セクターの占める影響が大きく、全体の 2/3 近くを占めていることが分かる。バリ州において、ディーゼル燃料が交通セクターで主に使用されていることを踏まえると、交通分野における燃料転換による低炭素化ポテンシャルは大きいといえる。

表 2-3 バリ州将来温室効果ガス排出量予測（単位：千トンの CO₂）

セクター	2015 年	2020 年	2025 年	2030 年	2035 年	2040 年	2045 年	2050 年
産業	167	202	246	317	415	556	742	936
交通	4,236	4,878	5,524	6,342	7,518	9,115	11,133	13,570
一般家庭	353	434	486	503	517	527	535	542
商業	597	707	771	1,096	1,580	2,260	3,125	4,154
その他	801	844	879	1,039	1,238	1,465	1,762	2,076
計	6,154	7,065	7,906	9,296	11,268	13,923	17,298	21,279

出所：バリ州エネルギー総合計画（2020-2050）に関する規則（RUED）(No.9/2020)

バリ州の RUED では主要方針を 3 つ掲げると同時に、それらを支持する 6 つの支援策が策定されている。下記にバリ州 RUED における再エネに関する主要方針を抜粋した。

表 2-4 バリエネルギー総合計画（RUED, 2020 – 2050）ガス供給、再エネ開発に関する主な政策

戦略	プログラム	RUED Activities	関係機関	期間
方針 1: 地域のエネルギー需要に応じたエネルギーへのアクセス				
方針 3: 地域再生可能エネルギーの利用				
新・再生可能エネルギーの利用促進	電源構成における新・再エネの割合の向上	2025 年までの新・再エネ開発目標： 228MW 1) 太陽光：213MW 2) 小水力：2.8MW 3) 屋根置き太陽光：10MW 4) バイオマス：0.9MW 5) 風力：1.3MW 2050 年までの新・再エネ開発目標： 537MW 1) 太陽光：500MW 2) 小水力：6MW 3) 屋根置き太陽光：20MW 4) 潮流発電：4MW 5) バイオマス：3MW 6) 風力：4MW	労働土地移住省、開発局、民間企業、運輸省、海洋水産省、公共事業省	2020～2050

出所：バリ州エネルギー総合計画（2020-2050）に関する規則（RUED）(No.9/2020)

主要方針を支持する 6 つの支援策は下記の通りである。

- 支援策 1：エネルギー保全、エネルギー多様化
- 支援策 2：環境と安全
- 支援策 3：エネルギー価格、補助金とインセンティブ
- 支援策 4：住民とエネルギー産業のためのインフラ整備とインフラへのアクセス
- 支援策 5：エネルギー技術への研究開発と適用
- 支援策 6：機関と資金拠出

このうち再エネに係る政策を下記に抜粋する。

表 2-5 バリエネルギー総合計画（RUED, 2020-2050）ガス供給、再エネ開発に関する主な支援策

戦略	プログラム	RUED Activities	関係機関	期間
支援策 3: エネルギー価格、補助金とインセンティブ				
公正なエネルギー価格	地域資源を活用した再エネ提供のための適正なエネルギー価格の算出	- 太陽光、バイオエネルギー、風力、潮流発電の開発における実現性調査の実施 - 再エネ投資機会の促進のための特別／グリーン電力価格や協カスキームに関する規制の整備	ESDM、バリ開発計画局、民間企業	2020～2050
再エネ利用のインセンティブ	エネルギー補助金・インセンティブの提供	貧困層への電気料金の補助や電気料金補助スキームの新たなスキームの整備に関する政策策定（地方予算より拠出）		

出所：バリ州エネルギー総合計画（2020-2050）に関する規則（RUED）(No.9/2020)

なお、RUEDに加え、バリ州クリーンエネルギーに関する知事規則（No.45/2019）においても、バリ州の独立したクリーンなエネルギー生産のための方策をまとめており、再生可能エネルギー普及の取り組みとして、ディーゼル、重油の使用を今後ガス、屋根置き太陽光発電、バイオ燃料、その他の潜在的な再生可能エネルギーへ置き換えるとしている。

2020年以降に進行した屋根置き太陽光の導入プロジェクトを下記に示す。

表 2-6 2020年以降にバリ州で進行中の屋根置き太陽光発電プロジェクト

資金の拠出元	設備容量（kWp）
ESDM 再エネ・省エネ局からの贈与フェーズ I（7 か所）	270
韓国 KEA および BAPPENAS からの贈与（太陽光に加え充電設備含む）	6.6
ESDM 再エネ・省エネ局からの贈与フェーズ II（2 か所）	150

出所）バリ州（2020 年）”Proposal Bali Mandiri Energi Dengan Energi Bersih Di Provinsi Bali”をもとに作成

(3) バリ州の電力需要量および再生可能エネルギーポテンシャル

現在、バリ州に対する電力供給量のうち、バリ島内での発電は約 70%を占め、その大半を火力発電に依存し、残りをジャワ島からの海底ケーブルで調達している。バリ州内での火力発電の構成は、大半を石炭火力発電で賄い、その他は天然ガスが利用されている。なお、設備としてはディーゼル発電プラントもあるが現在休止中となっている。

バリ州の電力設備容量は 2019 年時点で 926 MW であり、稼働していない軽油による発電設備を含めると 1,261 MW となる。同州は 2039 年まで毎年 6 %ずつ設備容量を増加させることを目標としており、2035～2039 年頃には 3,206MW にまで拡張することを目指し

ている⁹（表 2-8）。

今後増加する設備容量に応じて、バリ州はガス火力発電の割合を増加させる計画である。PLN のインドネシア電力供給事業計画（Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik: RUPTL）2019-2028 に基づき、政府は火力発電の燃料の天然ガスへの移行を計画しており、バリにおいては今後の電力需要を賄うための電源開発として、バリ島北部の Celukan Bawang に 350 MW×2 のガス火力発電の開発を計画している。

表 2-7 バリの将来発電設備容量および予測

	2020-2025 年	2025-2030 年	2030-2035 年	2035-2039 年
設備容量目標 (MW)	1,418	1,897	2,539	3,206
ピーク需要 (MW)	1,091	1,459	1,953	2,466

出所）バリ州（2020 年）”Proposal Bali Mandiri Energi Dengan Energi Bersih Di Provinsi Bali”をもとに作成

再生可能エネルギーの設備容量としては 2019 年時点で小水力が 1.8 MW、太陽光発電が約 4 MW であり、電源構成の 1 %にも満たない割合である。一方でバリ州の再生可能エネルギーの発電ポテンシャルは 3,686 MW にも上るとされており、今後の開発が期待されている。

表 2-8 バリ州の再生可能エネルギー発電ポテンシャル

種類	潮流	風力	バイオガス	バイオマス	太陽光	水力	地熱	小水力
設備容量 (MW)	320	1,019	45	147	1,254	624	262	15
計 (MW)	3,686							

出所）バリ州（2020 年）”Proposal Bali Mandiri Energi Dengan Energi Bersih Di Provinsi Bali”をもとに作成

(4) バリ州における再生可能エネルギー普及課題

2021 年、バリの電力供給は民生業務、民生家庭で過去最高を記録し、設備容量に基づく総電力供給可能量 4.7TWh の 88%に達した。バリの電力は、ジャワ・マドゥラーバリ系統および同系統に接続する IPP、またはオフグリッド発電所からの供給である。

⁹ バリ州（2020 年）”Proposal Bali Mandiri Energi Dengan Energi Bersih Di Provinsi Bali”（クリーンエネルギー導入によるエネルギー自給のための方針）

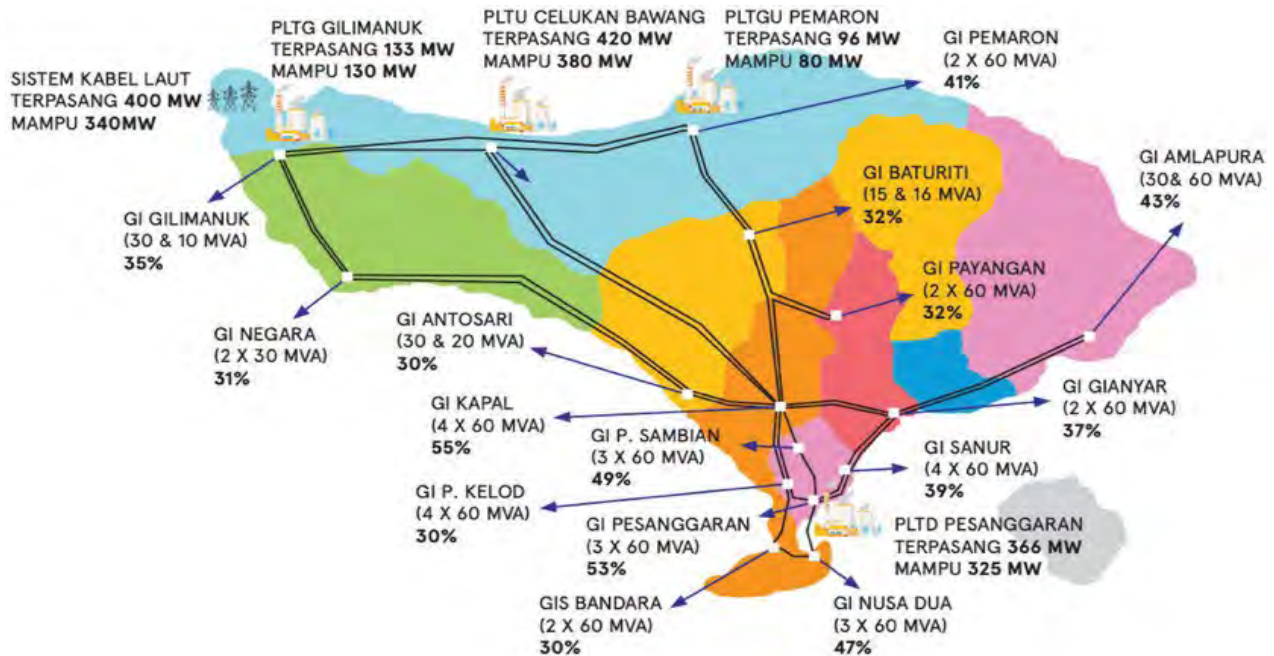


図 2-3 バリ島における系統図

出典) Ni Putu Tirka Widanti, Rencana Umum Energi Daerah dalam Perspektif Implementasi Filosofi Tri Hita Karana dan Visi Pemerintah Provinsi Bali, April URNAL KAJIAN BALI Vol. 11, No. 01, April 2021.

既設発電所からの供給能力は十分であるといえないものの、再生可能エネルギーの間欠性を考慮すると、電力系統を管理・運営する PLN としては再生可能エネルギーの電力グリッドへの接続は前向きでは無いようである。

バリ州 I Wayan Koster 知事は、RUED 2020-2050 の策定に際して、2019 年のバリ島のすべての発電所の設備容量は 1,440.85MW であると述べ、その内訳として海底ケーブルを通じたジャワ由来の 400MW、Celukan Bawang 石炭火力発電所の 426MW、Pesanggaran ガス火力発電所の 201.60MW、240MW、そして停止中のギリマヌク、ペムロン、ペサンガラディーズル火力発電所の 410.85MW があると説明した。

発電可能な電力は 927.20MW となるが、ディーゼル火力発電設備は通常スタンバイ状態（緊急時以外は稼働しない）であり、最大ピーク負荷は 920MW に達するため、適格電力と比較するとバリの予備電力はわずか 0.77% しかないことになる。ピーク負荷の 30% の容量を予備電力とすることが推奨されることから、予備力の確保は大きな課題である。

エネルギーの利用可能性と安全性に必要な予備力として、バリ州は 2 つの選択肢を用意している。まず、東ジャワのパイトン火力発電所から電力供給を受け、ジャワ島からの燃料ガス供給も含めて不足分に対応する方法である。第二に、ギリマヌク、ペマロン、セルカン・バワン、ペサンガランの既存発電能力を拡大する選択肢がある。

こうした状況にある中で、国営電力 PLN にとっては、再生可能エネルギーの系統流入による供給安定性への影響が懸念事項となり、メガソーラー規模はもちろん、家庭用の太陽光発電（自家消費）すら逆流の許可を得にくい状況を生んでいる。次章以降に示すバリ州太陽光 EPC 事業者へのヒアリング結果に詳述するが、PLN は家庭・事業者向け太陽光導入制度として以下の導入モデルを承認している。

インドネシアにおける太陽光利用事業モデル

- ① PLN が顧客の建物の屋根に屋根置き太陽光発電を設置し、そのシステムの運用を担当するモデル。初期投資は顧客負担。
- ② PLN が屋根置き太陽光発電を設置・維持管理するというトータルソリューションを提供し、顧客は特別価格（政府・PLN の規定額）の適用を受けながら、普段通りに電気料金を支払うモデル。初期投資は PLN 負担。
- ③ 顧客が事業体と協力して、顧客の建物に屋根置き太陽光発電を設置できるモデル。屋根置き太陽光発電の資金調達と管理は、両者間の合意に基づいて定める。初期投資はサービス提供者負担。
- ④ 顧客がエンジニアリングサービス会社 ESCO などの機関と協力して、顧客の建物に屋根置き太陽光発電を設置または管理するモデル。初期投資は ESCO 事業者負担。

しかしながら、上述の通り、これら再生可能エネルギーの流入によるグリッド影響の懸念により、PPA やネットメタリングといった手続きにおいて PLN の審査が進まず、多くの保留・遅延案件が続出している状況である。

制度的背景としては、脱炭素を推進する一方で、現状としてはインフラである電力系統の制約が政策推進を阻んでいる状況であると分析できる。政府と電力会社の方針の相違が露呈している状態といえるなか、PLN に対する批判もある一方、電力の安定供給の側面から技術的に問題が発生することを防ぐ意味においては、PLN の事情についても理解する必要があるといえる。

こうした実態のなか、脱炭素実行のドミノを加速させていくうえでは、再生可能エネルギーを利用しつつも安定的な供給が可能となるシステム（蓄電池等）によるソリューションか、オフグリッドでの電力供給モデルが当面の対処策である。

以上の検討を踏まえ、本調査では、今後脱炭素化が期待される交通分野の電力需要に対して、水素や蓄電池の活用可能性を検討していくこととする。

3. 調査結果

3.1. 太陽光発電と水素技術活用調査

(1) 水素社会実現への段階を踏まえたポテンシャルサイト調査

1) 過年度特定地点における再生可能エネルギー導入モデルの検討

① 検討背景

本事業では、富山市内企業である北酸株式会社が水素社会実現に向けて取り組んでいることから、バリ州での水素技術普及展開を模索し、調査を続けてきた。北酸株式会社では、「富山水素エネルギー促進協議会」の事務局として、水素ステーションの運営に携わってきた他、令和3年～5年度の3年間、環境省事業の水素エンジントラック事業性検証のプロジェクトに参画するなど、水素の取扱いや関連技術に豊富な知見を有する。

水素の製造には様々なアプローチがあるが、バリ州においては比較的小規模な需要家が散在することや、副生水素等産業由来の水素入手手段が無いことから、再生可能エネルギーによる水電解水素の製造・利用を主な検討対象としてきた。そのため、バリ州において普及性が高い太陽光発電を利用した水素製造を見据え、太陽光発電システムの導入ポテンシャル調査を実施した。過年度調査により特定したポテンシャルサイトは以下の通りである。

② 候補案件の調査

②-1 店舗・病院・住宅等

2023年度の調査では、バリ州太陽光施工事業者にアプローチを行い、当該事業者が抱える事業のJCM事業化を検討してきた。バリ州においては、太陽光発電組合があり、小規模の太陽光導入需要を中心にビジネスを進めていることを確認した。

しかしながら、事業規模が小さいことから、JCM事業としての適性が見いだせなかったことに加え、インドネシアにおいては費用対効果が2,500円/t-CO₂であることから、事業者側においても、小規模案件においては補助効果が十分とはいえないといった反応もあった。

②-4 メガソーラー

メガソーラー規模の野立て太陽光発電については、インドネシアにおける民間大手石油元売であるMedco Power社の2つの子会社（PT Medco Solar Bali Barat と PT Medco Solar Bali Timur）により、2022年3月、バリ島東西において、それぞれ25MWpの設備容量の太陽光発電のPPA締結に至っているものの、PLNグリッドへの買電にあたって交渉が長期化しており、2024年1月現在、着工には至っていない状況であるという。

一方、カランカスム県（Karangasem）およびバンリ県（Bangli）においては、それぞれ1MWの野立て太陽光が完工しており、PLNへの売電契約（PPA）も締結済みの状況となっている。これらは2013年にインドネシア中央政府の支援により両県に譲渡され2014年に完工するも、PLNとのPPA価格協議に時間を要し、商用運転が開始したのは2017年からであった。PPA価格は750Rp/kWhで売電されているが、設置後の稼働までのタイムラグや運用に課題があり、設備利用率は著しく低い。バンリ県の運用を担う県公社へのヒアリン

グでは、同県の廃棄物最終処分場の跡地に建設したことで、地盤が緩むなどによりいくつかの太陽光パネルが故障するなど、建設にも課題があったことを指摘している。

PPA 契約は 20 年間となっているため、これらのリニューアルによる稼働率向上策を計画しているとのことであった。



図 3-1 バンリ県メガソーラー発電所現況

リニューアルによる効果を以下に試算する。

現在、Bangli 県における設備容量は 1MW であるが、毎月の平均発電量は 35,000kWh とのことである。1 か月を 30 日と仮定すると、年間発電量は $35,000 \text{ kWh} \times 12 \text{ か月} = 42,000 \text{ kWh}$ となる。設備利用率¹⁰は以下の式より約 5%であると推計できる。

$$\begin{aligned} \text{年間の設備利用率 (\%)} &= \text{年間発電量} \div \{ \text{発電設備容量} \times 365 (\text{日}) \times 24 (\text{時間}) \} \times 10 \\ &= 42,000 \div \{ 1,000 \times 365 \times 24 \} \times 100 \\ &= 4.79 \% \end{aligned}$$

一方、当該地点の日積算日射量、気温等を踏まえ、最新設備を導入した場合の設備利用率は以下の発電量シミュレーションの結果、概ね 18%程度となる。

¹⁰ 一定の稼働期間中（一般的には一年間単位）に得られた発電量が、その発電設備が仮に同期間中に 100%の出力で発電し続けた場合に占める割合。

発電量算出式
$$Epd = \frac{U \cdot P}{Po} \cdot K' \cdot Kpt \cdot K''$$

Epd : 発電量(kwh/日)
 U : 日積算日射量(kwh/m²・日)
 P : 太陽電池容量(kw)
 P0 : 放射照度(1kw/m²)
 K' : 補正係数(JIS)
 Kpt : 温度補正係数
 K'' : 補正係数(JIS以外)

表 3-1 バンリ県メガソーラー発電所リニューアルによる発電量試算

月	日積算日射量	気温	Kpt	発電量			設備利用率
	[kWh/m ² /日]			日発電量 [kwh/日]	月当たり日数 [日/月]	月発電量 [kwh/月]	
1月	5.7	27.7	0.907	4394.4	31	136,227	19%
2月	5.8	27.8	0.907	4471.5	28	125,202	17%
3月	6	27.7	0.907	4625.7	31	143,397	20%
4月	6.1	27.6	0.908	4708.0	30	141,239	20%
5月	5.3	27.3	0.908	4090.5	31	126,807	18%
6月	5	26.6	0.912	3876.0	30	116,280	16%
7月	5.1	25.9	0.913	3957.9	31	122,694	17%
8月	5.6	25.9	0.913	4345.9	31	134,722	19%
9月	6.4	26.6	0.913	4966.7	30	149,002	21%
10月	6.2	27.5	0.907	4779.9	31	148,177	21%
11月	6	28.2	0.907	4625.7	30	138,771	19%
12月	5.7	27.8	0.907	4394.4	31	136,227	19%
平均	5.74	27.2	合計		365	1,618,744	18%
年間発電量		1,618,744				kWh/年	

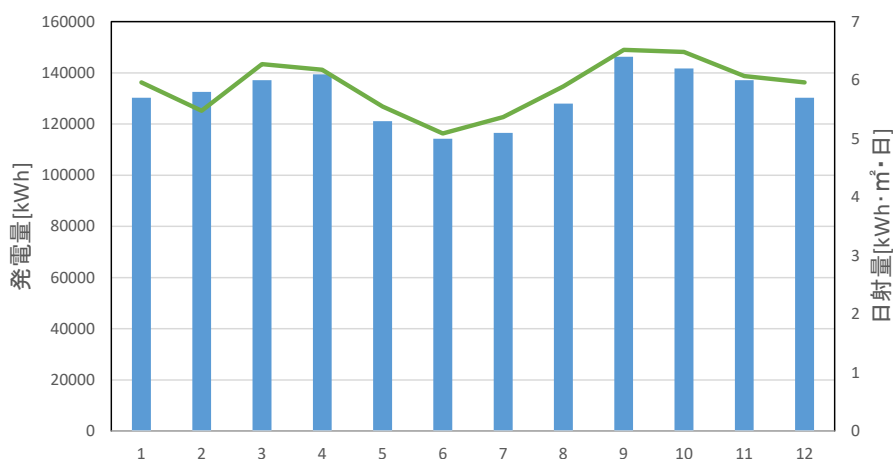


図 3-2 バンリ県メガソーラー発電所リニューアルによる発電量月別推移

これらの結果から、現状設備をリニューアルした場合、年間発電量として約 120 万 kWh、売上金額にして約 1,200 万円の差が生まれ、PPA 残存期間の 2037 年までの間に約 1.16 億円の追加売上を得ることが可能となる。

表 3-2 バンリ県メガソーラー発電所リニューアルによる経済性試算

	年間発電量 (kWh)	年間売上 (円)	PPA残存期間売上合計 (円)
現状設備	420,000	3,150,000	40,950,000
リニューアル設備	1,618,744	12,140,579	157,827,523
差分	1,198,744	8,990,579	116,877,523

2) 水素社会に向けた技術オプション提示と導入

① 候補案件への水素設備導入検討

上章では、再エネ由来水素（グリーン水素）設備導入検討のため、既存の太陽光発電事業の洗出しを行った。バリ州の太陽光発電事業のうち、導入が確実視される案件は総じて小規模な需要家の自家消費案件のもので、環境意識およびネットメータリング制度に基づく経済的インセンティブが導入意思決定の背景となっている。

候補案件のうち、②-1 店舗・病院・住宅等については、それぞれ設備容量が 15.3kWp、22kWp、57kWp と小規模な想定となっている。これらは、導入先の屋根面積等の制約というより、PLN の勧告に基づくネットメータリング制度の最大容量に基づく設計である。再生可能エネルギーと水素を用いた自立型エネルギー供給システム「H2One」は、30kWp の太陽光設備容量で導入実績があり、候補サイトそれぞれで同規模（②-3 病院については 2 台）の設備導入の検討余地がある。なお、太陽光発電 1kW あたりに必要な面積は、約 10～15 m² とされているため、30kW のパネルに必要な面積はおよそ 300～450m² となる。

参照事例は川崎市公共施設「川崎市港湾振興会館および東扇島中公園」（川崎マリエン）の事例である。

同施設の設備規模は、30kW の太陽光発電パネルを用い、3.5kW の燃料電池による発電と、40℃の温水を 75L/h 供給する構成となっている。

バリ島におけるグリッド排出係数は、0.613 tCO₂/MWh となっている。3.5kW の発電により、設備利用率 90%と仮定すると、年間 27,720kWh の電力供給に相当する。排出削減量は年間約 17t となり、耐用年数 10 年と想定すると 170t の排出削減量となる。温熱利用やより多くの屋根面積を利用することに加え、対象施設全体のエネルギーマネジメントによる排出削減も加算される。

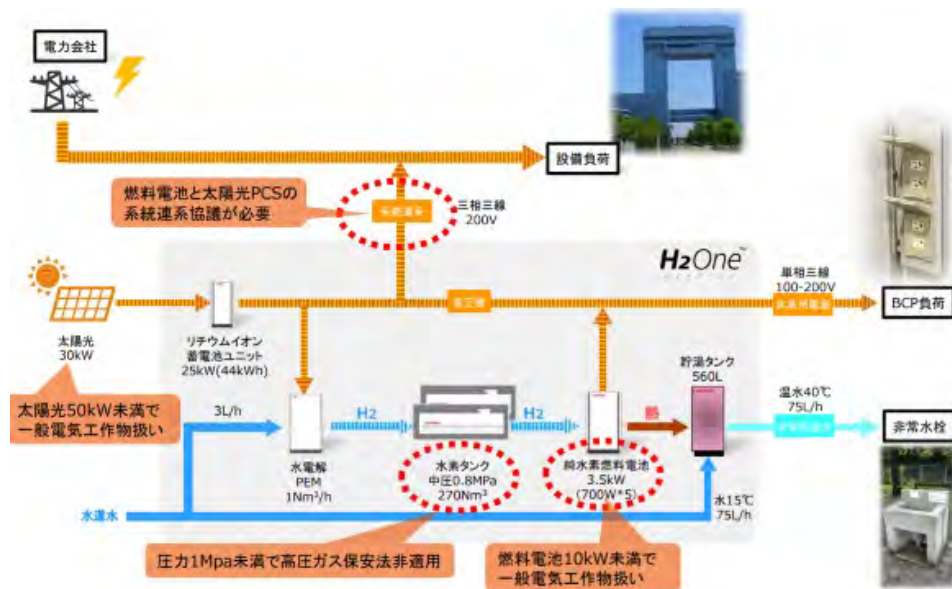


図 3-3 川崎マルエンへの導入事例

出典) 東芝エネルギーシステムズ株式会社

上述の通り、PLNの要請に基づき、導入可能な太陽光の設備容量は上限が定められている。これは逆潮流が生じ、系統容量の圧迫や変電所の受電能力を超えるなどの設備トラブルを防ぐための措置とのことである。左記理由に基づく制限であることから、需要を超える余剰電力を燃料電池で吸収することで、より多くの太陽光パネル設置を許容される可能性があるなど、本システムを導入することによるメリットが考えられる一方、ネットメータリングによる既存制度に基づく場合と比べ、オーナー側の費用対効果には課題がある。

太陽光パネルのみを導入した場合と比較し、初期投資が膨大になることから、その後の電気代が設備耐用年数分ゼロになるとしても、その投資回収には至らない規模となる。これは、JCM設備補助事業により仮に半額補助を受けた場合も同様であり、水素技術全般を通しての課題に準じ、関連設備の低コスト化を待たなければならない。

なお、水素設備のコストは、流通や機器調整、付帯設備の要否等を含め、メーカーおよび施工会社（EPC）による精緻なコスト算出が必要であり、次項に示すファイナンスの支援を踏まえ、詳細設計の中で積算を行っていく必要がある。

② 導入オプションの検討

バリでは、系統強化や大規模太陽光発電事業の遅滞および土地利権等に起因する適地不足から、抜本的な脱炭素化の実行には時間を要する課題が指摘されている。これはインドネシアの他の地域も抱える課題であるが、バリの需要家のうち、観光産業や病院においては、新型コロナウイルス感染拡大による経営不安からの回復や、バリ州政府によるグリーン政策の推進、さらに需要家の脱炭素化意識などによる普及基盤が整いつつあり、気候変動への緊急行動が必要な現段階において、個別需要家の自家消費型太陽光導入による地道な脱炭素化を後押しすることが重要である。この観点では、ネットメータリング制度に基づく太陽光発電設備導入が最も容易であり実現が見込まれる手段であるが、再生可能エネルギーの最大利用という点において、技術的により効果的な選択肢として水素燃料電池の

導入検討を進めてきた。上述の通りコスト課題がある一方、技術的な可用性と今後の普及展開のためには、実証とモデル化が不可欠である。コスト低減による経済合理性による自然の普及を待つ前に、課題と効果を明らかにし、普及基盤を構築しておく必要がある。

特に新技術の場合、導入先の事業者はコストだけではなく機器トラブルによるリスクを負うこととなる。また、インドネシアの事業者は、往々にして投資回収が見越せる事業であったとしても、資金調達や金利の面から初期投資を最小化するインセンティブを有しており、長期的な投資回収の事業モデルを選好しない傾向がある。

こうした側面を踏まえると、初期投資が補填され、かつトラブル時などにも迅速な対応が期待できる事業を活用した提案が有効である。候補となる事業として以下があげられる。

A. JCM 関連資金

JCM 設備補助事業以外の資金策として、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）による「二国間クレジット制度（JCM）等を活用した低炭素技術普及促進事業」がある。当該事業は、我が国の優れた低炭素技術・システムの普及拡大及び地球規模での温室効果ガス削減を目的として、JCM 等を活用した海外実証を行い、当該技術・システムによる温室効果ガス排出削減・吸収量を定量化し、国際貢献として発信するもので、実証前調査、実証事業、定量化フォローアップの3段階で構成された事業スキームとなっている。事業と並行し、相手国の政策連携や制度整備にも連携して取り組むものであるため、水素に係る制度や政策づくりの促進にも寄与することが期待される。

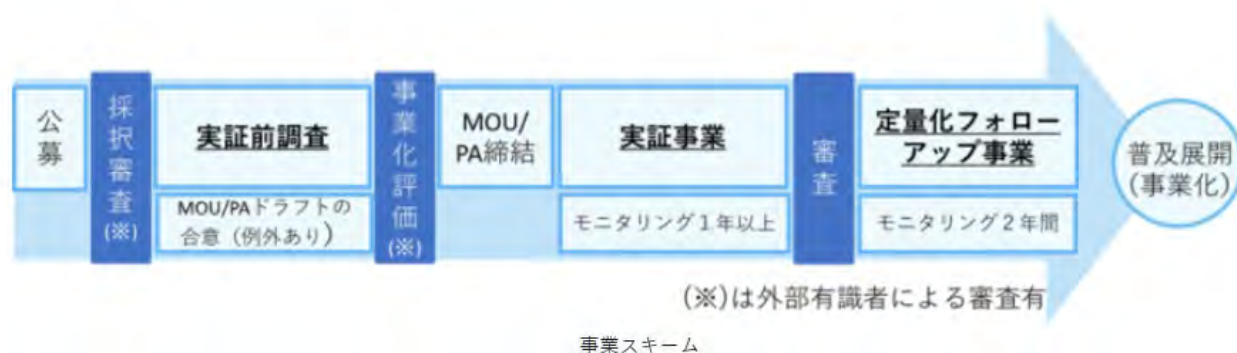


図 3-4 「二国間クレジット制度（JCM）等を活用した低炭素技術普及促進事業」実施フロー
出典）NEDO 事業紹介 Web サイト

B. インフラシステム海外展開関連資金等

我が国政府による経協インフラ戦略会議で策定された「インフラシステム海外展開戦略 2025」においては「脱炭素社会に向けたトランジションの加速」が明記されており、世界の脱炭素化をリードしていくため、日本固有のエネルギー・発電事情の経験を活かし、相手国のニーズを深く理解した上で、水素を含む CO2 排出削減に資するあらゆる選択肢の提案を進めること、F/S や実証事業など初期段階からの支援を図ることが示されている。

また、我が国の先進的技術の海外実証の観点では、NEDO による「脱炭素化・エネルギー転換に資する我が国技術の国際実証事業」もある。同事業は、S+3E（安全性、安定

供給、経済性、環境適合)の実現に資する我が国の先進的技術の海外実証を通じて、実証技術の普及に結び付けることを目指す事業である。〔1〕実証要件適合性等調査、〔2〕実証前調査、〔3〕実証研究、〔4〕フォローアップにより構成され、一連の事業を1テーマとするが、〔1〕は委託事業として、〔2〕以降は助成事業（NEDO 負担率：大企業 1/2、中小・ベンチャー企業 2/3）として実施するものとなっている。

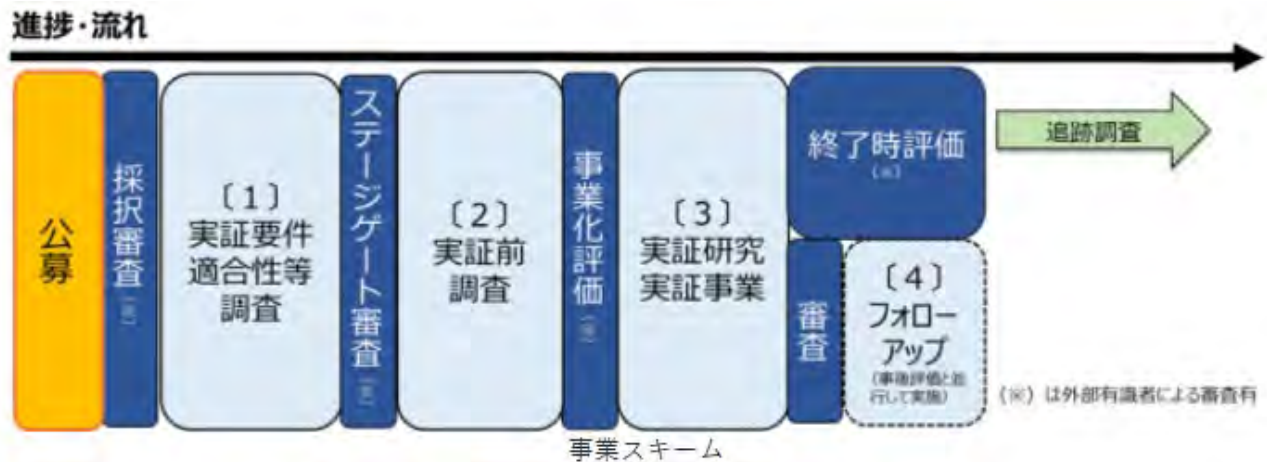


図 3-5 「脱炭素化・エネルギー転換に資する我が国技術の国際実証事業」実施フロー
出典) NEDO 事業紹介 Web サイト

C. JICA 民間連携資金

JICA では、日本の民間企業による優れた技術・製品の導入や、事業への参入を「海外投融資」「中小企業・SDGs ビジネス支援事業」などにより側面支援することで、開発途上国が抱える社会・経済上の課題解決に貢献することを目的として、民間連携事業の資金支援メニューを有している。対象とされる技術等は、脱炭素を含む SDGs への貢献に寄与するものとされており、水素技術等の導入・普及については、脱炭素の貢献やエネルギー安全保障の観点で適合するテーマであるといえる。

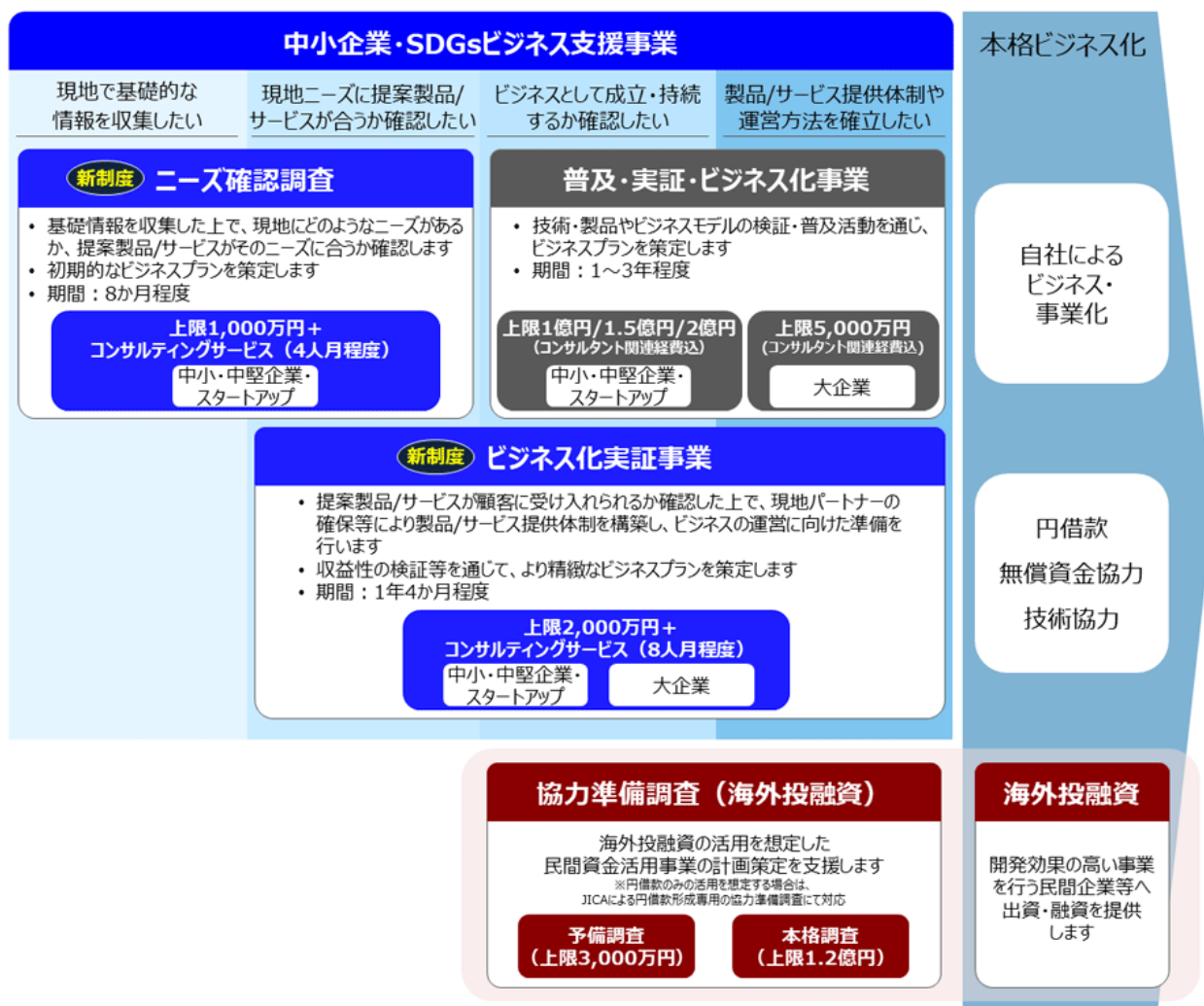


図 3-6 JICA 民間連携事業メニュー

出典）JICA 事業紹介 Web サイト

また、外務省においても、我が国が優位を持つシステム等が無償資金協力や有償勘定技術支援等を通じて供与し、その優秀性等を被援助国に知らしめ、その後の円借款事業等における受注や民間企業によるビジネス展開につなげることを目指し、「質の高いインフラ」展開のための実証・テストマーケティング事業の実施など制度拡充が行われている。

さらに、JICA を通じ、アジア開発銀行（ADB）に「アジアインフラパートナーシップ信託基金（”Leading Asia’s Private Infrastructure Fund”：LEAP）」が供与されており、ADB と連携し同国の要請やニーズを励起できた場合、こうしたファイナンスの活用可能性もあり得る。

(2) 事業設計及び体制構築

1) 事業設計

バリにおける水素燃料電池技術の期待は、不安定な太陽光発電出力を水素燃料電池で吸収し、電力のピークシフトおよびピークカットに貢献することで再エネの最大化を図れる点にある。電力システムの強化等が進んだ段階においても、災害対応やエネルギー地産地消の

観点から有益な技術であり、将来を見越し本技術の実証を図ることを目指す。

一方、普及を図るためには上述の通りコスト課題を解決する必要性があることや、すでに再生可能エネルギー導入について高いニーズがある中で、現在経済的に成立し得るオプションを活用しつつ段階的な移行を図っていく必要があることにも留意が必要である。

水素社会に向けては、一定の水素供給能力と需要が社会全体にあることでスケールメリットが働き、コスト面や運営面において普及基盤となるため、スポットでの実証導入と合わせ、インフラ規模でのより大きな供給拠点の整備がポイントとなる。

また、そうしたインフラの整備までの間の移行的手段として、水素の代替となり得る蓄電池や内燃装置の活用も検討し得ることから、本章では以下に水素インフラ導入余地ならびに移行的技術の 2 つの選択肢について詳述する。

① 水素インフラ導入

水素社会への移行に向けて、太陽光発電～燃料電池による発電までのパッケージ技術の普及だけでなく、水素インフラを基盤とした燃料電池設備やモビリティへの水素利用についても普及拡大を検討していく必要がある。水素インフラが一般化することで、設備コストやオペレーションコストの低減が見込めるほか、メンテナンス・サービスの定着など長期的な設備運用に不可欠な事業環境につながるためである。

我が国の水素基本戦略においても、水素低コスト化のため以下の 3 条件の達成が必要であることが示されている。

- ①安価な原料を使って水素をつくる
- ②水素の大量製造や大量輸送を可能にするサプライチェーンを構築する
- ③燃料電池自動車（FCV）や発電、産業利用などで大量に水素を利用する

水素製造は工業由来の複製水素利用や、LNG 改質や褐炭利用といった手段があるが、いずれもバリ州内にはこれらの原料は州外から調達する必要がある。一方、廃棄物のガス化による水素製造技術があり、廃棄物課題を抱えるバリにおいて両得となる技術であるといえる。

現在、バリ州において発生するプラスチック廃棄物のうち、リサイクル割合は 7%であり、多くは複層素材の軟包装プラや、不純物を含むリサイクル不適プラスチックである。

こうしたプラスチックを燃焼制御しつつガス化（熱分解）し、合成ガスから水素を得るケミカルリサイクルする技術が開発されており、日揮ホールディングスが当該技術を提供している。



図 3-7 日揮ホールディングスの熱分解ガス化プラントの概要

出典) 日揮グローバル株式会社

Bali Partnership Platform によると、バリ州における廃棄物発生量はデンパサール市及びバドゥン県が最も多く、一日当たり合計約 1,600 トンである。そのうち、プラスチック廃棄物は約 40%にあたる 640 トン発生する。

また、バリ州環境局へのヒアリングによると、デンパサール市では TPA の新設に加え、TPST 3R と呼ばれる大規模で日量 450 トンの処理が可能な施設を新たに 3 か所（1,350 トン）設置している¹¹。こうした TPS、TPST、ゴミ銀行、デンパサール市の回収事業者を取りまとめ、発生する廃棄物のうち日量約 800 トン回収することを仮定し、熱分解ガス化プラントへ供与すると、バリ州において水素利用設備を普及させるだけの供給源が確保できることとなる。

本検討は、都市間連携事業の枠組みを超えるものであることから、この出口として NEDO 事業である「スマートコミュニティ実証事業に関する技術のシステム化検討と海外展開ポテンシャル調査」へ応募、「バリ州におけるグリーンホスピタル構想実現に向けた脱炭素エネルギー供給システム導入適合調査」として製造した水素の病院への供給を含む検討を行った。

Distribusi timbulan sampah per kabupaten
Waste generation distribution per regency
100% = 4,281 ton/hari (tonnes/day)

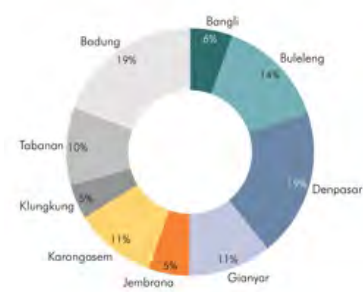


図 3-8 バリ州における自治体別廃棄物発生割合

¹¹ ANTARA KANTOR BERITA INDONESIA, “Tiga TPST di Denpasar ditargetkan olah 450 ton sampah per hari” https://www.antaranews.com/berita/3373515/tiga-tpst-di-denpasar-ditargetkan-olah-450-ton-sampah-per-hari?utm_source=antaranews&utm_medium=desktop&utm_campaign=related_news (2023 年 1 月 31 日)

本事調査結果に基づく CO2 排出削減効果は以下の通りである。

廃プラスチック熱分解による水素収率は、日揮グローバル株式会社によるとプラスチックの性状に左右されるものの、良質な廃プラスチック組成の場合、10,000 トンの廃プラスチックから水素 1,300～1,500 トンが得られるとされている。そのため、比例計算では日量 800 トンの廃プラスチックから日量 104 トンの水素が得られる試算となる。ここでは、得られた水素を燃料電池向けに供給するケースを想定する。

水素 1 kg が持っている高位発熱量は 142 MJ、電力量 1 kWh は 3.6 MJ であるため、除算すると水素 1 kg は電力量 39.44 kWh に相当する。年間 37,960 トン (3,796 万 kg) の場合、149,714,240 kWh に相当する。燃料電池の発電効率は、経済産業省の報告によれば 2019 年時点で 48 %とされているため、電力量としては 71,862,835 kWh 相当と考えられる。

この電力をグリッド代替すると考えた場合、バリ島における再生可能エネルギーによるグリッド排出係数である 0.613 tCO₂/MWh を乗じて、44,051 tCO₂ となる。

将来的に化石燃料の供給からの脱却を図る国営ガス会社の Pertamina Gas 社などでは、脱炭素社会を見越し、同社のガスインフラやガスの取り扱いの知見を基盤に水素社会への展開も経営戦略の一つとして検討されており、こうした企業との連携も見据えつつ事業化を進める算段である。

水素インフラの確立により、太陽光-水電解水素製造装置-燃料電池のパッケージシステムのうち、特に高価な水電解水素製造部分を切り出した東芝エネルギーシステムズ社の純水素燃料電池システム「H2Rex™」の活用を視野に入れることができる。

“H2Rex™” は、供給された水素と空気中の酸素を電気化学反応させて発電するとともに、発生する電気と熱をエネルギーとして利用することができる設備である。特徴としては、総合エネルギー効率 95%以上で、高耐久セルスタック採用による安定長寿命、起動時間短縮による柔軟な運用が可能であることに加え、MW サイズまでの大規模ユニットへのシリーズ化にも対応している点が挙げられる。

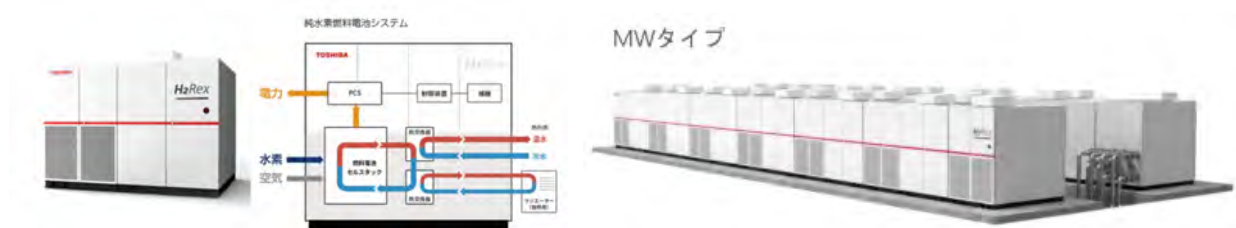


図 3-9 H2Rex のシステム概念図と MW タイプの設置イメージ

出典) 東芝エネルギーシステムズ株式会社

同システムの特長を図 3 に示す。同システムでは、燃料電池は水素と空気中にある酸素を電気化学反応させて電気を生成するため、既存の発電設備のように熱エネルギーから運動エネルギーへの変換ロスがなく、直接の化学反応であるため、高い発電効率を得ることが可能である。また、発電時に発生した熱は、温水や熱交換器を通して他の設備の熱源として利用可能で、極めて高い総合エネルギー効率を期待できる特長がある。

更に、同技術で採用される固体高分子形燃料電池は、他の燃料電池の動作温度と比べて非常に低く、発電のための加温処理を行う必要がないため、数分で起動可能であり、DSS 用

途にも活用出来るほか、負荷に合わせて発電出力を変動させることが可能である。

国内では、既に 100 台以上の納入実績を有している。ラインナップは 700W、3.5kW、100kW であるが、100kW 以上についても、需要に応じて提案が可能となっている。また、川崎市内では、昭和電工川崎事業所に設置されている廃プラスチック由来の水素製造設備（※前述の廃プラスチックガス化ケミカルリサイクル技術を採用）立地地点から 5km 程度離れたホテルに本設備を用いて電気と温水を供給する実証も実施されている。



図 3-10 H2Rex™ の特徴

出典）東芝エネルギーシステムズパンフレット



図 3-11 使用済みプラスチック由来水素を活用した地域循環型水素地産地消モデル実証

出典）経済産業省（https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo_denchu_fukyu/pdf/006_07_00.pdf）

② 移行的オプション

水素インフラの整備による導入基盤整備を上述した一方、これらの整備は実証を含むことや、関連規制、基準やメーカーをはじめとする企業、需要家、現地政府等の意思決定を待つことは確実であるため、一定の時間を要することは避けられない。

一方、候補案件で見てきた通り、再生可能エネルギー導入の希望はすでに各所で芽生えており、気候変動対策への緊急行動が求められる中、水素以外の技術的な解決策で再生可能エネルギーの最大利用の社会的要請に応える必要があることも重視する必要がある。

課題を整理すると以下のポイントがある。

- 太陽光ポテンシャルを十分に有効化できない（電力系統課題）
- グリッド電力は安価であり、再エネ水素設備では現状競争力が低い

➤ 再エネ水素設備の低価格化や普及には O&M 体制の拡充やインフラ整備が必要

こうした課題がある中、綿密な事業化検討や実証を並行しつつ、それらの時間軸に合わせ段階的な技術導入を進める移行的技術の導入が有効である。

脱炭素に向けた技術開発、インフラ整備の時間軸に合わせ、
段階的な技術導入を進める

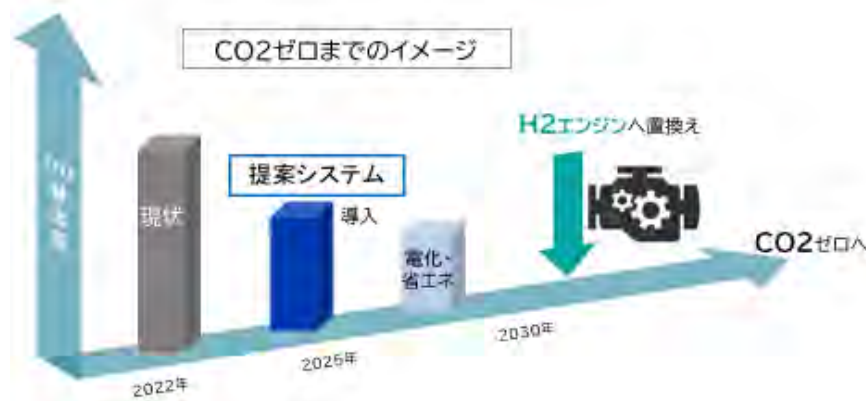


図 3-12 提案システムの位置づけと脱炭素移行イメージ

出典）三菱重工業株式会社

候補技術として三菱重工業株式会社の“EBLOX”がある。同設備は、太陽光パネルとエンジン発電機、蓄電池とこれらを最適制御するシステムで構築されており、自律給電を想定して設計されている。自立給電とは、商用電源など系統がない地域（オフグリッド地域）で必要な負荷（電力を消費するもの）に対し電力を供給することをいう。昼間の太陽が出ている時間帯は極力太陽光を活用し、エンジン発電装置を停止したり、夕方になり太陽光の出力が下がってきた場合に、エンジン発電装置を稼働し徐々に発電電力量をエンジン発電装置へ移していく機能や、急に雲が出て太陽光の出力が落ちた場合には、蓄電池でカバーするとともに、エンジン発電装置を起動させるといった電力配分制御を行う機能である。

①太陽光発電(再エネ)+②蓄電池+③エンジンを組み合わせた発電システム

再エネ余剰を蓄電池に。
電圧安定化のための蓄電池であり、制御装置が全体を制御。
再エネ、蓄電池、エンジンの三位一体の仕組み。



図 3-13 提案システム概念図

出典) 三菱重工業株式会社

このうちエンジン発電機にはディーゼルを用いるが、ディーゼル単体で発電した場合との比較では燃料利用が 30-40%カバーできることがわかっている。

導入 システム導入によりCO2を約**30%**削減 **将来** 水素エンジンへ置換えCO2ゼロへ

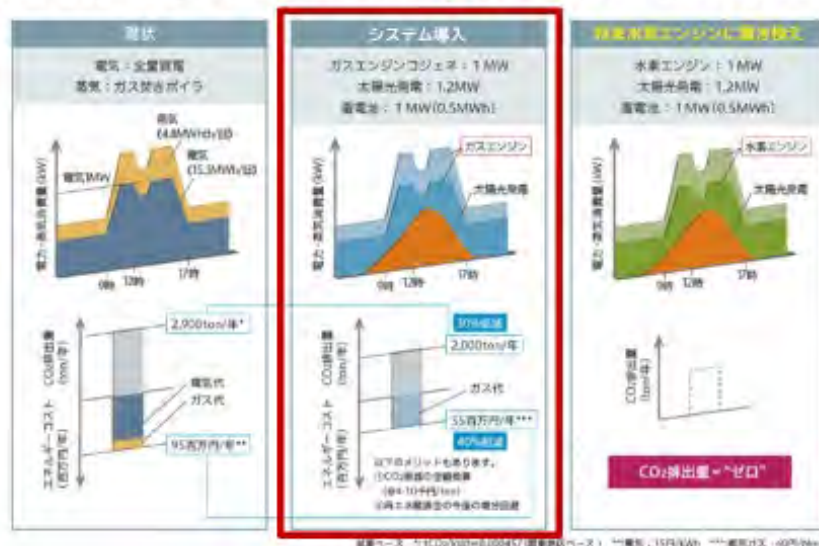


図 3-14 提案システムの効果とコンセプト

出典) 三菱重工業株式会社

将来的に、エンジン発電機部分を水素エンジンなどに置き換えることで脱炭素電源とすることも期待できるほか、インドネシアではバイオディーゼルの調達が可能であり、選択的にバイオ燃料を利用することで脱炭素とすることも可能である。

設備のラインナップは500-1,500kWのユニットを有しており、8MWまで拡張が可能となっている。

現在、三菱重工業株式会社相模原工場への導入実績がある他、海外ではトルコにでもプラントを有している。同社はインドネシアにおいても現地子会社や協力会社と連携して普及を図ることができる体制にある。

本事業では、低炭素効果を最大化するために、ディーゼルユニットの燃料を化石燃料から廃棄物由来の分解油を利用する検討を行った。本事業の導入候補として、クルンクン県の南東に位置する離島部、Nusa penida 島を検討対象とした。同島は、近年観光開発が進み、人口6万人の島に年間60万人の観光客が来島、オーバーツーリズムの課題を抱え、電気、水、廃棄物処理といったインフラの整備不足が課題となっている。

バリ島との電力系統（ジャワ-バリ系統）に接続されていないため、発電原価はバリ島の2倍以上（4,500ルピア/kWh：45円程度）と高く、再生可能エネルギーの競争力を見込むことができる。実際に、同島ではすでに4.2MWのメガソーラーが国営電力 PLN 傘下の企業により開発済みである。なお、系統安定化のため、日立製の蓄電池（3MWh 規模）が導入されている。



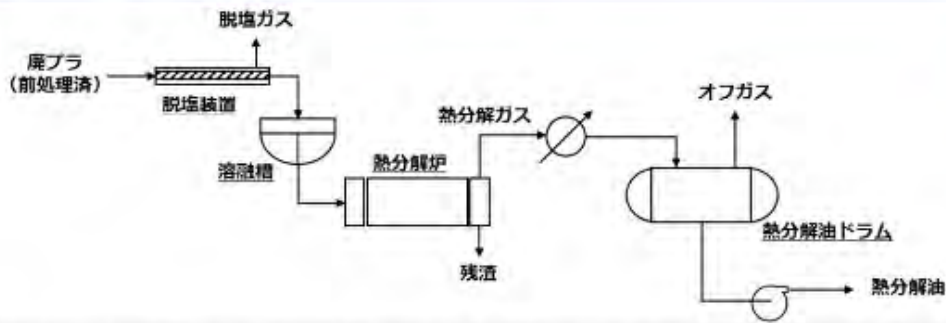
図 3-15 Nusa Penida 島概況

こうした課題を有する同島において、廃棄物処理課題との同時解決策を含め、廃プラスチックの油化によりディーゼル発電機の燃料を製造する事業を考案した。

現地調査の結果、1日当たりの廃棄物発生量は混合ごみ（生ごみ、紙・金属、プラスチック）として25t程度の発生量が確認できた。目視の結果、プラスチックごみの比率は3割程度であり、7.5t程度の発生量であると見込まれる。

廃プラスチックの油化装置には様々な製品が市場にあるが、ここでは日揮グループがライセンスを有するPyro-Blue プロセスを検討した。同技術は、国内で唯一10年間の商用運転実績を有する装置をベースとしており、油化には不適とされてきたPVC/PET混入プラの処理も可能となっている。無触媒・低圧の熱分解装置であるため、安全性・安定性が高い特性から、離島部への導入にも適性がある。

Pyro-Blue™プロセス



- ✓ 国内で唯一、10年の商用運転実績を有する最大規模商用装置をベースとしたテクノロジー
- ✓ PVC/PET混入プラの処理が可能
- ✓ 無触媒・低圧の熱分解方式
- ✓ 火災防止策を熟知し、安定操業を実現
- ✓ 残渣、オフガス、脱塩ガスを安全かつ有効に利用

図 3-16 油化技術 Pyro-blue の特長

出典) 日揮ホールディングス資料

油化の収率や品質については、本来実際の投入原料を基に試験を行う必要があるが、ここでは仮に一般的な収率とされる 6 割を想定し、4.5t (比重 0.8 として 5.6kl) /日、年稼働 300 日として 1,680kl の分解油を得る想定とした。

ディーゼル相当とした場合、同量の化石燃料由来のディーゼル燃料由来の CO₂ 排出量は、排出係数 2.619 t-CO₂/kl より、4,400 t-CO₂/年となる。

分解油は、原料が化石燃料由来のプラスチックであることから、上記すべての排出削減をもたらすわけではない。廃棄物プラスチック埋立から油化による化石燃料との排出を比較すると¹²、米国サンフランシスコのブライトマーク社の事例では 14%程度の削減に寄与するとされていることから、便宜的にこの数字を採用すると、削減効果は 616t-CO₂/年となる。

油化装置の設備耐用年数を、「石油製造設備」の 8 年を採用すると、耐用年数期間で 4,928t-CO₂ の排出削減効果に寄与すると算定され、費用対効果を 4,000 円とすると、JCM 設備補助事業として約 2,000 万円程度の補助が得られる規模と推定できる。

JCM 設備補助事業として規模は小さいものの、廃棄物課題との同時解決や、離島での実施であること等から、バリ州及びクルンクン県政府の意向と優先度を見定めつつ、JCM 設備補助事業を活用した設備導入の可能性について引き続き働きかけを行う。

¹² アスエネメディア「ケミカルリサイクルとは？廃棄物の再利用に向けた様々な取り組み」2023 年 10 月 31 日
<https://asuene.com/media/1503>

3.2. FCV および EV モビリティ利用事業検討

(1) FCV 導入ポテンシャルサイト調査

水素は、電力以外にも輸送用燃料として活用できる利点である。燃料電池車の導入が必要となり、価格面での課題がある一方、エネルギー密度の高さから、電気自動車（EV）と比較し、走行距離が長いほど運用面での費用対効果が向上する。現地では水素充填インフラ整備が課題とされるため、限られた作業域で長時間走行を続ける産業用車両に適性があると見込まれる。

車両向け水素ステーションの整備はコスト面で課題がある中、本事業参画企業の北酸株式会社では、高圧水素機器等の開発・施工実績を有する株式会社鈴木商館と連携し、国内において「再エネ水素を活用した社会インフラの低炭素化促進事業」及び「サービス経営力向上支援補助」を活用し、水素燃料電池フォークリフト及び簡易水素充填機の開発を行っている。

水素燃料電池フォークリフトおよび充填設備は、中部国際空港（セントレア）の貨物地区での導入実績がある。この施設は隣接する太陽光発電の電力を水電気分解することで水素を発生させており、再生可能エネルギー由来の水素エネルギーを提供するものとなっている。

簡易水素充填機は、中部国際空港に導入された施設型ではなく、車両に積載した水素カードルからの供給によりコストを抑える。

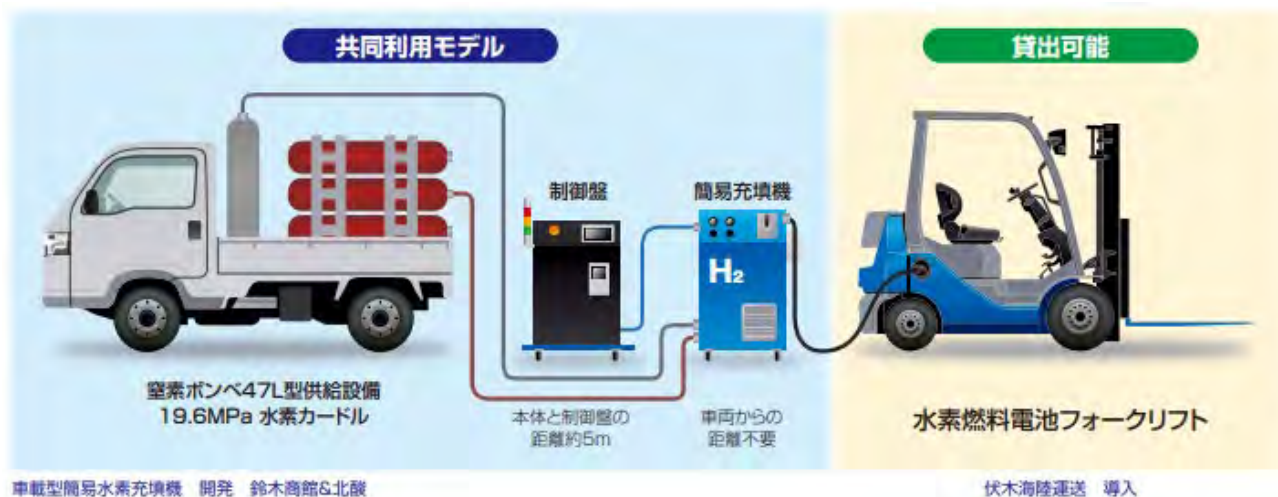


図 3-17 北酸および鈴木商館等が開発した水素燃料供給モデル

出典）北酸株式会社

水素輸送が必要な需要家にも本設備により提供が可能であり、水素車両の普及に課題となるステーション設置を必要としないことから、過年度は限られた域内で利用されるフォークリフトへの導入に適性があると考えられた。

フォークリフトをはじめとする荷役装置は、港湾での用途が多いため、バリ島の主要港であるベノア港や、フォークリフトのレンタル企業を対象に検討を行ったところ、港湾については国営企業管理下にあり、導入設備の規格基準が定められている中、当該国営企業や管轄省庁による全国的な機材導入プロセスがあると判明し、導入検討には中央政府へのアプローチが不可欠であることがわかった。また、フォークリフトのレンタル企業においても、各社の保有台数が多くないことや、価格競争が激しいビジネスである中、燃料コストや水素フォークリフトそのものの値段が高額となることが懸念され、導入には障壁があ

ることがわかった。

こうした結果を踏まえ、今年度はより資金的な素地があり、かつ脱炭素への価値を見出し得る水素ユーザーの調査を行った。その結果、インドネシア初の海上飛行機（Seaplane）の運用を目指すベンチャーとのコンタクトに至った。

Sama-sama SEAPLANE は、現在未整備であるハイエンド・ツーリスト向けの離島等への移動手段として提供することを目指し、バリ地域での先行展開を計画している。

THE OPPORTUNITY

Indonesia is a country with over 17 000 islands, and with only 3 private seaplanes operating nationwide the isolated regions remain only accessible by public ferries or private yachts.

This makes travel to Indonesia's most beautiful destinations a **logistical ordeal**, whilst ferry trips are mostly uncomfortable and carry inherent health and safety risks. Reliable emergency support is often unavailable and dissuades tourists from travelling.



THE SOLUTION

Sama Sama is raising a \$3 mil Seed Round to become the **first seaplane airline in Indonesia**. We are committed to reshaping the travel industry across the country by creating **reliable** and **unforgettable journeys** to remote island destinations.

Our amphibian aircraft will also provide a **faster response** time for emergency situations and disaster relief management for isolated areas.



図 3-18 Sama-sama SEAPLANE コンセプト

出典）Sama-sama SEAPLANE



図 3-19 Sama-sama SEAPLANE 運行計画

出典）Sama-sama SEAPLANE

インドネシアでは観光業の成長が著しく、訪問者 1 人あたりの平均予約額は 2019 年以

降、3 倍の 3,300 ドルに達し、ハイエンドクラスは 10 万ドル以上を費やす旅行者もいる。

高級観光市場の規模は 2022 年に 200 億ドルと評価され、2023 年から 2032 年にかけて 15%以上の成長が予測される。これは、アジア太平洋地域の富裕層消費者の人口増加によるもので、インドネシア政府もマスツーリズムから質の高い観光への移行を受け入れ、「10 New Balis」イニシアティブを実行し、ハイエンド層のニーズに応える観光開発を進めている。

海上飛行機は、少人数で希望タイムスケジュールに沿った高速移動が可能な交通手段であり、こうした需要に応えるものである。

Sama-sama SEAPLANE は、これに加えて環境配慮を重要な訴求ポイントに上げる。

特に離島地域等でのリゾート観光を志向する顧客層は、海洋をはじめ自然生態系の保全に関心が高く、観光に費やすカーボンフットプリントを意識する。

そこで、Sama-sama SEAPLANE は、当面 SAF（Sustainable Aviation Fuel:持続可能な航空燃料）の利用を想定しているが、SAF は 100%を代替することが難しく、ブレンドとなることから、脱炭素の達成には至らない。



図 3-20 Sama-sama SEAPLANE の環境配慮

出典) Sama-sama SEAPLANE

そうした中、同社は水素を利用した海上飛行機の導入に高い関心を有している。

水素燃料を使用する航空機の実用化は、現在のところ限定的であり、商業運航される旅客機としてはまだ実現していない。しかし、近年、小型機や実証機において水素燃料を利用した飛行試験が行われており、技術開発が進められている。

例えば、イギリスの ZeroAvia 社¹³は、水素燃料電池を搭載した 19 席の航空機の飛行試験を成功させ、ドイツでは、水素燃料を使用する 4 人乗りの航空機「Apus」が発表され、初飛行が 2025 年初頭に予定¹⁴されるなど、商業利用も目前の段階といえる。

¹³ <https://zeroavia.com/>

¹⁴ Bild “Erstes Flugzeug mit Wasserstoff-Antrieb vorgestellt” 2024-10-09.

<https://www.bild.de/leben-wissen/brandenburg-hebt-ab-erstes-flugzeug-mit-wasserstoff-vorgestellt-66e02f4ffd0c4e5b09928134>

こうした中、Sama-sama SEAPLANE は、国際的なインパクトファンドからの資金調達を進めつつ、カーボンネガティブな飛行体験の提供を目指し、水素飛行機の導入を検討している。

こうした背景から、水素の確保にあたり、太陽光発電による水電解水素の製造と供給システムに高い関心を示しており、日本の水素関連技術の適用機会を見出すことができている。大きな市場では無いものの、資金的・用途的に、水素の利活用が実現し得る条件を揃えたマーケットであることから、同社との連携を強化しつつ、水素製造・供給技術の導入を目指した情報交換を続ける。



図 3-21 初飛行する Zero Avia 社水素飛行機（左）、ドイツ小型水素飛行機 Apus（右）
出典）Zero Avia 社及び Apus 社 Web サイト

(2) EV 導入ポテンシャルサイト調査

1) EV の普及施策

バリ州では、全国に先駆けた電気自動車普及戦略を目指している。バリ州知事規則 No.48/2019 では、電気自動車の推進政策を明記し、公共機関等に EV を導入することや、行動計画として 2021 年に 1,000 台、2025 年までに 8,000 台までの EV バイクの普及、EV 四輪車は 2021 年に 100 台、2025 年までに 800 台、バスは 2021 年に 40 台、2025 年に 200 台の普及を目指すなど、意欲的な計画となっている。

2) EV ステーションの候補サイト

① 対象サイトの検討

EV バイク事業の実現可能性は、確実な需要を確保することが重要となる。ステーションだけではなく、車両とセットで運用される事業を想定することが望ましい。

その候補として観光地が挙げられる。電動バイクなどによる移動を伴うアクティビティが想定される観光地として、世界遺産の棚田散策など内陸部の観光資源が考えられる。

なかでも、世界遺産の一つである Tabanan 県の Jatiluwih 村は、JICA 事業において富山市内企業の小水力発電機を導入したプロジェクトの実績があり、富山市は当該事業の実施を全面的に支援した経緯があることから、同地域政府とのつながりが深い。

JICA 事業では、灌漑用水路の 4 か所に小水力発電機を導入し、観光客向けの夜間照明用の電力供給を行う設備が導入された。

本設備は、観光客が支払う入村税を財源に運用、メンテナンスが行われ、村民に対し運

用やメンテナンスに必要な情報、トレーニングが行われた。導入後、順調に稼働していたものの、新型コロナウイルスの感染拡大に伴い観光客が絶え、設備を管理していた同県では故障等の予防のため設備稼働をいったん停止した状況となっている。

観光客が戻りつつある現在、再稼働に向けて準備が行われているものの、同県では夜間照明だけではなく、より付加価値の高い電力の利用先への切り替えを検討しているところである。

そこで、本設備を活用した観光客向けの EV バイクレンタル事業の検討を行った。検討に際して参照したプロジェクトは、NEDO による「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業/分散型エネルギー資源としての可搬型蓄電池シェアリング実証研究（インドネシア）」である。同事業は、本田技研工業株式会社とパナソニック株式会社が連携し、着脱可能な可搬式バッテリー「Honda Mobile Power Pack」と、それを搭載する電動二輪車などの電動モビリティを用いて、バッテリーシェアリングの実証研究を行ったものである。

本実証研究のスコープは、インドネシアにおいて可搬型蓄電池シェアリングシステム（着脱・持ち運び可能なバッテリーを電動バイクから切り離してユーザー間でシェアする方式）を採用し、また、バッテリー稼働状況の集中管理を行い、交換 バッテリー配置の最適化を含めたシステム全体の有効性を検証する実証で、以下の検討項目が含まれている。

- ① バッテリーパック交換機及びバッテリーパック充電器を設置し、EV 二輪車及び EV 小型四輪車ユーザを対象にバッテリー交換サービスを実施する。
- ② EV 二輪車での用途を終えたバッテリーの電力分野での二次利用の有効性を検証する。

事業概要を以下に示す。

プロジェクト コンポーネント	個人ユーザー(BtoC)/ 政府系ユーザー(BtoBtoC)	事業者ユーザー(BtoB)	バッテリーリユース
			
プロジェクト サイト	バンドン	バリ	西ジャワ州 タングシジャヤ村
プロジェクト 概要	・BtoC/BtoBtoC顧客向け バッテリーシェアリングサービス ・バンドン市内の コンビニ、PLN、ディーラー 政府系公共入札等 にBExを設置。 ・インドネシア5 研究機関 (大学、政府規格部門等) との共同研究に車両を提供 - 車両：EV二輪車214台	・BtoB顧客向け バッテリーシェアリングサービス ・各顧客の要望する場所 事務所、駐車場、PLN等 にBExを設置。 ・配送業者、観光業者等を ユーザーとして想定 - 車両①EV二輪車86台 車両②EV小型四輪車3台	・バッテリーの2次利用を 想定した充放電器提供 ・無電化村内で小水力発電 のみ利用する世帯に設置 ・電力利用状況改善、 ピークシフト、バックアップ 電源としての活用を想定。 - バッテリー：3個 充放電器：3台

図 3-22 「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業/分散型エネルギー資源としての可搬型蓄電池シェアリング実証研究（インドネシア）」概要

出典）「分散型エネルギー資源としての可搬型蓄電池シェアリング実証研究（インドネシア）」（事後評価）（2018 年度～2021 年度 3 年間）事業概要説明資料¹⁵

¹⁵ <https://www.nedo.go.jp/content/100948979.pdf>

このうち、バリにおける B to B 事業においては、Grab などのフードデリバリー事業者、郵便事業者の Pos Indonesia に加え、自治体である Desa Adat Padantegal への充電ステーション、車両提供が行われている。

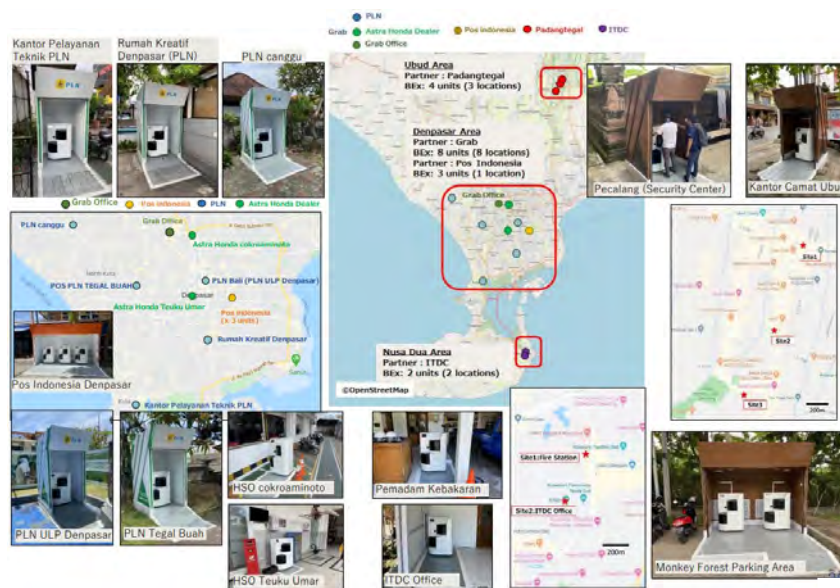


図 3-23 「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業/分散型エネルギー資源としての可搬型蓄電池シェアリング実証研究（インドネシア）」バリ事業概要
出典）「分散型エネルギー資源としての可搬型蓄電池シェアリング実証研究（インドネシア）」（事後評価）（2018 年度～2021 年度 3 年間）事業概要説明資料 ¹⁵ above

さらに、同事業では劣化した二輪用バッテリーの二次的利用先として、西ジャワ州において既存の水車発電機と接続し、家庭向け電力供給源とするモデルを実証している。

【バッテリーリユース概要】

- 西ジャワ州 **タングシジャヤ村** で実証実施。村の一部では系統電源も一部使用可能
しかしながら電力品質が低く、多くの世帯が **マイクロ水力発電** を利用。

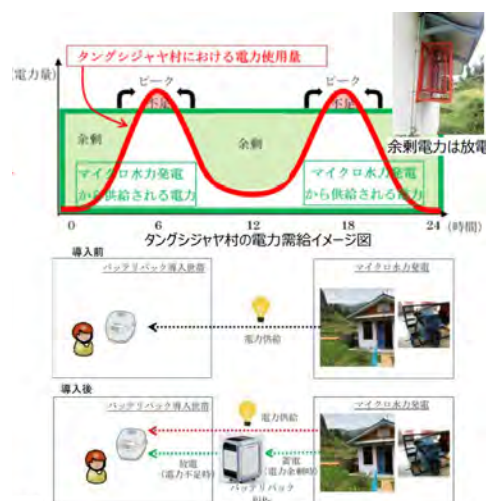


図 3-24 「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業/分散型エネルギー資源としての可搬型蓄電池シェアリング実証研究（インドネシア）」バッテリーリユース
出典）「分散型エネルギー資源としての可搬型蓄電池シェアリング実証研究（インドネシア）」（事後評価）（2018 年度～2021 年度 3 年間）事業概要説明資料 ¹⁵ above

本調査では、これらの先行事業成果を参照し、Jatiluwi 村での展開可能性を検討した。

検討に先立ち、富山市並びに委託事業者である日本エヌ・ユー・エス株式会社では、上述の NEDO 実証研究を行う要件を満たすため、Honda、Panasonic、パシフィックコンサルタンツは実証研究を実施するためインドネシア・ジャカルタに設立された合弁会社 (Pt.HPP Energy Indonesia) を訪問し、意見交換を行った。同社は、今後 Honda Power Pack Exchanger e:(以下、BEx)をバッテリー交換ステーションとし、Honda Mobile Power Pack e:(以下、MPP)を採用した電気自動車向けバッテリー交換サービス技術プロバイダーとして事業展開を検討しており、協力可能性について意見交換を進めているところである。



図 3-25 Pt.HPP Energy Indonesia 訪問の様子 (左) と Bex および MPP (右)

出典) Pt.HPP Energy Indonesia 社 Web サイト (右図) ¹⁶

② 事業モデル

バッテリー交換 EV バイクの展開対象として、富山市が全面的に事業協力を行ったバドゥン県 Jatiluwi 村の小水力発電設備を活用したモデルを検討した。

同事業は、JICA 中小企業海外展開支援事業「インドネシア国 用水路対応型小水力発電システムによる農村地域の電力不足解消に向けた 普及・実証事業」として 2019 年に実施された事業である。

Jatiluwi 村は、バリ州タバナン県 Penebel 地区管理下の 18 ある村の中のひとつで、バリの伝統的な水稻稲作慣習や棚田の文化的景観の価値が認められ、2011 年に世界遺産として認定された地域のひとつである。

世界遺産登録以降、観光客は増加しており、世界遺産登録前の 2010 年は 36,342 名であったものの、2013 年には 10 万人の大台を超え、2016 年には 179,890 人に増加している。新型コロナウイルス感染により、一気に観光客は減少したものの、2023 年の観光客数は 316,703 人と、コロナ以前を上回る水準となっている ¹⁷。

世界遺産登録以降、観光税などの収入が向上した一方で、電力インフラ等の不足が課題

¹⁶ <https://sites.google.com/hppenergy.co.id/home/>

¹⁷ Bisnis Bali, 19/Dec/2023 <https://bisnisbali.com/dtw-jatiluwi-dikunjungi-316-ribu-wisatawan/>

となっていた。そこで、富山市内企業で水車発電機メーカーである水機工業により、JICAの支援を得て特にニーズの高かった夜間照明用途の小水力発電設備導入に至っている。

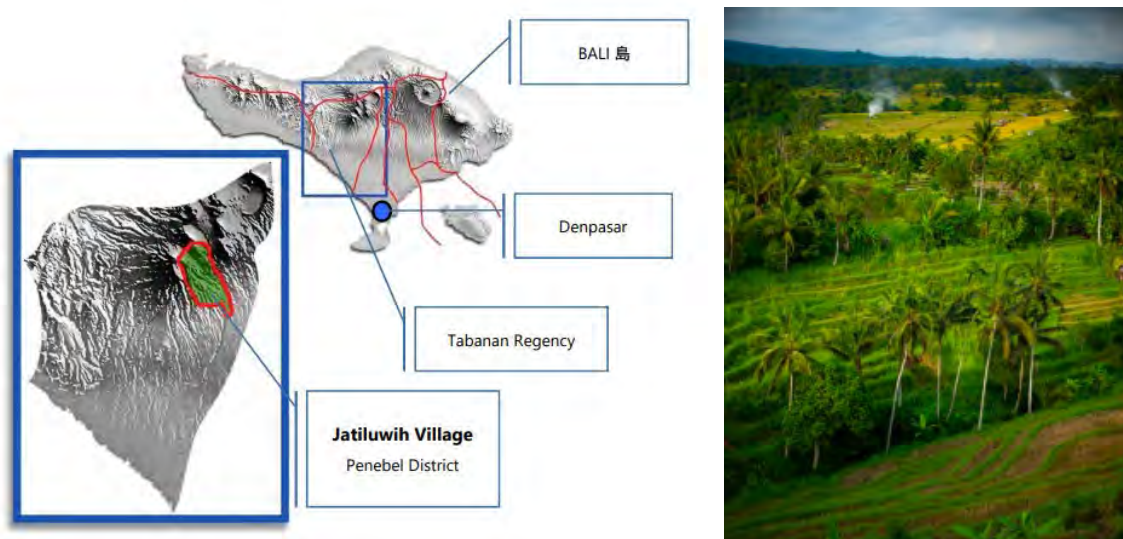


図 3-26 Jatiluwi 村位置図と棚田風景

出典) 国際協力機構「インドネシア国 用水路対応型小水力発電システムによる農村地域の電力不足解消に向けた普及・実証事業 業務完了報告書」より引用 (左図) ¹⁸

表 3-3 JICA 導入設備と仕様

サイト名	Site 2-1	Site 2-3	Site 5	Site 7
具体的な場所	ジャティルウィ村 ウマデュイ地内	ジャティルウィ村 ウマデュイ地内	ジャティルウィ村 ウマカユ地内	ジャティルウィ村 タラバゲデ地内
集落世帯数	40	40	37	110
使用水源/施設	パンダワ湖伏流水 用水路落差工			
適用水車	らせん水車	開放周流形水車	プロペラ水車	開放周流形水車
設置場所 所有者/合意	スパック管理地であり、スパックと合意済			
許認可	水車はタバナン県、電灯はジャティルウィ村に申請			
現地写真				
スペック	Q=0.03m ³ /s H=2.5m Pt=0.40kW	Q=0.03m ³ /s H=1.0m Pt=0.16kW	Q=0.07m ³ /s H=12.0m Pt=4.90kW	Q=0.014m ³ /s H=2.1m Pt=0.16kW
街灯設置数	街灯 81 灯		街灯 58 灯	街灯 61 灯
設置工事	スパック組合員との協働			
維持管理・運営	スパックによる運営組織			

出典) 国際協力機構「インドネシア国 用水路対応型小水力発電システムによる農村地域の電力不足解消に向けた普及・実証事業 業務完了報告書」より引用 (左図) ¹⁸

¹⁸ <https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12325122.pdf>

JICA 事業により導入された水車は 4 台で、すべて街灯用電源として運用されてきた。上述の通り、新型コロナウイルス感染拡大により、オペレーション/メンテナンスコストの財源としていた観光税が減少したため、設備保全のため稼働停止となっており、現在もその状況は続いている。設備所有者のタバナン県では、再稼働に際して、街灯以外のより効果的な利用先についても検討する意向がある。

バッテリー交換式 EV バイク用バッテリーステーションの導入可能性の検討候補としては、4 機の発電機のうち、設備規模の最も大きい 4.90 kW の発電機を対象とする。

現在の発電機の状態について、水力発電を含むバリ州の再生可能エネルギー EPC 事業者である PT Cahaya Mentari Berkah 社に設備診断を依頼したところ、当該発電機は、タービンについては十分機能するものの、各パネルボックスのバッテリー (ACCU) やインバーターなどの機器類については交換等が必要であることがわかった。

事業化に際しては、これらの改修とバッテリー交換式 EV 二輪車用のステーション等整備のコスト回収を含むビジネスモデル検討が必要となる。

ビジネスモデルとしては、30 万人を超える観光客を対象に、棚田観光に用いる移動手段として貸出サービスを提供し、収益を得るモデルとする。

水車発電機の改修と共に、バッテリー交換式 EV バイクの導入量 (需要予測に基づき検討) に応じて電力不足分を太陽光発電によって補う場合、PV パネルの導入コストを検討する。想定される事業モデルを以下に示す。

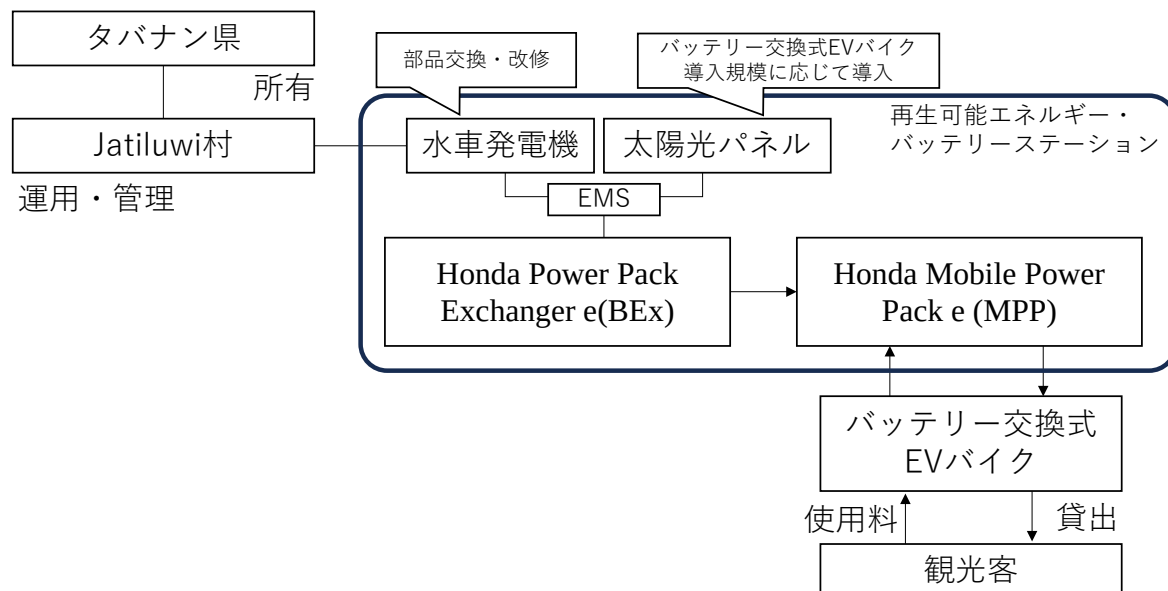


図 3-27 バッテリー交換式 EV バイク事業モデル

初期投資としては、水車発電機改修費、PV 導入・設置費、これらの電力制御を行う EMS 導入費、Honda Power Pack Exchanger e:(BEx)、Honda Mobile Power Pack e:(MPP)導入費、EV バイク導入費となる。

売上規模については、所与条件として仮に 15 台の二輪車を 1 日あたり 3 回レンタル (計 45 台回/日) するモデルを想定する。1 回あたりのレンタル費用を 1,500 円 (約 150,000 ルピア) と設定した場合、365 日の稼働として年間収益は 24,637,500 円と単純計算できる。

蓄電池/EV バイクの耐用年数を 6 年とした場合、147,825,000 円の売り上げ規模となる。

上記概算を初期想定として、今後の調査においては、蓄電時間等を考慮した条件の下での稼働可能回数を検証するとともに、正確な需要予測による感度解析を行い、初期投資費の積算、運用費等を加味しつつ経済性検討を進める。

特に、採算性の焦点は稼働率であり、観光客の志向や需要について正確な予測が必要となる。Jatiluwi 村観光担当者、観光ツアー会社等へのヒアリングの他、観光客へのアンケート等も視野に、需要予測を行う必要がある。

(3) CO2 排出削減効果の試算

本試算では Honda の電動バイクの導入を想定し検討を行う。同社の電動バイクのうち、ビジネスバイクシリーズとして国内でラインナップされている EM1e を参照する。同電動バイクは、カタログ燃費として、バッテリー 1 台（定格容量/定格電力量:26.11Ah/1,314Wh）あたり 53km の走行が可能となっている。

ガソリンエンジンの二輪車では 50cc 相当と考えられるが、カタログ値では Honda スーパーカブの 105km/L を代表に超低燃費を誇っている。ただしこれは日本の石油品質にも関係しており、インドネシアにおける実態からは現実と乖離した数値であると推定される。今後、現地のバイク燃費データを収集することとして、ここでは計算の簡易化のため、電動バイクと同程度の 53km/L をガソリンバイクの燃費と仮定して試算する。

所与条件として、15 台の二輪車を 1 日あたり 3 回レンタル（計 45 台回/日）するモデルを想定する。カタログ燃費から、1 回あたりの走行で 53km（ガソリン 1L 相当）程度の消費となると仮定した場合、リファレンス排出量は以下の通りとなる。

燃料消費量 $15 \text{ 台} \times 3 \text{ 回/日} \times 1 \text{ L} = 45 \text{ L/日}$

CO2 排出量（日） $45 \text{ L/日} \times 2.322 \text{ kg-CO}_2/\text{L} = 104.49 \text{ kg-CO}_2/\text{日}$

CO2 排出量（年） $104.49 \text{ kg-CO}_2/\text{日} \times 365 \text{ 日} = 38,138 \text{ kg-CO}_2 \div 1,000 = 38 \text{ t-CO}_2/\text{年}$

耐用年数は、二輪車の場合 3 年、蓄電池の場合 6 年となっており、本事業の検討に際してどちらの耐用年数を対象とするか考慮が必要である。仮に 6 年を想定すると、耐用年数期間の排出削減量は下記の通りとなる。

CO2 排出量（耐用年数期間） $38 \text{ t-CO}_2 \times 6 \text{ 年} = 228 \text{ t-CO}_2$

JCM 設備補助事業の規模としては非常に小さいものとなるが、バッテリーの二次利用を行い、さらに 6 年間電力供給を加算するモデルを検討する。

15 台のバッテリーによる電力量は、 $1.314 \text{ kWh} \times 15 = 19.71 \text{ kWh}$ である。電源である水力発電機が半数の 7 台ずつ交代に常時これを充電できるとした場合、9.855 kWh の電力供給を行うシステムに相当すると考えることができる。この場合、年間発電量および 6 年間の総発電量、CO2 排出削減量は以下の通りとなる。

$9.855 \text{ kWh} \times 8,760 \text{ 時間} = 86,329.8 \text{ kWh}$

86,329.8 kWh × 6 年間 = 517,978.8 kWh
 517,978.8 kWh × (0.613 tCO₂/MWh/1000) = 317.5 t-CO₂

上記、二輪利用とバッテリー二次利用を合わせると、545.5t-CO₂ の排出削減効果を得ることができる試算結果となったが、なおも JCM 設備補助事業としては小規模であるため、同補助の利活用は困難を伴うと想定された。

今年度、同設備を富山市内企業から譲渡され、管理を担うタバナン県と富山市での政策対話と方針協議を複数回実施し、今後の対応策について検討を行った。



図 3-28 タバナン県と富山市の協議および現地調査の様子

その結果、タバナン県としては十分な予算が無く、ファイナンス面での対応は難しいものの、改修した水力発電設備で得た電力を EV バイクレンタル等を行う観光事業者に供給する許可や、営業許可の観点で支援することは可能であるとの見解を得るとともに、土地等の県及び村が管理する資産の無償提供についても検討できるとのコメントを得ている。

改修コストについては、本事業が JICA 事業に基づくものであったことから、日本の規格基準に基づいているため、現地の規格基準に合致した設備変更も含め地元エンジニアリング会社に設計及び見積依頼を行った。

表 3-4 取得した見積書

NO	Category	Description	Estimated Cost (IDR)	Manpower Required	Manpower Cost (IDR)
1	System Repairs				
	Turbine Overhaul & Maintenance	Cleaning, lubrication, part replacements	50.000.000	2 technicians (2 weeks)	6.400.000
	Generator Repair & Optimization	Electrical rewiring, voltage regulation check	30.000.000	2 electricians (1 weeks)	3.200.000
	Penstock & Pipeline Repair	Fixing leaks, replacing damaged sections	30.000.000	2 technicians (2 weeks)	6.400.000
	Subtotal (System Repairs)		110.000.000		16.000.000
2	Inverter & Battery Replacement				
	New Inverter Installation	High-efficiency inverter	70.000.000	1 engineer + 1 electrician (2 weeks)	14.200.000
	Battery Replacement	Lead Acid Battery (5kWh)	80.000.000	2 engineers + 1 technicians (2 weeks)	28.400.000
	Electrical System Optimization	Circuit protection, wiring upgrades	30.000.000	2 electricians (1 weeks)	3.200.000
	Subtotal (Inverter & Battery)		180.000.000		45.800.000

NO	Category	Description	Estimated Cost (IDR)	Manpower Required	Manpower Cost (IDR)
3	Dam & Water Flow Restoration				
	Dam Structural Repair	Reinforcement, sealing cracks	40.000.000	3 construction workers (3 weeks)	15.000.000
	Sediment Removal & Cleaning	Clearing debris to improve water flow	10.000.000	3 laborers (2 weeks)	10.000.000
	Water Channel Optimization	Improving intake and outlet system	25.000.000	3 engineers + 2 laborers (2 weeks)	15.000.000
	Subtotal (Dam & Flow)		75.000.000		40.000.000
4	Monitoring & Sustainability				
	Smart Monitoring System	Sensors, remote tracking for performance	30.000.000	2 IT specialists (2 weeks)	11.000.000
	Staff Training & Maintenance Plan	Operator training & preventive maintenance tools	10.000.000	1 trainer + 5 operators (3 weeks)	15.000.000
	Reserve Fund	Emergency repairs & future sustainability	50.000.000	N/A	N/A
	Subtotal (Monitoring & Sustainability)		90.000.000		26.000.000
	Total Budget		455.000.000		127.800.000

出典) PT.Cahaya Mentari Berkah 社

その結果、設備コストとして 455,000,000 ルピア (約 455 万円)、エンジニアリングコストとして、127,800,000 ルピア (約 127 万円)、合計 582 万円程度のコストとなることが分かった。

この初期投資額及び運用コスト（メンテナンス・管理・マーケティングの人的費を含み約 400 万円程度を見込む）をカバーする収益モデルの構築が必要となる。当該事業主体の選定と投資意思決定を促すための情報収集とアプローチが今後の課題となる。

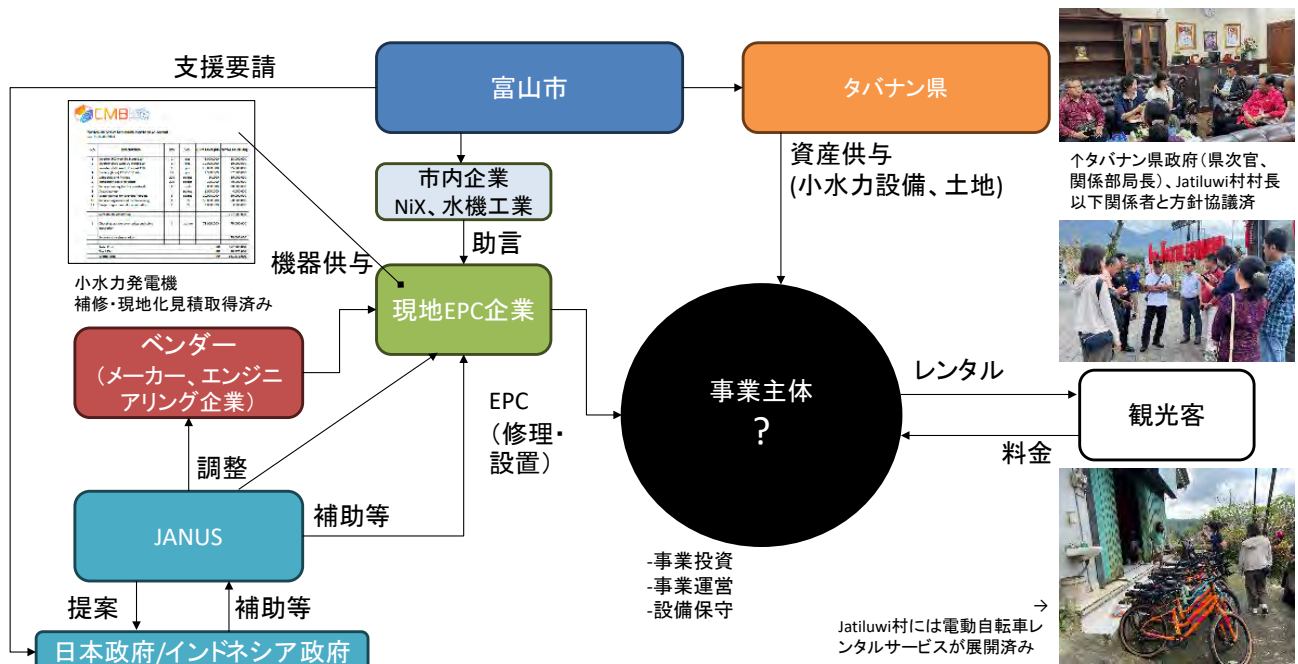


図 3-29 事業構成と事業主体選定に係る課題のイメージ図

こうした活動の一方、バリ州ウダヤナ大学において、富山市内企業である北陸電気工事株式会社では、「フレキシブル太陽光パネルを用いたバッテリー交換型オフグリッドEVステーションの可能性調査」の実証試験を開始し、横展開に向けた事業展開を見据えている。



バッテリー交換型オフグリッドEVステーション



ひさしに設置したフレキシブル太陽光パネル



4月5日 施設竣工式

図 3-30 北陸電気工事株式会社による EV 実証事業

出典）北陸電気工事株式会社

今後、同社とも密に連携を図り、タバナン県事業への参画可能性も視野に事業化に向けた準備を継続して実施する方針である。

4. 低炭素社会実現のための都市間連携（現地関係者との協議）

今年度の都市間連携事業では、5回の現地調査と3回の関係者訪日受入れが実現し、うち1回の現地訪問は富山市藤井市長の表敬訪問であった。本表敬訪問は、市内企業の株式会社石橋がJICA事業により導入を果たしたコンポストプラントの開所式に合わせて行ったが、都市間連携事業に係る関係者とのハイレベル協議も実現した。今年度の主な活動のハイライトを以下に示す。



図 4-1 現地関係者の訪日機会と都市間連携事業の協議



図 4-2 現地調査と関係者協議

4.1. バリ州との協議事項

バリ州とは、現地調査ごとに協議の機会を設け、都市間連携事業の実施方針協議、意見交換、対策方針協議などを進めてきた。

本都市間連携事業は、バリ州と富山市の協力協定を基盤に実行してきたものの、締結後の法律改定に基づき、州と市というレベルの異なる連携は MoU 締結などの点で制約が生じることが明らかとなっていた。そこで、バリ州は州内の基礎自治体（県及び市）と富山市の間の連携を推奨し、バドゥン県、クルンクン県、タバナン県との調整や対話などの機会を調整するなど、積極的な支援を受けることができた。

クルンクン県については、再生可能エネルギー100%の目標掲げる Nusa penida 島の情報提供と現地調査支援の他、廃棄物処理課題に関する情報提供、灌漑揚水ポンプの再エネルギー利用等の幅広い連携機会の提供と協力検討を議論する場を得ることができた。

タバナン県とは、上述の富山市が支援した小水力発電機を導入した自治体であり、同設備のリニューアルに係る意見交換を継続した他、同県でも課題である廃棄物処理に関して現場視察と意見交換の機会を得た。

バドゥン県は、富山市内企業のコンポストプラント導入を実現し、最も協力関係に進展があった自治体で、バドゥン県環境局職員が富山市に訪問する等、コンポストプラント導入をきっかけとして今後さらなる連携の要請を受けている。

同県は、バリ州中南部に位置する基礎自治体で、現地の統治機構に基づく県（Regency）に分類されるが、日本の市町村と同格である。

バドゥン県は、バリ州の中で観光客が集中する多くのエリアを擁し、観光税等による収入がインドネシア国内でも随一であり、県庁舎は全インドネシアで最も壮麗であることでも有名である。その一方で、増加する観光客や観光サービスに伴う廃棄物課題、慢性的な渋滞による大気汚染や CO2 排出、下水インフラの未整備による水質悪化等、負の側面が拡大しつつある。特に廃棄物課題については、バリ州全体での処分場の不足により、緊急事態と表現されるなど、

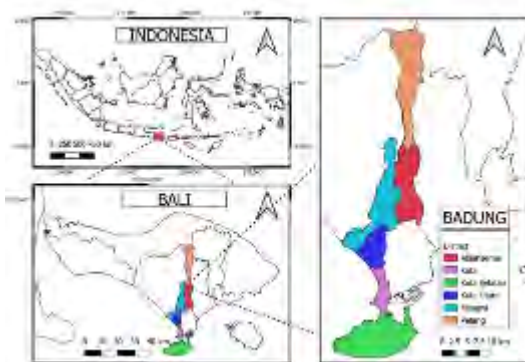


図 4-3 バドゥン県位置図及び域内

その対策ニーズが高い状況である。

前述の通り、富山市藤井市長のバリ州表敬訪問時には、コンポストプラント開所式への出席もあり、バドゥン県政府との今後の連携についても確認し、コンポスト装置がもたらす有機性廃棄物処理に加え、廃プラスチックや廃水課題への対策、脱炭素に向けた取組などについても引き続き連携を図る意向を表明するに至っている。



図 4-4 コンポストプラント及び開所式の様子（2024 年 10 月）

5. 成果のまとめと今後

今年度の都市間連携事業の調査結果を踏まえて、以下に今後の計画を示す。

5.1. JCM 設備補助等申請

本年度の調査では、候補となる案件の発掘と情報収集を行い、コストと CO2 排出削減効果の試算を実施した。規模や技術に係る JCM 設備補助事業への適合性の観点から、個

別 F/S や実証事業、他のファイナンススキーム等も含めた総合的な検討が必要であることが確認できた。

バリ州では、エネルギー会社（電力・ガス等）が投資を検討するような大規模な事業が少なく、脱炭素機会は小規模事業の分散が主である傾向からも、特にそうした事業へのファイナンス課題解決が重要な課題であった。

各案件のインフラ的な性質から、本来は自治体予算での実施が期待される一方、予算規模的・人員的・制度的な課題から、自治体予算での実行は非常に限定的かつ長期間を要することから、民間資金の活用を主に検討を進めてきた。

小規模事業への参入インセンティブを有する主体は、得てして資本力の小さい事業者であることから、JCM 設備補助事業を始めとする補助を受けることができたとしても、補助裏の負担が課題になる。

一方、無償プログラムは限定的であることに加え、導入後の持続的な維持管理やオーナーシップの欠如が生じやすい課題も生む。

本事業では、小規模事業へもファイナンスが可能な個人投資家やインパクトファンドといった金融にも目を向け、事業への接続を図ってきた。その結果、富山市内の海外事業投資家グループや、バリ州に所在するインパクトファンドが絞り込まれた。

なかでも、PT.Abundant Impact Ventures は、Sama-sama SEAPLANE 事業や廃棄物処理事業に力を入れており、本都市間連携事業の実行段階において有力な連携先と目された。そこで、日本エヌ・ユー・エス株式会社は同社との戦略的連携 MoU を締結し、今後の JCM 設備補助事業提案等に必要となる資金需要に係る連携体制を構築した。PT.Abundant Impact Ventures の活動概要を参考資料 2 に示す。

株式会社プランニングネットワーク

- ✓ 富山市を拠点とし、バリで事業投資を行う
- ✓ リゾート経営、投資等から、観光産業の文脈でタパン県案件を紹介
- ✓ 個人投資家グループ等との情報交換
- ✓ 案件化に向け連携を確認
- ✓ 市内企業向けセミナーを開催

PT. Abundant Impact Ventures- Alexander Kotyck

BridgeRock Inc. (カナダ) CEO。バリに在住し、サステナブル事業投資を推進。廃棄物関連事業の協業を準備中。

図 5-1 小規模プロジェクトの投資家候補

5.2. 都市間連携活動

バリ州との 6 年間にわたる連携関係の下、上述の通りバリ州内基礎自治体であるバドゥン県との新たな連携可能性を見出すことができています。

バドゥン県とは、脱炭素型の廃棄物処理、廃水処理技術の実装・普及を通じ、サーキュラーエコノミー型の持続可能な観光都市に向けた取組に向けた都市間連携を提案する方針で協議を進めており、以下の具体的な取り組み提案を導出している。

A. 脱炭素型廃棄物対策技術パッケージ

対策が行われていない廃プラスチック等の適正処理について市内企業を中心に検討を行い、導入技術のパッケージ提案を創出する。脱炭素の観点から、油化等のエネルギー利用を主題とする。なお、分別等の前処理においても、必要電力を脱炭素化することを要件とする。導入にあたっては、JCM 設備補助や民間 JCM の活用に加え、バリ州内のリサイクラーやインパクト・ファンドと連携し、ファイナンス体制を並行して構築する。

B. 脱炭素型廃水処理ソリューション

バドゥン県では、家庭系排水がほぼ未処理のまま河川水域に排水されており、水域の汚染が観光資源であるビーチ等に悪影響をもたらしている。また、低地部では排水が滞留、温室効果ガスのメタン放出源となっている。広域の下水道インフラ整備は、県レベルかつ短期での実現が困難であるため、本事業では、日本の浄化槽等による分散型水処理技術の適用を主軸に、費用対効果、短期的な実現可能性を踏まえた対策を考案する。富山市山間部等での分散型水処理設備を設計・施工してきた市内企業との連携により、対策メニューを検討するとともに、脱炭素の貢献について評価し、普及段階での JCM 等活用を検討する。

C. 過年度都市間連携事業等フォローアップ

富山市がこれまで取り組んできたバリ州との都市間連携事業において JCM 事業化検討を進めてきたバドゥン県北部に隣接するタバナン県、東部に隣接するクルンクン県での事業フォローアップを行う。タバナン県では、富山市内企業の小水力発電機が導入されており、EV 自転車用電源として活用、収益を得る仕組み等を考案してきた。また、クルンクン県には、太陽光を活用した灌漑用水ポンプの補修支援が準備段階にある。

これらはバドゥン県外ではあるものの、電力系統を一にしていることから、バドゥン県を含めた広域圏での脱炭素に貢献するものであり、相互自治体の連携、相乗効果にも利点があるため、フォローアップとして取り組みを継続する。また、富山市内企業である北陸電気工事株式会社では、バリ州内の国立ウダヤナ大学と連携し、太陽光発電で充電する EV バイクステーションの実証事業に取り組んでおり、本事業では、この成果と取り組みを踏まえ、バドゥン県およびバリ州での普及に向けた制度・資金等の仕組みを検討し、後押しを図る。

これらの事業構想概略図を以下に示す。



図 5-2 本提案事業の構想概略図

今後、この事業の都市間連携事業実施に向け、富山市内企業の巻き込みと事業化に向けた情報収集をさらに進め、提案に繋げる計画である。

以上

参考資料

参考資料 1 -富山市-バリ州協力協定

参考資料 2 -PT.Abundant Impact Ventures 資料

参考資料 3 -タバナン県及びクルンクン県との打ち合わせメモ（2024 年 7 月調査）

参考資料 4 -報告会資料

参考資料 1 -富山市-バリ州協力協定

インドネシア共和国バリ州と富山市との 環境マネジメントの技術協力に関する協定書

インドネシア共和国バリ州と日本国富山市を、以下「双方」という。

「双方」は、平等及び相互利益の重要性を認識し、両国関係を一層発展することを目的とし、以下の活動を通じて友好及び協力関係を促進することに合意する。なお、この協定書は、それぞれの国の法律および規制に準拠する。

1. 小水力発電システムや精米機、廃棄物処理における科学や技術開発
2. 環境マネジメント
3. 人材育成

「双方」はこの協力の実施にあたり、適切な時期に詳細な協定を締結する。
本協定書の締結を証するため、2017年11月28日に、インドネシア語、日本語、英語を各2セット作成する。

インドネシア共和国バリ州

日本国富山市


MADE MANGKU PASTIKA
バリ州知事


MORI MASASHI
富山市長

LETTER OF INTENT
BETWEEN
BALI PROVINCIAL GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF INDONESIA
AND
TOYAMA CITY GOVERNMENT OF JAPAN
CONCERNING
TECHNICAL COOPERATION ON ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
IN BALI PROVINCE

Bali Provincial Government of the Republic of Indonesia and Toyama City Government of Japan hereinafter referred as "the Parties".

Desiring to promote friendship and favorable cooperation between the "the Parties".

Recognizing the importance of the principles of equality and mutual benefits.

Pursuant to the prevailing laws and regulations of their respective countries.

Do hereby declare their intention to establish partnership and cooperation in the following areas:

1. Science and technology development in micro hydroelectric system, rice milling and waste management
2. Environmental management
3. Human resources development.

The implementation of this cooperation will be based on agreed areas and shall be followed by the signing of Memorandum of Understanding that will be concluded in appropriate time by "the Parties"

Done in duplicate in Denpasar on the twenty eight of November in the year of two thousand seventeen in sets of authentic copies, 2 (two) of each in Indonesian, Japan, and English.

BALI PROVINCE
THE REPUBLIC OF INDONESIA,



Made Mangku Pastika
MADE MANGKU PASTIKA
GOVERNOR OF BALI

TOYAMA CITY
JAPAN,



MORI MASASHI
MAYOR OF TOYAMA



ABUNDANT IMPACT VENTURES
capital for regenerative ecosystem transformation

Regenesys Resources – Investor Presentation

Alexander Kotyck, Founder and CEO,
PT. Abundant Impact Ventures
September 18, 2024

Investment Thesis

- \$500,000 seed investment is proposed to establish Regenesys Resources on Bali Indonesia to monetize unmanaged municipal solid waste streams (MSW) with a view to expanding operations across Indonesia and the Coral Triangle region.
- Pyrolysis will be utilized to convert plastic waste to sustainable crude oil which is sold to off-takers within the oil and gas and chemical industries. We intend to pay higher than market rates for plastic waste from waste-pickers to create the required financial incentives for systems change. Off-take agreements are already in place with one of our shortlisted vendors.
- Bio-digestion will be utilized to process organic waste. Methane will be produced and sold to off-takers at market rates. The resulting digestate will be given away for free to farmers as fertilizer with regenerative impacts to the community.
- Revenue streams come from the sale of 1) sustainable crude oil (pyrolysis oil), 2) methane, 3) carbon credits, 4) plastic credits, and 5) tipping fees.
- Environmental impacts include: diverting waste from landfills, reducing greenhouse gas emissions, mitigating climate change, improving air quality, reducing the flow of plastic into the ocean, and improving health outcomes from a reduced volume of microplastics in the food system.
- PT. Abundant Impact Ventures is acting as business incubator for Regenesys Resources — the CEO has established all relationships with every government entity involved in the project at the national, province, and municipal level.
- PT. Abundant Impact Ventures has secured an LOI with the largest regency on Bali for public/private partnership — government is providing free land for our facilities and delivery of 1,000 tons per day of MSW delivered to our gate in exchange for tackling the MSW issue on the island.
- PT. Abundant Impact Ventures financial analysis of the venture is very promising: our initial facility on Bali will generate 22% IRR, 10 year NPV of \$15.55 Million, \$8.96 Million average annual profit, with \$35 million in total CapEx.
- Seed investors will realize outsized returns due to the risk exposure coming in early and the reward system engineered in our capital plan. Early stage project risk is mitigated through milestone-based fund allocation plan and professional management.
- The \$500,000 seed investment will be utilized to 1) produce a bankable feasibility study (similar to a mining project), 2) produce a detailed market analysis on Bali for methane gas, fertilizer, and pyrolysis oil, 3) assess the technical viability of shortlisted vendor technologies (bio-digestion and pyrolysis) for Bali's municipal solid waste streams, 4) update our detailed financial model, 5) conduct a comprehensive Environmental Impact Assessment to detail the project's community impacts.



Confidential - All Rights Reserved by
PT. Abundant Impact Ventures

3

Contents

- Introduction
- Bali's Waste Management Crisis
- Our Strategy
- Solution
- Market Opportunity
- Competitive Advantage
- Team
- Financial Projections
- Environmental and Social Impact
- Investment Highlights
- Contact Information





What happens to tourism on Bali if this gets worse?



What happens to the wild life that consumes this?

Founder – PT. Abundant Impact Ventures



All Rights Reserved by PT Abundant Impact Ventures

We work with ventures:

- Climate Change
- Green Energy Transition
- Waste Management
- Mobility
- Agriculture
- Eco Tourism & Real Estate

And we work with Investors:

- High Net Worth Individuals
- Family Offices
- Venture Capital
- Private Equity
- Development Finance Institutions
- Other Funds and Institutions

With the goal of driving positive change:

- Environment, Social, Governance
- Contribution to the Sustainable development Goals

TOP 10 Leaders

1	Alex Kotlyck	Abundant Impact Ventures	CEO	1
2	Mandhara Brasika	Crysa Lulu	Private PE	1
3	Agung Wedhatama	Koperasi Petani Muda Keren	Manager	1
4	Bagus Arya	Padma Forest	CEO	1
5	Hendika Permana	Junior Chamber International	Manager	2
6	Indira Santi	Swirado Ball	Manager	2
7	Natalie Davenport	Danopo Creative Ball	CEO	2
8	Okki Soebagio	Ball Member Club	Manager	2
9	Yeni Gusmiani	Libra Ball	CEO	2
10	Andrew Hayim De Vries	Beetle Other	Manager	1



What happens to people who consume fish from this sea?



Our Massive Transformational Purpose:

Bali the center of Regenerative Ecosystem Transformation for the world – a global example of how harmony with nature, people, and self/God/source can enable prosperity for all (Tri Hita Karana).

Confidential - All Rights Reserved by PT
Abundant Impact Ventures



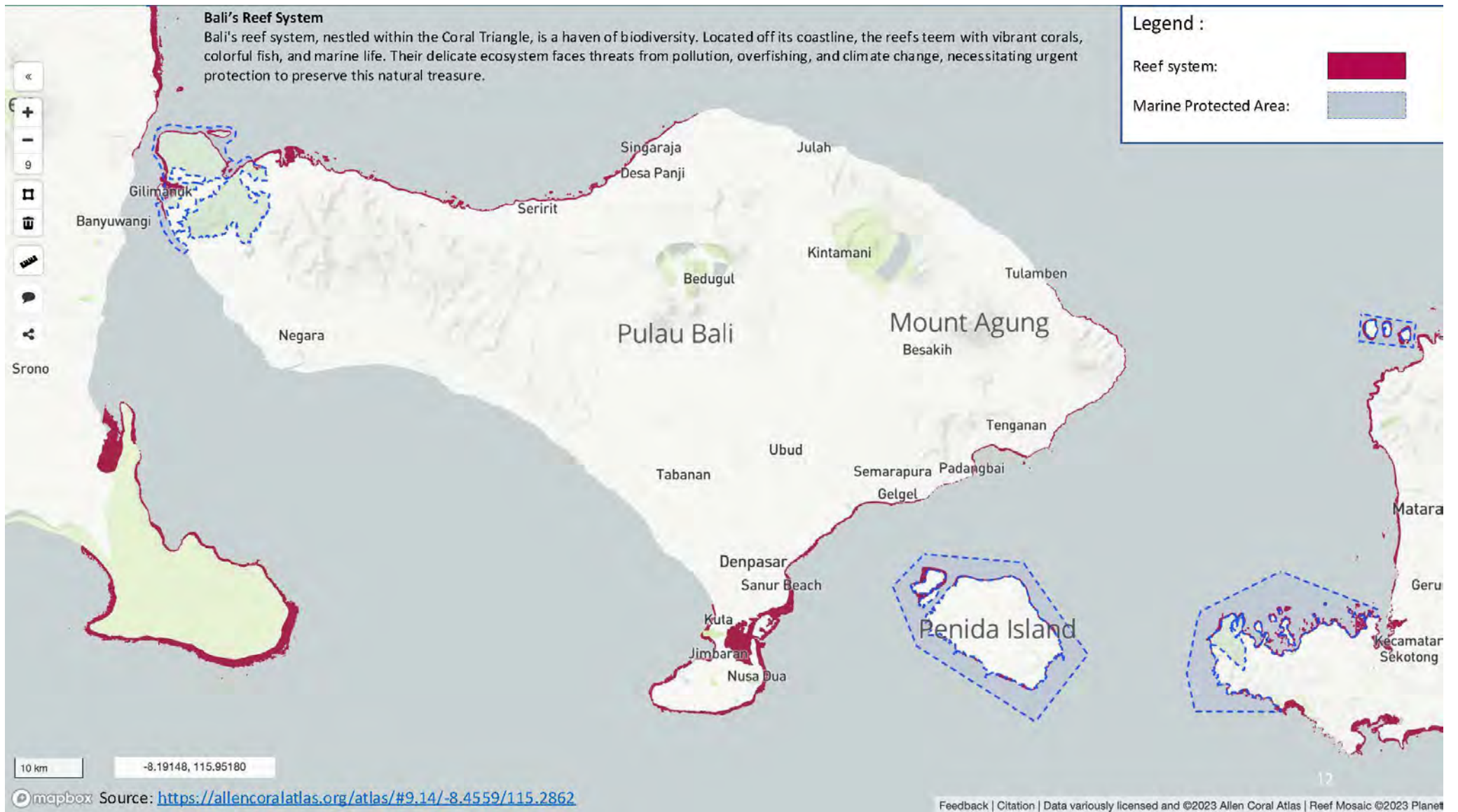
In Indonesia...

**1-2 World Cup
Soccer
Stadiums...**

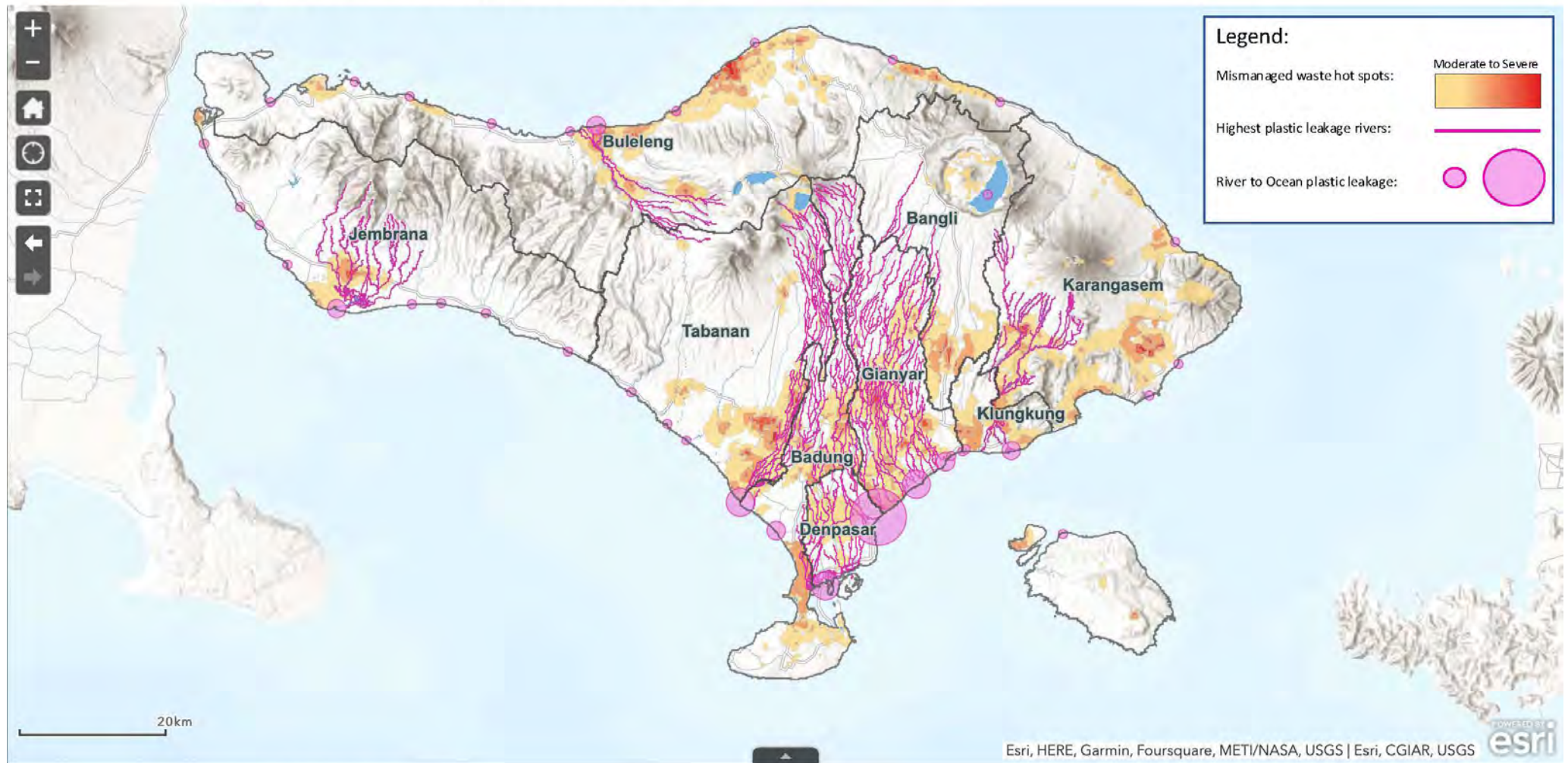
**Full of Plastic
to the Top...**



**Dumped
into the
Ocean
Each
Year!**



Waste Mismanagement Places Pressure on the Reef System
Placing the Related Tourism and Local Fishing Industries at Risk



Source: https://www.balipartnership.org/en_gb/map/

Microplastics

Detrimental to Human Health

Microplastics are small plastic particles less than 5mm in size that have become widespread in the environment, including our oceans – causing the following health risks:

- **Inflammation and tissue damage:** when they accumulate in organs and tissues in the body, microplastics can lead to health problems such as cancer and other chronic diseases.
- **Hormone disruption:** Some microplastics contain chemicals that can interfere with the body's hormones, potentially leading to reproductive problems, developmental delays, and other health issues.
- **Reduced immunity:** Exposure to microplastics can impair the immune system, making it harder for the body to fight off infections and other diseases.
- **Organ damage:** Studies have shown that microplastics can accumulate in organs such as the liver, kidneys, and lungs, leading to damage and dysfunction over time.
- **Increased risk of infection:** provide a surface for bacteria and other pathogens to grow on, potentially increasing the risk of infections.
- **Gastrointestinal problems:** Microplastics in food and water can cause irritation, inflammation, and other problems in the digestive system, leading to discomfort, pain, and other health issues.

Confidential - All Rights Reserved by
PT Abundant Impact Ventures

Growing Evidence of Microplastics in The Global Ocean-based Food System

- A study published in the journal Environmental Pollution in 2015 found that microplastics were present in 36.5% of the fish and shellfish samples analyzed from markets in California and Indonesia.
- In 2017, a study published in the journal Scientific Reports found microplastics in 25% of the fish sampled from markets in Indonesia and 67% of the fish from markets in California.
- A study published in the journal Environmental Science & Technology in 2018 found microplastics in all 20 mussel samples collected from British Columbia, Canada.
- In 2019, a study published in the journal Environmental Pollution found that 73% of the seafood samples tested in the UK contained microplastics.
- A study published in the journal Environmental Science & Technology in 2020 found that microplastics were present in 100% of the shrimp, crabs, and fish samples collected from a market in Vietnam.

Confidential - All Rights Reserved by
PT Abundant Impact Ventures

15

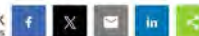
Microplastics discovered in human penises for the first time

By Jack Guy, CNN

4 minute read · Updated 2:30 PM EDT, Wed June 19, 2024

By Michael Haederle | February 20, 2024

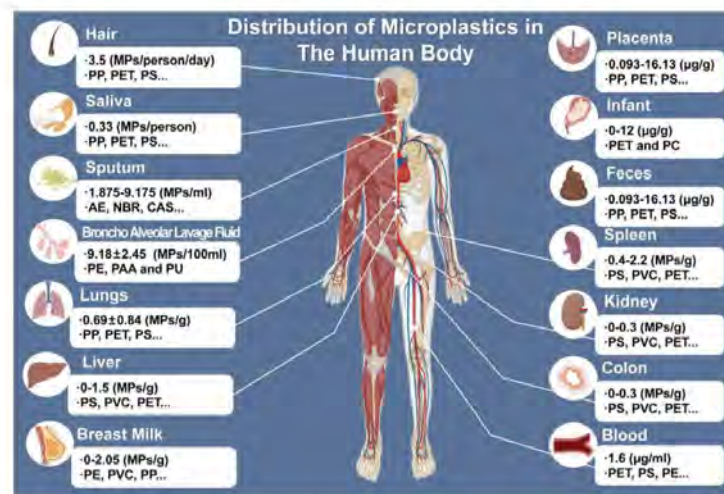
1.2k Shares



Microplastics in Every Human Placenta, New UNM Health Sciences Research Discovers

Microplastics found in human breast milk for the first time

Exclusive: Researchers concerned over potential health impacts of chemical contaminants on babies



All Rights Reserved by PT Abundant Impact Ventures

Tiny plastic shards found in human testicles, study says

By Sandra Leffler, CNN

4 minute read · Updated 6:00 AM EDT, Tue May 21, 2024

A photograph of a beach at dusk or dawn, with a dark, cloudy sky and a calm sea in the background. The foreground is covered with many discarded, empty plastic bottles, some of which are crushed or broken, illustrating the problem of plastic waste.

Indonesia is Growing Faster Than Waste Management

All Rights Reserved by PT Abundant Impact Ventures

9

Comparison – CO₂e from Organic Waste vs Our Coal-Fired Power Plant on Bali

- Celukan Bawang – Coal Fired Power Plant on Bali - 380 Mw of power with 900,000 tons of CO₂ / year.
- Bali organic waste in landfills is 1.5 million tons of CO₂e / year.
- CO₂e emissions are higher for all Organic Waste on the island than emissions from the power plant.
- Landfill fires contribute more to the decline in air quality than power generation from this plant.

Image: Celukan Bawang Coal Fired Power Plant on Bali 380 Mw

Confidential - All Rights Reserved by
PT Abundant Impact Ventures

21



Air quality became unhealthy during the 2023 landfill fires on Bali.

The crisis made international news putting the tourism industry at risk.

AQI Guide

×

AQI, or Air Quality Index, is a system for reporting the severity of air quality levels in relatable terms to the public. The index ranges from 0 to 500, where high index values indicate higher levels of air pollution and higher potential for adverse health effects. Any value larger than 300, for example, is considered to be

0 - 50 Good
Air quality is satisfactory and poses little or no risk. Ventilating your home is recommended.

51 - 100 Moderate
Sensitive individuals should avoid outdoor activity as they may experience respiratory symptoms.

101 - 150 Unhealthy for sensitive groups
General public and sensitive individuals in particular are at risk to experience irritation and respiratory problems.

151 - 200 Unhealthy
Increased likelihood of adverse effects and aggravation to the heart and lungs among general public - particularly for sensitive groups.

201 - 300 Very Unhealthy
General public will be noticeably affected. Sensitive groups will experience reduced endurance in activities. These individuals should remain indoors and restrict activities.



Solution Mindshift

Everything on earth came from the stars: carbon, oxygen, nitrogen, iron... we are all part of the same stuff ... so there is no such thing as waste!

If we change our thoughts about “waste” ... there is no “away” ...

... and recover these “unwanted” resources, and convert them to valuable products...

...we can let free markets do the rest for solving climate change and pollution.

Confidential - All Rights Reserved by PT Abundant Impact Ventures

23

Our Vision: Processing Organic

- Organic waste is “digested” in large bio-digester tanks.
- Methane is created and used as a sustainable fuel for cooking, heating, and transportation.
- Digestate – the nutrient rich byproduct of the process – is given away for free to community farmers.
- GHG’s are reduced and the living environment thrives.
- No more landfill fires as the organic material of Bali is sorted and used efficiently.
- Energy security for Indonesia that currently imports much LPG.



AI's depiction of the facility – final design to be provided in the next phase



AI's depiction of the facility – final design to be provided in the next phase

Our Vision: Processing Plastic

- Plastic waste is converted to crude oil through a closed loop process called pyrolysis.
- Crude oil is sold to off-takers from the petrochemical industry.
- Feedstock is provided from the local community – we will pay the community “above market” rates for all plastic.
- The financial incentive will create a vacuum effect, leading to less waste leaking out to the land and marine environment.
- Drastically reduced nano-plastics polluted into the marine environment and our food systems.

61% of Indonesia's waste is uncollected

Of the 4.148 Mt of uncollected plastic – 600 to 800 thousand tons flows into the marine environment each year



Confidential - All Rights Reserved by
PT Abundant Impact Ventures

10

Data suggests we are on the brink of a major health crisis in Indonesia

MAY 22, 2024

Editors' notes

Study maps human uptake of microplastics across 109 countries

by Syl Kacapyr, Cornell University



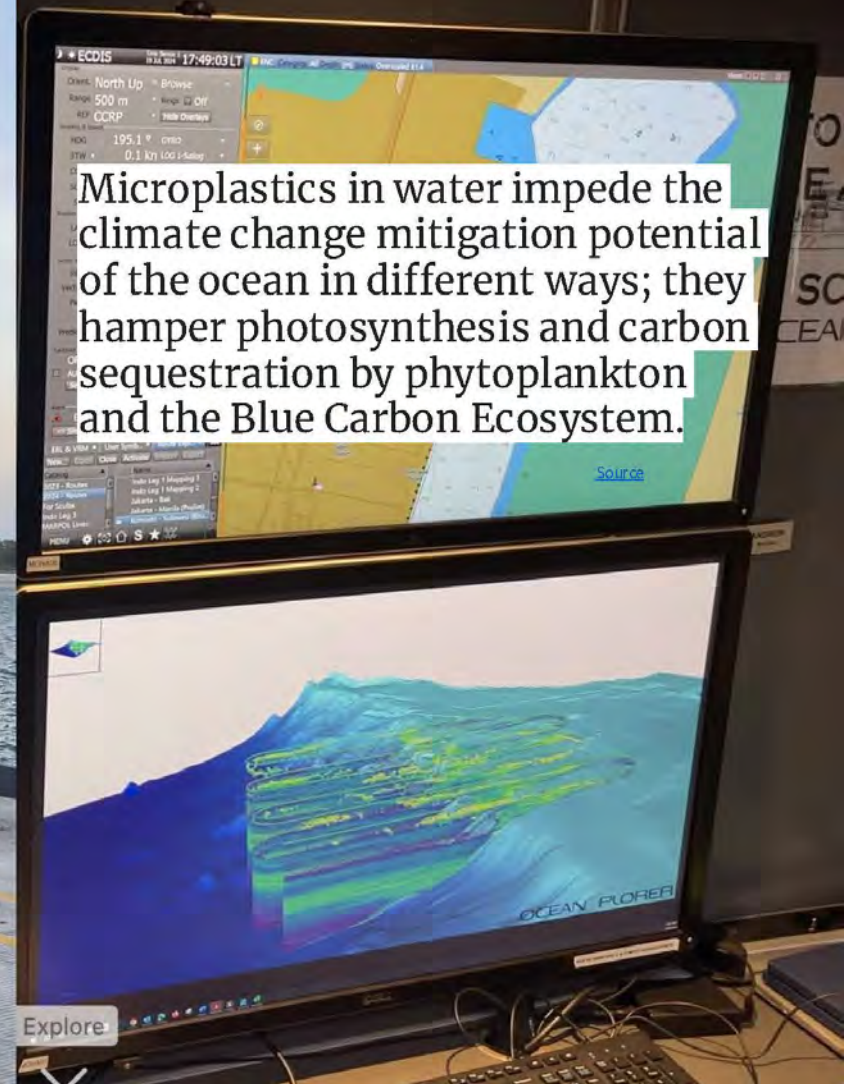
Overall, the study found that Indonesians eat about 15 grams of microplastics per month—more than any other country—with the majority of plastic particles coming from aquatic sources such as seafood. That is a 59-fold increase in daily microplastic consumption from 1990 to 2018, the date range used for the models. U.S. dietary intake of microplastics is estimated to be about 2.4 grams per month, while the lowest is Paraguay at 0.85 grams.

Source: <https://phys.org/news/2024-05-human-uptake-microplastics-countries.html#lightbox>

Our Learning from OceanXplorer



Microplastics in water impede the climate change mitigation potential of the ocean in different ways; they hamper photosynthesis and carbon sequestration by phytoplankton and the Blue Carbon Ecosystem.





Unsorted waste in landfills is causing toxic fires around the island.
(Pictured: TPA Suwung fire October 23, 2023 lasted for several weeks)

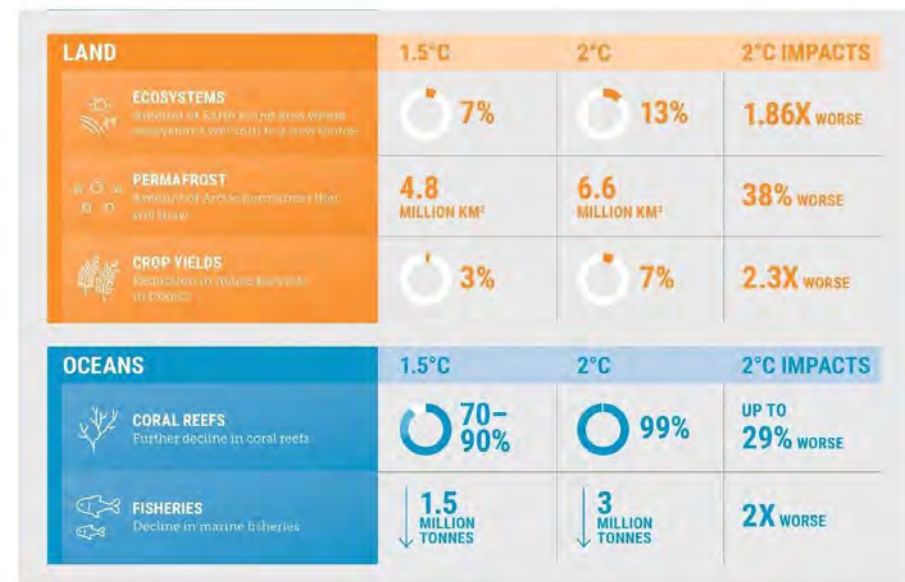
This site alone receives 800 tons per day of unsorted waste. All of Bali is 800,000 tons per year.

- Assume 60% organic, 3.14 T of CO₂e per 1 T of organic waste.
- All of Bali is more than 1.5 Million T CO₂e per year.

Confidential - All Rights Reserved by
PT Abundant Impact Ventures

19

Organic waste in landfills creates Methane – a significant greenhouse gas contributing to global warming.



2 Initial Facilities on Bali – Plastic and Organic Waste

Financial Projections - Total Project

		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
Revenue											
	Organic	\$0	\$4,835,977	\$4,835,977	\$4,835,977	\$4,835,977	\$4,835,977	\$4,835,977	\$4,835,977	\$4,835,977	\$4,835,977
	Plastic	\$0	\$25,920,000	\$25,920,000	\$25,920,000	\$25,920,000	\$25,920,000	\$25,920,000	\$25,920,000	\$25,920,000	\$25,920,000
		\$0	\$30,755,977	\$30,755,977	\$30,755,977	\$30,755,977	\$30,755,977	\$30,755,977	\$30,755,977	\$30,755,977	\$30,755,977
Operating Expenses											
	Organic	\$996,200	\$1,196,200	\$1,196,200	\$1,196,200	\$1,196,200	\$1,196,200	\$1,196,200	\$1,196,200	\$1,196,200	\$1,196,200
	Plastic	\$3,595,000	\$15,191,993	\$15,191,993	\$15,191,993	\$15,191,993	\$15,191,993	\$15,191,993	\$15,191,993	\$15,191,993	\$15,191,993
		\$4,591,200	\$16,388,193	\$16,388,193	\$16,388,193	\$16,388,193	\$16,388,193	\$16,388,193	\$16,388,193	\$16,388,193	\$16,388,193
	EBITDA	(\$4,591,200)	\$14,367,784	\$14,367,784	\$14,367,784	\$14,367,784	\$14,367,784	\$14,367,784	\$14,367,784	\$14,367,784	\$14,367,784
	Depreciation	\$0	\$3,019,698	\$3,019,698	\$3,019,698	\$3,019,698	\$3,019,698	\$3,019,698	\$3,019,698	\$3,019,698	\$3,019,698
	EBIT	(\$4,591,200)	\$11,348,086	\$11,348,086	\$11,348,086	\$11,348,086	\$11,348,086	\$11,348,086	\$11,348,086	\$11,348,086	\$11,348,086
	Tax	\$0	\$1,486,515	\$2,496,579	\$2,496,579	\$2,496,579	\$2,496,579	\$2,496,579	\$2,496,579	\$2,496,579	\$2,496,579
	Profit	\$0	\$9,861,571	\$8,851,507	\$8,851,507	\$8,851,507	\$8,851,507	\$8,851,507	\$8,851,507	\$8,851,507	\$8,851,507
Capital											
	Organic	\$13,075,483									
	Plastic	\$17,121,500									
		\$30,196,983									
Cash		(\$34,788,183)	\$9,861,571	\$8,851,507	\$8,851,507	\$8,851,507	\$8,851,507	\$8,851,507	\$8,851,507	\$8,851,507	\$8,851,507
	NPV	\$15,550,997									
	IRR	22%									
	Payback	3.53 years									
	Risk Free Rate of Return	7.15%									
	Equity Premium	7.81%									
	Currency Risk	2.00%									
	Country Risk	2.78%									
		19.74%									
	Implied Venture Premium	1.83%									



Early Investors Rewarded

Cap Table - Regensys Resources	Phase 1			Phase 2			Phase 3			Totals
Goals by Phase	Market analysis, technical feasibility, financial feasibility, and environmental impact assessments.			Design, land acquisition, site preparations, technology selection, permitting.			Build and operate first plants.			
Funding Rounds:	ROUND 1	Share Issue Price	Share Count	ROUND 2	Share Issue Price	Share Count	ROUND 3	Share Issue Price	Share Count	Final USD Value
Capital Invested	\$500,000			\$5,000,000			\$29,500,000			\$35,000,000
Effective Round Dilution to Regensys Resources Shareholders				17%			22%			
Total Dilution to Founder Shareholders	12.5%			16%			15%			
Post Money Valuation	\$4,000,000			\$30,000,000			\$136,800,000			\$136,800,000
Shareholders										
Founder Team	87.5%	\$0.10	35,000,000	71.1%	\$0.10	34,117,647	55.8%	\$0.10	34,117,647	\$76,267,157
Investor 1 - SAFE (Valuation Cap of \$18 mil, discount of 15%)	12.5%	\$0.10	5,000,000	12.3%	\$0.085	5,882,353	9.6%	\$0.085	5,882,353	\$13,149,510
Investor 2				16.7%	\$0.63	8,000,000	13.1%	\$0.63	8,000,000	\$17,883,333
Investor 3							21.6%	\$2.24	13,196,645	\$29,500,000
Total Ownership	100%			100%			100%			\$136,800,000
Total Share Float			40,000,000			48,000,000			61,196,645	
Share Value			\$0.10			\$0.63			\$2.24	

Notes

EBITDA Multiple for Waste to Energy Companies

Average EBITDA for Ball project (\$ millions)

Post Money Valuation Round 3 (\$ millions)

Value

Source

9.5 [Link](#)

14.4 Regensys Business Case - April 22, 2024 v2

136.8



Confidential - All Rights Reserved by
PT Abundant Impact Ventures

32

Key benefits

- **Community driven positive change:** Villages and TPST-3R operators will be given new ways to make money from waste, providing additional incentive to keep Bali clean and safe.
- **Economically sustainable and safe waste management:** All waste will be processed into products for sale using professional and industrial scale technology, proven in other markets, to contain execution risk and ensure safety of citizens.
- **Vacuum for Plastic Waste:** because we are paying the community higher than market prices for plastic waste, we are creating a powerful mechanism to attract all plastic waste to our facilities.
- **Regenerative Ecological Impact:** once we digest organic waste in our facility, we will give away the digestate to the local farming community for free to enable higher yields of crops.
- **Professional management:** we will provide the resources to manage all waste processing beyond TPST-3R. Will will provide a single point of accountability for each regent in one company: Regenesys Resources.
- **Private funding:** we will provide the capital to fund the project from our investors. Regents may also invest with us but is not required for us to succeed.

Confidential - All Rights Reserved by
PT Abundant Impact Ventures



Regenesys Resources Investment Highlights

- \$500,000 SAFE note with a valuation cap on the next round to reward early investors
- Currently forecasting a \$35 million total CapEx investment that yields 22% IRR from \$8.8 million in annual profit.
- SAFE covers team to produce all initial studies, high level designs, secure agreements with Bali Regents, and produce investment-grade financials for the next round.

Confidential - All Rights Reserved by
PT Abundant Impact Ventures



Waste Management Industry Is Prime for Technological and Process Disruption

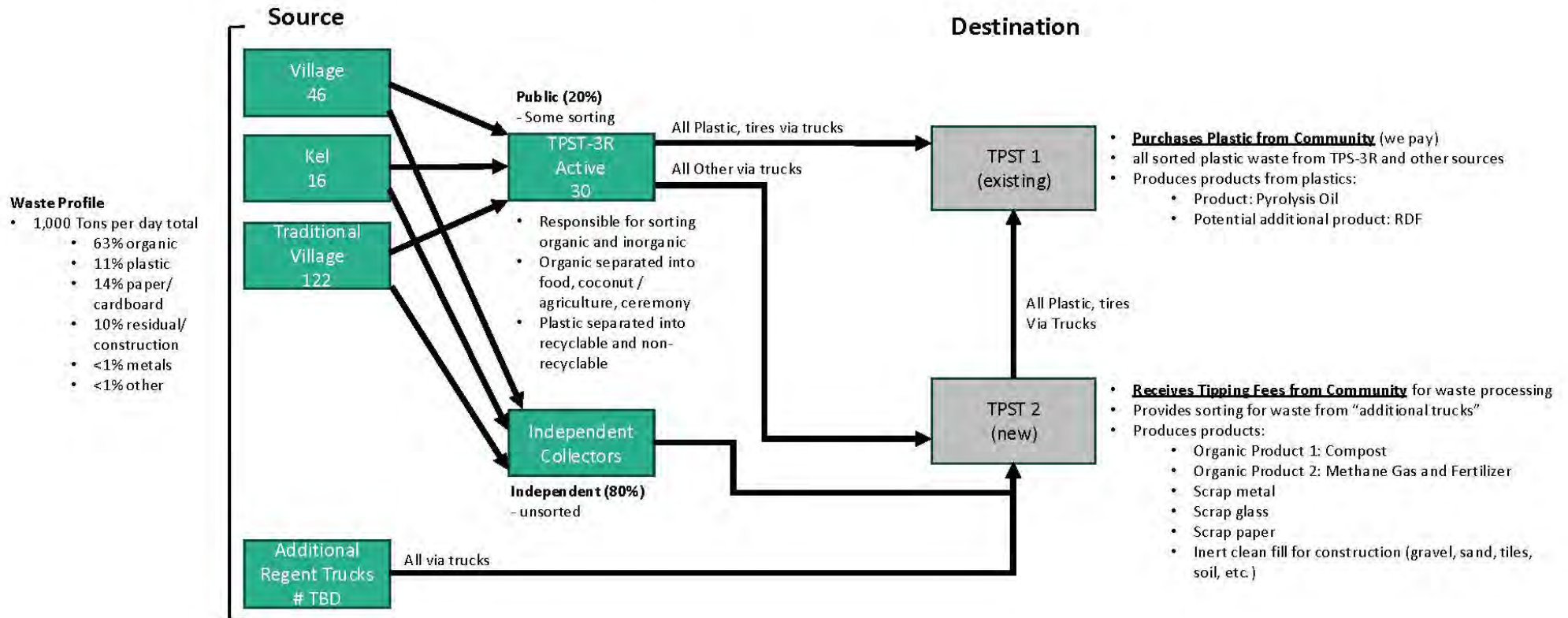
- Global waste generation was estimated to be around 2.01 billion metric tons in 2016, with a projected increase to 3.4 billion metric tons by 2050. (World Bank)
- Global waste management market size - includes both consumer and industrial waste, as well as hazardous and non-hazardous waste - valued at USD 436.05 billion in 2020, expected to reach USD 530.88 billion by 2028 - CAGR of 2.8% from 2021 to 2028. (Grand View Research)
- All of Bali's waste processing projects, mostly RDF focused, have experienced significant failure due to mismanagement and misaligned technology – none utilized the standard bankable feasibility study and market analysis approach prior to scaling equipment and services. (PT. AIV Analysis)
- Given approximately 80% of Bali's GDP is from the Hospitality and Tourism sector, and unmanaged waste poses the greatest risk to this sector, Bali is the ideal location to incubate the Regenesys Resources company.



Confidential - All Rights Reserved by
PT. Abundant Impact Ventures

26

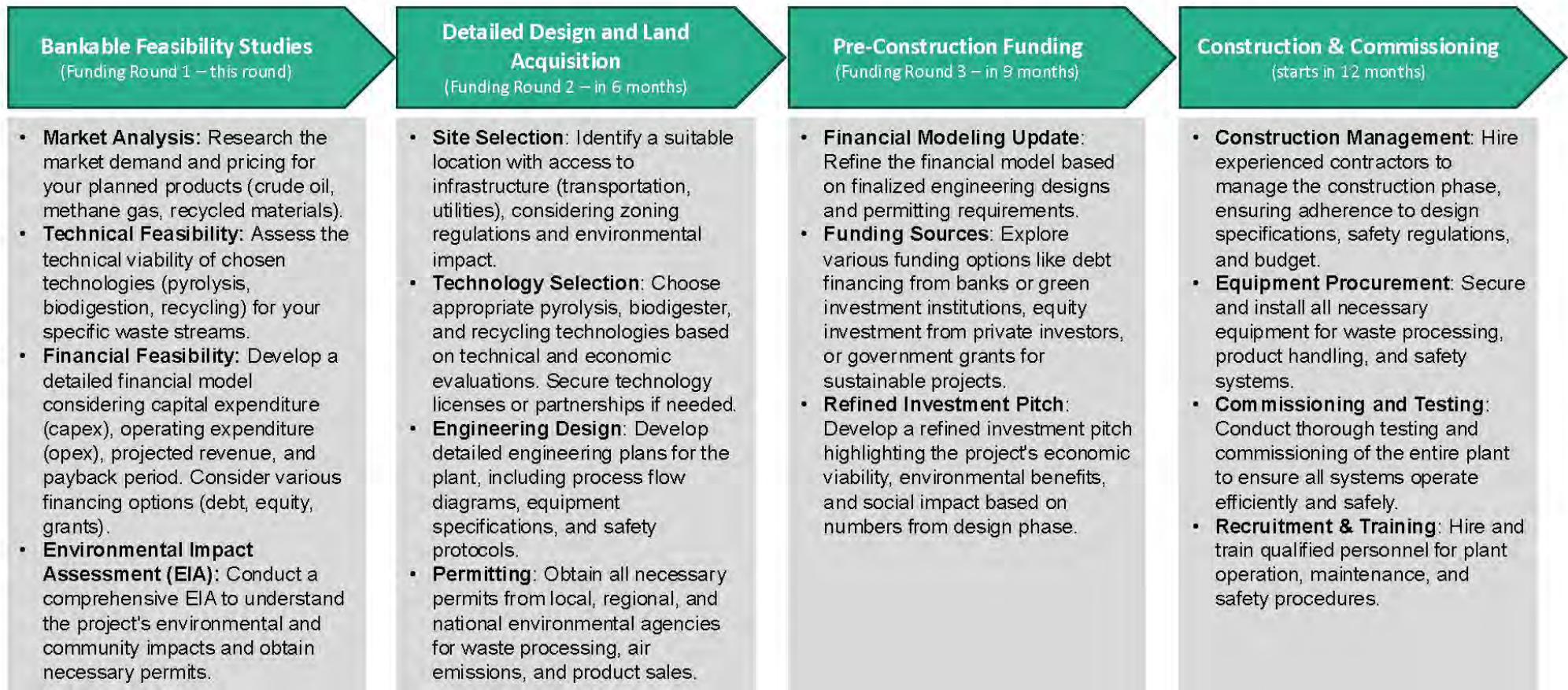
Sample Regent Solution – 1,000 Tons Per Day



Confidential - All Rights Reserved by
PT Abundant Impact Ventures

27

Project Development Process and Funding Plan



Confidential - All Rights Reserved by
PT Abundant Impact Ventures

28

Our Competitive Advantage

- No waste management company on Bali is utilizing industrial scale waste processing technology deployed on the basis of a comprehensive feasibility and market study. Failures have resulted on almost all projects due to a non-methodical and unscientific approach to waste management.
- PT. Abundant Impact Ventures has access to global deal flow from the best and brightest founders in the waste management sector globally with a focus on the EU, ASEAN and India regions. There is no need to “reinvent the wheel”. We will leverage proven systems and teams for Bali.
- Our approach to waste monetization involves partnering with the local community to align incentives. We will pay local communities above market rates for all plastic waste to vacuum it out of the local environment. We will provide our fertilizer to the community for free to enable prosperity and abundance.
- Strong government partnership with regulatory capture is our goal to eliminate competitive threats and operational / feedstock risk.

Regenesys Resources - Team



Alex Kotyck
Managing Director, PT Abundant
Impact Ventures

- Executive leadership facing the capital markets for the venture.
- 24+ years in Management Consulting roles with KPMG, Deloitte, Private Equity, and Hedge Funds.
- Executive Management, Technology and Operations Expertise.



Ashish Mithani
Founder and CEO,
BA Prerna Group

- Visionary and leader in the global renewable energy sector.
- Expertise in successful management of utility scale renewable energy projects.
- Core strengths: passion, empathy, management skills and human resource development



Dr. DK Halim, PhD, (GP)
Chief Sustainability Officer

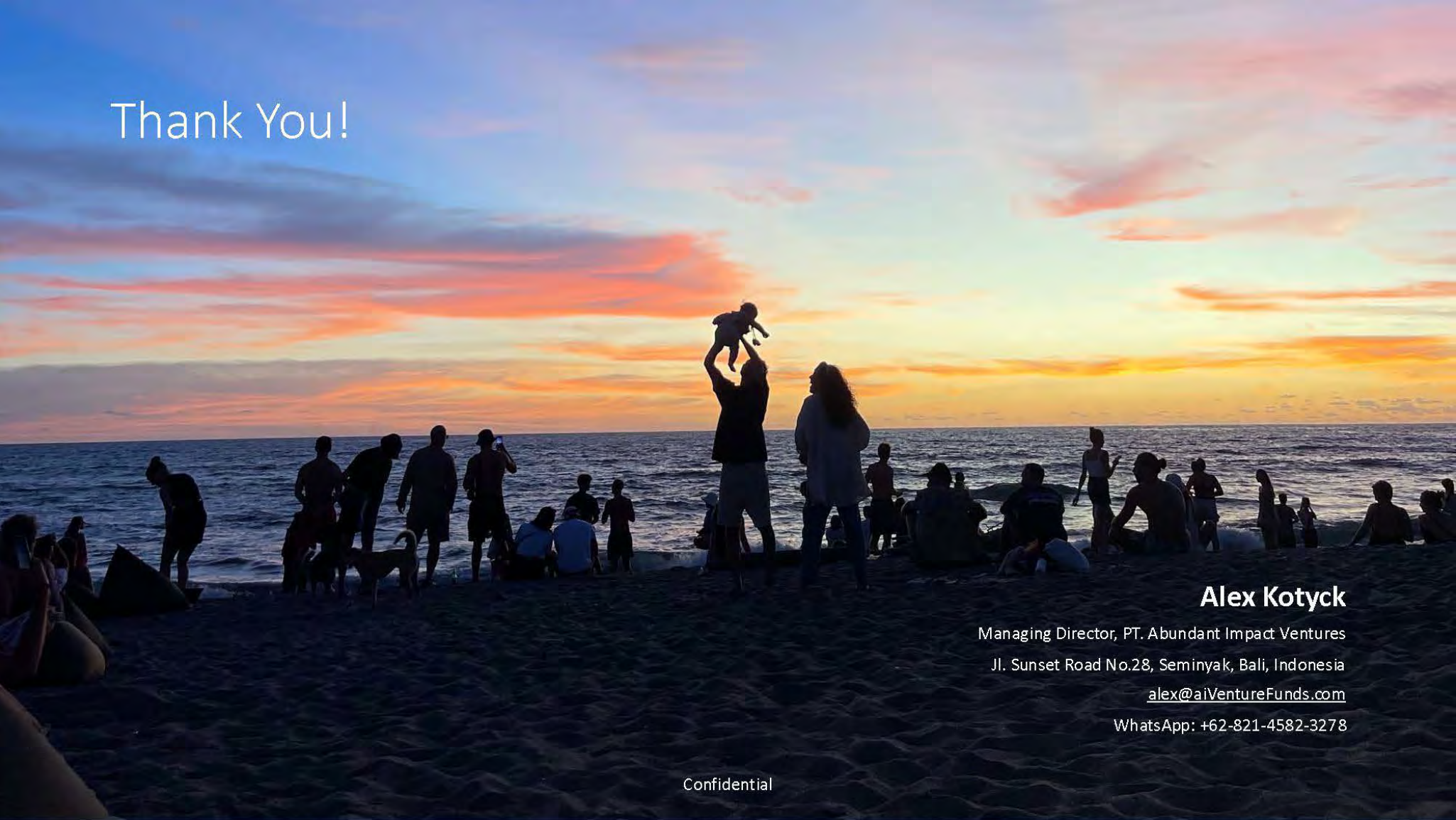
- Supervisory Board of Green Plastic Council Indonesia (a.k.a. Gerakan PASTI/Commonsense Plastic Movement Indonesia, a Recognized National NGO)
- Representative of Green Building Council Indonesia (GBCI) for Bali.
- Licensed GP (GreenShip Professional) by GBCI
- Chair of the Senate at Bali Intn'l Polytechnic.



Janur Yasa
Founder, Plastic Exchange

- Nominated Top 10 CNN Hero of 2021 for the "Plastic for Rice" barter system launched during the pandemic.
- Plastic Exchange collected over 928 tons of plastic since, and delivered over 200 tons of rice.
- Developed the "bio pore" solution for local organic waste management.
- Responsible for community relations and education.

Confidential - All Rights Reserved by
PT Abundant Impact Ventures

A group of people are silhouetted against a vibrant sunset sky over the ocean. The sky is filled with streaks of orange, pink, and blue. In the foreground, a man is lifting a child into the air. Other people are sitting or standing on the beach, looking out at the water.

Thank You!

Alex Kotyck

Managing Director, PT. Abundant Impact Ventures

Jl. Sunset Road No.28, Seminyak, Bali, Indonesia

alex@aiVentureFunds.com

WhatsApp: +62-821-4582-3278

Confidential

参考資料3-タバナン県及びクルンクン県との打ち合わせメモ（2024年7月調査）

Jatiluwich サイト視察メモ

日程：2024年7月10日（水）10:00～11:30

場所：Jatiluwich

参加者：

Jatiluwich 管理事務所 Alit 氏、Jatiluwich 村村長 Nengah 氏、Jatiluwich 排水管理長 Nengah 氏
PT. Sinergi Kidul Konsulindo Nandang 社長、Khoir 氏（通訳）

PT. CMB Tari 氏、他スタッフ2名

富山市 梶川様

JANUS 石黒、関

- ・ 小水力発電設備の修理は急いでほしい。
- ・ 水車を再稼働させ、再エネ導入により環境に良いモデルサイトとしたい。
- ・ PLN による電気バイク導入の事業アイデアも検討中。
- ・ 現在、EV バイクのレンタルはガイド付きで 250,000Rp/時間。利用人数は不明。現在自治体として民間事業者との連携は実施していない。
- ・ インドネシアの国全体の再エネ導入促進には従いたい。
- ・ 4月～8月がハイシーズン、1月、2月はあまり人が来ない。
- ・ 観光客はフランス、オランダ、イタリア、イギリスなど欧米人が多い。
- ・ 日本から部品を取り寄せて交換したこともあるが、周波数が合わない問題などがあり火災が起きたりした。設備のメンテナンス方法だけでなく技術を統合的に理解する必要があるため、その点も意識して教えてほしい。

以上

タバナン県打合せメモ

日程：2024 年 7 月 10 日（水）13:15～14:30

場所：タバナン県庁

参加者：

タバナン県地域長官 I Gede Susila 氏

タバナン県公共事業局長 Made Dedi Darmasaputra

タバナン県農業局長 I Made Subagia

タバナン県環境局長 I Gusti Putu Ekayana

タバナン県観光局長 AA Ngurah Satria Tenaya

タバナン県地域開発局長 I Ketut Ari Gunawan

PT. Sinergi Kidul Konsulindo Nandang 社長、Khoir 氏（通訳）

PT. CMB Tari 氏、他スタッフ 2 名

富山市 梶川様

JANUS 石黒、関

- ・ 地域長官) 富山市との協力は 2017 年の水車導入から始まった。数年前から故障して動いていないと聞いている。様々な理由があるが、まずはメンテナンスや修理ができていない。また、一人の技術者が先日亡くなった。
- ・ 地域長官) 県知事は Jatiluwih の維持管理にコミットしたい方針。長期計画としては、農地として維持することがビジョンの中にも含まれている。農業と併せ、観光事業との連携も検討したい。農業による観光を確立したい。富山市がタバナン県のビジョンに貢献してもらえるとありがたい。
- ・ 地域長官) Jatiluwih では農家たちの福祉を向上させたいが、農地の転用がよく起こる。彼らの収入をどのように向上させるかが課題。より多くの観光客を呼び込むためには駐車場が必要だが、それは農地の転用が禁止されているためできない。限られた条件の中で何ができるのか。水車の再稼働は一つの取り組みだと思うが、他の取り組みもあればぜひ連携して実施していきたい。
- ・ 地域長官) 現在の観光事業は農家たちがメリットを感じられていないため、どのように農家のメリットが出せるかが重要。
- ・ 地域長官) 現在稼働していない水車を修理し、照明をつけることができるようになる。夜であっても観光客が楽しめるようになるのではないか。水車の修理から始めていただけるとありがたい。
- ・ 地域長官) 水車の所有権は農業局にあり、Jatiluwih の世界遺産として維持するためには技術士の研修を受けさせてもらえるとありがたい。持続可能な水田、出来る限り水田を別の用途に転用しないようにしてもらいたい。自治体の一つの方針としては、農家たちの税金を 50%削減などは既に実施している。

- ・ 地域長官) 世界遺産として維持することが難しい。バリ各地で観光が急成長している一方、農地の世界遺産としても維持が難しい。昨年 36 万人の観光客が来たが、これ以上は受け入れが難しいと思う。
- ・ 農業局長) 修理の費用負担はタバナン県か、日本側か。
 - JANUS) 全額負担はできないため、修理後の水車の活用を含め事業として実施する必要がある。観光産業として盛り上げていくため、観光業を実施している事業者などがいればぜひ連携していきたい。
- ・ 農業局長) 修理代の目安など分かれば教えてほしい。2 年前に一度計算してもらったが、高額だった記憶がある。
 - JANUS) 現在 PT. CMB の Tari 氏に依頼してローカライズをしたうえでコストの見積をしてもらっているところ。修理に入る前にどのような目的や用途、オプションがあるかを明確にしたうえで修理のプロセスに入ることが必要。
- ・ JANUS) 事業モデルをいくつか検討、pros、cons も含めて整理して次回渡航時に提案。

以上

タバナン県最終処分場視察メモ

日程：2024 年 7 月 10 日（水）16:00～17:00

場所：タバナン県最終処分場 TPA Mandung

参加者：

タバナン県最終処分場管理者 Dui 氏 他 2 名

PT. Sinergi Kidul Konsulindo Nandang 社長、Khoir 氏（通訳）

PT. CMB Tari 氏、他スタッフ 2 名

富山市 梶川様

JANUS 石黒、関

- ・ TPA Mandung は 2.7ha の敷地面積。1995 年に設置された。
- ・ 各家庭から出た廃棄物は分別されず、直接 TPA に持ち込まれていることが多い。TPS3R が周辺に何か所かあるものの、昨日していない。
- ・ 家庭訪問による分別の普及啓発も実施しているが、なかなか効果が得られていない。
- ・ タバナン県、バドゥン県、デンバサル市から廃棄物が搬入されている。
- ・ タバナン県の中には 10 の区があり、うち 7 区から廃棄物を回収、それ以外の区では域内処理を実施している。
- ・ 1 日 130 トン程度搬入され、トラック約 100 台分にもなる。
- ・ TPS が機能していないため、そこを改善したい。
- ・ 10/14 に発火し、その後消火活動も実施しているがまだ火は収まっていない。
- ・ 現在 30 メートルの高さに積みあがっているが、雨が降ると崩れていく。
- ・ TPS3R は 43 か所ある。
- ・ ゴミ銀行はないが、村の公社がゴミ銀行のような役割を実施している。

以上

クルンクン県打合せメモ

日程：2024 年 7 月 11 日（木）10:00～11:00

場所：クルンクン県庁舎

参加者：

バリ州エネルギー鉱物資源局 IBP Ari Chandana 氏

クルンクン県地域開発計画局 I B Ga Ela Putra 氏

PT. Sinergi Kidul Konsulindo Nandang 社長、Khoir 氏（通訳）

PT. CMB Tari 氏

富山市 小林課長代理、梶川様

JANUS 石黒、関

- ・ クルンクンやヌサペニダに水素事業は当てはまらないと思う。環境局長の Sidan 氏は油化事業に関心があるため、提案は非常にありがたい。TOSS では、水曜と土曜に分別後の残渣を TPA に運んでおり、10t/日の量である。その残渣を油化できないかを環境局長が検討している。
- ・ 事業性があれば設備投資に繋がる。事業オーナーは宿題として残っているが、その部分も協力したい。技術的な面、ノウハウなどを学ばせていただきたい。運営費用は必要となるが、もちろんクルンクン県としても検討している。上手くいけば廃棄物削減に繋がるため非常によい。上手く行った際には横展開もしていきたい。
 - JANUS) 油化事業でできた油は燃料として使用が可能。例えばクルンクン県が廃棄物収集車の燃料として買い取るなどの仕組みができるとよい。利益が出るような仕組みを作りたい。
- ・ 油化設備は、技術的に導入可能であれば、用地も限られているため小型であればありがたい。バリ州 ESDM としては、新・再生可能エネルギーのモデル地域としているため、提案に合致している。
- ・ 再エネに関しては ESDM の管轄である。ヌサペニダは現状 13.5MW が給電可能で、現在の需要は 11MW である。一方、観光客が近年非常に増えていることから、将来的な電力不足は不可避であり、見越した対策を講じるべき。2030 年までに再エネ 100%を目指す方針を立てている。13.5MW はほとんど化石燃料由来であり、うち 3.5MW が太陽光発電。また、先日ウダヤナ大学との CSR に関する連携で、様々な発電方法についても検討をしている。風力、バイオマス、等、。太陽光発電の増設も検討しており、4.5MW 追加ができそう。風力については、10MW は発電可能という計画。年内に実現できるかどうかは分からない。韓国の TEPCO も投資を検討しているとのことで、それが実現されれば 3.5MW 追加となる。ディーゼル発電も追加して 5MW は期待できると思うが、騒音が課題。
 - JANUS) PPA に興味のある日本企業もいるため、現地 PLN とも更なる協議を進

めたい。

- ・ JANUS による NEDO 事業の 2025 年までの調査計画はロードマップの時間軸と一致しているため、役に立つ結果が得られることを期待したい。風力発電に関しては、2009 年頃に設置をしたが、現在は稼働していない。ヌサペニダで風力発電が導入可能かどうかを検討してほしい。
- ・ 風力発電についてはインドネシアパワーも調査を実施していた。インドネシアパワーの調査結果も参考にしていきたい。

以上

富山市・バリ州における脱炭素社会実現に向けた
都市間連携事業

最終報告資料

2025/2/18

TPA Suwung, Denpasar, Bali March 2024

Copyright© JAPAN NUS Co., LTD. All rights reserved.

富山市の国際展開振り返り

コンパクトシティ政策の成果への注目を契機に、海外への協力を開始。

インドネシアでJICA、JCM等による技術導入成果あり。



都市間連携事業背景

グリーン化を進めるバリ州で、実効性のある計画づくりと技術普及を支援

課 題

交通由来の大気汚染、再エネ普及停滞、廃棄物増大

- ・ 再生可能エネルギー、特に太陽光のさらなる普及が期待される中、制度面・経済面から十分に進んでいない
- ・ 自動車・バイク由来のCO₂排出と大気汚染が深刻化
- ・ 廃棄物処理施設の不足によるごみ増大

方 針

交通の脱炭素化、再エネ普及オプションの検討、廃棄物エネルギー利用

- ・ 系統接続課題解決のための再エネ利用策検討
- ・ EV等による普及策の推進
- ・ 廃棄物の利活用推進

対 策

富山市との連携とJCM事業創成による対策推進

- ・ 再エネ水素の発電利用、モビリティへの利用、EVの推進
- ・ これらを統合する政策、取り組みの施策策定支援

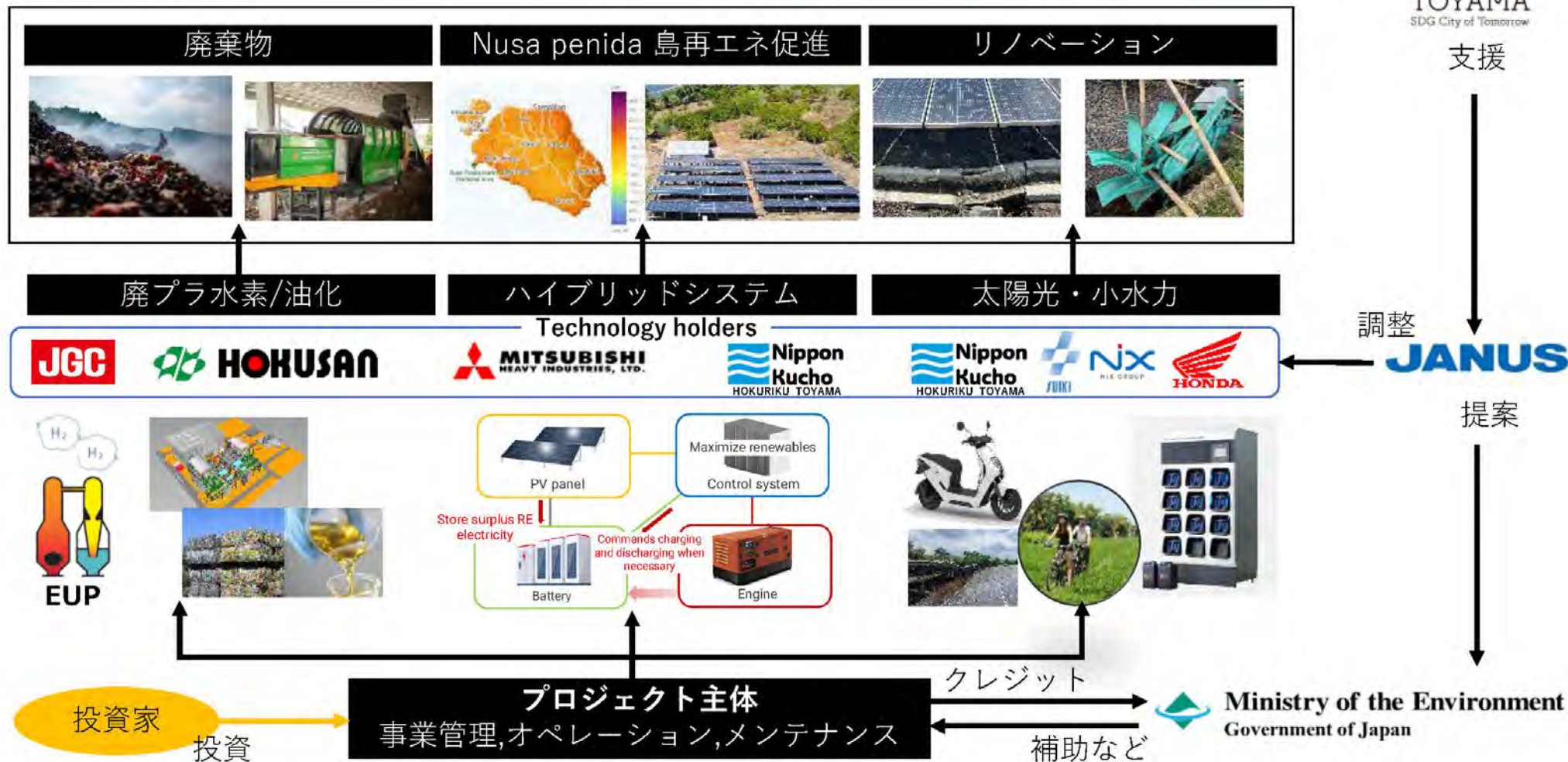
事業構想



支援

調整

提案



<水素製造および燃料電池による系統連系事業分野>

事業構想



支援

廃棄物

Nusa penida 島再エネ促進

リノベーション



NEDO国際実証事業化を目指しポテンシャル調査

水素 / 油化

ハイブリッドシステム

太陽光・小水力

Technology holders

調整

JGC

HOKUSAN

MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.

Nippon Kucho

Nippon Kucho

NX

HONDA

JANUS

H₂

H₂

EUP



提案

調整

補助など

Ministry of the Environment
Government of Japan

プロジェクト予算 (実証)

事業実施

プロジェクト主体
(Pertamina Gas?)

NEDO

投資

<水素製造および燃料電池による系統連系事業分野>

NEDO事業概要

バリ州における廃プラスチックガス化水素製造導入可能性調査

- 日揮ライセンス保有技術
- NEDOスマートコミュニティ実証事業に関する技術のシステム化検討と海外展開ポテンシャル調査「グリーンホスピタル構想実現に向けた脱炭素エネルギー供給システム導入適合調査」受託
- NEDO大規模実証を目指す



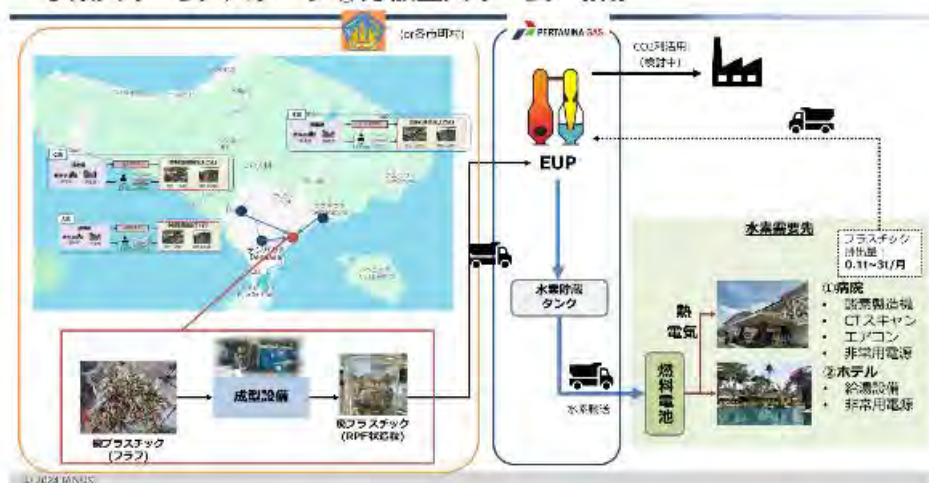
<水素製造および燃料電池による系統連系事業分野>

参考：廃プラスチックガス化水素製造事業構想

- 廃棄物量、質ともにEUPプロセス導入は可能
- 経済性（収集コスト、処理コスト、アウトプット収益（熱・電力・CO2）、初期投資・運営コスト）評価に基づく最適チェーンの検討段階

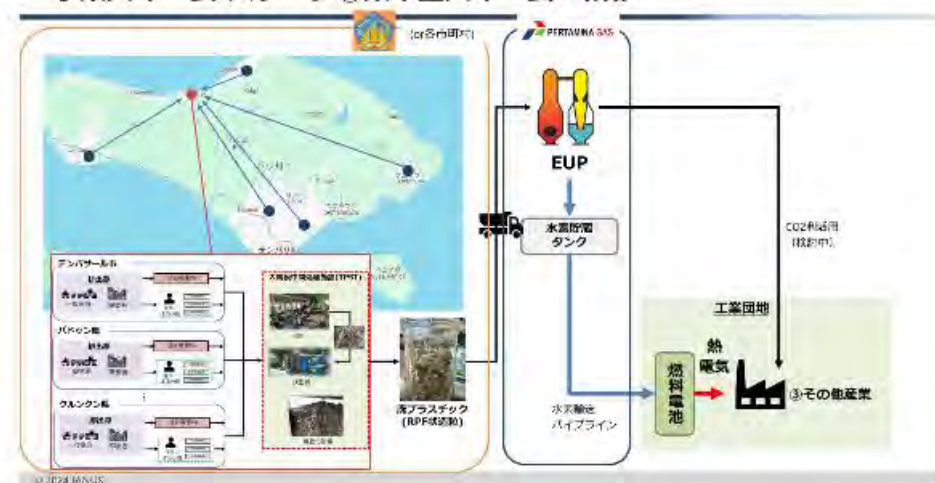
分散型モデル

事業スキーム-パターン①分散型スキーム-（案）



集中型モデル

事業スキーム-パターン②集中型スキーム-（案）



廃プラスチックの回収・処理過程の検討から算出した水素製造コストと、需要家までの輸送コストを加えた水素の供給コストを算出

→ 現在の廃棄物処理価格も考慮したうえで、電気料金と比較

<水素製造および燃料電池による系統連系事業分野>

参考：廃プラスチックガス化水素製造事業構想

【経済性試算根拠】

-8万t/年原料1万トン水素製造

-キャパシティスライドによる関連コストを推算

-逆有償費は30,000IDR/ton、手選別工程人件費は10,000IDR/人/日

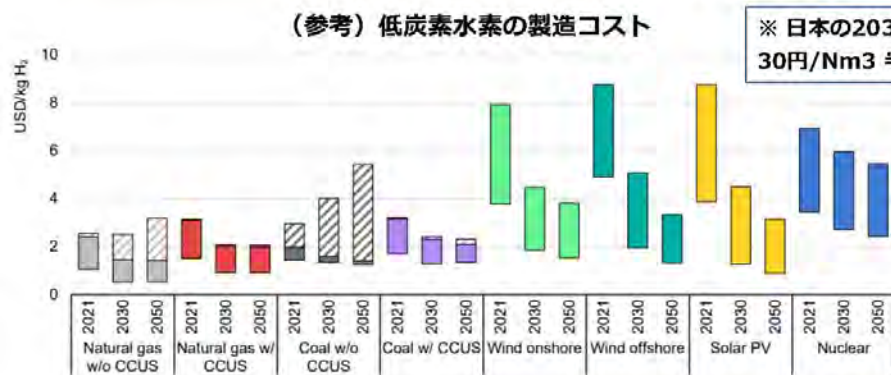
-トラックによる廃プラ輸送は1,000IDR/ton/台

【経済性向上策】

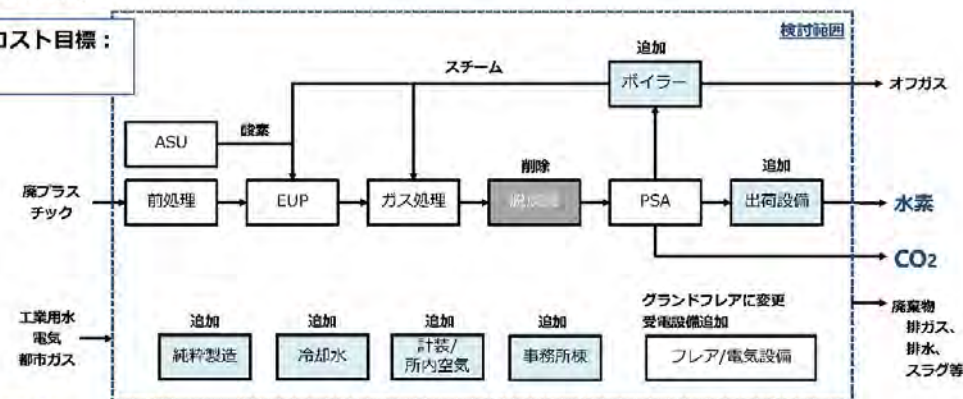
- ① 逆有償費の増額
 - ・ 国内事例と同様の逆有償費（40円/kg）とした場合、製造コストを10～20円程度削減
- ② CAPEXへの補助
 - ・ 製造コストに対するCAPEXの割合は1/3～2/3程度を占める
- ③ 水素販売価格への補助（値差支援）
 - ・ 値差支援を行うことにより既存のエネルギーに近い販売価格とする
- ④ CO₂の有価販売による副収益
 - ・ CO₂を有価販売することにより、事業の収益性を向上可能
- ⑤ カーボンクレジットによる付加価値向上
 - ・ クレジットの創出による付加価値及び収益性の向上

プラント規模 (廃プラ処理量)	水素製造コスト (円/Nm ³ 【円/kg-H ₂ 】)	
	CAPEX 含む	CAPEX 含まず
8万t/年	123～198 【1364～2199】	37～53 【408～587】
2万t/年	198～329 【2207～3661】	69～97 【764～1075】
1万t/年	267～439 【2970～4888】	104～141 【1162～1573】
0.5万t/年	376～603 【4179～6711】	170～219 【1890～2432】

※ ローリーによる水素輸送を含む場合は、約5円/Nm³のコストが上乗せされる



出典：<https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2022#overview>



<水素製造および燃料電池による系統連系事業分野>

参考：廃プラスチックガス化水素製造事業構想

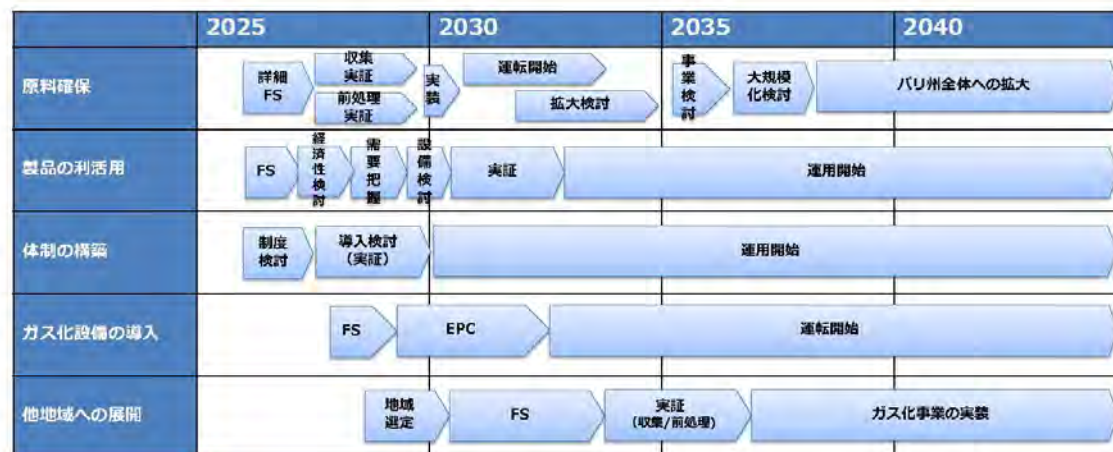
【NEDO国際実証事業への提案に向けて】

廃プラスチックの確保及び原料性状の向上に向けた検討

- ① 収集・前処理スキームの導入検討
- ② 収集・前処理技術検討（設備実証）

水素製造コストの改善

- ① 製品需要詳細調査
- ② 廃棄物処理に関する制度検討



本調査にて顕在化した課題		対応策
原料確保	分別収集	- 分別システムの検討・導入 - 住民の教育
	必要量の確保	- 廃プラスチックの収集・前処理スキームの検討 - 収集・前処理技術検討
	原料性状（発熱量等）の向上	- 廃プラスチックの収集・前処理スキームの検討 - 収集・前処理技術検討 - 前処理設備の実証導入
	チップングフィー	- 逆有償費の増額 - 廃棄物処理の社会的価値定量化・付加価値化
製品の利活用	水素利活用技術	- 水素需要の詳細調査 - 低炭素水素の環境付加価値の検討
	CO2利活用先の検討	- CO2需要詳細調査 - CCS事業の展開可能性
体制の構築	現地人材の不足	- 現地人材の教育 - 外部人材の確保
	設備費による経済性の悪化	CAPEXへの補助

<水素製造および燃料電池による系統連系事業分野>

水素オフテーカー

PT. Abundant Impact Ventures

- ASEAN、インド、中東地域を対象とした高成長株式投資ファンドであるRigel CapitalのStar Fundのプレースメントエージェントファンド「PT. Abundant Impact Ventures」が出資する水上飛行機事業(Sama sama seaplanes)においてゼロカーボン志向
- 現在、3年後よりSAFの活用を準備中であるが、将来水素飛行機の導入を検討中
- 同ファンドでは廃棄物対策も出資対象としていることから、高い関心を得る

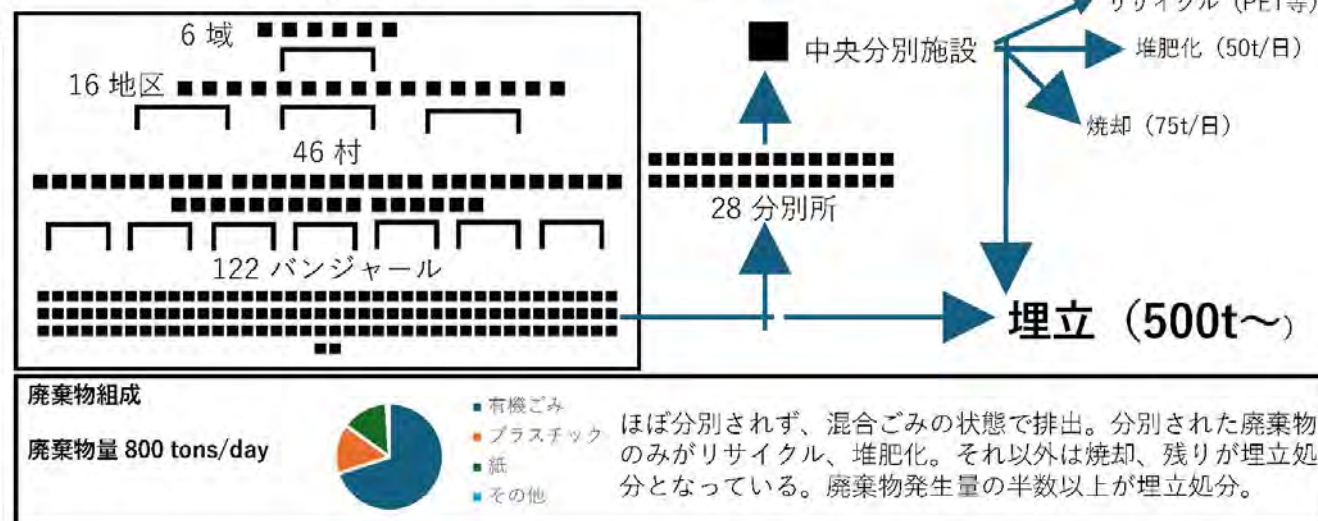
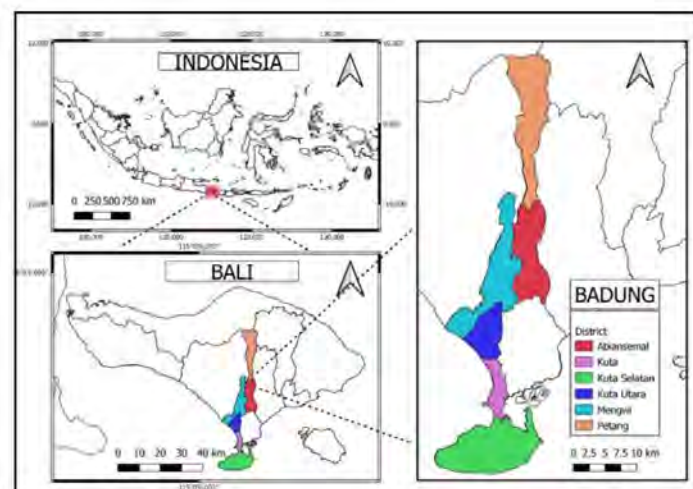


バリ州バドウン県での検討

- 「PT. Abundant Impact Ventures」がバドウン県とMoU締結
- 廃棄物減容化に向けた活動を並行、JANUSとの連携を合意
- 分別強化のうえで将来的に水素利活用を目指す
- 50万USDの資金調達を完了、詳細設計段階



バドウン県の構成



<水素製造および燃料電池による系統連系事業分野>

事業構想



支援

廃棄物

Nusa penida 島再エネ促進

リノベーション



廃プラスチック油化技術

廃プラ水素/油化

ハイブリッドシステム

太陽光・小水力

Technology holders

調整

JGC

HOKUSAN

MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.

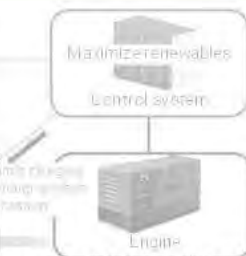
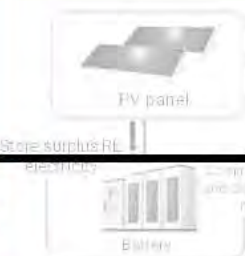
Nippon Kucho

Nippon Kucho

ix

HONDA

JANUS



プロジェクト費用

事業運営

投資家

投資

事業主体
(Pertamina?)

補助など

Ministry of the Environment
Government of Japan

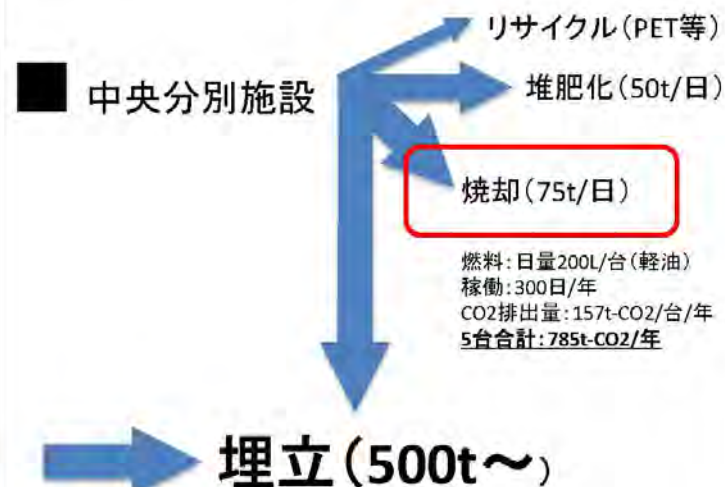
提案

<水素製造および燃料電池による系統連系事業分野>

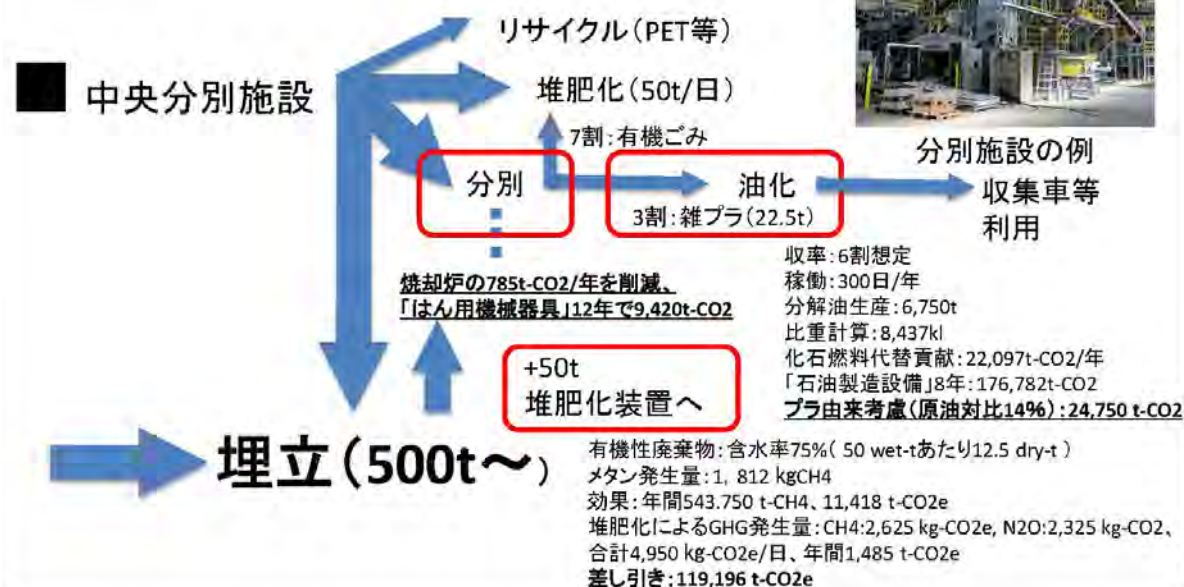
移行シナリオ：廃プラスチック油化による効果を検討

- 「PT. Abundant Impact Ventures」とのバドゥン県での活用を検討
- 分別により焼却炉の燃料を削減、油化により化石燃料を代替、さらに埋立によるメタン発生を回避
- 将来的に、分別後のプラの利用先を水素として検討

リファレンスシナリオ



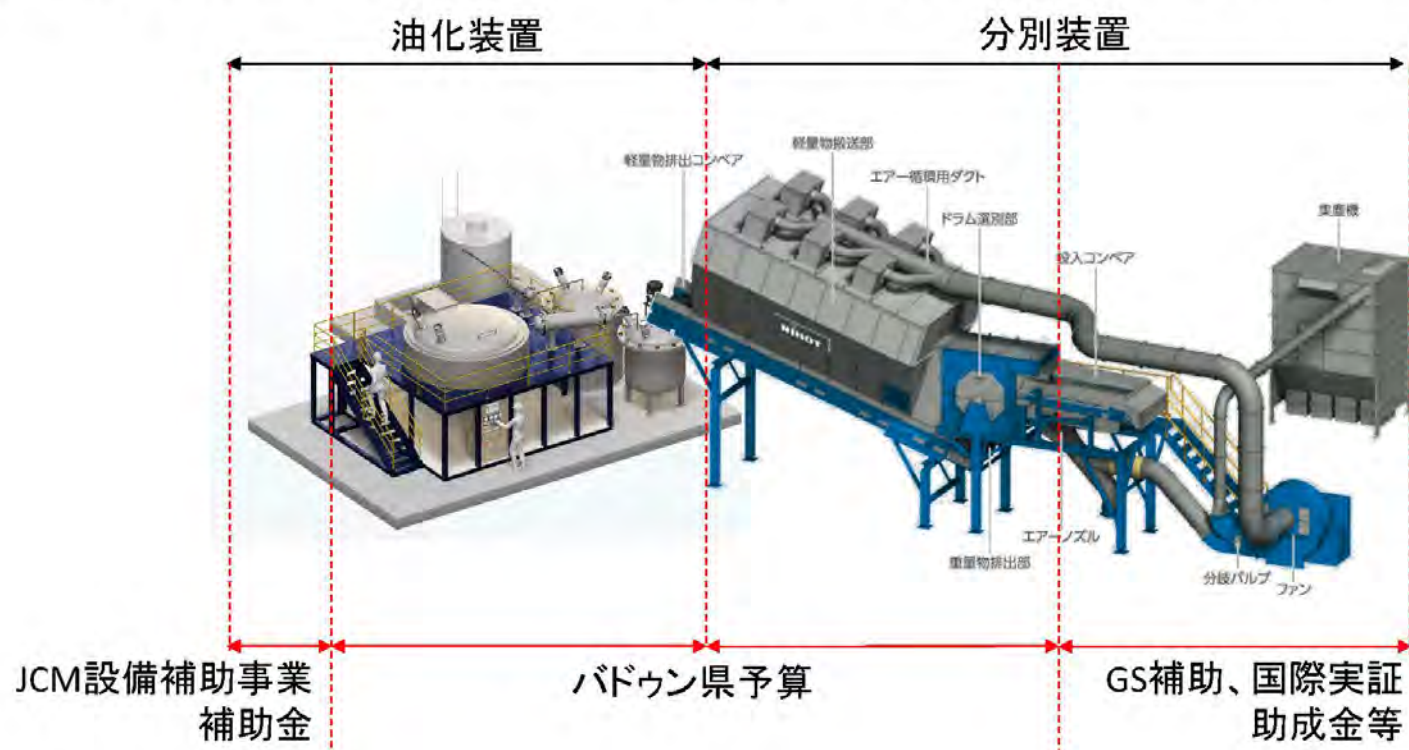
プロジェクト



<水素製造および燃料電池による系統連系事業分野>

移行的シナリオ：廃プラスチック油化による効果を検討

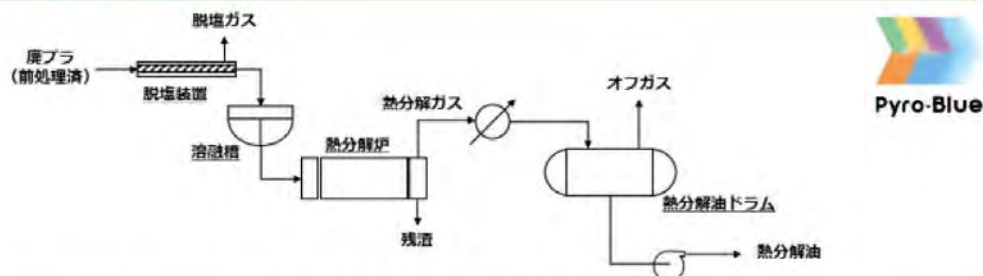
- 焼却回避、油化利用を併せた34,170t-CO₂(新規方法論による技術として上限約1.36億円)
- CO₂排出削減に直接寄与しない装置について他の助成事業を活用
- 両補助裏をバドゥン県予算としてコスト規模・費用対効果を検証 (プラント総額イメージ10～15億円)



<水素製造および燃料電池による系統連系事業分野>

廃プラ油化の選択肢

Pyro-Blue™プロセス



- ✓ 国内で唯一、10年の商用運転実績を有する最大規模商用装置をベースとしたテクノロジー
- ✓ PVC/PET混入プラの処理が可能
- ✓ 無触媒・低圧の熱分解方式
- ✓ 火災防止策を熟知し、安定操作を実現
- ✓ 残渣、オフガス、脱塩ガスを安全かつ有効に利用



廃プラ油化ベンチ試験装置 外観



熱分解油サンプル

- ✓ テスト炉を用いて、事業者様より持ち込まれる廃プラスチックから熱分解油を試作し、具体的な事業検討を行います。
- ✓ 原料多様化の実証を進めることで、当社油化プロセスによりリサイクル可能な廃プラ対象を拡大し、プラ資源循環の規模拡大に貢献します。

Nusa Penida島：

クルンクン県の離島部

人口6万人の島に年間60万人以上の観光客が訪問
電気、水、廃棄物の課題が顕在化。

ジャワバリ系統に接続していないことから、
再エネによる経済性が高く見込める。メガソーラー導入
実績も。



Nusa Penida島廃棄物



Nusa Penida島発電所



<水素製造および燃料電池による系統連系事業分野>

事業構想



支援

廃棄物

Nusa penida 島再エネ促進

リノベーション



**JCM事業活用により系統負荷の小さい
再エネ最大化システムを導入**

廃プラ水素/油化

ハイブリッドシステム

太陽光・小水力

調整



提案



プロジェクト費用 ↑ 事業運営

投資家

投資

事業主体
(Indonesia Power?)

補助など



Ministry of the Environment
Government of Japan

<水素製造および燃料電池による系統連系事業分野>

Nusa Penida島への提案を準備

水素社会に向けた移行的技術の検討

- Nusa Penida島での発電原価は45円(4,500Rp)/kWh
- 再エネによる発電の方が安価であり、再エネ最大化が期待されている一方、系統安定化のために慣性力を有する同期電源が必要

トリプルハイブリッドシステム

①太陽光発電(再エネ)+②蓄電池+③エンジンを組み合わせた発電システム

再エネ余剰を蓄電池に。
電圧安定化のための蓄電池であり、制御装置が全体を制御。
再エネ、蓄電池、エンジンの三位一体の仕組み。



燃料利用量:ディーゼル発電比 **30~40%減**

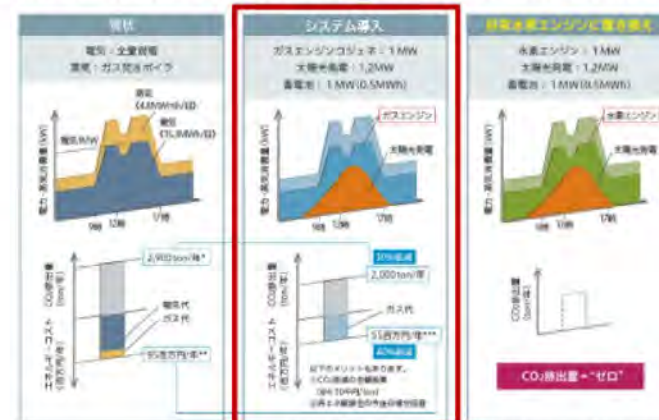


【トリプルハイブリッド自立給電システム:デモプラント】

- ・再生可能エネルギーの不安定な電力を3種の電源ミックスにより最大限活用することを模倣
- ・電力系統から離れた場所にあるマイクログリッドへの電力の安定供給、燃料コストの低減、脱炭素化の状況を実演
- ・太陽光発電120kW、蓄電池150kW/150kWh、エンジン発電機34kW×2セット
- ・300kWの模擬負荷装置も備え、マイクログリッドコントローラーで制御



導入 システム導入によりCO2を約**30%削減** → 水素エンジンへ置換えCO2ゼロへ



<水素製造および燃料電池による系統連系事業分野>

移行的シナリオ：廃プラスチック油化による効果を検討

Nusa Penida島ケーススタディー

1日当たり25t(混合廃棄物) プラスチック30%として7.5t

7.5tのプラスチックから、分解油として約6割の収率=4.5t、比重0.8として5.6kl/日、年間300日稼働として1,680kl

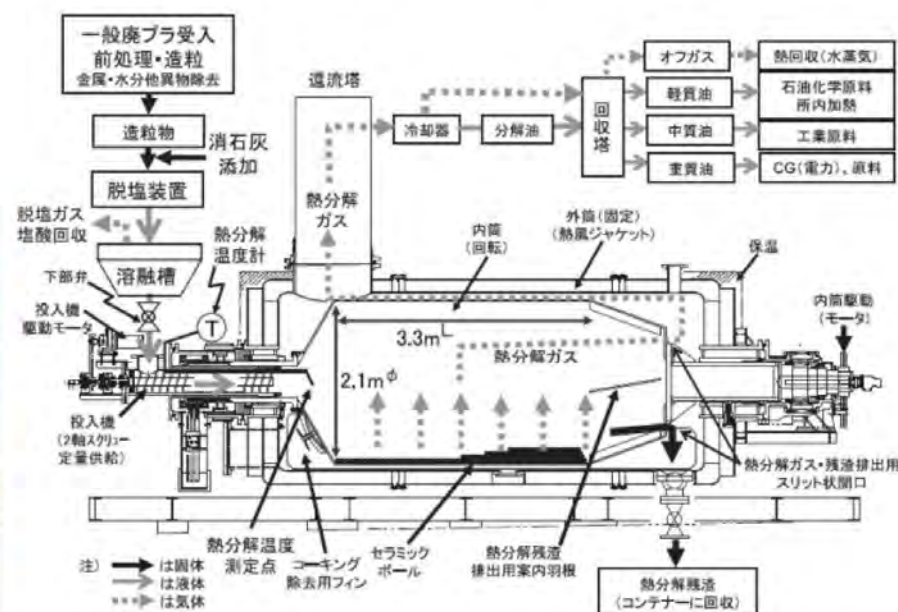
排出係数2.619 t-CO₂/klより、4,400 t-CO₂/年の削減効果

類似事例での原油との比較で14%の削減効果との情報⇒616 t-CO₂/年の削減効果(補助上限2,000万円程度)

Nusa Penida島での発電設備容量:12.5MW

バイオディーゼル:11,000Rp/L(110円)

重油:8,000Rp/L(80円)



<水素製造および燃料電池による系統連系事業分野>

事業構想

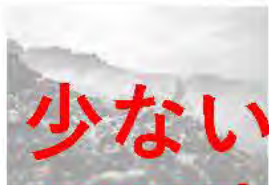


支援

廃棄物

Nusa penida 島再エネ促進

リノベーション



少ない投資での再エネ電力獲得
JCM事業活用も視野

廃プラ水素/油化

ハイブリッドシステム

太陽光・小水力

Technology holders

調整

JGC

HOKUSAN

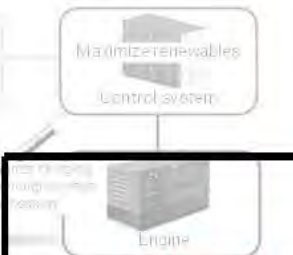
MITSUBISHI
HEAVY INDUSTRIES, LTD.

Nippon
Kucho

Nippon
Kucho

PIX
HONDA

JANUS



事業運営

プロジェクト費用

投資家

投資

プロジェクト主体
カランカスム県公社

補助など



Ministry of the Environment
Government of Japan

提案

<水素製造および燃料電池による系統連系事業分野>

案件概要

大規模既設太陽光リニューアル

- 2008年、中央政府（エネルギー・鉱物資源省）補助にて太陽光発電補助事業が開始、カランカスム県に譲渡。
- 県は公社を設立し、売電契約による事業化を開始。一方、売電契約に時間を要したことから、既に設備が劣化し設備容量の数%程度の発電に留まる。



- 太陽光単独案件となるため、JCM設備補助は難しい可能性がある一方、アドバイザリー等による課題解決で貢献。

日本空調北陸との提携による 案件推進



- 設備リニューアルシミュレーションから設備利用率18%程度まで向上
- 全量買取契約となっているが、PPA価格は7.5円と安いものの、1億円程度売上増加が見込まれる
- 関心を得るものの、データ収集に難航。継続してアプローチを図る。

	年間発電量 (kWh)	年間売上 (円)	PPA残存期間売上合計 (円)
現状設備	420,000	3,150,000	40,950,000
リニューアル設備	1,618,744	12,140,579	157,827,523
差分	1,198,744	8,990,579	116,877,523

<FCVおよびEVモビリティ利用事業分野>

事業構想



支援

廃棄物

Nusa penida 島再エネ促進

リノベーション



富山市の過去の遺産を最大活用
環境配慮型観光のモデルを構築

太陽光・小水力

Technology holders

調整

JGC

HOKUSAN

MITSUBISHI
HEAVY INDUSTRIES, LTD.

Nippon
Kucho

Nippon
Kucho

NX
NIK GROUP

HONDA

JANUS

提案



EUP



プロジェクト費用

投資家

投資

プロジェクト主体
?

補助金
Subsidy



Ministry of the Environment
Government of Japan

<FCVおよびEVモビリティ利用事業分野>

事業概要

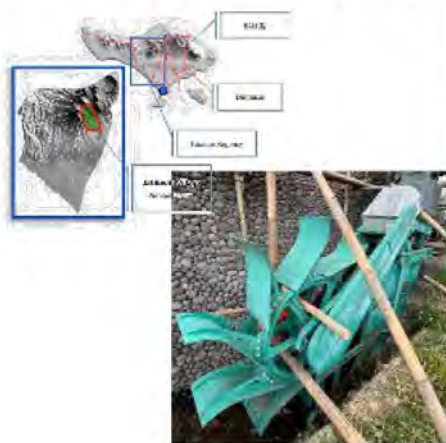
再生可能エネルギー+二輪車のEV化

- 富山市及び市内企業がJICA事業によりJatiluwi棚田世界遺産に小水力発電機を導入（2018）、新型コロナウイルス感染拡大により稼働停止
- 再稼働後の活用策として観光客向けのEVバイクレンタルサービスを考案
- 劣化後バッテリーの二次利用を含め、脱炭素効果を最大化

複数の太陽光EPC事業者がバイクメーカーと協力し普及を検討

- 利用者にとってバッテリーを入れ替えるのみであるため、充電時間がかからない
- シンガポール、インドネシア国内のEVバイクメーカーが参入（Swap社、Oyika社）
- 本田技研工業株式会社、パナソニック株式会社、パシフィックコンサルタンツ株式会社がPT.HPP Energy Indonesiaを設立、NEDO事業「分散型エネルギー資源としての可搬型蓄電池シェアリング実証研究（インドネシア）」においてEVバイク実証。

プロジェクト コンポーネント	事業者ユーザー(BtoB)	バッテリーリユース
		
プロジェクト サイト	バリ	西ジャワ州 タングシヤヤ村
プロジェクト 概要	・BtoB顧客向け バッテリーシェアリングサービス ・各顧客の要望する場所 事務所、駐車場、PLN等 にBEXを設置。 ・配送業者、観光業者等を ユーザーとして想定 車両①EV二輪車86台 車両②EV小型四輪車3台	・バッテリーの2次利用を 想定した充放電器提供 ・無電化村内で小水力発電 のみ利用する世帯に設置 ・電力利用状況改善、 ピークシフト、バックアップ 電源としての活用を想定。 バッテリー：3個 充放電器：3台



サイト名	Site 2-1	Site 2-3	Site 5	Site 7
具体的な場所	ジャティルウィ村 ワヤグニ地門	ジャティルウィ村 ワヤグニ地門	ジャティルウィ村 ワヤグニ地門	ジャティルウィ村 ワヤグニ地門
気流速度	40	40	35	110
使用水源/施設	パンダワ開流排水 用水路落差工			
適用水準	らせん式	開放式	開放式	開放式
設置場所	スバック管理地であり、スバックと合意済			
所有者/合意	水産部タバナン庫、電力はジャティルウィ村に申請			
現地写真				
スペック	Q=0.03m³/s H=2.0m P=0.10kW	Q=0.03m³/s H=1.0m P=0.16kW	Q=0.07m³/s H=12.0m P=1.90kW	Q=0.01m³/s H=2.0m P=0.16kW
設計/建設	設計 81 町			
設置工事	スバック組合員との協働			
維持管理・運営	スバックによる運営組織			



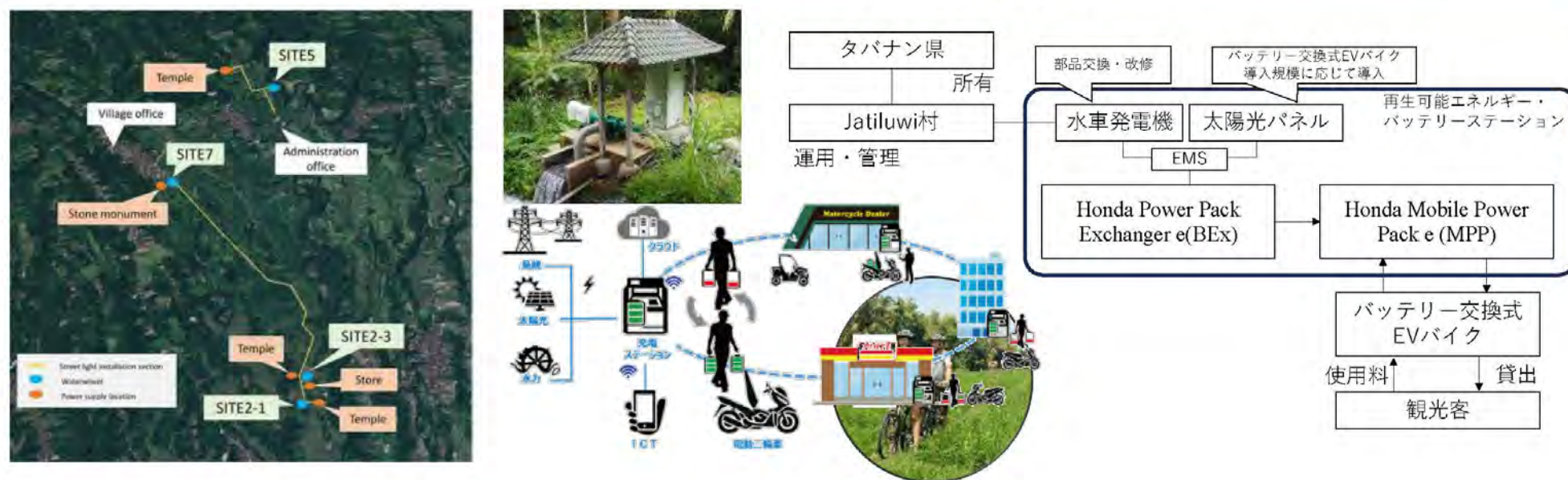
<FCVおよびEVモビリティ利用事業分野>

EVバイク事業の展開

CO2排出削減量向上

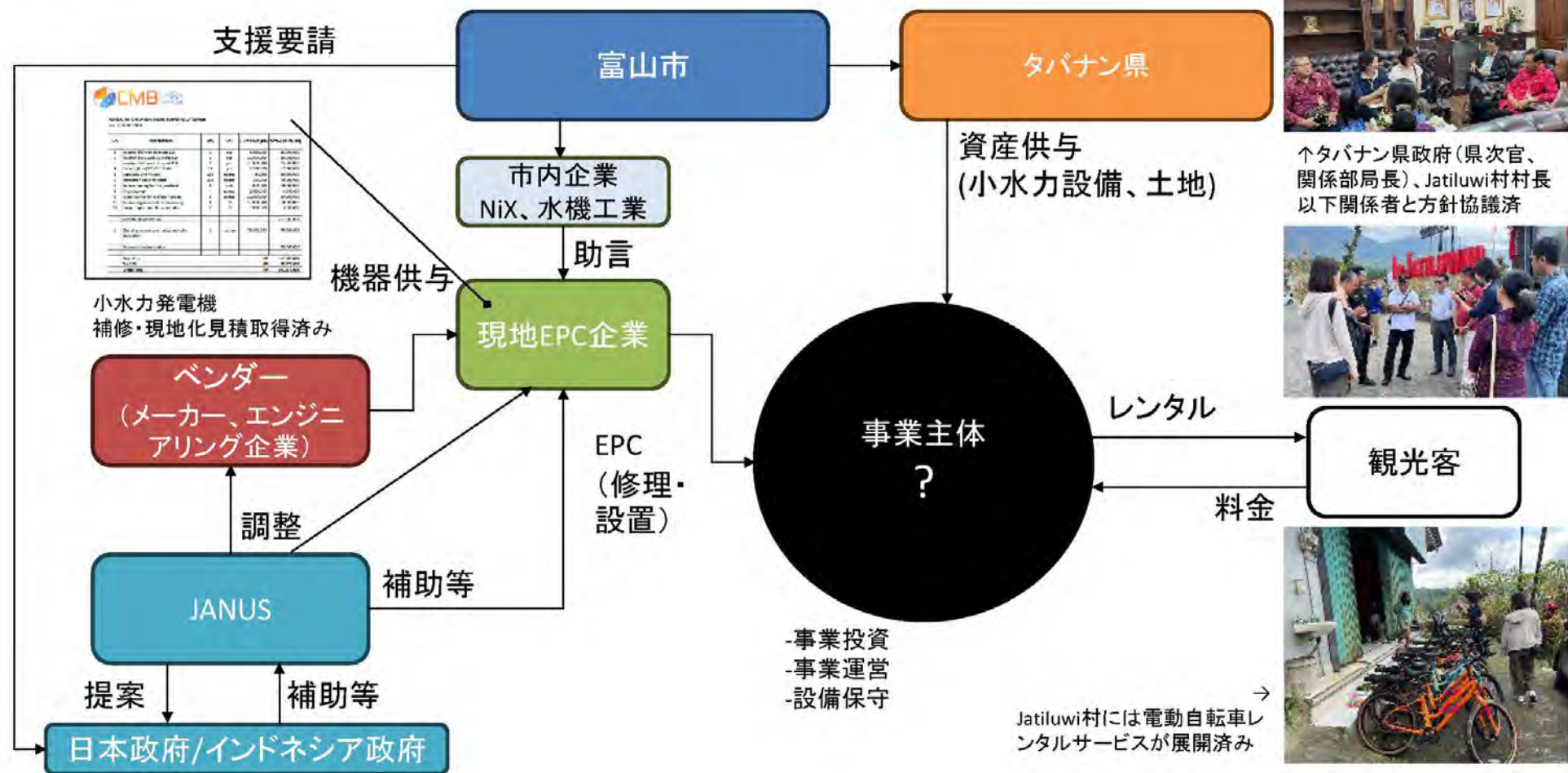
- ✓ 事業計画の妥当性検討：観光客のニーズ、価格設定、台数
- ✓ 既設小水力発電機＋太陽光活用も検討：PT.HPP社では再生可能エネルギーによるEVバイク事業構築を企図
- ✓ 設備所有者のタバナン県、小水力発電機メーカーの水機工業と今後協議、方針検討
- ✓ 方法論案の構築

既設小水力発電機×太陽光の活用によるEVバイクビジネス構築



<FCVおよびEVモビリティ利用事業分野>

検討の進捗と課題



<FCVおよびEVモビリティ利用事業分野>

脱炭素効果の検討

- ✓ 4か所のうち、最大の設備容量を有する4.9kW機を対象として検討
- ✓ 水量ベースでは年間330日程度の稼働を見込む。
- ✓ 発電した電力は、バッテリー交換式EVバイクまたはEV自転車向けの蓄電池に供給することを想定。

【簡易計算】

発電端出力: $4.9\text{kW} \times 24\text{h} \times 330\text{日} = 38,808\text{kWh}$

蓄電池利用容量: $38,808\text{ kWh} \times 95\% \text{ (DC変換効率)} \times 70\% \text{ (放電深度)} = 25,807\text{ kWh}$

排出削減量: $25,807\text{ kWh} \times 0.533\text{ tCO}_2/\text{MWh} = 13.75\text{ t-CO}_2/\text{年}$ 、蓄電池耐用年数6年: 82.5 t-CO_2



- JCM設備補助事業としては小規模
- 観光・交通への貢献や、富山市としての過去の支援事業を適切にフォローアップし、リニューアルに係るという点での意義
- ファイナンスモデルを構築し、事業化可能性を引き続き検討 Ex.富山市内企業の北陸電工が「フレキシブル太陽光パネルを用いたバッテリー交換型オフグリッドEVステーションの可能性調査」の実証試験を開始、横展開を狙う。



バッテリー交換型オフグリッドEVステーション

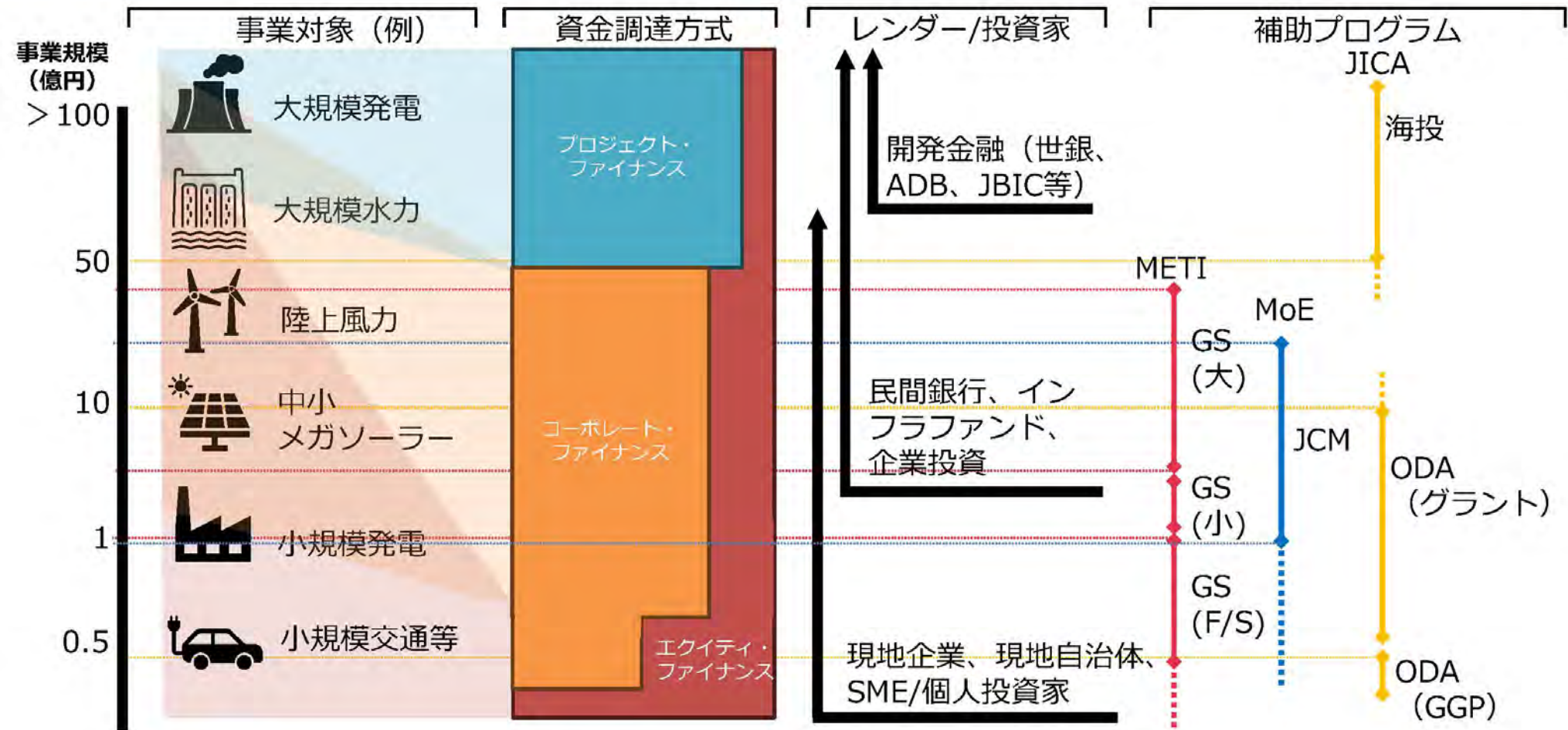


ひさしに設置したフレキシブル太陽光パネル

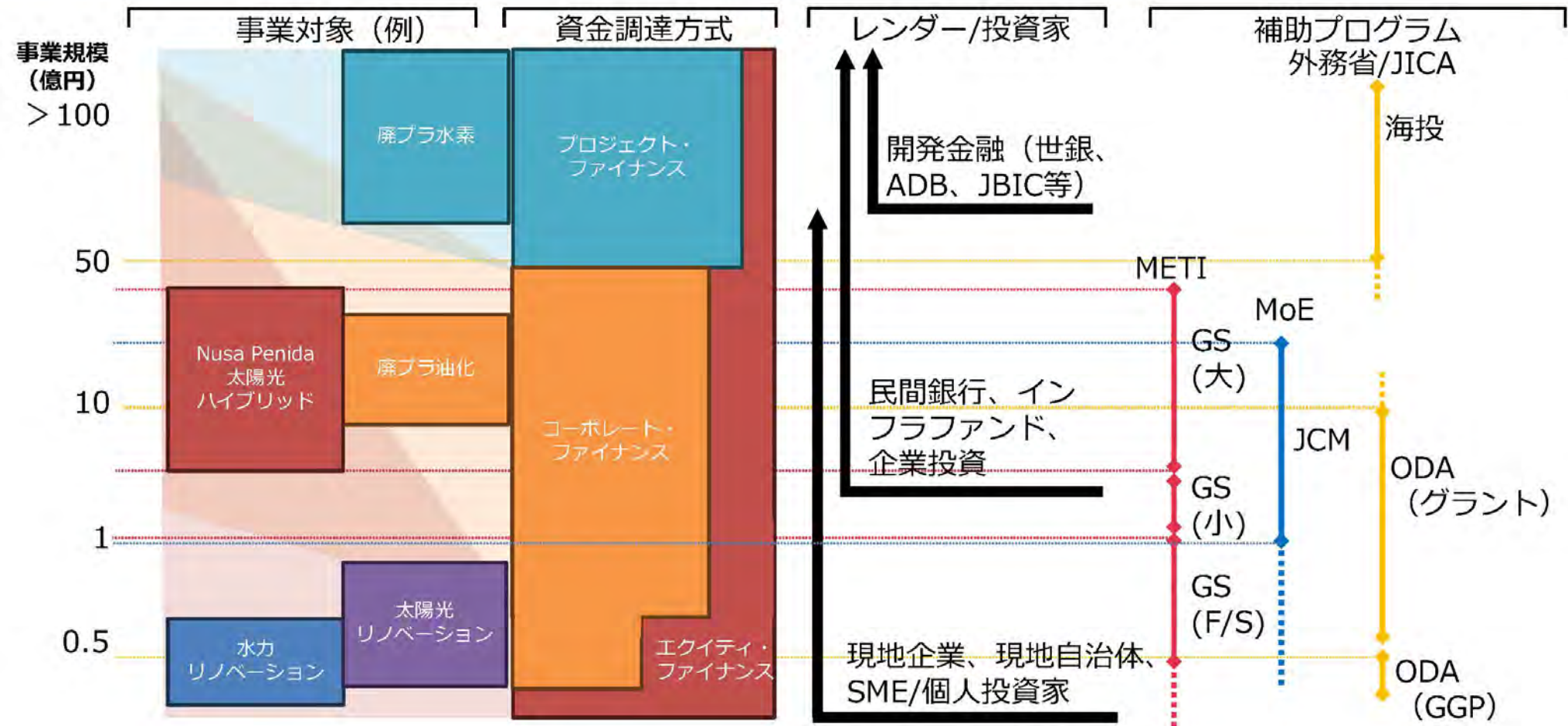


4月5日 施設竣工式

案件規模・特性に基づくファイナンスの例



案件規模・特性に基づくファイナンスの例



資金調達の検討 小規模案件

株式会社プランニングネットワーク

Presenter
 アルベルトウス・プラセディオ
 株式会社インドネシア総合研究所
 山岡 健司
 株式会社ポディーコープ

インドネシアビジネスマーケティングファーム

2022年・中小企業のための
インドネシアビジネス参入チャンス
 を知るマーケティング勉強会
 ・なぜビジネスがこれから流行するのか
 ・インドネシア市場と不動産投資

2022.01.18[TUE]
 14:00-16:00
 @Zoom Live

- ✓ 富山市を拠点とし、バリで事業投資を行う
- ✓ リゾート経営、投資等から、観光産業の文脈でタバナン県案件を紹介
- ✓ 個人投資家グループ等との情報交換
- ✓ 案件化に向け連携を確認
- ✓ 市内企業向けセミナーを開催



環境分野における海外ビジネス展開支援セミナー

2025.1.16 (木)
 14:00 - 15:30

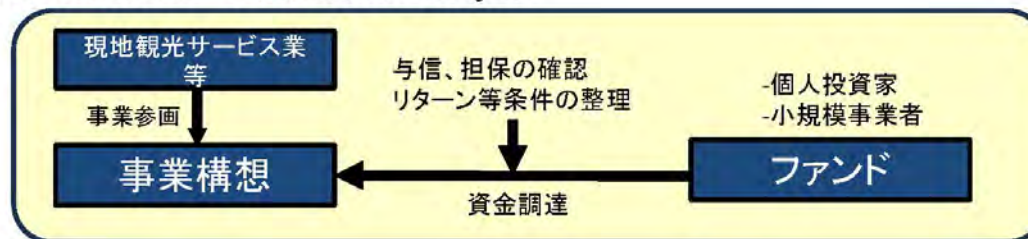
富山県内・外関係者等による
 企画・開催

講師
 ① 環境分野事業展開に特化した専門家、山梨県立大学環境学部の山田 浩二 先生
 ② オートモーティブ・リサーチ・センターの代表者、環境分野事業展開の専門家、山梨県立大学環境学部の山田 浩二 先生
 ③ 環境分野事業展開、環境分野の専門家、山梨県立大学環境学部の山田 浩二 先生
 ④ 環境分野事業展開、環境分野の専門家、山梨県立大学環境学部の山田 浩二 先生
 ⑤ 環境分野事業展開、環境分野の専門家、山梨県立大学環境学部の山田 浩二 先生

富山県内・外関係者等による
 企画・開催

主催・協賛 富山県環境政策推進課
 TEL: 076-443-2555 Email: kankoseisaku@pref.fukui.jp

PT. Abundant Impact Ventures- Alexander Kotyck



BridgeRock Inc.(カナダ)CEO。バリに在住し、サステナブル事業投資を推進。廃棄物関連事業の協業を準備中。



資金調達の検討 中大規模案件

インドネシア中央政府、国営企業、ADB等の予算活用

- インドネシア中央政府、内務省、国営企業との繋がりを活かし、国際的なインフラファンド等へのアプローチを検討
- 内閣官房GBIS室、JBIC、大使館等との連携を通じ、事業構想への助言を得るとともに、アクセス可能なファイナンスを特定



2024年7月、大統領府エネルギー・インフラ政策補佐官、Pertamina社が来日。政府機関・企業との面談をアレンジ。
2024年8月、観光省副大臣が来日。バリ事業に関して紹介、意見交換。
2024年12月、財務省管轄の国営環境ファンドと面談、意見交換。
内務省国際協力局富山市訪問



資金調達を検討 中大規模案件

バドゥン県とのコラボレーション

- バリ州の主要観光地を抱える自治体で、観光税等収入からインドネシアでもっとも財政収入が高い自治体
- 富山市内企業(石橋株式会社)がコンポストプラントをJICA事業でバドゥン県に導入中/県予算で基礎・建屋・建機を措置
- 廃棄物分別所のエネルギー需要に再エネ導入余地あり



屋根置き太陽光+蓄電池



2024年7月末、バドゥン県観光局長以下関係者が富山市を訪問。市長表敬および廃棄物処理施設・環境設備を視察。



クリーンセンター(廃棄物発電設備)、エコタウン(各種リサイクル事業者)に高い関心を示し、都市間連携事業との接続を活かしたさらなる連携について確認。

2024年12月、2025年1月に内務省、バリ州ESDMも訪問。



導入したコンポストプラント



バリ州都市間連携事業の成果と教訓

【成果】

- ✓ JCM事業化を追求する中で、NEDO事業(廃プラ水素)、JICA事業(コンポストプラント)、実証事業(EV)等への発展あり
- ✓ 現地政府、企業、NGO、個人投資家グループ等とのネットワークを構築
- ✓ 今後の事業化検討等に向けての人的ネットワーク、情報、協力体制を構築

【教訓】

- ✓ 課題に対する技術提案は容易である一方、日本側・現地側共にリスクを取らない
- ✓ JCM設備補助事業の追求にあたり、ファイナンス課題が常につきまとう
- ✓ 日本側と現地側のギャップの中、ドナーだけではなく経済性の高い事業においては投資家の巻き込みが有効
- ✓ 自治体の予算規模から、JCM対象になりにくい小規模案件が多く、いかにこれらを事業化するか
- ✓ 予算が潤沢な自治体との連携、当該自治体の課題ベースでの提案が有効



次年度の展開

バドゥン県の 環境課題



支援



協力



連携



技術供与・
エンジニアリング
投資・アドバイザー

国内外
援助機関・
投資家

ファイナンス

富山市内企業等
環境技術

廃棄物対策



生活排水対策



フォローアップ



既設コンポストプラントを活用した 脱炭素型廃棄物処理



浄化槽・汚泥エネルギー利用



バリ州他地域での再エネ推進・ 富山市支援事業設備リニューアル

