

令和4年度環境省委託事業

令和4年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務
(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5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	2
2. 事業化計画の検討	4
2.1. インドネシアの低炭素政策の取り組み	4
2.1.1. インドネシア中央政府の低炭素政策	4
2.1.2. 国家中期開発計画（RPJMN）	5
2.2. 事業調査結果.....	7
2.2.1. バリ州の低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
2.2.2. 水素製造および燃料電池による系統連系事業に向けた検討	15
(1) 東芝エネルギーシステムズ株式会社の H2One™システム適合性調査.....	15
(2) 現地協力事業者の検討	23
2.2.3. FCV および EV モビリティ利用事業検討	26
(1) FCV の導入可能性.....	26
(2) EV の導入可能性	28
2.2.4. 脱炭素型廃棄物処理適正化支援	45
(1) バリ州における廃棄物管理課題及び富山市エコタウン事業の展開可能性検討.....	45
(2) 熱分解ガス化技術による混合廃棄物からの水素製造技術導入可能性検討	52
3. 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）	56
3.1. バリ州との協議事項	56
4. 成果のまとめと今後	57

図目次

図 1-1	内務大臣からの富山市庁への感謝状授与.....	1
図 1-2	本業務の実施体制（全体）.....	3
図 2-1	中期開発計画（RPJMN）大統領指令および7つの開発課題.....	6
図 2-2	中期開発計画（RPJMN）2020-2024年のマクロ開発目標.....	7
図 2-3	バリ州の将来電源構成.....	9
図 2-4	バリ島における系統図.....	13
図 2-5	水素の分類.....	15
図 2-6	バリ州における太陽光ポテンシャルと導入課題.....	16
図 2-7	水素を活用した電力安定供給のイメージ.....	16
図 2-8	H2One™システム概要（左）と活用先の例（右）.....	17
図 2-9	富山市水素ステーション（左）と開所式の様子（右）.....	18
図 2-10	ジャワバリ系統における電力料金.....	18
図 2-11	公立 Bali Mandara 病院.....	21
図 2-12	Bali Mandara 病院のパネル設置可能面積・設備導入可能敷地.....	22
図 2-13	川崎マルエンへの導入事例.....	23
図 2-14	Pertamina Gas に提示したディーゼルと水素の価格比較.....	24
図 2-15	太陽光発電 EPC 事業者等との意見交換の様子.....	25
図 2-16	PDC Machines LLC 社概要（左）と実績（右）.....	26
図 2-17	SimpleFuel™概要（左）とシステム構成（右）.....	26
図 2-18	SimpleFuel™導入事例.....	27
図 2-19	ベノア港の様子.....	27
図 2-20	バリ州における EV 普及目標.....	29
図 2-21	INKA が開発中の EV バス.....	31
図 2-22	ブルーバードの EV 車両.....	31
図 2-23	ヌサドゥア地区にあるトヨタアストラモーターの EV ステーション.....	32
図 2-24	トヨタアストラモーターの EV ステーションの場所.....	32
図 2-25	2022 年バリ島 G20 で提供された EV バイク.....	33
図 2-26	2021 年時点でのバリ島の SPLU 場所と各地の設置数.....	34
図 2-27	インドネシアにおける EV ステーションの分類.....	34
図 2-28	一般的な充電ステーションの分類.....	35
図 2-29	ジャカルタの SPBKLU.....	35
図 2-30	バリ島の SPBKLU の配置図.....	36
図 2-31	2022 年時点でのバリ島の SPBKLU 場所と各地の設置数.....	36
図 2-32	EV バスの路線図.....	37
図 2-33	G20 に伴う EVCS 建設計画.....	37
図 2-34	バリ島南部の SPLU 設置場所.....	39
図 2-35	SPLU DPS01 付近の商業施設や学校.....	39
図 2-36	SPLU Denpasar01 付近の農場.....	40

図 2-37	トヨタアストラモーターの EV ステーション付近のゴルフ場	40
図 2-38	インドネシアにおける車両別の普及台数推移	41
図 2-39	PT. Bintang Terbarukan 社との面談の様子	42
図 2-40	Oyika 社の EV バイク	43
図 2-41	SWAP 社の EV バイク	43
図 2-42	JCM 設備補助体制イメージ	44
図 2-43	バリ州における廃棄物発生量と内訳	45
図 2-44	TPA Sarbagita 最終処分場 (2019 年 9 月 27 日)	45
図 2-45	バリ州環境局との面談の様子 (2022 年 8 月) (左) とバリ州知事令 2021 年 381 号 (右)	46
図 2-46	バリ州知事令 2021 年 381 号における各村の廃棄物管理フロー	47
図 2-47	野焼きされる廃棄物	47
図 2-48	ゴミ銀行視察 (2022 年 8 月) (左) ・プラスチックの分別	48
図 2-49	バリ島におけるゴミ銀行 (左) ・リサイクル事業者 (回収事業がメイン) (右) の分布	48
図 2-50	ゴミ銀行を介した廃棄物の流れ	49
図 2-51	デンパサール市における廃棄物収集フロー	50
図 2-52	株式会社エコ・マインドにおける事業フロー	51
図 2-53	細分化されたゴミ箱 (左) ・発生源における廃棄物管理に係るバリ州知事規 則第 47 号	52
図 2-54	ゴミ銀行において分別されるゴミの一例	53
図 2-55	日揮ホールディングスの熱分解ガス化プラントの概要	54
図 2-56	バリ州における自治体別廃棄物発生割合	54
図 3-1	バリ州との意見交換 (2022 年 8 月 (左) 、2023 年 1 月 (右))	57

表目次

表 2-1	国家エネルギー政策における天然ガス、再生可能エネルギー電力の位置づけ	5
表 2-2	バリ州 RPJMD ミッション 21	8
表 2-3	バリ州の将来電源構成	9
表 2-4	バリ州将来温室効果ガス排出量予測（単位：千トン CO ₂ ）	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政策	10
表 2-6	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 2-7	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 2-8	バリの将来発電設備容量および予測	12
表 2-9	バリ州の再生可能エネルギー発電ポテンシャル	12
表 2-10	補助金適用外の料金システムにおける基本料金表	19
表 2-11	公立 Bali Mandara 病院向け提供依頼データリスト	21
表 2-12	太陽光発電 EPC 事業者リスト	24
表 2-13	フォークリフトの水素利用可能性に関する検討事項	28
表 2-14	バリ州における EV 導入状況	31
表 2-15	バリ州の SPLU 設置数（Dharmawan et al., 2021 報告値）	33
表 2-16	EV 置き換えによる GHG 排出削減量の推計	38
表 2-17	バリにおける登録車両数（2023 年 1 月 27 日時点）	41
表 3-1	本事業における活動内容	56

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

令和3年（2021年）11月に開催された気候変動枠組条約第26回締約国会議（COP26）の合意文書を以て、産業革命前からの気温上昇を1.5℃に抑えることが、世界の新たな目標として確認された。この目標達成には、各国において、州、市、区等、様々なレベルにおいて取組を加速させることが必要不可欠である。日本でも、2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにし、脱炭素社会を目指すことが宣言され、CO2排出実質ゼロを宣言する自治体は600以上（2022年4月30日現在）にまで急増しており、令和3年（2021年）6月に策定された地域脱炭素ロードマップの下、先進的な対策を各地で創出し、全国に拡大するような取組が進められている。

このとおり具体的な地域の気候変動対策・プロジェクトを検討・実施するうえで、都市や自治体の役割は重要性を増している。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いアジアにおいて、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きている。

また、現下の新型コロナウイルス感染拡大の状況下において、都市は感染拡大関連の課題に対処すると同時に、持続可能な開発を達成するための新たな方策についての再調整や検討を迫られており、都市間の連携による新たな手法、新たな都市の構築が極めて重要である。本事業では、日本の研究機関・民間企業・大学等が、脱炭素・低炭素社会形成に関する経験やノウハウ等を有する本邦都市とともに、海外自治体等における脱炭素・低炭素社会形成への取組、および脱炭素・低炭素社会の形成に寄与する設備の導入を支援するための調査事業を実施する。

本業務は、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。富山市のインドネシアとの繋がりは深く、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、国際連携の取組をさらに進める方針である。

バリ州ではこれまで、JCM都市間連携事業として、「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」を実施してきた。同事業においては、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、

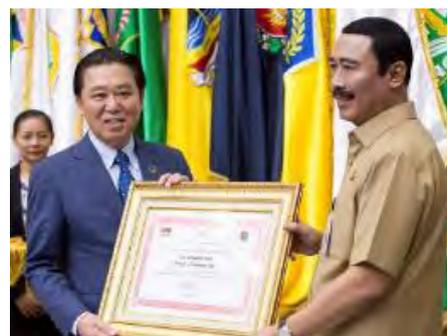


図 1-1 内務大臣からの富山市庁への感謝状授与

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。

これら事業の成果として、大型ホテルの省エネ・再エネ導入に係る事業が具体化した先、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、一昨年度においては、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があることを把握したところである²。

そこで、今年度事業においては、脱炭素の実装に向けた支援として、太陽光発電を基盤とした水素利用、EV 利用に加え、廃棄物管理や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 等によるビジネススペ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

本プロジェクトの実施体制および概要を下記の通り示す。

¹ 当該協力協定を、参考資料 1 および参考資料 2 に示す。

² 令和 3 年度に開催した水素セミナー資料を参考資料 3 に示す。



図 1-2 本業務の実施体制（全体）

出所) JANUS 作成

2. 事業化計画の検討

2.1. インドネシアの低炭素政策の取り組み

2.1.1. インドネシア中央政府の低炭素政策

インドネシアにおける低炭素化に係る政策的位置づけの柱として、2010年に大統領令の形で策定された「国家温室効果ガス排出削減行動計画（Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca: RAN-GRK）」がある。

この計画では、国家公約として2030年までに成り行きシナリオ（Business as usual: BAU）から29%の排出削減目標のもと温室効果ガス排出削減に取り組む、とされているが、国際的支援を得た場合には41%の温室効果ガス排出量を削減するという目標も表明されていることから、二国間クレジット制度（Joint Crediting Mechanism: JCM）についても活用が期待されてきた。2013年10月、日本とインドネシアはJCMに調印し、日本にとって8番目のJCM対象国となった。

2021年7月に策定された「低炭素及び気候レジリエンスに向けたインドネシア長期戦略2050」では、2060年までにカーボンニュートラルを達成することが明記されている。

温室効果ガス排出実質ゼロ目標は、低炭素と気候変動対応力に関する長期戦略として、グラスゴーにおいて開催された気候変動枠組み条約第26回締約国会議（COP26）に向け国連に提出された。ただし、2030年の目標としては、追加的な対策を講じなかった場合（BAU）と比較して温室効果ガス排出29%減、国際支援を活用して最大41%削減を目指す従来目標を維持したものとなっている。

分野別の削減目標では、林業やその他土地利用の分野が24%、エネルギー分野が16%となっている。エネルギー分野については、段階的な石炭火力発電の削減や、水力発電、バイオマス発電エネルギー、水素、浮体式や屋根置き型の太陽光発電、地熱発電の加速、高コストのディーゼル発電からガス発電や再生可能エネルギーへの転換を計画する内容となっている。

インドネシアの国内制度としては、低所得層向けの安価なエネルギー供給が政権支持基盤の重要な要素であることなどから、安価なエネルギー生産が選好されやすく、発電単価の高い再生可能エネルギーの急速な転換には課題が多いとされつつも、2015年に策定された新国家エネルギー政策（Rencana Umum Energi Nasional 2015-2050 : RUEN）においては、2025年までにインドネシアにおける各エネルギーの割合について、石油を49%から22%以下へ低減させるほか、天然ガスを20%から22%、石炭を24%から32%、再生可能エネルギーを6%から23%へそれぞれ増加させるとしている。上記のNDC改訂と段階的な石炭火力発電の削減の観点からは、国家エネルギー戦略に関しても今後改訂が見込まれるが、当面上記の目標に沿った施策が進められるものと思われる。

国家エネルギー政策（RUEN）では、天然ガス、再生可能エネルギー電力による低炭素施策を包含した構成となっており、当該政策の中で低炭素政策の方針を読み取ることができる。

同政策の全体像と、再生可能エネルギー電力による低炭素施策を表2-1に整理する。

表 2-1 国家エネルギー政策における天然ガス、再生可能エネルギー電力の位置づけ

項目	内容
目標	<ul style="list-style-type: none"> ・経済の効率的運用に向けて市場経済化をリードするビジネスの役割の増進 ・輸出向けエネルギー開発、国内消費者向けエネルギー利用基盤の増強 ・国内外で戦略的パートナーシップを強化 ・外国依存の低減とローカルコンテンツの増強
戦略	<ul style="list-style-type: none"> ・国内/輸出間の価格差是正 ・エネルギーマスタープラン策定の支援 ・生産者から消費者までの市場メカニズム導入 ・大規模開発における民間と政府の役割分担 ・民間によるエネルギー開発への支援 ・技術開発・人材育成の推進 ・エネルギー関係者の協調体制の確立 ・エネルギー関連部門における経営管理能力の育成
行動計画 (電気・電化)	<ul style="list-style-type: none"> ・再生可能エネルギーによる発電の増強、発電燃料の多様化と石油消費の削減 ・遠隔地での発電電力の近隣諸国への輸出 ・コージェネレーション、燃料電池などの新しい発電技術利用の開発 ・環境保護を目的とした発電オペレーション手法の確立
行動計画 (民生商業部門)	<ul style="list-style-type: none"> ・省エネタイプの機器の推奨 ・省エネ機器情報の消費者への伝達 ・天然ガス消費への転換推進のための輸送技術や小規模貯蔵施設などの開発
行動計画 (工業部門)	<ul style="list-style-type: none"> ・自家発電から電気事業者への買電へ切り替え促進 ・コージェネレーションタイプの発電装置の利用促進 ・無電化地域でのローカルエネルギーの利用促進 ・茶製造、ゴム工場、温室農園などの小規模工場でのブリケットの利用
行動計画 (運輸部門)	<ul style="list-style-type: none"> ・バイオディーゼル燃料の開発 ・都市での公共交通機関用に電気自動車システムを開発 ・自動車の燃費基準の設定

出所) エネルギー鉱物資源省ウェブサイト: 「PERATURAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 22 TAHUN 2017 TENTANG RENCANA UMUM ENERGI NASIONAL」をもとに作成、
<https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-rencana-umum-energi-nasional-ruen.pdf>、2020年1月20日取得

2.1.2. 国家中期開発計画 (RPJMN)

インドネシア政府は2020年1月新たな国家中期開発計画 (Rencana pembangunan jangka menengah nasional: RPJMN) を発表した。当該計画において、実質GDPの成長率は年平均5.7~6.0%で想定されており、当該目標の達成には約35,000兆ルピアの投資が必要となる。また、国民1人当たりの国民総所得を、24年時点で5,810~6,000ドルまで引き上げるとい

う目標も設定している³。

RPJMN においては大統領の9つのミッション、5つの指令が設定されており、これから下記の通り7つの開発課題が示されている。開発課題においては、環境に配慮し、災害レジリエンスを向上させ、気候変動対策を考慮した開発が求められるとされている。

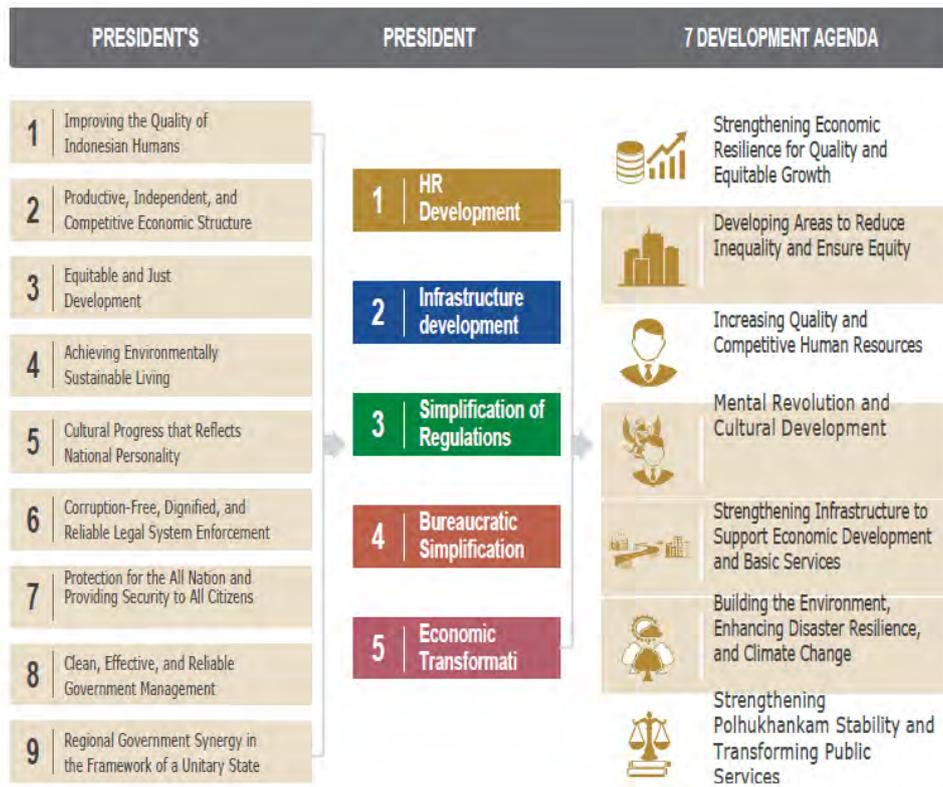


図 2-1 中期開発計画（RPJMN）大統領指令および7つの開発課題

出所）中期開発計画（RPJMN、2020～2024）

RPJMN のマクロ開発目標においては、GHG 排出削減目標についても言及されており、前述の NDC で挙げられている 2030 年、BAU 比 29%の削減を達成するために、2024 年までに GHG 削減量 27.3%を目標に掲げている（下図）。

³ インドネシア国家開発企画庁“Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024, Narasi（国家中期開発計画）”



図 2-2 中期開発計画（RPJMN） 2020-2024 年のマクロ開発目標

出所) 中期開発計画（RPJMN、2020～2024）

エネルギーの開発計画では、同国においては化石燃料への依存が続いており、2018年時点で75%であったエネルギー自給率は2045年には28%まで減少すると見込まれている。これを賄うために前述のRUENで掲げられている再生可能エネルギーの普及を進め、その割合を2024年までに23%までに増加させることを目標としている。

同計画はエネルギー開発に関して下記に示す方針を示している。

- 1) 再生可能エネルギーの開発の加速
- 2) バイオ燃料の供給量の増加
- 3) エネルギー確保および省エネの発展
- 4) 産業へのエネルギー供給の増加
- 5) NRE（新・再生可能エネルギー）の開発および産業界の支援

再生可能エネルギー増加目標の達成においては、油ヤシ由来の再生可能エネルギーの開発に注力することも明記されており、その投資額は2024年までに32兆ルピアを見込んでいる。

都市部の電力需要は電力の多様化が追いついておらず、いまだに化石燃料由来のエネルギーへの依存が続いている。太陽光発電は普及が進んでいないが、これは太陽光パネルの供給が高価格・低品質の国産パネルに限られ、また、グリッドの整備と買取制度が十分に進んでおらず、再エネの受け入れ基盤ができていないためとされている。

2.2. 事業調査結果

2.2.1. バリ州の低炭素化に向けた取り組み

(1) 主たる政策・方針

インドネシアでは国家中期開発計画（RPJMN）が策定されており、これに沿って各州においても州レベルの地方中期開発計画（Rencana pembangunan jangka menengah daerah: RPJMD）が策定されている。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⁴。

RPJMD は 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。

表 2-2 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

⁴ バリ州中期開発計画 (RPJMD、2018～2023 年)

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。

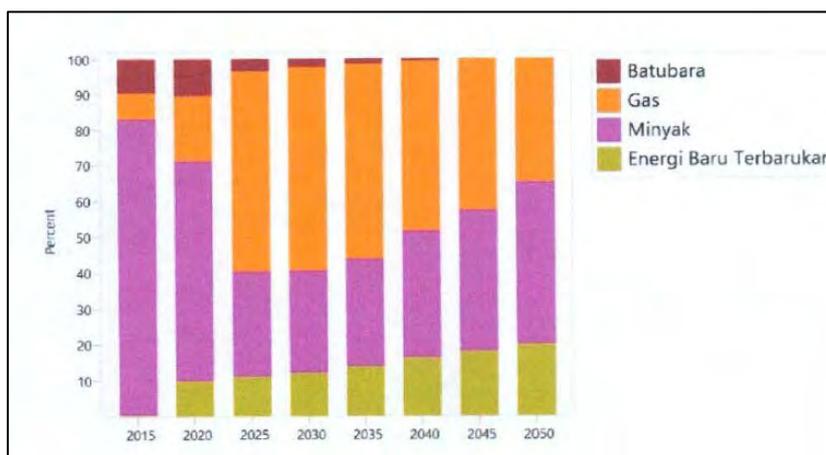


図 2-3 バリ州の将来電源構成

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 2-3 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 2-4 バリ州将来温室効果ガス排出量予測（単位：千トﾝ 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 2-5 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 2-6 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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 2-7 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 3,206 MW にまで拡張することを目指している⁵ (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 2-8 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 2-9 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、ジャワー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。

⁵ 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)

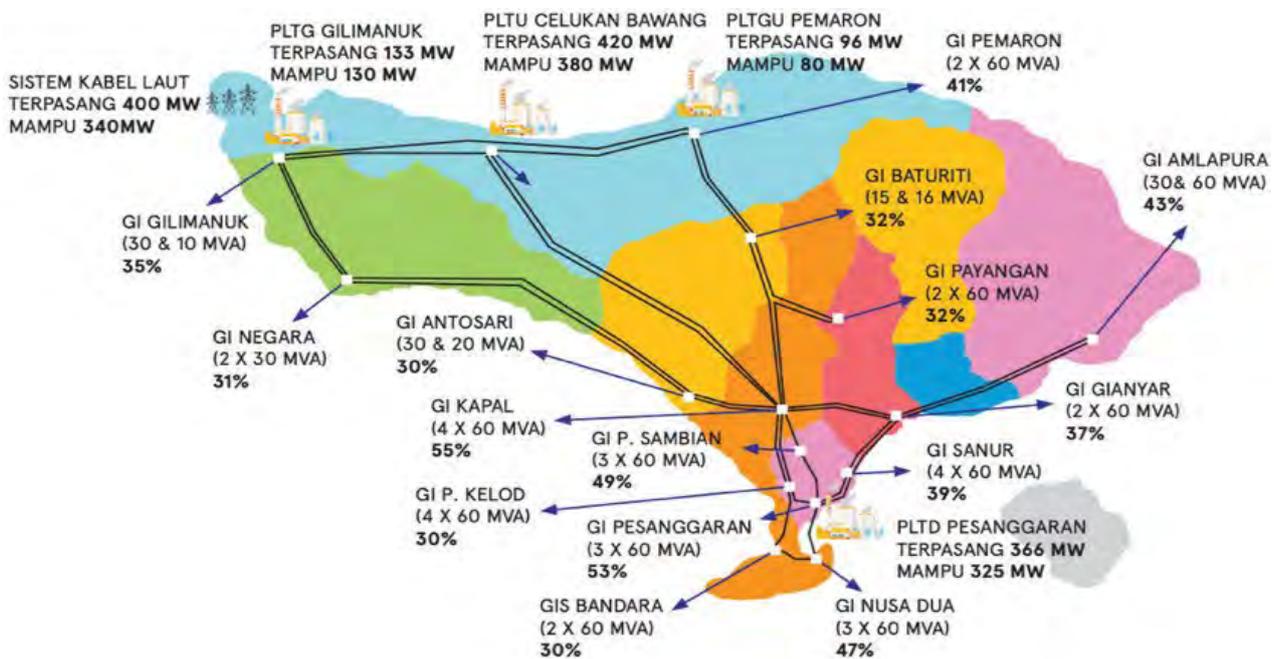


図 2-4 バリ島における系統図

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）すら逆潮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 顧客が事業者と協力して、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 やネットメー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。

FIT 制度に基づくメガソーラー事業についても同様である。インドネシアにおける民間大手石油・ガス元売である Medco Power の 2 つの子会社（PT Medco Solar Bali Barat と PT Medco Solar Bali Timur）は、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。Medco Power は、この太陽光発電所の建設を 2022 年に完了することを目標としていたものの、PLN グリッドへの買電にあたって交渉が長期化していた。22 年 3 月に PPA 締結に至りつつも、2023 年 2 月現在、着工には至っていない状況である。

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。

2.2.2. 水素製造および燃料電池による系統連系事業に向けた検討

(1) 東芝エネルギーシステムズ株式会社の H2One™システム適合性調査

1) 東芝エネルギーシステムズ株式会社による既存調査結果の整理

① 検討背景

水素燃料は様々な原料から製造でき、製造法と CO₂ 排出の強度により分類されている。化石燃料を原料として製造し、その過程で排出される CO₂ を手当てしない場合は「グレー水素」と呼ばれ、化石燃料から製造しつつ、製造過程で排出される CO₂ を回収・貯留・利用することにより、CO₂ 排出を抑制する場合は「ブルー水素」とされる。そして、再生可能エネルギー電力による水電解水素製造によってその過程で CO₂ 排出が無いものは「グリーン水素」に分類される。



図 2-5 水素の分類

本事業では、脱炭素の観点から、再生可能エネルギーである太陽光発電を主な対象とする。一般的にグリーン水素は経済性の面で課題があるとされるが、上述の通り、バリ州においては以下の状況から導入が優位な側面がある。すなわち、

- ・バリ州は太陽光発電のポテンシャルが大きく、再生可能エネルギー普及計画の中心的な位置づけとして導入が期待されているが、太陽光発電は天候により出力が変動することから、バリ州の脆弱な送配電インフラの下では制御が難しく、系統接続が進まない。
- ・系統接続ができた場合でも、グリッド安定化のためのベースロード電源確保（曇天などによる出力ゼロ時のバックアップ電源供給）の面から、化石燃料由来の発電所に依存せざるを得ない。

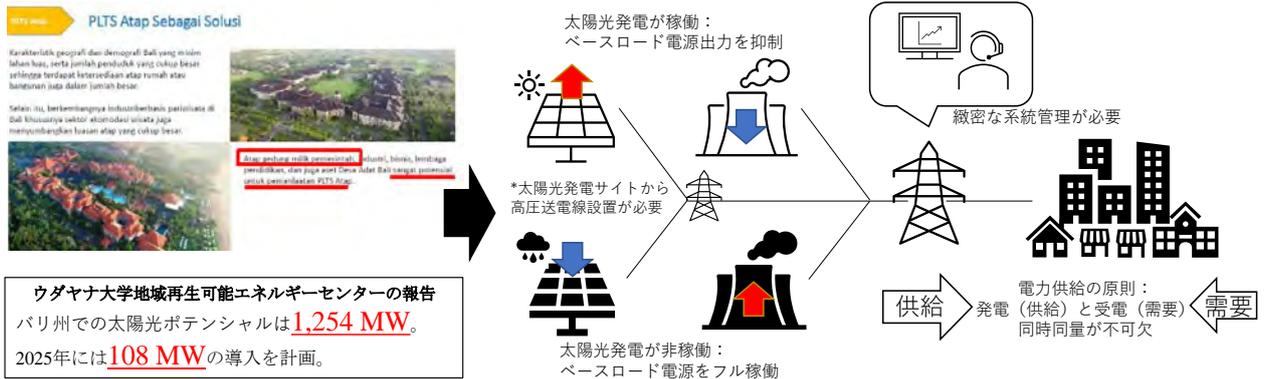


図 2-6 バリ州における太陽光ポテンシャルと導入課題

端的にいえば、太陽光発電により多くの電力を生み出せる環境にありながら、それを有効に活用できるだけのインフラが整っておらず、豊富な太陽光発電エネルギーを有効化できない状況にある。

発電側の安定出力という観点からは、蓄電池との比較も必要である。リチウムイオン電池の充放電効率は 90～95 %と言われており、余剰電力は蓄電し、供給不足時には放電することで、安定した自家発電システムを構築することも可能である。一方、蓄電池は、規模が大きくなるほど、コスト・設置面積の課題が生じ、自然放電を考慮すると、長期間の電力貯蔵には対応が難しい。

このような蓄電池の制約からは、一定規模以上かつ電力以外の用途も考え得るケースにおいては、水素の形で貯留し、燃料電池により蓄電する方式 (Power to Gas) が有利である。水素のエネルギー効率は、電解効率 80 % × 燃料電池による発電効率 55 % = 44 % 程度で、コ・ジェネ (熱電併給) 方式で熱利用まで加えても 70 % 程度であるとされるが、水素貯蔵タンクを増設するだけで、簡単にかつ低コストで大容量化できる他、貯蔵タンクからの自然放出がないため、季節や年を跨ぐ大規模なエネルギー貯蔵が可能である。

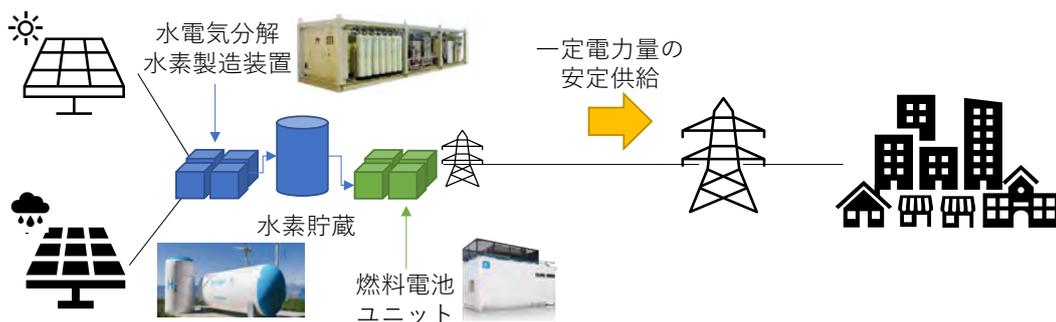


図 2-7 水素を活用した電力安定供給のイメージ

日本においても近年、再生可能エネルギーの調整力として、再エネ余剰電力から水素を製造する取り組みが進められているが、これは、電力から水素を製造する際に用いられる水電解が負荷応答性に優れ、デマンドレスポンスとしてとらえることで、系統周波数調整に活用できるからである。日本では出力抑制を受けた余剰電力の有効利用という考えに基づくが、仮に再生可能エネルギー全量を水素製造に充てる場合、上述の通り水電解装置に

においては負荷を吸収できる特性があることから、発電電力を有効活用できるうえ、出力抑制の制約を受けない利点がある。

また、水素は、電力貯蔵だけではなく、モビリティ等の燃料としても活用できる利点もある。現在インドネシアにおいてそのほとんどを輸入しているガソリン、ディーゼルと比較し、再生可能エネルギー由来の水素は国産燃料として安定価格での供給が可能であり、カーボンフリーである点に優位性を見出すことができる。

ガス産出国であるインドネシアでは、交通分野へのガス利用を推し進めており、これまでの都市間連携事業においてそのポテンシャルを検討してきた一方、巨大なガスインフラ構築が前提となることや、低炭素効果は見出せるものの脱炭素には至らない課題もあった。水素利用については経済性の課題が残るが、JCM 事業をはじめとした補助の活用や、脱炭素という意義、高騰するエネルギー価格を見据えると、将来的には水素普及の可能性も十分に検討し得ることから、本事業ではその足掛かりとなる実証を目指し検討を進める。

ただし、上述のバリ州における 2045 年までのネット・ゼロエミッション計画においては電気自動車の推進が掲げられているところである。電気自動車と水素自動車の最適な棲み分けに留意しつつ本検討を行う他、電気自動車についても富山市での取組実績から有用な提案を行い、バリ州の計画推進への寄与を検討する。モビリティに関する検討については次章に詳述する。

② 文献およびヒアリング調査結果

本調査では、再生可能エネルギー電力を水素による貯蔵、燃料電池による発電を経て、電力として利用するモデルを検討する。富山市においては、富山水素エネルギー促進協議会が低炭素社会実現を目指した水素インフラ導入推進に向けて、再生可能エネルギーと燃料電池、および制御システムを一体化させたパッケージ技術である東芝エネルギーシステムズ株式会社の H2One™システムを導入し、稼働に至っている。なお、同社は富山水素エネルギー推進協議会正会員である。

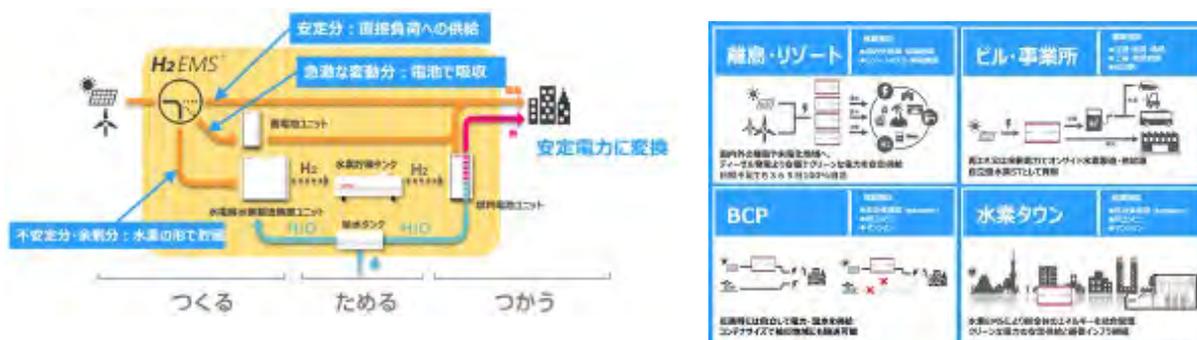


図 2-8 H2One™システム概要（左）と活用先の例（右）

出典) 東芝エネルギーシステムズ株式会社

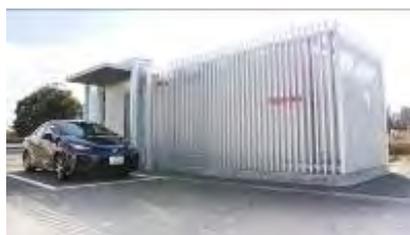


図 2-9 富山市水素ステーション（左）と開所式の様子（右）

出典）富山市及び東芝エネルギーシステムズ株式会社

東芝エネルギーシステムズ株式会社では、経済産業省「平成 30 年度質の高いエネルギーインフラの海外展開に向けた事業実施可能性調査」での「インドネシア・フィリピン離島向け自立型水素エネルギー供給システム適用案件開発調査事業」において、インドネシアにおける適地選定と導入計画、経済性評価を実施している。同調査の中で、電力料金の高いインドネシア地方部における H2One™ の適性について言及しており、電力料金価格が概ね 4,000 IDR/kWh（約 40 円）以上の地域において経済性が成立するとの結果を報告している。

ここで、バリ州内（ジャワ・バリグリッド）の電力料金を見てみる。

インドネシアにおける料金体系はやや複雑で、適用料金システムは 37 種類となっている。このうち、貧困対策等の観点から、一部には補助金が適用される料金体系となっている。



PENETAPAN
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)
JANUARI - MARET 2023

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVAh (Rp/kVAh)	
1.	R-1/TR	900 VA-RTM	*)	1.352,00	1.352,00
2.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.444,70	1.444,70
3.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.444,70	1.444,70
4.	R-2/TR	3.600 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.699,53	1.699,53
5.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.699,53	1.699,53
6.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.444,70	1.444,70
7.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVAh = 1.114,74 ****)	-
8.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVAh = 1.114,74 ****)	-
9.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = 996,74 kVAh = 996,74 ****)	-
10.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.699,53	1.699,53
11.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.415,01 Blok LWBP = 1.415,01 kVAh = 1.522,88 ****)	-
12.	P-3/TR		*)	1.699,53	1.699,53
13.	L/TR, TM, TT		-	1.644,52	-

Catatan:
*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
RM1 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian.
**) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
RM2 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian LWBP.
Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
RM3 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.
Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
****) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVAh) dikenakan dalam nilai faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).
K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem ke-listrikan setempat (1,4 ≤ K ≤ 2), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.
WBP : Waktu Beban Puncak.
LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

図 2-10 ジャワバリ系統における電力料金

出典）PLN <https://web.pln.co.id/pelanggan/tarif-tenaga-listrik/tariff-adjustment>

本調査対象としては、補助金適用外となる政府、工業、オフィス等が想定される。補助金適用外の料金システムにおける基本料金は以下の通りとなっている。

表 2-10 補助金適用外の料金システムにおける基本料金表

料金クラス	契約電力	価格 (kWh 当たりルピア)
R-1	TR900VA	1,352.00
R-1	TR1300VA	1,444.70
R-1	TR2200VA	1,444.70
R-2	TR3500-5500VA	1,699.53
R-3	>TR6600VA	1,699.53
B-2	TR6600VA-200kVA	1,444.70
B-3	>TM200kVA	1,114.74
I-3	>TM200kVA	1,114.74
I-4	>TT30,000kVA	996.74
P-1	>TM200kVA	1,522.88
公共照明	TR	1,699.53
L	TR, TM, TT	1,644.52

出典) Kompas “Daftar Harga Listrik Per kWh 2022 untuk Golongan Tarif Non-subsidi

2022年10月12日 <https://money.kompas.com/read/2022/07/03/130130526/daftar-harga-listrik-per-kwh-2022-untuk-golongan-tarif-non-subsidi?page=all> (2022年価格改定に係る報道記事)

バリ州における電力料金補助の無い産業分野、公共照明など政府関係の電力価格は、最大でも 1,699.53Rp/kWh となっており、H2OneTMの競争力が期待できる 4,000Rp/kWh には及ばない。

一方、中山間部、離島においては、小規模なディーゼル発電に依存しており、発電原価が高い地域がある (Lembongan, Nusa Ceningan, Nusa Penida など)。

エンドユーザーに対して補助金が適用されるものの、PLN としては発電原価の削減にインセンティブがある地域といえる。例えば、エネルギー鉱物資源省によれば、バリの離島である Nusa Penida 島における発電原価が 2,000Rp を超えていることを公表している⁶。

なお価格的にはグリッド電力が経済性において上回ることから、JCM 設備補助の活用により、H2OneTMでの発電原価も抑制することに加え、熱利用分等も加味して総合的な効果を評価し、ポテンシャルユーザーを特定することが重要であることが示唆される。

熱利用の観点からは、病院への活用も選択肢となり得る。バリ州では、再生可能エネルギーの最大限の利用を含めて、病院のグリーン化 (Green Hospital) 政策を推進してお

⁶ KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL “Puncak Mundi, Desa Wisata Energi di Puncak Nusa Penida”, 2007.

<https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/puncak-mundi-desa-wisata-energi-di-puncak-nusa-penida>

り、公立・民間病院を含めて取り組みが進められているところである。

デンパサールのスルヤ・フサダ病院の例では、病院のエネルギー使用量のうち、グリッド電力は46.5%、燃料32.5%、LPG6.8%の内訳となっており⁷、一定の熱需要があることが想定される。そこで、本年度は、バリ州における病院を訪問調査し、H2One[™]導入可能性に関して意見交換を行った。

2) ヒアリング調査

① バリ州エネルギー鉱物資源局

バリ州は、気候変動対策の先進的な地域として、インドネシア国家開発計画庁(BAPPENAS)と連携し、脱炭素に寄与する事業を含め取り組みが進められている。こうした経緯から、BAPPENASも交えた意見交換の機会を得た。

水素については、バリ州として十分な知見がないことから、ウダヤナ大学やバリ州技術イノベーション庁(BRIN)等も交え、情報共有の機会を得たいとのコメントがあった。2022年は、バリ州でG20が開催されたことから、先進的な技術の導入を対外的にも示し、積極的な気候変動対策に取り組む姿勢を示したいとの意向を得ていた。BAPPENASとしても、同庁がバリ州と推し進める計画と合致しており、連携して取り組む準備がある旨のコメントを得た。各所からの前向きな反応を踏まえて、昨年度はバリ州側と調整を重ね、富山市・バリ州水素セミナーの開催に至った。当該セミナーを通じて水素技術に関する理解が深まり、現状の技術課題や普及課題は見込まれるものの、種々のプログラムを活用して導入を検討していく方針について確認することができた。

今年度調査において、引き続きバリ州とは水素利用に関する検討可能性について意見交換を進めてきた。その中で、水素利用に関してはインフラや技術者の不足が課題となっているところであり、パッケージ技術としてのH2One[™]利用に関して適合的であるとの見解を得ることができた。そのうえで、次項に示すポテンシャルユーザーとしての病院について紹介を得るに至っている。

② 現地ポテンシャルユーザーへのヒアリング調査

上述の通り、バリ州では病院の環境配慮の推進に力を入れており、公立・私立の各病院もその方針の実現に向け取り組みを進めている。特に、廃棄物管理とエネルギー利用に課題が多く、エネルギーについては太陽光発電等再生可能エネルギーの最大限の利用が推進されているところである。こうした中、バリ州中心部にある公立Bali Mandara病院では、バリ州内の病院を取りまとめ、グリーン技術に関する情報交換セミナーを開催するなど積極的な活動に取り組んできた。バリ州を通じて同病院の紹介を受け、ヒアリングを実施した。

⁷ JGG-Jurnal Green Growth dan Manajemen Lingkungan Vol. 8 No. 2 Desember 2019
p-ISSN: 2303-2332; e-ISSN: 2597-8020” EVALUASI IMPLEMENTASI MANAJEMEN RUMAH SAKIT DALAM RANGKA GREEN HOSPITAL DI WILAYAH BALI”



図 2-11 公立 Bali Mandara 病院

同病院の現状は、中高所得層が主な利用者であることから、資金的にも再生可能エネルギーの最大限の活用を目指したい意向があるようであった。

現在、バリ州知事令 No.45/2019 に基づき、同州に立地する病院は受電容量の 20%相当を屋根置き太陽光により供給することが推奨されていることから、同病院でも 100kW 相当の太陽光パネルを設置している。一方、病院の全電力からは十分とは言えない状況であり、複数年をかけて最終的には再生可能エネルギー100%を目指している。

H2One[™]導入を含め、Green Hospital 構想に寄与する提案を歓迎するとのことに加え、現在の制度では公立病院においても入札を経ずに直接の設備調達が可能となっているとの情報を得ることができた。ヒアリングから、病院全体のエネルギーマネジメントと再生可能エネルギーの導入、安定供給に寄与する燃料電池利用の観点で提案を進めることができると考えられたため、今後詳細なエネルギー利用情報などについて共有を頂くことで了解を得た。

3) 導入規模（設備容量、発電量）算定

導入規模の算定にあたっては、まず需要側のエネルギー使用量（電気・熱）およびその需要変動、エネルギーコスト、エネルギー消費機器リスト、太陽光パネル設置可能面積（屋根等）、設備導入可能敷地について調査が必要であった。

候補となる公立 Bali Mandara 病院に対して、これらの必要情報をリスト化し、情報提供依頼を行っているところである。

公立 Bali Mandara 病院に依頼したデータリストを以下に示す。

表 2-11 公立 Bali Mandara 病院向け提供依頼データリスト

必要データ	単位	備考
エネルギー使用量（電力）	kWh/年	2022 年度実績値
エネルギー使用量（熱）	（軽油等）L/年 （LPG 等）LSP または m ³ /年	2022 年度実績値

エネルギー使用日変動（電力）	時間/日/月ごとのデータ	
エネルギー使用日変動（熱）	時間/日/月ごとのデータ	
電気料金	Rp/年	2022 年度実績値
その他エネルギー料金	Rp/年	2022 年度実績値
エネルギー消費機器リスト	医療機器及びオフィス機器、照明、空調、温浴設備等	
太陽光パネル設置可能面積	面積 m ²	
設備導入可能敷地	地点および面積	

このうち、パネル設置可能面積、設備導入可能敷地については、Google earth データなどから容易に取得できるため、参考値として以下の値を参照した。



図 2-12 Bali Mandara 病院のパネル設置可能面積・設備導入可能敷地

図の通り、Bali Mandara 病院は、敷地面積として約 23,000m²、建物屋根面積として約 8,000m²であることがわかった。

H2OneTM導入にあたり、エネルギー消費量から適切な規模を検討する必要があるが、川崎マルエンに実証導入された設備規模が参考となる。

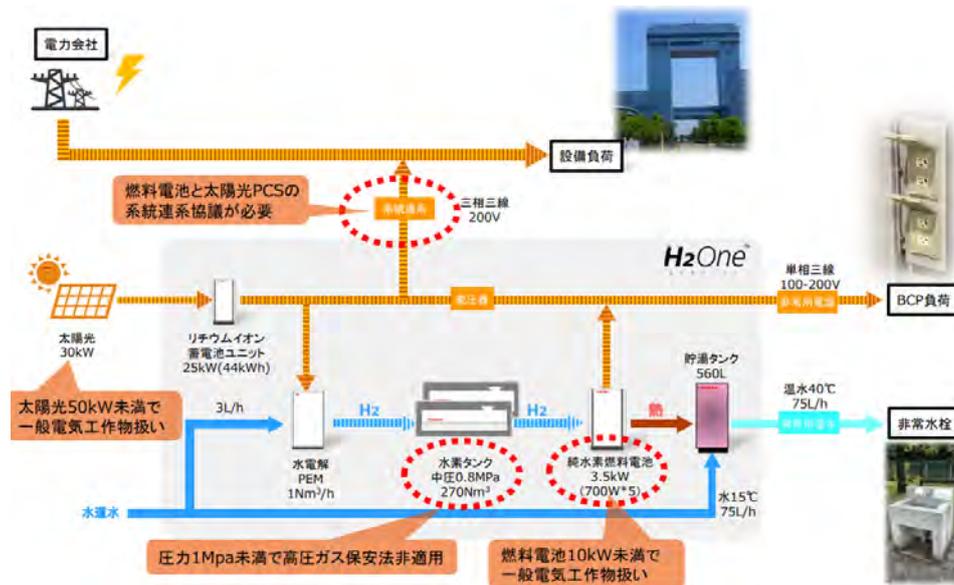


図 2-13 川崎マルエンへの導入事例

本設備規模では、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。

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。病院の屋根面積・敷地面積からは十分に設置可能性がある。

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。JCM 設備補助事業の規模としては小規模であるが、温熱利用やより多くの屋根面積を利用することに加え、病院全体のエネルギーマネジメントによる排出削減可能性も視野に、今後 JCM 設備補助事業を活用したモデルの検討を行う。

(2) 現地協力事業者の検討

1) 現地関係者へのヒアリング調査

インドネシアにおいては、石油の輸入による財政負担が長年国家的な課題として存在しており、自国生産可能な石炭や天然ガスの活用を増やし、石油輸入を削減する施策を推し進めてきた。Pertamina グループは、こうした国家的要請を踏まえ、バイオ燃料開発普及や再生可能エネルギーにも取り組んでおり、近年その分野への取り組みがさらに活発化している。水素については、Pertamina グループの地熱発電 SPC の PGE 社が 1 日当たり約 8,600 kg の水素製造を実現している。また、Plaju 製油所及び Cilacap 製油所でのブルー水素製造や、再生可能エネルギー由来の電力により、水電解水素を製造する取り組みもスタートしているところである。

こうした取り組みを進める中で、富山市が普及を進めてきた水素利用の取り組みを紹介したところ、高い関心を得ることができた。今後、バリ州での再生可能エネルギーを活用した水素製造について情報交換及び共同検討を進めていくことで合意し、ディーゼル燃料

と水素の熱量当たり価格の比較情報をはじめ、検討基盤となる基礎情報を北酸株式会社の協力を得て提供した。

Fuel		Price(YEN)/Unit(MMBTU)	Price(IDR)/Unit(MMBTU)
City gas (LNG)		1,982-3,398	258,453-443,100
Diesel		3,605	470,093

Fuel		Cost(YEN)/Unit(MMBTU)	Cost(IDR)/Unit(MMBTU)
Hydrogen	By-product hydrogen	Caustic soda	74,328
		Steel	89,193-118,925
		Petrochemistry	74,328
	Purpose production (existing facility)	Petroleum refining	85,542-137,572
		Ammonia	N. A.
	Purpose production (New facility)	Fossil fuel reform	115,274-215,682
Water electrolysis		2,395 (grid power) 2,167-3,878(solar, PV)	312,309 (grid power) 282,577-505,693(solar, PV)

※Retail price for hydrogen is **2,999 YEN (390,777 IDR)/ MMBTU**

1MMBTU=28.32m³ 1Nm³=0.03507MMBTU 1ℓ=38.04MJ=0.036055MMBTU
1m³=35.17MJ=0.033335MMBTU 1YEN=130IDR

図 2-14 Pertamina Gas に提示したディーゼルと水素の価格比較

Pertamina Gas としては、製造、供給ともに初めてとなる燃料種であり、小規模実証等を通じた段階的な展開を進めていきたいとの意向を確認することができた。また、同社は富山市の先行事例に高い関心を有しており、2023年3月に富山市訪問のうへ、H2OneTM導入サイトの視察および運営者である北酸株式会社との意見交換を予定している。

2) 候補協力事業者へのヒアリング

本検討の実施にあたっては、太陽光発電をはじめとする現地 EPC コントラクターとの連携が不可欠である。そこで、バリにおいて太陽光設置に係る EPC を実行している以下の企業にヒアリング調査を行った。

表 2-12 太陽光発電 EPC 事業者リスト

事業者名	事業概要
PT. Bintang Terbarukan	バリ州内での太陽光発電 EPC 事業者。政府施設、ショッピングモール、小規模事業者を対象に太陽光発電システム導入実績あり。太陽光発電に係るシステム導入を請け負うことが可能。
PT. Nusa Mata Terbit	インドネシア全土を対象に、太陽光発電コンサルサービス、EPC、メンテナンス事業を展開。日系企業の工場にも導入実績あり。
PT. Solar Power Indonesia	インドネシア全土を対象に、太陽光発電に係るプロジェクト設計、技術コンサルティング、EPC を実施。バリではリゾートのほか、家庭向けも手掛ける。オフグリッドでの設計実績もある。
PT. Ineco	インドネシア全土を対象に太陽光 EPC 事業を手掛ける。マレーシア

	企業の投資により設立。ビジネスオフィスや工業も対象に、ジャカルタやスラバヤでの事業を展開。水素利用について高い関心がある。
PT. Fuji Home	戸建住宅の販売からスタートした日系企業で、ホテル、病院への太陽光発電設備導入も手掛ける。
PT. Pramana Putra	インドネシア全土での太陽光 EPC 事業実績あり。メガソーラー規模の太陽光発電建設実績あり。



PT. Nusa Mata Terbit



PT. Solar Power Indonesia



PT. Ineco



PT. Pramana Putra 等 EPC 事業者

図 2-15 太陽光発電 EPC 事業者等との意見交換の様子

訪問したすべての EPC 事業者から、共通課題として PLN による系統接続契約の停滞について情報提供があった。系統容量の不足などを理由に、バリにおいては特にグリッド接続が困難な状況が続いており、太陽光発電導入を希望する顧客は多いものの、導入実現が約束できない状況であるとのことであった。

こうした中、蓄電池によるオフグリッドでの運用パッケージの展開を検討している企業も見られ、またオングリッドからオフグリッドへの切り替えを希望する顧客も増加傾向にあるとのことであった。水素については、一様に将来の技術であるとの認識であったものの、太陽光発電とのパッケージ型システム導入については、燃料電池システム側メーカーと協力・連携することで、太陽光側のパネル設置についてはどの企業も対応可能であるとのことであった。太陽光パネルについては、中国製が主流であるが、一部欧州製のパネル

も流通しているとのことであった。

2.2.3. FCV および EV モビリティ利用事業検討

(1) FCV の導入可能性

水素は、電力以外にも輸送用燃料として活用することが利点である。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、比較的狭い範囲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、米国ペンシルベニア州に拠点を置く PDC Machines LLC 社は小型のパッケージ型水電解式水素発生充填ユニット「SimpleFuel™」を製造、500 台以上の導入実績を有する。日本においても、愛知県豊田市のトヨタ元町工場におけるフォークリフト用に導入済であるほか、東京 豊洲・晴海水素ステーションにおける水素バス充填用に導入されている。



図 2-16 PDC Machines LLC 社概要（左）と実績（右）

出典）PDC Machines 合同会社



図 2-17 SimpleFuel™概要（左）とシステム構成（右）

出典）PDC Machines 合同会社

「SimpleFuel™」は電力と水の供給により、水素製造、昇圧、充填を自動・一貫して行うことができ、燃料電池フォークリフト等とのセットで導入することで、倉庫、空港、港湾、工場等の車両を脱炭素化できるポテンシャルがある。



図 2-18 SimpleFuel™導入事例

出典) PDC Machines 合同会社

本調査では、米国 PDC 社、ならびに日本法人 PDC Machines 合同会社と連携し、バリ州における候補サイトの選定や導入計画策定を行う。なお、「SimpleFuel™」は 100kW 電力供給、12 L/h の水供給で、日量 20 kg の水素製造が可能となる。1.8 t 積タイプ燃料電池フォークリフトの場合、稼働時間 8 時間に必要な水素量は 1.0 kg とされており、20 台のフォークリフト稼働に充てることができる。「SimpleFuel™」システムのグローバルモデルの導入コストは 1 台あたり 1 億円である。

バリ州においては、電気自動車の普及施策が進んでいることに加え、水素自動車の普及に課題となるステーション設置の課題から、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を対象に検討を行った。



図 2-19 ベノア港の様子

ベノア港はバリ島の玄関港でもであり、バリの経済、観光を支えている。セラガン島とベノア岬によって遮蔽された天然の良港でといわれる。

観光船、漁船、貨物船が寄港するため、特に貨物向けのフォークリフト利用が想定さ

れる。

バリ州エネルギー鉱物資源局へのヒアリングによれば、ベノア港はグリーンポート構想を打ち出し、省エネ、下水処理、周辺環境保全等の計画を策定している⁸。

今後、エネルギー鉱物資源局を通じて、利用されるフォークリフトの水素利用可能性を検討するため、以下の事項について情報収集を行う。

表 2-13 フォークリフトの水素利用可能性に関する検討事項

項目	収集目的
年間貨物トン数	貨物の取り扱い規模から最適なフォークリフト仕様を検討
荷捌き場詳細図面	燃料供給および保安面から十分な面積を確保できるか確認
フォークリフト台数	現状の稼働台数の確認
フォークリフト仕様	導入年、スペック等の確認
フォークリフト燃料使用量	年間の燃料使用量、燃費の計算に使用

上記の情報収集により、燃料電池フォークリフトの導入可能性、経済性、CO₂ 排出削減効果を検討する計画である。

(2) EV の導入可能性

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。この実現を加速するためには、EV の開発を支援するための制度と能力の構築、また対応する政策の立案と実施が必要となる。

行動計画において示されている実行プロセスは下記の通りである。

a. 準備と規制の整備

政府を中心とするステークホルダーに働きかけ、積極的に関与する。この段階では、限られた可能な範囲での投資検討を開始することになる。

b. 標準的なビジネスプロセスと市場メカニズムの開発

この段階では、スマートシティとスマートモビリティの開発に関心を持つ関係者の関与と技術的なインプットが必要である。多くの場合、NGO/CSO/シンクタンクの支援を受け

⁸ <https://matadewata.com/28/12/2022/pelabuhan-benoa-terima-penghargaan-green-port-awards-2022/>

つつ、政府が関与して進めることになる。

c. 市場システムの開発

このステージでは、ビジネスのフィージビリティが確立される。多くの場合主国営企業の支援が必要であり、同時に民間セクターの支援も必要とされる。

d. 実装

この段階では、潜在市場全体をターゲットに社会的な普及および促進が行われる。

今般のパンデミックの影響もあり、現段階ではなお a（準備と規制の整備）の段階にとどまっているが、aに準じた政府の動きとして、「EV 導入促進委員会」が設置され、EV 特区の設置に向けて規制の在り方や方向性が議論されているところである。



図 2-20 バリ州における EV 普及目標

行動計画においては、EV 普及の主要ステークホルダーを以下としている。

・州政府

交通、インフラ、都市・地域計画、情報、エネルギーシステム等を担当する複数の部門で構成される。ライセンスや投資プロセスを円滑にするために重要な役割を担っている部門もあれば、技術的なデータを提供する機関としてのみ機能する部門もある。

・市民社会組織(Civil Society Organization)/シンクタンク

規制を策定するための科学的、実質的な根拠を提供する、政府を支援する仕組みの一部である。バリ島では、スマートシティやスマートモビリティの開発に関心を持つ世界的な CSO/シンクタンクが複数活動しておる。最も強力で、本件と接点を持つ可能性があるのはドイツ国際協力公社 (GIZ) であり、また世界資源研究所 (WRI) は、スマートモビリティシステムのためのデータ提供という点で、強力なパートナーになり得る。

・地域コミュニティ

スマートシティやスマートモビリティを実現するための環境整備に向けては、地域社会のコミュニティも強い関心を持っている。

バリ州政府の下に設置された「EV 加速に関する特別委員会」は、EV 加速のための調整プラットフォームとして形成された特別なタスクフォースであり、大きな権限を持っている。

また、将来的に実施されるプログラムの実現可能性をサポートするために、専門家団体の要素も非常に重要である。都市開発プランナー、建築家、グリーン・ビルディングなどの各協会から、EV インフラの開発において、技術的な指導と文化に根差したアプローチを提供してもらう必要がある。

大学は、技術協力、人材協力等の観点で、持続可能なスキームを促すことができるよう、プロジェクトに協力しなければならない当事者である。

・国営企業

PLN は現在、バリ島で電気充電ステーションのニーズに応える唯一のプロバイダーである。まだ最適な設計は描かれておらず、その事業範囲は狭いが、2022 年 10 月に開催される G20 をサポートするためにスポットで電気充電ステーションを提供する構想を持っている。そのため、EV 充電ステーションの提供に向けては、重複がないように計画的な相乗効果の設計（技術的観点、事業スコープの観点）が必要である。

また現在、サヌールでは、国営企業の INNA グループ（ホテル・インドネシア）が経済特区における大規模な開発を進めている。この経済特区の開発テーマは、ヘルス&ウェルネスツーリズムとされている。これはサヌールにおける EV エコシステムの創出に向けて、低炭素化を指向した非常に相性の良い計画だと考えられる。

・民間部門

交通サービスの提供者については、従来型と非従来型（近代的）、大きく 2 種類に分類される。従来型の交通サービス提供者は、バリ島内のすべての公共交通機関を運営する陸上輸送協会（Organda）に組み込まれている。一方、非従来型の交通サービス事業者は、Grab プラットフォームのような、まだ最適化されていない MaaS 関連の事業者と言える。

モビリティサービス関連の新たな施策は、EV 導入の促進と紐づけて実施されている流れがある。

一方で、バリ州における自家用の EV は 2022 年初頭には 20 台以下に留まっていた。普及の契機は 2022 年 11 月にバリ島で開催された G20 サミットであった⁹。

最新の導入状況を表 1 に示す。

⁹ ジェトロビジネス短信 「日系自動車 5 ブランド、バリ島で EV 実証事業」：
<https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/06/624f4851ed00f37a.html>

表 2-14 バリ州における EV 導入状況

企業・プロジェクト	車種	導入台数
日系主要自動車 5 社による EV スマートモビリティ共同プロジェクト	小型 BEV、PHEV、EV トラック	30 台 (トヨタ)
トヨタ	BEV	100 台
現代自動車	BEV	約 200 台
INKA	EV バス	40 台
Wuling Motors	BEV	300 台
ブルーバード社 (インドネシア最大のタクシー会社)	EV タクシー (BYD 製)	約 50 台 (2050 年までに 2000 台を導入予定)
Gogoro・Gojek	EV バイク	20 台とバッテリー交換ステーション (数不明) ¹⁰
PLN・Hyundai Kefico	EV バイク	20 台とバッテリー交換ステーション (数不明) ¹¹



図 2-21 INKA が開発中の EV バス



図 2-22 ブルーバードの EV 車両

¹⁰ Gogoro 「Gogoro Brings Smartscooters and Battery Swapping to the G20 Summit in Bali, Indonesia」：
<https://www.gogoro.com/news/g20-2022-indonesia-electrum/>

¹¹ VOLiD 「PLN はヒュンダイケフィコと協力して電気モーター用の SPBKLU を開発します」：
<https://voi.id/ja/ekonomi/227898/pln-gandeng-hyundai-kefiko-kembangkan-spbklu-untuk-motor-listrik>



図 2-23 Nusa Dua地区にあるトヨタアストラモーターのEVステーション



図 2-24 トヨタアストラモーターのEVステーションの場所



図 2-25 2022 年バリ島 G20 で提供された EV バイク¹²

また、Dharmawan et al. (2021) によると、2021 年時点、バリ州には、SPLU（一般電力供給ステーション）が 166 か所、SPKLU（公共電気自動車充電ステーション）が 5 か所設置済みであり、SPBKLU（バッテリー交換公共電気自動車用ステーション）は設置されていない状況であった。その後、2022 年には台湾の Gogoro が州内にいくつかの充電ステーションを設置したとの情報がある。2019 年から 2020 年までのバリ州すべての充電ステーションの累計電力消費量は 169 MWh にとどまっており、バリ州において EV の普及はそれほど進んでいなかったことを示している。

表 2-15 バリ州の SPLU 設置数（Dharmawan et al., 2021 報告値）

No	地域	SPLU 数
1	Singaraja	47
2	Denpasar	42
3	Negara	20
4	Tabanan	19
5	Gianyar	11
6	Klungkung	11
7	Kuta	6
8	Bangli	6
9	Karangasem	4
	合計	166

¹² Gogoro 「Gogoro Brings Smartscooters and Battery Swapping to the G20 Summit in Bali, Indonesia」：
<https://www.gogoro.com/news/g20-2022-indonesia-electrum/>



図 2-26 2021 年時点でのバリ島の SPLU 場所と各地の設置数

インドネシアにおける EV 充電ステーションは、下記の分類がある。

- SPLU（一般電力供給ステーション）：電気自動車・電動バイク向けの充電ステーション
- SPKLU（公共電気自動車充電ステーション）：電気自動車専用の充電ステーションで、急速充電も対応。
- SPBKLU（バッテリー交換公共電気自動車用ステーション）：電動バイクのバッテリーと電動自転車の交換所。

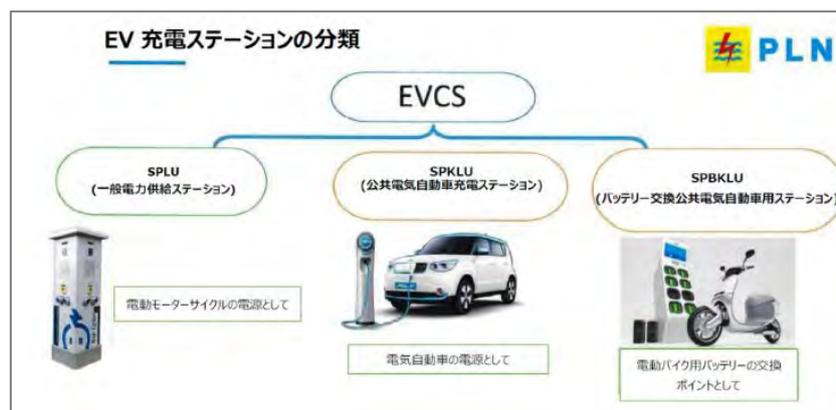


図 2-27 インドネシアにおける EV ステーションの分類¹³

¹³ 経済産業省・国土交通省 「電気自動車・プラグインハイブリッド自動車のための充電設備設置にあたってのガイドブック 2010 年 12 月」：
<https://www.mlit.go.jp/common/000130845.pdf>

充電設備の種類		普通充電			急速充電
		コンセント		ポール型 普通充電器	
		100V	200V	200V	
					
想定される充電場所(例)	プライベート	戸建住宅・マンション、ビル、屋外駐車場等		マンション、ビル、屋外駐車場	— (ごく限定的)
	パブリック	カーディーラー、コンビニ、病院、商業施設、時間貸し駐車場等			道の駅、ガソリンスタンド、高速道路SA、カーディーラー、商業施設等
充電時間	航続距離 160km	約14時間	約7時間		約30分
	航続距離 80km	約8時間	約4時間		約15分
充電設備本体価格例 (工事費は含まない)		数千円		数十万円	百万円以上

図 2-28 一般的な充電ステーションの分類¹⁴

SPBKLU は電動二輪車向けバッテリー交換ステーションである。図 8 はジャカルタに設置された SPBKLU である。Gogoro (Gojek) をはじめ、複数の企業が参入しているが、バッテリーはメーカーが違えば互換性がない場合がある。

電動二輪車参入メーカーとしては国営の GESITS のほかに SMOOT・VIAR・VOLTA・GOGORO GOJEK や、HONDA PCX がある。バッテリーを一回交換する費用は Rp 5,000/回 (約 40 円/回) となっている。図 9 はバリ島南部地域に導入された SPBKLU の設置状況である。



図 2-29 ジャカルタの SPBKLU¹⁵

¹⁴ 経済産業省・国土交通省 「電気自動車・プラグインハイブリッド自動車のための充電設備設置にあたってのガイドブック 2010 年 12 月」:

<https://www.mlit.go.jp/common/000130845.pdf>

¹⁵ carmudi 「電動二輪車用 SPBKLU が正式導入」:

<https://www.carmudi.co.id/journal/spbklu-untuk-sepeda-motor-listrik-resmi-diperkenalkan/>

電動二輪車のバッテリー交換所と待機所の配置図



図 2-30 バリ島の SPBKLU の配置図



図 2-31 2022 年時点でのバリ島の SPBKLU 場所と各地の設置数

2020 年 11 月、バリ州知事はバリ島の国家観光戦略地域での電気バス運行試験を開始した。

電気バスは 12 台で 5 つの路線を AM6:00～PM18:00 (平日) と AM6:00～PM17:00 (週末) で運行している。

電気バスは 2020 年 11 月～12 月の間運賃無料で運行され、2021 年 1 月から運賃 Rp 35 (0.28 円) で運行していた。電気バスのドライバーによると新型コロナウイルス蔓延中はバスを使う乗客の減少を受け、路線 4 のみが運行した。

路線1	路線2	路線3	路線4	路線5
経路 I Gusti Ngurah Rai Airport Central Park Kuta Ubung Menguwi Begudul Singaraja	経路 I Gusti Ngurah Rai Airport Sanur Ubud Kintamani Singaraja	経路 Singaraja Menjangan Taman Nasional Bali Barat	経路 I Gusti Ngurah Rai Airport Goa Lawah Padangbal Manggis Amuk Amed	経路 I Gusti Ngurah Rai Airport Sanur Klungkung Besakih

図 2-32 EVバスの路線図

PLN は G20 にあたって、運輸・交通業務の支援と EV 利用の促進を表明している。バリ州に新しい EVCS を 21 基建設する計画としており、2022 年 1 月までに完成を目指した。建設予定の EVCS は SPKLU で、その充電容量は 25kW と 50kW となっている。

21 基の EVCS はバリ州の 15 か所に設置され、建設費用は PLN 予算としている。G20 開催地のヌサドゥアに 15 ユニットが建設され、G20 終了後にヌサドゥア以外の場所に移転を予定している。残りの 6 か所はヌサドゥア地域外に (PLN オフィスエリアか空港) 配置される予定である。



図 2-33 G20 に伴う EVCS 建設計画

現状、EVステーションの電力はグリッド由来のものとなっている。上述のとおり、バリのグリッドはジャワ島、マドゥラ島と接続されており、石炭火力やガス火力、ディーゼル火力が含まれるため、グリッド由来のEVは脱炭素ではない。

一方、Rizki et al. (2021)¹⁶によれば、EVへのシフトだけでも一定の排出削減効果があることが分析されている。本研究は、バリ島を訪れる観光客がEVを利用した場合のCO₂排出削減量の推計が行われている。研究では、アンケート調査により観光客の動態を分析したうえで、モビリティ利用をEV車両に置き換えた場合のGHG削減量を3つのシナリオに分けて算出している。

表 2-16 EV置き換えによるGHG排出削減量の推計

Table 6. Estimation of emission savings.

Scenario	Total Rental Vehicle ^a	% Shift	Type of Vehicle	Average Travel Distance (km/Day) ^b	Net Savings/Year ^c (Ton CO ₂)	Total Net Savings (Ton CO ₂)
1	3300	70.73	Car	19.9	1742	1945
	1100	80.35	Motorcycle	16.5	203	
2	3300	68.35	Car	19.9	1683	1885
	1100	80.15	Motorcycle	16.5	202	
3	3300	66.87	Car	19.9	1646	1848
	1100	79.96	Motorcycle	16.5	202	

^a Based on an interview with the rental companies association in Bali Province in 2021; ^b data from the questionnaire; ^c total days a year is assumed at 300 days in consideration of the tourist seasons.

シナリオ1ではバリ島で貸し出されるレンタカーの70.73%がEVに置き換えられ、バイクについては80.35%が切り替わった場合を想定している。この場合、削減される年間GHG排出量は、EV自動車の導入によって1,742トン、EVバイクの導入によって203トンであり、合わせて年間1,945トンのGHG排出量の削減となることが示されている。これらの電源を再生可能エネルギーとすることで、さらに多くの削減効果が期待できる。

2) EVステーションの候補サイト

上述の通り、EVおよびEVステーションについてはすでに普及が始まっている。一方で、EVステーションへの再生可能エネルギー利用は進んでいない。EVステーション周辺の土地利用を踏まえ、以下の地域・地点において太陽光発電設備の導入が考えられる。

地域：バリ島南部 デンパサル及びクタ地域

地点：ショッピングモール、政府機関等の公共施設、学校、病院、ゴルフ場、入江、空港、農地（ソーラーシェアリング）

¹⁶ Rizki et al., 2021 「Electrifying Tourist Mobility in Bali, Indonesia: Setting the Target and Estimating the CO₂ Reduction Based on Stated Choice Experiment」

<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/21/11656#B16-sustainability-13-11656>



図 2-34 バリ島南部の SPLU 設置場所

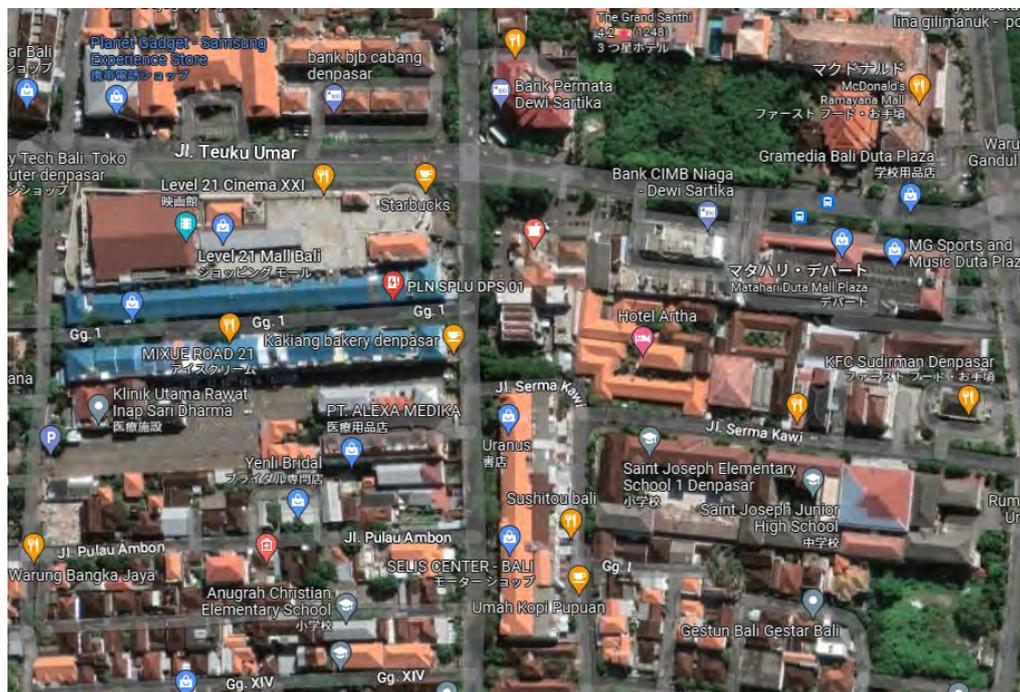


図 2-35 SPLU DPS01 付近の商業施設や学校

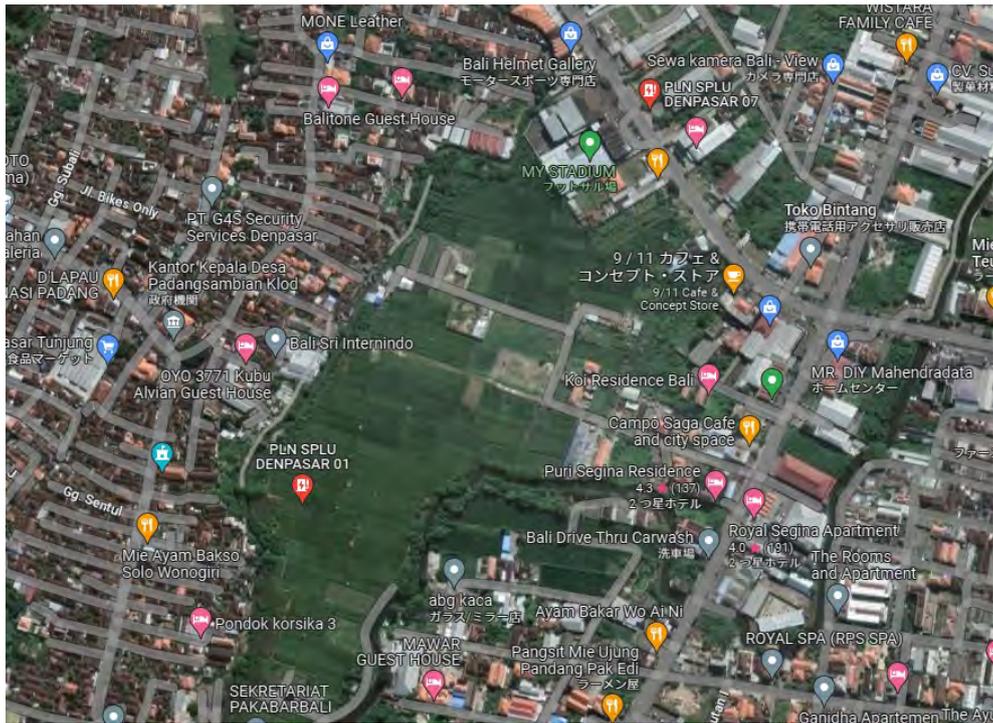


図 2-36 SPLU Denpasar01 付近の農場

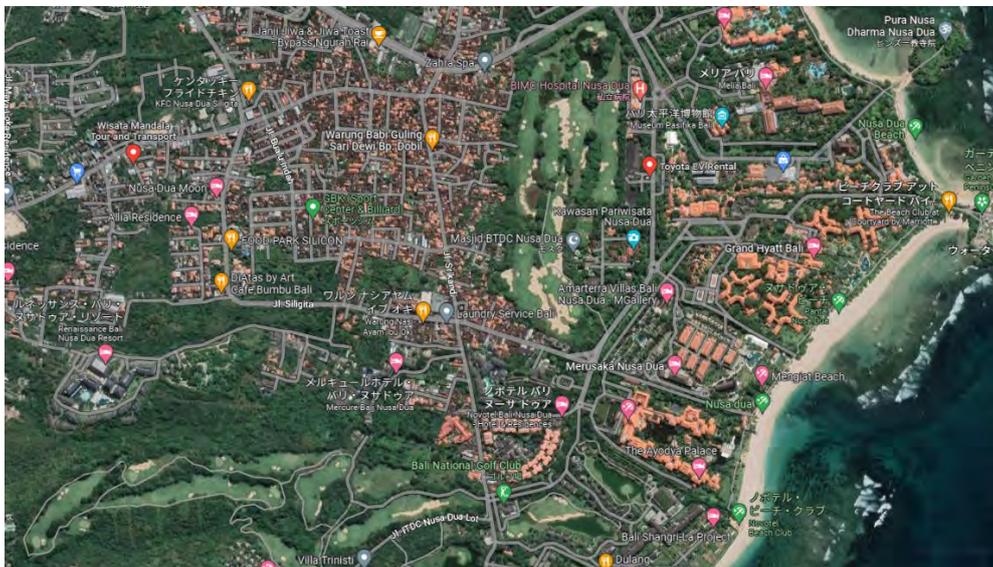


図 2-37 トヨタアストラモーターのEVステーション付近のゴルフ場

今後、EVステーションのオーナーとのコンタクトにより、再生可能エネルギーを活用した電力供給の可能性と、上記の周辺土地利用の可能性を検討する。

一方で、太陽光発電を利用した充電ステーションの計画はEVバイクにおいては進んでいるようである。

インドネシアは、乗用車の保有台数が約 1,915 万台であるのに対し、自動二輪車の保有台数は約 1.27 億台で、広く知られる通り圧倒的なバイク社会である¹⁷。

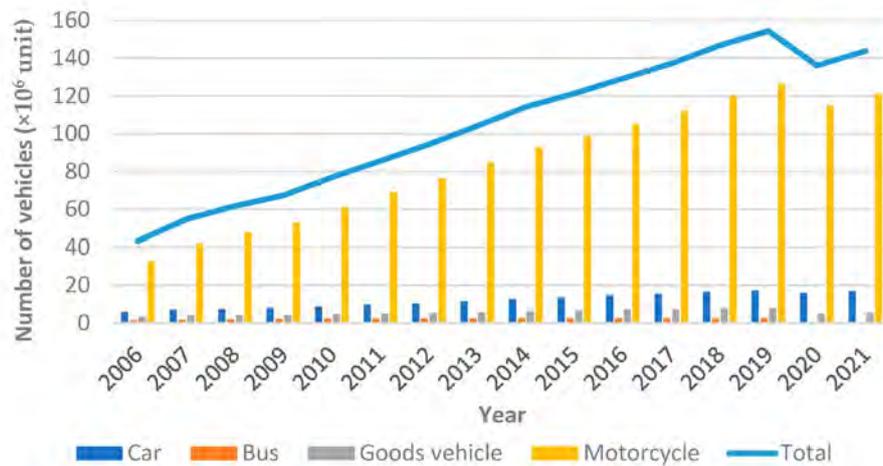


図 2-38 インドネシアにおける車両別の普及台数推移

インドネシア警察が公表している登録車両の統計情報によると、バリの全車両合計は2023年1月27日時点で472.6万台となっている。そのうち自動二輪車は405万台であり、全体の85.7%を占めている。バリではEVバイクの導入はほとんど進んでいないため、ほぼすべてが化石燃料を用いる内燃エンジン車両である。

表 2-17 バリにおける登録車両数（2023年1月27日時点）¹⁸

POLRES/TA	MP	BUS	MB	オートバイ	RANSUS	TOTAL	%
DENPASAR	213,224	3,395	52,347	1,343,996	349	1,613,597	34.14
BADUNG	108,413	1,732	25,403	732,538	110	868,271	18.37
GIANYAR	44,344	600	16,296	429,635	93	497,001	10.52
BULELENG	27,055	580	15,273	414,136	90	457,269	9.67
TABANAN	35,174	709	18,825	386,357	95	441,187	9.33
JEMBRANA	14,353	401	11,472	241,047	64	271,116	5.74
KARANGASEM	14,449	242	11,22	210,077	62	236,113	5
KLUNGKUNG	17,295	217	8,772	175,683	53	202,853	4.29
BANGLI	9,094	100	10,358	116,997	33	138,928	2.94
(TAK DIISI)	0	0	0	12	0	12	0
TOTAL	483,401	7,976	169,966	4,050,478	949	4,726,347	

こうした実態を踏まえて、本調査では、バイク向けEVステーションへの太陽光発電シ

¹⁷ インドネシア国家警察交通隊「インドネシアにおける登録車両数」

<http://rc.korlantas.polri.go.id:8900/eri2017/laprekappolda.php>

¹⁸ インドネシア国家警察交通隊「バリにおける登録車両数」

<http://rc.korlantas.polri.go.id:8900/eri2017/laprekappolres.php?kdpolda=2&poldanya=BALI>

システム導入の可能性を検討した。

3) EVステーション EPC 企業ヒアリング調査

インドネシアでのEV導入の課題は、車両コスト、バッテリー、充電時間、およびその他の技術的な問題（電圧規格等）であるとされている¹⁹。また、脱炭素の観点では、現状 PLN 系統からの電力による充電ステーション整備が進められており、EVの普及が脱炭素につながる素地は十分ではない。

可能な限り脱炭素に近い形でのEV普及を目指すうえでは、充電ステーション等への太陽光発電利用が考えられる。

また、充電時間の課題については、バッテリー交換が可能なバイクにおいてより使い勝手がよく、普及も早いものと考えられる。

そこで、本調査では、既存のバイク充電ステーションにおける太陽光パネル設置計画の有無や、バイク充電ステーション建設事業者へのヒアリングを通じて、JCM 設備補助事業を活用したEV充電ステーション向け太陽光発電事業の可能性を検討した。

バイク用充電ステーションへの太陽光パネル設置実績を有する企業として、PT. Bintang Terbarukan 社がある。



図 2-39 PT. Bintang Terbarukan 社との面談の様子

同社はEVバイクの販売も手掛けており、メーカーからの発注として20か所の充電ステーションも建設計画を有している。メーカーはシンガポールのOyika社である。

¹⁹ <https://www.mongabay.co.id/2021/03/02/ini-rencana-aksi-kebijakan-kendaraan-listrik-di-bali/>



図 2-40 Oyika 社の EV バイク

また、インドネシアの電気バイクメーカーである SWAP 社とは、ミニマートと協力して 50 か所の開設を予定している。



図 2-41 SWAP 社の EV バイク

具体的な設置予定個所として、デンパサールのセントラルパークがあるという。同社では現在設計を進めており、充電ステーションにバイクポート（雨よけ）を設け、屋根部分への太陽光発電設置を計画している。

また、PT.FUJI HOME 社では、事務所敷地の土地を利用し太陽光発電パネルを設置し、EV 用充電ステーションの建設を検討している。

今後こうした計画が増えていくことが予想されるが、個別のステーション単体では規模が小さく、JCM 設備補助を適用する事業になりにくいいため、EPC 事業者やオーナーと連携し、複数のステーションをとりまとめる形での事業化が望ましい。

今後、複数の建設予定案件をとりまとめ、MW 規模での事業としての統合可能性を検討する。

事業体制案を下図に示す。

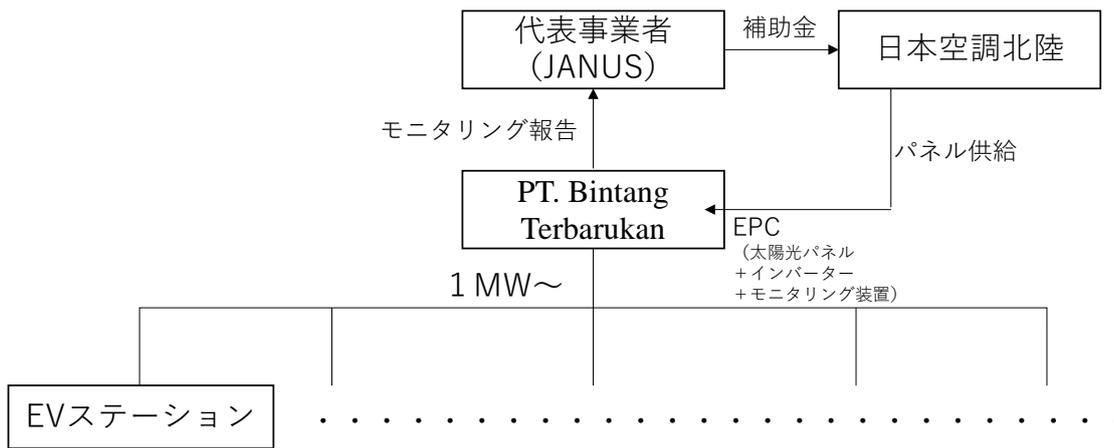


図 2-42 JCM 設備補助体制イメージ

2.2.4. 脱炭素型廃棄物処理適正化支援

(1) バリ州における廃棄物管理課題及び富山市エコタウン事業の展開可能性検討

1) バリ州における廃棄物管理に係る情報収集

バリ州においては、1日当たり 4,281 t の廃棄物が発生し、そのうち、約 4% がリサイクル、約 44% が最終処分場 (Tempat Pembuangan Akhir: TPA) における埋め立て処分が実施され、残りの 52% は不法投棄、野焼き等により適切な処分が実施されていない状況である。



図 2-43 バリ州における廃棄物発生量と内訳²⁰

また、河川に流入するプラスチックゴミは年間 32,623 kg であるとのデータもあり、この数値は年々増加している。これは、バリ島内における最終処分場の逼迫が大きな原因の一つである。

例えば、バリ州南部のデンパサール市、バドゥン県、ギアニャール県、タバナン県から排出される廃棄物は、デンパサール市南部の Suwung にある Sarbagita 最終処分場へ搬入されている。上記バリ州南部の 4 県から排出される廃棄物が、バリ州全体の総廃棄物量の 80% を占めると言われており、バリ州における最大の TPA である。2014 年に 800 t 程度だった 1 日当たりの廃棄物搬入量は、コロナウィルスパンデミックにより一時 500~600 t に減少したものの、現在は毎日約 1,150 t の廃棄物を受け入れている²¹。バリ州知事は 2022 年 1 月 1 日にこの最終処分場の閉鎖を宣言したものの、利用できる処分場が不足しているため、デンパサール市とバドゥン県の廃棄物は現在も搬入されており、2023 年 3 月まで使用される予定である。



図 2-44 TPA Sarbagita 最終処分場 (2019 年 9 月 27 日)

出所) BPBD Bali/Mongabay Indonesia

上述の、最終処分場不足が引き起こす廃棄物処理課題に対応するため、バリ州政府は、

²⁰ Bali Partnership Platform, https://www.balipartnership.org/en_gb/resources/

²¹ Tribun-Bali, “Sampah ke TPA Sarbagita Suwung Mencapai 1.150 Ton per Hari, Bali Rencanakan Bangun PSEL”, <https://bali.tribunnews.com/2020/11/21/sampah-ke-tpa-sarbagita-suwung-mencapai-1150-ton-per-hari-bali-rencanakan-bangun-psel?page=1>, 2021 年 2 月取得

2021年3月に廃棄物の発生源となる村（Desa）ごとに廃棄物処理を求めるバリ州知事令（Keputusan Gubernur Bali Nomor 381/03-P/HK/2021）を発出し、域内処理の促進に注力している。

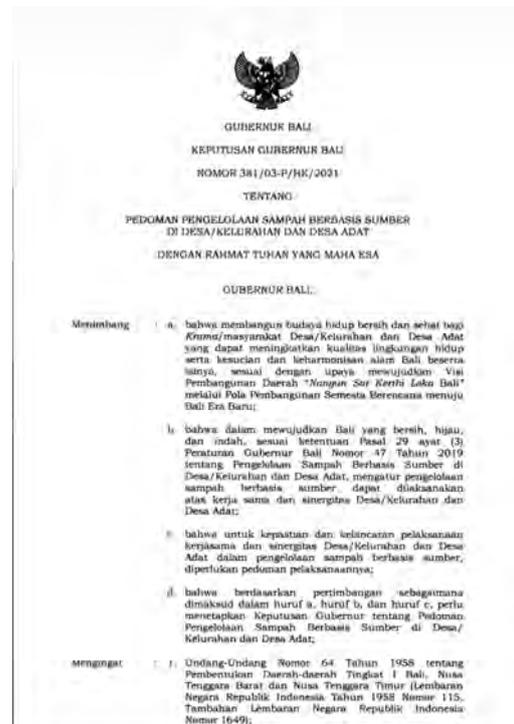


図 2-45 バリ州環境局との面談の様子（2022年8月）（左）とバリ州知事令2021年381号（右）

知事令の中では、下図のように村における廃棄物管理のフローを定め、家庭において有機性廃棄物、非有機性廃棄物、その他の3種類に分別し、TPS 3R と呼ばれ、廃棄物の一次集積・分別を実施する一次選別所（Tempat Pengolahan Sampah 3R: TPS 3R）まで運搬することや、有機性廃棄物の堆肥化、有機性廃棄物以外のリサイクル実施、小型焼却炉による残渣の焼却処理などを求めている。

Sampah Bali Bersih では、バンジャール、学校、企業などを1つのユニットとした、150のユニットから廃棄物を1か月に1回収しており、バリ州全体の南と西のエリアをほぼカバーしている。一方、バンジャールの中でもゴミ銀行を利用する住民は3~6割程度であり、それ以外の住民からの廃棄物は、村（自治体）の回収業者がカバーしている。



図 2-48 ゴミ銀行視察（2022年8月）（左）・プラスチックの分別

普及啓発も実施しており、バンジャールにて分別の教育や、ラジオでのゴミ銀行活用の呼びかけ等を実施することで、住民の協力もあり、Bank Sampah Bali Bersih では買い取るゴミの量は増加傾向にある。バリ島全体では、以下のように多くのゴミ銀行が存在するものの、ゴミ銀行で回収できている廃棄物量は全体のおよそ7%とも言われており、実際に回収できている量はまだ少ない。



図 2-49 バリ島におけるゴミ銀行（左）・リサイクル事業者（回収事業がメイン）（右）の分布

こうしたゴミ銀行で分別された廃棄物は、回収、洗浄、破碎、ペレット化する仲介事業者を通じて、スラバヤまで運搬され、リサイクルが実施される。バリ州においては、リサイクル事業者が不足していることも廃棄物処理における課題である。ゴミ銀行を介した廃棄物のフローについて、以下に示す。

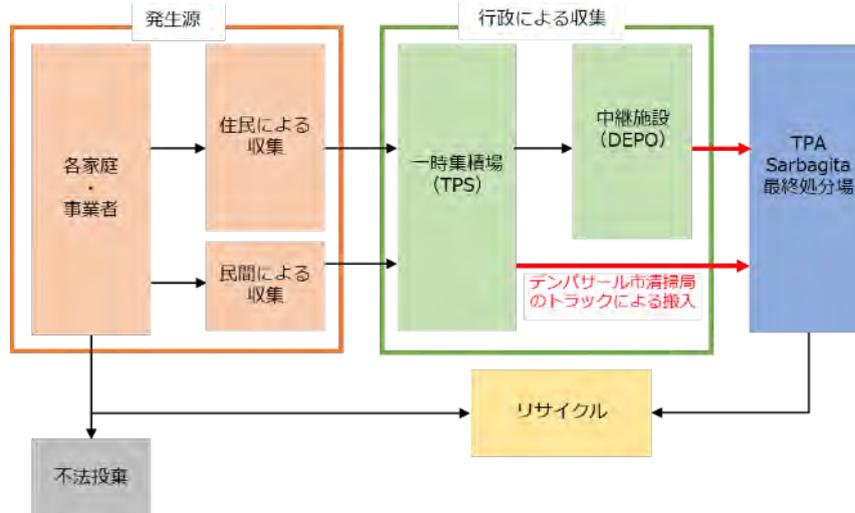


図 2-51 デンパサール市における廃棄物収集フロー

出所) JFE エンジニアリング株式会社、平成 28 年度都市間連携事業「インドネシア国バリ州における廃棄物発電事業報告書」https://www.env.go.jp/earth/coop/lowcarbon-asia/project/data/JP_IDN_H28_01.pdf より JANUS 作成

上述のように、バリ州においては、最終処分場の逼迫への対策として、自治体単位の域内処理を促進しているものの、その回収・分別などが機能していない実態を確認した。エリアを限定した資源循環のシステム構築については、富山市のエコタウン事業や日本の自治体ごとの回収システムなどが参考になるものの、域内処理のキーとなる住民への普及啓発においては、バリ州におけるバンジャールを中心としたコミュニティの活動と連携させるなどの工夫が必要である。

2) 富山市エコタウン事業の展開可能性検討

さて、富山市においては、産業から出るすべての廃棄物を新たに他の分野の原料として活用し、あらゆる廃棄物をゼロにすることを目指す「ゼロエミッション構想」を基軸に、地域の振興を図りながら環境と調和したまちづくりを推進する事業として、平成 14 年より「エコタウン事業」に取り組んでおり、富山市内に 18 ヘクタール程度の「エコタウン産業団地」を設け、資源循環施設の拠点としている。

第一期事業として、生ごみ及び剪定枝のリサイクル施設、ハイブリッド型廃プラスチックリサイクル施設、木質系廃棄物リサイクル施設、自動車リサイクル施設の 4 施設を整備しマテリアルリサイクル（素材リサイクル）を優先した地域内での資源循環の取り組みを進め、第二期事業としては、難処理繊維及び混合廃プラスチックリサイクル施設、廃食用油リサイクル施設、廃棄物エネルギーリサイクル施設の整備、富山市エコタウン交流推進センターの開設を行っている。

このうち、難処理繊維及び混合廃プラスチックリサイクル施設は「株式会社エコ・マインド」が担っており、地域の廃プラスチックや繊維屑、古紙等を受け入れて固形燃料 (RPF) を製造し、県内製紙メーカーをはじめ、燃料を必要とする工場に出荷することにより、廃棄物の地域内循環を図っている。

エコ・マインドでは、設備機器の開発・改良と効果的な組み合わせにより、汚れや異物

の付着・混入や、破碎が難しいなどの理由で従来リサイクル困難だった繊維廃棄物や混合廃プラスチックをはじめ、多様な廃棄物のリサイクルが可能となる。

事業フローを以下に示す。

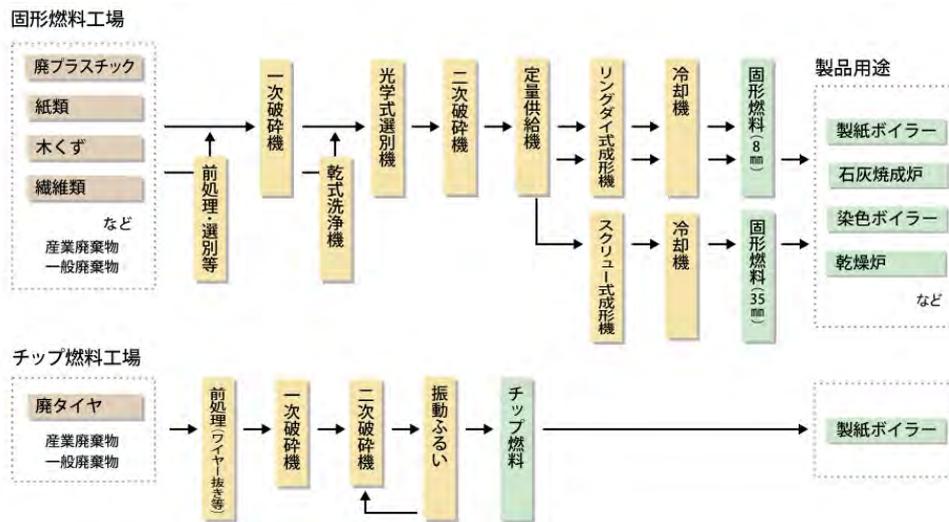


図 2-52 株式会社エコ・マインドにおける事業フロー

株式会社エコ・マインドの RPF 製造技術は、発生源分別やゴミを洗浄した状態での回収が難しいバリ州において、適応する技術であると考えられる。また、富山市のエコタウンにおいては、ハイブリッド型廃プラスチックリサイクル施設から出る残渣をこちらのエコ・マインドの施設で受け入れ、RPF を製造し、再度燃料として再利用することによる資源循環の仕組みが特徴的である。こうしたエコタウンにおける資源循環の構想は、域内処理の促進を目指すバリ州の方針とも合致しており、参考となることが期待できる。

(2) 熱分解ガス化技術による混合廃棄物からの水素製造技術導入可能性検討

1) バリ州におけるプラスチック廃棄物の収集・分別状況

バリ州では、2019年11月に発生源における廃棄物管理に係るバリ州知事規則第47号（Peraturan Gubernur Bali Nomor 47 Tahun 2019）を規定し、発生源分別を求めている。自然に分解されるゴミ（有機性廃棄物）、再利用可能なゴミ、リサイクル可能な廃棄物（プラスチック廃棄物等）、B3及びB3廃棄物を含む廃棄物、残渣の5種類に分別し、発生源である家庭や、より発生源に近いTPS 3Rでの分別を促進し、最終処分場へ搬入される量の削減を目指したものである。

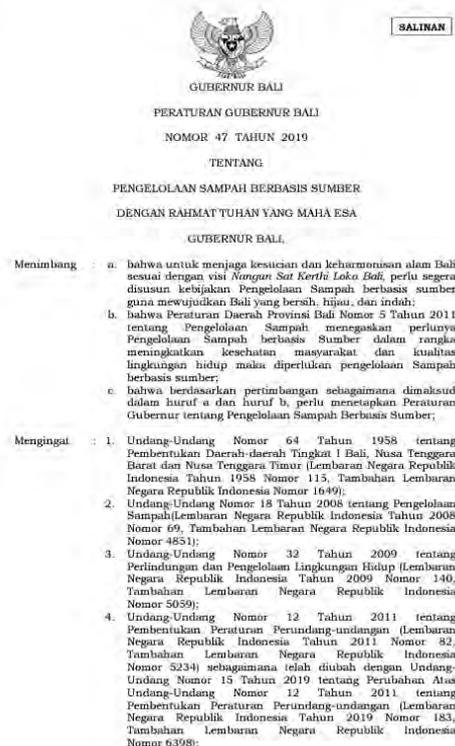


図 2-53 細分化されたゴミ箱（左）・発生源における廃棄物管理に係るバリ州知事規則第47号

ゴミ銀行においては、プラスチック廃棄物は詳細に分別がされている。ペットボトルやビニール袋は、色別に分別されるほか、小袋（サシェ）もブランド別に分別を実施している。



図 2-54 ゴミ銀行において分別されるゴミの一例

上述のとおり、発生源での分別を定める規則やゴミ銀行などによる収集、リサイクルの流れがあるものの、バリ州環境局やゴミ銀行運営責任者へのヒアリングによると、予算が使われず TPS 3R が稼働しない実態や、家庭での分別の浸透には更なる住民への普及啓発が必要とのコメントを得ている。

バリ州におけるプラスチック廃棄物の実態については、バリ州知事、バリ州環境局、ウダヤナ大学、リーズ大学、SYSTEMIQ 等がデータ収集と解析を実施する Bali Partnership Platform²⁴にて取りまとめられている。バリ州全体では、年間 160 万トンの廃棄物が発生しており、そのうち約 20%の 303,000 トンがプラスチックである。また、プラスチック廃棄物のうちリサイクルされている割合は 7%に過ぎないとの試算をしている。

2) バリ州における熱分解ガス化技術導入可能性検討

上述のとおり、プラスチック廃棄物のうちリサイクルされている割合は 7%であり、多くは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廃棄物の処理には、プラスチック廃棄物を焼却制御しつつガス化（熱分解）し、合成ガスから水素を得るケミカルリサイクル技術の適性が高く、日揮ホールディングスが当該技術を提供している。本技術に関する説明資料は、参考資料 3 に詳細に示す。

²⁴ Bali Partnership Platform, https://www.balipartnership.org/en_gb/



図 2-55 日揮ホールディングスの熱分解ガス化プラントの概要

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、デンパサル市では TPA の新設に加え、TPST 3R と呼ばれる TPS より大規模で日量 450 トンの処理が可能な施設を新たに 3 か所設置している²⁵。こうした TPS、TPST、ゴミ銀行、デンパサル市の回収事業者を取りまとめ、発生する廃棄物を 50%回収することを仮定し、日量約 800 トンを上述のガス化プラントへ供与する想定で、CO₂ 排出削減量を試算した。

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、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、得られた水素を産業用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。産業用蓄電池の発電効率は、経済産業省の報告によれば 2019

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

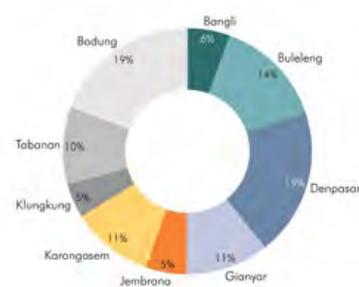


図 2-56 バリ州における自治体別廃棄物発生割合

²⁵ ANTARA KANTOR BERITA INDONESIA, “Tiga TPST di Denpasar ditargetkan olah 450 ton sampah per hari” https://www.antaraneews.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)

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。対象設備のコストは、立地や前処理設備の要否に大きく左右されるため、規模も含め想定が難しいため、本検討においても、JCM 設備補助事業の費用対効果基準値 (4,000 円/t-CO₂) から逆算し補助額を想定する。なお、法定耐用年数は、厳密には国税庁への確認が必要であるが、熱分解ガス化と水素製造という特性からガス業用設備と仮定し、その製造用設備に規定されている 10 年を想定する。10 年間の CO₂ 排出削減量総計は約 44 万トンとなるため、費用対効果基準値の 4,000 円を乗じると 17 億円となる。本設備は現状、JCM 設備補助事業の対象技術として 1 件目に該当することから、補助率は 50 %が適用され得る。よって、補助率 50 %で割り戻した額である 34 億円を対象とした補助対象設備を設定することで、JCM 事業として成立させることが可能となる。

3. 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は、新型コロナウイルスの感染収束を受け、現地調査を含む活動を実施できた。リモート会議等も活用しつつ、事前に調査内容や活動の状況の説明を行うことで、現地関係者から理解を得るとともに、バリ州政府、Pertamina 社、関係企業との関係構築と情報収集に基づく検討を実施できた。

主な活動を以下にまとめる。

表 3-1 本事業における活動内容

日時	活動内容	参加機関
2022年8月14日	バリ州エネルギー鉱物資源局協議	ウダヤナ大学、JANUS
2022年8月15日	デンパサール市ごみ銀行訪問	ウダヤナ大学、JANUS
2022年8月16日	バリ州環境局協議	ウダヤナ大学、JANUS
2022年8月16日	BUDUK 村廃棄物処理場訪問	JANUS
2022年8月29日	富山市、北酸との協議	富山市、北酸、JANUS
2022年9月26日	日本空調北陸との協議	日本空調北陸、JANUS
2022年10月11日	PT,Pertamina 社打ち合わせ	富山市、北酸、JANUS
2022年12月14日	PT.Senergi Kidul Konsulindo 社打ち合わせ	PT.SKK、JANUS
2022年12月23日	北酸との協議	JANUS
2023年1月6日	日揮との協議	JANUS
2023年1月20日	PT.Taeyang Group 打ち合わせ	PT.SKK、JANUS
2023年1月23日	PT.Gowi Karya Lestari 打ち合わせ	PT.SKK、JANUS
2023年1月25日	バリ州打ち合わせ	ウダヤナ大学、PT.SKK、JANUS
2023年1月26日	PT. Bintang Terbarukan 打ち合わせ	PT.SKK、JANUS
2023年1月26日	PT. Nusa Mata Terbit 打ち合わせ	PT.SKK、JANUS
2023年1月26日	PT. Solar Power 打ち合わせ	PT.SKK、JANUS
2023年1月27日	PT. Ineco 打ち合わせ	PT.SKK、JANUS
2023年1月27日	PT.Fuji Home 打ち合わせ	PT.SKK、JANUS
2023年1月27日	Bali Mandara 病院打ち合わせ	PT.SKK、JANUS
2023年1月27日	Bali Solar association 打ち合わせ	PT.SKK、JANUS

出所) JANUS 作成

3.1. バリ州との協議事項

バリ州とは、2回にわたる協議を通じて、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ところである。

バリ州としては、G20の機会もあり、さらなるグリーン化に向けて脱炭素の機運が高まっており、中でも太陽光発電はポテンシャルが高く、これを推進する提案を歓迎したいとの要請を得た。その一方、課題として、PLNの系統容量の関係で、系統接続基準、規制が判然としない状況が続いており、多くの案件がペンディングとなっている点があることについて情報提供を得た。

また、EVについては、近くアクションプランを公表予定であるが、2023年4月以降に200か所のEVステーションを設立する計画としている。これらの施設への太陽光導入も期待したいとのことであった。

水素については、まだ先の技術である認識としたものの、蓄電によるグリッド影響の緩和や、太陽光発電の間欠性の課題に対処する手段として、実証やその後の普及については高い関心を得た。

導入ポテンシャルとして、上述の通り病院が太陽光発電の導入を積極的に進めており、ぜひ連携を図ってほしいとのコメントであった。

さらに、バリ州で一番プロモーションしていきたい点として、ビジネスだけでなく、環境にやさしいことをアピールできるものとすることを期待したいとのコメントを得た。教育にも使えるような場所への導入が希望であるとのことに加え、都市間連携事業の中では、現地の人の雇用につながるようなプロジェクトに仕立てることについて要請があった。



図 3-1 バリ州との意見交換（2022年8月（左）、2023年1月（右））

4. 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。

4.1 JCM 設備補助申請

本年度の調査では、主に現地でのニーズ、導入の適性、導入にあたっての対応可否を中心に調査・検討を進めてきた。これらの活動により導出されたサイト候補・関係者との関係を強化するとともに、次年度以降には詳細な導入計画（設計、コスト積算、役割分担）を検討する方針とする。

4.2 都市間連携活動

バリ州では、G20以降も、その成果や機運の高まりを受けて、引き続きグリーン化、脱炭素化に高い関心を有し、太陽光・EVを中心に普及施策が推進されている。そうした中、日本国内でも先駆的にゼロカーボンシティの表明に至っている富山市の取り組みについて関心が高い。

こうしたことから、バリ州エネルギー鉱物資源局をはじめ、本事業に関与する Pertamina Gas 社などは、新型コロナウイルス感染収束を受け、富山市への訪問を計画しているところである。こうした招聘の機会を設け、より富山市の政策、および市内企業の取り組み支援の優良事例を示し、バリ州での展開を後押ししたい考えである。

こうした動きを踏まえた今後の実施工程を以下に示す。

調査項目		FY2022				FY2023				FY2024			
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
1. 応募事業事業化に向けた取組													
1.1 水素製造利用等事業調査													
1)	水素製造および燃料電池による系統連系事業												
①	対象サイト特定												
	a. 適合地点調査												
	b. 地点情報収集												
	c. 体制構築												
②	効果検証												
	a. CO2排出削減効果												
	b. コスト試算												
	c. 経済性、投資回収分析												
2)	FCVおよびEVモビリティ利用事業												
①	対象サイト特定												
	a. 適合地点調査												
	b. 地点情報収集												
	c. 体制構築												
②	効果検証												
	a. CO2排出削減効果												
	b. コスト試算												
	c. 経済性、投資回収分析												
3)	脱炭素型廃棄物処理適正化支援												
①	実現可能性調査												
	a. 廃棄物性状調査												
	b. 収集・前処理方法検討												
	c. 体制構築												
②	効果検証												
	a. CO2排出削減効果												
	b. コスト試算												
	c. 経済性、投資回収分析												
1.2 政策提言活動													
1)	富山市による取組の共有および脱炭素政策移転												
①	セミナー開催												
②	政策対話およびトップ会談												
2. 現地調査・セミナー													
1)	現地調査（JGC Indonesia関係者派遣、オンライン）												
2)	現地関係者向けワークショップ/富山市招聘												
3)	環境省指定の会議での発表（調査対象国における国際会議）												
4)	環境省指定の会議での発表（国内向け都市間連携事業に関する会議）												
3. 報告会・報告書作成													
1)	報告会												
2)	報告書作成・提出												

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 - 富山市-ウダヤナ大学協力協定

参考資料 3 - 令和 3 年度富山市-バリ州水素セミナー資料

参考資料 4 - 廃プラガス化技術資料

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



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

参考資料 2 - 富山市-ウダヤナ大学協力協定

 UNIVERSITAS UDAYANA	 TOYAMA CITY
NOTA KESEPAHAMAN ANTARA TOYAMA CITY, JEPANG DENGAN UNIVERSITAS UDAYANA	日本国富山市と ウダヤナ大学の連携協定の覚書
<p>Pada hari ini, Selasa, 28 November 2017, yang bertanda tangan di bawah ini :</p> <ol style="list-style-type: none">1. Masahi Mori Walikota Toyama, berkedudukan di 7-38 shinsakura-machi, Toyama Cita, Toyama prefecture, Japan, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama <i>Mitra Kerja Sama</i>, selanjutnya disebut PIHAK PERTAMA.2. Prof. Dr.dr. A.A. Raka Sudewi, Sp.S (K) Rektor Universitas Udayana berkedudukan di Gedung Rektorat Universitas Udayana, Jl. Kampus Bukit Jimbaran, Badung Bali dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Udayana selanjutnya disebut sebagai PIHAK KEDUA. <p>PIHAK KESATU dan PIHAK KEDUA, selanjutnya disebut PARA PIHAK, dan secara sendiri-sendiri disebut PIHAK.</p> <p>PARA PIHAK terlebih dahulu mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Bahwa PIHAK KESATU adalah Pemerintah Kota Toyama, Jepang.2. Bahwa PIHAK KEDUA adalah Perguruan Tinggi Negeri berbadan hukum Badan Layanan Umum (BLU) yang bergerak dalam bidang pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat.3. Bahwa PARA PIHAK masing-masing memiliki kemampuan untuk memberikan dukungan dalam suatu pola kerja sama yang saling menguntungkan. <p>Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, PARA PIHAK memandang perlu untuk mengikatkan diri satu sama lain dalam Nota Kesepahaman dengan ketentuan sebagaimana tercantum pada pasal-pasal sebagai berikut:</p>	<p>本書における当事者は以下の通りである</p> <ol style="list-style-type: none">1. 森 雅志 富山市長 事務所：富山市役所 富山市新桜町 7 番 38 号 協力パートナーとして以下、「甲」という2. Prof. Dr.dr. A.A. Raka Sudewi, Sp.S (K) ウダヤナ大学学長 事務所：Gedung Rektorat Universitas Udayana, Jl. Kampus Bukit Jimbaran, Badung Bali ウダヤナ大学の代表として以下、「乙」という <p>甲乙をいう場合は以下、「双方」という。 個々をいう場合は、「甲」又は「乙」という。</p> <p>双方に関しては以下のように確認する。</p> <ol style="list-style-type: none">1. 甲は、日本国富山市をさす。2. 乙は、インドネシア国の国立大学法人であり、教育、研究、社会貢献を中心に運営する。3. 双方は、相互に有益な協力関係を構築するための能力を有すると判断した。 <p>上記の事項により、連携協定を固める必要があると認め、本日 2017 年 11 月 28 日に連携協定を以下のとおり締結する。</p>

**Pasal 1
Tujuan**

Nota Kesepahaman ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas kehidupan masyarakat dengan mengembangkan dan memperluas perencanaan pembangunan kota yang berkelanjutan di Bali dengan Kota Toyama sebagai Kota Lingkungan Masa Depan yang menjadi modelnya, serta melaksanakan, mengembangkan dan meningkatkan kualitas pendidikan masyarakat melalui pelaksanaan Tri Dharma Perguruan Tinggi

**Pasal 2
Ruang Lingkup**

Ruang Lingkup Nota Kesepahaman ini meliputi:

1. Kerjasama pelaksanaan Proyek dalam rangka mewujudkan Kota Ramah Lingkungan dalam bidang *renewable energy*, pertanian, perancangan kota di Bali;
2. Kerjasama peningkatan dan Pengembangan Kompetensi Sumber Daya Manusia; dan
3. Kegiatan kerjasama lainnya yang disepakati oleh PARA PIHAK.

**Pasal 3
Pelaksanaan Kegiatan**

1. PARA PIHAK, mempunyai tugas dan tanggung jawab untuk mengembangkan dan mengimplementasikan Nota Kesepahaman ini dalam unit kerja di lingkungan masing-masing.
2. Setiap kegiatan yang disepakati oleh PARA PIHAK akan dijabarkan dan dituangkan dalam suatu Perjanjian Kerja Sama (PKS) yang disusun tersendiri dan disetujui PARA PIHAK dengan mengacu pada Nota Kesepahaman ini serta disesuaikan dengan sumber daya yang dimiliki PARA PIHAK.

**Pasal 4
Pembiayaan**

Segala biaya yang ditimbulkan untuk pelaksanaan kegiatan terhadap adanya Nota Kesepahaman ini akan ditindak lanjuti dalam Perjanjian Kerja Sama (PKS) yang disepakati kedua belah pihak

第1条 (目的)

本協定は、富山市の環境未来都市をモデルとして、バリにおいて持続可能なまちづくりを普及展開することで、人々の生活の質の向上を図るとともに、ウダヤナ大学の3本柱「教育、研究、社会貢献」の実施を通して、社会教育の質的な実施、振興、向上を図るものとする。

第2条 (協力活動内容)

協力活動の内容は次のとおりとする。

1. 環境にやさしいまちづくりの実現の一環として再生可能エネルギー、農業、バリ州のまちづくり計画に関連する事業の実施
2. 人材力の開発・向上
3. 双方の協議により定めた他の活動

第3条 (業務の実施)

1. 双方は、それぞれの機関において本協定の内容に関連する業務の実施・展開を果たすものとする。
2. 業務の内容は、それぞれの機関における人材に合わせて決定し、本協定の内容に基づいた個別の協定書を作成し、詳細を記載するものとする。

第4条 (費用)

本協定の実施により発生する総ての費用は、双方の合意を踏まえ個別の協定書に記載するものとする。

Pasal 5
Jangka Waktu

1. Nota Kesepahaman ini berlaku 5 (lima) tahun sejak ditandatangani pada tanggal 28 November 2017 dan dapat diperpanjang kembali sesuai kesepakatan PARA PIHAK.
2. Dalam hal salah satu pihak bermaksud mengakhiri Nota Kesepahaman ini, maka yang bersangkutan harus memberitahukan secara tertulis kepada pihak lainnya selambat-lambatnya diterima 6 (enam) bulan sebelumnya.

Pasal 6

Penyelesaian Perselisihan

Apabila terjadi perselisihan atau perbedaan pendapat sebagai akibat pelaksanaan Nota Kesepahaman ini akan diselesaikan secara kekeluargaan melalui musyawarah dan mufakat.

Pasal 7
Penutup

1. Hal-hal yang belum diatur dalam Nota Kesepahaman ini, akan diatur kemudian dalam bentuk Addendum atas kesepakatan para pihak dan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Nota Kesepahaman ini;
2. Nota Kesepahaman ini dilaksanakan secara kelembagaan dengan menghormati dan mengindahkan peraturan dan ketentuan yang berlaku di lembaga masing-masing;
3. Nota Kesepahaman ini dibuat dalam rangkap 2 (dua) dan masing masing dibubuhi materai secukupnya, berkekuatan hukum yang sama, masing-masing untuk PARA PIHAK.

PIHAK KEDUA

乙

REKTOR 学長

UNIVERSITAS UDAYANA ウダヤナ大学

Prof. Dr.dr. A.A. Raka Sudewi, Sp.S (K) f.

第5条 (協定期間)

1. 本協定は署名の日の 2017 年 11 月 28 日より 5 年間有効とし、双方の合意により延長できるものとする。
2. 双方のいずれかが協定の終了を望む場合はその旨、六か月前に書面をもって通告するものとする。

第6条 (紛争の解決)

本協定の実施にあたり誤解又は紛争が発生した場合、協議の上、問題を解決する。

第7条(その他)

1. 本協定に定めていない事項は、双方の協議上、別個に追加する。なお、追加書は本書の一部であることを認める。
2. 本協定は各機関の代表により実施され、双方の機関の規則等を尊重し、遵守するものとする。
3. 本協定は2通作成し、双方が1通ずつ保管しいずれも等しく正本とする。

PIHAK PERTAMA

甲

MAYOR 富山市長

TOYAMA CITY, JAPAN 富山市

MASASHI MORI 森 雅志



HOKUSAN



Sejak didirikan, Hokusan telah terlibat dalam bisnis pasokan gas untuk semua kendaraan termasuk mobil, dan pengalihan serta pemeliharaannya yang luas telah sangat dievaluasi...

Profil Perusahaan

- Perusahaan Pasokan Gas Kota Toyama
- Didirikan pada tahun 1937, 145 karyawan
- Selain dari bisnis inti pengadaan dan memasok gas industri



HEAD OFFICE

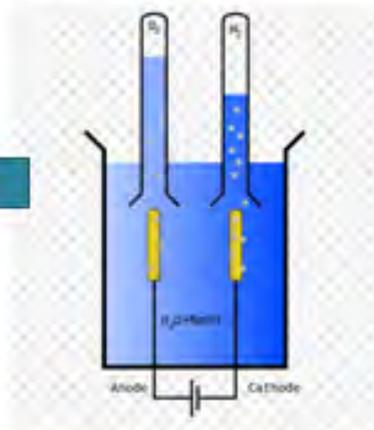


Konferen bisnis



Pabrik hydrogen

Air dielektrolisis untuk membuat hidrogen.



soda api



klorin



O₂



H₂

Stasiun hidrogen



H₂One st unit

Dengan listrik yang dihasilkan dari energi terbarukan
Menghasilkan hidrogen dan mengisi kendaraan sel bahan
bakar dengan hidrogen.

5

Mengapa hidrogen ?





Apa itu **Hidrogen?**



Stand Obor Olimpiade Tokyo 2020

Hidrogen tidak menghasilkan **CO2** saat dibakar !

→ **Energi bersih**



◆ Hidrogen adalah **yang paling ringan**
Unsur yang paling **melimpah (70%)** di alam semesta

◆ Ada terdapat dalam bentuk senyawa seperti air laut di bumi

TOKYO 2020



Nyala api yang tidak Mengeluarkan karbon dioksida

Menghasilkan hidrogen dengan
energi terbarukan

発電の常識を変えてみせる。



—POSSIBLE



Keuntungan dari Hidrogen

Nol emisi  H₂O



Dapat dibuat dari air menggunakan energi terbarukan

Bisa diangkut



Tidak ada emisi karbon dioksida



Bisa diselamatkan

Amonia

juga merupakan anggota **hidrogen**



- ① Dapat membawa hidrogen secara efisien
- ② Tidak ada karbon yang dipancarkan bahkan jika dibakar
- ③ Dapat dibuat di seluruh dunia

CO₂
karbon dioksida
Pemanasan global

Bencana akibat hujan deras
 Tornado
 Penurunan es Arktik dan Antartika
 Kematian karang
 Kekeringan

Cuaca ekstrim di seluruh dunia!
Batas bumi!!

Berapa banyak lagi CO2 yang bisa dikeluarkan?

~ Emisi CO2 kumulatif yang diizinkan dan emisi CO2 yang terkandung dalam cadangan bahan bakar fosil yang dapat dipulihkan ~

Emisi CO2 kumulatif sekitar 3 triliun ton, dan suhu global rata-rata naik 2 ° C (IPCC). Sudah sekitar 2 triliun ton telah dibuang, dan sisanya 1 triliun ton (sekitar 30 tahun dengan kecepatan saat ini).

Untuk mencapai target 2 Emisi CO2 kumulatif yang diizinkan 3 triliun ton



= Sisa emisi yang diizinkan

1.12 triliun ton

Jumlah yang bisa dibakar



pembakaran Tidak bisa

2.86 triliun ton

jumlah cadangan minyak, gas, dan batubara yang dapat dipulihkan. Emisi CO2 terkumulatif

IPCC. "Climate Change: Working Group II Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change." Geneva: IPCC, 2007. Available from: <http://www.grida.no/publications/other/ipcc WGII>

12

Kurangi penggunaan minyak dan batu bara



Dekarbonisasi



GX

GREEN TRANSFORMATION

13

Upaya internasional



"Perjanjian Paris" diadopsi pada COP21 pada tahun 2015

Sebagai tujuan jangka panjang global, menjaga kenaikan suhu rata-rata di bawah 2 ° C dan melakukan upaya untuk mempertahankannya pada 1,5 ° C.



Tindakan khusus melawan perubahan iklim

Gerakan dekarbonisasi di dunia

Gerakan dekarbonisasi akan semakin meningkat di seluruh dunia

■ Target pengurangan CO2 global



■ Target pengurangan CO2 Indonesia

- Menetapkan **netralitas karbon pada tahun 2060**
- Berkolaborasi dengan organisasi internasional dalam pertumbuhan hijau

Tujuan masing-masing negara

EU	2050年	Karbon netral
	2050年	Setidaknya 100%
	2050年	sampai emisi GRK bersih nol
	2060年	Karbon netral
	2050年	Karbon netral
	2050年	Karbon netral

Untuk lebih detail, dengan yang ada
Silahkan klik disini

Pemerintah Jepang akan memberikan dukungan tambahan hingga **\$ 10 miliar** selama lima tahun ke depan



Kedua kalinya Penghargaan fosil



2030年

2013年

46% Pengurangan

Carbon neutral by 2050



2022 City-to-City Collaboration PJ

Hydrogen :

Store and carry surplus electricity from renewable energy. Fuel : 再生可能エネルギーの貯蔵・運搬、燃料（車、船、航空機、工場等）

Ammonia :

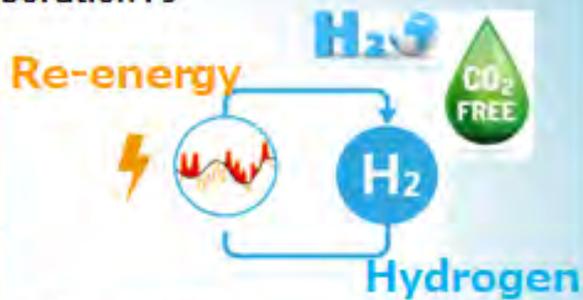
Hydrogen carrier
Power generation fuel
水素キャリア、発電燃料

Re-energy :

Solar power
Small hydropower plant
太陽光発電、小水力発電所

LNG : Conversion from diesel
ディーゼルからの燃料転換

Survey on 4 keywords



Hydrogen Business



Development of "hydrogen / ammonia" for fuel 燃料用 水素/アンモニアの活用

Power plant [発電]	Industry [産業]	Transportation [輸送]
 <p>Exclusive firing Co-firing to thermal power plant 専焼 火力発電への活用</p>	 <p>Co-firing 蒸焼</p>	 <p>engine エンジン</p> <p>Fuel cell 燃料電池</p>
		
		

Power plant [Ammonia] 発電所 (アンモニア)

Jera Ammonia co-firing to coal-fired power plant
-JERA Hekinan Thermal Power Station (Aichi)

Demonstration period: June 2021 to March 2025
From August 2021, mixed combustion started at Unit 5 (power generation output: 1 million kW).
Aim for 20% mixed combustion.

石炭火力発電所へのアンモニア混焼-JERA碧南火力発電所-
実証期間: 2021年6月~2025年3月
2021年6月より単機(発電出力: 100万kW)にて混焼開始。
20%混焼を目標とする。

Boiler and modified burner
ボイラと改修バーナーの概略



発電所ボイラ



アンモニア混焼バーナー概略
(既存バーナーを一部改造することで対応)

Ammonia mixed combustion burner
It can be handled by partially modifying the existing burner



Industry -gas turbine- 【Hydrogen】



Hydrogen gas turbine

MITSUBISHI

Menyelesaikan teknologi pembakaran campuran 30%. Mendukung kelas 30.000 hingga 1,28 juta kW. Bertujuan untuk pembakaran 100% hidrogen.

Hydrogen gas turbine

Kawasaki

Mencapai 100% hidrogen (pembakaran eksklusif) dengan pembakaran bersama hidrogen dan gas alam.

Berhasil mengembangkan turbin yang dapat menangani hidrogen tanpa mengubah badan turbin menjadi gas alam.



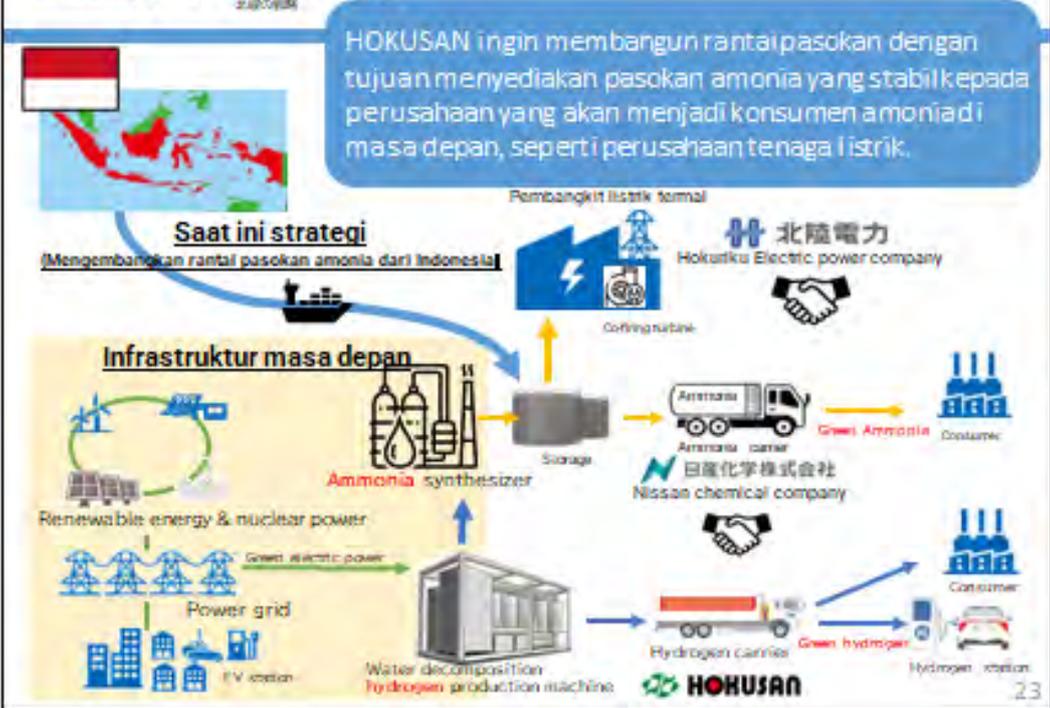
21

Global hot spots and corridors 世界のホットスポットとルート



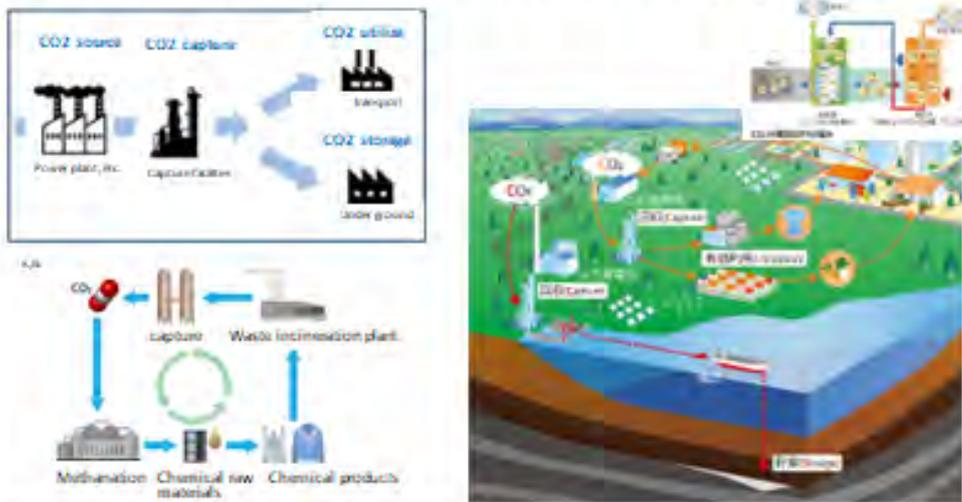
22

Strategy of HOKUSAN



CCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization or Storage)

Teknologi yang memisahkan dan memulihkan CO2 yang terkandung dalam gas buang dari pembangkit listrik tenaga panas dan pabrik, menggunakannya secara efektif sebagai sumber daya untuk produksi tanaman dan produksi produk kimia, atau menyimpannya di lapisan bawah tanah yang stabil.





Studi kasus kelayakan

"CCS" feasibility study for clean fuel ammonia production

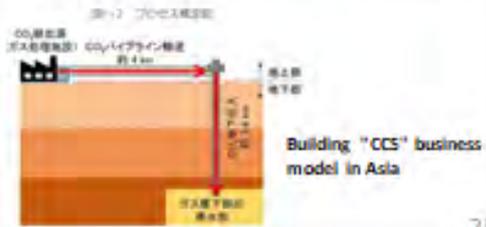


Started JCM feasibility study for "CCS" demonstration project.

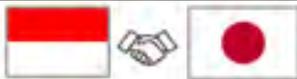
CCUS 実証プロジェクトに向けた JCM 実証事業の開始について



Gundih gas field located in Central Java : Conducted JCM feasibility study etc.



Building "CCS" business model in Asia



Studi kasus kelayakan

Approved the Tanggu LNG project (development plan including CCUS)



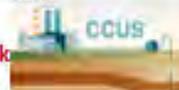
LNG Plant

The Tanggu LNG project in West Papua, Indonesia has been approved by SKK Migas (Indonesia Oil and Gas Upstream Business Supervision and Execution Agency) for a development plan that includes a CCUS project. From now on, the basic design will start.

produksi LNG
1,4 miliar kaki kubik / hari



2,1 miliar kaki kubik
hari



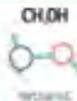
Toward the development of the methanol and ammonia industry

メタノールとアンモニア産業の発展へ



Methanol plant (East Kalimantan Island, Bontang)

The only methanol producer. Production capacity 660,000 / ton year



Methanol demand to 2 million tons
Toward the development of the methanol and ammonia industry in the Bintuni Bay industrial area



Considering construction of a new methanol plant

Waste to Hydrogen

Memproduksi hidrogen dari limbah plastik

- Oksidasi dan gasifikasi limbah plastik dengan oksigen dan uap. Hidrogen dapat dipulihkan.
- Bahan baku untuk amonia dan olefin.
- Juga mendukung sampah campuran



Menuju dekarbonisasi

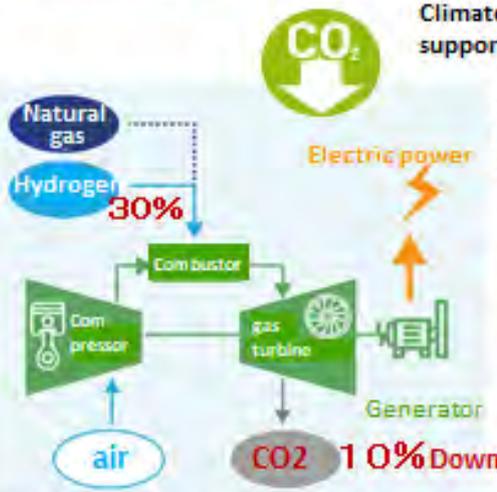
~ Technology introduction to power plants ~



Climate change countermeasure support for developing countries

Additional contributions of up to **\$10 billion** over the next five years.

Energy for thermal power generation goes to **ammonia and hydrogen**.



Membakar hidrogen atau hidrogen + bahan bakar lainnya dengan turbin gas untuk mendapatkan daya rotasi dan menghasilkan listrik



FS (Feasibility Study) Implementation



Memfasilitasi ekspansi global Infrastruktur Lingkungan melalui JCM

<FY2030 Target>

- Aiming for a cumulative GHG emission reduction of about **100 million tons of CO2** from JCM projects through public-private partnerships (maximum project size of about 1 trillion Japanese Yen (approx. ten billion USD) through public-private partnerships with a diversification of funds accelerating the implementation of projects).
- The project will also be used for Japan's emission reduction goal.

→To realize above, MOEJ will proceed condition arrangement for JCM expansion

1. Renewable Energies

(Solar Power, Wind Power, Hydro Power, Geothermal Energy, Biomass Energy, Green Hydrogen, and so forth)



Solar Power



Wind Power

2. Green Logistics (Including Cold Chain)

(Non-fluorocarbon Cooling System, Modal Shift, Airports, Ports and Harbors, and so forth)



High-Efficient Freezer



Modal Shift

3. Waste management Infrastructure

(Waste to Energy, Recycling system, Landfill and so forth)



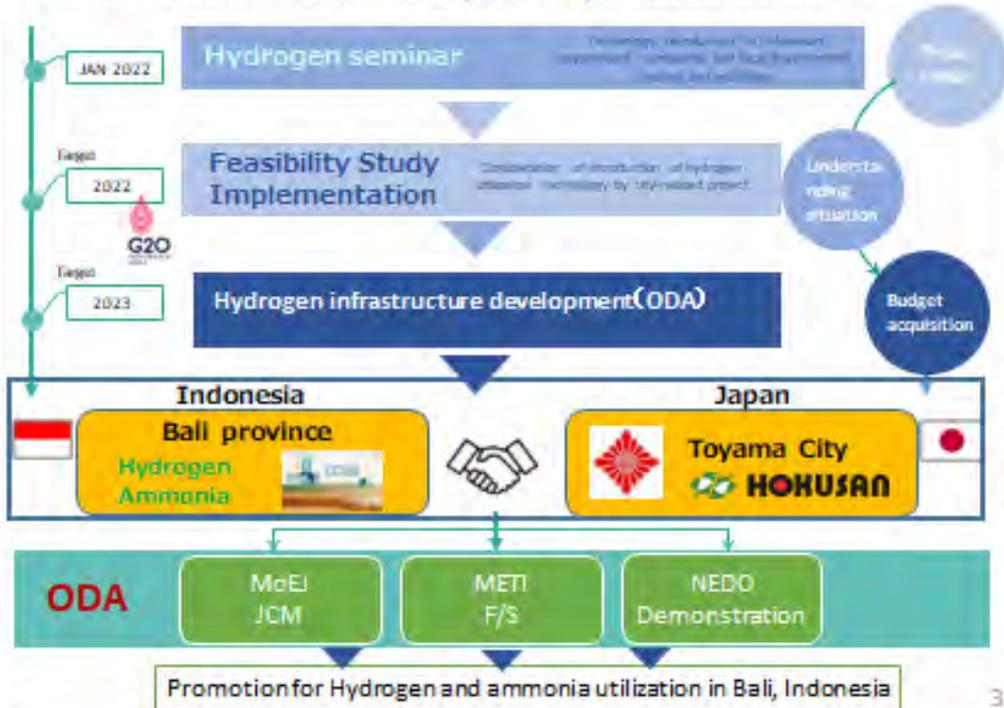
Waste to Energy



Improvement of landfill (Futaba method)

• Further including energy efficient facilities, effective use of energies, CCUS, fluorocarbon recovery and destruction, 3R/4R, and REDD+, in addition to the above

Realisasi bisnis melalui City-to-City Collaboration PJ



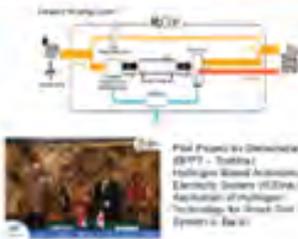
Contoh upaya pengembangan energi hidrogen di Indonesia

Rencana pengembangan energi hidrogen di Pulau Sumba



Pengembangan pembangkit listrik tenaga surya/angin dan sistem penyimpanan hidrogen oleh Ranch H2F Energy

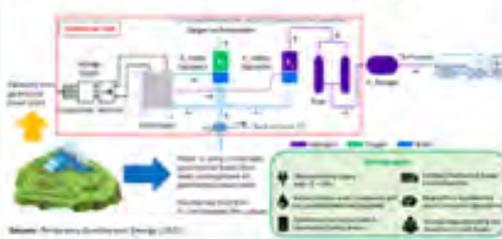
Demonstrasi hidrogen oleh BPPT dan Toshiba



Fitur Proyek ini Demonstrasi: (BPPT - Toshiba) Hydrogen Based Autonomous Energy System (H2AES): Application of hydrogen Technology for Smart Grid System in Rural

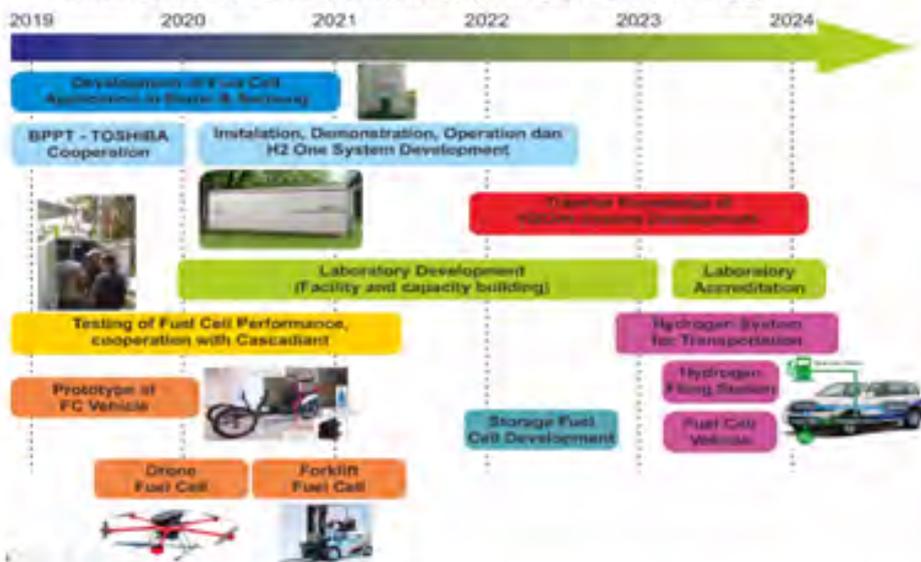
Sistem pasokan energi hidrogen mandiri untuk pulau-pulau terpencil

Demonstrasi Pertamina / GIZ



Demonstrasi produksi (hidrogen) menggunakan panel surya & baterai. Sebagai contoh, demonstrasi untuk menyediakan pengisian teknologi hidrogen dalam rangka kerjasama antara Pertamina dan GIZ

Road Map of Fuel Cell and Hydrogen Technology



Sajian Pengantar dan Penerapan Teknologi (BPPT, Indonesia) (April 2021) "Ten Terbaru Energi Hidrogen di Indonesia"

Stasiun hidrogen kecil mandiri

simple.fuel.™

simple.fuel. is an all-in-one on-site hydrogen generation and dispensing solution

simple.fuel. uses water and electricity to generate high purity hydrogen, compress, store and dispense to 350 or 700 bar.



SIMPLE FUEL

Architecture

H2 Storage
4.8 kg
2-hr firewall

H2 Valve Panel
1. Initial equalization
2. Boost

Control Panel
PLC Remote access

Compressor
H2 to 350-700 bar
Top off vehicle

Electrolyzer Stack
20 kg/day



Minimal setbacks
Adjacent to building

Moved Easily
Plug and play

Standardized product
•NFPA (US)
•IOS (Australia)
•CE (Europe)
•KHK (Japan)

Simplified Permitting
Factory 3rdParty Cert

SIMPLE FUEL



Location:
Toyota City, Japan

Application:
Forklifts in auto manufacturing of Mirai FC vehicles

Performance:
• Commissioned March 2019
• Supports 4 forklifts



Install 5 and 6 | Toyota L&P Takahama Plant, Aichi Prefecture



Capacity	10 or 20 kg/day
Pressure	350 / 700 bar
Electricity	480/400VAC 60/50Hz
Power	30 or 60 kW
DI Water	6 or 12 l/h
H2 Purity	SAE J2719 / ISO 14687
Protocol	SAE J2601-4 (ambient)
Noise	< 70 dB
Temp	-20 to 40 deg C
Footprint	~3.0 m L x ~1.2 m W
Environment	Indoor / outdoor
Comms	PLC / wireless data
Certification	Intertek at factory

SIMPLE FUEL

Mobil penarik sel bahan bakar hidrogen



Pengenalan energi terbarukan dan infrastruktur hidrogen ke fasilitas bandara



Bus sel bahan bakar hidrogen



Forklift sel bahan bakar hidrogen

SIMPLE FUEL

Pengenalan energi terbarukan dan infrastruktur hidrogen ke kapal kecil



simple.
fuel.



FUEL CELL

ENE-FARM

Produksi kumulatif 200.000 unit



Transportation [Hydrogen]

Fuel cell



Fuel cell Railroad vehicle [HYBARI]
JR East, TOYOTA, HITACHI
2-car train, maximum speed 100km/h,
Cruising range 140km
Scheduled to start testing in 2022



Fuel cell ship IWATANI, Kansai Electric Power and others
full length: 30m, Gross weight: 60t,
100 people, Speed 9knot • 20km/h,
Expo 2025 Osaka / Kansai Expo scheduled to be commercialized as a passenger ship.

Hydrogen engine



Hydrogen engine bus
Tokyo City University
Maximum output: 105kw/3000rpm
Maximum torque: 350Nm/2000rpm
2009 Proven



Fuel cell vehicle TOYOTA
Cruising distance 850km, 5 seater,
tank capacity 5.5kg
Started sales in 2014
Spread in Japan 5,500 units



Fuel cell large truck
ASAHI, Selnio Transportation, YAMATO transport, TOYOTA and others
Gross weight 25t, tank 70MPa,
Cruising range 600km
Scheduled to start testing in 2022

Liquefied hydrogen transport ship



Ship for transporting liquefied hydrogen
Full length: 116.0m, Gross weight: 8,000t,
Cargo tank volume: 1,250m³,
Power: Diesel power generation-electricity, Speed: 13.0knot, 25 people

Masa depan hidrogen

Membantu mendekarbonisasi seluruh wilayah dengan elektrifikasi dan hidrogen
Mengusulkan bisnis yang melibatkan kredit karbon



Terima kasih !
Mari bertemu kembali

HOKUSAN CO.,LTD

参考資料 4-廃プラガス化技術資料



JGC

日揮グループ
廃プラスチックガス化
ケミカルリサイクル技術のご紹介

日揮ホールディングス株式会社
サステナビリティ協創部

会社紹介

日揮ホールディングス株式会社
(JGC HOLDINGS CORPORATION)

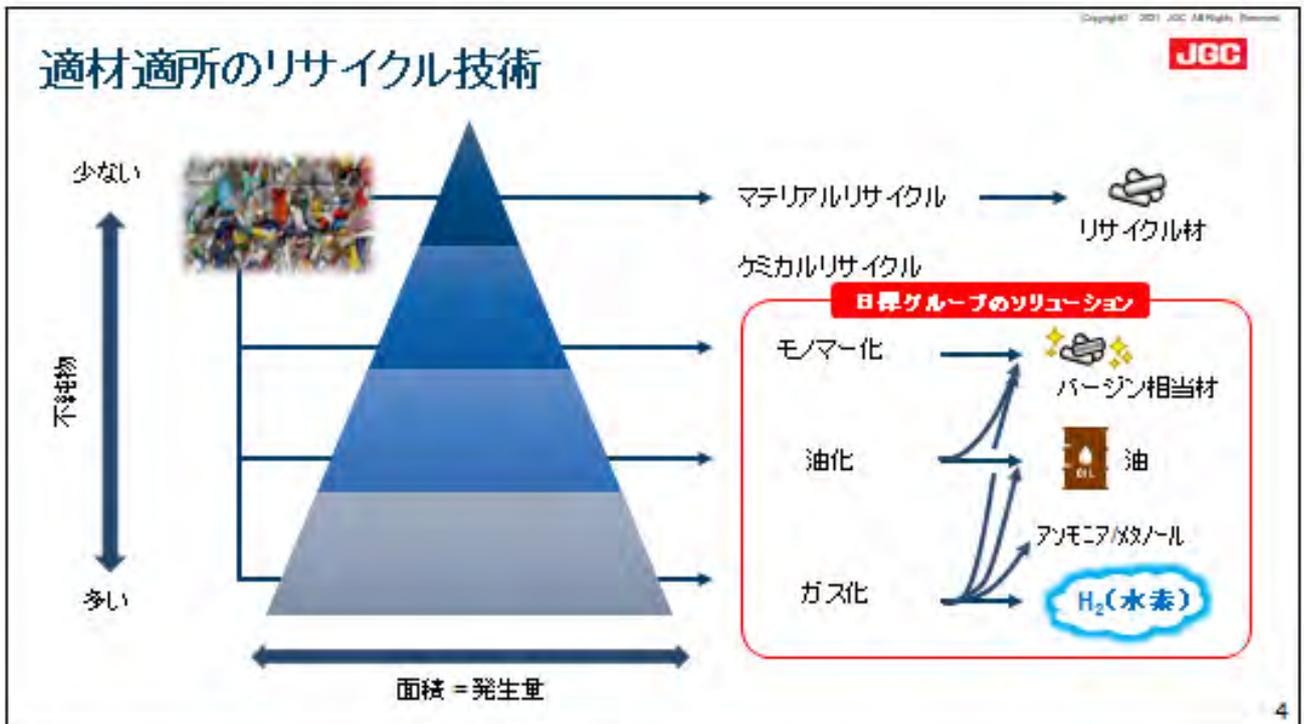
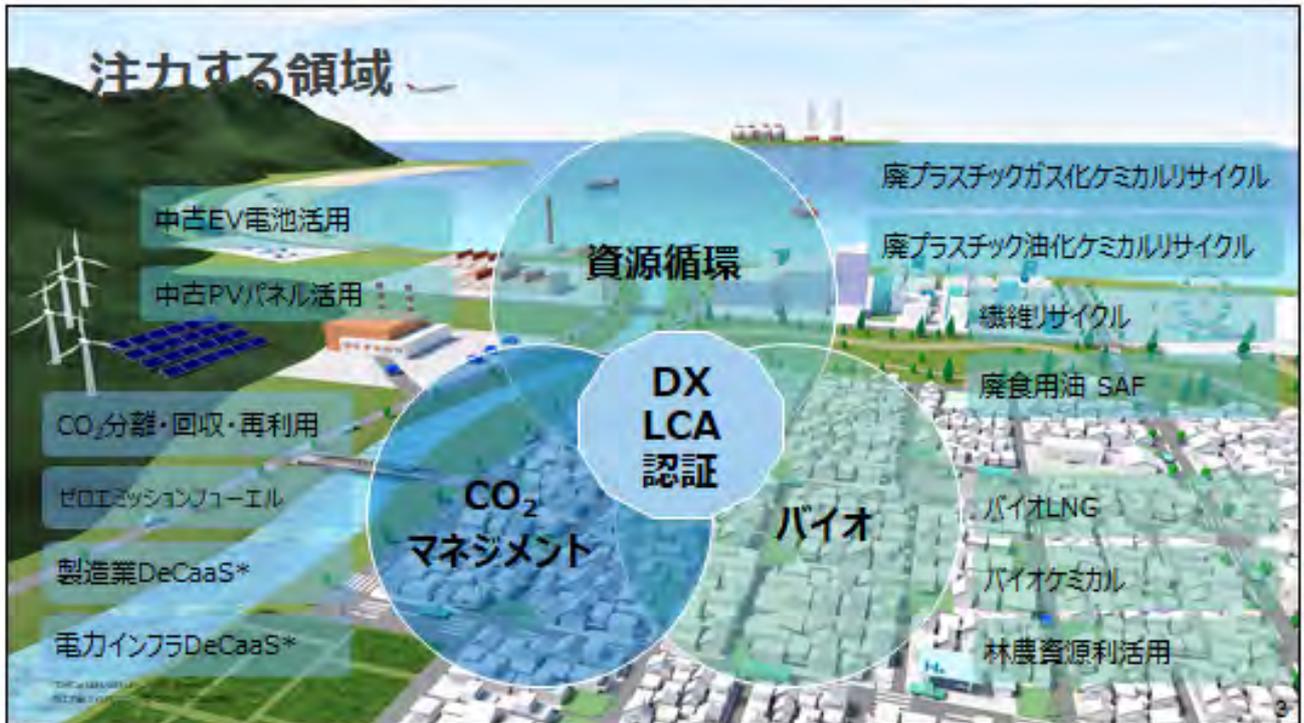


本社：横浜・みなとみらい

 設立	1928年 旧日揮株式会社設立年
 売上高	4,339億円 連結売上高 2021年3月期
 グループ 企業数	87社 子会社、関連会社含む 2020年3月末時点
 従業員数	7,371名 子会社、関連会社含む 2021年3月末時点

©2021 Copyright JGC HD

2



日揮グループの手掛けるケミカルリサイクル

JGC



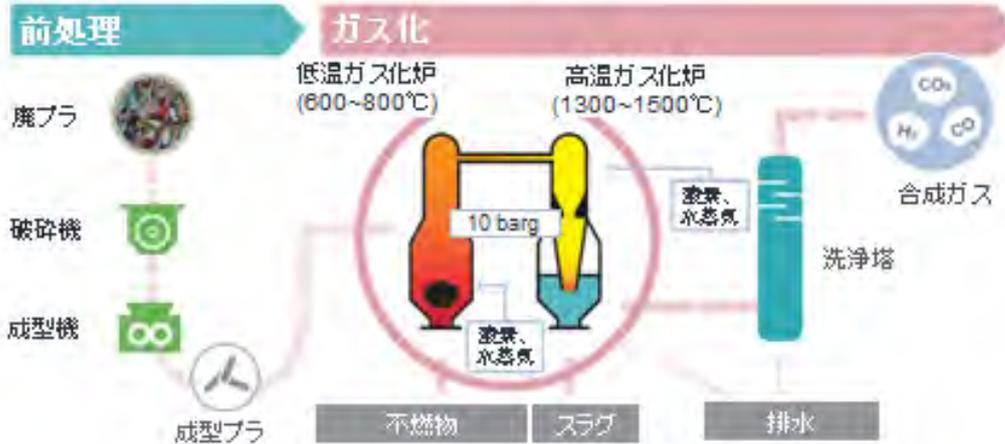
プラスチックの完全循環を実現する ガス化ケミカルリサイクル

廃プラスチック

JGC



EUP:ガス化ケミカルリサイクル技術



EUPの特徴

- 高压運転のため、化学合成時に省エネで有利
- 高温の運転により、高いガス転化率を達成
- 唯一の長期運転実績を持つ、ガス化ケミカルリサイクルプロセス

JGCグループがEUPの普及をリードするには、理由があります。

長期運転実績を持つ、EUP



株式会社イーユービー
山口県宇部市

原料処理能力：
103トン/日

稼働実績：
2001年~2008年

昭和電工株式会社
神奈川県川崎市

原料処理能力：
195トン/日

稼働実績：
2003年~現在



ガス化プラントを知り尽くす実績

- ◆ 多様な原料のガス化プロジェクトの遂行実績
- ◆ ガス化プロセス固有の知見
- ◆ 点検したシステム統合力が可能にする高い信頼性
- ◆ プラント全体制御や運転自動化にも対応





MISSION DRIVEN.

世界に課題があるかぎり

ご清聴、ありがとうございました。

日揮ホールディングス サステナビリティ協創部

尾場 達 崇裕 obase.takahiro@jgc.com

田中 悠太 tanaka.yuta@jgc.com

くらし

AR

事業概要図

