

令和3年度環境省委託事業

令和3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・スマラン市による都市間連携事業を活用した  
SDGs 未来都市構築支援事業)

報告書

令和4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. 事業化計画の検討.....	5
2.1. インドネシアの低炭素政策の取り組み .....	5
2.1.1. インドネシア中央政府の低炭素政策 .....	5
2.1.2. 国家中期開発計画（RPJMN） .....	8
2.1.3. 国家計画と地方自治体 .....	10
(1) 長期開発計画.....	14
(2) 中期開発計画.....	15
(3) 政府行動計画.....	15
2.2. バリ州.....	17
2.2.1. バリ州の低炭素化に向けた取り組み .....	17
(1) 主たる政策・方針.....	17
(2) バリ州エネルギー関連政策 .....	17
(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 .....	22
2.2.2. 天然ガスへの燃料転換事業化計画策定に向けた検討 .....	23
(1) 観光バス等のガス転換に関する検討 .....	23
(2) 廃棄物収集車のガス転換に関する検討 .....	28
(3) Pertamina Gas 社によるガス供給可否の検討.....	33
(4) バリ州における水素利用の可能性 .....	35
2.2.3. 太陽光発電導入事業化計画策定に向けた検討 .....	37
(5) 太陽光発電.....	37
2.3. スマラン市.....	41
2.3.1. スマラン市の低炭素化に向けた取り組み .....	41
(1) 主たる政策・方針.....	41
(2) 中部ジャワ州エネルギー関連政策 .....	42
2.3.2. 天然ガスへの燃料転換事業化計画策定に向けた検討 .....	45
(1) JCM 設備補助事業の経過と課題.....	45
(2) 洪水調整ポンプ燃料転換 .....	53
(3) 交通燃料転換（廃棄物収集車） .....	56
2.3.3. 太陽光発電導入事業化検討 .....	58
3. 事業実施体制の構築 .....	60
3.1. バリ州.....	60
3.1.1. 交通燃料転換.....	60
(1) ガス転換事業.....	60
(2) 水素利用事業.....	60
3.1.2. 太陽光発電導入事業化 .....	60

3.2. スマラン市.....	61
3.2.1. 燃料転換.....	61
(1) 洪水調整ポンプ燃料転換 .....	61
(2) 廃棄物収集車.....	62
(3) 太陽光発電事業.....	62
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） .....	64
4.1. バリ州・スマランとの協議事項 .....	65
(1) MoU の締結と連携体制 .....	65
(2) 水素事業推進体制.....	66
(3) JCM ウェビナー .....	66
(4) オンラインツアー.....	66
4.2. 在日本インドネシア大使館との協議事項 .....	73
4.3. 富山-バリ州水素セミナー .....	75
(1) セミナーの実施内容 .....	75
(2) フィードバックおよびマッチング結果 .....	77
5. 成果のまとめと今後 .....	79
添付資料.....	1
添付資料 1：キックオフミーティング資料（スマラン市） .....	2
添付資料 2：JCM ウェビナー資料.....	20
添付資料 3：富山市-バリ州水素セミナー資料（北酸株式会社） .....	26
添付資料 4：富山市-バリ州水素セミナー会議録.....	47

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
BRT	Bus Rapid Transit	バス高速輸送システム
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
SPBG	Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas	ガス充填ステーション
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

平成28年11月に発効し、令和2年（2020年）より実施段階に入ったパリ協定では、中央政府に加えて自治体・都市を含む非政府主体による気候変動を加速させることが掲げられている。また、令和2年9月に開催された「新型コロナウイルスからの復興と気候変動・環境対策に関する「オンライン・プラットフォーム」閣僚級会合」においても、コミュニティに直結する活動を行う地方自治体の脱炭素政策が必要であること、地方コミュニティ主導の開発アプローチが重要であることが確認されている。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300以上にまで急増している。

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・低炭素化に向けて、国際的にも都市の取組を支援する動きが強化されてきている。

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。

本業務では、上記目的を踏まえて、インドネシア・バリ州とスマラン市の2自治体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、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

ヨップ開催などの活動を実施した。

同事業の成果として、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、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、CO<sub>2</sub>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といえる。

DDFは、ディーゼル燃料のみでも機能するため、ガス供給設備が不十分な地域でガス燃料不足となった場合も運用可能であり、現地適合性が高い点も評価できる。

また、熱量換算でディーゼルより安価であることから、導入者にとって経済的メリットも大きい。さらに、既存の車両に対する改造であることから、コスト面でも安価に実施が可能である。こうした点から、DDFは多くの車両に普及させることができ、費用対効果の高い低炭素技術である。

現地で施工可能な業者も把握しており、メンテナンス、アフターサービスの体制も構築できる他、車両以外にも、船外機付きの漁船や、ディーゼル自家発電設備に展開することも視野に入れることができる。



図 1-1 DDF システムとスマラン市公共バスへの導入例

出所) JANUS 作成

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ない。インドネシアは、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い。

ガスの安定供給のためには、エネルギー政策を担うエネルギー鉱物資源省（Ministry of Energy and Mineral Resource: ESDM）や、ガス元売である Pertamina Gas 社等の安定供給に係る協力が不可欠である。バリ州における交通分野へのガス供給は、バリ州知事と ESDM 大臣の協力協定の下、国営ガス会社である Pertamina Gas 社がバリ州へのガス事業進出の方針を決定しており、バリ州と富山市の都市間連携の下で、協調して事業化を進めていくことに合意し、本年度はバリ州のガス利用拡大に関する MoU の締結に至ったところである。

スマラン市における先行事業では、ガス供給体制の整備不足に起因し、モニタリング開始後もガス供給にトラブルが発生するなど、課題を抱えていた。本事業では、こうした課題に直面したスマラン市のアドバイスを得ながら、安定的なガス供給を保証できる体制構

築を検討することとした。

スマラン市における富山市との協力については、2017年に「平成29年度低炭素社会実現のための都市間連携事業」として「レジリエント・シティ構築に向けた防災・環境・エネルギー課題解決型低炭素化支援事業」及び「コンパクトシティ型交通体系整備に向けた調査事業」を皮切りに、同年「富山市・スマラン市環境と公共交通の確立に関する協力協定書」を締結、2018年には、「平成30年度低炭素社会実現のための都市間連携事業」として、「スマラン市産業セクターへの省エネ機器導入による低炭素化事業」を実施したところである。

2019年には「令和元年度JCM都市間連携事業」として、「スマラン市の低炭素化社会シナリオに基づくクリーンエネルギー推進事業」を実施し、スマラン市に新設される縫製工場並びにスマラン市役所庁舎への設備補助事業形成が検討され、本年度のJCM設備補助事業申請に向けた準備に入っているほか、現行JCM設備補助事業である「スマラン市公共交通バスへのCNGとディーゼル混焼設備導入プロジェクト」の所有権手続き遂行及びCNGガス供給安定化の支援が図られたところである。

加えて、スマラン市は、令和元年度の事業において、地方政府としての役割や政策づくり、政策実行の経験をバリ州に共有し、バリ州政府における都市間連携事業およびJCM事業の効果等の理解醸成に貢献した。

都市間連携事業において、富山市の取り組みを参考とした低炭素政策の推進や、JCM事業化を行う場合、日本とは法令や自治体の責務、権限などが異なることから、インドネシアに置き換えた施策を検討し、実行する必要がある。その際、現地法令等に照らして実行可能性を検討するプロセスが不可欠であり、時間を要することが常である。こうした事情を踏まえ、同じインドネシアの地方政府の成果、経験の横展開を図ることで、低炭素政策の実行、JCM事業の活用を加速化することが可能となる。そこで、本事業では、富山市とバリ州の事業においてスマラン市をアドバイザーとして位置づけ、引続き協力連携を図り、低炭素・脱炭素に係る環境政策の推進や、JCM事業組成の知見の共有を担う体制としている。

一方、スマラン市においても、未だ豊富な低炭素ポテンシャルがあることを把握しているが、こうしたポテンシャルサイトへの低炭素技術導入及びJCM事業化について、実現未達成な案件も残っている。

昨年度事業では、洪水調整ポンプおよび廃棄物収集車を対象とし、費用対効果や温室効果ガス削減効果の試算結果を得ている。今年度事業では、実際の設備導入可否について検討を深めた。

また、燃料転換設備導入後も必要熱量の約半分程度はディーゼル燃料を活用することから、窒素酸化物（NOx）等の大気汚染物質低減や更なる低炭素化の観点から、我が国で適用されている排ガス浄化技術の適用可能性について検討する。

詳細な案件内容は後述するが、本事業においては、スマラン市が実現を目指すポテンシャルサイトへの脱炭素・低炭素技術導入において、JCM事業化の具体化を進め、バリ州、スマラン市両地域のSDGs達成のため、連帯を強化することを目指す。

## 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。

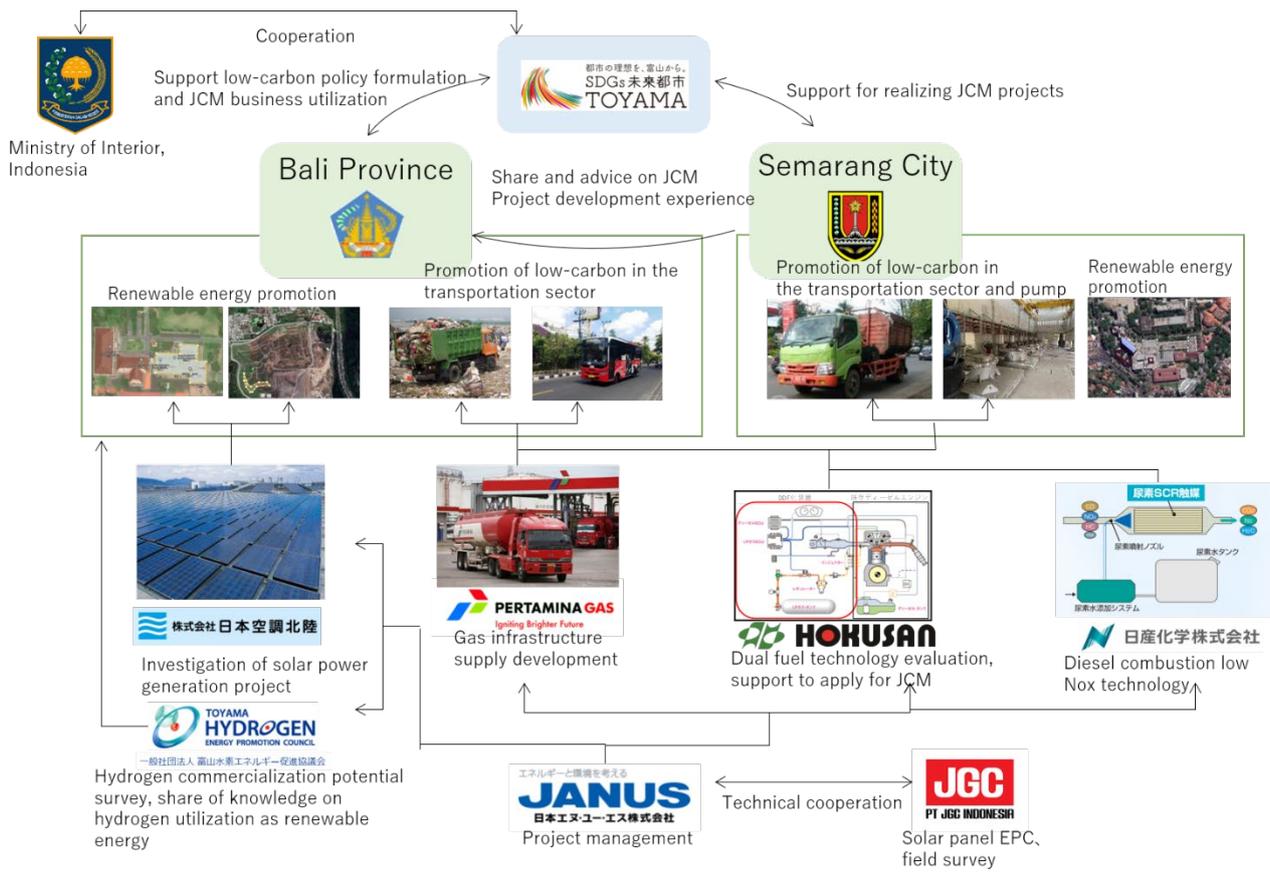


図 1-2 本業務の実施体制（全体）

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2020年までに成り行きシナリオ（Business as usual: BAU）から26%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。こうした中、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。

なお、2010年の行動計画は、ユドヨノ前大統領の任期において表明されたものであるが、2015年12月21日、パリで開催されたCOPでのジョコ・ウィドド現大統領は、自国が決定する貢献（nationally determined contribution: NDC）として、GHG排出削減量に関し、RAN-GRKの目標に沿った形で2030年にBAU比で29%削減すること、そしてJCMなどの国際支援により41%まで削減することをコミットする宣言を行っている。前述のRAN-GRKは2020年までのGHG排出削減目標であったため、NDCの提出後、2017年にRAN-GRK事務局は、インドネシア全土でのワークショップを開催し、各地方政府と協議の上、NDCに沿うよう目標値の再検討が行われている<sup>1</sup>。

直近の状況として、2021年8月、NDCの最新版を公表し、遅くとも2060年までに温室効果ガス排出量を実質ゼロにする「カーボンニュートラル」を達成する目標を発表したことは特筆すべきである。

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、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

---

<sup>1</sup>[https://energypedia.info/wiki/Indonesia:\\_From\\_Mitigation\\_Action\\_Plans\\_To\\_Integrated\\_Low\\_Carbon\\_Development\\_Planning](https://energypedia.info/wiki/Indonesia:_From_Mitigation_Action_Plans_To_Integrated_Low_Carbon_Development_Planning)

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 %以下へ低減させる目標を設定している一方、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。

なお、原子力は最後の選択と位置付けている。化石燃料の直接使用から電力への転換を促進し、発電設備容量は現在の 44 GW から 2025 年には 115GW に増加させるとしている。また、次のような国家エネルギー政策目標を設定している。

- 1) エネルギー弾性値（エネルギー消費の伸び／経済成長率）：  
経済成長目標に合うよう、2025 年に弾性値を 1 以下とする。
- 2) エネルギー原単位（GDP 当たりのエネルギー使用量）：  
2025 年までに年 1 %ずつ改善させる。
- 3) 電化率：  
2015 年に 85%、2020 年には 100%に近づける。
- 4) 家庭用ガスの使用率：  
2015 年に 85%とする。
- 5) 一次エネルギーに占める新・再生可能エネルギーの割合：  
2025 年までに 23%、2050 年までに 31%に引き上げる。

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、天然ガス、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"> <li>・ 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</li> <li>・ 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</li> <li>・ 国内外で戦略的パートナーシップを強化</li> <li>・ 外国依存の低減とローカルコンテンツの増強</li> </ul>
戦略	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国内/輸出間の価格差是正</li> <li>・ エネルギーマスタープラン策定の支援</li> <li>・ 生産者から消費者までの市場メカニズム導入</li> <li>・ 大規模開発における民間と政府の役割分担</li> <li>・ 民間によるエネルギー開発への支援</li> <li>・ 技術開発・人材育成の推進</li> </ul>

項目	内容
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エネルギー関係者の協調体制の確立</li> <li>・エネルギー関連部門における経営管理能力の育成</li> </ul>
<p>行動計画 (ガス)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エネルギー供給確保のための国内・海外ガス資源へのアクセスの強化</li> <li>・インセンティブ付与による<b>ガスの埋蔵量・生産量の増強</b></li> <li>・LNG 基地、<b>CNG 輸送設備、ガス配送網の建設によるガス供給量の増加</b></li> <li>・小規模 LNG、液化技術などの新分野における研究・技術開発</li> <li>・ガス供給システム建設に見合う経済価値を実現するガス価格の適用</li> <li>・国内企業による国内市場への供給義務</li> <li>・ガスの国内供給優先順位（肥料用、発電用、国営ガス会社、工業用）の最適化</li> <li>・小規模 LNG/LPG によるフレアーガスの最適利用</li> </ul>
<p>行動計画 (ガスパイプライン)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国内ガス輸送システム確立のためパイプライン建設の継続</li> <li>・<b>LNG 基地、CNG 輸送設備、ガス配送網の建設によるガス供給量の増加</b></li> <li>・パイプラインが建設できない地域には CNG で対応</li> <li>・経済原則に沿ってパイプラインによるガス輸送・託送料金を決定</li> <li>・LNG と LNG 受け入れ基地をジャワのガス需要の高い地域に建設</li> <li>・ASEAN ガスパイプライン計画の推進</li> </ul>
<p>行動計画 (天然ガス・LPG)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天然ガスが供給できない地域での LPG 供給の増強</li> <li>・政府は LPG の品質管理体制を確立</li> <li>・LPG、DME、GTL 製品等の推進</li> <li>・輸送部門での石油消費の抑制と LPG、天然ガスの利用促進</li> <li>・製品ガスの規格を整備し、<b>天然ガス、LPG 取引の競争を加速</b></li> </ul>
<p>行動計画 (電気・電化)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パイプラインネットワークによる天然ガス・LPG 利用の発電所の増強</li> <li>・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</li> <li>・低品位炭を利用した発電の増強</li> <li>・遠隔地での発電電力の近隣諸国への輸出</li> <li>・小規模ガス発電機器の開発</li> <li>・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</li> <li>・環境保護を目的とした発電オペレーション手法の確立</li> </ul>
<p>行動計画 (民生商業部門)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天然ガスと石炭の利用促進</li> <li>・石炭やブリケットを輸送する道路や貯蔵所の建設</li> <li>・省エネタイプの機器の推奨</li> <li>・省エネ機器情報の消費者への伝達</li> <li>・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</li> </ul>

項目	内容
行動計画 (工業部門)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自家発電から電気事業者から買電への切り替え促進</li> <li>・ ガス利用工場への支援</li> <li>・ 石油代替を目的とするガス利用の研究、開拓、促進</li> <li>・ コージェネレーションタイプの発電装置の利用促進</li> <li>・ 無電化地域でのローカルエネルギーの利用促進</li> <li>・ 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</li> </ul>
行動計画 (運輸部門)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CNG、LPG を利用した陸上交通システムの促進</li> <li>・ LNG、DME、ガス・ハイドレートなどの石油代替エネルギーの利用促進</li> <li>・ バイオディーゼル燃料の開発</li> <li>・ 都市での公共交通機関用に電気自動車システムを開発</li> <li>・ 自動車の燃費基準の設定</li> </ul>

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<sup>2</sup>。

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。

<sup>2</sup> 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)”

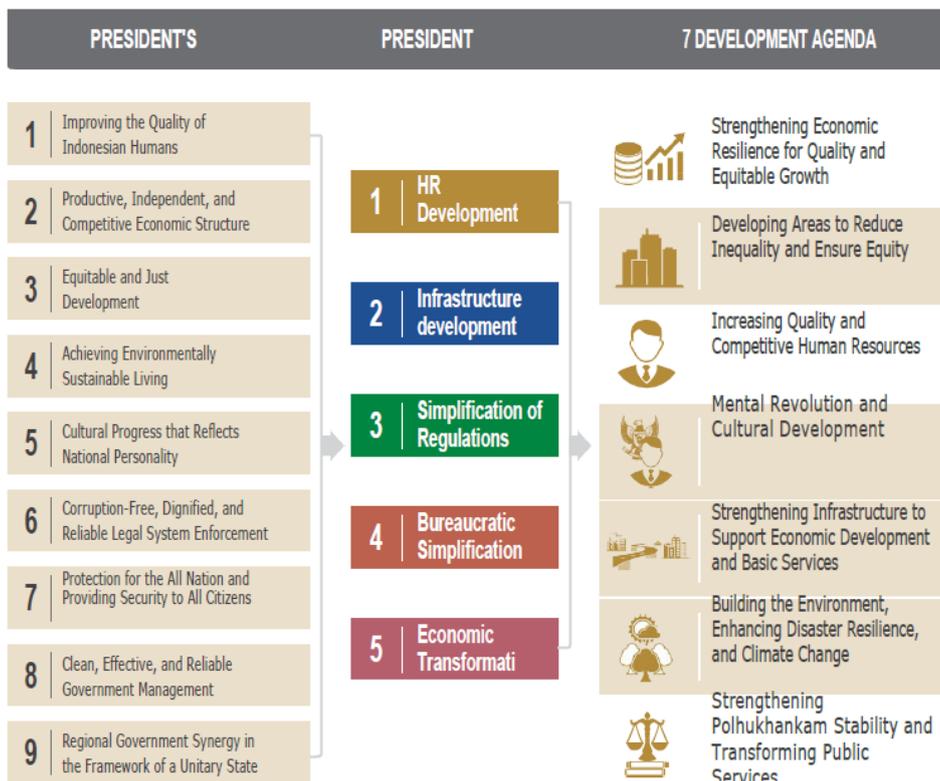


図 2-1 中期開発計画（RPJMN）大統領指令および7つの開発課題

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）。



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

天然ガスの供給量の目標として、2018年時点の110万 BOE/日であった生産量を2024年には120 BOE/日へ増産することを目標としている。

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。

#### 【ガス供給プロジェクト】

2020年～2024年の国家中期計画にて国家として実施予定の優先プロジェクトがリストアップされており、ガス供給計画に言及されているプロジェクトとして「プロジェクト No.35：400万戸へのガス供給のためのガスインフラ整備」でガス供給の拡大について言及されている<sup>3</sup>。

プロジェクトの背景として、国産ガスを最大限国内で利用することを目的としていることと、都市部でのガス供給ネットワーク整備が現在53万住戸と、十分進んでいない点が挙げられる。本プロジェクトでは今後ガス供給網を2020～2024年に拡大させ、2024年までに400万戸へのガス供給を目指している。これに伴い設備投資として、38.4兆ルピアを見込んでいる。特に、接続優先地域としてスマランが挙げられていることから、今後、ガス供給のための基幹インフラが整備され、交通をはじめ、産業用ガス供給についても整備が進むことが期待される。

### 2.1.3. 国家計画と地方自治体

さて、国家と地方自治体の関係は、インドネシアはやや特殊である。次章のバリ州・スマラン市両自治体と施策と国家計画との連動をみるうえでは、この国家運営の仕組みを理解しておく必要がある。そこで、次項においてやや解説的になるが、インドネシアの中央

---

<sup>3</sup> インドネシア国家開発企画庁 “Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024, Proyek Prioritas Strategis（国家中期開発計画、優先プロジェクトリスト）”

- ・ 地方行政の仕組みを概観する。

インドネシアは、独立に際し制定された 1945 年憲法において、大統領を国家元首とする共和制が規定されており、国民協議会が最高議決機関として位置付けられている。

第 2 代大統領のスハルトによる 32 年間の長期政権では、権力集中や汚職、言論抑制といった独裁的民主主義をもたらし、この反省から 2000 年代以降は大統領の権限の縮小、分散が憲法の改正を通じて試みられ、現在は大統領の任期は 2 期 10 年に制限されるなど、権力の集中を防ぐ政治体制が築き上げられてきた。

同時に、スハルト時代と大きく方針転換が進められてきた政治体制は、地方分権である。地方分権は、2000 年代以降、欧州や米国を中心に世界的な潮流として各国で取り組みが進んでいるが、インドネシアも歴史的・民族的背景から、地方分権による統治に適性があり、地方公共団体の政策的位置づけが重要となっている。

インドネシアにおける地方政府の構成は、州及び県・市である。日本とは異なり、県と市は上下の関係ではなく州の下に対等で、主に農村地帯を県、都市部を市と呼び区別している。町や村は県・市の下部の組織として構成される。

インドネシアの立法府、行政府、司法並びに中央政府、地方政府の関係について、図 1-6 に示す。

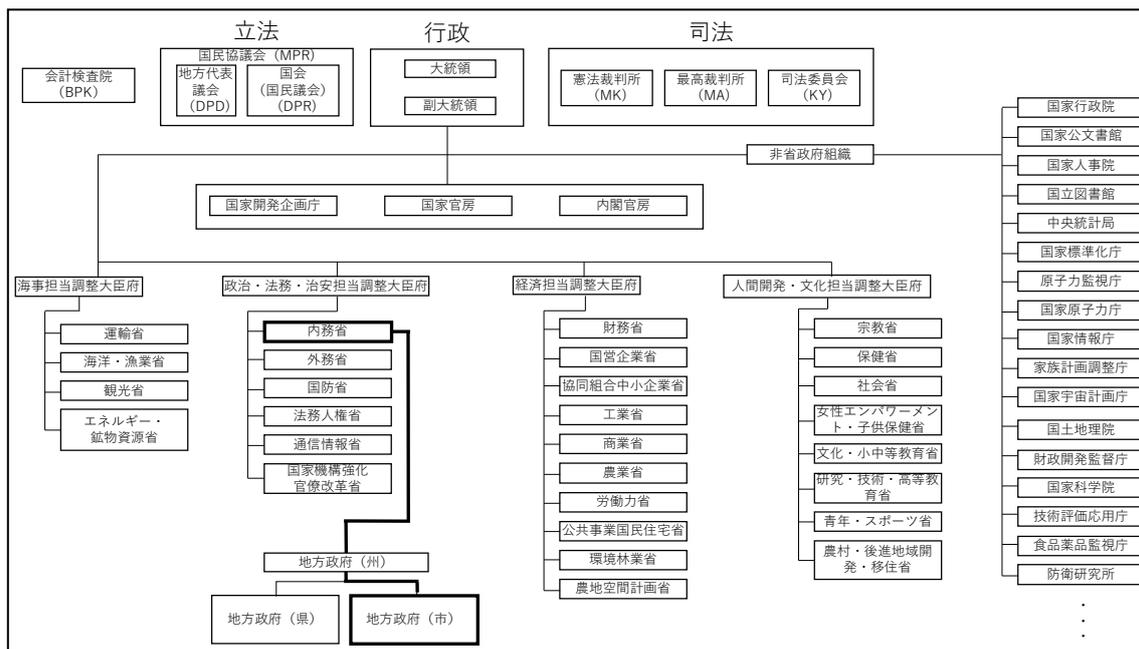


図 2-3 インドネシアの国家機構図

出所) JETRO アジア経済研究所 2019 年アジア動向年報を基に作成

上述の通り、インドネシアは中央集権の分権化を図り、その改善のために 1999 年に地方分権法が制定された。しかし、この時点での分権制度は、国、州、県又は市の職階制関係を否定し、広範な権限を付与したことにより、憲法、法律、政令と相いれない規定を持つ条例の成立など、混乱を生むこととなった。これを反省して、2004 年に新地方分権法が制定され、国、州、県又は市の管理監督機能を明確に規定し、地方自治の監督を内務省が執

り行い、州が県又は市と同列ではなく上位に位置付けられ、州知事は県や市に対する指導、監督権限を持つことが明記された。

地方自治体の権利と義務は、「地方行政に関するインドネシア共和国 2004 年第 32 号に規定され、以下の権利と義務が規定されている。

自治体の権利と義務について表 1-3 に、州自治体と県・市自治体の義務的業務を表 1-4 に示す。

表 2-2 自治体の権利と義務

自治の実施における地方の権利	自治の実施における地方の義務
a. 行政業務の自らの調整および実施 b. 地方幹部の選出 c. 地方官吏の管理 d. 地方資産の管理 e. 地方税および地方利用者負担金の徴収 f. 地方の天然資源およびその他資源の運用から得られる歳入の分与の獲得 g. その他の正当な収入源の獲得 h. 関連法規で定める、その他の権利の取得	a. 住民の保護、ならびに国家の統一、単一性、調和、およびインドネシア共和国単一 国家の完全性の維持 b. 住民の生活の質の向上 c. 民主的生活の開発 d. 公平性および平等性の実現 e. 教育の基本的サービスの向上 f. 保健サービス施設の設置 g. 適切な社会施設および公共施設の設置 h. 社会保障制度の開発 i. 地方の計画および土地利用計画の作成 j. 地方における生産的資源の開発 k. 環境保護 l. 住民関連事務の管理 m. 社会文化価値の保全 n. その権限に則した関連法規の策定および実施 o. 関連法規で定める、その他の義務

出所) インドネシア国民協議会ウェブサイト: 「UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 32 TAHUN 2004 TENTANG PEMERINTAHAN DAERAH DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA」、Bagian Ketiga Hak dan Kewajiban Daerah pasal 21 を元に作成、  
<https://www.dpr.go.id/dokjdi/document/uu/33.pdf>、2020年1月20日取得。

表 2-3 州自治体と県・市自治体の義務的業務

州自治体の義務的業務	県・市自治体の義務的業務
a. 開発の計画および統制 b. 土地利用の計画、実行、および監督 c. 公衆秩序および社会的安定の維持 d. 公共施設・設備の設置 e. 保健分野への対応 f. 教育の実施、および潜在的人材の配置 g. 県・市を跨る社会問題の解決 h. 県・市を跨る労働分野のサービス実施 i. 県・市を跨る協同組合、中小企業振興 j. 環境管理 k. 県・市を跨る土地管理サービスの実施 l. 住民サービス及び住民登録サービス実施 m. 行政一般事務サービスの実施 n. 県・市を跨る投資事務サービスの実施 o. 県・市が未だ実施していない、その他のサービスの実施 p. 関連法規で定める、その他の義務的業務の実施	a. 開発の計画および統制 b. 土地利用の計画、実行、および監督 c. 公衆秩序および社会的安定の維持 d. 公共施設・設備の設置 e. 保健分野への対応 f. 教育の実施 g. 社会問題の解決 h. 労働分野のサービス実施 i. 協同組合、中小企業振興の促進 j. 環境管理 k. 土地管理サービスの実施 l. 住民サービス及び住民登録サービス実施 m. 行政一般事務サービスの実施 n. 投資事務サービスの実施 o. その他の基本的サービスの実施 p. 関連法規で定める、その他の義務的業務

出所) インドネシア国民協議会ウェブサイト: 「UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 32 TAHUN 2004 TENTANG PEMERINTAHAN DAERAH DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA」、Bagian Ketiga Hak dan Kewajiban Daerah pasal 22 を元に作成、  
<https://www.dpr.go.id/dokjdi/document/uu/33.pdf>、2020年1月20日取得。

州及び県・市の業務は、いずれにおいても環境管理が義務的業務として示されており、開発の計画及び統制と調和した環境保全に責任を有していることが読み取れる。もちろん、これらの分野については中央政府もその責任を有しているとされ、地方・中央政府分業分

野として整理されている。中央政府担当分野は明確に区分され、すなわち外交、国防、治安維持等といった分野が中央政府専管とされている。

低炭素政策の位置づけや実効性を分析するためには、インドネシアの開発計画と予算編成の制度について整理する必要がある。

インドネシアの予算編成は、地方政府の定める開発計画に基づき行われ、計画行政と予算編成が一体化されており、計画が予算に直結する仕組みとなっている。

開発計画の根拠法は「国家開発計画システムに関する 2004 年法律第 25 号」で、同 3 条には、「国家開発計画は人々の生活を取り巻く全ての環境に関するマクロ計画であり、インドネシア国土の統合の手段である」とされ、a.開発を行う各利害関係者間の調整を図ること、b.政府間、地域間、政府外諸機関間及びそれらの現在・将来との調整において、開発における統合性、一体性、相乗効果の創出を図ること、c.計画システムを計画、予算、実施、評価の総合的なものとし、それぞれの間に整合性を確保すること、d.国民の参加を最大化すること、e.開発の効率及び効果を最大化させ、公正性を確保し、資源を持続的に活用することを目的とする、とされている。開発計画の計画体系を表 1-5 に示す。

表 2-4 インドネシアの開発計画体系<sup>4</sup>

計画区分	中央政府	地方政府
長期計画 (20 年)	国家長期開発計画 ( RPJP:Rencana Pembangunan Jangka Panjang)	地方長期開発計画 ( RPJPD:Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah)
中期計画 (5 年)	国家中期開発計画 ( RPJM:Rencana pembangunan jangka menengah)	地方中期開発計画 ( RPJMD : Rencana pembangunan jangka menengah daerah)
	政府機関戦略計画 ( Renstra-KL : Rencana Strategis Kementerian/Lembaga)	地方機関戦略計画 ( Renstra-SKPD : Rencana Pembangunan Jangka Menengah Satuan Kerja Perangkat Daerah)
行動計画 (1 年)	政府行動計画 ( RKP : Rencana Kerja Pemerintah)	地方政府行動計画 ( RKPd : Rencana Kerja Pemerintah Daerah )
	政府機関行動計画 ( Renja-KL : Rencana Kerja Kementerian/Lembaga)	地方機関行動計画 ( Renja-SKPD:Rencana Kerja Satuan Kerja Perangkat Daerah)

出所) インドネシア国民協議会ウェブサイト: 「UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 32 TAHUN 2004 TENTANG PEMERINTAHAN DAERAH DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA」を元に作成、2020 年 1 月 20 日取得。

## (1) 長期開発計画

<sup>4</sup> 財団法人自治体国際化協会、「インドネシアの地方自治」、平成 21 年、<http://www.clair.or.jp/j/forum/series/pdf/j29.pdf>、2020 年 1 月 20 日取得

国家長期開発計画（RPJP : Rencana Pembangunan Jangka Panjang）は、インドネシア憲法のビジョン、ミッションの達成のため、20年間の国家の展望、目標及び国家開発の方向性を示すものであり、法律によって定められる。また、地方政府における地方長期開発計画は、国家長期開発計画を基に地方条例で定められる（国家開発計画システムに関する2004年法律第25号第4条(1)、第5条(1)、第10条～第13条）。

## (2) 中期開発計画

国家中期開発計画（RPJM : Rencana Pembangunan Jangka Menengah）は、法律によって定められた国家長期開発計画の方向性を基に大統領の任期である5年にあわせて、大統領が就任後3カ月以内に大統領令によって定める行政計画である。この計画は、大統領の任期の5年間の展望、目標、政策運営方針を示すものであり、その内容は①開発戦略、②一般政策方針、③各省・非省政府機関、地方の行動計画、④マクロ経済フレーム、を含むものであり、この計画を基に各省・非省政府機関戦略計画（Renstra-KL : Rencana Strategis Kementerian/Lembaga）が定められる。

また、地方中期開発計画は、国家長期開発計画及び国家中期開発計画を基に作成される計画であり、地方政府の長の任期の5年間の展望、目標、地域開発の方向性を示すものであり、地方首長令で定められ、この計画を基に事業局・技術機関戦略計画（Renstra-SKPD : Rencana Strategis Satuan Kerja Perangkat Daerah）が定められる（国家開発計画システムに関する2004年法律第25号第4条(2)、第5条(2)、第14条～第19条）。

## (3) 政府行動計画

政府行動計画（RKP : Rencana Kerja Pemerintah）は国家中期開発計画を基に大統領令によって前年度中に定められ、翌年度の①優先開発事業、②経済財政政策の方向性が示され、同時に必要な資金の枠組みを示すことを目的とする。計画は翌年度の国家予算編成の指針となり、この計画を基に各省・非省政府機関行動計画（Renja-KL : Rencana Kerja Kementerian/Lembaga）が定められる。また、地方政府行動計画は地方中期開発計画及び政府行動計画を基に作成される計画であり、地方首長令で定められる。この計画は地方予算編成の指針とされ、同時に住民・民間部門の開発への参加を求める指針としても使用される。この計画を基に事業局・技術機関行動計画（Renja-SKPD : Rencana Kerja Satuan Kerja Perangkat Daerah）が定められる（国家開発計画システムに関する2004年法律第25号第4条(3)、第5条(3)、第21条～第27条）。

中央と地方の開発計画は、図1-7に示す通り地方が中央の開発計画を参照することとなっており、低炭素施策等にあっても、中央政府の開発計画を地方の各自治体が管轄内の状況を踏まえて最適化した取り組みを開発計画に反映する形で取りまとめられる。

こうした状況から、中央政府の低炭素政策の分析にあたっては、その内容を踏まえた中央・地方の開発計画との関係性に留意する必要がある。

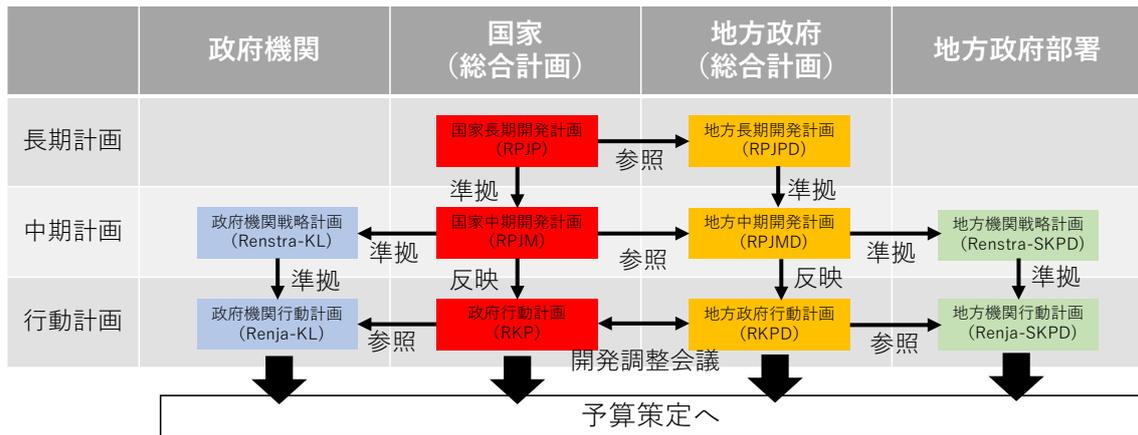


図 2-4 中央と地方の開発計画の関係性

出所) インドネシア国民協議会ウェブサイト: 「UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 32 TAHUN 2004 TENTANG PEMERINTAHAN DAERAH DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA」を元に作成、<https://www.dpr.go.id/dokjdih/document/uu/33.pdf>、2020年1月20日取得。

## 2.2. バリ州

### 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

##### ① バリ州中期開発計画（RPJMD）

2.1.2 で述べたとおり、インドネシアでは 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<sup>5</sup>。

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 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 2-5 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あげられる。

- 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）

<sup>5</sup> バリ州中期開発計画（RPJMD、2018～2023 年）

## 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。

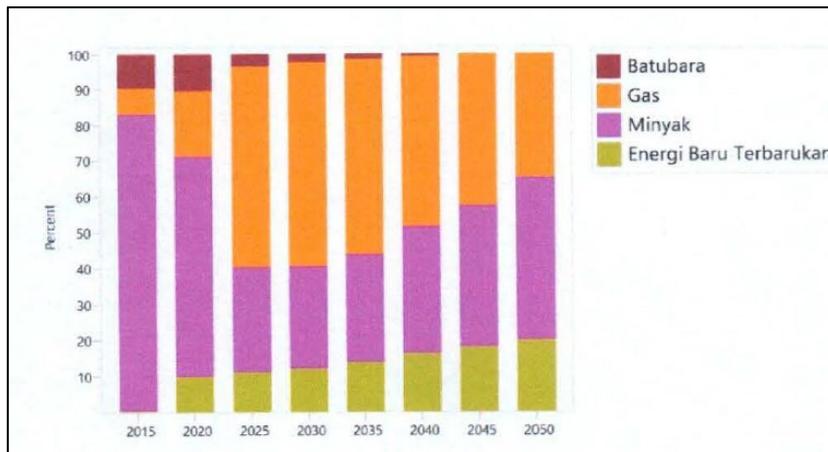


図 2-5 バリ州の将来電源構成

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 2-6 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-CO<sub>2</sub>/年であった排出量は、2030 年には 9,296,000t-CO<sub>2</sub>/年、2050 年には 21,279,000t-CO<sub>2</sub>/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 2-7 バリ州将来温室効果ガス排出量予測（単位：千トンの CO<sub>2</sub>）

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 におけるガス供給及び再エネに関する主要方針を抜粋した。

表 2-8 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				
エネルギー供給のための生産、輸送、配電の信頼性向上	燃料及び LPG インフラ開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ガスステーションなどの燃料供給ネットワークの開発</li> <li>● SPBE (LPG 充填所) 等の LPG 供給網開発</li> </ul>	エネルギー鉱物資源省 (Ministry of Energy and Mineral Resource: ESDM)、プルトamina、民間企業	2020～2050
	天然ガス供給 インフラの開発	インフラとガス供給のロードマップの作成及びバリ北部/南部における LNG インフラ開発		

戦略	プログラム	RUED Activities	関係機関	期間
方針 2: クリーンエネルギー開発優先項目				
天然ガス利用の促進 (LPG、LNG、CNG)	天然ガス供給インフラの開発	供給及び輸送に伴うバリ北部／南部におけるインフラ開発	ESDM、バリ開発計画局、民間企業	2020～2050
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

このうちガス供給や再エネに係る政策を下記に抜粋した。

表 2-9 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 1: エネルギー保全、エネルギー多様化				
エネルギー多様化	住宅向け及び交通分野におけるディーゼル燃料のガス転換	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 交通分野でのガス政策の見直し</li> <li>● CNG エンジンを使用した車両の導入増加</li> <li>● ガス燃料使用促進のための地方予算（APBD）の割当</li> <li>● 都市ガスネットワーク建設による住宅向けガス利用の促進及びインフラ整備検討</li> <li>● 2025 年までの 150 住戸へのバイオガスダイジェスターの導入</li> </ul> ※いずれも RPJMD および戦略計画に準拠	ESDM、バリ開発計画局、民間企業等	2020～2050
ガスエネルギーの交通分野の利用	産業、電力、住宅、交通向けのガス利用の最適化	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ガスインフラや電池式電気自動車に既に整備されている地域での政府系車両への天然ガス利用の義務付け</li> </ul> ※条例、知事令にて規定		
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"> <li>● 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</li> <li>● 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成スキームに関する規制の整備</li> </ul>	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"> <li>● 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）</li> </ul>		

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 2-10 2020 年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（ディーゼル発電プラントもあるが現在休止）。

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<sup>6</sup>（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 2-11 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 2-12 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

<sup>6</sup> 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)

## 2.2.2. 天然ガスへの燃料転換事業化計画策定に向けた検討

2.2.1(2)にて述べたとおり、バリ州では再生可能エネルギーの開発推進を目的とした政策の整備を進めており、バリ州へのヒアリングから、4つの関連法令を策定している。特に、2020年9月に国家計画であるKEN及びRUENに基づき策定された地方計画RUEDにおいては、主要方針として天然ガス利用の促進を掲げ、天然ガス供給インフラの開発を進めていくこととしている。

一方、バリ州の天然ガス供給インフラの現状としては、2013年にESDM主導でガス充填ステーション（Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas: SPBG）が3か所整備されたものの、それ以降は進んでいない。2015年時点でバリ州におけるガス消費量は一日当たり40L程度であり、バリ州の交通組織委員（Bali Land Transportation Organization）から国営ガス会社 Pertamina Gas に対し、一層のガス需要を喚起し SPBG を整備するよう要請がされた<sup>7</sup>ものの、現状もジャワ島の他の州と比較すると大きく後れを取っている。

昨年度業務として、バリ州及びインドネシア石油・ガス公社 PT Pertamina グループのガス販売会社である PT. Pertagas Niaga との意見交換を重ね、ガス供給可否および計画について把握した。

バリ州の見解としては、インフラ整備次第であり、Pertamina Gas 社の計画に依存するとの見解であった一方、Pertamina Gas 社としてはバリ州での需要次第でガス供給事業への意思決定を行うといった両にらみの状況であった。

そこで、昨年度は下記に示すポテンシャル評価を実施し、ガス需要の規模と効果を算出の上、本年度は当該成果を元にガスインフラ整備の可能性について確認を行った。

### (1) 観光バス等のガス転換に関する検討

#### 1) CO<sub>2</sub> 排出削減ポテンシャルの算出

##### ① バリ州におけるディーゼル車両由来エネルギー需要と CO<sub>2</sub> 排出量等

昨年度調査において、バリ州における燃料消費量を各種文献から収集し、ディーゼル燃料として 520 kl/日の消費があることを把握した。この場合、年間の消費量は 189,800 kl/年となる。

ディーゼル 1 L あたりの CO<sub>2</sub> 排出係数は 2.619 kg-CO<sub>2</sub> であるため、189,800 kl の消費に伴う CO<sub>2</sub> 排出量は 497,086 t-CO<sub>2</sub> に上る。

これらディーゼル車両のガス燃料転換においては、2018年にJCM設備補助事業として実施された「スマラン市公共交通バスへのCNGとディーゼル混焼設備導入プロジェクト」の実績から30～40%のCO<sub>2</sub>排出削減効果が得られることから、バリ州における低炭素活動としてディーゼル車両のガス転換はCO<sub>2</sub>の大幅な削減を可能とする有効な手段のひとつである。

ただし、バリ州における車両登録台数から、ディーゼル車両の多くを観光バスが占めることがわかっている。新型コロナウイルスの感染拡大により、2020年依頼大幅に稼働が減

<sup>7</sup> <https://regional.kontan.co.id/news/organda-minta-pertamina-tambah-spbg-di-bali>

った状況であることが推測される。バリ州における新型コロナウイルスによる観光への影響を振り返ると、2020年3月より160か国に許可していたビザなし渡航を規制し、2021年からは変異型の新型コロナウイルス感染拡大の懸念からビザを有する場合でも渡航を制限する措置に踏み切っている状況である。

これらの状況により、観光目的のバスによる寄与は大幅に減少したとみられる一方、感染抑制以降には再び同規模の観光需要が生じることが想定されることから、排出削減に向けた取組は準備が必要であるといえる。また、公共交通や廃棄物収集を始めとするトラック等の運行に関しては、社会に不可欠な用途であることから、コロナ禍においても従前と同様の運行が行われていると想定した。

JCM 設備補助事業を計画すると、排出削減効果を一定程度確からしく想定できる設備が適しているため、定常的に稼働する車両を選定することが望ましい。そこで、本調査においては、コロナ禍においても継続して運行が必要であり、かつ感染拡大の中でも社会的に不可欠なサービスである公共交通（バス）に特に着目し効果の分析を行った。

## ② バリ州における公共バスの運行

バリ州において運行されている公共バスとして、2020年9月から運航されている「Trans Metro Dewata」がある。Trans Metro Dewataでは、105台のバスを所有し、4つのバス路線で運行されている。

運行時間は、午前5時から午後9時までとされ、10分おきに運行されており、1日に片道あたり96トリップを行う計画となっている。



図 2-6 Trans Metro Dewata の車両

出所) Bali Backpacker's Guidelines "Bali Trans Metro Dewata Bus", <https://bali-backpacker.com/trans-metro-dewata-bus-stop-halte-shelter/>、2021年2月取得

図 2-7 Trans Metro Dewata の案内資料

出所) Bali Backpacker's Guidelines "Bali Trans Metro Dewata Bus", <https://bali-backpacker.com/trans-metro-dewata-bus-stop-halte-shelter/>、2021年2月取得

バスの走行路線としては下記のルートが設定されている。

表 2-13 Trans Metro Dewata の運行情報

ルート番号	路線	停留所数	車両 [台]	片道距離 [km]
路線Ⅰ (K1B)	クタ中央駐車場～バスステーション	40	31	63.6km
路線Ⅱ (K02)	ングラライスタジアム～空港	24	22	30.2km
路線Ⅲ (K3B)	サヌールビーチ～クタ北部	24	20	43.0km
路線Ⅳ (K4B)	バスステーション～ウブド	32	32	55.3km

出所) Bali Backpacker's Guidelines "Bali Trans Metro Dewata Bus", <https://bali-backpacker.com/trans-metro-dewata-bus-stop-halte-shelter/>より JANUS 作成

各路線の経路を以下に示す。



図 2-8 Trans Metro Dewata のルート

出所) Bali Backpacker's Guidelines "Bali Trans Metro Dewata Bus", <https://bali-backpacker.com/trans-metro-dewata-bus-stop-halte-shelter/>より JANUS 作成

これらの情報から、Trans Metro Dewata での燃料消費と CO<sub>2</sub> 排出量を推計した。まず、各ルートの走行距離、運行数から、4 ルートの 1 日の往復合計距離は 36,883.2km となる。年間の稼働日を 300 日に想定すると、年間走行距離は 11,064,960km となる。

Trans Metro Dewata において利用されているバスは、三菱社製の中型バスであり、2018 年に JCM 設備補助事業として実施された「スマラン市公共交通バスへの CNG とディーゼル混焼設備導入プロジェクト」において Trans Semarang 社が運用しているバスと同種の形状であることから、燃費データ等は当該プロジェクトのデータを引用することができる。

表 2-14 ルートごとの運行数、距離、燃料消費量

ルート番号	運行数 [回/片道]	片道 距離 [km]	往復合計 距離 [km/日]	年間走行 距離 [km/年]	想定燃費* [km/l]	燃料消費量 [L/年]
路線Ⅰ (K1B)	96	63.6	12,211.20	3,663,360	4.7	779,438
路線Ⅱ (K02)	96	30.2	5,798.40	1,739,520	4.7	370,111
路線Ⅲ (K3B)	96	43	8,256.00	2,476,800	4.7	526,979
路線Ⅳ (K4B)	96	55.3	10,617.60	3,185,280	4.7	677,719
合計	384	192.1	36,883.20	11,064,960	-	2,354,247

\* スマラン市における同種の公共バス (Trans Semarang) の数値を参照。

これらの値をもとに、ディーゼル燃料の正味発熱量を算出し、CO<sub>2</sub>排出量を計算すると、以下のとおりとなる。

表 2-15 ルートごとの推定 CO<sub>2</sub> 排出量

ルート番号	燃料消費量 [L/年]	正味発熱量* [GJ/kl]	CO <sub>2</sub> 排出量** [t-CO <sub>2</sub> /年]
路線Ⅰ (K1B)	779,438	37,943	2,755
路線Ⅱ (K02)	370,111	18,017	1,308
路線Ⅲ (K3B)	526,979	25,653	1,862
路線Ⅳ (K4B)	677,719	32,991	2,395
合計	2,354,247	114,605	8,320

\*正味発熱量は、温室効果ガスインベントリに関する 2006 年 IPCC ガイドライン第 2 巻 1 章の表 1.2 に示されている IPCC デフォルト値の低い値である 48.68 GJ/kl を採用。

\*\* 排出係数は、温室効果ガスインベントリに関する 2006 年 IPCC ガイドライン第 2 巻 1 章表 1.2 に示されている IPCC デフォルト値。低い値である 0.0726 t-CO<sub>2</sub>/GJ を採用。

Trans Metro Dewata は、公共交通サービス運用のため、この規模の燃料消費を定常的に消費し続ける単独の事業者である。

JCM 設備補助を検討するうえでは、多くの現地事業者が関与する形態は取りまとめの観点から課題が多く、単一事業者を対象とすることが円滑な事業組成、モニタリング体制構築等の面から望ましい。こうした点から、バリ州におけるバスのディーゼル油/CNG の混合燃料 (Dual Diesel Fuel: DDF) 化に際しては、Trans Metro Dewata が有望な事業者の筆頭であるといえる。

Trans Metro Dewata における CNG を利用した燃料転換事業は、2018 年に JCM 設備補助事業として実施された「スマラン市公共交通バスへの CNG とディーゼル混焼設備導入プロジェクト」と同種の方法論を適用し、これに基づく計算の結果、プロジェクト排出量 (5 年) は 32,562 t-CO<sub>2</sub> となった。リファレンス排出量である 41,602 t-CO<sub>2</sub>/年から減算すると、9,039 t-CO<sub>2</sub>/年となり、これがプロジェクト期間の排出削減量となる。

## 2) 経済性評価

### ① 設備導入コスト

ディーゼルエンジン車両の CNG 混焼化に際して必要となる設備は、CNG タンクとエンジン系統へのガス燃料噴射装置、最適な混焼率を計算し、制御するコンピューター、および燃料計や DDF モード切替などのユーザーインターフェース装置である。

設備導入においては、これらの機器とエンジニアによる取付工事費用、試運転費用等のコストが必要となる。

2018 年に JCM 設備補助事業として実施された「スマラン市公共交通バスへの CNG とディーゼル混焼設備導入プロジェクト」において、これらのコストは中型バス 1 台あたりおよそ 100 万円であることがわかっている。

Trans Metro Dewata の所有台数は中型バス 105 台であるため、導入に必要な初期投資は 1.05 億円程度、14,170,040,486 IDR となる。

### ② 運用コスト

DDF 化は、CO<sub>2</sub> 排出削減だけではなく、ディーゼルと CNG の燃料価格の差、および燃費向上効果により運用コストの削減が期待される技術である。現在のディーゼル消費量は 1,667,591 L/年であり、価格は 7,150 IDR/L である。この値に基づく燃料費は約 168 億 IDR (16,832,864,6810 IDR) 、日本円で約 1 億 2,470 万円となる。

### ③ 経済性シミュレーション

CNG への燃料転換については、バリ州における天然ガス供給価格を十分に想定する必要がある。なぜなら、インドネシア政府は、自国で算出できる天然ガスをより活用していくため、特に交通分野への供給価格を安価に設定しているが、パイプライン輸送ができる地域とその他では価格が異なっているためである。例えば、ジャカルタにおいては CNG 単位あたり価格を 3,100 IDR/LSP としているものの、スマラン市のパイプライン整備前価格は 4,500 IDR/LSP となっており、CNG の輸送コストが上乗せされる価格設定となっているためである。

バリ州ではパイプラインが未整備であることから、ここでは仮にスマランと同様の 4,500 IDR/LSP の値をもとに計算する。

結果として、5 年間の想定で約 124 億 IDR の燃料費削減効果があることがわかった。JCM 設備補助を適用しない場合、投資回収は 6 年であり、JCM 設備補助 40%を想定した場合、投資回収は 4 年という結果を得た。経済性計算結果を以下に示す。

表 2-16 Trans Metro Dewat への JCM 設備補助を活用した DDF 導入による経済性計算結果

ディーゼル価格	7,150	IDR/L	燃料費削減効果	2,483,024,109	IDR/年
CNG 価格	4,500	IDR/L	初期投資	14,170,040,486	IDR
リファレンス燃料費			投資回収年	6	年
ディーゼル	16,832,864,681	IDR	JCM 適用初期投資	8,502,024,291	IDR
プロジェクト燃料費			JCM 適用投資回収年	4	年
ディーゼル	10,133,384,538	IDR			
CNG	4,216,456,034	IDR			
合計	14,349,840,572	IDR			

	リファレンスコスト			プロジェクトコスト				便益
	CAPEX	ディーゼル コスト	合計	CAPEX	ディーゼル コスト	CNG コスト	合計	
0	0			8,502,024,291				-8,502,024,291
1		16,832,864,681	16,832,864,681		10,133,384,538	4,216,456,034	14,349,840,572	2,483,024,109
2		16,832,864,681	16,832,864,681		10,133,384,538	4,216,456,034	14,349,840,572	2,483,024,109
3		16,832,864,681	16,832,864,681		10,133,384,538	4,216,456,034	14,349,840,572	2,483,024,109
4		16,832,864,681	16,832,864,681		10,133,384,538	4,216,456,034	14,349,840,572	2,483,024,109
5		16,832,864,681	16,832,864,681		10,133,384,538	4,216,456,034	14,349,840,572	2,483,024,109
6		16,832,864,681	16,832,864,681		10,133,384,538	4,216,456,034	14,349,840,572	2,483,024,109
7		16,832,864,681	16,832,864,681		10,133,384,538	4,216,456,034	14,349,840,572	2,483,024,109
合計		117,830,052,766	117,830,052,766		70,933,691,765	29,515,192,238	100,448,884,003	17,381,168,763

・キャッシュフローと IRR

	0	1	2	3	4	5	6
FCF	-8502024291	2,483,024,109	2,483,024,109	2,483,024,109	2,483,024,109	2,483,024,109	2,483,024,109
	-8502024291	-6,019,000,183	-3,535,976,074	-1,052,951,965	1,430,072,144	3,913,096,253	6,396,120,362
IRR (10 年)	26%				投資回収		

出所) JANUS 作成

(2) 廃棄物収集車のガス転換に関する検討

バリ州では、1 日当たり約 4,300 t の廃棄物を排出しており、その内訳は 60% が有機性廃棄物、20% がプラスチック廃棄物である。廃棄物全体のうち、52% が不法投棄、野焼き等により適切に処理されておらず、それ以外は地方政府の管轄化で最終処分場へ搬入されている<sup>8</sup>。

<sup>8</sup> MONGABAY, “Inilah Data dan Sumber Sampah Terbaru di Bali”, <https://www.mongabay.co.id/2019/07/02/inilah-data-dan-sumber-sampah-terbaru-di-bali/>、2021 年 2 月取得

バリ州には 8 つの最終処分場があり、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 (Tempat Pembuangan Akhir: TPA) 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、コロナウイ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 1,150 t に達している<sup>9</sup>。1 日当たりの搬入量が 2,400 t に及ぶという予測もあり、TPA を管理するデンパサール市清掃局の職員によれば、TPA の残存寿命は 2016 年時点で 3~5 年程度であるとのことで、非常に逼迫した状況である<sup>10</sup>。バリ州政府は TPA における廃棄物処理を促進するため、2019 年より廃棄物発電所の建設を計画しているものの、投資家が見つからず、建設は遅れている<sup>11</sup>。

図 2-9 TPA Sarbagita 最終処分場にて消火活動が行われている様子 (2019 年 9 月 27 日出所) BPBD Bali/Mongabay Indonesia

また、堆積した廃棄物から発生するメタンガスにより火災が頻発しており、火災事故や TPA からの臭気は、バリ州における観光業及び周辺住民の生活に深刻な影響を与えている。

バリ州における廃棄物収集事業は、各地方政府の美化局 (Dinas Kebersihan dan Pertamanan: DKP) の管轄もしくは民間企業へ委託されているが、廃棄物の収集に予算を割くことのできない自治体においては収集が十分に実施されていない。収集が行われていない地域では、住民が河川へ不法投棄したごみが洪水を引き起こしたり、道端でごみが焼却されることで周辺住民への煙害や健康影響が懸念される等の問題が生じている。

デンパサール市の場合、廃棄物は、住民により毎日 17 時~19 時の間に自宅近くの一時集積場 (Tempat Pengolahan Sampah: TPS) まで搬入され、その後中継施設 (DEPO) を介して TPA へ運搬される<sup>10</sup>。TPS から TPA もしくは DEPO から TPA までの運搬を地方政府が担っている。デンパサール市においては、127 箇所の TPS/DEPO が設置され、そこで市が所有する 121 台 (2019 年実績)<sup>12</sup>の廃棄物収集車への廃棄物の積み替えを実施し、1 日に

<sup>9</sup> 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

<sup>10</sup> 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](https://www.env.go.jp/earth/coop/lowcarbon-asia/project/data/JP_IDN_H28_01.pdf), 2021 年 2 月取得

<sup>11</sup> Greener.co., “Revitalisasi TPA Sarbagita Suwung Bali Tak Kunjung Selesai”, <https://www.greener.co/berita/revitalisasi-tpa-serbagita-suwung-bali-tak-kunjung-selesai/>, 2021 年 2 月取得

<sup>12</sup> STATISTICS INDONESIA, “Environment Statistics of Indonesia 2020”, <https://www.bps.go.id/publication/download.html?nrbvfeve=NWE3OThiNmI4YTg2MDc5Njk2NTQwNDUy&xzmn=aHR0cHM6Ly93d3cuYnBzLmdvLmlkL3B1YmxyY2F0aW9uLzIwMjAvMTEvMjcvNWE3OThiNmI4YTg2MDc5Njk2NTQwNDUyL3N0YXRpc3Rpay1saW5na3VuZ2FuLWwhpZHVwLWluZG9uZXNpYS0yMDIwLmh0bWw%3D&twoadfnorfeauf=MjAyMS0wMi0yNyAxMT0zNjo0NQ%3D%3D>, 2021 年 1 月取得

平均 3～4 回 TPA へ廃棄物を搬入している<sup>13</sup>。以下にデンパサール市における廃棄物収集フローを示す。

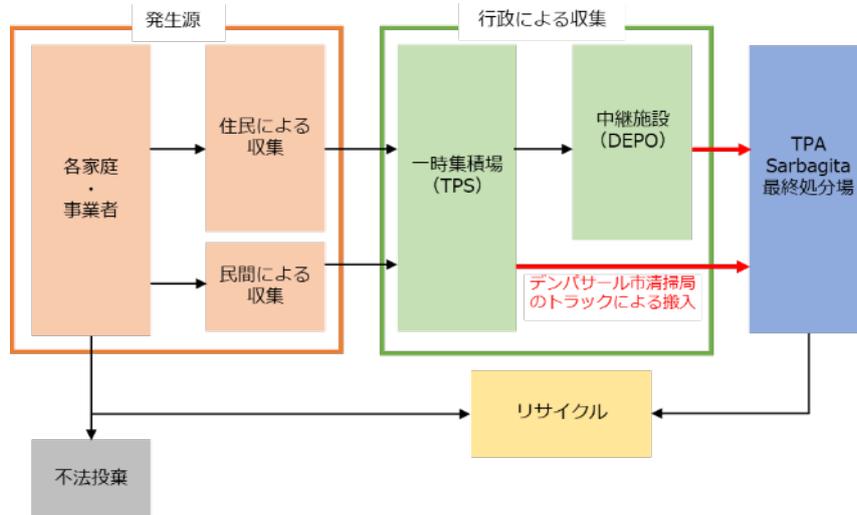


図 2-10 デンパサール市における廃棄物収集フロー

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](https://www.env.go.jp/earth/coop/lowcarbon-asia/project/data/JP_IDN_H28_01.pdf) より JANUS 作成

### 1) CO<sub>2</sub> 排出削減ポテンシャルの算出

上述のとおり、バリ州においては、他の地域と同様、廃棄物収集・処分のサービスは市・県が担っている。バリ州において廃棄物発生量が最も大きい自治体はデンパサール市であり、本検討においてはデンパサール市の廃棄物収集車のデータで試算を行う。

デンパサール市より所管する廃棄物関係車両のデータから、対象台数は 121 台であり、1 日 4 回程度処分場と収集場所を往復する。

各車両において明確なルートは設定されていないとのことであり、ここではデンパサール市中心部から最終処分場までの 15 km を平均移動距離とした。1 日 4 往復の収集とした場合、121 台での移動距離総計は 7,260 km となり、1 年の合計移動距離は 2,649,900 km となる。

廃棄物収集車の燃費を中型バスと同程度と仮定し、2018 年に JCM 設備補助事業として実施された「スマラン市公共交通バスへの CNG とディーゼル混焼設備導入プロジェクト」の値である 4.7 km/l を採用すると、これらの移動に必要な燃料使用量は 563,809 l/年となる。CO<sub>2</sub> 排出量は、プロジェクト期間の 5 年（設備耐用年数）で 9,963 t-CO<sub>2</sub>/年である。

DDF 導入による CO<sub>2</sub> 排出量（プロジェクト排出量）は、以下の通りとなる。

<sup>13</sup> みどり産業株式会社・株式会社 NTT データ経営研究所、平成 25 年度外務省政府開発援助海外経済協力事業「インドネシア共和国バリ島デンパサール市における、バイオガス・堆肥化による有機ごみ処理案件化調査」[https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/seisaku/kanmin/chusho\\_h25/pdfs/5a11-1.pdf](https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/seisaku/kanmin/chusho_h25/pdfs/5a11-1.pdf)、2021 年 1 月取得

表 2-17 DDF 導入後の CO<sub>2</sub> 排出量 (プロジェクト排出量)

CNG 使用量	1,022	t/5 年
CNG 排出量	2,580	t-CO <sub>2</sub> /5 年
ディーゼル使用量	1,476	kl/5 年
ディーゼル排出量	5,218	t-CO <sub>2</sub> /5 年
DDF 排出量	7,798	t-CO <sub>2</sub> /5 年

出所) JANUS 作成

リファレンス排出量の値である 9,963 t-CO<sub>2</sub>/5 年からプロジェクト排出量減算した値は 2,165 t-CO<sub>2</sub>/年であり、この値がプロジェクトにおける CO<sub>2</sub> 排出削減効果である。

## 2) 経済性評価

### ① 設備導入コスト

対象とする廃棄物収集車両は、上述の通り 121 台と想定する。Trans Metro Dewata と同様に、1 台当たり 100 万円での DDF 車両改造を想定すると、121 台の改造コストは 1.21 億円、16,329,284,750 IDR となる。

### ② 運用コスト

Trans Metro Dewata での検討と同様、DDF 化によりディーゼルと CNG の燃料価格の差、および燃費向上効果による運用コストの削減を想定する。現在のディーゼル消費量は、上記想定に基づく 563,809 L/年であり、ディーゼル価格は産業向け (補助金なし) の 9,500 IDR/L である。この値に基づく運用コスト (燃料費) は約 53 億 IDR (53,356,180,841 IDR)、日本円で約 4 千万円となる。

### ③ 経済性シミュレーション

Trans Metro Dewata での検討と同様、前提として CNG 価格を 4,500 IDR/LSP に設定し計算する。計算結果として、約 11 億 IDR/年の燃料費削減効果があることがわかった。補助金なしの場合、投資回収は 15 年、JCM 設備補助における補助金を活用した場合、補助率 40%として投資回収 9 年との結果を得た。

計算結果を以下に示す。

表 2-18 デンパサル市廃棄物収集関係車両への JCM 設備補助を活用した DDF 導入時の  
経済性シミュレーション結果

ディーゼル価格	9500	IDR/L
CNG 価格	4500	IDR/L
リファレンス燃料費		
ディーゼル	5,356,180,851	IDR
プロジェクト燃料費		
ディーゼル	3,224,420,872	IDR
CNG	1,009,781,043	IDR
合計	4,234,201,915	IDR

経済効果	1,121,978,936	IDR/年
初期投資	16,329,284,750	IDR
投資回収年	15	年
JCM 適用初期投資	9,797,570,850	IDR
JCM 適用投資回収年	9	年

年	リファレンスコスト			プロジェクトコスト				便益
	初期投資	ディーゼルコスト	合計	初期投資	ディーゼルコスト	CNGコスト	合計	
0	0			9,797,570,850				-9,797,570,850
1		5,356,180,851	5,356,180,851		3,224,420,872	1,009,781,043	4,234,201,915	1,121,978,936
2		5,356,180,851	5,356,180,851		3,224,420,872	1,009,781,043	4,234,201,915	1,121,978,936
3		5,356,180,851	5,356,180,851		3,224,420,872	1,009,781,043	4,234,201,915	1,121,978,936
4		5,356,180,851	5,356,180,851		3,224,420,872	1,009,781,043	4,234,201,915	1,121,978,936
5		5,356,180,851	5,356,180,851		3,224,420,872	1,009,781,043	4,234,201,915	1,121,978,936
6		5,356,180,851	5,356,180,851		3,224,420,872	1,009,781,043	4,234,201,915	1,121,978,936
7		5,356,180,851	5,356,180,851		3,224,420,872	1,009,781,043	4,234,201,915	1,121,978,936
8		5,356,180,851	5,356,180,851		3,224,420,872	1,009,781,043	4,234,201,915	1,121,978,936
9		5,356,180,851	5,356,180,851		3,224,420,872	1,009,781,043	4,234,201,915	1,121,978,936
10		5,356,180,851	5,356,180,851		3,224,420,872	1,009,781,043	4,234,201,915	1,121,978,936
11		5,356,180,851	5,356,180,851		3,224,420,872	1,009,781,043	4,234,201,915	1,121,978,936
12		5,356,180,851	5,356,180,851		3,224,420,872	1,009,781,043	4,234,201,915	1,121,978,936
13		5,356,180,851	5,356,180,851		3,224,420,872	1,009,781,043	4,234,201,915	1,121,978,936
14		5,356,180,851	5,356,180,851		3,224,420,872	1,009,781,043	4,234,201,915	1,121,978,936
合計		74,986,531,915	74,986,531,915		45,141,892,213	14,136,934,596	59,278,826,809	15,707,705,106

・キャッシュフローと IRR

	0	1	2	3	4	5	6
FCF	-9,797,570,850	1,121,978,936	1,121,978,936	1,121,978,936	1,121,978,936	1,121,978,936	1,121,978,936
	-9,797,570,850	-8,675,591,914	-7,553,612,978	-6,431,634,042	-5,309,655,106	-4,187,676,169	-3,065,697,233
IRR (14 年)	7%						

	7	8	9	10
FCF	1,121,978,936	1,121,978,936	1,121,978,936	1,121,978,936
	-1,943,718,297	-821,739,361	300,239,575	1,422,218,511
			投資回収	

出所) JANUS 作成

### (3) Pertamina Gas 社によるガス供給可否の検討

上記の公共バス及び廃棄物収集車両の試算を元に、Pertamina Gas 社に対してこれらの需要規模に対するガス供給サービスの可否について検討を進めた。上述の通り、こうした検討にあたって、日本エヌ・ユー・エス株式会社と Pertamina Gas 社の間で MoU を締結し、検討にあっている。

公共バスおよび廃棄物収集車両の各項目で試算した経済性検討は、あくまで両事業者にとっての経済性である。両事業者にガスを供給する Pertamina Gas 社としても、供給インフラの新設や新たなサービス展開に係るコストが見込まれ、こうした費用を含め回収の見通しがあるか判断を行う必要がある。

上述の通り、ガス価格は 4,500 ルピア/LSP を設定しており、これはスマランでのガス販売価格となっている。ディーゼル燃料との差額が公共バスならびに廃棄物収集事業者にとっての経済メリットとなることから、上述の投資回収期間や IRR を満たすうえでターゲットとなる価格水準である。

Pertamina Gas 社では、同社の各種経営データをもとに、複数のサプライチェーンルートをもとに、ガス供給サービスの開通が可能な試算を行った。

1 つ目のルート案は、東ジャワから CNG を陸送するルートである。供給は、CNG を圧縮充填する車両である MRU により供給するモデルとした。

この場合、Pertamina Gas 社がサービス展開可能なガス供給単価として 8,933 ルピア/LSP (USD 16.5/Mmbtu) が提示された。4,500 ルピア/LSP で事業者に提供する場合、5 年間の運営のために 257.5 億ルピア (約 2 億円) の追加コストが必要となることが示唆された。

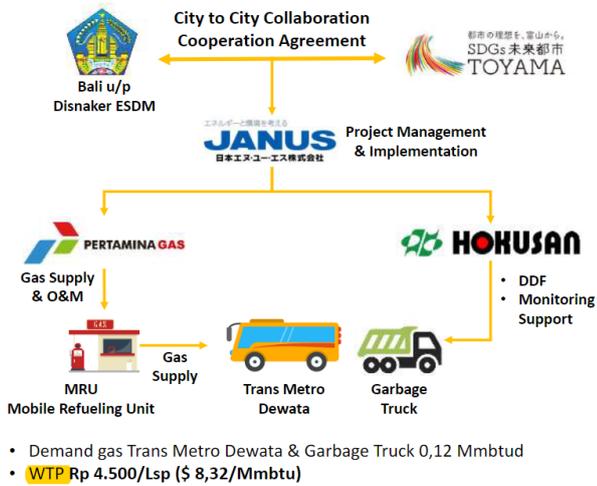
2 つ目のルート案は、カリマンタン島のボンタン LNG 基地からの LNG 海上輸送である。この場合、大量の輸送ができることから、陸送のケースより安価な供給が可能となり、サービス展開可能なガス供給価格として 6,389 ルピア/LSP (USD 11.8/Mmbtu) が提示された。

当初想定した 4,500 ルピア/LSP の価格には及ばず、左記価格で事業者にガス供給する場合、5 年間の運営のために 109.7 億ルピア (約 9,000 万円) の追加コストが必要となることであった。ただし、この計画は、バリの LNG ハブ開発計画に依存しており、供給が可能となるのは 1 年以上先であるとのことであった。

なお、陸送のケースであれば、価格の課題がクリアできた場合、1 年以内にサービス開始可能なオプションであるとのことであった。

Pertamina Gas 社より得た算定結果を以下に示す。

Project City to City Collaboration



Alternative Gas Supply

1. CNG East Java

- Gas Source from Pertamina for Gas fuel for transportation (vehicle)
- Toll fee is not applied since the gas is for transportation
- MRU is using existing facilities from Pertamina
- Estimated gas price in Bali is **USD 16,5/Mmbtu (Rp 8.933/Lsp)**
- Since the WTP is Rp 4.500/Lsp, this project requires incentives approximately **25,75 billion IDR** for 5 years of operation
- the project can be executed within 1 (one) year

2. LNG Cargo

- Gas source from **LNG Bontang**
- Estimated gas price in Bali is **USD 11,8/Mmbtu (Rp 6.389/Lsp)**
- Since the WTP is Rp 4.500/Lsp, this project requires incentives approximately **10,97 billion IDR** for 5 years of operation
- the project execution is depend on LNG hub Bali Development, the project's accomplishment can be more than one year

Follow Up

- .....
- .....

図 2-11 Pertamina Gas 社による CNG 供給価格試算

公共バス事業者及び廃棄物収集車を運営するデンパサール市としては、投資回収が上記より伸びる場合、DDF 化による経済性のメリットが見出せないことから、事業化が難しい旨の見解を得ている。例えば、6,389 ルピア/LSP の場合、事業者は毎年 10 億ルピア程度の経済性を得ることができる試算となるものの、投資回収に至るまでの期間は 21 年と長期となる。

そこで、需要増加により単価の低減が見込まれるとの Pertamina Gas 社の見解を踏まえ、単価の低減のため、さらなる改造可能車両の検討により、需要を増やす方法について検討した。

一方、JCM 設備補助事業の観点からは、同時に複数事業者を対象とする事業の検討はリスクが見込まれることに加え、上述の通り多くの現地事業者が関与する形態は取りまとめの観点から課題が多く、単一事業者を対象とすることが円滑な事業組成、モニタリング体制構築等の面から必要であることに留意が必要と考えられた。

そこで、Pertamina Gas 社が保有する石油、ガス運搬車両を対象に検討することを打診した。Pertamina Gas 社自身が保有する車両であれば、管理及び供給インセンティブが十分に確保されることが期待されるためであり、保有車両の台数や燃料消費量、及びこれらの車両の DDF 化によるコスト削減の可能性について議論を行った。

### Potential users

- Could your company's vehicles (lorries etc.) be candidates for installation of DDF system in JCM scheme?
  - If possible, please share with us
    - Number of vehicles
    - Specification (Exhaust gas amount, Engine type)
    - Actual diesel fuel consumption data (L/vehicle/year)
- Any information regarding other potential gas users?
- Could you share us with the situation of existing DDF systems installed Patraniaga vehicles?



### Existing CNG stations

- Please share us with the exact locations of existing CNG stations in Bali by local operators or related staffs.
- Please share us with whether the gas stations are still utilized.

図 2-12 Pertamina グループ保有車両のデータ依頼事項

ヒアリングの結果、バリ州での運用台数はわずかであることに加え、運用自体は Pertamina グループ外の運送会社の管理下にあり、所有者も分散していることから、石油、ガス運搬車両を対象とすることは難しいことが判明した。

こうした議論を続ける中で、後述するスマラン市の事例を参照すると、ガスインフラの発展途上にある現段階においては、インフラ計画が策定され、かつ既に供給が開始しているスマラン市ですら、供給の不安定課題を抱えていることなどを鑑み、また脱炭素に向けて化石燃料である天然ガスから一歩先を見越した取組が期待されている状況などを踏まえ、地産地消でのモビリティ向け燃料として水素の利用により高いポテンシャルを抱くに至った。

Pertamina Gas 社としても水素の利用を検討中であることから、天然ガスの普及と交通低炭素化計画と並行し、水素利用の可能性についても議論を開始することとした。

## (4) バリ州における水素利用の可能性

### ① Pertamina Gas との水素利用検討

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	570	74,328
		Steel	684-912	89,193-118,925
		Petrochemistry	570	74,328
	Purpose production (existing facility)	Petroleum refining	656-1,055	85,542-137,572
		Ammonia	N. A.	N. A.
	Purpose production (New facility)	Fossil fuel reform	884-1,654	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=28.32m<sup>3</sup> 1Nm<sup>3</sup>=0.03507MMBTU 1ℓ=38.04MJ=0.036055MMBTU  
1m<sup>3</sup>=35.17MJ=0.033335MMBTU 1YEN=130IDR

図 2-13 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であった。このため、水素利用の可能性に関して、バリ州や関係機関も巻き込んだ事業計画を検討することとした。

## ② バリ州及び関係機関との水素利用検討

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 が開催されることから、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。こうした関心状況を踏まえ、在日本インドネシア大使館と富山市が意見交換を行ったところ、大使より現地の関係機関、企業を交えたセミナーの開催について打診を得るとともに、開催に際しては大使館として協力できるとの申し出を得た。

そこで、バリ州側と調整を重ね、富山市・バリ州水素セミナーとして準備を行い、2022 年 1 月 31 日に開催に至った。セミナーの詳細は後述するが、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前向きなコメントを各所より得るに至った。

ところで、水素利用にあたっては、グリーン水素（再生可能エネルギー由来水素）を想定する場合、製造に係るエネルギーの確保が不可欠で、中でも太陽光発電の電力をエネルギー源とした水電気分解法などが主流である。

本都市間連携事業においては、太陽光発電の事業化も検討してきたところであるが、インドネシアにおける FIT 制度が発展途上であることや、系統接続制約が大きいことなどから、日本のように急速な拡大が進んでいない状況がある。逆に言えば、こうした制度面の制約からは、グリッドから独立し電力を水素の形で貯留する方式において普及可能性を期待できるといえる。本年度は、こうした可能性の観点から、バリ州での太陽光発電の利用可能性を検討した。

## 2.2.3. 太陽光発電導入事業化計画策定に向けた検討

### (5) 太陽光発電

過年度の事業では、病院や庁舎等のオフィス型ビル、公共用地を対象とし、ポテンシャルサイトの選定と発電量試算を行った。

政府施設においては、エネルギー鉱物資源省が太陽光発電システム導入の促進の通達「Surat Edaran MESDM No. 363/22/MEM.L/2019」を発出しており、政府予算の削減、再生可能エネルギー普及、温室効果ガス排出削減の目標達成のため、屋上太陽光発電システムを政府施設に導入することが推奨されている。

PROGRAM KESDM TERKAIT PLTS ATAP		エネルギー鉱物資源省の屋根置き太陽光プログラム
	01 PLTS Atap di gedung-gedung lingkungan KESDM	01エネルギー鉱物資源省への屋根置き太陽光導入
	02 Pembangunan PLTS Atap di lingkungan Istana Kepresidenan Jakarta, Istana Wapres, dan Kantor Setneg (2018) : 1.3 MW	02ジャカルタ大統領官邸での屋根置き太陽光の建設(2018) : 1.3 MW。
	03 Pembangunan PLTS Atap di Mabes TNI Jakarta (2018) : 520 kWp	03ジャカルタ国軍司令部での屋根置き太陽光の建設(2018) : 520kW。
	04 Pembangunan PLTS Atap di Pos Pengamatan Gunung Api (2019) : 43.55 kWp	04火山観測所での屋根置き太陽光の建設(2019) : 43.55kW。
	05 Pembangunan PLTS Atap di Pesantren (2019) : 180 kWp	05イスラム寄宿舎での屋根置き太陽光の建設(2019) : 180kW。
	06 Surat Instruksi MESDM No. 02 I/20/MEM.L/2019 tentang Pembangunan PLTS Atap di Lingkungan KESDM	06エネルギー鉱物資源省地方事務所への屋根置き太陽光設置指令。
	07 Surat Edaran MESDM No. 363/22/MEM.L/2019 tentang Hibauan Pembangunan PLTS Atap di Kementerian/Lembaga dan Pemerintah	07省庁及び地方自治体施設における屋根置き太陽光設置促進勧告。

図 2-14 エネルギー鉱物資源省の太陽光発電システム導入に係る取組み

出所) エネルギー鉱物資源省ウェブサイトより作成<sup>14</sup>

バリ州においては、バリ州に所在する国立大学であるウダヤナ大学地域再生可能エネルギーセンター（Center for Community Based Renewable Energy, Udayana University: CORE）により、「バリのエネルギー自給自足化へ向けた屋根置き太陽光発電所設置計画案」が示されている。

本計画案においては、バリ州において、2025年までに設備容量108MWの太陽光発電所を建設することを目標としていること、バリ全体での太陽光発電所の設置キャパシティが1,254MWであることなど、導入ポテンシャルが示されている。

本計画においても、公共施設への屋根置き太陽光の可能性について言及されており、「非常に有望な導入先」との記載がある。

<sup>14</sup> Kementerian Energi dan Sumber daya Mineral 「KEBIJAKAN, REGULASI DAN INISIATIF PENGEMBANGAN ENERGI SURYA DI INDONESIA」,2019. <http://iesr.or.id/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-10-Bahan-Paparan-Akselerasi-PLTS-Mencapai-65-GW-pada-2025-IESR.pdf>, 2020年4月取得

こうした情報から、昨年度は次に示す地点において発電量、コスト試算を行った。



図 2-15 バリのエネルギー自給自足化へ向けた 屋根置き太陽光発電所設置計画案

CORE, “Peta Jalan Pengembangan PLTS Atap Menuju Bali Mandiri Energi”, 2019

表 2-19 候補地点と面積、概況、設備容量、発電量

地点名	面積 [m <sup>2</sup> ]	スクリーンショット	導入ポテンシャル/メリット	課題/懸念事項	モジュール容量、PCS容量 [kW]	年間発電量 [kWh]	概算金額 [USD]
財務省バリ庁舎ビル	2217.27		・平屋根とみられ、一定規模の面積を確保可能	・強度不明	103.5kw 345W*300枚	156,315	126,657.00
デンパサール市 Suwung浄水場	1000.77		・伝統的な瓦屋根ではなく設置可能性あり ・一定面積を確保可能	・強度不明	144.9kw 345W * 420枚	218,841	175,004.00
デンパサール市貯水場施設周辺敷地	6904.21		・一定の面積を確保できる ・水面等への設置(浮体式)も可能かもしれない ・ポンプ場があり、自家消費が可能 ・地域への供給(地域貢献)策もある ・公共事業省管理のため電気関係のエンジニアが常駐	・伐採、整地が必要 ・屋根置きではないため、PLNの新制度(屋根隠岐への優遇策)は使えない可能性がある	621.0kw 345W * 1800枚	937,889	898,276.00
デンパサール市最終処分場跡地	4179.48		・一定面積を確保できる ・埋め立て完了地点から順次公園として増設されるが、その一部を太陽光パネル設置に充てることのできる可能性がある ・廃棄物処理関連の設備に電力供給するほか、地域への供給(地域貢献)等に活用できる可能性	・屋根置きではないため、PLNの新制度(屋根隠岐への優遇策)は使えない可能性がある	285.66kw 345W * 828枚	431,429	415,182.00

これらの地点のCO<sub>2</sub>排出削減量を、方法論 ID\_AM013 (Installation of Solar PV System) を用い計算した。また、初期投資の想定およびJCM設備補助による補助額(30%を想定)を以下に示す。

表 2-20 各候補地点におけるCO<sub>2</sub>排出削減量

候補地点名	年間発電量 [kWh]	排出削減量 [t-CO <sub>2</sub> /年]	プロジェクト期間排出削減量 [t-CO <sub>2</sub> ]
財務省バリ庁舎ビル	156,315	96.29	1,637

デンパサール市 Suwung 浄水場	218,841	134.81	2,292
デンパサール市貯水場施設周辺敷地	937,889	577.74	9,822
デンパサール市最終処分場跡地	431,429	265.76	4,518
合計	1,744,474	1,075	18,268

出所) JANUS 作成

設備導入コストの費目は、パネル、PCS、その他周辺設備、輸送費、工事費、系統接続工事費、各種税等があげられる。本検討においては、日本での工事事例から平均的な値を算出し、採用した。各地点の金額を以下に示す。

表 2-21 設備導入コスト

候補地点名	概算金額 [USD]	概算金額 [JPY]*
財務省バリ庁舎ビル	126,657	13,298,985
デンパサール市 Suwung 浄水場	175,004	18,375,420
デンパサール市貯水場施設周辺敷地	898,276	94,318,980
デンパサール市最終処分場跡地	415,182	43,594,110
合計	1,615,119	169,587,495

出所) JANUS 作成

\*換算レートを 1USD=105JPY で計算

インドネシアにおいては、補助率に影響する JCM 設備補助類似技術（採択実績件数）の実績として、太陽光発電についてはすでに 4 事例以上報告されているため、補助率は 30% と想定される。上記概算金額合計の 30% は 50,876,249 円である。この値を CO<sub>2</sub> 排出削減量で除算すると、CO<sub>2</sub> 排出削減の費用対効果は 2,785 円/t-CO<sub>2</sub> となり、設備補助事業において適正な値となる。

本年度は、この結果を踏まえて、再生可能エネルギー事業を含め、公共向けの建設プロジェクトを担う Persada Bali 社と事業化に向けた検討を行うこととした。Persada Bali 社はバリ州より紹介を得た公営企業であり、公共施設の屋根置き太陽光設置等の実績を有する。

ヒアリングの結果、事業化に向けては以下の課題について指摘を受けた。

- ✓ コロナ以降、行政の予算のひっ迫があり、初期投資の確保が難しい可能性がある。
- ✓ 現状、FIT 制度が整っておらず、売電ができないか買取価格が低く経済性の確保が難しい可能性がある。
- ✓ 自家発電の場合であっても、グリッドとの取り合いに関して PLN との協議が必要となり、系統の状況によって制約が生じる可能性がある。

- ✓ PPA 制度等も準備があるとされる一方、詳細な契約や運用については PLN との協議が必要であり、事例が無いことから、実態としては運用に至っていない。

PLN は、太陽光発電方式として、以下のモデルを承認しており、このうち③に該当する太陽光電力売電契約（Power Purchase Agreement:PPA）も含まれている一方で、実際には運用のための手続きや詳細は未決定のようである。

- 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。

こうした状況にあることが、太陽光発電の普及課題でもある中、前章に示した水素利用が一つの解決策となり得る可能性がある。

というのも、日本においては近年、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ためである。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。

発電側の安定出力という観点から、蓄電池との比較も検討できる。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、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が有利となり得る。水素は、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<sup>15</sup>。

今後、水素利用のモデル地点を選定し、バリ州のグリッド制約やエネルギー的・経済的メリットのある利用方法について検討を進めていく考えである。

## 2.3.スマラン市

### 2.3.1.スマラン市の低炭素化に向けた取り組み

#### (1) 主たる政策・方針

スマラン市は中部ジャワ州の州都であるが、同州では2025年までにエネルギー供給量の21%を再生可能エネルギーとする目標を掲げている。州エネルギー鉱物資源局（Central Java Energy and Mineral Resources Agency）は、2025年までに同州のエネルギー供給量の17%を太陽光と地熱とすることを目指しており、現在も同州の電力需要の10%が再生可能エネルギーとなっている。また、GHGの排出量に関しては、同州は2020年までに46%削減を目標としている。

スマラン市においても、2012年にスマラン市気候変動戦略 2010-2020（Semarang City Climate Change Strategy in 2010-2020）が策定され、以下の7つの戦略が打ち立てられた<sup>16</sup>：

- (1) エネルギー効率の向上
- (2) 統合型廃棄物管理システムの開発
- (3) 気候変動の影響による疾病管理
- (4) 給配水サービスの改善
- (5) 気候変動に関連する災害対策のための能力開発
- (6) 洪水および潮汐による浸水影響の制御
- (7) 建物管理および空間の有効利用

GHG 排出削減目標の達成のために、同市は過去には都市間連携や、JCM 設備補助事業を活用した低炭素技術の導入に積極的に取り組んでおり、交通分野における燃料転換技術の導入の知見を有する。また、スマラン市は「100のレジリエント・シティ（100 Resilient Cities: 100RC）」に選ばれており、沿岸都市として洪水をはじめとする災害や、気候変動に強い都市づくりへの取り組みが期待される。

スマラン市が州都となっている中部ジャワ州においては、エネルギー関連政策として、「中部ジャワ州における温室効果ガス排出量を削減するための地域行動計画 2020（The Regional Action Plan for Reducing Greenhouse Gas Emissions (Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca: RAD-GRK) of Central Java Province 2020）」が2012年に、「地域エネルギー総合計画（General Plan of Regional Energy : RUED）」が2018年に制定されている。RAD-GRK および RUED についてはそれぞれ次項に詳述する。

---

<sup>15</sup> 西脇 文男「再エネ発電の不安定さは「水素」でカバーせよ」東洋経済オンライン、2018年。<https://toyokeizai.net/articles/-/231887?page=3>

<sup>16</sup> Initiative for urban climate change and environment (IUCCE), “Climate Change Mitigation Action Plan Of Semarang City In 2018-2030”, [http://iucce.org/index.php/home/article\\_pub/105](http://iucce.org/index.php/home/article_pub/105)

## (2) 中部ジャワ州エネルギー関連政策

### ① 中部ジャワ州における温室効果ガス排出量を削減するための地域行動計画 2020 (RAD-GRK)

スマラン市が州都となっている中部ジャワ州においては、「中部ジャワ州における温室効果ガス排出量を削減するための地域行動計画 2020 (The Regional Action Plan for Reducing Greenhouse Gas Emissions (RAD-GRK) of Central Java Province 2020)」が2012年に制定された。RAD-GRKにおける温室効果ガスの排出削減目標値は、2010年に大統領令の形で策定されたインドネシア国におけるRAN-GRKに沿ったものとなっており、RAN-GRKと同じく、2020年までにGHGを26%削減することとしている。また、同計画の中では中部ジャワ州におけるCO<sub>2</sub>の総排出量が算出されており、2008年には合計29,418,849t-CO<sub>2</sub>だったものが、2010年には39,886,167t-CO<sub>2</sub>の排出量となり、数年の間に二酸化炭素の排出が急増していることが明らかとなった。GHGの排出の要因の分析によれば、排出量の多くは、主に6つの部門—エネルギー、交通、産業、農業、林業、そして廃棄物管理—に起因しているとのことであった。エネルギー部門からのGHG排出量には、燃料、石炭、電力からのエネルギー消費が含まれ、交通部門では、交通から生じる全てのエネルギーが計上される。産業部門では、産業プロセスから生じる排出が含まれ、農業部門では、家畜廃棄物の発酵と管理から生じる排出量、および農業生産におけるバクテリアの代謝によるメタン生成、N<sub>2</sub>Oの生成に伴う排出量が含まれるとされている。最後に林業部門では森林、プランテーション、およびその他の土地利用からのすべての植生被覆からの排出が含まれ、廃棄物管理部門では、TPA、郵便局、焼却、家庭および家庭廃棄物管理での廃棄物管理が含まれる。6つのセクターの中で一番排出量が多い順に並べると、エネルギー、農業、廃棄物、産業、林業そして産業となる。下記表にて、セクターごとのGHG排出削減目標数値をまとめている。

表 2-22 中部ジャワ州のセクターごとの温室効果ガス削減目標

Bidang	Emisi GRK		Drop Target		Aksi Plan	Implementing Institution
	2010	2020	Tons of CO <sub>2</sub>	%		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Farming	6,395,328	8,964,816	392,200	4.37	Low production of varieties, low emission, irrigation efficiency, use of fertilizers organic, livestock waste treatment, utilization waste agriculture	TPH Agriculture Office, PSDA Office, BLH, Department of Animal Husbandry and Animal Health
Forestry	118,765	730,843	114,000	15.60	Control Fire andan hut land, Rehabilitasi forest andan land, Prevention logging/ logging wild.	Service Forestry, Service Plantation Service PSDA, BLH
Energy	16,191,639	29,970,000	3,934,008	13.12	Energy development renewable (biofuel, geothermal, water, solar power), efficiency energy, use of gas fuel (BBG)	ESDM Office, Dinhub, Animal Husbandry Service

Bidang	Emisi GRK		Drop Target		Aksi Plan	Implementing Institution
	2010	2020	Tons of CO <sub>2</sub>	%		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Transportation	9,737,000	25,078,000	3,134,784	12.50	Transport management review, improvement I all bag vehicle feasibility testing	Dishub, Dinas Bina Marga
Industry	1,394,548	4,146,926	390,000	9.40	Efficiency of use	Industry and Trade Office.
Waste Management	4,668,898	6,286,219	1,40,000	22.27	Development of regional landfills, 3R-based waste management and management domestic and industrial wastewater.	BLH, Department of Human Settlements and Spatial Planning

出所：中部ジャワ州における温室効果ガス排出量を削減するための地域行動計画 2020 (RAD-GRK)

以下は、それぞれのセクターにおける削減目標と戦略をまとめたものである。

表 2-23 中部ジャワ州 セクターごとの GHG 排出削減目標及び戦略

部門	目標および戦略
農業	<p>農業部門からの GHG 排出量を広義に削減し、気候変動の影響を最小限に抑え、農業開発目標を達成する。</p> <p>(1) 気候変動を予測するための農家および関連当事者の理解を深める。</p> <p>(2) 持続可能な農業開発を含む気候変動に適応する農業部門の能力を高める。気候変動保険システムを構築する。</p> <p>(3) GHG 排出量を軽減するための効率的な技術を導入する。</p>
林業	<p>今後 20 年間に、地域の福祉のための生命維持システムとして持続可能な森林を実現する。ビジョンの達成のためには、森林機能に沿って三つ側面、すなわち、生態学的、経済的、そして社会的にバランスよく森林管理を行うことによって達成される。</p>
エネルギー	<p>エネルギー管理や環境機能の保全を通じた GHG 排出量の削減は、中央政府と地方政府による、地域における再生可能エネルギーの促進によって達成される。</p> <p>目標は 2025 年までに以下のように最適なエネルギーミックスを達成することである。</p> <p>a. 石油 20%以下</p> <p>b. 天然ガス 30%以下</p> <p>c. 石炭 33%以下</p> <p>d. バイオ燃料 5%以上</p> <p>e. 地熱エネルギー5%以上</p> <p>f. バイオマス、原子力、水力、太陽光、風力を含む再生可能エネルギー5%以上</p> <p>g. 液化石炭 2%以上</p>
交通	<p>GHG 削減への包括的なアプローチを開発し、一連の実践的な政策を特定する。交通部門における GHG 排出量の削減のための戦略としては以下が挙げられる。交通機関のエネルギー効率の向上、車両の GHG 排出削減技術（より環境に優しい交通機関）の使用、および情報技術（インターネット）の利用。情報技術や通信機器などの電気通信を交通の代替として利用することにより、自動車で移動する必要性を可能な限り減らす。</p>
産業	<p>セメント、繊維、輸送機器産業などにおけるエネルギー効率の向上とエネルギーの多様化、ならびに CO<sub>2</sub> 排出量削減のための技術革新。</p>
廃棄物管理	<p>廃棄物部門からの温室効果ガス排出量を削減するためには、衛生埋立地に改造された屋外の投棄場所や、埋立地ガスを回収したり、新しい衛生埋立地を作ることが必要となる。また、2015 年までに不法投棄地をすべて閉鎖</p>

	<p>する必要がある。そのほかには、家庭などでの発生源での廃棄物量を減少させること、そして発生源での最終処分場などにおける3R（リデュース、リユース、リサイクル）の実施が考えられる。インドネシアの都市部と農村部では廃棄物の最終処理が異なり、都市部では埋め立て技術（屋外投棄、管理された埋め立て、衛生埋立）に焦点を当てているが、農村地域では堆肥化技術が採用されている。一方、3Rは都市部と農村部の両方に適用できる。</p>
--	--

出所：中部ジャワ州における温室効果ガス排出量を削減するための地域行動計画 2020（RAD-GRK）

## ② 地域エネルギー総合計画（General Plan of Regional Energy :RUED）

中部ジャワ州は、インドネシアにおける石油とガスの主な生産地域の1つとなっており同州におけるエネルギー源は依然として化石由来の燃料に大きく依存しており、石油とLPGの需要は年間5.5%ずつ増加している。しかし化石由来の燃料の採掘量が限られているため、同州の恵まれた自然を生かした再生可能エネルギーの普及が推奨されている。以下は2016年時点の電源構成と、2025年に目標としている電源構成を示したものである。

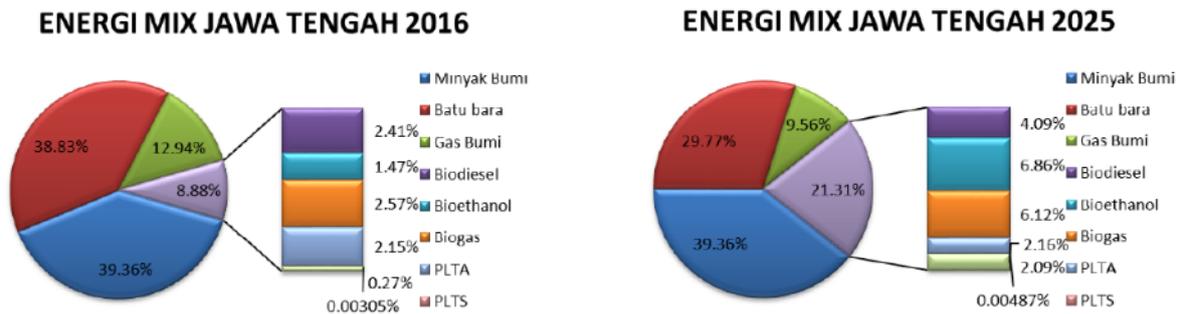


図 2-16 中部ジャワ州 2016年時点の電源構成と 2025年目標の電源構成

注) 凡例は赤：石炭、青：石油、緑：ガス、紫：再エネ（上からバイオディーゼル、バイオエタノール、バイオガス、屋根置太陽光、その他太陽光）

出所：中部ジャワ州地域エネルギー総合計画（General Plan of Regional Energy :RUED）(No.12/2018)

化石由来の燃料への依存の主要な原因として三点が示されており、一つ目は、中部ジャワ州では依然として古い設備機器が使用されており、その設備の燃料として化石由来のものが使用されることが挙げられている。次点として、化石由来の燃料を使用する機器のほうが再生可能エネルギーを利用した機器よりも効率が高く、より多量のエネルギーを出力できること、最後に、インドネシア政府は依然として化石由来燃料への補助金を給付しているため、市民にとっては手ごろな価格で利用できることが挙げられている。

RUENの目標に沿ったRUEDの目標は以下の通りである。

- i) 石油への依存を減らし、エネルギーミックスにおける石油を2025年までに25%以下に減らす。
- ii) エネルギーミックスにおける再生可能エネルギーを2025年までに23%以上、2050年

までに 31%以上に増やす。

- iii) 人々のエネルギーへのアクセスを改善し、2020 年までに電化率 100%を目指す。
- iv) エネルギーの節約を促し、2025 年までにエネルギー弾性値を 1 以下にする。
- v) 地域におけるエネルギーバッファの埋蔵量を確保する。

### 2.3.2. 天然ガスへの燃料転換事業化計画策定に向けた検討

昨年度調査においては、スマラン市における天然ガスインフラをより活用し、ディーゼル燃料が使用されているポンプや車両を対象として、ガス転換による低炭素化事業を検討してきた。ガス需要を拡大することは、インフラの強化にもつながり、ひいては 2019 年よりモニタリングを開始している JCM 設備補助事業の安定運営にも寄与することが期待された。

本年度は、昨年度調査により洗い出したポテンシャルサイトにおいて、より詳細な検討を行う想定としていた一方、ガスパイプラインの整備に係る計画の遅れや、JCM 設備補助事業におけるガス供給の課題が浮き彫りとなり、本件の対処を優先しつつ、ポテンシャルサイトの再整理を行うこととした。

JCM 設備補助事業の経緯や課題が、今後の燃料転換事業の成否にも影響することから、本章ではこの点を中心に取りまとめる。

#### (1) JCM 設備補助事業の経過と課題

既述の通り、2018 年、富山市とスマラン市の都市間連携事業を契機に、交通分野での低炭素化を目指し、市交通公社 Trans Semarang が所有するバスのうち 72 台をディーゼルからガスとの混焼に燃料転換する DDF 改造を JCM 設備補助事業において実施に至り、2019 年に改造が完了した。

本事業の開始時においては、実証事業を経ており、供給ができる場合においては十分な削減効果を想定できるものであった。改造後の試験走行においても、ディーゼルとガスの CO<sub>2</sub> 排出係数の差及び燃費向上により約 40%の削減効果を確認することができた。改造したバスの詳細と削減量は以下の通りである。

表 2-24 JCM 設備補助事業で DDF 導入済みの公共バスと削減効果（試験走行ベース）

バス種別	改造前	改造後	削減量
中型バス(47台)	12,903	7,556	5,347
大型バス(25台)	12,367	7,241	5,126
合計	25,270	14,796	10,474

インドネシアのガス普及政策とも合致することから、バンダアチェ市およびトビンティンギ市等、他の自治体からも支援依頼を得るに至った。この成果は 2019 年のアジア EST フォーラムでも発表し、公共交通へのガス転換と JCM 設備補助事業についてマレーシア・イスカンダル地域からの関心を得て、同地との都市間連携事業に繋がった経緯もある。

交通分野において、CDM や JCM の実績が少ない中、交通由来 GHG の有効な移行的手

段として波及可能性を考えることができ、本都市間連携事業でも、バリ州の検討を含め、波及を見越しポテンシャルサイトの調査を行ってきたところである。

本技術のポイントは、既存のバスをリプレイスする必要が無く、改造で上記の CO<sub>2</sub> 排出削減効果を得られる点にある。工事費用が安価で、かつ工期も短く、車両払い下げ等の折には取り除くことも容易であることから、バスの資産価値にも影響しない。

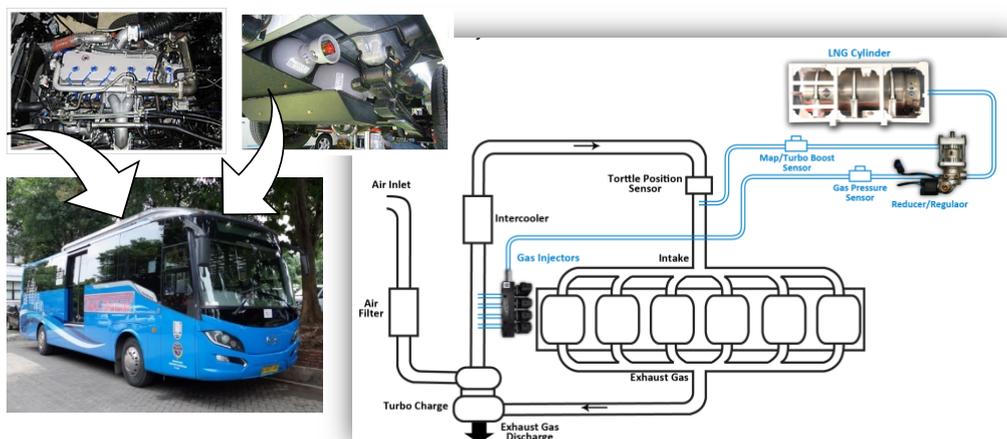


図 2-17 公共バス DDF 化のイメージ

こうした特性が、経済性の面からも効果が高く、本事業のカウンターパートである公共交通公社トランススマラン社では、JCM 設備補助を受けた 72 台を含む 235 台の全車両を自己資金で DDF 化するに至っている。

課題となっているのは燃料ガスの供給である。事業開始の時点において、ガス供給を担う Pertamina Niaga 社からは、安定供給の約束と売買契約を締結するに至っており、ガス販売により収益をあげる同社のビジネス構造からも供給上の問題が無いものと考えていた。しかしながら、開通予定であったガスステーションの工期遅れと、ガスステーション開通までの一時的ガス供給方法が機能しない状況となった。

ガスステーション開通までの一時措置は、次に示す方法が Pertamina Niaga 社より提案されていた。すなわち、西ジャワのガス基地よりガスローリー車により陸送し、移動式圧縮供給設備（コンプレッサー）を備えた MRU と呼ばれる車両でのバス供給である。このとき、MRU の過負荷が生じ、故障が頻発してガス供給が停止する事態が頻発した。

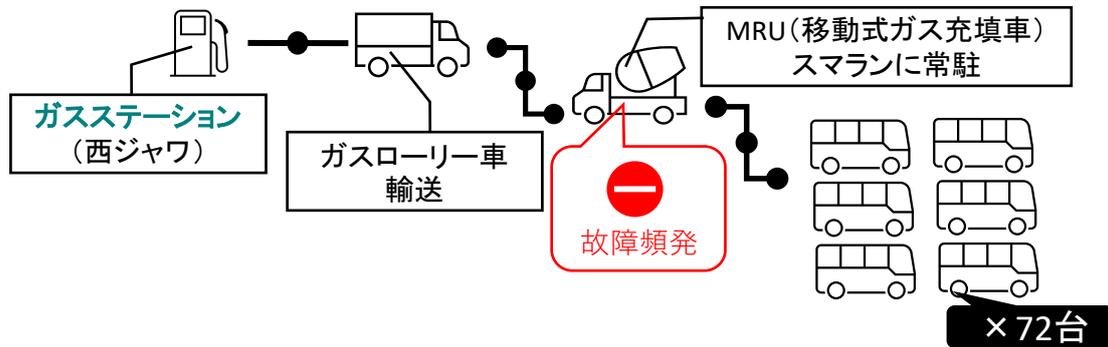


図 2-18 ガステーション開通までの一時的措置

この供給システムは、Pertagas Niaga 社を含む Pertamina Gas グループが、パイプライン未接続地域へ供給サービスを拡大するための仕組みとして示しており、原理としては実行可能なものであり、他国においても同様の供給事例があったことから、上記のコミットメントレターも加味し、当初十分に機能するものと推測された。

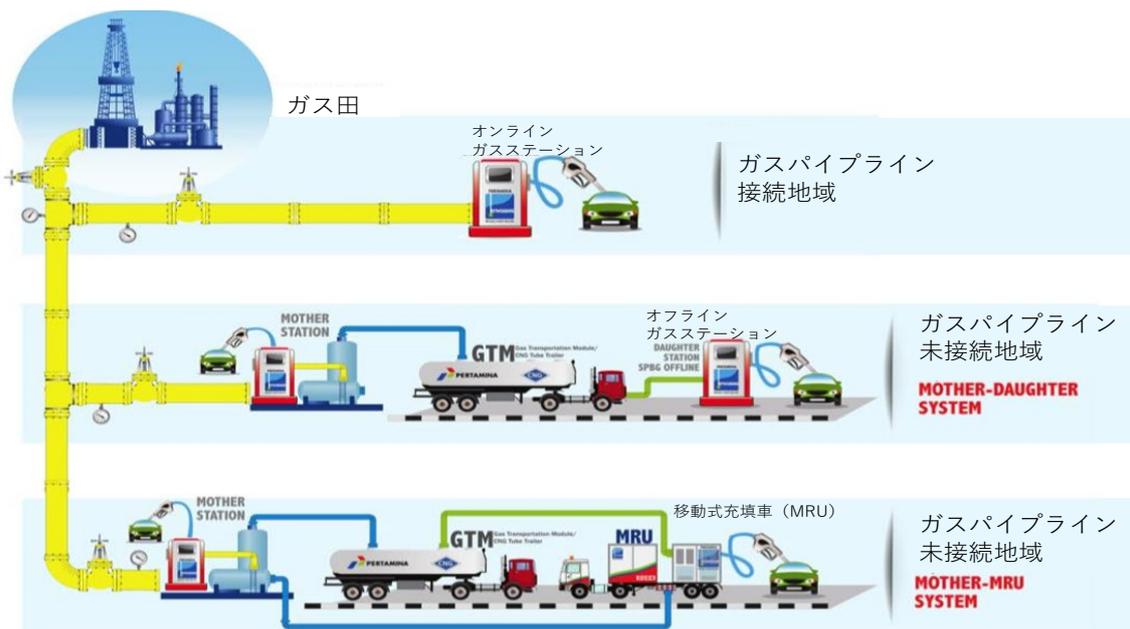


図 2-19 Pertamina Gas が提案したガスパイプライン未接続地域への供給システム

しかし、実際に運用を開始すると、供給タイミングやMRU (コンプレッサー) の過負荷に起因し、想定以上の供給時間を要することが判明した。



図 2-20 MRU によるガス供給の状況

まず、供給タイミングの課題として、基本的に早朝の営業運転開始から最終運転までの間、過密なダイヤで運行していることから、燃料供給は最終便の運行が完了し車庫に戻るまでの間のみ可能となる。ガス転換以前、ディーゼル燃料でも同様の運用が行われていた。

CNG を供給する際、ガスローリー車に搭載されているガスタンクが高圧であるため、十分早い速度でのガス供給が可能で、コンプレッサーへの負荷も低い状態でガス供給ができるものの、次第にガスタンクの圧が下がり、MRU 側のコンプレッサーに依存した供給状態となる。この時、コンプレッサーのクールダウンに時間を要するほか、供給途中に蓄圧層の復圧時間が必要となり、72 台のガス充填に 8 時間を要する状況であった。

コンプレッサーの過負荷が故障を招き、Pertagas Niaga 社は MRU の増車等による対応を約束したものの、MRU の修理に必要な部品が海外製であることなどから、調達及びエンジニアの招致に時間を要し、一定期間の供給停止が余儀なくされた時期があった。

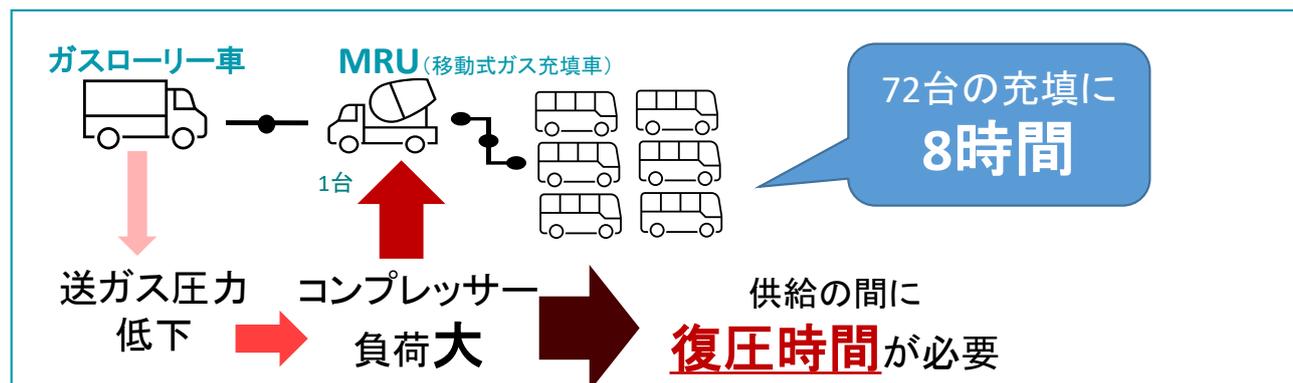


図 2-21 MRU によるガス供給の課題

このような事態にあって、代表事業者の北酸株式会社は、Trans Semarang 社、Pertagas Niaga 社とも連携し、社員を現地に派遣するなど、課題の解決に取り組んできた他、Pertagas Niaga 社の早急な対応を得るため、富山市と連携し、スマラン市、エネルギー鉱物資源省など関係機関への働きかけを行った。この中には、富山市長からスマラン市長あての対応要請レター発出も含まれている。

現地への働きかけの経緯

2019年

- JCMインドネシア事務局Skype会議 (2019/7/9) NOVOTEL HOTEL  
出席者 JCM Indonesia Cahyadi氏, Dicky氏  
北酸 若木、JANUS 石黒、山瀬
- Trans Semarang面談(2019/7/9) Trans Semarang オフィス会議室  
出席者 Trans Semarang Ade氏, Shobirin氏  
北酸 若木、JANUS 石黒、山瀬
- エネルギー鉱物資源省 訪問(2019/7/31) エネルギー鉱物資源省  
出席者 ESDM Martin氏  
富山市 小林様、北酸 尾上、JANUS 石黒、山瀬
- 運輸省 訪問(2019/7/31) 運輸省  
出席者 運輸省 Ardi様 Trans Semarang Melyadi様, Lilik様  
富山市 小林様、北酸 尾上、JANUS 石黒、山瀬
- スマラン市副市長 訪問(2019/8/1) スマラン市役所  
出席者 Trans Semarang Ade社長他  
富山市 高田様、小林様、北酸 尾上、JANUS 石黒、山瀬
- Trans Semarang訪問(2019/8/1) Trans Semarang  
出席者 スマラン市 Rahayu副市長、BAPEDA、Trans Semarang  
富山市 高田様、小林  
様、北酸 尾上、JANUS 石黒、山瀬
- Trans Semarang CNG供給立ち合い(2019/8/1~8/6) Trans Semarang  
出席者 北酸 尾上
- Trans Semarang面談(2019/9/27) Trans Semarang オフィス会議室  
出席者 Trans Semarang Ade社長 他  
富山市 高田様、小林将司様、小林慶一様、北酸 若木
- Trans Semarang面談(2019/11/26) Trans Semarang オフィス会議室  
出席者 Trans Semarang Hendrik氏, Ika氏, Shobirin氏、  
交通局Melyadi氏, Ikhwan氏  
日本工営 馬場様、林様
- Trans Semarang面談(2019/12/18) Trans Semarang オフィス会議室  
出席者 Trans Semarang Hendrik新社長, Ika氏, Shobirin氏、  
交通局Melyadi氏, Ikhwan氏  
日本工営 馬場様、林様
- Semarang市自治局 面談(2019/12/19) スマラン市庁舎  
出席者 Yen局長, Dewi課長, 地域開発局Mr.Ismet, 交通局Melyadi氏  
Trans Semarang Mr.Sobirin, Ibu Ika, 他  
富山市 高田様、小林様、北酸 若木、黒川、JANUS 石黒、山瀬  
日本工営 馬場様、林様
- Trans Semarang 面談(2019/12/19) スマラン市運輸局  
出席者 Trans Semarang Hendrik社長、交通局Melyadi氏、Ikhwan氏  
北酸 若木、JANUS 石黒、山瀬

2020年

- Pertamina Gas 面談 (2020年1月17日) アルヤドゥタ・ホテル/ジャカルタ  
出席者 Pertamina Gas  
富山市(高田課長、小林主幹)、北酸(若木、黒川)、JANUS(石黒、山瀬)
- Trans Semarang 面談・電話会議(2020年1月22日) Trans Semarang オフィス会議室  
出席者 Trans Semarang Hendrik社長、Ika氏、Shobirin氏、交通局Melyadi氏、  
Ikhwan氏、プラタガス Eggi氏  
北酸 黒川(電話にて参加)、日本工営 馬場様、林様(面談)
- Trans Semarang 打合せ (2020年3月23日) Webミーティング  
出席者 Trans Semarang (Hendrik社長ほか)  
北酸(若木、黒川)、JANUS(石黒、山瀬)
- Trans Semarang 打合せ (2020年4月26日) Webミーティング  
出席者 Trans Semarang (Hendrik社長ほか)  
北酸(若木、黒川)、JANUS(石黒、山瀬)
- Trans Semarang 打合せ (2020年5月11日) Webミーティング  
出席者 Trans Semarang (Hendrik社長、Ika, Sobirinほか)  
北酸(若木、黒川)、JANUS(石黒、山瀬)
- Trans Semarang ミーティング (2020年7月1日) Webミーティング  
出席者 Trans Semarang (Hendrik社長、Ika, Sobirinほか)  
北酸(若木、黒川)、JANUS(石黒、山瀬)
- Trans Semarang 打合せ (2020年9月14日) Webミーティング  
出席者 Trans Semarang (Hendrik社長、Ika, Sobirinほか)  
北酸(若木、黒川)、JANUS(石黒、山瀬)
- Trans Semarang 打合せ (2020年11月13日) 電話会議  
出席者 Trans Semarang (Hendrik社長)  
北酸(若木、黒川)、JANUS(石黒、山瀬)
- Trans Semarang 打合せ (2020年12月14日) Webミーティング  
出席者 Trans Semarang (Hendrik社長、Ika, Sobirinほか)  
大江橋法律事務所(松井先生、今井先生)、富山市(小林主幹)、北酸(若木、黒川)、JANUS(石黒、山瀬、生形)

**レター発出:**  
富山市長 → スマラン市長(2020.7)  
トランススマラン、スマラン市長 → エネルギー鉱物資源省大臣  
(2020.11)

**レター受領:**  
スマラン市長 → 富山市長(2020.7)

図 2-22 課題解決に向けた現地への働きかけの取組 (2019-2020)

根本的な課題解決のためには、ガスステーションの早期開通が期待されたことから、本年度はガスステーションの完工に焦点をあて、レター発出を含め協議を重ねてきた。

現地への働きかけの経緯

2021年

- Trans Semarang 打合せ (2021年1月18日) 電話会議  
出席者 Trans Semarang (Hendrik社長)  
北酸(若木、黒川)、JANUS(石黒)
- Trans Semarang 打合せ (2021年2月22日) 電話会議  
出席者 Trans Semarang (Hendrik社長、Ika)  
北酸(若木、黒川)、JANUS(石黒)
- Trans Semarang 打合せ (2021年3月29日) 電話会議  
出席者 Trans Semarang (Hendrik社長)  
北酸(若木、黒川)、JANUS(石黒)
- Trans Semarang 打合せ (2021年4月19日) 電話会議  
出席者 Trans Semarang (Hendrik社長、Sobirin)  
北酸(若木、黒川)、JANUS(石黒)
- Trans Semarang 打合せ (2021年5月21日) 電話会議  
出席者 Trans Semarang (Hendrik社長)  
北酸(若木、黒川)、JANUS(石黒、生形)
- Trans Semarang 打合せ (2021年6月18日) Webミーティング  
出席者 Trans Semarang (Hendrik社長、Ika, Sobirin)  
スマラン市開発計画局インフラ・環境調査開発部 Lutif部長、Dewi氏  
富山市(高田課長、小林主幹)、北酸(若木、黒川)、JANUS(石黒)  
通訳 Fitria
- Trans Semarang 打合せ (2021年9月24日) Webミーティング  
出席者 Trans Semarang (Hendrik社長、Ika, Sobirin)  
富山市(小林主幹)、北酸(若木、黒川)、JANUS(石黒)  
通訳 Fitria

**レター発出:**  
富山市長 → 在日インドネシア大使(2021.6)  
富山市長 → エネルギー鉱物資源省大臣(2021.6)  
トランススマラン、スマラン市長 → エネルギー鉱物資源省大臣  
(2021.6)

**レター発出(予定):**  
富山市長 → 駐日インドネシア大使  
トランススマラン、スマラン市長 → エネルギー鉱物資源省大臣  
トランススマラン、スマラン市長 → プルタミナガス

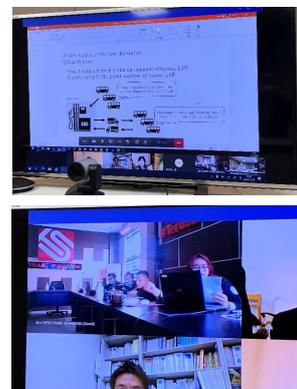
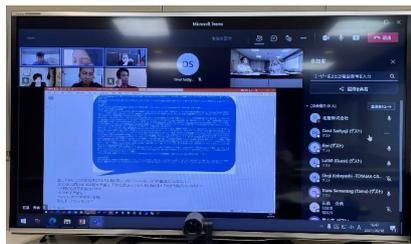


図 2-23 課題解決に向けた現地への働きかけの取組 (2019-2020)

こうした活動の成果もあり、2021年8月に、整備予定の4か所のガスステーションのうち、1か所の開通に至った。事業実施からガスステーション開通までの経緯を改めて以下に示す。

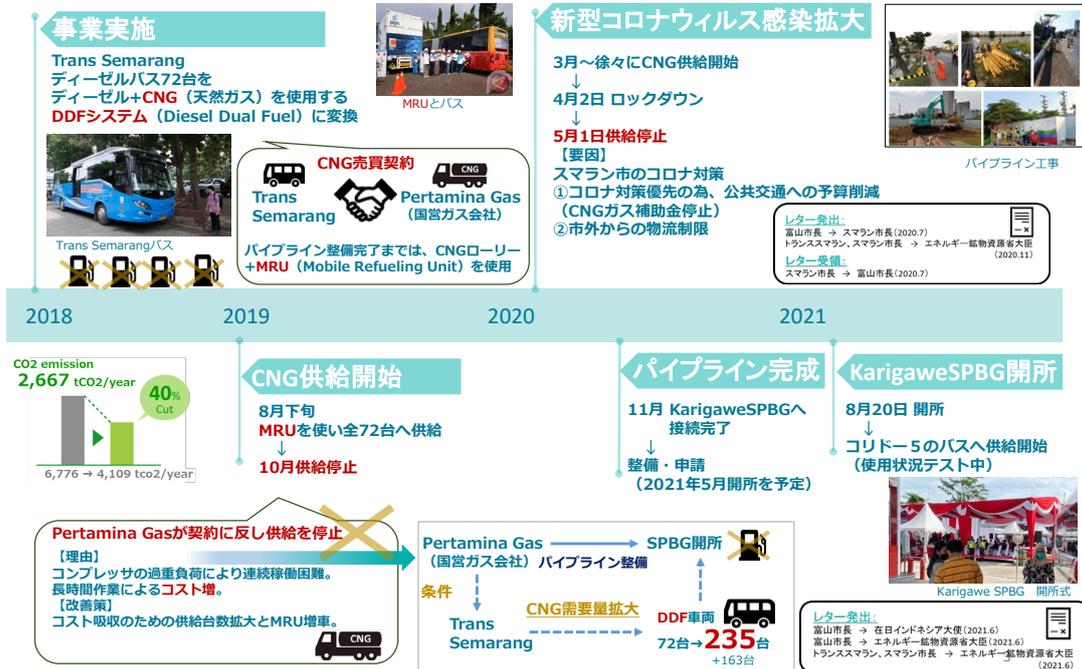


図 2-24 ガス供給ステーション整備までの経緯

ガスステーション整備により、供給が安定化することが期待されたものの、2022年2月現在、なおも全台供給には至っていない状況を確認している。背景としては、開所したガスステーションの位置が、一部の路線からは遠距離にあり、供給コストがバランスしないといった課題が生じている。

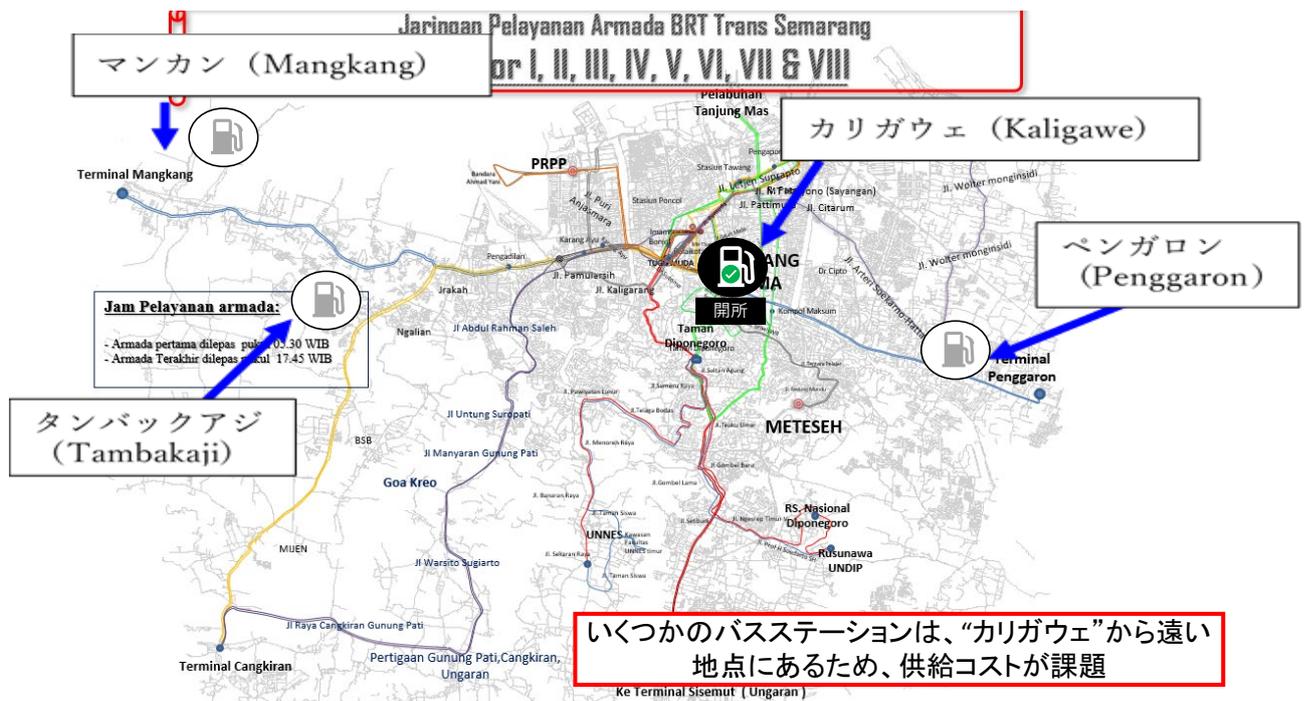


図 2-25 ガス供給ステーション整備までの経緯



No.	CORRIDOR	LOCATIONS	CNG REFUELING ESTIMATION			Description
			To Kaligawe (Travel to gas station)	To SPBG (Travel to gas station)	BBA to SPBG	
1	I (one)	→ Term. Mangrove	34.6 km	74 minutes		Via Tol Kraayak-Kaligawe
2		→ Term. Penebaron	12.7 km	35 minutes		Via Wollemangrasi
3	II (two)	→ Padi Raya	4 km	26 minutes		Via Kaligawe
4		→ Pib. Unparan	32.7 km	46 minutes		Via Tol Baranumantik-Kaligawe
5	III (three)	→ Tambah	9.6 km	33 minutes		Via Arteri Yos Sudarso
6		→ Cangkran	40 km	70 minutes		Via Arteri Yos Sudarso
7	IV (four)	→ Sabana	12 km	38 minutes		Via Arteri Yos Sudarso
8		→ PMP	9.9 km	37 minutes		Via Arteri Yos Sudarso
9	V (five)	→ Rawasari	15.9 km	35 minutes		Via Wollemangrasi
10		→ UNDP	20.3 km	44 minutes		Via Tol Tambakana-Kaligawe
11	VI (six)	→ UNES	28.9 km	47 minutes		Via Tol Jalinanlele-Kaligawe
12		→ Banjarbaru	2.7 km	22 minutes		Via Wollemangrasi
13	VIII (eight)	→ Campesna Cangkran	33 km	82 minutes		Via Arteri Yos Sudarso
14		→ Napilayan	21.2 km	74 minutes		Via Arteri Yos Sudarso
15	Feeder 2	→ Padi Raya	4 km	26 minutes		Via Kaligawe
16	Feeder 4	→ Pundak Pajuna	25.2 km	46 minutes		Via Tol Baranumantik-Kaligawe

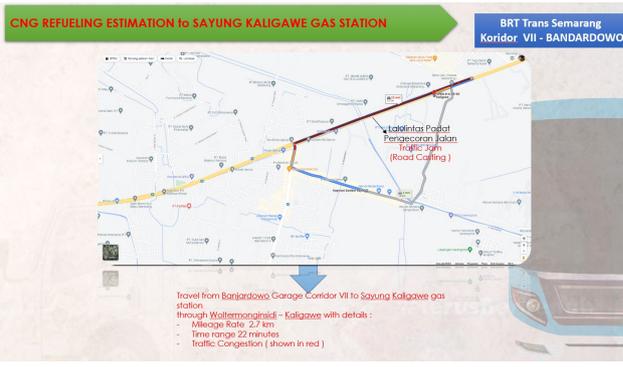


図 2-26 トランススマランによる供給距離試算

よって、恒久的な解決のためには、計画されていた4か所のステーションの開通を待つ必要がある。この実現に向けて、富山市とも連携し、在日本インドネシア大使館の協力を得て、エネルギー・鉱物資源省を通じPertagas Niaga社にも働きかけを続けている。

2021年以降、エネルギー・鉱物資源省石油ガス局長が本課題の解決に向けて定例会議に出席しており、残る3か所のステーション開通を急ぐものの、一定の時間を要することから、開通済みのKaligaweガスステーションを起点に、他のガスステーション候補地点にMRUを配し、分散供給する案が検討されている。1か所での供給と比較し、MRUへの負荷が低く、Kaligaweガスステーションから高圧ガスをピストン輸送できる可能性から、一時的な措置としては有効であると考えられる。

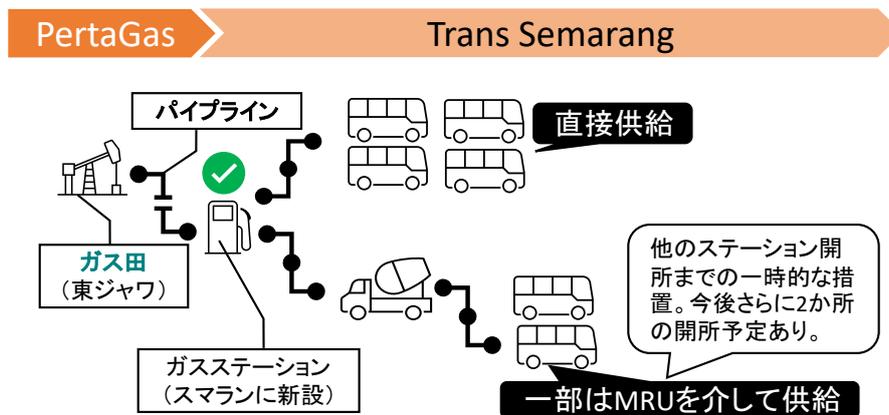


図 2-27 既開所ステーションを起点としたガス供給案

このようなガス供給の仕組みを運用していくうえでは、ガス供給側である **Pertagas Niaga** 社にも投資回収の見通しが必要となる。エネルギー鉱物資源省石油ガス局長を交えた会議において、スマラン市におけるガス利用ポテンシャルの紹介を通じ、ガス需要を増加させることによるビジネス機会を紹介した。

右示す議事メモのとおり、スマラン市側からは、従業員バス、公用車両、廃棄物収集車、造園車両などがガス転換ポテンシャルのある車両として提示しており、こうした需要を示すことでガス供給インフラへの投資優先度が向上し、早期のステーション開通を含む課題解決を期待できる。

しかしながら、**Trans Semarang** での JCM 設備補助事業の経緯からは、外部インフラに依存してプロジェクトを行う場合、事業者及びカウンターパートの意思決定や努力のみでは解消が難しい事象を経験した。富山市、スマラン市といった自治体の支援を得てようやく解決の糸口を見出した状況にある。

こうした経験からは、インフラの整備と運用の安定を待ったうえで、次のプロジェクトへの展開検討に移行するアプローチが JCM 設備補助事業におけるモニタリング等の観点から適切であると考えられた。インフラが整備された前提があれば、次項に示す各種ポテンシャルサイトにおいてガス利用及びディーゼル燃料使用削減による CO<sub>2</sub> 排出削減を期待することができる。



MINUTES OF MEETING

SUBJECT : MRU and Gas Link Support Coordination  
TIME : 6<sup>th</sup> November 2021, 13:00 pm and 15:00 pm  
PLACE : BLU UPTD Trans Semarang (Zoom Meeting)  
LIST OF PARTICIPANTS : Enclosed

NO.	DISCUSSION	PROBLEMS	SOLUTION	PIC
1.	Trans Semarang Operational	<ol style="list-style-type: none"> <li>About 230 units of 215<sup>th</sup> Trans Semarang has been converted into dual fuel. 72 units of the buses are buses proper between Semarang Government and Trans Semarang.</li> <li>The travel mileage spent much time to get to the gas stations, especially there's a road-clogging.</li> <li>Regarding the addition of MRU, the price is expected to remain the same (IDR. 4.50/LSP).</li> <li>Unit of trans Semarang buses are now being maintenance.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>MRU Placement is in South, it is necessary to arrange the route as well as the estimation of the number of buses passing through Kaligawe, Mangkang, Pengaron gas station as well as the appropriate location proposed.</li> <li>Calculation required to determine the economics of gas price.</li> <li>Refueling schedule for each corridor and the plan of gas needs will be arranged by Trans Semarang and coordinated to Pertamina : PGN ( 3<sup>rd</sup> weeks of November 2021 )</li> </ol>	BLU UPTD Trans Semarang Pemkot Semarang
2.	Gas Supply (Gas Station MRU) for Trans Semarang buses	<ol style="list-style-type: none"> <li>The refueling is now yet on target.</li> <li>Related to MRU addition, it needs the volume commitment of the gas usage / day month so that we can manage the MRU economically.</li> <li>PGN is planning to activate Mangkang and Pengaron station, so there will be 3 ( three ) gas stations operated in Semarang to fulfill Trans Semarang gas needs , expected to be completed by the end of 2021.</li> <li>In order to supply the CNG, GTM ( Gas Transport Modul ) is required in the operation of Pengaron and Mangkang gas station because mangkang station hasn't connected yet to the pipe, so that Mangkang operated as Daughter Station as well as Pengaron Gas Station.</li> <li>If Mangkang and Pengaron has activated, the corridors in north are able to operate it, but it still needs more MRU for the corridors in south .</li> <li>2 ( two ) units of MRU and GTM are being prepared. The mapping and internal discussion are now going by Pertamina PGN.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Survey between Semarang Government and PGN will be held to decide the location, strategic location and exact access with minimum scale 1000m2 are needed ( ideal scale is 2000 m2 to accommodate the queue ). The survey is in 9<sup>th</sup> or 10<sup>th</sup> November 2021.</li> <li>The Land will be provided by Semarang Government, no rental fee. Sale and purchase agreement will be discussed between BLU UPTD Trans Semarang and PGN. It's expected will be finalized immediately in the 3<sup>rd</sup> week of November 2021.</li> </ol>	PGN Semarang Government BLU UPTD Trans Semarang
3.	The Potential of Gas Fuel in Semarang	<ol style="list-style-type: none"> <li>Employee bus, official vehicle, garbage truck, housekeeping operational vehicle, etc are potential vehicle to be converted into gas fuel.</li> <li>For the converter kit sub-body, it will need the financing plan scheme</li> </ol>	<p>Alan dnganoban report bisnis untuk membahas potensi pengembangan BBO di Kota Semarang</p>	

LIST OF PARTICIPANTS DAN DOCUMENTATION



Mengetahui,  
HEAD OF BLU UPTD TRANS SEMARANG KOTA SEMARANG  
  
HENDRIX SETIAWAN, S.M.

## (2) 洪水調整ポンプ燃料転換

スマラン市はジャワ海に面する低地であり、毎年洪水による甚大な被害を受けている。そのため、河口付近で増水した河川水を調整池に排水し、洪水被害を食い止める設備を有している。近年、気候変動の影響で、洪水被害は一層深刻化している。こうした中、排水に必要なポンプの電力がディーゼル発電設備によって供給されていることから、コストや環境面での課題を抱えている。洪水調整は気候変動における適応策であるが、設備数や稼働時間が増えるほどCO<sub>2</sub>を排出することとなり、気候変動に悪循環をもたらす構図となることも問題視されている。ディーゼル発電設備を用いている理由は、洪水時は豪雨等の厳気象時に発生するため、送電システムの停電が予期されるためである。



スマラン市の洪水の様子

スマラン中央ポンプ場におけるディーゼル発電機

スマラン中央ポンプ場における排水ポンプ

図 2-28 スマラン市の洪水及び排水用ポンプ、発電設備

出所) スマラン市公共事業局提供

スマラン市では、中央、南、東、西の4区域のポンプ場があり、ポンプ台数は133台程度である。このうち、ポンプの動力をディーゼル発電機に依存しているポンプは65台ある。なかでも、燃料使用が多く、改善要請の高いポンプは40台であり、これらの燃料使用量は122,072 L/年とのことである。

こうした状況を踏まえ、過年度調査では天然ガス利用による発電設備のDDF化と燃料転換により、低炭素化を進めることを検討した。なお、DDF技術は、バス等の車両だけでなく、あらゆる形態のディーゼルエンジンに適用可能であり、船舶、発電機にも導入実績が多い。

ポンプ場発電設備へのガス供給については、工業用ガスとして一定量のガスを調達し、当該ガスを充てんしたタンクをポンプ場に設置のうえ、ガスの残量が低下した際にタンクを入れ替える方式を想定している。

この方式においては、スマラン市公共バス事業のように毎日の供給を前提としないため、ガス供給のボトルネックは解消される<sup>17</sup>。

洪水頻発時期には、連日の配送が必要となる可能性もあるものの、指定事業者のみに販売が認められている交通向けガスとは異なり、工業用ガスは国営・民間を問わず、様々なガス供給事業者が発注することが可能である。供給元の選択肢が多いことに加え、一度に複数の会社から発注し、タンクを貯め置くことで需要拡大に備えることも可能である。

こうした技術を連携させ、適時適量のガスをポンプ場に運搬する体制を築き、事業の実現並びにJCM事業におけるモニタリングの確実性を付与する。

<sup>17</sup> なお、公共バス事業においても同様の手段による解決を試みたものの、バスへの燃料供給固有の事情（ガス量や供給圧力、法規制等）で課題があり、実現には至っていない。

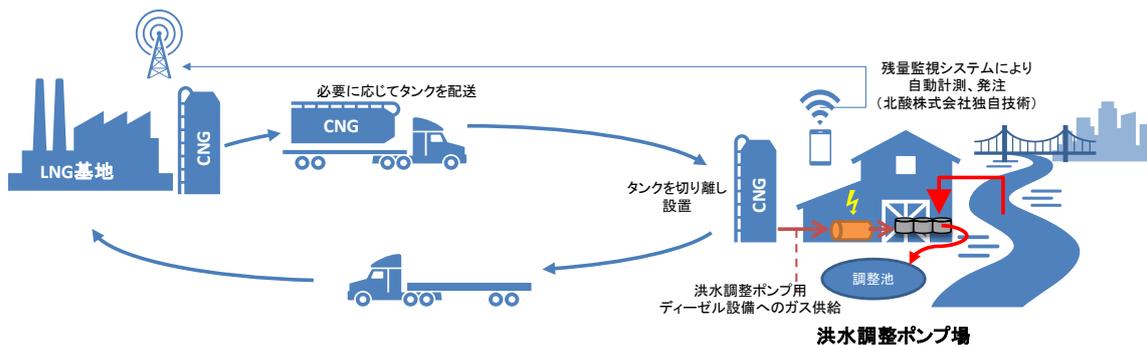


図 2-29 スマラン市洪水調整ポンプ場へのガス供給方法イメージ

出所) JANUS 作成

## 1) CO<sub>2</sub> 排出削減ポテンシャルの算出

### ① 設備概況

昨年度調査を通じて得た情報から、現在スマラン市において稼働する洪水調整ポンプの台数は 133 台で、このうちディーゼル発電機を使用して稼働させているポンプは 65 台であるが、停電時のみ非常用ディーゼル発電機を用いるパターンもあり、年々 PLN による停電発生状況が改善していることから、ディーゼル発電機にほぼ依存せずに稼働させることのできるポンプもある。しかし、スマラン市中央ポンプ場を中心に、40 台のポンプについてはディーゼル発電機の使用頻度が高く、年間の燃料コスト負担が公共事業局の課題となっていた。そこで、燃料消費量から電力量を逆算するとともに、燃料消費量から CO<sub>2</sub> 排出量の算出を試みた。燃費を 0.3L/kWh と仮定すると、各数値は以下の通りとなる。

表 2-25 ポンプ場ディーゼル発電機のリファレンス CO<sub>2</sub> 排出量

燃料消費量	122,072	L/年
燃料消費量[kl]	122.072	kl/年
年合計熱量	5,942	GJ
リファレンス排出量	431	t-CO <sub>2</sub> /年
リファレンス排出量 15 年	6,471	t-CO <sub>2</sub> /15 年

出所) スマラン市からの受領データより JANUS 作成

ディーゼル発電機は、車両に用いられるエンジンと同様の構造であり、負荷も一定であることから、車両以上の DDF 化の効果が得られると考えられる。ここでは、車両と同様の効果を得られることを前提として、プロジェクト排出量を下記の通り計算した。

プロジェクト期間については、JCM 対象設備がディーゼルエンジンに付与するガス転換の諸機器であるため、当該設備は「内燃力又はガスタービン発電設備」の 15 年とした。

表 2-26 ポンプ場ディーゼル発電機への DDF 導入による CO<sub>2</sub> 排出量 (プロジェクト排出量)

CNG 使用量	644	t/15 年
CNG 排出量	1,676	t-CO <sub>2</sub> /5 年
ディーゼル使用量	959	kl/5 年
ディーゼル排出量	3,389	t-CO <sub>2</sub> /5 年
DDF 排出量	5,065	t-CO <sub>2</sub> /5 年

出所) スマラン市からの受領データより JANUS 作成

上記の値を用い、リファレンス排出量からプロジェクト排出量を減算し得られる排出削減量は、約 1,406 t/15 年となった。

## 2) 経済性評価

### ① 設備導入コスト

ポンプ動力用ディーゼル発電機の改造コストは、現地改造事業者へのヒアリングの結果、おおよそ車両向けと同様のコストと想定できるとの回答を得ている。貯蔵用ガスタンクの容量によってその金額は左右される一方、ディーゼル発電機が近接していることから、車両向けのように 1 台ごとにタンクを用意する必要がない分コスト圧縮ができる可能性もある。この点については、設置場所における現場確認を行ったうえで、詳細に検討していく必要があるが、ここでは車両向けの DDF 設置コストと同規模であると仮定し検討を行った。

よって、DDF 改造コストは約 100 万円/台、121 台のポンプとしては 1.21 億円 (5,398,110,661IDR) である。

### ② 運用コスト

ポンプ場で利用されるディーゼルは、補助金が入っていない産業用ディーゼル価格であり、単価は 11,220 IDR/L である。年間約 12 万 L の燃料消費となっていることから、そのコストは 824,528,000 IDR で、約 610 万円である。

代替する CNG の価格についても、交通向けではないことから、産業用 CNG 価格が適用される。これまで、交通向けに比べ、産業用 CNG 価格は高額であるとのことであったが、エネルギー・鉱物資源省によるガス利用促進政策に基づき、2020 年より産業用 CNG 価格が大幅に引き下げられることとなった。その対象セクターは限定されており、ポンプ場は対象となっていないが、今後こうした措置が拡大することを想定し、引き下げ後 CNG 価格として約 4,000 IDR/LSP を想定すると、補助金が無い場合の投資回収は約 15 年、40%の補助率を想定した場合、9 年での投資回収が可能との結果となった。

### (3) 交通燃料転換（廃棄物収集車）

スマラン市中心部から 10 km 程の山間に Jatibarang 最終処分場があり、105 台<sup>18</sup>の廃棄物収集車により市内各地から廃棄物を収集運搬している。1 日に約 5 往復しており、移動距離は 1 台 1 片道当たり平均 18 km であるため、全台合計走行距離は約 350 万 km/年である。これらの収集車はディーゼル燃料で稼働しており、公共バス同様にガス転換による低炭素化が期待された。



スマラン市廃棄物収集車 Jatibarang 処分場 中心市街地からの距離

図 2-30 スマラン市における廃棄物収集車及び処分場

出所) スマラン市 Web サイト、Google Map より作成



図 2-31 スマラン市清掃局 Web サイトにおける廃棄物収集エリア情報

出所) スマラン市清掃局 Web サイトより

すべての収集車はスマラン市の管轄下であり、ディーゼル燃料使用量は市の財務部で管理されていることから、モニタリングが容易であるため、JCM 事業化に適性がある。

上記燃料転換事業により、スマラン市のガス需要が増えることで、「スマラン市公共交通バスへの CNG とディーゼル混焼設備導入プロジェクト」における公共バスへのガス供給安定化にも寄与する効果が期待できることは先に述べた通りである。

<sup>18</sup> スマラン地方紙 メトロスマラン 「DLH Operasikan 88 Kontainer Sampah Baru」,2018 年。  
<https://metrosemarang.com/dlh-operasikan-88-kontainer-sampah-baru-54316>

## 1) CO<sub>2</sub> 排出削減ポテンシャルの算出

上述の通り、スマラン市において稼働している廃棄物収集車は 105 台であり、移動距離は平均 18 km/台/片道で、1 日 5 往復する。1 日の 105 台での総移動距離は 9,450 km であり、年間 3,499,250 km となる。「スマラン市公共交通バスへの CNG とディーゼル混焼設備導入プロジェクト」における中型バスと排気量が近いことから、中型バスの値を参照すると、燃費は 4.7 km/L となる。

これに基づき、現在の CO<sub>2</sub> 排出量（リファレンス排出量）を求めると以下の値となる。

表 2-27 各種データとリファレンス排出量

稼働台数	105	台
往復回数	5	往復
移動距離	18	km
日合計移動距離	9,450	km/日
年合計移動距離	3,449,250	km
燃料消費量[kl]	734	kl/年
リファレンス排出量	2,594	t-CO <sub>2</sub> /年
リファレンス排出量 5 年	12,968	t-CO <sub>2</sub> /5 年

出所) JANUS 作成

DDF 化による CNG 燃料転換算出に当たり、「スマラン市公共交通バスへの CNG とディーゼル混焼設備導入プロジェクト」における転換率等の値を参照すると、プロジェクト排出量は 2,594 t-CO<sub>2</sub>/年、プロジェクト期間の 5 か年で 12,968 t-CO<sub>2</sub>/5 年となった。

表 2-28 DDF 導入後の排出量（プロジェクト排出量）

CNG 使用量	1,330	t/5 年
CNG 排出量	3,359	t-CO <sub>2</sub> /5 年
ディーゼル使用量	1,922	kl/5 年
ディーゼル排出量	6,792	t-CO <sub>2</sub> /5 年
プロジェクト排出量	10,151	t-CO <sub>2</sub> /5 年

出所) JANUS 作成

排出削減量は、リファレンス排出量からプロジェクト排出量を減算することで求めることができる。上記の結果から、2,818 t-CO<sub>2</sub>/5 年との結果であった。

## 2) 経済性評価

### ① 設備導入コスト

DDF 装置導入コストは、「スマラン市公共交通バスへの CNG とディーゼル混焼設備導入プロジェクト」を参照し、1 台当たり約 100 万円と設定した。105 台の改造費用は合計で

1.05 億円、14,170,040,486 IDR となる。

CO<sub>2</sub> 排出削減費用対効果は、設備補助割合を 40%とした場合補助額が約 4,200 万円となり、プロジェクト期間の CO<sub>2</sub> 排出削減量 9,470 t-CO<sub>2</sub>/5 年で除算すると 4,435 円となる。

## ② 運用コスト

ディーゼル燃料費は、補助金なしディーゼル燃料価格である 9,500IDR/L が適用される。よって、現状においては、年間約 73 万 L の消費量であるため、約 5,170 万円、6,971,888,298 IDR の燃料コストとなっている。

DDF 化に際して、CNG 供給価格を 4,500 IDR/LSP と想定した場合、燃料転換率 0.398% から、約 973 万円、1,314,384,415 IDR となる。ディーゼル燃料は 0.602% の使用量となり、コストは約 3,110 万円となる。

現状（リファレンス）からプロジェクト実施による経済効果は、年間約 1,000 万円、1,460,427,128 IDR を期待することができる。

初期投資 1.05 億円に対して、年間のコスト削減効果が約 1,000 万円期待できることから、投資回収は約 10 年、補助率 40%とした場合の JCM 設備補助を想定すると、6 年での投資回収を期待することができる結果となった。

スマラン市におけるガスインフラが安定化することで、Trans Semarang の次のポテンシャルとして、上記のポンプ場、廃棄物収集車への展開が射程に入る状況である。両案件ともに、スマラン市の管理（公共事業局および環境林業局）であることから、詳細な展開戦略について意見交換を試みた。一方、スマラン市において都市間連携事業の取りまとめを担う開発計画庁の見解としては、市議会をはじめ関係部局への説明に際して、Trans Semarang の公共バス事業の燃料供給安定化を待つ必要があるとのことであった。

そこで、新型コロナウイルス感染拡大に伴う市財政の悪化状況も踏まえ、まずは供給インフラの課題改善に注力してきたところである。

### 2.3.3. 太陽光発電導入事業化検討

スマラン市においても、再生可能エネルギー普及拡大の施策があり、中部ジャワ州では 2025 年までにエネルギー供給量の 21%を再生可能エネルギーとする目標を掲げている。

スマラン市においても太陽光発電の導入には関心が高く、新型コロナウイルス感染拡大前においては、市庁舎への太陽光パネル導入について、JCM 設備補助事業を活用した事業化計画があった。

既述の通り、新型コロナウイルス感染拡大に伴い、市財政の予算見直しの影響で計画が保留となっており、2021 年度も状況は変わっていない。こうした中、他の案件に関して連携の余地がないか調査を行った。

スマラン市開発計画庁より、既存案件や共同案件発掘の観点から、スマラン市の公営建設企業である BPS 社との連携について打診を得た。そこで、富山市内企業の日本空調北陸とともに、スマラン市における太陽光事業の状況と連携可能性について意見交換を行った。

意見交換において、冒頭 BPS 社より、太陽光発電による現状の課題として、ほとんどの

場合オーナー側が初期投資の用意ができない状況にある点の説明があった。

日本における PPA 制度と、インドネシアにおいてもその制度化が進んでいる点について議論したところ、制度が確立すればオーナーは関心を持つ可能性が高い点について言及があった。

スマラン市において太陽光発電の導入に関心のあるオーナーとしては、病院と学校があるとのことであった。病院については、温熱や空調の効率改善ニーズもあり、日本空調北陸が有する省エネ技術とセットで提案する余地があるとのことであった。

また、学校に関しては、おおよそ 10 kWp 程度の規模が平均であるが、スマラン市としても普及を検討している途中であり、収益事業というより宣伝材料として 1 地点程度を対象にデモンストレーション設置を導入することについて推奨を受けた。この点を含めてより具体的な検討を進めるため、推奨サイトのリストを依頼したところである。

また、その他の候補としてスマラン市の街灯プロジェクトがある。スマラン市では新たに 7 万灯の街灯を増設する計画があるが、系統からの電力を用いる場合、運営コストが課題となり得るため、スマラン市としても太陽光との比較検討を希望している状況であるという。

日本空調北陸より、以下に示すソーラー蓄電池型街灯の情報を提供し、検討支援できる旨を伝達した。今後、照度や導入予算イメージ等を詳細にヒアリングし、価格比較等の支援を行うステップについて確認した。

図 2-32 BPS 社との意見交換（左）および日本空調北陸が提供可能なソーラー蓄電池型街灯

### 3. 事業実施体制の構築

#### 3.1. バリ州

##### 3.1.1. 交通燃料転換

###### (1) ガス転換事業

バリ州において検討を進めたガス転換事業について、事業実施体制としては、ガスサプライチェーンを基盤に、ガス供給会社の Pertamina Gas と技術プロバイダーの北酸、ガス利用者の公共バス運営事業者 Trans Metro Dewata または廃棄物収集車の運用を担うデンパサル市による国際コンソーシアムを形成する体制を検討した。

ガスサプライチェーンに関しては、2.2.2.章に記載のとおり、一定量のガスについて、単価の合意と長期契約できる条件の下、供給に必要な設備（CNG ステーション、運搬車、LNG サテライト等）の投資を Pertamina Gas 社として判断することができる。事業実施体制のイメージを下図に示す。

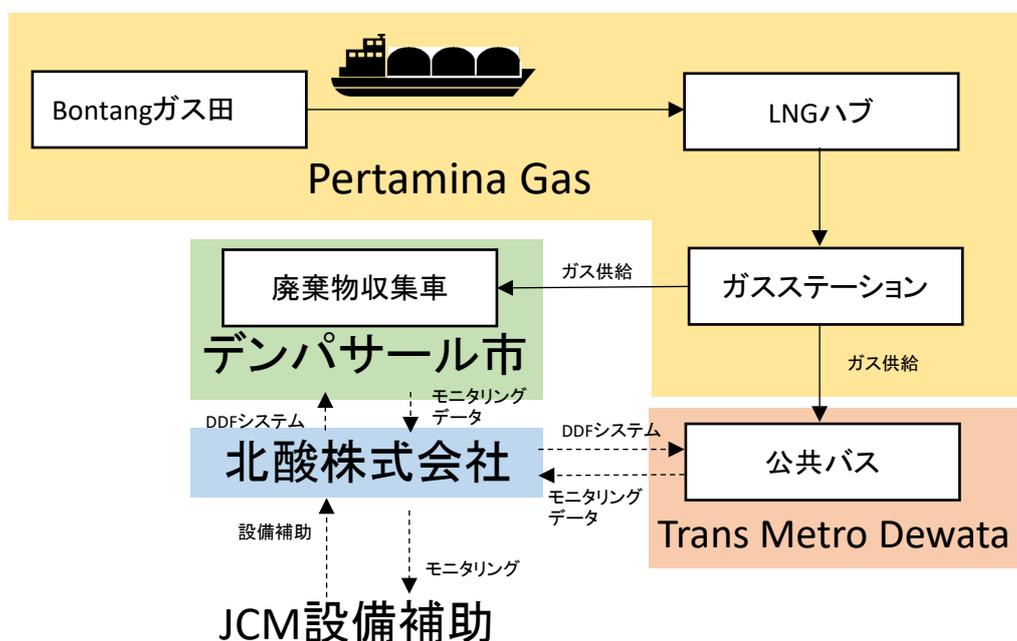


図 3-1 事業実施体制（バリ州燃料転換）

出所) JANUS 作成

###### (2) 水素利用事業

2.2.2.章に記載のとおり、再生可能エネルギーを用いた水電気分解による水素製造と利用について高い関心を得ているところである。この点は、次章の太陽光利用とも関係することから、体制案を 3.1.2.章に示す。

##### 3.1.2. 太陽光発電導入事業化

バリ州における太陽光発電事業は、FIT 制度や、太陽光電力売電契約に類似した PPA モデルも制度化の流れにあるが、整備状況は未発達で詳細はステップは未確定である。

こうした中で、システムの制約による出力抑制など、発電した電力を十分に活かさない可能

性が懸念される。そこで、グリッドから独立し、水電気分解による水素製造により蓄電し、燃料電池による給電やモビリティへの利用といった用途について検討を行った。

このパターンにおいては、太陽光発電の技術プロバイダーである日本空調北陸、水素利用に係る技術プロバイダーの北酸が連携し、設置個所の建物オーナーと国際コンソーシアムを形成する体制となる。

インドネシアにおいては、太陽光発電の設備調達、設置、施工に際して現地企業としてのライセンスが必要となり、各設備に関しても内製率などが要求事項となっている。日本空調北陸ならびに北酸は、インドネシアにおいて事業ライセンスを現状持っていないことから、現地の施工会社との連携が不可欠である。そこで、日系企業である JGC Indonesia（日揮グループ）との連携を検討している。同社はインドネシアにおける各種工事、施工、入札参加等の資格を有しており、日本空調北陸や北酸が設計やスーパーバイザーとして管理監督を行い、JGC Indonesia が施工を担う体制を構築することができる。

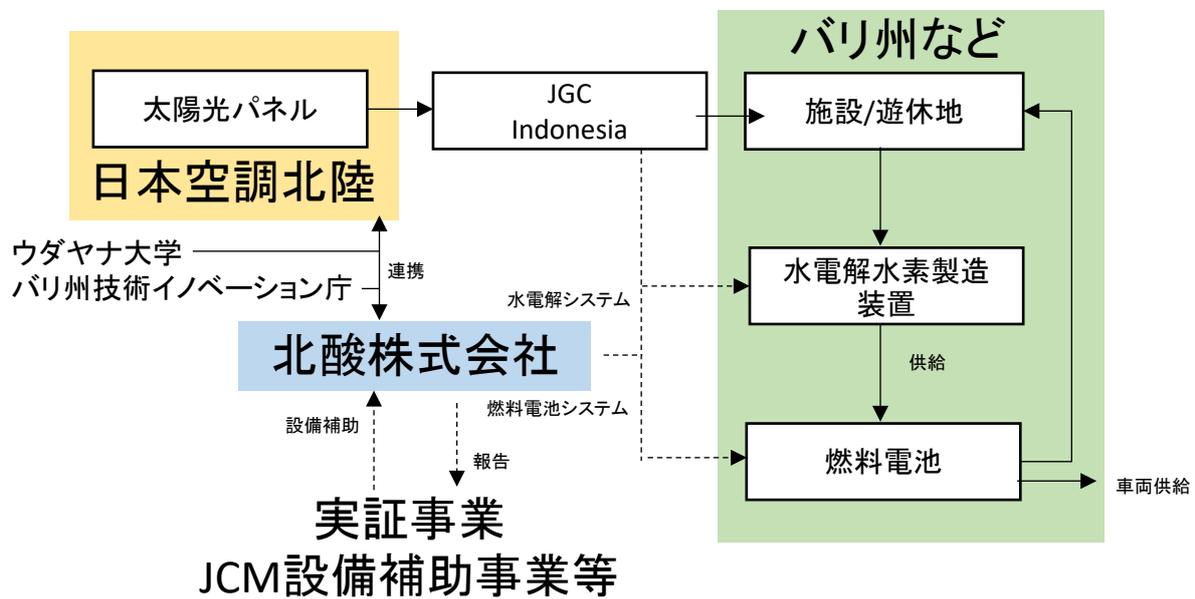


図 3-2 事業実施体制（バリ太陽光発電導入事業）

出所) JANUS 作成

## 3.2.スマラン市

### 3.2.1. 燃料転換

#### (1) 洪水調整ポンプ燃料転換

洪水調整ポンプを対象とした事業については、スマラン市公共事業局が管理・運営を行っており、技術プロバイダーの北酸を代表事業者として、スマラン市公共事業局との国際コンソーシアムを形成する体制となる。一方、ガス供給の安定化を図る意味では、ガス供給会社（スマラン市の場合、Pertamina Gas Niaga 社）もコンソーシアムに加え、より強固な体制とすることが望ましい。

洪水調整ポンプの場合、定常的な燃料使用ではなく、洪水発生時に必要に応じて稼働させる運用となるため、常に一定量の燃料を保管しておく必要がある。このため、実際にはCNG 運搬トラックにコンテナ型のタンクを積載し、コンテナを常置し燃料使用に応じて交

換する仕組みが適格的である。こうしたガス燃料の運用、残量管理などにおいて、北酸株式会社の知見が不可欠となる。実施体制のイメージを下図に示す。

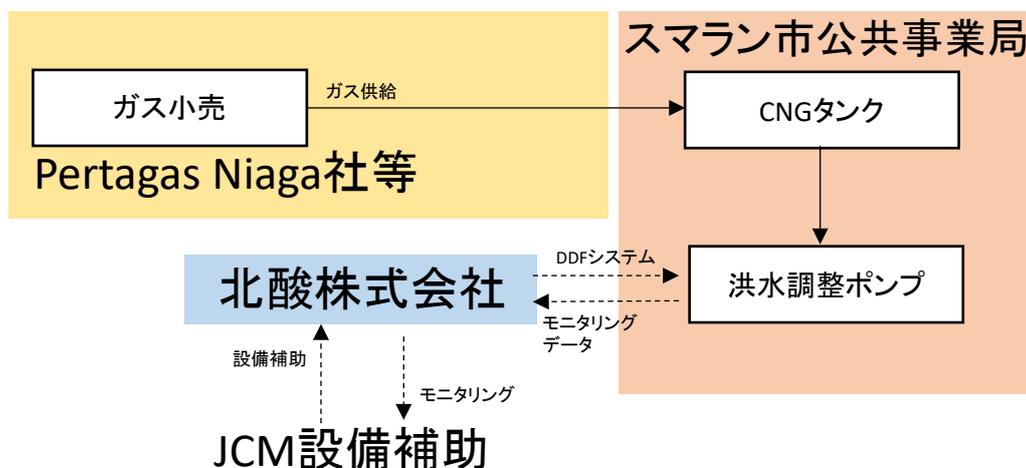


図 3-3 事業実施体制（スマラン洪水調整ポンプ燃料転換）

出所) JANUS 作成

## (2) 廃棄物収集車

廃棄物収集車は、スマラン市環境局が管理・運営を行っている。技術プロバイダーの北酸を代表事業者として、環境局を交えた国際コンソーシアムを形成する体制となる。実施体制案を下図に示す。

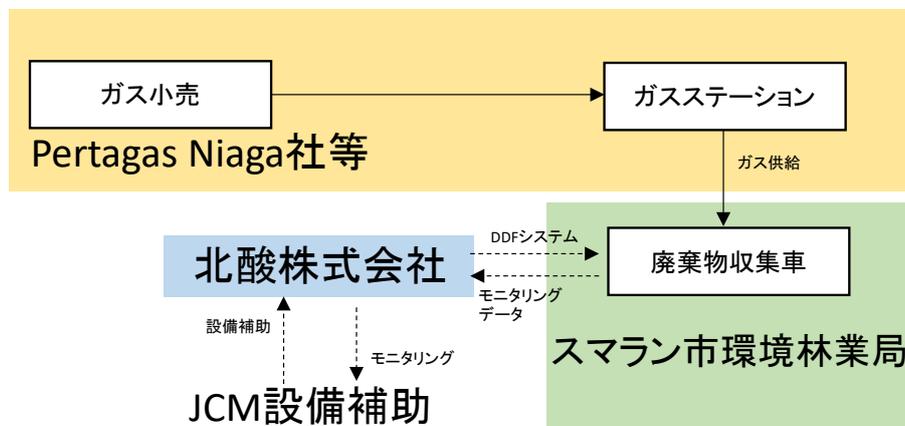


図 3-4 事業実施体制（スマラン廃棄物収集車燃料転換）

出所) JANUS 作成

## (3) 太陽光発電事業

スマラン市公営企業 BPS 社との協議を踏まえ、太陽光発電事業としてスマラン市の街灯整備事業を対象に実施体制を検討する。日本空調北陸が代表事業者となり、BPS 社を共同事業者として、スマラン市の入札案件に応札する形での提案を想定する。

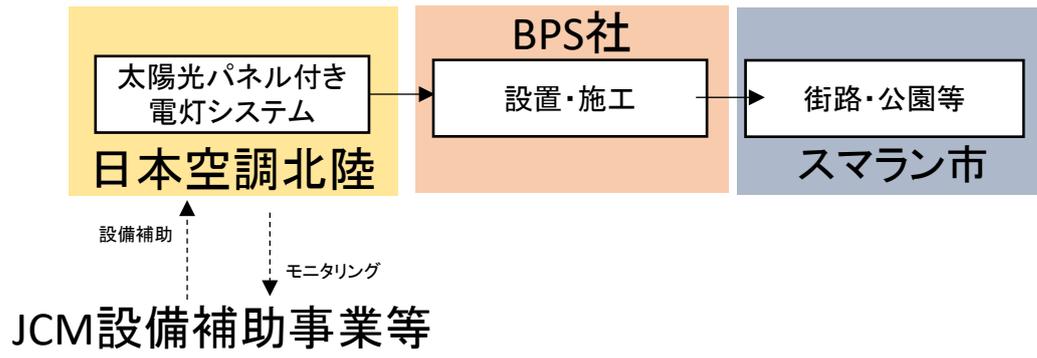


図 3-5 事業実施体制 (スマランソーラー街灯設置事業)

出所) JANUS 作成

#### 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は、昨年度と同様、新型コロナウイルスの感染拡大による影響を受け、現地調査や招聘ができない状況の中実施した。リモート会議やEメール等により、調査内容や活動の状況を説明し、現地関係者から理解を得るとともに、現地バリ州政府、スマラン市政府関係者、Pertamina 社、関係中央政府に加え、在日本インドネシア大使館からも協力を得て情報収集に努め、検討を行ってきた。

主な活動を以下にまとめる。

表 4-1 本事業における活動内容

日時	活動内容	参加機関
2021年4月7日	Pertamina Gas 社との協議	Pertamina Gas, JGC Indonesia, JANUS
2021年7月1日	Pertamina Gas 社との協議	Pertamina Gas, JGC Indonesia, JANUS
2021年8月24日	バリ州との方針協議	バリ州エネルギー鉱物資源局、JANUS
2021年9月6日	富山市との方針協議	富山市、JANUS
2021年9月24日	スマラン市燃料転換事業方針会議	富山市、スマラン市、Trans Semarang、北酸、JANUS
2021年9月30日	都市間連携事業キックオフミーティング	環境省、富山市、北酸、日本空調北陸、JANUS
2021年10月5日	在日本インドネシア大使館意見交換	在日本インドネシア大使、富山市、北酸、JANUS
2021年10月7日	バリ州とのキックオフ/水素利用検討ミーティング	富山市、バリ州エネルギー鉱物資源局、インドネシア国家開発計画庁、Persada Bali JGC インドネシア、JANUS
2021年10月25日	スマラン市とのキックオフミーティング	スマラン市、富山市、北酸、JGC インドネシア、JANUS
2021年11月5日	在日本インドネシア大使館意見交換	在日本インドネシア大使、富山市、北酸、JANUS
2021年11月16日	スマラン事業方針会議	富山市、北酸、JANUS
2021年11月25日	スマラン市太陽光事業検討会議	PT.BPS、日本空調北陸、JANUS
2021年12月3日	バリ州における水素セミナー企画会議	在日本インドネシア大使館、富山市、バリ州エネルギー鉱物資源局、ウダヤナ大学、バリ州技術イノベーション局、JANUS
2021年12月16日	バリ州における水素セミナー準備会議	富山市、北酸、JANUS

2021年12月22日	バリ州における水素セミナー準備会議	在日本インドネシア大使、富山市、北酸、JANUS
2022年1月19日	スマラン市ガス燃料転換事業協議	富山市、スマラン市、Trans Semarang、北酸、JANUS
2022年1月27日	スマラン市との方針協議	富山市、スマラン市、Trans Semarang、北酸、JANUS
2022年1月31日	富山市-バリ州水素セミナー	在日本インドネシア大使館、バリ州、富山市、北酸、JANUS

出所) JANUS 作成

#### 4.1. バリ州・スマランとの協議事項

バリ州とは、3回にわたる公式協議と複数の非公式協議を通じて、都市間連携事業の実施方針協議、意見交換、対策方針協議、セミナー開催準備などを進めてきたところである。これらの協議において得た主要な事項を以下に示す。

##### (1) MoUの締結と連携体制

今年度の事業実施に際して、バリ州より連携基盤となる MoU に関する相談を得た。バリ州と富山市は、連携協定を締結し、これを元に協力を進めてきたところであるが、2019年第3号「地方政府による海外との協力ガイドラインに係る外務大臣令」、及び2020年第25号「地方政府における海外地域および機関との協力手続きに係る内務大臣令」の2つの新法において、当該令に沿った MoU の締結や、協力内容等を整理した事業計画書の提出が必要となるとのことであった。

 <b>MENTERI LUAR NEGERI REPUBLIC INDONESIA</b>  <b>PERATURAN MENTERI LUAR NEGERI REPUBLIK INDONESIA NOMOR 3 TAHUN 2019 TENTANG PANDUAN UMUM HUBUNGAN LUAR NEGERI OLEH PEMERINTAH DAERAH DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA MENTERI LUAR NEGERI REPUBLIK INDONESIA,</b>  Menimbang : a. bahwa Peraturan Menteri Luar Negeri Nomor 09/A/KP/XII/2006/01 tentang Panduan Umum Tata Cara Hubungan dan Kerjasama Luar Negeri oleh Pemerintah Daerah sudah tidak sesuai dengan penyelenggaraan pemerintahan daerah, struktur ketatanegaraan dan perkembangan keadaan; b. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a, perlu menetapkan Peraturan Menteri Luar Negeri tentang Panduan Umum Hubungan Luar Negeri oleh Pemerintah Daerah;  Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 39 Tahun 2008 tentang Kementerian Negara (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 166, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4916); 2. Keputusan Presiden Nomor 108 Tahun 2003 tentang Organisasi Perwakilan Republik Indonesia di Luar Negeri;	 <b>BERITA NEGARA REPUBLIK INDONESIA</b> No.513, 2020      KEMENDAGRI Kerja Sama Daerah, Pemerintah Daerah di Luar Negeri, Lembaga di Luar Negeri, Tata Cara, Pencabutan.  <b>PERATURAN MENTERI DALAM NEGERI REPUBLIK INDONESIA NOMOR 25 TAHUN 2020 TENTANG TATA CARA KERJA SAMA DAERAH DENGAN PEMERINTAH DAERAH DI LUAR NEGERI DAN KERJA SAMA DAERAH DENGAN LEMBAGA DI LUAR NEGERI DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA MENTERI DALAM NEGERI REPUBLIK INDONESIA,</b>  Menimbang : bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 35 dan Pasal 42 Peraturan Pemerintah Nomor 25 Tahun 2018 tentang Kerja Sama Daerah, perlu menetapkan Peraturan Menteri Dalam Negeri tentang Tata Cara Kerja Sama Daerah dengan Pemerintah Daerah di Luar Negeri dan Kerja Sama Daerah dengan Lembaga di Luar Negeri;  Mengingat : 1. Pasal 17 ayat (3) Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945; 2. Undang-Undang Nomor 39 Tahun 2008 tentang Kementerian Negara (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 166, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4916); 3. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 244, Tambahan Lembaran
外務大臣令（表紙）	内務大臣令（表紙）

図 4-1 都市間連携において対応が必要な大臣令

このため、富山市と連携し MoU の更新に係る手続きを行い、バリ州知事宛てのレターを発出したところである。

## (2) 水素事業推進体制

水素利用技術の展開にあたっては、日本においても有用な脱炭素技術として各所で導入が進んでいる一方、経済面でのコストが依然課題となっている。バリ州での導入に際しても当然その課題が想起されるなかで、まずは実証および/または研究の位置づけでデモプラントの導入を図り、普及課題の整理や方策を検討していくことが妥当との方針が固まった。そのため、バリ州の国立大学であるウダヤナ大学や、バリ州技術イノベーション庁とも連携し、研究ポイントの整理を行っていく方針を確認した。



図 4-2 ウダヤナ大学およびバリ州技術イノベーション庁との会議

## (3) JCM ウェビナー

JCM 設備補助事業執行団体でもある公益財団法人地球環境センターでは、JCM 資金支援事業の理解促進を目的として、毎年インドネシア向けに JCM セミナーを開催しており、2021 年度もウェビナー形式で開催された。本年度は、従来からの JCM 設備補助事業に加え、「コ・イノベーションによる脱炭素技術創出・普及事業」及び「水素製造・利活用第三国連携事業」とあわせて、都市間連携事業「富山市・バリ州・スマラン市による都市間連携事業を活用した SDGs 未来都市構築支援事業」につき発表の依頼を受け、登壇し、活動内容に関して報告した。ウェビナーに用いた資料を添付資料に示す。

## (4) オンラインツアー

現地関係者に対して富山市のコンパクトシティ戦略に関する取組を紹介するとともに、実際の設備等を視察（オンライン）することで、現地関係者と出口戦略に関する具体的なイメージを共有することを目的に、大手旅行代理店の HIS 協力の下オンラインツアーを開催した。

なお、富山市が日本エヌ・ユー・エス株式会社と共に都市間連携事業を並行しているモルディブ・マレ市、マレーシア・イスカンダル・コタキナバル市と共同開催とし、スマラン市及びバリ州からの出席を得た。

## 1. 概要

日 時：2021年12月9日 16:00～18:00（日本時間）

対象地域：インドネシア スマラン市・バリ州

マレーシア イスカンダル地域・コタキナバル

モルディブ マレ市

実施形態：オンライン（Zoom）

目 的：連携先富山市と都市間連携事業を実施するインドネシア、マレーシア、モルディブを対象に、富山市の環境技術を紹介し、意見交換を実施することにより、富山市の環境技術に関する理解を深め、さらなる連携可能性を探るとともに、都市間のコミュニケーションを促進することを目的として、オンラインツアーを実施した。

## 2. 参加者

日本エヌ・ユー・エス株式会社が令和3年度に実施した下記3案件の関係者に参加を呼びかけた。

- ・ 富山市・バリ州・スマラン市による都市間連携事業を活用したSDGs未来都市構築支援事業
- ・ バイオ燃料を活用した脱炭素交通及び再生可能エネルギーの普及による脱炭素都市形成事業
- ・ 富山市・マレ市都市間連携による持続可能な環境配慮型都市（スマートシティ）構築支援事業

参加登録者は下表のとおりである（35名、敬称略）。参加登録をしなくても参加可能な形式としたため、当日は下表の登録者も含め最多で約50名のアクセスがあった。

### 【インドネシア】

所属	氏名
The National Research and Innovation Agency	Nizam Ghazali Eng. Sarjono M.Eng.
BLU UPTD TRANS SEMARANG	IKA PERMATASARI
Perusahaan Daerah Provinsi Bali	Ida Bagus Dwija Bhaskara
Department of Man Power and Energy Mineral Resources, Gov of Bali Province	Ida Bagus Setiawan

### 【マレーシア】

所属	氏名
Iskandar Regional Development Authority (IRDA)	ONG HWA CHONG Muhamad Nizam

Borneo Organisation Ltd	Boyd D Jouman
Kg. Kobuni Inanam	Emalia Rabin
Kota Kinabalu Cityhall	Linda Manahan Tantiny Fung fauziahton ag samad
SESB	Adznina Eberahim MOHD AFIF BIN YUNUS
Dewan Bandaraya Kota Kinabalu	Jack Lo Linda Manahan

### 【モルディブ】

所属	氏名
Housing Development Corporation Ltd	Ibrahim Naushad Ali Ahmed Shahud Zuhair
GeoTech Maldives	Mohamed Shumais Mahmood.riyaz
STELCO	Hassan Hasin Hussain
Maldives National University	Zeeniya Kamil Wadheea Thoufeeq
Male' Water & Sewerage Company pvt ltd.	Abdul Hameed Hussain Muhsina Mohamed

### 【日本】

所属	氏名
JGC Holdings Corporation Jakarta Office	Tanaka Hideaki
佐藤工業株式会社	長谷川修 今井幹
日立造船株式会社	宮城大洋
川田工業株式会社	川田太郎 大岡泰之
JETRO 富山	高村大輔
北電技術コンサルタント株式会社	江本範史
大日本コンサルタント株式会社	NAGASAWA Gentaro

### 3. 内容

当日は事前に撮影した動画を用いて富山市の環境技術を紹介し、テーマごとに意見交換を実施した。タイムテーブルを下記に示す。

時間 (日本時間)	内容	スピーカー
16:00	開催趣旨説明	JANUS
16:10	環境省ご挨拶	環境省 国際連携課 国際協力・環境インフラ戦略室 井上様
16:15	開会のご挨拶 (VTR)	富山市 藤井市長
16:20	To Achieve global Carbon Neutrality - International Cooperation (VTR)	
16:30	LRT ご紹介 (VTR)	
16:35	質疑	全員
16:45	太陽光発電所及び給排水衛生設備工事現場のご紹介 (日本空調北陸株式会社) (VTR)	
16:50	質疑	全員
17:00	水素ステーションのご紹介 (北酸株式会社) (VTR)	
17:05	質疑	全員
17:15	小水力発電所 (常西公園、東町・東新町公民館小水力発電所) のご紹介 (VTR)	
17:20	質疑	全員
17:30	食品リサイクル設備のご紹介 (富山グリーンフードリサイクル株式会社)	
17:35	質疑	全員
17:45	各地域からのコメント	各地域参加者 (マレ、バリ、スマラン、イスカンダル、クタキナバル)
18:00	閉会のご挨拶	富山市環境部環境政策課 小林主幹

#### 4. 質疑

##### 4.1. 公共交通 (LRT) の紹介

- IRDA Kamisah 様) LRT を導入するための、富山市の政策はどのようなものか。マレーシアに導入する場合、政策が存在しないため、現存の自動車等の交通手段と組み合わせることが難しいと感じている。マレーシアに組み込むことができるとしたら、どのような政策が適しているか。マレーシアでの導入実績についても教えていただきたい。

- 小林主幹) 富山市はコンパクトシティ政策を掲げ、公共交通の活性化により人口を増加させることを狙っている。富山市の抱える高齢化・人口減少の課題を見据えて、政策的対策を講じている。詳細については、またマレーシアの都市間連携事業の中でディスカッションをさせてほしい。
- IRDA Kamisah 様) マレーシアにおいても様々な政策を検討しているところであるため、ぜひ富山市の政策を参考にしたい。
- Geotech Maldives Mahmood Riyaz 様) シェアサイクルの価格はいくらか。
  - 小林主幹) 30分以内の利用であれば、月に500円の登録料のみで利用可能である。
- Betty 様) 富山市の人口のうち、どれくらいの割合でLRTは利用されているか。
  - 時間切れのため、後日回答予定
  - 以下の回答を後日参加登録者へ連絡
    - 「路面電車(路線延長約15km)の1日平均利用者数の富山市人口あたりの割合で、
    - ・2019年度 約4.8%
    - ・2020年度 約3.7%
 となっています。なお、2020年度は、新型コロナウイルス感染症の影響により利用者数が減少しました。」
- IRDA Kamisah 様) シェアサイクルはだれが運営しているのか(民間セクター、バス会社、市など)。
  - 時間切れのため、後日回答予定
  - 以下の回答を後日参加登録者へ連絡
    - 「民間事業者による運営です。なお、富山市は、ハード面の整備(サイクルステーション設置)の際に補助金を出して、側面的な支援をしています。」

#### 4.2. 太陽光発電所及び給排水衛生設備工事現場のご紹介(日本空調北陸様)

- IRDA Kamisah 様) 太陽光パネルを設置するにあたり、設置場所の基準はあるか。
  - 日本空調北陸 西川様) 設置場所については、太陽が照っている場所であれば問題はない。建物の屋根や空き地に設置している場所が多い。また、電気を使用する場所が近い方が良い。
  - IRDA Kamisah 様) 建物との距離はどのくらい離す必要があるか。経済性が取れる適した距離はどのくらいか。
  - 日本空調北陸 西川様) 建物の敷地内がベストである。
  - IRDA Kamisah 様) マレーシアでも敷地内で余っている場所もあるため、そのように活用ができるとありがたい。
  - 日本空調北陸 西川様) 場所の情報をいただければ、発電量等のシミュレーションが可能であるため、ぜひお声がけいただきたい。
- IRDA Ong 様) 屋根置き太陽光の場合はどのくらいの面積があれば設置可能か。価格はいくらくらいか。
  - 日本空調北陸 西川様) 様々なサイズがあるため、対応可能と考えられる。価格も場所によって変わるため、設置場所の情報がいただけるとありがたい。

#### 4.3. 水素ステーションの紹介（北酸株式会社様）

- コタキナバル市 Jacklo 様）マレーシアでも現在水素を自動車の燃料として活用する事業を実施しているが、充填させる時の装置が大きくなってしまおうという課題があるため、マレーシアでは活用が進んでいない。富山市において水素を活用することは、政府からの補助があったのか。
  - 北酸 黒川様）水素ステーションの設置は水素ステーションとやまは METI、富山市の補助、再エネ由来水素ステーション（H2OneST unit）の設置は MOE、富山市の補助を受けて設置した。
- IRDA Kamisah 様）水素を使うにあたって安全性の課題はあるか。
  - 北酸 黒川様）日本では高圧ガス保安法があり、それに則って設置している。当該法律は非常に厳しく 3 日に 1 回メンテナンスを実施し、安全性を確保している。
- SESB Kouju 様）太陽光から水素を製造する際の費用を教えてください。
  - 北酸 黒川様）太陽光パネルの設置場所、設置コスト、日照条件によるため、回答しかねる。日本ではガソリンと同程度の価格である。
- IDA AYU 先生）水素を自動車で活用する際に、自動車の改造をするのか。改造の仕様等あれば教えてください。
  - 北酸 若木様）改造により水素を混焼できるようにすることは難しい。水素自動車は最初から水素自動車である。

#### 4.4. 小水力発電所（常西公園、東町・東新町公民館小水力発電所）の紹介

- SESB Kouju 様）小水力発電設備から発電された電力価格は FIT を導入した場合どのくらいか。
  - JANUS 石黒）0.30 USD/kW である。
- IRDA Kamisah 様）水力発電設備の導入の際には、水の流れが必要である。水が湧いて土地に流れ込んでいる場所があるが、その場合に何かの工事を行うことで水力発電設備を導入することは可能か。
  - JANUS 石黒）水力発電の要件は落差×流量×重力加速度の掛け合わせで決まる。そのため土木工事を実施して落差を作ることで設置は可能と考えられる。サイトの状況をみて適切な設計をする
  - IRDA Kamisah 様）元々高い場所から水が流れ出しており、周辺エリアで農業を実施する予定（計画段階）。
  - JANUS 石黒）灌漑用水路を活用した農業は富山市内でも盛んに行われているため、ぜひ事例を紹介させていただきたい。SDGs のターゲットにも繋がるテーマである。

#### 4.5. 食品リサイクル設備のご紹介（富山グリーンフードリサイクル様）

- コタキナバル市 Jacklo 様）下水から発生するガスを活用した事例はあるか。
  - 小林主幹）富山市内の下水処理場で下水から出るガスを活用して発電している事例がある。

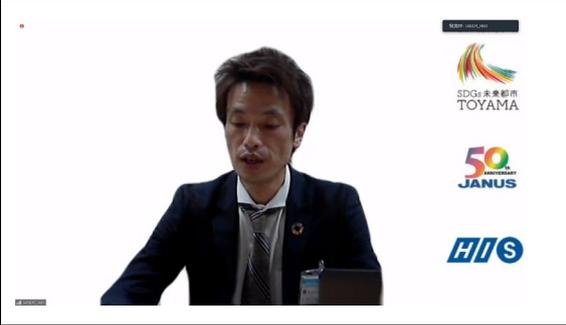
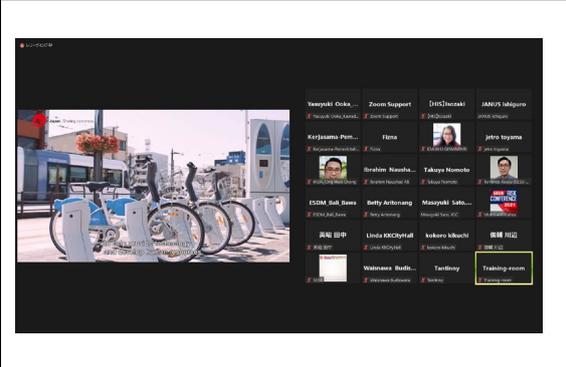
#### 4.6. 各地からのコメント

- スマラン市 Luthfi 様) 2011 年に富山市とスマラン市の市長が協定を締結してから様々な活動を実施してきた。2018 年によく JCM プロジェクトを通じて環境省からの補助を受け、富山市と北酸の協力の元、公共交通バスの DDF 化を実施した。最初は 72 台であったが、現在は 235 台のバスに導入した。来年の初め頃には新設の CNG ステーションが完成する予定であり、移動式の CNG ステーションも 5 台導入する予定。今後も様々な再エネ技術を導入し、スマラン市の再エネ普及を進めていきたい。
- IRDA Kamisah 様) 富山市との都市間連携事業を 2020 年から実施している。低炭素技術を様々紹介していただき、現在バス (BRT) の改造プロジェクトにフォーカスして実施している。IRDA の中にも政策はあるが、なかなか政策を実現できていない実態があるため、富山市の政策を参考にしたい。また、小水力発電装置に非常に興味を持った。現在、310 エーカーの土地を農業地帯に変えたいと考えており、農業用水と小水力発電と組み合わせたシステムを検討したい。本日のオンラインツアーが非常に参考になった。
- コタキナバル市 Jacklo 様) コタキナバル市長も都市間連携事業を誇りに思っている。コタキナバル市はサバ州に含まれているが、サバ州は水も豊富で日照時間も長いので、自然資源を活かして再生可能エネルギーの普及を進めていきたい。
- モルディブ HDC Ibrahim 様) 2020 年から JANUS と連携し、都市間連携事業を実施している。11 月には JANUS のメンバーがモルディブに来て、意見交換を実施し、技術導入に関わる具体的な検討も進めてきた。本日紹介のあった公共交通や廃棄物リサイクル等様々な技術に興味があるため、モルディブに適合する技術の導入を検討していきたい。

#### 4.7. 追加質問

- コタキナバル市 Jacklo 様) プロジェクトを実施するにはコストがかかる。コタキナバル市で事業を実施する際、活用できる日本政府の補助金はあるか。
  - JANUS 石黒) 都市間連携事業の出口として、JCM 設備補助事業の活用も考えられる。その他にも日本政府の様々な予算への接続も考えられる。プロジェクトの中身とマッチする予算を考えていきたい。
- Trans Semarang) 廃棄物の分別システムはどのように改善していけばよいか。
  - 小林主幹) 廃棄物の分別には 2 つ必要。分別ルールの作成と、それを処理する施設の整備が必要である。それらを上手く連携させることで分別が可能となる。

## 5. 当日の様子

	
<p>富山市 小林主幹による Opening remarks</p>	<p>富山市藤井市長によるご挨拶</p>
	
<p>動画上映中の様子</p>	<p>当日実施メンバー (富山市、日本空調北陸、北酸、JANUS)</p>

## 4.2. 在日本インドネシア大使館との協議事項

バリ州との水素利用に関する展開検討方針に対して、在京インドネシア大使館へリ大使との会談機会を得て、事業化に向けたアプローチに関して助言を得た。

まず、水素利用については今後インドネシアにおいても注目されていく技術となり得るとの見解を得たうえで、現状バリ州をはじめ、技術のポイントや導入課題、実現にあたっての関係者の役割や体制づくりといった観点において理解の醸成が不可欠である点の指摘を受けた。

こうした状況にありつつ、G20 開催地であるバリ州では、気候変動対策・脱炭素施策において、先進的な取り組みをスタートさせていることを内外に示す好機であり、事業化に向けた取組を歓迎する旨のコメントを得ることができた。

具体的なアプローチの方法として、関係者や企業を集めたセミナーの開催について提案を得た。また、セミナー開催に際しては大使館として協力でき、関係者の招致や調整も支援するとの表明を得て、以後大使館と連携しセミナー開催の準備を進めていくこととなった。

また、セミナー開催に先立ち、大使館経済部職員に対して富山市の水素エネルギー活用の状況を紹介するため、富山市の視察と取り組み紹介を実施した。

### Strategy of HOKUSAN

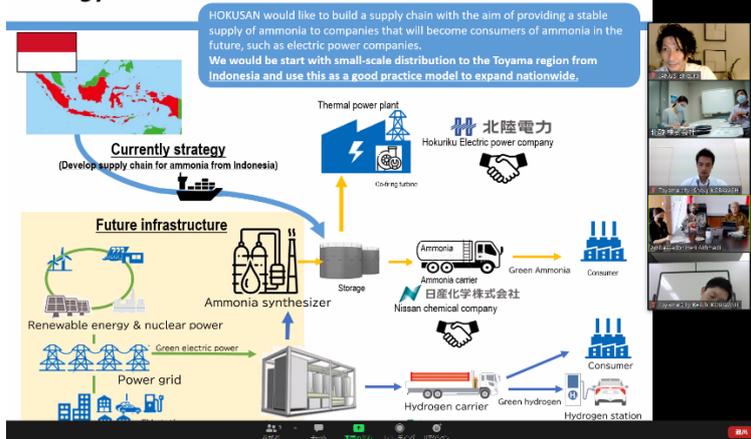


図 4-3 在京へり大使との面談 (2021年10月5日)



図 4-4 在京へり大使との面談 (2021年11月5日)



図 4-5 在京インドネシア大使館職員の富山市水素ステーション視察

### 4.3. 富山-バリ州水素セミナー

#### (1) セミナーの実施内容

在京インドネシア大使館の支援を得て、バリ州と富山市で共催に至った水素技術セミナーにおいては、富山市の取組と併せて、水素利用技術の詳細と連携の可能性、アプローチに関して北酸株式会社より説明を行い、出席者からの質疑を得る形式とした。

セミナーの開催案内及び議事を以下に示す。また、当日投影資料および議事メモを添付資料に示す。

**脱炭素社会実現のための都市間連携事業**  
**富山・バリ州水素ビジネスマッチングセミナー**

主催：富山市、バリ州  
後援：駐日インドネシア大使館

脱炭素社会実現のために、水素エネルギーの活用が世界中で注目されています。「SDGs 未来都市」である富山市では、再生可能エネルギーの推進とともに、水素の活用についても積極的に取り組んでいます。

このたび、脱炭素社会の実現を目指す富山市とバリ州は、「都市間連携事業」を通じて、水素エネルギーの活用や設備導入に関する情報共有し、ビジネス展開の可能性について意見交換をするセミナーを開催します。ご参加を希望される方は、以下の「参加登録フォーム」リンクから登録をお願いいたします。

**日時**：2022年1月31日（月）  
13:00-15:00（WIB：ジャカルタ）  
14:00-16:00（WITA：バリ）  
15:00-17:00（JST：日本）

**会議ツール**：Zoom  
<https://us06web.zoom.us/j/84953510682?pwd=VVeZHZa1lzRTlOeBhSFNnSF84Zz09ID:84953510682.パスコード:764339>

**参加登録フォーム**：  
<https://forms.gle/mZUjhnGaGrMEqHGM9>

**富山市水素事業の取組**

**タイムテーブル**  
脱炭素社会実現のための都市間連携事業  
富山・バリ州水素ビジネスマッチングセミナー

日時：2022年1月31日（月）15:00-17:00（日本時間）  
言語：日本語-インドネシア語（同時通訳）

時間（日本）	内容	スピーカー
15:00	開会の挨拶	富山市 藤井 裕久市長 バリ州 イ・ワヤン・コスター知事
15:15	在日本インドネシア大使館より	駐日本インドネシア大使館 ヘリ・アフマディ大使
15:20	写真撮影	
15:25	水素利用技術に関する紹介	北酸株式会社 若木 洋介
15:55	意見交換	参加者
16:45	セミナー総括	富山市 バリ州
17:00	閉会	

**お問い合わせ先**  
富山市-バリ州都市間連携事業セミナー事務局  
石黒 秀典  
e-mail: isgr-hdnr@janus.co.jp  
Mobile: 090-9158-8045

図 4-6 セミナー開催案内と議事

セミナーの冒頭、藤井裕久富山市長、バリ州イダ・バグース・アルダエネルギー労働・鉱物資源局長、駐日本インドネシア大使館トリ・プルナジャヤ公使よりそれぞれ開会挨拶を得た。



図 4-7 開会挨拶（左から：藤井裕久富山市長、バリ州イダ・バグース・アルダエネルギー労働・鉱物資源局長、駐日本インドネシア大使館トリ・プルナジャヤ公使）

冒頭、藤井裕久市長より、富山市がバリ州とこれまで都市間連携事業を通じて、バリ州の様々な課題への解決に向けて取り組みを進めてきたことをはじめ、パリ協定に基づく温

室効果ガス排出削減ゼロに向け、富山市においては富山市エネルギービジョンの策定と2050年までのゼロカーボンシティ宣言に至ったことを紹介した。また、COP26における岸田首相が表明した脱炭素に向け日本がリードをしていくことに触れ、こうした国の動きとも連携し、富山市として本セミナーをきっかけに、より活動を強化していくことに言及した。

また、バリ州イダ・バグース・アルダエネルギー労働・鉱物資源局長からは、バリ州の開発ビジョンである環境との調和を踏まえ、バリ州政府としてクリーンエネルギーに関するエネルギー利用政策を策定していることを説明した。バリにおいてクリーンエネルギー促進においては、技術の理解や研究開発が必要であり、専門家や有識者、実務者を交えた理解の醸成が不可欠であることを認識しており、その観点から新規技術であるがバリにおけるクリーンエネルギー利用促進に大きな期待を持てる水素について、本セミナーにおいて見識を深め、持続的な形で水素利活用がバリにおいて進んでいくことの期待が述べられた。

駐日本インドネシア大使館トリ・プルナジャヤ公使からは、大使館を代表し、富山市とバリ州での再生可能エネルギー分野での連携に歓迎の意が表され、世界的な課題である気候変動への対応に向けた日本政府、インドネシア政府のコミットメントに沿い、両国の協力促進に取り組んでいることについて説明があった。2022年は、インドネシアがG20のホストになることを踏まえ、再生可能エネルギーの普及に力を入れることにコミットしたいと考えていることに加え、インドネシアにとって再生可能エネルギーセクターにおける最大のパートナーは日本であること、カーボンニュートラルに向けた取組はインドネシア単独では達成できない中、日本とのさらなる連携が期待されることについて言及があった。本セミナーを通じ、富山市とバリ州においてどのような協力の在り方があるのか議論し、実現に向けた契機となることを期待するとのコメントであった。



図 4-8 セミナー参加者の様子

北酸株式会社からは、水素に関する一般的な情報に加え、世界の水素利用動向や新技術の開発動向についての紹介の後、富山市における水素エネルギー活用の事例紹介、バリ州で導入可能性のある技術候補について説明があった。

候補技術としては、水素のモビリティへの活用に際して課題となる製造、圧縮、充填行程を低コストかつ小型で提供する Simplefuel の技術紹介があったほか、天然ガスを原料として燃料電池で発電、温水製造も可能なエネファームについて紹介があった。

## Gerakan dekarbonisasi di dunia

Gerakan dekarbonisasi akan semakin meningkat di seluruh dunia

### ■ Target pengurangan CO2 global



### ■ Target pengurangan CO2 Indonesia

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

### Tujuan masing-masing negara

国・地域	目標
EU	2050年 Karbon netral
UK	2050年 Setidaknya 100%
USA	2050年 emisi sampai GRK bersih nol
China	2060年 Karbon netral
India	2050年 Karbon netral
Canada	2050年 Karbon netral

Untuk lebih dekat dengan yang ideal  
Setiap pilihan diperlukan

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



Kedua kalinya Penghargaan fosil



## インドネシアと日本の脱炭素に向けた動向

### 2022 City-to-City Collaboration PJ

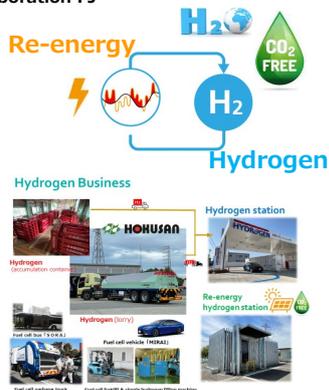
**Hydrogen :**  
Store and carry surplus electricity from renewable energy. Fuel .  
再生エネルギーの貯蓄・運搬、燃料（車、船、航空機、コシエネ）

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

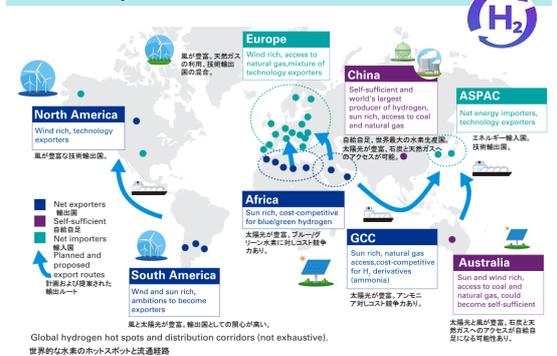
**Re-energy :**  
Solar power  
Small hydropower plant  
太陽光発電、小水力発電所

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

Survey on 4 keywords



### Global hot spots and corridors



## 富山市の水素利用と世界の水素需要動向

### SIMPLE FUEL

Location: Toyama City, Japan  
Application: Forklifts in auto manufacturing of metal PC vehicles  
Performance: Commissioned March 2019 - supports 6 forklifts

Install 5 and 6 | Toyota L&F 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 J2807-4 (ambient)
Noise	< 70 dB
Temp	-30 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

### FUEL CELL

#### ENE-FARM

Produksi kumulatif 200.000 unit

air panas, tumpukan, inverter, O2, H2, GAS, LPG OR CNG

Sel bahan bakar yang dapat diperkenalkan dalam skala kecil

バリ州で展開が期待できる技術

図 4-9 北酸株式会社による水素技術紹介資料（抜粋）

## (2) フィードバックおよびマッチング結果

本セミナーにおいては、バリ州だけでなく、インドネシア中央政府（BAPPENAS、BRIN、エネルギー鉱物資源省）、研究機関、大学、民間企業など総勢 100 名程度の参加を得た。

今度の意見交換や、具体的な連携について、事後アンケートを募集したところ、7割を超える回答者がマッチングを希望し、保安、経済性、効率などに関する事項に特に関心があるとの回答を得ている。一方で、水素エネルギーに関する取り組みの有無について伺ったところ、燃料電池の研究に取り組む研究者を除いて、ほぼ未実施・未計画であるとの回答であった。

また、課題としては人材およびコストなど、リソースに関連する点が多く挙げられた。一方で、詳細な情報共有などの連携を希望する声が回答者の8割に上った。

この結果を踏まえて、富山市、北酸においては、次年度以降の取り組みとして、水素に焦点をあてた事業への展開を計画し、提案に向けて準備を進める方針で合意に至っている。

## 5. 成果のまとめと今後

本調査においては、バリ州、スマラン市両自治体において、国、州、自治体それぞれの低炭素政策方針を踏まえつつ、JCM 設備補助事業および脱炭素化に向けたポテンシャル調査や課題抽出を行い、JCM 設備補助の事業組成を期待できる各事業計画の効果を確認するに至り、水素利用といった新たな協力テーマについても、大使館や関係省庁、企業を交えたセミナーを通じ、検討の基盤を構築するに至った。

一方、昨年度来続く新型コロナウイルス感染拡大の影響はこの2年間の活動に大きな影響を与え、ポテンシャルサイトや事業化候補案件はオンライン環境下においても情報収集は叶う一方、体制構築や現場確認、契約交渉等、案件化に不可欠な動きに至る段階で進捗速度が低下する事態に陥った。

ポテンシャルを見出した案件について、課題解決の議論や意思決定を達成するためには、やはりオンライン調査には限界があることが改めて浮き彫りとなった。

こうした中、本調査業務は3か年事業の3年度目にあたるものの、JCM 設備補助事業の申請着手までには至らない結果となった。

今後であるが、水素利用技術の導入具体化をはじめとして、都市間連携事業の枠組みの下でさらなる検討を継続することで、事業実現に至る可能性のある案件の芽がある中、現地からも継続を強く要請されているところである。

また、富山市はSDGs 未来都市としての取り組みを推進しており、気候変動緩和策にとどまらず、SDGs 達成のためのあらゆる活動に関する取り組みの共有、現地への展開、寄与について可能性を探ることを通じ、引き続き都市間連携による協力を続けていきたい考えを有している。

気候変動対策については、インドネシアとして2060年カーボンニュートラルの計画を宣言した中、世界的観光地であり、環境の保全と共生が文化的・思想的にも根強いバリ州において、先行した脱炭素宣言等の発出に至る期待がある。2022年は、インドネシアにおけるG20の開催にあわせて、特にそうした政策方針を示しやすい時期でもある。

こうした情勢にあって、都市間連携事業による政策提言、ニーズ把握、導入可能性調査、計画策定を引き続き連携できることが望ましい。

こうした検討を元に、都市間連携事業の継続を想定した今後の事業計画を下図に示し、本報告書のまとめとしたい。

令和4年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業

対象国：インドネシア共和国バリ州

対象分野：再生可能エネルギー、水素利用、交通インフラ、制度構築支援



「富山市・バリ州による都市間連携事業を活用した水素社会構築支援事業」

応募者：日本エヌ・ユー・エス株式会社、共同応募者：富山市、北酸株式会社、株式会社日本空調北陸、一般社団法人富山水素エネルギー推進協議会

本都市間連携事業では、富山市及び再生可能エネルギー、水素製造・利用に取り組む市内企業と協力し、令和4年度の新規事業として、①再エネ水素（グリーン水素）製造のための再エネ導入ポテンシャル評価、②空港車両・公共交通分野を対象とした水素利活用の可能性調査、③発電混焼への水素利用可能性調査を実施する。実施にあたっては、富山市が従前取り組んできた脱炭素化や水素利用・普及に関する政策的な知見を活かし、事業を実施するために必要な政策・制度の提案、整備支援を行う。

都市間連携事業の背景

バリ州では、観光資源である自然環境の保全と、自然との共生を図ってきた文化的背景から、悪化する環境の改善、対策プログラムや政策を推進してきた。これまで、富山市では、同州が注力する交通由来のCO2排出や大気汚染対策への協力として、同州エネルギー総合計画にも示されている交通分野でのガスの利用や再生可能エネルギー開発を拡大する支援を都市間連携事業で進めてきた。G20のホスト国である本年は、さらに先進的な取り組みと成果を目指している中、富山市で普及を進めてきた水素エネルギーについて高い関心を得るに至った。2022年1月、バリ州と富山市が共催し、在日本インドネシア共和国大使館の協力を得て、水素事業セミナーを開催し、大学、研究機関、中央省庁、民間企業の関心も得たところである。こうした背景から、本事業では、新たな都市間連携事業として、富山市の水素普及施策を軸に、富山市内企業が有する水素製造・利用技術の普及を検討する。市内企業の北酸株式会社は、国内でもトップクラスの水素製造量を誇り、富山水素ステーションの運営管理を行っており、水素技術保有事業者とのネットワークも豊富である。また、インドネシア・スマラン市での公共交通を対象としたJCM事業の代表事業者としての経験も有する。同じく市内企業で、太陽光発電事業の実績を有する日本空調北陸と連携し、JCMを出口とした事業化の実現を目指す。

応募事業全体像



海外都市支援の取組

- 政策・制度面の支援
 

富山市は、SDGs未来都市として、2014年よりインドネシアでの各都市での都市間連携活動をスタートし、グローバルパートナーシップの強化を図っている。また、2021年3月にはゼロカーボンシティ宣言を発表し、これまで以上に脱炭素に関する取組を進める意向である。本都市間連携では、脱炭素・低炭素政策の立案や実行のため、富山市の経験や実績から必要な支援を提供する。
- 技術面の支援
 

これまで富山市が実施してきた再生可能エネルギー導入普及・水素利用に必要な技術的、資金的情報を市内企業と協力し提供する。また、事業化検討に必要な詳細なデータ等の受領とともに現地関係者とリアルタイムでポテンシャルサイトを確認するオンライン現地調査を実施することで事業化のイメージをより鮮明に認識し、JCM設備補助申請手続きを進めることを目指す。
- 現地との連携体制
 

富山市は、現地自治体との連携にあたり、現地自治体の統括を担う内務省と良好な関係を有してきた。本連携においても内務省との密な協力関係をもとに事業を進める他、在日本インドネシア共和国大使館、技術イノベーション庁、エネルギー鉱物資源省など関係機関との連携を進める。また、バリ州エネルギー計画に連携している国家開発計画庁との連携も進めていく。民間ベースでは、エネルギー供給会社（PLN、Pertamina）との連携を進める。

図 5-1 次年度都市間連携継続の骨子（案）

以上

## **添付資料**

添付資料 1 : キックオフミーティング資料

添付資料 2 : JCM ウェビナー資料

添付資料 3 : 富山市-バリ州水素セミナー資料 (北酸株式会社)

添付資料 4 : 富山市-バリ州水素セミナー会議録

## 添付資料 1：キックオフミーティング資料（スマラン市）



都市の理想を、実山から。  
SDGs未来都市  
TOYAMA

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

City-to-City Collaboration Project in Bali province for FY2021

City-to-city collaboration project by Toyama City to realize SDGs future city for Bali Province

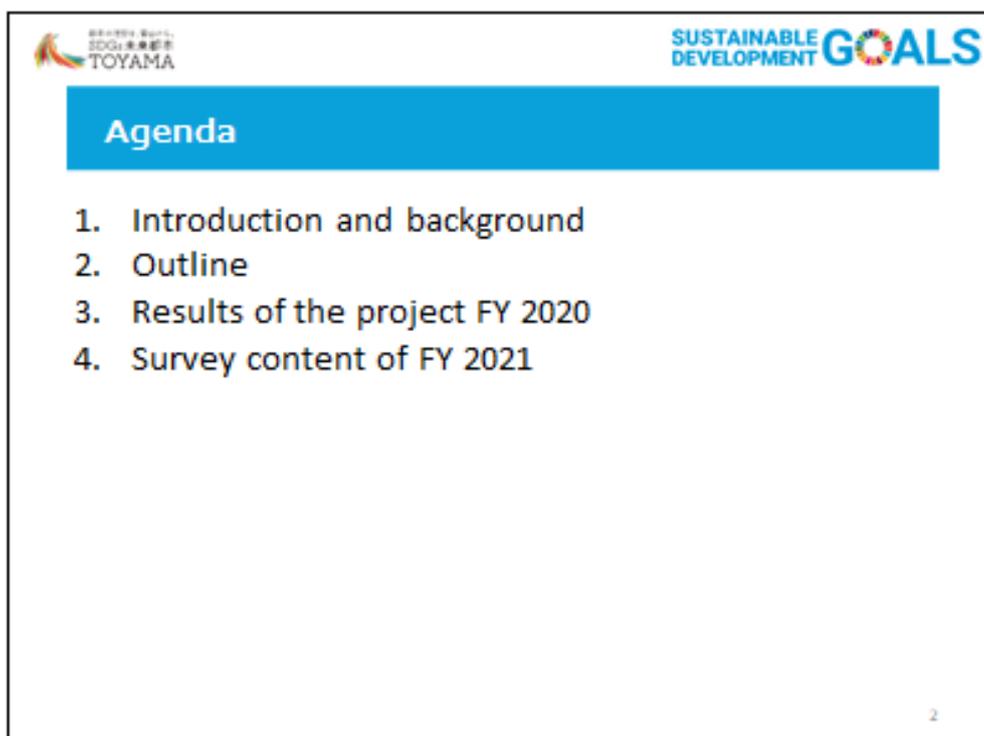
HOKUSAN

株式会社日本空調北陸

TOYAMA HYDROGEN ENERGY PROMOTION COUNCIL

JANUS  
株式会社ユニクス株式会社

1



都市の理想を、実山から。  
SDGs未来都市  
TOYAMA

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

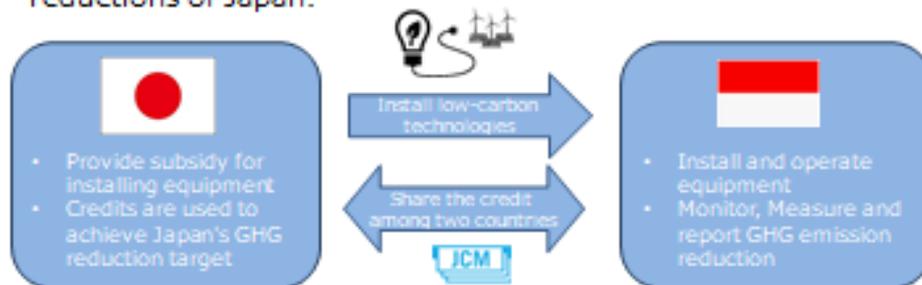
Agenda

1. Introduction and background
2. Outline
3. Results of the project FY 2020
4. Survey content of FY 2021

2

## Joint Crediting Mechanism (JCM)

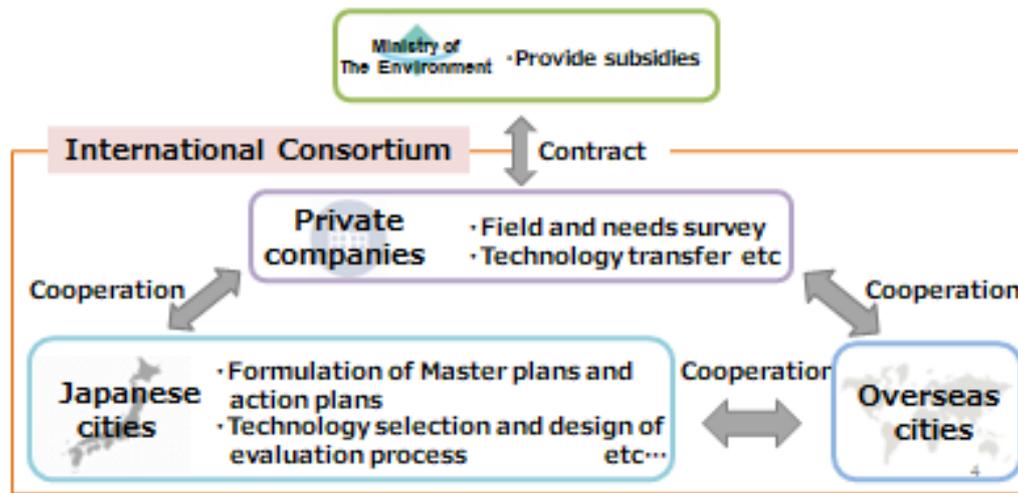
- It is a program implemented by the Japanese government in order to reduce greenhouse gas(GHG) emissions
- Subsidies will be provided for up to 50%, or 2 billion JPY (approx. 20 million USD), for introducing the Japanese low carbon technology.
- GHG reductions due to the installation of equipment will be issued as a credit and a part of it will be counted as the amount of reductions of Japan.



3

## City-to-City Collaboration

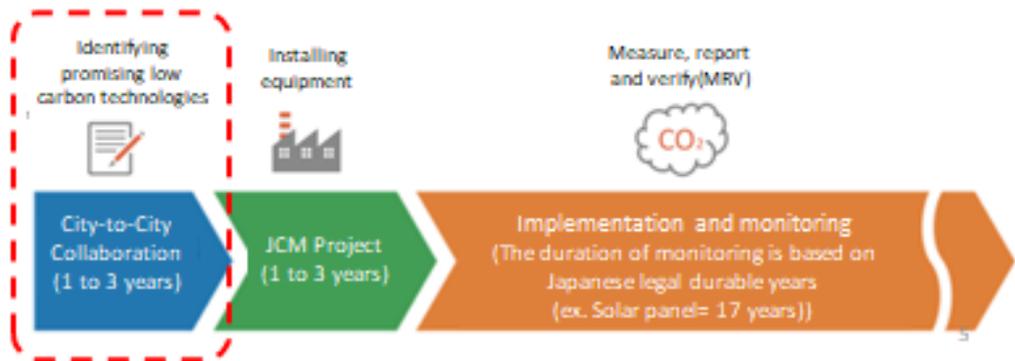
- It conducts feasibility studies for projects that will lead to JCM projects in the future.
- It supports the construction of basic systems such as the formulation of master plans that lead to low carbonization.



4

## City-to-City Collaboration

- The Ministry of the Environment, Japan has secured a budget to support feasibility studies for JCM projects based on city-to-city collaboration. (※ This project is based on this system)
- The Ministry of Economy, Trade and Industry has also secured a budget to support a feasibility study to promote JCM projects.



## 2. Outline of the project

- Transportation fuel conversion by utilizing CNG and diesel co-firing (DDF) technology
- Renewable energy promotion project centered on solar power generation
- Survey for hydrogen technology introduction in Bali



### 3. Results of the FY 2020 project

#### Activities

Main activities	Results
Meeting with Bali Province, Udayana University and Perusda Bali	We shared policy and goals with Bali province and related stakeholders. We exchanged opinions on the effects, challenges, and implementation system of gas conversion projects and solar power generation projects.
Meeting with PT. Pertamina Gas	We exchanged opinions on the possibility of gas supply in Bali and reached the MOU for future research cooperation.
Information gathering and analysis	Data analysis was carried out based on the web information and acquired information via site survey.

#### Estimation of economic effect, CO2 emission reduction

Project	Economic effect [PAKARUPA]	CO2 emission reduction [t-CO2/PJ]	JCM subsidy [USD]	Cost-effectiveness [JPY/t-CO2]
DOF for public transportation (Trans Metro Dewata)	4	9,039	400,000	4,646
Garbage trucks (DLH Denpasar)	9	4,330	461,000	11,179
Total Solar panel (Ministry of Finance, Denpasar City Water Purification Plant, Denpasar City Reservoir, Final Disposal Site)	-	18,268	484,536	2,785

Above results were estimated based on some assumptions.

Detailed estimations (with actual running data/gas demand/cost of infrastructure investment) are necessary for application of JCM projects.

7

### 4. Survey for FY2021 project



#### ① Transportation Fuel Conversion Project

#### ② Survey for hydrogen technologies introduction

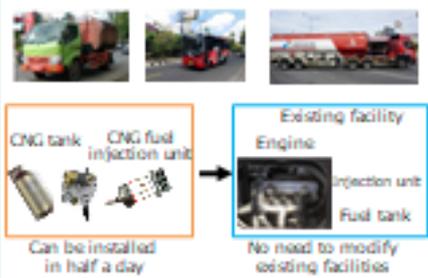
8

## ① Transportation Fuel Conversion Project in Bali

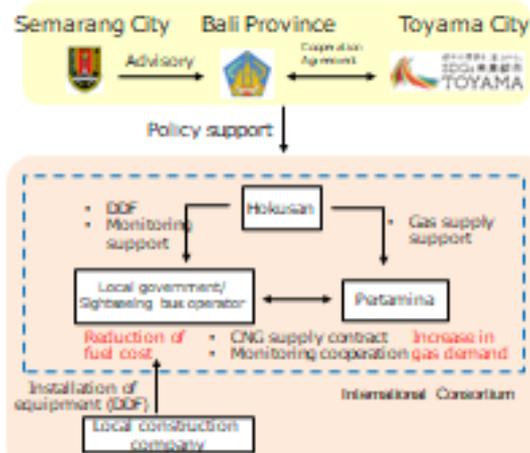
### Gas supply plan for transportation in Bali

- Main transportation fuel in Bali is diesel (however it causes air pollution and increases CO2 emission)
- Natural gas is recommended according to "Clean Energy Governor Ordinance"

### Outline of the Project



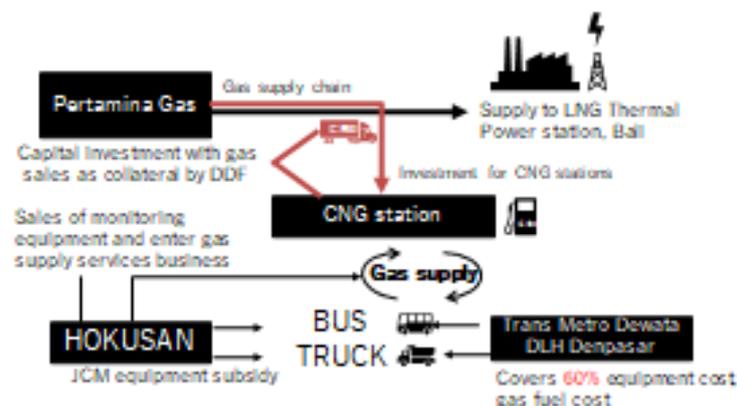
### Structure of the Project



**Achieve maintaining of clean air environment and reduction of fuel cost by implementing fuel conversion of transportation fuel**

9

## ① Transportation Fuel Conversion Project (JCM project implementation system plan)



- ✓ We will proceed with the examination for gas supply capital investment decision by Pertamina Gas based on MoU with JANUS.
- ✓ Pertamina gas recommended a CNG purchase guarantee
- ✓ Since the introduction of DDF = purchase guarantee, it may be possible to make an investment decision if an agreement can be reached on the supply amount, price, and period.
- ✓ Business feasibility of CNG station maintenance costs and transportation costs is the key.

10

## ① Discussion regarding DDF

### Potential users

- Could your company's vehicles (lorries etc.) be candidates for installation of DDF system in JCM scheme?

If possible, please share with us

- Number of vehicles
- Specification (Exhaust gas amount, Engine type)
- Actual diesel fuel consumption data (L/vehicle/year)



- Any information regarding other potential gas users?
- Could you share us with the situation of existing DDF systems installed Patraniaga vehicles?

### Existing CNG stations

- Please share us with the exact locations of existing CNG stations in Bali by local operators or related staffs.
- Please share us with whether the gas stations are still utilized.

## ② Survey for hydrogen technology introduction

### Hydrogen technology development situation



BCOM, Indonesia (April, 2021) "Outline Outlook for Hydrogen Energy in Southeast Asia"

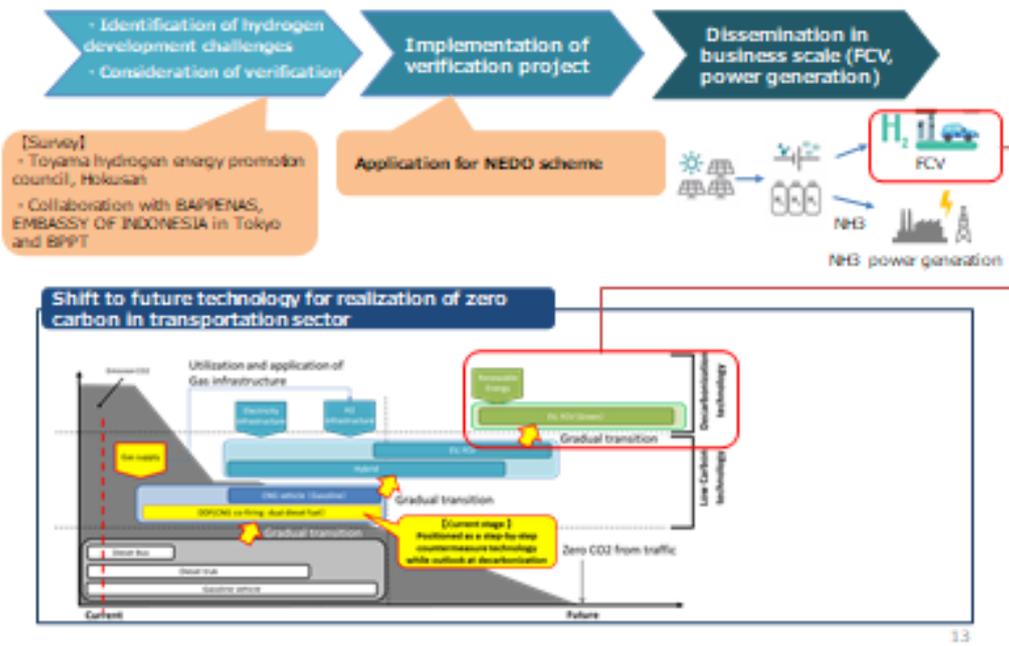
#### Current

- Policies related to hydrogen energy development have not been developed
- Some verification project are ongoing.

#### Future

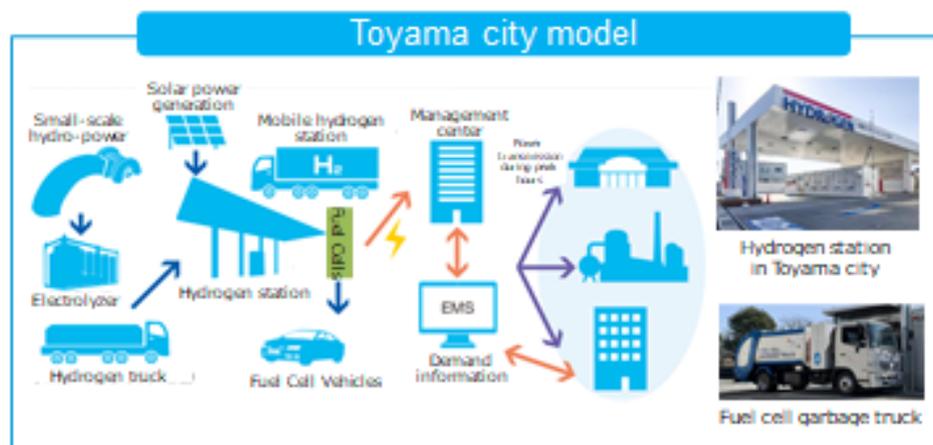
- **Promotion of renewable energy in off-grid area/remote islands**  
→ Expecting energy storage by hydrogen
- **Dissemination of FCV in the future to reduce consumption of fossil fuel.**

## ② Survey for hydrogen technology introduction



13

## ② Survey for hydrogen technology introduction (examples of hydrogen technologies development in Toyama)



図表は別紙1 p. 21~22 (一社)福山市水素エネルギー推進委員会「福山市水素エネルギー戦略ビジョン・ロードマップ」

- Toyama City and local companies are building a model for local production and local consumption of hydrogen, including the operation of hydrogen stations and fuel cell vehicles.
- They can provide know-how and technical expertise in such hydrogen utilization technologies.

14

## ② Discussion regarding hydrogen technology introduction

---

- **Idea for green hydrogen production in Bali**
  - Please let us know about the possibility of using green hydrogen by utilizing renewable energy sources such as solar and wind power, for example, supplying hydrogen to FCVs.
  
- **Idea for hydrogen production by natural gas in Bali**
  - Please let us know if there are any transportation that could be converted to use hydrogen energy.

# 7. REFERENCE MATERIAL

### Action Plan for Pertamina (1. Calculation and estimation of gas demand in Bali)

Please confirm the following items.

- Whether the gas consumption by proposed project (gas consumption by public buses and garbage trucks) is enough;
- If it is not enough, how much additional gas is necessary combining other demands, such as hotels and industries to make a decision for investment of gas infrastructure;
- How many and where additional gas stations are necessary in Bali based on the existing SPBG and bus routes;
- Share whether CAPEX and OPEX would be feasible based on the proposed project;
- Share the price of gas for users (we understand the LNG in Bali is 18-21USD/MMBUT, but we suppose the price for end-users is different with subsidy).

17

### Action Plan for Pertamina (2. Potential users for gas (owners of DDF system))

Please confirm the following items.

- Pertamina Gas has their own trucks which may be potential for DDF installation, but they have already had DDF for some of their vehicles, and they don't use them often since the lack of gas infrastructures. Please confirm the following items.
- Check whether company's vehicles are still candidates for DDF installation;
  - ✓If the vehicles might be candidate for installation of DDF, please share with us the approximate number.
- Contact person in charge (Patraniaga?) and confirm the situation of use (places and frequency of DDF).

18

## Action Plan for Pertamina

### 4. Survey

(3. Situations of three CNG stations (SPBG at Nusa Dua, Hayam Wuruk Denpasar and in Luk-Luk in Badung Regency))

Please confirm

- The exact locations by local operators or related staffs;
- Whether the existing suspended gas stations can be utilized if the gas demand is enough.

<https://regional.kontan.co.id/news/organda-minta-pertamina-tambah-spbq-di-bali>

19

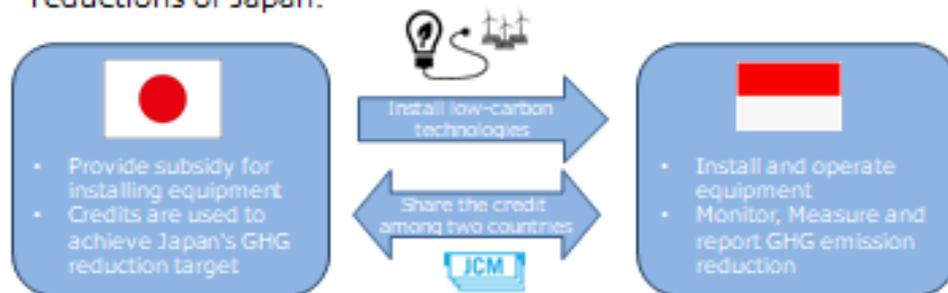
### 1. Introduction and background



20

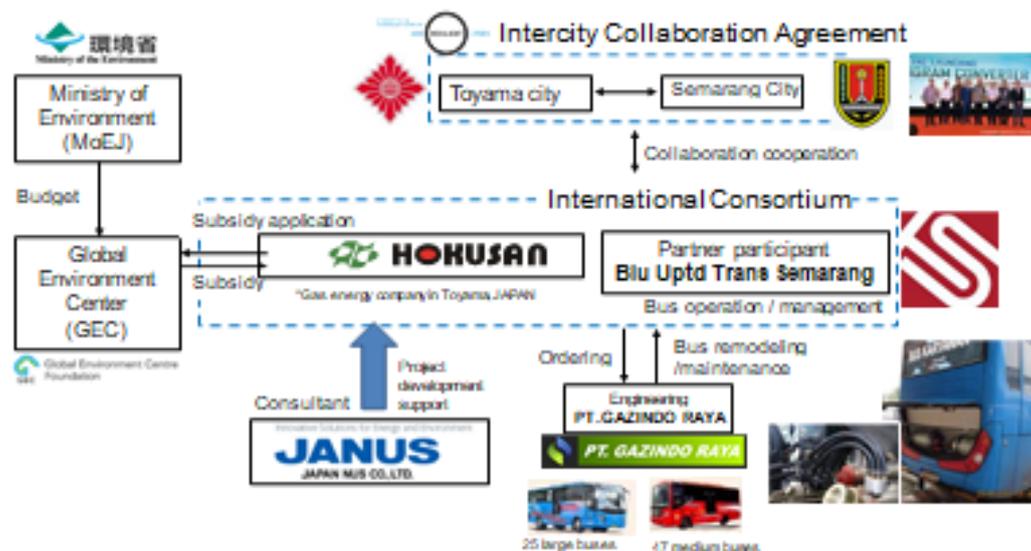
## Joint Crediting Mechanism (JCM)

- It is a program implemented by the Japanese government in order to reduce greenhouse gas(GHG) emissions
- Subsidies will be provided for up to 50%, or 2 billion JPY (approx. 20 million USD), for introducing the Japanese low carbon technology.
- GHG reductions due to the installation of equipment will be issued as a credit and a part of it will be counted as the amount of reductions of Japan.



21

## Case study: Semarang achievement



- ✓ Contribution to reducing CO2 emissions from public transportation in Semarang
- ✓ The effect of reducing fuel costs was also obtained.

22

## Case study: Other renewable energy project in Indonesia

1.Introduction and background

### PV(Solar) power project in Bogor



The electricity generated will be used for self-consumption within the factory. It will reduce the electricity purchased from PLN and replace coal-derived electricity to reduce CO2 emissions of 369 tons per year.

### Micro Hydro power project in Flores



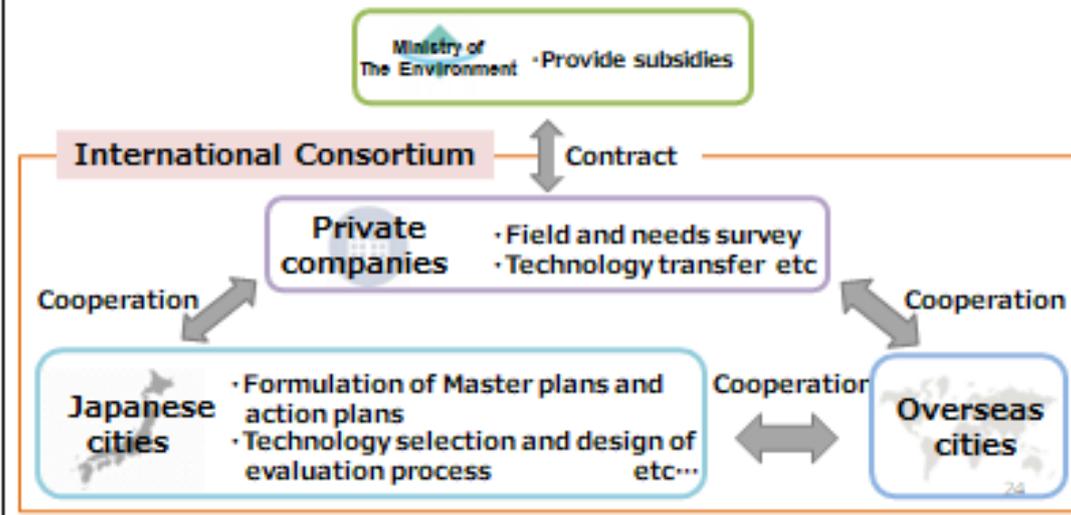
It will sell electricity to Indonesia's state-owned power company and reduce greenhouse gas (GHG) emissions by 6839 tons annually.

23

## City-to-City Collaboration

1.Introduction and background

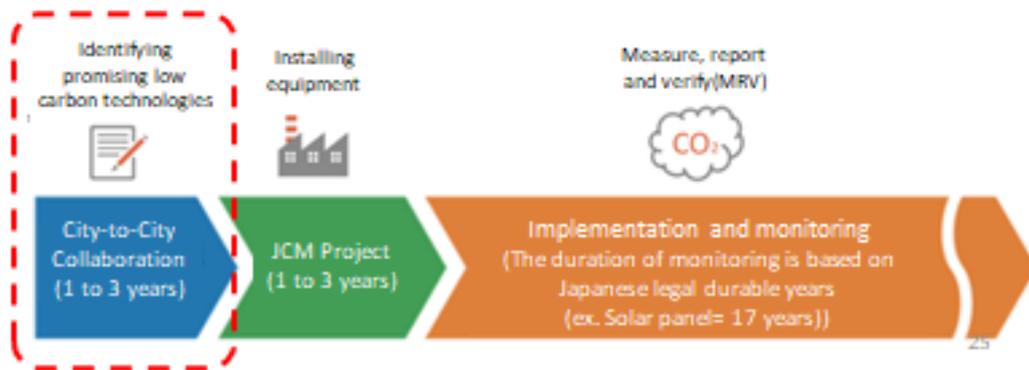
- It conducts feasibility studies for projects that will lead to JCM projects in the future.
- It supports the construction of basic systems such as the formulation of master plans that lead to low carbonization.



24

## City-to-City Collaboration

- The Ministry of the Environment, Japan has secured a budget to support feasibility studies for JCM projects based on city-to-city collaboration.(※ This project is based on this system)
- The Ministry of Economy, Trade and Industry has also secured a budget to support a feasibility study to promote JCM projects.



## 2. Project outline and survey implementation structure

- Purpose, Survey and System of the Project

### 3. Introduction of Stakeholders

- Toyama City 
- Regional Resource Recycle System Association 
- Hokusan Co., Ltd. 
- Nihon Kucho Hokuriku Ltd. 
- JGC HOLDINGS CORPORATION  JGC HOLDINGS CORPORATION
- Japan NUS Co., Ltd. 

### Toyama City

### 3. INTRODUCTION OF STAKEHOLDERS



■ Toyama City, which is known as an "Environmental Future City" and "SDGs Future City", is highly acclaimed for its achievements in the development of compact city through public transportation and the use of renewable energy such as small hydropower. It is the only city that has been certified as an "improving energy efficiency city".

## Toyama City



### 3. INTRODUCTION OF STAKEHOLDERS

- Toyama City, which is known as an "Environmental Future City" and "SDGs Future City", is highly acclaimed for its achievements in the development of compact city through public transportation and the use of renewable energy such as small hydropower. It is the only city that has been certified as an "improving energy efficiency city".
- Toyama City has a track record of introducing low-carbon technology with Semarang City through the implementation of City-to-City Collaboration and the JCM Project.



### 3. INTRODUCTION OF STAKEHOLDERS

## Regional Resource Recycle System Association



- Established with the aim of promoting both "energy creation" and "energy saving" businesses, and disseminating and penetrating regional recycling-oriented society, local energy production and consumption, and social systems to realize a lasting and healthy environment and life.
- Founded in 2015
- Conduct research projects on regional recycling-based energy business, environment, energy saving and EMS.

### 3. INTRODUCTION OF STAKEHOLDERS

## Hokusan Co., Ltd HOKUSAN

- Toyama City Gas Supply Company
- Aside from the core business of procuring and supplying industrial gas and LP gas, the company also sells related materials, and works on hydrogen energy diffusion as an alternative energy.
- Founded in 1937, 145 employees
- In the past, it has a track record of implementing a JCM project (public transport bus fuel conversion) together with Toyama City and JANUS.



Since its founding, Hokusan has been engaged in the gas supply business for all vehicles including automobiles, and its wide experience and knowledge have been highly evaluated.



### 3. INTRODUCTION OF STAKEHOLDERS

## Nihon Kucho Hokuriku Ltd.



- A total support company for building equipment, including maintenance of building equipment, equipment/environmental diagnosis, and solution proposals, and it also works on renovation construction.
- Founded in 1977, 199 employees
- Duties:
  1. Design and construction of air conditioners and piping systems
  2. System and equipment maintenance
  3. Operation and management of hospital facilities
  4. Solar panel design and construction

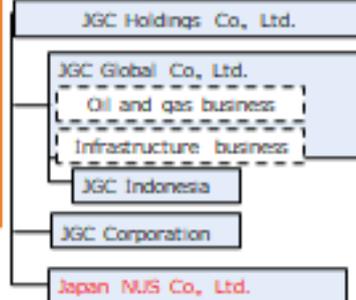


### 3. INTRODUCTION OF STAKEHOLDERS

#### Japan NUS Co., Ltd. **JANUS**

エヌエスシーエーエス株式会社  
日本エヌエスエーエス株式会社

- We provide consulting on the environment and energy field, and have a track record of adopting and implementing JCM projects and City-to-City collaboration in the past.
- Founded in 1971, 175 employees
- The track record in Indonesia are as follows
  - 2014 JCM Feasibility Study "3.7 MW Run of river Small Hydropower"
  - 2018 JCM project of CNG mixed combustion of public transportation in Semarang City, Indonesia
  - 2019 Infrastructure development research project for JCM project (Banda Aceh and Tobinting) City)
  - 2020 City-to-city collaboration to realize a zero carbon society



#### **JGC** JGC HOLDINGS CORPORATION

- EPC (design, procurement, construction) of various plants in Japan and overseas. Over 20,000 projects have been carried out in 80 countries around the world, and they have received world's highest level evaluation from customers all around the world, including Japanese oil companies, oil majors, and national oil companies.
- Founded in 1928, 7,607 employees
- Since JANUS and JGC Global are the same JGC group, we have the advantage of being able to provide consistent services from consulting to EPC. JGC Global also has a branch in Indonesia, where can provide additional support system including EPC.

### 5. Tentative schedule for transportation fuel conversion project

#### 5. Schedule

Task	2021								2022		
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
Detailed estimation of economic effect	Data collection (Meetings with Denpasar DTL/Trans Metro Dewata)			Necessary estimation calculated by Pertamina Gas (gas demand, gas price and cost estimation of gas stations)							
Decision making for investment of gas infrastructure	Decision making for investment of gas infrastructure				Determination of fuel conversion vehicles						
Construction of implementation system									Decide procurement scheme and each role under the JCM project		
Preparation and application of JCM project									Application		
Meetings (preferably held monthly)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Schedule related to MOE	Result notification of proposal	Contract and officially start the project					Interim report				Final report

## 5. Tentative schedule for solar power generation project



## 6. Summary of each role

We humbly expect the following roles for each stakeholders to gather necessary information and realize the projects

				
Throughout the project	<ul style="list-style-type: none"> <li>Support of low-carbon policy implementation and provision of Togama City's technologies and JOM project experience</li> <li>Project management and implementation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Support the study team to connect with BAPPENAS</li> </ul>		
Transported on fuel conversion (public bus and garbage trucks)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calculation and estimation of gas demand in Bali with Pertamina based on the data obtained</li> <li>Consideration of implementation system</li> <li>Provision of DDG operation and JOM experience (by Hokuriku)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Support to connect with               <ol style="list-style-type: none"> <li>DUH Denpasar</li> <li>Bali Department of Transportation for collecting necessary data and discussing implementation system and budget.</li> </ol> </li> <li>Note) JANUS is now contacting to Trans Metro Dewata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calculation and estimation of gas demand in Bali</li> <li>Confirmation of possibility to use the existing gas stations</li> <li>Judgement for investment of gas stations</li> <li>Consider whether Pertamina's own trucks can be candidates for fuel conversion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Involvement in procurement</li> </ul>
Solar power project	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consideration of new PPA scheme to reduce burden of initial investment</li> <li>Site survey (by JGC Indonesia)</li> <li>Provision of solar power technologies (by Nihon Kacho Hokuriku)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Support to connect with               <ol style="list-style-type: none"> <li>Ministry of Finance, Bali Government</li> <li>Water Purification Plant in Denpasar</li> <li>Denpasar Reservoir facility</li> <li>Denpasar waste final disposal site</li> <li>PLN</li> </ol> </li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Site survey (or by JGC Indonesia)</li> <li>Introduce future PV projects</li> </ul>

Note) Letters in red indicate the new candidate projects

## 添付資料 2 : JCM ウェビナー資料



The slide features logos for Toyama City (SDGs Future City), Bali Province, Semarang City, and Sustainable Development Goals. The main title is 'Webinar on the Joint Crediting Mechanism (JCM) Implementation in Indonesia - Innovation for Carbon Neutrality through JCM -'. Below the title is the subtitle 'City-to-City Collaboration Project to realize SDGs future city by Toyama City, Bali Province and Semarang City' and the date '2nd September 2021'. The JANUS logo is at the bottom center, and a copyright notice is at the bottom right.

都市の理想を、富山から。  
SDGs 未来都市  
TOYAMA

SDGs

UNESCO

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

**Webinar on the Joint Crediting Mechanism (JCM)  
Implementation in Indonesia  
- Innovation for Carbon Neutrality through JCM -**

City-to-City Collaboration Project to realize SDGs future city  
by Toyama City, Bali Province and Semarang City

2<sup>nd</sup> September 2021

エネルギーと環境を考える  
**JANUS**  
日本エヌ・ユー・エス株式会社

Copyright © JANUS Co., LTD. All rights reserved.

### Agenda

1. Company profile
2. Introduction of related cities
3. Project purpose and implementation system
4. Outline of the project (Bali and Semarang)
5. Progress and future action plans (Bali and Semarang)
6. Survey for hydrogen technology development in Bali
7. Challenges and countermeasure

## 1. Company profile

Japan NUS Co., Ltd.



- ✓ Our expertise: Consultancy services in Energy and Environment business field
- ✓ Established in 1971
- ✓ About 200 employees (March 2020)
- ✓ JGC HD (Japanese oil and gas EPC) group company 



### Track records of JCM related project

- 2014 JCM Feasibility Study “3.7 MW Run-of-river Small Hydropower” in Sulawesi, Indonesia
- 2018 JCM project of CNG mixed combustion of public transportation in Semarang City, Indonesia
- 2019 Infrastructure development research project for JCM project (Banda Aceh and Tebing Tinggi City)
- 2020 City-to-city collaboration to realize a zero-carbon society in Bali, Semarang in Indonesia/ Iskandar, Kota Kinabalu in Malaysia/ Male in Maldives



JANUS

Copyright © JAPAN NUS Co., LTD. All rights reserved. 2

## 2. Introduction of Related Cities



### Toyama City

- Known as an “Environmental Future City” and “SDGs Future City”
- Highly acclaimed for its achievements in the development of compact city through public transportation and the use of renewable energy such as small hydropower, certified as an “improving energy efficiency city”.
- Has a track record of introducing low-carbon technology with Semarang City through the implementation of City-to-City Collaboration and the JCM subsidy project.



### Bali Province

#### Main Experiences for JCM/City-to-city collaboration project

- 2014: Started cooperation with Toyama City under the cooperation agreement for sustainable energy supply
- 2017: Cooperation agreement for environment management between Toyama City
- Willing to address air pollution mainly caused by transportation sector in its province and tries to reduce GHG emission.
- Has a goal to disseminate renewable energy from 0.27 % in 2015 to 11.5 % in 2025 based on “General plan of regional energy for the province of Bali 2020-2050”.



### Semarang, Central Java

#### Main Experiences for JCM/City-to-city collaboration project

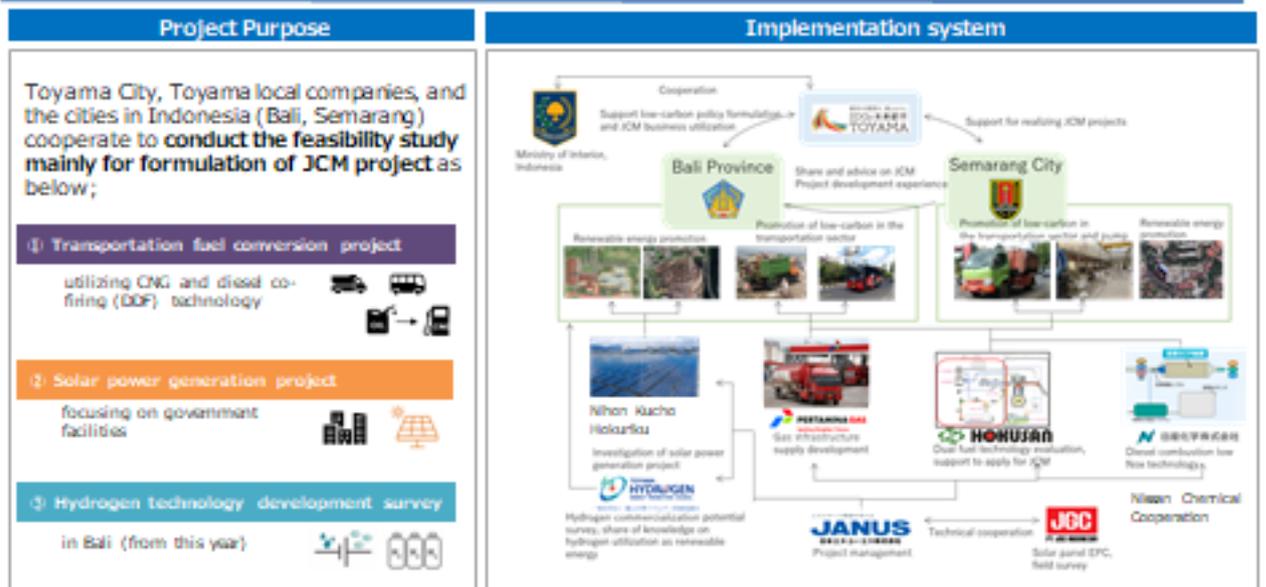
- 2014: Selected as “100 Resilient City” proposed by Rockefeller Foundation.
- 2018: Conducted JCM subsidy project “Introduction of CNG-Diesel Hybrid Equipment to Public Bus in Semarang”
- Aims to reduce GHG emission by 29 % from BaU scenario by addressing the improvement of energy consumption in industries, commercial and residential use.
- Conducted the JCM project, “Introduction of CNG-Diesel Hybrid Equipment to Public Bus in Semarang” with Toyama City in 2018.



JANUS

Copyright © JAPAN NUS Co., LTD. All rights reserved. 3

### 3. Project purpose and implementation system



### 4. Outline of the project (Transportation fuel conversion)

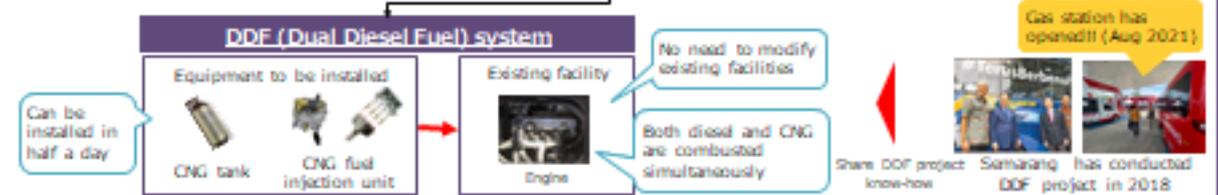
#### ① Transportation fuel conversion by DDF (DDF Project)

##### Fuel conversion potential

- Diesel is still consumed as main transportation fuel in Bali and Semarang which causes air pollution and large amount of CO<sub>2</sub> emission.
- Electricity/hydrogen are expected as future transportation fuels...
- **Natural gas consumption is recommended** in national, provincial level (ex: NDC, RUEN (Grand National Energy Plan 2015-2050)).

##### Outline of the project

- Select JCM candidate facilities and collect fuel consumption data
- Estimate economic effect and GHG reduction effect of DDF project



## 4. Outline of the project (Solar power generation)



### ② Solar power generation (Solar power generation project)



#### Situation of PV installation in Bali and Semarang

- Installation of PV is expected as a main renewable energy source, but very few have been installed.
  - Installed Capacity (2019):
    - Bali: **4MW** (0.3 % of total installed capacity of 1,200 MW)
    - Semarang: **Only 95kW**
- PV installation to the government facility is recommended** ("Surat Edaran MESDM No. 363/22/MEM.L/2019" and "Bali independent energy development plan", etc.).



Solar panel on roof



Roof of villa type hotel

#### Hotels in Bali:

- Problems of strength of roof
- The industry is hit strongly by Covid-19.

#### Outline of the project

- Select the government facilities from satellite data.
- Estimate power generation, GHG reduction



Satellite image around Denpasar City



Building of Ministry of Finance, Bali Government



Water purification plant



Final Disposal site



Example of estimation:  
Module capacity[kW] 205.66 kW, estimated annual power generation [kWh] 431,429 kWh

JANUS

Copyright © JAPW NUG Co., LTD. All rights reserved. 6

## 5. Progress and future action plans (Bali and Semarang)



### ①, ② Progress and plan of the DDF and Solar power generation project

#### Progress and plan

FY2020

- Establish stakeholders' relationship
- Estimate project's effect

#### Completed

- Selection of JCM candidate facilities
- Estimation of economic effect
- Estimation of low carbon effect
- Knowledge sharing for policy making by Toyama city
- Consideration of project policy

Rough estimation based on assumptions.  
Need more detailed estimation and plan including site survey.

FY2021

- Prepare JCM project formulation

#### GOAL

- Determination of installation targets
- Construction of implementation system
- Preparation of JCM application documents

#### Strategy

- Consideration of detailed economic effect
- Discussion of JCM formulation of candidate owners
- Consideration of gas stations construction by Pertamina (only for DDF project)
- Consideration of PV installation scheme (only for PV project)

Action plans for this fiscal year

#### JCM project formulation

FY2022

- Application of JCM project

#### GOAL

- Application of JCM project
- Procurement of fund, preparation of bid

#### Strategy

- Contract for gas supply (only for DDF project)
- Contract for electricity sales (only for PV project)
- Construction of EPC implementation system (only for PV project)

FY2023-2024

- Construction, Operation

#### GOAL

- Construction, Installation of equipment
- HRV

生形1

JANUS

Copyright © JAPW NUG Co., LTD. All rights reserved. 7

## 6. Survey for hydrogen technology development in Bali

### ③ Survey for hydrogen technology development

- Bali RUED (comprehensive energy plan) indicates the future energy mix.
- It aims to **expand the ratio of renewable energy and assumes most of them as solar power.**

Energy type	Unit	2015	2025	2050
1. Coal	{%}	19.6	3.3	0.0
2. Gas	{%}	4.4	56.2	34.9
3. Oil	{%}	75.7	29.3	45.0
4. Renewable Energy	{%}	0.3	11.5	20.1

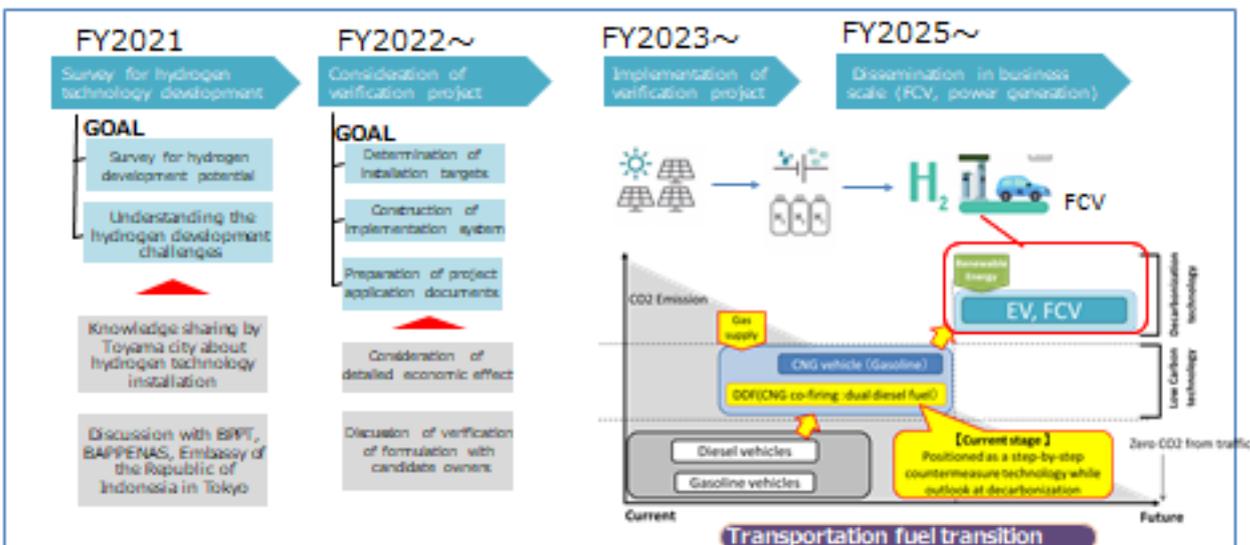
- ✓ PV is not a stable energy, so it is necessary to prepare backup electric power source for adjusting fluctuations.
- ✓ It is considered that **hydrogen energy development is necessary**, which is not constrained by grid limitation.
- ✓ Pertamina is carrying out a demonstration project in-house, and there is a request for cooperation to proceed with studies and investigations on hydrogen energy development in Bali.

- TOYAMA HYDROGEN ENERGY COUNCIL and Toyama local companies are building **a model for local production and local consumption of hydrogen**, including the operation of hydrogen stations and fuel cell vehicles.
- They can **provide know-how and technical expertise in such hydrogen utilization technologies.**



## 6. Survey for hydrogen technology development in Bali

### ③ Survey for hydrogen technology development (Future action plans)



## 7. Challenges and countermeasure

### The difficulty because of COVID-19

#### ✓ Restriction of conducting site survey

→ Alternative method FY2021: Online video survey with support from JGC Indonesia



### Solar power project

#### ✓ Challenges in the burden of initial investment

→ Better to propose the project by solar PPA scheme.

- ① Initial cost: Covered by PLN  
Maintenance cost: Covered by PLN  
Electricity generated: Purchased by PLN
- ② Initial cost: Covered by PPA business entity  
Maintenance cost: Determined by consultation  
Electricity generated: Determined by consultation

Promising solar PPA schemes in Indonesia

### Hydrogen survey

#### ✓ Undeveloped hydrogen related to policies and plans

→ Survey for potential hydrogen technology development including gray hydrogen utilizing abundant natural gas resources in Indonesia as transition technology



### Cooperation with national stakeholders

→ Develop not only provincial, city level stakeholders, but also national level stakeholders, such as BAPPENAS (Ministry of National Development Planning of the Republic of Indonesia) and Embassy of the Republic of Indonesia in Tokyo

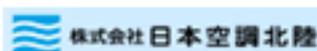
JANUS

Copyright © JAPW HUS Co., LTD. All rights reserved. 10



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

# Thank you for your attention!



JANUS

Copyright © JAPW HUS Co., LTD. All rights reserved.

添付資料 3 : 富山市-バリ州水素セミナー資料（北酸株式会社）



# HOKUSAN



Sejak didirikan, Hokusana telah terlibat dalam bisnis pasokan gas untuk semua kendaraan termasuk mobil, dan pengalamannya serta pengetahuannya 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

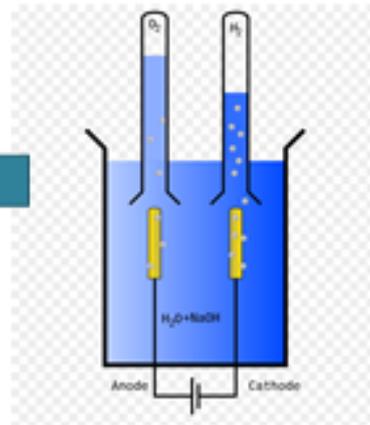


## Konten bisnis



## Pabrik hydrogen

Air dielektrolisis untuk membuat hidrogen.



soda api



klorin



O<sub>2</sub>



H<sub>2</sub>

## 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 terutama 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。

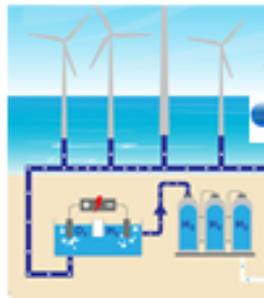


—POSSIBLE



# Keuntungan dari Hidrogen

Nol emisi  $H_2O$



Dapat dibuat dari air menggunakan energi terbarukan

Bisa diangkut



Tidak ada emisi karbon dioksida

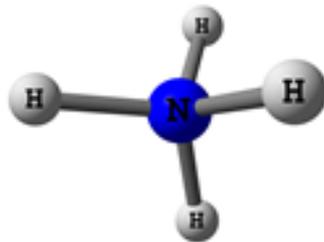


Bisa diselamatkan



# 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

**CO<sub>2</sub>**  
**karbon dioksida**  
**Pemanasan global**

11

Bencana akibat hujan lebat  
Tapan  
Penurunan es Arktik dan Antartika  
Kematian karang  
Kekeringan

**cuaca ekstrim di seluruh dunia !**  
**Batas bumi !!**

12



## 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

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

### Tujuan masing-masing negara

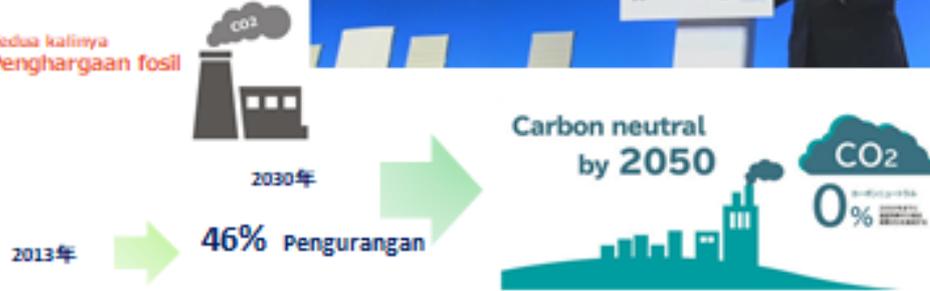
国・地域	目標
EU	2050年 Karbon netral
	2050年 Setidaknya 100%
	2050年 sampai emisi GRK bersih nol
	2060年 Karbon netral
	2050年 Karbon netral
	2050年 Karbon netral

Untuk lebih dekat dengan yang ideal  
Setiap pilihan diperlukan

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



Kedua kalinya Penghargaan fosil



## 2022 City-to-City Collaboration PJ

### Hydrogen :

Store and carry surplus electricity from renewable energy. Fuel .  
再生エネルギー電力の貯蓄・運搬、燃料（車、船、航空機、コージェネ）

### Ammonia :

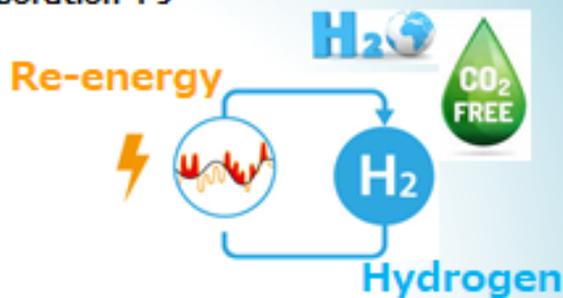
Hydrogen carrier  
Power generation fuel  
水素キャリア、発電燃料

### 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 水素アンモニアの展開

Power plant [発電]	Industry [産業]	Transportation [輸送]	
 <p>Exclusive firing Co-firing to thermal power plant 専供 火力発電への連携</p>	 <p>Co-firing 連携</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)-

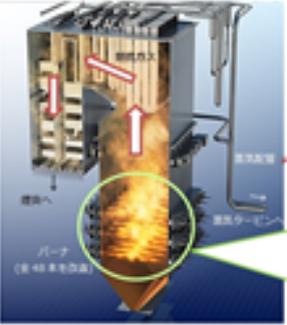
Demonstration period: June 2021 to March 2025  
From August 2021, mixed combustion started at Unit 5 (power generation output: 1 million kW).  
Aim for 20% mixed combustion.

石原火力発電所へのアンモニア混焼-JERA石原火力発電所-  
実施期間: 2021年6月~2025年3月  
2021年8月より号機(発電出力: 100万kW)にて混焼開始、  
20%混焼を目指す。



石原外航船岸橋から受入

**Boiler and modified burner**  
ボイラと改修バーナの概略



燃焼室  
燃焼器  
燃焼室  
燃焼器  
燃焼室  
燃焼器

アンモニア混焼バーナ概略図  
(既存バーナ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.

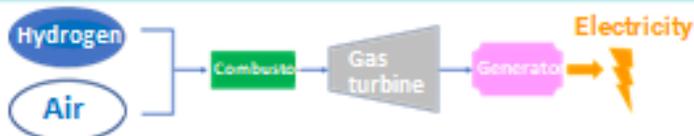


アンモニア  
ammonia



CO<sub>2</sub>

## Industry -gas turbine- [Hydrogen]



### Hydrogen gas turbine

MITSUBISHI

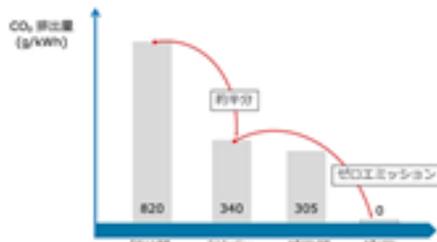
Menyelesaikan teknologi pembakaran campuran 30%. Mendukung kelas 30.000 hingga 1,28 juta kW. Bertujuan untuk pembakaran 100% hidrogen.

### Hydrogen gas turbine

Kawasaki

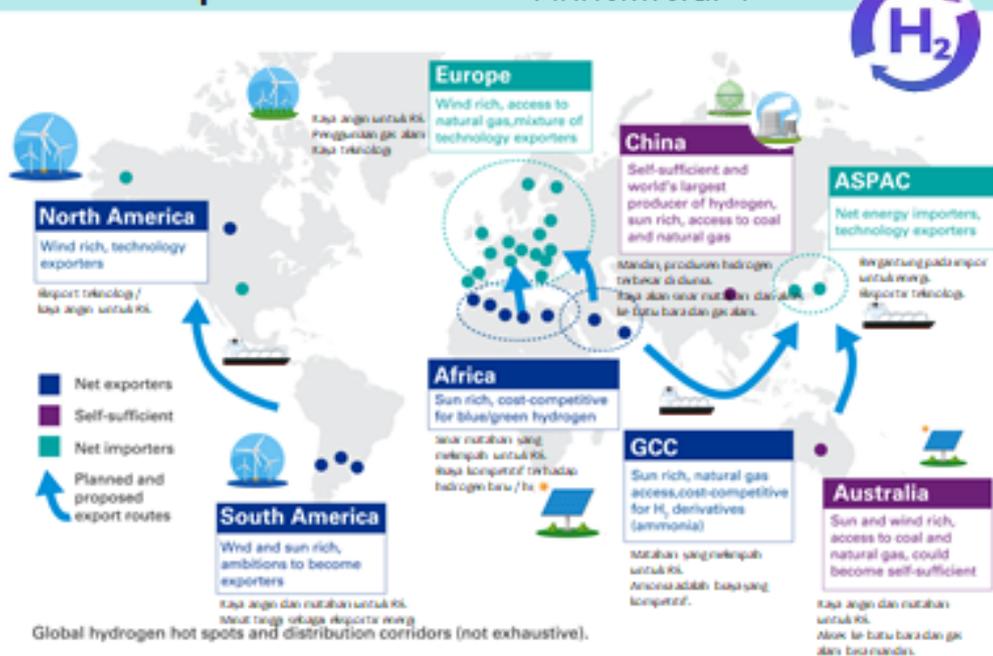
Mencapai 100% hidrogen (pembakaran eksklusif) dengan pembakaran bersama hidrogen dan gas alam.

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ルート



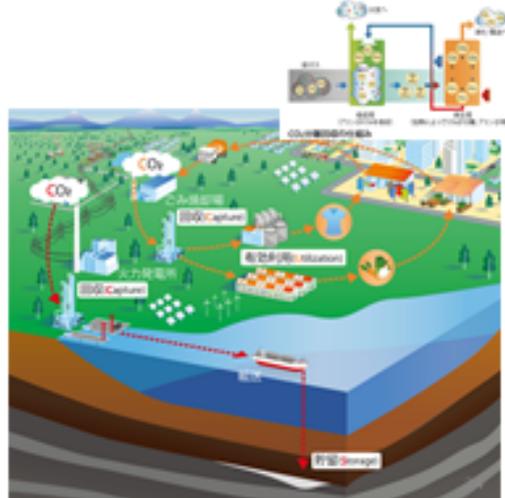
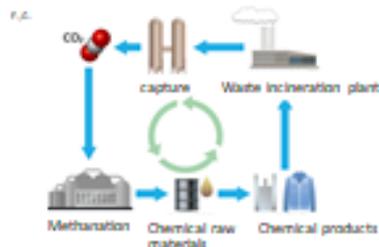
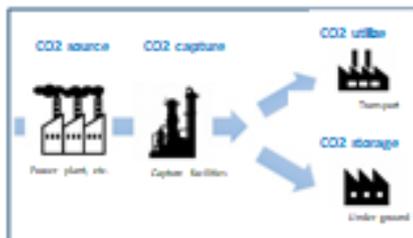
22

## Strategy of HOKUSAN



## CCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization or Storage)

Teknologi yang memisahkan dan memulihkan CO<sub>2</sub> 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

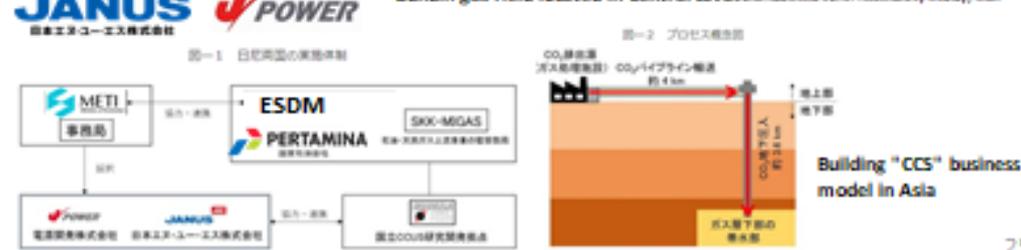
### "CCS" feasibility study for clean fuel ammonia production



### Started JCM feasibility study for "CCS" demonstration project.

CCS実証プロジェクトに向けたJCM実証事業の開始について

コロンボの環境エネルギー JANUS POWER Gundih gas field located in Central Java: Conducted JCM feasibility study, etc.



25



## 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需要の増加へ

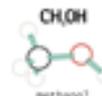


Methanol plant (East Kalimantan Island, Bontang)

The only methanol producer. Production capacity 600,000 / ton year



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



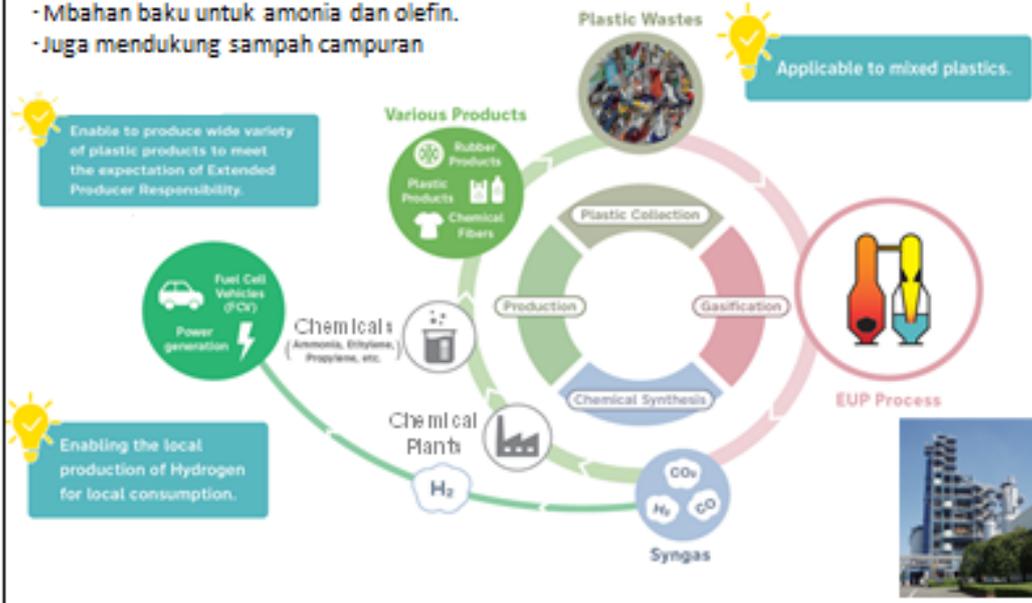
Considering construction of a new methanol plant

26

# 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.**



**FS (Feasibility Study)**  
**Implementation**



※ image

# 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)



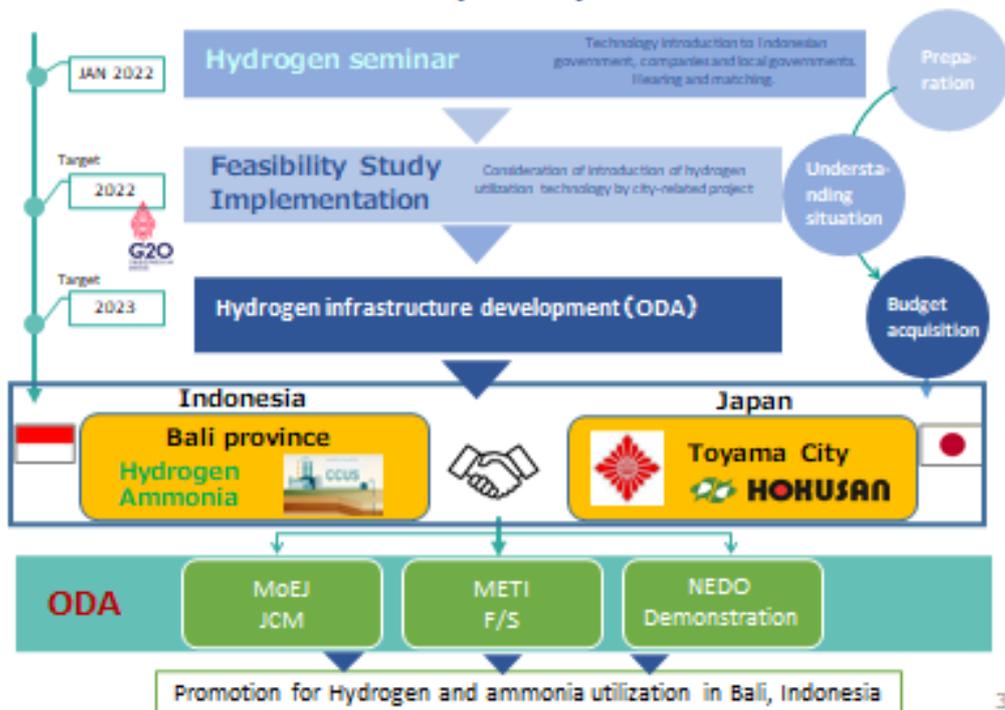
Waste to Energy



Improvement of landfill (Fukuoka method)

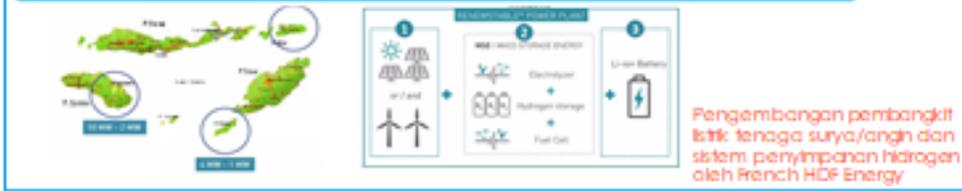
※ Further including energy efficient facilities, effective use of energies, CCUS, fluorocarbons recovery and destruction, Jshkasou, and REDD+, in addition to the above

## Realisasi bisnis melalui City-to-City Collaboration PJ



## Contoh upaya pengembangan energi hidrogen di Indonesia

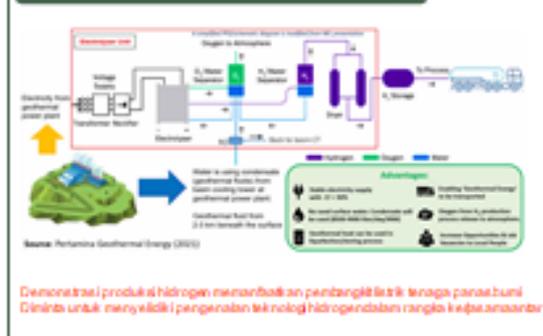
### Rencana pengembangan energi hidrogen di Pulau Sumba



### Demonstrasi hidrogen oleh BPPT dan Toshiba

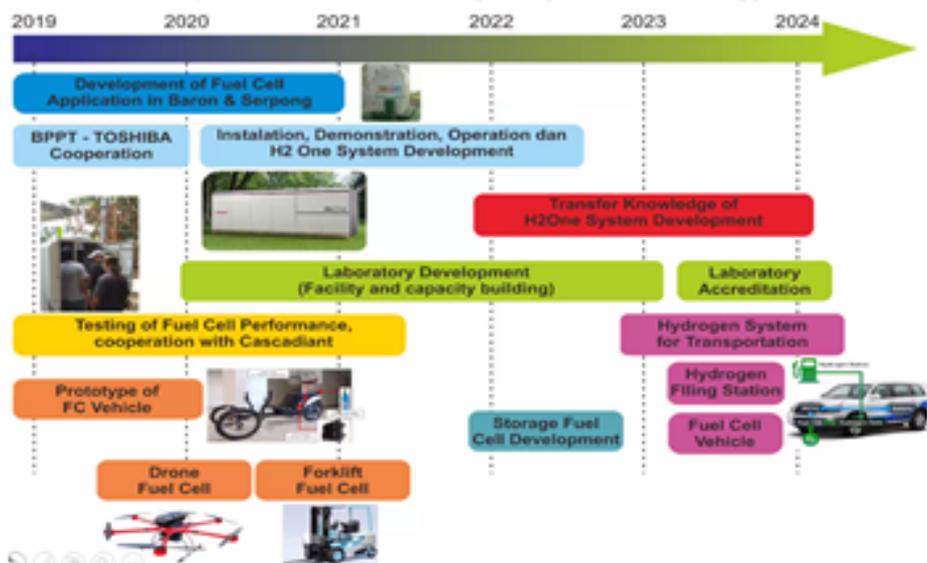


### Demonstrasi Pertamina / GIZ



31

## Road Map of Fuel Cell and Hydrogen Technology



Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Indonesia (April 2021) "Tren Terbaru Energi Hidrogen di Indonesia"

32

# 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.



active



33

## SIMPLE FUEL

### Architecture

H2 Storage  
4.8 kg  
2-hr firewall

H2 Valve Panel  
1. Initial equalization  
2. 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 6 forklifts



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

IVYS DDC



Capacity	10 or 20 kg/day
Pressure	350 / 700 bar
Electricity	480/400WAC 60/50Hz
Power	30 or 60 kW
DI Water	6 or 12 l/h
H <sub>2</sub> 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



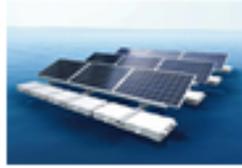
Bus sel bahan bakar hidrogen



Forklift sel bahan bakar hidrogen

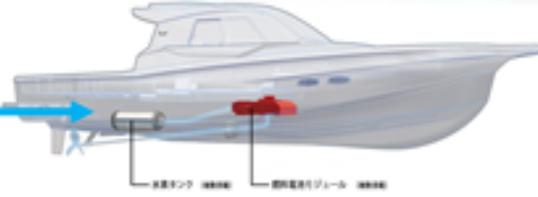
## SIMPLE FUEL

Pengenalan energi terbarukan dan infrastruktur hidrogen ke kapal kecil



RE100

simple.  
fuel.™

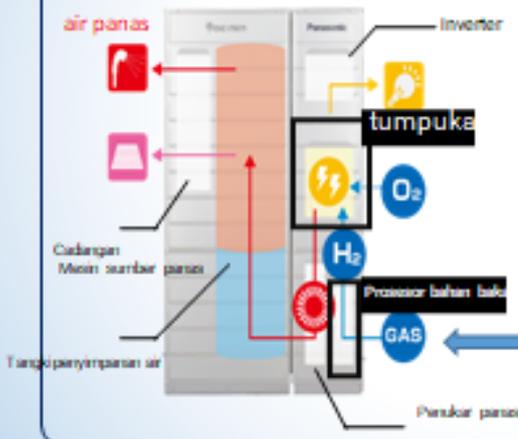


Sistem sel bahan bakar untuk kapal

## FUEL CELL

ENE-FARM

Produksi kumulatif 200.000 unit



LPG OR CNG

Sel bahan bakar yang dapat diperkenalkan dalam skala kecil

## 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, Seino 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: 1,250m<sup>3</sup>,  
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**

添付資料 4 : 富山市-バリ州水素セミナー会議録

Hours 時間	Program プログラム	Speaker / Presenter 発表者
13.00 - 13.15 WIB 14.00 - 14.15 WITA 15.00 - 15.15 JST	Opening Remarks 開会あいさつ	Mr. Hirohisa Fujii Mayor of Toyama City 富山市 藤井 裕久市長  Bali Province Dinas Ketenagakerjaan dan ESDM Provinsi Bali Ida Bagus Ngurah Arda バリ州 エネルギー労働・鉱物資源局長 イダ・バグース・アルダ局長
13.15 - 13.20 WIB 14.15 - 14.20 WITA 15.15 - 15.20 JST	Welcoming Remarks from the Embassy of Indonesia in Japan 在日本インドネシア大使館よりご挨拶	Deputy Chief of Mission - Mr. Tri Purnajaya Embassy of the Republic of Indonesia 駐日本インドネシア大使館 トリ・プルナジャヤ公使
13.20 - 13.25 WIB 14.20 - 14.25 WITA 15.20 - 15.25 JST	Photo session 写真撮影	Speakers and Participants 参加者各位
13.25 - 13.55 WIB 14.25 - 14.55 WITA 15.25 - 15.55 JST	Introduction to hydrogen utilization technology 水素利用技術に関するご紹介	Mr. Yosuke Wakaki HOKUSAN Co., Ltd. 北酸株式会社 若木洋介様
13.55 - 14.45 WIB 14.55 - 15.45 WITA 15.55 - 16.45 JST	Discussions ご意見交換	All Participants 参加者各位
14.45 - 14.55 WIB 15.45 - 15.55 WITA 16.45 - 16.55 JST	Closing remarks セミナー総括	Representative of Toyama City Representative of Bali Province 富山市及びバリ州
14.50 - 15.00 WIB 15.50 - 16.00 WITA 16.50 - 17.00 WITA	Closing	

- ・ 市長挨拶



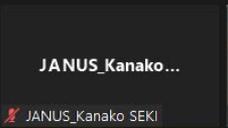
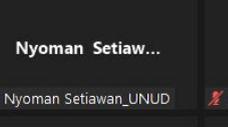
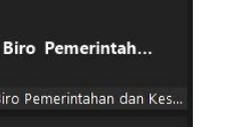
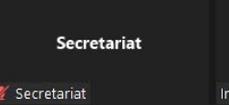
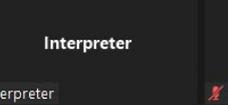
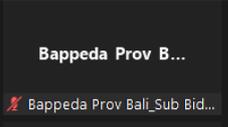
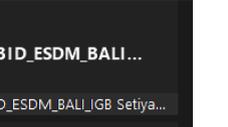
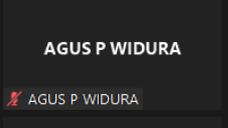
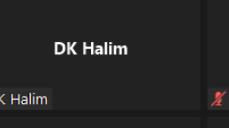
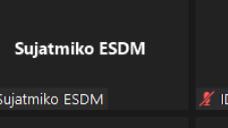
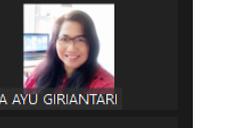
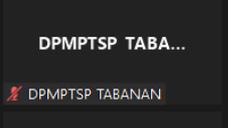
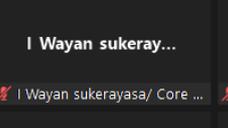
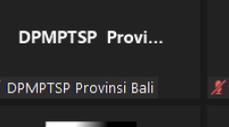
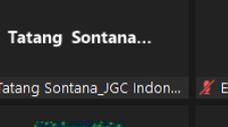
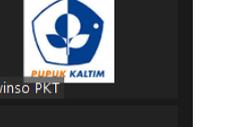
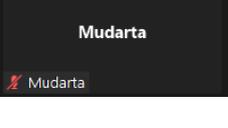
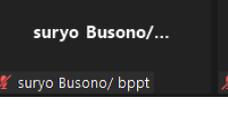
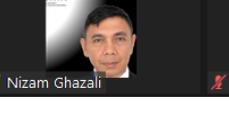
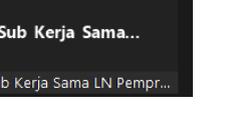
- ・ バリ州 ESDMArda 局長



- ・ 駐日インドネシア大使館 Tri 公使



15:18 時点 参加者

 ESDM Bali_IB.Setiawan	 JANUS_Kanako SEKI	 I Made Sudiarta_Bappeda...	 Toyama City -Shoji...	 Zainal Asyikin Abbas
 Fransiska Monika - KBRI To...	 Tri- DCM Indonesia Tokyo	 Kab.Karangasem-Bappelit...	 Mayor of Toyama City, Hir...	 Satya Kumara - UNUD
 Andri Sumaryadi	 Pandu Manggala - KBRI To...	 KadlnakeresdmBali_IB.N...	 Yusuf   Dit. KTI - Bappenas	 udiana_BaRI
 Bappeda Kab. Buleleng	 putu pujawan	 Bappeda Litbang Gianyar	 Nyoman Setiawan_UNUD	 Biro Pemerintahan dan Kes...
 Politeknik Negeri Bali Lilik ...	 北酸株式会社	 Secretariat	 Interpreter	 ESDM_Bali_Bawa
 Bappeda Prov Bali_Sub Bid...	 GUNGRUDY	 ipt-arya	 APEI BALI	 BID_ESDM_BALI_IGB Setiya...
 AGUS P WIDURA	 Disnakeresdm Bali_Seksi E...	 DK Halim	 Sujatmiko ESDM	 IDA AYU GIRIANTARI
 DPMTSP TABANAN	 I Wayan sukerayasa/ Core ...	 Sadmoko HP Setjen DEN	 Dewa Manu	 Hiroshi Nishikawa
 W. G. Ariastina-UNUD	 JANUS - Ryo YAMASE	 DPMTSP Provinsi Bali	 Tatang Sontana_JGC Indon...	 Ewinso PKT
 Mudarta	 suryo Busono/ bppt	 Nizam Ghazali	 Amanda Gamayani   Perusda	 Sub Kerja Sama LN Pempr...

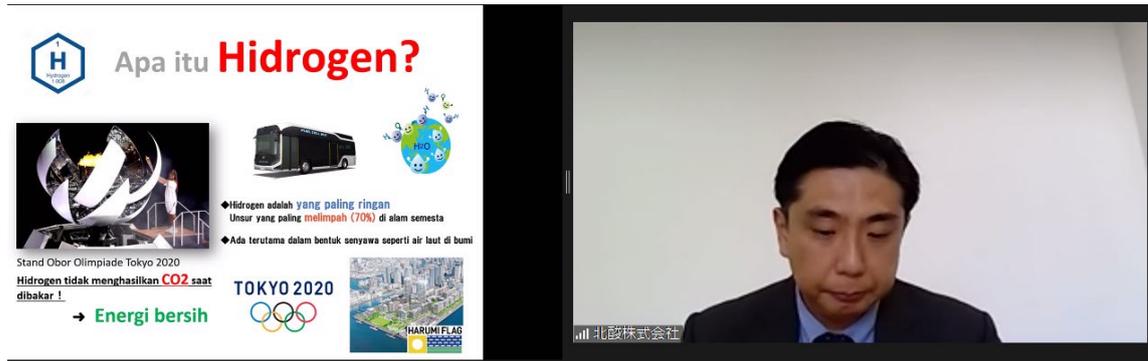
 Setjen DEN-Fitria Firman	 Alit Putra	 KomangKami-PerusdaBali	 Fawwaz Arifin	 菅野真美
 IH Kelrey	 Poltek Bali : IG Suputra Wid...	 I Wayan Sukarta	 Betty	 ahmad rofiq nurhadi_PKT
 Nyoman Sugiarta	 osawa	 I G A Happy T -Perusda-	 Andianto_KTI_Bappenas	 Jayanti Maharani
 Aprijanto	 Eka Dewi	 Bappeda Buleleng	 Mustanginah_PKT	 BAPPEDA LITBANG BANGLI
 Moorman モールマン アマ...	 Cokorda's iPhone	 Erna R_PKT	 Novian Johan_PKT	 020-07-Dedlirawan_setjenD...

 菅野真美	 IH Kelrey	 Poltek Bali : IG Suputra Wid...	 I Wayan Sukarta	 Betty
 ahmad rofiq nurhadi_PKT	 Nyoman Sugiarta /POLITEK...	 osawa	 I G A Happy T -Perusda-	 Andianto_KTI_Bappenas
 Jayanti Maharani	 Aprijanto	 Eka Dewi	 Bappeda Buleleng	 Mustanginah_PKT
 BAPPEDA LITBANG BANGLI	 Moorman モールマン アマ...	 Cokorda's iPhone	 Erna R_PKT	 Novian Johan_PKT
 020-07-Dedlirawan_setjenD...	 Nono Suprayetno	 Suhandono	 Sekjen DEN	 Hidrodinamika

• 集合写真



- 北酸発表



- 富山市挨拶



- バリ州



-----質疑応答-----

Zainal 様)

水素については 1981 年から既に活用されているが、その際は天然ガスを水素に転換していた。1985 年からそのチームに入っており、千代田化工の研修もアンモニア生成プラントにて受けた。水素は、熱量も非常に高く、ポテンシャルが高いが、分子が小さいことが課題である。日本の技術で水素を貯蔵できるようになるのではと期待している。いずれにしても取り扱いには技術が必要である。インドネシアにおいても、水素をエネルギーとして使うことも検討されている。そのため、先ほど説明のあったような方法で水素を資源として活用できると考えている。日本がイニシアティブをもって、インドネシアにて水素製造に関する協力をしていきたい。プロジェクトの成功を祈っている。BPPT がイニシアティブをとったプロジェクトにもいくつか関わってきている。

ウダヤナ大学 Satya Kumara)

今後の計画として、小規模のパイロットプロジェクトや水素供給設備を導入する可能性があるか。

北酸)

バリ州のどこかで実施できればと考えており、現在パートナーを探している。

Sekjen DEN)

水素は他のクリーンエネルギーと比較した場合、どれが最も経済性が高いか。

北酸)

現段階においては、他のクリーンエネルギーの方がコスパは良いが、いずれ大規模に製造されるようになるとコストが下がってくる。再エネ由来で水素を製造できるようになるとより良い。

駐日インドネシア大使館フランシスカ様)

バリ州でパートナーを探していると聞いたが、どのような条件のパートナーを必要としているか教えていただきたい。

北酸)

現状での、エネルギー供給者、エネルギー使用者が水素を利用することで脱炭素を図ることが理想であるため、そのようなパートナーを探している。

BAPPENAS Yusuf 様)

グリーン水素とグレー水素があるが、再エネ由来水素と天然ガス由来水素で、経済性のカーブを描いた場合に、どのタイミングでグリーン水素の方が商業ベースに乗るか教えてほしい。

北酸)

天然ガスから作る方が値段は安い。将来的に再エネの基盤が整備された後は、再エネ水素の環境価値が上がり、需要が増えていくことが想定され、将来的にはコストが下がっていくと思われる。

BAPPENAS Yusuf 様)

具体的にどのくらい違うか。

北酸)

経済規模の違いについては後ほど回答したい。

BAPPENAS Yusuf 様)

アンモニアのサプライチェーンについて、現状の日本のニーズはどのようなものか。グリーンか、グレーか。今後グリーンなものに変えていくという計画があれば、それについても教えていただきたい。

北酸)

日本では天然ガスやナフサから製造している。国内の石炭火力発電所はアンモニア混焼を義務付けられている。

BAPPENAS Yusuf 様)

石炭との混焼とはどのようなこととなるか。石炭と水素の混焼ということか。

北酸)

燃焼炉の中ではガスになるため、その状態の際にアンモニアをバーナーからマッチングし、一緒に燃やすことが可能になる。石炭火力はアンモニア、天然ガスは水素というマッチングとなっているのは燃焼スピードの違いからである。

駐日インドネシア大使館フランシスカ様)

三菱が、スラバヤとパイトン？の発電所で混焼を検討している。石炭とアンモニアの混焼になり、サプライチェーンについても検討しているところである。

Alit Putra 様)

水素の貯蔵について、安全性に問題があるのではないか。漏れてしまっても臭いが無く、色もないので気づけない。どのように安全性を担保すればよいのか。

北酸)

基本的には高圧で貯蔵している。漏れない構造になっているが、万が一漏れた場合の安全対策としては、安全に漏らす、拡散スピードが非常に早い。また、日本のセンサー技術が進んでおり、水素検知器を付けて、安全を保障している。

Sekjen DEN)

水素は水に由来するものか。

北酸)

水に拘ってはいない。現状の製造方法は、水分解が大半を占めているが、石炭や油から水素を製造するのも効率的な方法である。ただ、カーボンには CCS もしくは異なる物質に置き換える必要がある。

Alit Putra 様)

Teknologi hidrogen memerlukan tempat penyimpanan yang terjamin keamanannya dan itu masih sulit untuk direalisasikan.. Hidrogen yang bocor dari tabung penyimpanannya tidak dapat terdeteksi, dikarenakan sifat hidrogen yang tidak berwarna dan tidak berbau. Hal tersebut dapat menyebabkan sumber ledakan dan kebakaran pada ruangan tempat penyimpanan tabung gas hidrogen. Bagaimana cara memastikan hal tersebut?

北酸)

夏に製造した水素を冬に使う等、貯蔵して他の場面で使うこともある。

Zainal 様)

安全性やリスクの課題については、肥料工場にて、冷却水のコンクリート製のタンクが、爆発してしまい、死者を2名出してしまった。肥料工場において、水素の問題を2度起こ

してしまっている。安全性とテクノロジーのバランスを取らなければいけない。

Suryo 様)

元 BPPT 職員である。燃料電池の研究をしたことがある。水素は貯蔵が問題になってくると思う。水素吸蔵合金を使うか、タンクを使うか。

北酸)

日本の場合にはほぼ圧縮水素を使う。90MPa 等高压で保存している。

ESDM Setiawan 様)

EUP プロセスについて、経済性を担保するには、どれくらいの廃棄物があれば実証実験が可能か。

北酸)

最小規模で約 150t 程度/日あれば可能である。

BAPPENAS Yusuf 様)

Bagaimana tingkat NOx apabila PLTU menggunakan ammonia?

北酸)

日本でも基本的に大気汚染の基準に下回るレベルを実現できている。そのためには触媒をいれ、窒素酸化物の濃度を低減させている。

Suryo 様)

水素の貯蔵については水素吸蔵合金を使った方が良いのではないか。

Zainal 様)

2 回の水素爆発を経験している。それを糧として、インドネシアの人々に安全性について広めていければと考えている。日本と協力することによって、より大規模な水素プラントの製造が可能だと提言していきたい。テクノロジーによって解決したいと主張していきたい。水素産業がインドネシアで発展することを大いに期待している。

プルタミナガス Yosi 様) 今後クリーンエネルギー、水素も含めて展開していくにあたってできる限りの支援をしたい。JANUS とも MoU を締結しているため、今後も協力していきたい。

Nyoman Sugiarta 様)

水素の電気分解技術はどれくらい価格が高いか。電気エネルギーも必要になるのではないか。バリの場合にはどのような電力が使われるか。

北酸)

電気分解を使った場合のコストは、なるべく安い電気を使う必要がある。その際に再エネを積極的に使っていくことを検討している。バリ州での再エネポテンシャルは、なかなか難しいところだが、浮体式太陽光等が適しているかもしれない。

Satya Kumara 様)

日本では既に炭素税は適用されているか。それがあればいくらか。

富山市)

日本ではまだ導入されていない。

Zainal 様)

技術的には電気分解は海洋資源を使ったものはお金がかかる。インドネシアにはそのような施設が多くある。水力、地熱等、そういったエネルギーを賢く使う必要がある。海水

を使って電気分解し水素を製造すると、産業に必要な物質が生産することができるため、海水を使った電気分解で、ある程度コストがかかっても様々な副生成物も合わせて製造した方が良いのではないか。

BAPPENAS Yusuf 様)

Zainal 様に質問したい。海水の電気分解といたら、海水を使うということか。腐食等の問題が起こらないか。電気分解は通常淡水をイメージする。

Zainal 様)

様々なリスクを考えがちだが、そういったことを克服しなければいけない。腐食防止できるものも提供している。化学物質を使えば、腐食のレベルも変わらないようにできるはずである。電気エネルギーを多く使うことになるが、それはコストの低い電気をどこから持ってくるかが重要。今であれば太陽光はパネルの価格等で高いかもしれないが、安くする方法もある。もっと地熱等の再エネを推し進める方針も必要かもしれない。

BAPPENAS Yusuf 様)

首都移転計画があるが、水素が新たな首都において、新たなエネルギーソースの一つとして期待されている。長期的にはグリーン水素を期待している。

Mudarta 様)

水素技術は運輸分野で広く使われているか。そうであれば課題は何か。

北酸)

日本国内においては安全規制が厳しく、安全規制に対する対策にコストがかかることが課題。

Satya Kumara 様)

富山市で再エネの活用をどのように実施しているか。過疎化を防ぐために市民に何かインセンティブを与えているか。

富山市)

水素ステーションを整備し、推進している。富山市のゴミの廃棄物収集車に水素自動車を使う実証もしている。今後新しい実証実験に取り組む計画もある。

-----