

令和7年度環境省委託事業

令和7年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務
(カーボンニュートラル実現に向けた、マハラシュトラ州・
大阪市連携による脱炭素技術導入促進事業)

調 査 報 告 書

令和8年3月

公益財団法人 地球環境センター
大 阪 市

目次

目次.....	ii
表目次.....	iv
図目次.....	v
略語表.....	vii
第1章 事業の目的と概要	2
1.1 事業の目的.....	2
1.2 事業の背景.....	3
1.3 事業の概要.....	4
1.3.1 実施体制.....	4
1.3.2 実施内容.....	5
1.3.3 実施スケジュール.....	9
第2章 参画自治体の概要と脱炭素に係る取組み等	10
2.1 大阪市による取組み.....	10
2.1.1 大阪市の概要.....	10
2.1.2 大阪市の脱炭素施策と取組み.....	11
2.1.3 大阪市における環境分野の広域連携・国際協力（環境分野）.....	15
2.2 インドおよびマハラシュトラ州による取組み.....	16
2.2.1 インドの概要.....	16
2.2.1 インドにおけるエネルギー概要.....	24
2.2.2 インドにおける気候変動対策.....	28
2.2.3 インドにおける脱炭素関連政策・取組み.....	29
2.2.4 マハラシュトラ州の概要.....	33
2.2.5 マハラシュトラ州政府の概要.....	37
2.2.6 マハラシュトラ州における脱炭素関連政策・取組み.....	41
2.2.7 インド（主にマハラシュトラ州）に進出する日系企業.....	46
第3章 脱炭素社会実現のための都市間連携	50
3.1 都市間連携に関する背景.....	50
3.2 都市間連携に関する今年度の活動.....	52
3.3 マハラシュトラ州公害管理局との連携強化.....	53
3.3.1 大阪市・MPCBによる覚書（MOU）の更新.....	53
3.3.2 マハラシュトラ州公害管理局（MPCB）との政策対話.....	54
3.4 マハラシュトラ州エネルギー関連部局との連携強化.....	57
3.4.1 マハラシュトラ州エネルギー開発局（MEDA）との連携.....	57

3.4.2	マハラシュトラ州エネルギー局へのヒアリング	60
3.5	その他関連機関との連携	62
3.5.1	国際協力機構（JICA）インド事務所との意見交換	62
3.5.2	日本貿易振興機構（JETRO）ムンバイ事務所との意見交換	62
3.5.3	Mahratta 商工会議所（MCCIA）との会議	63
3.5.4	在ムンバイ日本国総領事館との協議	64
3.6	現地ワークショップの開催	65
3.7	都市間連携に関連するセミナーへの参加	68
3.7.1	クリーン・シティ・パートナーシップ・プログラム（C2P2）セミナー ..	68
3.7.2	脱炭素社会実現のための都市間連携セミナー2026	69
第4章	JCM 等案件形成調査	71
4.1	調査対象・調査方法	72
4.2	グリーン水素とバイオガス由来 CO ₂ を活用した e-メタンプロジェクト ..	73
4.2.1	調査背景と目的	73
4.2.2	調査概要	74
4.2.3	調査結果	75
4.2.4	次年度以降の調査計画	90
4.3	グリーン水素の製造・利用プロジェクト	91
4.3.1	調査背景と目的	91
4.3.2	調査概要	93
4.3.3	調査結果	94
4.3.4	次年度以降の調査計画	120
参考文献	121

表 目 次

表 1-1	本事業の実施スケジュール	9
表 2-1	大阪市の概要	11
表 2-2	「ゼロカーボン おおさか」を形成する5つの「まち」と施策	13
表 2-3	インドの概要	17
表 2-4	2023年度 産業別名目 GDP の構成比.....	24
表 2-5	インドにおけるパリ協定6条により実施可能な適格案件リスト.....	29
表 2-6	マハラシュトラ州の概要	34
表 2-7	州の名目 GDP 上位10 (2023年度)	35
表 2-8	マハラシュトラ州政府機関.....	41
表 2-9	インド (主にマハラシュトラ州) に進出する大阪・関西に拠点をもつ企業	49
表 3-1	大阪市とマハラシュトラ州間の支援・協力・案件調査等の取組実績	51
表 3-2	MPCB と大阪市との政策対話	54
表 3-3	MPCB からの支援ニーズ	56
表 3-4	潜在体な MEDA との協力分野.....	59
表 3-5	ワークショップの実施概要	65
表 3-6	ワークショッププログラム	67
表 4-1	水素平準化コストの感度分析結果.....	120

目 次

図 1-1	大阪市とインド・マハラシュトラ州連携	3
図 1-2	実施体制	5
図 1-3	令和 7 年度の主な活動内容	8
図 2-1	大阪市地球温暖化対策実行計画〔区域施策編〕における削減目標	12
図 2-2	2030 年度の部門別の温室効果ガス削減目標削減目標	12
図 2-3	脱炭素先行地域（大阪市の御堂筋エリア）	14
図 2-4	GRAND GREEN OSAKA（グラングリーン大阪）のイメージ	15
図 2-5	大阪市における環境分野の広域連携地域	16
図 2-6	インドの地図	18
図 2-7	インドの中央行政組織	20
図 2-8	インド憲法が定める行政階層	21
図 2-9	実質年間 GDP の推移と成長率	22
図 2-10	インドの世帯所得分布	23
図 2-11	インドのエネルギー消費における 1 次エネルギー構成（2023 年度）	25
図 2-12	インドの発電におけるエネルギー構成	25
図 2-13	インドのエネルギーの輸出入の推移	26
図 2-14	インドにおける再生可能エネルギー導入容量の推移	27
図 2-15	2025 年度 1 月末までに導入された累計再生可能エネルギー容量の内訳	27
図 2-16	インド国家水素ミッションの期待される効果	30
図 2-17	インドにおけるマハラシュトラ州の位置	33
図 2-18	マハラシュトラ州地図	34
図 2-19	州の名目 GDP 上位 10（2023 年度）	35
図 2-20	州の名目 GDP および 1 人当たりの所得の推移	36
図 2-21	再生可能エネルギーの設置容量トップ 5 州	42
図 2-22	マハラシュトラ州における再生可能エネルギー累積設置容量（2015 年度・2024 年度）	43
図 2-23	マハラシュトラ州における再生可能エネルギー累積設置容量推移	43
図 2-24	マハラシュトラ州の総発電量に占める再生可能エネルギーの割合（2024 年度）	44
図 3-1	今年度実施した主な都市間連携活動一覧	52
図 4-1	カナデビア株式会社の脱炭素化技術	71
図 4-2	e-メタンプロジェクトイメージ図	74
図 4-3	図 2.1-2 インドの分野別 CO ₂ 排出量	79

図 4-4	表 2.1-1 インドにおける CCU 技術の比較.....	80
図 4-5	グリーン水素製造・利用プロジェクトイメージ図.....	92
図 4-6	グリーン水素の潜在的な需要と損益分岐点.....	99

略 語 表

略語	英語	日本語
C2P2	Clean City Partnership Program	クリーン・シティ・パートナーシップ・プログラム
CBG	Compressed Biomethane Gas	圧縮バイオガス
COP	Conference of the Parties	国連気候変動枠組条約締約国会議
CNG	Compressed Natural Gas	圧縮天然ガス
FCV	Fuel Cell Vehicle	燃料電池車
FS	Feasibility study	実現可能性調査
GEC	Global Environment Foundation	公益財団法人 地球環境センター
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
IEA	International Energy Agency	国際エネルギー機関
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	株式会社 国際協力銀行
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人 日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
Energy Department	The Energy Department of the Government of Maharashtra	マハラシュトラ州エネルギー局
MEDA	Maharashtra Energy Development Agency	マハラシュトラ州エネルギー開発庁
MCCIA	Mahratta Chamber of Commerce, Industries and Agriculture	Mahratta 商工会議所
MIDC	Maharashtra Industrial Development Corporation	マハラシュトラ州産業開発公社
MoEFCC	Ministry of Environment, Forest and Climate Change	インドの環境・森林・気候変動省
MOSPA	Ministry of Statistics and Programme Implementation	統計・事業実施省
MNRE	Ministry of New & Renewable Energy	新・再生可能エネルギー省
MPCB	Maharashtra Pollution Control Board	マハラシュトラ州公害管理局
NDC	Nationally Determined Contributions	国が決定する貢献

第1章 事業の目的と概要

1.1 事業の目的

2015年12月のUNFCCC第21回締約国会議（COP21）で採択され、2016年11月に発効したパリ協定では、2020年以降の気候変動対策、中長期的な地球温暖化抑制の目標（2℃目標）などが盛り込まれている。これらの国際的な長期目標を受けて、日本政府は、脱炭素に関して、2030年度に温室効果ガス（GHG）46%削減（2013年比）、2050年までにGHGの排出を実質ゼロにするカーボンニュートラルを政府方針に掲げている。

一方で、経済成長が著しいアジアを含め、世界的には都市化が進んでおり、2018年には世界の人口の55%が都市部に居住しており、2050年には68%まで世界の都市人口が増加すると予測されている¹。都市部では経済活動が集中しており、それに伴いGHGの排出が集中するため、2022年に公表された気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第6次評価報告書第3作業部会報告書によると、世界のGHG排出量の約7割が都市由来とされている。そのため、都市の気候変動対策は緊急性を増しており、世界の各都市がエネルギー、建築物、運輸、廃棄物などのセクターで主要な緩和策を講じることが、世界のGHG削減とカーボンニュートラル達成に大きく貢献する。

本事業は、我が国が推進する脱炭素社会の実現に向けた国際協力の一環として実施される環境省の都市間連携事業のもと実施されるものであり、日本の地方自治体および関係機関が有する政策的知見や環境技術を、パートナー国の都市・地域に展開することを目的とするものである。特に、急速な経済成長と都市化が進む地域において、温室効果ガス排出削減と持続可能な都市発展を両立させるため、都市レベルでの協力関係を構築し、具体的な脱炭素プロジェクトの形成を支援することが本事業の基本的な位置付けである。

本事業では、日本側自治体として大阪市が参画し、パートナー都市としてインド・マハラシュトラ州と連携して都市間連携事業を実施する。マハラシュトラ州は、インド国内でも有数の工業集積地および都市圏を有し、経済発展とともにエネルギー需要の増大や環境負荷の高まりといった課題に直面している。一方、大阪市は、脱炭素先行地域への選定をはじめ、エネルギー・環境分野における先進的な政策立案や技術導入の経験を有しており、これらの知見を国際的に共有する意義は大きい。

本事業は、こうした両地域の特性を踏まえ、単なる技術移転にとどまらず、政策対話、官民連携、事業形成を一体的に進める点に特徴がある。具体的には、両都市のパートナーシップのもと、政策対話等を介してパートナー都市が抱えるエネルギー・環境分野の課題を把握した上で、日本の技術や制度的知見を共有し、政策面で現地の環境・エネルギー課題のソリューションを提供するとともに、現地の政策・制度・市場環境に適合した脱炭素プロジェクトの実現可能性を検討する。その過程で、現地政府機関、民間企業、公的機関等との対話を重ね、将来的な事業化につながる基盤を構築することを目指す。なお、脱炭素プロジェクトは、二国間クレジット制度（JCM：Joint Crediting Mechanism）等の国際的枠組みの活用も視野に入れて調査する。

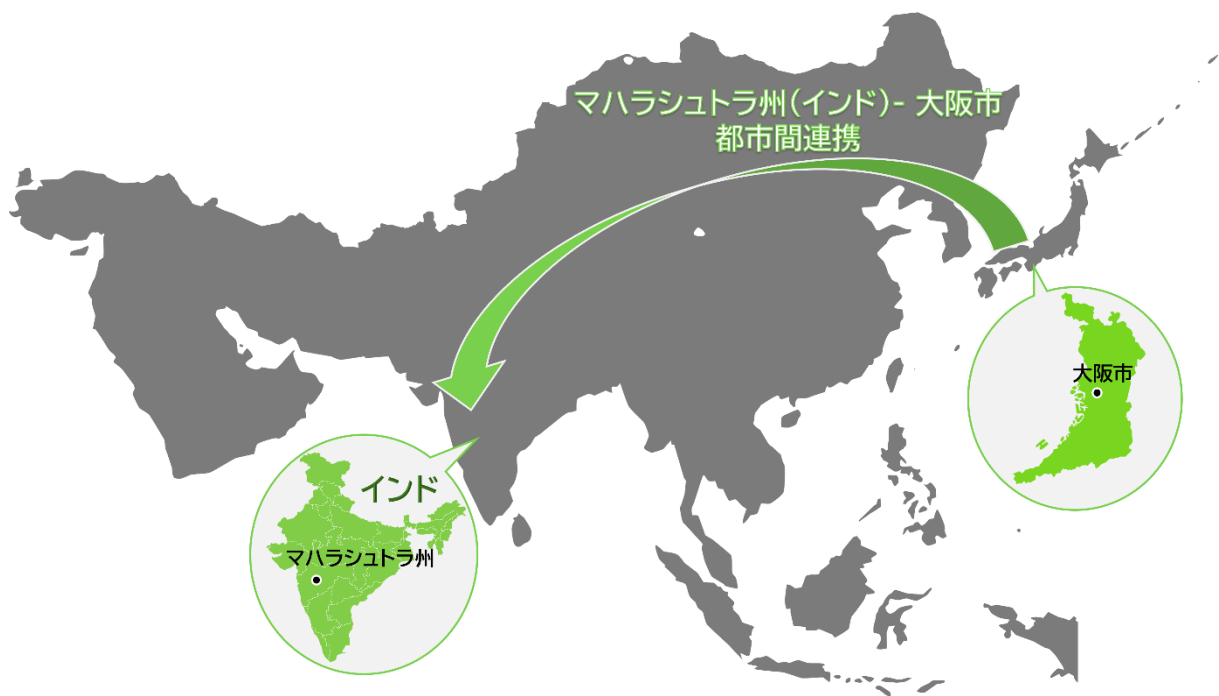


図 1-1 大阪市とインド・マハラシュトラ州連携

(引用) GEC 作成

1.2 事業の背景

大阪市は、大気汚染・水質汚濁・廃棄物などの課題を官民の様々な努力により克服してきた経験を踏まえて、都市間連携や国際機関との連携を通じて、アジアを中心に環境問題に直面する海外諸都市を支援し、大阪・関西経済の活性化と国際環境分野における日本の役割への貢献を図ってきた。大阪市環境局は、環境省の都市間連携事業を通じて、これまでベトナム・ホーチミン市やフィリピン・ケソン市、タイ・東部経済回廊（Eastern Economic Corridor）などの地域に対して、脱炭素を含めた様々な環境課題の解決に資する支援を提供してきた。

これらの都市に加えて、経済成長が著しいインドに対しても、高まる環境問題対策と脱炭素対策のニーズに対応するため、2020年6月に「マハラシュトラ州公害管理局（MPCB）と大阪市環境局との環境保全・エネルギー分野との協力に関する覚書」を締結（2022年12月、および2026年1月更新）した。その後も、（公財）地球環境センター（GEC）が支援する形で政策対話やニーズ調査、オンラインビジネスセミナーなどを実施してきた。その結果、インドおよびマハラシュトラ州では、脱炭素や廃棄物、交通分野の支援ニーズがあることが判明し、同覚書をより実効性のあるものにするため、JCM案件形成の可能性など、具体的な支援内容や官民連携のプロジェクトの可能性について検討してきた。加えて、インド政府が2023年1月に「国家水素ミッション」²を公表し、さらにそれを受けてマハラシュトラ州が、2023年7月にインド国内で初となる州レベルでの「マハラシュトラ州グリーン水素政策」³を公表したことにより、特にグリーン水素等の製造に向けたインド国内の水素市場が動き出した。これに着目し、GECおよび大阪市環境

局とカナデビア（株）は、2024年11月にマハラシュトラ州エネルギー開発庁（MEDA）を訪問し、同州グリーン水素政策についてヒアリングを実施した。これらを踏まえ、GECが中心となり大阪市とカナデビア（株）と協議の上、マハラシュトラ州・大阪市連携の下で、マハラシュトラ州における水素関連プロジェクトのための実現可能性調査（FS）を実施することに合意至ったため、令和7年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務に応募し、採択された。

1.3 事業の概要

1.3.1 実施体制

本事業は、GECが代表事業者となり、大阪市とマハラシュトラ州公害管理局（MPCB）・マハラシュトラ州エネルギー開発局（MEDA）を両地域の窓口とした都市間連携事業の枠組みのもと、環境・エネルギー分野における政策対話、JCM等の脱炭素プロジェクト実現のための連携、今後の協力分野についての協議等を実施した。なお、MPCBは、マハラシュトラ州政府環境局下で廃棄物、水、大気等の分野で法律・施策の施行や環境管理を担っており、MEDAは州政府エネルギー局下で再生可能エネルギーや水素等次世代エネルギーの開発や推進を担う部局である。

また、JCM等の脱炭素プロジェクト案件形成に関しては、水素製造、メタネーションおよびバイオガス精製を有するカナデビア（株）と連携し、脱炭素プロジェクトに向けたFS調査を実施した。

本事業の実施体制は以下の通り。

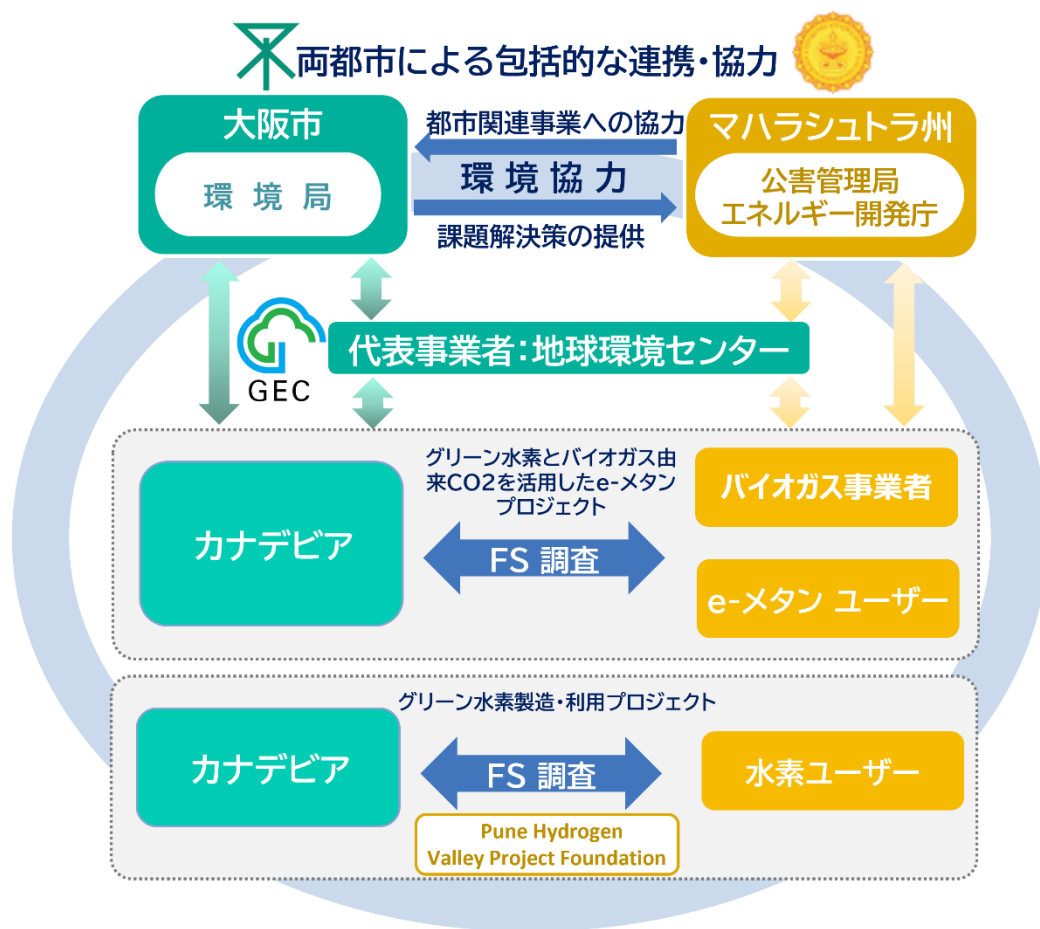


図 1-2 実施体制

(引用) GEC 作成

1.3.2 実施内容

(1) 実施方針

本事業では、大阪市と MPCB および MEDA 等との連携の下、マハラシュトラ州において、大阪・関西をはじめとする日本に民間企業が有する水素等次世代エネルギーを含む先進的な脱炭素技術やその他の環境技術の導入促進を支援し、同州のエネルギー・廃棄物・その他の環境分野の改善及びカーボンニュートラル達成に向けて協力する体制を構築するため、以下の 2 点を実施方針とした。

- ① 大阪・関西企業等の優れた環境先進技術を移転するため、JCM やその他のスキームの活用を見据えて、脱炭素プロジェクト等を発掘・形成すること、及び
- ② マハラシュトラ州の抱える課題に対して、JCM 案件等の大規模展開を組織的に支えるため、両自治体間の政策対話等を通じて連携・協力体制を構築すること

これにより、マハラシュトラ州の脱炭素化と環境課題の解決を図り、急速に経済発展を遂げると同時に環境負荷が高まっているインド他地域や他国のモデルとなることを目指した。具体的には、マハラシュトラ州において、JCM等を活用したグリーン水素およびメタネーションプロジェクトの実現可能性調査(FS)を柱とし、脱炭素プロジェクトの面的拡大(脱炭素ドミノ)に繋げるために、自治体間連携と官民連携による調査を実施した。加えて、大阪市の環境政策や先進的な取組みに関する知見、大阪市が有する「Team OSAKA ネットワーク」や GEC が事務局を務める近畿経済産業局等が支援する「Team E-Kansai」等に加盟する大阪・関西企業の優れた環境技術等のナレッジシェアにより、同州での環境課題の改善を図ることを目指した。

(2) 実施内容

本年度の実施内容は以下の通り。

1) 大阪市・マハラシュトラ州のパートナーシップ強化

これまで両地域間で培ってきた関係性を維持・拡大し、マハラシュトラ州における環境保全や気候変動対策の取組みを推進するとともに、優れた環境技術を有する大阪・関西企業の海外展開の機会を創出することを目指し、専門知識・経験の共有、プロジェクトの創出・形成など幅広い支援を提供するため、現地在住のコーディネーターのサポートのもと、マハラシュトラ州の政府機関と政策対話等の政府間協議を実施した。

具体的には、ムンバイにおいて MPCB と大阪市による政策対話を実施したほか、「マハラシュトラ州公害管理局と大阪市環境局との環境保全・エネルギー分野との協力に関する覚書」を更新した。また、エネルギー分野では、MEDA 及びその上部組織であるマハラシュトラ州エネルギー局を訪問し、技術ニーズ等に関するヒアリングを実施した。詳細は、第3章に後述する。

2) その他関連機関との連携

本都市間連携事業との連携を模索するとともに、現地の関連情報の収集や本事業を円滑に進めるための協力を得ることを目的に、JICA やジェトロ等の現地事務所等の現地関係機関と協議を実施した。詳細は、第3章に後述する。

3) 現地ワークショップの開催

水素や e-メタンの利用プロジェクトの関心喚起、およびその他の先進的技術を活用する新たな脱炭素プロジェクト発掘等を目的に、マハラシュトラ州プネ市で半日のワークショップを1回開催した。詳細は、第3章に後述する。

4) 都市間連携に関するセミナーへの参加

COP30 における ジャパンパビリオンで開催された「クリーン・シティ・パートナーシップ・プログラムセミナー」において、本事業を紹介するとともに、愛媛県松山市で開催された「脱炭素社会実現のための都市間連携セミナー2026」に参加した。詳細は、第3章に後述する。

5) 脱炭素プロジェクト実現可能性調査 (FS) の実施

マハラシュトラ州では国家水素ミッション（グリーン水素等の製造・利用・輸出のグローバル・ハブ化を目指す）のもと、州独自の水素政策を実施しており、特にグリーン水素等の次世代エネルギー製造に対する機運が高まりつつある。他方、水素等次世代エネルギーの普及を促進し、かつ GHG 排出量削減に貢献するためには、化石燃料代替としての需要のニーズ（利用先・用途）を特定する必要がある。そのため、本事業ではグリーン水素製造と複数の水素等次世代エネルギー利活用技術について、2件のFSを実施した。なお、調査結果の詳細は、第4章で後述する。

①グリーン水素とバイオガス由来 CO₂ を活用した e-メタンプロジェクト

有機廃棄物等由来のバイオガス中に含まれる二酸化炭素 (CO₂) と水電解装置から生成されたグリーン水素を化学反応させ e-メタン (メタネーションにより合成されたメタン) を製造し、化石燃料の代替利用するプロジェクトのFSを、プロジェクト実施主体として想定するマハラシュトラ州のバイオガス事業者等と連携して実施した。メタネーションの過程においては、バイオガス中の CO₂ とメタンをゼオライト膜により高効率に分離する技術の適用も併せて検討した。また、製造した e-メタンは産業プロセスでの燃料や自動車等交通機関用燃料等の化石燃料代替とすることで、温暖化効果ガス (GHG) の削減を目指す。

②グリーン水素製造・利用プロジェクト

グリーン水素を製造し、産業用に利用されている化石燃料由来のグレー水素代替や燃料電池車等に利用することで、GHG の削減を目指すプロジェクトのFSを実施した。なお、本事業では、マハラシュトラ州プネ市に拠点をおく水素の製造・輸送・貯蔵・利用関連の企業・研究機関等の複合体である Pune Hydrogen Valley Foundation の協力を得ることを想定し、グリーン水素の適用先を検討した。

6) 広報活動

都市間連携事業へ参画する本邦企業の発掘や新たな脱炭素プロジェクトの発掘を目的に、GEC のウェブサイトや GEC が事務局を務める Team-E Kansai メールマガジン等を通じ、当該事業の活動を情報発信した。また、インド国 (マハラシュトラ州等) に進出している日系企業等のうち、大阪市もしくは関西域に拠点を有する企業を中心に、分野、技術・製品、インドにおける事業や拠点等に関する情報をオンラインで収集し、取りまとめた。収集した情報は第2章で後述する。

両都市による包括的な連携・協力

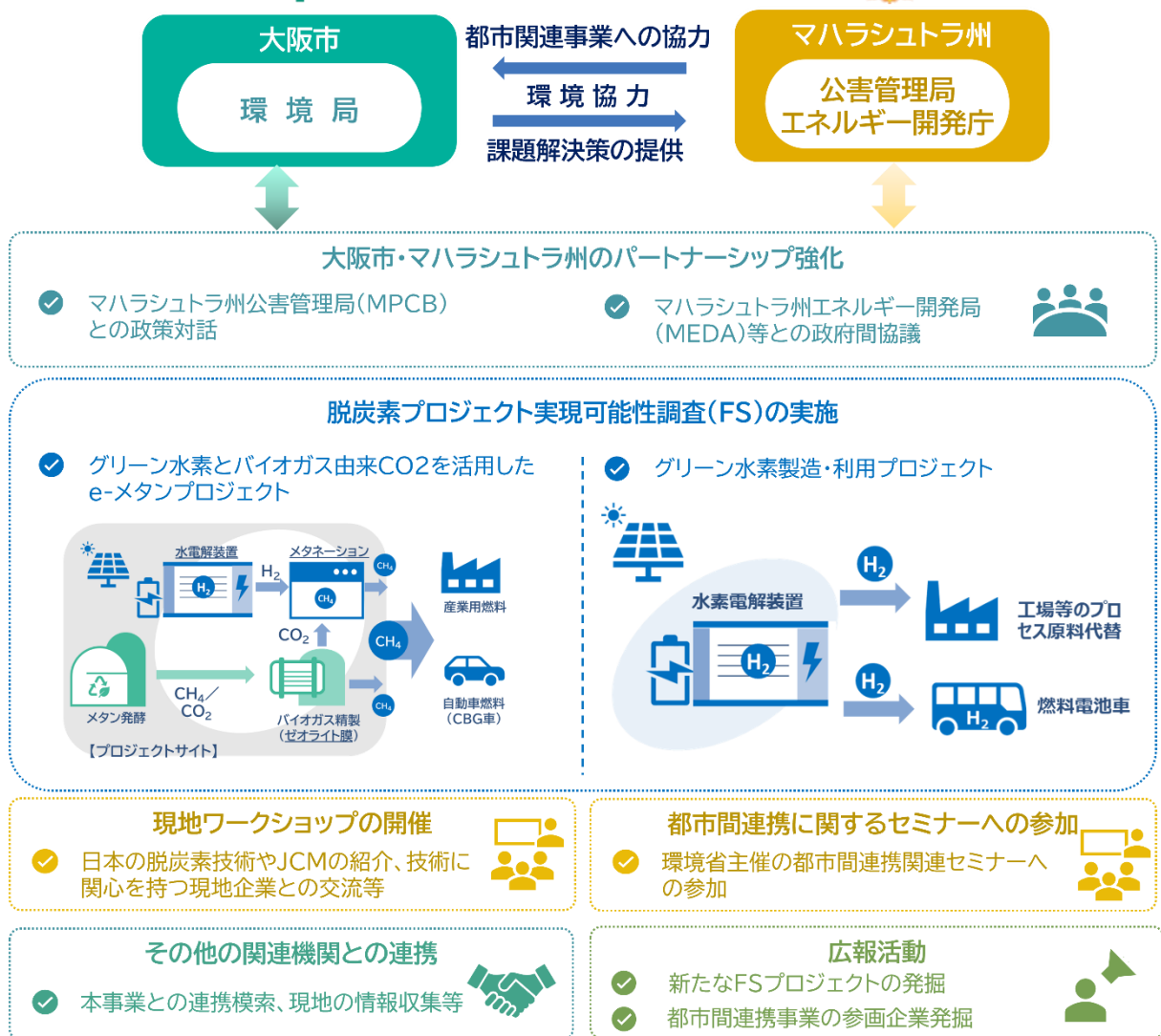


図 1-3 令和7年度の主な活動内容

(引用) GEC 作成

1.3.3 実施スケジュール

本事業の実施期間中（2025年5月～2026年3月）の主な実施スケジュールは以下の通り。

項目	2025年												2026年				
	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月						
(1) 調査全体計画	■																
(2) 環境省への月次報告		■		■		■		■		■		■		■		■	
(3) 環境省への定期報告会																	■
(4) 大阪市・マハラシュトラ州のパートナーシップ強化																	
(a) 現地調査																	■ 現地出張
(b) MPCBとの連携	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
(c) MEDA等との連携	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
(5) その他関連機関との連携		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
(6) 現地ワークショップの開催																	● C2P2セミナー
(7) 都市間連携に関するセミナーへの参加																	● プネにて開催
(8) 脱炭素プロジェクトFSの実施																	
①グリーン水素とバイオガス由来CO2を活用したe-メタンプロジェクト																	
(a) 現地調査																	■ 現地出張
(b) 市場調査	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
(c) 技術適用条件の調査	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
(d) e-メタン利用先の調査	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
②グリーン水素製造・利用プロジェクト																	
(a) 現地調査																	■ 現地出張
(b) 市場調査	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
(c) 技術適用条件の調査	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
(d) 水素利用先の調査	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
(e) グリーン電力の調達先	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
(9) 広報活動	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
(10) 報告書の作成																	■

表 1-1 本事業の実施スケジュール

第2章 参画自治体の概要と脱炭素に係る取組み等

本都市間連携事業は、大阪市とインド・マハラシュトラ州の連携のもと、日本の都市経営や環境対策に関する知見やノウハウを提供するとともに、民間企業と連携して脱炭素技術の導入支援を実施するものである。

本省では、本都市間連携事業に参加する大阪市、およびインド・マハラシュトラ州両地域の特性を理解するために、両地域の概要、および当該地域でのエネルギー・脱炭素に係る状況や政策や取組みを整理した。

2.1 大阪市による取組み

2.1.1 大阪市の概要

大阪市の概要は以下の通り。

一般概要	
①面積 ⁴	225.33km ²
②推計人口 ⁴	279万4,598人（令和7年3月1日）
③人口密度 ⁴	12,402人/km ² （令和7年3月1日）
④世帯数 ⁴	1,568,390世帯（令和7年3月1日）
⑤産業 ⁴	農業（総農家数）：348戸（令和2年2月1日） 漁業（漁業経営体）：44経営体（令和5年11月1日） 民営事業所数：177,184事業所（令和3年6月1日） 工業事業所数：4,879事業所（令和2年6月1日） 商業（卸売業事業所数）：15,709（令和3年6月1日） 商業（小売業事業所数）：18,888（令和3年6月1日）
⑥製造出荷額 ⁴	3兆5,747億1261百万円（令和2年6月1日）
⑦年間商品販売額 ⁴	卸売業：35兆6,002億94百万円（令和3年6月1日） 小売業：4兆1,271億35百万円（令和3年6月1日）
⑧経済 ⁵	市内総生産：（名目）20兆1,577億円／（実質）19兆3,773億円 経済成長率：（名目）+5.1％／（実質）+3.6％ （令和4年度 大阪市民経済計算）
⑩産業構造 ⁶	<2021年度 産業別の名目市内総生産、および構成比> 第1次産業：5億3,900万円（0%） 第2次産業：2兆4567億4400万円（12.3%） 第3次産業：17兆4992億5300万円（87.7%）
大阪市の温室効果ガスの現状	
部門別CO ₂ 排出量（2022年度） ⁷	大阪市域において排出されたCO ₂ 排出量は、1,687万t-CO ₂ （2022年度）であり、部門別では、産業部門が最も多く32%を占め、次いで、業務部門26%、家庭部門23%、運輸部門16%であった。ただし、民生部門（業務部門（オフィスや商業施設など）及び家庭部門）の割合は、全体の1/2を占め、これは全国平均より高い割合となっている。

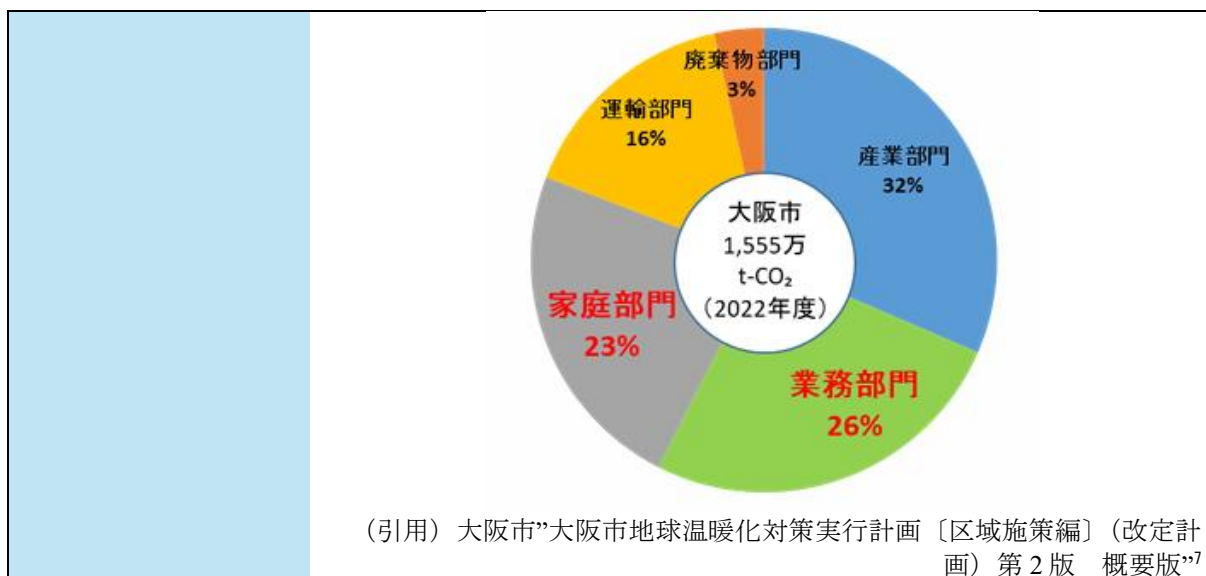


表 2-1 大阪市の概要

2.1.2 大阪市の脱炭素施策と取組み

(1) 大阪市地球温暖化対策実行計画〔区域施策編〕

2050年のGHGガス排出量を実質ゼロとする「ゼロカーボン おおさか」の実現を目指す大阪府は、2021年3月に、「大阪市地球温暖化対策実行計画(区域施策編)」⁷⁾を策定し、2030年度までに30%削減(2013年度比)を目標に取り組みを進めてきた。しかし、日本をはじめ各国でカーボンニュートラルの実現に向けた取り組みが加速する中、大阪府は2024年5月に同実行計画の第2版を改訂し、2030年度の削減目標を50%削減(2013年度比)に引き上げた。本計画では、大阪の成長につながる脱炭素社会「ゼロカーボン おおさか」の実現のため、「脱炭素なエネルギーで暮らすまち」、「脱炭素マインドに満ち溢れ、脱炭素な行動が浸透したまち」、「脱炭素化のしぐみを組み込んだ持続可能なまち」、「多様なきずなを活かし、脱炭素化をリードするまち」および「気候変動への備えがあるゆるぎないまち」の5つの「まち」の形成を目指す。現在、「大阪市地球温暖化対策実行計画〔区域施策編〕(改定計画)第3版(案)」を取りまとめており、第3版では、「業務」や「家庭」を主な対象とした新たな施策パッケージ「ネクストグリーンプロジェクト」の推進などが盛り込まれる予定である。

1) 削減目標(第2版)

2050年のGHGガス排出量を実質ゼロとする「ゼロカーボン おおさか」の実現を目指し、2030年度の削減目標を50%削減(2013年度比)とする。

2030 年度目標 2013 年度比 50%削減

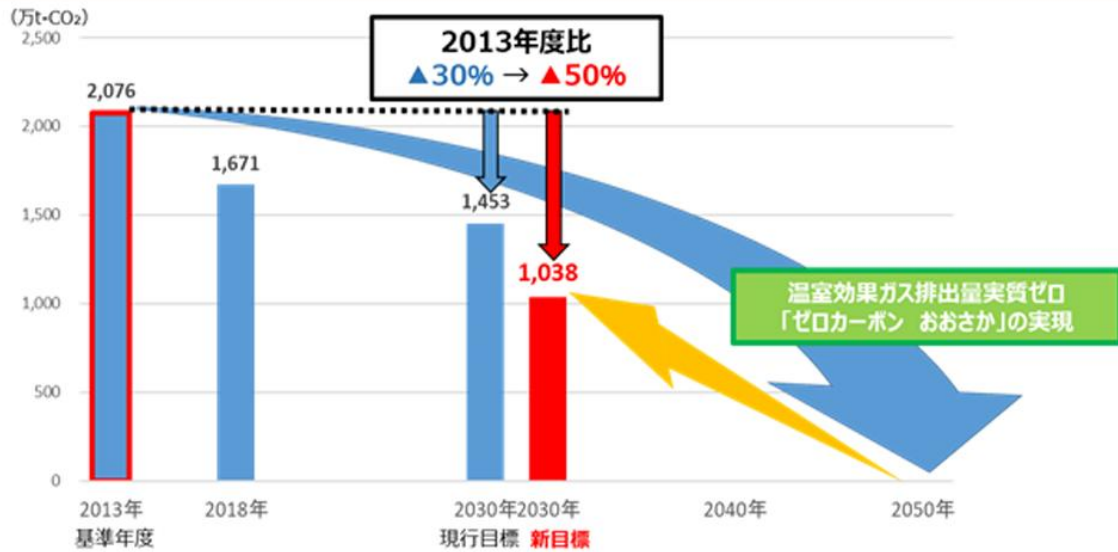


図 2-1 大阪市地球温暖化対策実行計画〔区域施策編〕における削減目標

(引用) 大阪市”大阪市地球温暖化対策実行計画〔区域施策編〕(改定計画) 第 2 版 概要版”7

温室効果ガス排出量 (万 t-CO ₂)	2013 年度 (基準)	2030 年度 (目標)	削減率	目標達成に向け取り組む主な施策
二酸化炭素	1,975	972	▲51%	
産業部門	594	374	▲37%	省エネ性能の高い設備・機器や再エネの導入促進 徹底したエネルギーマネジメントなど
業務部門	624	242	▲61%	ZEB 化等の建築物の省エネ化 中小事業者等の脱炭素経営の推進 脱炭素先行地域における取組など
家庭部門	438	139	▲68%	ZEH 化等の住宅の省エネ化 脱炭素ライフスタイルの推進など
運輸部門	269	175	▲35%	自動車 (バス等の商用車を含む) の電動化 充電設備のインフラ整備の促進など
廃棄物部門	50	42	▲17%	プラスチックの資源循環、食品ロス対策 2R (リデュース・リユース) の推進など
その他温室効果ガス	101	62	▲38%	フロン排出抑制法に基づき、冷凍空調機器からのフロン類の回収 適正処理の推進など
合計	2,076	1,034	▲50%	

図 2-2 2030 年度の部門別の温室効果ガス削減目標削減目標

(引用) 大阪市”大阪市地球温暖化対策実行計画〔区域施策編〕(改定計画) 第 2 版 概要版”7

2) 「ゼロカーボン おおさか」を形成する5つの「まち」と施策（第2版）

目指す「まち」の形	施策
脱炭素なエネルギーで暮らすまち	<ul style="list-style-type: none"> 再生可能エネルギーのより一層の普及拡大 ➤ 未利用エネルギーの徹底した活用 水素などの新たなエネルギーの活用、拡大 次世代自動車の普及拡大
脱炭素マインドに満ち溢れ、脱炭素な行動が浸透したまち	<ul style="list-style-type: none"> ライフスタイルやワークスタイルの変革 環境教育・普及啓発の推進 エネルギー消費の抑制 建築物の省エネ化 事業活動の脱炭素化に向けた自主的な取組みの促進 大阪市の率先行動
脱炭素化のしくみを組み込んだ持続可能なまち	<ul style="list-style-type: none"> 環境技術の実装されたまちづくり 交通ネットワークの改善や物流対策による脱炭素化 移動の脱炭素化 省資源と資源循環の促進 海洋プラスチックごみの汚染ゼロに向けた取組み 吸収源対策の推進
多様なきずなを活かし、脱炭素化をリードするまち	<ul style="list-style-type: none"> 環境・エネルギー産業の振興とあらゆる事業者の持続的成長 地域間の連携を基盤とした域外貢献 都市間協力の推進 官民連携による海外展開の推進
気候変動への備えがあるゆるぎないまち	<ul style="list-style-type: none"> 気候変動の適応に向けた施策の充実 大阪市内における気候変動の適応に向けた取組み エネルギーインフラの拡充によるレジリエンスの強化

表 2-2 「ゼロカーボン おおさか」を形成する5つの「まち」と施策

(引用) 大阪市”大阪市地球温暖化対策実行計画〔区域施策編〕(改定計画) 第2版 概要版”⁷⁾

3) ネクストグリーンプロジェクト（第3版（案））⁸⁾

省エネ促進事業、創エネ普及拡大事業、次世代モビリティ普及拡大事業及び市民・事業者の行動変容事業を取組の柱とし、2025年大阪・関西万博で披露されたペロブスカイト太陽電池や帯水層蓄熱システム、水素利活用技術などの最先端技術の実装化や、住まいやオフィス等、市民生活・企業活動における省エネ行動の促進や再生可能エネルギーの普及拡大などの施策パッケージである。

(2) 脱炭素先行地域（大阪市の御堂筋エリア）^{9) 10)}

大阪市の御堂筋エリアは、市中心部を南北に貫く象徴的な御堂筋通りがあり、大阪でも歴史ある商業地区であり、現在に至るまで大阪でも中心的なビジネス集積地域である。本地域は、2023年11月に環境省の「脱炭素先行地域」に選定され、2030年度までに官民一体で御堂筋エリアの電力消費に伴うCO₂排出実質ゼロに取り組んでいる。

具体的な取組として、ビル建替え時の ZEB 化や、既存ビルへの高効率空調、LED 照明の導入等の徹底した省エネを推進する。また、太陽光発電等からの余剰電力の活用も含め、最大限に太陽光発電の導入・活用を目指すとともに、下水処理場の消化ガスや御堂筋の街路樹の剪定枝などを利用したバイオマス発電など、都市部の資源を活用した再エネを対象地域に供給する。その他、エネルギーの面的利用として新築ビルへのコージェネレーションの導入と既存ビルへの融通、地中熱を利用した冷暖房システムの導入などが推進されている。

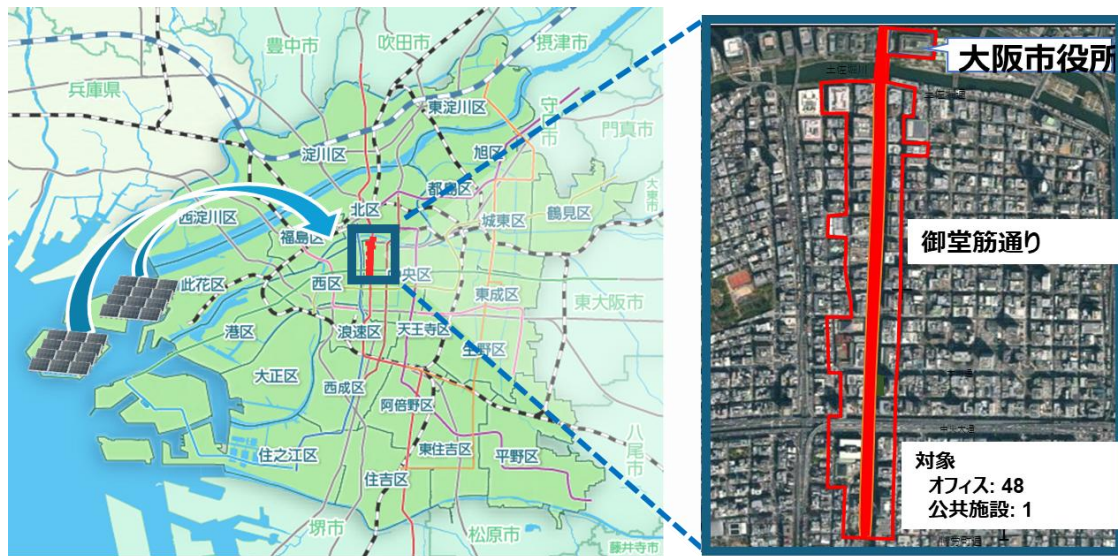


図 2-3 脱炭素先行地域（大阪市の御堂筋エリア）

（引用）大阪市提供資料より GEC 作成

（3）GRAND GREEN OSAKA（グラングリーン大阪）

関西最大規模の商業・業務地区であり、大阪の中心地である「うめきた」地区において、「みどり」と「イノベーション」の融合による新しい価値と豊かな未来生活の創出を目指した新しい「まちづくり」として、都市公園併設の複合商業施設・GRAND GREEN OSAKA（グラングリーン大阪）が開業した。施設面積は、都市公園としては世界最大級の規模（面積 45,000 m²）を誇り、公園を中心として生まれる「自然と都市の融合」というテーマのもと、「市民・来街者のクオリティ・オブ・ライフ（QOL）向上」と「企業・研究機関などによるイノベーション創出」を目指した持続可能な都心型パブリックスペースを公民連携により整備している。例えば、イノベーション創出の拠点「JAM BASE（ジャム ベース）」には、多様な企業、スタートアップ、大学、研究機関等様々なプレイヤーが集い、共創の場として活発な取組みが進められている。また、環境面でも先進的な技術を導入しており、地域冷暖房やコージェネレーションシステムの効率的な運用に加え、日本初となる帯水層蓄熱技術を実装し、エネルギーの効率化と削減に取り組んでいる。また、水資源の循環のため、雨水の再利用やグリーンインフラ技術等を活用している。

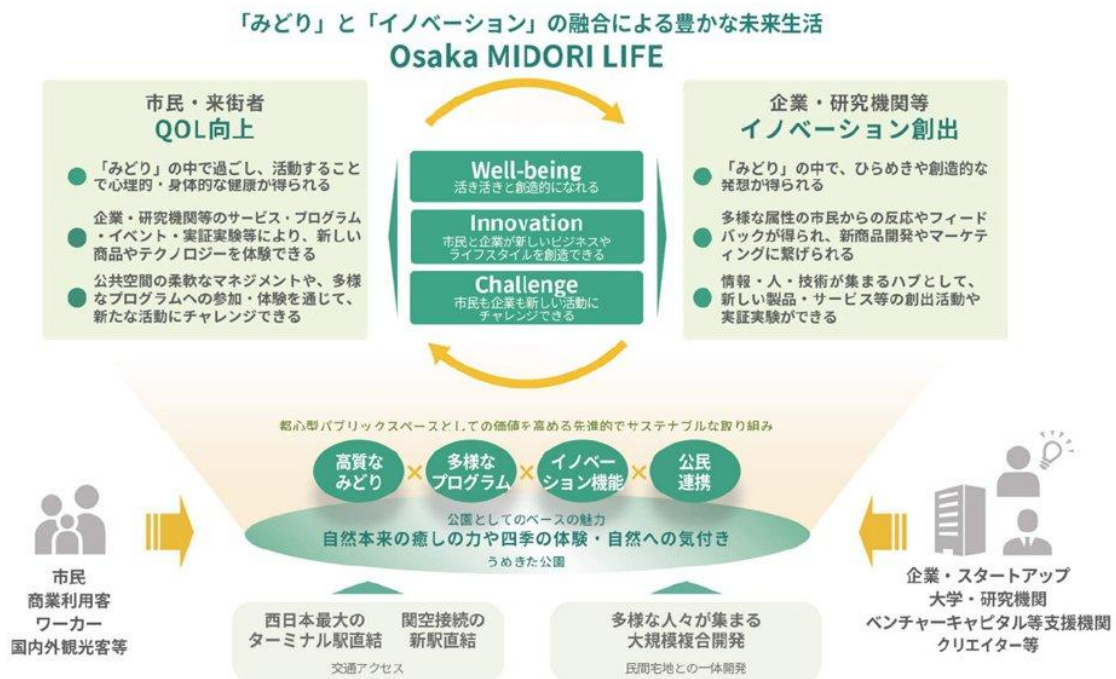


図 2-4 GRAND GREEN OSAKA（グラングリーン大阪）のイメージ

(引用) GRAND GREEN OSAKA ウェブサイト

2.1.3 大阪市における環境分野の広域連携・国際協力（環境分野）

大阪市は、これまで都市間連携事業等を通じて、環境分野、特に脱炭素分野において、インドのマハラシュトラ州公害管理局、タイ王国の経済特区である東部経済回廊（EEC）、ベトナムのホーチミン市、フィリピンのケソン市と脱炭素社会実現に向けて協力関係を築いている。また、イギリスのグレーター・マンチェスター合同行政機構とは、欧州連合（EU）の国際都市地域間協力（IURC）プログラムのもと、気候変動分野をはじめとした環境や経済の分野における交流促進や大学間連携等に係る友好協力関係構築を進め、2025年6月には姉妹都市提携を締結している。



図 2-5 大阪市における環境分野の広域連携地域

(引用) 大阪市提供資料より GEC 作成

また、大阪市は産学官のより効果的な連携により、事業者の海外ビジネス展開を支援するため 2016 年 6 月に「Team OSAKA ネットワーク」を立ち上げた。2025 年 4 月 1 日時点で、162 団体が登録されており、上記の海外協力の取組において、Team OSAKA ネットワークへの登録業者などの民間企業と連携しながら、これらの都市と知識や経験を共有し、さらには具体的な脱炭素技術導入をめざしている。

2.2 インドおよびマハラシュトラ州による取組み

2.2.1 インドの概要

インドの概要は以下の通り。

一般概要	
①国名	インド共和国 (Republic of India)
②国土面積 ¹¹	328 万 7,469km ² (インド 2011 年国勢調査：パキスタン、中国との係争地を含む)
③人口 ¹²	14 億 7,662 万人 (2026 年 3 月)
④首都	ニューデリー (New Delhi)
⑤民族 ¹³	インド・アーリヤ族、ドラビダ族、モンゴロイド族等

⑥言語 ¹³	連邦公用語はヒンディー語、他に憲法で公認されている州の言語が 21 言語
⑦宗教 ¹³	ヒンドゥー教徒 79.8%、イスラム教徒 14.2%、キリスト教徒 2.3%、シク教徒 1.7%、仏教徒 0.7%、ジャイナ教徒 0.4% (2011 年国勢調査)
政治体制・内政	
⑧政体 ¹³	共和制
⑨首相	ナレンドラ・モディ (インド人民党 (BJP)) ※3 期目
⑩内政 ¹⁴	連邦議会は上院 (最大 250 議席) と下院 (最大 552 議席) からなる二院制。 上院は州の代表という性格で、各州議会による間接選挙によって選出される。任期は 6 年 ((2 年に 1 度、1/3 ずつ改選) で解散なし。 下院は上院に対して優位性を持ち、国民の直接選挙によって選出される。任期は 5 年で解散あり。下院で議席が最多数となった与党の代表が首相を務める。2024 年 4~5 月にかけて、下院の総選挙が実施され、議席は減らしたものの、ナレンドラ・モディ首相率いる与党インド人民党 (BJP) が勝利した。
⑪外交 ¹⁵	伝統的に非同盟、全方位外交を志向。近年では、「自由で開かれたインド太平洋」の実現を重視し、日米豪印 (QUAD) などの枠組みに参加するなど日本、米国との関係を積極的に強化している。また、主に南半球に位置するアジア、アフリカ、中南米の発展途上国・新興国の総称である「グローバル・サウス」の代表格として、国際社会における影響力を増している。
経済・産業	
⑫主要産業 ¹³	農業、工業、IT 産業
⑬名目 GDP ¹³	3 兆 9,127 億ドル (2024 年)
⑭一人当たり GDP ¹³	2,389 ドル (2022 年 : 世銀資料)
⑮GDP 成長率 ^{13 15}	7% (2022 年度)、9.2% (2023 年度)、6.5% (2024 年)
⑯消費者物価上昇率 ¹¹	6.7% (2022 年度)、5.4% (2023 年度)、4.6% (2024 年)
	<2024 年 3 月 名目 GDP よる構成比> 第 1 次産業 (17.8%)、第 2 次産業 (27.8%)、第 3 次産業 (54.4%)
⑰主要貿易品目 ¹⁵ (2023 年度)	(1) 輸出 : 4,314 億ドル ①機械類・輸送用機 (自動車・バイクなどを含む) (20.8%) ②鉱物性燃料等 (20.7%) ③素材製造品(皮革、紙、鉄鋼等) (20.2%) (2) 輸入 : 6,721 億ドル ①鉱物性燃料 (石炭、石油、天然ガス等) (28.8%) ②機械類・輸送用機器 (24.2%) ③素材製造品(皮革、紙、鉄鋼等) (12.6%)

表 2-3 インドの概要



図 2-6 インドの地図

(引用) The Nations Online Project, “Map of India”¹⁶

(1) 一般概況

インドの国土面積は 328 万 7,469km²で世界第 7 位の国土¹⁶を有し、さらに国連人口基金 (UNFPA) の推計によると、2024 年のインドの人口は 14 億 4,170 万人を突破し、中国 (14 億 2,520 万人) を抜いて世界 1 位となった¹⁷。また、インドは、近年中国を上回る勢いで高い成長率を示しており、世界第 5 位の経済規模まで成長するなど、今後も高い成長ポテンシャルが期待されている国である。世界的に重要な主要国のひとつであり、グローバルサウスの中心国、G20 や日米豪印戦略対話 (QUAD) のメンバーでもあり、国際社会での発言力も増している。さらに外交面では、戦略的自律性に基づき特定国に依存せず、主要国との全方位外交を展開しており、「自由で開かれたインド太平洋」を推進している¹⁸。

日本とのつながりも深く、1952 年に国交を樹立して以降、友好関係を維持している。政治面では、2005 年以降、両国間の首脳年次相互訪問を実施しており、「日印戦略的グローバル・パートナーシップ」(2006) を 2014 年には「日印特別戦略的グローバル・パートナーシップ」に格上げするなど、近年は日印関係が加速度的に強化している¹⁸。経済面では、近年インドは日本の最大の円借款受取国であり、JICA によるムンバイやデリーでのメトロ建設やマハラシュトラ州都ムンバイとグジャラート州アーメダバードを繋ぐ高速鉄道整備 (日本の新幹線方式)¹⁹など、様々

な分野での支援を提供している。さらに、2022年3月には「日印クリーン・エネルギー・パートナーシップ (CEP)」を公表²⁰し、グリーン水素やグリーンアンモニア、圧縮バイオメタンガス等のエネルギー・新エネルギー分野で協力を進めていくことを確認している。

(2) 政治体制・内政

1) 中央行政

インドは連邦共和制を採用しており、元首は大統領であるが政治的実権は首相が握っている。中央の連邦議会は上院（最大 250 議席）と下院（最大 552 議席）からなる二院制であり、下院は上院に対して優位性を持つ。上院は州の代表という性格をもち、各州議会による間接選挙によって選出され、任期は 6 年（2 年に 1 度、1/3 ずつ改選）で途中解散はない。下院は、国民の直接選挙によって選出され、任期は 5 年で途中解散あり。下院で議席が最多数となった与党の代表が首相を務めることが通例である。2024 年 4～5 月にかけて下院の総選挙が実施され、与党であるインド人民党 (BJP) が勝利したため、ナレンドラ・モディ政権は 2014 年に第 1 次政権が発足して以降、3 期目を迎え長期政権が続いている²¹。

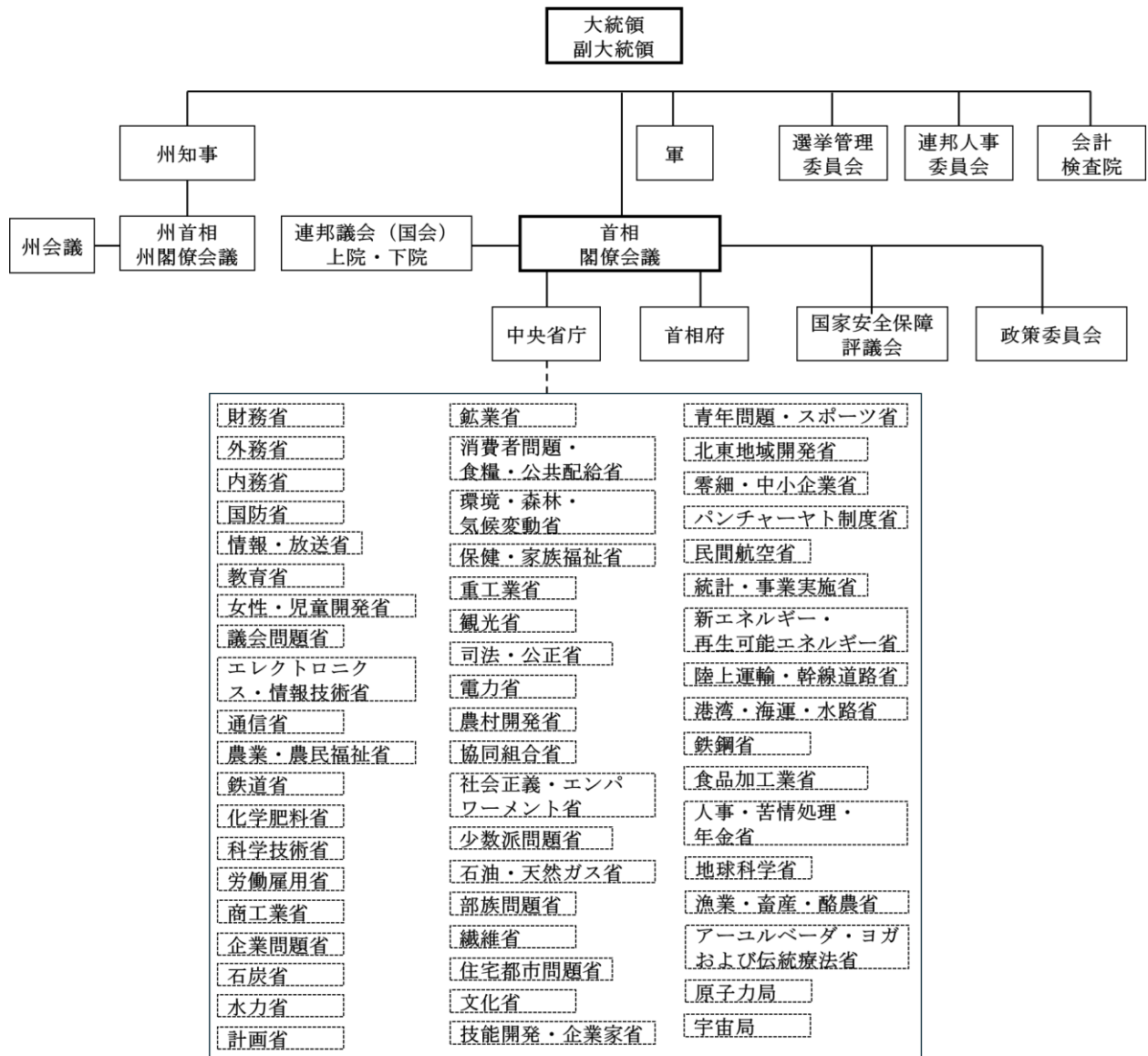


図 2-7 インドの中央行政組織

(引用) JETRO アジア経済研究所, “アジア動向年報 2023”²²より GEC 作成

2) 地方行政

インドの地方行政は、28の州 (State) と 8つの連邦直轄領 (Union) (2026年3月現在) から構成されており、連邦直轄領は中央政府が直接統治するが、州には自治権が認められている。インドの行政組織は、中央政府、州政府、地方自治体 (都市および農村) の3層の行政階層であるが、各州が独立した政府として強い自治権を有し、各州政府の管轄下に地方自治体がある。地方自治体は、都市部と農村部でそれぞれ異なる制度が採用されており、都市部自治体は、大都市における自治都市、中小都市における都市評議会、農村から都市への発展段階にある地域におけるナガル・パンチャーヤトから構成されている。一方で、農村部自治体は、県・郡・村の三層構造となっている。中央政府が所管するのは、国防、国際関係・外交、通信、経済・財政・税務と基幹的

な社会資本（鉄道、国道、空港、電力、主要港湾等）等である。また、州政府の所管業務は、法秩序の維持（治安、警察）、公衆衛生（上下水道）、保健、農林漁業に関する法制化の権限、交通基盤整備（州高速道路、主要港湾以外の港湾）、農林漁業基盤整備（灌漑、漁港）等となっている。なお、経済・社会計画、社会保障、教育、貿易、産業、電気事業等の立法権は中央政府と州政府の共管事項とされており、中央と州で対立が生じる場合には中央の法律が優先される^{15 16}。

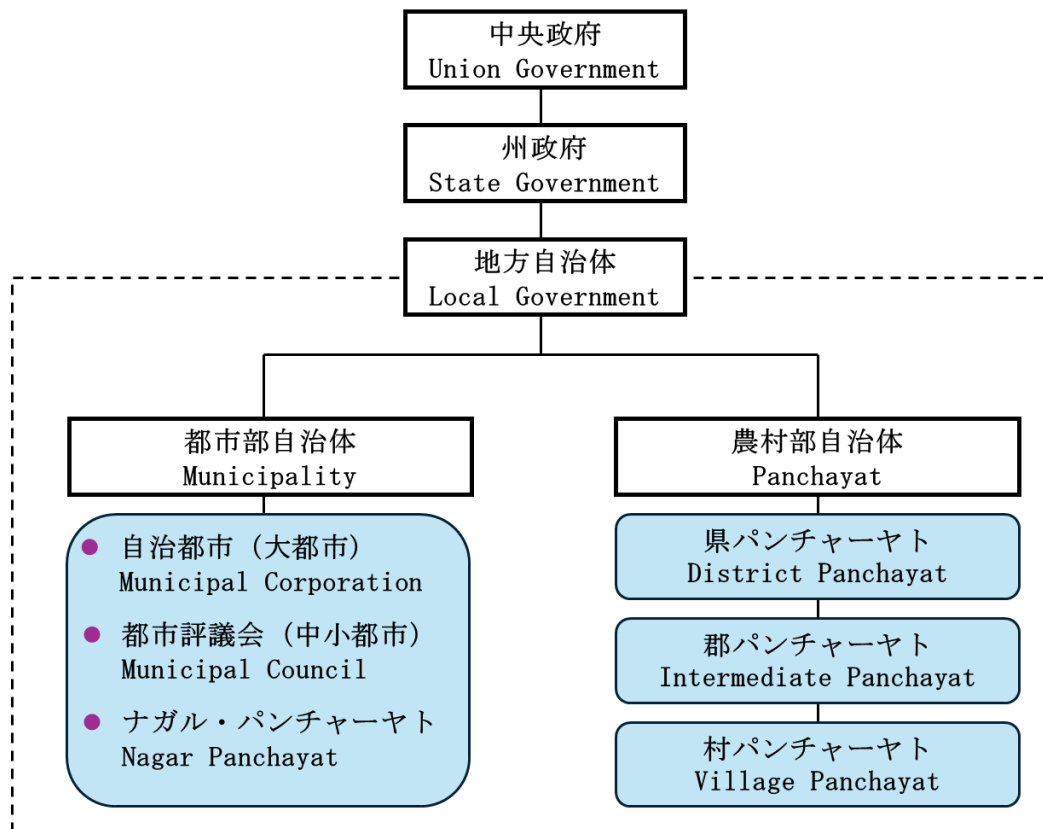


図 2-8 インド憲法が定める行政階層

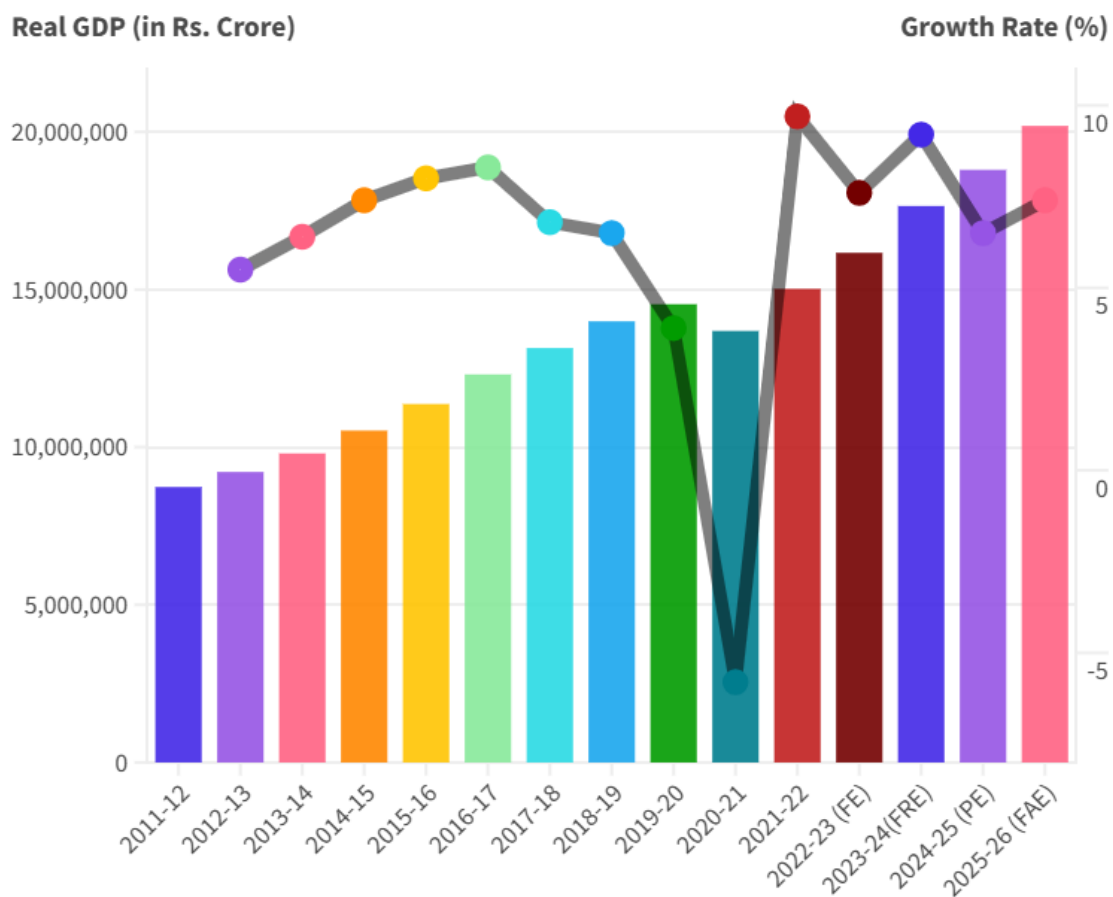
(引用) JIBIC, “インドの投資環境”¹⁵より GEC 作成

(3) 経済・産業

1) 経済

インドでは、1991年に、独立以降それまでの社会主義的な経済構造から一転して、経済の自由化が始まった。2000年以降堅調な経済成長をみせており、2013年度から2018年度にかけて6.5%~8%前後の高いGDP成長率²³を達成している。COVID-19の影響により2020年度は成長率が下落したものの、その後回復し、2025年度の実質GDP(予測値)は345兆円(20,189,919千万ルピー)、同時期の成長率(予測値)は7.4%となっている²³。また、所得分布は中間所得層(世帯所得5,000~34,999US\$)の割合が、2000年の約28.8%から、2020年には、50.2%まで大幅に上昇している²⁴。中間所得層は購買力が高く消費も活発なことから、インドの市場スケールを考慮すると、極めて大きなビジネスチャンスが存在するといえる。

Annual GDP Estimates (in Rs. Crore) and Growth Rates (%) at Constant Prices
(Base 2011-12)



Source: MoSPI, India (Press Note on First Advance Estimates of Gross Domestic Product, 2025-26), [Click to get data/ vizualization](#) • Prepared by Data Informatics & Innovation Division (DIID)@GoIStats
 Note: Growth Rates Calculated with respect to Previous Year; FRE: First Revised Estimate; PE: Provisional Estimates; FAE: First Advance Estimates

図 2-9 実質年間 GDP の推移と成長率

(引用) MOSPA ウェブサイト²³ (単位: 千万ルピー)

世帯所得分布

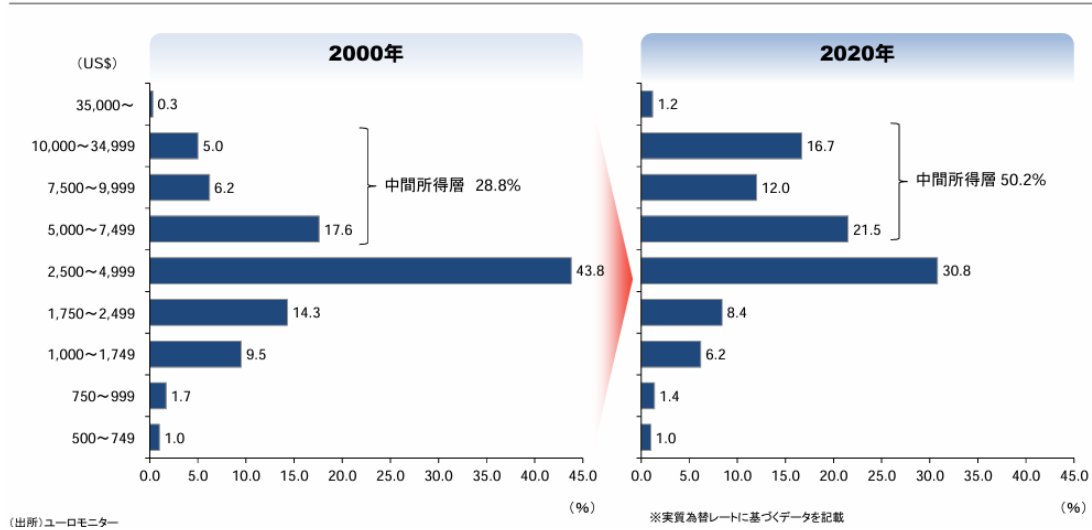


図 2-10 インドの世帯所得分布

(引用) 経済産業省 “医療国際展開カントリーレポート”²⁴

2) 産業

JBICによると、インドにおける産業構造は、2023年度の産業別名目GDPの構成比をみると、第1次産業が17.8%、第2次産業27.8%、第3次産業54.4%となっている。2013年度と全体に占める各セクターの構成比を比較すると、第1次産業では農業が縮小された一方、畜産業が+1.4%の増加をみせ、第1次産業全体としても微小している。鉱業・採石業を含む第2次産業では、繊維・衣料・皮革製品(▲0.9%)や金属製品(▲0.6%)、鉱業・採石業(▲0.9%)での縮小が特に顕著であり、製造業としては2.2%縮小、第2次産業全体としても3.0%縮小している。第3次産業は3.8%増と大きく成長しており、特に金融・不動産・専門サービスや公共サービスが大きく成長している。東南アジアや東アジア諸国の多くは、農業や製造業が牽引し、特に製造業の成長が国の経済発展を支えていることが多いが、インドの場合は、IT産業や金融などサービス業が牽引する産業構造となっている。一方で、裾の尾の広い製造業は国の経済発展に極めて重要として、2014年頃からインドは、「Make in INDIA」をキャッチフレーズに、製造業の振興に力を入れてきた。同産業振興策ではGDPに占める製造業のシェアを2025年までに25%まで引き上げることを目標としてきたものの、実際は15%の横這い傾向が続いている¹⁵。

また地域によって、その産業構造にも大きな違いがあり、例えば石油化学工業を主要産業とするグジャラート州や、自動車産業やIT産業が集積する工業都市プネやインド最大の商業・金融都市ムンバイを抱えるマハラシュトラ州などは、製造業や金融サービス業などの純付加価値が高い傾向にある²⁵。

セクター	2023年度名目 GDP (金額：10億ルピー)	構成比	2013年度からの 構成比増減
全体	274,129	100%	
第1次産業	48,779	17.8%	-0.8%
農業	26,529	9.7%	-2.4%
畜産業	15,056	5.5%	+1.4%
林業	3,512	1.3%	-0.2%
漁業	3,681	1.3%	+0.4%
第2次産業	76,220	27.8%	-3.0%
鉱業・採石業	5,323	1.9%	-0.9%
製造業	39,216	14.3%	-2.2%
公益業	7,664	2.8%	+0.3%
建設業	24,016	8.8%	-0.1%
第3次産業	149,130	54.4%	+3.8%
商業・ホテル・レストラン	31,285	11.4%	-0.0%
運輸・倉庫・通信・放送	17,000	6.2%	-0.5%
金融・不動産・専門サービス	62,442	22.8%	+2.8%
公共サービス	38,404	14.0%	+1.4%

※インドでは、「鉱業・採石業」を第2産業と分類

表 2-4 2023年度 産業別名目 GDP の構成比

(引用) JBIC, “インドの投資環境”¹⁵ (統計・計画実施省 National Accounts Statistics 2022 をベースに作成) より抜粋

2.2.1 インドにおけるエネルギー概要

世界有数の石炭埋蔵・生産国であるインドでは、再生可能エネルギー導入が進んでいるものの、石炭への依存が根強い。2023年度のインドのエネルギー消費における1次エネルギー構成を見ると、非化石燃料は3%に過ぎず、石炭等(61%)・原油(29%)・天然ガス(7%)と、化石燃料が9割以上を占める²⁶。また、International Energy Agency (IEA)によると、インドの発電におけるエネルギー源(2023年)は、7割以上を石炭に依存しており、再生可能エネルギーである水力(7%)、太陽光(6%)、風力(5%)となっており、原子力(2%)とあわせて、非化石燃料由来のエネルギーは全体の2割程度である²⁷。一方で、インドは恒常的な貿易赤字国であり、1976年度に貿易黒字になった以降、2023年度まで47年連続で貿易赤字が続いている¹⁵。特に、インドは、石油製品や石炭の純輸入国であり、石油の9割、ガスの5割以上を輸入に依存している²⁸。中国、アメリカに次ぐエネルギーの巨大消費国であるインドにおいては、人口増加と経済発展によりエネルギー消費量が急増しており、それに伴い化石燃料の輸入も顕著に増加している。しかし、不安定な世界情勢や物価高騰による世界的な原油価格の上昇は、インドの貿易赤字に拍車をかけている。

インドのエネルギー消費における1次エネルギー構成

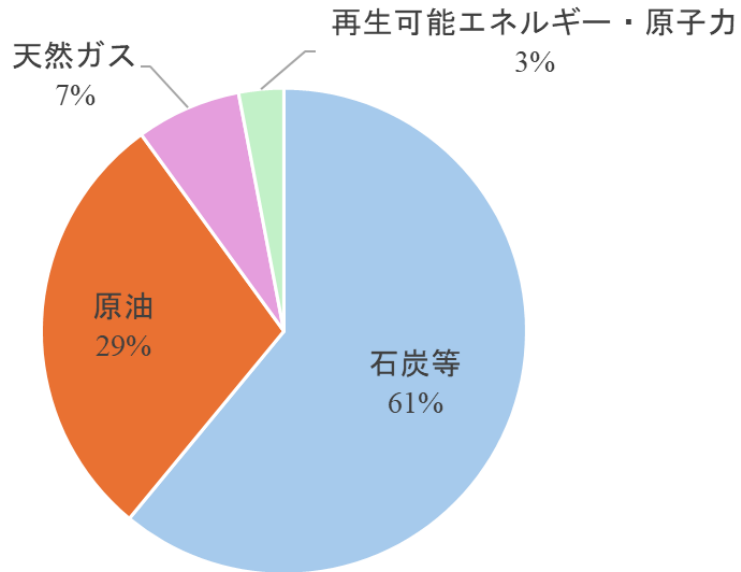
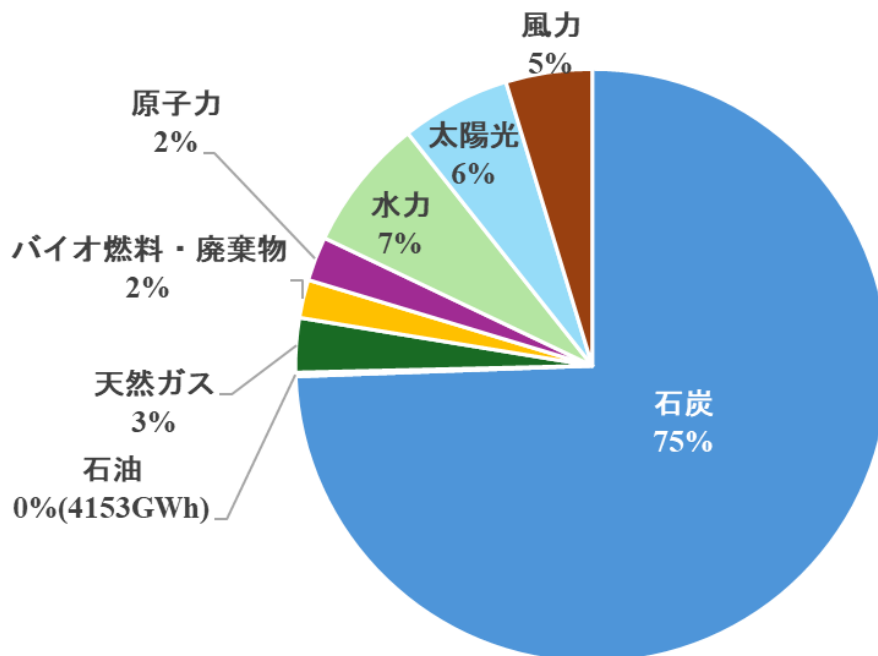


図 2-11 インドのエネルギー消費における1次エネルギー構成 (2023 年度)

(引用) Government of India, Ministry of Statistics and Programme Implementation, “Energy Statistics India 2025”²⁶より GEC 作成

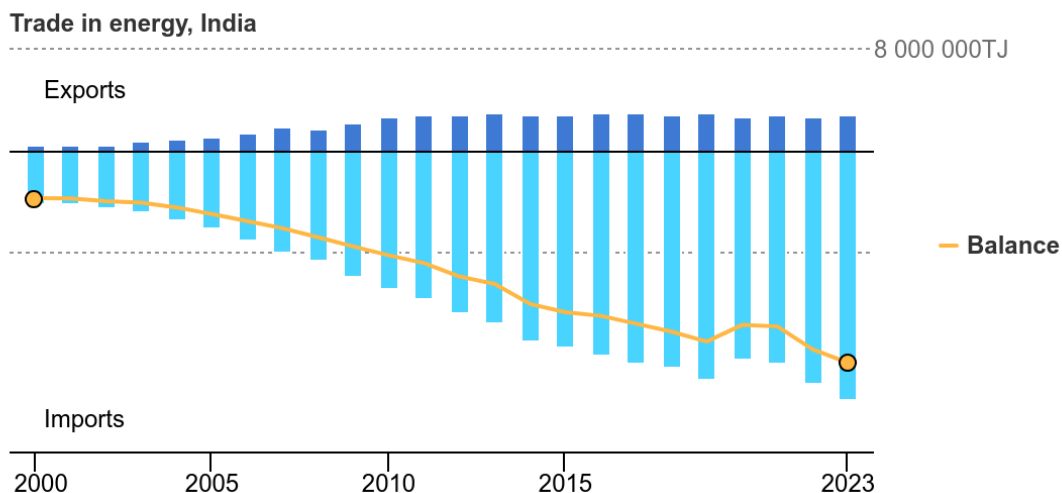
インドの発電構成 (発電量ベース) (2023)



2023年のインドの総発電量 (1,986,776 GWh)

図 2-12 インドの発電におけるエネルギー構成

(引用) International Energy Agency (IEA), “Energy system of India”²⁷より GEC 作成



Source: International Energy Agency. Licence: CC BY

図 2-13 インドのエネルギーの輸出入の推移

(引用) International Energy Agency (IEA), “Energy system of India”²⁷

このような背景もあり、インドでは慢性的な貿易赤字の脱却とエネルギー安全保障の観点から、再生可能エネルギーやグリーン水素・アンモニアなどの推進によるエネルギー自給率向上を重要な国家ミッションとしており、モディ首相は 2021 年 8 月 15 日の独立記念日における演説にて、2047 年までにエネルギー自給国（Energy Independence）を目指すことを宣言した。この宣言を達成するために、インド政府は、天然ガス・LP ガスの国内ネットワークの充実によるガスベース経済への意向、圧縮バイオガス（CBG）の推進、モビリティの電化、グリーン水素の製造・輸出のグローバル・ハブ化などの政策を進めている¹⁵。

再生可能エネルギーの観点では、インドは、日照条件や風況などの観点から、再生可能エネルギー、特に太陽光発電のポテンシャルが高い。国内生産も進めており太陽光モジュールの Production Linked Incentive (PLI) スキームを実施している。風力発電のポテンシャルも高く、政府は陸上風力を推進している。特に、アンドラ・プラデシュ州、グジャラート州、カルナタカ州、マディヤ・プラデシュ州、マハラシュトラ州、ラジャスタン州、タミルナド州などで多くの陸上風力が導入されている²⁸。

再生可能エネルギー導入目標として、政府は 2030 年までに合計 500GW 容量の導入実現を掲げている。政府の支援もあり、主に太陽光発電の導入が飛躍的に進んでおり、Ministry of New & Renewable Energy (MNRE)によると、2026 年 1 月 31 日時点では約 212GW（大規模水力発電を除く）の再生可能エネルギーが導入されており、うち、66%が太陽光発電である。なお、大規模水力発電も加味した導入された再生可能エネルギー容量（2026 年 1 月 31 日時点）は、263GW²⁹であった。

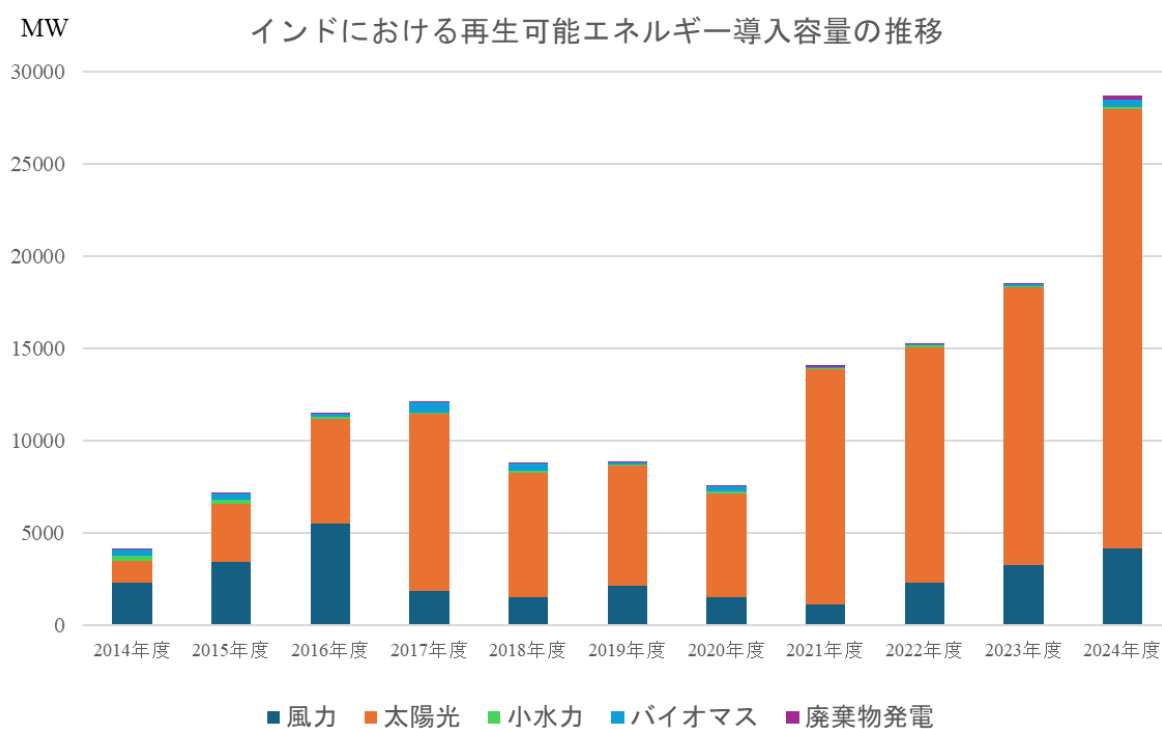
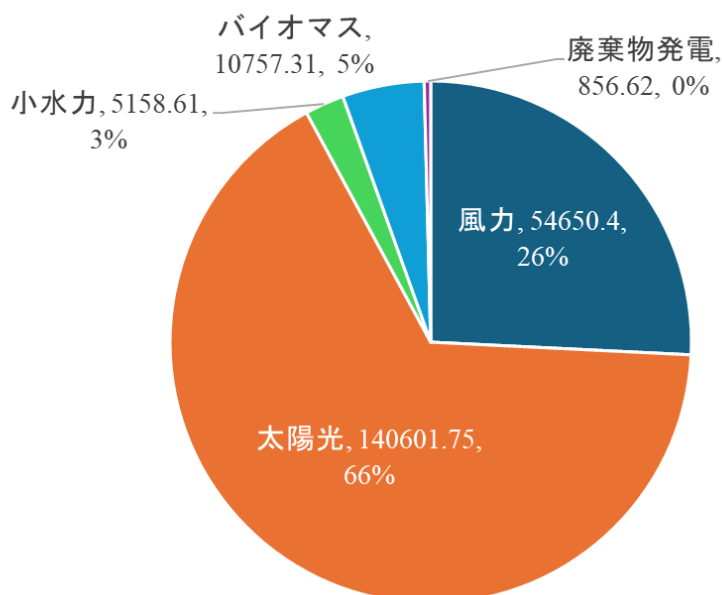


図 2-14 インドにおける再生可能エネルギー導入容量の推移

(引用) MNRE ウェブサイト” Year wise Achievements, Installed Renewable Energy Capacity(MW) (Excluding Large Hydro Power)”²⁹より GEC 作成

2025年度1月末までに導入された累計再生可能エネルギー容量の内訳 (MW)



2025年度1月末までに導入された累計再生可能エネルギー容量 (212GW)

図 2-15 2025 年度 1 月末までに導入された累計再生可能エネルギー容量の内訳

(引用) MNRE ウェブサイト” Year wise Achievements, Installed Renewable Energy Capacity(MW) (Excluding Large Hydro Power)”²⁹より GEC 作成

2.2.2 インドにおける気候変動対策

(1) インドにおける気候変動対策目標

インドは 2021 年の COP26 の首相演説にて、2070 年までにカーボンニュートラルを達成することを宣言しており、2070 年のネットゼロの達成に向け、以下の 5 つの新たな目標を掲げた³⁰。

- ・ 非化石燃料による発電容量を 2030 年までに 500 ギガワット (GW) に引き上げる。
- ・ 総電力の 50% を 2030 年までに再生可能エネルギーとする。
- ・ 現在から 2030 年までの期間に予測されている GHG 排出量を 10 億トン削減する。
- ・ 2030 年までにインド経済の (GDP 当たりの排出量) 炭素強度を 45% 以上削減する。
- ・ 2070 年までにネットゼロを達成する。

また、2022 年 8 月提出の改訂版 Nationally Determined Contributions (NDC)³¹において、以下の 2 つの目標を掲げている。

- ・ GHG 排出量/GDP 原単位を 2005 年比で 45% 削減
- ・ 2030 年までに非化石源のエネルギーによる累積電力設備容量で 50%

(2) インドにおける二国間クレジット制度 (JCM)

2025 年 8 月 7 日、日本政府とインド政府は二国間クレジット制度 (JCM : Joint Crediting Mechanism) の構築に関する協力覚書に署名し、2025 年 9 月 22 日に第 1 回 日・インド間の合同委員会が開催された。また、Ministry of Environment, Forest and Climate Change (MoEFCC) は、2025 年 7 月 14 日、パリ協定 6 条に従い JCM を実施する上で認められる「インドにおけるパリ協定 6 条により実施可能な適格案件リスト」³²を公表し、「二国間クレジット制度資金支援事業のうち設備補助事業」(JCM 設備補助事業)では、同リスト掲載の 13 の技術分野が対象となっている。

<1>	GHG Mitigation Activities/室効果ガス削減活動
1.	Renewable energy with storage (only stored component) 蓄電機能付き再生可能エネルギー (蓄電部分のみ)
2.	Solar thermal power plant 太陽熱発電所
3.	Off-shore wind 洋上風力
4.	Green Hydrogen グリーン水素
5.	Compressed biogas 圧縮バイオガス
6.	Emerging mobility solutions like fuel cells 燃料電池などの新興モビリティソリューション
7.	High end technology for energy efficiency エネルギー効率化のための先端技術
8.	Sustainable Aviation Fuel 持続可能な航空燃料

9.	Best available technologies for process improvement in hard to abate sectors 排出削減が困難な分野におけるプロセス改善のための最良の利用可能技術
10.	Tidal energy, Ocean Thermal Energy, Ocean Salt Gradient Energy, Ocean Wave Energy and Ocean Current Energy 潮力エネルギー、海洋熱エネルギー、海洋塩分勾配エネルギー、海洋波力エネルギー、海洋潮流エネルギー
11.	High Voltage Direct Current Transmission in conjunction with renewable energy projects 再生可能エネルギープロジェクトと連携した高電圧直流送電
<2> Alternate Materials/代替燃料	
12.	Green Ammonia グリーンアンモニア
<3> Removal Activities/脱炭素活動	
13.	Carbon Capture, Utilization and Storage 炭素回収・利用・貯蔵 (CCUS)

表 2-5 インドにおけるパリ協定 6 条により実施可能な適格案件リスト

(引用) MoEFCC, “List of activities under cbilateral/ cooperative approaches in India under Article 6.2 mechanism of Paris Agreement”³² より GEC 作成

2.2.3 インドにおける脱炭素関連政策・取り組み

(1) インドにおける脱炭素関連政策・取り組み概要

インドにおける中長期の脱炭素に関する計画、および政策動向は以下の通り。

政策・イニシアティブ等	内容
カーボンニュートラル宣言 ³⁰	<ul style="list-style-type: none"> 2070 年までにネットゼロを達成 (2021 年)
NDC ³¹	<ul style="list-style-type: none"> GDP 当たり GHG 排出量を 2030 年までに 45% (2005 年比) 減らす。 2030 年までに非化石燃料の発電容量を全体の約 50%まで引き上げる。
国家水素ミッション ³³	<ul style="list-style-type: none"> 2023 年 1 月に、インド政府は「国家水素ミッション」³³を閣議決定。2030 年までに年間 5 百万トンのグリーン水素を製造する。
国家バイオ燃料政策 ³⁴	<ul style="list-style-type: none"> 2018 年 5 月から国家バイオ燃料政策を開始され、2030 年までにガソリンに 20%のエタノールを、ディーゼルに 5%のバイオディーゼルの混合する目標を掲げる。 2022 年 5 月の改訂版では、ガソリンへのエタノール混合比率 20%の達成時期を 2025 年度に前倒しすることが発表された。
Sustainable Alternative Towards Affordable Transportation(SATAT)イニシアティブ ³⁴ (バイオガス・CBG)	<ul style="list-style-type: none"> 圧縮バイオガス (CBG) (の生産・利用拡大に向け、2018 年から Sustainable Alternative Towards Affordable Transportation(SATAT)イニシアティブを開始した。 SATAT では、2023 年度までに 5,000 基の CBG プラントを設置し、年間 1,500 万トンの CBG を生産する目標を掲げる。
自動車・家庭用天然ガスへの CBG 混合義務化 ³⁴	<ul style="list-style-type: none"> CBG の生産促進のための政策イニシアティブを実施する。 自動車用の圧縮天然ガス (CNG) と家庭用の都市ガス (PNG) への混合を義務化する。 これにより、ガスを生産・販売・利用する企業は対応が必須となり、CBG への投資も活発化することが期待される。

	<ul style="list-style-type: none"> ・ CNG/PNG 消費量全体における義務付けられた CBG の段階的混合割合は以下の通り 2025年度の混合率 1% 2026年度の混合率 3% 2027年度の混合率 4% 2028年度以降の混合率 5%
電気自動車推進 ³⁵	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2030年までに新車販売に占める電気自動車（EV）の割合を、商用車の70%、自家用車の30%、二輪車と三輪車の80%をEV化する。
化石燃料への対応	<ul style="list-style-type: none"> ・ 化石燃料発電比率目標を、2027年までに43%、2032年までに32%までに引き下げる（国家電力計画 NEP2023³⁶）。

(2) インドにおける水素政策と現状

1) 国家水素ミッション

国家水素ミッション³³では、2030年までに実現されることが期待される成果として、以下の目標を掲げている。

【国家水素ミッションにおける目標】

2030年までに期待される成果

- ・ 年間 500 万トン (MMT) のグリーン水素を生産する能力を構築する
- ・ それに伴い、約 125GW (ギガワット) の再生可能エネルギー容量を追加する
- ・ 総額 8 兆ルピー以上の投資を行い、60 万以上の雇用を創出する
- ・ 産業部門、鉄鋼、海運、エネルギー貯蔵、長距離モビリティ等、化石燃料や化石燃料を由来とするエネルギー源をグリーン水素などに置き換えることで、年間約 500 万トンの GHG ガス排出を削減する

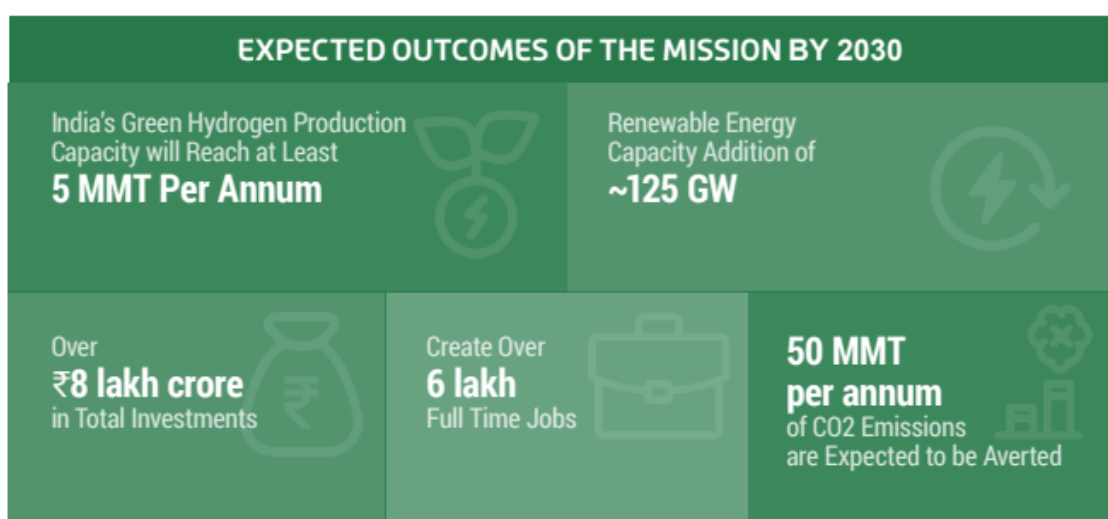


図 2-16 インド国家水素ミッションの期待される効果

(引用) MNRE, “National Green Hydrogen Mission³³”

国家水素ミッションでは、エネルギー自給国となる戦略のひとつとして、インドをグリーン水素およびその派生物の生産、使用、輸出のグローバル・ハブにすることを包括的な目標としている。そのため、グリーン水素の製造支援に重点をおいており、国家水素ミッションの中では、約 1,974 億ルピー（約 3,350 億円）が水素振興のための 初期予算として割り当てられているが、うち、17,49 億ルピー（約 2,980 億円）が「水電解装置の国産化」と「グリーン水素製造のインセンティブ」への財政支援に割り当てられている³⁷。

国家水素ミッション下での主な水素推進政策は以下の通り^{33 37}。

① 水素製造に関する支援

- ・ 国内のグリーン水素産業バリューチェーンの成長を促進するための包括的なインセンティブプログラムとして、グリーン水素移行への戦略的介入プログラム（Strategic Interventions for Green Hydrogen Transition :SIGHT）が提供。
- ・ SIGHT では、「水電解装置の国産化」と「グリーン水素製造のインセンティブ」に対して、それぞれに異なる財政インセンティブを提供される。
- ・ 予算配分は 17,490 億ルピー（約 2,980 億円）

② 水素利用の促進や貯蔵等に関する実証

- ・ グリーンスチールに関する実証
 - ✓ 水素還元鉄
 - ✓ 製造プロセスにおけるグリーン水素利用
 - ✓ 2030 年までの予算配分：45 億 5000 万ルピー（約 77 億 5,000 万円）
- ・ モビリティ（燃料電池バスやトラック、水素ステーションおよび供給インフラの整備、メタノール・エタノールと既存燃料との合成燃料への利用等）に関する実証
 - ✓ 燃料電池バスやトラック
 - ✓ 水素ステーションおよび供給インフラの整備
 - ✓ グリーン水素由来のメタノール・エタノールを自動車等の合成燃料として利用
 - ✓ 2026 年までの予算配分：49 億 6,000 万ルピー（約 84 億 4,000 万円）
- ・ 海洋運搬・港湾（グリーン水素/アンモニア燃料補給拠点の創出、グリーン水素/アンモニア燃料船の開発と運航、車両および港湾ターミナル機器の燃料をグリーン水素/アンモニアに転換）に関する実証
 - ✓ 港でのグリーン水素/アンモニア燃料補給拠点の創出
 - ✓ グリーン水素/アンモニア燃料船の開発と運航（2027 年までに少なくとも 2 隻のグリーン水素/水素由来燃料船を運航）
 - ✓ 港湾における車両およびターミナル機器の燃料をグリーン水素/アンモニアに転換
 - ✓ 輸出拠点としてのサプライチェーン構築
 - ✓ グリーンアンモニアバンカーと燃料補給施設は、2025 年までに少なくとも 1 つの港に設置され、2035 年までにすべての主要港に設置

✓ 2026年までの予算配分：11億5,000万ルピー（約19億5,000万円）

③ グリーン水素ハブの構築

- ・ グリーン水素ハブとして大規模な水素生産および利用を支援できる地域を特定
- ・ 初期段階で少なくとも2つのグリーン水素ハブを設置する計画
- ・ 2026年までの予算配分：40億ルピー（約68億円）

2) インドにおける水素製造のポテンシャル

インドでは、地理的・気候的特性により、太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーのポテンシャルが大きい。加えて、いずれの電力の購入価格も比較的安価で、競争力の高い電源といえる。ジェットロによると、インドは再生可能エネルギー由来のグリーン水素製造のポテンシャルが高く、IEAのレポート(2019)内で、1USD 後半～2USD 後半/kgH₂ でグリーン水素を製造できるポテンシャルがあると分析されており、これはオーストラリアやチリといった国と比較しても高い競争力を実現できる可能性が示されている³⁸。

3) インドの水素需要のポテンシャル

国家水素ミッション³³によると、年間約500万トンのグレー水素（化石燃料由来の水素）が消費され、このうち約99%が石油精製と肥料用アンモニア製造に利用されている。肥料生産において水素はアンモニア製造の主要原料であり、尿素やその他の肥料の原料となる。石油精製では、水素は主に燃料中の硫黄含有量低減（脱硫）や、重質原料を高付加価値製品へ転換する（水素化分解）ために使用される。インド政府は、これらの分野において、グレー水素をグリーン水素に代替することで、GHG削減と輸入化石燃料への依存低減が可能となるとしており、石油精製事業者、肥料製造事業者等に対して、グリーン水素の利用等の取組について政府がモニタリングを実施するとしている。また、現地でのヒアリングによると、化学、製薬、精密化学等の分野でもグレー水素からグリーン水素への転換の需要ポテンシャルがある。また、鉄鋼分野もグリーン水素利用のポテンシャルがあると国家水素ミッション³³で言及されているが、現時点でのグリーン水素の高コストを考慮し、製鉄プロセスにおいて少量のグリーン水素に置き換えることを推奨している。

交通分野では、国家水素ミッションのもと、燃料電池（FC）バスやトラックの段階的導入をパイロット事業として支援される。また、グリーン水素由来のメタノール・エタノールを混合した合成燃料を自動車燃料にブレンドする可能性についても検討するとしている。

2.2.4 マハラシュトラ州の概要

インド西部に位置するマハラシュトラ州は、日本の国土の約8割なる約30.8万km²の州面積を有し、これはインド全国で3番目に大きい。周囲は、南にゴア州とカルナタカ州、東南にテランガナ州、北にグジャラート州とマディヤ・プラデシュ州、東にチャッティスガル州、西をアラビア海に面している。同州には6つの行政区（群）（コンカン、プネ、ナシク、チャトラパティ、サンバジナガル、アマラヴァティ、ナグプル）があり、さらに36の地区に分かれている。2011年に実施された国勢調査によると、2011年時点の人口は1億1237万人であったが、2023年には1億3159万人³⁹まで増加していると推計されており、インドで2番目に多いとされている。



図 2-17 インドにおけるマハラシュトラ州の位置

(引用) Wikipedia, “マハラシュトラ州”⁴⁰

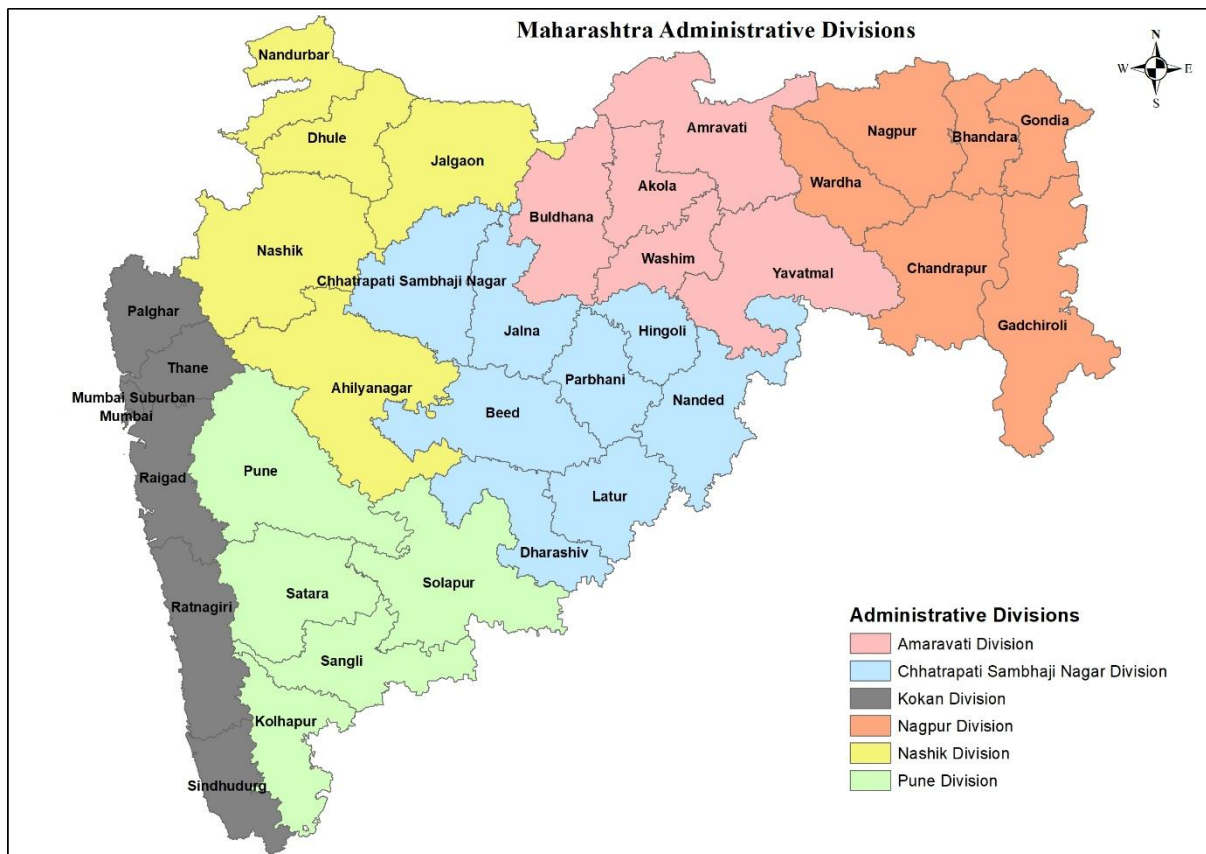


図 2-18 マハラシュトラ州地図

(引用) Government of Maharashtra Official Website⁴¹

マハラシュトラ州の概要は以下の通り。

一般概要	
①州名	マハラシュトラ州／Maharashtra state
②州面積	約 30.8 万 km ² (全国土の 9.4%に相当)
③人口 ³⁹	1 億 3159 万人 (2023 年推計値)
④州都	ムンバイ
⑤行政区	6 群・36 の地区
⑥州知事 ⁴¹	Acharya Devvrat 氏
⑦州首相 ⁴¹	Devendra Fadnavis 氏
経済・産業	
⑧主要産業 ⁴²	自動車関連、金属製品、繊維、医薬品、化学品・化学製品、石油化学、食品加工、IT など
⑨州名目 GDP ⁴³	40,55,847 千万ルピー (2023 年度)
⑩一人当たり GDP ⁴³	3,350 ドル (2023 年度)

表 2-6 マハラシュトラ州の概要

商工業が盛んな同州は、インドで最も経済発展が進んだ州のひとつであり、経済レベルでもインドトップレベルである。2023年度の州の名目GDPは、40,55,847千万ルピー（約69兆円）であり、これはインドで最も規模が大きく全体の13.5%を占める⁴³。1人あたりの所得も全国で最も多く2023年度3,350ドル⁴⁴であった。同州は、近年経済発展が目覚ましく、2023年度の州の名目GDPは2017年比で58%増、1人あたりの所得は62%増加している。また、2000年4月から2025年3月までの国内のFDI受入れの31%を占め、インドで最大かつ最も安定した投資先である⁴¹。

州の名目GDP上位10（2023年度）		
州名	略語	州の名目GDP（千万ルピー）
マハラシュトラ州	MH	4,055,847
タミル・ナードゥ州	TN	2,721,571
ウッタル・プラデーシュ州	UP	2,547,861
カルナタカ州	KA	2,500,733
グジャラート州	GJ	2,425,804
西ベンガル州	WB	1,700,939
ラジャスタン州	RJ	1,528,385
テランガナ州	TG	1,501,981
アンドラ・プラデーシュ州	AP	1,439,674
マディヤ・プラデーシュ州	MP	1,363,327

表 2-7 州の名目GDP上位10（2023年度）

（引用） Directorate of Economics and Statistics, Planning Department “Economic Survey of Maharashtra 2024 -25⁴³”より GEC 作成

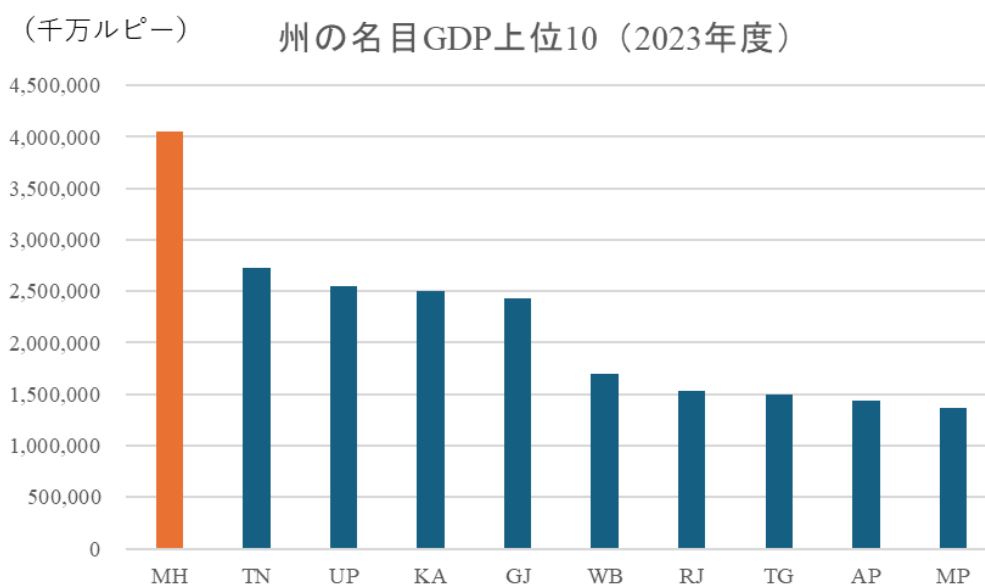


図 2-19 州の名目GDP上位10（2023年度）

（引用） Directorate of Economics and Statistics, Planning Department “Economic Survey of Maharashtra 2024 -25⁴³”より GEC 作成

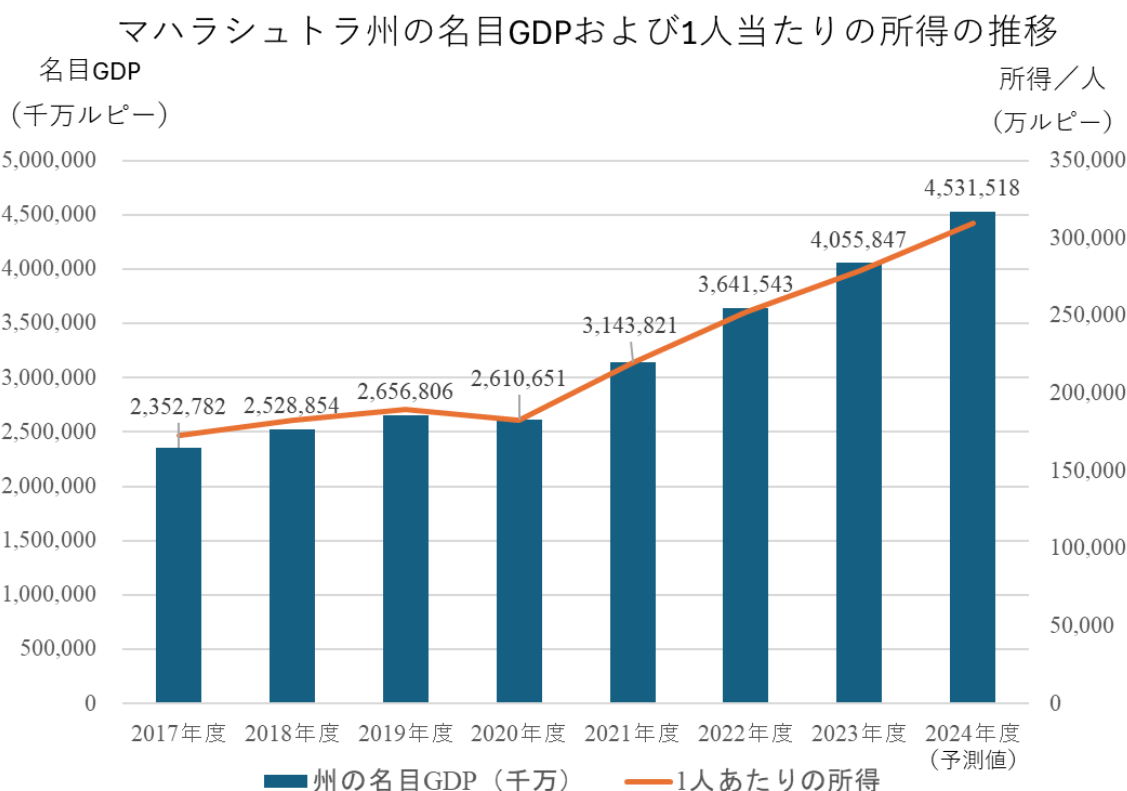


図 2-20 州の名目 GDP および 1 人当たりの所得の推移

(引用) Directorate of Economics and Statistics, Planning Department “Economic Survey of Maharashtra 2024 -25”⁴³より GEC 作成

産業の観点では、マハラシュトラ州は、同国最大級の金融・商業都市でありインド経済の中心であるムンバイ市をはじめ、自動車産業などの製造業の集積地である第 2 の都市のプネ市などを有している。

特に州都ムンバイは、インド有数の金融都市でもあり、中央銀行、国立証券取引所、国内外の銀行の本社などの大手金融機関が集積しているアジア有数の金融拠点でもある。また、インドの三大財閥のうち、タタ・グループ、リライアンス・グループの中核企業リライアンス・インダストリーズの本社をはじめ、マヒンドラグループや L&T グループなど、多くの財閥・大企業の本拠地ともなっている。日本企業では、三井住友銀行、三菱 UFJ 銀行、野村証券、大和証券、日本生命等の大手金融機関が拠点を置いている。

物流面では、チャトラパティ・シヴァージー国際空港等の国際線用空港 4 港、国内線空港 2 港のほか、ジャワハルラール・ネルー（ナバシェバ）港やムンバイ港など、全国屈指の貨物取扱量を誇る港を有し、インド全土の物流ハブが形成されている。日本企業では、三井物産、三菱商事、住友商事、伊藤忠商事、双日、豊田通商、日本郵船、商船三井、川崎汽船、出光興産などの商社や海運・運送企業が拠点を置く。

工業面では、同州はインドの工業生産の 15.5%⁴⁴ を占めており、自動車関連、金属製品、繊維、医薬品、化学品・化学製品、石油化学、食品加工、IT などが盛んである。ムンバイから約 170

km南東（車で3時間程度）に位置する同州第2の都市のプネは、特に自動車産業（自動車部品のサプライヤー含む）や製造業が盛んであり、インドの自動車メーカーであるタタ・モーターズやマヒンドラ&マヒンドラをはじめ、メルセデス・ベンツ、BMW、フォルクスワーゲンなどの外資系自動車メーカーや、ゼネラル・エレクトリック（GE）、LG エレクトロニクス（LG）、ハイアールなど、欧米・韓国系の大手メーカーの進出も相次ぎ、自動車産業やそのほかの機会産業の一大製造集積地となっている。

また、マハラシュトラ州では急速なインフラ開発が進んでいる。特に、近年急速な都市化が進んでいるムンバイでは、人口増加や自動車や二輪車の急増による慢性的な交通渋滞、さらにそれらが起因して大気汚染・騒音などの自動車公害による健康被害も深刻化している。このような状況を受け、JICA の円借款により、ムンバイ北部のムンバイ国際空港やビジネス街 BKC 地区、および観光地である南部の旧市街など、ムンバイを縦断するメトロ 3 号線が 2025 年 10 月 8 日に全線開通した。さらに、JICA の有償資金協力プロジェクトにより、ムンバイ（マハラシュトラ州）と隣接するグジャラート州のアーメダバード間（508km）でインド初の日本式高速鉄道の建設が進んでいる。これにより、商工業が盛んな両都市を従来の 3 分の 1 の約 2 時間で結び、沿線都市も含む経済回廊の更なる発展に貢献するものと期待される。



ムンバイ市



メトロ 3 号線

2.2.5 マハラシュトラ州政府の概要

マハラシュトラ州政府機関は、41 の局（所謂、州の省レベル）に分かれており、さらにその下に関連機関が位置付けられている。本事業主要な連携先であるマハラシュトラ州公害管理局（MPCB）は環境局の下部組織であり、マハラシュトラ州エネルギー開発局（MEDA）はエネルギー局の下部組織である。

局	局の各組織・関連組織
Agriculture Department	Agriculture Department Animal Husbandary and Dairy Development Maharashtra State Agriculture and Marketing Board Maharashtra Agriculture Industries Development Corporation Maharashtra State Seed Corporation National Bank for Agriculture and Rural Development
Co-operation, Marketing and Textile Department	Co-operation, Marketing and Textile Department Co-operation Commissioner, Pune Directorate of Marketing, Maharashtra State Indrayani Handlooms Maharashtra State Agricultural Marketing Board Sugar Commissioner, Pune
Cultural Department	Directorate of Cultural Affairs Maharashtra film, State and Cultural Development Corporation Department of Cultural Affairs Gazetteers Department Directorate of Archaeology and Museums Directorate of Archives P.L. Deshpande Maharashtra Kala Academy Stage Performance Scrutiny Board Maharashtra Hindi Sindhi Gujarati Sahitya Academy
EGS Department	Employment Guarantee Scheme
Environment Department	Environment Maharashtra Pollution Control Board
Energy Department	Energy Department Maharashtra State Electricity Board Maharashtra Energy Development Agency Maharashtra State Electricity Distribution Company Ltd. Maharashtra State Electricity Generation Co, Ltd. Maharashtra State Electricity Transmission Co. Ltd.
Finance Department	Budget Estimation, Allocation and Monitoring System Directorate of Insurance Directorate of Local Fund Accounts Audit Finance Department Government Receipt Accounting System Koshwahini Mahakosh Maharashtra State Lottery Nivruttivetanwahini Public Sector Undertaking Reporting System
Fishries Development	Fisheries Department
Food, Civil Supply and Consumer Protection Department	Food Civil Supply and Consumer Protection Department
Forest Department	Forest Development Corporation
General Administration Department	Chief Electoral Officer Directorate General of Information and Public Relations General Administration Department Lokayukta Maharashtra Maharashtra State Information Commission

	<p>Maharashtra Airport Development Company Limited Maharashtra Public Service Commission Rajiv Gandhi Science and Technology Commission</p>
Home Department	<p>Anti Corruption Bureau, Maharashtra Directorate of Forensic Science Laboratories Home Department Maharashtra Prison Department Maharashtra State Police Maharashtra State Criminal Investigation Department Mumbai Police Mumbai Traffic Police Maharashtra State Police Housing and Welfare Corporation</p>
Housing Department	<p>Housing Maharashtra rent control act (housing department) Maharashtra Housing and Area Development Authority Maha Housing Maharashtra Real Estate Regulatory Authority Shivshahi Punarvasan Prakalp Ltd Slum Rehabilitation Authority</p>
Higher and Technical Education Department	<p>Higher and Technical Education Directorate of Library</p>
Information Technology	<p>Information Technology Maha IT</p>
Industry, Energy, Labor and Mining Department	<p>Industries, Energy and Labor Department Directorate of Industries Directorate of Government Printing & Stationary, Mumbai Maharashtra Industrial Development Corporation India Maharashtra State Khadi and Village Industries Board Maharashtra State Mining Corporation Directorate of Geology and Mining, Govt. of Maharashtra</p>
Law and Judiciary Department	<p>Law and Judiciary Department Registration of Partnership Firm</p>
Labor Department	<p>Labor Department Labor Commissioner Office Narayan Meghaji Lokhande Maharashtra Institute of Labor Studies Directorate of Industrial Safety and Health Maharashtra Labor Welfare Board Directorate of Steam Boilers Maharashtra Building and Other Construction worker's welfare Board</p>
Medical Education and Drug Department	<p>Medical Education and Drug Department Directorate of Ayush (M.S.) Haffkin Bio Pharmaceutical Corporation Ltd., Haffkine Institute for Training, Research & Testing Directorate of Medical Education and Research Maharashtra University Of Health Sciences, Nashik Maharashtra Medical Council</p>
Maharashtra Medical Council Marathi Language Department	<p>Directorate of Languages Marathi Language Maharashtra Rajya Marathi Vishwa Kosh Nirmiti Mandal Marathi Paribhasha Kosh Rajya Marathi Vikas Sanstha Maharashtra Rajya Sahitya aani Sanskruti Mandal Vishwa Kosh Prathmavritti</p>

Minority Development Department	Minority Development Maulana Azad Minorities Financial Development Corporation
Other Backward Bahujan Welfare Department	Maharashtra State Other Backward Classes Finance and Development Corporation Mahatma Jyotiba Phule Research and Training Institute (Mahajyoti) Other Backward Bahujan Welfare Department
Public Works Department	Chhatrapati Shivaji Maharaj Memorial Maharashtra State Road Development Corporation Public Works Department
Public Health Department	Aasha Aurvedic Institute NRI Health Registration Public Health Department
Planning Department	Directorate of Economics and Statistics Maha Mudra Portal MRSAC Geo Portal Planning Annasaheb Patil Arthik Magas Vikas Mahamandal Maryadit
Parliamentary Affair Department	Parliamentary Affair
Persons with disabilities Welfare Department	Persons with Disabilities (PwDs) Welfare Department Swavalamban Portal (For UDID Card) Maha DBT Portal Aaple Sarkar Portal
Revenue Department	Revenue Department
Rural Development and Panchayat Raj Department	Rural Development and Panchayat Raj
School Education and Sports Department	Maharashtra Prathamik Shikshan Parishad School Education Department Sports Departments
Social Justice and Special Assistance Department	Aam Aadmi Bima Yojna Babasaheb Ambedkar Research and Training Institute e-Scholarship Mahatma Phule Backward Class Development Corporation Other Backward Class Development Corporation Social Justice and Special Assistance Department Vasantrao Naik Vimukta Jatis and Nomadic Tribes Development Corporation Ltd.
Skills, Employment, Entrepreneurship and Innovation Department (SEEID)	Skills, Employment, Entrepreneurship and Innovation Department (SEEID) Commissionerate of Skill Development, Employment and Entrepreneurship, Navi Mumbai Ratan Tata Maharashtra State Skills University (RTMSSU) Maharashtra State Skill Development Society, Mumbai Maharashtra State Innovation Society, Mumbai Directorate of Vocational Education and Training, Mumbai Maharashtra State Board of Skill, Vocational Education and Training, Mumbai
Soil and water conservation Department	Soil and water conservation Department
Tribal Development Department	Tribal Development Tribal Research and Training Institute
Textile Department	Department of Sericulture, Maharashtra Maharashtra State Powerlooms Corporation Ltd.

	Textile
Tourism Department	Directorate of Tourism Maharashtra Tourism Development Corporation
Transport Department	Motor Vehicle Department Maharashtra Maritime Board -(Shoreline Management Plan for Maharashtra)
Urban Development Department	Urban Development Department Directorate of Municipal Council Administration, Government of Maharashtra. Director Town Planning Maharashtra City and Industrial Development Corporation (CIDCO), Mumbai Mumbai Metropolitan Region Development Authorities Pune Metropolitan Region Development Authority, Pune Nagpur Metropolitan Region Development Authority, Nagpur Nashik Metropolitan Region Development Authority, Nashik Chhatrapati Sambhajinagar Metropolitan Region Development Authority, Chhatrapati Sambhajinagar. Kolhapur Urban Area Development Authority, Kolhapur Maharashtra Industrial Development Corporation
Women and Child Development Department	Mahila Aarthik Vikas Corporation Women and Child Development
Water Supply and Sanitation	Groundwater Surveys And Development Agency Maharashtra Jeevan Pradhikaran Water Supply and Sanitation
Water Resources Department	Maharashtra Water Resources Regulatory Authority Water Resources

表 2-8 マハラシュトラ州政府機関

(引用) Government of Maharashtra Official Website⁴¹ から GEC 作成

2.2.6 マハラシュトラ州における脱炭素関連政策・取り組み

(1) マハラシュトラ州におけるエネルギーの現状

エネルギー局へのヒアリングによると、マハラシュトラ州は、再生可能エネルギーの拡大を目指しており、太陽光発電、水力発電、風力発電を中心に 2030 年までに発電量の 50%以上を再生可能エネルギー由来の電力にすることを目指している。

新・再生可能エネルギー省 (MNRE) ⁴⁵によると、マハラシュトラ州は再生可能エネルギーの導入が進んでいる州のひとつであり、州の総発電設備容量に占める再生可能エネルギーの割合は、2017年度の27.86%から2024年度には43.35%へと大幅に増加し、クリーンエネルギー源への顕著な移行を示している。2025年3月末時点において設置された再生可能エネルギーの設置容量は、全国で5番目の22.4GW (全体の10.18%)であり、全国的にも進んでいる。なお、マハラシュトラ州を含め上位5州は、ラジャスタン州、グジャラート州、タミル・ナードゥ州、カルナタカ州、およびマハラシュトラ州の再生可能エネルギーの合計設置容量は (2025年3月末時点) は、インド全州の約63%を占める。マハラシュトラ州は、日照条件や風況により太陽光発電と風力発電のポテンシャルが大きく、特に、風力発電は全国的にもポテンシャルが大きい州となっている。

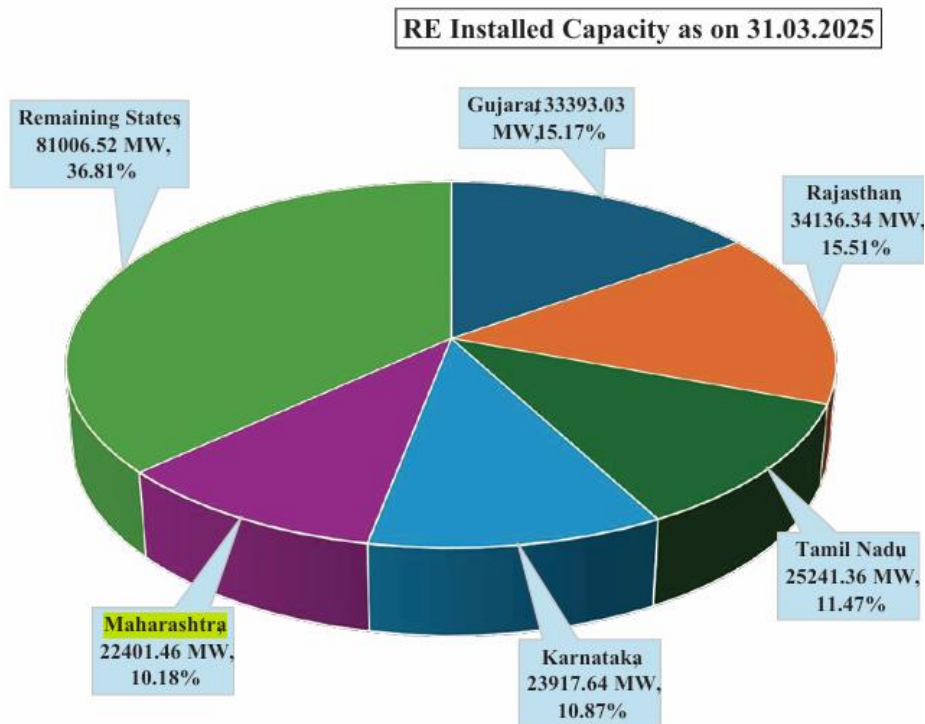


図 2-21 再生可能エネルギーの設置容量トップ5州

(引用) MNRE, “Renewable Energy Statistics 2024-25”⁴⁵

同州の総発電設備容量に占める再生可能エネルギーの割合は、2017年度の27.86%から2024年度には43.35%へと大幅に増加している。特に太陽光発電においては、最も顕著に成長しており、太陽光発電の設備容量は、2014年度の363.77MWから2024年度までに10,687.27MWへと指数関数的に増加しており、成長する再生可能エネルギーの主要な牽引役となっている。風力発電は、2014年度時点で既に4,445.93MW導入されているが、2024年度までに着実に5,284.61MWまで成長し、10年間で18.86%の成長を達成した。バイオエネルギーも1,883.25MWから2,998.30MWへ拡大し、59.21%の成長率を記録した。全体として、再生可能エネルギーの総設備容量は、2014年度の7,029.88MWから2024年度までに19,354.46MWへと増加している⁴⁵。

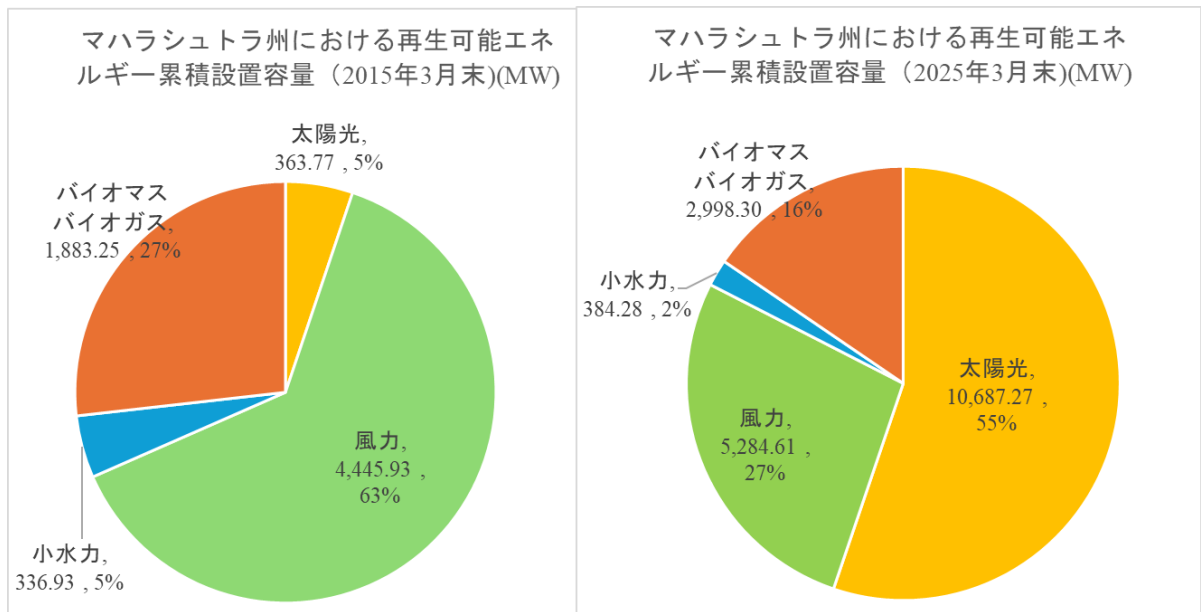


図 2-22 マハラシュトラ州における再生可能エネルギー累積設置容量 (2015 年度・2024 年度)
(引用) MNRE, “Renewable Energy Statistics 2024-25⁴⁵”から GEC 作成

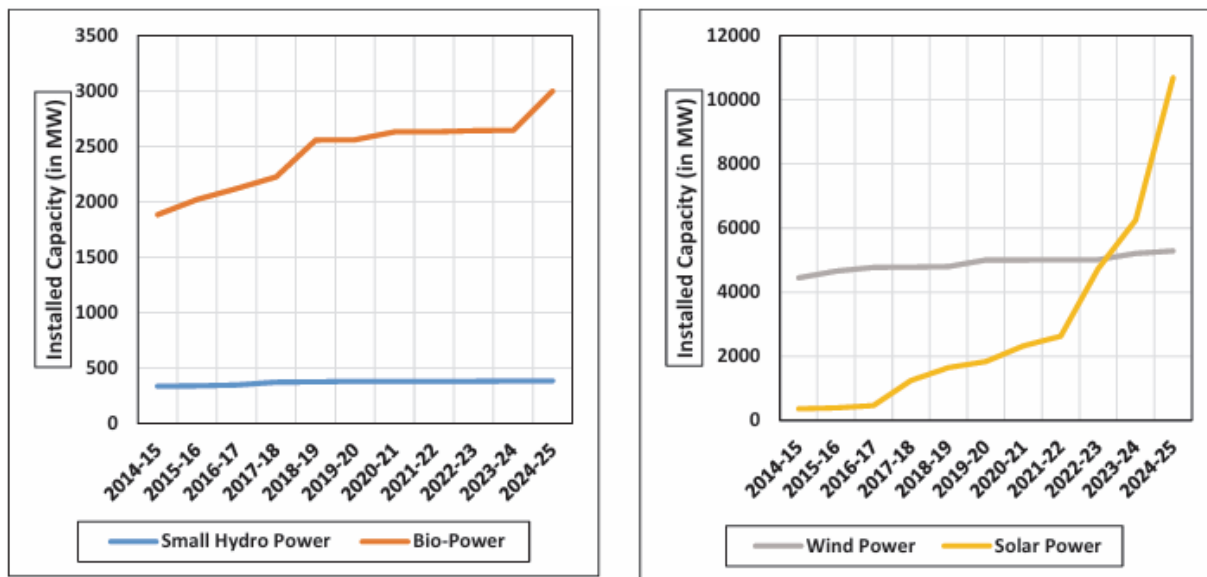


図 2-23 マハラシュトラ州における再生可能エネルギー累積設置容量推移
(引用) MNRE, “Renewable Energy Statistics 2024-25⁴⁵”

前述の通り、マハラシュトラ州は、太陽光発電、水力発電、風力発電を中心に 2030 年までに、発電容量の 50%以上を再生可能エネルギーから供給する目標を掲げている。

新・再生可能エネルギー省 (MNRE) ⁴⁵によると、2024 年度において、再生可能エネルギーは州の総発電量の 14.82%であり、非再生可能エネルギーからの共有が、依然 85.18%を占めている。再生可能エネルギー源の中では太陽光発電が最大のシェアを占め、総発電量の 4.54%であった。

次いで、風力発電（4.50%）、大規模水力（3.31%）、バイオ電力と小規模水力はそれぞれ 1.97%と 0.50%と小規模な割合を占めた。

マハラシュトラ州の総発電量に占める再生可能エネルギー発電の割合（%）（2024年度）

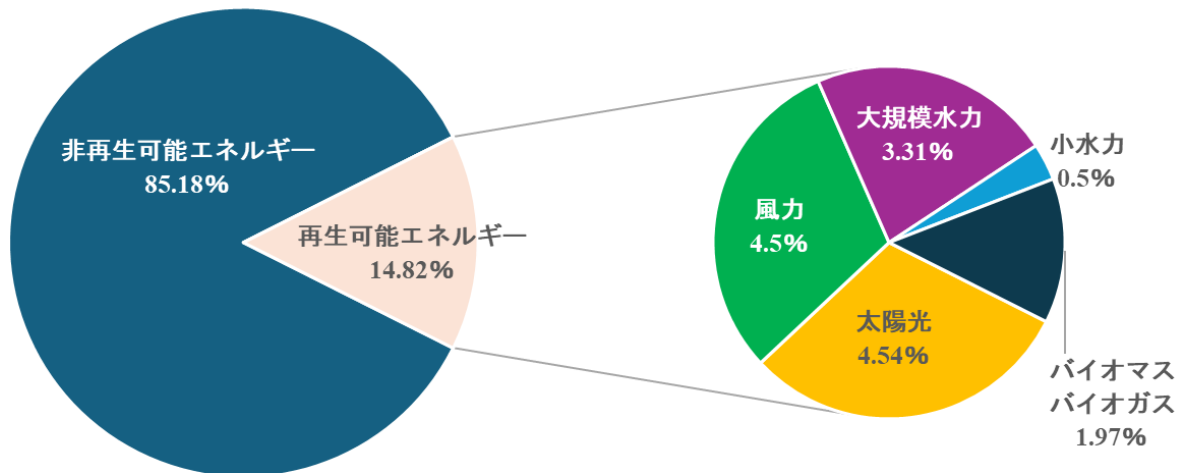


図 2-24 マハラシュトラ州の総発電量に占める再生可能エネルギーの割合（2024年度）

（引用） MNRE, “Renewable Energy Statistics 2024-25”⁴⁵ から GEC 作成

（2）マハラシュトラ州グリーン水素政策

マハラシュトラ州は、2023年にインドで初めてとなる州レベルでの「マハラシュトラ州グリーン水素政策 2023」を発表した。本政策では、2030年までに年間50万トンのグリーン水素を製造することを目標としている。同目標を達成するために、様々なインセンティブ（主にグリーン水素製造）が付与される。

具体的な内容は以下のとおり

1) グリーン水素製造を促進するためのインセンティブ^{46, 47}

① 再生可能エネルギー導入拡大のためのインセンティブ

グリーン水素製造などのために調達する再生可能エネルギー由来の電力コストを低減し、それによってグリーン水素製造コストを軽減するために様々なインセンティブが供与される。

託送料金	<ul style="list-style-type: none"> グリーン水素製造のために調達する再生可能エネルギー由来の電力について、単独の再エネ電力から調達する場合は 50% 免除、複数の再エネ電源から調達する場合は 60% 免除される。
送電料金	<ul style="list-style-type: none"> グリーン水素製造のために調達する再生可能エネルギー由来の電力について、単独の再エネ電力から調達する場合は 50% 免除、複数の再エネ電源から調達する場合は 60% 免除される。

電気税免除	<ul style="list-style-type: none"> グリーン水素製造のために調達する再生可能エネルギー由来の電力について、単独の再エネ電力から調達する場合は 10 年間、複数の再エネ電源から調達する場合は 15 年間、100% 免除される。
-------	--

② グリーン水素製造のための補助金

グリーン水素製造にかかるコストを軽減するために補助金が供与される。

- 最初の 3 つのグリーン水素プロジェクト（5 ～ 10 万トン／年）規模）とその派生プロジェクトの設備コストに対して、30%の補助金が提供される。
- 水電解装置及び関連する再生可能エネルギー・グリーン水素設備の製造に関し、2019 年度産業省インセンティブパッケージ制度に基づく優遇措置の対象となる。

③ グリーン水素製造プラントに対する地方税の免除

- GH とその派生（グリーンアンモニア等）プロジェクトに対する地方自治体税および非農業税、印紙税が免除される。
- 土地、貯蔵、輸送、港湾インフラ整備のための促進措置が提供される。

④ 輸送にかかる補助金

- 最初に導入される 20 の水素ステーションに対して、30%の導入補助金（4.5 千万ルピー）が提供される。
- 最初の 500 台の FCV に 30% の導入補助金が提供される。
- 公共交通で利用する FCV に対して 300 万ルピーの補助金が提供される。

⑤ グリーン水素のブレンディングへの補助金

- グリーン水素を CNG および PNG パイプラインに混合するための補助金として、1kg あたり 50 ルピーが 5 年間支給される。
- パイプラインによるグリーン水素の輸送は、1 プロジェクトにつき、最大 10km までのパイプラインにおいて、2.5 千万ルピー／1km を上限とする補助金、または設備投資の 30%を上限とする補助金を受けることができる。

(2) “マハラシュトラ州グリーン水素政策 2023”の目指す成果

州のグリーン政策で示されている目指す成果は以下の通り。

- エンジニアリングスキルの開発
- グリーン水素とその派生プロジェクトに関連する R&D およびパイロットプロジェクトの開発
- 研究機関および業界の専門家と連携した a center of Excellence の設立
- グリーン水素ハブおよび Pre-実現可能性調査の開発
- マハラシュトラ州の関連港湾当局を通じた、グリーン水素とその派生物（グリーンアンモニア等）を貯蔵するために、港湾付近にバンカー（貯蔵タンク）の開発

- ・ グリーン水素とその派生（グリーンアンモニア等）に関するプロジェクトや再生可能エネルギープロジェクトの登録、承認などを容易にする Single window portal の開発
- ・ グリーン水素およびその派生プラントに関する懸念に対処するための処理メカニズムの確立

（3）グリーン水素ハブ構想

グリーン水素の製造者、潜在的なグリーン水素の消費者、再生可能エネルギーインフラを繋ぐネットワークであるグリーン水素ハブの構築を目指す。同構想では、エリア内に複数のグリーン水素の製造拠点を有するとともに、需要エリアや港湾エリアへの効率的なアクセスやインフラを共有する。これにより、以下の実現を目指す。

- ・ スケールメリットを可能にするために、グリーン水素の製造拠点と需要者をクラスター化する。
- ・ グリーン水素とその派生物（グリーンアンモニア等）のコスト競争力の向上
- ・ グリーン水素とその派生物（グリーンアンモニア等）の輸出
- ・ インフラやビジネス性の向上

2.2.7 インド（主にマハラシュトラ州）に進出する日系企業

在インド日本国大使館、総領事館及び日本貿易振興機構（ジェトロ）によると、全インドにおける日系企業数（現地法人の本社、本店等）の合計は、2024年10月時点で1,434社であった。うち、マハラシュトラ州に進出しているのは248社である⁴⁸。前述のとおり、金融・商業都市であるムンバイ市は、銀行、証券会社、商社、物流、小売業などの日系企業が拠点をおく。一方、自動車関連、金属製品、繊維、医薬品、化学品・化学製品、石油化学、食品加工などが盛んなプネ市では、日系の製造業や商社等の地方事務所等が拠点をおいている。

本都市間連携事業へ参画する本邦企業の発掘や新たな環境・脱炭素プロジェクトを特定するアプローチとして、①現地に拠点は無いものの今後、インド（主にマハラシュトラ州周辺）で、脱炭素等の環境技術・製品を展開するための足掛かりが欲しい企業、②既にインドにおいて、脱炭素等の環境技術・製品の販売・製造拠点が有り、今後日本の補助金などを活用して製品を販売したい企業、③インド（主にマハラシュトラ州周辺）の工場や商業ビルなどに、脱炭素等の環境技術・製品を日本の補助金などを活用して導入したい企業などを特定する必要がある。

本項では、②と③のパターンを想定し、在インド日本国大使館、総領事館及び日本貿易振興機構（ジェトロ）の「インド進出日系企業リスト」やヒアリング等から、インド（特にマハラシュトラ州周辺）に拠点をもち、大阪・関西にも拠点をもち企業（特に、電機メーカー、エンジニアリング・機械メーカー、自動車関連（部品製造も含む）、石油・石油化学企業、化学メーカー、鉄鋼・建設企業等）をメインに抽出し、各社の拠点や事業内容を整理した。その結果、マハラシ

ユトラ州における拠点として、本社や営業所はムンバイ、工場はプネに集積していることが分かった。また、リストアップした企業が Team OSAKA ネットワークの登録事業者であるかも整理した。

MH : 「マハラシュトラ州」の略
 Team Osaka : 「Team OSAKA ネットワーク」の略
 ムンバイ・プネはいずれもマハラシュトラ州

業界	上：企業名 下：現地法人	Team Osaka	インドの 拠点エリア	分野・技術・事業 下線はインドにおける事業
商社	ユアサ商事 YUASA TRADING INDIA		本社：ハリヤナ 営業所：プネ、 バンガロール、 チェンナイ	産業設備、工業機械、仮設・住設・ 管財・空調、建築・エクステリア、 建設機械部門、 その他（エネルギー・消費材・木材 など）
商社 環境イン フラ	興和 Kowa India		ムンバイ	【商社】繊維、機械、建材、船舶鉦 物資源、化成品原料、生活関連物資 など 【メーカー部門】 省エネ・創エネソリューションの販 売、環境インフラ等 産業関連事業部 環境インフラ 興 和株式会社 (kowa.co.jp)
電機 メーカー	ホンザキ WESTERN REFRIGERATION PVT. LTD.		本社：ムンバイ 工場：MH 州	冷凍、冷蔵庫、製氷機、食器洗浄機 等の製造
電機 メーカー	ダイキン工業 Daikin Airconditioning India Pvt. Ltd.	○	本社：ハリヤナ 営業所：プネ、 ムンバイ 工場：Rajasthan 州	空調機器の製造販売、ZEB
電機 メーカー	三菱電機 Mitsubishi electric	○	本社：ハリヤナ 営業所：ムンバ イ、プネ等 工場：プネ	空調システム、ファクトリーオート メーション、半導体・デバイス等
電機 メーカー	富士電機 Fuji electric	○	営業所：ムンバ イ	コンポーネント製品全般の販売（イ ンバーター、半導体等） 電力、鉄道等のインフラ事業（エネ ルギー分野向けの製品やエンジニア リング、並びに高効率のモーターや インバーター等の駆動制御システム 等）
エンジニ アリン グ・機械	村田製作所 Murata Electronics (India)		チェンナイ	村田製作所および関係会社の製品 （電子デバイス等）の販売およびマ ーケティング活動

エンジン アリン グ・機械	ポーライト Porite India Private Limited		工場：プネ	金属機械部品の製造
エンジン アリン グ・機械	クボタ Kubota	○	営業所：Haryana 工場：プネ	機械（農業・産業）・水及び環境シ ステム・社会インフラ分野における 製品やシステムの製造販売・プラ ントの建設
エンジン アリン グ・機械	デンヨー Denyo India		営業所： Haryana 州 工場：プネ	水素混焼 or 専焼発電機、燃料電池電 源車、燃料電池、（ディーゼル）発 電機、溶接機、エンジンコンプレッ サ
エンジン アリン グ・機械	電業社機械製作 所（DMW CORPORATION） DMW corporation India		営業所：ムンバ イ 工場：プネ	ポンプ・送風機・バルブ等の風水力 機械や、エコタービン、浄水関連装 置・廃棄物処理装置等の環境設備を 担う機器の製造 ※インド・プネ工場ではポンプの製 造が中心
エンジン アリン グ・機械	矢崎総業 矢崎インディア有 限会社		工場：プネ	営業、生産（自動車用のワイヤーハ ーネスや部品等）、開発他
エンジン アリン グ・機械	イシダ Ishida India Pvt.Ltd.		営業所：チェン ナイ 工場：プネ	食品の計量、選別、加工、包装関連 機器等
自動車関 連産業	ブリヂストン Bridgestone		工場：プネ	タイヤ製造
自動車関 連産業	AGC AIS (Asahi India Glass)		工場 2 箇所： MH 州	産業用ガラス、部品等製造
自動車関 連産業	Fukoku Fukoku India Pvt.Ltd.		本社・工場：プ ネ 工場：MH 州 Kolhapur	ゴム製品、金属・合成樹脂製品、セ ラミックス・医療用具、バイオ、医 療関連製品の製造販売
自動車関 連産業	三ツ星ベルト MITSUBOSHI BELTING-INDIA PRIVATE LIMITED		営業所：ナミ・ ムンバイ（MH 州） 工場：プネ	産業用ベルトの製造
自動車関 連産業	Exedy Exedy India		工場：MH 州 Aurangabad 営業所：プネ	自動車用クラッチ・トルク製造
食品加工	オリエンタル酵母 工業 Oriental Yeast India Pvt. Ltd.		工場：プネ近郊	イースト等の製造・販売、当社製品 のインドでの販売
石油・石 油化学	出光興産 Idemitsu Lube India Pvt. Ltd.		工場：MH 州カ ラプール工業団 地	石油精製、石油製品、石油化学製品 の製造・販売等
化学	DIC （旧 大日本イン キ化学工業）		営業所：ムンバ イ 工場：プネ	印刷インキ・合成樹脂の製造・販売

分析計測	堀場製作所 HORIBA India	○	Technical Center：プネ 工場（MH州）	分析装置・計測機器の開発・製造・販売
鉄鋼	伊藤忠丸紅鉄鋼 MI Electrical Steel Processing India Caparo MI Steel Processing JSW MI Steel Service Center Magnum MI Steel	○	営業所：ムンバイ チェンナイ ニューデリー 関連会社の鋼板の加工工場：プネ	鋼材物流・鋼材加工
建設	複数企業の合弁会社 Fuji Silvertch		営業所：ムンバイ 工場：プネ	コンクリート等のインフラ建築資材等の製造
物流	上組 Kamigumi(India)	○	なし	港湾運送、倉庫における保管・流通加工、貨物自動車運送、国際運送
製造	日本製紙 Nippon Paper Foodpac Pvt. Ltd.		ムンバイ	飲食品パッケージの製造
医療	ニプロ Nipro Medical India/ Nipro Pharma Packaging India/ Nipro India Corporation		営業所：ムンバイ 工場：プネ ほかMH州に多数拠点あり	医療機器とヘルスケア製品を設計、開発、製造
塗料画材	コクヨ Kokuyo Camlin Ltd.		工場：プネ	塗料・画材

表 2-9 インド（主にマハラシュトラ州）に進出する大阪・関西に拠点をもち企業

（引用）各社ウェブサイト等から GEC 作成

第3章 脱炭素社会実現のための都市間連携

本章では、本事業の柱のひとつである大阪市とインド・マハラシュトラ州間の都市間連携に係る活動とそれに付随する活動等を述べる。

3.1 都市間連携に関する背景

大阪市環境局とマハラシュトラ州公害管理局（MPCB）は、高まる環境問題対策と脱炭素対策のニーズに対応するため、環境保全・エネルギー政策に関する知見共有や人材育成の推進、環境影響等の専門知識の共有、環境保全・エネルギー分野等における官民連携プロジェクトの推進等を目的に、2020年6月に「マハラシュトラ州公害管理局と大阪市環境局との環境保全・エネルギー分野との協力に関する覚書」を締結（2022年12月、および2026年1月更新）し、GECが支援する形で政策対話やニーズ調査、オンラインビジネスセミナーなどを実施してきた。また、大阪市が大阪府と共同設置する大阪港湾局もムンバイのジャワハルラル・ネルー港とパートナーシップ港提携しており、両港の貿易振興やビジネスチャンスの創出を目的に2019年覚書を締結するなど、様々な角度から両自治体間の連携を推進している。

大阪市とインド・マハラシュトラ州における連携のこれまでの経緯は以下の通り。

年	月	取り組み内容
2019	7月・11月	インド・マハラシュトラ州における環境課題や技術ニーズを調査するため、2019年に2度の現地調査を実施し、マハラシュトラ州公害管理局（MPCB）やムンバイ市固形廃棄物局と、都市間連携事業実施の可能性や同州のスマートシティ構想、大気汚染、廃棄物分野の課題などについて協議した。その結果、マハラシュトラ州公害管理局・大阪市環境局間の事業協力に向けての覚書締結への合意形成がされた。
	12月	2019年12月16日に、大阪市港湾局とムンバイの Jawaharlal Nehru Port Trust 間で、次の目的のため「パートナーシップ港提携に関する覚書」を締結した。主な内容は以下の通り。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 大阪港・ジャワハルラル・ネルー（Jawaharlal Nehru）港間の貿易の振興 ・ 環境、商業、その他の分野を含む、港湾の運営・管理に関する情報の交換 ・ それぞれの港湾コミュニティを構成する企業とその他の団体の交流の促進 ・ 貿易の発展と両者のビジネスチャンスの創出につながるような行動・仕組みの支援
2020	6月	マハラシュトラ州公害管理局（MPCB）と大阪市環境局は、政策支援や知見の共有、官民連携プロジェクトの推進により、 <u>同州の環境保全・エネルギー分野の改善に貢献することを目的に</u> 、「マハラシュトラ州公害管理局と大阪市環境局との環境保全・エネルギー分野との協力に関する覚書」を2020年6月24日に締結した。

2021	2月	大阪市環境局、大阪港湾局、大阪港埠頭（株）、GECによる共催で、「 <u>第1回日本・インドビジネスオンラインセミナー</u> 」を開催。 <u>環境及び港湾・物流の分野におけるパートナーシップの構築をテーマに</u> 、大阪市や日本企業のほか、マハラシュトラ州公害管理局長やジャワハルルール・ネルー港会長などが講演した。
2022	2月	大阪市環境局、大阪港湾局、大阪港埠頭（株）、GECによる共催で、「 <u>第2回日本・インドビジネスオンラインセミナー</u> 」を開催。 <u>環境及び港湾・物流の分野における持続可能な開発目標（SDGs）への貢献をテーマに</u> 、大阪市や日本企業のほか、マハラシュトラ州公害管理局長やジャワハルルール・ネルー港会長、マハラシュトラ州の企業などが講演した。
	12月	2022年12月13日に、「マハラシュトラ州公害管理局と大阪市環境局との間における環境の保全及び改善と脱炭素化の実現に向けたエネルギー分野等での協力に関する覚書」を更新した。
2023	8月	2023年8月にマハラシュトラ州公害管理局と大阪市環境局が、マハラシュトラ州ムンバイ市にて「 <u>脱炭素対策をはじめとする環境・エネルギー分野における政策対話</u> 」を実施した。
		上記政策対話に合わせて、大阪市及びGECは、同州における <u>エネルギー・廃棄物・モビリティ分野の環境課題や技術ニーズ</u> を把握するため、現地調査を実施した。
2024	11月	マハラシュトラ州公害管理局と大阪市環境局による「 <u>脱炭素対策をはじめとする環境・エネルギー分野における政策対話</u> 」をムンバイにて実施した。
		大阪市環境局、GEC、カナデビアが、マハラシュトラ州エネルギー開発局（MEDA）を訪問し、都市間連携事業への協力に向け協議を実施した。
		都市間連携事業における実現可能性調査（FS）に参画企業を発掘するため、マハラシュトラ州に拠点をおく民間企業と協議した。
2025	5月	環境省委託事業「 <u>令和7年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務（カーボンニュートラル 実現に向けた、マハラシュトラ州・大阪市連携による脱炭素技術導入促進事業）</u> 」を開始した。
		マハラシュトラ州公害管理局と大阪市環境局による「マハラシュトラ州公害管理局と大阪市環境局との環境保全・エネルギー分野との協力に関する覚書」を更新した。
2026	1月	マハラシュトラ州公害管理局と大阪市環境局による「 <u>脱炭素対策をはじめとする環境・エネルギー分野における政策対話</u> 」をムンバイにて実施した。
		大阪市環境局、GEC、カナデビアが、マハラシュトラ州エネルギー開発局（MEDA）を訪問し、都市間連携事業への協力に向け協議を実施した。
		大阪市環境局、GECが、マハラシュトラ州エネルギー局を訪問し、都市間連携事業への協力に向け協議を実施した。

表 3-1 大阪市とマハラシュトラ州間の支援・協力・案件調査等の取組実績

3.2 都市間連携に関する今年度の活動

今年度実施した都市間連携とそれに付随する主な活動の概要を以下に示す。なお、関係者間の内部協議や個別企業との協議、デスクトップ調査等はこれに含めない。

活動時期	活動	活動内容
2025年7月	FSの実施（現地調査）	・ 現地 FS 関係者と協議
	JETRO ムンバイとの協議	・ 都市間連携事業の紹介、現地の情報収集、および今後の協力を得るため、意見交換を実施
	Mahratta 商工会議所との協議	・ 都市間連携事業の紹介、現地ワークショップの広報協力、および今後の相互協力のための意見交換を実施
2025年11月	JICA インド事務所との協議	・ 都市間連携事業の紹介、現地の情報収集、および今後の協力を得るため、意見交換を実施
	クリーン・シティ・パートナーシップ・プログラム（C2P2）セミナーへの参加（COP30）	・ 大阪市長によるビデオメッセージ ・ カナデビア（株）による発表
2026年1月	大阪市-MPCB 間による新覚書の締結	・ 「マハラシュトラ州公害管理局と大阪市環境局との環境保全・エネルギー分野との協力に関する覚書」を更新
	大阪市-MPCB 間による政策対話	・ 現地ニーズや今後の協力について意見交換を実施
	MEDA との協議	・ 現地のニーズや今後の協力分野についてヒアリングを実施
	マハラシュトラ州エネルギー局との協議	・ 現地のニーズや今後の協力分野について意見交換を実施
	現地ワークショップの開催	・ 水素を含む脱炭素技術、州の脱炭素政策、JCM 設備補助事業等を現地企業等に紹介するためのワークショップをプネ市で開催
	在ムンバイ日本国総領事館との協議	・ 都市間連携事業の紹介、現地の情報収集、および今後の協力を得るため、会議を実施
	FSの実施（現地調査）	・ 現地 FS 関係者と協議
2026年2月	脱炭素社会実現のための都市間連携セミナー2026 への参加	・ 公開・非公開セミナー、および視察に参加

図 3-1 今年度実施した主な都市間連携活動一覧

3.3 マハラシュトラ州公害管理局との連携強化

3.3.1 大阪市・MPCBによる覚書（MOU）の更新

マハラシュトラ州公害管理局（MPCB）は、州政府環境局下で廃棄物、水、大気等の分野で法律・政策の執行や環境管理を担っている。2020年6月24日、大阪市環境局とMPCBは、「マハラシュトラ州公害管理局と大阪市環境局との環境保全・エネルギー分野との協力に関する覚書」を締結して以降、セミナーや政策対話を通して友好的な関係を築いてきた。2022年12月に更新された同MOUが2025年末に有効期限を迎えたため、2026年1月12日に在ムンバイ日本国総領事館の総領事立ち合いのもと、MOUの更新セレモニーを実施した。MOUの主な内容は以下の通り。

- (1) マハラシュトラ州におけるエネルギー分野及び電気自動車の推進などの取り組みに代表される、運輸・物流分野における環境保全及び脱炭素社会の実現に向け、両者は以下について友好的に協力を促進する努力をするよう努める。
 - ① 同州の環境の保全及び改善並びにエネルギー政策等を支える基準・システムに関する情報共有
 - ② 環境影響の計測、調査、評価を円滑に実施するための専門的なスキルと知識の共有
 - ③ 環境の保全及び改善並びにエネルギー分野等における官民連携プロジェクトの推進
 - ④ 環境の保全及び改善並びにエネルギー政策等の着実な実施のための人材育成の推進
- (2) 同州の環境の保全及び改善並びにエネルギー分野等における脱炭素化の実現に向けて、両者は年に1回の継続的な政策対話を開催するように合理的な努力を行う



新MOU締結セレモニーの様子
(左から大阪市環境局課長・在ムンバイ日本国総領事・MPCB)

3.3.2 マハラシュトラ州公害管理局（MPCB）との政策対話

日時	2026年1月12日（火）
場所	MPCB 会議室 Kalpataru Point, 2nd-4th flrs, opp PVR Cinema, Sion Circle, Mumbai 400022
相手側	MPCB <ul style="list-style-type: none"> ・ Chairman ・ Member Secretary ・ Joint Director ・ その他、職員 5 名が出席
日本側	在ムンバイ日本国総領事 大阪市環境局（2名） 国連環境計画 国際環境技術センター（UNEP-IETC）（1名） GEC（3名） 現地コーディネーター— 通訳

（1）プログラム

政策対話でのプログラムは以下のとおり。

プログラム	対応・発表者
① 新 MOU 締結署名式	大阪市環境局・MPCB （立合い）総領事
② MPCB からの歓迎挨拶と MPCB が抱える環境課題等に関するプレゼンテーション	MPCB / Member Secretary
③ 大阪市の環境関連施策や取り組み紹介	大阪市環境局 /
④ 都市間連携事業の紹介	GEC
⑤ JCM の紹介	GEC
⑥ UNEP-IETC が重点的に取り組む統合廃棄物管理事業の紹介	UNEP-IETC / 企画官

表 3-2 MPCB と大阪市との政策対話

（2）政策対話概要

政策対話の冒頭では、MPCB の新しい Member Secretary から、MOU に基づくこれまでの継続的な両者の良好な関係維持に対する努力に感謝が述べられた。今後は、双方による訪問を介して、より実質的活動にシフトし、MPCB の技術系職員が研修参加するなど、お互いに学び合う機会を作りたいとの発言があった。特に、廃棄物管理、水環境、大気、気候変動、および能力開発分野において、大阪市の知見を共有してほしいとの発言があった。確認された具体的な支援ニーズについては後述する。

それを受け、大阪市環境局から、大阪市もムンバイと同じような大気・水質汚染の公害を体験したが、大気汚染については排ガス規制を実施しながら問題を克服した歴史があり、廃棄物問題

については 50 年かけてごみ回収・分別に取り組んできたことを説明した。また、大阪市への訪問を歓迎するとともに何か質問などあれば関係部署につなぐと提案した。その後、下水処理場で採用している膜分離活性汚泥処理システム、排水処理技術、メタン発酵およびメタンガス発電技術など、大阪市の取り組みや大阪・関西企業の技術を紹介した。続いて、GEC から都市間連携事業の概要と進捗報告、および JCM について紹介を行った。さらに、UNEP-IETC が重点的に取り組む統合廃棄物管理事業、特にプラスチック汚染、電子電機機器廃棄物管理、有機廃棄物の分野の支援のため、ムンバイで実施する廃棄物管理プロジェクトについて紹介した。

最後に、MPCB の Chairman より、「これから協働分野とそのソリューションについて詳細を一緒に詰めていきたい。特に大阪市の御堂筋の脱炭素の取り組みに関するパイロット事業に関心があり、水、大気、廃棄物管理分野の政策（脱炭素も含め）についても段階的に進めていきたい」との発言があった。

（3）環境分野の支援ニーズ

政策対話、および帰国後に実施したオンライン会議で確認された MPCB からの支援ニーズは以下の通り。

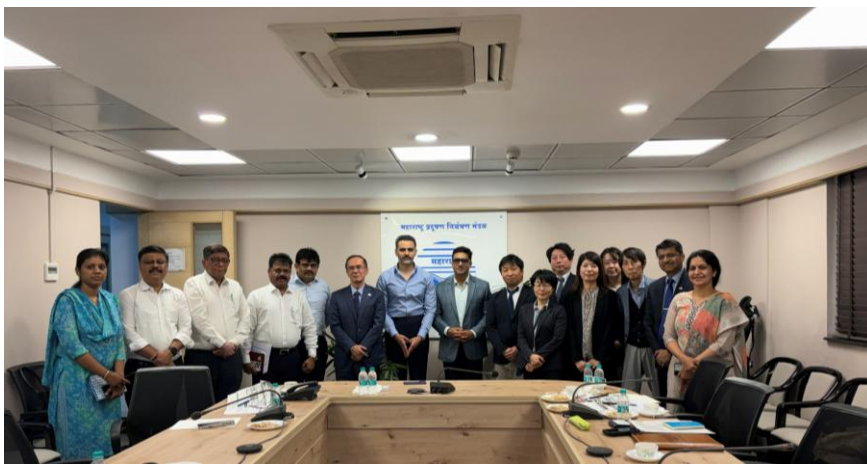
分野	支援ニーズ
廃棄物管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発生源および中継地における廃棄物の分別収集システム <ul style="list-style-type: none"> ✓ 企業の取り組みを後押しする規制、インセンティブ、枠組み等など ・ 資源ごみの収集・有効利用 <ul style="list-style-type: none"> ✓ プラスチック廃棄物や電子電機機器廃棄物（e-waste）の管理、収集、リサイクル、安全な廃棄メカニズム ✓ リサイクルに対する規制やインセンティブ、枠組み ✓ プラスチック等のごみ処理施設 ・ 廃棄物からのエネルギー回収 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 持続可能性や環境安全性を考慮したバイオマス発電の適用・技術協力 ・ 最終処分場 <ul style="list-style-type: none"> ✓ Biomining（微生物の力を利用して、埋立地に埋められた廃棄物から有用な金属資源を回収し、同時に廃棄物を無害化・減容化する技術）の適用
水環境	<ul style="list-style-type: none"> ・ 排水規制を順守するための下水および排水のリアルタイムオンラインのモニタリングシステムの構築 ・ 高効率な下水処理システム <ul style="list-style-type: none"> ✓ 下水処理過程で発生するガスの有効利用 ・ 都市および近郊における分散型の排水処理システムの導入 ・ 膜分離活性汚泥法（MBR）の適用（特に人口密度の高いエリア）

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 産業地帯となっている海岸部や河川部における水質改善 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 汚染規制 ✓ リアルタイムの汚染分析 ✓ 将来予測データなど ・ 水の再利用について
大気汚染	<p>【課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 特にムンバイ市等の都市部で SO_x等の問題が深刻化している。対策は講じているが効果薄 <p>【支援ニーズ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 都市レベルでの大気汚染管理計画（発生源別、対象セクター別の対応を含む） ・ 都市部における深刻な大気汚染発生時に、迅速な予防措置を可能にする大気汚染予測と早期警報システムの開発 ・ 建設、道路工事、資材運搬で発生する粉塵対策のための基準に関するガイダンス <p>【関心のあるエリア】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 継続的なモニタリングシステムを維持するための強固なデータ検証および品質保証・品質管理プロトコル ・ リファレンスモニタリングステーションへの低コストセンサー導入により、観測範囲の拡大と正確な状況判断を実現 ・ リアルタイムデータ発信、市民の意識向上、透明性のための使いやすい公開ダッシュボードの構築
気候変動	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大阪市などの市域レベルでの取組みとマハラシュトラ州への適用可能性の検討 ・ 廃棄物発電や省エネ等を通じた温室効果ガスの削減
能力開発ほか	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大阪市からこれらの知見を共有するためのメカニズムの構築 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 専門家による研修等

表 3-3 MPCB からの支援ニーズ



政策対話風景



集合写真

3.4 マハラシュトラ州エネルギー関連部局との連携強化

3.4.1 マハラシュトラ州エネルギー開発局（MEDA）との連携

日時	2026年1月13日（水）
場所	MEDA 会議室 HR7C+2M3, Aundh Rd, opp Spicer College Rd, Aundh, Pune 411067
相手側	<p>MEDA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Director General • Additional Director General • Manager, Green Hydrogen (Chair) • General Manager (Green Hydrogen 担当) • General Manager (Solar & Non-Solar 担当) • General Manager (Wind 担当) • General Manager (Admin 担当) • General Manager (Research and Planning 担当) • General Manager (Account 担当)

	・その他 MEDA 職員、コンサルタントなど合計 (21 名)
日本側	大阪市環境局 (2 名) カナデビア (2 名) ※現地コンサルタント 1 名含む GEC (3 名) 現地コーディネーター 通訳

マハラシュトラ州エネルギー開発局 (MEDA) は、州政府エネルギー局の下、再生可能エネルギーやグリーン水素等の次世代エネルギーの開発や推進を担っており、マハラシュトラ州グリーン水素政策を実施する中核機関でもある。大阪市環境局と GEC は、都市間連携事業への参画に対する意見交換や州の水素政策などのヒアリングを実施するため、2024 年 11 月に MEDA を訪問した。今年度は、本事業の活動内容や進捗状況、および両地域の取組みや JCM の紹介とともに、今後の協力に関する意見交換を実施するため、MEDA を訪問した。

(1) 会議概要

まず MEDA の Director General から歓迎の挨拶があり、続けて MEDA からマハラシュトラ州におけるエネルギーの現状や政策目標、および支援ニーズについて発表があった。それによると、マハラシュトラ州では、脱炭素化に向けた戦略として以下の戦略を掲げている。

- ・ 蓄電池と連動した再生可能エネルギー (太陽光・風力) を 2030 年までに 10GW、2035 年までに 25 GW 導入
- ・ 火力発電所と連動した再生可能エネルギー/エネルギー貯蔵システムを 2030 年までに 2GW、2035 年までに 5 GW 導入
- ・ グリッド電力に接続した蓄電池を 2030 年までに 4GW、2035 年までに 10 GW 導入
- ・ 2035 年までに、総エネルギー貯蔵システム設置容量の 10% を分散型にする
- ・ 年間 50 万トンのグリーン水素を生産する

また、MEDA から大阪市および都市間連携事業でコラボレーションしたい分野として、特に、ダム・貯水池上における浮体式太陽光発電、バッテリーエネルギー貯蔵システム (BESS)、グリーン水素・グリーンアンモニア開発、風力発電、ネットゼロ産業クラスター及びグリーンな工業団地の開発が挙げられた。具体的な内容については後述する。

大阪市環境局からは、持続可能な社会の実現を目指す取組みとして、「みどり」と「イノベーション」の融合による新しい価値と豊かな未来生活の創出を目指した「GRAND GREEN OSAKA」や、環境省の「脱炭素先行地域」に選出された「御堂筋エリア」などの取組みを紹介した。その後、GEC から都市間連携事業の概要、および JCM について紹介した。JCM に関しては、日本とインドにおける JCM 締結に関する現状に関する質問があり、これについては、これから合同委員会にて詳細なルールやマニュアルを制定していくと回答し、政府間のアップデート事項は、JCM のオフィシャルウェブサイトに掲載されていることを伝えた。また、カナデビア (株) からは FS の概要および進捗状況を報告した。

(2) 大阪市と連携による潜在的な協力分野

MEDA からのヒアリングによって確認された、大阪市との潜在的な協力分野は以下の通り。

分野	支援ニーズ
再生可能エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> ・ ダム・貯水池における浮体式太陽光発電 (FPV) <ul style="list-style-type: none"> ✓ 同州ダムにおける FPV ポテンシャル ✓ パイロットプロジェクトの実施 ✓ FPV と水力発電のハイブリッド ・ 風力発電 <ul style="list-style-type: none"> ✓ マハラシュトラ州沿岸部の風力ポテンシャルの評価 ✓ 環境・社会影響評価フレームワーク
バッテリーエネルギー貯蔵システム (BESS)	<ul style="list-style-type: none"> ・ グリッドに接続したパイロットプロジェクト ・ 再生可能エネルギーの安定化及びピークカットのための蓄電 ・ 長期間貯蔵向けナトリウムイオン/フロー電池の実証
グリーン水素 グリーンアンモニア 開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工業地区及び港湾地域における水素ハブの FS ・ 分散型グリーン水素製造プラント ・ 水素ベースの持続可能なオフグリッドデータセンター ・ オフイク連動型水素/アンモニア輸出モデル ・ グリーン水素技術に関する能力開発 ・ グリーン水素ステーション及び燃料電池バス導入

表 3-4 潜在的な MEDA との協力分野



会議風景



集合写真

3.4.2 マハラシュトラ州エネルギー局へのヒアリング

日時	2026年1月12日（月）
場所	The Energy Department of the Government of Maharashtra（エネルギー局）会議室 3rd floor, Main Building, Mantralaya Mumbai
相手側	エネルギー局 <ul style="list-style-type: none"> ・ Additional Chief Secretary (Energy) ・ Joint Secretary ・ その他、職員 5 名
日本側	大阪市環境局（2名） GEC（3名） 現地コーディネーター 通訳

マハラシュトラ州エネルギー局は、同州のエネルギー政策を担う中核機関であり、従来の化石燃料由来のエネルギーから再生可能エネルギーの推進をリードしている機関でもある。本事業では、都市間連携事業の紹介と同州の技術ニーズに関して意見交換を実施するとともに、今後の都市間連携事業の活動について理解と協力を得るため、大阪市環境局と GEC は同局を訪問した。

（1）会議概要

大阪市環境局から、持続可能なまちづくりの取組みとして、「GRAND GREEN OSAKA」や、環境省の「脱炭素先行地域」に選出された「御堂筋エリア」の取組みを紹介した。その後、GEC から都市間連携事業の概要と FS の実施内容、および JCM について紹介した。それに対して、御堂筋エリアの取組みやインドにおける JCM の最新情報に関する質問があった。

インド側からは、マハラシュトラ州の再生可能エネルギー導入目標と特に大阪市の協力を得たい技術ニーズについて言及があった。なお、いずれの技術ニーズも、日本の技術をそのまま利用

するのではなく、インド企業と協働してローカライズさせたいと、ソリューション技術として導入したい、との発言があった。具体的には、以下の通り。

1) マハラシュトラ州の再生可能エネルギー導入目標

2030年までに同州の電力の50%を再生可能エネルギー（主に太陽光発電、水力発電、風力発電）で賄う。

2) マハラシュトラ州の脱炭素技術ニーズ

- ① 高効率な太陽光発電
- ② 再エネ電力の需給調整のための蓄電池
- ③ インドに適用可能な省エネ技術（日本や欧米の最新の省エネ技術はインドで適用できないケースも多い）
- ④ 廃熱回収（廃棄物発電等）



集合写真

3.5 その他関連機関との連携

都市間連携事業を実施するにあたり、現地の情報収集や今後の相互協力のため、関連する機関と協議を実施した。

3.5.1 国際協力機構（JICA）インド事務所との意見交換

日時	2025年11月10日（月）
場所	オンライン
相手側	JICA インド事務所（2名）
日本側	大阪市環境局（2名） GEC（3名） カナデビア（2名）

本都市間連携事業の概要の紹介と JICA が実施するプロジェクトやインドの環境課題や脱炭素ニーズについてのヒアリング、さらには今後の連携・協力の可能性について意見交換するため、JICA インド事務所とオンライン会議を実施した。

（1）会議概要

JICA からは、JICA がインドで実施する支援のうち、主に環境インフラ分野のプロジェクトについて情報を得た。それによると、ムンバイにおける交通渋滞対策や大気汚染対策のため、JICA の有償資金協力プロジェクトにより、ムンバイ市を縦断するムンバイメトロ 3 号線が 2025 年 10 月に開通した。また、同じく有償資金協力プロジェクトにより、ムンバイと隣接するグジャラート州のアーメダバード間を結ぶ区間において、インド初の日本式高速鉄道の建設事業が進められており、これにより従来の移動時間の 3 分の 1 まで短縮され、効率的な貨物や人の移動の実現による経済回廊の発展が期待される。さらに、中央政府を対象に脱炭素ロードマップ策定のための技術協力プロジェクトが実施される予定である。

インドでは大気汚染が非常に問題となっているものの、具体的な解決策が乏しい。大気汚染の主な原因として、都市部では自動車からの排気ガス、郊外では農作物の野焼きや家庭での牛糞等のキッチン燃料などが主な原因である。それを受け、本事業で実施する FS のうち、e-メタンプロジェクトで製造される CBG（圧縮バイオガス）は、自動車燃料や産業用燃料として、ディーゼル燃料の代替となるため、脱炭素だけではなく大気汚染としても有効であることを説明した。

最後に、今後の協力に向け、継続的な情報交換や意見交換を実施することとした。

3.5.2 日本貿易振興機構（JETRO）ムンバイ事務所との意見交換

日時	2025年7月31日（木）
場所	JETRO ムンバイ事務所 201, 2nd Floor, Naman Corporate Link, Plot no C-31 & C-32, G Block, Bandra Kurla Complex, Bandra East, Mumbai-400 051,INDIA

相手側	JETRO ムンバイ事務所 (1名)
日本側	GEC (2名) カナデビア (1名)

本都市間連携事業を紹介とともに、現地ワークショップの広報協力、その他一般的なマハラシュトラ州に関する情報を収集するため、JETRO ムンバイ事務所を訪問した。

(1) 会議概要

現地ワークショップに関しては、技術やテーマが面白いため、ワークショップに参加希望する企業は多くなることが予想されるとして、ムンバイでの開催も提案された。それに対し、次年度以降にムンバイでの開催も検討すると回答した。また、インドではCSR税が課されており、一定の要件を満たす企業は、直近3会計年度の純利益の2%以上をCSRの活動に拠出しないといけないため、脱炭素対策や環境対策に貢献することは、インド企業にとってもCSRの一環になる。そのため、都市間連携事業に興味を示す企業は多いのではないかと意見の頂いた。また、技術や製品のプロモーションをするのであれば、展示会への出展を検討すればよいとの助言も頂いた。

エネルギー政策については、インドの課題は、石炭以外の化石燃料（石油、天然ガス等）のほとんどを輸入に異存しており、それが貿易赤字の主な原因となっている。そのため、インド政府は貿易赤字を減らす政策を重要視している。インドのエネルギー政策は、太陽光推進がほとんどであり、風力は一時期推進していたが、昨今はあまり聞かない。また、グリーン水素に関しては、グリーンアンモニアへの転換を推進しており、利用用途としては、肥料製造等の原料のほか、石炭火力での混焼などが期待されている。また、自動車排ガスに起因する大気汚染が課題であるため、ディーゼルからCNG（圧縮天然ガス）やCBG（圧縮バイオガス）の利用を促進している。

その他の情報として、インドの国家規格機関であるインド標準規格局（BIS: Bureau of Indian Standards）が定める強制認証品目に該当する製品をインドに輸出し、またはインド国内で販売する場合、BISによる認証を取得する必要があるという情報を得た。機械部品もその対象になり、2026年9月1日から適用される予定である。そのため、インドで競合製品がなければ強制認証の対象にならないが、事業化の際は留意したほうが良いと助言頂いた。

3.5.3 Maharashtra 商工会議所（MCCIA）との会議

日時	2025年7月28日（月）
場所	MCCIA 会議室 505, A-Wing, MCCIA Trade Tower, ICC Complex, 403, Senapati Bapat Road, Pune-411 016 INDIA.
相手側	MCCIA ・ Director (2名) ・ Member Secretary
日本側	GEC (2名)

カナデビア (2名)

プネに拠点を置く商工会議所 **Mahratta Chamber of Commerce, Industries and Agriculture (MCCIA)** を訪問し、都市間連携事業の概要紹介、現地ワークショップの広報協力、新規 FS 案件の開発に関する意見交換を実施した。

(1) 会議概要

MCCIA は、インドの西マハラシュトラ州地域の産業のニーズに応える非政府、非営利団体であり、1934年に設立された。現在までに21産業分野の3200社が参加している。

マハラシュトラ州における脱炭素および環境分野のビジネスニーズとして、IoTを活用したエネルギー消費の効率化、水の消費量などのモニタリング、見える化によりデマンドチャージを減らし、省エネ化する技術などが挙げられた。また、廃棄物分野について学びたい企業は多いので、日本の廃棄物処理技術や日本の廃棄物管理について紹介するセミナーを提供して欲しいとのリクエストを受けた。

新しい脱炭素プロジェクトを発掘したいのであれば、まず都市間連携事業や日本の技術を紹介するため、ウェビナーを開催し、参加した企業のうち日本の技術や興味をもった企業や日本側の技術シーズに合う適切な企業をMCCIAで選定するので、次回の渡航時に個々の企業と会議を設定することは可能と提案頂いた。また、12月10日～12日にMCCIA主催でPUNE EXPO 2025を開催するので、それに合わせて来印してもらえば、何らかのコラボレーションができるかもしれないとの提案も頂いた。残念ながら、渡航時期が合わないなど、MCCIAの提案は実現に至らなかったが、次年度以降の活動の際の参考とする。

3.5.4 在ムンバイ日本国総領事館との協議

日時	2026年1月16日(金)
場所	在ムンバイ日本国総領事館 Consulate-General of Japan, Mumbai No.1, M.L. Dahanukar Marg, Cumballa Hill, Mumbai-400 026, India
相手側	在ムンバイ日本国総領事館 (2名)
日本側	大阪市環境局 (2名) GEC (3名)

都市間連携事業の紹介と事業の進捗報告、および現地の情報収集と今後の協力を得るため、在ムンバイ日本国総領事館と会議を実施した

(1) 会議概要

日本側からは、都市間連携事業および技術の紹介と出張報告をした。在ムンバイ日本国総領事館からは、インドにおける企業の新規参入は困難が多いものの、市場ポテンシャルは非常に大き

いため、都市間連携事業等によって企業の進出や事業展開が進むことを期待すると発言頂いた。本事業の円滑な実施に向けて、今後も随時情報や進捗を共有することとする。

3.6 現地ワークショップの開催

本都市間連携事業の一環として、2025年8月にインドと日本両政府で署名されたJCMや、マハラシュトラ州の脱炭素化関連の取り組みや政策、および日本の脱炭素技術を紹介することで、在インド企業の関心を醸成し、インドおよびマハラシュトラ州のカーボンニュートラル達成に貢献することを目的に、マハラシュトラ州のプネ市でワークショップを実施した。

(1) 実施概要

実施概要は以下の通り。

タイトル（英語）：	Workshop on Promoting the Dissemination of Decarbonization Technologies through the Partnership between Maharashtra State and Osaka City
タイトル（日本語）：	マハラシュトラ州・大阪市都市間連携事業による脱炭素化技術普及促進ワークショップ
開催日時：	2026年1月14日（水）10:00 - 12:30（インド時間）
開催場所：	Crowne Plaza Pune City（会議室：Cedar） CTS No. 37 & 37/1, Bund Garden Road Next to Jehangir Hospital Pune, 411001 India
目的：	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水素製造・利活用プロジェクト、および e-メタンプロジェクト、その他の脱炭素技術を紹介する。 ・ 都市間連携事業と JCM 二国間クレジット制度など、日本の脱炭素に関する取り組みを紹介する。 ・ インドおよびマハラシュトラ州の脱炭素やグリーン水素関連の現状、ニーズ、および取り組みを紹介する。 ・ これらにより、脱炭素技術や JCM 等に対する在インド企業の関心を喚起するとともに、参加者間でネットワーキングを図る。
主催者：	環境省、大阪市、（公財）地球環境センター(GEC)
開催協力：	Pune Hydrogen Valley Foundation、SCM Programs Pvt. Ltd
言語：	英語
参加者：	合計 46 名 インド側：MEDA、現地企業（エンジニアリング、商社、メーカー、コンサルタント等） 日本側：環境省（オンライン）、大阪市、JICA インド事務所、民間企業等

表 3-5 ワークショップの実施概要

プログラムは以下の通り。

内容・発表者
<p>開会挨拶</p> <ul style="list-style-type: none"> - 環境省 地球環境局 国際脱炭素移行推進・環境インフラ担当参事官室 都市間連携推進企画官 ※オンライン - マハラシュトラ州エネルギー開発局 副局長 MEDA Additional Director General
<p>フォトセッション</p> <p>JCM Scheme and its current implementation status and potential JCM 制度とその実施状況及びポテンシャル</p> <ul style="list-style-type: none"> - (公財) 地球環境センター 国際協力課 企画官
<p>Decarbonization Needs and Policies in Maharashtra State マハラシュトラ州における脱炭素ニーズと政策</p> <ul style="list-style-type: none"> - マハラシュトラ州エネルギー開発局 事業部長 (グリーン水素事業担当) MEDA General Manager (Green Hydrogen Project)
<p>Maharashtra State - Osaka City Collaboration Project to promote the introduction of decarbonization technologies towards achieving carbon neutrality. カーボンニュートラル実現に向けた、マハラシュトラ州・大阪市連携による脱炭素技術導入促進事業</p> <ul style="list-style-type: none"> - (公財) 地球環境センター 国際協力課 総括主任
<p>質疑応答</p> <p>The Status of Green Hydrogen in India インドにおけるグリーン水素の現状</p> <ul style="list-style-type: none"> - h2e Power Systems Pvt. Ltd. 副社長 (Vice President)
<p>Contribution to Carbon Neutrality in Maharashtra State through Utilization of Green Hydrogen and e-methane グリーン水素と e-メタンを活用したマハラシュトラ州におけるカーボンニュートラルへの貢献</p> <ul style="list-style-type: none"> - カナデビア (株) 脱炭素化事業本部 脱炭素化システムビジネスユニット 営業部 水素・PtG 営業グループ グループ長
<p>Yuasa's decarbonization business ~Introduction to Energy Conservation at Factories and JCM Projects~ ユアサの脱炭素事業 ~工場における省エネルギーと JCM プロジェクトの紹介~</p> <ul style="list-style-type: none"> - Yuasa Trading India Pvt. Ltd. Advisor (アドバイザー)
<p>質疑応答</p>

閉会挨拶
- 大阪市 環境局 環境施策部 環境施策課 都市間連携担当課長
ネットワーキング

表 3-6 ワークショッププログラム

(2) 結果概要

冒頭で主催者である環境省からの開会挨拶があり、「グリーン水素の生産、e-メタン利用、工場や産業施設向けの先進的なエネルギー効率ソリューションなどの革新的な脱炭素技術は、インドおよびマハラシュトラ州におけるエネルギーや脱炭素対策に革新的なソリューションをもたらすものであり、本ワークショップを契機に構想を具体化させてほしい。」と発言があった。続いて、MEDA の副局長から、「本ワークショップの開催を歓迎するとともに、大阪市とマハラシュトラ州の都市間連携事業において、マハラシュトラ州が抱えるエネルギー課題のソリューションにつながるような、日本の革新的な脱炭素技術の導入や大阪市の知見共有を期待している。」と挨拶された。発表前半では、GEC から都市間連携事業および JCM 制度に関する紹介と、MEDA からマハラシュトラ州の再生可能エネルギーの導入状況や、同州の再生可能エネルギーおよびグリーン水素等に関する政策やインセンティブが紹介された。後半は、在インド企業 h2e Power Systems からインドにおけるグリーン水素の導入状況の発表があり、最後にカナデビア（株）およびユアサ商事の現地法人 Yuasa Trading India 社から、グリーン水素製造技術、e-メタン製造技術、工場や産業施設向けの省エネ技術がそれぞれ紹介された。

質疑応答では、特に JCM および水素に関連した内容に集中しており、このうち JCM に関しては、GHG 排出削減量の算出方法、JCM と他の制度（CDM、Gold Standard、Verra）との関係性、追加性の証明などが質問された。



会議風景



発表者および事務局の集合写真

3.7 都市間連携に関連するセミナーへの参加

3.7.1 クリーン・シティ・パートナーシップ・プログラム（C2P2）セミナー

ブラジルのベレンで開催された「国連気候変動枠組条約第 30 回締約国会議」（COP30）において、ジャパンパビリオンで開催された「クリーン・シティ・パートナーシップ・プログラム（C2P2）セミナー」において、本事業が事例として紹介され、大阪市長からのビデオメッセージにて、同市の公害対策の経験や先進的な企業技術の活用可能性を通じた同州の環境保全・脱炭素化への貢献などが紹介された。また、同事業に参加しているカナデビア（株）の社長からグリーン水素・メタネーション技術の FS を実施していることが報告された。

タイトル：	クリーン・シティ・パートナーシップ・プログラムセミナー
開催日時：	2025 年 11 月 12 日 15:45 - 17:00（ブラジル現地時間）
開催場所：	COP30 ジャパンパビリオン
主催者：	環境省
共催：	国際協力機構（JICA）、地球環境戦略研究機関（IGES）
プログラム：	開会挨拶 環境省 地球環境審議官 JICA の取組 JICA 地球環境部長

	都市間連携ケース（1） チリ・レンカ区 - 富山市連携 富山市長 レンカ区長
	都市間連携ケース（2） インド・マハラシュトラ州 - 大阪市連携 大阪市長（ビデオメッセージ） カナデビア（株） 取締役社長兼 CEO

3.7.2 脱炭素社会実現のための都市間連携セミナー2026

愛媛県の松山市で開催された「脱炭素社会実現のための都市間連携セミナー2026」において、公開セミナー、非公開の地域脱炭素に関する相互学習、および2日目に実施された脱炭素の取組む民間企業の視察に参加した。同事業からは、マハラシュトラ州エネルギー局を招待したが、先方の都合により急遽不参加になった。

タイトル：	脱炭素社会実現のための都市間連携セミナー2026
開催日時：	2026年2月5日（木）～ 2026年2月6日（金）
開催場所：	ANA クラウンプラザホテル松山 および オンライン
主催者：	環境省
共催：	地球環境戦略研究機関（IGES）、愛媛県
プログラム：	<p><u><1日目 午前> 公開セミナー</u> 主催者挨拶 土環境省 地球環境審議官</p> <p>開催地代表挨拶 愛媛県 知事</p> <p>発表 インドネシア・ゴロンタロ州知事 環境省 地球環境局 国際脱炭素移行推進・環境インフラ担当参事官 日本エヌ・ユー・エス株式会社 国際事業ユニット サブマネージャー</p> <p>パネルディスカッション 愛媛県 経済労働部 産業政策課長 富山市環境部環境政策課 課長代理 ミクロネシア連邦・ポンペイ州知事 パラオ共和国 アイライ州政府知事室 総務官 環境省 地球環境局 国際脱炭素移行推進・環境インフラ担当参事官</p>

<1日目 午後> 公開セミナー
地域脱炭素に関する相互学習

<2日目 午前>
視察



公開セミナーの様子



民間企業への視察の様子

第4章 JCM 等案件形成調査

本都市間連携事業では、大阪に本社を置く環境分野のプラントメーカーおよびエンジニアリング事業を主とした企業であるカナデビア株式会社（カナデビア）による JCM 等を活用した脱炭素プロジェクト形成のための実現可能性調査（FS）を2件実施した。FSの実施においては、将来的な JCM 等の国際的枠組みやインド国内のインセンティブ等の活用も視野に入れた案件組成も重要な目的の一つとしている。調査段階においては、技術的・制度的な成立性を確認するとともに、次年度以降の実証・初期導入や資金支援制度の活用に向けた検討課題を整理することで、段階的な事業展開を可能とすることを狙いとしている。

大阪に本社を置く環境分野のプラントメーカーおよびエンジニアリング事業を主とした企業であるカナデビア株式会社（カナデビア）は、PEM 型水素製造装置、ゼオライト膜によるバイオガス精製技術（CO₂ とメタンの分離回収）、触媒メタネーション技術を組み合わせた独自の複合燃料生成技術を有し、これらは既に実用化している。また、インドを重要な市場、製造拠点と認識し、同国に現地法人を有しており、上記の脱炭素化技術の展開を進めている。本事業では、これらの技術のうち、PEM 型水素製造装置単独による「グリーン水素の製造・利用プロジェクト」および、有機廃棄物等由来のバイオガス中に含まれる二酸化炭素（CO₂）と水電解装置から生成されたグリーン水素を化学反応させメタネーションにより合成された e-メタンを化石燃料の代替利用する「グリーン水素とバイオガス由来 CO₂を活用した e-メタンプロジェクト」の FS を実施した。

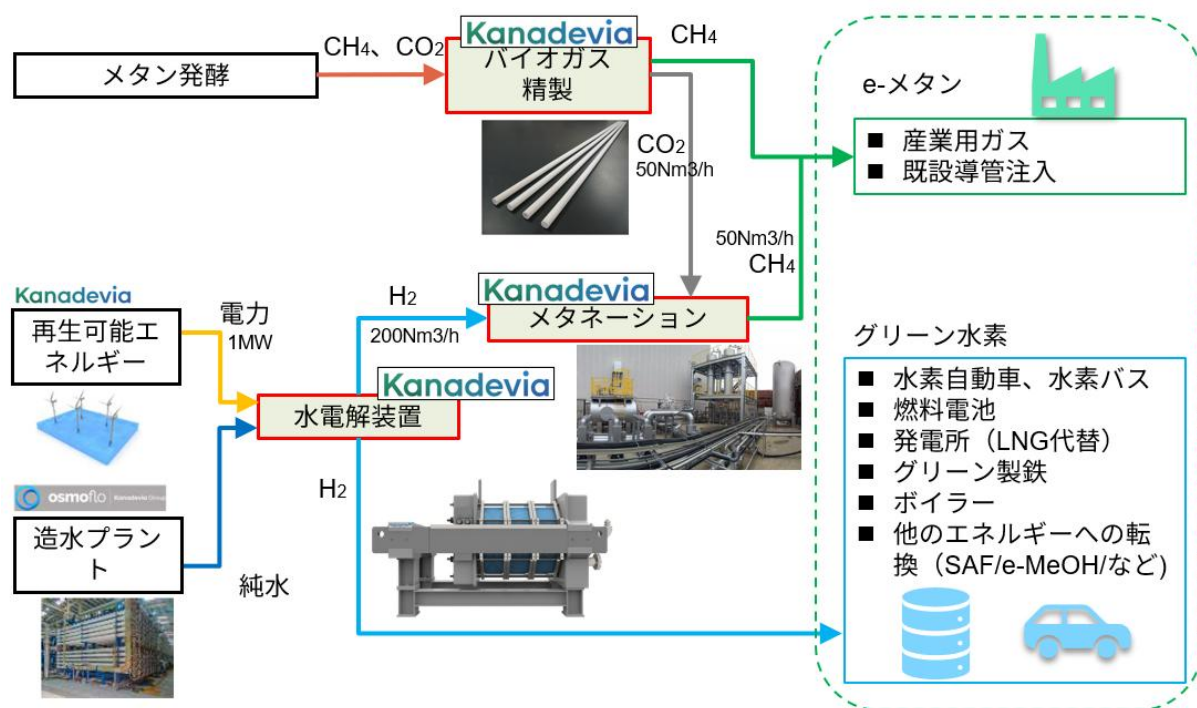


図 4-1 カナデビア株式会社の脱炭素化技術

(引用) カナデビア（株）から提供

4.1 調査対象・調査方法

本事業における調査は、都市間連携事業としての目的を踏まえ、インド・マハラシュトラ州における脱炭素技術導入の可能性を多面的に把握し、将来的な事業形成につなげることを目的として実施した。

(1) 調査対象

1) 地理的対象

本調査の地理的対象は、インド・マハラシュトラ州とした。同州は、州都ムンバイを中心とする大都市圏に加え、プネ市周辺の工業集積地を有し、エネルギー需要および温室効果ガス排出量が多い地域である。また、州政府は再生可能エネルギーや次世代エネルギー技術の導入に積極的であり、都市間連携事業のパートナー地域として適切な条件を備えている。

2) 分野別調査対象

調査対象分野は、エネルギー・産業分野を中心とした脱炭素技術の導入可能性とし、以下の観点から整理を行った。

- ・産業活動におけるエネルギー利用および脱炭素化の動向
- ・再生可能エネルギーの導入・調達環境
- ・次世代エネルギー技術の利用可能性
- ・脱炭素技術導入を支える制度・政策環境

なお、個別技術（e-メタン、グリーン水素等）に関する詳細な検討は、第4章の4.2と4.3において体系的に後述する。

3) 主な関係主体

本調査では、以下の主体を主な調査対象とした。

- ・州政府関係機関および関連組織
- ・脱炭素技術の導入ポテンシャルを有する現地企業（需要家）
- ・技術提供・EPC・エネルギー供給等に関与する事業者
- ・都市間連携事業の推進に関与する支援組織・業界団体

(2) 調査方法

1) 文献・公開情報調査

調査の基礎として、マハラシュトラ州およびインド全体におけるエネルギー政策、環境政策、関連法制度、公開統計資料等の文献・公開情報調査を実施した。これにより、対象地域における脱炭素化の方向性や制度的前提条件をまとめた。

2) 現地調査・ヒアリング

文献調査に加え、現地訪問による調査および関係者ヒアリングを実施した。現地調査では、政府関係機関、企業、業界団体等との意見交換を通じて、以下の点を中心に情報収集を行った。

- ・ 現地におけるエネルギー利用の実態および課題
- ・ 脱炭素技術導入に対するニーズや関心
- ・ 技術導入に際しての制度的・運用上の制約
- ・ 将来的な事業化に向けた課題認識

3) 実現可能性の調査

本調査は、将来的な事業化を見据えた FS レベルの検討として位置付け、技術面・制度面・事業面の観点から調査した。ただし、本調査段階では詳細設計や投資判断を行うものではなく、次年度以降の実証・初期導入に向けた検討課題を抽出することに主眼を置いた。

4.2 グリーン水素とバイオガス由来 CO₂を活用した e-メタンプロジェクト

4.2.1 調査背景と目的

本事業では、バイオガス中に含まれる二酸化炭素 (CO₂) と水電解装置から生成されたグリーン水素をメタネーション反応させ、製造した e-メタンを圧縮バイオガス (CBG) として化石燃料の代替利用することで GHG を削減するプロジェクトの FS を実施した。

第 2 章の 2.2.1 および 2.2.3 で前述した通り、化石燃料への依存度が高いインドは、燃料輸入による経済的負担および排出削減の両面で構造的な課題を抱えており、こうした状況を打破するため、インド政府はエネルギー安全保障および脱炭素化を同時に実現する手段として、再生可能エネルギーおよびグリーン水素の導入を国家戦略として位置付け、「国家グリーン水素ミッション」³³ を発表し、2030 年までに年間 500 万トン以上のグリーン水素製造能力を開発することが目標として掲げられている。これを受け、マハラシュトラ州においても、2030 年までに温室効果ガス排出原単位を 30%削減する目標を掲げ、再生可能エネルギー、グリーン水素、炭素回収・利用技術等の導入を積極的に推進している。

また、インド政府は化石燃料代替および大気汚染対策の一環として、圧縮バイオガス (CBG) の生産・利用拡大を進めており、自動車用 CNG や都市ガス (PNG) へのバイオガス混合の義務化を段階的に導入している。これにより、バイオガスの生産拡大が見込まれる一方で、バイオガス中に含まれる CO₂の有効利用や、より高付加価値な燃料への転換が新たな課題として浮上している。

このような政策環境および市場動向を踏まえ、本調査では、バイオガス由来 CO₂とグリーン水素を組み合わせる合成メタン (e-メタン) を製造するプロジェクトに着目した。e-メタンは、既存の天然ガス・CBG インフラや燃焼設備との親和性が高く、産業用燃料や交通用燃料としての利

用が可能であることから、初期導入段階においても実装のハードルが相対的に低い脱炭素オプションと位置付けられる。

特に本プロジェクトでは、既存または新設の CBG プラントから供給されるバイオガスを原料とし、バイオガス精製によって回収した CO₂と、再生可能エネルギー由来電力を用いて製造したグリーン水素を反応させることで、e-メタンを製造する構成を想定している。この構成により、バイオマス由来炭素の循環利用を実現するとともに、化石燃料由来ディーゼルや天然ガスの代替による GHG 排出削減効果が期待される。

以上の背景を踏まえ、本調査の目的は、マハラシュトラ州におけるグリーン水素とバイオガス由来 CO₂を活用した e-メタンプロジェクトの実現可能性を、JCM 案件形成の観点から調査することにある。具体的には、①現地の圧縮バイオガス (CBG) や水素等に関連する政策・制度環境や市場性、②技術適用条件、③製造した e-メタンの利用先の可能性を包括的に調査し、当該プロジェクトが実証・初期導入段階に進むための課題および次フェーズに向けた検討事項を明確化することを目的とする。

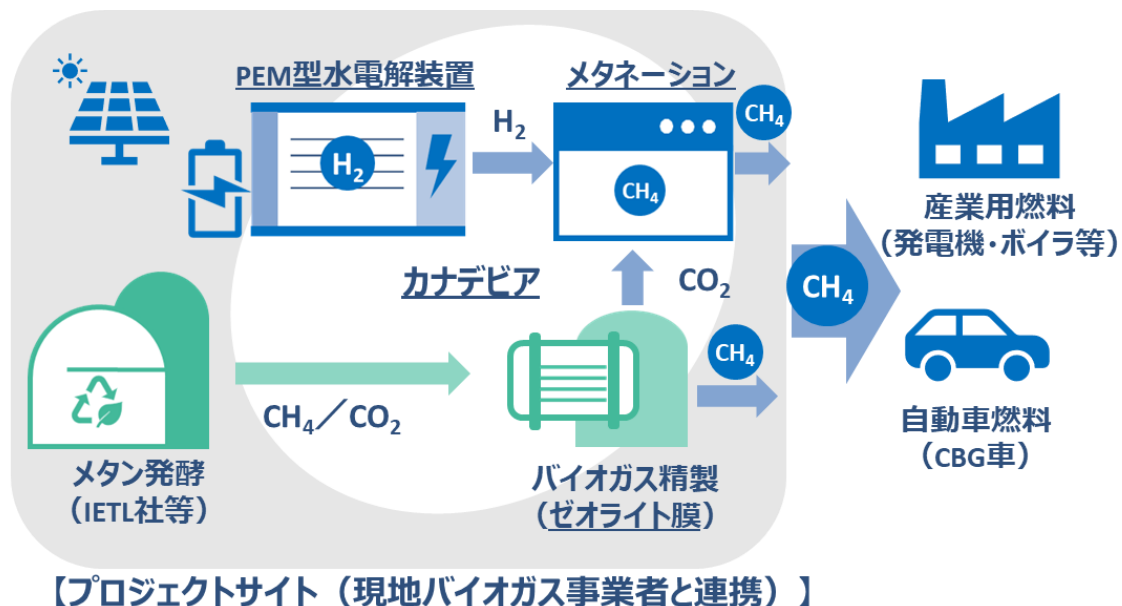


図 4-2 e-メタンプロジェクトイメージ図

(引用) GEC 作成

4.2.2 調査概要

本調査は、マハラシュトラ州におけるグリーン水素とバイオガス由来 CO₂を活用した e-メタンプロジェクトについて、JCM 案件形成を見据えた実現可能性を調査することを目的として実施したものである。本項では、調査の対象範囲、検討の前提条件、調査手法および調査の進め方について概要を示す。

(1) 調査対象および想定プロジェクト像

本調査で対象とした e-メタンプロジェクトは、既存または新設の圧縮バイオガス（CBG）プラントを起点とし、以下の要素を組み合わせた構成を想定している。

- ・ 有機廃棄物等を原料とするバイオガス製造設備
- ・ バイオガス精製工程における CO₂とメタンの分離・回収
- ・ 再生可能エネルギー由来電力を用いた水電解によるグリーン水素製造
- ・ 回収した CO₂とグリーン水素を反応させるメタネーション設備
- ・ 製造した e-メタンの産業用燃料または交通用燃料としての利用

プロジェクトサイトとしては、プネ市周辺を中心とした工業集積地を主な対象とし、既にCBG事業を実施、または計画している現地事業者との連携を前提に検討を行った。

（2）調査項目および調査手法

本調査では、e-メタンプロジェクトの成立性を多面的に評価するため、以下の主要項目について調査・整理を行った。

① 市場・制度環境の調査

インドおよびマハラシュトラ州における、バイオガス、CBG、e-メタン、グリーン水素に関連する政策・制度、支援策、法規制について文献調査および関係機関からの情報収集を行い、事業環境としての整理を行った。

② 技術適用に関する調査

バイオガスの性状（CO₂濃度、不純物等）、精製・分離技術、メタネーション設備、水電解装置の適用条件について、既存事例および技術提供者・事業者へのヒアリングを通じて調査した。

③ メタン利用先の調査

製造した e-メタンの利用用途について、産業用燃料、交通用燃料等の観点から調査し、想定されるオフテイカー、供給形態、需要規模および導入上の留意点を検討した。

④ 現地調査・ヒアリング

CBG事業者、関連エンジニアリング企業等へのヒアリングを通じて、実務的な運転条件、事業スキーム、現地特有の制約条件等を把握した。

4.2.3 調査結果

4.2.3.1 市場調査

（1）関連政策および e-メタンの制度的位置付け

インドにおいて、e-メタン（再生可能エネルギー由来水素と回収 CO₂を原料とする合成メタン）は、現時点では独立した燃料区分や法的定義が明確に整備されたエネルギーキャリアとして位置付けられているわけではない。一方で、e-メタンは、既存の天然ガスおよび圧縮バイオガス

(CBG) と物性面・利用面で高い親和性を有することから、関連する既存制度の枠組みの中で導入・利用が検討され得る燃料と考えられる。

まず、インド政府は、化石燃料依存の低減および大気汚染対策を目的として、圧縮バイオガス (CBG) の生産・利用拡大を重要政策として位置付けている。石油・天然ガス省 (MoPNG) が主導する SATAT (Sustainable Alternative Towards Affordable Transportation) プログラムでは、CBG の生産拡大とともに、自動車用 CNG や都市ガス (PNG) への混合利用が段階的に義務化されており、ガス燃料市場全体として再生可能ガスの受け入れ余地が拡大している。

この枠組みにおいて、e-メタンは、CBG と同様にメタンを主成分とするガス燃料であり、品質要件を満たす場合には、既存のガスインフラや燃焼設備への適用が技術的に可能である。そのため、制度上は、e-メタン単独の明確な定義が存在しない現段階においても、CBG や再生可能ガスと同様の取り扱いの中で、段階的に導入される可能性がある燃料と位置付けることができる。

また、インド政府は国家グリーン水素ミッションの下で、グリーン水素の製造・利用拡大を強く推進しており、再生可能エネルギー由来水素を起点とした派生燃料 (Power-to-X) の将来的な活用についても議論が進みつつある。e-メタンは、グリーン水素の利用先の一形態として位置付けることが可能であり、特に水素を直接利用することが難しい分野において、既存燃料の代替手段として機能する点に制度的な意義がある。

さらに、インド政府は、パリ協定 6 条に従い「インドにおけるパリ協定 6 条により実施可能な適格案件リスト」³² を策定し、JCM を活用する場合は同リストの技術が対象となる。グリーン水素およびバイオガスは、温室効果ガス削減に資する技術として対象に含まれている。e-メタンは、これら両技術を組み合わせたプロセスであることから、排出削減の考え方次第では、JCM の枠組みの中で評価対象となり得るポテンシャルを有すると考えられる。

一方で、e-メタンの製造・流通・利用に関しては、現時点では、燃料としての公式な分類、排出原単位の算定方法、環境価値の帰属ルール等が明確に定義されていない点が課題として挙げられる。このため、本調査では、制度的な確定を前提とするのではなく、既存の CBG 政策、グリーン水素政策、ガス燃料関連規制の延長線上で、実証・初期導入が可能かどうかという観点から調査を行った。

以上より、e-メタンは現段階では制度的に確立されたエネルギーキャリアではないものの、インドにおける CBG 推進政策およびグリーン水素政策と統合的な位置付けを有しており、既存制度を活用しながら段階的に導入・評価を進める余地のある燃料であると考えられる。本プロジェクトは、このような制度的過渡期における先行的な実証・案件形成の一例として位置付けられる。

(2) 適用法規・許認可 (安全・環境・ガス関連)

本節では、マハラシュトラ州においてグリーン水素とバイオガス由来 CO₂ を活用した e-メタンプロジェクトを実施する際に想定される、主要な法規制および許認可の枠組みについてまとめた。e-メタンは現時点で独立した燃料区分として制度化されていないものの、実際のプロジェクト実

装においては、環境規制、可燃性ガスの安全規制、ガス供給・貯蔵に関する既存制度の適用を受ける形で対応することが現実的である。

1) 環境関連法規および環境許認可

e-メタン製造設備は、CO₂回収、グリーン水素製造（電解）、メタネーション反応、ガス圧縮・貯蔵といった複数の工程から構成されるため、インドにおける環境関連法規の適用対象となる。基本的には以下の枠組みでの対応が想定される。

① 環境保護法（Environment Protection Act, 1986）

本法はインドにおける環境規制の基本法であり、e-メタン製造設備もその適用対象となる。新設設備、または既存 CBG プラント・工業施設への追加設備として設置する場合には、州レベルの環境規制当局（State Pollution Control Board : SPCB）との協議が必要となる。

② 中央汚染管理委員会（CPCB）および州汚染管理委員会（SPCB）の指針

排ガス、水処理、騒音、廃棄物管理等については、CPCB およびマハラシュトラ州公害管理局（MPCB）の基準が適用される。

③ 環境影響評価（EIA）の位置付け

e-メタンプロジェクトは、単独では大規模発電や化学プラントに比べて環境負荷が限定的であることから、必ずしも中央レベルでの EIA 対象とはならない場合が多い。一方で、プロジェクト規模や立地条件によっては、SPCB レベルでの事前説明および簡易的な環境審査が求められる可能性がある。

2) 可燃性ガス・高圧設備に関する安全規制

e-メタンおよびグリーン水素は可燃性ガスであり、その製造・貯蔵・圧縮・供給にあたっては、安全規制への適合が重要な論点となる。

① PESO（Petroleum and Explosives Safety Organization）による許認可⁴⁹。

水素およびメタンの高圧貯蔵、ボンベ充填、圧縮設備の設置・運用については、PESO の許認可が必要となる。特に以下の設備が PESO の管轄に該当する可能性が高いと考えられる。

- ・ 水素貯蔵タンクおよび水素圧縮設備
- ・ e-メタンの高圧貯蔵設備（CNG 相当）
- ・ ボンベ充填設備（輸送・分散供給を行う場合）

② OISD（Oil Industry Safety Directorate）基準⁵⁰

ガス配管、圧力容器、遮断弁、検知器等については、OISD が定める安全基準が適用される。既存の CBG プラントや都市ガス関連設備と併設する場合には、OISD 基準に沿ったレイアウトおよび安全距離の確保が求められる。

3) ガス供給・インフラ関連規制

製造された e-メタンの利用方法に応じて、ガス関連の規制体系が適用される。

① PNGRB (Petroleum and Natural Gas Regulatory Board) の規制⁵¹

e-メタンを都市ガス (CGD) ネットワークへ注入する場合、天然ガスや CBG と同様に、PNGRB が定めるガス品質基準および供給ルールへの適合が必要となる。メタネーションによって得られる合成メタンは、適切な精製・品質管理を行うことで、既存のガスインフラに「ドロップイン燃料」として供給可能であると考えられる。

② CBG 関連制度との関係

SATAT スキームの下で運用されている CBG プラントでは、既にガス品質、圧力、計量に関するルールが整備されており、e-メタンを CBG と同様の再生可能ガスとして取り扱うことが、実務上は最も現実的なアプローチと考えられる。

4) 実務上の許認可対応に関するまとめ

e-メタンプロジェクトにおける許認可対応は、新たな専用制度を前提とするのではなく、既存の環境・ガス・安全規制の組み合わせによって対応可能であると考えられる。

特に、CBG プラントや既存工業施設への併設型プロジェクトとすることで、「環境許認可の簡素化」、「ガス安全規制への適合の容易化」、「規制当局との協議の円滑化」といった点で有利になる可能性が高い。一方で、水素および e-メタンの取り扱いに関する詳細な運用ルールについては、州レベルでの解釈や指導に差が生じる可能性があるため、MPCB、PESO、PNGRB 等との事前協議をプロジェクト初期段階から実施することが重要である。

(3) 事業環境 (需要動向、価格・調達環境、競合・類似事例)

本節では、e-メタンプロジェクトの事業環境について、需要動向、価格・調達環境、競合・類似事例の観点から整理した。

1) 需要動向 (オフテイクの蓋然性)

① 既存ガスインフラとの“ドロップイン適合性”が需要形成の中核

e-メタンは化学的に天然ガスと同等であり、インドの既存の天然ガスパイプラインや CNG/LNG インフラに追加改造なしで統合可能である点が、他の CO₂利活用製品 (e-メタノール等) と比べた需要形成上の大きな優位性として確認された。

② 短期の需要ターゲット：高純度 CO₂源に隣接する“小～中規模”導入

図 2.1-2 にインドにおける各分野での CO₂排出量を示す。短期 (2025–2027) における導入先として、CBG、蒸留所 (ディスティラリー)、天然ガス処理などの高純度 CO₂が得られるセクターを「低コストで捕集可能な入口」として位置付けている。

③ 中長期の需要ターゲット：製油所・電力・鉄鋼などの大規模排出源に拡大

実証・初期導入で実績を形成した後、製油所・電力・鉄鋼等の大規模排出源へ段階的に拡大する戦略を推奨している。特に製油所は、CO₂が比較的濃いベント（PSA/TGU 等）を短期候補として位置付けつつ、将来的な規模拡大の受け皿として考えられる。

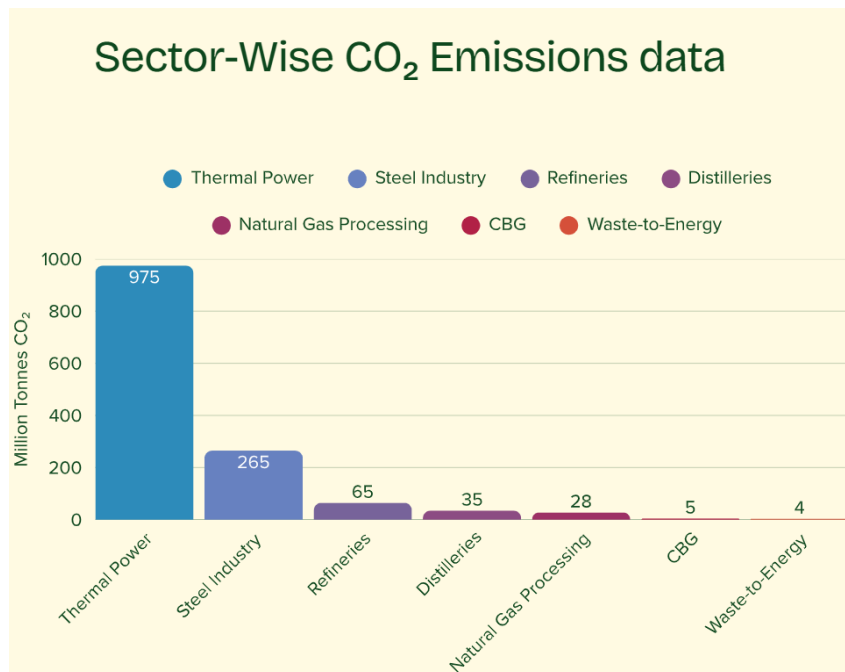


図 4-3 図 2.1-2 インドの分野別 CO₂ 排出量

(引用) Innovative Environmental Technologies Private Limited “Feasibility & Strategy Report Deployment of e-Methanation in India”⁵²

2) 価格・調達環境

① コスト成立性の最大要因は“水素コスト”

e-メタン（メタネーション）が「既存インフラを活用できるためオフテイクが容易」という利点を有する一方、1 t-CO₂当たりの水素必要量が多い（CO₂ + 4H₂ → CH₄ + 2H₂O）ため、水素コスト（電力・電解装置コスト）の影響を強く受けると考えられる。したがって、事業性確保には、再エネ電力の低廉調達や稼働率確保、電解装置コスト低減が重要となる。

② CO₂の調達は“高純度源を選べば”低コスト化しやすい

CBG・ディスティラリー・天然ガス処理などの高純度 CO₂源は、捕集・精製負担が小さく、短期導入の適地であると明確に位置付けている。つまり、価格競争力を高める上では、まず CO₂側の前処理コストを抑えられるサイト（高純度 CO₂源）を選定し、水素コスト低減と組み合わせて成立性を高める戦略が合理的となる。

③ 収益源は“メタン販売+環境価値”が前提

メタネーションがインフラ適合性から販売（注入・供給）がしやすいことを示す一方、事業性向上のために、国内外のカーボンクレジット（JCM 含む）を組み合わせる方向性を提示している。特に、インド国内の炭素市場枠組みと JCM の活用可能性が示されており、環境価値の収益化が経済性改善の鍵となる。

3) 競合・類似事例（競争環境）

① 競合技術：e-メタノール/e-エタノール等（ただし“市場・インフラ”が異なる）

表 2.1-1 に CCU 技術の比較をまとめた。CO₂利活用の競合として e-メタノール・e-エタノールを比較対象に挙げた上で、e-メタンは水素要求量が大きい一方、既存ガスネットワークへ直接流せるためスケール展開が速いという点で優位性があると確認された。液体燃料（メタノール等）は用途・物流・需要家が限定される傾向があるのに対し、e-メタンはパイプライン適合性が高いという市場構造上の差が、競争上のポイントとなる。

② インド国内の類似事例：大規模商用 e-メタンは未形成、パイロット段階

インドには大規模な商用メタネーション設備が現時点で存在せず、研究・パイロットが中心である点を明示している。したがって、先行導入（CBG・天然ガス処理等）で実証実績を作ることが、案件形成上の重要な差別化要素となる。

	e-メタン (メタネーション)	e-メタノール	e-エタノール
技術成熟度・ インドでの状況	・実証段階、複数者が開発中 ・大規模商用プラントは未稼働	・実証プロジェクト稼働中 ・NITI Aayogのメタノール経済ロードマップによる政策支援	・開発初期段階 ・エタノール混合義務の政策に基づくコンセプト段階 ・CO ₂ を直接利用する大規模商用プラントはなし
インドでの 政策支援	限定的、NTPC等が検討中	NITI Aayogのロードマップあり	エタノール混合義務により支援あり
主要企業・ プロジェクト	・NTPC NETRAによるPower-to-Methaneの実証、 ・IOCLの開発プロジェクト	・Assam Petrochemicals、 Rashtriya Chemicals and Fertilizersの メタノールプロジェクト	Praj Industriesによるパイロット試験、 IOCL(石油会社)・NTPC(電力会社)の共同研究
装置コスト (CAPEX)	中 (2-4億ルピー)	高 (5-8億ルピー)	高 (5-8億ルピー)
貯蔵・輸送	既存の天然ガスインフラ利用可能	液体として容易に貯蔵・輸送可能	液体として容易に貯蔵・輸送可能
用途	都市ガス、産業燃料、発電	化学原料、燃料	燃料、混合ガソリン用途

図 4-4 表 2.1-1 インドにおける CCU 技術の比較

(引用) Innovative Environmental Technologies Private Limited “Feasibility & Strategy Report Deployment of e-Methanation in India”⁵²

4) 小括（事業環境の評価）

e-メタンは「既存ガスインフラに適用可能」という強みから需要形成の障壁が相対的に低い一方、経済性は水素コストに強く依存する。よって、高純度 CO₂源（CBG 等）を起点とした初期導入と、環境価値（JCM 等）を組み合わせた収益構造を前提に、段階的にスケール拡大していく戦略が、現時点で最も現実的な事業環境として認識された。

4.2.3.2 技術適用に関する調査

（1）CO₂源の性状（濃度、不純物、前処理要件）

e-メタンプロジェクトにおいては、原料となる CO₂の濃度、不純物組成、発生量および供給の安定性が、技術適用性および事業成立性を大きく左右する。本調査では、インドにおける主要な定置型 CO₂排出源について、e-メタンへの適用可能性の観点から CO₂源の性状を整理した。

1) CO₂源の分類と基本特性

インド国内の定置型 CO₂排出源は、排出量規模および CO₂濃度の観点から、大きく以下の二つに分類される。

- ・ 高純度・中小規模の CO₂源
- ・ 低～中濃度・大規模の CO₂源

このうち、e-メタンの初期導入段階においては、CO₂濃度が高く、前処理負担が小さい高純度 CO₂源が、技術的・経済的に有利であると考えられる。

2) 短期導入に適した高純度 CO₂源の性状

本調査では、短期（2025～2027年）における e-メタン導入に適した CO₂源として、以下のセクターが有望であると考えられる。

① 圧縮バイオガス（CBG）プラント由来 CO₂

CBG プラントでは、原料バイオガス中の CO₂とメタンを分離・精製する工程が既に存在しており、分離後の CO₂は 90～95%程度の高濃度で排出される。主な不純物は水分および微量の硫黄化合物（H₂S 等）であり、適切な脱硫・乾燥等の前処理を行うことで、メタネーション工程への供給が可能である。CBG 由来 CO₂は、

- ・ 捕集・精製コストが比較的低い
- ・ 既存設備を活用できる
- ・ 分散型・モジュール型メタネーション設備との親和性が高い

といった特徴を有しており、e-メタンの初期導入先として最も現実的な候補と位置付けられる。

② 蒸留由来 CO₂

エタノール等の発酵工程から発生する CO₂は、80～95%以上の非常に高い濃度を有し、不純物は微量の水分やアルコール成分に限られるケースが多い。そのため、CO₂回収・前処理に要する

コストが小さく、e-メタン向け CO₂源として技術的なハードルが低い。これらの特性から、蒸留由来 CO₂は、CBG 由来 CO₂と並び、低リスクで導入可能な案件候補として確認された。

③ 天然ガス処理設備由来 CO₂

天然ガス処理工程では、アミン処理等により 80~90%程度の高純度 CO₂が分離される。一方で、H₂S 等の硫黄成分を含む可能性がある。比較的高濃度で安定した CO₂供給が見込めることから、短期から中期にかけての有力な導入候補と位置付けられる。

3) 中長期導入を想定する中~低濃度 CO₂源の性状

① 製油所・石油化学施設

製油所では、PSA ベント等から 50~60%程度の中濃度 CO₂が得られる一方、燃焼排ガス系では 8~15%程度の低濃度となる。特に、PSA ベント等の比較的中濃度のストリームは、中期的なスケール拡大に向けた有望な CO₂源と考えられる。

② 鉄鋼・電力・セメント分野

石炭火力発電、鉄鋼（高炉・転炉）、セメントキルン等では、排出量規模は非常に大きいものの、CO₂濃度は 10~25%程度と低く、粉塵、SO₂、NO_x等の不純物も多い。これらの CO₂源では、捕集・精製コストが高くなるため、e-メタンへの適用は 2030 年以降の長期的な対象と位置付けるのが妥当である。

4) e-メタン適用の観点からみた CO₂源性状の整理

以上を総合すると、e-メタンプロジェクトにおける CO₂源選定においては、以下の点が特に重要である。

- ・ CO₂濃度が高く、前処理負担が小さいこと
- ・ 触媒劣化を引き起こす不純物（硫黄分、粉じん、水分等）が管理可能であること
- ・ 発生量が安定しており、連続運転に適していること

これらの観点から、本調査では、CBG およびディスティラリー由来の高純度 CO₂を起点とし、段階的に適用範囲を拡大するアプローチが、技術的・経済的に最も現実的であると結論づけた。

(2) バイオガス精製技術（CO₂/CH₄分離技術）

バイオガス精製技術は、原料バイオガス中に含まれるメタン（CH₄）と二酸化炭素（CO₂）を分離し、燃料として利用可能な高濃度メタンを得るための中核的な技術である。e-メタンプロジェクトにおいては、メタンの回収効率向上と同時に、分離された CO₂をメタネーション原料として活用するという観点から、CO₂/CH₄分離技術の選定が重要となる。

1) バイオガス精製技術の比較

バイオガス精製に用いられる主な CO₂/CH₄分離技術は、以下のように分類される。

① 化学吸収法（アミン法等）

化学吸収法は、アミン溶液等を用いて CO₂を化学的に吸収する方式であり、高い CO₂分離性能を有する。一方で、

- ・ 再生工程における熱エネルギー消費が大きい
- ・ 設備構成が比較的大規模になる
- ・ 運転・保守管理の負荷が高い

といった点から、中小規模・分散型の CBG プラントへの適用には制約がある。

② 物理吸収法（水洗浄、溶剤吸収等）

水洗浄等の物理吸収法は、比較的シンプルな設備構成で運転可能であり、一定規模以上のプラントで広く採用されている。ただし、CO₂分離効率は運転条件に依存、水消費量が多い、メタンのロスが発生する可能性がある、といった課題がある。

③ PSA（Pressure Swing Adsorption）法

PSA 法は、吸着剤を用いて圧力変動により CO₂を分離する方式であり、比較的高い分離性能を有する。一方で、原料ガス中の水分・硫黄分に対する前処理が必須、運転制御がやや複雑といった点が留意事項となる。

④ 膜分離法

膜分離法は、CO₂と CH₄の透過速度差を利用して分離を行う方式であり、設備構成がコンパクト、起動停止が容易・分散型・モジュール型設備に適するといった特徴を有する。近年では、多段の膜分離プロセスを採用することで、メタン回収率の向上や CO₂純度の向上が可能となっており、CBG 分野での適用実績が拡大している。

2) e-メタン案件におけるバイオガス精製技術の適用観点

e-メタンプロジェクトにおいては、バイオガス精製技術は単に燃料用メタンを得るための設備ではなく、メタネーション用 CO₂を安定的に供給する前処理設備としての役割も担う。このため、本案件では以下の観点が特に重要となる。

① CO₂純度および不純物管理

メタネーション触媒は、硫黄分（H₂S 等）や粉塵、水分に対して感受性が高い。そのため、CO₂中の硫黄分を十分に低減できること、水分除去が確実にできることが、精製技術選定の前提条件となる。膜分離法は、脱硫・乾燥等の前処理と組み合わせることで、メタネーション工程に適した CO₂品質を確保しやすい。

② メタン回収率と全体効率

本案件では、バイオガス由来の炭素資源を最大限有効活用する観点から、メタンの回収率が高いこと、分離工程におけるメタンロスが最小化されることが重要である。多段膜構成等を採用することで、メタン回収率を高めつつ、CO₂を副生成物として効率的に回収することが可能となる。

③ 分散型・モジュール型設備との親和性

本案件で想定される CBG プラントは、中小規模・分散型であるケースが多く、設置スペースが限定的、運転・保守要員に限られるといった条件下での運用が想定される。この点において、膜分離法は、設備のコンパクト性や運転の簡便性から、現地条件への適合性が高い。

④ e-メタン製造との統合性

バイオガス精製で分離された CO₂を、追加圧縮・再精製を最小限に抑えてメタネーション工程へ供給できることは、設備コストおよび運転コストの低減に直結する。本案件では、バイオガス精製とメタネーションを一体的に設計・運用することが重要であり、その観点からも、柔軟な構成が可能な膜分離法が有力な選択肢として確認された。

3) 小括

以上より、バイオガス精製技術の一般的な特徴および本案件での適用条件を踏まえると、高純度 CO₂を安定的に回収でき、分散型設備への適用性が高い精製技術を採用することが、e-メタン案件の成立性を高める要因だと考えられる。特に、適切な前処理と組み合わせた膜分離技術は、メタン回収と CO₂利活用を両立させる上で有効な選択肢である。

4.2.3.3 e-メタン利用先の調査

(1) 想定利用分野（産業燃料、交通燃料等）

本節では、本案件で製造される e-メタン（合成メタン）の想定利用分野について整理した。e-メタンは化学的に天然ガス（CH₄）と同等であり、既存のガスインフラ・燃焼設備に「ドロップイン」的に適用可能である点が大きな特徴である。

本調査では、インドにおける既存ガス利用実態と、e-メタンの供給形態（配管注入、CNG/LNG、オンサイト利用等）との整合性を踏まえ、想定利用分野を以下のとおりまとめた。

1) 産業燃料用途（ボイラ、加熱炉、発電機等）

① 産業プロセス熱（ボイラ・加熱炉）

インドでは、化学、食品加工、精密化学等の工業分野で、ボイラ燃料・プロセス加熱用途として天然ガスが使用されている。e-メタンは天然ガスと同等の燃焼特性を有するため、既存のガス焚きボイラ・加熱炉に適用しやすく、設備改修を最小限に抑えた形で燃料転換を検討できる。また、e-メタンは CO₂利活用と水素吸収先（オフテイク）を同時に実現する手段として位置付けられ、産業用燃料分野での利用は、短期導入の現実的な選択肢として考えられる。

② 自家発電（ガスエンジン／タービン）用途

e-メタンは、ガスエンジンやガスタービンの燃料として利用可能であり、工場の自家発電用途や、特定施設のエネルギー自立化（分散型エネルギー供給）に活用できる。天然ガス相当品であるため、既存のガス燃料設備への適用性が高い点が利点である。

2) 交通燃料用途（CNG／LNG 相当の利用）

① CNG 用途（圧縮ガス燃料）

インドでは CNG 車両と給燃料インフラが既に一定程度整備されていることから、e-メタンを CNG 相当燃料として供給することは、インフラ適合性の観点で有望である。e-メタンは天然ガスと同等の燃料であるため、既存の CNG 供給網に統合可能であり、導入障壁を抑えやすい。ただし、交通燃料用途は価格感度が高いことから、初期段階では実証的導入や限定的な需要（特定フリート等）を起点に段階導入することが現実的である。

② LNG 用途（液化ガス燃料）

LNG は輸入依存度が高い一方、天然ガス需要の重要な供給源であるため、e-メタンを LNG 相当の形で活用することは、輸入代替の観点からも中長期的に意義がある。e-メタンはガスインフラに適合しやすく、既存の天然ガス物流体系と親和性がある点が特徴である。

③ ガスインフラ統合用途（都市ガス／CGD ネットワークへの統合）

e-メタンの最大の特徴は、天然ガスインフラ（配管、都市ガスネットワーク、CNG/LNG 供給網）への投入（注入）が可能である点にある。メタネーションは、既存のガスインフラへの注入を前提にスケール化しやすく、他の CO₂利活用経路（e-メタノール等）と比較した場合の優位性として確認された。

そのため、将来的には都市ガス（CGD）ネットワークへの注入・混合供給等を通じて、より広域な需要家への供給が可能となる見通しがある。

4) 小括（本案件における優先順位）

以上を踏まえると、本案件の想定利用分野は、短期的には産業燃料用途（ボイラ・加熱・自家発電）を中心に、供給形態の柔軟性（オンサイト利用、近隣供給）を活かして導入することが現実的である。その上で、運用実績と供給規模が拡大した段階で、CNG 等の交通燃料用途や、都市ガスネットワークへの統合へ段階的に展開することが、インフラ適合性と市場拡大の観点から合理的な導入シナリオとなる。

(2) オフテイカー候補および供給形態

本節では、前項で整理した想定利用分野を踏まえ、e-メタンのオフテイカー候補と供給形態を、導入初期から拡大期までの現実的な順序でまとめた。e-メタンは天然ガス相当品として既存インフラへ統合しやすい点が特徴であり、供給形態を段階的に選択することで、初期の実証・小規模導入から中長期のスケール拡大へ移行しやすい。

本調査で想定するオフテイカー候補は、大きく以下にまとめられる。e-メタンは既存のガスインフラへ“ドロップイン”で供給できる点が、導入初期のオフテイク形成を容易にする要因である。

- ・ 産業需要家（工場・事業所）：ボイラ、加熱炉、自家発電（ガスエンジン／タービン）等でガス燃料を利用する需要家。
- ・ ガス供給事業者：都市ガスネットワークへの注入・混合供給を通じて、広域需要へ展開する候補。
- ・ 交通燃料分野（CNG等）：既存のCNGインフラと親和性が高く、将来的に輸送燃料用途へ展開し得る。

1) オンサイト利用（製造地点で直接利用）

① 概要

e-メタン製造設備と需要設備（ボイラ、発電機等）を同一敷地内または隣接地に配置し、製造したe-メタンをその場で消費する方式である。初期導入において、物流コストと制度調整を最小化でき、需要家側の導入意思決定が比較的迅速になりやすい。

② 想定オフテイカー

CBGプラント併設の需要（自己消費）：バイオガス施設内のボイラ・補助燃料・発電用途等。
工業団地内需要家：熱需要が大きい食品加工・化学等（燃料転換ニーズがある需要家）。

③ 位置付け（メリット／留意点）

メリット：

- ・ 供給が短距離で完結し、輸送・販売手続きが簡素。
- ・ 小規模でも成立しやすく、実証・初期導入に適する。

留意点：

- ・ 需要側の稼働（停止・起動）と製造側（CO₂・水素供給）の整合が重要。
- ・ 需要の上限がサイト内に限定されるため、拡大時は次段階の供給形態が必要。

2) ボンベ／シリンダーバンク供給（分散供給）

① 概要

e-メタンを一定圧力まで圧縮し、ポンベまたはシリンダーバンクに充填して、近隣需要家に供給する方式である。初期の小規模導入において、配管整備を伴わずに需要家へ供給できるため、実証や限定供給に適する。

② 想定オフテイカー

- ・ 近隣の産業需要家：天然ガス設備を持たない、または配管接続が困難な需要家に対し、限定数量で供給。
- ・ 実証協力企業：燃料転換の試行（デモ）を目的とした短期供給。

③ 位置付け（メリット／留意点）

メリット：

- ・ 配管注入より早期に供給開始でき、実証実績を作りやすい。
- ・ 需要側の変動に対して、バンク運用で供給を平準化できる。

留意点：

- ・ 圧縮・容器・輸送に伴うコストと保安管理（高圧ガス設備）が増える。
- ・ 長距離輸送はコスト増となるため、初期は「近距離・限定数量」が現実的。

3) 配管注入（CGD ネットワーク等への注入・混合供給）

① 概要

製造した e-メタンを、既存の都市ガスネットワークや産業向けガス配管へ注入し、天然ガスと混合して供給する方式である。e-メタンが天然ガスと同等であるという特性を最大限に活かし、広域需要へスケールさせやすい。

② 想定オフテイカー

- ・ ガス配給事業者：混合ガスとして供給し、複数需要家へ展開。
- ・ 工業団地の配管需要家：配管網が既に整備されている場合、安定供給の受け皿となる。

③ 位置付け（メリット／留意点）

メリット：

- ・ 物流コストを抑えつつ供給規模を拡大できる。
- ・ “ドロップイン” 特性により下流改修が比較的少ない。

留意点：

- ・ 注入品質（ガス品質、圧力、計量、臭気付与等）の適合と、事業者間調整が必要。
- ・ 初期は注入量が小さいため、合意形成・制度対応を段階的に進めることが重要。

4) CNG/LNG 供給 (交通燃料・広域輸送)

① 概要

e-メタンを CNG (圧縮) または LNG (液化) として供給する方式であり、交通燃料用途や広域供給に適用される。既存の CNG/LNG インフラに適合し得るため、将来的な需要拡大の選択肢となる。

② 想定オフテイカー

CNG 需要 (フリート、公共交通、産業車両等) : CNG スタンドやフリート運用主体が候補。
LNG サプライチェーン (産業需要、輸入代替) : 中長期的には輸入 LNG 代替としての価値が認められた

③ 位置付け (メリット/留意点)

メリット :

- ・ 交通燃料としての展開余地があり、脱炭素の訴求力が高い。
- ・ 既存 CNG/LNG インフラとの整合性が高い。

留意点 :

- ・ 圧縮/液化設備投資が大きく、燃料価格感度も高い。
- ・ 初期導入は難易度が高いため、実証・小規模導入を経て段階移行が現実的。

4) 小括

本案件では、供給形態を段階的に選択することが、事業リスクと制度対応負担を抑えつつ実装を進める上で有効である。具体的には、まずは (1) オンサイト利用および (2) ボンベ/バンク供給で実証・初期導入実績を形成し、その後、(3) 配管注入により供給規模を拡大し、最終的に (4) CNG/LNG への展開を検討するステップが合理的である。

(3) 販売可能性評価 (需要規模、単価、品質要件、契約形態)

本節では、e-メタンの導入における販売可能性について、需要規模、想定単価、品質要件および契約形態の観点から整理した。初期段階では、供給規模が限定的であること、制度・市場が過渡期にあることを踏まえ、オンサイト利用および近距離供給 (ボンベ/バンク) を前提とした現実的な販売モデルを評価対象とする。

1) 需要規模の評価 (初期導入段階)

① オンサイト利用における需要規模

オンサイト利用では、e-メタン製造設備と需要設備が同一敷地内または隣接地に設置されるため、需要規模は製造設備能力および需要設備の稼働条件により規定される。

対象需要：

- ・ 工場内ボイラ燃料
- ・ 自家発電（ガスエンジン等）

特徴：

- ・ 日量数百～数千 Nm³程度の小～中規模需要
- ・ 需要が比較的安定しており、長時間連続運転が可能

このような需要規模は、分散型・モジュール型メタネーション設備との整合性が高く、初期導入における需給バランスを取りやすい。

② ボンベ／バンク供給における需要規模

ボンベ／バンク供給では、オンサイト利用に比べて供給範囲が広がるものの、圧縮・輸送コスト、保安管理負担を考慮すると、初期段階では近隣の限定的需要が現実的となる。

対象需要：

- ・ 近隣工場の燃料転換試行
- ・ 実証・デモ用途

需要規模：

- ・ オンサイト利用と同程度、またはそれ以下（限定数量）

このため、初期段階における需要規模は、「大きな市場」を前提とするのではなく、確実に引き取られる小規模需要を積み上げる形で評価することが妥当である。

2) 想定単価の考え方（初期導入）

初期導入段階における e-メタンの単価設定は、以下の点を総合的に考慮して検討される。

- ・ 代替対象燃料（軽油、LPG、天然ガス等）の価格水準
- ・ e-メタン製造コスト（水素コスト、設備償却等）
- ・ 環境価値（低炭素燃料としての付加価値）

① オンサイト利用の場合

オンサイト利用では、輸送・販売マージンが不要であるため、代替燃料との実質的なコスト比較、安定供給・燃料転換による運用メリットを重視した価格設定が可能となる。

特に、軽油等の液体燃料を使用している需要家に対しては、燃料費削減、排出削減対応を組み合わせた提案により、一定の価格プレミアムを含む合意形成が成立する可能性がある。

② ボンベ／バンク供給の場合

ボンベ／バンク供給では、圧縮・輸送・容器管理コストが加算されるため、単価はオンサイト利用より高くなり、価格感度の低い需要（実証、限定用途）を対象とすることが前提となる。そのため、初期段階では数量よりも実証価値・導入実績の創出を優先する価格設定が現実的である。

3) 品質要件（初期導入時の考え方）

e-メタンは天然ガス相当品であるため、基本的な品質要件は以下の4点となる。

- ・ メタン濃度
- ・ 水分含有量
- ・ 硫黄分等の不純物
- ・ 燃焼特性（発熱量、燃焼安定性）

① オンサイト利用の場合

オンサイト利用では、利用設備（ボイラ、エンジン等）が限定されている、供給者と需要家が密接に連携可能という特徴があるため、用途に応じた実用的品質管理が可能である。必ずしも都市ガス注入基準と同一の厳格な規格を初期から満たす必要はなく、「安全かつ安定して燃焼できること」が最優先要件となる。

② ボンベ／バンク供給の場合

ボンベ供給では、高圧ガスとしての安全基準、容器管理・計量の明確化が求められるため、オンサイト利用に比べて品質管理の厳格化が必要となる。ただし、供給先が限定されている初期段階では、用途を明確に定義した上での品質合意が可能である。

4) 小括

以上を踏まえると、e-メタンの初期導入段階における販売可能性は、需要規模が限定されていても確実に引き取られる用途を選定すること、オンサイト利用を中心に、輸送・制度コストを抑えた形で導入すること、品質・契約条件を用途に応じて柔軟に設計することにより、十分に成立し得ると評価される。初期段階での実証・供給実績を積み上げることが、その後の配管注入や交通燃料用途への展開に向けた重要な基盤となる。

4.2.4 次年度以降の調査計画

今年度調査では、本プロジェクトは、技術面および制度面の両観点からインドでの適用の可能性が確認された。次年度は、バイオガス由来のCO₂を回収し、グリーン水素と反応させてe-メタンを製造する一連のプロセスについて、JCM 案件化を視野に入れたFSの継続実施を想定する。

具体的には、これまでの調査で得られた知見を基に、以下の点を重点的に検討する。

- ・ 製糖工場等から発生する有機性廃棄物を原料とした新設バイオガスプラントを対象とした適用可能性の検討
- ・ 製造された e-メタンの利用先（産業燃料、発電機燃料、既存ガスインフラへの混合等）の検討
- ・ e-メタンおよび CBG 利用による GHG 削減量算定の方法論の検討

4.3 グリーン水素の製造・利用プロジェクト

4.3.1 調査背景と目的

本調査では、グリーン水素を製造し、産業用に利用されている化石燃料由来のグレー水素代替や燃料電池車等に利用することで、GHG の削減を目指すプロジェクトの実現可能性調査（FS）を実施した。なお、本事業では、マハラシュトラ州プネ市に拠点をおく水素の製造・輸送・貯蔵・利用関連の企業・研究機関等の複合体である Pune Hydrogen Valley Foundation の協力を得ることを想定し、グリーン水素の適用先を検討した。

第 2 章で前述したとおり、インドでは世界的な原油価格の上昇による恒常的な貿易赤字対策としての 2047 年までにエネルギー自給自足、および脱炭素社会実現への世界的な潮流を受けて、2021 年に 2070 年カーボンニュートラルを宣言した。これを受けて、インド政府は 2023 年 1 月に、インド政府は「国家水素ミッション」を発表した。

このような状況を受け、マハラシュトラ州政府は、再生可能エネルギーの導入拡大やエネルギー効率向上とともに、「マハラシュトラ州グリーン水素政策 2023」を発表するなど、次世代エネルギー技術の活用を重要政策として位置付けている。特に、再生可能エネルギー由来電力の拡大に加え、グリーン水素をはじめとする脱炭素技術の導入を通じて、産業・エネルギー分野における中長期的な温室効果ガス排出削減を目指している。

一方、日本側においては、大阪市が脱炭素先行地域として選定されるなど、都市レベルでの脱炭素化と先進的な環境技術の実装が進められており、これらの知見や技術を海外展開につなげる事が期待されている。大阪市とマハラシュトラ州は、これまで都市間連携事業を通じて、環境・エネルギー分野における政策対話や技術交流を継続しており、官民連携による脱炭素プロジェクト形成の基盤が構築されつつある。

こうした背景のもと、本調査（4.3）は、前節（4.2）で実施した調査結果を踏まえつつ、マハラシュトラ州におけるグリーン水素導入のプロジェクトについて、実装可能性の観点から整理を行うことを目的として実施するものである。特に、現地の政策動向、産業構造、エネルギー需給の実態を踏まえ、日本の優れた環境技術を活用したプロジェクト形成の可能性を検討する。

本調査においては、以下の四つの観点から調査を実施することを目的とする。

① 市場調査

マハラシュトラ州における水素関連技術および脱炭素技術の導入動向、関連政策、産業構造および潜在的な需要分野について、市場調査および現地関係者へのヒアリングを通じて調査した。特に、州政府のエネルギー政策や産業振興施策との整合性を踏まえ、都市間連携事業として支援すべき市場分野および案件形成の可能性を明確化する。

② 技術適用条件の調査

対象とする技術・プロジェクトについて、現地における適用条件を調査した。具体的には、設備規模、運転条件、設置要件、既存インフラとの接続性等の観点から、日本の技術がマハラシュトラ州の事業環境において適用可能かを検討し、技術的な成立条件および留意点を明らかにする。

③ 水素利用先の調査

グリーン水素の想定利用先について、化学・製造業等の産業分野を中心に調査を行い、既存の化石燃料由来水素の利用実態や水素需要の特性を調査した。あわせて、オンサイト利用を含む実装可能な利用形態を検討し、将来的な事業化・案件形成につながる可能性を評価する。

④ グリーン電力の調達先の検討

グリーン水素製造を前提とした場合に必要となる再生可能エネルギー由来電力について、マハラシュトラ州における調達環境、供給形態、関連制度を調査した。特に、州政府による支援制度や現地の再生可能エネルギー事業者の動向を踏まえ、事業性確保の観点から実現可能なグリーン電力調達の選択肢を検討する。

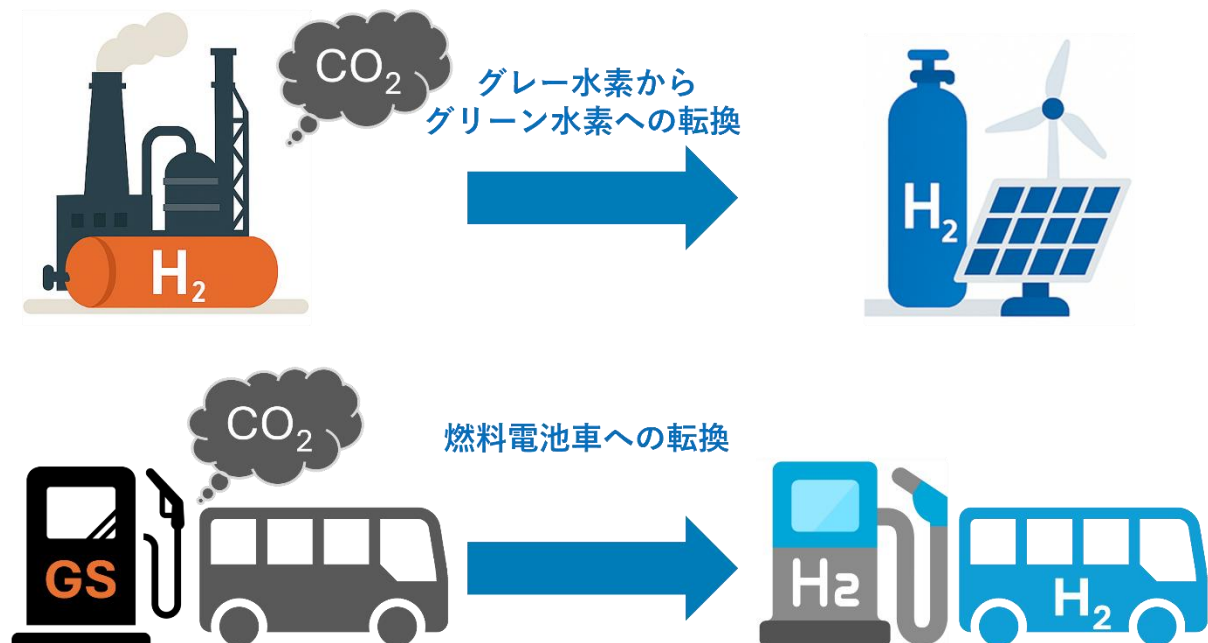


図 4-5 グリーン水素製造・利用プロジェクトイメージ図

(引用) GEC 作成

4.3.2 調査概要

本調査は、マハラシュトラ州におけるグリーン水素製造・利用を中心とした脱炭素技術の導入可能性について、JCM 案件形成を見据えた実現可能性を調査することを目的として実施したものである。本項では、調査の対象範囲、調査の前提条件、調査項目および調査手法の概要についてまとめた。

(1) 調査対象および想定プロジェクト像

本調査では、マハラシュトラ州内の産業集積地を主な対象とし、再生可能エネルギー由来電力を用いたグリーン水素の製造および産業用途での利用を想定したプロジェクトを検討対象とした。

特に、既存の化石燃料由来水素（グレー水素）を使用している産業分野を中心に、オンサイトでの水素製造・利用を基本的なプロジェクト像として調査した。

また、グリーン水素製造に不可欠な再生可能エネルギー由来電力については、州内における電力市場および政策支援の状況を踏まえ、外部からのグリーン電力調達を前提とした事業形態を想定した。

(2) 調査の前提条件

本調査は、事業化を見据えた FS レベルの検討として位置付けており、以下の考え方を前提として調査を行った。

- ・ 技術面については、既に実用化段階または商用導入実績を有する技術を前提とし、研究開発段階の技術は対象外とする。
- ・ 経済性については、詳細な事業収支モデルの構築ではなく、事業成立性に影響を与える主要要因（電力コスト、水素需要、制度支援等）に主眼を置く。
- ・ 制度面については、現行の国・州レベルの政策および公表されている支援制度を基に調査した。

(3) 調査項目および調査手法

本調査では、グリーン水素プロジェクトの実現可能性を多面的に評価するため、以下の四つの調査項目について調査を行った。

① 市場調査

マハラシュトラ州におけるグリーン水素および関連脱炭素技術の導入動向、政策的位置付け、産業構造および潜在的な需要分野について、文献調査および現地関係者へのヒアリングを通じて調査した。

② 技術適用条件の調査

対象とするグリーン水素製造技術について、設備規模、運転条件、設置要件、既存設備との接続条件等を調査し、現地事業環境における適用可能性および留意点を検討した。

③ 水素利用先の調査

グリーン水素の想定利用先として、化学・製造業等の産業分野を中心に、水素の利用実態、要求される品質・供給条件、導入上の制約等について調査した。

④ グリーン電力の調達先の検討

グリーン水素製造に必要となる再生可能エネルギー由来電力について、マハラシュトラ州における電力市場、再生可能エネルギー事業者の動向、関連制度および支援策を調査し、実現可能な調達方法を検討した。

(4) 調査成果の位置付け

本調査の成果は、マハラシュトラ州におけるグリーン水素導入の実証・初期導入段階に進むための基礎的な検討材料を調査することを目的としたものであり、最終的な投資判断や事業化判断を行うものではない。

調査結果は、次項以降において、市場性、技術適用条件、水素利用先および電力調達の観点から整理し、次年度以降の実現可能性調査やJCM案件形成に向けた検討課題として取りまとめる。

4.3.3 調査結果

4.3.3.1 市場調査

(1) 水素関連政策（国・州レベルの方針、優遇措置）

本項では、現地調査および関係者ヒアリングを通じて把握した情報を基に、マハラシュトラ州におけるグリーン水素製造・利用に関連するインド国レベルおよび州レベルの政策方針ならびに優遇措置についてまとめた。インドにおける水素政策は、脱炭素化とエネルギー自給率向上を同時に達成するための重要分野として位置付けられており、国および州の双方で制度的な後押しが進められている。

1) インド政府レベルの水素関連政策

インド政府は、再生可能エネルギー由来のグリーン水素を将来の基幹エネルギーの一つとして位置付け、国家レベルで製造・利用の促進を図っている。第2章「2.2.3 インドにおける脱炭素関連政策・取り組み」でも述べたように、国の水素政策では、グリーン水素を以下の分野で重点的に活用することが想定されており³³、グリーン水素は産業分野の脱炭素を支える中核的技術として明確に位置付けられている。なお、「国家グリーン戦略」の詳細については、第2章「2.2.3」で取り纏めている。

- ・ 化学・精密化学・製薬等における原料水素
- ・ 製鉄、精製等のエネルギー多消費型産業
- ・ 将来的な合成燃料やエネルギーキャリアとしての利用

さらには、グリーン水素関連プロジェクトの立ち上げを後押しするため、政府は以下のような制度的枠組みが整備している。

① 水素製造に対する支援制度

グリーン水素の製造コスト低減を目的とした支援制度が設けられており、初期導入段階における事業者の負担軽減が図られている。

② 水電解装置に関する支援

水電解装置の製造および導入を促進するための支援制度が用意されており、装置コストの低減やサプライチェーンの構築が政策的に支援されている。

③ 再生可能エネルギー電力の利用促進

グリーン水素製造のための再生可能エネルギー由来電力を使用する場合、送電・託送料金の軽減や制度面での柔軟な取り扱いが認められている。

これらの施策により、国レベルではグリーン水素製造・利用を前提としたプロジェクト形成のための基本的な政策環境が整備されている。

2) マハラシュトラ州レベルの水素関連政策

第2章「2.2.6 マハラシュトラ州における脱炭素関連政策・取り組み」で前述の通り、マハラシュトラ州政府は、国の方針と整合する形で州独自の「マハラシュトラ州グリーン水素政策2023」を策定している。同州はインド国内でも有数の工業集積地を有しており、州のグリーン水素政策は、産業競争力の維持・強化と脱炭素化を同時に推進するための施策として位置付けられている。州のグリーン水素政策の詳細については、第2章「2.2.6」で取り纏めている。

州レベルでは、国制度を補完する形で、同州グリーン水素政策のもと、以下のような優遇措置が行われている⁴⁷。

① 再生可能エネルギー電力に関する優遇措置

グリーン水素製造に使用される再生可能エネルギー由来電力について、送電料金・配電料金の一部免除や電力税の免除等が適用される仕組みが設けられている。

② 用地・立地に関する支援

工業地域において、グリーン水素関連設備の立地に対する優先的な取り扱いが示されており、用地確保に伴う初期的な障壁の低減が図られている。

③ 設備投資・実証段階への支援

グリーン水素製造・利用に関する設備投資や実証的な取り組みを対象とした支援が用意されており、初期段階でのリスク低減を目的とした政策が進められている。

マハラシュトラ州のグリーン水素政策の特徴として、産業用途におけるオンサイト型グリーン水素製造および再生可能エネルギー資源と連動した水素製造を重視している点に特徴がある。特に、既存のグレー水素を使用している産業に対して、グリーン水素への転換を促す政策環境が形成されつつある。

4) 小括

以上のとおり、インド国レベルおよびマハラシュトラ州レベルにおいて、グリーン水素は政策的に明確に位置付けられた重点分野であり、製造・利用の双方に対して制度的な後押しが行われている。本調査では、これらの政策環境を前提として、次項以降において、市場動向、技術適用条件、水素利用先およびグリーン電力調達の観点から、具体的なプロジェクト形成の可能性をまとめた。

(2) 安全規制・設備規格（製造・貯蔵・圧縮・供給）

本項では、マハラシュトラ州においてグリーン水素の製造、貯蔵、圧縮および供給を行う際に適用される、安全規制、設備規格および関連基準について整理した。水素は可燃性および拡散性の高いガスであることから、インドでは既存の高圧ガスおよび可燃性ガスに関する法令・規格を基本としつつ、水素特有の性状を考慮した安全管理が求められている。

1) 水素製造設備（電解装置）に関する安全規制・規格

グリーン水素製造設備（水電解装置）は、電気設備および可燃性ガス設備の双方の性格を有するため、複数の法令・規格が適用される。

① 水素製造設備に関する安全規格

水電解装置については、水素製造設備の安全要件を定めた ISO 22734⁵³ およびそのインド国内規格である IS 16509 が参照される。これらの規格では、装置設計、制御・保護機能、運転条件および異常時対応についての基本要件が記載されている。

② 危険区域区分および防爆規格

水素を取り扱う区域は爆発性雰囲気が発生が想定されるため、危険区域区分（Hazardous Area Classification）が必要となる。

電気設備については、IS/IEC 60079（爆発性雰囲気で使用される電気機器に関する規格）⁵⁴ および IS 5572（危険場所の区分）⁵⁵が適用され、防爆仕様機器の使用が求められる。

③ 工場安全関連法規

水電解装置は工場設備として、工場法および関連する安全規則の適用対象となり、設備の安全設計、標準操作手順（SOP）、保守点検体制の整備が求められる。

2) 水素貯蔵設備に関する安全規制・規格

水素の貯蔵は高圧ガスの取り扱いに該当し、厳格な安全管理が必要となる。

① 高圧ガス・圧力容器に関する規制

水素貯蔵タンクやシリンダーは高圧ガス設備として扱われ、圧力容器の設計、耐圧試験、定期検査等が義務付けられる。

② 水素貯蔵・配管に関する国際基準

貯蔵および関連配管については、水素特有の材料劣化（脆化）を考慮した設計が求められ、ASME B31.12（Hydrogen Piping and Pipelines）⁵⁶等の国際基準が参照される。

③ 設置・配置要件

貯蔵設備は、周辺設備や建屋との安全距離の確保、十分な換気性の確保、屋外設置を基本としたレイアウトが求められる。

3) 水素圧縮設備に関する安全規制・規格

水素圧縮設備は、高圧条件で運転される回転機器であり、機械安全および高圧ガス安全の双方の観点から管理が必要となる。

① 圧縮設備の設計要件

圧縮機には、過圧防止装置、緊急遮断機構、漏洩防止構造等の安全機能を備えることが求められる。

② 運転・保守管理

圧縮設備については、定期点検、運転ログ管理、異常時対応手順の整備を含む運用管理体制の構築が前提となる。

4) 水素供給設備（配管・充填・輸送）に関する安全規制・規格

水素の供給形態に応じて、適用される安全規制および基準が異なる。

① 配管供給に関する規格・基準

水素配管については、耐圧性能、漏洩防止、緊急遮断装置の設置が求められ、石油・ガス関連設備の安全基準を定めた OISD STD 241（水素を含む可燃性ガスの取扱いに関する安全基準）⁵⁷が参照される。

② ボンベ充填・輸送に関する規制

ボンベ供給を行う場合、充填設備、保管および輸送について、高圧ガスおよび危険物輸送に関する規則が適用される。

5) 許認可および関係当局との対応

水素関連設備の設置・運用にあたっては、以下の当局との許認可および協議が必要となる。

① 高圧ガス・可燃性ガス関連の安全認可

水素の貯蔵、圧縮、充填設備については、Petroleum and Explosives Safety Organisation (PESO) による認可が必要となる。

② 環境認可および州レベルの承認

設備の新設または既存設備の改修にあたっては、中央汚染管理委員会 (CPCB) の指針および州公害管理局 (SPCB) による環境認可が求められる。

これらの許認可については、設備設計の初期段階から関係当局と協議を行うことが、円滑な事業実施において重要である。

6) 小括

以上のとおり、マハラシュトラ州におけるグリーン水素プロジェクトでは、既存の高圧ガスおよび可燃性ガスに関する法令・規格・基準 (IS/IEC 60079、ISO 22734/IS 16509、OISD STD 241 等) を適用することで、安全面の対応が可能である。一方で、水素特有の性状を踏まえ、製造、貯蔵、圧縮、供給の各工程において、適切な設備設計および運用体制を構築することが不可欠である。本調査では、これらの安全規制および設備規格を前提条件として、次項以降において技術適用条件および事業化上の検討課題をまとめた。

(3) 需要動向 (産業需要、モビリティ需要、需要家セグメント)

本項では、現地調査および関係者ヒアリングを通じて把握した情報を基に、マハラシュトラ州におけるグリーン水素の需要動向について、産業用途、モビリティ用途、および需要家セグメントの観点からまとめた。現地における水素需要は、現時点では限定的であるものの、既存水素需要の脱炭素化を起点として、段階的に拡大する構造にある。

1) 産業用途における水素需要動向

① 既存産業における水素利用実態

図 2.2-1 にグリーン水素の潜在的な需要を示す。用途として冶金加工および火力発電所の冷却用途やガラス製造、銃器用燃料などが挙げられる。マハラシュトラ州には、化学、精密化学、製薬、肥料、ガラス等、既に水素を原料またはプロセスガスとして利用している産業が集積している。これらの産業では、現状、天然ガス改質等により製造されたグレー水素が主に使用されてお

り、水素は製造プロセスに不可欠な投入物として位置付けられている。このため、産業用途における水素需要は、新規用途として創出される需要というよりも、既存需要をグリーン水素に置き換える形で顕在化する需要があると確認された。

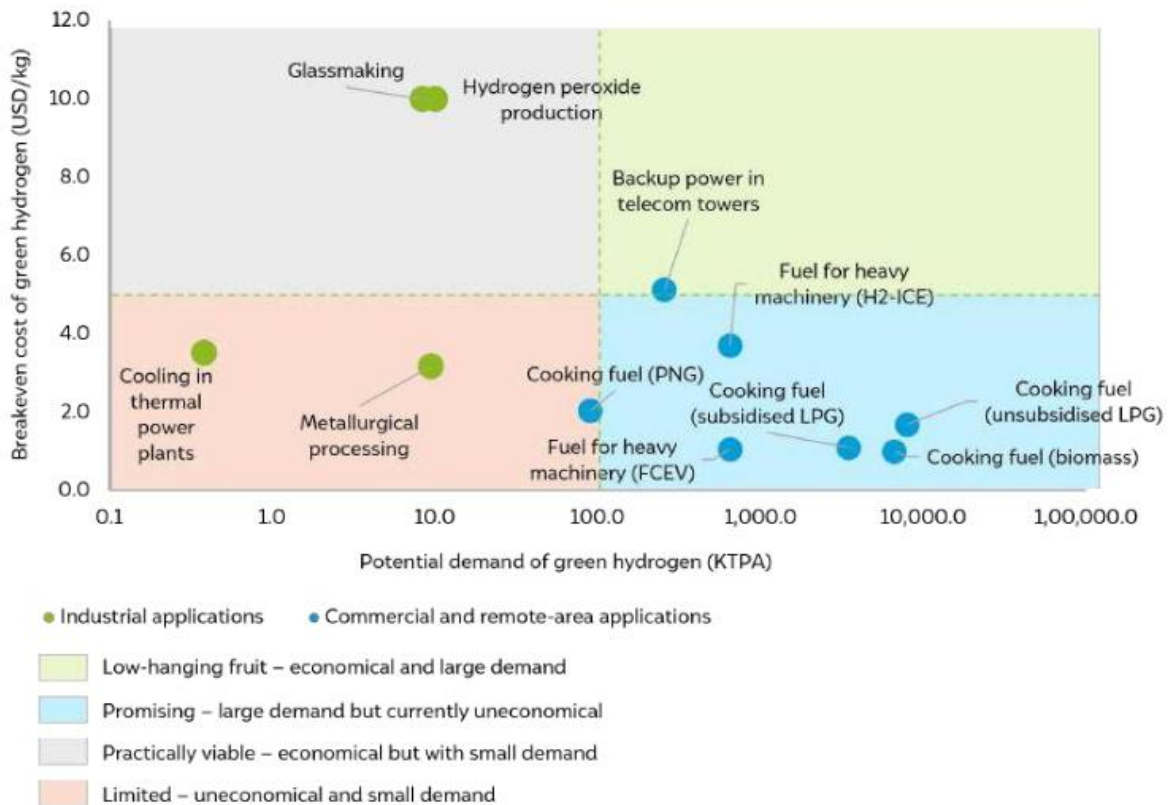


図 4-6 グリーン水素の潜在的な需要と損益分岐点

(引用) Council on Energy, Environment and Water Mainstreaming Decentralised Green Hydrogen in India⁵⁸

② グリーン水素への転換ニーズ

現地調査によれば、産業分野においては以下の要因を背景に、グリーン水素への転換に対する関心が高まりつつある。

- ・ 国および州政府によるグリーン水素導入促進政策の進展
- ・ 新規グレー水素設備に対する許認可取得の難化
- ・ 脱炭素対応を求められる輸出関連産業の増加

特に、既存工場敷地内でのオンサイト型グリーン水素製造・利用は、輸送コストの回避や供給安定性の確保の観点から、現実的な導入形態として位置付けられている。

2) モビリティ用途における水素需要動向

① 現時点での位置付け

マハラシュトラ州における水素のモビリティ用途（燃料電池車、燃料電池バス等）は、現時点では実証段階または検討段階にある。既存の内燃機関車両や CNG 車両と比較して、車両コストおよび水素供給インフラの整備が課題となっており、短期的に大規模な需要が形成されている状況にはない。

② 中長期的な導入可能性

一方で、大気汚染対策や公共交通の脱炭素化の観点から、公共バス等の公共交通用途および工場構内車両や物流拠点内車両等の限定用途については、中長期的な導入可能性を有する需要分野として確認された。ただし、これらの用途は、産業用途と比較して、インフラ整備や制度設計に時間を要するため、本調査においては、優先度は相対的に低いと位置付けられた。

3) 需要家セグメント

現地での調査結果を踏まえると、マハラシュトラ州における水素需要家は、導入段階および用途特性に応じて、以下のように整理される。

① 初期導入が想定される需要家

- ・ 化学・精密化学・製薬等の既存水素ユーザー
- ・ 高純度水素を安定的に必要とする製造プロセスを有する事業者
- ・ 自社敷地内で水素製造設備の設置が可能な中～大規模工場

これらの需要家は、水素の取り扱い実績を有していることから、技術的・運用的な障壁が比較的低く、初期導入の中心的な対象と認識される。

② 中期的に導入が想定される需要家

- ・ エネルギー多消費型の製造業
- ・ 脱炭素対応が競争力に直結する輸出志向型企业
- ・ 工業団地内の複数事業者を束ねたクラスター型需要

これらのセグメントでは、単独導入に加え、複数需要家を束ねた面的な導入が検討対象となる。

③ 実証・検討段階にある需要家

- ・ モビリティ関連事業者
- ・ 公共部門や自治体関連施設

これらの需要家は、現時点では実証・検討段階にあり、将来の需要拡大を見据えた対象として位置付けられる。

4) 小括

以上を踏まえると、マハラシュトラ州におけるグリーン水素需要は、産業用途を中心とした既存水素需要の脱炭素化を起点として形成される構造にある。特に、既存水素ユーザーを対象としたオンサイト型導入は、技術面・制度面の両面から実現可能性が高く、本調査における重点検討対象と位置付けられる。

一方、モビリティ用途については、中長期的なポテンシャルを有するものの、現時点では実証段階にあり、段階的な導入を前提とした検討が必要である。本調査では、これらの需要動向を踏まえ、次項以降において、具体的な技術適用条件および事業化上の検討課題をまとめた。

4.3.3.2 技術適用条件の調査

(1) PEM型水電解の要求条件（電力品質、水、水処理、保守）

本項では、グリーン水素製造において採用が想定されるPEM（固体高分子膜）型水電解装置について、現地適用を検討する上で必要となる電力品質、水および水処理条件、ならびに保守・運用要件をまとめた。PEM型水電解は、再生可能エネルギーとの親和性が高い一方、安定運転のためには一定の前提条件を満たす必要がある。

1) 電力品質に関する要求条件

① 電力供給の安定性と品質

PEM型水素製造装置は、直流電力を用いて運転されるため、入力電力の品質が装置性能および寿命に影響を与える。一般に、以下の点が重要な要求条件として挙げられる。

- ・ 電圧および周波数が所定範囲内で安定していること
- ・ 瞬時停電や大きな電圧変動が頻発しないこと
- ・ 高調波やノイズが制御可能なレベルであること

現地系統電力を利用する場合には、電源安定化設備（整流器、フィルター等）を含めた電力品質対策が前提となる。

② 再生可能エネルギーとの親和性

PEM型水素製造装置は、出力変動への追従性が高く、太陽光や風力等の変動型再生可能エネルギーとの組合せに適した技術とされている。その一方で、頻繁な起動・停止や急激な負荷変動が想定される場合には、運転制御やスタック保護の観点から、適切な制御設計が求められる。

2) 水に関する要求条件

① 使用水の基本要件

PEM型水電解では、水が直接反応原料となるため、使用水の品質は装置性能および耐久性に大きく影響する。一般に、以下の点が要求条件として挙げられる。

- ・ 不純物（溶解塩類、有機物、微粒子等）が極めて少ないこと
- ・ 金属イオンや塩素成分等、膜や触媒を劣化させる成分を含まないこと

このため、原水としては、工業用水、地下水、上水等が想定されるが、そのまま使用することは困難であり、前処理を前提とした水供給計画が必要となる。

② 水量および供給の安定性

水素製造量に応じた一定量の水を連続的かつ安定的に供給できることが前提条件となる。特に、工業地域においては、水資源の制約や既存用途との競合を考慮し、水使用計画を事前に検討する必要がある。

3) 水処理設備に関する要求条件

① 水処理プロセスの位置付け

PEM型水素製造装置に供給される水は、一般に高純度水（脱イオン水）レベルが求められる。そのため、原水条件に応じて、以下のような水処理工程が必要となる。

- ・ 前処理（ろ過、活性炭処理等）
- ・ 脱塩処理（逆浸透膜、イオン交換等）
- ・ 仕上げ処理（純水・超純水化）

これらの水処理設備は、水電解装置と一体で設計されることが一般的である。

② 排水および副生成物への対応

水処理工程および電解工程から発生する排水については、現地の環境規制を踏まえた適切な処理が必要となる。特に、排水水質および排水量については、州レベルの環境認可条件に適合するよう設計することが求められる。

4) 保守・運用（O&M）に関する要求条件

① 日常運転および監視

PEM型水素製造装置の安定運転には、以下のような運転・監視体制が必要となる。

- ・ 電圧、電流、圧力、温度等の主要運転パラメータの常時監視
- ・ 異常検知時の自動停止および警報機能
- ・ 運転データの記録・管理

これらは、現地運転員による日常管理と、必要に応じた遠隔監視を組み合わせた体制が想定される。

② 定期保守および部品交換

PEM型水素製造装置では、スタックや周辺機器について、定期的な点検および消耗部品の交換が必要となる。特に、膜・触媒等の主要部品については、運転条件に応じた計画的な保守が前提となる。

③ 現地 O&M 体制の構築

事業化を見据えた場合、現地での運転員教育、保守部品の調達体制、専門技術者によるサポート体制を含めた O&M 体制の構築が重要な検討事項となる。

5) 小括

以上のとおり、PEM型水素製造装置の現地適用にあたっては、電力品質の確保、高純度水の安定供給、水処理設備の適切な設計、ならびに計画的な保守・運用体制が重要な前提条件となる。本調査では、これらの要求条件を踏まえ、次項以降において、設備構成や導入規模、事業化上の課題についてまとめた。

(2) 運転条件（負荷変動、停止起動、冗長設計）

本項では、グリーン水素製造において PEM 型水電解装置の運転条件について、負荷変動への対応、停止起動特性および冗長設計の考え方の観点からまとめた。PEM型水電解は、再生可能エネルギーとの親和性が高い一方で、安定運転および設備信頼性確保のためには、運転条件を踏まえた適切な設計・運用が重要となる。

1) 負荷変動への対応特性

① 部分負荷運転および出力調整

PEM型水素製造装置は、定格出力だけでなく部分負荷での運転が可能であり、比較的広い出力調整範囲を有している。現地調査結果によれば、再生可能エネルギー由来電力（太陽光・風力）と組み合わせた運用を前提とする場合、以下の点が重要な運転条件として挙げられる。

- ・ 低負荷領域から定格出力までの連続的な出力制御が可能であること
- ・ 出力変動に対して応答遅れが小さく、電力供給変動に追従できること
- ・ 部分負荷運転時においても、水素品質および安全性が維持されること

これらの特性により、PEM型水素製造は変動型再生可能エネルギーと組み合わせた運用に適した技術として位置付けられている。

② 頻繁な負荷変動に対する留意点

短時間に頻繁な出力変動が生じる場合には、スタックや周辺機器への負荷が増加する可能性がある。そのため、急峻な負荷変動を緩和する制御ロジックの導入、必要に応じた電力側でのバッファ（蓄電池等）の併用といった運転上の工夫が検討対象となる。

2) 停止・起動（スタートアップ/シャットダウン）特性

① 起動・停止に関する基本特性

PEM型水素製造装置は、アルカリ型水電解と比較して、起動および停止に要する時間が短いという特性を有している。このため、再生可能エネルギーの出力変動や系統制約に応じて、柔軟に起動・停止を行う運用が可能である。

② 頻繁な停止起動に伴う影響

頻繁な停止起動は、以下の点で設備に影響を与える可能性がある。

- ・ スタックの劣化促進

- ・ 補機類（ポンプ、バルブ等）の摩耗増加
- ・ 運転安定化までの過渡状態管理の複雑化

そのため、運転計画上は、不要な停止起動を極力回避すること、停止時・起動時の標準操作手順（SOP）を明確化することが重要な検討事項として挙げられる。

3) 冗長設計および設備構成の考え方

① 冗長設計の必要性

水素製造設備を産業用途で利用する場合、水素供給の継続性が重要な要件となる。このため、設備停止による供給途絶リスクを低減する観点から、冗長設計が検討される。現地調査では、以下のような冗長設計の考え方が挙げられた。

- ・ 複数スタックによるモジュール構成
- ・ 主要補機（電源装置、冷却系、制御系）の冗長化
- ・ 保守時にも最低限の水素供給を維持できる構成

② モジュール化と段階的運用

PEM型水素製造装置は、モジュール化が容易であり、初期導入時は小規模構成、需要拡大に応じた段階的な増設といった柔軟な設備計画が可能である。このモジュール化は、冗長性確保と同時に、負荷変動への柔軟な対応や保守性向上にも寄与する。

4) 運転条件整理における留意点

運転条件の整理にあたっては、以下の点が共通の留意事項として挙げられる。

- ・ 再生可能エネルギーの出力特性を踏まえた運転計画の策定
- ・ 水素需要側の連続性・変動性との整合
- ・ 安全規制および設備規格との一体的な設計

これらを踏まえ、設備設計段階から運転条件を織り込んだ検討を行うことが、事業化に向けた重要な前提条件となる。

5) 小括

以上のとおり、PEM型水素製造装置は、負荷変動への高い追従性および迅速な停止起動が可能である一方、設備信頼性および長期安定運転の観点からは、適切な運転計画および冗長設計が不可欠である。本調査では、これらの運転条件を前提として、次項以降において、設備構成や導入規模、事業化上の課題についてまとめた。

(3) 供給形態（圧縮・充填、配管供給）

本項では、マハラシュトラ州におけるグリーン水素プロジェクトを想定し、水素の供給形態について、圧縮・充填による供給および配管による供給の二つの方式を中心にまとめた。供給形態

の選定は、需要規模、需要家の立地条件、導入段階（実証・初期導入か、本格展開か）に大きく依存するため、段階的な整理が必要となる。

1) 圧縮・充填による供給形態

①供給形態の概要

圧縮・充填方式は、水電解装置で製造した水素を一定圧力まで圧縮し、シリンダーまたはシリンダーバンクに充填して供給する形態である。本方式は、専用配管を必要とせず、比較的柔軟に供給先を変更できる点から、初期導入段階や需要規模が限定的なプロジェクトにおいて採用されやすい。

② 適用が想定される条件

現地調査結果を踏まえると、圧縮・充填方式は以下の条件下での適用が想定される。

- ・ 需要規模が比較的小さい場合
- ・ 需要家が水素配管インフラを有していない場合
- ・ 実証・試行的導入段階にある場合

特に、既存の工業用ガス供給と同様の運用が可能である点から、水素利用の初期段階における現実的な供給形態として位置付けられる。

③ 留意点

圧縮・充填方式には以下の留意点がある。

- ・ 圧縮設備および充填設備の追加が必要となる
- ・ 容器管理、輸送、保管に関する安全管理負担が大きい
- ・ 供給量の拡大に伴い、物流コストが増加する

そのため、本方式は、中長期的な大規模供給には必ずしも適さず、段階的導入のための過渡的な供給形態として見做される。

2) 配管による供給形態

① 供給形態の概要

配管供給方式は、水素製造設備から需要家までを専用配管で接続し、連続的に水素を供給する形態である。本方式は、供給の安定性や運転効率の観点で優れており、需要規模が一定以上で、長期的な供給が見込まれる場合に適した供給形態である。

② 適用が想定される条件

配管供給は、以下のような条件下での適用が想定される。

- ・ 需要家が製造設備と同一敷地内、または隣接地に立地している場合
- ・ 水素を連続的に使用する産業用途である場合
- ・ 中長期的な供給契約が見込まれる場合

特に、オンサイト型またはニアサイト型（近接地）供給においては、配管供給が最も合理的な選択肢となる。

③ 留意点

配管供給には、以下の点が留意事項として挙げられる。

- ・ 初期投資（配管敷設、計装、安全設備）が比較的大きい
- ・ 設計段階から安全規制・設備規格への適合を十分に検討する必要がある
- ・ 需要家の変更や供給先追加に柔軟に対応しにくい

このため、配管供給は、事業化が進展した段階での本格的な供給形態として位置付けられる。

3) 導入段階に応じた供給形態

現地調査および関係者ヒアリングを踏まえると、マハラシュトラ州における水素供給形態は、以下のような段階的な検討が妥当と考えられる。

- ・ 初期導入・実証段階：圧縮・充填方式を中心とし、限定的な需要に柔軟に対応
- ・ 事業化・拡大段階：需要の安定化・拡大に応じて、配管供給方式を検討

この段階的アプローチにより、初期リスクを抑えつつ、将来的な供給効率向上を図ることが可能となる。

4) 小括

以上のとおり、マハラシュトラ州におけるグリーン水素の供給形態は、圧縮・充填方式と配管供給方式を需要規模および導入段階に応じて使い分けることが合理的である。本調査では、初期段階においては圧縮・充填方式を前提に検討を進めつつ、需要の拡大や事業の成熟度に応じて、配管供給への移行可能性を検討することを基本的な考え方として調査した。

(4) 安全設計・リスク評価（爆発防護、漏洩検知、ゾーニング）

本項では、マハラシュトラ州においてグリーン水素製造・供給設備を導入する際に求められる安全設計およびリスク評価について、爆発防護、漏洩検知、ゾーニング（危険区域区分）の観点からまとめた。水素は可燃性が高く、漏洩時に拡散しやすい性状を有するため、設備設計段階から体系的なリスク評価と多層的な安全対策を講じることが重要となる。

1) 爆発防護に関する設計上の考え方

① 爆発リスク

水素は着火エネルギーが小さく、空気中で広い可燃範囲を有することから、爆発リスクを考慮した設備設計が不可欠である。水素設備の安全設計においては、以下の三点を基本的な考え方として記載する。

- ・ 可燃性混合気の形成を防止する設計

- ・ 着火源の排除・管理
- ・ 万一の爆発時の影響を最小化する設計

② 爆発防護のための主な設計要素

現地調査で得られた主な爆発防護の対策方法は以下のとおりである。

- ・ 水素設備の屋外設置を基本とし、十分な自然換気を確保
- ・ 密閉空間での水素滞留を防止するための構造設計
- ・ 圧力などのベントラインの適切な配置
- ・ 防爆仕様の電気・計装機器の採用

これらの対策は、前項で記述した IS/IEC 60079 シリーズや関連する防爆規格と整合する形で設計される。

2) 水素漏洩検知に関する設計および運用

① 漏洩検知の重要性

水素は無色・無臭であり、目視や嗅覚による検知が困難であることから、早期検知を目的としたセンサーによる監視が不可欠である。漏洩検知は、爆発防護および運転安全確保の観点から、最も重要な安全設計要素の一つとして位置付けられる。

② 漏洩検知システムの構成

- ・ 一般に、水素設備では以下のような漏洩検知対策が講じられる。
- ・ 水電解装置、圧縮機、貯蔵設備、配管接続部等への水素検知器の設置
- ・ 検知濃度に応じた段階的な警報設定（注意・警報・緊急停止）
- ・ 漏洩検知と連動した自動遮断・緊急停止機能

これらの検知・制御機能は、運転監視システムと一体的に設計されることが前提となる。

③ 運用面での留意点

漏洩検知システムについては、定期的な校正・機能確認、センサーの設置位置・数の妥当性検証、異常検知時の対応手順（SOP）の明確化といった運用面での管理が重要となる。

3) ゾーニング（危険区域区分）に関する考え方

① ゾーニングの基本概念

水素設備の設計においては、爆発性雰囲気発生頻度および持続時間を踏まえ、設備周辺を危険区域（ゾーン）として区分する必要がある。ゾーニングは、IS 5572 および IS/IEC 60079 に基づき実施される。

② ゾーニング設計のポイント

現地調査で得られたゾーニング設計上の知見として主なポイントは以下のとおりである。

- ・ 水素が常時または頻繁に存在する可能性のある区域の特定
- ・ 貯蔵設備、圧縮設備、充填設備周辺の危険区域設定
- ・ 危険区域内に設置する機器の防爆仕様の明確化
- ・ 危険区域外への着火源配置の制限

ゾーニング結果は、設備レイアウト、安全距離設定、機器選定に直接影響するため、基本設計段階での検討が不可欠である。

4) リスク評価と安全設計

水素設備の安全設計においては、個別の対策を単独で検討するのではなく、体系的なリスク評価に基づく統合的な設計が求められる。現地調査を経て基本的な考え方は以下のとおりである。

- ・ 設計初期段階でのリスクアセスメントの実施
- ・ 爆発防護、漏洩検知、ゾーニングを一体として設計
- ・ 規制当局（安全・環境）との事前協議を通じた設計妥当性の確認

これにより、設備完成後の設計変更リスクや認可遅延リスクを低減することが可能となる。

5) 小括

以上のとおり、マハラシュトラ州におけるグリーン水素プロジェクトでは、爆発防護、漏洩検知、ゾーニングを中核とした安全設計およびリスク評価が不可欠である。

本調査では、関連法令・規格（IS/IEC 60079、IS 5572 等）を前提とし、設計段階から体系的な安全対策を講じることを、技術適用上の重要な前提条件として整理した。

4.3.3.3 水素利用先の調査

(1) 産業用途（灰色水素代替、プロセス利用）

本項では、マハラシュトラ州におけるグリーン水素の産業用途での利用可能性について、既存のグレー水素（化石燃料由来水素）の代替および製造プロセスでの利用の観点からまとめた。現地調査および関係者ヒアリングによれば、同州では既に水素を継続的に使用している産業が存在しており、グリーン水素の導入は新規需要の創出というよりも、既存需要の脱炭素化として位置付けられる。

1) 既存産業におけるグレー水素利用の実態

マハラシュトラ州は、化学、精密化学、製薬、肥料、ガラス等の水素を原料または反应用ガスとして利用する産業が集積している地域である。これらの産業では、現在、天然ガス改質等により製造されたグレー水素が主に使用されており、水素は製造プロセス上不可欠な投入物となっている。特に、以下のような産業分野では、水素需要が連続的かつ安定的であることが確認されている。

- ・ 化学・精密化学分野における還元反応・合成反応
- ・ 製薬分野における反応プロセス

- ・ ガラス・特殊材料分野におけるプロセスガス利用

このため、これらの産業はグリーン水素導入の初期段階における有力な利用先として挙げられる。

2) グレー水素からグリーン水素への代替可能性

現地調査結果を踏まえると、マハラシュトラ州におけるグリーン水素需要は、既存のグレー水素をグリーン水素に置き換える形で顕在化する可能性が高いと整理される。その背景には、以下の要因がある。

- ・ 国および州レベルでのグリーン水素導入促進政策の進展
- ・ 新規のグレー水素製造設備に対する許認可取得の難化
- ・ 脱炭素対応を求められる輸出関連産業の増加

特に、既存プロセスにおいて水素を使用している事業者にとっては、設備構成を大きく変更することなく、水素の供給源を置き換える形での導入が可能である点が、グリーン水素導入の現実性を高めている。

3) プロセス利用における導入形態

① オンサイト型グリーン水素製造・利用

産業用途におけるグリーン水素導入形態として、最も現実的なものであるのが、工場敷地内でのオンサイト型水素製造・利用である。この形態では、以下利点が上げられる。

- ・ 水素輸送を伴わず、供給の安定性が高い
- ・ 水素品質を需要家の要求仕様に合わせて管理できる
- ・ 圧縮・輸送コストを抑制できる。

現地調査では、特に中～大規模の化学・精密化学工場において、オンサイト導入への関心が確認されている。

② プロセス条件との適合性

産業プロセスにおける水素利用では、水素純度、供給圧力、供給安定性が重要な要件となる。グリーン水素は、適切な設備設計および運転管理を行うことで、既存のグレー水素と同等の品質条件を満たすことが可能であり、プロセス側の大幅な改修を伴わずに代替が可能である。

4) 導入に向けた課題と留意点

産業用途におけるグリーン水素導入にあたっては、以下の点が検討課題として挙げられる。

- ・ グレー水素と比較した製造コストの差
- ・ 再生可能エネルギー由来電力の安定確保
- ・ 水素供給の連続性を確保するための冗長設計

これらの課題については、政策的支援や段階的導入を前提とすることで、実装可能性を高めることができると考えられる。

5) 小括

以上を踏まえると、マハラシュトラ州におけるグリーン水素の産業用途は、既存のグレー水素需要を代替する形での導入が最も現実的な利用シナリオである。特に、化学・精密化学・製薬等の既存水素ユーザーは、初期導入段階における有力な需要家セグメントとして位置付けられる。本調査では、これらの産業用途を中心に、次項以降において、具体的な導入シナリオおよび事業化上の検討課題をまとめた。

(2) モビリティ用途 (FCV、燃料供給拠点)

本項では、マハラシュトラ州におけるグリーン水素のモビリティ用途について、燃料電池車 (FCV) を中心とした車両利用および水素燃料供給拠点 (水素ステーション等) の観点からまとめた。現地調査および関係者ヒアリングによれば、モビリティ用途は政策的関心が高い一方で、現時点では実証・初期導入段階にあり、産業用途と比較すると需要形成は限定的である。

1) 燃料電池車 (FCV) に関する導入動向

① 現時点での位置付け

マハラシュトラ州における燃料電池車 (FCV) の導入は、現時点では実証的な取り組みや検討段階に位置付けられている。既存の内燃機関車両や CNG 車両と比較すると、車両コスト、水素供給インフラの未整備、運用ノウハウの不足といった課題があり、短期的に大規模な FCV 需要が顕在化している状況ではない。

② 導入が検討されている用途

現地調査では、以下のような限定的な用途において、FCV 導入の検討が進められていることが確認されている。

- ・ 公共交通 (バス等)
- ・ 工業団地や港湾、物流拠点内での構内車両
- ・ 自治体や公的機関が関与する実証プロジェクト

これらの用途では、走行ルートや運用条件が限定されているため、水素供給拠点を集中的に整備できる点が特徴である。

2) 水素燃料供給拠点 (ステーション) の形成可能性

① 初期段階における供給拠点の考え方

モビリティ用途における水素利用には、水素燃料供給拠点 (ステーション) の整備が前提条件となる。現地調査結果を踏まえると、初期段階における供給拠点は、以下のような形態が想定される。

- ・ 実証プロジェクトに対応した限定用途向けの供給拠点

- ・ 工業団地や公共施設内に設置されるクローズド型の水素供給設備

これらは、一般向けのオープンな水素ステーションとは異なり、利用者を限定した運用を前提とする点に特徴がある。

② 供給方式

初期段階では、以下の供給方式が現実的と考えられる。

- ・ 圧縮水素の貯蔵・充填による供給
- ・ オンサイトで製造した水素の直接供給

一方で、広域的な水素ステーションネットワークの形成については、中長期的な検討課題として位置付けられる。

3) 産業用途との比較における位置付け

現地調査および制度の調査結果を踏まえると、マハラシュトラ州における水素利用は、短期～中期：産業用途（グレー水素代替）が中心、中長期：モビリティ用途への段階的展開という構造で進展する可能性が高いと考えられる。モビリティ用途は、政策的な象徴性や将来性の観点では重要であるものの、現時点では水素需要量や事業成立性の観点から、産業用途より優先度は低いと位置付けられる。

4) 導入に向けた課題と留意点

モビリティ用途におけるグリーン水素導入にあたっては、以下の点が主な検討課題として挙げられる。

- ・ 水素燃料供給拠点の初期投資負担
- ・ FCV 車両の導入コストおよび普及スピード
- ・ 安全規制・許認可対応（前項で整理した安全設計との整合）
- ・ 安定的な水素供給量の確保

これらの課題から、官主導または官民連携による実証・段階導入が前提となるケースが多いと予想される。

5) 小括

以上を踏まえると、マハラシュトラ州におけるグリーン水素のモビリティ用途は、現時点では実証・初期導入段階にあり、限定用途を中心とした導入が現実的である。一方で、公共交通や構内車両等を起点とした導入は、将来的な水素需要拡大や社会受容性向上に向けた重要なステップとして位置付けられる。本調査では、モビリティ用途については中長期的な展開可能性を有する需要分野として想定し、短期的には産業用途を中心とした導入シナリオを優先的に検討する。

(3) オフテイカー候補、需要規模、品質・圧力要件

本項では、マハラシュトラ州におけるグリーン水素プロジェクトの具体化を見据え、想定されるオフテイカー候補、初期導入段階における需要規模、ならびに水素の品質および供給圧力に関する要件についてまとめた。現地調査および関係者ヒアリングを通じて得られた実務的な知見を基に行ったものである。

1) 想定されるオフテイカー候補

① 産業用途におけるオフテイカー

マハラシュトラ州におけるグリーン水素の有力なオフテイカー候補は、既に水素を製造プロセスで利用している産業事業者である。具体的には、以下のような需要家が想定される。

- ・ 化学・精密化学・製薬分野の製造事業者
- ・ 特殊化学品、香料、医薬中間体等の製造事業者
- ・ ガラス・材料分野においてプロセスガスとして水素を使用する事業者

これらの事業者は、既存の灰色水素を安定的に使用していることから、水素の取扱いに関する技術的・運用的な知見を有しており、グリーン水素の初期導入先として現実的と候補となる。

② モビリティ用途におけるオフテイカー

モビリティ用途においては、公共交通事業者（燃料電池バス等）、工業団地・物流拠点内で車両を運用する事業者、自治体や公的機関が関与する実証プロジェクトがオフテイカー候補として挙げられる。ただし、これらは実証または初期導入段階の需要であり、短期的な主力オフテイカーは産業用途である。

2) 需要規模

① 産業用途における需要規模

現地調査結果によれば、グリーン水素の初期導入段階における需要規模は、中小規模（オンサイト型）が中心となる可能性が高い。具体的には、既存プロセスで使用されているグレー水素の一部を代替する形で、段階的に導入されるケースが想定される。

- ・ 単一工場単位での連続需要
- ・ 製造プロセスに直結したベースロード型需要
- ・ 将来的な増設を見据えた段階導入

このように、需要規模は当初限定的であるものの、運転実績の蓄積により拡大余地を有する構造となっている。

② モビリティ用途における需要規模

モビリティ用途における水素需要は、車両台数が限定される、走行距離や運行頻度が制約されるといった理由から、初期段階では小規模かつ断続的な需要に留まると考えられる。そのため、供給設備規模や事業性検討においては、産業用途とは明確に区別して検討する必要がある。

3) 水素品質要件

① 産業用途における品質要件

産業用途においては、既存プロセスとの整合性から、高純度水素が要求されるケースが多い。一般的に、以下のような品質要件が挙げられる。

- ・ 水素純度：99.9%以上、用途によっては99.99%以上
- ・ 水分含有量：プロセス要求に応じた低水分管理
- ・ 酸素、窒素、一酸化炭素等の不純物濃度：プロセス許容範囲内

これらの品質要件は、需要家ごとに仕様が異なるため、個別協議を通じて確定することが前提となる。

② モビリティ用途における品質要件

燃料電池車用途では、燃料電池の耐久性確保の観点から、極めて高い水素純度および不純物管理が求められる。このため、モビリティ用途向け水素は、産業用途以上に厳格な品質管理体制が必要となる。

4) 供給圧力要件

① 産業用途における供給圧力

産業用途では、供給圧力は需要家の既存設備構成に依存する。一般に、以下のような供給形態が想定される。

- ・ 低～中圧でのオンサイト供給（製造装置から直接供給）
- ・ 既存配管や反応装置に適合する圧力条件での供給

このため、供給圧力はプロジェクトごとに最適化することが前提となる。

② モビリティ用途における供給圧力

モビリティ用途では、車両仕様に応じて高圧水素（例：数百 bar 級）が必要となるため、圧縮設備、高圧貯蔵設備を含めた供給システム全体の設計が必要となる。この点も、産業用途との大きな相違点として挙げられる。

5) 小括

以上のとおり、マハラシュトラ州におけるグリーン水素のオフテイカーは、既存のグレー水素を使用している産業事業者が中心となり、初期導入段階では中小規模・オンサイト型需要が現実的である。一方、モビリティ用途は中長期的な展開可能性を有するものの、需要規模、品質・圧力要件の観点から、産業用途とは異なる前提条件で検討する必要がある。

4.3.3.4 グリーン電力の調達先の検討

(1) 調達スキーム (PPA、オープンアクセス等)

本項では、マハラシュトラ州においてグリーン水素製造を行う際に必要となるグリーン電力の調達スキームについて、現地調査および関係者ヒアリングを踏まえ、PPA（電力購入契約）およびオープンアクセス制度を中心にまとめた。グリーン水素の事業性は電力コストに大きく依存することから、適切な調達スキームの選定が重要な検討事項となる。

1) グリーン電力調達に関する基本的な考え方

マハラシュトラ州におけるグリーン水素プロジェクトでは、再生可能エネルギー由来であること、安定的かつ長期的に調達可能であること、電力コストを可能な限り低減できることが、グリーン電力調達における基本的な要件として挙げられる。現地の需要家ヒアリングにおいても、水素製造コストの中で電力費用が支配的であるとの認識が共有されており、電力調達方法の違いが事業成立性に直接影響することが確認されている。

2) PPA (Power Purchase Agreement) による調達

① スキームの概要

PPA は、再生可能エネルギー発電事業者と需要家（または水素製造事業者）が、一定期間・一定条件で電力を購入する契約を締結する方式である。マハラシュトラ州では、太陽光発電や風力発電の事業者が多数存在しており、グリーン水素用途としての長期 PPA 締結が現実的な選択肢として挙げられる。

② 適用が想定される条件

PPA による調達は、以下のような条件下での適用が想定される。

- ・ 中長期的な水素製造計画が見込まれる場合
- ・ 一定規模以上の電力需要が見込まれる場合
- ・ 電力価格の変動リスクを抑制したい場合

特に、オンサイトまたはニアサイト型のグリーン水素製造においては、PPA による長期固定価格調達が事業性確保の観点から有効と考えられる。

③ 留意点

一方で、PPA 締結にあたっては、契約期間の長さ、発電量変動リスクの取り扱い、系統接続・送電条件等について、事前に十分な検討が必要となる。

3) オープンアクセス制度を活用した調達

① スキームの概要

オープンアクセス制度は、需要家が電力会社の系統を利用して、特定の発電事業者から直接電力を調達する仕組みである。マハラシュトラ州では、再生可能エネルギーを利用する場合、送電料金や託送料金等について一定の軽減措置や補助が適用される制度が整備されている。

② 調達コストの考え方

現地調査によれば、再生可能エネルギー発電コストは、補助金やインセンティブを考慮した場合、発電事業者の売電単価は数ルピー/kWh程度に低減可能であり、オープンアクセスを通じた調達では、発電単価や送電・託送料金、接続料金を合算した実質的な電力コストが重要な評価指標となる。需要家側のヒアリングでは、これらの制度を活用することで、系統電力と比較して競争力のあるグリーン電力価格が実現可能との認識が示されている。

③ 留意点

オープンアクセス制度を利用する場合、制度変更リスク、手続きの煩雑さ、系統制約による供給制限といった点が留意事項として挙げられる。そのため、事業計画においては、制度前提を明確にした上での検討が必要となる。

4) 入札方式によるグリーン電力調達

現地の企業面談では、複数の再生可能エネルギー発電事業者を対象とした入札方式により、グリーン電力を調達する案も示されている。この方式では、需要家または水素製造事業者が仕様条件（再エネ由来、供給地点、契約期間等）を提示し、発電事業者から価格提案を受ける形となる。入札方式は、市場競争を通じた価格低減、条件に合致した発電事業者の選定の観点から有効であり、PPAやオープンアクセスと組み合わせた実務的な調達手法として挙げられる。

5) 調達スキーム

以上を踏まえると、マハラシュトラ州におけるグリーン電力の調達は、導入段階に応じて以下のようにまとめられる。

- ・ 初期導入段階：入札方式を活用しつつ、柔軟な条件でのPPAまたはオープンアクセス調達を検討
- ・ 事業化・拡大段階：需要規模の拡大・安定化に応じて、長期PPAを中心とした調達スキームを構築

この段階的整理により、初期リスクを抑えつつ、長期的な電力コスト低減を図ることが可能となる。

6) 小括

以上のとおり、マハラシュトラ州におけるグリーン水素製造向けのグリーン電力調達においては、PPAおよびオープンアクセス制度を中心に、入札方式を組み合わせた調達スキームが有効な

選択肢として挙げられる。本調査では、需要規模や導入段階に応じて調達スキームを選択・組み合わせることを前提とし、次項以降において、調達コストや事業性への影響についてまとめた。

(2) 調達候補（事業者・電源種、認証・トラッキング）

本項では、グリーン水素製造に必要となるグリーン電力の調達候補について、事業者候補・電源種および認証・トラッキング（再エネ属性の証明）の観点からまとめた。現地調査および関係者ヒアリングでは、マハラシュトラ州内に再生可能エネルギー事業者が複数存在し、需要家側が入札等を通じて認証付きグリーン電力を調達する実務的な枠組みが議論されている。

1) 調達候補となる事業者（例示と類型）

現地側からの提案・情報提供に基づき、グリーン電力の調達候補となる事業者は、主として以下のものが挙げられる。

① 再生可能エネルギー発電事業者（州内供給が可能な候補）

需要家側の電力調達に関する協議において、州内でグリーン電力を供給可能な事業者例として、Waaree、ReNew、Sembcorp 等が挙げられている。これらは、需要家サイトへの「認証付きグリーン電力供給」を前提に、入札や契約により調達する候補として挙げられる。

② 供給・契約を取りまとめる事業者（調達支援・アグリゲーション）

現地での調達議論では、需要家が個別に複数事業者へ入札を実施し、契約・供給条件（価格、認証、供給地点）を比較して選定する方式が示されている。この場合、調達の実務（入札、契約、認証書類整備、計量データ整理）を支援する主体が関与することが多く、プロジェクト的には「調達実務を担う主体（需要家側/EPC側）」の役割分担が重要となる。

2) グリーン電力源

マハラシュトラ州におけるグリーン電力の主要電源は、現地調査で得られた情報から、太陽光発電を中心としつつ、必要に応じて他電源との組み合わせが検討される。特に PHV からは、補助金等を活用した太陽光発電のコスト低減（発電コスト 2.5~3 ルピー/kWh 程度）や、送電料金等を加味した需要家側コストの目安が共有されており、太陽光をベースにした調達が現実的な候補として位置付けられている。

3) 認証・トラッキング（再エネ属性の証明）の考え方

グリーン水素としての環境価値を担保するためには、「再生可能エネルギー由来電力を使用して製造した」ことを第三者に説明可能な形で証明できることが重要となる。この点について、現地協議では「認証付きグリーン電力」の調達が前提として議論されている。本調査では、認証・トラッキングを以下の3要素でまとめた。

① 契約に基づくトラッキング（供給源・条件の明確化）

PPA や入札契約において、供給電源が再エネであること、供給期間、供給地点（需要家サイト）を契約上明確化する。需要家側が「認証付きグリーン電力」を求める場合、供給者が発行する証明書類（供給証明、発電所情報、契約条件）を取得・保管する。

② 計量データによるトラッキング（電力使用量と水素生産の紐付け）

水電解装置の電力使用量（kWh）と水素製造量（kg または Nm³）を、月次等で突合できる形で記録する。供給側・需要側のメーター情報（請求書、計量記録）を含め、監査・検証を想定したデータ体系を整備する。

③ 認証の取得・管理（「認証付き」電力の担保）

現地協議では、認証付きグリーン電力の供給を専門供給会社へ入札する案が示されている。認証の種類や取得主体（発電事業者が付与／需要家が取得）はスキームにより異なるため、契約条件として「認証・証憑の提供範囲」を明記することが重要である。

4) 現地調査結果を踏まえた実務的な調達候補

現地企業との協議では、以下のような実務的方向性が確認されている。
需要家側（香料化学品メーカーH社）では、Waaree、ReNew、Sembcorp 等の専門供給会社に対して認証付きグリーン電力の入札調達を行う案が提示され、インセンティブ等を踏まえた低廉調達（3ルピー/kWh未満の可能性）も議論された。PHVからも、再エネ補助の活用により、発電コストの低下と、送電料金等を含めた需要家側電力コストの目安が共有されており、州内の再エネ事業者からの調達が現実的であることが示唆された。

5) 小括

以上の調査結果から、マハラシュトラ州におけるグリーン電力の調達候補は、州内の再生可能エネルギー発電事業者（例：Waaree、ReNew、Sembcorp 等）を中心に、需要家が入札または契約（PPA／オープンアクセス等）により選定する形で具体化される。また、グリーン水素としての成立性を担保するためには、契約上の供給源明確化、計量データ整備、認証・証憑の取得・保管を一体として設計することが重要であり、次項以降でコスト・リスク要因と合わせて詳細化する必要がある。

（3）コスト・リスク要因（価格変動、送配電制約等）

本項では、グリーン水素製造に必要なグリーン電力の調達について、事業性に影響を与える主要なコスト要因と、実装段階で顕在化し得るリスク要因をまとめた。ここでの調査結果は、現地

調査・関係者ヒアリングで得られた情報（需要家・業界団体・水素流通事業者等）および制度に基づく。

1) コスト要因（電力単価・付随費用・運用費の構造）

① 電力単価（発電単価）の水準と変動

グリーン水素製造コストは電力費用の影響が大きいいため、再エネ電力の単価水準が事業性を左右する主要因となる。現地協議では、認証付きグリーン電力を専門供給会社へ入札する案が示され、インセンティブ等を考慮した場合に3ルピー/kWh未達の調達可能性が議論された。一方で、地域・契約条件・制度適用状況により、需要家側の支払電力単価は変動するため、PPA／オープンアクセス等のスキーム別に費用構造を精査する必要がある。

② 送電・託送・接続等の付随費用（Charges）

再エネ電力調達では、送電料金・託送料金・接続料金等の付随費用が電力コストに上乗せされる。現地で共有された制度では、再エネ利用時に Transmission Charge、Wheeling Charge、Connecting Charge 等が発生する一方、再エネ利用に対して一定の補助（例：50%・50%・60%）が適用され得るとの説明があり、結果として需要家側コストの低減が見込まれる一方、適用条件・実務フローの確認が必要である。

③ 認証・トラッキングに伴う追加コスト

「認証付きグリーン電力」を前提に調達する場合、証憑発行・管理、計量データ整理、監査対応等の実務コストが発生し得る。認証の提供範囲（供給者が提供／需要家が取得）やデータ整備の粒度は契約条件に依存するため、初期段階から契約条項で明確化することが、後工程（環境価値の主張やMRV対応）を含めて重要となる。

2) 価格変動リスク（市場・契約・制度の不確実性）

① 入札価格の変動と長期固定化の可否

入札方式は競争により価格低減が期待できる一方、入札時点の市場環境（需給、政策、金利等）により落札単価が変動し得る。長期PPAで価格を固定できる場合は変動リスクを抑制できるが、契約期間や供給保証条件（出力変動、供給不足時の扱い）により、別のリスク（柔軟性低下・違約等）が発生し得るため、契約設計が重要となる。

② 需要家側のコスト感度（グリーン水素の受容性）

需要家（特に化学メーカー等）は一般にコスト意識が高いとの指摘があり、グリーン水素が灰色水素より高コストの場合、導入が遅れる可能性がある。実際に、流通側のヒアリングでは、水素購入価格は輸送費を除いて一定水準である一方、輸送距離により販売価格が大きく上昇するケースが示されており、総コスト（電力＋製造＋物流）での競争力確保が重要である。

3) 送配電制約・系統リスク（供給の不確実性）

① 系統制約（送配電容量・出力制御）の可能性

オープンアクセスやオフサイト供給を前提とする場合、送配電網の容量制約や系統運用上の制約により、想定どおりの電力供給が得られないリスクがある（例：出力制御、時間帯制約等）。このリスクは、電解設備の稼働率や水素製造量に直結するため、調達契約・設備運用の両面で対策が必要となる。

② 変動電源特性と電解運転への影響

再エネ電源は出力が変動するため、電解装置側での追従運転やバッファ運用（制御・貯蔵等）が必要となる。実務上は、停止起動頻度の増加が設備負荷・保守コストに影響し得るため、電力調達条件と運転計画の整合が重要である（供給形態・冗長設計と一体で検討）。

4) 制度・手続きリスク（Charges・補助適用・認可の不確実性）

① インセンティブ適用条件の不確実性

再エネ電力に対する補助・免除（Charges の補助等）は、適用要件や手続きが伴うため、個別プロジェクト条件に照らした適用可否の確認が必要となる。制度変更（補助率・対象範囲・手続き）の影響を受ける可能性があるため、長期契約では制度変更リスクの扱い（価格改定条項等）を検討する必要がある。

② 認証・証憑の整合性（環境価値の担保）

認証付きグリーン電力を調達する前提の場合、証憑が需要家・投資家・制度（将来的な MRV 等）に照らして十分かどうか重要となる。面談では「認証付きグリーン電力」供給の入札案が示されているため、証憑の内容（供給源、期間、計量、追跡方法）を契約で明確化することがリスク低減に資する。

5) 面談内容を踏まえたリスク低減の方向性（初期導入の現実解）

現地面談を踏まえると、初期導入段階におけるコスト・リスク低減の方向性は以下のようにまとめられる。

入札＋長期契約（PPA 等）の組合せにより、価格競争と価格安定の両立を図る（契約条項で供給変動・制度変更の扱いを検討）。需要家のコスト感度が高いこと、輸送コストが大きく変動し得ることを踏まえ、オンサイト製造・近距離供給を優先し、物流費を抑制する。認証・トラッキングは、初期段階から「契約＋計量データ」で説明可能な形を確保し、段階的に精度を高める（証憑取得範囲の明確化）。

6) 小括

以上のとおり、グリーン電力調達における主要なコスト・リスク要因は、(a) 電力単価と付随費用（Charges）、(b) 価格変動・制度変更、(c) 送配電制約・供給変動、(d) 認証・トラッキン

グ実務負担に分類される。一方で、入札と契約設計、オンサイト／近距離供給の優先、証憑・計量データの体系的整備を組み合わせることで、初期導入段階におけるリスク低減は一定程度可能と考えられる。グリーン電力価格を様々なケースでコスト資産を行った際の水素価格を下表にまとめた。

Free Land																
Electricity Price (Rs/kWh)																
Stack Cost (USD/kWh)	3.00			3.25			3.50			3.75			4.00			Interest on Debt (%)
	1000	282	289	296	296	303	311	310	318	326	324	332	341	338	347	
	288	295	301	302	309	316	316	324	332	330	338	347	344	353	362	9.00
	294	300	307	308	315	322	322	329	337	336	344	352	349	358	367	10.00
	304	311	317	318	325	332	332	340	347	346	354	363	360	369	378	8.00
1250	311	317	324	325	332	339	339	346	354	353	361	369	366	375	384	9.00
	318	324	331	332	339	346	345	353	361	359	368	376	373	382	391	10.00
	326	332	339	340	347	354	353	361	369	367	376	384	381	390	399	8.00
1500	333	340	347	347	355	362	361	369	377	375	384	392	389	398	407	9.00
	342	348	355	355	363	370	369	377	385	383	392	400	397	406	415	10.00
	4.80	5.00	5.20	4.80	5.00	5.20	4.80	5.00	5.20	4.80	5.00	5.20	4.80	5.00	5.20	
Energy Consumption (kWh/NM3)																

表 4-1 水素平準化コストの感度分析結果

(引用) カナデビア (株) 作成

4.3.4 次年度以降の調査計画

今年度調査では、グレー水素代替としてのグリーン水素適用候補先を特定した。次年度は、本年度に実施した市場調査、技術適用条件の検討、現地企業との協議結果を踏まえ、グリーン水素製造・利用プロジェクトの案件形成を具体化し、実証・初期導入段階へ移行することを目的として調査を実施する。特に、香料化学品メーカーH社を具体的な導入候補（モデル案件）として位置付け、需要家条件、電力調達条件、設備仕様および実施体制を段階的に確定する。次年度の調査は、以下の方針に基づき実施する。

- ・ H社におけるグレー水素代替を想定したオンサイト型グリーン水素導入案件を中核案件として具体化する。
- ・ PEM型水素製造装置を想定し、設備仕様および日印分業による実施体制を明確化する。
- ・ JCM設備補助事業等の活用可能性を検討し、次年度中の応募可否判断に必要な条件整理を行う。

参考文献

- ¹ UN Department of Economic and Social Affairs Population Dynamics, “World Urbanization Prospects 2018 Highlight”, 2019, <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Highlights.pdf>
- ² Ministry of New and Renewable Energy, “National Green Hydrogen Mission”, 2023/1, <https://cdnbbsr.s3waas.gov.in/s3716e1b8c6cd17b771da77391355749f3/uploads/2023/01/2023012338.pdf>
- ³ India RE Navigator, Maharashtra – Green hydrogen policy 2023, 2023/10/17, <https://jmkresearch.com/wp-content/uploads/2023/11/Maharashtra-Green-Hydrogen-Policy-2023.pdf>
- ⁴ 大阪市, “大阪市の概要”, 2025/10/17 更新, <https://www.city.osaka.lg.jp/toshikeikaku/page/0000402930.html>
- ⁵ 大阪市, “令和3年度大阪市民経済計算の概要”, 2026/2/27 更新 <https://www.city.osaka.lg.jp/toshikeikaku/page/0000637768.html>
- ⁶ 大阪市, “令和3年度 大阪市民経済計算 第2編 統計表”, 2025/1/8, https://www.city.osaka.lg.jp/toshikeikaku/cmsfiles/contents/0000637/637768/11_dai2hen_toukeihyou.pdf,
- ⁷ 大阪市, “大阪市地球温暖化対策実行計画〔区域施策編〕(改定計画) 第2版 概要版”, 2024年5月改訂, https://www.city.osaka.lg.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000119/119515/202405_kuikikaitei_gaiyou.pdf
- ⁸ 大阪市地球温暖化対策実行計画〔区域施策編〕(改定計画) 第3版(案) 概要版”, 2026/2/19 更新 https://www.city.osaka.lg.jp/templates/jorei_boshu/cmsfiles/contents/0000672/672904/kuikisesaku-gaiyou1.pdf,
- ⁹ 大阪市, “脱炭素先行地域計画概要”, 2025/12/23 更新 <https://www.city.osaka.lg.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000666/666719/teian.pdf>,
- ¹⁰ 大阪市, “脱炭素先行地域チラシ”, 2025/12/23 更新 <https://www.city.osaka.lg.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000666/666719/chirashi.pdf>,
- ¹¹ JETRO website, “インド～概況・基本統計～”, 2025/7/4 更新, https://www.jetro.go.jp/world/asia/in/basic_01.html,
- ¹² International Monetary Fund (IMF) website, “India”, <https://www.imf.org/en/countries/ind>, 2026年3月2日閲覧
- ¹³ 外務省 website, “インド共和国 (Republic of India) 基礎データ”, 2026/2/18 更新 <https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/india/data.html>,
- ¹⁴ JIBIC, “財務総合研究所インド・ワークショップ：インドの経済・産業政策、FDI動向、予算及び政策決定プロセ”, ス 2022/12/7, https://www.mof.go.jp/pri/research/conference/indiaws/2022/indiaws2022_01_01.pdf,
- ¹⁵ JBIC, “インドの投資環境/2025年10月”, <https://www.jbic.go.jp/ja/information/investment/inv-india202510.html>

-
- ¹⁶ 国土交通省, “各国の国土政策の概要ーインド(india)”,
<https://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/international/spw/general/india/index.html>, 2024/6/2 閲覧
- ¹⁷ UNFPA, “State of World Population report 2024”, 2024, <https://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/swp2024-english-240327-web.pdf>
- ¹⁸ 外務省, “最近のインド情勢と日インド関係”, 2024/5,
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100407780.pdf>
- ¹⁹ JICA website, “国概要 インド”, <https://www.jica.go.jp/overseas/india/others/gaiyou.html>, 2026/3/2 閲覧
- ²⁰ 資源エネルギー庁 website, “「日印クリーン・エネルギー・パートナーシップ (CEP)」の発表について”, 2022/3/22, https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/cep/20220319_01.html
- ²¹ JIBIC, “財務総合研究所インド・ワークショップ：インドの経済・産業政策、FDI 動向、予算及び政策決定プロセス, 2022/12/7,
https://www.mof.go.jp/pri/research/conference/indiaws/2022/indiaws2022_01_01.pdf
- ²² JETRO アジア経済研究所, “アジア動向年報 2023”, 2023/8/25,
https://www.jstage.jst.go.jp/article/asiadoukou/2023/0/2023_471/article/-char/ja/
- ²³ MOSPA, “Annual GDP Estimates (in Rs. Crore) and Growth Rates (%) at Constant Prices (Base 2011-12)”, <https://www.mospi.gov.in/dataviz>, 2025/3/2 閲覧
- ²⁴ 経済産業省, “医療国際展開カントリーレポート”, 2021/3,
https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/healthcare/iryuu/downloadfiles/pdf/countryreport_India.pdf
- ²⁵ 三井住友銀行, 調査月報 No130. 2023 年 2 月号 “経済の動き ~ インドは次の中国になりうるのか”, 2023/2, <https://www.smtb.jp/-/media/tb/personal/useful/report-economy/pdf/130.pdf>
- ²⁶ Government Of India, Ministry of Statistics and Programme Implementation, “Energy Statistics India 2025”,
https://www.mospi.gov.in/sites/default/files/publication_reports/Energy_Statistics_2025/Energy%20Statistics%20India%202025_27032025.pdf,
- ²⁷ International Energy Agency (IEA), “Energy system of India”, <https://www.iea.org/countries/india>, 2026/3/2 閲覧
- ²⁸ NEDO ニューデリー事務所, “インドのエネルギー政策 動向について”, 2025/4/22,
https://www.mof.go.jp/pri/research/conference/indiaws/indiaws2024_02_02.pdf, (財務省ウェブサイト掲載)
- ²⁹ Ministry of New and Renewable Energy ウェブサイト” Year wise Achievements, Installed Renewable Energy Capacity(MW) (Excluding Large Hydro Power)”, <https://mnre.gov.in/en/year-wise-achievement/>,
<https://mnre.gov.in/en/physical-progress/#>, 2026/3/2 閲覧
- ³⁰ JETRO, ビジネス短信 “モディ首相、2070 年までの GHG 排出量ゼロを宣言”, 2021/11/5,
<https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/11/98b45e6053cee3ef.html>

-
- ³¹ UNFCCC, “India’s Updated First Nationally Determined Contribution Under Paris Agreement(2021-2030)”, 2022/8, <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-08/India%20Updated%20First%20Nationally%20Determined%20Contrib.pdf>
- ³² Ministry of Environment, Forest and Climate Change, “List of activities under cbilateral/ cooperative approaches in India under Article 6.2 mechanism of Paris Agreement” , 2025/7/14, <https://moef.gov.in/storage/tender/1755586097.pdf>
- ³³ Ministry of New and Renewable Energy, “National Green Hydrogen Mission” 2023/01, <https://cdnbbsr.s3waas.gov.in/s3716e1b8c6cd17b771da77391355749f3/uploads/2023/01/2023012338.pdf>
- ³⁴ KPMG コンサルティング, “インドの自動車市場におけるバイオ燃料の動向”, 2025/02/20, <https://kpmg.com/jp/ja/insights/2025/02/auto-intelligence-indiabiofuel.html>, 2026/3/2 閲覧
- ³⁵ JETRO, “地域・分析レポート” EV で国内産業振興を目指す（インド）”, 2024/10/3, <https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/special/2024/0902/a6a93dfe184b8c5b.html>
- ³⁶ Central Electricity Authority, National Electricity Plan 2023, 2023/3 <https://cdnbbsr.s3waas.gov.in/s3716e1b8c6cd17b771da77391355749f3/uploads/2023/09/202309011256071349.pdf>
- ³⁷ Ministry of New and Renewable Energy ウェブサイト, “National Green Hydrogen Mission”, <https://mnre.gov.in/national-green-hydrogen-mission/>, 2026/3/2 閲覧
- ³⁸ JETRO, “インドの水素事業環境概要”, 2023/04, https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/pdf/031_08_00.pdf
- ³⁹ World Population Review, “Maharashtra”, <https://worldpopulationreview.com/regions/maharashtra>, 2026/3/2 閲覧
- ⁴⁰ Wikipedia, “マハラシュトラ州” <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%9E%E3%83%8F%E3%83%BC%E3%83%A9%E3%83%BC%E3%82%B7%E3%83%A5%E3%83%88%E3%83%A9%E5%B7%9E#%E7%B5%8C%E6%B8%88>, 2026/3/2 閲覧
- ⁴¹ Government of Maharashtra Official Website, <https://maharashtra.gov.in/Site/1620/About-Us>, 2026/3/2 閲覧
- ⁴² JETRO ムンバイ, マハラシュトラ州ビジネス環境, JETRO ムンバイ提供資料
- ⁴³ Directorate of Economics and Statistics, Planning Department, Govt. of Maharashtra , “Economic Survey of Maharashtra 2024-25”, 2025/3, <https://cdnbbsr.s3waas.gov.in/s349d4b2faeb4b7b9e745775793141e2b2/uploads/2025/01/2025030788773769.pdf>
- ⁴⁴ MIDC ウェブサイト, <https://www.midcindia.org/en/>, 2026/3/3 閲覧
- ⁴⁵ MNRE, “Renewable Energy Statistics 2024-25”, <https://cdnbbsr.s3waas.gov.in/s3716e1b8c6cd17b771da77391355749f3/uploads/2025/11/202511061627678782.pdf>
- ⁴⁶ MEDA 提供資料（2024） “Maharashtra Green Hydrogen Policy 2023”

-
- ⁴⁷ Government of Maharashtra Department of Industry, Energy, Labor and Employment Government, “Maharashtra Harrat Hydrogen Policy-2023” 2023/10/17, <https://jmkresearch.com/wp-content/uploads/2023/11/Maharashtra-Green-Hydrogen-Policy-2023.pdf>
(リンク先は英訳されたもの)
- ⁴⁸ 在インド日本国大使館、総領事館及び日本貿易振興機構（ジェトロ）, “プレスリリース：インド進出日系企業リスト（2024年10月時点）”, <https://www.in.emb-japan.go.jp/files/100867251.pdf>
- ⁴⁹ Petroleum & Explosives Safety Organization, “Gas Cylinders (Amendment) Rules (Hydrogen), 2024/03/06,” <https://peso.gov.in/web/sites/default/files/2024-03/Gazette%20Notification%20GCR%202024%20Draft%20Hydrogen.pdf>”
- ⁵⁰ Oil Industry Safety Directorate, “OISD Standard List” <https://www.oisd.gov.in/en-in/oisd-standards-list>”
- ⁵¹ Petroleum and Natural Gas Regulatory Board, “Notified Regulations B. Natural Gas Pipeline”, <https://www.pngrb.gov.in/eng-web/regulation-ngpl.html>”
- ⁵² Innovative Environmental Technologies Private Limited “Feasibility & Strategy Report Deployment of e-Methanation in India”
- ⁵³ INTERNATIONAL STANDARD “ISO 22734”, 2019/09, <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/69212/5508011c1d1d46c4a686085dabf7ae8d/ISO-22734-2019.pdf>
- ⁵⁴ Bureau of Indian Standards, “IS/IEC 60079”, 2007, <https://law.resource.org/pub/in/bis/S05/is.iec.60079.1.2007.pdf>
- ⁵⁵ Bureau of Indian Standards, “IS 5572”, 2009, <https://archive.org/details/gov.in.is.5572.2009/is.5572.2009/page/n5/mode/2up>
- ⁵⁶ The American Society of Mechanical Engineers, “ASME B31.12”, 2014, <https://energy-steel.com/wp-content/uploads/2024/12/ASME-B31.12.pdf>
- ⁵⁷ Oil Industry Safety Directorate, “OISD STD 241”, 2024/01, <https://www.scribd.com/document/784391941/241-ELECTRICAL>
- ⁵⁸ Hashvitha Rajakumaran, Hemant Prakash Singh, Karan Kothadiya and Deepak Yadav, Council on Energy, Environment and Water, “Mainstreaming Decentralised Green Hydrogen in India”, 2024/09/11, <https://www.ceew.in/publications/mainstreaming-decentralised-green-hydrogen-in-india>