

独立行政法人 国際協力機構

全世界エネルギートランジション
／脱炭素化促進に係る基礎情報
収集・確認調査
ファイナルレポート

2022年8月

パシフィックコンサルタンツ株式会社

社基
JR
22-113

目次

第1章 業務概要	1
1.1 業務の背景	1
1.2 業務の目的	2
第2章 業務の実施方法	3
2.1 調査の実施方針	3
2.2 調査実施体制	5
2.3 調査実施期間	5
2.4 現地調査	6
第3章 エネルギートランジション・カーボンニュートラルに係る現状	7
3.1 エネルギートランジション・カーボンニュートラルの概要	7
3.1.1 エネルギートランジション・カーボンニュートラルの考え方	7
3.1.2 エネルギートランジション・カーボンニュートラルに関連する技術の概要	8
3.2 エネルギートランジション・カーボンニュートラルに向けた国際動向	22
3.2.1 国際動向	22
3.2.2 日本	26
3.2.3 米国	28
3.2.4 英国	30
3.2.5 ドイツ	32
3.2.6 フランス	33
3.2.7 中国	35
3.2.8 韓国	37
3.2.9 シンガポール	38
3.2.10 タイ	39
3.2.11 カンボジア	42
3.3 調査対象国におけるエネルギートランジション・カーボンニュートラルに係る現状	44
3.3.1 ベトナム	44
3.3.2 ラオス	61
3.3.3 ネパール	82
3.3.4 ウズベキスタン	103
第4章 調査対象国における課題分析	122
4.1 ベトナム	122
4.1.1 既存 JICA 事業の整理	122
4.1.2 ベトナムのエネルギーバランス	125
4.1.3 LNG 関連に係る課題分析と協力可能性の検討	127

4.1.4 省エネに係る優先課題分析	128
4.1.5 エネルギートランジション・カーボンニュートラルに係る課題分析	131
4.2 ラオス	134
4.2.1 既存 JICA 事業の整理	134
4.2.2 エネルギートランジション・カーボンニュートラル（特に電 気化促進）に係る課題分析	137
4.2.3 国内・地域のゼロエミッションエネルギーポテンシャル及び 活用方法	140
4.3 ネパール	145
4.3.1 既存 JICA 事業の整理	145
4.3.2 エネルギートランジション・カーボンニュートラル（特に電 気化促進、省エネ）に係る課題分析	146
4.3.3 国内・地域のエネルギーポテンシャルの検討	149
4.4 ウズベキスタン	153
4.4.1 既存 JICA 事業の整理	153
4.4.2 エネルギートランジション・カーボンニュートラル（特に発 電その他部門における水素活用）に係る課題分析	154
第 5 章 エネルギートランジション・カーボンニュートラルへの開発シ ナリオ案	161
5.1 調査対象国毎のビジョン、開発シナリオ案の提案	161
5.1.1 ベトナム	161
5.1.2 ラオス	165
5.1.3 ネパール	169
5.1.4 ウズベキスタン	173
第 6 章 協カプログラム案の提言	175
6.1 ベトナム	175
6.1.1 優先プロジェクトの提言	175
6.2 ラオス	183
6.2.1 優先プロジェクトの提言	183
6.3 ネパール	189
6.3.1 優先プロジェクトの提言	189
6.4 ウズベキスタン	195
6.4.1 優先プロジェクトの提言	195
別添資料	201
別添資料 1 現地調査日程	202
別添資料 2 収集資料リスト	210

表一覧

表 2-1	調査実施体制	5
表 2-2	現地調査実施状況	6
表 3-1	ET-CNに資する主な技術リスト	10
表 3-2	農林畜産業におけるET-CNに関する主な技術	20
表 3-3	AETIにおける支援の概要	23
表 3-4	パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略におけるアクションプランの例	26
表 3-5	米国の2050年ネットゼロ長期戦略におけるアクションプランの例	29
表 3-6	英国のネットゼロ戦略におけるアクションプランの例	31
表 3-7	ドイツのネットゼロ戦略におけるアクションプランの例	32
表 3-8	フランスのネットゼロ戦略におけるアクションプランの例	34
表 3-9	中国の低炭素成長戦略におけるアクションプランの例	36
表 3-10	韓国のカーボンニュートラル戦略におけるアクションプランの例	37
表 3-11	シンガポールのカーボンニュートラル戦略におけるアクションプランの例	38
表 3-12	タイの低炭素成長戦略におけるアクションプランの例	41
表 3-13	カンボジアのLTS4CNにおけるアクションプランの例	42
表 3-14	ベトナムのサブセクターごとのGHG排出量	45
表 3-15	ベトナムのNDCにおける2030年までの緩和対策の目標	48
表 3-16	ベトナムNDCにおける目標達成への課題と対策	48
表 3-17	ベトナムのET-CNに資する政策枠組み・制度（時系列）	49
表 3-18	2025年～2045年における電源容量構成比	51
表 3-19	国家グリーン成長戦略における数値目標	52
表 3-20	国家エネルギー開発戦略における具体目標	53
表 3-21	VNEEP3における主な数値目標	55
表 3-22	再生可能エネルギー開発戦略における数値目標	56
表 3-23	ベトナムでの主な国際ドナーのET-CNに資するプロジェクト	58
表 3-24	ラオスのサブセクターごとのGHG排出量	62
表 3-25	ラオスのET-CNに資する政策枠組み・制度（時系列）	66
表 3-26	ラオスの第9次NSEDPにおけるET-CN関連の目標	68
表 3-27	ラオスのエネルギー政策における目標	69
表 3-28	ラオスの工場における省エネ対策	71
表 3-29	ラオスの建物における省エネ対策	72

表 3-30	ラオスの運輸交通における省エネ対策	72
表 3-31	ラオスの動力・電力設備における省エネ対策	73
表 3-32	ラオスの気候変動行動計画	75
表 3-33	国際ドナーのラオスでの ET-CN に資する協力プロジェクト	79
表 3-34	ネパールのサブセクターごとの GHG 排出量	83
表 3-35	ネパールの NDC2 における GHG 排出削減対策	85
表 3-36	ネパールの NLTS における緩和対策	89
表 3-37	ネパールの ET-CN に資する政策枠組み・制度（時系列）	91
表 3-38	国際ドナーのネパールでの ET-CN に資する協力プロジェクト	101
表 3-39	ウズベキスタンのサブセクターごとの GHG 排出量	104
表 3-40	ウズベキスタンの NDC2 における GHG 排出削減対策	106
表 3-41	ウズベキスタンの GHG 排出径路予測におけるセクター別排出量の予測	107
表 3-42	ウズベキスタンの BR での野心的なシナリオにおけるエネルギーセクターの対策	108
表 3-43	EBRD によるウズベキスタンの電力セクターにおける 2050 年カーボンニュートラル達成のための提言	108
表 3-44	ウズベキスタンの ET-CN に資する政策枠組み・制度	111
表 3-45	ウズベキスタンでの国際ドナーの ET-CN に資するプロジェクト	120
表 4-1	ベトナムでの ET-CN に資する JICA 事業（過去 10 年程度）	122
表 4-2	ベトナムでの既存の JICA 事業で示された ET-CN に関する主な課題のまとめ	124
表 4-3	ベトナムでの LNG 関連の課題分析	128
表 4-4	ベトナムでの省エネ関連の課題分析	130
表 4-5	ベトナムでのエネルギー移行・脱炭素に関する課題分析	133
表 4-6	ラオスでの ET-CN に資する JICA 事業（過去 10 年程度）	134
表 4-7	既存の JICA 事業で示された ET-CN に関する主な課題のまとめ	136
表 4-8	ラオスの ET-CN に向けた主な課題	138
表 4-9	ラオスの産業別エネルギー消費量の推定	143
表 4-10	ネパールでの ET-CN に資する JICA 事業（過去 10 年程度）	145
表 4-11	ネパールの既存の JICA 事業で示された ET-CN に関する主な課題のまとめ	145
表 4-12	ネパールの ET-CN に向けた主な課題	146
表 4-13	ウズベキスタンでの ET-CN に資する JICA 事業（過去 10 年程度）	153
表 4-14	ウズベキスタンでの既存の JICA 事業で示された ET-CN に関する主	

な課題のまとめ	153
表 4-15 ウズベキスタンの ET-CN に関する課題分析	157
表 4-16 ウズベキスタンの ET-CN に関する水素利用に係る課題分析 ..	159
表 5-1 ベトナムでのビジョン・開発シナリオ案：石炭火力からの ET-CN へ の移行を後押しする LNG・グリーン電力・水素の利用を中心としたグリー ンエネルギー社会の構築	161
表 5-2 ベトナムでのビジョン・開発シナリオ案：産業分野等の省エネ、電 化、再エネ活用による脱炭素化促進	163
表 5-3 ラオスでのビジョン・開発シナリオ案：ラオス北部と国内外電力需 要地を連携する送電網の強化	165
表 5-4 ラオスでのビジョン・開発シナリオ案：国内産業部門と運輸交通部 門での電化やグリーン水素等のグリーン燃料への転換	166
表 5-5 ラオスでのビジョン・開発シナリオ案：農林畜産業の近代化による カーボンニュートラル社会の構築促進	167
表 5-6 ネパールでのビジョン・開発シナリオ案：地方の電力網の強化・信 頼性の向上による電化政策の促進	169
表 5-7 ネパールでのビジョン・開発シナリオ案：国内産業部門と運輸交通 部門での電化やグリーン水素等のグリーン燃料への転換	170
表 5-8 ネパールでのビジョン・開発シナリオ案：農林畜産業の近代化によ るカーボンニュートラル社会の構築促進	171
表 5-9 ウズベキスタンでのビジョン：ガス火力の低炭素化、グリーン電力 と蓄電による脱炭素の促進	173
表 6-1 対ベトナム社会主義共和国 事業展開計画（2017）	175
表 6-2 ベトナムでの ET-CN に係る協力プログラム案の提言	176
表 6-3 ベトナムの優先協力プロジェクト案の概要（1）	177
表 6-4 ベトナムの優先協力プロジェクト案の概要（2）	179
表 6-5 ベトナムの優先協力プロジェクト案の概要（3）	180
表 6-6 対ラオス社会主義共和国 事業展開計画（2019）	183
表 6-7 ラオスでの ET-CN に係る協力プログラム案の提言	184
表 6-8 ラオスの優先協力プロジェクト案の概要（1）	185
表 6-9 ラオスの優先協力プロジェクト案の概要（1）	186
表 6-10 対ネパール共和国事業展開計画（2021 年）	189
表 6-11 ネパールでの ET-CN に係る協力プログラム案の提言	190
表 6-12 ネパールの優先協力プロジェクト案の概要（1）	191
表 6-13 ネパールの優先協力プロジェクト案の概要（2）	192
表 6-14 対ウズベキスタン共和国事業展開計画（2019 年）	195
表 6-15 ウズベキスタンでの ET-CN に係る協力プログラム案の提言 ..	196

表 6-16	ウズベキスタンの優先協力プロジェクト案の概要 (1)	197
表 6-17	ウズベキスタンの優先協力プロジェクト案の概要 (2)	198

図一覧

図 2-1	業務全体の実施フローイメージ	5
図 3-1	世界全体の正味の人為的 GHG 排出量 (1990-2019)	7
図 3-2	世界のセクター別 GHG 排出量 (2016)	8
図 3-3	エネルギートランジションから脱炭素社会に到達するイメージ	9
図 3-4	CO2 排出削減のイメージ	9
図 3-5	ADB のエネルギートランジションメカニズムモデル	25
図 3-6	米国の過去の GHG 排出傾向と 2050 年ネットゼロ達成までの GHG 排出径路の予測	29
図 3-7	英国におけるカーボンバジェットと NDC の目標達成のための削減の道筋	30
図 3-8	フランスの 2050 年までの GHG 排出量及び吸収量の径路	34
図 3-9	タイの 2100 年までの GHG 排出量及び吸収量の径路	40
図 3-10	タイの 2065 年までのネットゼロ達成に向けた CO2 排出量及び吸収量の径路	40
図 3-11	カンボジアの LTS4CN シナリオにおけるセクター別の GHG 排出予測	42
図 3-12	ベトナムの GHG インベントリ (2016)	44
図 3-13	ベトナムにおける GHG 排出量の経年変化 (2000-2018)	46
図 3-14	ベトナムのセクター別 GHG 排出量	46
図 3-15	ベトナムの NDC における 2030 年までの GHG 排出量予測	47
図 3-16	ラオスの GHG インベントリ (2014)	61
図 3-17	ラオスにおける GHG 排出量の経年変化 (2000-2018)	63
図 3-18	ラオスのセクター別 GHG 排出量	63
図 3-19	ラオスの NDC における GHG 排出量の予測	64
図 3-20	ラオスの NDC における GHG 排出削減対策	65
図 3-21	ネパールの GHG インベントリ (2011)	82
図 3-22	ネパールにおける GHG 排出量の経年変化 (2000-2018)	84
図 3-23	ネパールのセクター別 GHG 排出量	84
図 3-24	ネパールの NLTS における 2050 年までの CO2 排出予測	87
図 3-25	ネパールの NLTS における WEM (上段) / WAM (下段) シナリオの CO2 排出径路	88
図 3-26	ウズベキスタンの GHG インベントリ (2017)	103
図 3-27	ウズベキスタンにおける GHG 排出量の経年変化 (2000-2018)	105
図 3-28	ウズベキスタンのセクター別 GHG 排出量	105
図 3-29	ウズベキスタンの GHG 排出径路予測	107
図 3-30	カーボンニュートラルシナリオでの発電ミックスと CO2 排出量の	

変化	110
図 4-1 ベトナムのエネルギー生産（左図）及び一次エネルギー供給（右図） の経年変化	125
図 4-2 ベトナムの石油製品の需要の経年変化	125
図 4-3 ベトナムの発電源構成の経年変化	126
図 4-4 ベトナムのエネルギーバランス（2019）	126
図 4-5 ベトナムの部門別最終エネルギー消費（2019）	127
図 4-6 ラオスのエネルギー生産（左図）及び一次エネルギー供給（右図） の経年変化	141
図 4-7 ラオスの石油製品の需要の経年変化	141
図 4-8 ラオスのエネルギーバランス（2019）	142
図 4-9 ラオスの部門別最終エネルギー消費（2017）	142
図 4-10 ネパールのエネルギー生産（左図）及び一次エネルギー供給（右 図）の経年変化	149
図 4-11 ネパールの石油製品の需要の経年変化	150
図 4-12 ネパールのエネルギーバランス（2019）	150
図 4-13 ネパールの部門別最終エネルギー消費（2019）	151
図 4-14 ネパールの発電設備容量バランスの予測（2020-2030年）...	152
図 4-15 ウズベキスタンのエネルギー生産（左図）及び一次エネルギー供 給（右図）の経年変化	154
図 4-16 ウズベキスタンの石油製品の需要の経年変化	154
図 4-17 ウズベキスタンのエネルギーバランス（2019）	155
図 4-18 ウズベキスタンの部門別最終エネルギー消費（2019）	155

略語一覧

略語	正式名称	日本語名称
3E+S	Energy security, Economic efficiency, Environment, and Safety	安全性を前提としたエネルギーの安定供給、経済効率性及び環境への適合
3R	Reduce, Reuse, Recycle	リデュース、リユース、リサイクル
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AEM	Advanced Energy Metering	先進的電力計測
AEPC	Alternative Energy Promotion Centre (Nepal)	代替エネルギー推進センター(ネパール)
AETI	Asia Energy Transition Initiative	アジアエネルギートランジションイニシアチブ
AF	Asia Foundation	アジア財団
AFD	Agence Française de Développement	フランス開発庁
AGT	Automated Guideway Transit	新軌道輸送システム
AI	Artificial Intelligence	人工知能
AoS	Academy of Science of Uzbekistan	ウズベキスタン科学アカデミー
ASEAN	Association of South East Asian Nations	東南アジア諸国連合
ASEI	Asian solar energy initiative	アジア太陽エネルギーイニシアチブ
BAU	Business as Usual	特段の対策のない自然体ケース
BBIN	The Bangladesh, Bhutan, India, Nepal	南アジア地域(バングラデシュ、ブータン、インド、ネパール)
BECCS	Bioenergy with Carbon Capture and Storage	炭素回収・貯留付きバイオマスエネルギー利用
BR	Biennial Report	隔年報告書
BRT	Bus Rapid Transit	バス高速輸送システム
C/P	Counterpart	カウンターパート
CCGT	Combined Cycle Gas Turbine	コンバインドサイクル発電
CCS	Carbon dioxide Capture and Storage	二酸化炭素回収・貯留
CCU	Carbon dioxide Capture, Utilization	回収したCO ₂ の利用技術

CCUS	Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage	二酸化炭素の回収と貯留
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CHP	Combined Heat & Power	熱電併給システム
CN	Carbon Neutral	炭素中立
CNG	Compressed Natural Gas	圧縮天然ガス
CORSIA	Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation	国際民間航空のためのカーボン・オフセット及び削減スキーム
COP26	The 26th session of the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change	第26回気候変動枠組み条約締約国会議
CRTN	Centre for Rural Technology Nepal	－（ネパールのNGO）
CSR	Corporate Social Responsibility	企業の社会的責任
CTCN	Climate Technology Centre & Network	気候技術センター・ネットワーク
DEEP	Department of Energy Efficiency Promotion (Laos)	－
DEESD	Department of Energy Efficiency and Sustainable Development (Vietnam)	－
DEPP	Department of Energy Policy and Planning (Laos)	－
DHUP	Department of Housing and Urban Planning (Laos)	－
DOT	Department of Transportation (Nepal)	－
EBRD	European Bank for Reconstruction and Development	欧州復興開発銀行
EDL	Electric Du Laos	ラオス電力公社
EDL-Gen	EDL-Generation Public Company	ラオス電力発電株式会社
EE	Energy Efficiency	省エネ
EMR	Electricity Market Regulator (Uzbekistan)	電力市場規制当局（ウズベキスタン）
EMS	Energy Management Systems	エネルギー管理システム

EPC	Engineering, Procurement and Construction	設計・調達・建設
ERC	Nepal Electricity Regulatory Commission	ネパール電力規制委員会
ERIA	Economic Research Institute for ASEAN and East Asia	東アジア・アセアン経済研究センター
ESCO	Energy Service Company	エスコ
ET	Energy Transition	エネルギー移行
ETM	Energy Transition Mechanism	エネルギー・トランジション・メカニズム
EU	European Union	欧州連合
EV	Electric Vehicle	電気自動車
EVN	Vietnam Electricity	ベトナム電力公社
FCDO	Foreign, Commonwealth and Development Office	外務・英連邦・開発省
FOLU	Forestry and Other Land Use	農林業およびその他の土地利用
F-REDD	Sustainable Forest Management and REDD+ Support Project	持続可能な森林管理及び REDD+支援プロジェクト
FS	Feasibility Study	実行可能性調査
GACMO	The Greenhouse Gas Abatement Cost Model	－
GB/T	Guo jia Biao zhun	中華人民共和国国家標準
GC	Grid Code	グリッドコード
GCF	Green Climate Fund	緑の気候基金
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GGGI	Global Green Growth Institute	グローバル・グリーン成長研究所
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
GL	Guideline	ガイドライン
GoN	Government of Nepal	ネパール政府
GoV	Government of Vietnam	ベトナム政府
GRID	Green, Resilient, Inclusive Development	－

GTCC	Gas Turbine Combined Cycle	ガスタービン・コンバインドサイクル
HPP	Hydro Power Plant	水力発電所
ICT	Information and Communication Technology	情報通信技術
IoT	Internet of Things	モノのインターネット
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
IPP	Independent Power Producer	独立系発電事業者
IPPU	Industrial Processes and Production Use	工業プロセスと製品の使用
ISEI	International Solar Energy Institute, Uzbekistan	国際太陽エネルギー研究所（ウズベキスタン）
ITMOs	Internationally Transferred Mitigation Outcomes	国際的に移転された緩和成果
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
KOICA	The Korea International Cooperation Agency	韓国国際協力団
LEAP	Low Emission Analysis Platform	－
LED	light-emitting diode	発光ダイオード
LNG	Liquefied Natural Gas	液化天然ガス
LPG	Liquefied Petroleum Gas	液化石油ガス
LPP	Laos Pilot Program	ラオスパイロットプログラム
LRT	Light Rail Transit	ライトレール（軽量軌道交通）
LTS4CN	Long-term Strategy for Carbon Neutrality (Cambodia)	－
LULUCF	Land Use, Land Use Change and Forestry	土地利用・土地利用変化・森林
MAF	Ministry of Agriculture and Forestry (Laos)	農林省（ラオス）
MDM	Meter Data Management	メーターデータ管理
MEM	Ministry of Energy and Mines (Laos)	エネルギー鉱業省（ラオス）

MHCS	Ministry of Housing and Communal Services (Uzbekistan)	公共住宅サービス省（ウズベキスタン）
MIFT	Ministry of Investments and Foreign Trade of Uzbekistan	投資貿易省（ウズベキスタン）
MOA	Ministry of Agriculture (Uzbekistan)	農業省（ウズベキスタン）
MOAL	Ministry of Agriculture and Livestock Development	農業畜産省(ネパール)
MOE	Ministry of Energy	エネルギー省(ウズベキスタン)
MOEDPR	Ministry of Economy Development and Poverty Reduction	経済開発貧困削減省(ウズベキスタン)
MOEF	Ministry of Forest and Environment	森林環境省(ネパール)
MOEWRI	Ministry of Energy, Water Resources and Irrigation (Nepal)	エネルギー・水資源灌漑省(ネパール)
MOF	Ministry of Finance	財務省
MOFAGA	Ministry of Federal Affairs and General Administration (Nepal)	連邦総務省（ネパール）
MOIC	Ministry of Industry and Commerce (Laos)	工業商業省（ラオス）
MOICS	Ministry of Industry, Commerce and Supplies	商工供給省（ネパール）
MOID	Ministry of Innovative Development (Uzbekistan)	イノベーション開発省（ウズベキスタン）
MOIT	Ministry of Industry and Trade (Vietnam)	商工省（ベトナム）
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environmen (Laos)	ラオス天然資源環境省（ラオス）
MOPE	Ministry of Population and Environment (Nepal)	保健・人口省（ネパール） ※現在の MoFE
MOPIT	Ministry of Physical Infrastructure and Transport (Nepal)	公共インフラ・交通省(ネパール)
MOPWT	Ministry of Public Works and Transport (Laos)	公共事業運輸省（ラオス）
MOT	Ministry of Transport (Uzbekistan)	交通省(ウズベキスタン)
MoU	Memorandum of Understanding	基本合意書

MOUD	Ministry of Urban Development (Nepal)	都市開発省(ネパール)
MOWS	Ministry of Water Supply and Sewage (Nepal)	水供給・下水省（ネパール）
MPH	Ministry of Public Health (Laos)	保健省（ラオス）
MPI	Ministry of Promotion and Investment (Laos)	計画投資省（ラオス）
MRV	Measurement, Reporting and Verification	（温室効果ガス排出量の）測定、報告及び検証
MST	Ministry of Science and Technology (Laos)	科学技術省（ラオス）
NAFRI	National Agriculture and Forest Research Institute (Laos)	ラオス農林省国立農林研究所
NAMA	Nationally Appropriate Mitigation Actions	国としての適切な緩和行動
NC	National communication	ナショナルコミュニケーション
NDC	Nationally Determined Contribution	自国が決定する貢献
NEA	Nepal Electricity Authority	ネパール電力公社
NEGU	National Electricity Grid of Uzbekistan	ウズベキスタン国家電力網
NGO	Non-Governmental Organizations	非政府組織
NIRES	National Scientific Research Institute of Renewable Energy Sources (Uzbekistan)	—
NLTS	Nepal's Long-Term Strategy for Net-zero Emissions	—
NOC	Nepal Oil Corporation	ネパール国石油公社
NPC	National Planning Commission (Nepal)	国家計画委員会
NPT	National Power Transmission Corporation (Vietnam)	—
NSEDP	9th National Socio-economic Development Plan (Laos)	第9次国家社会経済開発計画（ラオス）
NSP	New Suspension Pre-heater	ニューサスペンションプレヒーター

NZ	New Zealand	ニュージーランド
NZL REF	New Zealand Laos Renewable Energy Facility	ー
O&M	Operation & Maintenance	運用と保守
PDP8	The National Power Development Plan VIII (Vietnam)	第8次電力開発計画（ベトナム）
PMO	Prime Minister's Office	首相府
PPA	Power Purchase Agreement	電力売電契約
PPP	Public Private Partnership	官民連携
PtG	Power to Gas	パワーツーガス
PV	Photovoltaic	太陽光発電
RDF	Refuse Derived Fuel	家庭ゴミなどの一般廃棄物を主原料とするゴミ固形燃料
REDD+	Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation, and the Role of Conservation, Sustainable Management of Forests and Enhancement of Forest Carbon Stocks in Developing Countries	途上国における森林減少や森林劣化による温室効果ガス排出の抑制、森林保全、持続可能な森林経営および森林の炭素蓄積の向上
REDS	Renewable Energy Development Strategy (Vietnam)	再生可能エネルギー開発戦略（ベトナム）
REPN	Regional Electric Power Networks	ー
RHC	Rural Health Clinic (Uzbekistan)	ー
RIEM	Research Institute Energy and Mines (Laos)	ー
RPF	Refuse Paper & Plastic Fuel	廃棄物固形燃料
R&D	Research & Development	研究開発
SAF	Sustainable aviation fuel	持続可能な航空燃料
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development	地球規模課題対応国際科学技術協力
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	産業監視制御システム
SCEEP	State Committee for Ecology and Environmental Protection	国家生態環境保護委員会（ウズベキスタン）

SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
TCFD	Task Force on Climate-related Financial Disclosures	気候関連財務情報開示タスクフォース
TPP	Thermal Power Plant	火力発電所
UE	Uzbekenergo Joint Stock Company	ウズベクエネルギー
UJICY	Uzbek-Japan Innovation Centre of Youth	ウズベキスタン・日本青年技術革新センター
UNEP	United Nations Environment Programme	国際連合環境計画
UNESCAP	United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific	アジア太平洋経済社会委員会
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	気候変動枠組み条約
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization	国際連合工業開発機関
UNPN	Uzbekistan National Power Networks	ー
USAID	United States Agency for International Development	アメリカ合衆国国際開発庁
USTDA	United State Trade Development Agency	アメリカ合衆国貿易開発庁
V2H	Vehicle to Home	EV 等から住宅に電力を供給するシステム
VLEEP	Vietnam Low Emission Energy Program	ー
VNEEP	National Energy Efficiency Program (Vietnam)	ー
WAM	With Additional Measures	追加的な緩和対策
WB	World Bank	世界銀行
WECS	Water and Energy Commission Secretariat (Nepal)	水・エネルギー委員会事務局 (ネパール)
WEM	With Existing Measures	現行の緩和対策
WS	Workshop	ワークショップ
WtE	Waste to Energy	廃棄物からのエネルギー回収
ZEB	Net Zero Energy Building	ネット・ゼロ・エネルギー・ビル

ZEH	Net Zero Energy House	ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス
ZEV	Zero Emission Vehicle	ゼロエミッションビークル

第1章 業務概要

1.1 業務の背景

2015年12月のパリ協定後、世界的に低・脱炭素社会実現に向けた取り組みが本格化している。第26回気候変動枠組み条約締約国会議（COP26）（2021年11月）では、気候変動対策を加速化させるため、各国が決定する貢献（Nationally Determined Contribution：以下、「NDC」という。）の目標値の大幅な見直しや炭素価値取引制度構築に向けた議論が行われた。開発途上国を含む批准国は、温室効果ガス削減に係る共通だが差異のある責任を果たすため、炭素中立（Carbon Neutral：以下、「CN」という。）に向けた最大限の努力をすることが求められている。

また、CNの達成に向けた議論の中で、エネルギー移行（Energy Transition：以下、「ET」という。）の重要性が世界的に認識されている。特に、経済成長とともにエネルギー需要の伸びが大きなアジア地域において、ETはCNの達成に不可欠である。我が国は、2021年5月の「日ASEANビジネスウィーク」においてアジア地域でのETを支援する「アジア・エネルギー・トランジション・イニシアティブ」を経済産業省が表明し、同年10月の「第1回アジアグリーン成長パートナーシップ閣僚会合」ではロードマップ策定等に向けた支援の状況が共有されている。また、欧州は、EU-ASEANビジネス諮問委員会が2021年8月に同地域のETに関する報告「Powering ASEAN’s Energy Transition」を発表している。COP26期間中には日本、ベトナム、ラオス等の21カ国と国際機関が参加するエネルギー移行評議会（Energy Transition Council）でETに向けた国際協力の合意がなされたほか、アジア開発銀行（ADB）がインドネシア、フィリピンとともにエネルギー・トランジション・メカニズム創設のためのパートナーシップを発足するなど、世界規模でETに向けた動きが活発になっている。

国際協力機構（以下、「JICA」という。）では、開発途上国におけるCN、それに向けたET促進に貢献するための再生可能エネルギー（以下、「再エネ」という。）やエネルギー利用効率改善（以下、「省エネ」という。）の促進などの政策制度や開発計画策定等を支援しているところ、今後、開発途上国のET及びCNに対する支援ニーズは益々増大することが見込まれる。これらニーズに対して、効果的な事業を適時形成、実施して行くためには、国の規模、発展段階、エネルギー需給構造や需要見通し等において様々な特性を持つ対象国の現状及び課題を的確に把握し、関係政府機関と密接な関係を築き、ETからCNの達成へと支援していくことが求められる。特に、ET-CNの達成では、対象国におけるエネルギーの安定供給・経済性の確保を図りつつ、実現可能なシナリオ開発に取り組むことが重要である。

また、JICAではSDGsと整合する課題別事業戦略である「グローバル・アジェンダ」と各アジェンダのもとで重点的に資源を配分する「クラスター事業戦略」により持続的開発を支援している。グローバル・アジェンダの一つである気候変動では、「パリ協定の実施促進」及び「コベネフィット型気候変動対策」の2分野を設定し、重点的取組課題として、①低炭素・脱炭素、気候変動に強靱な都市開発・インフラ投資推進、②途上国の気候変動政策・制度改善、③気候リスクの評価と対策の強化、④森林・自然生態系の保全管理強化を掲げている。

1.2 業務の目的

本業務は上記の理解のもと、ベトナム、ラオス、ネパール、ウズベキスタン（以下、「調査対象国」という。）における、貴機構による既存事業の効果や他ドナーの動向等も踏まえつつ、エネルギーの低・脱炭素化の現状及び見通しに関する基礎情報を網羅的に収集・分析し、JICAのグローバル・アジェンダによる事業マネジメントの一環として、ET・CN社会経済の実現に向けた課題・論点整理に必要な基礎情報を収集し、最適な協力プログラム等を検討することを目的として実施した。

第2章 業務の実施方法

2.1 調査の実施方針

調査では下記の取組方針の下で、デスクトップレビュー及び現地ヒアリングを実施し、取りまとめた。

✓ 協力プログラム案立案に必要な情報収集と課題の特定

対象国の ET から CN 達成に貢献しうる具体的かつ現実的な協力プログラム案を提言するためには、事前の情報収集・分析、現地関係者へのヒアリング、現地調査を通じた課題の特定や具体的なバックデータ等による、裏付けが必要である。そのために、本調査においては、十分な事前の情報収集と分析、それらを使った仮説の立案と現地調査等による仮説の検証、現地で得た情報等を活用した仮説の修正と補強を繰り返しながら、協力プログラム案の検討を行った。

✓ 現地ニーズの的確な把握

開発シナリオ案、協力プログラム案の仮説を立案した後、調査対象国に関する JICA の既存事業成果、各国の最新の気候変動政策・対策の状況、他ドナーによる協力事業の動向、調査対象国のエネルギー統計や各国での ET-CN に関する論文や報告、更には ET-CN に向けたエネルギー利用ポテンシャルの調査を行い、立案した仮説を補強した。その後、調査対象国にてヒアリングを行い、仮説を検証するとともに、優先課題・支援／技術ニーズ・協力事業ポテンシャルの特定を行った。

✓ 日本政府の ET-CN 支援政策・民間企業の動向との相乗効果

我が国のエネルギー環境分野での対外協力政策と整合を図り、かつ我が国企業が有する ET-CN に資する技術の展開に資する開発シナリオ案・協力プログラム案を検討した。特に、政策面ではインフラ海外輸出戦略のエネルギー・環境分野に示される方針や技術（水素、蓄電池、カーボンリサイクル等）や、パリ協定長期成長戦略の国際展開・国際協力方針を念頭に置きつつ、アジア・エネルギー・トランジション・イニシアティブの動向にも留意し、これら政策との相乗効果を図ることとした。また、JICA の事業等により調査対象国において気候変動緩和に資する分野で活動を行う民間企業のビジネス展開にも資する開発シナリオ案・協力プログラム案を検討した。

✓ グローバル・アジェンダを意識した ET-CN への開発シナリオの検討

ET-CN の実現には、技術面からだけでなく、実現を促進する政策・制度やファイナンス等のソフト面も同時に整備し、調査対象国機関・関係者の対応能力を構築していく必要がある。加えて、開発課題を多く有する開発途上国においては、ET-CN に向けた対策を行うことで開発課題の解決にも資する「コベネフィット型気候変動対策」の実施が効果的かつ効率的である。そこで、ハード・ソフト両面からの ET-CN への開発シナリオ案の検討に加えて、コベネフィット効果を最大限に得られる開発シナリオ設計を図った。

✓ 我が国の既存の協力効果を最大限発揮する協力プログラム案の検討

協力プログラム案の検討では、調査対象国における、JICAによるこれまでの開発支援の成果を最大限に活用しつつ、我が国のエネルギー環境分野での対外協力政策の他に外務省の国別方針、JICAの国別支援方針等との整合を図った。加えて、協力プログラム案の検討では、ET-CNに向けた協力プログラム案のビジョンを明確化し、プログラムを構成するプロジェクト群を検討するとともに、協力プログラム案の実施を通じて目指すアウトプット及びアウトカムの検討を行った。

✓ ET-CN 開発シナリオでの事業効果の定量的な評価

ET-CN への開発シナリオ案の検討では、調査対象国の経済状況を踏まえ、3E+S（環境・エネルギー安定供給・短長期での経済性・安全性）、炭素取引等を含む COP26 後の国際動向、ASEAN 含む対象国でのトランジションファイナンスの動向等の前提条件を明示した。

前提条件に複数のオプションが考えられる場合は、それぞれに沿った開発シナリオ案の検討を行った。また、開発シナリオ案の検討においては、費用や環境負荷などの多角的な項目から総合的な評価を行った。さらに、開発シナリオ案にもとづく協力プログラム案の検討では、公開資料や現地調査等から、可能な範囲で現地の状況を踏まえ、想定される CO2 削減量・再エネ導入量や省エネポテンシャル量、技術・製品コスト見通しから費用対効果の概算等を行い、出来る限り、定量的な評価とともに検討した。

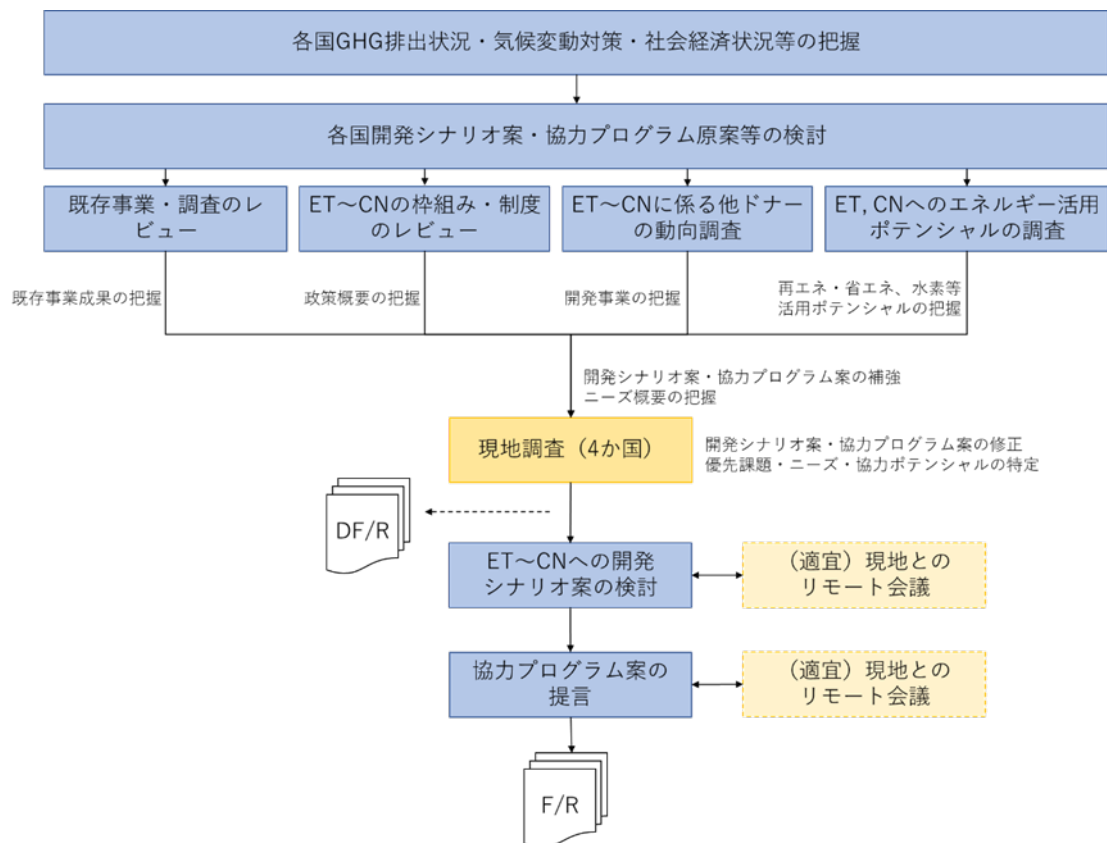


図 2-1 業務全体の実施フローイメージ¹

2.2 調査実施体制

調査はパシフィックコンサルタンツ株式会社が下記の体制で実施した。

表 2-1 調査実施体制

No.	氏名	担当
1	野瀬 大樹	業務主任者／ET～CN 戦略 1
2	西畑 昭史	副業務主任者／ET～CN 戦略 2
3	水野 芳博	気候変動枠組み、炭素取引、経済評価
4	石橋 典子	再生可能エネルギー、電気化、水素
5	荒川 靖子	政策・制度
6	堀内 愛友	省エネ

2.3 調査実施期間

調査は、2022年2月から2022年9月30日にかけて実施した。

¹ 各国で作業内容が異なるため、全体的な業務実施フローのイメージとして示す。

2.4 現地調査

現地調査は下記の体制、スケジュールで実施した。

表 2-2 現地調査実施状況

調査対象国	現地調査実施日時	現地調査実施体制
ラオス	2022年5月18日～6月12日	野瀬 大樹、荒川 靖子、堀内 愛友
ウズベキスタン	2022年6月15日～6月30日	西畑 昭史、石橋 典子、荒川 靖子
ネパール	2022年6月18日～6月30日	野瀬 大樹、水野 芳博、堀内 愛友
ベトナム	2022年7月31日～8月6日	水野 芳博、石橋 典子

第3章 エネルギートランジション・カーボンニュートラルに係る現状

3.1 エネルギートランジション・カーボンニュートラルの概要

3.1.1 エネルギートランジション・カーボンニュートラルの考え方

気候変動は既に全世界に影響を及ぼしており、その影響を軽減するための方策として、人為的な温室効果ガス（以下、「GHG」という。）排出量の世界的なピークに可能な限り早く到達するためには、これまでの社会経済のあらゆる部分において脱炭素化に取り組み、早急に GHG 排出量の削減に着手する必要がある。2022 年 4 月に公表された IPCC 第 6 次評価報告書 WG3 報告書「気候変動の緩和」では、GHG の正味の排出量が増加し続けていることが示された（図 3-1）。GHG のうち、CO₂ はエネルギー起源及び土地利用・土地利用変化・森林（LULUCF）の両セクターから排出され、GHG のおよそ 75% を占めている。世界全体の GHG 排出量のセクター別内訳（図 3-2）を見ると、GHG 排出量の 70% 程度を発電、産業、商業、運輸、民生部門等で消費する化石燃料の燃焼から生じる GHG が占めている。すなわち、社会経済において消費するエネルギー源を世界的に速やかに低炭素化又は脱炭素化していくことが求められている。

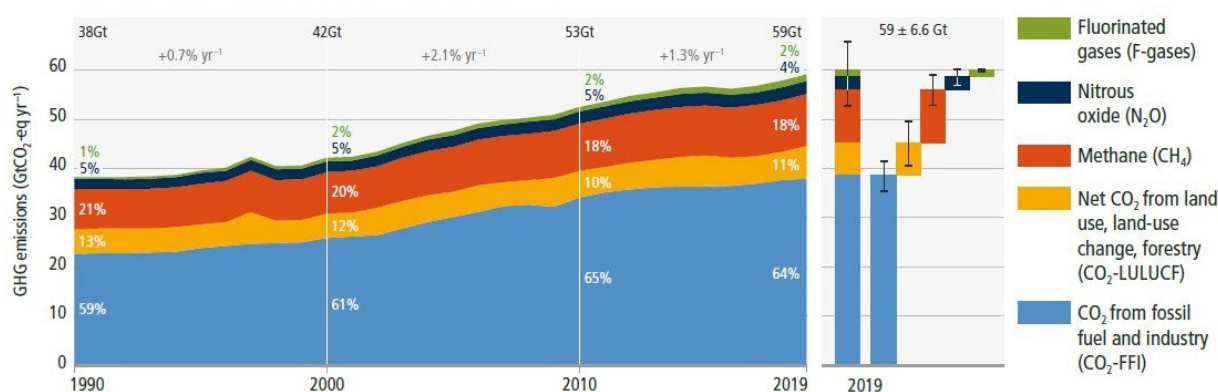
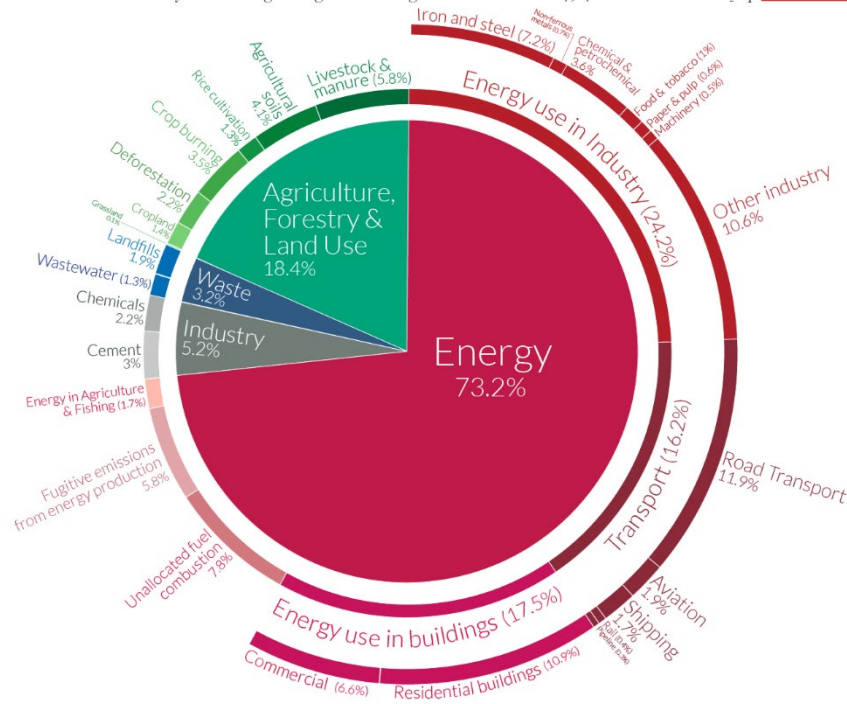


図 3-1 世界全体の正味の人為的 GHG 排出量(1990-2019)²

² IPCC, 2022: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.001.

Global greenhouse gas emissions by sector

This is shown for the year 2016 – global greenhouse gas emissions were 49.4 billion tonnes CO₂eq.



OurWorldInData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems. Source: Climate Watch, the World Resources Institute (2020). Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie (2020).

図 3-2 世界のセクター別 GHG 排出量 (2016)³

その一方で、GHG 排出量を完全にゼロとすることは困難であるため、GHG 排出源からの GHG 排出量と GHG 吸収源による GHG 吸収量或いは固定量のバランスをとり、正味の GHG 排出量をゼロとすることが、今後はますます重要となる。なお、本調査で用いる「カーボンニュートラル」とは、「正味の GHG 排出量がゼロ」の状態を指す。⁴ 本調査では、調査対象国内での ET 及び CN を対象とする。

3.1.2 エネルギートランジション・カーボンニュートラルに関連する技術の概要

エネルギートランジション及びカーボンニュートラルを達成するためには、主にエネルギー源の化石燃料から再生可能エネルギーへの転換とエネルギー消費量の削減（省エネ）の促進が重要である。図 3-3 に示すように、脱炭素社会に到達するには非連続なイノベーションを促進するとともに、全ての産業が化石燃料を消費する経済から一足飛びに脱炭素社会に到達できるとは限らないため、脱炭素社会に向けたエネルギートランジションに資す

³ Hannah Ritchie, Max Roser and Pablo Rosado (2020) - "CO₂ and Greenhouse Gas Emissions". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions' [Online Resource]

⁴ 厳密には、「カーボンニュートラル」は GHG の一つである CO₂ の正味の排出量がゼロであることを指し、「ネットゼロ」は正味の GHG 排出量がゼロであることを指す (IPCC, 2018: Annex I: Glossary [Matthews, J.B.R. (ed.)]. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 541-562, doi:10.1017/9781009157940.008.). しかし、実際には同様の意味で用いられている場合も多い。

る技術を導入して最大限の GHG 排出削減を進めていく必要がある。

エネルギー利用には、図 3-4 に示すように、電力と非電力（熱利用など）による利用が存在し、電力は省エネと電源の脱炭素化、非電力は省エネと燃料転換による CO2 排出量の削減を進めるとともに、CO2 を回収・貯蔵するネガティブエミッション技術の開発についても検討を進める必要がある。経済産業省では 2021 年度に「経済産業分野におけるトランジション・ファイナンス推進のためのロードマップ策定検討会」⁵を開催し、「電力」「ガス」「石油」「鉄鋼」「化学」「紙・パルプ」「セメント」の各分野におけるトランジションのためのロードマップを策定している。表 3-1 にこれらロードマップに示されている技術をセクターごとに整理した。

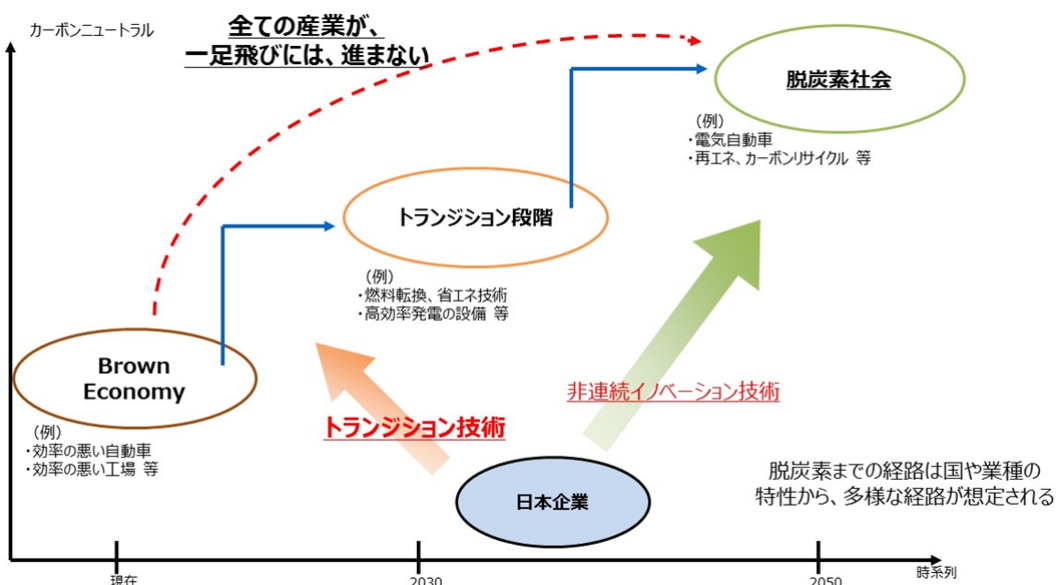


図 3-3 エネルギートランジションから脱炭素社会に到達するイメージ⁶

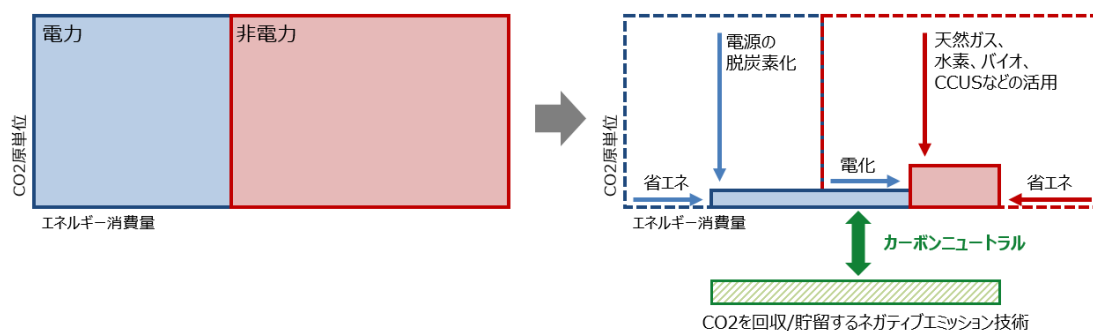


図 3-4 CO2 排出削減のイメージ⁷

⁵ 経済産業分野におけるトランジション・ファイナンス推進のためのロードマップ策定検討会 https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/transition_finance_suishin/index.html 2022年7月6日アクセス

⁶ トランジション・ファイナンス（経済産業省）https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/transition_finance.html 2022年7月1日アクセス

⁷ 「カーボンニュートラル」って何ですか？（後編）～なぜ日本は実現を目指しているの？（2021年3月16日，経済産業省資源エネルギー庁）https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyoo/carbon_neutral_02.html 2022年7月1日アクセス

表 3-1 ET-CN に資する主な技術リスト⁸

分野	技術	概要	実装年
電力			
脱炭素電源	アンモニア専焼	✓ ボイラー・ガスタービンでのアンモニア専焼	2030年代
	水素専焼	✓ 水素タービンによる専焼	2030年代
	CCUS	✓ CO ₂ 分離回収技術の技術開発・実証・導入・商用化の推進	2030年代
	再エネ・原子力	✓ 再エネ・原子力の導入	既に導入
	火力電源の休廃止	✓ 既存火力電源の休廃止	既に導入
トランジション電源	アンモニア混焼	✓ 石炭火力へのアンモニア混焼	2020年代後半
	水素混焼	✓ ガス火力への水素混焼	2020年代後半
	バイオマス混焼	✓ 石炭火力へのバイオマス混焼	既に導入
その他	送配電網の強化・高度化	✓ 再エネの導入拡大に向けた送配電網の増強等	既に導入
	デマンドレスポンス・電化の推進等	✓ 需要サイドにおける脱炭素化に向けた取組、電化等	既に導入
	蓄電池・揚水・分散型エネルギー	✓ 系統安定化に資する蓄電池・分散型エネルギーリソースの導入等	既に導入
ガス			
天然ガス	都市ガス製造工程での省エネ	✓ 冷熱利用設備等による省エネ	既に導入
	天然ガス供給網の整備	✓ 天然ガスの利用拡大に向け供給インフラを強化	既に導入
	燃料転換	✓ 需要サイドの燃料転換に必要な設備等の設置等	既に導入
	天然ガスの高度利用	✓ エネルギー計測や高効率ボイラー等により省エネ	既に導入

⁸ 経済産業分野におけるトランジション・ファイナンス推進のためのロードマップ策定検討会から各セクターのロードマップを元に作成 https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/transition_finance_suishin/index.html 2022年7月6日アクセス

分野	技術	概要	実装年
	分散型エネルギーシステム	✓ スマートエネルギーネットワーク（エネルギーの面的利用）・コージェネレーション・燃料電池などの普及拡大により省エネ	既に導入
	都市ガス原料を天然ガスから合成メタンへ転換	✓ 都市ガス原料を合成メタンに転換し都市ガス使用時のCO2排出をゼロにする	2030年代
合成メタン	メタネーション（サバティエ反応）	✓ 水素とCO2からメタンを合成	2030年代
	メタネーション（革新的技術）	✓ サバティエ反応によるメタネーションと比べ、より高効率にメタンを合成する革新的技術（共電解等）	2040年代
	国内外サプライチェーン構築	✓ 液化基地、LNG船、受入基地、パイプライン等の既存インフラにおける合成メタンの併用等	2030年代
LPガス	省エネルギーの推進・燃料転換	✓ 高効率ガス給湯機器や家庭用燃料電池の普及、LPガス輸入基地等の省エネ、LPガスボイラーやLPガス燃料船舶の普及	既に導入
	送配合理化	✓ スマートメーター・集中監視装置の普及	既に導入
グリーンLPガス	合成LPガス	✓ 水素とCO2からのメタノール、ジメチルエーテル経由の間接合成法によりLPガスを製造	2030年代
水素	水電解（海外・国内での製造）	✓ 水を電気分解し水素を製造	2020年代後半
	海外からの輸送（液化水素運搬船・液体炭化水素をキャリアとした輸送）	✓ 液化水素運搬船や、メチルシクロヘキサン等をキャリアにする形で運搬	2020年代後半
	ローカル水素ネットワーク	✓ 国内の水素供給網整備	2030年代

分野	技術	概要	実装年
	水素燃焼機器等	✓ 工業炉・コージェネレーション・燃料電池への水素利用等	2030年前
	水素ステーション	✓ 都市ガスからの水素製造装置の低コスト化による社会実装	既に導入
バイオガス	バイオガス	✓ バイオマス発酵由来ガスの活用	既に導入
アンモニア	アンモニア	✓ アンモニアのオンサイト活用	2020年代後半
CCUS	排ガスからのCO ₂ 分離回収等	✓ 都市ガス利用機器から排出されるCO ₂ を回収・利用。 ✓ 収・利用・貯蔵	2020年代前半
		✓ 鉄鋼工場・発電所・化学工場等から排出されるCO ₂ を回	2030年代
	DAC	✓ 大気中からCO ₂ を直接回収	2040年代
石油			
原油処理	省エネ対策強化	✓ 熱の有効利用、高度制御・高効率機器の導入、動力系の効率改善、プロセスの大規模な改良・高度化等	既に導入
	燃料転換の推進	✓ 石油系燃料から天然ガス等への転換等	既に導入
	脱炭素燃料への転換	✓ 化石燃料からCO ₂ フリー水素等の脱炭素燃料への転換	2030年代
	再エネ・ゼロエミ電源の活用、開発促進	✓ 石油精製プロセスにおける電力のグリーン化	既に導入
	精製プロセスの変革	✓ CO ₂ フリー水素の活用による精製プロセスの脱炭素化	2030年代
	CCS・CCU	✓ 精製プロセス等からのCO ₂ 回収 ✓ 回収したCO ₂ から燃料・素材（炭酸塩）等を生産 ✓ CCS導入	2030年代
既存燃料の改善・利用効率化	廃プラのケミカルリサイクル	✓ 廃プラを油化し石油精製装置を用いてケミカルリサイクルを行い、燃料や化学原料を製造	2030年代

分野	技術	概要	実装年
	内燃機関の燃費向上に資する新燃料	✓ 将来の革新的なエンジン燃焼方法と燃料との組合せ最適化による排出削減等	2020年代後半
水素・アンモニア	CO2フリー水素・アンモニアサプライチェーンの構築	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 製造・輸送技術の高効率化 ✓ 製油所設備を活用した脱水素・貯蔵 ✓ 国内供給・自社利用（発電用・自動車燃料用・原料用等） 	2030年代
	水素ステーション等の整備	✓ 燃料電池自動車等向けに水素を供給	既に導入
バイオ燃料等	バイオ燃料等（バイオエタノール、バイオディーゼル、SAF、化学原料等）	✓ 植物や廃棄物等から液体燃料や化学原料を製造	一部既に導入（SAFの製造技術は2030年頃の実装）
合成燃料等	合成燃料等（自動車燃料、SAF、化学原料等）	✓ 水素とCO2から液体燃料や化学原料を製造	2030年代
鉄鋼			
高炉関係	省エネ・高効率	<p>【上工程】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 次世代コークスの活用 ✓ 排熱・副生ガス回収 ✓ 高効率発電設備導入 ✓ コークス炉におけるプラスチックリサイクル等 ✓ スクラップ活用 ✓ AI・ICTなどの導入による生産高効率化 ✓ 熱伝導効率の改善 ✓ 効率性向上のためのコークス炉改修 <p>【下工程】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ プロセスの集約・改善 ✓ 排熱回収 ✓ バーナー改善、高効率設備導入 	既に導入

分野	技術	概要	実装年
	フェローコークス	✓ 従来の製鉄プロセスでは活用できない低品位の鉄鉱石及び石炭を有効利用して製造するコークス（フェローコークス）を活用	2020年代
	CO2分離回収	✓ 製鉄所内の未利用排熱を活用したCO2分離回収技術の活用	2020年代後半
	所内水素の活用	✓ 所内水素を活用した鉄鉱石の還元技術	2020年代後半
	還元鉄の活用	✓ コークスを削減するために還元鉄活用	2020年代
	バイオマスの活用	✓ コークス代替としてのバイオマス活用	2040年代
	回収したCO2の利用	✓ 還元剤（合成メタン）への利活技術、CO2循環型製鉄システム、CO2還元技術等	2040年代
	外部水素の活用	✓ 外部水素も活用した高炉における水素還元技術	2040年代
連铸・圧延関係	熱伝導効率の改善・省電力化	✓ 溶解、圧延工程における熱伝導効率の改善などを通じた省エネ化を進めることで、製造時のコストを低減	2020年代後半
	加熱の電化	✓ 加熱の電化により圧延時の再加熱プロセスのCO2削減	2020年代後半
電炉関係	電炉における省エネ・高効率	✓ 高効率アーク炉の導入 ✓ 排熱回収	既に導入
	電炉における不純物除去・大型化技術	✓ 高級鋼生産に必要な不純物除去及び銑鉄の大量生産に向けた大型化	2030年代
直接還元関係	部分水素直接還元	✓ 直接還元炉を用いた水素還元技術（還元材の一部を水素とした技術）	2030年
	100%水素直接還元	✓ 直接還元炉を用いた水素還元技術（還元材の100%を水素とした技術）	2040年代

化学

分野	技術	概要	実装年
最終製品	高効率生産技術	✓ 機能性化学品の生産に際し、従来のバッチ法でなくフロー法による連続生産などを行う	2020年代
	軽量強化部材（セルローズナノファイバー等）	✓ 多用なセルローズナノファイバーの複合技術により、自動車用等の軽量強化材料を製造。石油由来素材の削減に資する技術など。	2020年代
	N ₂ O等抑制技術	✓ 排ガス・半導体ガス処理、排水／汚泥／廃棄物／バイオマス、処理、農業分野等におけるN ₂ O等抑制技術	2035年代
リサイクル	マテリアルリサイクル	✓ 廃プラスチックからプラスチック製品を生産等	一部既に導入
	ケミカルリサイクル（廃プラスチック）	✓ ガス化、油化、熱分解等により、廃プラスチックからオレフィンを生産	2030年代
	ケミカルリサイクル（廃ゴム）	✓ ガス化、油化、熱分解等により、廃ゴムからオレフィンを生産	2040年代
ガス産業	ベストプラクティス	✓ 省エネ・高効率化技術：高効率の深冷分離装置等の導入、ポンプ・圧縮機等のインバーター化、配送基地の見直し等	既に導入
ソーダ電解	ベストプラクティス	✓ 省エネ・高効率化技術：高度制御／設備の更新・高効率化／ゼロキャップ電解槽の導入／複局式電解槽の導入／濃縮設備の熱回収等	既に導入
自家用蒸気・自家用電力等	ベストプラクティス	✓ ボイラーの小型化、運転管理、省エネ蒸留技術、省エネ型スチームトラップの適用範囲拡大、コージェネレーション、ヒートポンプ等	既に導入

分野	技術	概要	実装年
	天然ガスへの燃料転換	✓ 自家用電力・蒸気について、石炭・重油などから天然ガスに転換	既に導入
	バイオマスへの燃料転換	✓ バイオマスの混焼・専焼など	既に導入
	水素・アンモニア等への燃料転換	✓ 水素発電、アンモニア混焼、ガスタービンにおけるアンモニア専焼技術など	2020年代以降
	電化	✓ 電熱により水蒸気を製造 ✓ 再エネ（太陽電池、水力等）導入	—
	排ガス等からのCO2分離回収	✓ 天然ガス火力、化学プロセス、焼却処理等からのCO2回収 ✓ 化学吸収、化学吸着、物理吸収、膜分離等 ✓ CCSの導入	2030年代
紙・パルプ			
製造プロセス	省エネ・高効率	✓ 製造工程の見直し（統合・短縮等） ✓ エネルギー管理の徹底（エネルギー管理システムの導入、管理方法の見直し等） ✓ 老朽化設備省エネ・高効率化更新、LED照明採用	既に導入
	高効率パルプ製造等	✓ 蒸解で生産される化学パルプを水ではなく蒸気で洗浄等	2020年代
	キルンの脱炭素化	✓ パルプ製造における石灰燃焼行程を電化 ✓ キルン不使用の新たな薬品回収技術	2030年代
	ドライシートフォーミング	✓ 水の代わりに空気を使用することで、乾燥工程のエネルギーを削減。廃水削減も可能。	2030年代

分野	技術	概要	実装年
	高効率プレス技術	✓ 熱を用いたプレスで乾燥時の熱需要削減や機械圧と空気圧を組合せ等の省エネ技術	2030年代
	高濃度抄紙	✓ 抄紙機入口の原料濃度について、従来の 0.5~1%から 3%程度に高め、成形速度の向上やプレス工程での省エネに資する技術。	2030年代
	抄紙機ドライヤーの電化	✓ 抄紙工程において化石燃料を活用した乾燥設備を電化（CN 電源が前提）	2030年代
	高効率乾燥技術	✓ 熱及び圧力を使用した機械的脱水や高圧条件における乾燥による効率化技術。製品の質・生産性向上に資するものも存在。	2030年代
	ガス乾燥	✓ 蒸気の代わりにガス燃焼で生じたガスを用い、エネルギー効率を向上。生産性向上に資する場合も存在。	2030年代
原燃料製造	リグニンの分離	✓ 木材等からリグニンを分離し、バイオ燃料として使用（化学品にも活用可能）	2020年代
	黒液のガス化	✓ パルプ化プロセスの副産物である黒液をガス化し、効率的にエネルギーを回収	—
	スマート林業	✓ 自動化機械や森林クラウドと整合した ICT 生産管理システム等の開発、センシング技術を活用した造林作業の低コスト化・省力化	一部既に導入
自家用発電・蒸気	省エネ・高効率化	✓ 高効率発電設備や CHP の導入 ✓ エネルギー管理システム等の導入	既に導入
	天然ガスへの燃料転換	✓ 燃料を天然ガスに転換（混焼・専焼）	既に導入

分野	技術	概要	実装年
	バイオマスへの燃料転換	✓ 燃料をバイオマスに転換（混焼・専焼）	既に導入
	廃棄物のエネルギー利用	✓ プラスチックやタイヤ、RPF、RDF等の廃棄物エネルギーを活用	既に導入
	太陽光発電への転換	✓ 自家用電力を太陽光発電に切り替える	既に導入
	水素・アンモニア等への燃料転換	✓ 水素発電、アンモニア混焼、石炭ボイラーやガスタービンにおけるアンモニア専焼	2020年代以降
	直接電気加熱	✓ 電気ボイラーから熱を生成	2030年代
	ヒートポンプにおける排熱回収	✓ プロセスからの排熱を回収し、中温（160℃程度）に変換	2030年代
回収・吸収	排ガス等からのCO2分離回収	✓ 天然ガスやバイオマス燃焼等からのCO2回収 ✓ CCS/CCUS等の導入（BECCS等を含む）	2020年代
	大気中からのCO2吸収（早生樹・エリートツリー）	✓ 適応性が高く、成長も早い ため、CO2吸収も多い（1.5倍以上）優れた樹種の開発及びその造林 ✓ 大気中からCO2を直接吸収	一部で既に導入
セメント			
製造プロセス	省エネ・高効率	✓ 廃熱発電 ✓ クリンカーラーの高効率化 ✓ 竪型石炭ミルの導入 ✓ 高炉スラグミルの竪型化 ✓ NSPキルン ✓ IoTや自動運転の導入	既に導入
	燃焼温度の低下	✓ 鉍化剤の利用により焼成温度を下げることでエネルギー原単位約2.6%の削減に寄与	2020年代

分野	技術	概要	実装年
原料	クリンカ比率の低減	<p>✓ 以下等により、セメントにおけるクリンカの比率を低減し、排出量を削減。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アルミン酸三カルシウムの量を増やすことで、混合材の使用量の増加 ・高炉セメント B 種に添加する高炉スラグの分量増加 	一部既に導入
	廃棄物による原料代替	<p>✓ 原材料の一部に廃棄物を利用することで、プロセス由来 CO2 の削減に寄与</p>	既に導入
	コンクリート微粉のリサイクル	<p>✓ コンクリート製造時の微粉等をクリンカの原料として活用</p>	2030 年代
	低炭素型新材料の開発	<p>✓ 既存の結合材にかわる新たな組成の材料（製造時の CO2 排出量の低い材料や、石灰石に近い新たな結合剤など）を開発することで非エネルギー排出の削減に寄与</p>	2040 年代
燃料転換	廃棄物のエネルギー利用	<p>✓ 廃プラや各産業からの汚泥、木くず等を熱エネルギー代替として活用</p>	既に導入
	バイオマス等の利用	<p>✓ 燃焼時にバイオマス等を活用することで、化石燃料の使用量を低減し、エネルギー由来 CO2 削減に寄与</p>	既に導入
	水素・アンモニア等の利用	<p>✓ 燃焼時に CO2 を排出しない水素やアンモニア等を利用することでエネルギー由来 CO2 の削減に寄与</p>	2030 年代
CCUS	排ガス等からの CO2 分離回収	<p>✓ 工場外に排出される排ガス等から、化学吸収法等の既存技術を活用して CO2 を分離・回収する</p>	2020 年代

分野	技術	概要	実装年
	CO2回収製造プロセス	✓ 既存のセメント製造プロセスを活用し、プレヒーター内部からプロセス由来 CO2 を回収	2030年代
	炭酸塩の生成	✓ カルシウム源に CO2 を回収させ固定化することで炭酸塩として貯蔵・利用し CO2 削減に寄与	2030年代
	カーボンリサイクルセメントの生成	✓ CO2 を固定した炭酸塩からセメントを製造する技術により CO2 排出削減に寄与	2030年代
	合成メタンの生成・利用	✓ 排ガス中の CO2 を回収し合成メタンを生成・利用することでセメント製造における CO2 削減に寄与	2030年代

また、図 3-2 に示すように世界の GHG 排出量の約 18%を農林業・土地利用部門が占めており、CN の達成には農林畜産業部門における GHG 排出削減及び吸収強化が重要となる。農林業分野における主な ET-CN に資する技術の例を示す。

表 3-2 農林畜産業における ET-CN に関する主な技術⁹

分野	技術	概要
農林業		
農耕地・畜産の温室効果ガス排出削減	農地の土壌炭素量の増加	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 堆肥、作物残差、緑肥等の投入有機物量を増加する。 ✓ 不耕起栽培や省耕起栽培により土壌有機物の分解を遅くする。 ✓ バイオ炭の施用により土壌への炭素隔離量を増加する。
	水田からのメタン削減	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 湛水期間の短縮によりメタン排出量を削減する（日本古来の中干し 10の促進）。 ✓ 夏の収穫後に秋に田を耕すことで稲わらの好気性分解を促進する。

9 山地憲治監修他（2022年3月）Carbon neutral 2050 Outlook, 日本電気協会新聞部を参考にパンフィックコンサルタンツが作成。

10 田植えから約1カ月後に一時的に湛水を中断する作業。

分野	技術	概要
	肥料からの N ₂ O 削減	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 作物による窒素肥料の吸収効率向上や施肥回数削減を目的とした硝化抑制剤入り肥料の利用。
	家畜消化管内発酵、家畜排泄物管理による N ₂ O、メタン削減	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 乳・肉の生産量の向上により生産物当たりの排出量を削減。 ✓ 反芻家畜の胃内微生物による発酵を抑制。 ✓ アミノ酸添加低たんぱく質飼料により総窒素排泄量を削減することで N₂O を削減する。 ✓ 炭素繊維担体に微生物を付着させて、汚水中の亜硝酸イオン及び硝酸イオンを低減させることにより N₂O を削減する。

3.2 エネルギー・トランジション・カーボンニュートラルに向けた国際動向

3.2.1 国際動向

3.2.1.1 パリ協定における吸収源、炭素取引

2015年12月にパリにて開催されたCOP21で採択されたパリ協定では、「世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2°Cより十分低く保ち、1.5°Cに抑える努力をする」とする長期目標を掲げ、気候変動枠組条約に加盟する196カ国全ての国が削減及び吸収に関する目標・行動をもって参加することについて合意している。このGHG排出削減及び吸収行動を推進していくための方策の一つとして、吸収源の活用及び市場メカニズムの活用が、それぞれ第5条及び第6条で規定されている。

第5条では、1項で森林等の吸収源の保全と強化を、2項でREDD+の実施と支援のための行動を奨励することを示している。REDD+は、開発途上国が実施する対策に対して成果に基づく支払い（Result-based payment）の枠組みとなっている。また2項では、REDD+の活動から生じるGHG排出削減以外の便益についても奨励することに触れているが、その手法は明確ではない。

第6条の1項ではその目的について、「締約国は、一部の締約国が、国が決定する貢献の実施に際し、緩和及び適応に関する行動を一層野心的なものにすることを可能にし、並びに持続可能な開発及び環境の保全を促進するため、任意の協力を行うことを選択することを認識する」としており、排出削減目標の深堀について「野心的なものにする」という表現を用いて示している。第6条には、以下に示す3つの概念が含まれている。

- ✓ 第6条2及び3項（以下、6.2項）：国同士が協力的なアプローチのもとで実施する国際的な排出枠やクレジットの移転を伴う市場メカニズム（例：JCM、CORSIAなど）
- ✓ 第6条4～7項（以下、6.4項）：国連が管理する市場メカニズム（CDMの後継となる市場メカニズム）
- ✓ 第6条8～9項（以下、6.8項）：緩和、適応、資金、キャパビルなど非市場アプローチによる支援

特に、この中で、各国のCN達成に向けて役割を果たしていくと考えられるのは、6.2項の協力的アプローチのもとで生成されるITMOs（Internationally Transferred Mitigation Outcomes）と呼ばれる緩和成果であり、ITMOsがクレジットや排出枠として国際的に移転され、排出削減目標の達成に利用できるようになっていくことである。6.2項に参加するためには、NDCの作成・維持、ITMOsの利用や報告に向けた記録・管理体制等の整備、相当調整の適用、最新のGHGインベントリ報告書の提出などが必要であり、これらを満たすため各国は必要となるインフラ整備やキャパビルを促進していく必要がある。一方で、6.4項は、持続可能な開発に貢献するメカニズムとして、国連が管理する市場メカニズムであるクリーン開発メカニズム（以下、「CDM」という。）またはその後継メカニズムにより生成される削減量について規定している。パリ協定のもとでは、このメカニズムから生成される排出削減量は、他の締約国の国別目標の達成目的で使用された場合は、ホスト国の国別目標の達成には使用できないことが明確化されている。ただし、これまでにCDMにより生成され

た CDM クジレットの移管については、これに反対する国が多く、今後の交渉の行方次第である。仮に、2020 年以前のクレジットの移管が認められた場合、2013 年以降に登録された CDM プロジェクトから供給される CDM クレジット量は約 3.4 億トンに上るとの試算もある。

2021 年 11 月に英国のグラスゴーで開催された COP26 では、このパリ協定第 6 条実施指針等の重要議題で合意に至り、パリルールブックが完成している。今後、JCM をはじめとした 6.2 項に関わる様々な取組みが進められていくことが予想される。

3.2.1.2 アジアエネルギー・トランジションイニシアチブ (AETI)

アジア・エネルギー・トランジション・イニシアティブ (Asia Energy Transition Initiative : 以下、「AETI」という。)とは、2021 年 5 月 24 日から 28 日にかけて開催された「日 ASEAN ビジネスウィーク」で発表された、アジアの持続的な経済成長とカーボンニュートラルの同時達成に向けた日本の支援策である。AETI では、以下に示す 5 つの項目を掲げ、具体的な支援策を提示していくこととしている。

- ✓ カーボンニュートラルに向けたエネルギー・トランジションのロードマップ策定支援
- ✓ アジア版トランジションファイナンスの考え方の提示・普及
- ✓ 再エネ・省エネ、CCUS 等のプロジェクトへの 100 億ドルファイナンス支援
- ✓ グリーンイノベーション基金の成果を活用した技術開発・実証支援
- ✓ 脱炭素技術に関する人材育成・知見共有・ルール策定

発表から約 1 年を経て、現時点では以下に示す支援への取り組みが行われている。

表 3-3 AETI における支援の概要

項目	実施例
エネルギー・トランジションのロードマップ策定支援	Economic Research Institute for ASEAN and East Asia (ERIA) と日本エネルギー経済研究所 (IEEJ) は、ASEAN 各国のカーボンニュートラル目標年限を前提条件としつつ、コスト最小化モデルに基づき、あらゆるエネルギー源や技術を活用する各国別のロードマップ (モデル分析) を策定。タイ、ベトナム、インドネシアで実施。その他 ASEAN 諸国との間でも個別説明会等を実施中。
アジア版トランジションファイナンスの考え方の提示・普及	三菱 UFJ フィナンシャルグループがリードし、日本・アジア・欧米の金融機関主導で、アジアのエネルギー・トランジションに関するファイナンスの議論を実施するための Asia Transition Finance (ATF) Study Group を設立。アジアのトランジションを資金面で支援するため、ガイドライン策定とアジア各国政府への提言をまとめ、2022 年 4 月に中間報告を公表、9 月に成果物を公表予定。
再エネ・省エネ、LNG 等のプロジェクトへの 100 億ドルファイナンス支援	経済産業省と産業界 (世界省エネルギー等ビジネス推進協議会) が 5 つのビジネスグループ (①再エネ活用分散型電源、②脱炭素対応電力系統、③電力・熱マネジメント、④ZEB、⑤地熱) を立ち上げ、日本の技術導入のための標準化等、官民一体となった協力を推進。「再エネ・エネマネ展開事業 (仮称)」として、各国の課題抽出

	や制度構築・見直し、官民合同ミッション、実証・ファイナンス支援等を実施。
グリーンイノベーション基金の成果を活用した技術開発・実証支援	<p><アンモニアの燃料利用> マレーシア：アンモニア混焼に向けた FS 調査が進行中（ブルー・グリーンのアンモニア製造を含むサプライチェーン全体での技術・経済性評価、東南アジア等における石炭火力発電所へのアンモニア混焼技術の適用検証） インドネシア：石炭火力発電所でのアンモニア混焼の FS 調査を開始予定。</p> <p><アジア・ゼロエミ火力展開事業> アジアグリーン成長プロジェクト推進事業、水素・燃料アンモニア導入及び CCUS 適地確保体制構築事業、エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業、などを展開</p>
脱炭素技術に関する人材育成・知見共有・ルール策定	アジア CCUS ネットワークを通じて、アジアでの CCUS 活用に向けた知見共有・人材育成・事業環境整備等に貢献。現在、日米豪印に加え、ASEAN10 各国の合計 14 カ国がメンバーとして参加している。

3.2.1.3 ADB エネルギー・トランジションメカニズムパートナーシップ

2021 年 11 月に開催された国連気候変動枠組条約第 26 回締約国会議（COP26）において、ADB は、インドネシアとフィリピンと、エネルギー・トランジション・メカニズム（Energy Transition Mechanism：以下、「ETM」という。）を創設するための新たなパートナーシップの発足を発表した。

ETM は、既存の石炭火力発電所の稼働停止を前倒しで実施し、クリーンな発電施設に置き換えることを目指したブレンドファイナンス・アプローチである。このメカニズムには、石炭火力発電所の稼働停止または転用の早期実施に向けた基金（Carbon Reduction Facility）と、発電や蓄電、送配電系統の改修といった新たなクリーンエネルギー・再生可能エネルギーへの投資促進を目的とした基金（Clean Energy Facility）が含まれる。これらの基金の資金源としては、国際金融機関、民間機関投資家、慈善団体、長期投資家など、公的機関と民間資金の両方が想定されている。実際、インドネシアとフィリピンの間のパートナーシップ発足に合わせて、日本政府からこのメカニズムに対して、最初のシードマネーとして、2,500 万ドルの無償資金を提供することが発表されている。ETM では、火力発電所の早期停止を目指して、様々な投資アプローチを検討している。例えば、石炭火力発電所のオーナーは、基金に発電所を売却、基金側では発電所の稼働停止を前倒しに実施する一方で、再生可能エネルギーの導入を促進するための施策を講じる。¹¹

¹¹ 日本、東南アジアにおける ADB 主導の エネルギー・トランジション・メカニズムに 2,500 万ドルの拠出を表明（ADB、2021 年 11 月）<https://www.adb.org/ja/news/japan-announces-25-million-ADB-led-energy-transition-mechanism-southeast-asia> 2022 年 8 月 16 日アクセス



ETM to leverage public/private finance to develop a pilot Coal Reduction Facility of ~ \$3bn

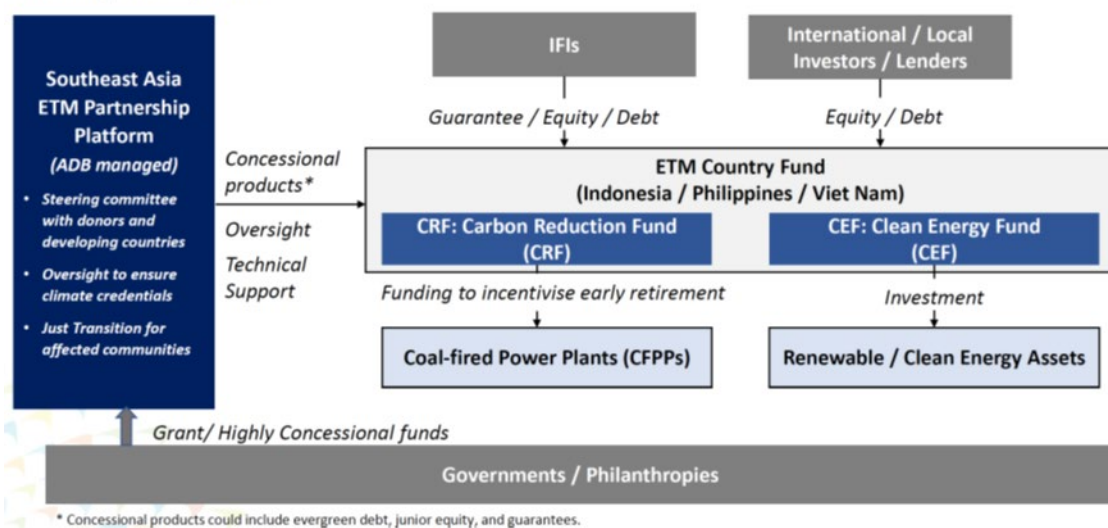


図 3-5 ADB のエネルギーtransitionメカニズムモデル ¹²

また、2022年7月には、インドネシアは、ETMの取り組みの一環として、カントリープラットフォームを立ち上げたことを発表している。ADBのETMは、インドネシア、フィリピンおよびベトナムを対象に実施され、その後、他の地域、国にも展開していくことが想定されている。現在はETMのファイナンスストラクチャーの検討が終了し、パイロットプログラムの対象となる石炭火力発電所の候補の絞り込みとフィージビリティ・スタディが完了、実施に向けた本格的なフィージビリティ・スタディが進められている。

¹² Dr. Pradeep Tharakan, Unit Head, Sovereign Energy Operations, Greater Mekong Subregion, Southeast Asia Energy Division, アジア開発銀行のエネルギー転換メカニズム (ETM) (2022年2月) https://www.iges.or.jp/sites/default/files/inline-files/2_Tharakan_ETM%20Introductory%20Presentation%20External%20Feb%202022_IGES_Tharakan.pdf 2022年8月3日アクセス

3.2.2 日本

我が国では、2021年に「地球温暖化対策の推進に関する法律」¹³の改正において、2050年までの脱炭素社会の実現を目指す旨が示された。その後、「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」(2021年10月)¹⁴において、エネルギー、産業、運輸、地域・くらしの分野毎でのGHG排出削減に関する戦略を策定し、2050年に向けたマイルストーンとして2030年までに2013年比でGHG排出量を46%削減することを目標としている。

CNの達成に向けては、2030年の削減目標の達成には既存の技術を最大限活用し、2050年CNの達成には、2030年の目標に向けた取組を更に拡大・深化させつつ、現時点では社会実装されていない脱炭素技術を開発・普及させていくとしている。一方で、2050年を見据えた様々な技術開発・イノベーションの成否を現時点で正確に予測することは困難であり、2050年に向けては、CNという目標を掲げつつ、最新の情報に基づき施策、技術開発等の重点を決めていくとしている。主なアクションプランを表3-4に示す。

表 3-4 パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略におけるアクションプランの例

セクター	項目	概要
エネルギー	再生可能エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 2050年における主力電源として最優先の原則の下で最大限の導入に取り組む。 次世代型太陽電池、浮体式洋上風力発電といった革新技术の開発を進める。
	原子力	<ul style="list-style-type: none"> 可能な限り原発依存度を低減する。
	水素・アンモニア・CCS・CCU/カーボンリサイクル	<ul style="list-style-type: none"> 火力発電の脱炭素化に向けては、燃料そのものを水素・アンモニアに転換させることや、排出される二酸化炭素を回収・貯留・再利用することで脱炭素化を図る。 国際水素サプライチェーン構築のための技術開発・実証や水素発電技術を確立。 CCSは、技術的確立・コスト低減、適地開発や事業化に向けた環境整備を行う。 CCUは、コスト低減や用途開発のための技術開発・社会実装、そして国際展開を推進する。
産業	CO2削減対策	<ul style="list-style-type: none"> 規制と支援を組み合わせた政策的措置を図る。
	代替フロン削減対策	<ul style="list-style-type: none"> グリーン冷媒機器普及拡大、冷凍空調機器の使用時におけるフロン類の漏えい防止、冷凍空調機器からのフロン類の回収・適正処理、国際協力を推進する。
	脱炭素経営	<ul style="list-style-type: none"> 自主的に削減目標を設定して対策を進める業界単位の取組を引き続き促進する。

¹³ 地球温暖化対策の推進に関する法律 <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=410AC0000000117> 2022年7月6日アクセス

¹⁴ パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略(令和3年10月22日閣議決定) <https://www.env.go.jp/earth/ondanka/keikaku/chokisenryaku.html> 2022年7月6日アクセス

運輸交通	電動車等を活用した交通・物流サービスの推進	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新車の燃費向上や、事業用バス・トラック・タクシー等への次世代自動車の普及促進を図る。 ・ 電動車の活用も含めた自動運転技術の社会実装など、自動化による新たな輸送システムの導入促進を図る。 	
	自動車の電動化に対応した都市・道路インフラの社会実装の推進	<ul style="list-style-type: none"> ・ 充電施設案内サインの整備の推進や、EV 充電器の公道設置社会実験を行う。 	
	電動車を活用した災害時等の電力供給機能の強化	<ul style="list-style-type: none"> ・ V2H (EV 等から住宅に電力を供給するシステム) の普及促進を図る。 	
	ソフト・ハード両面からの道路交通流対策	<ul style="list-style-type: none"> ・ ICTやAI 等を活用した交通需要調整のための料金施策を含めた面的な渋滞対策の導入の検討を進める。 	
	公共交通、自転車の利用促進	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地域交通ネットワークの再編、バリアフリー化の促進等により、公共交通の利便性向上による利用促進を図るとともに、LRTやBRT等の導入を図る。 	
	グリーン物流の推進	<ul style="list-style-type: none"> ・ サプライチェーン全体の輸送効率化・省エネ化、共同輸配送システムの構築、宅配便再配達削減等により、トラック輸送の効率化を推進する。 ・ 物流施設の低炭素化やドローン物流の実用化、モデルシフトの更なる推進等を図る。 	
	鉄道・船舶・航空の脱炭素化	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鉄道では、エネルギー効率の良い車両や先進的な省エネルギー機器を促進する。水素を燃料とする燃料電池鉄道車両の開発を推進する。 ・ 船舶では、LNG燃料船、水素燃料電池船、EV船を含め、革新的省エネ技術やデジタル技術等を活用した船舶の技術開発・実証・導入促進を推進する。 ・ 航空では、持続可能な航空燃料 (Sustainable aviation fuel: SAF) の導入促進等を推進する。 	
	カーボンニュートラルポートの形成の推進	<ul style="list-style-type: none"> ・ 停泊中の船舶への電力供給の導入による船舶のアイドリングストップや自立型水素等電源の導入など、カーボンニュートラルポートの形成を推進する。 	
	民生	暮らし	<ul style="list-style-type: none"> ・ 住宅・建築物へのICT活用やZEH、ZEB等の普及を図る。
		地域	<ul style="list-style-type: none"> ・ スマートモビリティや分散型グリッドなどの自立・分

		<p>散型社会づくり、都市部地域の CN まちづくり、省エネ設備や ICT を活用した農林水産業による CN 農山漁村づくりを促進する。</p> <ul style="list-style-type: none"> AI を活用した生産量や生産時期の最適化等により、エネルギー需要を低減する。サプライチェーン全体を通じた食品廃棄物の削減、3R の取り組みを促進する。
吸収源	森林	<ul style="list-style-type: none"> 人工林の適切な間伐等により、森林吸収量の確保・強化を図る。
	農地	<ul style="list-style-type: none"> 新たなバイオ炭等の開発等を通じて、農地などの土壌への炭素貯留を推進する。
	都市	<ul style="list-style-type: none"> 公共・民間施設における屋上・壁面緑化を含む都市緑化について、官民連携により総合的に推進する。
	自然	<ul style="list-style-type: none"> 森林、草原、泥炭湿地などの湿原や土壌、沿岸域などの生態系の保全・再生を進めることにより、健全な生態系による CO2 の吸収能力を高める。
	大気中からの CO2 直接回収	<ul style="list-style-type: none"> 大気中からの高効率な CO2 回収方法について技術開発を進め、低コスト化を実現し、2050 年の実用化を目指す。

3.2.3 米国

米国では、2021 年 11 月に”The Long-term Strategy of the United States Pathways to Net-Zero Greenhouse Gas Emissions by 2050”¹⁵が大統領府から示されている。本戦略では、2005 年の GHG 排出量比で 2025 年に 26-28%削減、2030 年に 50-52%削減、2050 年にネットゼロ達成の目標を掲げている。

15 THE LONG-TERM STRATEGY OF THE UNITED STATES Pathways to Net-Zero Greenhouse Gas Emissions by 2050 (The United States Department of State & the United States Executive Office of the President, 2021) <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/10/US-Long-Term-Strategy.pdf>
2022 年 7 月 6 日アクセス

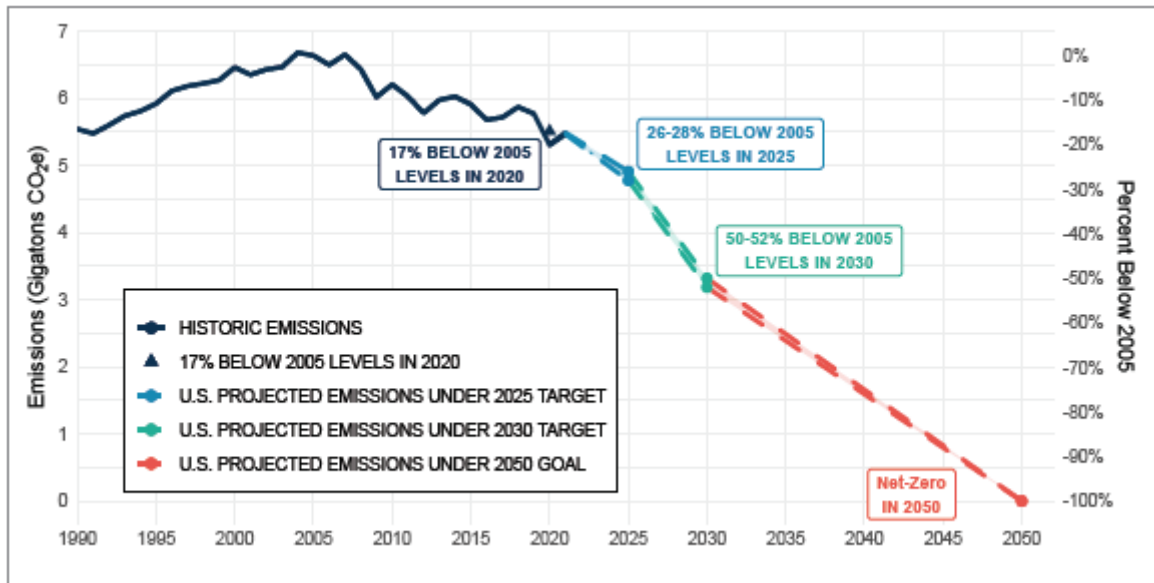


図 3-6 米国の過去の GHG 排出傾向と 2050 年ネットゼロ達成までの GHG 排出径路の予測 ¹⁶

同戦略では、特に電力分野に注目しており、2035 年までに炭素排出ゼロの電力を 100% 供給するという目標を掲げている。全てのネットゼロシナリオは、電気を急速に脱炭素化し、この脱炭素化した電気の使用をできるだけ多くの用途に拡大が重要な要素となっている。同戦略の目標達成に向けた施策、取組み、アクションプランを示す。

表 3-5 米国の 2050 年ネットゼロ長期戦略におけるアクションプランの例

セクター	概要
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 2035 年までに炭素排出ゼロの電力を 100%供給する。 発電所からの GHG 排出を減らすためのインセンティブや基準の策定、送電、エネルギー効率、エネルギー貯蔵、スマートビルディング、グリーン燃料など、電力システムの柔軟性を高める技術への投資、炭素回収・貯蔵 (CCS) と原子力を活用する。 研究開発、実証、導入により炭素排出のない安価な電力システムへの転換を促進する。
運輸交通	<ul style="list-style-type: none"> 運輸交通分野は米国最大の GHG 排出源であるため、電気自動車を促進し、長距離輸送や航空輸送などの用途では、低炭素またはカーボンフリーのバイオ燃料や水素に移行する。 2030 年に販売する小型車の半分以上をゼロエミッション車とし、2030 年までに 30 億ガロンの持続可能な航空燃料 (Sustainable Aviation Fuel) を生産する。
建物	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー効率を改善し、空調用ヒートポンプ、ヒートポンプ給湯器、IH コンロ、電気衣類乾燥機など、クリーンで効率のよい電気機器の販売シェアを拡大する。

¹⁶ 脚注 15 と同。

産業	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー効率改善、産業の電化、低炭素燃料の利用や産業用 CCS を促進する。 低・中温プロセス熱は、産業用ヒートポンプ、電気ボイラー、または電磁加熱プロセスの利用を促進する。 鉄鋼、石油化学、セメント生産からの高温熱とプロセスからの排出を含む産業分野からの排出に対処するために、技術開発とプロセスの革新を図る。 メタン排出に対処するため、石油やガスの生産に厳しい基準を設け、石炭、石油、ガスの鉱山や井戸からの漏出を防止する。
農業・森林・土地利用	<ul style="list-style-type: none"> 森林面積の継続的拡大、輪作期間の延長、森林面積の保護、気候変動に配慮した農法の拡大、農地での輪作放牧などを促進する。 家畜糞尿管理の改善や農地の栄養管理の改善を通じてメタンや N₂O の排出を削減する。 森林保護と森林管理への投資を強化して山火事の範囲と強度を低下し、火災で被害を受けた森林地を回復するための取組みを行う。

3.2.4 英国

英国では、2021年に”Net Zero Strategy: Build Back Greener”¹⁷が政府から示されている。本戦略では、2050年にカーボンニュートラル達成を目標とし、1990年のGHG排出量比で2025年に55%、2030年に68%、2035年に78%削減の目標を掲げている。

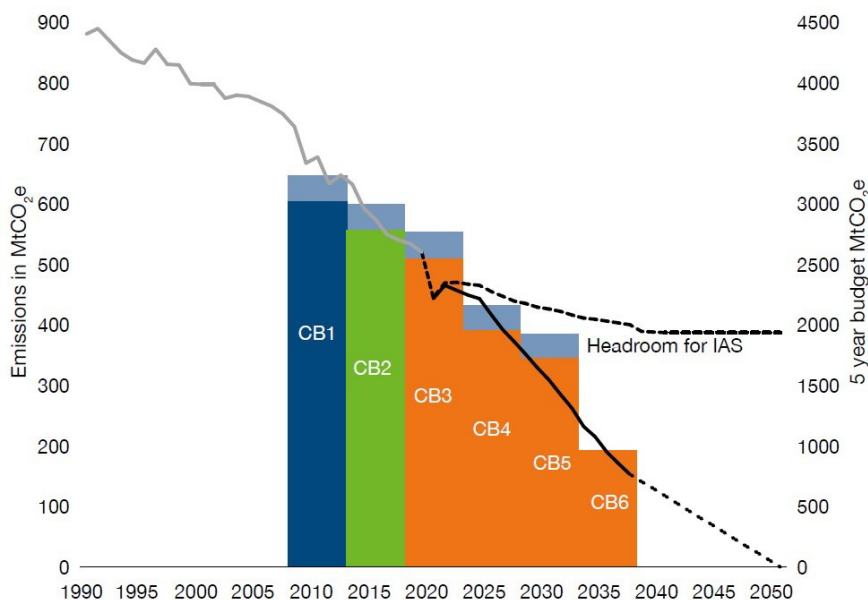


図 3-7 英国におけるカーボンバジェットと NDC の目標達成のための削減の道筋¹⁸

¹⁷ Net Zero Strategy: Build Back Greener (UK Government, 2021) <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/UK%20Net%20Zero%20Strategy%20-%20Build%20Back%20Greener.pdf> 2022年7月6日アクセス

¹⁸ 脚注 17 と同。

同戦略では、電力分野において 2035 年までに 1990 年比で 80-85%の GHG 排出削減を、燃料転換では石油やガスの電気への置き換えなどを通じて 2035 年までに 1990 年比で 53-60%の GHG 排出削減を目指している。産業分野では省エネルギー、燃料転換、CCUS の利用などを進めることで 2035 年までに 1990 年比で 63-76%の GHG 排出削減を目指している。熱と建築分野においては低炭素型暖房システムやエネルギー利用の高効率化を図り 2035 年までに 1990 年比で 47-62%の GHG 排出削減を目標としている。交通分野では ZEV（ゼロエミッションビークル）の導入拡大とガソリン・ディーゼル車の新車販売停止などの対策により 2035 年までに 47-59%の GHG 排出削減を目指している。自然資源分野においては植林などを通じて 2035 年までに 39-51%の GHG 排出削減を目指している。同戦略の目標達成に向けた施策、取組み、アクションプランを示す。

表 3-6 英国のネットゼロ戦略におけるアクションプランの例

セクター	概要
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 2035 年までにエネルギーの完全な脱炭素化を図る。 原子力発電実現基金を立ち上げる。 2030 年までに 40GW の洋上風力発電およびその他の再生可能エネルギーを整備する。2030 年までに 1GW の浮体式洋上風力発電を押し進める。 Industrial Decarbonisation and Hydrogen Revenue Support を設立する。また 250MW の水素生産能力の確保を行う。 石油・ガスセクターでのライセンス供与のための新しい気候適合性チェックポイントを導入し、GHG 抑制のため石油ガスセクターを規制する。
産業	<ul style="list-style-type: none"> Industrial Energy Transition Fund を通じて 3 億 1,500 万ポンドを拠出し、それを利用した雇用の創出を行う。 CCUS や水素などの新産業の成長を図る。
建物	<ul style="list-style-type: none"> 2035 年にまでに新規ガスボイラーの販売を終了する。低炭素型暖房システムに助成金を提供し、現在のガスボイラーと同等のコスト負担にする。 先駆的なヒートポンプ技術に資金を提供し、2028 年までに年間 60 万台の設置を目標とする。
運輸交通	<ul style="list-style-type: none"> ゼロエミッション車両への補助金や EV インフラ整備を促進する。 ガソリン車とディーゼル車の新車販売を 2030 年までに終了する。 ゼロエミッションバスを 4000 台投入し、また 2050 年までにディーゼル機関車を廃止する。 2030 年までに 10%の SAF の提供を目標とし、SAF プラントの開発を支援する。
天然資源	<ul style="list-style-type: none"> 泥炭の回復、森林造成・管理を強化する。
GHG 除去	<ul style="list-style-type: none"> GHG 除去技術への投資を強化することで、民間投資と英国の石油

	<p>およびガスセクターのエンジニアリング技術からの移転を促進する。</p>
その他	<ul style="list-style-type: none"> UK Infrastructure Bank を通じて 400 億ポンドを超える投資を支援し、低炭素技術セクターの成熟・規模拡大を図る。 Net Zero Research&Innovation Framework を策定し、今後 5～10 年間の主要な研究とイノベーションの課題を提示する。

3.2.5 ドイツ

ドイツでは、2016年に”Climate Action Plan 2050”¹⁹が当時の環境・自然保護・建設・原子力安全省(Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety)から示されている。本戦略では、2050までに1990年のGHG排出量比で80～95%削減するというEUの目標に基づいて、2030年に55%削減の目標を掲げ、2050年のネットゼロの達成を目指している。2030年の目標についてはセクターごとに分析と削減目標を示しているものの、2050年に向けたセクターごとの具体的な説明は見当たらない。2030年までの分野毎の削減目標として、エネルギー分野で358 MtCO₂e から175-183 MtCO₂e (61-62%減)、建築分野で119 MtCO₂e から70-72 MtCO₂e (66-67%減)、交通分野で160 MtCO₂e から9598 MtCO₂e (40-42%減)、産業分野で181 MtCO₂e から40-143 MtCO₂e (49-51%減)、農業分野で72 MtCO₂e から58-61 MtCO₂e (31-34%減)、その他の分野で12 MtCO₂e から5MtCO₂e (87%減)としている。同戦略の目標達成に向けた施策、取組み、アクションプランを示す。

表 3-7 ドイツのネットゼロ戦略におけるアクションプランの例

セクター	概要
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> The 2017 Renewable Energy Sources Act に沿って再生可能エネルギーを拡大する。 エネルギーと他部門間の相互作用（セクター・カップリング）を強めていき、太陽光発電や風力発電の不安定性に柔軟に対応できるようにする。
産業	<ul style="list-style-type: none"> 製品の耐用年数の長期化を図ることにより、製品の消費サイクルを長期化する。 Federal Ministry of Education and Research (BMBF)により、CO₂利用（CCU）の分野で革新的な研究開発を行う。 循環型経済を発展する。
建物	<ul style="list-style-type: none"> The zero-energy building standard という基準を2021年から運用し、新築建物での省エネルギー化や再生可能エネルギー利用を推進する。 新たな暖房システム導入へのインセンティブを与える。

¹⁹ Climate Action Plan 2050（環境・自然保護・建設・原子力安全省（当時）、2016）
<https://www.bmu.de/en/publication/climate-action-plan-2050-en> 2022年8月3日アクセス

	<ul style="list-style-type: none"> ・ セクターカップリングにより交通や産業分野と連携する。例えばビルの電気を電気自動車の充電に使用したり、産業部門での排熱をビルの暖房に活かすなどの連携を行う。
運輸交通	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電動モビリティへの資金援助策を定期的に見直す。 ・ 幹線と地方の鉄道旅客輸送の間の接続の調整を図ることで、鉄道輸送を強化する。 ・ 2020年以降も国家自転車道計画（NRVP）の更新をしていき、自転車専用道路の建設を進める。 ・ 航空輸送や海上輸送における動力源の電動化やバイオ燃料使用を進める。
農業	<ul style="list-style-type: none"> ・ 窒素肥料のさらなる削減をして、ドイツ持続可能な開発戦略の目標である 70 kg N/ha を 2028-2032 年の間に達成する。 ・ 有機農業の農地面積拡大を進める。 ・ 農業からの温室効果ガス排出のかなりの割合は、動物ベースの食品生産によるものであるため、飼料、繁殖、農場管理などの分野により気候に適合した畜産業の開発研究に取り組む。
土地利用と森林	<ul style="list-style-type: none"> ・ 合法で持続可能な方法で管理されている森林からのみ木材を輸入することを目的とした二国間協定を 2040 年までに交渉するなど、森林保全と持続可能な管理を国内外で進める。 ・ 土地取得の厳格化を進め、持続可能な開発戦略に従って定住および輸送インフラ（土地取得）のための土地開発の増加を 1 日あたり 30 ヘクタールに削減する。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 環境に悪影響をおよぼす補助金の廃止、気候に優しい投資と市場の拡大などに取り組む。

3.2.6 フランス

フランスでは、2020年に”National low carbon strategy”²⁰が環境連帯移行省(Ministère de la Transition écologique et solidaire)から示されている。本戦略では、1990年のGHG排出量比で2030年に40%削減、2031年以降は毎年11.5MtCO₂e削減の目標を掲げており、2050年には国のGHG排出量を80MtCO₂eに抑えつつ、同量のGHGを吸収することでネットゼロの達成を目指している。

²⁰ National low carbon strategy (環境連帯移行省, 2020)

https://unfccc.int/sites/default/files/resource/en_SNBC-2_complete.pdf

https://unfccc.int/sites/default/files/resource/en_SNBC-2_summary_compl.pdf

https://unfccc.int/sites/default/files/resource/en_SNBC-2_summary_4-pages.pdf

2022年7月6日アクセス

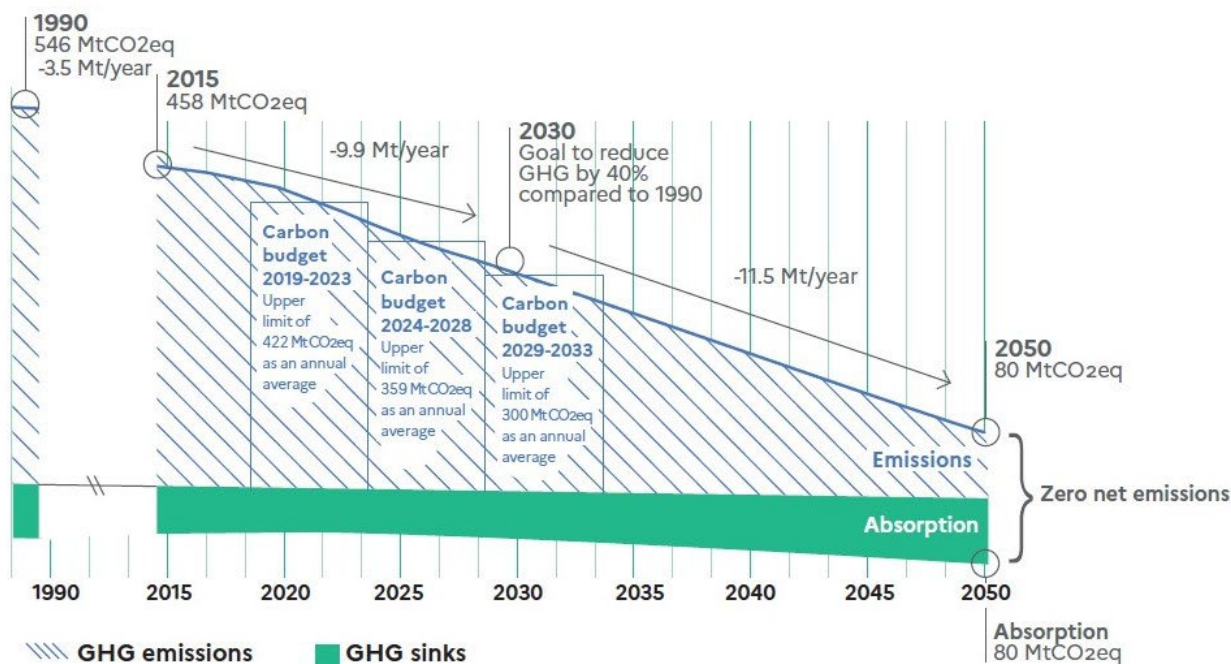


図 3-8 フランスの 2050 年までの GHG 排出量及び吸収量の径路 ²¹

同戦略では、2050 年までにエネルギーの生産を完全に脱炭素化し、バイオマス、地熱、ヒートポンプやその他の再生可能エネルギーをエネルギー源として利用することを目指している。また、エネルギー効率の大幅な向上とライフスタイルの変化による節電の推進により、全ての分野でエネルギー消費を大幅に削減することを目指している。非エネルギー起源の GHG では、2050 年までに農業分野からの GHG 排出量を 2015 年比で 38%削減、産業分野で 60%削減を目標としている。一方で、GHG 吸収源として、炭素吸収源を 2050 年までに戦略策定時と比較して 2 倍に増強することを目指している。同戦略の目標達成に向けた施策、取組み、アクションプランを示す。

表 3-8 フランスのネットゼロ戦略におけるアクションプランの例

セクター	概要
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー効率と節制によるエネルギー需要の管理。 再生可能エネルギーの促進と、発電と熱生産における石炭利用の段階的な廃止（2022 年以降）を通じて、エネルギーミックスの脱炭素化と多様化を図る。
産業	<ul style="list-style-type: none"> 低炭素型の生産システムへの移行を支援する（脱炭素ロードマップの開発、資金調達手段など）。 低炭素な製造プロセスの研究開発を強化する。 エネルギー効率とカーボンフリーのエネルギー源の利用を大幅に向上させる。

²¹ National low carbon strategy (環境連帯移行省, 2020) https://unfccc.int/sites/default/files/resource/en_SNBC-2_summary_4-pages.pdf 2022 年 7 月 6 日アクセス

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 循環型経済を発展させる。
建物	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建物の種類に応じた最適なカーボンフリーのエネルギー源を使用する。 ・ 建物のエネルギー効率について新築建物と改築に関する 2020 年の新しい環境規制の導入、年間 50 万件の改築の実施を目標とする。 ・ 人々のエネルギー消費行動をより適度なものに。 ・ - カーボンフットプリントが低く（循環型経済またはバイオ）、ライフサイクルを通して高いエネルギー・環境性能を持つ建設・改修用製品・設備を推進する。
運輸交通	<ul style="list-style-type: none"> ・ 小型車と大型車のエネルギー性能を向上させ、自家用の内燃機関自動車の燃費を 2030 年に 25km/リットルを目標にする。 ・ 自動車消費するエネルギーを脱炭素化し、インフラを整備し、電気または水素で動く乗用車の新車販売台数を 2030 年に 35%、2040 年に 100%とする。 ・ 在宅勤務、カーシェアリング、短距離移動、自動車利用の最適化などを推進し、交通需要の増加を抑制する。 ・ GHG 排出量の少ない旅客・貨物輸送手段（公共交通機関、鉄道）への転換を促し、自転車等の利用を支援する。
廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製品の設計段階から廃棄物の発生を防止する。 ・ 消費者側での循環型経済、製品の再利用と修理を促進する。 ・ 廃棄物の収集と管理を改善し、回収を促進する。 ・ 廃水や有機性廃棄物・非有害廃棄物の処理システムの効率を向上する。
農業	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農業生態学(agroecology)、アグロフォレストリー、精密農業、特に窒素肥料の余剰を最小限に抑えるための農業を発展させる。 ・ GHG 排出量の少ないエネルギーや材料を提供するために、バイオエコノミーを発展させる。 ・ 質の高い食品や有機食品へと需要を誘導し、食品廃棄物を減らす。
森林	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農法の転換により、農地土壌の炭素貯留量を増加させる。 ・ 森林生態系の炭素蓄積量の保全を可能とする持続可能な森林管理を促進する。 ・ 植林を拡大し、開墾による森林減少を減らす。 ・ 木材製品の炭素貯留量を最大化し、建築など長寿命な用途に木材製品を使用する。 ・ 土壌の人工被覆(soil artificialisation)を削減する。

3.2.7 中国

中国では、2021年に”China’s Mid-Century Long-Term Low Greenhouse Gas Emission

Development Strategy”²²が中国政府から示されている。本戦略は、2020年に中国政府が表明した2030年までにCO2排出量をピークアウトして2060年までにカーボンニュートラルを達成するように努力すること及び2030年までにGDPあたりのCO2を2005年比で65%以上削減するという目標に基づいている。また2030年に向けて、一次エネルギー消費に占める非化石燃料の割合を約25%に高め、森林を2005年比で60億m³増加し、風力発電と太陽光発電の合計設備容量を12億kW以上にすることを示している。

同戦略で取り上げている10分野での施策、取組み、アクションプランを示す。

表 3-9 中国の低炭素成長戦略におけるアクションプランの例

セクター	概要
グリーン、低炭素、循環型の経済システムの育成	<ul style="list-style-type: none"> 経済構造を調整し、開発モードを転換し、低炭素新技術、新製品、新産業、新モデル、新ビジネス形態、新経済の創造の開発を促進し、グリーン、低炭素、循環型の経済システムを育成し、開発の質と効率を継続的に向上させるよう努力する。
クリーンで低炭素、安全かつ効率的なエネルギーシステムの構築	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー生産・消費革命を推進し、エネルギー利用効率を向上させ、エネルギー構造のクリーン・低炭素方向への転換を加速するとともに、エネルギーの安全供給を確保し、国民経済の持続的発展と人々の生活水準の継続的向上の内需を充足する。
温室効果ガス排出の少ない産業システムの構築	<ul style="list-style-type: none"> 資源・エネルギー利用効率の向上と生産のグリーン化レベルの向上を中心に、省エネ・クリーン生産・グリーン技術革新の推進、産業のエネルギー構造と形態の調整、グリーン製造プロジェクトの実施の深化、グリーン製造システムの全面的構築、重点産業のグリーン化・低炭素化の推進に取り組む。
都市・農村のグリーン・低炭素建築の推進	<ul style="list-style-type: none"> 建築分野のグリーン・低炭素イノベーションシステムの確立を加速する。経済発展に伴う建築部門のエネルギー需要の増大に対応しながら、最終用途のエネルギー構造を最適化し、建築部門の総エネルギー消費量を抑制し、建築物のエネルギー効率を同時に向上させる。
低炭素型総合交通システムの構築	<ul style="list-style-type: none"> 需要と供給の最適化に重点を置き、各種交通手段の比較優位と効率を発揮させ、グリーンで低炭素な総合交通システムの構築を加速させる。
二酸化炭素以外の温室効果ガス排出量の大幅な削減の達成	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー、工業生産プロセス、農業、廃棄物処理などの分野におけるCO2以外のGHG排出の管理・制御を調整する。GHG排出と大気汚染物質排出の協調管理を強化し、CO2以外のGHG排出を段階的に定量的な管理・制御の対象とし、CO2以外のGHG排出の統計システムを確立する。

22 China's Mid-Century Long-Term Low Greenhouse Gas Emission Development Strategy (中国政府, 2021)
<https://unfccc.int/documents/307765> 2022年8月3日アクセス

自然に基づく解決策の実施	<ul style="list-style-type: none"> 人間と自然の調和的共存を堅持し、GHG 排出削減と炭素吸収源の増加において「ネイチャー・ベース・ソリューション」の潜在力を引き出す努力をし、陸上・海洋生態系の気候変動に対する回復力を高める。
低排出技術革新の鼓舞	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発と国際協力を強化し、技術革新を加速させる。省エネルギー及びエネルギー効率の向上を含む持続可能なエネルギー消費技術の開発、促進を図る。
全国的な参加の新しいパターンの創造	<ul style="list-style-type: none"> グリーンで低炭素なライフスタイルの育成を、社会文明の水準を向上させるための重要な指標として位置づける。
気候ガバナンスシステムとガバナンス能力の近代化の推進	<ul style="list-style-type: none"> 制度転換を推進し、気候ガバナンスシステムの構築を加速させる。気候ガバナンスのための法制度、政策、市場及び支援システムを確立するために努力し、構築する。同時に、国際海運及び国際航空からの GHG 排出を削減するための科学的根拠に基づくメカニズムの構築を推進する。

3.2.8 韓国

韓国では、2020年に”2050 Carbon Neutral Strategy of The Republic of Korea”²³が韓国政府から示されている。本戦略では、2030年までに2017年比で24.4%のGHGを削減するとしたNDCを基本とし、2050年までのカーボンニュートラル達成を目標としている。エネルギー分野では、石炭火力発電の削減と再エネ促進を掲げ、2030年までに全電力供給量の20%、2040年までに30-35%を再エネで賄う計画としている。

同戦略では、CNの達成に向けたステップとして、特に発電分野での化石燃料使用の削減を進めると共に、産業、建物及び運輸交通分野の省エネ促進、デジタル・トランスフォーメーションを促進する他に、水素製造／供給／利用、CCUSの導入なども掲げている。同戦略の目標達成に向けた施策、取組み、アクションプランを示す。

表 3-10 韓国のカーボンニュートラル戦略におけるアクションプランの例

セクター	概要
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 再生可能エネルギーの拡大、電力需給予測システムの開発、エネルギー貯蔵システムや補助電源用の水素燃料電池導入への支援、石炭火力発電の段階的廃止等を促進する。
産業	<ul style="list-style-type: none"> 鉄鋼、セメント業などで低炭素プロセスへの移行等を促進する。
運輸交通	<ul style="list-style-type: none"> 公共交通機関の利用促進、シェアリングモビリティの拡大、交通需要管理と高度道路交通システムの構築、自動運転車の商用利用を促進しエネルギー消費削減を促進、道路から鉄道へのモーダルシフト

²³ 2050 Carbon Neutral Strategy of The Republic of Korea (韓国政府, 2020) <https://unfccc.int/document/s/267683> 2022年8月3日アクセス

	等を促進する。
建設	・ 2020 年以降に建設する全ての公共建物をゼロエネルギービルの対象にすることやクリーンな住宅へのリフォームの補助等を促進する。
廃棄物	・ ライフサイクル全体でのリサイクルを促進し、プラスチックの段階的な廃止等を促進する。
農業	・ ICT を活用するスマートファーミングによりエネルギー・肥料・水の消費削減等を促進する。
炭素吸収	・ 老朽化した森林の改善や、未活用の土地への植林等を促進する。

3.2.9 シンガポール

シンガポールでは、2020 年に”Charting Singapore’s Low-Carbon and Climate Resilient Future”²⁴が首相府から示されている。本戦略では、2030 年頃に GHG 排出量を 65MtCO₂e でピークアウトし、2050 年までに 33MtCO₂e、2050 年代後半にネットゼロを達成する目標を掲げている。同戦略では、産業・経済・社会の変容、適応策の強化、国際協力の推進を柱に、緩和では主に 6 つの部門での取組みを示している。同戦略の目標達成に向けた施策、取組み、アクションプランを示す。

表 3-11 シンガポールのカーボンニュートラル戦略におけるアクションプランの例

セクター	概要
エネルギー（電力）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 天然ガス、太陽光、地域電力網、炭素を排出しない代替エネルギーを活用する。 ・ 浮体式、オフショア、建物一体型太陽光発電などの導入方法を含め、太陽光発電の導入を拡大する。太陽光発電の導入目標は、2030 年までに 2GWp とする。太陽光発電の間欠性を解決するために、蓄電システムや太陽光発電の予測に取り組む。 ・ 地域電力網の活用や、太陽光発電による水素の生産と供給など、低炭素・ゼロカーボンの代替エネルギーについて研究を進める。
産業	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電力の脱炭素化により、GHG 排出量を削減する。産業が世界のエネルギー及び炭素効率においてトップクラスとなるように、産業界と連携する。 ・ 企業のエネルギー効率の向上を支援するための助成金制度を強化し、分野全体の効率化を達成する。 ・ 産業プロセスの脱炭素化を推進する CCUS や水素などの新技術の研究開発を行う。
運輸交通	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2018 年以降、自家用車と二輪車の増加に上限を設け、ゼロとして

²⁴ Charting Singapore’s Low-Carbon and Climate Resilient Future (Prime Minister’s Office, 2020)
<https://unfccc.int/documents/212914> 2022 年 8 月 3 日アクセス

	<p>いる。公共交通インフラに大規模な投資を行い、2040年までにピーク時の移動の大部分を徒歩、自転車や電気スクーター等で完結することを目標とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2040年までに内燃機関自動車を廃止する。 ・ 新しく購入する公共バスは全て電気自動車やハイブリッド車とする。 ・ よりクリーンな車両の導入を促進するため、2021年1月から3年間、EVの新規購入にリベートを提供する。公共のEV充電インフラを大幅に拡大する。 ・ 2040年代に完成するトゥアス港では、シンガポールのコンテナ事業を集約し、荷役・輸送をより高効率性に実施する。チャンギ空港は、エネルギー効率の改善や電化などの取組みを進め、新ターミナル5は、厳格なエネルギー効率基準に従って設計・建設を行う。
建設	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2030年までに総床面積ベースで80%のビルの緑化を行うことを目標とする。2020年3月現在、40%以上のビルで緑化を完了している。 ・ エネルギー効率の高い建築への取組みを支援するため、大規模な改修工事を行う全ての新規及び既存の建物のエネルギー性能の最低基準を引き上げる。建物のエネルギー効率を向上させるための改修を促進するため、建物のエネルギー性能データを毎年公表する。
民生（家庭）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 家庭部門でのエネルギー消費を削減するために、一般的な家電製品の最低エネルギー性能基準（Minimum Energy Performance Standards）と義務的エネルギー表示制度（Mandatory Energy Labelling Scheme）を導入している。これらの基準を定期的に見直し、よりエネルギー効率の高い家電製品の採用を促進する。さらに、エネルギー効率の高い家電製品への切り替えを奨励し、エネルギー効率と省エネルギーに関する国民の意識を高めるためのキャンペーンを実施する。
廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃棄物を資源とするサーキュラーエコノミーを促進するため2019年に策定したゼロ・ウェイスト・マスタープランを立ち上げ、資源持続性法（Resource Sustainability Act）を制定した。2030年までに埋立地に送られる毎日の廃棄物量の30%削減を目標とする。

3.2.10 タイ

タイでは、2021年に”Mid-century, Long-term Low Greenhouse Gas Emission Development Strategy”²⁵がタイ政府から示されている。本戦略では、2030年に

²⁵ Mid-century, Long-term Low Greenhouse Gas Emission Development Strategy（タイ政府、2021）
<https://unfccc.int/documents/307950> 2022年8月3日アクセス

370MtCO₂e でピークアウトして 2090 年にネットゼロを達成するシナリオを掲げている他に、CO₂ については 2065 年にネットゼロとする目標を掲げている。

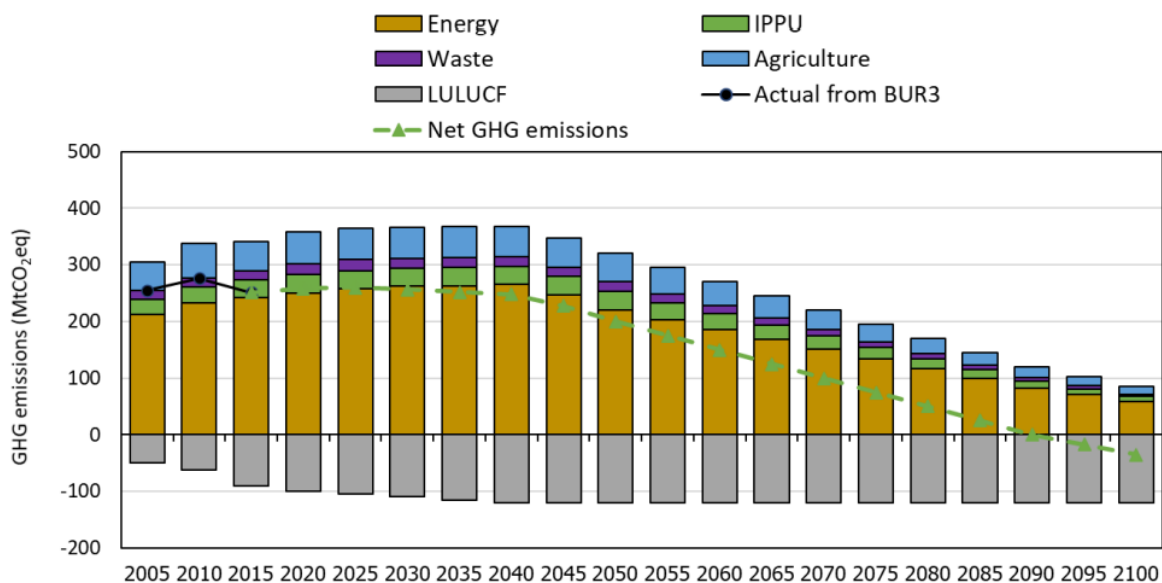


図 3-9 タイの 2100 年までの GHG 排出量及び吸収量の径路 ²⁶

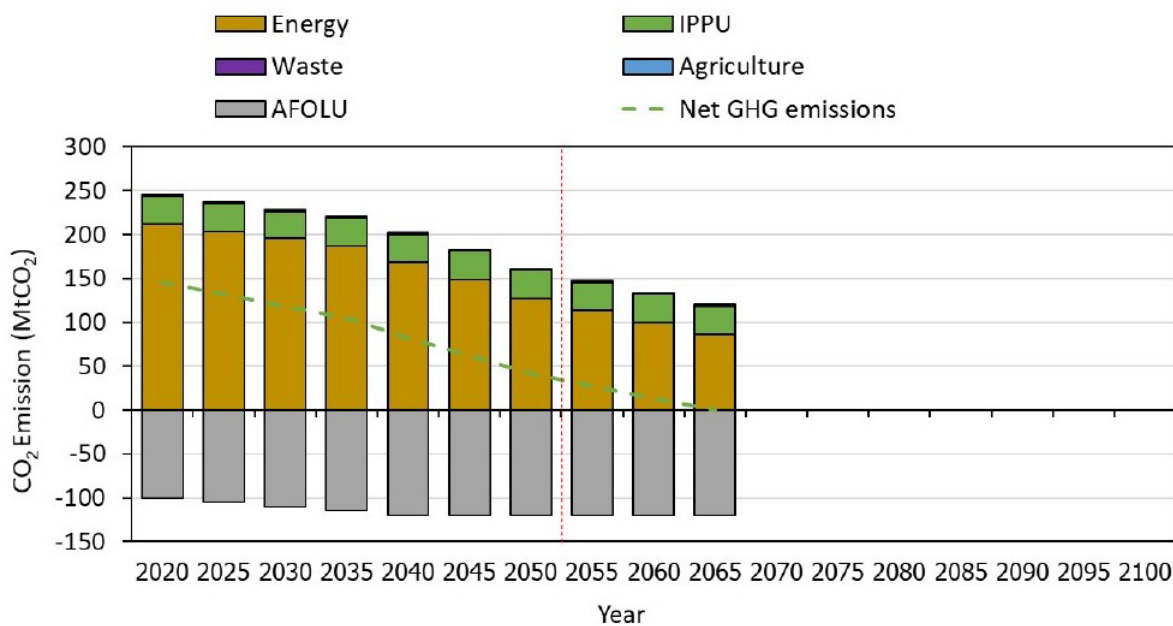


図 3-10 タイの 2065 年までのネットゼロ達成に向けた CO₂ 排出量及び吸収量の径路 ²⁷

同戦略の目標達成に向けた施策、取組み、アクションプランを示す。

26 脚注 25 と同。

27 脚注 25 と同。

表 3-12 タイの低炭素成長戦略におけるアクションプランの例

セクター	概要
エネルギー（発電）	<ul style="list-style-type: none"> ・ CCS 付きの天然ガス火力発電所と石炭火力発電所の導入により、2050 年には現在の技術に比べエネルギー効率を 43% に増加する。 ・ 2050 年には、発電量に占める再生可能エネルギーの割合を 33% に増加する。CCS 付きバイオマス発電所の検討を進める。
産業（工業プロセス含む）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電気機器のエネルギー効率を 77% まで高める。 ・ 暖房設備は、再生可能エネルギーの割合を、2030 年には最終エネルギー消費量の約 46%、2050 年には約 50% まで増加する。 ・ 産業分野での CCS の導入は、化学工業や非金属工業において重要な役割を果たし、2050 年には回収する CO₂ は 18 MtCO₂e になると推定する。 ・ クリンカーの代替、冷媒の代替を含む工業プロセスの変更と、メタンリサイクルによる工業廃水からのバイオガス生産の増加を目指す。
運輸交通	<ul style="list-style-type: none"> ・ 行動の変化、路面の改善、エンジンの性能向上によりエネルギー効率の改善を目指す。 ・ 2050 年に運輸部門のエネルギー効率に優れた自動車を最終エネルギー消費量の 68% まで向上する。 ・ バイオ燃料の割合を、2030 年の 8% から 2050 年には最終エネルギー消費の 34% に増加する。
建設（商業ビル）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2050 年には、商業ビルのエネルギー機器のエネルギー効率を最終消費電力量の 33% まで向上する。 ・ ホテル、マンション、病院等で、太陽熱温水器を普及させ、2050 年には最終エネルギー消費量の 5% まで増加させる。
民生	<ul style="list-style-type: none"> ・ 家庭用機器のエネルギー効率を改善し、2050 年には最終エネルギー消費量の 29% まで向上する。 ・ 家庭における再生可能エネルギーの利用割合を、2050 年には最終エネルギー消費の 49% まで向上する。
廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃棄物の削減、埋立ガス、WtE、準好気性埋立、コンポスト化、嫌気性消化、機械的生物処理などを促進する。
農業	<ul style="list-style-type: none"> ・ 適応策の一部である家畜の腸内発酵対策や糞尿管理などの緩和効果を有する施策を促進する。同じく、稲作と農業土壌管理での緩和効果を有する適応策を促進する。
土地利用・土地利用変化と森林	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原生林・再生自然林面積の増加と保存、経済林面積の増加、農地面積の増加と保存、バイオマス燃焼の削減などにより、炭素吸収量を増加する。

3.2.11 カンボジア

カンボジアでは、UNEP などの国際機関の支援の下で 2021 年に” Long-term Strategy for Carbon Neutrality (LTS4CN)”²⁸を環境省が策定している。2050 年までの CN シナリオでは、農林業およびその他の土地利用（FOLU：Forestry and Other Land Use）セクターが 50MtCO₂e を吸収することで CN を達成するとしている。2050 年にはエネルギーセクターが 28 MtCO₂e と最も GHG 排出量が多く、次いで農業セクターが 19 MtCO₂e と続く。廃棄物セクターと IPPU（工業プロセスと製品の使用）セクターがそれぞれ 1.6 MtCO₂e と 1.2 MtCO₂e と予測している。

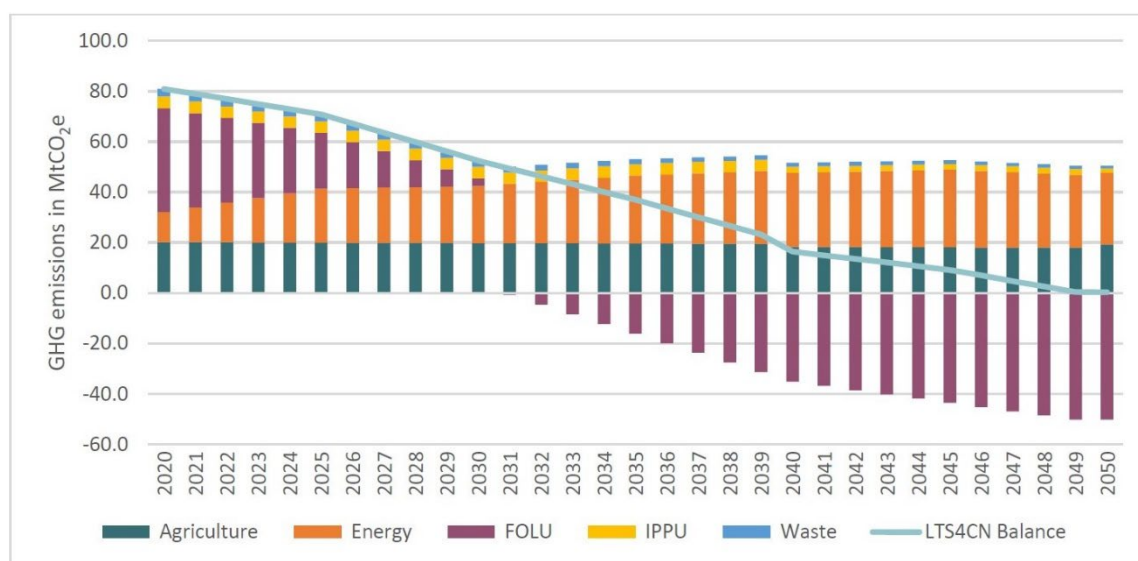


図 3-11 カンボジアの LTS4CN シナリオにおけるセクター別の GHG 排出予測²⁹

同戦略の目標達成に向けた施策、取組み、アクションプランを示す。

表 3-13 カンボジアの LTS4CN におけるアクションプランの例

セクター	概要
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 既に進めている案件を除き新規石炭火力発電の開発を停止する。 ET に天然ガスを利用する。 液化天然ガスの輸入、貯蔵、インフラへの投資を促進する。 2050 年までに再生可能エネルギーを発電設備構成の 35%まで増加させ、そのうち 12%を太陽光発電とする。 送電網の近代化・柔軟性の向上・蓄電設備へ投資する。 建物と産業におけるエネルギー効率化対策を促進する。 調理用燃料の電気への切り替えを促進する。

²⁸ Long-term Strategy for Carbon Neutrality (LTS4CN) (Ministry of Environment et al, 2021) <https://n.csd.moe.gov.kh/resources/document/cambodia-LTS4CN-En> 2022 年 7 月 6 日アクセス

²⁹ 脚注 28 と同。

	<ul style="list-style-type: none"> 産業セクターにおける石炭の代替エネルギーの利用を促進する。
工業プロセスと製品の利用 (IPPU)	<ul style="list-style-type: none"> セメント製造でのクリンカ代替を促進する。 セメントキルンでの CCS を促進する。 再生骨材コンクリートを促進する。 地球温暖化係数の低い冷媒の利用を促進する。 冷凍・空調設備の定期点検、使用済み冷媒の回収を促進する。
運輸交通	<ul style="list-style-type: none"> 2050 年までに都市部での公共交通機関のモーダルシェアを 30% とする。 2050 年までに二輪車で 70%、自動車と都市部のバスで 40% を電気自動車とする。 2050 年までに地域間のバスで 80%、トラックで 80% を CNG 燃料自動車とする。 内燃機関自動車の燃費を向上する。 鉄道の利用を促進する。
廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> 2050 年にゴミ収集率を 85% に拡大し、野焼きを削減する。 3R (リデュース、リユース、リサイクル) 戦略を実施する。 埋立地ガスの適切な管理を促進する。 有機性廃棄物の堆肥化を促進する。 嫌気性処理と適切な廃水処理を促進する。
農業	<ul style="list-style-type: none"> メタン負荷の小さい稲作品種の開発を行う。 直播栽培を実施する。 間断灌漑手法 (Alternate wetting and drying method) を実施する。 有機肥料と深層施肥技術を推進する。 牛の飼料添加物の改良を促進する。 飼料管理の改善を促進する。 堆肥化技術を導入する。
林業およびその他の土地利用	<ul style="list-style-type: none"> 2030 年に森林減少率を 50% まで低下させる。 2045 年までに森林減少を止める。 植林、改善された森林管理及び森林回復を促進する。 アグロフォレストリーと商業的な植林を促進する。 2050 年までに REDD+ 投資計画の完全な実施を目指す。

3.3 調査対象国におけるエネルギー・トランジション・カーボンニュートラルに係る現状

3.3.1 ベトナム

3.3.1.1 温室効果ガス排出量及びNDCの概要

ベトナム政府による公式の最新のGHGインベントリは2020年に公表された隔年報告書第3版(BUR3)³⁰に示されている2016年のGHGインベントリである。それによると、GHG排出量の合計は2016年に3億5,420万tCO₂eであり、エネルギーセクターが58%、IPPUが13%、農林業・その他土地利用が23%、廃棄物が6%を占めている(図3-12)。GHG排出量から森林等によるGHG吸収量を差し引いた場合の正味のGHG排出量は2億9,950万tCO₂である。なお、インベントリの対象としているGHGはIPCCが定める7つのGHGのうちCO₂、CH₄、N₂O及びHFCsである。³¹BUR3では、各サブセクターのGHG排出量についても整理しており、GHG排出量の大きな上位5つ項目で2億1,920万tCO₂e(GHG排出量の約62%)に達している(表3-14)。従って、ベトナムにおけるET-CNの達成のためには、主にはエネルギーセクターにおけるエネルギー生産、産業・建設業、運輸交通、IPPUセクターにおけるセメント製造、及び農業セクターにおける稲作でのGHG排出削減対策が重要となる(図3-13 図3-14)。

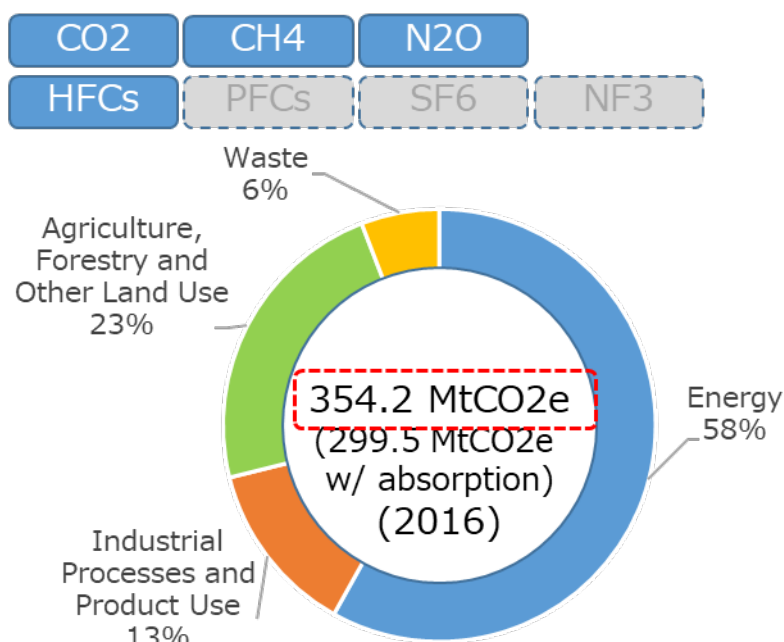


図 3-12 ベトナムのGHGインベントリ(2016)³²

30 Viet Nam Third Biennial Undated Report (Ministry of Natural Resources and Environment, 2020) https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Viet%20Nam_BUR3.pdf 2022年7月16日アクセス

31 非附属書I国である途上国は、CO₂、CH₄、N₂Oの報告は必須であるが、その他のGHGは可能な範囲で報告することとされている。(参考: 国立研究開発法人国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス <https://www.nies.go.jp/gio/faq/faq1.html#Q1-1> 2022年7月16日アクセス)

32 ベトナムのBUR3を元にパシフィックコンサルタンツが作成

表 3-14 ベトナムのサブセクターごとの GHG 排出量 ³³

Sector	Sub-sector		ktCO2e
Energy	Fuel Combustion	-Energy Industries	91,005
		-Manufacturing and Construction	38,248
		-Transport	35,845
		-Others	18,153
	Fugitive Emissions	-Solid Fuel	3,007
		-Oil and Natural Gas	19,574
Industrial Processes and Product Use	Mineral Industries	-Cement Production	36,773
		-Lime Production	3,824
		-Grass Production	319
	Chemical Industries	-Ammonia Production	1,272
		-Nitric Acid Production	24
	Metal Industries	-Iron and Steel Production	3,858
		-Fire Protection	23
Agriculture, Forestry, and Other Land Use (AFOLU)	Livestock	-Enteric Fermentation	12,422
		-Manure Management	6,092
	Land	-Forest Land	-54,658
		-Cropland	3,638
		-Grassland	1,384
		-Wetland	1,047
		-Settlements	1,919
		-Other Land	7,179
	Aggregate sources and non-CO2 emissions sources on land	-Biomass Burning	1,624
		-N2O from managed soils and manure management	11,729
		-Rice Cultivation	49,693
		-Others	2,002
Waste	Solid Waste Disposal		10,439
	Biological Treatment of Solid Waste		109
	Incineration and open burning of Waste		1,241
	Wastewater Treatment and Discharge		8,949

※GHG 排出量における主なタイプとして、黒：CO₂、赤：CH₄、青：N₂O、緑：HFCs を示している。

※GHG 排出量におけるマイナス (-) は、GHG 吸収量を示している。

※黄色ハイライトは GHG 排出量の多い上位 5 つを示している。

5 Major Emission category

Sector	Key emission category	ktCO2e	
Energy	Fuel combustion for electricity generation	88,483	CO ₂
AFOLU	Rice Cultivation	49,693	CH ₄
IPPU	Cement Production	36,773	CO ₂
Energy	Road Transportation	29,861	CO ₂
Energy	Non-Metallic Minerals	14,403	CO ₂

33 BUR3 を元にパンフィックコンサルタンツが作成。国連に提出する GHG インベントリでは、サブセクターごとに GHG 排出量を整理するとともに（表 3-14 上段）、各サブセクターをさらに区分して GHG 排出量を整理している（表 3-14 下段）。後述するラオス、ネパール、ウズベキスタンも同様。

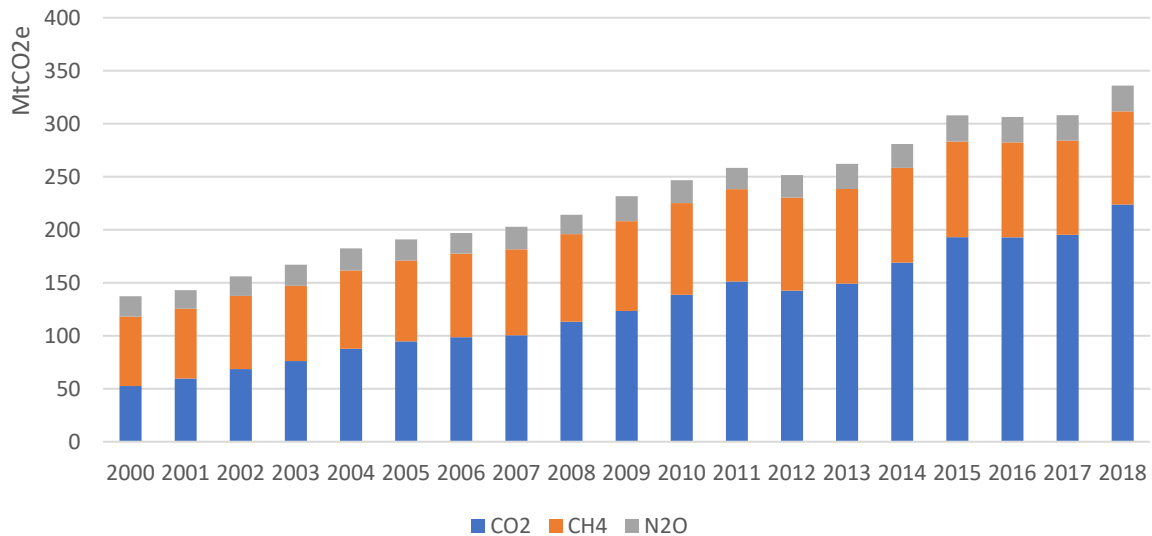
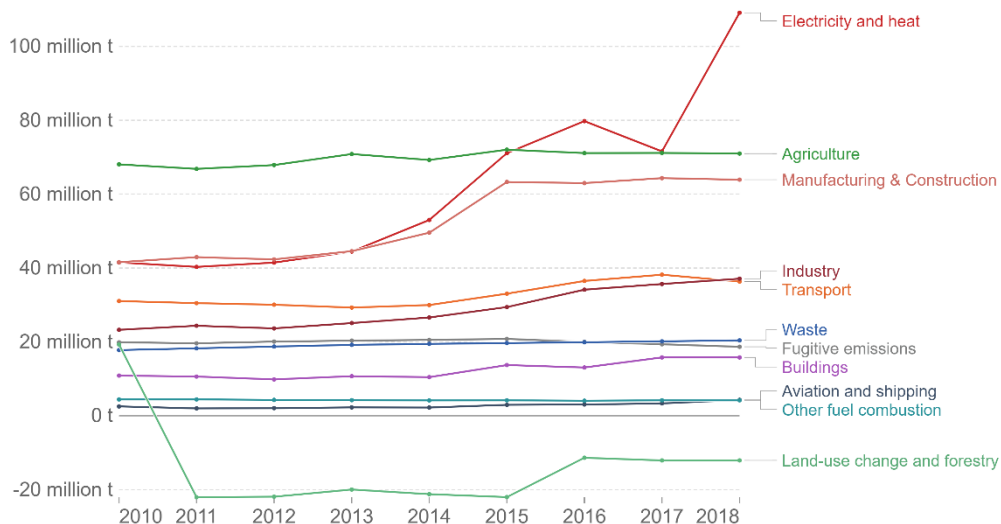


図 3-13 ベトナムにおける GHG 排出量の経年変化 (2000-2018) ³⁴

Greenhouse gas emissions by sector, Vietnam

Emissions are measured in carbon dioxide equivalents (CO2eq). This means non-CO2 gases are weighted by the amount of warming they cause over a 100-year timescale.



Source: CAIT Climate Data Explorer via Climate Watch OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY
 Note: Greenhouse gases are weighted by their global warming potential value (GWP100). GWP100 measures the relative warming impact of one molecule of a greenhouse gas, relative to carbon dioxide, over 100 years.

図 3-14 ベトナムのセクター別 GHG 排出量 ³⁵

ベトナムは、2021年に改訂版 NDC ³⁶を示しており、中程度の経済開発シナリオでの 2030

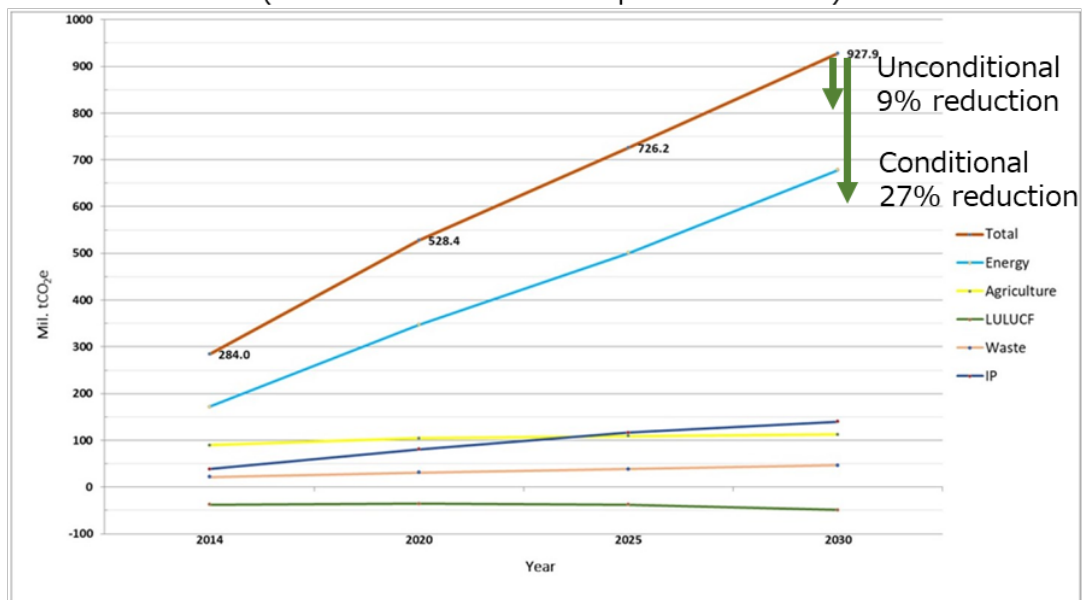
³⁴ Hannah Ritchie, Max Roser and Pablo Rosado (2020) - "CO₂ and Greenhouse Gas Emissions". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions' [Online Resource] を元に PCKK 作成。

³⁵ Hannah Ritchie, Max Roser and Pablo Rosado (2020) - "CO₂ and Greenhouse Gas Emissions". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions' [Online Resource]

³⁶ Updated Nationally Determined Contribution (NDC) (The Socialist Republic of Viet Nam, 2020) https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Viet%20Nam_NDC_2020_Eng.pdf 2022年7月16日アクセス

年までのベースライン GHG 排出量を 9 億 2,790 万 tCO₂e と予測している。それに対して、GHG 削減目標として、2030 年に自国の努力(Unconditional)で 9%、国際支援(conditional)の下で 27%の削減を目指すとしている(図 3-15)。改訂版 NDC ではセクターごとに、自国の努力及び国際支援の下での GHG 削減対策を示しており、特にエネルギーセクターでの国際支援による削減量の目標(1 億 430 万 tCO₂e の削減)が大きく、その他には農業分野及び廃棄物分野での国際支援による GHG 削減目標に大きなポテンシャルが存在する(表 3-15)。また、改訂版 NDC では目標達成のための課題と対策についても「エネルギーセキュリティ」「ファイナンス」「MRV」「中小企業」「廃棄物」の観点から整理しており、課題として、主に政策・制度不足、技術不足と金融メカニズムの不備を挙げている(表 3-16)。COP26 でのベトナム政府による「2050 年にネットゼロの達成」³⁷及び「2030 年までに石炭火力を 30%まで低下させ、2040 年代に廃止していく」³⁸という目標を踏まえると、エネルギーセキュリティ対策として挙げられている高効率石炭火力の開発は見直されていくものと考えられる。

Baseline Scenario (Medium Economic Development Scenario)



Year	Energy	Agriculture	LULUCF	Waste	IP	Total
2014	171.6	89.8	-37.5	21.5	38.6	284.0
2020	347.5	104.5	-35.4	31.3	80.5	528.4
2025	500.7	109.2	-37.9	38.1	116.1	726.2
2030	678.4	112.1	-49.2	46.3	140.3	927.9

About 4 times (73% total) on times 1.2 About 2.2 times About 3.6 times About 3.3 times

図 3-15 ベトナムの NDC における 2030 年までの GHG 排出量予測³⁹

37 Viet Nam - High-level Segment Statement COP 26 <https://unfccc.int/documents/308938> 2022 年 8 月 2 日アクセス

38 Vietnam Coal Pledge at COP26 – A New PDP8 and Net-Zero by 2050 <https://energytracker.asia/vietnam-coal-cop26/> 2022 年 8 月 2 日アクセス

39 ベトナムの改訂版 NDCを元にパシフィックコンサルタンツが加筆。

表 3-15 ベトナムの NDC における 2030 年までの緩和対策の目標 ⁴⁰

Sector	Unconditional Mitigation Target (2020-2030)	Target (MtCO ₂ e/y) Uncond 9%/Cond 27%	
Energy	Energy savings and energy efficiency	▼51.5	▼104.3
	Renewable energy		
	Transportation: energy efficiency, modal shift in freight, public transportation and fuel shift		
	Improving construction materials		
	Reducing clinker in cement production		
Agriculture	Management of cultivation and husbandry, improving diet for animals, shifting crop production structures, changing land-use method	▼6.8	▼25.8
LULUCF	Sustainable use of forest, reforestation, agroforestry	▼9.3	▼11.9
Waste	Management of solid waste, industrial solid waste	▼9.1	▼24
IP	Improving cement production process using by-products	▼7.2	▼0.8
	Reducing HFCs		

表 3-16 ベトナム NDC における目標達成への課題と対策 ⁴¹

課題	対策
エネルギーセキュリティ	<ul style="list-style-type: none"> 一次エネルギーの多様化 持続可能な電源の開発 水力発電の最大化 風力発電と太陽光発電の開発を優先しつつシステムの安全性を確保 バイオマス、ガス発電の最大化と支援制度の構築 高効率石炭火力の開発 金融セクターの改善と電源開発への投資促進 競争力のある電力市場の導入
ファイナンス	<ul style="list-style-type: none"> 国内外からの投資を誘致するメカニズム・政策の策定 開発パートナーとの協力 メコンデルタ開発のための調整 エネルギー効率と再エネ開発に関

40 ベトナムの改訂版 NDC を元にパシフィックコンサルタンツが作成。

41 ベトナムの改訂版 NDC を元にパシフィックコンサルタンツが作成。

	は不十分な金融支援	する政策枠組みの改善 <ul style="list-style-type: none"> ・ 公共・民間の投資ニーズ、ギャップの特定 ・ グリーンボンド、グリーンファンド等の金融手法の開発と適用
MRV	<ul style="list-style-type: none"> ・ MRV システムの欠如 ・ 技術基準やラベリングに関する厳密な規制の欠如 ・ エネルギー効率、再エネ、緩和への意識不足 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国レベル、セクターレベルでの MRV システムの構築 ・ National Committee on Climate Change が関係省庁間の調整を実施
中小企業対策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 緩和のための具体的な政策、メカニズムの欠如 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 民間及び国際機関の資金を動員するための潜在性の高い緩和策とグリーン成長プロジェクトのリストを作成
廃棄物管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 政策、制度や支援が不十分或いは重複 ・ 中央と地方での対応の不一致 ・ 投資不足 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 天然資源税、環境保護税などの税制の改正 ・ 3R の促進、天然資源の効率的な利用、環境にやさしい廃棄物処理技術の適用促進

3.3.1.2 政策枠組み・制度

ベトナムは世界で最も気候変動の影響を受ける国の1つとされており、2011年の国家気候変動戦略を皮切りに、2017年に発表された首相決定第1670/QĐ-TTgや、グリーン成長戦略などの策定・実行を通じて気候変動に対応するための多くの施策を講じている。また同時に、同国はASEANの中でもエネルギー消費量の多い国であり、天然資源環境省大臣によれば、2021年にベトナムはASEANでインドネシアに次いで2番目に多いGHG排出国⁴²となっている。そのため2021年のCOP26では、ベトナム政府は2050年までにカーボンニュートラルを達成するという野心的な目標を掲げており、それに伴い、現在関連する政策枠組みの見直しが行われている最中である。以下にエネルギー・トランジション・カーボンニュートラルに関する主要政策を整理する。

表 3-17 ベトナムのET-CNに資する政策枠組み・制度(時系列)⁴³

No.	政策／規制	発行年	発行機関	ET/CTとの関連性
1	Master plan on national energy development for the period of 2021 - 2030, vision of 2050	承認中	MOIT	将来のエネルギーミックスの方向性

42 ベトナムのカーボンニュートラルに向けた取り組み状況 (JETRO,2022)

43 ベトナムの各省ウェブサイトやヒアリングを踏まえてパシフィックコンサルタンツが作成。

2	The Draft of Power Development Master Plan for Period 2021-2030 with vision to 2045 (PDP8)	承認中	政府	再生可能エネルギー、LNG の開発計画を含む長期の電源開発計画
3	The National Green Growth Strategy for 2021-2030 period, vision to 2050 (The Decision No. 1658/QD-TTg)	2021	政府	化石燃料の削減と再生可能エネルギーの促進
4	Orientation of Vietnam's National Energy Development Strategy by 2030, with a vision towards 2045 (The Resolution 55 NQ/TW)	2020	ベトナム共産党中央委員会	再生可能エネルギーの開発戦略
5	Promulgation of the Government's Action Programme for Implementing the Resolution No. 55-NQ/TW dated 1/02/2020 of Politburo regarding orientations of the Vietnamese National Energy Development Strategy until 2030, with a vision till 2045 (Resolution No. 140/ NQ-CP)	2020	政府	Resolution 55 を実施するためのアクションプログラム
6	National Energy Efficiency Programme (VNEEP) for the period of 2019-2030 (Prime Minister's Decision 280/QD-TTg)	2019	政府	通常のベースラインと比較して最終エネルギー消費を削減するための目標を設定
7	Gas industry development plan up to 2025 in Vietnam and prospects up to 2035 (Prime Minister No. 60 / QD-TTg)	2017	政府	天然ガス、LNG 等ガス産業開発の開発に向けた取り組みの方向性
8	Viet Nam's Renewable Energy Development Strategy up to 2030 with an outlook to 2050 (Prime Minister's Decision 2068/QD-TTg)	2015	政府	エネルギーおよび電力セクターでの再エネ目標の設定、再エネ開発のための支援制度

各施策の概要は以下のとおり。

1. Master plan on national energy development for the period of 2021 - 2030, vision of 2050 (2022年8月時点で承認中)

本マスタープランは、エネルギー需要が高まる中で、エネルギー輸出から輸入への傾向が強まっている状況を踏まえ、国家の社会経済開発目標と整合した形でエネルギー需給を満たすためのエネルギー開発計画を定めたマスタープランである。本マスタープランは以下を目的として策定されている。

✓ 国内エネルギー資源の開拓と効率的な利用、および合理的なエネルギー輸出入を実施す

る

- ✓ エネルギーサブ部門における主要機器を積極的に生産し、先進的で近代的な送配電網を整備・構築する
- ✓ エネルギー効率に関する活動を推進し、再生可能エネルギー源の開発を奨励する
- ✓ 社会経済発展の現状と予測、2011-2018年のエネルギー需要評価、2021-2030年、2031-2050年の燃料種別と経済サブセクターに基づくエネルギー需要の予測計画を作成する

2. The Draft of Power Development Master Plan for Period 2021-2030 with vision to 2045 (PDP8)
(2022年8月時点で承認中)

ベトナム国内の電源開発計画である第8次国家電力マスタープラン（以下、PDP8）は、ベトナム商工省が2021年9月に草案を公表していたが、COP26で公表された2050年までのCN達成のコミットメントを受けて見直しを余儀なくされており、2022年8月現在もまだ承認が下りていない状況である。2022年4月に政府に提出された新たなPDP8案では、2050年までのカーボンニュートラルを達成するため、石炭火力源の開発を最小限に抑えることを目的としており、また、燃料輸入への依存を減らすことを掲げている。そのため、草案時よりも更に再生可能エネルギーの割合が引き上げられ、総発電容量に占める割合は50%以上に達する計画となっている。その一方で、石炭火力発電を2045年には9.6%に段階的に削減する方向である。2045年までの電源容量構成比は以下表のとおりである。

表 3-18 2025年～2045年における電源容量構成比

単位：%

Target/Year	2025	2035	2045
Coal power/biomass/ammonia	29.3	17.7	9.6
LNG, switching to LNG/hydrogen	11.1	7	3.8
Gas turbine using LNG, new hydrogen	3.6	14.8	8
Hydrogen-powered thermal power	0	3	7.2
Coal power, oil-fired gas turbine	0.6	0	0
Hydropower (including small hydropower)	27.2	15.9	9
Wind power on shore, near shore	13.8	12.6	14.3
Offshore wind power	0	8.5	17
Large-scale solar power	8.9	11.8	19.4
Biomass electricity, other renewable energy	1	1.5	1.3
Stored hydropower, storage battery	0	3.6	7.5

Import	4.5	3.7	2.8
--------	-----	-----	-----

3. The National Green Growth Strategy for 2021-2030 period, vision to 2050 (The Decision No. 1658/QD-TTg) (2021)

本戦略は、国家のグリーン成長の方針を示す戦略であり、2011年に策定された国家グリーン成長戦略に次ぐものである。本戦略は、経済的繁栄および持続可能な環境、社会的平等を目指し、グリーン・カーボンニュートラル経済と地球温暖化防止の実現に貢献することを目的としている。本戦略の中では具体的な数値目標を設定しており、主要数値目標は以下のとおりである。

表 3-19 国家グリーン成長戦略における数値目標

達成目標	2030年	2050年
一次エネルギー供給全体に占める再生可能エネルギーの割合	15～20%	25～30%
GDPあたりの温室効果ガス排出原単位削減の割合	2014年比で15%以上削減	2014年比で30%以上削減
公共交通機関利用率の向上	特別都市： 20%以上 第1級都市： 5%以上	特別都市： 40%以上 第1級都市： 15%以上
クリーン燃料バスの増加	特別都市： 15%以上 第1級都市： 10%以上	特別都市： 100%以上 第1級都市： 40%以上
都市固形廃棄物の収集率	95%	100%
森林被覆率	42～43%	N/A

4. Orientation of Vietnam's National Energy Development Strategy by 2030, with a vision towards 2045 (The Resolution 55 NQ/TW) (2020)

本戦略は、伝統的なエネルギー源や化石燃料からクリーンエネルギーや再生可能エネルギーへのエネルギー転換を促進し、持続可能な経済の発展と気候変動への適応のため、今後のベトナムにおけるエネルギー転換に関する視点、目標、方策を打ち出したものである。国家エネルギー発展戦略として、①国家のエネルギー安全保障、②高品質および安価なエネルギー供給、③環境保護、④ASEAN域内の高度なインフラ向上、⑤エネルギー源の効果的な開発、⑥透明性のある競争市場という総合的な目標の下、以下の具体的な目標を設定している。

表 3-20 国家エネルギー開発戦略における具体目標

達成目標	2030年	2050年
一次エネルギー供給量	約 1 億 7,500 万～1 億 9,500 万 TOE	約 3 億 2,000 万～3 億 5,000 万 TOE
電源の総出力	約 125～130GW	N/A
電力生産量	約 5,500～6,000 億 kWh	N/A
一次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合	約 15～20%	約 25～30%
最終エネルギー総消費量	約 1 億 500 万～1 億 1,500 万 TOE	約 1 億 6,000 万～1 億 9,000 万 TOE
一次エネルギー強度	420 ～ 460kgOE /1,000 USD GDP	375 ～ 410kgOE /1,000 USD GDP
電力供給の信頼性	ASEAN 上位 4 カ国入り	N/A
電力アクセス指数	ASEAN 上位 3 カ国入り	N/A
液化天然ガス（LNG）の輸入	約 80 億立方メートル	約 150 億立方メートル
最終エネルギー総消費量に対する省エネルギーの割合	約 7%	約 14%
エネルギー開発によって発生する温室効果ガスの排出削減率	15%	20%

5. Promulgation of the Government's Action Programme for Implementing the Resolution No. 55-NQ/TW dated 1/02/2020 of Politburo regarding orientations of the Vietnamese National Energy Development Strategy until 2030, with a vision till 2045 (Resolution No. 140/ NQ-CP) (2020)

Resolution No. 55-NQ/TW を実行するためのアクションプログラムであり、同決議で定められたエネルギー開発目標を達成するため、関係セクターの具体的な責務を定めたものである。ET-CN に係る主要セクターの責務概要は以下のとおり。

➤ 石油・天然ガス探査・開発産業

- 石炭ガス、タイトガス、シェールガス、ガスハイドレートなどの積極的な調査・探査
- 石油・ガスインフラの整備、および石油増進回収へのインセンティブ付与
- 天然ガスの採掘・輸送プロジェクトの推進
- LNG の輸入港、貯蔵施設、流通施設のインフラ整備への投資・建設の推進

➤ 再生可能エネルギー

- 再生可能エネルギーに関する新法の研究・開発

- 再生可能エネルギーに優位性のある地域・自治体の調査・計画、優遇措置の仕組みの検討
- 世界の潮流に沿った技術開発、製造試験プロジェクトの確立、水素の利用促進

➤ 電力セクター

- 2020年から2022年までの再生可能エネルギーと新エネルギー投資プロジェクトにおける適切な入札・競売の仕組みの提案
- 2020年から2022年にかけてのバイオガス発電開発のインセンティブメカニズムの提案
- 洋上風力発電の開発に関する政策や仕組みの検討・開発
- 自家消費用再生可能エネルギー（屋上太陽光発電を優先）の開発を奨励するためのインセンティブメカニズムの検討・開発
- 浮体式太陽光発電の開発に対するインセンティブメカニズムの検討と開発
- 水素の開発および製造に関する政策の研究、提案
- 国内ガス源の利用の優先、LNGを利用したガス火力発電の開発の推進
- 再生可能エネルギーの貯蔵装置/技術への投資を奨励するメカニズムおよび政策の開発
- 再生可能エネルギー開発事業者と主要電力消費者との間で直接電力購入契約を結ぶための仕組みの構築

➤ エネルギー消費改善、エネルギー効率化

- スマートグリッドの開発を促進するためのメカニズム、政策等の開発
- 電力消費原単位やソーラーパネルの性能を管理するための基準や規制の開発
- エネルギー消費量の多い産業におけるエネルギー使用に対する制裁措置、強制的な基準や規制の策定
- 輸送用車両および機器の従来の燃料に代わる再生可能エネルギーおよびクリーン燃料（CNG、LPG、LNG、バイオ燃料、電気エネルギーおよびその他の潜在的エネルギーなど）の適用を推進し、輸送用車両および機器のエネルギー効率を向上させる新技術の推進
- 建築物のエネルギー消費に関する技術基準・規制の研究・開発

6. National Energy Efficiency Programme (VNEEP) for the period of 2019-2030 (Prime Minister's Decision 280/QD-TTg) (2019)

VNEEPは、グリーン成長と持続可能な開発の目標に向けて、産業および経済部門におけるエネルギー強度を低減することを目的とした国家省エネルギープログラムであり、2019年から2030年を対象とした第3段階のものである（VNEEP3）。VNEEP3では、全国のエネルギー使用量を2025年までに5-7%、2030年までに8-10%削減し、5,000万～6,000万石油換算トン（TOE）の節約を目標としている。必要とされる予算の内訳は、国家財政と地方財政から6,000億ドンずつ、国内外の各組織から5,000億ドン、その他の財源から1,000

億ドンが見込まれている。また、2025年、2030年までの数値目標を以下表のように設定している。

表 3-21 VNEEP3 における主な数値目標

	2025年	2030年
電力ロス削減	6.5%	6%以下
産業分野省エネ目標（対2015～2018年の平均エネルギー消費量比）		
鉄鋼業	3-10%	5-16.5%
化学工業	7%以上	10%以上
プラスチック製造業	18-22.46%	21.55-24.81%
セメント業	7.5%以上	10.89%以上
繊維・衣服産業	5%以上	6.8%以上
アルコール・ビール・飲料産業	3-6.88%	4.6-8.44%
製紙産業	8-15.8%	9.9-18.48%
グリーン認証されたビル数	80棟	150棟
交通セクターでのガソリン削減率	N/A	5%
エネルギー管理者／監査員の研修	3,000名	5,000名

7. Gas industry development plan up to 2025 in Vietnam and prospects up to 2035" (Prime Minister No. 60 / QD-TTg, 2017) (2017)

本マスタープランは、2026年から2035年にかけて年間170億～210億立方メートルの天然ガス生産を達成するため、全国でガスの開発、収集、輸送、加工、貯蔵、流通、輸出入のラインを整備するために策定された。同マスタープランでは主に以下に取り組むことが掲げられている。

- ✓ 全生産量の70～80%（LNG輸入を含む）を使用するガス火力発電所を継続的に開発すること
- ✓ ガスから石油化学分野を開発すること
- ✓ ガス製品の付加価値を高めるために天然ガスの深度処理への投資を強化すること
- ✓ 輸出の増加と貿易赤字率の減少を目指して国内産業生産のための材料と燃料を作り出すこと
- ✓ 環境保護とガスの使用価値を高める目的で産業・輸送・都市の家庭用向けのガス供給システムの維持と拡大を継続的に行うこと
- ✓ 輸送向けガス供給システムの開発や低圧・圧縮天然ガス供給システムの開発に取り組むこと

また、ガス業界は、2026年～2035年にかけて230億～310億立方メートルのガス市場開拓を目指しており、そのため、全国で以下の開発方針を打ち出している。

- ✓ 北部：地域の産業需要家へのガス供給力強化のため、分散する小規模油田からのガス回収強化策を検討する。また、地域の産業需要家へのガス供給力を維持するために LNG

輸入インフラを段階的に検討・展開する。その他、首相が承認した電力計画に従って LNG を利用した発電所を開発する、などが挙げられている。

- ✓ 中部：首相が承認した電力計画に従って、地域のガス火力発電所に供給するため、シロナガスクジラ油田のガスを収集、輸送、処理するインフラシステムの開発を強化・整備する。また、発電所のガス需要を十分に満たした上でシロナガスクジラガスから石油化学産業を開発することや、地域の産業需要家に供給するための低圧ガス配給システムの開発および小型 CNG/LNG を製造すること等が挙げられている。
- ✓ 東南部：地域のガス需要を維持するための探索・探査活動や油田開発を強化し、国内ガス資源の枯渇を補完するための LNG 輸入のための貯蔵・港湾システムの構築や、首相が承認した電力計画に従って発電所を供給することを展開する。
- ✓ 南西部：ガスの収集・輸送のインフラ整備、顧客へのガス供給を維持するための LNG 輸入のインフラ整備、LNG を利用した新規発電所の開発などを実施する。

8. Prime Minister's Decision No.2068/QD-TTg/Viet Nam's Renewable Energy Development Strategy up to 2030 with an outlook to 2050 (2015)

本戦略は、持続可能な環境とグリーン経済の発展に貢献するような方法で、再生可能エネルギー開発を開発・利用することを目的としている。本戦略の中で定められた数値目標は以下のとおりである。

表 3-22 再生可能エネルギー開発戦略における数値目標

達成目標	2030 年	2050 年
BAU シナリオに対する温室効果ガスの排出削減率	約 25%	約 45%
エネルギー利用目的の燃料輸入削減量	石炭約 4,000 万トン、石油製品約 370 万トン	石炭を 1 億 5000 万トン、石油製品を 1050 万トン
国の総生産量に占める再生可能エネルギー電力の割合	32%	43%
太陽熱温水器設置世帯の割合	26%	50%
バイオガス技術の適用拡大を目的とした建設面積	約 6000 万 m ³	約 1 億 m ³
バイオ燃料の生産量	370 万 TOE (運輸部門の燃料需要の 13%相当)	1050 万 TOE (運輸部門の燃料需要の 25%相当)

3.3.1.3 国際開発協力機関等による類似調査レビュー

ベトナムの ET-CN 関連のプログラムを実施する主要ドナーは、世界銀行 (WB) やアメリカ合衆国国際開発庁 (USAID)、ドイツ国際協力公社 (GIZ)、アジア開発銀行 (ADB) 等

である。

WB はベトナムにおいて主に陽光、洋上風力といった再生可能エネルギー開発、透明性のある設備調達支援、法制度支援等に注力しており、現在はエネルギートランジションプロジェクト実施のためのロードマップ策定やベトナム電力公社（EVN）の気候変動計画策定支援、さらに再エネの入札支援 や産業部門における省エネプロジェクト、ESCO 型事業の市場開発、GHG 排出の MRV 等の支援を実施している。交通分野においては、GIZ と協働し交通分野のビジネスモデル策定支援を実施している。また、WB は長期にわたって MOIT をカウンターパートとした支援を実施しており、今後エネルギー分野の脱炭素、再エネ導入、サーキュラーエコノミー、革新的な技術を活用したリサイクル案件等の実施を予定している。その他に、LNG 発電所の開発に関する FS 調査の支援や、送電線、変電所の改善プロジェクトを予定している。

USAID では、Vietnam Urban Energy Security プロジェクトにて屋根置き型太陽光発電、EV、廃棄物発電の展開支援を行っている他に、工場に対し省エネ知識向上のための指導を実施している。また、省エネ支援のための Innovation Challenge Fund を立ち上げ、現在は工業分野で複数の省エネプロジェクトを支援している。さらに Vietnam Low Emission Energy Program (VLEEP) では、工業団地における省エネ基準の設定やモニタリング支援、MRV の能力強化を実施している。加えて、EV についても法制度策定支援と、公共・民間に対する EV 導入支援、充電設備の導入の検討支援を実施している。電力市場改革では、電気料金構成の見直し等を実施している。再エネ分野では屋根置き型太陽光発電の他に洋上風力発電によるグリーン水素生産に関する政策支援と民間セクターの支援等を実施している。

United State Trade Development Agency (USTDA) では、送電線 FS、スマートグリッドのロードマップ策定を実施している。クリーンエネルギーに関心があり、特に米国企業に強みがある太陽光や風力発電等の支援を実施している。なお、USTDA は LPG を含め化石燃料への支援は、既存のプロジェクト以外では実施しない方針である。

GIZ では、これまで太陽光発電やバイオマス等の再生可能エネルギーに関する支援や能力開発、スマートグリッド開発、省エネ規制導入に関する技術的助言やエネルギー診断のレビュー等を実施してきた。現在は、長期 ET シナリオや送電網開発シナリオの作成支援を実施している他に、クリーンエネルギー、特に風力発電技術者に対する能力強化や屋根置き型太陽光発電の導入に関する EVN への支援を実施している。

デンマーク政府は MOIT をカウンターパートとして、エネルギー長期計画シナリオの策定や洋上風力発電開発に関する能力強化、再生可能エネルギーの電力系統への接続に関する支援、産業・工業分野における省エネ規制の整備等の支援を実施している。

その他に、フランス開発庁 (AFD) では太陽光発電や水力発電、配電網・変電所の改善等を実施している。ADB は主に風力発電所を建設・運営に関する融資を実施している。ノルウェーの Innovation Norway は再生可能エネルギー、サーキュラーエコノミー、水産・養殖ビジネス等に関連するノルウェー企業の展開支援を実施している。EU は地方の電化や VNEEP3、Renewable Energy Development Strategy (REDS) 等の策定支援を実施している。

ドナー等の活動の他に、ベトナムでは、UNFCCC の Green Climate Fund（緑の気候基金：以下、「GCF」という。）を活用した緩和事業 2 件を実施している。国際復興開発銀行（IBRD）及び国際開発銀行（IDA）が認証機関となっている緩和事業の「産業分野の民間企業のエネルギー効率化の規模拡大」（No. FP071）⁴⁴及び国連開発計画（UNDP）が認証機関である緩和・適応事業の「沿岸コミュニティのレジリエンス改善」（No. FP013）⁴⁵である。前者は、ベトナムのエネルギー効率市場の拡大を目的とした技術支援や金融ツールの提供であり、後者は沿岸域のマングローブ林の植林や再生と住民の気候リスク低減を目的としたプログラムである。

表 3-23 に主な国際ドナーの活動を整理した。

表 3-23 ベトナムでの主な国際ドナーの ET-CN に資するプロジェクト

※下線斜体部は現在進行中及び今後実施プロジェクト

ドナー	CP	技術協力			資金協力
		政策/制度	キャパビル	パイロット	
World Bank	MoIT	<ul style="list-style-type: none"> セメント、鉄鋼、化学等エネルギー多消費産業の脱炭素ロードマップ・パイロット実施計画策定支援 エネルギー多消費部門における EE 戦略およびアクションプランの策定支援 30MW 以下の再エネの系統連系発電ための規制開発支援 	<ul style="list-style-type: none"> 低炭素技術データベースの構築 エネルギー監査、産業部門における EE/RE プロジェクトの評価・モニタリング、GHG 排出量定量化の方法論等に関する能力強化（対産業部門、ESCOs、銀行等） 太陽光発電競争入札プログラム導入支援 EE 投資インセンティブ構築および金融機関の EE 融資プロジェクトの特定、評価等に関する知識、専門性向上支援 再エネの系統連系のための電力規制当局・関連政府機関の能力強化 		<ul style="list-style-type: none"> 30MW 以下の再エネプロジェクト融資のための 2 ステップローン
	Vietnam Electricity				<ul style="list-style-type: none"> 再エネグリッド統合に向けたグリッド容量増強

44 Scaling Up Energy Efficiency for Industrial Enterprises in Vietnam <https://www.greenclimate.fund/project/fp071> 2022 年 8 月 3 日アクセス

45 Improving the resilience of vulnerable coastal communities to climate change related impacts in Vietnam <https://www.greenclimate.fund/project/fp013> 2022 年 8 月 5 日アクセス

	NPT		<ul style="list-style-type: none"> • NPT 経営改善,電力改革能力強化 		<ul style="list-style-type: none"> • 220kV,500kV 送電線,変電所の増強 • 220kV,500kV 変電所の監視・制御・保護設備の近代化
USAI D	GOV	<ul style="list-style-type: none"> • <u>EV 導入のための法制度整備支援</u> • <u>電力料金制度設計改善支援</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>再エネグリッド統合,配電</u> • <u>女性エネルギー専門家育成プログラム</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>ダイレクト PPA のメカニズム開発,調達・モニタリング・評価能力強化</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>2000MW 再エネ,1000MWC CGT 建設</u>
	その他(ダナン等都市)		<ul style="list-style-type: none"> • <u>工業団地における省エネ基準設定,モニタリング</u> 		
GIZ	MoIT	<ul style="list-style-type: none"> • <u>エネルギートランジションの長期シナリオ, および送電網整備シナリオの策定</u> • 省エネ,再エネに関する法規制改善支援(バイオマスエネルギー,太陽光発電 FIT 制度構築支援、再エネのグリッド接続規制等) 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>DEESD 能力強化(省エネデータベース開発支援等)</u> • エネルギー監査ハンドブック作成 • 民間企業対象省エネネットワーク構築支援 • <u>ベトナム電力(EVN)の太陽光発電増加に伴う電力供給の技術・管理能力向上</u> 		
ADB	MoIT		<ul style="list-style-type: none"> • 省エネ建築基準策定支援 • エネルギー多消費産業向け省エネ管理基準研修 • ESCOs 能力強化 	<ul style="list-style-type: none"> • エネルギー多消費産業向けエネルギー監査 	
	その他(IPP等)				<ul style="list-style-type: none"> • <u>クアンチ省 144MW 風力発電建設</u> • <u>タイニン省 50MW 太陽光発電・送電線建設</u> • <u>47.5MWp 水上太陽光発電建設</u> • <u>500kV/220kV 高圧送電線および変電所建設</u>
EU	MoIT		<ul style="list-style-type: none"> • エネルギーセクターガバナンス強化 		

	ダナン省	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光エネルギーに関する政策/規制策定支援 		<ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電システムパイロットモデル設置 	
AFD	Vietnam Electricity			<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> セサン 49MWp 太陽光発電建設 配電線,変電所増強

3.3.2 ラオス

3.3.2.1 温室効果ガス排出量及びNDCの概要

ラオス政府による公式の最新の GHG インベントリは 2020 年に公表された隔年報告書 (BR) ⁴⁶に示されている 2014 年の GHG インベントリである。それによると、GHG 排出量の合計は 2014 年に 3,950 万 tCO₂e であり、エネルギーセクターが 10%、IPPU が 3%、農林業・その他土地利用が 86%、廃棄物が 1%を占めている (図 3-16)。GHG 排出量から森林等による GHG 吸収量を差し引いた場合の正味の GHG 排出量は 2,410 万 tCO₂ である。なお、インベントリの対象としている GHG は IPCC が定める 7 つの GHG のうち CO₂、CH₄、N₂O である。BR では、各サブセクターの GHG 排出量についても整理しており、GHG 排出量の大きな上位 5 つ項目で 2,966 万 tCO₂e (GHG 排出量の約 75%) に達している (表 3-24)。ラオスにおける GHG 排出の特徴としては、5 分の 4 程度が農林業・その他土地利用セクターから排出されていることである。上位 5 つのうち 4 つの項目が農林業・その他土地利用に関する項目であり、残り 1 つはエネルギーセクターでの運輸交通からの排出 (ガソリン、ディーゼルからの排出) である。ただし、公式の GHG インベントリは 2014 年時点であり、ラオスでは 1,876MW の Hongsa 石炭火力発電所が 2015 年から運転されていることから、エネルギー産業からの GHG 排出量が急増し (図 3-17 図 3-18)、GHG 排出量に占めるエネルギーセクターの割合が増加している。従って、ラオスにおける ET-CN の達成のためには、主にはエネルギーセクターにおけるエネルギー生産と運輸交通及び農林業・その他土地利用セクターにおける家畜管理、土地利用やバイオマス利用からの GHG 排出削減対策が重要となる。

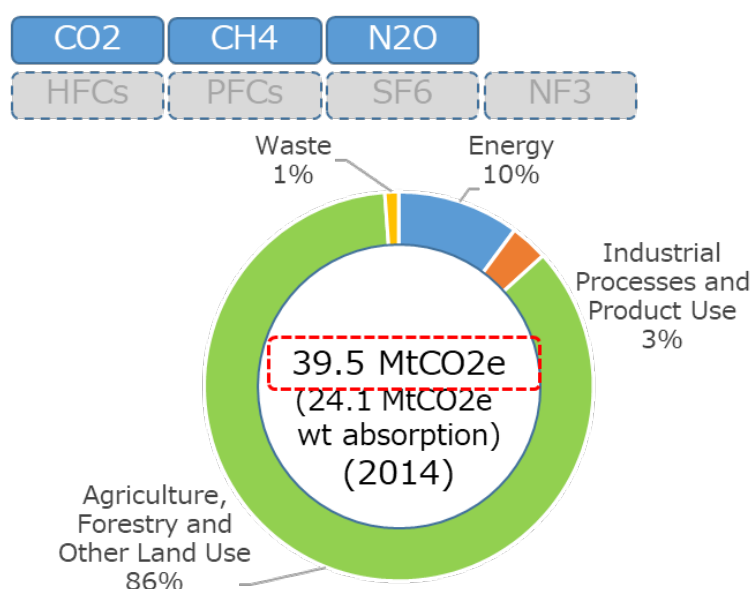


図 3-16 ラオスの GHG インベントリ(2014) ⁴⁷

⁴⁶ The First Biennial Updated Report of the Lao PDR (Ministry of Natural Resources and Environment, 2020) https://unfccc.int/sites/default/files/resource/The%20First%20Biennial%20Update%20Report-BUR_Lao%20PDR.pdf 2022 年 7 月 16 日アクセス

⁴⁷ ラオスの BR を元にパシフィックコンサルタンツが作成。

表 3-24 ラオスのサブセクターごとの GHG 排出量 ⁴⁸

Sector	Sub-sector		ktCO2e
Energy	Fuel Combustion	-Energy Industries	335
		-Manufacturing and Construction	27
		-Transport	2,322
		-Others	1,042
	Fugitive Emissions	-Solid Fuel	2
Industrial Processes and Product Use	Mineral Industries	-Cement Production	1,090
		-Lime Production	3
	Metal Industries	-Iron and Steel Production	62
Agriculture, Forestry, and Other Land Use (AFOLU)	Livestock	-Enteric Fermentation	3,211
		-Manure Management	756
	Land	-Forest Land	-12,662
		-Cropland	19,315
		-Grassland	8
		-Settlements	92
		-Other Land	2,341
	Aggregate sources and non-CO2 emissions sources on land	-Biomass Burning	967
		-N2O from managed soils and manure management	1,768
		-Rice Cultivation	1,148
-Others		26	
Other	-Harvested Wood Product	1,824	
Waste	Solid Waste Disposal		55
	Wastewater Treatment and Discharge		368
	Other		2

※GHG 排出量における主なタイプとして、黒：CO₂、赤：CH₄、青：N₂O を示している。

※GHG 排出量におけるマイナス (-) は、GHG 吸収量を示している。

※黄色ハイライトは GHG 排出量の多い上位 5 つを示している。

5 Major Emission Source

Sector	Sub-Sector	ktCO2e	
AFOLU	Land converted to cropland	20,057	CO ₂
AFOLU	Enteric fermentation	3,211	CH ₄
AFOLU	Land converted to other land	2,341	CO ₂
Energy	Road transportation	2,229	CO ₂
AFOLU	Harvested wood product	1,824	CO ₂

48 ラオスの BR を元にパシフィックコンサルタンツが作成。

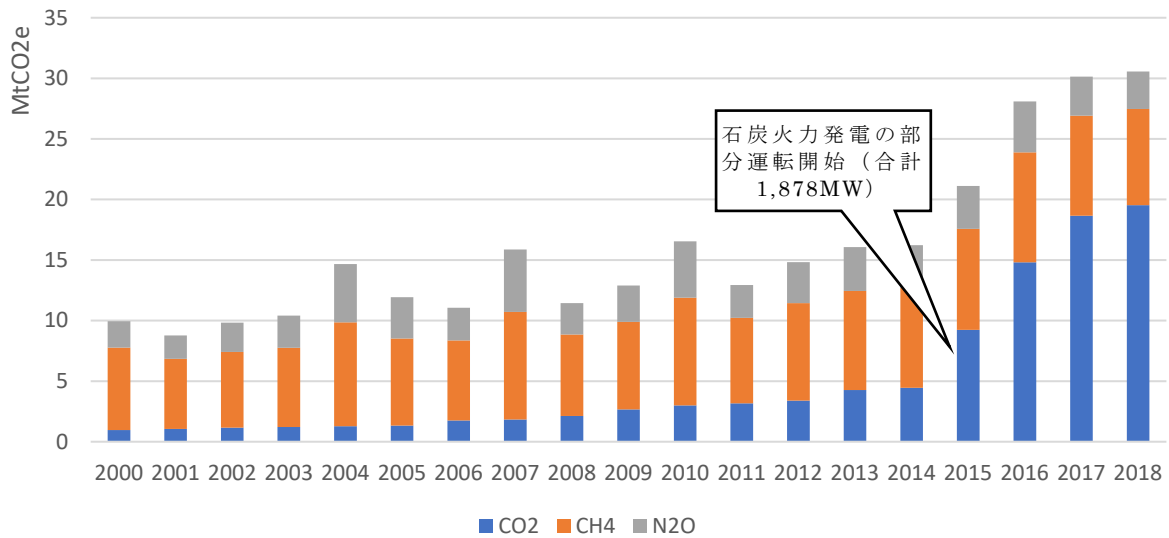
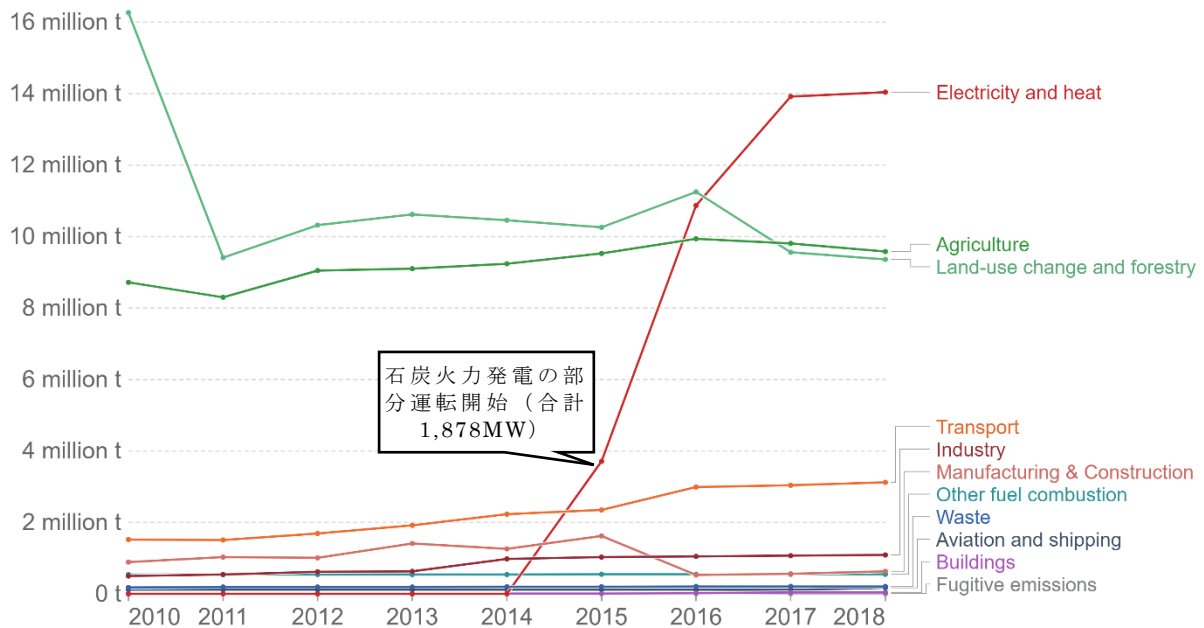


図 3-17 ラオスにおける GHG 排出量の経年変化 (2000-2018) ⁴⁹

Greenhouse gas emissions by sector, Laos

Emissions are measured in carbon dioxide equivalents (CO₂eq). This means non-CO₂ gases are weighted by the amount of warming they cause over a 100-year timescale.



Source: CAIT Climate Data Explorer via Climate Watch OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY
 Note: Greenhouse gases are weighted by their global warming potential value (GWP100). GWP100 measures the relative warming impact of one molecule of a greenhouse gas, relative to carbon dioxide, over 100 years.

図 3-18 ラオスのセクター別 GHG 排出量 ⁵⁰

49 Hannah Ritchie, Max Roser and Pablo Rosado (2020) - "CO₂ and Greenhouse Gas Emissions". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions' [Online Resource] を元に PCKK 作成。

50 Hannah Ritchie, Max Roser and Pablo Rosado (2020) - "CO₂ and Greenhouse Gas Emissions". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions' [Online Resource] に PCKK 加筆。

ラオスは、2021年に改訂版 NDC⁵¹を示しており、ベースラインにおける GHG 排出量を 2030年に1億400万 tCO₂e、2050年に1億2,000万 tCO₂e 超と予測している。それに対して、GHG 削減目標として、2030年に自国の努力（Unconditional）で60%の削減を目指すとしている（図 3-19）。改訂版 NDC では 2015年の NDC における削減目標を更新し、セクターごとに自国の努力及び国際支援の下での GHG 削減対策を示している。自国の努力の下では、特にエネルギーセクターでの水力発電開発による GHG 削減目標が大きく、国際支援の下では森林被覆率の回復対策による GHG 削減目標が大きい。更に、国際支援の下で太陽光・風力・バイオマス発電、EV 普及、バイオ燃料普及、省エネ、稲作での水管理及び廃棄物処理対策による GHG 削減を示している（図 3-20）。

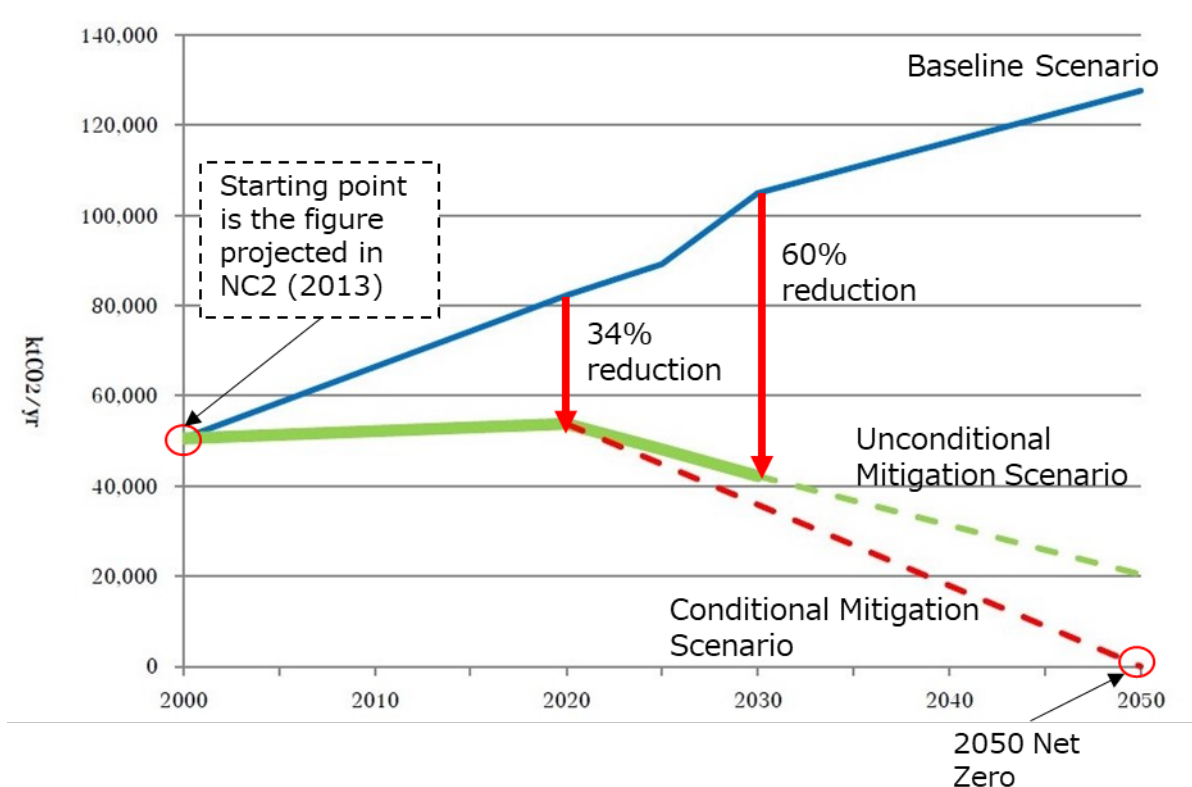


図 3-19 ラオスの NDC における GHG 排出量の予測⁵²

51 Nationally Determined Contribution (NDC) (Lao People's Democratic Republic, 2021) <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC%202020%20of%20Lao%20PDR%20%28English%29%2C%2009%20April%202021%20%281%29.pdf> 2022年7月16日アクセス

52 ラオスの改訂版 NDC を元にパンフィックコンサルタンツが加筆。

2015 First NDC Measures		Year	Progress
Increase forest cover to 70% land area		2020	58% (2015)
30% RE excluding large hydro		2025	Not on Track
Share of biofuels to meet 10% of transport fuels		2025	Not on Track
90% households electrified		2020	93.79% (2018)
Transport NAMA		2025	Not Started
Expansion of large hydro to 5,500 MW (2020)		2020	<4,500MW (2018)
20,000 MW (2030)		2030	On Track

Sector	Unconditional Mitigation Target (2020-2030)	Target (ktCO2e/y)
LUCF	Reduce Deforestation and Forest Degradation, Enhance Forest Carbon Stocks (*1)	1,100
Energy	13GW Total Hydropower Capacity (Domestic and Export) (*2)	2,500
	Introduction of 50,000 Energy Efficient Cook Stove (Vientiane, Savannakhet, Champasack)	50
Replace	BRT in Vientiane and Non-Motorized Transport	25
	Lao-China Railway	300
Sector	Conditional Mitigation Target (2020-2030)	Target (ktCO2e/y)
LUCF	Increase forest cover to 70%	45,000
Update	Solar and Wind: 1GW Total Installed Capacity	100
	Biomass: 300MW Total Installed Capacity	84
	30% EV for 2-Wheelers, Passengers' Cars	30
	Biofuels to meet 10% of Transport Fuels	29
	10% Reduction of Final Energy Consumption Compared to BAU	280
Agriculture	50,000 hectares adjusted water management practices in lowland rice cultivation	128
Waste	Implementation of 500 tons/day sustainable municipal solid waste management project	40

図 3-20 ラオスの NDC における GHG 排出削減対策 ⁵³

改訂版 NDC では、目標達成のためのその他の技術的なニーズとして下記を挙げている。

- ✓ 公共と民間の資本をブレンド可能な革新的資金メカニズムの設計への支援
- ✓ NDC 実施のための継続的な行政・法律・技術・制度上の能力改善への支援。これには MRV、GHG インベントリの精緻化、GHG 排出・気候モデル、炭素取引制度の構築支援などを含む
- ✓ 森林地としての認定地外の森林地の他の土地利用への転換を避けるための法的・技術的支援

53 ラオスの改訂版 NDC を元にパンフィックコンサルタンツが作成。

3.3.2.2 政策枠組み・制度

ラオスは、水力やバイオマスといったエネルギー資源を豊富に有している一方で、過去20年間の急速な人口増加、経済発展、モータリゼーションによって化石燃料の輸入への依存が増大している。化石燃料輸入は政府の財政を圧迫するだけでなく、GHG排出量を増大させているため、ラオス政府は「エネルギーtransition」「カーボンニュートラル」への取組を通じた2050年のネットゼロ目標を達成するための政策および規制の枠組みの開発に取り組んでいる。主要政策のうち、ET-CNに関連する政策は以下のとおりである。

表 3-25 ラオスの ET-CN に資する政策枠組み・制度(時系列)⁵⁴

No.	政策／規制	発行年	発行機関	ET-CT との関連性
1	National Strategy on Climate Change (draft)	2022	MONRE	Strategy on Climate Change of the Lao PDR(2010)のアップデート
2	Resolution on Endorsement of Policy on Electricity Vehicle Use	2021	MEM, MPWT	EV 利用促進
3	9 th National Socio-economic Development Plan	2021	政府	再生可能エネルギー開発戦略、輸送システムの電化・EV の促進、省エネ促進
4	Energy Policy of Lao PDR	2021	MEM	再生可能エネルギー開発戦略、輸送システムの電化・EV の促進、省エネ促進
5	National Power Development Plan of Lao PDR	2021	MEM	エネルギーミックスにおける再生可能エネルギー(水力、太陽光、風力、バイオマス)のシェア増大
6	National Forestry Strategy	2021	MAF	2025年森林被覆率70%達成に向けた戦略
7	Decree on Energy Efficiency and Conservation	2020	MEM	GHG 排出削減にむけた省エネの推進
8	Strategy on Promotion of Clean Energy for Transport Sector-Plan for 2025, strategy for 2030, and vision for 2050	2020	MEM, MPWT	脱炭素化に向けたバイオ燃料の開発とEV 利用促進
9	Decree on Climate Change	2019	政府 MOMRE	気候変動対応戦略

54 ラオスの各省ウェブサイトやヒアリングを踏まえてパシフィックコンサルタンツが作成。

10	National Green Growth Strategy of the Lao PDR	2018	MONRE	持続可能な開発に向けた再生可能エネルギー・代替エネルギーの開発戦略
11	Decree on Biodiesel	2016	MEM	化石燃料使用と炭素排出を削減に向けたバイオディーゼル生産の促進
12	Regulation for Generic Standard on Clean Cookstove in Lao PDR	2015	MEM	バイオマス利用と炭素排出削減に係る規定
13	Policy on Sustainable Hydropower Development	2015	MEM	持続可能な水力発電の開発
14	Climate Change Action Plan	2013	MONRE	再生可能エネルギーの開発、エネルギー効率、輸送部門での代替エネルギーの使用等、気候変動の緩和・適応戦略
15	Renewable Energy Development Strategy	2011	MEM	持続可能な発展に向けた再生可能エネルギーの促進戦略
16	Strategy on Climate Change of the Lao PDR	2010	MONRE	主要セクターにおける開発戦略・プログラムへの気候変動対策の適用戦略

各施策の概要は以下のとおり。

1. National Strategy on Climate Change (draft) (2022)

本戦略は、Strategy on Climate Change of the Lao PDR (2010)を更新するものであり2022年5月時点でラオス語のドラフト版となっている。本戦略では、2010年以降の環境および気候変動の影響や今後の開発の方向性に関連する国の政策と規制の枠組みおよび国際的な議題の変更について概説している他に、2050年までのネットゼロを達成するという目標を設定しており、下記のような目標を示している。

- ✓ 気候変動の影響やリスクにさらされる可能性のあるセクターの国家政策、戦略、プログラム、プロジェクトに気候変動アジェンダを組み込む。
- ✓ 都市・農村のコミュニティ、インフラ、生産サービス、生態系が気候変動に対応するための回復力を高め、気候変動や自然災害に関連する脆弱性やリスクを軽減する。
- ✓ GHG 排出量を BAU 比 60% レベルにまで削減する。
- ✓ 経済や GDP への影響を 0.2% 以下、12 万人以下、一人当たりの GHG 排出量を 1.2t/人/年以下に抑え、また森林面積を国土の 70% にし、エネルギー消費の 30% を再生可能エネルギーでまかなう。

2. Resolution on endorsement and promulgation of Policy on EV Use (2021)

2021年10月に公表された本決議では、石油製品の輸入と外貨流出の削減、自動車利用

者のコスト削減、ガソリン車による環境汚染の削減を目的に、2025年までにEV率を1%以上、2030年までに30%とする目標を掲げている。本決議ではEV推進に向けて、下記のようなインセンティブを与える行動戦略を示している。

- ✓ 投資奨励法、関税法、税管理法での輸入・販売への優遇
- ✓ EVの部品製造や組立工場への投資の奨励、EV組立のための部品輸入における関税や税率の削減といった生産・組立への優遇
- ✓ 充電ステーションへの投資優遇、充電ステーションの電力価格優遇
- ✓ 住居・事務所に対してEDLのEV充電用システムを設置する場合のメーターの無償提供、道路利用料の優遇、駐車場の優先といったEV利用者への優遇
- ✓ 政府が率先してEVを利用し、新規購入する政府車両はEVとする。

また、各省庁に対して下記の調整を実施することを求めている。

- ✓ エネルギー鉱業省：EV利用に関連する政策、充電ステーションに関連する法令、充電のための電力料金体系の調整を行う。
- ✓ 公共事業運輸省：技術的安全基準や輸入・組み立てのための技術基準に関する研究を行う。
- ✓ 財務省：EV、充電スタンド、部品などに関連する税金、関税、手数料について調整を行う。
- ✓ 天然資源環境省：EVや蓄電池に関連する廃棄物の適切な処理に関するガイドラインの策定を行う。

3. 9th National Socio-economic Development Plan (2021)

第9次国家社会経済開発計画（NSEDP）では、水力や太陽光発電などのクリーンなエネルギーを使用したEVの促進や、化石燃料の輸入とGHG排出量を削減するために、運輸および産業部門向けのバイオ燃料の開発を推奨している。また、水力、太陽光、風力発電などの再生可能エネルギー、家庭や公共建築物のエネルギー効率に関するグリーンインフラや技術開発を促進することとしている。さらにNSEDPでは、工場、建物、電気およびエネルギー機器に関する省エネ政策や規制の策定する部門の必要性について述べている。NSEDPで示されているET-CNに関する主な目標を下記に示す。

表 3-26 ラオスの第9次NSEDPにおけるET-CN関連の目標

分野	目標（2021-2025年）
電化	電化率を全国で98%にする。そのうち、グリッドシステムは2.26%（28,000世帯）、オフグリッドシステムは0.74%（9,000世帯以上）拡大させる。
	現在、国内で最も電力消費率の低い3県（北部のPhongsaly, Huaphan及び南部のSekong）の電力網を拡大する。
エネルギー／運輸交通	化石燃料の輸入・使用とGHG排出を削減するため、パーム油やキャッサバからのバイオ燃料プラントと運輸交通・産業部門向けメタン（CH ₄ ）の生産実証プロジェクトの開発を促進する。

	運輸部門におけるクリーンエネルギーの利用を促進する戦略を実行し、クリーンエネルギーの利用率14%を目指す。
	全国に100カ所以上の充電ステーション／バイオ燃料ステーションを建設する（北部地域20カ所、中部地域50カ所、南部地域30カ所）。
気候変動	NDCに基づきGHG排出削減を推進する。
廃棄物	主要都市に少なくとも5ヶ所、標準化された埋立地を構築・改善する。
土地利活用 ／森林	2025年までに森林面積を70%以上に拡大し、森林被覆を増加させる。
	森林破壊によるGHG排出量を約3,000万tCO ₂ eに削減し、少なくとも9,500万米ドル相当の森林炭素クレジットを販売する。
	2025年までに5つの国立保護森林地を国立公園にする（Xe Pian, Dong Hua Sao, Phu Khao Kuay, Nam Kan and Nam Kading conservation forests）
	商業・産業分野への原材料供給のため、20万haの土地に植林を行う。
	全国に少なくとも9つの大気質モニタリングステーションを構築する。

4. Energy Policy of Lao PDR (2020)

2020年に策定され、ラオスが輸入に依存する石油とガスの利用削減及び運輸部門によるGHG排出量の削減と再生可能エネルギーの推進を目的としている。運輸交通分野では輸送システムの電化・EVの促進、省エネの促進、鉄道の電化、公共交通機関利用の促進のための戦略について概説している。また、家庭用の小規模から大規模までのバイオガスの使用を奨励している。再生可能エネルギーについては、2025年までに国の総エネルギーミックスにおける再生可能エネルギーの割合を30%にする目標を達成するための野心的な目標を設定している。電力では、水力発電65%、石炭火力発電30%、水力以外の再生可能エネルギー5%とする目標を設定している。この設定では、多くの水力発電所において乾季の貯水池の水位が低くなり発電量が減少する可能性を考慮している。本政策で示されているET-CNに関する主な目標を下記に示す。

表 3-27 ラオスのエネルギー政策における目標

水力発電	2025年に12,000MW、2030年に20,000MWの設備容量を確保する。
	貯水池式水力発電事業を全水力発電容量の70%まで拡大し、乾季のピーク時における安定した発電量を確保する。
	Sustainable Hydropower Development Policy of Lao PDR (2015)の実施。
石炭火力発電	排出される汚染物質を国家環境基準に従って制御する。
	燃焼前、燃焼、燃焼後の各プロセスでクリーンコール技術を適用する。
再生可能エネルギー	太陽光発電や風力発電を既存の電力網に接続する。
	全エネルギー燃料需要に占めるバイオ燃料の割合を10%とする。
	2025年までに総エネルギーのうち再生可能エネルギーの割合を30%とする。

電化	電化率を 2020 年の 95% から、2025 年には 98%、2030 年には 100% にする。
	送電網を全国に拡大する。
	国営の送電事業会社を設立する。
エネルギーセキュリティ	エネルギー効率および省エネルギー政策を推進・発展させるため、関連規制および政策の実施を支援するメカニズムを策定する。
	ピーク時の電力需要に対して予備率を 15% とする。 2020～2030 年の緊急時（自然災害等）に備えて、90 日分の燃料・石油の余剰供給を行う。
エネルギー輸出	2020 年までにタイに 9,000MW、ベトナムなどに 5,000MW の電力を輸出する。
省エネ	2030 年までに総エネルギー消費量の 10% を削減する。
実行戦略	ラオスのエネルギー政策に関するガイドラインと短期行動計画（2020-2025）を策定し、エネルギー需要・消費、地域・国際エネルギー統合・協力、国家エネルギー安全保障の開発、制度に関する能力開発、情報共有に関する部門横断的な調整を支援する。
	Develop medium-term action plans (2025-2030) for energy policy of Lao PDR の策定。
	既存のエネルギー政策を見直し、国のエネルギー政策を継続的に改善するための長期行動計画（2030-2050 年）を策定する。

5. National Power Development Plan of Lao PDR (2021)

電力セクターでは、水力 65%、石炭火力 30%、その他の再生可能エネルギー 5% の電力構成の達成を目標としている。運輸交通分野については、国を横断する高速鉄道システム、EV、およびその再生可能エネルギー利用した車の促進を挙げている。これら目標に関連して、ラオス政府は、電力セクターでは 2025 年と 2030 年までに水力発電設備容量をそれぞれ 12,000MW、20,000 MW に増強する目標を設定し、運輸交通分野では、2025 年までに総燃料消費量の 10% をバイオ燃料に置換するための技術開発を進める他に、EV インフラの整備、充電料金及び税制上の優遇措置を制定するとしている。また、環境的に持続可能な方法でエネルギー効率と省エネを促進し、2030 年までにエネルギー消費量の 10% 削減を達成することを目指すとしている。

6. National Forestry Strategy (2021)

森林被覆に関する 2020 年までの定量的な目標は、森林被覆率を 2002 年の 41.5% から 2015 年には 58%、2020 年には 62% まで高めることであり、これを達成したとしている。本戦略では、今後、森林の質を向上させ、2025 年までに国土の 70% を森林とすることを目

標とし、「森林資源利用の管理」「森林資源の保全」「森林開発と関連する行動計画」の3つの主要プログラムと実行計画を策定している。

7. Decree on Energy Efficiency and Conservation (2020)

本決議は、2016年のNational Policy on Energy Efficiency and Conservationを更新するために策定されたものである。本決議の対象は工場、公共建物、住宅、運輸交通、その他製品である。

1) 工場

指定工場と非指定工場で分類しており、後者は一般的な省エネ行動を求めるとどめつつ、外部検査がある場合の関連情報の提供や自社工場のエネルギー効率と省エネルギー状況のモニタリング検査を実施し、MEMへ定期的に報告することが求められている。指定工場は、以下の要件を一つでも満たす工場である。

- i. 累積容量が1,000 kWまたは1,175 kVA以上の変圧器を1セット以上設置している工場
- ii. 2,000万MJを上回るボイラー熱を使用又は石油換算で478トン／年以上のエネルギーを使用している工場

指定工場は表3-28の要件のもとで省エネを実施し、新規に設立する工場についてはMEMの省エネ基準を満たし、承認を受ける必要がある。また、MEMの指示で省エネ管理者・担当者の割当、工場の省エネ担当部署の設置、工場でのエネルギー使用量の検査を行い、その検査に基づいた結果報告書を毎年3月にMEMに提出すること、外部検査がある場合は関連情報を提供すること、関連セクターの社会的・環境的影響に関するモニタリング、検査にかかる費用を負担することなどが求められている。

表 3-28 ラオスの工場における省エネ対策

工場	製造工程の動力設備における燃料の燃焼効率の向上
	製造設備の生産プロセスの改善
	熱から機械的動力への変換を含む、冷温熱生産プロセスの改善
	動力・電力設備のエネルギー損失の低減
	製造工程での残存エネルギーの再利用
	熱から電力への変換工程の改善
	より高効率なエネルギーへの置換
	エネルギー効率に優れた機器・装置の使用
	再生可能エネルギーの使用

2) 建物

指定建物と非指定建物で分類しており、後者は一般的な省エネの推進にとどまるもの

の、エネルギーデータの提供や建物内のエネルギー使用量の定期的なモニタリングが求められている。指定建物は、以下の要件を一つでも満たす建物であり、新規で建物を建設する場合はMEMの承認のもと省エネ計画を策定しなければならない。

- i. 設置している変圧器の累積容量が 1,000 kW 又は 1,175 kVA 以上である建物
- ii. 2,000 万 MJ のボイラー熱を使用又は石油換算で 478 トン／年以上のエネルギーを使用している建物
- iii. 建物の延べ床面積が 2 万平方メートル以上の建物

指定建物は、MEMの指示で省エネ管理者・担当者の割当て、建物内での省エネ担当部署の設置、建物内のエネルギー使用量の検査の実施及び検査に基づき結果報告書のMEMへの毎年の提出、外部検査がある場合は関連情報の提供、関連セクターの社会的・環境的影響に関するモニタリング、検査にかかる費用を負担することなどが求められている。指定建物のうち公共建物は表 3-29 の要件のもとで省エネを実施する。

表 3-29 ラオスの建物における省エネ対策

建物	MEMの規格、技術、規制に沿った照明システムの設計
	国内外規格に準拠した高効率な照明器具の設置・使用
	公共建物への自動制御システムの設置
	公共建物の照明システムの定期的なメンテナンス
	公共建物の照明システムに対して、適切な再生可能エネルギー源を利用。

3) 運輸交通

運輸交通分野における省エネ施策は表 3-30 のとおりである。

表 3-30 ラオスの運輸交通における省エネ対策

交通	公共交通機関の改善と利用促進
	エネルギー効率を高めるための、車両の改善と適切な交通経路の管理
	エネルギー消費量削減のための、車両整備に関する規制の策定と実施
	技術やエネルギー管理の活用
	省エネと効率化の特定と実施

また、ラオス政府は下記に挙げる取組みを促進するとしている。

- i. 運輸交通インフラの改善を通じて、効果的な輸送システムの開発を推進
- ii. 代替輸送手段（燃料電池、水素やEV）の推進と開発及び公共交通機関の利用促進
- iii. バイオ燃料、燃料電池、水素や電気などの環境にやさしいエネルギーの利用促進

これらを実施するために、各省で取り組むべき施策を示している。

- i. MPWT :
 - ✓ 効果的でエネルギー消費の少ない車両の管理に関連する規制の策定

- ✓ 輸送におけるエネルギー効率と省エネ基準の適用
 - ✓ 関連セクターと協力し、車両のエネルギー効率に関する基準、ライセンスの発行
 - ✓ 輸送事業者に対する車両のエネルギー使用の改善の提案
 - ✓ 公共交通システム、特に鉄道システムの使用へのさらなる投資の奨励
 - ✓ 車両の定期的な点検
- ii. MOIC :
- ✓ 車両の使用に関連する基準、技術に準拠するよう、車両の生産と輸入を管理
- iii. MST (当時) :
- ✓ 関連当局やセクターと協力し、車両のエネルギー効率と環境への配慮に関する国家基準を定義

4) 動力・電力設備

動力・電力設備における省エネ施策は表 3-31 のとおりである。エネルギー使用を最小限に抑えるためのエネルギー性能基準は、5年ごとに改訂する必要があるとしている。

表 3-31 ラオスの動力・電力設備における省エネ対策

動力・電力設備	エネルギー使用を最小限に抑えるための対策と基準を定め、実施する
	各設備に省エネラベルを添付する
	設備のエネルギー効率に関する情報を一般に普及させる

8. Strategy on Promotion of Clean Energy for Transport Sector-Plan for 2025, strategy for 2030, and vision for 2050 (2020)

2020年に策定された本政策を通じ、ラオス政府は全車両におけるEVのシェアを2025年までに14%⁵⁵、2030年までに30%、2050年までに50%とする目標を掲げている。電動二輪を含むEV促進のため、ガソリンスタンド、ショッピングセンター、オフィスビル等に200カ所の充電ステーションを設置し、EV利用者のためサービスセンターを整備する。また、2030年までに国内外の投資家による、ディーゼル40万L/日、ガソリン20万L/日を生産可能なバイオ燃料製造の開発を促進するとしている。加えて、渋滞解消とGHG削減のため公共交通機関の利用を促進していくことも述べている。本政策の実施により、年間10億ドル相当の化石燃料の輸入削減が可能となるとしている。これらの目標を達成するための行動計画は以下の通りである。

- ✓ ラオス国内で入手可能な再生可能エネルギーを利用した自動車に関する政策的枠組みを策定し、実施する。
- ✓ EVビジネスに対する輸入税や関税の引き下げ、電気料金や道路使用料の引き下げ、バッテリー充電の簡単な支払いシステムを導入するなど、経済的インセンティブを導入する。
- ✓ EV市場を拡大させ、EVサービスプロバイダー間の競争を促進する。

⁵⁵ No.2のResolution on endorsement and promulgation of Policy on EV Use (2021)において、2025年に1%と修正されている。

- ✓ 多くの人々に EV を身近に感じてもらい、興味を持ってもらうために啓発活動を行う。

9. Decree on Climate Change (2019)

各省庁における気候変動対策の上位に位置づく首相令である。この首相令では、国および地方レベルにおける、全セクターの開発政策、戦略、計画、プログラムやプロジェクトに気候変動に関する対策や適応戦略が組み込まれる必要性があるとしている。

GHG の削減及び気候変動問題への対策について、主に下記が示されている。

- ✓ 気候変動に関する情報発信
- ✓ 森林再生の促進、焼畑農業の減少による農業部門における GHG 排出量の削減
- ✓ 産業部門における環境に良い産業技術の開発と気候変動に強靱な産業インフラへのアクセス
- ✓ 再生可能エネルギーの開発と促進
- ✓ バイオ燃料等、環境に優しい代替エネルギーの研究、開発、促進
- ✓ 気候変動政策と規制の実施

10. National Green Growth Strategy of the Lao PDR (2018)

2018 年に策定された本戦略は、2020 年までに森林被覆率 70%を達成する等、各セクターにおける ET-CN 対策の行動計画を示している。産業分野では、省エネ、低炭素などの環境に優しい技術の推進、公共交通機関利用への転換を増加させるための公共交通機関サービスの改善、化石燃料の輸入と GHG 排出量削減のための再生可能エネルギーを使用した EV 等の促進などが含まれている。また、再生可能エネルギーの開発を加速させ、GHG 排出量の削減と省エネを推進するために調理用の薪や木炭などのバイオマスエネルギーの使用を削減しながら、ラオスの全世帯の電化率 98%を達成する目標を設定している。これらにおける具体的な戦略の例は以下の通りである。

- ✓ 副首相を委員長とし、関連省庁の大臣を委員とするグリーン成長国家運営委員会の設立。
- ✓ 国家経済研究所長を委員長、計画投資副大臣を副委員長、関連省庁の副大臣を委員とするラオス国家グリーン成長推進センターを設立する。
- ✓ 気候変動による自然災害による人命・財産の損失を減少させるため、早期警報システムをより効率的かつ効果的に改善する。
- ✓ 自然災害の被災者への救援を効率的、効果的、かつタイムリーに提供するために、国、州、県、村レベルでの緊急支援準備基金の設立と拡充を行う。
- ✓ 効率的、効果的、廃棄物の少ない、省エネ、クリーンで環境に優しいエネルギーを使用する先進的な技術を促進し、森林や土壌などの GHG 吸収源の保護と拡大を促進することによって GHG の排出を減らす経済成長を奨励する。
- ✓ 森林の持続可能な保護と利用に関する法律、規制、メカニズムを実施することにより、2020 年までに森林被覆率を国土面積の 70%まで増加させる。Law on Forest、Decree No. 95/PM on ceasing the export of timbers、Policy on the decrease of slash-and-burn cultivation practice など、森林の持続可能な保護と利用に関する多くの法律や規制、仕組みを策定する。

- ✓ 化石燃料の輸入と使用を減らし、GHG 排出量を削減するために、水力エネルギーや太陽エネルギーを利用した EV など、国内で利用可能なクリーンエネルギーを利用した輸送車両の生産、輸入、使用を促進する。
- ✓ 電力網（送電システム）を包括的に拡大し、国土のすべての地域との接続を確保し、国土の 98% の世帯の地方電化を実現する。
- ✓ 省エネルギー型の材料、生産設備、輸送車両、技術の使用を促進し、エネルギー浪費型の材料、生産設備、輸送車両、技術、テクノロジーの輸入を制限することにより、クリーンエネルギー利用効率と省エネ効率を高める。

11. Decree on Biodiesel (2016)

ラオスにおけるバイオ燃料の開発、生産、輸出入、使用および管理に関する原則、規制、基準を定義している。内容としては、バイオ燃料のための作物のプランテーション、バイオ燃料の生産技術の開発、国内外への投資、技術・能力開発、マーケティングや価格設定、ローンへのアクセス、製品の品質基準などを含む。

12. Regulation for Generic Standard on Clean Cookstove in Lao PDR (2015)

2015 年に MEM によって制定されたこの規制は、GHG 排出と省エネ、健康上のリスクの観点から家庭における調理用のバイオマス燃料（薪と木炭）の消費を減らし、調理用ストーブの使用を促進することを目的としている。環境に良い調理用ストーブの製造、製品のエネルギー効率及び商用利用に関する技術的なガイダンスと基準を示している。

13. Policy on Sustainable Hydropower Development (2015)

本政策の目的はラオスの持続可能な水力開発を促進することである。本政策では、水力発電開発におけるセクター間の調整、環境および社会への影響評価、プロジェクトの影響を受ける地域住民等への社会的保護、情報開示、ステークホルダーの調整、利益配分等、幅広い管理措置について概略を示している。

14. Climate Change Action Plan (2013)

本アクションプランは、Strategy on Climate Change of the Lao PDR (2010) を補完するために策定され、以下の表 3-32 に示すように各関連機関が取り組むべき優先度の高い戦略や対策が示されている。

表 3-32 ラオスの気候変動行動計画

優先事項	主要省庁
気候変動に関する活動計画・実施のための技術能力の確立と強化	MONRE 等関連省庁
気候変動に関する国の管理・調整	MONRE
気候変動戦略および行動計画の策定	MONRE 等関連省庁
気候変動に対応した財務管理の強化	Ministry of Finance, MONRE 等関連省庁

気候変動に強靱な農業の促進	MAF
気候変動に強靱な農業インフラの促進	MAF
農業分野における技術能力強化	MAF
気候変動に適応する技術の促進	MAF
適切な農業用土地利用の促進	MAF
気候変動に強靱な森林生産・森林エコシステムの推進	MAF, MONRE
森林分野における能力強化の推進	MAF
水資源情報システムの強化	MONRE
洪水マネジメント	MONRE
気候変動に強靱な流域・湿地管理	MONRE
気候変動に強靱な水資源インフラの促進	MONRE 等関連省庁
水資源分野における気候変動能力強化の促進	MONRE 等関連省庁
エネルギーと交通インフラの強靱化の促進	MEM 等関連省庁
気候変動に強靱な産業分野の促進	MOIC 等関連省庁
気候変動に強靱な都市開発の促進	MPWT
地方における気候変動に強靱な上水道システムの促進	MPH 等関連省庁
気候変動に適応する公衆衛生サービスの促進	MPH 等関連省庁
農業分野での GHG 排出管理	MAF 等関連省庁
森林管理の能力強化	MONRE, MAF
GHG 排出削減のためのクリーンエネルギーの促進	MEM 等関連省庁
都市部におけるカーボンマネジメントの促進	MPWT, MONRE 等関連省庁

15. Renewable Energy Development Strategy (2011)

本戦略では、2025年までに国のエネルギーミックスにおける再生可能エネルギーのシェアを30%に増やすことを目標とし、輸入化石燃料の10%をバイオ燃料に置き換えることを目標としている。公的および民間部門においてバイオ燃料、小型水力発電、太陽光、風力、バイオマス熱等の再生可能エネルギー、および運輸交通部門における代替燃料の開発の促進を挙げている。ただし、本戦略では農村電化を達成するためのエネルギーの自給自足とオフグリッド地域への接続に焦点を当てた再生可能エネルギーの開発に焦点を当てている。

16. Strategy on Climate Change of the Lao PDR (2010)

本戦略では GHG 排出量の削減を政府の優先事項の一つとみなし、国土の70%の森林被覆を達成するための焼畑農業の根絶などを含む、GHG の排出量の削減を加速するための方策を示している。具体的には、農村部の電化を強化することで家庭の調理時における薪の使用の削減、森林火災の管理、炭素クレジット市場への参加、再生可能エネルギーの開発、省エネに関する国民の意識の向上、低炭素な運輸交通の促進、クリーン開発メカニズム(CDM)の強化等が含まれている。なお、本戦略は No.1 の National Strategy on Climate Change

Management (2022) (ドラフト) にて改訂される予定である。

3.3.2.3 国際開発協力機関等による類似調査レビュー

ラオスの ET-CN 関連のプログラムを実施する主要ドナーは、Global Green Growth Institute (GGGI)、ニュージーランド (NZ) 政府、WB、USAID 等である。

GGGI は主に都市部の支援に注力しており、交通やエネルギー関連の支援が多い。2020 年からは産業部門の省エネ対策支援として、MOIC をカウンターパートとして、ラオスの主要産業である建設材料、衣料、食品加工の 3 部門におけるエネルギーデータ収集や省エネ投資の促進支援の他に 25 カ所の工場を対象にした簡易エネルギー診断を実施している。今後は、民生部門の省エネ支援について、Department of Housing and Urban Planning (DHUP) と協議を進めている。また、省エネ分野に関しては ESCO に関する教育等トレーニングを実施している。廃棄物分野では、韓国国際協力団 (KOICA) と共同でビエンチャンにおける固形廃棄物管理の戦略策定に携わった他にビエンチャンでは都市ごみ収集車の提供やコンポスト施設の設立を支援した。また、EV に関しては MPWT をカウンターパートとして従来型の車両に適用していた規制を EV にも適応するための支援を実施しており、例えば車検や車両登録などの法規制面、さらにプラグや充電ステーションの基準等について提言している。今後は国民の EV に対する意識向上戦略、EV 購入に関するファイナンス支援等を実施予定であり、車のディーラーや銀行と協議を進めている。

USAID では、MEM の DEEP をカウンターパートとし、EV 促進に関するプロジェクトやエネルギーセキュリティに関するプロジェクトを検討している。EV 促進に関するプロジェクトでは充電ステーションの規制基準のレビューや、充電ステーションの検査・認証、タリフデザインなどを支援する予定で、2022 年中の開始を目指している。エネルギーセキュリティプロジェクトは米ラオス包括的パートナーシップ (現在は米 ASEAN 経済フレームワーク) の一部として実施されているプロジェクトであり、MEM と EDL をカウンターパートとしてエネルギー計画の改善や EDL のキャパビルなどを実施予定であり、基本合意書 (MoU) 締結の協議中である。また、2021 年 3 月に終了した Clean Power Asia プログラムでは、エネルギー需要予測などを実施していた。Clean Power Asia の後続である Southeast Asia's Smart Power Program⁵⁶ という産業部門のエネルギー効率化等に関するプロジェクトを実施している。

NZ Laos Renewable Energy Facility では、2011 年に制定された Renewable Energy Development Strategy の改訂支援や EDL 職員に対するダム安全性に関するキャパシティビルディング、EDL や MEM への英語教育を実施している。今後のプロジェクトとして、MEM に対するダム安全性に関する技術的アドバイスや EDL に対する Power system operation の支援を予定しているほか、省エネでは、エネルギー消費データベースの構築やエネルギー管理士制度の設立支援を検討している。

ADB は EDL やラオス国全体の財政状況から、エネルギー分野における支援は近年限定

56 USAID Southeast Asia's Smart Power Program <https://www.usaid.gov/asia-regional/fact-sheets/usaid-southeast-asia-smart-power-program> 2022 年 7 月 16 日アクセス

的となっているものの、ナムトゥン 2 ダムの水力発電会社の支援や Greater Mekong Subregion Northern Power Transmission Project での送電線の強化、EV・省エネに関する政策支援、送電線強化プロジェクト、BRT 計画のもとで充電ステーションに関する支援などを実施している。

アメリカに本部を置く国際 NGO である Asia Foundation は、MEM に対して電力売電契約に関するアドバイスなどを行っている。また、太陽光発電の財務分析等を行うプロジェクトの実施を予定しているほか、オーストラリア大使館と協力し、エネルギートランジションに関する支援プログラムを検討している。⁵⁷

UNFCCC の下で設立された Climate Technology Centre & Network (CTCN) では、ラオスの Power to Gas (PtG) マスタープラン策定支援を 2022 年 3 月まで実施していた。実施機関は日本の公益財団法人地球環境センターである。ラオスでは、ガスのエネルギー利用がほとんど無く、従って、ガス関連の法規制やインフラも無いため商業的な水素や合成ガスの利用の計画が出来ない状況である。本事業では、これら課題を解決するために整備すべき事項について整理したマスタープランを提案している。⁵⁸

ドナー等の活動の他に、ラオスでは、UNFCCC の GCF (Green Climate Fund) を活用した緩和事業を 2 件実施している。ADB が認証機関となっている「グリーンリカバリープログラム」(No. FP156)⁵⁹及び GIZ が認証機関である「持続可能な森林管理プログラム」(No. FP117)⁶⁰である。前者は、COVID-19 後の経済復興を支援するために対象国の低炭素投資を活性化させることを目的とした融資制度であり、後者は REDD+実施のための環境整備を目的としたプログラムである。

表 3-33 に主な国際ドナーの活動を整理した。

57 本調査時点で詳細内容は不明である。

58 本調査時点でレポートは公開されていない。

59 ASEAN Catalytic Green Finance Facility (ACGF): Green Recovery Program <https://www.greenclimate.fund/project/fp156> 2022 年 8 月 3 日アクセス

60 Implementation of the Lao PDR Emission Reductions Programme through improved governance and sustainable forest landscape management <https://www.greenclimate.fund/project/fp117> 2022 年 8 月 3 日アクセス

表 3-33 国際ドナーのラオスでの ET-CN に資する協カプロジェクト

※下線のある斜体の記載は検討中のプロジェクト

エネルギー

ドナー	C/P	政策	規制	税制	資金調達	パイロット	キャパビ ル
USAID (Energy Security Project)	MEM EDL	・EV戦 略実施 のため のワー クプラ ン策定 支援	・配電グ リッドコ ードの開 発支援		・民間 向け1 mUSD グラン ト	・水力発 電での PVハイ ブリッド のプレ FS ・グリッ ド上での 再エネ貯 蔵技術の プレFS	・統合的 資源・レ ジリエン スの計画 立案支援 ・電力シ ステム計 画 ・MEM職 員内外調 整能力構 築支援 ・地域電 力網改善 のための 協議支援 ・地方電 化支援ツ ールの開 発 ・EDL技 術力向上 支援
GGGI	—	・特になし					
NZL REF	MEM EDL- Gen	・再エ ネ戦略 改訂支 援					・ダムセ ーフティ に関する アドバイ ス ・EDLの 電力シス テム管理 能力改善
GIZ	—	・特になし					
豪州、Asia Foundation	MEM	・エネ ルギー トラン ジショ ンに関 する支 援プロ グラム を提案					・PPAに おける法 務アドバ イス等
UNESCAP	—	・特になし					
UNFCCC CTCN	MEM	・PtG マスタ ープラ ン提案					

EV 促進

ドナー	C/P	政策	規制	税制	資金調達	パイロット	キャパビル
USAID	MEM	<ul style="list-style-type: none"> ・公共充電ステーションにおける戦略策定 ・EV 向け電気料金設計 ・政策／市場／プログラム設計 	<ul style="list-style-type: none"> ・充電ステーション規制基準レビュー ・充電ステーション検査・認証支援 				<ul style="list-style-type: none"> ・電気料金設計支援 ・EV 関連設備基準支援
GGGI	MPWT	<ul style="list-style-type: none"> ・輸入・車両登録・税制等における政策分析・提言 ・EV への転換政策提言 	<ul style="list-style-type: none"> ・充電プラグ・充電ステーション等の技術基準提言 ・車検、車両登録法整備 ・車両廃棄スキーム提案 		<ul style="list-style-type: none"> ・EV 向け優遇金利融資(200mUSD) 	<ul style="list-style-type: none"> ・二輪バッテリーシェアリングプレ (BBS) FS ・BBS 実証 	<ul style="list-style-type: none"> ・車検センターのトレーニング ・EV 認識向上
NZL REF	MEM	<ul style="list-style-type: none"> ・再エネ戦略の改訂 					
GIZ	—	<ul style="list-style-type: none"> ・現状で EV に関する協力プログラムは実施していない ・今後、WS を開催してラオスのニーズを把握する意向 					
Asia Foundation	—	<ul style="list-style-type: none"> ・特になし 					
UNESCAP	—	<ul style="list-style-type: none"> ・ラオス、ネパール等を対象とした EV に関する政策や戦略を実施中 ・ラオスでの具体的な活動は現時点でなし ・今後、Electric Mobility Initiative for Asia and the Pacific の立ち上げを検討中 					

省エネ

ドナー	C/P	政策	規制	税制	資金調達	パイロット	キャパビル
USAID	—	<ul style="list-style-type: none"> ・特になし 					
GGGI UNIDO	MOIC	<ul style="list-style-type: none"> ・官民ステアリングコミッティの設立 ・グリーン産業政 			<ul style="list-style-type: none"> ・簡易エネルギー診断を踏まえ 20-30mUSD の投資 	<ul style="list-style-type: none"> ・工場 25 か所を対象とした省エネ診断 	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギーマネジメントシステムのトレーニング

		策策定支援					・ESCOに関するトレーニング
NZL REF	MEM		・エネルギー管理士制度の構築				・大規模エネルギー消費者からのエネルギー消費データ収集支援 ・省エネ指標策定支援 ・エネルギー消費データベースの構築
GIZ	MOIC		・製品のエコラベル策定				
Asia Foundation	—	・特になし					
UNESCAP	—	・特になし					

3.3.3 ネパール

3.3.3.1 温室効果ガス排出量及びNDCの概要

ネパール政府による公式の最新のGHGインベントリは2021年に公表されたナショナルコミュニケーション第3版(NC3)⁶¹に示されている2011年のGHGインベントリである。それによると、GHG排出量の合計は2011年に4,520万tCO₂eであり、エネルギーセクターが33%、IPPUが1%、農林業・その他土地利用が64%、廃棄物が2%を占めている(図3-21)。GHG排出量から森林等によるGHG吸収量を差し引いた場合の正味のGHG排出量は2,820万tCO₂eである。なお、インベントリの対象としているGHGはIPCCが定める7つのGHGのうちCO₂、CH₄、N₂O、HFCs、PFCs、SF₆である。NC3では、各サブセクターのGHG排出量についても整理しており、GHG排出量の大きな上位5つ項目で3,820万tCO₂e(GHG排出量の約84%)に達している(表3-34)。ネパールにおけるGHG排出の特徴としては、5分の3程度が農林業・その他土地利用セクターから排出されていることである。上位5つのうち3つの項目が農林業・その他土地利用に関する項目であり、残り2つはエネルギーセクターでのバイオマスの利用によるメタンの排出とレンガ製造におけるCO₂の排出である。しかし、公式のGHGインベントリは2011年時点のものと古く、ネパールでは近年の自動車台数の急増による運輸交通部門からのCO₂排出量の増加や2015年の地震後の復興における建設資材産業からのCO₂排出量の増加が見られる(図3-22 図3-23)。

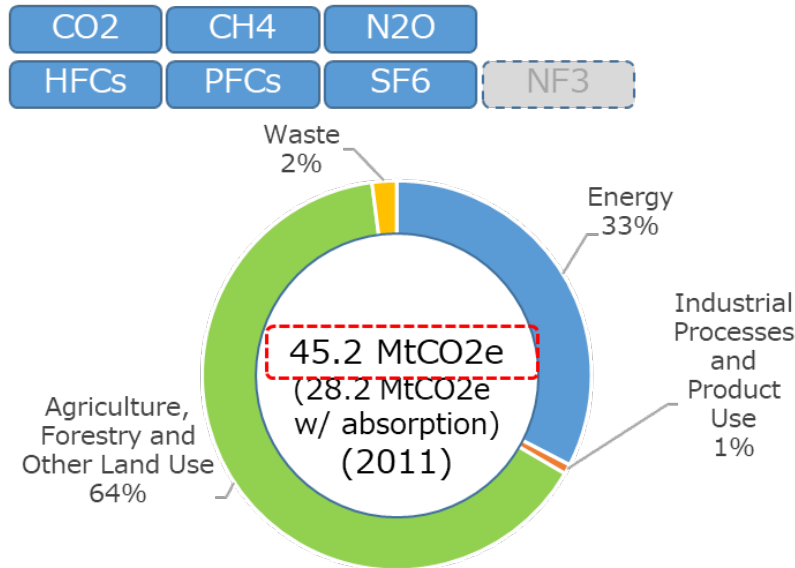


図 3-21 ネパールの GHG インベントリ(2011)⁶²

⁶¹National communication (NC3) (Ministry of Forest and Environment, 2021) https://unfccc.int/sites/default/files/resource/TNC%20Nepal_Final_v2.pdf 2022年7月16日アクセス

⁶² NC3を元にパシフィックコンサルタンツが作成。

表 3-34 ネパールのサブセクターごとの GHG 排出量 ⁶³

Sector	Sub-sector		ktCO2e
Energy	Fuel Combustion	-Energy Industries	2.38
		-Manufacturing and Construction	2,256.2
		-Transport	1,739.5
		-Others (e.g., non-CO2 from biomass combustion in other sector)	10,753.5
Industrial Processes and Product Use	Mineral industries	-Cement Production	350.2
		Non-energy products from fuels and solvent use	5.2
	Product uses as substitutes for ozone depleting substances		13.0
Agriculture, Forestry, and Other Land Use (AFOLU)	Livestock	-Enteric Fermentation	16,218.5
		-Manure Management	1,446.6
	Land	-Forest Land	-17,077.8
		-Non-forest land	35.4
	Aggregate sources and non-CO2 emissions sources on land	-Rice cultivations	3,974.9
	-Other (e.g., indirect N2O from manure management)	7,524.7	
Waste	Solid Waste Disposal	Biological Treatment of Solid Waste	4.5
		Open burning of Waste	12.7
		Wastewater Treatment and Discharge	644.8
			261.6

※GHG 排出量における主なタイプとして、黒：CO₂、赤：CH₄、青：N₂O、緑：HFCs を示している。
 ※GHG 排出量におけるマイナス (-) は、GHG 吸収量を示している。
 ※黄色ハイライトは GHG 排出量の多い上位 5 つを示している。

5 Major Emission category

Sector	Key emission category	ktCO2e	
AFOLU	Enteric Fermentation	16,218.5	CH ₄
Energy	Non-CO ₂ from biomass combustion in other sector	10,753.5	CH ₄
AFOLU	Indirect N ₂ O from manure management	5,760.3	N ₂ O
AFOLU	Rice Cultivation	3,974.6	CH ₄
Energy	Brick manufacturing	1,493.3	CO ₂

63 ネパールの NC3 を元にパシフィックコンサルタンツが作成。

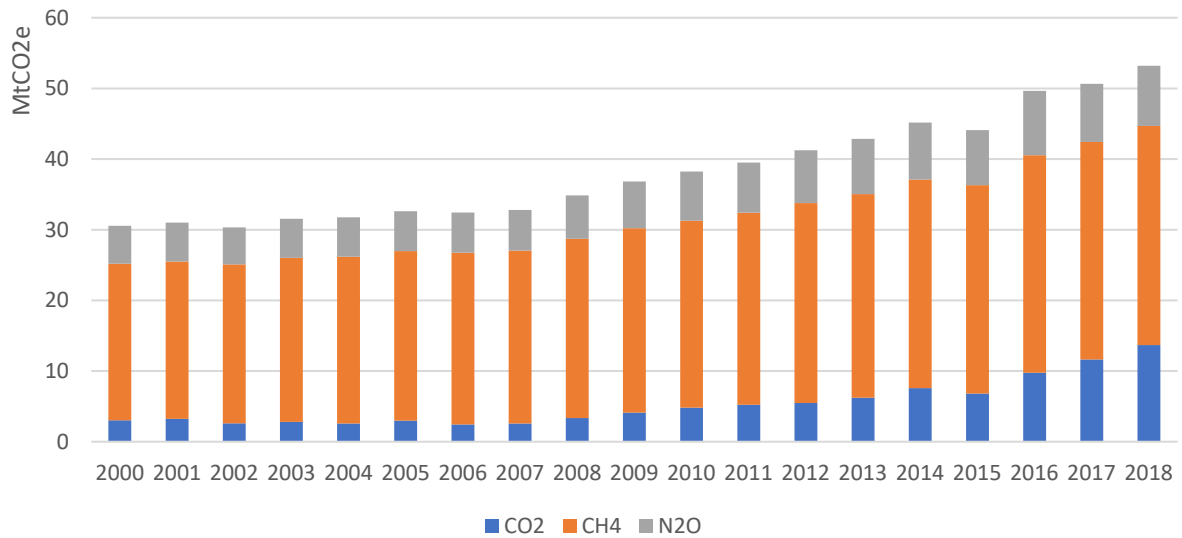
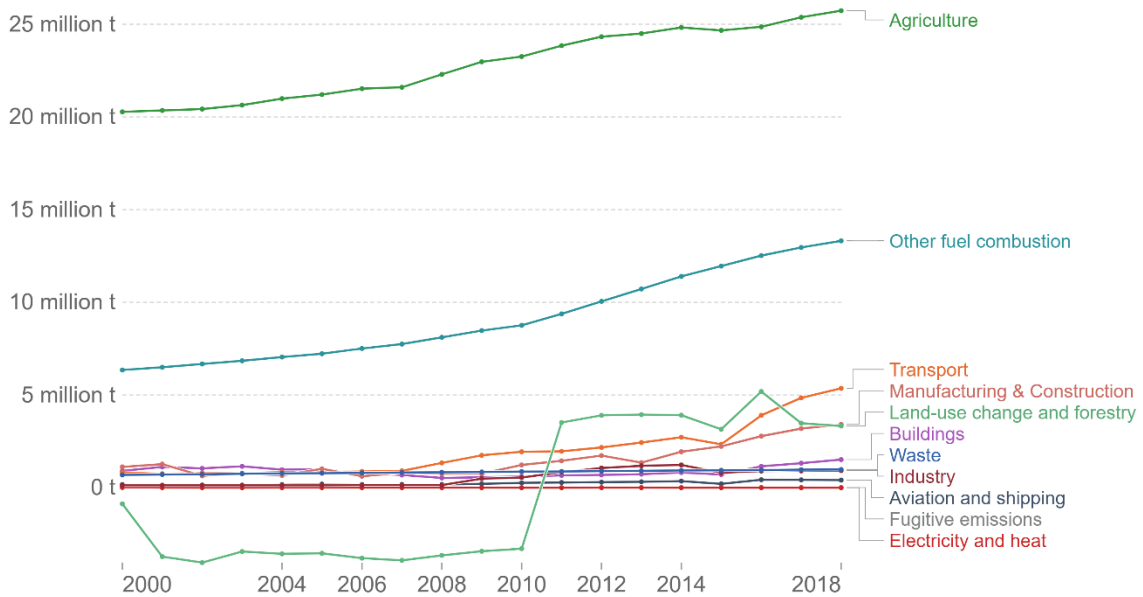


図 3-22 ネパールにおける GHG 排出量の経年変化 (2000-2018) ⁶⁴

Greenhouse gas emissions by sector, Nepal

Emissions are measured in carbon dioxide equivalents (CO₂eq). This means non-CO₂ gases are weighted by the amount of warming they cause over a 100-year timescale.



Source: CAIT Climate Data Explorer via Climate Watch

OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY

Note: Greenhouse gases are weighted by their global warming potential value (GWP100). GWP100 measures the relative warming impact of one molecule of a greenhouse gas, relative to carbon dioxide, over 100 years.

図 3-23 ネパールのセクター別 GHG 排出量 ⁶⁵

⁶⁴ Hannah Ritchie, Max Roser and Pablo Rosado (2020) - "CO₂ and Greenhouse Gas Emissions". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions' [Online Resource] を元に PCKK 作成。

⁶⁵ Hannah Ritchie, Max Roser and Pablo Rosado (2020) - "CO₂ and Greenhouse Gas Emissions". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions' [Online Resource]

ネパールは、2020年に改訂版 NDC(NDC2)⁶⁶を示しており、エネルギー、農林業及びその他土地利用と廃棄物セクターでの緩和対策と目標を示している（表 3-35）。それによると、自国の努力による緩和対策としては水力発電などの再生可能エネルギー5,000MWの開発が掲げられている。一方で、国際支援の下では同再生可能エネルギー8,600MWの開発やEV普及、電気調理器の普及、森林被覆面積の回復や REDD+、廃棄物・廃水処理の改善が挙げられている。

表 3-35 ネパールの NDC2 における GHG 排出削減対策⁶⁷

Sector	Mitigation Target (2021-2030)	Target Unconditional (left), Conditional (right)	
Energy	By 2030, expand clean energy from 1,400MW to 15,000MW (5-10%: micro-hydro, solar, wind, bio-energy)	5,000 MW	8,600 MW
	By 2030, 15% of the total energy demand is supplied from clean energy sources	-	-
	By 2025, 25% of private vehicle, 20% of public vehicle sales is EV	-	▼253 ktCO2 in 2025
	By 2030, 90% of private vehicle, 60% of public vehicle sales is EV	-	▼1,021ktCO2 in 2030
	By 2030, develop 200km electric rail network	-	200km rail
	By 2030, 25% households uses electric stove for cooking	-	▼225 ktCO2 in 2025
	By 2025, install 500,000 improved cookstoves in rural areas	-	▼465 ktCO2 in 2030
	By 2025, install 200,000 household biogas plants and 500 large scale biogas plants (institutional/industrial/municipal/community)	-	
Agriculture, forestry and land use	By 2030, maintain 45% forest cover	-	45%
	By 2030, manage 50% of Tarai and Inner Tarai forests*, 25% of middle hills and mountain	-	-

66 Second Nationally Determined Contribution (NDC) (Government of Nepal, 2020) <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Second%20Nationally%20Determined%20Contribution%20%28NDC%29%20-%202020.pdf> 2022年7月16日アクセス

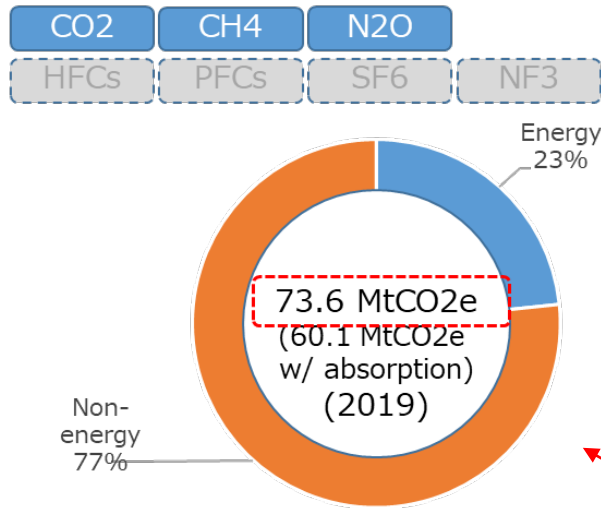
67 ネパールの NDC2 を元にパシフィックコンサルタンツが作成。

	forests sustainability, including through the use of funding from REDD+ initiative		
Waste	By 2030, treat 380 million litres/day of wastewater before being discharged, and manage 60,000 m ³ /y of faecal sludge.	-	300 million/d of wastewater 60,000 m ³ /y of faecal sludge ▼258 ktCO ₂

ネパールは、NDC の他に 2050 年までのネットゼロ戦略である”Nepal’s Long-Term Strategy for Net-zero Emissions” (NLTS) ⁶⁸を策定している。同戦略では、LEAP ⁶⁹を用いて計算した 2019 年の GHG 排出量を起点として、2050 年までの CO₂ 排出量を予測している。また、”With Existing Measures”(WEM:既存の緩和対策)と”With Additional Measures”(WAM:追加的な緩和対策)ごとに CO₂ 排出量の径路を予測している (CH₄ と N₂O は考慮していない)。それら予測によると、2019 年の CO₂ 排出量 2,300 万 tCO₂ は、リファレンスシナリオでは 2030 年に 4,200 万 tCO₂、2050 年に 7,900 万 tCO₂ (うち、エネルギー分野からの排出が 54%を占める)まで増加するが、WEM シナリオでは 2030 年に 1,500 万 tCO₂、2050 年に 2,900 万 tCO₂ まで抑制することが可能としており、WAM シナリオでは 2030 年に 400 万 tCO₂、2045 年にネットゼロ、2050 年には-600 万 tCO₂ とネットネガティブになる (図 3-25)。WAM シナリオにおいて、国の目標である 2045 年ネットゼロを達成することが可能であるとされていることから、実際に 2045 年ネットゼロを達成するには WAM シナリオで考慮されている緩和対策の積極的な実施を検討することが有効である。WAM シナリオでのセクターごとの緩和対策を表 3-36 に整理した。

⁶⁸ Nepal’s Long-Term Strategy for Net-zero Emissions” (Government of Nepal, 2021) <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/NepalLTLEDS.pdf> 2022 年 7 月 16 日アクセス

⁶⁹ Low Emission Analysis Platform (旧 Long-range Energy Alternatives Planning System) は、ストックホルム環境研究所が開発したエネルギーと緩和計画のためのツール。



Sector	Sub-sector	CH4	N2O	CO2	ktCO ₂ e
Energy	Residential	0.41	3.57	2.09	6.07
	Transport	0.40	0.01	4.73	5.15
	Industrial	0.02	0.02	4.45	4.49
	Commercial	0.01	0.13	0.54	0.69
	Agriculture	0.01	0.00	0.78	0.78
Non-Energy	IPPU	0.00	0.00	1.87	1.87
	Agriculture	1.39	26.3	0.17	27.86
	Waste	0.00	4.73	0.00	4.73
	LULUCF (emissions)	0.00	0.00	21.93	21.93
LULUCF	Removals	0.00	0.00	-13.5	-13.5

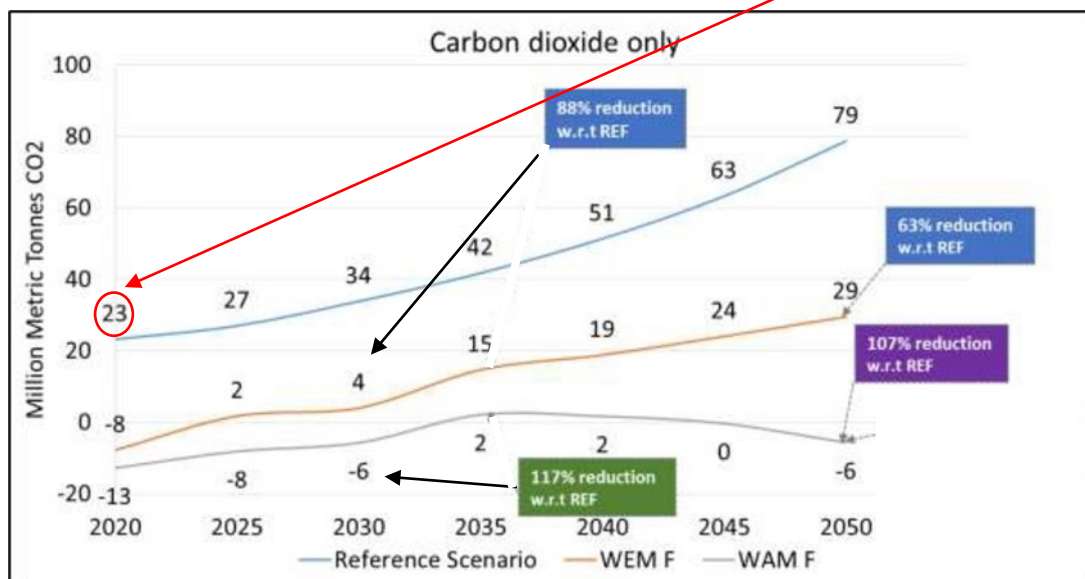
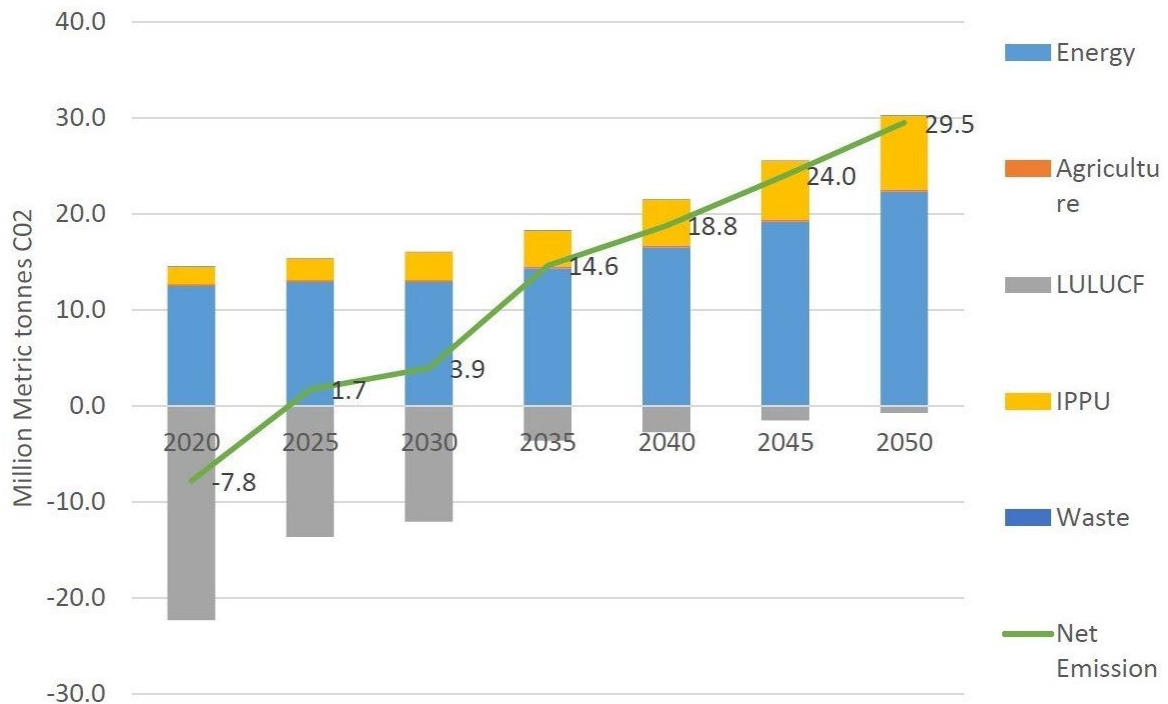
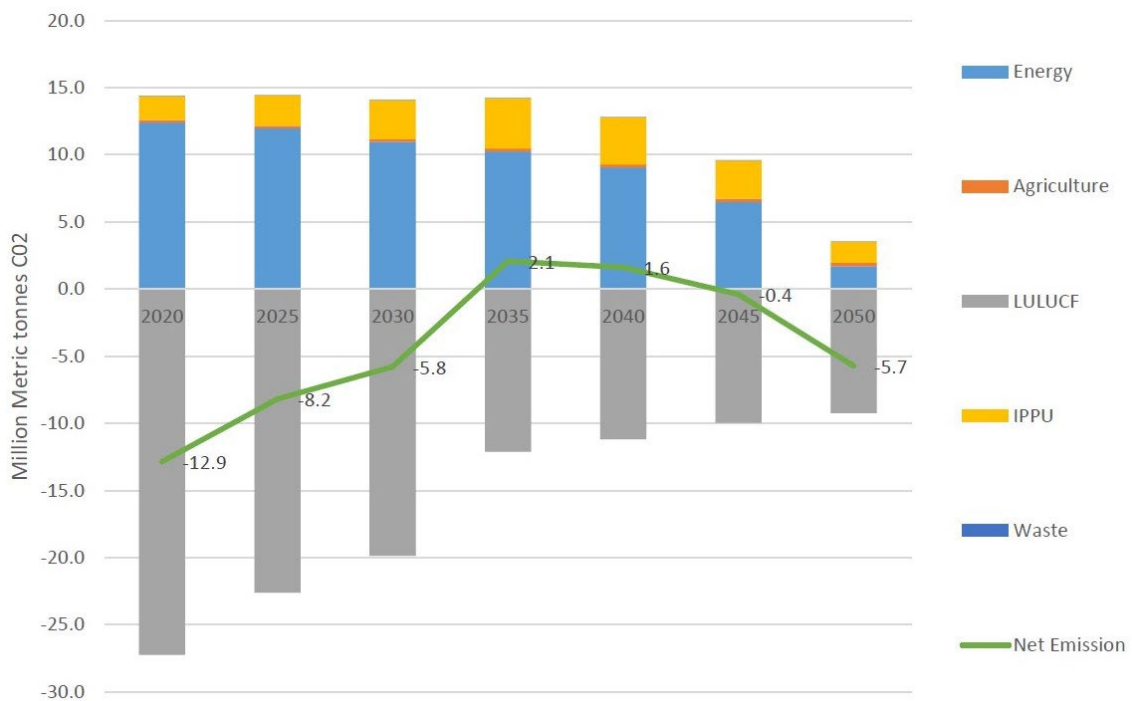


図 3-24 ネパールの NLTS における 2050 年までの CO₂ 排出予測⁷⁰

⁷⁰ NLTS を元にパンフィックコンサルタンツが作成。



WEMシナリオでのCO2排出経路



WAMシナリオでのCO2排出経路

図 3-25 ネパールのNLTSにおけるWEM(上段)／WAM(下段)シナリオのCO2排出経路⁷¹

71 Nepal's Long-Term Strategy for Net-zero Emissions" (Government of Nepal, 2021) <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/NepalLTLEDS.pdf> 2022年7月16日アクセス

表 3-36 ネパールの NLTS における緩和対策 ⁷²

セクター	サブセクター	緩和対策	WAM シナリオでのマイルストーン
エネルギー	発電	<ul style="list-style-type: none"> 水力発電の開発 再エネの開発と電力系統への統合 分散型エネルギー資源の規模拡大 地域電力セクターの統合とグリッドの柔軟性に関する政策の策定 	<ul style="list-style-type: none"> 2050 年までに、水力発電 50GW、グリッド接続の太陽光発電 2.1GW、オフグリッド再エネ 1.1GW
	民生	<ul style="list-style-type: none"> 都市部での最終消費者向けサービスの電化 農村部でのクリーン調理器具の促進 農村部での調理、暖房、給湯、照明の電化 最終消費者向けサービスでの効率的な技術の促進 	<ul style="list-style-type: none"> 2030 年に 1.7 MtCO_{2e}、2050 年に 4.45 MtCO_{2e} の削減
	産業	<ul style="list-style-type: none"> 効率的でクリーンな生産技術の拡大 全産業におけるプロセス熱、ボイラー、動力の電化 レンガ窯から改良型レンガ窯への置換（ジグザグキルン、電気トンネルキルン） セメント産業での CCUS の導入 熱プロセスでのグリーン燃料（電気、廃棄物、水素）の導入 重工業（金属、セメント、レンガ）でのプロセス熱での電気技術の導入 	<ul style="list-style-type: none"> 2030 年に 3.3 MtCO_{2e}、2050 年に 19.8 MtCO_{2e} の削減
	運輸交通	<ul style="list-style-type: none"> 大量旅客輸送の電動化の推進 クリーン燃料への転換（電気、燃料電池、合成燃料、バイオ燃料） 貨物輸送の電化 充電スタンドの設置拡大 	<ul style="list-style-type: none"> 2030 年に 2.1 MtCO_{2e}、2050 年に 19.5 MtCO_{2e} の削減
	商業	<ul style="list-style-type: none"> 全商業部門での完全電化の達成 	<ul style="list-style-type: none"> 2030 年に 1.2 MtCO₂ の削減
	農業	<ul style="list-style-type: none"> 農業、揚水設備の電化 太陽光発電を利用したポンプの推進 	<ul style="list-style-type: none"> 2030 年に 0.4 MtCO_{2e}、2050 年に 2.8 MtCO_{2e} の削減
農業	発酵	<ul style="list-style-type: none"> GHG を考慮した遺伝子の選択と育種 飼料配合の最適化 	<ul style="list-style-type: none"> 2030 年に 0.4 MtCO_{2e}、2050 年に

⁷² NLTS を元にパンフィックコンサルタンツが作成。

		<ul style="list-style-type: none"> 動物用飼料添加物の使用 消化率向上のための飼料穀物加工の利用 動物の健康モニタリングと疾病予防の改善 家畜の生産効率向上技術の改善 	2.8 MtCO ₂ e の削減
	土 壤 管 理	<ul style="list-style-type: none"> 嫌気性糞尿処理の促進 家畜の栄養塩の有効利用 牧草への硝化防止剤の適用 家畜の生産効率向上技術の促進 	<ul style="list-style-type: none"> 2030 年 に 0.12 MtCO₂e、2050 年に 0.5 MtCO₂e の削減
	栄 養 / 糞 尿 管 理	<ul style="list-style-type: none"> 水田の水管理の改善 稲作での乾式直播栽培の普及 稲わら管理の改善 稲の最適品種選択の推進 水稻施肥の改善 低耕起、不耕起栽培の拡大 窒素の過剰施肥の削減 可変量施肥の推進 窒素固定ローテーションの実施 施肥時期の改善 放出制御型肥料及び安定化肥料の利用 	<ul style="list-style-type: none"> 2030 年 に 1.5 MtCO₂e、2050 年に 6.5 MtCO₂e の削減
	家 畜 管 理	<ul style="list-style-type: none"> メタン回収 焼却処理の増加 	<ul style="list-style-type: none"> 2030 年 に 1.4 MtCO₂e、2050 年に 6.4 MtCO₂e の削減
林業	森 林 減 少 対 策	<ul style="list-style-type: none"> 土地被覆の転換を防止する 植林の促進 民間林業の推進 	<ul style="list-style-type: none"> 2030 年までに森林劣化をゼロとする 植林による吸収量を 2 倍にする。
	森 林 劣 化 対 策	<ul style="list-style-type: none"> 火災や違法伐採等による劣化の軽減 非持続的な放牧の削減 調理、暖房のための代替エネルギーの利用促進 	<ul style="list-style-type: none"> 2030 年までに森林破壊を 90%削減、森林火災を 75%削減する
	木 材 の 活 用	<ul style="list-style-type: none"> 収穫した木材の利用促進 木製品を生産する農林業の推進 伐採技術の向上 木材技術（複合材など）の促進 	<ul style="list-style-type: none"> 木材製品を自給自足する
	統 合 的 シ ス テ ム	<ul style="list-style-type: none"> 開発とインフラ整備の両立 開発により減少した森林地の補償 	<ul style="list-style-type: none"> 森林損失と増加の目標を補完する

	ムの採用		
	持続的な森林管理	<ul style="list-style-type: none"> 指令やガイドラインの策定 森林の成長を促進するシステムの実施 持続可能な森林管理の推進 	<ul style="list-style-type: none"> 2030年から2050年にかけてテライ地域の森林の75%、中山間地の森林の75%を整備する
	森林の研究開発	<ul style="list-style-type: none"> 森林統計等の情報処理のための能力開発 GHG排出に関する観測体制の整備 森林ベースラインデータの強化 	<ul style="list-style-type: none"> 毎年の土壌被覆率変化に関する統計の作成 森林の排出関連情報の強化
廃棄物	WtEの促進	<ul style="list-style-type: none"> 埋立地からのメタン回収 廃棄物焼却熱利用・発電 排水の嫌気性処理からのメタン利用 	<ul style="list-style-type: none"> 2030年に1.6 MtCO₂e、2050年に5.7 MtCO₂eの削減

3.3.3.2 政策枠組み・制度

ネパールは、水力やバイオマスといったエネルギー資源を豊富に有している一方で、過去20年間の急速な人口増加、経済発展、モータリゼーションによって化石燃料の輸入への依存が増大している。化石燃料輸入は政府の財政を圧迫するだけでなく、GHG排出量を増大させているため、ネパール政府はET-CNへの取組を通じた2045年のネットゼロ目標を達成するための政策および規制の枠組みの開発に取り組んでいる。主要政策のうち、ET-CNに関連する政策は以下のとおりである。

表 3-37 ネパールのET-CNに資する政策枠組み・制度(時系列)⁷³

No.	政策／規制	発行年	発行機関	ET/CTとの関連性
1	Budget Speech of Fiscal Year 2022/23	2022	MoF	再エネ、省エネの取組やEV促進、水素エネルギー利用などについての予算方針
2	Environment Friendly Local Government Framework	2021	MoFAGA	気候変動対策を含む地方自治体の環境政策のフレーム
3	Industrial Enterprises Act	2020	MoICS	産業部門のGHG排出削減
4	Environment Protection Regulation	2020	MoEF	GHG排出削減、EV促進、省エネ

⁷³ ネパールの各省ウェブサイトやヒアリングを踏まえてパシフィックコンサルタンツが作成。

5	National Environment Policy	2019	MoFE	GHG 排出削減、バイオマス利用削減、EV 促進、電化、省エネ
6	Environment Protection Act	2019	MoFE	GHG 排出削減
7	National Climate Change Policy	2019	MoFE	GHG 排出削減、電化、EV 促進、森林管理
8	The Fifteenth Plan (Fiscal Year 2019/20 – 2023/24)	2019	NPC	GHG 排出削減、再生可能エネルギー普及、バイオマス利用削減、EV 促進、電化、省エネ
9	White paper on energy and water	2018	MoEWRI	再生可能エネルギー普及等
10	Nepal National REDD + Strategy (2018 -2022)	2018	MoFE	再生可能エネルギー普及、電化、バイオガス、電気調理器普及
11	National Energy Efficiency Strategy	2018	MoEWRI	省エネ、エネルギー効率化
12	The Biomass Energy Strategy	2017	MoPE (当時)	持続可能なバイオマス利用促進
13	National Urban Development Strategy	2017	MoUD	再生可能エネルギー普及等
14	Renewable Energy Subsidy Policy	2016	MoPE (当時)	再生可能エネルギー普及
15	Constitution of Nepal	2015	Government of Nepal	再生可能エネルギー普及
16	Agriculture Development Strategy (2015-2035)	2015	Ministry of Agricultural Development (当時)	農村電化、再生可能エネルギー普及、バイオガス利用普及
17	Nepal Sustainable Development Goals Status and Roadmap: 2016 -2030	2015	NPC	再生可能エネルギー普及等

各施策の概要は以下のとおり。

1. Budget Speech of Fiscal Year 2022/23 (2022)

財務省は 2022 年 5 月 29 日に 2023 年度の政府予算⁷⁴に関するスピーチを行っている。その中で 10 項目の優先事項を挙げており、農業改革、インフラ開発や電力インフラの拡張などが挙げられている。

ET-CN 関連で注目すべき方針については以下のとおり。

⁷⁴ ネパールの会計年度は 7 月 15 日から翌年 7 月 14 日までである。

- ✓ グリーン水素及びグリーンアンモニア技術を利用した化学肥料工場を設立するためのイニシアティブを策定する
- ✓ 政府が主導する大規模インフラプロジェクトではグリーンボンドを活用する
- ✓ カトマンズ地下鉄の FS を実施する
- ✓ エネルギー消費計画を策定し、一人当たりの年間電力消費量を 400kWh とする
- ✓ 小水力や太陽光発電などの再生可能エネルギーを活用し、オフグリッドの 25,000 世帯に電力を供給する
- ✓ 水力発電プロジェクトの 50% 以上で貯水池式を選択する
- ✓ NEA は国内 50 カ所で EV の充電ステーションを運営する
- ✓ 民間の給油所での充電ステーションの併設を奨励する
- ✓ レンガ産業でのエネルギー源を電気に置換していく
- ✓ LPG の消費を削減するため、LPG への補助金を段階的に削減し、電力への補助金を増額していく
- ✓ 水素エネルギーを商業利用するために必要な作業を開始する。
- ✓ 新規 EV 組立工場など EV 関連産業には所得税の 40% を 5 年間免除する
- ✓ 電動三輪や二輪の部品の輸入関税を 1% とする

2. Environment Friendly Local Government Framework (2021)

MoFAGA により策定された本フレームワークは、地方自治体での環境政策を促進し、環境にやさしい社会を構築することにある。主な目的は下記に示す 4 点である。

- ✓ 地域の計画プロセスにおける環境保護、衛生、廃棄物管理、生物多様性の保護、気候変動への適応、災害管理の主流化と地域化
- ✓ 気候変動への適応、災害管理、環境保護、廃棄物管理の分野における家庭レベルの責任や役割等の明確化
- ✓ 肯定的なフィードバックを通じた地域コミュニティや家庭での環境的に持続可能な開発への奨励
- ✓ 環境保護と持続可能な開発における関係者間の協力

自治体による環境政策の実施に対して指標を設定しており、それらにはクリーンエネルギーの利用、電気コンロの利用、水源の管理や廃棄物の削減などが挙げられている。

3. Industrial Enterprises Act (2010)

産業部門は初期環境調査を実施し、環境影響を軽減するための行動を取らなければならないとしている。

4. Environment Protection Regulation (2020)

本規制では、GHG 排出量を削減するため、クリーンエネルギー、EV、省エネ技術について優先的に取り組むことを示している。対象セクターは、エネルギー、産業、森林、土地利用、廃棄物であり、GHG 排出量を削減するための方策が示されている。また政府機関、団体、民間企業が GHG 排出量を削減した場合、政府等を通じて国内外の炭素市場でクレジット

トを売却することについても述べられている。

5. National Environment Policy (2019)

本政策は、家庭、産業、商業等の各部門における廃棄物管理や、緑地面積の拡大を通じた環境汚染の削減・防止を図ることを目的としている。具体的には、バイオマスエネルギー、太陽熱調理器、電気コンロ、改良型調理コンロなどの使用により、家庭からの GHG 排出削減を目指すとしている。また、エネルギー効率の高い建物を促進することも目的としている。さらに本政策では、ネパールのクリーンエネルギー促進のため、EV、ハイブリッド車、水素燃料車など、化石燃料車に代替する自動車の普及や、エコ・ラベリング認証を受けた商品の消費促進にも重点を置いている。加えて、バイオエネルギーや有機肥料の利用を促進するために地域レベルでのバイオガスプラントの建設の促進や、化石燃料を消費する自動車からの GHG 排出量を削減するために自転車専用レーンや歩道インフラの整備促進や EV の普及促進を中心とした再生可能エネルギー利用にも注力する。なお、本政策は 5 年ごとに更新される予定である。

6. Environment Protection Act (2019)

汚染物質を排出する開発事業や商業活動全般において、実施者が対応すべき環境報告書の提出などについて定めている。その中で、中央・地方政府が実施する開発プロジェクトにおける GHG 排出削減対策についても示しており、定期的な GHG 排出量の算定に関する省からの情報の提供に関する規定や必要に応じて政府が算定を行い、影響を判断することなどが定められている。また、政府は、他国政府や民間部門と確立されている炭素取引市場に参加することが可能であるとしている。

7. National Climate Change Policy (2019)

緩和について、ブラックカーボンや GHG 排出を削減するための技術開発の推進が示されている。資金面では、REDD+、GCF、地球環境ファシリティ、適応基金、気候投資基金(CIF)、炭素取引など、二国間・多国間の国際金融メカニズムを通じて資金を獲得し、そのうち 80% 以上を地方レベルでのプログラム実施に使用するとしている。民間資金については、グリーンボンドや炭素取引の活用を推奨している。また MoFE は、Low Carbon Economic Development Strategy と National Strategy for Carbon Trade を策定することとしている。

各セクターでの緩和関連の主な政策は下記のとおり。

- ✓ 農業：効率的な灌漑技術の利用。未耕作地でのアグロフォレストリーの促進。農産物の生産、収集、加工、貯蔵の過程と畜産において、低炭素化を促進し、省エネ技術の促進。
- ✓ 森林：持続可能な森林管理の採用による GHG 固定能力の強化。傾斜地や低品質森林地帯でのアグロフォレストリーの促進。REDD+や CDM による資金の獲得。
- ✓ 水資源・エネルギー：水資源のカスケード利用や再生可能エネルギーの促進により、水とエネルギーの安全保障を確保する。
- ✓ 地方・都市開発：開発計画に低炭素技術を組み込む。

- ✓ 産業・運輸交通・インフラ: 産業及び運輸交通部門での緩和基準の策定と排出源の特定。省エネ技術の適用と電力消費の促進。EV の促進。CSR 活動を通じた民間部門での GHG 排出削減の奨励。一定の使用年数が経過した車両の段階的な廃止。
- ✓ 観光: 再生可能エネルギーと省エネ技術の利用により観光地での排出ゼロを目指す。
- ✓ 廃棄物: 家庭で発生する廃棄物を分別し、生分解性の廃棄物は、家庭レベルで代替エネルギーとしての利用を奨励。

8. The Fifteenth Plan (Fiscal Year 2019/20 – 2023/24) (2019)

社会経済開発の 5 か年計画であり、各省庁の政策の基礎となる上位計画に当たる。そのビジョンでは、急速かつ均衡のとれた経済発展、繁栄、良好な統治、国民の幸福の実現を掲げている。また、本計画では、ネパールを 2022 年までに後発開発途上国から発展途上国へと移行し、2030 年までに SDGs の達成を通じて中所得国の水準に引き上げることを目的としている。

本計画での、エネルギー分野における具体的な目標値は以下の通りである。

- ✓ 水力発電の容量を 5,000MW まで増加させる。
- ✓ 100%の電化率を達成する。
- ✓ 総エネルギー消費量に占める再生可能エネルギーの割合を 7%から 12%に増やす。
- ✓ 66kV 以上の送電線の総延長を 8,000km、33kV の送電線の総延長を 7,300km、11kV の送電線の総延長を 43,352km に延伸する。
- ✓ 炭素取引での収入獲得のため、合計 500 基の大規模バイオガспラントを設置し、LPG の輸入を 4 万トン削減する。
- ✓ 2018~19 年度に 33MW であった太陽光発電を 2024 年末までに 160MW まで増強する。

運輸・交通部門では以下の目標を設定している。

- ✓ 環境に配慮した持続可能な自動車の利用を促進する。
- ✓ 自動車試験施設を設立し、自動車の排ガスを測定する。
- ✓ EV の推進に重点を置く。

産業部門では、グリーン成長のコンセプトの下でクリーンエネルギーの利用を促進していくとしている。

民生部門では、配電システムを効率的かつ信頼性の高いものとしエネルギー効率を高めるとともに、電力へのアクセスを拡大することで電力消費量を増加させるとし、下記の目標を挙げている。

- ✓ 化石燃料を水力発電で代替し、「無煙キッチン」コンセプトを実現する。
- ✓ 調理用に利用する電気の適切な料金体系を確立する。
- ✓ "Every Home, Energy Home "のコンセプトのもと、エネルギー効率化プログラム及びネットメータリングとネットペイメントに基づく屋上太陽光発電のグリッドへの接続プログラムを推進する。
- ✓ 電気ストーブや電子機器の省エネ基準を策定し、実施する。

その他に、運輸交通、産業・商業、農業、森林、エネルギーセクターからの GHG 排出量のモニタリングの実施や、炭素固定量を最大化するためのコミュニティベースの森林管理、気候変動に対応するための人材能力開発、約 90%の学校における気候変動教育の実施等が掲げられている。また、金融機関の協力を得て炭素取引市場を促進することにより、近代的で持続可能なエネルギーへのアクセスを促進していくことについても示されている。

9. White paper on energy and water (2018)

MoEWRI によるエネルギー・水資源分野の開発方針に関するホワイトペーパーであり、方針・目標は以下の通りである。

- ✓ 3年間で 3,000MW、5年間で 5,000MW、10年間で 15,000MW（国内供給用 10000MW を含む）の電力事業を、政府、NEA、民間企業によって開発する。
- ✓ 「1県 1MW プロジェクト」プログラムのもと、各県に少なくとも 1つの水力・太陽光発電プロジェクトを建設する。
- ✓ 県・地方政府の負担により中型水力発電プロジェクトを少なくとも 1つ建設する。
- ✓ 「Every House, Energy House」のスローガンのもとで、省エネプログラム、ネットメータリングとネットペイメント（net payment）による家庭での系統と連系した屋根置き太陽光発電等に関するキャンペーンを開始する。
- ✓ 電気事業法およびネパール電力公社法を改正し、再生可能エネルギー開発法を制定する。電力規制委員会は、2017年電力規制委員会法に従って完成される予定である。
- ✓ 一人当たりの年間電力消費量を今後 5年間で 700kWh、今後 10年間で 1,500kWh まで増加させる。
- ✓ エネルギー効率を向上させる。
- ✓ 廃棄物からエネルギーへの転換（Waste to Energy）により発生したエネルギーの利用を拡大するため、必要なプログラムを実施する。
- ✓ 配電インフラを近代化し、統合する。
- ✓ カトマンズを含む主要都市で、既存の配電網を改善する。
- ✓ 工業地帯や経済特区に信頼性の高い電力サービスを提供するため、工業用送電線と変電所を拡張・強化する。
- ✓ 電力システムの改善のため、スマートメーターとスマートグリッドシステムを導入する。
- ✓ 漏電を減らし、より効果的に管理するために必要な法的、技術的、行政的措置をとる。

10. Nepal National REDD+ Strategy (2018 -2022) (2018)

本戦略では、気候変動が及ぼす森林生態系への影響を分析し、森林管理計画に統合することを目的としている。また、気候変動緩和に森林保全が果たす役割やその重要性を教育に取り入れるとしている。本戦略では、エネルギー分野についても述べており、バイオガス、太陽光、風力などの持続可能なエネルギー源利用を促進し、地方の人々が持続可能で安価な代替エネルギーへのアクセスを強化することに焦点を置いているほか、電気コンロや改良型バイオマスコンロの利用の促進をすることを挙げている。その他には、森林やバイオマス利用に依存する貧困層や地方の人々が代替エネルギーや省エネルギー技術へのアクセスする

ことを促進する方策の開発や、持続可能な森林管理による自然林、保護林、コミュニティ林、私有林、農地林の振興のためのプログラムの実施などを挙げている。

11. National Energy Efficiency Strategy (2018)

本戦略は、クリーンエネルギー利用や省エネを推進することで、エネルギーの輸入を減らすこと、及び GHG 排出量と大気汚染を削減するため、運輸交通部門と産業部門における省エネ機器を使用することを促進しており、ネパールのエネルギー効率の平均改善率を 2000 年から 2015 年の年率 0.84% から、2030 年には年率 1.68% に倍増させることを目標としている。具体的な目標は以下の通りである。

- ✓ 省エネ提言、開発、実施を専門に行う組織を設立する。
- ✓ MoEWRI の既存の省エネ施策を強化するとともに、様々なエネルギー効率化に関連するイニシアティブを実施する。
- ✓ エネルギー効率および需要側の調査・研究を実施するとともに、エネルギー効率化に関する技術を開発する。
- ✓ 省エネを制度化するために、国家省エネ行動計画を策定する。
- ✓ 様々なセクターで使用される設備について、最低限のエネルギー性能基準を設定する。
- ✓ 産業、商業、運輸交通部門を対象とした省エネキャンペーンを実施する。
- ✓ 交通運輸部門、産業（製造）部門において、エネルギー効率の高い機器の使用を奨励する。
- ✓ 農家がエネルギー効率の高い農業機器とその使用方法を学ぶための取組みを実施する。
- ✓ 民生部門において、消費者から政策立案者まで省エネ意識を喚起するための啓発活動を行う。

12. The Biomass Energy Strategy (2017)

Ministry of Population and Environment（当時。現在の MoFE）は、安価で持続可能なエネルギー源としてのバイオマス利用を促進するため本戦略を策定している。この戦略では、農業や森林における有機性廃棄物を活用した持続可能なバイオマスエネルギーの生産を強化し、安価なバイオマスエネルギー技術（バイオガス、改良型調理コンロ（ICS）、ブリケット、ペレット、熱電併給、廃棄物エネルギー化など）の実現性、品質管理、排出基準、技術開発のために資金支援を行い、バイオマスエネルギーの消費効率を高めることとしている。更に、2022 年までに全ての家庭でクリーンな調理器具を普及させることや、2030 年までにバイオマスを利用する全ての家庭で近代的なクリーンエネルギーの利用を可能にするとしている。具体的な目標は以下の通りである。

- ✓ 従来のバイオマスを使用している家庭に対し、300 万台の改良型調理用コンロを普及させる。
- ✓ 家畜糞尿を利用した家庭用バイオガスシステムを約 60 万台設置する。
- ✓ 年間 2 万トンのペレットとブリケットを生産する。
- ✓ バイオディーゼルおよびバイオエタノールの生産、加工、流通に十分な資金面でのインセンティブ（関税や付加価値税の免除など）の付与、補助金の支給やクレジットファシ

リティを提供する。

13. National Urban Development Strategy (2017)

本戦略では、15年以内に代替エネルギー源を用いて全国の家庭に安定的なエネルギー源を提供することを目標とし、全ての都市活動において持続可能で十分なエネルギー供給又は100%の電力アクセスを提供することを方針としている。

14. Renewable Energy Subsidy Policy (2016)

再生可能エネルギー技術の研究を通じて、ネパールの農村部における代替エネルギーのコスト削減と利用を促進することを目的としている。本政策により、水力、太陽光、バイオガス、バイオマス、風力など、さまざまな再生可能エネルギー技術に補助金を提供する。補助金の額は、出力あたりの費用に基づいて計算され、概ね総費用の40%程度が支給される。

15. Constitution of Nepal (2015)

本憲法では、再生可能エネルギーの開発によるエネルギーの確実な供給と適切な使用について規定している。

16. Agriculture Development Strategy (2015-2035) (2015)

本戦略では、農村部の電化、再生可能・代替エネルギー源の強化や、バイオガスやバイオマスの普及を通じた持続可能な農業の実現に重点を置いている。GHG排出削減に貢献する主な行動計画は以下の通りである。

- ✓ 農作物、機械、灌漑インフラへの投資を促進するための所得税優遇措置
- ✓ グリーンテクノロジーの推進
- ✓ 農村の電化と再生可能エネルギーの利用拡大
- ✓ 持続可能な農業の促進のため、土壌や植物の状態の管理、害虫管理、家畜管理を統合したグッドプラクティスの促進及びバイオガスとバイオマス利用に基づく再生可能エネルギーの利用促進
- ✓ 地域の林業グループに対して代替エネルギーの利用と省エネ対策を奨励

17. Nepal Sustainable Development Goals Status and Roadmap: 2016 -2030 (2015)

SGDsの目標7.1では、すべての人が安価で信頼できる持続可能な近代的エネルギーへのアクセスを確保することを目指している。目標7.a.では、再生可能エネルギー、省エネ、クリーンな化石燃料技術などのクリーンエネルギーの研究と技術をより利用しやすくし、エネルギーインフラとクリーンエネルギー技術への投資を促進するために、2030年までに国際協力を強化していくとしている。本ロードマップでは、これら目標に基づく定量的な目標を下記のように示している。

- ✓ 電力にアクセスできる人口の割合を2015年の74%から2030年までに99%とする。
- ✓ 一人当たりの最終エネルギー消費量を2015年の16GJから2030年までに24GJに増やす。

- ✓ 電力消費量を 2015 年の 80kWh から 2030 年までに 1,500kWh に増やす。
- ✓ 調理を薪に依存する世帯を減らす
- ✓ GDP あたりのエネルギー使用量を 2015 年の 3.20 toe/mRs から 2030 年までに 3.14 toe/mRs に減少させる。
- ✓ 最終エネルギー消費量に占める再生可能エネルギーの割合を、2015 年の 11.9% から 2030 年までに 50% に引き上げる。
- ✓ 水力発電の設備容量を 2015 年の 782 MW から 2030 年までに 15,000 MW に増加させる。

3.3.3.3 国際開発協力機関等による類似調査レビュー

ネパールの再生可能エネルギーおよび気候変動関連プログラムを実施する主要ドナーは、WB や ADB、GGGI 等である。その他に、主に電気コンロの地方での普及等を NGO が実施している。ET-CN に係る他ドナーによる関連プロジェクトの動向や支援の動向を以下に整理する。

WB は、Green, Resilient, Inclusive Development (GRID) プロジェクトにて、開発政策融資を実施している。また、配電網整備・開発に関するプロジェクトを準備している。

ADB は、電力やエネルギーの安定供給やエネルギーセキュリティの強化に注力している。特に電力供給システムの強化・拡大に取り組んでおり、カリガンダキ回廊に沿って 200 km 以上の送電線、変電所の建設を支援している。その他には、バイオマスの効率的な利用を促進するプロジェクトの実施や地方でのマイクロ／ミニ水力発電、ミニ PV の開発や、マイクロ／ミニグリッド開発、EV 充電ステーションの広報活動や EV 促進の戦略策定支援を実施している。

GGGI は、2021 年に発表された改訂版 NDC の策定に関する様々な支援を実施しており、次期改訂に向けても支援を検討している。特に MOEF とは定期的にコンサルティングを行うなど継続的に協力している。GGGI は主に E モビリティに注力しており、2021 年から E モビリティに関する NAMA プロジェクト⁷⁵を実施中であり、EV に関しては、普及のためのガイドライン策定支援を行っている。更に、グリーン水素、グリーンアンモニア、グリーンアンモニアを利用した肥料の製造について、カトマンズ大学や NEA と提携してプロジェクトを実施している。

USAID は Urja Nepal program を通じて、エネルギー関連の支援プロジェクトを実施しており、政策枠組みの策定支援や、省エネ・EV 促進政策の支援、民間部門が開発した電力の購入契約やインドとの電力融通に関する NEA への技術的支援を実施している。NEA への支援は、インドとの電力輸出入に関し、入札支援や Request for proposal の作成支援を実施している。また、水力発電プロジェクトの財務分析に関する研究や需要予測を通して NEA を支援している。電力規制委員会 (ERC) に対しても、規制やガイドラインの作成方法といった基礎的な能力開発支援を実施している。EV 促進に関しては、E バス (Sajha

⁷⁵ Nepal - Electric Transportation, <https://www.nama-facility.org/projects/nepal-electric-transportation/>
2022 年 8 月 3 日アクセス

Yatayat 社) の充電による電力需要への影響分析を実施している。今後は、グリッドコード開発支援を計画している。

英国の FCDO (Foreign, Commonwealth and Development Office) は、中小企業、病院、学校等に対する分散型再生可能エネルギープロジェクトの評価と実施のための資金として、AEPC の Central Renewable Energy Fund の下に設置した Sustainable Energy Challenge Fund を通して提供している。地方政府による PPP のエネルギープロジェクト、地方での家庭や灌漑用途の再生可能エネルギープロジェクト、ミニグリッド等のプロジェクトを実現可能とするための費用負担を通じて、実装リスクを軽減することを目的としている。

NGO (Practical Action Nepal、Centre for Rural Technology Nepal) では、主に地方における家庭での電気コンロや改良型バイオマスコンロの普及を AEPC などと協力して実施している。伝統的なバイオマスコンロからより環境に良い改良型バイオマスコンロ、さらに電気コンロへの転換を図るため High-Tier Stove の導入を支援し、さらに農村での電気コンロサプライヤーとの交渉や電気コンロ用調理器の割引キャンペーン、需要喚起、電気製品の使用方法や電気料金について確認できるアプリの開発を実施している。

ドナー等の活動の他に、ネパールでは、UNFCCC の GCF を活用した緩和事業を 3 件実施している。AEPC が認証機関となっている緩和事業の「クリーン調理器普及」(プログラム No. FP172)⁷⁶、国際自然保護連合 (International Union for Conservation of Nature) が認証機関である緩和・適応事業の「Gandaki 河川流域での生態系改善」(No. FP131)⁷⁷ 及び国際連合食糧農業機関 (Food and Agriculture Organization of the United Nations) が認証機関である「Churia 地域のレジリエンス構築」(No. FP118)⁷⁸である。「クリーン調理器普及」は、同国テライ地域において電気調理器、改良型バイオマス調理器及びバイオガスの設置と自治体のキャパシティビルディングを含む。「Gandaki 河川流域での生態系改善」及び「Churia 地域のレジリエンス構築」は、主に自然環境や生態系の回復・維持を目的としたプログラムである。

表 3-38 に主な国際ドナーの活動を整理した。

76 Mitigating GHG emission through modern, efficient and climate friendly clean cooking solutions (CC S) <https://www.greenclimate.fund/project/fp172> 2022年8月3日アクセス

77 Improving Climate Resilience of Vulnerable Communities and Ecosystems in the Gandaki River Basin, Nepal <https://www.greenclimate.fund/project/fp131> 2022年8月3日アクセス

78 Building a Resilient Churia Region in Nepal (BRCRN) <https://www.greenclimate.fund/project/fp118> 2022年8月3日アクセス

表 3-38 国際ドナーのネパールでの ET-CN に資する協力プロジェクト

エネルギー

ドナー	C/P	政策	規制	税制	資金調達	パイロット	キャパビリティ
Global Green Growth Institute (GGGI)	MOFE	<u>NDCの策定支援</u>					
	MoEWRI、NEA、カトマンズ大学など						水素・アンモニア・肥料製造とそれらを用いた社会経済のグリーン化に関する調査
Foreign, Commonwealth and Development Office (FCDO)	AEPC				AEPCの再エネ基金の元の持続可能なエネルギーチャレンジファンド (SECF) に出資		
ADB Nepal	AEPC NEA など					送配電網の整備 地方での分散型エネルギー開発	
WB Nepal	GoN				Green, Resilient, Inclusive Development (GRID)における開発政策融資		
	—					<u>送配電網の整備</u>	
USAID	NEA					送配電網の整備	電力輸出入に関する購買支援 水力発電の財務分析・需要予測支援
	ERC		規制やガイドラインの				

			策定 支援				
	—		<u>グリッド</u> <u>コード</u> <u>下の</u> <u>開発</u>				
GIZ	MoEWRI					地方電 化、ク リーン 調理器 市場の 創出	

EV 促進

ドナー	C/P	政策	規制	税制	資金調 達	パイロッ ト	キャパビ ル
GGGI ※NAMA フ ァシリテイ (E 交通) に おいて、GIZ が予算管理団 体であり GGGI は NEA や DoT 等とともに実 施主体の一 つ。	MOFE、 MOPIT、 MOF	NAMA ファシリテイで EV 促進政策、EV ガイドラインの策 定支援、電気バス・充電ステーションの資金調達など					
ADB Nepal	MPIT	充電ス テーシ ョンの プロモ ーショ ンや EV 促進戦 略策定 支援					
USAID	Sajha Yatayat						E バスの 充電の電 力需要影 響分析

省エネ

ドナー	C/P	政策	規制	税制	資金調 達	パイロ ット	キャパビ ル
USAID	NEA						電化促進策 評価支援
GIZ	MoEWRI、 AEPC (～2017 年)	<u>エネルギ ー効率化</u> <u>政策の改 善</u>					エネルギー 効率市場の 促進、省エ ネ人材開発

3.3.4 ウズベキスタン

3.3.4.1 温室項ガス排出量及び NDC の概要

ウズベキスタン政府による公式の最新の GHG インベントリは 2021 年に公表された隔年報告書第 1 版 (BR) ⁷⁹で示されている 2017 年の GHG インベントリである。それによると、GHG 排出量の合計は 2017 年に 1 億 8,920 万 tCO₂e であり、エネルギーセクターが 76%、IPPU が 5%、農林業・その他土地利用が 18%、廃棄物が 1%を占めている (図 3-26)。GHG 排出量から森林等による GHG 吸収量を差し引いた場合の正味の GHG 排出量は 1 億 8,060 万 tCO₂ と吸収量は 860 万 tCO₂e に留まる。なお、インベントリの対象としている GHG は IPCC が定める 7 つの GHG のうち CO₂、CH₄、N₂O、HFCs である。BR では、各サブセクターの GHG 排出量についても整理しており、GHG 排出量の大きな上位 5 つ項目で 1 億 3,250 万 tCO₂e (GHG 排出量の約 70%) に達している (表 3-39)。ウズベキスタンにおける GHG 排出の特徴としては、5 分の 4 程度がエネルギーセクターから排出されていることである。上位 5 つのうち 4 つの項目がエネルギーに関する項目であり、特にパイプライン等からの CH₄ 漏洩 (Fugitive emissions) やエネルギー産業からの CO₂ 排出が極めて大きく、残り 1 つは農林業・その他土地利用における家畜の発酵作用による CH₄ の排出である。エネルギーセクターからの排出が大きい理由としては、ウズベキスタンでは自国で産出した天然ガスを老朽化した設備により配送、発電・熱利用に消費しているためと考えられる。なおウズベキスタンの GHG 排出量の傾向には大きな変化がみられないものの、電気・熱利用、農業、運輸交通セクターからの排出の増加傾向が見られている (図 3-27 図 3-28)

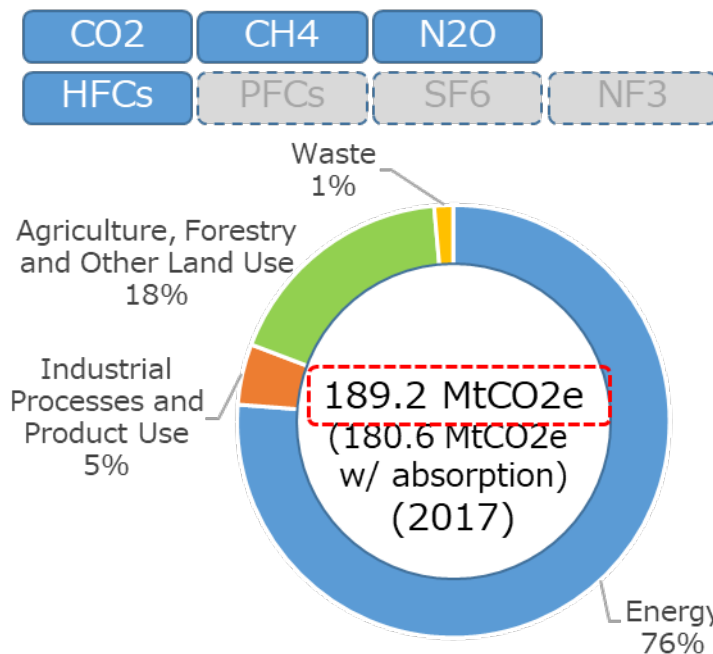


図 3-26 ウズベキスタンの GHG インベントリ(2017) ⁸⁰

79 First Biennial Update Report of The Republic of Uzbekistan (Government of Uzbekistan, 2021) <http://unfccc.int/sites/default/files/resource/FBURUZeng.pdf> 2022 年 7 月 16 日アクセス

80 ウズベキスタンの BR を元にパシフィックコンサルタンツが作成。

表 3-39 ウズベキスタンのサブセクターごとの GHG 排出量 ⁸¹

Sector	Sub-sector		ktCO2e
Energy	Fuel Combustion	-Energy Industries	31,900
		-Manufacturing and Construction	21,200
		-Transport	16,100
		-Commercial	6,100
		-Residential	19,600
	-Agriculture	50	
	Fugitive Emissions		49,370
Industrial Processes and Product Use	Mineral Industries		3,455.5
	Chemical Industries		3,616.7
	Metal Industries		1,041
	Use of HFCs		269.7
	Lubricant use		84.2
Agriculture, Forestry, and Other Land Use (AFOLU)	Livestock	-Enteric Fermentation	19,446.3
		-Manure Management	3,093.8
		-N2O from managed soils	10,943.4
		Rice cultivation	168.8
		Forest land	-12,207.7
	Forestry and other land use	Pasture	5,024.2
	Cropland	-1,448.7	
Waste	Solid waste landfills		2,171
	Industrial wastewater		95.5
	Domestic wastewater		413.1

※GHG 排出量における主なタイプとして、黒：CO₂、赤：CH₄、青：N₂O、緑：HFCs を示している。

※GHG 排出量におけるマイナス (-) は、GHG 吸収量を示している。

※黄色ハイライトは GHG 排出量の多い上位 5 つを示している。

5 Major Emission category

Sector	Key emission category	ktCO2e	
Energy	Natural gas	47 185.2	CH ₄
Energy	Power generation, gaseous fuels	27 557.8	CO ₂
Energy	Process industry and construction, gaseous fuels	20 838.2	CO ₂
AFOLU	Internal fermentation	19 446.3	CH ₄
Energy	Residential sector, gaseous fuels	17 521.8	CO ₂

81 ウズベキスタンの NC3 を元にパシフィックコンサルタンツが作成。

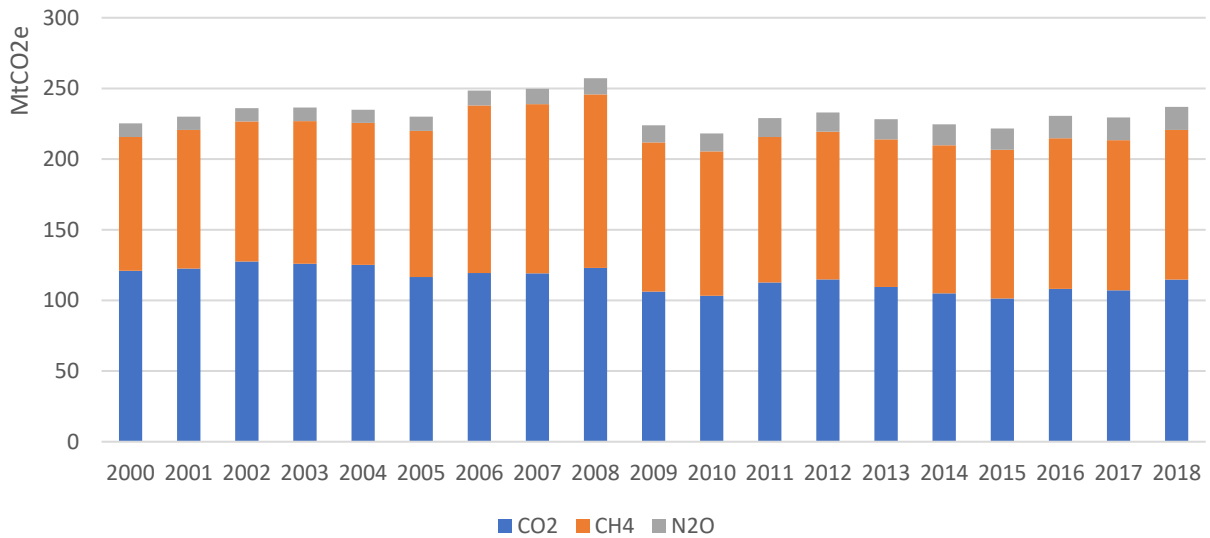
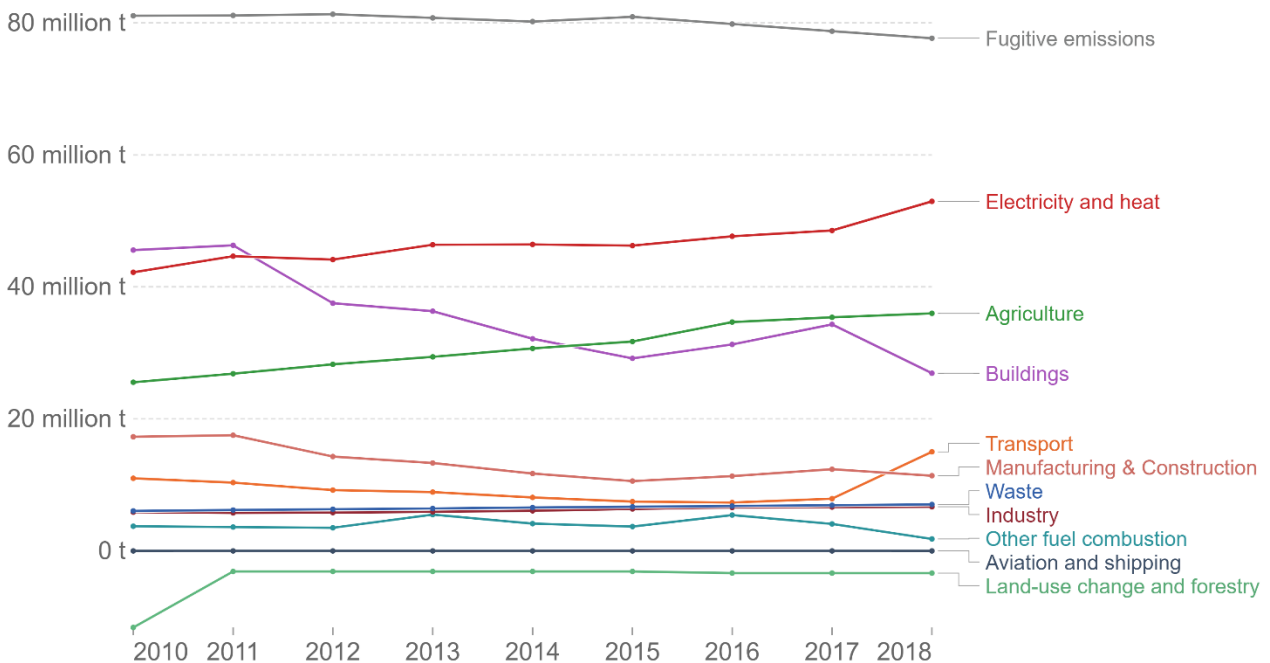


図 3-27 ウズベキスタンにおける GHG 排出量の経年変化 (2000-2018) ⁸²

Greenhouse gas emissions by sector, Uzbekistan

Emissions are measured in carbon dioxide equivalents (CO2eq). This means non-CO2 gases are weighted by the amount of warming they cause over a 100-year timescale.



Source: CAIT Climate Data Explorer via Climate Watch OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY
 Note: Greenhouse gases are weighted by their global warming potential value (GWP100). GWP100 measures the relative warming impact of one molecule of a greenhouse gas, relative to carbon dioxide, over 100 years.

図 3-28 ウズベキスタンのセクター別 GHG 排出量 ⁸³

82 Hannah Ritchie, Max Roser and Pablo Rosado (2020) - "CO₂ and Greenhouse Gas Emissions". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions' [Online Resource] を元に PCKK 作成。

83 Hannah Ritchie, Max Roser and Pablo Rosado (2020) - "CO₂ and Greenhouse Gas Emissions". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions' [Online Resource]

ウズベキスタンは、2021年に改訂版 NDC(NDC2)⁸⁴のなかで2010年のGDPあたりのGHG排出量と比較して2030年までに35%削減することを掲げており、エネルギー、農業、その他土地利用及び林業、廃棄物とその他セクターでの緩和対策と目標を示している（表3-40）。

表 3-40 ウズベキスタンの NDC2 における GHG 排出削減対策⁸⁵

Sector	Mitigation Target (2020-2030)
Energy	Increase the share of renewable energy in power generation to 25%, through solar, wind and small hydro
	Further introduce energy-saving technologies in industry, construction, agriculture and other sectors of the economy
	Introduce alternative fuels in transportation
	Introduce effective incentives for resource mobilization
Agriculture	Improve productivity of agricultural land
	Improve the water management system (improve energy efficiency of pumping system)
LULUCF	Expand forest areas
Waste	Improve the solid waste management system
Other	Other measures and actions reflected in the Strategy for Transition to a Green Economy until 2030 (PP-4477 dated 04.10.2019), which is currently under revision and is to be extended until 2050

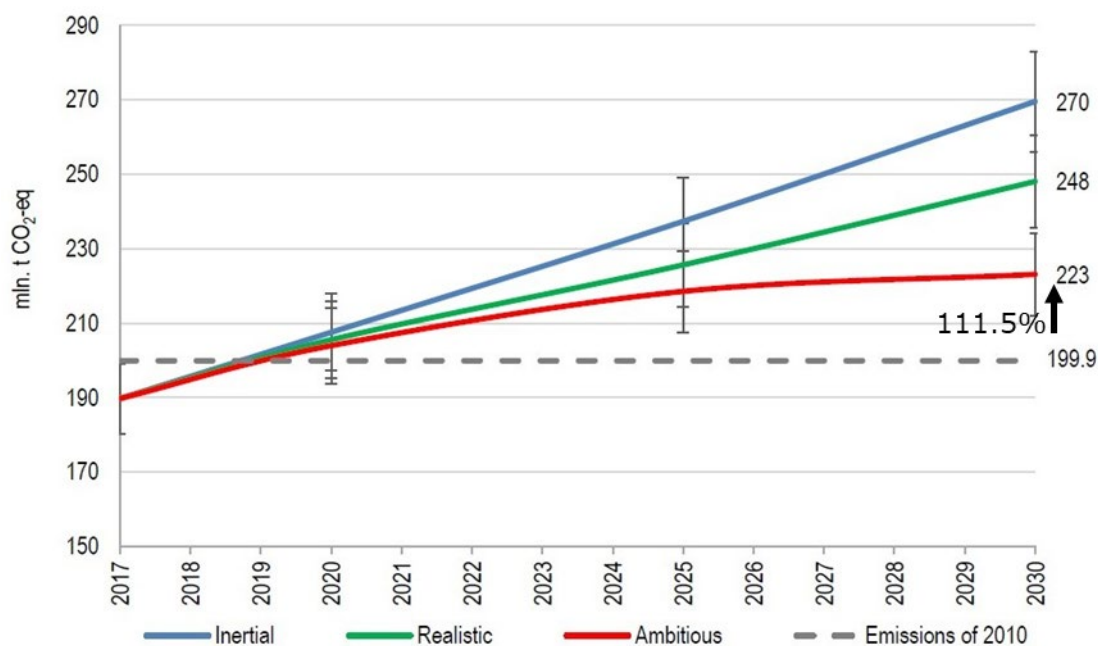
また、ウズベキスタンは、2021年の隔年報告書（BR）⁸⁶において、2030年までの排出予測を示している（図3-29）。同予測では、GHG Abatement Cost Model (GACMO)⁸⁷を用いて、2019年のGHG排出量を基準として2030年までのGHG排出量（CO₂、CH₄、N₂O）を予測している。それによると、2030年時点で最も排出削減を進める野心的なシナリオ（Ambitious Scenario）においても2019年時点から111.5%増加する結果となっている。また、同予測では、エネルギー、IPPU、農業と廃棄物セクターのGHG排出量の増加を予測しているが、結果的にエネルギーセクターのGHG排出量のみが増加する予測となっている（表3-41）。野心的なシナリオにおけるエネルギーセクターの対策を表3-42に示す。

84 Updated Nationally Determined Contribution (NDC) (Government of Uzbekistan, 2020) https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Uzbekistan_Updated%20NDC_2021_EN.pdf 2022年7月16日アクセス

85 ウズベキスタンの NDC2 を元にパシフィックコンサルタンツが作成。

86 First Biennial Update Report of The Republic of the Uzbekistan (Government of Uzbekistan, 2021) <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/FBURUZeng.pdf> 2022年7月16日アクセス

87 UNEP とデンマーク工科大学（Technical University of Denmark）が開発した GHG 排出削減予測モデル。参考：The Greenhouse Gas Abatement Cost Model (GACMO) <https://unepdtu.org/publications/the-greenhouse-gas-abatement-cost-model-gacmo/> 2022年7月16日アクセス



Inertial：現状の GHG 排出傾向、エネルギー消費傾向が継続する。
 Realistic：資金が確約されている実施中或いは実施予定の緩和策により GHG 排出増加率が低下する。
 Ambitious：国際支援のもとでエネルギー分野の削減ポテンシャルを最大限実現する。

図 3-29 ウズベキスタンの GHG 排出径路予測

表 3-41 ウズベキスタンの GHG 排出径路予測におけるセクター別排出量の予測 ⁸⁸

Inertial Scenario	2017	2020	2025	2030
Energy	145.0	159.4	182.7	207.1
IPPU	8.5	8.9	9.6	10.4
Agriculture	33.7	36.6	42	48.4
Waste	2.7	2.7	3.0	3.6
Total	189.8	207.5	237.4	269.6

Realistic Scenario	2017	2020	2025	2030
Energy	145.0	157.4	171.0	185.6
IPPU	8.5	8.9	9.6	10.4
Agriculture	33.7	36.6	42	48.4
Waste	2.7	2.7	3.0	3.6
Total	189.8	205.5	225.7	248.1

Ambitious Scenario	2017	2020	2025	2030
Energy	145.0	155.8	163.9	160.6
IPPU	8.5	8.9	9.6	10.4
Agriculture	33.7	36.6	42.0	48.4
Waste	2.7	2.7	3.0	3.6
Total	189.8	204.0	218.5	223.1

88 ウズベキスタンの BR を元にパシフィックコンサルタンツが作成。

表 3-42 ウズベキスタンの BR での野心的なシナリオにおけるエネルギーセクターの対策 ⁸⁹

Ambitious Scenario	Mitigation measures	Period	Reduction MtCO ₂ e/y
Energy generation	Implementation of new thermal power plants (3,800MW), expanding existing thermal power plants through the construction of CCGT, GTU (additional 4,100MW)	2020-2030	8.5
	Construction of 35 HPP (1,537MW) and modernization of 27 existing HPP (additional 186MW)	2020-2030	1.9
	Construction of solar PV (5,000MW 9.9billion kWh/y)	2020-2030	5.2
	Construction of wind power plants (3,000MW 8.6billion kWh/y)	2020-2030	4.6
	Construction of nuclear power plants (2,400MW 18billion kWh/y)	2022-2028	7.1
	Reducing fugitive emissions in the oil and gas sector	2021-2030	1.0

その他に、ウズベキスタンでは、エネルギー省が欧州復興開発銀行（EBRD）と協力して電力セクターでの 2050 年カーボンニュートラル達成のための提言とロードマップ ⁹⁰を作成しており、特に表 3-43 に示す 5 項目を提言している。本提言における 2050 年までのロードマップを図 3-30 に示す。

表 3-43 EBRD によるウズベキスタンの電力セクターにおける 2050 年カーボンニュートラル達成のための提言 ⁹¹

優先項目	概要	内容	関係機関	1-2年	3-5年	5年～
1. インフラの改	効率的で低炭素な発電インフラとグリッドの継続的な	Ministry of Energy Concept for 2020-2030 に示される発電源の効率化・低炭素化及び再エネ大量導	エネルギー省			

⁸⁹ ウズベキスタンの BR を元にパシフィックコンサルタンツが作成。

⁹⁰ A carbon-neutral electricity sector in Uzbekistan: Summary for policymakers (Ministry of Energy of the Republic of Uzbekistan, 2021) <https://minenergy.uz/en/lists/view/131> 2022年7月16日アクセス

⁹¹ A carbon-neutral electricity sector in Uzbekistan: Summary for policymakers (Ministry of Energy of the Republic of Uzbekistan, 2021) を元にパシフィックコンサルタンツが作成。

善	開発	入を受け入れるためのグリッドの改革を継続する。特に天然ガス火力は再エネの変動を調整する役割としても期待できる。また再エネ変動性を分散・吸収するための国家間のグリッド連系も重要な役割を担う。								
2.	再エネ開発を促進するための規制及び制度改革の実施	再エネ資源の開発を可能にし、支援するための規制・制度改革を実施し、国内外の投資を再生可能エネルギーに動員することで、グリーン雇用の創出にも貢献する。エネルギー関連国有企業のガバナンスに関する法的枠組みを改訂することでエネルギーセクターの脱炭素化を図り、また民間セクターの参入を促進することが重要。	MoE / 国家 生態環境保 護委員会 (SCEEP) / 電力市場規 制当局 (EMR) / 財 務省 (MoF) / 投資貿易 省 (MIFT)							
3.	炭素集約度の高いエネルギー源を支援する制度・補助金の廃止及び最終的なカーボンプライシング制度の策定による公平な競争の創出	炭素集約的なエネルギーへの補助金の段階的廃止と影響を被る事業者への補償の導入。ガスは真のコストを市場に示すために完全に自由化するべき。最終的には、カーボンプライシングを導入。	MoE / SCEEP / MoF / MIFT / 経済開発 貧困削減省 (MoDPR)							
4.	導入する変化による社会的受容性や持続可能性を確実にする	エネルギー価格に脆弱な消費者を保護するための措置（価格上昇分の補償、エネルギー効率化や再エネ導入に対する補助金、電気料金の透明性確保、炭素価格付	MoE / SCEEP / MoDPR							

めの意識向上キャンペーン		けによる収入の還付等)により、変革の社会受容性と持続可能性を支援する。				
5. 環境保護	気候変動の緩和とレジリエンスの向上、及びその他の環境への悪影響の低減の観点から環境を保護する	プロジェクトの生物多様性・環境への影響を監視し、環境法を改善していく。TCFDの勧告に沿った気候リスクの評価と開示は、発電資産に対する気候変動の影響を理解する上で重要。	MoE / SCEEP / MIFT			

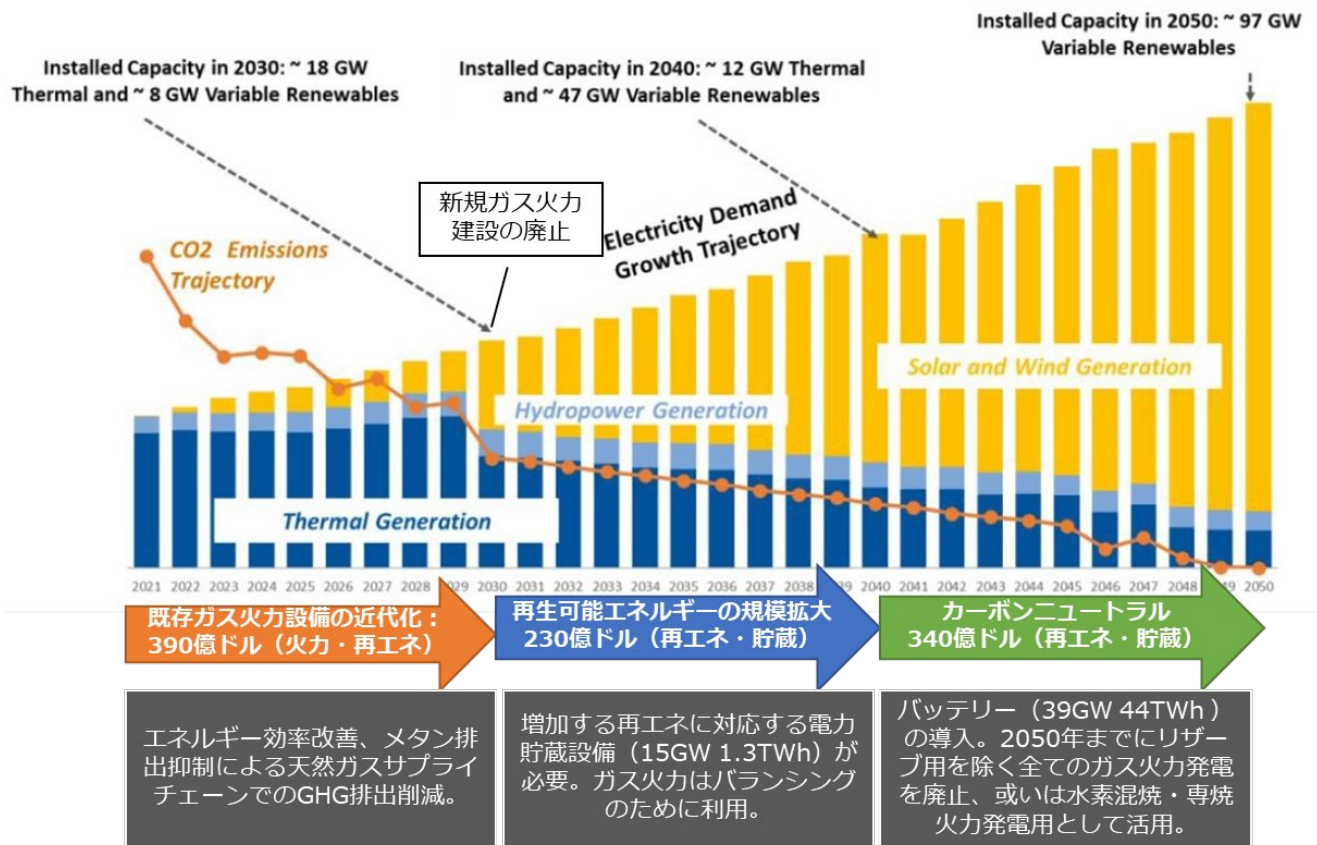


図 3-30 カーボンニュートラルシナリオでの発電ミックスと CO2 排出量の変化 ⁹²

⁹² A carbon-neutral electricity sector in Uzbekistan: Summary for policymakers (Ministry of Energy of the Republic of Uzbekistan, 2021) を元にパシフィックコンサルタンツが追記。

3.3.4.2 政策枠組み・制度

Mirziyoyev 大統領は、エネルギー省新設を含む政治改革、国営エネルギー企業の構造改革に積極的に取り組んでいる。前 Karimov 政権と同様、石油ガス生産量の増大、天然ガス輸出量の増大、海外直接投資の拡大を基本政策に据えている。以下、再生可能エネルギーおよび水素利活用に関する政策・制度を整理した。

表 3-44 ウズベキスタンの ET-CN に資する政策枠組み・制度⁹³

No.	法制度名称	発効年	発行機関	ET-CN との関連性
	法令			
1	No.539：再生可能エネルギーの使用について	2019	議会	再生可能エネルギーの定義や優遇措置等の規定
2	No.412：エネルギーの合理的な使用について	2020	議会	合理的なエネルギー利用や省エネの実施
	大統領令			
3	PP4422：再生可能エネルギーの発展と省エネ技術の導入、経済・社会分野のエネルギー効率の向上における加速的方策について	2019	政府	再生可能エネルギーと省エネの導入目標の設定
4	PP4477：グリーン経済への移行に関する戦略 2019-2030	2019	政府	2030 年までのグリーン経済への移行戦略
5	PP4779：経済のエネルギー効率を高め、既存の資源を活用することにより、経済部門の燃料およびエネルギー製品への依存度を低減するための追加措置について	2020	政府	省エネルギー基金の設立や、主要エネルギー事業者に対する省エネ目標、省エネルギーのためのロードマップ等の設定
6	PP5063：再生可能エネルギー及び水素エネルギー開発のための措置について	2021	政府	再生可能エネルギー及び水素エネルギーの開発の促進
7	No640：ウズベキスタン共和国エネルギー省予算によるセクター間エネルギー節約基金(基金)に関する規則の承認	2020	政府	PP4779 の省エネ基金に関する任務、権利義務、基金の用途等の規則
	戦略・政策			
8	UP-60：Development Strategy of New Uzbekistan 2022-2026	2022	政府	2022-2026 年の国家開発戦略
9	A national Low-Carbon Energy	2020	MOE	低炭素型エネルギー社会

93 ウズベキスタンの各省ウェブサイトやヒアリングを踏まえてパンフィックコンサルタンツが作成。

	Strategy ⁹⁴			への移行戦略
10	The concept note for the supply of electric power 2020-2030	2019	MOE	2030 年までの持続可能な電力の供給計画
11	A carbon-neutral electricity sector in Uzbekistan: Summary for policymakers	2021	MOE	2050 年までの発電部門のカーボンニュートラルロードマップ

1. No.539 再生可能エネルギーの使用について（2019 年）

本法令では、再生可能エネルギーの定義、生産・使用に係る実施主体の権限、生産者および設備製造業者の権利や義務、優遇措置等を規定している。

優遇措置については、再生可能エネルギー設備の製造業者の場合、企業の登録から 5 年間、全ての税金の免除、再生可能エネルギー設備の設置に対する固定資産税及びそれらの設備（定格容量 0.1MW 以上）が占める地域の土地税が試運転日から 10 年間免除される。また、個人の土地税においては、既存のエネルギーネットワークから完全に切り離された住宅敷地で再生可能エネルギーを使用した場合、その使用開始月から 3 年間、土地税が免除されること等が定められている。

2. No.412 エネルギーの合理的な使用について（2020 年）

本法では、エネルギー省に対し、全ての経済部門と社会施設に適用される合理的なエネルギー利用に関する統一的な国家政策を実施する権限を与えることを規定している。エネルギー省は、生産工程を含めてエネルギー効率の高い省エネ技術の導入を促進するための仕組みを構築し、適宜モニタリングを行うことが求められている。

3. PP4422：再生可能エネルギーの発展と省エネ技術の導入、経済・社会分野のエネルギー効率の向上における加速的方策について（2019 年）

2022 年までの省エネ目標を設定し、政府による補助金支給や政府内の責任所在の明確化を定めている。本大統領令では、既存の省エネ関連の法令、大統領令に基づく免税制度や公的施設・住居への省エネ設備の導入が十分に機能していないことを認めた上で、政府組織・地方自治体の長に対し、省エネの推進に「個人的責任」を課すと明記している。施策としては、2019～2022 年に実施する「複合プログラム」を設定し、省エネ分野では個人・法人が使用する低効率ガスコンロを省エネ型へと交換することなどが記されている。

また、再生可能エネルギーでは、下記の目標が示されている。

- ✓ 全発電量の 10%を占める再生可能エネルギーの比率を 2030 年までに 25%まで引き上げる
- ✓ 個人住宅への太陽光パネル（平均 2kW）と太陽光温水器（平均容量 200L）の設置を推進する
- ✓ 個人・法人が使用する低効率のガスコンロの省エネ型への交換

94 原文の入手が出来ず、複数の情報源からパシフィックコンサルタンツがレビューした。

- ✓ 指定施設への太陽光パネル・太陽光温水器の設置

2020年1月からは政府予算を投入し、太陽光パネル、太陽光温水器の購入費用の30%の補助、銀行ローンで購入した場合の利息分の補助等を実施している。

4. PP4477：グリーン経済への移行に関する戦略 2019-2030（2019年）

2019～2030年の期間にウズベキスタンをグリーン経済に移行させるため、GHG排出量を2010年比で10%削減すること、再生可能エネルギーの発電量を総発電量の25%以上にする、産業のインフラを近代化しエネルギー効率を20%以上向上させること等を掲げている。また、それら目標を達成するため、各セクターで取り組むべき優先事項を定めている。以下、主な分野の優先事項を示す。

電力分野

- ✓ コンバインドサイクルとガスタービンユニットへの高効率技術の導入による既存の発電所の発電能力の再構築と近代化
- ✓ 電力網の近代化及び組織的および技術的対策の実施
- ✓ 輸送および流通のための電力消費の削減
- ✓ 自動制御および計測装置を備えた電力消費システム機器の導入

火力発電分野

- ✓ ガスボイラーにおけるコージェネレーションや超臨界蒸気による石炭蒸気タービンなどの新技術の導入
- ✓ 暖房ネットワークの再構築と近代化

石油・ガス分野

- ✓ コンプレッサーステーションや低圧・中圧ガスの配管網の近代化、SCADAの導入
- ✓ 石油及びガス生産施設での代替エネルギー源の導入
- ✓ 発電のための廃熱回収

再生可能エネルギー源分野

- ✓ 再生可能エネルギー開発の長期的な目標の設定及び再生可能エネルギー生産のポテンシャルサイトの毎年の決定
- ✓ 料金制度に関する政策の改善
- ✓ 再生可能エネルギー事業の潜在的な投資家を選定するための近代的で透明性の高い競争入札方法の確立
- ✓ 再生可能エネルギーによる分散型発電システムの導入による電力供給システムの近代化と再構築
- ✓ 農村部および遠隔地域における電気・熱エネルギー生成のための太陽エネルギーシステムの導入に関する国家事業の開発

建設および建設物の運営分野

- ✓ 集合住宅や個別住宅エネルギー効率を改善するための国家プロジェクトの実施
- ✓ ビルディングコード及び建物基準の5年毎の見直し、及び基準の準拠状況を管理・モニタリングするシステムの確立

- ✓ ビルのエネルギー認証制度の確立
- ✓ 断熱基準の改定及び新基準の適用
- ✓ 省エネのインセンティブを生み出すための料金体系の開発
- ✓ セントラルヒーティングにおけるクローズドシステムの普及
- ✓ 個別住宅、集合住宅、公共施設における暖房と給湯のための効率的なローカルボイラーの利用
- ✓ ヒートポンプ機能を備えた空調の導入
- ✓ エネルギー供給源としてのソーラーパネルの導入
- ✓ 高効率ランプの利用

交通分野

- ✓ Euro-4 排出ガス基準以上のエネルギー効率の良い車両及び電気自動車・ハイブリット自動車の生産と利用
- ✓ 古い車両から環境配慮型の車両への買替インセンティブの開発
- ✓ 化石燃料の段階的な廃止と電気輸送システムの促進

5. PP4779：経済のエネルギー効率を高め、既存の資源を活用することにより、経済部門の燃料およびエネルギー製品への依存度を低減するための追加措置について（2020年）同大統領令では、省エネルギー基金の設立や、主要エネルギー事業者に対する省エネ目標、省エネルギーのためのロードマップ、エネルギー監査が義務付けられる事業者のリスト等を示している。省エネの実施により、33億 kWh の電力、26億 m³ の天然ガス、16.5千トンの石油製品を節約できる計画となっている。

また、2020年8月1日から、新たに稼働する再生可能エネルギー源（太陽光、風力、バイオガス発電所、設備容量1MWまでの小水力発電所）からの電力に対して、購入価格の保証制度が導入されることが決定された他に、1MW以上の再生可能エネルギープロジェクト（水力を除く）の潜在的な投資家を決定するためにオークションでの入札制度を導入することが定められている。エネルギー監査については、エネルギー省が2021年末に運用開始を予定しているエネルギーシステムから得られるデータに基づいて、エネルギー多消費企業に対してエネルギー監査を義務付ける仕組みが導入されることになっている。

6. PP5063：再生可能エネルギー及び水素エネルギー開発のための措置について（2021年）

再生可能エネルギーと水素エネルギーの分野での科学的小および実践的な研究の有効性を高め、生産における革新的な技術を導入するため、エネルギー省傘下の国立再生可能エネルギー源研究所⁹⁵や水素エネルギーセンターの設立、エネルギー省を始めとする関係省庁で構成される再生可能エネルギー及び水素エネルギーの開発のための部門間委員会の設立が定められており、同研究所及びセンターを組織化するためのロードマップが示されている。

また、同部門間委員会には主に次の任務が割り当てられている。

- ✓ 再生可能エネルギーと水素エネルギーの開発に関する国家戦略及び規制法草案の作成、及びこれらの分野での有望なプロジェクトの実施の確保

⁹⁵ 国際太陽エネルギー研究所が改変されたもの

- ✓ 再生可能エネルギーと水素エネルギーの分野における人材開発、及び研究を実施する関連省庁への支援
- ✓ 再生可能エネルギーと水素エネルギーの分野における研究開発プロジェクトの導入支援を含む、研究及びプロジェクトを実施するために必要な条件の作成

また、同研究所やセンターを効率的に組織化するため、エネルギー省は 2021 年までに革新的開発省や経済開発貧困削減省とともに、再生可能エネルギーと水素エネルギーに関する国家戦略を開発することが課せられている。更に、エネルギー省、経済発展貧困削減省、イノベーション省などに対して、水素に関する人材育成や、高等教育機関におけるコースの開設等が定められている。

7. No640 : ウズベキスタン共和国エネルギー省予算によるセクター間エネルギー節約基金 (基金)に関する規則の承認 (2020 年)

PP4779 で定められたエネルギー基金設置の内容及び、省エネプロジェクトへの投資を呼び込むことを目的とし、エネルギー節約基金に関する任務、権利義務、基金の使途等の規則が定められている。以下に基金の用途の概要を整理する。

- ✓ ビルや集合住宅等への省エネ技術や再生可能エネルギーの導入、エネルギー監査といったエネルギー効率改善のための FS 調査の準備
- ✓ 省エネや再生可能エネルギーの専門家育成のためのトレーニングセンターの設立
- ✓ ヒートポンプや再生可能エネルギー設備等のスタートアップ企業に対する支援
- ✓ 事業者に対するエネルギー監査の実施
- ✓ 都市交通のエネルギー効率の改善

8. No. UP-60 : Development Strategy of New Uzbekistan 2022-2026 (2022 年)

本戦略は、2017-2021 年の開発戦略に次ぐ 2022-2026 年の開発戦略である。前 5 年間の開発では、①国家・公共建設、②法の支配、③経済発展、④社会分野、⑤安全保障、互惠的・建設的な外交政策の実施といった 5 つの重点分野における行動戦略のもと、約 300 の法律と 4,000 以上の大統領決定が採択された。2022-2026 年の本戦略は、以下 7 つの重点分野で構成されている。

- 1) 人間の尊厳を高め、自由な市民社会を促進することにより、人民国家を建設すること
- 2) 正義と法の支配の原則を、わが国の発展のための最も基本的かつ重要な条件として確立すること
- 3) 急速な成長を可能にする強固な国民経済を発展させること
- 4) 公正かつ公平な公共政策の追求と人材の育成
- 5) 精神的な価値を高めるため、その管理を行う機関を発展させること
- 6) 国益の観点からグローバルな課題に取り組むこと
- 7) わが国の安全保障と防衛力を強化し、オープンで実用的かつ積極的な外交政策を追求すること

2022-2026 年の開発戦略で特定された優先事項のうち、経済のさらなる自由化、競争の改

善、独占の排除、外国投資の誘致、物価の安定、地方分権などの分野が特に強調されており、経済分野においては、今後 5 年間で一人当たり GDP を 1.6 倍に、2030 年までに一人当たり所得を 4,000 米ドルに増加させることを、「高中所得国」の範疇に入るための前提条件となる重要な目標に位置付けている。また、もうひとつの重要な目標として、マクロ経済の安定を確保し、2023 年までに年間インフレ率を 5%まで段階的に引き下げられることも挙げられている。エネルギー分野については、変革プロセスの一環として電力供給の独占を廃止し、市場メカニズムを導入するほか、以下の計画が掲げられている。

- ✓ エネルギー分野への民間投資の広範な誘致、社会的弱者層を保護するための社会消費基準の導入
- ✓ 天然ガス処理量の 8%から 20%への増加、化学製品の生産量最大 20 億ドルの達成
- ✓ 電力の安定供給、あらゆる分野でのグリーンエコノミー技術の積極的な導入、経済のエネルギー効率の 20%の向上
- ✓ 2026 年までに発電量を 300 億 kWh 増やし、総発電容量を 1,000 億 kWh に増加
- ✓ 2026 年までに再生可能エネルギーの比率を 25%まで引き上げ、最大 3BCM の天然ガスを削減
- ✓ 電気自動車の生産・利用を促進、経済セクターの単位 GDP あたりの大気への有害ガス排出量を 10%削減

9. A national Low-Carbon Energy Strategy (2020 年)

本戦略は、低炭素型エネルギー生産への移行を支援し、増加するエネルギー需要に対応するため、EBRD 支援の下、エネルギー省によって策定された戦略である。アジア開発銀行および世界銀行と共同で策定したウズベキスタンの電力供給に関する 10 年計画の発表に続くもので、2030 年までに最大 3,000 万 kW の発電能力を追加することを目指しており、その内訳は、太陽光発電が 500 万 kW、水力発電が 380 万 kW、原子力発電が 240 万 kW、風力発電が 300 万 kW とされている。優先的に実施される活動は以下の通り。

- ✓ 既存発電所の近代化および改築
- ✓ エネルギー効率の高い発電技術を用いた新規発電設備の建設
- ✓ 電力計測システムの改善
- ✓ 燃料の多様化と再生可能エネルギー（特に太陽エネルギー）の開発
- ✓ 料金体系の改善、および卸売市場への移行を支援するための法改正

これらの施策により、2030 年までに温室効果ガス排出量を 10%（2010 年比）削減することを目標としている。

10. The concept note for the supply of electric power 2020-2030 (2019 年)

本コンセプトノートは、ウズベキスタンの電力セクターが十分かつ安全で持続可能な方法で電力を供給できるようにすることを目的として策定されたものである。本文書では、ウズベキスタンの電力セクターの開発に関する中長期的な目標と方向性、優先順位、ベンチマーク、および計画目標の達成を確実にするための取り決め等が定義されている。

本文書の主な目標としては、1)既存の発電所の近代化・改修、2)エネルギー効率の高い発

電技術を用いた新規発電所の建設、3)電力計測システムの改善、4)燃料の多様化、5)再生可能エネルギー源の開発を通じた、競争価格による電力需要増加への対応、6)電力セクターのダイナミックな発展が掲げられている。

なお、本文書の中では、2030年までのウズベキスタンの電力セクター開発について以下の主要な方向性が示されている。

火力発電：

- ✓ 2020年にシルダリア地方に2つの新しい発電所を建設するための入札を実施。発電設備は650-750MWの最新型CCGTが使用され、総発電容量は2,600-3,000MWとなる予定
- ✓ ナボイ TPP の拡大
- ✓ 3基目の650MW CCGTは、2023年から2024年に、4基目の650MW CCGTは2024-2025年に稼働予定
- ✓ 2021年～2023年に総発電容量約1,200MWの調整型発電所が稼働予定
- ✓ 150MWの石炭IPPと既存の石炭発電所の近代化
- ✓ 今後2年間でのCHPPの提供

再生可能エネルギー：

- ✓ 太陽光発電5GW、風力発電3GWの開発
- ✓ 2020年から2022年にかけて、国際金融機関とともに競争入札を実施、Build-Own-Operate方式で投資家を発掘し、太陽光発電の供給に関する長期（最大25年間）の電力購入契約を締結
- ✓ 2020-2030年は特に太陽光発電の開発に注力。太陽光発電プロジェクトは、IPPが提供する資金のみによって実施
- ✓ 100～500MWの太陽光発電所は、主に中南部地域（ジザーク、サマルカンド、ブハラ、カシュカダリヤ、スルハンダリヤ地域）に集中しているが、その他の地域でも50-200MWの太陽光発電所が建設予定。大規模太陽光発電所（全体容量が300MW以上）には、発電の安定化とピーク負荷の調整を図るため、産業規模の電力貯蔵システムを徐々に導入予定
- ✓ 風力発電の開発については、北西部（カラカルパクスタン共和国およびナヴォイ地方）を中心に1サイト100～500MWの大規模な風力発電所を優先的に建設

11. A carbon-neutral electricity sector in Uzbekistan: Summary for policymakers (2021年)

本ロードマップは、エネルギー省がEBRDと日本政府の支援を受け、国際的な専門家からなるコンソーシアムに依頼し、2050年までに発電セクターをCNとするための可能性を探るロードマップを作成したものである。エネルギー省の「The concept note for the supply of electric power 2020-2030」においては、野心的な再生可能エネルギー開発プログラムの概要が既に示されているが、本ロードマップでは、同コンセプトノートを基に、2050年まで分析を拡大しており、2050年までにカーボンニュートラルな発電セクターを実現するための必要な政策、技術、投資に関する知見を提供している。具体の提言内容及びカーボンニュートラルを達成するためのシナリオは前項の表 3-43 および図 3-30 で整理している通りで

あるが、2050年までにウズベキスタンの電力セクターをCNに移行することは、技術的にも経済的にも実現可能であると結論付けている。

3.3.4.3 国際開発協力機関等による類似調査レビュー

ウズベキスタンの再生可能エネルギーおよび気候変動関連プログラムを実施する主要ドナーは、WBやADB、EBRD等であり、電力セクターにおいては主に送電系統はWB、配電系統はADBやEBRDが支援を実施している。ET-CNに係る他ドナーによる関連プロジェクトの動向や支援の動向を以下に整理する。

WBが2022年現在ウズベキスタンで行っているプログラムは、経済・社会改革や様々な分野の近代化を支援する28のプロジェクトで構成されており、そのコミットメント総額は52億6000万ドル（約5500億円）に上る。民間部門の発展と成長にも注力しており、電力セクターにおいては、シルダリア地方にある1,500MWのグリーンフィールドCCGT（ガスタービン複合発電）発電所の建設と運営に対する保証の提供や、ナヴォイ地方で民間が開発・運営する初の100MW規模の太陽光発電所を稼働させたことなどが挙げられる。

電力系統においては、主に送電系統に関する支援を実施しており、National Electricity Grid of Uzbekistan (NEGU) の National Dispatch Center への SCADA/EMS 導入および通信設備の整備や、再エネ統合を見据えた500kV送電線・変電所新設を含む電力系統改善のプロジェクト等や、グリッドコードの作成支援を行っている。

省エネに関しては主に産業部門を対象とした支援を実施しており、産業部門の省エネ設備投資を促進するための2ステップローンとして、6つの商業銀行に対して融資を行い、商業銀行が産業部門に資金を提供している。また、直近では2022年6月に新たな省エネプロジェクトが立ち上げられ、病院、学校などの公共ビルにおけるエネルギー効率改善を実施する予定となっている。

また、政策面の支援としてはMoEとCNに向けたマスタープラン作成支援を実施しており、2022年7月頃に最終化される見込みとなっている。CNに向けたマスタープランは、過去にEBRDが作成した「A Low-Carbon Road Map for the Power Sector in the Republic of Uzbekistan until 2050」があり、主に電力・エネルギー分野を対象としていたが、WBの調査では交通や産業セクターなども含むエネルギー関連部門全体のCNに向けたマスタープランとなっている。同マスタープランの中では2040,2050,2060年でCNに達する3つのシナリオが策定されており、今後ウズベキスタン政府が選択したシナリオに沿ってプロジェクトが開発されていく予定である。

尚、水素に関する協力については、2021年からエネルギー省と共同でブルー水素の開発可能性について検討する調査研究を実施しており、ウズベキスタンが将来的に水素生産国になるために必要なロードマップの作製も行っている。また、ロードマップではブルー水素の製造可能量を検討すると共に、グリーン水素の取組みについても検討の対象となっている。

ADB は、1995 年にウズベキスタンが加盟して以来同国の開発を支援するために 100 億ドル以上の融資、譲与、技術支援を実施している。その中でもエネルギーセクターにおける支援額が最も大きく、実績支援総額の約 21%を占める約 24.9 億ドルとなっている。ADB のエネルギーセクター支援は幅広く、火力や再生可能エネルギー発電所の建設や配電システム増強のほか、ガスセクターへの支援も実施している点の特徴であり、老朽化したガス輸送インフラの改善やガス供給事業者であるウズベクネフテガスの能力強化等を実施している。電源開発においては、JICA との協調融資によるタリマルジャン (Talimarjan) ガスタービン・コンバインドサイクル (GTCC) 発電所 2 機の建設や、サマルカンドにおける 100MW 太陽光発電の建設等を行っている。また、配電システムの近代化と増強、送電ロスの低減も進めており、送電線の建設や変電所の建設・修復等を実施している。

また、再生可能エネルギー分野への協力としては、再エネ電源開発のほか、2012 年に「国際太陽エネルギー研究所」(International Solar Energy Institute : ISEI) の設立を支援している。ISEI は太陽エネルギー開発の研究開発、知識の蓄積のほか、人材の育成も行う地域研究拠点として設立されたもので、ADB は 2010 年 5 月に発表した「アジア太陽エネルギーイニシアチブ」(ASEI)の中で、アジア太平洋地域の加盟途上国における太陽発電能力を 2013 年までに 3,000MW 規模に引き上げるとして、投資などの支援を行っており、ウズベキスタンにおいても積極的に再生可能エネルギー開発の支援を実施していく方針を示している。

EBRD は 2018-2023 年におけるウズベキスタンの国別戦略において、グリーンエネルギー及び資源ソリューションのセクター横断的な推進を優先事項に挙げている。再生可能エネルギーの電源開発支援としては、500MW の風力発電パイロットプロジェクトや、ナヴォイ地方に設置される、設置容量 100MW の太陽光発電のパイロットプロジェクトの建設・運営資金の建設・運営に対する資金融資を行っている。電力系統支援に関しては、高圧送電線や 500kV 送電線建設のための融資などを実施するほか、財政支援においては、グリーンテクノロジーを促進するため、同テクノロジーのサプライヤーやベンダーに対してウズベキスタンの商用銀行が融資をするための 2 ステップローンも実施している。また、前項で記述したとおり、エネルギー省の要請により、EBRD および日本の資金で、2050 年までに発電セクターをカーボンニュートラルとするためのロードマップ作製を支援している。

ドナー等の活動の他に、ウズベキスタンでは、UNFCCC の GCF を活用した緩和事業を 2 件実施している。EBRD が認証機関となっている「産業分野での低炭素技術の導入促進」(プログラム No. FP140)⁹⁶、国際復興開発銀行 (IBRD) 及び国際開発銀行 (IDA) が認証機関となっている「再生可能エネルギーへの投資リスク軽減」(No. FP161)⁹⁷である。前者は、エネルギー集約型産業や鉱業部門等での低炭素技術の導入を促進するための投資プログラムであり、後者は、民間資金による再生可能エネルギーへの投資を促進するためのリスク軽減手段を提供するプログラムである。

表 3-45 に主な国際ドナーの活動を整理した。

96 High Impact Programme for the Corporate Sector <https://www.greenclimate.fund/project/fp140> 2022 年 8 月 3 日アクセス

97 Sustainable Renewables Risk Mitigation Initiative (SRMI) Facility <https://www.greenclimate.fund/project/fp163> 2022 年 8 月 3 日アクセス

表 3-45 ウズベキスタンでの国際ドナーの ET-CN に資するプロジェクト

※下線斜体部は現在進行中及び今後実施プロジェクト

ドナー	CP	技術協力			資金協力
		政策/制度	キャパビル	パイロット	
World Bank	MoE	<ul style="list-style-type: none"> • <u>エネルギーCNロードマップ作成支援</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>建物部門におけるクリーンエネルギー投資のための環境強化、市場開発支援</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>建物部門におけるクリーンエネルギー投資の回転資金調達メカニズム</u> 	
	JSC "NEGU"		<ul style="list-style-type: none"> • <u>NEGU 組織開発</u> 		<ul style="list-style-type: none"> • <u>送電システムの容量、信頼性向上</u> • <u>Navoi 太陽光発電建設(IPP)</u> • <u>送電部門のデジタル化(SCADA/EMS)</u>
	JSC "UNPN"		<ul style="list-style-type: none"> • <u>Uzbekenergo Joint Stock Company (UE)のコーポレートガバナンス強化</u> 		<ul style="list-style-type: none"> • <u>送電用変電所のアップグレード</u>
	MoEDPR				<ul style="list-style-type: none"> • <u>産業部門省エネ2ステップローン</u>
	MoHCS		<ul style="list-style-type: none"> • <u>MHCS や地域冷暖房企業らに対するプロジェクト運営管理能力強化</u> 		<ul style="list-style-type: none"> • <u>ガスメーター設置</u> • <u>地域冷暖房システムアップグレード</u> • <u>ビル向け熱メーター設置</u> • <u>老朽化したボイラ、熱輸送用パイプの改修</u>
ADB	JSC "NEGU"	<ul style="list-style-type: none"> • <u>分散型太陽光発電システムに関するセクター戦略策定支援</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>分散型太陽光発電システムの計画、設計、実施、運用能力強化</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>20kW 分散型太陽光発電システムの設置実証</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>カラカラパクスタン、ホレムズ 220kV 送電線建設</u> • <u>カラカラパクスタン、ホレムズ変電所増強</u>
	JSC "R EPN"	<ul style="list-style-type: none"> • 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>配電セクターにおける PPP 手法開発支援</u> • <u>メーターデータ管理 (MDM) システムの設置、ロス削減のための能力強化</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Rural Health Clinic(RHC) への屋根置きソーラー試験導入</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>サマルカンド 100MW 太陽光発電建設</u> • <u>先進的電力計測 (AEM) システム拡張</u>
	JSC "Uzbekenergo"		<ul style="list-style-type: none"> • <u>Uzbekenergo のプロジェクトマネジメント能力強化</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>SCADA システム導入 F/S</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>配電システム近代化/増強</u> • <u>ナマンガン 500kV 送電線、変電所建設</u>

					<ul style="list-style-type: none"> • <u>タリマルジャン 450MW CCGT 建設</u>
	Uzbekn eftegaz		<ul style="list-style-type: none"> • <u>ウズベクネフテガス O&M 業務, 企業 経営強化</u> 		<ul style="list-style-type: none"> • <u>ガス輸送ネット ワーク改善</u>
	Uztrans gaz			<ul style="list-style-type: none"> • ガス送電網 における SCADA システム導入 準備支援 	
	その他 (IPP, 研究機 関等)	<ul style="list-style-type: none"> • 太陽光エ ネルギー ロードマ ップ策定 支援 	<ul style="list-style-type: none"> • 太陽光エネルギー 試験・研究能力強 化 		<ul style="list-style-type: none"> • <u>Navoi100MW 太 陽光発電建設</u> • 国際太陽エネル ギー研究所設立
EBRD	MoE	<ul style="list-style-type: none"> • <u>電力部門 における CN ロード マップ作 成支援</u> 			
	JSC”N EGU”			<ul style="list-style-type: none"> • <u>Navoi500M W 風力発電 パイロット プロジェク トの建設・ 運営</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>2GW 風力発電入 札実施支援</u> • <u>ブラハ 500kV 送 電線建設</u> • <u>Navoi 高圧送電 線建設</u>
	JSC Uzbeke nergo				<ul style="list-style-type: none"> • <u>タリマルジャン CCGT 建設</u>
	その他 (IPP 等)				<ul style="list-style-type: none"> • <u>100MW 風力発電 建設・運営</u> • <u>サマルカンド 100MW 太陽光発 電建設・運営</u> • <u>グリーンテクノ ロジー促進 2 ス テップローン</u>

第4章 調査対象国における課題分析

4.1 ベトナム

4.1.1 既存 JICA 事業の整理

JICA では表 4-1 に示すように、ベトナムの多様なセクターで開発支援事業を実施している。これらの案件から得られた課題について表 4-2 に整理した。

表 4-1 ベトナムでの ET-CN に資する JICA 事業(過去 10 年程度)⁹⁸

No.	タイプ	プロジェクト	期間
エネルギー			
1	技術協力	高効率燃料電池と再生バイオガスを融合させた地域内エネルギー循環システムの構築プロジェクト	2015 年 4 月～ 2020 年 3 月
2	技術協力	省エネルギー促進マスタープラン調査事前調査	2008 年 6 月～ 2009 年 12 月
3	有償資金協力	タイビン火力発電所及び送電線建設事業(4)	2009 年 11 月～ 2020 年 4 月
4	有償資金協力	タイビン火力発電所及び送電線建設事業(3)	2009 年 11 月～ 2020 年 3 月
5	有償資金協力	第二次送変電・配電ネットワーク整備事業	2015 年 3 月～ 2018 年 4 月
6	有償資金協力	タイビン火力発電所及び送電線建設事業(2)	2009 年 11 月～ 2020 年 4 月
7	有償資金協力	ダニム水力発電所増設事業	2014 年 2 月～ 2017 年 8 月
8	有償資金協力	オモン火力発電所 2 号機建設事業(2)	2004 年 3 月 ～2017 年 10 月
9	有償資金協力	ギソン火力発電所建設事業(3)	2007 年 3 月～ 2016 年 2 月
10	技術協力	省エネルギー研修センター設立支援プロジェクト詳細計画策定調査	2013 年 7 月～ 2016 年 3 月
11	技術協力	省エネルギーラベル基準認証制度運用体制強化プロジェクト	2013 年 11 月～ 2016 年 11 月
12	有償資金協力	省エネルギー・再生可能エネルギー促進事業	2009 年 11 月～ 2015 年 1 月
運輸交通			
13	有償資金協力	ホーチミン市都市鉄道事業(ベンタイン-スオイティエン間(1号線))(3)	2007 年 3 月 ～2025 年 10 月

98 JICA ウェブサイトに掲載されている事前評価資料、報告書等からパシフィックコンサルタンツが作成。

No.	タイプ	プロジェクト	期間
14	有償資金協力	ハノイ都市鉄道事業（1号線）（ゴックホイ車両基地）（1）	2008年3月～ 2021年8月
15	有償資金協力	ホーチミン市都市鉄道事業（ベンタイン-スオイティエン間（1号線））（2）	2007年3月～ 2024年2月
16	技術協力	ビンズオン公共交通管理能力強化プロジェクト	2015年3月～ 2018年6月
17	技術協力	ダナン市都市交通改善プロジェクト	2013年4月～ 2016年3月
18	技術協力	南北高速鉄道建設計画策定プロジェクト	2011年5月～ 2014年3月
環境・廃棄物			
19	技術協力	持続的自然資源管理強化プロジェクトフェーズ2	2021年5月～ 2025年5月
20	技術協力	持続的自然資源管理プロジェクト	2015年8月～ 2021年1月
21	技術協力	パリ協定に係る「自国が決定する貢献（NDC）」実施支援プロジェクト	2021年6月～ 2024年6月
22	技術協力	クアンニン省ハロン湾地域のグリーン成長推進プロジェクト	2016年11月～ 2019年11月
23	有償資金協力	ドンナイ省水インフラ整備事業	2015年3月～ 2023年7月
24	技術協力	都市廃棄物総合管理能力向上プロジェクト	2014年3月～ 2018年3月
25	技術協力	ベトナム及びインドシナ諸国におけるバイオマスエネルギーの開発による多益性気候変動緩和策の研究プロジェクト	2011年10月～ 2016年9月
26	技術協力	天然ゴムを用いる炭素循環システムの構築プロジェクト	2011年4月～ 2016年3月
27	有償資金協力	第2期ホーチミン市水環境改善事業（4）	2006年3月～ 2024年6月
28	有償資金協力	ハロン市下水排水処理事業	2015年7月～ 2027年6月
29	有償資金協力	ビエンホア市下水排水処理施設計画（第1ステージ）	2017年8月～ 2026年1月
30	有償資金協力	第二期ホーチミン市水環境改善事業（3）	2006年3月～ 2021年10月
31	有償資金協力	ハノイ市エンサ下水道整備事業（1）	2013年3月～ 2021年12月

No.	タイプ	プロジェクト	期間
32	有償資金協力	南部ビンズオン省水環境改善事業（フェーズ2）	2012年3月～ 2019年3月
33	無償資金協力	ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画	2015年4月～ 2017年9月
農業			
34	有償資金協力	ゲアン省北部灌漑システム改善事業	2013年3月～ 2019年12月
森林・土地利用			
35	有償資金協力	保全林造林・持続的管理事業	2012年3月～ 2021年1月

表 4-2 ベトナムでの既存の JICA 事業で示された ET-CN に関する主な課題のまとめ

セクター	課題
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 中央が策定した「省エネ国家目標プログラム」を自治体側組織が促進する場合、中央省庁、地方自治体、各実施機関による事業の進め方に加えてそれぞれの機能と役割の明確化が不可欠（No.2） 省エネルギーラベル基準認証制度運用では、C/P 機関や関係者の省エネに対するコミットメントや技術習得意欲以外に、トップダウンで制度を浸透させる政治力、また、電力料金費用の削減が家計あるいは企業の財務に影響を与えるレベルにありそして消費者がそれを理解できること、消費者の購買力が一定程度のレベルに達しているかの環境条件の有無が重要（No.11） 南部の工業地帯などで電力不足により電力供給の増強が必要（No.7） 送電線は新規発電所からの新設が優先され、既存系統の増強が遅延する。（No.5）
運輸交通	<ul style="list-style-type: none"> ハノイ、ホーチミンなどの都市交通は、交通需要の増加、自家用車などの私的輸送の増加が課題だが、道路や駐車場が容量不足（No.14） 公共交通の交通分担率が低い都市では、まずバスが公共交通の主体となるよう交通政策を転換すべき（No.17）
環境・廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> 都市部は排水処理の施設整備が遅れ、河川・湖沼に廃棄物が投棄される、廃棄物埋め立て地からの進出水の処理が遅延（No.30） 都市開発の実施機関における都市開発管理能力の不足（No.23）
農業	<ul style="list-style-type: none"> 農業灌漑用水の需要に加え、工業団地向け工業用水需要が増加するも、流量データに基づく排水管理が不足（No.34）
森林・土地利用	<ul style="list-style-type: none"> 合法的な木材取引を推進する森林認証制度の強化（No.20） 森林率が回復している場合でも、面積ではなく森林の質の向上のため持続的な森林管理が必要（No.20） 森林被覆率は改善したが、森林の質は目標レベルまで回復が遅延（No.35）

4.1.2 ベトナムのエネルギーバランス

ベトナムのエネルギー生産量と一次エネルギー供給の経年変化を見ると（図 4-1）、1990年代に石油によるエネルギー生産が急増し、2000年代に入ってから石炭及び天然ガスによるエネルギー生産量の増加が見られるが、2010年代に入ってから増加は見られない。一方で、1次エネルギー供給では2010年以降も石炭が顕著に増加していることがわかる。石油製品の需要では、中間留分（主に灯油、軽油、A重油）と自動車燃料の需要が大きく伸びており（図 4-2）、主に自動車と産業用途と考えられる。発電源の構成比をみると、2010年代に石炭火力発電の割合が急増し、石炭火力発電と天然ガス火力発電で発電量の約5割を占めている（図 4-3）。

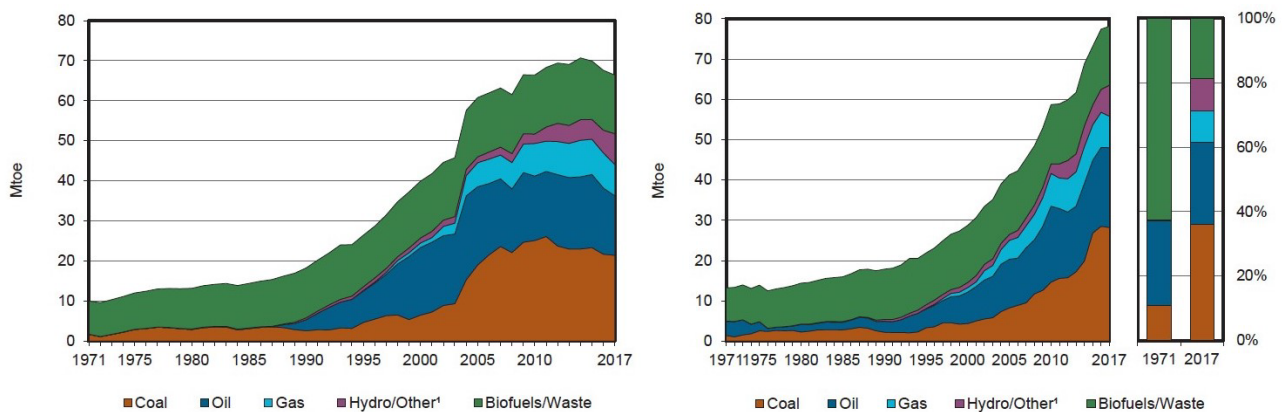


図 4-1 ベトナムのエネルギー生産（左図）及び一次エネルギー供給（右図）の経年変化 ⁹⁹

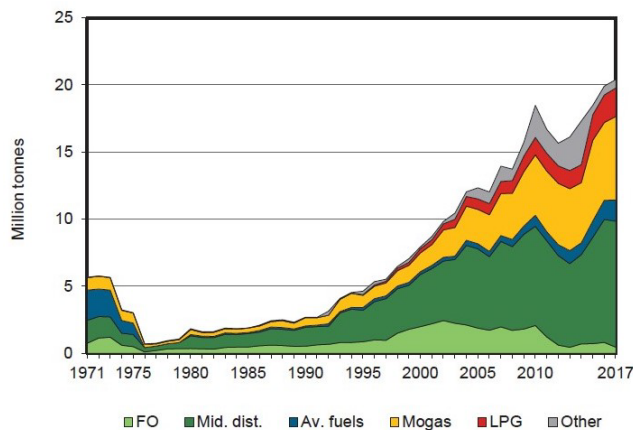


図 4-2 ベトナムの石油製品の需要の経年変化 ¹⁰⁰

99 World Energy Balances (IEA, 2019)

100 World Energy Balances (IEA, 2019)

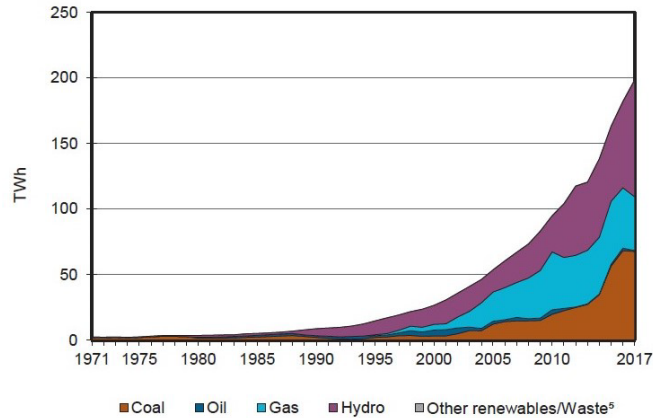


図 4-3 ベトナムの発電源構成の経年変化 ¹⁰¹

2019年のベトナムの一次エネルギー供給を見ると約47%が石炭、約30%が石油製品、約8%が天然ガス、バイオマス、約6%が電力であり、ET-CNの達成には、石炭、石油製品の消費を削減していく必要がある(図4-4 図4-8)。最終エネルギー消費を見ると、産業部門の消費エネルギーの48%を石炭、30%を電力が占めており、運輸交通部門では石油製品が98%、民生分野では電力が74%を占めている(図4-5 図4-9)。従って、これら部門での化石燃料の消費削減及び電源の低炭素化を進めていくことが、ベトナムのET-CNの達成には効果的であると考えられる。

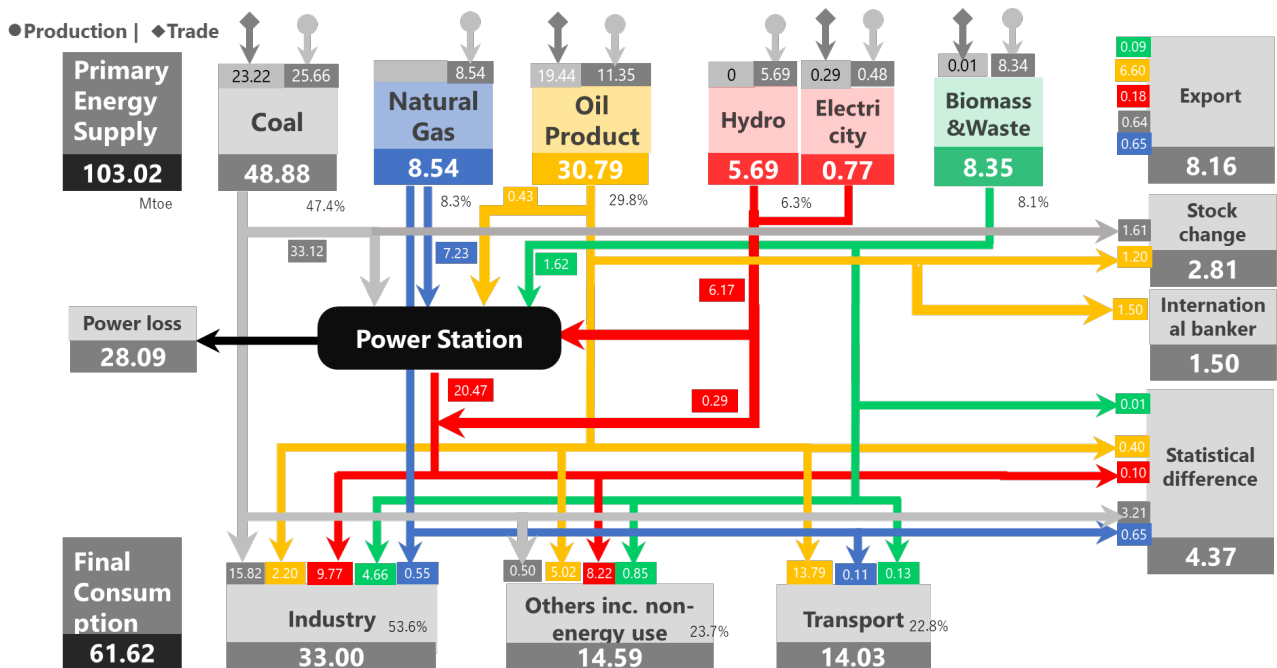


図 4-4 ベトナムのエネルギーバランス(2019) ¹⁰²

101 World Energy Balances (IEA, 2019)

102 IEA ウェブサイトの情報を元にバンフィックコンサルタンツが作成。 <https://www.iea.org/sankey/#?c=Viet%20Nam&s=Balance> 2022年8月16日アクセス

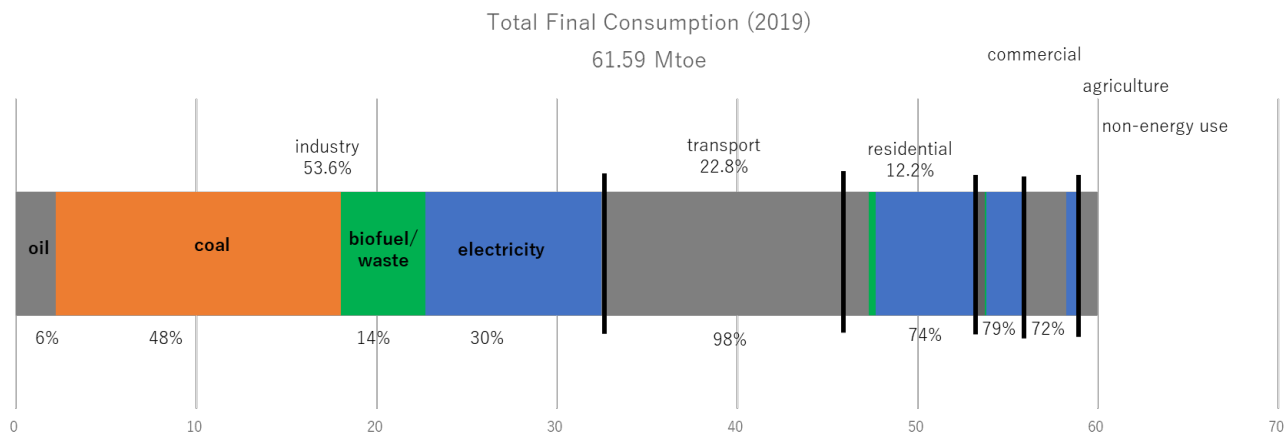


図 4-5 ベトナムの部門別最終エネルギー消費(2019) ¹⁰³

4.1.3 LNG 関連に係る課題分析と協力可能性の検討

既存資料のレビュー、関係機関へのインタビューの結果に基づき、LNG の展開にあたっての課題を制度面、技術面、社会実装の観点からまとめた。

1) 制度面

PDP8 案（2022 年 4 月公表版）では 2030 年までに設置予定の LNG の設備容量が示されているものの、政府承認を得て実施段階にある案件は非常に限られている。LNG による発電事業に参画見込みの IPP 事業者は多い。しかし、今後どの程度の設備容量が PDP8 に示されるかが重要であり、正式な PDP8 の政府承認まで待つ必要がある。制度面では、LNG の法令はあるものの、法令の運用にあたって必要となるガイドライン、LNG 施設の技術基準が全て整備されているわけではない。MOIT は LNG の受入れ、貯蔵、運搬、利用に関するガイドライン、技術基準の整備を開始しているものの、こうした技術基準等の整備にあたり、MOIT 職員は LNG 施設の設計、運営に関する技術面の知識を獲得する必要がある。

2) 技術面

LNG の利用は海外で既に展開されている実績ある技術・製品であり、LNG の受入れ、貯蔵、運搬、利用までが世界各地で行われている状況である。従って、技術開発や実証調査の必要はないため、技術面は対象外とした。

3) 社会実装

前述の LNG の設置見込みの設備容量を含む PDP8 の政府承認待ちであることを除くと、民間資金を活用した LNG の普及展開を図る上では、プロジェクトファイナンスによる資金調達が主な課題となる。IPP 事業者は EVN 指定の電力売電契約（Power Purchase Agreement : PPA）に示された契約条件、特にパンカビリティの課題を指摘している。これは、LNG 施設の建設に多額の費用を要するためである。加えて、LNG の国内需要として産業分野の需要があると考えられるものの、具体的な需要量や工業団

103 IEA ウェブサイトの情報を元にパンフィックコンサルタンツが作成。 <https://www.iea.org/sankey/#?c=Viet%20Nam&s=Balance> 2022 年 8 月 16 日アクセス

地等向けの LNG 供給事業のインフラ整備状況やファイナンス面の調査は行われていない。今後、民間投資を活用した LNG 事業の展開による社会実装を進める場合は、産業、運輸交通、民生分野の需要や事業性についての調査が必要となる。

これら課題の主要点を下図にまとめた。制度面、技術面、社会実装において JICA に支援が可能な部分をグレー（実施上に課題あり、実施上に一部課題ありの 2 種類）で示した。黒は、社会実装に非常に重要であるものの、JICA の協力では解決できない課題があることを示している。

表 4-3 ベトナムでの LNG 関連の課題分析 ¹⁰⁴

大分類	制度面		技術面		実装	
	計画/政策	法律/GL	技術開発	プレ FS	実証	社会実装
色分け			-	-	-	
説明	- PDP8 待ち - LNG 発電 IPP は長期 ET 計画上の 位置づけ明 確化待ち	- 施設の運営 に関する GL・基準は 全てそろっ ていない ¹⁰⁵ - MOIT は実 施に即した GL・基準の 整備が必要、技術面 の知識を要 する	N/A	N/A	N/A	- PPA はバン カビリティ の問題があ り、資金調達 が課題 - 発電用以外 の国内需要 量が明確で はない

凡例  展開をさまたげる圧倒的な課題あり  実施上に課題あり  実施上に一部課題あり

4.1.4 省エネに係る優先課題分析

既存資料のレビュー、関係機関へのインタビューの結果に基づき、省エネの更なる展開にあたっての課題を制度面、技術面、社会実装の観点からまとめた。

1) 制度面

LNG と同様に PDP8 における省エネ分野の記載が重要となるものの、基本的には既存の省エネ政策が踏襲されると考えられる。省エネ法（2010 年）が存在するものの、

104 関係者ヒアリング等を踏まえてパンフィックコンサルタンツが作成。

105 LNG の受入れ施設から利用までのガイドラインや基準について、MOIT Oil, Gas, and Coal 局の技術担当者の聞き取りでは「概ね揃った」という趣旨のコメントも聞かれたが、実際に LNG 関連施設を運用している Petrovietnam から聞き取りによると、各種ガイドラインや基準は策定中であるものの全て揃っていない、MOIT は技術面の知識レベルを深めてガイドライン等の策定を行う必要がある、と指摘している。技術面のガイドラインの他、将来的に大量の LNG を海外から調達する際には、無駄なく効率的に調達するためのガイドライン等は今後必要になる可能性がある。

MOIT は最新の省エネの手法を踏まえた改訂が必要と考えており、既にドナーによる支援を得て予備検討を開始している。

2) 技術面

省エネを実施する主体は主に民間企業であり、国内外の企業が有する技術や製品を活用した省エネ活動の展開が主流であることから、技術開発等の技術面での課題はほぼないと考えられる。

3) 社会実装

前述のように技術面での課題はないと考えられる一方で、民間企業は定期的なエネルギー使用量の報告義務はあるものの、MOIT は、期待ほど省エネ活動は進んでいないことを認識しており、企業に対して省エネの働きかけを行う省エネセンター等の省レベルでの活動等が必要と考えている。エネルギー多消費産業や運輸交通、民生や建物等のサブセクターにおいて省エネを更に展開していくためには、民間企業が省エネに投資を行う適切なインセンティブの設定が必要である。また、省レベルで民間企業に対する継続的な働きかけにも力を入れる必要がある。

産業分野の取組みに関連し、2022年7月末に公表された2050年までの脱炭素戦略である National Climate Change Strategy (NCCS) For The Period 2021 To 2050 (MONRE, 2022)を踏まえ、今後は省エネに加え、産業分野の脱炭素ロードマップの策定等の制度面の取組みが中心課題となる。前述の省エネ活動の展開に関する課題とは別に、産業分野の脱炭素を実装していくにあたっての問題分析を表中に(2)として示した。

同戦略では、MONRE は 2050 年までの脱炭素戦略全般を牽引しつつ、各省による実施を牽引する役割となっているが、関係各省は所管分野の脱炭素ロードマップの策定や GHG 排出量の報告制度の実装を担う体制である。この新規の国家戦略に則り、MOIT においては産業分野の省エネのみならず、産業分野の 2050 年脱炭素達成に向けたロードマップの策定、GHG 排出算定報告に要するエネルギー消費量等のデータを収集し、GHG 排出量の MRV の継続的な実施を行う必要がある。¹⁰⁶

このような状況から、制度面ではまず 2050 年までの産業分野における脱炭素に向けたロードマップの策定、GHG 排出量算定、排出削減に向けたガイドライン等の策定を要する。同時に、既存のエネルギー消費量報告制度¹⁰⁷のデータベースを必要に応じて改修しつつ、主要なエネルギー需要家に限られていたエネルギー消費量報告の対象企業を拡大し、エネルギー消費量の測定・報告・検証制度を構築する等により、報告対象の拡大を推進することになる。企業が入力したエネルギー消費量のデータに入力ミス等による誤りが多く不正確とのヒアリング結果¹⁰⁸もあり、産業分野の GHG 排出量の算定報告の実施段階においては、データの質の改善が課題となる可能性が高い。公共・民間双方の人材育成も必要になるものと考えられる。

¹⁰⁶ ベトナム既存の算定報告制度は CO₂ が排出量算定報告の対象となっており、CO₂ 以外の GHG は対象とはなっていない。

¹⁰⁷ 2022年1月のベトナム政府議定 No.06/2022/ND-CP で定められた。政府が定めた基準を満たす生産業者(Key energy user)に対して、温室効果ガスの排出量を記録することを義務付ける法制度はこれ以前にはなかった。民間企業が自社のエネルギー消費量をウェブベースのプラットフォームに入力する形で政府に報告する。

¹⁰⁸ Industrial Promotion and Development Consultancy Center (IDS) ハノイへのヒアリングより。

技術面では、既存のエネルギー消費量の報告制度のウェブベースのプラットフォームを活用するため、多少システムの改修を要するが、大規模な技術開発等の必要はないと考えられる。

実装面では民間企業によるエネルギー消費量の報告が GHG 排出量算定の基礎となるため、民間企業の巻き込み、特に民間企業にとってのインセンティブの検討が必要になる。入力されたデータの効率的なチェック・修正等が今後必要になる可能性がある。

これら課題の主要点を下図にまとめた。制度面、技術面、社会実装において JICA に支援が可能な部分をグレー（実施上に課題あり、実施上に一部課題ありの 2 種類）で示した。黒は、社会実装に非常に重要であるものの、JICA の協力では解決できない課題があることを示している。

表 4-4 ベトナムでの省エネ関連の課題分析 ¹⁰⁹

(1) 省エネ

大分類	制度面		技術面		実装	
	計画/政策	法律/GL	技術開発	プレ FS	関係者の巻き込み	社会実装
色分け			-	-		
説明	<ul style="list-style-type: none"> - PDP8 待ち - 既存の省エネ政策の踏襲の可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> - 再エネ法改訂 MOIT は最新の状況に則した法律に改訂を検討 - ドナーの支援あり 	N/A	N/A	<ul style="list-style-type: none"> - 民間企業にとって省エネ実施のインセンティブが不足 - 地方自治体傘下の IDS によるエネルギー診断等の省エネ推進活動は、予算・人員等の措置の不足により、実施数が少ない ¹¹⁰ - 民間のエネルギー消費量報告の数値が不正確 ¹¹¹ 	<ul style="list-style-type: none"> - 民間の省エネ投資の意欲と資金が課題

109 関係者ヒアリング等を踏まえてパンフィックコンサルタンツが作成。

110 Industrial Promotion and Development Consultancy Center (IDS) ハノイへのヒアリングより。ハノイ市だけでなく多くの IDS は同様の課題を抱えているとのこと。

111 企業担当者以外の修正ができない仕組みになっているため、IDS は修正ができない。IDS によると、民間に対する入力の指導も行われていない。

(2) 産業分野の脱炭素

大分類	制度面		技術面		実装	
小分類	計画/政策	法律/GL	技術開発	プレFS	関係者の巻き込み	社会実装
色分け			-	-		
説明	- 脱炭素の国家戦略に則り産業分野の脱炭素計画策定（2050年までのロードマップ）が必要	- 民間のエネルギー消費量の報告制度で報告された数値が不正確 ¹¹² - 産業分野のGHG排出量算定、排出削減に向けたGL等は未策定（今後策定）	N/A	N/A	- エネルギー消費量の報告制度は民間側にとってのインセンティブが不足	- 他の情報源からのデータとの整合性等、データの質が課題になり得る

凡例



展開をさまたげる圧倒的な課題あり



実施上に課題あり



実施上に一部課題あり

4.1.5 エネルギートランジション・カーボンニュートラルに係る課題分析

ベトナムにおいて、エネルギートランジション、脱炭素推進の国家レベルの指針となるのは電力開発計画である。これまでベトナム政府は再生可能エネルギーの導入推進と、LNGの導入によりエネルギートランジションと脱炭素を推進してきた。本調査時点でPDP8は政府による承認手続き中であるため、再エネ導入とLNG導入見込みは大きく変わらないという想定の下に、課題分析を行う。

課題は、(1)電力安定供給への対応に係る課題、(2)電力系統安定化に対応に係る課題、(3)省エネ推進に係る課題、(4)その他ET/CNに係る課題に分けて整理した。

(1)電力安定供給への対応に係る課題及び(2)電力系統安定化に対応に係る課題

GHG排出量の最も多いエネルギー分野については、PDP8案によると石炭火力による発電をLNGに転換することで炭素強度の低減を進めると同時に、より多くのクリーンエネルギーの導入を促進する方向である。しかし、LNGへの転換によりGHG排出はゼロにはならないため、より多くのクリーンエネルギーの導入を促進する必要がある（上述の(1)電力安定供給への対応に係る課題）。この点でベトナム政府は太陽光発電、風力発電の導入を積極的に進めているが、課題となっているのは系統電力網の安定性確保となる（上述の(2)電

¹¹² 制度と報告のためのプラットフォームは整備されているが、データの質の向上に関する活動は行われていない。

力系統安定化に対応に係る課題)。しかし、この問題は世界銀行による SCADA や需給バランスの調整を行う設備の導入と系統電力マネジメントシステムの近代化で対応可能と見込まれる。残る課題は制度面にあり、エネルギー分野に対する民間投資を促進するため、投資環境の整備の遅れである（上述の(1)電力安定供給への対応に係る課題）。

(3)省エネ推進に係る課題

省エネ分野の取組みは、制度の構築は完了しているものの、民間セクターの巻き込み、特に民間企業にとって省エネの取組みを推進するインセンティブ作りが課題となっている。エネルギー消費量の把握については、現在のところ、主要な電力需要家に限り、エネルギー消費量の報告制度に則りウェブベースのプラットフォームに企業自ら消費量のデータを入力している。しかし、入力されたデータには誤りが多いとの指摘がある。エネルギー消費量の報告制度は、今後産業分野の脱炭素化に向けた重要な指標になると思われることから、当面は産業分野の脱炭素ロードマップの策定、GHG 排出量の算定報告制度の構築と運用を目指し、その後にデータの質の改善に取り組むことが考えられる。

(4)その他 ET-CN に係る課題

IPP 事業を民間投資で進めるためには PPA のバンカビリティ確保が必須である他に、電力市場の構築や電力相対取引制度等、検討が開始された新たな市場制度の整備が必要と考えられる。加えて、炭素取引制度を構築することでエネルギー分野への民間投資に新たな意義を与えることも有効である。この他に、エネルギー分野の脱炭素を達成するにあたり、系統電力マネジメントシステムの近代化と再エネ大量導入を支える蓄電機能や水素・アンモニア利活用の技術開発が必要となる。これらの課題の改善は、課題(1)、(2)の改善においても重要な要素として関連付けられる。

その他 ET-CN に係る課題の 2 つ目として、非エネルギー分野の脱炭素の課題がある。非エネルギー分野の GHG 排出では、農畜産分野におけるメタン排出が主要排出源となっている。その一方で、ベトナムにおいて重要な CO₂ 吸収源である森林分野については、森林被覆の面積はほぼ計画値を達成するレベルに到達している。そのため、ベトナム政府が森林の質の向上による CO₂ 吸収量の確保に政策転換を図ったこともあり、国全体で 2050 年までに脱炭素を達成するにあたり、非エネルギー分野の GHG 排出削減のための方策が相対的な重要度を増していると言え、農畜産業分野におけるメタン排出量の削減手法についての研究開発が行われている。¹¹³ しかし、こうした生産技術を全国展開に至らしめるためには引き続き研究と社会実装が必要である。

エネルギー分野、非エネルギー分野の GHG 排出量をゼロにできない場合においても、炭素排出権取引制度の活用も考えられ、ベトナム政府は 2022 年初頭からカーボンプライシングの取組み、特に炭素取引制度に関する検討を始めており、この取組みを軌道に乗せる必要がある。

¹¹³ 本調査対象国のうち、ベトナム、ネパール、ウズベキスタンは、世界のメタン排出量を 2030 年までに 30%削減するための Global Methane Pledge に参加している。

表 4-5 ベトナムでのエネルギー移行・脱炭素に関する課題分析 ¹¹⁴

大分類	制度面		技術面		実装	
小分類	計画/政策	法律/GL	技術開発	FS	関係者の巻き込み	社会実装
色分け			-			
説明	<ul style="list-style-type: none"> - PDP8 待ち¹¹⁵。安価な電力の安定供給、再エネ促進（継続）長期 ET 計画上の LNG と再エネの役割¹¹⁶明確化 課題(1)、(4) - 農業分野のメタンや大気汚染物質の排出削減の方法や施策は不明 - 吸収源の森林面積はほぼ最大値に到達 	<ul style="list-style-type: none"> - 系統の強化・安定化、地域別需給バランス調整（継続） 課題(2) - 省エネの継続 - 産業の脱炭素の計画未策定 課題(3) - エネルギー分野への民間投資環境の整備が遅延 課題(4) - 炭素取引制度の促進に向けた制度がない 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> - 再エネ最大活用のための需給調整のオプション確保¹¹⁷ 	<ul style="list-style-type: none"> - 民間企業等によるエネルギー分野投資の魅力・インセンティブが不足 課題(4) 	<ul style="list-style-type: none"> - 民間による投資にむけた投資環境が不十分 - 系統電力の安定的な運用¹¹⁸（継続）

凡例



展開をさまたげる圧倒的な課題あり



実施上に課題あり



実施上に一部課題あり

114 関係者ヒアリング等を踏まえてパシフィックコンサルタンツが作成。

115 PDP8 では電源構成、設備容量、長期 ET と脱炭素への道筋がある程度示されると見込まれている。

116 LNG 発電 IPP は長期 ET 計画上の位置づけ明確化待ち。再エネは総発電容量の約半分程度の大量導入見込み。省エネについては、既存の省エネ政策は継続見込み。

117 火力発電の他、蓄電設備、水素・アンモニアの利活用の開発等。

118 地域間の電力融通、電源開発、蓄電機能や水素・アンモニアの利活用技術の開発等。

4.2 ラオス

4.2.1 既存 JICA 事業の整理

JICA では表 4-6 に示すように、ラオスの多様なセクターで開発支援事業を実施している。これらの案件から得られたラオスの課題について表 4-7 に整理した。

表 4-6 ラオスでの ET-CN に資する JICA 事業(過去 10 年程度) ¹¹⁹

No.	タイプ	プロジェクト	期間
エネルギー			
1	情報収集・確認調査	エネルギーセクター情報収集・確認調査	2012 年 1 月～ 2012 年 12 月
2	有償資金協力	ナムグム第一水力発電所拡張事業	2013 年 5 月～ 2019 年 1 月
3	無償資金協力	小水力発電計画	2013 年 4 月～ 2015 年 1 月
4	技術協力	電力システムマスタープラン策定プロジェクト	2017 年 6 月～ 2019 年 3 月
5	技術協力	グリッドコード整備及び運用体制強化による電力品質向上プロジェクト	2021 年 2 月～ 2024 年 1 月
6	有償資金協力	南部地域電力システム整備事業	2012 年 3 月～ 2017 年 8 月
7	協力準備調査	セカタム水力発電事業準備調査(PPP インフラ事業)	2013 年 3 月～ 2015 年 11 月
8	案件化調査(中小企業支援型)	無電化・弱電化地域における流水式マイクロ水力発電プロジェクト案件化調査	2012 年
9	案件化調査(中小企業支援型)	遠隔モニタリング技術を活用した水力発電所の運用・保守高度化に関する案件化調査	2017 年 9 月～ 2018 年 9 月
運輸交通			
10	技術協力	ビエンチャンバス公社能力改善プロジェクトフェーズ	2012 年 1 月～ 2015 年 3 月
11	情報収集・確認調査	低公害型公共交通システム導入に向けた情報収集・確認調査	2012 年
12	—	ラオスパイロットプログラム(LPP)(持続可能な都市づくり促進のための低公害型交通システム制度支援)	2013 年 3 月～ 2014 年 2 月
13	技術協力	ビエンチャンバス公社能力改善プロジェクトフェーズ 2	2016 年 8 月～ 2019 年 8 月
14	技術協力	持続可能な都市交通システム能力向上プロジェ	2018 年 12 月～

¹¹⁹ JICA ウェブサイトに掲載されている事前評価資料、報告書等からパシフィックコンサルタンツが作成。

		クト	2021年12月
15	普及・実証・ビジネス化事業（中小企業支援型）	三輪電気自動車を活用した低公害型交通システムの普及・実証事業	2014年10月～2017年1月
16	普及・実証・ビジネス化事業（中小企業支援型）	ビエンチャン市都市交通改善のための位置情報・交通観測システム普及・実証事業	2015年5月～2016年10月
17	案件化調査（中小企業支援型）	ビエンチャンにおけるバス事業改善システム案件化調査	2014年11月～2015年11月
18	普及・実証・ビジネス化事業（中小企業支援型）	バス事業改善システム普及・実証事業	2016年6月～2019年2月
19	基礎調査	ビエンチャン市バス及び歩行者優先信号導入と維持管理継続性に関する基礎調査	見当たらず
農業			
20	技術協力	クリーン農業開発プロジェクト	2017年11月～2022年11月
21	無償資金協力	タゴン灌漑農業改善計画	2018年1月～2020年12月
22	基礎調査	余剰水力発電を活用した現地肥料生産の基礎調査	2021年5月～2022年8月
森林・土地利用			
23	技術協力	持続可能な森林管理及びREDD+支援プロジェクト	2014年10月～2021年9月
環境・廃棄物			
24	無償資金協力	環境的に持続可能な都市における廃棄物管理改善計画	2014年4月～2016年1月
25	技術協力	首都ビエンチャン都市水環境改善プロジェクト	2014年10月～2017年10月
26	案件化調査（中小企業支援型）	ビエンチャン市における医療廃棄物を中心とした有害廃棄物処理・管理改善に向けた案件化調査	2016年11月～2017年10月
27	普及・実証・ビジネス化事業（中小企業支援型）	ビエンチャン市における医療廃棄物を含む有害廃棄物処理・管理改善に向けた普及・実証事業	2018年12月～2023年3月
都市開発			
28	技術協力	都市開発管理プロジェクト	2013年9月～2017年3月

表 4-7 既存の JICA 事業で示された ET-CN に関する主な課題のまとめ

セクター	課題
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国境付近の地方電化は隣接国からの電力輸入により賄われているが、輸入電力の平均単価がラオス国内平均電気料金を上回るものも多く、EDL の財政を圧迫する要因の一つになっている。(No.3) ・ 地方部の電力系統では、中圧 (22kV) の配電線により数百 km もの距離に亘って電力供給が行われているものが多く、また、系統末端での電源設備も少ないことから、電圧維持が難しく電圧降下を生じるとともに、送電ロスや周波数変動等の技術的問題が発生する。また、長距離の単回線での電力供給であるため、事故発生時の影響が広範囲に及ぶなど、電力供給の信頼性も低い (No.3) ・ オフグリッド電源は、地方自治体等が発電所を運用するため管理能力に乏しい (No.3) ・ 国内供給用の発電設備容量が需要と比較して大きく、年間を通して使用されない発電設備容量及び電力の余剰がラオス国内に存在し、買電している EDL の財政を圧迫している。(No.4) ・ 現在の水力発電中心の開発では、乾季の電力供給力不足を解決できず、タイからの輸入や再生可能エネルギーなどを考慮し、経済的な乾季対策が必要。(No.4) ・ ラオス国内系統と隣国電力系統とを連系させる広域連系システム、「System to System 連系体制」実現に向けて、EDL がラオス系統の特性を勘案しつつ隣国のグリッドコード (GC) とも整合した実効性のある GC を整備する必要がある。これと併せて、EDL 中央給電指令所の自立的な監視・制御体制の強化、送変電設備の運用能力強化、更にこれらをモニタリングするための規制機能の強化が必要 (No.5) ・ 多くの水力発電所建設計画がある一方、運用・保守を担う技術者の育成が追いついていない (No.9)
運輸交通	<ul style="list-style-type: none"> ・ 政府や民間など多用な関係者の役割を明確にし、総合的な EV 促進政策を確立する必要がある。EV を自動車として定義づけ、安全基準を整備する必要がある。また EV を促進する税制の整備、インフラの整備、人材育成などに取り組むことが必要 (No.12)。 ・ 公共交通機関の信頼性、利便性の向上や公共交通網の拡大 (No.13) ・ モーダルシフトを促進する公共交通政策が十分でない (No.13) ・ ビエンチャンバス公社の運営体制の改善 (No.17)
農業	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農業の生産性の向上、商品作物の高付加価値の創出、余剰電力対策、電力を消費する産業の創出が必要 (No.22)
森林・土地利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地方レベルの森林管理能力の強化 (No.23) ・ REDD+関連データの適切な解析・管理を行う人材が不足しており、REDD+を通じた森林保全の基盤が脆弱 (No.23)

環境・廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> ・ 都市において廃棄物収集量の大幅な増加が予測されており、収集車両を増やすなどの対策が必要（No.24） ・ ビエンチャンについては、最終処分場は市街地から約 32km 離れているため廃棄物の中継基地を設立して増加する収集廃棄物を効率的に運搬する対策が必要（No.25） ・ 焼却炉の処理能力を超過する医療廃棄物が搬入されており、医療廃棄物が適切に処理されていない（No.27） ・ ガイドラインが存在するものの、清掃員の理解不足等により分別された医療廃棄物が一般廃棄物に混合されている（No.27）
都市開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ 都市計画マスタープランの実現に向けて、土地利用計画に基づいて開発事業を制限・誘導する仕組みが十分機能していない（No.28） ・ 都市開発の実施機関における都市開発管理能力の不足（No.28）

特に、エネルギーセクターの課題では、No.4 の報告書において下記の提案がなされている。

- ✓ 国内向け発電設備容量の過多について、国内の電力需要の増加、電力輸出の強化、国内向け電源の輸出用電源への変更
- ✓ 乾季の電力供給力不足に対して、タイとの連系線容量を強化する
- ✓ Greater Mekong Subregion の電力系統の連系に向けたラオスのグリッドコードの遵守強化

JICA ではこれら課題、提案を受けて、本調査時点で「電力アドバイザー」「グリッドコード整備及び運用体制強化による電力品質向上プロジェクト」「電力公社経営マネジメント改善プロジェクト」を実施している。

また、EV の促進においては、「ラオスパイロットプログラム（LPP）（持続可能な都市づくり促進のための低公害型交通システム制度支援）」において示された課題のうち、EV 促進政策の整備、EV の自動車としての定義づけ、EV 優遇税制の整備及び EV インフラの整備は、2021 年に公布された Resolution on Endorsement of Policy on Electricity Vehicle Use に含まれている。

4.2.2 エネルギートランジション・カーボンニュートラル（特に電氣化促進）に係る課題分析

ラオスの ET-CN に係る既存政策のデスクトップレビュー及び現地ヒアリングを踏まえ、ラオスが ET-CN を達成するための課題、現地ニーズ、ドナー支援の状況を表 4-8 に整理した。

表 4-8 ラオスの ET-CN に向けた主な課題 120

区分	課題	ラオス側要望	他ドナーの動き	対策案
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 水力、火力、再エネ、バイオマス等のエネルギー全体の開発について省庁間連携がない (MEM、MAF、MONRE 等) 太陽光発電は EPC が可能な技術者がいない (AF) 太陽光、風力等の再エネ導入におけるラオスの技術基準がない (MEM) 北部の水力発電と最大の電力需要地である首都の連携が必要 山間地の電化には、送配電網の延伸は費用対効果から現実的ではない。 	<p>(MEM DEEP/DEPP/DEM/RIEM)</p> <ul style="list-style-type: none"> 再エネ技術基準やガイドラインの策定 水素等のポテンシャル調査から政策策定支援 	<ul style="list-style-type: none"> USAID (MEM、EDL に提案中) : 政策策定支援、キャパビル、EDL 財務改善 Asia Foundation (AF) : MEM に対して法務・財務分野のキャパビル等を実施 豪州大使館と AF (MEM に提案中) : エネルギートランジションの支援 	<ul style="list-style-type: none"> エネルギーに関して MEM を中心に省庁横断的に協議・情報共有する場を設定する 再エネの技術ガイドラインの策定を支援する 水素、アンモニアのポテンシャルの詳細調査を支援する ただし、USAID、豪州とのデマケ、調整が必要である
EV 促進	<ul style="list-style-type: none"> 2030 年 30% を達成するための具体的なアクションの方向性が示されていない (MEM 等) 米が実施した充電設備の調査では米国規格が推奨されていたがラオスのコンテキストに合っていない (MEM RIEM) 充電プラグが CCS-Type2 のみとなる見込みだが 30% の達成には中国規格 GB/T も含む必要がある (LOCA) 	<p>(MPWT DoT)</p> <ul style="list-style-type: none"> EV 促進のための税制や環境税の設定に関するキャパシティビルディング 	<ul style="list-style-type: none"> USAID (MEM と協議中) : 充電インフラ基準や普及戦略検討 GGGI (MPWT、完了) : EV 普及のためのビジネスモデルの検討等 	<ul style="list-style-type: none"> 技術基準、産業開発、電気料金、税制などを一体的に協議して EV 促進のためのアクションをとりまとめる場を設定する MEM が EV 促進法令 No.8 の関連省庁等に対して横断的 WG の設立を各省に要請しており、これを流用することが可能と考える。
省エネ	<ul style="list-style-type: none"> エアコンなどの省エネ性能を第三者が検査・認証する仕組み・手順・ガイドラインなどのシステムが無い (MEM) 産業種別エネルギー消費データが無い (MEM) 	<p>(MEM)</p> <ul style="list-style-type: none"> 省エネ性能を第三者が検査・認証する仕組み 	<ul style="list-style-type: none"> NZ-Laos REP (MEM と実施) : 省エネ法令にそったエネルギーデータ収集支援、エネルギー管理のキャパビル 	<ul style="list-style-type: none"> 省エネ性能を第三者が認証するための手順、ガイドラインを策定する 産業、商業、民生分野等からエネルギーデータ収集体制を進め、効

120 現地ヒアリング等を踏まえてパシフィックコンサルタンツが作成。

			<ul style="list-style-type: none"> GGGI (MOIC と実施) : クリーンインダストリー戦略策定、資金調達 	果的な省エネ施策を協議する場を設定する (NZLREF と協力)
その他	<ul style="list-style-type: none"> REDD について継続的な認識向上が必要。ソーラーシェアリングの予算不足。農畜産業からの排出対策、農作物モデリングの能力不足。(MoAF) 山間地での森林減少はスラッシュアンドバーンによる農業が要因の一つである。(MoAF) 	(MAF) <ul style="list-style-type: none"> AFOLU セクターからの排出削減のための資金支援・職員能力の強化 	<ul style="list-style-type: none"> 特になし 	<ul style="list-style-type: none"> SATREPS や日本環境省等の JCM 資金を活用した支援が考えられる。

特に電気化促進の観点から整理すると下記の課題が挙げられる。

- ✓ 水力、火力、再エネ、バイオマス等のエネルギー全体の開発について省庁間連携がない
- ✓ 水力発電を活用した電化拡大の課題は電力需給地の偏りの解消が必要である。
 - ラオス北部の水力発電電力供給量に対して同地域の電力需要が少ないが、北部と電力需要地を接続する送電網に十分な容量が無い場合、余剰電力（水量があっても発電しない状況）が生じている。
 - 複数企業による仮想通貨マイニングのためのデータセンターの設置が検討されており、大規模な電力需要が見込まれるが、事業の継続性が確かではないため、マイニング企業への売電を実施しつつも余剰電力対策の検討は必要である。
 - 余剰電力を活用した水素・アンモニア・合成メタン製造やアンモニアの肥料原料としての利用などが考えられ、そのうちアンモニアの肥料原料としての利用については民間企業を中心に検討がなされているが¹²¹、ガスのエネルギー利用については法制度や規制が無い場合整備が必要である。
- ✓ 再生可能エネルギー普及の課題は技術基準の整備と技術者育成にある。
 - 現時点で太陽光や風力等の再生可能エネルギーは、生産国基準の製品が導入されており、技術基準が統一されていない。
 - 屋上太陽光発電の EPC が可能な自国内技術者が育成されておらず、屋上太陽光発

121 例えば、つばめ BHB 株式会社による JICA 中小企業・SDGs ビジネス支援事業を活用した「ラオス国の余剰水力発電を活用した現地肥料生産の基礎調査」や、日立造船株式会社らによる NEDO2021 年エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業実証要件適合性等調査を活用した「ラオス国におけるグリーンアンモニア製造・供給事業を実現するための PEM 型電解装置の実証研究」など。
<https://tsubame-bhb.co.jp/news/press-release/2020-10-22-1644> 2022 年 8 月 3 日アクセス
https://www.hitachizosen.co.jp/newsroom/news/release/2021/20211018_001426.html 2022 年 8 月 3 日アクセス

電の実施を検討しても対応可能な技術者が不足している。

- ✓ 山間地などの電化には、送配電網の延伸は、費用対効果の観点から現実的ではない。
 - ▶ 山間地の電化には、分散型の再生可能エネルギーが有効であるが、運搬・維持管理などで課題が多い。
- ✓ 運輸交通電化のための実施体制はゆっくりではあるが着実に進んでいるものの、2030年30%を達成する具体的方向性は明確ではない。
 - ▶ 政府は、充電設備などインフラ整備を民間に任せているが、急速充電等を可能とするインフラ整備へのインセンティブが十分でない等のため普及の進捗が遅く、また、EV政策に民間の要望が反映されているとは言えない。

4.2.3 国内・地域のゼロエミッションエネルギーポテンシャル及び活用方法

ラオスのエネルギー生産量と一次エネルギー供給の経年変化を見ると（図 4-6）、2010年代に水力発電と石炭によるエネルギー生産が急増し、一次エネルギー供給では石炭の割合が急増していることがわかる。これは Hongsa 石炭火力発電所が 2015 年に運転開始されたことによる。石油製品の需要では、中間留分（主に灯油、軽油、A 重油）の需要が大きく伸びており（図 4-7）、主に自動車と産業用途と考えられる。

「電力システムマスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート」（JICA、2020）では、ラオス国内の公式の電力需要想定は最大電力で 2017 年の 1,728MW から 2030 年には 5,892MW に達するとしている一方、2016 年から 2017 年の最大電力需要の実績値は、1,000MW 程度に留まり、想定を大きく下回るとしている。MEM が 2017 年に公表した 2030 年までの電源開発計画では、既設、建設中及び輸出用電源も含めて、総出力約 31.5 GW であり、2018 年に運転されていた電源 7.4 GW の約 4.3 倍である。¹²² 一方で、同レポートでは、ラオス北部の水力発電所の電力を既存の送電線を活用して首都方面へ送電する可能性について分析しており、結果、既存の 230kV 送電線では 300MW 程度が上限であるとして、地域間で連系を図るためのグリッドコードの整備やタイ北部との 500kV、1,000MW の連系線の強化等を提案している。

2019 年のラオスの一次エネルギー供給を見ると約 45%が石炭、約 23%が電力、約 20%がバイオマス、約 12%が石油製品であり、ET-CN の達成には、石炭、石油製品や森林減少につながる非持続可能なバイオマス利用を削減していく必要がある（図 4-8）。最終エネルギー消費を見ると、産業部門の消費エネルギーの 50%を石炭が占めており、運輸交通部門では石油製品が 100%、民間、商業や公共サービス部門ではバイオマスエネルギーの利用が 80%を上回っている（図 4-9）。従って、これら化石燃料或いは非持続可能なバイオマス消費しているセクターやプロセスにおいて、水力発電電力を用いた電化を進めていくことが、ラオスの ET-CN の達成には効果的であると考えられる。

¹²² ラオスでは複数の石炭火力発電所の開発が計画されているものの、中国政府が海外での石炭火力発電所の建設を中止すると発表していることや世界的に石炭火力発電への融資を控える傾向から、石炭火力開発は停滞しており、ET-CN の観点からも、その動向について注視していく必要がある。NPDP の改訂版ではエネルギーミックスにおける石炭火力の比率を 30%から大幅に引き下げる予定とのこと（パシフィックコンサルタンツによる現地ヒアリングより）。

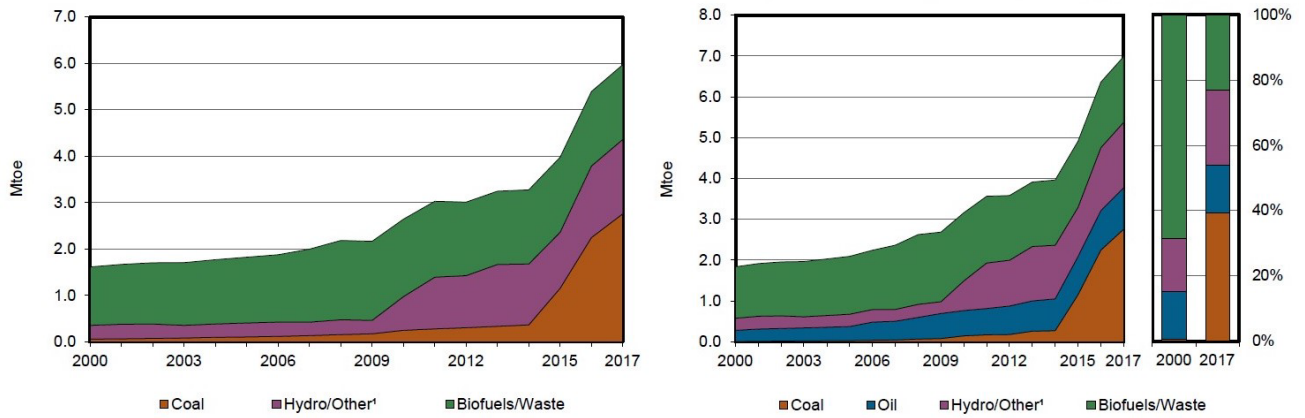


図 4-6 ラオスのエネルギー生産（左図）及び一次エネルギー供給（右図）の経年変化 ¹²³

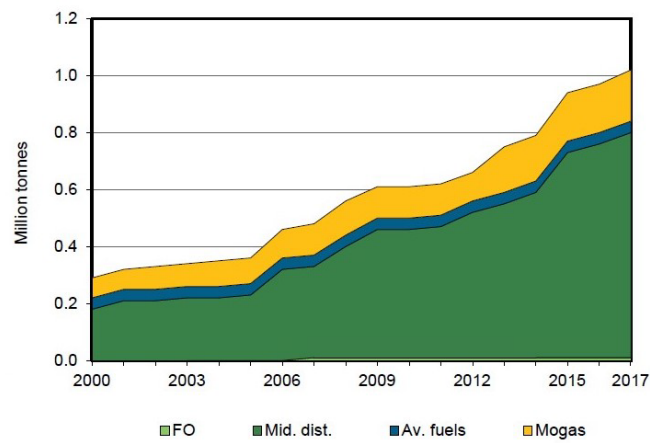


図 4-7 ラオスの石油製品の需要の経年変化 ¹²⁴

123 World Energy Balances (IEA, 2019)

124 World Energy Balances (IEA, 2019)

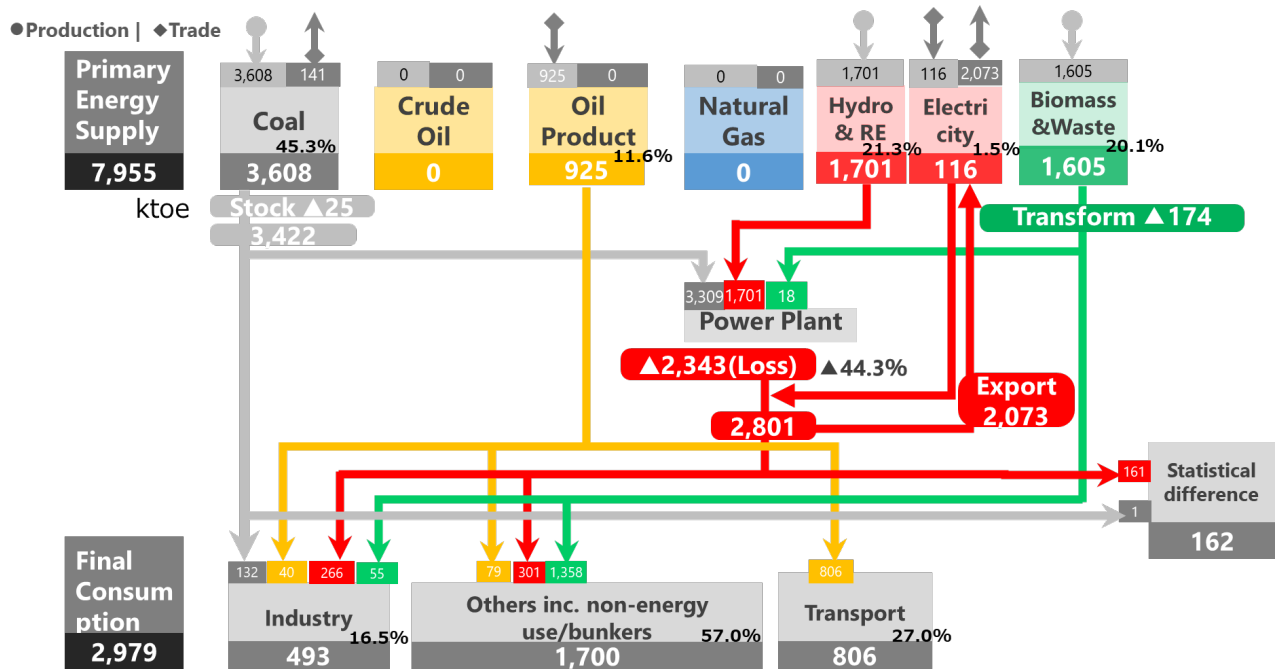


図 4-8 ラオスのエネルギーバランス(2019) ¹²⁵

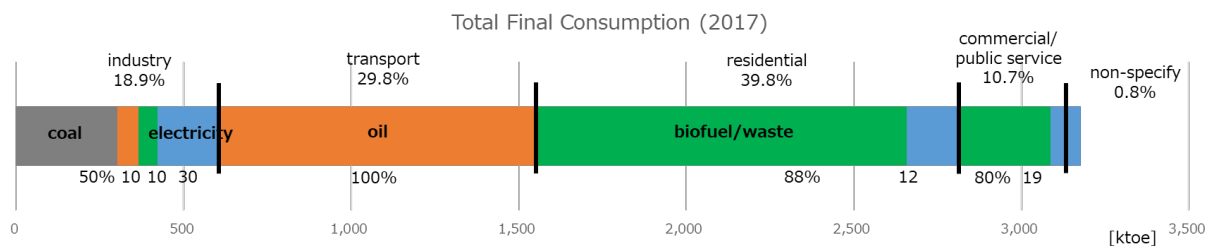


図 4-9 ラオスの部門別最終エネルギー消費(2017) ¹²⁶

一方で、ラオスの MEM や MOIC へのヒアリングから、産業部門のエネルギー消費に関する詳細な統計データベースは整備されておらず、どの産業で何のエネルギーがどの程度消費されているかといった実態を正確に把握することが出来ない状況にある。¹²⁷ そこで東アジア・アセアン経済研究センター（ERIA）の報告を参照すると、食品加工業及びその他製造業¹²⁸での石炭、電力、燃料油の消費が多いと推計されており、産業分野では、これら石炭及び燃料油の電化及び燃料転換、及び電力消費の省エネが ET-CN の達成に効果的であることがわかる（表 4-9）。ADB が実施した Final Energy Efficiency Market Assessment Report - LAO PDR (2022)においても、省エネポテンシャルの大きい分野は産業及び運輸交通であるとしている。

¹²⁵ IEA ウェブサイトの情報を元にパシフィックコンサルタンツが作成。 <https://www.iea.org/sankey/#?c=Lao%20People's%20Democratic%20Republic&s=Balance> 2022年5月6日アクセス

¹²⁶ World Energy Balance (IEA, 2019)を元にパシフィックコンサルタンツが作成。

¹²⁷ 現地ヒアリングより、民間企業が工場等の新設する際には、どのエネルギー源をどの程度使用する予定であるかを自治体の DoIC に提出するがデータベースは未整備であり、また実際の消費状況の把握はなされていない。

¹²⁸ MoIC へのヒアリングから、主にラオスのエネルギー多消費産業は、セメント製造、金属加工業、レンガ製造業とのこと。

表 4-9 ラオスの産業別エネルギー消費量の推定 ¹²⁹

Main activity	Estimated energy consumption (ktoe)	Coal	Biomass	Electricity	Oil			
						LPG	Diesel	Fuel oil
Food processing, beverage and tobacco	182.77	34.44	1.42	38.08	108.83	1.70	3.99	103.13
Textile, cloth, shoes and leather	8.97	0.26	8.24	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00
Other manufacturing	240.71	39.34	2.86	184.17	14.35	2.35	11.99	0.00
total	432.45	74.04	12.52	222.71	123.18	4.05	15.99	103.13

GHG 削減手段

↑ 燃料転換

↑ 省エネ

燃料転換 ↑

運輸交通部門においては、EV への転換、計画中の BRT を始めとする公共交通での EV 利用の推進 ¹³⁰を着実に進めることが重要である。2021 年の Resolution on Endorsement of Policy on Electricity Vehicle Use において、各省に対し EV 促進のためのガイドライン等を決議公布から 45 日以内に示すこととされているが、現地ヒアリングの結果、作業が遅れているようである。しかし、MEM は Resolution に示されている各省とワーキンググループの設立を検討しているなど、EV 促進のための体制整備は着実に進められている。国際ドナーも USAID や GGGI が EV インフラ整備や EV 普及のためのビジネスモデルの検討支援を実施している。

民生部門のバイオマス利用は、森林バイオマスの木炭利用が主である。加えて、MAF は、森林減少の要因の一つとして、焼畑による農地開拓があると指摘している。ラオスでは 2030 年までに森林被覆率 70%を目指しており、森林保全により一定の GHG 吸収量を保つことは、将来的にも削減が困難な GHG 排出量を相殺して CN を達成する上で不可欠である。従って、特に地方において、木炭の消費を削減するためのインセンティブの提供、焼畑に代替される手法の普及、非電化地域の電化や家畜糞尿を利用したバイオガス等の代替エネルギーの開発と利用促進を REDD+ と統合して進めることが有効である。他方で、バイオガスプロジェクトの実施には家畜頭数の把握などが必要であるが、それらのデータは整備されていないため、まずは各種バイオマスポテンシャルを把握することが必要である。

ラオスでは電力多消費産業が多くないため、EV 普及等の電化対策でも余剰電力が生じるケースが十分にあり得ると考えると、電力を活用して水電解を行うグリーン水素事業、グリーン水素からのアンモニア製造や CNG 代替となる合成ガス製造に余剰電力を活用することも選択肢として考慮していくことが望ましい。同国では、既に日本のつばめ BBH 株式会社や日立造船株式会社等がグリーンアンモニアの生産に関する調査を進めているが、余剰電力の推計と合わせて水素・アンモニア・合成ガスの生産ポテンシャルの把握が必要である。水素やアンモニアは LNG 火力や石炭火力発電の低炭素化に利用することが可能であるため、新設の石炭火力発電が計画される際にはグリーンアンモニア混焼を要件とすること

129 Lao PDR energy statistics 2018 (ERIA, 2018)を元にパシフィックコンサルタンツが作成。

130 ADB 予算で 2022 年 9 月頃に BRT 向け EV バスが調達される予定である（パシフィックコンサルタンツによる現地ヒアリングより）。

で炭素強度を低下させることなどが考えられる。¹³¹ ラオスで生産したグリーン水素やグリーンアンモニアを周辺国の石炭火力や LNG 火力に輸送することで、地域の低炭素化に貢献することも考えられるが、必要ガス量の輸送にはガスパイプラインが必要と考えられる。また、運輸交通部門で乗用車より大きな駆動力を要するため EV 化が困難な大型商用車等での合成ガスによる CNG 代替や水素燃料電池車への置換も考えられる。

これらの状況を踏まえると、同国での ET-CN の達成に向けた、エネルギー分野での我が国の協力分野は、「ラオス北部と電力需要地を連携する送電網の強化」¹³²、「国内産業部門と運輸交通部門での電化やグリーン水素等のグリーン燃料への転換」の支援が効果的であると考える。

ラオスの NDC（図 3-20）達成への貢献の観点から考えると、「ラオス北部と国内外電力需要地を連携する送電網の強化」により都市部での EV 普及に貢献可能であり、「国内産業部門と運輸交通部門での電化やグリーン水素等のグリーン燃料への転換」は、エネルギー消費由来の GHG 排出量を削減することから、広義で最終エネルギー消費に由来する GHG 排出量の削減に貢献する。

131 既設の Hongsa 石炭火力発電所へのアンモニア混焼の適用可能性は、既存設備の仕様やアンモニア貯蔵場所の確保等を検討する必要がある。

132 ラオス北部と周辺国との国際電力貿易を含む。

4.3 ネパール

4.3.1 既存 JICA 事業の整理

JICA では表 4-10 に示すように、ネパールの多様なセクターで開発支援事業を実施している。これらの案件から得られたネパールの課題について表 4-11 に整理した。

表 4-10 ネパールでの ET-CN に資する JICA 事業(過去 10 年程度) ¹³³

No.	タイプ	プロジェクト	期間
エネルギー			
1	有償資金協力	タナフ水力発電事業	2013 年 3 月～ 2021 年 10 月
2	無償資金協力	西部地域小水力発電所改善計画	2014 年 4 月～ 2016 年 3 月
3	技術協力	南アジア地域バングラデシュ、ブータン、インド、ネパール (BBIN) 各国の電力連結性強化に係る情報収集・確認調査	2020 年 9 月～ 2022 年 3 月
4	技術協力	統合的電力システム開発計画プロジェクト	2021 年 5 月～ 2023 年 4 月
交通			
5	技術協力	カトマンズ盆地都市交通改善プロジェクト	2014 年 7 月～ 2015 年 12 月
農業			
6	技術協力	タライ平野灌漑農業振興プロジェクト	2019 年 3 月～ 2025 年 3 月
7	技術協力	シンズリ道路沿線高価値農業普及促進マスタープラン作成プロジェクト	2011 年 4 月～ 2014 年 3 月
民生			
8	技術協力	安全な建物建設のためのネパール国建築基準遵守促進プロジェクト	2021 年 4 月～ 2025 年 5 月

表 4-11 ネパールの既存の JICA 事業で示された ET-CN に関する主な課題のまとめ

セクター	課題
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 既設の水力発電所の多くは流れ込み式に偏った発電方式となっており、発電に使用する流量を季節間で調整することができる貯水池式水力発電所は限られる (No.1)
運輸交通	<ul style="list-style-type: none"> 車両の増加による渋滞解消のため、高密な市街地を避けた放射・環状道路を整備する (No.5) 首都の交通需要の増加は道路整備だけでは対応できないため、新軌道

¹³³ JICA ウェブサイトに掲載されている事前評価資料、報告書等からパンフィックコンサルタンツが作成。

	輸送システム（AGT）及びバス高速輸送システム（BRT）の導入によるモーダルシフトが必要（No.5）
農業	・ 農業灌漑の基幹施設、末端設備の維持管理やそれに要する水利費徴収が不十分など、灌漑の水利施設の経営が課題（No.6）

4.3.2 エネルギートランジション・カーボンニュートラル（特に電氣化促進、省エネ）に係る課題分析

ネパールの ET-CN に係る既存政策のデスクトップレビュー及び現地ヒアリングを踏まえ、ネパールが ET-CN を達成するための課題を以下に整理した。

表 4-12 ネパールの ET-CN に向けた主な課題 ¹³⁴

区分	課題	ネパール側要望	他ドナーの動き	対策例
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> ・ 長期ネットゼロ戦略の各アクションを関連省が十分理解していない。 ・ 発電は、水力開発が進み、順調にいくれば数年以内に電力の純輸出国となるが、資金面などの課題から開発が遅れる可能性は大（MoEWRI、NEA、東京電力、ニュージェック等）。 ・ 電化率は国全体で95%に達しているが、電化の質が課題（MoEWRI、NEA、ドナーやNGO等）。 ・ 地方は電力の安定性・信頼性が低く、災害に脆弱なため、地方の配電網強化・レジリエンス強化が必要（ドナーやNGO等）。 ・ 小規模水力などの分散エネは、その地域に送配電網が到達するまでのつなぎの役割がメイン。送配電網が到達すると使用され 	<p>（NEA、MoEWRI、Parliamentary Committee等）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 国全体の電化率は95%であるが、電化率が低い地域もある。特に地方では安定的に電力を供給するための配電網強化が必要である。 <p>（MoEWRI、Parliamentary Committee、WECS等）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地方のみならず、国内需要の増加や電力需要ピーク時対策、及び産業部門の電化に向けて配電網強化が必要である。 	<p>（USAID、ADB、WB）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 送配電網の整備はプロジェクトが進展している。 <p>（ADB）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地方でのマイクロ/ミニ水力発電、ミニPV開発や、マイクロ/ミニグリッド開発に取り組んでいる。 <p>（GGGI）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 余剰電力を活用した水素・アンモニア・合成メタン製造とそれらを用いた社会経済のグリーン化について、カトマンズ大学を中心にMoEWRI、NEA、AEPIC、NOCらと取り組んでいる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ネットゼロ長期戦略の各アクションにおける日本の技術紹介等のセミナーやワークショップを実施する。 ・ 水素やアンモニア利用の基礎調査を実施する。 ・ 地方の電力安定供給強化に関する無償協力の地域を拡大する。 ・ FCDOとAEPICによるSECFやTDFに資金協力をを行う。

134 現地ヒアリング等を踏まえてパシフィックコンサルタンツが作成。

	<p>ない可能性大 (NGO)。</p> <ul style="list-style-type: none"> 仮に水力開発が順調に進むと、今後数千 MW の余剰が生じるため、電力需要の底上げが必要 (カトマンズ大学)。 		<p>(USAID)</p> <ul style="list-style-type: none"> 水力発電電力販売に関し、インドに対する RFP を作成し、入札における NEA の支援を実施している。 <p>(Practical Action、CRTN)</p> <ul style="list-style-type: none"> 改良型バイオマスコンロ、電気コンロの普及支援を実施している。 	
EV 促進	<ul style="list-style-type: none"> 現在、EV に特化した政策はない (MoPIT 等)。 EV 輸入関税の引き下げなどインセンティブはあるがこれら分野の専門家がいない (MoPIT)。 	<p>(MoFE)</p> <ul style="list-style-type: none"> EV バッテリー廃棄に関するガイドラインや規制は現在なく、今後策定が必要である。 	<p>(GGGI)</p> <ul style="list-style-type: none"> NAMA ファシリティで EV 促進や EV ガイドラインの策定支援を実施中である。 <p>(ADB)</p> <ul style="list-style-type: none"> 大規模な EV 充電ステーションのプロモーション活動や EV 促進の戦略策定支援を行っている。 現在新しい道路コネクティビティに関するマスタープランを策定中である。 	<ul style="list-style-type: none"> EV バッテリーの廃棄ガイドライン等の EV 関連基準の策定を支援する。
省エネ	<ul style="list-style-type: none"> 産業分野での省エネの必要性は認識しているが取組は十分ではない (MoICS)。 エネルギー監査ガイドラインを策定しているが、企業は自主的取組のみ。製造業でのエネルギー診断、省エネ促進がいずれ必要である 	<p>(MoICS、WECS)</p> <ul style="list-style-type: none"> 工業部門を対象としたエネルギー政策はないが、工業部門のエネルギー効率向上やクリーンエネルギー利用については取り 	<p>(GIZ)</p> <ul style="list-style-type: none"> 過去に省エネプログラムを実施し、産業部門のエネルギー消費に関する基礎調査を実施していた。 	<ul style="list-style-type: none"> 産業分野での水素、アンモニア利用のポテンシャルについて基礎調査を実施する。 産業分野での省エネ診断とパイロットプロジェクトを実施する (レンガ工場のキ

	(WECS、MoPIT)。 ・ 水道セクターでは漏水率が40%程度との情報あるが、特に省エネの取組みはない (MoWS)。	組む必要があると考えている。		ルン電化など)。 ・ カトマンズにおける上水道の漏水率低下による省エネ調査を実施する。
その他	・ 農業分野の緩和対策は特に実施していない。	—	—	・ MoA 傘下に新設される気候変動対策の部局に協力する (内容は今後検討)。

特に電気化促進、省エネの観点から整理すると下記の課題が挙げられる。

- ✓ 長期ネットゼロ戦略のアクションの内容が省内で十分理解されていない。
- ✓ 地方電化の課題は分散型電源の整備よりも配電網の整備にある。
 - 発電は、水力開発が進み、順調にいけば数年以内に電力の純輸出国となるが、資金面などの課題から開発が遅れる可能性は大きい。送電網の整備は ADB や米国によるプロジェクトが進展 (必要十分ではない)。電化率は国全体で 95%に達しているが、電化の質が課題である。地方は電力の安定性・信頼性が低く、災害に脆弱なため、地方の配電網強化・レジリエンス強化が必要である。
 - 小規模水力などの分散型エネルギーは、その地域に送配電網が到達するまでをつなぐ役割が主となる。送配電網が到達すると使用されない可能性が大きい。
- ✓ 国内電力需要の底上げが必要である。
 - 仮に水力開発が電力開発計画に沿って順調に進むと、今後数千 MW の余剰が生じる可能性があるため、国内の電力需要の底上げが必要である。
 - 余剰電力を活用した水素・アンモニア・合成メタン製造やアンモニアの肥料原料としての利用など、化石燃料からの燃料転換による社会経済のグリーン化について、カトマンズ大学を中心に MoEWRI、NEA、AEPC、NOC らが取り組んでいる¹³⁵が、水素等代替燃料の活用に関する政府方針が無い。MoEWRI、WECS やカトマンズ大学の有識者が Green Hydrogen Coordination Committee を設立し、水素戦略に関する政府への提言を MoEWRI 大臣に提出¹³⁶しているが、本調査時点で非公開文書であり、内容の確認が出来なかった。
- ✓ 運輸交通電化は課題が多い
 - EV 促進について、促進方針や対策等の方向性について準拠するような柱の法令や政策が無く、技術ガイドライン (安全性、充電、廃棄等) も見当たらない。従って、将来、輸入車ごとに各国の技術基準が国内市場に乱立する可能性がある
 - EV 輸入関税の引き下げなどインセンティブはあるがこれら分野の専門家がない

135 Nepal Hydrogen Initiative, <https://nhi.ku.edu.np/> 2022年8月3日アクセス

136 Urja Khabar, <https://www.urjakhobar.com/news/1802591324?fbclid=IwAR1SvciSmYxfWeEpWIMxYc24EhUGU1ApkfQtsJl8-9bTJPMdRtJBb7K600> 2022年8月3日アクセス

- GIZ と GGGI を中心に NAMA ファシリティで EV 促進事業を実施している。 ¹³⁷
- ✓ 省エネの取組は初期段階にある。
 - MoICS は産業分野での省エネの必要性を認識しつつも取組みがあまり見られない。
 - WECS はエネルギー監査ガイドラインを策定しているが、企業は自主的取組のみである。製造業でのエネルギー診断や省エネ促進がいずれ必要となる。
 - 水道セクターでは漏水率が 40%に達するとの情報があるが、省エネは特に取組がない。

4.3.3 国内・地域のエネルギーポテンシャルの検討

ネパールのエネルギー生産量と一次エネルギー供給の経年変化を見ると(図 4-10)、バイオ燃料・廃棄物由来のエネルギーが大部分を占める傾向は変わらないものの、一次エネルギー供給に占める石炭や石油の割合が近年急激に増加していることがわかる。特に、石油製品の需要増加が著しく、1990 年以降、中間留分(主に灯油、軽油、A 重油)、自動車用燃料(Mogas) 及び LPG の需要が大きく伸びている(図 4-11)。2019 年のネパールの一次エネルギー供給を見ると約 71%がバイオマス、約 18%が石油製品、約 6%が石炭、約 5%が電力である(図 4-12)。電力は、乾季のインドからの輸入電力を除いて全て国内の水力発電から供給されている。ネパールのエネルギー消費の特徴は、最大の一次エネルギー供給源がバイオマス、廃棄物由来であること、並びに最終エネルギー消費の約 75%を民生部門が占め、かつ民生部門でのエネルギー消費のうちバイオマスが約 95%を占めることである(図 4-13)。すなわち、同国での ET-CN の達成には、まず、森林減少につながる非持続可能なバイオマス利用を削減していく必要がある他に、産業分野や運輸交通分野での化石燃料を消費しているプロセスでの燃料転換が効果的であると考えられる。

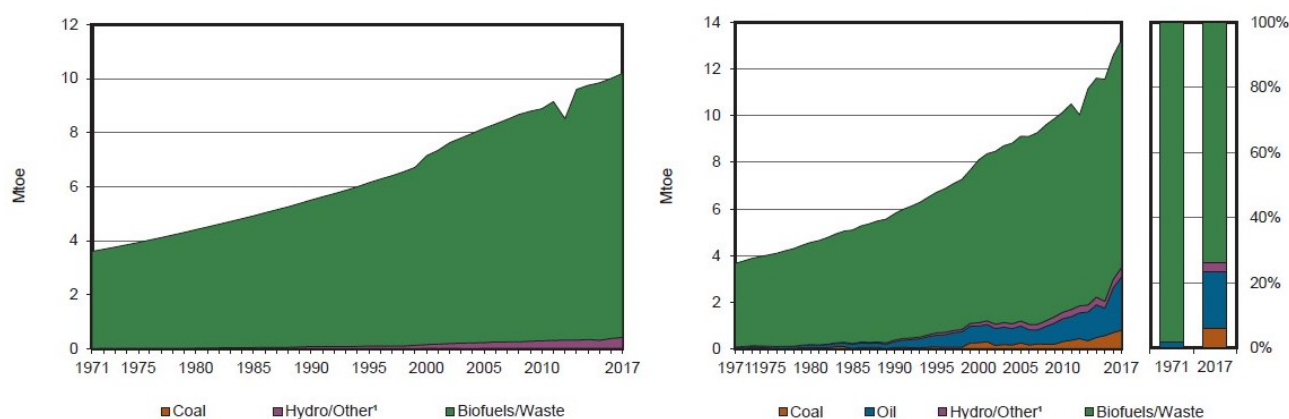


図 4-10 ネパールのエネルギー生産(左図)及び一次エネルギー供給(右図)の経年変化 ¹³⁸

¹³⁷ Nepal – Electric Transportation, <https://www.nama-facility.org/projects/nepal-electric-transportation/> 2022年8月3日アクセス

¹³⁸ World Energy Balances (IEA, 2019)

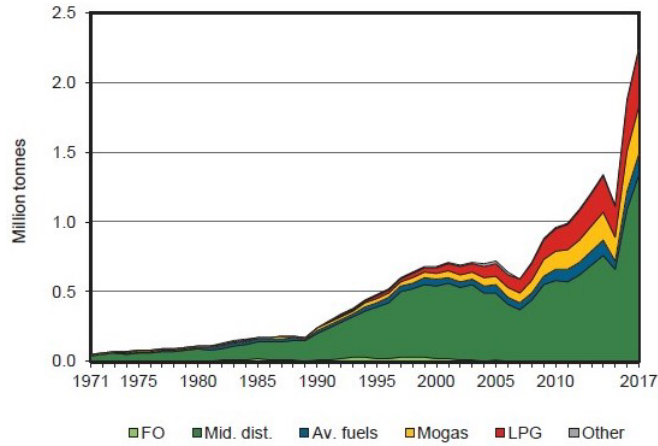


図 4-11 ネパールの石油製品の需要の経年変化 ¹³⁹

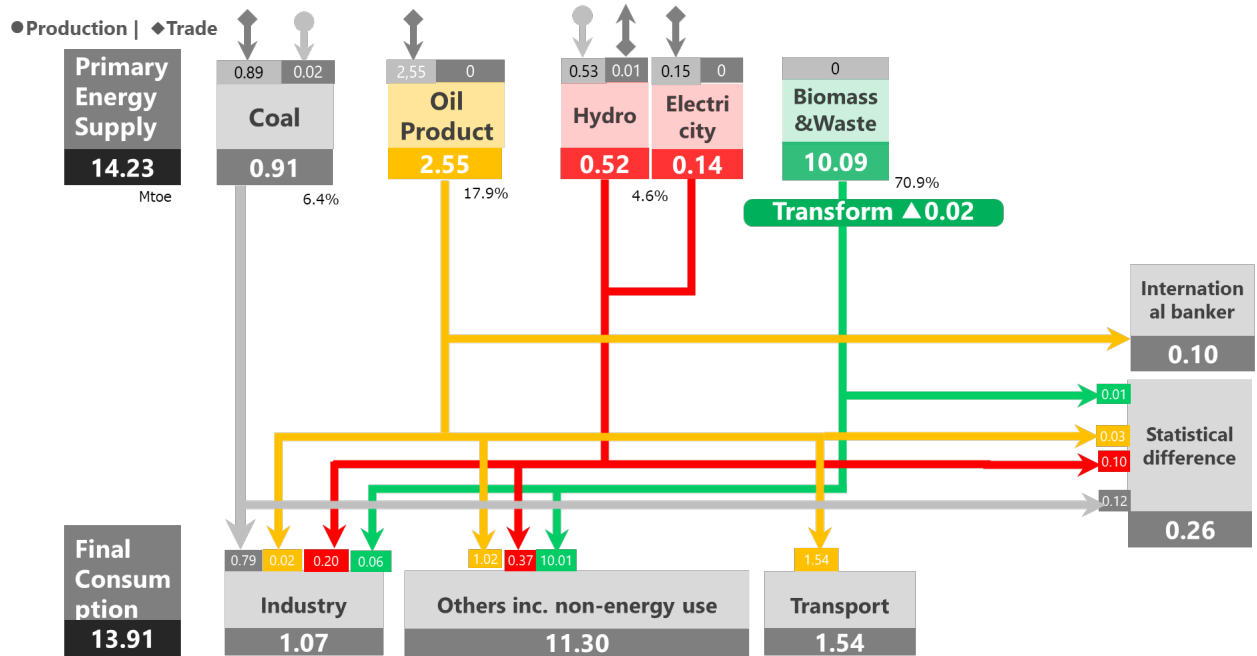


図 4-12 ネパールのエネルギーバランス(2019) ¹⁴⁰

139 World Energy Balances (IEA, 2019)

140 IEA ウェブサイトの情報を元にバンフィックコンサルタンツが作成。 <https://www.iea.org/sankey/#?c=Nepal&s=Balance> 2022年6月14日アクセス

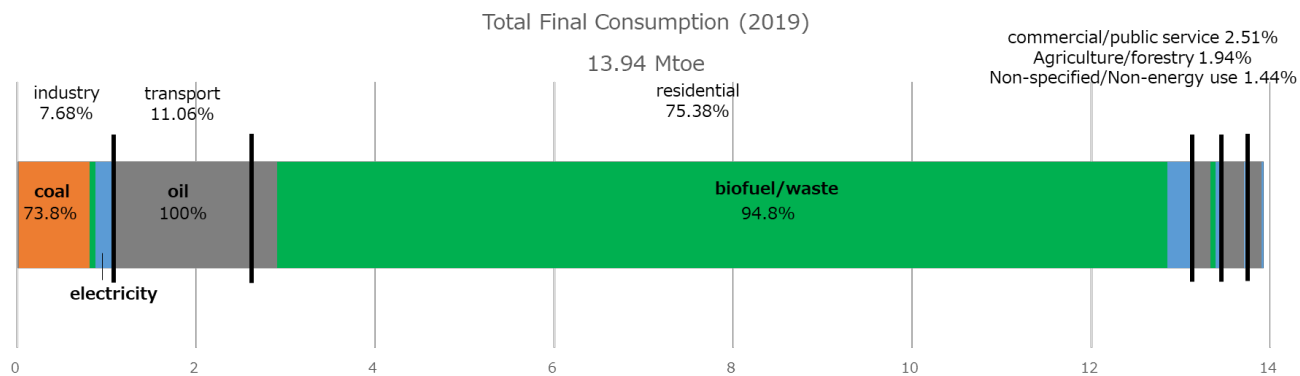


図 4-13 ネパールの部門別最終エネルギー消費(2019) ¹⁴¹

バイオマスの民生利用は主に調理、暖房用途であり、政策レビューや現地ヒアリングからは、民生部門でのバイオマス調理コンロの改善、電気コンロの普及政策やキャパシティビルディングといった制度、技術の両面で支援が実施されている。従って、本調査時点で追加的に必要な支援は無いものとする。他方、特に地方では未電化の地域があり、また停電の発生などにより電気への信頼性が低いことから、電気コンロへの転換が順調に進まないケースがあるとの多くの指摘があった。未電化地域では、小水力やバイオガスといった分散型エネルギーにより電化が促進された経緯があるものの、一旦電力網が当該地域に延伸されるとそれら設備が使用されなくなるケースがあるとの指摘や、家畜頭数の減少や若者の海外への出稼ぎなどによりバイオガス設備の維持が困難になっている地域があるとの指摘もあった。従って、今後の未電化地域での分散型エネルギーの展開は、電力網が延伸されるまでの臨時的な利用に留まると考えられる。

これらの状況を踏まえると、同国での ET-CN の達成に向けた我が国の協力分野は、「地方の電力網の強化・信頼性の向上による電化政策の促進」の他に、「国内産業部門と運輸交通部門での電化やグリーン水素等のグリーン燃料への転換」の支援が効果的であるとする。

ネパールの脱炭素政策への貢献の観点から考えると、NDC (表 3-35) におけるエネルギーセクターの目標のうち、再生可能エネルギーの開発は主に NEA と IPP 等の民間企業、電気自動車の普及促進は MoEWRI、NEA、MoPIT と GIZ や GGGI による NAMA ファシリテーター、高効率調理器具・バイオガスの普及は GCF プロジェクトを活用して実施している。一方、エネルギー需要の 15% をクリーンエネルギーとする目標について、カトマンズ大学を中心とした水素プロジェクトを除き、電力以外のエネルギーでは本調査時点で具体的な進展は見られていない。このような状況において、「国内産業部門と運輸交通部門での電化やグリーン水素等のグリーン燃料への転換」は、エネルギー需要のクリーン化の目標に資する。さらに、「地方の電力網の強化・信頼性の向上による電化政策の促進」「国内産業部門と運輸交通部門での電化やグリーン水素等のグリーン燃料への転換」の支援は、ネパールの NLTS (表 3-36) でのエネルギーセクターの「発電」「民生」「産業」「運輸交通」「商業」で

141 IEA ウェブサイトの情報を元にパンフィックコンサルタンツが作成。 <https://www.iea.org/sankey/#?c=Nepal&s=Final%20consumption> 2022年6月14日アクセス

の緩和対策に資する。

グリーン水素のポテンシャルは、カトマンズ大学の Thapa ら (2021) ¹⁴²が、NEA の Annual report (2018/2019) ¹⁴³を踏まえて算出しており、2030 年までに 3,000MW 程度の水力発電設備が余剰となる可能性を指摘している (図 4-14)。¹⁴⁴ 仮に余剰電力の 100% を水素製造に利用した場合に、2030 年に約 31 万トン/年の水素 (電力利用時間により費用は約 6USD/kg~約 13 USD/kg) を製造することができ、約 120 万 kL のガソリンを代替することが可能であるとしている。また、水素をアンモニアに変換することで、現在はインドから輸入している化学肥料の代替原料として利用することが可能である。¹⁴⁵

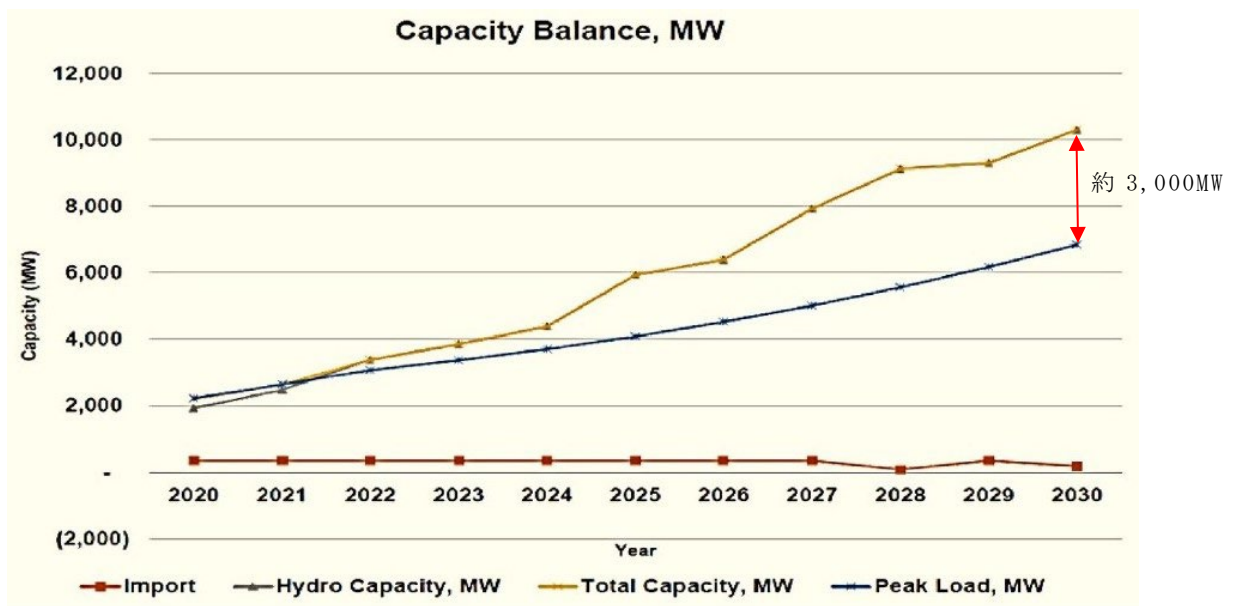


図 4-14 ネパールの発電設備容量バランスの予測 (2020-2030 年) ¹⁴⁶

142 Thapa BS et al., Green hydrogen potentials from surplus hydro energy in Nepal, International Journal of Hydrogen Energy, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.04.096>

143 Nepal Electricity Authority: A year in review-fiscal year 2018/2019 (NEA, 2019)

144 これら余剰電力には周辺国への電力輸出分も含まれていると考えるが、NEA Annual report からは輸出予定量は把握できないため、全て余剰と見ている。また、NDCにおける2030年までに13.6GWの水力発電を設置する目標値と比較して低い値であるため、NDCの目標値を達成する場合は更に余剰が生じる可能性がある。

145 GHG 排出削減の観点から見ると、輸入している化学肥料を自国で製造するグリーンアンモニア由来の化学肥料で代替しても、ネパールのGHG排出量の削減にはつながるかは明確ではない。輸入化学肥料の製造工程のGHG排出量はネパール国外で計上されており、もともとネパールのGHG排出量には含まれていないと考えるためである。輸入に係るGHG排出量は削減されるが、他方で、自国で製造するための原料調達等によりGHG排出が生じると思われるため、比較検討が必要である。

146 Nepal Electricity Authority: A year in review-fiscal year 2018/2019 (NEA, 2019) in Thapa BS et al., Green hydrogen potentials from surplus hydro energy in Nepal, International Journal of Hydrogen Energy, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.04.096>

4.4 ウズベキスタン

4.4.1 既存 JICA 事業の整理

JICA では表 4-13 に示すように、ウズベキスタンの多様なセクターで開発支援事業を実施している。これらの案件から得られたウズベキスタンの課題について表 4-14 に整理した。

表 4-13 ウズベキスタンでの ET-CN に資する JICA 事業(過去 10 年程度)¹⁴⁷

No.	タイプ	プロジェクト	期間
エネルギー			
1	有償資金協力	ナボイ火力発電所近代化事業（フェーズ 2）	2019 年 12 月～ 2031 年 4 月
2	有償資金協力	電力セクター能力強化事業（フェーズ 2）	2019 年 12 月～ 2026 年 12 月
3	有償資金協力	タシケント熱電併給所建設事業	2015 年 10 月～ 2021 年 8 月
4	有償資金協力	電力セクター能力強化事業	2015 年 1 月～ 2018 年 3 月
5	有償資金協力	トゥラクルガン火力発電所建設事業	2014 年 8 月～ 2019 年 11 月
6	有償資金協力	ナボイ火力発電所近代化事業	2013 年 8 月～ 2020 年 4 月
交通			
7	有償資金協力	カルシ-テルメズ鉄道電化事業	2012 年 2 月～ 2019 年 6 月
農業			
8	有償資金協力	アムブハラ灌漑施設改修事業	2014 年 12 月～ 2020 年 12 月
教育			
9	技術協力	ウズベキスタン・日本青年技術革新センター 研究能力強化プロジェクト	2019 年 1 月～ 2024 年 3 月

表 4-14 ウズベキスタンでの既存の JICA 事業で示された ET-CN に関する主な課題のまとめ

セクター	課題
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 産業コンビナート周辺地域の電力供給能力の強化のため、老朽化した天然ガス焚火力発電の発電効率向上と新設を行う（No.1） 老朽化した天然ガス焚火力発電の発電効率向上が課題。高効率コンバインドサイクル・ガスタービンの導入による天然ガス焚火力発電の効率化を図る必要がある（No.2）、火力発電所の発電効率の改善、電力

¹⁴⁷ JICA ウェブサイトに掲載されている事前評価資料、報告書等からパンフィックコンサルタンツが作成。

	供給の安定化を図る (No.4、5、6)
運輸交通	・ 貨物輸送の手段には陸上、鉄道の双方があるが、貨物輸送量の増加に対応し鉄道輸送能力の増強が必要 (No.7)
農業	・ 老朽化した旧式灌漑ポンプの電力の効率化が課題 (No.8)

4.4.2 エネルギートランジション・カーボンニュートラル（特に発電その他部門における水素活用）に係る課題分析

ウズベキスタンのエネルギー生産量と一次エネルギー供給の経年変化を見ると（図 4-15）、いずれも天然ガスが大部分を占めているが、一次エネルギー供給自体は 2010 年以降低下している。石油製品の需要は 1990 年以降、ほぼ全ての石油製品の需要が継続的に低下している（図 4-16）。天然ガスは社会のあらゆる側面で活用されており、特に現地ヒアリングから、民生部門の熱供給における消費が大きく、これは設備の老朽化による損失も一因である（図 4-17 図 4-18）。

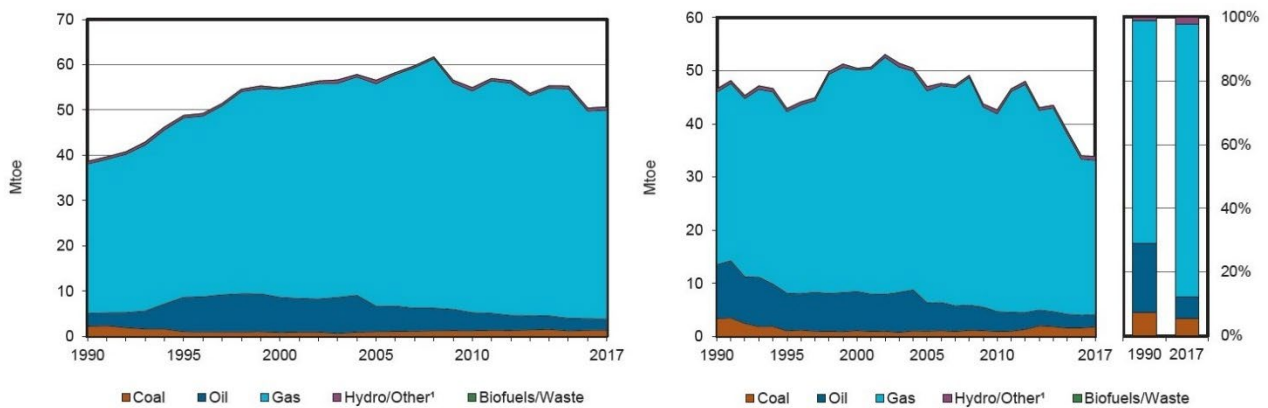


図 4-15 ウズベキスタンのエネルギー生産（左図）及び一次エネルギー供給（右図）の経年変化 ¹⁴⁸

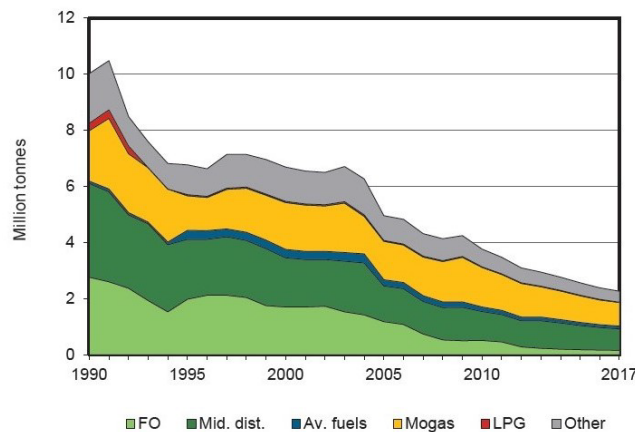


図 4-16 ウズベキスタンの石油製品の需要の経年変化 ¹⁴⁹

148 World Energy Balances (IEA, 2019)

149 World Energy Balances (IEA, 2019)

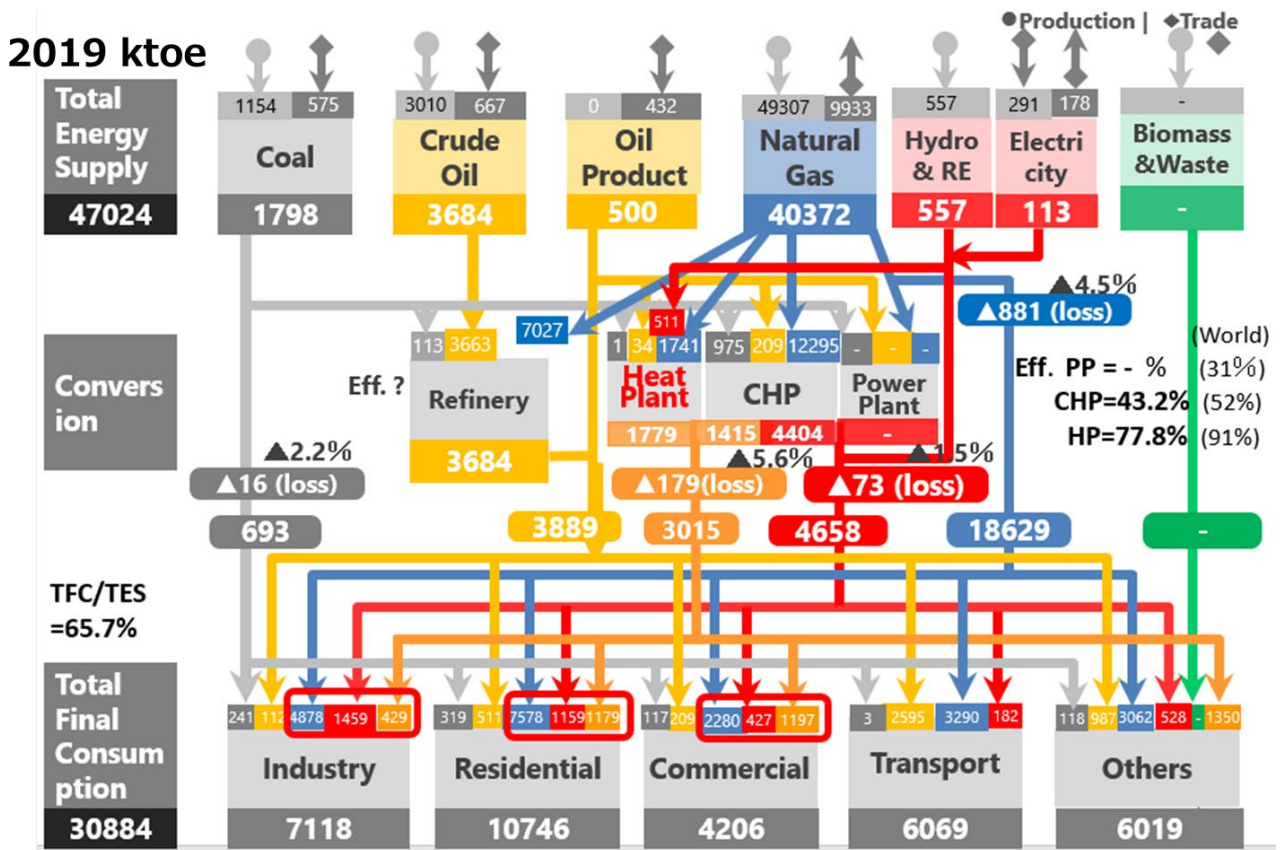


図 4-17 ウズベキスタンのエネルギーバランス(2019) ¹⁵⁰

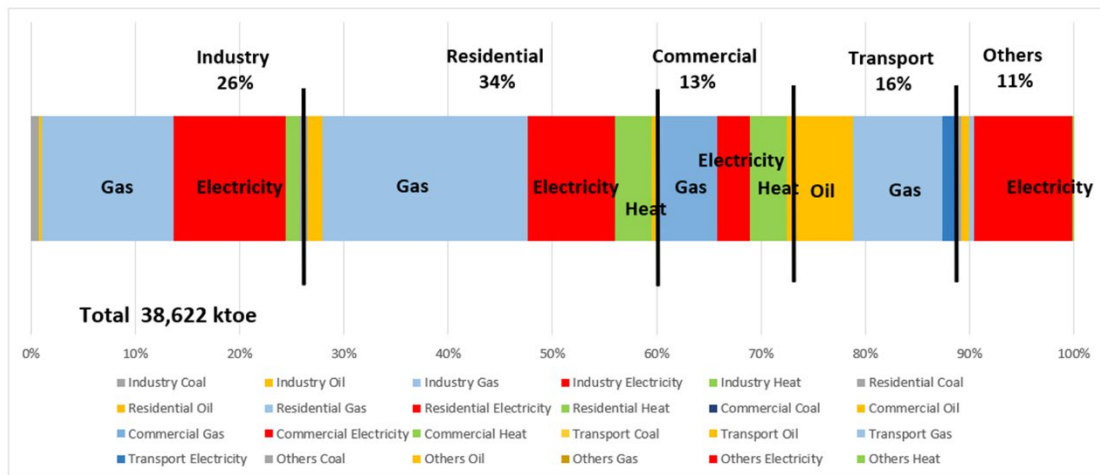


図 4-18 ウズベキスタンの部門別最終エネルギー消費(2019) ¹⁵¹

ウズベキスタンは 2020 年以降、天然ガス火力発電から太陽光発電、風力発電等の再エネ大量導入に大きく政策転換を図り、電力セクターでは多くの新戦略や政策が承認されてき

150 IEA World Energy Balances などから JICA 及びパシフィックコンサルタンツが作成。
 151 IEA World Energy Balances などから JICA 及びパシフィックコンサルタンツが作成。

た。同時に再エネ大量導入では電力系統の近代化が喫緊の課題となっている。電力セクターのうち発電分野、系統電力網の近代化では新規政策や戦略の策定とその実施が同時並行で動いており、所管官庁や関連組織の人材育成は後追いとなっている。また大型の再エネ導入は IPP により進めており、民間企業による競争入札が実施されている。

国内・周辺国を含めた域内の系統運営についても、2022 年第 2 四半期頃に所管組織の変更により、新たにエネルギー省が系統運営を所管しており、今後の系統運営の方針等を適宜確認する必要がある。

ET-CN の戦略策定では複数のドナーがウズベキスタン政府を支援しているものの、政府としての戦略や方向性は今後策定されるものと考えられる。

エネルギー分野以外の産業、運輸交通、民生分野においても様々な新政策の検討や調査が進められている。これらの所管官庁においても概ね政策、法制度等の制度面を構築するための調査や検討はなされているが、具体の実施段階にある政策は少ない。これらの分野の ET-CN においても、今後、民間セクターによる投資の活用、ネットゼロに向けた排出権取引等が政策的なアジェンダに挙げられる時期がくると考えられる。

このように、特に ET-CN の達成に向け、制度面の動きはあるものの、実施段階の前に法制度やガイドラインの整備が必要である。更に、脱炭素技術の社会実装を図るには、政策や制度面の構築、実施と共に行政機関の人材育成を同時に進めていく必要があり、政府は当面の間は限られた人材で制度面の課題解決を求められる。

表 4-15 ウズベキスタンの ET-CN に関する課題分析 ¹⁵²

大分類	制度面		技術面		実装	
	計画/政策	法律/GL	技術開発	FS	関係者の巻き込み	社会実装
色分け			-			
説明	<ul style="list-style-type: none"> - 安価なエネルギーの安定的な供給 - 再エネ大量導入に政策転換 - 長期 ET と脱炭素戦略は未策定 ¹⁵³。 - 産業、交通、民生分野の脱炭素計画未策定 - 農業分野のメタン排出削減の方法や施策は不明確 - 吸収源としての森林面積は減少傾向 	<ul style="list-style-type: none"> - 再エネ大量導入、システムの近代化、域内需給バランス調整が同時並行で進み、GL 等も同様 - 関連人材の育成が不足 - 産業、交通、民生の脱炭素の法制度が必要 - 制度上、水素はエネルギーとしてまだ認識されていない 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> - 再エネ最大の活用のための需給調整オプション確保が課題 ¹⁵⁴ - 産業、交通、民生分野での水素・アンモニア利活用の FS 実施見込みは不明 	<ul style="list-style-type: none"> - 周辺国とのクレーンエネルギー輸出入のための体制がない - 産業、交通、民生分野への ET-CN への民間投資のインセンティブが不明 	<ul style="list-style-type: none"> - ネットゼロ排出にむけた非エネ分野の排出削減、排出権取引の方向性は未定 - 地域毎の電力需給バランス調整方法、今後の蓄電オプションが不明

凡例  展開をさまたげる圧倒的な課題あり  実施上に課題あり  実施上に一部課題あり

以下では、特にエネルギー分野の ET-CN 達成手段の選択肢の一つとして水素の利活用について課題の分析を行った。課題分析を行う前提として、水素を利用するためには水素の製造が必要であり、利用場所までの運搬・輸送を経る必要がある。しかしながらエネルギー省からの聞き取りによると、水素は研究段階にありエネルギーとしては扱われていない状況である。エネルギー省において水素戦略を策定中であるものの、利用方法も検討段階にあると考える。これらを前提として、ここでは水素の輸送や社会実装面の手前までの、水素の製造および発電やその他部門での水素利用の可能性について、主に制度、技術開発の側面の課題を分析した。

1. 発電その他部門における水素活用

ヒアリング調査において、発電における水素の利用方法には、天然ガス火力発電の炭素強度の低減のため水素混焼の技術や水素混焼が可能なバーナー等の製品の活用が挙げられた。運輸交通分野では燃料電池自動車の展開、産業分野では産業集積地での水素の供給と利用

¹⁵² 関係者ヒアリング等を踏まえてパンフィックコンサルタンツが作成。

¹⁵³ エネルギートランジション・脱炭素戦略の検討ではドナー支援あり。

¹⁵⁴ 火力発電の他、蓄電設備、水素・アンモニアの利活用技術の FS 実施は今後必要になると考えられる。

を促進する「水素クラスター」等の計画についてウズベキスタン側機関が言及しているものの、水素戦略は策定段階にある。また、水素の研究開発を行う研究機関は複数確認された。

このような状況から、制度や組織面では、水素の技術開発や利用方法を調査検討する段階にあり、水素戦略の策定が待たれる。また、同国内で水素の製造から利活用に関心が高まれば、中東や日本等海外の民間企業が有する技術が導入される可能性がある。いずれ水素の製造、利活用に関する法制度、ガイドライン、技術基準の策定が必要になるという想定の中で、グリーン水素やグリーンアンモニア等の製造、利用技術に対する省庁や研究機関の人材育成が共有の課題になる可能性もある。

技術面では、水電解により電力を水素として蓄える、蓄エネルギーとしての水素利用について理解が進んでおらず、再生可能エネルギー大量導入時の余剰電力の活用や水素発電による電力需給の季節変動への対応と関連付けた水素の機能は注目されていない。他方、火力発電の水素混焼技術や水素を代替エネルギーとして利用する製品の開発に関心のある研究機関はあった。また、ウズベキスタンにおいて、産業分野や交通分野で水素の利活用を図る場合、既存のエネルギー価格は政策により安価に抑えられているため、価格設定に課題が生じる可能性があることも、将来的に留意が必要である。

2. 水素製造

商業規模の水素製造過程に必要な水資源量が大きいため、ウズベキスタンでは農業分野の水利用との競合が生じると考える。聞き取り調査によると、既存の農業用ため池等の水資源は農業生産での利用が優先されるため、農業用水資源と競合しない水資源の確保が同国内での商業規模での水素製造の前提条件となる。

制度・組織面では、水資源の利用は水資源省の所管である。特に、同国では慢性的な水不足も懸念されているところ、水素製造を国内で展開するためには、将来的にエネルギー省や水資源省などの関係省庁での調整や協力が必要となることが考えられる。

技術面では、国内における水素製造は今後注目される可能性はあるが、再エネによる発電所の EPC や IPP として参画している中東系企業の一部は中東地域で水素関連技術の技術開発を進めており、こうした海外勢から技術がもたらされる可能性はある。また、多量の水資源を同国内の湖から取水する場合には、例えば塩分濃度が高い湖水の利用可能性を確認する必要がある。

表 4-16 ウズベキスタンの ET-CN に関する水素利用に係る課題分析 ¹⁵⁵

大分類 小分類	組織・制度 面		技術 面		実 装	
	計画/政策	法律/GL	技術開発	プレ FS	実証	社会実装
色分け	(1)水素利用（発電） (2)水素利用（交通、他）					
	(3)水素製造					
説明	- 水素は研究段階の位置づけ。(経済や社会環境への影響を調査した結果次第で水素開発を実施 ¹⁵⁶)		- 水素利活用の法令、GLは未策定 - 水素利活用技術を理解し、法制度やGL、技術基準を策定する人材が必要 ※R&D 段階のため	- 国内：利用技術は未確立、複数の研究所が研究中	N/A	N/A
1) 発電における水素利用 ¹⁵⁶	- 水素戦略は本調査時点で策定中				※民間(海外勢)が水素利用技術・製品を有する ¹⁵⁸	
2) 産業、交通、民生分野での利用	- エネルギーとしての水素の所管官庁が不明確 - 再エネ導入政策において、系統の安定運用、蓄電の位置づけが不明 - 利用者側のエネルギー価格は補助金により低く抑えられている					
3) 水素製造	- 農業分野の水資源利用政策と調整が必要(※水素製造時の水需要が多いため、既存の農業用水資源利用と競合がある場合、水素製造用の水利用は劣後する)		- 水素製造に関する法令、GLは未策定 - 水素製造技術を理解し、法制度やGL、技術基準を策定する人材が必要	- 国内：水素製造の方法は未確立、複数の研究所が研究中	N/A ※民間(海外勢)が水素製造技術を有する	N/A ※民間(海外勢)が水素利用技術・製品を有する ¹⁵⁹

凡例



展開をさまたげる圧倒的な課題あり



実施上に課題あり



実施上に一部課題あり

155 関係者ヒアリング等を踏まえてパンフィックコンサルタンツが作成。

156 天然ガス火力の炭素強度低減のための水素混焼技術、再エネによる余剰電力の蓄電手段としての水素利用

157 MoE との面談より

158 日本を含む海外勢を中心に、水素の製造、水素利用を可能とする製品開発が進んでいる。製造面では、コストが高く課題はあるものの、日系企業の取組みがある。天然ガス火力発電の水素混焼では、日系企業等が水素混焼型発電技術、製品を有する。その他、発電以外での水素利用について、日系企業は水素燃料電池等、車両での利用技術・製品を有する。

159 脚注 158 と同。

第5章 エネルギートランジション・カーボンニュートラルへの開発シナリオ案

5.1 調査対象国毎のビジョン、開発シナリオ案の提案

5.1.1 ベトナム

3.3.1 章のベトナムの ET-CN に係る現状、4.1 章で示した ET-CN への課題分析から、ベトナムでの ET-CN の達成に資する今後のビジョン・開発シナリオ案は、「石炭火力からの ET-CN への移行を後押しする LNG・グリーン電力・水素の利用を中心としたグリーンエネルギー社会の構築」、「産業分野等の省エネ、電化、再エネ活用による脱炭素化促進」が効果的であると考えられる。

ベトナムにおいては 2050 年にネットゼロの達成を目標としており、石炭火力発電への依存度が高い状況から 2030 年までの電力計画の見通しと方向性が、2050 年ネットゼロ排出達成へのロードマップに非常に大きな影響を及ぼす。PDP8 案における発電計画では、石炭火力発電を太陽光・風力発電と LNG 発電により代替する想定であり、加えて LNG よりも再エネ電源の設備容量が大きいことが特徴である。従って、その方向に沿って CN に向けた開発シナリオを検討した。PDP8 案における省エネ活動の書きぶりは既存の PDP7 から大きな変更はなく特別な強化等はないと想定している。

ベトナム政府は再エネ（太陽光・風力）発電事業は民間の IPP 事業による展開を見込んでいる。LNG 発電においても多くのパイプライン事業は IPP であり、加えて電力市場の構築を検討中である。このようなことから、再エネや LNG 発電等への民間投資を活用しつつ、電力市場での取引により、更に安価な電力供給を可能とする方策である。産業部門ではこれまで通りの省エネを求められるものの、現状では高効率設備の導入による省エネを後押しするような施策や補助金の交付等は検討されていないため、基本的な路線は発電側のグリーン化を優先して展開していく必要がある。同時に、再エネ電力の蓄電技術、水素・アンモニアの役割を重要視するシナリオとした。

このようなことから、2030 年手前から活発化する見込みの LNG 発電事業も、2050 年を境に発電から系統の安定化に向けた手段として使われると想定する。

表 5-1 ベトナムでのビジョン・開発シナリオ案：石炭火力からの ET-CN への移行を後押しする LNG・グリーン電力・水素の利用を中心としたグリーンエネルギー社会の構築

開発シナリオの前提条件		
検討の視点		概要
○	環境・安定供給・経済性・安全性に係る政策枠組み (3E+S)	ET では LNG 発電も活用しつつ、CN に向けて再エネのグリーン電力を最大限に活用する。そのための蓄電やアンモニア・水素活用の可能性も模索しながら、発電分野の GHG 排出削減を推進する。発電分野の脱炭素により産業分野の脱炭素も側面から貢献することが可能である。
○	気候変動対策の国際動向	COP26 では石炭火力の段階的な削減に向けて努力する

		<p>グラスゴー合意を採択した。COP26 でベトナムは石炭火力を段階的に廃止する”Global Clean Power Transition Statement”に署名している。</p> <p>日本の経済産業省は MOIT との CN に向けた ET 協力のための共同声明において、クリーンエネルギーへの投資促進、水素等の開発導入支援、ERIA と連携した ET ロードマップ策定支援を進めている。¹⁶⁰ ¹⁶¹ また、経済産業省はアジア未来投資イニシアティブにより ET への投資促進を進めている。¹⁶²</p> <p>ASEAN では独自のタクソノミーの策定を進めており、天然ガス火力発電の取扱いについてベトナム国内の動向と合わせて注視していく必要がある。¹⁶³</p>
○	エネルギー需給連鎖	再生可能エネルギーは発電量が日・季節で変動するため、電力需給の予測、バランスのための選択肢が必須。
○	競争優位性	<ul style="list-style-type: none"> ・LNG 発電単価は LNG 調達価格次第である。 ・太陽光発電は最も安い発電方法として世界的に認識されている。太陽光発電・風力発電は民間による IPP 事業への投資を促進することができれば、より安価な電力供給が可能である。ただし、発電量の変動を吸収するため、蓄電池等の系統安定化技術への投資は必須である。
○	国家財政	民間による再エネ発電への投資環境整備のため、政府保証や兌換保証等の提供を要する可能性が高い。
○	産業振興	LNG 発電、再エネ発電由来の電力を使うことで、輸出産業にとっては、製品のカーボンフットプリントをこれまでより抑えることができる。特に輸出産業においては商品の国際競争力強化に貢献し得る。
—	その他	—
開発シナリオの影響		概要
○	環境面	<ul style="list-style-type: none"> ・LNG 施設は港湾にターミナルの設置、高圧ガス管理面で環境影響評価の実施が必要である。 ・太陽光発電、風力発電設備の建設に大規模な森林の伐開や生物多様性保護上の問題がなければ、大きな問題はないと考えられる。一般的に発電所は指定地域が開発さ

160 萩生田経済産業大臣が日越投資カンファレンスに出席するとともに、ベトナムのチン首相及びジエン商工大臣と会談しました（経済産業省、2021年11月） <https://www.meti.go.jp/press/2021/11/20211125005/20211125005.html> 2022年8月19日アクセス

161 第5回「日ベトナム産業・貿易・エネルギー協力委員会」を開催しました（経済産業省、2022年8月） <https://www.meti.go.jp/press/2022/08/20220823001/20220823001.html> 2022年8月24日アクセス

162 アジア未来投資イニシアティブを発表しました（経済産業省、2022年1月） <https://www.meti.go.jp/press/2021/01/20220110001/20220110001.html> 2022年8月19日アクセス

163 ASEAN Taxonomy for Sustainable Finance (ASEAN, 2021) <https://asean.org/book/asean-taxonomy-for-sustainable-finance/> 2022年8月23日アクセス

		れ、事前に環境社会調査の適切な実施がなければ金融機関からの融資を得られない仕組みである。
○	経済・産業面	再エネを安価かつ安定的に供給することができれば、経済的にも産業にとっても有益である。ただし、系統電力網の安定性が前提であり、将来的には蓄電等の機能が必要になる可能性がある。発電所が集積する場合、対象地域内の系統連系や需要を上回る発電量となり、系統安定化のため一時的に供給抑制の対象になる場合がある。
○	社会面	太陽光、風力発電の大型発電所は、他の発電方法に比較して大量の労働者雇用等の便益は見込めないが、電力価格の低減につながる可能性がある。LNG 発電との組み合わせにより、安定的で安価な電力供給に貢献する。

表 5-2 ベトナムでのビジョン・開発シナリオ案：産業分野等の省エネ、電化、再エネ活用による脱炭素化促進

開発シナリオの前提条件		
検討の視点		概要
○	環境・安定供給・経済性・安全性に係る政策枠組み (3E+S)	産業分野のエネルギー消費を電化とグリーン電力の利用、省エネにより GHG 排出削減を推進する。2050 年までの産業分野の脱炭素の達成により、より持続的な社会の構築に貢献する産業分野となる。ただし、省エネと電化には、企業による個別の設備投資が必須である。
○	気候変動対策の国際動向	表 5-1 と同。
—	エネルギー需給連鎖	—
○	競争優位性	産業分野の競争力、特に輸出産業の競争力では製品・サービスの価格の他、生産における脱炭素の他生産から販売までのバリューチェーン上の脱炭素化が求められる。
○	国家財政	民間による省エネ・脱炭素への投資促進施策は必要。一般的に大口電力需要家は商業銀行の融資等が利用可能。
○	産業振興	高効率設備等の省エネ設備、脱炭素に向けた電化により、様々な高効率製品・発電設備の需要が増加し、産業振興に貢献する。
—	その他	—
開発シナリオの影響		概要
○	環境面	各企業の施設内に導入される機材や施設があるが、高効率でよりクリーンなエネルギー消費を促進する。環境面の問題は大きくないと推測される。
○	経済・産業面	民間企業による投資効果により、経済面に効果はある。産業の競争力強化に貢献する。

○	社会面	様々な設備の需要を刺激することにより、メーカー等の企業と労働者の需要増に貢献する。
---	-----	-------------------------------------------

5.1.2 ラオス

3.3.2 章のラオスの ET-CN に係る現状、4.2 章で示した ET-CN への課題分析から、ラオスでの ET-CN の達成に資する今後のビジョン・開発シナリオ案は、「ラオス北部と国内外電力需要地を連系する送電網の強化」、「国内産業部門と運輸交通部門での電化やグリーン水素等のグリーン燃料への転換」が効果的であると考ええる。

ラオスでは 2050 年ネットゼロの達成を目標としており、ET-CN の達成の鍵は、化石燃料或いは非持続可能なバイオマスを消費しているセクターやプロセスにおいて、水力発電電力を用いた電化及び水力発電電力由来のグリーン燃料への燃料転換を進めていくことにある。そのためには、水力発電電力供給地と需要地を適切につなぐ送電網の整備が重要である。送電網の整備には時間と費用を要するが、整備により電力の安定供給と水力発電設備の適切な稼働が見込まれ、ひいては国全体の電力需要の底上げにつながると考える。また、ラオスでは外貨準備高不足により石油製品の輸入が滞り、ガソリンの供給不足が発生するなど社会問題化しており、輸入に依存せずに調達することが可能な自国の水力発電電力を活用する EV 促進や、産業、運輸交通、民生分野でのグリーン水素、グリーンアンモニアや合成ガス等を活用した燃料転換を進めるグリーン電力・水素の利用を中心としたグリーンエネルギー社会の構築をビジョンとした開発シナリオの構築が考えられる。加えて、同国最大の排出源である森林地の耕作地への転換防止のための REDD+ の強化や農業、畜産業からのメタン排出削減対策について MoA やラオス国立大学等との研究・実装を進めるシナリオ案として「農林畜産業の近代化によるカーボンニュートラル社会の構築促進」が効果的と考える。

表 5-3 ラオスでのビジョン・開発シナリオ案：ラオス北部と国内外電力需要地を連携する送電網の強化

開発シナリオの前提条件	
検討の視点	概要
○ 環境・安定供給・経済性・安全性に係る政策枠組み (3E+S)	送電網を整備することにより、水力発電設備の効率的な運用、電力の安定供給による国内電力需要の増加や EV 促進等に貢献し、EV 促進は外貨に乏しいラオスにおいて化石燃料の輸入削減につながりエネルギー安全保障の改善に貢献する。 国際連系線の整備では、水力発電設備の効率的な運用、電力輸出による売電収益の増加につながる。また、周辺国を含む地域での電力融通システムの整備は、地域の電力網の安定性向上につながり、地域のエネルギー安全保障の改善に貢献する。
○ 気候変動対策の国際動向	日本の経済産業省は ASEAN との CN に向けた ET 協力のための共同声明において、クリーンエネルギーへの投資促進、水素等の開発導入支援、ET ロードマップ策定

		支援を進めている。また、経済産業省はアジア未来投資イニシアティブにより ET への投資促進を進めている。 (表 5-1 参照) 再生可能エネルギー電力を用いた電化の促進が進められている。
○	エネルギー需給連鎖	送電網の整備により国内電力需要の底上げにつながる。周辺国との電力融通は各国の電力開発計画に影響を受ける。
-	競争優位性	-
○	国家財政	需要地と送電網をつなぐことで、水力発電の余剰電力を売電に回すことができ、EDL の財務改善に貢献する。
-	産業振興	-
-	その他	-
開発シナリオの影響		概要
○	環境面	送配電網の建設に森林地を利用する場合は環境影響評価の実施が必要である。 連系先となる周辺国はラオスの水力発電電力を輸入することにより自国の GHG 排出削減につながる。
○	経済・産業面	国内外での売電量の増加により、EDL の売電収入の増加につながる。
○	社会面	周辺国と電力網を連系することで、地域の系統安定性の改善やエネルギー安定供給につながる。

表 5-4 ラオスでのビジョン・開発シナリオ案：国内産業部門と運輸交通部門での電化やグリーン水素等のグリーン燃料への転換

開発シナリオの前提条件		
検討の視点		概要
○	環境・安定供給・経済性・安全性に係る政策枠組み (3E+S)	輸入に依存している石油製品を自国産グリーン燃料に代替することで、エネルギーの安定供給、エネルギー安全保障の強化につながる。 化石燃料社会からグリーン燃料社会に移行することで、GHG 排出削減につながる。
○	気候変動対策の国際動向	再生可能エネルギー（水力発電）の電力を用いた電化。 グリーン水素由来の燃料への移行。
○	エネルギー需給連鎖	輸入に依存する石油製品を自国の水素由来のグリーン燃料に置換する。更にグリーン燃料の輸出国となり得る。ただし、ラオス全体でのグリーン燃料需要と供給のポテンシャルを把握するための調査が必要である。
○	競争優位性	豊富な水力発電の包蔵力を活かし、世界と比べて相対的

		に安価なグリーン燃料の供給が可能となる。
○	国家財政	電化を進めることで EDL の財政強化につながる。 輸入に依存する石油製品の消費量を自国産グリーン燃料に代替することで、輸入コストの削減と国内でのグリーン燃料販売による収益につながる。また、グリーン燃料を輸出することで財政収入につながる。
○	産業振興	運輸交通部門の電化により EV 関連の産業振興につながる。 グリーン燃料製造・販売の促進により、水素・アンモニア・合成ガス関連の産業育成につながる。ただし、ガスのエネルギー利用のためには法規制の整備が必要となる。
—	その他	—
開発シナリオの影響		概要
○	環境面	水力発電電力による電化やグリーン燃料による化石燃料代替により、GHG 排出量が削減され、また大気汚染の改善が見込まれる。
○	経済・産業面	運輸交通部門の電化により EV 関連の産業振興につながる。 グリーン燃料製造の促進により、水素・アンモニア・合成ガス関連の産業育成につながる。ただし、ガスのエネルギー利用のためには法規制の整備が必要となる。
○	社会面	化石燃料の消費から水力発電による電気或いはグリーン燃料に置き換えることで、大気環境の改善につながり、ひいては健康の改善に貢献する。

表 5-5 ラオスでのビジョン・開発シナリオ案：農林畜産業の近代化によるカーボンニュートラル社会の構築促進

開発シナリオの前提条件		
検討の視点		概要
○	環境・安定供給・経済性・安全性に係る政策枠組み (3E+S)	農畜産物の生産性や品質を維持しつつメタン削減を達成する技術の開発・普及により食料供給と合わせて GHG 排出削減につながる。
○	気候変動対策の国際動向	REDD+は、パリ協定第 5 条での実施と支援がうたわれている。
—	エネルギー需給連鎖	—
—	競争優位性	—
—	国家財政	—
○	産業振興	農林畜産業を近代化することで生産性の向上ひいては

		農家の収入の向上につながる。
－	その他	－
開発シナリオの影響		概要
○	環境面	メタン等の GHG 排出削減により大気環境の改善につながる。
○	経済・産業面	農林畜産業を近代化することで生産性の向上ひいては収入の向上につながる。
○	社会面	農林畜産業の生産性が向上することで、農林畜産物の安定的な供給につながる。

5.1.3 ネパール

3.3.3 章のネパールの ET-CN に係る現状、4.3 章で示した ET-CN への課題分析から、ネパールでの ET-CN の達成に資する今後のビジョン・開発シナリオ案は、「地方の電力網の強化・信頼性の向上による電化政策の促進」「国内産業部門と運輸交通部門での電化やグリーン水素等のグリーン燃料への転換」が効果的であると考ええる。加えて、同国最大の排出源である農畜産業からのメタン排出削減対策について、MoA 傘下に新設される気候変動対策専門部局と研究・社会実装を進める「農林畜産業の近代化によるカーボンニュートラル社会の構築促進」¹⁶⁴が効果的と考ええる。この新設部署の所管は現時点で不明であるため、今後 MoA と改めて協議する必要がある。

表 5-6 ネパールでのビジョン・開発シナリオ案：地方の電力網の強化・信頼性の向上による電化政策の促進

開発シナリオの前提条件		
検討の視点		概要
○	環境・安定供給・経済性・安全性に係る政策枠組み (3E+S)	地方電化の強化により、調理や暖房等で消費される非持続的なバイオマス消費量が減少し、GHG 排出量の削減強化、吸収量の保全に貢献する。また、家庭内の大気環境の改善につながる。 地方電力網の脆弱性を改善することにより、当該地域のエネルギーセキュリティの向上につながる。
○	気候変動対策の国際動向	再生可能エネルギーの電力を用いた電化を促進している。
—	エネルギー需給連鎖	—
—	競争優位性	—
○	国家財政	電力公社である NEA はインフラへの投資が必要となるが電力販売による収入が増加する。
○	産業振興	地方の電化が強化されることにより、家電製品市場が拡大する。また農林畜産業等を電化することで生産性の向上ひいては収入の向上につながる。
○	その他	電力網の強化では、同時に気候変動適応を考慮することで、地域のエネルギーレジリエンスの向上を図ることが望ましい。
開発シナリオの影響		概要
○	環境面	地方電化の強化により、調理や暖房等で消費される非持続的なバイオマス消費量が減少し、GHG 排出量の削減強化、吸収量の保全に貢献する。 電力網の強化により森林地の利用などが見込まれる場

¹⁶⁴ 農畜産業の所管は MoA、森林対策は MoFE の所管である。

		合は、環境影響評価の実施が必要である。
○	経済・産業面	地方の電化が強化されることにより、家電製品市場が拡大する。また農林畜産業等を電化することで生産性の向上ひいては収入の向上につながる。
○	社会面	地方での電力の安定供給は、バイオマス採取の労力を低減する。バイオマスの燃焼から電気に置き換えることで、屋内大気環境の改善につながり、ひいては健康の改善に貢献する。

表 5-7 ネパールでのビジョン・開発シナリオ案：国内産業部門と運輸交通部門での電化やグリーン水素等のグリーン燃料への転換

開発シナリオの前提条件		
検討の視点		概要
○	環境・安定供給・経済性・安全性に係る政策枠組み（3E+S）	輸入に依存している化石燃料（石炭、石油製品）を自国産グリーン燃料に代替することで、エネルギーの安定供給、エネルギー安全保障の強化につながる。 化石燃料社会からグリーン燃料社会に移行することで、GHG 排出削減につながる。
○	気候変動対策の国際動向	再生可能エネルギーの電力を用いた電化が促進されている。 グリーン水素由来の燃料への移行が促進されている。
○	エネルギー需給連鎖	主にインドからの輸入に依存する石油、LPG を自国の水素由来のグリーン燃料に置換する。更にグリーン燃料の輸出国となり得る。ただし、ネパール全体でのグリーン燃料需要と供給のポテンシャルを把握するための調査が必要である。
○	競争優位性	豊富な水力発電の包蔵力を活かし、世界と比べて相対的に安価なグリーン燃料の供給が可能となる。
○	国家財政	電化を進めることで NEA の財政強化につながる。 主に輸入に依存する石炭、石油や LPG の消費量を自国産グリーン燃料に代替することで、輸入コストの削減につながる。また、グリーン燃料を輸出することで財政収入につながる。
○	産業振興	運輸交通部門の電化により EV 関連の産業振興につながる。 グリーン燃料製造の促進により、水素・アンモニア・合成ガス関連の産業育成や、化学肥料産業の育成につながる。 化石燃料関連ビジネスに特化している NOC の事業範囲

		の拡大につながる。
—	その他	—
開発シナリオの影響		概要
○	環境面	水力発電電力による電化やグリーン燃料による化石燃料代替により、GHG 排出量が削減され、また大気汚染の改善が見込まれる。
○	経済・産業面	運輸交通部門の電化により EV 関連の産業振興につながる。 グリーン燃料製造の促進により、水素・アンモニア・合成ガス関連の産業育成や肥料産業の育成につながる。 化石燃料関連ビジネスに特化している NOC の事業範囲の拡大につながる。
○	社会面	化石燃料の消費から水力発電による電気或いはグリーン燃料に置き換えることで、大気環境の改善につながり、ひいては健康の改善に貢献する。

表 5-8 ネパールでのビジョン・開発シナリオ案：農林畜産業の近代化によるカーボンニュートラル社会の構築促進

開発シナリオの前提条件		
検討の視点		概要
○	環境・安定供給・経済性・安全性に係る政策枠組み (3E+S)	農畜産物の生産性や品質を維持しつつメタン削減技術の普及により食料供給と合わせて GHG 排出削減につながる。
○	気候変動対策の国際動向	ネパールは Global Methane Pledge の参加国であり、2030 年までに世界のメタン排出量を 30%以上削減するための自発的な施策を実施することに同意している。 REDD+は、パリ協定第 5 条での実施と支援がうたわれている
—	エネルギー需給連鎖	—
—	競争優位性	—
—	国家財政	—
○	産業振興	農林畜産業を近代化することで生産性の向上ひいては収入の向上につながる。
—	その他	
開発シナリオの影響		概要
○	環境面	メタン等の GHG 排出削減により大気環境の改善につながる。
○	経済・産業面	農林畜産業を近代化することで生産性の向上ひいては収入の向上につながる。

○	社会面	農林畜産業の生産性が向上することで、農林畜産物の安定的な供給につながる。
---	-----	--------------------------------------

5.1.4 ウズベキスタン

ウズベキスタンは NDC において GHG 排出削減目標を、2010 年比で 2030 年までに GHG 単位当たり排出量の 35%削減を目標としている。2020 年に発表された「国家低炭素エネルギー発展戦略」では、2030 年までに再エネ等による 30GW の設備容量追加、既設ガス火力発電所の近代化、エネルギーの多様化と再エネ(特に太陽光)の開発、等が示されている。この他の国家戦略においてもガス火力発電の低炭素化、再エネ発電の導入が既定路線である。

このような中、MOE は EBRD の提言を踏まえて 2022 年に政策決定者向けの 2050 年までのエネルギーセクター脱炭素シナリオを示した。2030 年までに既設ガス火力発電施設の近代化と再エネ導入、新規ガス火力発電所建設の廃止を、2040 年までに再エネ設置の規模拡大と再エネ電力の貯蔵を中心に電力を賄い、ガス火力発電を系統安定化のために利用しつつ、総発電設備容量に占める火力発電の割合を低減させていくシナリオを描いている。2050 年までに再エネ発電所の設備容量を更に増大するとともに、大規模な電力貯蔵設備を設置し、ガス火力発電所は水素混焼型或いは専焼型の発電とするスケジュールである。

脱炭素の様々な国家計画の示す方向性を基礎として、ET-CN のための開発シナリオを検討した。これらは、既設ガス火力発電の近代化と再エネ電力の大量導入、系統安定化のための活動が 2050 年までの主眼となる。また、MOE のシナリオにあるとおり、再エネ資源に恵まれたウズベキスタンにおいて、再エネの電力を貯蔵する大容量蓄電池等の設置が系統の安定化と CN の達成に必須である。

表 5-9 ウズベキスタンでのビジョン:ガス火力の低炭素化、グリーン電力と蓄電による脱炭素の促進

開発シナリオの前提条件	
検討の視点	概要
○ 環境・安定供給・経済性・安全性に係る政策枠組み (3E+S)	天然ガスも活用しつつ、再エネのグリーン電力を最大限に活用する。そのための蓄電やアンモニア・水素活用の可能性も模索しながら、発電分野の GHG の排出削減を推進する。発電分野の脱炭素により産業分野の脱炭素も側面から貢献することが可能となる。
○ 気候変動対策の国際動向	再生可能エネルギーの電力を用いた電化が促進されている。 ET を踏まえた天然ガス火力発電の低炭素化が促進されている。
○ エネルギー需給連鎖	発電量の変動するため、電力需給の予測、バランスのための選択肢が必須。
○ 競争優位性	・天然ガス火力発電の発電単価は政府の政策に左右される。 ・太陽光発電は最も安い発電方法として世界的に認識されている。太陽光発電・風力発電は民間による IPP 事業

		への投資を促進することができれば、より安価な電力供給が可能である。ただし、再生可能エネルギー発電量の変動を吸収するため、水素やアンモニア等の研究開発を含め、蓄エネルギー・蓄電への投資は必須である。
○	国家財政	民間による再エネ発電への投資環境整備のため、政府保証や兌換保証等の提供を要する可能性が高い。
○	産業振興	天然ガス発電、再エネ発電由来の電力を使うことで、輸出産業にとっては、製品のカーボンフットプリントをこれまでより抑えることができる。特に輸出産業においては商品の国際競争力強化に貢献し得る。
－	その他	－
開発シナリオの影響		概要
○	環境面	太陽光発電、風力発電設備の建設に大規模な森林の伐開や生物多様性保護上の問題がなければ、大きな問題はないと考えられる。一般的に発電所は指定地域で開発され、事前に環境社会調査の適切な実施がなければ金融機関からの融資を得られない仕組みである。
○	経済・産業面	再エネを安価に安定的に供給することができれば、経済的にも産業にとっても有益である。ただし、システムの安定性が前提であり、将来的には蓄電等の機能が必要になる可能性がある。発電所が集積する場合、対象地域内の系統連系や需要を上回る発電量となり、系統安定化のため一時的に供給抑制の対象になる場合がある。
○	社会面	太陽光、風力発電の大型発電所は、他の発電方法に比較して大量の労働者雇用等の便益は見込めないが、電力価格の低減につながる可能性がある。天然ガス火力発電との組み合わせにより、安定的で安価な電力供給に貢献する。

第6章 協力プログラム案の提言

6.1 ベトナム

6.1.1 優先プロジェクトの提言

5.1.1章で述べたように、ベトナムでの ET-CN の達成には「石炭火力からの ET-CNへの移行を後押しする LNG・グリーン電力・水素の利用を中心としたグリーンエネルギー社会の構築」、「産業分野等の省エネ、電化、再エネ活用による脱炭素化促進」が効果的であると考えられる。

外務省の「対ベトナム社会主義共和国事業展開計画（2017年）」（表 6-1）によると、エネルギー分野は重点課題 1 の開発課題 1-3「経済インフラ整備・アクセスサービス向上」に含まれ、エネルギー安定供給に向けて、電源構成の多様化（LNG、再生可能エネルギー等）や多様な資金リソース活用も視野に入れた支援の実施とともに、省エネ分野の協力については、ベトナム政府の気候変動に係る取組みを考慮した上で進める、とされている。

表 6-1 対ベトナム社会主義共和国 事業展開計画（2017）¹⁶⁵

基本方針：ベトナムの社会経済開発戦略・計画を踏まえ、ベトナムの国際競争力の強化を通じた持続的成長、ベトナムの抱える脆弱な側面の克服及び公正な社会・国づくりを包括的に支援する。	
重点分野 1：成長と競争力強化	
開発課題 1-3：経済インフラ整備・アクセスサービス向上	エネルギー安定供給・省エネ推進プログラム ・経済成長を支えるエネルギー需要増に対応するためのエネルギーの安定供給を支援する。
重点分野 2：脆弱性への対応（成長の負の側面への対応）	
重点分野 3：ガバナンス強化	

発電部門では、ベトナムの ET-CN の促進に向け、ET の要となる LNG 導入、大量の再エネ導入を支えるシステムの安定性の確保や民間投資の促進のための制度構築が重要となる。また、石炭火力発電の低炭素化に向け、将来的には水素やアンモニアの活用が重要となると考えられる。さらに、エネルギーの消費側における省エネ努力は、民間セクターによる地道な設備投資が基礎となるため、省エネを実施するインセンティブの構築、特に補助金等の資金面や輸出製品の必要要件とするなどの対応が必要である。省エネ法は 2010 年から改訂が行われていないため、省エネ技術の現状を踏まえた法律の改訂とそれにとまなう各種ガイドラインや技術基準の改訂が求められる。

エネルギー供給側には安定的で安価なエネルギー供給が求められる。そのためには、EVN による発電に加え民間投資の活用は必須であることから、電力市場の構築、再エネや LNG 発電の IPP 事業の展開等に対する民間の投資環境の整備、将来的には炭素市場構築によるエネルギー市場全体の活性化を図るといった多面的な電源開発、電力分野の改革が必要に

165 対ベトナム社会主義共和国 事業展開計画（外務省、2017年11月1日） <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaikou/oda/files/000072248.pdf> 2022年8月12日アクセス

なる。

上記のような課題を踏まえ、エネルギー供給、省エネのいずれも民間の活力を活用して展開を図るための構造改革、石炭火力発電から LNG 発電、再エネへの移行といった長期的な視点でよりクリーンな産業等のサブセクターを開発するため、再エネ長期ロードマップの策定等の協力プログラム案が考えられる。優先的に考慮すべきと考えるプロジェクトには「優先プロジェクト」と記している。事業の実施可否は今後、個別に検討されるものである。

表 6-2 ベトナムでの ET-CN に係る協力プログラム案の提言

協力プログラム	プロジェクト	実施時期	備考
開発シナリオ 1： 石炭火力からの ET-CN への移行を後押しする LNG・グリーン電力・水素の利用を中心としたグリーンエネルギー社会の構築			
PG1 エネルギー移行を踏まえた電力需要増加への対応			
石炭火力から LNG 火力へのエネルギー移行の推進	1 - LNG 利活用にかかる能力強化	2023 年～	優先プロジェクト
	2 - LNG バリューチェーンスタディ	2024 年～	優先プロジェクト ※PDP8 で LNG の拡大方針の明確化が前提条件
	3 - 非電力部門での LNG 需要と利用促進調査	2024 年～	
火力発電の脱炭素化の長期ロードマップ策定支援	1 - 発電分野の脱炭素長期計画策定	2025 年～	
	2 - LNG 火力発電の低炭素化調査、実証	2025 年～	
	3 - 石炭火力発電の低炭素化調査、アンモニア混焼、混焼型バーナーの導入実証	2025 年～	
PG2 エネルギー移行期を支える変動型再エネ大量導入を踏まえた電力系統運用の能力強化			
系統安定化と管理	1 - グリッドの安定化（設備拡張・改善）、SCADA/EMS 導入後運用支援	2022 年～	優先プロジェクト （他ドナー支援あり）
	2 - グリッドの地域別需給バランス調整	2022 年～	
	3 - グリッドの配電管理強化	2022 年～	
PG3 その他エネルギー移行/脱炭素			
水素製造・利用	1 - 再エネ余剰電力を活用した水素製造 FS 調査 - 運輸・産業分野での水素製造・輸送・利用パイロット	2024 年～	
炭素取引	1 - 炭素取引制度とビジネスモデル紹介、グリーンエネルギー促進	2024 年～	
民間による投資促進のための制度改革	1 - 電力市場の入札制度構築	2022 年～	優先プロジェクト
	2 - IPP 事業の PPA によらない Direct PPA 等需要家との相対取引制度の構築	2022 年～	
	3 - PPA の見直し	2023 年～	
開発シナリオ 2： 産業分野等の省エネ、電化、再エネ活用による脱炭素化促進			

法改訂、GL 修正	1	- 最新の省エネ技術等を踏まえた法律の改訂、ガイドラインや技術基準の改訂	2022 年～	(他ドナー支援あり)
	2	- 省エネの長期ロードマップ策定支援 (産業等の分野別)	2023 年～	優先プロジェクト
産業	1	- 産業分野の 2050 年脱炭素ロードマップ策定支援、GHG 排出量の算定報告制度整備と運用支援	2023 年～	(構成要素に複数のサブプロジェクト含む)
	2	- 民間による省エネ投資、省エネ実施のインセンティブ改善	2023 年～	
	3	- エネルギー診断の実施 - 省エネセンターの強化	2023 年～	優先プロジェクト
	4	- 二国間クレジット制度と補助事業を活用した省エネ設備の導入 (民間)	実施中	
運輸交通	1	- 都市部の渋滞改善	2024 年～	
	2	- 鉄道・船舶へのモーダルシフト推進	2025 年～	
住宅／都市開発	1	- ネットゼロビル、ゼロエミッション住宅とクリーンエネルギーを利用したスマート交通の複合型開発による脱炭素化促進	2026 年～	

表 6-3 ベトナムの優先協力プロジェクト案の概要 (1)

事業名 (案)	LNG 利活用にかかる能力強化
想定する C/P	MOIT、Petrovietnam
想定スキーム	技術協力プロジェクト
協力期間	2 年程度
課題	LNG 受入れ施設は 2022 年内に稼働開始となり、LNG 発電所 2 か所も今後稼働が開始される。しかし、LNG 受入れ施設以外にも関連施設は多くあり、施設の運営に関するガイドライン・基準は全てそろっている訳ではなく、施設の建設計画の段階で策定される場合もある。天然ガス関連施設の運用実績はあるものの、LNG に特化した技術的な留意点を踏まえたガイドライン・基準の整備が必要である。
目標	LNG の受入から最終的な消費段階に至るすべてのバリューチェーンに関する包括的な知識を獲得する
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> ➤ LNG ネットワークの計画・運営能力を強化する (受入れから消費まで) ➤ 第三者アクセスの導入に関する法制度や規制枠組みの素案を提示する ➤ 高付加価値化のため、LNG 受入基地を活用した冷熱利用事業の理解を深める

アウトプット	LNG の受入れから消費までに要する様々な技術や施設運用に関する知識を得る。設備投資に対する費用対効果の改善のための対策についての理解が深まる。
アウトカム	担当職員が技術的な基準やガイドラインの策定、LNG 施設の効果的運用に関する施策の立案に活用する。
案件規模	3 億円程度
現地施策	PDP8（案）の総発電容量では LNG 発電が約 2 割を占め、今後 LNG への設備投資が見込まれる。 国家エネルギー開発戦略（Resolution 55 NQ/TW）とそのアクションプラン（Resolution No.140/NQ-CP）や首相令 No.60/QD-TTg (2017)のガスマスタープランでは LNG 関連インフラの整備、利用を促進している。
ファイナンス	LNG 発電施設建設を伴う事業の場合、経産省の FS 調査の一部として実施できる可能性がある。 ベトナムでの LNG 発電は、AETI による支援が見込まれる。
GHG 削減ポテンシャルと費用対効果	本プロジェクトは人材育成のための技術プロジェクトを想定しているため、直接的な GHG 排出削減効果は見込まれない。そこで、LNG 火力発電所の導入を支援する場合の GHG 削減ポテンシャルと費用対効果を検討した。 経済産業省による FS ¹⁶⁶ から、ベトナム南部 Long Son にて、4,800MW の LNG 火力発電所（0.4234tCO ₂ /MWh、31.536TWh/年）の運転によりベースライン（0.8154tCO ₂ e/MWh）から 12.3MtCO ₂ /年が削減されるとしている。2030 年までの期間を考えて、第 1 期の LNG 火力発電 1,600MW のみの運転を想定すると約 4.1MtCO ₂ /年の削減となる。これがベースラインでの 2030 年の GHG 排出量から削減されると考えると、ベトナムの NDC で予測している 2030 年の GHG 排出量は 97.9MtCO ₂ であるから 4.2%程度が削減される。同 FS 報告書によると LNG 調達から運転までの CAPEX は 2,398mUSD（1,600MW の場合）であり、Long Son での天然ガス火力 1,600MW の建設・運転による CO ₂ 削減の費用対効果は、約 584USD/tCO ₂ となる。建設工事等に 5 年を要するとして、2028 年当初に運転を開始したとすると、2030 年までの累積 CO ₂ 削減量に対する費用対効果は約 195USD/tCO ₂ となる。
今後に適用可能な日本の主なトランジション技術	【電力分野のトランジション技術】 ・ CCUS：CO ₂ 分離回収技術の技術開発・実証・導入・商用化の推進 ・ 水素混焼：ガス火力への水素混焼

166 平成 30 年度質の高いエネルギーインフラの海外展開へ向けた事業実施可能性調査事業「ベトナム社会主義共和国南部における LNG 調達・LNG 受入基地運営・ガス焚き複合火力発電の一貫通貫事業における案件実現性調査（経済産業省、平成 31 年） https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/H30FY/000208.pdf 2022 年 8 月 16 日アクセス

術（表 3-1 より）	<p>【ガス分野のトランジション技術】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 都市ガス製造工程での省エネ（冷熱利用設備等による省エネ） ・ 天然ガス供給網の整備（天然ガスの利用拡大に向けた供給インフラの強化） ・ 国内外サプライチェーン構築：液化基地、LNG 船、受入基地、パイプライン等の既存インフラにおける合成メタンの併用等 ・ CCUS：都市ガス利用機器から排出される CO2 の回収・利用
-------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

表 6-4 ベトナムの優先協力プロジェクト案の概要（2）

事業名（案）	LNG バリューチェーンスタディ	産業、交通、民生部門での LNG 需要と利用促進調査
想定する C/P	MOIT	MOIT
想定スキーム	技術協力（開発調査型）、または経産省質の高いインフラ FS 調査等	技術協力（開発調査型）、または経産省質の高いインフラ FS 調査等
協力期間	1 年程度	0.5 年程度
課題	LNG 発電の IPP 事業には日系企業を含む民間企業が参画見込みだが、施設の建設には多額の投資を要する。LNG 利活用バリューチェーンの上流として、LNG ビジネスモデルの検討、LNG 事業全体の付加価値向上のための方策が必要である。	LNG 発電の IPP 事業には日系企業を含む民間企業が参画見込みだが、施設の建設には多額の投資を要する。 LNG 利活用バリューチェーンの下流にあたる産業、交通、民生における LNG 国内需要量が具体的ではない。
目標	安定的かつ経済性のある LNG を輸入可能とする産業構造を構築する	産業部門、輸送部門、民生部門において、需要に基づき安定的な低炭素な LNG を供給する
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> ▶ LNG ビジネスモデルに影響を及ぼす外的要因を整理する ▶ 最適な LNG ビジネスモデルを特定する ▶ 天然ガス政策の改善の提案を行う 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 産業部門におけるガス需要の開発を検討する ▶ 輸送部門におけるガス需要の開発を検討する ▶ 民生部門におけるガス需要の開発を検討する
アウトプット	LNG ビジネスモデルを特定する。LNG 事業全体の付加価値を向上するための方策を特定する。	
アウトカム	LNG 事業全体の事業性向上、民間企業による投資の活用を促進する。	
案件規模	1.5 億円	1 億円
現地施策	PDP8（案）の総発電容量では LNG 発電が約 2 割を占め、今後 LNG への設備投資が見込まれる。	

	国家エネルギー開発戦略 (Resolution 55 NQ/TW) とそのアクションプラン (Resolution No.140/NQ-CP) や首相令 No.60/QD-TTg (2017)のガスマスタープランでは LNG 関連インフラの整備、利用を促進している。
ファイナンス	LNG 発電施設建設を伴う事業の場合、経産省の FS 調査の一部として実施できる可能性がある。
GHG 削減ポテンシャルと費用対効果	表 6-3 参照。
今後に適用可能な日本の主なトランジション技術 (表 3-1 より)	<p>【電力分野のトランジション技術】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ CCUS : CO2 分離回収技術の技術開発・実証・導入・商用化の推進 ・ 水素混焼 : ガス火力への水素混焼 <p>【ガス分野のトランジション技術】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 都市ガス製造工程での省エネ (冷熱利用設備等による省エネ) ・ 天然ガス供給網の整備 (天然ガスの利用拡大に向けた供給インフラの強化) ・ 国内外サプライチェーン構築 : 液化基地、LNG 船、受入基地、パイプライン等の既存インフラにおける合成メタンの併用等 ・ CCUS : 都市ガス利用機器から排出される CO2 の回収・利用

表 6-3、表 6-4 のプロジェクト案について、石炭火力発電から LNG 火力発電 (天然ガス火力発電を含む) への移行は、ベースラインの電力 CO2 排出係数が LNG 火力発電の電力 CO2 排出係数を上回る期間の場合に、ベースラインとの比較において CO2 削減効果を有するが、今後ベトナム国内で石炭火力発電の割合が低下してベースラインの電力 CO2 排出係数が低下した場合に、相対的に LNG 火力発電の CO2 削減効果と削減量に対する費用対効果が低下し、LNG 火力発電の CO2 排出係数がベースラインの電力 CO2 排出係数を上回るタイミングで、LNG 火力発電はベースラインに対して CO2 排出量の増加をもたらすことになるため留意が必要である。従って、LNG 火力発電の導入はエネルギーの安定供給など多様な面から検討されるべきであるが、2050 年にカーボンニュートラルを達成するという観点からは、LNG 火力発電への支援は、2020 年代に運転を開始する施設に対して実施することが望ましい。或いは、水素専焼への移行を想定した仕様とすることが望ましい。

表 6-5 ベトナムの優先協力プロジェクト案の概要(3)

事業名 (案)	産業分野の 2050 年脱炭素ロードマップ策定と、GHG 排出量の算定報告制度の構築	省エネセンター (Industrial Promotion and Development Consultancy Center) 強化
想定する C/P	MOIT	DOIT、Industrial Promotion and Development Consultancy Center
想定スキーム	技術協力	無償資金協力 (エネルギー診断用機材等)

		技術協力または METI-MOIT 協力 枠組み ¹⁶⁷
協力期間	3 年程度	1.5 年程度
課題	2022 年 7 月発表の 2050 年までの 脱炭素国家戦略に則り、MOIT 所 管の産業分野脱炭素ロードマップ の策定、産業分野の GHG 排出量 算定報告制度の構築、関連ガイド ラインの策定が必要になった。 産業分野の主要エネルギー需要家 (企業) はエネルギー消費量報告 制度に則り報告するが、データに 誤りが多いという課題がある。	再エネ法や省エネ基準はあるもの の、民間企業側のインセンティブ が不足している。省エネ活動の意 義を訴求するため、省エネルギー 診断は効果的な手段である。
目標	産業分野の 2050 年脱炭素ロード マップの策定を通じ、GHG 排出量 の算定報告制度が構築される。	安定的かつ経済性のある LNG を 輸入可能とする産業構造を構築す る。
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2050 年脱炭素達成に向け、2 つ程度の産業サブセクターを 対象に、脱炭素ロードマップ が策定する。脱炭素ロードマ ップの策定過程で、産業分野 の省エネロードマップを策定 する等省エネ活動の展開と関 連付ける。 ▶ 主要エネルギー需要家に要求 されているエネルギー消費量 報告制度の情報を元に、GHG 排出量算定報告制度の枠組み を構築する。 ▶ 高効率機材への更新に要する 設備・技術、資金調達方法を 紹介。 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 省エネ診断に要する機材を供 与する。 ▶ 省エネ診断実施のための研修 実施、機材使用方法の研修を 実施する。
アウトプット	産業サブセクターを対象に、省エ ネと脱炭素達成に向けたロードマ ップが策定される。	Industrial Promotion and Development Consultancy Center の 人材の能力強化、省エネ診断実施 の環境が整備される。

167 日本国経済産業省とベトナム商工省間のカーボンニュートラルに向けたエネルギーtransition協力のた
めの共同声明（仮訳）2021 年 11 月 25 日によると、経済産業省は再エネ、省エネ、水素・アンモニア等の支援
を、アジア・エネルギー・transition・イニシアティブ（AETI）を通じて実施するとされている。
<https://www.meti.go.jp/press/2021/11/20211125005/20211125005.html> 2022 年 8 月 16 日アクセス

アウトカム	MONRE に対する CO2 排出算定報告に必要な制度的枠組みが構築される。 民間企業による省エネの実施、脱炭素に向けた意識向上が図られる。	民間企業による省エネ意識向上が図られる。
案件規模	1.5 億円	1 億円
現地施策	National Climate Change Strategy (NCCS) For The Period 2021 To 2050 の産業分野における実施、省エネ法 (2010) の実施と整合する。 NDC での MRV のニーズに合致する。	省エネ促進に関する VNEEP フェーズ 3 の実施と整合する。
ファイナンス	AETI を通じた METI-MOIT 協力枠組み、経済産業省資源エネルギー庁「新興国等におけるエネルギー使用合理化等に資する事業 (省エネルギー人材育成事業)」の活用	AETI を通じた METI-MOIT 協力枠組み、経済産業省資源エネルギー庁「新興国等におけるエネルギー使用合理化等に資する事業 (省エネルギー人材育成事業)」の活用
GHG 削減ポテンシャルと費用対効果	<p>本プロジェクトは計画策定及び人材育成のための技術プロジェクトを想定しているため、直接的な GHG 排出削減効果は見込まれない。そこで、産業分野での省エネ意識向上により省エネが図られる場合を想定し、GHG 削減ポテンシャルと費用対効果を検討した。</p> <p>IEA (図 4-4) より 2019 年におけるベトナムの産業分野での電力消費は 9.77Mtoe である。便宜的に石炭火力と天然ガス火力発電電力が消費されていると想定すると、$9.77\text{Mtoe} \times 0.4$ (熱効率) $\approx 45,450\text{GWh}$ であり、ベースラインの電力 CO2 排出係数を表 6-3 と同様に 0.8154 tCO2/MWh とすると、産業分野の電力消費による CO2 排出量は約 37 MtCO2/年となる。従って、省エネの推進により産業分野で電力消費量が 1%削減されると 0.37 MtCO2/年の削減につながる。</p> <p>技術協力プロジェクトを仮に 1 億円とすると、省エネによる電力消費が 1%削減する場合に約 270 円/tCO2e となる。</p>	
今後に応用可能な日本の主なトランジション技術 (表 3-1 より)	対象とする業種により、鉄鋼分野、化学分野、紙・パルプ分野、セメント分野のトランジション技術全般が適用可能である。	

6.2 ラオス

6.2.1 優先プロジェクトの提言

5.1.2 章で述べたように、ラオスでの ET-CN の達成には「ラオス北部と電力需要地を連携する送電網の強化」「国内産業部門と運輸交通部門での電化やグリーン水素等のグリーン燃料への転換」「農林畜産業の近代化によるカーボンニュートラル社会の構築促進」が効果的であると考えられる。

外務省の「対ラオス共和国事業展開計画（2019年）」によると、エネルギーは、重点分野 2 の開発課題 2-2「安定的かつ安全な電力供給の拡大」に含まれ、電力運用の最適化、送配電網の整備により産業インフラの整備を支援することと共にメコン地域への電力輸出を促進するための制度等の整備を主眼としている。運輸交通は、重点課題 2 の開発課題 2-1「交通・運輸網の整備」や重点課題 4 の開発課題 4-1「都市環境整備」に含まれ、インフラ整備による地域の連携性の強化や都市部の公共交通の整備等を主眼としているが、運輸交通手段の電化支援は含まれていない。農林畜産業の近代化や REDD+への支援は、重点課題 3 の開発課題 3-3「農業開発」や重点課題 4 の開発課題 4-2「森林保全・気候変動対策」で実施されており、クリーン農業開発や REDD+の促進等が含まれている。

表 6-6 対ラオス社会主義共和国 事業展開計画(2019) ¹⁶⁸

基本方針：低開発途上国脱却を目指した経済社会基盤の強化	
重点分野 1: 財政安定化をはじめとするガバナンス強化および分野横断的な課題への対応	
重点分野 2：周辺国とのハード・ソフト面での連結性強化	
開発課題 2-1: 交通・運輸網の整備	<p>交通・運輸網整備プログラム</p> <ul style="list-style-type: none"> ・道路分野においては、既存道路の維持管理とのバランスや ASEAN・他メコン地域との連結性の強化を念頭におきつつ、地方部を含む主要道路・橋梁の整備に取り組む。また、道路・橋梁の維持管理の能力強化に取り組むとともに、政策アドバイザー等を活用し、財源確保に向けた政策提言等を行う。航空分野は、首都ビエンチャン国際空港など主要空港の拡張や航空安全性の向上に向けた協力を中心に取り組む。また、横断的な課題として通関手続きの改善にも取り組む。
開発課題 2-2: 安定的かつ安全な電力供給の拡大	<p>電力整備プログラム</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内の基幹送電線、配変電設備、メコン地域内の電力融通に向けた高圧送電線の整備に向け、主に有償資金協力を中心に取り組んでいく。電源開発については民間連携事業を中心に対応を検討する。また、電力事業の関係機関の能力強化について、ラオス側の取り組み状況などを踏まえ、主に技術協力を中心とする対応を検討する。
重点分野 3：産業の多角化と競争力強化、そのための産業人材育成	
開発課題 3-3: 農業開	農業開発プログラム

168 対 ラオス人民民主共和国 事業展開計画（外務省、2019年4月） <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000072259.pdf> 2022年8月12日アクセス

発	・流通・販売面も視野に入れたバリューチェーン構築という観点から、国内外のマーケットの動向を踏まえた商品作物の普及・生産性向上について、民間企業との相互補完的な関係の可能性も考慮のうえ、人材育成や制度整備に係る協力を展開する。資金協力を活用しての基盤整備もソフト面の支援との効果的組合せを念頭に検討する。
重点分野 4：環境・文化保全に配慮した均衡のとれた都市・地方開発を通じた格差是正	
開発課題 4-1: 都市環境整備	都市環境整備プログラム ・首都ビエンチャンを始め、ルアンパバーン、サバナケット、パクセーなどの地方中核都市を中心に、公共交通、上水道改善、廃棄物管理、都市排水等の都市環境整備における課題について、それぞれの状況に応じて、ソフト・ハード両面の協力を計画的に取り組んでいく。また、マスタープラン策定などの協力方法も効果的に活用する。
開発課題 4-2: 森林保全・気候変動対策	持続的な森林管理プログラム ・REDD+等をラオス政府が効果的に活用できるよう政策立案、森林資源・炭素情報整備関係機関の能力強化等に対し、技術協力を中心に取り組んでいく。

上記を踏まえて、JICA の ET-CN 協力施策案として、開発シナリオ案ごとに以下の協力プログラム案が考えられる。優先的に考慮すべきと考えるプロジェクトには「優先プロジェクト」と記している。事業の実施可否は今後、個別に検討されるものである。

表 6-7 ラオスでの ET-CN に係る協力プログラム案の提言

協力プログラム	プロジェクト	実施時期	備考
開発シナリオ 1： ラオス北部と電力需要地を連携する送電網の強化			
PG1 送電網の強化			
送電網の強化	1	- 地域間の送電網の容量・レジリエンスの強化のための協力準備調査	優先プロジェクト
	2	- 地域間の送配電網の強化	
開発シナリオ 2： 国内産業部門と運輸交通部門での電化やグリーン水素等のグリーン燃料への転換			
PG1 産業部門と運輸交通部門の電化			
産業分野の電化促進	1	- 製造業の生産プロセスの電化支援のための調査	2023 年～
	2	- 生産プロセスの電化パイロット事業（食品加工業や製造業の加工工程電化など）	2025 年～
PG2 産業部門等の省エネ促進			
産業・商業分野の省エネ強化	1	- 省エネ性能を第三者が認証するための手順、ガイドラインの策定	2023 年～
	2	- 産業、商業、民生分野等からのエネルギーデータ収集体制の整備	2023 年～

PG3 水力発電等の再エネ由来のグリーン水素を中心とした燃料転換				
水力発電等の再エネを活用したグリーン水素を中心としたエネルギー社会構築のための基礎調査	1	- 水力発電電力を用いたグリーン水素を中心としたグリーンアンモニアや肥料、LPG代替のための合成ガスの製造・利用ポテンシャルの調査	2023年～	優先プロジェクト
	2	- グリーン水素サプライチェーンの調査	2024年～	
	3	- グリーン水素による工業プロセスの燃料転換パイロット事業（加工業での熱利用など）	2025年～	
	4	- 将来的な水素、アンモニア等の展開に向けた人材の育成	2024年～	
	5	- グリーン水素とセメント産業からのCO2回収利用による合成ガス製造と商用車等での利用パイロット事業	2025年～	
	6	- 石炭火力発電のアンモニア混焼可能性調査、法規制整備支援	2023年～	
	7	- 石炭火力発電のアンモニア混焼実証	2025年～	
	8	- 再エネの技術ガイドラインの整備	2023年～	
開発シナリオ3： 農林畜産業の近代化によるカーボンニュートラル社会の構築促進				
PG1 REDD+の強化				
継続的な森林保全の実施と他地域への展開・強化	1	- JCMやGCFとの連携も想定したREDD+実施のための情報整備及びREDD+プロジェクトの実施	2023年～	
PG2 農畜産業への対応				
低GHG排出型稲作の技術開発協力	1	- 稲作での適切な水管理によるメタン排出削減手法の調査	2023年～	
低GHG排出型畜産業の技術開発協力	1	- 畜産での反芻動物からのメタン削減手法の調査	2023年～	

優先プロジェクトについて、概要を示す。

表 6-8 ラオスの優先協力プロジェクト案の概要(1)

事業名（案）	送電網の強化
想定する C/P	MEM、EDL
想定スキーム	協力準備調査、無償資金協力
協力期間	協力準備調査：1年 無償資金協力：2年～
課題	ラオス政府は水力発電の開発を促進しているが、経常的に、特に北部で余剰電力が生じている状況にある。
目標	送電網の強化による水力発電設備の運用最適化
実施内容	協力準備調査 ➤ 送電網強化のための実施計画策定 無償資金協力

	<p>➤ 送電網の強化、国際連携線の構築・強化</p>
アウトプット	<p>協力準備調査</p> <p>➤ 送電網強化のための実施サイトの特定と実施計画の策定</p> <p>無償資金協力</p> <p>➤ 送電網の強化、国際連携線の構築・強化</p>
アウトカム	送電網の整備により北部の水力発電所の適切な運転が可能になり余剰電力の発生が回避される
案件規模	<p>協力準備調査：0.5 億円</p> <p>無償資金協力：(参考) 送電線 0.61 mUSD/km/2 回線 4 導体、変電設備 500/230kV 500MVA/unit の場合に 37.94 mUSD¹⁶⁹</p>
現地施策	エネルギー政策（2020）では送電網の拡大、タイやベトナムへの電力輸出を促進している。
ファイナンス	協力準備調査、無償資金協力
GHG 削減ポテンシャルと費用対効果	ラオス国電力系統マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート（JICA, 2020）が提案しているタイ向け系統連系を強化した場合、タイの系統電力の CO2 排出係数は 2022 年で 0.394 kgCO ₂ / kWh ¹⁷⁰ であることから、ラオスの水力発電電力の輸出 1,000GWh あたりタイの CO2 排出量を 394 ktCO ₂ 削減すると考えることができる。
今後に応用可能な日本の主なトランジション技術（表 3-1 より）	<p>【電力分野のトランジション技術】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 送配電網の強化・高度化：再生可能エネルギーの導入拡大に向けた送配電網の増強等 ・ デマンドレスポンス・電化の推進等：需要サイドにおける脱炭素化に向けた取組み、電化等 ・ 蓄電池・揚水・分散型エネルギー：系統安定化に資する蓄電池、分散型エネルギーリソースの導入等

表 6-9 ラオスの優先協力プロジェクト案の概要(2)

事業名（案）	水力発電電力を用いたグリーン水素を中心にしたグリーンアンモニアや肥料、LPG 代替のための合成ガスの製造・利用ポテンシャルの調査
想定する C/P	MEM、EDL、MOIC
想定スキーム	情報収集・確認調査、開発計画調査型技術協力
協力期間	1 年
課題	ラオス政府は水力発電の開発を促進しているが、経常的に、特に北部で余剰電力が生じている状況にある。しかし、適切な余剰電力対策がなされていない。また、同国は外貨準備高が少なく、近年は石油製品の輸入が困難になるなど社会経済に混乱が生じている。

169 ラオス国電力系統マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート（JICA, 2020）の表 12.6-1、表 12.6-2 より

170 Energy policy and Planning Office, Ministry of Energy, Table 9.1-15: CO2 Emission per kWh
<http://www.eppo.go.th/index.php/en/en-energystatistics/co2-statistic> 2022 年 8 月 17 日アクセス

	過年度までにラオスでのガスのエネルギー利用はなく、水素ガスや合成ガスを適切に取り扱う法制度・規制がない。
目標	水力発電電力の余剰電力の活用方策と関連制度整備の提案
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> ▶ グリーン水素、グリーンアンモニア、合成ガスの需給ポテンシャルの調査 ▶ 燃料ガスの利用のための関連制度の確認 ▶ 工業プロセスでのグリーン水素の適用可能性調査 ▶ 産業プラントからの CO2 回収利用とグリーン水素による合成ガスの商用車への利用実証の可能性調査 ▶ グリーンアンモニアの Hongsa 石炭火力への適用可能性調査
アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> ▶ グリーン燃料の受給ポテンシャルの把握 ▶ ガス燃料利用のための制度の整備 ▶ グリーン燃料への転換のための実証サイト候補の特定
アウトカム	化石燃料からのグリーン燃料への転換による GHG 排出の削減
案件規模	0.5 億円～0.8 億円
現地施策	<p>調査時点で、ラオスにおいて余剰電力を活用した水素、アンモニアや合成燃料といったグリーンガス燃料を促進する施策は見られない。</p> <p>第 9 次 NSEDP では運輸交通、産業むけメタンの生産実証を促進している。</p> <p>グリーン成長戦略（2018）では、クリーンエネルギーを利用した車両の利用を促進している。</p> <p>UNFCCC の CTCN が MEM に対して Power to Gas マスタープランを提案している。</p>
ファイナンス	経済産業省の FS 事業或いは JICA の情報収集・確認調査や開発計画調査型技術協力による制度環境の整備を経て、協力準備調査や NEDO 実証事業の活用が考えられる。
GHG 削減ポテンシャルと費用対効果	<p>産業分野での製造プロセス（主に加熱プロセス）における石炭利用の一部が水素に置換される場合を想定し、GHG 削減ポテンシャルと費用対効果を検討した。</p> <p>IEA（図 4-8）より 2019 年におけるラオスの産業分野での石炭の直接消費は 132ktoe（≒5.53PJ≒約 215.1kt）である。石炭の CO2 排出係数は無煙炭とすると 26.8gC/MJ であり、産業分野の石炭消費による CO2 排出量は約 543.4ktCO2/年となる。一方、石炭 215.1kt と熱量等価の水素需要量は約 45.6kt（≒5.08 億 m³）となる。IEA の The Future of Hydrogen（2019）によると、水素 1t を水電解により製造するには 52MWh の電力を要する。従って、約 45.6kt の水素を製造するには、2,371.2GWh を要する。また IEA の同報告書では、水素 1kg の製造に約 9 リットルの水が必要としていることから、水素 45.6kt の製造には 4.1 億リットル（41 万 m³）の水需要が発生する。我が国の 2030 年水</p>

	<p>素製造コスト目標である 30 円/Nm³を適用し、年間 5.08 億 m³の水素を製造する場合、174 億円を要し、その CO₂削減費用対効果は約 32,020 円/tCO₂である。</p>
<p>今後に適用可能な日本の主なトランジション技術（表 3-1 より）</p>	<p>【ガス分野のトランジション技術】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ メタネーション：水素と CO₂ からメタンを合成する ・ 国内外サプライチェーン構築：液化基地、LNG 船、受入基地、パイプライン等の既存インフラにおける合成メタンの併用等 ・ 水素：水を電気分解し水素を製造 ・ ローカル水素ネットワーク：国内の水素供給網整備 ・ 水素燃焼機器等：工業炉、コージェネレーション、燃料電池への水素利用等 ・ CCUS：産業施設から排出される CO₂ を回収・利用 <p>また、鉄鋼分野、化学分野、紙・パルプ分野、セメント分野のうち、水素、アンモニアや合成ガスを利用するトランジション技術全般が適用可能である。</p>

6.3 ネパール

6.3.1 優先プロジェクトの提言

5.1.3 章で述べたように、ネパールでの ET-CN の達成には「地方の電力網の強化・信頼性の向上による電化政策の促進」「国内産業部門と運輸交通部門での電化やグリーン水素等のグリーン燃料への転換」「農林畜産業の近代化によるカーボンニュートラル社会の構築促進」が効果的であると考えられる。

外務省の「対ネパール共和国事業展開計画（2021年）」によると、エネルギーは、重点課題1の開発課題1-2「電力・エネルギー」に含まれ、安定した電力供給を実現するための政策・計画策定などの支援、円借款による都市部・遠隔地における配電網整備やエネルギー効率の向上を主眼としている。運輸交通は、重点課題1の開発課題1-1「運輸交通インフラ・連結性」に含まれ、都市交通の改善や都市間道路の改善を主眼としているが、運輸交通手段の電化支援は含まれていない。農業は、重点課題1の開発課題1-3「農業」に含まれ、生産性向上や灌漑システムの維持管理を手段としている。これらから、地方の電力網の強化や電化・グリーン燃料への転換はエネルギー供給の強化という視点において事業展開計画（2021）に沿っていると考えるが、気候変動緩和を目的とした農畜産業の近代化に該当する重点課題や開発課題は見られないため、今後の検討が望まれる。

表 6-10 対ネパール共和国事業展開計画（2021年）¹⁷¹

基本方針：後発開発途上国からの脱却を目指した持続的かつ均衡のとれた経済成長への支援	
重点分野1：経済成長及び貧困削減	
開発課題1-1：運輸交通インフラ・連結性	<p>運輸交通インフラ・連結性プログラム</p> <ul style="list-style-type: none"> ・カトマンズ首都圏の交通改善と、首都圏から東西に延伸する既存幹線道路の輸送力強化及び安全性向上を図る。航空に関しては、運航上の安全性向上に貢献していく。
開発課題1-2：電力・エネルギー	<p>電力・エネルギープログラム</p> <ul style="list-style-type: none"> ・増大する電力需要に対する発電及び送配電能力の増強とエネルギー効率の向上を図る。
開発課題1-3：農業	<p>農業・農村開発プログラム</p> <ul style="list-style-type: none"> ・農業を通じた地域住民の生計向上、食料の安定生産・安定供給を通じた生活向上を促進するために、市場向け農産物の生産性向上や灌漑システム維持管理を図る。
開発課題1-6：都市環境改善	<p>都市環境改善プログラム</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全な水へのアクセス向上及び上下水道等環境関連機関の経営・運営維持管理・技術指導における能力向上を図る。
重点分野2：防災及び気候変動対策	

171 対ネパール共和国事業展開計画（外務省、2021年9月） <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000072267.pdf> 2022年8月12日アクセス

開発課題 2-2: 気候変動対策	気候変動対策プログラム ・気候変動対策を実施するための制度整備の推進を図るとともに、森林資源の持続可能な開発をはじめ気候変動への対策を支援する。
------------------	-----------------------------------------------------------------------------

上記を踏まえて、JICA の ET-CN 協力施策案として、開発シナリオ案ごとに以下の協力プログラム案が考えられる。優先的に考慮すべきと考えるプロジェクトには「優先プロジェクト」と記している。事業の実施可否は今後、個別に検討されるものである。

表 6-11 ネパールでの ET-CN に係る協力プログラム案の提言

協力プログラム	プロジェクト	実施時期	備考
開発シナリオ 1： 地方の電力網の強化・信頼性の向上による電化政策の促進			
PG1 地方電力網の強化			
送配電網の強化	1 - 地方の送配電網の容量・レジリエンスの強化	2023 年～	優先プロジェクト
地方の再エネプロジェクトへの資金支援	1 - AEPC と FCDO による SECF への拠出	2023 年～	
開発シナリオ 2： 国内産業部門と運輸交通部門での電化やグリーン水素等のグリーン燃料への転換			
PG1 産業部門と運輸交通部門の電化			
産業分野の電化促進	1 - 製造業の生産プロセスの電化支援のための調査	2023 年～	
	2 - 生産プロセスの電化パイロット事業（レンガ産業の電気キルン導入など）	2025 年～	
電化のための交通インフラ整備への資金支援	1 - TDF への拠出	2023 年～	
EV の普及促進に対応する関連ガイドラインの整備	1 - EV 促進に関連する全ての省庁が参加する統一的な EV 促進のための調整会議の構築支援	2023 年～	NAMA ファシリテートの進捗を適宜確認
	2 - EV の技術基準やバッテリー廃棄ガイドランなどの整備支援	2023 年～	
PG2 産業部門等の省エネ促進			
産業・商業分野の省エネ強化	1 - 工場・商業ビルの省エネ診断	2023 年～	
	2 - 企業の省エネ人材の育成支援	2023 年～	
上水道の省エネ強化	1 - カトマンズ上水道の漏水防止対策事業	2023 年～	
	2 - 上下水道での省エネ・再エネ促進	2023 年～	
	3 - 水道企業への省エネ・再エネ人材の育成	2023 年～	
PG3 水力発電由来のグリーン水素を中心とした燃料転換			
水力発電電力を活用したグリーン水素を中心としたエネルギー社会構築のための基礎調査	1 - 水力発電電力を用いたグリーン水素を中心としたグリーンアンモニアや肥料、LPG 代替のための合成ガスの製造・利用ポテンシャルの調査	2023 年～	優先プロジェクト
	2 - グリーン水素サプライチェーンの調査	2024 年～	

	3	- グリーン水素による工業プロセスの燃料転換パイロット事業 (加工業での熱利用など)	2025年～	
	4	- 将来的な水素、アンモニア等の展開に向けた人材の育成	2024年～	
	5	- グリーン水素とセメント産業からのCO2回収利用による合成ガス製造と利用パイロット事業	2025年～	
開発シナリオ3： 農林畜産業の近代化によるカーボンニュートラル社会の構築促進				
PG1 REDD+の強化				
継続的な森林保全の実施と他地域への展開・強化	1	- JCM や GCF との連携を想定した REDD+実施のための情報整備及び REDD+プロジェクトの実施	2023年～	ラオスの F-REDD の知見等を横展開
PG2 農畜産業への対応				
低 GHG 排出型稲作の技術開発協力	1	- 稲作での適切な水管理によるメタン排出削減手法の調査	2023年～	
低 GHG 排出型畜産業の技術開発協力	1	- 畜産での反芻動物からのメタン削減手法の調査	2023年～	

優先プロジェクトについて、概要を示す。

表 6-12 ネパールの優先協力プロジェクト案の概要(1)

事業名(案)	地方の送配電網の容量・レジリエンスの強化
想定する C/P	MoEWRI、NEA
想定スキーム	協力準備調査、無償資金協力
協力期間	協力準備調査：1年、無償資金協力：2年～
課題	ネパール政府は地方の電化によりバイオマスを利用した調理器から電気調理器への置換を促進している。同国の電化率は95%に達しているが、特に地方の電力網は貧弱なケースが見られ、電力への信頼性が低いことから調理器の電化が十分に進んでいない。
目標	地方電力網の強化によるバイオマス利用から電力利用への置換の促進
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 協力準備調査により地方電化の無償資金協力実施地域の特定を行う。 ▶ 無償資金協力により、地方電力網の延伸、容量拡大を行うほか、気候変動影響への電力網の脆弱性改善などを考慮する。
アウトプット	地方の電力網の強化による電力の安定供給の達成と電力需要の向上
アウトカム	非持続可能なバイオマス消費の削減による GHG 排出の削減
案件規模	協力準備調査：0.5億円 無償資金協力：10億円～(NEAの2020/2021年のAnnual reportより、133kV送配電網整備計画の予算を踏まえて想定)
現地施策	第15次開発計画(2019)、エネルギー・水資源に関するホワイトペーパー(2018)やSDGsロードマップ(2015)では水力発電の開発、送

	配電インフラの強化、地方の電化、バイオマス燃料利用の削減を促進している。
ファイナンス	無償資金協力
GHG削減ポテンシャルと費用対効果	NC3（表 3-34）の”Non-CO2 from biomass combustion in other sector”の 10,753.5 ktCO ₂ e/年のうち、IEA（図 4-12）より 99%が民生部門から生じていると仮定すると、民生部門からのバイオマス由来による GHG 排出量は 10,646ktCO ₂ e/年である。電化によりバイオマス消費の 1%（図 4-13 より約 1Mtoe）が水力発電電力により削減される場合、106ktCO ₂ e/年の削減につながる。 無償資金協力を仮に 10 億円とすると、1%削減は 9,434 円/tCO ₂ e、5%削減では 1,887 円/tCO ₂ e となる。
今後適用可能な日本の主なトランジション技術（表 3-1 より）	<p>【電力分野のトランジション技術】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 送配電網の強化・高度化：再生可能エネルギーの導入拡大に向けた送配電網の増強等 ・ デマンドレスポンス・電化の推進等：需要サイドにおける脱炭素化に向けた取組み、電化等 ・ 蓄電池・揚水・分散型エネルギー：系統安定化に資する蓄電池、分散型エネルギーリソースの導入等

表 6-13 ネパールの優先協力プロジェクト案の概要(2)

事業名（案）	水力発電電力を用いたグリーン水素を中心にしたグリーンアンモニアや肥料、LPG 代替のための合成ガスの製造・利用ポテンシャルの調査
想定する C/P	MoEWRI、NEA、カトマンズ大学
想定スキーム	経済産業省による「質の高いエネルギーインフラの海外展開に向けた事業実施可能性調査」又は JICA による情報収集・確認調査或いは協力準備調査
協力期間	1 年
課題	ネパール政府は水力発電の開発を促進しているが、今後は経常的に余剰電力が生じる可能性があり、早急に余剰電力対策を検討する必要がある。また、近年は石油製品の価格高騰から莫大な輸入費用を要している。 カトマンズ大学、MoEWRI、NEA 等を中心に余剰電力を活用した水素由来のエネルギー利用の検討がなされているが、同国での詳細な需給ポテンシャルを調査した例はない。
目標	水力発電電力の余剰電力の水素を中心とした活用方策の提案
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> ➤ グリーン水素、グリーンアンモニア、合成ガスの需給ポテンシャルの調査 ➤ 燃料ガスの利用のための関連制度の確認 ➤ 工業プロセスでのグリーン水素の適用可能性調査

	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 産業プラントからの CO2 回収利用とグリーン水素による合成ガスの商用車への利用実証の可能性調査 ▶ グリーンアンモニアの肥料製造への適用可能性調査 (JICA による 1984 年の「ネパール王国尿素肥料工場計画調査」の改訂)
アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> ▶ グリーン燃料の受給ポテンシャルの把握 ▶ ガス燃料利用のための制度の整備 ▶ グリーン燃料への転換のための実証サイト候補の特定
アウトカム	化石燃料からのグリーン燃料への転換による GHG 排出の削減
案件規模	0.5 億円～0.8 億円
現地施策	<p>ネパール政府は 2022 年-2023 年予算において、水素のエネルギー利用やグリーンアンモニアを活用した肥料製造の促進を掲げている。</p> <p>MOEWRI は Green Hydrogen Coordination Committee を立ち上げ、水素戦略に関する提言を MOEWRI 大臣に提出している。</p>
ファイナンス	経済産業省の FS 事業予算或いは JICA の情報収集・確認調査や協力準備調査を踏まえて、技術協力による制度環境の整備、NEDO 実証事業の活用が考えられる。
GHG 削減ポテンシャルと費用対効果	<p>本プロジェクトは調査事業を想定しているため、直接的な GHG 排出削減効果は見込まれない。そこで、産業分野での製造プロセス（主に加熱プロセス）における石炭利用の一部が水素に置換される場合を想定し、GHG 削減ポテンシャルと費用対効果を検討した。</p> <p>IEA (図 4-12) より 2019 年におけるネパールの産業分野での石炭の直接消費は 0.79Mtoe (≒33.077PJ≒約 1,287kt) である。しかし、例えば GlobalEconomy.com¹⁷² では、ネパールの 2019 年の石炭消費量は 677.2kt としているなど IEA のデータを大きく下回っている。そこで、本検討においては 2019 年での 677.2kt (≒17.4PJ) の石炭消費を代替すると仮定する。</p> <p>石炭の CO2 排出係数は一般炭とすると 24.7gC/MJ であり、産業分野の石炭消費による CO2 排出量は約 1.58 MtCO2/年となる。一方、石炭677.2kt と熱量等価の水素需要量は約 143.6kt (≒16.0 億 m3) となる。IEA の The Future of Hydrogen (2019)によると、水素 1t を水電解により製造するには 52MWh の電力を要する。従って、水素約 143.6kt を製造するには、7,467GWh (これは 2021 年の総発電量 8,878GWh の84%程度に該当する) を要する。また IEA の同報告書では、水素 1kgの製造に約 9 リットルの水が必要としていることから、水素 143.6ktの製造には 12.9 億リットル (129万 m3) の水需要が発生する。我が国の 2030 年水素製造コスト目標である 30 円/Nm3 を適</p>

172 The GlobalEconomy.com, "Nepal: Coal consumption" https://www.theglobaleconomy.com/Nepal/coal_consumption/ 2022 年 8 月 16 日アクセス

	<p>用し、年間 16.0億 m³ の水素を製造する場合、480億円を要し、その CO₂ 削減費用対効果は約 30,380 円/tCO₂ である。</p>
<p>今後に適用可能な日本の主なトランジション技術（表 3-1 より）</p>	<p>【ガス分野のトランジション技術】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ メタネーション：水素と CO₂ からメタンを合成する ・ 国内外サプライチェーン構築：液化基地、LNG 船、受入基地、パイプライン等の既存インフラにおける合成メタンの併用等 ・ 水素：水を電気分解し水素を製造 ・ ローカル水素ネットワーク：国内の水素供給網整備 ・ 水素燃焼機器等：工業炉、コージェネレーション、燃料電池への水素利用等 ・ CCUS：産業施設から排出される CO₂ を回収・利用 <p>また、鉄鋼分野、化学分野、紙・パルプ分野、セメント分野のうち、水素、アンモニアや合成ガスを利用するトランジション技術全般が適用可能である。</p>

6.4 ウズベキスタン

6.4.1 優先プロジェクトの提言

5.1.4 章で述べたように、ネパールでの ET-CN の達成には「ガス火力の低炭素化、グリーン電力と蓄電による脱炭素の促進」が効果的であると考えられる。

外務省の「対ウズベキスタン共和国事業展開計画（2019 年）」によると、エネルギー分野は重点課題 1 の開発課題 1-1「公共事業の経営改善、効率的利用促進」に含まれ、持続的な経済成長に貢献する質の高いインフラの整備を通じた経済発展の基盤づくりを主眼としている。

表 6-14 対ウズベキスタン共和国事業展開計画（2019 年）¹⁷³

基本方針：経済成長の促進と格差の是正に向けた支援の実施	
重点分野 1：経済インフラの更新・整備（運輸・エネルギー）	
開発課題 1-1: 公共事業の経営改善、インフラ設備の効率的利用促進	エネルギー・インフラ改善プログラム ・老朽化の著しい発電所などのエネルギー施設の更新と増加するエネルギー需要への対応を目的とし、火力発電所等への先端技術を有する設備の導入を図るとともに、電力開発計画の策定支援や発電設備運転維持管理に関する技術協力、配電施設や財務・料金システムの改善などにかかる研修を通じた支援を行う。
重点分野 2：市場経済化の促進と経済・産業振興のための人材育成・制度構築支援	
重点分野 3：社会セクターの再構築支援	

発電部門では、ウズベキスタンのエネルギートランジションと脱炭素化の促進に向け、大量の太陽光発電、風力発電の電源開発が進んでいる。既設のガス火力発電所については近代化、コンバインドサイクル発電の導入と増設が行われてきた。

現在ドナーによる支援で大量の再エネ発電所の導入計画が進んでおり、再エネからの大量の受電を支える系統の安定性の確保が重要となっている。民間投資の促進のための制度は、主にドナー主導により再エネ発電を IPP 事業により進められている一方、再エネの大型案件の実施計画が進む中、系統の安定的な運用やその方法についての議論は期待されたほど進んでいないように見受けられる。

今後は、天然ガス火力発電の低炭素化を継続しつつ、将来的には大型の再エネ発電による余剰電力を蓄電する仕組みとして、水素やアンモニアの活用が特に重要となると考えられる。しかし、エネルギー分野における脱炭素の目標年が 2050 年となっていることから、再エネ発電の蓄電機能としての水素や、水素製造から利活用の社会実装の準備を進めていくことが必要である。加えて、系統の安定運用のための技術や手段が特に重要になる。需要家側のエネルギー支払額が安いことにより、将来的には電力分野の経済効率面にマイナスの影響が生じる可能性があり、エネルギー価格の調整が求められる。

上記を踏まえて、JICA の ET-CN 協力施策案として、開発シナリオ案ごとに以下の協力プログラム案が考えられる。優先的に考慮すべきと考えるプロジェクトには「優先プロジェ

173 対ウズベキスタン共和国事業展開計画（外務省、2019 年 4 月） <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000072280.pdf> 2022 年 8 月 12 日アクセス

クト」と記している。事業の実施可否は今後、個別に検討されるものである。

表 6-15 ウズベキスタンでの ET-CN に係る協力プログラム案の提言

協力プログラム ／サブセクター		優先プロジェクト	実施時期	備考
開発シナリオ 1： ガス火力の低炭素化、グリーン電力と蓄電による脱炭素の促進				
PG1 エネルギー移行を踏まえた電力需要増加への対応				
水素利活用バリエーション ／チェーンスタディ	1	- 将来的な水素展開に向けた技術 人材の育成	2023 年 ～	優先プロジ ェクト
	2	- 再エネ余剰電力を活用した水素 製造 - 水電解設備と燃料電池を活用し た蓄電設備の現地製造、輸送に かかる研究開発	2023 年 ～	
天然ガス火力の 水素混焼	3	- 新設・既設火力発電所への水素 燃料導入、混焼型バーナーの導 入	2025 年 ～	
ブルー水素製造 技術の研究開発	1	枯渇した油ガス田における水蒸 気改質反応を用いたブルー水素 製造技術の研究・開発	2023 年 ～	
PG2 エネルギートランジションから脱炭素への過渡期を支える再エネ導入（供給 面）				
水力発電の出力 調整機能確保	1	- 揚水発電方式の導入可能性確 認、上部調整池・発電所の設置 - 出力調整機能の確保	2024 年 ～	
水素製造・利用 の研究開発	1	- 水素製造の前提となる水資源利 用可能性に関する調査 - 農業用水と競合しない水資源の 確保	2024 年 ～	
	2	- 運輸・産業分野での水素製造・ 輸送・利用パイロット	2025 年 ～	
系統安定化と管 理	1	- グリッドの安定化に向けた電力 システム設計支援 - SCADA/EMS 導入後の運用改善	2025 年 ～	優先プロジ ェクト ¹⁷⁴
	2	- グリッドの国内・中央アジア地 域内での需給バランス調整	2025 年 ～	
	3	- グリッドの配電管理強化	2025 年 ～	
PG3 エネルギー脱炭素を支える電力市場、投資環境の整備				
既設火力を中心 とした電力事業 の経営改善	1	- 燃料補助金の適正化	2025 年 ～	
	2	- 電力公社の経営改善、エネルギ ー移行を支えるビジネスモデル の調査	2024 年 ～	

優先プロジェクトについて、概要を示す。

174 SCADA、EMS の導入は世界銀行が支援している。

表 6-16 ウズベキスタンの優先協力プロジェクト案の概要 (1)

事業名 (案)	将来的な水素展開に向けた技術人材の育成
想定する C/P	エネルギー分野関連省庁、電力公社、研究機関
想定スキーム	本邦研修、第 3 国研修の組み合わせ
協力期間	0.5～1 ヶ月程度
課題	再エネ大量導入と天然ガス火力発電の低炭素化に取り組むウズベキスタンにおいて、水素は重要な役割を果たす潜在的な可能性がある。しかしながら、ウズベキスタンにおいては水素戦略を策定中であり、エネルギー分野の関連機関において水素の持つ多様な機能に対する関心が向上しつつあるものの、利用価値は認識されておらず、具体の研究はこれから始まる段階にある。一方で日本の民間企業等は水素利活用の FS 調査を世界各地で実施しており、水素の製造から利用までの一連の流れやカーボンニュートラル社会の構築における水素の果たす機能や潜在性を示すことが可能である。このような状況から、2030 年以降の水素展開を見据えた技術人材の育成を開始する必要がある ¹⁷⁵ 。
目標	水素の製造、貯蔵、利用に関する基礎知識を獲得する
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 水素の製造、貯蔵、継続的な供給に必要な技術と設備を学ぶ ➤ 水電解による水素製造と水素燃料電池を活用した蓄エネルギー・発電・熱供給システムの技術を理解する ➤ 水素供給施設の運営と維持管理面の留意点を理解する
アウトプット	エネルギー関連の省庁や研究機関に水素技術の基礎知識を持つ人材が増える。
アウトカム	水素の製造や利活用に関する政策や施策の検討につながる政府職員やエネルギー分野関係機関の意識を向上する。
案件規模	本邦研修、第 3 国研修：0.5 億円 ※参加人数による。
現地施策	現在策定中の水素戦略との整合性が鍵となる。 再生可能エネルギー及び水素エネルギー開発に関する PP5063 (2021) では、水素エネルギーの研究開発を促進している。
ファイナンス	実証調査が終え実装段階にある技術については、経済産業省の質の高いインフラ輸出に関する FS 調査の一部として実施する等が考えられる。
GHG 削減ポテンシャル	本プロジェクトは、人材育成案件のため、直接的な GHG 排出削減効果は見込まれない。そこで、太陽光発電電力を活用したグリーン水素製造と天然ガス火力発電への 30% 混焼をケースとして検討した。 三菱重工業のプレスリリース ¹⁷⁶ によると、天然ガス火力発電に体積比で 30% の水素を混焼すると 10% の CO ₂ 削減効果が得られたとしてい

175 アンモニアの製造と利活用を同時に学ぶのも有益。ウズベキスタンと周辺国では長らく石炭・ガス火力発電に依存した電源構成であった国もあり、ロシア語による数か国の合同研修とする可能性もある。

176 大型高効率ガスタービンで水素 30% 混焼試験に成功 発電時の CO₂ 排出削減に貢献 (三菱重工業、2019 年 1 月) <https://power.mhi.com/jp/news/20180119.html> 2022 年 8 月 17 日アクセス

	<p>る。ウズベキスタンのBR（隔年報告書）より2017年の天然ガス火力発電によるCO₂排出量は27.5578MtCO₂eである。IEA World Energy Balance(2019)より、2017年の天然ガス発電の発電電力は27,433GWhであり、天然ガス火力発電の効率をIEAの定数40%とした場合246.9PJの天然ガスを要し、日本の都市ガスと同等の44.8MJ/m³と考えた場合、約55億m³を要する。仮に体積比で30%の水素混焼を全ての天然ガス火力発電で進めた場合、水素の需要量は年間16.5億m³（水素密度0.0898g/10⁻³m³とすると約148.17kt）となる。IEAのThe Future of Hydrogen (2019)によると、水素1tを水電解により製造するには52MWhの電力を要する。従って、水素約148.17ktを製造するには、7,705GWh（これは2017年の天然ガス火力発電の28%程度に該当する）を要し、この時のCO₂削減量は27.5578MtCO₂eの10%と考えると2.755MtCO₂eである。</p> <p>仮に太陽光発電で電力を賄う場合（PV1MW≒1,000MWh/年と仮定）、7,705MW=7.7GWの太陽光発電を要する。またIEAの同報告書では、水素1kgの製造に約9リットルの水が必要としていることから、水素148.17ktの製造には13.3億リットル（133万m³）の水需要が発生する。また、仮に我が国の2030年水素製造コスト目標である30円/Nm³を適用し、年間16.5億m³の水素を製造する場合、495億円を要し、そのCO₂削減費用対効果は17,967円/tCO₂である。</p>
<p>今後に適用可能な日本の主なトランジション技術（表3-1より）</p>	<p>【ガス分野のトランジション技術】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ メタネーション：水素とCO₂からメタンを合成する ・ 水素：水を電気分解し水素を製造 ・ ローカル水素ネットワーク：国内の水素供給網整備 ・ 水素燃焼機器等：工業炉、コージェネレーション、燃料電池への水素利用等 ・ CCUS：産業施設から排出されるCO₂を回収・利用 <p>また、鉄鋼分野、化学分野、紙・パルプ分野、セメント分野のうち、水素、アンモニアや合成ガスを利用するトランジション技術全般が適用可能である。</p>

表 6-17 ウズベキスタンの優先協力プロジェクト案の概要（2）

事業名（案）	系統安定化と管理に関する研修
想定する C/P	エネルギー分野関連省庁、電力公社、研究機関
想定スキーム	技術協力（本邦研修、第3国研修の組み合わせ）
協力期間	2年程度
課題	再エネ大量導入に取り組むウズベキスタンにおいて、電力システムの安定的な運用は重要性を増している。システムの管理と運用をこれまで担っていた National Dispatch Center はエネルギー省の傘下になる等の管理体

	<p>制の変更が行われ、また系統の安定運用のためにドナーによる 500kV 基幹系統の整備、SCADA システム、EMS 導入等の支援を受けており、系統の管理と運用方法は急激に変化しつつある。一方で系統はロシア・中央アジア域内で連系しており、問題発生時は近隣国と協調して対策を講じる必要があることから、系統の安定的な運用に関する管理面と技術面に精通した人材の育成を実施する必要がある。</p> <p>さらには、将来の電力需要の伸びや再生可能エネルギーの大量導入を踏まえた適切な電力供給のあり方といった中長期的・大局的な視点に基づく国家電力開発計画等を立案できる能力を向上する必要がある。</p>
目標	安定的な国内・中央アジア域内での電力系統の運営に関する知識を獲得する
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 国内電力系統と近隣国の系統運営の現状の把握と課題を特定し、再生可能エネルギー大量導入を進める国内及び周辺国による系統安定化の取り組みを学ぶ ▶ SCADA/EMS 導入後の国内における給電指令や電力需給管理の平常時の運用の基礎を理解し、国内及び近隣国での問題発生時の対策も学ぶ（中央アジア広域停電の防止） ▶ 欧州やロシア・中央アジア域内各国での需給バランス調整方法を比較検討することで、域内全体での系統管理と国内の系統管理における課題や対策、安定運用に向けた設計を考える
アウトプット	再生可能エネルギー大量導入をふまえた系統の安定的な運用に関する技術面、管理面の知識を持つ人材が増える。
アウトカム	<p>域内と国内の系統安定運用に関する知識と技術に基づき、平常時及び問題発生時に対応できる体制を構築する。</p> <p>再生可能エネルギー大量導入を踏まえた中長期的な視点から、国内の系統運用に関する施策検討と計画立案のための職員の意識及び能力を向上する。</p>
案件規模	技術協力（本邦研修、第3国研修を含む）：2億円程度
現地施策	<p>電力系統の安定的な運用と管理はエネルギー省の所管である。</p> <p>グリーン経済への移行戦略（PP4477）やでは電力網の近代化や技術力の強化を促進している。</p> <p>EBRD の提案を踏まえた MOE の電力分野の低炭素化ロードマップ（2021）では電力網の改善や地域の系統連系の重要性を指摘している。</p>
ファイナンス	—
GHG 削減ポテンシャル	技術協力を中心とする人材育成案件のため、直接的な GHG 排出削減効果は見込まれないものの、研修により再生可能エネルギーの大量導入に向けた職員の能力強化が図られ、CN の達成への貢献が期待される。

<p>今後に適用可能な日本の主なトランジション技術（表 3-1 より）</p>	<p>【電力分野のトランジション技術】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 送配電網の強化・高度化：再生可能エネルギーの導入拡大に向けた送配電網の増強等 ・ デマンドレスポンス・電化の推進等：需要サイドにおける脱炭素化に向けた取組み、電化等 ・ 蓄電池・揚水・分散型エネルギー：系統安定化に資する蓄電池、分散型エネルギーリソースの導入等
-----------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

別添資料

別添資料 1 現地調査日程

別添資料 2 収集資料

別添資料 1 現地調査日程

1. ベトナム

(1) 渡航日程

2022年7月31日（日）～8月6日（土）

(2) 渡航団員

氏名	担当	出張期間
水野 芳博	気候変動枠組み、炭素取引、経済評価	2022年7月31日～8月6日
石橋 典子	再生可能エネルギー、電気化、水素	2022年7月31日～8月6日

(3) 訪問機関・訪問スケジュール

No.	訪問日	訪問機関
	7月31日（日）	日本出国、ベトナム入国（ハノイ）
1	8月1日（月）	JICA ベトナム事務所、森林分野 JICA プロジェクト専門家
2	8月2日（火）	団内打合せ
3	8月3日（水）	Centre for Energy and Green Growth Research
4		気候変動分野 JICA プロジェクト専門家
5		Industrial Promotion & Development Consultancy Center（ハノイ）
6	8月4日（木）	Vietnam Electricity（EVN）、
7		Energy Efficiency and Sustainable Development Department, Ministry of Industry and Trade (MOIT)
8		MOIT Oil, Gas, and Coal Department, MOIT
9	8月5日（金）	Energy Efficiency and Sustainable Development Department, MOIT (2回目)
10		JICA ベトナム事務所
11		ベトナム出国
	8月6日（土）	日本帰国

(4) 現地調査の様子

	
Industrial Promotion and Development Consultancy Center (ハノイ) へのヒアリング	Energy Efficiency and Sustainable Development Department, MOIT へのヒアリング

2. ラオス

(1) 渡航日程

2022年5月18日(水)～6月12日(日)

(2) 渡航団員

氏名	担当	出張期間
野瀬 大樹	業務主任者／ET～CN 戦略 1	2022年5月18日～6月12日
荒川 靖子	政策・制度	2022年5月18日～6月9日
堀内 愛友	省エネ	2022年5月18日～6月12日

(3) 訪問機関・訪問スケジュール

No.	訪問日	訪問機関
	5月18日(水)	日本出国、ラオス入国
	5月19日(木)	調査団内打合せ
1	5月20日(金)	Department Energy Efficiency Promotion, Ministry of Energy and Mines (MEM)
2		Department of Energy Policy and Planning, MEM
3	5月24日(火)	Department of Climate Change, Ministry of Natural Resources and Environment (MoNRE)
4		Global Green Growth Institute (GGGI)
5	5月25日(水)	Department of Transport, Ministry of Public Works and Transport (MoPWT)
6		Department of Forestry, Ministry of Agriculture and Forestry (MoAF)
7		Department of Industry and Handicraft / Department of Import and Export, Ministry of Industry and Commerce (MoIC)
8		Asia Foundation

9	5月26日(木)	USAID
10	5月27日(金)	National Agriculture and Forest Research Institute (NAFRI), MoAF
11		Forest & Livestock Research Center, MoAF
12		NZ Laos Renewable energy facility
13	5月30日(月)	JICA ビエンチャン交通プロジェクト
14		F-REDD プロジェクト
15	5月31日(火)	Loca Laos
16	6月1日(水)	ADB
17	6月2日(木)	Department Energy Efficiency, Department of Energy Policy and Planning, MEM
18		Research Institute Energy and Mines
19	6月3日(金)	EDL
20		EV フォーラム参加
21		Department of Energy Management, MEM
22		マルハンジャパン銀行
23	6月6日(月)	(JICA 職員の協議に同行) Department of Energy Policy and Planning, MEM Department of Energy Efficiency Promotion, MEM
24		Department of Energy and Mines, Vientiane Capital
25		Investment Promotion Department, Ministry of Promotion and Investment (MPI)
26	6月7日(火)	(JICA 職員の協議に同行) Investment Promotion Department, MPI Department of Transport, MoPWT Department of Industry and Handicraft / Department of Import and Export, MoIC
27		Department of Public Works and Transport, Vientiane Capital
28		Customs Department, International Cooperation Division, Ministry of Finance (MoF)
29		(JICA 職員の協議に同行) MEM
30	6月8日(水)	Department of Industry and Commerce, Vientiane Capital
31		(JICA 職員の協議に同行) Department of Climate Change, MoNRE
32	6月10日(金)	JETRO Laos
	6月11日(土)	ラオス出国
	6月12日(日)	日本帰国

(4) 現地調査の様子



3. ネパール

(1) 渡航日程

2022年6月18日(土)～6月30日(木)

(2) 渡航団員

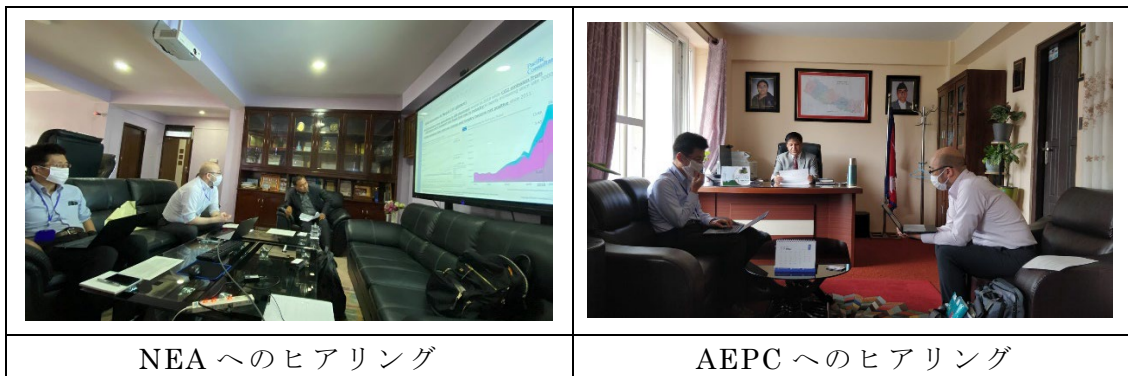
氏名	担当	出張期間
野瀬 大樹	業務主任者／ET～CN 戦略 1	2022年6月18日～6月30日
水野 芳博	気候変動枠組み、炭素取引、経済評価	2022年6月18日～6月30日
堀内 愛友	省エネ	2022年6月18日～6月30日

(3) 訪問機関・訪問スケジュール

No.	訪問日時	訪問機関
	6月18日(土)	日本出国、ネパール入国
1	6月19日(日)	Nepal Electricity Authority (NEA)
2		Ministry of Energy, Water Resources and Irrigation (MoEWRI)
3	6月20日(月)	Alternative Energy Promotion Centre (AEPC), MoEWRI
4		Ministry of Forest and Environment (MoFE)
5		Ministry of Physical Infrastructure and Transport (MoPIT)
6	6月21日(火)	Department of Transport Management, MoPIT
7		Department of Road, MoPIT
8		Department of Industry, Ministry of Industry, Commerce and

		Supplies
9		東京電力
10	6月22日(水)	Ministry of Federal Affairs and General Administration (MoFAGA)
11		Ministry of Urban Development Urban Development Division (MoUD)
12		Department of Urban Development and Building Construction
13		Ministry of Agriculture and Livestock (MoAL)
14		ニュージェック他
15	6月23日(木)	Department of Agriculture, MoAL
16		Ministry of Finance (MoF)
17		Parliamentary Committee on Agriculture, Cooperatives and Natural Resources
18	6月24日(金)	Practical Action
18		Global Green Growth Institute (GGGI)
20		Foreign, Commonwealth & Development Office (FCDO), UK Embassy
21	6月26日(日)	Climate Change Division, MoFE
22		National Planning Commission
23		Town Development Fund, MoUD
24	6月27日(月)	ADB Nepal
25		Department of Water Supply and Sewage, MoWS
26		WB Nepal
27		Centre for Rural Technology Nepal (CRTN)
28	6月28日(火)	U.S. Agency for International Development
29		Water and Energy Commission (WECS)
30	6月29日(水)	Kathmandu Univ
		ネパール出国
	6月30日(木)	日本帰国

(4) 現地調査の様子





4. ウズベキスタン

(1) 渡航日程

2022年6月15日（水）～6月30日（木）

(2) 渡航団員

氏名	担当	出張期間
西畑 昭史	副業務主任者／ET～CN 戦略 2	2022年6月15日～6月30日
石橋 典子	再生可能エネルギー、電氣化、水素	2022年6月15日～6月30日
荒川 靖子	政策・制度	2022年6月15日～6月30日

(3) 訪問機関・訪問スケジュール

No.	訪問日時	訪問機関
	6月15日（水）	日本出国、ウズベキスタン入国
1	6月16日（木）	Department for the Development of Renewable Sources of Energy, Ministry of Energy (MoE)
2		Department for Fuel, Energy and Chemical Development Department for coordinating the implementation of the strategy and programs for the development of the green economy, Ministry of Economy Development and Poverty Reduction (MoEDPR)
3	6月17日（金）	Department for Development of R&D Structures in Sectoral Enterprises, Ministry of Innovative Development (MoID)
4		National Scientific Research Institute of Renewable Energy Sources under the Ministry of Energy (NIREs)
5	6月20日（月）	Public Transport Development Department; International Relations Department; Airports Development Department; Ministry of Transport (MoT)
6	6月21日（火）	Uzbek-Japan Innovation Centre of Youth (UJICY)

7		Department of complex development of heating systems, Ministry of Housing and Communal Services (MoHCS)
8	6月22日(水)	Institute of Materials Science, Institute of Energy Problems, Thermal Systems Laboratory, Foreign Relations Department, Academy of Science (AoS)
9		Intergovernmental commission for sustainable management, Consolidated information-analytics department, State Committee for Ecology and Environmental Protection (SCEEP)
10	6月23日(木)	Department of Strategic Development, Relay Protection, Automation Department, IPP Department, NDC Department Joint-Stock Company National Electrical Networks of Uzbekistan (NEGU)
11		Development and International Cooperation; Department of Grants and Intl Finance Institution; Department of Plant Protection and Agrochemistry; Department of Metrology to determine the demand for water in agricultural crops; Department of Organic Production and Development of Optimal Agricultural Practices; Ministry of Agriculture (MoA)
12	6月27日(月)	ADB
13	6月28日(火)	WB
14		Department of the Renewable energy source development, MoE
15	6月29日(水)	EBRD
		ウズベキスタン出国
	6月30日(木)	日本帰国

(4) 現地調査の様子



<p>MoID へのヒアリング</p>	<p>MoE へのヒアリング</p>
	
<p>MoT へのヒアリング</p>	<p>SCEEP へのヒアリング</p>

別添資料 2 収集資料リスト

資料分類

1-1 ベトナム収集資料

1-2 ベトナム面談録

1-3 ベトナム面談資料

2-1 ラオス収集資料

2-2 ラオス面談録

2-3 ラオス面談資料

3-1 ネパール収集資料

3-2 ネパール面談録

3-3 ネパール面談資料

4-1 ウズベキスタン収集資料

4-2 ウズベキスタン面談録

4-3 ウズベキスタン面談資料

1-1 ベトナム 収集資料

No.	資料名	発行年	言語	発行機関	入手先 (URL/現地入手)
1-1-1	The Draft National Power Development Plan VIII (PDP VIII)	承認中	En	Prime Minister	http://vepg.vn/wp-content/uploads/2021/09/5.9.2021-Draft-PDP8-En.pdf
1-1-2	Government Decree No. 06/2022/ND-CP on mitigation of GHG emission and protection of Ozone layer	2022	Vn	Prime Minister	https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Tai-nguyen-Moi-truong/Nghi-dinh-06-2022-ND-CP-giam-nhe-phat-thai-khi-nha-kinh-va-bao-ve-tang-o-don-500104.aspx
1-1-3	Notice No 30/TB-VPCP on Prime Minister ' s conclusion in the 1st meeting of the National Steering Committee to deploy Vietnam ' s commitments at COP26	2022	En	Government Office	https://thuvienphapluat.vn/van-ban/tai-nguyen-moi-truong/notification-30-tb-vpcp-2022-the-fulfilment-of-vietnam-s-commitments-on-climate-change-507657.aspx
1-1-4	The National Green Growth Strategy for 2021-2030 period, vision to 2050 (The Decision No. 1658/QD-TTg)	2021	En	Prime Minister	https://en.baochinhphu.vn/national-green-growth-strategy-for-2021-2030-vision-towards-2050-11142515.htm
1-1-5	Orientation of Vietnam ' s National Energy Development Strategy by 2030, with a vision towards 2045 (The Resolution 55 NQ/TW)	2020	Vn	Central Committee of Vietnamese Communist Party	https://tulieuvankien.dangcongsan.vn/Uploads/2020/2/7/27/55-NQ-phat-trien-nang-luong-quoc-gia.pdf

1-1-	6	Resolution No. 140/ NQ-CP regarding Promulgation of the Government ' s Action Programme for Implementing the Resolution No. 55-NQ/TW dated 1/02/2020 of Politburo regarding orientations of the Vietnamese National Energy Development Strategy until 2030, with a vision till 2045	2020	En	Government of Vietnam	http://gizenergy.org.vn/media/app/media/140-NQ-CP-Chuong-trinh-hanh-dong-cua-CP-kem-theo-VB-7062-giai-trinh-VPCP-EN.pdf
1-1-	7	Viet Nam Third Biennial Undated Report	2020	En	Ministry of Natural Resources and Environment	https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Viet%20Nam_BUR3.pdf
1-1-	8	Updated Nationally Determined Contribution (NDC)	2020	En	The Socialist Republic of Viet Nam	https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Viet%20Nam_NDC_2020_Eng.pdf
1-1-	9	National Energy Efficiency Programme (VNEEP) for the period of 2019-2030 (Prime Minister ' s Decision 280/QD-TTg)	2019	En	Prime Minister	https://aseanenergy.sharepoint.com/:b:/g/AEDS/EZ5li8_XlnRLilGfV0cT0gMBxryxxIvfVlup57tIlu4rUw?e=OKrM7n
1-1-	10	Gas industry development plan up to 2025 in Vietnam and prospects up to 2035 (Prime Minister No. 60 / QD-TTg)	2017	En	Prime Minister	https://vanbanphapluat.co/decision-60-qd-ttg-approving-plan-development-gas-industry-of-vietnam-by-2025-with-vision-to-2035
1-1-	11	Prime Minister Decision No. 428/QD-CP on the approval of the revised National Power Development Master Plan for the 2011-2020 period with the vision 2030	2016	Vn	Prime Minister	https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/428.signed.pdf

1-1-	12	Viet Nam's Renewable Energy Development Strategy up to 2030 with an outlook to 2050 (Prime Minister's Decision 2068/QD-TTg)	2015	En	Prime Minister	https://policy.asiapacificenergy.org/node/3447
1-1-	13	LAW ON ECONOMICAL AND EFFICIENT USE OF ENERGY	2010	En	National Assembly	https://moj.gov.vn/vbpq/en/lists/vn%20bn%20php%20lut/view_detail.aspx?itemid=10481#

1-2 ベトナム面談録

No.	資料名	面談機関	面談実施日	
1-2-	1	20220601_JICA ETCN ベトナム_USTDA	USTDA	1 June 2022
1-2-	2	20220609_JICA ETCN ベトナム_PetroVietnam ガス	PetroVietnam	9 June 2022
1-2-	3	20220613_JICA ETCN ベトナム_USAID	USAID	13 June 2022
1-2-	4	20220621_JICA ETCN ベトナム_GIZ	GIZ	21 June 2022
1-2-	5	20220623_JICA ETCN ベトナム_Ministry of Industry of Energy	Department of Energy Efficiency and Sustainable Development, Ministry of Industry and Trade	23 June 2022
1-2-	6	20220628_JICA ETCN ベトナム_Ministry of Industry of Energy	Institute of Energy Energy Economic Department, Ministry of Industry and Trade	28 June 2022
1-2-	7	20220628_JICA ETCN ベトナム_ベトナム三菱商事	ベトナム三菱商事会社	28 June 2022
1-2-	8	20220701_JICA ETCN ベトナム_一般財団法人省エネルギーセンター	一般財団法人省エネルギーセンター	1 July 2022
1-2-	9	20220711_JICA ETCN ベトナム_Ministry of Transport	Department of Environment, Ministry of Transport	11 July 2022
1-2-	10	20220713_JICA ETCN ベトナム_Department of Oil, Gas, and Coal (MOIT)	Department of Oil, Gas, and Coal, Ministry of Industry and Trade	13 July 2022
1-2-	11	20220801_JICA ETCN ベトナム_JICA 森林プロジェクト専門家	「持続的自然資源管理強化プロジェクト フェーズ 2」 JICA 専門家	1 August 2022
1-2-	12	20220802_JICA ETCN ベトナム_Center for Energy and Green Growth Research	Center for Energy and Green Growth Research	2 August 2022

1-2-	13	20220802_JICA ETCN ベトナム _Industrial Promotion and Development Consultancy Center Hanoi	Industrial Promotion and Development Consultancy Center Hanoi	2 August 2022
1-2-	14	20220803_JICA ETCN ベトナム_JICA 専 門家	「パリ協定に係る「自国が決定する貢献 (NDC)」実施支援プロジェクト」JICA 専門家	3 August 2022
1-2-	15	20220804_JICA ETCN ベトナム _Department of Oil, Gas, and Coal(MOIT)	Department of Oil, Gas, and Coal, Ministry of Industry and Trade	4 August 2022
1-2-	16	20220804_JICA ETCN ベトナム_Energy Efficiency and Sustainable Development Department(MOIT)	Department of Energy Efficiency and Sustainable Development, Ministry of Industry and Trade	4 August 2022
1-2-	17	20220804_JICA ETCN ベトナム_Vietnam Electricity	Vietnam Electricity	4 August 2022
1-2-	18	20220805_JICA ETCN ベトナム_Energy Efficiency and Sustainable Development Department(MOIT)	Department of Energy Efficiency and Sustainable Development, Ministry of Industry and Trade	5 August 2022
1-2-	19	20220810_JICA ETCN ベトナム_東京ガス	東京ガス株式会社	10 August 2022

2-1 ラオス収集資料

No.		資料名	発行年	言語	発行機関	入手先 (URL/現地入手)
2-1-	1	National Strategy on Climate Change	2022	Lao	Ministry of Natural Resources and Environment	paper
2-1-	2	Energy Policy of Lao PDR	2021	En/Lao	Ministry of Energy and Mines	paper
2-1-	3	National Power Development Plan of Lao PDR	2021	Lao	Ministry of Energy and Mines	paper
2-1-	4	Nationally Determined Contribution (NDC)	2021	En/Lao	Government of Laos	https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC%202020%20of%20Lao%20PDR%20%28English%29%2C%2009%20April%202021%20%281%29.pdf
2-1-	5	Resolution on Endorsement of Policy on Electricity Vehicle Use	2021	Lao	Ministry of Energy and Mines, Ministry of Public Work and Transport	paper
2-1-	6	9th National Socio-economic Development Plan	2021	En	Government of Laos	https://data.opendevlopmentmekong.net/library_record/9th-five-year-national-socio-economic-develo

						pment-plan-2021-2025
2-1-	7	National Forestry Strategy	2021	Lao	Ministry of Agriculture and Forestry	paper
2-1-	8	Decree on Energy efficiency and Conservation	2020	En/Lao	Ministry of Energy and Mines	paper
2-1-	9	Strategy on Promotion of Clean Energy for Transport Sector-Plan for 2025, strategy for 2030, and vision for 2050	2020	Lao	Ministry of Energy and Mines, Ministry of Public Work and Transport	paper
2-1-	10	The First Biennial Updated Report of the Lao PDR	2020	En/Lao	Ministry of Natural Resources and Environment	https://unfccc.int/sites/default/files/resource/The%20First%20Biennial%20Update%20Report-BUR_Lao%20PDR.pdf
2-1-	11	Decree on Climate change	2019	Lao	Ministry of Natural Resources and Environment	https://data.laos.opendevopmentmekong.net/dataset/decree-on-climate-change-lao-pdr-2019#:~:text=The%20decree%20determines%20the%20principles,properties%2C%20environment%2C%20biodiversity%2C%20and

2-1-	12	National Green Growth Strategy of the Lao PDR	2018	En/Lao	Ministry of Natural Resources and Environment	https://www.greengrowthknowledge.org/sites/default/files/downloads/policy-database//national_green_growth_strategy_of%20the_Lao_PDR_till_2030_government_of_Lao.pdf
2-1-	13	Lao National Environmental Standards	2017	Lao	Ministry of Natural Resources and Environment	paper
2-1-	14	Decree on Biodiesel	2016	Lao	Ministry of Energy and Mines	paper
2-1-	15	Ministerial Directive for Generic Standard on Clean Cookstove in Lao PDR	2015	Lao	Ministry of Energy and Mines	paper
2-1-	16	Policy on Sustainable Hydropower Development	2015	En/Lao	Ministry of Energy and Mines	https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/Decree%20on%20the%20Approval%20and%20Promulgation%20of%20the%20Policy%20on%20Sustainable%20Hydropower%20Development%20in%20Lao%20PDR.pdf
2-1-	17	Climate Change Action Plan of Lao PDR for 2013-2020	2013	En/Lo	Ministry of Natural Resources and Environment	paper

2-1-	18	Renewable Energy Development Strategy	2011	En/Lao	Ministry of Natural Resources and Environment	https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/LIRE-Renewable Energy Development Strategy in Lao PDR.pdf
2-1-	19	Strategy on Climate Change of the Lao PDR	2010	En/Lo	Ministry of Natural Resources and Environment	paper

2-2 ラオス面談録

No.	資料名	面談機関	面談実施日	
2-2-	1	20220520_JICA ETCN_MEM DEE	Department Energy Efficiency Promotion, Ministry of Energy and Mines (MEM)	20 May 2022
2-2-	2	20220520_JICA ETCN_MEM DEPP	Department of Energy Policy and Planning, MEM	20 May 2022
2-2-	3	20220524_JICA ETCN_GGGI	Global Green Growth Institute (GGGI)	24 May 2022
2-2-	4	20220524_JICA ETCN_MONRE DoCC	Department of Climate Change, Ministry of Natural Resources and Environment (MoNRE)	24 May 2022
2-2-	5	20220525_JICA ETCN_AF	Asia Foundation	25 May 2022
2-2-	6	20220525_JICA ETCN_MoAF DoF	Department of Forestry, Ministry of Agriculture and Forestry (MoAF)	25 May 2022
2-2-	7	20220525_JICA ETCN_MOIC DoI 他	Department of Industry and Handicraft / Department of Import and Export, Ministry of Industry and Commerce (MoIC)	25 May 2022
2-2-	8	20220525_JICA ETCN_MPWT DoT 他	Department of Transport, Ministry of Public Works and Transport (MoPWT)	25 May 2022
2-2-	9	20220526_JICA ETCN_USAID	USAID	26 May 2022
2-2-	10	20220527_JICA ETCN_Forest and Livestock research Center	Forest & Livestock Research Center, MoAF	27 May 2022
2-2-	11	20220527_JICA ETCN_NAFRI	National Agriculture and Forest Research Institute (NAFRI), MoAF	27 May 2022
2-2-	12	20220527_JICA ETCN_NZ	NZ Laos Renewable energy facility	27 May 2022
2-2-	13	20220530_JICA ETCN_F-REDD プロジェクト 江頭様	F-REDD プロジェクト 江頭氏	30 May 2022

2-2-	14	20220530_JICA ETCN_TEPSCO,TEPSCO	TEPCO, TEPSCO	30 May 2022
2-2-	15	20220530_JICA ETCN_ビエンチャン都市交通プロジェクト武田様	ビエンチャン都市交通プロジェクト武田氏	30 May 2022
2-2-	16	20220531_JICA ETCN_Loca	Loca Laos	31 May 2022
2-2-	17	20220601_JICA ETCN_ADB	ADB	1 June 2022
2-2-	18	20220602_JICA ETCN_DEEP, DEPP 2nd meeting	Department Energy Efficiency, Department of Energy Policy and Planning, MEM	2 June 2022
2-2-	19	20220602_JICA ETCN_MEM Research Institute Energy and Mine	Research Institute Energy and Mines	2 June 2022
2-2-	20	20220603_EV Forum ラオス	EV フォーラムへの参加	3 June 2022
2-2-	21	20220603_JICA ETCN_EDL	EDL	3 June 2022
2-2-	22	20220603_JICA ETCN_MEM DEM	Department of Energy Management, MEM	3 June 2022
2-2-	23	20220603_JICA ETCN_マルハンジャパン銀行	マルハンジャパン銀行	3 June 2022
2-2-	24	20220606_JICA ETCN_MP IPD	Investment Promotion Department, Ministry of Promotion and Investment (MPI)	3 June 2022
2-2-	25	20220606_JICA ETCN_Vientian Capital DEM	Department of Energy and Mines, Vientiane Capital	6 June 2022
2-2-	26	20220607_JICA ETCN_MOF DOC	Customs Department, International Cooperation Division, Ministry of Finance (MoF)	7 June 2022
2-2-	27	20220607_JICA ETCN_Vientiane Capital_DPWT	Department of Public Works and Transport, Vientiane Capital	7 June 2022
2-2-	28	20220608_JICA ETCN_Vientian Capital DoIC	Department of Industry and Commerce, Vientiane Capital	8 June 2022
2-2-	29	20220610_JICA ETCN_JETRO	JETRO Laos	10 June 2022

3-1 ネパール収集資料

No.		資料名	発行年	言語	発行機関	入手先 (URL/現地入手)
3-1-	1	Budget Speech of Fiscal Year 2022/2023	2022	En/Ne	Ministry of Finance	https://www.mof.gov.np/site/publication-detail/3185
3-1-	2	Third National Communication To The United Nations Framework Convention On Climate Change (2021)	2021	En	Ministry of Forest and Environment	https://unfccc.int/sites/default/files/resource/TNC%20Nepal Final v2.pdf
3-1-	3	Environment Friendly Local Government Framework	2021	Ne	Ministry of Federal Affairs & General Administration	https://www.dpnet.org.np/resource-detail/506
3-1-	4	Nepal's Long-Term Strategy for Net-zero Emissions	2021	En/Ne	Government of Nepal	https://unfccc.int/sites/default/files/resource/NepalLTLEDS.pdf
3-1-	5	Environment Protection Regulation	2020	Ne	Ministry of Forest and Environment	https://doind.gov.np/detail/58
3-1-	6	Industrial Enterprises Act 2020/Industrial Policy 2010	2020	En/Ne	Ministry of Industry, Commerce and Supplies	https://moics.gov.np/uploads/shares/laws/Industrial%20Enterprise s%20Act%20%202020.pdf
3-1-	7	Second Nationally Determined Contribution (NDC)	2020	En/Ne	Government of Nepal	https://climate.mohp.gov.np/attachments/article/167/Second%20Na tionally%20Determined%20Contri bution%20(NDC)%20-%202020.pd f

3-1-	8	National Environment Policy	2019	Ne	Ministry of Forest and Environment	https://climate.mohp.gov.np/downloads/National Environment Policy_2076.pdf
3-1-	9	Environment Protection Act	2019	En/Ne	Ministry of Forest and Environment,	https://www.lawcommission.gov.np/en/wp-content/uploads/2021/03/The-Environment-Protection-Act-2019-2076.pdf
3-1-	10	National Climate Change Policy 2076	2019	En/Ne	Ministry of Forest and Environment	http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/nep199367.pdf
3-1-	11	The Fifteenth Plan (Fiscal Year 2019/20 - 2023/24)	2019	En/Ne	National Planning Commission	https://npc.gov.np/images/category/15th_plan_English_Version.pdf
3-1-	12	Present Situation and Future Roadmap of Energy, Water Resources and Irrigation Sector (White Paper)	2018	Ne	Ministry of Energy, Water Resources and Irrigation	https://moewri.gov.np/storage/listies/May2020/white-paper-2075-with-annex02.pdf
3-1-	13	Nepal National REDD + Strategy, (2018 -2022)	2018	En/Ne	Ministry of Forests and Environment	http://www.redd.gov.np/upload/e66443e81e8cc9c4fa5c099a1fb1bb87/files/REDD Strategy Nepal 2018.pdf
3-1-	14	National Energy Efficiency Strategy 2018	2018	En	Ministry of Energy, Water Resources and Irrigation	https://www.moewri.gov.np/storage/listies/May2020/national-energy-efficiency-strategy-2075-en.pdf

3-1-	15	The Biomass Energy Strategy 2017	2017	En	Ministry of Population and Environment	https://www.aepc.gov.np/uploads/docs/2018-07-29_Biomass%20Energy%20Strategy%202073%20BS%20(2017)%20English.pdf
3-1-	16	National Urban Development Strategy	2017	En/Ne	Ministry of Urban Development	https://www.moud.gov.np/storage/listies/July2019/NUDS_PART_A.pdf
3-1-	17	Renewable Energy Subsidy Policy, 2073 BS	2016	En	Ministry of Population and Environment	https://www.aepc.gov.np/uploads/docs/2018-06-19_RE%20Subsidy%20Policy,%202073%20(English).pdf
3-1-	18	Constitution of Nepal	2015	En/Ne	Government of Nepal	https://www.constituteproject.org/constitution/Nepal_2015.pdf
3-1-	19	Agriculture Development Strategy (2015-2035)	2015	En/Ne	Ministry of Agriculture and Livestock Development	https://www.climate-laws.org/geographies/nepal/policies/agriculture-development-strategy-2015-2035#:~:text=The%20Agriculture%20Development%20Strategy%20(AD S,logistics%2Cfinance%2C%20marketing).
3-1-	20	Nepal Sustainable Development Goals Status and Roadmap: 2016 -2030	2015	En	National Planning Commission	https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/Sustainable%20Development%20Goals%20Status%20and%20Roadmap%202016-2030%20%28EN%29.pdf

3-2 ネパール面談録

No.	資料名	面談機関	面談実施日
3-2-1	20220617_JICA ETCN ネパール_水力発電計画アドバイザー菊川様	水力発電計画アドバイザー菊川氏	17 June 2022
3-2-2	20220619_JICA ETCN ネパール_Ministry of Energy Water Resource and Irrigation	Ministry of Energy Water Resource and Irrigation	19 June 2022
3-2-3	20220619_JICAETCN ネパール_Nepal Energy Authority	Nepal Energy Authority	19 June 2022
3-2-4	20220620_JICA ETCN ネパール_Ministry of Forest and Environment	Ministry of Forest and Environment	20 June 2022
3-2-5	20220620_JICA ETCN ネパール_Ministry of Physical Infrastructure and Transport	Ministry of Physical Infrastructure and Transport	20 June 2022
3-2-6	20220620_JICAETCN ネパール_Alternative Energy Promotion Centre	Alternative Energy Promotion Centre	20 June 2022
3-2-7	20220621_JICA ETCN ネパール_Department of Industry	Department of Industry	21 June 2022
3-2-8	20220621_JICA ETCN ネパール_Department of Road	Department of Road	21 June 2022
3-2-9	20220621_JICA ETCN ネパール_Department of Transport Management	Department of Transport Management	21 June 2022
3-2-10	20220622_JICA ETCN ネパール_Department of Urban Development and Building Construction	Department of Urban Development and Building Construction	22 June 2022
3-2-11	20220622_JICA ETCN ネパール_Ministry of Agriculture and Livestock Development	Ministry of Agriculture and Livestock	22 June 2022

			Development	
3-2-	12	20220622_JICA ETCN ネパール_Ministry of Federal Affairs and General Administration	Ministry of Federal Affairs and General Administration	22 June 2022
3-2-	13	20220622_JICA ETCN ネパール_Ministry of Urban Development	Ministry of Urban Development	22 June 2022
3-2-	14	20220622_JICA ETCN ネパール_ニュージェック	ニュージェック	22 June 2022
3-2-	15	20220622_JICA ETCN ネパール_東京電力	東京電力	22 June 2022
3-2-	16	20220623_JICA ETCN ネパール_Department of Agriculture	Department of Agriculture	23 June 2022
3-2-	17	20220623_JICA ETCN ネパール_Ministry of Finance	Ministry of Finance	23 June 2022
3-2-	18	20220623_JICA ETCN ネパール_Parliamentary Committee	Parliamentary Committee	23 June 2022
3-2-	19	20220624_JICA ETCN ネパール_GGGI	GGGI	24 June 2022
3-2-	20	20220624_JICA ETCN ネパール_Practical Action Nepal	Practical Action Nepal	24 June 2022
3-2-	21	20220626_JICA ETCN ネパール_Climate Change Division MOFE	Climate Change Division MOFE	26 June 2022
3-2-	22	20220626_JICA ETCN ネパール_National Planning Commission	National Planning Commission	26 June 2022
3-2-	23	20220626_JICA ETCN ネパール_TDF	TDF	26 June 2022

3-2-	24	20220627_JICA ETCN ネパール_ADB	ADB	27 June 2022
3-2-	25	20220627_JICA ETCN ネパール_Centre for Rural Technology Nepal	Centre for Rural Technology Nepal	27 June 2022
3-2-	26	20220627_JICA ETCN ネパール_Department of Water Supply and Sewege	Department of Water Supply and Sewege	27 June 2022
3-2-	27	20220627_JICAETCN ネパール_WB	WB	27 June 2022
3-2-	28	20220628_JICA ETCN ネパール_FCDO UK	FCDO UK	28 June 2022
3-2-	29	20220628_JICA ETCN ネパール_USAID	USAID	28 June 2022
3-2-	30	20220628_JICA ETCN ネパール_Water and Energy Commission Secretariat	Water and Energy Commission Secretariat	28 June 2022
3-2-	31	20220629_JICA ETCN ネパール_Kathmandu University	Kathmandu University	29 June 2022

4-1 ウズベキスタン収集資料

No.	資料名	発行年	言語	発行機関	入手先 (URL/現地入手)
4-1-1	President Decree #60 (dated 28.01.2022) ON THE NEW UZBEKISTAN DEVELOPMENT STRATEGY FOR 2022-2026	2022	Ru/Uz	President Administration	https://lex.uz/en/docs/5841063
4-1-2	President Decree #5063 (dated 09.04.2021) ON MEASURES TO DEVELOP RENEWABLE AND HYDROGEN ENERGY IN THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN	2021	Ru/Uz	Office of the President of Uzbekistan	https://lex.uz/ru/docs/5362035
4-1-3	A carbon-neutral electricity sector in Uzbekistan: Summary for policymakers	2021	En	Ministry of Energy of the Republic of Uzbekistan	https://minenergy.uz/en/lists/view/131
4-1-4	First Biennial Update Report of The Republic of Uzbekistan	2021	En	Government of Uzbekistan	https://unfccc.int/sites/default/files/resource/FBURUZeng.pdf
4-1-5	THE LAW OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN ON THE RATIONAL USE OF ENERGY (as amended and supplemented in accordance with the Law of the RUz No. 628 of 14.07.2020 "ON IMPLEMENTATION OF AMENDMENTS AND ADDITIONS TO THE LAW OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN «ON RATIONAL USE OF ENERGY»")	2020	Ru/Uz	The Legislative Chamber	https://lex.uz/docs/4895655

4-1-	6	President Decree #4479 (dated 10.07.2020) ON ADDITIONAL MEASURES TO REDUCE THE DEPENDENCE OF ECONOMIC SECTORS ON FUEL AND ENERGY PRODUCTS BY IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF THE ECONOMY AND THE USE OF AVAILABLE RESOURCES	2020	Ru/Uz	President Administration	https://lex.uz/docs/4890075
4-1-	7	Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan, No. 640 (dated 09.10.2020) APPROVAL OF THE REGULATION ON EXTRA-BUDGETARY INTERSECTORAL ENERGY SAVING FUND UNDER THE MINISTRY OF ENERGY OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN	2020	Ru/Uz	THE CABINET OF MINISTERS OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN	https://lex.uz/en/docs/5038208
4-1-	8	Updated Nationally Determined Contribution (NDC)	2020	En	Government of Uzbekistan	https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Uzbekistan_Updated%20NDC_2021_EN.pdf
4-1-	9	President Decree #4422 (dated 22.08.2019) ON ACCELERATED MEASURES TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY OF ECONOMIC SECTORS AND THE SOCIAL SPHERE, THE INTRODUCTION OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES, AND THE DEVELOPMENT OF RENEWABLE ENERGY SOURCES	2019	Ru/Uz	President Administration	https://lex.uz/ru/docs/4486127

4-1-	10	President Decree #4477 (dated 04.10.2019) ON APPROVAL OF THE STRATEGY FOR THE TRANSITION OF UZBEKISTAN TO A GREEN ECONOMY	2019	Ru/Uz	President Administration	https://lex.uz/docs/4539506
4-1-	11	The concept note for the supply of electric power 2020-2030	2019	En	Ministry of Energy of the Republic of Uzbekistan	https://minenergy.uz/en/lists/view/77
4-1-	12	THE LAW OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN ON THE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES	2019	Ru/Uz	the Legislative Chamber of Uzbekistan	https://lex.uz/docs/4346835

4-2 ウズベキスタン面談録

No.	資料名	面談機関	面談実施日
4-2-1	20220616_JICA ETCN ウズベキスタン_Ministry of Economic Development and Poverty Reduction	Ministry of Economic Development and Poverty Reduction	16 June 2022
4-2-2	20220616_JICA ETCN ウズベキスタン_Ministry of Energy	Ministry of Energy	16 June 2022
4-2-3	20220617_JICA ETCN ウズベキスタン_Ministry of Innovative Development	Ministry of Innovative Development	17 June 2022
4-2-4	20220617_JICA ETCN ウズベキスタン_National Scientific Research Institute of Renewable Energy Sources under the Ministry of Energy	National Scientific Research Institute of Renewable Energy Sources under the Ministry of Energy	17 June 2022
4-2-5	20220620_JICA ETCN ウズベキスタン_Ministry of Transport	Ministry of Transport	20 June 2022
4-2-6	20220621_JICA ETCN ウズベキスタン_Ministry of Housing and Communal Services	Ministry of Housing and Communal Services	21 June 2022
4-2-7	20220621_JICA ETCN ウズベキスタン_UJICY	UZBEK-JAPAN INNOVATION CENTRE OF YOUTH	21 June 2022
4-2-8	20220622_JICA ETCN ウズベキスタン_Uzbekistan Academy of Sciences	Uzbekistan Academy of Sciences	22 June 2022
4-2-9	20220622_JICA ETCN ウズベキスタン_State Committee for Ecology and Environmental Protection	State Committee for Ecology and Environmental Protection	22 June 2022
4-2-10	20220623_JICA ETCN ウズベキスタン_Joint-Stock Company National Electrical Networks of Uzbekistan	Joint-Stock Company National Electrical Networks of Uzbekistan	23 June 2022

4-2-	11	20220623_JICA ETCN ウズベキスタン_Ministry of Agriculture	Ministry of Agriculture	23 June 2022
4-2-	12	20220627_JICA ETCN ウズベキスタン_Asian Development Bank	Asian Development Bank	27 June 2022
4-2-	13	20220628_JICA ETCN ウズベキスタン_Ministry of Energy	Ministry of Energy	28 June 2022
4-2-	14	20220628_JICA ETCN ウズベキスタン_World Bank	World Bank	28 June 2022
4-2-	15	20220629_JICA ETCN ウズベキスタン_EBRD	EBRD	29 June 2022