



JOGMEC

# カレント・トピックス

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構

## 「東南アジア諸国の気候変動政策とインドネシアの取り組み」

＜石炭開発部 佐藤 譲＞

はじめに

近年の東南アジアにおける急速な経済発展は、エネルギー需要を大きく拡大させており、世界的にみても東南アジアが占める需要の割合は大きなものとなっている。それと同時に、持続的経済成長の観点から、低炭素経済を目指す世界的な動きが加速している。このような状況下で、東南アジア諸国は、カーボンニュートラル達成へ向けた電源開発計画を遂行しつつ経済成長に足るエネルギー供給を図らねばならないという大きな課題に直面している。

本レポートでは、東南アジア（タイ、マレーシア、ベトナム、インドネシア）の気候変動政策と発電電力量見通しを概観した後、石炭供給国であり、国内電力市場における石炭の役割が大きいインドネシアの気候変動政策および電源開発計画を整理する。

### 1. 主要国の発電電力量の構成比

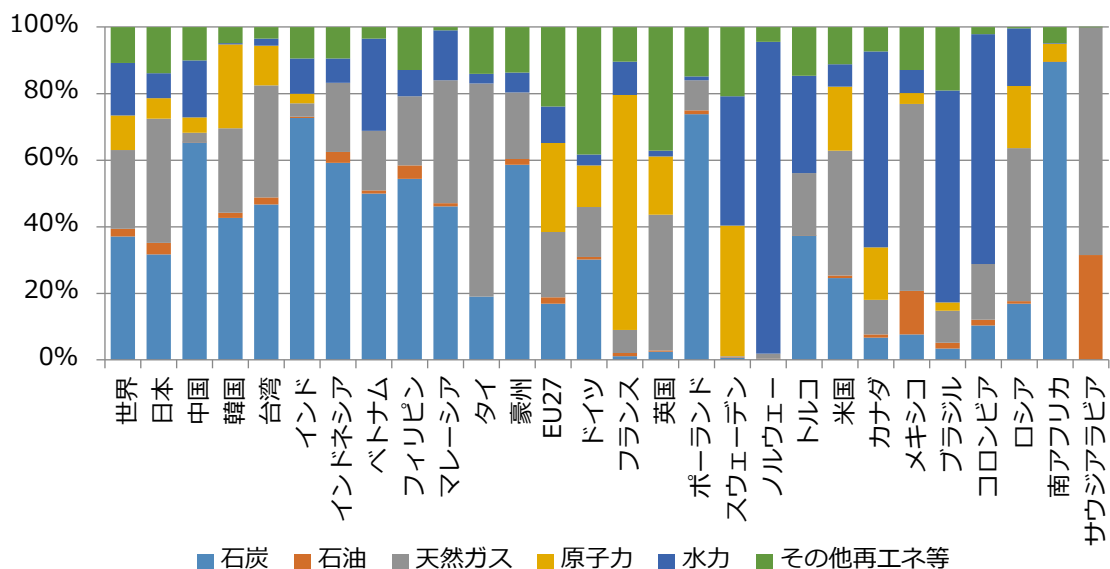
2019 年における世界の主要国の電源構成（図 1 参照）を見ると、EU27 カ国平均では、石炭の比率が 17%で、減少傾向にある。石炭以外では、天然ガス 20%、原子力 27%、再エネ 35%（水力 11%、その他 24%）であった。一方、石炭火力に大きく依存している中国とインドを見ると、中国の石炭比率は低下しているが、2019 年において石炭の比率は 65%と依然高く、再エネ 27%（水力 17%、その他 10%）で、天然ガスの比率は 3%と低い。インドでは石炭と再エネの発電電力量が増加し、2019 年において石炭の比率は 73%と依然高く、再エネは 20%（水力 11%、その他 9%）、天然ガスの比率は 4%と低い。

東南アジアにおいても、インドネシアとベトナムで発電電力量に占める石炭比率は高く、インドネシアでは石炭が 59%を占め、次いで天然ガスが 21%を占めている。

ベトナムでは、従来水力がメインであったが 2000 年代に入り石炭及び天然ガスの割合が増加し、2019 年の発電電力量の比率は石炭が 50%、天然ガスが 18%まで上昇し、水力の発電電力量の比率は 28%まで低下した。

一方、マレーシアでは、1990 年代以降は天然ガスの比率が上昇したものの、2000 年に入ると石炭の利用が増加し、2019 年は、石炭が 46%、天然ガスが 37%を占め、石炭の比率が天然ガスを上回っている。タイでは天然ガスの比率が高く、2019 年は天然ガスが 64%を占め、石炭は 19%を占めている。

欧州諸国を中心に脱炭素の動きが加速する中、東南アジアでは、中国やインドとともに、依然、石炭火力が主力を占めている。



出所:IEA World Energy Balances 2021

図 1 主要国の電源構成 (2019年)

## 2. 東南アジアの気候変動政策

気候変動対策を国際的に協議する場である UNFCCC (国連気候変動枠組条約) の第 21 回締約国会議 (COP21) において、2020 年以降の温室効果ガス排出削減等のための新たな国際枠組であるパリ協定が 2015 年 12 月に採択された (2016 年 11 月発効)。更に、2021 年 4 月 22 日に開催された米国大統領主催の気候変動に関する首脳会議では、日本や中国、EU など世界各国・地域の首脳 40 人が招待され、「パリ協定」の目標である産業革命前と比べて気温上昇を摂氏 1.5 度に抑制するための NDC (国が決定する貢献) について協議がなされた。パリ協定に復帰した米国は新たに「2030 年までに 2005 年比で温室効果ガス (GHG) 50~52%削減」という目標を発表し、日本は 2030 年度に 2013 年度比で GHG26%削減だった目標を 46%削減に引き上げた<sup>1</sup>。

### 2.1 各国のカーボンニュートラル目標

世界的に気候変動対策が進む中、経済成長を支えるエネルギーとして将来に向けて石炭需要が増加すると予測されている東南アジア各国においても、温室効果ガス削減に向けた政策が打たれ始めている。

タイでは、国家エネルギー政策評議会 (NEPC) が 2021 年 8 月 4 日に開催され、「国家エネルギー計画枠組み」を承認している。同枠組みには、2065 年から 2070 年までに、クリーンエネルギーへの段階的移行とカーボンニュートラル達成を目指す計画を新たに打ち出している<sup>2</sup>。

また、マレーシアでは、2021 年 9 月に国家中期計画である「第 12 次マレーシア

<sup>1</sup> JETRO ビジネス短信「米大統領主催の気候サミット、日米カナダなど新たな排出削減目標を発表」(2021 年 4 月 23 日) [https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/04/fa230d2a05c8c4f7.html] (最終検索日:2021 年 10 月 20 日)

<sup>2</sup> JETRO ビジネス短信「国家エネルギー計画枠組み採択 2070 年までにカーボンゼロ目指す」(2021 年 8 月 12 日) [https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/08/dc2290a9449596a7.html] (最終検索日:2021 年 11 月 4 日)

計画（2021～2025年）」を公表<sup>3</sup>し、2050年までのカーボンニュートラル達成を公約に掲げ、新規の石炭火力発電所建設の凍結、及び再エネやバイオエネルギーは、2025年までにマレーシアの総設備容量の31%を占めるようにすることを目標としている。

ベトナムでは、2030年までの国のエネルギー政策の指針となる第8次国家電力マスタープランの草案を2021年2月に公表し、積極的な再エネ開発と同時に石炭火力発電も継続する方針を示している<sup>4</sup>。

インドネシアでは、2021年7月に「Long-Term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience 2050(Indonesia LTS-LCCR 2050)」を公表し、今後30年間、国内の電力の大部分を石炭火力で賄うとしているが、カーボンニュートラルの達成時期を従来の発表より10年早い2060年に前倒している<sup>5</sup>。

## 2.2 東南アジア研究機関の報告

ASEAN Center for Energy(ACE)が2020年11月に公表した報告書APAEC<sup>6</sup>によると、2020年11月19日に第38回ASEANエネルギー大臣会合(AMEM)を開催し「APAEC フェーズ II：2021-2025」を承認している。APAEC フェーズ I(2016-2020)の計画では、超臨界(SC)および超々臨界(USC)石炭火力発電所で構成される10GWの石炭火力発電の追加設備容量が導入された。APAEC フェーズ IIでは、APAEC フェーズ Iの結果を踏まえ、ASEAN地域のエネルギー移行計画において、石炭が新たな役割を果たすことが期待されている。

また、サブテーマとして"Accelerating Energy Transition and Strengthening Energy Resilience through Greater Innovation and Cooperation"が追加され、各国大臣は、脱炭素化、回復、及び経済成長の目標に資する二酸化炭素回収・利用・貯蔵(CCUS)とカーボンリサイクルの重要性に着目している。

一方、NBR(The National Bureau of Asian Research)の報告書<sup>7</sup>によると、水素に係る政策は未着手か芽出しの(限定的な)段階であり、水素開発ロードマップや水素の研究開発、水素開発と導入を促進するための投資政策の策定が今後の課題としている。

## 3. 東南アジアの発電電力量見通し

IEAは毎年、世界のエネルギー見通し(“World Energy Outlook”)を公表している。ここでは2021年10月に発表された“World Energy Outlook 2021”(以下WEO 2021)に示される公表政策シナリオ(Stated Policies Scenario、以下STEPS)と、パリ協定達成に向けた持続可能な開発シナリオ(Sustainable Development

<sup>3</sup> Rancangan Malaysia Kedua Belas, 2021-2025 (September 27, 2021) [https://rmke12.epu.gov.my/bm] (最終検索日:2021年11月4日)

<sup>4</sup> VietBiz「第8次国家電力マスタープラン承認の見通し：日本企業に求められること」(2021年10月14日) [https://vietbiz.jp/master-plan-8/] (最終検索日:2021年11月4日)

<sup>5</sup> Long-Term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience 2050 (July 22, 2021) [https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies] (最終検索日:2021年11月4日)

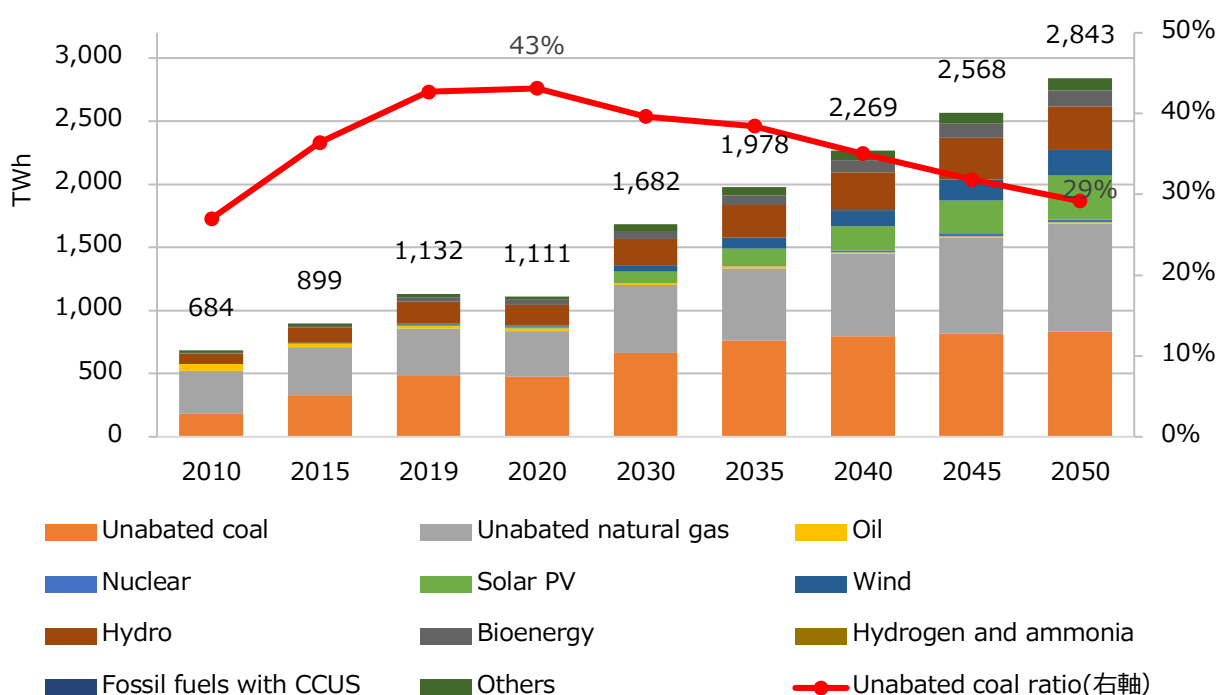
<sup>6</sup> ASEAN Center for Energy(ACE)「ASEAN Plan of Action for Energy Cooperation (APAEC) Phase II: 2021 – 2025」(November 23, 2020) [https://aseanenergy.org/asean-plan-of-action-and-energy-cooperation-apaec-phase-ii-2021-2025/] (最終検索日:2021年11月23日)

<sup>7</sup> NBR(The National Bureau of Asian Research)「The Role of Hydrogen in ASEAN’s Clean Energy Future」(August 20, 2021) [https://www.nbr.org/publication/the-role-of-hydrogen-in-aseans-clean-energy-future/] (最終検索日:2021年11月4日)

Scenario、以下 SDS) の発電電力需要予測の結果を整理し比較する。

図 2 に示すように、現在公表されている政策目標の影響を考慮した STEPS では、東南アジアの発電量は 2020 年から 2050 年にかけて 2.5 倍に増加する見通しであり、2050 年時点では 2,843TWh に達するとされている。一方、CO<sub>2</sub> 削減策がない場合の石炭火力のシェアは、再エネ（太陽光、風力、水力）やバイオエネルギーの増加により、2020 年の 43% をピークに低下し、2050 年には 29% となる見通しである。

具体的な内訳としては、CO<sub>2</sub> 削減策なしの石炭火力による発電量は 2020 年の 479TWh から 2050 年には 1.7 倍の 830TWh へと緩やかに増加する。一方、再エネ（太陽光、風力、水力）、バイオエネルギーの発電量は 2020 年にはそれぞれ 189TWh、39TWh であるが、今後大きく増加していく見通しであり、2050 年において再エネは 4.7 倍の 896TWh、バイオエネルギーは 3.2 倍の 123TWh となる予測である。水素やアンモニア発電、CCUS 技術を導入した化石燃料による発電量は、今後 30 年間の見通しがなく、2050 年時点ではゼロとされている。



注記 1：東南アジアは、ASEAN 加盟国（ブルネイ、カンボジア、インドネシア、ラオス、マレーシア、フィリピン、シンガポール、タイ、ベトナム）の合計

注記 2：発電量(Unabated coal は CO<sub>2</sub> 削減策なしの石炭火力、Unabated natural gas は CO<sub>2</sub> 削減策なしのガス火力と仮訳)。

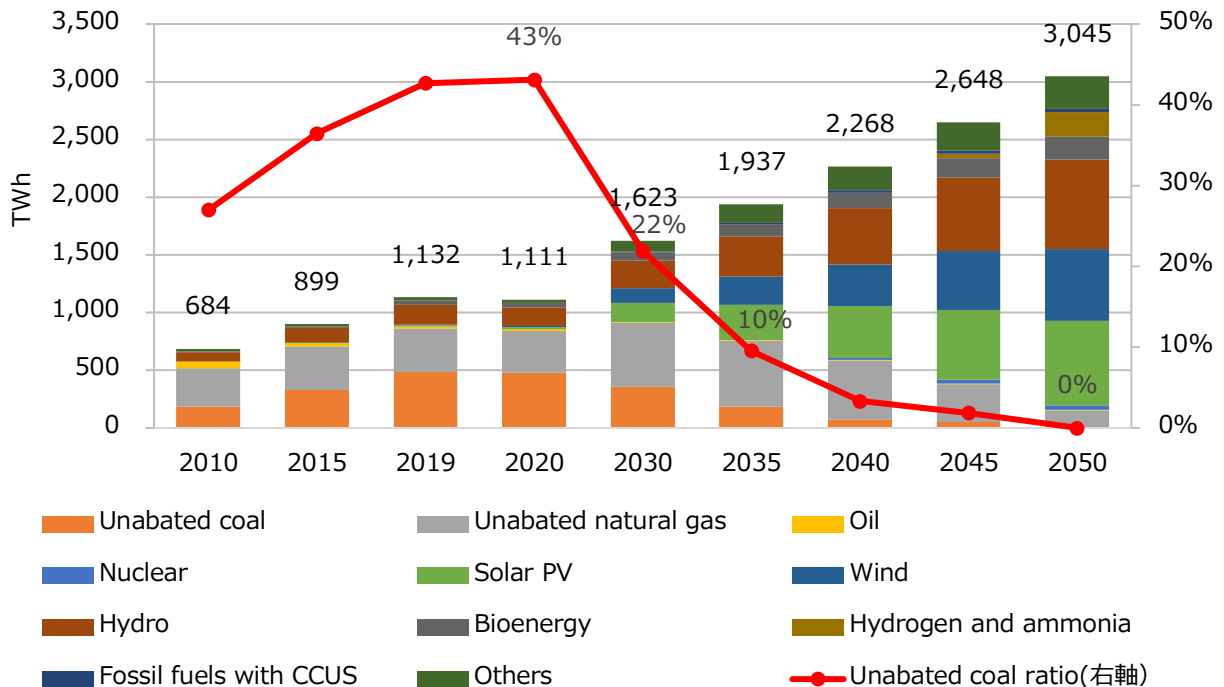
出所：IEA World Energy Outlook 2021

図 2 東南アジアの電力需要見通し(STEPS)

図 3 は持続可能な開発目標実現を考慮した SDS のシナリオである。東南アジアの発電量は 2020 年から 2050 年にかけて 2.7 倍に増加し、2050 年に 3,045TWh に達する見通しである。一方、CO<sub>2</sub> 削減策なしの石炭火力のシェアは、再エネ（太陽光、風力、水力）やバイオエネルギーの増加により、2020 年の 43% をピークに低下し、2030 年には 22%、2050 年にはゼロとなる見通しである。CO<sub>2</sub> 削減策なしの石炭火力による発電量は 2020 年の 479TWh から 2050 年には 1TWh まで急激に減少する。

一方、再エネ（太陽光、風力、水力）、バイオエネルギーによる 2020 年の発電量

はそれぞれ 189TWh、39TWh であるが、2050 年には再エネは 11.2 倍の 2,132TWh、バイオエネルギーは 5 倍の 195TWh となる。水素やアンモニア発電は 2045 年から導入が始まり、2050 年には 213TWh となる。また、CCUS 技術を導入した化石燃料による発電は、2030 年から導入が始まり、2050 年には 28TWh となる見通しである。



出所：IEA World Energy Outlook 2021

図 3 東南アジアの電力需要見通し(SDS)

STEPS、SDS の両シナリオともに、発電量は大きく増加していくことが見通されている。一方、SDS が示すように、パリ協定の達成のためには、再エネやバイオエネルギーのほか、水素やアンモニア発電、CCUS 技術といった発電技術の導入により、石炭火力による発電量の割合を大幅に減少させていくことが期待されている。

このようは背景からも、とりわけ石炭火力発電に大きく依存する東南アジアの電源開発計画を注視していくことが重要である。

#### 4. インドネシアの電源開発計画と気候変動政策

##### 4.1 インドネシアの発電設備容量増設計画

インドネシア政府が、2060 年のカーボンニュートラルを見据えて計画している 2021~30 年版の電力供給事業計画 (RUPTL) <sup>8</sup> について概観する。

インドネシアの 2020 年の発電設備容量を見ると、全体で 63.3GW となり、そのうち、化石燃料が 55.4GW と全体の 87.4%(石炭:50.4%、ガス 37.0%)を占め、再エネが 7.9GW と全体の 12.5%を占めた。(表 1 参照)

また、2021 年から 2030 年の間に追加する発電所の設備容量を 40.6GW と定め、そのうち、化石燃料が 19.6GW と全体の 48.4%を占め、再エネが 20.9GW と全体の 51.6%を占めた。(表 1 参照)

<sup>8</sup> Electricity Supply Business Plan (RUPTL 2021-2030)(September 28,2021) (最終検索日:2021 年 11 月 4 日)

次に、2030年に計画している発電設備容量(表1参照)を見ると、全体で99.2GWとなり、そのうち、化石燃料が70.3GWと全体の70.9%(石炭:45.1%、ガス:25.8%)を占め、再エネが28.9GWと全体の29.1%を占めた。

2020年と比較して、再エネの比率が16.6%上昇するのに対して、化石燃料の比率は70.9%(石炭:45.1%、ガス25.8%)と16.6%低下する計画である。2030年までの今後10年間で、石炭火力、ガス火力の稼働終了、リタイアは4.7GWを予定している。

表1.インドネシアの発電設備増設計画(2021-2030)

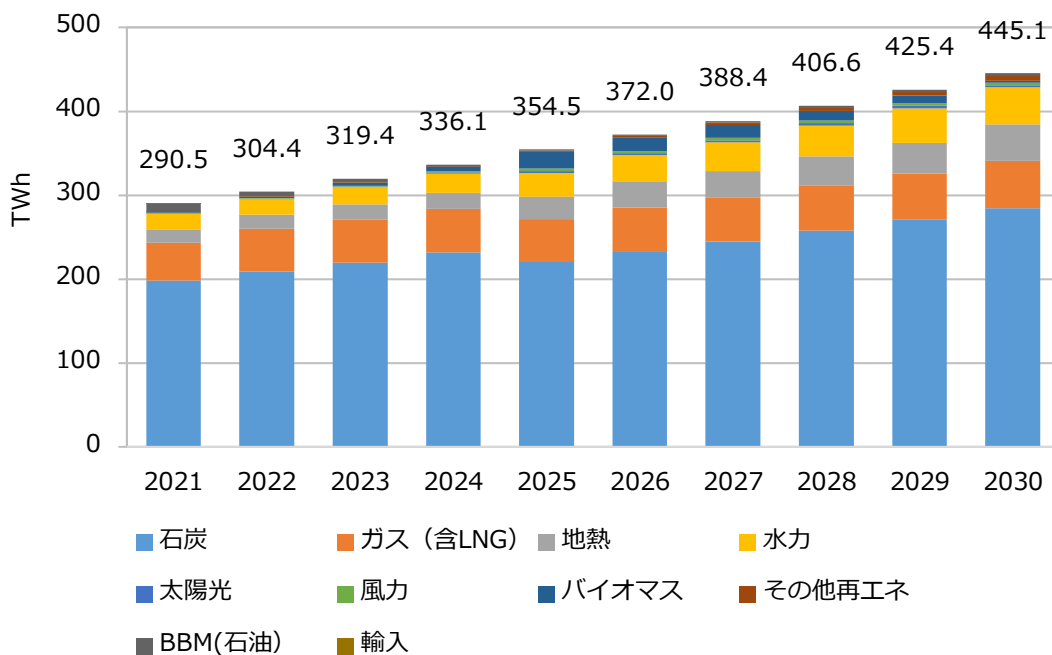
	2020年実績 (MW)		RUPTL2021-2030 (MW)		2030年計画 (MW)	
	値	比率	値	比率	値	比率
石炭	31,952	50.4%	13,819	34.1%	44,726	45.1%
ガス	23,438	37.0%	5,828	14.4%	25,613	25.8%
水力	5,174	8.2%	10,390	25.6%	15,565	15.7%
地熱	2,443	3.9%	3,355	8.3%	5,798	5.8%
太陽光			4,680	11.5%	4,680	4.7%
その他再エネ	329	0.5%	1,487	3.7%	1,816	1.8%
再エネベース			1,010	2.5%	1,010	1.0%
計	63,336	100%	40,569	100%	99,208	100%
化石燃料	55,390	87.5%	19,647	48.4%	70,339	70.9%
再エネ	7,946	12.5%	20,922	51.6%	28,869	29.1%
計	63,336	100.0%	40,569	100.0%	99,208	100.0%

出所:Electricity Supply Business Plan (RUPTL2021-2030)

## 4.2 インドネシアの発電量

### 4.2.1 インドネシアの発電量の推移(Optimis シナリオ)

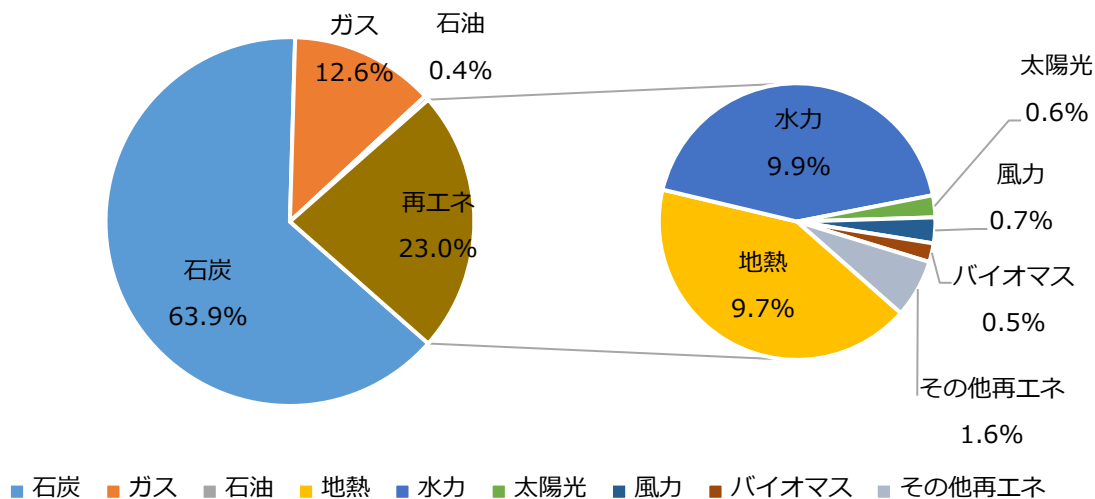
RUPTL (2021-2030)に示す2021年から2030年までの発電電力量の見通しを見る。Optimisシナリオによると、発電電力量は2021年の290.5TWhから2030年には445.1TWhとなり、1.53倍に増加するとしている。(図4参照)また、2021年と2030年の電源構成を比較すると、再エネ(バイオマス含む)の比率は10.4%上昇する一方、石炭、ガス(LNG含む)の比率は、それぞれ4.3%、3.1%低下すると予測している。



出所: Electricity Supply Business Plan (RUPTL2021-2030)

図 4 インドネシアの発電量の推移(Optimis シナリオ)

Optimis シナリオによる、2030 年における石炭、ガス(含 LNG)、再エネの電源構成を見ると、石炭、ガスの割合は、それぞれ 63.9%、12.6%となり、再エネが 23.0%と予測している(図 5 参照)。



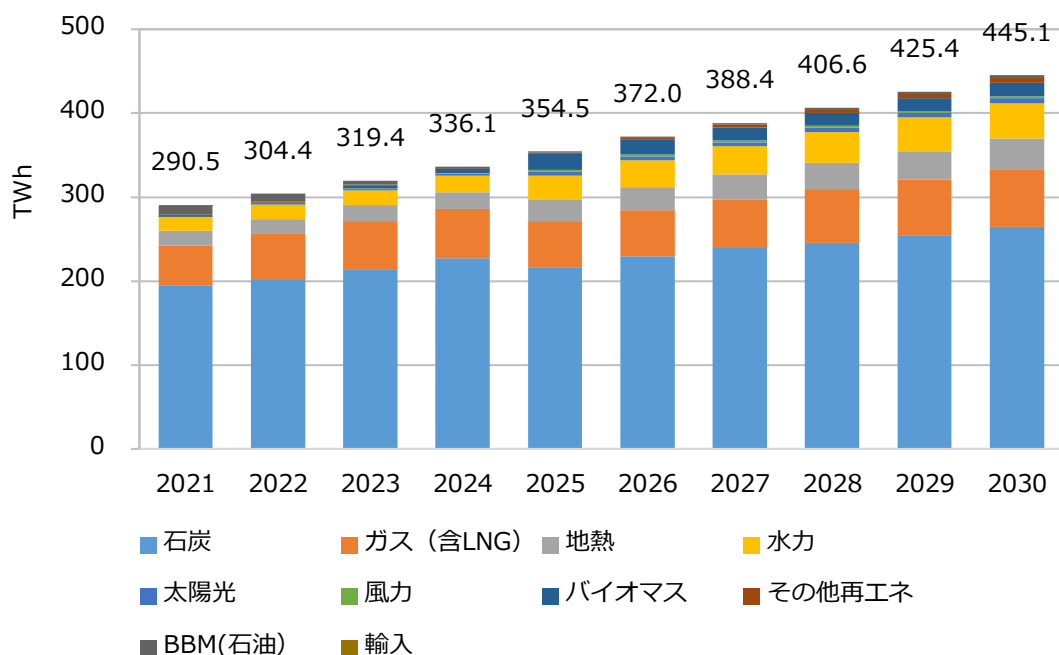
出所: Electricity Supply Business Plan (RUPTL2021-2030)

図 5 石炭、ガス(含 LNG)、再エネの 2030 年の電源構成(Optimis シナリオ)

#### 4.2.2 発電量の推移(Moderat シナリオ)

Moderat シナリオによる発電電力量の推移(図 6 参照)を見ると、Optimis シナリオと同様、2030 年には 445.1TWh に増加するとしている。

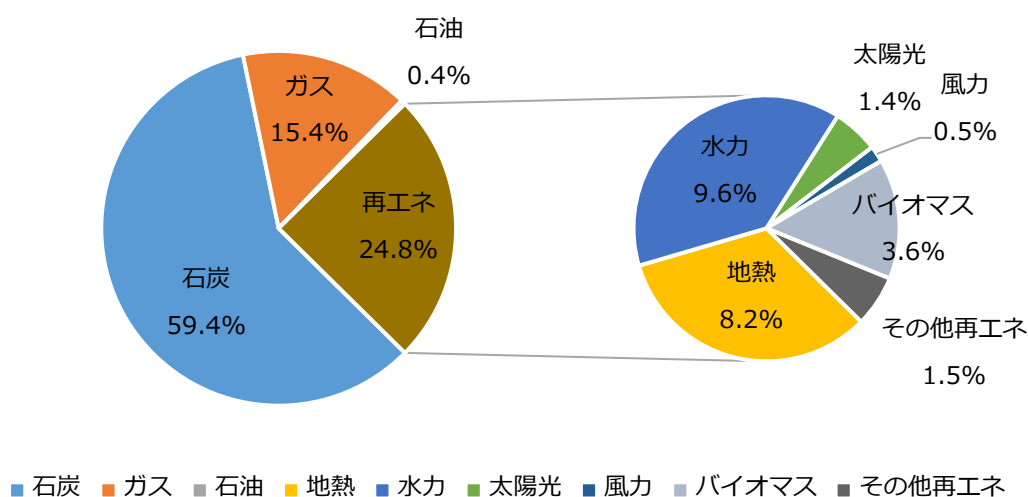
また、2021 年と 2030 年の電源構成を比較すると、再エネ (バイオマスを含む) の比率は 12.2%上昇する一方、石炭、ガス (LNG 含む) の比率は、それぞれ 7.6%、1.2%低下すると予測している。



出所: Electricity Supply Business Plan (RUPTL2021-2030)

図 6 インドネシアの発電量の推移(Moderat シナリオ)

次に、Moderat シナリオによる、2030 年における石炭、ガス(含 LNG)、再エネの電源構成(図 7 参照)を見ると、石炭、ガスの割合はそれぞれ 59.4%、15.4%となり、再エネが 24.8%になると予測している。上述の Optimis シナリオ、及び Moderat シナリオともに、今後 10 年間で、再エネの発電量に占める割合は増加するものの、石炭は両シナリオともに発電量の約 6 割を占め、石炭火力発電は今後も重要な役割を果たすと言える。



出所: Electricity Supply Business Plan (RUPTL2021-2030)

図 7 石炭、ガス(含 LNG)、再エネの 2030 年の電源構成(Moderat シナリオ)

#### 4.3 インドネシアの気候変動政策

インドネシアが公表した上述の Indonesia LTS-LCCR 2050 によると、カーボンニ



ュートラル達成のため、52 の PLTU<sup>9</sup>における石炭消費量を削減するためのバイオマス混焼の実施、CCUS/CCS（炭素回収・利用・貯蔵）や水素の利用など、低炭素燃料やクリーンな発電技術への移行を進めている。

また、RUPTL(2021-2030)では、再エネの促進戦略の一環として、石炭火力へのバイオマス、及び廃棄物の混焼を具体的な施策として位置付けており、既存の石炭火力へのバイオマスの混焼率を今後、10-20%に引き上げる計画である。

インドネシアの国営電力会社 PLN は 5%のバイオマスの混焼試験を、52 ヶ所ある石炭火力発電所のうち 32 ヶ所で既に実施済み(2021 年 7 月時点)であり、今後、52 の全発電所に拡張する計画である。(表 2 参照)

一方、バイオマス混焼の特徴としてバイオマスの安定した供給体制が構築されるまでには時間を要する点や混焼すると発電コストが高くなる点、バイオマス混焼発電プラントへの投資費用等の問題点が同 RUPTL 電力供給事業計画にて、指摘されており、発電効率を上げ、コストを抑えていくことが、今後の課題である。

表 2 石炭火力へのバイオマス混焼計画

	石炭火力		バイオマス	廃棄物ペレット
	箇所	MW	(百万トン/年)	(百万トン/年)
スマトラ	13	2,315	2.82	0.122
ジャワ	16	14,845	2.73	0.693
カリマンタン	10	979	1.16	0.053
スラウエシ	6	478	0.77	0.026
パプア・マルク	3	41	0.17	0.002
ヌサテウンガラ	4	237	0.4	0.0136
計	52	18,895	8.05	0.9096

出所:Electricity Supply Business Plan (RUPTL2021-2030)

## 5.終わりに

本レポートでは、東南アジアおよびインドネシアの気候変動政策について、発電電力量の見通しを交えながら整理した。

東南アジア全体としては、カーボンニュートラルの一環としての水素やアンモニアに係る政策の足並みがそろっているとは言えないものの、東南アジア諸国では石炭利用技術の導入という新しい課題に直面している。欧米諸国とは異なるエネルギー事情に鑑みて今後の政策動向を注視していくことが必要である。

インドネシアに注目すると、インドネシアでは、既存の石炭火力発電を利用したバイオマス混焼試験の拡張が進んでいる。また、インドネシアの国営電力会社 PLN は PT Rezeki Perkasa Sejahtera Lestari 社と共同にて、西 Kalimantan 州にて最初のバイオマス発電所(Siantan)の商業運転を 2018 年 4 月に開始している<sup>10</sup>。また、CCUS/CCS や水素の利用など、低炭素燃料やクリーンな発電技術への

<sup>9</sup> PLTU = PT PLN (国営電力会社) の火力発電所群を指す。

<sup>10</sup> NEDO「インドネシアにおけるバイオマスのエネルギー利活用の可能性調査」(2020 年 7 月 30 日) [https://www.nedo.go.jp/content/100920641.pdf] (最終検索日:2021 年 10 月 19 日)

移行も、石炭利用技術の向上とともに、今後、具体的な施策が打ち出されるものと推察される。

一方、日本政府は、低炭素、脱炭素の政策的取組の一環として、再生可能エネルギーの主力電源化や、非効率な石炭火力発電の休廃止、水素・アンモニア混焼、CCUSの商用化等を進めている。また、日本政府が2020年12月に公表したインフラシステム海外展開戦略2025<sup>11</sup>によると、相手国のニーズを深く理解した上で、再生可能エネルギーや水素、エネルギーマネジメント技術、CCUS/カーボンリサイクル等も含めたCO<sub>2</sub>排出削減に資するあらゆる選択肢の提案や脱炭素化に向けた政策の策定支援を行うとしている。

我が国においても、カーボンニュートラル実現に向けた技術開発が進められており、それを用いた技術支援を東南アジア諸国にむけて行っていく可能性も十分に考えられる。

おことわり:本レポートの内容は、必ずしも独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構としての見解を示すものではありません。正確な情報をお届けするよう最大限の努力を行ってはおりますが、本レポートの内容に誤りがある可能性もあります。本レポートに基づきとられた行動の帰結につき、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構及びレポート執筆者は何らの責めを負いかねます。なお、本資料の図表等を引用等する場合には、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構資料からの引用であることを明示していただきますようお願い申し上げます。

<sup>11</sup> 経協インフラ戦略会議決定「インフラシステム海外展開戦略2025」(2020年12月10日)  
〔<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keikyoku/dai49/siryoku2.pdf>〕(最終検索日:2021年11月4日)