

# アジアにおける ネットゼロ・ エネルギー 投資の可能性

2021年3月





## 要約

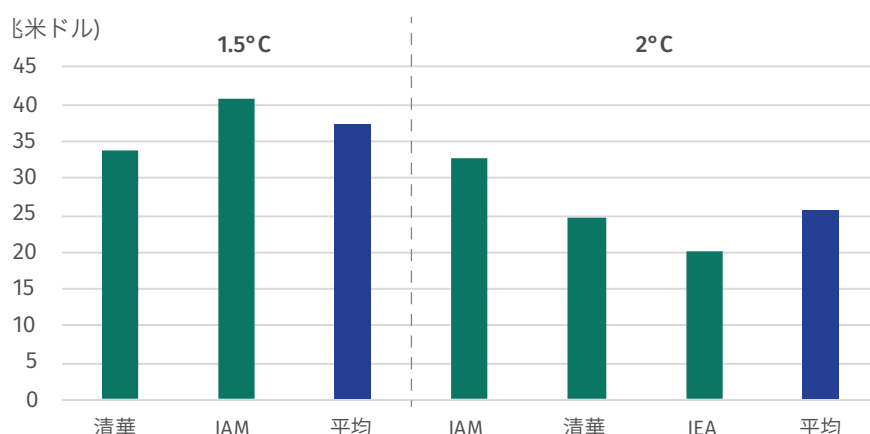
アジアは世界最大かつ最も成長の早いエネルギー消費者であると同時に、二酸化炭素の最大排出源でもあります。これはアジアの急速な経済発展、主要生産基盤、主要エネルギー源としての石炭依存の結果です。この意味で、アジアの脱炭素化は前例のない難題を提起するものです。

この難局を乗り越えて、中国、日本、韓国は最近、今世紀半ばまでに温室効果ガス排出実質ゼロ（ネットゼロ）を達成する目標を確約しました。これは、アジアのエネルギーセクターで今後革新的な変化が起こり、その他のアジア諸国の脱炭素化の取り組みに対する重要な触媒となる可能性があることをほのめかしています。

ネットゼロ採用の主な理由は多大な経済的メリットがもたらされるためです。再生可能なエネルギーは現在化石燃料よりも大幅に安くなっており、化石燃料に比べて支出1ドルあたりの雇用創出率が高く、化石燃料の輸入を大幅に削減すると考えられます。

国際エネルギー機関(IEA)、清華大学と総合評価モデル(IAM)6件を元に、**気候変動に関するアジア投資家グループ(AIGCC) が実施した参照調査によると、アジアのエネルギー供給<sup>1</sup> がネットゼロを達成するための投資機会は、2020年から2050年累計で、26兆米ドル (2°C シナリオ) の領域から 37兆米ドル(1.5°C シナリオ)となる (アジアのGDPの1.7パーセントから2.0パーセントに相当)と推定されます。**当団体では、今後数か月で各国政府が自国のネットゼロロードマップを公表する際に、投資要件についての更なる詳細情報が出されると見込んでいます。

図1: アジアのエネルギー脱炭素化投資シナリオ(2020年-2050年)



出典:各種機関、AIGCC予測

この規模のため、この投資機会は今世紀における特徴的な投資動向となります。アジアの投資家、企業、政府は連携してこうしたネットゼロ目標を達成する必要がある、政策、情報開示、投資を含む一連の分野での行動が求められます。

本報告書の要点のまとめは以下のとおりです。

**アジアは以下の面で脱炭素化の問題に直面しています。**

- ・ 化石燃料への依存度が高く、その占有率は2019年のアジア主要12カ国における発電の80パーセント。
- ・ 風力と太陽光の不安定な利用可能性。風力と太陽光は安定した発電量を確保し、供給面での信頼性を高め、貯蔵の必要性を削減するうえで必要。
- ・ 調査対象のアジア9カ国中の6カ国で、脱炭素化に対する野心的目標の欠如と、以前の目標値実現における期待外れの実績値。

### アジアはこの移行を実施するうえで有利な立場にあります。

- ・ 中国とインドでは、先進国と比べると、再生可能エネルギーのコストは最高25パーセント安くなっています。これにより中国の再生可能エネルギーは2021年にはグリッドパリティを達成し、インドの太陽光発電は既に石炭発電の価格を下回っています。
- ・ アジアにおける4大経済のうちの3カ国(中国、韓国と日本)はネットゼロ達成を確約しました。また以前の目標を上回った実績があるインドは、再生可能エネルギーの野心的な目標を設定しました。
- ・ 当団体の予想するアジアの脱炭素化投資予測は26兆米ドル (2°C シナリオ) から37 兆米ドル(1.5°C シナリオ)で、ほとんどの国の予算内に十分収まるものです。これはGDPの1.7パーセントから2.0パーセントを占めるもので(エネルギー支出の既存のレベルと同水準)とりわけ化石燃料輸入削減と化石燃料設備投資の支出用途変更による部分的な資金調達が可能です。

### 脱炭素化に向けて取るべき次のステップ:

- ・ 政府は高水準で明確な目標を設定し(すなわち、ネットゼロの野心的目標)その一方で規制や法整備(すなわち、必須再生可能エネルギー目標、系統連系)と商業的環境(すなわち、固定価格買取制度、排出量取引制度、グリーンファイナンス)の実施が可能な環境を作る必要があります。
- ・ 政府は、化石燃料資産が先細りとなるため、化石燃料セクターから再生可能エネルギーセクターへの雇用の移行を、公正かつ安定的に実施することで脱炭素化の社会的コストを管理し、金融市場の安定性を維持する必要があります。
- ・ 企業は国別目標(NDC)遵守における自社の役割を最低限はたし、パリ協定で合意された科学的根拠に基づく目標設定を規範事例として採用し、気候関連財務情報開示タスクフォース(TCFD)の提言に沿った情報開示標準を採用する必要があります。

### 投資家は以下により重要な役割を果たすことができます。

- ・ 脱炭素化の取り組みを実現するうえで有利な立場にある各種セクターと企業を特定し、これらに向けて資本を配分。
- ・ 企業や政治家と連携してパリ協定と整合された温室効果ガス削減目標の採用を奨励し、目標設定と情報開示におけるベストプラクティスを共有。

## アジアの脱炭素化への投資の可能性を評価

3つの主要研究により評価フレームワークが提示されています

本地域の多様性、経路の不確実性と進化を続ける技術を考慮すると、アジアのエネルギー供給の脱炭素化に対する投資要件の包括的な評価は、無数の問題に直面しています。しかし、当団体では最近の公的に入手可能な3つの研究評価を特定しました。

- ・ **IEA** の予測によると、  
の持続可能な開発シナリオ (SDS)では気温上昇を1.65°Cの水準に抑えることができる確率が50 パーセントで、アジアにおける累計エネルギー供給投資は2040年までに13.9兆米ドルが必要となるということです。
- ・ **清華大学**の予測によると、2°C未満のシナリオと1.5°Cを下回るシナリオの中国のエネルギー供給における投資コストは、2050年までにそれぞれ約14兆米ドルと20兆米ドルとなるとされています。
- ・ **総合評価モデル(IAM)**はAIM/CGE, IMAGE, MESSAGEix-GLOBIOM, POLES, REMIND-MAGPIE および WITCH-GLOBIOM のモデルに関する国際応用システム分析研究所(IIASA)のデータベースから抽出したもので、2°Cと1.5°Cを下回るシナリオに対する日本を除くアジアのエネルギー供給投資要件累計は、2050年までにそれぞれ約31兆米ドルと38兆米ドルとなっています。

図2: アジアの脱炭素化に必要な投資額の予測

機関	国/ 地域	シナリオ	セクター	累計投資(兆米ドル)	
				2040年	2050年
IEA	アジア	2°Cを大幅に下回る	エネルギー供給	13.9	
清華	中国	2°C未満	エネルギー供給	-	14.4
			経済全体	-	18.4
		1.5°C未満	エネルギー供給	-	19.9
			経済全体	-	25.4
IIASA	日本を除くアジア	2°C未満	エネルギー供給	-	31.1
		1.5°C未満	エネルギー供給	-	38.4
	中国	2°C未満	エネルギー供給	-	13.9
		1.5°C未満	エネルギー供給	-	16.5

出典:各種機関、AIGCC予測

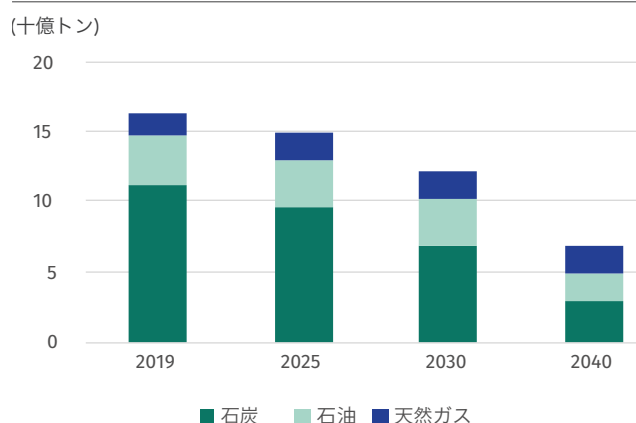
アジアのエネルギーシステムの脱炭素化に必要な潜在的総投資予測を算出するために、この後のセクションで以下を実施します。

- ・ 主要過程と予測をはじめとする各モデルの更なる背景の提供。
- ・ アジア全土を含み、かつエネルギー供給のみを網羅し、2050年のタイムラインに近づくように各モデルにおける予測値を調整。
- ・ こうした調整予測の平均を算出して1.5°C と 2°C シナリオの複合予測を算出<sup>3</sup>。

## IEA SDS シナリオ:2040年までのアジアのエネルギー転換

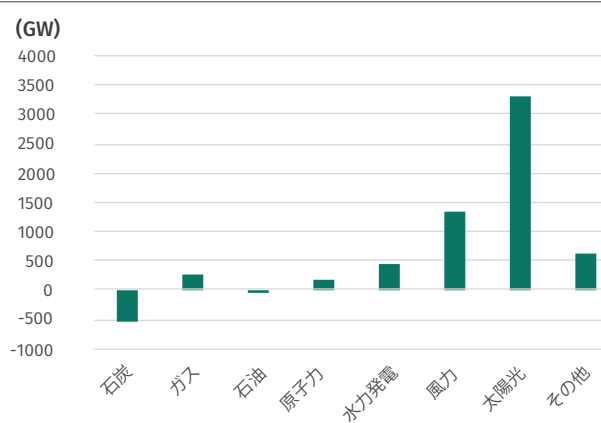
IEAの持続可能な開発シナリオ (SDS)は、2070年までに世界的に二酸化炭素排出量がネットゼロとなる経路をモデル化するもので、パリ協定と歩調を合わせて、気温上昇が1.65°C未満に制限される確率が50パーセントとされています。本モデルはその他の2つのモデルほど野心的ではありません。これは1.65°Cという数値目標であること(その他2つが1.5°Cであるのに対して)と、2040年までの予測のためです。

図3: IEA SDS アジア二酸化炭素排出量



出典:IEA

図4: IEA SDSアジア追加発電設備容量 (2020年-2040年)



出典:IEA

モデルでは2040年までの投資しか予測されないため、当団体では2050年までに必要となる投資を1.5倍して、必要となる投資の直線的増加分を考慮しています。この外挿法によりアジアにおけるIEA SDSシナリオ (当団体ではこれを2°C未満 シナリオと考える)では2020年から2050年までに総額20.2兆米ドルの投資が必要という結論に達します。

図5: IEA SDSによるアジアのネットゼロ・エネルギーシフトに対する投資可能性、2050年までに調整済

分類	累計投資(兆米ドル)	
	2020年-2040年	2020-50
再生可能なエネルギー	6.0	9.0
ネットワーク	6.4	9.6
化石燃料	0.6	0.9
原子力	0.5	0.7
合計		20.2

出典:IEA、AIGCC 予測

このアプローチの限界は、電力需要の成長、再生可能エネルギー構成、技術コストや貯蔵コストなどの変数の多様性を考慮すると、2040年から2050年までの直線的増加分では単純すぎる点です。こうした変数の完全な評価は本報告書の目的ではありませんが、当団体では直線的増加分は妥当であると考えます。これは低下し続ける再生可能エネルギーの技術コストが、脱炭素化の最終段階で悪化する間欠性を阻止するための電力貯蔵投資コストの上昇により相殺される可能性が高いためです<sup>3</sup>。

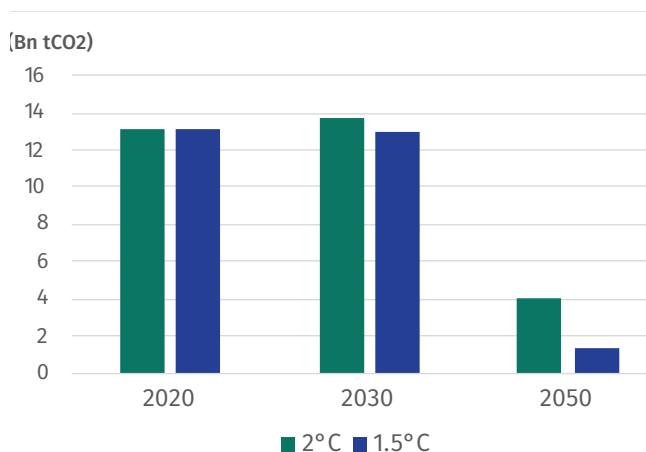
IEAは2021年5月に新たな報告書を発表する予定です。これにより、エネルギーセクターの完全な脱炭素化と1.5°Cシナリオを完全に順守するための要件の詳細が設定される予定です。現在、このSDSシナリオを当団体の投資評価に組み入れています。当団体では1.5°C 評価に対するIEAシナリオは入手していません。

## 中国における清華大学の低炭素開発戦略

2020年10月に、清華大学の気候変動および持続可能な開発研究所(ICCSD)では中国の長期低炭素開発戦略と移行経路に関する初期的な調査結果を発表しました。24の主要研究機関とシンクタンクの多岐にわたる専門分野チームでは18のサブプロジェクトを実施して2050年までに中国でネットゼロを達成する経路を調査しました。

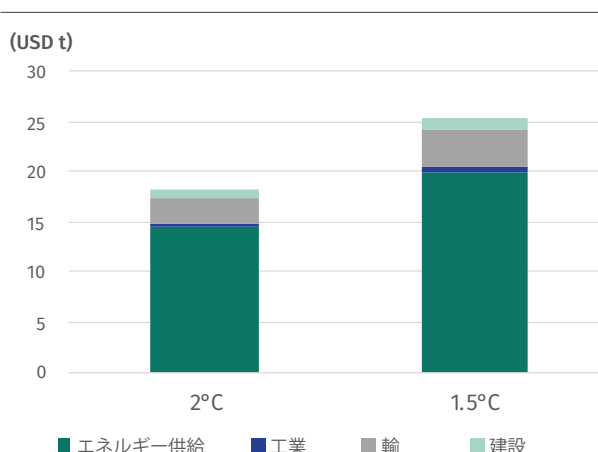
この研究では、1.5°C と2°Cのシナリオに基づき、中国が2050年までにネットゼロを達成する経路がモデル化されています。両経路は2020年から2030年までの排出量の安定化をモデル化するもので、大幅な削減は2030年から2050年の期間に想定されています。

図6: 2°Cと1.5°Cシナリオにおける中国のGHG排出量



出典: 清華大学

図7: 2050年までに必要な中国の累積投資



出典: 清華大学

この調査は、図8で説明されている主要仮説に基づくもので、当団体ではこれをアジア最大規模の経済の最も包括的かつ最新のモデルとみなしています。

図8: 2°C と 1.5°C 展開経路における中国のエネルギー構成

	2020	2050 年	
(%)		2°C	1.5°C
電気/主要エネルギー	45	>70	85
電力供給源:			
- 非化石燃料	32	90	>90
石炭	65	<10	<5

出典: 清華大学

置き換えが必要な現在の化石燃料需要に基づく、その他アジア諸国に対する中国の投資要件についての清華大学の外挿法の推定は、アジアに対する潜在的投資要件を測定する上で役立つものと当団体は考えます。下記図9で詳しく示されているように、このプロセスにより、アジアのエネルギーシステムにおいて予想される投資額は2°C シナリオでは25兆米ドル、1.5°Cシナリオでは34兆米ドルとなることがわかります。

図9: アジアにおけるエネルギーシステムに対する潜在投資額(清華、外挿法、2020年-2050年)

	2019年化石燃料 (エクサジュール)	2°C USD t	1.5°C USD t
中国	120.6	14.4	19.9
インド	31.0	3.7	5.1
日本	16.3	2.0	2.7
韓国	10.8	1.3	1.8
台湾	4.4	0.5	0.7
マレーシア	4.0	0.5	0.7
タイ	5.3	0.6	0.9
インドネシア	8.4	1.0	1.4
フィリピン	1.8	0.2	0.3
ベトナム	3.5	0.4	0.6
合計	206.0	24.6	33.9

出典: 清華による中国の予測、AIGCCによるその他の国の予測

中国のアジア諸国に対する脱炭素化投資を外挿法で測定するこのアプローチの限界は、以下が考慮されていない点です。

- ・ 入原価は国により異なります。例えば、日本と韓国の脱炭素化は、地価と人件費が高いため、中国よりもユニット当たりのコストが高くなる可能性があります。
- ・ 中国やインドのような巨大な大陸の脱炭素化はインドネシアやフィリピンのような列島の脱炭素化よりも簡単に実現できる可能性があります。

## 日本を除くアジアに向けた1.5°C と2°Cシナリオでの総合評価モデル

気候変動調査チームによる文献調査に基づき<sup>4</sup>、当団体では6件の世界エネルギー経済モデル、または総合評価モデル(IAM)の枠組みを利用しました。これは、以下で詳しく説明しているように、1.5°C と2°Cシナリオを達成するために日本を除くアジアに必要な投資を試算するためです。

こうしたモデルの範囲はコスト最適化が最低水準のものから計算可能一般均衡モデルに至るまで、またゲーム理論的なものから再帰的・動的シミュレーションモデルにいたるまでとなります。従って、著者はこの多様性により、幅広い範囲の技術とその結果を網羅する確固たる結論が導かれると考えます。



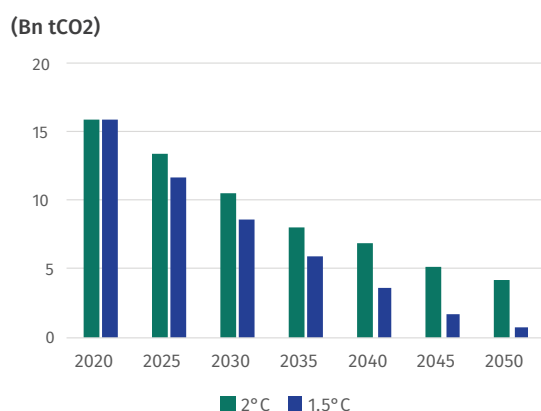
図10: 総合評価モデルの詳細

頭字語	モデル	開発者
WITCH	<a href="#">世界誘導技術変革ハイブリッド</a>	欧州経済環境研究所
AIM/CGE	<a href="#">アジア太平洋統合評価モデル</a>	国立環境研究所 (NIES)
IMAGE	<a href="#">世界環境評価 統合モデル</a>	PBLオランダ環境評価庁
MESSAGEix-GLOBIOM	<a href="#">エネルギー供給戦略代替案に向けたモデルとその全般的環境影響・グローバル生物圏管理</a>	国際応用システム分析研究所 (IIASA)
POLES	<a href="#">長期的なエネルギーシステム の展望</a>	欧州委員会共同研究センター
REMIND-MagPIE	<a href="#">投資と開発の地域モデル - 農業生産とその環境における 影響のモデル</a>	ポツダム気候影響研究所

出典: 各種機関

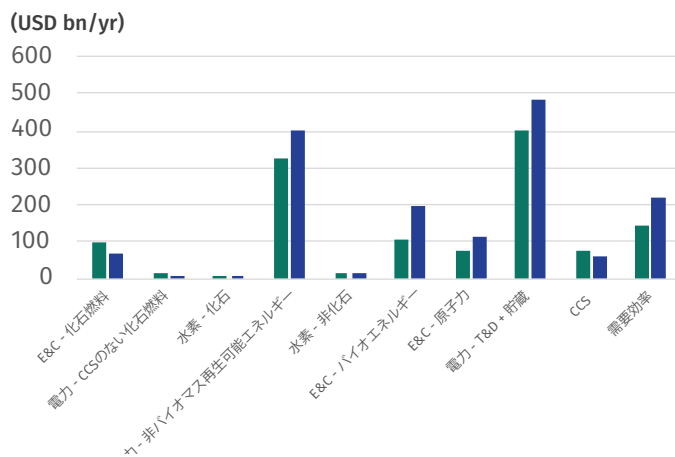
こうした6つのモデルの使用により、当団体では以下の図11に記載される二酸化炭素排出経路と必要な投資を抽出しました。こうした6つのモデルの平均で示されているのは、日本を除くアジアに向けた、1.5°Cシナリオで年間1.3兆米ドル(または2020年から2050年までの累計38.4兆米ドル)および2°Cシナリオで年間1兆米ドル(または2020年から2050年までの累計31.1兆米ドル)の年間エネルギー投資要件(IEAおよび清華大学シナリオとの統一性を維持するため、二酸化炭素貯蔵(CCS)と需要側エネルギー効率を除く)です。

図11: 日本を除くアジアのGHG排出経路



出典: IIASA

図12: 2050年までの日本を除くアジアのエネルギー投資要件

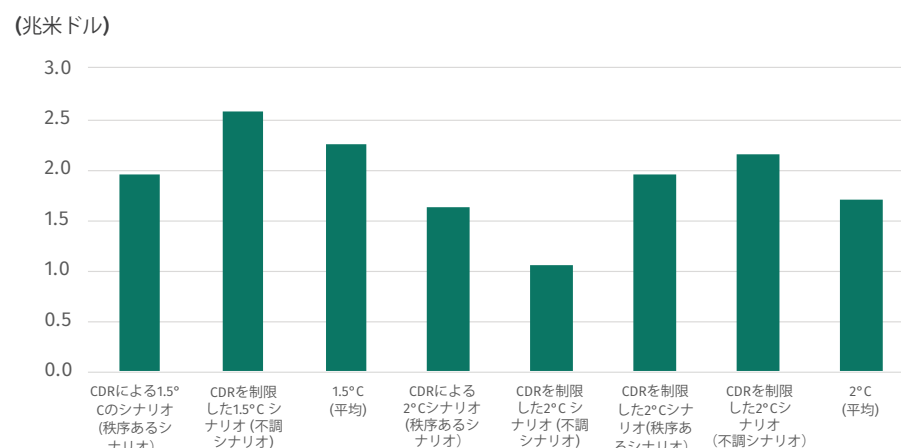


出典: IIASA



こうしたIAMからのデータは日本で入手できないため、当団体では気候変動リスク等に係る金融当局ネットワーク(NGFS)シナリオの予測を使用して日本における脱炭素化コストを試算しました。同試算では、以下の図13で示されているように、エネルギー投資要件は2°Cシナリオで平均1.7兆米ドル、1.5°Cシナリオで平均2.3兆米ドルと予測されています。

図 13: NGFS 日本における脱炭素化投資シナリオ (2020年-2050年)



出典: NGFS、AIGCC予測

日本を除くアジアについてのIAMの評価と日本についてのNGFSの評価を組み合わせることで、当団体は以下の図に詳細が記載されている、2°Cシナリオで約33兆米ドル、1.5°Cシナリオで約41兆米ドルとなるアジアエネルギーシステム総投資要件を算出しました。

図14: エネルギーシステムにおけるアジアの潜在的投資額

	2°C	1.5°C
	USD t	USD t
日本を除くアジア	31.1	38.4
日本	1.7	2.3
合計	32.8	40.7

出典: IIASA、NGFS、AIGCC予測

## 1.5°Cシナリオにおける37兆米ドルの累計投資額

上記に詳細が記載されているこうした3つのシナリオから、当団体はエネルギーシステムにおけるアジアの潜在的投資について、26兆米ドル(2°Cシナリオ)から37兆米ドル(1.5°Cシナリオ)の予測値を算出しました。詳細は以下の図に記載されています。

図15: エネルギーシステムにおけるアジアの潜在的投資額(2020年から2050年)

(USD t)	2°C	1.5°C
IEA SDS (2050年まで)	20.5	該当なし
清華大学(その他アジア諸国を含む)	24.6	33.9
IIASA (日本を含む)	32.8	40.7
平均	<b>25.9</b>	<b>37.3</b>

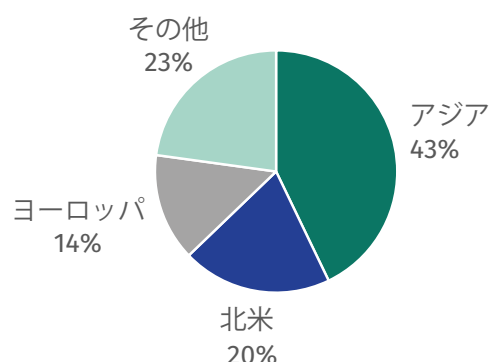
出典: 清華、IIASA, AIGCC予測

- ・ 26兆米ドルと37兆米ドルはアジアのGDPの1.5パーセントから2.0パーセントに相当するものです。これは気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の「1.5°Cの地球温暖化」特別報告書で、2016年から2035年の世界投資要件はGDPの 2.5 パーセントに相当するとした予測に匹敵します。<sup>5</sup>
- ・ 当団体では、アジアにおける投資水準 (GDPに占めるパーセンテージとしての)は IPCCの世界予測よりも低くなると考えます。これは、米国 (US)や欧州(EU)と比べ、再生可能エネルギーのアジアのコストは、中国とインドで 最高25 パーセント安くなっているためです。これは、本報告書の最後に詳しく記載されているように、人件費と原料費の低さによるものです。

## アジア諸国のエネルギー環境

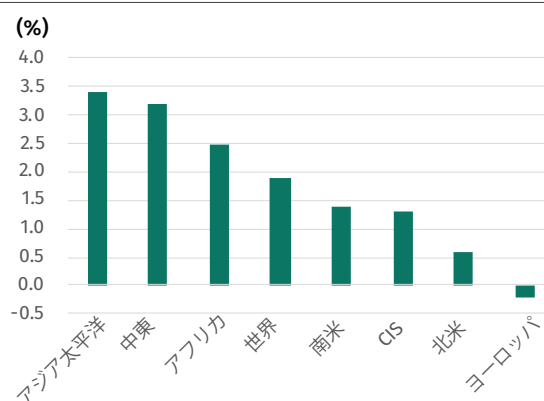
アジアの脱炭素化は前例のない難題を提起するものです。2019年の世界状況において、アジアの需要はエネルギーの43パーセント、石炭の76パーセント、石油の36パーセント、天然ガスの21パーセントを占めていました。アジアのエネルギー需要は世界で最も急速なペースで成長しており、過去10年間で世界平均の倍となっています。

図16: 世界エネルギー需要内訳(2019年)



出典: BP

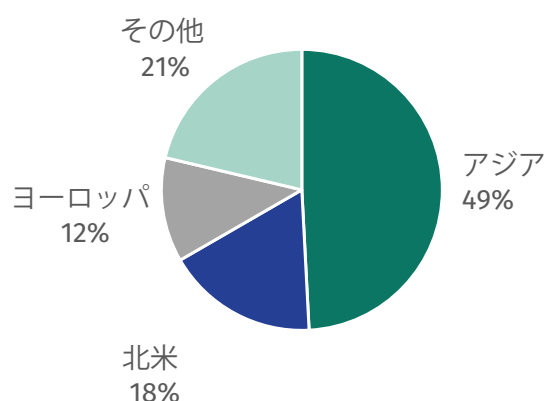
図17: 地域のエネルギー需要成長 (CAGR, 2009年-2019年)



出典: BP

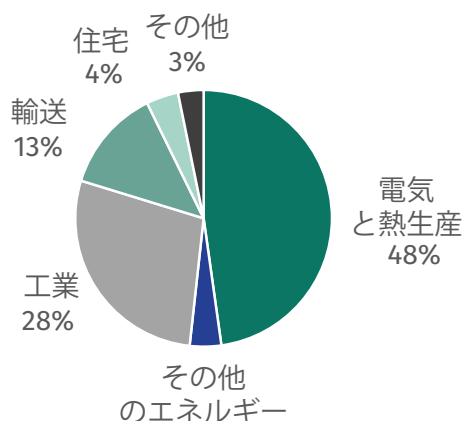
アジアは世界の二酸化炭素排出量の半分を占めているため、アジアの炭素排出量削減は重要です。(年間17ギガトン) 燃料別では、アジアの二酸化炭素排出量のほとんどは石炭燃焼によるもので、石炭による世界の二酸化炭素排出の72パーセント、世界二酸化炭素総排出量の32パーセントを占めています。セクター別では、発電がアジアの二酸化炭素排出のほぼ半分を占めており、これに工業(28パーセント)と輸送(13パーセント)が続いています。

図18: 地域別世界二酸化炭素排出量 (2019年)



出典: IEA

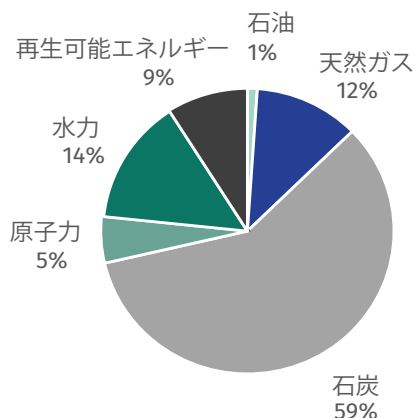
図19: セクター別アジア二酸化炭素排出量 (2019年)



出典: IEA

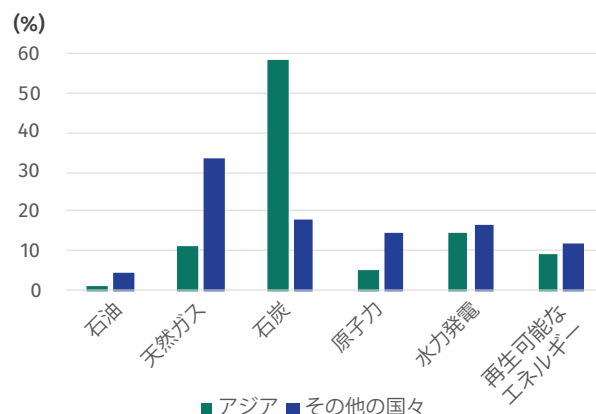
当団体はアジアの二酸化炭素排出量の高さは発電面で2019年のアジアの総発電量の59パーセントを占める石炭への依存度の高さによるものと考えます。これは、天然ガスと原子力の使用が比較的多いその他の国における石炭発電の平均の3倍の水準です

図 20: 燃料別アジア発電内訳 (2019年)



出典: IEA

図 21: アジア対その他の国々の発電構成(2019年)

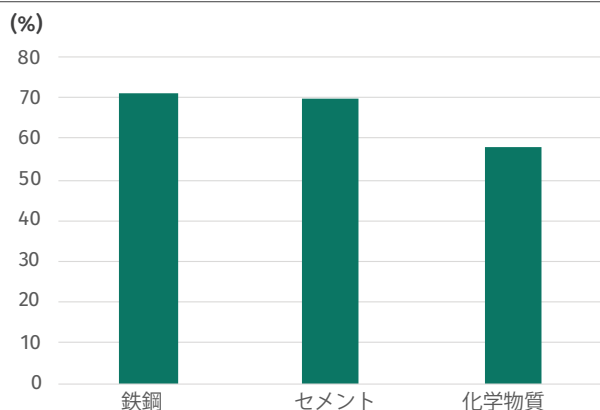


出典: IEA

重工業もまた主要石炭排出部門であり、アジアは鉄鋼、セメント、化学の主要生産地域で、2019年のこうしたセクターの世界における占有率は平均66パーセントとなりました。こうしたセクターでの脱炭素化にはかなりの障壁があるため、例えば、コークス用灰の代わりにグリーン水素を使用してグリーンスチールを製造するといった新たな生産技術の導入が必要です。

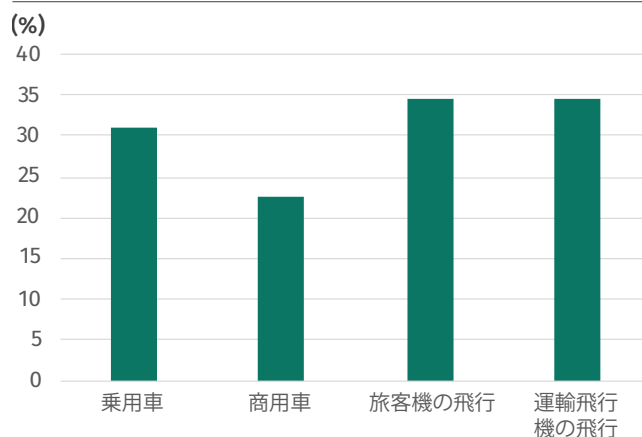
アジアはまた、世界の輸送手段の約三分の一の拠点があり、この地域の排出量の13パーセントを占めています。これには約3億台の乗用車と7800万台の商業用車が含まれています。こうした車両の大部分を電気または水素駆動型に置き換えることは、克服すべき財務及びインフラ面での障壁を考慮すると、相当な難題となります

図 22: 世界の重工業におけるアジアの占有率 (2019年)



出典: CEIC

図 23: 世界の陸路と空路輸送におけるアジアの占有率(2019年)



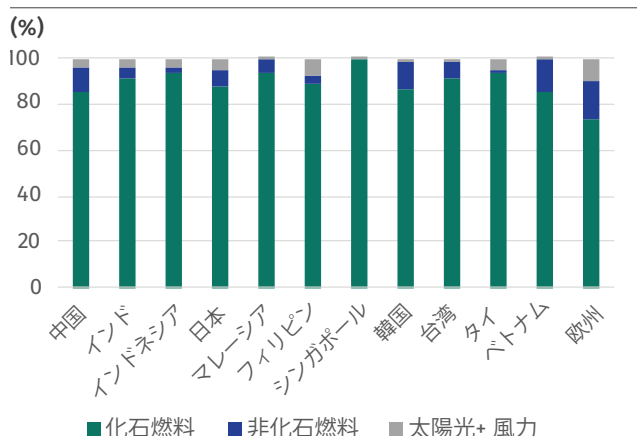
出典: OICA, IATA



## 脱炭素化実現までの経路と国別内訳

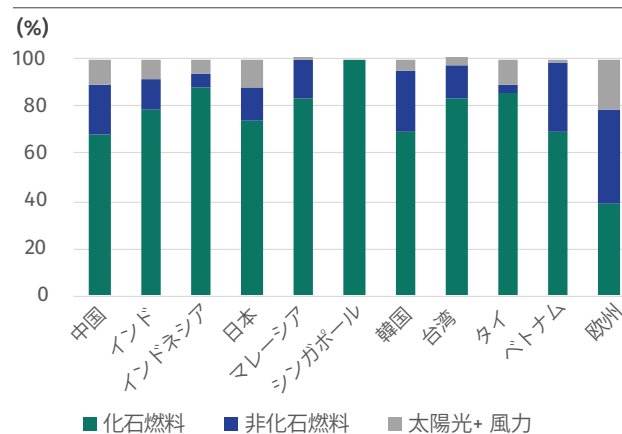
アジアの脱炭素化の課題は、エネルギー生産において化石燃料が優勢であることにより明かです。2019年には、化石燃料が総エネルギー供給量に占める割合は平均91パーセントとなり、アジア主要12カ国における総発電電力量の80パーセントの占有率となりました。これとは対照的に、ヨーロッパでは全エネルギー生産における化石燃料の依存度は74パーセントで、同期間に総発電電力量のわずか39パーセントの構成となりました。

図 24: アジアのエネルギー生産構成(2019年)



出典: BP

図25: アジアの発電構成(2019年)

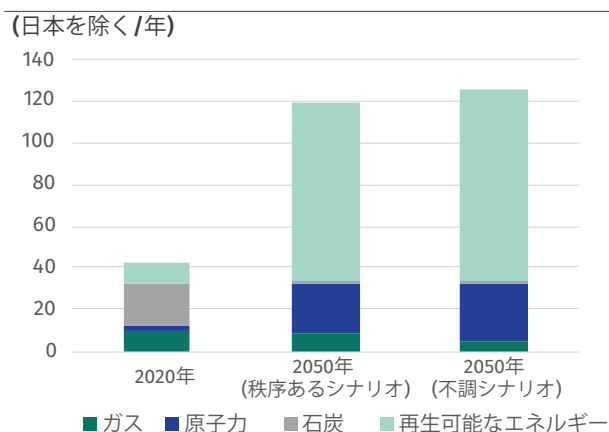


出典: BP

気候変動リスク等に係る金融当局ネットワーク(NGFS)<sup>6</sup>が規定した気候シナリオによると :アジアの脱炭素化の経路には以下が含まれています。

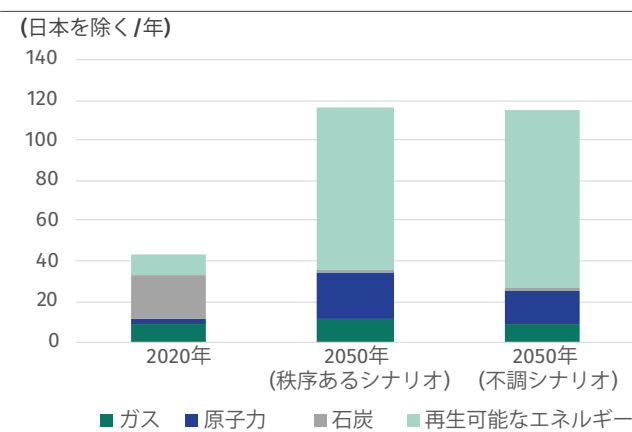
- ・ 平均1.5°Cの シナリオでは、2050年までに、発電の割合を 再生可能エネルギーが73パーセントで原子力が22パーセントに引上げ、同時にガスを5 パーセント、石炭を 0 パーセントに引き下げる必要があります。
- ・ 平均2°Cの シナリオでは、2050年までに、発電の割合を 再生可能エネルギーが69パーセントで原子力が16パーセントに引上げ、同時にガスを8 パーセント、石炭を 0 パーセントに引き下げる必要があります

図 26: アジアの発電構成経路 - NGFS 1.5°C シナリオ



典:NGFS

図 27: アジアの発電構成経路 - NGFS 2°C シナリオ



典:NGFS

当団体は、アジア諸国の脱炭素化の可能性は以下に例示列举した要素に左右される可能性が高いと考えます。

- ・ 太陽光と風力の両リソースの充足性。これはこうしたリソースがたゆまない電力生産における補完要素であり、供給の信頼性を向上し貯蔵の必要性を削減するものであるためです。
- ・ 電池や水素のような電気貯蔵ソリューションの成功裏の導入と経済的な実施。これについては大規模な商業化はまだ実施されていません。
- ・ 政府は、野心的な高い目標を設定し(すなわち、ネットゼロの野心的目標)その一方で実行可能な規制(すなわち、再生可能エネルギーの必須目標、系統連携)および商業(すなわち、固定価格買取制度、水素インフラなど)の市場環境を作る必要があります。
- ・ 以前の再生可能目標を達成した記録を追跡。これはこの変更の実施に必要なリソースを集める各国の能力を示すためです。

アジアでは、中国、インドとベトナムに、2030年の風力と太陽光の容量目標を達成する最も現実的なチャンスがあると当団体は考えます。これはこうした国々の現在の導入容量は2030年の目標に対して既に45パーセント、19パーセント、66パーセントがそれぞれ達成されているためです。日本と韓国は、太陽光リソースが少なくエネルギー需要の季節変動が大きくなっており、脱炭素化に向けたグリーンエネルギーの一部の輸入が必要と思われます。

図 28:アジア諸国の脱炭素化の可能性の要約評価

国	リソース			再生可能 エネルギー 容量	再生可能エネルギー目 標		再生可能エネ ルギー実績 対比
	太陽光	風力	ネットゼロ	(2019 年、GW)	(GW)	年	t目標(2020 年)
中国	高	高	有り	416	>1200	2030 年	超過
インド	高	高	なし	73	450	2030 年	超過
インドネシア	高	低	なし	0	6.5	2025 年	未達成
日本	低	中	有り	66	45 (風力)	2040	該当なし
マレーシア	高	低	なし	1	7	2025 年	未達成
韓国	低	中	有り	12	185	2034	該当なし
台湾	低	中	なし	5	27	2025 年	該当なし
タイ	高	低	なし	4	18	2037 年	該当なし
ベトナム	高	低	なし	8	14	2030 年	超過

出典: BP、NREL、各種機関、AIGCC予測

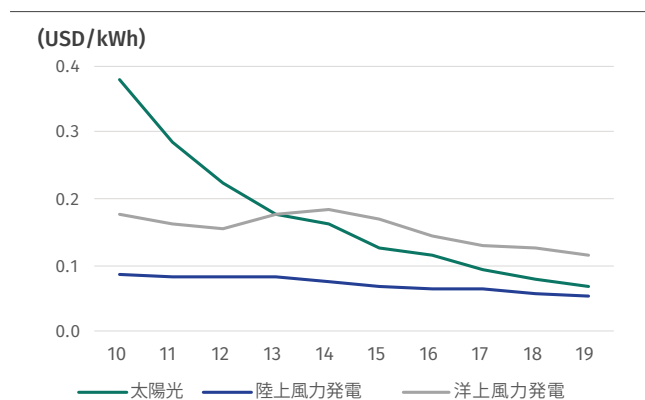
## 経済のグリーン化はビジネスチャンス

2020年9月に、中国はアジアの主要経済として初めてネットゼロを確約しました。これは日本と韓国に続くものでした。当団体では、こうした発表は気候変動に対抗する必要性、再生可能エネルギーの経済性の急速な改善および景気刺激策の必要性から生まれるものと考えます。

再生可能エネルギーの経済性改善はコストの大幅な下落によるものでした。過去10年にわたり、太陽光および風力（オフショアとオンショア）の実用規模の再生可能エネルギー発電による世界の均等化発電原価(LCOE)は、それぞれ82パーセントと33パーセント下落したと国際再生可能エネルギー機関(IRENA)は伝えています。

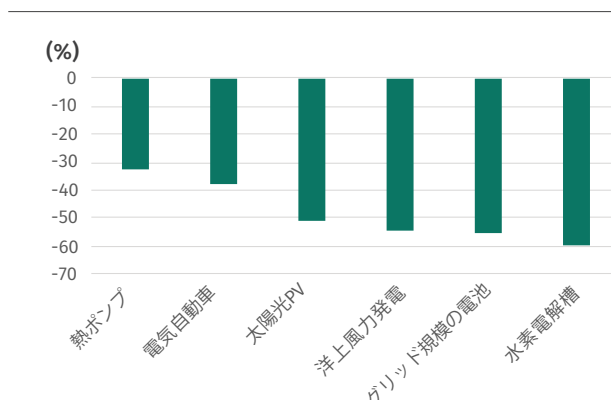
IEAでは、こうしたコスト削減が続き、今後20年で、技術の進歩と規模の経済により絶対原価は主要再生可能エネルギー技術について最高60パーセント下落すると予測しています。これが、既に好ましい水準となっている再生可能エネルギーの経済性をさらに後押ししてアジアにおける導入を加速すると思われます。アジアにおける再生可能エネルギーの構成は2019年では発電電力量のうちわずか9パーセントでした。

図 29: 世界加重平均LCOE動向



出典: IRENA

図30: 資本コスト削減 (2040年対2019年)

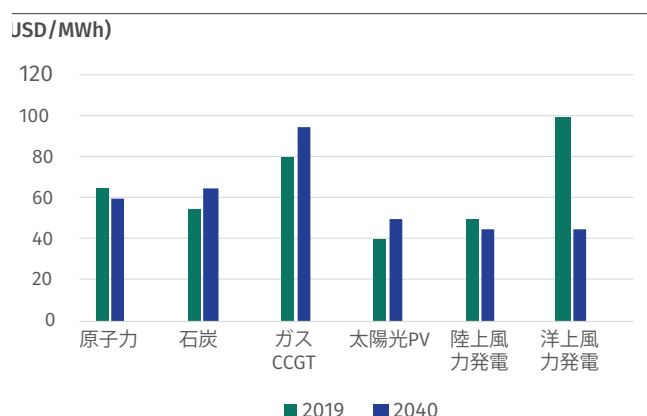


出典: IEA

再生可能エネルギーの割合が上昇するにつれ、間欠性の問題により、再生可能エネルギーの全コストを把握することが更に重要となっています。IEAは、柔軟性と容量に応じた追加コストをLCOEと組み合わせて価値補正済みLCOE (VALCOE) を算出することによりこの問題に対応してきました。それでも、現在のところ、VALCOEは依然として化石燃料よりも著しく低くなっており、IEAでは、このコストの格差は2040年までにさらに広がると予測しています。

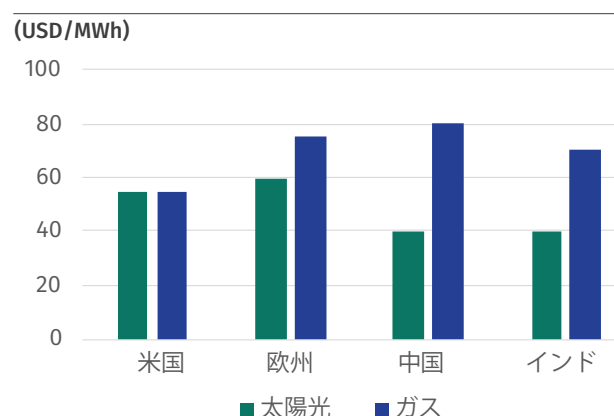
当団体では、再生可能エネルギーのコストが低いことのメリットは、アジアの一部の国で特に顕著であると考えます。これは再生可能エネルギーのVALCOE は米国やEUと比較した場合、中国とインドで、最高25パーセント安くなっているためです。更に、米国とEUにおいて、再生可能エネルギーに対する化石燃料のコストの優位性もまた中国やインドよりも低くなっています。

図 31: 中国価値補正済み均等化発電原価 (VALCOE) 比較



出典: IEA

図32: 太陽光対ガスのVALCOEの国際比較 (2019年)



出典: IEA

大規模な脱炭素化の更なるメリットは化石燃料輸入の大幅な減少であり、当団体では2019年のアジアで総額8200億米ドルとなると推定します。今後も同様の水準のエネルギー価格となると仮定すると、今後30年で累計25兆米ドル相当となり、エネルギー移行のコストを大幅に負担することになると思われます。

図33: 2019年化石燃料輸入コスト (十億米ドル)

国	石油	ガス	石炭	合計
中国	258	42	23	324
インド	119	10	10	139
日本	74	23	12	110
韓国	70	21	14	105
台湾	21	7	7	36
マレーシア	24	2	3	29
フィリピン	10	1	12	23
タイ	21	0	1	22
インドネシア	22	0	0	22
ベトナム	10	1	0	10
合計	630	107	83	820

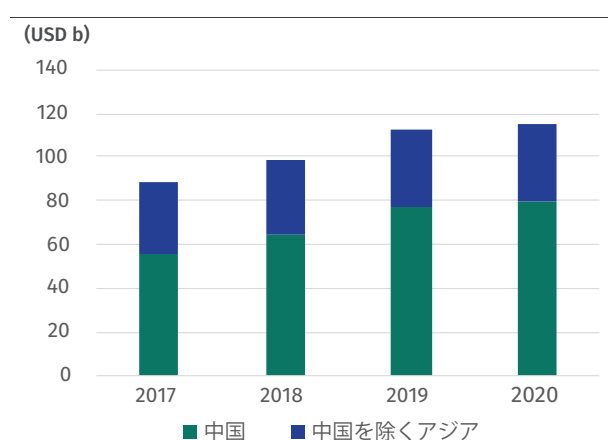
出典: 国家統計局、AIGCC予測



再生可能エネルギーにおけるもう一つの投資源は石油・ガス業界の設備投資(capex)の支出用途変更からくる可能性があります。2020年には、主要アジア石油企業は累計1150億米ドルの設備投資を負担し、中国がアジアの総支出の70パーセントを占め、再生可能な設備投資に向けられた金額はごくわずかとなると当団体は予測します。

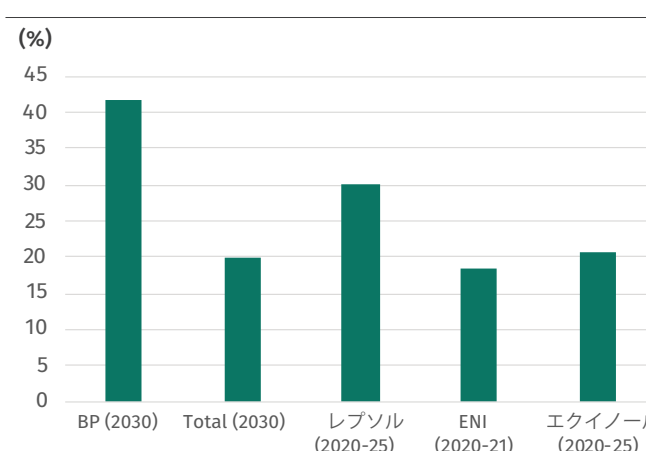
2020年には、ヨーロッパの主要石油企業が、2020年から2030年までの総設備投資の平均26パーセントという低炭素投資設備投資目標を発表しました。当団体では、アジアの石油企業が同様の水準の低炭素設備投資目標を発表した場合、これによりアジアにおいて年間300億米ドルの再生可能エネルギー追加投資が生まれると試算します。これは当団体予測による2°Cシナリオでのアジアの投資要件で4パーセント、1.5°Cシナリオで2.5%に相当します。当団体では中長期的に低炭素設備投資の比率が著しく上昇すると見ているため、この上昇の重要性も比例して上昇する可能性があります。

図34: アジアの石油セクター設備投資



出典: 企業

図 35: EU 石油主要企業低二酸化炭素設備投資占有率目標(年間)



出典: 企業

ネットゼロ目標をモデル化する最も長期的なシナリオには炭素税の課税が含まれ、これは政府の新たな収入源となる可能性があります。これは1.5°Cシナリオでさえも残った二酸化炭素は依然として排出され则认为られるためです。清華の二酸化炭素排出経路とその他アジア諸国に対する外挿法の推定を使用することで、アジア各国政府は図36に詳細が示されている炭素税収益を生み出す可能性があるかと当団体は予測します。

図 36: アジアにおける潜在的炭素税収入シナリオ分析

炭素税 (USD/t CO2)	2030年 (USD b)	2050年 (2°C) (USD b)	2050年 (1.5°C) (USD b)
20	339	95	48
40	679	190	95
60	1017	284	143
80	1357	379	191
100	1696	474	239

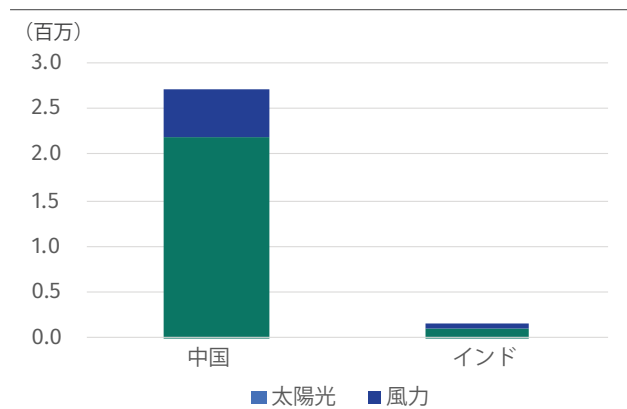
出典: BP、清華、AIGCC推定

**再生可能エネルギーの導入はまた純雇用の上昇にもつながる可能性があります。**これは、各種研究によって示されているように、再生可能エネルギーにおける支出では、化石燃料における同等の支出と比較すると、支出1ドルあたり約2倍の雇用が創出されるためです。<sup>7</sup>

再生可能エネルギーの導入における直接雇用に加えて、スマートグリッド、送配電ネットワーク、貯蔵容量、充電インフラと建設への投資により雇用が創出されると考えられます。従って、化石燃料業界から再生可能エネルギーへの成功裡の技術移転は、化石燃料業界の失業率の高さを緩和するうえで重要な役割を果たすと考えられます。

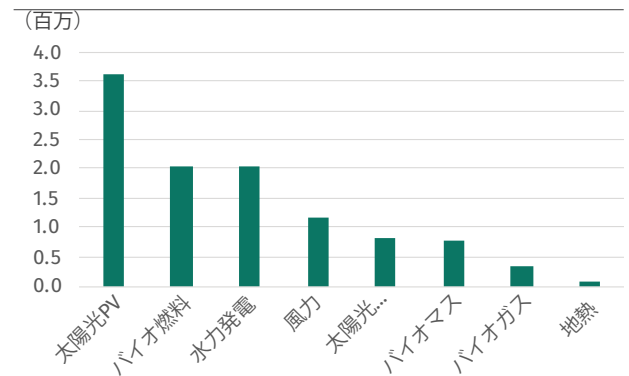
世界的には、再生可能エネルギーによる雇用は2030年までに25百万人に増加する可能性があり、化石燃料セクターにおける失業を約6百万人上回る可能性があるとしてIRENAは推定しています。2018年には、IRENAの予測によると、中国における太陽光と風力セクターの全直接雇用は 2.3 百万人で、石炭業界と同様の数値となっており、再生可能エネルギーによる雇用純増の可能性を示すものとなっています。これは、再生可能エネルギーは中国の主要エネルギー需要のわずか 5 パーセントを占めているのに対し、石炭の占有率は 58パーセントであるためです。

図37: 再生可能エネルギーの雇用 (2018年)



出典: IRENA

図 38: 世界再生可能エネルギーの雇用 (2018年)



出典: IRENA

## 参考文献と脚注

1. エネルギー供給は資源の開発、発電、燃料変換、パイプラインと送電、エネルギー貯蔵をはじめとする異なるエネルギー技術の広範にわたる対応と定義されます。
2. こうした6つの世界エネルギー経済モデルの詳細については図10を参照してください。
3. ウッド・マッケンジー(2019年6月)、大規模な脱炭素化には膨大な資金が必要
4. ネイチャー・エナジー (2018年7月)、エネルギー投資はパリ協定を遵守し持続可能な開発目標を達成すべき
5. [IPCC 特別報告書: 1.5 °Cの地球温暖化 - 政策立案者向け要約](#)
6. [AIGCC ポリシー・ブリーフィング](#) (2020年7月)、中央銀行の気候変動シナリオ: NGFS の解説
7. ポリティカル・エコノミー・リサーチ・インスティテュート(2017年)中国における再生可能エネルギー投資と雇用

## AIGCCについて

気候変動に関するアジア投資家グループ(AIGCC)はアジアの投資家と金融機関に気候変動と低炭素投資に関するリスクと機会についての認識を深め行動を促すイニシアティブです。AIGCCは投資家がアジアにおいて積極的にベストプラクティスを共有し、投資活動、信用分析、リスク管理、気候変動に関する取り組みと政策において連携するための能力を提供するものです。

AIGCCはアジアおよび世界11カ国の市場のメンバーからなるもので、これには運用資産総額が14兆米ドルを上回る投資家とアセット・マネージャーが含まれます。国際的な知名度が高いメンバーと主要関係者のAIGCCネットワークには、

政府の年金ファンドと政府系投資ファンド、ファミリーオフィスやエンダウメントが含まれます。AIGCCは、気候変動と温室効果ガス排出量実質ゼロ(ネットゼロ)の経済への移行をめぐる展開する世界の対話におけるアジアの投資家の観点を代表するものです。

### 著者

ヨーン・リャン・ポア

リサーチマネージャー、AIGCC

yong.por@aigcc.net

当団体は、本報告書の検証の支援を行ったGIC非公開有限責任会社と、情報提供を行ったAIGCCメンバーに感謝します。



info@aigcc.net



www.aigcc.net



@AIGCC\_Update