

BloombergNEFウェビナー：  
日本と南アジア、東南アジア電力部門の脱炭素化の道筋を考える  
2024年1月30日

## 化石燃料からの脱却と自然エネルギーの拡大へ

---

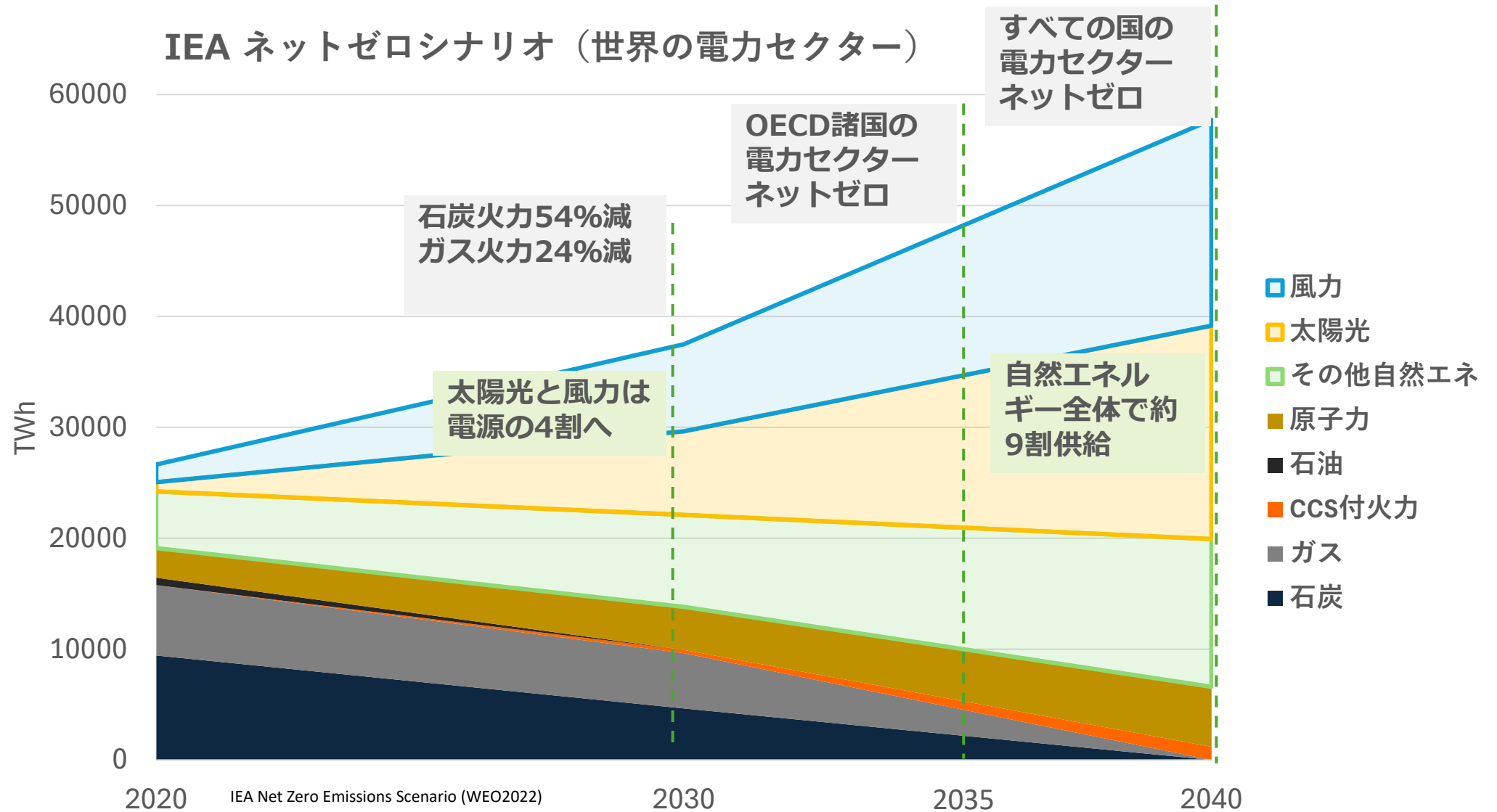


大久保ゆり、上級研究員

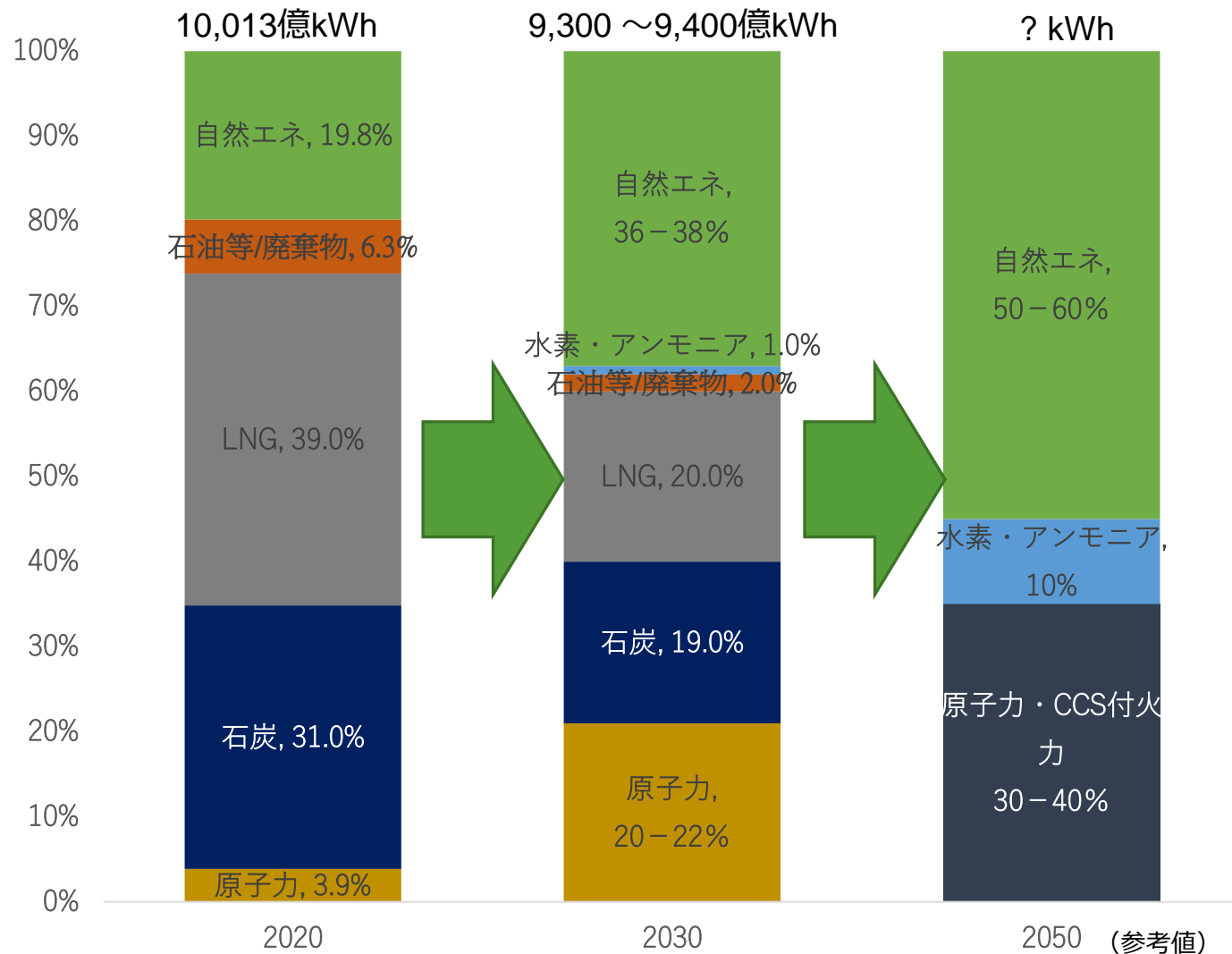
自然エネルギー財団

[y.okubo@renewable-ei.org](mailto:y.okubo@renewable-ei.org)

# 1.5°C目標に沿って2050年にネットゼロにするためにはOECD諸国は2035年、世界的にも2040年までには電力部門の脱炭素化を達成する必要



# 日本の電源構成：CCSや水素・アンモニア混焼といった未熟な技術を多く見込むことで電力部門の脱炭素化を後ろだおしに



出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、第6次エネルギー基本計画などより作成

## 第6次エネルギー基本計画

- （石炭火力について）次世代化・高効率化を推進しつつ、非効率な火力のフェードアウトに着実に取り組むとともに、**脱炭素型の火力発電への置き換え向けアンモニア・水素等の混焼、CCUSを促進**

## 長期脱炭素電源オークション

- 化石燃料由来を含む水素・アンモニア混焼火力支援**

## 省エネ法、供給構造高度化法

- 化石燃料由来のものも含めて水素・アンモニアを非化石エネルギーと位置づけた上で、非化石エネルギーを推進**
- CCS火力の利用促進**

# GX政策の国際展開戦略 = 「アジアゼロエミッション共同体」 構想

## 官民ファイナンス誘導

- GX政策「水素・アンモニアサプライチェーンに10年で7兆円」
- ERIA「アジアのトランジション・ファイナンス技術リスト」

- 日本で使う化石燃料からのCO<sub>2</sub>排出の貯留先を東南アジアに確保
- エネルギー基本計画の策定過程で、審議会に提出されたシナリオでは、毎年2億トン以上のCO<sub>2</sub>を海外輸出

### アジアCCUSネットワーク

#### 中東など

- 石炭・ガス由来アンモニア・水素
- 自然エネルギー由来アンモニア・水素

- マレーシア・インドネシア
- ガス田CCS

⇔ CO<sub>2</sub>輸送

化石燃料・アンモニア輸送⇒

国内

上流

燃料開発/CCS貯留

中流

輸送・貯蔵

下流

火力混焼/CCS

#### タイ

- BLCP coal power plant (2023)

#### マレーシア

- Jimah East coal-power plant (2021)

### アンモニア混焼実証実験

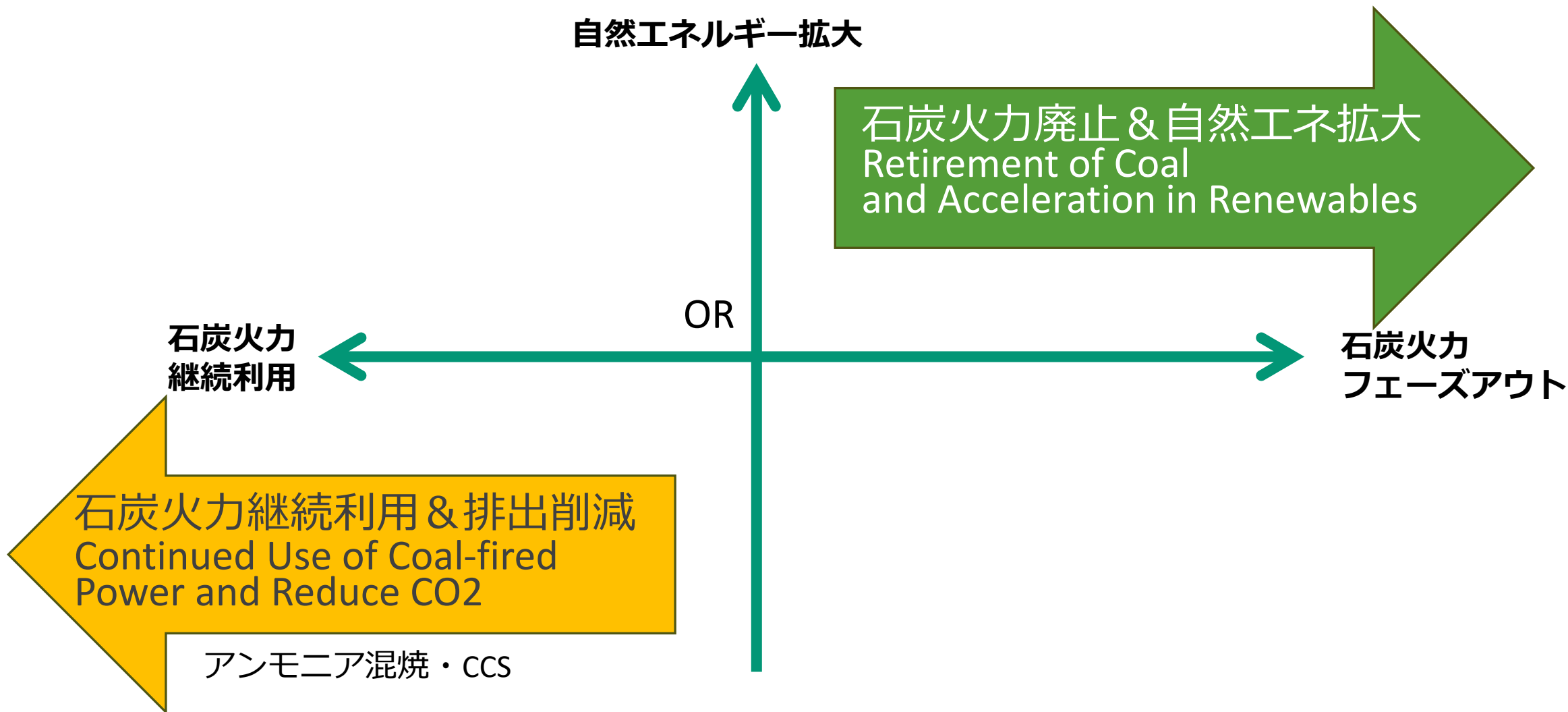
#### インド

- Adani power Mundra coal power plant (Mar 2022)

#### インドネシア

- Suralaya coal power plant
- Gresik coal power plant

# 限られた時間と資金の中でどちらが早く経済的に脱炭素化可能か 選択と集中が必要な時



## 石炭火力継続利用 & 排出削減 Continued Use of Coal-fired Power and Reduce CO2

アンモニア混焼・CCS

### 研究機関に指摘されているアンモニア混焼のリスク

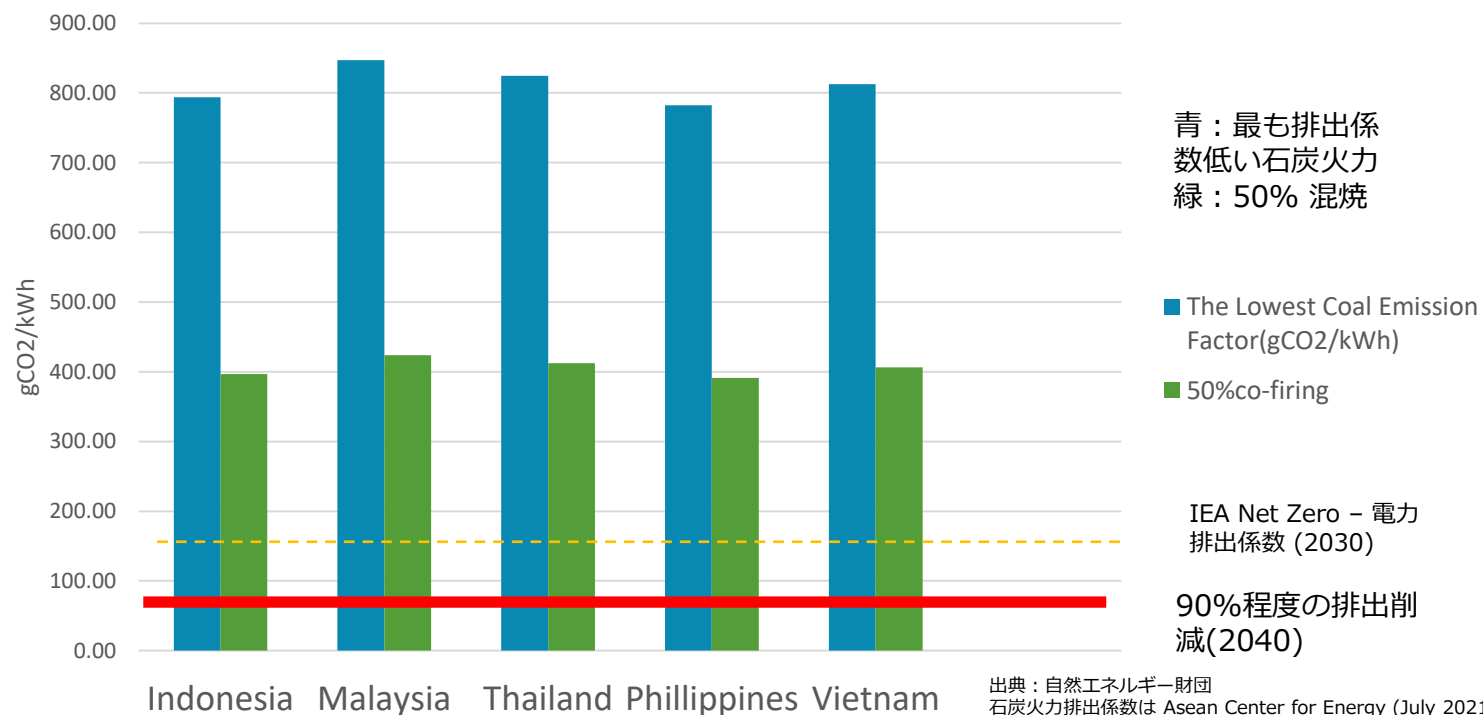
- ✓ ライフサイクルでみるCO2削減は非常に限定的
- アンモニアは、製造過程の炭素集約度が非常に高い（1 tの製造に1.6tのCO2を排出）
- ✓ 非常にコストが高い
- 自然エネルギーの方が安い
- ✓ 安全保障リスク
- 燃料は輸入に依存
- ✓ 毒性・安全性リスク
- ✓ 電力部門の脱炭素化に適さず

出典：自然エネルギー財団、BloombergNEF、Transtion Zero など

# 石炭火力へのアンモニア混焼はパリ協定の1.5℃目標に沿わず (アジア地域でも同様)

- ✓ 国際エネルギー機関 (IEA) ネットゼロシナリオでは、先進国は2030年までに、その他の国も2040年までに排出削減対策をしていない(unabated)石炭火力を全廃することが示されている。
- ✓ IPCC第六次報告書では排出削減対策済み(abated)となるには90%程度の脱炭素化が基準としている。

現状最も排出係数の低い石炭火力へのアンモニア混焼と  
IEAネットゼロシナリオとのギャップ (燃焼時のみ)



各国の現時点で最も排出係数の低い石炭火力に2030年半ばにアンモニア混焼 (50%) をしても、2040年までに必要な削減に届かず、稼働できる年数はわずか。

アンモニアはグリーン化を進めて用途を限定し、必要最小限に

# 石炭火力廃止 & 自然エネ拡大 Retirement of Coal and Acceleration in Renewables

## 日本政府が指摘している東南アジアの 自然エネルギー課題

- ✓ 偏在していてポテンシャルが低い
- ✓ グリッドのカバレッジが狭く連結性も低い
- ✓ 比較的新しい石炭火力設備が多数
- ✓ 電力需要急速に増加

出典：「カーボンニュートラルに向けた国際戦略」資源エネルギー庁 2022年3月1日など

## 国際エネルギー機関（IEA）最新レポート

- ✓ 今後5年の自然エネルギー促進シナリオではASEAN地域は世界でみても最も成長のポテンシャルが高い
- ✓ ASEANで自然エネルギーの更なる普及を阻害しているのは楽観的な電力需要予測による石炭・ガスの過剰設備。予備力は多くは50%を超え、インドネシアでは90%以上。
- ✓ ベトナム以外、自然エネルギー導入率が低い  
ため、システム統合の課題は限定的である。

出典：IEA 自然エネルギー2023（2024）

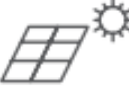







## 東南アジア諸国の自然エネルギーポテンシャル

太陽光だけでなく、  
東南アジアには洋上  
風力、水力、バイオ  
マス、地熱など様々  
な自然エネルギー資  
源が存在

出典：IRENA（2022）

Renewable Energy: The Top-Priority for  
Southeast Asia to Fully Blossom (2023)  
自然エネルギー財団

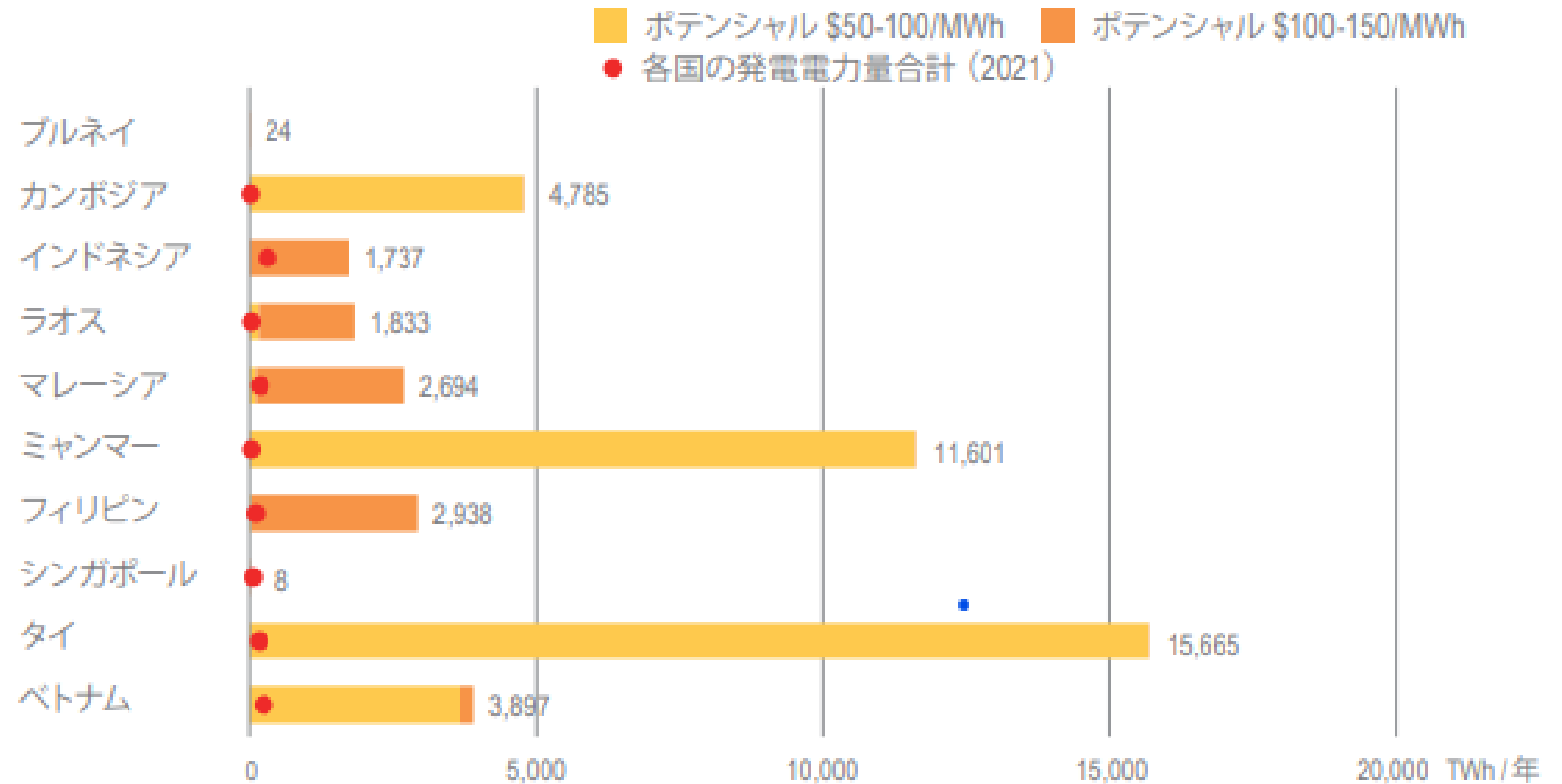
	RENEWABLE ENERGY RESOURCES (GW)					
	 PV	 ONSHORE WIND	 OFFSHORE WIND	 BIOMASS	 HYDRO	 GEOTHERMAL
Brunei Darussalam	1.9	-	-	-	0.1	-
Indonesia	2 898	19.6	589	43.3	94.6	29.5
Cambodia	1 597	2.5	88.8	-	10	-
Lao PDR	983	11.9	-	1.2	26	0.1
Myanmar	5 310	2.4	-	1	40.4	-
Malaysia	337	-	53.3	4.2	29	-
Philippines	122.5	3.5	69.4	0.2	10.5	4
Singapore	0.3	0.1	-	-	-	-
Thailand	3 509	32.4	29.6	18	15	-
Viet Nam	844	31.1	322.1	8.6	35	0.3

# 太陽光では必要電力量を上回る低コストのポテンシャルも存在

出典：NREL（2020）より作成

Renewable Energy: The Top-Priority for Southeast Asia to Fully Blossom (2023)  
自然エネルギー財団

## 東南アジアの国別太陽光発電ポテンシャル \$50-150/MWh（発電量）



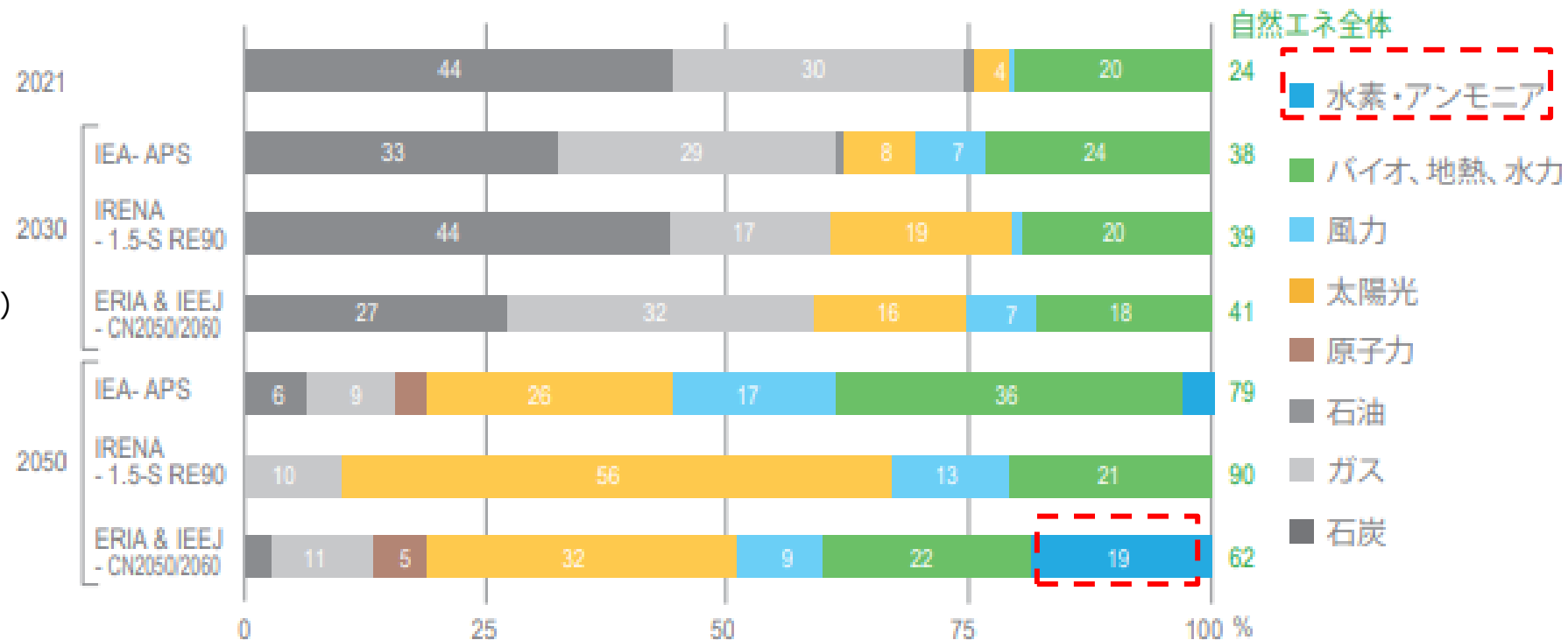
- ✓ 特に太陽光ではカンボジア、ラオス、ミャンマー、タイ、ベトナムで\$50-100/MWhの太陽光発電ポテンシャルが大きい

# 国際研究機関の電源シナリオでは東南アジアの自然エネルギー割合は2030年約4割、2050年8~9割

出典：自然エネルギー財団

Renewable Energy: The Top-Priority for Southeast Asia to Fully Blossom (2023)

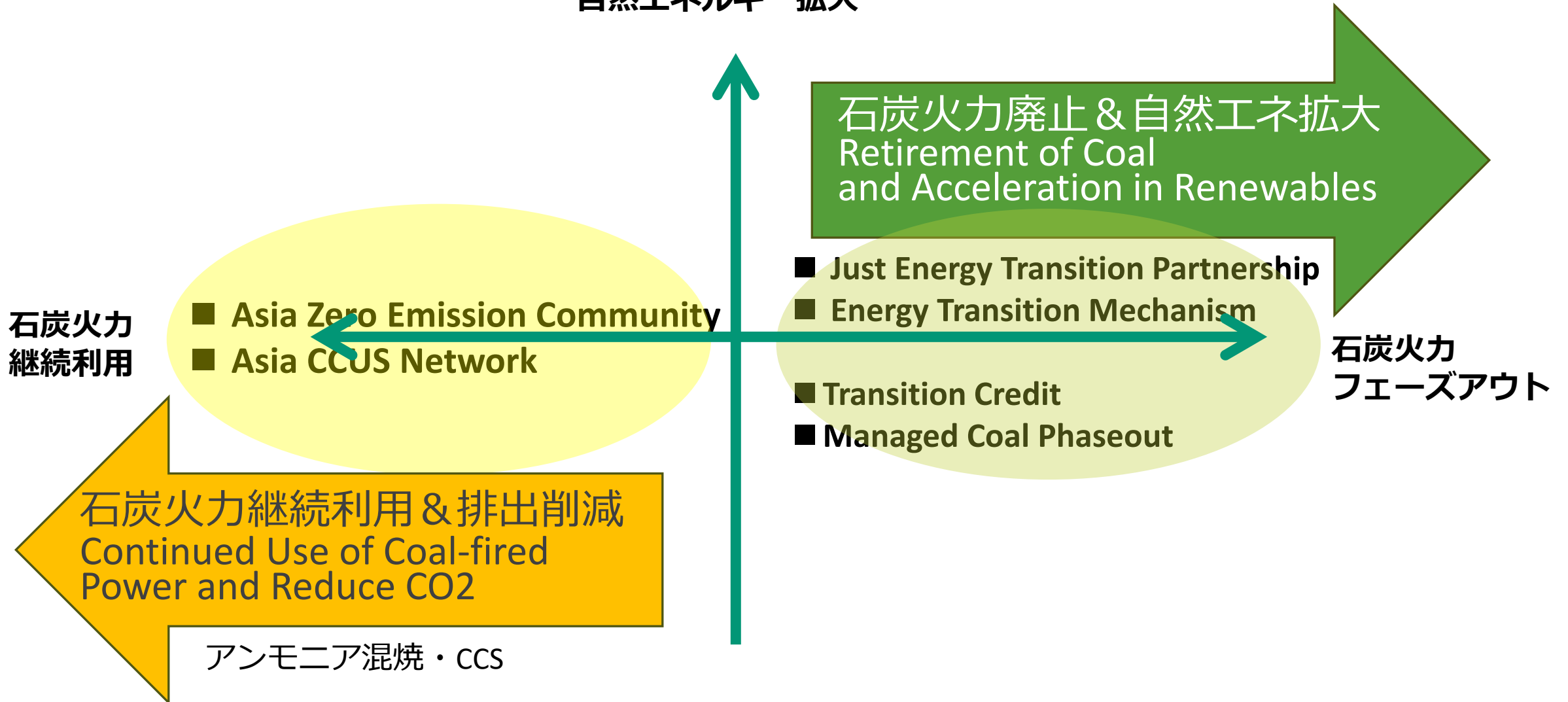
IEA、IRENA、ERIA&IEEJの東南アジアの脱炭素シナリオ比較



- ✓ 2050年の自然エネルギーの予測の違いは蓄電池導入と国際送電網の発展見込み
- ✓ ERIA & IEEJの別のシナリオでは、この二つの技術を入れると水素・アンモニアよりコスト効果的に自然エネルギーを拡大して脱炭素化できる結果

# 国際的イニシアティブは石炭火力のフェーズアウトと自然エネルギー拡大に

自然エネルギー拡大



# 現状自然エネルギー資源の偏在や変動性が問題ではなく、石炭火力を減らしつつ自然エネルギーが大量に入る仕組みをどうつくるかが大きな課題

東南アジアの石炭火力：  
化石燃料補助金や長期PPA、限定的な電力システム改革状況などの要因から、減らすためには新たな対策が必要。



## Just Energy Transition Partnership

- ドナー国が、石炭火力発電所の早期停止と自然エネルギーおよび関連インフラへの投資を促進するための支援を提供
- インドネシアのJETP - 電力部門で自然エネルギーを2030年に44%、2050年に92%シナリオ

## Energy Transition Mechanism

- 石炭火力早期停止支援開始



## Asia Pacific Managed Coal Phase-Out グラスゴー金融同盟 (GFANZ)

- 石炭火力のフェーズアウトの必要性、IEAの2040年電力部門脱炭素化を認識
- 石炭火力をフェーズアウトしていくことに金融機関として関わる際のガイドライン

## Transition Credit (移行クレジット) シンガポール金融管理局

- 石炭火力を早期停止し、よりクリーンなエネルギー源に代替することを促す「移行クレジット」について、石炭火力の早期停止のための補完的な資金調達手段として検討。

## フィリピンのシンクタンクICSC:

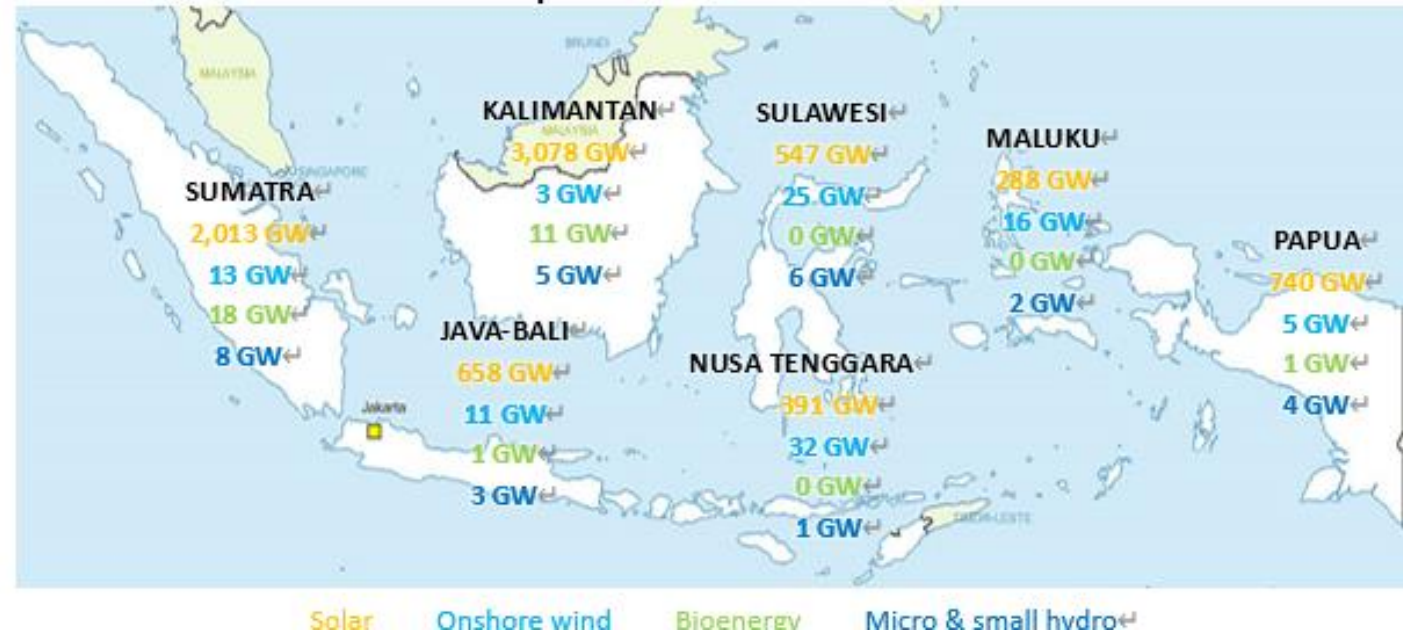
- ✓ フィリピンに必要なのはもはやベースロードとしての石炭ではない。石炭火力は頻繁に故障して供給が止まり、この断続性はシステム・コストに影響し消費者の負担増になっている
- ✓ 今、送電網に必要なのは、より柔軟で安価で信頼性が高く、ピーク時に電力を供給できる自然エネルギーである。これは電力のシェアが3%未満であるにもかかわらず、これまでピーク時の電力価格を3割程度削減してきた
- ✓ 石炭火力は燃料の輸入が必要で世界市場の不安定な価格の影響を受け、それがまた消費者の負担を増やしている
- ✓ 自然エネルギーは適切なシステム設計と政策によって、必要な電力を供給することができる

ICSC (2021). Toward an Affordable and Reliable Grid with Energy Transition

## インドネシアシンクタンク IESR :

- ✓ インドネシアで計画されている新規の石炭火力のうち9基 (3GW)はCO2トン当たり80セント以下で止められ、約3億トンの排出を回避できる
- ✓ 膨大な自然エネルギーのポテンシャルが未開拓

### インドネシアの自然エネルギーポテンシャル



IESR (2021). Beyond 443 GW: Indonesia's infinite renewable energy potentials  
より自然エネルギー財団作成

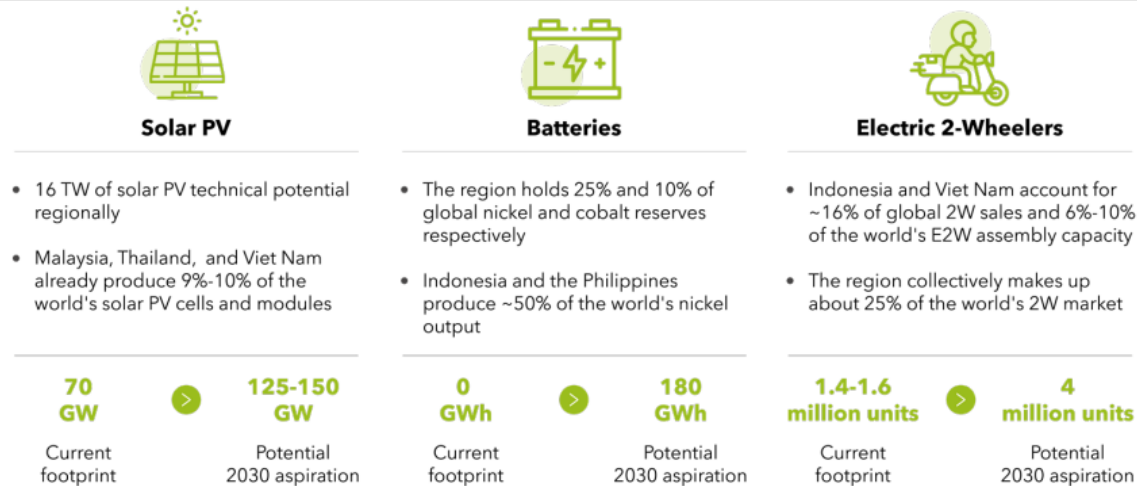
# 東南アジア各国での自然エネルギー生産を拡大することは、太陽光・蓄電池などのサプライチェーンを強化することに繋がる

太陽光発電のサプライチェーンで最も重要な2つの要素である結晶シリコンセルとモジュールの製造能力は、東南アジアは中国に次いで第2位

## 期待される効果

- ✓ 自然エネルギーの国内導入を促進
- ✓ 持続可能な収入源に
- ✓ 中国依存の脱却・エネルギー安全保障の強化

Southeast Asian countries are well-positioned to meet ambitious goals by 2030



2W = two-wheeler, E2W = electric two-wheeler, GW = gigawatt, GWh = gigawatt-hour, PV = photovoltaic, TW = terawatt

## 自然エネルギー製造の東南アジアのポテンシャル：

- ✓ 太陽光モジュール生産能力を2030年までに70GWから125-150GWに拡大
- ✓ 地域のバッテリー製造バリューチェーンを発展させ、国内および地域の需要を増大させ、東南アジアを地域および世界の輸出ハブとして確立し、2030年までに140~180ギガワット時（GWh）のバッテリーセルを生産する。
- ✓ 東南アジアにおける電気二輪車（E2W）の製造を年間140万~160万台から2030年までに約400万台に拡大

出典：Renewable Energy Manufacturing - OPPORTUNITIES FOR SOUTHEAST ASIA(2023)

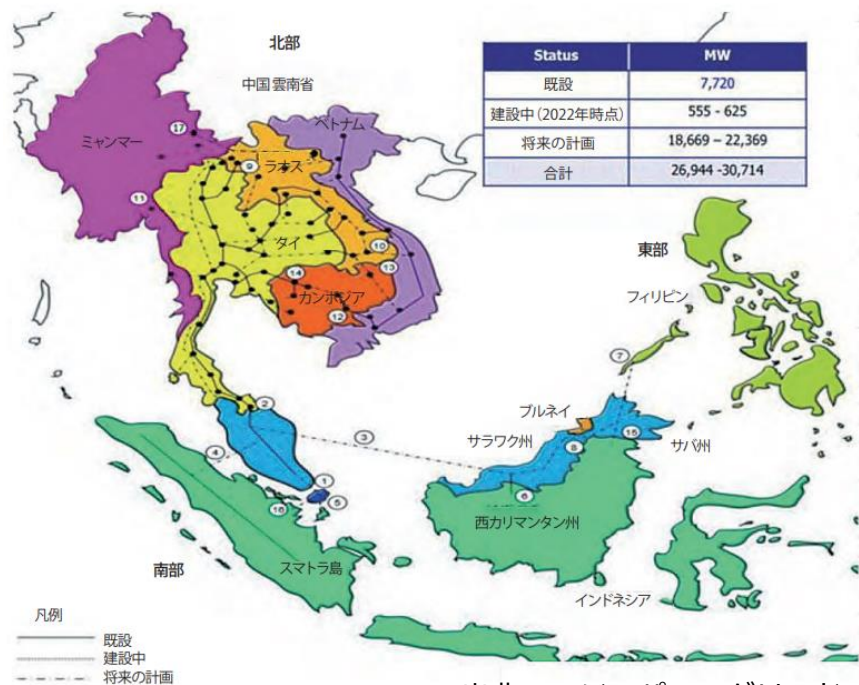


# 自然エネルギー需要・安全保障の観点から多国間電力取引議論活発に

2023年

- ✓ 共同声明：多国間電力取引促進のためのブルネイ、インドネシア、マレーシア、フィリピン(BIMP)電力統合プロジェクト立ち上げ。2025年までの取引開始
- ✓ シンガポールは2035年までの低炭素電力輸入計画 4 GWの条件付き承認事業を発表

東南アジアの国際送電網接続プロジェクト（2022年5月現在）



出典：アジアパワーグリッド

## シンガポール電力輸入・国際送電網計画

発表日	企業	規模	内容
2023年5月16日	Keppel Energy Pte. Ltd.	1GW	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽光、水力、風力で、BESSや揚水発電によってサポートされる</li> <li>カンボジアからシンガポールへは、1,000km以上の新しい海底ケーブルで送電される</li> </ul>
2023年9月8日	Pacific Medco Solar Pte Ltd, formed by PacificLight Renewables Pte Ltd, Medco Power Global Pte Ltd and Gallant Venture Ltd	0.6GW	<ul style="list-style-type: none"> <li>インドネシアにおける太陽光およびBESS製造工場の設立を促進。2027年末から順の商業運転開始予定。</li> <li>新しい送電網整備</li> </ul>
	Adaro Solar International Pte Ltd., formed by PT Adaro Clean Energy Indonesia	0.4GW	
	EDP Renewables APAC	0.4GW	
	Vanda RE Pte Ltd, formed by Gurin Energy Pte Ltd and Gentari International Renewables Pte Ltd	0.3GW	
2023年10月24日	Sembcorp Utilities Pte Ltd (SCU),	0.3GW	<ul style="list-style-type: none"> <li>ペトロベトナム・テクニカル・サービス・コーポレーション (PTSC) と共同で開発される洋上風力とその他の電源。</li> <li>ベトナムからシンガポールへは、約1,000kmの新しい海底ケーブルで送電される</li> </ul>
		1.2 GW	

出典：シンガポールエネルギー市場監督庁 (EMA)より作成



# 需要側の企業も自然エネルギー拡大の役割を果たせる



- ✓ RE100に日本企業84社が加盟
- ✓ RE-Users –日本国内で自然エネルギー調達環境改善と向上に取り組む
- ✓ 東南アジア諸国に登録のある日系企業15,000社

PLN & Amazon to Develop 210 MW of Solar Projects in Indonesia アマゾンとPLNが210MWの太陽光発電開発



*Darmawan Prasodjo, President Director of PT PLN (Persero); and Carly Wishart, Managing Director, Data Center Planning & Delivery for Asia-Pacific, Japan & China, Amazon Web Services*

# 2023年12月 アジア各国エネルギーシンクタンクの共同声明 自然エネルギーでアジアの未来を開くための共同を アジア・ゼロエミッション共同体（AZEC）首脳会合に向けて



Bangladesh

Centre for Policy Dialogue (CPD)



Vulnerable Countries

Financial Futures Center (FFC)



Philippines

Institute for Climate and Sustainable Cities (ICSC)



Indonesia

Institute for Essential Services Reform (IESR)



South Korea

NEXT group



自然エネルギー財団  
NATURAL ENERGY FOUNDATION

Japan

公益財団法人 自然エネルギー財団

- ✓ 自然エネルギーポテンシャルを適切に活用すれば、大幅にCO2排出を削減できるだけでなく、大気汚染を削減し、エネルギー価格を安定させ、国内エネルギー自給率をあげ、雇用機会を広げることできる。
- ✓ いま必要なのは、自然エネルギーによって東南アジアの未来を切り開く明確なビジョンを描き、共有すること
- ✓ 持続可能なエネルギー政策の展開をアジア全域で実践する、エネルギー転換シンクタンクとして連携

## 参考資料(2022-2024)

- アジア各国エネルギーシンクタンクの共同声明・メディアセミナー：  
自然エネルギーでアジアの未来を開くための共同を  
アジア・ゼロエミッション共同体（AZEC）首脳会合に向けて  
<https://www.renewable-ei.org/activities/reports/20231208.php>
- 報告書：自然エネルギーが東南アジアの未来を拓く  
<https://www.renewable-ei.org/activities/reports/20230905.php>
- REVision2023 セッション3 – 自然エネルギーがアジアの未来を拓く  
<https://www.renewable-ei.org/activities/events/20230308.php>
- 査読付き論文Gregory Trencher, Yuri Okubo & Akihisa Mori (2024) Phasing out carbon not coal?  
Identifying coal lock-in sources in Japan's power utilities, Climate Policy, DOI: [10.1080/14693062.2024.2302324](https://doi.org/10.1080/14693062.2024.2302324)
- コラム：なぜ石炭火力アンモニア混焼への投資が1.5℃に整合しないのか  
<https://www.renewable-ei.org/activities/column/REupdate/20231129.php>
- JCI連続ウェビナー 第3回「石炭火力発電フェーズアウトへの挑戦：日英の政策から考える」  
<https://japanclimate.org/news-topics/webinar-coal-phaseout/>