

APPENDIX 6: COVID-19 によるエネルギー業界への影響

目次

0. 1~5章の総括	2
1. 経済・エネルギー指標の直近の動向	3
2. 欧州の動向	15
3. 新興国・途上国の動向	24
4. アフリカの動向	33
5. 国際機関・ドナーの動向	49
6. 参考	53

1~5章の総括

COVID-19による世界の経済、エネルギー業界への影響は大きくアフリカにおいても既存の課題が悪化。他方、アフリカエネルギー分野への投資意欲は健在

1章. 経済・エネルギー指標の直近の動向

- 世界中の経済、エネルギー業界がCOVID-19による打撃
- エネルギー需要低下の中、再エネ需要のみ増加
- Sustainable Recoveryの概念（エネルギー分野への投資により経済復興・雇用創出を図る）は世界的潮流として注目に値する
- 投資有力分野として再エネへの優先度は高く、アジアや中南米等の新興国を筆頭に変動再エネ導入時に必要となる蓄電池・水素・アンモニアや、脱炭素化に資するCCS/CCUSなどの分野への投資需要が増える見込み

2章. 欧州の動向

- 感染者の多い欧州の経済、エネルギー業界への影響は甚大
- ロックダウンによるエネルギー需要低下の中、再エネ優先接続制度が広く普及していることから、再エネ需要は堅調
- 復興財源の1/3以上をグリーン分野へ投資するなどCOVID-19を契機に脱炭素化への流れが促進される見込み
- エネルギー関連企業への影響や各種リスクもあるものの、アフリカへの投資意欲は継続していることが確認された

3章. 新興国・途上国の動向

- 多くの国・地域の経済、エネルギー業界がCOVID-19による打撃
- エネルギー業界では、電力会社の財務状況悪化、再エネプロジェクトの進捗遅延、投資額減少などの負の影響が確認された。先進国に戻りつつある新規投資の戻りも遅い状況である
- 経済復興策の中にグリーンリカバリーの要素を取り入れ、クリーンエネルギー関連政策を進める国も一部ある

4章. アフリカの動向

- 他新興国・途上国と同様、域内の経済、エネルギー業界がCOVID-19による打撃。政府債務比率や財政赤字の増加、電化率の進捗の停滞などのマイナスの影響が確認された
- 電力支払いが困難な家庭が増えており、政府が消費者に対し料金支払い据え置きなどの措置をとるケースもある
- 電力会社の中では、オングリッドでは特に配電事業者にオフグリッドでは中小規模の企業の財務状況に影響が出ている

世界的潮流を受けた各種支援活動

5章. 国際機関・ドナーの動向

- 国際機関・ドナーは感染拡大直後、主に経済や保健医療分野の回復支援を優先し、各種支援を実施。エネルギー分野では、オフグリッド地域の保健医療施設の電化がその必要性から優先的に支援されていた模様
- IEA、SE4ALL、AREなどは感染直後からCOVID-19によるエネルギー関連指標や業界関係者への影響について調査・分析を実施
- 2020年後半は、気候変動対策やオフグリッド企業救済などドナーによるエネルギー分野へのイニシアティブが複数設立された

1. 経済・エネルギー指標の直近の動向

3

サマリ（経済・エネルギー指標の直近の動向）

COVID-19により世界経済およびエネルギー産業は大きな影響を受けたが、回復期における再エネ関連の投資促進による雇用創出の可能性も示唆されている

	分類	概要
1.1	COVID-19発生による経済への影響	■ 経済の悪化 ➢ COVID-19によって、2020年は2008年世界金融危機（リーマンショック）を超える経済悪化が見込まれ、2021年以降は感染封じ込めの状況次第で不確実性が高い
1.2	雇用への影響	■ 失業者の増加 ➢ 世界全体では、COVID-19の影響により従前の倍を超える約2億人が失業する可能性
1.3	産業別株価指数の変動	■ エネルギー関連株価の下落 ➢ 電力、総合公益事業、石油・ガス・消耗燃料、エネルギー設備・サービスといったエネルギー関連株は2020年2月からの1年間で株価の負の変動を受けた
1.4	原油・ガス価格の変化	■ 価格の下落 ➢ COVID-19により、2020年4月には前年度と比較し、原油価格は▲74%、天然ガス価格は▲34%を記録。先物価格は史上初の下げ幅の▲50%を記録
1.5	エネルギー需要の変化（LCOE）	■ 再エネLCOEの低下速度の鈍化 ➢ COVID-19による石炭や天然ガスの価格低下、政府の補助金減少を想定したシナリオにおいて、再エネLCOEが石炭や天然ガスを下回るのは2025年までかかると予測
1.6	エネルギー需要の変化（資源別予測）	■ 世界的なエネルギー需要減少の中、再エネの需要のみ増加の見通し ➢ エネルギー全体の需要が減少する中低炭素電源へのシフトにより再エネは需要が増加する見通し ➢ また、特に太陽光や風力発電に関しては今後の発電量を継続的に拡大させる見通し
1.7	CO2排出量の変化	■ CO2排出量の減少 ➢ 2020年のCO2排出量は30.6Gtであり、2019年と比較し8%減少 ➢ IEA提唱の「持続可能な回復（Sustainable Recovery）」実施の有無により、今後の排出量は変動
1.8	投資予測	■ COVID-19からの復興に対し再エネ・省エネへの官民投資が必要 ➢ IEAの持続可能な回復シナリオによると、再エネ・省エネなどの分野に対し、今後3年間で毎年追加的に1兆USDの官民投資が必要
1.9	雇用状況変化と予測	■ 回復策を実施した場合、電力部門での新規雇用創出可能性あり ➢ 特に石油・ガス企業において、COVID-19による雇用への影響を受ける ➢ 回復策を実施した場合、建物の省エネ分野、電力網・再エネなどを中心とした新規の雇用創出

4

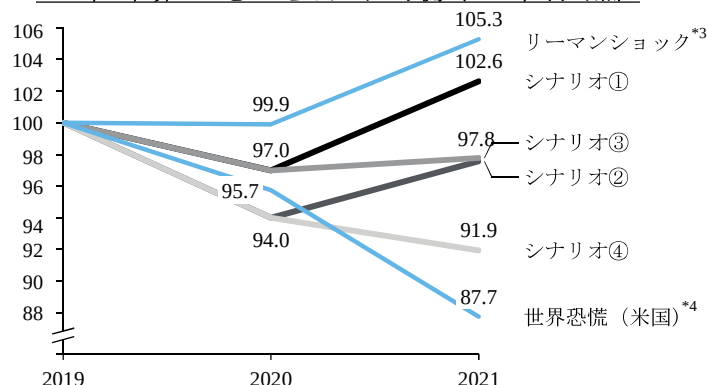
1.1. 経済指標-COVID-19発生による社会的なインパクト (IMF予測)

COVID-19により、2020年はリーマンショックを超える経済悪化が見込まれ、2021年以降は感染封じ込めの状況次第で不確実性が高い

シナリオ別の経済成長予測 (世界全体)

COVID-19の終息状況次第で経済成長率は大きく変化し、リーマンショック以上の大恐慌となる恐れ

2019年の世界GDPを100とした時の予測 (2020年6月時点)



	2020年中に感染封じ込め成功	2021年に再流行せず
シナリオ①	○ ^{*1}	○
シナリオ②	× ^{*2}	○
シナリオ③	○	×
シナリオ④	×	×

^{*1}:シナリオ①では2020年後半に経済活動を再開させることが前提に置かれている ^{*2}:シナリオ②はシナリオ①に比べ、影響が50%以上長引く場合と前提が置かれている ^{*3}:リーマンショックの経済成長率は2009年の値を参照 ^{*4}:米商務省のデータによれば、米国では大恐慌の1929～33年にGDPは26%減少した。左記を用いて、年平均成長率を換算 ^{*5}:インドネシア、マレーシア、フィリピン、タイ、ベトナム

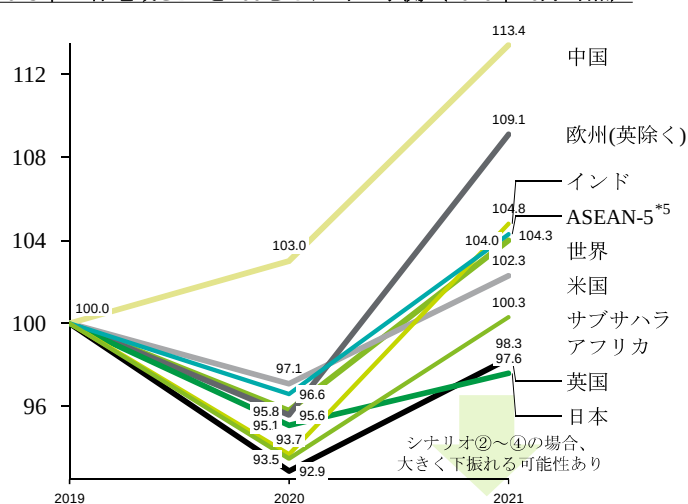
出所: IMF (2020) World Economic Outlookなどを基にJICA調査団作成

5

経済成長予測 (主要な地域・国)

日本を含む先進国に深刻な影響を与え、2020年中に封じ込めに失敗すると一層深刻化する可能性

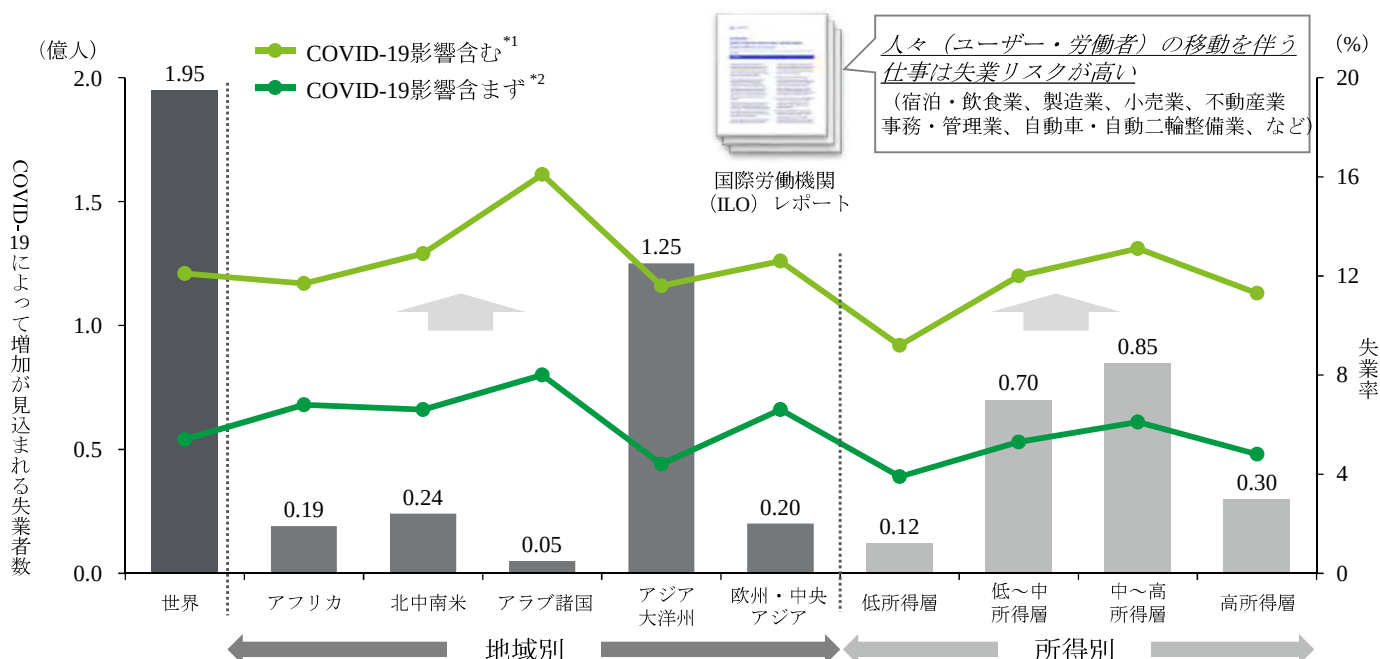
2019年の各地域GDPを100とした時の予測 (2020年10月時点)



シナリオ②～④の場合、大きく下振れる可能性あり

1.2. 経済指標-COVID-19発生による失業者数・失業率予測 (IMF)

従前の倍を超える約2億人が失業する可能性があり、特に労働集約的産業や対面型ビジネス従事者は失業リスクが高い



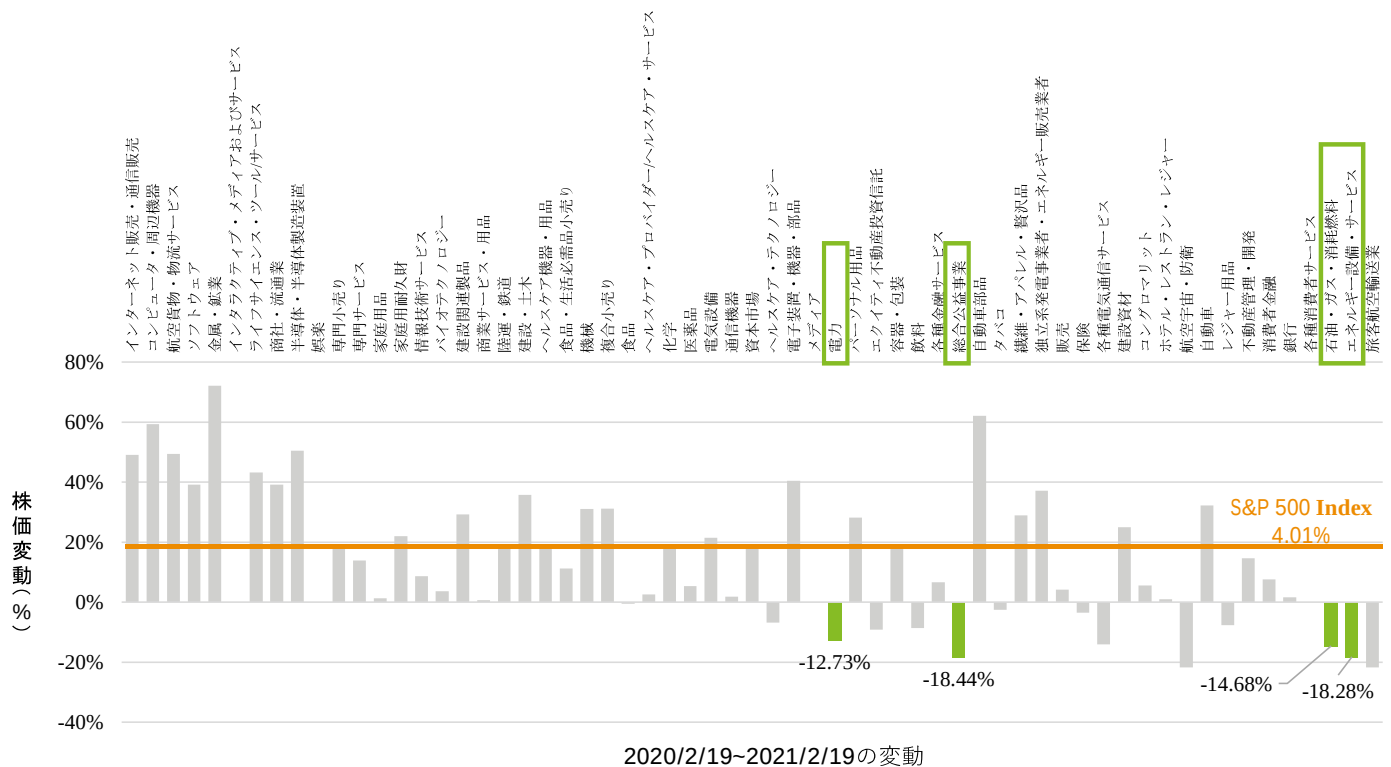
^{*1}:2020年2QにCOVID-19の発生によって見込まれる労働時間の減少分だけ失業者数が増加すると仮定し試算 (週48時間勤務をフルタイム労働者と想定) ^{*2}: 2020年の年初見込みの失業率を参考としている

出所: IMF (2020) World Economic Outlook、ILO (2020) Monitor 2nd edition: COVID-19 and the world of work、Trend2020を基にJICA調査団作成

6

1.3. エネルギー指標-産業別株価指数の変動

電力、総合公益事業、石油・ガス・消耗燃料、エネルギー設備・サービスといったエネルギー関連株は2020年2月からの1年間で株価の負の変動を受けた



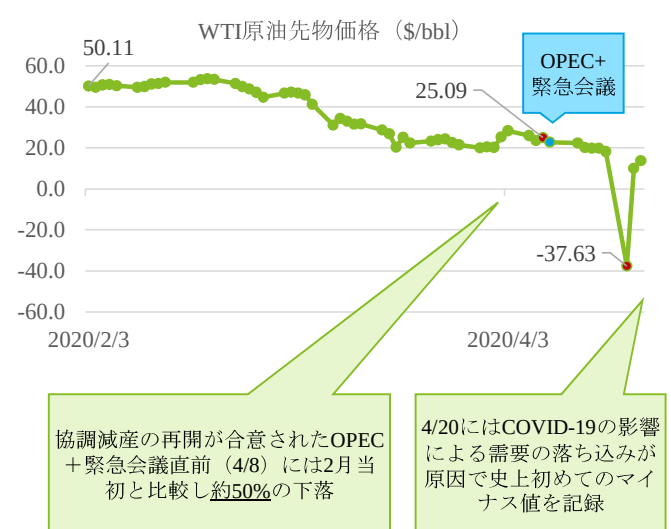
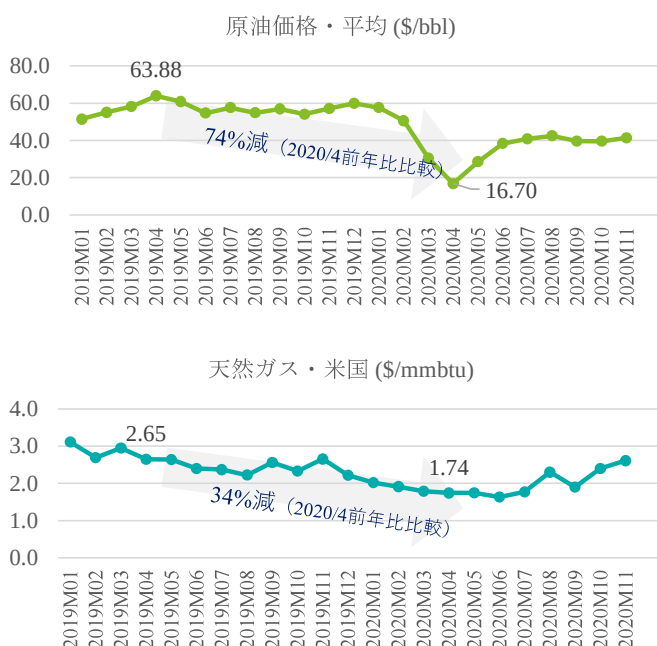
出所: Fidelity (as of February 19, 2021) を基にJICA調査団作成
7

1.4. エネルギー指標-原油・ガス価格の変化

原油・天然ガスの価格は、2020年4月に過去最大の落ち込みを記録。2020年2-4月までの2か月間での先物価格は史上初の約▲50%となった

2019-2020年11月の原油・天然ガスの価格推移

2020年2-4月間の先物価格の増減推移

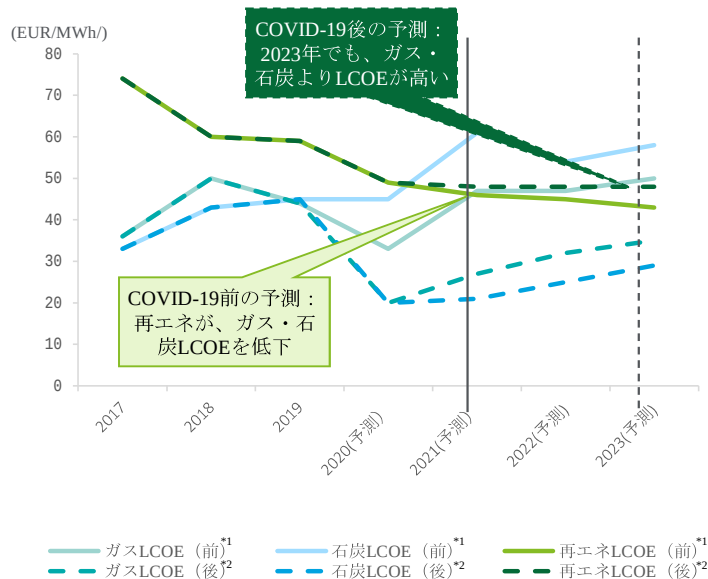


出所: U.S. Energy Information Administration (2020) West Texas Intermediate Crude Oil Price, Natural Gas Henry Hub Spot Price (as of August 11, 2020), U.S. Energy Information Administration, Cushing, OK Crude Oil Future Contract 1 (Dollars per Barrel) (as of August 13, 2020) を基にJICA調査団作成
8

1.5. エネルギー指標-エネルギー需要の変化 (LCOE)

COVID-19による化石燃料の価格低下や政府の補助金減少を想定した場合、再エネLCOEの低下速度は鈍化する見込み

エネルギー別LCOE推移のCOVID-19前後比較



*1:COVID-19発生前 *2:COVID-19発生後

出所：Bloomberg NEF (2020) Renewables Risk Taking Longer to Match Fossil Fuels on Price; <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-04-24/renewables-likely-to-take-longer-to-match-fossil-fuels-on-price>
 (2020/12/18アクセス) を基にJICA調査団作成

9

COVID-19 前のシナリオ

- 再エネのLCOEは、2021年に石炭や天然ガスを下回ると予測されていた
- 主要因は以下のとおり
 - 技術の進展
 - 部品や建設コストの低下
 - 政府からの補助金
 - 化石燃料由来の発電に係る収益減少

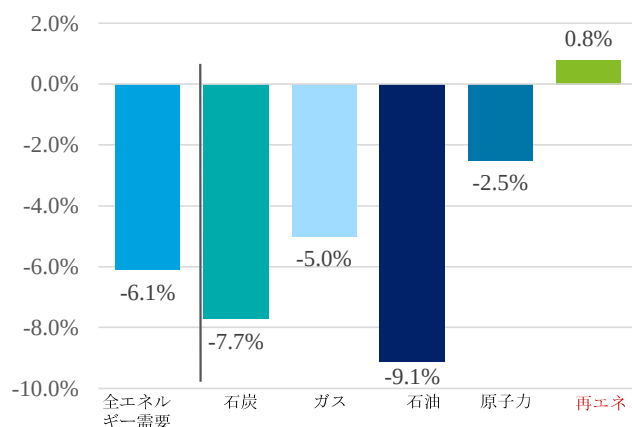
COVID-19 後のシナリオ

- COVID-19による石炭やガスの価格低下、政府の補助金減少を想定したシナリオにおいて再エネのLCOEが石炭やガスを下回るのは2025年までかかると予測されている
- 主要因は以下のとおり
 - 経済の回復を優先した政府の補助金減少や石炭・ガスなどのコモディティ価格低下による再エネ投資の減少
 - サプライチェーン分断による再エネプロジェクトの遅延に伴うCAPEXや事業費の増加

1.6. エネルギー指標-エネルギー需要の変化 (資源別予測)

2020年のエネルギー需要予測において全エネルギーは約6%減である一方、欧州などの再エネ優先接続制度などの影響で再エネのみ増加の見通し

2020年一次エネルギー需要変化予測 (2019年比)



- IEAによると、石炭、ガス、石油、原子力の需要はCOVID-19の影響で昨年度と比較して全体的にマイナス値を記録すると予測されている
- 他方、再エネは運用コストが低く、欧州などの国で発電システムへの優先接続が規定されていることから2020年には需要が増加すると予測されている

IEAによる再エネのレビュー (2020年4月時点)

- COVID-19の経験から今後は確実な電力供給のため風力や太陽光、水力、原子力といった低炭素電源への大々的なシフトが促される
- 石炭火力を6%上回る40%まで再エネ発電量が増加する予測
- 特に太陽光・風力は2019-2020年初頭に完成した新規プロジェクトにより今後の発電量を継続的に拡大させると予想

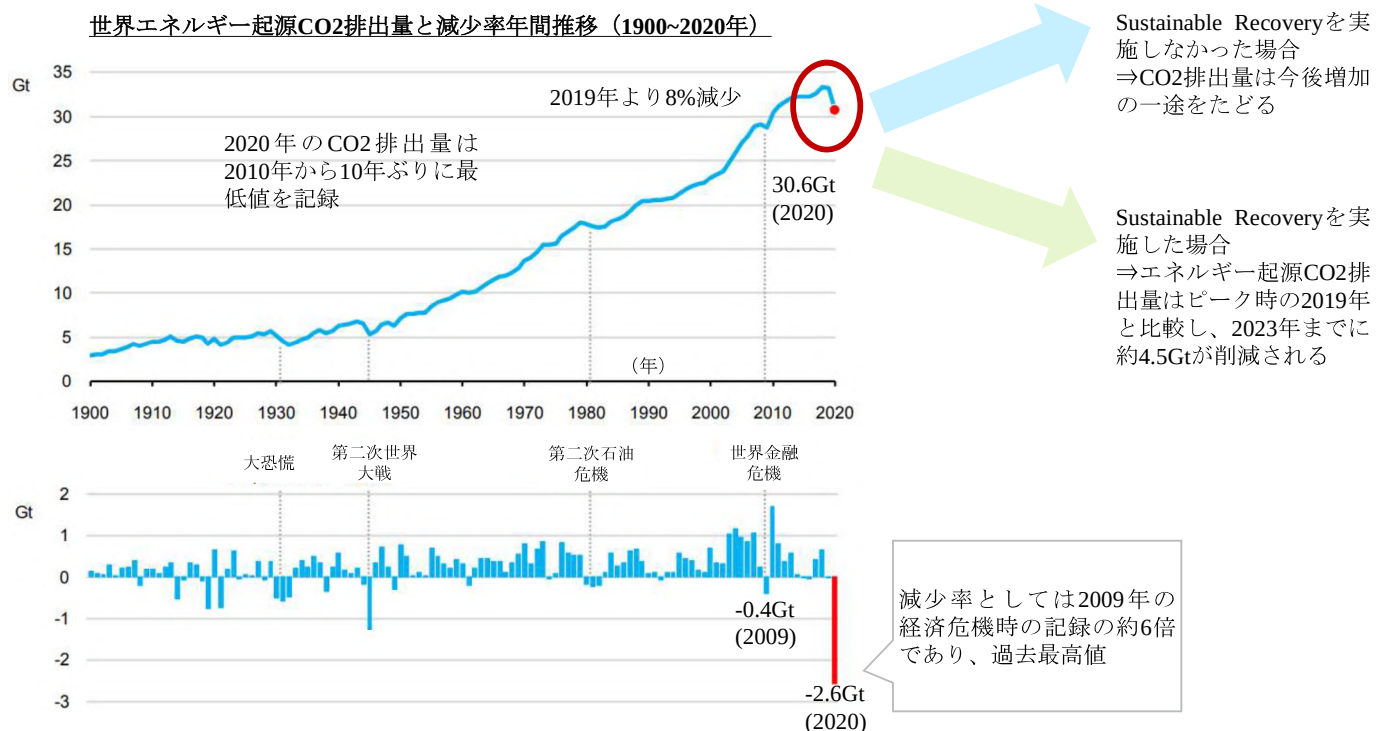
個別電源 2020年末までの予測 (2020年4月時点)

太陽光	一時的に分散型PVの導入が減り導入容量の増加率は未知数だが、再エネの中で比較的導入が容易であることから2020年には最も速で設備容量が増加すると予測
風力	成長率は未知数ではあるが、2020年の発電量が1~3月の風況やであったことや2019年の設備容量増加により、再エネの中で最も増加すると予想
水力	発電量は現在再エネ全体の60%を占めているが、その増減は雨量や温度変化に大きく左右されるため未知数
バイオ	大規模発電所に供給するためのサプライチェーンやロジスティックに係る課題が予想され発電量は減少する予想

出所：IEA (2020) Projected change in primary energy demand by fuel in 2020 relative to 2019、Global Energy Review 2020、Renewable energy market update—outlook for 2020 and 2021を基にJICA調査団作成

1.7. エネルギー指標-CO2排出量の変化

エネルギー産業のCO2排出量はロックダウンの影響などにより、前年度と比較し大きく減少。今後の増減は持続的な回復策実施の有無に左右される

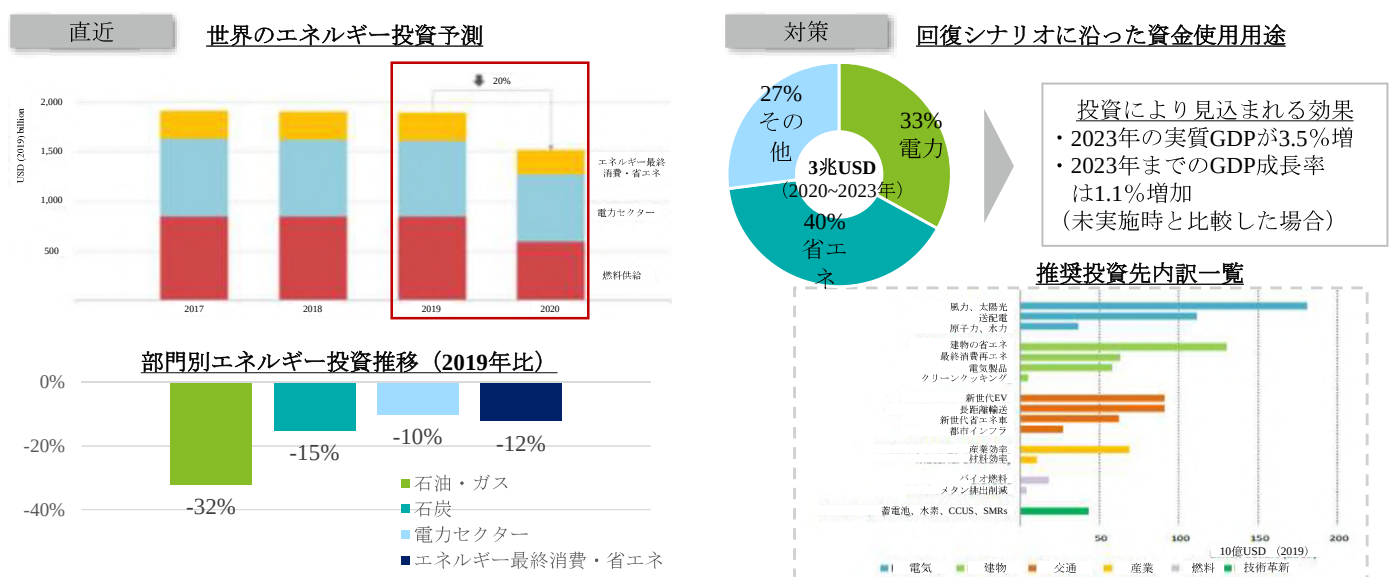


出所：IEA (2020) Corrigendum: Global Energy Review 2020: The impacts of the Covid-19 crisis on global energy demand and CO2 emissions、IEA (2020) Global Energy Review 2020、Sustainable Recovery Report
プレス発表資料を基にJICA調査団作成

11

1.8. エネルギー指標-投資予測

2020年の世界のエネルギー部門への投資額は20%（4,000億USD）の落ち込み。IEAの回復シナリオによると今後3年間で官民から毎年1兆USDの投資が必要



- COVID-19の影響により2020年の世界エネルギー部門への投資額は20%（4,000億USD）減少する見通しである。
- 特に石油・ガス産業は、▲32%と他のセクターに比べて大きなダメージを受けている。

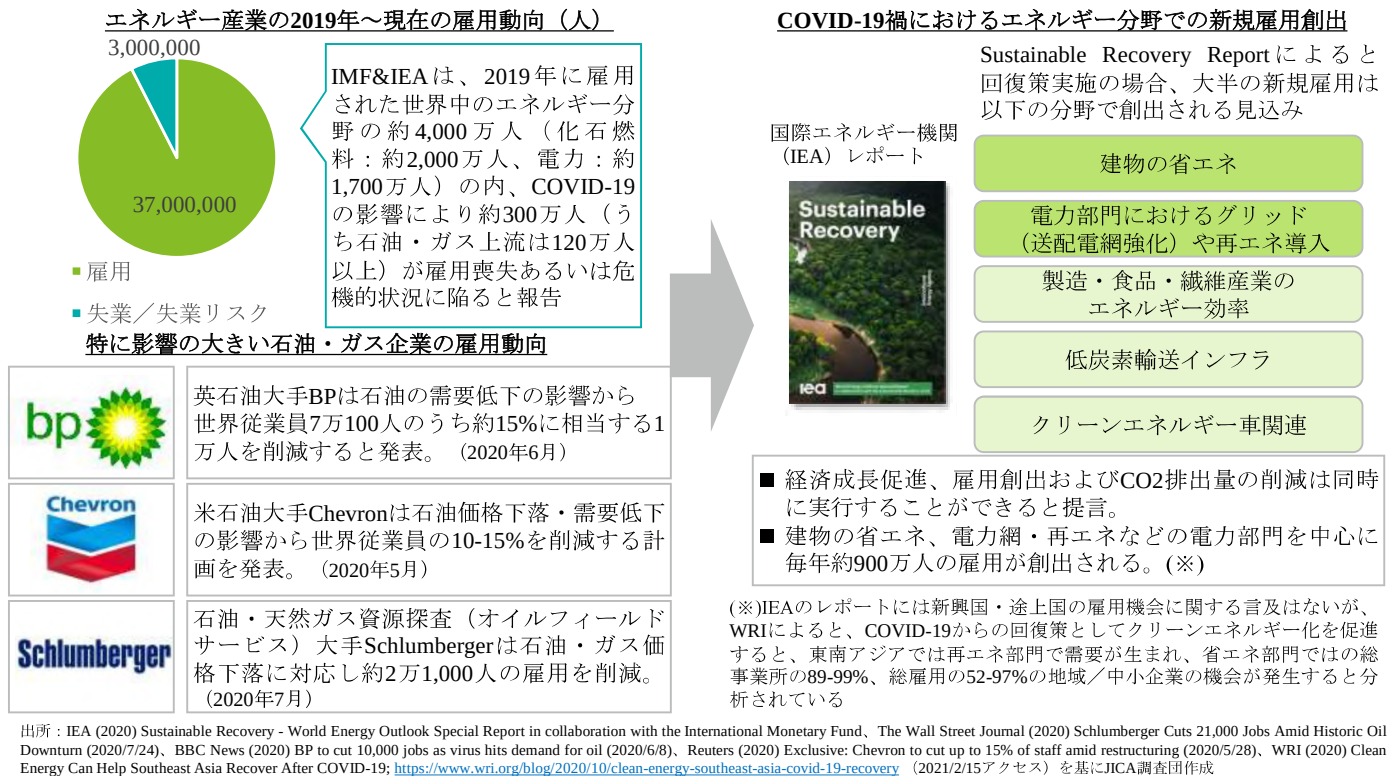
- IEAの提唱する持続可能な回復シナリオでは、今後3年間で毎年追加的に1兆USDの官民投資が必要である。
- 主なものとして、太陽光・風力関連1,800億USD、送電網1,100億USD、建物の省エネ1,300億USD、高効率/電気自動車の導入拡大1,500億USDなどである。

出所：IEA (2020) World Energy Investment、Sustainable Recovery - World Energy Outlook Special Report in collaboration with the International Monetary Fund、国際環境経済研究所 (2020) IEAのSustainable Recovery Planについて（その1）を基にJICA調査団作成

12

1.9. エネルギー指標-エネルギー分野の雇用状況変化と予測

エネルギー分野全体で雇用状況悪化の見込み。回復策を実施した場合、建物の省エネ、グリッド・再エネ導入関連に雇用創出の可能性はある



13

【参考】エネルギー指標-Sustainable Recovery Reportの概要

IEAは雇用創出、経済の回復、エネルギーの持続性と強靱性の向上を目的とし、持続的なCOVID-19からの回復シナリオを作成

概要

目的	- 雇用創出 - 経済の回復 - エネルギーの持続性と強靱性の向上	対象セクター	- 電力部門 - 運輸部門 - 建物部門 - 産業部門 - 燃焼部門 - イノベーション
方法（IEAによる提言）	- 資金割当計画の策定 - 政策支援 - 対象セクター毎の対策方針 電力部門：送電網の拡大、風力・太陽光の拡充など、 建物部門：省エネ新築建物の促進など、 燃焼部門：石油・ガス操業に伴うメタン排出低減など、 運輸部門：クリーンエネルギー自動車の導入など、 産業部門：エネルギー効率改善や電化の促進など、 イノベーション：水素、バッテリー、SMR（小型原子炉）、CCUSの促進 - 途上国への国際協力による債務再編・救済策の提供 ➤ 民間融資の動員、投資障壁を取り除くため、国際金融機関やドナーが救済措置を行う		

インパクト

雇用創出	p.15参照	エネルギー持続性と強靱性の向上
経済の回復	上記の方法が実施された場合の2023年の経済回復予測 - 実質GDP：+3.5% - インフレ：+1.3% - 消費：+5.0%（実質金利は下落を継続し-1.4%）	

■ 太陽光発電の導入量が毎年130GW向上(2021-2023)
 ■ 電力需要の増加
 ■ 新規に約240万人の電力アクセスを実現
 ■ クリーンクッキングソリューションへのアクセスを約420万人増加
 ■ 途上国の電力料金の低下

出所：IEA (2020) Sustainable Recovery - World Energy Outlook Special Report in collaboration with the International Monetary Fundを基にJICA調査団作成

14

2. 欧州の動向

15

サマリ（欧州の動向）

COVID-19の影響が大きい欧州では、ロックダウンによる電力需要の減少に伴い再エネシフトが進む。企業による対アフリカ再エネ投資は継続・拡大見込み

	分類	概要
2.1	経済への影響	■ 他地域と比較しても経済の落ち込みが顕著 ➢ 欧州経済は、他地域と比較してもCOVID-19による経済への影響大 ➢ 影響度が最大の場合、FY2020の欧州連合（EU）の国々の経済成長率は▲10%と予測されており、回復は2022年以降になる見込み
2.2	復興策（EU）	■ COVID-19からの復興を契機に欧州グリーンディールを進める方針 ➢ 合計1.3兆EURの復興予算でCOVID-19からの回復を支援 ➢ 復興財源の活用により欧州グリーンディールを促進、気候変動や環境持続性関連への施策を進める方針
2.3	電源構成の変化	■ ロックダウンに伴う電力需要減少の結果、電源構成に変化あり ➢ 総発電量が減少し、特に石炭火力発電が大きく低下 ➢ 他方、再エネ発電量およびその割合は増加
2.4	ユーティリティ企業への影響	■ リスクはあるが、COVID-19による欧州ユーティリティ企業や再エネプロジェクトへの影響は限定的 ➢ 大手ユーティリティによる再エネプロジェクトへの投資、事業進捗、資金調達への影響は限定的 ➢ 他方、オフタイカーの支払い滞納により、電力料金引き下げ、PPA停止など政府が介入した事例もあり（ウクライナ）
2.5	電力会社のアフリカ投資・ビジネス（COVID-19以降）	■ 大手ユーティリティはアフリカへの投資を継続・拡大意向、オフグリッド（ミニグリッド・スタンドアローン型電源）企業はCOVID-19関連サービスを開拓 ➢ ENGIE（仏）は系統、オフグリッドともに再エネビジネスを継続的に拡大する意向 ➢ Winch Energy（英）、BBOXX（英）、Zola Electric（蘭）は保健医療施設の電化を促進

16

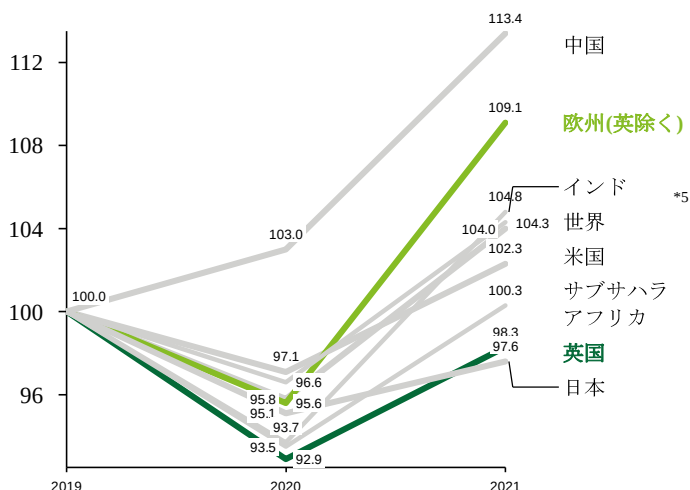
2.1. 欧州の動向-経済への影響

欧州経済は、他地域と比較してもCOVID-19による経済への影響が大きく、影響度が最大の場合、経済の回復は2022年以降になる見込み

経済成長予測（主要な地域・国）（再掲）

先進国に深刻な影響を与え、2020年中に封じ込めに失敗すると一層深刻化する可能性

2019年の各地域GDPを100とした時の予測（2020年10月時点）



COVID-19からの回復シナリオ（再掲）

影響度	前提条件	欧州連合（EU）のFY20経済成長率と回復見通し 2020年4月時点
穏やか	- 人々の行動様式と政策が大きく変化 - 米国と欧州における景気後退に伴い中・小規模事業が減少 - 米国と欧州が景気対策として大規模な財政支出を展開	△5.0% 2021年上期
比較的大きい	- 世界経済の低迷から中国経済の回復が遅延 - 西側諸国を中心に消費者心理が悪化 - 積極的な財政支出を展開するが、消費拡大には寄与せず	△8.0% 2021年下期
かなり大きい	- 世界的に金融システムが崩壊 - 積極的な財政支出を展開するも、消費は低迷 - 多数の倒産が発生し失業率が上昇	△10.0% 2022年以降

出所：IMF (2020) World Economic Outlook、Deloitte US (2020) Recovering from COVID-19 Economic cases for resilient leaders 18-24 month 6 April 2020などを基にJICA調査団作成

17

2.2. 欧州の動向-グリーンリカバリー（EU）

EUはCOVID-19に対する経済対策予算を活用し、既存の政策である欧州グリーンディールをさらに促進することで、グリーンリカバリー*1を進める方針

EUのCOVID-19に対する経済対策予算

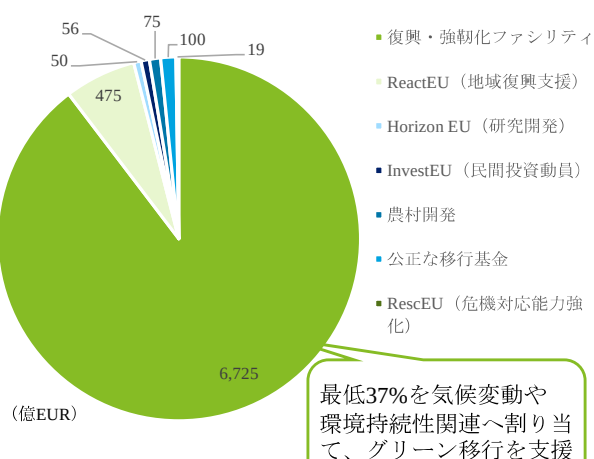
- ECは2020年4月、総額5,400億EURの経済対策予算を承認（下図①～③）、2020年5月、追加経済対策7,500億EURおよび次期多年度財政枠組み（下図④、⑤）を提案、7月に加盟国首相が合意。合計約1.3兆EURの予算で復興策を推進
- グリーンとデジタルの二つの移行を加速し、より公正でレジリエントな社会の構築を目指すとしている

プログラム名	概要
①欧州安定メカニズム（ESM）パンデミック危機支援	総額2,400億EUR COVID-19の直接・間接的な対策（医療・回復・予防）に対し各国GDPの2%相当額まで与信額の利用可能とする
②EIB中小企業向け融資保証	総額2,000億EUR 欧州投資銀行（EIB）による中小企業向け融資保証
③失業リスク緩和のための緊急支援（SURE）	総額1,000億EUR 各国政府が実施する時短勤務手当に対する、EUによる融資
④次世代のEU（Next Generation EU）	総額7,500億EUR 贈与3,900億EUR、融資3,600億EURを通じ、COVID-19からの加盟国の経済復興に充てられる一時的な緊急復興措置
⑤次期多年度（2021～2027年）財政枠組み（MMF）	総額1兆743億EUR 内訳は単一市場・イノベーション・デジタル、自然資源と環境、移民管理、安全保障と防衛、結束と強化、国際連携、運営費

COVID-19経済対策予算の欧州グリーンディールへの分配

- 欧州委員会は、復興財源（Next Generation EU）を最大限に活用し、EUの成長戦略である欧州グリーンディール（後述）を実現すべきであると述べている
- Next Generation EUの大部分を占める復興・強化ファシリテの最低37%を気候変動や環境持続性関連へ割り当て予定

Next Generation EUの予算内訳

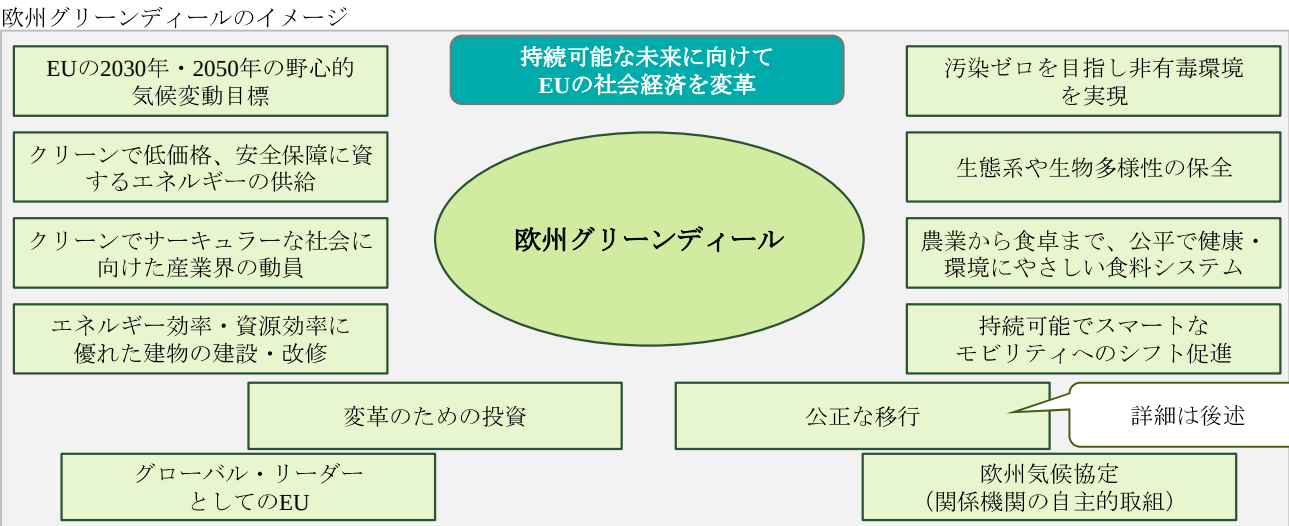


*1：COVID-19による景気後退への対策で、環境を重視した投資などを通じた経済再生を目指す。気候変動対応や生物多様性維持などに重点的に投資し、そこから雇用や業績の拡大を生みだす
出所：EC (2020) A recovery plan for Europe; <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/eu-recovery-plan/> (2020/12/4アクセス)などを基にJICA調査団作成

欧州グリーンディールとは、2019年に欧州委員会が発表した新たな成長戦略であり、2050年までのカーボンニュートラルの達成と雇用創出を目標とする

欧州グリーンディール概要

- 2019年12月11日、欧州委員会によって発表された欧州の新たな成長戦略である
- 気候変動対策を中核とした包括的な政策パッケージであり、2019年～2021年にかけて戦略、イニシアティブ、規制などを展開する
- 2050年までにカーボンニュートラルを実現し、人や動植物を汚染や公害から保護し、欧州企業がクリーン技術や製品のリーダーとなり、誰も取り残さない公正かつ包括的な社会変革を実現することを目標に掲げる



出所：EC (2019) COMMUNICATION FROM THE COMMISSION The European Green Deal、What is the European Green Dealなどを基にJICA調査団作成
19

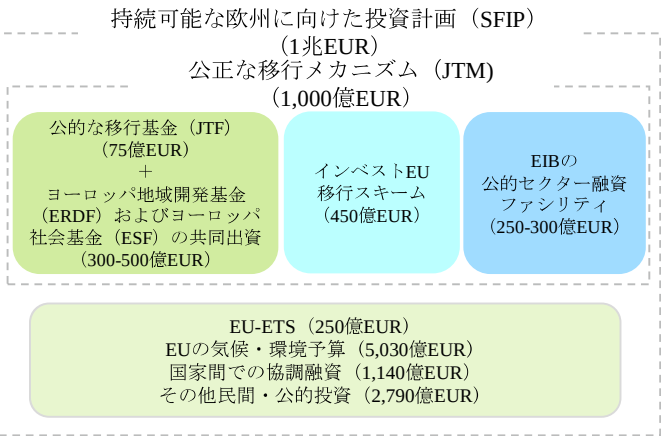
目標達成に向け、新規の資金メカニズムも構築

達成に向けた資金調達

- ・ 持続可能な欧州に向けた投資計画（SFIP）を設立し、2030年までに1兆EURの資金を動員予定
- ・ SFIPに公正な移行メカニズム（JTM）が導入され、2021-2027年で1,000億EURの資金を動員予定
- ・ その他、EU域内の共通炭素税構想も議論が行われている

公正な移行基金（JTF）の配分

- ・ JTFは、化石燃料依存の高い国の低炭素移行を支援するもの
- ・ 以下の点を基に資金を分配する
 1. 各国の一人当たりの国民総所得
 2. 資金の上限は一カ国あたり20億EUR
 3. 居住者あたりの最低援助額は6EUR
 4. 下記項目を基に評価



※スキームや基金間での金額は一部重複する

分類	評価項目	評価の重み
経済	EU排出原単位の平均値を超える地域における産業施設のGHG排出量	50%
	泥炭生産量	
	オイルシェールの生産量	
社会	石炭および亜炭採掘の雇用水準	50%
	EU排出原単位の平均値を超える地域における産業の雇用水準	

- ・ JTFを通じて提供される75億EURのうち、ポーランドには上限の20億EUR、ドイツには8.7億EURが割り振られる

出所：EC (2019) Investing in a Climate Neutral and Circular Economy、Allocation Method for the Just Transition Fundを基にJICA調査団作成
20

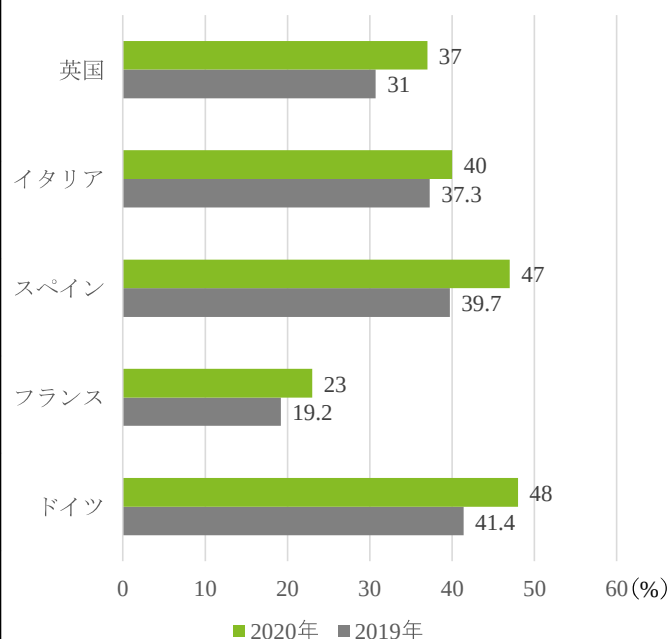
2.3. 欧州の動向-電源構成の変化

ロックダウンに伴う電力需要減少の結果、総発電量が減少し、特に石炭火力の発電量が大きく低下。他方、再エネはその割合を増加させている

欧州主要国における電源構成の変化（2020年11月時点）
（比較対象：2019年）

カテゴリー	国				
	英国	イタリア	スペイン	フランス	ドイツ
総発電量	237TWh (▲6.1%)	244TWh (▲5.7%)	243TWh (▲2.8%)	494TWh (▲7.5%)	492TWh (▲5.3%)
再エネ発電量	87TWh (13.3%)	94TWh (1.0%)	112TWh (14.3%)	112TWh (10.3%)	233TWh (4.1%)
再エネ発電割合	37% (6.3%)	40% (2.7%)	47% (7.3%)	23% (3.8%)	48% (4.6%)
ガス火力発電量	94.8TWh (▲16.8%)	109TWh (▲4.3%)	62TWh (▲20.3%)	34TWh (▲9.6%)	59TWh (7.9%)
石炭火力発電量	4.4TWh (▲27.1%)	18.6TWh (▲17.5%)	5TWh (▲53.6%)	1.4TWh (▲13.9%)	118TWh (▲21.7%)
原子力発電量	47.3TWh (▲10.2%)	0TWh (0%)	56TWh (▲0.6%)	333TWh (▲12.2%)	61TWh (▲14.5%)

欧州主要国における再エネ発電割合の変化（2020年11月時点）
（比較対象：2019年）



*1: 割合の比較的小さい廃棄物発電などの項目は省略しているため、総発電量は各カテゴリーの発電量合計に必ずしも一致しない
出所: Wartsila (2020) Energy Transition Lab提供ツール; <https://www.wartsila.com/energy/transition-lab> (2020/12/11アクセス) を基にJICA調査団作成

21

2.4. 欧州の動向-ユーティリティ企業への影響

負債・運転資本増加などのリスクがあるものの、欧州ユーティリティ企業のCOVID-19による2020年の信用力や再エネ投資計画への影響は少ない

信用力とリスク（2020年6月時点）

信用力	■ 欧州ユーティリティ企業（電力・ガス）の信用力は底堅く、COVID-19による影響は限定的 ➢ 2020年3月~6月に欧州のS&P格付け対象企業全体の21%がネガティブ見通し或いはクレジット・ウォッチネガティブ評価されたのに対し、ユーティリティセクターの格下げ企業は3%にとどまる
	大手ユーティリティ ■ 多くのユーティリティが2020年分の電力の販売価格を2019年中にリスクヘッジしているため、2020年の価格低下による影響は少ないが、2021年分は平均30~50%しかヘッジされていないため、価格低下の影響を受ける可能性がある ■ 売上を規制事業や再エネの契約価格（FITやCFD経由）から得ている企業が多く（上位14社中平均66%）、市場価格の変動による耐性を高めている。市場価格の影響を受けるビジネス割合の大きい企業（EDF、Fortum、Uniper、Statkraft、Vattenfallなど）は2021年のリスクあり
	送配電事業者 ■ デジタル化、自動化、分散化などの新規分野や再エネ接続の系統に対し継続して投資見込み
リスク	負債・運転資本増加 ■ 政府・規制当局による電力料金支払い期限延長・免除措置、倒産による未回収による運転資本の増加リスクはあるが、政府からの補助金により影響は少ない。COVID-19終息後補助金がなくなった際に負債増加の可能性あり
	ソブリン格付 ■ 国債の格下げによる影響を受ける可能性がある
	年金 ■ 必要額と運用資産評価額のギャップが拡大し、財務の悪化要因となる可能性がある

再エネプロジェクトの動向（2020年6月時点）

投資	■ 大手ユーティリティ企業の投資意欲は継続。投資パイプライン額の減少傾向も見られない。中小企業への建設フェーズ案件への投資も継続見込み ■ 欧州グリーンリカバリー（前述）も投資を加速
事業進捗	■ ロックダウンの期間も風力発電のサプライヤーなどは稼働しており、若干のプロジェクトの遅れはあるものの、プロジェクトサイクルを通し遅れの解消が可能 ➢ S&Pによると、Iberdrola、Enel、EDP、ENGIE、Orstedの今後二年間の再エネ設備容量増強計画は当初から変更なし ■ COVID-19発生直後の中国からのパネル供給網の分断により、屋根置き太陽光発電関連など、一部の小規模事業者は影響を受けている
資金調達	■ 投資家による投資の減少可能性はあるが、キャピタルマーケットへのアクセスの影響は限定的 ■ 他方、クロアチアやジョージアのユーティリティの中には、資金調達が困難となっている事例あり
電力購入契約	■ ウクライナでは政府系オフテイカーが再エネ発電の支払いを滞納したことにより、政府が再エネ料金を引き下げを承認し、支払いの再開と引き換えに、再エネ建設に係るPPAの停止を命じた事例あり

出所: S&P (2020) Despite COVID-19 Disruption, European Utilities Are Set For Growth; <https://www.spglobal.com/ratings/en/research/articles/200625-despite-covid-19-disruption-european-utilities-are-set-for-growth-11541545> (2020/12/18アクセス)、S&P (2020) EMEA Utilities Should Withstand COVID-19 Better Than Most Sectors を基にJICA調査団作成

22

2.5. 欧州の動向-電力会社のアフリカ投資・ビジネス（COVID-19以降）

大手ユーティリティはアフリカへの投資を継続・拡大意向、オフグリッド（ミニグリッド・スタンドアローン型電源）企業はCOVID-19関連サービスを開拓

大手ユーティリティ		スタンドアローン型電源企業	
ENGIE (仏)	■ アフリカビジネスの拡大方針に変更なし ■ 系統：アフリカ全土で3GWの火力、再エネ発電の実績があり、12GWが計画にある。南アフリカ、モロッコが中心で今後エジプトやセネガルに展開予定 ■ ミニグリッド：ENGIE Power Cornerを通じ、タンザニア、ザンビアでこれまで13カ所に構築。2030年までに4,000カ所に設立し500万人への電力供給が目標 ■ スタンドアローン型：買収したFenix International、Mobisolの技術・製品を活用しつつ展開。ウガンダではEIBから1,259万USDの融資提供契約締結（全て2020年7月時点）	BBOXX (英)	■ 在宅需要増加による既存顧客の機器更新や、保健医療施設への太陽光照明の導入など需要は底堅い ■ TVコンテンツ提供企業CANAL+（仏）とパートナーシップ協定締結 ■ 2万5,000世帯以上のPay As You Go（PAYG）の顧客データを収集・分析し、COVID-19の感染拡大当初から顧客への電力供給や支払い条件の緩和など対策を実施（全て2020年7月時点）
	■ 2022年までに再エネ電源比率を現在の44%から60%へ増加させるため、アフリカでの再エネビジネス（風力・太陽光）拡大にパートナーを模索（2020年4月時点） ■ サブサハラアフリカの再エネ開発のため、カタール投資庁（QIA）と会社設立（2021年1月時点）		■ 自宅学習増加による教育系テレビ番組需要の増加を機会に、太陽光発電パッケージ型PAYGテレビを発売（2020年7月時点）
ENEL (伊)		Azuri Technologies (英)	
Winch Energy (英)	ミニグリッド企業 ■ COVID-19対応として、太陽光発電モバイル保健医療設備「Winch Clinic」をシエラレオネなど5カ国に建設。今後12か月でシエラレオネ、ウガンダに52カ所以上のミニグリッドを建設予定（2020年7月時点）	Zola Electric (蘭)	■ ロックダウンやソーシャルディスタンス施策で訪問販売への影響があり。COVID-19感染拡大直後の売上が大幅に減少したが、その後増加に転じる ■ ナイジェリア、ルワンダ、ガーナ政府から必須サービス提供事業者に認定されており、診療所などの電化プロジェクトを官民と連携し実施（全て2020年7月時点）
		Luoms (蘭)	■ COVID-19感染拡大以降、オランダ開発金融公社（FMO）、米国国際開発金融公社（DFC）からコートジボワールおよびナイジェリアでのビジネス拡大のため資金支援を受ける。2021年は西アフリカ地域にビジネス拡大予定（2020年9月時点）

出所：各社HP、各種報道、Power Africa (2020) Serving and Supporting Off-grid Customers During COVID-19; <https://powerafrica.medium.com/serving-and-supporting-off-grid-customers-during-covid-19-8b371c81c58> (2020/12/18アクセス)などを基にJICA調査団作成

3. 新興国・途上国の動向

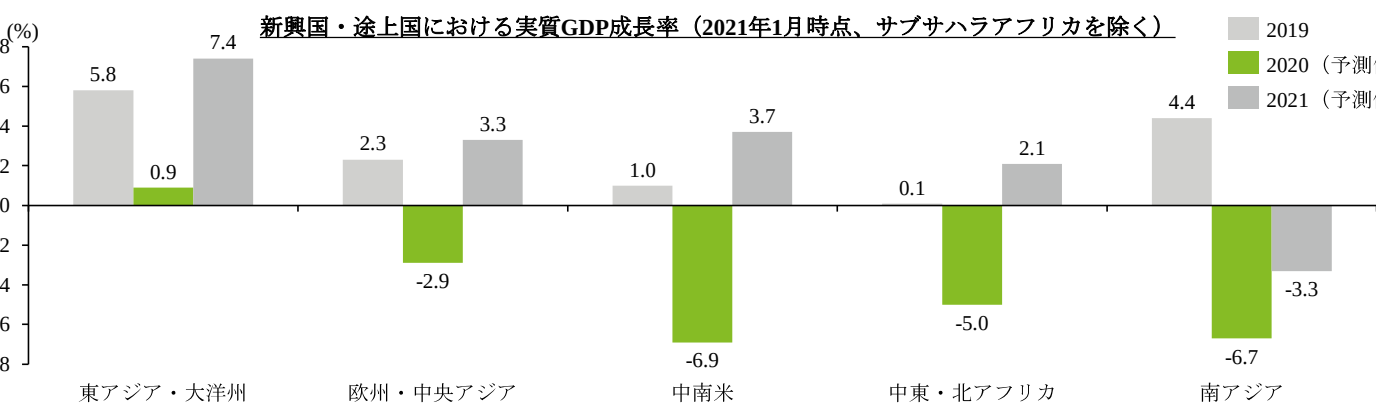
地域によりその度合いに差があるものの、経済、エネルギー、電力会社の売上・財務状況、再エネプロジェクトおよび投資にマイナスの影響が見られる

	分類	概要
3.1	経済への影響	■ 新興国・途上国の2020年の経済成長率は、全ての地域において前年から大きく低下する見込み（2021/1時点） ➢ 東アジア・太平洋を除く全ての地域においてマイナス成長の予測 ➢ 特に感染者数の多い中南米や南アジアにおける影響が大きい
3.2	エネルギーへの影響	■ ロックダウンなどの措置に伴い多くの国・地域で、2020年の電力需要が低減 ➢ 特にCOVID-19の影響を強く受けている中南米における需要は大きく減少
3.3	電力会社への影響	■ 多くの国・地域の電力会社の売上・財務状況が悪化 ➢ 大口電力需要低下による収入減少、政府から送配電企業への電力購入義務や固定費によるコスト増加などが原因となり、電力会社の売上および財政状況が悪化
3.4	再エネプロジェクトへの影響	■ COVID-19により再エネ設備容量の導入の停滞、プロジェクトの遅延などの影響 ➢ 2020年の再エネの設備容量は多くの地域で2019年の実績を下回る見込み ➢ 資金・資材不足やロックダウンの影響により、多くの地域で再エネプロジェクトの進捗が遅延
3.5	再エネ投資への影響	■ 新興国・途上国の再エネへの新規投資は先進国以上に影響を大きな影響 ➢ Climate Scopeによると、COVID-19により2020年の新興国・途上国への再エネ投資（新規アセットファイナンス）は前年同期比で、過去数年間で最大のマイナスを記録する可能性
3.6	復興策	■ 新興国・途上国の一部の国では、グリーンリカバリーの要素を経済復興策の中に取込む ➢ インド、マレーシア、ミャンマー、インドネシア、ブラジル、メキシコでは、再エネ・オフグリッド促進などの関連政策を策定

25

3.1. 新興国・途上国の動向-経済への影響

2020年の経済成長率は、全ての地域において前年から大きく低下する見込みである



地域 ¹	概要
東アジア・大洋州	■ 2021年1月時点でCOVID-19の新規感染者数が他国と比較すると少ない中国・ベトナムは比較的経済への影響が少ないが、東アジア・大洋州の2/3以上の地域においては、各国平均成長率から7%以上を下回っており、1967年以降の最低成長を記録する見込み。
欧州・中央アジア	■ 地域の約2/3がリーマンショックより深刻な経済不況になる見込み。
中南米	■ 感染者数が多い中南米においては、感染防止対策として公共活動が制限され、経済状況が悪化。個人・企業もリスク回避的である。新興国・途上国地域で最も低い成長率。
中東・北アフリカ	■ 石油価格と需要の急激な下落により、経済状況が更に悪化し、深刻な経済不況。
南アジア	■ 世界の約23%の人口を擁す当該地域では特にインドにおいて感染者数が多く、感染抑止のためのロックダウンによる影響で経済が悪化。

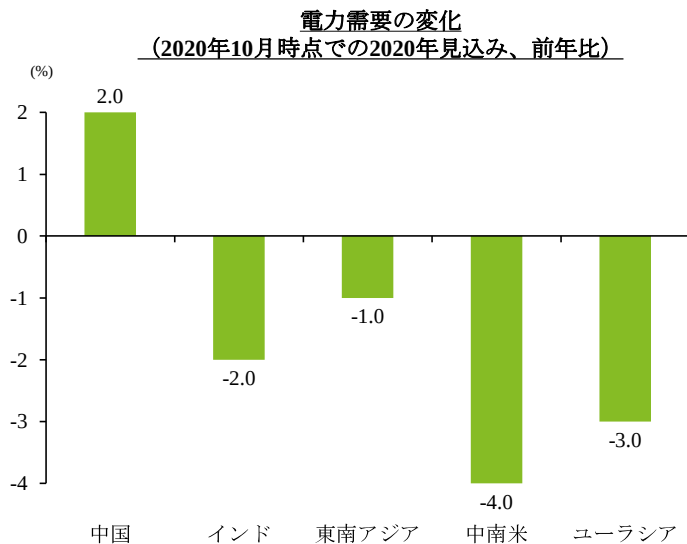
*1：地域カテゴリは、以下の出所WBのレポートに基づく
出所：World Bank (2021) Global Economic Prospectsを基にJICA調査団作成

3.2. 新興国・途上国の動向-エネルギーへの影響

新興国・途上国では、多くの国・地域でCOVID-19によるロックダウンの影響を受け、電力需要が低減

新興国・途上国における電力需要への影響

- 地域による差はあるものの、ロックダウンの影響を受け、2020年の新興国・途上国の電力需要は多くの国・地域で低減
- 特にCOVID-19の影響を強く受けている中南米における需要は大きく減少



出所：IEA (2020) Electricity Market Reportを基にJICA調査団作成
27

中国	■ 2020年1~3月の電力需要は約▲8%であったが、3月後半以降の経済活動再開に伴い、電力需要も回復 ■ 2020年4~10月には前年同期比約6%増加し、通年では前年比2~3%増加の予測
インド	■ 2020年3月末のロックダウンにより電力需要は約▲28%となったが、その後の活動制限緩和に伴い需要も回復 ■ 8月上旬には前年並み、9~10月は前年同月比で増加。通年では前年比約▲2%、2021年には回復の見込み
東南アジア	■ 他地域に比較すると影響は小さいが、COVID-19による経済活動停滞に伴い2020年は約▲1%の見込み ■ インドネシアでは最大約▲11%、タイでは2020年1~8月で約▲3.7%、マレーシアでは1~10月で約▲5%を記録
中南米	■ 2020年の電力需要は前年比約▲4%の見込み ■ ブラジルでは、感染対策が強化された2020年3~7月に、前年同期比約▲6%、2020年1~10月に約▲2.9%を記録 ■ メキシコでの電力需要は最大約▲8%、1~9月で約▲2%を記録
ユーラシア	■ 電力需要は約▲3%であり、主にロシア（同約▲3%）の需要減少の影響が強い

3.3. 新興国・途上国の動向-電力会社への影響

大口需要家の電力需要低下やコスト増加などが原因となり、新興国・途上国の多くの国・地域において、電力会社の売上や財務状況が悪化

新興国・途上国における電力会社への影響

- 大口需要家の電力需要低下による収入減少、政府から送配電企業に対する電力購入義務や固定費によるコスト増加などが原因となり、電力会社の売上および財政状況が悪化
- 顧客から電力会社への支払いに対し、各国政府は全額あるいは一部免除、延期などの措置を取る
- 電力会社の財務流動性の改善を支援をしている国は少なく、ほとんどの国の政府では顧客側の支払い対策のみ実施

各地域における電力会社への影響（例）（2020年9月時点）

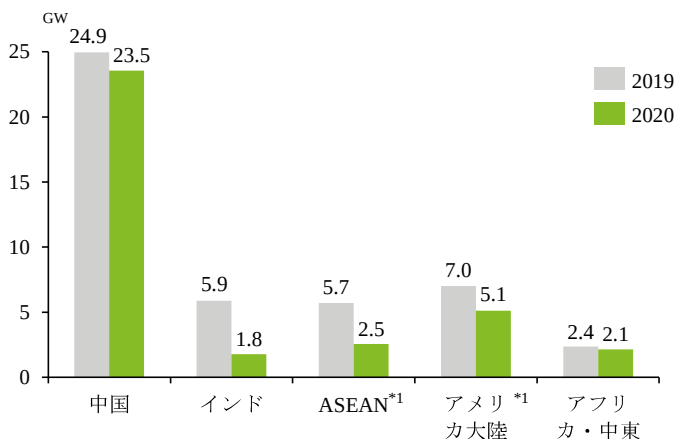
インド	■ Must Run制度（主に太陽光発電所や風力発電所由来の電力が、系統の安全性や設備・人員の安全性以外の理由で抑制されてはならないという規則）により、配電会社は燃料価格の低下や需要の低下にも関わらずPPA価格を支払い続けなければならない、その結果平均供給コストが13.5%増加 ■ インドの配電会社のFY2021損失額は、前年比67%増加の約67億USDの見込みである
ネパール	■ 2020年3月ロックダウンの結果、電気料金の平均徴収率が低下。国営電力会社は料金割引を通じて消費を促進させたが、割引料金は、約400万USD分の損失となった
ベトナム	■ 2020年第2四半期には、上場水力発電会社20社のうち、12社の利益が減少し、前年の利益を上回る企業は2社のみにとどまった

出所：IFC (2020) Lessons for Electric Utilities from COVID-19 Responses in Emerging Markets、その他公開資料を基にJICA調査団作成
28

3.4. 新興国・途上国の動向-再エネプロジェクトへの影響

新興国・途上国では、COVID-19により再エネ設備の導入が停滞し、プロジェクトが遅延するなどの影響を受けている

地域別の再エネ設備容量



- IEAの分析によると、新興国・途上国を中心とした地域において、再エネの設備容量は前年比で減少
- ASEANでは、2020年1月～6月にかけて導入された設備容量が前年同時期比で約▲60%。主にタイとインドネシアにおけるロックダウンによる建設活動中止が原因
- アメリカ大陸では、ブラジル、アルゼンチン、チリなどで予定していた入札が中止され、2020年前半の新規に導入された再エネ設備容量はゼロであった

*1:先進諸国含む

出所：IEA (2020) Renewables 2020、IEA (2020) The coronavirus pandemic could derail renewable energy's progress. Governments can help., GWEC (2020) WIND INDUSTRY & COVID-19 RESPONSE HUBを基にJICA調査団作成

29

再エネのサプライチェーン (SC) 概況とCOVID-19による影響

太陽光発電	【SC概況】 太陽光発電関連機器の約70%は中国から、約10~15%は東南アジアに建設された中国の工場にて製造されるため、中国の影響を大きく受ける
	【COVID-19による影響】 2020年2月のロックダウンにより、中国の製造施設が一時中断したが、生産活動を徐々に再開 (2020年5月時点)
風力発電	【SC概況】 風力発電のSCは主要ハブ欧州を始めアメリカ大陸、アジアなど各地に展開されており、各国の影響を受ける
	【COVID-19による影響】 2020年3月、ロックダウンによりインドでは関連製造施設の生産を中止 (2020年5月時点)

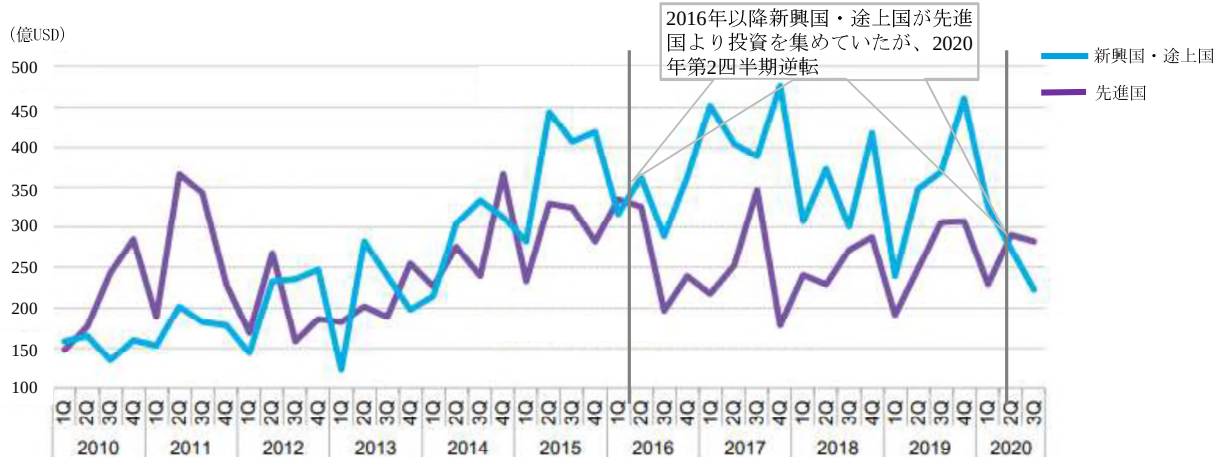
エネルギー関連プロジェクトの進捗状況 (例) (2020年7月時点)

アジア	インド	■ 2020年上半期、感染対策や資金不足により多くの再エネプロジェクトが延期・中止となった
	ネパール	■ 洪水とロックダウンの影響で資材不足となり、24の水力発電プロジェクトで遅延発生が予測されている
中南米	アルゼンチン	■ 経済状況悪化により再エネプロジェクト立ち上げ遅延が予測されている
	チリ	■ 2020年の電力需要が5.4%減少する見込みのため、新規の入札を停止

3.5. 新興国・途上国の動向-再エネ投資への影響

COVID-19により、新興国・途上国の再エネへの新規投資は先進国以上に影響を大きく受けている

四半期毎の再エネに対する新規アセットファイナンス額推移



- ClimateScope*1によると、COVID-19により2020年の新興国・途上国への再エネ投資（新規アセットファイナンス）は、先進国と比較し大きな影響を受けている
- 先進国では、2020年1~9月に前年比約76%の再エネ投資額を動員しており、2020年全体では昨年並みとなることが予想されている
- 他方新興国・途上国では、同期間の投資額が前年比の約58%に留まり、特に2020年第3四半期の投資額は2014年第1四半期以来の最低水準にまで落ち込んでいる。この結果、2020年全体では前年同期比で過去数年間で最大のマイナスを記録する可能性がある

*1: Bloom NEFにおける主に新興国のクリーンエネルギーへの投資状況や市場を評価・分析するプロジェクトである。2020年は108の新興国・途上国と29の先進国の情報を収集。

出所：BNEF (2020) Climate Scope Emerging Markets Outlook 2020

30

3.6. 新興国・途上国の動向-復興策

新興国・途上国の一部の国では、COVID-19からの経済復興策の中にグリーンリカバリーの要素を取り入れている

各地域における復興策（例）

南アジア	インド	■ COVID-19発生以来約43.5億USDのクリーンエネルギー関連の政策を発表（2021年2月時点） ➢ 2022年まで太陽光・風力発電の州間送電費の免除、250MW以上の発電プロジェクトの入札者に再エネ割合を51%以上義務付ける新制度の公表、など複数の政策が策定されている
	マレーシア	■ 2020年9月、COVID-19による関連セクターへの投資促進を目的に、大規模太陽光（LSS）調達プログラムの一環として、1GWの太陽光発電入札を開始
東南アジア	ミャンマー	■ 2020年4月、COVID-19経済救済計画を公表。感染拡大による特定セクターへの影響緩和策の一つとして、再エネを通じた投資促進を掲げる
	インドネシア	■ COVID-19発生以来約2.4億USDのクリーンエネルギー関連の政策を発表（2021年2月時点） ➢ 再エネプロジェクト関連の付加価値税（VAT）および所得税の引き下げ、家庭用屋根置き太陽光発電、スタンドアローン型太陽光発電やミニグリッドの導入に係る補助金などの支援を実施
中南米	ブラジル	■ COVID-19発生以来約10.5億USDのクリーンエネルギー関連の政策を発表（2021年2月時点） ➢ 持続可能なインフラ開発のためのグリーンボンドスキームの策定、経済社会開発ブラジル国家銀行による風力発電や省エネプロジェクトへのファイナンス支援が行われている
	メキシコ	■ COVID-19発生以来約9.2億USDのクリーンエネルギー関連の政策を発表（2021年2月時点） ➢ 2020年9月、世界で初めて国連が推進するSDGsに連動した7億5,000万EURの持続可能なソブリン債「持続可能な開発目標ソブリン債フレームワーク」を世界で初めて発行

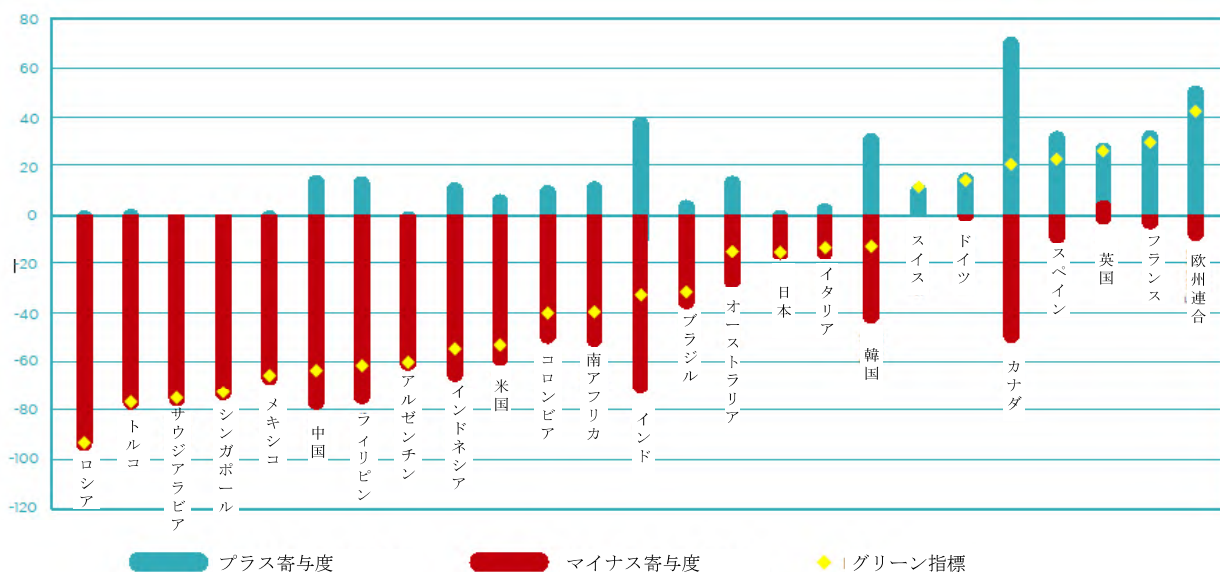
出所：Vivideconomics (2020) Greenness of Stimulus Index、Track public money for energy in recovery packages HP; [Energy Policy Tracker - Track funds for energy in recovery packages](#) (2021/2/12アクセス)、UNEP HP、ASEAN Centre for Energy HP、World Bank (2021) Global Economic Prospects、その他報道記事を基にJICA調査団作成

31

<参考>世界各国のグリーンリカバリーの状況

COVID-19からの経済復興策は、環境や気候変動への配慮が少ない形で実施されている途上国・新興国も多い

主要国のCOVID-19からの経済復興策におけるグリーン度



- 英国の調査会社Vivid Economicsが、各国の経済復興策、環境政策などを調査し、政策がグリーンに分類されるか否かを評価
- 例えば経済復興のためではあるが、環境への配慮が欠けたインフラ開発計画はマイナス寄与度に、グリーン関連PJや製品への補助金はプラス寄与度に分類される

出所：Vivid Economics (2020) Greenness of Stimulus Index

32

4. アフリカの動向

33

サマリ（アフリカの動向-全体）

従前からの債務国や資源依存国の経済状況は悪化。電化率の進捗、電力会社の財務状況など負の影響が見られるものの、投資家による再エネ投資意欲は継続

	分類	概要
4.1 4.2	経済への影響 (GDP)	■ アフリカ大陸全体で経済にマイナスの影響 ➢ 2020年の経済成長率の低下が予想されており、感染の影響が長引く程打撃は大きい ➢ 調査対象12ヶ国でも前年比経済成長率は大幅に低下、南部アフリカ4か国はマイナス成長の予想
4.3	経済への影響 (インフレ率・債務比率)	■ 調査対象12カ国における対GDPインフレ比率、対GDP債務比率が上昇傾向 ➢ 世界的な経済不安による域内経済の悪化や供給網の分断により複数国でインフレが発生 ➢ COVID-19前から高い債務を抱える国が多かったが、感染拡大により対GDP債務比率が拡大
4.4	経済への影響 (財政収支・経常収支)	■ 財政赤字、経営赤字が深刻化 ➢ 各種補助金や減税による予算支出増加と輸出減少による歳入悪化により財政赤字が深刻化 ➢ FDI額や送金額の減少により、経常収支も打撃
4.5	エネルギーへの影響 (電化率)	■ 過去数年間継続的に上昇していた電化率が、2020年は低下傾向の見込み
4.6	エネルギーへの影響 (資源国への影響)	■ COVID-19はエネルギー関連（原油、石炭）のコモディティ価格にもマイナスの影響 ➢ 2020年4月時点で、コモディティ価格が全般的に低下したが、特に原油の価格は約50%低下 ➢ 調査対象12カ国では資源依存国の影響が大きく、特に石油依存国の経済成長率が大幅に低下
4.7	エネルギーへの影響 (その他の課題)	■ 当該地域で抱えていた既存の課題がCOVID-19によりさらに深刻化 ➢ COVID-19以前より課題であった消費者の電力料金支払い能力や電力会社の財務基盤の脆弱さが感染拡大に伴い深刻化した
4.8	エネルギーへの影響 (電力需要・再エネ導入量)	■ 経済活動が再開された場合、電力発電量や再エネ発電の導入量は増加の傾向 ➢ アフリカエネルギー商工会議所の見通しでは、今後10年間継続的に電力需要および再エネ導入量が増加する
4.9	アフリカの再エネへの投資・ビジネス	■ アフリカビジネスマガジンのアンケートによると、COVID-19の影響はあるものの、今後の再エネ投資に積極的な意見が多数 ➢ 調査参加者の50%以上が2020-2021年投資戦略に影響を与えると述べる一方、2021年以降の投資については、約70%がポジティブな見方をしている
4.10	復興策	■ 国家復興策としてのグリーンリカバリーについて、事例は少ないがコミットしている国もある ➢ ナイジェリアや南アフリカではグリーンリカバリーをCOVID-19からの経済復興策に取入れている

サマリ（アフリカの動向-詳細調査対象国）
各国における現状は以下の通り

	分類	概要
4.11	ウガンダ	✓ 2020年の電力需要は、鉱業、建設、重工業の操業停止により、約4.0%減少する見込みであるが、2021年は経済回復により9.2%増加し、2019年を上回るレベルに達する予想。 ✓ システム電源では、電力会社がロックダウンによる人手不足などを理由にPPT契約に対するフォース・マジュールを主張。オフグリッドでは、企業がSC分断により財務・運用面への影響を受けているが、政府による具体的な救済措置はない状況。 ✓ 他方、World BankやGIZよりCOVID-19からの回復支援が行われている。
4.12	ナイジェリア	✓ 電力需要はロックダウン期間は企業や工場での需要が減少し、家庭での需要が増加。 ✓ 月収の大部分を占める需要家が料金未払のまま自社施設等を一時的に閉鎖したため、ロックダウン期間に配電事業者は想定集金額の50%を損失。 ✓ 顧客への電気料金の請求が一時停止され、政府が一定期間の電気料金を負担。 ✓ 再エネ民間企業によると、一時的に減少した海外からの投資は戻ってきているとのことである。 ✓ World Bank、IFC、Power Africa等によりCOVID-19による支援が提供された。
4.13	アンゴラ	✓ 需要への影響は、サービス・産業部門でわずかにあったが、アンゴラでは電力需要の大部分を家庭部門が占めているため、大きな影響は見られなかった。 ✓ 供給業者やロジスティックの制限により機材のスペアパーツや消耗品の取得に制限があった ✓ 国際機関からは主に保健分野における支援が提供された。

35

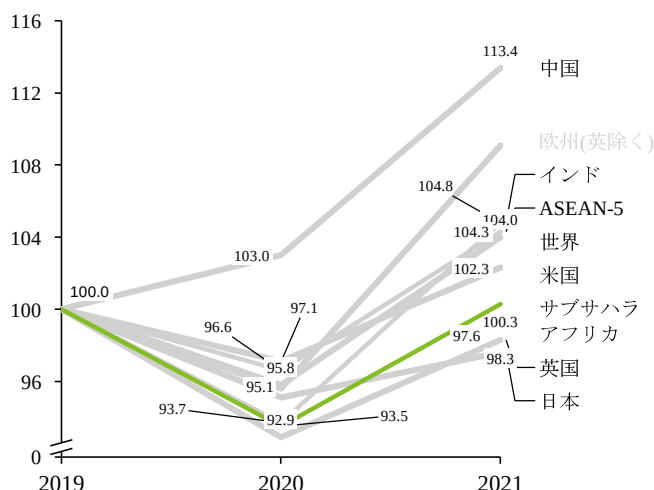
4.1. アフリカの動向-経済への影響1（GDP）

アフリカの2020年の経済成長率は、COVID-19発生前の予想と一転マイナス成長が予想されており、感染の影響が長引く程その打撃は大きい

経済成長予測（主要な地域・国）（再掲）

先進国に深刻な影響を与え、2020年中に封じ込めに失敗すると一層深刻化する可能性

2019年の各地域GDPを100とした時の予測(2020年10月時点)



COVID-19からの回復シナリオ（再掲）

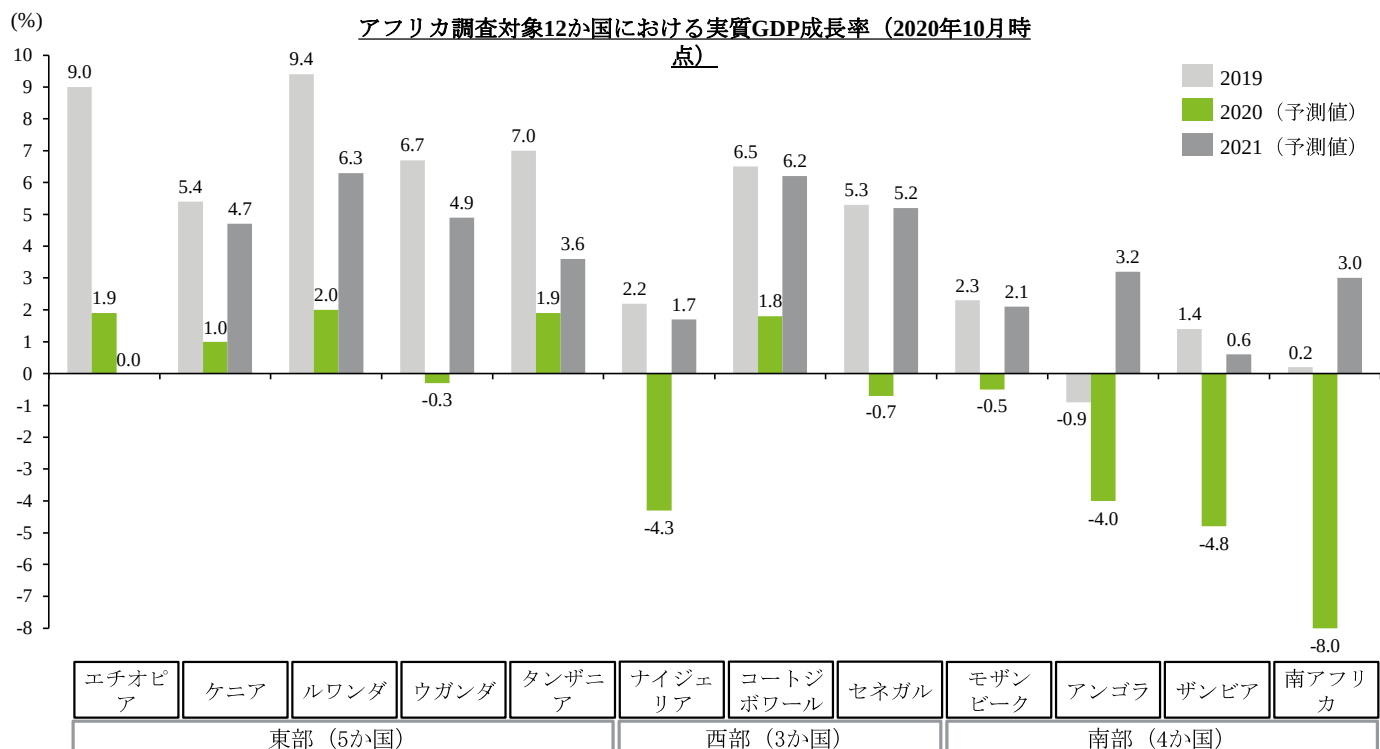
影響度	前提条件	アフリカ*1 のFY20見通し 2020年4月時点
穏やか	- 人々の行動様式と政策が大きく変化 - 米国と欧州における景気後退に伴い中・小規模事業が減少 - 米国と欧州が景気対策として大規模な財政支出を展開	△2.1%
比較的大きい	- 世界経済の低迷から中国経済の回復が遅延 - 西側諸国を中心に消費者心理が悪化 - 積極的な財政支出を展開するが、消費拡大には寄与せず	△5.1%
かなり大きい	- 世界的に金融システムが崩壊 - 積極的な財政支出を展開するも、消費は低迷 - 多数の倒産が発生し失業率が上昇	△7%

*1:北アフリカ地域を含むアフリカ全体の値。数値は世界銀行の推定値を取得

IMF (2020) World Economic Outlook、Deloitte US (2020) Recovering from COVID-19 Economic cases for resilient leaders 18-24 month 6 April 2020などを基にJICA調査団作成

4.2. アフリカの動向-経済への影響2（調査対象12カ国のGDP）

調査対象12ヶ国*1では全ての国が2019年と比較し2020年のGDP成長率の大幅な低下が見込まれている。特に南部アフリカの4各国はマイナス成長見込み



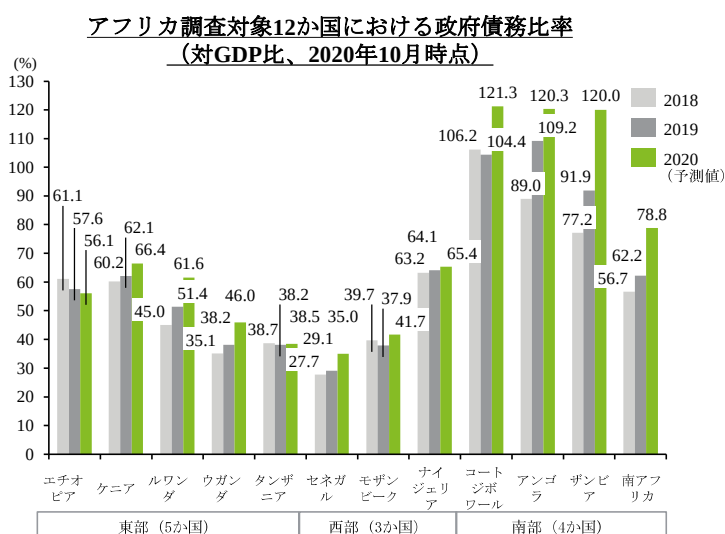
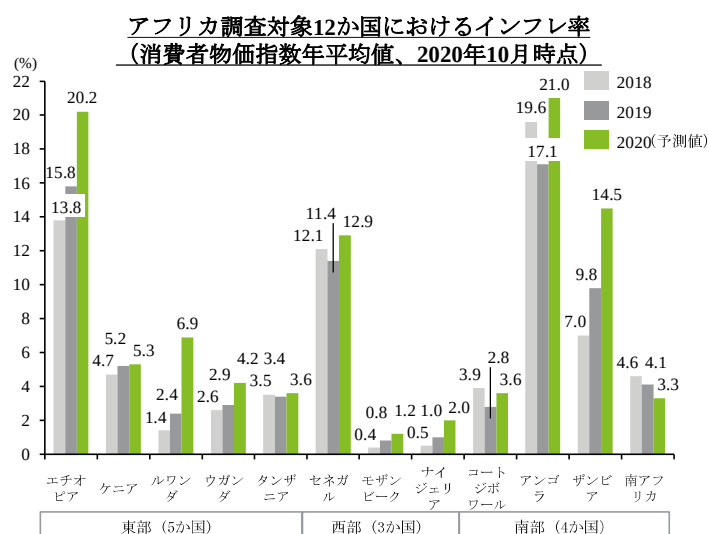
*1:本調査において、調査対象協力国候補として指定された国

出所：IMF (2020) World Economic Outlook、AfDB (2020) Africa Economic Outlook 2020 supplement Amid COVID-19を基にJICA調査団作成

37

4.3. アフリカの動向-経済への影響3（インフレ率・政府債務比率）

世界的な経済不安による域内経済悪化や供給網の分断により複数の国でインフレが発生、政府の対GDP債務比率も増大



- 調査対象12カ国中のほとんどの国でインフレ率が上昇しており、2020年に前年比5%程度上昇した国も複数存在する
- インフレの主な要因は、食料輸入やエネルギー供給の混乱、ロックダウンなどによる需要の減少である
- また、国外への資本逃避、国外収入の減少、医療機器輸入の増加や財政・経常赤字の増加による貯蓄減少、通貨切り下げも原因として挙げられる

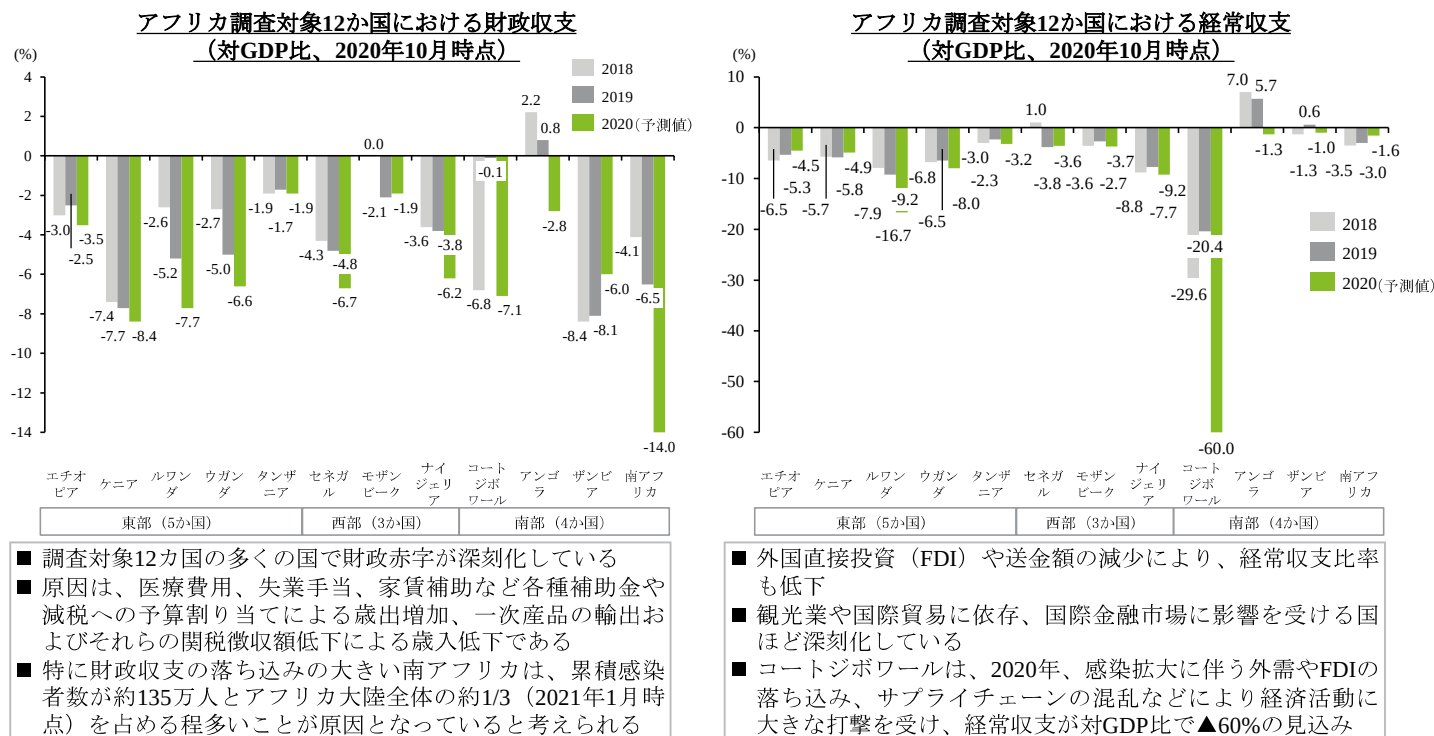
- COVID-19発生前から高い債務を抱える国が多かったが、国の財政悪化により2020年には、調査対象12カ国において、南アフリカを除く南部3カ国の対GDP債務比率が120%以上となる見込み
- そのため、市場がリスク回避傾向となり、さらなる新規債券発行は難しい状況である。
- 各国に対しドナーによる債務支払い猶予がとられている

出所：IMF (2020) World Economic Outlook、AfDB (2020) Africa Economic Outlook 2020 supplement Amid COVID-19を基にJICA調査団作成

38

4.4. アフリカの動向-経済への影響4（財政収支・経常収支）

調査対象12カ国ではCOVID-19関連予算の増加などによる財政収支、外国直接投資や送金額の減少による経常収支へのマイナス影響が見られる

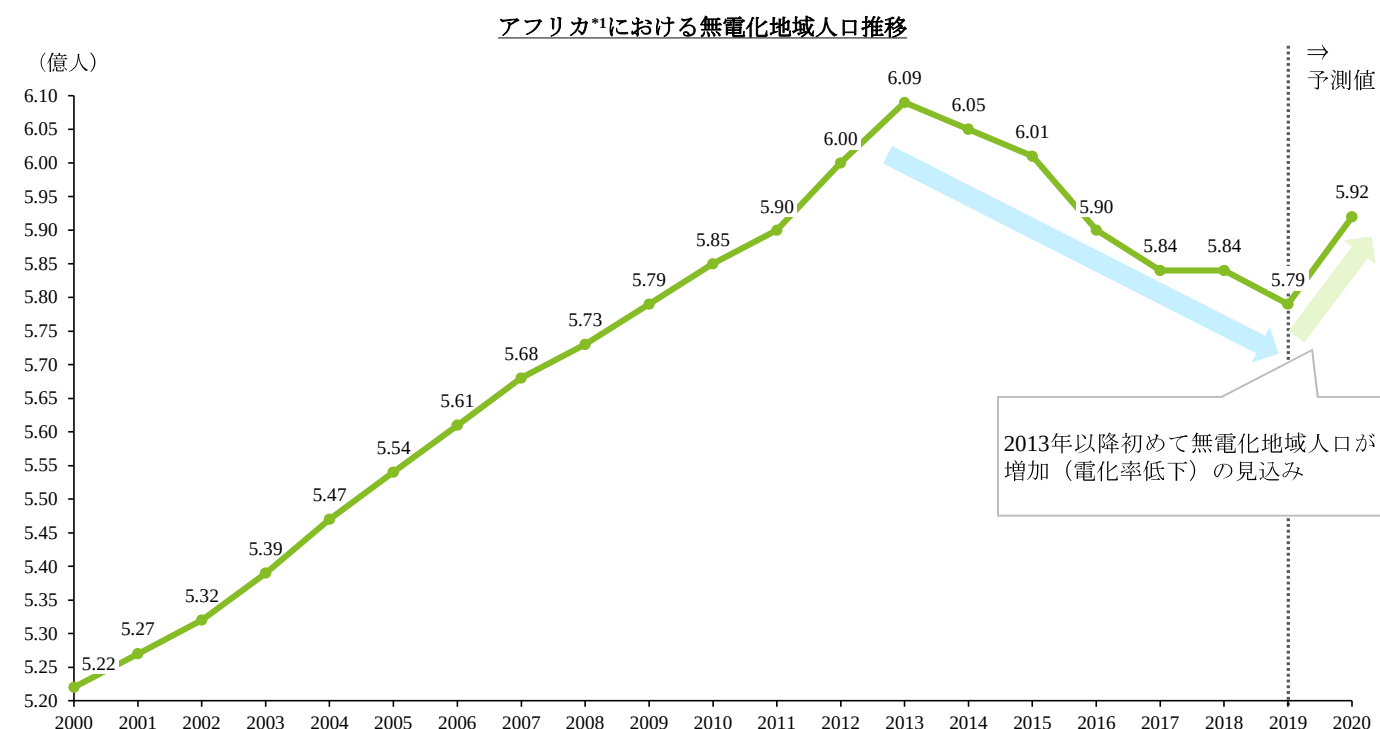


出所： IMF (2020) World Economic Outlook、AfDB (2020) Africa Economic Outlook 2020 supplement Amid COVID-19を基にJICA調査団作成

39

4.5. アフリカの動向-エネルギーへの影響1（電化率）

2013年から継続的に減少していたアフリカ地域の無電化地域の人口がCOVID-19により増加傾向となる見込み



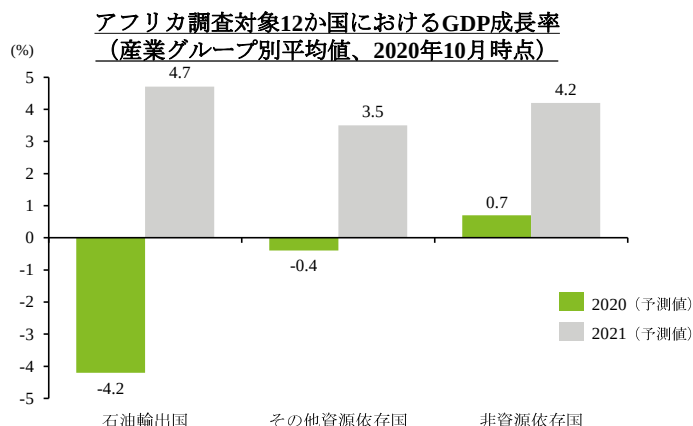
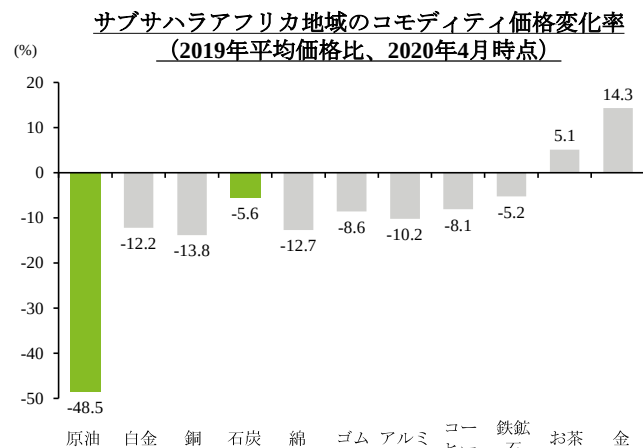
*1:北アフリカ地域を含むアフリカ全体の値

出所： IEA (2020) The Covid-19 crisis is reversing progress on energy access in Africa を基にJICA調査団作成

40

4.6. アフリカの動向-エネルギーへの影響2（資源国への影響）

エネルギー関連のコモディティの落ち込みが激しく、石油・その他の資源依存国は、非資源依存国より受ける影響が大きい



【産業グループ】*1
 ・石油輸出国：アンゴラ、ナイジェリア
 ・その他資源（金、ゴムなど）依存国：南アフリカ、タンザニア、ザンビア
 ・非資源依存国：コートジボワール、エチオピア、ケニア、モザンビーク、ルワンダ、セネガル、ウガンダ

- 2020年4月時点で、コモディティの価格が全体的に低下しており、特にエネルギーや金属関連コモディティ価格の落ち込みが激しい
- 原油価格は2019年比で約50%低下

- 原油価格の減少により、特に石油輸出国のGDP成長率の低下が激しいと予測されている
- その他資源依存国についてもコモディティ価格低下によるGDP成長率の低下が見込まれる
- 一方、非資源依存国は、比較的影響が少ない

*1:出所のAfDB (2020)中の分類に基づく

出所：IMF (2020) World Economic Outlook、AfDB (2020) Africa Economic Outlook 2020 supplement Amid COVID-19、WorldBank(2020) Global Economic Prospects を基にJICA調査団作成

41

4.7. アフリカの動向-エネルギーへの影響3（その他の課題）

COVID-19以前より一般世帯の電力料金支払い能力や企業の財務基盤の脆弱さが感染拡大に伴い深刻化

アフリカ地域の電力セクターにおけるCOVID-19により発生した課題

課題	影響
保健医療施設の電化	■ 全保健医療施設の28%のみしか信頼性の高い電力供給ができておらず、必要な医療が提供できていない状況である（2020年6月時点）
一般世帯の電力料金支払い能力低下	■ 経済不況による失業などの影響で、電力料金を支払うことのできない世帯が増加。セネガルやガーナでは、貧困家庭の料金支払いを据え置く措置が取られている（セネガル2020年7月、ガーナ2020年4月時点）
電力企業の財務状況悪化	■ IFCによると、オフテイカーとなる送配電企業は従前、財源の平均44%を運用、メンテナンス、債務返済に割当てていたが、COVID-19により一般世帯からの電力料金の徴収率が10%、電力需要が15%それぞれ減少したと想定した場合、上記の割合が約6%に減少する見込みである。送配電企業の財務状況の悪化は、IPPへの未払いリスクにも繋がる（2020年9月時点） ■ 南アフリカでは従前より国営企業のESKOMの債務対GDP比で約10%、その内80%を政府が保証している状態であったが、ロイター通信によると、COVID-19によりその財務状況はさらに悪化する見込み ■ ケニアでは、ケニア電力・電灯公社（KPLC）当期純利益は前年比▲25%以上、過去16年間で最悪と予測するものの、ケニア発電公社（KenGen）は前会計年度から8.3%の増益（2020年6月時点） ■ AfDBの資料によると、最新の調査の結果ではオフグリッド企業はCOVID-19により30-40%の収益を失い、70-85%の企業は現在の状況では営業コストの4ヶ月未満のみしかカバーできないと推定されている*1（2020年12月時点）

課題解決に向けた提言

- UNECA（国連アフリカ経済委員会）は、COVID-19からの復興のため、①民間資本の参加促進とエネルギーインフラへの投資維持、②民間投資促進のための規制やビジネス環境整備、③エネルギーアクセス拡大とエネルギー移行、④官民パートナーシップによる課題への取り組み、⑤持続可能な復興と成長支援に向けた投資、を行うための財政確保が必要と提言している

*1:一部南アフリカ・東南アジアも含むが主にアフリカでビジネスを行っている企業を対象としている

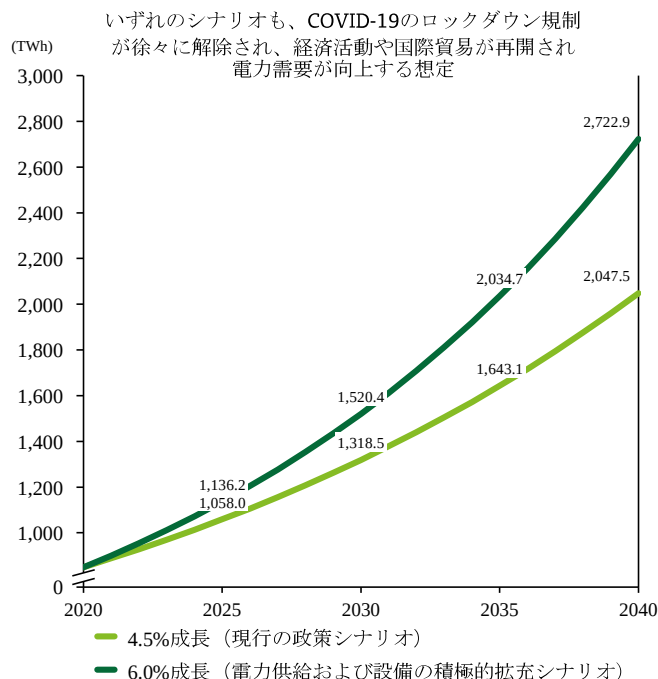
出所：UNECA (2020) The Impact of Covid-19 on Africa's energy sector and the role of RE to empower a long term and sustainable recovery、IEA (2020) Africa and Covid-19: Economic recovery and electricity access go hand in hand、SE4ALL (2020) Identifying options for supporting the Off-Grid sector during COVID-19 crisis、IFC (2020) Lessons for Electric Utilities from COVID-19 Responses in Emerging Markets、KONRAD ADENAUER STIFTUNG (2020) The impacts of Covid-19 on the power sector in sub-Saharan Africa, and the role of the power sector in socioeconomic recoveryなどを基にJICA調査団作成

42

4.8. アフリカの動向-エネルギーへの影響4（電力需要・再エネ導入量見通し）

COVID-19のロックダウン規制が徐々に解除され、経済活動が再開された場合、電力発電量や再エネ発電の導入量は増加の傾向が見込まれている

アフリカ^{*1}における2040年までの発電量見通し

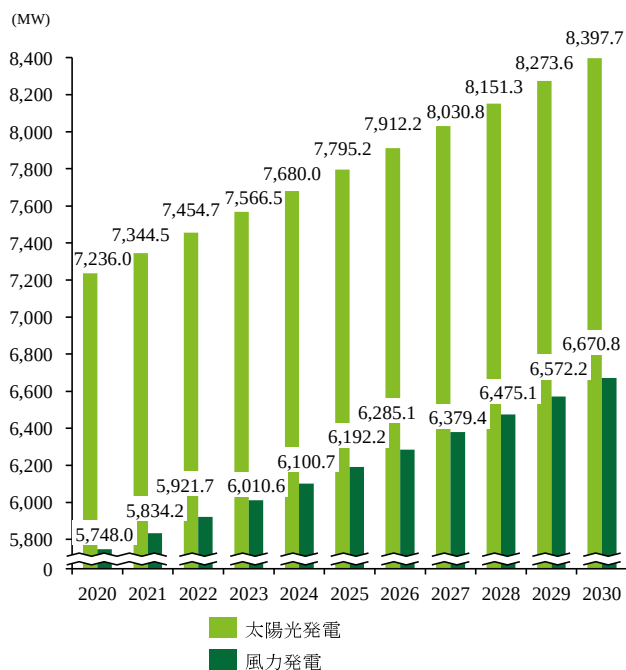


*1:北アフリカを含む

出所：African Energy Chamber (2021) African Energy Outlook 2021 を基にJICA調査団作成

43

アフリカ^{*1}における2030年までの再エネ発電の導入見通し



4.9. アフリカの動向-エネルギービジネス関係者のアフリカ投資・ビジネス

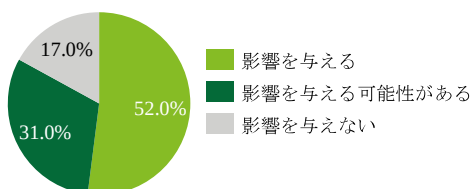
アフリカのエネルギービジネス関係者への調査によると、COVID-19による影響はあるものの、再エネへのビジネス・投資について積極的な傾向が見られる

調査概要

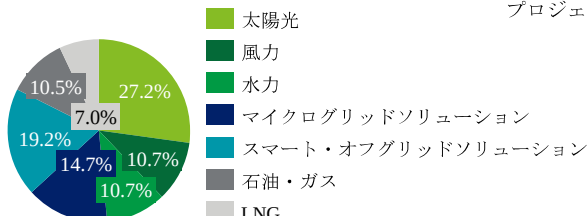
- 2020年8月、アフリカビジネスマガジンがプロジェクト開発者、投資家、政策立案者、技術者、法務・規制関係者を含むエネルギー部門の176人を対象として調査を実施
- 調査参加者の50%以上が、COVID-19が2020/2021年投資戦略に影響を与えると述べているが、2021年以降のアフリカのエネルギー・電力セクターへの投資について、約70%がポジティブな見方をしている
- また、投資対象として再エネ（太陽光・風力）やマイクログリッドやオフグリッドへの関心も高い

設問項目^{*1}

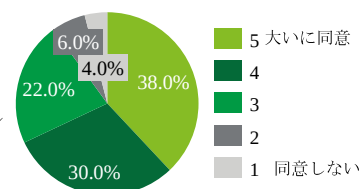
Q：COVID-19は2020/21年の投資戦略に影響を与えるか？



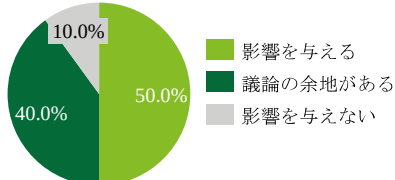
Q：投資対象となる可能性が最も高い分野は？



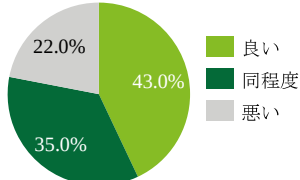
Q：今後3年間にアフリカのエネルギー・電力プロジェクトへの投資を増加させるか？



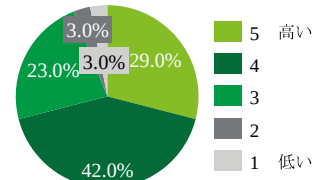
Q：COVID19は、顧客の電気料金支払や準備能力に影響を与えるか？



Q：他の新興国・途上国と比較した場合のアフリカ地域の価値は？



Q：2021/22年の投資機会としてアフリカのエネルギー・電力セクターの評価は？



*1:関連項目を抜粋、数値は正確なものが取得できなかったため、おおよその値で記載

出所：Africa Business Magazine 他 (2020) AFRICA ENERGY YEARBOOK 20/21 を基にJICA調査団作成

44

4.10. アフリカの動向-復興策

COVID-19からの復興策としてのグリーンリカバリーを志向する傾向は見られ、事例は少ないが国家政策としてコミットしている事例もある

アフリカ環境大臣会合（AMCEM）^{*1}

■ アフリカ54か国の環境大臣は、2020年12月4日アフリカ環境大臣会合（AMCEM）の第8回特別会合において、COVID-19からの回復を目指す経済と社会システムを後押しする、包括的なグリーン復興計画への支援に合意	
会合の概要	「COVID-19後のアフリカにおける効果的復興のための環境行動の強化」をテーマに開催
決定事項	- 参加大臣たちはCOVID-19の影響からアフリカ経済を持続的に再構築させるため、回復策において公衆衛生、汚染の緩和、気候変動対策、生物多様性の保全、生態系の完全性と社会経済的公平性を連携させる政策とプログラムの重要性を指摘 - 国連事務次長兼国連環境計画事務局長であるInger Andersenは、「国際的な連携やグリーン復興へ資金を提供するための国内資源の再調整」に言及 - アフリカの豊かな生物多様性は、気候変動を緩和する上で貴重な資産であると指摘する一方で、大臣たちは、異常気象などに対処するため、パリ協定の下での適応計画と実施のさらなる精緻化の必要性も確認

アフリカ各国におけるグリーンリカバリー事例

国家政策としての取り組み	
ナイジェリア	- 政府は、2020年7月に約59億USD規模の「ナイジェリア経済持続可能性計画」を承認した - 計画中には、クリーンエネルギーやインフラへの投資が含まれ、予算の約10%が太陽光発電への投資である - 約6億USDのソーラーホームシステム計画では、2,500万人、500万世帯に対する太陽光発電システムの導入支援および民間事業者への補助金提供がアクションプランとして含まれている
南アフリカ	2020年10月、政府は「南アフリカ経済復興と回復計画」を策定。持続可能で包括的な経済回復を志向している 8つの投資優先分野の中にグリーン経済、エネルギーセキュリティが含まれている - アクションプランとして、IPPプロジェクト・電力取引・バイオエネルギー活用の促進、国営電力会社Eskomのアンバンドルなどを掲げている

^{*1}:アフリカの環境保護・持続的発展のため、1985年12月に設立。UNEPが事務局を担っている。

出所：UNEP (2020) African Ministers of the Environment commit to support a green COVID-19 recovery plan、WRI (2020) Nigeria Moves Toward a Sustainable COVID-19 Recovery、Alexander Forbes (2020) Positioning South Africa for a green recovery、The government of South Africa (2020) THE SOUTH AFRICAN ECONOMIC RECONSTRUCTION AND RECOVERY PLANを基にJICA調査団作成

45

4.11. アフリカの動向-ウガンダ

ウガンダでは、2020年前期電力需要が低下したが、その後回復傾向が見られる

#	国名	概要
1	ウガンダ	【現状】 ■ 感染状況（2021年1月時点） - 約3万8,000人、死亡者数約300人 21~6時の夜間外出禁止、公共の場でのマスク着用推奨。2020年11月、集会人数の緩和、スポーツジムやバーの再開を発表 【エネルギー分野への影響】 ■ 電力需要 2020年の電力需要は、鉱業、建設、重工業の操業停止により、約4.0%減少する見込みであるが、2021年は経済回復により9.2%増加し、2019年を上回るレベルに達する予想 ■ 電力会社への影響 9社のIPPがロックダウン措置に伴う人材不足によるなどを理由にPPA契約に対するフォース・マジュールを主張 - オフグリッド企業は、サプライチェーン上流の分断による影響を受けており、財務・運用面への影響を受けた企業もある ■ 電力会社への救済措置 - 政府の景気刺激パッケージの中に電力会社も対象とされているが、具体的アクションの記載はなく、電力需要確保のための措置は特段ない。他方、電力会社に対し消費者への電力供給を止めないようとの指令が発令 ■ その他 2020年11月時点で電力アクセスプログラムに対する公的助成金が保留状態となっている 【経済復興策における再エネ／気候変動の扱い】 ■ 2020年7月に発表された経済刺激・成長戦略の中では再エネ／気候変動への直接の記載はない。2017年に制定されたUganda Green Growth Development Strategy（UGGDS）に沿った形で気候変動対策やレジリエンス強化が進められる方針 【国際機関などからの支援】 ■ World Bank、GIZ、USAIDなどによる支援 - GIZ、ウガンダ民間セクター財団（PSFU）^{*1}はEnDev（Engizing Development）プログラムを通じ、COVID-19の影響を受けた太陽光・バイオマス発電企業のレジリエンス強化のため資金提供を実施。オランダ、ドイツ、ノルウェー、イギリス、スイスより約90万EURを動員。資金はインフラの更新、技術向上のためのトレーニングへの投資に使用される必要がある - その他World Bankによる3億USD規模のUSDのCOVID-19対策支援

^{*1}:ウガンダ国内の経済開発促進並びに国際競争力強化のために民間企業を支援する団体として1995年に設立された。政府や国際機関からの資金／技術支援の橋渡し役を担う。

出所：ウガンダ大使館HP、USAID HP、Deloitte (2020) The impact of COVID-19 on East African Economies、REUTERS (2020) Every day's a Sunday as Kenya's power demand drops、<https://www.reuters.com/article/health-coronavirus-kenya-electricity-idUSL8N2D10H5> (2021/1/12アクセス)、その他報道記事を基にJICA調査団作成

46

4.12. アフリカの動向-ナイジェリア

ナイジェリアではロックダウン期間に企業・向上での電力需要が減少

#	国名	概要
2	ナイジェリア	【現状】 ■ 感染状況（2021年1月時点） ・ 約11万人、死亡者数約1,435人 ・ 2020年3月一部の種に対してロックダウン実施後、4月より段階的に緩和を承認し、同年6月より夜間外出禁止措置に緩和。 【エネルギー分野への影響】 ■ 電力需要 ・ 複数のヒアリング対象機関によると、ロックダウン期間は企業や工場での需要が減少し、家庭での需要が増加した ■ 電力会社への影響（2020年9月時点） ・ 2020年3月のロックダウンにより配電事業者が最も影響を受けた。発送電事業者への影響は軽微。月収の大部分を占める需要家が料金未払のまま自社施設等を一時的に閉鎖したため、ロックダウン期間に配電事業者は想定集金額の50%を損失 ■ 電力会社への救済措置 ・ 顧客への電気料金の請求が一時停止され、政府が一定期間の電気料金を負担 ・ NERCは、電力料金を30.23 Naira per kwh から 62.33 Naira per kwhに引き上げた ■ 投資 ・ 再エネ民間企業によると、一時的に減少した海外からの投資は戻ってきている 【経済復興策における再エネ／気候変動の扱い】 ■ 2020年7月、政府は、グリーンエネルギー、農業、インフラへの投資が対象である約59億USD規模の「ナイジェリア経済持続可能性計画」を承認し、太陽光ホームシステム建設等の再エネ関連プロジェクトを推進 【国際機関などからの支援】 ■ World Bank、IFC、Power Africaなどによる支援 ・ World Bankは、2020年から、2023年までに、電力供給の信頼性を向上させ、財政的な持続可能性、アカウンタビリティの向上を目標とする7億5,000万USD規模の「ナイジェリアの電力セクター復旧事業（PSRO）」を実施 ・ IFCはCOVID-19影響調査を実施。再エネ製品の需要拡大傾向の一方、製品・物流コスト上昇、通貨切下などの課題を確認 ・ Power Africaは、LumosNigeria, ZolaElectric, Sholpe Energy, Arnergy, Cloud Energy LTD等の主要オフグリッドエネルギー企業と、電力の使用ができない世帯に無料の太陽光発電を設置

出所：ナイジェリア大使館HP、Afolabi Ojusu, Alexander AkolaAfrica (2020) COVID-19 and Nigeria's Power Sector、INSTITUT MONTAIGNE(2020)「New Voices in Africa - The Impact of Covid-19 on South Africa and Nigeria's Power Sector」World Bank HP、USAID HP Power Africa HP、その他報道記事を基にJICA調査団作成

47

4.13. アフリカの動向-アンゴラ

アンゴラではCOVID-19の影響は軽微。供給や運用・保守作業への影響はあり

#	国名	概要
3	アンゴラ	【現状】 ■ 感染状況（2021年1月時点） ・ 約1万8,000人、死亡者数約400人 ・ 行政、民間セクターの活動時間制限や夜間外出自粛を推奨。感染拡大時に適切な治療を受けることが困難な医療体制 【エネルギー分野への影響】 ■ 石油産業 ・ 主要産業である石油産業は、2020年にアフリカ最大数となる採掘船の運用を予定していたが、COVID-19による石油価格暴落により、エクソンモービルやBPなど大手エネルギーメジャーが掘削リグを停止や延期 ・ 石油依存からの脱却の必要性はCOVID-19による打撃で顕著となっており、石油事業で同国に進出しているEquinorなどは、再エネ事業の競争力が見込めた場合には今後の投資可能性も否定していない ■ 電力需要 ・ 発電公社PRODELおよび送電公社RNTへのヒアリングによると、需要への影響は、サービス・産業部門でわずかにあったが、アンゴラでは電力需要の大部分を家庭部門が占めているため、大きな影響は見られなかったという ・ 発電への影響も特段なかったが、供給業者やロジスティックの制限により機材のスペアパーツや消耗品の取得に制限があった ■ その他 ・ 配電公社ENDEの計画委員会によると、現場訪問や地方間移動の制限がかかり効率が悪くなったが、通信システムの利用が増加したことは、COVID-19の副産物である 【国際機関などからの支援】 ■ World Bank、中国、米国、IMFなどによる支援 ・ World Bankによる1,500万USDの保険医療システム強化支援、6,000万USDの地域疾病監視プロジェクト（農業、エネルギー・電化、水資源、デジタル開発など他セクターの活動も含めた中長期的な保険医療システムの強化支援） ・ 中国から人工呼吸器約600台、ベッド約4千台等を含む約544トン分の医療物資の調達。中国企業がヴィアナ市に検査施設を新設（一日6,000件の検査能力） ・ IMFによる10億USD、米国政府による350万USDのCOVID-19対策支援

出所：アンゴラ大使館HP、Africa Oil & Power (2020) ANGOLA COVID-19 RESPONSE、REUTEURS (2020) Angola's oil exploration evaporates as COVID-19 overshadows historic reforms、<https://www.reuters.com/article/us-global-oil-angola-insight-idUSKBN22W0OZ>（2021/1/12アクセス）、World Bank HP、IMF HP、その他報道記事を基にJICA調査団作成

48

5. 国際機関・ドナーの動向

49

サマリ（国際機関・ドナーの動向）

COVID-19発生後、国際機関やドナーの実施した取組や新興国・途上国への支援に係る主な分類と傾向は以下のとおり

分類	組織名	取組や傾向
国際機関	国際連合（UN）	■ 感染拡大直後からG20首脳、国際機関・ドナーなどハイレベル会合が開催され、新興国・途上国への対応が検討された。例えばIMFとWBは共同でIDA借入国の債務返済停止措置をG20に対し呼びかけを実施 ■ アフリカ連合（AU）やアフリカの各国首脳はEC、IEA、IRENAなどの組織と連携し、COVID-19による当該地域のエネルギー分野への影響や系統・オフグリッドに対するアクションプランを検討 ■ IEAは地域毎のエネルギー分野の調査・分析をしており、例えばアフリカの電化率のCOVID-19によるマイナスの影響について分析（詳細は第5章）
	国際通貨基金（IMF）	
	経済協力開発機構（OECD）	
	国際エネルギー機関（IEA）	
	国際再生可能エネルギー機関（IRENA）	
	欧州委員会（EC）	
ドナー	世界銀行（WB）	■ COVID-19発生直後の資金援助は、緊急度の高い保健医療分野に優先的に行われてきたが、2020年後半以降は回復期における支援として、例えばWBは気候変動支援、気候排出削減ファシリティなどを相次ぎ設立し、援助資金を確保している ■ USAIDはPower Africaによる政府や企業に対する資金援助をとおり保健医療施設の電化、オフグリッド企業の事業継続に向けた支援を実施 ■ AfDBはオフグリッド企業救済ファシリティを設立
	アフリカ開発銀行（AfDB）	
	アメリカ合衆国国際開発庁（USAID）	
	ドイツ復興金融公庫（KfW）	
その他の機関	万人のための持続可能なエネルギー（SEforALL）	■ SE4ALLやAREはオフグリッド事業者のCOVID-19による影響把握や支援ニーズの調査・分析、ウェビナーや出版物による途上国のオフグリッド分野に係る情報発信などを実施
	地方電化連盟（ARE）	

50

サマリ（国際機関・ドナーの動向）

各組織のCOVID-19に対する取組概要は以下のとおりである。アフリカのエネルギー分野への支援実施が確認された場合にはその内容を記載している

	組織名	取組概要
5.1	国際連合 (UN)	■ COVID-19の影響により、3,400万人の人が極度の貧困レベルに落ち込む可能性があり、その内56%がアフリカ諸国で発生すると予測 ■ アフリカ諸国含む貧困・脆弱国63ヶ国へ67.1億USDのCOVID-19グローバル人道支援計画立ち上げ
5.2	国際通貨基金 (IMF)	■ WBやその他の開発パートナーと連携し、政策助言、技術支援、資金面での支援を提供 ■ 2020年8月までに、途上国80か国に対し878億USDの資金援助、28か国に対し2.5億USDの融資を提供 ■ 2020年4月、WBとともにアフリカにおけるCOVID-19対応としてハイレベル会合を開催
5.3	経済協力開発機構 (OECD)	■ 回復期における気候変動対策や生物多様性への投資の必要性を強調 ■ 対途上国支援として、債務救済その他の金融メカニズムの分析、医療や介護労働者の多数を占める女性への支援、世界的公共財（新薬やワクチンの開発など）への支援、長期的な政策分析・指導を実施
5.4	国際エネルギー機関 (IEA)	■ COVID-19によるアフリカエネルギー分野への影響や回復へのアクションを議論するため、各国エネルギー省大臣および関係機関によるハイレベル会合を開催。系統／オフグリッドへの投資の必要性を強調
5.5	国際再生可能エネルギー機関 (IRENA)	■ 2020年4月、アフリカにおけるCOVID-19の対応強化策として、アフリカ連合（AU）との連携による再エネ推進に合意。保健センターやコミュニティの医療機器や衛生設備への電力供給に、再エネを活用するための環境を整備予定
5.6	欧州委員会 (EC)	■ 2020年3月、COVID-19の局面において、ECのアフリカに対する優先度がより高まっているとし、新戦略を提案。5つ分野を主要分野としており、グリーン移行とエネルギーアクセス、持続可能な成長という気候変動関連での協力が打ち出されている

*1: 本調査期間において、デスクトップで確認可能な限りの情報に基づく

51

サマリ（国際機関・ドナーの動向）

各組織のCOVID-19に対する取組概要は以下のとおりである。アフリカのエネルギー分野への支援実施が確認された場合にはその内容を記載している

	組織名	取組概要
5.7	世界銀行 (WB)	■ 復興支援として、途上国のエネルギーや気候変動関連分野の支援を実施 ■ 2021年以降の5年間で気候変動対策資金を支援額全体の35%とする目標を打ち出し、新たな信託基金である気候変動支援ファシリティ、気候排出削減ファシリティ（CERF）などを設立
5.8	アフリカ開発銀行 (AfDB)	■ 2020年のアフリカの経済成長率を▲1.7%と予測（悲観シナリオでは▲3.4%） ■ 100億USDのCOVID-19対策ファシリティの設立、COVID-19対策ソーシャル・ボンドの発行、5,000万USDのCOVID-19オフグリッド復興プラットフォームの設立などの支援を実施
5.9	アメリカ合衆国国際開発庁 (USAID)	■ 途上国に対し、各国政府、国際機関、NGOと連携し、公衆衛生教育、研究機能や疾病監視機能の強化に係る支援 ■ Power AfricaによるCOVID-19対応として、800以上の病院・保健医療施設の電化やオフグリッド企業の事業継続に向けた支援などを実施
5.10	ドイツ復興金融公庫 (KfW)	■ 途上国支援としてドイツ連邦経済協力開発省 (BMZ)と連携し、COVID-19緊急支援プログラムにて最大50億EURを供与予定。東アフリカコミュニティ（EAC）に対し、移動式感染症解析用ラボ導入やCOVID-19検査キットを提供
5.11	万人のための持続可能なエネルギー (SEforALL)	■ アフリカ地域を含む途上国に対し、持続可能なエネルギーによるCOVID-19からの回復に向けたガイドラインの策定、オフグリッド事業者支援のためのデータ収集・分析・提供、保健医療施設の電化に係る支援を実施
5.12	地方電化連盟 (ARE)	■ 中低所得国の地方電化の促進を目標に掲げ、各国政府、政策立案者、慈善団体などに向けCOVID-19に対する行動喚起の公表、オフグリッド事業者の影響調査、情報発信などを実施

*1: 本調査期間において、デスクトップで確認可能な限りの情報に基づく

52

6. 参考（5章各機関の詳細情報）

53

5.1. 国際機関・ドナーの動向-UN

経済的損失と貧困増加を予測。また、回復期における気候変動の重要性も指摘

#	機関名	概要
1	国際連合 (UN) 	【見通し】 ■ 2020年の全世界のGDPは3.2%縮小し、2021年までの今後二年間で8.6兆USDの経済的損失を記録すると予測 ・ 2020年5月発表の「国連世界経済状況と見通し（WESP）2020年中期」によると、2020年のGDPは先進国で5.0%、途上国で0.7%縮小し、2021年も大幅な回復は見込めないとの見通し ・ この中で、COVID-19の影響により、3,400万人の人が極度の貧困レベルに落ち込む可能性があり、その内56%がアフリカ諸国で発生すると予測 【取組／方針】 ■ COVID-19後の経済を活性化し、雇用を守るためのロードマップを提示 ・ 「COVID-19への即時の社会経済対応に向けた国連枠組み」と題するフレームワークを発表 ・ この中で、より持続可能でジェンダー平等、かつカーボンニュートラルな道の方に、社会と経済の安全な復興を可能な限り早期に開始するため、雇用と企業、生活を守るよう要求 ・ 国連の対応は次の5つを重視 i. 既存の医療サービスを守り、医療制度のCOVID-19対応能力を強化 ii. 社会的保護と基本的サービスを通じ、人々の困難への対処を支援 iii. 経済復興プログラムを通じ、雇用を守り、中小・中堅企業とインフォーマル・セクターの労働者を支援 iv. 最も脆弱な立場の人々に必要な財政・金融刺激策の指針を提供 v. 社会的一体性を促進し、コミュニティ主導型のレジリエンス対応システムに対し投資 【対アフリカ支援】 ■ 2020年3月、アフリカ諸国含む貧困・脆弱国54か国を対象に、20億USDのCOVID-19グローバル人道支援計画を立ち上げ ・ 2020年5月、67.1億USD、対象を63か国に拡大。2020年5月までに9.2億USDが先進国政府やドナーにより拠出 ・ ウイルス検査・治療用の医療機器の提供、難民キャンプへの手洗い所の設置、関連情報の発信などの支援実施 ■ 上記の対象国外の中低所得国46か国に対し、COVID-19マルチパートナー対応・復興基金(MPTF)を設立 ・ 保健・医療の緊急対応、経済への対応・回復および国全体のより良い回復に向けた支援に注力

出所：UN (2020) World Economic Situation and Prospects as of mid-2020、UN (2020) A new normal: UN lays out roadmap to lift economies and save jobs after COVID-19、UN (2020) GLOBAL HUMANITARIAN RESPONSE PLAN COVID-19、UN HPを基にJICA調査団作成

5.2. 国際機関・ドナーの動向-IMF

2021年のV字回復を想定するものの、依然として高い下振れリスクを懸念

#	機関名	概要
2	国際通貨基金 (IMF) 	【見通し】 ■ 2020年の世界の経済成長率は▲4.9%→21年は+5.4%に回復（ベースラインシナリオ、世界経済見通し2020年6月改定） ・ IMF では2020年6月、COVID-19の感染拡大の影響が深刻化していることを踏まえ、見通しを修正 感染率が低下している国々では ✓ 2020年後半にかけても社会的距離の確保が継続 ✓ 2020年の第1および第2四半期のロックダウン期間中の経済活動への打撃による影響が今後も拡大 ✓ 企業が職場の安全や衛生への取り組みを強化する中で、生産性へのマイナス影響が発生 - 感染抑制に苦しむ国々では ✓ ロックダウンの長期化によって経済活動にさらなる打撃 ・ 2020年のGDPは先進国では▲8.0%、新興市場国・発展途上国では▲3.0%、低所得途上国では▲1.0%見込みとなっているが、感染ピークの去った地域で再流行が発生する可能性もあり下振れリスクは依然高い 【取組／方針】 ■ 持続可能な未来への投資 ・ ガオルギエバ専務理事は「化石燃料の支援をやめ、雇用や持続可能な未来に投資すべき」と表明 ■ IDA借入国の債務返済に関するG20への共同声明 ・ 債務返済猶予を要請したIDA借入国に対し、債務返済を停止するよう、WBとともに二国間債権国に呼びかけを実施。この救済措置は、2020年4月にG20に承認され、2020年5月より施行 【対アフリカ支援】 ■ WBやその他の開発パートナーと連携し、政策助言、技術支援、資金面での支援を提供 ・ 2020年8月までに、アフリカを含む80か国に対し878億USDの資金援助、28か国に対し2.5億USDの融資を提供 ■ 2020年4月、WBとの連携で、アフリカにおけるCOVID-19対応のため、アフリカ諸国のトップ、国際機関を招集 ・ 会合ではアフリカ諸国による危機対応計画作成、IDA借入国の債務返済停止措置の再確認などが行われた

出所：IMF (2020) World Economic Outlook Update, June 2020、IMF HPを基にJICA調査団作成

55

5.3. 国際機関・ドナーの動向-OECD

回復期における気候変動対策の重要性を強調

#	機関名	概要
3	経済協力開発機構 (OECD) 	【見通し】 ■ OECDは、同程度に起こりえる感染拡大別の二つのシナリオによる見通しを策定（OECD経済見通し2020年6月） ・ 感染状況が終息に向かい、封じ込め措置が段階的に実施される「感染拡大単発シナリオ」では、 ✓ 世界経済は▲6.0%→21年は+5.2%に回復。2019年のGDPの水準を回復するのは2022年以降の見込み ✓ 失業率は9.2%と2019年の5.4%から急上昇 ・ 感染第二波が2020年10月～11月ころ発生、封じ込め措置が継続、再強化される「感染双発シナリオ」では、 ✓ 世界経済はさらに落ち込み、▲7.6%→21年は+2.8%に回復 ✓ 失業率は10%に達し、21年も回復は僅か ・ いずれのシナリオでも、感染拡大以前の水準に生産額が回復するには時間を要し、生活水準の低下、失業率の上昇、投資の弱体化という長期に渡る影響を与える 【取組／方針】 ■ COVID-19に関し、医療から教育、税制まで幅広いトピックでデータ収集と分析を行い、政策提言を実施 ■ G20首脳に早急に下記の取組を行うよう提案 ・ 医療制度と疫学システムに公的資金を注入 ・ 金融、財政政策から構造政策まで、あらゆるマクロ経済的手段を動員 ・ 既存の貿易制限を撤廃（特に必要性が高い薬剤供給） ・ 脆弱な開発途上国、低所得国を支援 ・ 全ての労働者および個人、特に最も脆弱な人々を支援するための最良の施策を共有、実施 ・ 特に中小企業が破綻しないように、観光業のような特に打撃の大きい部門に特別支援措置を実施 ■ 回復期における気候変動対策や生物多様性への投資の必要性を強調 ・ グリア事務局長は、COVID-19からの回復期は気候変動対策や生物多様性、レジリエンスの構築の機会と強調 【対途上国支援】 ■ 債務返済その他の金融メカニズムの分析、医療や介護労働者の多数を占める女性への支援、世界的公共財（新薬やワクチンの開発など）への支援、長期的な政策分析・指導を実施

出所：OECD (2020) OECD Economic Outlook, June 2020、OECD HPを基に調査団作成

56

5.4. 国際機関・ドナーの動向-IEA

電力需要全体の減少の中、再エネの割合のみ増加すると分析・予測

#	機関名	概要
4	国際エネルギー機関 (IEA) 	【見通し】 ■ 2020年4月のデータを分析し、2020年以降のエネルギー関連の見通しを発表（Global Energy Review 2020） ・ 2020年第1四半期の世界のエネルギー需要は▲3.8%（2019年第1四半期比） ・ 2020年（通年）のエネルギー需要は▲6%、CO2排出量は、▲8%の見込み 【取組／方針】 ■ COVID-19によるエネルギー分野全体および分野別影響の分析や今後の予測、政策提言を実施 ・ Global Energy Review 2020：COVID-19による2020年のエネルギー需給とCO2排出への影響などを評価 ・ Sustainable Recovery Report：COVID-19からの復興プランを提案 ・ World Energy Investment 2020：COVID-19によるエネルギー分野の消費支出の影響を予測 ・ COVID-19 impact on electricity：COVID-19による電力セクターの影響や見通しを分析：アフリカの無電化地域の見通しについても分析（詳細は第5章、P56） ・ Energy Efficiency 2020：COVID-19による省エネに対する不確実性や機会といった正負の影響を分析 【対アフリカ支援】 ■ COVID-19によるアフリカエネルギー分野への影響や回復に向けたアクションを議論するため、AUとともに、各国エネルギー省大臣および関係機関によるハイレベル会合*1を2020年6月、11月に開催 ・ 2020年6月の会合では、エネルギー分野における優先度や計画を設定すること、経済回復を支えるレジリエントで信頼性の高い電力供給を行うための系統／オフグリッド双方への投資の必要性などが確認された ・ 2020年11月の会合では、COVID-19からの回復においてAUアジェンダ達成に向けたエネルギーアクセス改善、エネルギー分野への資金調達・投資促進が急務であることが確認され、以下の必要性についても述べられた ✓ 2021年COP26に向け、AU、IEAおよびパートナーによるアフリカのエネルギーコミュニティのための気候変動資金調達ソリューションに係るタスクフォースの結成の検討 ✓ オフグリッド事業者の持続可能性を確保するための支援策 ✓ アフリカの電力プールを支援するための規制と能力の強化

*1:アフリカにおけるエネルギー安全保障、エネルギー統計、省エネ、再エネ、持続可能な経済発展の強化を支援するという共通の目標を実現のため2018年にIEAとアフリカ連合（AU）の間でMOUが締結され、SDG7および「包括的成長と持続可能な開発に基づく繁栄するアフリカのためのアジェンダ2063」達成を目指すための対話の枠組み。2019年に第一回会合が開かれた
出所：IEA（2020）Global Energy Review 2020、IEA HPを基にJICA調査団作成

57

5.5. 国際機関・ドナーの動向-IRENA

COVID-19への対応と回復期における再エネの重要性を主張

#	機関名	概要
5	国際再生可能エネルギー機関 (IRENA) 	【見通し】 ■ 2020年4月、世界の再エネの2050年までの展望を発表し、COVID-19からの回復策を踏まえたロードマップを提示（Global Renewables Outlook：Energy Transformation 2050） ・ CO2排出量は、2020年にCOVID-19の感染拡大によって抑制される可能性があるが、経済の回復によって、長期的なCO2排出量のリバウンドが考えられるため、この対策が重要 ・ 雇用増加、経済成長を図るCO2排出量▲70%削減シナリオでは、緩和策の90%以上を再エネと省エネが占める ・ 上記シナリオ達成のため必要な累積投資額（2016-2050）は130兆USDとなる ・ 世界の再エネ分野での雇用は、2050年までに今日の水準の4倍に相当する 4,200万人に増加 ・ 脱炭素化に向けて、以下が重要であると指摘 ✓ 柔軟な電力網の構築やエネルギー利用の効率化 ✓ 電気自動車など電化技術の利活用 ✓ エネルギー貯蔵 ✓ グリーン水素 ✓ 長期的なエネルギー需要と気候の持続可能性に向けた技術投資 【取組／方針】 ■ COVID-19の影響を踏まえたエネルギー分野の分析と今後の予測、政策提言や情報発信を実施 ・ 2020年4月、IRENA Coalition for Action（行動に向けた連合）は、COVID-19による緊急事態への即時対応として再エネが重要な解決策となることを提唱し、各国政府に対し政策立案時の対応を求めた 【対アフリカ支援】 ■ 2020年4月、アフリカにおけるCOVID-19への対応強化策として、アフリカ連合（AU）と緊密に連携し、再エネを推進していくことに合意 ・ 農村部や郊外にある保健センターやコミュニティの衛生設備への電力供給として再エネを活用するための環境整備、バイオエネルギー政策のフレームワークやガイドライン策定支援などを実施予定

出所：IRENA（2020）Global Renewables Outlook、IRENA HPを基にJICA調査団作成

58

5.6. 国際機関・ドナーの動向-EC

2020年3月、既存のアフリカとのパートナーシップの強化を提案

#	機関名	概要
6	欧州委員会 (EC) 	【取組／対アフリカ支援】 ■ 2020年3月、ECと外交・安全保障政策上級代表*1は、既存のアフリカパートナーシップに対し、新戦略を提案 ・ COVID-19により、ECのアフリカに対する優先度がより高まっているとし、5つ分野を主要分野として掲げる 1. グリーン移行とエネルギーアクセスのための連携 2. デジタル変革のための連携 3. 持続可能な成長と雇用のための連携 4. 平和と統治のための連携 5. 人の移住と移動のための連携 ・ 上記5つの主要分野についてアクションプランを設定。1、3については以下のとおり ✓ 1.のアクションプラン： パリ協定を厳格に遵守し、グリーン移行のメリットを最大化し、環境への脅威を可能な限り減らす EUは「グリーンエネルギー」イニシアチブを開始し、アフリカにおける持続可能なエネルギー投資のためのハイレベルプラットフォームの推奨に基づきアフリカとグリーンファイナンス、持続可能なエネルギー、エネルギー効率の分野で連携する。また、EUとアフリカは化石燃料からの社会的公正な移行の経験を共有する ✓ 3.のアクションプラン： 環境的、社会的、経済的に持続可能で、気候変動の影響に強い投資を増大させる。革新的な資金調達メカニズムを強化する投資機会を促進し、アフリカ大陸自由貿易地域協定などを通じて、地域および大陸の経済統合を促進する 投資優先分野として、気候変動に強いコア品質インフラ、ファイナンスアクセス、持続可能な新エネルギー源の効果的かつ効率的な開発・普及に活用可能なデータなどを挙げている ■ 2020年10月、EUとザンビア政府は、合計4,650万EUR規模の「経済ガバナンスプログラム」および「ザンビアのエネルギー効率と持続可能な変革プログラム」の融資協定を締結し、COVID-19からの包括的なグリーンリカバリーを支援

*1:欧州連合の共通外交・安全保障政策の調整を担う役職

出所：EC Africa-EU Partnership; https://ec.europa.eu/international-partnerships/topics/africa-eu-partnership_en?related-news (2020/11/20アクセス)、EU(2020) EU support to business and energy sectors in Zambiaを基にJICA調査団作成

59

5.7. 国際機関・ドナーの動向-WB

COVID-19による最貧国やインフォーマル・セクターへの影響の深刻度を強調

#	機関名	概要
7	世界銀行 (WB) 	【見通し】 ■ 2020年の世界の経済成長率は▲5.2%と予測→21年は+4.2%に回復（ベースライン予測、世界経済見通し2020年6月版） ・ 先進国では▲7%、新興国・途上国では▲2.5%となり過去60年間で初のマイナス成長 ・ 悲観シナリオでは、2020年の世界経済成長率は▲8%→21年には+1%程度にまでしか回復せず、新興国・途上国の2020年の成長率は▲約5%の見込み ・ 国際貿易や観光、一次産品輸出、国外からの資金調達への依存度が高い国、特に最貧国に甚大な人的・経済的被害をもたらす可能性が高い 【取組】 ■ 100カ国超の途上国や企業に対し、資金提供などの支援を実施 ・ 2020年3月3日、COVID-19レスポンスファシリティを設立し、WBより60億USD、IFCより80億USDの支援を発表 ・ 2020年4月、COVID-19の対応に特化したファスト・トラック・ファシリティ（FTF）の下、25カ国に対し19億USDを提供済、続く15カ月間で100カ国超の途上国に最大1,600億USDを提供予定 ■ パンデミック債を発動 ・ COVID-19の感染拡大により発動要件*1を満たしたとして、64ヶ国の途上国に2億ドルの配分を発表 ■ COVID-19からの復興支援として、途上国のエネルギーや気候変動関連分野の支援を実施 ・ 2020年12月、今後5年間の気候変動対策資金を支援額全体の35%とする目標を発表（2020年までの5年間は28%） ・ 2020年12月、ドイツ、英国、オーストラリアによる合計5,200万USDの出資を受け、新たな信託基金である気候変動支援ファシリティを設立。専門家派遣や気候リスクに関する地理空間データなど分析サービスの提供により、途上国の低炭素で気候変動に強いCOVID-19からの復興戦略や脱炭素化のための長期戦略の策定を支援 ・ IFCは気候変動資金規模拡大イニシアチブを設立（2020年12月時点）。途上国の金融機関への投資や助言を通じて、気候変動の緩和・適応プロジェクトに対する民間資金の動員を支援。第一弾はエジプト、メキシコ、フィリピン、南アフリカで開始 ・ 低炭素開発プロジェクトに対し運用流動性を提供するWB初の信託基金である気候排出削減ファシリティ（CERF）を設立（2020年12月時点）。当該ファシリティは今後10年間にわたり、成果ベースの気候資金の提供により、途上国の低炭素開発ロードマップの策定や、ドナーの支援規模拡大のための資金増強を支援予定

*1:パンデミック債の起債に際しては日本やドイツが支援。資金を支援に回すための条件が厳しすぎ感染抑制につながらないとの批判もある

出所：World Bank (2020) Global Economic Prospects、WB HPを基にJICA調査団作成

60

5.8. 国際機関・ドナーの動向-AfDB

加盟国のCOVID-19支援のため、100億USDのファシリティを立ち上げ

#	機関名	概要
8	アフリカ開発銀行 (AfDB) 	【見通し／現状】 ■ 2020年のアフリカの経済成長率を▲1.7%と予測→21年は+3%に回復（アフリカ経済見通し2020補足版、2020年7月） ・ 2,800万~4,200万人が極度の貧困に陥る可能性があり、2,500万~3,000万人が雇用喪失 ・ マクロ経済悪化に伴い電力会社の収入も減少している。電力料金の支払いが困難なエンドユーザーが増えており、現地政府経由でドナーの補助金を活用し支払い遅延措置を取っている*1 ・ 電力セクターにおいて、今後、IPP（独立系発電事業者）の入札やファイナンシャル・クローズのプロセスを遅らせる可能性もある*1 【取組／対アフリカ支援】 ■ 2020年4月、アフリカ地域加盟国のCOVID-19対策を支援するため、100億USDのファシリティの立ち上げを発表 ・ 当面の焦点は、保健危機への迅速な支援を地域の加盟国に提供し、財政的・社会経済的な影響を緩和すること ・ エネルギー分野では、2020年と2021年は財政・流動性への影響への対応へ取り組む。その他以下を実施 ✓ エネルギーポートフォリオとプロジェクトパイプラインの見直し、課題の分析を行った上で、流動性・予算支援、オペレーション面での関係者間の連携強化などプロジェクト毎に必要な支援を設計 ✓ 緊急のニーズに包括的に対応するためのAfDBのリソース補完を目的に、パートナーからの譲許資金や気候ファイナンス資金を動員 ✓ オフグリッド分野における官民のプレーヤーとの緊密な連携を通じ、特に農村部における保健医療施設の強化 ■ 2020年12月、5,000万USDのCOVID-19 オフグリッド復興プラットフォーム（CRP）を設立 ・ パンデミックの影響を緩和し、オフグリッド企業のビジネスの回復を支えるためのファシリティ ・ アフリカの持続可能なエネルギー基金（SEFA）による2,000万USDは、パートナーシップを組む3つのエネルギー特化型ファンドマネージャーTriple Jump、Lion's Head Global Partners、Social Investment Managers and Advisorsからのファイナンスとブレンドされ企業に提供される ■ COVID-19対策ソーシャル・ボンドを発行 ・ 2020年3月、COVID-19がもたらす経済・社会的インパクトの緩和のため、30億USD、3年償還のCOVID-19対策ソーシャルボンド（Fight COVID-19 Social bond）を起債 ・ 国際資本市場で発行されたUSドル建てのソーシャルボンドとしては、過去最高

*1:ヒアリングより（2020年10月） *2:脆弱国に無償資金を供与する基金 出所：AfDB (2020) Global Economic Prospects、AfDB HPを基にJICA調査団作成

61

5.9. 国際機関・ドナーの動向-USAID

累積160億USDのCOVID-19対策費用を拠出し、120カ国以上を支援予定

#	機関名	概要
9	アメリカ合衆国国際開発庁 (USAID) 	【取組】 ■ COVID-19による感染拡大発生以降、米国政府は国務省とUSAIDに対し累積160億USDの対策費用の拠出を表明これらにより支援中、あるいは今後支援予定の国は120カ国以上（2020年8月時点） ・ 各国政府、国際機関、NGOと連携し、公衆衛生教育、研究機能や疾病監視機能の強化に係る支援を実施 ・ USAIDによるCOVID-19関連のプレッジ額は以下のとおり（2020年8月時点） ✓ 感染症対策世界保健緊急準備基金（ERF）2.99億USD、世界保健プログラム（GHP）2.35億USD：途上国におけるCOVID-19感染拡大抑止策*1やコミュニティ支援に特化した基金およびプログラム ✓ 国際災害援助（IDA）5.58億USD：人道的危機下にある難民の援助。コミュニティや難民キャンプの人々に対し食料・安全な水・衛生用品の提供や健康管理能力強化支援などを実施 ✓ 経済支援基金（ESF）2.43億USD：短期・長期のCOVID-19の二次的影響緩和のための基金。官民の各種セクターに対し、資金供与、技術協力など様々な形態で支援を実施 【対アフリカ支援】 ■ COVID-19の対応・復旧に向けたプロジェクトを多数実施。40カ国および地域に対しNGOなどと連携 ・ ワクチンの保存などに向けてコールドチェーンの重要性が高まっており、安定的な電力の確保が必須となってきたという*2。以下Power Africaによる支援も通じ今後USAIDの支援方針を検討予定 【Power Africaによるアフリカエネルギー分野への支援】 ■ COVID-19対応として、病院・保健医療施設の電化、オフグリッド企業の事業継続に向けた支援などを実施 ・ 2020年11月までに580万USDを提供し、800以上の保健医療施設の電化を支援。検査施設や冷蔵・冷凍用設備などに必要なエネルギーを提供 ・ オフグリッド企業に対し、合計200万USDの無償資金の供与、事業継続に向けた財務管理能力の強化支援、機器設置工事などの技術支援や保健医療に関する情報の発信を実施 ・ 国家電力網強化、クロスボーダー取引促進、保健医療施設や家庭に対する電力アクセス促進などの支援を実施

*1:米国政府の注力支援分野である人工呼吸器や最新医療機器の供与も含む *2:ヒアリングより（2020年12月）
出所：USAID (2020) COVID-19 GLOBAL RESPONSE - FACT SHEET #8 FY20, USAID HPを基にJICA調査団作成

62

5.10. 国際機関・ドナーの動向-KfW

国内の融資プログラムの経験を活かし、BMZと連携し途上国を支援

#	機関名	概要
10	ドイツ復興金融公庫 (KfW) 	【取組】 ■ COVID-19発生後、ドイツ国内では2020年4月、中小企業向け融資プログラムKfWクイックローン2020を発表 ・ プログラムに対する政府の資本増強額は1,000億EUR ・ 利子は3%、政府保証100%、与信期間は10年と定められ、信用リスク評価は行わずに融資を受けられる ■ 途上国支援としてKfWは、ドイツ連邦経済協力開発省 (BMZ) のCOVID-19緊急支援プログラムに参画し、2020年単年で最大50億EURを供与予定 (2020年7月時点) ・ 国内の対策を優先した2020年前期グループ全体のコミットメント総額は20億EURであったが、後期は本プログラムにより支援額は増加見込み ・ アフリカ、中東を注力的に支援。アジア、南東・東部欧州やラテンアメリカ諸国も対象 ・ 国内の融資プログラムの経験を活かし、プロジェクトの設計・準備・実施が効果的に行われるよう支援 ・ プログラムの内容は以下のとおり^{*1} ✓ 健康および感染症管理 2億EUR ✓ 飢餓予防のための食料安全保障と基本的食料供給 2億EUR ✓ 脆弱な地域の安定化支援 1.5億EUR ✓ グローバルサプライチェーンにおける社会的保護と雇用確保 1.8億EUR ✓ 繊維業、観光業などの企業に対する追加経済支援 1.15億EUR ✓ 政府の流動性支援 1.5億EUR ✓ 国際協力 1.55億EUR 【対アフリカ支援】 ■ KfWは、東アフリカコミュニティ (EAC) ^{*2}に対する移動式感染症解析用ラボの導入・スタッフトレーニングおよびCOVID-19検査キットの提供を実施 ・ 2018年よりエボラやデング熱などの感染症を想定した感染症解析用の最新の移動式ラボの導入やスタッフのトレーニングを支援 ・ COVID-19による感染拡大以降は、COVID-19検査用の移動式ラボおよび検査キットを各国に輸送。2020年4月までに総額2,700万EURを支援

^{*1}:2020年8月時点で公表されている情報ベースのため、上述の50億EURと合計額は異なる ^{*2}:ブルンジ、ケニア、ルワンダ、南スーダン、タンザニア、ウガンダの6カ国から構成される政府組成
 出所：KfW HP、BMZ HPを基にJICA調査団作成

63

5.11. 国際機関・ドナーの動向-SEforALL

エネルギーアクセス向上の観点よりデータ収集、情報発信、政策提言を実施

#	機関名	概要
11	万人のための持続可能なエネルギー (SEforALL) 	【取組／対アフリカ支援】 ■ 主に次の三つのカテゴリでCOVID-19関連の支援を実施 ・ <u>持続可能なエネルギーによるCOVID-19からの回復</u> ✓ 経済再生とエネルギーアクセス改善に向け、クリーンエネルギーへの投資を含む回復計画や経済刺激策を促進するなど、各地域で実施すべき政策・施策の提言を実施 (2020年10月時点、アフリカ地域、カリブ地域を対象としたガイドを出版済) ✓ アフリカ諸国に対するガイドラインの作成にあたり、以下の目標および施策を整理 目標：GDP増加、雇用創出、安価な電力の供給、農業、ジェンダーおよび健康・医療の改善 施策：ビジネス環境改善、再エネ・省エネ・電化・クリーンクッキング関連政策の促進、コストを反映した電力料金の設定、化石燃料関連補助金の減少、再エネ・省エネ・人材・データへの投資 ・ <u>オフグリッドセクターへの支援</u> ✓ オフグリッド事業者の事業継続性を確保するため、データドリブンの支援（データ収集と情報発信）を実施 ✓ アジア・アフリカ地域のミニグリッド企業30社、スタンドアローン型企業52社を対象に、COVID-19による影響について、従業員、運営、資金、企業の成長の観点からアンケート調査を実施 ・ <u>保健医療施設の電化</u> ✓ エネルギー分野と保健医療セクターの連携が、これまで以上に重要であるとし、2030年までの保健医療施設のユニバーサルアクセス促進を支援すると表明 ✓ COVID-19による感染拡大抑制、食料確保、健康被害防止のための冷却システムやコールドチェーンの重要性を発信 ✓ エネルギー分野、保健医療セクターの関係者を対象に、オフグリッドや医療機器の会社と製品情報（製品タイプ、展開地域、導入までのリードタイプ、支援ニーズなど）をまとめたカタログを作成

出所：SEforALL HP、SEforALL (2020) The Recover Better with Sustainable Energy Guide for African Countries, SEforALL (2020) Identifying options for supporting the Off-Grid sector during COVID-19 crisis, SEforALL (2020) Powering Healthcare Solutions Catalogueを基にJICA調査団作成

64

オフグリッドセクターのCOVID-19による影響調査や政策提言を実施

#	機関名	概要
12	地方電化連盟 (ARE) 	【取組／対アフリカ支援】 ■ パートナー組織とともに、政府、政策策定者、資金提供者、慈善団体に向けた、以下5つを主要ポイントとしたCOVID-19に対する「行動喚起」を作成 • 「世界的なオフグリッド救済資金」の設立 • オフグリッドプロジェクトの既存の調達や資金提供プロセスの迅速化 • SDGsを達成に向けた「地方電化促進計画」のための資金分配 • オフグリッドセクターを政策における必要不可欠なサービスとしての位置づけ • オフグリッド関連企業への技術支援の拡大 ✓ リスク緩和策 ✓ シナリオ分析実施 ✓ 危機管理計画策定 ✓ 感染対策などへの支援 ■ 以下の調査・分析、出版を実施 • COVID-19によるオフグリッドセクターへの影響調査「COVID-19: エネルギーアクセス産業指標-結果と考察」に参画（主幹はEnDev） ✓ アフリカ12カ国を含む44ヶ国の613社に対するアンケート調査により、COVID-19による売上・財務へのインパクト、必要な支援ニーズなどを取りまとめる • 「分散型再エネを活用した地方医療施設の電化に係るベストプラクティス」の出版 ✓ COVID-19により、以前に増して浮彫になった地方の医療施設の電化に係り、AREメンバーの16のケーススタディを紹介するとともに、国際機関、NGO、政府に対する提言を取りまとめる ■ 複数のオンラインでの情報発信を実施 • Webinar「再エネオフグリッドによる地方部保健医療施設の電化：イニシアティブや革新的な解決策」の開催 • 「エネルギーアクセス COVID-19からの回復サミット」の開催

出所：ARE HP、ARE (2020) CALL TO ACTION ROADMAP FOR THE DECENTRALISED RENEWABLES SECTOR TO SURVIVE AND FLOURISH IN THE WAKE OF THE COVID-19 CRISIS, endiv (2020)
 COVID-19: Energy Access Industry Barometer - Results and observationsを基にJICA調査団作成

APPENDIX 7: 脱炭素技術(水素・アンモニア・CCS/CCUS・EV)の世界 およびアフリカにおける最新動向

目次

調査項目	頁	Appendix - 技術・各国政策動向	頁
0. 序章・サマリー	2	A-1. 水素	69
1. 低炭素技術の概要と世界の動向	3	A-2. アンモニア	79
1.1 水素・アンモニア	5	A-3. CCS/CCUS	87
1.2 CCS/CCUS	17	A-4. EV	106
1.3 EV	28		
2. アフリカにおける低炭素技術の動向	34		
2.1 水素・アンモニア	38		
2.2 CCS/CCUS	51		
2.3 EV	54		
3. 他国・ドナーによる支援動向	59		
3.1 英国	60		
3.2 ドイツ	61		
3.3 中国	62		
3.4 国際機関	63		
4. まとめ・考察	64		
4.1 水素・アンモニア	65		
4.2 CCS/CCUS、EV	66		

0. 序章・サマリー

本案件では、アフリカ地域における脱炭素技術・バリューチェーン導入に関する開発ニーズ及びポテンシャルに係る調査を実施。

【背景】

- 本体調査を踏まえ、世界的にもCOVID-19からの持続的な回復シナリオとしての再エネ分野への投資促進並びに再エネの大量導入に伴い必要となる蓄電池・水素・アンモニア・二酸化炭素回収貯留（CCS）/二酸化炭素回収・有効利用・貯留（CCUS）等の分野への投資促進の必要性が把握された。
- 各国がカーボンニュートラル（CN）宣言を打ち出す中、脱炭素技術は今後加速的に伸びていく事が想定される。
- 近年、欧州諸国、アメリカ、カナダ、韓国、中国、オーストラリアが脱炭素化社会に向けた戦略や指針や水素戦略を更新している。再エネ導入が進むアフリカの国では今後電力の供給過剰が予想されており、脱炭素化技術は需給調整の役割としての導入可能性がある。

【調査内容】

- 本調査は、サブサハラアフリカ地域を対象に、脱炭素技術関連の政策・制度・計画、関連プロジェクトや先進国・ドナーの支援状況の整理および企業へのヒアリングをとおし、今後の協力の方向性を検討し、提言を行うものである。
 - 脱炭素技術の基礎概況
 - 技術概要、研究開発状況、ポテンシャル
 - アフリカにおける脱炭素技術関連政策・制度・計画
 - アフリカにおける脱炭素技術のプロジェクト動向および他国・他ドナーによる支援動向
 - 今後の協力可能性に係る提言

【全般】

- アフリカは、2040年に**需要の約1,000倍の再エネ発電ポテンシャル**がある。**マダガスカル、ナミビア、南アフリカ等**の経済発展が進む国を中心に、独自の**水素戦略**策定を行うなど、**欧州の影響も強く受けつつ**、アフリカ全体でエネルギー供給構図の変化が予想される。
- 他方、その道筋は不透明であり、製造・運搬・需要などサプライチェーン全般に多くの課題がある。公的機関は、ビジネスサイドとも対話をしながら、計画づくり、制度整備、技術開発、ファイナンス、インフラ整備、トランジションを挟みながら需要創出を上手く誘導していく役割を果たすことが重要と考えられる。

【水素・アンモニア】

- 水素・アンモニアに関しては、**どれだけ廉価に原料（余剰再エネ電力）を確保できるか、現地パートナーリング**、（輸送費の観点からも、）**地消ニーズを発掘できるか**が普及に向け重要になる。

【CCS/CCUS、EV】

- CCS/CCUSに関しては、ビジネス化に繋がるだけの需要規模を確保できるか、EVに関しては、ポテンシャルは高いため、基礎インフラの拡充等も踏まえ、中長期で取り組むべき事案と考えられる。

1. 低炭素技術の概要と世界の動向

3

1. サマリー

2050年のCN社会達成に向け、脱炭素技術は重要な役割を果たすが、コスト面等課題も多く、関連制度・支援の更なる整備が求められる。

	水素	アンモニア	CCS	CCUS	EV
現状	■ 燃焼等にCO2を排出しない水素やアンモニアは、カーボンニュートラル（CN）やエネルギー転ジションの達成に向け、その需要が高まり始めている ■ 製造方法により幾つか種類があり、現在の水素の大半はグレー水素（化石燃料由来）、但し、製造過程のCO2排出が課題となっている ■ 使用用途は、燃料（混焼・専燃）、輸送、肥料（アンモニアのみ）等 ■ 普及課題として、コストが高いことが挙げられる		■ 地球温暖化対策において、CCSをはじめとするCO2回収技術は重要な役割を果たすことから、活用に係る取組が進んでいる ■ 米国を中心に、現在26件のCCS事業が稼働しており、さらに37件が計画・建設中 ■ コストが高いことが課題		■ 世界の排出量全体の約21%は運輸・交通セクターから発生しており、特に、陸運における排出量が多いことから、EVによる脱炭素化が期待されている ■ 他方、EVの主要コストであるバッテリー価格は、原材料価格高騰により増加が懸念されることから対策が必要
今後	■ 世界全体での水素の需要は、2050年には現在（2020年値比）の約6倍となることが予想されている ■ 特に脱炭素化社会に向け必要になるブルー水素（化石燃料由来+CCUS）、グリーン水素（再エネ由来）の開発・コスト低廉化が進み、2050年はこの2種類が主流になる ■ 一足飛びにCNの世界にたどり着けない化石燃料利用国においても、段階的エネルギー転ジションのために重要な役割が期待される ■ 但し、ブルー水素は、元々化石燃料由来のものであり、CNに寄与する技術かどうか疑義が残る		■ 2050年にネットゼロを達成するには、CCUSの導入が緩和策全体の約20%必要とされており、需要が高まる見込み ■ 補助金等の制度・支援政策やファイナンス面からの規制強化により、CCS/CCUSの実装が進んでいく事が期待される		■ EVにより、2020年～2050年の30年間で6.5Gt-CO2の削減が見込まれており、実装に向け取組が加速する ■ バッテリーに関し、グローバル生産能力は、今後拡大見込みであり、生産量の拡大に伴う量産効果で価格低下が期待される

4

1.1 水素^{*1}・アンモニア

^{*1}: アンモニアは、水素を経て製造されることもあり、水素に係る各国政策や目標値にアンモニアも含有されていることが多い

5

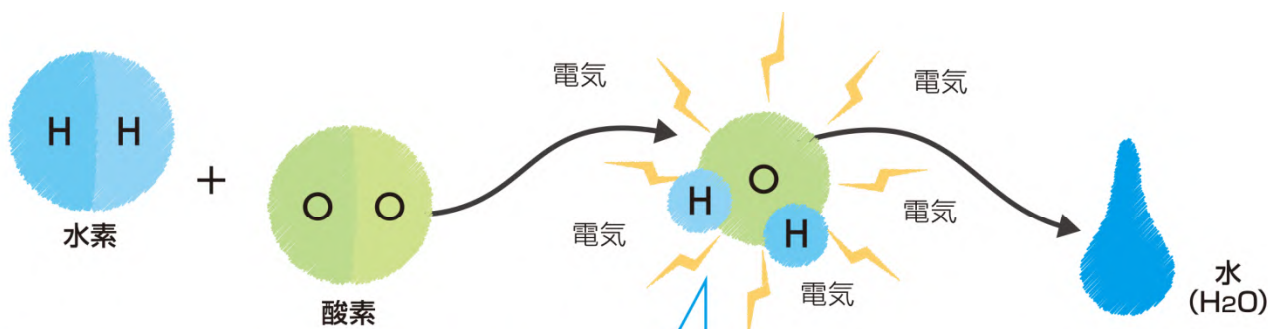
水素

アンモニア

1.1.1 基礎情報

水素からエネルギーを取り出す際には水が生成されるのみでCO₂を排出しないため、脱炭素に有効として注目を集め、その技術開発が進んでいる。

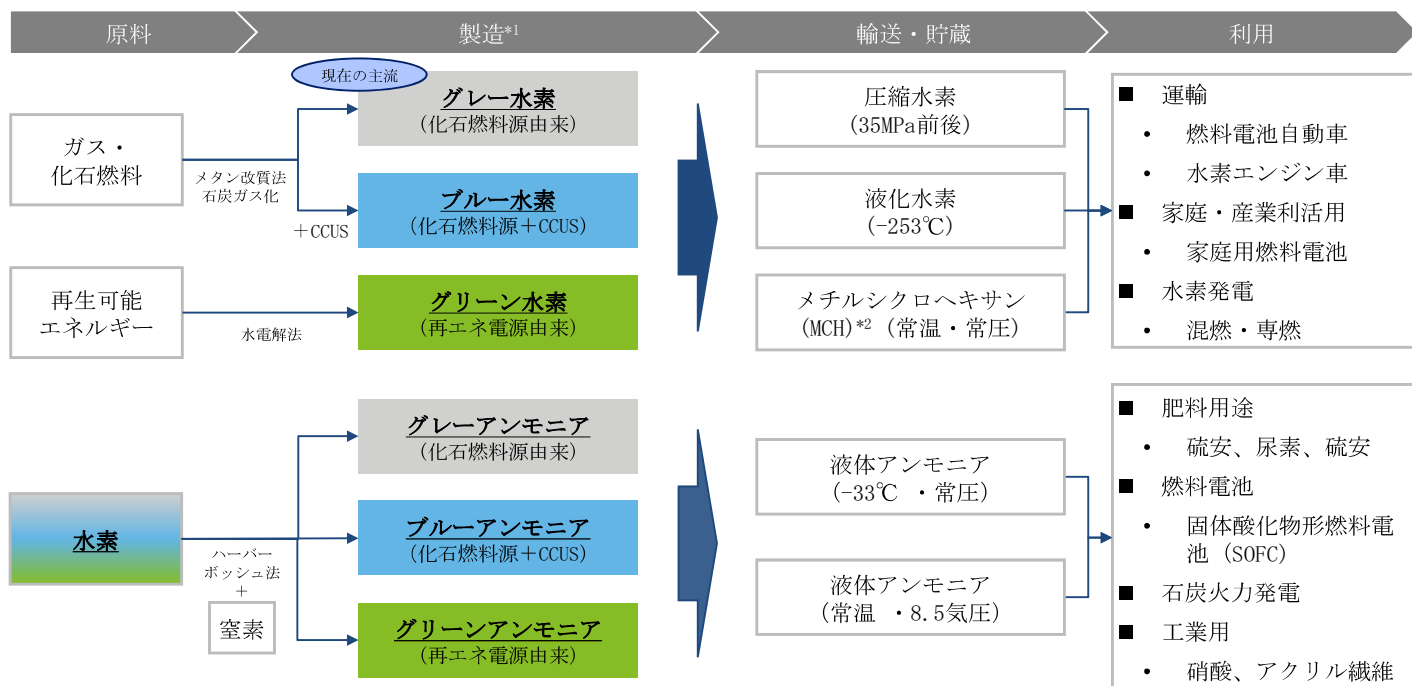
- 水素にC（炭素）が含まれていないため、利用中のCO₂排出量はゼロ
- 太陽光や風力などの再生可能エネルギーで製造した水素を普及させると、CO₂をさらに削減することが可能



水素で発電する際に
出るのは水だけです。 $\text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \xrightarrow{\text{電気}} \text{H}_2\text{O}$ という式で表されます。

1.1.2 種類

水素は、原料、製造法の違いにより区別があり、特に由来する原料の違いにより脱炭素化への貢献には差異が生じる。



*1: 全てで7種類の水素があるが、代表的な製造法のみ記載、*2: トルエンに水素を付加させて作る液体であり、水素キャリアの一つ

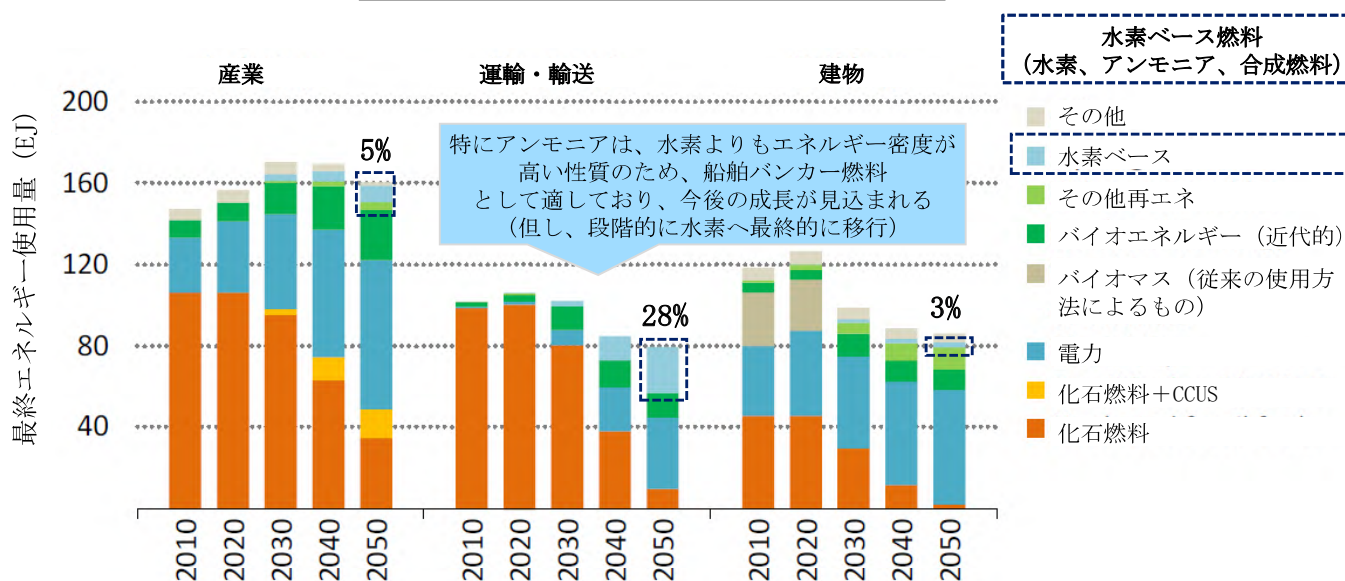
出所: EY Parthenon (2021)「グリーン」水素を通じて次のゼロエミッション革命を創り出すには? | EY Japan、国際環境経済研究所 (2019) CO2フリー燃料、水素エネルギーキャリアとしてのアンモニアの可能性 (その3)、一般財団法人エンジニアリング協会 (2019) 岩崎市における水素・再生可能エネルギー導入ビジョン策定事業、国際環境経済研究所 (2017) アンモニア: エネルギーキャリアとしての可能性 (その1)、産業技術総合研究所 (2014) 産総研: ガスタービンでアンモニアを燃焼させる発電技術、JERA (2020) 2050年におけるゼロエミッションへの挑戦について | プレスリリース (2020年)、日本アンモニア協会 アンモニア、IHI (2018) アンモニアを燃料とした燃料電池システムによる1kWの発電に成功 ~CO2フリーのクリーンな燃料電池 低炭素社会の実現に寄与~等を基にJICA調査団作成

7

1.1.3 需要予測 (1/3) : 最終エネルギー使用量

2050年CNの達成に向け、水素も重要な役割を担い、エネルギー利用の約30%を占める運輸・輸送部門での利活用に期待が高い。

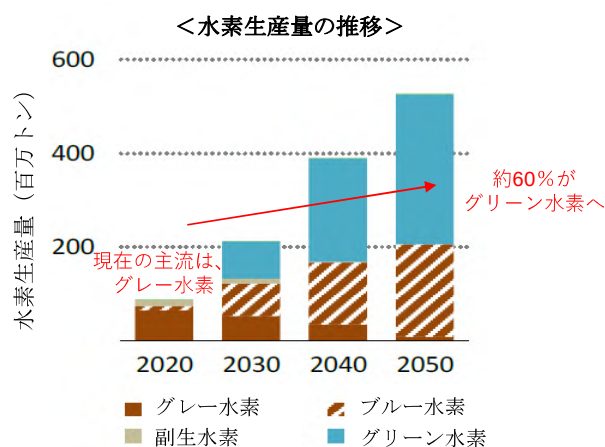
ネットゼロ排出シナリオ (NZEシナリオ) における
世界の分野別・燃料別最終エネルギー使用量



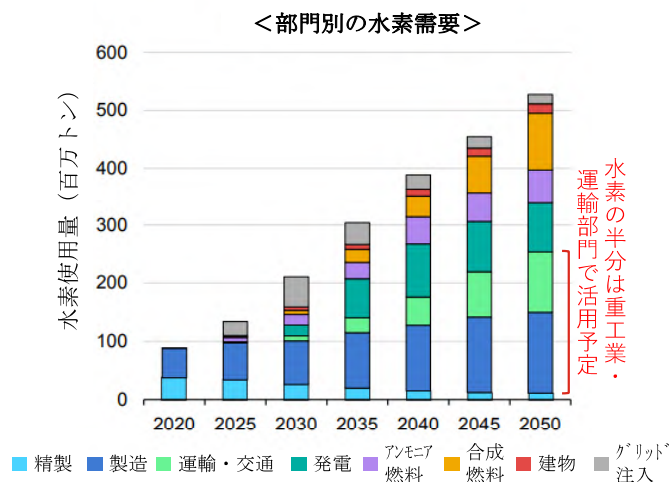
1.1.3 需要予測 (2/3)

2050年の水素需要は2020年の約6倍に拡大する見込みで、脱炭素に寄与するグリーン水素及びブルー水素がその大半を占める。

低炭素水素製造の今後



ネットゼロ達成時における水素の将来需要



- 世界全体での水素の生産量は、2050年には530Mt（2020年比の約6倍）に達することが予測されている
- 技術開発の進展により、今後はグリーン・ブルー水素の製造が主流となることが予想され、グリーン水素が需要の約60%を占める予測である

- 世界全体で2050年に生産される水素（約530Mt）のうち、約50%は重工業部門（鉄鋼・化学産業が中心）と運輸部門で利用される
- 残る50%のうち、約30%はアンモニア、合成燃料（灯油・メタン）へ転換され、約17%はガス火力プラント用途で使用されることが試算されている

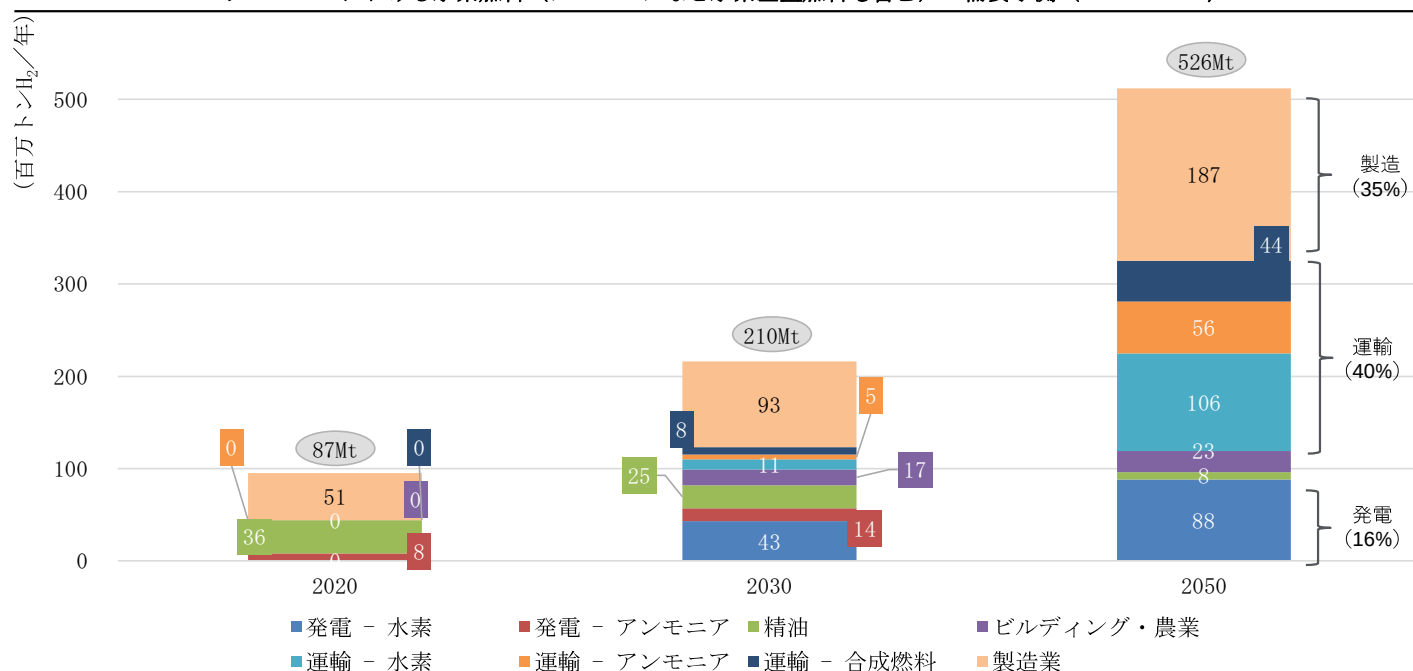
出所：IEA（2020）、Net Zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector、IEA（2021）、Global Hydrogen Review 2021を基にJICA調査団作成

9

1.1.3 需要予測 (3/3)

水素の将来需要は製造業、運輸、発電により構成される予測。

グローバルにおける水素燃料（アンモニアなど水素基盤燃料も含む）の需要予測（2020 - 2050）

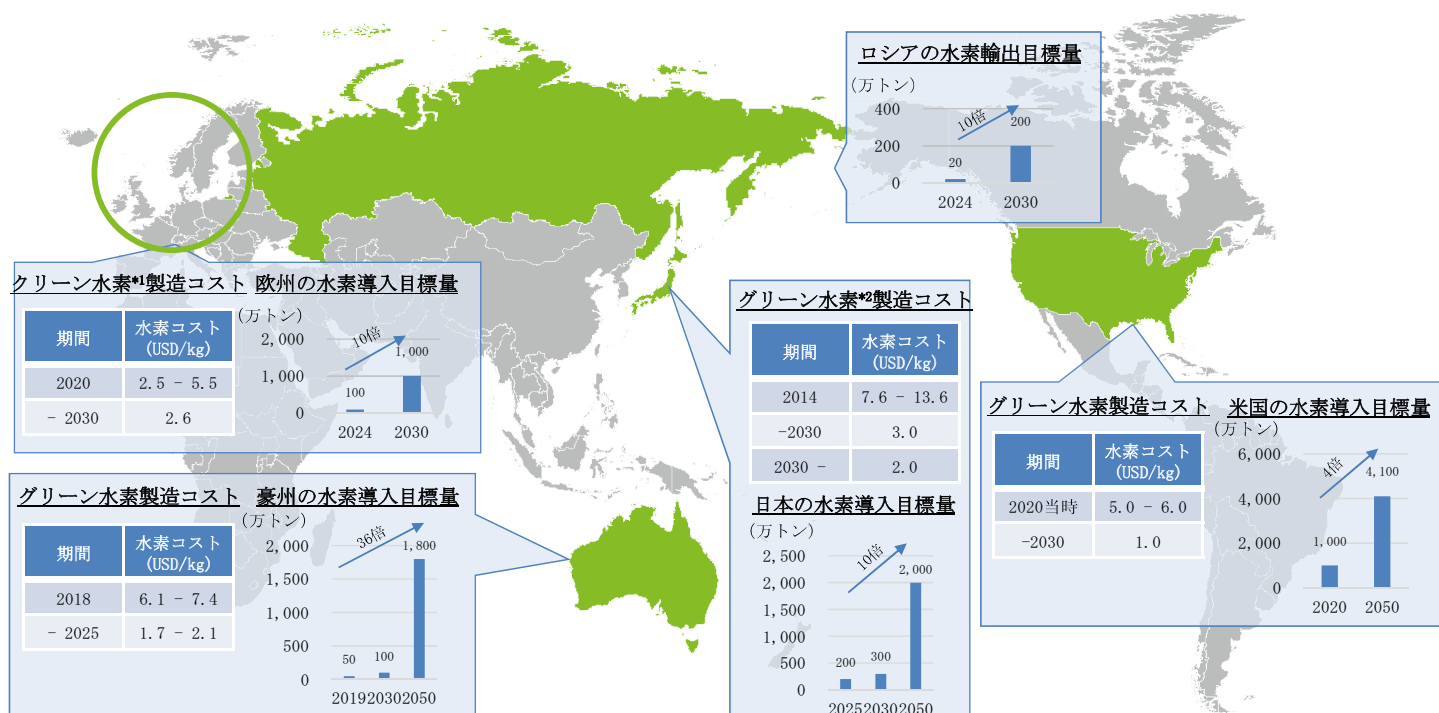


出所：IEA（2020）、Net Zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector等を基にJICA調査団作成

10

1.1.4 将来計画 (1/2)

2020年時点の国内水素販売価格は約10米ドル/kgだが、各国でコスト低減が進展。導入量目標も設定され、更なるコスト低減が目指されている。

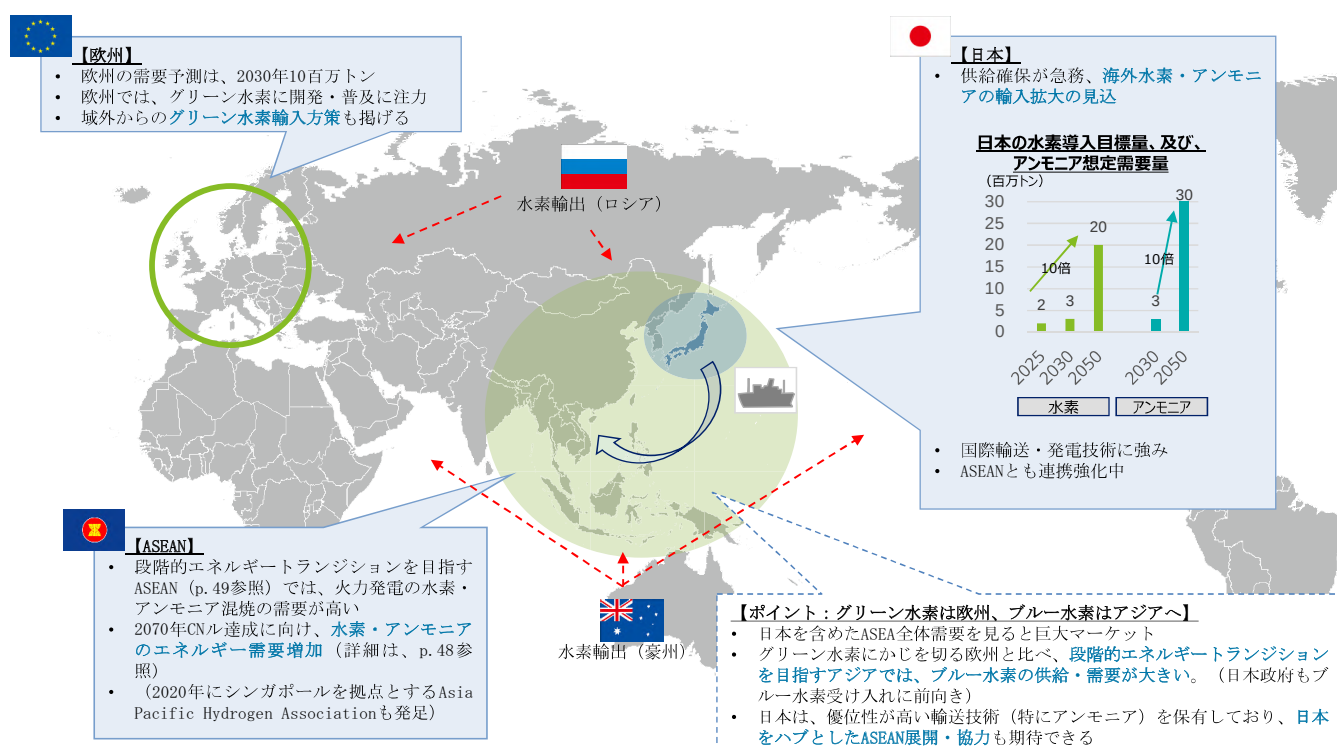


*1: 海外の安価な未利用エネルギーとCCSを組み合わせる、又は安価な再生エネルギーから得られる水素、*2: 太陽光、風力等の再生エネルギーにより得られた電力を用いて、水の電気分解をして得られる水素
 出所: JOGMEC (2020) ロシア情勢、European Commission (2020), A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe、Hydrogen Council (2020), Path to hydrogen competitiveness A cost perspective、US DOE (2020), Department of Energy Hydrogen Program Plan・DOE Hydrogen and Fuel Cells Program Record、ロイター (2021) バイデン米政権、グリーン水素の生産コスト引き下げで目標提示、COAG Energy Council (2019), Australia's National Hydrogen Strategy、CITRO (2021), National Hydrogen Roadmap、経済産業省 (2021) 今後の水素政策の課題と対応の方向性 中間整理 (案)、内閣官房 (2017) 水素基本戦略、資源エネルギー庁 (2014) 水素の製造・輸送・貯蔵について等を基にJICA調査団作成

11

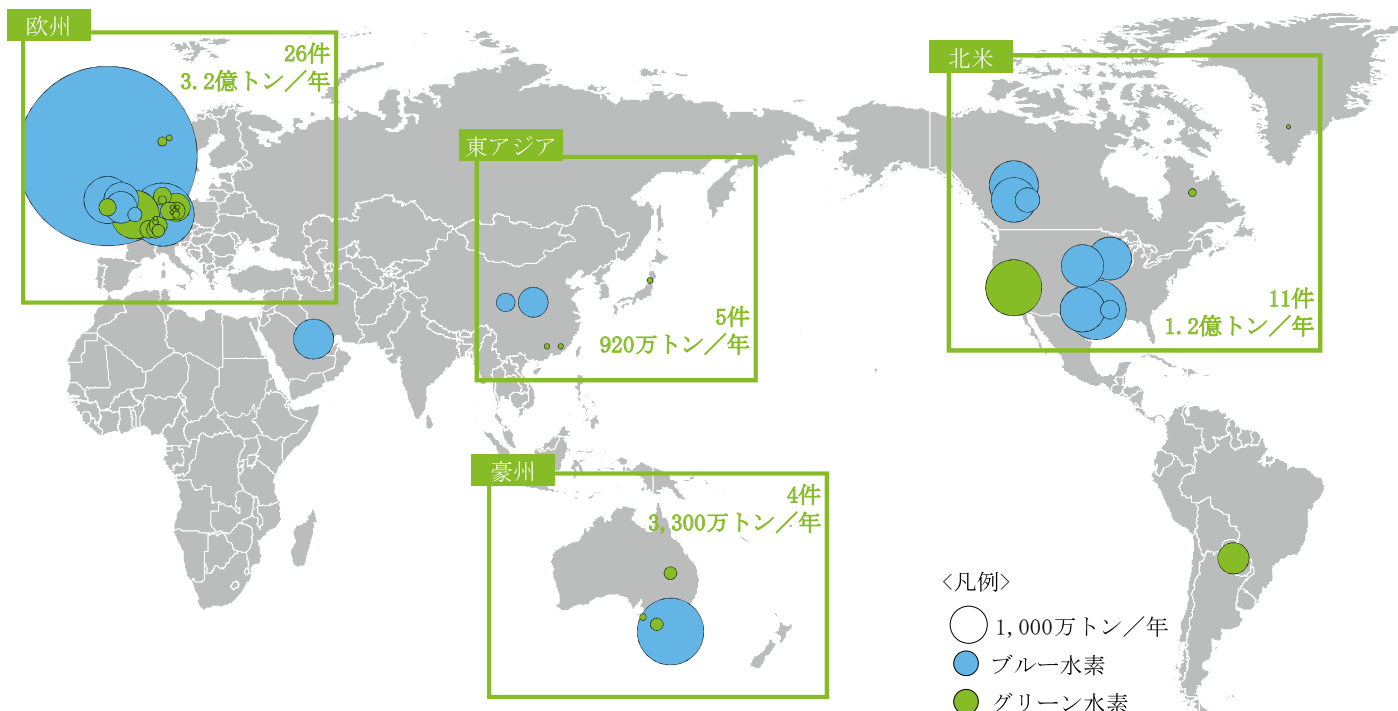
1.1.4 将来計画 (2/2)

日本を含むアジア全体で中長期の水素・アンモニア需要が大きく、利害を有する関係各国（水素供給国等）との協力体制を構築する必要。



1.1.5 プロジェクト動向 (1/2)

生産能力97,500t/年以上の大規模製造プロジェクトは48件に上り、主に欧州と米国に集中するが、豪州、東アジア及び中東、南米にも分布している。

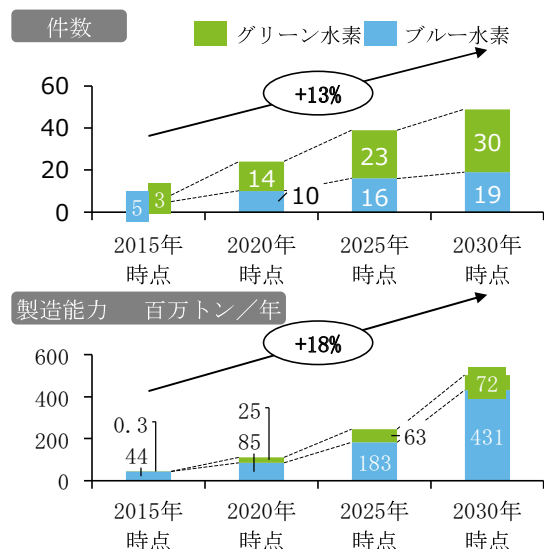
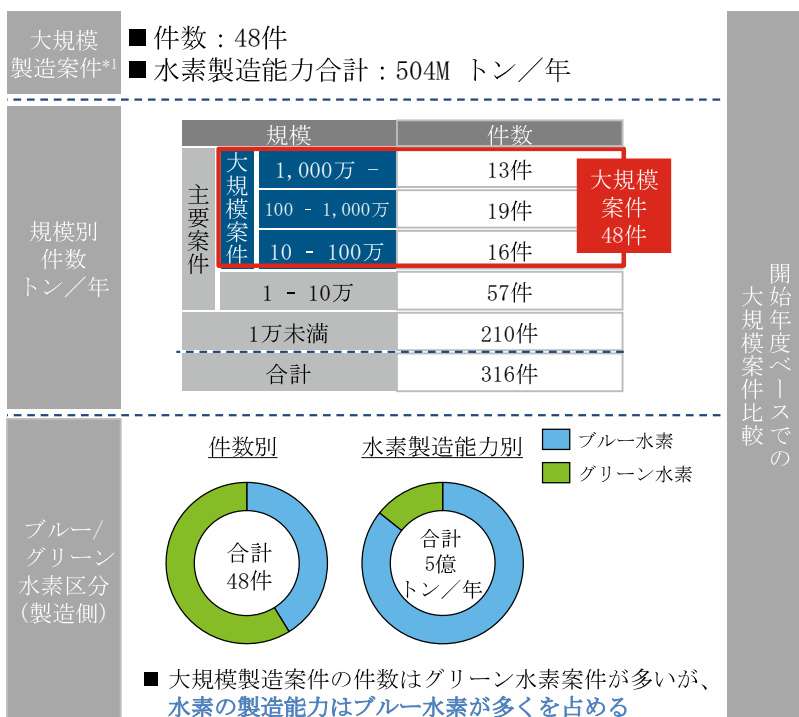


*1：大規模製造プロジェクトは2010年以降で、かつ水素製造能力が97,500 トン/年以上のものに限定
 出所：IEA（2020）、Hydrogen Projects Database等を基にJICA調査団作成

13

1.1.5 プロジェクト動向 (2/2)

大規模水素製造案件はCAGR13%で増加。グリーン水素製造案件の伸びが大きい
 が、ブルー水素の製造案件も増えつつあり、今後の水素の製造はブルー水素が
 多くを占める見通し。



水素種類	2015年	2020年	2025年	2030年
グリーン	0.1	1.8	2.7	2.4
ブルー	8.8	8.5	11.4	21.8

*1：大規模製造プロジェクトは2010年以降で、かつ水素製造能力が97,500 トン/年以上のものに限定
 出所：IEA（2020）、Hydrogen Projects Database等を基にJICA調査団作成

14

1.1.6 サプライチェーンと企業 (1/2)

欧州と中国は大型の水電解装置技術でリード。一方、利用部分では日本企業に加えて北米、欧州、韓国も積極的に技術開発に取り組む。

	製造	貯蔵・輸送・供給	利用		
	水電解装置	ステーション	水素発電（混焼・専焼）	FCV*2	家庭・産業利活用
主要国内企業*1	旭化成 - 福島水素エネルギー研究所で利用中のアルカリ型大型水電解装置(19万トン/年)を保有 日立造船 - PEM*3を利用した小規模～中規模の水電解装置を保有(98トン - 3.9万トン/年) 東芝 - SOEC*4を利用した高効率の水電解装置を保有	エネオス 46か所のステーションを整備 - MCH*5を開発中 岩谷産業 - 液化水素供給に強み - エンジニアリング/運営を実施	川崎重工業 - 発電効率68%を実現する1400℃級発電システムを開発するNEDOプログラムに参画 三菱パワー - 専焼・混焼技術を開発 - 燃焼技術は小型から大型機を開発(3万 - 128万kW)	トヨタ自動車 - 市販化で先行しFCV “ミライ”を発売 2030年までに800万台のFCVを販売する目標を発表 本田技研工業 - GMとFCVの共同開発と規模の拡大に注力	パナソニック - 家庭用燃料電池エネファームを販売 東京ガス - メタネーション（水素と二酸化炭素を原料としたメタン合成）の実証実験を2021年に開始
	McPhy（仏） - アルカリ型水電解装置を保有(39トン - 7.8万トン/年) 蘇州グリーン水素エナジー（中国） - アルカリ型水電解装置を保有(490トン - 9.7万トン/年) ITM パワー（英国） - 固体高分子膜型水分解を利用した様々な規模の水電解装置を保有(341トン - 181万トン/年)	シノペック（中国） 2025年までに1000基の水素ステーションの設置を発表 H2 モビリティ（ドイツ） 91か所の水素ステーションを開発 - 現在、計15件のプロジェクトが計画中～試行運転として進行	スオム（スウェーデン） 2023年までにガスタービン・コンバインドサイクル発電所の一部を100%水素専焼の発電所に切り替える計画 SSE（英国） - ヒートポンプ/ガス火力ボイラー/CHP*6の活用が脱炭素化を推進	ヒュンダイ（韓国） - FCV “ネクス”を販売。2030年までに年間50万台規模の新型FCVの国内生産体制を構築する計画 BMW（ドイツ） - トヨタと技術協力を実施し、燃料電池車を開発	ブルームエナジー（米国） 火気を一切使用しない全電気式ソリューションを用いた SOFC*7技術を実現

*1：主要企業は各バリューチェーンごとに最も高性能な技術を有するまたは先駆的なプロジェクトに関わる企業群から選定 *2：運輸燃料、*3：高分子電解質膜、*4：固体酸化物型水電解電池、

*5：メチルシクロヘキサン、*6：熱電供給システム、*7：固体燃料電池

出所：各企業ウェブサイト、記事等を基にJICA調査団作成

15

1.1.6 サプライチェーンと企業 (2/2)

アンモニアの運搬及び発電技術では日本企業が世界をリードする。また、輸送用燃料では、欧州における船舶での利用技術開発が進捗している。

	製造	貯蔵・輸送・供給	利用		
	アンモニア製造	運搬	アンモニア発電（混焼・専焼）	運輸燃料	家庭・産業利活用
主要国内企業*1	日揮 産業技術総合研究所福島再生可能エネルギーセンターにて、現在のハーバーボッシュ法で用いられるFe系の触媒よりも低温・低圧で高活性なアンモニア合成触媒を用いた再生可能なアンモニア合成の実証試験中	日本郵船 - 液化アンモニアガス運搬専用船（AFAGC）と浮体式アンモニア貯蔵再ガス化設備（A-FSRB）の実用に向け、運航手法の策定、法規対応の検討、経済性評価を実施 ジャパンマリンユナイテッド 2020年8月、AFAGCとA-FSRBの研究開発	IHI 2021年3月、世界初、2,000kW級ガスタービンで液体アンモニアの70%混焼に成功 三菱パワー 2021年3月、世界初となるアンモニア専焼による4万kW級ガスタービンシステムの開発に着手	日本郵船 - 世界初のアンモニア燃料タグボートの実用化に向け、共同研究開発契約をIHI原動機と日本海事協会と締結 - 船体、機関、燃料供給システムを含む技術開発、安心安全な運航手法を開発	IHI アンモニアを燃料として直接供給するSOFCシステムを開発し、1kWの発電に成功
	YARA（ノルウェー） 2023年の完成に向け、再生可能なアンモニア製造を予定 Dyno Nobel（豪州） 2019年、オーストラリアのクイーンズランドに再生可能なアンモニア製造を実施	主要企業なし	主要企業なし	MAN エナジーソリューションズ（ドイツ） 2024年の完成に向け、アンモニア焚き2ストロークエンジンの開発中 アビンインターナショナル（ギリシャ） - アンモニア燃料船として世界初の利用に向けテストを実施予定	AFCエナジー（英国） 2019年5月、アンモニアを燃料とする燃料電池の試験成功を発表

*1：主要企業はAmmonia Energy Association、クリーン燃料アンモニア協会の参画企業のうち各バリューチェーンごとに最も高性能な技術を有するまたは先駆的なプロジェクトにかかわる企業群から選定

出所：エネ庁提供資料、各企業ウェブサイト、記事等を基にJICA調査団作成

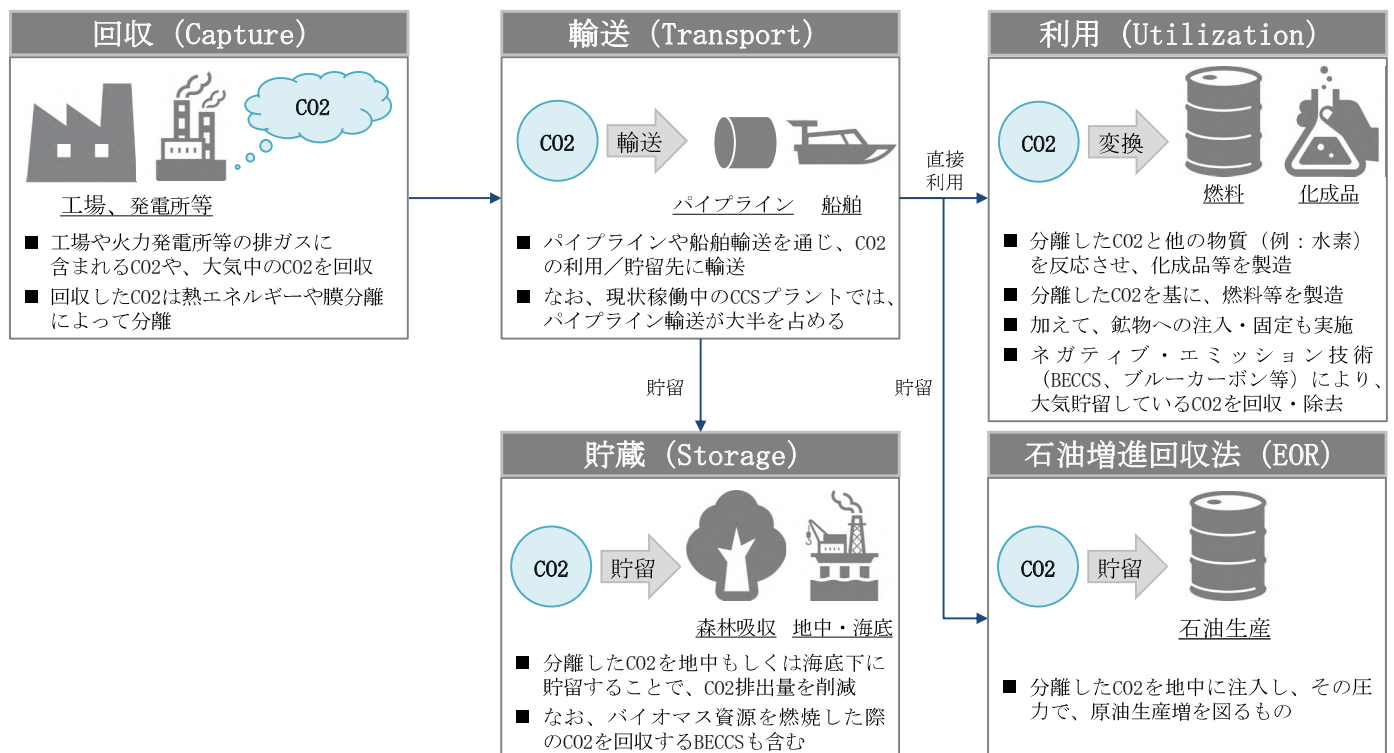
16

1.2 CCS/CCUS

17

1.2.1 基礎概況 (1/2)

CCS/CCUSとは、回収したCO₂を燃料素材や鉱物注入材として利用、または海底等に貯留する技術であり、CO₂排出削減への貢献が期待されている。

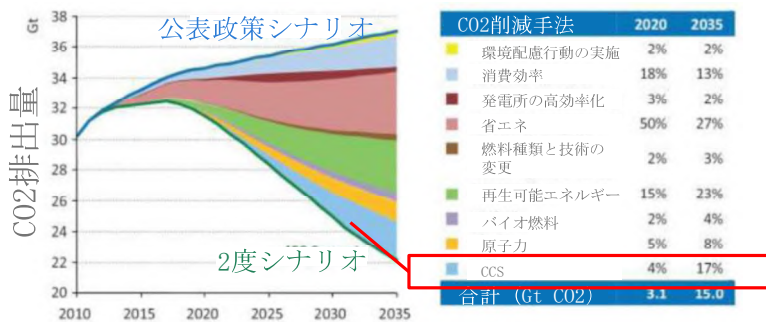


18

1.2.1 基礎概況 (2/2)

地球温暖化対策の中でCCSをはじめとするCO₂回収技術は重視されており、各国の計画においても本格実用化運用に向けた検討、実証実験が取組まれている。

各手法によるCO₂削減効果



代表的な国の計画と概要

	計画名称	計画内のCO ₂ 回収・貯蔵技術に関する記載
米国	United States MidCentury Strategy for deep decarbonization	①低炭素なエネルギーシステムへの転換、②森林等やCO ₂ 除去技術を用いたCO ₂ 隔離、③CO ₂ 以外の温室効果ガス削減の3分野で取り組みを推進。
カナダ	Canada's Mid-century long-term low-greenhouse gas development strategy	森林・土地によるCO ₂ 吸収・固定や、電力の低炭素化など、複数分野の課題と可能性についての基本的な枠組みを提供する。
日本	地球温暖化対策計画	2030年以降を見据えて、CCSについて「東京電力の火力電源入札に関する関係局長級会議取りまとめ」や「エネルギー基本計画」等を踏まえて取り組む。
EU	Energy Roadmap 2050	産業部門において、大規模なCCS導入を2030年前後に実施する。

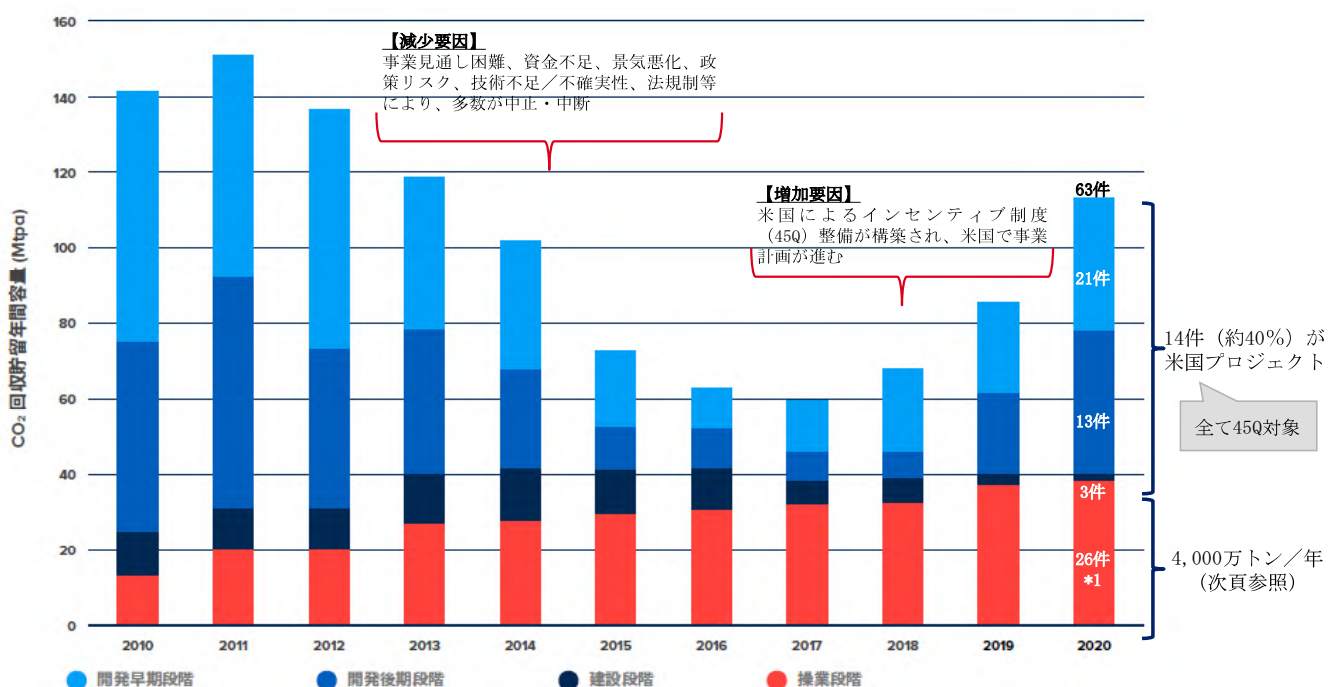
*1：1993年の資料を出典としており、その後商業的に適用されていないため、参考値として掲載

出所：みずほ情報総研株式会社等（2014）平成 25 年度シャトルシップによる CCS を活用した二国間クレジット制度実現可能性調査委託業務報告書、資源エネルギー庁（2015）CO₂回収、利用に関する今後の技術開発の課題と方向性等を基にJICA調査団作成

19

1.2.2 プロジェクト動向 (1/2)

現在26件のCCS事業（約4,000万トン/年）が稼働しており、さらに37件（約7,500万トン）が計画・建設されている。



*1：操業中止中の2件を除く

出所：Global CCS Institute（2020）世界のCCSの動向（2020年版）、経済産業省（2021）我が国におけるCCS事業化に向けた制度設計や事業環境整備に関する調査事業 調査報告書等を基にJICA調査団作成

20

1.2.2 プロジェクト動向 (2/2)

北米では、補助金や税制優遇制度が整備されていることもあり、案件が進んでいる。

操業中CCS事業リスト

	国	事業名	操業開始年	CO2回収元	回収能力(万トン)	貯留タイプ	補助金	税制優遇
1	米国 (12件)	Terrell Natural Gas Plants	1972	天然ガス精製	50	EOR		
2		Enid Fertiliser	1982	肥料製造	70	EOR		
3		Shute Creek Gas Processing Facility	1986	天然ガス精製	700	EOR		
4		Great Plains Synfuels (Weyburn/Midale)	2000	合成天然ガス	300	EOR		
5		Core Energy CO2-EOR	2003	天然ガス処理	35	EOR		
6		Arkalon CO2 Compression Facility	2009	エタノール製造	29	EOR	○	
7		Century Plant	2010	天然ガス処理	840	EOR		○
8		Bonanza BioEnergy CCUS EOR	2012	エタノール製造	10	EOR		
9		Coffeyville Gasification	2013	肥料製造	100	EOR		○
10		Air Products Steam Methane Reformer	2013	水素製造	100	EOR	○	○
11		PCS Nitrogen	2013	肥料製造	30	EOR		
12		Illinois Industrial	2017	エタノール製造	100	純粋地層貯留	○	○
13	カナダ (3件)	Boundary Dam CCS	2014	石炭火力発電	100	EOR	○	
14		Quest	2015	水素製造	100	純粋地層貯留	○	○
15		ACTL with North West Sturgeon Refinery CO2 Stream	2020	水素製造	120-140	EOR		
16		ACTL with Agrium CO2 Stream	2020	肥料製造	30-60	EOR	○	
17	ブラジル	Petrobras Santos Basin Pre-salt Oilfield CCS	2011	合成天然ガス	300	EOR		
18	ノルウェー	Sleipner CO2 Storage Project	1996	天然ガス精製	100	純粋地層貯留		
19	(2件)	Snohvit CO2 Storage Project	2008	天然ガス精製	70	純粋地層貯留		
20	UAE	Abu Dhabi CCS	2016	鉄鋼製造	80	EOR		
21	カタール	Qatar LNG CCS	2019	天然ガス精製	210	EOR		
22	サウジアラビア	Uthmaniyah CO2-EOR Demonstration	2015	天然ガス精製	80	EOR		
23	豪州	Gorgon Carbon Dioxide Injection	2019	天然ガス精製	340-400	純粋地層貯留	○	
24	中国 (3件)	Sinopec Zhongyuan CCUS	2006	化学品製造	12	EOR		
25		Karamay Dunhua Technology CCUS EOR	2015	エタノール製造	10	EOR		
26		CNPC Jilin Oil Field CO2 EOR	2018	天然ガス精製	60	EOR		

各種インセンティブが整備されており、案件数が多い

ノルウェーでは、経済合理性が働く（炭素価格が高く、CO2回収したほうが経済的に合理的であるため）

出所：Global CCS Institute (2020) 世界のCCSの動向 (2020年版)、経済産業省 (2021) 我が国におけるCCS事業化に向けた制度設計や事業環境整備に関する調査事業 調査報告書等を基にJICA調査団作成

21

1.2.3 導入課題

脱炭素政策の加速や化石燃料事業へのファイナンス面からの制約強化により、CCSの実装が進むことが期待される。

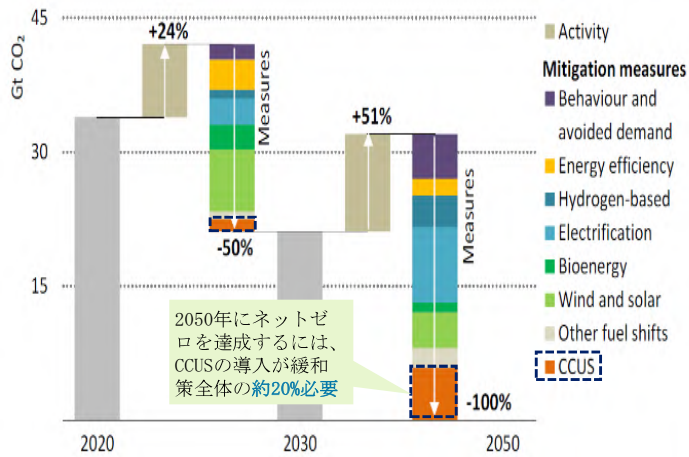
	CO2回収先	CCS技術の導入インセンティブ	課題 (ビジネス面・技術面)
現状	天然ガス田	EORによる石油生産量の増加を目的とし、天然ガス採掘時に回収されるCO2を貯留しつつ、圧入ガスとして活用	政府主導の公共事業、もしくは税制控除や補助金等の優遇措置が前提であり、利益創出力は政策に依存
将来	石炭火力	既設	発電コストの上積みとなり、利益低下に直結
		燃料代替	- バイオマス資源との混焼により、石炭火力発電所からのCO2削減を図りつつ、CCS技術を導入することで、大気中のCO2削減に繋がる「ネガティブエミッション」の実現も可能 - 大気中から削減したCO2の高付加価値化を図るためには、カーボンオフセットによるビジネススキームの整備が必要
		新設	- 新興国を中心に、石炭火力の発電容量は増加する見込み - 資金調達の観点からCCS技術の導入が必須となる可能性 - 発電コストの上積みとなり、利益低下に直結
	LNG火力	- 石炭よりも低炭素な火力発電として、普及が進む見込み - 資金調達の観点からCCS技術の導入が必須となる可能性	- 石炭火力の排ガスと比較すると、CO2濃度が低いため、CO2回収・分離技術の高度化が必要 - 石炭火力+CCS+アンモニアというパスが進む可能性もあり
	化成品、セメント製造プラント	CN達成に向けた政府目標を掲げている国を中心に、製造プロセスの特性上、CO2排出量の大幅な削減が難しい産業（例：化成品、セメント、鉄鋼）への対策として、CCS技術の活用が有効	- 石炭火力の排ガスと比較すると、CO2濃度が異なるため、CO2回収・分離技術の高度化が必要 - CO2貯留に対するインセンティブが存在しない⇒有価物の変換 (CCU) 用の原料として利用？

①CO2回収・分離技術の高度化（例：低濃度排ガスへの対応）、②各国の政策動向の注視が必要

1.2.4 将来動向

CCUSの活用により2030年時点で1,670MtCO₂/年、2050年時点で7,600MtCO₂/年のCO₂排出削減が予測されている。

低炭素技術別の排出量削減効果予測



CCUSによる排出量削減量将来予測（技術別）

回収分野・使用技術	2020	2030	2050
回収量 (Mt CO ₂)	40	1,670	7,600
化石燃料プロセスからのCO ₂ 回収	39	1,325	5,245
電力	3	340	860
産業	3	360	2,620
商用水素製造	3	455	1,455
非バイオ燃料製造	30	170	410
バイオエネルギーからのCO ₂ 回収	1	255	1,380
電力	0	90	570
産業	0	15	180
バイオ燃料製造	1	150	625
直接空気回収	0	90	985
うち除去	0	70	630

- 2050年ネットゼロ達成に向けた技術ロードマップによると、2050年時点で、CO₂回収量は7,600MtCO₂が見込まれており、現在（40MtCO₂, 2020年）より、約190倍に相当する削減量を予測している。
- そのうち、バイオエネルギーCCS（BECCS）を通し約1,400MtCO₂、直接空気回収・貯留（DACs）により約600 MtCO₂の削減が予測されており、前述の技術成熟度から、DACに係る技術の更なる開発が求められる可能性が予測できる。

出所：IEA（2020）、Energy Technology Perspective 2020を基にJICA調査団作成
23

1.2.5 技術動向

CO₂回収は液体吸収法、固体吸着法、分離法の3種類に分類されるほか、ケミカルルーピング法や酸素燃焼法といった新たな手法が開発されている。

	概要	主な吸着（収）物質	長所	短所	現状コスト (円/t-CO ₂)	コスト目標 (円/t-CO ₂)
吸収法 (液体)	物理吸収法	■ メタノール	■ 腐食や浸食等が少ない ■ 再生熱源を必要としない	■ 高分圧ガス向き ■ 重炭化水素への親和力が高い	1,980~8,690 —	2,000
	化学吸収法	■ 吸収液を用いて、化学的にCO ₂ を吸収し分離する方法	■ アミン ■ アンモニア	■ 低分圧ガス向き ■ 炭化水素への親和力が低い ■ 大容量向き	■ 腐食や浸食等がある ■ 再生用熱源が必要	4,400~8,140 —
吸着法 (固体)	PSA法	■ 圧力差を利用して、選択的にCO ₂ を吸着し、分離・回収する。	■ アミン ■ ゼオライト ■ 活性炭	■ 高純度精製が可能 ■ 装置が比較的簡易	■ 再生ガスが必要 ■ 水分の親和性が高い	記載なし 2,000
	TSA法	■ 温度差を利用して、選択的にCO ₂ を吸着し、分離・回収する。	■ 高純度精製が可能	■ 再生用熱源が必要 ■ 吸着材費用が掛る ■ 装置が大型化する	記載なし —	記載なし —
分離法	膜分離法	■ 高分子膜などでCO ₂ と他の気体の透過速度の差を利用して、CO ₂ を分離・回収する。	■ セルロースアセテート ■ ゼオライト膜	■ 装置が簡便	■ 低純度 ■ 大容量に不向き ■ 油脂分含有ガスに弱い	9,130 —
	深冷分離法	■ ガスを低温に冷やしてCO ₂ を液化させ、蒸留あるいは部分濃縮により分離・回収	—	■ 高純度精製が可能 ■ 大容量向き	■ 装置が複雑 ■ 高圧かつ高濃度向き	(2,530)*1 —
その他	ケミカルルーピング	■ 酸素キャリアによる石炭の酸化反応により、CO ₂ のみを排出させる	■ 酸化ニッケル ■ 酸化マグネシウム	■ 低消費エネルギー	■ 装置の耐久性に課題	1,540 —
	酸素燃焼	■ 燃焼用空気から酸素を分離し、燃焼排ガスからCO ₂ を直接回収する	—	■ 高純度精製が可能	■ 空気分離設備が大型 ■ 空気分離装置に動力が必要	2,970~7,920 —

物理エネルギー 化学エネルギー その他

*1：1993年の資料を出典としており、その後商業的に適用されていないため、参考値として掲載

出所：みずほ情報総研株式会社（2014）平成25年度シャトルシップによるCCSを活用した二国間クレジット制度実現可能性調査委託業務報告書、資源エネルギー庁（2015）CO₂回収、利用に関する今後の技術開発の課題と方向性等を基にJICA調査団作成

1.2.6 ビジネスモデル (1/2)

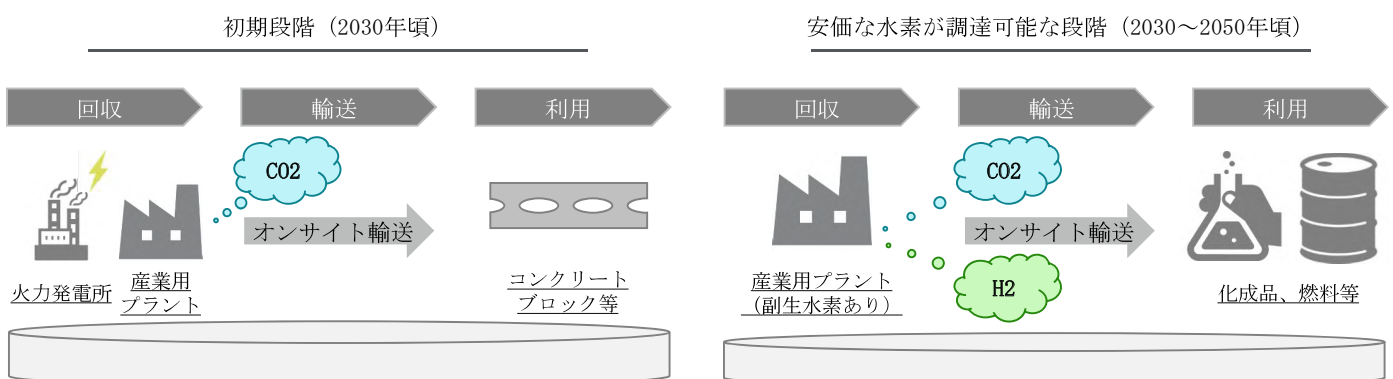
C02排出源の違いにより回収するC02の利活用方法、ビジネスモデルが異なるためバリューチェーン全般を身とした検討・事業設計が重要となる。

業種	C02排出源	C02輸送方法	C02利用方法	最終生成物	想定されるビジネスモデル (CCU関連機器メーカー)	想定されるビジネスモデル (CCU技術ユーザー)	
発電所	石炭火力	パイプライン輸送 船上輸送	■ 地中および海底に貯留⇒カーボンオフセットしたC02削減量を環境価値として取引 ■ 周辺施設で直接利用	■ 電力	■ EPC ・ 新設設備建設時のオプション機器として実装 ・ 既設設備への追加実装 ■ O&M ・ C02回収材の補填 ・ 設備メンテナンス ■ サービスライジング ・ CCU関連機器のシェアリング利用 ・ サブスクリプション型サービスの展開 (例：定期的なC02回収機能の増強)	■ C02直接利用による地産地消モデル (例：農業利用、産業用ガス、藻類培養…) ■ オフセットビジネス	
	LNG火力						
	バイオマス						
重工業	製鉄所		■ コンクリート製造時に注入し、高強度化	■ 鉄鋼		■ 高付加価値な鉱物販売	
	セメント工場						
燃料製造	LNG精製所		■ 水素と組合せ、最終生成物を増産	■ LNG		■ 水素の現地調達による地産地消モデル ■ CN製品としての技術ブランディング ■ 高付加価値な炭化水素製品の開発・販売	
	製油所						
	水素製造プラント		■ 水素と組合せ、新たに化成品を製造	■ 水素			
化成品製造	石油化学基礎製品製造プラント		■ 水素と組合せ、最終生成物を増産	■ エチレン ■ プロピレン 等		■ 水素の現地調達による地産地消モデル ■ CN製品としての技術ブランディング	
	石油化学誘導品製造プラント			■ 様々な化学品			

25

1.2.6 ビジネスモデル (2/2)

C02のオンサイト輸送・直接利用等の製造コスト低減を図りつつ、技術革新による分離回収コスト低減を受けて、より高付加価値な製品生産が可能になる。



概要	■ 既設の火力発電所や高濃度C02ガスを排出する産業用プラントにC02分離回収設備を導入し、オンサイトでのC02輸送を行うことで、最終製品の製造コスト、特にC02輸送コストの低減を図ることが可能 ■ 初期のC02利用先としては、鉱物への注入による高強度コンクリート製品の製造や、基幹物質である炭酸塩の製造等を想定 ■ 副生水素が得られる産業用プラントでは、合成ガスを基点としたメタノール精製等を行い、更なる付加価値の向上を図ることも可能 ■ 中長期的には、DAC関連技術の確立と水素製造コストの低減が進むことで、高付加価値な化成品や燃料製造等が可能に
前提条件	■ 一定のエリア内におけるC02回収先、利用先を確保済 ■ 膜分離法等の技術革新によるC02分離回収コストの低減、C02処理量の向上 ■ 水素の製造コストが20~30円/Nm3程度まで低減

26

1.2.7 促進策

公的支援施策として、技術の高度化を目指す「Technology Push」と、社会実装にかかる障壁低減を図る「Demand Pull」に2つに大別される。

カテゴリー	施策*1	概要	導入している国の例
Technology Push	ロードマップ策定	技術開発の今後の方向性と目標を策定	- 日本 - EU - 米国 - 中国
	開発資金支援	技術開発に関するイニシアチブの立上げや資金提供を実施	- 米国（DOE） - EU（NER300） - 日本（NEDO）
Demand Pull	建設補助金	CCUSプロジェクトの初期投資費用の一部を負担	- 米国 - カナダ 等
	税制優遇	税制上の優遇措置(例：税金免除、還付、減価償却優遇)を提供	米国
	債務保証	融資を得られにくいCCSプロジェクトに対して、政府が債務を保証	米国
	差額決済契約	電気の市場価格と、技術への投資に必要な価格の推定値との差額を支払	イギリス
	炭素価格制度 (国境炭素税も含む)	炭素税や排出量取引などにより、炭素排出量への価格付けを実施	- ノルウェー - EU
	タクソノミーの整備	サステナブルファイナンスを促進し、プロジェクトの融資拡大に助力	- 中国 - EU

*1：各施策の詳細、事例はAppendix参照

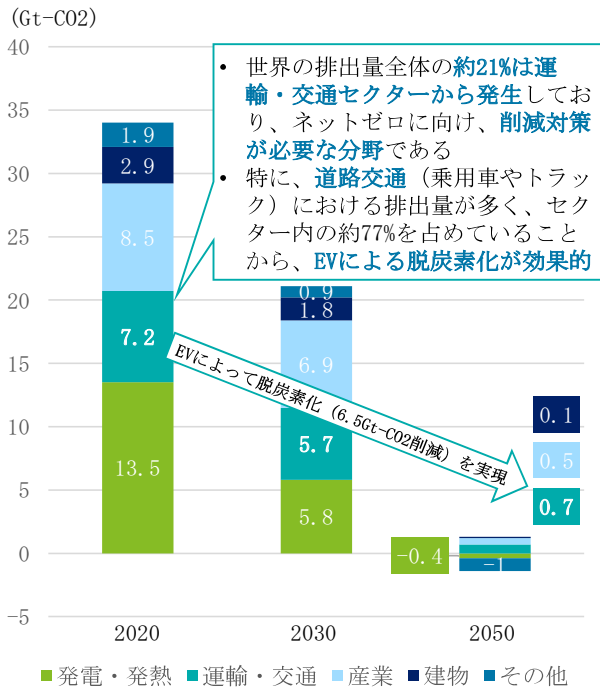
27

1.3 EV

1.3.1 基礎概況

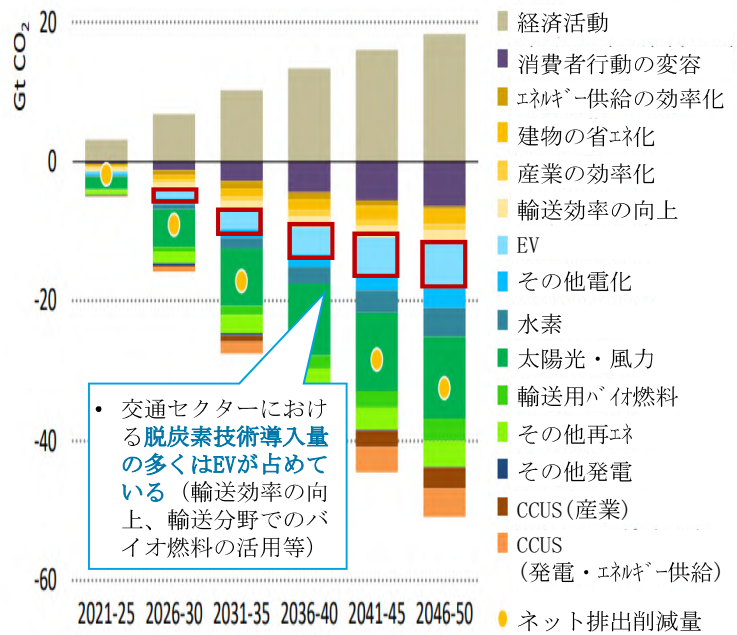
運輸・交通セクターでは陸運部門の排出量が多く、脱炭素化に向けては電気自動車（EV）導入が不可欠となる。

世界におけるセクター別CO2排出量



出所：IEA（2021）、Net Zero by 2050を基にJICA調査団作成
29

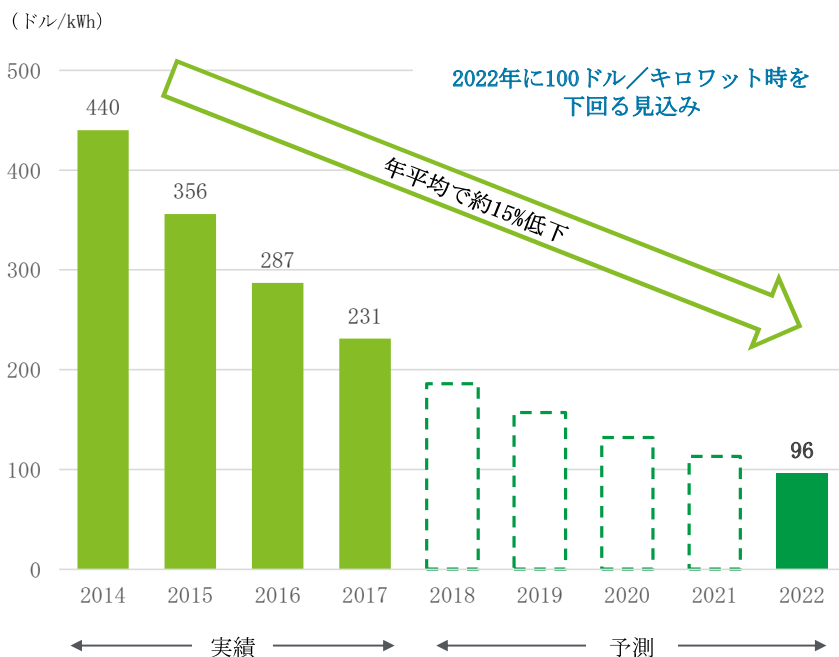
ネットゼロシナリオに基づいた
脱炭素技術導入量とCO2削減量推移（年平均）



1.3.2 価格動向

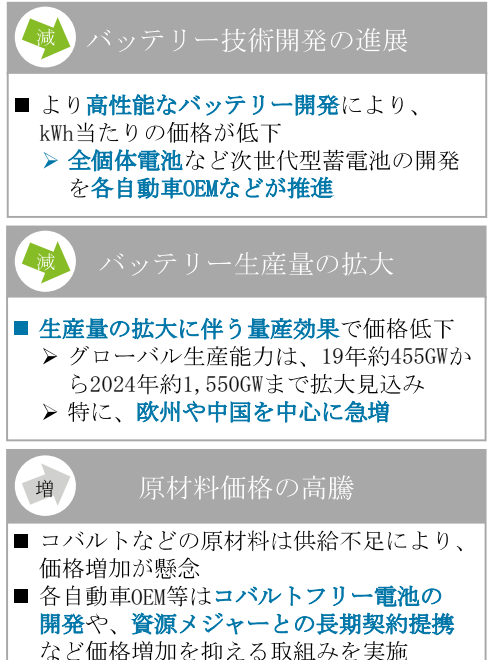
EVの主要コストであるバッテリー価格は、一時的に原材料価格の高騰が懸念されるが、中長期的には技術開発や生産量拡大により低下していく見込み。

EVバッテリー（リチウムイオン電池）の価格予測



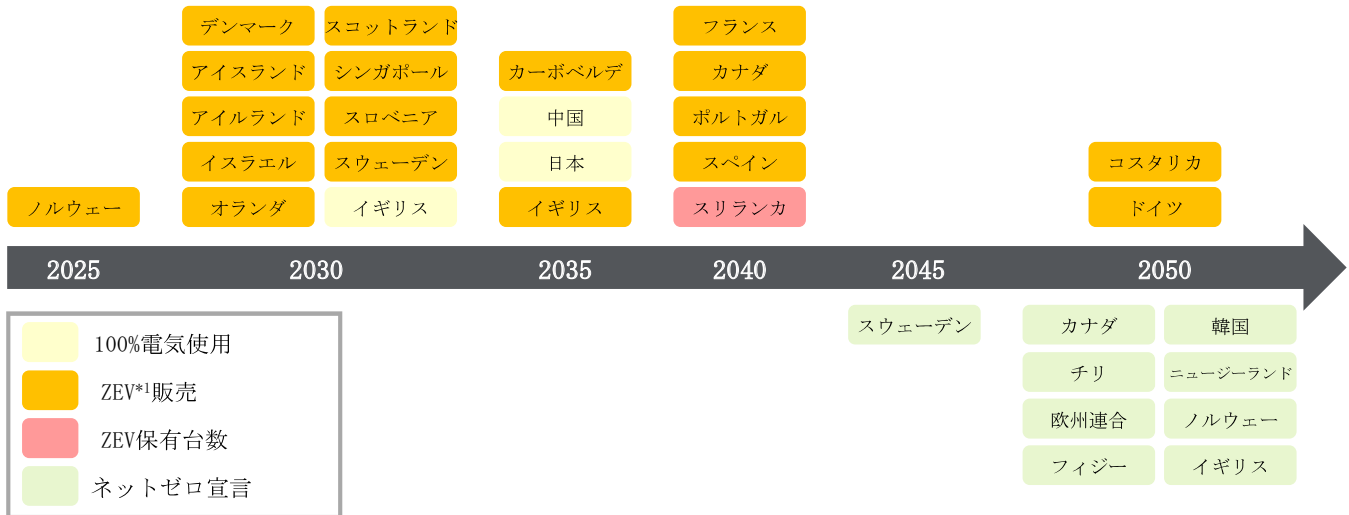
出所：日本経済新聞、欧州バッテリー連合など各種公開情報を基にJICA調査団作成
30

主要価格変動要因



1.3.3 各国動向

20か国以上の国が内燃機関車両の禁止や電化対応などの政策を掲げており、世界的にEV導入の加速が見込まれる。

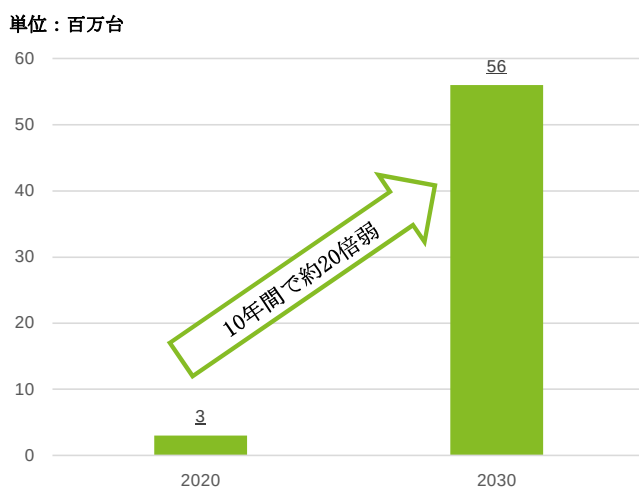


*1: Zero Emission Vehicle (ゼロエミッション車)
出所: IEA(2021), Global EV Outlook 2021を基にJICA調査団作成

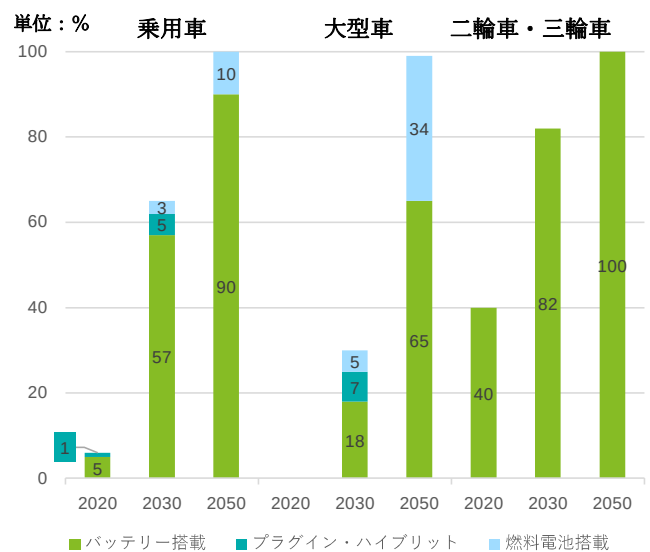
1.3.4 開発予測 (1/2)

世界各国がネットゼロを宣言しており、EV販売量急増が予想され、乗用車のみに留まらず大型車、二輪・三輪車の分野でもEV化は進むと考えられる。

ネットゼロによるEV販売量 (2020~2030)

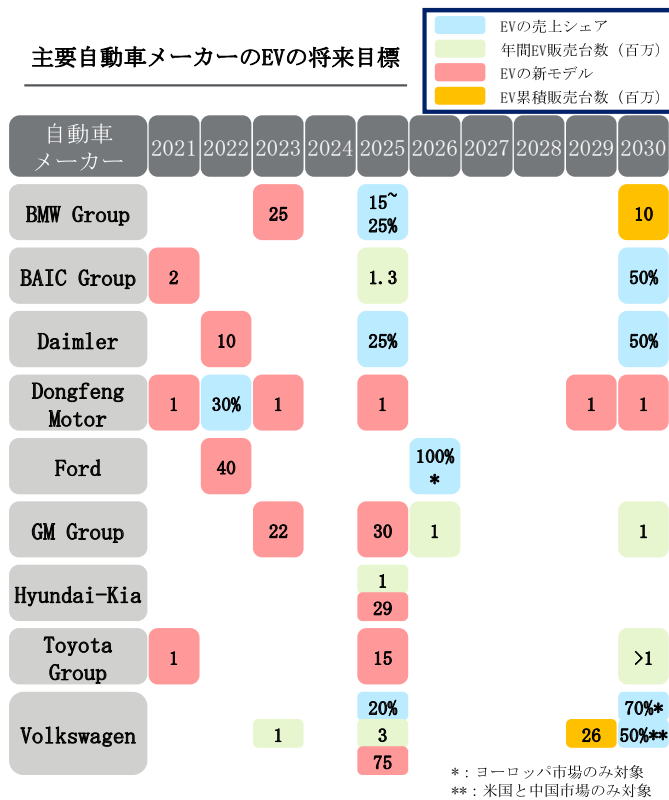


ネットゼロにおける
EVタイプ別のグローバルシェア(2020~2050)



1.3.4 開発予測 (2/2)

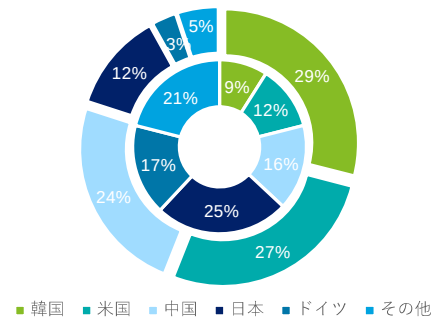
ネットゼロ達成に向けてはEVとFCEVの普及がカギであり、EVは主要自動車メーカーが既に対応し始め、FCEVについても主要先進国で対応が始まっている。



FCEVとHRSの世界動向

- FCEVは燃料電池を搭載したEVであり、燃料電池に貯蔵されている水素を燃料に使用するため、排出量がゼロである
- FCEVが水素を燃料にしているため、専用の補給ステーション（HRS）が必要になり、このステーションの普及次第、FCEVの普及率も上がると予測

- 外側の円：全世界のFCEVの台数（34,800台）
- 内側の円：水素補給ステーションの数（540か所）



出所：IEA(2021), Global EV Outlook 2021を基にJICA調査団作成
33

2. アフリカにおける低炭素技術の動向

2. サマリー (1/3)

アフリカ地域全体では「アジェンダ2063」のもと、再エネ開発やエネルギートランジションに係る長期的な開発目標が策定されている。



- 2013年5月にアフリカ連合（AU）が発表した、包摂的成長と持続的開発に基づくアフリカの繁栄などを含んだ、2063年までのアフリカの政治、経済、社会に関する長期的ビジョン
- 10カ年計画の第一フェーズ（2013-2023）では、優先度の高い分野の特定や、詳細な目標の設定等を予定
- 優先的分野の1つとして、アフリカの持続的な開発・成長に向け、環境面での持続性向上や気候変動レジリエンスのある経済・コミュニティの形成を目的に、脱炭素・再エネ分野に注力することを提示

アフリカ全体のエネルギー戦略

- アフリカエネルギー委員会（AFREC）は、アジェンダ2063、SDGs、パリ協定における目標の達成を目指すべく、AUと協働で「アフリカエネルギートランジションプロジェクト」を遂行している
- 目的は、エネルギーシステムの変革に必要な技術、関連政策、国家戦略の策定の開発を支援するためのフレームワークを特定すること
- その中で、アフリカでの短中長期的な7つのエネルギー開発戦略が提示されている
 - 具体的には、発電関連のインフラ整備や再エネ（太陽光・風力・水力等）関連の技術開発、建物・産業・運輸/輸送セクターにおける省エネ推進から、エネルギー及びその他のセクターにおける脱炭素化など

再エネ戦略

- エネルギー資源豊富なアフリカでは、アジェンダ2063で将来アフリカを「the global powerhouse of the future（未来に向けた世界の発電所）」にすることが目指されており、AUは欧州と協働のもと、再エネ電源開発を推進する方針である
- それにより、両地域における長期的なエネルギートランジションの加速、また、ベストプラクティスを通し国内においてのリープフロッグ（再エネの大量導入等の一足飛びの開発）を達成することが期待されている

出所：African Union（2013）、Agenda 2063、ウェブサイトを基にJICA調査団作成
35

2. サマリー (2/3)

マダガスカル地域、南アフリカを中心にポテンシャルは高く、脱炭素技術導入に係る検討や取組も徐々に開始されている。

	水素	アンモニア	CCS	CCUS	EV
脱炭素ポテンシャル	■ 地理的に風力・太陽光発電の条件が良く、低コスト性を実現しているため、グリーン水素の製造に適している ■ ドイツ政府はモロッコにおけるアフリカ発のグリーン水素製造プラントの開発に着手しており、今後他地域においてもグリーン水素製造への取組が予想される	■ 特に北アフリカ諸国において、CO2排出ゼロの船舶用燃料となる、水素/アンモニアの供給国としてのポテンシャルが高い ■ 近年欧州企業がインフラ投資を活発化、製造した水素/アンモニアを用いて欧州国のトランジションを達成すると同時に、アフリカ諸国の経済・インフラを後押し・エネルギーセキュリティ面での向上を目指す	■ アフリカ地域では、油・ガス田域や塩水滞水層域が多く広がっており、CO2貯留において好条件である。 ■ 60Gt程度のCO2貯留が可能な場所も多く存在していることから、アフリカ地域のCO2貯留ポテンシャルは、比較的高い。 ■ 特に南アフリカでは、CCUSに係る国際的な連携やパイロットプロジェクトが多く進んでいる。	■ アフリカの運輸部門のGHG排出量は排出量全体の多くを占めており、世界のGHG排出量削減の動きに対応すべく、アフリカ諸国がEV関連政策を立ち上げており、これによるEV導入のポテンシャルが今後増大すると推定している	
アフリカ全体の方針・傾向	■ アフリカ・EU・エネルギーパートナーシップ（AEEP）の下、将来的にアフリカから欧州への水素の輸出が検討されている（EUの水素戦略にも記載あり） ■ 再エネ発電ポテンシャルの大きい国（南アフリカ、ケニア、ナイジェリア等）で検討／取組が開始	■ アンモニアに係るアフリカ全体の戦略や方針はない ■ アフリカでは肥料用アンモニアの需要が大きいため、グリーン水素の需要先として、水素輸送キャリアとしてアンモニア活用が検討されている	■ CCS/CCUSに係るアフリカ全体の戦略や方針はない ■ 南アフリカは、独自のCCSロードマップの作製に動いている	■ 市場規模最大の南アフリカの2019年までのEVの導入量は約1,000台という状況 ■ EU等の支援を受け、複数の国で、二・三輪も含めたEモビリティが導入され、拡大の見通し ■ 生産は南アフリカ、ウガンダ、ルワンダ、ケニア等で民間（外資・内資）主導で実施／計画中	
主な関連団体／イニシアティブ	■ <u>アフリカ水素パートナーシップ（AHP）</u>：2019年設立のグリーン水素関連ビジネスの開発に特化した、アフリカ唯一の非営利団体	■ <u>AHP</u>：アンモニアの活用についても検討がされている	■ CCSについては、南アフリカの国際団体への加盟を行っており、同国は実証実施中 ■ CCS/CCUSに係るアフリカ全体の戦略や方針はない	■ <u>アフリカEモビリティ開発協会（AEMDA）</u>：東アフリカのEV促進に向けた産官学連携の枠組み。政策提言や市場調査、情報提供を目的とする ■ <u>アフリカ自動車工業会（AAAM）</u>：アフリカの自動車産業の発展を支援	

出所：各種資料を基にJICA調査団作成
36

2. サマリー (3/3)

各国で政策策定や施策導入の動きが活発化する一方、インフラ面や政策面には課題が残る状況。

	水素	アンモニア	CCS	CCUS	EV
各国の政策策定状況	■ 南アフリカ：2008年に水素戦略策定済。政府は水素社会ロードマップ作成し、2022年初頭までに承認予定 ■ ナミビア：2021年3月に発表された2021-2025成長戦略の中にグリーン水素についての記載有 ■ ナイジェリア：2014年エネルギーマスタープランに水素の記載有	■ 南アフリカ：政府はグリーン水素とともに、グリーンアンモニアの輸出国となることを志向 ■ ナミビア：2021年3月に発表された2021-2025成長戦略の中にグリーンアンモニアの記載有	■ 政策はボツワナ、南アフリカが策定済み ■ 南アフリカ：NDCにCCSを盛り込んでおり、2012年にCCSロードマップを策定している ■ ボツワナ：開発途上国による適切な緩和行動（NAMA）の計画文書中にCCSの記載有		■ 南アフリカ：2021年5月に新エネルギー車に関するロードマップの案を発表 ■ カーボベルデ：2035年までに内燃機関自動車輸入を停止 ■ ケニア：2025年までに国内の車の5%を電化する目標を設定 ■ ウガンダ：2021-2025年度国家予算フレームワークペーパーの中で交通の電化を促進目標を設定
取組課題	■ 製造・輸送コストの低下、輸送ルートの確立、関連インフラの構築・拡張等が主な課題であり、インフラを拡張し製造量を増加することで低価格化を進める等の対策が重要となる		■ CCSの導入を促進するためには、商業化レベルまで確立した技術開発への投資や、CCSの経済的実行可能性の確保、また、一般的なCCSに対する認識の低さが挙げられており、その点の支援が今後重要となる		■ アフリカ諸国のEV関連インフラ（発電・EV充電ステーション等）は、南アフリカを除き、未整備の傾向にある ■ そのため、アフリカ地域でのEV拡充には、今後全体的にインフラ面での支援が重要となる

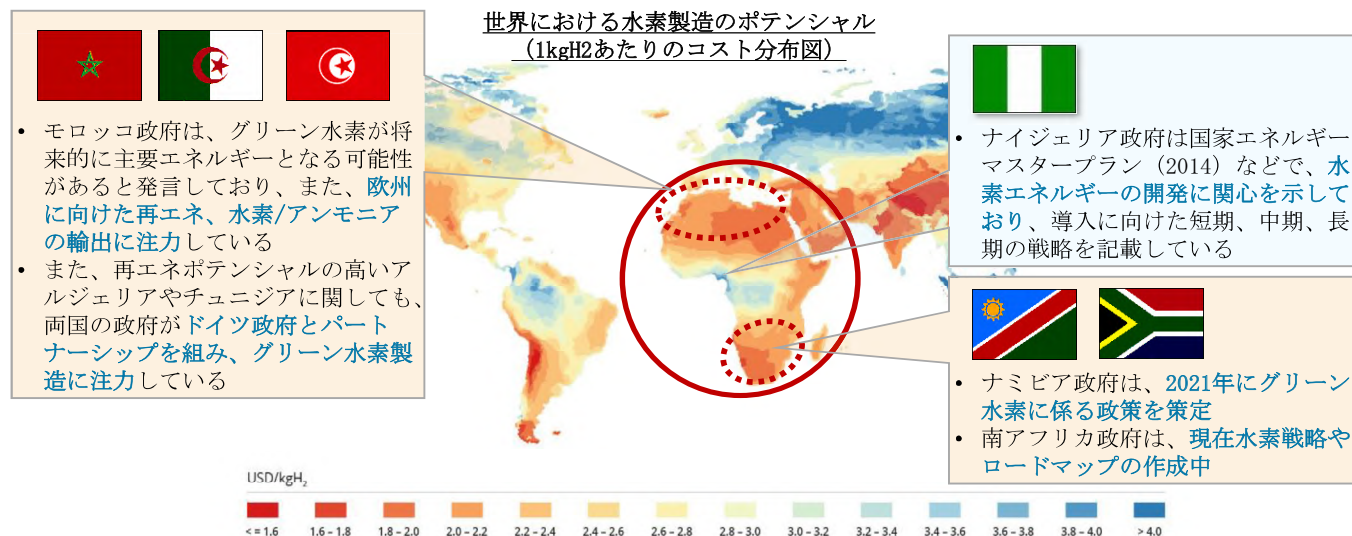
出所：各種資料を基にJICA調査団作成

37

2.1 水素・アンモニア

2.1.1 ポテンシャル (1/2)

水素ポテンシャルは高く、特にグリーン水素製造での期待が高まる。



- 再エネのポテンシャルが高い地域では、グリーン水素の製造に対し大きなポテンシャルが存在
- 世界全体で、特に風力・日射が豊富な地域を中心に、グリーン水素のコストが減少しており、アフリカ地域の大半は、グリーン水素製造に適している
- アフリカ地域においては、既存の技術による再エネ発電量は、2040年の電力需要の約1,000倍と予測されており、また、再エネ（特に太陽光）が安価であるため、低コストでの水素の製造が可能
- 現在、北アフリカ地域の水素製造コストは欧州や日本のそれより2~3倍程度低い
- また今後は、製造・輸送コストの低下や、輸送ルートの確立、関連インフラの構築・拡張が課題となる

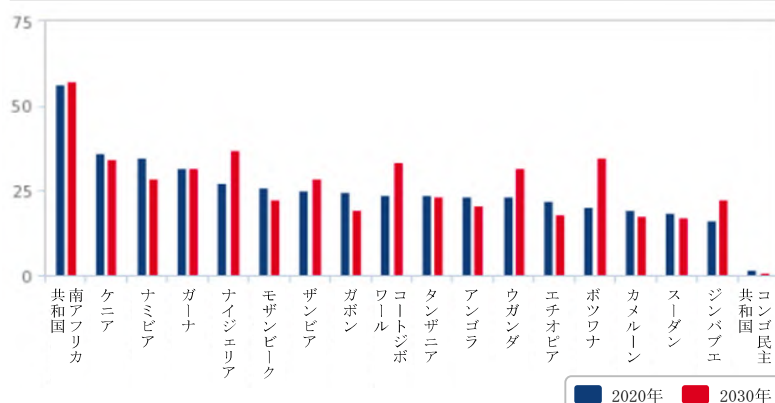
出所：IRENA (2020), The Renewable Energy Transition in Africa, JETRO (2020), グリーン水素で世界の水素利用牽引役を目指すドイツ、IEA (2019), Africa Energy Outlook 2019, FSR Energy (2021), GREEN HYDROGEN: BRIDGING THE ENERGY TRANSITION IN AFRICA AND EUROPEを基にJICA調査団作成

39

2.1.1 ポテンシャル (2/2)

フィッチ・ソリューションズはグリーン水素の開発適性が高い国として、南アフリカ、ケニア、ナミビア、ガーナ、ナイジェリアを挙げる。

サブサハラアフリカの水素インデックス（現状値：2020年と予測：2030年）



水素インデックスについて

- 格付会社であるフィッチ・ソリューションズによる、グリーン水素の開発適性を100点満点で評価したものであり、スコアが高いほどリスク・リターンのバランスが良好であることを示している
- 評価の基となる情報は、以下のとおり
 - 電力および再エネの予測データ
 - カントリーリスク、プロジェクトリスク、産業リスク
 - 業界依存の指標（原油・アンモニアの生産能力、港湾・ガスパイプラインインフラ、モビリティの台数、天然ガス使用量、火力発電の割合等）

南アフリカ

- 2020年のスコアは56.66であり、世界117カ国中47位。当該地域唯一の上位50%に位置する
- 地域内で最も工業化された経済圏と最大の非水力発電の再エネ設備容量を有し、今後10年間も地域内トップランクが予測されている

ケニア

- 地熱発電のポテンシャルが高いことが要因。今後10年間では、地域2番目に多い再エネ設備容量が導入される予想となっており、グリーン水素開発の強力な基盤を示している

ナミビア・ボツワナ

- ボツワナは10年間の成長率最も高く、ナミビア^{*1}は2020年のスコアが3位である。両国は共同で5GWの太陽光発電設備の開発計画があり、水素開発を促進する要因と考えられる

ガーナ

- 電力供給が過剰であり、グリーン水素開発は再エネ投資家にとっても好機であると考えられる。外資企業による風力発電予定地近郊にグリーン水素製造工場を設置する意向もあり

ナイジェリア

- 今後10年間で、世界の水素インデックスで現在の90位から72位に上昇する予測
- 地域最大のガス火力発電、第2位の粗鋼生産量、道路貨物輸送能力、高い天然ガス消費量に起因

*1：ナミビアは、政府による水素関連政策がスコアに影響していると考えられ、政策については後述する

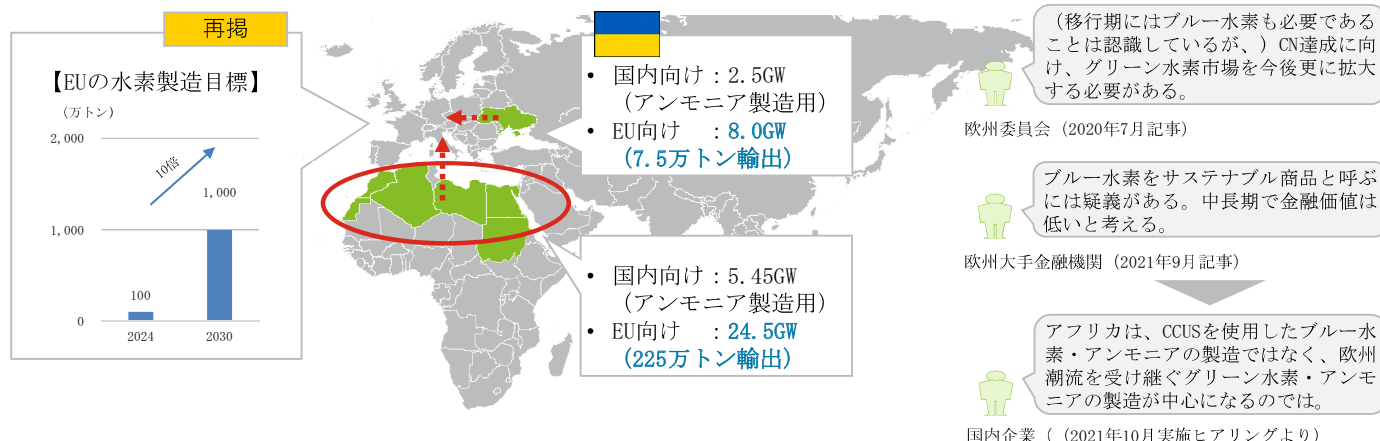
出所：Fitch Solutions (2021), SSA Green Hydrogen Index: South Africa Ranks Highest In Region (2021/8/3アクセス) を基にJICA調査団作成

【参考】欧州の影響

欧州では、グリーン水素を水素戦略の中心に置いているが、域内製造に加え、アフリカを含む近隣国からの輸入も調達戦略の一つに掲げている。



- 欧州委員会は欧州グリーンディールの一環として、2020年7月に「**欧州の気候中立に向けた水素戦略（A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe）**」を発表
- 上記文書では、水素電解設置容量40GWをEU域内、**域外のウクライナ、北アフリカにおいても40GWの容量を確保**することを2030年までに達成すること、また域内・域外の設備容量から合計1,000万トンの水素製造を達成することを目標として記載
- 北アフリカは、再エネ発電のポテンシャルが高く、低価格のクリーンな水素が提供できる可能性の高さを言及
- そもそも、「欧州タクソノミー^{*1}」において、石炭火力は除外され、ガス火力の取り扱いも議論が行われており、**化石燃料由来事業を中長期で見えていない**（=水素についても、再エネ由来に基づくグリーン水素の製造開発に注力）



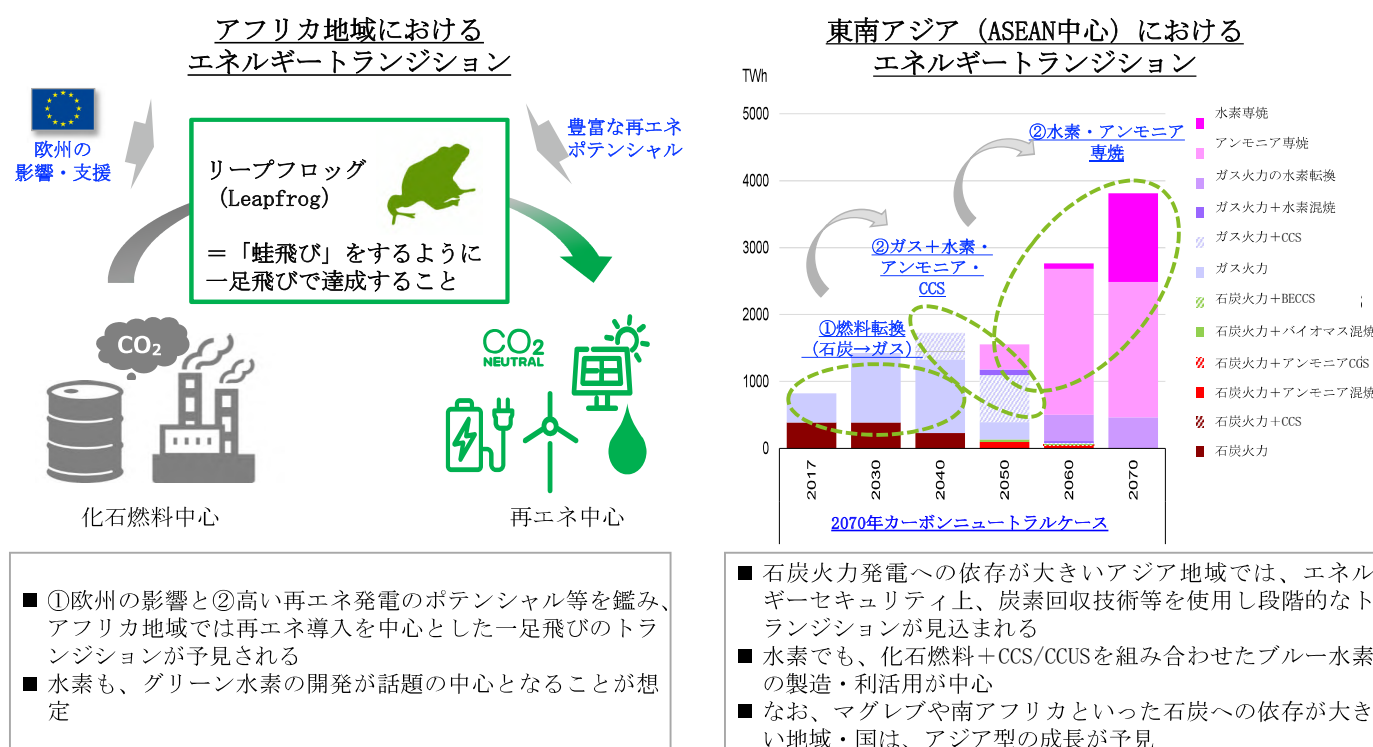
*1: サステナブルな経済活動の定義

出所: European Commission (2020), A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe, TECHNOVA (2020) 政策: 欧州連合の水素戦略を基にJICA調査団作成

41

【参考】アフリカとアジアの比較

アフリカ地域は、再エネを中心とした脱炭素化が進む一方で、アジア地域は、エネルギーセキュリティ上、段階的なエネルギー転換が進む。



出所: ERIA (2021), Decarbonization of ASEAN energy systems: Preliminary resultsを基にJICA調査団作成

42

2.1.2 イニシアティブ・関連団体 (1/2)

アフリカ連合 (AU) は、欧州との連携の基、域内の脱炭素化、新たな市場・産業創出に向け、グリーン水素への取組を進めていく方針である。



- 2007年に設立した、持続可能なエネルギーに関するアフリカと欧州のパートナーシップ
- ハイレベル対話のためのプラットフォームの提供、政策プロセスやイニシアチブの支援、情報提供、ステークホルダーのマッピング、取組のモニタリングなどを実施している
- メンバーは、アフリカ連合委員会、東・南アフリカ共同市場、エジプト、欧州委員会 (EC)、ドイツ、イタリアで構成される運営グループによって構成されている

グリーン水素
に対する
方向性

- アフリカ・EUエネルギーパートナーシップ (AEEP) では、アフリカ連合 (AU) の掲げる「アジェンダ2063」、国連の掲げるSDG7「クリーンで手頃な価格のエネルギーへの近代的アクセスの提供」の達成に向けて、アフリカにおけるグリーン水素の重要性が述べられている
- AU、EU間での強い連携の下、取組を進めていく方向性
- アフリカがグリーン水素への取組を進める意義は、以下の通り
 - ①脱炭素化促進に向けたCO2排出量の削減
 - ②再エネ導入の促進
 - ③水素輸出による収益確保
 - ④新たな市場、産業創出による域内競争力強化や雇用促進

EUの水素戦略
における
アフリカとの
関係

- 以下のとおり、アフリカとの連携について言及されている
 - 2020年7月、欧州委員会によって発表された「水素戦略」において、**エネルギー資源豊富なアフリカ、特に北アフリカはEUへの水素輸出国となる可能性**がある
 - AUとの間で、「アフリカ・欧州グリーンエネルギー・イニシアチブ」の枠組みの中で、再生可能な水素に関する協力プロセスを設定する

出所：AEEP (2020)、GREEN HYDROGEN: BRIDGING THE ENERGY, EC (2020) A Hydrogen strategy for a climate-neutral Europeを基にJICA調査団作成
43

2.1.2 イニシアティブ・関連団体 (2/2)

アフリカ水素パートナーシップ (AHP) は、アフリカにおけるグリーン水素社会構築を目指す、環アフリカ唯一の協会である。

概要

- アフリカ水素パートナーシップ (AHP) とは、アフリカにおけるグリーン水素、グリーン水素ベースの化学製品、燃料電池技術、および関連するビジネスチャンスの開発に特化し、世界で初の水素社会を目指すアフリカ大陸唯一の包括的な協会

対象地域

- アフリカ全土

設立年

- 2018年

活動内容

- アフリカ内外の関係者による会合の開催
- アフリカ内の初期の実現可能性調査を行い、地域の特定期および今後の方向性を分析したレポートを公表
 - 調査の結果、ポテンシャルのある6地域の特定期および水素 (右図)

関係者

- RTS Africa Group (エンジニア会社)
- HYPOWA (軽量自動車用の水素燃料開発企業)
- Mobility Africa Energy (自動車団体)
- CHERANNA ENERGY (再エネ開発企業)
- HYDROX HOLDINGS (水素製造技術開発企業)
- HDF Energy (電力供給会社)
- Port of Rotterdam (オランダの港湾)

AHPによる初期市場に係る分析



初期市場としてのポテンシャルが以下のとおり特定された

【北西アフリカ】
モロッコ

【北東アフリカ】
エジプト

【東アフリカ】
エチオピア、ジブチ

【中央東アフリカ】
ケニア、タンザニア

【南部アフリカ】
南アフリカ

【西部アフリカ】
ガーナ、ナイジェリア

2.1.3 各国政策 (1/3)

モロッコは、対欧州輸出用のグリーン水素製造に注力しており、ロードマップ策定や製造プロジェクトの推進等、欧州政府との連携を強めている。

モロッコ

- 太陽光を中心として再エネ源が豊富であり、関連の知見を多く有するモロッコ政府は、サブサハラアフリカ地域におけるクリーンなエネルギー・トランジションの支援を目的とし、欧州・アフリカ間の電力市場の統合や、再エネの促進に注力している。
- また、モロッコ政府は（欧州を中心とした）**水素輸出国となることを目指しており、パイロットプロジェクトの実行を含め、ロードマップの策定に取り組んでいる。**
- ドイツ政府が2020年6月に国家水素戦略を発表し、**アフリカなど、太陽光や風力によるグリーン水素生産に適した地域と提携し、水素を輸入**することを公表。**地理的条件等からモロッコも対象地域として注目**されている。
 - 現在、モロッコと共同でアフリカ初のグリーン水素用の工業プラント開発に着手。
- 今後、モロッコで製造されるグリーン水素の1/3は国内消費、残りの2/3はアンモニアをキャリアとして利用、または（技術が進展した場合）モロッコ～欧州各国間のガスパイプラインにて輸出されることが予想されている。

グリーン水素・アンモニアプロジェクト（2021年4月時点）

製造地	関与機関名	電気分解容量	水素製造量	供給目標年	製造物
N/A	モロッコ持続可能エネルギー庁 (MASEN)	100 MW	-	2024	グリーン水素
N/A	IRESEN（政府系研究機関）等	300 - 500 MW	-	2025	グリーン水素・アンモニア

※政府協力プロジェクトに限り、外資企業等のプロジェクトは含まない

出所：Stratas Advisors (2021), Saudi Arabia and Morocco Lead Green Hydrogen Ambitions in the MENA Region, Middle East Solar Industry Association (MESIA) (2021), Solar Outlook Report 2021, JETRO (2020), グリーン水素で世界の水素利用率引役を目指すドイツを基にJICA調査団作成

45

2.1.3 各国政策 (2/3)

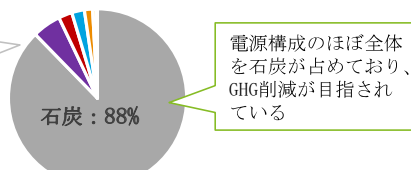
南アフリカは、水素戦略やロードマップの作成が進んでおり、今後、セクター開発計画でグリーン水素活用についても触れられる見込み。また、石炭火力依存からの段階的な移行に際し、水素の国内地消ニーズも期待される。

南アフリカ

- 2008年、南アフリカ国家水素燃料電池技術（HFCT）研究・開発・革新戦略、通称水素南アフリカ（HySA）戦略が策定された
 - 2020年までに世界の水素市場と燃料電池市場で25%を獲得するという野心的な目標が設定されたが未達成
- 南アフリカ水素社会ロードマップ（HSRM）の作成を開始し（2021年8月時点）、2022年初頭までに閣議決定予定
 - 国内および輸出用の水素を生産することを目標としており、日本とEUを潜在的な供給国としている
 - 再エネマスタープラン、鉄鋼マスタープラン、自動車マスタープランなど、**現在策定中または実施中のさまざまな産業マスタープランにグリーン水素に係る記載がされる見込み**
- また、南アフリカは石炭への依存度が高いことから脱炭素が求められているが、同国鉱物・エネルギー大臣は石炭火力発電からの移行は段階的に行うことが必要であると発言（2021年10月）。今後の段階的な脱炭素に向け、**水素・アンモニア混焼によるGHG排出量の削減対策が多く取られることが予想**

南アフリカの電源構成（2020年）

原子力：5%
風力：2%
水力：2%
太陽光：2%
太陽熱：1%
バイオ燃料：0.2%
石油：0.1%



■ 石炭 ■ 原子力 ■ 風力 ■ 水力 ■ 太陽光 ■ 太陽熱 ■ バイオ燃料 ■ 石油

- ・ 南アフリカ国営企業エスコムは、石炭混焼の話を活発に挙げている印象にある。
- ・ アフリカには、石炭利用国が多く、日系企業・日本政府が更に脱炭素化に向け注力すべきであり、非常に大きなポテンシャルもあると思う。
- ・ しかしながら、水素混焼にかかる事業化には、それなりの需要規模が必要。南アフリカ程度のポテンシャルがないと事業化は困難と言わざるを得ない。



日系企業
（2021年10月実施ヒアリングより）

出所：CLIFFE DEKKER HOFMEYR (2021) ENERGY ALERT, IEA (2021), World Energy Balances - South Africa - (10月22日アクセス)、Reuters (2021), South Africa should not rush move away from coal, minister saysを基にJICA調査団作成

46

2.1.3 各国政策 (3/3)

ナミビアは、2021年にグリーン水素に係る政策を策定しており、今後グリーン水素・アンモニア戦略が2022年に向けて策定される予定である。現在、ドイツ政府支援の下、水素製造に係るF/Sも実施中。

ナミビア

- 2021年3月に発表された国家経済社会成長戦略Harambee Prosperity Plan II (2021-2025年) の5本柱の一つ「経済発展」の内「補完的な成長の原動力」の項目として、「**グリーン水素、グリーンアンモニアを戦略的な産業にするための可能性を探る**」と記載されている
- 上記のアクションプランは以下のとおり
 - 2022年度第1四半期までに、省庁横断のグリーン水素委員会 (GHC) の設立と委員会による進捗管理
 - 2022年度第3四半期までに、国家グリーン水素・アンモニア戦略のドラフト作成
 - GHC主導による南部回廊開発構想 (SCDI) の策定と2022年第4四半期までの構想第一段階の完了
 - 他国からの支援を受けることのできるよう、グリーン外交促進
- グリーン水素製造・EU輸出にかかるフィージビリティ調査を公示・選定中（但し、現地での情報公開は限定的）

現地
コンサルティング会社
気候変動担当
(2021年10月実施ヒアリングより)

- ・ ナミビアでは、欧州政府・アフリカ諸国とのコラボレーションをいくつか実施している。
- ・ 具体的には、ドイツ政府が関連プロジェクトへ4億 (40million) ユーロを提供、また、ナミビア政府と南アフリカ政府は、グリーン水素プロジェクトを協働で実施した。
- ・ **現在ナミビア政府は、グリーン水素のフィージビリティスタディーにも取り組んでおり、実際にグリーン水素の製造が将来的に可能か検討している段階である。**
- ・ グリーン水素を製造することで、どういったメリットが享受できるかについて、ナミビア国民に対し政府が説明しようと取り組んでいる。
- ・ 水素戦略策定は、ドラフトが最終ステージまで到達しているという話も聞こえている。

出所: Government of Namibia (2021), Harambee Prosperity Plan II (covering the period 2021-2025), CLIFFE DEKKER HOFMEYR (2021) ENERGY ALERT, Energy Commission of Nigeria (2014) National Energy Masterplan, 担当者へのヒアリング結果を基にJICA調査団作成

47

アンモニア

2.1.4 ポテンシャル

アンモニア製造ポテンシャルは、北アフリカ地域、またモーリシャス共和国において特に高い。現在、欧州企業を中心にインフラ投資が行われている。

アフリカにおける低炭素水素/アンモニア製造のポテンシャル*1



モーリシャス共和国は、北アフリカとモーリタニアではないかと

- 発展途上国を含む多くの国において、CO2排出ゼロの船舶用燃料 (Zero Bunker) となる、アンモニアと水素の将来的な供給国としてのポテンシャルを持っており、アフリカ地域でも、特に北アフリカ諸国のポテンシャルが高い。
- また、アフリカ諸国では、再エネを使用し低炭素燃料を自国にて生産することで、産業に必要な化石燃料や産業用化学物質を輸入に頼る必要がなくなり、**エネルギーセキュリティ面での向上**も期待される。
- 例えば、産業肥料用のアンモニアの大部分を輸入しているモロッコでは、自給自足が可能となる。

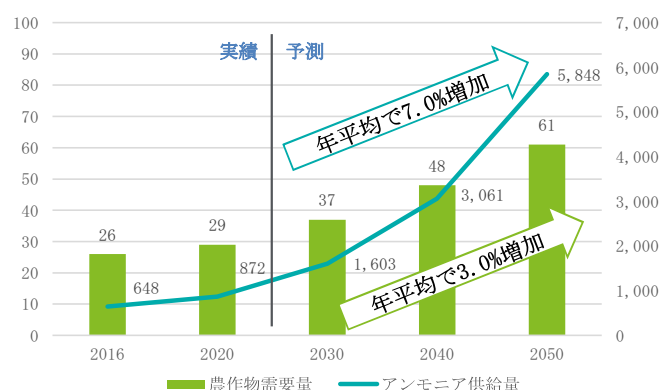
*1: まずCCS+天然ガスにてブルー水素/アンモニアを生産し、その後段階的に再エネを使用したグリーン水素/アンモニア生産へと移行するシナリオに沿って各国のポテンシャルを提示
出所: WB (2021), The Potential of Zero-Carbon Bunker Fuels In Developing Countries, MAN Energy Solution (2021), Does the climate change depend on Africa? (2021年8月19日アクセス) を基にJICA調査団作成

48

2.1.5 需要予測

アンモニアの需要は増加することが見込まれ、肥料用アンモニアや水素輸送時のキャリアとしての活用が検討されている。

アフリカにおける肥料用アンモニアの将来需要
(農作物^{*1}需要・アンモニア供給量推移(単位: 万トン))



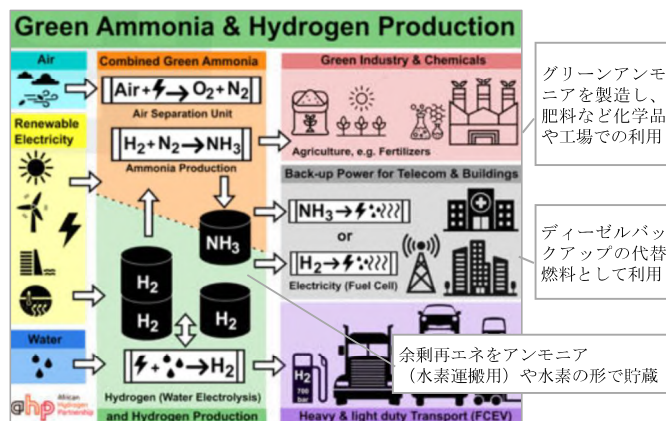
- アフリカ地域における農作物の需要は、毎年上昇傾向にあり、今後も継続して増加する見込み（CGAR成長率3%）
- 他方、アフリカでは多くの地域で農地の質が低下しており、土壌回復に肥料が必要である。肥料の大部分の成分であるアンモニアの需要が大きい
- 実際、アフリカ地域でのアンモニア供給可能量に関しても増加することが予測され（CGAR成長率7%）、肥料用途としてのアンモニアの今後の活躍が期待される

*1: 麦、とうもろこし、米、その他を含む穀物の統計

出所: AHP (2019) Green African Hydrogen, The breakthrough institute (2021) It's Time to Expand Fertilizer Manufacturing Across Africa (2021/8/5アクセス)、OECD/FAO (2021), Agricultural Outlook 2021-2030データベース (2021/10/25アクセス) 等を基にJICA調査団作成

49

AHPによるグリーンアンモニア・水素製造システムの提案



- AHPは、再エネ施設併設の水電解されたグリーン水素について、グリーンアンモニア製造用に利用し、肥料製造や工場利用することはアフリカで実現可能性と提案している
- 現時点では南アフリカ、ナイジェリア、北部アフリカ等でアンモニア製造が行われているが、多くを輸入に頼っており、製造の現地化は肥料価格の低下に貢献する見込み
- モロッコの国営リン鉱石鉱山会社OCPは、2020年以降にナイジェリア、エチオピア等にアンモニアプラントを建設予定

2.1.6 各国政策

ナミビア、南アフリカのグリーン水素の政策や戦略内において、グリーンアンモニアの活用も言及・検討されている。

ナミビア

- 2021年3月に発表された国家経済社会成長戦略 Harambee Prosperity Plan II (2021-2025年) の5本柱の一つ「経済発展」の内「補完的な成長の原動力」の項目として、「**グリーン水素、グリーンアンモニアを戦略的な産業にするための可能性を探る**」と記載されている
- また、以下についても記載有
 - 競争力のあるグリーンアンモニア製造のポテンシャルを有すが、国内需要が見込めないため、輸出が鍵となる
 - グリーンアンモニア市場で競争力をつけるため、政府は海上輸出インフラ開発、大規模・低コストの再エネ開発と投資、財政収入と地方開発モデル設計、グリーンアンモニア生産に注力する
 - 初期市場調査によると、Kharas地域において、60億USDのFDI、200万トンのアンモニア生産、8億USD/年以上の収益を生み出す可能性がある

南アフリカ

- グリーンアンモニアに係る政策はない
- しかし、以下のように政府においてグリーン水素政策と併せて各種検討が行われている
 - 南アフリカ水素社会ロードマップ (HSRM) 策定過程において、科学技術省は、「規制による支援を迅速に得られれば自然エネルギーが**南アフリカや輸出市場でグリーン水素やグリーンアンモニアを生産する役割を果たすことが可能**」と言及
 - EUと南アフリカの成長のためのパートナーイニシアチブを通じ、科学産業研究会議 (CSIR) に委託されたレポートでは、「グリーンアンモニアを海洋燃料として多くの船舶に対し経済性を保ち供給を行うため、EUと南アフリカの二国間協定は、市場の発展に貢献する可能性がある」

2.2 CCS/CCUS

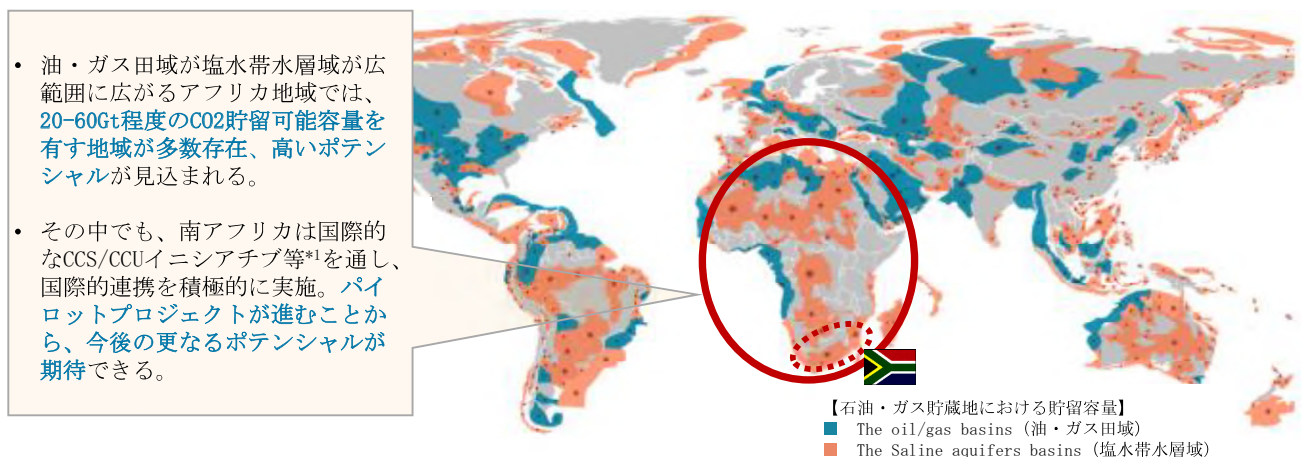
51

CCS

2.2.1 ポテンシャル

アフリカ地域におけるCO₂貯留ポテンシャルは高く、20～60Gt程度のCO₂貯留が可能な場所も多く存在する。

世界の貯留容量ポテンシャル（2021年時点）



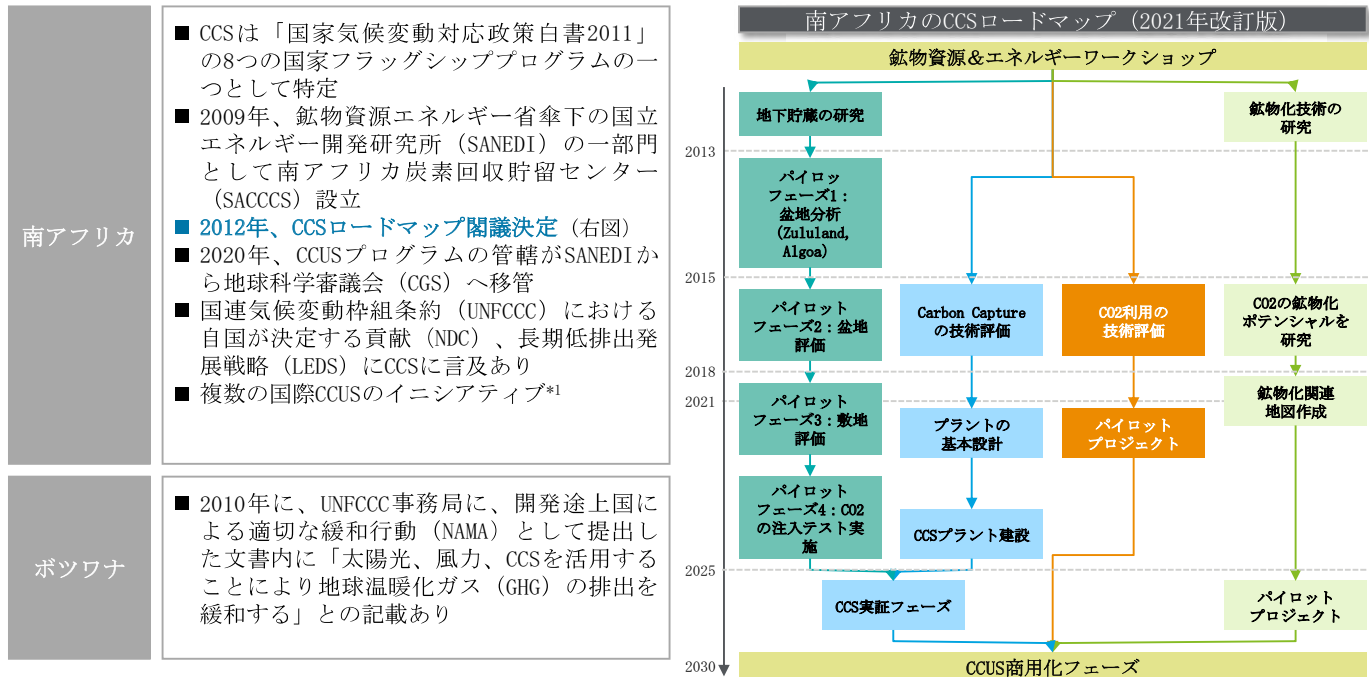
- アフリカ地域では、オンショアにおける貯留容量が約1,344Gt～9,444Gtと推測されている*2。
- 世界銀行が2009年に設立した「CCS信託基金」では、途上国が CCS の可能性を探る機会の創出、途上国の低炭素成長戦略・政策への CCS オプションの導入促進しており、2019年時点で南アフリカに対し**CO₂貯留・回収パイロットプロジェクトの開発支援を中心に、135万ドルの融資/支援が実行**されている。
- CCSの導入促進には、技術の商業化や、経済的実行可能性の確保、認知度の向上が必要である。

*1: 炭素隔離リーダーシップフォーラム (CSLF: Carbon Sequestration Leadership Forum)、Clean Energy Ministerial CCUS Initiativeに加盟 (2019年時点) *2: シナリオによって大きく変動
出所: Nature Climate Change (2021), A proposed global layout of carbon capture and storage in line with a 2 ° C climate target, NRI (2020), 令和元年度二国間クレジット取得等のためのインフラ整備調査事業 (CCUS国際連携事業) 報告書、IEEJ (2021), IEA 「Net Zero by 2050 Roadmap for the Global Energy Sector」 概要 (その2)、NDPI (2015), Integrated Assessment of Carbon Capture and Storage (CCS) in South Africa's Power Sectorを基にJICA調査団作成

2.2.2 全体の傾向、各国の政策

CCUS関連政策や取組が、南アフリカで主に進められている。ボツワナは開発途上国による適切な緩和行動（NAMA）の文書中にてCCSについて言及。

アフリカのCCUSに対する政策・方向性

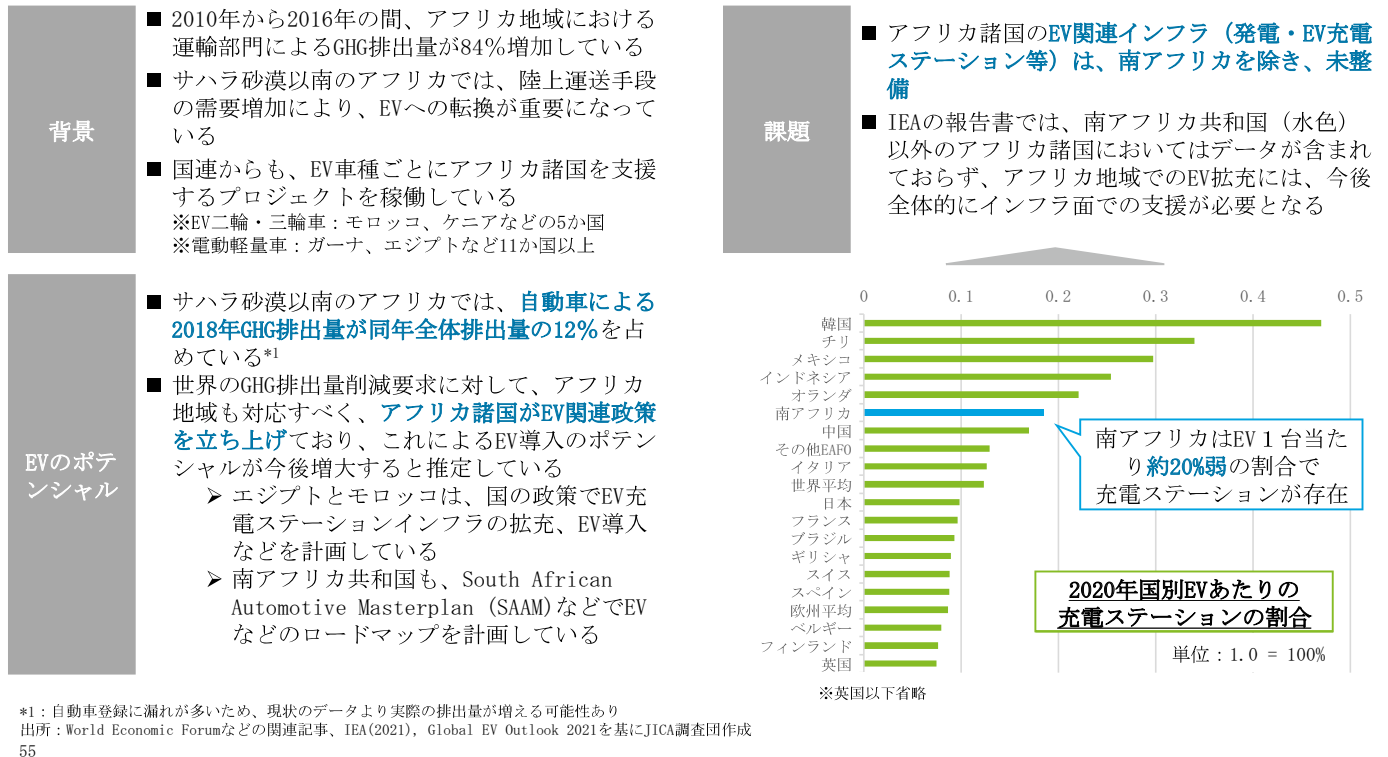


*1:炭素隔離リーダーシップフォーラム（CSLF: Carbon Sequestration Leadership Forum）、IEA Greenhouse Gas R&Dプログラム、クリーンエネルギー大臣会合のCCUSイニシアティブなど
出所: The Republic of Botswana (2010), GHGT-15 (2021) CCUS Progress in South Africa等を基にJICA調査団作成

2.3 EV

2.3.1 現状とポテンシャル (1/2)

運輸部門で増加するGHG排出量を削減すべく、多様な政策・支援が行われており、EV導入ポテンシャルも存在するが、インフラ面での課題が多い。



2.3.1 現状とポテンシャル (2/2)

導入が進む南アフリカにおいても、EV導入台数は限定的だが、今後、電動二輪・三輪車の導入が進む可能性がある。

■ 最も導入が進んでいる南アフリカにおいても2005年から2019年までのEV累積導入数が約1,200台と導入は限定的である ■ 他方、EVよりも価格の安い電動二輪・三輪など複数のエモビリティの導入が複数か国で今後進められる可能性がある ■ 欧米、日本などの先進国からの輸入中古車が多いため、今後それらの国での内燃機関自動車禁止の方針に伴い、余剰分がアフリカに大量に輸出され、EVの促進が進まないリスクもある	
EVの市場について	■ IEAによると、地域内で一番導入が進んでいると考えられる南アフリカで、2005年から2019年までのEV（PHEV^{*1}、BEV^{*2}）累積導入数が約1,200台である。同国の乗用車中のEV普及割合は0.1%に留まっている。 ■ 2020年のEV一台当たりの公共充電所は約240カ所あり、世界で第5位である。充電インフラが整備されつつあり、代替される乗用車が多いことを考えると、EV普及が進むポテンシャルは有している ■ 他方、導入については国連環境計画（UNEP）による電動二輪・三輪のパイロットプロジェクトや、EVを含む軽量車の効率化に係る政策支援などにより促進がされている ■ 南アフリカでは外資により、ウガンダ、ルワンダ、ケニアなどでは現地のスタートアップによる、EV、電動バス、二輪などの生産の計画もされている
既存乗用車の現状	■ アフリカの既存の乗用車として、輸入中古車が多いということが挙げられる。例として、軽量車の2005年から2019年までの世界の輸入中古車の40%をアフリカが占めており、欧米や日本から輸入をしている
課題／リスク	■ 乗用車全般に該当するが、正式に登録されていない車も多く、正確な状況把握が難しい ■ 今後、欧州での内燃機関自動車禁止^{*3}に伴い、過剰となったガソリン車やディーゼル車が大量にアフリカに輸出され、アフリカでのEVが促進されない可能性がある ■ また、仮に充電所が導入された場合でも、電力供給が不安定な地域も多いアフリカでは、停電が頻繁に発生し、EVに対する消費者の需要が制限される可能性もある

*1: プラグインハイブリッド車、*2: バッテリー式電気自動車、*3: EUはハイブリッド車を含むガソリン車など内燃機関車の新車販売について2035年に事実上禁止する方針
出所: IEA (2021) Global EV Outlook 2021, IEA (2020) Global EV Outlook 2020, UNEP HP等を基にJICA調査団作成

2.3.2 関連団体

東アフリカのEV普及を目的としたAEMDAが2020年に設立。アフリカの自動車製造業全体に関連するAAAMは、主要自動車メーカーがメンバーとなっている。

アフリカEモビリティ開発協会（AEMDA）について

概要	■ 東アフリカにおける電気自動車による低炭素交通セクターへの迅速な移行のためのエコシステムを構築し、維持することを目的として設立 ■ 各活動を通じ市場関係者への脱炭素化への前向きな影響を促す
対象地域	■ 東アフリカ
設立年	■ 2020年
活動内容	■ 情報収集と共有、関係者のネットワーキングの機会の提供、地域・地方の政策立案活動、イベント開催を予定 ■ これまでに、「ケニアにおける電気自動車市場の障壁に関する調査」を実施
関連者	■ EVや蓄電に興味・関心の高い起業家、研究組織、NGO、エネルギー関係企業、開発パートナーなどのメンバーを募集中 ■ 「政策」「充電インフラ」「蓄電池」「EV」「電動バイク」「Eモビリティウェアネス」のワーキンググループに分けた議論が検討されている

アフリカ自動車製造業協会（AAAM）について

概要	■ アフリカ全土における自動車産業の拡大と深化に焦点を当て、政策策定、投資促進、業界関係者のグローバルネットワーク整備などの支援を提供することを目的として設立
対象地域	■ アフリカ全土
設立年	■ 2015年
活動内容	■ 自動車フレームワーク・戦略策定、バリューチェーン構築、アフリカ内貿易促進、投資促進のための助言・支援など ■ EV特化した活動はないが、2020年ドイツ自動車工業会（VDA）との提携により、環境配慮型の自動車産業の発展が促進される見込み
関連者	■ OEM：トヨタ自動車、日産、BMW、いすゞ自動車、フォード・モーターなど ■ OEM以外：ロバートボッシュ、absa（パークレイズ・アフリカ・グループ）、Stallionなど

出所：AEMDA HP、AAAM HPを基にJICA調査団作成
57

2.3.3 各国政策

南アフリカ、カーボベルデ、ケニア、ウガンダではEV関連政策が策定されている。ガーナでは現在Eモビリティに係るロードマップを策定中。

南アフリカ	■ 2012年提出のINDCにて「2030年までにHEVの割合を20%にする」という目標を設定 ■ 2021年5月、貿易産業競争省（DTIC）が、新エネルギー車^{*1}に関するロードマップ案「オート・グリーン・ペーパー」を発表 ➢ 2021年5月末までパブリックコメントを募集、2021年10月内閣提出予定 ➢ 新エネルギー車の部品の国内生産を奨励し、現地調達比率向上のため、EVの輸入部品の税制優遇などを提案	ケニア	■ 「国家省エネ戦略2020」で2025年までに国内の車の5%を電化する目標を設定 ■ 「財政法2019」において、BEVの物品税を20%から10%にすると規定 ■ 「国家気候変動アクションプラン2018-2022」において、EVの技術標準・インセンティブ・パイロットプロジェクト・公共調達などの促進施策について記載 ■ 現在改定中の「国家交通政策2009」では、EVや充電インフラを含める予定 ■ 2021年3月、送配電のケニア電力電灯公社（KPLC）は、配電事業の付加価値を高めるために、EV充電インフラへの投資を発表
カーボベルデ	■ 2019年に「カーボベルデ電動自動車政策」を発表 ➢ アフリカで唯一内燃機関自動車撤廃に係る目標を掲げている（2050年までに100%EVに代替する方針） ➢ その他、2030年までの充電インフラの整備と公用車のEV100%化を目指す	ガーナ	■ ガーナ政府は、都市レジリエンスの向上、新規のグリーン事業の創出に注力 ■ 気候技術センター・ネットワーク（CTCN）の協力のもと、国家Eモビリティロードマップのドラフトを策定中（支援の要請は2020年7月に提出） ■ また、ガーナエネルギー委員会は、EVの促進・余剰電力の有効活用を目的としたイニシアチブ「Drive Electric Initiative Ghana（DEI-GH）」もエネルギー省とのコラボレーションにて発足
ウガンダ	■ 「2021-2025年度国家予算フレームワークペーパー」の持続可能なエネルギー開発プログラムにおいて、交通の電化促進を設定 ➢ 太陽電池EV充電ステーション（試験施設含む）を2カ所設置、太陽電池/EV用電池製造の国内の製造工場2社の支援		

*1:EV、ハイブリッド車、燃料電池車（FCV）を含む
出所：DTIC of South Africa (2020) AUTO GREEN PAPER, MINISTRY OF FINANCE, PLANNING AND ECONOMIC DEVELOPMENT of Uganda (2020) NATIONAL BUDGET FRAMEWORK PAPER FY 2021/22 - FY 2025/26, AEMDA (2021) Electric Mobility Barriers in Kenya 2021, Ministry of Industry, Trade and Energy (2019) Cabo Verde electric mobility policy, Ghana Energy Commission (2021), Green Economy: Business Opportunities in AfricaCTCNウェブサイトを基にJICA調査団作成

3. 他国・ドナーによる支援動向

59



3.1 英国

英国は、エネルギートランジション支援に係るパートナーシップ（UK PACT）を通じ、南アフリカにおいて、現地パートナーを支援しつつ、水素社会の実現やEV普及を推進。

英国のアフリカにおける方針・取組

支援方針	■ 英国はUK PACT（Partnering for Accelerated Climate Transitions）を通じてアフリカ諸国含む途上国支援を実施 ➢ UK PACT（Partnering for Accelerated Climate Transitions）は、英国のInternational Climate Finance（ICF）ポートフォリオに基づく7,000万ポンドの主力プログラム ・ ICFは、気候変動に取り組むために、21/22年から2025/26年までの今後5年間で116億ポンドを投資予定 - 直近3年間のプログラム（18-22）は、英国ビジネス・エネルギー・産業戦略省（BEIS）により資金提供 ➢ アフリカ地域においては、南アフリカおよびケニアにおいて支援を実施中
水素	■ UK PACTは、南アフリカ国際問題研究所の水素社会実現に向けた取組みを支援 ➢ 南アフリカ国際問題研究所（SAIIA）は、南アフリカの水素経済ロードマップの実現を推進 ➢ 技術職業教育訓練（TVET）学校システムを評価し、新興グリーン水素市場に高度なスキルを持つ人材を供給することを支援
EV	■ UK PACTは、Sustainable Energy Africaやネルソンマンデラ大学の、南アフリカにおけるEVなど持続可能なモビリティ普及に向けた取組みを支援 ➢ Sustainable Energy Africaは、ヨハネスブルグ市でのEV普及に必要な環境整備を支援 ➢ ネルソンマンデラ大学は、南アフリカ運輸省のグリーントランスポート戦略（25年までに5%の車両転換実現）の推進を支援 ・ 電気道路システムと充電インフラのガイドライン及び基準の策定 ・ EVを普及促進するためのグリーン調達ガイドラインの策定



3.2 ドイツ

ドイツ政府は、GIZなどを通じてアフリカ地域の支援、また水素分野については、2020年に採択した「国家水素戦略」に基づきアフリカを重要拠点として位置付け。

ドイツのアフリカにおける方針・取組

支援方針	■ ドイツ政府は自国の2050年CN達成に向けて、20年に「国家水素戦略」を採択 ➢ 同戦略において、アフリカなど太陽光や風力によるグリーン水素生産に適した地域と提携し、同地域からの水素輸入の実現を推進 ■ ドイツ国際開発協力公社（GIZ）は2004年以来、ドイツ政府に代わりAUを支援 ➢ 現在、33のアフリカ諸国、約20以上の地域プロジェクトを推進 ■ GIZの活動に加え、ドイツ政府はアフリカ開発銀行（AfDB）、国連（UN）、その補助組織などの多国間組織への貢献、および欧州連合（EU）を通じて、AUの活動を間接的に支援
水素	■ 「国家水素戦略」に基づきアフリカ諸国への支援を実施 ➢ ドイツ政府が資金提供を行うWASCAL^{*1}及びSASSCAL^{*2}と連携し、グリーン水素製造可能性の調査「H2 Atlas Africa」を実施（2020～2022年） ➢ GIZはドイツ・南アフリカエネルギーパートナーシップの下、南アフリカにおける水素の製造・利用可能性調査などを支援（2013～2022年）
EV	■ ケニア、南アフリカ、ルワンダなどにおいてEV開発・導入支援等を実施 ➢ ケニア：UNEPとケニア基準局に対し輸入EVの安全仕様・テスト手順など合計21の規格開発等を支援 ➢ 南アフリカ：EV規制のフレームワーク開発を支援（2020～2021年） ➢ ルワンダ：ドイツ連邦経済協力開発省、ドイツ国際協力公社及びドイツ民間企業が、アフリカ支援のパイロット・プログラムとして、スマホを活用したEVカーシェア・ライドシェアサービスの普及を目的とした支援を実施

*1: WASCAL「西部アフリカ気候変動・適応土地利用科学サービスセンター」 SASSCAL「南部アフリカ気候変動・適応土地利用科学サービスセンター」
出所：JETRO HP、国土交通省 HP等を基にJICA調査団作成
61



3.3 中国

中国政府は、「一帯一路構想」の実現に向けてアフリカ諸国の経済支援を実施、その一環として中国企業が資源・インフラ投資などを積極的に推進。

中国のアフリカにおける方針・取組

支援方針	■ 13年、中国政府は、アジア、欧州、アフリカにまたがる経済圏構想「一帯一路構想」を提唱 ➢ インフラ投資などを通じて中国と沿線の国の経済を発展させる一方、新中国圏を広げようとする狙いを持つ ■ 20年12月、AU委員会と「中華人民共和国政府とアフリカ連合の『一帯一路』（the Belt and Road）建設の共同推進に関する協力計画」に署名 ➢ 政策の意思疎通、インフラ施設の連結、貿易の円滑化、資金の調達、民心の通じ合いなどの分野を中心に協力内容や重点協力事業を明確化し、タイムテーブルやロードマップを提示 ➢ なお、21年1月時点において、中国はアフリカ45ヶ国と『一帯一路』協力文書を調印済み	
水素・アンモニア	■ 中国GCL^{*1}は、エチオピアで開発している天然ガス田からアンモニアを生産することを計画 ➢ 隣接国ジブチに年間400万トンのアンモニア工場の建設予定 ■ 同社はアンモニアを250万トンの液体水素に変えるインフラ開発も計画	
EV	■ 「一帯一路」戦略の一環として経済協力や安全保障も含めた資源確保を推進しており、中国企業は中国政府の支援の下、コバルト等の鉱物資源が豊富なコンゴ共和国への投資を加速 ➢ コバルトはEVのリチウムイオンバッテリーに利用され、世界埋蔵量の約半数がコンゴ共和国に存在 ➢ 16年時点で、中国はコバルト世界生産量（権益）約3分の1を保有	

*1. GCL（Golden Concord Group）は中国に本拠地とする国際的なエネルギー・コングロマリット企業
出所：JETRO HP、経済産業省資源エネルギー庁 HPなど各種公開情報を基にJICA調査団作成
62

3.4 国際機関

各国際機関も、脱炭素関連技術の開発・普及や関連制度の整備などを支援。

 UNEP 国連環境計画	■ パートナーと協力して気候変動対応、災害・紛争からの回復力構築、生態系管理サポートなどを支援 ➢ GEFグローバルモビリティプログラムへの参画を通じて、アフリカ地域における電動モビリティの普及を支援 ・ 電動二輪・三輪のパイロットプロジェクト：エチオピア、ケニア、ルワンダ、ウガンダ、モロッコ ・ EVを含む軽量車の効率化に向けたベースライン・政策策定支援：ケニア、ガーナ、コートジボワール、リベリア、ケニア、モーリシャス、セネガル、ウガンダ、ジンバブエ、モロッコ、チュニジア
 THE WORLD BANK 世界銀行	■ 2009年、CCS信託基金を設立し、発展途上国におけるCCSの開発・導入を支援 ■ 資金提供国は英国とノルウェーであり、配分済みの資金総額は約5,580万米ドル（2020年3月時点） ➢ フェーズ1（2012～2015年、9カ国*1対象、資金総額は790万米ドル） ・ 南アフリカに135万USD、ボツワナに140万USDを割り当て、地下貯留層の特定、規制フレームワーク策定、能力強化、パイロットプロジェクトの計画策定等を支援 ➢ フェーズ2（～2023年、2カ国*2対象、資金総額は4,790万米ドル） ・ 南アフリカ政府とCO2回収および貯蔵の2つのパイロットプロジェクトへ協調融資 ■ また、世銀グループのIFCが支援を行うCCS能力開発プロジェクトにおいても、南アフリカは化石燃料への依存が大きく、今後CCSの需要が高いと見込まれていることから、支援を注力する地域として選定されている
 アフリカ開発銀行	■ アフリカ開発銀行（AfDB）は2013年に、2022年までの10ヵ年戦略を採択し、変革を支援するための2つの目標として「インクルーシブな成長」と「グリーン成長への段階的移行」を掲げる ■ AfDBは19年、世界銀行の気候投資基金（CIF）と協働で、アフリカでのグリーン銀行及び国家気候変動基金の創設に向けた調査研究を開始 ➢ グリーンファイナンスの国際イニシアチブCoalition for Green Capital（CGC）に調査研究を委託

*1：ボツワナ、南アフリカ、中国、メキシコ、インドネシア、コソボ、エジプト、ヨルダン、マグリブ（リビア、チュニジア、アルジェリア、モロッコ等の北西アフリカ諸国）

*2：メキシコ、南アフリカを中心に実施

出所：MRI（2020）、令和元年度二国間クレジット取得等のためのインフラ整備調査事業報告書、各機関HP、ICF（2014）、First annual review of the International CCS Capacity Building Programmeを基にJICA調査団作成

4. まとめ・考察

4.1 水素・アンモニア

時間軸は中長期に亘るが、買い先（再エネ事業者）や売り先（需要者）とのパートナーリング、現地での需要創出に向けた情報整理がカギとなる。

分類	デスクトップ調査・ヒアリング ^{*1} を踏まえた結果	公的機関への期待
製造・需要	- 欧州の影響及び巨大な再エネポテンシャルもあり、グリーン水素・アンモニアが議論の中心 「水素」という単語が各国政府でも広がりつつあるが、具体的な議論には至っていない - 事業化には、生産と消費が成り立っているかが重要 - 具体的に必要になる視点は次の通り ① ソースとなる原料（再エネ（・車輛））が廉価に手に入るか ② 関連制度・インセンティブ等の整備状況 ③ 需要があるか ④ 買い先・売り先で現地パートナーがいるか	【現地政府支援】 1. ロードマップ策定支援 2. 現地需要発掘にかかる調査、現地需要創出支援 3. 経済特区、税制優遇、再エネ電源開発に係る制度構築支援 4. 国民への理解促進に向けたキャパシティビルディング 【事業者支援】 1. 技術イノベーションや初期リスク軽減に関する補助金 2. 再エネ開発・水素製造に関するCAPEX支援 3. （黎明期は、事業規模が小さいため、）OPEX関連支援 4. 現地パートナーとのマッチング支援
サプライチェーン・供給	- 輸送コストが高く、地産地消（特に地消の創出）が事業化促進に必要不可欠 - マダガスカル地域に関連事業が多いのは、欧州輸出が背景にある - パイプラインを通じた液体水素の輸送には課題が多く、内陸国での事業化検討は劣後傾向 - 南アフリカでは、石炭火力への水素・アンモニア混焼の話も上がっており、事業化における候補国となりうる（規模的にも、南アフリカ程度の電力供給量が程度ないと、混焼ビジネスは困難） - 技術面・価格面の観点より、日本を含むアジア地域への輸出の検討は、2030年後半以降の見込み	
ポテンシャル	- アフリカでは、2040年に需要の約1,000倍の再エネ発電量のポテンシャルがあり、グリーン水素・アンモニア製造における期待が高い - ケニアなど、東部アフリカにおいて地熱発電の余剰電力の活用可能性がある - 交通量の増加（FCV等）、農作物量の増加に伴う肥料用アンモニアに関する需要も引き続き伸びる	
課題	- 需要・製造、供給コストなど全てが不透明であり、事業化に向けた課題が多い - 石油・ガスが豊富な地域（ナイジェリア・アンゴラ、モザンビーク等）では、石油からガスへ転換の途中であり、関係者のキャパシティ、関連インフラ面などで、水素ビジネス導入には時期尚早 - 域内での需要創出を考える場合でも、政府リスクやパイプラインの新規建設などは課題となる	

*1：国内商社、海外エネルギー企業、現地有識者等

65

CCS

CCUS

EV

4.2 CCS/CCUS、EV

CCS、EVなどのポテンシャルはあるものの、現地での検討・基礎インフラは限定的で、より長期視点での事業化検討が必要。

分類	デスクトップ調査・ヒアリング ^{*1} を踏まえた結果	公的機関への期待
CCS/CCUS	- 現地での議論は限定的 - 貯留ポテンシャル、CO2排出量の規模の面からも南アフリカでは、CCSに係る議論が進んでいる - アフリカでは、（CNの世界へ一足飛びで成長を進める）欧州の影響を強く受けており、CO2排出量削減事業、低・脱炭素事業（エネルギー・トランジション）にかかるニーズは限定的	【現地政府政府】 ・ ロードマップ作成支援 ・ インセンティブ構築支援 ・ 小規模パイロット事業の検討支援
EV	- 運輸部門が占めるCO2排出量の割合は大きく、アフリカ諸国がCO2削減に取り組む際に、大きなポテンシャルを有する分野である。 - アフリカの道路環境等を考えると、導入は長期的目線で考えざるを得ない - まずは、港湾、工業団地、空港と市街地との往復路線など、安定的な需要が創出しやすい限定的なエリアでの事業のポテンシャルが高い	
ポテンシャル	- 油・ガス田域が塩水帯水層域が広範囲に広がり、20-60Gt程度の容量のある地域が多数存在、サブサハラ砂漠地域、南部アフリカなど、CO2貯留の高いポテンシャルが見込まれる（CCS） - 運輸部門に占めるCO2排出量の割合は大きく、今後アフリカ地域でもCO2削減への取り組みが進む場合、CO2削減にかかる大きなポテンシャルがある（EV）	
課題	- 石炭火力と比べ、ガス火力は炭素濃度が低く、現技術ではCO2分離の難易度が高い（CCUS） - インフラ（充電ステーション）が不十分であり、民間事業者のみで事業化を進めることは困難である（インフラ整備がなされてはじめて、検討議論ができる）（EV） - 治安の問題などもあり^{*2}、治安改善と共に、充電設備などの基礎インフラを整えない限り、EV普及にはリスクがあり、事業者の参入が困難である（EV）	

*1：国内商社、海外エネルギー企業、現地有識者等

*2：例えば、街間移動の際に、車両が止まる場合（道中でバッテリーが切れ充電ができない場合）、生命の危険にも晒される可能性もありうる

66

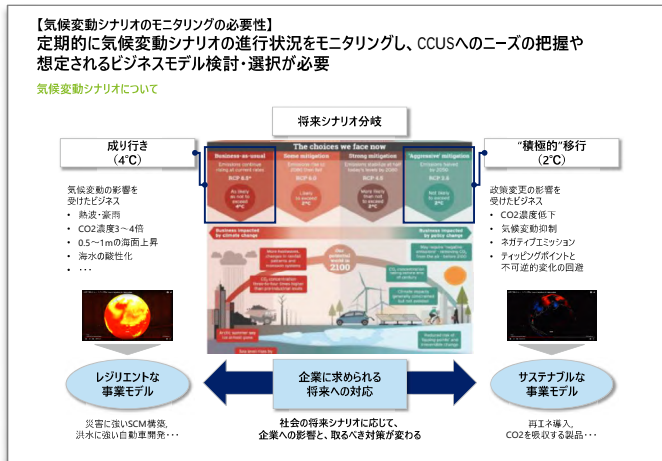
【参考】CCS/CCUS普及に向けた一般的な提言

CCUSの本格普及に向けては、①気候変動シナリオの進み具合、②技術熟度の向上度合の把握が最重要。

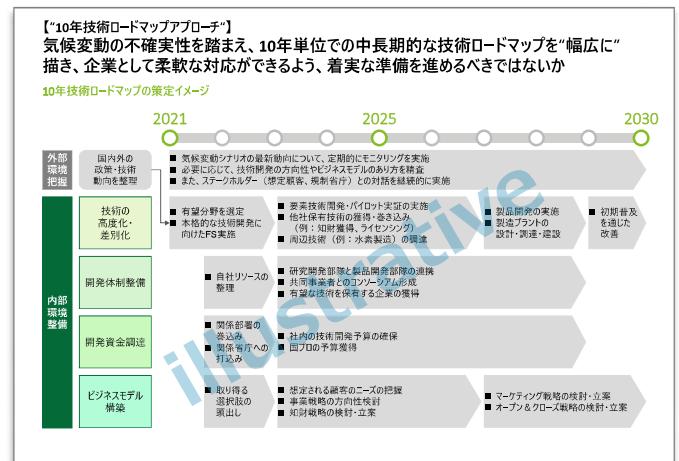
- CCUSの本格普及のタイミングは、気候変動シナリオ（2℃シナリオ、1.5℃シナリオ…）の進捗具合に応じて、大きく変わる
- 上記と連動として、CO2回収先におけるCCUSへのニーズや、想定されるビジネスモデル等も大きく変わると想定される
- そのため、気候変動シナリオの定期モニタリングとCCUSの開発から実用化までを一体として見据えた動きが必要に

対応策として…

気候変動シナリオのモニタリング



企業の“10年技術ロードマップ”



A-1. 水素^{*1}

^{*1}: アンモニアは、水素を経て製造されることもあり、国によっては水素に係る政策や各種目標値にアンモニアも含まれている場合が多い

69

水素

A-1.1 メリット

水素は製造方法の多様性、製造場所の柔軟性、用途の広さなど、多くのメリットがあり、脱炭素化に向けて今後の活用が期待される。

水素利用のメリット

製造の汎用性の高さ	■ 水素は、化石燃料や水の電気分解などの電力から製造可能な汎用性の高いエネルギーキャリア ・ 化石燃料の利用の際、CCUSによりCO2排出を抑制 ・ 電気分解の際、投入電力を再エネや原子力を利用
製造場所の自由度	■ 設備に応じオンサイト、オフサイト型の水素供給が可能 ・ 水素ステーション内で都市ガスやLPガス、再エネ電力を用いて水素を製造、供給するオンサイト型 ・ 天然ガス等を原料に水素プラントで水素製造した後、水素ステーションに水素を輸送し供給するオフサイト型
用途の広さ	■ 鉄鋼や肥料の生産、輸送（自動車や列車への直接利用、航空機や船舶への合成燃料としての利用）、建物（暖房）など、さまざまな用途がある
エネルギーの保存・効率	■ 水素は長期保存可能なため、エネルギー安全保障、経済発展、エネルギーアクセスの問題を解消が可能 ■ また、発電効率が液化天然ガス等の火力発電よりも高いため、エネルギー消費量の削減が可能

期待できる脱炭素効果・その他効果



1 エネルギー消費量の削減

水素と酸素を反応させて電気を取り出す「燃料電池」は、火力発電よりエネルギーを無駄なく活用できるため、エネルギー消費量を削減することが可能



2 燃料の低炭素化

水素は多様な資源から生成することが可能であり、水素源によって製造時のCO2排出量はあるものの、利用時にCO2を排出しないため、燃料の低炭素化が期待



3 再エネの導入促進

水素は長期貯蔵することができるため、天候などによって発電量が大きく変動する再生可能エネルギーを調整する仕組みとして期待

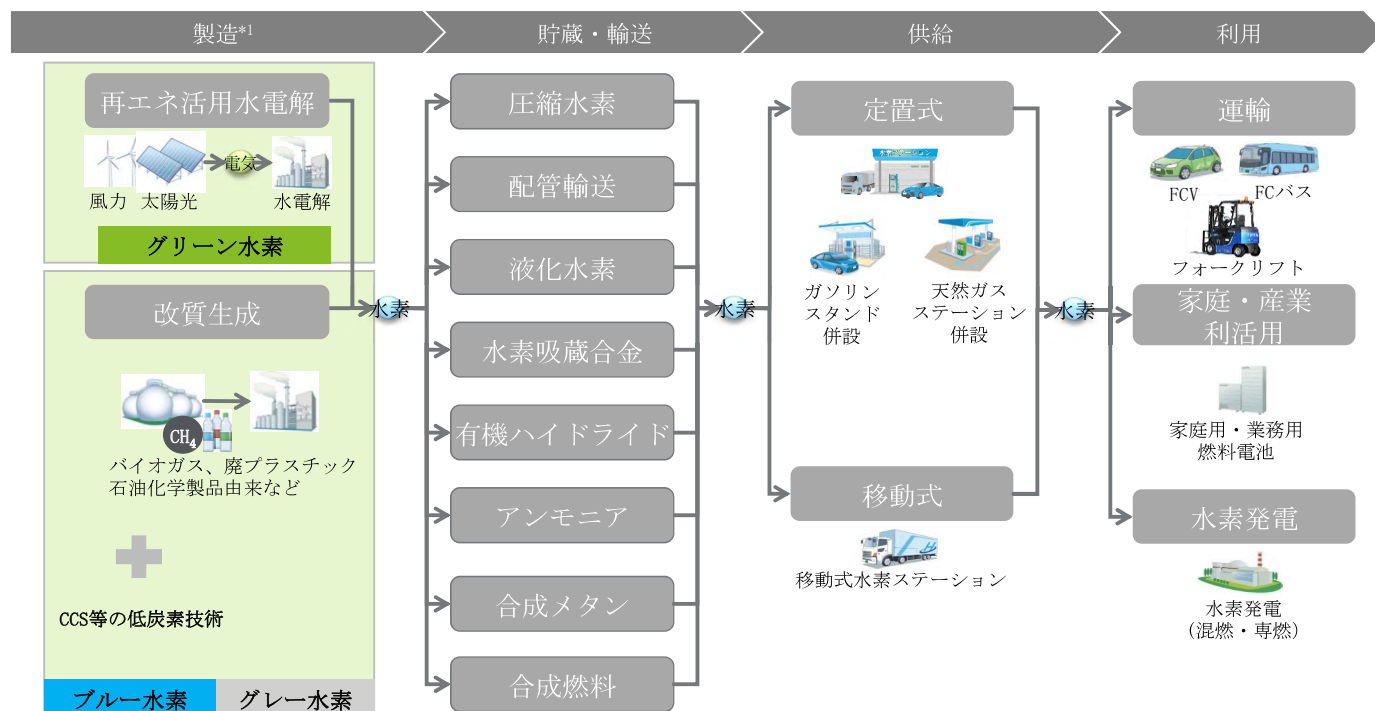


4 その他効果

エネルギー供給源の多様化、経済への波及効果、災害対応など、その他効果が期待

A-1.2 サプライチェーン

水素の特徴を生かし、製造された水素を多様な貯蔵・輸送手段を用いることで広範な供給・用途利用拡大が可能である



出所：環境省（2020）平成31年度水素利活用CO2排出削減効果等 評価・検証委託業務 - 水素・燃料電池技術に係る基礎情報の整理についてを基にJICA調査団作成
71

A-1.3 技術動向（1/2）

水素の利活用については、すでに商用化されている技術も多く、今後も利用分野の拡大が期待される。

#	アプリ名	研究開発の現況	技術ステージ*1		
			開発	実証	商用
1	FCV	✓ 乗用車（FCV）は既に商用化されており、他車種展開や低コスト化が加速する。	●	●	●
2	FCバス	✓ FCバスは多くの事業者が実証実験をし、商用化される国は多数存在する。	●	●	●
3	FCトラック	✓ FCトラックは多くの事業者が開発又は実証実験をし、商用化されたものもいくつか存在	●	●	●
4	FCカート	✓ 走行可能な二つのゴルフ用FCカートが存在する。		●	●
5	FCバイク・三輪車	✓ FCスクーターの公道実証試験が進み商用化間近	●	●	●
6	FC電動アシスト自転車	✓ FC電動アシスト自転車は走行可能な5つの製品が存在する。		●	●
7	FCフォークリフト、FCリーチ・スタッカー	✓ 特に小型のフォークリフトは既に商用化されており、大型化や他機種展開を実証中	●	●	●
8	FC建機	✓ FC建機の実験モデル及び開発プロジェクトを3つ確認できた。	●	●	
9	FCトラクター	✓ FCトラクターの実験モデルが5つ存在する。	●	●	
10	FCごみ収集車	✓ FCごみ収集車がオランダと英国で商用化されている。実証や開発PJも2件を確認できた。	●	●	●

*1：研究：ラボでの実験、稼働試験段階/実証：フィールド実証によるデータ取得段階/商用：市場での販売、利用段階
出所：環境省（2020）平成31年度水素利活用CO2排出削減効果等 評価・検証委託業務 - 水素・燃料電池技術に係る基礎情報の整理についてを基にJICA調査団作成
72

A-1.3 技術動向 (2/2)

水素の利活用については、すでに商用化されている技術も多く、今後も利用分野の拡大が期待される。

#	アプリ名	研究開発の現況	技術ステージ*1		
			開発	実証	商用
11	FC鉄道	✓ フランスと中国で商用化済みの製品が2つ存在 ✓ 非電化路線が多い/LRT普及率が高い国で開発や実証が進む。	●	●	●
12	FC小型船舶	✓ FC小型船は日本を中心に実証試験に利用されている。	●	●	
	FC中型船舶	✓ フェリー等のFC中型船舶は各地で2020年～2021年に商用化が開始される。 ✓ その他の用途については技術開発が進められている。	●	●	●
	FC大型船舶	✓ 開発や実証PJを5件確認できた。	●	●	
13	FCドローン	✓ APUの完全代替を目指しつつ現状は人命リスクの小さい部分から適用が進む。		●	●
14	FC旅客飛行機	✓ エアバス等が技術開発を進めている ✓ 2020年にZeroAvia社が世界初の燃料電池小型旅客機の試作機による飛行に成功	●	●	
15	家庭用定置型FC	✓ 日本をはじめとした数か国で6つの製品が商用化済み			●
16	業務・産業用定置型FC	✓ 日本と米国で7つの製品が商用化済み。 ✓ その他、5つの実証段階の製品を確認できた。		●	●
17	家庭用可搬型FC	✓ 非常用FC電源はいくつか商用化されており、燃料種のさらなる拡充や燃料電池モジュールの高出力化、耐久性向上について引き続き検討		●	●
18	業務・産業用可搬型FC	✓ 可搬型の燃料電池は海外諸国で既に商用化されている（軍事用、工事現場用など）			●

*1: 研究: ラボでの実験、稼働試験段階/実証: フィールド実証によるデータ取得段階/商用: 市場での販売、利用段階

出所: 環境省 (2020) 平成31年度水素利活用CO2排出削減効果等 評価・検証委託業務 - 水素・燃料電池技術に係る基礎情報の整理についてを基にJICA調査団作成
73

A-1.4 各国動向 (1/3)

各国で、水素・燃料電池に関連する戦略やロードマップ等を策定が進んでいる。

水素・燃料電池政策の上位枠組み (戦略・計画等)				水素・燃料電池政策の 主な関連組織	目標価格 (設定年)	ブルー/ グリーン	目標供給 水素量 (設定年) *7
名称*1	策定年月	策定主体					
日本	水素基本戦略	2017/12	経済産業省	■ 環境省 ■ 経済産業省	2ドル/kg (2030-)	ブルー グリーン	2,000万 トン/年 (2050)
中国	中国水素エネルギーおよび燃料電池産業白書 (中国氢能及燃料電池産業白皮書)	2019/6	中国水素連盟	■ 国务院 ■ 科学技術部 ■ SAE-China	—*6	—	(最終エネルギーのうち 水素が占める割合: 10% (2050年))
韓国	水素経済活性化ロードマップ	2019/1	産業通商資源部	■ 産業通商資源部 ■ 環境部	2.79-3.21 ドル/kg (2050)	グリーン	1,700万 トン/年 (2050)
欧州	A hydrogen strategy for a Climate neutral Europe	2020/7	欧州委員会	■ 欧州委員会水素プログラム ■ FCH JU*4 等	246ドル/kg (2030)	グリーン	1,000万 トン/年 (2030)
オース トリア	再生可能エネルギー拡大法	2021/3 夏施行予定	持続可能性・観光省	■ 交通・イノベーション ■ 持続可能性・観光省	4技術省/kg*8 (2050)	グリーン	—
ドイツ	The National Hydrogen Strategy	2020/6	経済エネルギー省	■ 連邦交通デジタルインフラ省 ■ 連邦経済技術省 ■ NOW*5	—	—	水素340万トン (うちグリーン水素 40万トン/年(2030))
イタリア	National Hydrogen Strategy Preliminary Guidelines (ドラフト版)	2020/11	経済開発省	■ 経済開発省	—	—	グリーン水素 5GW (2030) (天然ガス由来の電力のうち 水素に代替される割合: 2% (2030年))

*1: 英語と日本語以外の名称はデロイト訳、*2: 原題は节能与新能源汽车技术路线图、*3: 中国汽车工程学会、*4: Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking、*5: National Organisation Hydrogen and Fuel Cell Technology、*6: 該当データについて未掲載、*7: グリーン、ブルーなど未記載の場合、製造水素総量の目標値、*8: CAPEX200USD/kW、負荷率48%概算

出所: 内閣官房 (2017) 水素基本戦略、MIT (2020) 《节能与新能源汽车技术路线图2.0》正式发布、IPHE (2019)、Hydrogen Roadmap Korea、OITS (2019)、Hydrogen Economy Plan in Korea、H2GreenTech (2021)、A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe、JETRO (2021) 世界一の水素大国を目指すオーストリア 再生可能エネルギー拡大法案上程で取り組み加速も、S&P Global Platts (2021)、Hydrogen fever in EU puts 2024 target of 6-GW electrolyzer capacity in reach、IRENA (2019)、IRENA, 2018a. Hydrogen from Renewable Power、Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (2020)、The National Hydrogen Strategy、Reuters (2020)、Italy drafts guidelines for national hydrogen strategy, document shows、Watson Farley & Williams (2021)、THE ITALIAN HYDROGEN STRATEGY等を基にJICA調査団作成
74

A-1.4 各国動向 (2/3)

各国で、水素・燃料電池に関連する戦略やロードマップ等を策定が進んでいる。

	水素・燃料電池政策の上位枠組み（戦略・計画等）			水素・燃料電池政策の 主な関連組織	目標価格 (設定年)	ブルー/ グリーン	目標供給 水素量 (設定年)
	名称 ^{*1}	策定年月	策定主体				
オランダ	Government Strategy on Hydrogen	2020/4	経済・気候政策省	■ TKI New Gas	現在価格から 50-60%削減 (2030)	グリーン	グリーン水素 3-4GW (2030)
ノルウェー	The Norwegian hydrogen strategy	2020/6	石油エネルギー省、気候環境省	■ Research Council of Norway (RCN) ■ ENOVA ^{*2}	現在価格から 30%削減 (2030)	グリーン	—
スペイン	Hydrogen Roadmap: A Commitment to Renewable Hydrogen	2020/10	環境移行・人口問題省	—	— ^{*6}	—	グリーン水素 4GW (2030)
ポルトガル	National Hydrogen Strategy (EN-H2)	2020/7	環境・気候対策省	—	約5-7.4ドル/kg (2030)	—	グリーン水素 2GW (2030)
フランス	国家水素戦略	2020/9	環境移行省、経済・財務省	■ 国土結束省	3.0-4.1ドル/kg (2030)	グリーン	グリーン水素 6.5GW (2030)
英国	— <Hydrogen in a low-carbon economy> ^{*3}	— <2018/11>	— <Committee on Climate Change>	■ 運輸省 ■ BEIS ^{*5}	2.8ドル/kg (2030)	グリーン	低炭素水素 5GW (2030) 25GW (2045)
フィンランド	— (National Hydrogen Roadmap for Finland)	— <2020/11>	— <Business Finland>	■ 経済・雇用省 ■ Business Finland	2.1ドル/kg (2030)	グリーン	—

Low Emission Vehicle、^{*5}: ビジネス・エネルギー・産業戦略省、^{*6}: 該当データについて未掲載、^{*7}: グリーン、ブルーなど未記載の場合、製造水素総量の目標値
出所: GON (2020), Government Strategy on Hydrogen, Government.no (2020), The Norwegian hydrogen strategy, METDC (2020), Hydrogen Roadmap, USA DOC (2020), SPAIN RENEWABLE HYDROGEN ROADMAP, Republica Portuguesa. FCH (2020), National Hydrogen Strategy (EN-H2), ICIS (2020), French strategy boasts largest 2030 electrolyser hydrogen capacity, Environment and Climate Action (2020), National Hydrogen Strategy (EN-H2), Government LEF (2020), Stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné en France, Committee on Climate Change (2018), Hydrogen in a low-carbon economy, RenewableUK (2020), Government urged to set cost reduction target for renewable hydrogen to provide cheap energy, Scottish Government (2020), Scottish Government Hydrogen Policy Statement, Business Finland (2020), NATIONAL HYDROGEN ROADMAP等を基にJICA調査団作成

75

A-1.4 各国動向 (3/3)

各国で、水素・燃料電池に関連する戦略やロードマップ等を策定が進んでいる。

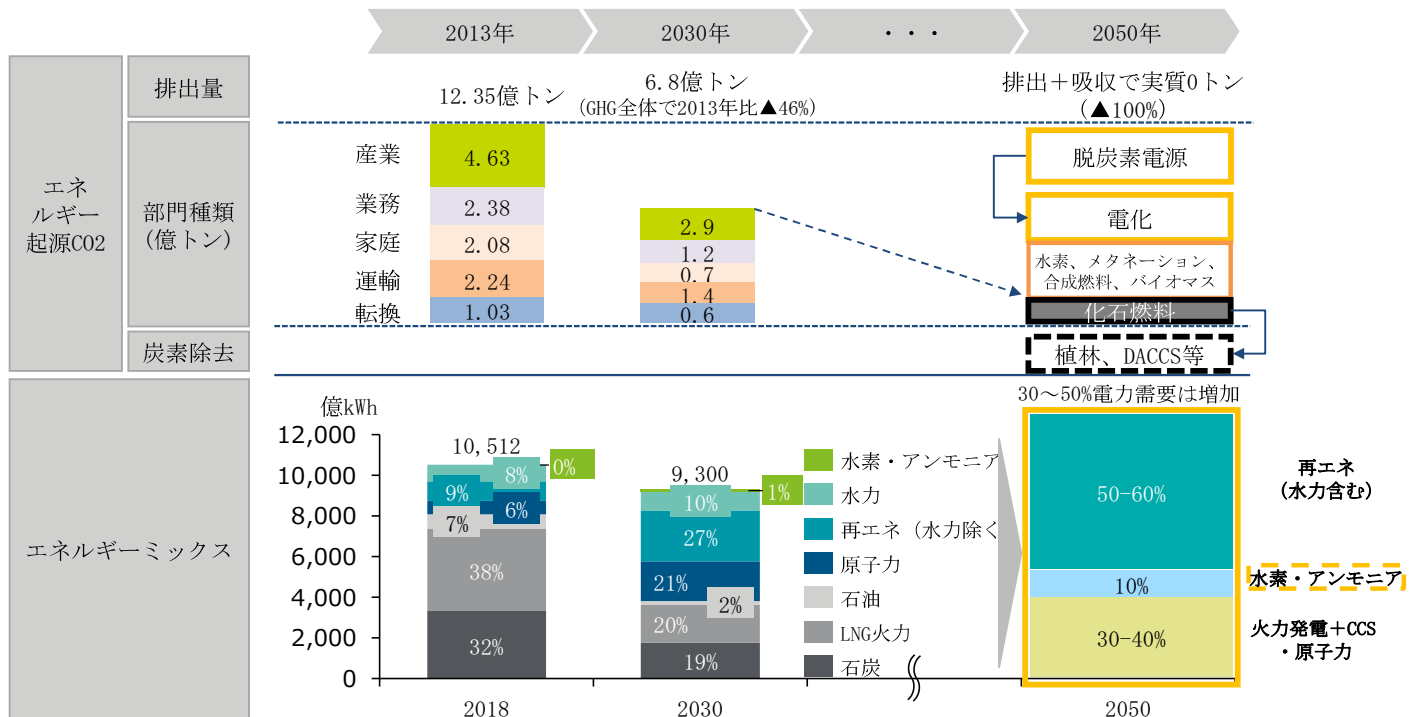
	水素・燃料電池政策の上位枠組み（戦略・計画等）			水素・燃料電池政策の 主な関連組織	目標価格 (設定年)	ブルー/ グリーン	目標供給 水素量 (設定年) ^{*5}
	名称 ^{*1}	策定年月	策定主体				
米国	Department of Energy Hydrogen Program Plan	2020/11	U.S. Department of Energy	■ エネルギー省 (DOE) ■ エネルギー省 Fuel Cell Technologies Office	1ドル/kg (2030)	グリーン	4,100万 トン/年 (2050)
オーストラリア	Australia's National Hydrogen Strategy	2019/11	COAG Energy Council	■ 政府間協議 (COAG) ■ CSIRO ^{*2} ■ ARENA ^{*3}	1.7-2.1ドル/kg (2025)	グリーン	1,800万 トン/年 (2050)
ニュージーランド	— <A vision for hydrogen in New Zealand, Green Paper>	— <2019/9>	— <商業・イノベーション・雇用省>	—	— ^{*4}	—	700万 トン/年 (2030)
ブラジル	— <Hydrogen Energy in Brazil>	— <2020>	— Brazilian Hydrogen Association (ABH2)	■ 鉱物エネルギー省 ■ 科学技術省	—	—	—
ロシア	— <Hydrogen Roadmap for 2020-2024> <The Hydrogen Economy>	— <2020/10> <2019/6>	— <モスクワ経営大学院 SCOLOKOV 等>	■ 産業科学技術省	—	—	200万 トン/年 (2035) 輸出品目標
カナダ	Hydrogen Strategy for Canada	2020/12	カナダ天然資源省	■ カナダ水素・燃料電池協会 ■ CarPE-FC ^{*4} ネットワーク	1.5-3.5ドル/kg (2030-2050)	グリーン	2,000万 トン/年 (2050)
UAE	— <UAE Energy Strategy 2050>	— <2017/1>	— <UAE Ministry of Energy & Industry>	■ UAE Ministry of Energy & Industry	—	—	—

^{*1}: 英語と日本語以外の名称はデロイト訳、^{*2}: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation、^{*3}: the Australian Renewable Energy Agency、^{*4}: 該当データについて未掲載、^{*5}: グリーン、ブルーなど未記載の場合、製造水素総量の目標値
出所: US DOE (2020a), Department of Energy Hydrogen Program Plan, US DOE (2020b), DOE Hydrogen and Fuel Cells Program Record, Australian Government DOISER (2019), Australia's National Hydrogen Strategy, New Zealand Government (2019), A vision for hydrogen in New Zealand, Green Paper, ABH (2020), The Hydrogen Economy, Skolkovo (2019), The Hydrogen Economy, JOGMEC (2020) ロシア情勢、Government of Canada (2020), Canadian Fuel Cell, Hydrogen Strategy for Canada, UAE Ministry of Energy & Industry (2017), UAE Energy Strategy 2050等を基にJICA調査団作成

76

A-1.5 国内動向 (1/2)

我が国ではグリーン成長戦略改訂に伴い2050年CN化が既定路線となる中、少CO₂排出エネルギーミックスへの転換の文脈で水素・アンモニアが重視される。



出所：経済産業省（2021）2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略、資源エネルギー庁（2015）資源エネルギー庁第5次エネルギー基本計画、資源エネルギー庁（2020）令和元年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2020）、資源エネルギー庁（2021）エネルギー基本計画（素案）の概要等を基にJICA調査団作成

77

A-1.5 国内動向 (2/2)

経済産業省では、水素及びアンモニアの活用をCN実現に主要な取組みと位置づけ、実現目標を掲げている。

分野別		脱炭素技術		水素・アンモニア技術における実現目標		主要取り組み	
電力部門	発電	再エネ		水素分野の方向性		■ 2050年にLNG以下のコスト水準を実現 発電・産業・運輸等幅広い分野で利用される 新たなエネルギー資源と位置づけ 、水素の製造、貯蔵・輸送、利用において、日本の産業が世界をリードできるよう、 研究開発・実証試験の加速、制度整備を通じた社会実装の促進、国際連携に取り組んでいく	■ 安定した供給・調達 ■ 競争力のある燃料としてコスト低減を図る ■ 当面は普及拡大に重点を置く ■ 技術規格・標準化等の環境を整備
		原子力					
		火力+CCUS					
		水素発電					
産業部門	熱・燃料	アンモニア発電		アンモニア分野の方向性	■ 2030年までに石炭火力発電への20%のアンモニア混焼を実現 燃焼してもCO ₂ を発生しないアンモニアを火力発電への混焼等で活用するため、 技術開発やサプライチェーンの構築を進める 。更に、 制度整備や国際連携を通じた海外展開にも取り組むことで、アンモニアの利用促進を図っていく		
		電化					
		バイオマス活用					
		水素化					
	製造プロセス	アンモニア化					
		水素還元製鉄					
		CO ₂ 吸収型建材					
		人工光合成					
民生部門	熱・燃料	電化					
		水素化					
運輸部門	燃料（乗用車、トラック、バス）	メタネーション					
		EV					
		FCV					
	燃料（船、鉄道、航空機）	合成燃料					
		バイオジェット					
		水素化					
		燃料アンモニア					

出所：資源エネルギー庁（2020）燃料アンモニアに関する検討状況等を基にJICA調査団作成

78

A-2. アンモニア

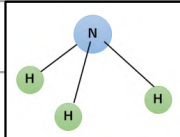
79

アンモニア

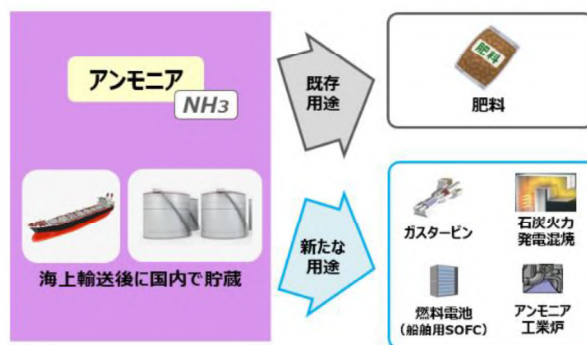
A-2.1 基礎情報

アンモニアは大半が肥料として使用されているが、近年は水素の輸送媒体や火力発電混焼燃料としても用いられており、脱炭素に重要な役割を果たす。

アンモニアの性質・特質に係る基礎情報

物質名	アンモニア (ammonia)	
化学式	NH ₃	
常温での状態	気体（融点-77.7℃、沸点-33.4℃）	
水溶性	水にとっても溶けやすい	
色	無色透明	
臭い	刺激臭有	
密度	空気より密度が小さく、軽い	
主な用途	- 硝酸、窒化肥料等の化学品の原料 - 冷蔵機・冷凍機の冷媒 - 火力発電用燃料 - 水素貯蔵	
物質としての優位性/特徴	- 世界年間約1.7億トン生産。ケミカルズとしては最大級（エチレンは約1.3億トン）。 - 生産、輸送、貯蔵方法およびハンドリング技術が確立されている - 常温8.5気圧で液化するため、LPGと同じく貯蔵・輸送に優れている。 - 燃焼時にCO2を発生しない	

アンモニアの活用ポテンシャル



- アンモニアの燃焼してもCO₂を排出しないという性質から、近年では**火力発電における混焼燃料としての活用も増加**している。将来的には、アンモニアだけをエネルギー源とした発電を視野に入れた技術開発が現在進められている。
- また、**次世代エネルギーである水素の輸送媒体として役立つ可能性が注目**されている。アンモニアが水素分子を含む物質であることから、大量輸送が困難な水素を、アンモニアに変換し輸送、利用する際に水素に戻すという手法の研究が進められている。

A-2.2 メリット

アンモニアは、水素のエネルギーキャリアとしての活用等のメリットがある。燃焼時にはCO₂排出ゼロのため、脱炭素化に有効な手段として注目されている。

アンモニア利用のメリット

期待できる脱炭素効果・その他効果

輸送時の 簡便さ	■ 常温8.5気圧下、または-33℃、常圧で輸送・貯蔵可能で取り扱いが非常に簡便なため、 液化水素よりも輸送効率が 高い（液化水素の約1.5-2.5倍の体積水素密度）
用途の 広さ	■ 肥料などの既存の用途に加え、 ガスタービン、石炭火力発電混焼、燃料電池、アンモニア工業炉 など様々な用途が開発されている。
実用化の 容易さ	■ 火力発電所には脱硝装置が以前より設置されていることから、 混焼技術導入のハードルは低く 、近い将来の実用化が見込まれる。
安全性と 経済性の 高さ	■ アンモニアはすでに 生産・運搬・貯蔵などの技術が確立 しており、安全性への対策やガイドラインが整っており、新たな巨額投資が必要なく、迅速な普及が見込まれる。



1 燃料の低炭素化

アンモニアは燃焼時にCO₂を排出しない物質のため、石炭火力発電に混焼することで、従来に比べ、CO₂排出量を抑えることが可能



2 再エネの導入促進

水素のキャリア（＝輸送手段）としての活用が期待されており、水素を一時的にアンモニアへ変換することで、水素の大量輸送を可能とする



3 その他効果

エネルギー供給源の多様化への貢献、経済への波及効果など、その他効果が期待

出所：IEA（2020）、World Energy Outlook 2020、The Future of Hydrogen、資源エネルギー庁（2021）アンモニアが“燃料”になる？！（前編）～身近だけど実は知らないアンモニアの利用先、国際環境経済研究所（2019）CO₂フリー燃料、水素エネルギーキャリアとしてのアンモニアの可能性（その3）等を基にJICA調査団作成

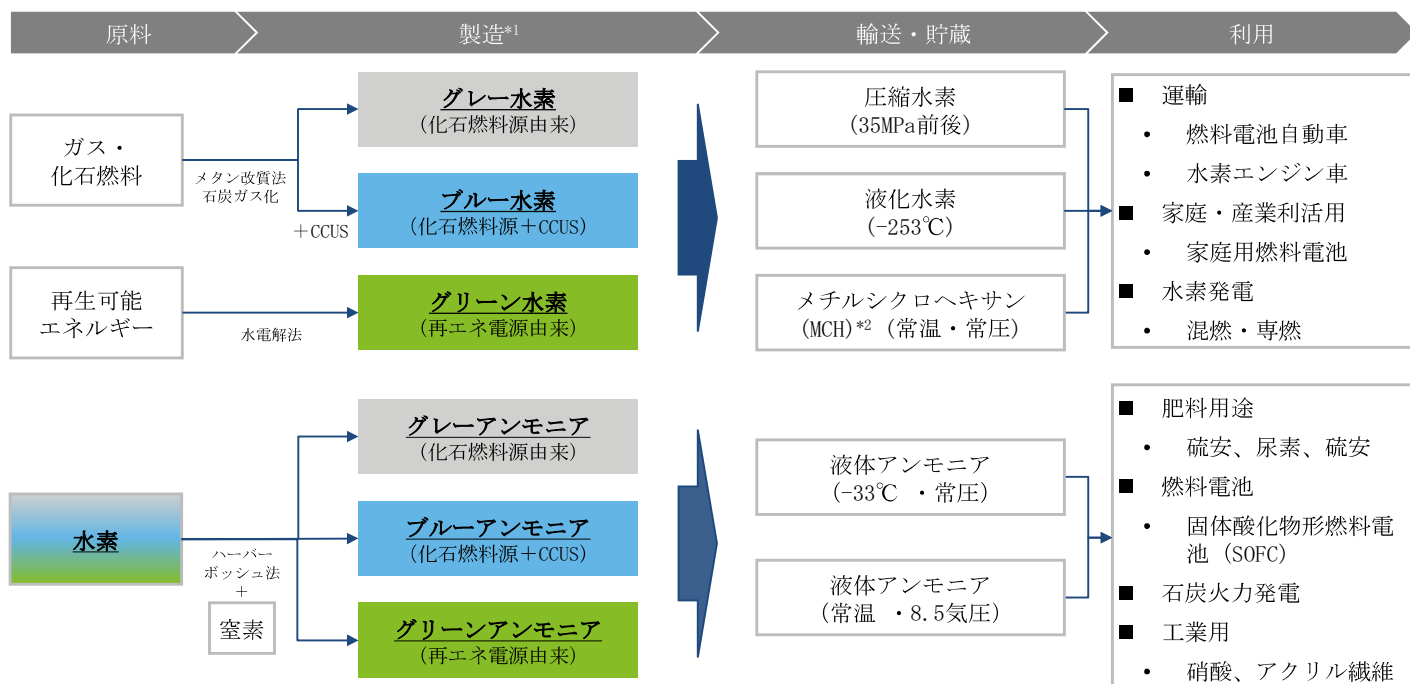
81

水素

アンモニア

A-2.3 種類（再掲）

アンモニアは水素と窒素から製造されるが、原料となる水素の原料の違いにより、脱炭素の有効性は異なる。



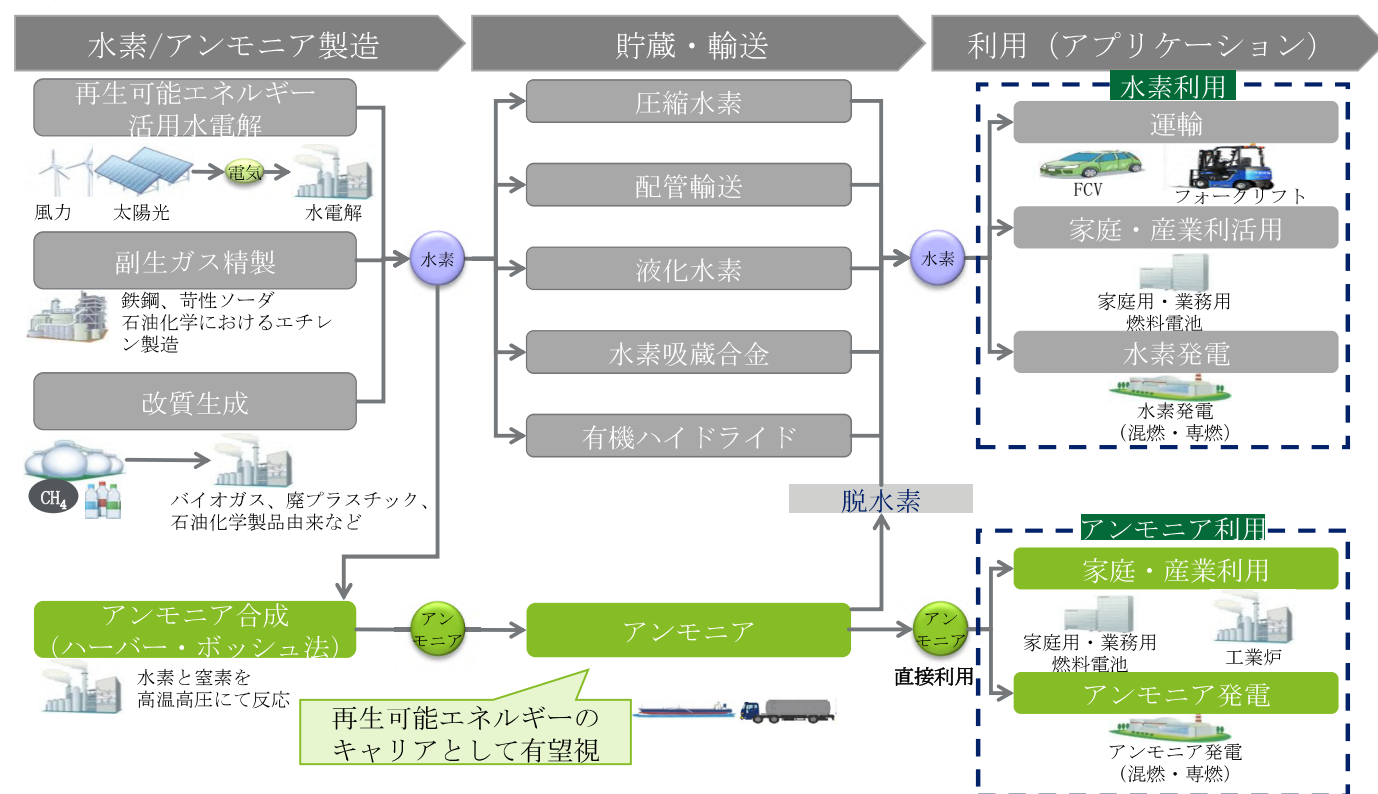
*1: 全てで7種類の水素があるが、代表的な製造法のみ記載、*2: トルエンに水素を付加させて作る液体であり、水素キャリアの一つ

出所：EY Parthenon（2021）「グリーン」水素を通じて次のゼロエミッション革命を創り出すには？ | EY Japan、国際環境経済研究所（2019）CO₂フリー燃料、水素エネルギーキャリアとしてのアンモニアの可能性（その3）、一般財団法人エンジニアリング協会（2019）岐阜市における水素・再生可能エネルギー導入ビジョン策定事業、国際環境経済研究所（2017）アンモニア：エネルギーキャリアとしての可能性（その1）、産業技術総合研究所（2014）産総研：ガスタービンでアンモニアを燃焼させる発電技術、JERA（2020）2050年におけるゼロエミッションへの挑戦について | プレスリリース（2020年）、日本アンモニア協会 アンモニア、IHI（2018）アンモニアを燃料とした燃料電池システムによる1kWの発電に成功 ～CO₂フリーのクリーンな燃料電池 低炭素社会の実現に寄与～等を基にJICA調査団作成

82

A-2.4 サプライチェーン

アンモニアはエネルギーキャリアとしても有望視されており、特に長距離移動を伴う輸送時に活用が期待されている。

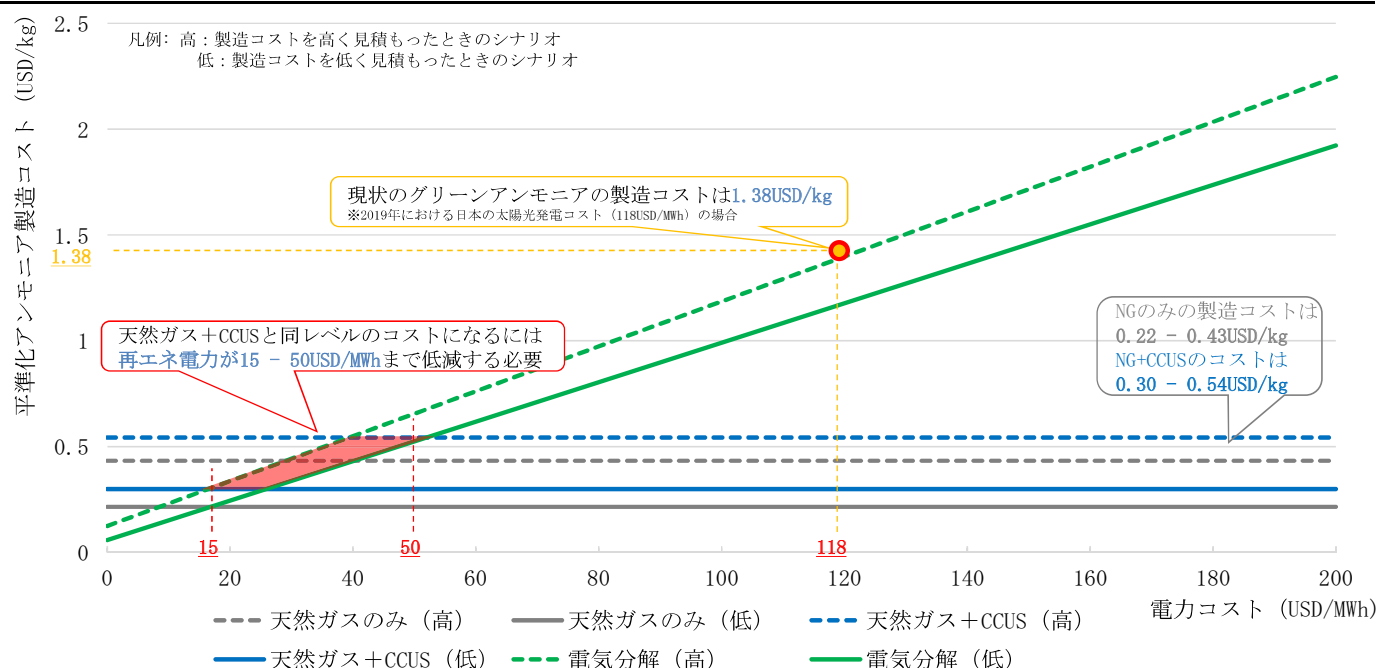


出所：環境省（2020）平成31年度水素利活用CO2排出削減効果等 評価・検証委託業務 - 水素・燃料電池技術に係る基礎情報の整理についてを基にJICA調査団作成
83

A-2.5 価格動向

グリーンアンモニアの製造コストは1.38USD/kgで、天然ガス+CCUSのコスト0.30～0.54USD/kgと比べて、まだ割高である。

電力料金から換算したアンモニアの製造コストシナリオ



出所：経済産業省（2020）、Compass of Partnership、IEA（2020）、The Future of Hydrogen等を基にJICA調査団作成
84

A-2.6 各国動向

各国でアンモニアバリューチェーンを形成し、官民を挙げてアンモニア利用技術の導入推進に取り組む動きが見られる。

	用途	政府、民間企業の動向	エネルギー用途に関する研究動向	燃料用途 位置づけ
日本	■ 燃料(大型火力発電)	■ 液化水素よりもアンモニアの製造・輸送コストが安く、有効な手段として位置づけ ■ 民間企業によるクリーン燃料アンモニア協会が形成、海外からの輸入案件が進行中	■ 内閣府の「戦略的イノベーション創造プログラム」にて火力発電でのアンモニア直接燃焼に成功し、日本が技術的にリードしている	
米国	■ 原料 ■ 燃料(FC発電)	■ Ammonia Energy Association (AEA) が設立され、民間企業が加入 ■ アンモニアVC全体を確立するための組織として機能している	■ DOE傘下のエネルギー高等研究計画局がREFUELプログラムを開始。再エネの余剰電力の貯蔵手段として位置づけ、アンモニア製造～発電に関する研究を実施	
欧州	■ 原料 ■ 燃料(FC発電)	■ FCH JUの水素ロードマップによれば、アンモニアは主に既存産業の原料用途として位置づけている	■ イギリスが再エネの余剰電力の貯蔵手段として関心を示す ■ STFCとシーメンス等が風力を利用したアンモニア製造・発電試験を実施	
中東	■ 輸出	■ サウジアラビアとUAEでは、政府主導でCCS(EOR)によって石油・ガスからブルーアンモニアを製造・供給する動きが見られる ■ 日本等の需要国への輸出が検討されている	-	
豪州	■ 原料 ■ 輸出	■ 豪州の政府機関や民間企業のH2Uはアンモニアを日本や東アジア諸国へ輸出することを検討	-	

<凡例>

: 燃料用途としての位置づけが高い
 : 〃
 が高くない

出所：独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構（2020）石炭火力発電所等から発生するCO₂の分離回収・貯蔵・利用等の技術開発動向調査等を基にJICA調査団作成
 85

A-2.7 国内動向

日本では、SIPを通じて諸外国との連携が図られる一方、コンソーシアムを舞台にバリューチェーンの構築が取組まれている。

【政府】日本政府の取組状況

SIP（内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム）

- 2014～2018年にてアンモニアVC全体の技術開発を企業参画型で実施し、アンモニアの製造、発電利用の実証事業を完了し、アンモニアが有用であることを証明
- 技術の国際展開、国際連携に向けた取組も推進

アンモニア関連研究開発テーマ

- 製造 ■ VC形成の共同調査・研究
- 輸送 ■ 製造、輸送、貯蔵システムの開発
- 利用 ■ 燃料電池利用、アンモニア混焼実証実験

VC形成に向けた海外政府との情報交換



アメリカ ノルウェー カタール サウジアラビア オーストラリア 南アフリカ共和国

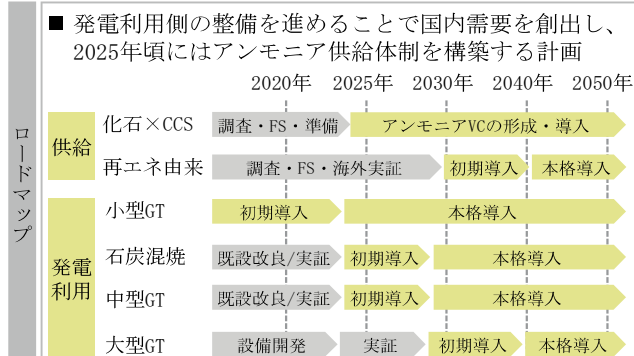
経済産業省

- 2019年にサウジアラビア政府と経産省・IEEJ*1がサウジアラビアー日本間でのアンモニアVC実証事業に関するMoUを締結
- 今年9月後半にアンモニアを日本国内に輸入し、発電利用段階に移行

【民間】民間企業によるコンソーシアム組成

グリーンアンモニアコンソーシアム

- 2017年7月に設立
- 各社がアンモニアの製造技術と直接利用技術の社会実装を目指して実証事業や研究を実施する
- 理事会員（11社）
IHI、宇部興産、JERA、東京ガス、住友化学、日揮、丸紅、三井物産、三菱重工業、三菱商事 等
- 一般会員（49社）
アラムコ・アジア・ジャパン、住友商事、伊藤忠商事 等



*1：一般財団法人 日本エネルギー経済研究所の略称

出所：国立研究開発法人科学技術振興機構（2020）戦略的イノベーション創造プログラム、経済産業省（2020）Compass of Partnership、グリーンアンモニアコンソーシアム等を基にJICA調査団作成

A-3. CCS/CCUS

87

CCS

CCUS

A-3.1 メリット

大量のCO₂放出を回避することにより、化石燃料依存の高い国やCO₂多排出産業の脱炭素化に貢献することが期待される。

CCS/CCUS利用のメリット

期待できる脱炭素効果

大幅な
CO₂回収
機能

- 最大のメリットは、**CO₂の大幅な放出回避が可能**
- 例えば、約27万世帯分の電力を供給できる「出力80万kWの石炭火力発電所」にCCSを導入した場合、年間約340万トンのCO₂が大気に出されることを防ぐことが可能となる

エネル
ギー貯留
機能

- **貯留機能に優れている**ため、余剰電力を貯蔵できる

炭素の
有効利用

- 回収したCO₂と再エネ由来の水素と反応させることにより、**メタンなどの化学原料を生成**することが可能
- 化石燃料に頼らず化学製品を製造することが可能

エネル
ギー貯留
機能

- **貯留機能に優れている**ため、余剰電力を貯蔵できる



1 エネルギートランジション達成

化石燃料消費の特に多い新興国・途上国において、既存エネルギー供給システム（火力発電等）と併用することで、段階的な低炭素移行に大きく貢献



2 多排出産業の脱炭素化

重工業や長距離輸送といった、排出量の削減が困難な産業・セクターからの排出量削減に貢献



3 再エネの導入・普及促進

今後需要が拡大する、ブルー水素/アンモニア製造への大きく貢献。また余剰再エネの貯留が可能。



4 ネガティブエミッション達成

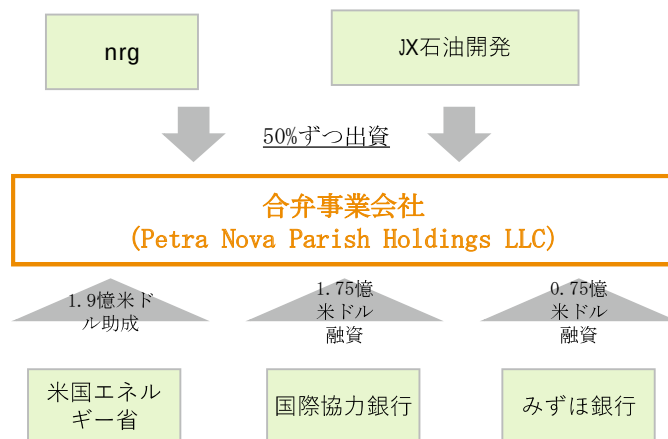
大気からの直接的なCO₂回収（Direct Air Capture: DAC）を通し、排出量削減に貢献

A-3.2 プロジェクト事例 (1/2)

政府が建設費用の一部を負担することで、初期段階の障壁を低くすることができるとされており、特にCCUSの導入促進施策として最も実績が多くみられる。



▲ W. A. パリッシュ石炭火力発電所の外観



▲ 本プロジェクトの実施スキーム

概要

- Petra Nova CCS-EORプロジェクトでは、W. A. パリッシュ石炭火力発電所から年間160万tCO₂を回収し、EORを実施することで、既存油田の原油生産量を日量約500バレルから12,000バレル（期間平均生産量）まで増加を実現
- CCS設備の建設にあたっては、米国エネルギー省から1.9億米ドルの建設補助金が助成されており、その流れを受けて国際協力銀行とみずほ銀行から、合計で2.5億米ドルの融資を受けることが可能に
- なお、新型コロナウイルスの感染拡大による原油価格の下落により、2020年8月に操業が一時停止となっている

出所：NRG Energy社ウェブサイト「Petra Nova Project」、国際協力銀行ニュースリリース「アメリカ合衆国での石炭火力発電所の排ガスを活用したCO₂-EORプロジェクトに対するプロジェクト・ファイナンス」（2014年7月15日）等を参考にJICA調査団作成

89

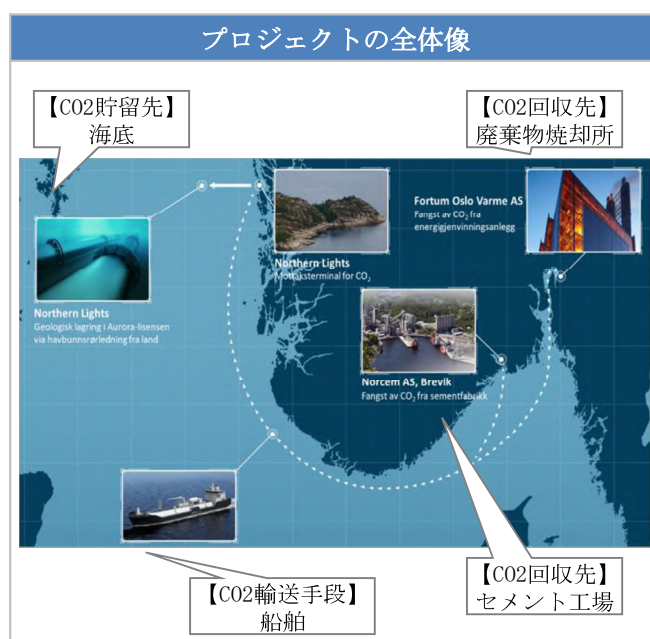
A-3.2 プロジェクト事例 (2/2)

ノルウェーでは、CO₂大幅削減が難しい産業（セメント等）からのCO₂排出量の海底貯留を目指す国家事業に取り組む。

プロジェクト名	Longship CCS (通称：Northern Light)
事業者 (CO ₂ 輸送・貯留)	エクイノール、シェル、トタル
概要	(CO ₂ 大幅削減が困難とされる)セメント工場や廃棄物焼却場からのCO ₂ 回収、船舶による大量輸送技術の実証を目的とした国家プロジェクト
操業予定	2024年
CO ₂ 回収方法	液体吸収法（アミン）
CO ₂ 排出源	- セメント工場 - 廃棄物焼却場
CO ₂ 輸送方法	- 海底パイプライン輸送 - 船舶輸送
CO ₂ 貯留先	海底の貯留層
CO ₂ 貯留先	150万t-CO₂/年
実証総費用*	約3,000億円（政府負担分：2,000億円）
課題	- 要素技術の確立 - CO₂貯留にかかるインセンティブ不足

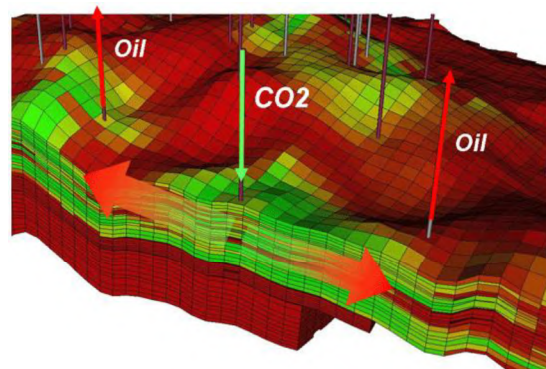
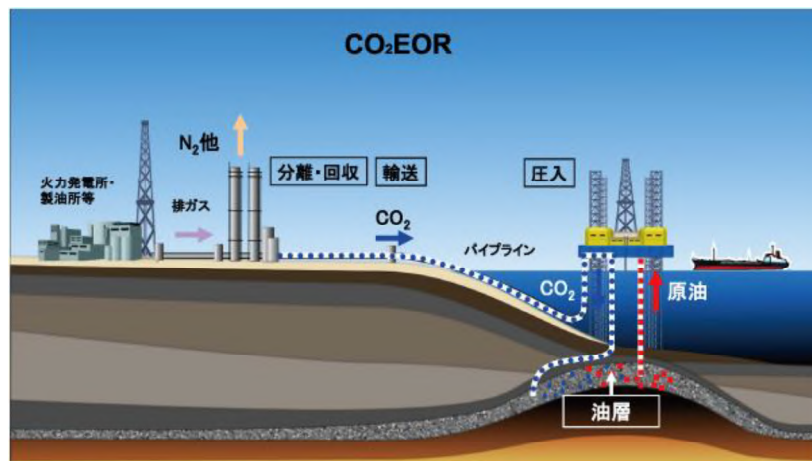
*：1ノルウェークローネ＝約12円として換算
出所：Longship HPを基にJICA調査団作成

90



A-3.3 技術動向（石油回収増進法（Enhanced Oil Recovery: EOR））

EOR技術に関しては、政府主導の公共事業/税制控除や補助金等の優遇措置を受けた形での商用化が多く、コストの低減や付加価値の創出が課題である。



▲ CO2を圧入ガスとしたEORの概要

▲ CO2EOR適用イメージ（CO2濃度分布）

概要

- 地下の油層に水やCO2を圧入し、石油生産量を増やす方法であり、現状は天然ガスの採掘時に発生するCO2を用いることが多い
- 政府主導の公共事業、もしくは税制控除や補助金等の優遇措置を受けた形での商用化

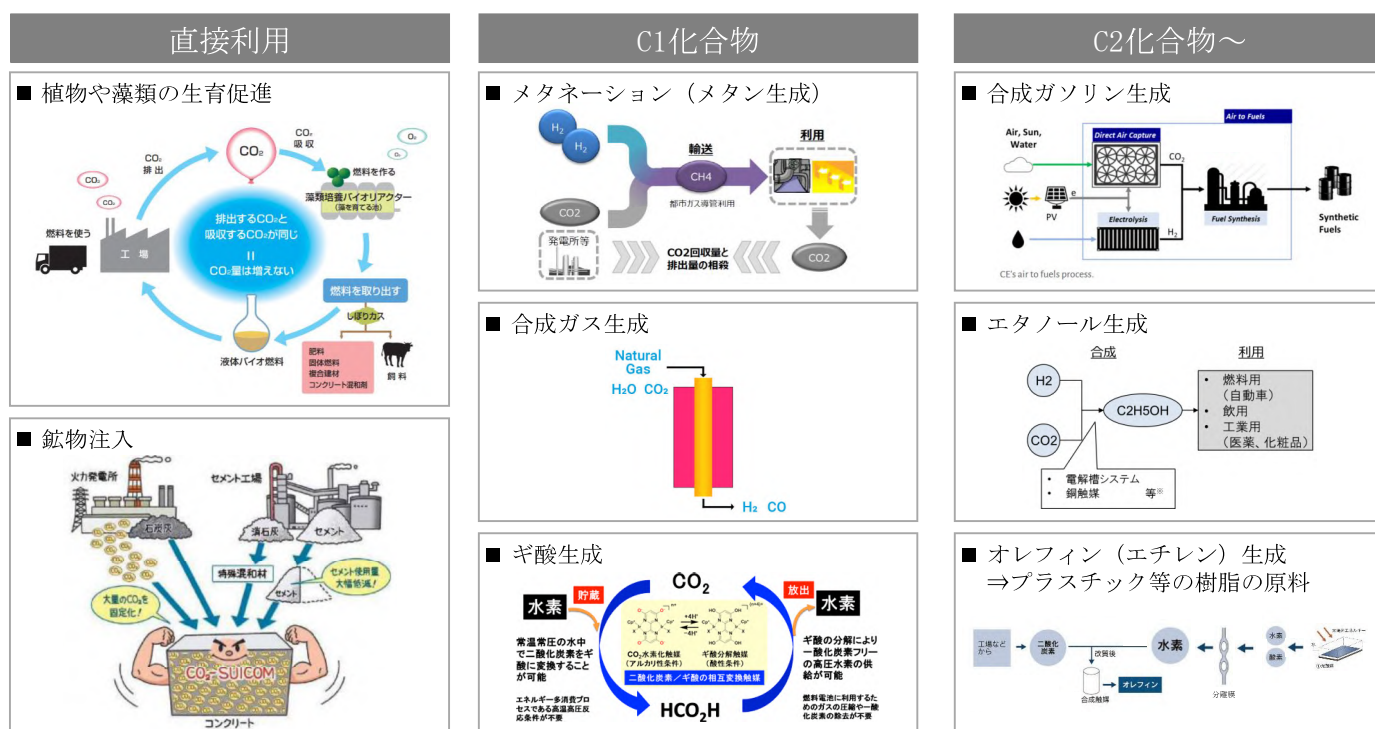
①技術革新によるCO2回収コストの低減、②CO2をより高付加価値な製品に変換（≒CCU）といった取組を進める必要性あり

出所：JOGMECウェブサイト「炭酸ガス（CO2）圧入攻法」を基にJICA調査団作成

91

A-3.4 技術概要

CO2を直接利用する方法や、燃料や化成品の基礎製品となるC1化合物、そして燃料や化成品等にC2化合物等の生産に用いる方法など多岐に渡る。



A-3.5 技術動向 (1/2)

C02回収技術は、現段階では実証実験レベルの熟度の技術が多い。

SC区分	技術区分 (全体的な成熟度：濃→薄)	技術名	技術ステージ (2020年時点)			
			試作レベル	実証	早期導入	成熟
C02回収	化学物質プロセスからのC02回収	アンモニア製造 (化学吸収法)				✓
		アンモニア製造 (物理吸着法)	✓		✓	
		メタン製造 (化学吸収法)			✓	
		メタン製造 (物理吸着法)		✓		
		高価値化学物質製造 (化学吸収法)		✓		
		高価格化学物質製造 (物理吸着法)		✓		
	燃料プロセスからのC02回収	天然ガスプロセスからのC02回収				✓
		水素製造 (ガス+CCS)			✓	
		バイオメタン+CCS		✓		
		エタノール製造 (トウキビ+CCS)		✓		
		エタノール製造 (リグノセルロース+CCS)	✓			
		水素製造 (石炭+CCS)	✓			
	発電プロセスからのC02回収	石炭火力発電 (化学吸収法)			✓	
		石炭火力発電 (酸素燃焼)		✓		
		石炭火力発電 (燃焼前ガス分離)		✓		
		天然ガス火力発電 (化学吸収法)		✓		
		バイオマス発電 (化学吸収法)		✓		
		直接還元鉄 (DRI) (化学吸収法)			✓	
	製鉄プロセスからのC02回収	直接還元鉄 (DRI) (物理吸着法)	✓			
		溶融還元・高濃度酸素・化学吸収法		✓		
		溶鉱炉・プロセスガス/水素・化学吸収法	✓			
		セメント製造 (化学吸収法)		✓		
		セメント製造 (カルシウムループ)		✓		
		セメント製造 (酸素燃焼)	✓			
	セメント製造プロセスからのC02回収	セメント製造 (物理吸着法)	✓			
		セメント製造 (直接分離法)	✓			
	直接空気回収 (DAC)	直接空気回収 (固形)	✓			
		直接空気回収 (液体)	✓			

出所：IEA (2020), Special Report on Carbon Capture Utilisation and Storageを基にJICA調査団作成

93

A-3.5 技術動向 (2/2)

回収したC02の輸送～利用に係る技術は、実証レベル以上に達した技術が多い。

SC区分	技術区分	技術名	技術ステージ (2020年時点)			
			試作レベル	実証	早期導入	成熟
輸送	C02輸送	パイプライン				✓
		船舶 (ポート間)		✓		
		船舶 (ポートからオフショア)	✓			
貯留	C02貯留	原油増進回収 (EOR)				✓
		含塩層			✓	
		枯渇石油・ガス田での貯蔵		✓		
利用	C02利用	尿素				✓
		コンクリート			✓	
		メタン		✓		
		合成メタン		✓		
		合成液状炭化水素	✓			

出所：IEA (2020), Special Report on Carbon Capture Utilisation and Storageを基にJICA調査団作成

94

A-3.6 各国動向

海外ではCCS商用化や政策整備が先行して進んでいるが、政策面・技術面に課題も見られることから、日本での取組時にも留意が必要。

	技術	政策
国内	【概要】 ■ 経済産業省事業の一環で、北海道苫小牧市にて水素製造装置の排ガスからCO₂を回収し海底に貯留する実証を実施し、技術熟度は実用化レベルに到達 ■ 現在も国内数か所にて大規模なパイロット実証を行っている段階であり、世界初のBECCS実施も視野 【課題】 ■ 全工程におけるコスト低減 ■ CO₂輸送方法の確立（パイプライン、船舶） ■ CO₂圧入井の評価・確保	【概要】 ■ 環境省や経済産業省を中心に、CCS関連の技術開発・実証事業（特にCO₂分離回収技術）を実施 ■ また、文部科学省を中心に、膜分離法等の次世代CO₂回収技術の高度化に関する開発にも着手済 【課題】 ■ CCSの社会実装を促進するための政策インセンティブ（例：税制優遇）は整備されていない ■ カーボンプライシングの導入検討と併せて議論する段階に留まっている
海外	【概要】 ■ 既に商用向けのCCSプラントがいくつか稼働しており、そのほとんどがEORという形で、CO₂を地中に貯留 ■ CO₂の輸送はパイプラインの活用が一般的 【課題】 ■ 更なるCO₂回収コストの低減 ■ 高付加価値な製品への変換（≒CCU）が必要 ■ 船舶を活用したCO₂の大量輸送技術の確立	【概要】 ■ CCSの導入を促進するインセンティブを整備 ・ ノルウェー：新設火力発電へのCCS導入義務化 ・ 米国、カナダ：CCS設備への導入補助、税額控除 【課題】 ■ CCSプラントは、公的資金の補助を前提としながら、運用している側面が強く、ビジネスとしての成熟につながっていない様子あり

A-3.7 国内動向

「カーボンリサイクル技術ロードマップ」では、2030年にCCSの取組みコストを他の手段と同等を目指すことが掲げられている。

	CO ₂ 交換後の物質	カーボンリサイクル技術現状 ^{※1}	課題	既存の同等製品の価格 ^{※1}	2030年	2040年以降
基幹物質	合成ガス メタノール等	一部実用化、革新的プロセス（光、電気等利用）は研究開発段階	変換効率・反応速度の向上、触媒の耐久性向上 など	—	プロセスの低コスト化	プロセスの更なる低コスト化
化学品	含酸素化合物	一部実用化（ポリカーボネート等）、その他は研究開発段階 【価格例】 既存の同等製品程度（ポリカーボネート）	ポリカーボネートはCO ₂ 排出量の更なる削減 ポリカーボネート等以外の実用化（転換率・選択率の向上）	300-500円程度/kg（ポリカーボネート（国内販売価格））	既存のエネルギー・製品と同等のコスト	更なる低コスト化
	バイオマス由来化学品	技術開発段階（非可食性バイオマス）	低コスト・効率的な前処理技術、変換技術 など	—	既存のエネルギー・製品と同等のコスト	更なる低コスト化
	汎用品（オレフィン、BTX等）	一部実用化（石炭等から製造した合成ガス等を利用）	転換率・選択率の向上 など	100円/kg（エチレン（国内販売価格））	—	既存のエネルギー・製品と同等のコスト
燃料	液体燃料（微細藻類燃料）	実証段階 【価格例】 バイオジェット燃料 1600円/L	生産率向上、低コスト・効率的な前処理技術 など	100円台/L（バイオジェット燃料（国内販売価格））	既存のエネルギー・製品と同等のコスト（100-200円/L）	更なる低コスト化
	液体燃料（CO ₂ 由来燃料またはバイオ燃料（微細藻類由来を除く））	技術開発段階（合成燃料（e-fuel・SAF））、バイオエタノールのうち、可食性バイオマス由来については一部実用化 【価格例】 合成燃料 約300～700円/L	現行プロセスの改善、システム最適化 など	50-80円（原料用アルコール（輸入価格）） 約130円（工業用アルコール（国内販売価格））	—	合成燃料：ガソリン価格以下のコスト 既存のエネルギー・製品と同等のコスト
	ガス燃料（メタン、プロパン、エタン等）	技術開発/実証段階	システム最適化、スケールアップ、高効率化 など	40-50円/Nm ³ （天然ガス（輸入価格））	CO ₂ 由来CH ₄ のコストダウン	既存のエネルギー・製品と同等のコスト
鉱物	コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物	一部実用化、低コスト化に向けた様々な技術の研究開発が実施中 【価格例】数百円/kg（道路ブロック）	CO ₂ と反応させる有効成分の分離、微粉化 など	30円/kg（道路ブロック（国内販売価格））	道路ブロック：既存のエネルギー・製品と同等のコスト	道路ブロック以外：既存のエネルギー・製品と同等のコスト
共通技術	CO ₂ 分離回収（DAC含む）	一部実用化（化学吸収法）、その他手法は研究・実証段階 【価格例】 4000円程度/t-CO ₂ （化学吸収法）	所要エネルギーの削減 など	—	1000-2000円台/t-CO ₂ （化学吸収、固体吸収、物理吸収、膜分離）	1000円以下/t-CO ₂ （DAC）
基盤物質	水素	概ね技術確立済み（水電解等）、他の手法を含め低コスト化に向けた研究開発が実施中	低コスト化 など	30円/Nm ³	30円/Nm ³	20円/Nm ³ （プラント製造コスト）

革新的環境
イノベーション
戦略
での目標

2030年に他の抑制手段と
同レベルの価格域を目指す

A-3.8 ビジネスモデル

CCSによる環境価値を前面に出したビジネスケースとして、「カーボンニュートラルLNG」などの商品が現れている。

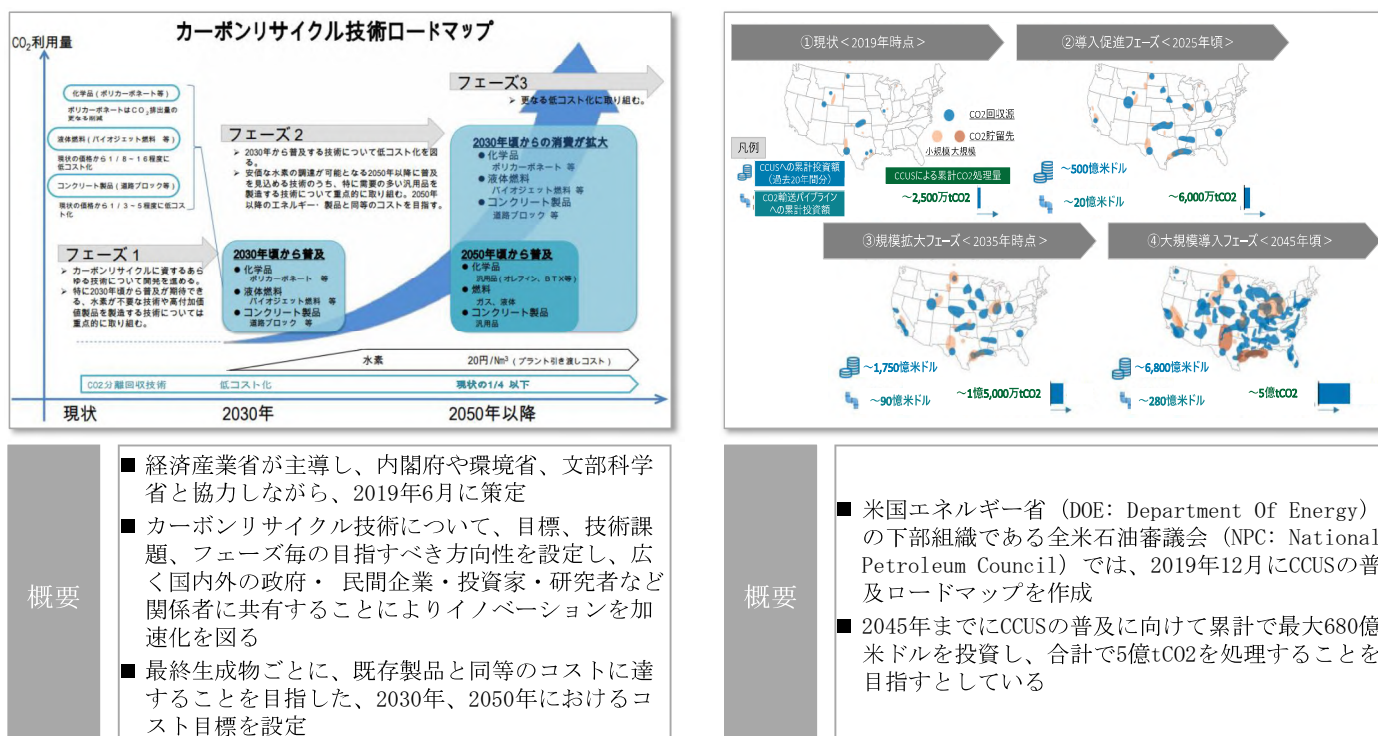


出所：東京ガス社ニュースリリース「シェル・イースタン・トレーディング社からのカーボンニュートラルLNGの購入について」（2019年6月）、「日本初となるカーボンニュートラル都市ガスの供給開始について」（2019年10月）、「ホテル業界初となるカーボンニュートラル都市ガスの供給開始について」（2020年10月）等を基にJICA調査団作成

97

A-3.9 促進策（1/7）：ロードマップ

CR技術ロードマップは技術の本格普及に向けた目標や技術開発の方向性について、関係者間での情報共有を通じて、官民双方からの投資促進を図る。



出所：経済産業省「カーボンリサイクル技術ロードマップ」（2019年6月）、National Petroleum Council “Meeting the dual challenge: A roadmap to at-scale development of carbon capture, use and storage”（2019年12月）等を基にJICA調査団作成

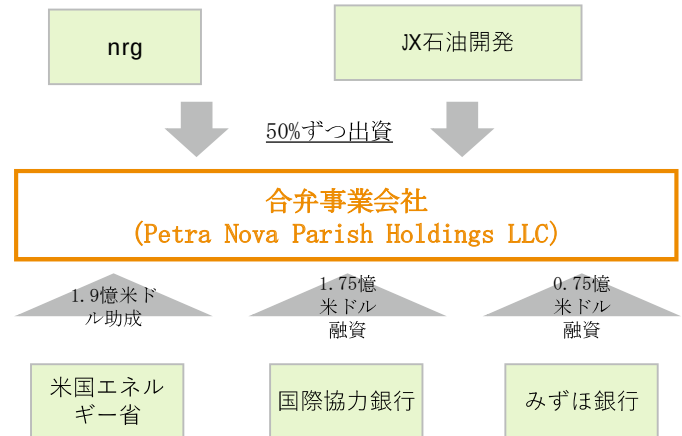
98

A-3.9 促進策（2/7）：開発資金支援

政府が建設費用の一部を負担することで、初期段階の障壁を低くすることができるとされており、特にCCUSの導入促進施策として最も実績が多くみられる。



▲ W.A. パリッシュ石炭火力発電所の外観



▲ 本プロジェクトの実施スキーム

概要

- Petra Nova CCS-EORプロジェクトでは、W.A. パリッシュ石炭火力発電所から年間160万tCO₂を回収し、EORを実施することで、既存油田の原油生産量を日量約500バレルから12,000バレル（期間平均生産量）まで増加を実現
- CCS設備の建設にあたっては、米国エネルギー省から1.9億米ドルの建設補助金が助成されており、その流れを受けて国際協力銀行とみずほ銀行から、合計で2.5億米ドルの融資を受けることが可能に
- なお、新型コロナウイルスの感染拡大による原油価格の下落により、2020年8月に操業が一時停止となっている

出所：NRG Energy社ウェブサイト「Petra Nova Project」、国際協力銀行ニュースリリース「アメリカ合衆国での石炭火力発電所の排ガスを活用したCO₂-EORプロジェクトに対するプロジェクト・ファイナンス」（2014年7月15日）等を参考にJICA調査団作成

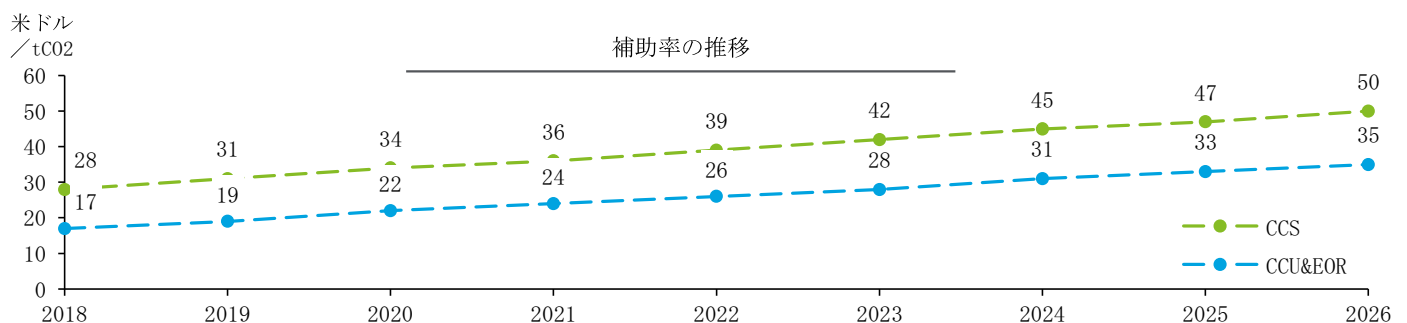
99

A-3.9 促進策（3/7）：建設補助金、税制優遇

米国のCCS向け税制優遇は、建設および開発のリスク軽減につながるため、CCUSの導入促進施策として整備された。

- ・ 米国では、CCUSプロジェクトに対する代表的な税制優遇制度「45Q」を整備している。
- ・ 2018年に超党派予算法の45Q改正を通じて、CCUSへ税制優遇の対象を拡大し、補助率の増額や適用範囲の拡大を実現

	対象	2018年 改正前	2018年 改正後
EORおよびCCU	補助率	10 USD/tCO ₂ (+物価補正分)	～35 USD/tCO ₂ (+物価補正分)
	適用範囲	50万～7,500万トン	10万トン以上(CCU 2500トン以上)
CO ₂ 貯留	補助率	20 USD/tCO ₂ (+物価補正分)	～50 USD/tCO ₂ (+物価補正分)
	適用範囲	50万～7,500万トン	10万トン以上



出所：Global CCS Institute, “The US Section 45Q Tax Credit for Carbon Oxide Sequestration: An update” (2020年4月)、IEA “US budget bill may help carbon capture get back on track” を基にJICA調査団作成

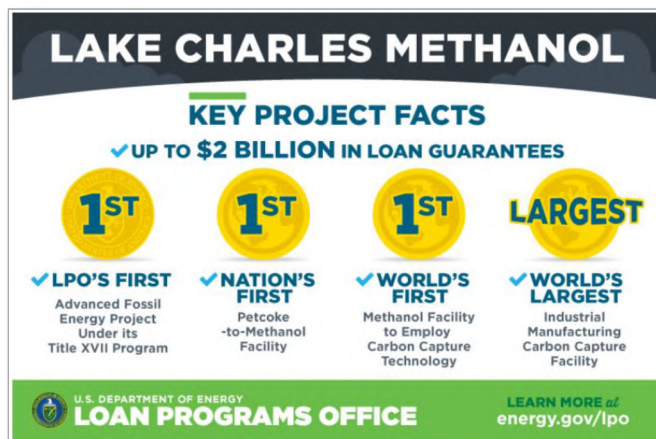
100

A-3.9 促進策（4/7）：債務保証

CCUSプロジェクトは収益を上げることが難しく金融機関からの融資が困難であるため、政府の債務保証により事業資金調達が容易化した。



▲ CO2回収機器が付随したメタノール製造設備の外観



▲ Lake Charles Methanol社への債務保証概要

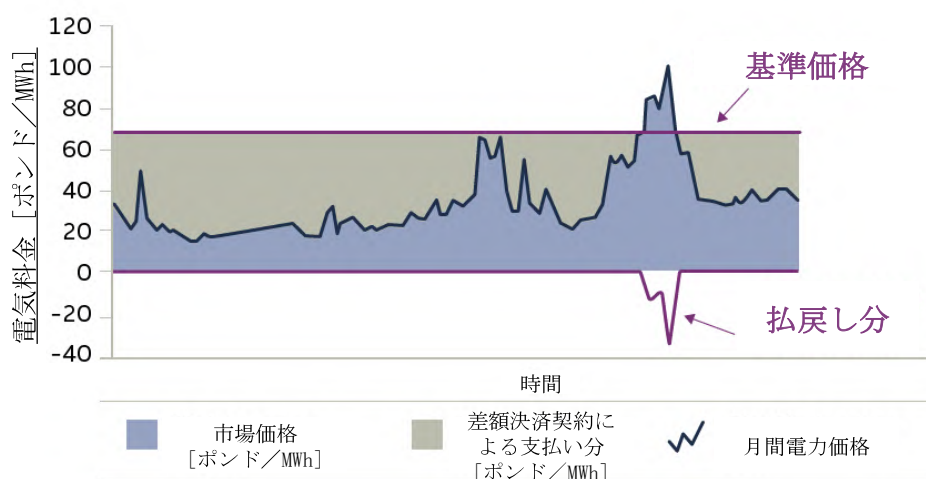
概要

- Lake Charles Methanol社は、石油コークスを原料とするメタノールプラントにCCS設備を導入し、回収したCO2をEOR向けの圧入ガスとして利用することで、年間420万トンのCO2を貯留することができるとしていた
- 上記の内容を受けて、米国エネルギー省では初めてとなる、CCSプロジェクトへの債務保証案件を実施し、その総額は20億米ドルに到達
- CO2回収機器が付随したメタノール製造設備への債務保証は世界初

出所：DOE “Energy Department Offers Conditional Commitment for First Advanced Fossil Energy Loan Guarantee”（2016年12月）を基にJICA調査団作成
101

A-3.9 促進策（5/7）：差額決済

差額決済契約は、発電事業者に市場における電力価格と技術への投資に必要な価格の推定値との差額を支払う制度、プロジェクト資金の調達が容易になる。



▲ 差額決済の仕組みイメージ

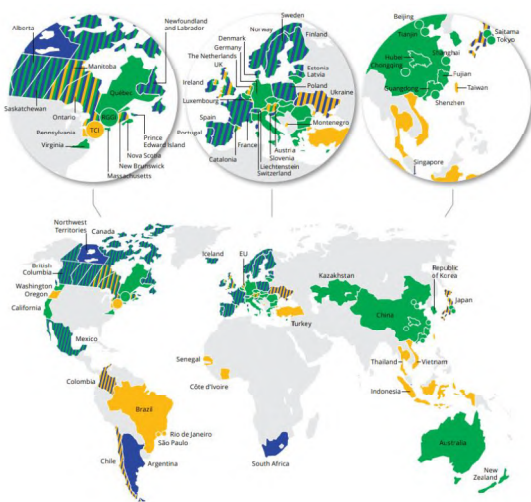
概要

- 現状
 - ・ 現行制度では、CCUSも対象技術となっているものの、CCUSプロジェクトの開発には、数年という期間と数千万ポンドという莫大な費用を要するため、資金回収の確実性が不透明であることから、差額決済契約に基づくCCUSプロジェクトの契約例は確認されてない
- 今後の方向性
 - ・ 英国政府が2019年7月に公表した報告書では、差額決済契約はCCUSの導入支援施策として継続する想定

出所：Department for business, energy, & Industry Strategy “Carbon capture, usage and storage: business model”（2020年7月）等を基にJICA調査団作成
102

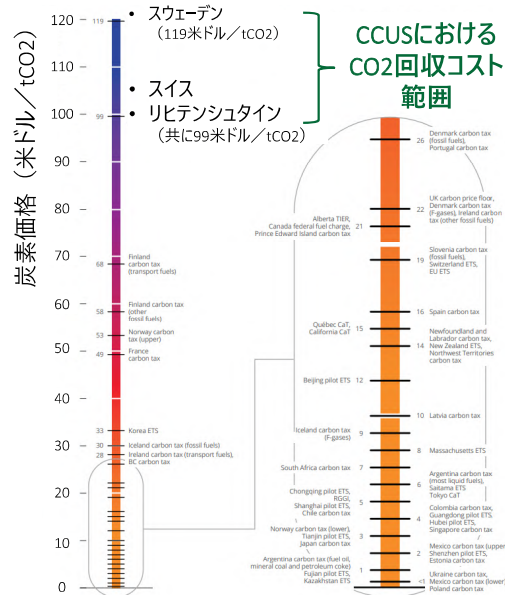
A-3.9 促進策 (6/7) : 炭素価格制度 1/2

炭素価格制度の価格設定はCCUSのCO₂回収コストよりも安いいため、CCUSの普及促進施策として活用することは困難と考えられる。



凡例

- 排出権取引制度を導入済みもしくは導入予定
- 炭素税制度を導入済みもしくは導入予定
- 排出権取引制度と炭素税制度の双方の導入を検討中
- 排出権取引制度と炭素税制度の双方を導入済みもしくは導入予定
- 炭素税制度を導入済みもしくは導入予定、かつ排出権取引制度の導入を検討中
- 排出権取引制度を導入済みもしくは導入予定、かつ他の排出権取引制度や炭素税制度の導入を検討中
- 排出権取引制度と炭素税制度を導入済みもしくは導入予定、かつ他の排出権取引制度や炭素税制度の導入を検討中



▲ 世界各国における炭素価格制度の導入状況

▲ 2020年時点における各国の炭素価格の比較

概要

- 炭素価格の設定は、補助金の交付よりも効率的な施策と認識されており、各国で導入が進んでいる
- ただし、既存制度では炭素価格が安いことから、CCUSの普及促進施策として活用することは難しい

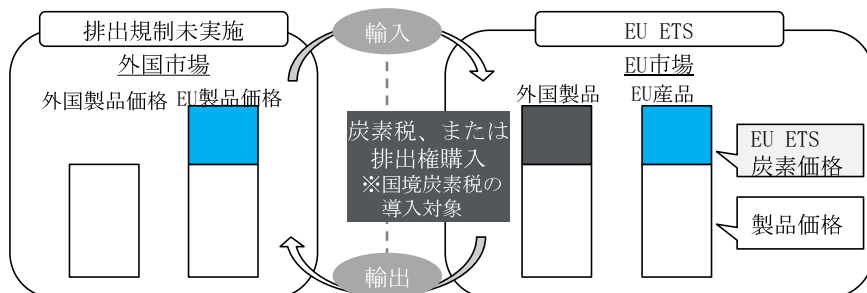
出所：世界銀行 “States and trends of carbon pricing 2020” (2020年5月)等を基にJICA調査団作成
103

A-3.9 促進策 (6/7) : 炭素価格制度 2/2

欧州で議論が進む国境炭素税が導入されると、欧州との貿易国のエネルギー多消費産業では競争力維持のため、CCUSの実装が加速する可能性がある。

背景・目的	- 欧州委員会は2019年12月に「欧州グリーンディール」を発表し、その中で国境炭素税の導入について言及 - その後、2020年7月から10月にかけて、国境炭素税の導入に関するパブリックコメントの募集を実施 - EU内でのカーボンリーケージは、EU内の排出量取引制度 (EU ETS) によって排出量の割り当てを受けている鉄鋼、セメントなどのエネルギー多消費型企業が、炭素に関する負担がないEU域外に移転することにより発生するため、EUと同レベルの炭素価格を設定していない国からの輸入品に対して、同等の課税を行うことにより、カーボンリーケージの防止を図る
概要	特定の輸入品・国内生産品に対する炭素税の設定、輸入品に対する炭素関税の設定、もしくはEU ETSの輸入品への適用を通じて、製品の低炭素化を図る
CCUSの影響	欧州との貿易国におけるセメント等を製造する重工業分野ではCCUSの実装が加速する可能性がある。

国境炭素税の仕組み



国境炭素税の特徴および論点

メリット	50~140億ユーロ/年の税収
デメリット	外国市場からの反発
論点	課税手法 (新規・ETS等)
	対象セクター 等

出所：国際環境経済研究所 「米国の怒らせたEU国境炭素税、日本企業にも大きな影響」等を基にJICA調査団作成
104

A-3.9 促進策（7/7）：タクソノミー

タクソノミーにおけるCCUSの位置づけは各国で異なっているものの、タクソノミーの共通化に向けた取組を通して整理が進む見通し。

欧州と中国のタクソノミーにおけるCCUSの位置づけ

		中国	欧州
CCS	産業セクター	○*	○
	電力セクター	○	△ (排出係数**が規定値***以下)
CCU、EOR	産業セクター	○	○
	電力セクター	○	×

* 中国2020年最新版のタクソノミーには高効率石炭発電が除外され、CCUとCCSが新規追加された。

** 排出係数はISO14067標準または製品のカーボンフットプリント手法で推計する

*** 欧州発電部門における電力排出係数の規定値は100g/KWhに規定されており、2050年におけるCNを達成するため、5年ごとに規定値が引き下げられる想定

概要

■ 欧州

- 欧州のタクソノミーでは、CCUSの位置付けに関する詳細な内容が記載されており、産業分野におけるCCUSは追加された一方、CO₂の圧入によるEORはタクソノミーの対象から除外された
- また、CCS付きの火力発電所は対象になった一方で、CCUもしくはカーボンリサイクル関連設備付きの火力発電所は対象外になった
- なお、タクソノミーに関する各国の取組の共通点を整理等を目的とした「サステナブルファイナンスに関する国際プラットフォーム」(IPSF: International Platform on Sustainable Finance)を主導している

■ 中国

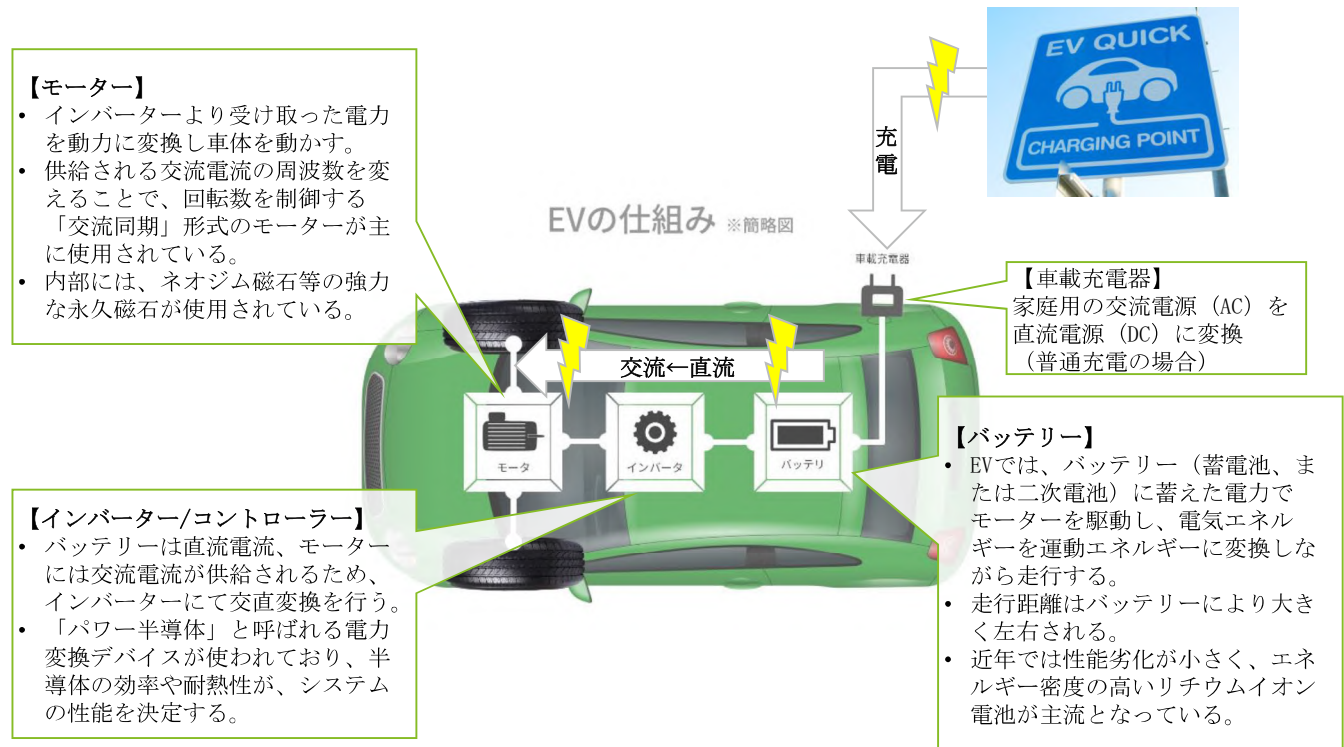
- 2020年に発表されたタクソノミーでは、石炭火力が除外され、CCSとCCUが新規に追加された

出所：European Commission “Taxonomy: EU Final report of the Technical Expert Group on Sustainable Finance”（2020年3月）、IPSF “Statement - International Platform on Sustainable Finance - 1st year anniversary meeting”（2020年）、中国炭素取引ウェブサイト等を基にJICA調査団作成

A-4. EV

A-4.1 基礎情報

電気自動車（EV）は、電気を主な動力源とする点で、従来の内燃機関エンジン自動車と機械構造的な違いがある。



出所：ROHMウェブサイト、その他公開情報を基にJICA調査団作成
107

A-4.2 メリット

EVは、100%電力による走行が可能な性質から、特にCO2排出量の大きな削減効果が期待されており、今後の低炭素社会において重要な役割を果たす。

EV利用のメリット

期待できる脱炭素効果・その他環境効果

完全電動

- ガソリン等の化石燃料に頼らず走行が可能ことから、環境に配慮した形での移動が可能
- また、同じ距離を走行した場合、ガソリン代よりも電気代のほうが安くなる可能性が高いため、ランニングコストに優れている

電力貯留機能

- 電気を蓄える装置のバッテリーが車体に大量に搭載されているため、電源として使用することも可能（例：家庭用電源から充電するだけでなく、EVに蓄えた電力を、家庭用電源としても使用など）



1 CO2排出量の削減

エンジン稼働時の原料となるガソリン等の化石燃料の使用が減少するため、その分大気中へ放出するCO2排出量の削減に貢献

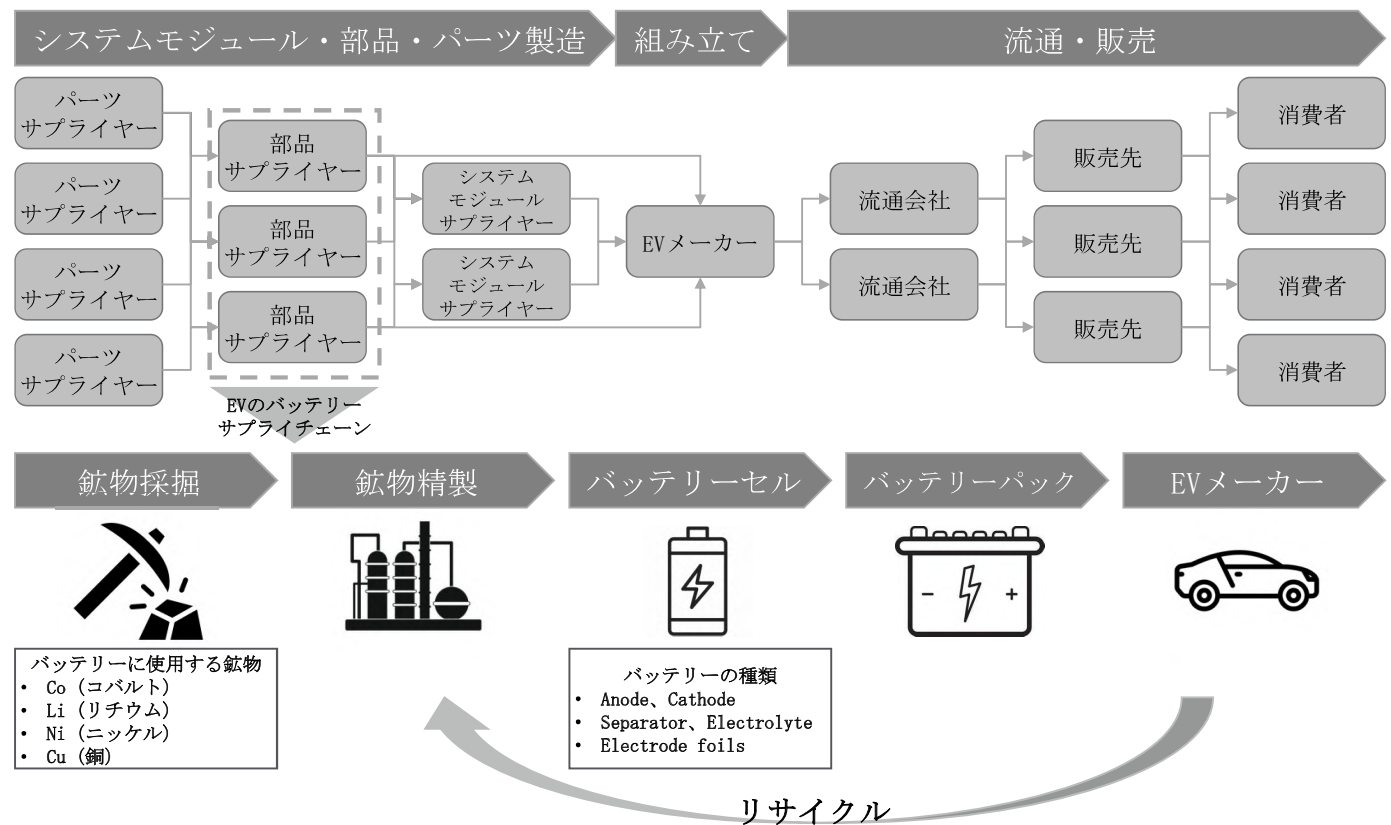


2 その他効果

自然災害などで停電した際に、非常電源として活用することができるなど、その他環境面の効果も期待

A-4.3 サプライチェーン

EVは従来の自動車より部品点数が少ないため、小さなSCが構成されるが、バッテリー等のサプライチェーンが追加される。



109

A-4.4 技術動向

従来のEVに用いられるリチウムイオン電池よりも高性能な全固体電池の開発が、自動車OEMメーカーを中心に進められ、20年代には実用化の見込み。

全固体電池の特徴（従来品との比較）			主要自動車OEMの開発動向	
	リチウムイオン電池 （従来品）	全固体電池		
コスト	・電極や電解質の材料が限られるため高止まり	・材料の選択肢が多いため、 低減余地が大きい	トヨタ自動車	■ 20年代前半の全固体電池の実用化を目指す ➢ 21年に全固体電池を用いた試作車を公開し、性能試験を本格化 ■ 全固体電池に係る保有特許数は世界トップ
容量	・すでにエネルギー密度の限界付近 ・航続距離短い	・エネルギー密度は 従来品の3倍 ・小型EVは航続距離500kmも実現可能	Volkswagen	■ EV用電池を開発する米クアンタムスケープと18年に合弁会社を設立し、全固体電池の生産を目指す ➢ 同社は24年にも、VWなどへの供給開始を目指す
大きさ	・冷却機構やセパレーターが必要なため、比較的大きい	・冷却機構などが不要なため 比較的小さい	BMW	■ 米フォード・モーターと全固体電池の開発を手がける新興企業の米ソリッドパワーへ出資 ➢ ソリッドパワーは22年初頭に試験ラインで全固体電池の生産に着手する ■ BMWは25年までに、全固体電池を搭載したデモ車両の発表を計画
充電時間	・急速充電でも満タンに30分以上かかる	・急速充電により 10分程度で満タンに充電可能		
耐久性	・液体の電解質は劣化しやすく電池寿命が短い	・固体の電解質は劣化しにくく 電池寿命が長い		