

## Mizuho Industry Focus Vol. 207

# 産業界の脱炭素化実現までの道のり ～事業性と環境性の両立に向けて～

みずほフィナンシャルグループ  
リサーチ&コンサルティングユニット  
みずほ銀行 産業調査部

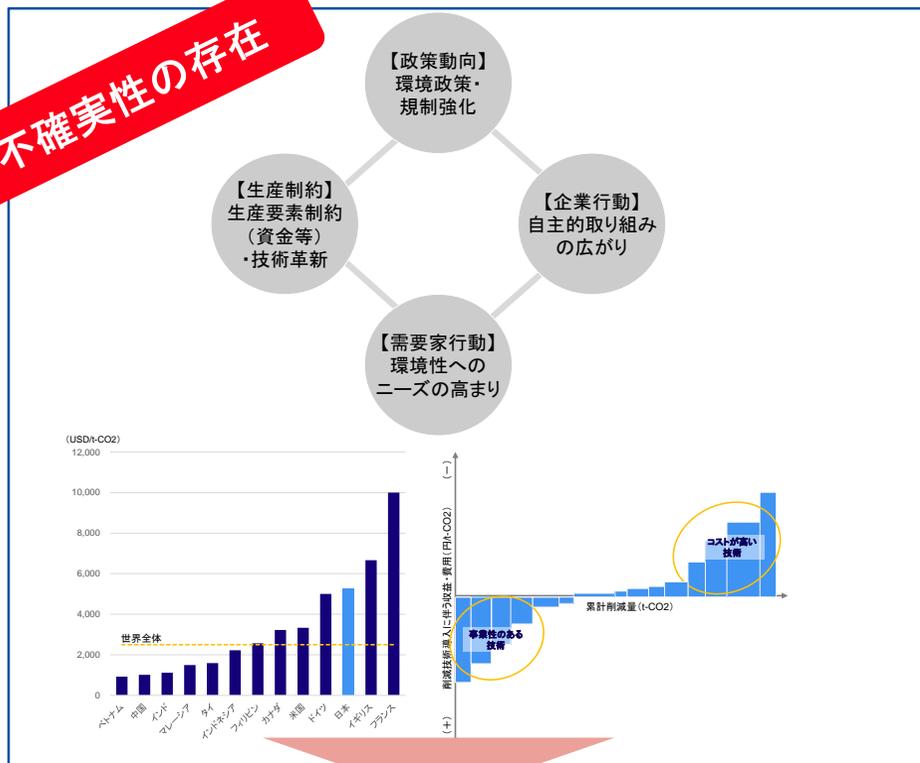
## 概要

- 今世紀後半の脱炭素社会実現に向けて、省エネの推進や非化石電源の利用促進等、世界中で脱炭素化への取組みが進められている。確かに、2050年時点では、世界のエネルギー供給の多くは引き続き化石燃料に支えられることが見込まれている。しかし、短中期的にも、環境政策の強化やESG投資の広がり等が予想され、脱炭素化の潮流が企業活動に与える影響は無視し得ないものとなる可能性がある。企業の自主的取組みが、国際的なサプライチェーンを通じてドミノ的に波及する効果がある点にも留意が必要である。
- かかる状況下、各企業は、戦略性を持って脱炭素化の潮流に対応することが重要になる。負担すべきCO2排出量削減費用は、立地条件や製造プロセス等の違いから、企業によって異なる。さらに各企業が、脱炭素化の潮流の中で、如何なる時間軸でゴールを設定し、そしてそのゴールを如何に本業の事業戦略と結びつけるかによっても大きく差異が生じると考えられる。
- 脱炭素化を目指す代表的な海外企業の多くは、拙速な脱炭素化をゴールとして設定することを避けつつも、スケールメリットや市場の活用、新サービス・技術の開発等を通じて、着実に低炭素化を進め、本業の事業性を強化していることが窺える。
- 日本産業は、脱炭素化の潮流を本業の事業性強化につなげるためにも、適切な時間軸で設定されたロードマップの下で、脱炭素化に係る強みや弱み等を踏まえた事業戦略を検討する必要がある。脱炭素社会の実現のためには、多様な企業との協働と、イノベーションが必要である。脱炭素化という超長期に及ぶ大きな潮流を上手く活用した、日本産業の取組みに期待したい。

# 企業に求められる戦略的な脱炭素化への取組み

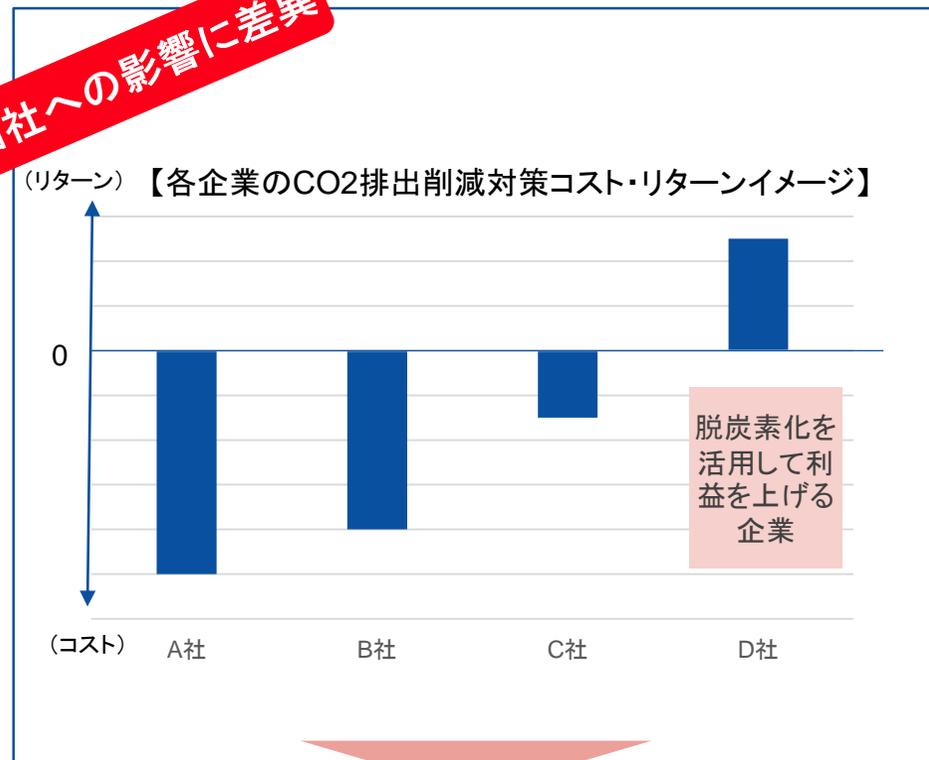
- 脱炭素化の潮流が企業に与える影響には、負担すべきコスト、時間軸、波及経路等に、不確実性が存在
  - 一方、各企業は、如何なるゴールを設定し、如何にそのゴールを本業の事業戦略と結びつけるかによって、脱炭素化対策からリターンを得ることができる可能性も
- ⇒ 脱炭素化の潮流を、いち早く理解し、戦略的に活用することが重要

不確実性の存在



## 第1章: 事実整理

個社への影響に差異



## 第2章: 事例研究

1. 脱炭素社会実現に向けた足下の動向 P.5

2. 脱炭素化の潮流を活用した海外企業事例 P.30

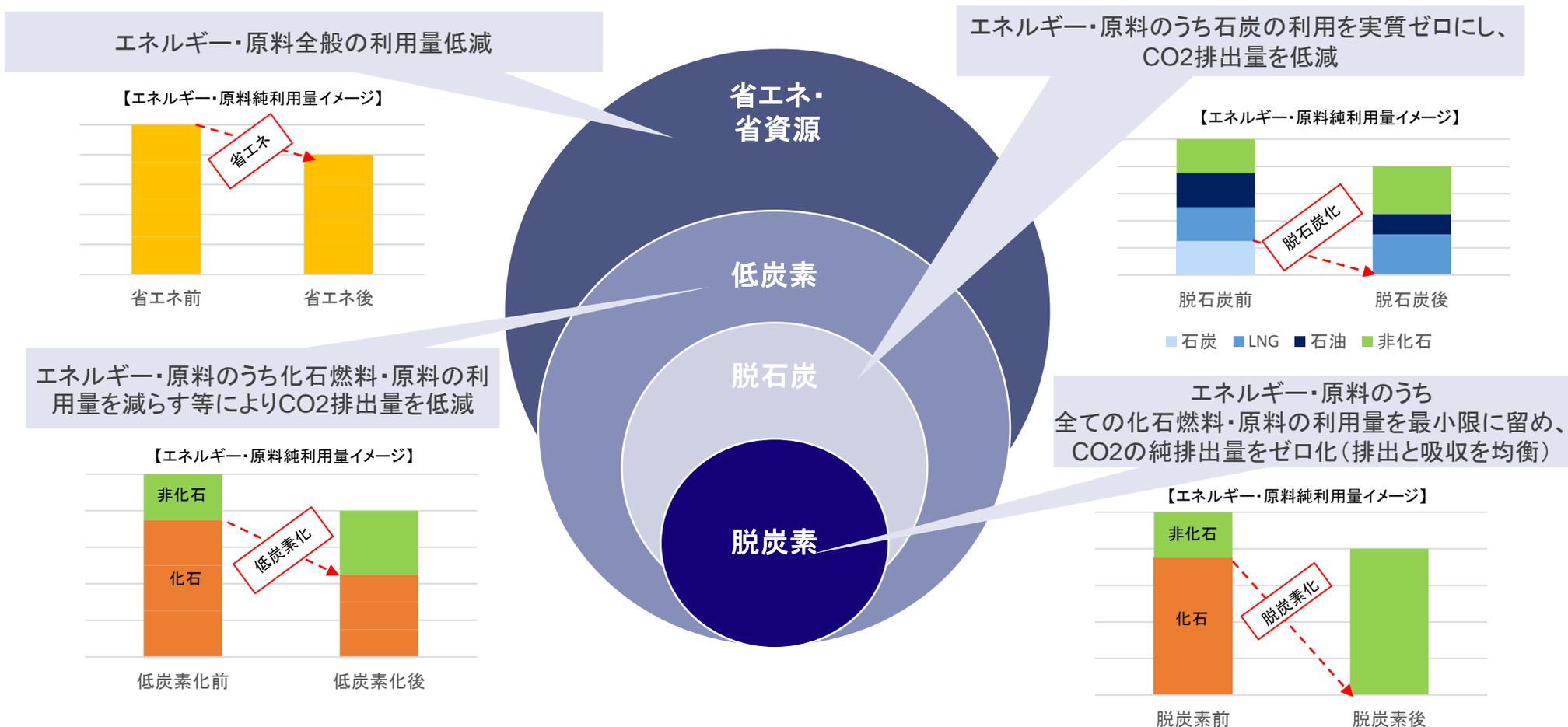
3. まとめ ～脱炭素化への日本産業の向き合い方～ P.59

# 第一章 脱炭素社会実現に向けた足下の動向

# 低炭素化の中の脱炭素化

- 低炭素化の延長線上にある脱炭素化は、大気へのCO2排出量を実質ゼロ化(排出と吸収を均衡)する取組み
  - 省エネは、合理化により、化石燃料に限らずエネルギー全般の利用量低減を図る取組み

## 低炭素・脱炭素他の概念イメージ

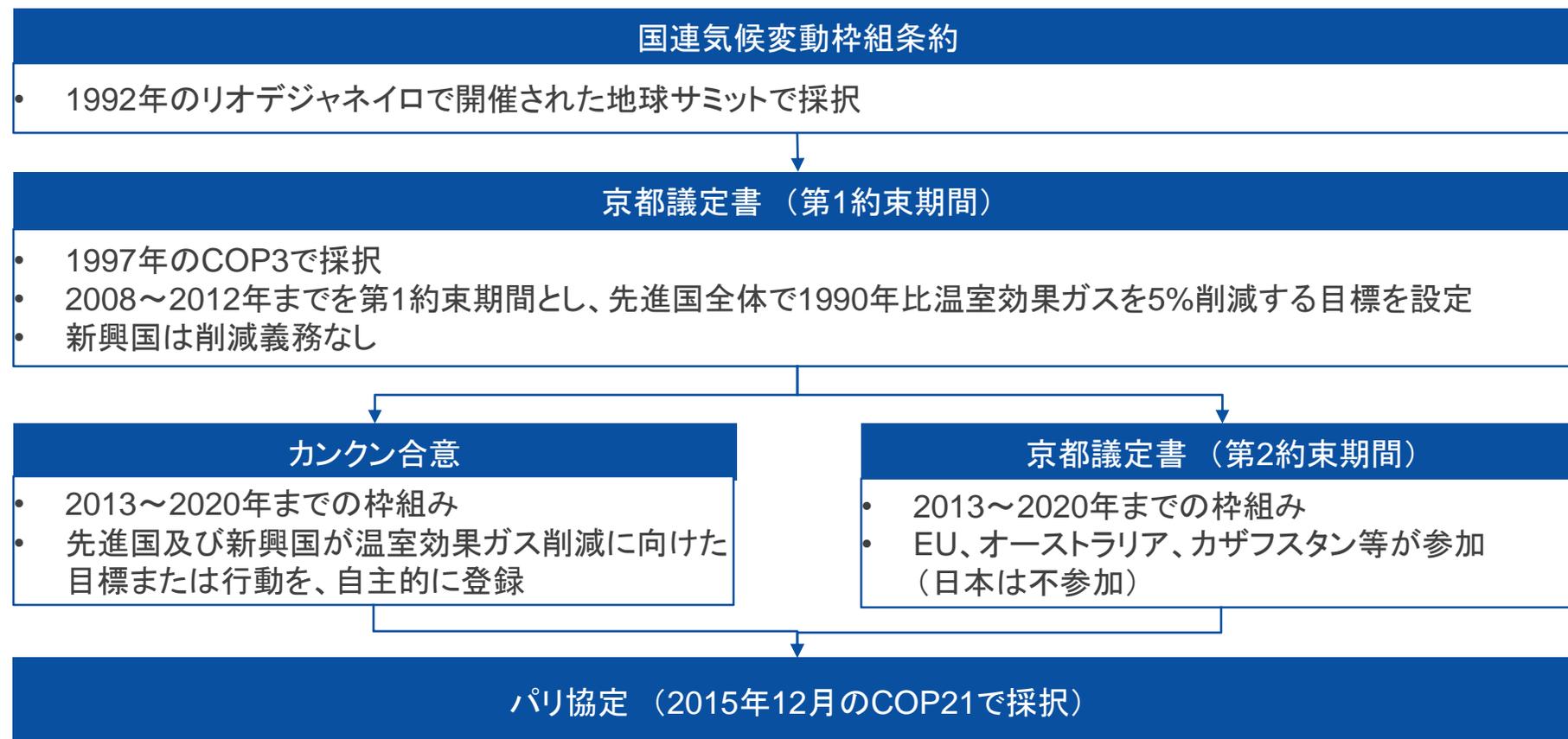


(出所)みずほ銀行産業調査部作成

# 国際的な気候変動対策 ～1990年代から世界で対策の方向性を模索～

- 1990年代以降、CO2を含む温室効果ガス削減に向けて、国際的な議論が進められてきた
  - 温室効果ガス削減コストを、誰がどこまで負担するかが争点に

## パリ協定までの主な国際的な気候変動対策



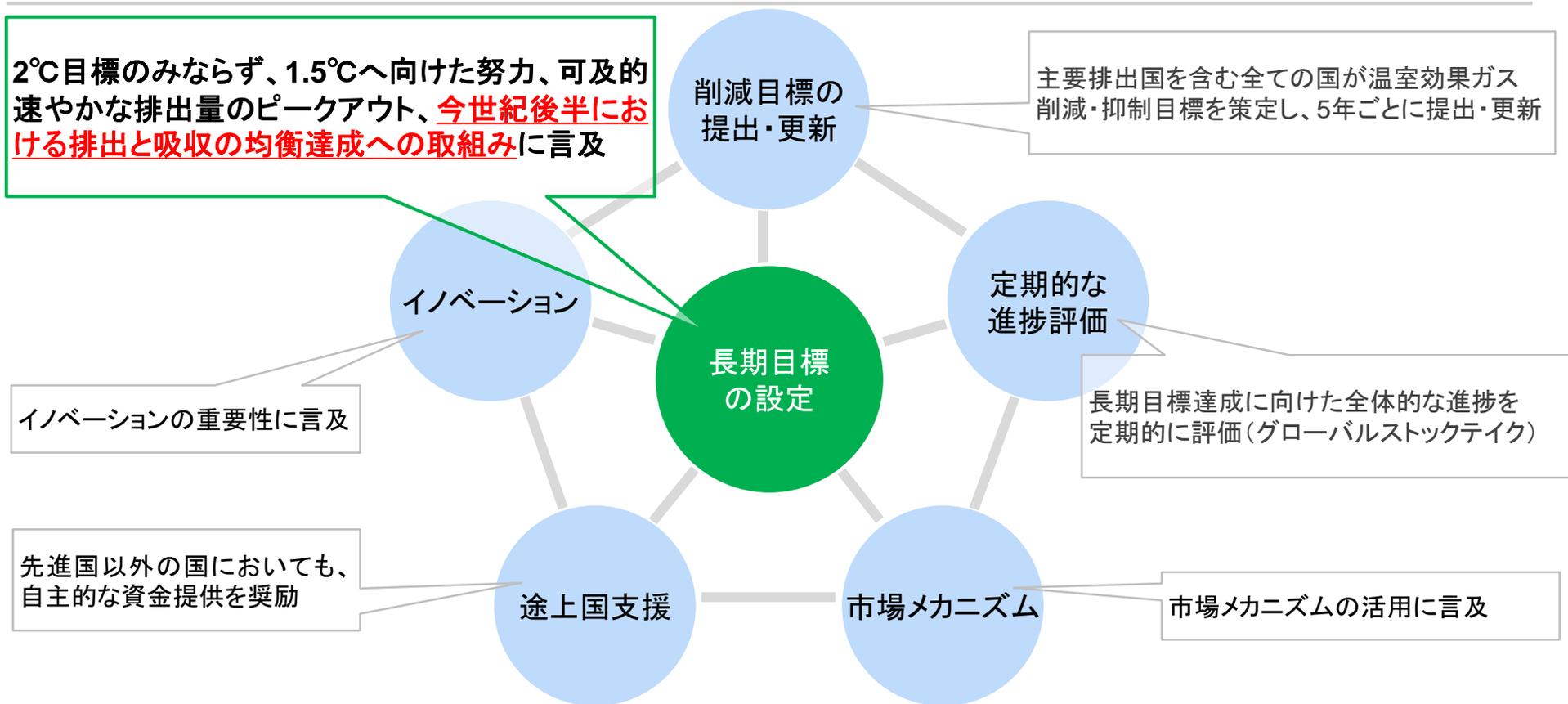
(出所)各種資料よりみずほ銀行産業調査部作成

(注)COPとは、Conference of the Partiesの略。国連気候変動枠組条約の締約国会合の意

## パリ協定のポイント ～今世紀後半における脱炭素化を目指す～

- COP21で採択されたパリ協定では、2℃目標のみならず1.5℃へ向けた努力や、今世紀後半に温室効果ガスの排出と吸収のネットゼロを目指すことが謳われており、脱炭素化への方向性を顕示
  - － パリ協定は新興国も含めた全ての国に対して適用される、2020年以降の気候変動の枠組みに

### パリ協定のポイント



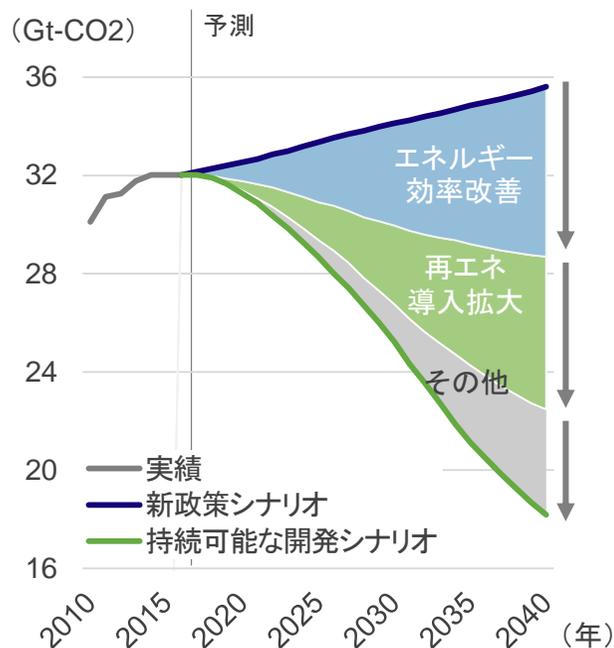
(出所)国連「Paris Agreement(2015)」、環境省「COP21の成果と今後」、経済産業省「COP21の結果と今後の課題」よりみずほ銀行産業調査部作成

(注)2℃目標とは「地球の平均気温上昇を産業革命前から2℃未満に抑える」という国際的な目標

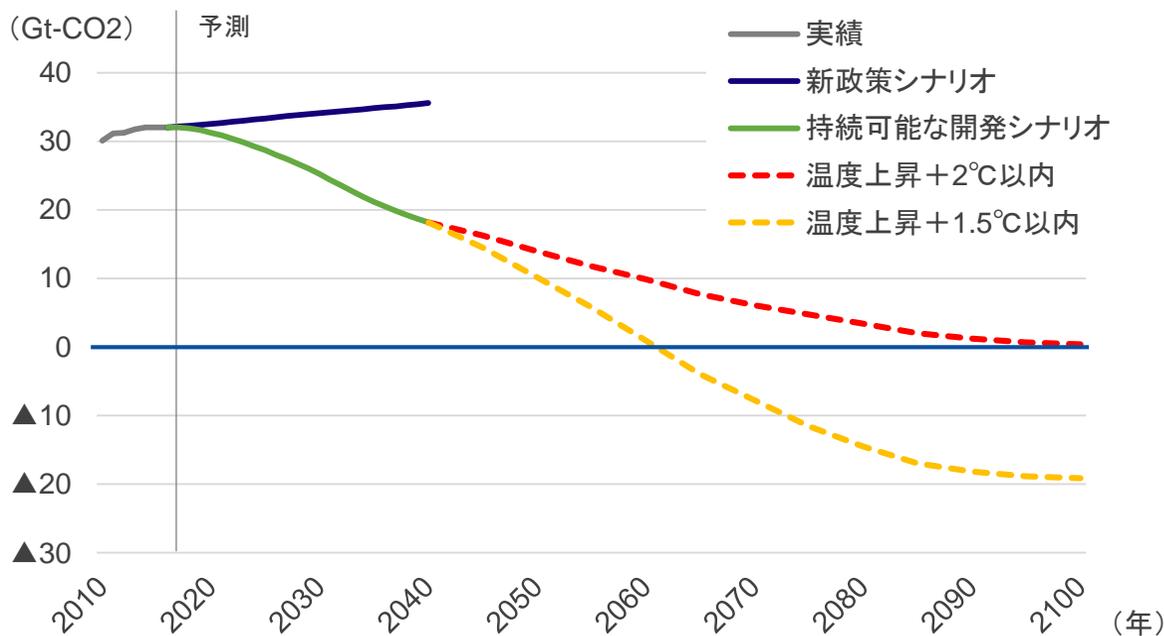
# 世界のCO2排出量見通し(IEA) ～脱炭素化達成にかかる超長期の時間軸～

- IEAの試算によれば、世界の温度上昇を+2°C以内に抑制するためには、エネルギー利用効率の改善や再生可能エネルギーの導入拡大等の取組みを進めていき、2100年頃までにCO2排出量をネットゼロとすることが必要に

## 世界のCO2排出量見通し(IEA)



## 2°C目標実現に向けたCO2排出量見通し(IEA)



(出所) IEA, World Energy Outlook 2017よりみずほ銀行産業調査部作成

(注1) 新政策シナリオ: パリ協定における国別温室効果ガス排出量削減目標等、各国が公表・検討している政策を織り込んだシナリオ

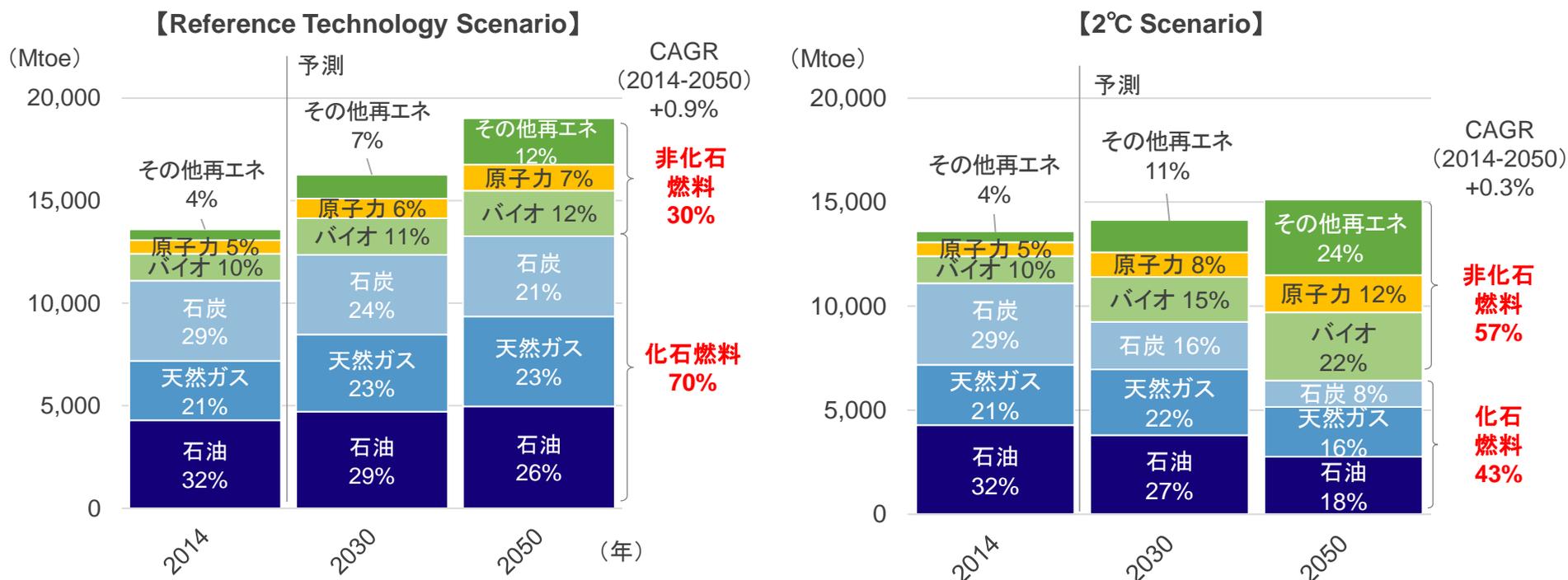
(注2) 持続可能な開発シナリオ: 国連が定める持続可能な開発目標のエネルギー関連項目(①気候変動に対する断固たる取組み、②2030年までに近代的なエネルギーのユニバーサルアクセスを実現、

③大気汚染の大幅削減)の実現を前提としたシナリオ

# 世界の一次エネルギー需要見通し(IEA) ～化石燃料が支えるエネルギー供給～

- 2050年までの世界の一次エネルギー需要構造は、IEA・Reference Technology Scenarioによれば、2050年時点において化石燃料が全体の70%を占める見通し
  - 2°C Scenarioにおいても、一次エネルギー需要全体の43%を占める見通し

## 世界のエネルギー源別・一次エネルギー需要見通し(IEA)



(出所) IEA, Energy Technology Perspectives 2017よりみずほ銀行産業調査部作成

(注1) Mtoe: Million tonnes of oil equivalent

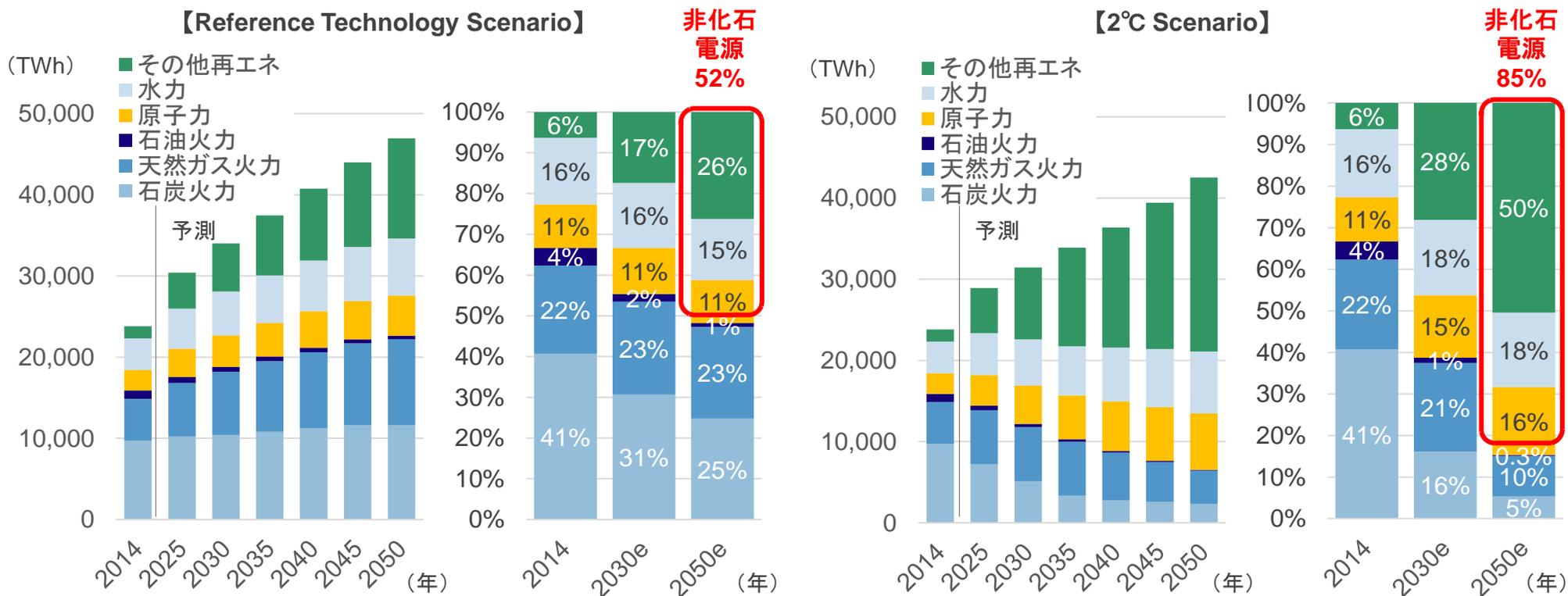
(注2) Reference Technology Scenarioは、パリ協定における自主目標等、各国が掲げる温室効果ガス削減目標達成を考慮したシナリオ

(注3) 2°C Scenarioは、2100年までに2°C目標を50%以上の確率で達成するシナリオ

# 世界の電源別発電量・電源構成見通し ～着実に進展する低炭素化～

- 世界の火力発電量の全体に占める割合は、Reference Technology Scenarioでは、2050年にかけて緩やかに低下する見通し
  - Reference Technology Scenarioにおける、2050年の世界の電源構成に占める非化石電源シェアは52%
- 2°C目標達成のためには、世界の電源構成の約85%を非化石電源が構成する必要があるとの予測

## 世界の電源別発電量・電源構成見通し(IEA)

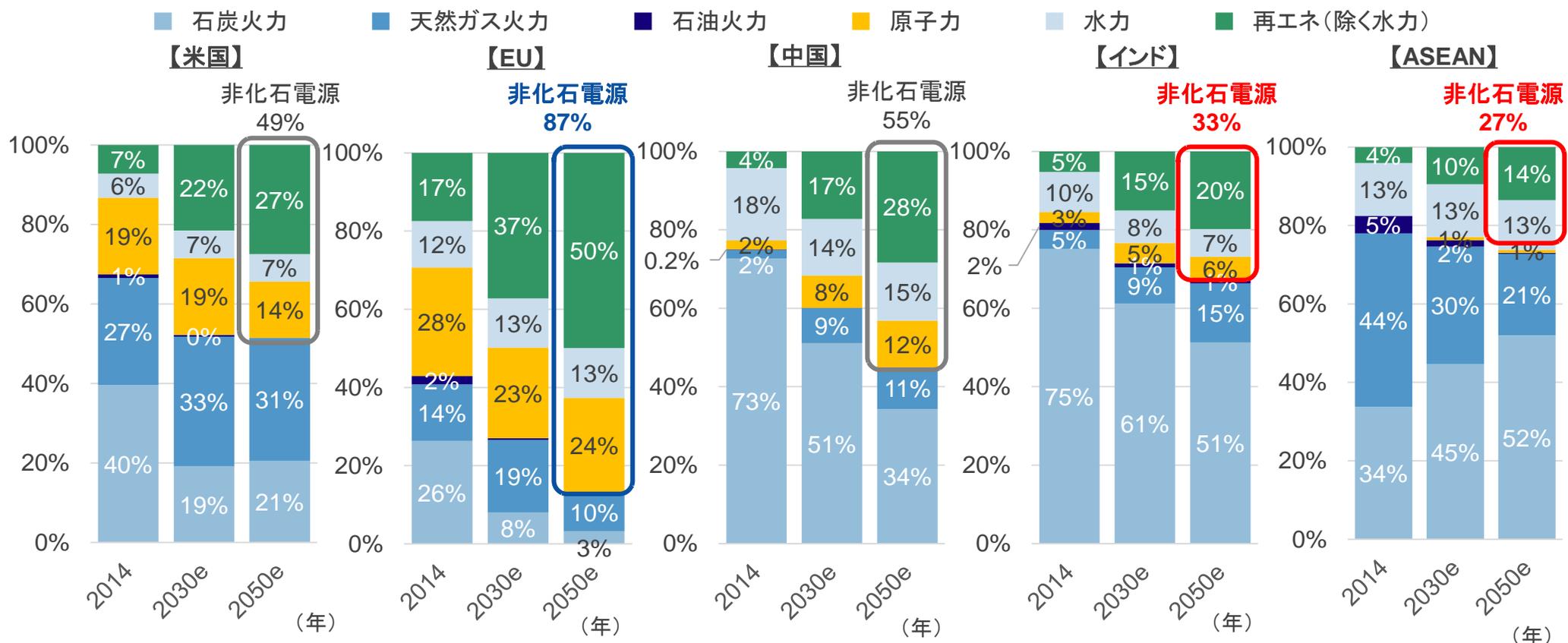


(出所)IEA, Energy Technology Perspectives 2017よりみずほ銀行産業調査部作成

# 地域別電源構成見通し ～低炭素化の進展速度には地域差も～

- Reference Technology Scenarioにおける2050年の電源構成見通しは、アジアでは火力発電が一定のシェアを構成する予測
  - EUの非化石電源における発電電力量が2050年に約9割に達する見通し
  - インドやASEANでは、火力発電が2050年の発電量の約7割を占める見通し

Reference Technology Scenarioにおける地域別電源構成見通し(IEA)

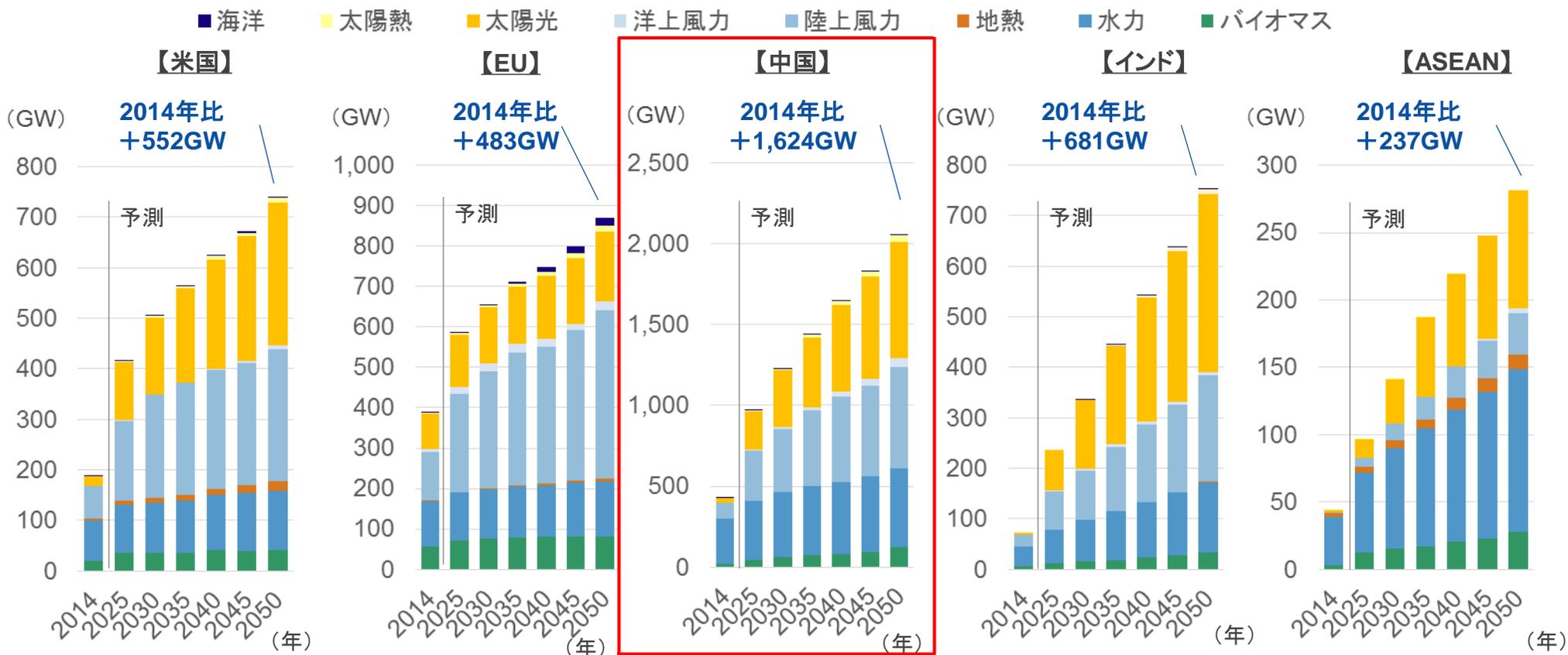


(出所) IEA, Energy Technology Perspectives 2017よりみずほ銀行産業調査部作成

# 地域別再生可能エネルギー発電の導入見通し～中国で大量導入が見込まれる～

- Reference Technology Scenarioにおいて、再生可能エネルギー発電の導入量は世界的に増加する見通し
  - ー 特に、中国において大幅な導入量の増加が見込まれる

## Reference Technology Scenarioにおける地域別再生可能エネルギー発電の導入見通し(IEA)

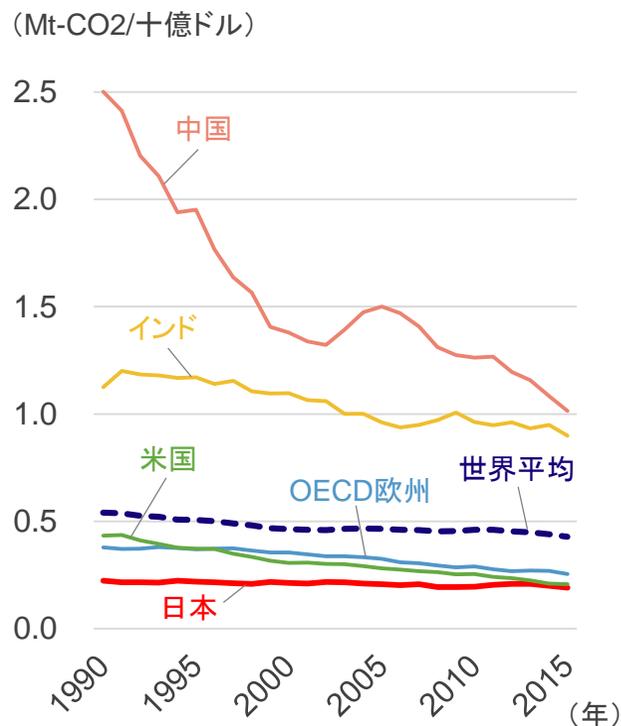


(出所)IEA, Energy Technology Perspectives 2017よりみずほ銀行産業調査部作成

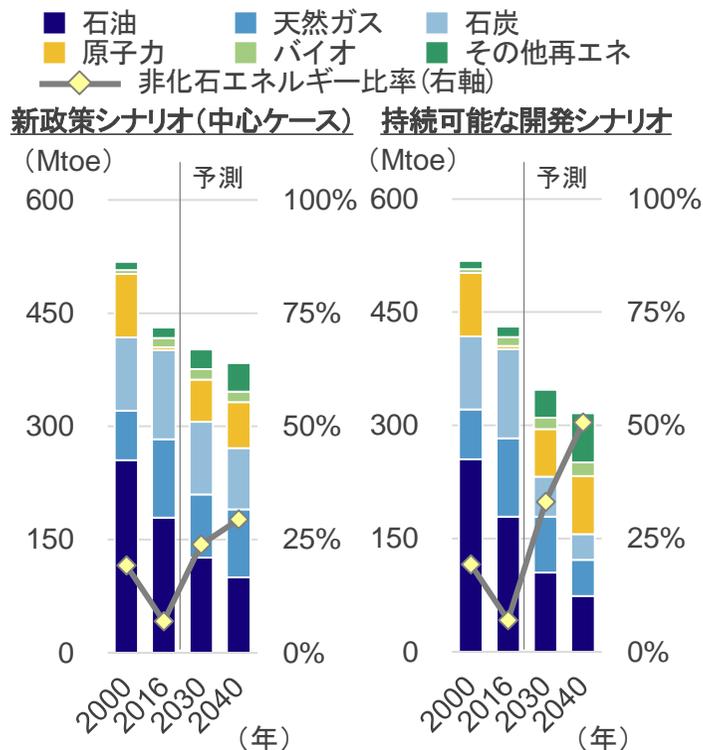
# 日本のエネルギー需給見通し(IEA) ～これまで省エネ・効率性に強み～

- 日本の実質GDPあたりCO2排出量は、主要国・地域と比較して低く推移
  - 但し、近年欧米を中心に、キャッチアップが著しい

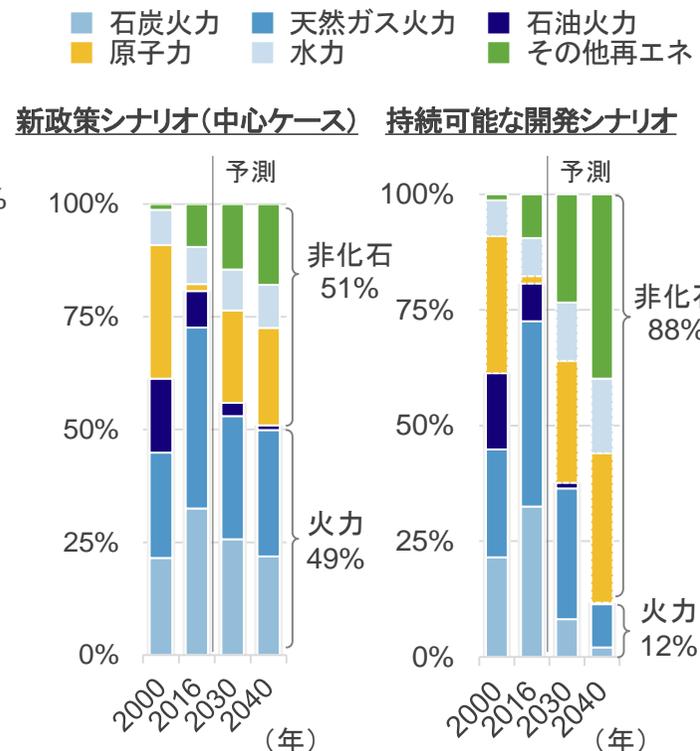
## 主要国・地域の実質GDPあたりCO2排出量の推移



## 【参考】日本のシナリオ別一次エネルギー需要見通し(IEA)



## 【参考】日本のシナリオ別電源構成見通し(IEA)



(出所)IEA, IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics  
よりみずほ銀行産業調査部作成  
(注)実質GDPは2010年基準

(出所)IEA, World Energy Outlook 2017よりみずほ銀行産業調査部作成  
(注1)新政策シナリオ: パリ協定における国別温室効果ガス排出量削減目標等、各国が公表・検討している政策を織り込んだシナリオ  
(注2)持続可能な開発シナリオ: 国連が定める持続可能な開発目標のエネルギー関連項目(①気候変動に対する断固たる取組み、②2030年までに近代的なエネルギーのユニバーサルアクセスを実現、③大気汚染の大幅削減)の実現を前提としたシナリオ



## 政府の脱炭素化に向けた取組み ～各国が2030年頃に向けた目標を掲げる～

- パリ協定締結に先立ち、各国は2025年～2030年の温室効果ガス削減目標を提出
  - 日本も2030年度に2013年度対比、温室効果ガス26%削減を掲げる
  - 2030年に向けて、これらの目標達成のため、世界的に環境政策が強化される可能性も

### 主要国の2025～2030年における温室効果ガス削減目標の内容

提出国	主な内容
日本	2030年度に-26%(2013年度比)(2005年度比では-25.4%)
米国	2025年に-26%～-28%(2005年比)、28%削減に向けて最大限取り組む
EU28カ国	2030年に少なくとも-40%(1990年比)
中国	2030年までにGDP当たりのCO2排出を-60～-65%(2005年比) 2030年頃にCO2排出のピークを達成
インド	2030年までにGDP排出源単位を-33～35%(2005年比、対象ガス不明) 2030年までに技術移転や国際資金支援を得て、電力の設備容量に占める非化石エネルギー比率を約40%とする
インドネシア	2030年に-29%(対策無しケース比)、支援があれば最大-41%(同左)
ブラジル	2025年に-37%(2005年比)、参考目標として、2030年に-43%(同左)
カナダ	2030年に-30%(2005年比)
韓国	2030年に-37%(対策無しケース比)
豪州	2030年までに-26%～-28%(2005年比)

(出所) 経済産業省「COP21の結果と今後の課題」よりみずほ銀行産業調査部作成

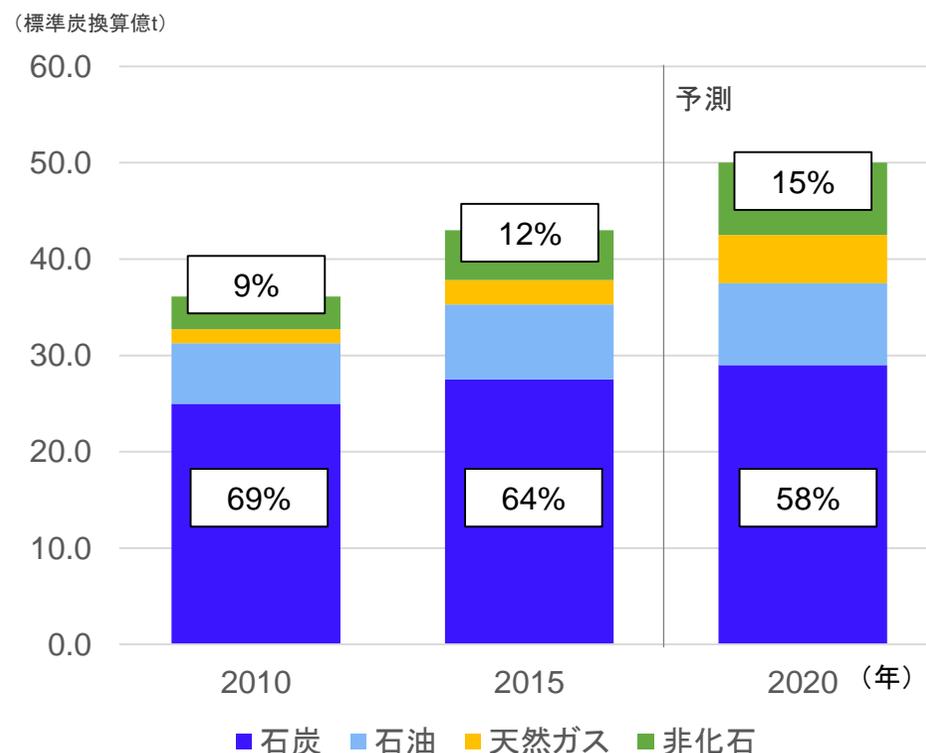
## 【参考】中国の脱炭素化に向けた取組み

- 中国は2030年頃にCO2排出量をピークアウトさせるため、再生可能エネルギーの大量導入等、エネルギーのクリーン化を推進する方針
  - 一次エネルギー需要に占める石炭比率は、2015年の64%から2020年に58%へ低下する見通し

### パリ協定での中国の温暖化対策の計画

項目	主な内容
石炭	<ul style="list-style-type: none"> <li>・石炭消費の総量規制の実施</li> <li>・石炭のクリーン利用</li> <li>・高効率石炭発電のシェア拡大 等</li> </ul>
再エネ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・風力の規模拡大： 設備容量を<b>2020年に2億kW</b>に拡大 (参考:2015年時点の導入量は1.3億kW)</li> <li>・太陽光の導入加速： 設備容量を<b>2020年に1億kW</b>に拡大 (参考:2015年時点の導入量は0.4億kW)</li> </ul>
原子力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全かつ効率的に原子力発電を実施</li> </ul>

### 2020年に向けた中国の一次エネルギー需要における石炭比率の見通し

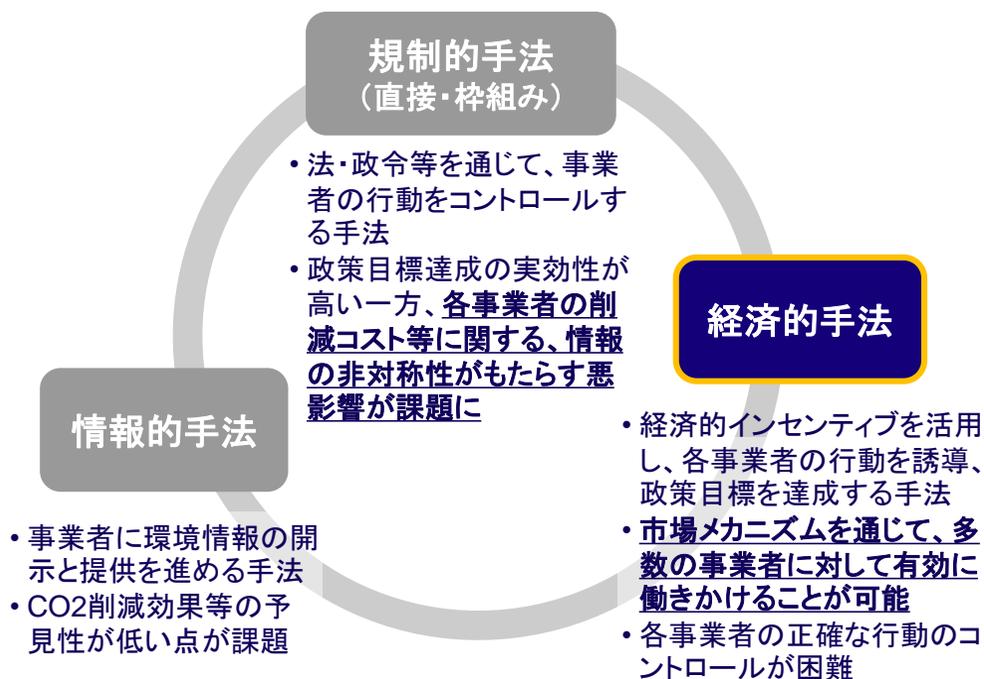


(出所) INDC、国家能源局「エネルギー第13次五ヵ年計画」(2016)等よりみずほ銀行産業調査部作成

# 環境政策手法 ～議論が活発化するカーボンプライシング～

- 環境政策手法として、事業者の行動を直接的にコントロールする規制的手法のみならず、市場メカニズムを前提とする経済的手法や、環境情報の開示を義務付ける情報的手法等、多様な政策手法が国内外で検討・実施されている
- 特にパリ協定採択後は、カーボンプライシングに関する議論が国際的に活発化

## 主な環境政策手法



## 主な経済的手法

手法	概要
炭素税	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 温室効果ガス排出量に応じた課税</li> </ul>
排出量取引	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 排出者に一定期間における温室効果ガス排出量限度を定めるとともに、他の排出者との取引を認める</li> </ul>
補助金、税制優遇	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 特定の製品、施設等に関する補助金、税制優遇等</li> </ul>
エネルギー課税	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 化石燃料等に対する課税</li> </ul>
固定価格買取制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 電気事業者に、一定の価格・期間・条件で再エネ由来の電力を買い取ることを義務付け</li> </ul>

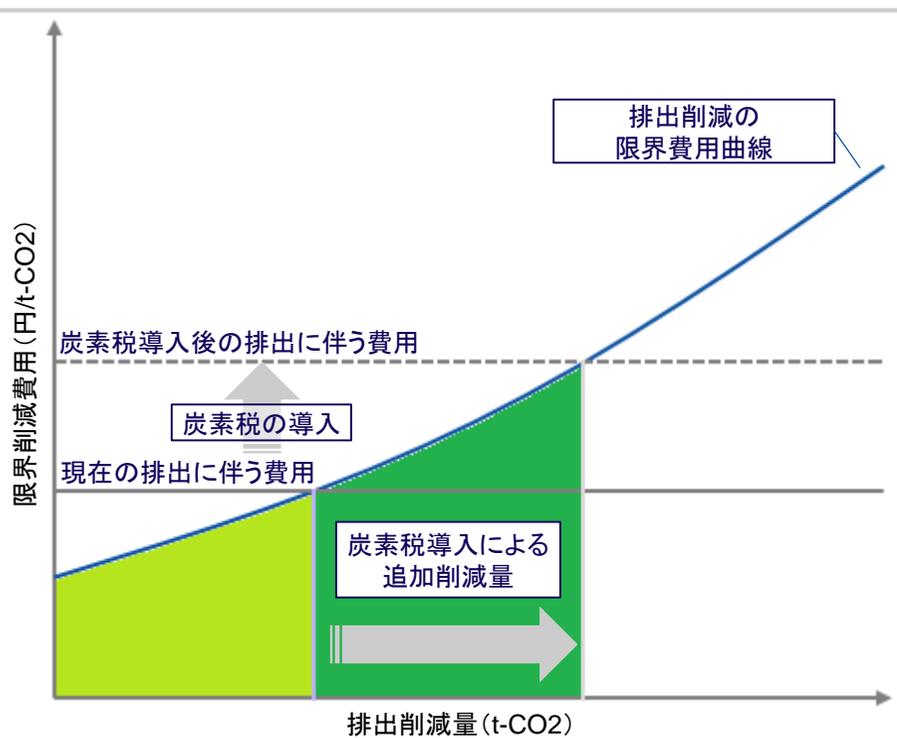
カーボンプライシング

(出所)環境省「環境基本計画」(2014)等よりみずほ銀行産業調査部作成

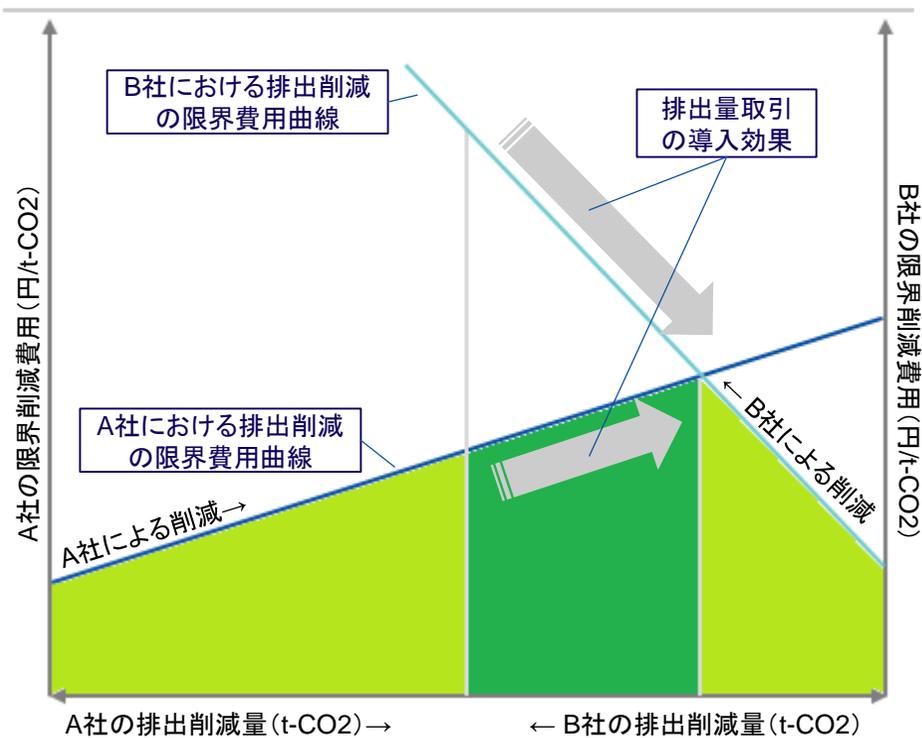
## 【参考】炭素税と排出量取引の役割

- 炭素に対する価格を付すカーボンプライシングによる代表的な政策手法として、炭素税と排出量取引が挙げられる
  - 炭素税は炭素価格の設定、排出量取引は排出削減目標の設定により、社会全体でのコストを最小化しつつ、CO2削減を促進するもの
  - 但し、炭素税には実際どの程度CO2排出量削減を促進するか、排出量取引には実際にかかるCO2排出削減コストがどの程度になるかについて、不確実性が存在

### 炭素税の仕組み



### 排出量取引の仕組み

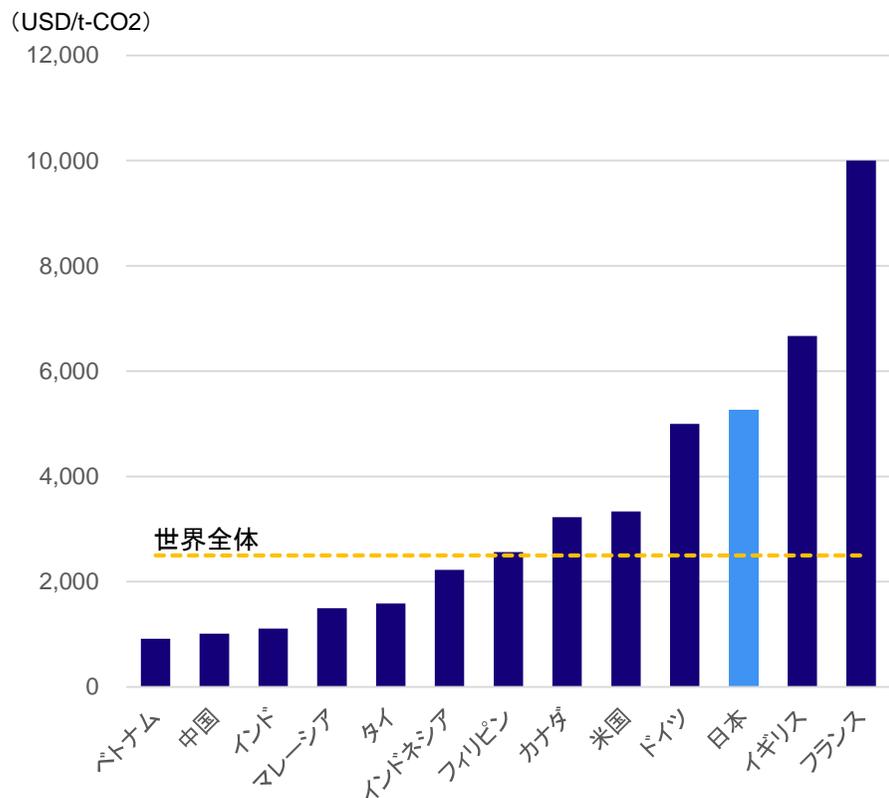


(出所)環境省資料よりみずほ銀行産業調査部作成

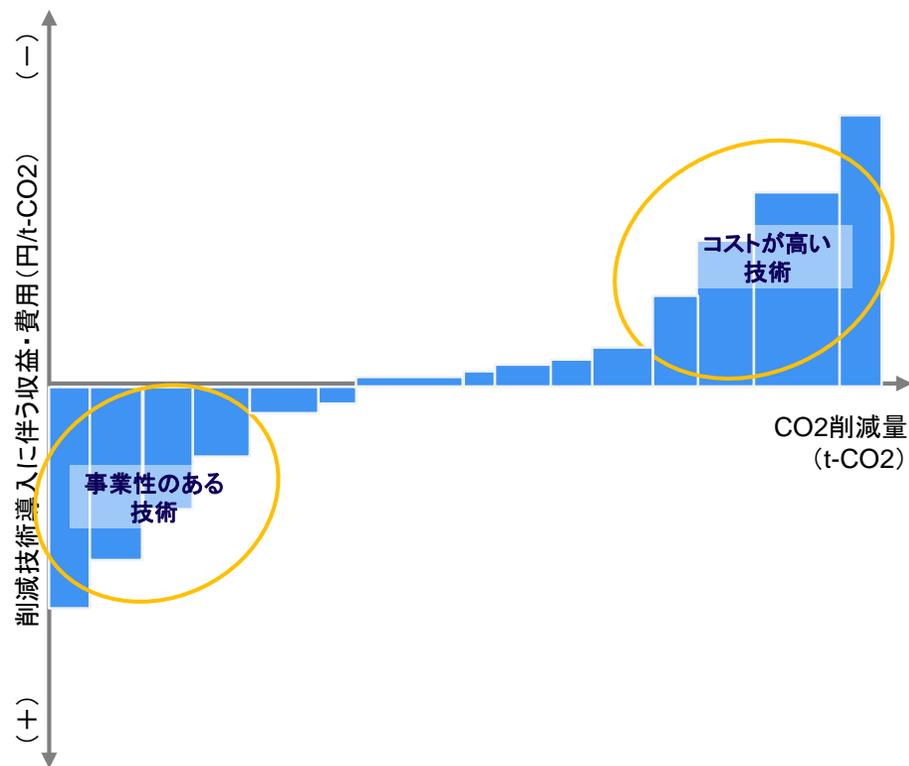
## 【参考】カーボンプライシングの効果

- カーボンプライシングには、CO2排出量削減により抑制することができるコストを可視化する効果
  - 各地域のCO2排出価格に見合った、CO2削減技術の導入を促す効果も

主要国のCO2排出量1tあたりGDP(2015年)



削減技術の導入に伴う収益・費用と累計削減量(イメージ)

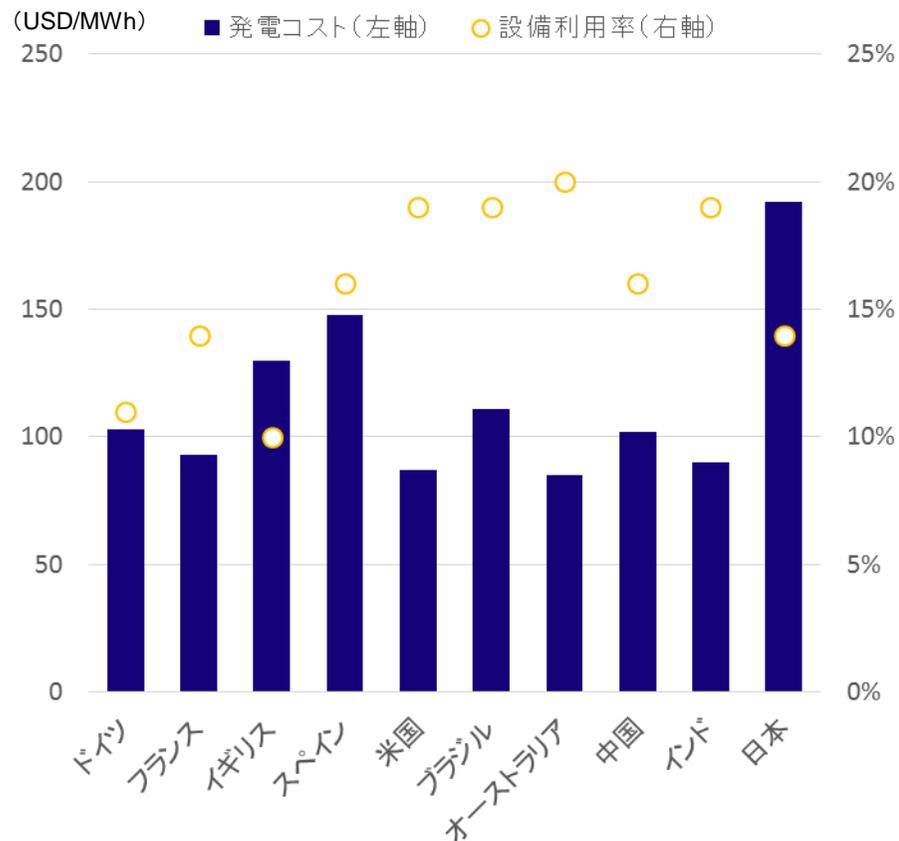


(出所)IEA, CO2 Emissions from Fuel Combustion 2017よりみずほ銀行産業調査部作成

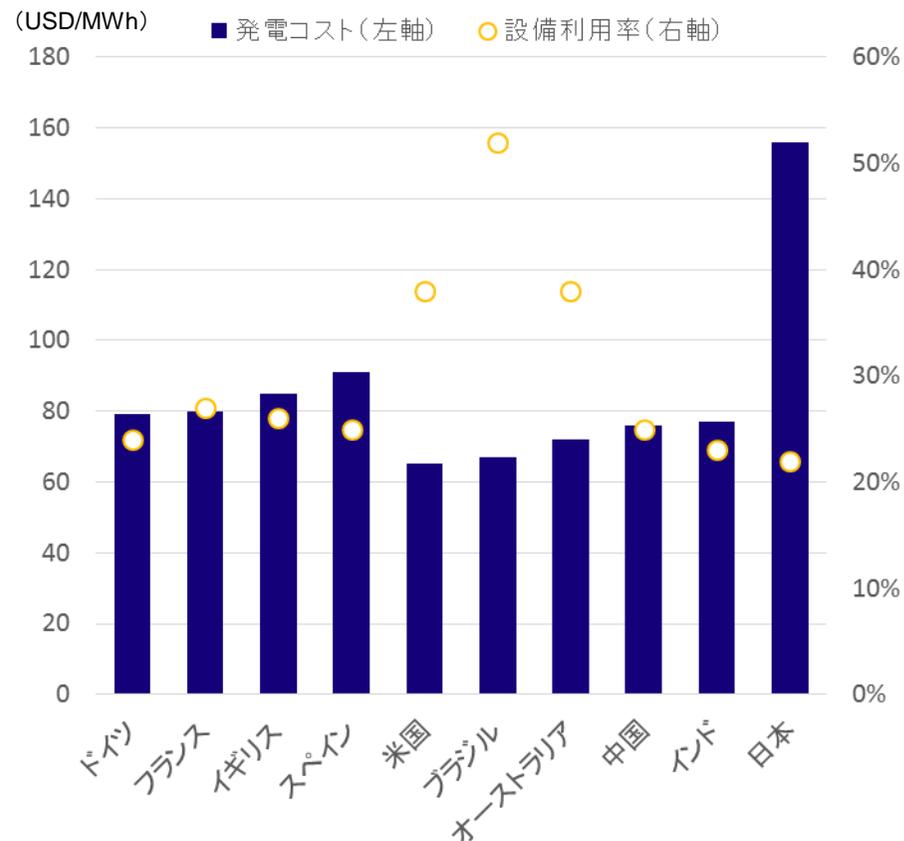
## 【参考】CO2排出量削減費用 ～再生可能エネルギーの発電コスト～

- CO2排出量削減技術の一つである再生可能エネルギー発電コストは、日本の場合、主要国対比高い水準
- 日射量や風況の地域差に加えて、日本特有の自然条件もコストが高い要因に
  - 山地・林地における発電設備設置等に際しての土地造成や、地震・台風に向けた安全対策等

### 主要国の事業用太陽光発電コスト・設備利用率(2016年)



### 主要国の風力発電コスト・設備利用率(2016年)

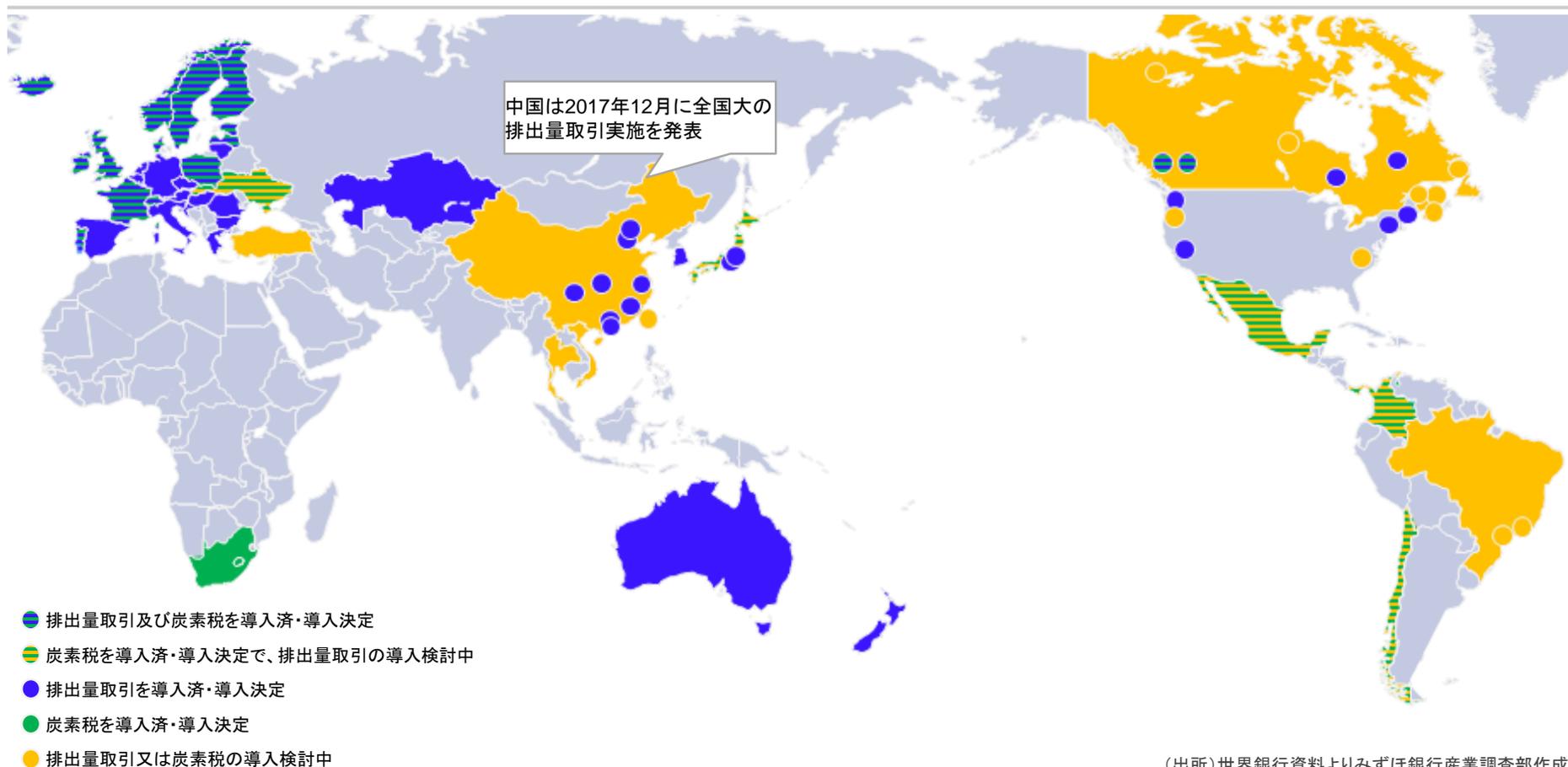


(出所) 経済産業省「太陽光発電競争力強化研究会報告書」、「風力発電競争力強化研究会報告書」よりみずほ銀行産業調査部作成  
 (注) 設備利用率とは、一定期間、発電設備が実際に発電した電力量に対する、認可出力で発電し続けた場合に想定される発電電力量の割合

# 世界におけるカーボンプライシングの導入状況

- 2017年11月時点で、42カ国と25地域がカーボンプライシングを導入
  - 世界の排出量の約15%をカバー
  - 中国全土における排出量取引の導入により、カバー率は20～25%に拡大する見込み

世界におけるカーボンプライシングの導入状況(2017年11月時点)

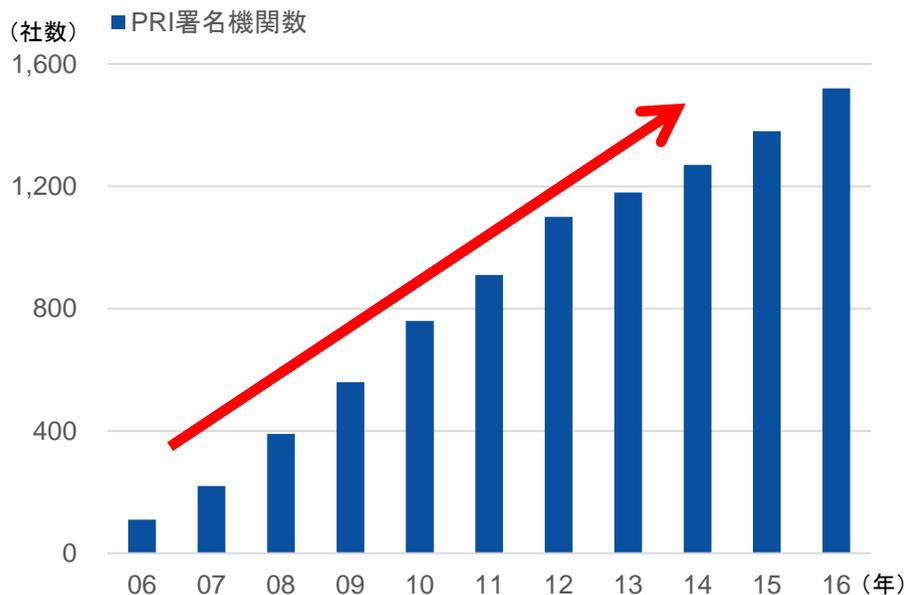


(出所)世界銀行資料よりみずほ銀行産業調査部作成

## ESG投資の拡大 ～財務だけでなく環境面の取組みも重要な評価軸に～

- ESG投資とは、旧来の財務的な評価項目に加えてE(環境)、S(社会)、G(企業統治)といった要素が、企業の事業リスクや将来の持続的な成長に影響を与えるとの認識に基づき、これら要素を考慮に入れる投資手法
- ESG情報開示等を定めた世界共通のガイドラインであるPRI(責任投資原則)に署名する機関投資家数は順次増加
- Global Sustainable Investment Alliance(GSIA)の調査によると、ESG投資金額が世界の運用資産に占める割合は、全体の3割弱まで増加
  - 日本におけるESG投資の規模は欧米対比で依然小さいものの、足下では非常に大きく伸びている

### PRI署名機関数の推移



(出所)PRI, PRI Brochure2016よりみずほ銀行産業調査部作成

### ESG投資の市場規模

※1: 2014年から2016年の増加率、※2: 2014年の全体割合はデータ集計がなく不明 (単位:十億USD)

	2014年		2016年		投資金額 増加率 ※1
	投資金額	全体に占める割合	投資金額	全体に占める割合	
米国	6,572	17.9%	8,723	21.6%	32.7%
欧州	10,775	58.8%	12,040	52.6%	11.7%
カナダ	729	31.3%	1,086	37.8%	49.0%
オセアニア	148	16.6%	516	50.6%	248.6%
アジア (日本除く)	45	0.8%	52	0.8%	15.6%
日本※2	7	-	474	3.4%	6671.4%
全体	18,276	30.2%	22,890	26.3%	25.2%

(出所)GSIA, 2016Global Sustainable Investment Reviewよりみずほ銀行産業調査部作成

# 投資家の石炭関連事業からのダイベストメント(投資撤退)の動き

- 一部の投資家には、今後環境規制が強化され、化石燃料関連資産が座礁化して投資が回収できなくなるリスクを想定し、石炭関連事業への投融資を中止・撤退する方針を策定する動きも見られる
- また、ポートフォリオの脱炭素化を進めるべく炭素関連の情報共有や企業への影響力を高めることを目的に、複数の投資家が参加する協働イニシアティブが結成される動きも
  - 今後、ダイベストメントの動きが加速する場合には、石炭関連事業への資金の出し手が限定される可能性も

## 投資家のダイベストメントの動き

投融資方針	該当金融機関
① 石炭火力発電事業者及び新規石炭火力発電PJの融資禁止、実施状況報告	BNPパリバ、ING、ノルウェー政府年金基金
② 石炭火力発電事業者及び新規石炭火力発電PJの融資禁止	クレディ・アグリコル、ソシエテ・ジェネラル、RBS
③ 新規石炭火力発電PJの融資禁止	ドイツ銀行
④ 新規石炭火力発電PJの融資禁止 (先進国等、対象地域を限定)	パークレイズ、クレディ・スイス、UBS、ゴールドマン・サックス、JPモルガン、モルガン・スタンレー

### 【ノルウェー政府年金基金の取組み】

2015年にノルウェーは、政府年金ファンド法に基づき年金基金から石炭関連産業に投資しない方針を決定。これを受け、財務省は基金を管理する中央銀行執行委員会に対し、収入の30%以上を石炭関連の事業から得ている企業を投資先リストから除くよう指示。委員会は投資撤退する59社のリストを示すとともに、30%超であるが近い将来に改善が期待できるため観察下に置く11社を選定。

(出所) Rainforest Action Network, *Banking on Climate Change 2017*、各機関HPよりみずほ銀行産業調査部作成

## ポートフォリオの脱炭素化に向けた投資家の協働

名称	内容	参加数 (2017年 12月時点)
Portfolio Decarbonization Coalition	投資PFにおいて炭素効率の高い企業の割合を増やすべく、PFの炭素排出量開示や見直しをコミット	29 機関
Montreal Carbon Pledge	投資PFのCO2排出量を年単位で算定して開示することをコミット	135 機関
Fossil Free Project	投資家及び企業が化石燃料(石炭・石油・LNG等)への投資を一部又は全面的に行わないことをコミット	595 機関
Carbon Asset Risk Initiative	世界の化石燃料企業に対して気候変動に伴う物理・金融リスクに適切に対処するように要請	75 機関

強  
↑  
取組み強度  
↓  
弱

## 【参考】パリ協定を契機に座礁資産という考え方が普及

- パリ協定の2°C目標を達成する上で人類が排出可能な温室効果ガスの上限枠を踏まえれば、埋蔵確認済みの化石燃料の全てを利用することは不可能であり、投資をしても回収できず将来の損失に(座礁資産化)
- 足下、パリ協定等に伴う環境規制強化が資産の座礁化リスクを高める最大要因であるが、他にも資源枯渇・地形変化による稼働困難、クリーン技術との競合、風評被害等も要因となり得る
  - 保有・投資資産の座礁化リスクに関する認識の高まりが、脱炭素化の取組みを後押し

### 炭素予算と座礁資産の関係

#### 「炭素予算」

2°C目標実現のために、人類が排出可能な温室効果ガスの上限枠

- 2°C目標実現確度50%以上: 3,000Gt-CO<sub>2</sub>
- 2°C目標実現確度66%以上: 2,900Gt-CO<sub>2</sub>  
(2015年までに2,002Gt-CO<sub>2</sub>を排出済み)

#### 「炭素バブル」

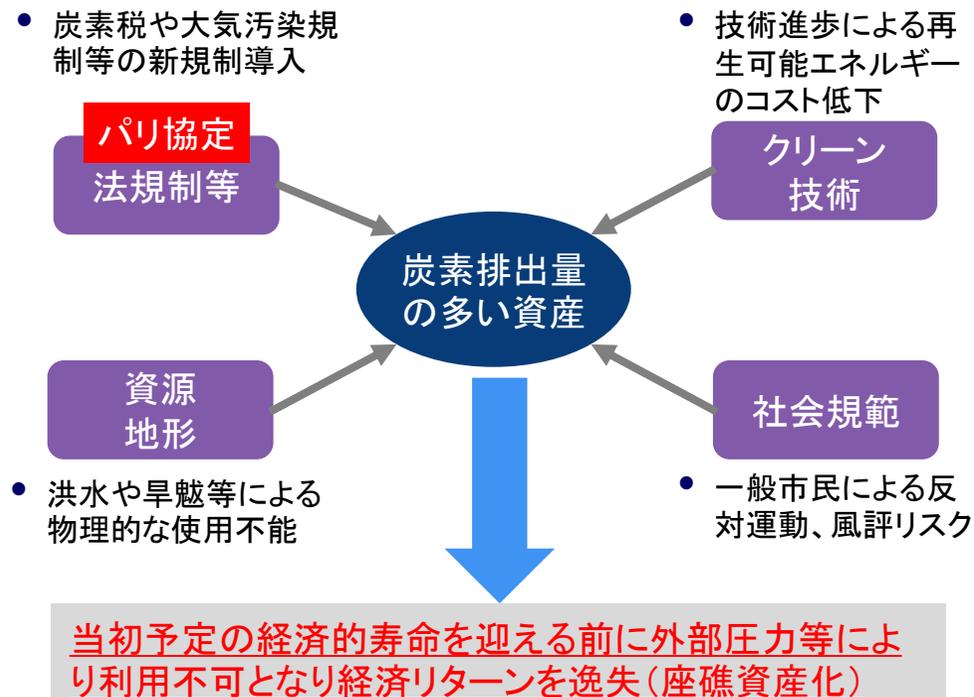
2°C目標を踏まえれば、現在の化石燃料確認埋蔵量の全てを人類が利用することは出来ない見込み

#### 「座礁資産化」

炭素排出制約により保有資産が、想定していた経済的寿命を迎える前に使用不可となり経済リターンを逸失

- 英国シンクタンクCTIは損失が2035年までに、2.2兆ドルになると試算

### 資産を座礁化させるリスク要因



# 企業の脱炭素化に向けた取組み ～情報開示・目標設定の動きが加速～

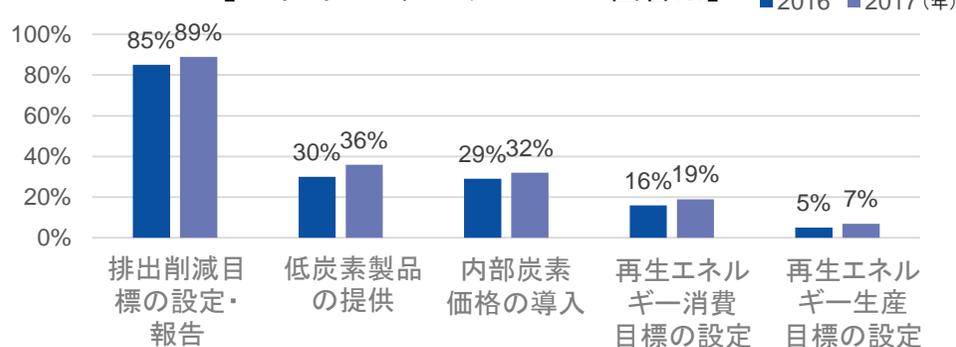
- 主要国の時価総額の上位企業に環境情報開示を求めるプロジェクトである「CDP」は、6,300社超の企業から回答を得る世界最大の環境情報データベース
  - 回答結果によれば脱炭素に係る目標設定を行う企業が増加傾向
- 2°C目標達成に向けIEAが分析した各業種の遵守シナリオをベースとした、実効性の高い温室効果ガスの削減目標を設定する「SBTイニシアティブ」に参加する企業も年々増加

## CDP

気候変動が企業に与える経営リスクの観点から、世界の主要企業のCO2排出量や気候変動への取組に関する機関投資家が関心のある情報を質問書を用いて収集、回答を分析・評価することで、企業の取組情報を共通の尺度で公開

- 署名機関投資家803、運用資産総額100兆USD
- 日本企業の回答率57%(283/500社)
- 最高評価Aリスト選出の日本企業数13社

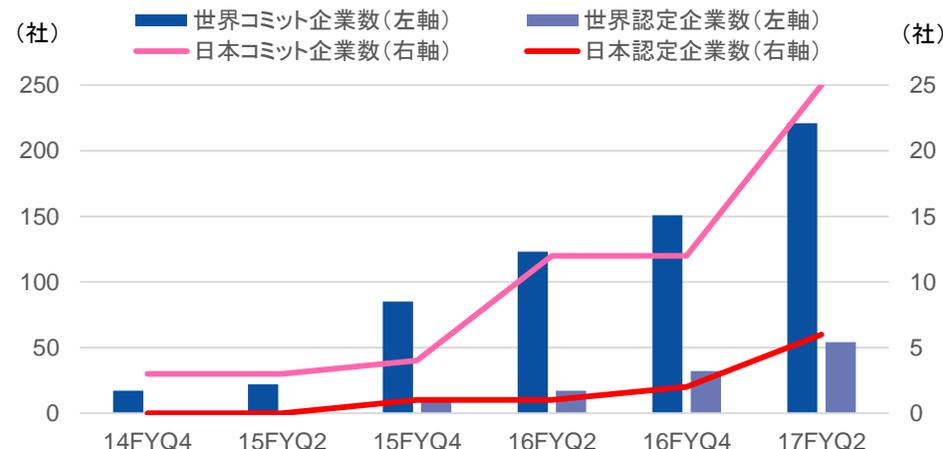
【ハイ・インパクト・サンプルの回答※】



※排出量が多く、時価総額の大きい1,839社

(出所) CDP Worldwide 「CDP 気候変動レポート 2017: 日本版」よりみずほ銀行産業調査部作成

## Science Based Targetsイニシアティブ



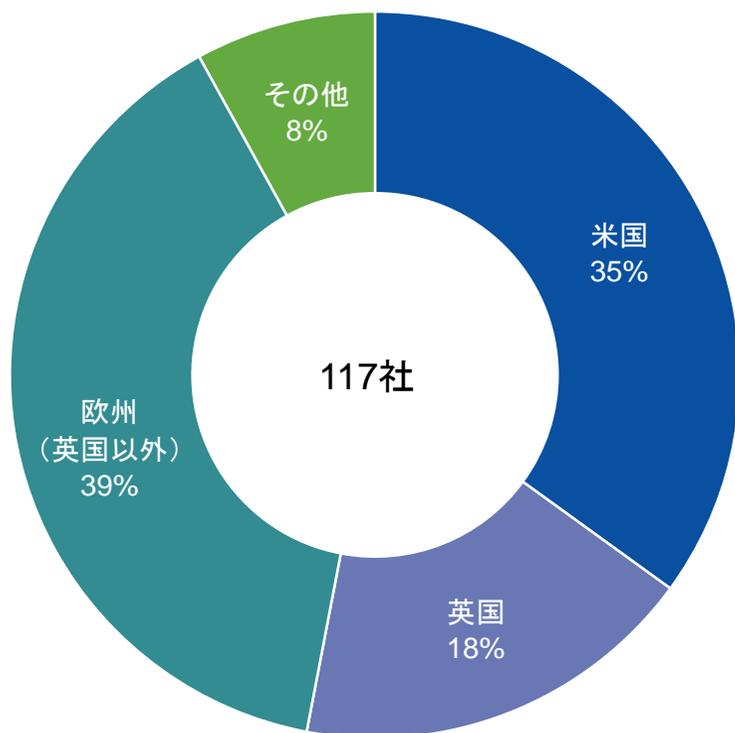
企業事例	目標内容
リコー	事業活動排出量▲30%(2015年度対比2030年) ネット排出量をゼロ(2050年)
ナブテスコ	事業活動排出量▲30%(2015年度対比2030年) 事業活動排出量▲80%(2015年度対比2050年)

(出所) Science Based Targets HP、各社開示資料よりみずほ銀行産業調査部作成  
(注)コミット企業とは、SBT設定に今後2年以内に取り組むことを確約した企業

## 企業の低炭素化・脱炭素化に向けた取組み ～RE100プロジェクトへの参加～

- 企業が、自社で使用する電力を再生可能エネルギーへシフトする動きも
  - 国際環境NGOのThe Climate Groupが2014年に「RE100」プロジェクトを発足
    - 110社以上が加盟済み
  - RE100に加盟する企業は、子会社を含む事業運営用の全ての電力を100%再生可能エネルギーで賄うことをコミット

### RE100加盟企業本社所在地



### RE100加盟条件

#### 遵守事項

- 再生可能エネルギー100%に向けた宣言  
– グローバルに全事業所が対象
- 毎年の報告書提出  
– 再生可能エネルギー発電、消費は第三者監査を受ける

#### 調達方法

1. 再生可能エネルギー発電を保有  
– 電力系統接続の有無は問わない
2. 市場で発電事業者または仲介供給者から再生可能エネルギー由来の電力を購入  
– グリーン電力証書の購入  
– 再生可能エネルギー発電事業者との電力購入契約締結等

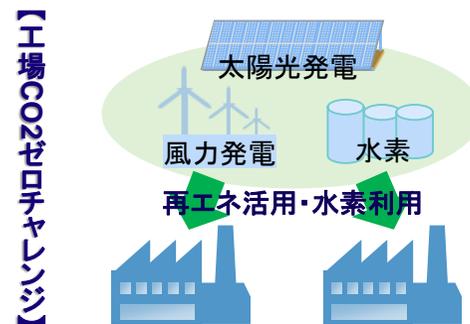
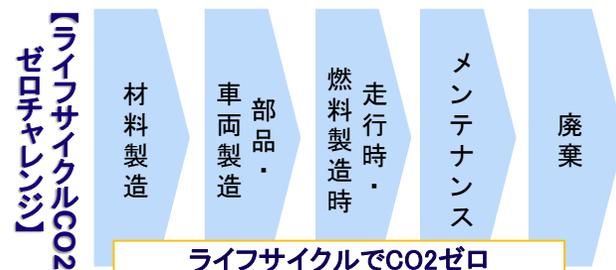
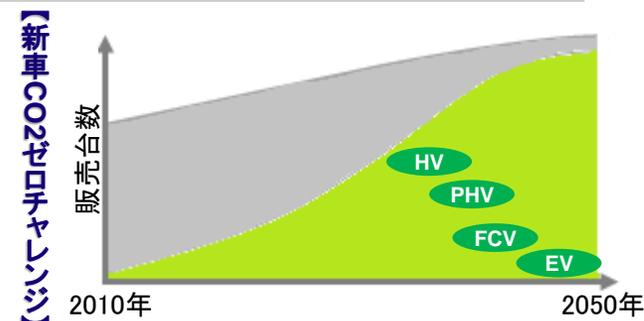
(出所) RE100公開情報(2017年12月7日時点)よりみずほ銀行産業調査部作成

# 日本企業の脱炭素化への動き(事例紹介) ~トヨタ環境チャレンジ2050~

- トヨタは2015年、CO2ゼロ等を目指す6つの長期チャレンジビジョンを発表
  - サプライヤーにおいても脱炭素化することが必要な内容

## トヨタ環境チャレンジ2050における6つチャレンジ

新車CO2 ゼロチャレンジ	<ul style="list-style-type: none"> <li>2050年グローバル新車平均走行時CO2排出量の90%削減(2010年比)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>「省エネルギー」と「燃料多様化」の観点から次世代車普及のさらなる加速を図る</li> </ul> </li> </ul>
ライフサイクルCO2 ゼロチャレンジ	<ul style="list-style-type: none"> <li>ライフサイクル全体でのCO2排出ゼロ                             <ul style="list-style-type: none"> <li>素材製造から部品・車両製造、走行、廃棄までのライフサイクル全体でCO2を削減</li> </ul> </li> </ul>
工場CO2 ゼロチャレンジ	<ul style="list-style-type: none"> <li>2050年グローバル工場でCO2排出ゼロ                             <ul style="list-style-type: none"> <li>生産工場で「低CO2技術の開発・導入と日常改善」、「再生可能エネルギー活用と水素利用」を推進</li> </ul> </li> </ul>
水環境インパクト 最小化チャレンジ	<ul style="list-style-type: none"> <li>各国地域事情に応じた水使用量の最小化と排水の管理                             <ul style="list-style-type: none"> <li>生産工程内での水使用量削減に加え、雨水利用による工業用水使用量削減や水再利用率向上を推進</li> </ul> </li> </ul>
循環型社会・システム 構築チャレンジ	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本で培った「適正処理」やリサイクルの技術・システムのグローバル展開                             <ul style="list-style-type: none"> <li>「エコな素材を使う」「部品を長く使う」「リサイクル技術の開発」「廃車されたクルマからクルマをつくる」</li> </ul> </li> </ul>
人と自然が共生する 未来づくりへの チャレンジ	<ul style="list-style-type: none"> <li>自然保護活動の輪を地域・世界とつなぎ、そして未来へつなぐ                             <ul style="list-style-type: none"> <li>「自然共生活動」「環境活動助成」「環境教育」の充実を図る</li> </ul> </li> </ul>

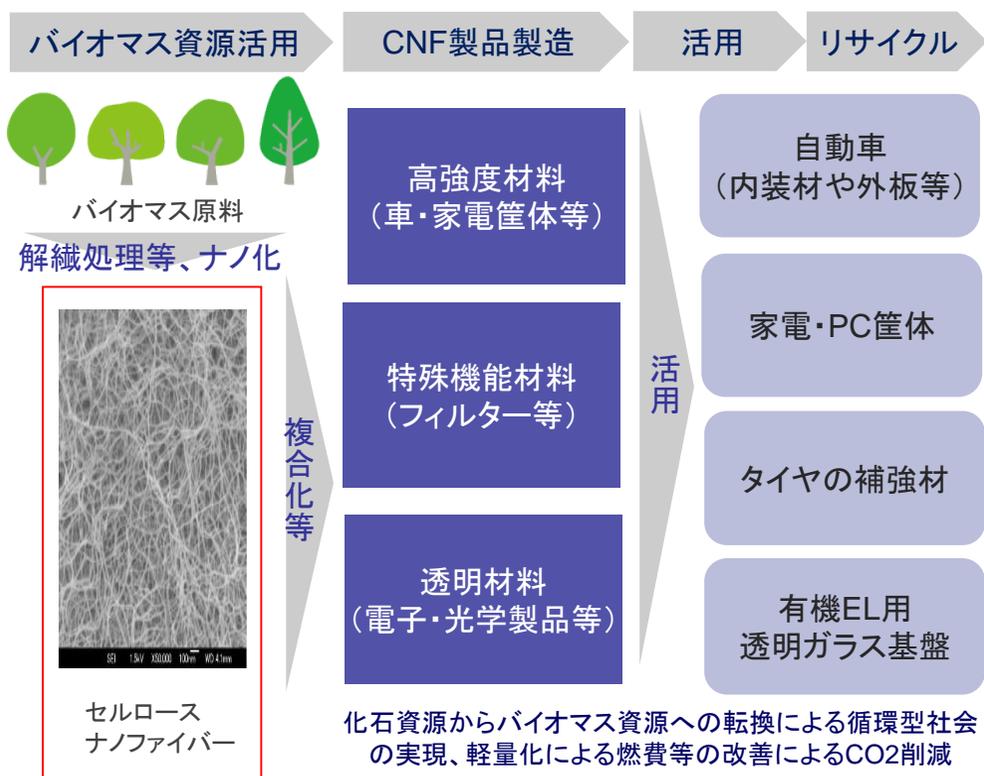


(出所)トヨタIR資料よりみずほ銀行産業調査部作成

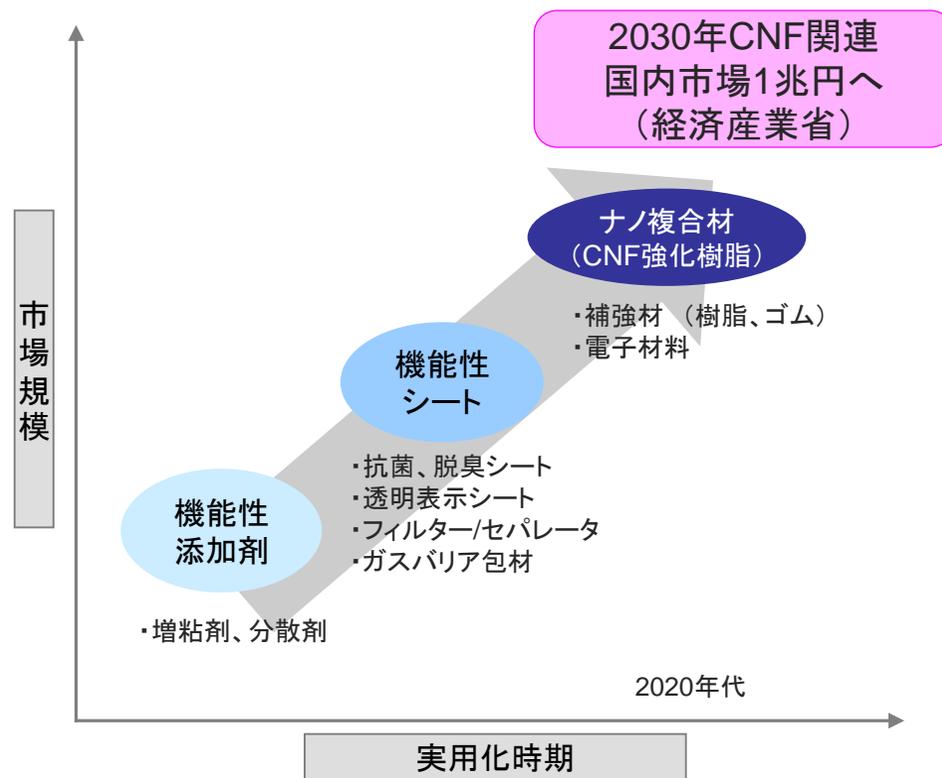
# 日本企業の脱炭素化への動き(事例紹介) ~日本製紙のCNFへの取組み~

- セルロースナノファイバー(CNF)は、木質組織を化学的、機械的に処理し、ナノサイズまで細かく解きほぐした非可食性バイオマス由来の素材であり、軽量かつ高強度に加え、リサイクル性等、高機能な性質を有する
  - 石油由来からバイオマス由来のCNF複合材の比率が高まることで、脱炭素化に近づいていくことが期待される
  - CNFは2020年代にナノ複合材として実用化され、2030年に1兆円の市場規模に拡大する見通し(経済産業省)

## セルロースナノファイバー(CNF)とは



## 日本製紙の今後の展開(CNF事業化の見通し)



(出所) 経済産業省資料、日本製紙HP等よりみずほ銀行産業調査部作成

## 第二章 脱炭素化の潮流を活用した海外企業事例

## 【小売】ウォルマートの企業概要 ～Everyday Low Priceを掲げる小売業最大手～

- ウォルマートは世界最大規模のチェーンストア
  - EDLP(Everyday Low Price)を掲げ、1万平方メートルを超える大型のスーパーセンター、ディスカウントストア等を展開
  - 米国では住民の90%の生活圏(10マイル以内)に店舗が立地する等、消費生活に大きな影響力を持つ
- 従来、仕入・製造元が引き起こしている環境への悪影響等、企業姿勢に強い批判を受けてきたが、2005年以後、それらの批判に対応してサステナビリティ重視に転換、温室効果ガス削減の取組みも本格化

### 米国内での店舗等展開状況(2017年1月現在)

#### 【店舗・拠点形態】

#### 【米国内展開状況】

スーパーセンター

3,522店舗：食品から家具・家電まで幅広い品揃え。18万平方フィートを超える大型店

ディスカウントストア

415店舗：日用品からおもちゃ、アパレル、家電まで揃う中型店舗

ネイバーフッドマーケット

735店舗：食品等最寄品中心に構成された小商圏業態

Sam's Club

660店舗：中規模で日用品買い回り

配送センター

トラック6,100台、ドライバー7,800人

その他、全世界28カ国、約1万1千店舗、従業員80万人を擁する

(出所)Walmart HP等よりみずほ銀行産業調査部作成

### ガバナンスへの批判からサステナビリティ重視へ

安価な製品を納入する、海外サプライヤーにおける就労環境・人権・環境汚染問題や、地元経済の破壊、地場コミュニティとの軋轢から反対運動も  
⇒ 結果、店舗数および売上高の伸びが減速



**2005年：サステナビリティ重視へ転換**  
⇒ステークホルダーとの対話を重視  
⇒環境問題については、温室効果ガス20%削減と再生可能エネルギー100%を標榜

## 【小売】ウォルマートの取組み内容

- 2005年以後、温室効果ガス削減に向け、使用エネルギーの100%を再生可能エネルギーとすることを目標に掲げる
- そのため、「全世界における再生可能エネルギーの大規模な調達」と、サプライチェーン全体での「エネルギーの効率化」に注力し、店舗関連設備や物流の改善に取り組む

### 再生可能エネルギー活用にかかる目標

2005年～

- 使用エネルギーの**100%を再生可能エネルギーに**

2015年～2025年(中間目標)

- 使用エネルギーの**50%を再生可能エネルギーに** (2017年時点: 米国内外再エネ比率26%)

### CO2削減に向けた主な取組み



1. 大規模で安価な再生可能エネルギー

⇒店舗屋根等での太陽光発電、再生可能エネルギーの購入



2. エネルギー使用機器の高効率化

⇒店舗照明器具の入れ替え、屋上冷暖房ユニット導入



3. 店舗内の冷蔵庫の設備改善

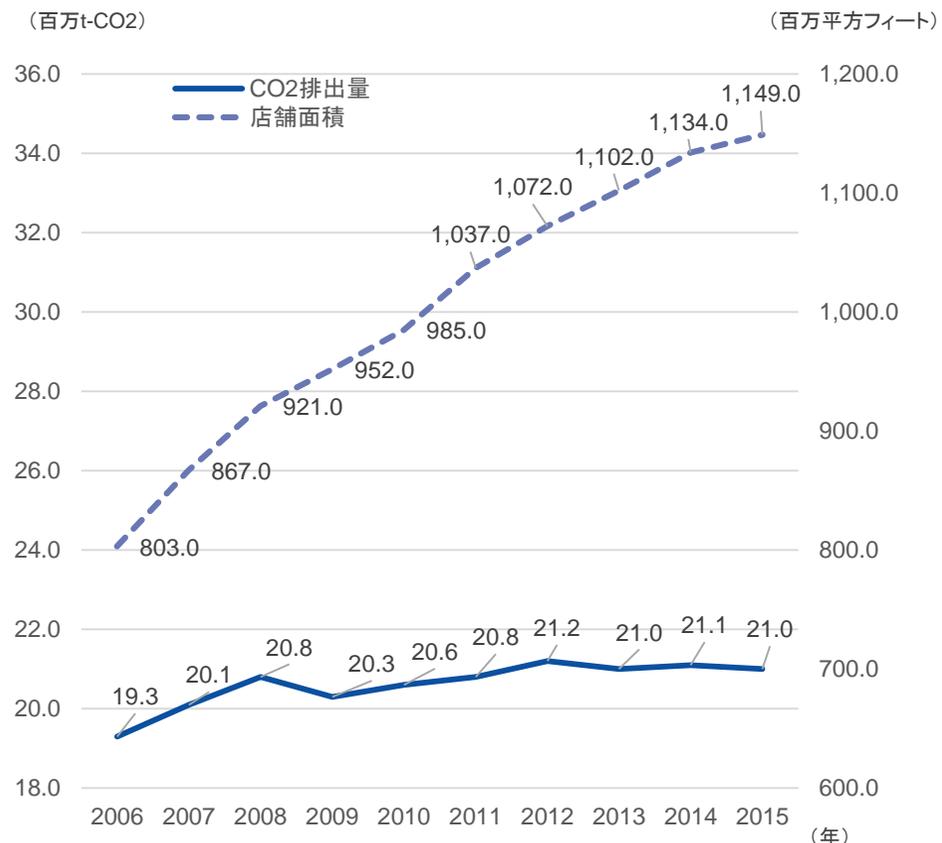
⇒冷蔵庫に要するハイドロフルオロカーボンの削減



4. トラック輸送の最適化

⇒新規システム導入による配送ルート設計や安全運転

### ウォルマートの店舗面積とCO2排出量の推移

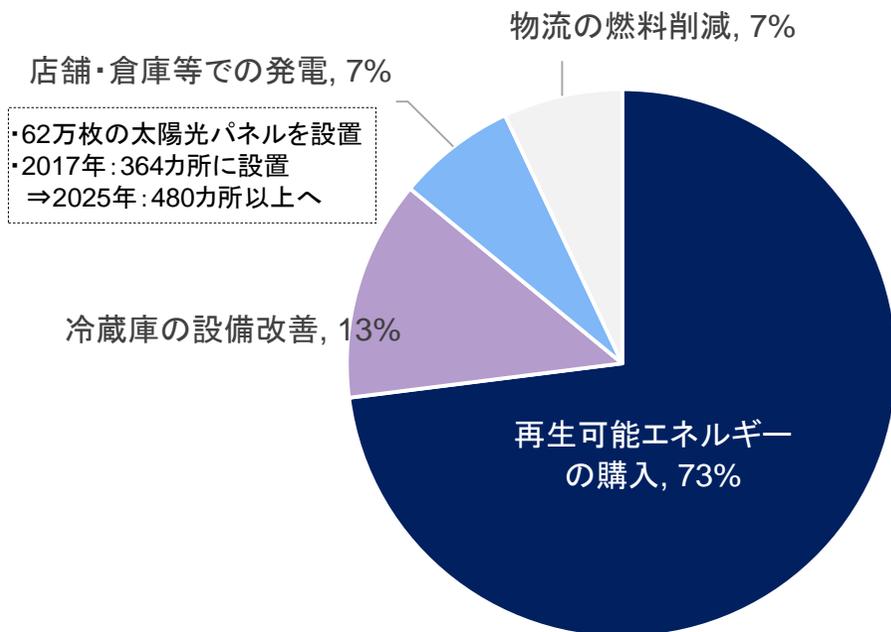


(出所) Walmart, 2017 Global Responsibility Reportよりみずほ銀行産業調査部作成

## 【小売】ウォルマートにおける自社の脱炭素化に向けた取組み(1/2)

- 温室効果ガス削減効果の73%は「再生可能エネルギーの購入」によるもの
  - SEIA(Solar Energy Industries Association)によると、ウォルマートは米国最大の太陽光パネルユーザーとされるが、「店舗や倉庫等でのオンサイト発電」の温室効果ガス削減効果は全体の7%に留まる

### 2015年の米国内における温室効果ガス削減要因 (間接的削減含む)



### 再生可能エネルギーの購入

#### PPA(Power Purchase Agreement)

- 米国、メキシコ、英国で9件の大規模契約(2017年)
- 事業者が求める場合には、直接投資する「ownership model」も

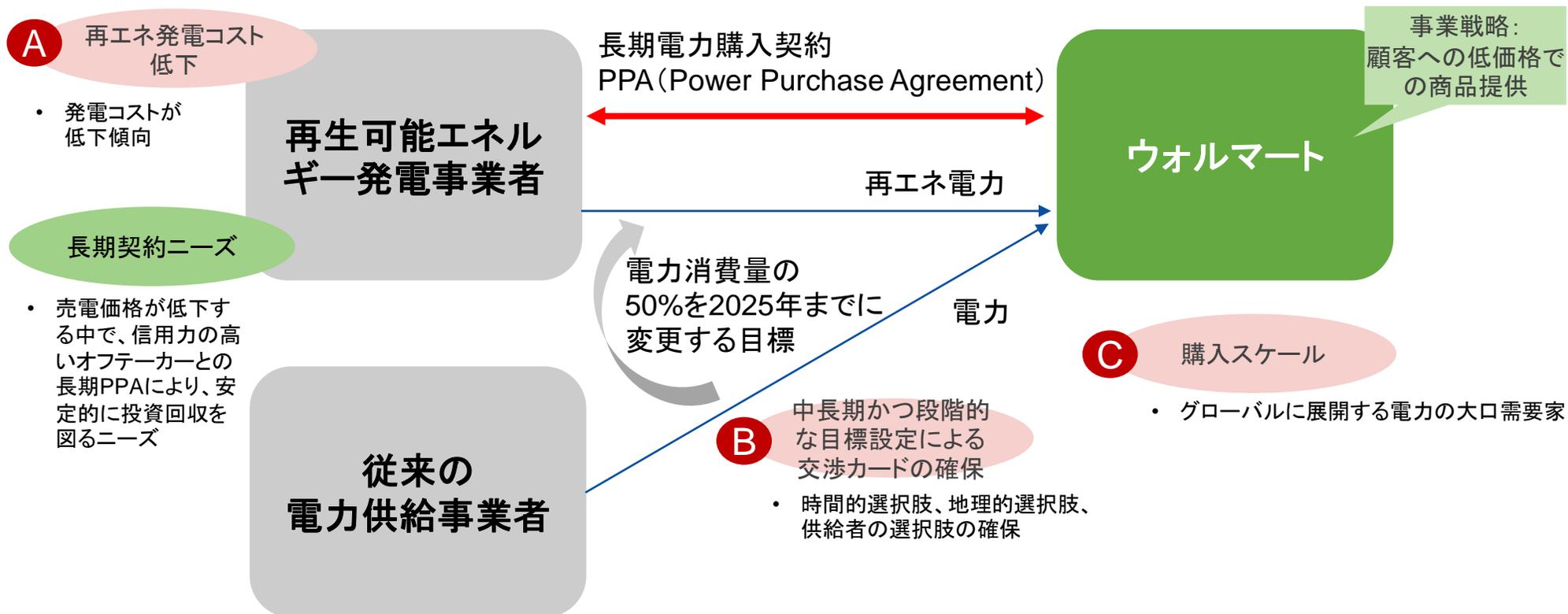
“We have found the PPAs to be a highly effective model for Walmart to leverage our scale and buying power to accelerate renewables.”  
(Wal-Mart”2017 Global Responsibility Report”)

(出所)Walmart, 2017 Global Responsibility Report, Walmart Energy Fact Sheetよりみずほ銀行産業調査部作成

## 【小売】ウォルマートにおける自社の脱炭素化に向けた取組み(2/2)

- ウォルマートは電力購入にあたり、外部の再生可能エネルギー事業者と10～15年程度のPPA(Power Purchase Agreement)を締結し、コストを抑制
  - (A) 米国の再生可能エネルギーの売電価格が総じて低下傾向にあることに加え、当社の(B) 中長期かつ段階的な目標設定と、(C) 大口需要家としての規模を活用した交渉力が、コスト抑制のポイントと史料

### ウォルマートによる脱炭素化に向けた戦略的取組みイメージ

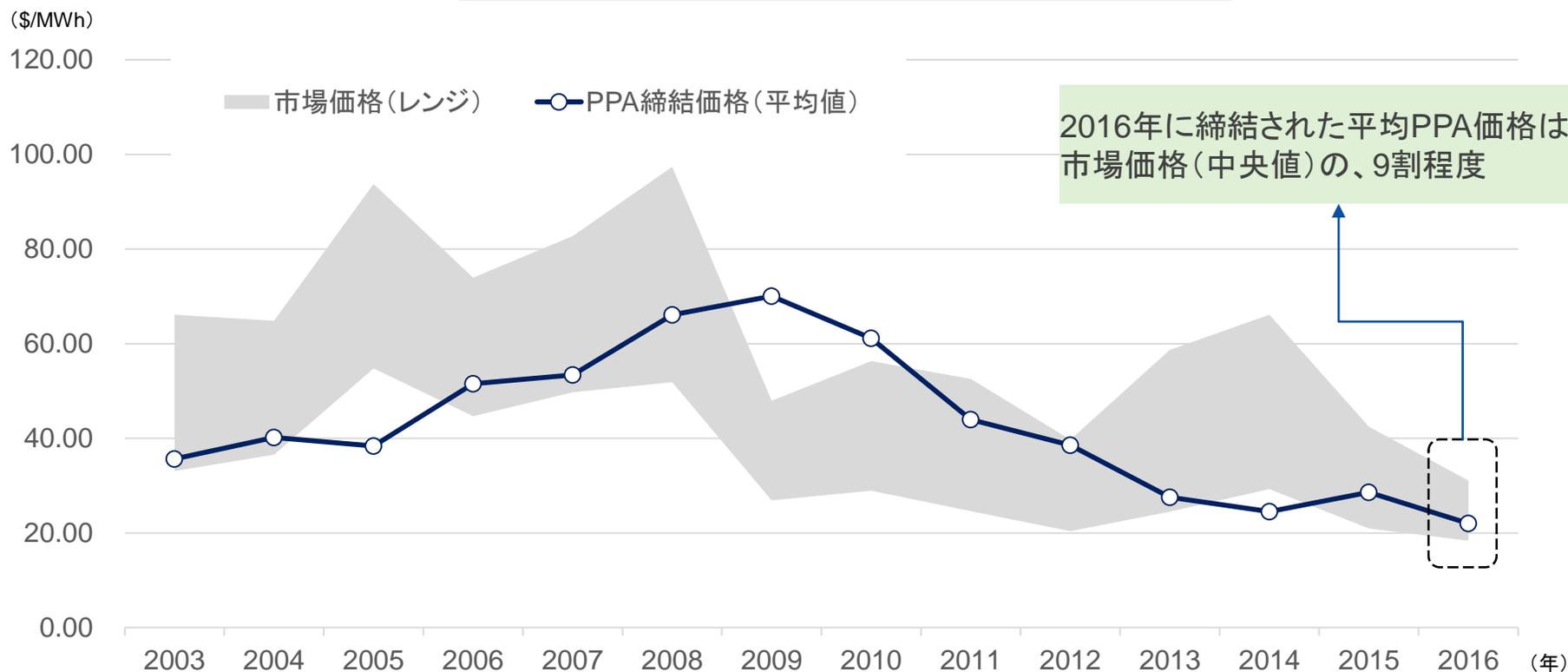


(出所)各種資料よりみずほ銀行産業調査部作成

## (参考) 米国における風力発電の売電価格

- 米国の風力発電プロジェクトでは通常、プロジェクト事業者が、電力会社や民間企業とPPAを締結し売電
- 2009年以降、風力発電のコスト低下を背景にPPA締結価格は下落傾向
  - 足下では市場価格と同水準まで低下

### 米国風力発電のPPA締結価格の推移



2016年に締結された平均PPA価格は、市場価格(中央値)の、9割程度

(出所) DOE, 2016 Wind Technologies Market Report等よりみずほ銀行産業調査部作成

(注) PPA締結価格(平均値)は、1998年以降締結された414件(計39GW)の風力発電のPPA情報を基に算出された値。このうち2016年の値は、9件(計1GW)のPPA価格の平均値

## 【IT】米大手IT企業の脱炭素化に向けた取組み一覧

### ■ 米IT大手はいずれも脱炭素に向けた取組みを実施

	アップル	アルファベット (グーグル)	アマゾン	マイクロソフト	フェイスブック
環境報告書	有	有	無(ウェブサイト有)	有	無(ウェブサイト有)
RE100	加盟	加盟	非加盟	加盟	加盟
再生可能エネルギー使用割合	<b>96%</b> (契約配送センターやデータセンター、協力工場含む)	<b>100%</b> (2017年末目標)	50%(AWS社) 2016年全米最大の再エネ調達額	50%(2018年末目標)	43%(2016年) 50%(2018年末目標)
ネット炭素排出割合	米国、中国事業は0%	0%	不明	0%	不明
再エネPJへの投資	既存の315MWの発電設備に加え、追加で618MWを建設中	2010年以降計\$2.5bn (3.7GW)	年間3,600GWh規模	2012年以降累計 14,000GWh	不明
その他	・自社だけでなく、 <b>協力工場や製品のライフサイクルも含めサプライチェーン全体での脱炭素を目指す</b>	・法人が自社サーバーから当社クラウドに移行することで85%の消費電力の削減に直結 ・データセンターの省電力化に機械学習技術を活用し、電力消費量を平均▲50%削減	・全米50のフルフィルメントセンターにおいて屋上ソーラーパネルを設置する目標 ・2016年テキサス州に同社最大の風力発電施設を建設、現在稼働中	・米国において500MW以上の風力発電プロジェクトに投資 ・2012年にG横断のカーボンフーププログラムを導入(部門毎に炭素削減量に責任を持つ)し、集めた資金を再エネPJに投資	・ネブラスカ州の電力会社と組み、再エネのタリフを制定することでその他企業も利用できる素地を整備 ・2013年以降設立の3件のデータセンターは100%再エネのみで運営

(出所) 各社資料よりみずほ銀行産業調査部作成

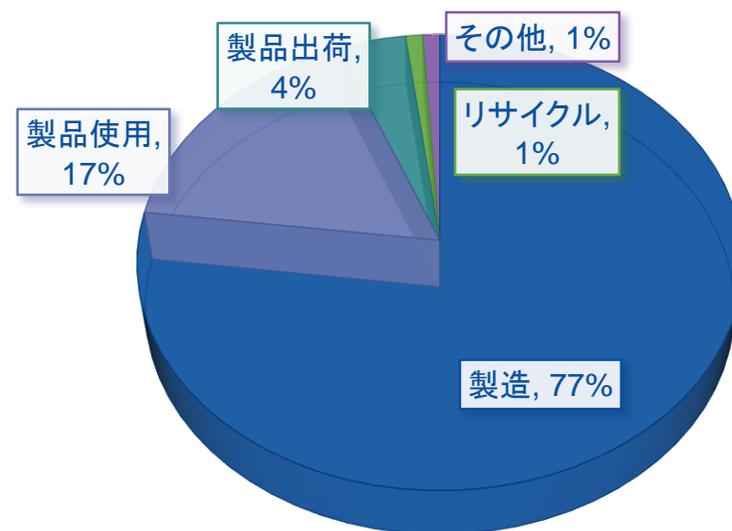
## 【IT】アップルの企業概要 ～世界最大の時価総額を誇るIT企業～

- アップルは“Improve the lives of millions of people through technology(テクノロジーにより人々の生活を向上させる)”をビジョンに掲げるIT企業
- 売上の9割はハードウェアの販売に依拠するも、自社では製造設備は保有せず、企画、デザイン、関連ソフトウェア開発、データセンター運営等に経営資源を集中
  - － 但し、環境面に関しては、サプライヤー、協力工場、販売店等も含めた**サプライチェーン全体を自社の責任と捉え、脱炭素に向けた課題を洗い出し、解決策を策定**

### アップルの企業概要

ビジョン	Improve the lives of millions of people through technology (テクノロジーにより人々の生活を改善する)
事業	コンピュータ、タブレット、スマートフォン等のハードウェアを取り扱う他、音楽配信やコンテンツ・アプリ販売のプラットフォーム
時価総額	時価総額: 94兆5千億円 (2018年2月末現在)

### アップル製品のライフサイクル別CO2排出割合

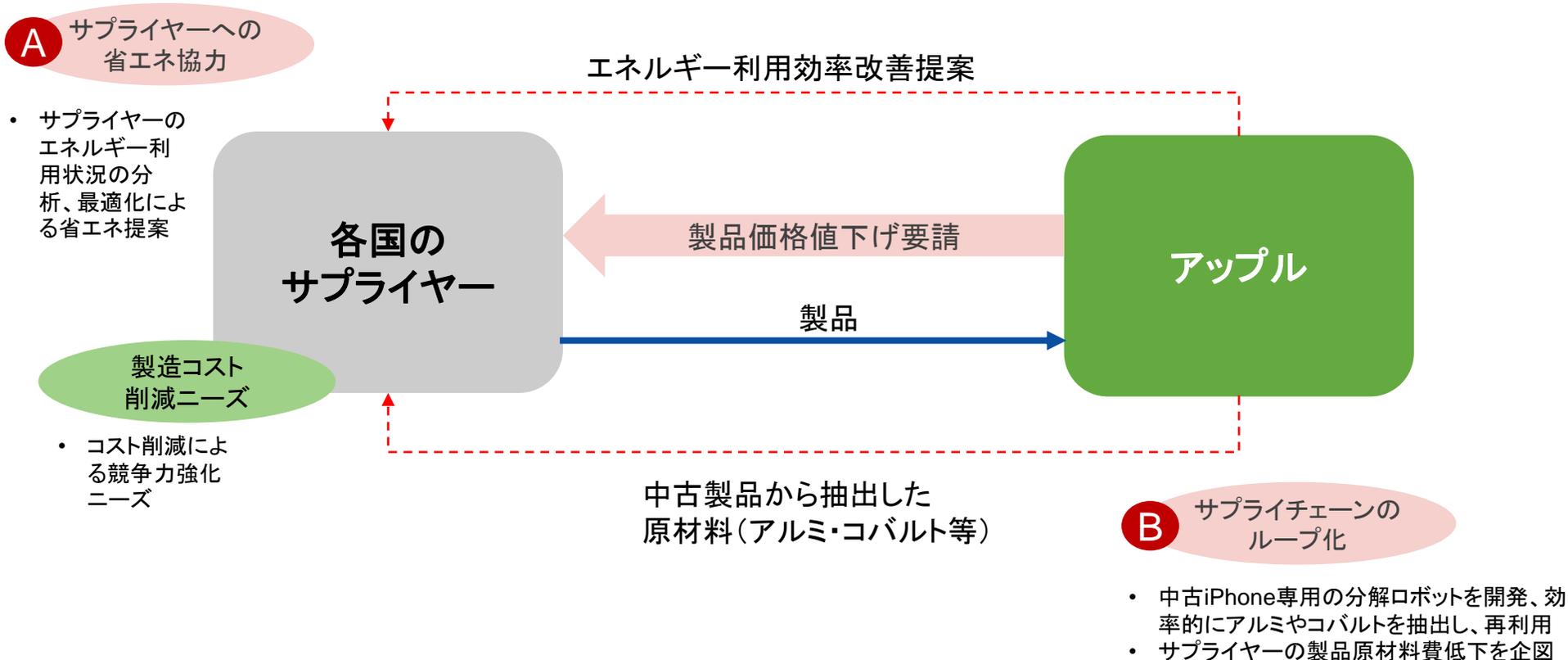


(出所)アップル社2017年環境報告書等よりみずほ銀行産業調査部作成

## 【IT】アップルのサプライヤーを巻き込む脱炭素化に向けた取組み

- アップルは、サプライヤーのコスト削減を支援した上で、実現したコスト削減を値下げ原資に、製品をより安価に調達
  - (A) エネルギー利用の効率化提案を通じて、サプライヤーに対して2016年末までに\$55M/年のコスト削減機会を創出
  - (B) また、独自に開発した分解ロボットにより、中古製品から原材料を効率的に抽出、サプライヤーへ供給

### アップルによる脱炭素化に向けた戦略的取組みイメージ



(出所) 各種資料よりみずほ銀行産業調査部作成

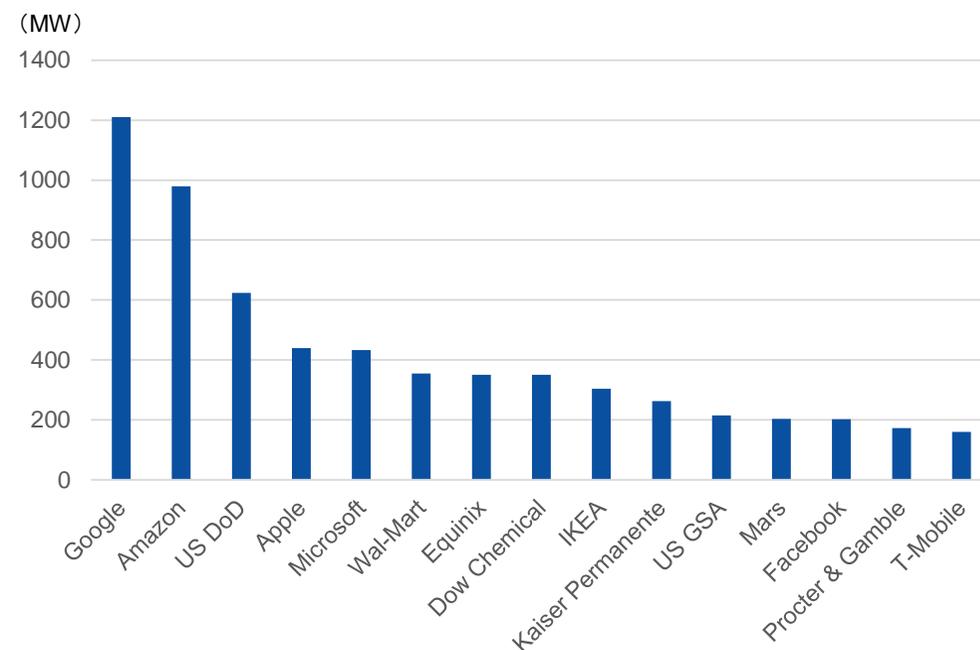
## 【IT】アルファベット(グーグル)の企業概要 ～世界最大の再エネ購入事業者～

- グーグルを傘下に持つアルファベットは、アップルに次ぐ時価総額を誇るIT企業
  - 売上の大半は検索サイトやYouTube等のインターネット広告に由来
  - 主要子会社は、Googleに加え、新規事業に取り組む「X」、自動運転に取り組む「WAYMO」やスマートホーム家電を開発している「nest」等
  - 米国においては2017年7月時点で1.2GWの再生エネルギー購入契約を保有

### アルファベット(グーグル)の企業概要

事業	検索サイト、YouTube等のインターネット広告、法人向けクラウド事業、スマートフォン、スマートスピーカー等のハードウェア、音楽配信やコンテンツ・アプリ販売のプラットフォーム事業
主要子会社	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Google</li> <li>・nest(スマートホーム家電)</li> <li>・WAYMO(自動運転)</li> <li>・X(新規事業)</li> </ul>
時価総額	78兆6千億円 (2018年2月末現在)

### 米国の主要再エネ電力購入事業者のPPA契約量(2017年7月)

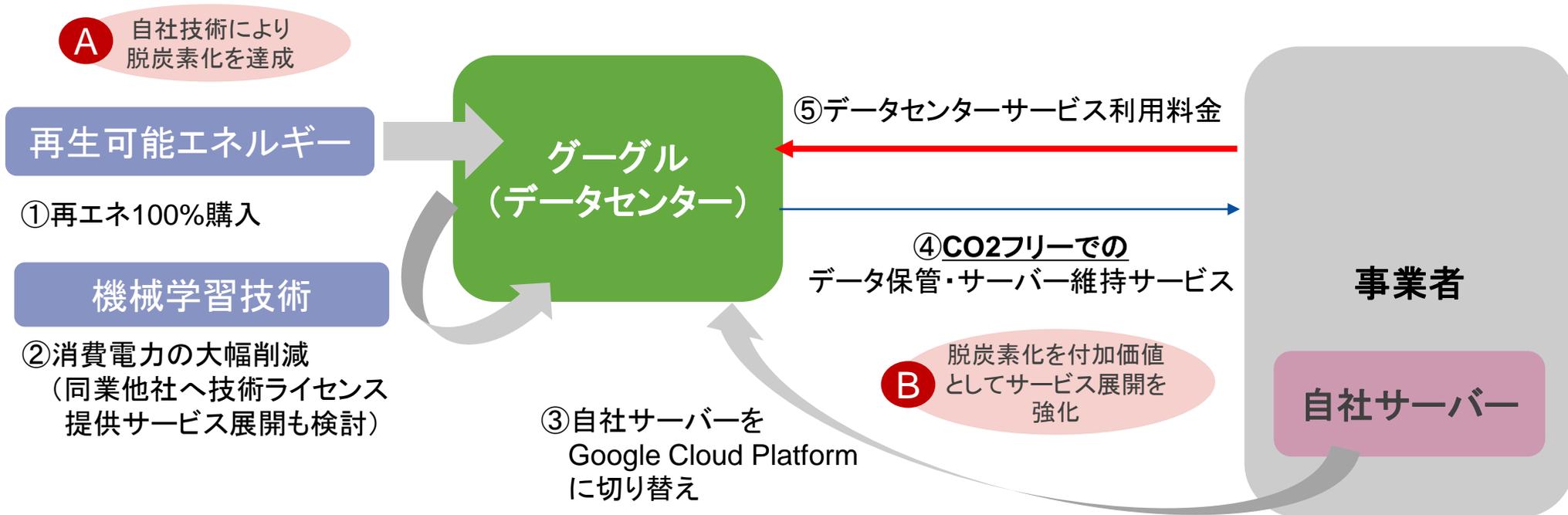


(出所) 当社HP、NREL, Status and Trends in the U.S. Voluntary Green Power Market (2016 Data)等よりみずほ銀行産業調査部作成

## 【IT】アルファベット(グーグル)の脱炭素化に向けた取組み

- (A)アルファベットは自社の脱炭素化を自社の省エネ技術と、他社からの再生可能エネルギー調達により達成予定
  - 2017年中に再生可能エネルギー調達比率100%達成を目指す
  - 傘下のDeep Mind社による機械学習技術によりサーバーの配置等を最適化し、データセンターにおける消費電力の大幅削減を実現
- (B)さらに、事業者が自社サーバーから当社クラウドサーバーに切り替えると、データ保管やサーバー維持に際して必要な電力のCO2排出量がゼロになることを付加価値として、サービス展開を強化

### アルファベット(グーグル)の脱炭素化に向けた戦略的取組みイメージ



(出所)各種資料よりみずほ銀行産業調査部作成

## 【物流】Deutsche Post DHLの企業概要 ～世界最大の総合物流企業～

- Deutsche Post DHL(以下、「DHL」)は、ドイツに本社を置き、各地に事業展開するグローバル総合物流企業
- 事業による環境への影響を可能な限り極小化することを、経営戦略の目標における取組事項に位置付け

### DHLの企業概要

売上高	57,334 EUR mil (2016FY)
営業利益	3,491 EUR mil (2016FY)
本社(国/都市)	ドイツ / ボン
ネットワーク	220以上の国・地域
従業員	350,000人以上

#### ◆ 主なグループ会社(機能)

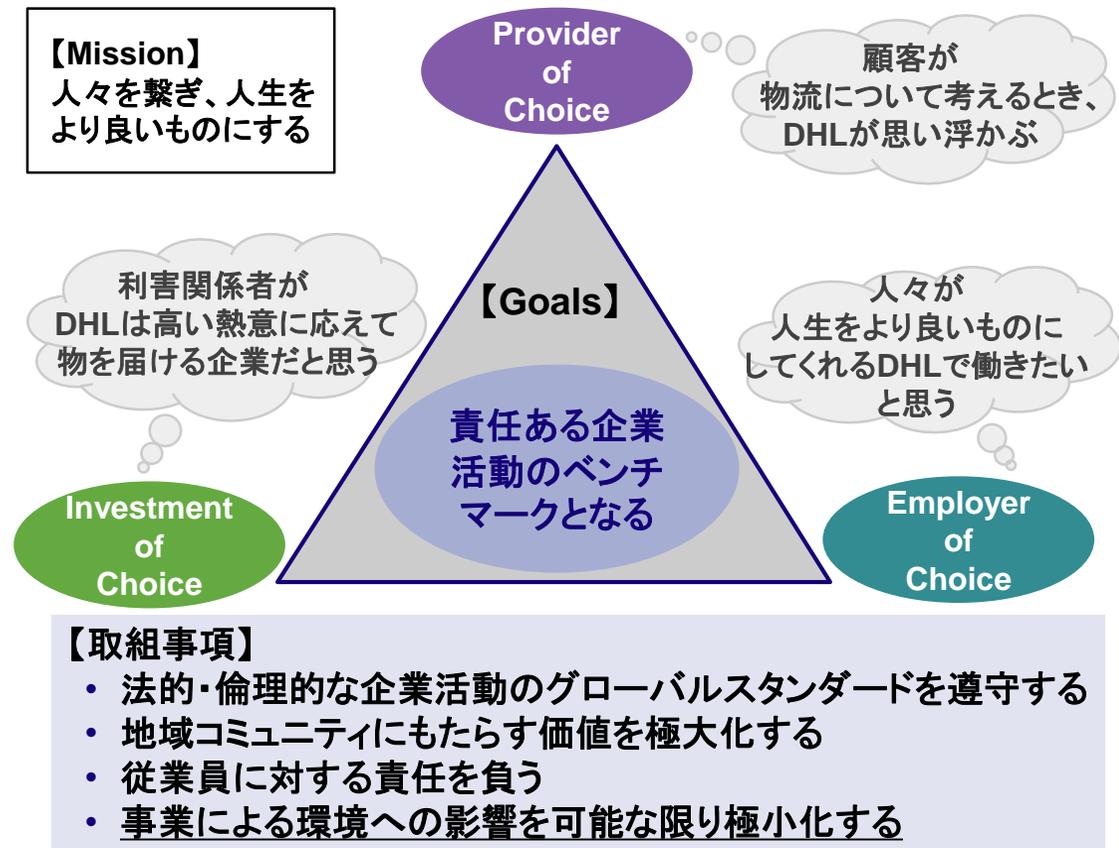
- DHL Express(宅配、航空便クーリエ)
- DHL e-Commerce & DHL Parcel (EC物流等)
- DHL Freight(欧州BtoBトラック輸送)
- DHL Global Forwarding(フォワーディング)
- DHL Supply Chain(3PL)

#### ◆ 主要顧客産業

- テクノロジー産業
- ライフサイエンス・ヘルスケア産業
- エンジニアリング・製造業
- 自動車産業  
(その他の産業にも幅広く対応)



### DHLの経営戦略の目標における環境保護の位置付け



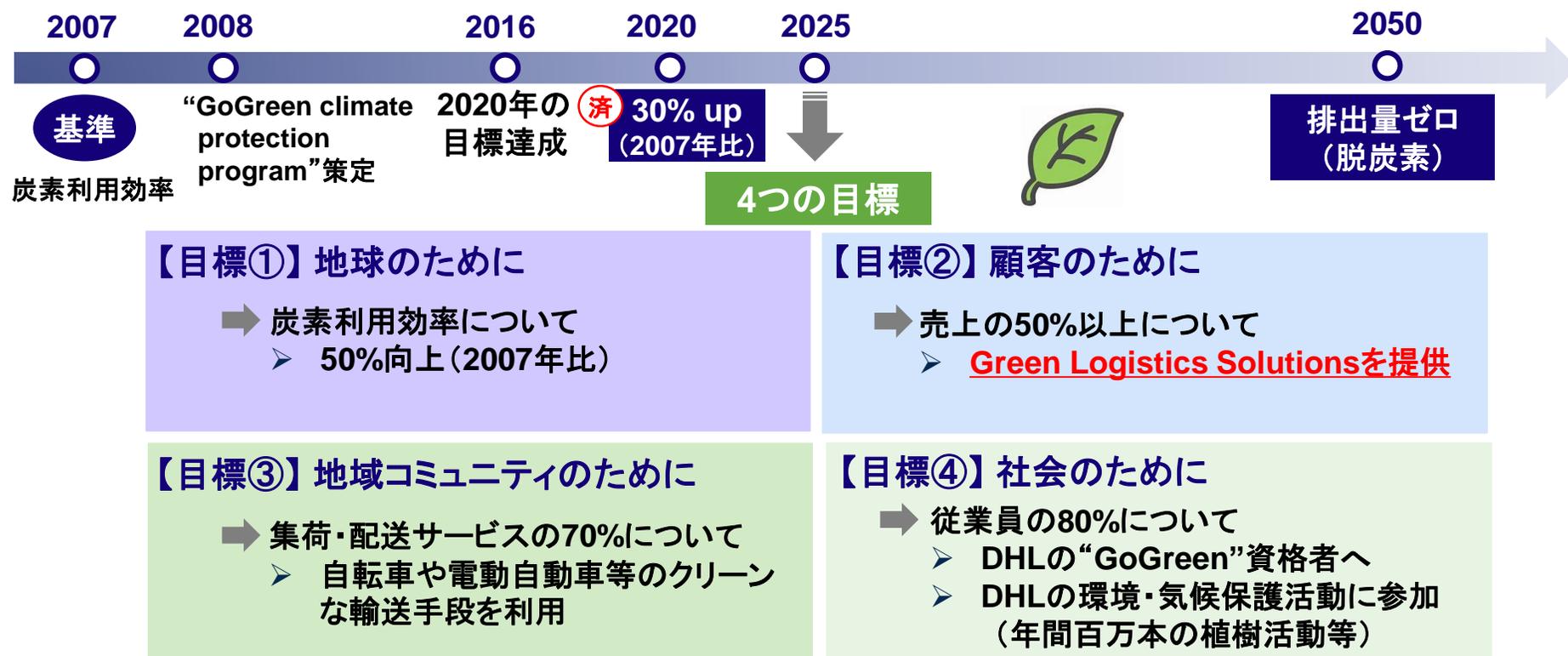
長期的な成長を確保し、世界規模での雇用を保障する

(出所) DHL HP等よりみずほ銀行産業調査部作成

## 【物流】DHLの脱炭素に向けたロードマップ“GoGreen climate protection program”

- 2008年、DHLは“GoGreen climate protection program”を策定し、グローバル物流事業者の中で初めて気候保護に関する目標を設定
- 炭素利用効率(排出係数)を2007年比で30%向上させる2020年の目標は、4年前倒しで2016年に達成済み  
— 2050年には排出量ゼロ(脱炭素)を目指す
- 現在、2025年に向けて、炭素利用効率を2007年比で50%向上させることを始めとした4つの目標を掲げる

### DHLによる排出量ゼロ(脱炭素)に向けたロードマップ“GoGreen climate protection program”



(出所)DHL HP等よりみずほ銀行産業調査部作成

## 【物流】DHLのGreen Logistics Solutionsによる脱炭素化に向けた取組み(1/2)

- DHLは、物流事業に関する炭素レポートサービス等を通じて、顧客のグリーン化を支援

### 顧客のグリーン化を支援する仕組み



顧客の期待やニーズを満たすだけでなく、DHL自らの事業の成功にも貢献する仕組みと位置付け

### DHLが提供するGreen Logistics Solutions (有償)

#### 定型サービス

##### ◆ 炭素レポート(Carbon Reports)

- ・Carbon Report: 国際標準を使った排出量の測定・レポート
- ・Carbon Dashboard: サプライチェーンをweb上でモデル化
- ・Quick Scan: 炭素利用効率を各産業のベンチマークと比較
- ・Carbon Calculator: 排出量の簡易Web計算ツール(無料)

##### ◆ 気候ニュートラルサービス(Climate Neutral Services)

(炭素レポートとの併用時に利用可能なサービス)

- ・気候保護プロジェクトを通じて、物流に伴う排出量をオフセット
- ・第三者機関により、排出量のオフセットを検証  
ースイスの監査機関SGS (Société Générale de Surveillance SA)
- ・年次証明書を発行

#### オーダーメイドサービス

##### ◆ サプライチェーンの排出量最適化(Green Optimization)

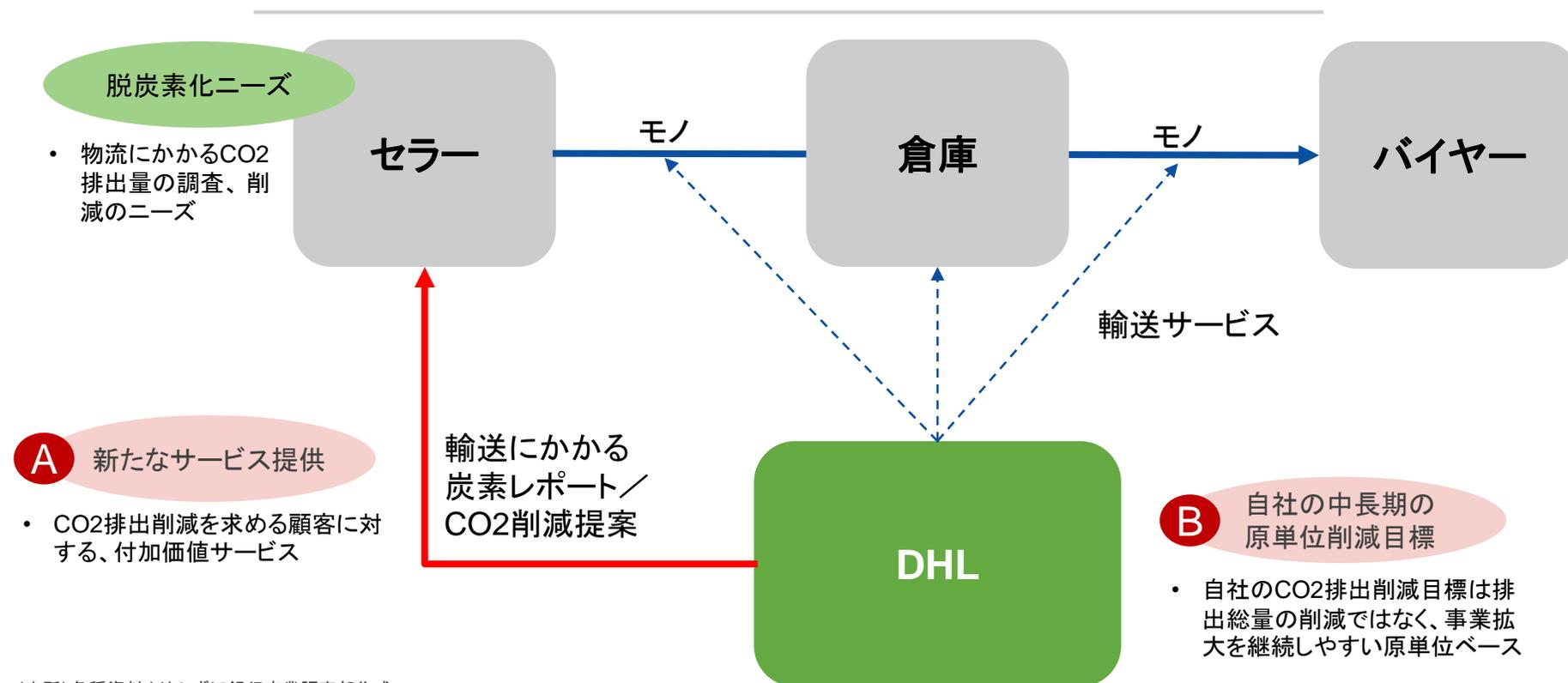
- ・環境への影響を極小化するための物流サービスオプション  
ー排出量の最適化に向けたコンサルティング、輸配送・保管、梱包、マルチモーダル、代替燃料・エネルギー、廃棄物処理・リサイクル 等

(出所) DHL HP等よりみずほ銀行産業調査部作成

## 【物流】DHLのGreen Logistics Solutionsによる脱炭素化に向けた取組み(2/2)

- 本業である物流事業に加えて、新たな付加価値サービスを提供することで、顧客の脱炭素化需要を取り込み売上を強化する戦略
  - (A)ライフサイクルでの脱炭素化を求める需要家に欠かせない、CO2排出量の把握・削減を切り口としたサービスを、自社の本業にかかるノウハウを活用し、新たに提供
  - (B)また、当社のCO2排出削減目標は原単位ベースとすることで、CO2排出総量は増加させうる目標に

### DHLによる脱炭素化に向けた戦略的取組みイメージ



(出所)各種資料よりみずほ銀行産業調査部作成

## 【物流】(参考) Green Logistics Solutionsの取組事例

### ① Carbon Dashboard(炭素レポート)

- ◆ 顧客: テクノロジーセクター企業(中国)
- ◆ 概要: 顧客がCO2排出量の削減に向けて、カーボンフットプリントの透明性を向上させるにあたり、第三者のデータとプロセスとの統合が課題に。DHLのカーボン・ダッシュボードを使用したカーボンモニタリング・ソリューションにより、DHLだけでなく、他の物流事業者5社のデータを追跡可能にした。
- ◆ 効果: 透明性が向上した結果、ベンチマーク比較や目標設定をはじめ、炭素排出要因の特定や削減戦略の策定も実現。

### ③気候ニュートラルサービス

- ◆ 顧客: 金融サービス事業者
- ◆ 概要: 大量のCO2を排出する夜間輸送を必要としている顧客に対して、DHLが炭素排出量の95%をオフセットにする国際輸送サービスを提供。
- ◆ 効果: 年間で20億トンのCO2排出量を削減し、顧客のブランドイメージを向上。CO2排出量削減のために購入されたクレジットは、地域における気候保護プロジェクトに由来。

### ②Green Optimization - 輸配送

- ◆ 顧客: 小売事業者
- ◆ 概要: 顧客が、英国内のサプライヤーと流通センター間の輸送で生じるCO2排出量を削減に向けて、DHLと協力し、環境対策ソリューションとして、ティアドロップトレーラーを導入。(今までより多くの在庫を運び、輸送回数を減らすことが可能)
- ◆ 効果: 空気力学的な利点を生かした独自の形状のトレーラーにより、約10%の燃費向上と積載量10%増加を達成。DHLは、この顧客のカーボンフットプリントを毎年2,000トン以上削減できるよう、ティアドロップトレーラーを399台導入。

### ④Green Optimization - 廃棄物処理

- ◆ 顧客: 航空会社(英国)
- ◆ 概要: 顧客は、機内で提供するケータリングサービスや廃棄物について革新的なソリューションの開発を模索。DHLでは、廃棄率をベンチマーク評価し、埋立処理される廃棄物を最小化する計画を作成。計画には、食品量を70%削減できる食品乾燥機の導入も盛り込まれた。
- ◆ 効果: 埋め立て廃棄物がゼロになり、食品ゴミの輸送コスト70%削減や、回収ゴミからの付加価値の創出、リサイクルによる収益獲得や埋め立て処理税の削減を実現。

(出所) DHL HP等よりみずほ銀行産業調査部作成

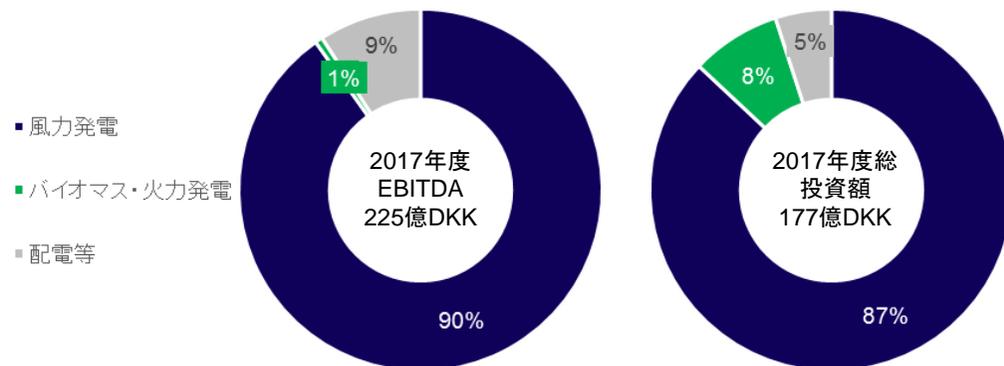
## 【エネルギー】オーステッドの企業概要 ～旧石油・天然ガス会社：DONG ENERGY～

- オーステッドは、従来石油・天然ガス事業者であったが、2017年に石油・天然ガス開発事業を売却し、社名をDONG Energy (Danish Oil and Natural Gas Energy) からオーステッドに変更
- 現在、世界最大の洋上風力発電事業者で、欧州諸国に加えて米国・台湾で洋上風力発電プロジェクトを展開

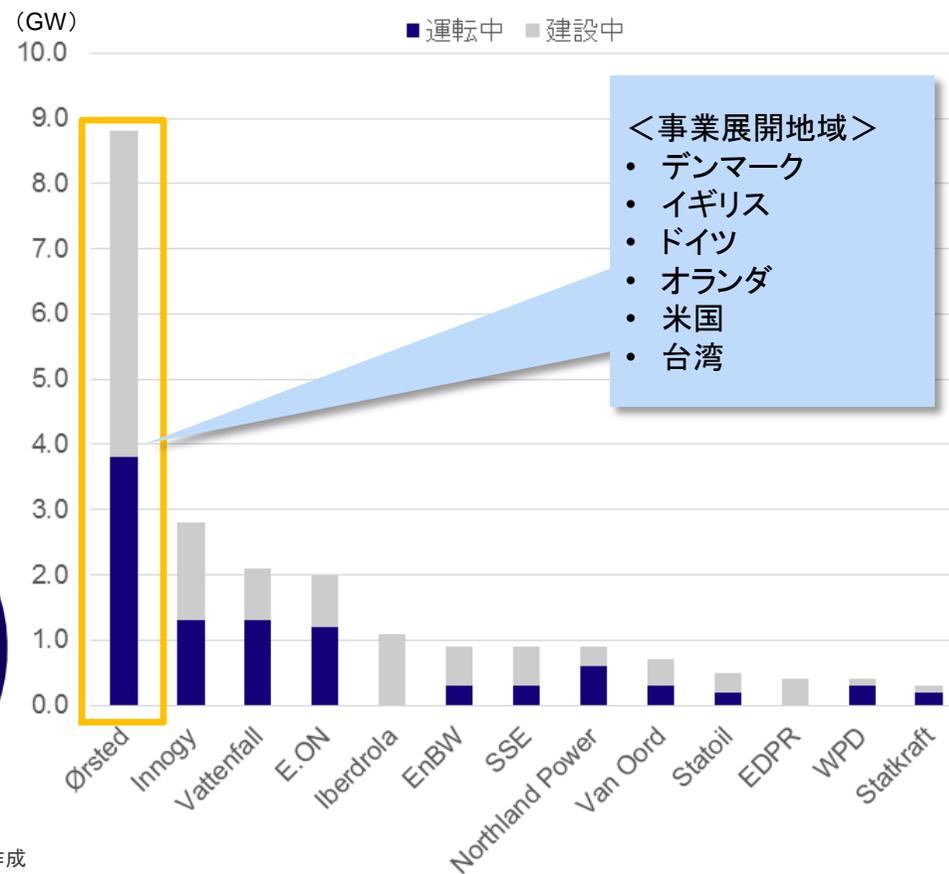
### オーステッドの企業概要

項目	概要
本社所在地	デンマーク
従業員数	5,600人
主要株主	デンマーク政府 (50%出資)
売上高	595億DKK (1DKK=17.62円の場合、9,955億円)
営業利益	162億DKK (1DKK=17.62円の場合、2,854億円)

事業セグメント別のEBITDA・総投資額の状況



### 世界における主要な洋上風力発電事業者



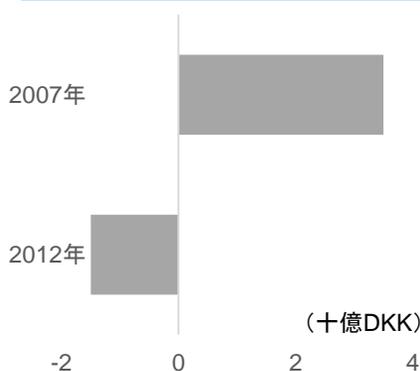
(出所) 経済産業省「エネルギー情勢懇談会(第4回)」資料、当社IR資料よりみずほ銀行産業調査部作成

## 【エネルギー】オーステッド：洋上風力事業の拡大の背景

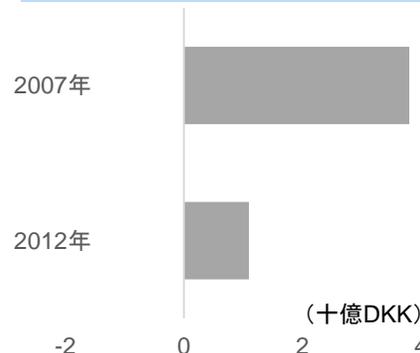
- 原油価格の下落と欧州における環境規制の強化を背景に、従来のガス中流事業・火力発電事業の業績が悪化
- 今後の成長事業領域として、グリーンエネルギー事業への事業転換を志向
  - 洋上風力を中心とした再生可能エネルギー発電事業に対して集中投資を実施

### クリーンエネルギー事業への事業転換を志向

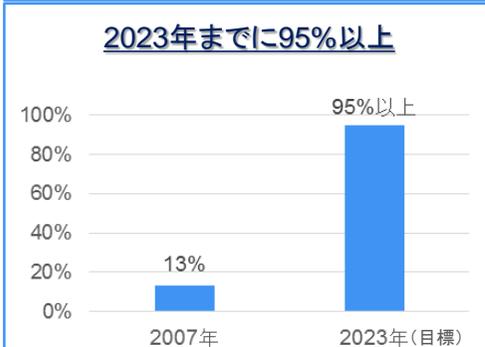
ガス中流事業のEBITDA



火力発電事業のEBITDA



再エネ発電シェアの向上

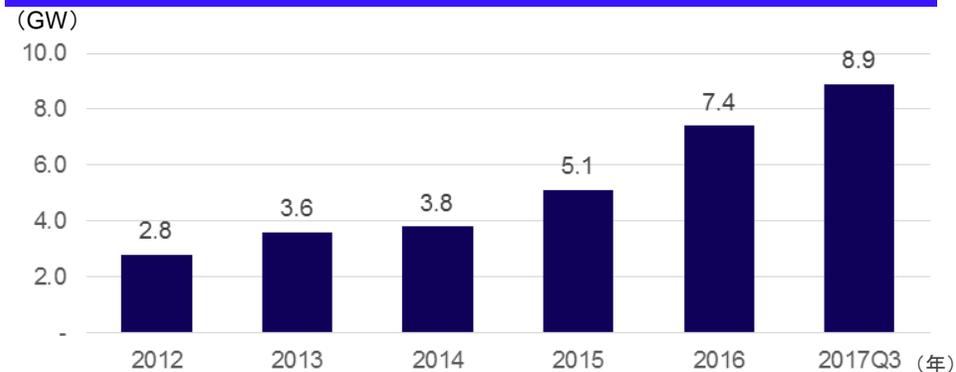


CO2排出原単位の削減

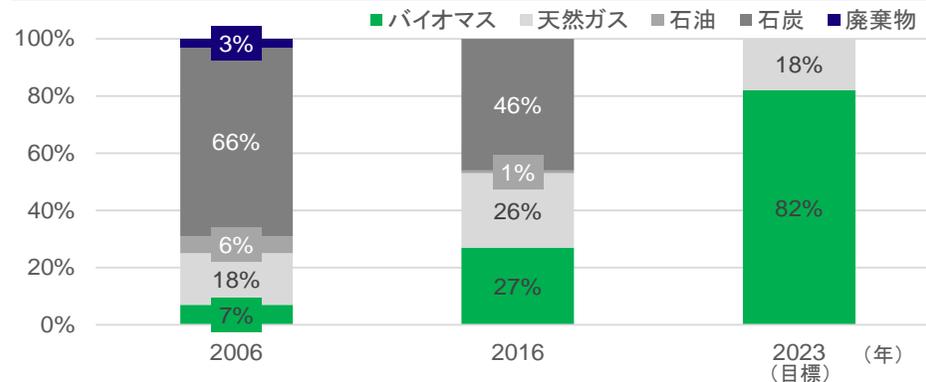


### 再生可能エネルギー発電事業への投資を加速

運転中・建設中の洋上風力発電設備容量の推移



火力発電事業における使用燃料構成

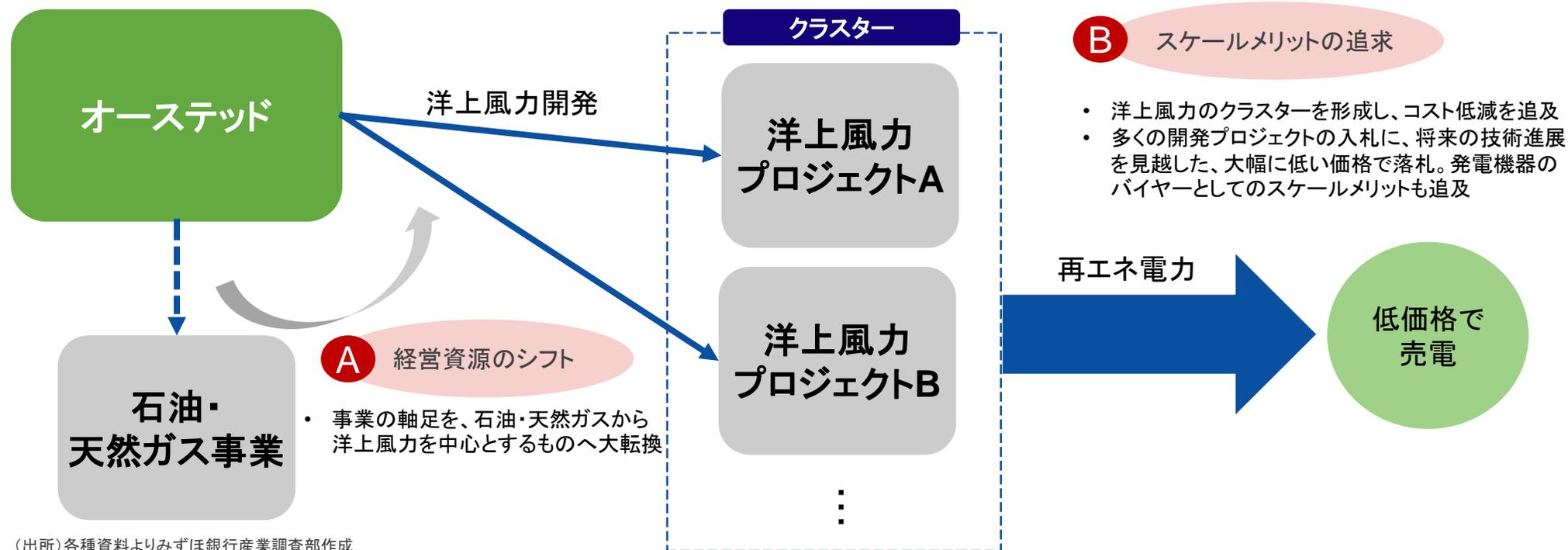


(出所) 経済産業省「エネルギー情勢懇談会(第4回)」資料よりみずほ銀行産業調査部作成

## 【エネルギー】オーステッドの洋上風力による脱炭素化に向けた取組み(1/2)

- オーステッドが手掛ける洋上風力発電プロジェクトは地理的に近接し、クラスターを形成
  - (A) 経営資源を再生可能エネルギーに集中
  - (B) 電源開発に際してクラスター形成によりスケールメリット(次頁)を追求し、洋上風力の低価格での売電を実現
    - さらに将来の技術進展を前提とすることで、現在よりも大幅に低い価格で、多くの開発プロジェクトを落札し、洋上風力発電機器のバイヤーとしてのスケールメリットも追求
    - 低価格化をリードし、競争を排除

### オーステッドによる脱炭素化に向けた戦略的取組みイメージ

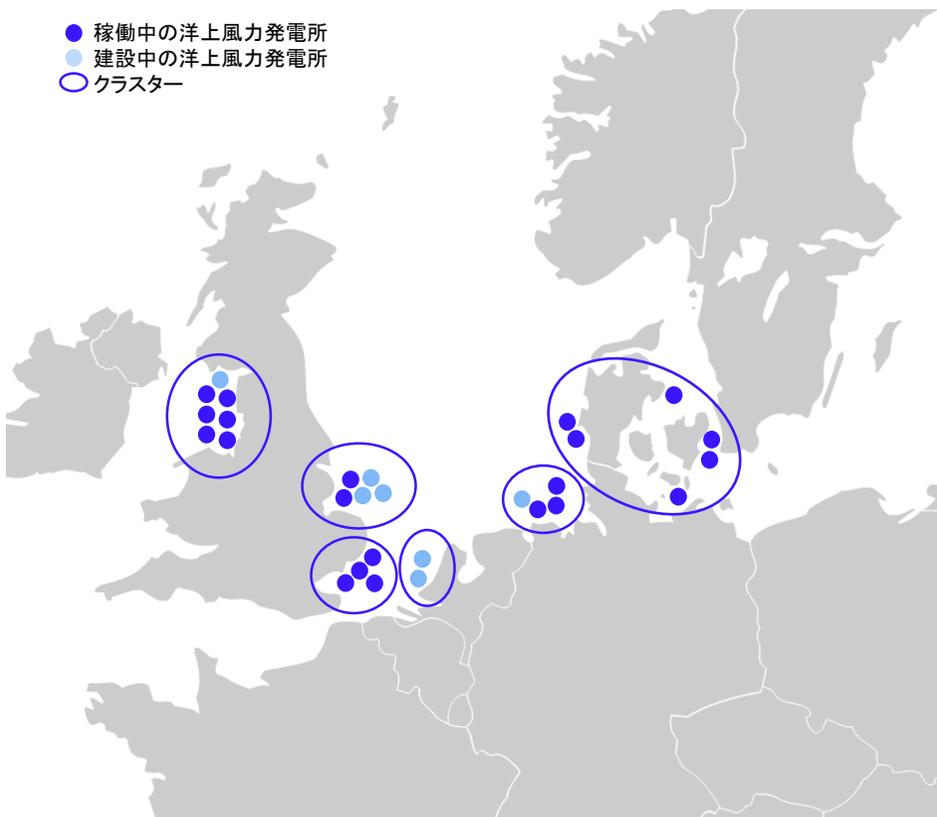


## 【エネルギー】オーステッドの洋上風力による脱炭素化に向けた取組み(2/2)

- クラスタ形成により、単一プロジェクトと比較して開発コスト・O&Mコスト双方の低減を実現
  - 物流コスト、人員コスト、関連施設コスト、在庫水準を低減

### オーステッドの洋上風力プロジェクト

- 稼働中の洋上風力発電所
- 建設中の洋上風力発電所
- クラスタ



### クラスター形成によるコスト削減効果

#### 物流コストの削減

- 発電所間でロジスティクス(船・ヘリ等)を共有
- 不定期保守に備えた待機時間を削減

#### 技術者の人数・待機時間の削減

- 発電所間で技術者を共有
- 不定期保守に備えた待機時間を削減

#### 関連施設数・管理業務の削減

- 同じ港を拠点とする発電所間で施設を共有
- 管理業務量を削減

#### 在庫水準の削減

- プロジェクト間でスペア部品の在庫を共有
- 在庫削減により資本コストを削減

(出所) 経済産業省「エネルギー情勢懇談会(第4回)」資料よりみずほ銀行産業調査部作成

## 【自動車】テスラの企業概要 ～世界最大のEVメーカー～

- テスラは、2003年創業の新興自動車メーカー
  - 電気自動車(EV)専門メーカーであり、EVの販売台数では世界第1位(2016年)
- 2011年には500台に及ばなかった自動車販売台数は、2016年には50,000台を突破

### Teslaの企業概要

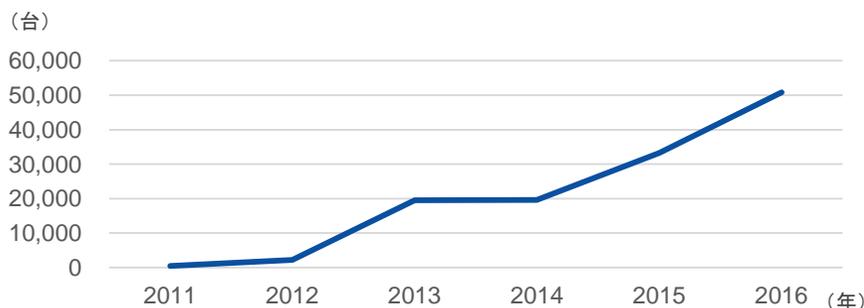
企業名	Tesla Motors, Inc.
設立年	2003年
設立者	Elon Musk
従業員数	37,543人(2017/12)
売上高	USD 11,759 Mil(2017/12期)
営業損失	USD 1,632 Mil(2017/12期)

### 自動車業界時価総額ランキング(2018/2末時点)

会社名	時価総額 (百万米ドル)
1 トヨタ自動車(日)	220,923
2 Volkswagen(独)	102,195
3 Daimler(独)	92,528
4 BMW(独)	71,010
5 本田技研工業(日)	65,856
6 北京汽車(中)	63,799
7 Tesla Motors(米)	60,375
8 General Motors(米)	58,265
9 日産自動車(日)	44,435
10 Ford Motor(米)	43,270

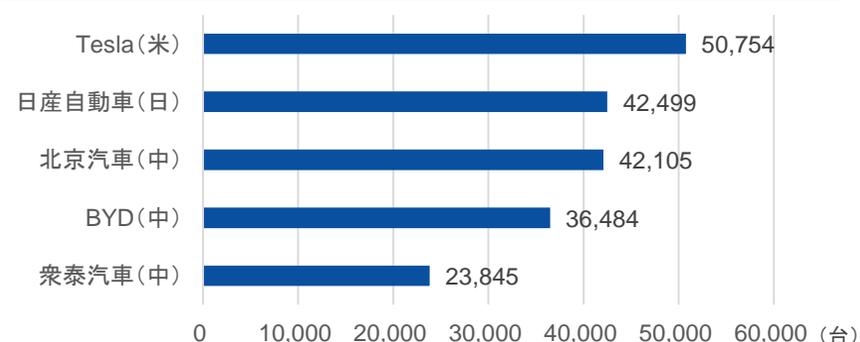
- 時価総額では主要完成車メーカーに比肩、在来の米系完成車メーカー(GM、Ford)を上回る水準
- 足下が営業赤字であることを踏まえると、当社が手掛けるEV市場拡大への期待が株価に織り込まれていると見られる

### Teslaの自動車販売台数推移



(出所) Tesla Annual Report、JATO Japan他各種公開資料よりみずほ銀行産業調査部作成

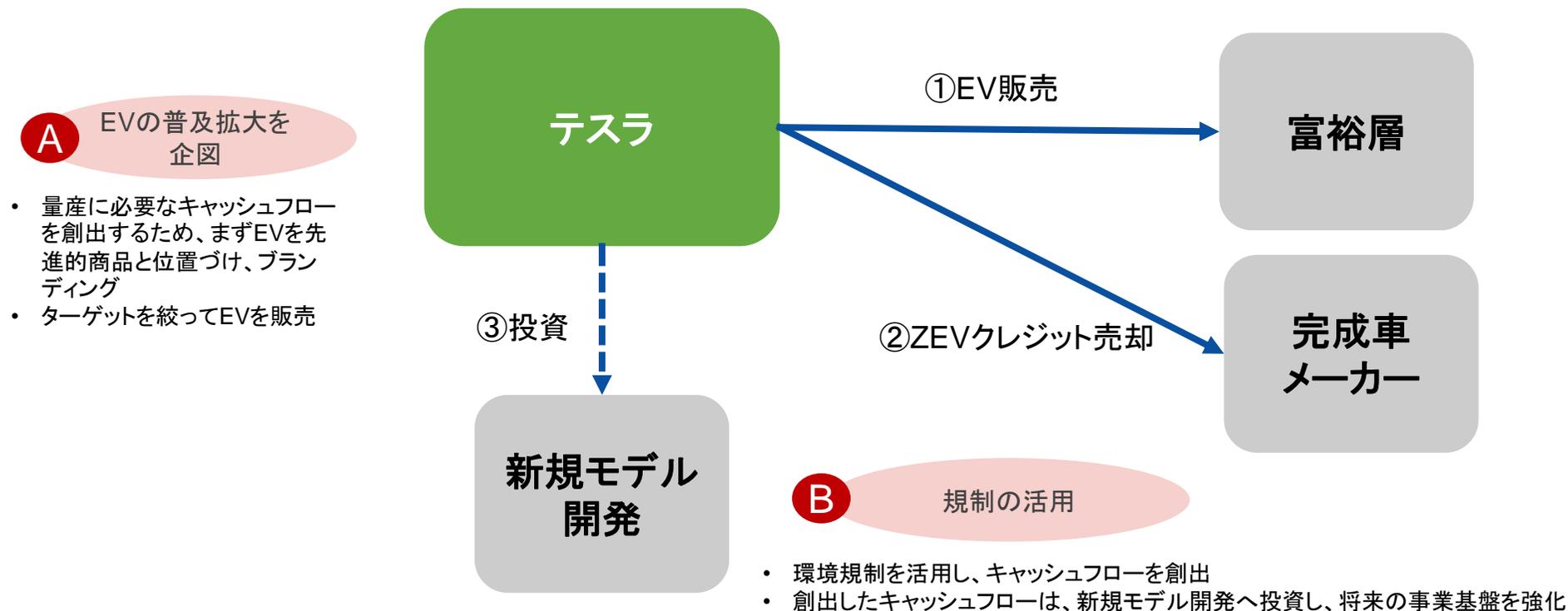
### EV販売台数世界ランキング(2016年)



## 【自動車】テスラのEV販売による脱炭素化に向けた取組み(1/2)

- テスラはEVの販売に加え、ZEV規制(次頁)を活用し得られたキャッシュフローを、将来の事業基盤強化へ投資
  - (A) EVを先進的商品と位置づけてブランディングし、富裕層向けに販売
  - (B) EV販売を通じて、ZEV規制上得られたクレジットを売却しキャッシュフローを創出
    - 創出したキャッシュフローは、EV量販に向けた新規モデルへ投資し、将来の事業基盤強化を企図

### テスラによる脱炭素化に向けた戦略的取組みイメージ



(出所) 各種資料よりみずほ銀行産業調査部作成

## 【自動車】(参考)ZEV規制の概要

- 米国カリフォルニア州を起源の、自動車販売台数の一部をZEV(Zero Emission Vehicle)とすることを求める規制
- 完成車メーカー(OEM)はEV等の販売台数に応じて入手できるクレジットの余剰分を他OEMに売却することが可能
- 現在、カリフォルニア州を含む10州で導入され、導入州での自動車販売台数は全米の3割程度を占める

### ZEV規制の概要

完成車メーカー区分	選定基準(CA州販売台数)		適用される規制内容	主な該当企業
	-2017MY	2018MY-		
Large Vehicle Manufacturer(LVM)	60,000台超	20,000台超 (※)	下表の販売比率を各車種で達成し、クレジットを当局に納付する必要あり	GM,FORD,FCA, TOYOTA,HONDA,NISSAN (2018MY以降は主要OEMほぼ全て)
Intermediate Vehicle Manufacturer(IVM)	10,000台超 60,000台以下	4,500台超 20,000台以下	下表の販売比率をTZEV以上で達成し、クレジットを当局に納付する必要あり	上記以外の主要OEM
Small Vehicle Manufacturer(SVM)	10,000台以下	4,500台以下	販売比率・クレジットの納付義務なし (トレードすることは可能)	テスラ、小規模OEM

※但し、従来IVMであった企業については、CA州における自動車販売台数の3年平均値が5回2万台を超えるまでLVM化を見送り。MY2018、MY2019については世界売上高の3年平均値が400億ドル以上の企業にのみ適用

車種	内訳	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025~
ZEV	EV/FCEV	2.0%	4.0%	6.0%	8.0%	10.0%	12.0%	14.0%	16.0%
Enhanced AT-PZEV /TZEV/NEV	Plug-in Hybrid/NEV	2.5%	3.0%	3.5%	4.0%	4.5%	5.0%	5.5%	6.0%
合計		4.5%	7.0%	9.5%	12.0%	14.5%	17.0%	19.5%	22.0%

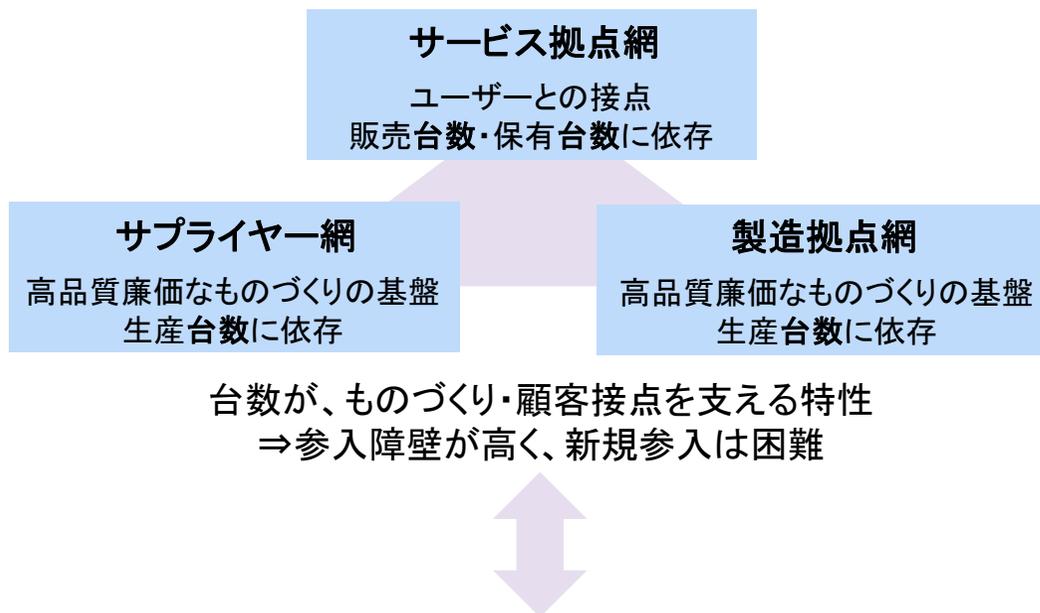
(出所) California Air Resources Board資料よりみずほ銀行産業調査部作成

(注)MYとは、Model Yearの略であり、(車の)モデル年の意

## 【自動車】テスラのEV販売による脱炭素化に向けた取組み(2/2)

- 自動車産業は規模の経済に根差しており、新規参入者が自動車量販ビジネスで収益を上げることが困難であるところ、テスラはEVのブランディングに成功、69千ドルを超える、高級車として販売
- 加えてEV販売により入手したZEVクレジットを他社に販売し、2016年は300百万ドルを超えるキャッシュフローを創出

### 自動車産業の特性とTeslaのビジネスモデル

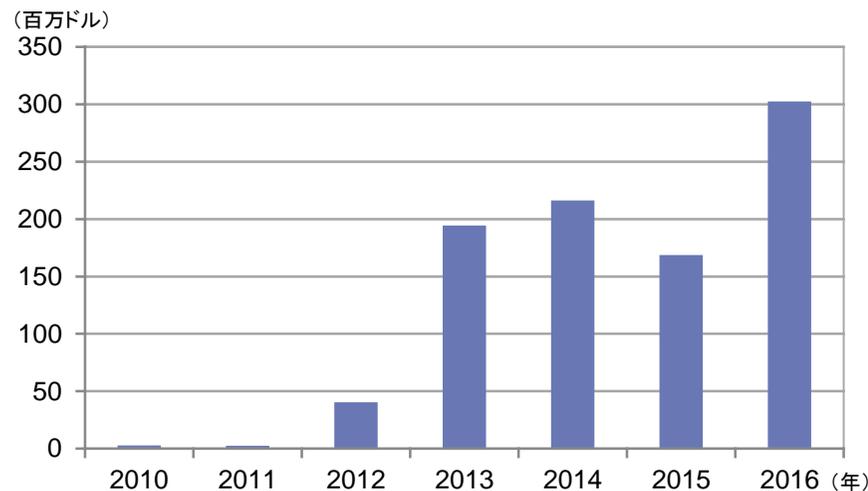


### テスラはEVを先進性を訴求、富裕層に照準を絞って参入

モデル	発売時期	ボディタイプ	パワートレイン	販売価格(US\$)
Roadster	2008年	オープンカー	EV	98,000
Model S	2012年	セダン	EV	69,200
Model X	2015年	クロスオーバーSUV	EV	80,700

(出所) Tesla Annual Report、各種公開資料よりみずほ銀行産業調査部作成

### テスラのクレジット売却による収益



### 毎年多額のキャッシュフローを創出

### 投資余力を捻出、量販モデルModel3の投入を計画

モデル	発売時期	ボディタイプ	パワートレイン	販売価格(US\$)
Model 3	2018年	セダン	EV	36,000

## 【素材】Ginkgo Bioworksの企業概要 ～合成生物学ベンチャー～

- Ginkgo Bioworksは、調味料、香水等の原料となる化合物を産生する微生物の設計・構築の受託を行う「合成生物学 (Synthetic biology) \*」ベンチャー(米)
- 化石資源を使わずとも自立的に物質を産生する生物機能を「この世で最も優れた生産技術」と称しており、微生物の代謝設計、DNA合成を活用した高機能・高効率な物質産生に取り組む

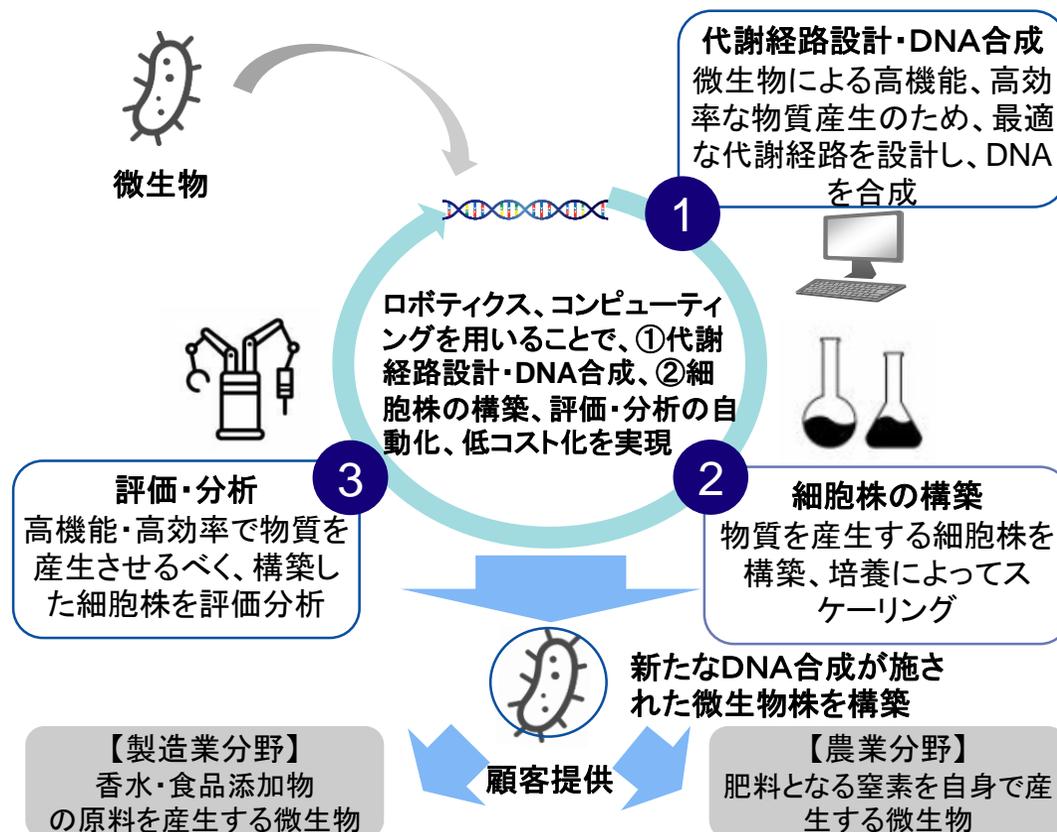
### Ginkgo Bioworksの概要

設立年	2008年
設立者	Austin Che, Barry Canton, Jason Kelly, Reshma Shetty, Tom Knight
従業員数	101-250
調達額 (資本金)	USD 429.1 Mil (2017年12月14日時点)
株主	Bill Gates、Viking Global investor、Vast venture等
パートナー	Bayer(独)、Cargill(米)、味の素(日)、ADM(米)、KERRY(アイルランド等)
保有設備	<b>Foundry1</b> ー独自のソフトウェアとロボティクス技術を用い、微生物株の製造(スクリーニングや小規模培養)を自動化 <b>Foundry2</b> ーFoundry1の2倍の設備規模であり、スループット能力は6倍。微生物株の製造をより早く、低コストで実現可能に <b>Foundry3(建設中)</b>

(出所)Crunch base、公開資料より みずほ銀行産業調査部作成

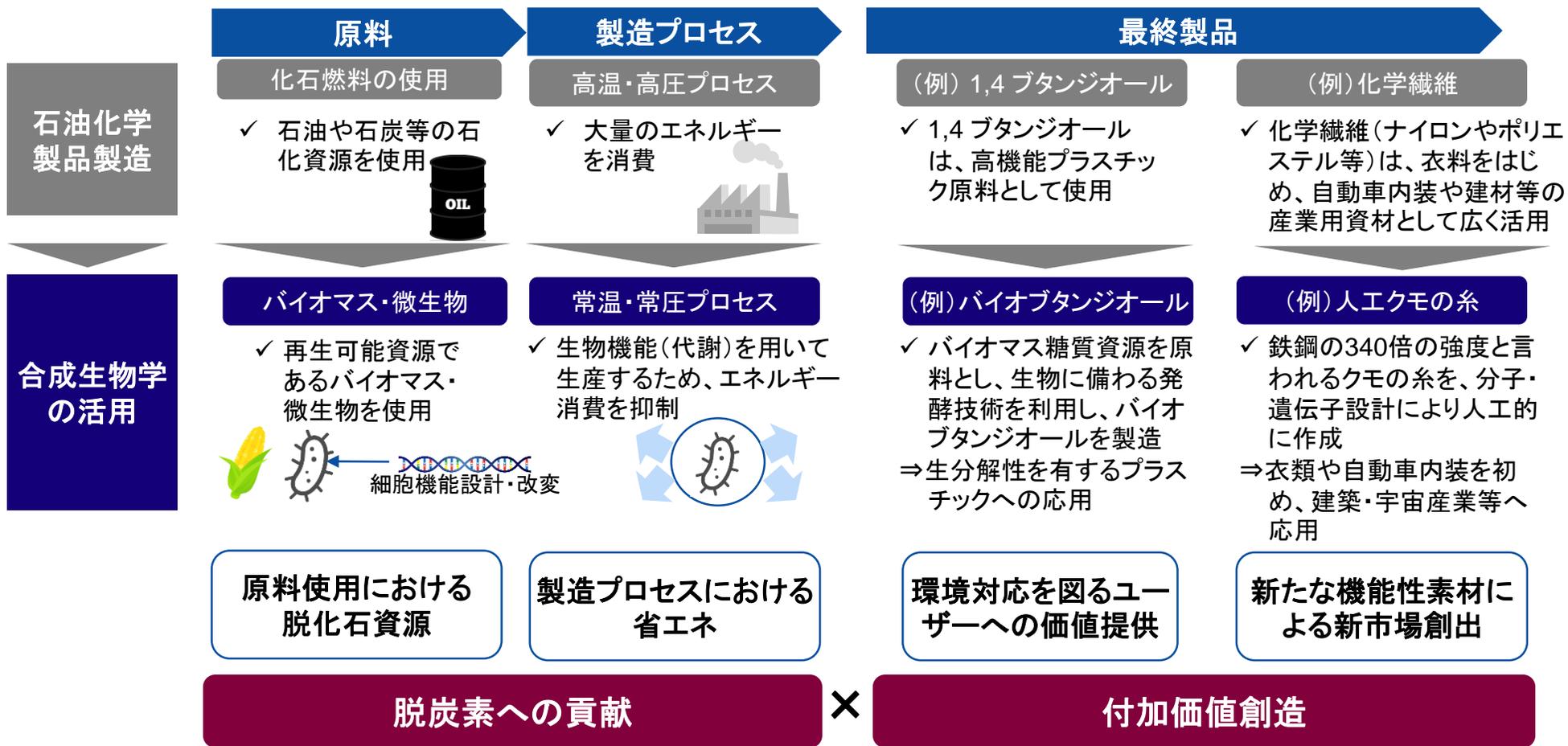
\*微生物の代謝経路の設計と遺伝子配列の合成を、最低限のゲノムしか持たない物質生産用に開発された微生物に施し、微生物の代謝経路から様々な化合物を生み出す技術

### Ginkgo Bioworksの事業概要



# 【素材】合成生物学は脱炭素に貢献し、付加価値を創出する“ゲームチェンジャー”

- 「合成生物学」のビジネスへの応用は、原料の脱石化、及び生産プロセスの省エネという点で脱炭素へ貢献するとともに、従来の化学合成では生み出すことが出来ない新たな素材を生み出す可能性を有する領域
  - － ゲノム解析・編集技術の革新・コスト低下を受け、足下で当該領域のビジネスが活発化

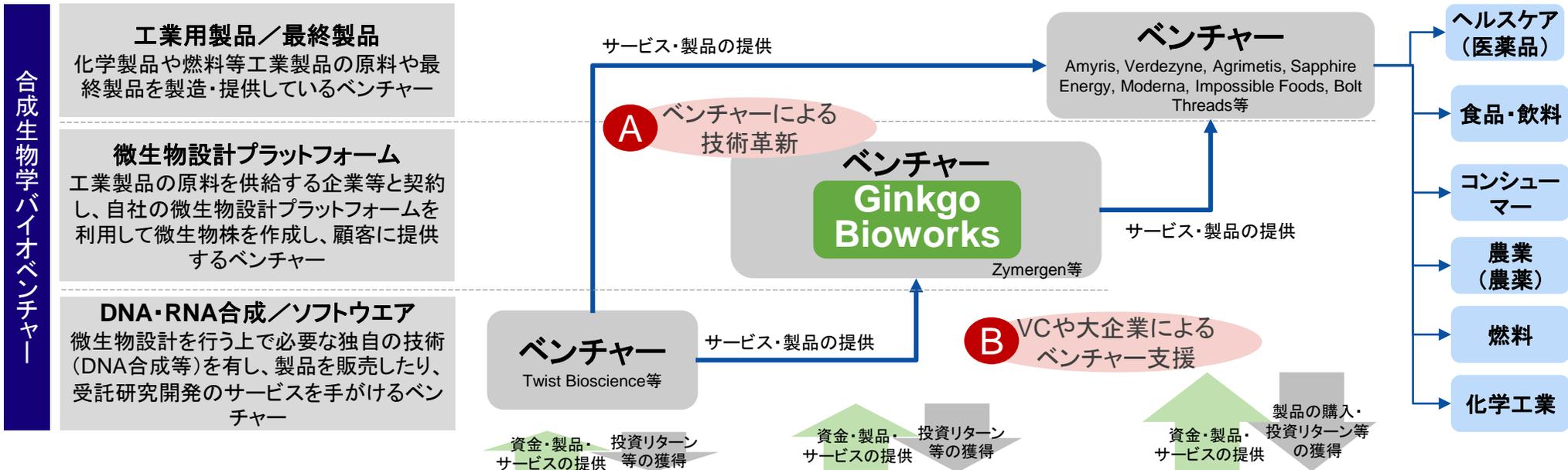


(出所)みずほ銀行産業調査部作成

## 【素材】Ginkgo Bioworksによる脱炭素化に向けた取組み

- 米国を中心に多数の合成生物学ベンチャーが勃興し、各ベンチャーの持つ技術を組み合わせたビジネス体系を形成
  - (A) 主に3つ(DNA・RNA合成、微生物設計プラットフォーム、製品化)の技術グループに分かれ、各専門領域に特化
  - (B) 化学、農薬企業等の化学製品サプライヤー、食品企業等の化学製品ユーザーに加え、IT企業による投資も増加

### Ginkgo Bioworksによる脱炭素化に向けた戦略的取組みイメージ



資金提供 及び 業務提携 (製品・サービス 購入)	VC
	外資企業
	日本企業

(例) Andressen Horowitz、Khosla Venture、KPCB、General Catalyst、Founders Fund 等
(例) マイクロソフト、google、DSM、Bayer、Syngent、Mosanto 等
(例) 味の素(Ginkgo Bioworksと業務提携)、Softbank(Zymergenへ出資)、クラレ(Amyris へ出資)等

(出所)各種資料よりみずほ銀行産業調査部作成

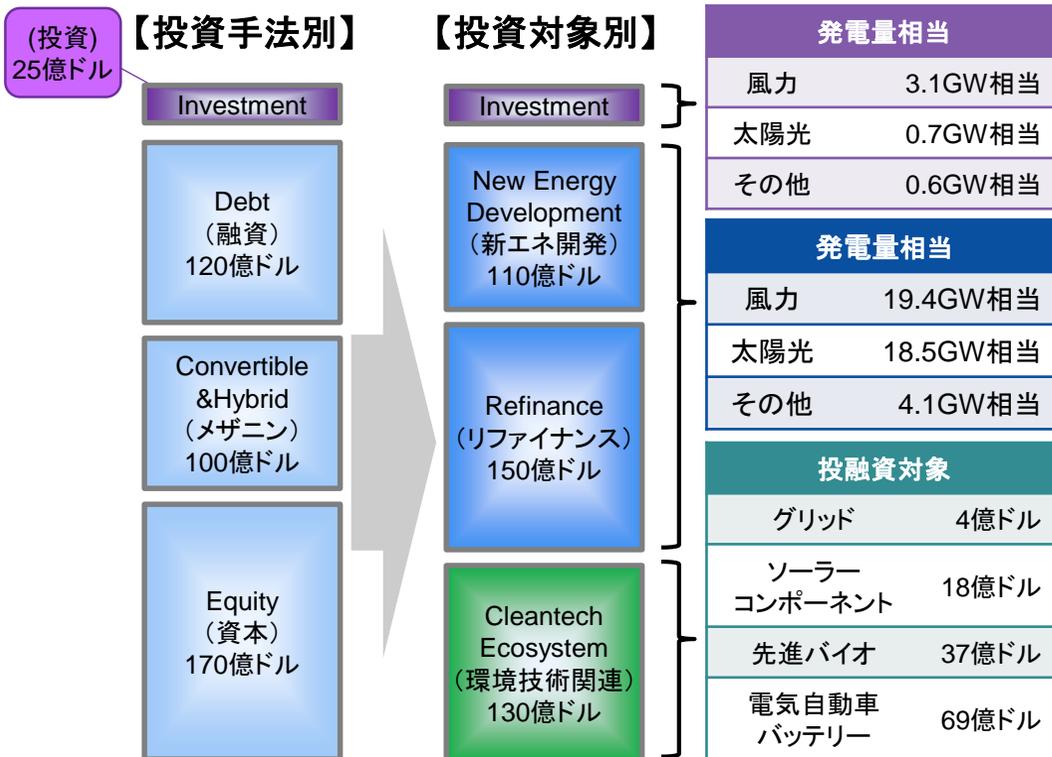
## 【金融】ゴールドマンサックスの企業概要

- ゴールドマンサックスは、投資銀行業務、証券業務、投資運用業務等を手掛ける米系金融機関
  - 2016年にクリーンエネルギーへの投融資実績が410億ドルを突破、2025年に1,500億ドルの投融資を目指す
  - 日本国内では2012年にジャパン・リニューアブル・エナジー出資設立し、2020年には総発電容量100万kWを計画

### ゴールドマンサックスのクリーンエネルギー関連投融資実績

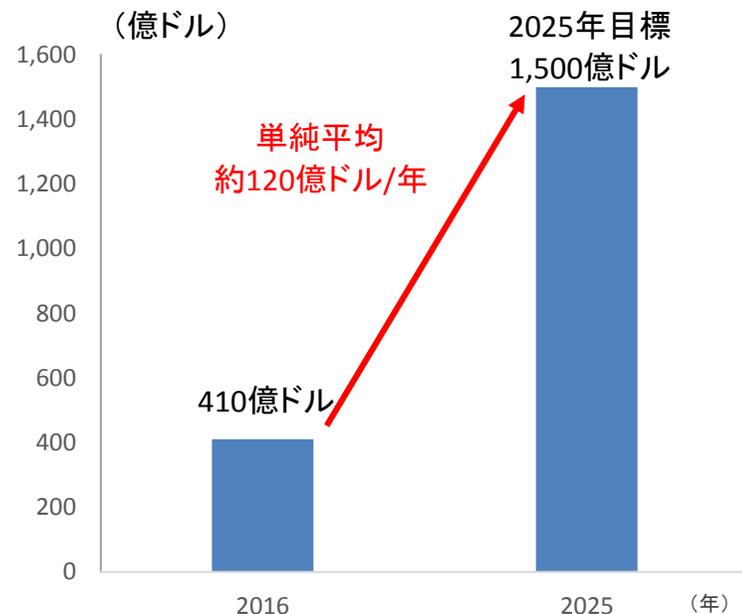
2012～2016年

クリーンエネルギー関連投融資：410億ドル（89社・案件）



### 2025年目標値(案件累計値)

2025年には1,500億ドルの投融資を目標  
単純計算年間120億ドル  
(≒総資産(2016年末)対比1.4%程度)



(出所) 当社IR資料等よりみずほ銀行産業調査部作成  
(注) 本集計は当社のクリーンエネルギー関連の定義に基づくものであり、「脱炭素」とは一部対象範囲が異なる可能性がある

## 【金融】ゴールドマンサックスの脱炭素化に向けた取組み

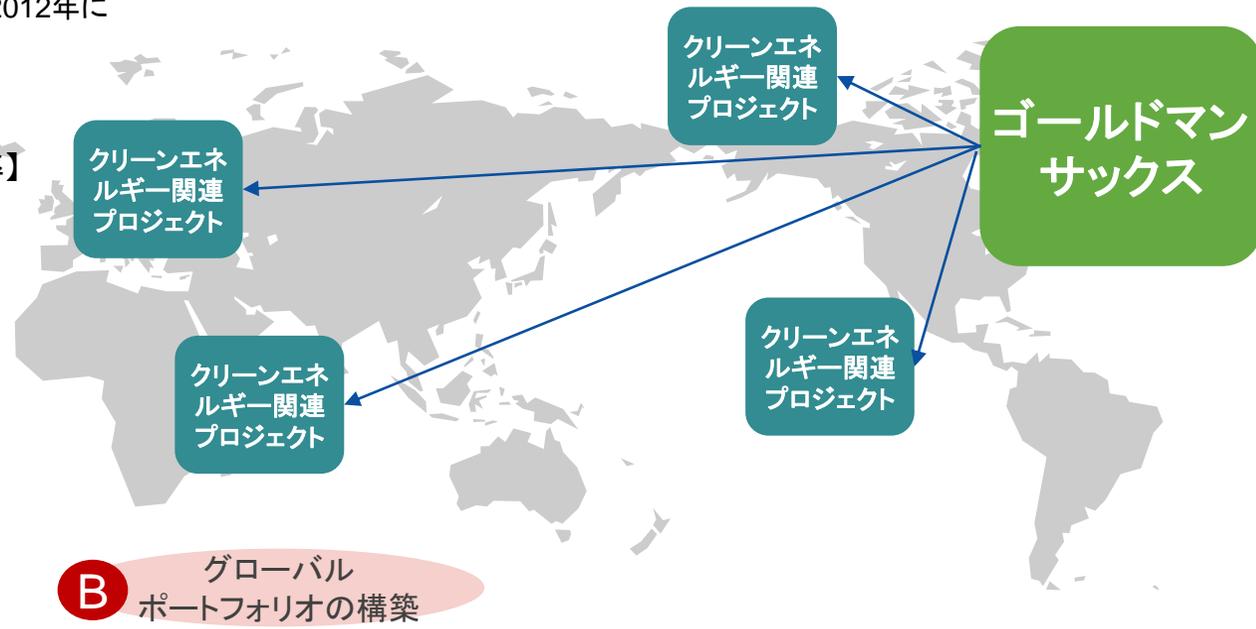
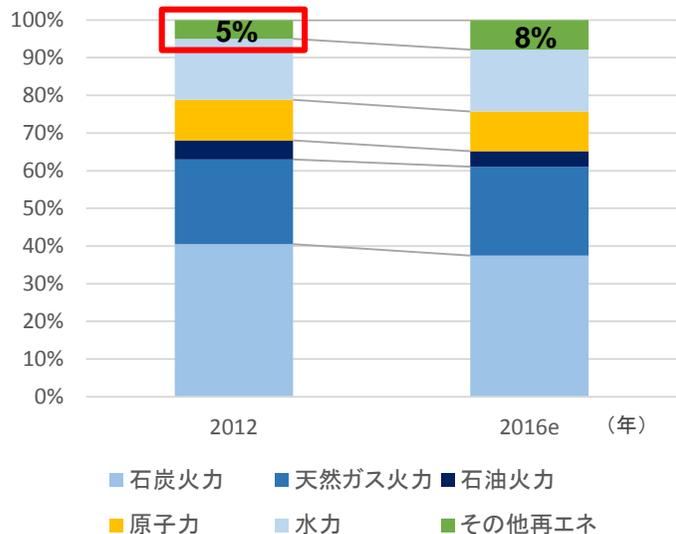
- ゴールドマンサックスは、再生可能エネルギー事業が世界的に拡大する以前から同事業へ投融資
  - － (A) 投融資実績が少ない事業のリスクをテイクし、先行者メリットを獲得
  - － (B) 2012年から4年間で、29カ国89案件に、国際分散投融資

### ゴールドマンサックスによる脱炭素化に向けた戦略的取組みイメージ

#### A リスクテイク

・世界の再エネ比率(水力を除く)が5%程度であった2012年に投融資を開始

【2012&2016年における世界の発電電力量構成比率】



#### B グローバルポートフォリオの構築

・29カ国89案件へ投融資

(出所) IEA, World Energy Outlook 2014, World Energy Outlook 2017等よりみずほ銀行産業調査部作成

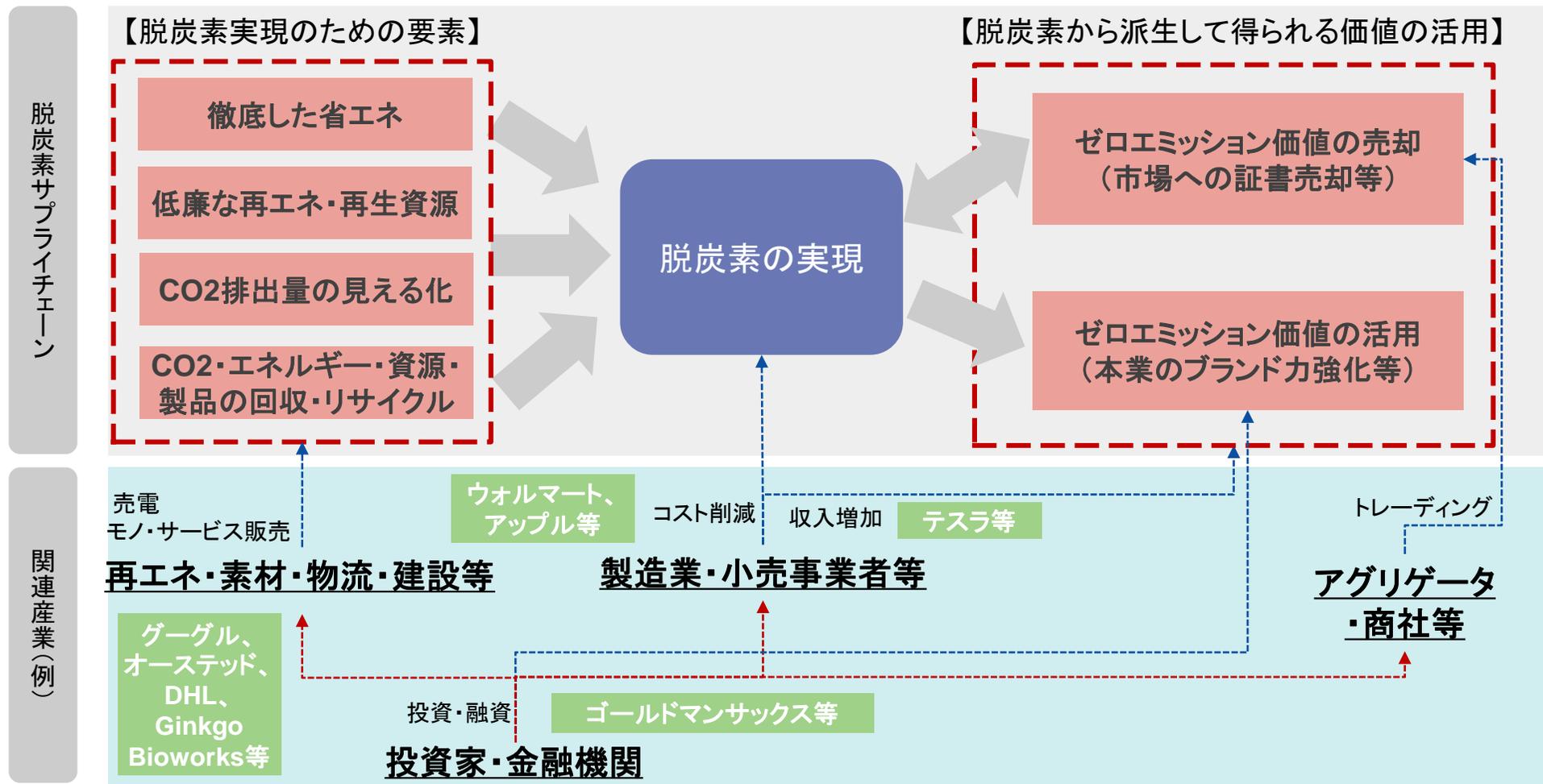
## 第三章 まとめ

### ～脱炭素化への日本産業の向き合い方～

# 脱炭素サプライチェーン ～多様な企業が支える脱炭素の実現～

- 脱炭素戦略を取る企業は、脱炭素実現にかかるサプライチェーンの多様なポイントにおいて事業性を確保

## 脱炭素サプライチェーンと関連産業

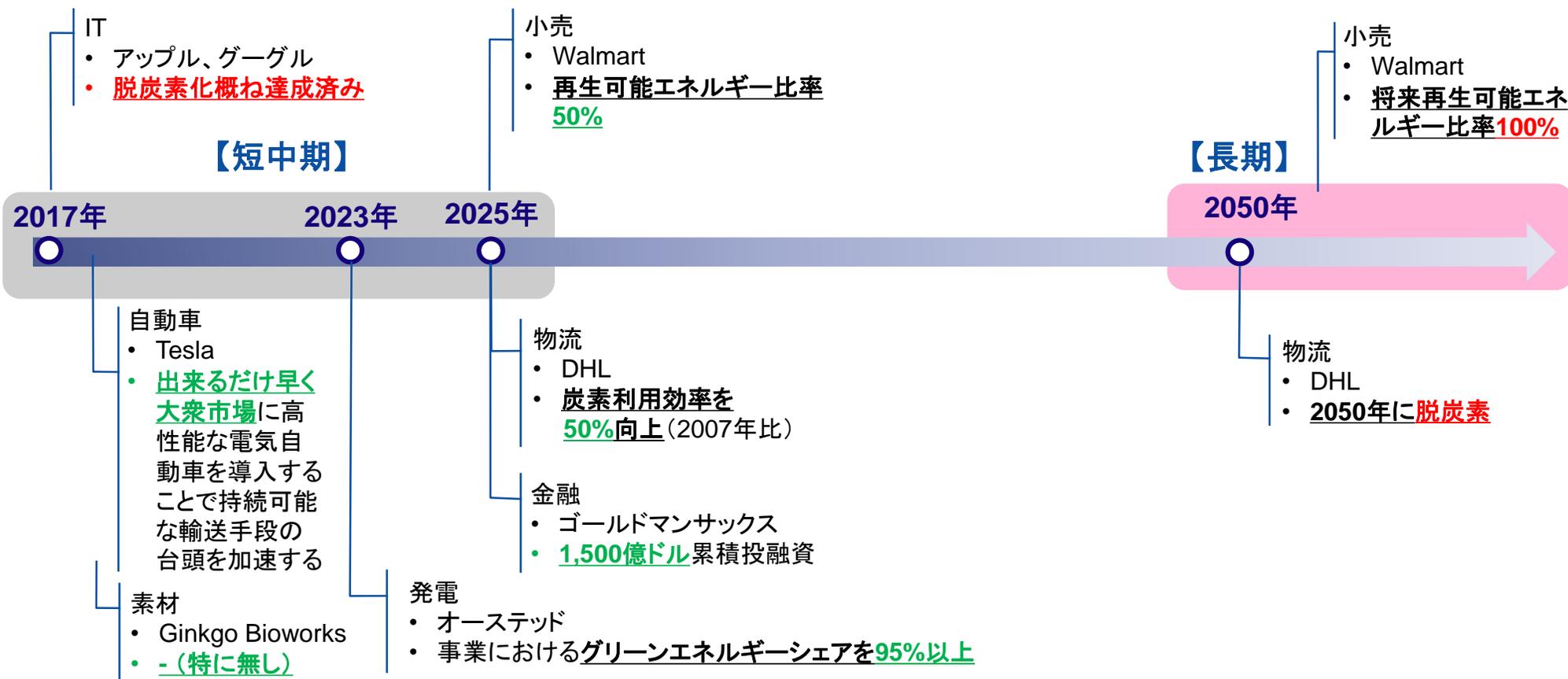


(出所)みずほ銀行産業調査部作成

# 企業の脱炭素化にかかるポイント(1/2) ～中期的な低炭素・長期的な脱炭素目標～

- 脱炭素化を進める各企業は、中期的には低炭素化の達成を目標とし、長期的に脱炭素化を目指す  
 — 時間軸を踏まえることで、事業性と環境性のバランスを図っているものと思料

## 脱炭素化にかかる各社のゴール・ロードマップ設定



(出所)各種資料よりみずほ銀行産業調査部作成

# 企業の脱炭素化にかかるポイント(2/2) ~脱炭素の戦略的活用方法~

- 各企業はスケールメリットの追求やCO2排出量の見える化等、脱炭素への取組みによって利益を確保

## 脱炭素化による利益確保のポイント

### 自社/サプライヤーの脱炭素化に取り組む事例

ウォルマート:  
スケールメリットによるコスト削減

- ・ 長期PPA締結等、バイヤーとしてのスケールメリット追求による、低価格での再生可能エネルギーの購入

### 自社/サプライヤーの脱炭素化に取り組む事例

アップル:  
省エネ提案、リサイクルによるコスト削減

- ・ サプライヤーのエネルギー利用の見える化・最適化や、リサイクルによるCO2排出量削減とコスト削減の同時達成

### 脱炭素化需要を取り込む事例

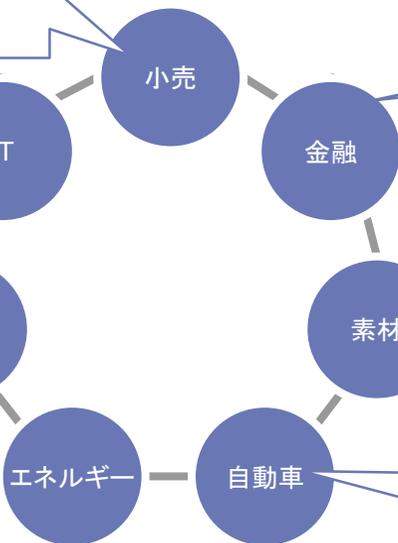
グーグル:  
自社の脱炭素化による売上増加

- ・ 自社技術による省エネ推進と、自社の脱炭素化を付加価値とした、本業サービスの展開推進

### 脱炭素化需要を取り込む事例

DHL:  
新商品による売上増加

- ・ 顧客への、当社事業(物流)にかかるCO2排出量の見える化・最適化サービスの提供



### 脱炭素化需要を取り込む事例

ゴールドマンサックス:  
投融資による売上増加

- ・ グローバルに環境関連ビジネスへの投融資・リスクテイク

### 脱炭素化需要を取り込む事例

GINKGO BIOWORKS:  
技術革新による売上増加

- ・ イノベーションによる、脱炭素を実現する商品の販売

### 脱炭素化需要を取り込む事例

テスラ:  
規制の活用による売上増加

- ・ EV販売で得たZEVクレジットの販売

### 脱炭素化需要を取り込む事例

オーステッド:  
スケールメリットによる売上増加・コスト削減

- ・ クラスタ形成による、セラーとしてのスケールメリットの追求による、低価格な洋上風力導入推進

(出所)各種資料よりみずほ銀行産業調査部作成

# 日本産業の脱炭素をめぐるSWOT

- 日本産業が、戦略的に脱炭素社会実現の流れを形成しつつ、事業性を確保するためには、強みの省エネや弱みの再生可能エネルギーを、いかに活用するかが重要に

## 脱炭素ビジネスにかかる日本産業のSWOT(仮説)

### 【Strength】

徹底した省エネ  
(エネルギー効率の高い設備の開発・運用技術力)

### 【Weakness】

再生可能エネルギーの活用  
(発電コストの高さ)

### 【Opportunity】

自社等の脱炭素化に取り組む  
事業者にとっての機会

国際的な  
脱炭素化技術の広がり

脱炭素化需要を取り込む  
事業者にとっての機会

ASEAN等でのエネル  
ギー需要の増加  
(脱炭素市場の広がり)

### 【Threat】

自社等の脱炭素化に取り組む  
事業者にとっての脅威

国境を越えて増大する  
ステークホルダーから  
の脱炭素要請

脱炭素化需要を取り込む  
事業者にとっての脅威

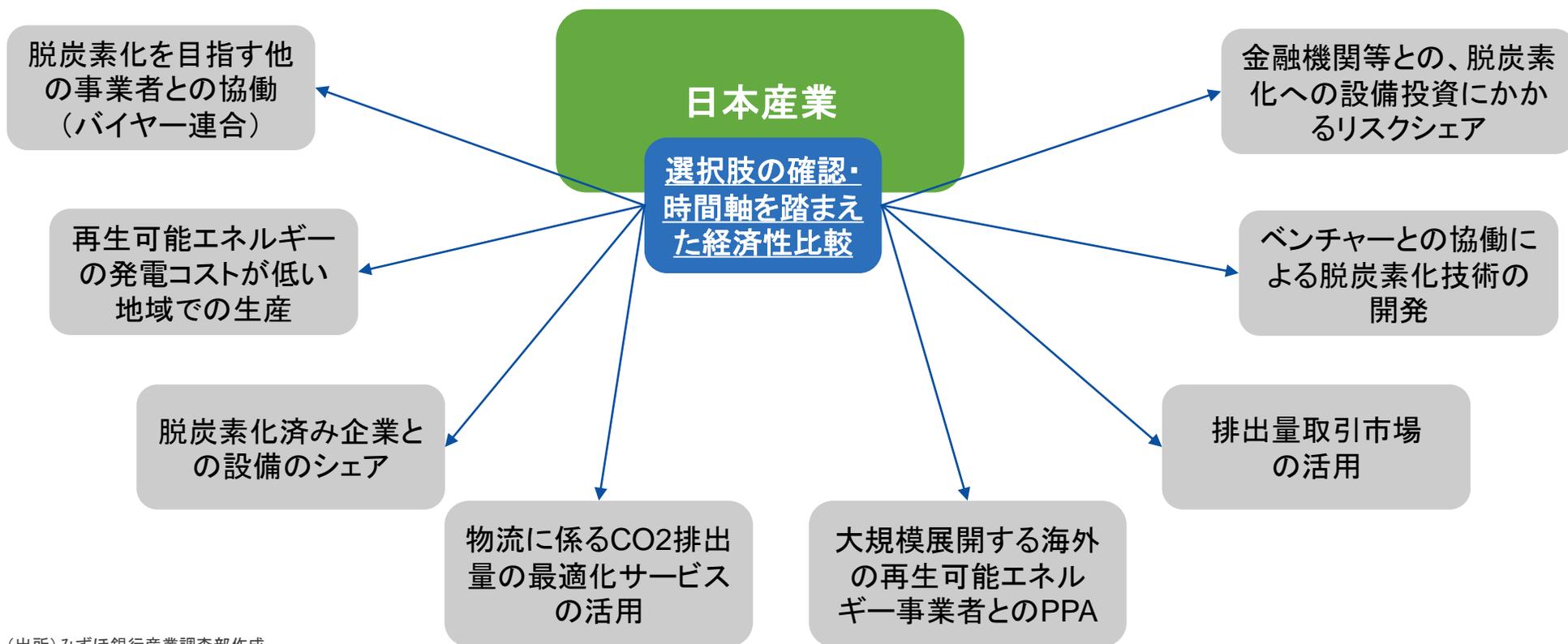
スケールメリット等を  
活かした、脱炭素関連  
事業者の国内市場参  
入・海外市場での競合

(出所)みずほ銀行産業調査部作成

## 日本産業に求められる脱炭素化への選択肢の確認と、時間軸を踏まえた比較

- 脱炭素化に向けては、多様な選択肢が存在
  - カーボンプライシングの浸透により、各選択肢の経済性を比較することが可能に
- 自社やサプライチェーンの脱炭素化を目指す日本産業は、地域、技術、他社との協働等、脱炭素化のための選択肢が多様にあることを確認した上で、時間軸も踏まえて、最適な取組みを選ぶことが重要

### 日本産業の自社/サプライチェーンでの脱炭素化を進めるための選択肢(例)



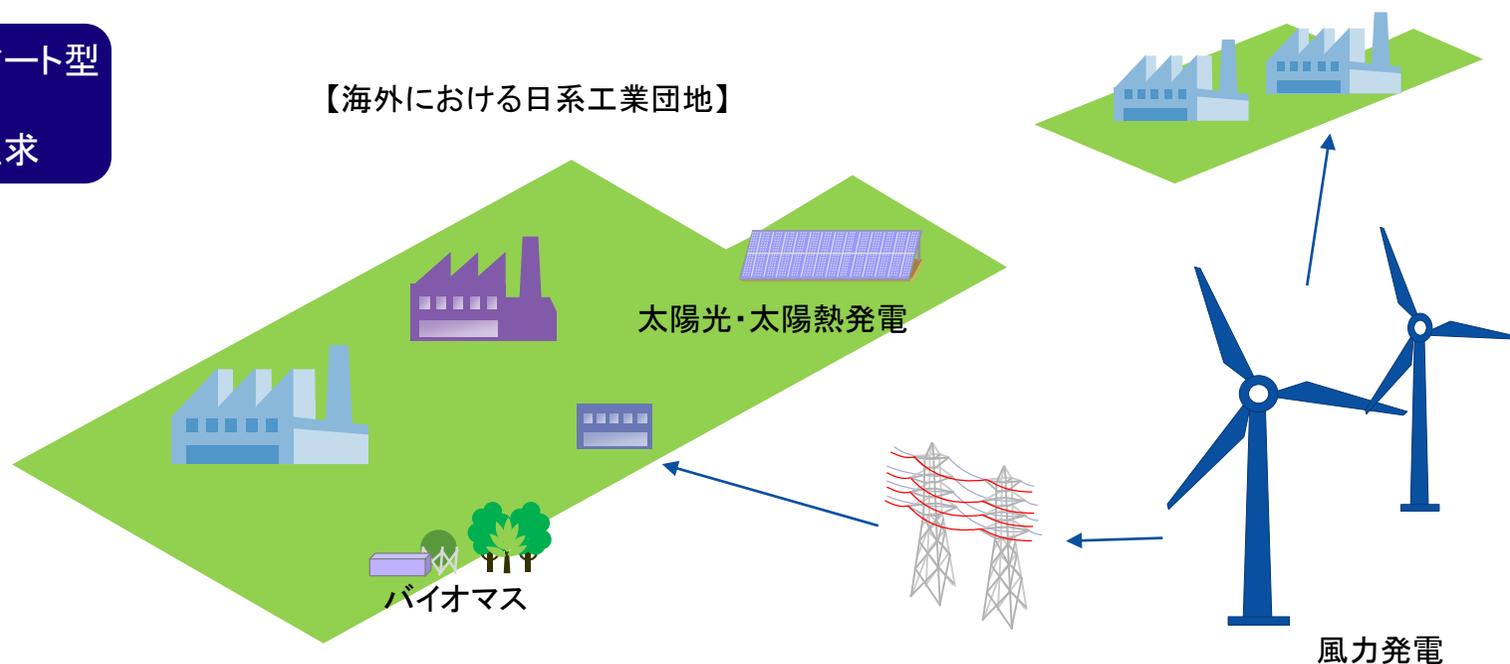
(出所)みずほ銀行産業調査部作成

## 【仮説①】日本産業に求められる脱炭素化関連ビジネスモデル・イノベーション

- ASEAN等での将来の脱炭素化ニーズを捕捉するにあたり、日本の製造事業者と日本のエネルギー事業者が協働して、日本の製造工場が多く立地するASEAN等の工業団地へ、直接再生可能エネルギーを供給
  - 安定した大口のエネルギー需要を持つ工業団地をバイヤーとし、再生可能エネルギーの事業性の向上を企図
  - 工業団地内の日本企業は、エネルギー調達における、安定性・経済性・環境性を確保
  - オンサイトの再生可能エネルギーと余剰エネルギーの融通を行う場合、工業団地内でのエネルギーレジリエンスを高めることができる可能性も

### 日本産業の機会×弱みを踏まえた今後の事業展開

【オーステッド／ウォルマート型  
脱炭素戦略】  
スケールメリットの追求



(出所)みずほ銀行産業調査部作成

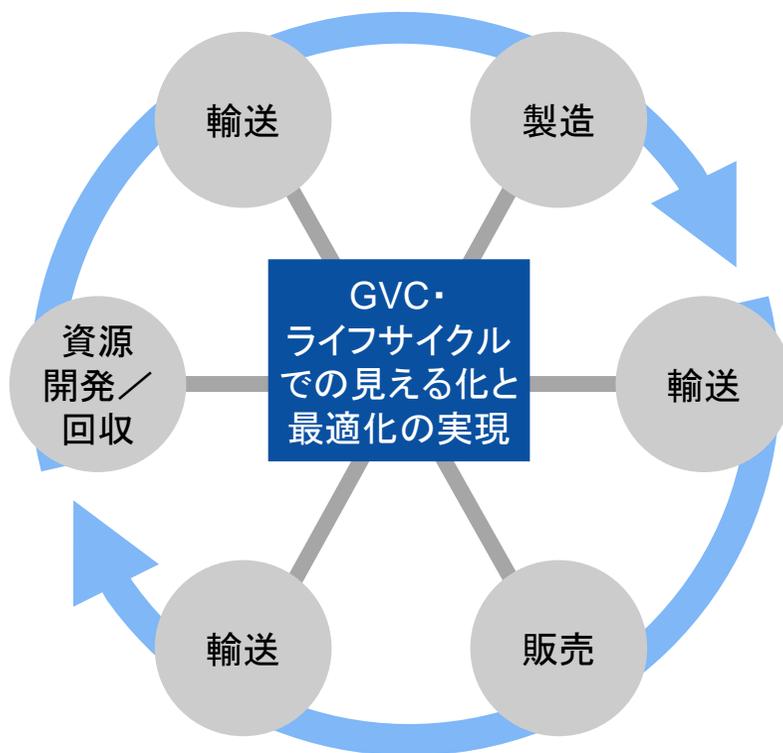
## 【仮説②】日本産業に求められる脱炭素化関連ビジネスモデル・イノベーション

- グローバルバリューチェーン(以下、「GVC」)が広がる中、世界中の企業にとって、製品のライフサイクルでのCO2排出状況を把握することがますます困難に
- 各企業が進めてきた省エネの取組みを、協働して、GVCベースで実現・最適化することで、日本産業独自の脱炭素化に向けた取組みが進展する可能性
  - 将来、製品ライフサイクルベースでの脱炭素化にかかるグローバルスタンダード形成をリードできる可能性

### 日本産業の機会×強みを活かした今後の事業展開

【DHL／アップル型脱炭素戦略】  
製品ライフサイクルでの見える化  
の実現

最適な製品・資源の回収、  
リサイクル方法の検討



グローバルな製造状況を踏まえたコスト面とCO2排出面での最適な製造方法の実現

コスト面とCO2排出面での最適な物流の実現

(出所)みずほ銀行産業調査部作成

## 【仮説③】脱炭素技術を日本の国際競争力へつなげるために～官民の役割分担～

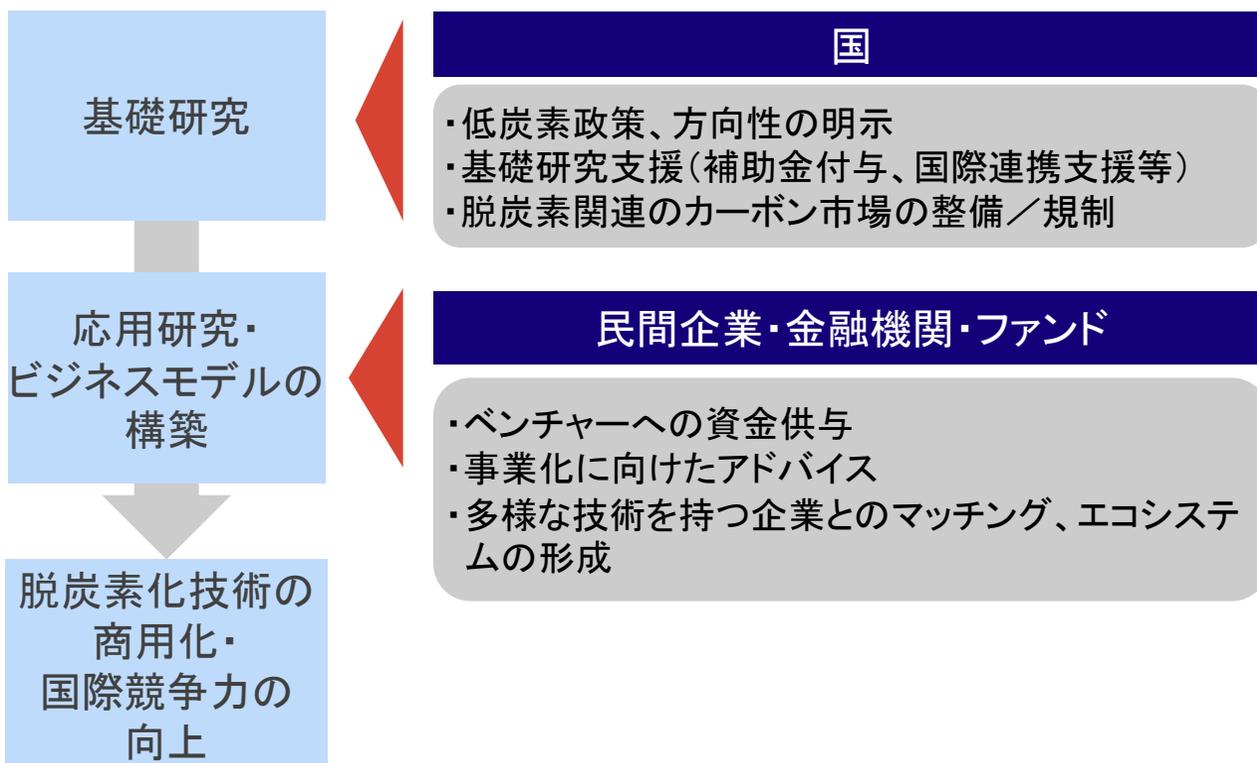
- 日本産業の脱炭素にかかる弱みを克服し、脅威を避けるためには、日本独自のイノベーションが求められる
- 日本企業が持つ脱炭素技術を商用化するためには、官民で連携してベンチャー育成等に取り組むことが求められるものと思料
  - － 国による脱炭素関連の事業環境整備と、民間企業等による資金供与・ビジネスモデル構築に向けたアドバイス等

### 日本産業の脅威×弱みを踏まえた 今後の事業展開

#### 【Ginkgo Bioworks型脱炭素戦略】 イノベーションによる脱炭素化推進

- ✓ 都市や複雑な地形においても、低い発電コストでの発電を可能とする、分散型再生可能エネルギー、蓄電・系統受け入れ技術や、それらを活用したZEB
- ✓ 持続的に大量生産が可能なバイオマス燃料開発等

### 脱炭素関連ベンチャー育成に向けた官民の役割



(出所)みずほ銀行産業調査部作成

(注)ZEBとは、Net Zero Energy Buildingの略。省エネ・再エネ等の活用により、年間の一次エネルギー消費量が正味(ネット)でゼロまたは概ねゼロとなるビル

資源・エネルギーチーム	山本 武人／野中 慎二／藤江 瑞彦／岡本 伊織	takehito.yamamoto@mizuho-bk.co.jp
事業金融開発チーム	山田 祐己	
流通・食品チーム	中川 朗	
テレコム・メディア・テクノロジーチーム	太田 英彦	
公共・社会インフラ室	川端 淳之	
自動車・機械チーム	竹田 真宣／田村 多恵	
素材チーム	元田 太樹／加古 惇也	
金融チーム	小西 祐輔	

Mizuho Industry Focus／207 2018 No.4

2018年4月5日発行

© 2018 株式会社みずほ銀行

本資料は金融ソリューションに関する情報提供のみを目的として作成されたものであり、特定の取引の勧誘・取次ぎ等を強制するものではありません。また、本資料はみずほフィナンシャルグループ各社との取引を前提とするものではありません。

本資料は、当行が信頼に足り且つ正確であると判断した情報に基づき作成されておりますが、当行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しては、貴社ご自身の判断にてなされますよう、また必要な場合は、弁護士、会計士、税理士等にご相談のうえお取扱い下さいますようお願い申し上げます。

本資料の著作権は当行に属し、本資料の一部または全部を、①複写、写真複写、あるいはその他の如何なる手段において複製すること、②当行の書面による許可なくして再配布することを禁じます。