

令和4年度地球温暖化・ 資源循環対策等に資する調査委託費 (2050年カーボンニュートラルの実現に向けた 産学官金連携の推進に係る分析・調査事業)

調査報告書 - 第1部：GX人材に係る調査

令和5(2023)年 2月28日



経済産業省

Ministry of Economy, Trade and Industry

エグゼクティブ・サマリー

1. "GX" とは

- マクロな構造転換だけでなく、**「守り」/「攻め」の両面から個別企業が自社を変革する「ミクロのGX」**も重要
- 日本企業はミクロのGXに果敢に取り組んでいるが、海外先進企業に比べると未だ初期フェーズに位置する事例も多く、**「人材ポートフォリオ」等の社内体制整備がひとつのボトルネック**となっている可能性がある

2. "GX人材"の要件

- ミクロのGXを推進する肝は、ルール/技術/ビジネス等の各側面で、**グリーンに関する外部情報**を知るだけでなく、**自社変革の道筋**を見極められる目を持つこと。すべてを備えた人材を求めるのではなく、**"グリーン外部情報(G)"系と"自社変革(X)"系の人材ポートフォリオ**を組むことが現実的

3. 育成・獲得 - 現状

- 欧米では、"G"・"X"人材共に、**育成機会が充分にあり、採用するためのマーケットも機能**。先進企業では、**全社的に円滑な推進体制を構築**。一方、一般的な日本企業では、**プロパー(既存)人材が独学で速習しつつGX推進をリード**。また、**"G"・"X"人材共に育成機会はまだ充分ではなく、採用のマーケットも機能していない**

4. 育成・獲得 - 課題

- X人材は、プロパー社員を中心に対応を進めることはある意味合理的であり、一律に専門人材の**中途採用を拡大すればよいというものではないが**、漸進的な変革に向けて、**プロパー社員のマインド/スキルは、OJTの枠を超え、政策的に強化すべき**。また、G人材は、**中途採用の拡大、それに向けての育成機会の拡充**はあると良い

5. 育成・獲得 - 対策(案)

- このため、①**B2Bリスティング支援サービスの拡大**、②**政府独自の育成プログラム開発**、③**産学官連携プログラムの提供**、④**G人材育成プログラムの拡充支援**等の政策手法を組み合わせ、一般社員からミドルマネジメント層、トップマネジメント層に至るG人材及びX人材の多層的な育成を検討すべきではないか

1. "GX" とは

"GX（グリーン・トランスフォーメーション）" とは

GXには、「マクロ」/「ミクロ」の二種類の構造転換が存在。マクロな構造転換だけでなく、個別企業の自社変革も重要

- マクロのGX：脱炭素に伴い、経済社会やそれぞれの産業の構造を転換
- ミクロのGX：マクロのGXと軌を一にして、**個別の企業が自社の在り方や事業の方針を作り替える**

ミクロのGXには、目指す目標によって「**守り**」/「**攻め**」がある

- 守りのGX：規制や要請に応じて、自社の排出削減を進める
- 攻めのGX：脱炭素需要を取り込み、新規事業展開等により事業を拡大する
 - なお、両者を兼ねて「守りながら攻める」場合も存在

我が国企業における現状と課題

我が国企業は果敢にGXに取り組んでいるものの、海外の先進企業に比べると、未だ**初期フェーズに位置する事例も多い**

- 「守り」のために求められる開示・目標設定は順調なものの、実際の削減実行には目途が付けられてない
 - 削減目標は設定されているが、実行計画がない
 - 事業ポートフォリオまで踏み込んだ検討は進めづらい
 - 実行に向けた社内体制・組織の整備が追い付かない
- 取組が「守り」に偏り、「攻め」のGXが手薄になっている
 - ルールメイキングには意識も手も回らない
 - 新規事業の展開が注力領域となっていない

こうした我が国企業の現状の背景として、**「人材ポートフォリオ」等の社内体制整備がひとつのボトルネック**となっている可能性がある

2. "GX人材" の要件

企業が備えるべき "GXスキルセット"

ミクロのGXを推進する肝は、グリーンに関する外部情報と併せ、自社変革の道筋を見極められる目を持つこと

- A) パーパス
 - 世界の潮流を踏まえてGXの重要性に納得し、自社と社員ひとりひとりの理念へ落とし込む
- B) ルール
 - GXに向けて、企業には何が求められ、何が認められるかを定めたルールに精通する
- C) 技術 :
 - GXを促進する外部技術と併せ、変革の対象となる社内の技術（プロダクト/サービス）を把握する
- D) ビジネス
 - CPやクレジット等の新たなメカニズムを踏まえ、GXによる既存事業への事業・財務上の影響を理解する

GX人材ポートフォリオ ("G人材" と "X人材")

すべてを備えた人材ではなく、"グリーン外部情報(G)" 系と "自社変革(X)" 系の人材ポートフォリオを組むことが現実的

- 1) "G"人材（GX推進・サステナ部門）
 - GX特有のルール/技術などを深く理解し、"X"人材と連携して社内の文脈に翻訳をしながらGX推進をリード
- 2) "X"人材（トップ）（経営者・トップマネジメント）
 - 脱炭素の重要性/世界的な潮流(背景)を十分に理解し、トップとして自社経営のトランスフォーメーションを推進
- 3) "X" 人材（攻め）
（商品開発部門・R&D部門のミドルマネジメント）
 - 自社の技術・ビジネスを深く理解し、新規事業の創出など、社会に向けたトランスフォーメーションを仕掛ける
- 4) "X" 人材（守りのミドルマネジメント）
（生産・調達部門のミドルマネジメント）
 - 自社の技術・ビジネスを深く理解し、脱炭素目標の達成に向け、既存事業のトランスフォーメーションを推進

3. GX人材の育成・獲得 - 現状

欧米先進企業における取組の事例

欧米では、GX推進にあたって各5類型の人材の獲得・育成機会が充分。全社的に円滑な推進体制を構築し、GXを推進

プロパー(既存)/中途、“X”人材・“G”人材共に、GX推進を学ぶ社内外の機会が充分にあり、“トップX人材”や“G人材”を採用するためのマーケットも存在し機能している

- 社外育成：大学等の専門機関で、ルール/技術/ビジネスのバランスを取った専攻コース・学位等が見受けられる
- 社内育成：独自に専門家と連携、もしくはB2Bの研修作成企業と連携して、自社文脈を踏まえた研修を幅広く開発
- 人材獲得：Xに強みを持つ人材へのリーチ/獲得が容易。G人材も、オンラインPFや紹介企業が機能し簡単にリーチ・獲得が可能
- 人材交流：ロビングに強みを持つ人材を活用しながら、国際会議/業界団体の場などで、オープンに会話し十分な情報交換・関係構築を実現

我が国企業における取組の傾向

日本では、プロパー(既存)人材が独学で学びながら、GX推進をリードする傾向。全社的な体制構築は、不十分

脱炭素専門家が学術・技術の領域に閉じ、企業でGX推進を任される人材が学びを得る機会が無く、かつ必要となる人材を採用するためのマーケットも機能していない

- 社外育成：大学等の専門機関のコースは、エネルギーや環境の技術を起点にし、開発に重きを置くものが中心で社会人には門戸がひらかれていない
- 社内育成：外部研修プログラムは、質・量ともに限定的であり、プロパー社員が独学で速習して対応
- 人材獲得：Xに強みを持つ人材の採用・育成が困難。G人材も人事サイクルの一環であり、GXに特化した人材を採用するという機運・ニーズも乏しい
- 人材交流：プロパー人材が対応することで、国際会議でのプレゼンスが不足。国内業界団体では、独禁法や企業秘密の観点からオープンな会話は少ない

4. GX人材の育成・獲得 - 課題

国内外ギャップの要因

X人材に関しては、我が国企業がプロパー社員を中心に対応を進める現状はある意味合理的な対応であり、一律に欧米事例を模倣して専門人材の中途採用を拡大すればよいというものではない

- そのもののベースとして、メンバーシップ型雇用や、企業内OJTを前提とした構造は根強く存在し、業種や個社の状況を問わず無暗に中途採用を拡大してもワークしない
- 加えて、業界や個社によっては、「GXはDXと異なり、オペレーショナルな改善で足りる」という認識にあり、それは一面で真実でもある

一方で、G人材に関しては、質・量ともに人材が不足し、人材マーケットへのアクセスが限定的である状況だが、中途採用の拡大の余地もある

- G人材は、求められるスキル（ルール理解）が一定明確。ルールを押さえた上で、各部署と連携して進めることができれば、GX推進にあたってワークすることができる

対応の方向性

X人材については、漸進的な変革では「守り」/「攻め」とも将来限界に直面する可能性があり、プロパー社員のマインド/スキル強化については、OJTの枠を超え、政策的に強化すべきではないか

- オペレーショナルな改善から、プロダクト / ビジネスモデル / 事業そのものの見直しが必要になるフェーズへのシフトは、どの業界でも起こり得る
- その際、OJTによるプロパー社員育成のみでは、新規事業立上げや既存事業の抜本変革に踏み込みづらくなることが予想される

G人材は、外部獲得が急務となる業界があることを踏まえ、トップマネジメント層を中心に、G人材を質・量ともに拡充するための育成機会の確保にむけた支援が必要ではないか

- ルール・技術素養をもつ人材が少ない業界では、G人材として機能できる人材が不足し、外部からの補充ができないと、攻め・守り共にGX推進が困難となることが予想される

5. GX人材の育成・獲得 - 対策（案）

対応策-即効性重視

企業の“X人材”・“G人材”・一般社員層に対して即効性のある対応策が有効となる見込み

A) 産学官連携プログラムの提供

（トップマネジメント層のX人材/G人材＋その候補）

- 一定期間仕事を離れ、基礎に加えて最先端のルール形成、技術動向、将来シナリオ等、ハイクラスな知見を習得する機会を提供し、トップ層のGXの重要性/進め方理解を促進

B) 政府独自の育成プログラム開発

（ミドルマネジメント層のG人材/X人材）

- 夜間や週末の受講が可能な講座で、GX関連業務の実務を学ぶことで、現場の即戦力であるG人材・X人材に対して、GXのリードにあたって必要な知識や実践力の習得を促進

C) B2Bリスティング支援サービスの拡大（一般社員）

- 体系的に基礎知識を得られるカリキュラムの裾野を広げ、一般社員向けのGX意識の醸成、ルール・汎用技術等の基礎知識習得を促進

対応策-中長期視点

加えて、中長期的な視点から、“G”人材を育成し、量的・質的な不足への対応策を打っていくことも有効ではないか

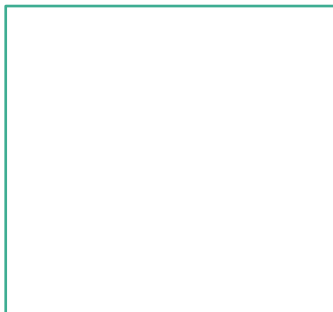
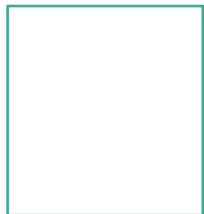
D) G人材育成プログラムの拡充支援

（GXの専門家を志望する全ての人）

- 大学生～リスク希望の社会人も対象に、基礎から実践まで体系的に学習することで、専門性の高い“G人材”を育成できる学位等を提供し、G人材の量的・質的な拡大を促進

Agenda

- 1. "GX" とは
- 2. "GX人材" の要件
- 3. GX人材の育成・獲得 - 現状
- 4. GX人材の育成・獲得 - 課題
- 5. GX人材の育成・獲得 - 対策（案）



1. "GX" とは

"GX（グリーン・トランスフォーメーション）" とは

GXには、「マクロ」/「ミクロ」の二種類の構造転換が存在。マクロな構造転換だけでなく、個別企業の自社変革も重要

- マクロのGX：脱炭素に伴い、経済社会やそれぞれの産業の構造を転換
- ミクロのGX：マクロのGXと軌を一にして、**個別の企業が自社の在り方や事業の方針を作り替える**

ミクロのGXには、目指す目標によって **「守り」/「攻め」** がある

- 守りのGX：規制や要請に応じて、自社の排出削減を進める
- 攻めのGX：脱炭素需要を取り込み、新規事業展開等により事業を拡大する
 - なお、両者を兼ねて「守りながら攻める」場合も存在

我が国企業における現状と課題

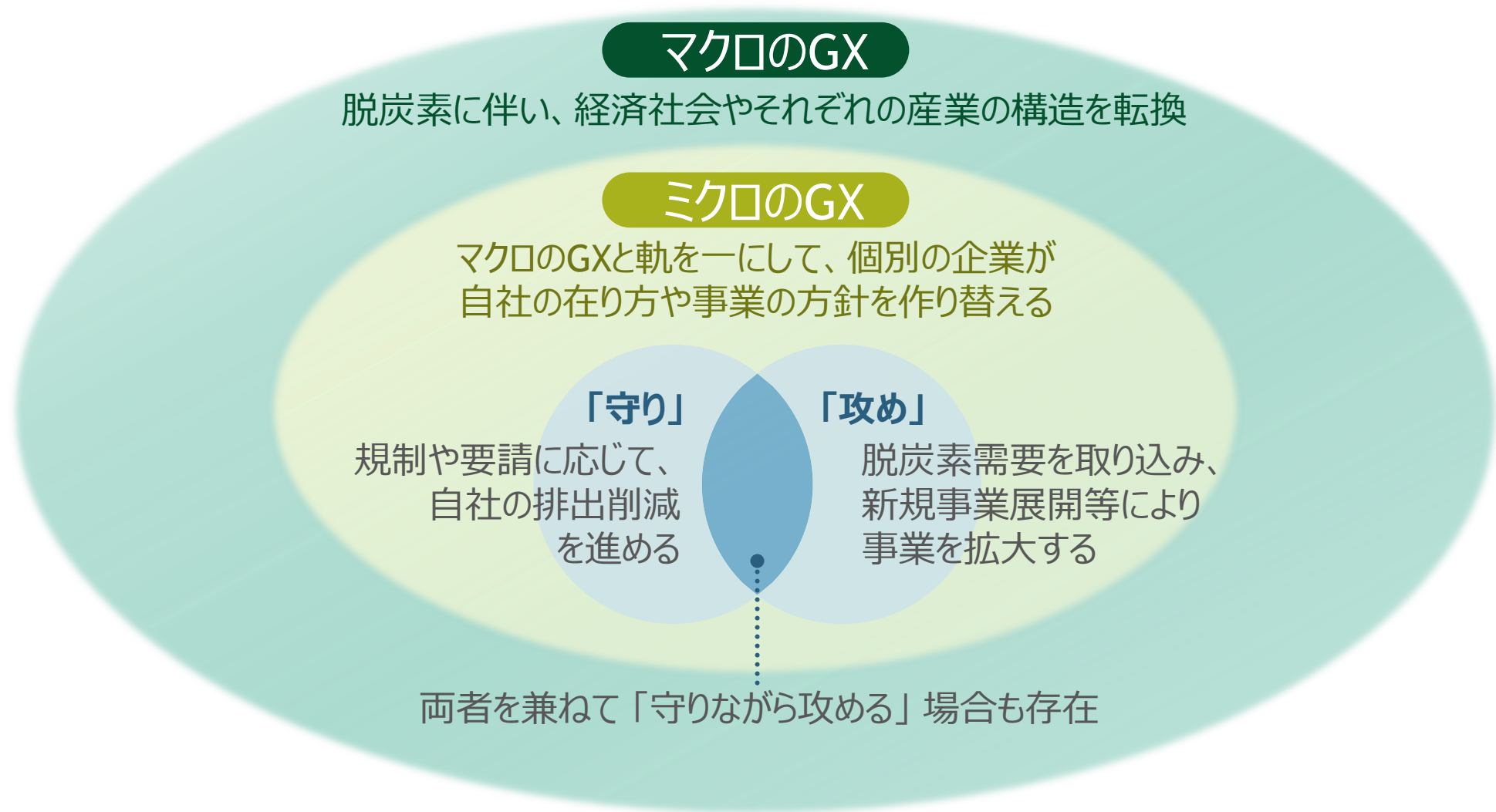
我が国企業は果敢にGXに取り組んでいるものの、海外の先進企業に比べると、未だ**初期フェーズに位置する事例も多い**

- 「守り」のために求められる開示・目標設定は順調なものの、実際の削減実行には目途が付けられてない
 - 削減目標は設定されているが、実行計画がない
 - 事業ポートフォリオまで踏み込んだ検討は進めづらい
 - 実行に向けた社内体制・組織の整備が追い付かない
- 取組が「守り」に偏り、「攻め」のGXが手薄になっている
 - ルールメイキングには意識も手も回らない
 - 新規事業の展開が注力領域となっていない

こうした我が国企業の現状の背景として、**「人材ポートフォリオ」等の社内体制整備がひとつのボトルネック**となっている可能性がある

GXには、「マクロ」 / 「ミクロ」の二種類の構造転換が存在

マクロ / ミクロのGX



脱炭素経営の徹底（ミクロのGX）には、3つの視点が重要

「守り」= リスクの回避

「攻め」= チャンスの取込み + リスクの転換

既存事業

新規事業

1

要件を充たす

既存事業における工夫・
洞察により、ステークホルダー、
特に政府から求められる
想定要件をクリアする



2

競争優位を築く

カーボンニュートラルの動きを
捉えて**既存事業**領域を進化させ、
成長及び競合優位性の
構築を実現する



3

新しい 事業機会を捉える

他企業・消費者の
カーボンニュートラル実現に
貢献する
新規事業に参入する



カーボンニュートラル経営成熟Level 診断の調査概要

調査期間

- 2022年8月～10月

診断対象企業

- 東証プライム上場企業231社を診断
(加えて、「まだ検討段階のため詳細回答を控える」と回答した企業が数十社存在)

調査の背景・目的

- カーボンニュートラル(CN)実現に向けた取り組みが地球規模で加速する中、企業の経営陣には複雑かつ不確実な事業環境下での、難易度の高い意思決定が求められている
- この調査では、カーボンニュートラル経営への取り組みの成熟レベルを網羅的・統合的に分析・評価し、こうした状況下にある経営者・経営陣の戦略/施策検討にお役立ていただくことを目指す

調査項目

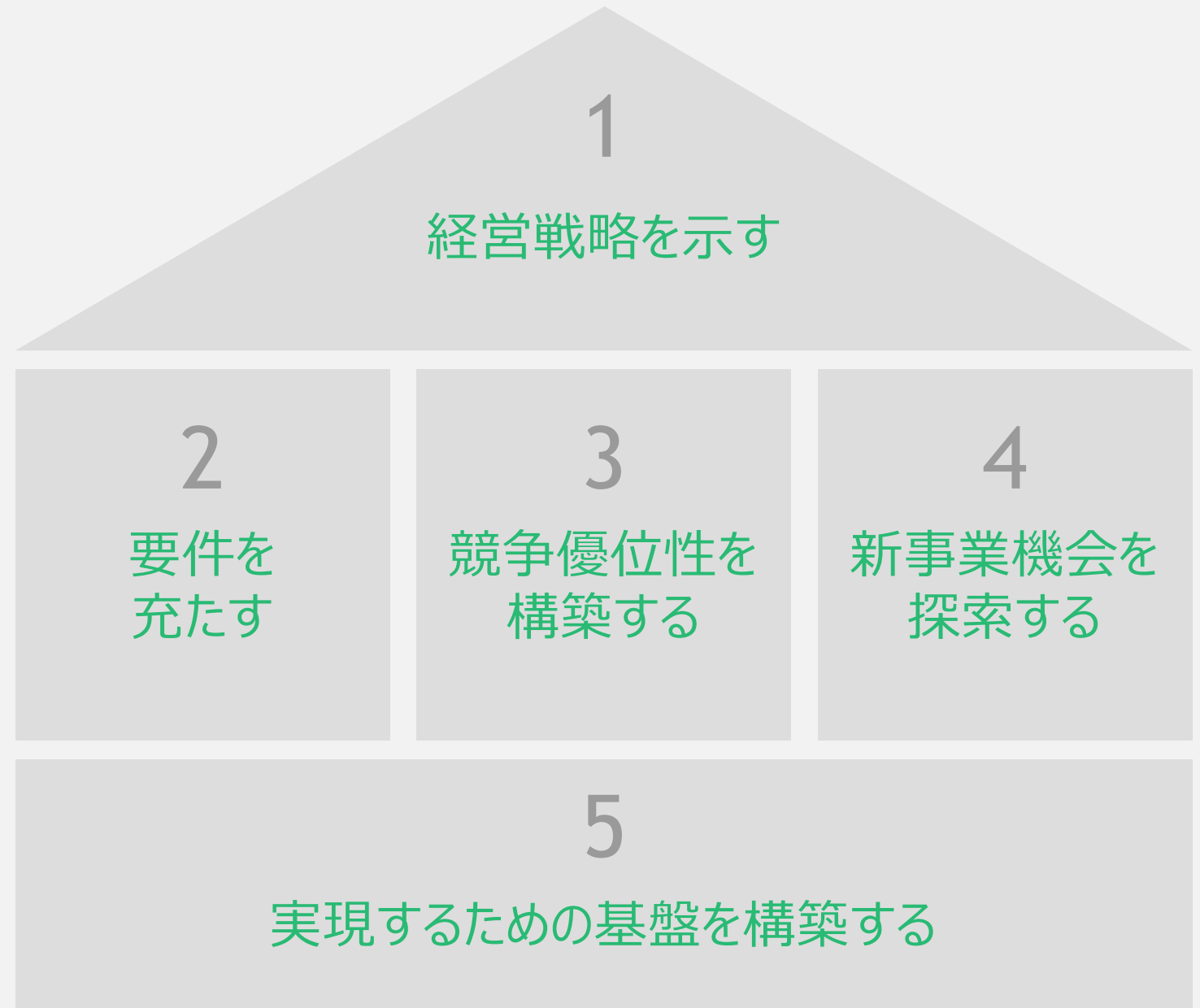
- BCGカーボンニュートラル経営のフレームワークを基に、以下5つの観点における31の評価項目を整備
 - 1. 経営戦略を示す、2. 要件を充たす、3. 競争優位性を構築する、4. 新事業機会を探索する、5. 実現するための基盤を構築する
- それぞれの評価項目について、4段階での成熟度合いで評価を行う
 - レベル 1: CN経営への準備・部分的着手段階、レベル 2: CN化への取り組みに全社的に着手、レベル 3: CN化に向けた取り組みを加速、レベル 4: CN経営のフロントランナー

出所: ボストン コンサルティング グループ「カーボンニュートラル経営の成熟レベル診断」(2022年8月～10月実施)

Copyright © 2022 by Boston Consulting Group. All rights reserved.

5つの観点から、 カーボンニュートラル 経営の取り組み レベルを評価する

BCGカーボンニュートラル・
インデックスのフレームワーク



出所: ボストン コンサルティング グループ「カーボンニュートラル経営の成熟レベル診断」(2022年8月～10月実施)

BCGカーボン ニュートラル・ インデックスの 31評価項目



1: カーボンニュートラル

2: 温室効果ガス

出所: ボストン コンサルティング グループ「カーボンニュートラル経営の成熟レベル診断」(2022年8月～10月実施)

31評価項目の定義 (1/2)

1 経営戦略を示す	ビジョン/ ミッション/ パーパス	1-A ビジョンとカーボンニュートラルの 関係の明確化	自社のビジョン/ミッション/パーパス等と、カーボンニュートラル・サステナビリティとの関係が明確化されている
		1-B 大方針の策定	自社のビジョン/ミッション/パーパスで目指す環境・社会面での貢献の実現に向けた骨太な大方針が策定されている
		1-C 経営陣からの発信	経営陣が、自身の言葉で、カーボンニュートラル社会に向けた自社戦略をステークホルダーに語っている
	事業環境 分析	1-D シナリオプランニング	カーボンニュートラルに向けた将来シナリオプランニングを実施し、中期的なリスクとチャンス洗い出している
		1-E 競合	競合他社のカーボンニュートラル化に関する動向を調査・分析し、自社の経営戦略へ反映している
		1-F 政策	カーボンニュートラル化に関する政策動向を調査・分析し、自社の経営戦略へ反映している
		1-G 技術	カーボンニュートラルに関する新たな技術/ソリューション動向を調査・分析し、自社の経営戦略へ反映している
	経営戦略	1-H 事業ポートフォリオ	カーボンニュートラル化を見越した事業ポートフォリオの再構築に取り組んでいる
		1-I 技術戦略	カーボンニュートラルに関する全社的な技術戦略・R&D戦略が策定されている
		1-J ルールメイキング	カーボンニュートラル社会へ貢献するため、業界全体または業界横断的な連合をリードするような立場で、政策提言やルールメイキング支援を実施している
		1-K 投資家戦略	カーボンニュートラル化の取り組みについて、資本市場（投資家、金融機関等）に対して戦略的なコミュニケーションを実施できている
2 要件を 充たす		2-A GHG削減目標	カーボンニュートラルに向けた自社GHG削減目標を明確化している
		2-B GHG排出量測定	自社のGHG排出構造を理解し、GHG排出量（スコープ1・2・3）を測定・可視化できている
		2-C GHG削減計画・ロードマップ	GHG削減目標に向けたGHG削減計画・ロードマップを具体化できている
		2-D 対外コミュニケーション	GHG削減計画および進捗を外部に開示（TCFD・統合報告書等）している

31評価項目の定義 (2/2)

3 競争 優位性を 構築する		
	3-A 既存事業の環境変化把握	カーボンニュートラル社会の到来による既存事業の競争環境変化の想定を経営陣の中で共有できている
	3-B 既存事業の変革戦略	カーボンニュートラルに向けて既存事業を強化・変革する事業戦略を検討している
	3-C エコシステム・パートナー	既存事業の環境変化に合わせた新規エコシステム構築やパートナーとの連携に取り組んでいる
4 新事業 機会を 探索する	3-D 顧客への働きかけ	カーボンニュートラルに向けて顧客へ行動変容を促している
	4-A 新規領域の特定	カーボンニュートラル社会の到来により生まれる、自社が狙うべき有望な新規領域・成長領域を特定している
	4-B 新規事業戦略	カーボンニュートラルに向けて新規領域・成長領域を獲得するための事業戦略を構築している
	4-C エコシステム・パートナー	新規領域・成長領域を獲得するため、新規エコシステム構築やパートナーとの連携に取り組んでいる
5 実現する ための 基盤を 構築する	4-D 新規領域へのリソース確保	カーボンニュートラルに関連した新規領域に対して、経営リソース (財源、人材) を配賦している
	5-A 組織体制	カーボンニュートラル化を推進できる組織体制が整備されている
	5-B 人材ポートフォリオ	カーボンニュートラル化を推進できる人材ポートフォリオが構築されている
	5-C 財源・投資	カーボンニュートラル化の取り組みに財源・投資を配賦している
	社内 プロセス・ 仕組み	5-D 経営管理・KPI管理
		カーボンニュートラル経営において重要なKPIを設定し、PDCAを回している
		5-E 意思決定プロセス
		カーボンニュートラルを重視した意思決定メカニズムが組み込まれている
		5-F 業績評価
		カーボンニュートラル関連のKPIが経営陣、幹部の業績評価に組み込まれている
		5-G IT・システム基盤
		GHG排出量データ収集やGHG削減計画の進捗確認に関するIT・システムが整備されている
		5-H 従業員エンゲージメント
		従業員一人一人がカーボンニュートラルの実現に向けて行動している

カーボンニュートラル (CN) 経営の成熟レベル



レベル 1: CN preparer

CN経営への準備・
部分的着手段階

- CN経営の必要性を理解しつつも、リソースの制約などで、これから検討予定
- もしくは、部分的な着手に留まっており、全体の検討を今後進める



レベル 2: CN starter

CN化への取り組みに
全社的に着手

- CNへの取り組みについて：全社的な取り組みに着手した段階
- まずは、自社GHG削減の「守り」を重点対応。ただし、成長機会と捉える「攻め」の検討は不十分
- GHG削減については、スコープ1・2の排出量測定および削減計画が具体化されている。ただし、スコープ3については検討は不十分



レベル 3: CN performer

CN化に向けた
取り組みを加速

- CNへの取り組みについて：経営戦略に明確に組み込まれており、社内の仕組みにも落とし込めている
- CNを成長機会と捉える「攻め」と自社GHG削減に取り組む「守り」の両面で事業・機能をまたいで取り組みが加速
- スコープ3 (上流・下流) についても全社としての考え方や取り組み方針を整備。ただし、パートナー企業との連携はこれから
- CNへの取り組みを推進する上での組織体制および人材ポートフォリオの検討は進んでいるが、フロントランナーに向けてはもう一段の強化が必要



レベル 4: CN leader

CN経営の
フロントランナー

- CNへの取り組みについて：経営戦略に明確に組み込まれており、競争優位性の構築・企業価値の向上に成功している
- CNを成長機会と捉える「攻め」と自社GHG削減に取り組む「守り」の両面で業界をリード
- CNへの取り組みを推進する上での最適な組織体制の構築、優秀な人材ポートフォリオ構築も実現
- 資本市場とのコミュニケーション戦略も洗練されており、CNのフロントランナーと認識され、資本市場からの評価につながること成功している

成熟度の評価・算出方法

「カーボンニュートラル経営の成熟レベル診断」の回答データに基づいて評価項目ごとに評価スコアを付与。
評価スコアをベースに各観点の平均スコアと総合スコアを算出

評価方法

31の評価項目の評価

回答データから各評価項目を1~4でスコアリング

1-A ビジョンとCNの関係の明確化

回答結果

1 経営戦略としてカーボンニュートラルの
大方針は策定されていない

➤ 1

2 経営戦略としてのカーボンニュートラルの
大方針が策定されているが、「守り」か
「攻め」のどちらか片方に重心が置かれている

➤ 2

3 経営戦略としてのカーボンニュートラルの
大方針が策定されており、「守り」だけでなく
「攻め」の観点も織り込んでいるが、第三者
機関から評価されるレベルには達していない

➤ 3

4 経営戦略としてのカーボンニュートラルの
大方針が策定されており、「守り」だけでなく
「攻め」の観点も織り込んでいて、第三者
機関から評価されるレベルに達している

➤ 4

⋮

算出方法

5つの観点の平均スコア

評価項目を観点ごとでまとめ、平均スコアを算出

「1 経営戦略」の評価項目	評価スコア
1-A ビジョンとCNの関係の明確化	2
1-B 大方針の策定	2
1-C 経営陣からの発信	3
1-D シナリオプランニング	1
⋮	⋮
1-K 投資家戦略	2
「1 経営戦略」の平均スコア	2.2

総合スコア

31の評価項目の平均値を総合スコアとして算出

31の評価項目	評価スコア
1-A ビジョンとCNの関係の明確化	2
1-B 大方針の策定	2
1-C 経営陣からの発信	3
1-D シナリオプランニング	1
⋮	⋮
5-H 従業員エンゲージメント	4
総合スコア (=CN経営成熟度)	レベル 3 3.1

レベル分けの定義

レベル 1 : スコア 1以上
~2未満

レベル 2 : スコア 2以上
~3未満

レベル 3 : スコア 3以上
~3.5未満

レベル 4 : スコア 3.5以上

※レベル 4については、
経営のフロントランナーで
あるグローバル先進企業
の総合スコアを基に閾値
を設定

調査・分析の視点

a 日本企業のCN経営 成熟レベル

日本企業の平均では、カーボンニュートラル(CN)経営の成熟レベルはどの程度か

a1 評価項目別

どの項目で取り組みが進み、レベルが高いのか。
一方で、どの項目のレベルが低いのか

a2 グローバル先進企業 比較

グローバル先進企業と比較して、どの程度の開きがあるのか。
また、項目別ではどうか

b 産業別の傾向概観

各産業のカーボンニュートラル経営の成熟レベルはどの程度か。
どの産業が高く、どの産業が低いのか

c 個社別の分布状況

個別企業の成熟レベルはどのような分布となっているのか。
日本においても先進企業は存在するのか

d 今後の取り組み

今後、日本企業が重点的に取り組むべきことは何か

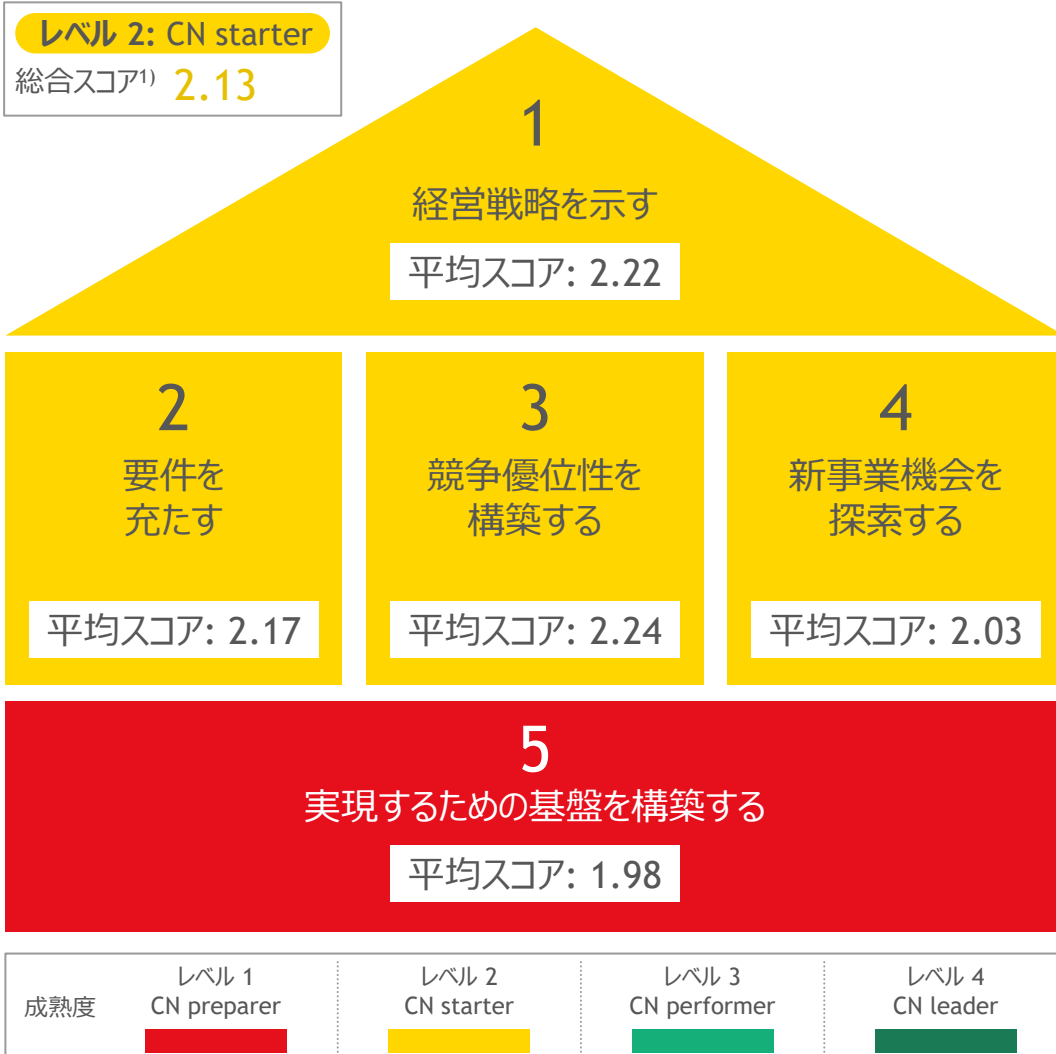
調査・分析の結果： 日本全体

本調査で見えてきたこと

- 日本企業の多くは、この数年でカーボンニュートラル経営への取り組みを本格化させつつあり、全体平均は「レベル 2: CN化への取り組みに全社的に着手」まで進展
 - 必要性の議論/計画段階から、実行に移すフェーズに入ろうとしている
- 5つの観点の中では、「経営戦略を示す」や「要件を充たす」が高スコアであった一方で「実現するための基盤を構築する」のスコアは最も低く、今後、戦略や計画を実行に移すにあたってのボトルネックとなりうる
- 5つの観点をより詳細な要素に分解した31の評価項目では、特に、「経営戦略を示す」の「事業ポートフォリオ」「ルールメイキング」、「要件を充たす」の「GHG削減計画・ロードマップ」、「新事業機会を探索する」の「エコシステム・パートナー」、「実現するための基盤を構築する」の「人材ポートフォリオ」「意思決定プロセス」などのスコアが低く、今後の課題と考えられる
- 一方で、先行するグローバル先進企業とはまだ大きな差があることも明らかになった
 - グローバル先進企業は、各観点ともにバランスよくスコアを取っていることから、戦略・計画の策定→実行→社内基盤整備のPDCAを回しながら改善してきたと考えられる。これがCNにおける競争力を高めている
 - 31の評価項目では、特に、「経営戦略を示す」の「ルールメイキング」や「実現するための基盤を構築する」の「意思決定プロセス」「IT・システム基盤」での差が大きい
- 産業別では、エネルギー・鉄鋼・化学のようにGHG排出量が多い産業や、CN化に側面的に関わる金融業での取り組みが進んでいる。これは、政策や規制強化の流れに呼応する形で、社会全体が動き出していることの表れと考えられる
 - 一方で、情報通信や製薬のようにGHG排出量が少ない産業はこれからの段階
- 個社別分布では、レベル1と2で約9割を占めるが、一方でレベル3や4のように先進的な取り組みを進めている企業があることも分かった。このことから、日本企業も今後の取り組み次第ではグローバル先進企業と肩を並べることは十分可能だと考えられる

a 日本企業のCN経営成熟レベル

日本企業の平均では、カーボンニュートラル(CN)経営の成熟レベルはどの程度か



診断対象企業全体で見ると、

「CN化への取り組みに全社的に着手」の段階 (レベル 2)

- 調査対象は東証プライム上場企業であることから、日本でも相対的に取り組みが進んでいる企業の平均

「実現するための基盤を構築する (観点 5)」の成熟度は低い

- 戦略や計画を策定し実行に移す段階にあるが、そのために必要な社内基盤 (組織、人材、予算、意思決定プロセス等) 整備が今後のボトルネックとなりうる

1: 31の評価項目の平均値

出所: ボストン コンサルティング グループ「カーボンニュートラル経営の成熟レベル診断」(2022年8月～10月実施)

Copyright © 2022 by Boston Consulting Group. All rights reserved.

a1 評価項目別

どの項目で取り組みが進み、レベルが高いのか。一方で、どの項目のレベルが低いのか



1 経営戦略を示す

「ビジョン/ミッション/パーパス」「事業環境分析」は高いが、「経営戦略」は低い

- ・ 抜本的な事業ポートフォリオ再構築までは至っていない
- ・ 日本企業の不得意領域であるルールメイキングが課題

2 要件を充たす

「GHG削減目標」「GHG排出量測定」は高いが、「GHG削減計画・ロードマップ」は低い

- ・ 計画策定において投資対効果や実施時期の見極めの難しさが表れていると考えられる

3 競争優位性を構築する

「既存事業の環境変化の把握」「既存事業の変革戦略」は高い

4 新事業機会を探索する

「新規領域の特定」は高いが、「エコシステム・パートナー」「新規領域へのリソース確保」は低い

- ・ 新規事業戦略の策定は実施できているが、業界横断でパートナー連携するような取り組みや新規領域へのリソース配賦には至っておらず、実際に外部を巻き込み、人材・資金を確保することの難しさが表れている

5 実現するための基盤を構築する

「組織体制」「経営管理・KPI管理」「従業員エンゲージメント」は高いが、「人材ポートフォリオ」「意思決定プロセス」「業績評価」「IT・システム基盤」が低い

- ・ カーボンニュートラルの専門人材が社内・社外ともに不足しており、今後はDX人材同様、人材争奪戦が激化すると予想される
- ・ カーボンニュートラルの要素を社内の意思決定や、組織・個人の業績評価にどう織り込むかの検討が今後必要
- ・ 全体的に取り組む着手段階にあるため、拙速にIT・システムを構築する必要はないが、今後の対応は必要

a1 評価項目別

どの項目では取り組みが進み、レベルが高いのか。一方で、どの項目のレベルが低いのか



成熟レベルが高い5つの評価項目

項目	スコア
5-A 組織体制	2.6
3-A 既存事業の環境変化の把握	2.6
1-A ビジョンとCNの関係の明確化	2.6
1-C 経営陣からの発信	2.5
1-B 大方針の策定	2.4



- ・ 社内にカーボンニュートラル関連の組織を立ち上げ、既存事業の環境変化の分析に着手している
- ・ ビジョンとCNの関係を明確にし、大方針を策定した上で、経営層が発信している



成熟レベルが低い5つの評価項目

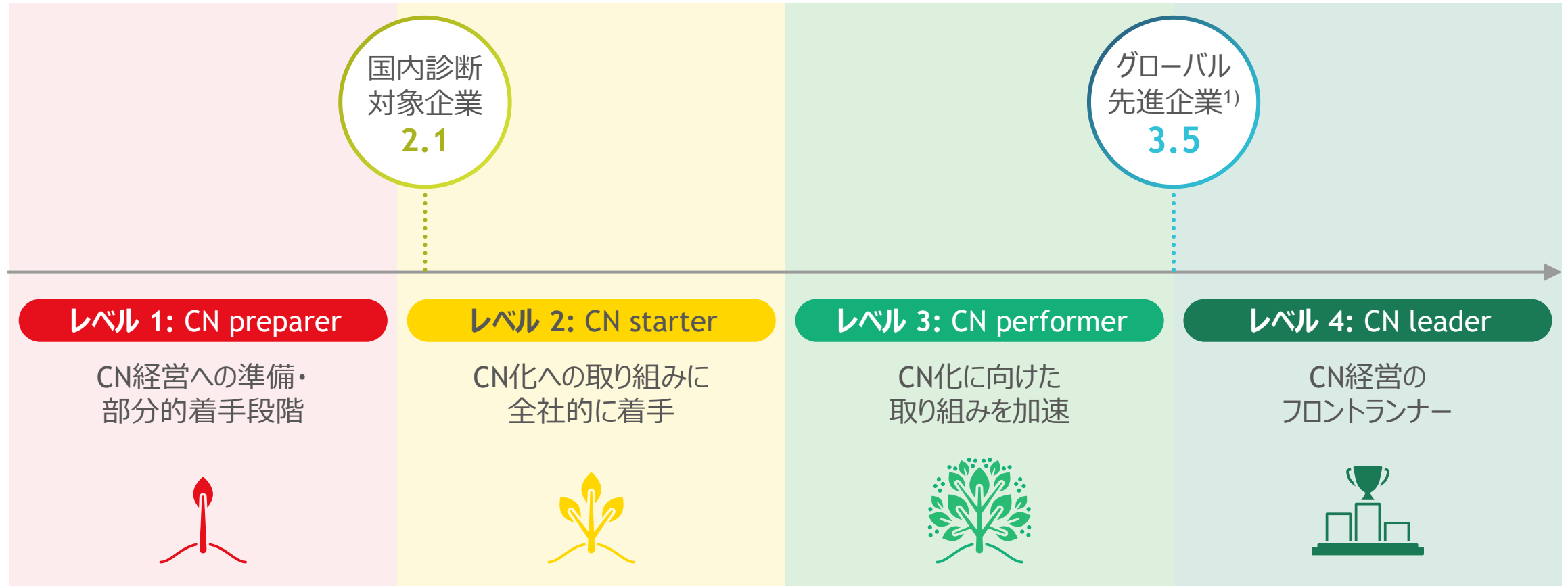
項目	スコア
5-E 意思決定プロセス	1.5
5-G IT・システム基盤	1.6
1-J ルールメイキング	1.6
5-F 業績評価	1.7
5-B 人材ポートフォリオ	1.7



- ・ 一方で、今後は意思決定プロセスや業績評価にもCNの要素を織り込んでいく必要がある。人材の確保やIT・システムなど、社内基盤の整備も求められる
- ・ 政策・制度が流動的な中で、ルールメイキングのケイパビリティも高めていく必要がある

a2 グローバル先進企業比較

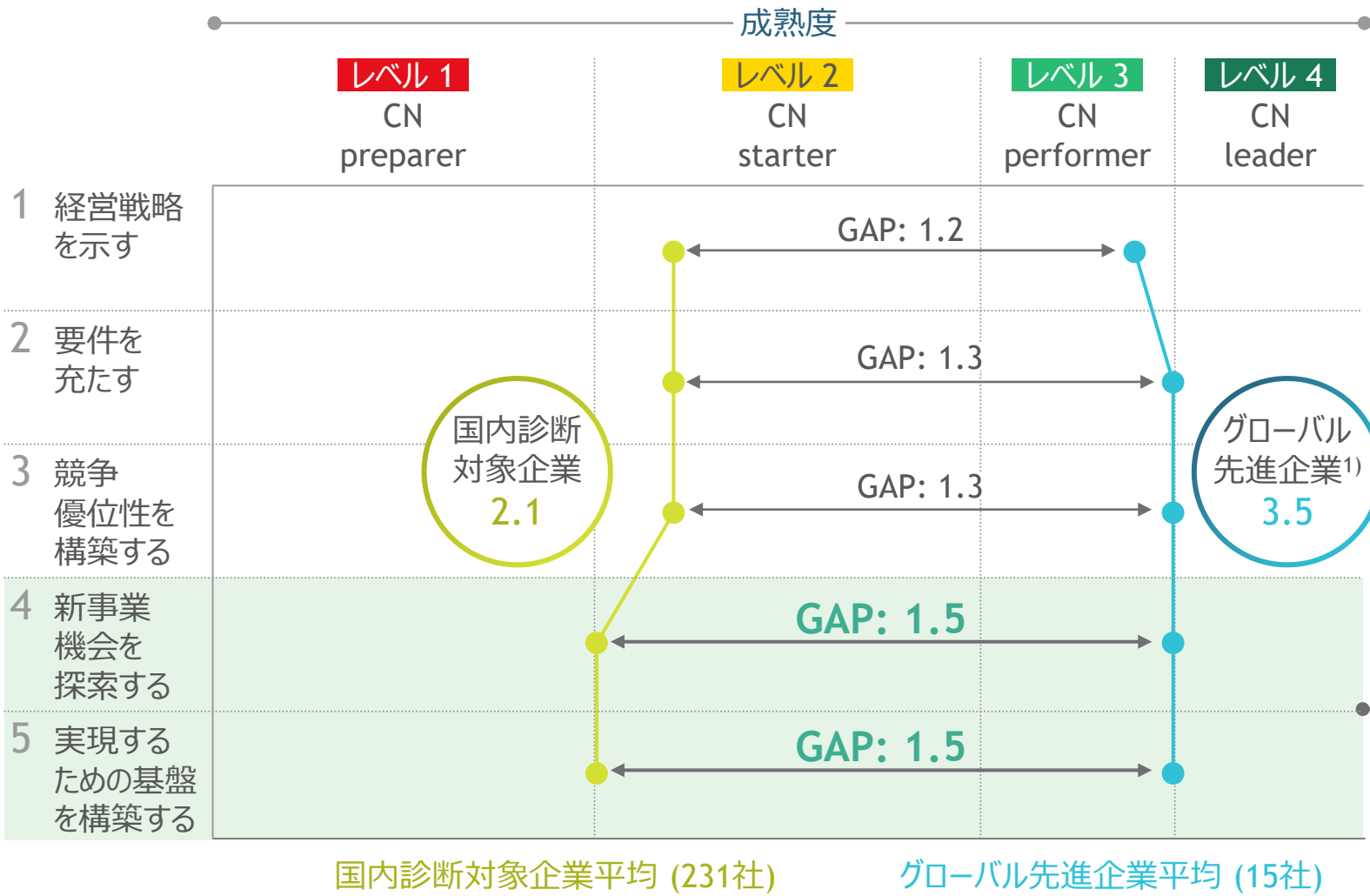
グローバル先進企業と比較して、どの程度の開きがあるのか。また、項目別ではどうか



1: BCGの過去の知見に基づきピックアップした先進企業について、公開情報を元にスコア評価したもの
出所: ボストン コンサルティング グループ「カーボンニュートラル経営の成熟レベル診断」(2022年8月～10月実施)

a2 グローバル先進企業比較

グローバル先進企業と比較して、どの程度の開きがあるのか。また、項目別ではどうか



グローバル先進企業とのギャップは、「4. 新事業機会を探索する」「5. 実現するための基盤を構築する」が大きい

- 国内診断対象企業は、4・5が相対的に低い
- 一方で、グローバル先進企業は全体的にバランスよく高い

日本企業が、まだカーボンニュートラル経営を一連の取り組みとして実施できていないことの表れ

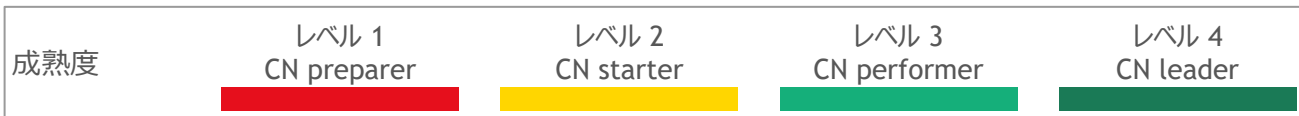
1: BCGの過去の知見に基づきピックアップした先進企業について、公開情報を元にスコア評価したもの
出所: ボストン コンサルティング グループ「カーボンニュートラル経営の成熟レベル診断」(2022年8月～10月実施)

a2 グローバル先進企業比較

グローバル先進企業と比較して、どの程度の開きがあるのか。また、項目別ではどうか

GAPが大きい5つの項目

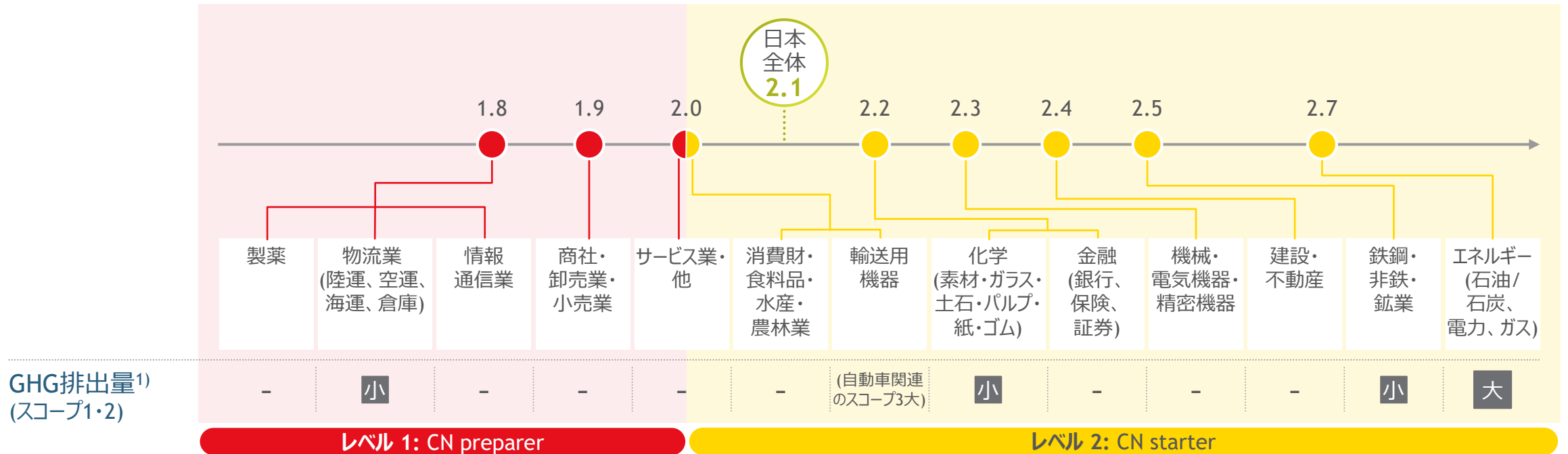
		国内診断対象 平均	グローバル先進 ¹⁾ 平均	GAP	
1 経営戦略 を示す	1-J ルール メイキング	1.6	3.7	2.0	「ルールメイキング」について、 グローバル先進企業は 競争戦略上重要な 取り組みとして位置付けて いる一方で、日本企業は 「ルールメイキング」が 不得意領域であることが 多い。その結果が大きく 表れている
5 実現する ための基盤 を構築する	5-B 人材ポート フォリオ	1.7	3.5	1.8	
	5-E 意思決定 プロセス	1.5	3.6	2.0	グローバル先進企業は 戦略や計画を策定し、 実行に移す中で、社内の 仕組み整備やケイパビリティ 構築を進めている
	5-F 業績評価	1.7	3.3	1.7	
	5-G IT・システム 基盤	1.6	3.6	2.0	



1: BCGの過去の知見に基づきピックアップした先進企業について、公開情報を元にスコア評価したもの
出所: ボストン コンサルティング グループ「カーボンニュートラル経営の成熟レベル診断」(2022年8月～10月実施)

b 産業別の傾向概観

各産業のカーボンニュートラル経営の成熟レベルはどの程度か。
どの産業が高く、どの産業が低いのか



GHG排出量が多い産業およびCNに側面的に関与する産業においては、CNが経営課題として捉えられ、取り組みが進んでいる

- エネルギー、鉄鋼・非鉄・鋳業、化学、輸送用機器: GHG排出量が多く、抜本的な事業戦略や製品戦略の変革が求められ始めている
- 金融: 上記の産業への投融資という観点で関係が深く、規制・資本市場から働きかけやNZBA (Net-Zero Banking Alliance) のようなグローバルでの取り組みが進んでいる

一方でGHG排出量が少ない産業において、取り組みはまだ進んでいない

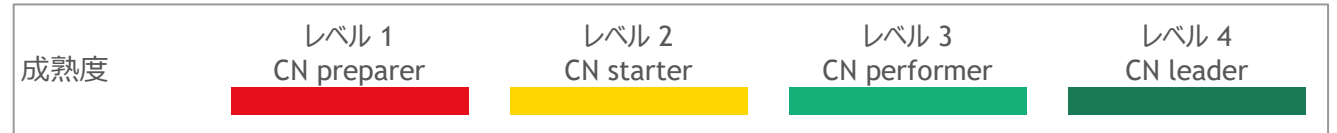
- 消費財、製薬、情報通信業等

GHG排出量が多い産業に対する政策・規制の強化という流れに呼応する形で、社会全体が動き出していることの表れと考えられる

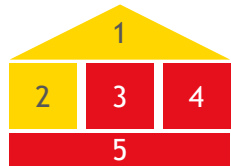
1: 環境省「温室効果ガス排出の現状等」より、2019年のデータを参照
出所: ボストン コンサルティング グループ「カーボンニュートラル経営の成熟レベル診断」(2022年8月～10月実施)

b 産業別の傾向概観

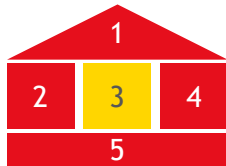
各産業のカーボンニュートラル経営の成熟レベルはどの程度か。
どの産業が高く、どの産業が低いのか



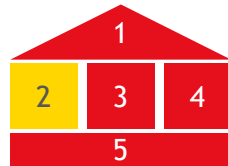
製菓



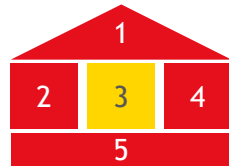
物流業 (陸運、空運、
海運、倉庫)



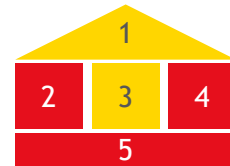
情報通信業



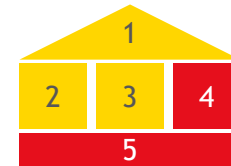
商社・卸売業・小売業



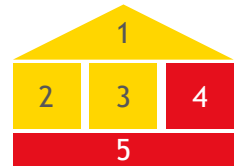
サービス業・他



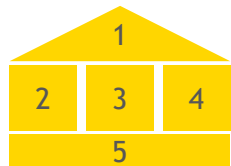
消費財・食料品・
水産・農林業



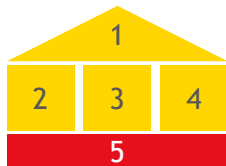
輸送用機器



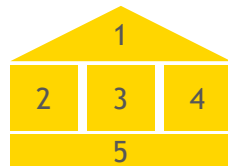
化学 (素材・ガラス・
土石・パルプ・紙・ゴム)



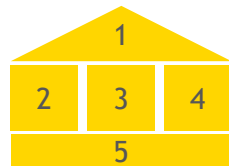
金融 (銀行、保険、
証券)



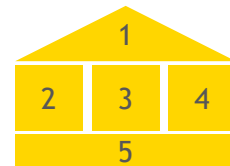
機械・電気機器・
精密機器



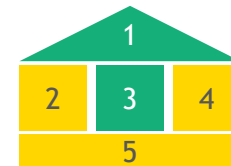
建設・不動産



鉄鋼・非鉄・鋳業

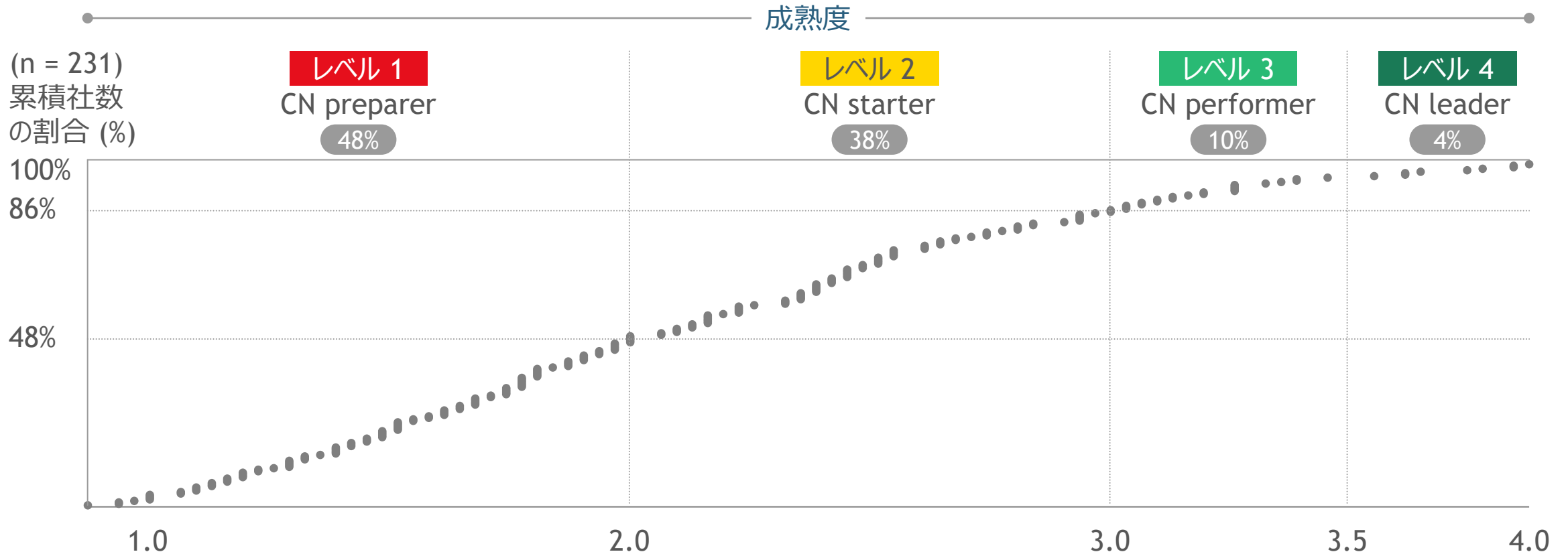


エネルギー (石油/石炭、
電力、ガス)



c 個社別の分布状況

個別企業の成熟レベルはどのような分布となっているのか。
日本においても先進企業は存在するのか



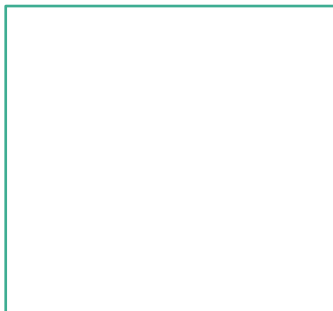
レベル 1や2の企業の割合が大きく、合計で約9割を占める一方で、着目すべきはレベル 3や4の企業が一定見られること。
これらの企業が経営としてどのような思想をもってどのような取り組みを進めてきたのかは非常に参考になると考えられる

今後、日本企業が重点的に取り組むべきことは何か

- カーボンニュートラル経営実現に向けては、個々の取り組みのみならず、今回提示した5つの観点/31の評価項目全体を進めていくことが必要である
 - その中でも、特に遅れている、「実現するための基盤を構築する (人材/組織/ガバナンス)」などは喫緊の課題
 - 加えて、「経営戦略を示す」の「事業ポートフォリオ」「ルールメイキング」、
「要件を充たす」の「GHG削減計画・ロードマップ」、「新事業機会を探索する」の「エコシステム・パートナー」など
- 取り組みを進める上では、グローバル先進企業が試行錯誤してきた道のりをベンチマークすることで、重要なポイントを押さえ効率良く進められ、ショートカットで追いつき・追い越すことができる。加えて、一部の日本の先進的な企業も参考となる
- 今回の調査結果を通じて、日本企業が強化すべき点は明確化できた。日本企業は、施策の実行・検証の1周目のサイクルを早期にやり切り、グローバル先進企業同様に、2周目、3周目のPDCAを回していかなければならない。そのために必要なリソース (ヒト、カネ) を「待ったなし」で集中的に投下する経営層のコミットが重要と考えられる

Agenda

1. "GX" とは
- 2. "GX人材" の要件
3. GX人材の育成・獲得 - 現状
4. GX人材の育成・獲得 - 課題
5. GX人材の育成・獲得 - 対策（案）



2. "GX人材" の要件

企業が備えるべき "GXスキルセット"

ミクロのGXを推進する肝は、グリーンに関する外部情報と併せ、自社変革の道筋を見極められる目を持つこと

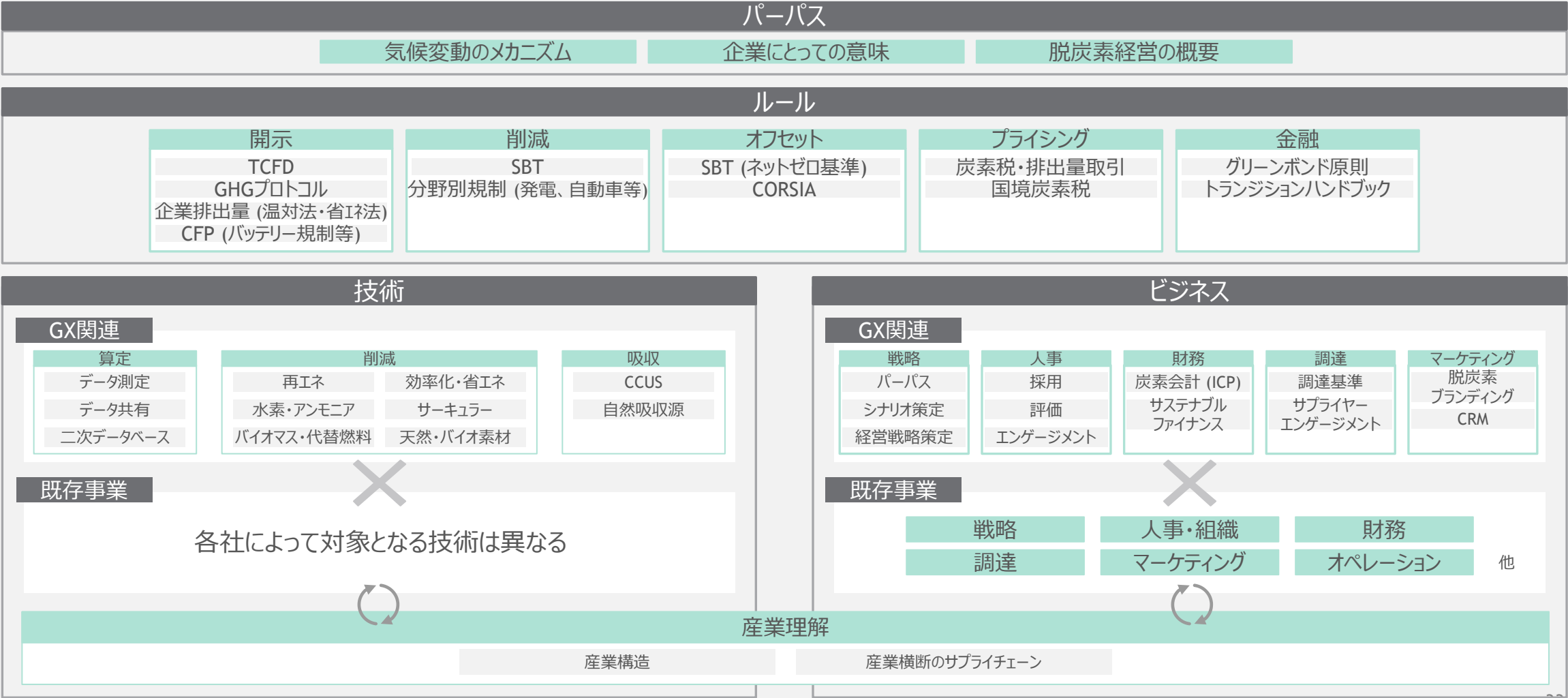
- A) パーパス
 - 世界の潮流を踏まえてGXの重要性に納得し、自社と社員ひとりひとりの理念へ落とし込む
- B) ルール
 - GXに向けて、企業には何が求められ、何が認められるかを定めたルールに精通する
- C) 技術 :
 - GXを促進する外部技術と併せ、変革の対象となる社内の技術（プロダクト/サービス）を把握する
- D) ビジネス
 - CPやクレジット等の新たなメカニズムを踏まえ、GXによる既存事業への事業・財務上の影響を理解する

GX人材ポートフォリオ ("G人材" と "X人材")

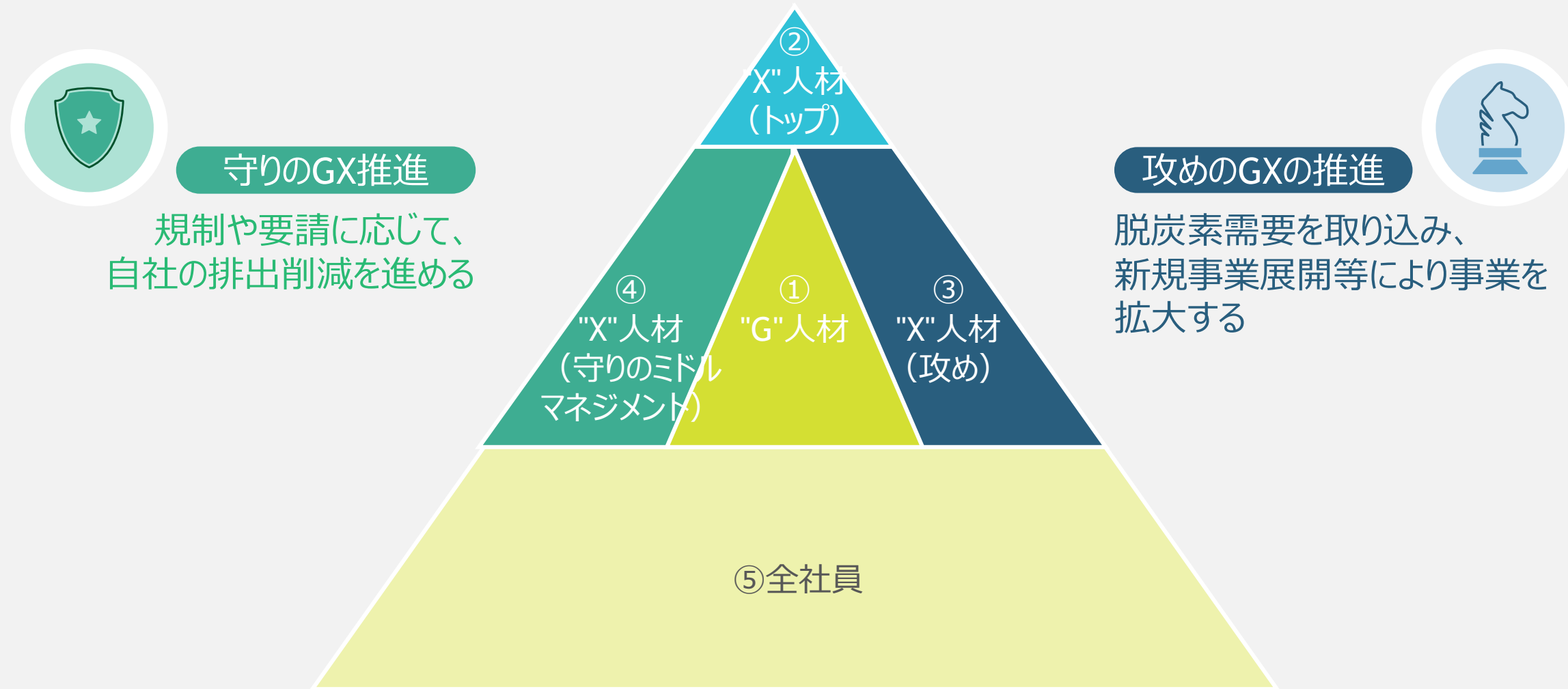
すべてを備えた人材ではなく、"グリーン外部情報(G)" 系と "自社変革(X)" 系の人材ポートフォリオを組むことが現実的

- 1) "G"人材（GX推進・サステナ部門）
 - GX特有のルール/技術などを深く理解し、"X"人材と連携して社内の文脈に翻訳をしながらGX推進をリード
- 2) "X"人材（トップ）（経営者・トップマネジメント）
 - 脱炭素の重要性/世界的な潮流(背景)を十分に理解し、トップとして自社経営のトランスフォーメーションを推進
- 3) "X" 人材（攻め）
（商品開発部門・R&D部門のミドルマネジメント）
 - 自社の技術・ビジネスを深く理解し、新規事業の創出など、社会に向けたトランスフォーメーションを仕掛ける
- 4) "X" 人材（守りのミドルマネジメント）
（生産・調達部門のミドルマネジメント）
 - 自社の技術・ビジネスを深く理解し、脱炭素目標の達成に向け、既存事業のトランスフォーメーションを推進

企業としては、4つの“GXスキルセット”を備えておく必要がある



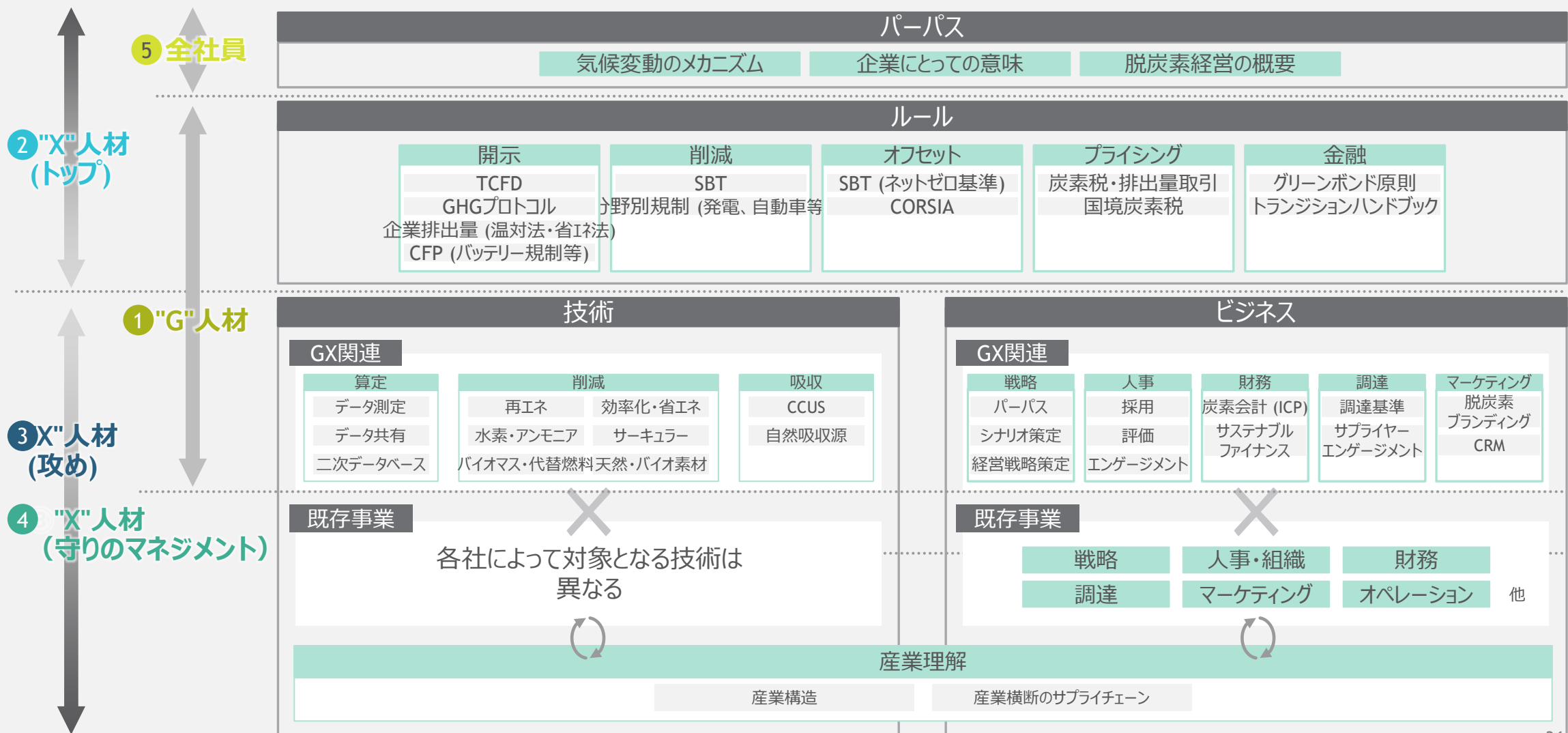
企業のGX推進を担う人材像は、大きく5類型に分類される



5類型の人材像と該当部署/役職の例は、以下の通り

	人材像	該当部署/役職の例
①"G"人材	GX特有のルール/技術などを深く理解し、“X”人材と連携して社内の文脈に翻訳をしながらGX推進をリード	GX推進・サステナ部門
② "X" 人材 (トップ)	脱炭素の重要性/世界的な潮流(背景)を十分に理解し、トップとして自社経営のトランスフォーメーションを推進	経営者・トップマネジメント
③"X" 人材 (攻め)	自社の技術・ビジネスを深く理解し、新規事業の創出など、社会に向けたトランスフォーメーションを仕掛ける	商品開発部門・R&D部門のミドルマネジメント
④"X" 人材 (守りのミドル マネジメント)	自社の技術・ビジネスを深く理解し、脱炭素目標の達成に向け、既存事業のトランスフォーメーションを推進	生産・調達部門のミドルマネジメント
⑤全社員	一社員として理解しておくべき基礎的なリテラシーを身に付け、上記の活動を支える	事業部 バックオフィス 他

各人材像が抑えるべきケイパビリティは、異なる



Agenda

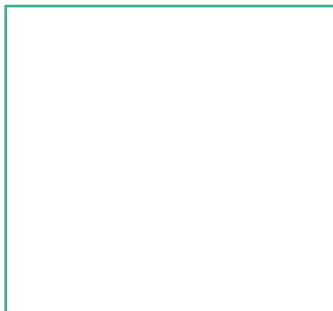
1. "GX" とは

2. "GX人材" の要件

➤ 3. GX人材の育成・獲得 - 現状

4. GX人材の育成・獲得 - 課題

5. GX人材の育成・獲得 - 対策（案）



3. GX人材の育成・獲得 - 現状

欧米先進企業における取組の事例

欧米では、GX推進にあたって各5類型の人材の獲得・育成機会が充分。全社的に円滑な推進体制を構築し、GXを推進

プロパー(既存)/中途、“X”人材・“G”人材共に、GX推進を学ぶ社内外の機会が充分にあり、“トップX人材”や“G人材”を採用するためのマーケットも存在し機能している

- 社外育成：大学等の専門機関で、ルール/技術/ビジネスのバランスを取った専攻コース・学位等が見受けられる
- 社内育成：独自に専門家と連携、もしくはB2Bの研修作成企業と連携して、自社文脈を踏まえた研修を幅広く開発
- 人材獲得：Xに強みを持つ人材へのリーチ/獲得が容易。G人材も、オンラインPFや紹介企業が機能し簡単にリーチ・獲得が可能
- 人材交流：ロビングに強みを持つ人材を活用しながら、国際会議/業界団体の場などで、オープンに会話し十分な情報交換・関係構築を実現

我が国企業における取組の傾向

日本では、プロパー(既存)人材が独学で学びながら、GX推進をリードする傾向。全社的な体制構築は、不十分

脱炭素専門家が学術・技術の領域に閉じ、企業でGX推進を任される人材が学びを得る機会が無く、かつ必要となる人材を採用するためのマーケットも機能していない

- 社外育成：大学等の専門機関のコースは、エネルギーや環境の技術を起点にし、開発に重きを置くものが中心で社会人には門戸がひらかれていない
- 社内育成：外部研修プログラムは、質・量ともに限定的であり、プロパー社員が独学で速習して対応
- 人材獲得：Xに強みを持つ人材の採用・育成が困難。G人材も人事サイクルの一環であり、GXに特化した人材を採用するという機運・ニーズも乏しい
- 人材交流：プロパー人材が対応することで、国際会議でのプレゼンスが不足。国内業界団体では、独禁法や企業秘密の観点からオープンな会話は少ない

欧米と日本における企業のGX推進体制の比較

欧米の先進企業における推進体制

- GXを推進する**人材の育成・中途人材の獲得を実施**
- 全社的に円滑な推進体制を構築し、GXを推進

①"G"人材

社内外のプロフェッショナルを配置し、外部の専門家とも連携する形で「GX推進チーム」を構築

② "X" 人材 (トップ)

- 既存トップ層がGXに全面的にコミット
- 必要に応じてプロの”X”人材を採用

③"X" 人材 (攻め)

- 各部門/事業部にも推進ミッションを付与
- GX推進チームとの連携体制を確保
- 必要に応じて各部門/事業部でマーケットにアクセスし、G人材を獲得
- プロパー社員にも、社内外の育成機会を提供

④"X" 人材 (守りのミドル マネジメント)

- プロパー社員にも、社内外の育成機会を提供

⑤全社員

- 社内研修等を整備し、全社員のエンゲージメントを向上

日本企業の一般的な推進体制

- **プロパー人材が独学で速習**しつつGX推進をリード
- 全社的な体制構築が不十分

サステナ部門に配置になったプロパー人材が、独学で速習しながらGX推進をリード

- 既存トップ層のコミットが限定的なケースあり
- プロの”X”人材採用の文化は薄い

- 推進ミッションが徹底されておらず、部署ごとに取り組み姿勢がまちまち

- プロパー社員への育成機会の提供は基本無し
- G人材の外部からの採用が進んでいない

- 全社員向けの施策は、未対応

欧米と日本の推進体制を取り巻く状況の比較



欧米の状況

企業/個人の
GX意識の醸成
が十分

大学等の専門機関で、ルール/技術/
ビジネスのバランスを取った専攻コース・
学位があり、社会人にも機会を提供

A



社外育成

ジョブ型

独自に専門家と連携、もしくはB2Bの
研修作成企業と連携して、自社文脈を
踏まえた研修を幅広く開発

B



社内育成

経営改革/
ロビイングの
エキスパートへの
アクセス

Xに強みを持つ人材へのリーチ/獲得が
容易。G人材も、オンラインPFや紹介
企業が機能し簡単にリーチ・獲得が可能

C



人材獲得

ロビイングに強みを持つ人材を活用
しながら、国際会議/業界団体の場など
で、オープンに会話し十分な情報交換・
関係構築を実現

D



人材交流

大学等の専門機関のコースは、
エネルギーや環境の技術を起点にし、
開発に重きを置くものが中心で社会人
には門戸がひらかれていない

外部研修プログラムは、質・量ともに
限定的であり、プロパー社員が独学で
速習して対応

Xに強みを持つ人材の採用・育成が
困難。G人材も人事サイクルの一環であ
り、GXに特化した人材を採用する
という機運・ニーズも乏しい

プロパー人材が対応することで、国際
会議でのプレゼンスが不足。国内業界
団体では、独禁法や企業秘密の観点
からオープンな会話は少ない

日本の状況

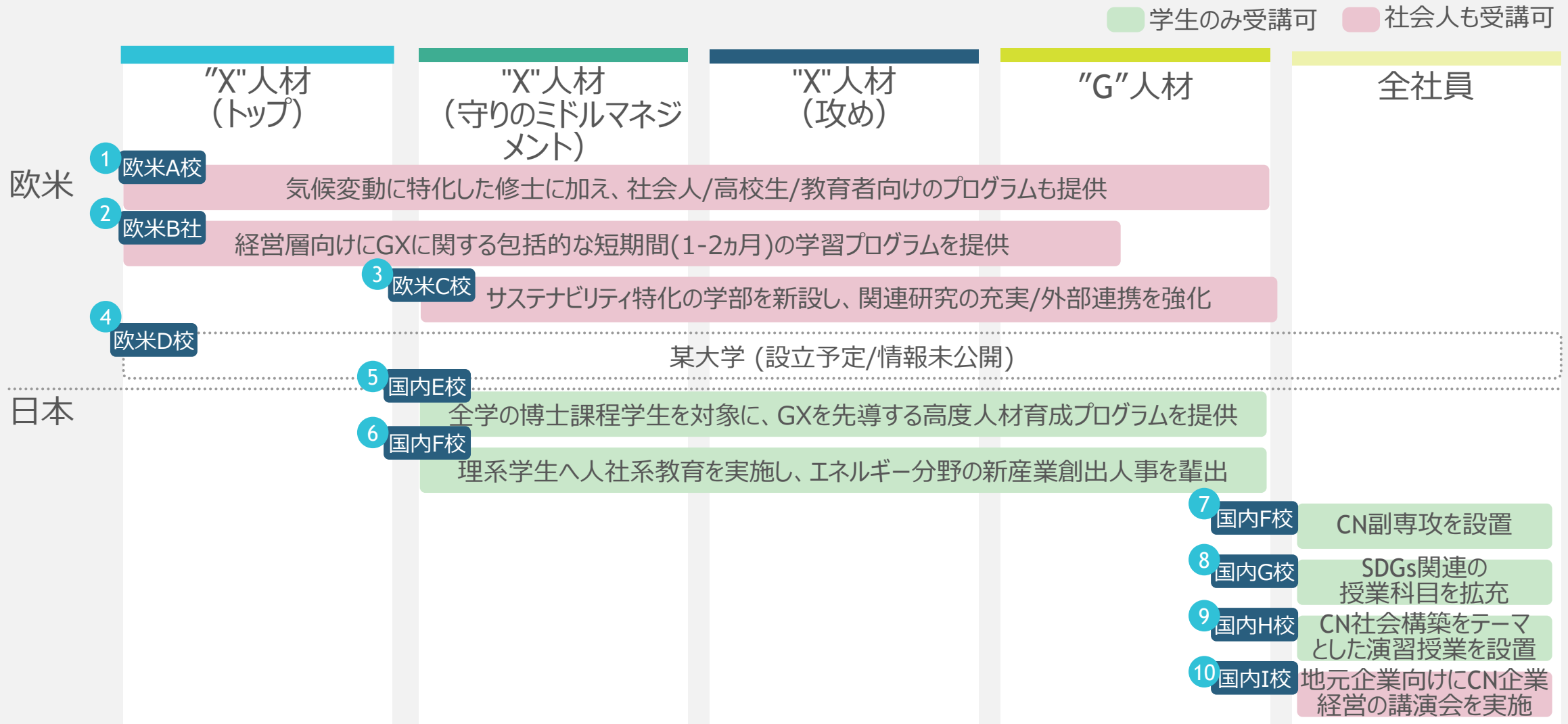


企業/個人の
GX意識の醸成
が不十分

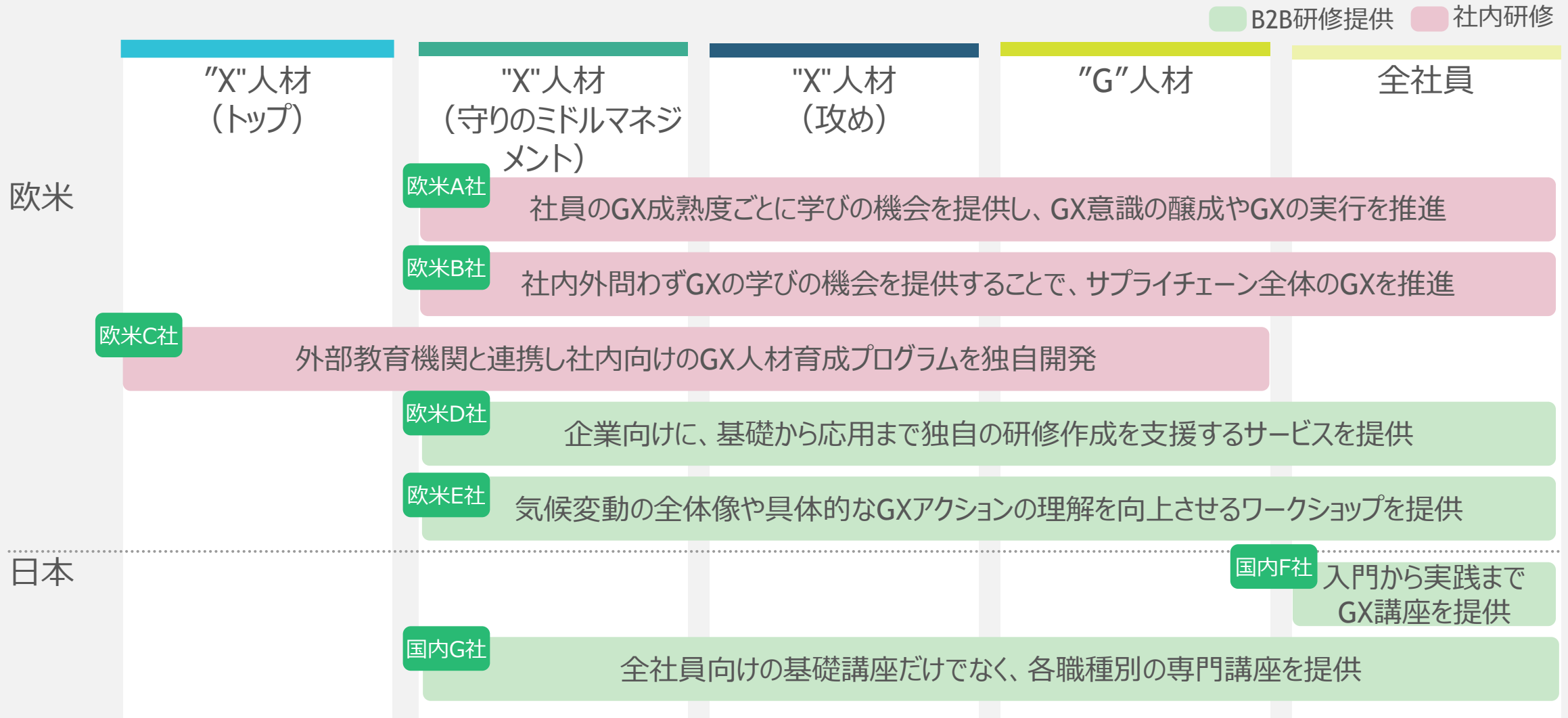
メンバーシップ型

経営改革/
ロビイングの
エキスパートの
不在

欧米では、大学等で推進人材を育成するコース・学位があり、社会人にも機会を提供。
一方、日本では推進人材を育成するコースは少なく、社会人への門戸は開かれていない



欧米では、独自に専門家やB2B研修企業と連携し、自社向けの研修を開発/社内で提供。
一方、日本は社内研修の実施事例は少なく、外部研修プログラムも質・量ともに限定的



欧米では、Xに強みを持つ人材の採用が可能。また、G人材もグリーンジョブ専用サイトの紹介会社が機能しており、容易に獲得が可能。一方で、日本はいずれもアクセスが困難

欧米

"X"人材

GXの推進には、経営改革やロビイングなど
トランスフォーメーション："X"に強い人材が不可欠
との理解で、該当のスキルを持つ人材を採用

日本

経営改革やロビイングなどについて良い人材の外部
からの獲得が困難であり、社内のみで進める傾向

"G"人材

グリーンジョブ専用サイトや紹介会社が存在し、
マーケットに簡単にアクセスが可能

グリーンジョブのマーケットへのアクセスが困難
アクセスした場合にも、質・量ともに十分な人材がいない

各社の採用においても、スキル要件を具体化して
即戦力となる人材の中途採用を実施

中途採用を実施できておらず、プロパー社員が
速習にて補う傾向

海外では、トランスフォーメーション：“X”や、ロビイングに強みを持つ人材の確保が進めやすいが、日本では獲得が難しく、既存リソースで賄っている

“X” 人材の獲得

海外では、“X”やロビイングに強みを持つ人材の確保が容易

一方で、日本では当該人材の確保が困難



電機メーカーA社

“GX推進の加速に向け、トランスフォーメーションやロビイングに強い人材を外部から登用した”

“その人材自体は、経営特化だが、Greenの要素は専門部隊と連携しながら推進を加速”



化学品企業B社

“事業変革を推進できるような人材は、社内ないし国内で希少化が進展。海外に流出している可能性”

“海外からプロ経営者を招聘したいが、既存の人脈頼りになっているため、人材ネットワークがほしい”



鉄鋼メーカーA社

“環境部門担当に配属され、自ら環境を学び、外部ネットワークに参加し始めた”

“日本でもネットワーキングに長けた人材が採用できればいいが、なかなか採用の手立てや風潮が無い”

グリーンジョブのマーケットが機能しているので、“G”人材の獲得は、海外では容易だが、日本では獲得しようと思っても、アクセスが難しい

“G”人材の獲得

欧米では、“G”人材についてもマーケットが機能



電機メーカー
A社

“国民のGXリテラシーが高くGXの各分野に強い人材がグリーンジョブマーケットに豊富に存在するため、必要なG人材は容易に採用可能”



ヘルスケア関連
B社

“国内大学から気候変動に関心が高い、ないし関連知識を蓄えた人材が輩出されるので、必要なG人材はジョブマーケットに豊富に存在”

日本では、採用にあたっての十分なマーケットが無い



化学品企業C社

“環境系の学部や経営学部出身者であっても、例えばLCA等を理解している人材は限定的であり、即戦力となる人材は希少”

“人材市場においても、GXに必要なスキルセットを持った人材はレアであり取り合いが発生”



有識者

“ “G”人材をいざ中途で採用しようと思っても、国内ではなかなかアクセスできるマーケットが無く、結局海外から採用している”

欧米では、国際会議/業界団体の場でオープンに会話し、十分な情報交換・関係構築が可。一方日本では、国際会議でのプレゼンスも不足し、国内でもオープンな会話は少ない

欧米

ロビイングに強みを持つ人材を活用しながら、国際会議/業界団体の場などで、オープンに会話し十分な情報交換・関係構築を実現



消費財A社

“GX推進は国を挙げての推進事項なので
横連携が活発”

“ダボス会議や業界団体の会議では、
自社の悩みを包装関連企業に相談し、
課題解決につながった”



電機メーカーB社

“ダボス会議やCOP等が
ネットワーキングの場として機能している”

“人材関連に特化したコミュニティや
ネットワークは存在しないが、国際会議の場で
十分に連携できているので必要ない”

日本

プロパー人材が対応することで、国際会議でのプレゼンスが不足。国内業界団体では、独禁法や企業秘密の観点からオープンな会話は少ない



化学品企業B社

“日本から国際会議に出席したとしても、
EUはEU、米国は米国でチーミングするので、
日本は蚊帳の外”

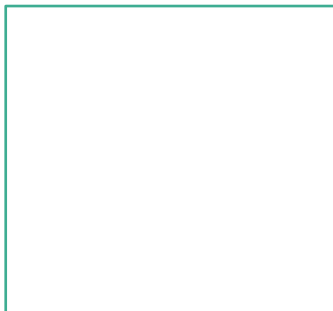


自動車会社A社

“業界団体の会議はあるが、
オープンな会話はされておらず、
協働できるような場にはなっていない”

Agenda

1. "GX" とは
2. "GX人材" の要件
3. GX人材の育成・獲得 - 現状
- 4. GX人材の育成・獲得 - 課題
5. GX人材の育成・獲得 - 対策（案）



4. GX人材の育成・獲得 - 課題

国内外ギャップの要因

X人材に関しては、我が国企業がプロパー社員を中心に対応を進める現状はある意味合理的な対応であり、一律に欧米事例を模倣して専門人材の中途採用を拡大すればよいというものではない

- そのもののベースとして、メンバーシップ型雇用や、企業内OJTを前提とした構造は根強く存在し、業種や個社の状況を問わず無暗に中途採用を拡大してもワークしない
- 加えて、業界や個社によっては、「GXはDXと異なり、オペレーショナルな改善で足りる」という認識にあり、それは一面で真実でもある

一方で、G人材に関しては、質・量ともに人材が不足し、人材マーケットへのアクセスが限定的である状況だが、中途採用の拡大の余地もある

- G人材は、求められるスキル（ルール理解）が一定明確。ルールを押さえた上で、各部署と連携して進めることができれば、GX推進にあたってワークすることができる

対応の方向性

X人材については、漸進的な変革では「守り」/「攻め」とも将来限界に直面する可能性があり、プロパー社員のマインド/スキル強化については、OJTの枠を超え、政策的に強化すべきではないか

- オペレーショナルな改善から、プロダクト / ビジネスモデル / 事業そのものの見直しが必要になるフェーズへのシフトは、どの業界でも起こり得る
- その際、OJTによるプロパー社員育成のみでは、新規事業立上げや既存事業の抜本変革に踏み込みづらくなることが予想される

G人材は、外部獲得が急務となる業界があることを踏まえ、トップマネジメント層を中心に、G人材を質・量ともに拡充するための育成機会の確保にむけた支援が必要ではないか

- ルール・技術素養をもつ人材が少ない業界では、G人材として機能できる人材が不足し、外部からの補充ができないと、攻め・守り共にGX推進が困難となることが予想される

X人材について、我が国企業がプロパー社員を中心に対応を進める現状はある意味合理的な対応。一方で新規事業立上げや既存事業の抜本変革に踏み込みづらくなる可能性

国内外ギャップの要因と課題ーX人材

国内外ギャップ

欧米では、“G”・“X”共に中途採用による人材獲得が盛んだが、日本はプロパー社員がGXの推進をリードするのが一般的

- 欧米の先進企業では、“G”・“X”人材共に、育成機会が充分にあり、採用するためのマーケットも機能
- 一方、一般的な日本企業では、プロパー(既存)人材が独学で速習しつつGX推進をリード。“G”・“X”人材共に育成機会はまだ充分ではなく、採用のマーケットも機能していない

ギャップの要因

日本企業がプロパー社員を中心に対応を進める現状はある意味合理的な対応

- そもそもベースとして、メンバーシップ型雇用や、企業内OJTを前提とした構造は根強く存在し、業種や個社の状況を問わず無暗に中途採用を拡大してもワークしない
- 加えて、業界や個社によっては、「GXはDXと異なり、オペレーショナルな改善で足りる」という認識にあり、それは一面で真実でもある
 - 例：“明らかに異質なケイパビリティが必要なデジタル(DX)と違い、ものづくりの範囲内に留まる”
 - コスト改善やエネルギー・安保観点からも、まずは省エネ・効率化を優先することは理にかなっている

想定される課題

プロパー社員が対応を進める限り、漸進的な変革では「守り」/「攻め」とも将来限界に直面する可能性がある

- オペレーショナルな改善から、プロダクト / ビジネスモデル / 事業そのものの見直しが必要になるフェーズへのシフトは、どの業界でも起こり得る
 - 例: 1.5℃目標からネットゼロ基準へ
 - 例: 既存商品の改善競争から革新的な代替品へ
- OJTによるプロパー社員育成のみでは、新規事業立上げや既存事業の抜本変革に踏み込みづらくなることが予想される
 - 例: 既存事業とのカニバリゼーションを伴う新規事業は提案しづらい
 - 例: 既存オペレーションの大幅変更は事業部の反対を押し切りづらい

G人材については、業界によって、特にトップマネジメント層を中心に、外部人材を中途採用をするオプションがあった方が良い

国内外ギャップの要因と課題ーG人材

国内外ギャップ

欧米では、“G”人材の中途採用による獲得は盛んだが、日本では、G人材に関しては、質・量ともに人材が不足し、人材マーケットへのアクセスが限定的である

- 欧米では、グリーンジョブ専用サイトもあり、G人材については特に容易にアクセス・獲得がでいるという認識
- 一方で日本では、採用・獲得しようと思っても人材がいらない/マーケットでは探しにくい

ギャップの要因

G人材のスキル要件などが明確になっておらず、目指そうとしても、育成機会が少ない

- そもそも欧米に比べてデマンドサイドを含むGXのリテラシー意識の醸成が進んでおらず、“G人材”を目指す人材が量的に不足
- かつ、資格やベンチマークとなるプログラムが少ない中、学び手としても即戦力となる人材になるためのスキル要件を把握しにくい構造
 - 例：体系的に学んだ人材は圧倒的に少なく、同様の実務を経験した人は、転職市場には出てきにくい

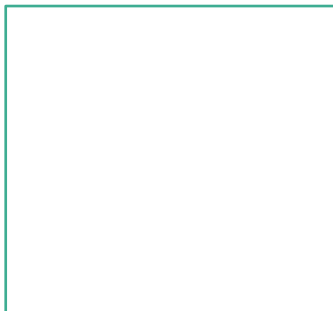
想定される課題

一方、G人材については外部獲得をしない限りは、GX推進が難しい業界が存在

- そもそも技術理解の素養をもった人材の少ない業界では、G人材としての素養を持った人材が不足し、「守り」「攻め」双方のGXを進めることが困難になる可能性
 - 例）技術素養のある人材の少ない金融業界では、ルール・技術を踏まえてGをリードできる人材が不足
- その際、人材が不足、アクセスが困難である場合には、GX推進がとどまってしまうことが予想される

Agenda

1. "GX" とは
2. "GX人材" の要件
3. GX人材の育成・獲得 - 現状
4. GX人材の育成・獲得 - 課題
- 5. GX人材の育成・獲得 - 対策（案）



5. GX人材の育成・獲得 - 対策（案）

対応策-即効性重視

企業の“X人材”・“G人材”・一般社員層に対して即効性のある対応策が有効となる見込み

A) 産学官連携プログラムの提供

（トップマネジメント層のX人材/G人材＋その候補）

- 一定期間仕事を離れ、基礎に加えて最先端のルール形成、技術動向、将来シナリオ等、ハイクラスな知見を習得する機会を提供し、トップ層のGXの重要性/進め方理解を促進

B) 政府独自の育成プログラム開発

（ミドルマネジメント層のG人材/X人材）

- 夜間や週末の受講が可能な講座で、GX関連業務の実務を学ぶことで、現場の即戦力であるG人材・X人材に対して、GXのリードにあたって必要な知識や実践力の習得を促進

C) B2Bリスティング支援サービスの拡大（一般社員）

- 体系的に基礎知識を得られるカリキュラムの裾野を広げ、一般社員向けのGX意識の醸成、ルール・汎用技術等の基礎知識習得を促進

対応策-中長期視点

加えて、中長期的な視点から、“G”人材を育成し、量的・質的な不足への対応策を打っていくことも有効ではないか

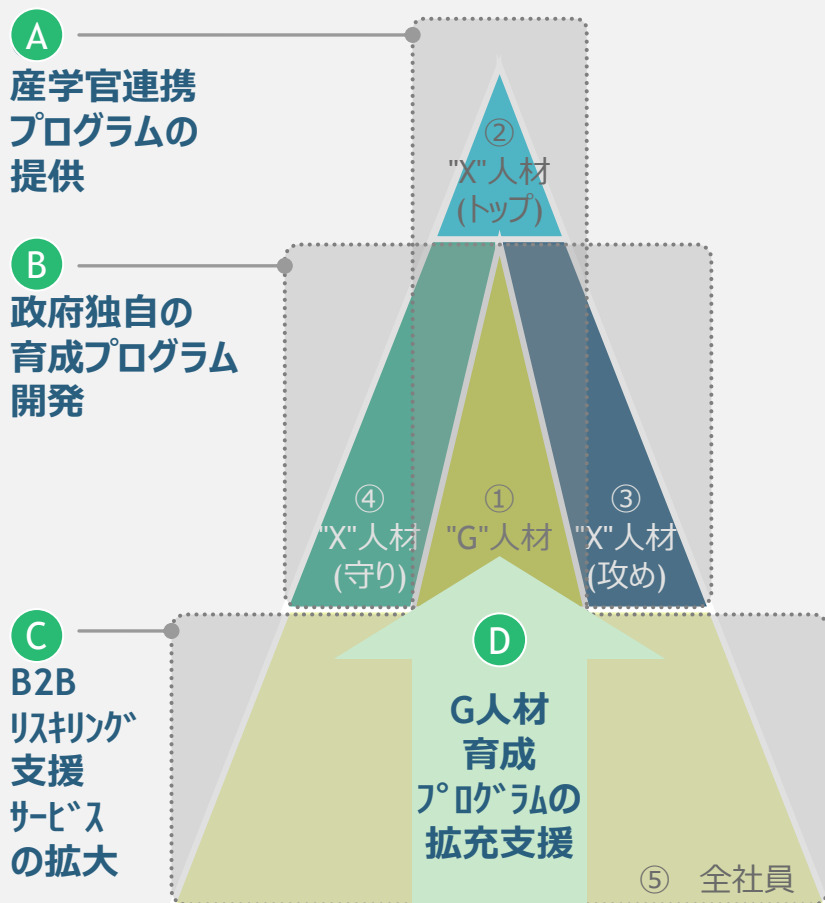
D) G人材育成プログラムの拡充支援

（GXの専門家を志望する全ての人）

- 大学生～リスク希望の社会人も対象に、基礎から実践まで体系的に学習することで、専門性の高い“G人材”を育成できる学位等を提供し、G人材の量的・質的な拡大を促進

X人材/G人材の双方の不足に対して、対策を展開していく

各対策と人材類型の対応



ターゲット

対策の概要

- | | |
|------------------------------------|--|
| A トップマネジメント層のX人材/G人材 + その候補 | 一定期間仕事を離れ、リテラシーや基礎の他、最先端のルール形成、技術動向、将来シナリオ等、 ハイクラス な知見を習得する機会を提供し、トップ層のGXの重要性理解/進め方の理解を促進 |
| B ミドルマネジメント層のG人材/X人材 | 夜間や週末の受講が可能な講座 において、GX関連業務の実務を学ぶことで、現場で即戦力となっているG人材・X人材に対して、 GXのリードにあたって必要な知識や実践力の習得 を促進 |
| C 一般社員 | マインド醸成や、ルールや汎用技術について体系的に基礎知識を得られるカリキュラムの裾野を広げ、 一般社員向けのGX意識の醸成、及びルールや汎用技術等の基礎知識の習得 を促進 |
| D GXの専門家を志望する全ての人 | 大学生～リスク希望の社会人も対象 に、基礎から実践まで体系的に学習することで、専門性の高い "G人材" を育成できる学位等を提供し、G人材の量的・質的な拡大を促進 |

即効性重視

中長期視点

トップマネジメント層候補を主な対象とした、グローバルルール形成に携わる G人材や大企業トップのX人材を育成する数か月間のプログラムを、産学官で連携して形成

対策①：産学官連携プログラムの提供

概要

対象者

- トップマネジメント層のX人材/
G人材やその候補

育成のゴール

- GX推進のコアとなる“G”人材、
及びGX推進の旗振り役となる
トップ層を育成

学び方

- 一定期間仕事を離れて学ぶ

内容

- リテラシーや基礎の他、最先端
のルール形成、技術動向、
将来シナリオ等、ハイクラスな
知見を習得
- グローバルエキスパート等との
ネットワーキングも重視

プログラムの実施イメージ

基礎を押さえた上で最先端の動向までハイクラスな知見を習得可能な5ヶ月間の産学官連携プログラムを提供
グローバルエキスパートのゲスト講義を通して世界規模の人材交流の「場」を提供

必修講義 (1 mo.)

パーパス

- 気候変動のメカニズム
- 企業にとっての意味
- 脱炭素経営の概要

ルール

- 各種脱炭素目標/規制
- 各トピックの専門知識
(削減・オフセット・金融・開示・
プライシング 等)

技術/ビジネス

- 各業界における脱炭素の影響
- 業界別の国内外先進企業の
事例紹介

リーダーシップ

- 企業におけるGX推進に必要な
リーダーシップ研修

業界別研修 (1 mo.)

グローバルエキスパートの ゲスト講義

- 最先端のルール形成、技術
動向、将来シナリオ 等
- 業界別の先進企業における
ベストプラクティス

ケーススタディ (3 mo.)

先進事例を踏まえたグループ ケーススタディ (グループワーク)

- 先進企業が経験したGXの
障壁は何か、それをどのように
乗り越えたのか、事例を踏まえ
議論・実践

提携企業を顧客と想定した 課題解決型グループケーススタディ (グループワーク)

- 提携企業を顧客と想定し
GXコンサルタントとして課題
解決を実践
- リアルな課題に対し、これまでの
学びを踏まえ分析/打ち手を
提案



「アラムナイ交流会」(半年に一度実施)

“G”人材の専門性向上及び攻めと守りの“X”人材の実務力強化に向けた育成プログラムを政府が提供することで、即戦力の輩出を狙う

対策②：政府独自の育成プログラム開発

概要

対象者

- GX推進において各部門の司を担うミドルマネジメント層

育成のゴール

- より専門性の高いG人材や、より実務に沿ったX人材等、GXをリードする即戦力を育成

学び方

- 各社の該当者を募り、夜間や週末に受講させる形式

内容

- 各論に入り、炭素会計、アベイトメントカーブ作成管理、新規ビジネス企画等の実務を演習
- 受講者間のネットワーキングを促す

プログラムの実施イメージ

基礎講義とワークショップ(WS)で構成された12週間 (計40時間程度) の学習プログラムを提供

- 基礎講義はオンライン、WSは夜間・週末にF2Fで実施する想定
- WS内のグループワークとプログラム修了後の「アラムナイ交流」でネットワーキングの「場」を提供

基礎講義 (オンライン; 4w)

ケーススタディ含むワークショップ (F2F; 8w)

各週3~4時間程度の負担イメージ

パーパス

- 気候変動のメカニズム
- 企業にとっての意味
- 脱炭素経営の概要

先進事例の更なる理解

- 業界別の国内外先進企業の事例紹介
- GX関連事業創造における要諦とリスク

先進事例によるケーススタディ (グループワーク)

- ターゲット市場の市場規模算出
- 自社のグリーンビジネスプラン策定

業界別分科会

- 各業界における脱炭素による影響
- 先進企業の脱炭素水準・業界特化のルール

ルール

- 各種脱炭素目標/規制
- 各トピックの専門知識 (削減・オフセット・金融・開示・プライシング 等)

技術/ビジネス

- 国内外先進企業の事例紹介
- 社内のGX推進における要諦
- 人材育成の仕組み

機能別ケーススタディ (グループワーク)

- 調達先の変更、炭素会計、アベイトメントカーブ作成管理等

「アラムナイ交流会」(半年に一度実施)

GXリテラシーに係るB2Bリスキリング支援サービスの適格認定により、一般社員層のサービス受講を促進し、GXマインドの醸成や人材の裾野拡大を図る

対策③：B2Bリスキリング支援サービスの拡大

概要

対象者

- 一般社員層
 - GX関連業務の経験がない初学者

育成のゴール

- GX意識の醸成、及びルールや汎用技術等の基礎知識を習得した人材の裾野拡大

実現方法

- マインド醸成や、ルールや汎用技術について体系的に基礎知識を得られるカリキュラムを提供し、裾野を拡大
 - オンライン講義だけでなく、自社の事業への適用を考えさせるワークショップ等のフォローが有効

実施イメージ

GX人材の社内育成に向けて市場で提供されているB2B支援サービスを、政策的に後押しし拡大

スキル標準の策定

GX推進に必要なスキルを整理したスキル標準を策定

(スキル標準イメージ)

パーパス

- 気候変動のメカニズム
- 企業にとっての意味
- 脱炭素経営の概要

ルール

- 各種脱炭素目標/規制
- 各トピックの概要
(削減・オフセット・金融・開示・プライシング 等)

技術/ビジネス

- 主要な技術/GXビジネス

B2Bサービスの公募・審査

スキル標準に基づき、GXリテラシー育成のB2Bサービスを公募・審査

(該当サービスイメージ)

- 「GX基礎オンライン講座(仮)」
- 20時間のオンラインプログラムで、GXのWhyからHowまで全体像を学習可能
 - Why: 気候変動の仕組み、企業に与える影響
 - What: 遵守すべき国際ルール・規制
 - How: 脱炭素に係る主要技術、それを活用した事業例

適格サービス認定

適格サービスを認定し、受講者の増加を促進

- (将来的には、オンライン講義だけでなく、自社の事業への適用を考えさせるワークショップ等のフォローが有効か)

将来的なG人材の質/量数的確保に向け、 大学等におけるG人材向けの長期プログラムの設立を政策的に後押し

対策④：大学によるG人材育成プログラムの設立支援

概要

対象者

- GXの専門家を志望する全ての人
 - 将来的にGX分野を目指す大学生
 - 社内・転職において、GX人材として活躍したい社会人

育成のゴール

- 国内のGXをリードする、専門性の高い“G”人材を育成

学び方

- 大学等での学位を想定
 - 社会人も受講可とする

内容

- 基礎から実践まで体系的に学習の上、最先端の動向までハイクラスな知見を習得可能な1年間のプログラムによりGXの専門家を育成

実施イメージ

基礎から実践まで体系的に学習可能な上、最先端の動向までハイクラスな知見を習得可能な1年間のプログラムを提供

グローバルエキスパートのゲスト講義を通して世界規模の人材交流の「場」を提供

必修講義 (4 mo.)

パーパス

- 気候変動のメカニズム
- 企業にとっての意味
- 脱炭素経営の概要

ルール

- 各種脱炭素目標/規制
- 各トピックの専門知識 (削減・オフセット・金融・開示・プライシング 等)

技術/ビジネス

- 各業界における脱炭素による影響
- 業界別の国内外先進企業の事例紹介

実務研修 (4 mo.)

先進事例によるケーススタディ

- ターゲット市場の規模算出/GXビジネスプラン策定

機能別ケーススタディ

- 調達先の変更、炭素会計、アバйтメントカーブ作成管理等

気候変動に係るリスクと法

- 気候変動によるリスク分析やそれに起因する法的側面を理解

気候変動に係る定量分析

- 気候データ分析・評価に必要な定量スキルを構築

課題解決実践プログラム (2 mo.)

(下記のいずれかを選択)

国内外企業のGX推進部署への 出向によるインターンシップ

- インターンシップとして、GX推進実務を経験
- プログラムは、インターンシップ枠の獲得を支援

提携企業を顧客と想定した課題 解決型グループケーススタディ

- 提携企業を顧客と想定しGXコンサルタントとして課題解決を実践
- リアルな課題に対し、これまでの学びを踏まえ分析/打ち手を提案



グローバルエキスパートのゲスト講義 (毎月開催)

- 最先端のルール形成、技術動向、将来シナリオ 等

令和4年度地球温暖化・ 資源循環対策等に資する調査委託費 (2050年カーボンニュートラルの実現に向けた 産学官金連携の推進に係る分析・調査事業)

調査報告書 - 第2部：FMC参画のために必要な調査

令和5(2023)年 2月28日



経済産業省

Ministry of Economy, Trade and Industry

調査実施内容

- First Movers Coalitionは重要な新技術に対する世界的な需要を喚起することで、技術革新・商用化へつなげることを目的とした官民連携グループ
- 本グループへの参画に際し、8分野における基礎データ等の調査・分析等を実施
- 1.コミットメント発表済の6分野は、基礎調査を実施
- 2.コミットメント未発表の「セメント分野」及び「化学品分野」は、国内外の目標水準や業界の現状、基準策定における論点などについて、重点的に調査を実施

FMCの8分野 (2022年11月4日時点)



航空



トラック輸送



海運



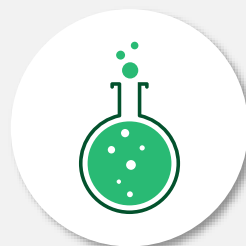
鉄鋼



アルミニウム



二酸化炭素除去



化学

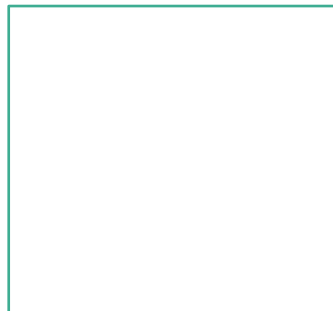
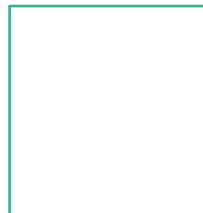


セメント

重点調査分野

Agenda

- 1. コミットメント発表済6分野の基礎調査
- 2. 重点調査ー化学
- 3. 重点調査ーセメント



セクター概要: 航空

業界の状況

- Global aerospace industry has committed to reduce net aviation emissions by 50% by 2050¹
- Continuation of efficiency improvements of ~1.7% p.a. (1970-2019) will not be sufficient given growing air traffic demand (2-4% p.a.)
- Current regional emissions regulation is uneven and uncoordinated
- Policy & social pressure to decarbonize are expected to increase

脱炭素化に向けたチャレンジ

- Hard to abate sector due to limited availability of near-term decarbonization levers
- Alternative fuels still very expensive at current scale: up to 160% cost increase
- Upgrading the fleet will take time: ~10 yrs new aircraft lead time, ~25 yrs fleet life
- Mature abatement technologies (SAF, open rotor) alone not sufficient to reach the target
- Uncertain evolvement of regulation

新しいグリーンソリューション



SAF² (biofuel, synfuel)



Hydrogen combustion



Open rotor & HBPR⁴ engines



Blended wing body airframe



(Hybrid) electric prop. (battery, fuel cell)



Air traffic mgmt. & op's efficiency

既存の取り組みとイニシアチブ

- Key airlines likely to adopt CORSIA³ as part of a “self-regulating” industry
- >30 sustainability-focused consortia exist, as well as multiple broader aviation forums
- Appetite for SAF off-takes increasing, multiple agreements in place in 2019-20
- Selected bio- & synfuel capacity build-ups in progress
- OEMs investing in R&D for disruptive tech.

KSF

- Advancement & massive scale-up of breakthrough technologies, esp. propulsion tech.
- Further development of ecosystem levers, i.e., SAF, Air Traffic & Flight Mgmt, Offsetting
- Alignment and specification of regulation frameworks and incentive mechanisms
- Ecosystem coordination, R&D investment, acceleration of development cycles
- Incentives for SAF adoption, certification of 100% blend, scale up of SAF production

1. Based on 2005 levels, targets defined by IATA (International Air Transport Association) and ICAO (International Civil Aviation Organization) 2. SAF: Sustainable Aviation Fuel
3. CORSIA: Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation 4. HBPR: Higher by-pass ratio engine | Source: BCG analysis

セクター概要: トラック輸送

業界の状況

- New powertrain adoption driven by tighter regulation, TCO¹ and new market reality
- OEMs in all key markets have ZEVs in their offering & announced zero-emission targets
- ZEV² adoption rate in 2030 expected to be ~50% in €pe, ~25% in US, ~20% in China
- Markets will diverge from diesel as de-facto standard to different green solutions, dep. On use case and local dynamics

脱炭素化に向けたチャレンジ

- Emerging regulatory frame conditions with uncertainty depending on political situation
- High investments and R&D cost for new solution development and introduction
- Infrastructure (i.e., grid, fuel stations) for green fuel types not ready to accommodate potential rising demand
- Total Cost of Ownership of green powertrain solutions not yet competitive to diesel but critical given slim margins in transport sector

新しいグリーンソリューション



Battery-electric



Fuel-cell electric³



xNG⁶ Supplementary technology,
but no long-term solution

KSF

- 5 Factors define split between powertrain alternatives and upward potential
 - Total Cost of Ownership (TCO)
 - Use case readiness
 - Infrastructure readiness & development
 - Emission regulation
 - Additional policy support

既存の取り組みとイニシアチブ

- OEMs focus on development of BEV⁴ and FCEV⁵ with significant commitments on emission reduction in their portfolios
- Industry partnerships are driving the development of ZEVs in €pe and beyond
- Infrastructure players create prerequisites for BEV and FCEV operations
- Adjacent industries, e.g., battery prod., are scaling to reduce component cost

1. TCO: Total cost of ownership 2. ZEV: Zero-emission vehicle, incl. BEV & FCEV 3. H2 combustion 4. BEV: Battery-electric vehicle, 5. FCEV: Fuel-cell electric vehicle 6. xNG: Natural Gas (compressed/liquified) | Source: BCG analysis

セクター概要: 海運

業界の状況

- More and more shipping companies commit to net zero; despite lots of uncertainty with regards to technology and regulation
- IMO regulation not ambitious enough to force everyone to act, creating an uneven playing field given different regulations across globe
- EU commission recently proposed to add shipping to the EU ETS²

脱炭素化に向けたチャレンジ

- High abatement costs for shipping sector limit economic incentive to decarbonize
- 50-60% of companies' opex are driven by fuel, a green premium on e-fuels therefore has a high impact on the bottom-line
- With vessels operating 20-25 years, unknown retro-fitting costs, and uncertainty which e-fuel will dominate, companies have to invest in ships that are future-proofed & accommodate multiple e-fuel solutions

新しいグリーンソリューション



Methanol



Ammonia



Hydrogen



Biofuel



BEV

KSF

- Before creating a strategy, seven risks and opportunities must be evaluated
 - Ecosystem collaboration
 - Technological efficiency
 - Operational efficiency
 - Future fuels
 - Regulation
 - Financing
 - Customer & employee demand

既存の取り組みとイニシアチブ

- CO2 reduction targets announced by many major players
- With fuel availability likely to be a key success criteria for longevity of companies, some collaboration have started to form to develop & secure supply of future fuels
- Maersk secures green e-methanol to operate first vessel carbon neutrally by '23 & orders 8 vessels with ability to sail on e-methanol

1. Excluding marine services providers, shipbuilders, and shipping organizations; 2. EU ETS: European Union Emissions Trading System
Source: BCG analysis

セクター概要: 鉄鋼

業界の状況

- Steel industry one of biggest GHG emitters despite only ~0.7% contribution to glob. GDP
- Growing pressure to decarbonize among consumers, end use industry and in politics
- Green steel as opportunity for many end user industries to solve their own CO2 challenge
- First steel producers committing to ambitious emission reduction targets

脱炭素化に向けたチャレンジ

- High investment needs (~\$1B per mill) for pilot plants unable to be borne in capital constrained industry
- Most breakthrough technology, e.g., H2 reduction and CCUS⁴, still in early pilot stage
- Limited scrap availability for EAF³
- Green H2 still very costly to produce, constrained by limited renewable electricity and immature market

新しいグリーンソリューション



Carbon capture, utilization & storage



Scrap EAF³



H2-based DRI¹



Fuel, feed-stock switch



(Hybrid) electric prop. (battery, fuel cell)

既存の取り組みとイニシアチブ

- Pilot projects started to use green H2 to produce DRI and melt in EAF
- Supply of green and blue H2 to steel operations tested
- Development of first large-scale green H2 production capacities
- First projects on CO2 capture and reuse as chemicals or bio-ethanol

KSF

- **Regulation:**
 - Support green steel as lever to reduce CO2
 - Set framework to activate & scale market for green H2
- **Investment:** Support R&D spend in capital constrained industry from private and public sector
- **Pilot support:** Enable large scale pilots and demos to provide proof of concept and accelerate technology maturity

1. DRI: Direct reduction iron, 2. BF BOF: Blast Furnace-Basic Oxygen Furnace, 3. EAF: Electric arc furnace, 4. CCUS: Carbon capture, utilization and storage
Source: BCG analysis

セクター概要: アルミニウム

業界の状況

- Capital intensive industry, falling rent over last decade, growth in line with global GDP
- Increasing pressure from investors, the public, gov. and consumers towards sustainability; green aluminium as key trend among others
- Power generation for smelting generates ~80% of aluminium-related CO2 emissions
- Demand for low-carbon Al primarily driven by auto, packaging, consumer applications

脱炭素化に向けたチャレンジ

- Low industry margins and returns limiting room for capital-intensive transitions
- Smelting requires uninterrupted power supply
- Current cost advantage of “black aluminium” from coal stalling “green aluminium” from making breakthrough (e.g., in China despite serious commitment to reduce CO2 emissions)
- High preference for low-cost fossil fuels and low availability of renewable power in some geographies (e.g., Middle East, India)
- Current policy uncertainties

1. EnPot is a patented mechanical technology to transform aluminium smelters
Source: BCG analysis

新しいグリーンソリューション



Renewable energy



Recycling



Inert Anodes



EnPot¹ retrofitting

KSF

Transition of the aluminium industry requires contribution from different stakeholders, e.g.:

- **Aluminium players:** Scale through partnerships/consolidation, reduce cost (opex and capex), R&D on smelting tech., pursue low-carbon elec.
- **Governments:** Assess and implement regulation on carbon tax, ESG, etc., invest in renew. energy & R&D, stimulate demand
- **Customers:** Push for ESG performance, partner up w/producers for R&D and innovation, accept price premium for green Aluminium

既存の取り組みとイニシアチブ

- Rio Tinto Alcan and Alcoa created JV to commercialize inert anode technology
- Different aluminium producers increase share of renewable power for smelting
- EnPot technology retrofitted in existing smelters, e.g., by Trimet
- Several producers launched low carbon (incl. recycled content) Al brands
- EGA producing Al with solar power

セクター概要: 二酸化炭素除去

業界の状況

- Direct Air Capture (DAC) as one of the key Negative Emission Technologies (NET)
- DAC with high potential for CO2 removal, yet still in infancy (capturing >9,000 tCO2 p.a.)
- DAC as particularly promising for CO2 intensive industries without capture at point of emission (e.g., aviation, shipping)
- Economics & techn. feasibility drive storage as main solution (vs. usage) in next 10-20 yrs

脱炭素化に向けたチャレンジ

- Early development stage of key DAC/CCUS technologies
- DAC currently too expensive in current market conditions vs. other CO2 sources
- CCUS does not capture 100% of CO2
- Low certainty regarding future demand and market evolution
- Lack of funding to DAC from private, commercial and government entities (e.g., R&D, deployment)

新しいグリーンソリューション

Carbon capture



Physical sorption



Chemical-based sorption

Storage/use



Storage (e.g., reservoirs, aquifers)



Use in industrial processes (e.g., chemicals, fuels)

KSF

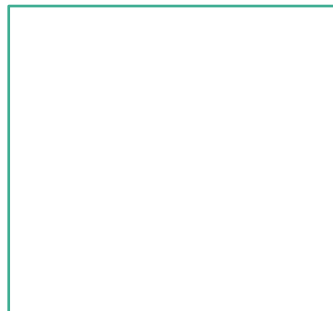
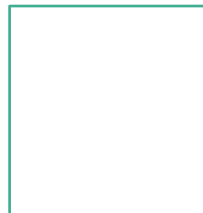
- **Policy/legislation** to set right market conditions (e.g., carbon price/credits) and support for low-purity, high-cost sectors with little to no abatement alternatives, e.g., steel and cement
- **Fundamental R&D** in more efficient carbon capture and storage/use technologies
- **Rapid cost reduction** through wide scale demonstration plants and rapid deployment
- **Demand** for CO2 removal credits also at higher prices as market opport. for DAC

既存の取り組みとイニシアチブ

- US government support for DAC R&D increased to \$35M, as part of \$60M NETs³ funding in 2020
- Stripe announced offset purchase from Climeworks: >300 tons at \$775/t
- Construction of several large-scale DAC plants planned (e.g., Oxy and Carbon Engineering)

Agenda

1. コミットメント発表済6分野の基礎調査
- 2. 重点調査ー化学
3. 重点調査ーセメント





欧州における単位あたりCO2排出量の例

化学品の参考値探索の考え方

- 製造プロセスが比較的似ているPETとPEについて探索
 - 製造プロセスの異なる化学物質それぞれに合理的な目標値を設定することは困難
- Plastics EuropeのEPDデータ (PET: 2002, PE: 2007) における単位あたりCO2排出量を一つの参考値として調査
 - 現状、世界的に基準値となるデータが存在しないため、欧州のデータを使用
 - 一方で世界平均に近づけるため、直近ではなく過去の水準を参照



化学品の単位あたりCO2排出量の例

PET: 2002
(kg CO₂eq/kg PET)

3.49

PE: 2007
(kg CO₂eq/kg PE)

1.96



脱炭素における国内化学品業界の現状

分野	Scope 1	Scope 2	Scope 3
石化/ 基礎 化学品	- 化学品全体の排出の大部分を占めるが、技術的なチャレンジが大きい分野 - 一部、先進的な海外プレイヤーが先進的な取り組みを実施	- 製造プロセスで使用する電力は規模が大きく、自前のCN電源確保が困難 - そのため、国内電力会社のCN化の程度に取組が比例し、欧州が先行 - なお、一部の欧州先進企業では自前確保も実施	- バイオ原料の使用・リサイクル原料・水素原料などの使用をR&Dレベルで検討し商業化も推進中 - 大手各社ともリサイクル原料を混ぜ込むトライアルは開始しているが、ごく少量の混ぜ込みを試験的に実施している状況
機能 化学品	全体に対するインパクトが小さいことが多く、あまり議論の対象とならない印象	(同上)	- 最終製品企業 (半導体産業、自動車産業など) から、「現状把握」のニーズが生じ始めている段階 - 欧州の先進的なOEMからのプレッシャーをダイレクトに受ける欧州のプレイヤーが先行



国内技術として強みがあると想定される分野の事例

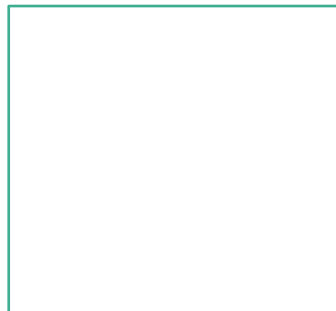
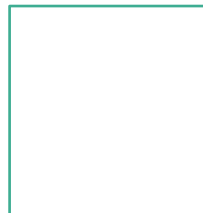
	オレフィン全般 (エチレン、プロピレン等)	ポリカーボネート
主な使用用途	ポリエチレン・ポリプロピレン等を始めとする中間化学品の素材等	DVDやBDの表面/スマートフォンや家電の筐体/車載用ライトのカバー/航空機や新幹線の窓 等
国内における脱炭素に向けた取り組み状況	- 人工光合成では、①「光触媒」に太陽光を当てることでH₂OをH₂とO₂に分解し、②O₂とH₂を分離してH₂のみを安全に回収し、③CO₂と反応させることでオレフィンを製造 - その結果、オレフィン1KgあたりCO₂を約3kg吸収可能であり、CO₂を資源化可能 - 一方で商用化には時間を要し、今後2030年にかけて大規模な実証実験を行い、2050年までの早い時期での大型商用化プロセスの建設を目指す予定	- 国内先進企業では、CO₂原料PCの新製造プロセスの実証化を進め、さらなる省エネ・CO₂排出量削減プロセスの実現を目指す - 従来使用していた有害物質をCO₂で代替し環境に貢献 - 一方で、海外企業がマスバランスアプローチを用いたエンジニアリングプラスチックの採用実績を蓄積し先行している可能性

Agenda

1. コミットメント発表済6分野の基礎調査

2. 重点調査ー化学

➤ 3. 重点調査ーセメント





先進的な環境規制の目標水準と日欧企業の現状・目標水準比較

	先進的な環境規制		企業の目標水準例			
	環境規制A	環境規制B	欧米A社	欧米B社	欧米C社	国内A社
2030年の目標値 (kg CO ₂ /セメント製品1t)	469	<472	400	475	520 ¹⁾ ※2025年目標	<590
2021年の実績値 ²⁾			565	553	586	675
環境規制Aの水準達成 に必要な削減幅			17%	15%	20%	30%

1. 欧米C社は、2030年の目標値を2025年に前倒し 2. 国内A社は2020年の値
Source: BCG analysis



脱炭素における国内セメント業界の現状

エキスパートインタビューの概要

インタビュー 内容

- 既存の製品で最もCO2排出量が高いのは、クリンカ比率の低いECMセメント(250~300kg/t水準)である見立て
 - ECMセメントは、混合材割合が60~70%の高炉セメントC種であり、クリンカ比率が低いためCO2排出量が高いセメント
 - 他のセメントは、クリンカ比率の高さによる課題がクリティカルで、他技術によりECMセメント以上の排出量水準の達成は困難
- また、技術革新も途上で、現在の開発技術では「CO2排出量が200kg/t」を満たす製品の開発・生産は困難
 - 日本のエネルギー効率は既に世界最高水準であり、ECMセメントの数値が現在生産可能な最高水準である見立て
- 上記を踏まえ、CCUSの導入により「実質CO2排出量」を低減させるアプローチが現実的

(参考) セメント分類別の混合剤割合

セメントの種類	混合材	
ポルトランドセメント (JIS R 5210: 2009)	普通	0%
	早強	0%
	超早強	0%
	中庸熱	0%
	低熱	0%
	耐硫酸塩	0%
高炉セメント (JIS R 5211: 2009)	A 種	5～30%
	B 種	30～60%
	C 種	60～70%
シリカセメント (JIS R 5212: 2009)	A 種	5～10%
	B 種	10～20%
	C 種	20～30%
フライアッシュセメント (JIS R 5213: 2009)	A 種	5～10%
	B 種	10～20%
	C 種	20～30%
エコセメント (JIS R 5214: 2009)	普通	—
	速硬	—

注: 表中「-」は「要求なし」を表す
出典) JIS 規格

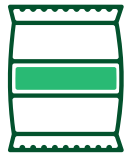


脱炭素における国内セメント業界の課題



コスト高

- 脱炭素技術には莫大な投資が必要。再エネの調達もコスト高
- 混合セメントの素材 (スラグ・フライアッシュ 等) は、外部から購入する必要があり、利幅を圧迫。一方で普通セメントは廃棄物を素材に含み、廃棄物処理費用を獲得可能
- 一方で、日系各社は業績低迷により新設備への投資余力がなく、財源の確保が必要



供給量制約

- 高炉セメントの素材である高炉スラグは鉄鋼業から調達するが、鉄鋼会社が日本から撤退するため調達が困難化
- フライアッシュも同様に調達困難



長期的安全性の担保

- 混合セメントは、100年レベルの超長期の安全性が不明確
- 既存の混合セメントでさえ安全性への懸念があるため、新技術はなおさら長期的な安全性で不安が大きい現状



利用者側の使いづらさ

- 高炉セメントを始めとする混合セメントは初期硬度が弱く、型枠を作ってコンクリを流し込む作業プロセス上、工期短縮に向けて普通セメントが好まれる



基準策定におけるポイント

ポイント

A CO2排出量の定義

既存のカーボンマイナス製品は、製造時のCO2吸収分を相殺しない場合、目標値達成が困難化

B 安全基準 (強度)

クリンカ比率の設定は、強度には大きく影響しない見立て

- 混合セメントは、28日圧縮強度は普通セメントと同程度の水準を担保可能

一方、CO2の混合は、超長期 (数十年単位) の安全性に影響する可能性

- CO2吸収によるコンクリートの中性化は、耐荷性や耐久性の毀損を誘引

C 調達総量の定義

日本は、CO2貯留ポテンシャルの低さや再エネ調達のコスト高など、相対的に不利な状況

一方で木材建築に強みがあり、セメント使用量の低減により脱炭素化に貢献可能



参考) B 安全基準 (強度)

クリンカ比率の設定は、強度には大きく影響しない見立て

セメント分類		混合材 (質量%)	圧縮強度 ¹⁾		
			3日	7日	28日
普通	ポルトランド	0%	≥ 12.5	≥ 22.5	≥ 42.5
混合	高炉	5~70%	≥ 10.0	≥ 17.5	≥ 42.5
	フライアッシュ	5~30%	≥ 12.5	≥ 22.5	≥ 42.5
	エコ	—	≥ 12.5	≥ 22.5	≥ 42.5



クリンカ比率を低減させた混合セメントであっても、
28日圧縮強度は普通セメントと同程度の水準を担保可能

CO2の混合は、超長期 (数十年単位) での安全性に
影響する可能性

通常のコンクリート

- 多量の水酸化カルシウムが存在し、高アルカリ性
- 鉄筋に不動態皮膜が形成され安定



CO2を混合させた場合

- 通常のセメントより中性化が早まる可能性
- 中性化は鉄筋の不動態被膜の破壊を促進し、
鉄筋が錆びやすくなり耐荷性や耐久性が毀損

1. ポルトランドセメントは「普通ポルトランドセメント」、高炉セメントは「高炉セメントB種」、フライアッシュセメントは「フライアッシュセメントA酒」、エコセメントは「普通エコセメント」の数値
Source: JIS規格

令和4年度地球温暖化・ 資源循環対策等に資する調査委託費 (2050年カーボンニュートラルの実現に向けた 産学官金連携の推進に係る分析・調査事業)

調査報告書 - 第3部：
国内外におけるグリーン・ボンド、トランジション・ボンドに係る調査

令和5(2023)年 2月28日



経済産業省

Ministry of Economy, Trade and Industry

今回ご依頼いただいた調査内容

1 海外のグリーン国債の商品設計

- EU・ドイツ・フランス・英・米は必須、その他の国は可能な範囲で
- クーポン、額面、発行価額、イールド、想定グリーンアム、規模、通貨、対象マーケット

2 海外のグリーン国債で想定されている償還財源

- 一般財源か
- 特定財源として何が、どの規模で想定され、どの検討段階に至っているか

3 海外のグリーン国債で想定されている資金使途等

- 何年間で何に使うか
- どの程度の粒度で固まっているか
- 使途決定プロセス
- 使途管理体制
- レポーティング

4 「グリーンボンド」「トランジションボンド」に係る第三者認証機関

- グリーン国債への認証実績がある機関に加え、当該実績のない機関でも、グリーンボンド・トランジションボンドの認証において主要な国内外機関はカバー

- 国籍
- 認証プロセス
- 主な実績
- トランジションボンド適格として認められる資金使途の範囲
- 資金使途以外について、ICMAグリーンボンド原則・トランジションファイナンスハンドブックをどの程度の厳しさで運用しているか

アジェンダ

- ① 海外のグリーン国債の商品設計
- ② 海外のグリーン国債で想定されている償還財源
- ③ 海外のグリーン国債で想定されている資金使途等
- ④ 「グリーンボンド」「トランジションボンド」に係る
第三者認証機関

① 調査サマリ: 海外のグリーン国債の商品設計

調査内容 (追加分を含む)

調査結果サマリ

A. 海外のグリーン国債とその比較対象となる普通国債の発行事例 (調査対象: EU・英・仏・独・香港・シンガポール)

- グリーン国債は資金調達コストの低い GX 資金の調達手段として機能している

B. グリーン国債発行によるメリット

1. 入札規模の普通国債との比較

- 1. グリーン国債のニーズは普通国債と同等かそれ以上

2. グリーン国債においてグリーンiumが観測される事例

- 2. 多くのグリーン国債においてグリーンiumが観測されており、普通国債と同程度かより低い資金調達コストを実現。一方、国内市場でグリーンiumが発生しうるかは見解が分かれる

3. 時間経過によるグリーンiumの変化

- 3. ドイツのグリーン国債において過去数年間にわたってグリーンiumを観測

C. グリーン国債における投資家構成

- グリーン国債は欧州の投資家を中心に高いニーズが存在しており、アジアである香港でも欧州投資家を取り込み

D. グリーン国債発行時にシンジケート団を作る金融機関一覧

- 革新的な債券を幅広く販売するため、各国でシ団を構築
- 普通国債発行時と同じくプライマリーディーラーの中から選任されるが、その際の基準は非公表



グリーン国債発行事例: EU

	事例①		事例②		事例③	
国債名	EUのグリーン国債	フランスの20年債 ²	EUのグリーン国債	フランスの20年債 ²	EUのグリーン国債	フランスの30年債 ²
	First NGEU green bond	OAT 1.25% 25 MAY 2036	Second NGEU green bond	OAT 0.50% 25 MAY 2040	NGEU green bond	OAT 2.00% 25 MAY 2048
ISINコード	EU000A3K4C42	FR0013154044	EU000A3K4DG1	FR0013515806	EU000A3K4DM9	FR0013257524
初回発行日時	2021/10/12	2021/7/1	2022/4/5	2022/5/5	2022/6/21	2022/7/7
初回調達額	120億€	20億€	60億€	23億€	50億€	15億€
初回入札額	1,350億€	50億€	780億€	45億€	320億€	29億€
	11倍	2.5倍	13倍	2倍	6.4倍	1.9倍
償還期限	15年 (2037/2/4)	20年 (2036年/5/25)	20年 (2043/2/4)	20年 (2040/5/25)	25年 (2048/2/4)	30年 (2048/5/25)
クーポン	0.4%	1.25%	1.25%	0.5%	2.625%	2.0%
初回発行時利回り	0.453%	0.42%	1.374%	1.83%	2.713%	2.44%
グリーンプレミアム ¹			-46bps			
初回発行方式	シンジケート	オークション	シンジケート	シンジゲート	シンジケート	オークション

1. 比較対象³の国債の発行時利回りに対するプレミアム 2. 初回発行時ではなく追加発行時の情報 3. 比較対象はプレスリリースにて参照されている銘柄
 Source: 欧州連合による公開情報 (https://ec.europa.eu/info/index_en)



グリーン国債発行事例: イギリス

	事例①		事例②	
	イギリスのグリーン国債	イギリスの30年債 ²	イギリスのグリーン国債	イギリスの40年債 ²
国債名	0⅞% GREEN GILT 2033	4¼% Treasury Stock 2032	1½% GREEN GILT 2053	3¾% Treasury Gilt 2052
ISINコード	GB00BM8Z2S21	GB0004893086	GB00BM8Z2V59	GB00B6RNH572
初回発行日時	2021/9/21	2020/5/22	2021/10/21	2020/4/21
初回調達額	100億 £	25億 £	60億 €	2億 £
初回入札額	1,014億 £	-	740億 €	-
償還期限	12年 (2033/7/31)	30年 (2032年6/7)	32年 (2053/7/31)	40年 (2052/7/22)
クーポン	0.875%	4.25%	1.5%	3.75%
初回発行時利回り	0.8721%	0.321	1.4133%	-
グリーンIAM ¹				
初回発行方式	シンジケート	オークション	シンジケート	オークション

1. 比較対象³の国債の発行時利回りに対するプレミアム 2. 初回発行時ではなく追加発行時の情報 3. 比較対象はプレスリリースにて参照されている銘柄
Source: イギリスDMOによる公開情報 (<https://www.dmo.gov.uk/>)



グリーン国債発行事例: フランス

	事例①		事例②		事例③	
	フランスのグリーン国債	フランスの20年債 ²	フランスのグリーン国債	フランスの20年債 ²	フランスの物価連動型 グリーン国債	フランスの物価連動型 18年債 ²
国債名	GREEN OAT 1.75% 25 JUNE 2039	OAT 1.25% 25 MAY 2036	GREEN OAT 0.50% 25 JUNE 2044	OAT 0.50% 25 MAY 2040	GREEN INFLATION- LINKED OAT€i 0.10% 25 JULY 2038	OAT€i 0.10% 25 JULY 2036
ISINコード	FR0013234333	FR0013154044	FR0014002JM6	FR0013515806	FR001400AQH0	FR0013327491
初回発行日時	2017/1/24	2017/2/3	2021/3/16	2021/3/4	2022/6/21	2022/3/17
初回調達額	70億€	20億€	70億€	23億€	40億€	5億€
初回入札額	235億€	50億€	350億€	54億€	270億€	12億€
	3.4倍	2倍	5倍	2.3倍	6.8倍	2.4倍
償還期限	22年 (2039/6/25)	20年 (2036年/5/25)	23年 (2044/6/25)	20年 (2040/5/25)	15年 (2038/7/25)	18年 (2036/7/25)
クーポン	1.75%	1.25%	0.5%	0.5%	0.10%×額面価格 x インデックス係数	0.10%×額面価格 x インデックス係数
初回発行時利回り	1.741%	1.61%	0.526%	0.43%	-0.415%	-1.19%
グリーンIAM ¹						
初回発行方式	シンジケート	オークション	シンジケート	オークション	シンジケート	オークション

1. 比較対象³の国債の発行時利回りに対するプレミアム 2. 初回発行時ではなく追加発行時の情報 3. 比較対象は発行条件に近い同国の銘柄
Source: フランス国際庁による公開情報 (<https://www.economie.gouv.fr/>)



グリーン国債発行事例: ドイツ

	事例①		事例②		事例③		事例④	
	ドイツの グリーン国債	ドイツの10年債	ドイツの グリーン国債	ドイツの5年債	ドイツの グリーン国債	ドイツの30年債 ²	ドイツの グリーン国債	ドイツの10年債
国債名	0.00% Green Federal bond 2020 (2030)	0.00% Federal bond 2020 (2030) II	0.00% Green Federal note	0.00% Federal note - series 182	0.00% Green Federal bond 2021 (2050)	0.00% Federal bond 2019 (2050)	0.00% Green Federal bond 2021 (2031)	0.00% Federal bond 2021 (2031) II
ISINコード	DE0001030708	DE0001102507	DE0001030716	DE0001141828	DE0001030724	DE0001102481	DE0001030732	DE0001102564
初回発行日時	2020/9/2	2020/6/17	2020/11/4	2020/7/8	2021/5/11	2021/6/9	2021/9/8	2021/6/16
初回調達額	65億€	50億€	50億€	50億€	60億€	15億€	35億€	50億€
初回入札額	330億€	76億€	60億€	82億€	389億€	17億€	37億€	54億€
償還期限	10年 (2030/8/15)	10年 (2030年/8/15)	5年 (2025/10/10)	5年 (2025/10/10)	30年 (2050/8/15)	30年 (2050/8/15)	10年 (2031/8/15)	10年 (2031/8/15)
クーポン	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
初回発行時利回り	-0.463%	-0.38%	-0.85%	-0.66%	0.391%	0.31%	-0.38%	-0.19%
グリーンium ¹	-8bps		-19bps				-19bps	
初回発行方式	シンジケート	オークション	オークション	オークション	シンジケート	オークション	オークション	オークション

1. 比較対象³の国債の発行時利回りに対するプレミアム 2. 初回発行時ではなく追加発行時の情報 3. 比較対象は双子債の銘柄
Source: ドイツ連邦金融庁による公開情報 (<https://www.deutsche-finanzagentur.de/en/>)



(参考) ドイツのツインボンドの概要

ツインボンドの発行条件 (例: 30y twins)

	普通国債 (Conventional twin)	グリーン国債 (Green twin)
償還期限	30年 (2050/8/15)	
クーポン	0.00%	
利息の支払い	Annually	
ISINコード	DE0001102481	DE0001030724
初回発行日	2019/8/21	2021/5/11
総発行額	EUR 20.5 bn	Benchmark size (at least EUR 4 bn)

発行条件を同一にすることで、グリーン国債と普通国債の利回り差 (グリーニアム) を明確化

ツインボンドの発行・取引のプロセス



グリーン国債を常に普通国債に交換可能にすることで流動性を向上し、投資家のリスクを軽減

投資家からの信頼性が高く、ユーロ圏でベンチマークにされている自国の普通国債との比較や交換可能性をツインボンド方式によって実現することで、下記2つの目的の達成を図る

- ・ 自国グリーン国債をグリーンボンド市場のベンチマークとする
- ・ グリーンボンド市場に新規投資家を呼び込み、市場を拡大させる



(参考) ドイツのツインボンドは投資家のニーズに応じた購入価格によって実効利回りが変化

ドイツのツインボンドにおける実効利回りの比較

	ツインボンドの発行条件 (例: 10y twins)		各ボンドの実効利回り	
グリーン国債	初回発行日時	2021/9/8	実効利回り	-0.37%
	償還期限	10年		
	発行時平均購入価格 (額面100€当たり)	103.81€		
	初回発行額	35億€		
	クーポン	0.00%		
普通国債	初回発行日時	2021/9/8	実効利回り	-0.20%
	償還期限	10年		
	発行時平均価格 (額面100€当たり)	101.99€		
	初回発行額	50億€		
	クーポン	0.00%		

(参考) 実効利回りの計算方法

ドイツのグリーン国債・普通国債のクーポンは0.00%、つまり年間利息額は0€なため、実効利回りは下記のように算出される

$$\text{購入価格} = \frac{\text{額面価格}}{(1 + x)^n}$$

(x : 実効利回り, n : 償還期限)



グリーン国債発行事例: 香港 (1/2)

	事例①	事例②			事例③		
	米\$建 グリーン国債	米\$建 グリーン国債	米\$建 グリーン国債	米\$建 グリーン国債	米\$建 グリーン国債	€建 グリーン国債	€建 グリーン国債
国債名	Inaugural Green Bond	US\$1 billion 5-year	US\$1 billion 10-year	US\$0.5 billion 30-year	US\$1 billion 10-year	EUR1.25 billion 5-year	EUR0.5 billion 20-year
ISINコード	US43858AAB61/ USY2836BAN48	US43858AAC45/ USY3422VCR79	US43858AAD28/U SY3422VCS52	US43858AAE01/US Y3422VCT36	HK0000789823	HK0000789849	HK0000789856
初回発行日時	2019/5/22	2021/1/27			2021/11/18		
初回調達額	10億米\$	10億米\$	10億米\$	5億米\$	10億米\$	12.5億€	5億€
初回入札額	40億米\$	50億米\$	50億米\$	35億米\$	29億米\$	22億€	22億€
償還期限	5年 (2024/5/28)	5年 (2026/2/2)	10年 (2031/2/2)	30年 (2051/2/2)	10年 (2031/11/24)	5年 (2026/11/24)	20年 (2041/11/24)
クーポン	2.5%	0.63%	1.38%	2.38%	1.75%	0%	1.00%
初回発行時利回り	2.555%	0.64%	1.41%	2.41%	1.86%	0.02%	1.06%
グリーニアム ¹	32.5bp (5年物米国債比較)	22.5bp (5年物米国債比較)	37.5bp (10年物米国債比較)	62.5bp (30年物米国債比較)	23bp (10年物米国債比較)	10bp (5-year EUR mid-swap rate比較)	65bp (20-year EUR mid-swap rate比較)
初回発行方式	シンジケート	シンジケート	シンジケート	シンジケート	シンジケート	シンジケート	シンジケート

1. プレスリリースに記載の情報
Source: 香港金融管理局による公開情報 (<https://www.hkma.gov.hk/eng>)



グリーン国債発行事例: 香港 (2/2)

国債名	事例④		事例⑤
	人民元建 グリーン国債	人民元建 グリーン国債	香港\$建 グリーン国債
国債名	RMB2.5 billion 3-year	RMB2.5 billion 5-year	inaugural retail green bond
ISINコード	HK0000789864	HK0000789872	
初回発行日時	2021/11/24		2022/5/18
初回調達額	25億人民元	25億人民元	200億香港\$
初回入札額	142億人民元	142億人民元	325億香港\$
償還期限	3年 (2024/11/30)	5年 (2026/11/30)	3年 (2025/5/19)
クーポン	2.80%	3.00%	インフレ率に応じる (最低保証金利2.5%)
初回発行時利回り	2.80%	3.00%	-
グリーンアム	-	-	-
初回発行方式	シンジケート	シンジケート	公募

Source: 香港金融管理局による公開情報 (<https://www.hkma.gov.hk/eng>)



グリーン国債発行事例: シンガポール

事例①

シンガポールドル建グリーン国債

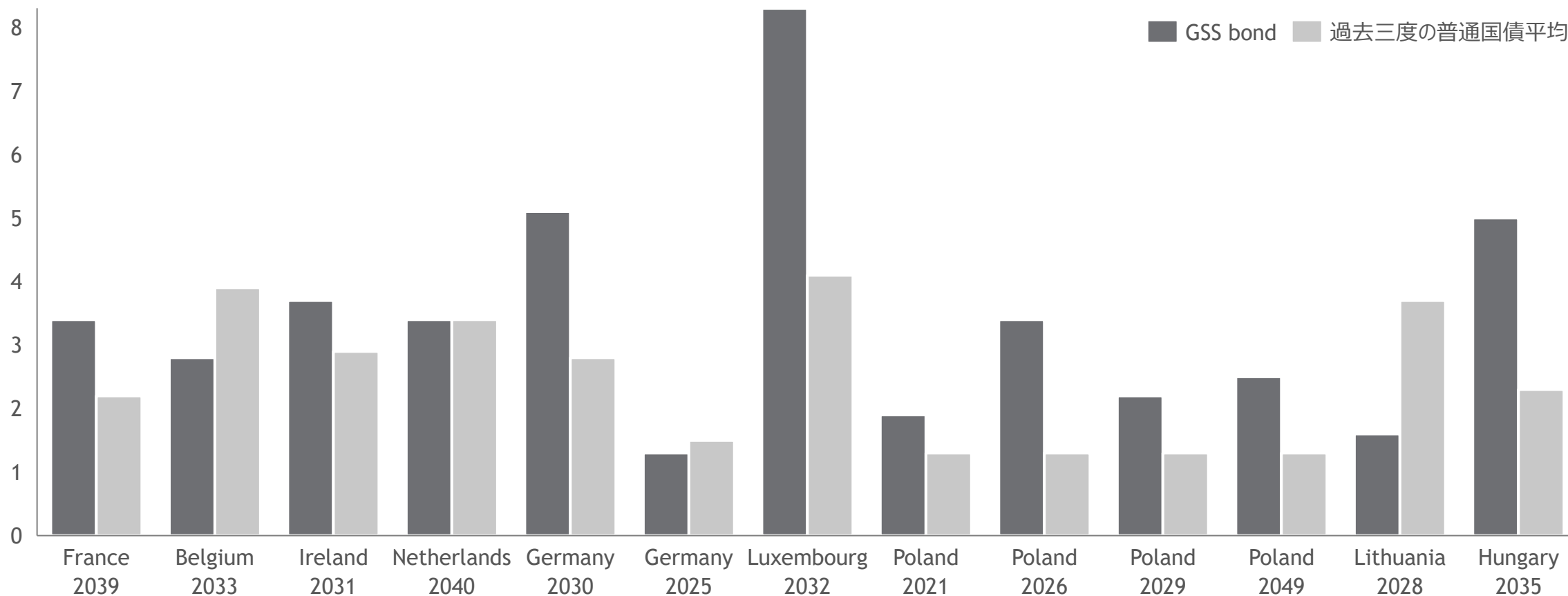
国債名	50-year SGS (Aug-72 bond)
ISINコード	SGXF47639806
初回発行日時	2022/8/4
初回調達額	-
初回入札額	24億S\$ （機関投資家向:23.5億S\$ 個人投資家向: 0.5億S\$）
償還期限	50年 (2072/8/19)
クーポン	3.0%
初回発行時利回り	3.04%
グリーンニアム	-
初回発行方式	シンジケート

Source: シンガポール金融管理局による公開情報 (<https://www.hkma.gov.hk/eng>)

GSS国債のニーズは普通国債と同等かそれ以上である

CIBによる各国におけるGSS国債と普通国債の調達額に対する入札額の比率の比較

調達額に対する入札額の比率 (倍)

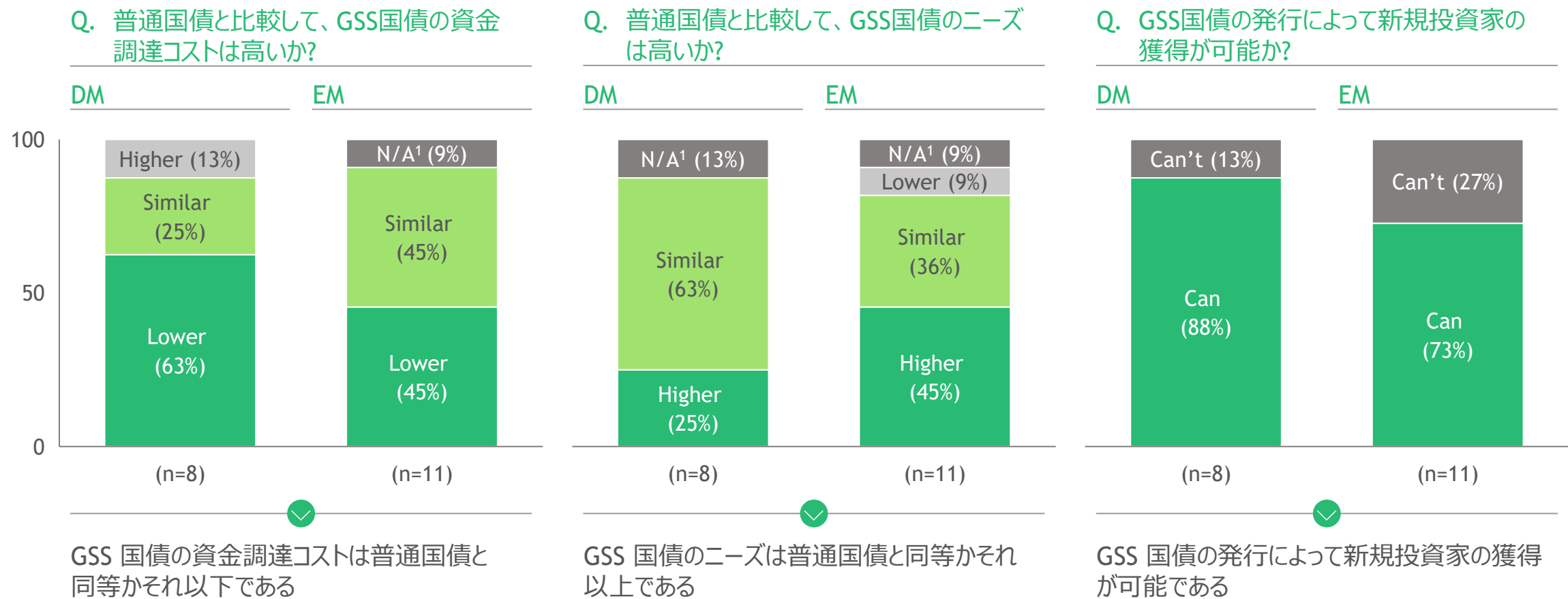


Note: CBI: Climate Bonds Initiative, GSS 国債: Green/Social/Sustainability 国債の総称

Source: CBI発行のレポート (<https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi-sovereign-green-social-sustainability-bond-survey-jan2021.pdf>)

GSS国債は投資家のニーズが高く、普通国債と同程度または低い資金調達コストを実現

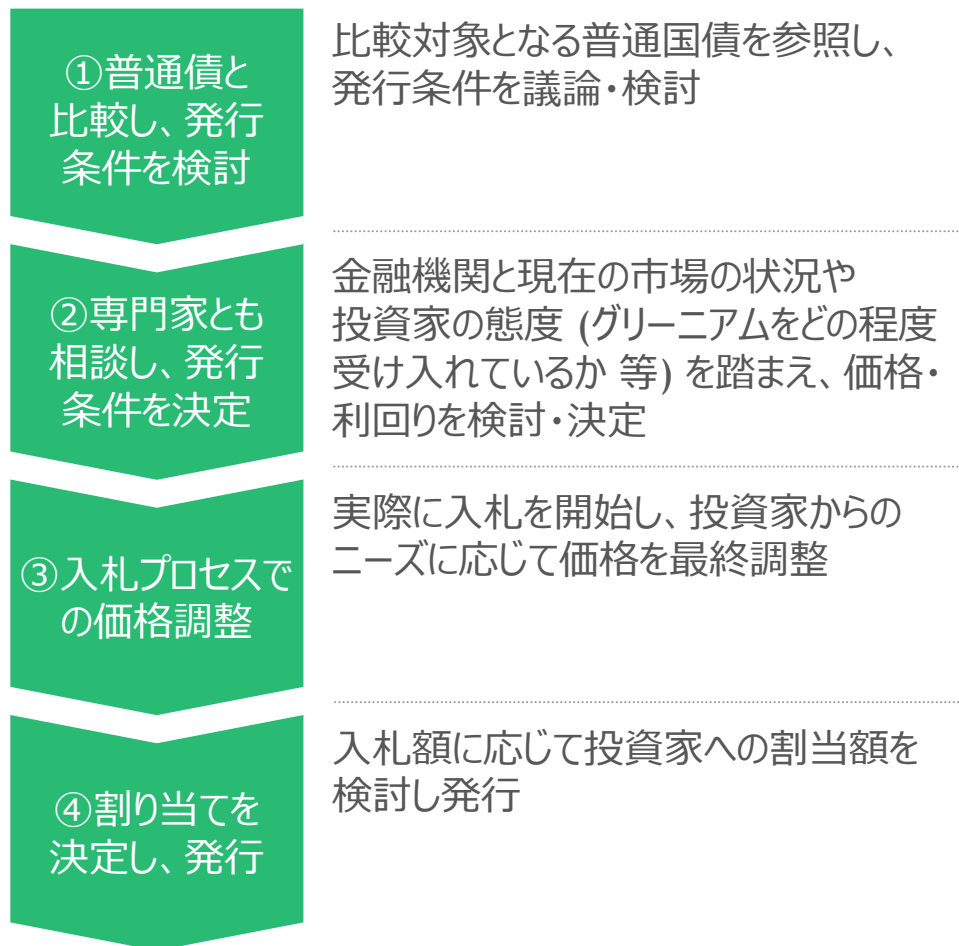
CBIによるGSS国債発行済国へのアンケート結果



1. 比較対象となる普通国債が無い場合無回答
Note: DM: Developed Markets (Green bonds: France, Belgium, Ireland, Netherlands, Hong Kong, Sweden, Germany/Sustainability bonds: Luxembourg), EM: Emerging Markets (Green bonds : Poland, Egypt, Fiji, Nigeria, Indonesia, Lithuania, Seychelles, Chile, Hungary/Sustainability bonds: Thailand, Mexico)
Source: CBI発行のレポート (<https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi-sovereign-green-social-sustainability-bond-survey-jan2021.pdf>)

グリーニウム発生メカニズム

グリーンボンド発行プロセス



グリーニウムの発生・大きさに影響を与えるポイント

発行条件

- 参照する普通債との発行条件の違いによって価格が調整される

A. 市場動向

- グリーンボンドは普通債と比較して長期保有を前提とした投資家が多く価格変動リスクが低いため、市場の動きが活発になると、グリーニウムが拡大する傾向

B. 投資家からのニーズ

- 投資家が普通債よりもグリーンボンドの将来的価値が高いと判断し、低い利回りを許容
- 発行するグリーンボンドへのニーズに応じて価格が調整されるため、ニーズが高いグリーンボンドではグリーニウムが拡大する傾向が存在。グリーンボンドに対する投資家のニーズは下記に影響される
 - クーポンや価格、発行方式や発行体への信用等（普通債と同様の要件）
 - 資金用途の適格性や第三者機関認証の有無（グリーン/トランジションボンド特有）

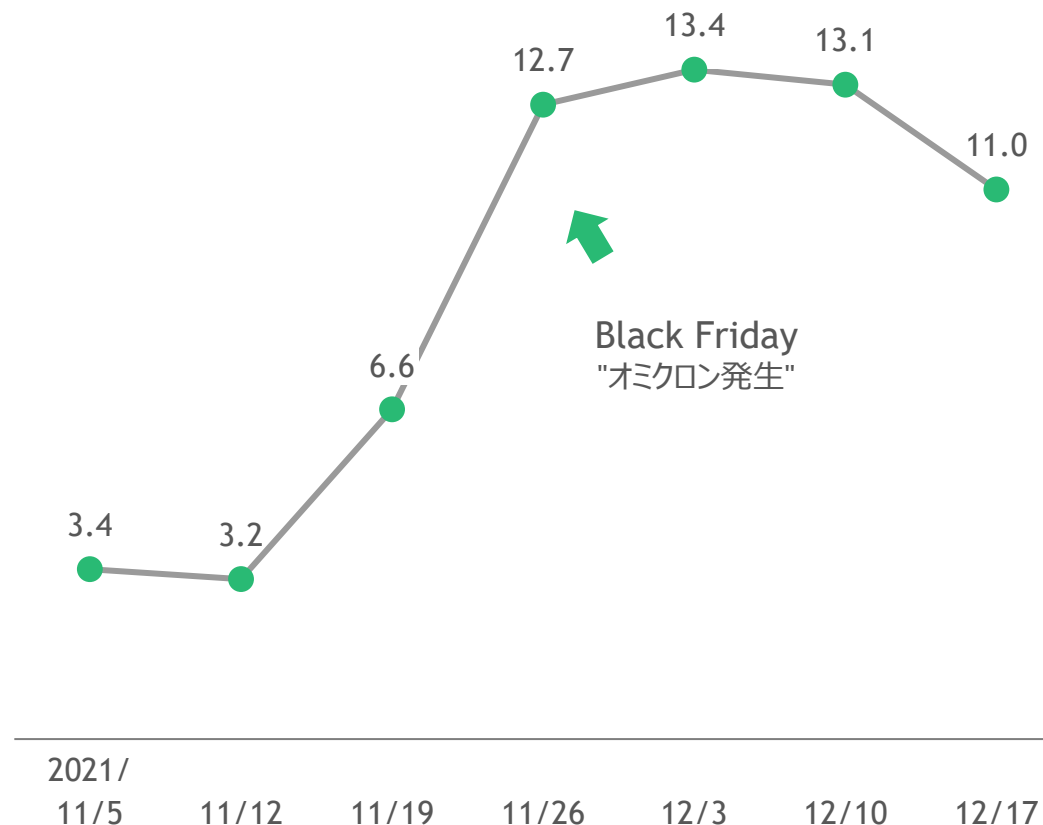
グリーニアムの発生・大きさに影響を与えるポイント: 市場動向によるグリーニアムの変化

AXAによるオミクロン発生を契機としたPhilips社のグリーニウム拡大事例

Philips社の普通債とグリーンボンド¹における利回りの変化

2021年11月26日、オミクロンの発生によってヘルスケア業界の企業である Philips社の債券価格 (利回り) が上昇したが、普通債と比較してグリーンボンドの上り幅は小さく、その結果グリーニウムが拡大

Philips社のグリーンボンドにおけるグリーニウム (bp) の変化

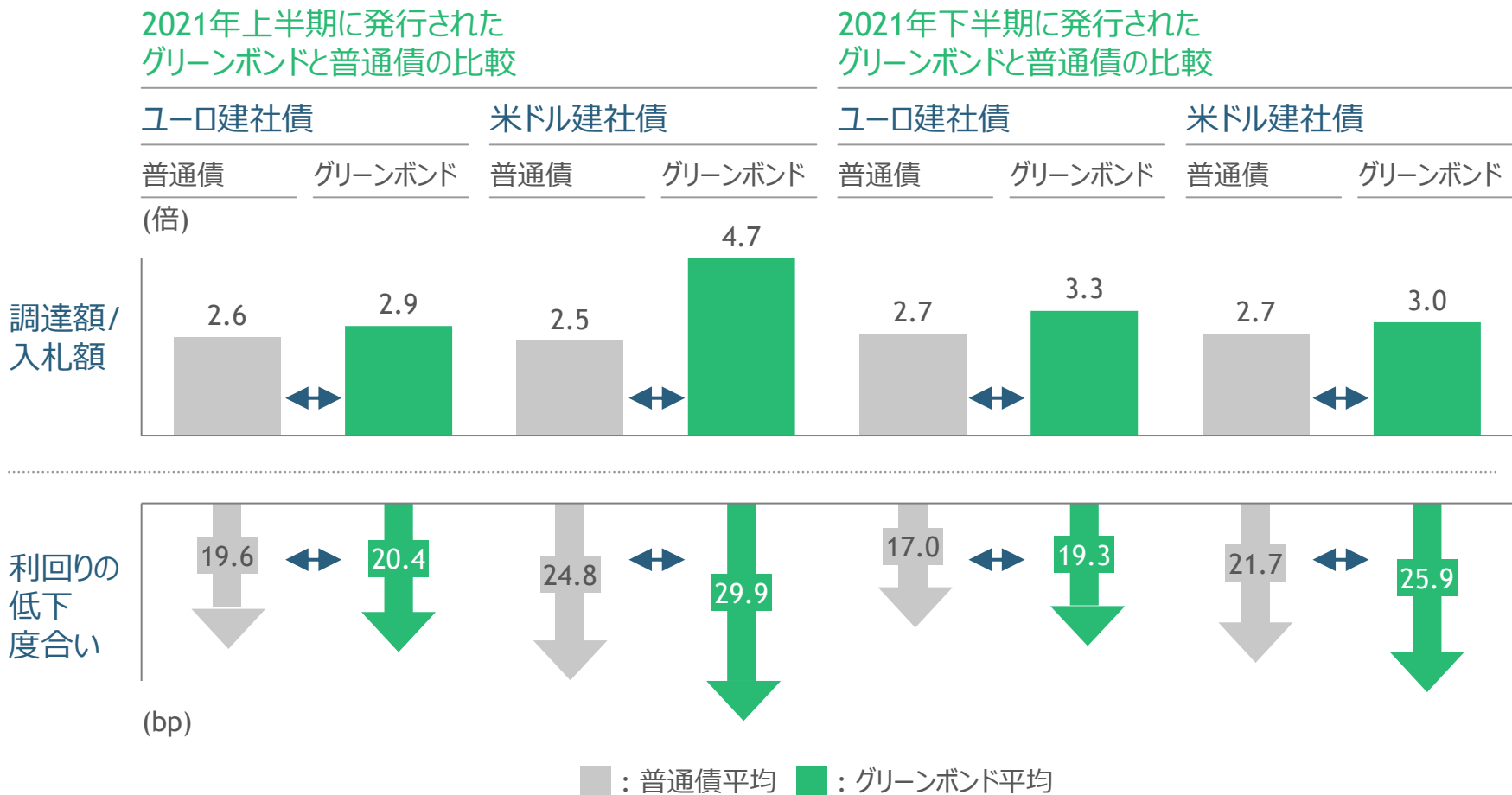


1. PHIANA 0.5 05/22/26

Source: AXAによるレポート (リンク先は[こちら](#)、クリックするとダウンロードが始まる点留意のこと)

投資家からの高いニーズによる利回り (価格) の低下がグリーニアムの発生に影響

CBIによる2021年に発行されたグリーンボンド (社債) とその比較対象である普通債の平均値の比較

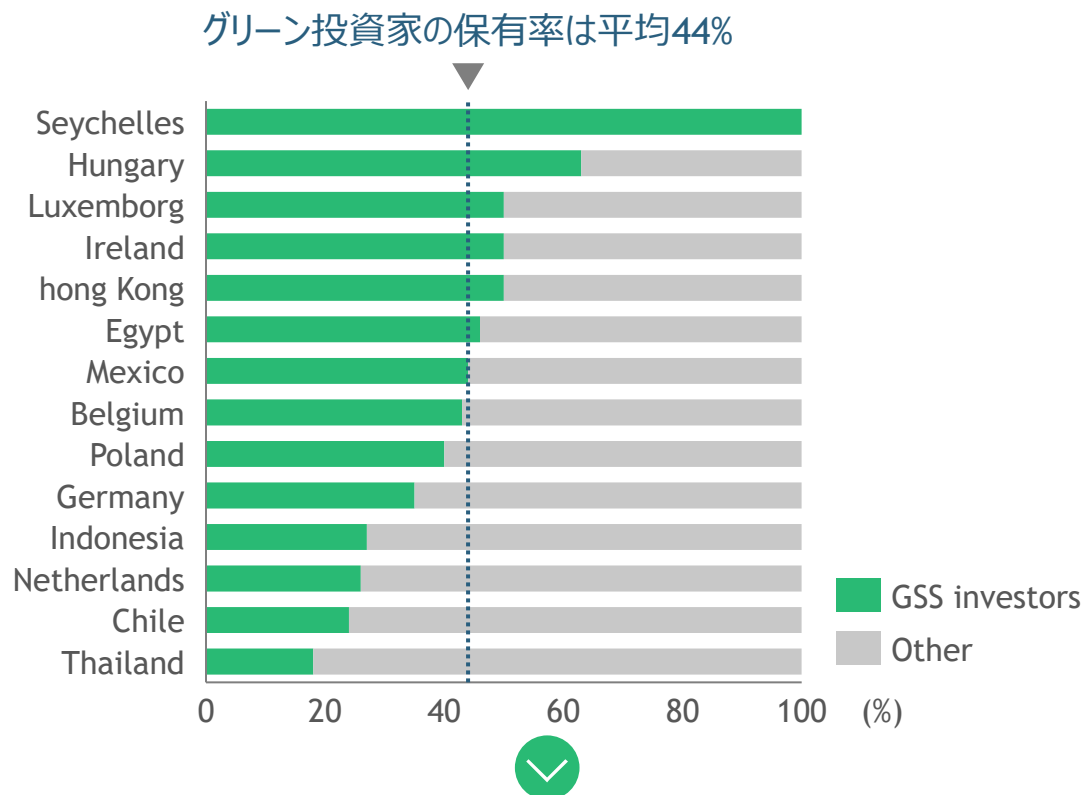


- グリーンボンドは投資家からのニーズが高く、入札プロセス中に普通債よりも大幅な利回りの低下が起きている
- この利回りの低下度合いの差がグリーニアムの発生にも影響している

グリーンボンドが投資家からのニーズを集めるための要件

CBIによるGSS国債発行済国へのアンケート結果

各国のグリーン国債におけるグリーン投資家¹の保有率



グリーン国債はグリーン投資家からのニーズが高いことから、
資金用途による環境改善効果に厳しい目線が向けられると推察

投資家がグリーンボンドに対して重要視するポイント

投資家はグリーン国債ボンドにおいて資金用途と認証を重要視

- グリーン国債はグリーン投資家の保有率が高く、彼らは調達資金が環境に配慮された使われ方をするのかどうかを特に注視
- 調達資金の用途や調達のフレームワークが第三者機関による認証を受けているかどうかも重要なポイント

欧州では、2021年3月からSFDR²が適用が開始されたことを受け、投資家がより一層グリーンウォッシュへの警戒を高めており、商品が「どれだけグリーンなのか」を独自に精査する動きも

1. グリーン投資家: investors describing themselves as green 2. SFDR: EU Sustainable Finance Disclosure Requirements
Source: CBI発行のレポート (<https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi-sovereign-green-social-sustainability-bond-survey-jan2021.pdf>)

(参考) グリーンボンドが投資家からのニーズを集めるための要件

エキスパートによるコメントの抜粋

- “
 - 投資家としてグリーン・トランジションボンドについて何より気になるのは資金使途
 - グリーンボンドについては資金使途に対する第三者認証がとれていれば深追いしない投資家も多いが、トランジションボンドは投資家自身で資金使途まで確認する
 - 投資家視点で第三者認証は必要不可欠な要素
 - 認証をとっていれば十分という認識から、投資家自身でSPOの発行元や、資金使途まできちんと確認すべきという議論も存在
 - 商品としての魅力はもちろんだが、引受機関の「踏ん張り具合」や「集客力」も投資家からのニーズを集められるかどうかに影響
 - 欧米系証券会社エキスパート

- “
 - ESG債投資家は環境改善効果があることの見返りに経済性を一定犠牲にしている (低利・低クーポン) ので、債券保有期間に全く環境改善効果が出ない可能性もある資金使途に多くの資金が回ることを嫌がる
 - 海外投資家をターゲットに商品を発行する際は、海外の評価機関を使うべき
 - 第三者評価機関エキスパート

GSS国債の資金調達コストは普通国債と同等かそれ以下である

CBIによる2020年までのGSS国債発行事例リスト

発行体	初回発行日時	初回調達額 (bn local)	初回調達額 (bn USD)	発行通貨	発行時のプレミアム
France 2039	2017/01/24	7.0	7.5	EUR	Greenium
Netherlands 2040	2019/05/21	6.0	6.7	EUR	
Chile 2050	2019/06/17	1.4	1.4	USD	
Chile 2032	2020/01/22	0.75	0.75	USD	
Indonesia 2025	2020/06/16	0.75	0.75	USD	
Thailand 2035	2020/08/13	3.0	0.975	THB	
German Bund 2030	2020/09/02	6.5	7.7	EUR	
Egypt 2025	2020/09/29	0.75	0.75	USD	
German BOBL 2025	2020/11/04	5.0	5.9	EUR	On the curve
Poland 2026	2018/01/31	1.0	1.2	EUR	
Indonesia 2023	2018/02/22	1.25	1.25	USD	
Belgium 2033	2018/02/26	4.5	5.5	EUR	
Ireland 2031	2018/10/10	3.0	3.5	EUR	
Indonesia 2024	2019/02/12	0.75	0.75	USD	
Poland 2029	2019/02/28	1.5	1.7	EUR	
Chile 2031	2019/06/25	0.9	1.0	EUR	
Chile 2040	2020/01/21	1.3	1.4	EUR	
Hungary 2035	2020/06/02	1.5	1.7	EUR	
Mexico 2027	2020/09/14	0.75	0.9	EUR	New issue premium
Poland 2021	2016/12/12	0.8	0.8	EUR	
Lithuania 2028	2018/04/30	0.02	0.02	EUR	
Poland 2049	2019/02/28	0.5	0.6	EUR	
Luxembourg 2032	2020/09/07	1.5	1.8	EUR	

Source: CBI発行のレポート (<https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi-sovereign-green-social-sustainability-bond-survey-jan2021.pdf>)



国内市場におけるグリーニアムの発生有無は投資家によって見解が分かれている

- “
- 普通債とグリーンボンド・トランジション債を同時に発行した場合、国内市場でもグリーニウムは"若干の差"で発生する
 - サステナビリティ投資への需要に加え、証券会社が引き受けるにあたり、同じ価格でプライシングするわけにはいけないことも一理由
 - 一方、円金利が低水準である国内市場では、グリーニアムの計測が難しいという前提がある
 - 円金利が低水準であり、1-2bps程度は「マーケットの流動性の誤差」として注目されない
- 欧米系証券会社エキスパート

- “
- グリーンボンド・トランジションボンドに対するグリーニウムは国内市場では殆ど乗っていないのが現状
 - グリーン投資への需要が欧米ほど高くなく、市場が育っていないことが理由
 - 欧米はグリーン投資への投資家要求が高く、日本と比して投資家の追い込まれ方が違う
 - トランジションボンドの場合、グリーン移行に対する筋書きが下手であれば、むしろ上乗せが必要になる
 - ウォッシュ批判の可能性がある場合、普通の債券より投資家として引いてしまうため
- 日系証券会社エキスパート



(参考) 国内の代表的なトランジションボンド発行事例において、起債時のグリーニウムによる資本コストの抑制効果は確認できず

国内のトランジションボンド発行事例			事例①: JERA		事例②: JAL	
	トランジションボンド	普通社債	トランジションボンド	普通社債	トランジションボンド	普通社債
社債名	第8回無担保社債	第3回無担保社債	第9回無担保社債	第4回無担保社債	第 11 回無担保社債	第10回無担保社債
ISINコード	JP338672AN51	JP338672AMB6	JP338672BN50	JP338672BMB4	JP370520AN33	JP370520AM67
初回発行日時	2022/5/24	2021/11/26	2022/5/24	2021/11/26	2022/3/1	2021/6/10
初回調達額	120億円	400億円	80億円	300億円	100億円	300億円
償還期限	5年 (2027/5/25)	5年 (2026年/11/25)	10年 (2032/5/25)	10年 (2031/11/25)	5年 (2027/3/1)	5年 (2026/6/10)
クーポン (=利回り) ¹	0.420% >	0.150%	0.664% >	0.350%	0.700% >	0.580%
(参考) 日本国債の利回り ²	0.005%	-0.008%	0.225%	0.070%	0.005%	-0.115%
(参考) 日本国債との 利回り差	0.415%	0.158%	0.439%	0.280%	0.695%	0.695%
発行価格 (額面100円当たり)	100円	100円	100円	100円	100円	100円

1. 社債は通常新規発行時の額面価格と発行価格が同額であり、その場合表面利率（クーポン）と利回りは一致する 2. 各社債と同年限の日本国債のその社債の初回発行日時での利回り
Note: 国内で発行されたトランジションボンドの内、トランジションボンド発行から一年以内に同年限の普通社債が発行されている事例のみを記載（日本郵船、大同特殊鋼、JFE、IHI、三菱重工業は除く）
Source: 証券保管振替機構による公開情報 (<https://www.jasdec.com/>), JPXによる公開情報 (<https://www.jpj-esg.jp/>)



(参考) 国内の代表的なトランジションボンド発行事例において、起債時のグリーニウムによる資本コストの抑制効果は確認できず

国内のトランジションボンド発行事例				事例③: 大阪ガス			
	トランジションボンド	トランジションボンド	普通社債		普通社債	トランジションボンド	
社債名	第47回無担保社債	第44回無担保社債	第41回無担保社債		第71回無担保社債	第69回無担保社債	第72回無担保社債
ISINコード	JP318040AN90	JP318040AN66	JP318040AM67		JP357300AN36	JP357300CM76	JP357300BN35
初回発行日時	2022/9/1	2022/6/2	2021/6/3		2022/3/1	2021/7/13	2022/3/1
初回調達額	270億円	100億円	200億円		100億円	150億円	100億円
償還期限	10年 (2032/9/1)	10年 (2032年/6/2)	10年 (2031/6/3)		10年 (2032/3/1)	10年 (2031年/7/13)	7年 (2029/3/1)
クーポン (=利回り) ¹	0.529%	0.369%	> 0.220%		0.350%	> 0.170%	0.260%
(参考) 日本国債の利回り ²	0.240%	0.235%	0.080%		0.170%	0.025%	0.009%
(参考) 日本国債との 利回り差	0.289%	0.134%	0.140%		0.180%	0.145%	0.251%
発行価格 (額面100円当たり)	100円	100円	100円		100円	100円	100円

1. 社債は通常新規発行時の額面価格と発行価格が同額であり、その場合表面利率（クーポン）と利回りは一致する 2. 各社債と同年限の日本国債のその社債の初回発行日時での利回り
Note: 国内で発行されたトランジションボンドの内、トランジションボンド発行から一年以内に同年限の普通社債が発行されている事例のみを記載（日本郵船、大同特殊鋼、JFE、IHI、三菱重工業は除く）
Source: 証券保管振替機構による公開情報 (<https://www.jasdec.com/>), JPXによる公開情報 (<https://www.jpjx-esg.jp/>)



(参考) 国内の代表的なトランジションボンド発行事例において、起債時のグリーニウムによる資本コストの抑制効果は確認できず

国内のトランジションボンド発行事例 事例⑤: 出光工業

	トランジションボンド	普通社債	トランジションボンド	普通社債
社債名	第15回無担保社債	第13回無担保社債	第16回無担保社債	第14回無担保社債
ISINコード	JP314250AN78	JP314250AM79	JP314250BN77	JP314250BM78
初回発行日時	2022/7/14	2021/7/15	2022/7/14	2021/7/15
初回調達額	100億円	100億円	100億円	300億円
償還期限	5年 (2027/7/14)	5年 (2026年/7/14)	10年 (2032/7/14)	10年 (2031/7/15)
クーポン (=利回り) ¹	0.480% >	0.120%	0.879% >	0.340%
(参考) 日本国債の利回り ²	0.030%	-0.125%	0.230%	0.010%
(参考) 日本国債との 利回り差	0.450%	0.225%	0.440%	0.240%
発行価格 (額面100円当たり)	100円	100円	100円	100円

1. 社債は通常新規発行時の額面価格と発行価格が同額であり、その場合表面利率（クーポン）と利回りは一致する 2. 各社債と同年限の日本国債のその社債の初回発行日時での利回り
Note: 国内で発行されたトランジションボンドの内、トランジションボンド発行から一年以内に同年限の普通社債が発行されている事例のみを記載（日本郵船、大同特殊鋼、JFE、IHI、三菱重工業は除く）
Source: 証券保管振替機構による公開情報 (<https://www.jasdec.com/>), JPXによる公開情報 (<https://www.jpj-esg.jp/>)



(参考) 国内の代表的なトランジションボンド発行事例において、起債時のグリーニウムによる資本コストの抑制効果は確認できず

国内のトランジションボンド発行事例 事例⑥: 九州電力

	トランジションボンド		普通社債	
社債名	第506回無担保社債	第503回無担保社債	第507回無担保社債	第504回無担保社債
ISINコード	JP324640AN50	JP324640AN43	JP324640BN59	JP324640BN42
初回発行日時	2022/5/24	2022/4/13	2022/5/24	2022/4/13
初回調達額	300億円	450億円	250億円	330億円
償還期限	5年 (2027/5/25)	5年 (2027年/4/23)	10年 (2032/5/25)	10年 (2032/4/23)
クーポン (=利回り) ¹	0.350%	< 0.360%	0.644%	> 0.589%
(参考) 日本国債の利回り ²	-0.100%	-0.110%	0.075%	0.100%
(参考) 日本国債との 利回り差	0.450%	0.470%	0.569%	0.489%
発行価格 (額面100円当たり)	100円	100円	100円	100円

1. 社債は通常新規発行時の額面価格と発行価格が同額であり、その場合表面利率（クーポン）と利回りは一致する 2. 各社債と同年限の日本国債のその社債の初回発行日時での利回り
Note: 国内で発行されたトランジションボンドの内、トランジションボンド発行から一年以内に同年限の普通社債が発行されている事例のみを記載（日本郵船、大同特殊鋼、JFE、IHI、三菱重工業は除く）
Source: 証券保管振替機構による公開情報 (<https://www.jasdec.com/>), JPXによる公開情報 (<https://www.jpj-esg.jp/>)



(参考) 日銀による気候変動オペにより、今後国内でのグリーニアムの発生を期待する声も

日銀による気候変動オペの概要

- 気候変動オペ (公開市場操作) は、脱炭素に向けた投資を対象に、日銀が金利ゼロで原資となる円資金を金融機関に供給する仕組み
 - 脱炭素に向けた設備投資に取り組む企業への融資や下記の環境債への投資が対象
 - グリーンローン
 - グリーンボンド (サステナビリティボンドを含む)
 - サステナビリティ・リンク・ローン (気候変動対応に紐づく評価指標が設定されているものに限る)
 - サステナビリティ・リンク・ボンド (気候変動対応に紐づく評価指標が設定されているものに限る)
 - トランジション・ファイナンス

気候変動オペによる市場の反応・影響

- 初回の貸付予定額が2兆483億円となり、利用上限となる関連の投融資残高のうち、8割以上が利用されており、**ESG投資への関心の高さが確認**できる
- 今回の気候変動オペが気候変動の取り組みを後押しする形で**国内のESG債への需給が高まり、市場が活発化**することが予測される
 - 気候変動オペを巡って**環境債の需要が急増**しており、**需要に供給が追いついていないのが現状**
 - 国内ではグリーニウムがあまり観測されていないとの受け止め方が一般的だが、みずほ証券の戸野氏は、「**日銀の気候変動オペ導入をきっかけに国内でもグリーニウムが生じる素地がでてきた**」と話す



ドイツのグリーン国債の全ての銘柄で数年間にわたって0~10bp程度のグリーンIAMが存在

ドイツ連邦金融庁の投資家向けプレスリリースによるドイツのグリーン国債におけるグリーンIAMの動向

ドイツのグリーン国債の概要

- ドイツはグリーン国債を、発行済みの普通国債と償還期限等の条件を同じにした「ツインボンド方式」で発行
 - ツインボンドであるグリーン国債と普通国債は交換が可能な形式
 - ツインボンドであるグリーン国債と普通国債は同条件であるため、利回りや価格の比較が容易
- 普通国債との交換可能性や比較の容易性から、投資家の流動性に対する不安の解消や透明性の担保を実現

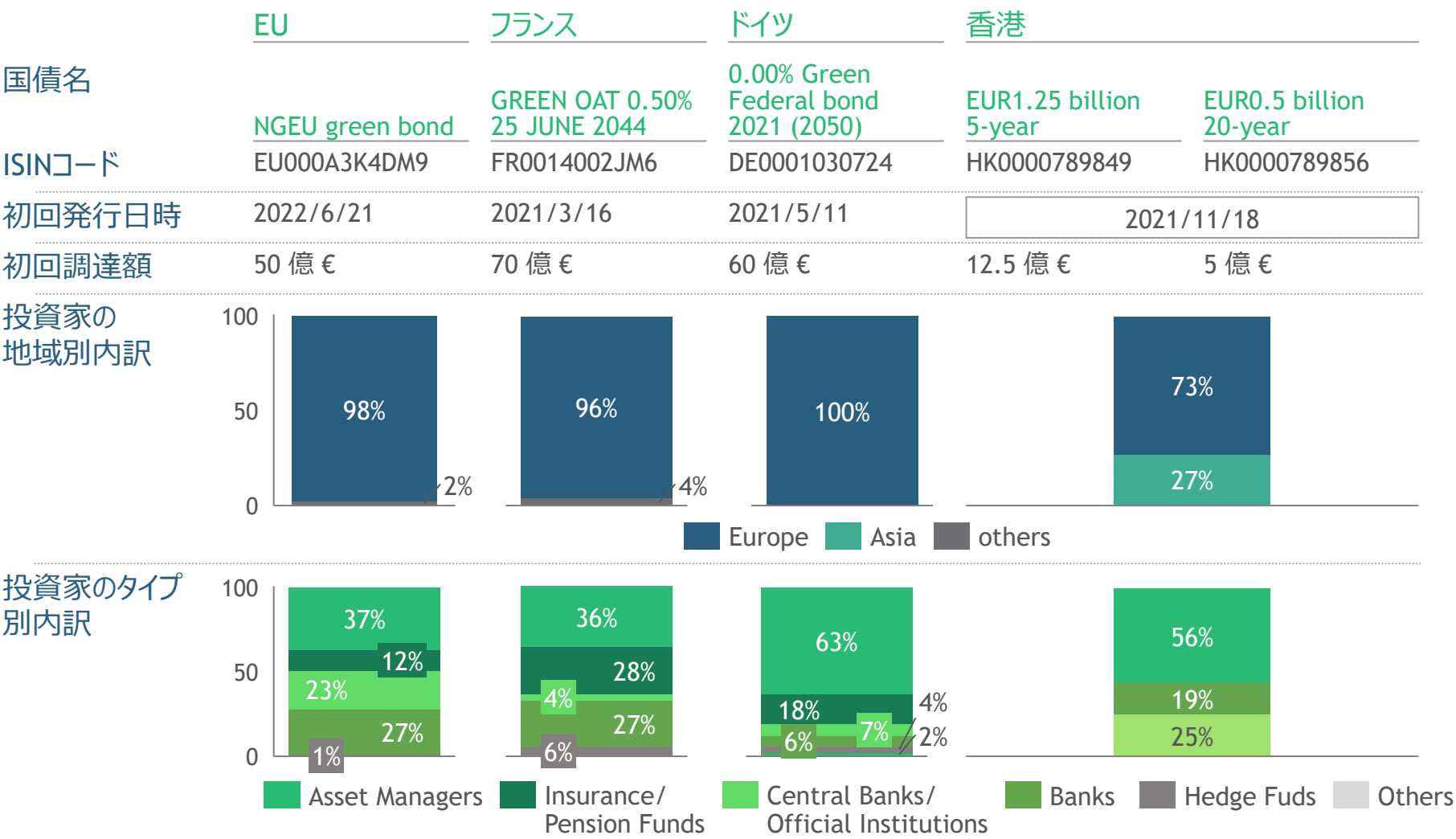
各グリーン国債におけるグリーンIAMの推移

- 市場でのグリーン国債の利回りからツインボンドである普通国債の利回りを引いた数値の推移
- 条件が同じ普通国債との利回りの比較のため、単純な引き算によってグリーンIAMが算出可能



ドイツのグリーン国債は普通国債に比べて 0~10bp 程度利回りが低く、グリーンIAMが存在するといえる

各国のグリーン国債の初回発行時の投資家の地域/タイプ別の保有率の比較

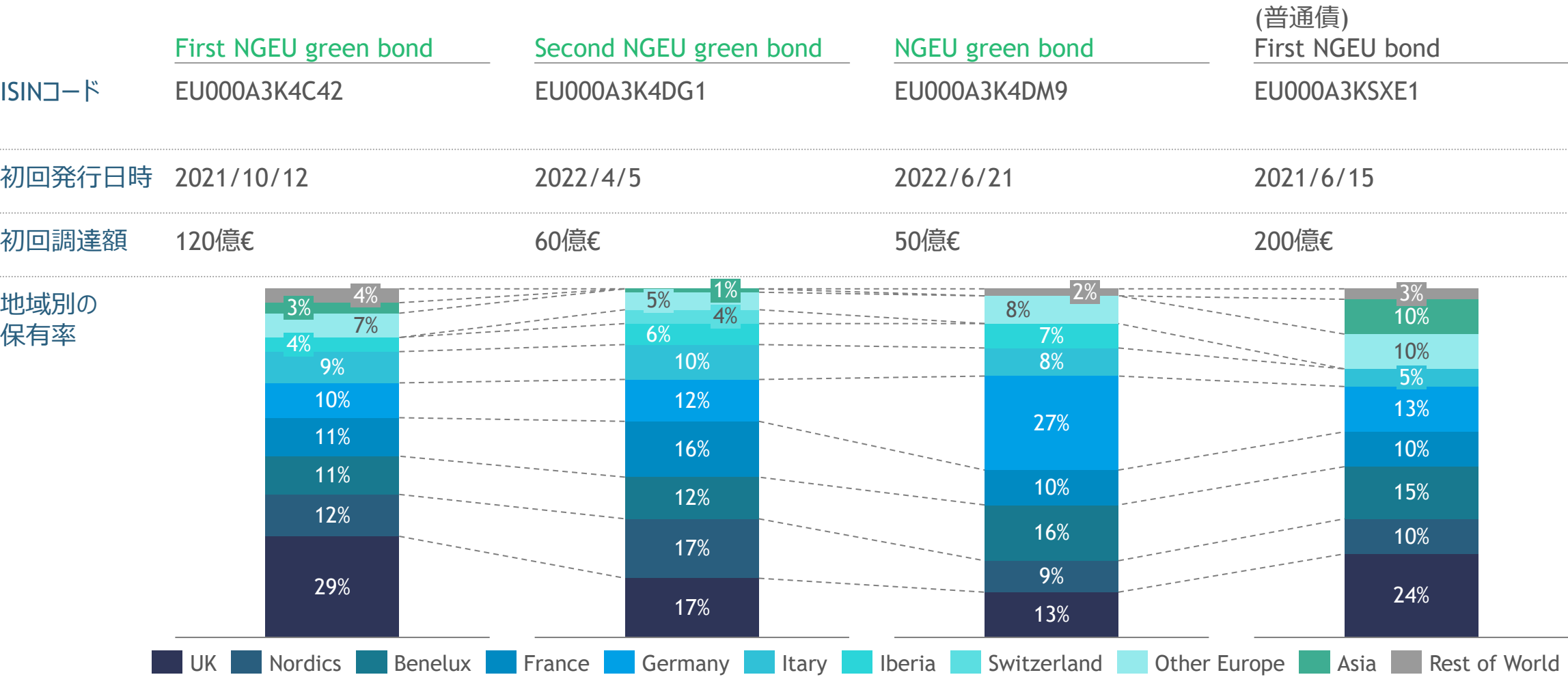


- 欧州は自地域の投資家が大半を占める一方で、香港はサステナ投資人気の高い欧州の投資家からもオーダーを取ることで、調達コスト低下を図っていると推察される
- HF 等の短期投資家の保有率が低いため、価格変動リスクが低く、ニーズの高い商品であることが推察される

Source: 欧州連合による公開情報 (https://ec.europa.eu/info/index_en), フランス国債庁による公開情報 (<https://www.economie.gouv.fr/>), ドイツ連邦金融庁による公開情報 (<https://www.deutsche-finanzagentur.de/en/>), 香港金融管理局による公開情報 (<https://www.hkma.gov.hk/eng>)



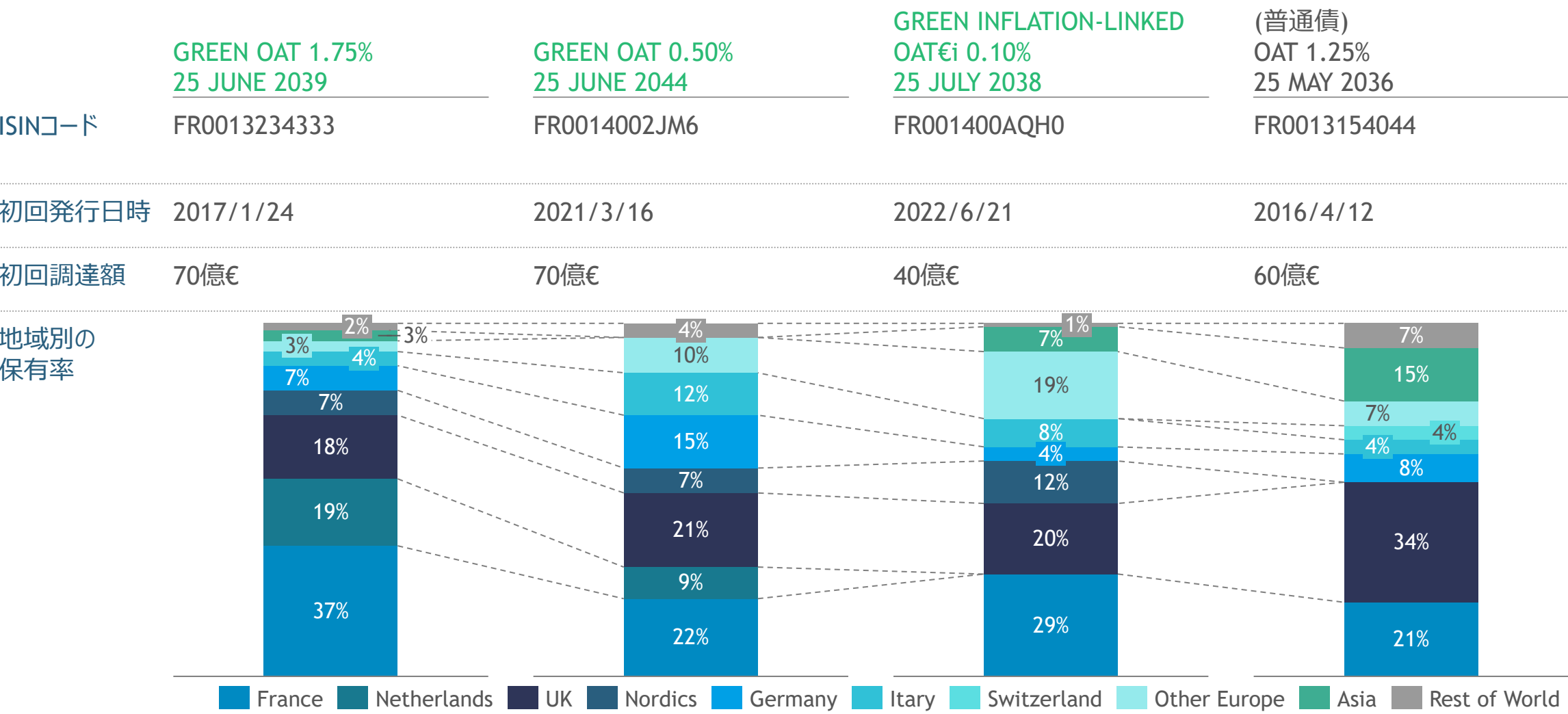
(参考) 各グリーン国債の初回発行時の投資家の地域別の保有率: EU



Source: 欧州連合による公開情報 (https://ec.europa.eu/info/index_en)



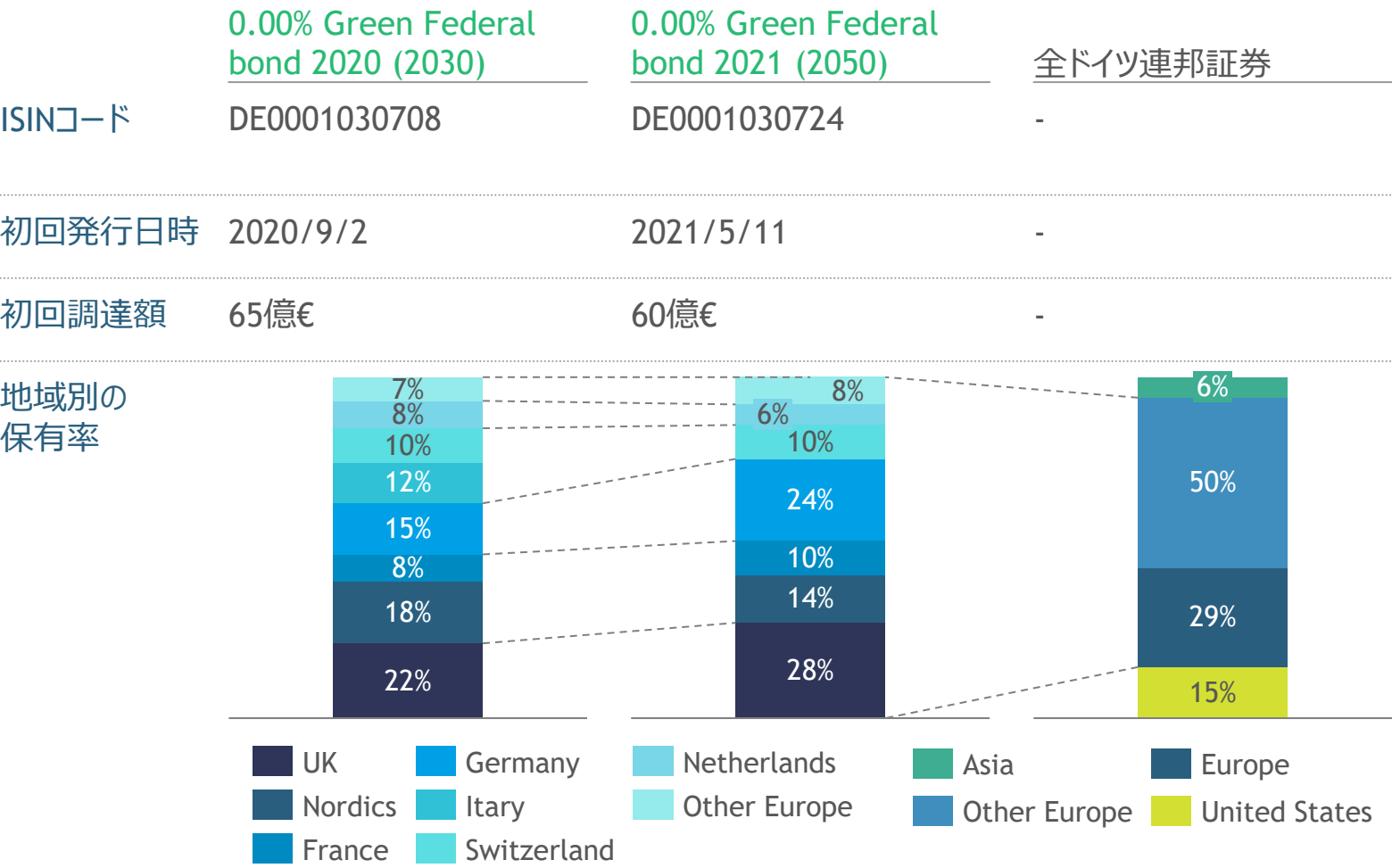
(参考) 各グリーン国債の初回発行時の投資家の地域別の保有率: フランス



Source: フランス国債庁による公開情報 (<https://www.economie.gouv.fr/>)



(参考) 各グリーン国債の初回発行時の投資家の地域別の保有率: ドイツ

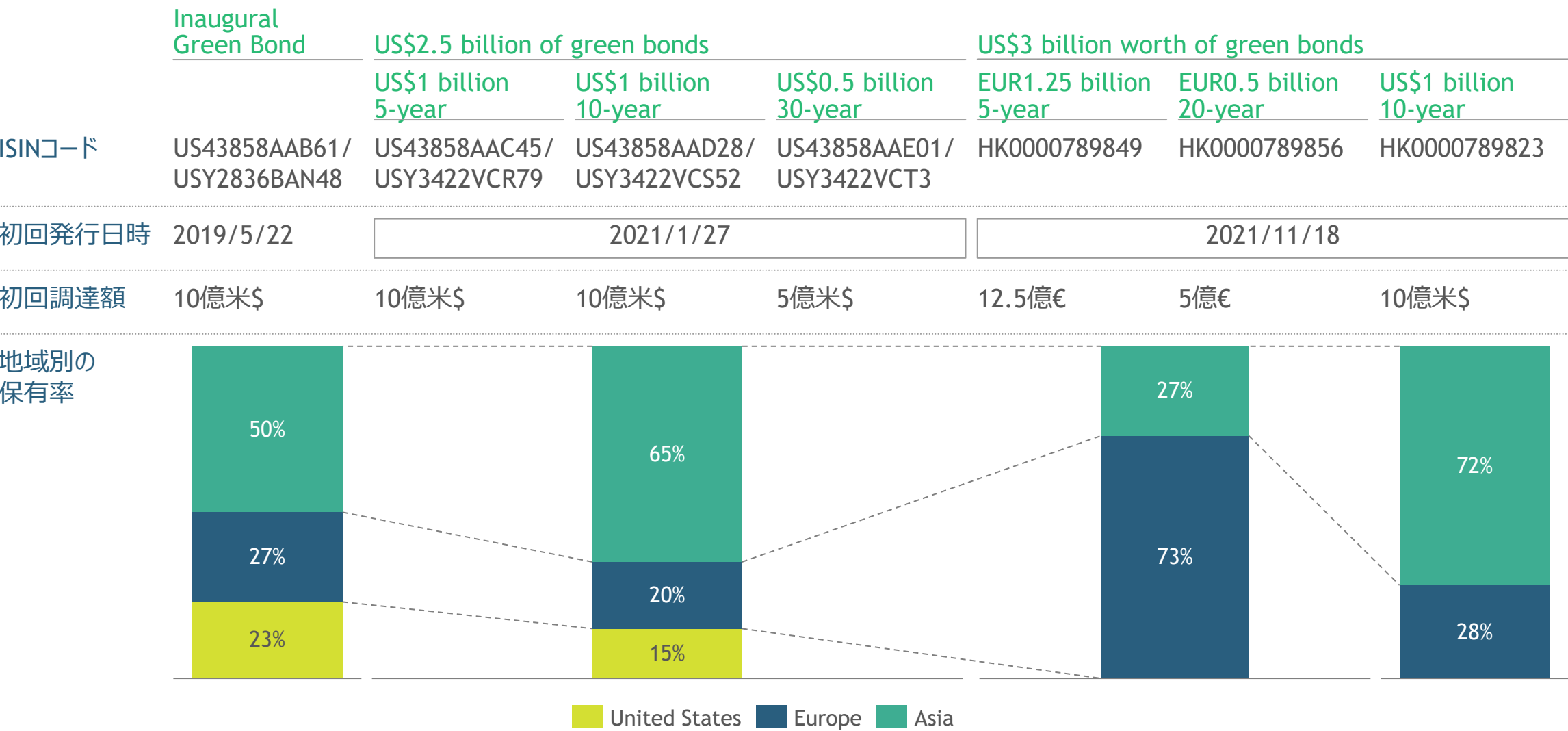


- 連邦証券全体では欧州を中心に他の地域からも投資家が集まっている一方、グリーン国債は欧州の投資家からのニーズが非常に高い
→ 香港の様にグリーン国債をユーロ建てで発行し、欧州の投資家のニーズを取り込むことも検討の余地あり
- グリーン国債は、自国だけでなく周辺国の投資家も広く呼ぶこむことに成功している

Note: ドイツ連邦証券の取引量の内、グリーン国債が占める割合は1%
Source: ドイツ連邦金融庁による公開情報 (<https://www.deutsche-finanzagentur.de/en/>)



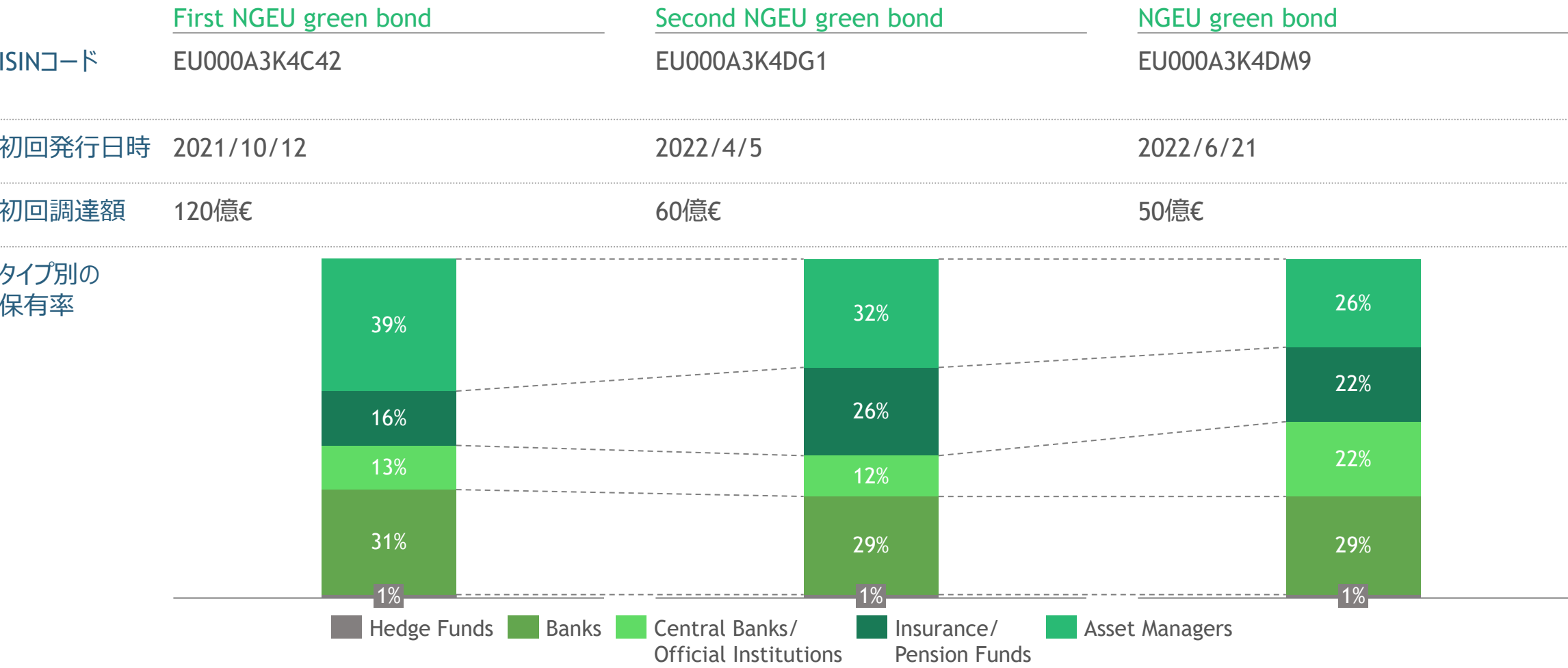
(参考) 各グリーン国債の初回発行時の投資家の地域別の保有率: 香港



Source: 香港金融管理局による公開情報 (<https://www.hkma.gov.hk/eng>)



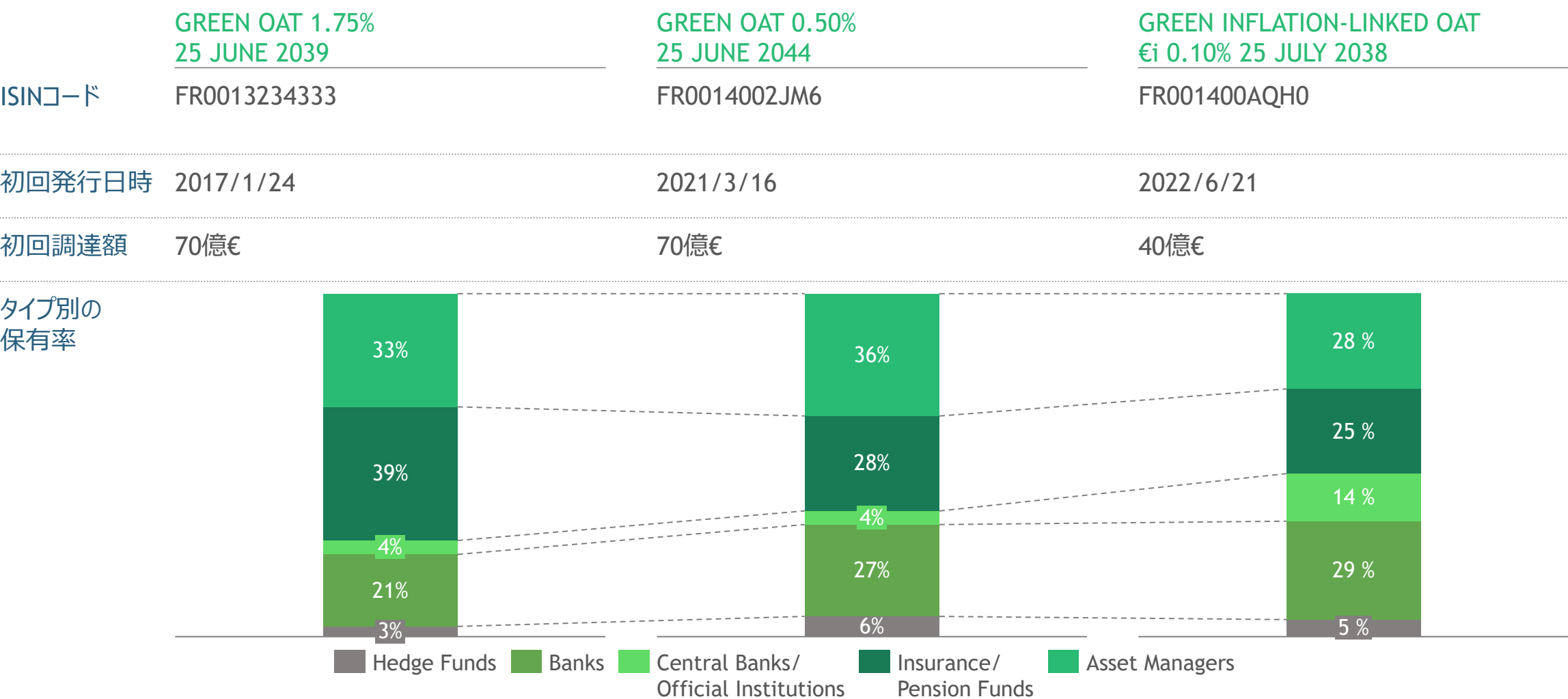
(参考) 各グリーン国債の初回発行時の投資家のタイプ別の保有率: EU



Source: 欧州連合による公開情報 (https://ec.europa.eu/info/index_en)



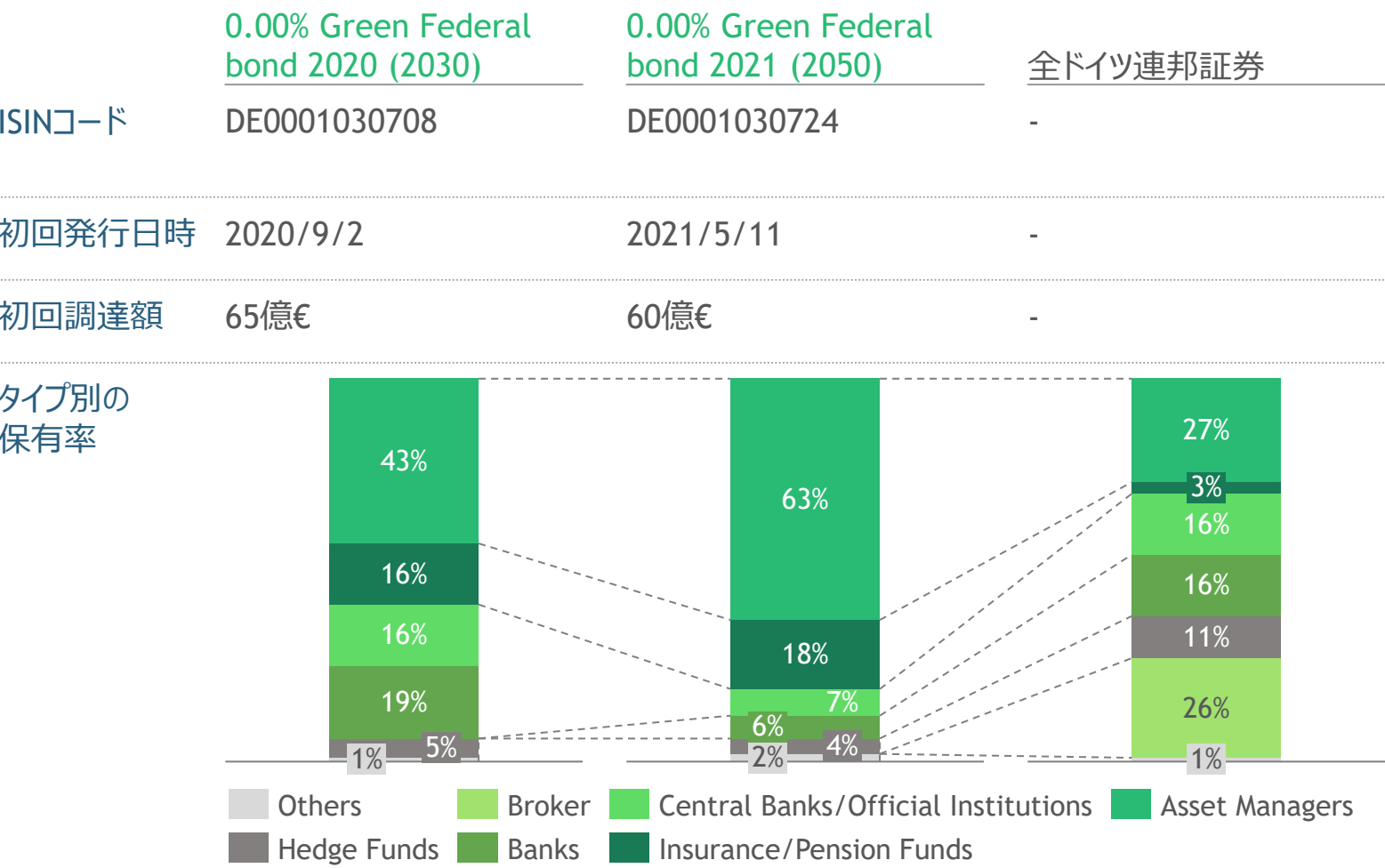
(参考) 各グリーン国債の初回発行時の投資家のタイプ別の保有率: フランス



Source: フランス国債庁による公開情報 (<https://www.economie.gouv.fr/>)



(参考) 各グリーン国債の初回発行時の投資家のタイプ別の保有率: ドイツ

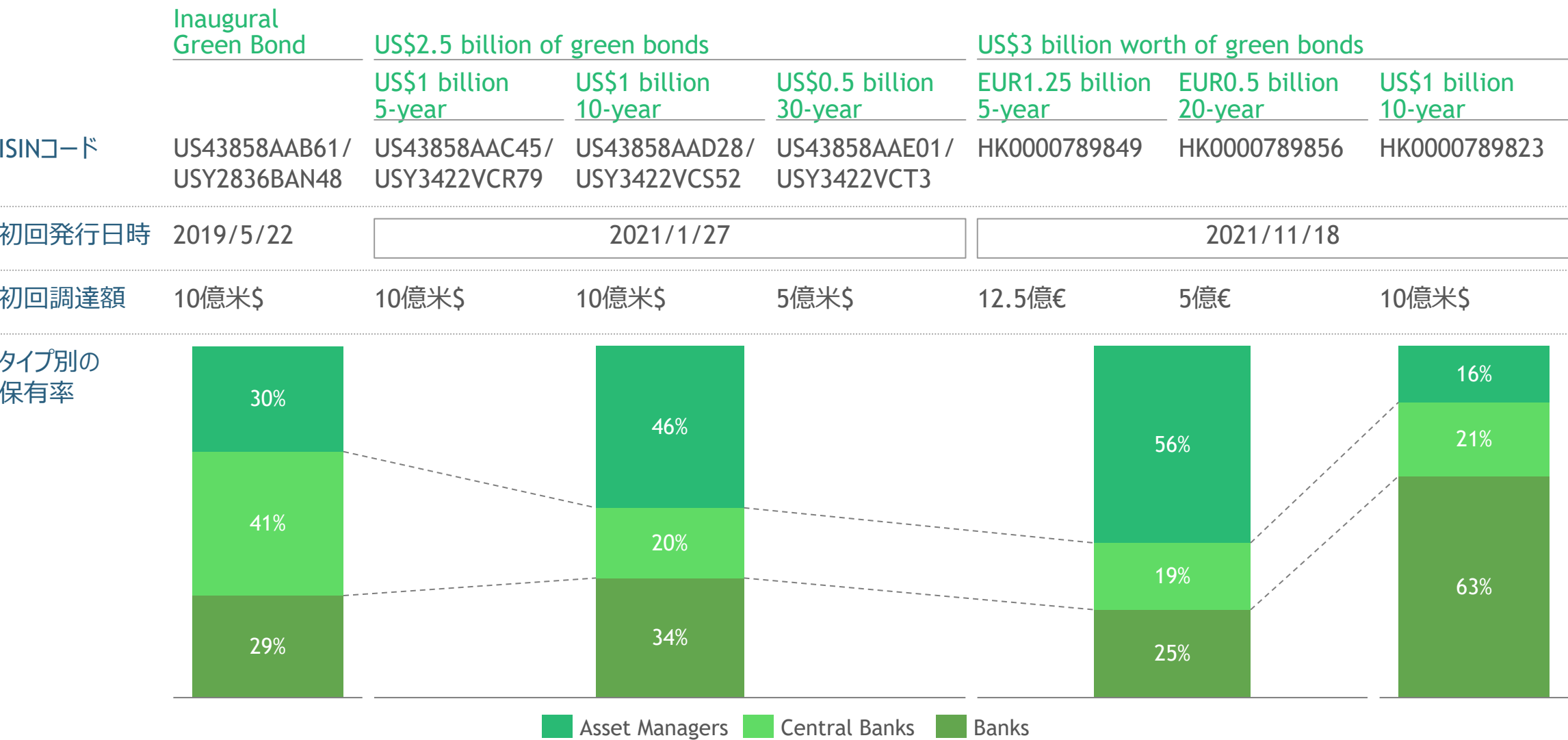


- ドイツのグリーン国債はヘッジファンド等の短期保有を前提とした投資家の保有率が少ない
→ 価格変動リスクが低い商品であることが推察される

Note: ドイツ連邦証券の取引量の内、グリーン国債が占める割合は1%
Source: ドイツ連邦金融庁による公開情報 (<https://www.deutsche-finanzagentur.de/en/>)



(参考) 各グリーン国債の初回発行時の投資家のタイプ別の保有率: 香港



Source: 香港金融管理局による公開情報 (<https://www.hkma.gov.hk/eng>)

欧州各国のグリーン国債発行時のシンジケート団

シンジケート団の 選定要件

- 普通国債同様、グリーン国債発行時にシンジケート団を構成する金融機関は、各国で承認された信用機関（プライマリーディーラー）から選定
 - その際の基準は各国非公表
 - 国債発行時のオークションやシンジケート業務は、プライマリーディーラー以外は参加不可能

EU

金融機関名	①	②	③
BofA Securities	✓	✓	✓
Credit Agricole CIB	✓	✓	
Deutsche Bank	✓		✓
Nomura FP Europe GmbH	✓		
TD Securities	✓		✓
Citi		✓	
Danske Bank		✓	
J.P. Morgan		✓	
DZ BANK			✓
Societe Generale			✓

- ① First NGEU green bond
- ② Second NGEU green bond
- ③ NGEU green bond

イギリス

金融機関名	④	⑤
Barclays	✓	
BNP Paribas	✓	
Citi	✓	
Deutsche Bank	✓	
HSBC	✓	
J.P. Morgan	✓	
BofA Securities		✓
Morgan Stanley		✓
NatWest Markets		✓
RBC CM		✓
Santander		✓

- ④ 0% GREEN GILT 2033
- ⑤ 1% GREEN GILT 2053

フランス

金融機関名	⑥	⑦	⑧
Barclays	✓		✓
BNP Paribas	✓	✓	✓
Credit Agricole CIB	✓	✓	✓
Morgan Stanley	✓		
SG CIB	✓		
Citi		✓	
HSBC		✓	
J.P. Morgan		✓	
Natixis	✓		✓
Societe Generale			✓

- ⑥ GREEN OAT 1.75% 25 JUNE 2039
- ⑦ GREEN OAT 0.50% 25 JUNE 2044
- ⑧ GREEN INFLATION-LINKED OAT€i 0.10% 25 JULY 2038

ドイツ

金融機関名	⑨	⑩	⑪	⑫
Barclays	✓			
Commerzbank AG	✓		✓	
Credit Agricole CIB	✓			
Deutsche Bank	✓			
J.P. Morgan	✓			
UniCredit Bank AG	✓			
BNP Paribas			✓	
BofA Securities			✓	
Citi			✓	
DZ BANK			✓	
HSBC			✓	
※オークション形式		✓		✓

- ⑨ 0.00% Green Federal bond 2020 (2030)
- ⑩ 0.00% Green Federal note
- ⑪ 0.00% Federal bond 2019 (2050)
- ⑫ 0.00% Green Federal bond 2021 (2031)

Source: 欧州連合による公開情報 (https://ec.europa.eu/info/index_en), イギリス DMOによる公開情報 (<https://www.dmo.gov.uk/>), フランス国際庁による公開情報 (<https://www.economie.gouv.fr/>), ドイツ連邦金融庁による公開情報 (<https://www.deutsche-finanzagentur.de/en/>)

アジア各国のグリーン国債発行時のシンジケート団

シンジケート団の 選定要件

- 欧州と同様
- 普通国債同様、グリーン国債発行時にシンジケート団を構成する金融機関は、各国で承認された信用機関（プライマリーディーラー）から選定
 - その際の基準は各国非公表
 - 国債発行時のオークションやシンジケート業務は、プライマリーディーラー以外は参加不可能

香港

金融機関名	13	14	15	16
Credit Agricole CIB	✓	✓	✓	✓
HSBC	✓	✓	✓	✓
BNP Paribas		✓	✓	
Citi		✓	✓	
ICBC (Asia)		✓		✓
J.P. Morgan		✓	✓	
Standard Chartered Bank		✓		✓
Societe Generale			✓	
UBS			✓	
Bank of China (Hong Kong) Limited				✓
Bank of Communications				✓
Mizuho Securities				✓

- 13 HK SAR Government's Inaugural Green Bond
- 14 US\$2.5 billion of green bonds
- 15 US\$3 billion worth of green bonds
- 16 RMB5 billion offshore renminbi green bonds

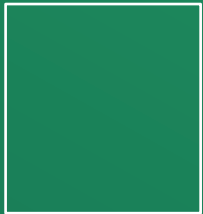
シンガポール

金融機関名	17
DBS Bank Ltd.	✓
Deutsche Bank AG Singapore Branch (DB)	✓
The Hongkong and Shanghai Banking Corporation Limited Singapore Branch (HSBC)	✓
Oversea-Chinese Banking Corporation Limited (OCBC)	✓
Standard Chartered Bank (Singapore) Limited (SCB)	✓

- 17 50-year SGS (Aug-72 bond)

アジェンダ

- ① 海外のグリーン国債の商品設計
- ② 海外のグリーン国債で想定されている償還財源
- ③ 海外のグリーン国債で想定されている資金使途等
- ④ 「グリーンボンド」「トランジションボンド」に係る
第三者認証機関



② 調査内容サマリ: 海外のグリーン国債で想定されている償還財源

調査内容 (追加分を含む)

各国のグリーン国債で想定されている償還財源

調査結果サマリ

- EUはグリーン国債を含む復興基金の償還財源を明確にしている
- 一方、他の国は償還財源を明示しておらず、各国の炭素税による収入がグリーン国債の償還を含む気候変動対策に使用されていないかどうかを確認する必要あり

EUにおける復興基金の概要と償還財源

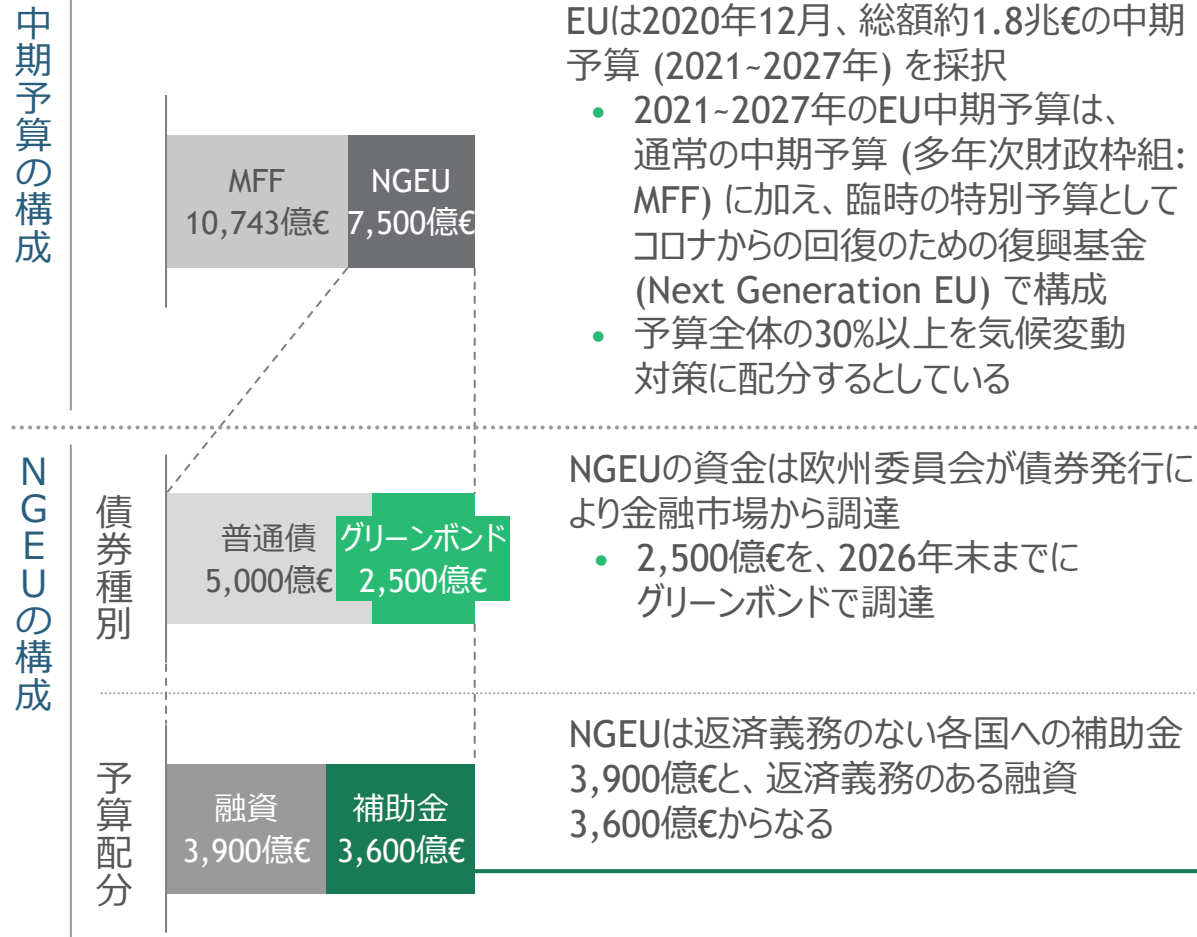
- EUは通常の中期予算に臨時の特別予算としてコロナからの回復のための復興基金を加えた総額約1.8兆€の中期予算 (2021~2027年) 全体の30%以上を、気候変動対策に配分するとしている
- NGEUの資金は欧州員会が債券発行により金融市場から調達するが、その一部はグリーンボンドの発行によるものである
- NGEUの内、補助金分である3,600億€を2058年末までに償還するために、新たな独自財源を導入

世界各国の炭素税の会計区分や税収の使途について

- 欧州各国は炭素税による収入を一般会計に入れ、気候変動対策以外を目的とした活動・用途にも資金を充当している
- 一方で、日本の様に、炭素税による収入を気候変動対策を目的とした活動・用途に充当している国も存在する

EUの復興基金は普通債とグリーンボンドを併発する形で資金調達を実現。 さらに償還資金確保を目的に新たな独自財源を導入

2021~2027年のEU中期予算 (2018年基準)



2021~2027年のEU中期予算を支える財政措置

- EUの独自財源は、①関税、②付加価値(VAT) に基づく加盟国からの拠出金、③国民総所得 (GNI) に基づく加盟国からの拠出金
- 債券発行により調達したNGEUの内、補助金分は**2058年末までに新たな独自財源による資金によって償還を完了する予定**
 - 債券の償還に充てる目的の新たな独自財源として、2021年1月1日から**EUプラスチック税**を開始
 - 2021年12月、欧州委員会は**復興基金の償還資金や社会機構基金に充当**するための新たな独自財源を発表
 - 排出権取引制度 (EU ETS):**
排出権取引による収入の25%をEU予算に充当 (2026~30年に年間約120億€の収入見込)
 - 炭素国境調整措置 (CBAM):**
EU加盟国がCBAMのもと徴収した収入の75%をEU予算に充当 (2026~30年に年間約10億€の収入見込)
 - 国際法人税の枠組み改革:**
EU加盟国に再配分された巨大多国籍企業への課税利益の15%をEU予算に充当 (世界共通の最低法人税率が導入されるまでは年間25~40億€の収入見込)
 - 尚、これらの新たな独自財源からの収入は、従来の独自財源と同様に一般会計に入る

各国の炭素税による歳入の使途: 欧州 (1)

	フィンランド	スウェーデン	ノルウェー	デンマーク	スイス
導入年	1990年	1991年	1991年	1992年	2008年
課税対象	熱利用及び輸送用の化石燃料消費に対し課税 (電力は除く)	熱利用及び輸送用の化石燃料消費に対し課税	化石燃料 (石炭は除く) の消費に対し課税 (電力は除く) 海上の大陸棚における石油採掘によるCO2排出に課税	化石燃料 (石炭、石油、ガス) 及び廃棄物の消費に対し課税 (電力は除く)	輸送用燃料を除く化石燃料消費に課税 発電用燃料も課税対象だがスイスでは操業中の火力発電所はない
会計区分	一般会計	一般会計	一般会計 (一部基金化)	一般会計	一般会計 (一部基金化)
税収額	1,824億円 (2020年)	2,446億円 (2020年)	1,652億円 (2020年)	565億円 (2020年)	1,526億円 (2020年)
税収使途	所得税の減税や企業の社会保障費削減による税収減の一部を炭素税収により補填	- 炭素税導入時に、労働税の負担軽減 - 標準税率引上げ時は、低所得者層の所得税率引下げ等に充当	石油採掘からの税収は年金基金に入る	使途の紐づけは行われていない	- 建築物改装基金及び一部技術革新ファンド - 医療保険会社を介して全国民に均等に還付 - 労働者の年金支払額に応じた額を企業に還付

Note: 為替レート: 1EUR=約125円, 1SEK=約12円, 1NOK=約12円, 1DKK=約17円, 1CHF=約115円 (2019~2021年の為替レート (TTM) の平均値、みずほ銀行)
Source: 環境省作成資料 (<https://www.env.go.jp/content/900499201.pdf>)

各国の炭素税による歳入の使途: 欧州 (2)

	アイルランド	フランス	ポルトガル	オランダ	ルクセンブルク
導入年	2010年	2014年	2015年	2021年	2021年
課税対象	化石燃料消費に対し課税	化石燃料消費に対し課税	化石燃料消費に対し課税	EU-ETS対象の産業部門、 廃棄物処理施設及びN2O 多排出な特定事業者のCO2 排出に課税	EU-ETS対象外の燃料消費 (石炭を除く)
会計区分	一般会計	一般会計 (エネルギー以降特別会計は2021 年に廃止)	一般会計	一般会計	-
税収額	629億円 (2020年)	8,250億円 (2020年推計値)	119億円 (2015年推計値)	-	188億円 (2021年試算)
税収使途	- 法人税・所得税以外の税からの税収確保 2020～30年までの税率引上げによる増収分は、住宅改修/燃料貧困対策/公正な移行支援/持続可能な農業支援に充当予定	- 競争力確保・雇用促進のための税控除や再エネ普及支援等に充当 - 輸送関係のインフラ整備の財源 (交通インフラ資金調達庁) や再エネ電力普及等のエネルギー移行に資するプロジェクトに充当	使途の紐づけは行われていない	企業の排出削減策に活用	- 気候変動対策分野の移行支援 - 低所得者層への税控除額の拡大

Note: 為替レート: 1EUR=約125円 (2019～2021年の為替レート (TTM) の平均値、みずほ銀行)

Source: 環境省作成資料 (<https://www.env.go.jp/content/900499201.pdf>)

各国の炭素税による歳入の使途: 北中南米

	カナダBC州	チリ	コロンビア	アルゼンチン
導入年	2008年	2017年	2017年	2018年
課税対象	化石燃料の購入・州内での最終消費に対し課税	投入熱量の容量が50MWt (メガワットサーマル) 以上のボイラーあるいはタービンを有する事業所(発電・産業部門) CO2の他、NOx、SO2、PMに対しても課税	燃烧用の石油製品及び天然ガスに課税	ガソリン等よりも排出係数が高い、石油系燃料及び固形燃料に課税
会計区分	一般会計	一般会計	-	※使途欄で詳細記述
税収額	1,397億円 (2020年)	207億円 (2018年)	50億円 (2019年)	不明
税収使途	- 導入時から2017年まで、税収相当分を所得税・法人税の減税や低所得者の手当に活用 (2018年以降、税収中立の原則を廃止)	政府の教育改革資金等に充当	- 税収の85%は国家環境基金に入り、森林再生プログラムを通じた生態系保全や国のガイドラインに沿った生態系サービスへの支払い等に充当 15%はアマゾン地域の企業による森林・湿地の保全活動に充当	- 国の一般会計に10.4% - 国民住宅基金に15.07% - 地方政府の一般会計に10.4% - 国民年金基金に28.69% - 水インフラ資金に4.31% - 交通インフラ資金に28.58% - 公共交通の補償資金に2.55%

Note: 為替レート: 1CAD=約83円, 1USD=約109円 (2019~2021年の為替レート (TTM) の平均値、みずほ銀行), 1COP=0.03円 (OANDAの2022年1月28日のレート)
Source: 環境省作成資料 (<https://www.env.go.jp/content/900499201.pdf>)

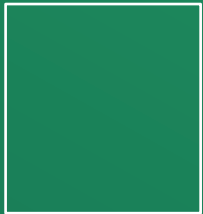
各国の炭素税による歳入の使途: アフリカ・アジア

	南アフリカ	シンガポール	インドネシア	日本
導入年	2019年	2019年	2021年	2012年
課税対象	温室効果ガス (CO2、CH4、N2O、HFCs、PFCs、SF6) を排出する化石燃料の燃焼、工業プロセス及び漏出に課税	温室効果ガス (CO2、CH4、N2O、HFCs、PFCs、SF6) を年間合計 25,000 tCO2e以上排出する企業の排出量に対して課税	対象ガスはCO2、N2O、CH4、石炭火力発電の排出上限の超過排出分に対して課税	CO2排出量に応じた税率を石油石炭税に上乗せ
会計区分	-	-	-	特別会計
税収額	-	10億SGD (2019~23年の累積見込)	-	2,340億円 (2020年)
税収使途	省エネ税控除や電気税の負担軽減等に活用	企業のエネルギー効率改善等のための資金に活用	気候変動対策に充当 (開発資金の拡大、環境に配慮した技術への投資、低所得コミュニティの支援 等)	省エネ対策、再生可能エネルギー普及、化石燃料クリーン化等のエネルギー起源CO2排出抑制等に活用

Note: 為替レート: 1SGD=約80円 (2018~2020年の為替レート (TTM) の平均値、みずほ銀行)
Source: 環境省作成資料 (<https://www.env.go.jp/content/900499201.pdf>)

アジェンダ

- ① 海外のグリーン国債の商品設計
- ② 海外のグリーン国債で想定されている償還財源
- ③ 海外のグリーン国債で想定されている資金使途等
- ④ 「グリーンボンド」「トランジションボンド」に係る
第三者認証機関



③ 調査サマリ①; 各国/地域がフレームワークで既定している内容

調査内容 (ご依頼頂いた事項)

- 何年間で何に使うか
- どの程度の粒度で固まっているか (規定文書・その文書の認証レベル)
- 用途決定プロセス
- 用途管理体制
- レポートニング

調査結果サマリ; ICMAグリーンボンド原則 (GBP) フレームワークをベースに調査実施

XXX GBPフレームワークで規定された要素

- 0 脱炭素の方針・計画
 - 各国/地域とも、全体の脱炭素ビジョンとの整合性を明確化
- 1 調達資金の使途
 - 支出対象年度は国/地域により異なる; EUはターゲット達成を支出トリガーとして設定
 - 各国/地域はフレームワークで適格支出カテゴリを既定、多くはGBPとの整合性を確認 (後述⑤のとおり、外部認証も取得)
 - 原子力や化石燃料は大勢が対象外扱い; ハイブリッド車は対象外 or 明記なし
 - EUは適格カテゴリに加え、フレームワーク上で更に詳細な評価基準を定める
- 2 プロジェクトの評価と選定のプロセス
 - 各国では省庁間組織を中心に、選定の作業を実施
- 3 調達資金の管理
 - 各国/地域では、主に財務省を中心とした資金管理・トラッキング体制を確立
- 4 レポートニング
 - 各国/地域とも、フレームワークで資金使途とインパクト評価の定期的なレポートニングを明記
 - 他国はPJ単位の情報公開や高度なUI等透明性の高い報告を行う
- 5 外部レビュー
 - 各国/地域はフレームワーク発行時点で認証を取得; 資金使途・インパクト評価レポートニングについても外部機関へ検証を依頼することを概ね明記

Source: グリーンボンド原則 (ICMA)、各国フレームワーク文書 (詳細は本資料のAppendixにて、各国別スライドのSourceをご参照のこと)

③ 調査サマリ②; 投資家が特に注目する観点

投資家インタビュー結果

投資家の重視する項目

投資家が特に注視すると考えられる項目

① 脱炭素の方針・計画

② 調達資金の使途

③ プロジェクトの評価と選定のプロセス

④ 調達資金の管理

⑤ レポーティング

⑥ 外部レビュー

投資家サイドの見方 (エキスパートコメント)

“

- グリーンボンドと異なり、トランジションはグリーンな特定事業に絞らないため、全社的なアピールが重要。国債であれば、国家のサステナビリティ戦略が肝要になってくる
- グリーンボンドはエコな企業、トランジションボンドはブラウンな企業が発行する。ゆえに、後者は特に投資家の目線が厳しくなるため、資金使途の透明性、達成状況のレポーティングは重要
- 投資家はそもそもグリーンボンドやトランジションボンドに詳しくない。第三者認証機関のレポートを見て判断している

- 元・欧米系証券会社 エキスパート

(参考) 今回調査対象とした各国/地域のフレームワーク文書

国/地域	文書名	発行年月
	Next Generation EU -Green Bond Framework	2021年9月
	UK Government Green Financing Framework	2021年6月
	Republique Francaise Document-Cadre de l'OAT Verte	2017年1月
	Federal Republic of Germany Green Bond Framework	2020年8月
	Green Bond Framework The Government of the Hong Kong Special Administrative Region	2022年2月
	Singapore Green Bond Framework	2022年6月

各国/地域とも、全体の脱炭素ビジョンとの整合性を明確化

0 脱炭素の方針・計画; 各国のグリーン国債で整合性が確認されている法的枠組み

EU



「欧州グリーンディール」

- 公正・包括的な社会の実現に向け、雇用と成長を生み出すために必要なグリーン部門への投資を促進するもの
- 今後10年間で1兆€を持続可能な投資のため動員することを明記した「グリーンディール投資計画」を含む

英



「グリーン産業革命のための10項目の計画」

- CO2の回収・貯蔵、クリーンエネルギーの推進、運輸・交通の脱炭素化等の10項目に120億ポンドの支出を企図

「UKタクソミー」

- 気候変動の緩和や適応、循環型経済への移行等を6項目を環境目標として掲げる

仏



「緑の成長に向けたエネルギー移行法」

- 2030年までにGHG排出量を1990年比で40%削減する目標を提示

独



「気候行動計画 2050」

- 2050年までにGHG排出量を1990年比で80-95%削減する目標を提示

香港



「香港の気候行動計画 2030+」

- 2030年までに炭素強度を'05年比65%～70%削減する目標を提示

「香港気候行動計画 2050」

- 2050年までにカーボンニュートラルを達成する目標を提示
- 2035年までに香港の総炭素排出量を'05年比で半減する中間目標も併せて提示

シンガポール



「シンガポールグリーンプラン2030」

- 持続可能な生活の推進やグリーンエネルギーの活用、グリーン経済の発展等の環境5課題に対し目標を設定

支出対象年度は国/地域により異なる; EUはターゲット達成を支出のトリガーとして設定

① 調達資金の使途; 各国の適格支出カテゴリと年度

EU	英	仏	独	香港	シンガポール
					
2026年までの改革・投資をまとめた復旧・復興計画 (RRP) 上の支出が対象	発行から1年前～ 2年後の支出に充当	発行の前年度もしくは当年度の支出に優先的配分。その上で将来支出にも充当可能	発行前年度の支出に全額充当 - グリーン適格支出の最終的な配分と金額¹を、省庁間ワーキンググループが検証 - ドイツ金融庁が上記支出を把握した上でボンド発行	発行日より前後2会計年度間の支出	発行日より前後2年間の支出
支出額の13%はプレファイナンスとして初期段階で支払い		資金調達の50%以上は、当年度or来年度以降へ充当することを保証			
その他はマイルストーン・ターゲットの達成後に支出 達成が不十分な場合、支払い一時停止や減額の可能性					

1. ドイツでは意思決定を担う省庁間ワーキンググループの他、財務省（責任部門）、環境・自然保護・原子力安全省・金融庁から成るコア・グリーンボンドチームが運営事務の管理を行う
Source: 各国フレームワーク文書（詳細は本資料のAppendixにて、各国別スライドのSourceをご参照のこと）

各国/地域はフレームワークで適格支出カテゴリを既定、多くはGBPとの整合性を確認

① 調達資金の使途; 各国/地域のフレームワーク上における対象支出の記載

	EU 	英 	仏 	独 	香港 	シンガポール 
適格支出 カテゴリ	- クリーンエネルギーとネットワーク - 省エネ - クリーン交通・インフラ - 水・廃棄物管理 - 自然保護・生物多様性 - 気候変動への適応 - グリーントランジションを支える研究・イノベーション活動 - グリーントランジションを支えるデジタル技術 - その他¹	- 再生可能エネルギー - エネルギー効率 - クリーンな交通手段 - 公害防止・抑制 - 生活・天然資源 - 気候変動への適応	- エネルギー - 輸送 - 建物 - 公害と環境効率 - 生活資源 - アダプテーション (気候変動への適応)	- エネルギー・産業 - 輸送 - 農業・林業・自然景観・生物多様性 - 研究・イノベーション・意識改革 - 国際協力	- 再生可能エネルギー - エネルギー効率と省エネルギー - クリーンな輸送 - グリーンビルディング - 公害防止と管理 - 廃棄物管理・資源回収 - 上下水道管理 - 自然保護/生物多様性 - 気候変動への適応	- 再生可能エネルギー - エネルギー効率 - クリーンな交通手段 - グリーンビルディング - 公害防止・制御・循環型経済 - 持続可能な水と排水の管理 - 自然保護/生物多様性 - 気候変動への適応
上記対象 支出との 整合性を 確認した ガイドライン	- GBP - EUタクソミー - SDGs	- GBP - UKタクソミー - SDGs - OECD多国籍企業行動指針 - 国連ビジネスと人権に関する指導原則	N/A (フレームワーク上に明記なし)	- GBP - EUタクソミー - EUグリーンボンド基準案 - 独気候変動アクションプログラム2030	GBP	- GBP - ASEANグリーンボンド基準 - CBIタクソミー - SDGs

1. 環境に配慮した生産プロセスの支援やグリーンスキル・雇用・グリーン経済への貢献など、間接的にGHG排出削減や適応策、大気質や騒音削減につながる活動を含む
Source: 各国フレームワーク文書 (詳細は本資料のAppendixにて、各国別スライドのSourceをご参照のこと)

フランスはフレームワーク策定時点で各カテゴリ別の配分を明記している

① 調達資金の使途; フランスのグリーンボンドの事例

適格カテゴリ	対象分野	具体例	上限金額
建物	建物のエネルギー効率向上	家庭、社会的地主によるエネルギー効率化投資 (税額控除、補助金付き融資 等)	4,100 m€
輸送	公共交通機関の維持・改善・促進、及びマルチモーダルな交通手段のサポート 自動車の使用量削減、エネルギー効率の改善、および炭素強度の低減	- 鉄道・内陸水運事業者への支援 - エネルギー効率の高い輸送技術・システムの革新 - モーダルシフトを促進するインフラへの投資	2,450 m€
エネルギー (スマートグリッド含む)	再生可能エネルギー技術の開発と再生可能エネルギー生産資産 (風力、太陽光、水力、地熱、海洋) への投資 (配電網への効率的な統合を含む) (例: スマートグリッド)	- 再生可能エネルギーの研究開発 - スマートグリッドへの投資	1,700 m€
生活資源	有機農業の推進、生物多様性の向上と景観保護	- 持続可能な森林経営 - 有機認証農業の支援 - 保護区への投資 - 生物資源・生物多様性保全のための研究	2,850 m€
アダプテーション	気候変動に関連する異常気象の観測システムを開発し、その研究開発を支援する気候変動に適応するためのインフラ	- 船舶・衛星を含む大気・海洋・生物圏の観測システム - 気候変動適応システム・インフラに関する研究	900 m€
公害と環境効率	汚染防止と監視システムの開発、および持続可能な生産と消費のパターンの促進 (廃棄物の削減とリサイクル、「循環型経済」)	- モニタリングシステム - 研究開発 - 循環型経済の推進	300 m€

複数のカテゴリに貢献する「横断的」支出の上限は 700 m€

原子力や化石燃料は大勢が対象外扱い; ハイブリッド車は対象外 or 明記なし

① 調達資金の使途; 各国/地域における原子力関連支出・化石燃料・ハイブリッド車の扱い ○ 検討中 × 対象外 N/A 不明 (情報確認できず)

	EU 	英 	仏 	独 	香港 	シンガポール 
原子力	○ グリーンと認められる可能性 (詳細は次葉)	× 投資家への配慮により除外。一方、原発は同国の低炭素エネルギーミックスの重要な一部とも明記	× -	× 生産、輸送、貯蔵、発電等すべてが支出対象外	N/A 明記なし	× -
化石燃料	○ 天然ガスはグリーンと認められる可能性 (詳細は次葉)	× 化石燃料の開発・探査は支出対象外と明記	× -	× 化石燃料 (石炭含む) を主要な基盤とするか、もしくは関連する活動が支出対象外と明記	× 化石燃料を用いた発電事業・発電効率改善事業は支出対象外と明記されていることから判断	× 化石燃料、化石燃料用いた発電事業・発電の効率改善事業は支出対象外と明記
ハイブリッド車	× 対象となるグリーン都市交通車両がゼロエミッションと明記されていることから判断	× 化石燃料とエタノールを動力源とする自動車は支出対象外と明記されていることから判断	N/A 明記なし	N/A 明確な記載なし。一方、化石燃料に関連する活動も対象外であることから、除外される可能性が高い ¹	N/A 明記なし	× 化石燃料を動力源とする自動車は支出対象外と明記されていることから判断
(参考) その他対象外支出	N/A (対象外支出については明記なし)	- 大規模水力発電 (25MW超) - 武器 - タバコ - ゲーム - パーム油・アルコール飲料の直接製造業	軍事関連	- 軍備・防衛 - タバコ、アルコール - ギャンブル - EU基本権憲章第14条違反の活動 (児童労働・奴隷活動 等)	- 集光型太陽光発電 - 一部水力発電² - 一部バイオマス発電³	- 持続可能性非認証のパーム油 - 武器、防衛用を含む殺傷兵器 - ギャンブル - たばこ、アルコール飲料 - 紛争鉱物 - 児童労働・強制労働関連

1. ドイツグリーンボンドの適格支出カテゴリ「輸送」の例としてゼロエミッション車向け投資が挙げられているが、ハイブリッド車を明確に排除する記載は見つかっていない 2. 貯水池を有し出力密度が 5W/m2 未満の水力発電所 (ライフサイクルベースの GHG 排出原単位の閾値 100gCO2e/kWh を満たすものを除く) 3. 原料は、農業や林業資源など既存の陸上炭素プールを枯渇させない、ごみ、食品廃棄物、下水汚泥に限定
Source: 各国フレームワーク文書 (詳細は本資料のAppendixにて、各国別スライドのSourceをご参照のこと)

EUはフレームワーク上で適格カテゴリに加え、更に詳細な評価基準を定めている

① 調達資金の使途; EUにおける評価基準

A EU独自の係数評価で、 気候の主流化目標への貢献が 認められていること

- 各国復旧・復興計画 (RRP)では、プロジェクト毎にEU気候係数に基づき機構への貢献度 (0%/40%/100%)¹を評価
- 支出対象として認められるためには一定の貢献度 (40%/100%) である必要
- さらに、EU環境係数²も考慮して支出係数を決定
 - EU気候係数と環境係数のうち、高い方の係数が支出係数上限となる
 - 例: 気候係数40%、環境係数100%の場合は100%グリーンボンド適格
 - 一方、環境への好ましい影響が十分に証明されない場合は気候係数を上限として採用

B Do No Significant Harm (DNSH) 基準を遵守していること

- 1つ以上の環境目的に資すると同時に、他のいずれの環境目的に対しても重大な損失をもたらすことがないことを説明する必要がある

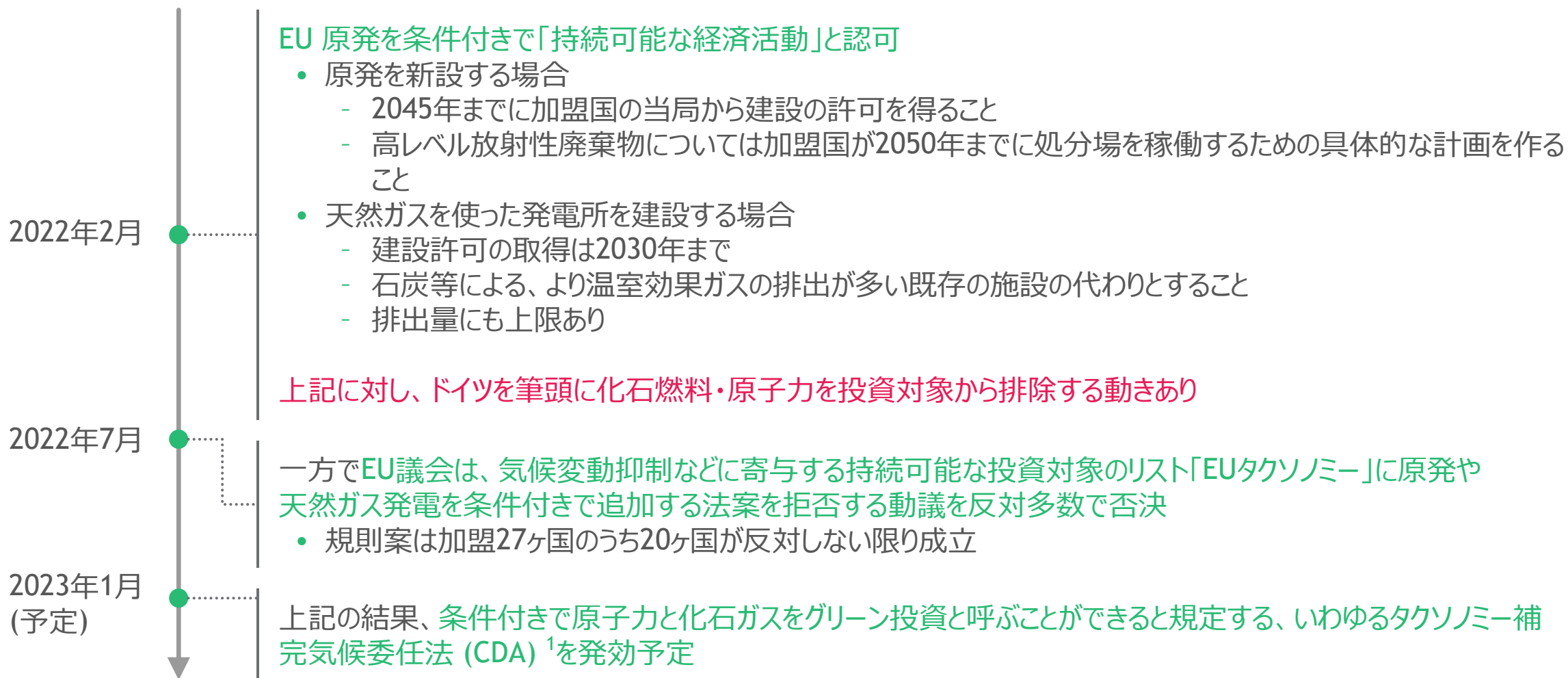
1. 活動の期待される効果が気候変動の緩和や適応の目標に対して実質的な貢献をするものである場合、および/またはEUタクソノミーの技術的スクリーニング基準に適合する場合は100%。
活動の期待される効果が気候変動の緩和や適応の目標に対して中程度の貢献をする場合は40%と整理される 2. 環境係数は気候以外の環境目標への貢献度を示す係数

Source: Next Generation EU -Green Bond Framework

(2021年7月; https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/about_the_european_commission/eu_budget/nextgenerationeu_green_bond_framework.pdf)

EUでは化石燃料・原発の扱いは意見が二分されるも、グリーンと認められる方向性

① 調達資金の使途; EUにおける化石燃料・原子力関連支出に関する検討状況



1. CDAの詳細はEU taxonomy: Complementary Climate Delegated Act to accelerate decarbonisation (europa.eu)をご参照のこと

Source: Webサーチ(<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20220203/k10013463821000.html>; <https://www.jiji.com/jc/article?k=2022070601000&g=int>)

各国では省庁間組織を中心に、選定の作業を実施

② プロジェクトの評価と選定のプロセス; 評価・選定を担う組織とプロセス

	EU 	英 	仏 	独 	香港 	シンガポール 
評価・選定を担う組織	- EU理事会 - EU委員会	省庁間組織	- 財務省 - 環境省 - 省庁間組織	- 省庁間組織 - 運営事務チーム¹	省庁間組織	省庁間組織
プロセス	① 加盟国が気候・環境関連支出を含む復旧・復興計画 (RRP) 作成・提出 ② EU委員会で評価、必要に応じ追加情報を追求 ③ EU理事会で上記評価を承認	① 財務省がプロジェクト候補のリストを作成・提出 ② 省庁間組織が評価・選定 (年2回) ③ 財務省は毎年適格プロジェクトを見直し - 必要に応じ支出取り消し・延期・再配分	① まず財務省・環境省で予算書に基づき初期選抜 - 環境政策に基づく ② 省庁間組織で選抜 - グリーン投資に対する政府認証ラベル²に基づく ③ 財務省・環境省で最終決定	① 運営事務チーム (コア・グリーンボンドチーム) で初期選抜 - GBPや各種関連タクソミー文書に基づく ② 省庁間組織で検証・決定	① 香港政府の各部門や事務局が、支出対象のプロジェクト候補を作成 ② 省庁間組織が各国債取引毎に、支出配分の監督・承認を実施	① 財務省がプロジェクト候補のリストを作成 ② 省庁間組織が、フレームワークを元に評価・選定 - 関連法への整合性確認含

1. 財務省(責任部門)、環境・自然保護・原子力安全省・金融庁から成るチーム
2. グリーン経済への民間投資に対するフランス政府の認証ラベル。気候のためのエネルギー・エコロジー移行 (Transition energetique et ecologique pour le climat)
Note: 省庁名は仮訳
Source: 各国グリーン国債フレームワーク文書 (詳細はAppendixの各国別スライドのSourceをご参照のこと)

各国のグリーン国債の発行やその後のプロセスにおける外部人材の関与について

② プロジェクトの評価と選定のプロセス; 評価・選定を担う組織とプロセス

各国のワーキンググループについて

- 国によって参加者の構成は異なるものの、GSS国債発行済国のほとんどにグリーン国債の発行・運用を協議するためのワーキンググループが存在
- 調達資金の使い道となるプロジェクトの評価・選定や調達資金の管理は、通常、関係する各省庁で実施されるが、時にはワーキンググループ内で議論が行われることもある
 - ワーキンググループのメンバーに加え、外部の第三者機関等がこれらのプロセスに関与する
 - 特定のセクターに関する議論では、関連するステークホルダーを招くこともある
 - 例: エネルギー規制当局や国鉄
- 多くの国が調達資金の支出先の選定が適切かどうかの判断を行うために、各省庁の大臣や内閣、ワーキンググループで密に国の予算との紐づけの議論を実施
 - 必要に応じて投資家の動向や専門知識を提供できる第三者が参加してアドバイスを行う
 - 例: ストラクチャリングアドバイザーやアンダーライター

各国のワーキンググループに含まれたことがある参加者一覧

Internal

- Prime Minister's Office
- DMO/ Treasury/ Ministry of Finance
- Other government ministries
 - Agriculture
 - Development
 - Economic
 - Education and Research
 - Energy
 - Environment
 - Family
 - Health
 - Housing
 - Infrastructure
 - Innovation and Technology
 - Interior
 - Labour
 - Expenditure and Reform
 - Public Works
 - Transport

External

- Attorney general
- Bond Market Association
- Central Bank
- Reserve Bank
- SEC
- Stock Exchange
- Development Bank
- UNDP

Note: アンケート回答国: France, Belgium, Ireland, Netherlands, Hong Kong, Sweden, Germany, Luxembourg, Poland, Egypt, Fiji, Nigeria, Indonesia, Lithuania, Seychelles, Chile, Hungary, Thailand, Mexico

Source: CBI発行のレポート (<https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi-sovereign-green-social-sustainability-bond-survey-jan2021.pdf>)

(参考) 各国では、グリーンボンドに係る省庁間組織を設置

② プロジェクトの評価と選定のプロセス; 各国の省庁間組織

	EU 	英 	仏 	独 	香港 	シンガポール 
名称		Green Bond Board	Comite de pilotage interministeriel	Inter-Ministerial Working Group ²	Steering Committee ⁴	Green Bond Steering Committee
議長		財務省	(不明) ¹	財務省 ³	財務省 (長官)	財務省 (第二大臣)
構成メンバー	N/A (地域統合体であり 国と性質が異なるため 除外)	- 債務管理局 - 国民貯蓄投資機構 (NS&I) - ビジネス・エネルギー・産業戦略省 - 環境・食料・農村地域省 - 運輸省 - 外務・英連邦・開発省	- 財務省 - 環境省 - 農業省 - 研究省 - 首相官邸	- 内務・建築・地域社会省 - 経済・エネルギー省 - 食料・農業省 - 運輸・デジタルインフラストラクチャ省 - 環境・自然保護・原子力安全省 - 教育・研究省 - 経済協力開発省	- 金融サービス・財務局 (長官) - 環境省 (長官) - 香港金融管理局 (副局長) 等	(いずれも高官レベル) - 金融管理局 - 会計検査院 - 環境・持続可能性省 - 運輸省
役割		- 枠組みの設計・実施・維持管理 - 適格支出の選定 - 資金配分・管理 - レポート	適格支出選定 (同委員会前後で財務省・環境省が初期選定・最終選定を実施)	- 各種監督・検証 - フレームワークの検証 - 適格支出の選定 - 資金配分 - レポート	- 各種レビュー・承認 - 適格プロジェクトの選定・収益配分 - プロジェクトの適格基準の充足確認 - レポートの監督・承認	- 下記決定の監督・承認 - フレームワーク設計・保守 - 適格支出の選定 - 資金管理 - レポート

1. 明記はないが、前後の選定プロセスを財務省・環境省が担うことから、同2省が中心と思われる 2. ドイツでは意思決定を担う省庁間ワーキンググループの他、財務省(責任部門)、環境・自然保護・原子力安全省・金融庁から成るコア・グリーンボンドチームが運営事務の管理を行う 3. 責任部門として明記 4. フルの名称はSteering Committee on the Government Green Bond Programme

Note: 省庁名は仮訳

Source: 各国フレームワーク文書 (詳細は本資料のAppendixにて、各国別スライドのSourceをご参照のこと)

各国/地域では、主に財務省を中心とした資金管理・トラッキング体制を確立

3 調達資金の管理; 各国/地域の資金管理・トラッキング体制

	EU 	英 	仏 	独 	香港 	シンガポール 
主体	EC	財務省	- 財務省 - 国債庁	- 資金管理 - 金融庁 - トラッキング - コア・グリーンボンドチーム¹ (省庁間組織)	金融サービス・財務局	財務省
仕組み	- マイルストーン・ターゲット達成後、各国に支払い (初期資金の13%を除く) - ECが全調達資金を追跡、通常の会計システムを通じ定期報告 - 債券発行と実際の支出が最大発行可能額のマージン内に収まるよう、リスク管理も実施	- 調達資金を一般勘定に移管し管理 - 内部情報システム内にグリーンレジスター (追跡システム) を構築、適格カテゴリごとの配分を追跡	- 財務省が対象支出を計上 "十分な透明性が提供できる" 形で管理 - 詳細の記載なし - 会計年度末に、国債庁が配分の実績を報告 - 対象部門 - 支出対象時期 - 当年度と来年度以降の支出の割合	- 金融庁が資金調達全体の一部として、国庫政策に基づき資金を管理 - コア・グリーンボンドチームがグリーン支出充当分を追跡	- 調達資金はファンドで運用・管理 - グリーンボンド取引及び資金配分の各種詳細情報²を保管	- 調達資金は、財務省口座で管理 - 未配分資金は現金/短期流動性資産の形式で保有 - 債券発行ごとに、グリーンレジスターを記録

1. ドイツでは意思決定を担う省庁間ワーキンググループの他、財務省 (責任部門)、環境・自然保護・原子力安全省・金融庁から成るコア・グリーンボンドチームが運営事務の管理を行う 2. グリーンボンドは発行体、取引日、調達元本、満期日、利息またはクーポン、国際証券識別番号 (ISIN) 等、資金配分はプロジェクトの概要、配分額 (累計含)、未割当残額、環境効果、プロジェクトのフェーズ、再融資対象プロジェクトの観察期間 等
Note: 省庁名は仮訳
Source: 各国フレームワーク文書 (詳細は本資料のAppendixにて、各国別スライドのSourceをご参照のこと)

各国/地域とも、フレームワークで資金使途とインパクト評価の定期的なレポーティングを明記

④ レポーティング; 各国/地域におけるレポーティング範囲

✓ 明記されている項目

	EU 	英 	仏 	独 	香港 	シンガポール 
資金使途	✓ 毎年	✓ 毎年	✓ 毎年	✓ 毎年	✓ 毎年	✓ 毎年
インパクト 評価	✓ 毎年	✓ 少なくとも隔年	✓ パフォーマンス評価: 毎年 インパクト評価: 不定期	✓ 不定期 ・ 適格支出カテゴリ 毎に、発行後 1-3年の間に公開	✓ 毎年	✓ 毎年

Source: 各国フレームワーク文書 (詳細は本資料のAppendixにて、各国別スライドのSourceをご参照のこと)

各国/地域はフレームワーク発行時点で認証を取得; 資金使途・インパクト評価 レポーティングについても外部機関へ検証を依頼することを概ね明記

5 外部レビュー; 外部認証の取得状況

✓ 明記されている項目

	EU 	英 	仏 	独 	香港 	シンガポール 
フレームワーク	 認証機関 Vigeo Eiris	 Vigeo Eiris	 Vigeo Eiris	 ISS ESG	 Vigeo Eiris	 Sustainalytics
資金使途	 外部機関に検証を依頼	 外部機関に検証依頼	 外部機関に検証を依頼 (2020年レポートは KPMGに委託)	 外部機関に検証を依頼	 外部機関に検証を依頼	 外部機関との連携を 明記
インパクト 評価	 独立専門家より 助言を取得予定	 発行前はCarbon Trust、 発行後は外部機関に 検証依頼	 インパクト評価は独立 委員会で検証。 パフォーマンス評価 は明記なし	N/A (フレームワーク上で明記 なし)	 外部機関に検証を依頼	 外部機関との連携を 明記

(参考) 仏はパフォーマンス評価と事後インパクト評価を別建てで実施、後者は独立委員会が評価

④⑤ レポートティングと外部レビュー; フランス政府のグリーンボンドにおける例

	評価対象	評価事項	発行頻度	第三者評価機関
パフォーマンス 評価	継続中の全支出	既存の各種指標に基づく パフォーマンス評価 指標の例) 持続可能な経営が行われている公有林の割合、 税額控除を受ける農業経営者の数 等	毎年 資金使途の レポートティングと同時 期	なし 資金使途のレポー ティングは外部機関(2020年 分はKPMG)が評価
事後インパクト 評価	- 完了済支出 - 実施機関別	環境へのインパクトを多角的に検証・評価 例)保護されている公有林の 表面積や木材の増加量等を 示しつつ、気候変動や生態系 への影響を評価	不定期 ボンド成熟期まで評価 対象に 合わせた頻度で実施	専門の独立評価委員会(グ リーンボンド評価 委員会) ¹ グリーンファイナンスの専門家 6～8名 (3年任期) で構成

1. Conseil d'Evaluation des Obligations Vertes。グリーン国債の新規発行に併せて設立、3年の任期のグリーンファイナンスの専門家6～8名で構成

Source: République Française Document-Cadre de l'OAT Verte (2017年1月; https://www.aft.gouv.fr/files/medias-aft/3_Dette/2_Framework_FR_cadre%20OAT%20Verte%20130117.pdf、
フランス国債庁HP(<https://www.aft.gouv.fr/en/green-oat>)

(参考) 英は "発行前インパクトレポート" として配分計画の妥当性につき第三者認証取得

5 外部レビュー; イギリスの事例

評価・
認証者

第三者機関: CARBON TRUST

発行
タイミング

グリーン国債の発行前

評価事項

資金配分計画と英国政府の気候変動に関する目標や政策との整合性

Source: Pre-Issuance Impact Report on the UK Government Green Financing Programme (2021年6月;
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/997887/Pre-Issuance_Impact_Report_on_the_UK_Government_Green_Financing_Programme.pdf, UK Government Green Financing Framework (2021年6月;
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1002578/20210630_UK_Government_Green_Financing_Framework.pdf)

アジェンダ

- ① 海外のグリーン国債の商品設計
- ② 海外のグリーン国債で想定されている償還財源
- ③ 海外のグリーン国債で想定されている資金使途等
- ④ 「グリーンボンド」「トランジションボンド」に係る
第三者認証機関

④ 調査内容サマリ: 「グリーンボンド」「トランジションボンド」に係る第三者認証機関

調査・検討内容

国籍

主な実績(社債・国債)

認証プロセス

結果サマリ

- 日本でトランジションボンド向けのSPOを提供している主要評価機関はSustainalytics, Moody's DNV, 日本格付研究所(JCR), 格付情報投資センター(R&I)の5社

トランジションボンド適格として認められる
資金使途の範囲

- 認証機関の公表する基準 + 実際認証機関が認証しているボンドの使途、ハイブリッド車・発電源がどの程度認められるか等

- 資金使途のトランジション適格/不適格はスタンダード・コンセンサスが未だなく、国際的議論等を踏まえ各機関で都度判断している状況
- 評価機関によっては、火力・原子力、HV関連の認証の日本事例なし
 - 海外事例では、天然ガス発電関連の認証事例は存在する一方、原子力、HV関連は確認できず
- 一方、SPOを取得しても、適格性判断によってはGW批判を受けるリスクあり。ただし、メディア批判の投資家への影響は限定的
- また投資家はトランジションボンドへの投資判断にあたり、外部認証の存在だけでなく個別に資金使途まで確認するとの声もあり

資金使途以外について、ICMAグリーンボンド原則・トランジションファイナンスハンドブックをどの程度の厳しさで運用しているか

- ICMAグリーンボンド原則・トランジションファイナンスハンドブックを踏まえた適格性評価について、確認ポイントは評価機関間で概ね差はない

政府がグリーン国債の認証機関を選定する際の基準/仕組みはどうなっているか

- 実績と金融機関との関係性を中心に、組まれた評価基準で選ばれている
- 評価基準を元にした競争入札も想定される(注; エキスパートインタビューベース、公募入札の実例は見つからない)

政府がトランジションボンドを発行する場合に、留意すべき点は如何か

- ① 日本のトランジションファイナンス全体の信頼性への影響
- ② 第三者評価機関より特定の使途を "トランジション不適格" と評価される可能性
- ③ 非グリーン・トランジション関連の財政支出の確実な削減が求められること(いずれも要議論)

日本でサービスを提供している主要なトランジションボンドの外部認証機関は5社

主要な外部評価機関の国籍・実績

トランジションボンドフレームワークの
認証取得タイミング
XXX CTFH発行 (2020年12月) 後
XXX CTFH発行 (2020年12月) 前

第三者認証 機関名		HQ/主要オフィス	日本 法人の 有無	組織概要	フレームワークに対するSPOサービスの提供実績(例)				
					グリーンボンド		トランジションボンド		
					国	企業	企業		
外 資 系	Sustainalytics	 1	有	1992年に設立後、2020年に格付機関・モーニングスター社により買収、現在グループ傘下 - ESGに関する調査・サービスを提供	シンガポール	- Toyota - PepsiCo - Alphabet - Volkswagen	- Apple - Vodafone - Visa	- Seaspan⁶ - JAL	
	Moody's ESG Solutions	 2	無	- Moody'sが2019年にサステナビリティボンドのSPOサービスを提供していたESG評価機関Vigeo Eiris (本拠地;仏) を買収 - ESGに関する調査・サービスを提供	- EU - イギリス - フランス	- 香港 - イタリア - メキシコ	- Ford - Iberdrola	Etihad Airways	
	日本向けにはMoody's ESG Solutions FranceSASがサービス提供している模様 ³								
	DNV ⁴	 5	有	1864年に設立 - 認証・アセスメントサービスの他、技術コンサルティングや船級サービス、デジタルソリューションを提供	N/A (公開情報では確認できず)	- 日立造船 - 大林組 - 明電舎 - 東北電力	- 関西電力 - 東京ガス - ENEOS - INPEX	- CLP Holdings⁷ - Cadent Gas - SNAM - 日本郵船 - 東京ガス	- 大阪ガス - 三菱重工業 - 出光興産 - 九州電力 - JERA
日 系	日本格付研究所 (JCR)		-	1985年設立の格付会社 - 格付業務の他、サステナブル・ファイナンスの評価を提供	N/A (公開情報では確認できず)	- 大成建設 - 京葉ガス - 朝日印刷 - オリエンコーポレーション	- ヒューリックリート - 投資法人 - 西武ホールディングス	- JFE - IHI	
	格付投資情報センター (R&I)		-	1979年設立の格付会社 - 格付業務の他、ESGファイナンスの評価を提供	N/A (公開情報では確認できず)	- 東京ガス - リニューアブル・ジャパン - INPEX - アサヒホールディングス	- ANAホールディングス - 三菱地所 - 清水建設	大同特殊鋼	

1. LinkedIn上でPrimary Officeとして記載(リンク); 2. LinkedIn上でPrimary Officeとして記載(リンク); 3. 経産省「トランジション推進のための金融支援制度」での外部評価機関としての指定もFrance SAS名義(リンク); 4. DNVでは、日本法人を除いてSPO発行実績一覧の公開が確認されておらず、各発行体の公表情報ベースでの情報把握となる点留意のこと; 5. 認証・アセスメントサービスを担う部門は英国に本部を置く(リンク); 6. Blue Transition Frameworkに対する認証; 7. Climate Action Finance Frameworkに対する認証

Source: BCGエキスパートインタビュー、各社HP; LinkedIn; Bloomberg; Crunchbase

資金使途の適格範囲について、国際的なスタンダード・コンセンサスは未だ存在しない。
認証機関は国際的な議論等を踏まえ独自の基準を策定、都度判断している状況

第三者評価機関エキスパートコメント

- “ 資金使途のトランジション適格/不適格はスタンダードが未だ存在しない。答えのないものをどのように判断するか、都度検討している
- 各種関連規定や指針、議論を踏まえ、当社独自のTaxonomyを作成し判断している
- ゆえに、評価機関間でも判断の内容・厳しさに差異がある

- 第三者評価機関エキスパート

第三者評価機関の適格性評価基準策定の考え方



第三者認証取得済み、かつCTFH公開後に発表されたトランジションボンドフレームワーク事例は14件

今回確認の対象としたフレームワーク事例

- トランジションボンドに関するフレームワーク
 - グリーンボンドのみ・リンクドボンドのみを対象とするフレームワークは対象外
- 主要な第三者認証機関によるSPO取得が確認されたものが対象
 - 主要な第三者認証機関として、Sustainalytics, Moody's ESG Solutions, DNV¹, 日本格付研究所 (JCR), 格付投資情報センター (R&I), 米ISS ESG²を確認
- さらに、ICMAによる2020年12月の「クライメート・トランジションファイナンス・ハンドブック」(CTFH)の公開後にフレームワーク発行・SPO認証取得しているものが対象
 - CTFH発行以後のトランジション・ファイナンスのパラダイムを前提に検討する必要があるため

事例一覧

	国内/海外事例	第三者認証機関	フレームワーク発行者名	SPO取得年月
1	A.国内	Sustainalytics	日本航空	2022年1月
2		DNV	日本郵船	2021年7月
3			東京ガス	2022年2月
4			JERA	2022年2月
5				5月、8月改訂
6			三菱重工業	2022年3月
7			出光興産	2022年3月
8			九州電力	2022年4月
9	B.海外	日本格付研究所	大阪ガス	2022年3月
10				8月改訂
11		日本格付研究所	JFE ホールディングス	2022年1月
12		格付投資情報センター	IHI	2022年3月
13		格付投資情報センター	大同特殊鋼株式会社	2022年8月
14		格付投資情報センター	Seaspan ³	2021年6月
		Sustainalytics	Técnicas Reunidas	2021年6月
		ISS ESG ²	Repsol	2022年3月

1. DNVでは、日本法人を除きSPO発行実績一覧の公開が確認されておらず、各発行体の公表情報ベースでの情報把握となる点留意のこと;2. 米国の議決行使助言会社ISSの任投資部門;3. Blue Transition Frameworkに対する認証
Source: 各社公開情報

Sustainalyticsの実績は1社のみであり、発電源の使途等への認証はなし

トランジション適格と認められた資金使途; Sustainalytics例

セクター	企業	カテゴリ	詳細	火力発電関連	原子力発電関連	ハイブリッド車関連
航空	日本航空	クリーン輸送	省燃費性能の高い最新鋭機材 (A350・787 など) への更新			

DNVでは火力関連が適格使途に含まれ、原子力は留保付きで使途先に記載 (1/2)

トランジション適格と認められた資金使途; DNV例

セクター 企業		カテゴリ	詳細	火力発電関連	原子力発電関連	ハイブリッド車関連
海運	日本郵船	再生可能エネルギー	自己昇降式作業台船 (SEP船)、作業員輸送船 (CTV)、グリーンターミナルの新規設立、拡張			
		燃料転換、技術革新、クリーン交通	アンモニアを主燃料とする液化アンモニアガス運搬専用船及びタグボート、高出力水素燃料電池搭載船導入			
		クリーン交通、燃料転換、技術革新	LNG燃料船、LNGバンカリング船、LPG燃料船			
		クリーン交通、省エネルギー	運航の高効率化&最適化に資する技術開発、デジタルソリューション開発			
ガス	東京ガス	天然ガスによる低炭素化	天然ガスへの燃料転換・ガス機器高効率化・エネルギーの面的利用			
			カーボンニュートラルLNGの導入、CCUS技術の活用			
		ガス・電力の脱炭素化技術	ガス体エネルギーの脱炭素化技術開発			
			再エネ電源拡大、自社火力のゼロエミ化			
	大阪ガス	水素利用	メタネーション、直接利用 (ケミカルルーピング燃料技術) 等			
		バイオガス	国内外オンサイトでのバイオガスの利用拡大			
		再生可能エネルギー電源	太陽光、陸上風力、洋上風力、バイオマス 等			
		火力電源	合成メタン、水素、アンモニア等のカーボンニュートラル燃料活用、CO ₂ 分離回収・貯留 等			
		燃料電池	燃料電池の高効率化・小型化 等			
		天然ガス・コージェネ高度利用	石油・石炭等から天然ガスへの転換支援、マイクログリッドの構築実証、カーボンニュートラルLNGの活用			
		エネルギー高度利用	VPP・スマートエネルギーシステム 等			
		その他 (自社活動に伴うCO ₂ の削減)	都市ガス製造工程での冷熱発電設備、冷熱活用設備、建築物の省エネ改修工事 等			
		既存インフラの脱炭素化	水素焚き (混焼) ガスタービン、アンモニア焚き (混焼) ガスタービン、LNG焚き高効率ガスタービン、石炭火力 (アンモニア混焼改造) 発電用ガスエンジン (水素混焼)、物流機器 (高効率化・燃料電池化)			
		水素エコシステムの実現	水素製造 (ブルー、ターコイズなど)、アンモニア製造 (ブルー、ターコイズ など)、水素コンプレッサ (水素製造・輸送・貯蔵用 など)、製鉄機械 (水素還元製鉄 など)			
		CO ₂ エコシステムの実現	CO ₂ 回収・貯留、CO ₂ 輸送 (液化CO ₂ 船など)			
		再生可能エネルギー	風力発電 (風力発電プラント)、地熱発電 (地熱発電プラント)			
		グリーンエネルギー	水素焚きガスタービン (水素発電の場合、100%水素発電にむけた事業・プロジェクトであること)、アンモニア焚きガスタービン (アンモニア発電の場合、100%アンモニア発電にむけた事業・プロジェクトであること)、水素/アンモニア製造 (グリーン)、石炭火力 (アンモニア専焼改造)、発電用ガスエンジン (水素専焼)			
重工業	三菱重工業					

Note: グリーン適格分も含む。また使途の区分・記載は各SPO上の表記から一部変更・調整して記載している

Source: DNV発行のSPO。それぞれリンク先は右記; 東京ガス、大阪ガス、日本郵船、三菱重工業

DNVでは火力関連が適格使途に含まれ、原子力は留保付きで使途先に記載 (2/2)

トランジション適格と認められた資金使途; DNV例

セクター 企業		カテゴリ	詳細	火力発電関連	原子力発電関連	ハイブリッド車関連
電力	九州電力	再生可能エネルギー	地熱・水力・太陽光・風力・バイオマスの開発、建設、運営、改修等にかかる投資 蓄電池・揚水発電の開発等や、これらを活用した分散型エネルギーリソースの統合制御技術の確立及びアグリゲーションビジネスの展開にかかる投資			
		(原子力発電)	(既設原子力発電所の安全・安定運転の継続に向けた投資)			
		火力発電	非効率火力の休廃止にかかる投資 高効率火力発電所の新規建設にかかる投資 水素・アンモニア・バイオマス等の混焼やCO ₂ 回収技術活用に向けた研究開発・設備導入等にかかる投資 カーボンフリー燃料(水素・アンモニア)のサプライチェーン構築にかかる投資			
		送配電	再エネ拡大等に資する、連系線・基幹系統の整備・強化にかかる投資 ネットワーク利用率向上に向けた、需給運用・系統安定化技術の高度化にかかる投資			
		電化率の向上	オール電化・ヒートポンプ等の電化率向上に資する商品・サービス等の販売促進にかかる投資・支出や、EV車(社有車)の導入及びEV関連事業にかかる投資			
		地域のカーボンニュートラル促進	社有林の維持・カーボンクレジットの買い取り費用等、地域のカーボンニュートラル促進に取り組みへの投資			
		JERA	ゼロエミッション火力の実現に向けたプロジェクト 化石燃料とアンモニア/水素の混焼実証に関する支出 高効率火力発電所への建て替えを目的とした、既存非効率火力発電所の廃止に関する支出			
		石油	出光興産			
		電力・再生可能エネルギー	再生可能エネルギー(バイオマス・地熱・太陽光・風力)発電設備の開発、建設、運営、改修その他関連支出に関するプロジェクト			
		分散型エネルギー	分散型エネルギーに関する設備の開発、建設、運営、改修その他関連支出に関するプロジェクト			
石油	出光興産	高機能材製品の開発	リチウム固体電解質の開発、生産、研究開発その他関連支出に関するプロジェクト(EV)			
		スマートよろずや関連	超小型EVの製造・販売に関するプロジェクト MaaSサービスに関するプロジェクト サービスステーション物流拠点・無人配送・ドローン農薬散布・デイサービス等に関するプロジェクト			
		CNXセンター化	廃プラリサイクルチェーン構築(化学品の製造)に関するプロジェクト サーキュラービジネスの開発・推進に関するプロジェクト SAF(持続可能な航空燃料)の製造・供給に関するプロジェクト 発電・産業部門のCO ₂ フリーアンモニアサプライチェーン構築に関するプロジェクト			
		石炭火力発電に対する低炭素ソリューション	ブラックペレットの製造・販売・研究開発に関するプロジェクト(混焼比率の向上、専焼も見据える)			
		省エネルギー	製油所・事業所における省エネ投資に関するプロジェクト			

「国内外の動向等にも注視し、今後の資金使途として含めることを検討」と注記が記載

Note: グリーン適格分も含む。また使途の区分・記載は各SPO上の表記から一部変更・調整して記載している

Source: DNV発行のSPO。それぞれリンク先は右記; 出光興産、九州電力、JERA

JCRは原子力発電関連事業を適格と認めている

トランジション適格と認められた資金使途; 日本格付研究所例

セクター 企業		カテゴリ	詳細
重工業	IHI	電動化	ゼロエミッションモビリティへの取組み (電動化・電気システム化に係る技術開発・製品開発)
		カーボンソリューション	アンモニア専焼に向けた取組み・アンモニアバリューチェーンの構築 (アンモニアの利用を拡大するとともに、グリーンアンモニア製造技術開発) カーボンリサイクルの実現 (非化石炭素源由来のカーボンを効率的に循環、有価物転化) 小型モジュール炉技術の国際連携による実証 (安全・安心な原子力発電の普及 など)
		保全防災減災統合的社会的ソリューション	データ連携に基づく地域ソリューション構築 (防災、高齢化、産業振興など地域ごとの課題に対して、データの収集からH/Wを含むソリューション提供)
		事業活動におけるCO ₂ 排出削減 (SCOPE1,2)	事業活動におけるCO ₂ 排出削減 (事業所における熱源設備の燃料転換、電化の推進、省エネ設備への更新 など)
		超革新的製鉄プロセスの開発	超革新的製鉄プロセス (カーボンリサイクル高炉、CCU、水素製鉄、電気炉での高級鋼製造) の技術開発
鉄鋼	JFEホールディングス	省エネ・高効率化に関する取組み	高炉のAI・IoT化。サイバーフィジカルシステムの導入 スクラップ利用拡大 コークス炉改修を始めとした 設備更新 排熱・副生ガスの改修と有効利用 省資源 (高炉で使用する還元剤の低減効果を目的とした支出 等)
		エコプロダクトの製造	高付加価値電磁鋼板の製造
		再生可能エネルギーに関する取組み	再生可能エネルギー (バイオマス・地熱・太陽光発電) に関する取組み

Note: グリーン適格分も含む。また使途の区分・記載は各SPO上の表記から一部変更・調整して記載している

Source: JCR発行のSPO。それぞれリンク先は右記; [IHI](#)、[JFEホールディングス](#)

R&Iはハイブリッド車関連の資金使途を認めている

トランジション適格と認められた資金使途; R&I例

			火力発電関連 原子力発電関連 ハイブリッド車関連
セクター	企業	カテゴリ	詳細
鉄鋼	大同特殊鋼	製造プロセスの脱炭素化	以下の施策により製鋼設備の高効率化を図り、スコープ1+2 を抑制 電気炉への助燃バーナー (均一溶解促進) および資材搬送設備導入、電気炉への排ガス分析装置導入、灯油からLNGへ転換 以下の施策により鋳造・圧延設備の高効率化を図り、スコープ1+2を抑制 鋳造・圧延設備の能力増強、鍛造設備・加熱炉・熱処理炉の酸富化バーナー改造、加熱炉・熱処理炉耐火物のセラミックファイバー化への設備投資、加熱炉・熱処理炉の設備更新 (高効率省エネ燃焼システム[DINCS®]の導入)、灯油からLNGへ転換 脱炭素技術の導入 (水素燃焼バーナーの開発、脱炭素に寄与するSTC炉の開発) CO ₂ フリー電源への切り換え (再生可能エネルギーに由来するCO ₂ フリー電源を購入し、スコープ2を抑制)
		製品供給による脱炭素化	EV・ハイブリッド車向けモーター用磁石の研究開発 太陽光発電設備を導入し、スコープ2を抑制 電動化・自動運転に関する研究開発 (左と同じ記載) リチウムイオン電池用負極材の研究開発 水素製造・運搬・貯蔵時に使用される耐水素脆化用鋼の研究開発

Note: グリーン適格分も含む

Source: R&I発行のSPO。リンク先は右記; 大同特殊鋼

海外事例では、天然ガス発電の認証事例あり; 原子力、HV関連の使途事例は確認できず トランジション適格と認められた資金使途; ISS ESGの例

セクター 企業		カテゴリ	詳細	火力発電関連	原子力発電関連	ハイブリッド車関連	
石油・ガス	Repsol	再生可能エネルギー	再生可能エネルギーによる発電所の開発、取得、建設、導入および保守				
		バイオ燃料とバイオガス	バイオ燃料の生産、流通、精製				
		クリーンな輸送	CO2排出量または乗客1kmあたりのエネルギー消費量の削減に直接的または間接的に寄与するプロジェクトの開発、建設および導入				
		再生可能エネルギーからの水素	再生可能な電力を利用した電気分解、バイオガスやバイオリキッドの改質、太陽エネルギーを利用した光電気分解による水素の製造				
		炭素回収・貯留(CCS)	CO2回収・貯留プロジェクトの開発、建設、据付、メンテナンス				
		サーキュラーエコノミー	化学製品におけるリサイクル材含有量の増加				
		エネルギー効率	上流および下流工程に対するエネルギー効率化計画の実施(例; メタンとフレアリングの排出を監視し、軽減するための投資 等)				
		炭素・回収・利用(CCU)	再生可能な水素による電子燃料の製造やその他の非燃料製品の製造など、CO2の回収・利用プロジェクトの開発、建設、導入、保守				
		リサイクルカーボン燃料	リサイクルカーボン燃料の製造、流通、精製				
エンジニアリング	Técnicas Reunidas	非生物起源の再生可能輸送燃料	EU再生可能エネルギー指令 RED IIで定められた要件に準拠した非生物起源の再生可能輸送燃料の製造、流通、精製				
		ケミカル製品	エネルギー転換、医療・衛生用途のための先端材料				
		天然ガス発電					
		天然ガス生産量					
		バイオマス発電					
		グリーン水素					
		(各カテゴリについて、プロジェクトの適格性を判断する適格性基準 [外部専門家が作成]をフレームワーク文書に添付					

Note: グリーン適格分も含む

Source: ISS ESG発行のSPO。リンク先は右記; [Repsol](#), [Técnicas Reunidas](#)

(参考)Sustainalyticsの海外事例ではいずれも該当なし

トランジション適格と認められた資金使途; Sustainalytics例

セクター 企業		カテゴリ	詳細
海運 (コンテナ船 運航)	Seaspan	クリーンな交通- 代替燃料のコンテナ船	コンテナ船の新造
		クリーンな交通- 船舶のエネルギー効率	改装工事
			新造船・既存船の物理的な設計効率の向上
			陸側からの燃料供給（海上代替電源，陸上電源供給["Cold Ironing"]）
			研究開発

Source: Sustainalytics発行のSPO。リンク先は右記; [Seaspan](#)

SPOを提供する各社で、適格性評価の判断を確認しているポイントは概ね差がない (1/2)

グリーンボンド原則 (GBP) との対応

基準	分類	確認するポイント			
		DNV	Sustainalytics	JCR	
① 調達資金の 使途	調達資金の使途の 適格性	✓ 適格クライテリアへの該当	✓ 使途の適格カテゴリーに合致	✓ 明確な環境改善効果をもたらすプロジェクト/移行段階で実施する環境改善効果を有するプロジェクトに充当	
② プロジェクトの評価 と選定のプロセス	環境改善効果を実現 する目標に対する合致	✓ 発行体の環境貢献目標の達成に 合致	✓ 環境改善効果を実現するサステナ ビリティ目標に合致	✓ 環境面において実現しようとする目標 と整合	
	プロセスの妥当性	✓ 適格カテゴリーへの適合について文書 化されたプロセスにより評価及び選定	✓ ドキュメント化されたプロセスにより、 適格カテゴリー範囲への適合性判断	✓ プロセスの妥当性の確保	
	透明性の確保	✓ ・調達資金の使途として適格な プロジェクトであり、透明性が確保 ・公表されている基準要旨に基づく プロジェクトの評価・選定	✓ ・調達資金に適格なプロジェクトの クライテリアが定義され、透明性が 担保 ・プロジェクトの評価・選定に関する クライテリアのサマリーの公表	✓ 一連の選定プロセスの投資家等への 開示	
	潜在的なESGリスクの 特定と管理	✓ 潜在的なESG リスクの特定・管理に ついて文書化されたプロセスで評価	✓ ドキュメント化されたプロセスにより、 プロジェクトに関連した潜在的ESG リスクを特定及び管理	✓ 環境へのネガティブな影響が想定 される場合、社内の専門部署や 外部の第三者機関により検討した 回避策・緩和策	
③ 調達資金の 管理	調達資金の追跡管理	✓ 調達資金のうち充当を計画している 資金は、発行体により体系的に 区別・追跡管理	✓ ・グリーンボンドの調達資金を体系的 に区別または追跡管理 ・未充当の資金の運用に使用する 予定の一時的な投資手段の種類 を開示	✓ ・調達された資金の確実なグリーン/ トランジション・プロジェクトへの充当 ・充当状況が容易に追跡管理できる ような仕組みと内部体制の整備 ・グリーン/トランジション・プロジェクト への早期の充当予定 ・未充当資金の管理・運用方法	
④ レポーティング	資金使途に関する レポーティング	✓ 資金充当状況、環境改善効果で 報告される情報と頻度、開示方法	✓ 資金充当状況、環境改善効果で 報告される情報と頻度、開示方法	✓ 資金使途に係る開示体制が、詳細 かつ実効性のある形で計画	

SPOを提供する各社で、適格性評価の判断を確認しているポイントは概ね差がない (2/2)

クライメート・トランジション・ファイナンス・ハンドブック (CTFH) との対応

基準	分類	確認するポイント		
		DNV	Sustainalytics	JCR
① 発行体の クライメート・ トランジション戦略と ガバナンス	トランジション戦略	✔ パリ協定と整合する長期目標	✔ トランジション戦略が気候変動関連 リスクに対応し、パリ協定との目標に 適合	✔ 資金使途が気候変動緩和のための 移行に関する戦略に資する プロジェクト/資産
	ガバナンス	✔ トランジション戦略が長期目標と整合	✔ トランジション戦略が長期目標に向けた軌道上にある 関連する中間目標	✔ 気候変動関連リスクに効果的に 対処し、パリ協定の目標達成に貢献 するビジネスモデルへ移行する企業 戦略の実現が目的
② ビジネスモデルに おける環境面の マテリアリティ (重要度)	環境面のマテリアリティ	✔ トランジション戦略に基づく実施計画 が信頼でき達成可能	✔ トランジション戦略のガバナンス	✔ 移行戦略の実効性を担保するための ガバナンス体制の構築
③ 科学的根拠のある クライメート・ トランジション戦略 (目標と経路を 含む)	環境面のマテリアリティ	✔ トランジション戦略の実行計画が 中核事業と密接に関連	✔ ビジネスモデルにおける環境面の マテリアリティに対して明確に関連	✔ 企業のビジネスモデルにおける環境面 での重要課題
	科学的根拠のある 戦略	✔ トランジション戦略が所定の前提条件 に基づく一貫した測定手法に基づき 定量化	✔ 科学的戦略に基づく目標とトランジ ションに向けた経路への言及	✔ 定量的に測定可能で、対象は Scope 1, 2をカバー (Scope 3 が実現可能な範囲での 目標設定が望ましい)
④ 実施の透明性	実施の透明性確保	✔ 実行の透明性が高く、実行の妥当性 について説明・合意	✔ 一般に認知されている科学的根拠に 基づいた目標設定に整合	✔ 一般に認知されている科学的根拠に 基づいた目標設定に整合
			✔ 設備投資や運営費を含む投資計画 の開示	✔ トランジションに係る投資計画に ついて透明性の担保
			✔ 支出によって期待される気候関連の 成果とインパクト	

(参考) GBPに対する適合性は4つの要素により判断される

グリーンボンド原則 (GBP) 概要 (1/2)

項目	内容
① 調達資金の 使途	- 調達資金が適格なグリーンプロジェクトのために使われることが肝要であり、証券に係る法的書類に適切に記載されるべき - 調達資金使途先となる全ての適格なグリーンプロジェクトは明確な環境面での便益を有すべきであり、効果は評価され、可能な場合は、定量的に示されるべき - 調達資金の全部あるいは一部がリファイナンスのために使われる (可能性がある) 場合、以下のことを奨励 - 初期投資とリファイナンスの推定比率の提示 - リファイナンスの対象となる投資又はプロジェクトポートフォリオの明確化(必要に応じて) - リファイナンス対象となる適格なグリーンプロジェクトの対象期間 (ルックバック期間) の提示 (該当する場合)

参考情報

- グリーンボンド市場により支持または支持されるであろう、最も一般的に利用されている種類のプロジェクトとして、適格な事業区分を例示 (これらに限定されるものではない)
- 資産、投資、R&D のような関連的支出や付随的支出を含み、複数の事業区分/環境関連目標にまたがり得る
 - 再生可能エネルギー
 - エネルギー効率
 - 汚染防止及び抑制
 - 生物自然資源/土地利用に係る環境持続型管理
 - 陸上/水生生物の多様性の保全
 - グリーン輸送
 - 持続可能な水資源/廃水管理
 - 気候変動への適応
 - 環境適応製品、環境に配慮した生産技術/プロセス・認証を受けた高環境効率製品
 - 地域、国/国際的に環境性能のために認知された標準や認証を受けたグリーンビルディング

(参考) GBPに対する適合性は4つの要素により判断される

グリーンボンド原則 (GBP) 概要 (2/2)

項目	内容	参考情報
② プロジェクトの評価と選定のプロセス	- 以下の点を投資家に対して明確に伝えるべき - 環境面での持続可能性に係る適格なグリーンプロジェクトの目的 - 対象となるプロジェクトが適格なグリーンプロジェクトの事業区分に含まれると判断するプロセス - 関連するプロジェクトが付随的にもたらすおそれがある社会的/環境的リスクを特定・管理するプロセス - 以下の事項が推奨される - 包括的な目的、戦略、政策、環境的持続可能性に関するプロセスの文脈の中に位置づけ - オフィシャル/市場慣行に基づくタクソノミーとの適合、関連する適格基準 (除外基準) の情報提供、プロジェクト選定で参照した環境的基準/認証の公開 (必要に応じて) - プロジェクトから生じる、ネガティブな社会的/環境的な影響を及ぼす既知の重大なリスク緩和策の特定プロセスの構築	
③ 調達資金の管理	- 調達資金の手取金全部/手取金同等金額は追跡されるべき - サブアカウントで管理 - サブポートフォリオへの組み入れ - その他の適切な方法 - 適格なグリーンプロジェクトへの投融資業務に関連する正式な内部プロセスの中で、証明されるべき - グリーンボンド償還までの間、調達資金残高は、一定期間ごとに実施された適格グリーンプロジェクトへの充当額と一致するよう、調整されるべき - 未充当資金残高の想定される一時的な運用方法を投資家に知らせるべき - 調達資金の管理は、調達資金の内部追跡管理方法と資金充当状況検証のため、社外監査人/その他の第三者機関の活用による補完を奨励	- 調達資金はいずれかの管理が可能 - 債券ごと (ボンドバイボンドアプローチ) - 複数のグリーンボンドを集約した (ポートフォリオアプローチ) 管理
④ レポーティング	- 資金使途に関する最新の情報を容易に入手可能な形で開示し、継続すべき - 情報は全ての調達資金の充当まで年一度は更新し、重要な事象が生じた場合、随時開示し続けるべき - プロジェクトのリスト、各プロジェクトの概要/充当資金額/期待される効果 - 情報量が限られる場合 (守秘義務契約等)、総合的に/集計したポートフォリオ単位で開示を奨励 - 期待/達成効果の伝達で定性的/定量的なパフォーマンス指標の使用を奨励 - 実現した効果をモニタリングできる場合、インパクト・レポーティングに関するガイダンス文書に規定される指針やテンプレートを可能な限り参照し、採用すべき	

(参考) CTFHに対する適合性は4つの要素により判断される

クライメート・トランジション・ファイナンス・ハンドブック (CTFH) 概要

推奨開示要素

詳細

推奨される開示情報と指標

第三者によるレビュー・検証

1 発行体の クライメート・ トランジション 戦略とガバナンス	- 資金調達目的は、発行体によるトランジション戦略の実現であるべき 「トランジション」のラベルを使うことが、発行体の企業戦略が気候変動関連のリスクに効果的に対応するとともに、パリ協定の目標の整合に向けたビジネスモデル変革のため実施されることを提示することに資するものであるべき	- パリ協定と整合する長期目標 - 長期目標実現に向けた妥当な中期目標 - 脱炭素化に向けた方策と、パリ協定の目標と整合する長期目標に向けた戦略的計画の開示 - 戦略の明確な監督とガバナンス - 関連環境・社会への負の外部効果の緩和と、SDGsに寄与するより広範なサステナビリティ戦略の証左	- 独立したレビューは投資家判断の上で「役立つ」 - レビューには下記を含めるべき - シナリオと長期目標及び短期目標の整合性 - 発行体の戦略により目標が達成するとの信頼性
2 ビジネスモデルにおける環境面のマテリアリティ	- トランジションに向けた軌道 (trajectory) は、発行体のビジネスモデル上の環境面のマテリアリティに関連すべき - その際、現在のマテリアリティに関する判断に影響を及ぼす可能性のあるシナリオは複数考慮すべき	N/A	- 必要に応じた助言は可能 - マテリアリティに関しては、外部意見を得ることが常に妥当とは言えない
3 科学的根拠のあるクライメート・トランジション戦略 (目標と経路を含む)	- 発行体等の気候戦略は、科学的根拠に基づく目標と移行に向けた経路に基づくべき - 軌道のロードマップは、以下を満たす必要 - 長期間・一貫性のある測定方法により定量的に測定可能であること - 認知度が高く、科学的根拠に基づいた軌道に整合していること (該当する軌道がある場合) - 中間目標も含めて公表されていること - 独立した第三者からの認証・検証を受けていること	- パリ協定と整合する短期・中期・長期の温室効果ガス排出削減目標 - ベースライン - 使用したシナリオおよび適用した手法 (例: ACT、SBTi 等)	- 多くのサービスプロバイダーが存在 - 独立専門家によるレビューは科学的根拠のある戦略になっているかについて、投資家に対し評価を示すことができる
4 実施の透明性	- 資金使途の投資計画について、可能な範囲で透明性を確保すべき - 設備投資・業務費・運転費を含める - 対象には、R&D 費用 (該当する場合)、通常の業務活動 (Business as Usual) 外とみなされる OPEX の範囲、その他投資計画におけるトランジション戦略実行をサポートする情報が含まれる	① で概要を示した各種対策に即した、資産 / 売上高 / 支出 / ダイベストメント比率の開示 - 全体戦略や気候関連の科学と整合した Capex の実施計画	- 将来支出の把握は困難であるため、レビュー・検証は現実的でない - 当初計画と実績の整合確認、差が生じていた際の説明を行うことが一案

Appendix:

各国のフレームワーク詳細

ICMAのグリーンボンド原則 (GBP) のフレームワークで調査を実施

ご依頼いただいた調査内容と、各国/地域調査の整理の方向性

ご依頼いただいた調査内容

- 何年間で何に使うか
- どの程度の粒度で固まっているか
(規定されている文書・その文書の認証レベル)

- 使途決定プロセス

- 使途管理体制

- レポーティング

ICMAのグリーンボンド原則 (GBP) のフレームワークで整理

- ① 調達資金の使途
 - 適格支出カテゴリ
 - 対象外支出
 - 対象年度

- ② プロジェクトの評価と選定のプロセス
 - 管理体制
 - プロセス
 - 評価基準
 - その他確認ポイント

- ③ 調達資金の管理
 - 管理体制

- ④ レポーティング
 - 資金使途
 - インパクト

- ⑤ 外部レビュー
 - フレームワーク
 - 資金使途
 - インパクト



参考) EUのグリーンボンドの位置付け

- EUのグリーンボンド (GB) は、新型コロナウイルス・パンデミックからの回復・復興手段であるNextGeneration EU (NGEU基金) の資金調達を目的として発行
 - NGEU資金 (8,069億€) の30%となる2,500億€を2026年末までにGBで調達
- NGEU基金は、復興・回復ファシリティ政策 (Recovery & Resilience Facility: RRF) を通して加盟各国を支援する形式
 - NGEU基金の約90%にあたる7,238億€が、RRFにより融資や補助金として各国に振り分け
- 各国は、受領資金の少なくとも37%を気候関連の投資や改革に支出するよう、復旧・復興計画 (Recovery & Resilience Plan: RRP) を策定し、EUはその計画に基づいて支援を実施

脱炭素の方針・計画/調達資金の使途

EUのグリーンボンドの事例

0 脱炭素の方針・計画

- 「欧州グリーンディール」
 - 公正・包括的な社会の実現に向け、雇用と成長を生み出すために必要なグリーン部門への投資を促進するもの
 - 今後10年間で1兆€を持続可能な投資のため動員することを明記した「グリーンディール投資計画」を含む

1 調達資金の使途

- 適格支出カテゴリ
 - グリーントランジションを支える研究・イノベーション活動
 - グリーントランジションを支えるデジタル技術
 - エネルギー効率
 - クリーンエネルギーとネットワーク
 - 気候変動への適応
 - 水・廃棄物管理
 - クリーンな交通・輸送・インフラ
 - 自然保護・生物多様性
 - その他¹
- 対象年度
 - 2026年までの改革・投資をまとめた「復旧・復興計画(RRP)」上の支出が対象
 - 実際の支払いは、復旧・復興計画(RRP)のマイルストーンやターゲットの達成後、ECが各国に支払いを実施(初期資金の13%を除く)。ただし、達成度合いが不十分な場合には、支払いの一時停止や減額もあり得る
 - 各国は、マイルストーンやターゲットの達成度合いを年に2回ECに報告
 - マイルストーンやターゲットの達成後、年に2回まで支払い請求を実施可能

エネルギー効率カテゴリの詳細 (他カテゴリの詳細は後段)

- 中小企業におけるエネルギー効率化・実証プロジェクトと支援策
- 大企業におけるエネルギー効率化・実証プロジェクトと支援策
- 中小企業または大企業におけるエネルギー効率化および実証プロジェクト、ならびにエネルギー効率化基準に準拠した支援措置
- 既存住宅ストックの省エネ改修、実証事業と支援策
- 既存住宅ストックのエネルギー効率改修、実証プロジェクトとエネルギー効率基準に準拠した支援策
- エネルギー効率の高い新建築物の建設
- 公共インフラに関する省エネ改修・省エネ対策、実証事業、支援策など
- 公共インフラに関する省エネ改修または省エネ対策、省エネ基準に適合した実証事業および支援策

1. 環境に配慮した生産プロセスの支援やグリーンスキル・雇用・グリーン経済への貢献など、間接的にGHG排出削減や適応策、大気質や騒音削減につながる活動を含む

Source: Next Generation EU -Green Bond Framework(2021年7月;

https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/about_the_european_commission/eu_budget/nextgenerationeu_green_bond_framework.pdf)

プロジェクトの評価と選定のプロセス

EUのグリーンボンドの事例

2 プロジェクトの 評価と選定 のプロセス

- 管理体制
 - 欧州委員会が主体となり、欧州議会や加盟国と連携
- プロセス: 各国のRRP提出後、2ヶ月以内に欧州委員会が確認し、確認されたRRPを1ヶ月以内に欧州理事会が承認。承認から2ヶ月以内に、初期費用として欧州委員会から各国に全額の13%を供与
- 評価基準
 - 基準①: EU気候係数で40%または100%を適用され、気候変動の緩和または適応の目的に貢献するとされるもの
 - EU気候係数: 気候への貢献度合い
 - 100% (実質的な貢献): 活動により期待される結果が気候変動の緩和または適応の目的に実質的に貢献する場合 and/or EUタクソミーの技術的スクリーニング基準を満たす場合
 - 40% (ある程度の貢献): 活動の結果が気候変動の緩和または適応の目的にある程度貢献している場合。活動が100%係数に必要な条件に完全に準拠しないが、気候変動の緩和または適応にプラスの影響を与えると予想される場合
 - 0%: 活動を調査した結果、気候目的に影響を及ぼさない、またはわずかな影響しか及ぼさないことが判明した場合
 - 基準②: Do No Significant Harm (DNSH) 基準を遵守しているもの
 - DNSH基準: 環境に貢献する経済活動であっても、その経済活動が同時に他の環境目標に重大な害を与えてはならない
 - なお、支出係数の決定にあたっては、環境係数も考慮される
 - RRFのEU気候係数で40%または100%を適用されたものは、環境係数でも評価し、両係数のいずれか高い方を上限として採用
 - 気候係数が40%、環境係数が100%の場合には、100%グリーンボンド適格となる
 - 一方、100%適格と承認された支出であっても、環境への好ましい影響が十分に証明されない場合はその限りではない
 - 気候係数が40%、環境係数が100%で、かかる状況の場合は、気候係数の40%が上限となる
- 他確認ポイント:
 - ECは、グリーンボンドによる資金調達を含め、各国が提示する費用見積もりについて、妥当性評価を実施し、支出が過大評価されていないことを確認



調達資金の管理/レポーティング/外部レビュー

EUのグリーンボンドの事例

3 調達資金の管理

- 管理体制
 - ECが全調達資金を追跡し、通常の会計システムを通じ定期的に報告
 - またECは、グリーンボンドの発行が、グリーン投資のための実際の支出と、RRPに記載された適格コストに基づく最大発行可能額のマージン内に収まるよう、リスク管理手続きも実施

4 レポーティング

- 資金使途
 - 方法: ECが、加盟国からの情報に基づき、気候・環境関連投資の実際の支出額をECウェブサイト上で報告
 - 期間・頻度: 資金が全額支払われるまで毎年
 - レポーティングの内容: ①資金使途、②資金の国別・テーマ別内訳、③未充当資金、④ファイナンスとリファイナンスの割合、⑤コファイナンス額 等
- インパクト
 - 方法: ECが設置するワーキンググループ (WG) が報告予定。WGには、ECの複数の総局の代表者が参加し、予算総局がWGの議長を担当予定
 - 期間・頻度: 資金が全額支払われるまで毎年
 - 報告内容 (予定): RRPと国家気候計画との整合性、共通・インパクト指標、改革と投資の実行に向けたマイルストーンと目標、EUタクソノミーに合致する支出の割合

5 外部レビュー

- フレームワーク
 - ESG評価大手英仏Vigeo-Eiris社のセカンドオピニオン (SPO) を取得
 - ①GB枠組みがICMAのGBPに沿っていること ②それはEUのより広範なESG政策と一貫性があることを確認
- 資金使途
 - 外部監査機関の検証を得る予定
- インパクト
 - 独立専門家の助言を得る予定



参考) インパクト指標の例

EUのグリーンボンドの事例

適格カテゴリ

インパクト指標

グリーンシフトを支える
研究・イノベーション活動

- グリーンシフトを支援する研究活動への資金提供の総額
- 公害防止技術への投資

グリーンシフトを支える
デジタル技術

- 温室効果ガス (GHG) 排出量の削減、または回避した年間GHG排出量 (CO2換算トン)
- GHG排出削減に関するデータ分析のための資金総額

エネルギー効率

- 回避した年間GHG排出量 (CO2換算トン)

クリーンエネルギー&
ネットワーク

- 回避した年間GHG排出量 (CO2換算トン)
- 総利用可能エネルギーに占める化石燃料の割合 (前年比)

気候変動への適応

-

水の供給と廃棄物
処理

- 年間節水量
- 年間排水処理量
- 年間廃棄物発生抑制量

クリーンな輸送と
インフラ

- 運輸部門の温室効果ガス総排出量 (1人・kmあたり排出量、1トン・kmあたり排出量) の削減

自然保護、
リハビリテーション、
生物多様性

- 転換地表面積
- 保全・保護対象地域
- 生物多様性対策が施された面

その他

- グリーンスキルトレーニングの恩恵を受けた人の数

Source: Next Generation EU -Green Bond Framework(2021年7月;

https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/about_the_european_commission/eu_budget/nextgenerationeu_green_bond_framework.pdf)

脱炭素の方針・計画/調達資金の使途

イギリスのグリーンボンドの事例

0 脱炭素の方針・計画

- 「グリーン産業革命のための10項目の計画 (10-Point Plan for a Green Industrial Revolution)」 「UK Taxonomy」との整合性を提示
 - グリーン産業革命のための10項目の計画
 - クリーンエネルギー (洋上風力、水素、原子力)・電気自動車(EV)の増強、路上交通や航空・船舶の脱炭素化、住宅のグリーン化、CO2の回収・貯蔵、植樹、技術革新・投資等の10項目に対し、120億ポンド (約1兆6千億円) を投じ25万人の雇用創出・支援を図るプラン
 - UK Taxonomy
 - 2023年1月に、最初の2分野のコミットメントを発表予定
 - フレームワークの脚注より
 - 環境目標は以下の6項目
 - (1) 気候変動の緩和
 - (2) 気候変動への適応
 - (3) 水と海洋資源の持続可能な利用と保護
 - (4) 循環型経済への移行
 - (5) 汚染の防止と制御
 - (6) 生物多様性と生態系の保護と回復

1 調達資金の使途

- 適格支出カテゴリ
 - クリーンな交通手段、再生可能エネルギー、エネルギー効率、公害防止・抑制、生活・天然資源、気候変動への適応
- 対象外支出
 - 原子力
 - 「投資家の意向を配慮し、原子力関連の支出には資金提供しない」ことを明記
 - 一方で、原子力は、太陽光発電や風力発電、CCSなどと並び、今後もUKの低炭素エネルギーミックスの重要な一部であると記載
 - 化石燃料の燃焼とエタノールを動力源とする自動車
 - 化石燃料の開発および探査
 - 自然環境に対する潜在リスクがある、大規模水力発電 (25MW超)
 - 武器、タバコ、ゲーム、パーム油産業、アルコール飲料の直接製造業
 - GBP・SDGs・UKタクソノミー・OECD Guidelines for Multinational Enterprises・UN Guiding Principles on Business and Human Rightsと整合
- 対象年度
 - グリーンボンドの発行から1年前~2年後の支出を対象とし、適格プロジェクトに配分

プロジェクトの評価と選定のプロセス/調達資金の管理

イギリスのグリーンボンドの事例

② プロジェクトの評価と選定のプロセス

- ・ プロセス
 - 財務省がプロジェクト候補のリストを作成
 - グリーンボンド運営委員会が評価・選定
 - 少なくとも年に2回実施
 - 適格プロジェクトの実行は関連省庁が監督し、法的論争の可能性がある場合は運営委員会に報告
 - また、財務省は毎年適格プロジェクトの見直しを実施し、必要に応じて、支出の取り消しや延期、余剰資金の再配分等を実施
- ・ 管理体制
 - 財務省
 - グリーンボンド運営委員会
 - 責務
 - グリーンファイナンスの枠組みの設計・実施・維持管理
 - 適格プロジェクトの評価・選定
 - グリーンファイナンスの調達資金の配分・管理
 - グリーンファイナンスのレポート
 - メンバー構成は下記省庁の代表者
 - HM Treasury (議長)
 - 債務管理局(UK Debt Management Office)
 - 国民貯蓄投資機構(NS&I)
 - ビジネス・エネルギー・産業戦略省(Department for Business, Energy & Industrial Strategy:BEIS)
 - 環境・食料・農村地域省(Department for Environment, Food & Rural Affairs: Defra)
 - 運輸省(Department for Transport: DfT)
 - 外務・英連邦・開発省(Foreign, Commonwealth & Development Office: FCDO)
- ・ 評価基準
 - 「①調達資金の使途」を参照のこと

③ 調達資金の管理

- ・ 管理体制
 - 財務省が、調達資金を一般勘定に移管し管理・追跡
 - グリーンボンドによる調達資金は、他債権と同様に受領・追跡される
 - さらに、財務省は内部情報システム内に"グリーンレジスター"と呼ばれる追跡システムを構築し、適格カテゴリごとの配分を追跡
 - 未配分資金は、通常資金管理ガイドラインに従い管理
 - 各会計年度に発行されるグリーンファイナンスの金額は、毎年の政府融資計画の一部として英国財務省が発表
 - 財務省は、既存のグリーンボンドを随時追加発行可能

レポーティング/外部レビュー

イギリスのグリーンボンドの事例

④ レポーティング ・ 資金使途

- 報告書は、毎年、ウェブサイト上で公開
- 少なくとも以下の内容を公開
 - 主なグリーン支出項目への資金提供概要
 - 適格支出サブカテゴリーの配分内訳
 - 未充当資金の残高
 - 既存の「適格グリーン支出」の借換額と新規および将来の「適格グリーン支出」に対する配分額の割合、および共同出資（必要に応じて）の割合
 - 適格グリーン支出に関連する重要な更新事項
- インパクト
 - 報告書は、少なくとも隔年、ウェブサイト上で公開
 - 以下の内容を公開（可能な限り）
 - 環境面および社会的な影響
 - ケーススタディ
 - インパクト指標の例は原本を参照のこと
- 形式
 - マゼンタブックおよびグリーンブックに基づいて作成
 - マゼンタブック: 評価プロセスの設計と管理に関する全体的なガイダンスを提供
 - グリーンブック: 環境指標の評価や評価に関する問題点、インパクトの定量化および収益化に関する政府の調査とガイダンスを提供

⑤ 外部レビュー

- グリーンボンドの枠組み
 - Vigeo Eirisが提供。GBPとの整合を確認
- 資金使途
 - 外部機関に検証依頼予定
- インパクト
 - 発行前インパクトアセスメント
 - Carbon Trustが提供。グリーンファイナンスの資金配分が、英国政府の気候変動に関する目標や環境政策に合致することを確認
 - 発行後インパクトアセスメント
 - 外部機関に検証依頼予定
- ステークホルダー・ディスカッション・フォーラム
 - HM TreasuryとDMOの共同議長のもと、グリーンギルトの発行に向けた取り組みや貯蓄型商品のグリーンな側面に関する技術的な専門知識を提供

参考) インパクト指標の例 (1/2)

イギリスのグリーンボンドの事例

適格カテゴリ

インパクト指標

グリーンな輸送

- 削減／回避された年間温室効果ガス排出量 (二酸化炭素 (CO₂) 換算トン
- プロジェクト実施期間中の温室効果ガス排出量 (MtCO₂)
- プロジェクト期間中の二酸化炭素排出量の削減
- 大気汚染物質: 粒子状物質 (PM)、硫黄酸化物 (SO_x)、窒素酸化物 (NO_x)、一酸化炭素 (CO)、非メタン揮発性有機化合物 (NMVOCs)の削減。
- 創出・支援した雇用の数
- 中小企業および／または零細企業への融資件数
- 設備・機器および技術的近代化のための支援を受ける中小企業の数
- 持続可能な交通システムにアクセスできる人の数

気候変動への適応

- 洪水防御の数
- より保護されるようになった不動産の数
- 適応プロジェクトによる受益者の推定数
- 創出・支援した雇用の数

エネルギー効率

- 年間エネルギー節約量(MWh/GWh(電力)およびGJ/TJ (その他のエネルギー節約量))。
- 削減／回避された年間温室効果ガス排出量 (二酸化炭素 (CO₂) 換算トン
- 物件ごとの認証レベル
- 恩恵を受けた世帯数
- 創出・支援した雇用の数

生活・天然資源

- 削減／回避された年間温室効果ガス排出量 (二酸化炭素 (CO₂) 換算トン
- 認証された土地管理下の面積の増加 (ha)
- プロジェクトから恩恵を受けた在来種の数
- 大気・水質汚染物質の絶対量または割合の削減
- 保護地域の復元／維持に貢献したヘクタール
- 創出・支援した雇用の数

Source: UK Government Green Financing Framework (2021年6月;

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1002578/20210630_UK_Government_Green_Financing_Framework.pdf)

参考) インパクト指標の例 (2/2)

イギリスのグリーンボンドの事例

適格カテゴリ

インパクト指標

公害防止と管理

- 削減／回避された年間温室効果ガス排出量(二酸化炭素(CO₂)換算トン)
- 大気汚染物質:粒子状物質(PM)、硫黄酸化物(SO_x)、窒素酸化物(NO_x)、一酸化炭素(CO)、非メタン揮発性有機化合物(NMVOCs)の削減。
- プロジェクトの前後で、防止、最小化、再利用あるいはリサイクルされた廃棄物(廃棄物総量に対する割合および/または絶対量(トン/年))。
- 廃棄物の再利用・再資源化量(トンまたは総廃棄物量に対する割合)
- 支援を受けた中小企業数
- 創出・支援した雇用の数

再生可能エネルギー

- 削減／回避された年間温室効果ガス排出量(二酸化炭素(CO₂)換算トン)
- 再生可能エネルギー発電所の建設または修復(MW)。
- 低炭素暖房への移行を支援した家庭・企業数
- 恩恵を受けた世帯数

脱炭素の方針・計画/調達資金の使途

フランスのグリーンボンドの事例

0 脱炭素の方針・計画

- 「緑の成長に向けたエネルギー移行法 (Loi relative a la Transition Energetique pour la Croissance Verte)」との整合性を提示
 - 「EU2030気候エネルギー政策パッケージ (EU Climate and Energy Package 2030)」に基づく法律
 - 2030年までにGHG排出量を1990年比で40%削減する目標
- その他、生物多様性保護と大気・土壌・水質汚染の低減に関する法的枠組みとの整合性も提示

1 調達資金の使途

- 適格支出カテゴリ
 - 建物
 - 輸送
 - エネルギー
 - 生活資源
 - アダプテーション (気候変動への適応)
 - 公害と環境効率
- 対象外支出
 - 原子力関連
 - 化石燃料
 - 軍事
- 対象年度
 - グリーン国債の配分額の50%以上を、当年度もしくは来年度以降の支出に充当することを保証
 - 発行の前年度もしくは当年度の支出に優先的に配分。そのうえで、より将来の支出への充当が可能

プロジェクトの評価と選定のプロセス/調達資金の管理

フランスのグリーンボンドの事例

2 プロジェクトの評価と選定のプロセス

- 管理体制
 - 財務省・環境省と省庁間運営委員会で選定
 - 省庁間運営委員会は財務省、環境省、農業省、研究省(Ministère de de la Recherche)、首相官邸(Services du Premier Ministre)の5組織で構成
- プロセス
 - 予算書について、まず財務省・環境省で環境政策に基づき初期的に選抜
 - さらに、省庁間の運営委員会でTEECラベル¹(グリーン経済への民間投資に対するフランス政府の認証ラベル) に基づき選抜
 - 最後に財務省・環境省で最終評価を行い決定
- 評価基準
 - フレームワークの「調達資金の使途」を参照のこと

3 調達資金の管理

- 管理
 - 財務省が対象支出を計上
 - 会計年度末に、国債庁(Agence France Trésor)が配分の実績を報告
 - 対象部門
 - 支出対象時期(前年度、今年度、もしくは来年度以降)
 - 当年度と来年度以降の支出の割合

レポーティング/外部レビュー

フランスのグリーンボンドの事例

- ④ レポーティング
 - 資金使途
 - 報告書は、毎年ウェブサイト上で公開
 - 第三者による監査済みの資金配分結果を公開
 - インパクト
 - a. 既存の政府パフォーマンス指標に基づく評価と、b. 環境へのインパクトの事後評価を実施
 - a. は毎年ウェブサイト上で公開、bはグリーンボンドの成熟期まで、評価の対象に合わせた頻度で実施、ウェブサイト上で公開
 - うち、bはグリーンボンド評価委員会 (Conseil d'Evaluation des Obligations Vertes) にて評価
 - 3年の任期のグリーンファイナンスの専門家6～8名で構成、
 - それぞれの支出に最も適した報告プロセスのガイドラインと頻度を定義
 - さらに、さらに報告書の品質と妥当性を評価
 - フランスが批准した主要な協定、特にパリ協定を参照文書として使用
 - インパクト指標の例は原本を参照のこと
- ⑤ 外部レビュー
 - フレームワーク
 - Vigeo-Eirisが提供。フレームワークにおける目的に対するアプローチの妥当性、TEECラベルとの適合性を事前認証
 - 資金使途
 - 外部監査機関に検証を依頼
 - インパクト
 - グリーンボンド評価委員会にて検証



参考) 調達資金の用途の詳細

フランスのグリーンボンドの事例

適格カテゴリ	対象分野	具体例	上限金額
建物	建物のエネルギー効率向上	家庭、社会的地主によるエネルギー効率化投資 (税額控除、補助金付き融資 等)	4,100 m€
輸送	公共交通機関の維持・改善・促進、およびマルチモーダルな交通手段のサポート 自動車の使用量削減、エネルギー効率の改善、および炭素強度の低減	- 鉄道・内陸水運事業者への支援 - エネルギー効率の高い輸送技術・システムの革新 - モーダルシフトを促進するインフラへの投資	2,450 m€
エネルギー (スマートグリッド含む)	再生可能エネルギー技術の開発と再生可能エネルギー生産資産 (風力、太陽光、水力、地熱、海洋) への投資 (配電網への効率的な統合を含む)(例: スマートグリッド)	- 再生可能エネルギーの研究開発 - スマートグリッドへの投資	1,700 m€
生活資源	有機農業の推進、生物多様性の向上と景観保護	- 持続可能な森林経営 - 有機認証農業の支援 - 保護区への投資 - 生物資源・生物多様性保全のための研究	2,850 m€
アダプテーション	気候変動に関連する異常気象の観測システムを開発し、その研究開発を支援する 気候変動に適応するためのインフラ	- 船舶・衛星を含む大気・海洋・生物圏の観測システム - 気候変動適応システム・インフラに関する研究	900 m€
公害と環境効率	汚染防止と監視システムの開発、および持続可能な生産と消費のパターンの促進 (廃棄物の削減とリサイクル、「循環型経済」)	- モニタリングシステム - 研究開発 - 循環型経済の推進	300 m€



参考) パフォーマンス・インパクト指標の例

フランスのグリーンボンドの事例

適格カテゴリ	パフォーマンス指標 (例)	インパクト指標 (例)
建物	エネルギー転換型税額控除受益者数	炭素排出削減量
輸送	- 河川ネットワークの質 - インターモーダル輸送の実施に伴う追加コストの割合	炭素排出削減量
エネルギー (スマートグリッド含む)	- 研究ユニットによる科学的な生産 - イノベーションの企業への移転	炭素排出削減量
生活資源	保護地域の割合	生物多様性に関連する指標(フレームワーク策定時にはなし、策定予定)
アダプテーション	異常気象の予測における気象モデルのパフォーマンス	(フレームワーク策定時にはなし、策定予定)
公害防止と環境効率	大気質指標のモニタリング	- 公害管理に関する指標(フレームワーク策定時にはなし、策定予定) - リサイクル効率に関する指標(フレームワーク策定時にはなし、策定予定)

脱炭素の方針・計画/調達資金の使途

ドイツのグリーンボンドの事例

0 脱炭素の方針・計画

- 「気候行動計画 2050(Climature Action Plan 2050)」との整合性を提示
 - 2050年までに温室効果ガスの排出量を1990年比で80～95%削減する目標を提示
 - 目標達成に向けたエネルギー、建築物、運輸、工業、農業など、主要なセクターと行動分野に対するガイダンスを提示
- その他、気候変動への適応や生物多様性保全に関する取り組み、さらに「持続可能な金融戦略」との整合性を提示

1 調達資金の使途

- 適格支出カテゴリは以下の5項目
 - 輸送
 - 国際協力
 - 研究・イノベーション・意識改革
 - エネルギー・産業
 - 農業・林業・自然景観・生物多様性
- 対象外支出を明示
 - 化石燃料 (石炭含む)を主要な基盤とするか、もしくは関連する活動
 - 原子力エネルギー (生産、輸送、貯蔵、発電 等)
 - 軍備・防衛
 - タバコ、アルコール
 - ギャンブル
 - EU基本権憲章14 に違反する支出 (児童労働や現代奴隷に関わる活動 等)
- GBP・「EUグリーンボンド基準案 (The draft EU Green Bond Standard)」、EUタクソノミー、独政府の「気候行動プログラム 2030 (Climate Action Programme 2030)」と整合を確認
- 対象年度
 - 各年度に発行される国債の発行収入は、前年度のグリーン支出に全額充当
 - グリーン適格支出の最終的な構成と正確な金額は、実際の支出に基づき、翌年中にコア・グリーンボンドチームが作成し、省庁間ワーキンググループが検証
 - ドイツ金融庁は上記に基づき前年度のグリーン支出を把握した上でボンド発行
 - 発行年の前年度の支出に比例して配分

プロジェクトの評価と選定のプロセス/調達資金の管理

ドイツのグリーンボンドの事例

2 プロジェクトの評価と選定のプロセス

- プロセス
 - コア・グリーンボンドチームがまず適格性を評価、選定
 - 関連省庁との協力
 - GBPや各種関連タクソノミー文書に基づき評価
 - 上記を省庁間ワーキンググループで検証
- 管理体制
 - 省庁間ワーキンググループ(Inter-Ministerial Working Group)
 - 責務
 - 適格支出の選定、配分、報告にかかる決定の監督・検証
 - メンバー構成は下記のとおり
 - 財務省(責任部門) (Federal Ministry of Finance)
 - 内務・建築・地域社会省(Federal Ministry of the Interior, Building and Community)
 - 経済・エネルギー省(Federal Ministry for Economic Affairs and Energy)
 - 食料・農業省(Federal Ministry of Food and Agriculture)
 - 運輸・デジタルインフラストラクチャ省(Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure)
 - 環境・自然保護・原子力安全省(Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety)
 - 教育・研究省(Federal Ministry of Education and Research)
 - 経済協力開発省(Federal Ministry for Economic Cooperation and Development)
 - コア・グリーンボンドチーム(Core Green Bond Team)
 - 責務
 - グリーン国債に関する各種運営事務の管理
 - メンバー構成は下記のとおり
 - 財務省(責任部門)
 - 環境・自然保護・原子力安全省
 - 金融庁(Finance Agency)
 - 必要に応じてKfW (ドイツ復興金融公庫) の専門知識をレバレッジ
- 評価基準
 - 「①調達資金の使途」を参照のこと

3 調達資金の管理

- 管理体制
 - ドイツ金融庁が、全体の資金調達の一部としてドイツの国庫政策にしたがって管理
 - コア・グリーンボンドチームがグリーン支出を追跡する

レポーティング/外部レビュー

ドイツのグリーンボンドの事例

- ④ レポーティング
 - 資金使途
 - 報告書は、毎年ウェブサイトで公開
 - 前年に発行されたすべてのグリーン国債が対象
 - インパクト
 - 報告書は、各支出カテゴリ毎に国債の発行後1-3年の間に発行
 - 少なくとも債券の存続期間中に 1 回は発行
 - ある支出カテゴリについては、1つの報告書が数年間有効となる場合もあり
 - 各支出カテゴリとの関連性に応じ、以下の内容を公開
 - 環境インパクトに関する定量指標
 - 支出の対環境効率とパフォーマンスに関する分析
 - 各プロジェクト、または模範的なプロジェクトのリストアップ
 - 代表的または模範的なプロジェクト、もしくは関連組織の貢献に関する詳細説明
 - インパクト指標の例は原本を参照のこと
 - 上記レポーティングの体制
 - 財務省が各種報告書発行の責任を負う
 - コア・グリーンボンドチームが各種報告書作成に向けたデータとりまとめと報告書のドラフトを担当、省庁間ワーキンググループが内容を検証
- ⑤ 外部レビュー
 - グリーンボンドの枠組み
 - 最初の発行にあたっては、ISS ESGに検証を依頼
 - 資金使途
 - 毎年外部による検証を依頼、フレームワークとの整合性を確認
 - インパクト
 - (記載なし)

参考) インパクト指標の例

ドイツのグリーンボンドの事例

適格カテゴリ

インパクト指標・報告内容(例)

輸送

- 削減した温室効果ガス排出量 (可能な場合)
- 電化した鉄道の長さ (km)
- 新設した鉄道の長さ (km)、新設した自転車専用道路の長さ
- プロジェクトに関する最終報告書とその内容

国際協力

- 回避された温室効果ガス排出量 (可能な場合)
- 適応と能力構築の指標
- ドイツの国際協力の環境効率と民間資本の動員に関する具体的報告、
- 主要イニシアティブとプロジェクトのリストと主要事例の提示、あるいは出資した多国間機関および国際機関や基金の任務の説明

研究、イノベーション、意識改革

- 標準的な研究指標(可能な場合)
 - 総資金額や資金提供プロジェクトの数、研究者の数、主な取り組みの一覧や主要事例の提示等

エネルギー・産業

- 回避された温室効果ガス排出量 (可能な場合)、
- 補助金の気候・環境効率に関する具体的な報告書

農業、林業、自然 景観、生物多様性

- 気候・環境効率に関する具体的な報告書

脱炭素の方針・計画/調達資金の使途

香港のグリーンボンドの事例

0 脱炭素の方針・計画

- 「香港の気候行動計画2030+」「香港の気候行動計画2050」との整合性を提示
 - 香港の気候行動計画2030+ (2017年)
 - 2030年までに香港の炭素強度を2005年比で65%~70%削減する目標
 - 香港の気候行動計画2050 (2021年)
 - 2050年までにカーボンニュートラルを達成する目標。2035年までに香港の総炭素排出量を2005年のレベルから半減するという中間目標も併せて提示
 - 目標達成に向け、「ネットゼロ発電」、「省エネとグリーンビル」、「グリーン輸送」、「廃棄物削減」の4大脱炭素戦略を発表

1 調達資金の使途

- 適格支出カテゴリ
 - 再生可能エネルギー
 - エネルギー効率と省エネルギー
 - 公害防止と管理
 - 廃棄物管理・資源回収
 - 上下水道管理
 - 自然保護/生物多様性
 - グリーンな輸送
 - グリーンビルディング
 - 気候変動への適応
- 対象外支出
 - 化石燃料:化石燃料を用いた発電事業及び化石燃料を用いた発電の効率改善事業は含まない
 - 水力:貯水池を有し出力密度が 5W/m² 未満の水力発電所 (ライフサイクルベースの GHG 排出原単位の閾値 100gCO₂e/kWh を満たすものを除く) は含まない
 - 太陽光:集光型太陽光発電は含まない
 - バイオマス発電:原料は、農業や林業資源など既存の陸上炭素プールを枯渇させない、ごみ、食品廃棄物、下水汚泥に限定
 - 原子力:含まない見立て
- 対象年度
 - 各GBTの調達資金は、GBT 発行日から過去 2 年間および今後 2 年間の会計年度内の支出にのみ充当
 - なお、調達資金の半分以上は将来の支出に充当

プロジェクトの評価と選定のプロセス/調達資金の管理

香港のグリーンボンドの事例

- ② プロジェクトの評価と選定のプロセス
 - 管理体制
 - 政府グリーンボンド運営委員会が監督
 - 運営委員会は、財務長官を議長とし、金融サービス・財務長官、環境長官、香港金融管理局副局長などで構成
 - プロセス
 - 香港政府の各部門や事務局が、適格プロジェクト候補を運営委員会に提出
 - 運営委員会が、各green bond transaction (GBT) ごとに、適格プロジェクトへの収益配分、プロジェクトが適格基準を満たし続けること、報告書の監督・承認を実施
 - 評価基準
 - 「①調達資金の使途」を参照のこと
- ③ 調達資金の管理
 - 管理
 - Financial Services and the Treasury Bureau (FSTB) が管理するCapital Works Reserve Fund (CWRP) で管理
 - 未配分収入は、財政準備金の運用準備金および資本準備金の一部として、毎年決定される固定利回りで為替資金としてCWRPで運用
 - FSTBは、各GBTについて以下の情報を維持
 - グリーンボンド取引の詳細
 - 発行体、取引日、調達元本、満期日、利息またはクーポン、国際証券識別番号 (ISIN) などの主要情報
 - 売上高の配分
 - プロジェクトが適格プロジェクトとみなされることをSCが承認したことを確認すること、GBTの収益が配分された適格プロジェクトの概要詳細、各適格プロジェクトに割り当てられたGBT額、適格プロジェクトに割り当てられたGBTの合計額、未割当額の残額、環境効果の試算、適格プロジェクトのフェーズ (建設または運用など)/再融資の対象となる適格プロジェクトの観察期間、その他必要な情報

レポーティング/外部レビュー

香港のグリーンボンドの事例

- ④ レポーティング
 - 下記の内容を含むグリーンボンドレポートを、年に一度発行予定
 - 運営委員会がレビュー・承認
 - レポートは、香港特別行政区国債ウェブサイトにて公開
 - 調達資金の使途 (各GBTごと)
 - 適格プロジェクトカテゴリーごとの配分額
 - 主な対象プロジェクトの説明
 - 適格プロジェクトに充当されたGBTの収益の合計額
 - 適格プロジェクトの借換および融資の割合
 - なお、未配分資金の使用期限は未定
 - インパクト (各GBTごと)
 - 3適格プロジェクトから生じる環境 (及び関連する場合は社会的影響) を、各カテゴリごとに設けた指標に基づきレポート
- ⑤ 外部レビュー
 - フレームワーク
 - Vigeo EirisがSPO実施
 - 調達資金の使途
 - 外部機関と連携予定
 - インパクト
 - 外部機関と連携予定
 - GBT
 - フレームワークに基づいて発行される各グリーンボンドについて、独立した資格のある第三者が発行レベル (発行前) の外部レビューを実施



参考) 調達資金の使途の詳細 (1/2)

香港のグリーンボンドの事例

適格カテゴリ	対象分野	詳細
再生可能エネルギー	気候変動の緩和 - 温室効果ガス (GHG) 排出量の削減 - 再生可能エネルギーによる発電の増加	建物、会場、施設、インフラなどにおける太陽光 (太陽電池)、風力、水力などの再生可能エネルギーシステムの設計、施工、設置、運用、接続
エネルギー効率と省エネルギー	気候変動の緩和 - GHG排出量の削減 - 民間・公共部門における省エネルギー	- 省エネ・節電システムの設計、施工、設置、運用およびは、建物や物件に設置されるものです - エネルギー効率の高いインフラの設計、建設、運用
公害防止と管理	公害防止と管理 大気汚染物質の排出削減による大気環境の改善	大気質改善のための監視、処理システムおよび施設
廃棄物管理・資源回収	公害防止と管理 - 廃棄物の発生抑制とリサイクルによる資源回収率の向上、廃棄物の適正処理と最終処分の徹底 気候変動の緩和 - 再生可能エネルギー発電による GHG排出量の削減	- 廃棄物処理、リサイクル、資源回収のプロジェクト - 廃棄物発電プロジェクト - 固形廃棄物および下水汚泥を原料とする発電プロジェクトで、廃棄物からエネルギーへの変換効率が25%⁽¹⁸⁾、ライフサイクルGHG排出量が100gCO2e/kWh未満、廃棄物が投入前に選別されたもの - 有機廃棄物のリサイクル
上・下水道管理	水資源の保全と持続可能な利用 - 排水の処理、再利用、回避の割合の増加 - 水使用量の削減 気候変動への適応 - 干ばつや洪水などの異常気象や気候変動に備えた水インフラの強靱性の強化	- 水使用量削減のための分析ツールを備えたインテリジェントなネットワーク管理システムの構築と関連工事 - 中水、排水処理水、雨水の収集、処理、リサイクル施設 - 下水の収集と処理のための下水道インフラの整備とリハビリテーション - 気候変動への耐性を高める水インフラの建設と維持管理
自然保護 / 生物多様性	生物多様性保全 陸域内陸部の淡水および海洋生態系の保全と持続可能な利用	自然環境と生物多様性の保全と回復

参考) 調達資金の使途の詳細 (2/2)

香港のグリーンボンドの事例

適格カテゴリ

対象分野

グリーンな輸送

気候変動の緩和

- ゼロエミッションの推進によるGHG排出量の削減
直接炭素排出の輸送
- 大気環境の改善
- 大気汚染物質の排出量削減
直接CO2排出量ゼロの交通機関の推進

詳細

直接CO2排出量ゼロの輸送ソリューションの開発、建設、運用および投資

- 公共、都市地下鉄、重・軽電動鉄道、非電動、マルチモーダル交通機関の建設または運営を行うプロジェクト
- 直接CO2排出量ゼロの輸送を支えるインフラの構築: 地上整備、駅、信号設備、ネットワークインターフェース (旅客アクセス、旅客付帯サービス、施設)、ネットワーク、ユーティリティ、その他の有効なインフラストラクチャの安全、清潔、効率的な運用に必要なもの)
- サイクリングを容易にするインフラの建設および関連費用

グリーンビルディング

気候変動の緩和

- グリーンビルディングの開発によるGHG排出量の削減を含む、建物の持続可能性性能の向上

公認のグリーンビルディング認証を取得した、または取得見込みの新しい建物/施設の建設および既存の建物/施設の改修/改築

- BEAM Plusスキームにおいて、暫定/最終評価が「ゴールド」または「プラチナ」、「エクセレント」または「グッド」
- 米国LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) 評価で「Gold」または「Platinum」

気候変動への適応

気候変動への適応

- 気候変動と異常気象・気候現象に対抗するための香港の適応・回復能力の強化

- 異常気象・気候現象に対する観測・早期警戒システムの設計・開発・設置・運用・接続
- 気候変動や異常気象・気候現象 (海面上昇、異常降雨、熱帯低気圧、干ばつ、暑さ) に対処するためのインフラ、建物、設備の設計、建設、維持、運用

参考) インパクト指標の例 (1/2)

香港のグリーンボンドの事例

適格カテゴリ

インパクト指標

再生可能エネルギー

- 設備容量 (kW) および再生可能エネルギー発電量 (kWh)
- 回避した二酸化炭素 (CO₂) およびその他の温室効果ガス (必要に応じてCO₂換算値)(トン)

エネルギー効率と省エネルギー

- 年間エネルギー消費量削減率 (%またはMWh)
- 回避したCO₂およびその他の温室効果ガス (適切な場合はCO₂e単位)(単位: トン)

公害防止と管理

- NO_x、PM₁₀、PM_{2.5}排出量の削減 (単位: トン)

廃棄物管理・資源回収

- 再利用、リサイクル、またはその他の処理を行った廃棄物(単位: トン)
- 再利用、リサイクル、またはその他の方法で処理された廃棄物の割合 (単位: 年間総トン数に対する割合)
- 埋立廃棄物削減量 (トン)
- 埋立廃棄物の削減率 (%)
- 回避したCO₂およびその他の温室効果ガス (適切な場合はCO₂e単位)(単位: トン)
- 再生可能エネルギー発電量 (MWh)
- 廃棄物エネルギー化効率 (%)

上・下水道管理

- 水・廃水処理量 (単位: 立方メートル)
- 漏えい防止量
- 収集、輸送、処理、再利用、および廃棄される汚水/廃水の年間量 (または人口に相当)(単位: 立方メートル)
- 改善された衛生設備にアクセスできる人口 (人)

自然保護/生物多様性

- 保全・修復・持続可能な管理区域 (単位: ヘクタール)
- 自然保護/生物多様性施設の建設数

参考) インパクト指標の例 (2/2)

香港のグリーンボンドの事例

適格カテゴリ

インパクト指標

グリーンな輸送

- 回避したCO2およびその他の温室効果ガス (適切な場合はCO2e単位)(単位: トン)
- 建設・補修・改修された軌道 (単位: km)
- 鉄道車両、客車、機関車の購入または修理の数
- 搭乗者数

グリーンビルディング

- グリーンビルディング認証の取得件数および種類
- 取得した認証の評価レベル
- 当該建物の延べ床面積 (単位: m2平方メートル)
- 節約できたエネルギー量 (MWh)
- 回避したCO2およびその他の温室効果ガス (適切な場合はCO2e単位)(単位: トン)

気候変動への適応

- 設置された適応策および耐障害性対策、あるいはシステムの数および種類

脱炭素の方針・計画/調達資金の使途

シンガポールのグリーンボンドの事例

① 脱炭素の方針・計画

- シンガポール・グリーンプラン2030では、取り組むべき5つの課題を下記の通り特定し、各課題に対して目標値を設定
 - 自然の中の都市の創出 (City in Nature)
 - 持続可能な生活の推進 (Sustainable Living)
 - グリーンエネルギーの活用 (Energy Reset)
 - グリーン経済の発展 (Green Economy)
 - レジリエントな未来の構築 (Resilient Future)

② 調達資金の使途

- 適格支出カテゴリ
 - 再生可能エネルギー
 - エネルギー効率
 - グリーンビルディング
 - グリーンな交通手段
 - 持続可能な水と排水の管理
 - 汚染防止・制御・循環型経済
 - 気候変動への適応
 - 自然保護/生物多様性
- 対象外支出化石燃料、化石燃料による発電事業、化石燃料による発電のためのエネルギー効率改善事業
 - 化石燃料の燃焼を動力源とする自動車
 - 核エネルギー
 - 持続可能性が非認証のパーム油
 - その他
 - リーサルディフェンスグッズ、武器、ギャンブル、アルコール飲料、たばこ製品、紛争鉱物、児童労働または強制労働に関連する活動またはプロジェクト
- 対象年度
 - グリーンボンド発行から前後2年間の支出に充当

プロジェクトの評価と選定のプロセス

シンガポールのグリーンボンドの事例

- ② プロジェクトの評価と選定のプロセス
 - プロセス
 - 財務省がプロジェクト候補のリストを作成
 - グリーンボンド運営委員会が、本フレームワークを元に評価・選定
 - 調達資金の用途は適格か
 - 2021年重要インフラ政府融資法 (SINGA) を始めとして、開発基金法や財務手続き法等を満たすか
 - 例) SINGAの基準
 - 所有権: インフラが、シンガポール政府所有であり、シンガポール政府やその代理が管理していること
 - 予算: プロジェクトコストが少なくとも40億シンガポールドルであること
 - 長期性: インフラが少なくとも50年間使用可能であること
 - 国益性: インフラが国家の生産性やシンガポールの経済的、環境的、社会的な持続可能性を支えるものであること
 - 各機関がプロジェクトの実行や資金使途配分・インパクトのレポートを実施。各機関のレポートを元に財務省が年次レポートを発行
 - ガバナンス体制
 - 財務省が主体となり、財務第二大臣を議長とするグリーンボンド運営委員会を設置。本フレームワークに基づき発行されるグリーンボンドに関する重要な決定を監督・承認を担う
 - フレームワークの設計・保守
 - 適格グリーン支出の評価と選定
 - グリーンボンド資金の管理
 - 発行されたグリーンボンドの資金配分とインパクトのレポート
 - メンバーは政府高官 (所属組織は下記の通り) で構成。(政府高官に加え、実務者グループが適宜サポート)
 - Ministry of Finance
 - Monetary Authority of Singapore
 - Accountant-General's Department ("AGD")
 - Ministry of Sustainability and the Environment ("MSE")
 - Ministry of Transport ("MOT")

調達資金の管理/レポーティング/外部レビュー

シンガポールのグリーンボンドの事例

3 調達資金 の管理

- 管理体制
 - 調達資金は、シンガポール政府銀行の財務省帰属口座で管理
 - 財務省は、グリーンボンド発行ごとに、グリーンレジスターを記録し、発行日、調達元本、国際証券識別番号、満期日などの基本情報に加え、適格プロジェクトへの資金配分を記録
 - 未配分資金は現金や短期流動性資産の形式で保有

4 レポーティング

- 資金使途
 - 外務省が毎年下記の情報を報告
 - グリーンボンドの発行総額
 - 適格カテゴリのサブカテゴリレベルの調達資金配分内訳
 - 適格支出のリストと詳細、および配分金額
 - 調達資金の借換とグリーン支出への充当の割合、および協調融資の割合 (該当する場合)
 - 報告期間末時点でまだ配分されていない収入の残額
- インパクト
 - 財務省が、ICMAの「Handbook-Harmonized Framework for Impact Reporting (June 2021)」に基づき、グリーン支出の環境的利益と社会的利益を報告
 - インパクト指標の算出に用いたメソドロジーや前提条件に関する情報も提供

5 外部レビュー

- フレームワーク
 - Sustainalytics社がSPOを提供
- 資金使途
 - 外部機関に検証依頼予定
- インパクト
 - 外部機関に検証依頼予定

参考) インパクト指標の例 (1/2)

シンガポールのグリーンボンドの事例

適格カテゴリ

インパクト指標

再生可能エネルギー

- 削減/回避した年間温室効果ガス (二酸化炭素 (CO₂)) 換算の排出量
- 再生可能エネルギー年間発電量 (MWh/GWh) (電気)
- 再生可能エネルギー発電所の設置容量/発電量 (単位:MW)

エネルギー効率

- 削減/回避された年間GHG排出量 (CO₂) 相当量 (トン)
- 年間エネルギー節約量 (MWh/GWh (電力) およびGJ/TJ (その他のエネルギー節約量))

グリーンビルディング

- 取得した認証の種類とレベルを含むグリーンビルディングの総数およびGFA、ならびにグリーンマークSLE (該当する場合) として認証された新規開発物件の割合 (GFA別)
- 削減/回避された年間GHG排出量 (CO₂) 相当量 (トン)
- 年間エネルギー節約量 (MWh/GWh (電力) およびGJ/TJ (その他のエネルギー節約量))

クリーンな輸送

- 削減/回避された年間GHG排出量 (CO₂) 相当量(トン)
- 大気汚染物質 (粒子状物質 (PM)、硫黄酸化物 (SO_x)、窒素酸化物 (NO_x)、一酸化炭素 (CO)、非メタン揮発性有機化合物 (NMVOC) 等) の削減
- 旅客キロおよび/または旅客数
- 整備されたインフラの量 (例: 鉄道、徒歩、自転車道のネットワークの長さ (キロメートル)、公共駐車場のEV用充電ポイントの数など)

持続可能な水・ 廃水管理

- センサーの設置数/システムカバー率と漏えい回避数
- システム流通損失の低減 (%)
- 排水処理量 (m³)
- 廃棄物の回避・削減量 (kgまたはm³)

参考) インパクト指標の例 (2/2)

シンガポールのグリーンボンドの事例

適格カテゴリ

インパクト指標

公害防止、制御、 循環型経済

- 削減/回避された年間GHG排出量 (CO2) 相当量 (トン)
- WTEの総電力効率 (%)
- 廃棄物および汚泥焼却による年間回収エネルギー (MWh/GWh (電力) およびGJ/TJ (その他の抑制したエネルギー))
- 鉄および非鉄金属回収のためにオフサイト施設に送られる焼却ボトムアッシュ (IBA) の年間量 (トン)
- 鉄、非鉄、プラスチック、紙からなるリサイクル品の年間回収量 (トン)
- ボトムアッシュの年間回収量 (トン)
- IBAの埋立処分量 (年間) (トン)
- 大気汚染物質 (粗大・微小粒子状物質 (PM10、PM2.5)、二酸化硫黄 (SO2)、NOx、CO、オゾン (O3) など) 削減

気候変動への適応

- 洪水被害コストの削減
- 沿岸の洪水防御の長さ
- 開発または強化された排水路の長さ

生物多様性の保全と 持続可能な経営 資源・土地利用部門

- 植林本数およびCO2 吸収量 (トン)
- 自然公園の増加ヘクタール数
- 森林、海洋および沿岸の生息環境の回復および強化に貢献したヘクタール数
- 追加されたパークコネクターの長さ (キロメートル)
- 建設されたネイチャーウェイの長さ (キロメートル)
- 高層ビル緑化の導入量 (ヘクタール)
- 生態学的生息地を復元した公園・庭園の数
- 自然観察園の増設数
- 実施された種の回復プログラムの数

社会的コベネフィットの例

- 創出・支援した雇用の数
- 恩恵を受けた世帯数および事業所数

令和4年度地球温暖化・ 資源循環対策等に資する調査委託費 (2050年カーボンニュートラルの実現に向けた 産学官金連携の推進に係る分析・調査事業)

調査報告書 - 第4部：
気候変動対策分野におけるブレンデッド・ファイナンス等に係る調査

令和5(2023)年 2月28日

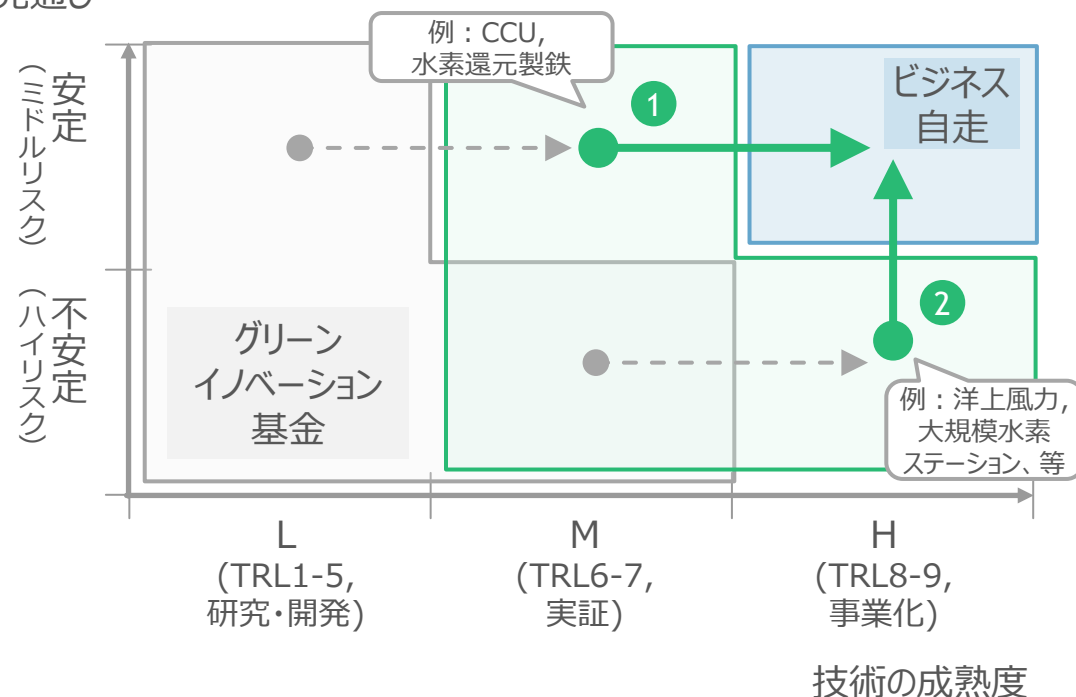
新たな枠組を検討するに際しては、技術と事業の両面から、支援ニーズを考えていく必要 考えるべきポイントの全体像

新たな枠組に求められる役割

脱炭素に向けた新技術の社会実装には、「技術開発」と「事業開発」の両面を加速させる必要

- その際、民間の資金調達・設備投資の自走に向けて、「**死の谷**」を橋渡しする機能が有効な可能性

事業・投資環境の
見通し



「死の谷」の橋渡しとは？

1 大規模な技術実証

実際のサプライチェーンとユーザを巻き込んだ供給技術の完成には、個社を越え、業界・社会全体のイニシアティブが必要
→**技術プロバイダーへの支援**

2 構造的リスクの緩和

法制度・社会面に起因する事業投資リスクが高い場合、リスクを上回る需要創造にコミットすることが必要
→**案件デベロッパーへの支援**

検討の視点

A 対象技術

どのような技術・案件が、左記マトリクス上で、どこに位置すると捉えるべきか

B ファンディング手法

「谷」にあると考えられる技術について、どのような形で資金を提供することが適切か

C 枠組デザイン

その資金調達手法は、どうすれば実現することができるか

検討の視点

A 対象技術

B ファンディング手法

C 枠組デザイン



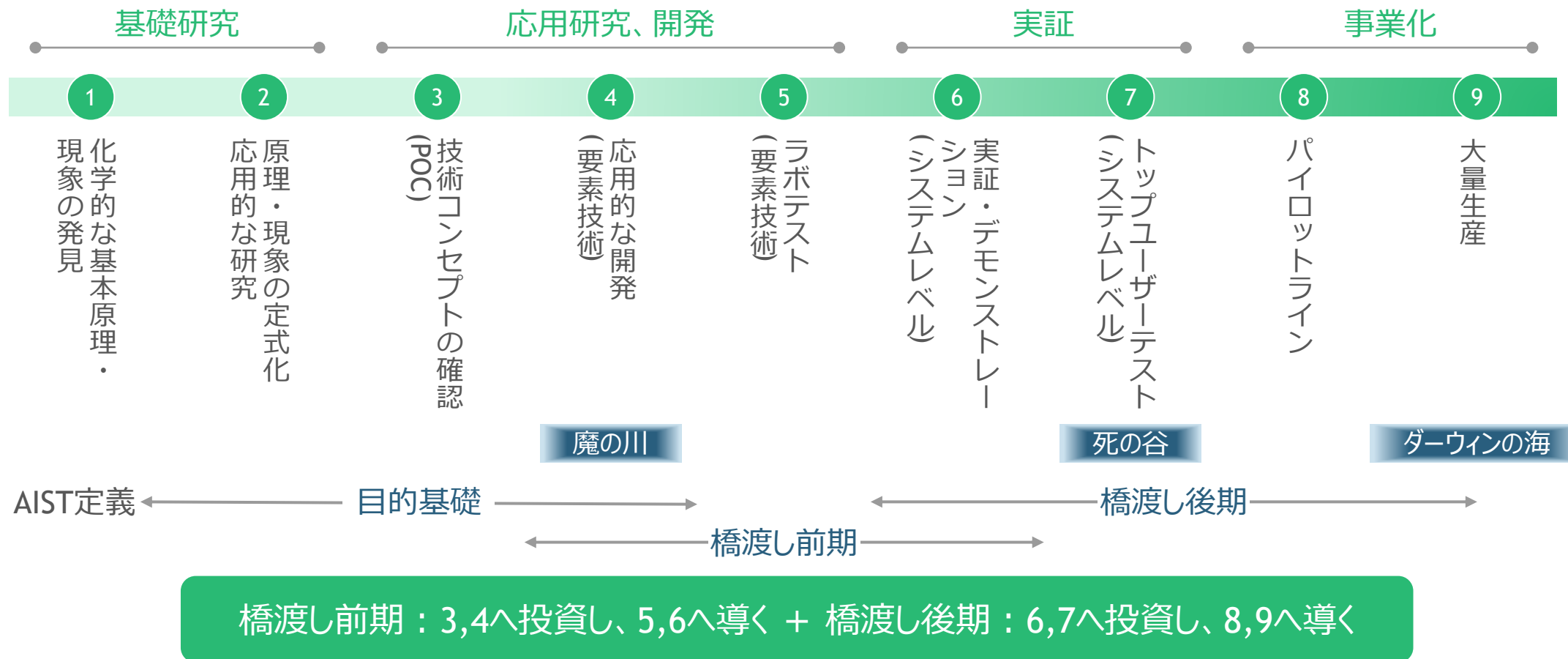
技術成熟度の視点では、「魔の川」 / 「死の谷」の二段階の橋渡しが必要

一方、技術成熟度と併せて、事業開発に伴うビジネスリスクを緩和することが事業化を左右

グリーンイノベーション基金と分担し、大規模技術実証や、構造的なリスク緩和を行う支援策が重要

「研究→開発」(魔の川) 及び「開発→事業化」(死の谷) の両面で、適切な橋渡しが必要

技術成熟度 (Technology Readiness Level: TRL) と事業化への障壁



一方、技術成熟度とは別に、事業化には、ビジネス面で様々なリスクが存在

事業開発に伴うビジネスリスク（例：インフラ事業の場合）

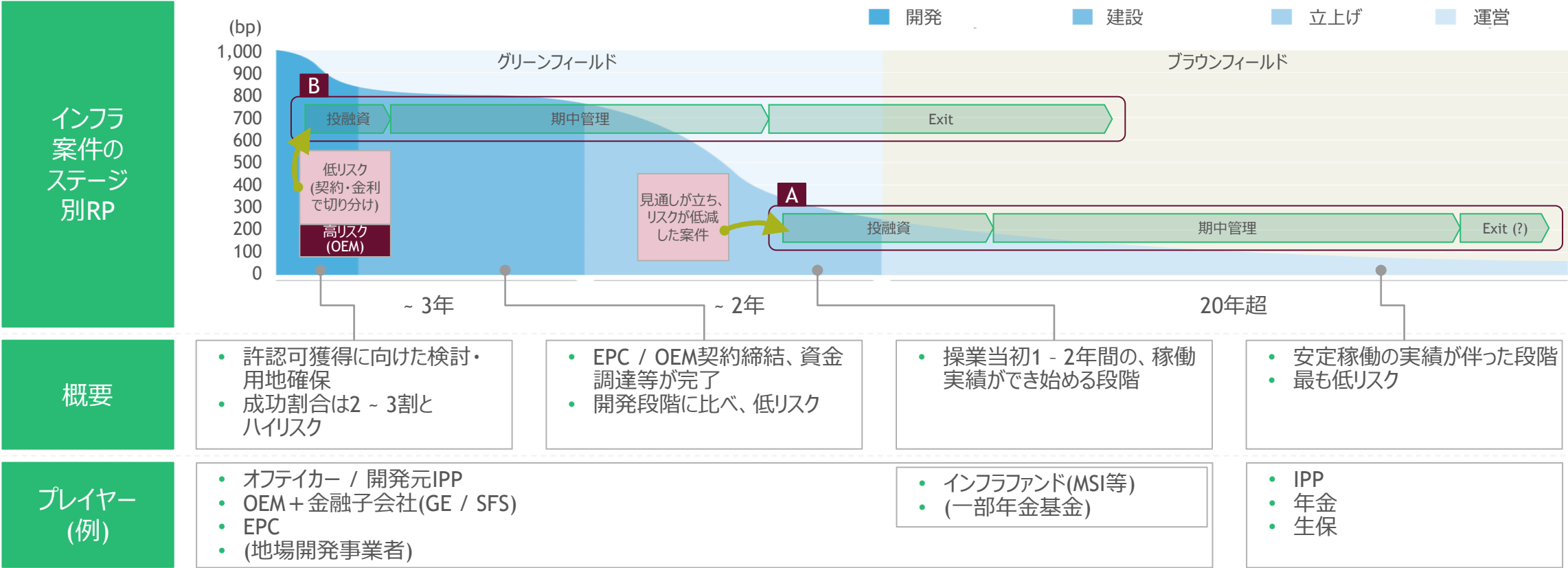
		リスク項目	リスク概要
開業前	政治・制度 リスク	許認可リスク	事前取得した建設・操業等の許認可が途中で取消し・変更になるリスク
		用地確保リスク	建設地の用地確保が完了しておらず、建設が遅延、頓挫するリスク
	ファイナンス リスク	資金調達リスク	金融機関からの借入が受けられなくなるまたは借入条件が悪化するリスク
	アセット リスク	完工リスク	プロジェクトの機器・設備・施設が予定期間・予算・性能で完成しないリスク
開業後	収益 リスク	オフテイクリスク	オフテイクが契約条件を履行しない/出来ないリスク
		需要変動リスク	想定していた需要に達せず、収入が下振れするリスク
		燃料調達リスク	燃料が当初予定の価格・数量・品質で確保できず、サービスが滞るリスク
		物価変動リスク	物価変動でO&Mにおける人件費等運営コストが高まるリスク
共通	アセット リスク	設備保全リスク	設備劣化による出費・老朽化に起因する事故による損害リスク
		自然災害リスク	災害による対象インフラの損壊で不稼働の発生や追加費用が生じるリスク
	ファイナンス リスク	為替変動リスク	収入・費用の通貨が異なり、為替相場の変動で損失を被るリスク
		金利変動リスク	金利変動により支払利息が増加するリスク
	収益 リスク	環境リスク	建設・操業中に自然環境への悪影響により操業に影響が生じるリスク
	カントリー リスク	制度変更リスク	主に政治的理由による制度変更で、収入予定額が減少するリスク
		政情リスク	政治的動乱により契約が反故にされるリスク
		外為取引リスク	為替当局が外国為替取引を規制し、外貨調達・送金に支障が生じるリスク



技術成熟度の
引き上げとは別に、
リスクを緩和し、
事業・投資環境の
見通しをつける
政府支援策も、
企業の事業化を
大きく左右する

事業化フェーズでも、適切にリスクを取る資金がなければ、「第 1 号案件」は生まれない

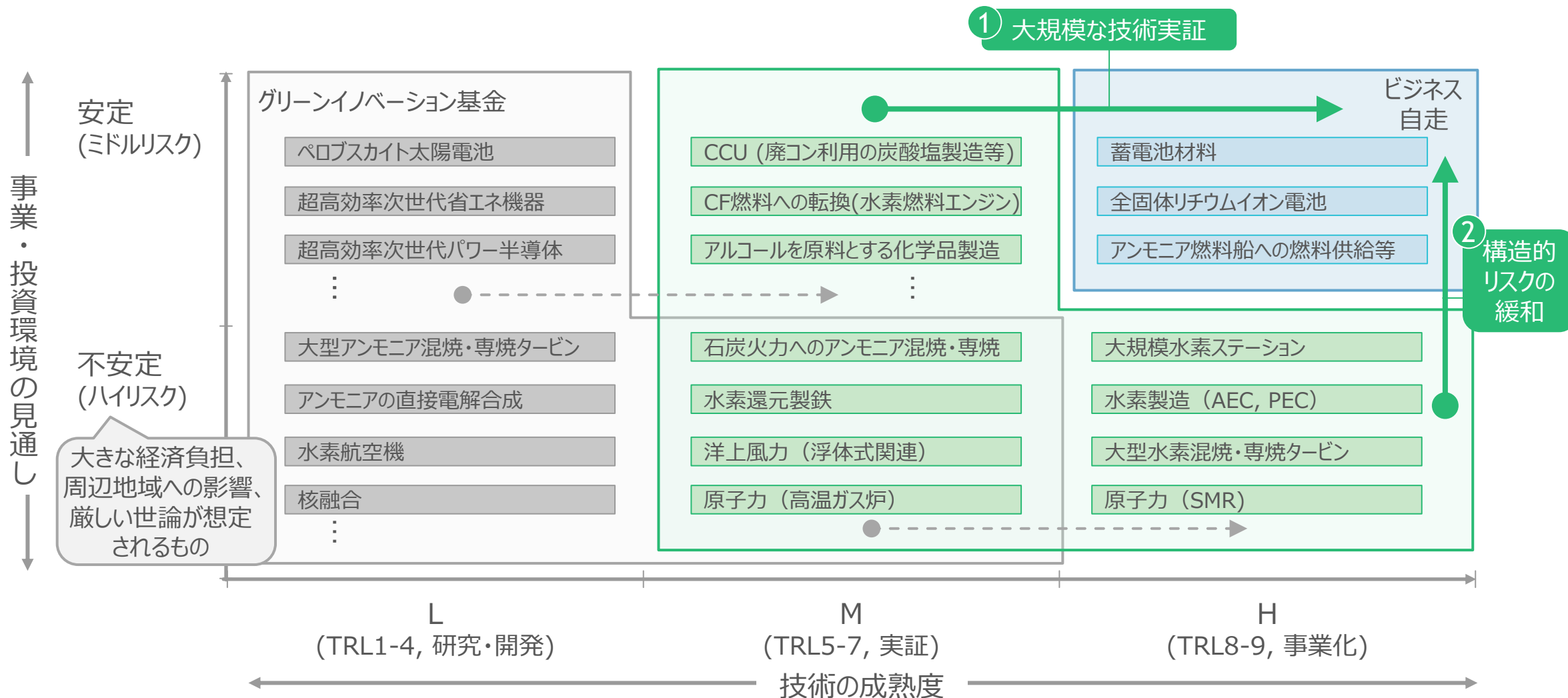
事業化フェーズの分解と主なプレイヤー



Source: Meridiam, Using PPPs to fund critical greenfield infrastructure projects; Barbara Weber, B Capital Partners, 'What you don't see is what you get': The real risks and reasonable terms of infrastructure investment

GI基金と分担し、大規模技術実証や、構造的なリスク緩和を行う支援策が重要

脱炭素技術（例）と橋渡しの必要性



Note: グリーン成長戦略のロードマップに記載されている技術と他国で投資対象となっている技術を整理し、TRL判定可能なものを中心にプロット
Source: グリーン成長戦略, 記事検索

検討の視点

A 対象技術

B ファンディング手法

C 枠組デザイン



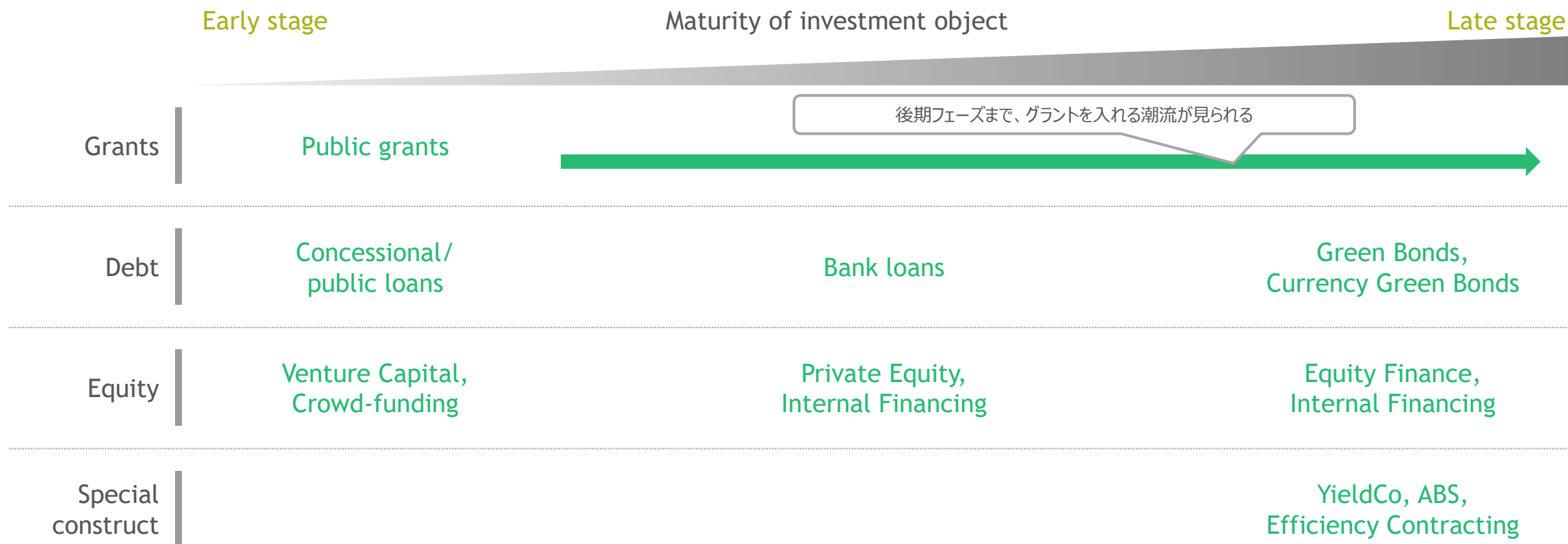
各国の官民が、grant/デット・エクイティ等を
組み合わせ、これらの技術・案件に資金を供給

特に、実証・事業化フェーズの中でも大規模な
インフラ投資には、国によるリスク緩和が求められる

このため、米国・EUをはじめ各国政府が、実証・
事業化フェーズについても積極的な支援を展開

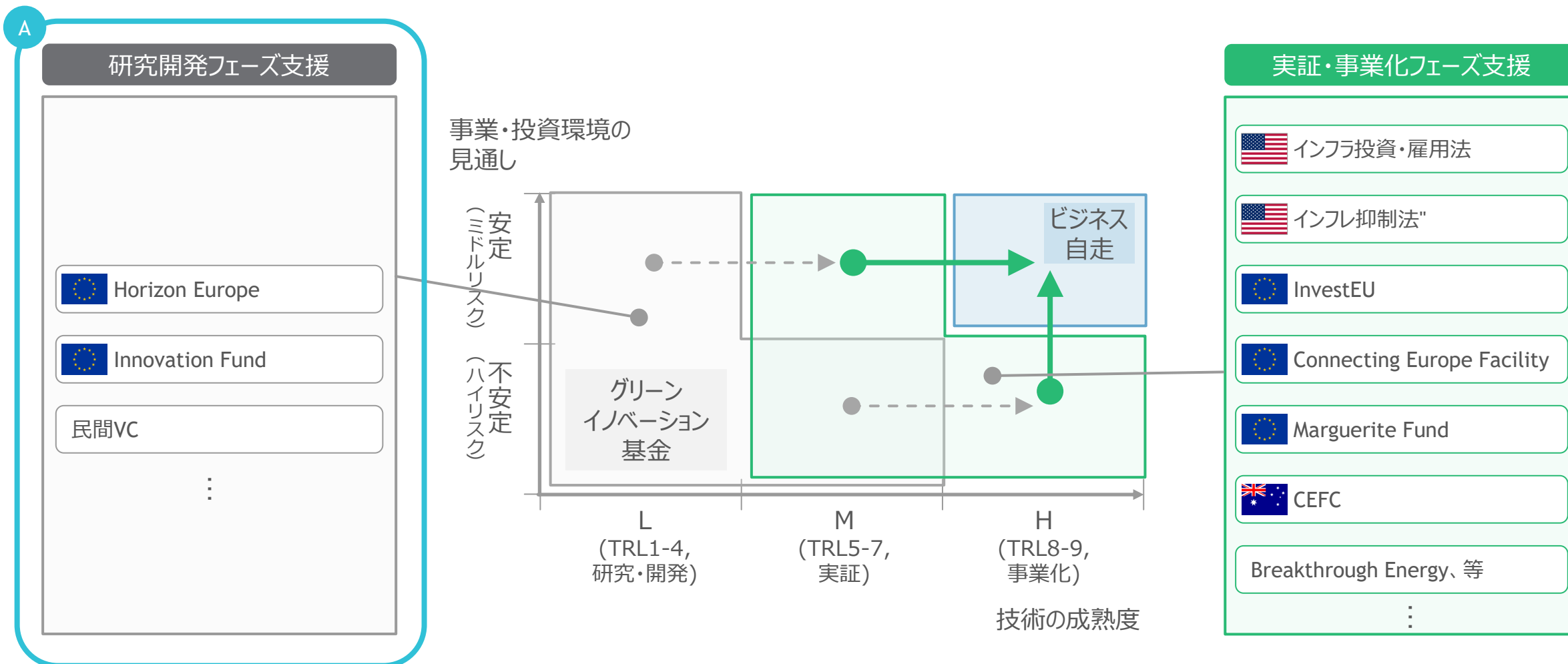
資金供給には、グラント（補助金）や、デット/エクイティの手法が組み合わせて用いられる

資金提供フェーズと資金提供手法の関係（おおまかな傾向）



研究開発フェーズでは、各国の官民が、イノベーション系の基金・ファンドを組成

主な基金・ファンドの分類



研究開発フェーズでは、grantとequityが主な資金提供手法

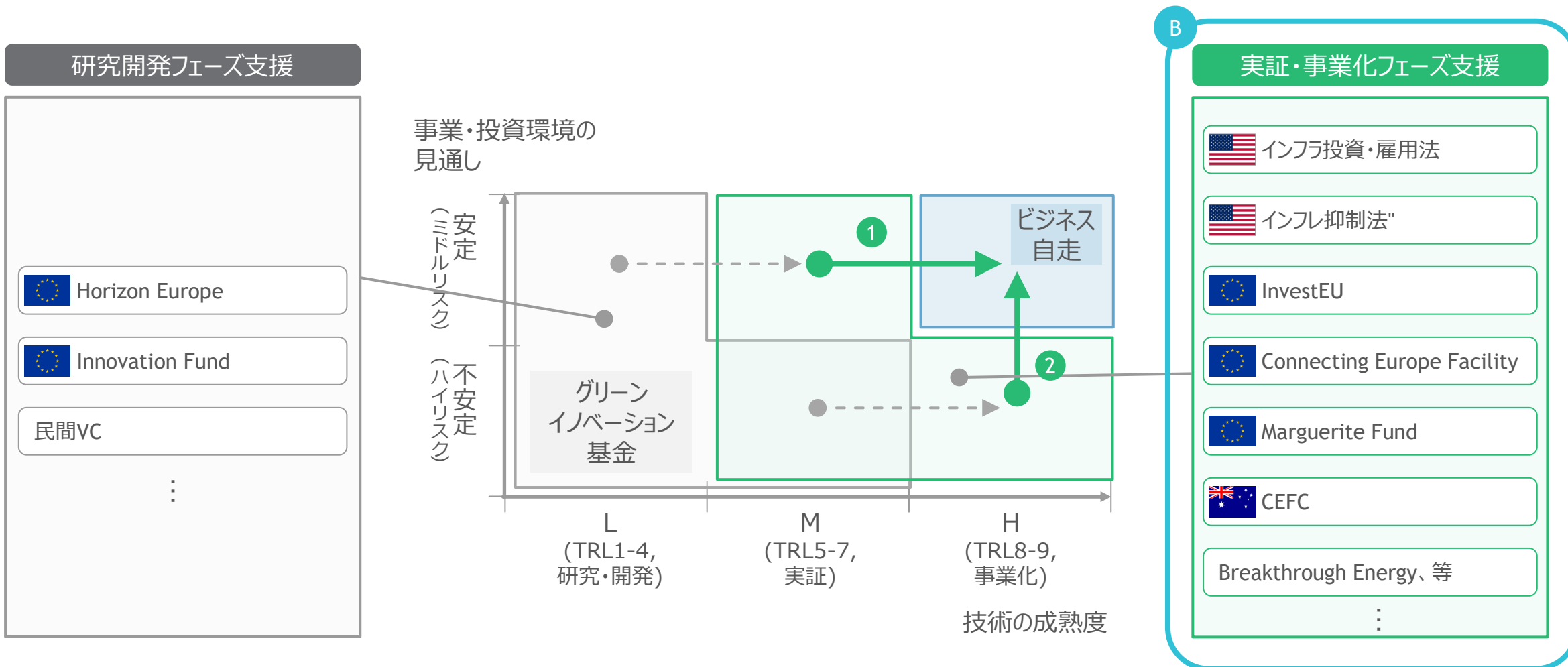
A 各国の主な基金・ファンド（イノベーション系）

	Fund	Fund objective	Investment focus	Funds (USD)	Grants	Debt	Equity
R&D	Horizon 2020	Strategic	Social & climate impact	96bn	✓	✗	✗
	EU Innovation Fund	Strategic	Climate innovation	12bn	✓	✓	✓
	ARPA-E	Strategic	Climate innovation	>3bn	✓	✗	✗
	Small Business Innovation Research	Strategic	Tech commercialization	2.5bn	✓	✗	✗
Early-stage	European Angels Fund	Strategic & Financial	Innovation	380m	✗	✗	✓
	High-tech Gruenderfonds	Strategic & Financial	High-tech start-ups	1.2bn	✗	✗	✓
	Early-Stage Venture Fund	Strategic & Financial	High-tech start-ups	50m	✗	✗	✓
	Breakthrough Energy Ventures ¹	Strategic & Financial	Climate innovation	1bn	✗	✗	✓
Growth	OGCI Climate Investments ¹	Strategic & Financial	Climate innovation	1bn	✗	✗	✓
	Hong Kong ITV	Strategic & Financial	Local innovation & tech	260m	✗	✗	✓
	Hermes GPE Innovation Fund	Strategic & Financial	Low carbon & clean tech	140m	✗	✗	✓
	KVIC	Strategic & Financial	Tech commercialization	22m	✗	✗	✓

1. Independent private funds, classification based on most recent investments retrieved from Crunchbase,
Source: BCG analysis

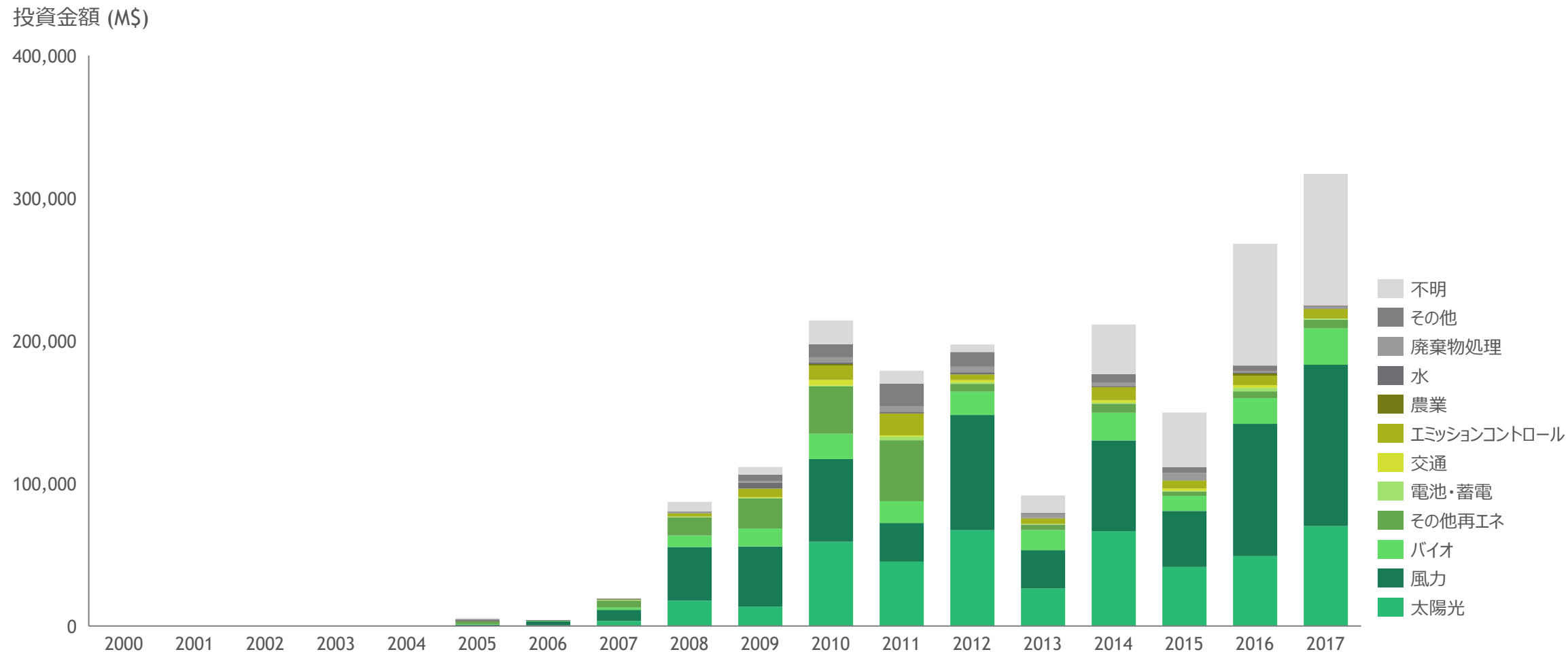
実証・事業化のフェーズでも、インフラ投資を中心とした社会実装への支援が見られる

主な基金・ファンドの分類



こうした実証・事業化向けの資金提供は、グローバルに拡大が続いている

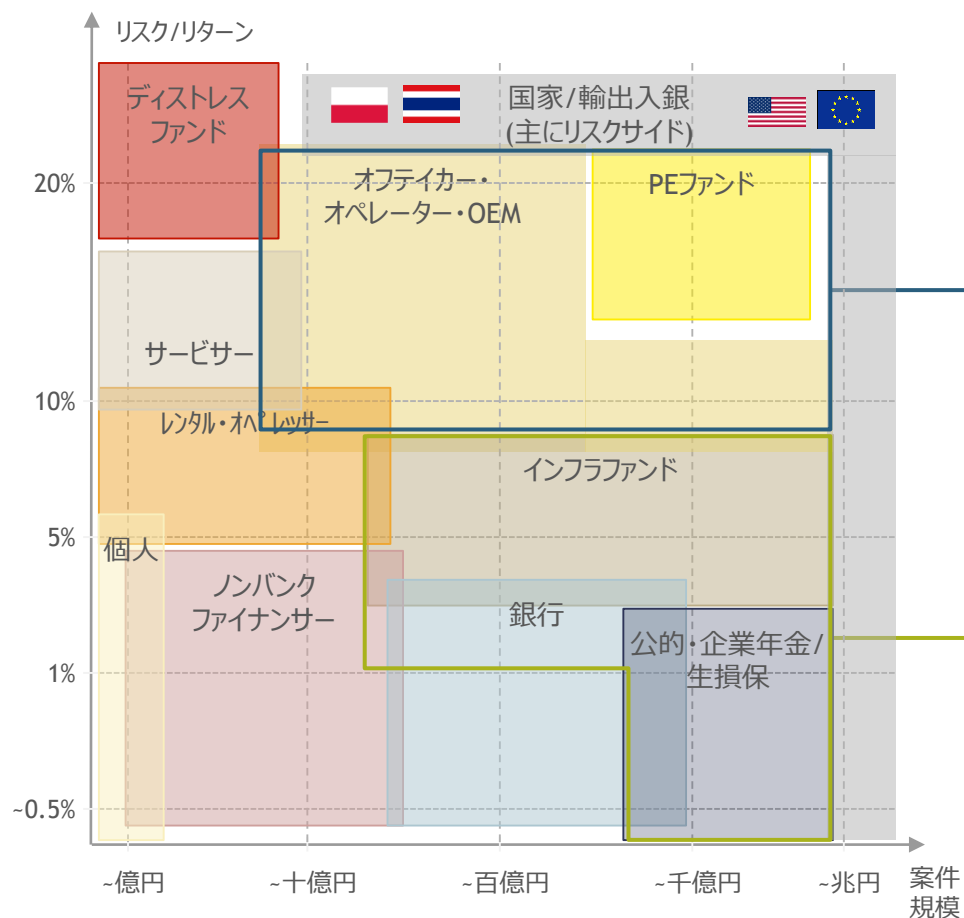
プロジェクト/アセットファイナンス全体における、投資内訳の推移 (金額ベース)



大規模なインフラ投資の初期ステージでは、民間リスクテイカーの限度を越える場合がある

インフラ投資における官民のリスクテイカー

グローバルにおけるインフラ分野のリスクテイカー



民間リスクテイカー①（ハイリスク許容）

PEファンドとIPP開発を行うIPP事業者、オペレーター等はインフラ出資をアセット拡大、または自力知見を活かしたバリューアップに基いたキャピタルゲインに集中

- 案件に対するシナジー、成長機会が重要であり、リスク検証はアップサイドに対するハードルを重視
- 案件チームは財務・リーガルだけでなく、オペレーションにおける技術・エンジニアリング知識も保有
- 出資後、日常事業への取組み (経営、営業活動、設備投資計画作成等)

民間リスクテイカー②（ローリスク志向）

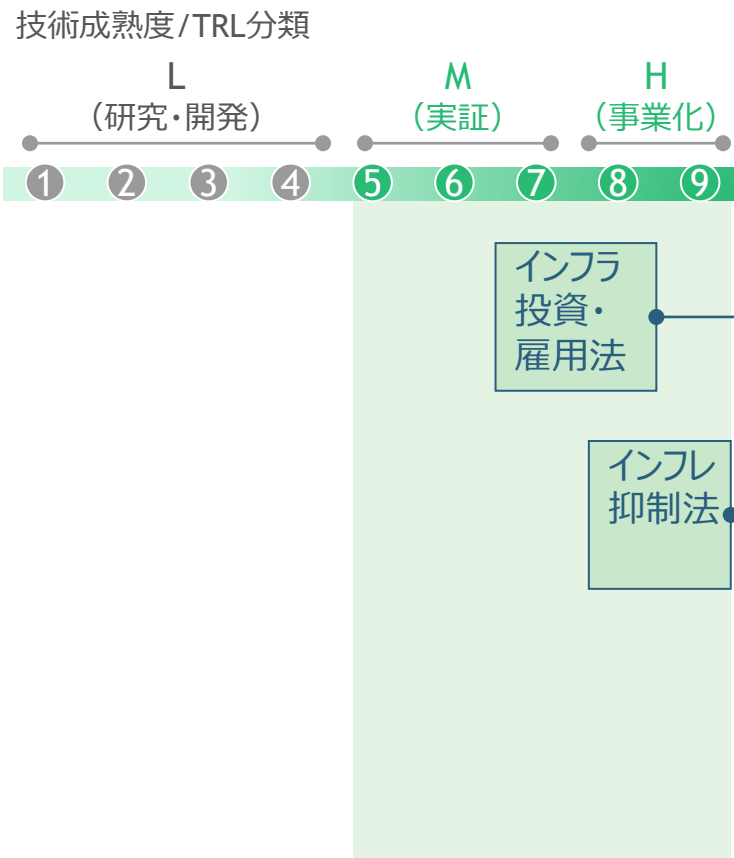
インフラファンドと年金ファンドは長期、安定的な収益を求め、出資対象として契約・規制等に絞られた収益型のアセットをターゲット。バリューアップよりファイナンスにおける長期リターンが主な狙い

- 案件に対する長期安定性・サステナビリティ、リスク最低限が最優先 (事業成長を求めない)
- インフラならではの長期 (25年以上)、定量的リスクモデリング、定性的な契約・規制検証のケイパを持つ
- 出資後、事業への取組みは他スポンサーに任せる



米国は、「インフラ投資・雇用法」および「インフレ抑制法」により、排出削減技術の実証・事業化フェーズへ投資

米国の実証・事業化フェーズ支援
技術成熟度における
各法案の位置付け見立て



目的	主な投資対象 (例)	金額 (億ドル)	投資 スキーム
ゼロエミッション経済への移行を目指し、電力網などのインフラ拡充とともに、最先端クリーンエネルギーの開発・実証を支援	炭素回収の大規模パイロット・実証プロジェクト	35	エネ省のグラント
	炭素貯蔵の大規模パイロット・実証プロジェクト	25	エネ省のグラント
	4地域におけるグリーン水素ハブの開発	80	エネ省のグラント等 ¹⁾
	運輸部門のCO2排出削減に直接繋がる技術やプロジェクト	64	運輸省のグラント
30年までにCO2排出量を約40%削減 (05年比) する目標に向け、気候変動分野への支援を実施 ・ 法人税の最低税率の設定と処方箋薬価の引き下げ等により財政赤字を約7,370億ドル削減 ・ 「エネルギー安全保障と気候変動」の分野で、税控除や補助金などを通じて資金投入	エネルギー関連 ・ 再エネの生産 ・ 原子力発電	651 300	税控除 "
	製造業関連 ・ 再エネや電気自動車、クリーン技術製造施設への投資 ・ 太陽光パネルや風力タービン等の生産 ・ 他排出分野における先進産業施設の導入 ・ 同分野における脱炭素製品の政府による優先調達	63 306 53 43	税控除 " N/A 公共調達
	自動車 ・ 電気自動車の購入 ・ ゼロエミッション車を対象とした郵政公社の調達	125 30	税控除 公共調達
	その他消費者向け ・ 住宅における省エネ設備、等への税控除	365	税控除

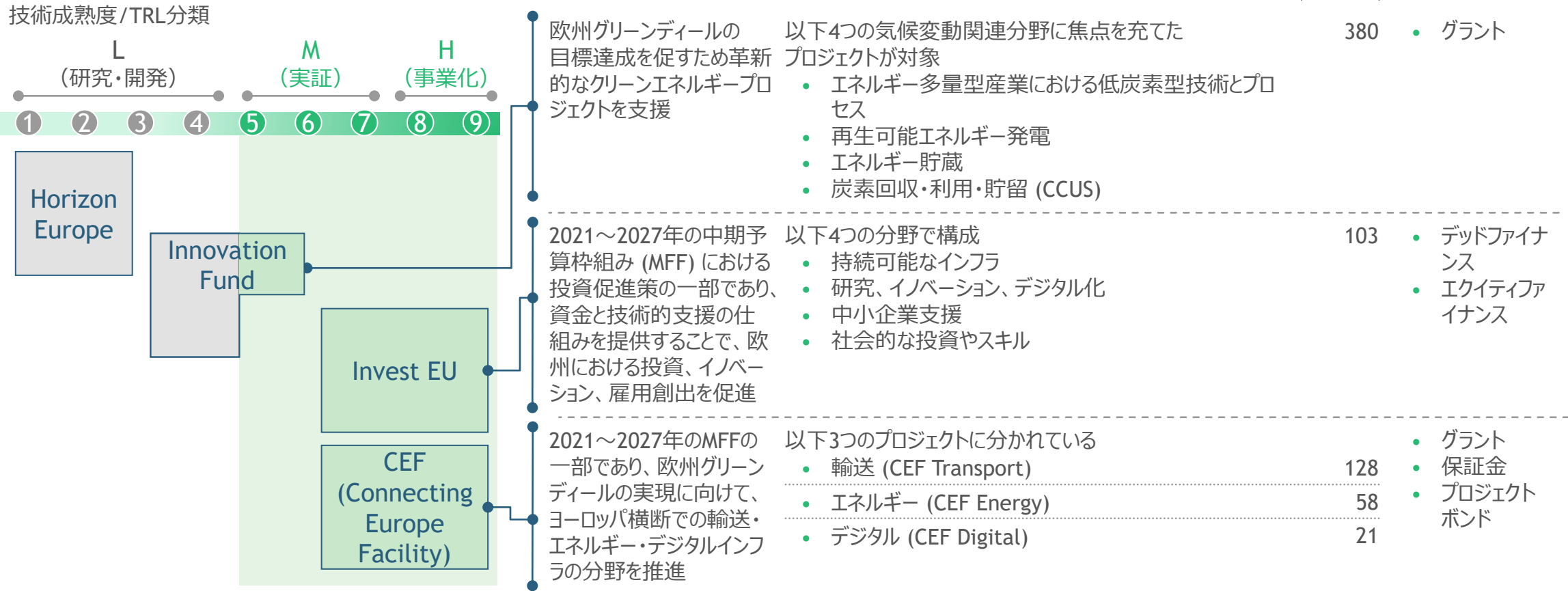
1. Grant, Cooperative Agreement, or Other
Source: 米国政府HP (<https://www.whitehouse.gov/bipartisan-infrastructure-law/>); ブルッキングス研究所 (<https://www.brookings.edu/interactives/brookings-federal-infrastructure-hub/>); 米国民主党発表資料 (https://www.democrats.senate.gov/imo/media/doc/summary_of_the_energy_security_and_climate_change_investments_in_the_inflation_reduction_act_of_2022.pdf)



EUは、様々な基金・プログラムにより基礎研究から事業化までを幅広くサポート

EUの実証・事業化フェーズ支援

技術成熟度における 主な基金の位置付け見立て



1. EU Innovation Fundは2020～2030年でEU ETSで取引される排出枠4.5億枠分を充当、Invest EU・CEFは2021～2027年のMFF内での各基金への予算額
Source: EU HPによる公開情報 (https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/find-funding/eu-funding-programmes_en; <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d3e77637-a963-11eb-9585-01aa75ed71a1/language-en>)

この他にも、グリーンインフラ投資に主軸においた政府系ファンドが各国で見受けられる

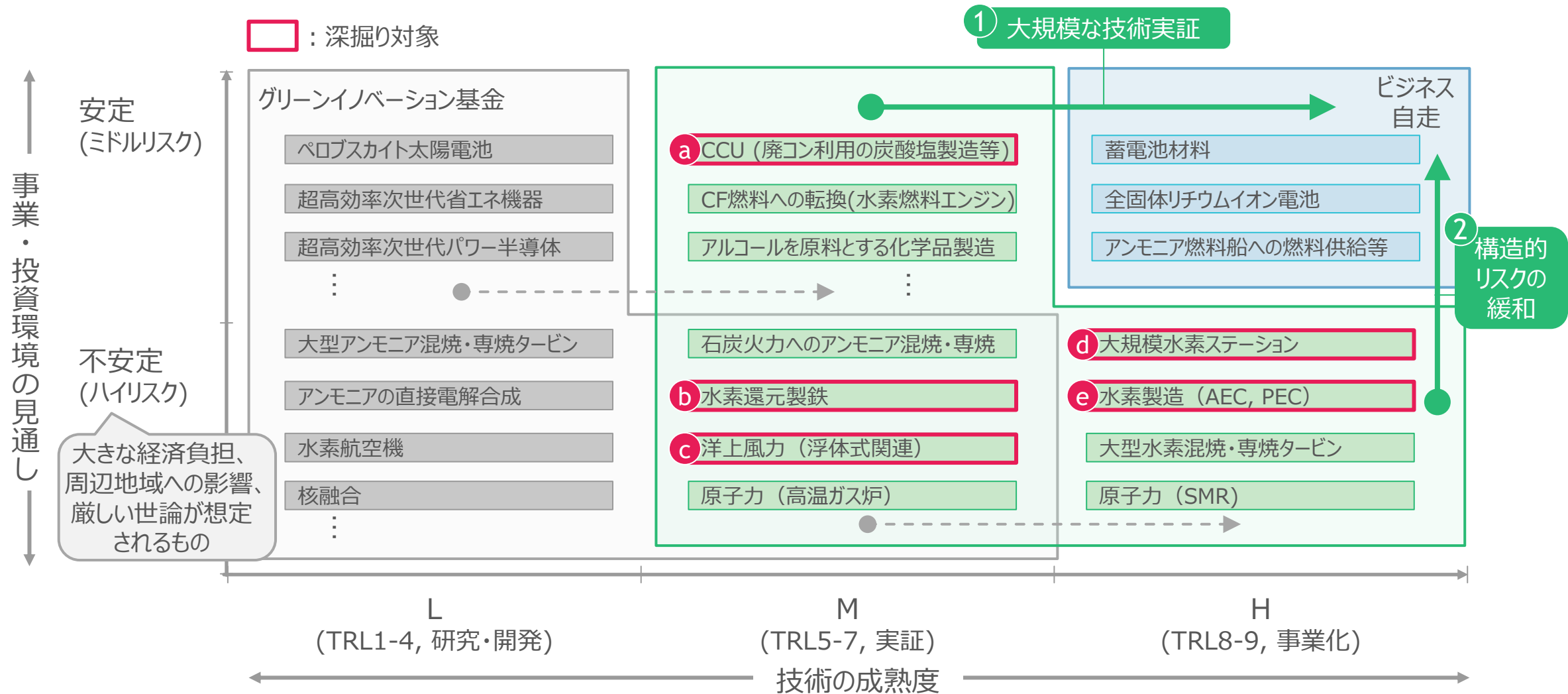
グリーンインフラ投資に関わる政府系ファンド (例)

		目的	地域	設立年	投資先	投融資 形態	出資金額/出資者構成
1	Clean Energy Finance Corporation (CEFC)	グリーンエネルギー分野への投資流入の促進	オーストラリア	2012	グリーンエネルギー技術 (再エネ、プロパティ/インフラ、 その他(農業等))	Debt、 Equity	\$10.3b: オーストラリア政府100%
2	Green Investment Group (GIG) ¹⁾	グリーントランジションの 加速化	オーストラリア	2017	再エネ (風力、太陽光、 バイオマスプラント等)	Debt、 Equity	\$25b: Macquarie Group 英国政府100%出資のGreen Investment Bankの売却先
3	MARGUERITE FUND II(EIB)	再エネを含むEUの インフラプロジェクトの 促進	EU	2017	再エネ、交通、水、 テレコム等のインフラ 建設	Debt、 Equity	€700m - EIB: €200m - 各国の政府系銀行5行²⁾: € 100m:
4	Energy Transition Investment Fund (ADEME)	エネルギー/環境分野での革 新的プロジェクト支援	フランス	2017	エネルギー系インフラ	Equity、 Grant	€400m ³⁾ の内数: フランス政府100%
5	Gen Zero (TEMASEK corporation)	グリーンエネルギー分野への投資流入の促進	シンガポール	2022	脱炭素に貢献する技術、自然環境保護、炭素 マーケットの形成	Debt、 Equity	\$55b: Temasek100% (Owned by Ministry of Finance)
6	Middle East Green Initiative(Kingdom of Saudi Arabi)	CO ₂ 排出削減による脱炭素循環型経済への貢献	サウジアラビア	2021	グリーン燃料	TBC	SAR39b: サウジアラビア政府(15%) ほか

1. 英国の政府系ファンドの売却先であり、現在は民間(マッコーリー)のファンド, 2. KfW (Germany)、CDC (France)、CDP (Italy)、ICO (Spain)、BGK (Poland), 3. 環境・エネルギー分野にADEMEが投資している数値

各国政府は、これらの枠組みを通じ、実証・事業化フェーズの技術支援を進めている

政府による先端技術への投資事例



Note: グリーン成長戦略のロードマップに記載されている技術と他国で投資対象となっている技術を整理し、TRL判定可能なものを中心にプロット
Source: グリーン成長戦略, 記事検索



米国は、Carbon Capture技術の技術実証に向け、大規模パイロットプロジェクトに対して計1億ドルを出資

政府による先端技術への投資事例

事例の概要

時期	2021年4月
資金供給主体	アメリカ政府エネルギー省
資金供給スキーム	助成金 (DE-FOA-0001788)
資金供給先	①Membrane Technology and Research, Inc. ②The Board of Trustees of the University of Illinois
対象技術・案件	CCU技術のプロジェクト (大規模パイロットフェーズ)
資金供給額	計1億ドル (2つのプロジェクトの合計)
資金供給方法	グラント

詳細

背景	現状、化石燃料の生産や利用、セメント・化学品の製造など、 脱炭素化が困難な分野が存在 。カーボンニュートラルの達成には、上記分野による環境への影響を最小限に抑制するため、 CCUS技術の開発が必要
取組み内容	2021年4月、エネ省がCCU技術大規模パイロットフェーズのプロジェクトに対し計1億ドルを出資 ①MTR膜式燃焼後CO2回収プロセスの大型パイロット試験: 5,170万ドル(5年間) - ワイオミング統合試験センター (WITC) で、Membrane Technology and Research, Inc. (MTR) が開発した大型パイロット膜炭素回収システムの構築と運用を実施 - 目標感は以下の通り - 技術成熟度としてTRL6 (使用環境に応じた条件での技術実証) から TRL7 (実運転条件でのプロトタイプシステム実証) への進展 10MWeのスリップストリームから排出されるCO2の70%を回収可能に 等 ②石炭火力発電所におけるLinde/BASF先進燃焼後CO2分離回収技術の大規模パイロット試験: 4,720万ドル(5年間) - イリノイ大学理事会 (Champaign, IL) は、イリノイ州スプリングフィールドのCity Water, Light, and Power (CWLP) にLinde/BASF燃焼後炭素分離回収技術の10 MWeスリップストリームを建設し運用する予定 - 目標感は以下の通り - 機能仕様の確定と詳細なエンジニアリングの完了 - 試験キャンペーンで開発した設計およびコスト情報に基づく技術経済分析の完了 等



EUはCCUSの取り組みの一つとして、カーボンマイナス骨材の生産プラントの実証プロジェクトに資金提供し商業化を推進している

政府による先端技術への投資事例

事例の概要

時期	2021年4月
資金供給主体	EU
資金供給スキーム	EU Innovation Fund
資金供給先	Petróleos del Norte (PETRONOR) (幹事)
対象技術・案件	AGGREGACO2
資金供給額	320万ユーロ
資金供給方法	グラント

詳細

背景	従来のセメント製造は、クリンカの焼成によるプロセス由来のCO2排出量が著しく脱炭素が困難な分野。脱炭素化に向けて、カーボンネガティブな原料の開発が必要
取り組み内容	2021年4月、EU Innovation Fundは「AGGREGACO2」プロジェクトに320万ユーロを提供 「AGGREGACO2」プロジェクトは、カーボン・マイナス骨材（製造石灰石）の初の商業生産プラントを設計し、製造の産業的実現可能性と費用対効果を実証するプロジェクト • O.C.O Technology社が開発した特許取得済みの加速炭酸化技術 (ACT) プロセスを使用し、通常は埋め立て処理される残渣を活用 • その結果、10年間で28,000 tCO2e以上の温室効果ガスの純排出量削減に寄与 • また、近隣の工場で精製過程で回収したCO2を利用し、産業用促進炭酸化技術プロセスを精製スキームと統合する意味においても、世界初の試み また、本プロジェクトは、周辺のステークホルダーとの協業(技術導入や骨材導入 等)による地域経済への波及効果を想定 • 製油所・原料供給者 (採石場、焼却場)・オフテーカー (アスファルトやコンクリートの製造業者)の協業等



スウェーデン政府は化石燃料を使用しない製鉄・製鋼技術の開発を支援しており、鉄鋼セクターにおける自国競争力の確保や脱炭素化への貢献を目指している

政府による先端技術への投資事例

事例の概要

時期	2022年4月
資金供給主体	EU
資金供給スキーム	EU Innovation Fund
資金供給先	Hybrit Development AB (SE)
対象技術・案件	HYBRIT Demonstration
資金供給額	1億4,300万ユーロ
資金供給方法	グラント

詳細

背景	- ヨーロッパの鉄鋼業界の抜本的な改革のために、スウェーデンエネルギー庁の支援を受け、同国の鉄鋼大手SSAB、鉱石会社LKABおよび電力大手VattenfallがHYBRIT-initiativeを推進。2017年春には、三社による合併会社を設立 - 計画実現のためには、スウェーデン政府、研究機関、大学が20~25年かけて、全国的に協力して取り組む必要があるとエネルギー庁が発表
目標	化石燃料を使用しない製鉄・製鋼のバリューチェーンを構築することで、自国鉄鋼業の競争力向上や雇用創出、ヨーロッパの温室効果ガス削減計画の実現支援を図る
取組み内容	2022年4月、EU Innovation FundはHYBRIT-initiativeの実証プロジェクトに1億4,300万ユーロを提供 - 本プロジェクトでは、グリーン水素製造を含む水素直接還元製鉄プロセスの実証や水素ベースの直接還元鉄の電気溶融のデモンストレーションを行う - 年間約135万トンの水素還元鉄（スポンジ鉄）を生産し、スウェーデンの総生産量の約25%を占める粗鋼の生産に利用 - Innovation Fundの計算モデルによると運用開始から10年間でCO2排出量を1,430万トン削減可能 HYBRIT-initiativeは、①予備的な実行可能性調査（~2017年末）、②パイロットプラント研究・試験（~2024年）、③実証プラント試験（~2035年）、の3段階で構成されており、本プロジェクトは②の取り組みの一つ 2021年にはパイロット規模で世界初の水素還元スポンジ鉄製造を実現 - 同年に、化石燃料を全く使用せず製造した鉄鋼をVolvo Groupに納入している

1. HYBRIT: Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technologyの略称

Source: EU Innovation Fund による公開情報 https://ec.europa.eu/clima/system/files/2022-07/if_pf_2022_hybrit_en.pdf), スウェーデンエネルギー庁による公開情報 (<http://www.energimyndigheten.se/en/news/2017/the-swedish-energy-agency-is-investing-heavily-in-a-carbon-dioxide-free-steel-industry/>), HYBRIT社によるプレスリリース (<https://www.hybritdevelopment.se/en/hybrit-receives-support-from-the-eu-innovation-fund/>; <https://www.hybritdevelopment.se/en/the-worlds-first-fossil-free-steel-ready-for-delivery/>)



米国は、ステークホルダーとの交渉リスクを踏まえた上で、洋上風力発電関連プロジェクトへの総額30億ドルの融資保証および2.3億ドルの資金提供を発表

政府による先端技術への投資事例

事例の概要

時期	TBD
資金供給主体	アメリカ政府エネルギー省/ 運省海事局
資金供給スキーム	ローン: Title 17 Innovative Energy Loan Guarantee Program グラント: Port Infrastructure Development Program
資金供給先	TBD
対象技術・案件	洋上風力発電プロジェクト全体
資金供給額	ローン: 30億ドル グラント: 2億3,000万ドル
資金供給方法	ローン/グラント

詳細

背景	従来は、漁業団体や土地所有者、環境保護団体などの反対により、プロジェクトが難航
目標	一方で、2021年3月、2030年までに洋上風力発電で30GWの電力を供給し、1000万世帯以上の電力を賄い、7800万トンの二酸化炭素排出量を削減する計画を発表 2025年までに最大7カ所での洋上風力発電を開発し、30GWの発電容量目標達成に寄与することに加え、約8万人の雇用創出を目指す
取組み内容	その結果、同3月、洋上風力発電プロジェクトに対する総額30億ドルの融資保証および港湾整備に対する2億3,000万ドルの資金提供を発表 - エネルギー省(DOE) Loan Programs Officeを通じ、洋上風力産業を支援するための30億ドルの融資を提供。 融資要件は、①革新的な技術であり ②GHG削減に貢献し ③米国国内の事業であり ④返済の見込みがあること - 運輸省海事局(DOT)が、洋上風力発電をサポートする港湾インフラに対し、2億3,000万ドルの調達機会を提供。 洋上風力発電所への荷物の積み込み・移動のための保管場所、レイダウンエリア、風力発電船のドッキングなど、陸上風力発電プロジェクトを支援 また、関連事業に対し税制上の優遇措置も設置 2025年12月31日までに洋上風力エネルギーシステムの建設を開始する事業は、支出の30%が企業エネルギー投資税額控除(ITC)の対象 従来からの課題であったステークホルダーへの対応に対しては、海洋エネルギー管理局は「すべての利害関係者と早期から頻繁な交渉を行うことで衝突を回避する」とコメント



米国は、水素製造実証プロジェクトに2,000万ドルを投じ、幅広い業界における水素の導入・関連新市場の創出を加速。また今後5年で80億ドルの追加投資を実施する見立て

政府による先端技術への投資事例

事例の概要

時期	2021年10月
資金供給主体	アメリカ政府エネルギー省
資金供給スキーム	HFTO ¹⁾ の助成金: 1,200万ドル NE ²⁾ の助成金: 800 万ドル
資金供給先	PNW Hydrogen LLC (幹事)
対象技術・案件	パロベルデ原子力発電所での水素製造実証プロジェクト
資金供給額	2,000万ドル
資金供給方法	ローン/グラント

詳細

背景	2016年に「H2@Scaleイニシアチブ」を立上げ、安価で信頼性が高い大規模な水素生成、輸送および貯蔵を行い、米国内の様々なセクターでの利用を推進
目標	2021年6月に「Hydrogen Shot」として“水素コストを80%削減し10年以内に水素1kg当たりの価格を1ドルに”という目標を掲げ、幅広い業界における水素の導入・関連新市場の創出を加速 - クリーン水素のコストを削減することで幅広い業界における水素の大規模導入を推進し、GHG排出量を削減するとともに、世界におけるアメリカの脱炭素競争力を引き上げ - また、水素関連市場の発展により、鉄鋼製造・クリーンアンモニア・エネルギー貯蔵・大型トラックなどの新市場に起因する雇用創出を目指す
取組み内容	2021年10月、エネ省はパロベルデ原子力発電所の水素製造実証プロジェクトに2,000万ドルを提供 - PNWハイドロジェン (PNW Hydrogen LLC) 社が中心となり、アリゾナ州フェニックスにあるパロベルデ原子力発電所 (約140万kWのPWR×3基) を使って実施 - 産官学の様々な利害関係者と協力して推進予定 - 無炭素な電力の材料としてクリーン水素を役立てるとともに、原子力発電所で電力以外の重要な経済産物を生み出せることを実証するのが目的 6トンの貯蔵された水素は、電力需要のピーク時には約20万kWhの発電に使われるが、化学物質やその他の燃料製造にも活用される見立て なお、2021年11月に成立したインフラ投資・雇用法では、クリーン水素関連分野に2022～2026年の5年にかけて80億ドルの予算を投入する見込み - クリーンな水素の生産や加工、配送、貯蔵、採集量を改善するため、最低4カ所で地域的クリーン水素ハブの開発を支援

1. 水素・燃料電池技術室 (Hydrogen and Fuel Cell Technologies Office) 2. 原子力エネルギー局 (Office of Nuclear Energy)

Source: 米国エネルギー省による公開情報 (<https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-shot>; <https://www.energy.gov/articles/doe-announces-20-million-produce-clean-hydrogen-nuclear-power>)



2015年以降、豪連邦政府は水素開発プロジェクトに5億ドル以上の資金を拠出。 政府は将来の水素需要を見据え、水素を主力輸出品目にする計画を進めている

政府による先端技術への投資事例

事例の概要

時期	2022年3月
資金供給主体	オーストラリアエネルギー庁 (ARENA)
資金供給スキーム	Advancing Renewables Program
資金供給先	Viva Energy (幹事)
対象技術・案件	New Energies Service Station Geelong Demonstration Project
資金供給額	2,280万豪ドル
資金供給方法	グラント

詳細

背景	オーストラリア政府は石炭や天然ガスに代わる新たな主力輸出品目として、水素の製造と輸出に注目し、2025年までに基礎研究と実証段階を終え、グリーン水素の輸出・国内市場に向けて需要と供給を安定化・拡大させる方針
目標	- 政府はグリーン水素の生産コストを1kgあたり2豪ドルまで下げる「H2 under 2」を指標とし、コスト削減のための研究を推進 - 水素の製造、貯蔵、輸出施設や利用先などを1カ所に集約した「水素ハブ」を構築し、スケールメリットによるコスト削減や製造・消費両方の側面からの技術革新を図る - 水素の輸出産業は、2030年までに年間17億豪ドルの利益と、2,800人の雇用を創出できる可能性があるとしており、2040年までに輸出額100億豪ドルを目標に掲げる
取組み内容	2022年3月、政府はARENAを通じてビクトリア州ジーロングでの次世代水素サービスステーション実証プロジェクトに2,280万豪ドルを提供 - Viva Energy社の既存の石油精製所の敷地内に、2MWの電解装置とともに水素圧縮、貯蔵、分配のための設備を備えた次世代水素サービスステーションを建設 - このプロジェクトにおける水素は、再生可能エネルギーを使用して生成 - プロジェクトの一環として、サービスステーションには150kWの電気自動車用急速充電ステーションも含まれる他、プロジェクトパートナーが運用する予定の15台のFCEVの購入に補助金を支給 Viva EnergyのCEOであるScott Wyattは、このプロジェクトがメルボルン・シドニー・ブリスベンを結ぶオーストラリアの東海岸の主要な輸送ルートにある水素給油所のネットワークの第一歩になると述べている



欧州を横断する輸送ネットワーク構築に向けた水素ステーション構築・試験運用に資金拠出

政府による先端技術への投資事例

事例の概要

時期	2017年2月
資金供給主体	EU
資金供給スキーム	CEF (Connecting Europe Facility)
資金供給先	WaterstofNet vzw
対象技術・案件	H2Benelux (幹事)
資金供給額	722万ユーロ
資金供給方法	グラント

詳細

背景	- CEFは欧州グリーンディールの実現に向けて、輸送・エネルギー・デジタルインフラの分野を推進するための資金調達手段であり、クロスボーダーのプロジェクトや欧州域内のネットワーク構築のためのボトルネックの解消を目指すプロジェクトに焦点を充てている - CEF Transportは、欧州における新しい交通インフラの構築や、既存の輸送インフラの修復とアップグレードへの投資を支援
目標	CFS Transportは下記2つの目標を掲げている 9つの主要なヨーロッパ輸送ルートを中心に構成されたコアネットワークを2030年までに完成 欧州全地域へのアクセスを容易にするための包括的なネットワークを2050年までに完成
取組み内容	2017年2月、EUはCEF Transportを通じてベネルクス三国での欧州横断的な水素補給ネットワーク開発プロジェクトに 722万ユーロを提供 9つの主要なヨーロッパ輸送ルートの内、3つにまたがるベネルクス三国に8つ (オランダに4つ、ベルギーに3つ、ルクセンブルクに1つ) の乗用車用水素ステーションを建設し、その後に各ステーションで10台の水素自動車を動員し運用試験を実施 - 運用試験による結果を、2030年までにベネルクス三国で水素インフラを開発するためのロードマップを作成に使用

Source: EU CEFによる公開情報 (<https://ec.europa.eu/inea/en/connecting-europe-facility/cef-transport/2016-eu-tm-0175-s>, https://ec.europa.eu/inea/sites/default/files/20170629_cef_tran_brochure_superfinal.pdf), WaterstofNet vzw社によるプレスリリース (<https://www.waterstofnet.eu/nl/projecten/infrastructuur/8-waterstof-tankstations-in-de-benelux-h2benelux>)

検討の視点

- A 対象技術
 - B ファンディング手法
 - C 枠組デザイン**
-



具体的な資金提供スキームにはオプションがあり、
"ファンド" の固定イメージに縛られない設計が重要

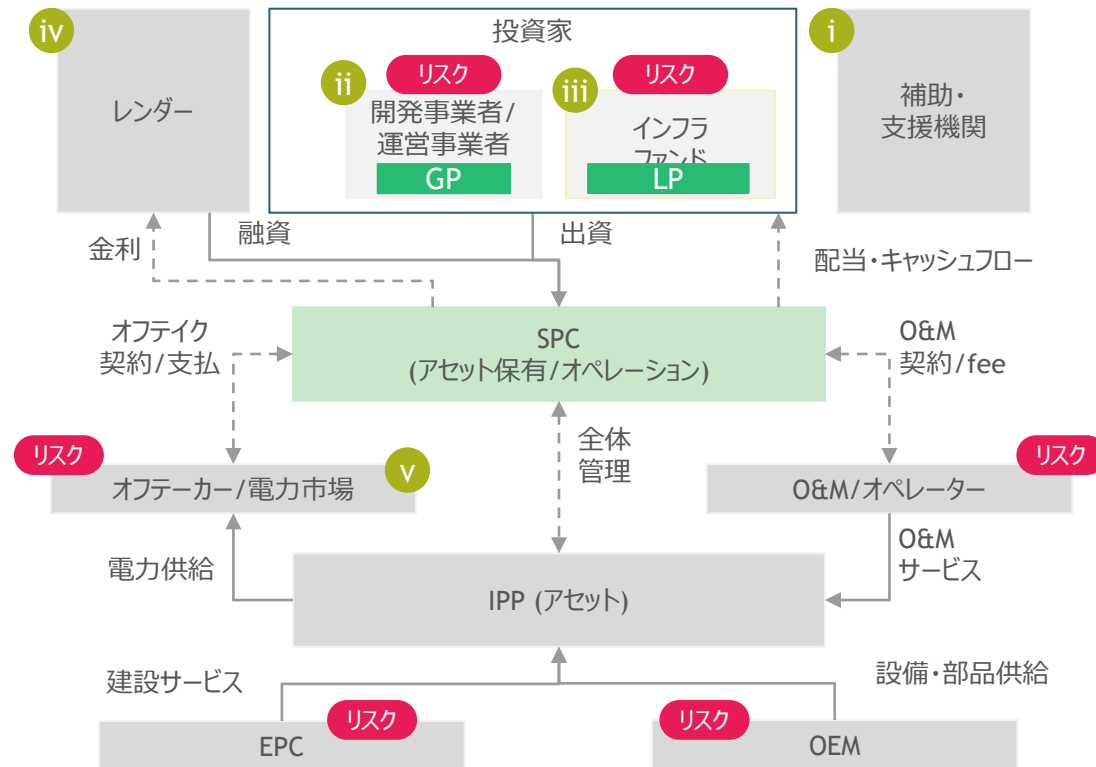
対象案件のパターンによって、複数の資金提供
スキームを使い分けることが求められる

GP出資が中心でなければ、技術に精通した人材
は、案件ごとのアウトソース活用も選択肢

基金・ファンドからの具体的な資金提供スキームには、いくつかのオプションが考えられる

考え得る資金提供スキームのオプション

実証・事業化フェーズの事業スキーム（再エネ事業等の例）



資金提供スキームのオプション

- i 政府は**グラント（補助）**を提供し、事業全体の採算性を改善する
- ii 政府が**GP出資**を行い、中心的にリスクを取る
 - ・一定期間後のイグジットを想定する（PE/VC型）
 - ・イグジットは想定せず、長期保有する（公社型）
- iii 政府は**LP出資**を行い、事業化リスクの緩和を図る
- iv 政府は**融資・債務保証**を行い、事業化リスクの緩和を図る
- v 政府は**オフテイク契約（政府調達）**を行い、需要を安定させる

いわゆる "ファンド(PE/VC)" の固定イメージに縛られない、柔軟な設計を行う必要

民間のインフラ開発案件でも、PEファンドやインフラ/年金ファンド等により、スキームが異なる

インフラ開発案件における各プレイヤーの資金提供スキーム

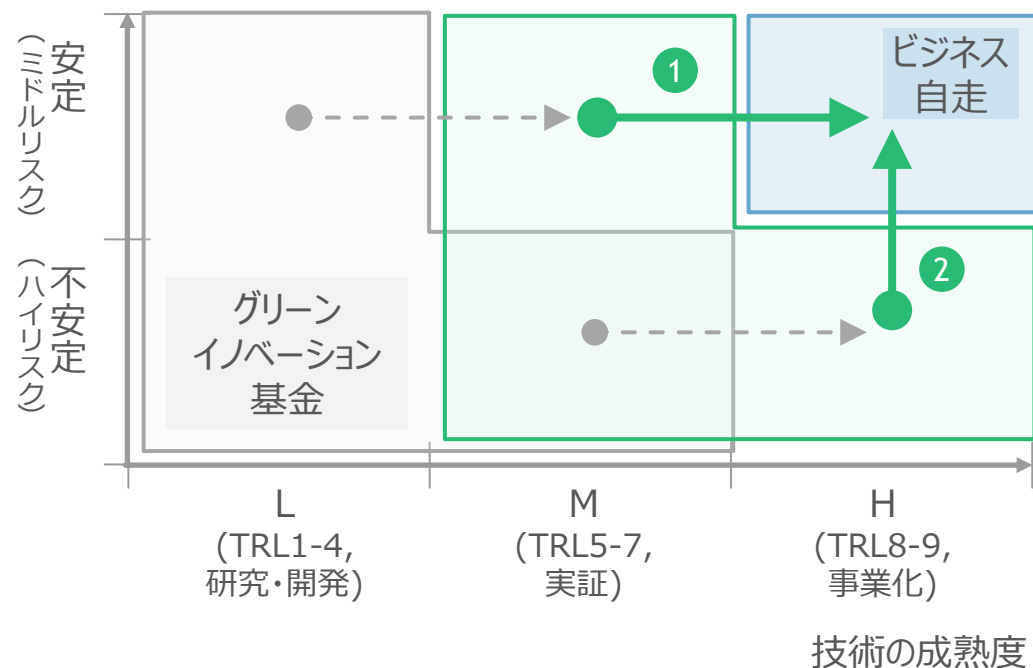
リスクテイク	資金タイプ	案件資金 (割合%、平均)	プレイヤー毎のリスクに対する考え方	プレイヤーの例
高リスク 劣後 リスク リターン受取/資金回収優先度 低リスク 優先	Equity (General Partner)	2～10%	GPはアセットの開発・所有・経営を実施し、建設プロジェクト、営業/販売等の責任をもつ。 リターン率は高いが、アセットのキャッシュフローにおける受取りの優先順位がLPより低い LPが想定リターンを獲得できて初めてリターン享受が可能だが、アップサイドはあり	- IPP/開発事業者 (AES、Invenergy、Advanced Power等) - PE ファンド (KKR、Carlyle等)
	Equity (Limited Partner)	10～50%	LPはGPのスポンサーとして出資し、有限リスクを負担する代わりにアセットからのリターンを得る - 巨資に対する安定的な出資先を求めるが、事業運営の知見が低い - Equity出資であるが、リスクプロファイルとしてはメザニンファイナンスに近い	- インフラファンド (Macquarie等) - 年金・生保ファンド (CPP-IB、APG、AVIVA等)
	Debt (プロファイ)	50～90%	ローン、債券を通じたプロジェクトファイナンスを提供。最小限のリスク - 優先債務に対してNEXI等の補償を掛け、更にリスク低減も可能 - 案件における資金の割合が大きいため、融資条件としてリスク対応策にも影響	- 国家/輸出入銀 (EIB、JBIC) - 銀行 (BTMU、SMBC、BNP Paribas等)

対象案件のパターンによって、複数の資金提供スキームを使い分けることが求められる

想定される資金提供スキーム

想定される資金提供スキーム（仮説ベース）

事業・投資環境の
見通し



① 大規模な技術実証

（想定される状況）
研究機関や企業に技術は蓄積されているが、事業化に踏み切る主体が不在



ii GP出資（PE型）

ii GP出資（公社型）

② 構造的リスクの緩和

（想定される状況）
事業化を目指す主体はいるものの、リスクが高すぎ資金調達ができない（ファイナンスが不在）



iii LP出資

iv 融資・債務保証

v オフテイク契約（政府調達）

デット案件 / エクイティ案件の実行に必要な人材は、本質的に異なる

参考) デット人材 / エクイティ人材の差異

	Equity取引を推進する人材	Debt取引を推進する人材
業務内容	- 事業の収益モデル作成 (含む、各種リスクレバーの設定) - 事業に対するDue diligenceのマネジメント - 感度分析を通じた収益シナリオ作成	- 貸し先の信用力評価 - 融資先プロジェクトの評価 - ローンのシンジケーションに向けた営業・他金融機関巻き込み
必要な クイパビリティ	- 技術リスクの精査 - 契約・保証・保険内容の精査 - スポンサーのトラックレコード・財務分析に基づく パーティーリスク等の評価 - 上記項目を反映したバリュエーション	- 貸し先の財務状況分析に基づく、信用格付けの 作成・精査 - プロジェクトの収益性・内生的なリスクに基づく 格付けの作成・精査 - 他金融機関とのリレーション
主な出自	PEファンド	銀行のプロファイ部門
所在地	OEM・オフテーカーへのアクセスが良い地域 — OEM所在地・PJ地域近傍、等	資本市場へのアクセスが良い地域 — ロンドン・NY、等

GP出資が中心でなければ、技術人材は、案件ごとのアウトソースで確保する運用も選択肢

出資タイプ別のリスクマネジメントに必要な人材

インフラ出資における事業運営への取り組み			
深くない		深い	
「固定収入タイプ」		「キャピタルゲインタイプ」	
人材 プロフィール	年金ファンド	インフラファンド	PE/Developer (参考)
	インフラ事業領域での金融/M&A経歴の人材で、投資チームに対して特に高度な定量分析の知見を持つ専門家 25年以上の詳細事業計画 - インフラアセットのキャッシュフロードライバーの理解 - 銀行プロファイ部隊人材も有 <u>外部専門家におけるテクニカルDDでのリスク検証</u>	年金と同様な金融・定量分析フォーカスであるが、法務・エンジニアリング専門家も対象 - ファンドAは、大規模案件チームを支援する専用エンジニアリング部隊を保有 - ファンドBでは、案件チームに法務、財務・会計、M&A人材を任命	金融/M&Aスキルと共に、それぞれのアセットクラスでの長い経営・オペレーション経験を求める - 業界元経営陣、エンジニア、インフラ専門弁護士等 - アセットの技術に対する理解 資金調達、スキーム組成 (LLC/LL 等) の経験も対象
主な理由	高度なモデリングにおける長期 (25年以上) エクスポージャーの定量化に集中	年金ファンドよりポートフォリオが多様化されているため、技術、リーガルも含めた「万能チーム」が必要	事業運営まで取り組みバリューアップを目指すため、エンジニア、業界経験者を重視

インフラ/年金ファンドにおける個別案件のチーム体制

インフラファンドBの事例

組織構造



案件規模により、投資判断の責任者が異なる(ファンドの総資産額、リスクアペタイトにより目安金額が異なる)~\$10Bnファンドにおいては、

- <100M USD: BU担当者/ BU投資委員会
- 100 - 500M USD: 取締役会のサブ委員会
- 500M+ USD: 取締役会

チーム体制

メンバーの役割

投資委員会	投資チームの提案・報告を基に最終リスク・リターン判断	求められるスキル・ケイパ	- 投資チームに対して「厳しい目」でチャレンジ - インフラのリスク・リターンのレベルに対する経験・肌感覚
リスク・ダイレクター (1名)	- 投資チームが全てのリスクを検証しているかどうかを確認 - 個別案件ベース (ポートフォリオ管理は別)		- リスクプロセスに対する詳細検証 - 事業評価/バリュエーションモデルの理解 - インフラ案件での「落とし穴」と最大リスクの理解
案件レビューチーム (4-5名)	- 投資チームのコントロールとして独立アドバイスを提供 - 個別案件ベース (ポートフォリオ管理は別)		インフラ投資とバリュエーション方式に対する経験 (例: 元投資チームメンバー)
投資チーム (3-20名)	- 案件・アレンジ交渉、バリュエーション等を担当 - リスクにおける検証、ヘッジ・対応策計画の責任者 - 外部アドバイザーの活用 (但し、判断は自ら行う)		- インフラ投資での実務経験 (プロファイ、M&A、テクニカル、法務、会計・税務等) におけるリスク特定能力 - リスクに対する定量的モデリング - 外部アドバイザーの報告を理解・検証 - 最低チームには弁護士1名、会計・税務1名、金融・M&A エキスパート1名が必要
外部アドバイザー/ 専門家	- 専門分野におけるピンポイントな検証を提供 - 法務、政治・制度等		- 対象地域、案件規模、アセット種類に合わせてそれぞれの現地業界専門家を活用 - 特長分野に対するディープな知見 例) 政治・制度リスクに対して現地リレーションを持つ業界専門家

令和4年度地球温暖化・ 資源循環対策等に資する調査委託費 (2050年カーボンニュートラルの実現に向けた 産学官金連携の推進に係る分析・調査事業)

調査報告書 - 第5部：
エネルギー・マテリアル等の需給バランスにおける産業俯瞰図分析

令和5(2023)年 2月28日



経済産業省

Ministry of Economy, Trade and Industry

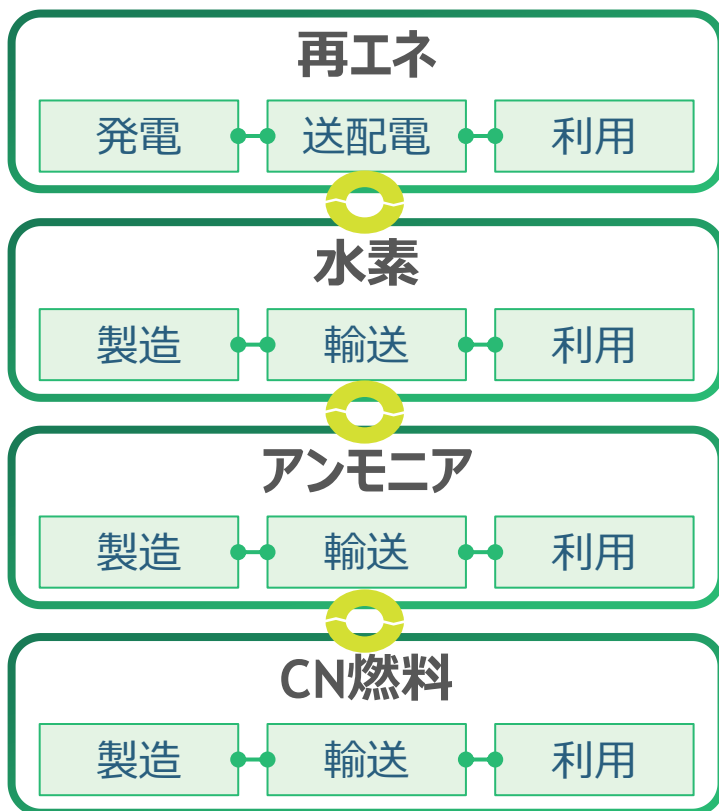
エネルギー/マテリアル/CO₂の3次元構造でサプライ/バリューチェーンが構成される

プロジェクト間連携の精査における視点

※以下はあくまでプロジェクト間連携を検討する際の例示として挙げたもの

エネルギーチェーン

- エネルギーに関する、発電/製造⇒輸送⇒利用までの流れ

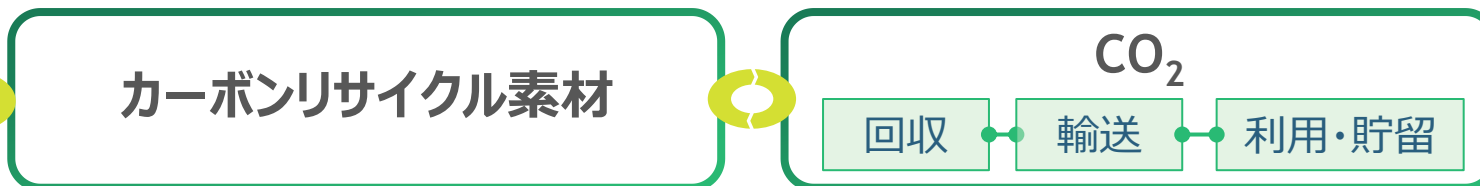


マテリアルチェーン

- モノに関する、原料・素材⇒部材⇒完成品⇒廃棄までの流れ

CO₂チェーン

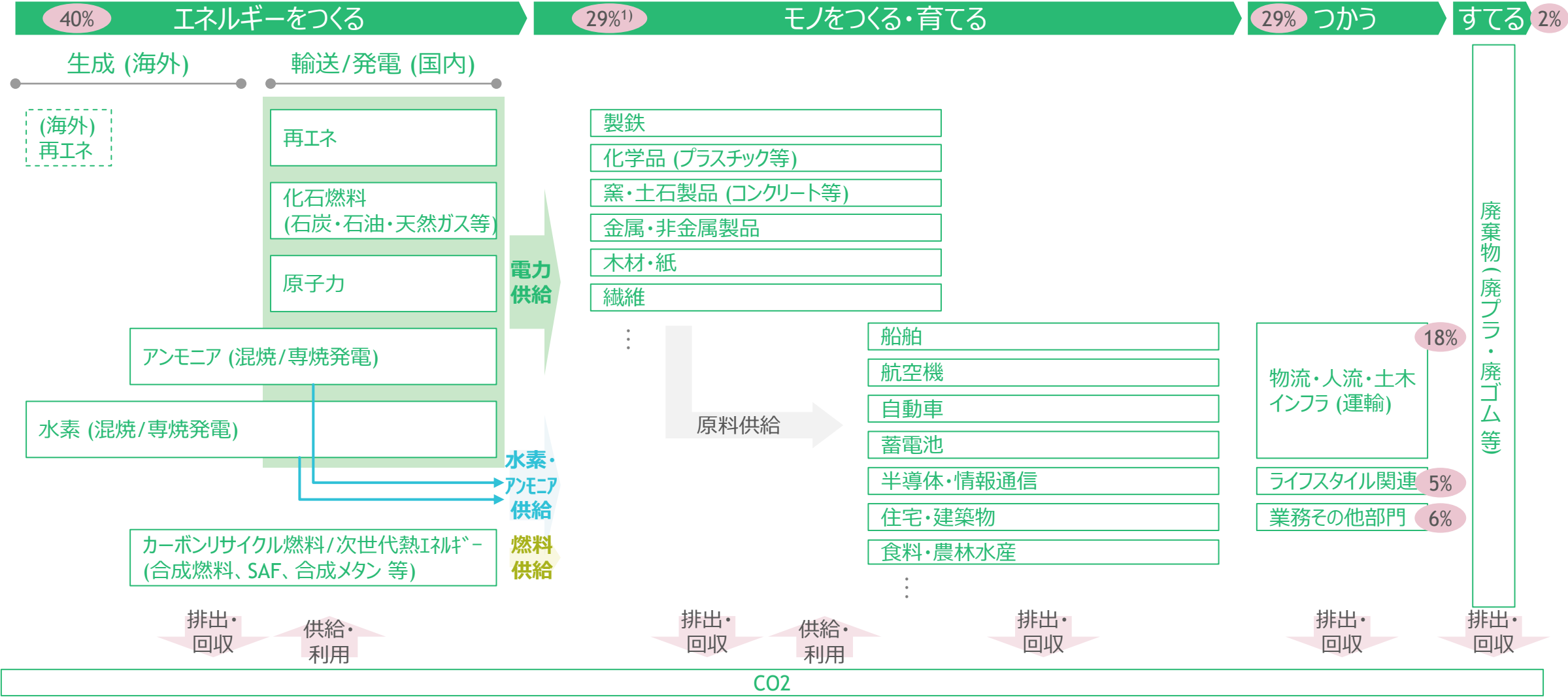
- CO₂に関する分離回収⇒輸送⇒利用・貯留までの流れ



脱炭素に関わる全体像(鳥の目)の構成

脱炭素に関わる全体像(鳥の目)

xx :日本の全CO2排出量に占める割合(2018)

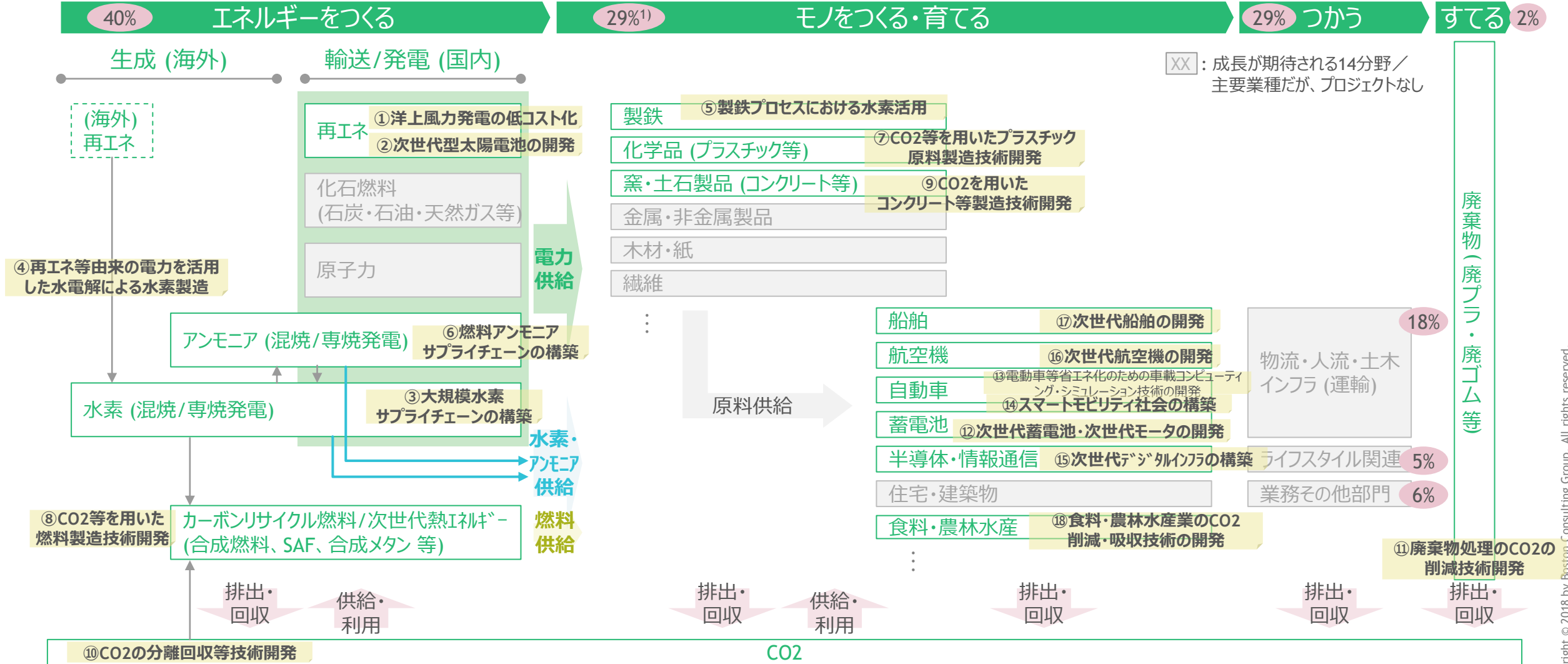


1. 産業部門(工業など)25%と、工業プロセスおよび製品の使用4%の合計 (国立研究開発法人国立環境研究所「日本の温室効果ガス排出量データ」)

現行プロジェクトは、グリーン成長戦略で成長が期待される14分野を手広くカバー

GI基金の18プロジェクトの位置付け

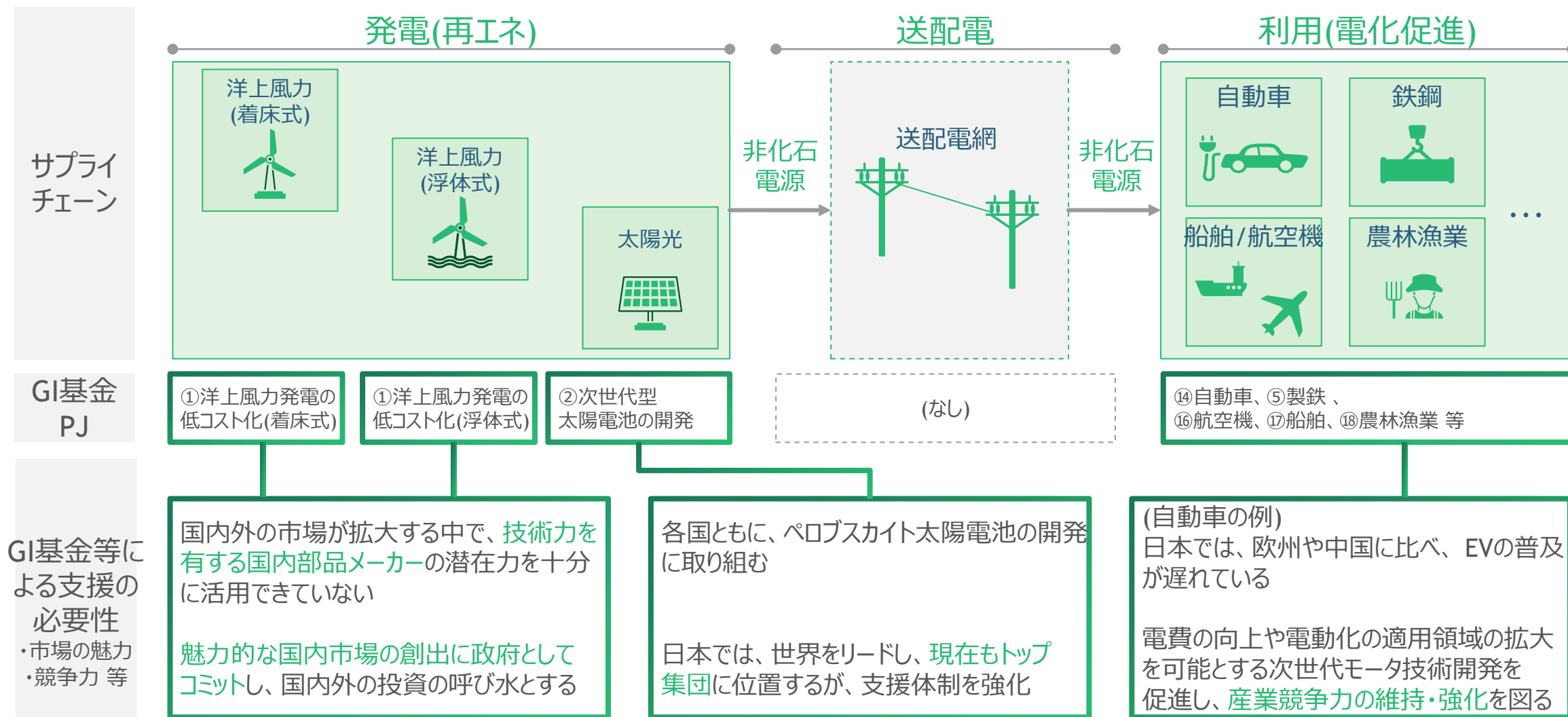
xx :日本の全CO2排出量に占める割合(2018)



1. 産業部門(工業など)25%と、工業プロセスおよび製品の使用4%の合計 (国立研究開発法人国立環境研究所「日本の温室効果ガス排出量データ」)

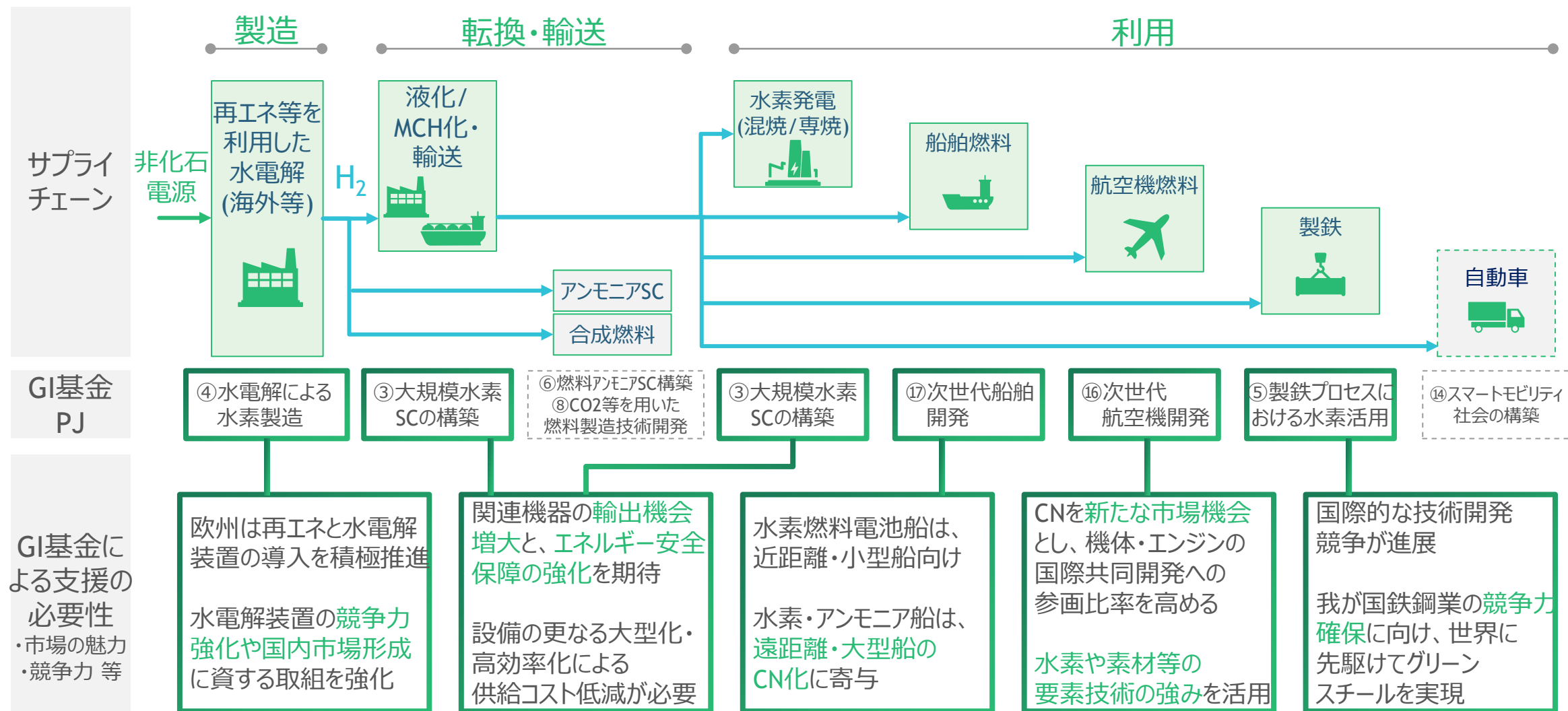
再エネでは洋上風力や太陽光に注力するとともに、幅広い産業の電化促進に投資

現行プロジェクトのターゲット: 再エネサプライチェーン



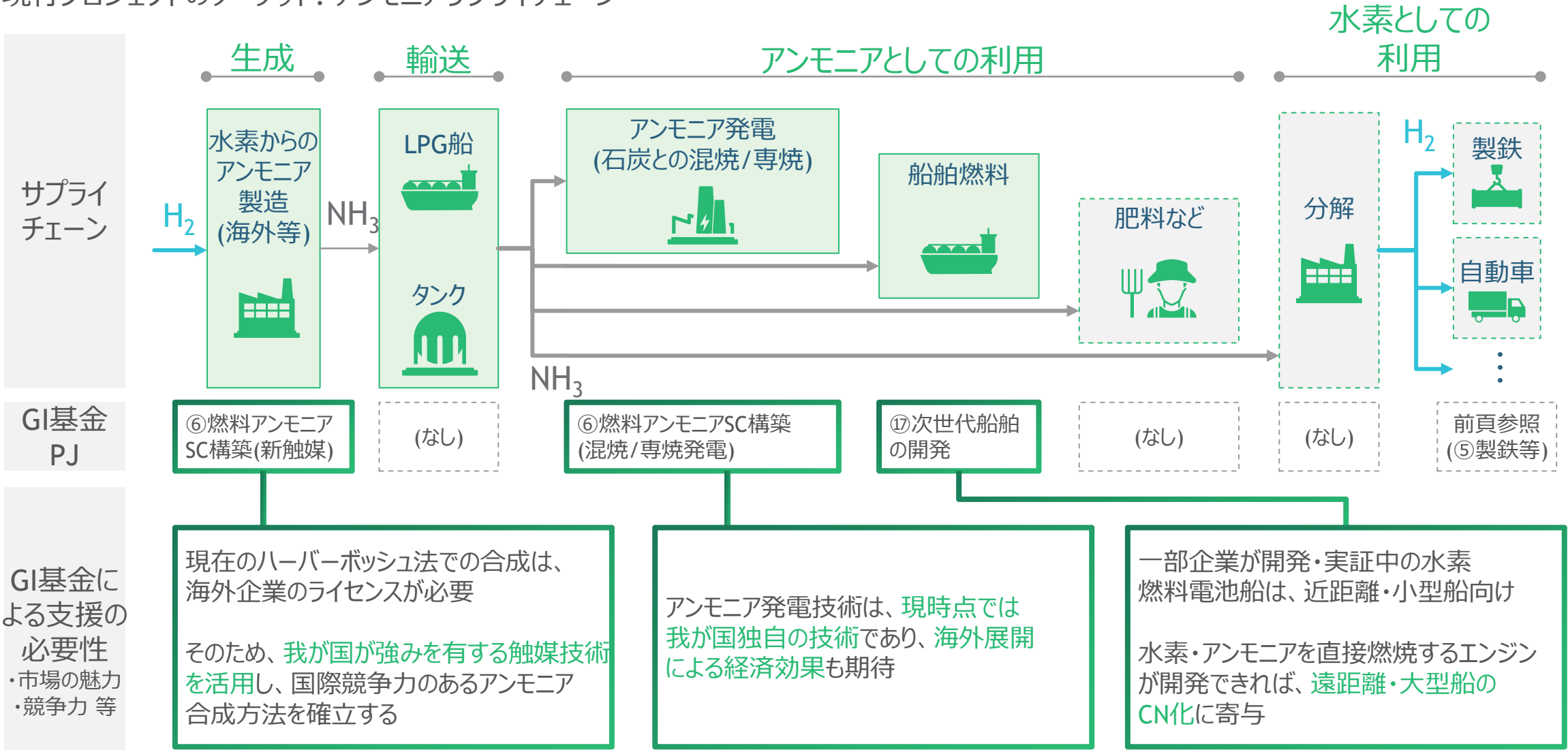
水素はサプライチェーン全体に投資をすることで、供給力確保と需要喚起を両立

現行プロジェクトのターゲット: 水素サプライチェーン



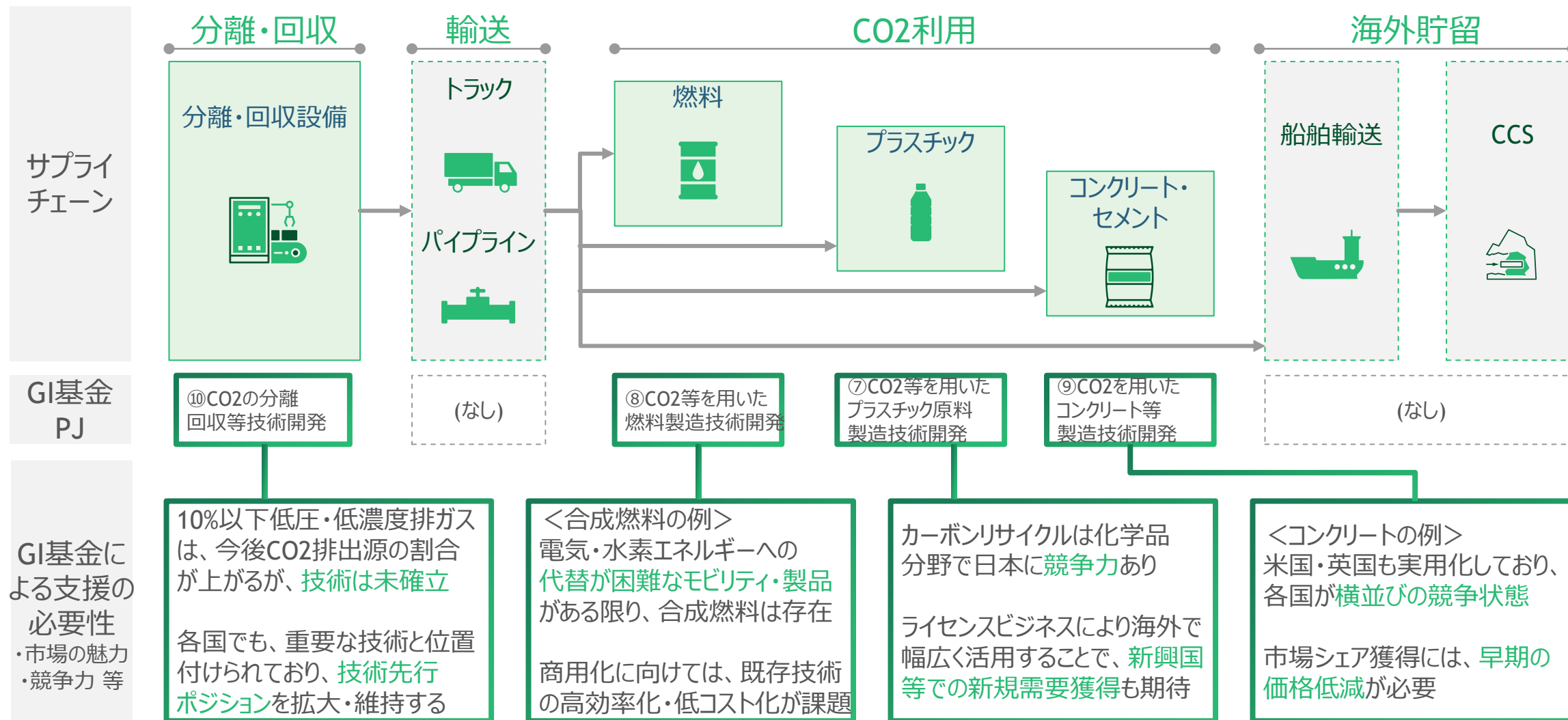
アンモニアに関しては、海外での製造と発電・船舶での利用が早期に見込まれている

現行プロジェクトのターゲット：アンモニアサプライチェーン

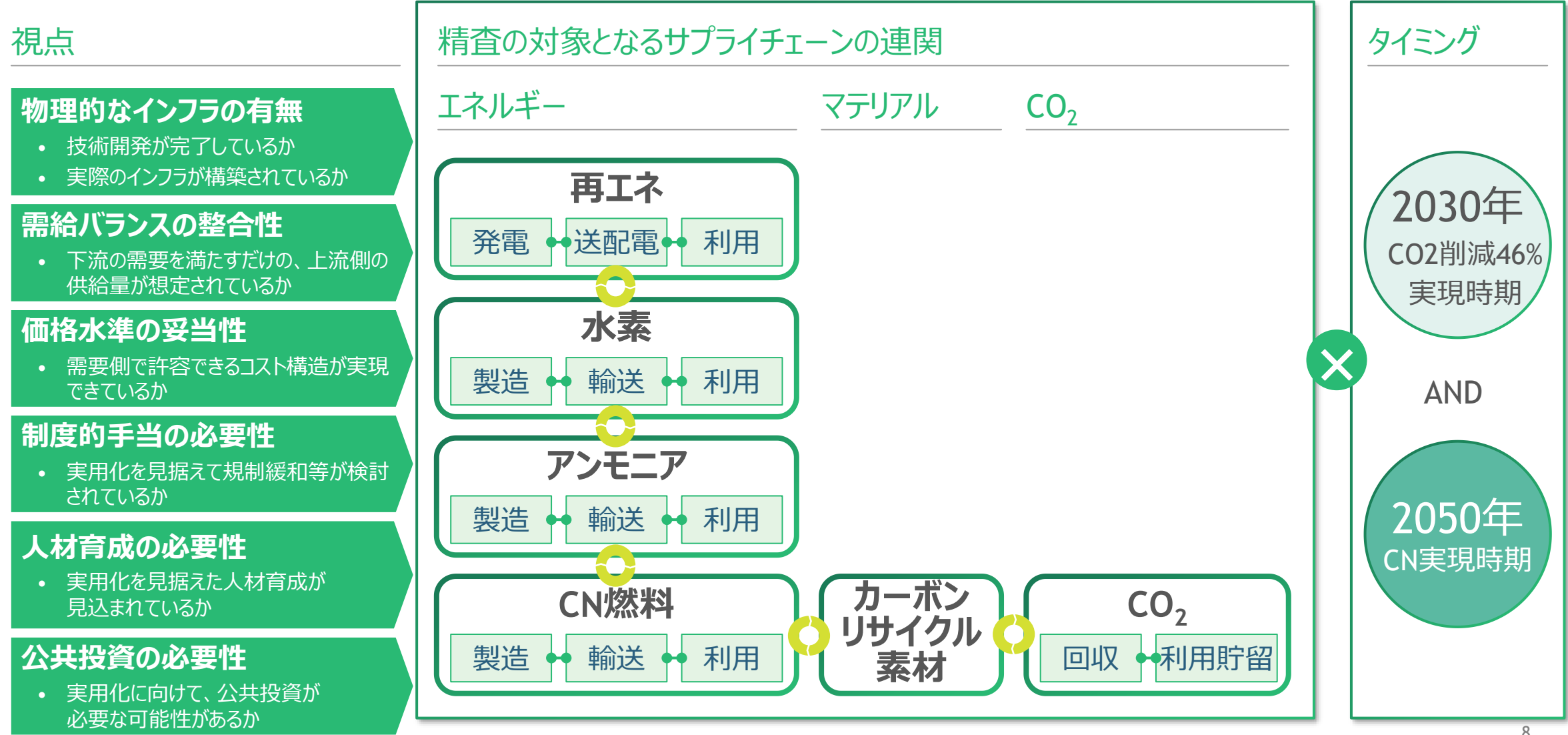


CCUSは技術が未確立な分離回収や魅力的な市場、競争力が見込めるCO2利用に投資

現行プロジェクトのターゲット：CCUSサプライチェーン



例示する4つのサプライチェーンについて、2030/2050のタイミングを見据えた課題を精査
プロジェクト間連携の精査における視点



各サプライチェーンに関して、特に需給バランスの不整合に留意する

プロジェクト間連携において精査すべき点(まとめ)

プロジェクト間連携において留意すべき点

再エネ

将来的な再エネの価格や供給量等の動向に留意

水素

輸送を軸とした上流の製造・下流の利用の需給バランスの整合が必要

- 上流⇔中流: 海外での日本向け製造量が不明で、日本への輸送量が紐づいていない
- 中流⇔下流: 水素発電分以外にも需給バランスを想定しておく必要あり

アンモニア

将来価格の想定を定め、発電以外の需要を見込むことが必要

- 2030年以降の価格低下の目標は現時点では示されていない
- 将来的な価格次第で船舶や脱水素での需要が大きくなり、その分の需要を見込む必要が出てくる可能性

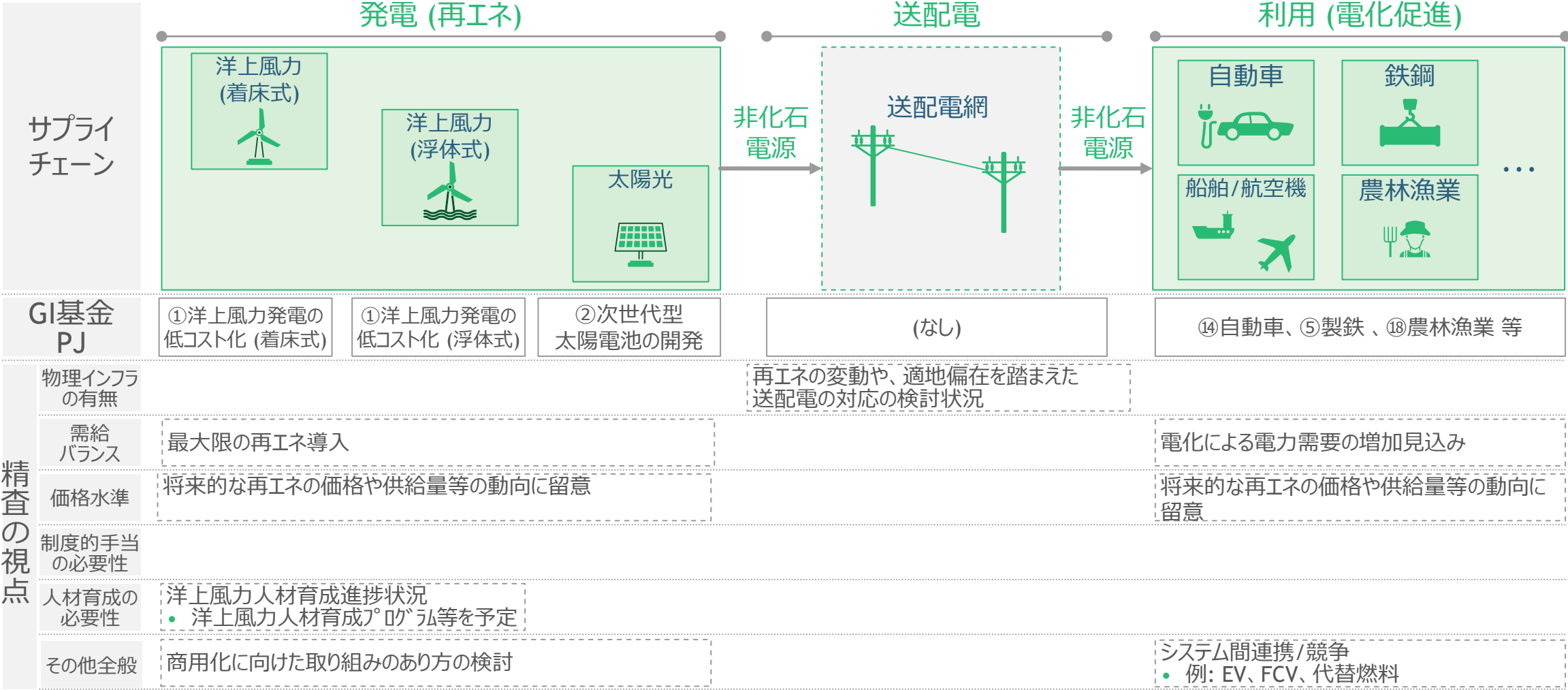
CCUS

サプライチェーン全体を通した需給バランス、特に輸送と海外CCSとの接続が必要

- サプライチェーン全体を通して、CO2の供給量(回収量)と需要量(利用・貯留合算)の整合が取られていない
- 海外CCS向けインフラ構築や受け入れ国との調整が必要

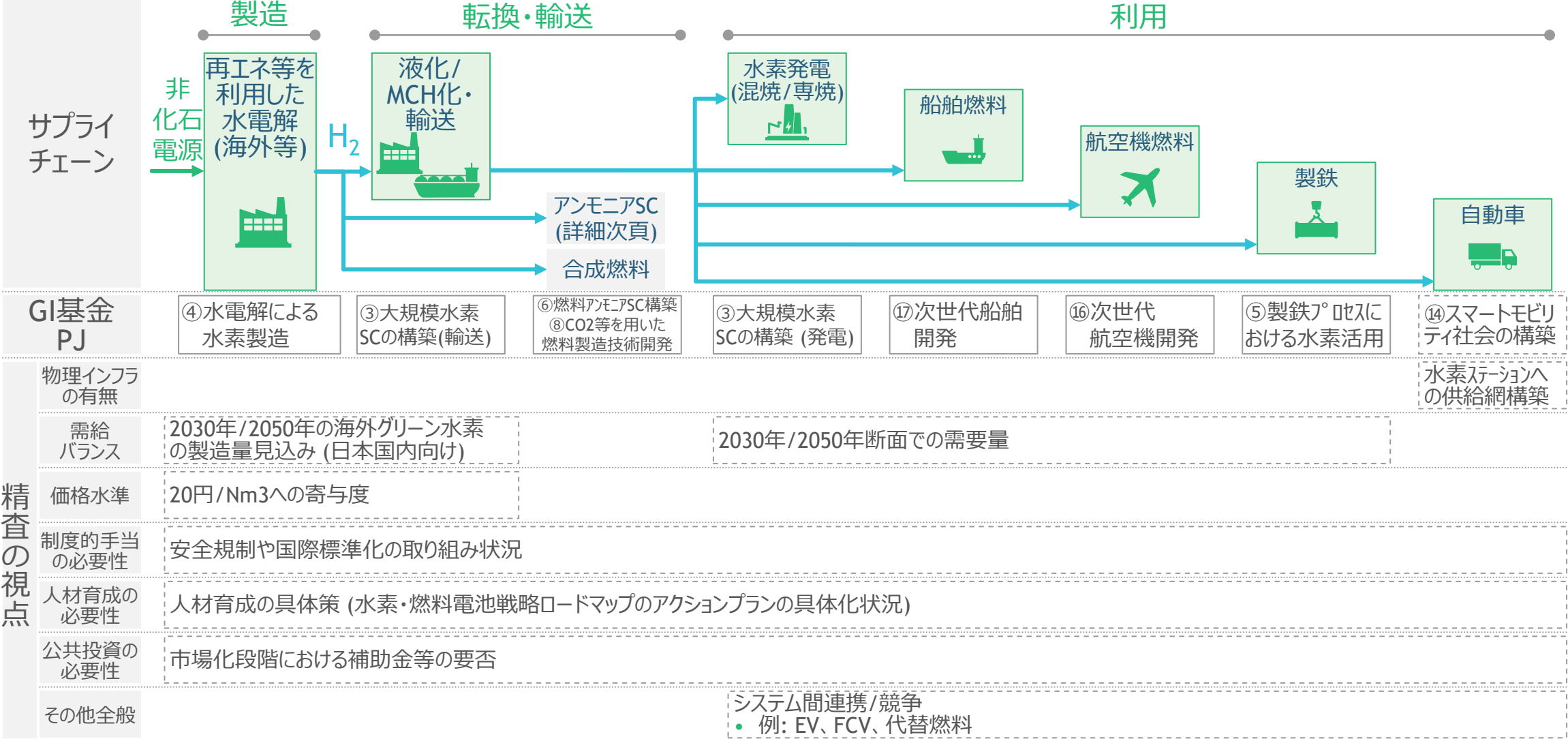
需給バランス等の整合や、物理インフラ・制度・人材面等の進捗状況も意識する必要

再エネサプライチェーンに関わるプロジェクト間連携：2050年断面



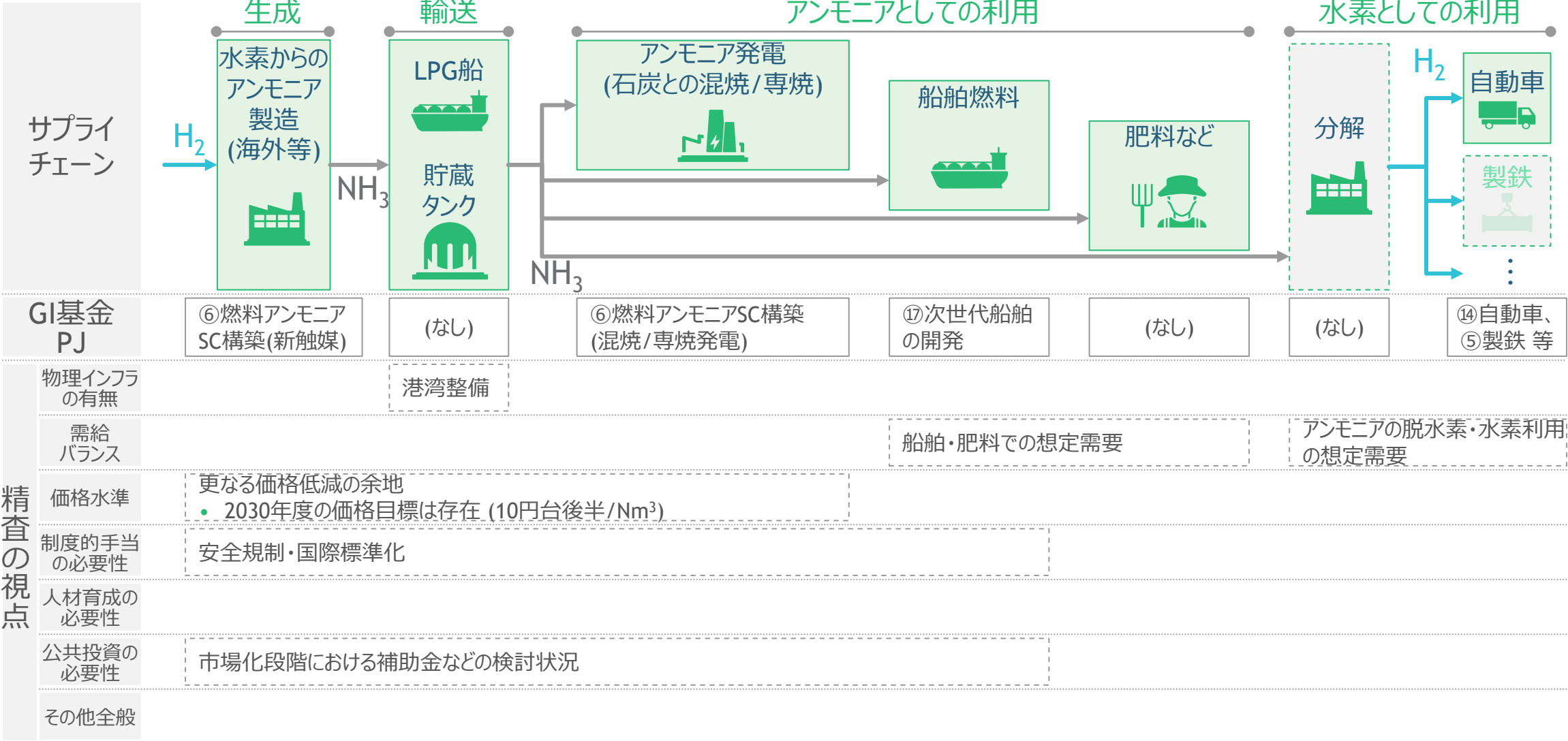
需給バランス等の整合や、物理インフラ・制度・人材面等の進捗状況も意識する必要

水素サプライチェーンに関わるプロジェクト間連携: 2050年断面



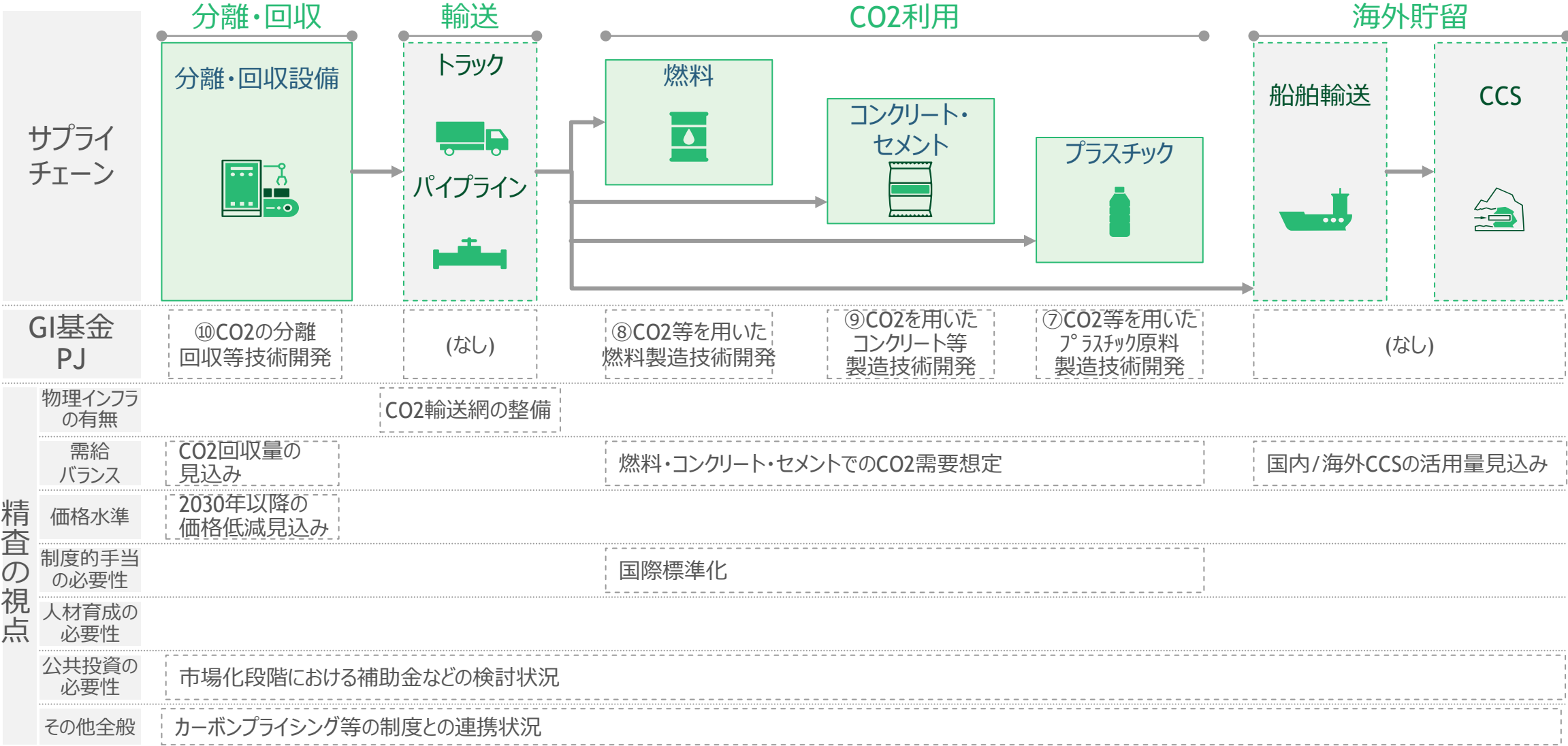
需給バランス等の整合や、物理インフラ・制度・人材面等の進捗状況も意識する必要

アンモニアサプライチェーンに関わるプロジェクト間連携: 2050年



需給バランス等の整合や、物理インフラ・制度・人材面等の進捗状況も意識する必要

CCUSサプライチェーンに関わるプロジェクト間連携: 2050年





bcg.com