



# 炭素削減インパクトランキングと 脱炭素先進事例のご紹介

データで読み解く脱炭素 第3回

ベイン・アンド・カンパニー、アスタミューゼ株式会社 共著

## ベイン・アンド・カンパニー、アスタミューゼについて

ベイン・アンド・カンパニーとアスタミューゼは、脱炭素をはじめとするESG領域において共同で分析を行っています。企業が持つ個別技術やイノベーションが脱炭素に貢献する技術領域において、どの程度競争力を有するかを定量的に示すことが可能です。ベイン・アンド・カンパニーは、ESGを起点とした、企業価値の最大化、事業ポートフォリオの変革、新規事業の立上げ、株主・アナリスト等IR戦略等、様々な企業変革のご支援を行っています。

ベイン・アンド・カンパニー <https://www.bain.com/ja/>

: 塚本幸子、渡部高士

アスタミューゼ株式会社 <https://www.astamuse.co.jp/>

: 野村 篤志、渡邊 正樹

### 【ご注意】

本レポートは、二次市場調査、ベイン・アンド・カンパニーに提供された財務情報の分析、および業界関係者への様々なインタビューに基づいて執筆されています。ベイン・アンド・カンパニーに提供された、または公開されている情報は独自に検証しておらず、これらの情報が正確または完全であることを明示的または暗示的に表明や保証するものではありません。本レポートに含まれる市場予測、財務情報、分析、結論は、上記の情報とベイン・アンド・カンパニーの考えに基づくものであり、将来の業績や結果の確定的な予測であったり、保証するものではありません。

本資料に記載されている情報、分析は、投資目的での使用やその他助言を意図したものではありません。また、ベイン・アンド・カンパニー、またはベイン・アンド・カンパニーの役員、取締役、株主、従業員、代理店は、本資料に含まれる情報や分析の使用に関してもいかなる責任も負いません。

本資料の著作権はベイン・アンド・カンパニーおよびアスタミューゼ株式会社に帰属します。資料全体または一部を公開、送信、配信、複製、複製、転載する場合は、ベイン・アンド・カンパニーとアスタミューゼ株式会社の書面による許可が必要となります。

## はじめに

この度、データ解析企業のアスタミューゼと戦略コンサルティングファームのベイン・アンド・カンパニーは共同で日本企業におけるESGに関する論文を発表致します。本稿はその3回目として、アスタミューゼの「炭素削減インパクトランキング」と共に、先進的なESG取り組みを行っているランキング上位企業のケーススタディーをご紹介します。

- ▶ 業界別温室効果ガス排出量の全体像
- ▶ 炭素削減インパクトスコア算出アプローチ紹介
  - 炭素削減に貢献する技術の整理および技術別炭素削減ポテンシャル評価
  - 炭素削減技術別での企業の技術／特許競争力評価
  - 企業別炭素削減インパクトスコア算出アプローチ
- ▶ 炭素削減インパクトスコアグローバルランキング上位20社発表
  - 2050年時点の炭素削減インパクトスコアグローバル総合ランキング
  - 2030年から2050年にかけてのインパクトスコアの時系列推移分析
- ▶ ランキング上位企業のケーススタディ

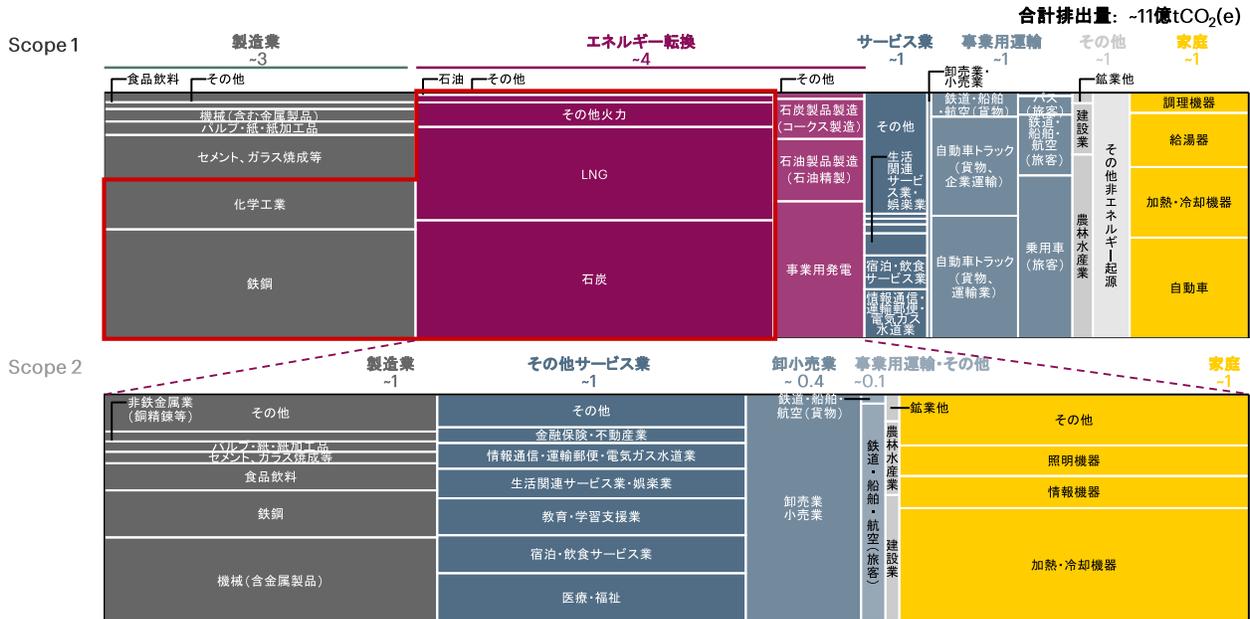
## 業界別温室効果ガス排出量の全体像

現在温室効果ガスの排出量はその排出方法によって「The Greenhouse Gas Protocol」が定めたスコープ1、2、3という区分けを用いて管理されており、スコープ1は事業者自らによる温室効果ガスの直接排出（化石燃料の燃焼など）、スコープ2は他社から提供されたエネルギーの使用による間接排出（電気の使用など）、スコープ3はスコープ1、2に含まれない間接排出（他社から購入する原料の生産・運搬の際の排出、自社の生産した製品を他者が利用した場合の排出、等）と定義されています。

日本のスコープ1排出量に該当する年間温室効果ガス排出量(2019年)は約11億tCO<sub>2</sub>(e)となります。また業界別に見ると、電力業界、鉄鋼業界、化学業界の排出量が全体の約50%と大きな割合を占めています。今後、脱炭素の動きが活発化するにつれて、電力、鉄鋼、化学業界のみならず、業界横断的な脱炭素技術の社会実装が、各国が掲げている二酸化炭素削減目標達成の礎となります。

炭素削減インパクトランキングと脱炭素先進事例のご紹介

図表1: 2019年の日本の年間温室効果ガス排出量は約11億tCO<sub>2</sub>(e)で、エネルギー転換を除くScope 1 排出量約7億tCO<sub>2</sub>(e)の内、製造業と事業用運輸が大半を占める



注: 運輸セグメントはその他業種(例、卸売業、運郵便業)の運輸消費を含む。その他サービスは学術研究・専門・技術サービス業、複合サービス事業、公務等を含む。その他非エネルギー起源は廃棄物のエネルギー利用、廃棄物の焼却と野焼き等を含む  
 出所: 国立環境研究所 日本の温室効果ガス排出量、資源エネルギー庁平成29年度エネルギー消費統計調査、JCCCA 家庭からの二酸化炭素排出量(2019年度)、JCCCA 家庭における消費電力量の内訳、ISEP 日本国内の電源構成(2019年度の年間発電量)

炭素削減インパクトスコア算出アプローチ紹介

アスタミューゼでは、主に技術的な観点から炭素削減の課題を整理の上、これら課題解決に貢献する技術を俯瞰的に整理し、技術別での「炭素削減ポテンシャル(A)」を定量評価しています。さらに、これら技術を保有する企業別での「技術・特許競争力(B)」を定量評価の上、(A)と(B)を乗じることで、「炭素削減インパクトスコア」を算定しています。

同スコアは事業会社の経営企画部門の方を主な対象として、自社保有技術の炭素削減インパクトの可視化にとどまらず、自社保有技術の用途展開／新規事業探索、有望な炭素削減技術を保有する提携／M&A候補先探索、事業ポートフォリオの見直し等での活用が見込まれます。

以下では、炭素削減インパクトスコア算出アプローチ概要および、同スコアに基づくグローバル企業ランキングをご紹介します。

(1) 炭素削減に貢献する技術の整理および技術別炭素削減ポテンシャル評価

二酸化炭素、メタンのような炭素を含む温室効果ガスは、人類の様々なエネルギー利活用により排出されます。こうした炭素の排出量を削減するためには、(a)エネルギー利用を効率化すること、(b)炭素を排出しない代替物を利用すること、(c)排出された炭素を削減すること、が課題となります。

炭素削減インパクトランキングと脱炭素先進事例のご紹介

アスタミューゼでは、これらの課題解決に貢献するアプローチ／技術を俯瞰的に整理し、38の技術を特定しています。これらの分析においては、客観的で確からしい技術情報（特許データ）の他、最先端の研究テーマ（公的研究開発投資データ）、有望なビジネスモデル（ベンチャービジネス投資データ）等約7億件に及ぶ同社保有データベースおよび領域俯瞰的なテクノロジーアナリストの知見を活用しています。

これら38の炭素削減技術別の削減ポテンシャルは、以下の3要素を乗じることで算出しています。

- (a) 各炭素削減技術が削減貢献できる2020年時点の排出炭素量
- (b) 2030年／2050年時点での、各炭素削減技術の既存技術比炭素削減率
- (c) 2030年／2050年時点での、炭素削減技術の社会実装率

なお、これら38の技術別炭素削減ポテンシャルの時系列での推移を分析するため、2030年／2050年の2つの時点でのポテンシャルを定量評価しています。

こうしたアプローチで算出した技術別炭素削減ポテンシャルは以下の通りです。

赤字：ポテンシャルが大きい上位3技術

目的	課題	炭素削減技術	炭素削減ポテンシャル(単位: 億トン)			
			2030年 (a)	2050年 (b)	2030年と2050年 の差分((b)-(a))	
エネルギー利用を減らす	エネルギー利用の効率化	パワー半導体	25.8	51.6	25.8	
		廃棄物・下水汚泥処理(水素、メタン、BFCでエネルギー回収等)	1.8	49.8	48.0	
		高効率火力発電(石炭、天然ガス、油田からのメタン回収等)	12.5	35.4	22.9	
		スマート交通、MaaS	0.6	9.6	9.0	
		省エネ家電、照明	6.0	8.6	2.6	
		低エネルギー住宅(断熱、HEMS・BEMS・ZEH・ZEB等)	1.9	8.3	6.4	
		エコカー(エンジン効率化、小型化による使用料削減、躯体の軽量化等)	1.1	8.2	7.1	
		スマートグリッド・スマートシティ	1.0	6.5	5.5	
		食品製造時の副生成物、廃食品の活用、フードロス削減	0.4	3.7	3.3	
		送電ロス低減(超電導線材等)	0.1	1.7	1.6	
		化石燃料を使わない	化石燃料利用の削減	水素システム・インフラ(製造、貯蔵、配送)	2.1	77.9
産業機器類の電化(加熱、乾燥等)、エネルギーマネジメント	24.4			49.7	25.3	
水素／アンモニア発電	4.0			39.6	35.6	
電気駆動・給電設備(船、飛行機、農機、建機等)、自動車を除く	5.1			29.6	24.5	
電気自動車	18.7			29.0	10.3	
低炭素製鉄(コークス代替還元材料、水素等)	15.2			24.8	9.6	
アンモニア駆動(自動車・船舶)	2.4			22.6	20.2	
水素・燃料電池車	2.0			20.3	18.2	
バイオ素材(コンクリート・バイオマス由来プラスチック等)	3.5			19.8	16.3	
モーダルシフト(公共交通機関・トラック・オンデマンド交通等から鉄道、船舶等へ)	1.8			10.1	8.4	
再エネ等の利活用の促進	再エネ等の利活用の促進		原子力、核融合	9.8	9.8	0.0
			フロン類の排出抑制、グリーン冷媒	4.0	6.8	2.8
			培養肉、代替肉、乳代替(畜産メタンの削減等)	0.5	5.4	5.0
			エネルギーハーベスティング	0.0	1.1	1.1
			蓄熱・熱輸送技術、ヒートポンプ	0.0	0.0	0.0
			水力エネルギー、中小水力発電	65.1	65.1	0.0
			海洋エネルギー	10.0	56.5	46.5
			太陽光・太陽熱発電	32.9	55.9	23.0
			バイオエネルギー(発電、燃料)	9.5	53.7	44.2
			風力エネルギー	15.4	26.1	10.8
排出された炭素を減らす	炭素の回収・固定化	地熱エネルギー	0.0	0.9	0.9	
		CO2吸収・吸着・分離素材	4.3	64.5	60.2	
		土壌・海洋への炭素貯蓄	2.3	37.8	35.5	
		地層注入・海底貯蓄	12.0	36.0	24.0	
	炭素の利用	植林・砂漠緑化	2.1	7.0	4.9	
		カーボンリユース(回収したCO2を製造に利用、化学品、燃料、コンクリート等)	10.2	58.0	47.8	
		木材の高度利用、プラスチック・金属素材の木材・紙化	0.5	5.5	4.9	
		スマート農業	0.1	0.6	0.5	

## 炭素削減インパクトランキングと脱炭素先進事例のご紹介

上記のとおり、2030年時点では水力エネルギー・中小水力発電、太陽光・太陽熱発電、パワー半導体が炭素削減に対するインパクトの高い技術となります(上記「2030年(a)」参照)。一方、2030年以降2050年までの間には、水素システム・インフラ、CO<sub>2</sub>吸収・吸着・分離素材、廃棄物・下水汚泥処理等技術のポテンシャルが高まることを見込まれます。(「2030年と2050年の差分(b)-(a)」参照)

### (2) 炭素削減技術毎の企業別の技術／特許競争力評価

上記で整理した38の炭素削減技術において、企業の技術／特許競争力を可視化するため、アスタミューゼは独自に開発した特許スコアリング手法を活用して技術／特許競争力評価を行いました。評価アプローチとしては、各特許の他社への排他権としてのインパクト評価に加え、地理的な権利範囲(出願国など)、権利の時間的な残存期間などを重みづけし、特許毎にスコアリングをした「パテントインパクトスコア」を算出し、これを企業単位で集計した「トータルパテントアセット」を活用しています。

### (3) 企業別炭素削減インパクトスコアの算出アプローチ

(1)で算出した38の技術別の「炭素削減ポテンシャル」と、(2)で算出した企業別の技術／特許競争力評価を乗じることにより、企業別の「炭素削減インパクトスコア」を算出しています。

本リリースでは、2050年時点での企業別炭素削減インパクト総合スコア(企業毎の技術別炭素削減インパクトスコアを合計したスコア)上位20社のご紹介および、同20社の2030年からの順位およびスコアの推移分析結果をご紹介します。

## 炭素削減インパクトランキングと脱炭素先進事例のご紹介

## 炭素削減インパクトスコアグローバルランキング上位20社発表

## (1) 2050年時点の炭素削減インパクトスコアグローバル総合ランキング

2050年 炭素削減インパクトスコア グローバルランキング				(参考)2030年		
順位	企業・組織	国籍	炭素削減インパクトスコア	2030年から2050年の順位変化	順位	炭素削減インパクトスコア
1	Toyota Motor Corp.	日本	2,320,936	↑ 1	2	546,046
2	General Electric Co.	米国	2,121,000	↓ -1	1	683,216
3	Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.	日本	1,404,160	→ 0	3	457,679
4	Siemens AG	ドイツ	1,367,219	↑ 1	5	395,448
5	Hyundai Motor Co., Ltd.	韓国	1,232,083	↑ 4	9	263,160
6	Hitachi Ltd.	日本	1,139,607	↓ -2	4	433,828
7	Toshiba Corp.	日本	954,668	↓ -1	6	344,741
8	Exxon Mobil Corp.	米国	831,623	→ 0	8	268,949
9	Honda Motor Co., Ltd.	日本	669,988	↑ 8	17	161,328
10	Honeywell International, Inc.	米国	621,716	↑ 4	14	212,710
11	Panasonic Corp.	日本	620,677	↑ 8	19	161,087
12	JFE Holdings, Inc.	日本	581,073	↓ -2	10	257,870
13	The Boeing Co.	米国	570,526	↑ 20	33	100,788
14	Infineon Technologies AG	ドイツ	561,221	↓ -7	7	280,037
15	Ford Motor Co.	米国	541,434	↑ 5	20	156,247
16	POSCO	韓国	515,490	↓ -3	13	229,544
17	Mitsubishi Electric Corp.	日本	498,559	↓ -5	12	240,752
18	IHI Corp.	日本	456,092	↑ 26	44	68,738
19	DENSO Corp.	日本	425,341	↑ 2	21	155,479
20	Kobe Steel, Ltd.	日本	379,794	↓ -2	18	161,263

■ 日本企業

出所：アスタムーゼ分析

2050年時点の炭素削減インパクトスコア総合ランキング第1位はトヨタ自動車であり、電気自動車、水素／燃料電池車等の技術で競争力首位となりました。同社は、自動車関連技術の他、スマートグリッド・スマートシティー、水素アンモニア発電等の技術競争力でもグローバル上位3位以内に入るなど、多様な領域で高い技術競争力を有していることがわかりました。日本企業はトヨタ自動車以外にも、グローバルランキング上位10位以内に三菱重工、日立製作所、東芝、本田技研の4社がランクインしました。これらの企業が高い競争力を有する領域は多岐にわたりますが、水素（水素システム・インフラ、水素・アンモニア発電等）、自動車（電気自動車等）、エネルギー（水力エネルギー／中小水力発電等）関連技術に加え、CO2吸収・吸着・分離素材、パワー半導体等を中心に、日本企業が高い技術競争力を有していることがわかりました。

なお米国では、グローバルで第2位のGeneral Electricが同国企業最高位となり、炭素の地層注入／海底貯留や、高効率火力発電技術で高い技術競争力を有しています。

また、欧州企業ではSiemensが最高位（グローバルで第4位）となっており、水素／アンモニア発電、エネルギー・マネジメントシステム、風力等の領域で、世界でもトップクラスの技術競争力を保有しています。

炭素削減インパクトランキングと脱炭素先進事例のご紹介

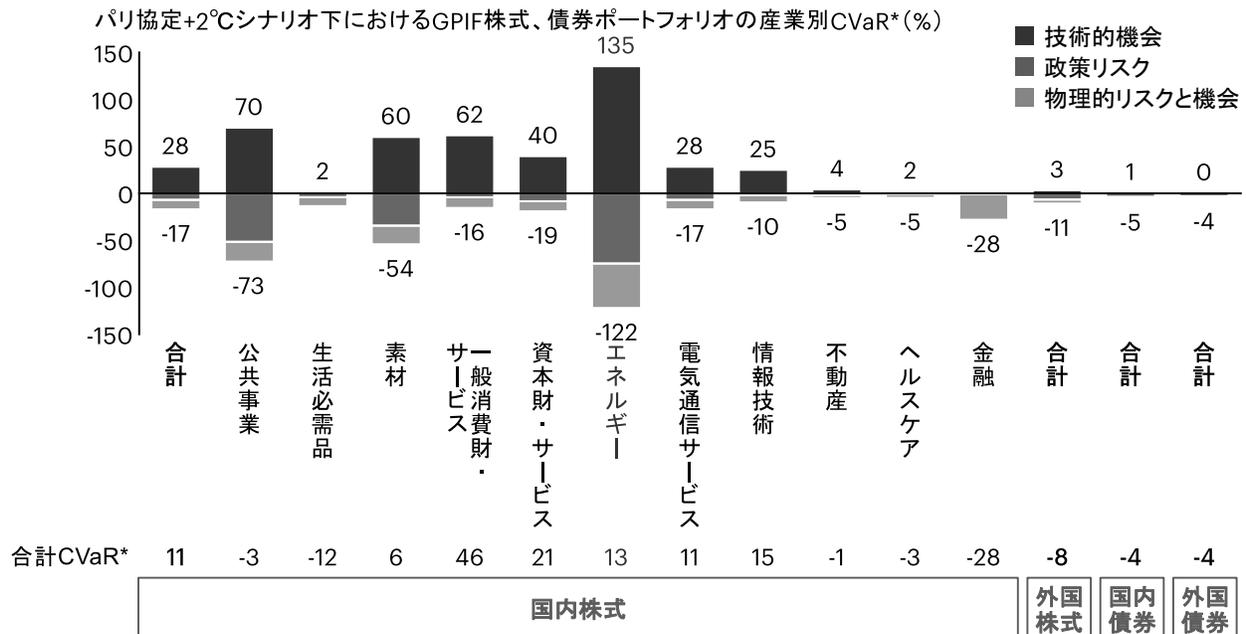
(2) 2030年から50年にかけてのインパクトスコアの時系列推移分析

2030年と2050年を比較した結果、上位3社(トヨタ自動車、General Electric、三菱重工)の顔ぶれには変化がありませんでしたが、2030年から2050年にかけて順位を上昇(または下落)させることが見込まれる企業もあります。例えば、本田技研は2030年の17位から2050年には9位と大きく順位を上昇させることが予測されます。この背景としては、2030年から2050年にかけて炭素削減ポテンシャルが急速に高まると見込まれる水素システム・インフラや水素・燃料電池車関連技術において、同社が高い競争優位性を有していることが貢献しています。

ランキング上位企業のケーススタディー

「脱炭素」は多くの企業にとってリスクとして捉われておりますが、企業が保有する技術を活用する事により、新たなビジネスの機会創出にもなり得ます。例えば、GPIFの2019年ESG活動報告によると、気温が2°C上昇するシナリオ下では、技術面での新たな機会創出が見込まれるため、脱炭素は日本企業に対するリスクより、成長機会が上回る可能性があると発表しております。

図表2: GPIF/MSCI ESG Research investment on policy/technological/physical risks for portfolio



\*Climate Value at Risk(CVaR)は気候変動が株式価値や債券価値に与える影響を示す指標(パリ協定2°Cシナリオを基に算出)  
 出所: GPIF FY19 ESG活動報告書を基にベイン・アンド・カンパニー作成

脱炭素を含むESG施策を成長機会、すなわち企業価値向上につなげる為には、大きく4つの要件があります。それらの要件とは、①明確なターゲット、②ターゲットの達成に必要な「攻め」と「守り」のESG施策、③ESG施策を実行する為のオペレーティングモデル、④ESG施策の成果の対内・対外的コミュニケーションを含む効果の刈り取りです。

炭素削減インパクトランキングと脱炭素先進事例のご紹介

図表3: ESG戦略と価値創造プランの策定にはビジネス戦略の策定と同様の手順が求められる

/ ILLUSTRATIVE

<p>Ambition &amp; targets</p> 	<p><b>明確なESG目標の策定</b> マテリアリティが高い自社の最重要ESG課題について定量的な短期、中期、長期目標を策定</p>
<p>Where to play</p> 	<p><b>ESG目標を達成するために実行すべき施策・優先順位を計画</b></p> <p><b>「攻め」</b> ESG推進を軸に、提供している製品・サービスを差別化し、顧客に価値訴求を行う事で売上を増加し、企業価値の増加を狙った施策</p> <p><b>「守り」</b> リスク管理、規制対応など、売上増加には直結せず、企業価値の低下を防ぐ為の施策</p>
<p>How to win</p> 	<p><b>「攻め」と「守り」を実行する為のオペレーティングモデル（組織体制、責務・役割分担、ガバナンス、プロセス）を設計</b></p> <p>最高サステナビリティ責任者と最高財務責任者が連携し、事業計画に「攻め」と「守り」の施策を組み込む 本社、各事業部、各地域のKPIを策定 パートナーシップを含む、社内外の責務・役割を策定、等</p>
<p>Results delivery</p> 	<p><b>施策を実行し、効果を刈り取り</b></p> <p>ESG推進体制を実装 全社横断的にKPIを管理 施策の成果を投資家を含む社外・社内ステークホルダーに発信 M&amp;A、パートナーシップ、等</p>

出所: ベイン・アンド・カンパニー

上記の要件を満たすことで、ESGの推進と企業価値向上を実現したドイツの製造メーカー、Siemensのケーススタディをご紹介します。

Siemensは1847年にドイツで創業した製造メーカーで、現在は生産設備、情報通信、防衛、交通、家電、システムソリューション等、幅広く事業を展開している会社です。Siemensは2014年にVision2020という経営方針を発表し、その中で従来のマネジメントモデルを発展させ、サステナビリティを包括した新たな事業戦略を提唱しました。更に、2015年に、製造メーカーにとってマテリアリティの高い脱炭素に向け、主要競合より一歩先んじて、2030年までにスコープ1及び2に加え、温室効果ガス排出量ニュートラルの実現を目標として掲げました。以降、ESG推進を成長戦略の一つの柱とし、ターゲットの達成に向けた施策、組織設計、コミュニケーションを策定・実行しています。「攻め」の施策においては、スタートアップの支援や外部パートナーシップによる新たな技術・サービスの開発に特化した子会社であるネクスト47を設立しており、小規模電力網用デジタルソリューションの開発や、エアバス・ロールスロイスとハイブリッド電動飛行機「E-Fan X」の共同開発を実施しています。また、産業機器の電化・効率化などを含む顧客へのデジタルソリューション提供に向け、産業用ソフトウェア開発会社であるMentor Graphics Corporationを2017年に買収し、「守り」の施策として、ガス・電力事業を分社化し、2025年までに持ち株比率を25%までに減らし連結対象からの除外を目指すなど、ポートフォリオの脱炭素化を推進しています。上記の脱炭素施策を含むESG推進を実行する為、Siemensは上級管理職や取締役会の報酬とESG目標の達成度合いを連動させることで、ESG推進にインセンティブを設けています。また、各事業、地域の連結子会社CEOは責任領域に対してESG活動目標を設定し、KPIを管理することが必須となっています。Siemensは既に2015年比でスコープ1及び2、

## 炭素削減インパクトランキングと脱炭素先進事例のご紹介

そして温室効果ガス排出量を半減させることに成功しており、EV/EBITマルチプルは2014年1月から2020年1月にかけて1.2倍上昇(主要競合企業中央値は0.7倍)、同期間のEBITマージンは1%上昇(主要競合企業中央値は-1.6%)しています。また、DJSI、MSCI、CDP、FTSEなどの多くのESG認証機関から高く評価されています。

Siemensは2021年6月に事業戦略の一部となる“DEGREE”フレームワークを発表し、脱炭素(Decarbonization)に加え、倫理(Ethics)、ガバナンス(Governance)、資源効率性(Resource efficiency)、公正さ(Equity)、雇用環境(Employability)の領域におけるターゲットを掲げ、ESG推進を強化しています。

改めて、今後脱炭素の流れは世界的に加速することが見込まれ、炭素インパクトランキングにて上位ランクを誇る日本企業にとっては大きなビジネスチャンスとなります。今回ご紹介させていただいたSiemensと同様、明確な脱炭素ターゲット、施策、を設定し、イネイプラーを設ける事により、脱炭素という世界的な社会課題の解決への貢献と並行し、企業価値の向上が期待されます。

## Bold ideas. Bold teams. Extraordinary results.

ベイン・アンド・カンパニーは、未来を切り開き、変革を起こそうとしている世界のビジネス・リーダーを支援しているコンサルティングファームです。1973年の創設以来、クライアントの成功をベインの成功指標とし、世界38か国63拠点のネットワークを展開しています。クライアントが厳しい競争環境の中でも成長し続け、クライアントと共通の目標に向かって「結果」を出せるように支援しています。ベインのクライアントの株価は市場平均に対し約4倍のパフォーマンスを達成しており、私たちは持続可能で優れた結果をより早く提供するために、様々な業界や経営テーマにおける知識を統合し、外部の厳選されたデジタル企業等とも提携しながらクライアントごとにカスタマイズしたコンサルティング活動を行っています。

商号： ベイン・アンド・カンパニー・ジャパン・インコーポレイテッド

代表者： 奥野 慎太郎(日本における代表)

所在地： 東京都港区赤坂9-7-1 ミッドタウン・タワー8階

URL： <https://www.bain.co.jp>

### 【本件についてのお問い合わせ先】

ベイン・アンド・カンパニー マーケティング／広報

Tel. 03-4563-1103 / [marketing.tokyo@bain.com](mailto:marketing.tokyo@bain.com)