

# World Trend Foresight

気候変動レポート Vol. 5:

「最初の燃料」エネルギー効率向上

ー世界の転換を進めるためのグローバルな協調を

2025 年 2 月

PwC コンサルティング合同会社

PwC Intelligence マネージャー 相川高信



社会全体でエネルギーを効率的に使い、エネルギー効率を高めることは、「最初の燃料 (first fuel)」と呼ばれ<sup>1</sup>、エネルギー問題を考える際に真っ先に考えるべき対策である。気候変動上も重要な対策だと認識されており、2023 年の COP28 において、世界でエネルギー効率の年間の改善率を 2 倍にすることが合意された。効率的なエネルギー利用により使用量を減らすことができれば、金銭的な負担を軽くし、安全保障の文脈でも自律性を高めることができる。

本稿では、エネルギー効率化についての最新状況を概観した後に、具体的な改善策と今後の展望について、主に機器効率化と電化に焦点を当てて解説を行う。ビジネスから見た場合のエネルギー効率化のアプローチについても、自社のエネルギー利用を効率化することに加えて、高効率の製品やサービスの提供を通じた貢献があることを述べる。最後に、グローバルレベルでエネルギー効率を高めるための課題を、産業と機器レベルでの移転の問題を取り上げ、意味ある気候変動対策のためには、エネルギー供給の脱炭素化やサーキュラーエコノミーの施策と統合的に実施する必要があることを示す。

## 1. エネルギー効率化の意義と発展状況

### (1) エネルギー効率化の気候変動対策としての意義

エネルギー効率化は、気候変動対策のためのエネルギー分野の対策の重要な柱となる。主要な温室効果ガスである CO<sub>2</sub> の排出を要因分解するために考案された、茅恒等式という有名な数式がある(図表 1)。この式で言えば、再生可能エネルギーの利用によるエネルギー供給の脱炭素化が第一項に、本稿で取り上げる需要側のエネルギー効率の改善が第二項に相当する。第三項は、一人当たりの経済水準を表すので、世界全体で経済成長を実現しながら CO<sub>2</sub> 排出の削減を図るためには、この 2 つの項を小さくしていく取り組みが重要であることが明らかである。

図表 1 茅恒等式

$$\text{CO}_2\text{排出量} = \frac{\text{CO}_2\text{排出量}}{\text{エネルギー消費量}} \times \frac{\text{エネルギー消費量}}{\text{GDP}} \times \frac{\text{GDP}}{\text{人口}} \times \text{人口}$$

<sup>1</sup> World Economic Forum (2022), "[Energy efficiency is the world's 'first fuel' - and the main route to net zero, says IEA chief](#)" (2025 年 2 月 20 日アクセス)

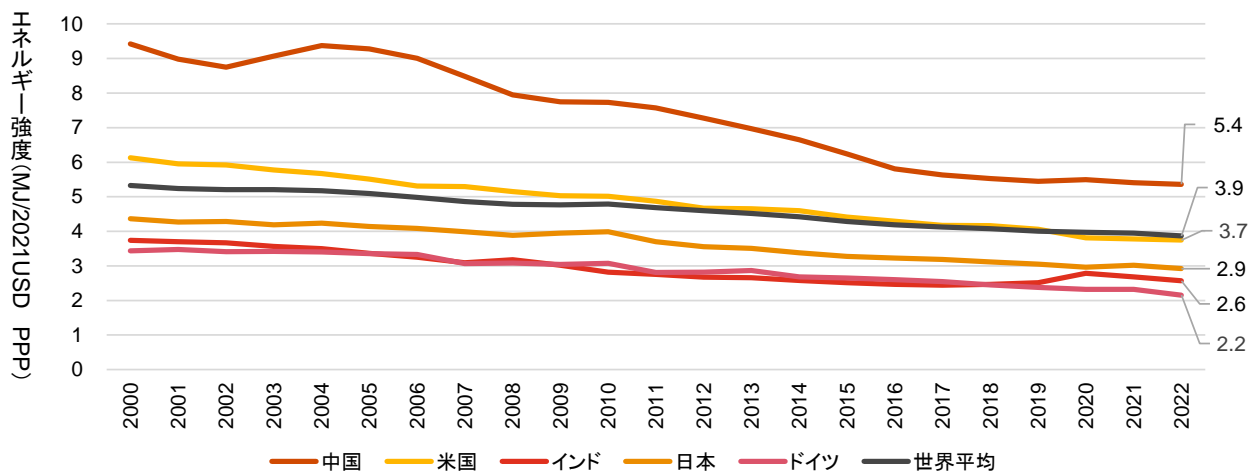
## (2) エネルギー効率改善の加速

国際エネルギー機関(IEA)の分析によれば、2030 年までの GHG 削減量のおよそ 1/3 がエネルギー効率化により実現する。また、化石燃料からの脱却(transition away from fossil fuel)のための主要な手段であり、IEA のネットゼロシナリオにおいて想定されている石油消費削減量の 70%、天然ガスの 50%が、エネルギー効率化を通じて達成されると試算されている。

エネルギー効率化は、経済的な便益も期待できる取り組みである点が重要である。しかも、多くの対策が高い投資効果があることから、既存の技術で実行できる点に特徴があり、世界全体ではエネルギー強度(単位あたりの GDP を産出する際に必要なエネルギー量)は下がっている。つまり、より少ないエネルギー投入量で、経済活動を行うことが可能になってきている。

図表 2 は、エネルギー効率の指標として、エネルギー強度を見た場合に、2000 年から 2023 年までの変化を主要国について示したものである。この図から、世界全体、もしくは主要国を見ても、エネルギー強度が一貫して改善傾向にあることが分かる。

図表 2 世界の主要国におけるエネルギー効率化の進展(2000 年～2022 年)



注)エネルギー供給量は IEA、GDP は世界銀行(2021 年購買力米ドル平価)

(出所)IEA および世界銀行のデータから PwC Intelligence 作成

ただし、エネルギー需要は、国によって異なる気候条件や国土の広さ、産業構造など多様な要因が影響するため、エネルギー強度の絶対値および改善スピードは異なっており、単純比較は意味がないことに注意が必要である。このことを前提にして、国ごとの大まかな違いを見ると、製造業が集積する「世界の工場」中国は、エネルギー強度の改善が続いており、特に 2010 年代は平均で 3.4%と高い改善率を記録していたが、依然として世界平均よりも高い。一方で、インドはそもそもエネルギー強度が低く、改善率も中国ほど高くない。日本は 2010 年代に 2.5%の改善率を記録したが、これはエネルギー多消費産業の縮小などが原因になっている可能性があり、注意が必要である<sup>2</sup>。

また、世界的な傾向として、改善率が鈍化している。特に、2020 年代に入り、エネルギー危機があった 2022 年を除いては、全体的に改善率は下げ止まっていた。気候変動対策として見た場合には、より高い改善率を実現していく必要がある。そのため、2023 年の COP28 では、2030 までに再エネの発電容量を 3 倍にするとともに、エネルギー効率の改善率を 2 倍にすることが提案され、120 か国以上が合意した。2010 年代に世界全体のエネルギー効率の改善率は 2%であったので、これを 4%にすることを目指すことになる。

<sup>2</sup> 野村浩二(2023)「エネルギー投入と経済成長～日本経済の経験から何を学ぶか～」『経済分析』第 206 号。

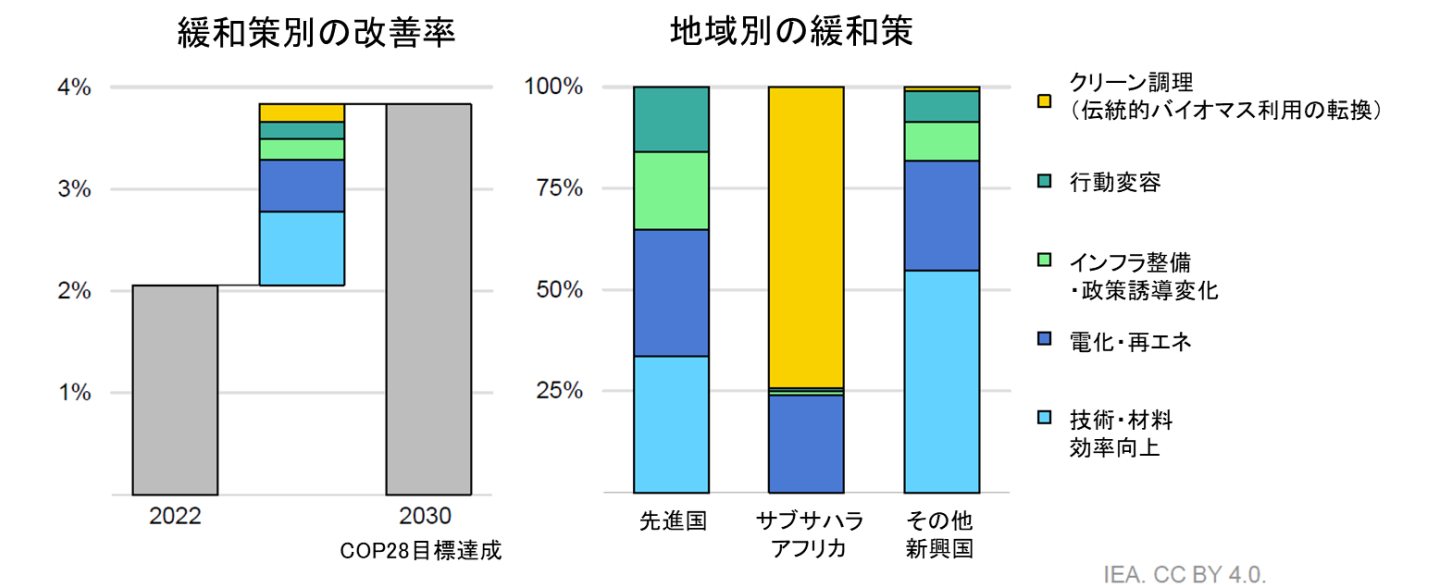
## 2. エネルギー効率の手段と今後の展望

次に、COP28 で合意された世界全体の改善率の 2 倍化が、どのような手段によって実現するかを概観しておく。

### (1) エネルギー効率化・今後の展望

IEA はエネルギー効率化を実現するための方策を、技術・材料(のエネルギー)効率向上、電化、燃料転換、そして行動変容に分類している(図表 3)。また、このシナリオでは、伝統的バイオマス利用からの燃料転換も考慮されており、サブサハラアフリカで大きな割合を占めている<sup>3</sup>。

図表 3 エネルギー効率改善率 2 倍シナリオにおける対策の内訳



(出所) IEA (2024) “Energy Efficiency 2024”

この中で最も大きな追加的な改善が見込まれるのは、技術・材料に関わる取り組みである。ここには、様々な機器や設備のエネルギー効率の向上が含まれている。分かりやすいのは、蛍光灯から LED 照明への転換で、消費電力量を 3 割以上減らすことができる。合わせて、照明の場合は採光の工夫や、冷暖房の場合は建物躯体の断熱性能の向上なども重要である。

次いで大きいのは電化である。これは、化石燃料を直接燃焼していた機器を電気の力で駆動するものに代えることである。電気は質の高いエネルギーであり「動力」として取り出しても高い効率を発揮するという物理法則にしたがい、エネルギー効率が飛躍的に向上する。気候変動の文脈で、ヒートポンプや電気自動車 (EV) などへの転換が推奨される背景には、この理論的なエネルギー効率の大幅な改善がある。電化は、漸近的に進んできたエネルギー効率のゲームチェンジャーになる可能性を秘めており、非常に重要な技術であると考えられている。

その他の分類としては、インフラ整備と政策誘導による変化がある。インフラ整備については、鉄道や路面電車などの公共交通の整備やモーダルシフトなどが含まれる。行動変容には広範な対策が含まれ、ナッジを利用した行動変容 (エコドライブや電灯のこまめな消灯) などが相当する。これらのエネルギー効率を高める行動を拡大するために、初期費用の補助や、専門的技術や知識の提供などの、政策的な誘導も非常に重要である。

<sup>3</sup> バイオマスエネルギーにおける伝統的バイオマス利用の転換については、PwC Intelligence (2025 年 2 月)「気候変動レポート Vol.4: 再エネの巨人・バイオマスエネルギーを呼び覚ます」を参照のこと。

## (2) エネルギー効率化の主要な方策

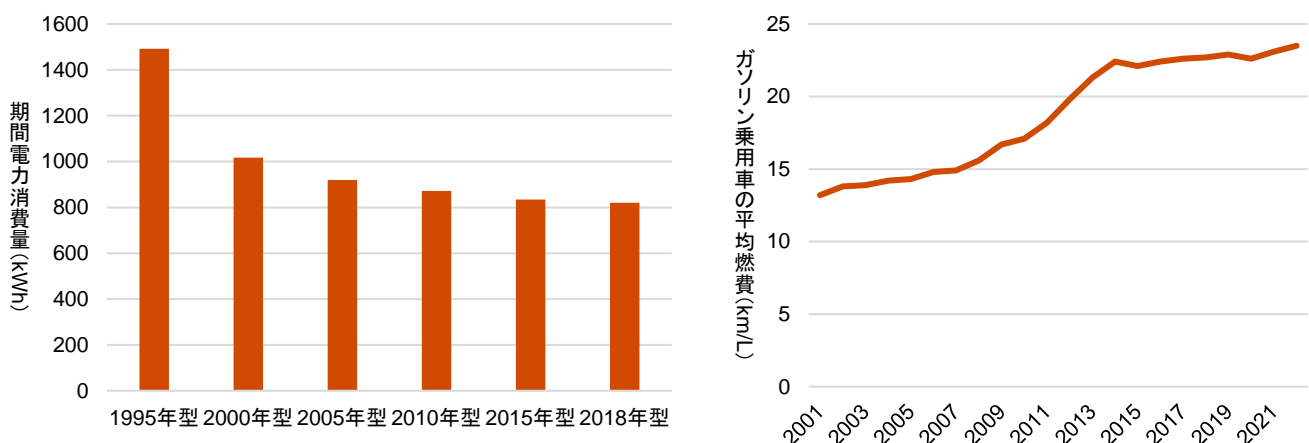
次に、大きなエネルギー効率の改善が見込まれ、かつビジネスとの関りが重要である技術的な効率向上と電化に焦点を当てて解説を行う。

### ① 機器効率化

建物、産業、輸送それぞれの分野で、エネルギー効率の高い機器が使われることで、マクロレベルでのエネルギー効率が向上していく。図表 4 左は、日本におけるエアコンの期間消費電力量の推移を示したものである。1995 年型から 2018 年型にかけて、一貫して消費電力量は減少傾向にあることが分かる。同様に、ガソリン自動車についても、一貫として燃費向上が確認できる(図表 4 右)。

機器の性能は、企業の学習やイノベーションにより向上していく。こうした改善を加速させ、かつ全体の底上げを図るためには、適切な政策、具体的には、規制やインセンティブ提供などの政策手段が有効である。しかし、日本のエアコンと自動車の状況から見てとれるように、先進国では機器効率化の改善が頭打ちになってきている。一方で、新興・途上国では、エネルギー効率の低い機器が使われており、両者の状況に配慮したグローバルでの取り組みが求められる。

図表 4 日本におけるエアコン(左)とガソリン自動車(右)のエネルギー効率の発展



(注) 期間消費電力量とは、JIS C 9612:2013 に基づき以下の条件で運転した場合に使う電力の試算値。冷暖房兼用・壁掛け形・冷房能力 2.8kW クラス省エネルギー型の代表機種種の単純平均値

(出所) [ヒートポンプ・蓄熱センターホームページ](#)、[日本自動車工業会ホームページ](#)より作成(2025 年 2 月 20 日アクセス)

### ② 電化

このように機器のエネルギー効率の改善が技術的な限界に近付いている中で、飛躍的に効率を高めるのが電化である。代表的なものが、ボイラーやストーブなどの暖房機器をエアコンやヒートポンプに交換する場合である。例えば、ガスボイラーのエネルギー効率は 90%であるのに対して、電気ヒートポンプの場合は 300~400%と、投入する電力に対して 3~4 倍の熱エネルギーを取り出すことができる<sup>4</sup>。

電気自動車(EV)の転換についても同様である。ガソリン自動車のエネルギー効率は 40%未満であり、残り 6 割は熱として大気中に放出されてしまう。それに対して、EV の場合は電力の 85%を駆動力に変換することができる。そのため、最終エネ

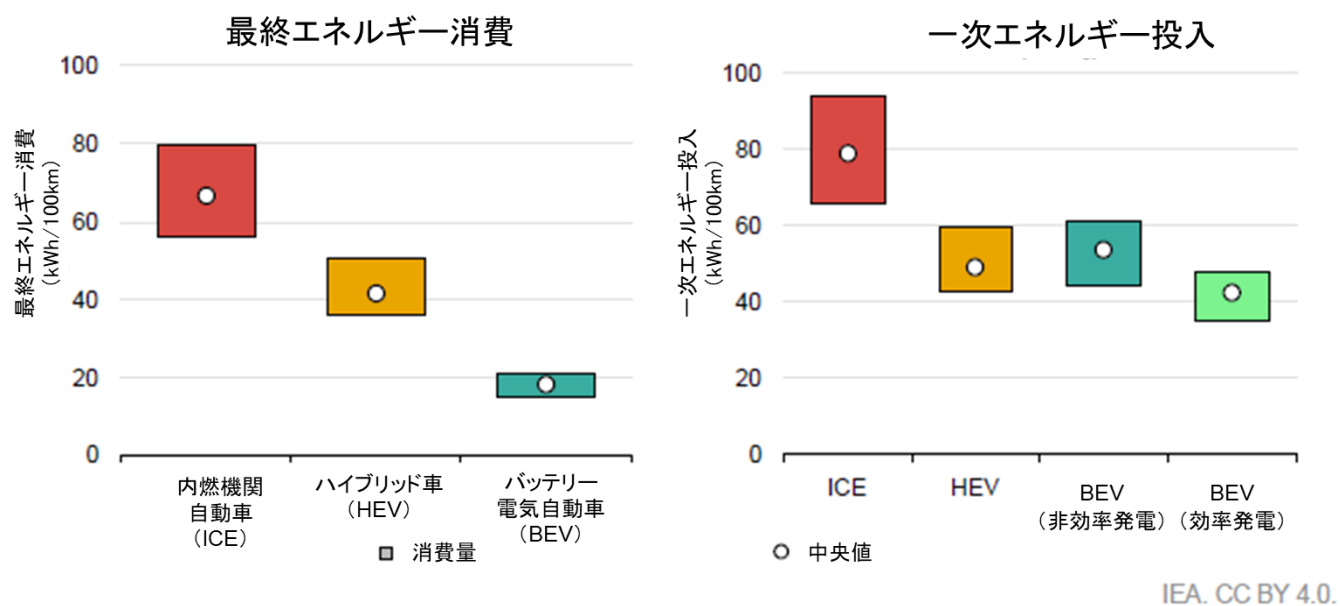
<sup>4</sup> RMI(2024) "[The Cleantech Revolution. It's exponential, disruptive, and now.](#)" (2025 年 2 月 20 日アクセス)

ルギー消費で見た場合に、バッテリー電気自動車(BEV)は内燃機関自動車(ICE)やハイブリッド車(HEV)と比べて、はるかにエネルギー消費が少ない(図表 5・左)。

なお、自動車の LCA 評価については、燃料の採掘から走行までを対象として評価すること(Well to wheel)が一般的になっている。その場合、BEV であっても、低い発電効率の電力を用いた場合に、一次エネルギー投入量が大きくなってしまふ。実際に、米国における試算では、低い発電効率の電力を用いた場合は、BEV のエネルギー効率よりも HEV の方が高くなる場合もあることが示されている(図表 5・右)。

さらには、気候変動対策として考えた場合、使用する電力の CO<sub>2</sub> 排出量が少ないことが前提となる。そのため、発電部門においても、脱炭素化とエネルギー効率化を並行して進めていくことが求められている。この点で、火力発電の発電効率は 45% 程度が限界であるの対して、太陽光・風力などの再エネを用いた発電は、太陽エネルギーや風力エネルギーの 100%を電気に変換していると計算するため、大幅なエネルギー効率の改善を実現することができる。

図表 5 最終・一次エネルギー消費の比較(米国における中規模車)



注)一次エネルギー投入の計算時、効率的発電の場合は発電効率 46%、非効率発電の場合は 35%で計算。送配電ロスも考慮。  
(出所)IEA(2024)“Energy Efficiency 2024”



### 3. ビジネスにとってのエネルギー効率化

#### (1) 企業活動でのエネルギー効率化

企業経営においても、エネルギーをより効率的に用いて、使用量を減らすことができれば、エネルギーの金銭的な負担を軽くし、かつ価格変動や調達リスクを低減し、経営の自律性を高めることができる。そのため、これまでもビジネスの現場においても、改善の取り組みが行われてきたところである。加えて、COP28 の「エネルギー改善率の 2 倍化誓約」もあり、改めてその重要性がクローズアップされている。そのため、120 名を超えるグローバル企業の CEO をメンバーとする、世界経済フォーラムの International Business Council (IBC) は、集中的な討議を行い、「エネルギー需要のトランスフォーメーション」という白書を取りまとめた。組織のメンバーは、全世界のエネルギー供給の 3% を消費しているが、2030 年までに有効な対策を講じることで、エネルギー強度を最大で 31% 削減でき、年間最大 2 兆ドルの節約が可能になることが示されている<sup>5</sup>。

この白書では、メンバー企業の具体的な活動を分析するなどを行った上で、エネルギー需要削減に有効な手段を三つに分類している(図表 6)。一つ目が、「エネルギー節減」であり、具体的には、製造業現場でのより効率的でスマートな工程やレイアウトの変更や、オフィスや工場での空調温度の適正化、そして運輸部門ではモーダルシフトなどが含まれる。主に事業運営費(OPEX)を財源とすることになり、通常は 1 年未満で投資回収が可能である。

二つ目が、「エネルギー効率化」であり、主に設備投資により効率的な設備や機器に更新することである。白書では、機器の効率化に加え、低い温度帯の熱需要を賄うためのヒートポンプ導入(電化)や、建物の断熱改修などが事例として紹介されている。これらの活動は資本的支出(CAPEX)が伴い、投資回収は長くなり、白書では 15 年未満とされている。この投資期間の長さが企業のエネルギー効率向上のための投資判断を慎重なものにしている。そのため、政府のリーダーシップにより、投資活動に関する税制優遇措置を設けるなど、インセンティブも必要である。

三つ目の「バリューチェーン・コラボレーション」は、一定のエリアでエネルギーを多段階に用いることなどで、効率を高めることである。すでに製造業においては、自社内だけではなく工業コンビナート内で、温度帯の高い熱エネルギーを蒸気として加工プロセスで活用した後、温水を回収して暖房や給湯に使うことが行われている。複数の主体のコラボレーションが必要になることから、複雑性が高い取り組みではあるが、原単位への影響度は高く、大きなエネルギー効率の改善が期待できる。

図表 6 エネルギー需要の削減に有効な三つの手段献

分類	説明	例	財源	複雑性	エネルギー原単位への影響度の中央値
エネルギー節減	企業が継続的に実行する中核的な行動や活動を変えることにより、エネルギー節減を図る。	・スマートな工程設計 ・空調温度の適正化 ・モーダルシフト	OPEX	低	約 10%
エネルギー効率化	より少ないエネルギーでこれまでと同じ業務を処理できるようにする。	・機器の効率化 ・低温熱源の電化 ・建物の断熱改修	CAPEX	中	約 30%
バリューチェーン・コラボレーション	隣接するサプライチェーンとパートナーシップを組みながら、需要の集約や柔軟な需要対応を行う。	・地域冷暖房 ・工業コンビナート	—	高	約 45%

(注)ここでいう原単位への影響度は、特定のプロセスのエネルギー原単位の減少率のことであり、企業全体の減少率ではない。  
(出所)世界経済フォーラム(2024)「エネルギー需要のトランスフォーメーション」より PwC Intelligence 作成

<sup>5</sup> 世界経済フォーラム(2024)「[エネルギー需要のトランスフォーメーション](#)」(2025 年 2 月 20 日アクセス)

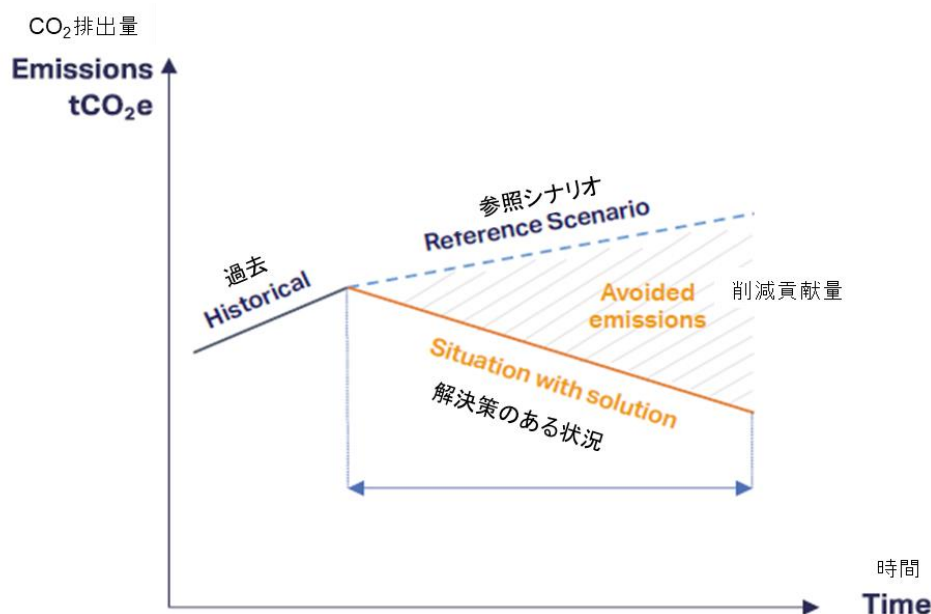
## (2) 製品やサービスの提供による貢献

上記の企業活動によるエネルギー消費の削減に加えて、各企業はよりエネルギー効率の高い製品やサービスを提供することにより、自社内にとどまらず、利用者のエネルギー効率を向上させることに貢献することができる。さらには、GHG 削減にも結び付けることができる。このように、技術革新や新サービスにより実現される GHG 排出量の削減量のことを「削減貢献量 (Avoided Emission)」と呼ぶ(図表 7)。

2023 年 3 月には、WBCSD (World Business Council for Sustainable Development) からガイダンスが発表され、国際的な認知が高まっている<sup>6</sup>。加えて、金融向け炭素会計パートナーシップ (PCAF: Partnership for Carbon Accounting Financials) のスタンダードにおいても削減貢献量の考え方が取り入れられ、金融面からもこうした企業の取り組みを支援していく方向である。

ただしここで注意が必要なのは、WBCSD のガイダンスにも明記されているとおり、削減貢献量は企業の排出 (スコープ 1~3) の排出をオフセットするものではなく、あくまでも独立したもう一つの指標として評価されることである。前述の世界経済フォーラムの 3 分類におけるエネルギー削減は、そのまま企業の GHG 排出削減活動に対応している。エネルギー効率化はスコープ 1 および 2 に、バリューチェーン・コラボレーションはスコープ 3 に相当する。これらの排出削減対策をしっかりと行っていくことを前提に、削減貢献量は独立した軸で評価されるもので、「スコープ 4」を呼ばれることもある。

図表 7 削減貢献量の考え方



(出所) WBCSD (2023) "Guidance on Avoided Emissions: Helping business drive innovations and scale solutions toward Net Zero" に日本語を加筆して、PwC Intelligence 作成

<sup>6</sup> WBCSD (2023) "[Guidance on Avoided Emissions: Helping business drive innovations and scale solutions toward Net Zero](#)" (2025 年 2 月 20 日アクセス)

**BOX: データセンターのエネルギー効率化**

AI 計算の普及に伴い、データセンターによるエネルギー需要の増加による電力不足が懸念され、化石燃料の増産と結びつける発言もみられる<sup>7</sup>。確かに将来の予測は難しいが、以下のような理由から、エネルギーの専門家の間では比較的冷静な議論が行われている。

第一に、データセンターの電力需要量とその増加量は、今のところ限定的である。IEA が 2024 年の 10 月に公表した分析によれば、現状でデータセンターの電力需要は世界全体の 1% 程度である<sup>8</sup>。2030 年にかけての予測では、電力需要全体は大きく増加するものの、データセンターによる増分は 10% 未満で、海水淡水化と同程度、または EV や冷暖房による需要増加の 1/3 程度となっている。

第二に、エネルギー効率化の余地が大きい。AI 計算のためのコンピューターチップの稼働に必要なエネルギーは過去 10 年間で 10 分の 1 程度に減少しており、今後もチップ性能の向上や革新的な計算アルゴリズムの進化などにより、大きな進展が期待できる。また、データセンターのエネルギー消費の 4-5 割は、コンピューターの冷却に使われている。この部分についても、従来の空冷方式から、エネルギー効率の高い水冷・液冷方式へと切り替わりつつある。電力価格が安い時間帯に冷媒を冷やして貯蔵し、電力価格が高い時間帯に使うといった運転上の工夫も可能であろう。

一方で、IEA が指摘するように、1 つのデータセンターあたりの電力使用量は大きく、かつ複数のセンターが比較的近くに立地する傾向があるため、地域的・局所的な電力需要に大きな影響を与える。実際にデータセンターの電力需要は、5 つの米国の州では 10% を、アイルランドでは 20% を上回っている。こうしたことから、米国のエネルギー省は、主要なデータセンターの所有者や電力会社、研究機関などと作業部会を組織し、データセンターのエネルギー効率を高めるとともに、電力系統の需給安定に資する運転方法などについての提言を整理している<sup>9</sup>。

日本の GX 戦略においても、洋上風力発電などを中心に、今後新規開発が行われる脱炭素電源の近傍に、データセンターなどの産業を立地させていくという方針が出されている。また、データセンターから出る熱を、別の用途、例えば地域熱供給として暖房や給湯の熱に使って、結果として冷却することもできる。これは、広く北欧などの地域熱供給で行われている取り組みであり、立地選定の際に、地元自治体や周辺の産業とよく協議し、全体としてのエネルギー効率を高める工夫も必要である。

最後に、AI の活用は社会全体のエネルギー効率を高め、GHG の削減にも寄与することが期待されていることも忘れてはならない<sup>10</sup>。例えば、エネルギー需要の予測精度を向上させ無駄な消費を削減するなど、エネルギー利用の効率化に貢献する。こうした AI の貢献は、データセンターの建設による電力需要増を、全体として緩和する方向にも働くことが期待される。

**4. グローバルで改善を進める上での課題**

COP28 で世界が合意したように、エネルギー効率を全世界で改善していこうとすると、各国や各企業の努力に加えて、グローバルなアプローチを追求する必要がある。エネルギー需要側の対策を考える際に、需要そのものの移転や需要機器の移動があり得るからである。そこで本節では、産業レベルと設備・機器レベルの双方で、グローバルでエネルギー効率を高める上での課題とその解説の方向性について考察する。

<sup>7</sup> Wong (2024) "[The False AI Energy Crisis](#)" The Atlantic (2025 年 2 月 20 日アクセス)

<sup>8</sup> IEA (2024) "[What the data centre and AI boom could mean for the energy sector](#)" (2025 年 2 月 20 日アクセス)

<sup>9</sup> US Department of Energy (2024) "[Recommendations on Powering Artificial Intelligence and Data Center Infrastructure](#)" (2025 年 2 月 20 日アクセス)

<sup>10</sup> Rolnick et al. (2024) "[Tackling Climate Change with Machine Learning](#)", ACM Computing Surveys, Vol. 55(2), pp1-96.



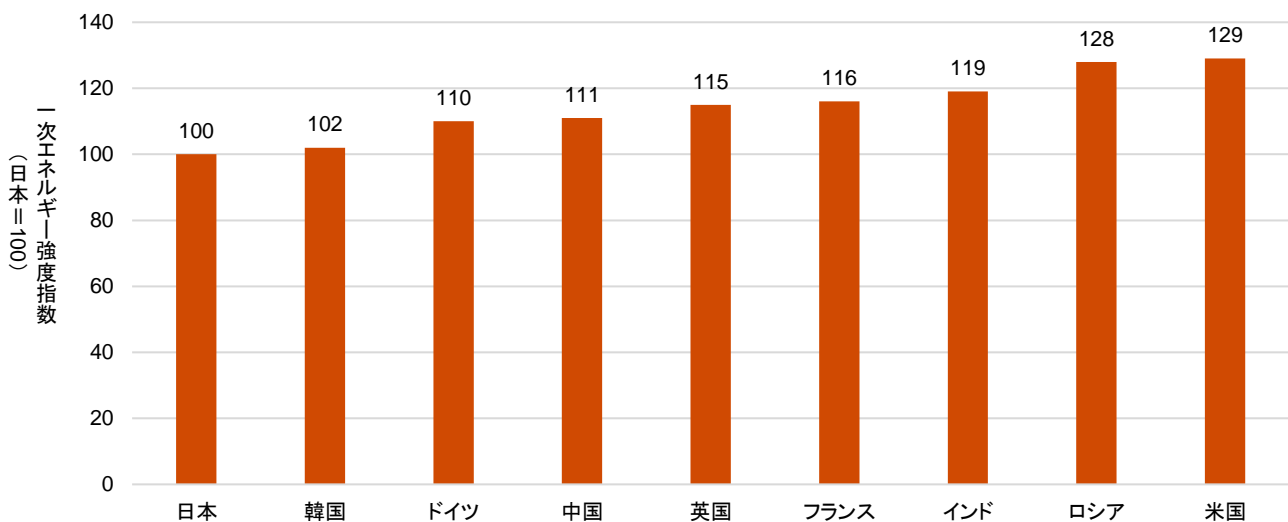
### (1) 産業レベルでの推進: セクター別アプローチ

同じ産業であっても、国や工場ごとにエネルギー効率には大きな差が存在することに注目しなければならない。例えば、エネルギー集約型の代表的な産業である鉄鋼業を見てみると、粗鋼 1 トンあたりの一次エネルギーの使用量は日本が最も少なく、日本を 100 とした場合、最も多い米国の 129 まで 3 割程度の開きがある(図表 8)。エネルギー効率的な生産は、化石燃焼を輸入に頼り、エネルギー価格が高い日本における鉄鋼業界の努力の賜物であり、日本の鉄鋼業の競争力の源泉の一つとなってきた。

ただし、CO<sub>2</sub> 排出量で見た場合、使用する燃料として天然ガスよりも石炭使用が多いなどの要因で、日本の鉄鋼業の CO<sub>2</sub> 排出量はむしろ多いことに注意が必要である<sup>11</sup>。そのため、近年はエネルギー効率を漸近的に改善していくことに加えて、スクラップ鉄を利用した電炉鋼への切り替えや、水素還元など革新的な CO<sub>2</sub> 削減が求められているところである。

国ごとに差がある現状を踏まえて世界全体で産業のエネルギー効率を高めていくためには、国際的な協調が必要である。ある国だけが高すぎるエネルギー効率化や環境対策を求めると、製造工場の移転や代替輸入につながり、結果として世界全体の CO<sub>2</sub> は減らないどころか増加する恐れもある。もちろん、産業立地はエネルギーコストや環境対策費用だけで決まるものではない。しかし、地政学的な変化から各国が自国のサプライチェーンの見直しを進めている近年においては、安全保障上重要な製品を中心に慎重な対応が必要である。

図表 8 鉄鋼生産のエネルギー効率の国際比較



出所)RITE(2022)「[2019 年時点のエネルギー原単位の推計\(鉄鋼部門—転炉鋼\)](#)」

そこで、国を単位とするのではなく、航空・海運産業に見られるように、産業セクターごとのガバナンスの中で対策を講じていくことが本来は望ましい。すでに紹介した世界経済フォーラムの白書でも、「広範な世界的目標に連動した、全体およびセクターごとの野心的な目標を定める」ことや、「業種別に期待される実績のベンチマークを公表する」ことが推奨されている。実際に、SBTi(Science Based Targets Initiative)では鉄鋼、化学、セメントなど、産業ごとのガイダンスを公表し、各セクター固有の状況を考慮した対策を推奨している<sup>12</sup>。

実は、日本の経済産業省や産業界は、京都議定書に代わる国際枠組みとして、セクター別アプローチを主張していたことがある<sup>13</sup>。当時は実現しなかったが、上述のようにセクター別の取り組みの重要性は広く認識されており、改めて日本の積極的な

<sup>11</sup> Hasanbeigi, A. (2022) "[Cleanest and Dirtiest Countries for Primary Steel Production](#)" (2025 年 2 月 20 日アクセス)

<sup>12</sup> パリ協定に沿った脱炭素の取り組みを評価・認定する国際的なイニシアティブ。

<sup>13</sup> 日本鉄鋼連盟(2007)「[IISI ステートメント「地球温暖化に対する鉄鋼業の世界的な取組」を公表](#)」(2025 年 2 月 20 日アクセス)

関与が期待されるところである。特に、米国のパリ協定離脱もあり、UNFCCC(国連気候変動枠組条約)外での国際的枠組み、特にビジネスのイニシアティブの重要度が増している。

(2) 設備・装置レベルでの推進:エネルギー基準のハーモナイゼーション

設備・機器レベルでの改善をグローバルに進める上でも、国際協調、特に、新興国・途上国との協調が必要である。経済成長に伴い、新興国・途上国ではエアコンや冷蔵庫などの電化製品の需要が増加することが予測されている。例えば、エアコンについては、現在のおよそ 20 億台から 50 億台以上に増加すると予測されている<sup>14</sup>。現状ではこれらの製品の普及率が低い国も多く、生活の質を高めるために必要なことである。特に、気候変動に伴い、気温の上昇や熱波などが頻発することが予測される中では、生命の維持のためにも重要である。しかし、機器のエネルギー効率についての基準を有していない国や、あっても非常に低水準な設定になっている国も多く、エネルギー消費量が急増し、かつ CO<sub>2</sub> の増加につながる恐れがある。

図表 9 は、アジア諸国におけるエアコンのエネルギー基準をまとめたものである。日本は他国に先んじて 2010 年に基準を導入した。その後 2020 年代に入り、アジア諸国で導入された基準を見ても、インドネシアやマレーシア、タイなどでは日本の 2010 年基準を下回っている。また、基準が全くないラオスのような国もあることから、ASEAN 全体での基準づくりも進んでおり、2025 年にはかなり高い基準値が提案されている。一方で、中国は 2020 年に基準を導入した後も、段階的に引き上げを行い、2025 年には世界最高水準の規制導入が予定されていることは興味深い<sup>15</sup>。

図表 9 アジア諸国におけるエアコンの最低エネルギー基準

国	エネルギー基準 (CSPF)	開始年	備考
日本	4.68	2010	
中国	4.00	2020	
	6.09	2023	
	7.64	2025	提案
シンガポール	4.60	2023	
	6.09	2025	
タイ	3.90	2023	実際に販売されている機種は ほぼ CSPF4.00~4.20
インドネシア	3.40	2023	
	4.00~4.20	2025	目標
マレーシア	3.10	2014	出力 4.5kw 未満
	2.90	2014	出力 4.5kw~7.1kW
ASEAN	3.70	2023	
	6.09	2025	

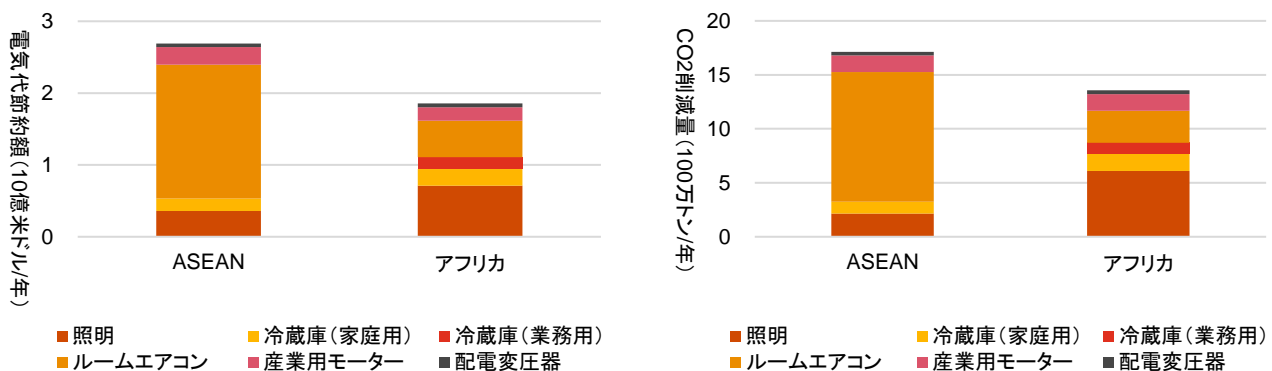
注) 年間冷房専用形における期間効率のこと。年間の省エネ性の指標となる。  
(出所) Seong(2024) “Minimum Energy Performance Standards”, in Phoumin, H. and A. Phongsavath (eds.), “Energy Security White Paper: Policy Directions for Inclusive and Sustainable Development for Lao PDR and the Implications for ASEAN”. Jakarta: ERIA, pp.184-197. より作成

<sup>14</sup> IEA (2018) “[Global air conditioner stock, 1990-2050](#)” (2025 年 2 月 20 日アクセス)  
<sup>15</sup> CLASP (2020) “[Revolutionizing Cooling and Climate: China’s Pioneering AC Efficiency Standards](#)” (2025 年 2 月 20 日アクセス)

このようにエネルギー基準が低い状況に対して、適切な規制を導入した場合には、経済・環境の両面で大きな便益を見込むことができる。図表 10 は、ASEAN 加盟国およびアフリカ諸国について、照明、冷蔵庫、ルームエアコンなどの家庭用電化製品と、産業用モーターと配電変圧器について、適切なエネルギー効率基準が導入された場合の電気代の節約量と CO<sub>2</sub> の削減量について整理したものである(2021 年から 2040 年までの平均値)。

エアコンや冷蔵庫、照明など家庭用の機器を中心に、ASEAN では 27 億ドル、アフリカ諸国では 19 億ドルの節約効果があると試算されている。加えて、CO<sub>2</sub> の削減量は ASEAN で 1,700 万トン、アフリカで 14,00 万トンと、現状の排出量のそれぞれ 1%程度に相当する。エネルギー効率の高い機器は、一般的に初期費用も高い。しかし、使用期間で見ればトータルのコストを抑えることができる<sup>16</sup>。そのため、分割支払いやリース制度のようなファイナンス側の工夫で、高効率機器の普及を進めることが必要である。

図表 10 エネルギー効率基準を導入した際の電気代と CO<sub>2</sub> の削減量



(出所) U4E (2021) "Regional Savings Assessment" より PwC Intelligence 作成

## 5. 統合的アプローチの必要性

最後にエネルギー効率を高める施策が真に意味ある対策となるように、他の環境分野と統合的なアプローチを採用することが重要であることを協調したい。

### (1) エネルギー転換との統合

第一に重要なのは、エネルギー供給側の対策との統合化である。すでに述べたように、電化の推進はエネルギー効率を高める。しかし、電化を推進したとしても、再エネなど脱炭素電源からの電力供給がなければ GHG の削減にならない。そのため、エネルギーの効率化は再エネ電力の導入とセットで進める必要がある。

また、電化推進のためには、電力への課税の軽減と合わせて、炭素税など化石燃料への課税を進めるなど、価格誘導が有効である。しかし実態としては、近年のエネルギー価格の高騰からガソリンや灯油など化石燃料の利用に補助を出している国も多い。このことが EV やヒートポンプなどの買い替えのインセンティブを削ぐことになっていた可能性が高い。日本もガソリン、軽油、灯油に 2022 年 8 月から補助金を支給してきた。これに対して、2025 年 1 月 IMF は、「公的資金はより成長親和的であるべき」「グリーン転換のためには、エネルギー補助金は廃止し、カーボンプライシングを進めるべき」などの提言を行っている。

<sup>16</sup> IEA (2024) "Energy Efficiency 2024"

<sup>17</sup>。この点で、エネルギー価格の高騰に苦しむドイツの産業界が、エネルギー効率化が第一であるとし、電化の推進のために電気代の減税と化石燃料への増税(炭素税)を同時に進めることを提案している点は参考になる<sup>18</sup>。

## (2) サーキュラーエコノミーとの統合

第二に必要なことは、サーキュラーエコノミーとの統合である。いくらエネルギー効率の高い機器を製造・販売しても、廃棄や再利用、最終処分段階までのサプライチェーン全体を考慮する必要がある。前述したとおり、新興・途上国では、エネルギー基準が低い場合が多いことから、性能の低い機器が販売されるだけでなく、先進国から中古品も流入している。加えて、廃棄物まで流れ込み、必要な部品だけ取り外し、適切に最終処分されないというエコ・ダンピングの問題も発生している。

省資源の観点からは、中古品の再利用は望ましい。また、企業の環境開示枠組みでも、スコープ 3 のカテゴリー12「販売した製品の廃棄」があるが、再利用品となった場合の廃棄は含まれないと理解されている<sup>19</sup>。しかし、多くの場合、エネルギー性能の高い新製品を使った方が、製品の使用期間で見た場合のエネルギー消費量が少なく、経済的にメリットがあることが分かっている。初期費用は高性能商品の方が高いのが一般的であるが、適切な情報提供やリースの活用、補助金や税優遇などを通じて、消費者に適切な選択を促す仕組みが必要である。

また、最終処分段階での有害物質の流出は、適切な処分体制が整っていない新興・途上国では大きな問題になりうる。特に、本稿で取り上げてきたエアコンや冷蔵庫の冷媒として用いられてきたフロンガス類、特にオゾン層を破壊しないことから切り替えが進んだ代替フロン類<sup>20</sup>は、CO<sub>2</sub>よりも 1,000～1 万倍も高い温室効果を持つ。その後、アンモニアや CO<sub>2</sub>などの温室効果が低い「グリーン冷媒」の導入も進んでいるが、機器中の残存ガスもあり、2030 年代まで代替フロン類の排出量は倍増することが見込まれている。

気候変動対策上問題になっているのは、モントリオール議定書という気候変動枠組み条約とは異なる枠組みで議論されてきたため、代替フロンも含めたフロンガスは NDC(国が決定する貢献)の対象ガスに含まれていない国があることである。また、フロンガスは排出される前に適切に回収される必要があるが、ほとんどの途上国では適切に回収されずに大気中に放出されており、CO<sub>2</sub> 換算で 20 億～25 億トンも排出されているとの指摘もある<sup>21</sup>。したがって、エネルギー効率の高い機器への転換を進めると同時に、古い機器の適切な回収と破壊を通じてフロンガスの回収・保管が行われることが必須である。

つまり、高いエネルギー効率基準の普及とともに、製品の廃棄に至るまでのサーキュラーエコノミーの構築も含めた統合的なアプローチが必要である。実際に、日本はフルオロカーボン(フロン)のライフサイクルマネジメントに関するイニシアティブとして、Initiative on Fluorocarbons Life Cycle Management (IFL)を立ち上げて、国際社会をリードしようとしている<sup>22</sup>。官民を挙げた日本のリーダーシップで、統合的なアプローチによりエネルギー効率化による貢献を最大化していきたい。

<sup>17</sup> IMF (2025) “[Japan: Staff Concluding Statement of the 2025 Article IV Mission](#)”を参照のこと。

<sup>18</sup> DIHK (2024) “[Energy Transition Barometer 2024 of the CCI Organization. Rethinking the Energy Transition is mandatory](#).” (2025 年 2 月 20 日アクセス)

<sup>19</sup> 環境省・経済産業省 (2024) 「[サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン\(ver.2.6\)](#)」(2025 年 2 月 20 日アクセス)

<sup>20</sup> 代表的なものは HFC(ハイドロフルオロカーボン)。

<sup>21</sup> 古沢・足立・小野田・編著 (2015) 「ギガトン・ギャップ 気候変動と国際交渉」(オルタナグリーン選書)

<sup>22</sup> 環境省「[フルオロカーボン・イニシアティブ](#)」(2025 年 2 月 20 日アクセス)

相川 高信

マネージャー

PwC Intelligence

PwC コンサルティング合同会社

PwC Intelligence 統合知を提供するシンクタンク

<https://www.pwc.com/jp/ja/services/consulting/intelligence.html>

**PwC コンサルティング合同会社**

〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-2-1 Otemachi One タワー Tel: 03-6257-0700

©2025 PwC Consulting LLC. All rights reserved. PwC refers to the PwC network member firms and/or their specified subsidiaries in Japan, and may sometimes refer to the PwC network. Each of such firms and subsidiaries is a separate legal entity. Please see [www.pwc.com/structure](http://www.pwc.com/structure) for further details.

This content is for general information purposes only, and should not be used as a substitute for consultation with professional advisors.