

ポートフォリオの予想温度上昇 (ITR) の計測

Short Review
2022年12月投資工学研究所
伊藤 央峻

1. はじめに

気候変動への懸念が高まるなか、金融業界においても脱炭素に向けた取組が急ピッチで進んでいる。カーボンニュートラルの達成を目指す金融機関の有志連合である「ネットゼロのためのグラスゴー金融同盟 (GFANZ)」の発足はその1例だ。

金融機関がネットゼロを目指すうえで、投融資先企業の温室効果ガス (GHG) 排出量 (ファイナンスド・エミッション) の把握が必要になる。ファイナンスド・エミッションは GHG 排出量の国際的な算定基準である GHG プロトコルにおいてスコープ 3 のカテゴリ-15¹に分類され、金融機関の GHG 排出量の大部分を占めることになる。

GHG 排出量の数値をそのままでは気候変動にどの程度の影響があるのか実感が湧きにくい。そこで、投資ポートフォリオの GHG 排出量を将来の気温上昇に換算した「予想温度上昇 (Implied Temperature Rise, ITR)」という指標が考案されている。ITR を用いると、例えば「この投資信託に投資すると 3.5 度の気温上昇につながる」といった表現ができ、気候変動への影響の大きさが直観的に伝わりやすい。GFANZ はポートフォリオの GHG 排出量を把握する指標の1つとして ITR を挙げている²。国内では年金積立金管理運用独立行政法人 (GPIF) が ESG 関連の開示資料で公表している³。

本稿では ITR について調査した結果を報告する。第 2 章で ITR の概要等について述べ、計算式を説明する。第 3 章では、GHG 排出量と企業活動のデータを用いて実際に ITR を計算し、考察する。第 4 章では、3つの算出機関が提供する ITR を比較し、個別論点や課題について述べる。

2. ITR の基本的な説明

2015 年に採択された地球温暖化対策の国際的な枠組みである「パリ協定」では、産業革命以前からの世界の平均気温上昇を 2 度よりも十分低く抑え、1.5 度以内にするよう努力するという目標を定めている。ITR はこの目標を達成可能な投資ポートフォリオであるかどうかを示す指標となっている。

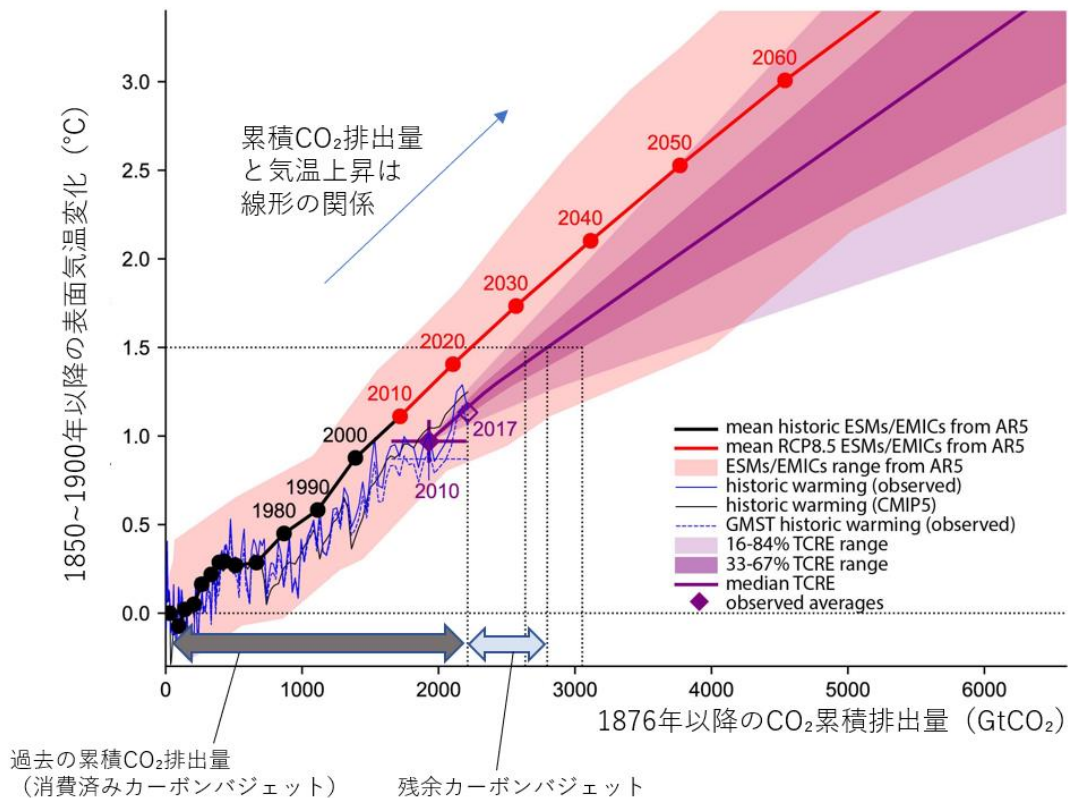
¹ スコープ 3 は事業者の活動に関連する他社の GHG 排出量。そのうち、カテゴリ-15 は株式・債券投資等による排出量を指す。スコープ 1 は事業者自らの直接排出 (燃料の燃焼等)。スコープ 2 は他社から供給された電気・熱・蒸気の使用に伴う間接排出。

² <https://assets.bbhub.io/company/sites/63/2022/07/GFANZ-Portfolio-Alignment-Measurement-August2022.pdf>

³ 「2021 年度 ESG 活動報告」 (https://www.gpif.go.jp/esg-stw/GPIF_ESGReport_FY2021_J_01.pdf) によると、GPIF のポートフォリオの ITR は国内株式が 2.7 度、国内債券が 2.4 度、外国株式が 2.7 度、外国債券が 2.7 度となっている。

図表 1 に示すように、累積 GHG 排出量と気温上昇には線形の関係があることが知られている⁴。この関係とパリ協定の気温上昇に関する目標を組み合わせると、気温上昇を一定の範囲に抑えるために満たすべき、世界が排出可能な残りの GHG 排出量を推定できる。これが「カーボン・バジェット⁵」という概念だ。地球の気温上昇を 2 度あるいは 1.5 度といった一定の水準に抑えるためには、今後の人為的な CO₂排出量をカーボン・バジェットの範囲内に抑える必要がある。

図表 1 累積 CO₂排出量と気温上昇の関係



(出所) IPCC1.5度特別報告書⁶p105 より当社作成

図表 1 の線形関係は TCRE (Transient Climate Response to Cumulative Carbon Emissions, 累積炭素排出量に対する過渡的気候応答) と呼ばれる。ある量の炭素排出量に対する地球平均気温の上昇の大きさを示す。地球の平均気温が 2 度上昇するのに必要な累積 CO₂排出量がおよそ 3670GtCO₂であることから、TCRE の係数は $2 \text{度} / 3670 \text{GtCO}_2 = 0.000545 \text{(度/GtCO}_2\text{)}$ と計算できる (Portfolio Alignment Team, 2020)⁷。この値はこの後説明する ITR の計算式にも用いる。

⁴ 観測値を根拠としている。IPCC (気候変動に関する政府間パネル) の第 5 次評価報告書 (2014 年) で初めてこの考え方が示され、第 6 次評価報告書 (2022 年) ではこの知見を再確認し、確信度が高いと評価している。

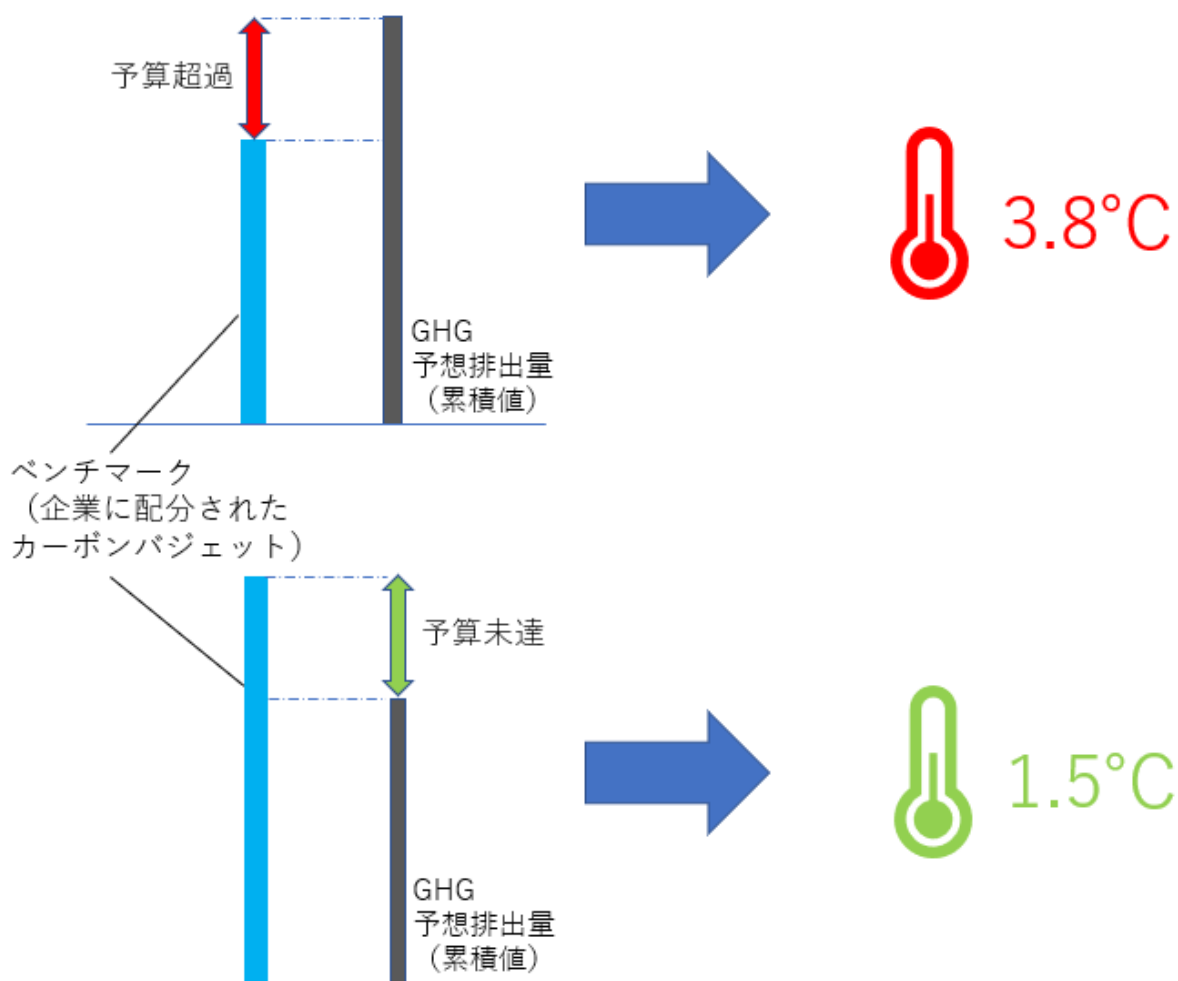
⁵ 工業化以前の時代を起点とした場合は「総カーボン・バジェット」、最近の特定の時点起点とした場合は「残余カーボン・バジェット」と呼ばれる。

⁶ <https://www.ipcc.ch/sr15/>

⁷ TCRE の正確な値は確定しておらず、IPCC の第 5 次評価報告書では 1000GtC(3670GtCO₂)あたり 0.8~2.5 度のいずれかの

ITR の計算イメージを図表 2 に示した。投資先企業がパリ協定等のベンチマーク対比で CO₂を排出しすぎていないかどうかを確認する指標となっている。

図表 2 ITR の計算例



(出所) 当社作成

図表 2 で示した ITR の計算式は以下ようになる。

$$ITR = 2 + \text{ベンチマーク乖離率} \times 1150 \times 0.000545$$

$$\text{ベンチマーク乖離率} = \frac{\text{予想累積GHG排出量}}{\text{ベンチマーク排出量}} - 1$$

ベンチマーク乖離率はその企業の予想累積 GHG 排出量とベンチマーク排出量の比率から 1 を引いて

値とされている。値を推定する研究が複数なされている (Spafford/MacDougall, 2020)。

算出する。1150 (GtCO₂) は気温上昇を 2 度までに抑えようとする際の世界の残余カーボン・バジェット⁸の値⁸、0.000545 は前述した TCRE の係数の値である。本稿ではこの計算式を TCRE 法と呼ぶこととする。

この計算式を使うと、例えばベンチマーク排出量対比で 40%多く排出している企業の場合、その企業の ITR は約 2.3 度と計算できる。ベンチマーク排出量と企業の予想排出量がちょうど一致した場合にはその企業の ITR は 2 度になり、上回った場合にはその分だけ ITR が上昇し、下回った場合には ITR は低下する。

予想累積 GHG 排出量は、これまでの実績排出量や今後の目標排出量等をもとにした値を用いる。ベンチマーク排出量には、個別企業に割り振ったカーボン・バジェットや、排出強度⁹等を用いる。予想累積 GHG 排出量の計算やカーボン・バジェットの配分方法については次章で計算を通じて説明する。

排出強度を用いる場合には、SBTi¹⁰が推奨する 2 つのアプローチが採用される場合が多い。1 つ目は GEVA (Greenhouse gas Emissions per unit of Value Added, 付加価値あたり GHG 排出量) と呼ばれる手法で、付加価値 (売上総利益) あたりの炭素排出量をベンチマークに設定し、減らしていく目標を立てる。売上総利益はどの企業でも計算できるためあらゆるセクターに適用できるが、後述の SDA と比べると、セクターの特徴を反映していない粗い計算になってしまうという問題がある。少排出業種向けの手法とされている。

2 つ目は SDA (Sectoral Decarbonization Approach, 部門別脱炭素アプローチ) と呼ばれる手法で、セクター別に適切な気候シナリオ¹¹を使い、1 製品あたりの炭素排出量 (例えば一定の発電量あたりの排出量) を減らしていく義務があるとする。重工業など気候シナリオが準備できる限られた業種のみだがより精緻に目標を立てることができる。

3. 実際の計算による説明

本章ではいくつかの仮定を置きながら日本企業の ITR を簡易的に算出し、結果を考察する。算出にあたり、①企業の CO₂ 排出量データ、及び②企業の業績データが必要になる。①については CDP のデータを使用する¹²。②は QUICK の Astra Manager から取得したデータを用いる。前章で説明した TCRE 法を使い算出する。

3.1. 各企業のベンチマーク排出量の設定

日本の各企業がベンチマークとすべき排出量を計算するために、まずは 2020 年時点で日本が使うことのできる残余カーボン・バジェットの量を考える。世界の残余カーボン・バジェットを人口比で日本

⁸ IPCC 第 6 次評価報告書を参照。67%の確率で地球温暖化を 2 度までに抑える場合の推定値。

⁹ 排出強度の場合は予想生産量をかけた値の累積値をベンチマーク排出量とする。

¹⁰ SBTi は科学と整合された GHG 排出削減目標イニシアチブ。企業に科学的な裏付けのある GHG 削減目標の設定を求めている。

¹¹ 気候シナリオは、将来の社会や政策を想定してどの程度気候変動の影響があるか、状況を予測したもの。

¹² CDP は、企業や自治体などに対して気候変動をはじめとする環境課題に関する開示を求める英国の非政府組織 (NGO)。

に割り振ると、約 162 億トン¹³になる。また、日本が目標として打ち出した、2030 年に排出量を 2013 年比で 46%削減、2050 年にカーボンニュートラルという目標値を使い、線形補間した場合、2020 年から 2050 年のカーボン・バジェットは約 164 億トンとなる。以上を踏まえ、日本の 2020 年から 2050 年までのカーボン・バジェットは上記 2 種の推計の中間の値である 163 億トンとする。

次に日本のカーボン・バジェットを各企業に割り振る。今回は上場企業の ITR を計算したいので、非上場企業の分のカーボン・バジェットを除く必要がある。日本の 2020 年の名目国内総生産（GDP）は約 538 兆円、同年の国内上場企業の売上総利益の合計は約 176 兆円であった。売上総利益を各企業の生み出した付加価値としてとらえると、2020 年の日本の GDP のおよそ 32.64%¹⁴が上場企業からのものであったと計算できる¹⁵。カーボン・バジェットを GDP ベースで割り振ると、163 億トン×32.64% = 53.2 億トンが上場企業のカーボン・バジェットとなる。

以上により計算した上場企業のカーボン・バジェットを、売上高や業種を考慮して各企業に配分した値を各企業のベンチマーク排出量とする。具体的には、①単純に売上高ベースで配分した場合、②業種別の炭素強度により各業種にカーボン・バジェットを配分しさらに業種内の売上高で各企業に配分した場合、の 2 パターンを考える。

3.2. 各企業の予想累積 GHG 排出量を推定

次に各企業の予想累積 GHG 排出量を推定する。今回は、各企業が 2050 年のカーボンニュートラル達成という目標に向けて排出量を一定の割合で減らしていくと仮定して各年の排出量を計算し、その累計値を使う¹⁶。

図表 3 に予想累積 GHG 排出量の分布を載せた。一部の多排出企業に排出量が偏っていることがわかる。今回はスコープ 1 の排出量しか用いていないため、自社では排出しないが取引先企業が多排出の場合等にペナルティが課せられておらず、排出ゼロに近い企業が多くなっている。

算出に必要な GHG 排出量のデータが揃ったのは約 300 社である。ポートフォリオの ITR を算出する場合には幅広い企業の ITR を計算する必要があるので、排出量データがない場合にどういった対応をするか決めておく必要がある。

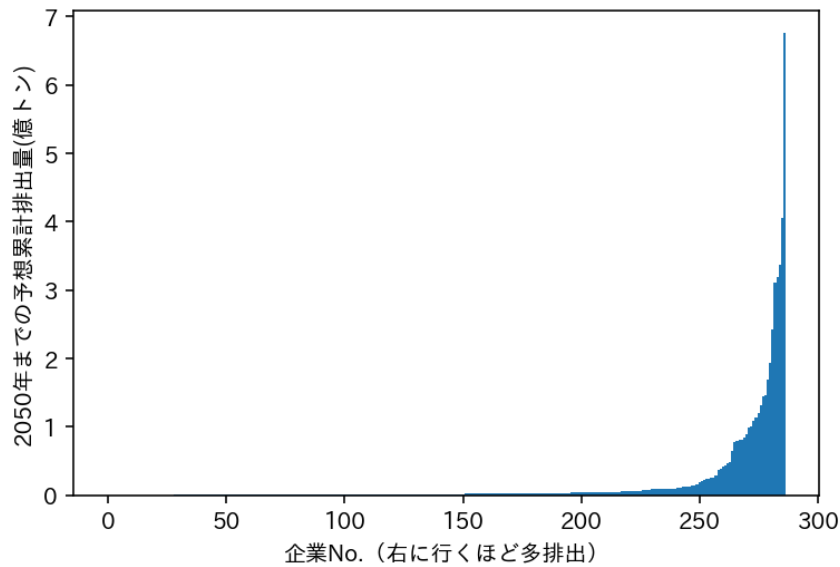
¹³ 2020 年の日本の人口は 1.265 億人、世界の人口は 77.95 億人。2 度目標のための残余カーボン・バジェット 1000GtCO₂ (1GtCO₂は 10 億トン) を割り振ると 10000*1.265/77.95=約 162.3 億トン。人口比による負担配分は IPCC の第 5 次評価報告書 (https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter6.pdf) において、過去の排出量比や GDP 比等での配分とともに手法の 1 つとして挙げられている。

¹⁴ 175.6 兆円/538 兆円 = 32.64%

¹⁵ GDP を企業の付加価値（売上総利益）の総和であると考えerことで国家の GEVA 削減目標を企業レベルの目標に落とし込むことができる (Randers, 2012)。売上総利益には海外拠点の影響が考えられるが、国内の付加価値の影響が主とみなした。

¹⁶ EU のパリ協定ベンチマークでは、排出強度を少なくとも年率 7%減少させる必要があるとしており、この値を用いる。2050 年に各企業がカーボンニュートラル（排出量ゼロ）となるように線形に減少させるような計算でも同様の結果が得られる。予想 GHG 排出量の推定の際は、企業の将来の削減目標や過去の排出経路等も検討する必要があるが、今回は使用しない。

図表3 予想累積 GHG 排出量の分布



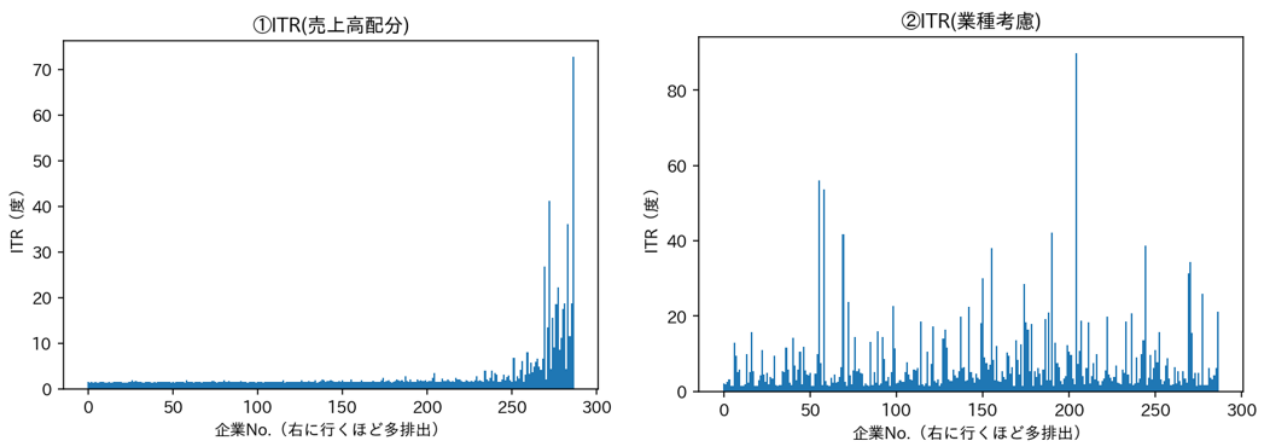
(出所) 当社作成

3.3. 計算結果の考察

各企業のベンチマーク排出量と予想排出量を 2 章の TCRE 法の式に代入することで ITR が計算できる。3.1 節で説明した 2 パターン（①単純に売上高ベースで配分した場合、②多排出業種の企業により多く配分した場合）の各社ベンチマーク排出量について ITR を計算し、結果を図表 4 に載せた。

①の方法で企業にカーボン・バジェットを割り振ると、ほとんどの企業では ITR が低くなるが多排出企業は売上高対比の排出量が多いので ITR が高くなる。②の方法では、多排出業種に多くのカーボン・バジェットを割り振るようにしているため、多排出企業の ITR は低くなるが、少排出業種の企業であっても ITR が高まることもある。

図表4 2種類の方法で計算した ITR



(出所) 当社作成

保有しているポートフォリオの ITR を計算する場合には、ポートフォリオ内の各企業の ITR を計算

し、時価総額ウェイト等で加重平均して求める。①の ITR の平均値は 2.94 度、②の ITR の平均値は 7.38 度だった。②のように少排出企業にも高い ITR がついてしまっている場合、実際はほとんど GHG を排出しない企業に高いペナルティを課してしまっている状態になり、ポートフォリオ全体の GHG 排出量の把握には適切でなく調整が必要になり、注意が必要である。

以上のように、単純な仮定とデータ及び TCRE 法を用いて ITR を実際に計算した。計算過程を通じ、いくつかの課題が見えた。排出量が不明な企業の取り扱い、ベンチマーク排出量や予想排出量の妥当性、等である。これらについて、次章で 3 つの算出機関が提供している ITR をみながら解決策を確認していく。

4. 各社の ITR の比較、個別論点、課題

本章では ITR の計算事例を比較しながら必要な要素を考察し、課題についても述べる。図表 5 に 3 つの算出機関が提供する ITR の比較表を示した。算出の背景にある考え方は近いものの、様々な手法の違いから最終的なスコアはそれぞれ変わってくる。

図表 5 各算出機関が提供する ITR を比較

算出機関	MSCI	S&P Trucost	CDP
温度換算手法	TCRE 法	不明	回帰式を作成
排出量 or 排出強度	不明	排出強度	両方
スコープ 3 を含むか	含む	含む	含む
GHG 排出量測定法	・現在の排出量 ・排出削減目標	・現在の排出量 ・排出削減目標	短期、中期、長期の 排出削減目標
開示なし企業への対応	不明	自社のモデル等 から推定	暫定的に 3.2℃とする
算出対象企業	約 10000 社 (2021 年 8 月時点)	不明	約 2850 社 (2020 年 10 月時点)

(出所) 各社資料より当社作成

4.1. 温度換算手法

気温上昇と GHG 排出量の線形関係を利用して計算するという点では各社共通している。MSCI が用いている TCRE 法が典型的な方法の 1 つである。S&P Trucost の ITR 算出方法の資料では温度換算について明言していないが、TCRE 法を用いていると思われる。CDP は TCRE 法とは少し異なり、気候シナリオから企業の排出削減目標と気温上昇の回帰式を複数作成し、各企業の特성에応じて対応するモデルを選び、短期・中期・長期の排出削減目標値から気温スコアを算出するといった手順となっている。

4.2. 排出量 or 排出強度

GHG 排出量を絶対値と排出強度どちらで表現するかという違いがあるが、総量で表すか、1 単位あたりで表すかという見方の違いであって、その企業の排出量という点でどちらも同じものとなるはずである¹⁷。排出強度をベンチマークとして用いる場合に、2 章で説明した SDA を使うと、セクター別のシナリオを考慮でき正確性の向上が期待できる。

4.3. スコープ 3 排出量の取り扱い

GHG 排出量のうち、スコープ 1・2・3 のどの数値を採用するかによっても違いが出る。今回比較した算出企業はいずれもスコープ 1・2 だけでなくスコープ 3 も採用している。

3 章の計算では、スコープ 1 の排出量のみで ITR を算出したため、スコープ 1 が多い一部の企業に排出量が集中した。スコープ 2 や 3 を使うことでこの状況を改善し幅広い企業に GHG ガス排出量が配分される。多くの企業に GHG 排出量削減を促す指標とするために、ITR の算出にはスコープ 3 が含まれていることが望ましい。

ただ、スコープ 3 はサプライチェーン上の他社のスコープ 1 の GHG 排出量でもあるため、全体で見たときに過剰に GHG 排出量を見積もってしまうダブルカウントの問題が発生する。これによって、ITR の数値が全体として高い値になってしまうため、一定の係数で排出量を割り引く¹⁸等の対策をとる必要がある。

4.4. GHG 排出量の測定方法

今回比較した算出企業は主に企業が開示している GHG 排出量の削減目標の値を用いて ITR を算出している。削減目標をその企業の将来の排出量として扱うことで、ITR は企業の気候変動対策に向けた野心を測る指標となる。

ここで、企業が達成できそうにない高い目標を掲げているとすると、その企業の ITR は下がり、気候変動対策に野心的な良い企業に見せかけることができてしまう。それを防ぐために、企業の掲げた目標が SBTi のガイドライン等にしがたった適切な値かどうかを確認する必要がある。また、削減目標だけでなく、過去の排出量の傾向から外挿した値を採用するといった方法も考えられる。

4.5. 開示無し企業への対応

GHG 排出量を開示していない企業についてどのような扱いをするかという点は重要になる。S&P Trucost は開示がない企業については自社のモデル等から推定した値を用いている。また CDP では十分な

¹⁷ 排出強度の削減目標は、分母である利益や生産量の成長によって目標が達成しやすくなるので、成長を目指す企業にはメリットとなる。

¹⁸ MSCI では、ダブルカウント回避のために重複する排出量を推定し、調整係数を算出している (<https://www.msci.com/www/blog-posts/scope-3-carbon-emissions-seeing/02092372761>)

データが揃っておらず算出できない企業の ITR は一律で 3.2 度に設定される。

算出に十分なデータを開示している企業は少なく、ITR の値も必然的に推計を多く含んだ値にならざるを得ないだろう。

4.6. 共通の課題

ITR という指標が抱える課題として、シンプルであるがゆえに誤解を生みやすい点が挙げられる。3 章の計算でも確認したように、前提とするデータや計算手法の違いで温度が大きく変わる¹⁹。そのため、気候変動という複雑な事象を正確に捉えられず誤った結論が導かれる可能性があることには留意が必要だろう。

5. おわりに

本稿では、ポートフォリオの GHG ガス排出量を温度に換算した指標である ITR について説明し、計算や実例比較を通じて考察した。ITR のメリットとしては、直観的に理解できるため社内外とのコミュニケーションに有用で、ポートフォリオの排出量を包括的に把握できるといった点がある一方、シンプルに表現するがゆえに誤解を生む可能性（手法によって値が変わる）や、排出量が不明な企業の取り扱い等の課題もあった。

投資が気候変動にどのような影響を与えるかの参考値となり、計算の流れを通じてパリ協定やカーボン・バジェット等の概念も理解できる点でもよい指標であると感じた。今後算出に用いる排出量データの開示企業が増加し、実用が広がっていくことを期待したい。

参考文献

CDP Worldwide and WWF International(2020), “Temperature Rating Methodology - A temperature rating method for targets, corporates, and portfolios”,
https://cdn.cdp.net/cdp-production/comfy/cms/files/files/000/003/741/original/Temperature_scoring_-_beta_methodology.pdf

Fryer, D., et al.(2021), “Investor Portfolio Alignment with the Paris Agreement – A Trucost multi-sector, multi-asset class approach”,
https://www.spglobal.com/_assets/documents/marketplace/sp-global-sustainable1_investor-portfolio-alignment-with-the-paris-agreement.pdf

Institut Louis Bachelier et al.(2020), “The alignment cookbook - a technical review of

¹⁹イングランド銀行の調査では、同じポートフォリオの ITR が、比較的小さな方法論の違いによって 1.75℃未満から 4℃までの幅で推定された(<https://www.bankofengland.co.uk/paper/2021/options-for-greening-the-bank-of-englands-corporate-bond-purchase-scheme>)

methodologies assessing a portfolio's alignment with low-carbon trajectories or temperature goal", <https://www.louisbachelier.org/wp-content/uploads/2020/10/cookbook.pdf>

Krabbe, O., et al.(2015), "Aligning corporate greenhouse-gas emissions targets with climate goals.", *Nature Clim Change* 5, 1057–1060, <https://doi.org/10.1038/nclimate2770>

MSCI ESG Research(2021), "Implied Temperature Rise Methodology", <https://www.msci.com/documents/1296102/27422075/Implied-Temperature-Rise-Methodology-Summary.pdf>

Portfolio Alignment Team(2020), "Measuring Portfolio Alignment: Assessing the position of companies and portfolios on the path to Net Zero", <https://www.tcfhub.org/wp-content/uploads/2020/10/PAT-Report-20201109-Final.pdf>

Randers, J.(2012), "Green house gas emissions per unit of value added("GEVA") — A corporate guide to voluntary climate action", *Energy Policy Vol. 48*

Spafford, L., and A.H. MacDougall(2020), "Quantifying the probability distribution function of the transient climate response to cumulative CO₂ emissions", *Environ. Res. Lett.* 15, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab6d7b>

Vleeschhouwer, M., et al.(2021), "Please Mr. Postman! -10 Messages on Portfolio Alignment & Implied Temperature Rise.", https://2degrees-investing.org/wp-content/uploads/2021/07/2DII_Postman_final.pdf

(END)