

# GPIFポートフォリオの気候変動リスクと機会

～低炭素社会では日本企業の技術的機会が企業価値を押し上げる可能性～



年金積立金管理運用独立行政法人（GPIF）

投資戦略部 次長 **塩村 賢史**

投資戦略部投資戦略課 主事 **齋藤 周**

## 1. GPIFのこれまでの取組み

年金積立金管理運用独立行政法人（GPIF）は、2018年12月に気候関連財務情報開示タスクフォース<sup>（注1）</sup>（Task Force on Climate-related Financial Disclosure：TCFD）への賛同を表明しており、昨年度（2019年8月）に発行した『2018年度 ESG活動報告』にて、TCFDが公表した気候関連財務情報の開示に

### 〈目次〉

1. GPIFのこれまでの取組み
2. GPIFポートフォリオのカーボンフットプリント等の分析
3. Climate Value-at-Risk（CVaR）による分析
4. まとめ

関する提言に沿った情報開示を初めて行った。また、今年度は2020年8月に公表した『2019年度 ESG活動報告』において、昨年度に比べて内容を拡充した気候関連財務情報の開示を行っている<sup>（注2）</sup>。

TCFDが公表した提言では、企業などに対して気候変動に関する（1）ガバナンス、（2）戦略、（3）リスク管理、（4）指標と目標、についての情報開示が推奨されているが、GPIFが昨年度に実施した開示では、このうちの「（2）戦略」で分析が求められている、リスク（移行リスク・物理的リスク）と機会のうち、移行リスクのみの分析にとどまっていた。一方、今年度の開示では、気候バリュアットリスク（CVaR：Climate Value-at-Risk）という手法などを導入し、移行リスクに加えて物理的リスクや機会についても分析を行い、それらリスク・機会を統合した評

価結果も開示している。

気候変動に伴うリスクについては、影響の大小はあるものの、全ての資産クラス・銘柄に同時に生じるものであり、分散投資を行うことで完全に消すことができないリスクである。また、少なくとも長期的には顕在化する可能性が極めて高いリスクと考えられている。したがって、GPIFでは、このような特徴を持つ気候変動リスクに関しては、アセットオーナーが主体的に取組む課題であると考え、環境株式指数に基づくパッシブ運用やグリーンボンドへの投資、TCFDやClimate Action100+<sup>(注3)</sup>への賛同などを行っている。さらに、2019年10月にはインデックス・ポスティング<sup>(注4)</sup>を開始しており、ESGインデックスを含め幅広くインデックスのアイデアを常時収集する体制を整えてきた。

以下では、GPIFの気候関連財務情報ということで、ポートフォリオのカーボンフットプリント等を概観した上で、今年度新たに導入した気候変動リスクと機会が資産価格に与える影響分析の結果を紹介したい。

## ■ 2. GPIF ポートフォリオの

### カーボンフットプリント等の分析

GPIFの気候関連財務情報の分析・開示に当たっては、まずは保有するポートフォリオのカーボンフットプリント（温室効果ガス排出量）やカーボンインテンシティ（温室効果ガス排出量を付加価値等の原単位当りでみた

炭素強度）を測定した。ポートフォリオを（1）企業が発行する株式及び社債、（2）国が発行する国債、に区分して対象資産の特性に応じた測定手法により、分析している。また、関連分析として（2）では各国の温室効果ガス排出量削減への取組みと気候変動に伴う物理的リスクへのエクスポージャーを分析した。

### （1）株式と社債の分析

（1）企業が発行する株式及び社債では、カーボンフットプリントの集計範囲を企業による二酸化炭素やそれ以外の温室効果ガスの直接排出（スコープ1）に加え、電力購入や中核サプライチェーンに関する二酸化炭素排出量（スコープ2及び3）としている。その上で、資産別のカーボンフットプリントをみると、合計排出量が最も大きいのは国内株式で、次いで外国株式、国内社債、外国社債の順となった（図表1）。これは、国内企業が外国企業に比べて炭素効率性が低いということではなく、各資産の保有額や業種別構成による違いが主因である。

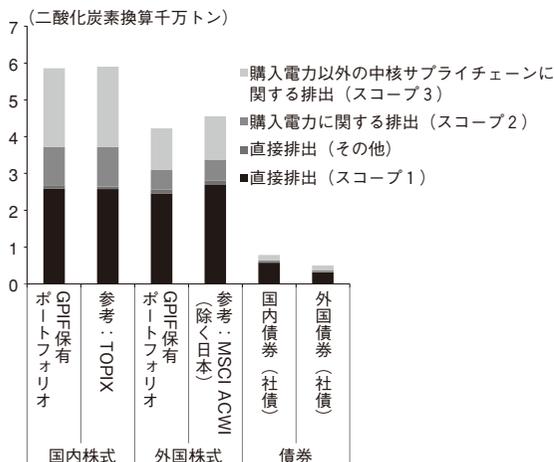
また、株式・社債ポートフォリオ全体のカーボンフットプリントの前年度からの変化は、二酸化炭素換算で2019年度は1.14億トンと2018年度の1.26億トンから減少しているほか（図表2）、加重平均カーボンインテンシティ（Weighted Average Carbon Intensity：WACI<sup>(注5)</sup>）も前年度から低下しており、ポートフォリオの低炭素化と炭素効率性の改善がみられた。改善の主な要因はポートフォ

リオにおける投資先企業の保有比率の変化である。2018年にGPIFは炭素効率性が高い企業の投資ウエイトを増やすとともに、温室効果ガス排出に関して積極的に情報開示を行う企業の投資ウエイトを増やす設計となっている「S&P/JPXカーボン・エフィシエント指数」(国内株式)及び「S&Pグローバル大中型株カーボン・エフィシエント指数」(外国株式)への投資を開始している。もちろん、そうしたESG指数への投資による効果を見極めるためには長期的な視野が必要だが、現時点の分析からはそれら指数への投資がポートフォリオの低炭素化に繋がったことが示唆される。

## (2) 国債の分析

国債の分析に当たっては、分析対象となる

(図表1) スcope別の温室効果ガス排出量  
(株式・社債)

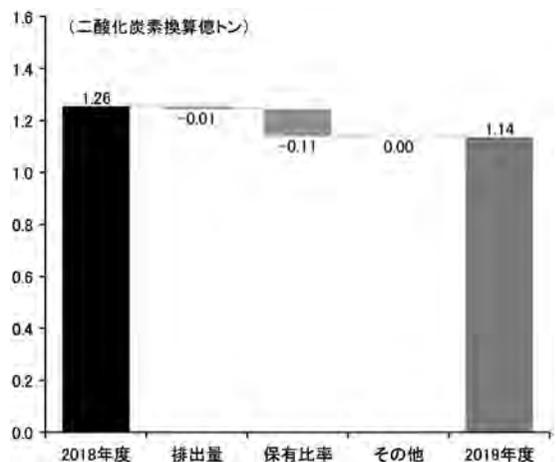


(出所) S&P Trucost Limited© Trucost 2020

温室効果ガス排出の主体を、政府部門に限定する考え方と、民間企業や個人も含めた当該国全体の活動とする考え方があるが、本分析では後者の考え方に基づいている。また、カーボンフットプリントの集計範囲については、域内需要に関する「国内」と「輸入」に加え、国外需要に対応するための生産に伴う「輸出」としている。それらの前提に基づき、GPIFの国債ポートフォリオにおける主な投資対象国のカーボンインテンシティ (国内総生産10億円当たりの温室効果ガス排出量) を測定した。

分析結果をみると、米国や欧州各国のカーボンインテンシティはベンチマーク (注6) を下回っている (図表3)。一方で、インドネシアや南アフリカなどがベンチマークを上回っていることで、GPIFポートフォリオのカ

(図表2) カーボンフットプリント変化の要因分解



(注) 「その他」は、「排出量」、「保有比率」の交差項

(出所) S&P Trucost Limited© Trucost 2020

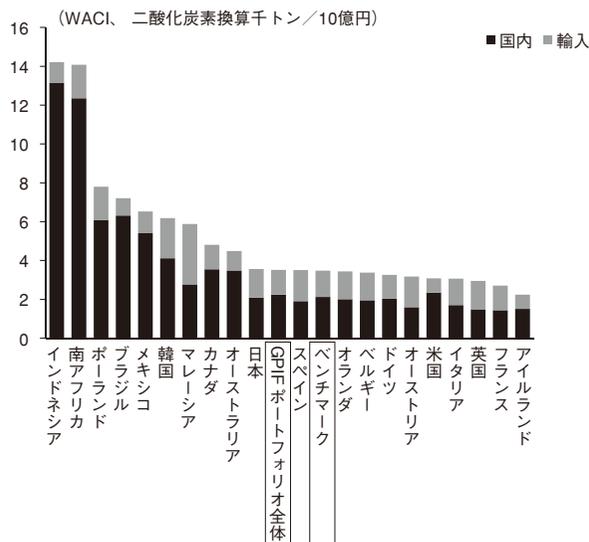
ーボンインテンシティはベンチマークよりも高い結果となった。

また、図表4では、(1)「2℃目標<sup>(注7)</sup>」を達成するために必要な年間の温室効果ガス排出削減<sup>(注8)</sup>」を縦軸に、(2)「2℃目標と整合的な温室効果ガス排出量と過去の実際の削減量のトレンドとの差」を横軸にプロットしている。(1)をみると、上記の分析でカーボンインテンシティが比較的高いとされたインドネシアやブラジルに限らず、米国や欧州各国でも2℃目標達成のための取組み強化が必要であることが示された。また(2)では、実際の排出削減が目標を上回っているのは英国のみであることが確認できる。そのため、ほとんどの国では2℃目標達成のために、更なる温室効果ガス排出削減に向けた実

効性の高い取組みが必要だといえよう。

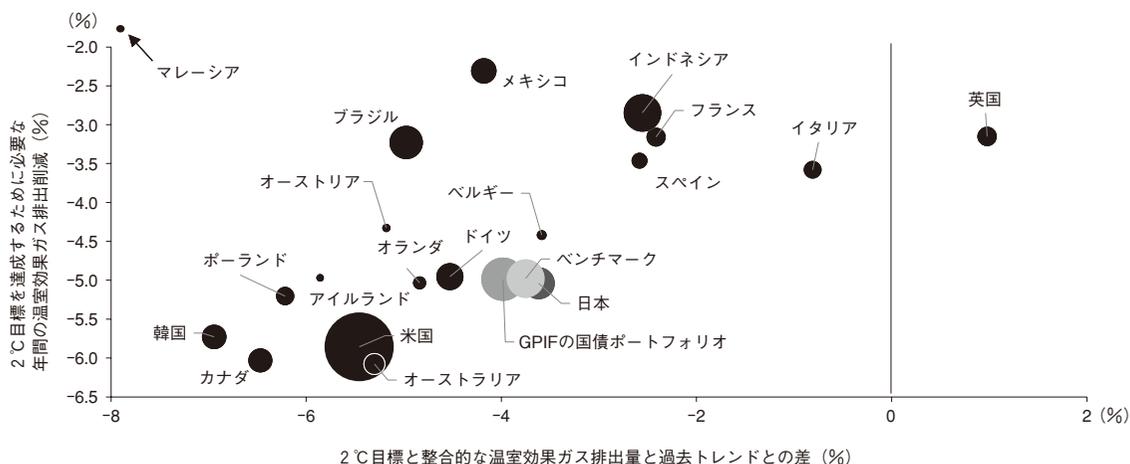
このほか、温室効果ガス排出を背景に発生する恐れがある物理的リスクのうち、海面上昇リスクや、気候変動に関連した洪水・熱波など自然災害リスクへのエクスポージャの分析を行った。これらは国の財政支出への影響が大きいリスクであると考えられる。海面上昇リスクでは、総人口に占める海拔5メートル以下の居住人口の割合を分析しており、エクスポージャが大きい順にオランダ(58.5%)、日本(12.6%)、ベルギー(11.2%)となった。また、気候変動に関連した自然災害リスク(10万人当たり死者数)が大きいのは、ベルギー(68.0人)、フランス(38.4人)、オランダ(36.2人)である。特にこれらの国では物理的リスクが長期的に財政負担になるこ

(図表3) 国債の加重平均カーボンインテンシティ(WACI)



(出所) FTSE Russell, Beyond Ratings

(図表4) 温室効果ガス排出量削減に関する各国の取組み



(注) GPIFの国債ポートフォリオとベンチマークは保有債券価格 (VOH) の加重平均。円の大きさは2019年の温室効果ガス排出量の大きさを表す。  
 ベンチマークは、基本ポートフォリオの割合に基づいて加重平均。  
 (出所) FTSE Russell, Beyond Ratings

とも懸念される。

### 3. Climate Value-at-Risk (CVaR) による分析

#### CVaRによる分析の意義

次に、株式と債券（社債）に関して、TCFDの提言によって開示が推奨されているリスク（移行リスク・物理的リスク）と機会について分析した。分析に用いたのは、気候バリューアットリスク（以下、CVaR：Climate Value-at-Risk）である。この手法では、前提となる気候変動シナリオに応じて、気候変動によって生じるコスト・利益の現在価値を算出する。そのため、株式や社債のCVaRは、気候変動によって証券価値（企

業価値）が将来的にどの程度変化するかを示すこととなり、「気候変動が企業価値に与える金額的ショック」として捉えることが可能となる。CVaRは金額ベースの評価であるため、(1) 政策リスク、(2) 技術的機会、(3) 物理的リスクと機会、に関して気候変動に伴うリスクと機会による影響を同じ尺度で分析できる。TCFD提言に沿った統合的な気候関連財務情報の開示・分析を行う上で非常に優れた分析手法であると考えている。

#### CVaRの概要

CVaRでは、温室効果ガス排出量の集計範囲を、企業による直接排出（スコープ1）に加え、購入電力に関する排出（スコープ2）を対象としている。それらを踏まえ、以下の

手法によって企業の証券価値への影響を算出(注9)している。

(1) 政策リスクでは、2℃目標などの温室効果ガス排出削減目標に達するために必要な企業のコストを算出する。具体的には各企業が将来必要とする年次の温室効果ガス排出量を算出し、それに年間の削減コストを掛けることで将来にわたっての温室効果ガス排出量削減コストを推計している。

(2) 技術的機会では、各企業の環境関連技術に関する特許データをもとに、数学的なモデルを用いて各セクターにおける該当企業の特許占有率に、そのセクターにおけるグリーンレベニュー(低炭素社会に貢献するビジネスからの収益)の金額と利益率を掛けることで、企業が気候変動で得られる可能性のある収益機会を、将来にわたっての利益額を推計している。

(3) 物理的リスクと機会では、企業が所有する施設・物件に対して、気候変動によって生じる損失を推計することで、物件に対する物理的リスクの損失額を分析している。ただし、場合によっては気候変動によって施設・物件の生産性が向上することも考えられる。その際にはリスクと対比される物理的な機会が示されることとなる。

## 分析結果概要

GPIFのポートフォリオにおける株式及び社債について、2℃目標の前提の下でCVaRを算出したところ、外国株式(-7.5%)、国

内社債(-4.4%)、外国社債(-3.6%)がそれぞれマイナスの値となった一方で、国内株式は+11.2%とプラスの結果となった。これは、世界が2℃目標を実現した場合(2℃シナリオを織り込んだ場合)に、国内株式の価値が+11.2%増大することを意味している(図表5)。

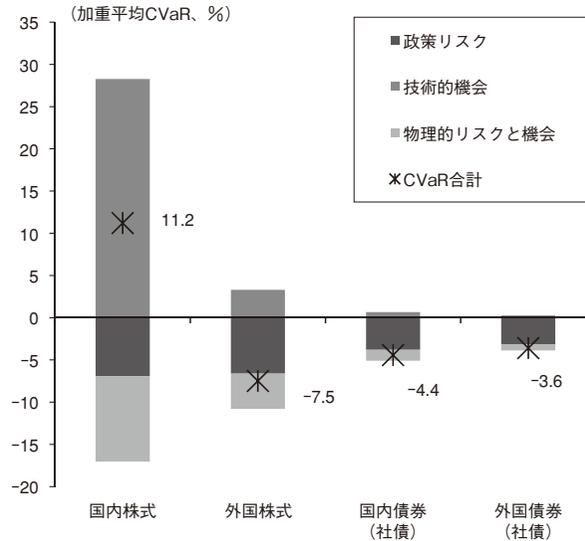
なお、いずれの資産クラスでも、政策リスク、物理的リスクが証券価値を押し下げている。株式・社債それぞれでは、政策リスクは国内外での差は小さいが、物理的リスクでは沿岸部の居住人口が諸外国に比べて多いこともあり、国内でのリスクが大きいとの結果が示された。他方、技術的機会では、株式・社債ともに外国に比べて国内の方がプラスが大きく、国内株式では気候変動対策によって生じる収益機会が総コストを上回ること、証券価値が増大する可能性が示された。

## 技術的機会の内訳

以上のように、国内株式は技術的機会によって価値が押し上げられる可能性が示されたが、ここではどのような環境関連技術が技術的機会に寄与しているかを分析するために、技術的機会の算出に用いられる特許スコアを確認したい。

国内株式の特許スコアを特許分類別にみると、「自動車」のスコアが突出して高く、次いで「エネルギー供給」、「電気自動車」、「化学」の順となっている。これはGPIFポートフォリオにおける自動車セクターへの投資比

(図表5) GPIFポートフォリオの資産別CVaR



(出所) Reproduced by permission of MSCI ESG Research LLC© 2020

率が高いことも影響しているが、国内企業の環境関連技術が自動車関係に集中していることも示唆している。なお、「自動車」では内燃機関の燃焼効率改善に関する特許などが含まれており、ハイブリッド技術やバッテリー、燃料電池に関しては「電気自動車」に分類されている(図表6)。

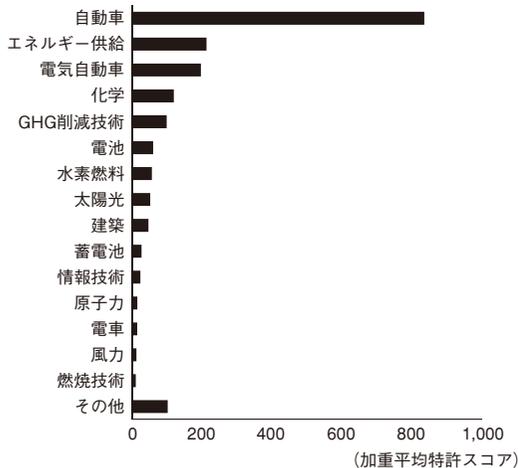
外国株式をみると、「航空機」、「情報技術」、「自動車」、「風力」のスコアが高く、国内株式に比べて幅広い環境関連技術による収益機会があることが示された(図表7)。国別の寄与では、いずれの特許においても米国の割合が高くなっているが、これはGPIFポートフォリオにおいて米国株式が占める割合が高いことなどが影響している。

### 分析結果の解釈における注意点

以上のように、CVaRによると世界が2℃目標の達成への取組みを進めていくことで、国内株式の証券価値が増大する可能性があることがわかった。もっとも、こうした分析結果の解釈にはいくつかの注意も必要となる。

まず、過大・過小評価のリスクである。CVaRのアプローチは、現在の企業価値に将来の気候変動による財務インパクトを考慮することで、気候変動のリスクと機会を証券価値に反映しているが、すでに証券価値に気候変動リスクが反映されている場合には、財務インパクトを過大評価することになる。また、技術的機会についても、特許に基づかない技術は評価対象外ということや、企業の中にはより優れた技術ほど情報の秘匿性を維持する

(図表 6) 国内株式の特許分類別の特許スコア

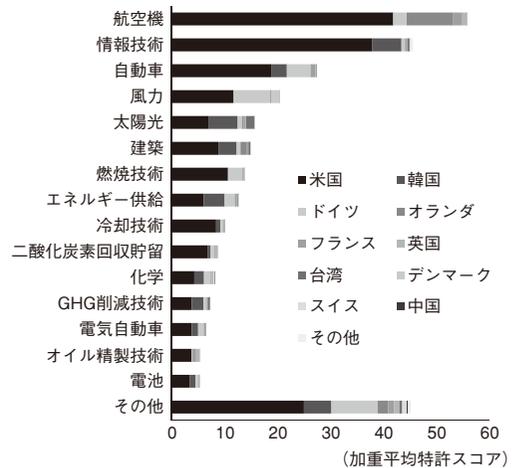


(出所) Reproduced by permission of MSCI ESG Research LLC© 2020

ために特許を取得しないこと、特許スコアは、特許の引用数などに基づき評価されているが、当然最新の特許であれば引用されることも少なく、評価が低くなりがちであることなど、評価を行う上での課題も残されているといえる。

次に、政策面での不確実性の高さである。2℃目標を定めたパリ協定に関しては、2019年11月には米国が離脱を通告しているほか、パリ協定に賛同している欧州や日本をはじめとした各国においても2℃目標に向けた取組みの初期段階にあるといえる。世界最大の経済大国である米国が、今年11月の大統領選挙後、どのような政策を取るかによっても政策リスク・機会については大きく変化することになる。地球温暖化を阻止する国際的な取組みが不調に終われば、物理的リスクは大幅に高

(図表 7) 外国株式の特許分類別の特許スコア



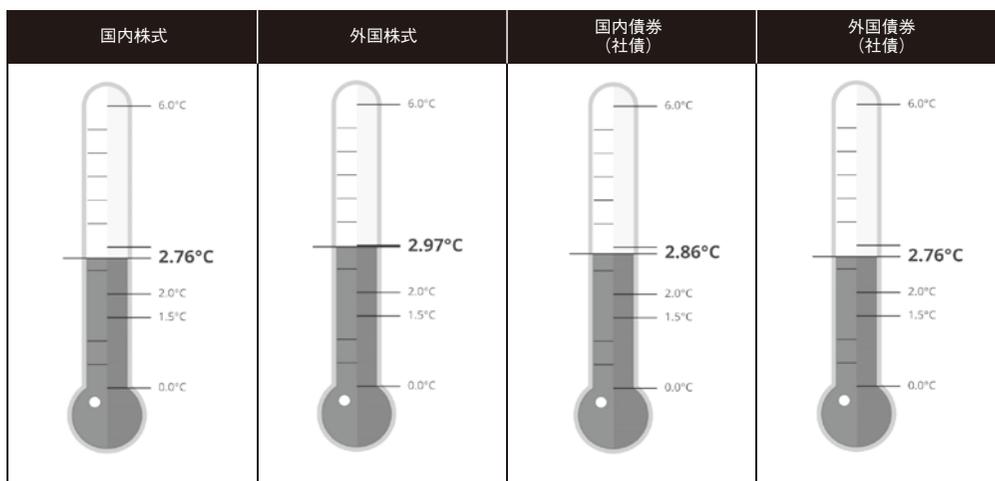
(出所) Reproduced by permission of MSCI ESG Research LLC© 2020

まることになる。GPIFポートフォリオに含まれる企業が現在の事業活動を継続した場合、世界が産業革命前に比べて2100年時点でどれだけ気温上昇しているか（温暖化ポテンシャル）を試算すると、国内株式（2.76℃）と外国株式（2.97℃）ともに2℃を上回るという結果もあり、海面上昇、暴風雨、洪水、熱波などの自然災害が経済活動を阻害するリスクは高まることになろう（図表8）。

#### 4. まとめ

以上のように本稿では、GPIFポートフォリオのカーボンフットプリント等を概観した上で、気候変動リスクと機会がもたらす証券価値（企業価値）への影響についてCVaRを用いて分析した。

(図表 8) 現在の企業活動が示唆する2100年時点の温暖化ポテンシャル



(出所) Reproduced by permission of MSCI ESG Research LLC© 2020.

GPIFポートフォリオのカーボンフットプリント等は改善していることが示されたが、依然として改善余地も残されているため、今後も継続して分析していくことが必要といえよう。また、CVaRの分析では、国内株式の証券価値が技術的機会によって増大する可能性があることがわかった。そうした、技術的機会によるポートフォリオの証券価値増大は企業の収益機会から算出されるものであり、2℃目標達成に取り組むことで国内企業ではコスト増加だけでなく、それを上回る環境技術関連の収益機会があることを示したのは本稿の大きな成果といえる。

※本稿の意見にわたる部分は、筆者の個人的見解に基づくものであり、所属する組織の見解を示すものではない。

〔参考文献〕

- ・ TCFD (2017) “Final Report : Recommendations of the Task Force on Climate - related Financial Disclosures”
- ・ TCFD (2018) “An asset owner’s guide to the TCFD recommendations”
- ・ GPIF (2020) 「2019年度 ESG活動報告」
- ・ GPIF (2020) 「GPIFポートフォリオの気候変動リスク・機会分析」

(注1) 2015年12月に金融安定理事会 (FSB) によって設立され、2017年6月に企業等が気候変動リスク及び機会についてよりよい情報開示を行うための提言レポート “Final Report : Recommendations of the Task Force on Climate - related Financial Disclosures” を公表している。このほか、アセットオーナー向けに情報開示のガイドを示した “An asset owner’s guide to the TCFD recommendations” を2018年5月に公表している。

(注2) 昨年度使用した (1) Trucost社のデータに加え、(2) ロンドン証券取引所グループ傘下の FTSE Russell 社 及び Beyond Ratings 社、(3) MSCI社のClimate Risk Center (旧Carbon Delta社) のデータを使用した。

(注3) CA100+ は、グローバルな環境問題の解決に大きな影響力のある企業と、情報開示や温室効果ガス排出量削減に向けた取組みなどについて建設的な対話を行う機関投資家の世界的なイニシアティブ。

(注4) 詳細については、<https://www.gpif.go.jp/investment/index-posting/>を参照。

(注5) WACIはTCFDの提言において、アセットオーナーに開示が推奨されている指標。

(注6) ベンチマークは基本ポートフォリオの割合に基づいて外国国債と日本国債とを加重平均したものの。GPIFの投資の大半はパッシブ運用であり、ポートフォリオとベンチマークを比較することで、GPIFの取組みによる影響を分析することができ

る。

(注7) 産業革命後今世紀末までの気温上昇を2℃未満に抑える目標。パリ協定で定められた。

(注8) マイナス幅が大きいほど、更なる温室効果ガス排出削減が必要。

(注9) 詳細は2020年10月にGPIFが公表した「GPIFポートフォリオの気候変動リスク・機会分析」(<https://www.gpif.go.jp/investment/esg/gpif.html>)を参照。

