

MEGATRENDS

気候変動の波を 掻い潜る

変容する投資環境における
機会とリスク

2021年2月

本レポートは、プロの投資家を対象として作成されたものです。すべての投資にはリスクが伴い、元本割れを起こす可能性があります。

はじめに

100世紀にもわたって比較的安定を保ってきた我々の惑星の気候が変動している。¹ 気候変動は遠い将来に発生することが予想される出来事ではなく、検証することも可能な現在進行中の現象である。長期的な展望に関しては大きな不確実性が伴うものの、実際には今後20年で気候がどのように推移するか概ね確定している。この時間軸は大半の長期的な運用を行う投資家にとって、一般的なものである。

皮肉なことに、気候が今後どのように推移するかについては極めて確実性が高いものの、気候変動によってもたらされる機会と取り組むべき課題について模索する長期的な投資家にとって、これが非常に大きな不確実性となって立ちはだかっている。これにはさまざまな理由がある。1つ目は、気候変動によって、より極端で不安定な気象がもたらされることが最も確実視されているものの、その正確な時期と深刻度が不透明であることだ。2つ目は、気候変動が及ぼす外的影響、テールリスク、および非線形な脆弱性がいつ市場価格に完全に織り込まれるかを予測することが難しい点だ。そして3つ目として、気候変動に対する規制当局、政府、および社会の対応が依然として不透明である点が挙げられる。足元で気候変動を巡る議論が行なわれている政治の場においても見解が両極化していることを踏まえると、なおさら不透明感が強い。

こうした不確実性に関わらず、長期的な運用を行う投資家にとって気候変動は最も重要な構造的変化の1つであると我々は考えている。気候変動が投資家に及ぼす影響は、それぞれの投資家がポートフォリオに潜む脆弱性を特定し、軽減できるかどうかによって決定づけられる。それと同様に、低炭素社会への移行を促進する画期的かつ革新的なテクノロジーによっても左右される。

気候に関する実行可能な投資方針を策定するにあたり、我々はPGIMグループの債券、株式、不動産、プライベート・デット、オルタナティブ資産の各運用部門から45名を超える運用責任者の知見を集め、また30名を超える著名な研究者やエコノミスト、政策立案者、科学者、気候変動に関心を持つ投資家を対象にインタビューを行なった。更に、気候変動を巡る機関投資家の現在の投資行動と将来の抱負について理解を深めるべく、世界的な100余りの機関投資家を対象に新たな独自の調査も実施した。²

2020年、新型コロナウイルスによってもたらされた人道的および経済的な惨状によって、標準的なリスクモデルでは容易に説明できない、発生のタイミングが予測不可能な非線形リスクに対する投資家の脆弱性が浮き彫りになった。気候変動は、徐々に燃え広がりつつある危機であり、今後10年にわたって投資家のリスクと機会を根底から変えるものである。気候変動によって、世界経済、様々な市場、そして投資環境は破壊された上で再生される可能性があることを理解することで、投資家はこの先数十年を上手く切り抜ける態勢を整えることが出来ると我々は考えている。



David Hunt
PGIM
社長兼最高経営責任者



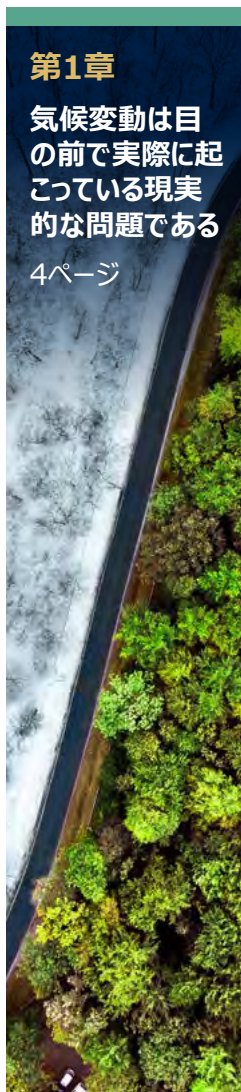
Taimur Hyat
PGIM
最高戦略責任者

目次

第1章

気候変動は目の前で実際に起こっている現実的な問題である

4ページ



第2章

気候問題はマクロ経済の重要な要素の1つである

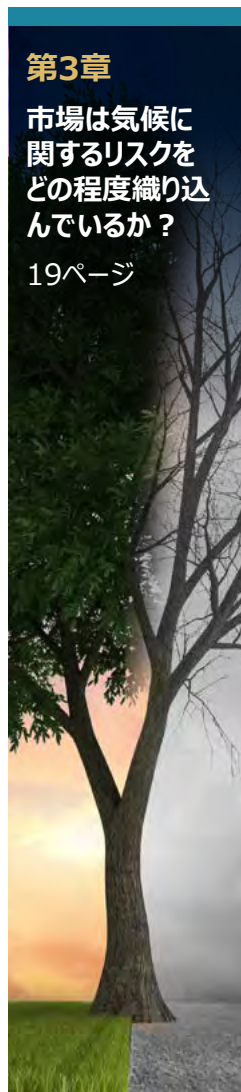
11ページ



第3章

市場は気候に関するリスクをどの程度織り込んでいるか？

19ページ



第4章

資産クラス別にみる気候リスクの意味合い

26ページ



第5章

ポートフォリオにおいて気候変動をどのように捉えるのか

38ページ



序章

第1章

気候変動は目の前で実際に起こっている現実的な問題である

第1章では、気候変動は遠い将来のテールリスクではなく、厳しい現実であるということを示す有力な証拠について概説する。異常気象の発生頻度と深刻度は著しく増大しており、こうした傾向は今後何十年にもわたって続くと考えられる。環境・社会・企業統治（ESG）を重視する投資家に限らず、全ての投資家は、この先に待ち受けているマクロ経済、市場、および投資環境の変化の波を掻い潜る必要がある。

第2章

気候問題はマクロ経済の重要な要素の1つである

第2章では、現在も進行中の化石燃料に軸足を置いた経済から低炭素経済への数十年単位の変遷が、マクロ経済に及ぼす影響を検証する。足元の気候変動の進行に対して最も脆弱な地域およびセクターに関するPGIMの見方を紹介する。

第3章

市場は気候に関するリスクをどの程度織り込んでいるか？

第3章では、市場が気候変動の進行リスクおよび物理的なリスクをどの程度織り込んでいるか（あるいは織り込んでいるか否か）について検証する。市場がこれらのリスクを織り込む際に如何に一貫性が欠けているかを明かにした上で、今後、様々な資産クラスにおいて気候リスクが広範にわたって再評価される契機となる要因をいくつか特定する。

第4章

資産クラス別にみる気候リスクの意味合い

第4章では、投資家にとっての隠れたリスクと機会について分析する。この分析は、「ブラウン（環境負荷が大きい）銘柄を売って、グリーン銘柄を積み増す」といった標準的な投資戦略の域を超えたものである。既存の枠組に囚われずに勝ち組と負け組を特定し、公募および私募の債券、株式、プライベートエクイティ、ベンチャーキャピタル、実物資産など資産クラス別の投資機会について詳述する。

第5章

ポートフォリオにおいて気候変動をどのように捉えるのか

第5章では、複数の資産から成るポートフォリオにおける気候リスクの評価およびモデル化に伴う課題など、気候変動がポートフォリオ全体に及ぼす影響を検証する。機関投資家を対象に、ポートフォリオ全体にわたる気候問題への行動計画について提案を行う。

第1章

気候変動は目の前で実際に起こっている現実的な問題である

“

気候変動の多くの側面について、政策立案者、企業、環境活動家の意見は異なる可能性があるが、議論の余地のない事実が1つある。それはすなわち、地球上の気温と水温が上昇しているという点である。そしてこの地球温暖化は加速している。

CHAPTERS

1

2

3

4

5

第1章

気候変動は目の前で実際に起こっている現実的な問題である

気候変動はもはや、仮想のリスクなどではない。気候変動の多くの側面について、政策立案者、企業、環境活動家の意見は異なる可能性があるが、議論の余地のない事実が1つある。それはすなわち、地球上の気温と水温が上昇しているという点である。そしてこの地球温暖化は加速している（図1）。

破壊的な気候変動が既に始まっている

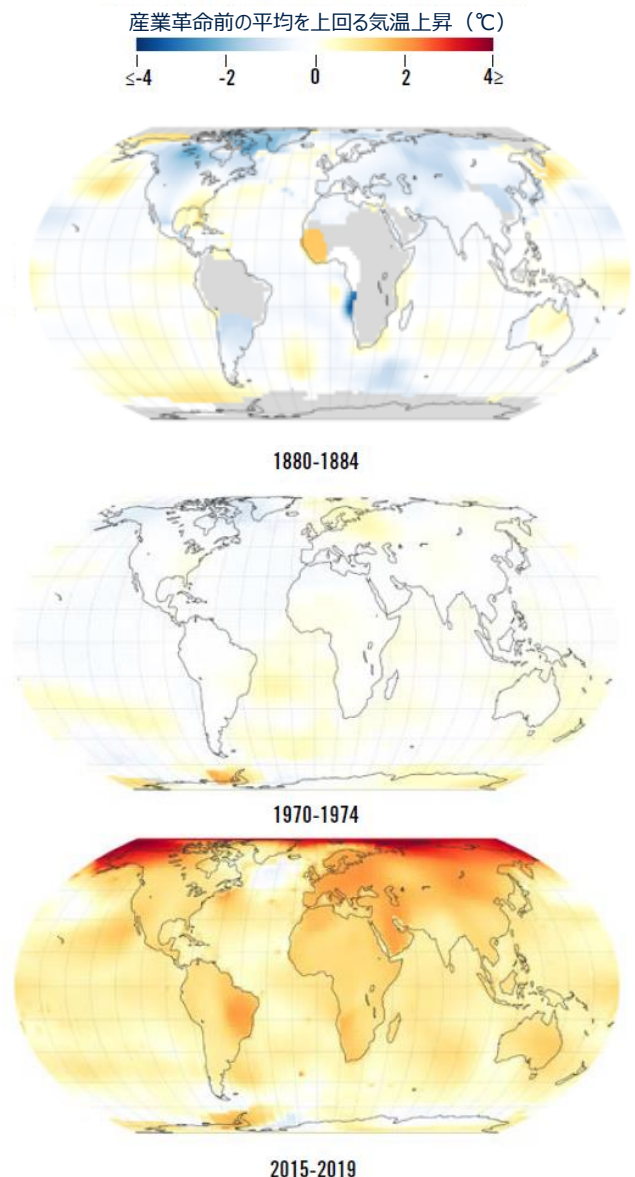
気候変動による最も具体的な影響の1つが既に表面化し始めている。それは、異常気象の急増である。仮に天候に関するVIX指数が存在するならば、同指数は史上最高の水準に達しており、なおも上昇基調にあるだろう。図2は、降雨分布に関しても天候が著しく不安定になっていることを示したものである。その理由として、気温と海面温度の上昇が天候を不安定にさせていることが挙げられるが、これにより、ある地域では酷暑あるいは酷寒がもたらされ、また他の地域では干ばつや洪水が引き起こされている。

仮に天候に関するVIX指数が存在するならば、同指数は史上最高の水準に達しているだろう。

極端な気温

気候変動が原因で、極度の熱波の発生頻度が増加している。ⁱ 最も大きな打撃を受けている国の1つであるインドでは、2018年に記録された熱波の公式発生件数が484に達した。これは、1970年代の10年間にわたって記録された発生数の10倍を超える数字である（図3）。³ 同様に、アフリカでは2006年から2015年までの間に年間24回の極度の熱波が発生した。これは、同期間以前の25年間における発生ペースの2倍である。⁴ シベリアの北極圏でさえも、熱波の影響で2020年6月に観測史上初めて気温が100°F（38℃）を超えた。⁵

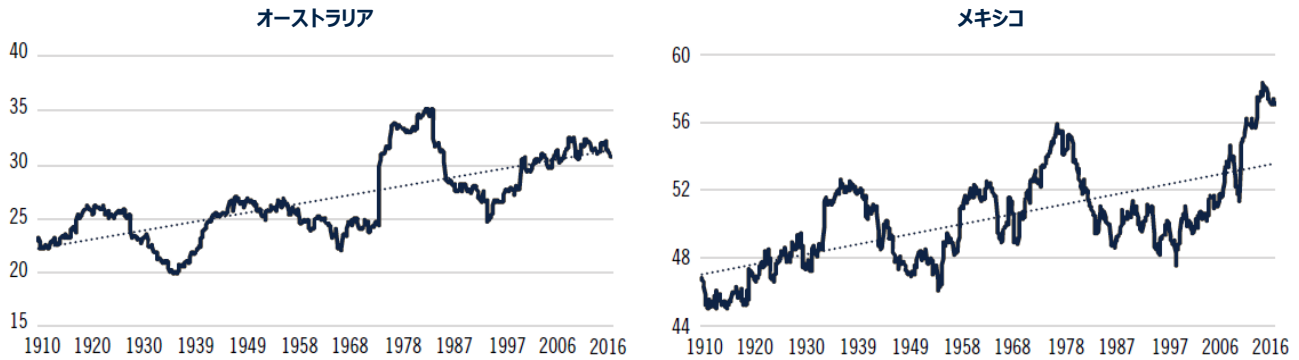
図1：地球の平均気温は1880年以降上昇している



出所：“World of Change: Global Temperatures” Earth Observatory
(NASA、2020年にアクセス)

i 世界的な都市化の加速も、気温上昇による影響と酷暑の発生を助長している。都市化に関する詳細は、『The Wealth of Cities』(<http://www.wealthofcities.com>) を参照。

図2：極端な多雨と極端な少雨：降雨量のボラティリティが上昇
月間降雨量（mm）の10年移動平均標準偏差

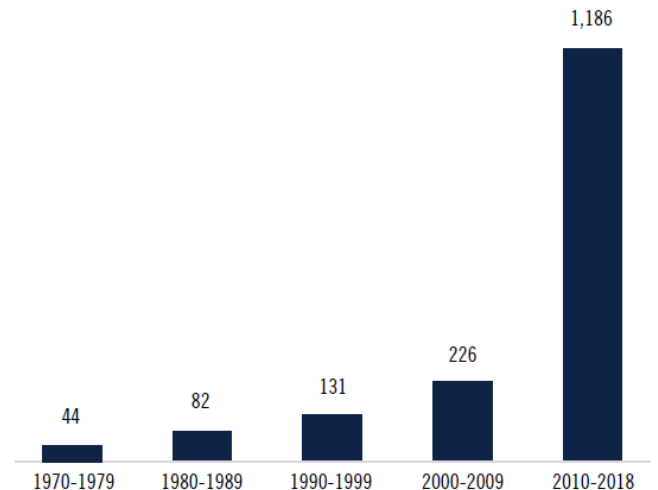


出所：PGIMによる分析、“[Climate Change Knowledge Portal](#)” 世界銀行（2020年にアクセス）

いくら直観に反するものであるかも知れないが、地球温暖化は他方で、北米や欧州、中央アジアを中心に極度の寒波も引き起こしている。⁶ 氷で覆われた北極圏とそれ以外の地域に大きな気温差がある場合、ジェット気流が西から東に向かって一定の緯度圏の標準的な軌道に沿って強く吹き、これが北極圏の寒帯気団が南下するのを防いでいる。しかし、北極圏の気温が上昇するのに従って気温差が縮小してジェット気流が弱まり、北極圏の寒帯気団が南下するようになる。これにより、より低い緯度にある北米や北欧、中央アジアに、非常に冷たい北極大気（極渦とも呼ばれる）が運び込まれる。⁷ 2019年には、シカゴとミネアポリスで気温がマイナス46℃（マイナス50°F）にまで低下し、これが原因となって交通その他のインフラに大きな混乱が生じた。⁸

例えば、米国において分析対象となっている244都市の80%近くで、各年における1日当たりの最多降水量が1950年以来増加している。¹³ 西欧においても同じような傾向が見られ、少なくとも20世紀末以降、春の平均降水量が増加している（図5）。

図3：インドで公式に観測された10年単位の熱波の合計（2010～2018年）



出所：“[Extreme Events and Disasters](#)” インド気象庁気象局，（2019年）

暴風雨やハリケーンの威力が増大

地球温暖化によって暴風雨の深刻度が増大していることを示す証拠が次々と明らかになっている。温度の上昇した海が、北大西洋ではより強力なハリケーンを、そして南インド洋ではより強力なサイクロンを生んでおり、カテゴリー3以上の強さに達する暴風雨が増えている（図4）。⁹ 事実、大西洋で発生し名前がつけられた暴風雨の数は、2020年に過去最高となった。¹⁰

ハリケーンに加え、気温の上昇によって大気の水蒸気保持率が上がり、これにより深刻な降水量をもたらす豪雨の発生頻度が増加している。ⁱⁱ 試算によると、気温が1℃上昇するごとに、大気の水蒸気保持能力は7%強まる。¹¹ こうした現象は世界各地で見られるが、特に欧州、日本、および米国の降雨パターンに最も深刻な影響を及ぼしている。¹²

ii 特定の期間における平均降水量の上位1パーセンタイルの降水量があった場合に、深刻な降水量をもたらす豪雨と定義する。



砂漠化、干ばつ、山火事

不安定な気候と降雨パターンの変化に伴い、世界の一部の地域では著しく乾燥が進んでいる。その最たる例が南欧である。サハラ砂漠が徐々に北へ広がっており、地中海を飛び越えて砂漠化が進むという警鐘を比較的好く耳にする。¹⁴ 実際問題として、サハラ砂漠は拡大し続けている。気温の上昇と降雨パターンの変化によって、既にポルトガル、スペイン、ギリシャ、イタリアの一部では砂漠化が拡大しており、その進行は過去10年の間に一層顕著になっている。ⁱⁱⁱ 直近の2019年には、サハラ砂漠からの温かい砂漠の大気がフランスにまで到達し、46℃（115°F）近くまで気温が上昇した。¹⁵

更に、より大気が乾燥することで山火事や干ばつ被害の発生頻度が増加しており、またその深刻度も増している。こうした中、世界各地の多くの植物が、かつてないほど長期にわたって続く山火事の危険に晒されている。¹⁶ 実際に、2019年から2020年にかけて、オーストラリア、欧州、および米国では観測史上最も激しく最も被害が深刻な山火事がいくつか発生している。

干ばつ被害に関しては、キプロス、イスラエル、レバノン、トルコといった地中海東岸地域が、1998年以降ほぼ毎年のように干ばつ被害に見舞われており、過去500年において最も乾燥していた時期よりも地下水が50%も少ない状態にある。¹⁷ また、カリフォルニア州の最近10年間は、過去1,200年間で最悪の干ばつ期となっている。¹⁸

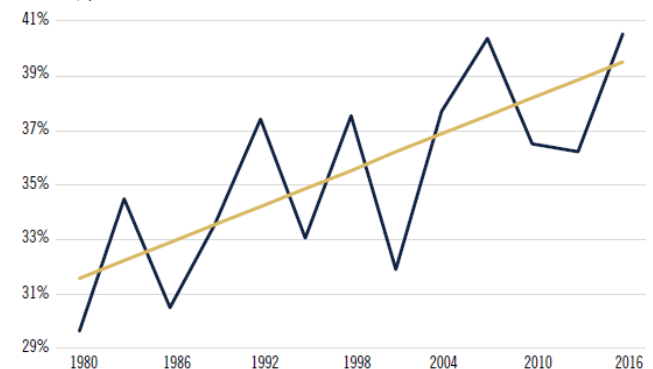
洪水

恐らく、気候変動がもたらす最も具体的な影響は洪水の増加だろう。沿岸部と内陸部の両方において洪水が増えている。

iii 砂漠化は、一般的に「水食」、「風食」、「植物の退化・喪失」、「塩類化」、「土壌圧縮」、「土壌肥沃度の低下」から成る6つの側面によって定義される。

図4：暴風雨が激しさを増している

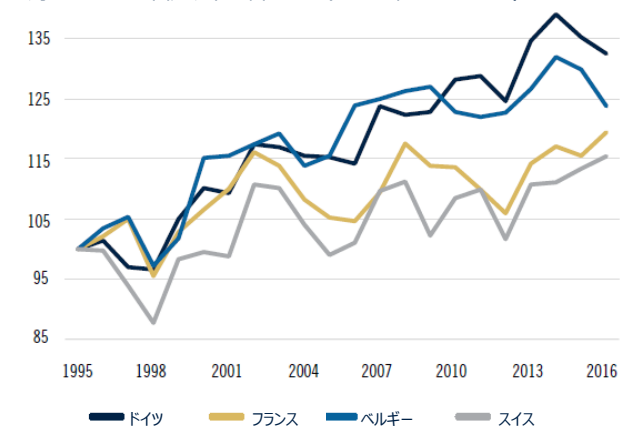
ハリケーンの合計に占める大型ハリケーン（カテゴリ3から5）の割合（1979～2017年）



出所：James P. Kossinなどによる“[Global increase in major tropical cyclone exceedance probability over the past four decades](#)” 米国科学アカデミー紀要（2020年5月18日）
注記：各点は3年間の平均を示している

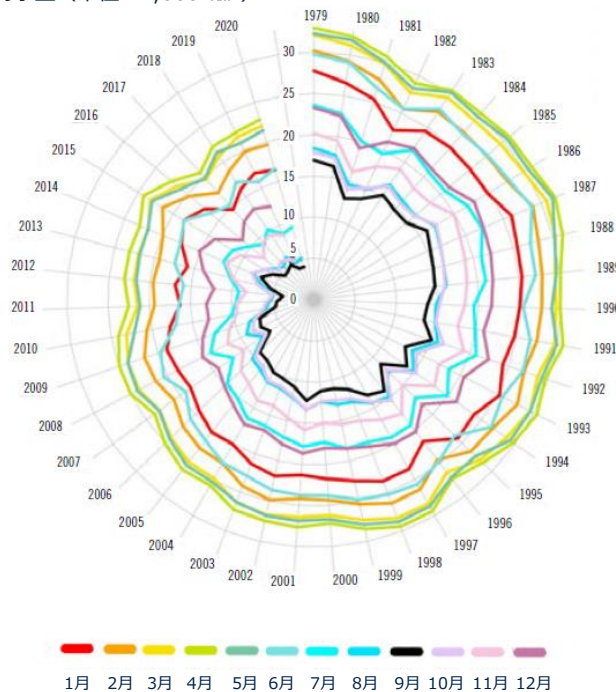
図5：多くの欧州諸国で平均降水量が増加している

5月における10年移動平均降水量（1995年を100とする）



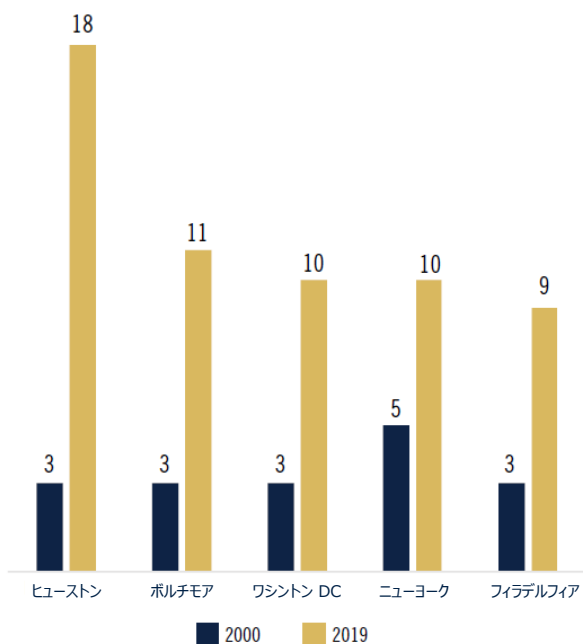
出所：PGIMによる分析、“[Climate Change Knowledge Portal](#)” 世界銀行（2020年にアクセス）

図6：北極海氷の後退
海氷量（単位：1,000 km³）



出所：Ben Horton “[Arctic Death Spiral](#)”（2020年にアクセス）

図7：米主要都市で「晴天の日の洪水」発生が増加



出所：“[The State of High Tide Flooding and Annual Outlook](#)”
米国海洋大気庁（2020年）

気温の上昇と極氷冠の融解が、過去数十年で加速した平均海面の上昇に直接影響している（図6）。NASAによると、2019年末時点の地球の海水面は観測史上最も高い水準にまで上昇しており、1993年時点の平均よりも3.8インチ上昇した。¹⁹

その結果、沿岸部では洪水が大幅に増加している。このことは、例えば激しい降雨を伴わなくても、非常に深刻な高潮の発生や海水の地下水流入の増加だけでなく、満潮時にも洪水が発生していることを意味している。こうした、いわゆる「sunny day flood（晴天の日の洪水）」の発生頻度が、2000年以降、米国の多くの主要都市で増加している（図7）。東南アジアでは、ジャカルタ、マニラ、バンコク、ホーチミン、ハノイにおいて干潮時の洪水が増加している。こうした理由により、インドネシアではジャカルタからの首都移転が検討されている。²⁰

今後20年の気候変動は既に概ね確定している。

洪水は沿岸部に限られた話ではない。より激しい豪雨や豪雨の発生頻度の増加によって、内陸部においても洪水が増加している。秋から冬にかけての降水量が増加したことで、欧州北西部および中部において河川の氾濫が増加している。²¹ 2013年に発生した洪水は、ドイツ、オーストリア、スロバキア、チェコと広範な地域に広がった。²² 急速に進む融氷も河川の氾濫を引き起こす可能性があり、このような現象は特にヒマラヤ山脈で見られる。²³ 米国では、中西部において非常に激しい1日当たり降水量を記録する日数が著しく増加しており、これが河川の増水を招き、大規模な洪水を引き起こしている。²⁴ 2019年にはミシシッピ川が決壊し、中西部と南部においては特に深刻な事態へと発展した。²⁵

考えられる全てのシナリオにおいて、地球の変動は続く

今後20年の気候変動は既に概ね確定している。カーボン・プライミング政策（温室効果ガス排出量に価格を付ける政策）や再生可能エネルギーを巡る短期的な見通しとは関係なく、今後20年で気候変動がどのように推移するかはほぼ確定しており、そこに不確実性はほとんどない。何故なら、今日の気候変動は数十年前に排出された温室効果ガスの産物だからである。同様に、温室効果ガス排出を巡る今日の行動が気候に及ぼす影響は、今から数十年先にならなければ顕在化しない。²⁶

例えば、中国において各年に深刻な干ばつ被害が発生する確率は、楽観的な気候シナリオを描こうが悲観的な気候シナリオを描こうが2040年までは凡そ同じ上昇率となる。同様に、ブラジルでは、どのようなシナリオを描こうが危険な猛暑日の数がこの先著しく増加すると予想されている。

もっと分かり易く言えば、最も楽観的なシナリオ（RCP 2.6）の下であっても、こうした気候変動の進行は引き続き2040年までは顕著であり、仮に世界が今日から排出量を劇的に削減したとしても、大半の機関投資家の投資期間にわたって気候変動の影響がなおも生じることが示唆されている（コラム1）。

コラム1：代表濃度経路

科学の世界において最もよく引き合いに出されるシナリオは、代表濃度経路（RCP：Representative Concentration Pathways）と呼ばれるもので、これは国連の気候変動政府間パネル（IPCC）が2010年に考案し採択したものである。「低位排出シナリオ（RCP 2.6）」、「低中位排出シナリオ（RCP 4.5）」、「高中位排出シナリオ（RCP 6.0）」、「高位排出シナリオ（RCP 8.5）」の4つのシナリオが定義されている（図8）。RCPは、気候変動が経済や政策、環境にどのような影響を及ぼし得るかを理解するのに有用な枠組みである。各シナリオは、環境システム、政治システム、経済システム間の複雑に絡み合う多様な相互作用によって構成される。これらのシナリオは、我々の地球が変動し、また気候変動に関する我々の理解が進むにつれて変化し続ける。

各シナリオの間には明確な違いが存在する。とりわけ、最も楽観的なシナリオ（RCP 2.6）と最も悲観的なシナリオ（RCP 8.5）の間の違いは鮮明である。しかし、これら両極端のシナリオであっても、今後20年は非常に似通った気候変動の経路を辿る。つまり、両極端のシナリオであるRCP2.6とRCP8.5が辿る経路は、およそ20年後にならないと乖離し始めない。当然ながら、地球が到達し得る結末は100年単位で見れば大きく分岐し、それが社会に及ぼす影響も大きい。2040年までの地球の気候変動は様々な形で既定路線となっている。

名称	2100年までの 気温の上昇（℃）	シナリオの説明
RCP 2.6 （最も楽観的）	1.5	厳格に排出が削減され、2020年頃に温室効果ガスの排出量がピークに達した後で減少に転じる。二酸化炭素の濃度は2050年頃にピークに達し、今世紀末まで緩やかに低下する。
RCP 4.5	2.4	2100年まで全体的な温室効果ガスの排出量はほぼ横ばいで推移する。ただし、二酸化炭素排出量は2050年頃までに減少し始める。二酸化炭素の濃度は2075年頃まで上昇し、その後横ばいに推移し始める。
RCP 6.0	3.0	2100年まで全体的な温室効果ガスの排出量はほぼ横ばいで推移する。二酸化炭素排出量は2060年頃にピークに達し、その後2100年までに若干減少し横ばいで推移する。二酸化炭素の濃度は2100年まで継続的に上昇する。
RCP 8.5 （最も悲観的）	4.9	温室効果ガスの排出量は2070年頃まで加速度的に増加し、その後も2100年まで緩やかなペースで増加する。二酸化炭素の濃度は2100年まで加速度的に上昇する。

臨界点に達するリスクの増大、およびフィードバック・ループ

世界に恒久的で不可逆的な影響を与えるような気候変動が、臨界点に差し掛かっていることを示す証拠が次々と明らかになっている。²⁷ こうした臨界点に達すれば、更に気候変動を加速させるような事象を連鎖的に引き起こしかねない。実際には、気温の上昇を2℃に抑えるべきであるという当初の警鐘は、気温が2℃上昇することで気候変動が臨界点に達するリスクが急激に上昇することを示す研究があったことを主な根拠としている。しかし、「Nature」に掲載された最近のある研究によると、もっと緩やかな気温上昇であっても、こうした臨界点に達する可能性があり、つまり従来の予測よりも遥かに低い気温上昇であっても臨界点に達する可能性があることが示された。²⁸ 地球の平均気温は既に約1℃上昇しており、既にある程度の臨界点に達しているのかもしれない。足元で温室効果ガスの排出量をどれだけ削減しても、今後数十年の道筋を修正することはできない。

地球規模の気候システムにおいてフィードバック・ループ（物事が影響し合う現象）が機能していることにより、環境への悪影響を制御あるいは抑制することが極めて難しくなっている。例えば、太陽から地球に届くエネルギーの約30%は反射されて宇宙に戻る。表面反射率が高い氷は、太陽光の反射という点で大きな役割を果たしている。

それ故に、極氷冠の融解が進むにつれ、反射されて宇宙に戻る太陽エネルギーが減少し、代わりにそれが大地や水に吸収される。その結果として、更に氷が融解する。同様に、北極の永久凍土層が融解するにつれ、何世紀にもわたってそこに閉じ込められてきた二酸化炭素やメタンが大気中に放出される。それにより、永久凍土層を融解させる原因となった温暖化が更に加速する。

投資家が留意すべき重要なポイントは明確である。最も楽観的なシナリオであっても、我々の地球と気候は今後も急速に変動し続けることが見込まれる。投資家がESGに関する目標を重視するか否かに拘わらず、あらゆる地域や業種にわたって広範な影響を及ぼす気候変動を無視することはできない。こうした状況の中、投資家のポートフォリオには新たな投資機会とリスクの両方が生まれる。本章に続く4つの章では、このような投資機会とリスクについて、マクロ経済、資本市場、資産クラス、そしてポートフォリオの観点から深く掘り下げて検証する。

第2章

気候問題はマクロ経済の重要な要素の1つである

“

気候変動が、労働生産性、農業生産高、および財政支出を通して低経済成長をもたらす仕組みについて、帰納法を用いた確固たる研究がなされている。

CHAPTERS

1

2

3

4

5

第2章

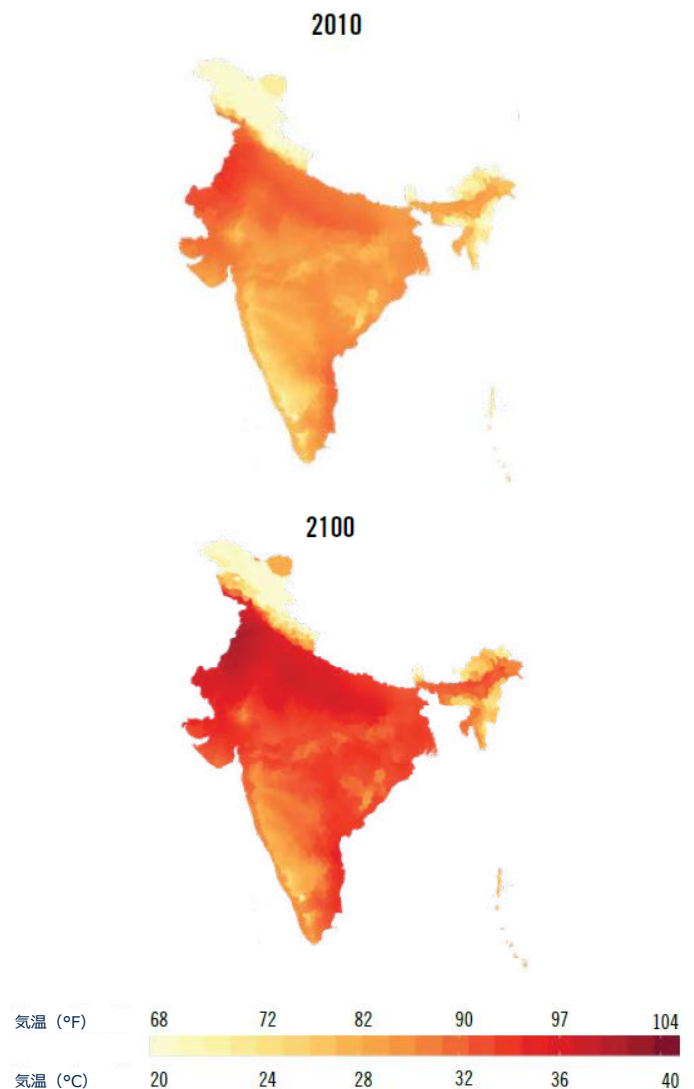
気候問題はマクロ経済の重要な要素の1つである

気候変動は地球の形勢や気象体系を変化させているだけではなく、世界経済をも変容させている。こうした変容によって、今後何十年にも及ぶ世代を超えた資源の再配分に拍車がかかり、その結果として国や業種間において新たな勝ち組と負け組が出現すると考えられる。²⁹

気候変動が、労働生産性、農業生産高、および財政支出を通して低経済成長をもたらす仕組みについて、帰納法を用いた確固たる研究がなされている（表1）。本章では、この研究結果が示唆する、投資家にとって重要な3つの点に焦点を当てる：

- **気候変動が及ぼす影響は、国や業種によって大きく異なる。**気候変動が経済成長に及ぼす影響は国によって大きく異なっており、インドなどの新興国の多くが大きな影響を受ける一方、高緯度に位置する先進国の中には、ほとんど影響を受けない国もいくつかある（図8）。また、業種間でも大きな格差が生じると考えられる。
- **燃え尽きるまで時間がかかる化石燃料。**安価な化石燃料を実質的に無制限に使用するという特性を持っていた世界経済の仕組みから、温室効果ガスがもたらす外的影響を十分に考慮した経済の仕組みへの転換が、我々の世代を特徴づけることになるだろう。ただし、その転換は、多くの投資家が期待するよりも遥かに長期的な時間軸で進むと考えられる。
- **気候変動による間接的で波及的な影響は、直接的な影響と同等、またはそれ以上の重大な結果をもたらす可能性が高い。**「クリミグレーション（気候問題によって余儀なくされる移住）」、水不足を原因とする社会不安や政情不安、人獣共通感染症の感染拡大など、気候変動がもたらす社会や政治の根幹を揺るがすような二次的な影響が、最終的には一次的な影響を上回る可能性がある。

図8：インドにおいて猛暑リスクが高まっている



出所：“[Climate Change and Heat-Induced Mortality in India](#)”

Climate Impact Lab（2019年）

注記：6月から8月について算出した夏の日の平均気温。この図はRCP 8.5シナリオに基づく気温上昇を示している。

表1：気候変動がもたらすマクロ経済への影響

	労働生産性	農業生産高	財政赤字
主な要因	- 異常気象を原因とする交通および電力システムの混乱 - 屋内外の気温上昇を原因とする身体機能および認知機能の低下 - 罹病率の上昇を原因とする欠勤の増加	- 気温と降雨が長年的な傾向から乖離 - 海面上昇によって農地が塩水化 - 極端な暑さが家畜と農作物の両方を圧迫 - 新たな気象条件によって、新たな雑草、昆虫、害虫、病害がもたらされる	- 必要とされる対応策や影響の軽減策のために財政支出が増加 - 経済生産が縮小することによる歳入減 - 災害復旧を目的とした緊急支出の発動頻度が増加
潜在的な影響の大きさ	1年あたり最大で世界のGDPの2%：最新の試算によると、地球温暖化を原因とする1年当たりの生産性の喪失は、世界のGDPのおよそ2%に達すると見積もられている。³⁰	年間6%～14%：地球の気温が2℃上昇すると、テクノロジーの進展や地球温暖化の影響を軽減させる取り組みがなされなかった場合、小麦、トウモロコシ、米などの主食農作物の世界生産量は6%～14%減少する。³¹	数千億米ドル：例えば、2017年に複数の大型ハリケーンが米国を襲ったが、その年だけで連邦政府は数千億米ドルもの緊急支出を行なった。
最も影響を受ける領域	- 業種：建設、鉱業、製造、農業 - 赤道付近の国は大きな影響を受ける。（例えば、ブラジル、ナイジェリア、インド） - 北極圏地域は最も影響が小さい。（例えば、カナダ、北欧諸国、ロシア）	- 赤道付近の国は大きな影響を受ける。（例えば、パキスタン、イラン、ナイジェリア） - 沿岸部を持つ国は大きな影響を受ける。（例えば、オーストラリア、ベトナム、インド） - 北欧、ロシア、カナダでは穀物の生産量が増える可能性がある	- 地方自治体や州政府の財政が最も影響を受ける - 緊急的な措置によって私有財産に生じた損失が国有化され、国家予算が圧迫される可能性がある

1. 気候変動が生産性および経済成長に及ぼす影響は大きく異なる

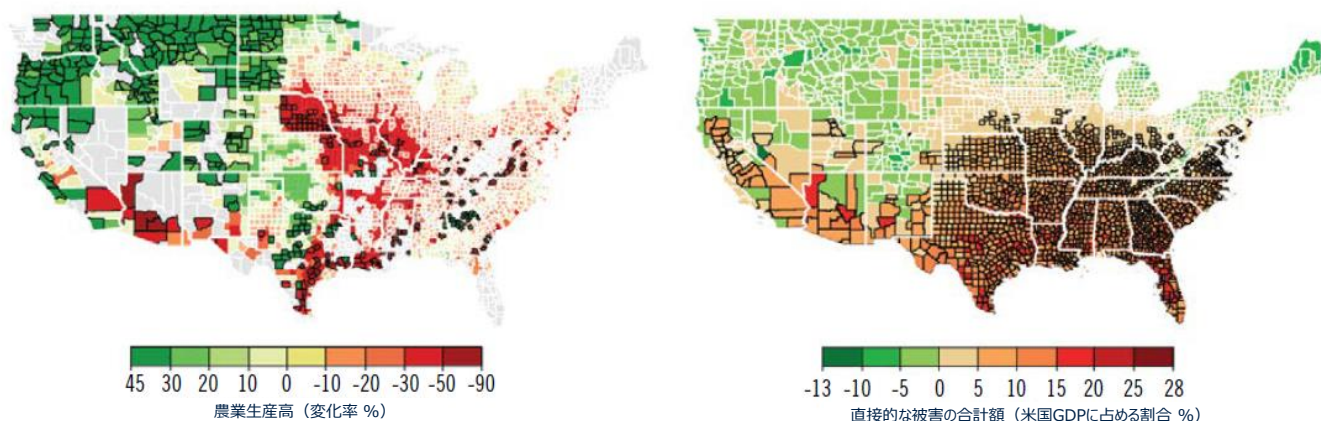
我々気候変動は、既に広範な物理的影響を引き起こし始めている。海面上昇、より深刻な干ばつ被害や洪水、暴風雨、気象パターンの変化、極度の熱波はみな、企業、投資家、そして経済全体に深刻な課題を突き付けている。これらはまとめて、「気候変動の物理的リスク」と呼ばれている。

これらの物理的リスクは、世界的に経済成長を押し下げると考えられる。ただ、先進諸国の経済成長は新興国ほど影響を受けない可能性が高い。

国際通貨基金（IMF）によると、平均気温が年間1℃上昇した場合、国民1人当たり年間GDPへの影響は、一般的により涼しい気候帯に位置する先進諸国の方が軽微である。極端な例を挙げると、ロシアの辺境地では、以前までは居住不能だった北極圏の地域が農業その他の経済活動に適した環境となり、経済が活況を呈する可能性がある。

もっとも、個々の国においても、気候変動が及ぼす影響は大きく異なると考えられる。米国がその好例である（図9）。大西洋とメキシコ湾沿いの地域は、海面上昇および大きな被害をもたらすハリケーンの発生頻度の増加によって影響を受ける。

図9：米国に及ぼす気候変動の影響にはばらつきが生じる見込み



出所：Solomon Hsiangなどによる“[Estimating Economic Damage from Climate Change in the United States](#)”サイエンス誌（2017年6月30日）

米国南西部は、猛暑、干ばつ、山火事の影響を受けるだろう。その一方で、カナダとの国境沿いに広がる北部の広大な地域は、ほとんど影響を受けないと考えられる。

第2に、気候変動が経済に与える影響は、新興国の方が深刻になるという点が挙げられる。赤道直下の国、つまり南米やアジア、アフリカの新興国の多くは他の地域よりも平均気温が高く、気候変動を原因とした生産性の低下と成長の鈍化は深刻化すると考えられる。長期的に見ると、その結果として各種の経済生産が赤道地域から流出する可能性がある。また、このような悪影響を受ける国は足元で世界のGDPの2/5を占める一方、人口については全世界の85%を占めている。³² 更に、多くの国において主要産業となっている農業が、今後ますますリスクに晒されるだろう。また、気候変動が新興諸国に大きな影響を与えた結果、政情不安や地域間の富の不均衡を増大させる可能性もある。³³

新興諸国の間でも、気候変動が及ぼす影響は大きく異なるだろう。例えば、MSCIエマージング・マーケット指数を構成する国の間でも、気候変動による影響に関する大きな差異が生じている（図10）。

第3に、経済を構成する業種間においても気候変動が及ぼす影響は異なるという点が挙げられる。実質的には、全ての業種が気候変動による影響を受けると考えられる一方、特定の業種は他の業種よりも大きな影響を受けるだろう。例えば、航空、公益事業、エネルギーといった業種は二酸化炭素を多く排出する化石燃料に依存しており、低炭素経済への移行リスクに大きく晒されている。清涼飲料やビールメーカー、漁業、ワイン醸造業を含む食品産業に属する多くの業種は、物理的リスクがもたらす将来的な課題に直面している。更に、建設業、およびホテルや娯楽に属する一部の産業は、物理的リスクに対して脆弱である。

投資家に見れば、気候変動に対して極めて脆弱なこれらの業種を単に回避すれば良いと直感的に考えるかもしれない。

図10：気候リスクは新興国の間で大きな差異がある

気候変動リスク	MSCI 新興国市場インデックス		JPモルガン・グローバル・ボンド・インデックス（新興国市場）	
低	韓国 チェコ ポーランド	UAE チリ	チェコ ポーランド ロシア	マレーシア ハンガリー
高	南アフリカ ブラジル インドネシア	フィリピン インド	トルコ メキシコ ペルー	南アフリカ ブラジル

出所：“[Notre Dame Global Adaptation Initiative Country Index](#)”（2020年7月公開データ）

しかし、各業種内においても影響度に大きな差異があるため、このようなアプローチ方法では大きな投資機会を見落としかねない。第4章において詳述する通り、アクティブ運用を行う投資家は、最も脆弱な業種の中にもアウトパフォームする銘柄を発見できる可能性がある。

2. 燃え尽きるまで時間がかかる化石燃料

低炭素経済への移行は既に進行しており、これが取り残された炭素資産に対する脅威となっている。これは、しばしば移行リスクと呼ばれている。これは、世界市場において石油およびガス業界が相対的に縮小していること、それと並行して再生可能エネルギーが急拡大していることの両方において明らかである。

Exxon Mobilの時価総額を例にとると、同社の僅か7年前の時価総額は米国のどの企業よりも大きかった。その後、同社の時価総額は移行リスクが織り込まれて半減し、最終的には2020年8月にダウ・ジョーンズ工業株30種平均から除外された。³⁴ 2020年末、世界最大の風力・太陽光エネルギー事業者であるNextEraは、ついにExxon Mobilの時価総額を上回った。³⁵

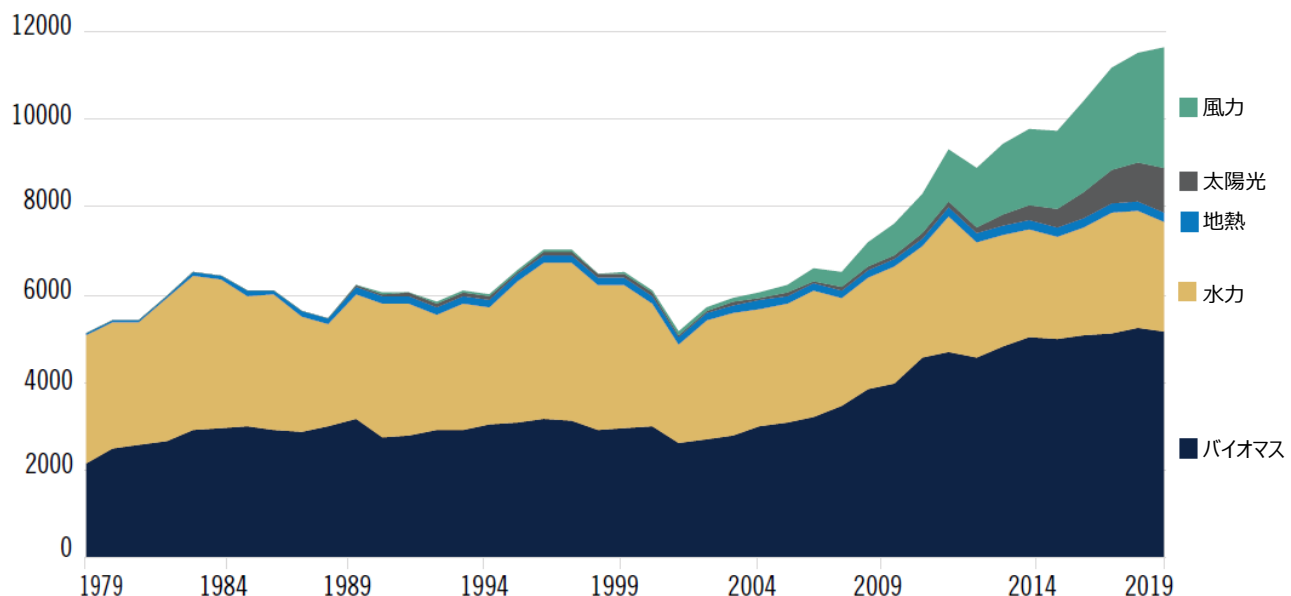
更に言えば、S&P500種株価指数に占めるエネルギー・セクターの比率は、2008年の2位から足元では最下位にまで落ち込んでいる。³⁶

その一方、太陽光発電と風力発電は、2019年に初めて世界の新規発電量の半分以上を占めた。これは、各国の電力調達における極めて重要な転換である。2010年時点では、新規発電量に占める風力と太陽光の割合は1/4に満たなかった。足元では、その割合は2/3を超える。³⁷ 米国では、再生可能エネルギーの発電量は2000年対比で2倍近くに拡大しており、足元では実用規模の発電施設による発電量の20%近くを占める（図11）。³⁸

しかし、新たな低炭素経済の実現までの道のりはまだ長い。現時点では、化石燃料（石炭、石油、LNG、天然ガスなど）が世界のエネルギー消費量に占める割合は80%近くに達する。現在実施されている政策の下、再生可能エネルギーの消費量は今後20年で2倍に拡大すると予想されるが、それでも2050年時点において化石燃料は世界のエネルギー消費量のおよそ70%を占めると試算されている（図12）。³⁹

図11：米国における再生可能エネルギー発電は2000年以降急速に拡大している

（単位：兆BTU）

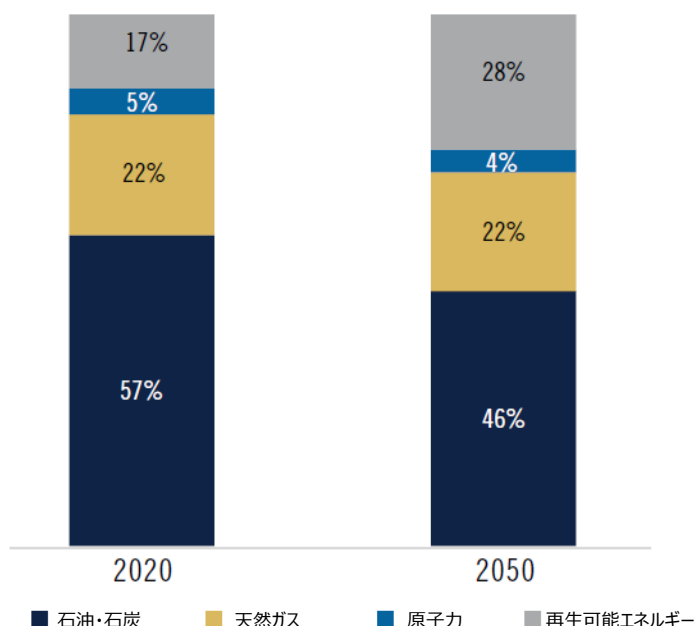


出所：“[October 2020 Monthly Energy Outlook](#)” 米国エネルギー情報局（2020年10月）

実は、再生可能エネルギーは現在、大きな課題に直面している。第1に、世界的に発電の脱炭素を実現するには、エネルギー貯蔵能力を大幅に強化する必要がある。太陽光や風力など、最も成長が見込まれる再生可能エネルギー源は間欠的なものである。つまり、持続的にエネルギーを供給できない。したがって電力会社は、十分に太陽光発電や風力発電が得られない日のエネルギー需要のピークに備えるために、発電施設の稼働と休止の切り替えが容易な化石燃料で一定の発電容量を維持しなければならない。確かに、蓄電池に貯蔵して送電することにより、再生可能エネルギーの間欠性を巡る問題を緩和することはできる。しかし、これに対応するためのテクノロジーは十分な見通しが立っておらず、依然としてコスト面や貯蔵効率面で大幅な改善が必要である。

第2に、風力や太陽光発電用の送電網から高速道路沿いの充電ステーションに至るまで、十分な規模の再生可能エネルギーの発電容量およびインフラを構築するには、巨額の投資と莫大な時間が必要となる。

図12：世界のエネルギー源別エネルギー消費比率（2020～2050年）



出所：“Annual Energy Outlook 2020” 米国エネルギー情報局（2020年1月）
 注記：四捨五入により合計が100%にならない可能性がある

最近発表された試算によると、地球の気温上昇を2℃以下に抑えるというパリ協定の目標を達成するために必要とされる投資額は、2015年から2050年までの累積で120兆米ドルに達する。⁴⁰ つまり、2050年まで毎年3兆米ドル程度の投資が必要だという計算になる。こうした投資の一部は引き続き化石燃料やエネルギー効率の向上に割り当てられることになるであろうが、その半分以上は再生可能エネルギーと、輸送やインフラの電化に振り向けられる必要がある。

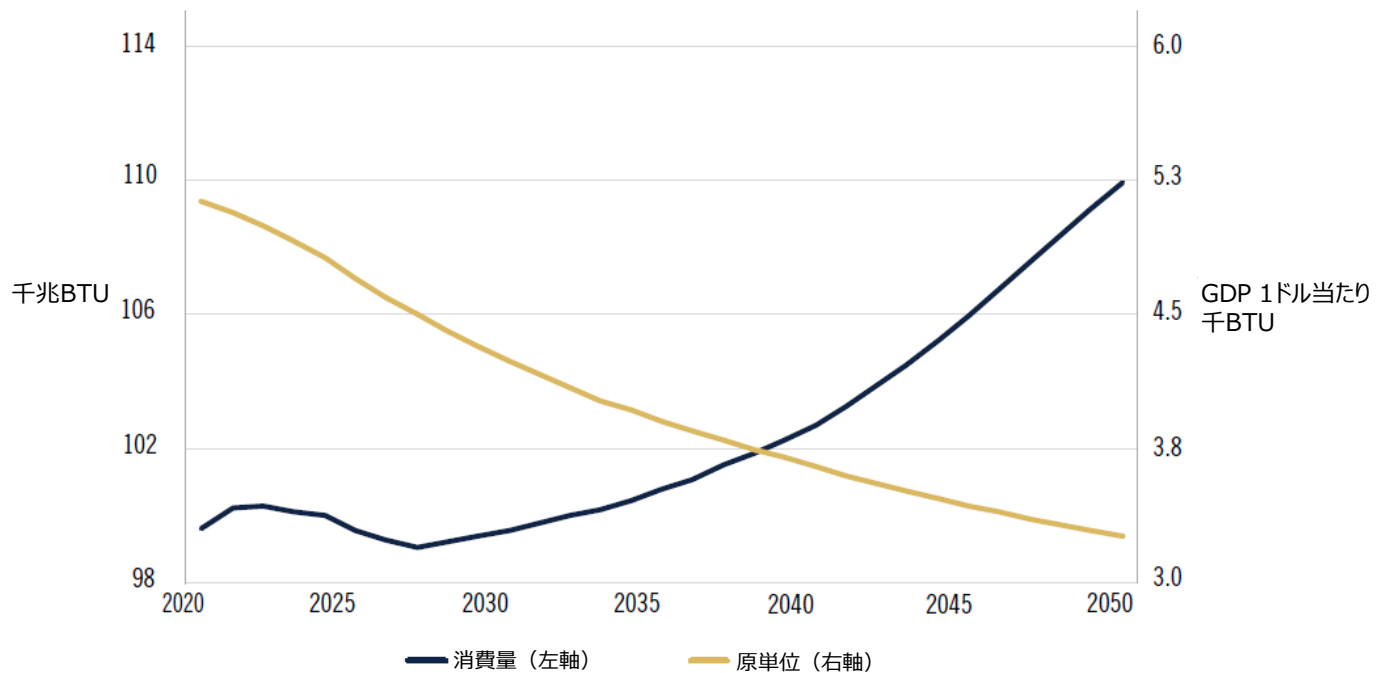
化石燃料は今後も数十年にわたり世界のエネルギー供給における主な担い手として存続する。

第3として、これが恐らく最大の課題だと思われるが、化石燃料からのエネルギー転換が進んでも、必要とされるエネルギー量が更に増大し続けているという点が挙げられる。米国エネルギー情報局（EIA）によると、世界のエネルギー需要は今後2050年までに50%近く増大すると予想されている。追加的なエネルギー需要の大部分は新興国によって占められている。新興国においては、何百万もの人々が貧困を脱し、経済を発展させるために、より多くの人々がエネルギーを利用できるようにすることが不可欠となっている。サハラ以南のアフリカ諸国では、電気を利用できる人口は僅か50%である。⁴¹ 一方、中国の国民一人当たり電力消費量は米国の35%に留まる。⁴² このように、これら地域では電力消費量が著しく増加する余地があることが示唆されている。エネルギー効率の向上によって、こうした需要の増加幅が緩和される可能性はあるが、必要とされる総エネルギー量が減少するまでには至らないだろう。これは米国で顕著であり、エネルギー強度（GDP 1米ドル当たりのエネルギー消費量）が劇的に低下しても、エネルギー消費量は引き続き増加することが見込まれている（図13）。

依然として化石燃料は豊富にあり、輸送が容易であり、且つ発電施設の稼働と休止の切り替えが容易であることを考慮すれば、化石燃料は今後も数十年にわたり世界のエネルギー供給の主な担い手の座に留まると考えられる。この論題については、改めて第5章で詳述する。第5章では、ブラウン産業（二酸化炭素排出量の多い産業）の中でも、比較的環境への負荷が小さい産業における投資機会について検証する。

図13：エネルギー原単位が低下する中、米国のエネルギー消費量は増加する

エネルギーの使用とエネルギー原単位の予想（2020～2050年）



出所：米国エネルギー情報局（2020年にアクセスしたデータ）

注記：英サールユニット（BTU）は熱やエネルギーを測定するのに使用されている。

3. 気候変動による間接的影響が重大な影響をもたらす可能性がある

米国防総省は、気候変動および気候変動に伴う数多くの二次的影響（食料・水不足、人獣共通感染症、気候問題によって余儀なくされる移住）を、「脅威乗数（threat multipliers）」に取り上げている。⁴³ これは貧困や不平等など既存の社会的・政治的緊張を一段と高め、新たな地政学的紛争の火種になると考えられている。気候問題を原因とした緊張がもたらす波及的影響は、投資家が検討すべき課題において重要視されていない可能性がある。

国内避難民および移住

国内避難民モニタリングセンター（Internal Displacement Monitoring Centre）によると、2008年から2020年の間、自然災害により3千億人もの人々が避難を強いられた。⁴⁴ 世界銀行の試算は、サハラ以南のアフリカ諸国、南アジア、および中南米に居住する1億4,000万程度の人々について、気候変動によって水の入手が困難となる地域、農作物の生産性が低まる地域、あるいは海面が上昇する地域や高潮が発生する危険性のある地域から離れるために、2050年までに各国における国内避難を余儀なくされる可能性があると考えられている。⁴⁵

世界の人口の10%余りが低地の沿岸部に居住している点を考慮すれば、この先の海面上昇により14億人もの人が避難の脅威に晒され、「クリミグレーション」が大幅に増加することが見込まれる。⁴⁶ 欧州では、アフリカや中東からの気候難民をどのように受け入れるかについて既に議論が行なわれているが、移民を受け入れる国や地域における政治的・社会的緊張をどう緩和するかについて懸念が高まっている。何百万人ものバングラデシュ人がインドへ流入するというシナリオ、および北アフリカとサハラ以南のアフリカ諸国の人々が欧州へ移動するというシナリオは、よく引き合いに出される2つのシナリオである。

社会不安および地政学的紛争

気候変動によって天然資源が不足することで、社会不安や暴力、紛争が引き起こされる可能性がある。例えば、世界の一部地域で淡水が不足したり、農業生産が転換されたりすることで、何百万人もの人々が水不足や食料不足に直面すると考えられる。⁴⁷

実際、気候変動に関連した干ばつ被害によって、既にアフリカや中東の一部地域で紛争が引き起こされているという事実がある。⁴⁸

以下に挙げる3つの例は、投資家が考慮すべき新たなリスクについて示したものである：

- 米国諜報機関から委託された最近の報告は、不安定な気候によって10年以内に間接的な混乱が生じかねない国としてエジプトを挙げている。同国は、主食を小麦に依存している。エジプトの小麦生産量の50%がナイル川の水に依存しているが、ナイル川はスーダンとエチオピアを経由してエジプトに流れ込んでいる。⁴⁹ こうした国では水への需要が高まりつつあり、やはり重要な水の調達源としてナイル川に依存している。⁵⁰
- パキスタンでは、停電に対する抗議活動を背景に、この10年にわたって社会不安が高まっており、暴力の激化、列車に火を放つ暴徒、店舗からの商品の略奪、道路の封鎖、政治家の自宅の襲撃などが報告されている。既に逼迫している水の供給が更なる圧力に晒されており、世界銀行はパキスタンを「世界で最も水に関する問題を抱えた国の1つ」に挙げている。⁵¹
- 北極海氷が融解し、その影響で新たに利用可能となる航路や北極の天然資源を巡って緊張が高まるというシナリオが、気候変動に起因する地政学的リスクとしてよく引き合いに出されている。

人獣共通感染症

気候変動によって、新たに出現する感染症の感染パターンや地理的分布に変化が生じている。そして、こうした感染症の60%は人獣共通感染症（すなわち、動物から人へ感染するもの）である。⁵² 気候変動は2つの側面から感染症拡大リスクを高めている。すなわち、新たな人獣共通感染症の発生を促すという側面、および既存の病原媒介生物（蚊やダニなど）が生育できる地域を拡大させるという側面である。⁵³

気候が変動することで、従来はより暖かい地域に限られていた既存の感染症の発生地域が拡大する可能性がある。平均気温の上昇によって、より早い春の訪れ、より短くより暖かい冬、そしてより長くより暑い夏が引き起こされる可能性があり、多くの媒介性感染症にとってより伝染しやすい環境が創出される。例えば、平均気温の上昇によって、ライム病や西ナイル熱、マラリア、ジカ熱、デング熱など、蚊やノミ、ダニによって伝染する昆虫媒介病原菌にとって最適な環境を有する地域が拡大している。人為的な生態系の圧迫や破壊によって、人獣共通感染症の感染拡大が既に増幅されているが、これに一部の昆虫の新たな生息範囲の拡大が相俟って、この傾向は加速している。

もはや気候変動は、経済成長や生産性に影響を及ぼすマクロ経済の重要な要素の1つであることは間違いのない。気候リスクや気候が及ぼす外的影響は、化石燃料の黄金時代には市場の価格形成において全く考慮されていなかったが、これらのリスクをもっと適切に市場価格に織り込む新たな産業時代へと世界が転換する中、気候は引き続き経済を左右する要因の一つになるだろう。投資家は、こうした経済の転換に直接影響を及ぼすような資本配分を行い、その最前線に立つことになる。市場がこれらのリスクについてどのような見方をしているか、気候変動による数多くの影響が市場価格に更に完全に反映されるにあたり何がその契機となるのかを見極めることが、投資家にとって重要となる。第3章では、この点について焦点を当てて検証する。

第3章

市場は気候に関するリスクを どの程度織り込んでいるか？

“

今後、気候に関するリスクは更に市場価格に反映されるようになり、その結果、幅広い業種、資産、企業、有価証券で劇的な価格調整が起こる可能性がある。

CHAPTERS

1

2

3

4

5

第3章

市場は気候に関するリスクをどの程度織り込んでいるか？

最近まで、気候リスクは資本市場と直接関係のない外部要因で、市場メカニズムには殆ど組み込まれておらず、資産価格にも部分的に反映される程度に留まっていた。しかし、こうした状況に変化が生じている。今後、気候リスクは市場価格に徐々に反映されるようになり、その結果として各資産クラス、業種、企業、個別銘柄で大幅な価格調整につながる可能性がある。⁵⁴ 実際には、もはやこうした価格調整が生じるかどうかという問題ではない。むしろ、真の問題は、リスクが織り込まれるプロセスは、トップダウンの政策が先導する秩序だったものとなるのか、それとも一連の「ミンスキーモーメント（それまで認識していなかったリスクが表面化し、資産価格が急落すること）」を契機とする急激な価格調整やセンチメントの急低下が招くものなのかということである。どちらの展開になろうとも、こうした価格調整は投資家のポートフォリオにとって極めて大きな影響を及ぼすことになるだろう。

気候リスクが市場参加者の行動を変える中、本章では、どのように（どの程度急激に）資産価格が調整されるか、以下の3つの核心的な懸案事項について検証する：

- 気候変動のどの要素が既に市場価格に織り込まれているか？そして、どの要素が織り込まれていないのか？
- 一部の市場における資産価格が、依然として気候リスクを織り込んでいないのは何故か？
- 段階的になるか急激になるかを問わず、どのような要因が契機となって市場における資産価格の調整が進むと考えられるか？

1. 気候変動のどの要素が、概ね資産市場に織り込まれているか？

ある程度の気候変化リスクは、エネルギー、公益事業、運輸など気候変動の影響を大きく受ける業種の市場価格に、既に織り込まれ始めている：

炭素排出権取引

炭素集約型の財やサービスのコストを定量化することを目的とした欧州連合（EU）の政策を背景に、市場は足元の価格形成において、将来的な低炭素化への移行リスクを考慮に入れざるを得なくなっている。⁵⁵ EUが2005年に世界初の国際的な排出権取引制度（ETS）を導入して以降、市場は移行リスクをより効率的に織り込み始めた。例えば、2008年1月に（同制度の）フェーズ2が開始されると、欧州の公益事業株は大幅に価格調整され、時価総額は著しく減少した。

これによって、欧州の2大公益事業会社であるE.ON SEとRWE Aktiengesellschaftの時価総額は、2008年から2016年にかけて約90%減少した。

石炭

石炭についても、同様に世界的な価格調整が起こっている。先進国では、気候関連の各種政策、および天然ガスや再生可能エネルギーなど炭素集約度の低いエネルギーとの価格競争を背景として石炭需要は縮小している。現時点において世界の石炭消費量のおよそ半分を占める中国でさえも、2060年までに二酸化炭素の実質排出量をゼロにするとの表明に基づき、2030年までに石炭需要を減少させることを目標にしている。⁵⁶ これを受けて、世界の石炭関連資産の価格は下落している。世界のあらゆる市場において、石炭会社は最も低いEV/EBITDA倍率で取り引きされており、また実績ベースの株価収益率の平均も、全業種の中で（マネーセンターバンクに次いで）2番目に低いというのも何ら驚くことではない。⁵⁷

確かに、政府の政策が気候関連の価格調整の促進において大きな役割を果たしてきた。一方で容易に観測できる物理的な気候リスクを、効果的に資産価格に織り込めていない市場もある。

沿岸部に立地する住宅向けのローンや地方債は、気候を原因とした明らかな物理的リスクに晒されている資産である。しかし、市場は気候リスクを十分に認識していないように見受けられる。多くの場合、これらの市場の構造的特徴によって、気候リスクが資産価格に織り込まれることが妨げられている。

米国地方債

マイアミ市は、海面上昇による洪水の著しいリスクに直面している。ある試算によると、マイアミ・デイド郡では居住用財産だけでおよそ87億米ドルの財産が、2050年までに永久に水浸しになるリスクに晒されている。⁵⁸ マイアミ市は年間運営予算の35%を固定資産税から捻出しており、これは同市にとっては深刻な問題である。⁵⁹ それでも、こうした明らかなリスクがあるにも拘わらず、投資家は気候に関するリスクを割り引く様子もなく地方債を買い続けている。もちろん、米国地方債の価格は単に気候リスクばかりが考慮されて形成される訳ではなく、それよりも遥かに複雑なプロセスを経て価格が決定されている。しかし、マイアミ市の長期債の価格形成に、こうした明らかな気候リスクの少なくとも一部が反映されるべきだろう。

米国地方債市場が気候リスクを織り込んでいないのには、いくつか理由がある。第1に、米国地方債のうち半分を遥かに超える部分は、長期的な気候リスクよりも税制面での優遇を重要視する地元の個人投資家が保有している。⁶⁰ 第2に、連邦緊急事態管理庁（FEMA）の補助を通し、連邦政府は自然災害に見舞われた州や地方自治体に対して財務支援を日常的に行ない、自然災害の結果として生じる財政赤字の穴埋めを支援してきた。そのため、暗黙の安全策が講じられていると言える。第3に、最近になって地方債の開示情報に気候変動リスクが盛り込まれるようになってきているものの、その多くが依然として過去の情報を開示したものに過ぎない。つまり地方当局は、過去に発生した事象を巡る重大リスクを開示すれば足りると考えており、将来の気候リスクについては開示する必要がないと見なしている。

住宅ローン

沿岸部の不動産価格は気候リスクを織り込んでいるように見受けられる。⁶¹ しかし、米国住宅ローン市場は、十分に明らかにされた気候リスクを織り込んでいないことが多い。住宅ローン金利は州の間であまり差がなく、例えば差があったとしても、それは気候リスクとは無関係である。フロリダ州やバージニア州、メリーランド州など沿岸部の州は、気候リスクが最も高い地域であるにも拘わらず、住宅ローンの平均金利が最も低い地域となっている。⁶² 加入が義務付けられている水害保険には、こうした追加的なリスクの一部が織り込まれているものの、米国の洪水ハザードマップの多くは定期的に更新されておらず、現在の気候や洪水の現実を反映していない。

例えば、First Street Foundationによる最近の調査によると、現在、米国内にある1,460万戸の住宅が100年洪水（特定の年において100回に1回以上の確率で発生する洪水）によるリスクに晒されていることが示唆されているが、これは米連邦政府による最新の（更新されていない）ハザードマップが示す値の2倍近くに相当する。⁶³

さらに、米国住宅ローン市場における様々な構造的要因も気候リスクの価格反映を歪めている。中でも、一定の基準を満たす住宅ローンのリスクを銀行がファニーメイやフレディマックなどの政府系機関（GSE）に移転できるという点が影響を及ぼしている。ほとんどの場合、銀行は自らが引き受けた30年ローンを保有し続けたいため、銀行が貸し出す住宅ローン金利に洪水リスクを織り込むインセンティブがほとんど働かない。GSEは、更新されていない洪水ハザードマップを信頼しており、住宅ローンの証券化においてそれらローンを保証することにより担保に内在する物理的な気候リスクの多くを負担している。⁶⁴ 投資家は、GSEによる事実上の保証があるため、住宅ローン担保証券に内在する気候リスクに対して基本的に無関心である。

米国内にある1,460万戸の住宅が100年洪水によるリスクに晒されているが、これは米連邦政府による更新されていないハザードマップが示す値の2倍近くに相当する。

2. その他の市場が、資産価格に気候リスクを織り込んでいないのは何故か？

先述の例では、その市場が持つ固有の構造によって、気候変動が価格に織り込まれるのが妨げられていることを明らかにした。しかし、どんな市場についても広く当てはまるような要素も幾つか存在している。それらは概して、定量化と予測が難しいという気候変動特有の特徴によって生み出された要素である。

第1に、投資家は「時間軸の悲劇（tragedy of the horizon）」に直面している。⁶⁵ 気候変動によってもたらされる最も壊滅的な影響は、大半の市場参加者が設定している一般的な時間軸より後になって表面化する。つまり、現在の市場参加者が現時点において特に吸収したいとは思わないコストを、将来の世代に先送りしているのである。

第2に、異常気象事象は何時どこで発生するか分からないため、切迫感が生まれにくいという点が挙げられる。例えば、メキシコ湾で大型ハリケーンが今後もっと頻繁に発生する可能性を示す有力な証拠はあるものの、こうしたハリケーンが何時どこに上陸するかを知る術がない。こうした具体性の欠如が原因となって、多くの投資家は気候リスクを全く無視している、あるいは非常に発生頻度の低い事象と見なしている。

第3に、広く知られている通り、いつ臨界点に達するか予測することが難しいという点が挙げられる。気候変動は徐々に燃え広がりつつある危機であり、1年毎の影響の変化はほとんど識別できないが、一度臨界点に達すると影響が飛躍的に増大する可能性がある。数十年にわたる認知心理学の研究によると、人間は非線形の関係にある事象に対して対応することが苦手だということが分かっている。⁶⁶ 臨界点が認識されるまでは、大半の市場において、リスクの高まりが純粋に無視される。市場は、特にこういった種類のリスクについてはなかなか織り込もうとしないため、一般的に言えば、唐突かつ一気に価格調整が進むような、臨界点に達したことを示す事象が必要となる。繰り返しになるが、臨界点が認識されるまでは、大半の市場において、リスクの高まりが純粋に無視される。気候変動に関しては、壊滅的な被害をもたらす気象災害の頻発や、温室効果ガスの排出価格についての真の意味での世界的な合意形成が、こうした事象に該当するのかもしれない。

気候変動は徐々に燃え広がりつつある危機であり、1年毎の影響の変化はほとんど識別できないが、一度臨界点に達すると影響が飛躍的に増大する可能性がある。

第4に、投資家が「平均回帰」という概念に慣れているという点が挙げられる。一方で、気候変動に関しては様相が異なると考えられる。つまり、「標準」に戻ることはないと考えられる。このため投資家は、時間の経過とともに安定するということがないシステム的な影響についてほとんど検討することもなく、気候変動の真の影響を把握するのに苦労している。

第5に、カーボン・プライシング政策（温室効果ガスの排出量に価格を付ける政策）に普遍性と一貫性が欠けており、それによって「炭素リーケージ（ある国が積極的に二酸化炭素削減に取り組むことでそれ以外の国で逆に二酸化炭素排出量が増加する現象）」が生じているという点が挙げられる。

つまり、単に炭素価格の高い国や地域から炭素価格の低い（または価格のない）国や地域に炭素排出が転嫁されるに過ぎない。ある最近の調査によると、この種の規制逃れは世界の二酸化炭素排出量の約25%を占めている。多くの国が、自らは炭素を排出しない一方で、単に埋め込まれた炭素を輸入しているのである。⁶⁷ この種の裁定取引によって、本来は二酸化炭素の排出量を巡る効率的価格設定を意図していた規制から、企業や市場が逃れることが可能になっている。

3. どのような要因が契機となって、市場において気候リスクが本格的に織り込まれる動きが広がるのか？

当然ながら、明らかなリスクが織り込まれていない市場は、今後何年にもわたって「割高」な状態が続く可能性がある。気候変動の影響を全く考慮しない投資家は、価格調整が起こるまで何年にもわたって力強いリターンを獲得する機会を逃す結果になるかもしれない。これに関しては、ジョン・メイナード・ケインズ氏による「市場で不合理な状態が続く間に、投資家が破産することもある」という有名な言葉がある。

しかし、将来的に市場は気候リスクを過小評価し続ける訳にはいかないことを示す、説得力のある理由が幾つか存在している。つまり、さまざまな要因を背景として、市場は気候リスクおよび二酸化炭素排出が及ぼす外的な影響を認識・認知する必要性に迫られるだろう。これらの要因を理解することで、何故どのように市場は気候リスクをより効果的に考慮ようになるのかについて、投資家は手掛かりを得られるかもしれない。

気候変動が臨界点に達したと認められる時

もはや市場参加者が無視できないような、明らかに気候変動に起因する異常気象や災害は今までも多く発生していた。例えば、2020年の大西洋のハリケーン・シーズンには、過去のどのシーズンよりも名前が付けられた暴風雨が多く発生した。⁶⁸ 2018年に発生したカリフォルニア州の山火事によって、同州最大の公益事業会社が財務破綻した。また、2020年の記録的な山火事は400万エーカー余りを焼き尽くし、それまでの記録の2倍の規模に達した。⁶⁹ 更にオーストラリアでは、過去1年にわたり同国を荒廃させた低木地帯の火災によって、8,300万エーカー余りが焼き尽くされた。⁷⁰ もはや気候変動は目の前にある現実であり、目を逸らすことはできないということを示す事象が次から次へと発生している。



開示と分析が改善することでデータ革命がもたらされる

グローバルに資産運用を行う機関投資家を対象にPGIMが実施した調査によると、40%以上が現在のところ気候変動を投資プロセスに組み込んでいないことが明らかになった。気候が市場に及ぼす影響について信頼できるモデルが構築されていないことが、最も多く指摘された障害であった。幸いにも、ようやく気候の分析やモデル化が学術論文で取り上げられ、投資家が利用できるようになりつつある。実際、この数年は気候リスクを巡る「データ革命」とも言える動きが見られ始めている。

現在、気候データは一貫性の欠落・質・粒度という点で課題を抱えている。データ革命はまだ初期段階だが、こうした動きによって投資家は気候リスクを定量化できるようになり、同じ業種に属する企業の違いを見分けることが可能になる。このような相対評価は、資産の段階的な価格調整に有用である。

財務データを扱う会社も、自己のサービスに気候データを盛り込み始めている。例えばBloombergは、投資家が自己の端末からアクセスできる多様な気候関連の指標や分析を提供するようになった。⁷¹ 大手信用格付機関も、気候データ専門会社を買収したり、こうした会社と提携したりして、格付手法に気候分析を組み込む動きを強めている。投資家は、科学的専門知識と投資のノウハウを融合させた専門企業が提供する更に高度な分析も利用できるようになりつつある。

データ革命には他にも重要な側面がある。ポートフォリオに組み入れている会社に対して、投資家が統一性と均一性に優れたデータの開示を強く求めているという点である。こうしたプロセスは明らかに進行しており、気候関連財務情報開示タスクフォース（Task Force on Climate-Related Financial Disclosures）など、標準化された気候関連の情報開示を強く要求する投資家のイニシアチブがそれを加速させている。規制当局や社会からは、二酸化炭素排出に関する基本的な指標やカーボンフットプリントを記録して開示するよう企業に求める圧力が高まっており、これを背景として分析に利用できるデータの量が急速に増大している。

質の高い気候指標やデータが更に入手可能になるにつれ、専門企業やデータプラットフォームによって気候リスクが投資プロセスに更に容易に組み込まれることが可能になるだろう。その結果、気候リスクは資本配分決定プロセスに組み込まれるようになり、次第に市場価格形成に反映されるようになるだろう。

政策や規制当局のイニシアチブによって炭素の市場価格形成が促される

先述した通り、欧州ETSは欧州の公益事業会社の著しい価格調整をもたらした。このような政策が大きく影響し、炭素集約型資産の収益構造が変わる可能性があることは明らかである。こうした政策や規制制度の変化が、広範な市場における価格調整を促す可能性がある。より多くの法域において同様の政策イニシアチブが採用されるにつれ、遷移リスクを更に完全に価格調整に織り込む動きが世界的に広がるものと見込まれる。

気候リスクは資本配分決定プロセスに組み込まれつつあり、次第に市場価格形成に反映されるようになるだろう。

こうした機運は高まりつつあり、温室効果ガスの全排出量の1/4近くが既にカーボン・プライシング政策の対象になっている。あらゆる仕組みの中でも、中国のETSが最も大きな影響を及ぼす公算が大きい。中国は地方の排出権取引所での経験を活かし、昨年には世界最大規模の国内制度を立ち上げた。中国の新ETSは、電力セクターに属する約1,700社を網羅していると予想されているが、これは中国における全排出量の約30%を占める。これを背景として、世界規模である程度の二酸化炭素排出価格の見直しが発生すると考えられる。⁷²

これに加え、中央銀行や金融当局が、気候リスクに晒されている業種の信用コストを変更する可能性がある。

例えば、イングランド銀行は、英国の銀行および保険会社を対象に気候に関するストレステストを導入すると既に発表している。これらの企業が、暴風雨や洪水などの異常気象の発生増加と、突然立ち行かなくなった炭素集約型資産が及ぼす影響にどの程度耐えられるかをテストするというのがその趣旨である。⁷³ 同テストの運用は開始されていないが、こうした動きに触発されて、欧州の他の銀行や保険会社を対象とした同様のストレステストを求める声が上がっている。⁷⁴

こうしたストレステストは始まりに過ぎない。FRBやイングランド銀行からオーストラリア準備銀行や日本銀行に至る主要な中央銀行は、気候変動は金融システムにとって重大かつシステムミックなリスクであるとの見方を受け入れつつある。

変化する投資家や消費者の志向は、
気候リスクを価格に織り込む動きの
きっかけになり得る。

変化する投資家と消費者の心理

投資家や消費者の志向の変化も、気候リスクを価格に織り込む動きのきっかけになり得る。投資家に関しては、世界各国・地域で現在40兆米ドル超の資金をESG戦略に投資している。⁷⁵ そのすべてが「E（環境）」分野に振り向けられているわけではないが、それでも、一部の投資家は気候関連リスクや炭素排出量が自分たちにとって重要であり、他人事ではないと捉えていることがうかがえる。世界の債券市場において存在感を強めている各国中央銀行も、この問題に深く関わっている。欧州中央銀行（ECB）に対して、化石燃料企業や、その他炭素を大量に排出する企業が発行する社債の買い入れを減らすように求める声が高まっている。⁷⁶ 資本を獲得するためには、企業は変化する投資家の意向を汲むか、減りつつある潜在的な投資家を当てにして資本コストの上昇に直面するリスクに対応しなければならない。

消費者の志向の急激な変化も、気候リスク上昇に一役買っている企業や業界の評価切り下げを促している。例えば、欧州では二酸化炭素排出に対する問題意識の高まりから、2019年には移動様式に変化が見られ、それが「フライト・シェイミング（飛行機での移動を控える動き）」に発展し、その結果、スウェーデンでは国内便の需要が前年比で9%低下するという極めて異例の事態となった。⁷⁷

気候変動がより顕著になるに従い、消費者がこうした集団行動をとる事例が増えることが見込まれる。

少なくとも、消費者の行動は、変化する顧客の志向に対応しない企業にレピュテーション・リスクをもたらす。

企業の気候責任

炭素を排出する事業資産の評価見直しに繋がる契機の一つに訴訟リスクがある。これまで、炭素排出企業を相手取り、気候への損害に対する賠償を求めた訴訟で、賠償を勝ち取ったケースはない。しかし、こうした訴訟は比較的新しい分野である。およそ1,500件の気候訴訟がこれまであったが、その大部分が直近10年以内に提起されたものである。⁷⁸ 裁判で新たな論争が絶えず展開されるうちに、そのうちの一つがいずれ勝訴したとしても不思議ではない。石油・ガス会社は、こうした環境訴訟リスクに晒されており、米国では、市や州、さらには環境問題を憂慮する子供までが、企業を相手取って提訴している。⁷⁹

訴訟リスクの拡散には、タバコ業界でそうだったように、化石燃料の採掘者や炭素の排出者の責任を認定する1件の判例があれば十分である。そうなれば、二酸化炭素を排出する資産を所有または使用する事業体のバリュエーションの見直しを投資家は迫られるだろう。

気候変動のマテリアリティ（重要課題）の法的解釈も評価見直しの契機となり得る。最近注目を集めたのは、オーストラリアでの事例である。国債の投資家が、気候変動による重要な投資リスクを開示することを怠ったとしてオーストラリア政府に対して集団訴訟を起こしたのである。⁸⁰ 同様に米国でも、気候変動リスクに関して、もっと充実した開示を企業に求める声が投資家から上がっている。こうした動きは、マテリアリティについての法的解釈に影響を及ぼす可能性がある。

「気候ミンスキーモーメント」の可能性

前項で見てきた要因は、資産評価見直しの気運を段階的または部分的に高める可能性がある。政策が実施されるまでには年月を要し、裁判が長引くうちに訴訟件数が積み上がり、新たな実証データは少しずつ出てくる。時間の経過とともに姿を現すこうした小さな積み重ねがないと、資本市場では、唐突で秩序のない価格変動が生じかねない。マーク・カーニー前英中央銀行総裁は、気候問題が引き金となり、資本市場で急速かつ一気に価格調整が生じるドミノのようなシナリオを「気候ミンスキーモーメント」と名付けた。そうしたシナリオにおいては、リスクの出現がかなり遠い将来のことであったとしても、全ての市場が気候関連のイベントリスクを織り込むことになる。

気候ミンスキーモーメントは、変革をもたらす一大イベントとして起こり得る。その場合、世界で最大20兆ドルの経済的損失が生じる可能性があるという試算もある。⁸¹ もっとも、必ずしも全世界の資本市場で突然同じように価格調整力が働くわけではない。異なる時点で異なる分野に影響を及ぼす局所的な価格調整が相次いで生じる可能性もある。特定の気候リスクが突如顕在化し、資産価格に織り込まれることで、異なる地域や部門で局所的に急激な価格調整が発生する可能性の方がむしろ高いと考えられる。そうした状況はほぼ間違いなく既に発生している。

資本市場は、気候変動がもたらす経済的変容に重要な役割を果たすと考えられる。炭素排出量が多い、あるいは物理的リスクのある事業資産については、根本的に資産価値を見直すことが必要である。段階的な価格調整、あるいは唐突なミンスキーモーメントのいずれかが引き金となり、いずれ資本市場はリスクを余すことなく織り込むことを余儀なくされるだろう。これは、気候変動に対する個人的見解に拘わらず、すべての投資家にとって重要な意味合いを持つ。仮に、大半の市場参加者が、気候リスクが高いと判断すれば、市場価格は調整し、気候変動のアクティビストであるか、気候変動懐疑論者であるかに拘らず、保有資産は一律に影響を受けるだろう。こうしたプロセスは既に始まっている。

投資家は、資本市場でこうした価格変動の兆しを注視しつつ、落とし穴を避け、投資機会を逃さないように、ポートフォリオの調整を始める必要がある。第4章および第5章では、極めて重要だが投資の主流からは外れている資産クラスへの投資機会を掘り下げ、気候変動リスクがポートフォリオ全般に及ぼす影響と対応を、それぞれ考察する。

第4章 資産クラス別にみる気候リスク の意味合い

“

資本市場は様々な気候リスクを首尾一貫して織り込んでいるわけではなく、こうしたミスプライスがアクティブ運用を行う投資家にとっての投資機会となる。

CHAPTERS

1

2

3

4

5

第4章

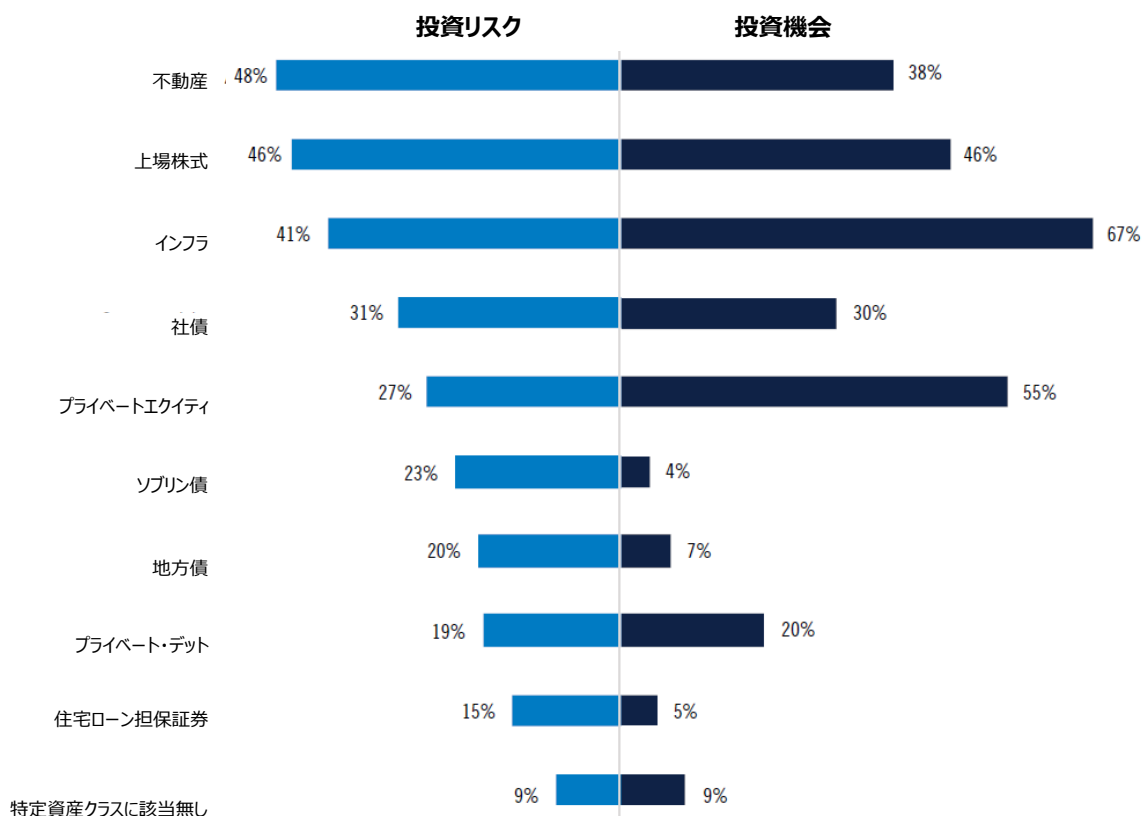
資産クラス別にみる気候リスクの意味合い

気候変動はもはや、仮説に基づいたリスクではなく、今日の経済と資本市場に影響を与えている。気候変動は、すべての投資家にとって重要な投資判断材料の一つである。これは、その投資家がサステナビリティ目標を重視しているかどうかとは関係がない。長期投資家が自らの投資の枠組みにおいて気候変動をひとつのリスク要因として捉えることはもとより、環境に優しい経済様式に移行する過程で、アクティブ・アルファ^{iv}を生成する機会として捉えるべき時がきた。

気候変動に関するPGIM独自の調査によると、多くの投資家はまだこの段階に達していない（図14）。画期的かつ革新的なテクノロジーを介した低炭素社会へ移行する過程に、多くの投資機会が存在している。

新しい「低炭素経済」への移行に有用な技術を有する企業の特定から、物理的な移行リスクを実物資産の分析に組み込むことや、炭素排出を削減する最先端技術を開発するスタートアップ企業へのシードキャピタルの提供に至るまで、多種多様な機会が存在する。

図14：長期的観点から見た気候変動関連リスクと投資機会 - 資産クラス別比較



出所：PGIMが2020年に実施した気候変動に関する投資家アンケートの調査

注記：本調査はGreenwich Associatesと共同で実施したもので、北米、欧州・中東・アフリカ（EMEA）、アジア太平洋（APAC）の101の協力者による回答から成る。年金制度や保険会社、各種基金、財団、政府系投資ファンド、中央銀行を含む機関投資家組織の最高投資責任者や上級意思決定者に協力いただいた。

^{iv}アルファとは、適切な基準、典型的には市場インデックスとして知られる投資グループと比較した場合の、投資のパフォーマンス(プラス、マイナス)を示す。

資本市場が多くの気候リスクを一貫性なく織り込んでいる点も、潜在的な投資機会の一つである。その結果生じるミスマッチが、アクティブ投資家に公開および非公開市場での投資機会をもたらしている。本章では、「債券・プライベートデット」、「株式・プライベートエクイティ」、「ベンチャーキャピタル」、「実物資産（不動産、インフラ、農業を含む）」の資産クラス別に、主な影響と対応について考察する。

債券・プライベートデット

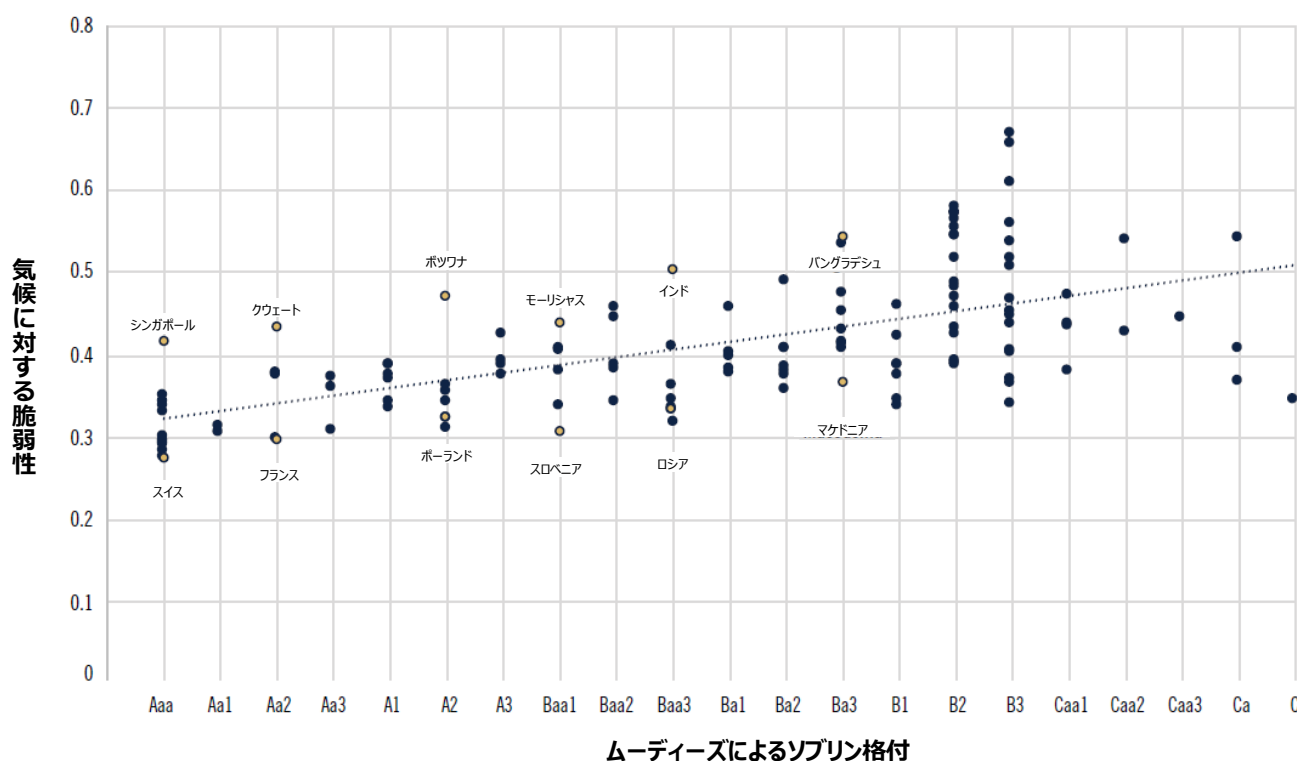
ソブリン債：勝ち組と負け組が選別されていない市場では、そうした仕分けをアクティブに行なう

気候変動に関するPGIM独自の調査によると、投資家の25%近くが、ソブリン債にとって気候はリスクであると捉えている一方、投資機会であると考えている投資家は僅か4%である。これは、ソブリン債に係る気候リスクが創出するミスマッチの機会を軽視している実態を映している。

つまり、信用格付が同じような国でも、気候変動に対する脆弱性と耐性には大きな差があることから、気候リスクを反映したソブリン債の価格調整が投資機会を創出するだろう（図15）。例としてロシアとインドを見ると、2020年11月現在、両国はいずれもMoody'sから投機的レーティングの1段階上であるBaa3を付与され、信用スプレッドも同じような水準にあった。もちろん、気候変動は国の信用度を測るための唯一の要素ではないが、物理的リスクに関して言えば、ロシア経済の方が気候変動に対する脆弱性が小さい。

ある国や地域に関する気候変動の影響を把握するということは、詰まるところ、「脆弱性」と「準備度」という2つの側面を評価することにはほかならない。脆弱性は、気候変動に対するその国のエクスポージャー、感応度、およびその悪影響を吸収する能力を測るものである。一方、準備度は、投資やテクノロジーを活用し、気候変動への適応力や、耐性を獲得するための対策を講じる能力を測るものである。⁸² 投資家は、気候に対する脆弱性と準備度の両方を考慮に入れた投資方針が必要となる。こうした枠組みを用いて各国を分析することで、相違点が浮き彫りになる。

図15：ソブリン格付けは気候変動リスクを考慮していない



出所：Aswath Damodaran “[Country Default Spreads and Risk Premiums](#)”（更新日：2020年7月1日、アクセス日：2020年7月29日）、“[Notre Dame Global Adaptation Initiative Country Index](#)”（2020年7月公表データ）
 注記：気候に対する脆弱性評価は2017年時点のもの、ムーディーズによる格付は2020年12月現在のもの。

好対照の代表例はバングラデシュとオランダである。いずれの国も海面上昇によるリスクに直面している。ところが、オランダは、海面が最大5メートル上昇したとしても領土を保全できる高度な技術と、都市計画手法を導入する財源と政治的意思を有する。⁸³ 対照的にバングラデシュは、海面が50センチメートル（およそ20インチ）上昇するとその土地のおよそ11%を失うと予測されている。⁸⁴

長期投資を行うアクティブ投資家にとって、気候リスクが意味するところは明らかである。債券市場が気候リスクを十分かつ適切に織り込み始めるまでは、気候リスクに対して脆弱な国であっても、シンガポールやタイのように備えがあり、かつ、経済が近隣諸国ほど悪影響を受けない公算が大きい国のソブリン債には投資機会があると考えられる。気候変動に対する準備度の差異がスプレッドに十分反映されてないため、アクティブ投資家であれば割安な債券への投資機会を発掘できるはずである。

脆弱性と併せて準備度を分析することのロジックは、炭素資源依存型経済からの移行リスクについても当てはまる。化石燃料輸出国には、採取や採掘への依存度がそれほど高くなく、より多様性のある経済構造を有する国もある。ソブリン債における移行リスクを検討する際には、メキシコやブラジルのように経済構造がより多様化している国であれば、アンゴラやベネズエラ、ナイジェリアと言った国々よりも、脱化石燃料の動きに耐えられるはずだ。

地方債：リターンを諦めることなく気候リスクへの耐性を獲得する

米国地方債は、気候リスクが見過ごされている市場の一例である。第3章で述べた通り、この理由の一つは、同市場の半分以上を占める米国個人投資家が、気候リスクを主な投資判断材料として見ていないという点にある。⁸⁵ 米国の個人投資家が地方債を選好する主因は、税務上、有利となるからである。

アクティブ運用を行う投資家にとっては、こうした無関心が投資機会を創造する。価格形成にばらつきがほとんどないため、利回りを犠牲にすることなく、他よりも底堅いクレジットを見つけられる可能性がある。リスクと準備度の両方を組み込んだ枠組みを採用している投資家は、この点を利用できる。例えばカリフォルニア州は、水不足から山火事、農業被害に至るまで、気候変動により数多くの危機に直面している。

ここ最近発生している山火事により、投資家にとってのこうしたリスクが浮き彫りになった。しかし、同州政府はこのほど、将来の火災リスク軽減に的を絞った政策をいくつか採用したほか、裁判所は、電力会社の送電線が引き起こした山火事について、電力会社に法的責任があるとの訴えを認めている。⁸⁶ 地方債市場の関心事は、継続的に発生している火災に集中していると見られ、長期的な投資家であれば、収益機会を損ねることなく、カリフォルニア州による継続的なリスク軽減と防災の取り組みによる恩恵を受けられる可能性がある。

ソブリン債投資においては、脱炭素化にむけた移行リスクを考慮し、経済構造に多様性があり、化石燃料依存からの移行に耐え得る発行体に着目したい。

エネルギーインフラ：化石燃料の終焉までには未だ時間を要する中、魅力的な投資機会を探る

再生可能エネルギーへの高い注目（第2章）にも拘わらず、世界のエネルギー業界では化石燃料が今後数十年にわたり、引き続き重要な役割を担うと考えられる。サプライチェーンの中流に位置するエネルギーインフラがその好例である。それらのインフラが今後も何十年にわたり必要とされるのはもとより、それらのインフラを置き換えるのが至難であるという面もある。それどころか、米国での新しいパイプライン建設計画に対して強まる逆風が大きな参入障壁を生む可能性がある。そうなれば、一部のパイプライン・インフラは一層重要になり、既存の価格交渉力は今後高まる。債券投資家にとってパイプラインは安定したキャッシュフローの源泉となる。加えて、パイプライン会社は化石燃料に対する価格感応度が相対的に低い。精製会社も、見過ごされることが多いが、サプライチェーンの中流にあって、実は有望な投資機会のあるエネルギーインフラの一例である。目ざといアクティブ投資家であれば、幅広い種類の原油精製能力があり、かつ、天然ガス、パイプライン、および港湾へのアクセスが良い、大規模な精製会社に着目するであろう。

損害保険：リスクシェアリングにおけるイノベーションが気候変動によるリスク上昇を相殺する

社会通念上は、異常気象現象の強度と頻度が増すにつれて、損害保険会社は損害填補額急増の憂き目を見られると考えられる。

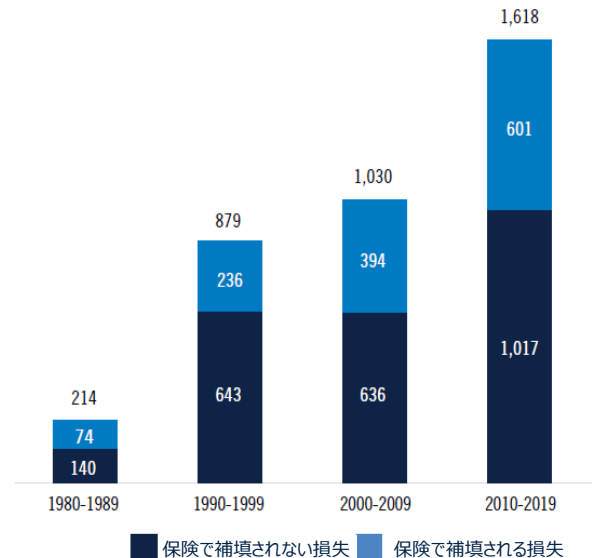
実際は、気候変動により、損保業界内の勝ち組と負け組を見分けることがより容易になっている。いくつかのイノベーションが、勝ち組のポジションを一層強固なものにしている。まず、新たな資本の源泉が損保業界の損失吸収能力を高めた。例えば、いわゆる「サイドカー」と呼ばれる画期的なリスクシェアリングの仕組みのおかげで米国の保険会社は、世界各国・地域の機関投資家とリスクを共有し、リスク分散を可能にした。⁸⁷ 次に、大手損害保険会社は、気候予測や気候分析技術の進化による恩恵を大いに受けてきたことが挙げられる。高度なモデル化や演算能力と粒度の細かいデータを組み合わせることで、気候変動のテールリスクについて微妙なニュアンスを理解できるようになった。

直近の10年で負け組の多くが既に市場から退出しており、残った損害保険会社は、潤沢な資本と高い損失吸収能力を有する。この点は、米国に甚大な被害をもたらした2017年のハリケーンシーズンにおいて証明された。3つの大型ハリケーンが主要都市圏を襲い、保険により補填されない損害も2,800億ドル近くにのぼった。⁸⁸ それでも、損害保険会社の多様な収益源がこの記録的な損失を概ね吸収し、米国の損害保険業界は、新たに多額の資本を調達する必要性に迫られなかった。⁸⁹

見落とされがちなのが、気候変動は損害保険会社に収益機会をもたらす可能性があるという点である。市場に占める無保険部分は、保険がかけられている部分の数倍にのぼる。気候変動が一段と顕著になる中、当然ながら米国では損害保険に対する需要が増大するだろう（図16）。年々増大する気候変動の影響から事業を守りたいと考える企業が増加する中、ChubbやLiberty Mutualなどの損保最大手は、リスクシェアリングのイノベーションを活用し、新たな保険契約の獲得につながると見られる。

図16：無保険損害の増加によるプロテクションギャップの拡大が損害保険会社に収益機会をもたらす

単位：十億米ドル（2019年物価基準）



出所：Pinto Suri “[気候変動リスクの最前線に立つ、損害保険会社への投資機会を検証する](#)”、PGIMフィクスト・インカム（2020年）

ストラクチャードファイナンス：さまざまな仕組みによって、投資家を気候から守る

住宅や自動車、船舶など、物的資産に対する気候変動リスクは明白である。ところが、これらの物的資産を担保とする証券化商品の上位トランシェにおいては、投資家は幾つかの方法で損失リスクから隔離されている。まず、米国のハリケーンなど異常気象現象が発生した際に、住宅ローンや自動車ローンについて「返済猶予」が認められる場合があり、こうした猶予措置によりキャッシュフローが途絶える可能性がある。しかし、証券化のキャッシュフロー構造には、一時的なキャッシュフローの中断から上位トランシェの投資家を隔離するためのメカニズムが組み込まれている。

二つ目は、原資産に対する物理的リスクに関しては、場所が重要だという点である。例えば、カリフォルニア州にある自動車は、モンタナ州にある自動車と比較すると火災や洪水リスクが高い。資産担保証券（ABS）の裏付けである担保物件のプールは、そうした地域集中型リスクを分散するよう入念に設計されている。

最後に、堅牢なキャッシュフロー構造と担保物件プールの地理的分散以外にも、エージェンシー・モーゲージ担保証券

(MBS) の投資家には、気候リスクについて追加的なプロテクションが設けられている。エージェンシーMBSに組み込まれている住宅ローンはすべて、ファニーメイやフレディマックなどの政府系機関によって保証されており、それら機関は、自己の方針により気候変動などの地域的要因を考慮に入れることができない。要するに、住宅ローンの投資家が直面する気候リスクは、連邦政府の保険によってカバーされていることになる。

株式・プライベートエクイティ

一般的なカテゴリーを分解することで気候リスクおよび機会についての知見を磨く

気候の影響度合いには、地域や業種によって大きな開きがあるため、それらの異なる見方を単に統合しただけでは、気候リスクの認識をゆがめてしまう可能性がある。一般的に用いられている株式のカテゴリーを分解することで、勝ち組と負け組の特定が容易になる可能性がある。例えば、中国やブラジル、インドなどの大規模な新興国は、長期的成長の可能性が高いという共通項で括られる。しかし、この集団の中でさえも、気候変動による影響は著しく異なると考えられる。これら大規模な新興国に対する総合的な影響は軽微になると多くが予測しているが、QMAによる最近の調査では、気候変動がこれらの国の経済成長と株式リターンに及ぼす影響は、国によって著しく異なることが示された。

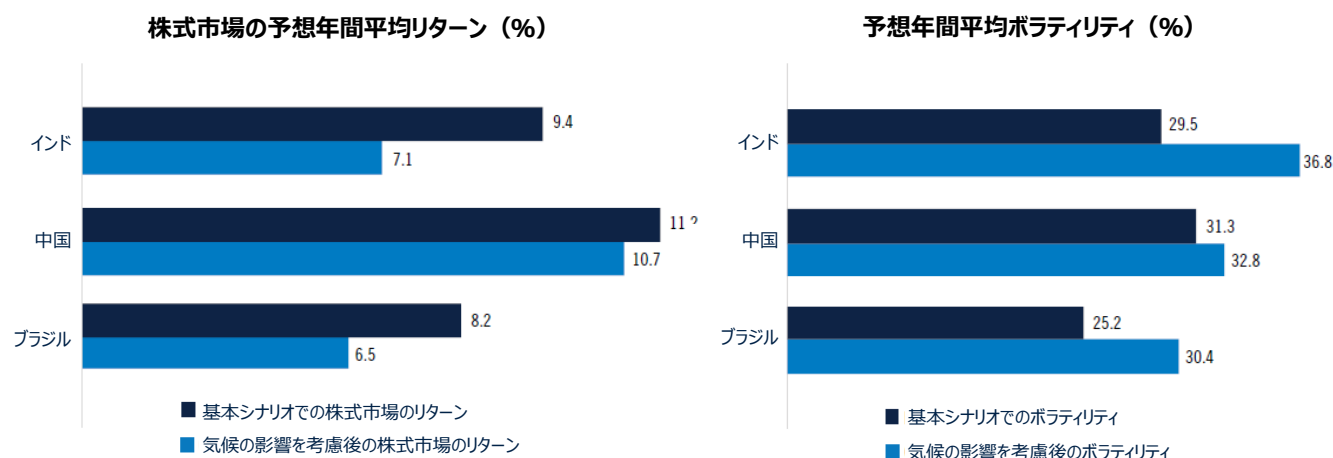
例えばインドについては、気候変動により、年間経済成長率は3%近く、株式市場の長期リターンは年間2%余り押し下げられると予想されている。対照的に、中国の経済成長と株式リターンへの影響は、より小幅にとどまっている（図17）。

ESG目標を推進するための最適なアプローチを評価する

化石燃料の採取など「不適格」業界をポートフォリオから除外するというのが、多くの投資家によるESG投資の方針になっている。早い時期からESG投資を始めた投資家にとっては、個別の企業レベルでのデータが不足していたこと、ポートフォリオ全体に適用する際の容易さ、このアプローチの明解さが利害関係者にも伝わりやすいことから、このアプローチは理に叶ったものであった。

今日においても、単純に除外することが、多くの投資家にとって、ポートフォリオおよび受益上の目標を達成するために相応しい方法かもしれない。一方、ESG重視の投資家によっては、気候関連のゴールや受託者責任の達成に当たり、代替的なアプローチを検討したいと考えている場合もあるだろう。要するに、第2章で説明した通り、低炭素経済への移行は必要かつ持続的な取り組みだが、化石燃料は今後も数十年にわたり世界のエネルギー供給の重要な源泉であり続ける。⁹⁰ こうした化石燃料の緩やかな終焉という現実は、次に述べる3つの理由から、ポートフォリオから化石燃料を完全に除外することを一部の投資家が考え直すきっかけとなるかもしれない。

図17：気候変動が一部の新興国の株式リターンとボラティリティ与える影響



出所：QMAによる分析

注記：GDP成長率に対する気候変動のマイナスの影響はまた、株式市場の予想ボラティリティを押し上げる。

まず、ひとつの業界内で最も環境に優しい企業を特定することが以前より容易になったことが挙げられる。個別企業レベルの炭素排出量やその他の指標から成る豊富なデータに基づく気候分析データへのアクセスが以前に比べ容易になったため、除外対象セクター内の全企業を「一つの条件に画一的に紐づける」のではなく、個々の違いを見分けることが可能になった。企業による気候関連の情報開示が充実したこと（それがどれだけ不完全であっても）により、より詳細なデータに基づき、業界内の勝ち組と負け組を判断することが可能になったことは投資家にとって朗報である。

二つ目の理由は、化石燃料業界内で早々と衰退する企業が一定数あることは市場に織り込まれており、生き残ることのできる「環境に優しい」企業はアウトパフォームすると考えられることだ。先見の明のある化石燃料企業は、環境に優しい技術や燃料源に軸足を移すことで、低炭素社会への長きにわたる緩やかな移行の波を掻い潜ることができると考えられる。画期的な環境技術やプロセスに投資、開発、展開するための規模を有する企業にとって、低炭素化に向けた取り組みが恒久的な競争優位の源泉となる可能性がある。例えば、低炭素化に前向きな Total や Shell などの石油大手が直面する衰退リスクは競合他社に比べ大幅に低いだろう。軌道修正できない石油生産者が廃業し始めるなか、「最後まで生き残った企業」は残された市場の大部分を獲得できると考えられる。

大手石油会社すべてに適したアプローチは一つではないことを投資家は認識する必要がある。既存の強みを活かしつつ環境に優しい事業への転換を進めている企業にも注目するといいたいだろう。例えば、海洋石油・ガス探査のノウハウをもつ大手石油会社は、洋上風力発電へ移行する態勢が他より整っている。また、深部採掘やフラッキング（水圧破砕法）を強みとする石油会社は、採掘のリバースプロセスとも言える炭素貯蔵技法の探求に適している可能性がある。

最後に、化石燃料業界が時間をかけて衰退してく中で、業界内の勝ち組と負け組を選別することは、ESG重視の投資家のポートフォリオにとっても有益である。上場株式であれプライベートエクイティであれ、株式の投資家は、化石燃料の利用者と採掘者に対し、もっと持続可能な手法を取り入れていくよう積極的に働きかける余地がある。必須資源としての化石燃料の位置付けは、今後数十年間、変わることはない、というのが衆目の一致するところだ。そうであれば、最もクリーンな化石燃料（例えばLNGや天然ガス）の利用を促進し、石炭などのダーティーな熱源を使わない、というのが一部のESG投資家にとっては現実的なアプローチになるだろう。

化石燃料の利用が続く限り、化石燃料企業を一概に投資対象から除外するのではなく、同じ問題意識を共有する投資家が協働して企業に働きかけ、炭素排出削減を目指すことは可能である。実際、さまざまな投資家グループが大手石油会社への働きかけを行っている。⁹¹

投資家は、化石燃料の利用企業と採掘企業に対し、環境に優しい技術や事業への投資、開発、推進を働きかけることができる。

環境に優しい発電

パブリックおよびプライベートエクイティの投資家は、エネルギー効率の高い公益事業に有望な投資機会を見出すかもしれない。石炭燃料の発電施設など炭素排出量の多い資産は、天然ガスや最終的には再生可能エネルギーといった環境負荷の小さい熱源に代替される動きが今後も続く。より環境負荷の小さい熱源に依存する電力会社は、足元*の株価バリュエーションでも十分に魅力的な投資機会を提供していると言える。（*訳注：本稿執筆時点 - 2021年1月）

例えば、欧州では、炭素排出権取引が低炭素熱源への移行を加速させた。公益事業者は炭素排出について一層配慮するようになり、環境負荷の高いダーティーな化石燃料からクリーン・エネルギーへの転換を進めている。EU当局は、2050年までにEU全体で、温室効果ガス排出が実質ゼロになる「気候中立」を達成するための欧州グリーン・ディールを提案した。⁹² その主要指針の一つが、EU内の温室効果ガス排出量の75%を占める電力業界の改革である。⁹³

再生可能エネルギーの発電能力がグリーンエネルギーに対する需要とともに拡大する中、再生可能エネルギーと化石燃料を組み合わせたことができるスマートグリッド（次世代送電網）に対する膨大なニーズがある。風力や太陽光発電は、人里離れた場所で行われることが多い。この電力を人口が集中する都市部へ送ること、化石燃料による電力の融合が、エネルギー業界では極めて重要課題である。

需要サイドに目を向けると、企業や個人による電力消費量の把握と管理の改善を可能にするスマートメーターなど、家庭や企業による効率的な電力消費を促すサービスやツールを提供する企業に投資機会がある。

ベンチャーキャピタル

低炭素社会への移行は、革新的な技術によって加速する可能性があり、こうした技術の多くがベンチャーキャピタルによって実用化されている。

新しい分析手法と代替データソース

気候データ革命は、気候変動へのレジリエンス（耐性）や適応力を高める技術にとって、重要な役割を果たす。例えば、高度な農業・微気候分析は、食糧生産者の天候予測と気象変化への対応に利用されている。また、巨大災害リスクのモデル化とデジタルマッピングの進化も、再保険会社や金融機関、そして物的資産やインフラの所有者によるリスク管理・軽減に役立てられている。

再生可能エネルギーと化石燃料を組み合わせたことができるスマートグリッドに対する膨大なニーズがある。

次世代の建設資材

革新的な建設資材もレジリエンス投資の一分野である。例えば、建物や輸送設備の熱吸収を下げる新しい塗装や塗料添加物が開発されている。これらの塗装は冷却コストを最大20%削減でき、実用性と即効性が極めて高い。⁹⁴

再生可能エネルギーを可能にするもの

再生可能エネルギーの最も大きな障害の一つがその断続性である。電池でのエネルギーの貯蔵が最も明快な解決策であり、発電所等で使用される大容量の蓄電池の容量は2014年から2019年までの間に4倍増となった。⁹⁵ 公益事業施設や発電所における代替エネルギーの貯蔵手段もイノベーションの重要な分野である。⁹⁶ 余剰電力を使って、水を様々な高さに汲み上げ、必要な時に下部に水を落として発電するという揚水式水力発電は新しい技術ではないが、今も一定の規模でエネルギーを貯蔵する効率的な方法の一つである。さらに、スマートグリッドや、より効率の高い送電網も、再生可能エネルギーの利用促進を可能にする。

また、超電導合金まわりのイノベーションは、長距離の高圧送電線における送電ロスを減らすために有用である。電力損失は、米国では6%だが、ブラジルやインドでは20%近くにのぼる。⁹⁷ 今後については、セラミックや金属合金などのいわゆる「室温超伝導体」が、今日の送電ロスの大部分を削減する技術として期待されている。⁹⁸

陸上輸送

自動車やトラック、バスによるカーボンフットプリントの削減は、世界全体の炭素排出量を大幅に削減する可能性を秘めている。電気自動車の主要部品メーカーは、当然ながら、投資対象として検討される分野だ。例えば、蓄電池や充電効率、生産コストにおける持続的なイノベーションが、陸上輸送における電気自動車の普及には不可欠である。米国では現在、電気自動車の所有者や利用者は、充電の3/4以上を自宅で行っている。⁹⁹ その結果、電気自動車の使用は、市内のバスや地域の配達など主に短い移動に限られている。

水素

期待される画期的なイノベーションの一つが水素燃料電池である。水素燃料電池は、大量のエネルギーを生成できるうえ、数分で充電が可能だ。しかも、唯一の副産物は水である。水素燃料電池は、これまで脱炭素に抵抗してきた業界、例えば鉄鋼やセメントの生産で重宝されるかもしれない。水素燃料電池は、それらの製造過程で必要な熱強度を生み出せる。いずれは、水素燃料電池は長距離トラックや高速列車、タンカー船、さらには航空機の動力になる可能性もある。¹⁰⁰

水素の課題の一つは、最も一般的な製造方法において化石燃料を必要とする点である。しかし、より環境に優しい水素を用いたエネルギー源の開発が、欧州やアジアで環境向け財政支出計画の柱になっている。¹⁰¹ 例えば北海は、「グリーン水素」の生産拠点として台頭しつつあり、洋上風力発電を用いたプロジェクトがいくつも進められている。¹⁰² さらに、貯蔵と配送を支えるインフラや、タンカー用のパイプライン建設もいずれ計画に入ってくるだろう。¹⁰³

米国では、原子力発電所の余剰電力を使用してグリーン水素を生産するという取り組みも進められている。

例えば、アリゾナ州にあるパロベルデ原子力発電所で現在こうした生産方法が検証されている。原子力発電所は、環境課題のソリューションとしてだけでなく、太陽光などの電力源が送電網の大部分を使用する際のネガティブ価格に対処する経済的な手段にもなると期待している。¹⁰⁴

各国政府は、水素電力は「脱炭素の公約達成に資する」「エネルギー自給に関する脆弱性を解決・軽減する」「気候対策の要求圧力に対する効果的な対応になる」といった幾つかの理由から、水素発電の推進に力を入れている。この分野への巨額の投資により、水素燃料電池技術の工業化・スケラビリティの加速、コスト削減、および普及促進が期待される。

二酸化炭素回収・貯留

我々二酸化炭素回収・貯留（CCS）は最も非現実的かもしれないが、最も画期的な変化をもたらす可能性を秘めた分野でもある。国際エネルギー機関は、気候目標を達成するために今後10年で二酸化炭素回収能力を20倍強化すべきであると求めている。炭素排出削減に苦勞している業界（航空など）や、カーボンオフセット市場が必要なペースで拡大しない可能性を懸念している業界にとっては、CCSは特に魅力的な技術かもしれない。¹⁰⁵ ただ、過去10年のこの分野への投資は、再生可能エネルギーへの投資額の1%にも満たない。¹⁰⁶

これには、CCSに対する現在のアプローチがかなり限られており、費用対効果があり良くないということも一因である。ただし、この分野に注目すべき理由がいくつかある。まず、炭素回収効率の向上がかなり期待できる。回収貯留に関する画期的な技術は既に実験段階に入っている。二つ目は、コンクリートの養生や工業用潤滑油の製造、さらには合成ジェット燃料の材料など、回収した炭素の工業向け再利用において進歩がみられるという点である。¹⁰⁷ 回収した炭素に対する工業需要の喚起は、CCSの費用効率を大幅に改善させる可能性がある。

もちろん、渴望される究極の目標は、空気中から二酸化炭素を直接、回収・貯留することである。つまり、空気から直接回収した二酸化炭素を（当然、再生可能エネルギーを動力として）、固体状にして地中深くで貯留するという点である。この壮大な構想を実現するための技術は萌芽期にあり、さまざまなスタートアップ企業が技術開発に取り組んでいる。

スイスのある企業は、補完的技術の統合と総合的なソリューションの提供のためにアイスランドとカナダにある同業者と提携し、この分野において大きな前進を達成した。もっとも、炭素トン当たり250ドル、つまり欧州ETSでのカーボンオフセットの相場のおよそ10倍にのぼる多額の生産コストがかかる。¹⁰⁸

水素燃料電池は、大量のエネルギーを生成できるうえ、数分で完全に充電できる。

実物資産

不動産：気候変動を投資プロセスに組み入れる

我々気候変動リスクや、それを緩和するコストを不動産投資プロセスの中核に組み入れることは、物理的リスクの管理に役立つばかりでなく、追加的な投資機会の創出にもつながる。

第一に、気候に対するレジリエンスを強化するための資本投資は、エクイティオーナーにとって魅力的なものになり得る。「1オンスの予防措置は1ポンドの治療よりも大きな価値がある場合が多い」という格言は、まさしくそれを言い当てている。資本プロジェクトは、短期的にはキャッシュフローや営業利益を損なうことになり、不動産デットのプロバイダーにとって好ましくないかもしれない。しかし、不動産資本を直接保有するエクイティオーナーにとっては、そうしたプロジェクトが大きな損失を防ぎ、後々キャッシュフローを守ることができれば、その見返りを得られる可能性が高い。電気設備を地上から1～2フィート高くするような単純な改修は、脆弱な地域の物件にとって意味があるかもしれない。実際、このような耐久性を高めるプロジェクトは、照明を絶やさなければならず、さらに重要な点として、極端な気象災害発生時にもテナントを引き留め、安定したリース料のキャッシュフローを維持することにつながる。それに加え、強力なレジリエンス戦略を持つ資産は、今のところ保険市場における価格設定は有利とはいえないものの、今後は状況が変化するとみられる。そうなれば、物件オーナーにとってコストがさらに低下することになる。

第二に、データを重視する不動産投資家は、最先端のデータによる独自の気候分析を活用することで、幅広い市場で価値が抑えられている物件を見つけ出すことができる。例えば、耐久性を高める設備投資を資本収益率やキャッシュフローのモデルに組み込むことで、高リスクの立地であっても、投資対象として検討することができる（図18）。

投資家は、これらの改善を投資プロセスに組み込むことで、上振れする可能性のある市場において魅力的な投資機会を捉えることができる。

第三に、「グリーン」物件として認定された高級オフィスや商業スペースを求める顧客が増えているため、気候変動リスクに対応した差別化された物件に対するプレミアムの支払いを厭わないテナントを呼び寄せたり引き留めたりすることによって、エネルギー効率の改善や建設に要する追加的なコストは、相殺することができる。

インフラストラクチャー：淡水化、再生可能エネルギー、充電ステーション

中南米における太陽光及び風力発電プロジェクト

多くの投資家は風力や太陽光を用いた発電プロジェクトを支援したいと考えているが、欧米の市場は比較的飽和状態にある。しかし、チリやウルグアイなど南米諸国の太陽光や風力発電プロジェクトからは、相対的に高いリターンを追求できる。南米では老朽化した水力発電ネットワークが河川の水量減少に直面し、電力需要の増加に対応できずにいるため、再生可能エネルギー発電に豊富な機会がある。そこでは、広大な水力発電ネットワークに代わる風力及び太陽光の発電プロジェクトの需要が高い。

充電ステーション

充電ステーションを増設することで、高速道路サービスプラザ事業などの民間有料道路やその他の道路関連インフラストラクチャーが生み出すキャッシュフローを押し上げることができる。

長距離輸送におけるEV利用が普及するのに伴い、ルート上での充電需要が拡大するとみられる。米国の大半の高速道路や関連インフラには充電ステーションが極めて少ないため、道路インフラの所有者にとって、それは新たな収益源を生み出し、資産の利用率を高める機会となり得る。

水資源インフラ

天候は変わりやすく降雨量が予測しにくいいため、淡水化プラント、水輸送、貯水関連のビジネス機会が生まれている。水資源は大半の地域で厳しい規制下に置かれているため、投資家は規制が分かり易く、所有権がしっかり保全されている市場に焦点を当てるべきである。歴史的に浄水の大半を降雨に依存してきたオーストラリアは、降雨量不足が予想されることや、良好な規制環境を踏まえれば、淡水化ビジネスを行う上で好ましい市場である。それ以外にも、米国や中南米では水のろ過（濁水を透明水に変える）にもビジネス機会が生まれている。

農業：農業テクノロジーが生み出す新たな投資機会

気温や降水量、乾燥度は一定せず、予測もできないため、作物の収穫量にとって深刻な脅威となる。ここでは、次世代の農業ビジネスモデルや関連技術が創出する新たなビジネスへの投資機会を検討する。

精密農業

農地への投資にあたっては、精密農業技術を活用して高まりつつある気象変動リスクを管理している農業経営者との協力を検討すべきである。

図18：気候変動を不動産投資プロセスに組み込むには革新的なデータや分析が必要（例示を目的とした図表）

所在地	主な用途	平均リスク	地震	洪水	熱波	ハリケーン 台風	海面上昇	渇水
11 Filmore Street	オフィス	36	●●●●● 83	●●●●○ 52	●●●●○ 41	●●●●○ 0	●●●●○ 0	●●●●● 84
7825 W Ash	医療施設	25	●●●●○ 0	●●●●○ 7	●●●●○ 45	●●●●○ 25	●●●●○ 0	●●●●○ 46
4th Cell Ave	商業施設	62	●●●●○ 0	●●●●○ 7	●●●●○ 39	●●●●○ 46	●●●●○ 40	●●●●○ 58
15 Valley Park	倉庫・貯蔵施設	35	●●●●○ 0	●●●●○ 5	●●●●● 66	●●●●○ 62	●●●●○ 0	●●●●○ 44
5th & Broadway	オフィス	21	●●●●● 83	●●●●○ 7	●●●●○ 37	●●●●○ 0	●●●●○ 0	●●●●○ 61
2400 Park Ave	オフィス	31	●●●●● 83	●●●●○ 75	●●●●○ 44	●●●●○ 0	●●●●○ 0	●●●●○ 35
440 Elmo Road	オフィス	40	●●●●● 85	●●●●○ 61	●●●●○ 42	●●●●○ 0	●●●●○ 0	●●●●● 94
St. Allen	医療施設	25	●●●●○ 0	●●●●○ 7	●●●●○ 45	●●●●○ 25	●●●●○ 0	●●●●○ 46
La Vie on 5th	住宅	46	●●●●○ 0	●●●●○ 46	●●●●○ 60	●●●●○ 64	●●●●○ 0	●●●●○ 44
Park Cir #2	倉庫・貯蔵施設	25	●●●●○ 0	●●●●○ 8	●●●●○ 51	●●●●○ 0	●●●●○ 0	●●●●○ 64

出所：Measurablおよびフォー・トゥエンティ・セブン（2020年にアクセス）

注記：例示を目的とした図表であり、PGIMが実際に保有している物件を反映したものではない。

これらの技術は今や、細流灌漑システムや地下排水システムを超えたものとなっている。¹⁰⁹ 多くの農場ではリアルタイムの農場監視システムや先端的な気象予測システムを取り入れている。例えば、予期せぬ霜から作物を守り、季節外れの気温低下を防ぐため、地下のルートウォーマーを作動させている。また、センサー、GPS、可変作業技術を活用すれば、現在及び予想される土壌環境に応じて、水、肥料、殺虫剤などの量を調整することもできる。同様に、農業用ドローンやロボットの市場も急速に成長している。これらを総合すると、次世代の農業技術は2030年までに、ビジネス規模が年間2500億ドルに達する可能性がある^{と推定されている}。¹¹⁰

小規模で気候レジリエンスのある農地

気候変動に対する食物供給システムのレジリエンスを維持するための農業技術への投資機会を小規模農家は提供している。気象パターンが変化し、一部の地域で食糧生産の季節が短くとも、小規模農家は新たな戦術を活用し、現在の肥沃な地域以外の土地でも食物を生産する機会を得ることができる。作物栽培を保護する技術は、悪天候や気象変動から作物を守ることができる。例えば、中東やアフリカのような高温地域では、気候変動によって大規模農業の収穫高が悪影響を受けたとしても、温室栽培は引き続きうまくいく可能性がある。倉庫での垂直農法も、都市部の市場に近接している小規模農園の方が天候の変化に強い^{ため、投資家にある程度の投資機会をもたらしている}。

代替タンパク質

家畜生産は世界の温室効果ガス排出量の15%を占めているため、健康や気候問題に敏感な消費者をターゲットとする代替タンパク質事業が大きく成長する可能性を秘めている。¹¹¹ リブアイステーキの代わりになるのは難しいかもしれないが、植物由来のハンバーガー、ソーセージ、挽き肉は、既に大きな成功を収めており、今ではバーガーキングやマクドナルドでも販売されている。¹¹² 同様に、大豆、オート麦、アーモンドミルクなど植物由来の乳製品にもチャンスがあり、従来の乳製品よりも高いリターンが得られる可能性がある。ただし、これらの作物の一部は水の消費量が多い。

ソーラーファームへの土地リース

ソーラーファームの開発業者に土地をリースすることで、農地投資の利回りの改善が期待できるかもしれない。ソーラーパネルは日照量が多く、風が弱く、気温が適度で、湿度が低い地域で最も生産性が高い。

そうした条件は大半の農作物を生産する場合と同じである。¹¹³ その結果、開発業者は農地の所有者に有利なリース条件を受け入れ、農地をソーラーファームに転換している。これは、電力需要が最も高い都市部に近い地域に土地を所有している投資家に最も大きな利益をもたらす。

再生可能天然ガスの台頭

農業廃棄物は最大のメタンガス排出源であり、世界の排出量の約20%を占めている。¹¹⁴ サステナビリティを重視する消費者の圧力を受け、農業を環境に優しいものにする革新的な技術が登場している。例えば、農業廃棄物は通常、広大なラグーンに貯蔵され、何十年にもわたってメタンガスを排出しており、その温室効果は二酸化炭素の25倍に達する。しかし、有機廃棄物をバイオメタンや再生可能天然ガス（RNG）に変換できる新しい技術が開発された。¹¹⁵ 企業は酪農家と協力してバイオダイジェスターを設置している。バイオダイジェスターは特殊なバクテリアを使って有機廃棄物をバイオガスに変換し、RNGに精製することができる。

成長するカーボンオフセット市場への参入

今後は、企業によるカーボンオフセットへの取り組みが、森林再生プロジェクトに新たな成長機会を提供するかもしれない。カーボンニュートラルを掲げる企業がますます増えている。こうした公約の実現を目指す企業が増えるにつれ、その多くは社内業務だけでカーボンニュートラルを達成することはできず、社外にカーボンオフセットの手段を求めることになるだろう。森林再生プロジェクトや樹齢の若い植林地は、企業にとって検証可能なカーボンオフセットの手段となり得る。

第4章では、気候変動がもたらす投資機会とリスクを、資産クラス別に考察した（表2）。しかし、投資家は、ポートフォリオ全体への影響を考えなくてはならない。それを踏まえ、第5章では、投資家のポートフォリオにおける気候変動対策を提案したい。

表2：資産クラスへの影響 - まとめ

債券：ミスプライシングがアクティブ運用に長期的な投資機会をもたらす

ソブリン債	■ 投資プロセスにおいて、気候変動に対する脆弱性に対応能力の双方を考慮 ■ 市場が見過している勝ち組を選別できるアクティブ投資家に投資機会あり
米国地方債	■ 投資家の大半は優遇税制に着目しており、気候リスクは概ね見過ごされている ■ 長期投資を行うアクティブ投資家は、利回りを犠牲にすることなく気候変動リスクの低い銘柄を発掘することが可能
エネルギーインフラ	■ 化石燃料のフェードアウト長期化が、エネルギー関連インフラストラクチャーの中流部門（パイプラインや製油所など）に投資機会を創出
米国損害保険	■ 新たな資本の源泉の獲得と引受能力の拡大により、大手損害保険会社のエクスポージャー管理が向上 ■ 気象災害の増加は米国における損害保険需要を喚起し、大手損保の市場規模が拡大
ストラクチャードファイナンス	■ 投資家は構造的に、ABSの裏付け資産となる担保物件の物理的リスクから隔絶されている ■ エージェンシーMBS市場で裏付け資産の気候変動リスクのほとんどを吸収しているのは、最終投資家ではなく政府関係機関

株式・プライベートエクイティおよびベンチャーキャピタル：低炭素化や革新的テクノロジーに投資

株式・プライベートエクイティ	■ 気候リスクへの感応度は業種や国・地域によって大きな開きがあり、選別能力に長けたアクティブ投資家に投資機会を提供 ■ 環境負荷の高い業種内でも最も環境に優しい企業に、長期的なアウトパフォームの機会 ■ 化石燃料業界の長期的な衰退やデータ開示の改善を踏まえ、ESG重視の投資家は個別企業とのエンゲージメント、または関連企業を一括排除という相反する二つのアプローチ各々のメリットを検討すべき
ベンチャーキャピタル	■ 黎明期にある革新的テクノロジーの可能性について評価：水力発電、二酸化炭素の回収及び貯蔵 ■ 電力貯蔵能力の向上、スマートグリッド、超電導送電網による再生可能エネルギーの利用促進 ■ 電気自動車：蓄電池や充電効率の改善など、主要部品の技術革新の追求 ■ 金融、農業、インフラストラクチャー・セクターにおけるリスクの管理及び軽減に役立つ、最先端の気候予測、分析、モデリングツール ■ 熱吸収や冷房コスト削減に繋がる外壁塗装などの次世代建設資材

実物資産：資産を守り、投資機会を発掘するテクノロジーの活用

不動産	■ 次世代の気候分析技術を活用し、一般的に高リスクとみなされている立地で投資機会を発掘 ■ 高リスク物件については気候変動への耐性を高める資本プロジェクトを検討し、リース料支払いの確実性を高める
インフラストラクチャー	■ 中南米では老朽化したエネルギー関連インフラが、太陽光・風力発電プロジェクトに新たな機会を創出 ■ 降雨量は予測が難しく、淡水化、輸送、ろ過など、水に関する新たな投資機会が顕在化 ■ 電気自動車用の充電ステーションやサービスプラザの設置により、キャッシュフローの押し上げや有料道路の利用拡大を図る
農業	■ 農業技術のイノベーション：気象パターンの変化に適応し、先端的ルートセンサー、垂直農法、細流灌漑、可変作業技術を導入 ■ 畜産から再生可能な天然ガスを生成 ■ 代替タンパク質に対する消費者の嗜好が投資機会を創出 ■ 森林再生と植林：気候問題に関する公約を果たすための、検証可能なカーボンオフセットの手段を必要とする企業の需要を取り込む

第5章

ポートフォリオにおいて気候変動をどのように捉えるのか

“

グローバルな投資家の約90%は、気候変動を非常に、或いはある程度重要な問題であると考えている。しかし、そのうちの40%は、自分達の投資判断において気候変動を考慮していない。

CHAPTERS

1

2

3

4

5

第5章

ポートフォリオにおいて気候変動をどのように捉えるのか

投資家は、ポートフォリオへの気候変動の影響をもはや無視できなくなっている。だが、その多くは、どう対応すべきかについて包括的な計画を持ち合わせていない。100余りの機関投資家を対象にしたPGIMの独自調査によると、グローバルな投資家の約90%は、気候変動を非常に、或いはある程度重要であると考えている。しかし、そのうちの40%超は、自分達の投資判断において、気候変動を考慮していない（図19）。

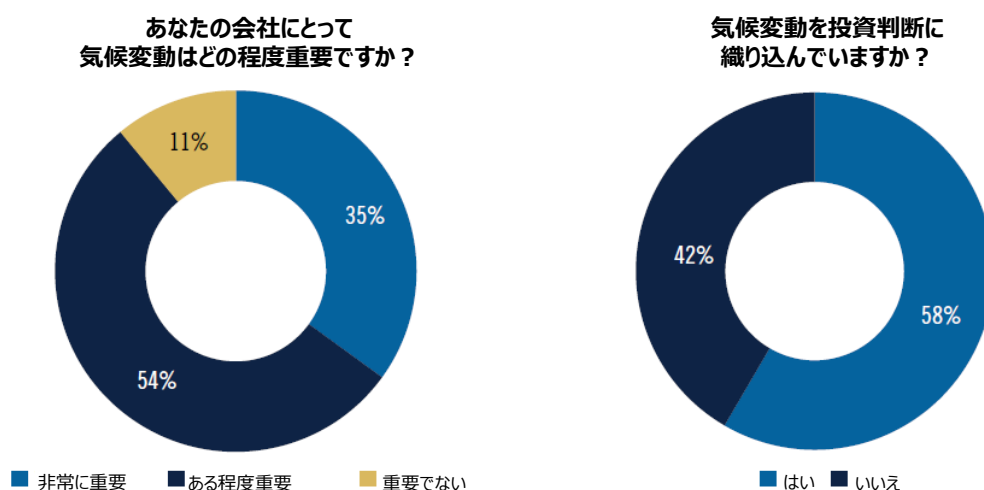
気候変動は、概して把握しづらく、時系列データや線形モデルをもとに経験的に分析することが困難な多面的なリスクである。ムンバイやマイアミなど沿岸都市における海水面の上昇や洪水の潜在的な影響は明白である。一方で、分かりにくいのは、個々の企業やポートフォリオに潜む隠れたリスクである。実際、これらの隠れたリスクは、一般に気候リスクが高いとは考えられていない一部の産業にとっては重大問題である。同様に、投資家にとって好都合な「グリーン」なブランドが最高の投資機会ではない可能性がある。言い換えれば、「ブラウン」を悪者、「グリーン」をヒーローと区分するような単純な戦略は、環境目標あるいは受託者の目的達成に向けた最も効果的なアプローチではなくなるのである。

気候変動がポートフォリオに及ぼす全体的な影響を考慮し、以下に投資家向けの行動計画を作成した。

1. ポートフォリオ全般の気候変動リスクをよりよく理解するために、非伝統的なデータソースとテクニックを用いる

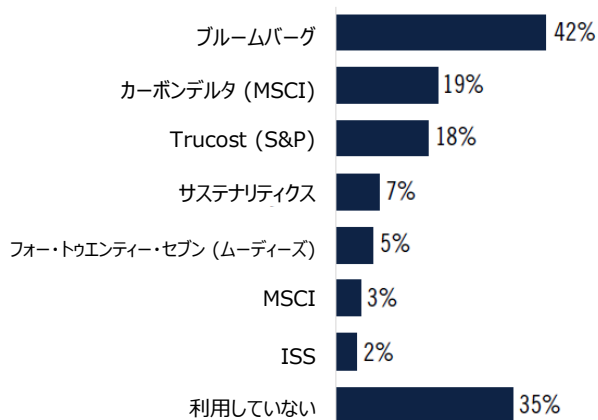
ポートフォリオ・レベルでの気候変動リスク測定など、リスクの複雑さとデータの質と精度のばらつきを考えると、気の遠くなる思いがするかもしれない。どのアセットクラスにも適用可能な標準的かつ均一なリスク測定に馴れているリスクマネージャーは、気候変動リスクに関しては、歯が立たない。高品質のデータも測定基準も、すべてのアセットクラスで入手できるとは限らないからである。

図19：PGIMによるグローバル機関投資家サーベイ



出所：PGIMが2020年に実施した気候変動に関する投資家サーベイ

図20：投資家は気候関連のデータおよび分析で広範囲な情報ベンダーを利用している



出所：PGIMが2020年に実施した気候変動に関する投資家サーベイ

ポートフォリオにおける低炭素化および、物理的リスクの双方へのエクスポージャーの全貌を評価するには、投資家は従来のデータソースと方法論を越えて、型破りなアプローチを採用する必要があるだろう。気候変動リスクをポートフォリオ構築に組み込んでいるグローバルな投資家を対象にしたPGIMのサーベイによれば、衛星画像、洪水マップ、干ばつデータ、大気質データなどの非伝統的データを利用しているのは、5社のうち1社に満たない。

低炭素化リスク

上場企業にとって、炭素排出量やカーボンフットプリントなどの低炭素化リスクに関する詳細データは、ここ数年で非常に容易に入手できるようになった。ステークホルダーからの圧力を受け続けた結果、上場企業の多くが、一貫性に欠けるところはあるにしても、少なくとも基本的な炭素排出量のデータを報告するようになった。同時に、多彩な気候データ分析会社が登場し、データを利用して実質的に全上場企業向けの格付システムや評価基準を考案した（図20）。

個別企業のセキュリティ面から気候リスクを考えると、企業の絶対格付は、同業他社と比較した相対的な格付よりも重要性が低いということを投資家は覚えておく必要がある。つまり、特定の格付手法によるフォルクスワーゲンの個別格付は、トヨタやフォードとの比較による相対的な位置付けよりも重要度が低いことである。このことから、投資家はできるだけ地理、セクター、企業において、広範囲で格付けし、一貫した評価手法を有する格付機関を1社だけ選択するほうが、各セクターや地域毎にベストプレイヤーを選ぶよりも良い結果を得られる可能性がある。

気候分析企業は、企業レベルのデータを集めることにより、ポートフォリオレベルの測定基準を提供することができる。それにより、投資家は自社の債券や株式のポートフォリオに潜む炭素エクスポージャーを認識できるようになる。また、ポートフォリオ内の低炭素化リスクの把握や、カーボンプライシングスキームなどの環境政策の変更により、自社のポートフォリオのどの部分に最大のリスクがあるか、という感触を得たりすることもできる。炭素エクスポージャーについて把握できれば、投資家はカーボンオフセットなどの環境コモディティを使ったヘッジ戦略の検討が可能になる。

気候分析企業が提供するポートフォリオレベルの測定基準によって、投資家はポートフォリオの炭素エクスポージャーを認識することができる。

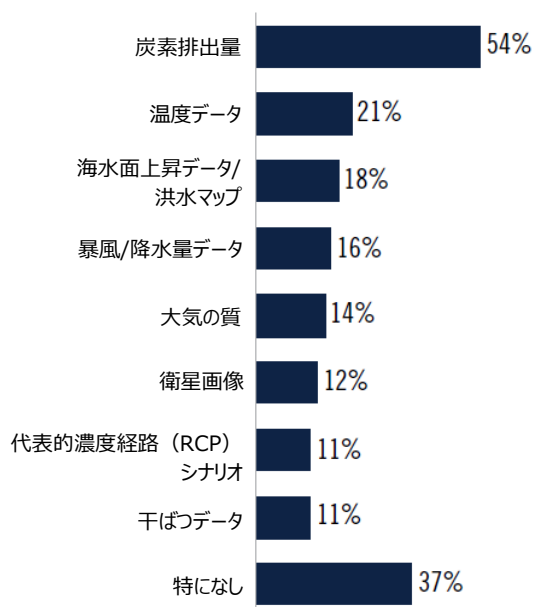
プライベート・デットやエクイティといった未公開市場では、企業レベルの気候リスクを把握し難い。自社のカーボンフットプリントや、その他の関連データの測定、公表といった上場企業と同じような開示圧力に晒されている未上場企業は殆どない。入手可能なデータが皆無に等しい状態で、例えばプライベートエクイティ（PE）投資の脱炭素化リスクを評価するのは非常に困難であり、投資家は時間をかけて気候データの提供会社が用いる方法論に慣れ、データから読み取れる情報はかなり限られていることを理解する必要があるだろう。

物理的リスク

物理的リスクについては、重要な実物資産の位置情報に、干ばつ、猛暑、洪水の予想シナリオを重ねることができる。インフラと不動産投資への高度な専門性を備えた投資家は、これまでも、この手法を使ってきたが、位置情報技術と気候分析の進歩により、株式や債券の投資家でもポートフォリオの物理的リスクのエクスポージャーを評価できるようになった（図21）。位置情報および予報オーバーレイ技術が、生産設備、データセンター、組立て工場、配送センター、そして主要サプライヤーなど企業の重要な実物資産の物理的リスク評価に適用できるのである。

ここでもまた、投資家はデータ分析会社が用いる方法論を鵜呑みにせず、その企業独自の「ブラックボックス」的なモデルではなく、透明性が高く、かつ同業者からも追認されたモデルを用いているデータ提供会社を探す必要がある。

図21：考慮すべき代替データについて、炭素排出量以外の要素を組み込む投資家はほとんどいない



出所：PGIMが2020年に実施した気候変動に関する投資家サーベイ

気候研究の分野は急速な進化を遂げており、毎日のように新たな研究成果が発表されている。投資家は、分析会社が新しい最先端の研究を使ったモデルを継続的にアップデートしていることを確認するのが望ましい。最新の考え方を確認し、取り入れている分析会社が、投資家にとって最も有益なモデルを開発できるのである。

マルチアセット・ポートフォリオの気候リスク評価に際し、投資の責任者もリスクマネージャーも、既成品のリスクデータ評価基準に頼ることはできない。それぞれのアセットクラスに対する異なる技術と評価基準を含むもっとダイナミックなアプローチが必要なのである。

2. ポートフォリオのリスクマネジメント分析に気候変動を組み込む

ポートフォリオのリスクマネジメントに気候変動を組み込む際、投資家が考慮すべき明確な選択肢が3つある。

一つ目は、最も基本的で、おそらく最も有益な気候リスクを分析することで、これは今後10年間の気候変動は概ね既定通りであることを前提としている。このアプローチでは、複雑な気候シナリオモデルを遠い将来まで描く必要がない。むしろ、短期のかなり予測可能な気候を原因とするリスクへのエクスポージャーについて、ポートフォリオ内のそれぞれの銘柄に注目するだけで、気候エクスポージャーの程度と性質を評価する。例えば、実物資産の場合、不動産、インフラ、保有農地の位置を、洪水、暴風雨、水ストレス、猛暑のリスクが上昇した地域を示した地図に重ねることが必要になる。この基本的な地理解析は、主要生産設備の位置データが入手可能な上場株式や債券にも適用できる。この解析では、特に売却禁止期間が長い、あるいは投資年限の長い資産が目立つことになる。

重要な実物資産の位置情報に、干ばつ、猛暑、洪水の予測シナリオを重ねることができる。

それと同様に、気候リスクの高いセクター、また再生可能エネルギーへの移行に関してプラスの影響が見込まれる分野に対する債券や株式エクスポージャーのヒートマップを作ることできる。出来上がった気候リスクとビジネスチャンスのヒートマップから、投資家は、気候リスクに対するポートフォリオの脆弱性およびよりグリーンなエネルギー源とテクノロジーへの移行によるビジネスチャンスへのエクスポージャーについて、マルチアセットの見方を獲得できるようになる。実務面では、気候リスクの厳格な分析結果を見て、地域、セクター、企業へのエクスポージャーの削減（または拡大）の決定を下すことができる。

2つめの選択肢は、投資家が対象を絞って気候関連ストレステストを実施することである。これらのテストでは、発行体またはアセットクラスのレベルで特定のパラメーター、つまり、政策対応の可能性（例えば、カーボンプライスの引上げ）もしくは特定地域における将来の特定の物理的リスク（例えば、水ストレス）などを使う。

気候関連ストレステストの範囲を特定の政策もしくはリスクに絞ることにより、投資家はしばしば、投資判断に使える分析結果を得ることができる。但し、注意点がある。この解析が不完全もしくは標準化されていないデータに依拠している、あるいは必要不可欠なデータ（炭素排出量データなど）が古い場合、結果については、ある程度の誤差を念頭に入れて解釈する必要がある。しかし、データの質や透明性の改善により、投資家が気候ストレステストを行うこと自体は可能である。現在、気候変動を投資および資産配分プロセスに組み入れている投資家のうち、気候予測モデルを利用しているのは10%に満たない。

気候変動による物理的リスクは、インフラ、建物その他の実物資産に留まらず広範囲に及ぶことがより明らかになりつつある。

3つめは、投資家自身が、トップダウンで包括的な気候変動シナリオのストレステストを自分のポートフォリオ全体について実施することである。これらの包括的な気候シナリオモデルは実に精巧で、政策の実行とそれに対する社会の反応も組み込まれている。この複雑さから、ストレステストの結果には大きなバラつきが見られる。これらの大まかな気候シナリオテストの結果は、気候変動の影響に関する内輪の議論を活性化させることはあっても、ほとんどの場合、それほど緻密なものではないため、容易に行動に移したり、具体的な投資判断を導くことはできない。

大まかな数十年間におよぶ気候シナリオを投資判断に反映することは複雑で困難ではあるが、それは投資運用業界にとって依然として十分に価値ある目標である。しかし、それはデータの質が向上し、手法とアプローチがさらに標準化されて初めて実現されることである。実現すれば、気候変動によるシステム面への影響の分析を目指す金融規制機関にとって、また自社ポートフォリオに織り込まれる多面的な気候リスクを深く理解しようとする投資家にとって、気候シナリオ分析はますます重要なツールとなるだろう。

今後、大まかな気候シナリオのストレステストが投資家にとって一層有益となれば、検討すべき重要な課題がいくつかある。初心者には、シナリオ分析はそれ単体で行うプロセスではなく、投資家のガバナンス、リスクマネジメント、投資プロセスとの組み合わせで行う必要がある。この種の分析は、役員会、投資戦略、報告、リスクマネジメントなど、投資家の組織内の多岐にわたる機能や規律に関連している。投資家はこのような部門横断的な仕事を調整するための明確な計画を立てる必要がある。

さらに、投資家は、気が遠くなるほど多くの選択肢の中から実際のシナリオのセットを選択しなければならない。投資家にとって、最適なシナリオには移行リスク、物理的リスクの両方が含まれており、プロセスと結果に焦点が当たっていなければならない。このように、投資家は多様なテクノロジーと政策の前提のもとで規律正しく、また無秩序に経路を検討することができる。

最後に、気候シナリオは、通常の投資分析の範囲を越え、ポートフォリオの価額にまだ織り込まれていない外部性に焦点を当てるべきであり、包括的で透明性のある気候データの戦略とモデルによって検証されるべきものである。

3. 見えている物理的リスク以外に目を向け、ポートフォリオに潜む気候リスクのその先を見据える

気候変動による物理的リスクがインフラ、建物その他の実物資産以外まで広がっていることが、一層明らかになりつつある。これらの過小評価されている「隠れた」リスクは、通常気候変動に関連しない産業に存在している（コラム2）。スイスの製薬会社と日本の半導体メーカーについて、猛暑、洪水、干ばつなどの気候変動による物理的リスクが非常に高いと考える投資家は多くないだろう。実際、これらのエクスポージャーは直接的に見えるものではない。企業のオフィスには縁のないところに潜み、複雑なグローバル・サプライチェーンの中に埋もれている。

新型コロナのパンデミックで明らかになったように、サプライチェーンには、メーカーの大きな脆弱性が存在する。気候変動はサプライチェーン全体に波及する同様な破壊的な影響を引き起こし、広範囲に産業に影響する可能性がある。投資家側から見れば、これらのリスクをより効果的に管理する企業は、業界で競争優位を獲得し、顧客には危機耐性の強い生産体制を、投資家には収益を提供することになる。

コラム2：気候の解析結果は、油断している企業と投資家にとり重大なリスクを示唆

半導体

半導体は、21世紀の経済に欠かせない部品である。半導体業界のサプライチェーンは、地理的に広く分散しているが、主な生産拠点は米国、東アジア、欧州である。重要な点は、当業界は地域ごとに異なる様々な気候リスクに直面しており、往々にして見過ごされている業界全体の気候リスクの実例が報告されている。

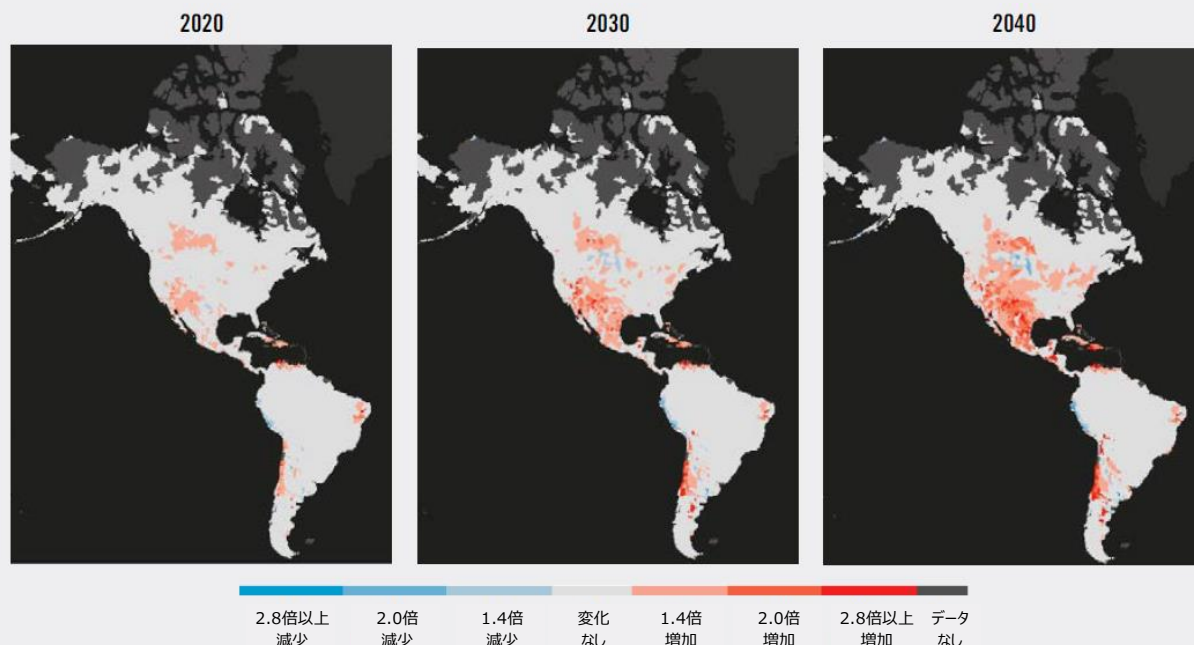
フォー・トゥエンティ・セブンは、半導体メーカー上位50社が所有、あるいは部品供給を受けている2,300以上の工場の位置情報を解析し、干ばつ、洪水、猛暑、暴風雨のリスクが高い箇所を示す詳細な地域地図を重ねた。その結果、これらの半導体工場のほぼ半数が水ストレスに晒されていることが分かった。これは、製造工程の各段階で高純度の水を必要とする半導体メーカーに深刻な脅威があることを意味している。¹¹⁶ さらに、干ばつの悪化、頻発により、水の確保と浄化のコストが上昇し、その結果、減産の可能性さえある。地元の市民や企業との水資源をめぐる競争も、会社の評判にマイナスの影響を与え、サステナビリティ関連の格付にも傷がつく可能性がある。

実際、解析対象となった企業全社が、少なくとも自社工場の1/4で水ストレスを抱えていた。水ストレスは、特に米国の南西部において顕著で、工場のほぼ2/3がこの潜在的な気候リスクに直面している（図22）。

収益力に差がつくことを考え、企業がこれらのリスクにどう対処するか、投資家は知っておくべきである。例えば、アジアと米国の数社が水をリサイクルする革新的生産技術を開発したとする。¹¹⁷ 別の会社は保全プロジェクトに投資したり、地方自治体と連携して水処理設備を開発する。¹¹⁸ こういった動きは、すでに台湾の半導体メーカーで成功しており、2015年の干ばつで厳しい取水制限があったにも関わらず、これらのメーカーの生産はより強い回復力を示したのである。¹¹⁹

半導体メーカーにとって気候の脅威は水ストレスだけではない。別の半導体メーカーは、業界のサプライチェーンの主要地域である東アジアにおいて、特に製造工場と下請工場で台風と洪水の重大なリスクにも直面している。

図22：北米で水ストレスが増加見込み



出所：World Resources Institute, Luck, LandisおよびGassert「Aqueduct水ストレス予測：CMIP5 GCMsを使った水需給10年間予測」2020年、predata.orgのサイトよりアクセス。

注記：水ストレスは、水需要（取水および消費水量）、水供給、水ストレス（供給量対取水量比率）、2020年、2030年、2040年を中心とした期間の1年未満の（季節的）可変性の評価により測定している。基準値は1950年から2010年である。この図は、通常の事業活動のシナリオをベースにしている。

フォー・トゥエンティ・セブンの分析では、東アジアの工場の2/3が台風による強風、1/3が洪水の強力なリスクに晒されている。このリスクは単なる仮説ではない。例えば、タイの2011年の洪水は地域の半導体製造に混乱をもたらし、通信や自動車セクターで世界的な停滞を引き起こした。洪水により1企業の約10%の半導体生産が滞り、売上の損失と損害の総額は数百万ドルと推定された。¹²⁰

製薬会社

製造工程で精製水が必須であることから、製薬会社も特に水ストレスに対して脆弱である。

フォー・トゥエンティ・セブンによる上場製薬企業の分析によると、対象企業の85%が自社工場の少なくとも1/4で水ストレスにさらされている。例えば、インドでは88%、米国では50%以上の工場が水ストレスを抱えている。

さらに、多くの薬剤と主要な原料は品質劣化が早く、効能の維持には適温で貯蔵しなければならない。熱波が原因で停電などの混乱が起こった場合、冷却にかかるエネルギーコストが増大し、製品に損失が出たという話もある。北米の工場の半分以上、またブラジルにある工場の95%が暑熱ストレスに晒されている。

主要な工場及びサプライヤーの施設の位置情報と気候データの解析を重ね合わせることで、どの施設がストレスの高い地域にあり、どの操業が物理的な気候リスクに晒されているかを明らかにすることができる。この種の解析により、投資家は各企業のバリューチェーンに潜む潜在的なリスクを評価できるようになる。

また、債券発行体が発行時の引受に含まれていたプロテクションを維持できなければ、インフラ債券の保有者にも予期せぬリスクを残すことになる。太陽光発電プロジェクトなどへの投資期間が通常10-20年であることから、インフラ投資家は毎年発生する保険更新という特別なリスクに晒されていることになる。

家計、企業、政府による気候関連事業の資金調達に向けた新たなグリーン投資の機会が出現。

気候変動の緩和および適応に向けた取組みの恩恵を受けると考えられていたグリーン・アセットでさえ、気候リスクの過小評価に直面している。例えば、一部の太陽光発電プロジェクトに対する電害保険は、販売中止あるいは著しく高額な掛金が必要となった。インフラの持分所有者にとって、この状況では貸手と取り決めた保険の補償要件を維持することが困難になる可能性がある。

4. 気候変動関連の新興資産クラスの規模、投資の実現性およびリターンをモニターする

個人、企業、政府による気候変動対策や投資の資金調達を目的とした、様々な新しい「グリーン」投資の機会が生まれている（表3）。しかし、その多くが初期段階にあり、投資家の投資対象となる規模に達していないのが現状であろう。投資家にとって重要なのは、成長途上にある市場の成熟度をモニターし、ポートフォリオにおいて投資が実行可能となるタイミングを見極めることである。

しかし、これらの未成熟な市場は、そのような市場への投資に意欲のある高度な専門性を備えた投資家に独自の投資機会を提供している。早期に参入した投資家は、これらの新たな気候変動関連の資産クラスの市場を形成し、投資の枠組みを作り出すことができるだろう。

表3：グリーン投資の実情ならびに検討事項

	実情	検討事項
グリーン・ボンド	■ 定義：環境に好影響があると考えられるプロジェクトの資金調達のための確定利付証券 ■ 大規模な市場：総額1兆ドル超の市場規模¹²¹ ■ 高い発行頻度：2019年の発行額は2,700億ドル、2020年はさらに拡大するペース¹²² ■ 成熟化する市場：多くの発行体が多様な年限の債券を発行しており、有利なポートフォリオ組成が可能	■ 普遍的あるいは強制的な基準がほとんど存在しない：グリーン投資の要素について、明白なガイドラインがないため、「グリーンウォッシング」の事例が発生している
炭素排出権	■ 定義：欧州、中国、北米の特定の取引所で取引される炭素排出権 － 投資家が気候関連の移行リスクを相殺できる潜在的な方法 ■ 大規模な市場：欧米における市場規模は合計で500億ドル以上¹²³ － 排出権取引が中国へ拡大し、取引規模は増大する見込み	■ 取引制限：物理的リスクのヘッジなし － 市場アクセスには、専門業者の仲介が必要 － 実際にはグローバル市場とはいえず、取引は主に地域レベルで行われる ■ 変動幅の大きい市場：市場価格は法令規制の変更ににより大幅に変動する可能性がある － 市場価格は、信用供給が速やかに減少に対応できないため、景気後退時に激しく変動することがある（2020年初頭など）
ソーラーABS	■ 定義：自宅用ソーラーパネル設置費用の個人ローンを担保とする証券 － ローンは、後日得られる税額控除と安価な光熱費からの貯蓄で一部返済される	■ 特殊な仕組：税額控除によるローンの一部前払いでさらに複雑となり、投資家には価値がわかりづらい ■ 新興市場：投資家からの需要が急増し、2020年の発行額は25億ドルに達した¹²⁴ ■ 引受体制：ローンの多くが、キャッシュフローや返済能力ではなく、単純なFICOスコアに依拠している点を懸念 ■ 一貫性に欠ける基準：ソーラーパネルが正しく、または発電に最適な位置に設置されたかどうかの検証がほとんど実施されていない
レジリエンス・ボンド	■ 定義：回避損失や払戻制度で削減できたコストを収益化するための、保険とレジリエンスプロジェクトのハイブリッド債 － 運営費用を毎年必要とする財団にとって魅力的な目的であり仕組み	■ 生まれたばかりの市場：他の市場と比較して相対的に小規模な市場 － 市場規模の拡大が進まないため、すぐに資金調達可能なプロジェクトを見つけやすい

結論

現在も今後も気候変動が、長期投資を行う投資家のポートフォリオ構築と保全に非常に重要な意味を持ち続けることに疑いの余地はない。我々の経済と資本市場では、気候変動がもたらす変革が加速しており、公開および未公開市場で、投資対象およびポートフォリオ全体を、その変革に備えて運用することが求められている。

気候リスクが資産価格に織り込まれる過程で、価格調整がなだらかに起こるのか、それとも唐突に起こるのかというダイナミクスを完璧に予想できる人などいないが、今後起こるであろう価格調整に投資家は備える必要がある。

こうした環境においては、経済と市場への気候変動の影響を予想し、臨機応変に対応できるアクティブ運用に一日の長があるとPGIMでは考えている。気候変動は、計り知れない不確実性と投資機会をもたらす。前向きで長期的視座を持つ投資家だけが投資機会をものにする敏捷性と先見性を持ち、気候変動のリスクを掻い潜って行こう。

本稿の執筆協力者

本稿を執筆するにあたり、多大なる支援をいただいたフォー・トゥエンティー・セブン、グリニッチ・アソシエイツ、および下記の方々に改めて感謝申し上げます。

Natalie Ambrosio Preudhomme, Director, Four Twenty Seven

Deborah Balk, Professor of Public Affairs in the School of Public and International Affairs at Baruch College, Professor at the CUNY Graduate Center, and Associate Director of the CUNY Institute of Demographic Research

Caleb Ballou, Principal, Innovative Finance at The Rockefeller Foundation

Thomas Belazis, Principal, Innovative Finance at The Rockefeller Foundation

Neil Bennett, Director of the CUNY Institute for Demographic Research, Professor at the Austin W. Marxe School of Public and International Affairs at Baruch College, the Sociology doctoral program at the Graduate Center, and the CUNY School of Public Health, City University of New York

Léonie Chatain, Manager, Four Twenty Seven

David Dodman, Director, Human Settlements Group at International Institute for Environment and Development (IIED)

James Doona, Managing Director at Munich Re Capital Markets

William J. Dubinsky, Managing Director at CEO, Willis Securities, Inc.

Eberhard Faust, Head of Research, Climate Risks and Natural Hazards at Munich Re

Alessandra Giannini, Full Professor, École Normale Supérieure; Adjunct Senior Research Scientist, International Research Institute for Climate and Society, Columbia University

Tara Guelig, Director, Sustainability and Impact at the Lightsmith Group

Jose Miguel Guzman, Technical Leader in International Development and Population Change at NoBrainerData, Former Chief, Population and Development Branch, United Nations Population Fund

Mathew Hauer, Assistant Professor of Sociology, Florida State University

Dr. Robert Herde, Executive Director at Munich Re

Hiro Mizuno, Special Envoy on Innovative Finance and Sustainable Investing at the United Nations

Trevor Houser, Partner at the Rhodium Group

Amir Jina, Assistant Professor at Harris School of Public Policy at the University of Chicago

Agnès Jullin, Senior Project Manager Capital Partners Zurich at New Reinsurance Company Ltd. (NewRe)

Jesse Keenan, Associate Professor at the School of Architecture at Tulane University

Zach Knight, CEO and Co-Founder, Blue Forest Conservation

Jay Koh, Managing Director and Co-founder at the Lightsmith Group

Bob Kopp, Director of the Rutgers Institute of Earth, Ocean & Atmospheric Sciences, Professor in the Department of Earth & Planetary Sciences at Rutgers University, Director of the Climate Impact Lab

Douglass Ostermiller, Managing Director at Guy Carpenter

Amine Ouazad, Professor of Economics at HEC Montréal

Alex Rau, Partner at Environmental Commodity Partners LP

Christof Reinert, Head of Risk Management Partners at Munich Re

Carli Roth, Principal at the Rockefeller Foundation

Mary Schapiro, Head of the TCFD Secretariat and Vice Chair for Public Policy and Special Advisor to the Founder and Chairman at Bloomberg, Former Chair of the U.S. Securities and Exchange Commission

Nik Steinberg, Managing Director, Head of Research at Four Twenty Seven

Shalini Vajjhala, Founder and CEO at re:focus partners

Sanjay Wagle, Managing Director at the Lightsmith Group

PGIMグループの執筆・情報提供者

Linda Benedetta Andreoletti, Pramerica SGR
Neil Brown, Jennison Associates
Wendy Carlson, PGIM Private Capital
Florence S. Chan, PGIM Fixed Income
Moya Chew-Lai, Prudential Financial, Inc.
Peter Clark, Jennison Associates
Lisa Cole, PGIM Fixed Income
Susan Courtney, PGIM Fixed Income
John Di Paolo, PGIM Fixed Income
Garrett Falzone, PGIM Fixed Income
Linda Galsim, Jennison Associates
Cathy Hepworth, PGIM Fixed Income
Christy Hill, PGIM Real Estate
Teresa Ho Kim, Jennison Associates
Gary Horbacz, PGIM Fixed Income
Dr. Taimur Hyat, PGIM
Jessica Jin, QMA, a PGIM Company
Ed Keon, QMA, a PGIM Company
Christina Kim, PGIM Private Capital
Suzanne Klatt, Prudential Financial, Inc.
Warren Koontz, Jennison Associates
Joshua Livnat, QMA, a PGIM Company
Bryan McDonnell, PGIM Real Estate
Lee Meniffee, PGIM Real Estate

Dr. Katharine Neiss, PGIM Fixed Income
Bill Pappas, PGIM Private Capital
Dr. Harsh Parikh, PGIM Institutional Advisory and Solutions
Giancarlo Perasso, PGIM Fixed Income
Greg Peters, PGIM Fixed Income
John Ploeg, PGIM Fixed Income
Ommeed Sathe, Prudential Financial, Inc.
Jay Saunders, Jennison Associates
Dr. Nathan Sheets, PGIM Fixed Income
Jamie Shen, PGIM Real Estate
Gavin Smith, QMA, a PGIM Company
Aayush Sonthalia, PGIM Fixed Income
Pinto Suri, PGIM Fixed Income
Brian Thomas, PGIM Private Capital
Robert Tipp, PGIM Fixed Income
Dr. Yesim Tokat-Acikel, QMA, a PGIM Company
Eugenia Unanyants-Jackson, PGIM Fixed Income
John Vibert, PGIM Fixed Income
Dr. Noah Weisberger, PGIM Institutional Advisory and Solutions
David Winans, PGIM Fixed Income

主筆

Shehriyar Antia, PGIM Thematic Research
David Klausner, PGIM Thematic Research

出典

- 1 Glendon, Spencer, Speech at the 2019 Sohn Investment Conference, 2019. <<https://www.youtube.com/watch?v=-Z19mqw1j1U>>
- 2 This survey was conducted along with Greenwich Associates and included 101 participants from across North America, EMEA and APAC. Participants were chief investment officers or senior decision makers at institutional investor organizations including pension plans, insurance companies, endowments, foundations, sovereign wealth funds and central banks.
- 3 India Meteorological Department, Ministry of Earth Sciences, as of 2019. <http://mospi.nic.in/sites/default/files/reports_and_publication/statistical_publication/EnviStats/Component%204.pdf>
- 4 Ceccherini, Guido, et al., "Heat waves in Africa 1981-2015, observations and reanalysis," European Commission, 2017. <<https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/heat-waves-africa-1981-2015-observations-and-reanalysis>>
- 5 Freedman, Andrew, "Hottest Arctic temperature record likely set with 100-degree reading in Siberia," Washington Post, June 21, 2020. <<https://www.washingtonpost.com/weather/2020/06/21/arctic-temperature-record-siberia/>>.
- 6 Berwyn, Bob, "Polar Vortex: How the Jet Stream and Climate Change Bring on Cold Snaps," Inside Climate News, "February 2, 2018. <<https://insideclimatenews.org/news/02022018/cold-weather-polar-vortex-jet-stream-explained-global-warming-arctic-ice-climate-change>>; Kim, Jin-Soo, et al., "Reduced North American terrestrial primary productivity linked to anomalous Arctic warming," Nature Geoscience, "July 10, 2017. <<https://www.nature.com/articles/ngeo2986.epdf>>
- 7 Alfred Wegener Institute, Helmholtz Centre for Polar and Marine Research. "A warming Arctic produces weather extremes in our latitudes." ScienceDaily. ScienceDaily, May 28, 2019. <www.sciencedaily.com/releases/2019/05/190528140115.htm>
- 8 "Polar vortex blasts US with life-threatening cold," The Guardian, January 29, 2019. <<https://www.theguardian.com/us-news/2019/jan/29/polar-vortex-cold-us-midwest-east-snow>>; Shapiro, Emily, Golembo, Max and Griffin, Melissa, "At least 8 dead as dangerous cold paralyzes Midwest, frigid temperatures soon to target Northeast," ABC News, January 31, 2019. <<https://abcnews.go.com/US/brutal-bone-chilling-cold-moving-midwest-northeast/story>>
- 9 Kossin, James P. Olander, Timothy L., and Knapp, Kenneth R., "Trend Analysis with a New Global Record of Tropical Cyclone Intensity," Journal of Climate, July 17, 2013. <https://www.ssec.wisc.edu/~kossin/articles/Kossin_et_al_2013_JClim.pdf>; "Global Warming and Hurricanes: An Overview of Current Research Results," Geophysical Fluid Dynamics Laboratory at U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration, September 23, 2020. <<https://www.gfdl.noaa.gov/global-warming-and-hurricanes/>>
- 10 Machemer, Theresa, "The 2020 Atlantic Hurricane Season Officially Has the Most Named Storms on Record," Smithsonian Magazine, November 11, 2020. <<https://www.smithsonianmag.com/smart-news/2020-atlantic-hurricane-season-has-most-named-storms-record-180976272/>>
- 11 Skiris, Nikolaos, et al., "Global water cycle amplifying at less than the Clausius-Clapeyron rate," Nature, December 9, 2016. <<https://www.nature.com/articles/srep38752>>
- 12 Myhre, G., et al., "Frequency of extreme precipitation increases extensively with event rareness under global warming," Nature, (2019) 9:16063. <<https://www.nature.com/articles/s41598-019-52277-4.pdf>>
- 13 "POURING IT ON: How Climate Change Intensifies Heavy Rain Events," Climate Central, May 15, 2019. <<https://www.climatecentral.org/news/reportpouring-it-on-climate-change-intensifies-heavy-rain-events>>
- 14 Bolongaro, Kait, "Farmer vs. sand: Spain's fight against desertification," Politico, April 3, 2019. <<https://www.politico.eu/article/farmer-sand-spain-fight-against-desertification-soil-degradation/>>
- 15 Givertash, Linda, "Up to 114 degrees in France: Record-breaking heat in Europe forces tourists to adapt," NBC News, June 29, 2019. <<https://www.nbcnews.com/news/world/tourists-forced-adapt-europe-waits-relief-record-breaking-heat-n1024921>>
- 16 Pechony, O. and Shindell, D.T., "Driving forces of global wildfires over the past millennium and the forthcoming century," Proceedings of the National Academy of Sciences, November 9, 2010 107 (45) 19167-19170. <<https://doi.org/10.1073/pnas.1003669107>>; W. Matt Jolly, et. al., "Climate-induced variations in global wildfire danger from 1979 to 2013," Nature Communications volume 6, Article number: 7537 (2015).
- 17 Gray, Ellen, "NASA Finds Drought in Eastern Mediterranean Worst of Past 900 Years," U.S. National Aeronautics and Space Administration, March 1, 2016. <<https://www.nasa.gov/feature/goddard/2016/nasa-finds-drought-in-eastern-mediterranean-worst-of-past-900-years>>
- 18 As measured by groundwater levels, calculated using tree rings. Fritz, Angela, "Study: California drought is the most severe in at least 1,200 years," The Washington Post, December 4, 2014. <<https://www.washingtonpost.com/news/capital-weather-gang/wp/2014/12/04/study-california-drought-is-the-most-severe-in-at-least-1200-years/>>
- 19 "Sea Level," U.S. National Aeronautics and Space Administration, as of March 14, 2020. <<https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>>
- 20 Englander, John, "As seas rise, Indonesia is moving its capital city. Other cities should take note." The Washington Post, March 3, 2019. <<https://www.washingtonpost.com/opinions/2019/05/03/seas-rise-indonesia-is-moving-its-capital-city-other-cities-should-take-note/>>
- 21 "Observed regional trends in annual river flood discharges in Europe (1960–2010)," European Environment Agency, December 16, 2019. <<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/observed-regional-trends-of-annual>>
- 22 Coleman, Korva, "An Inland Ocean Of Flooding': Disaster In Central Europe," National Public Radio, June 6, 2013. <<https://www.npr.org/sections/thetwo-way/2013/06/06/189194809/an-inland-ocean-of-flooding-disaster-in-central-europe>>

23. Veh, Georg Korup, Oliver and Walz, Ariane, "Hazard from Himalayan glacier lake outburst floods," Proceedings of the National Academy of Sciences, Jan 2020, 117 (2) 907-912; DOI: 10.1073/pnas.1914898117.
24. "Inland Flooding," U.S. Climate Resilience Toolkit, last updated March 25, 2020. <<https://toolkit.climate.gov/topics/coastal-flood-risk/inland-flooding>>
25. Almurkhtar, Sarah, et al., "The Great Flood of 2019: A Complete Picture of a Slow-Motion Disaster," New York Times, September 11, 2019. <<https://www.nytimes.com/interactive/2019/09/11/us/midwest-flooding.html>>
26. World Bank Climate Change Knowledge Portal, accessed March 2020.
27. For more information on the nine tipping points identified by climate scientists, see here: <https://www.carbonbrief.org/explainer-nine-tipping-points-that-could-be-triggered-by-climate-change>
28. Lenton, Timothy M., "Climate tipping points — too risky to bet against," Nature 575, 592-595 (2019). <<https://www.nature.com/articles/d41586-019-03595-0>>
29. As former Bank of England Governor Mark Carney stated, "The combination of the weight of scientific evidence and the dynamics of the financial system suggest that, in the fullness of time, climate change will threaten financial resilience and longer-term prosperity."
30. Chavaillaz, Y., Roy, P., Partanen, AI. et al. "Exposure to excessive heat and impacts on labour productivity linked to cumulative CO2 emissions," Scientific Reports 9, 13711 (2019). <<https://doi.org/10.1038/s41598-019-50047-w>>
31. Chuang, Zhao, "Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates," Proceedings of the National Academy of Sciences, August 29, 2017 114 (35) 9326-9331. <<https://www.pnas.org/content/114/35/9326>>
32. IMF and UN Population Fund, accessed 2020.
33. Mejia, Sebastian Acevedo, et al., "The Effects of Weather Shocks on Economic Activity: What are the Channels of Impact?" International Monetary Fund, June 13, 2018. <<https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2018/06/22/The-Effects-of-Weather-Shocks-on-Economic-Activity-What-are-the-Channels-of-Impact-45970>>
34. Matthews, Christopher M., "Exxon Used to Be America's Most Valuable Company. What Happened?" Wall Street Journal, September 13, 2020. <<https://www.wsj.com/articles/exxon-used-to-be-americas-most-valuable-company-what-happened-oil-gas-11600037243>>
35. Wade, Will and Eckhouse, Brian, "NextEra Now More Valuable Than Exxon as Clean Power Eclipses Oil," Bloomberg, October 7, 2020. <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-10-07/nextera-now-more-valuable-than-exxon-as-clean-energy-unseats-oil>>
36. Bullard, Nathaniel, "Markets Are Divesting You From Fossil Fuels: Oil and gas account for a smaller and smaller slice of major benchmarks." Bloomberg, October 20, 2020. <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-10-20/markets-are-divesting-you-from-fossil-fuels-nathaniel-bullard?smd=ppremium&sref=OXBg9m2M>>
37. Eckhouse, Brian, "World Added More Solar, Wind Than Anything Else Last Year," Bloomberg Green, September 1, 2020. <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-09-01/the-world-added-more-solar-wind-than-anything-else-last-year>>
38. Electricity explained: Electricity generation, capacity, and sales in the United States," U.S. Energy Information Administration, last updated March 19, 2020. <<https://www.eia.gov/energyexplained/electricity/electricity-in-the-us-generation-capacity-and-sales.php>>
39. "EIA projects nearly 50% increase in world energy usage by 2050, led by growth in Asia," U.S. Energy Information Administration, September 24, 2019. <<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=41433>>
40. IRENA, Global energy transformation: A roadmap to 2050 (2019 edition), International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, April 2019. <<https://www.irena.org/publications/2019/Apr/Global-energy-transformation-A-roadmap-to-2050-2019Edition>>
41. World Bank Databank, accessed 2020.
42. Consumption of electricity per capita worldwide in 2018, by select country, Statista, October 30, 2020. <<https://www.statista.com/statistics/383633/worldwide-consumption-of-electricity-by-country/>>
43. "Quadrennial Defense Review 2014," U.S. Department of Defense, 2014. <https://archive.defense.gov/pubs/2014_Quadrennial_Defense_Review.pdf>
44. Global Internal Displacement Database, Internal Displacement Monitoring Centre, accessed 2020.
45. Rigaud, Kanta Kumari et al., "Groundswell: Preparing for Internal Climate Migration," World Bank Group, 2018. <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29461>>
46. Hauer, Mathew E., et al., "Sea-level rise and human migration," Nature Reviews, 2019. <<https://mathewhauer.github.io/papers/2019-NREEHauer.pdf>>
47. Flavelle, Christopher, "Climate Change Threatens the World's Food Supply, United Nations Warns," August 8, 2019. <<https://www.nytimes.com/2019/08/08/climate/climate-change-food-supply.html>>
48. How climate change can fuel wars: Droughts are already making conflict more likely. As the world gets hotter, mayhem could spread," The Economist, May 23, 2019. <<https://www.economist.com/international/2019/05/23/how-climate-change-can-fuel-wars>>
49. Senthil Asseng et al, 2018 Environ. Res. Lett. 13 094012. <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aada50/pdf>>
50. In addition, the report notes South Korea and Saudi Arabia have purchased large tracts of land in the watershed to assure imports for their own populations, and that will also add to the demand for water.
51. "Pakistan," Asian Development Outlook, Asian Development Bank, 2013. <<https://www.adb.org/sites/default/files/publication/30205/ado2013-pakistan.pdf>>

52. Salyer, Stephanie J et al. "Prioritizing Zoonoses for Global Health Capacity Building-Themes from One Health Zoonotic Disease Workshops in 7 Countries, 2014-2016." *Emerging infectious diseases* vol. 23,13 (2017): S55-S64. doi:10.3201/eid2313.170418
53. Mills, James N., Gage, Kenneth L., and Khan, Ali S., "Potential Influence of Climate Change on Vector-Borne and Zoonotic Diseases: A Review and Proposed Research Plan," *Environmental Health Perspective*, 2010 Nov; 118(11): 1507-1514.
<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2974686/>>; Ramasamy, Ranjan and Surendran, Sinnathamby Noble, "Global climate change and its potential impact on disease transmission by salinity-tolerant mosquito vectors in coastal zones," *Frontiers in Physiology*, 2012 Jun 19, 3:198.
<<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22723781/>>; and Curseu, Daniela, Popa, Monica, Sirbu, Dana and Stoian, Ioan, "Potential Impact of Climate Change on Pandemic Influenza Risk," *National Public Health Emergency Collection*, 2010: 643-657.
<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7122279/>>; "Climate change and human health-risks and responses," Summary, WHO, 2003, ISBN 9241590815. <<https://www.who.int/globalchange/climate/summary/en/index5.html>>
54. According to a recent study, capital markets might now be reflecting climate-change risk in equity prices. For more information, see <https://www.frbsf.org/economic-research/events/2019/november/economics-of-climate-change/files/Paper-5-2019-11-8-Kiku-1PM-1st-paper.pdf>
55. For a complete list of climate change-related laws and regulations, see <https://climate.law.columbia.edu/content/climate-change-laws-world>
56. Normile, Dennis, "Can China, the world's biggest coal consumer, become carbon neutral by 2060?" *Science*, September 29, 2020. <<https://www.sciencemag.org/news/2020/09/can-china-worlds-bigger-coal-consumer-become-carbon-neutral-2060>>
57. As of January 2019. Damodaran, Aswath, "Multiples," as of January 5, 2020.
<http://people.stern.nyu.edu/adamodar/New_Home_Page/datacurrent.html#multiples>
58. Cappucci, Matthew, "Sea level rise is combining with other factors to regularly flood Miami: The city is running out of options to deal with it." *The Washington Post*, August 8, 2019. <<https://www.washingtonpost.com/weather/2019/08/08/analysis-sea-level-rise-is-combining-with-other-factors-regularly-flood-miami/>>
59. "Budget-in-Brief," Miami Dade County Government, 2019. <<https://www.miamidade.gov/budget/library/fy2019-20/adopted/budget-in-brief.pdf>>
60. "Trends in Municipal Bond Ownership," Municipal Securities Rulemaking Board, 2019. <<http://www.msrb.org/msrb1/pdfs/MSRB-Brief-Trends-Bond-Ownership.pdf>>
61. Jesse M. Keenan et al., 2018 *Environ. Res. Lett.* 13 054001. <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aabb32>>
62. Kapfidge, Tendayi, "LendingTree Compares Mortgage Rates by State," *LendingTree*, February 8, 2019. <<https://www.lendingtree.com/home/mortgage/mortgage-rates-by-state/>>
63. Flavelle, Christopher, et al., "New Data Reveals Hidden Flood Risk Across America," *New York Times*, June 29, 2020. <<https://www.nytimes.com/interactive/2020/06/29/climate/hidden-flood-risk-maps.html>>
64. Ouazad, Amine, and Kahn, Matthew E., "Mortgage Finance in the Face of Rising Climate Risk," *National Bureau of Economic Research Working Paper* 26322, September 30, 2019. <https://www.ouazad.com/resources/paper_kahn_ouazad.pdf>
65. Carney, Mark, "Breaking the tragedy of the horizon – climate change and financial stability," speech at Lloyd's of London, London, 29 September 2015. <<https://www.bis.org/review/r151009a.pdf>>
66. De Langhe, Bart, Puntoni, Stefano, and Larrick, Richard, "Linear Thinking in a Nonlinear World," *Harvard Business Review*, May-June 2017. <<https://hbr.org/2017/05/linear-thinking-in-a-nonlinear-world>>
67. Moran, Daniel, Hasanbeigi, Ali, and Springer, Cecilia, "The Carbon Loophole in Climate Policy: Quantifying the Embodied Carbon in Traded Products," *Buy Clean*, September 2018. <<https://buyclean.org/media/2016/12/buyclean-execsummary-082718.pdf>>
68. Machemer, Theresa, "The 2020 Atlantic Hurricane Season Officially Has the Most Named Storms on Record," *Smithsonian Magazine*, November 11, 2020. <<https://www.smithsonianmag.com/smart-news/2020-atlantic-hurricane-season-has-most-named-storms-record-180976272/>>
69. Stelloh, Tim, "California exceeds 4 million acres burned by wildfires in 2020," *NBC News*, October 4, 2020.
<<https://www.nbcnews.com/news/us-news/california-exceeds-4-million-acres-burned-wildfires-2020-n1242078>>
70. Gunia, Amy, "Australia's Bushfires Burned an Area Twice the Size of Florida. Climate Change Means That's Just the Beginning, a New Report Warns," *Time*, October 30, 2020. <<https://time.com/5904762/australia-bushfires-climate-change-report/>>
71. "Climate-related analysis on the Bloomberg Terminal," Bloomberg.
<<https://data.bloomberglp.com/professional/sites/10/Climate-related-Analysis-Brochure.pdf>>
72. "China National ETS," International Carbon Action Partnership, last updated January 7, 2021.
<https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_etsmap&task=export&format=pdf&layout=list&systems%5B%5D=55>
73. Bingham, Caroline, "Bank of England to set up tough climate stress tests," *Financial Times*, December 18, 2019.
<<https://www.ft.com/content/bacdb162-217e-11ea-92da-f0c92e957a96>>
74. Lehmann, Alexander, "Climate risks to European banks: a new era of stress tests," *Bruegel*, February 4, 2020.
<<https://www.bruegel.org/2020/02/climate-stress-test/>>
75. Baker, Sophie, "Global ESG-data driven assets hit \$40.5 trillion," *Pensions & Investment*, July 2, 2020.
<<https://www.pionline.com/esg/global-esg-data-driven-assets-hit-405-trillion>>
76. Arnold Martin and Vladkov, Alexander, "Christine Lagarde Expected to Make ECB a Climate Change Pioneer," *Financial Times*, January 3, 2021. <<https://www.ft.com/content/00d5dc18-b95d-4a15-b936-e87c98fb17fc>>

77. Wilkes, William, "Flight Shaming Puts a Dent in European Travel," Bloomberg, September 26, 2019. <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-09-26/flight-shaming-puts-a-dent-in-european-travel?sref=OXBg9m2M>>
78. Setzer, Joana and Byrnes, Rebecca, "Global trends in climate change litigation: 2020 snapshot," Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, Columbia Law School Center for Climate Change Law, and Centre for Climate Change Economics and Policy, July 2020. <<https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2020/07/Global-trends-in-climate-change-litigation-2020-snapshot.pdf>>
79. Hasemyer, David, "Fossil Fuels on Trial: Where the Major Climate Change Lawsuits Stand Today," Inside Climate News, January 17, 2020. <<https://insideclimatenews.org/news/04042018/climate-change-fossil-fuel-company-lawsuits-timeline-exxon-children-california-cities-attorney-general>>
80. Smyth, Jamie, "Australia faces legal challenge over bonds' climate risks," Financial Times, July 22, 2020. <<https://www.ft.com/content/d51cb7ec-6f49-4775-9cf7-addf6a5b8895>>
81. Breeden, Sarah, "Avoiding the storm: Climate change and the financial system," speech given at the Official Monetary & Financial Institutions Forum, London, April 15, 2019. <<https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/speech/2019/avoiding-the-storm-climate-change-and-the-financial-system-speech-by-sarah-breeden.pdf?la=en&hash=AC28DFFED7B14A197E6B0CB48044D06F4E38E84>>
82. Perasso, Giancarlo, Doppelt, Elizabeth and Levine, Brian, "Assessing Sub-Saharan Africa's Long-Term Growth Upside," PGIM Fixed Income, November 2019. <<https://www.pgim.com/fixed-income/white-paper/assessing-sub-saharan-africas-long-term-growth-upside>>
83. Oppenheimer, M., B.C. Glavovic, J. Hinkel, R. van de Wal, A.K. Magnan, A. Abd-Elgawad, R. Cai, M. Cifuentes-Jara, R.M. DeConto, T. Ghosh, J. Hay, F. Isla, B. Marzeion, B. Meyssignac, and Z. Sebesvari, 2019: Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Minterbeck, A. Alegria, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press.
84. "Climate Displacement in Bangladesh," Environmental Justice Foundation. <<https://ejfoundation.org/resources/downloads/Climate-Displacement-Bangladesh-briefing-2018-v20.pdf>>
85. "Trends in Municipal Bond Ownership," Municipal Securities Rulemaking Board, 2019. <<http://www.msrb.org/msrb1/pdfs/MSRB-Brief-Trends-Bond-Ownership.pdf>>
86. Dooley, Emily C., "California Legislature OKs Budget, Orders Cap-and-Trade Revise," Bloomberg Law, June 15, 2020. <<https://news.bloomberglaw.com/environment-and-energy/california-legislature-oks-budget-orders-cap-and-trade-revise>>; Silverstein, Ken, "California To Fight Wildfires With Microgrids And Batteries," Forbes, June 16, 2020. <<https://www.forbes.com/sites/kensilverstein/2020/06/16/california-energy-regulators-want-to-fight-wildfires-by-facilitating-more-microgrids-and-energy-storage/#2ae7551b3314>>
87. "What is a Reinsurance Sidecar?" Artemis. <<https://www.artemis.bm/library/what-is-a-reinsurance-sidecar/>>
88. NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI) U.S. Billion-Dollar Weather and Climate Disasters (2020). <<https://www.ncdc.noaa.gov/billions/>>
89. Suri, Pinto, "On the Front Lines of Climate Change: The Opportunity in P&C Insurers," PGIM Fixed Income, June 2020. <<https://cdn.pfcdn.com/cms/pgim-fixed-income/sites/default/files/2020-06/PGIM-Fixed-Income-On-the-Front-Lines-of-Climate-Change-The-Opportunity-in-PC-Insurers.pdf>>
90. "Annual Energy Outlook 2020," Energy Information Administration.
91. McCormick, Myles and Jacobs, Justin, "ExxonMobil Promises Emissions Cuts After Investor Pressure," Financial Times, December 14, 2020. <<https://www.ft.com/content/5b8dd517-faf6-438f-a975-a2df017127fe>>
92. "A European Green Deal: Striving to be the first climate-neutral continent," European Commission. <https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en>
93. "A Clean Planet for all: A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy," European Commission, Brussels, November 28, 2018. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0773&from=EN>>
94. "3M develops tech to keep trains, buses cool inside during summers," Times of India, May 26, 2020. <<https://timesofindia.indiatimes.com/gadgetsnews/3m-develops-tech-to-keep-trains-buses-cool-inside-during-summer/articleshow/76013693.cms>>
95. "U.S. utility-scale battery storage power capacity to grow substantially by 2023," U.S. Energy Information Agency, July 10, 2019. <<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=40072>>
96. "Fact Sheet: Energy Storage (2019)," Environmental and Energy Study Institute, 2019. <<https://www.eesi.org/papers/view/energy-storage-2019>>
97. Jordaan, Sarah Marie and Surana, Kavita, "We calculated emissions due to electricity loss on the power grid – globally, it's a lot," The Conversation, December 11, 2019. <<https://theconversation.com/we-calculated-emissions-due-to-electricity-loss-on-the-power-grid-globally-its-a-lot-128296>>
98. Aynajian, Pegor, "Physicists hunt for room-temperature superconductors that could revolutionize the world's energy system," The Conversation, June 3, 2020. <<https://theconversation.com/physicists-hunt-for-room-temperature-superconductors-that-could-revolutionize-the-worlds-energy-system-80707>>
99. "Charging at Home," Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, U.S. Department of Energy. <<https://www.energy.gov/eere/electricvehicles/charging-home>>
100. Toplensky, Rochelle, "Is Hydrogen the New Wonder Fuel? Technology to realize the vast potential of hydrogen is solid, but investors may be too far ahead of the adoption curve," Wall Street Journal, June 26, 2020. <<https://www.wsj.com/articles/is-hydrogen-the-new-wonder-fuel-11593170272>>

101. Hart, David, "Why Hydrogen, Why Now? Because Climate, Economy And Finance Say So," Forbes, June 8, 2020. <<https://www.forbes.com/sites/davidhart/2020/06/08/why-hydrogen-why-now-because-climate-economy-and-finance-say-so/#e2f23b4749eb>>; "Japan creates \$19bn green fund to push hydrogen planes and carbon recycling," Nikkei Asia, December 4, 2020. <<https://asia.nikkei.com/Spotlight/Environment/Climate-Change/Japan-creates-19bn-green-fund-to-push-hydrogen-planes-and-carbon-recycling>>
102. Radowitz, Bernd, "We should take every spot in the North Sea we can get for hydrogen," Recharge, November 20, 2020. <<https://www.rechargenews.com/wind/we-should-take-every-spot-in-the-north-sea-we-can-get-for-hydrogen/2-1-916254>>
103. Rowles, Grant, "North Sea Port to become green hydrogen hub," Splash247, September 1, 2020. <<https://www.offshore-energy.biz/north-sea-port-agreement-signed-for-development-of-green-hydrogen-hub-in-vlissingen/>>
104. "Intermittency amid low demand creates negative prices, study shows," World Nuclear News, October 1, 2020. <<https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Intermittency-amid-low-demand-creates-negative-prices>>
105. Roston, Eric, "United Will Suck Carbon From the Air Instead of Buying Offsets," Bloomberg, December 10, 2020. <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-12-10/united-will-suck-carbon-from-the-air-instead-of-buying-offsets>>
106. "A New Era for CCUS," International Energy Agency, September 2020. <<https://www.iea.org/reports/ccus-in-clean-energy-transitions/a-new-era-for-ccus>>
107. Biniek, Krysta, Henderson, Kimberly, Rogers, Matt and Santoni, Gregory, "Driving CO2 emissions to zero (and beyond) with carbon capture, use, and storage," McKinsey Quarterly, June 30, 2020. <<https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/driving-co2-emissions-to-zero-and-beyond-with-carbon-capture-use-and-storage>>
108. Kehnscherper, Leonard and Rath, Akshat, "Swiss Carbon Capture Startup Raises \$76m in Funding Round," Bloomberg Green, June 2, 2020. <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-06-02/swiss-carbon-capture-startup-raises-76m-in-funding-round?sref=OXBg9m2M>>
109. Parikh, Harsh, "Investing in Agriculture – Wedging the Yield Gap," PGIM Institutional Advisory and Solutions, September 16, 2020. <<https://www.pgim.com/blog/investing-agriculture-wedging-yield-gap>>
110. Technical Appendix of "Growing Better: Ten Critical Transitions to Transform Food and Land Use," The Food and Land Use Coalition, 2019. <<https://www.foodandlandusecoalition.org/wp-content/uploads/2019/09/FOLU-GrowingBetter-TechnicalAnnex.pdf>>
111. Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falucci, A. and Tempio, G., "Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities," Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, 2013.
112. "McDonald's to introduce plant-based burgers and fast food," BBC, November 10, 2020. <<https://www.bbc.com/news/business-54883140>>
113. Boyce, Brian, "Solar power offers farmers a golden opportunity to lease land," AgDaily, August 9, 2019. <<https://www.agdaily.com/insights/solar-power-farmers-opportunity/>>
114. "The Contribution of Agriculture to Greenhouse Gas Emissions," Food and Agriculture Organization of the United Nations, February 18, 2020. <<http://www.fao.org/economic/ess/environment/data/emission-shares/en/>>
115. DeZemmer, Ryan, "Companies Seek to Green the Grid With Trash Gas," Wall Street Journal, December 28, 2020. <<https://www.wsj.com/articles/companies-seek-to-green-the-grid-with-trash-gas-11609151401>>
116. A. Baskaran, "Waste Not, Want Not – Water Use in the Semiconductor Industry," March 2017. <<https://www.sustainalytics.com/esg-blog/world-water-day-water-use-semiconductor-industry/>>
117. Ibid.
118. Hackley, Randall, "Intel Plant Replenishes Aquifer for Thirsty Arizona City," Bloomberg, September 15, 2013. <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2013-09-15/intel-plant-replenishes-aquifer-for-thirsty-arizona-city>>
119. "TSMC Unveils Water-saving Production Method in Face of Drought in Taiwan," Total Taipei, April 9, 2015. <<https://www.totaltaipei.com/tsmc-unveils-water-saving-production-method-in-face-of-drought-in-taiwan/>>
120. "Thailand Flooding Impact, ON Semiconductors, December 2011. <<https://www.onsemi.com/about/company/events/seminars-workshops/thailand-flooding-impact>>; Rogoway, Mike, "ON Semiconductor shares plunge as Thai floods 'severely damage' operations," The Oregonian, October 19, 2011. <<https://www.oregonlive.com/silicon-forest/2011/10/on-semiconductor-shares-plunge.html>>
121. Barbiroglio, Emanuela, "Green Bond Market Will Reach \$1 Trillion With German New Issuance" Forbes, September 2, 2020. <<https://www.forbes.com/sites/emanuelabarbiroglio/2020/09/02/green-bond-market-will-reach-1-trillion-with-german-new-issuance/>>
122. Willuhn, Marian, "Another bumper year sees green bonds push through \$1tn mark," PV Magazine, October 6, 2020. <<https://www.pv-magazine.com/2020/10/06/another-bumper-year-sees-green-bonds-push-through-1tn-mark/>>
123. "A Global Price for Carbon Emissions," IHS Markit, April 2020. <<https://ihsmarkit.com/Info/0919/global-carbon-index-white-paper.html>>
124. Zawa "A Global Price for Carbon Emissions," IHS Markit, April 2020. <<https://ihsmarkit.com/Info/0919/global-carbon-index-white-paper.html>>>; cki, Tim, "Solar securitizations present yield, ESG play for institutional investors," S&P Global, December 16, 2020.

PGIM メガトレンドのご案内

変化を続ける世界情勢が、今後の投資行動にどのような影響を与えるか考察しています。



パンデミック後の世界

新型コロナウイルスを背景に、企業は消費者行動や企業のビジネスモデルの永続的な変化への適応を余儀なくされている。こうした中、コロナ禍による経済封鎖が解除された後の世界に十分に備えるために、今後の大きな構造変化に焦点を当てた検証が必要である。

🔗 詳しくはレポートをご覧ください → [当社ウェブページ](#)



未来を拓くビジネスモデル

さまざまな破壊的エネルギーが契機となって、機関投資家の投資分析やポートフォリオ配分を根本的に変化させるような3つの新たなビジネスモデルが出現している。本稿では、このような変革的なビジネスモデルが投資に与える影響について検証する。

🔗 詳しくはレポートをご覧ください → [当社ウェブページ](#)



テクノロジーフロンティア

我々はこれまでにない技術革新の時代に生きている。技術革新がもたらす破壊的創造は、資産クラスや地域にまたがり、投資機会を根本的に変えるものとなるだろう。

🔗 詳しくはレポートをご覧ください → [当社ウェブページ](#)

この他にも、以下のレポート(英語版のみ)が発行されています。これらレポートに関しては、当社営業担当までお問い合わせください。

- The End of Sovereignty ?
- Emerging Markets at the Crossroads
- A Silver Lining
- Longevity and Liabilities
- The Wealth of Cities

PGIMについて

PGIMはプルデンシャル・ファイナンシャル・インク（PFI）の資産運用部門です。当社が擁する1,100名の運用プロフェッショナルは、世界各地の公開・未公開市場の両方で資産クラスごとの専門知識を持ち、債券、株式、不動産、オルタナティブ、プライベートキャピタルのさまざまなアクティブ運用ソリューションを提供し、お客様のニーズに応えています。安定した財務基盤や秩序だったリスク管理のもと、多岐にわたる資産クラスに分散投資することにより、優れた投資成果を長期的にお客様に提供する努力を続けています。

米国のプルデンシャル・ファイナンシャル・インクは、英国を本拠とするブルーデンシャル社、あるいはM&G plcの子会社であり英国を本拠とするブルーデンシャル・アシュアランス・カンパニーとはなんら関係がありません。

プルデンシャル・ファイナンシャル・インク（PFI）は、Pensions & Investments社が2020年6月1日に公表したTop Money Managersリストにおいて、運用資産額ベースで 世界10位の運用会社（527社中）です。このランキングは、2020年3月31日現在のPFIの運用資産に基づくものです。

留意事項 1

当レポートは、プロの投資家を対象として作成されたものです。すべての投資にはリスクが伴い、当初元本を上回る損失が生じる可能性があります。

本稿は、プルデンシャル・フィナンシャル・インク(PFI)の主要な資産運用事業で、米国証券取引委員会への登録投資顧問会社であるPGIMインクが提供しています。登録投資顧問会社としての登録は、一定水準のスキルまたはトレーニングを意味するものではありません。

英国では、PGIMインクの間接子会社であるPGIMリミテッドがプロの投資家に対して情報提供を行います。PGIMリミテッドの登記上の所在地は以下の通りです：Grand Buildings, 1-3 Stand, Trafalgar Square, London WC2N 5HR。PGIMリミテッドは、英国の金融行動監督庁(FCA)の認可および規制を受けています。(企業参照番号：193418)欧州経済領域 (EEA) では、PGIMネーデルラント B.V. によって情報が提供されます。PGIMネーデルラント B.V.の登記上の所在地は以下の通りです：Gustav Mahlerlaan 1212, 1081 LA Amsterdam, The Netherlands。PGIMネーデルラント B.V.は、オランダ金融市場庁(Autoriteit Financiële Markten - AFM)によりオランダで認可 (登録番号：15003620) を受けており、欧州パスポートに基づいてサービスを提供しています。特定のEEA諸国では、それが認められる場合には、英国のEU離脱後の一時的な許可取決めにに基づき、PGIMリミテッドが利用できる規定、免除またはライセンスに従って情報が提供されます。これらの資料は、PGIMリミテッドまたはPGIMネーデルラント B.V.によって、FCAの規則が定めるプロの投資家、および/または第2次金融商品市場指令 2014/65/EU (MiFID II) で定義されているプロの投資家に対して情報提供されるものです。この資料は、第2次金融商品市場指令 2014/65/EU (MiFID II) で定義されているプロの投資家あるいは適格な投資家、自分自身の口座に投資を行うお客様、ファンド・オブ・ファンズ、または投資を一任されているお客様に対して情報提供されるものです。シンガポールでは、シンガポール金融管理局 (MAS) に登録、認可を受けているシンガポールの資産運用会社PGIM (シンガポール) Pte.Ltd.および適用を受けたフィナンシャル・アドバイザー (登録番号199404146N) が情報を提供しています。これらの資料は、SFA第289章304条に従って「機関投資家」向けに一般的な情報として、また、SFA第289章305条に従って「適格投資家」その他の関連する投資家に対し、PGIMシンガポールにより提供されます。香港では、香港の証券・先物取引監察委員会の規制対象企業であるPGIM (香港) リミテッドの担当者が証券先物条例の第一項第一条で定義されている適格機関投資家に対して情報の提供をしています。オーストラリアでは、PGIM (オーストラリア) Pty Ltd. (PGIM オーストラリア)が、(豪州2001年会社法で定義されている) 販売会社に対して情報を提供しています。PGIMオーストラリアはPGIMリミテッドの代理人であり、PGIMリミテッドは金融サービスに関して豪州2001年会社法により必要とされる豪州金融サービス・ライセンスの取得が免除されています。PGIMリミテッドは米国法に基づきSECの監督下にあり、オーストラリア証券投資委員会のクラス・オーダー 03/1009が適用されるためです。なお、米国法はオーストラリア法と異なります。日本では、日本の金融庁に投資顧問会社として登録しているPGIMジャパン株式会社が情報を提供しています。韓国では、韓国の適格機関投資家に対して、国境を越えて投資一任管理サービスを直接提供する免許を有するPGIMインクが情報を提供しています。

本資料は、情報提供または教育のみを目的としています。ここに含まれている情報は投資アドバイスとして提供するものではなく、資産の管理または資産に対する投資を推奨するものでもありません。これらの情報を提供するに当たってPGIMはお客様に対して、受託者としての役割を果たしているものではありません。

本資料は、経済状況、資産クラス、有価証券、発行体または金融商品に関する資料作成者の見解、意見および提言について示したものです。本資料を当初の配布先以外の方 (当初の配布先の投資アドバイザーを含む) に配布することは認められておりません。またPGIMの事前の同意なく、本資料の一部または全部を複製することや記載内容を開示することを禁止いたします。本資料に記載されている情報は、現時点でPGIMが信頼できると判断した情報源から入手したものです。その情報の正確性、完全性、および情報が変更されないことを保証するものではありません。本資料に記載した情報は、現時点 (または本資料に記載したそれ以前の日付) における最新の情報ですが、予告なく変更されることがあります。PGIMは情報の一部または全部を更新する義務を負うものではありません。また、情報の完全性または正確性について明示黙示を問わず何ら保証または表明するものでなく、誤謬についての責任を負うものでもありません。本資料は特定の証券、その他の金融商品、または資産運用サービスの勧誘を目的としたものではなく、投資に関する判断材料として用いるべきではありません。どのようなリスク管理技術も、いかなる市場環境においてもリスクを最小化または解消できることを保証することはできません。過去のパフォーマンスは将来の運用成績を保証するものではなく、また信頼できる指標でもありません。投資は損失となることがあります。本資料に記載されている情報や本資料から導出した情報を利用したことにより (直接的、間接的、または派生的に) 被り得るいかなる損失についても、一切責任を負いません。PGIMおよびその関係会社は、それぞれの自己勘定を含め、本資料で示した推奨や見解と矛盾する投資判断を下す可能性があります。本資料に記載されている予測や見通しは、本資料作成時点のものであり、事前の予告なく変更されることがあります。実際のデータは様々であり、本資料に反映されない場合もあります。予測や見通しには大きな不確実性が伴い、よって、どのような予測や見通しであっても、単に多くの可能性の1つの代表的な例に過ぎません。予測や見通しは特定の前提条件に基づくものであり、経済や市場環境の変化に応じて大きく変化する可能性があります。PGIMは、いかなる予測または見通しに対しても、それを更新または変更する義務を負っていません。

資料中に、当社内のESGリサーチ・プログラムの例が含まれる場合がありますが、これは特定の商品や戦略のパフォーマンスを示すものではなく、また特定の時期に特定の商品や戦略がどのように投資されたり配分されたりするかを示すものでもありません。PGIMのESGに関するプロセス、格付、格付要素は時間の経過とともに変更される可能性があります。ESG投資は、本質的に定性的かつ主観的なものであり、PGIMの基準やPGIMによる判断が投資家の信念や価値を反映している保証はありません。ESGに関する慣行についての情報は第三者からの報告を通じて入手されており、正確でも完全でもありません。PGIMは、会社のESG慣行に対するコミットメント、あるいはその実践状況を評価するために、この情報に依拠しています。ESGに関する基準は地域によって異なります。PGIMによるESG投資の手法が成功することを保証するものではありません。

本資料はそれぞれのお客様の置かれている状況、投資目的、あるいはニーズを考慮していません。また、特定のお客様もしくは見込み客に対して特定の証券、金融商品、または投資戦略を推奨するものでもありません。いかなる証券、金融商品、または投資戦略についても、これらが特定のお客様もしくは見込み客にとって適切であるかどうかに関する決定は下していません。本資料に記載された証券または金融商品についてのご判断はご自身で行ってください。

利益相反：PGIMおよびその関連会社が、本資料で言及した有価証券の発行体との間で、投資顧問契約や他の取引関係を結ぶ可能性があります。時にはPGIMおよびその関連会社や役員が、本資料で言及した有価証券や金融商品をロングもしくはショートするポジションを保有する可能性、およびそれらの有価証券や金融商品を売買する可能性があります。PGIMの関連会社が、本資料に記載する推奨とは無関係の異なる調査資料を作成して発行することがあります。営業、マーケティング、トレーディングの担当者など、本資料作成者以外のPGIMの従業員が、本資料に表示する見解とは異なる市場に関するコメントもしくは意見を、口頭もしくは書面でPGIMのお客様もしくは見込み客に提示する可能性があります。

© 2021 PFI and its related entities. PGIM、それぞれのロゴ、およびロック・シンボルは、プルデンシャル・ファイナンシャル・インクおよびその関係会社のサービスマークであり、多数の国・地域で登録されています。

21/1 - 1009

THE PURSUIT OF OUTPERFORMANCE™

留意事項

本資料は、米国SECの登録投資顧問会社であるPGIMインクが作成した

“WEATHERING CLIMATE CHANGE”をPGIMジャパンが翻訳編集したものです。原文レポート（英語版）と本資料の間に差異がある場合には、原文の内容が優先します。

本資料は、PGIMグループの資産運用ビジネスに関する情報提供を目的としたものであり、特定の金融商品の勧誘又は販売を目的としたものではありません。また、本資料に記載された内容等については今後変更されることもあります。

記載されている市場動向等は現時点での見解であり、これらは今後変更することもあります。また、その結果の確実性を表明するものではなく、将来の市場環境の変動等を保証するものでもありません。

本資料に記載されている市場関連データ及び情報等は信頼できると判断した各種情報源から入手したものです。その情報の正確性、確実性について当社が保証するものではありません。

本資料で言及されている個別銘柄は例示のみを目的とするものであり、特定の個別銘柄への投資を推奨するものではありません。

過去の運用実績は必ずしも将来の運用成果等を保証するものではありません。本資料は法務、会計、税務上のアドバイスあるいは投資推奨等を行うために作成されたものではありません。

当社による事前承諾なしに、本資料の一部または全部を複製することは堅くお断り致します。

本資料内で取り上げられた資産クラス、個別セクター等はあくまで例示目的であり、推奨ならびにこれらにかかる将来性を明示・暗示的に示唆するものではありません。“Prudential”、“PGIM”、それぞれのロゴおよびロック・シンボルは、プルデンシャル・ファイナンシャル・インクおよびその関連会社のサービスマークであり、多数の国・地域で登録されています。

PGIMジャパン株式会社は、世界最大級の金融サービス機関プルデンシャル・ファイナンシャルの一員であり、英国ブルーデンシャル社とはなんら関係がありません。

PGIMジャパン株式会社

金融商品取引業者関東財務局長（金商）第392号

加入協会：一般社団法人投資信託協会、

一般社団法人日本投資顧問業協会