

研究結果概要

環境・社会プログラム

Daniel Quiggin, Kris De Meyer,
Lucy Hubble-Rose と
Antony Froggatt

2021年9月

2021年気候変動リスク 評価

世界各国はパリ協定における目標達成への道筋から大きく外れている。

そのリスクは複合的に増幅し続けている。

今すぐ行動を起こさなければ、今後数十年間で壊滅的な影響を及ぼすことが予想される。

门诊部
OUT-PATIENT



序章および背景

この概要報告書では、2030年までに二酸化炭素排出量が大幅に削減されない場合、2040～2050年に確実に起こるであろう影響に焦点を当て、気候リスクと、人類・食料・水の安全保障、国内および国際安全保障、移住、経済と貿易に与える影響について説明する。この概要報告書は、各国首脳および大臣に向けられたものである。本報告書は、ブリーフィング担当者向けに作成されたすべての内容が詳細に網羅された尚、チャタムハウス研究論文の完全版に基づいている。すべての参考文献は研究論文に記載されている。

現在の二酸化炭素排出量と気温経路

気温上昇の 中央予想値 2.7°C

二酸化炭素排出量を削減するための世界的な取り組みは、目標達成への道筋から大きく外れている。現在の各国のNDC（国が決定する貢献）では、2030年までの排出量削減目標は1パーセント（2010年比）にとどまる。政策目標、低炭素技術の導入と投資が現在の傾向のまま続けば、今世紀末までの気温上昇の中央予想値は2.7°C（工業化以前の気温との比較）だが、それが3.5°C迄上昇する可能性も10パーセント存在する。これらの予測は各国がNDCを達成するという仮定の上に成り立っており、もし達成できない場合は急激な気温上昇の可能性を無視できず、地球温度が5°C以上上昇する可能性も否定できない。

パリ協定の目標達成による 成果

排出量の削減が現在のNDCの設定通りに推移した場合、工業化以前と比較して気温上昇を2°Cより十分低く保てる可能性は5パーセント未満、パリ協定の目標である1.5°C以下に抑えられる可能性は1パーセント未満である。

1%
未満の
可能性

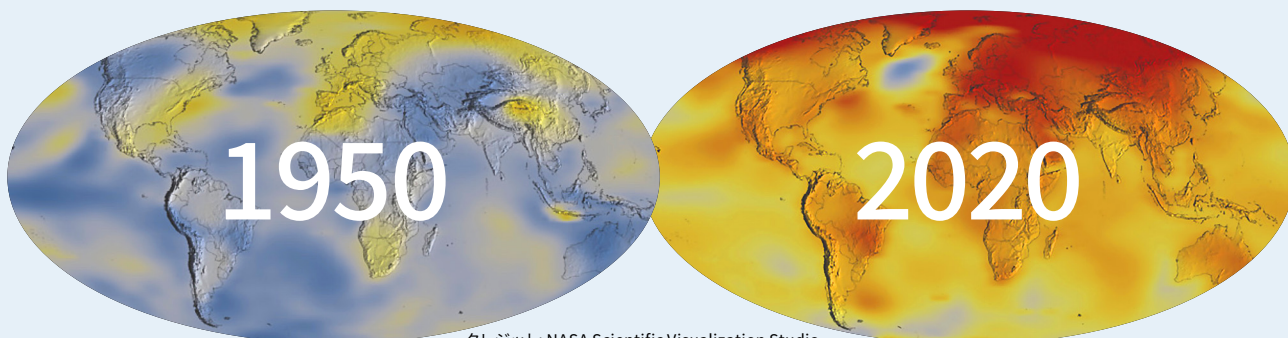
ネットゼロ公約

多くの国は現在、ネットゼロ公約によって気候変動を避けられるという共通理解の元、目標達成に取り組んでいる。しかしながら、ネットゼロ公約には詳細な方針や達成のためのメカニズムがなく、目標と世界の二酸化炭素収支の隔たりは年々広がっている。NDCが大幅に改定されず、政策および達成メカニズムの見直しが適切に行われなければ、本報告書で説明されている影響の多くは2040年までに発生が確実視され、各国が適応できる限界を超えるまでに深刻化する可能性がある。

より優れた緩和措置の機会と必要性

排出量が多い国の政府は、方針達成メカニズムを大幅に強化し、低炭素技術への迅速な大規模投資を奨励するNDCの野心的な改定を行うことで排出量削減を促進するチャンスがある。これによりエネルギーがより安価になり、最悪の気候影響を避けることができる。エネルギー転換の促進に関する詳細は、www.energychallenge.info を参照。

地球表面平均温度の変化



本報告書の読み方

気候リスクへのアプローチ

本概要報告書は、現在の世界の排出量軌跡と既存のNDCに関連する気候リスクと影響についてまとめている。これらのリスクに対する我々の著述は、気候変動を回避する為に必要な排出削減活動の喫緊の必要性を強調するため、今後20～30年間の内容に焦点を当てている。洪水や海面上昇に関する長期的な影響についても網らされている。



ギリシャで山火事の後に発生した抗議活動 (2021年)。
Copyright © George Panagakos/Pacific Press/LightRocket/Getty Images

気候影響のテーマ



暑さ、生産性および健康



食料安全保障



水の安全保障



洪水



転換点と連鎖的リスク

今後20～30年間に深刻化する可能性がある気候変動の影響と悪影響について5つの領域を設定している。

影響の中央予想値に基づき、これらの影響テーマの、以下について分析する。

- 懸念される気候影響
- すでに起こっていること
- 排出量トレンドが継続する場合、2040～2050年までに影響がどの程度悪化するか
- 地域レベルおよび世界レベルでの影響と結果

本概要報告書に記載されている気候リスクと影響に関する詳細は、細分化された地域ごとの特徴や方法論的説明を含むブリーフィング担当者向けチャタムハウス研究論文を参照のこと。

レポート全文はこちらからお読みください: www.chathamhouse.org/2021/09/climate-change-risk-assessment-2021



暑さ、生産性および健康

懸念される影響

屋外での作業や生存が困難になる暑さは、生産性の低下や健康危機をもたらす。



すでに起こっていること

新型コロナによる
損失労働時間の
50%以上

2019年の世界的な気温上昇による推定損失労働時間は3,000億時間であり、2000年よりも52パーセント多かった。新型コロナウイルス感染症による2020年の損失労働時間は約5,800億時間であった。つまり気温上昇による損失労働時間は、新型コロナウイルス感染症による損失労働時間の50パーセント以上に達している。

世界的に、熱関連死亡は過去20年間に65歳以上では約54パーセント上昇しており、2018年の死者数は296,000人に達した。

ヨーロッパ: 死者数104,000人 中国: 死者数62,000人 インド: 死者数31,000人

死亡率
54%
上昇



オーストラリアの森林火災 (2021年)。Copyright © Paul Kane/Getty Images

オーストラリアで発生した2019～2020年の森林火災は、前世紀初めよりも熱波の強度が**10倍以上**増加していることを示している。この火災による物的損害および経済的損害は、合計で約700億ドルと見積もられている。2020年にシベリアでは熱波によって広範囲の山火事が発生し、永久凍土が融解し、病原菌が放出された。気候変動により、熱波の発生リスクは**600倍以上**となっている。

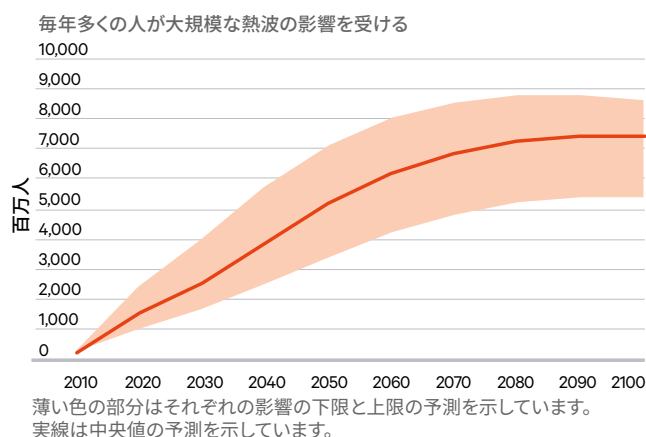


暑さ、生産性および健康

どの程度悪化するか

2040年までに39億人が大規模な熱波を経験

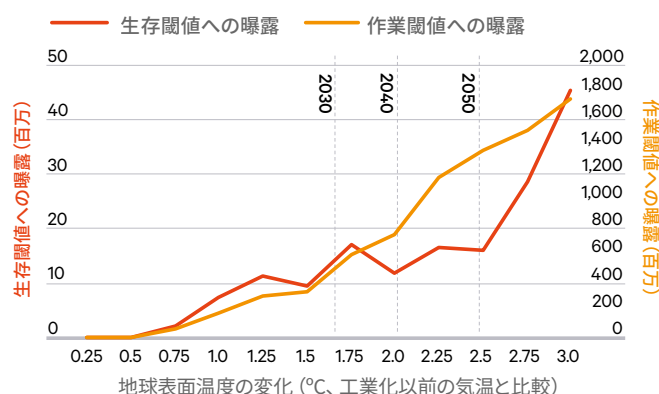
二酸化炭素排出量が2030年までに大幅に削減されない場合、2040年までに39億人が毎年大規模な熱波に襲われる可能性がある。大規模な熱波は、これまでにない非常に猛烈な暑さが4日以上続く。つまり、歴史上最も深刻な熱波に匹敵する。



働けない人は4億人、年間死亡者は1,000万人に

世界中で2030年代には毎年:

- 毎年4億人以上が作業閾値（屋外で仕事ができない）を超える気温に曝露される可能性がある
- 毎年1,000万人以上が生存閾値（屋外にいると死亡する）を超える熱ストレスに曝露される可能性がある



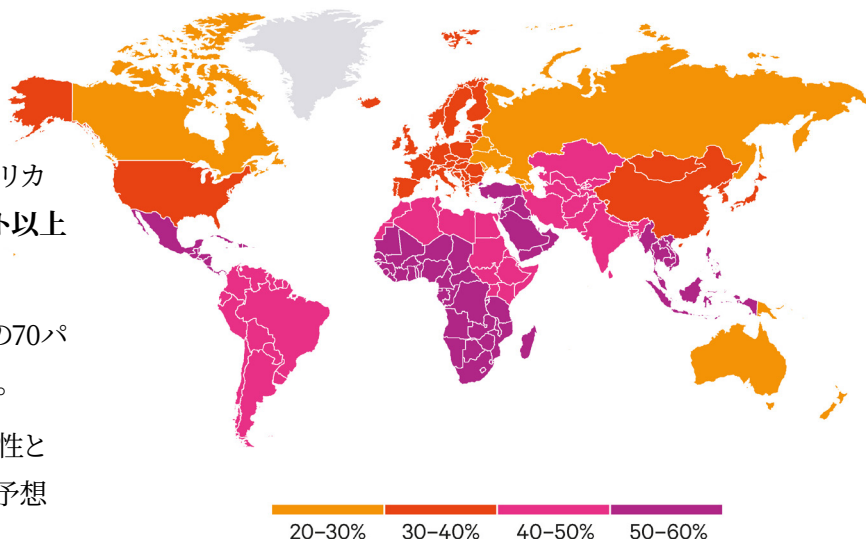
地域的影響、2040年: 毎年、大規模な熱波の影響を受ける人口割合。
(大規模な熱波は歴史上最も深刻な熱波に匹敵する)

すべての地域が影響を受ける。

2040年までに、西部・中部・東部および南部アフリカ、中東、東アジアおよび東南アジア、中央アメリカおよびブラジルの人口の50パーセント以上が毎年、大規模な熱波を経験する。

2050年までに、すべての地域の人口の70パーセント以上が毎年熱波を経験する。

都市部では、非常に困難な作業可能性と生存可能性の問題に直面することが予想される。





懸念される影響

農業干ばつと極端な気温により、穀物生産高が減少する。



すでに起こっていること

近年、局所的な干ばつと熱波により、穀物収穫量が20～50パーセント減少している。

オーストラリア: 深刻な干ばつにより、小麦の収穫量が2年連続で50パーセント減少した。

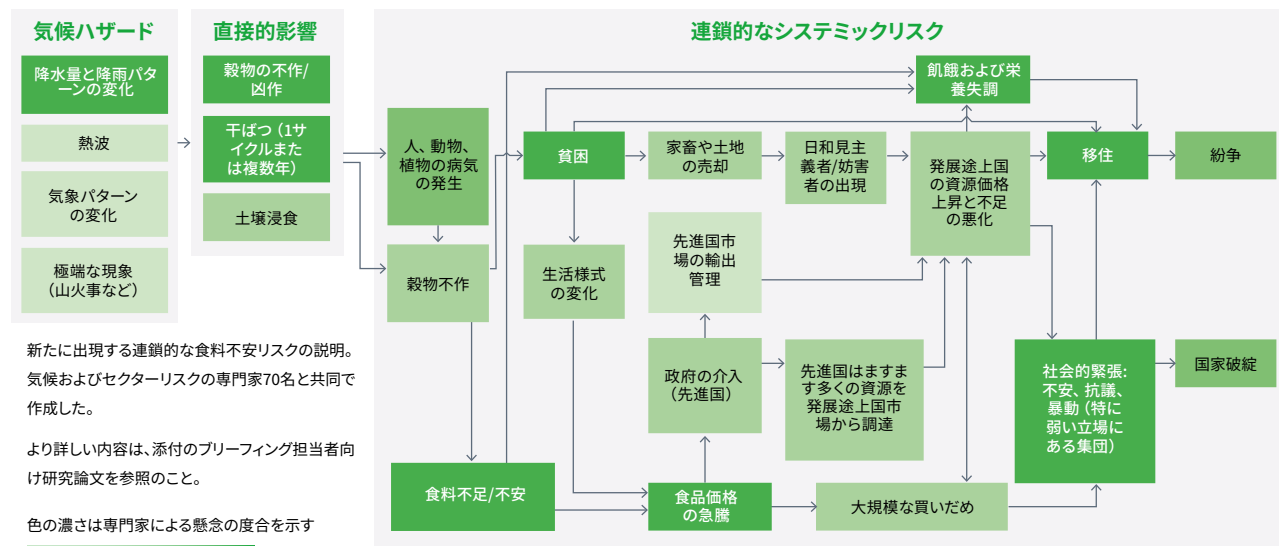
ヨーロッパ: 2018年は熱波により複数の穀物が不作となり、中欧および北欧では最大50パーセントの収穫量が減少した。

中国: 遼寧省では、数年間にわたる干ばつにより、トウモロコシの収穫量が20～25パーセント減少した。

最大50%
の作物収
穫量減

オーストラリアの干ばつと局所的な穀物不作により穀物貯蔵庫が空になったことで発生した2007～2008年の世界的な食料危機は、世界中の食料価格の倍増、輸出禁止、輸入業者の食料不安、社会不安を引き起こし、カメルーン、エジプト、インドネシア、メキシコ、モロッコ、ネパール、ペルー、セネガル、およびイエメンを含む各国で大規模な抗議運動が行われた。

新たに出現する連鎖的な食料不安の危機

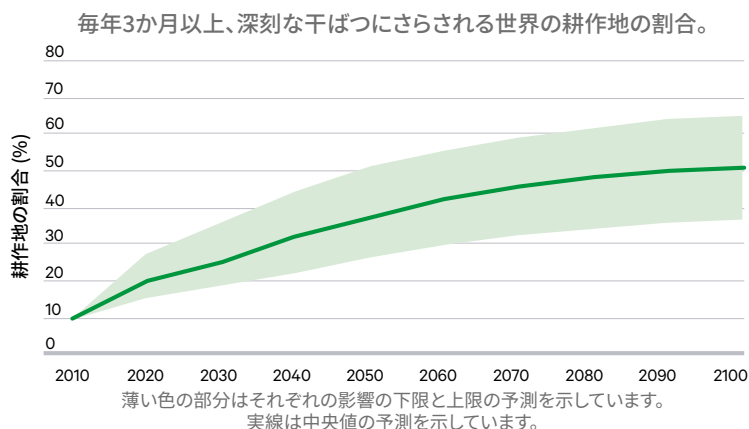




どの程度悪化するか

**50%
以上**

世界的需要を満たすには、農業は2050年までに生産量を約50パーセント増やす必要がある。しかし排出量が大幅に削減されなければ、生産量は30パーセント減少する可能性がある。



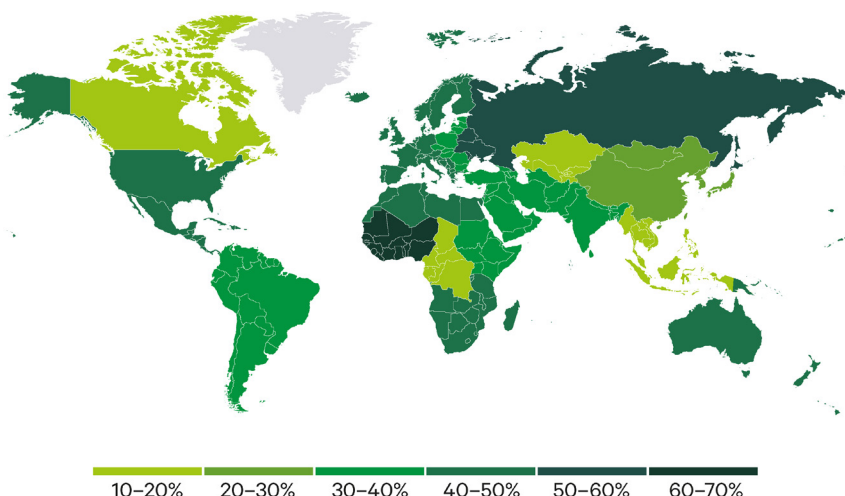
**干ばつは
3倍増加**

2040年までに、中欧で2018年に発生した干ばつ（収穫量が50パーセント減少）と同等の深刻な干ばつの影響を受ける世界中の耕作地の割合は、毎年32パーセントに上昇する可能性があり、これは過去の平均よりも3倍以上である。

小麦と米を合わせると、世界の平均的なカロリー摂取量の37パーセントを占める。2050年までに、小麦と米を栽培している世界中の耕作地の35パーセント以上が毎年厳しい暑熱期に見舞われ、生産量が減少する可能性がある。その影響を最も受けるとされているのが南アジアで、冬小麦と春小麦、および米の60パーセント以上が厳しい暑熱期に見舞われる。

地域的影響、2050年: 毎年深刻な干ばつにさらされる世界の耕作地の割合。

(2018年に中欧で発生した干ばつと同等の深刻な干ばつ)



最も厳しい影響を受ける地域（南ロシアおよび米国の重要な穀倉地帯地域を含む）の農業従事者は、2050年代に毎年、耕作地の40パーセント以上に影響を与える深刻な農業干ばつを経験する可能性がある。

**2040年代中に同時不作
が起こる可能性は50%**

トウモロコシ生産国上位4か国で同時に生産量が10パーセント以上減少すると、食料の入手可能性および価格に重大な影響を及ぼす。現在、このような状況になる可能性はほぼないが、このリスクは2040年代の10年間に50パーセント弱まで増加する。



水の安全保障

懸念される影響

降雨パターンの変化と水不足は、早期死亡、公衆衛生と衛生状態の低下、栄養失調の悪化を引き起こす。



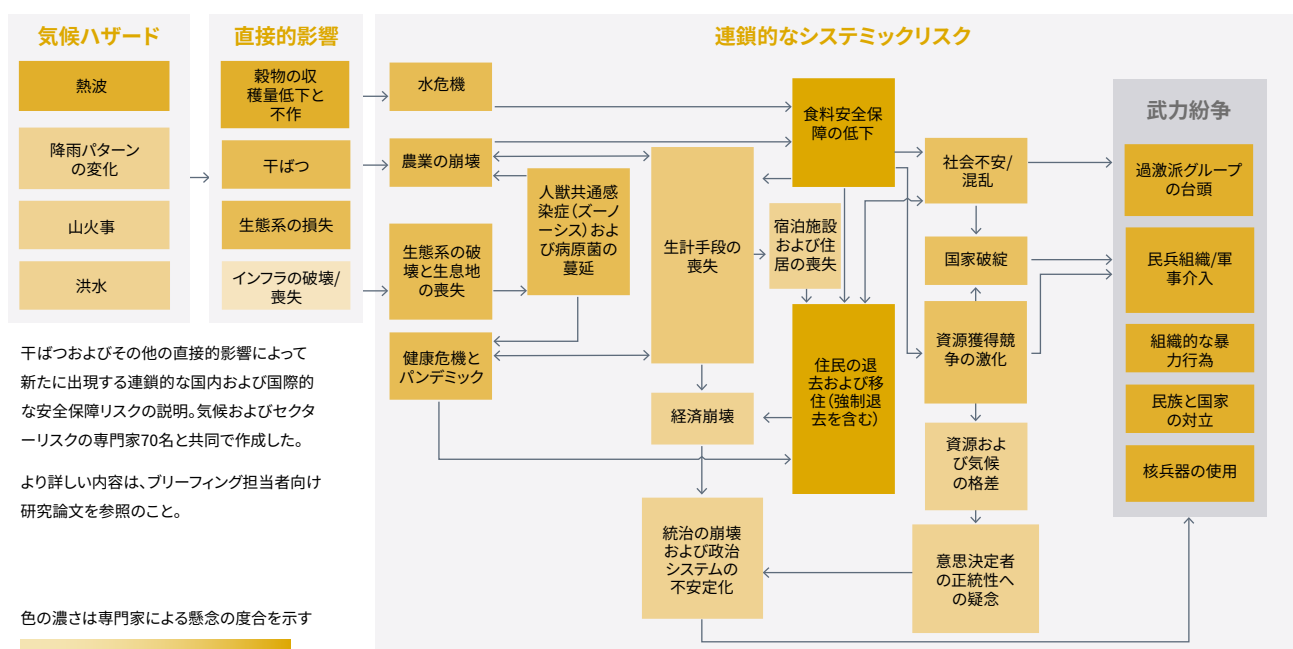
すでに起こっていること

**サヘル地域で救
援物資を必要とす
る人は1,340万人**

2020年、サヘル諸国のマリ、ニジェール、ブルキナファソの約1,340万人が干ばつのため人道支援を必要としていると報告された。2019年に世界中で干ばつの影響を受けた土地面積は、過去の基準と比較して二倍以上となった。

2012年の米国での干ばつによる水不足によりGDP成長率は0.5～1パーセントポイント下落すると予測され、71パーセントの国で自然災害が発生した。2020年の中国雲南省での干ばつは150万人に影響を与えた。約100か所の河川が断水され、180の貯水池が干上がり、140の灌漑井戸では水不足となった。

新たに出現する連鎖的な水の危機





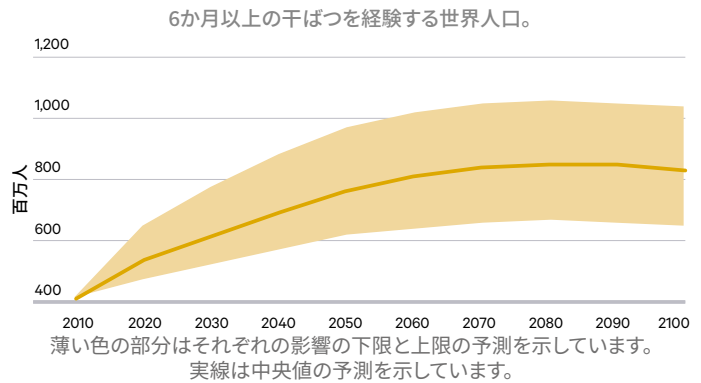
水の安全保障

どの程度悪化するか

2040年までに7億人が干ばつを経験

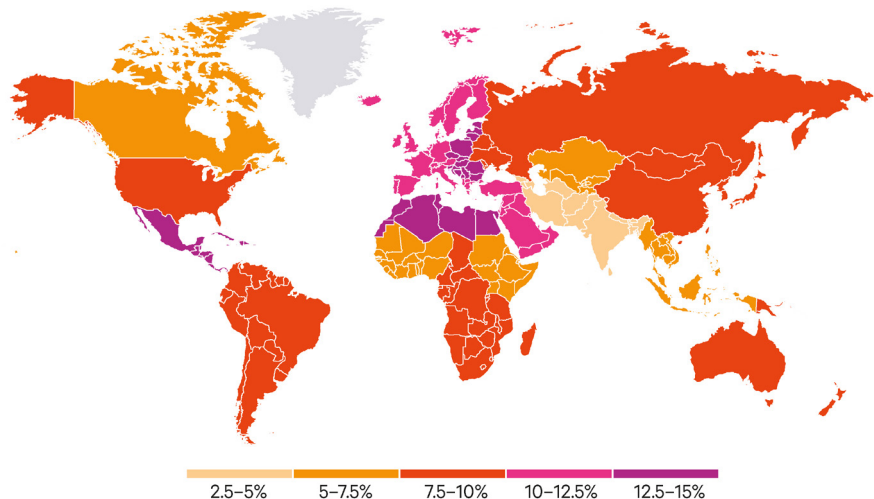
2040年までに、毎年7億人が6か月間以上続く深刻な干ばつを経験する可能性が高いと予測されている。

今後の干ばつの重症度と期間は、1930年代のアメリカ中西部の干ばつ「ダストボウル」の第一波（1934年）と同程度である。

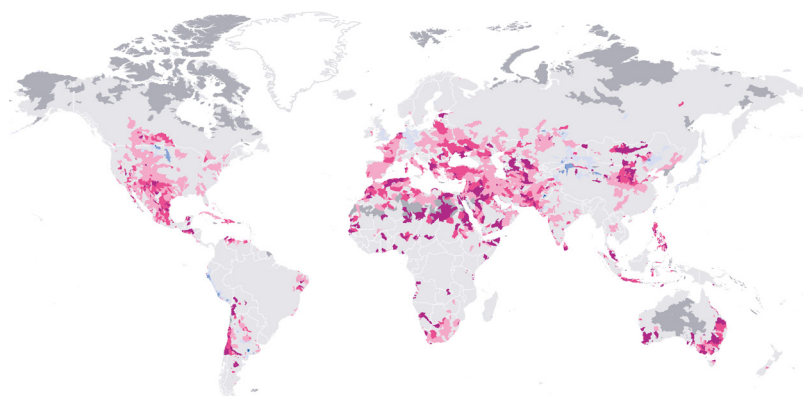


地域的影響、2040年: 毎年長期の深刻な干ばつを経験する人口の割合。

2040年までに、北アメリカ、中東、西欧および中欧、中央アメリカでは、その人口の10パーセント以上が長引く深刻な干ばつの影響を受ける。



2040年に水ストレス（需要量と供給量の比較）が増加する地域（2019年比）



ミラー図法 (10°E) 水分ストレスデータ: Aqueduct Water Risk Atlas 国・国境データ: Natural Earth

北アフリカおよび中東は、重大な水ストレスを経験する人口比率が最も高くなる (<500m³/人/年)。2050年にはそれぞれ17パーセントおよび14パーセントとなる。



洪水

懸念される影響

住民の立ち退きにつながる沿岸および河川洪水



すでに起こっていること

**2020年
の洪水は
23%増加**

現在、満潮線からの高さが10メートル未満の陸地に10億人が居住しており、そのうち2億3,000万人はその高さが1メートル未満の陸地に居住している。

2020年に発生した洪水の回数は2000～2019年の平均163回よりも23パーセント増加し、死者数は年間平均5,233人より18パーセント増加した。



ドイツの洪水被害の様子 (2021年)。Copyright © Ina Fassbender/AFP/Getty Images



どの程度悪化するか

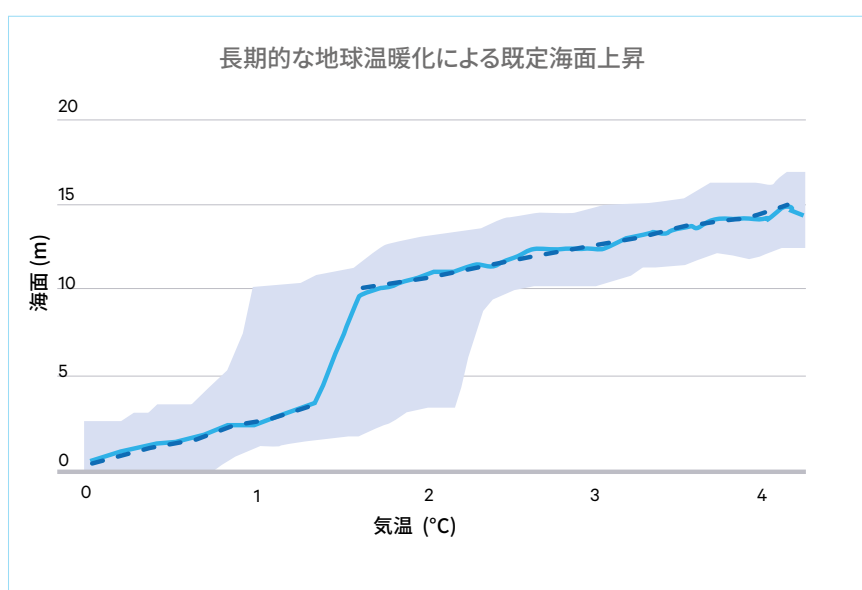
2億人が破壊的な「100年に一度」洪水を頻繁に経験するリスクにさらされている

沿岸洪水はより長期的に続く可能性がある。気温上昇が2°Cに維持される場合、既定の海面上昇の長期的な中位推定値は約12メートルである。これは500～10,000年間にわたって続く可能性もあり、期間を予測することは非常に困難である。

2100年までに世界中の約2億人が100年洪水レベル以下の土地に居住する。

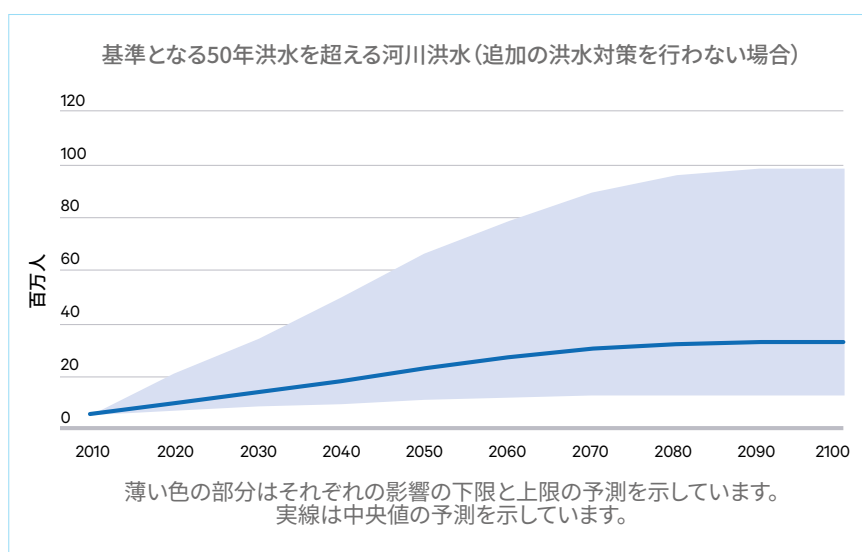
しかしながら、南極の水融解が近年のペースで続けば状況はさらに悪化する。

相対的海水準が1メートル上昇すると、100年洪水が発生する可能性は上海で約40倍、ニューヨークで約200倍、コルカタでは約1,000倍になる。



今後河川洪水の影響を受ける人は年間6,000万人

河川洪水は2100年までに世界中で年間約6,000万人に影響を与える。その影響が大きいのは南アジアで、年間3,300万人が影響を受ける。





転換点と連鎖的リスク

不安定点と転換点

急激な変化もしくは転換点は特徴付けや予想することが困難で、気候モデルが転換点の影響を十分に反映していないのではないかという懸念が高まっている。その一例に、メタンが放出される南極の永久凍土層の融解がある。最新のIPCC気候モデルは1.5°Cから2°Cの急激な変化についていくつかの例を示している。転換点を超える気温がより低くなれば、先のセクションで説明した影響はさらに悪化し、発生する可能性が高くなると共に時期も早まる。さらに、影響の重症度と頻度ははるかに厳しいものとなり、世界中で対応できる社会は大幅に減り、影響は複合的に増幅する。

世界の気温は、前述のセクションでの説明よりも大幅に上昇する可能性がある。現在の大気中二酸化炭素濃度は約420ppmである。約5,000万年前の地球の平均表面温度は9°~14°Cだったが、大気中二酸化炭素は1,000ppmを超えていた。

転換点の例:

- **グリーンランドと西南極の水床融解:** 水床が融解すると宇宙に出ていく太陽光の反射が減るため、温暖化が加速し、海面上昇が進む。
- **永久凍土の減少:** 多量の炭素が蓄積された凍土が融解することで、二酸化炭素とメタン排出量が急激に増加する。メタンは二酸化炭素よりも強い温室効果があり、温暖化を加速する。
- **大西洋南北熱塩循環の弱まり:** 北大西洋への淡水の流入が増えることで、海流を循環する能力が低下している。
- **北方林の変化:** 北方林の立ち枯れにより、病原菌や山火事が大規模攪乱をもたらし、一部の地域が炭素源となる。
- **アマゾン熱帯雨林の枯死:** サバンナ化により、大量の二酸化炭素が排出される。



グリーンランドの水期氷床 (2013年)。Copyright © Joe Raedle/Getty Images

氷床は気候システム全体の安定化に不可欠であり、すでにパリ協定の温度目標である1.5°~2°Cを超えるリスクがある。近年、さまざまな転換点におけるドミノ効果が確認されており、予測不可能な現象が突然発生する可能性がある。転換点カスケード（一定の気温レベルで2つ以上の転換点が発生すること）は60パーセント以上のシミュレーションで確認されており、極地の氷床の融解と大西洋南北熱塩循環がカスケードを伝達する媒介として機能し、最初の要因となる。



転換点と連鎖的リスク

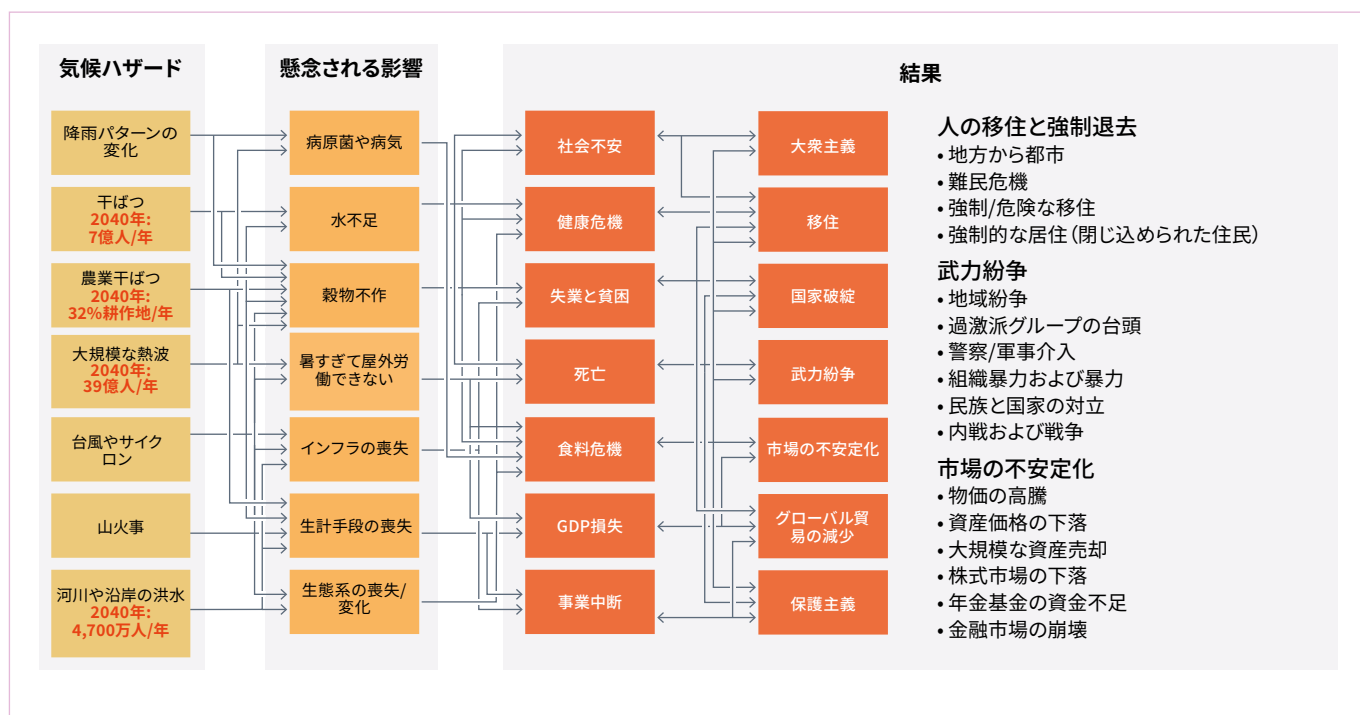
連鎖的リスク: 経済、国内および海外の安全保障に与える影響

直接的影響をもたらす結果から生じるシステムリスク（連鎖的に波及するリスク）が複合的に発生し、さらに深刻な影響を人と社会に与える。システムリスクはその非常に複雑な性質ゆえに、発生確率と重症度を数値化することは不可能である。そこで、気候科学者およびセクターリスク専門家が直接的影響の発生を加速する可能性を懸念している主要なシステムリスクのダイナミクスと影響を特定するため、様々な分野の専門家70名が演習を行った。専門家による洞察は6つの図表に記載されており、ブリーフィング担当者向け論文での説明に基づいている。この図は詳細なリスク連鎖の概要を示している。

連鎖的な気候への影響により、死亡率の上昇、政治不安や国家の脆弱性の悪化、地域紛争および国際紛争の激化をもたらす可能性がある。参加した専門家が最も懸念している連鎖リスクは、気候パターンの変化

における相互作用である。これは生態系システムへの変化や、病原菌および病気の発生をもたらし、熱波や干ばつと組み合わせることで、未曾有の穀物不作や食料不安、強制移住を引き起こす可能性が高まる。これらの要因によって感染症が増加し、それぞれの影響が複合化する負のフィードバックループを生み出す。

異常気象事象は国境を超えて複合的な連鎖的影響を生み出し、グローバルサプライチェーンに混乱を与える。米国気象学会は、2011～2018年に調査した事例（146の研究結果）の70パーセントにおいて、気候変動と異常気象に実質的な関連があることを発見した。

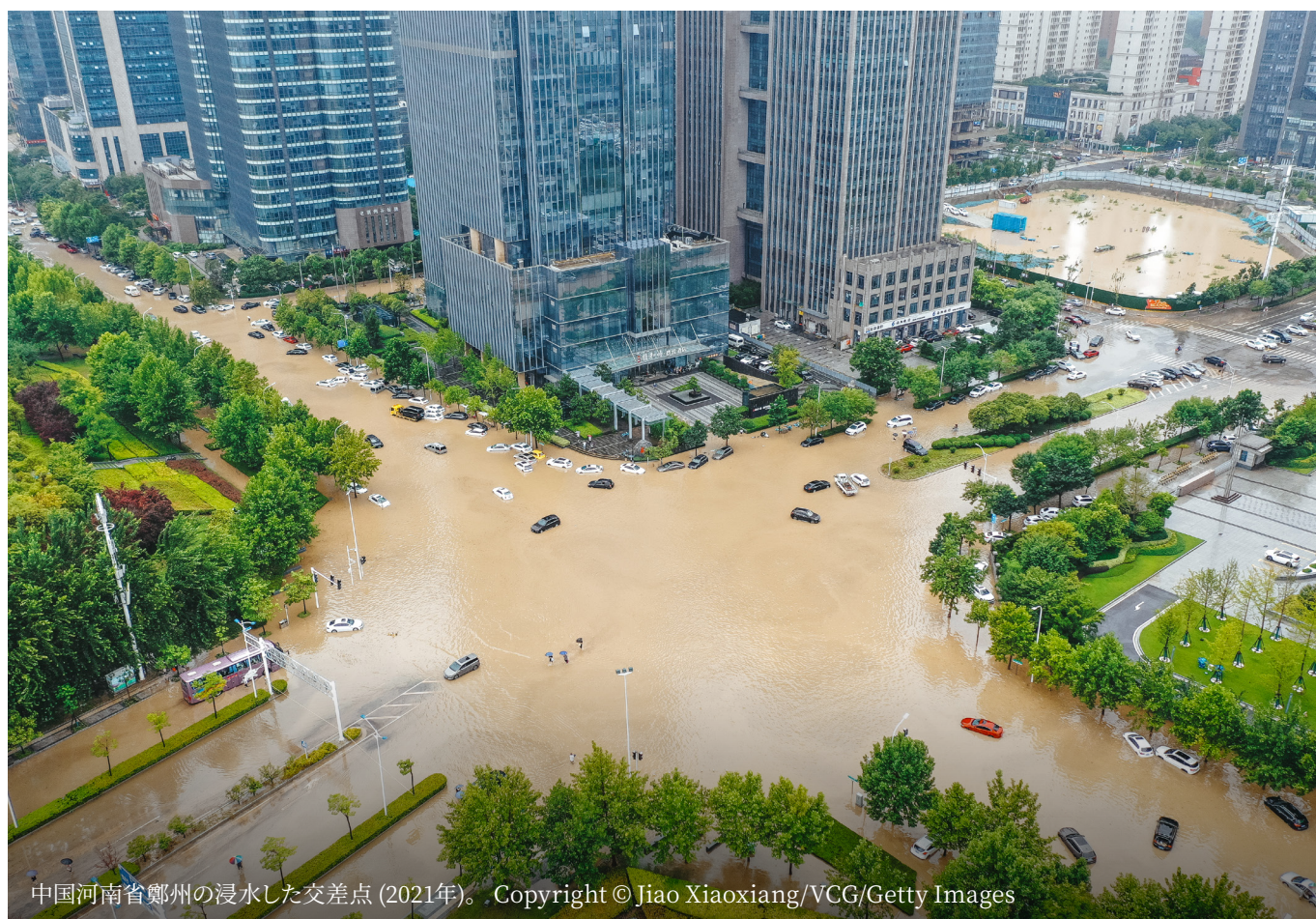




転換点と連鎖的リスク

近年の異常気象による連鎖影響の例

- 世界では2008年移行、毎年平均2,180万人が気候関連の災害（極端な暑さ、干ばつ、洪水、台風や山火事）による国内移住を余儀なくされている。2015年は中東とアフリカの紛争から逃れるためにヨーロッパに入国した難民や移住者が100万人以上に達したが、異常気象によって移住した人数はサハラ以南のアフリカだけでもそれとほぼ同じ約110万人だった。2020年には、世界143か国で約3,000万人が気候関連の災害により移住を余儀なくされ、そのうち430万人はサハラ以南のアフリカが占めた。
- 2021年2月、テキサス州の異常な寒波によって広範囲な停電が発生。これにより飲料水が不足した。また、半導体チップ工場は一時操業停止となり、世界的な半導体チップ不足の一因となった。北極圏の温暖化と極渦の弱化により、寒気が通常よりかなり南に押し出され、テキサスに過去30年以上経験したことのない寒波をもたらした。
- 60年に一度の豪雨によって発生した2020年の長江流域大洪水では、当局が決壊リスクのあるダムを破壊し、河川や上海港の貨物船の航行を禁止した。洪水の影響を受けた地域の死傷者は数百人に上り、経済損失も深刻だった。



筆者について

ダニエル・クイギン博士は、チャタムハウスの環境・社会プログラム担当上級研究員です。国内外のエネルギーシステムのモデリング、分析および予測の専門家であり、英国および世界のさまざまなエネルギーシナリオをモデル化に携わっています。

2018年から2020年にかけて英ビジネス・エネルギー・産業戦略省の上級政策顧問を務め、EU離脱後のエネルギー部門の商品・サービス取引に関する政策的含意の導出に取り組み、英国とEUのFTA交渉におけるエネルギーおよび気候に関する包括提案の効果的な戦略策定に携わりました。また、Investec Asset Managementのコモディティおよびリソース投資チームにおいてアナリストを務めた経歴を持ちます。

素粒子物理学および気候科学修士号、エネルギーシステムモデリング博士号を取得。

クリス・デ・マイヤー博士は、キングス・カレッジ・ロンドンで神経科学研究員、およびユニバーシティ・カレッジ・ロンドンで地球科学の上級名誉研究員を務めています。UCL Climate Action Unitの責任者として、神経科学および心理学分野の洞察に基づき、気候リスクや気候コミュニケーション関連のプロジェクトを担当しています。

レディング大学で人工頭脳工学博士号、ルーヴェン・カトリック大学でシステム工学修士号を取得。

ルーシー・ハッブル・ローズ博士は、ユニバーシティ・カレッジ・ロンドンの地球科学の上級名誉研究員です。UCL Climate Action Unitで戦略エキスパートとして、同ユニットのプログラムの構造および戦略の策定を担当しています。気候変動に対応できるよう個人や組織を支援するエキスパートファシリテーターです。

エクセター大学で気候変動エンゲージメント博士号、イースト・アングリア大学で気候変動修士号を取得。

2007年にチャタムハウスに入所したアントニー・フロガットは、副部長および環境・社会プログラムの上級研究員を務めています。

20年間独立コンサルタントとして、ヨーロッパおよびアジアの環境団体、学術機関、公共団体で働いた経歴を持ちます。最近の研究プロジェクトは英国のEU離脱に際したエネルギーおよび気候政策的含意の理解、および電力部門の技術および政策変革に関するものです。

1992年より、原子力部門の年次独立審査としての役割を果たす「World Nuclear Industry Status Report (世界の原子力産業の現状報告)」の共同執筆者として名を連ねています。

チャタムハウス、王立国際問題研究所は、ロンドンに拠点を置く世界屈指の政策研究所です。持続可能な安全で繁栄した公正な世界の構築を実現するために政府や社会を支援することが私たちの使命です。

www.chathamhouse.org

電話: +44 (0)20 7957 5700

ファックス: +44 (0)20 7957 5710

メール: contact@chathamhouse.org

The Royal Institute of International Affairs,
Chatham House, 10 St James's Square,
London SW1Y 4LE

英国チャリティ登録番号: 208223

謝辞

特に、政府首脳向けの本概要報告書の元となる研究論文全体で多く引用されている2019年の論文と関連データの作成者であるナイジェル・アーネル教授およびレディング大学のチームに感謝の意を表します。また本書は、英中共同による気候変動リスク評価プロジェクトのフェーズ1とフェーズ2に基づくものであり、これらのフェーズに携わったすべての方々が、本研究論文とそれに関連する概要報告書に記載されている研究への情報提供にご尽力くださいました。デザインおよび植字に携わってくださったBrand Templeのパトリック・モリソン氏、AutumnForecastおよびSoapboxのサラ・バーニー氏、翻訳を担当してくださったEntre Les Lignesチームの皆さん、本プロジェクトのさまざまな側面の調整を上手に行ってくださったチャタムハウスの環境・社会プログラム担当クリス・アイレット氏、編集をサポートしてくださったジョー・マー氏およびチャタムハウス出版チームなど、各プロジェクトパートナーにも感謝の意を表します。

Prosperity Programmingを通じて、本論文のための研究に資金を提供してくださった英国外務国際開発省に心より感謝申し上げます。



**Foreign, Commonwealth
& Development Office**

チャタムハウス、王立国際問題研究所は、ロンドンに拠点を置く世界屈指の政策研究所です。持続可能な安全で繁栄した公正な世界の構築を実現するために政府や社会を支援することが私たちの使命です。

無断複写・複製・転載を禁ず。本書のいかなる部分も、著作権所有者の書面による事前の許可なしに、いかなる形式または手段によっても、コピー、記録、または情報保存または検索システムを含む電子的または機械的手段による複製または転送を禁じます。お問い合わせは発行者までお願いいたします。

本書に記載されている意見は筆者の責任によるものであり、チャタムハウス独自の意見を示すものではありません。

Copyright © The Royal Institute of International Affairs, 2021

表紙写真: 中国河南省鄭州の浸水した病院 (2021年)。

Copyright © Wang Fuxiao/VCG/Getty Images