RECOVERY, RESILIENCE, READINESS:
Contending with natural disasters

自然災害と闘う
——復興、回復力、準備

Judith Curry

ジュディス・カリー

The Global Warming Policy Foundation

GWPF Briefing 42

RECOVERY, RESILIENCE, READINESS:
Contending with natural disasters

自然災害と闘う
——復興、回復力、準備

Judith Curry

ジュディス・カリー

(翻訳: 山形浩生)

© Copyright 2019 The Global Warming Policy Foundation

目次

著者について II

1 はじめに 1

2 枠組み 1

3 長期的に見た最近のアメリカ気象災害 2

山火事 3

大西洋のハリケーン 6

4 将来の大西洋ハリケーン活動の予測 11

季節変動 12

2050 年：十年規模変動 12

2100 年：人為的気候変動 13

5 回復力、反脆弱性、繁栄能力 14

6 今後の方向性——適応 16

7 結論 19

注: 20

著者について

ジュディス・A・カリー博士は気候予測応用ネットワーク(CFAN)の社長およびジョージア工科大学名誉教授と元学部長である。1982 年にシカゴ大学で大気科学博士号を取得。ジョージア工科大学教授陣に加わるまでは、コロラド大学、ペンシルバニア州立大学、パーデュー大学で教鞭を執る。科学論文を 190 本以上執筆し、教科書二冊、『大気と海洋の熱力学』『雲の熱力学、力学、微小物理学』を執筆。カリー博士は NASA 諮問評議会地球科学省委員会、エネルギー省生物環境研究指紋委員会、全米アカデミー気候研究評議会および宇宙研究委員会、NOAA 気候作業部会に在席した。カリー博士はアメリカ気象学会、アメリカ科学進歩協会、アメリカ地球物理連合のフェローである。

この論文はカリー博士の、アメリカ下院監督改革評議会環境省委員会による「復興、回復、準備——気候変動による自然災害への対応」公聴会の一環として行った文書証言に基づいている。

1 はじめに

2006 年以来、有限会社気候予測応用ネットワーク社長として、私は極端な気象や気候事象への脆弱性を減らすために、気象気候情報を意志決定者が活用する支援をしてきました。民間と公共の双方にいる意志決定者とのやりとりの中で、私は気象や気象情報に頼る各種決断の複雑性について少なくともある程度は学んできました。科学的理解に関連する不確実性を慎重に見極めて伝えるのが重要であることも学びました。これは特に予測について言えることです。意志決定者にとって最悪の結果は、高い信頼性を持って提示された科学的な結論や予測が、実はまちがっていたというものであることがわかってきました。

この観点から私の証言は、気候変動に伴う自然災害、特にハリケーンや山火事に対応するにあたって、中心的な重要性を持つ以下の課題に話を絞ります。

- 最近のアメリカにおける気象災害は歴史的な事象の文脈の中でどの程度か
- 将来の大西洋ハリケーン活動の予測——季節変動と 2050 年や 2100 年までの予測
- 変動する気候を前にして極端気象事象への脆弱性を減らすにはどうすべきか

2 枠組み

最近のハリケーン、山火事、洪水による極端な被害は、アメリカが気象災害に対してとても脆弱であることを強調するものです。この公聴会の前提は、人為的気候変動が極端気象を悪化させたり頻度を高めたりしているというものです。しかし最近の国際的およびアメリカの気候評価報告を見ると、人為的気候変動と山火事、ハリケーン、洪水、干ばつの実測とのつながりはすべて、低い信頼性しかないと報告されています。

21世紀を通して気象(weather)および気候(climate)の極端事象が着実に悪化するというシナリオは、可能性はあるものですが、アメリカの多くの地域は現状の気象および気候の変動や、20世紀ですでに見られた極端な事象にすら十分に適応できていないという根本的な事実は変わりません。

気象災害に対するアメリカの脆弱性が高まっているのは、人口と富が災害に弱い立地に集中し続けているからです。気象と気候の変動性についての理解が高まり、気象予測の改善が続いたことで、気象災害に対して能動的に備えられるようになっています。

しかし極端な気象と人為的気候変動とを混同するのは、実はその変動性を理解し、私たちの脆弱性を抑えるにあたり、反生産的となりかねません。自然な低活動期は、極端な気象について無用な安心感を引き起こしてしまいます。さらに最近のアメリカの山火事やハリケー

ン上陸を人為的気候変動のせいにするのは、問題の本当の原因 (その一部は連邦政策も含みます) を理解してそれを改善する活動から目をそらすことになりかねません。

実務的な問題として、これまでの適応は、極端な気象による局所的な危機により進んできました。極端な気象に対する脆弱性を減らそうとしたインフラの初期の例としては、1927年ミシシッピー川大洪水に対応して建設された運河や排水路網、1928年オキーチョビー湖ハリケーンへの対応として建設された、ハーバート・フーヴァー堤防などです。

1974年連邦救済法、1988年スタッフォード法、その後の改正は、ハリケーンを含む一部の気象災害に対する全体的な脆弱性を引き下げました。スタッフォード法は、破壊された建物が災害前に存在したのと同じ方法で再建されねばならないと定めています。これにより気象災害からの「復活」が可能となります。しかし極端な気象災害から「復活」するにとどまらず、「躍進」を目指すこともできるのです。インフラや政策、活動を進歩させることで、未来の脆弱性を引き下げ、繁栄能力を高めるのです。

気象災害と人為的気候変動との混同を避けることで、気候変動を取り巻く政治論争に伴う反目も避けられます。極端な気象に対するアメリカの脆弱性を下げ、繁栄能力を高めようという実務的な活動については、超党派的な支持が可能と考えます。

3 長期的に見た最近のアメリカ気象災害

過去数年で、アメリカは複数の破壊的な気象災害に直面しました。しかし極端な気象事象がいまや頻度を増しているとか、激しさを増しているとか、そしてそれが人為的気候変動のせいだとかいう印象は、「気象健忘症」の症例です。この現象の一例として、過去十年のアメリカでの竜巻の事例を見ましょう。2012年から2018年にかけて、アメリカの竜巻は平均よりずっと低い水準でした[1]。このために、2019年に起きている平均以上の竜巻活動が強烈に思えてしまうのです。その予想が主に近年の実績に基づいているからです。

別の例として、2017年のハーヴェイ、イルマ、マリアの三ハリケーンによる悲惨な影響は、ハリケーンと地球温暖化について無数の恐ろしげな主張を引き起こしました。しかし2017年は、2005年末からずっと続いていた大型ハリケーン上陸の空閑期が止まった年だということはほとんど言及されませんでした。これは観測史上空前の空閑期です。

20世紀をさらに振り返ると、アメリカ最悪の気象災害記録の多くは1930年代です。

- 上陸した最大のハリケーン　s (レイバーデイ・ハリケーン、1935年)
- 最長かつ最悪の干ばつ、特に1934年
- 熱波の回数最大、特に1934年

極端な気象事象は自然変動が大きいため、人為的地球温暖化のせいだと言えるような、極

端気象事象のトレンドを少しでも選り分けるのはきわめて困難です。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の極端事象特別報告は、ハリケーンや干ばつ、洪水、山火事の世界的な頻度変化の証拠はまだないと認めています[3]。

最近の第四次全米気候評価（NCA4）の気候科学特別報告は、極端事象と気候変動について次の結論を報告しています。

> 近年の干ばつやそれに伴う熱波は、アメリカの一部地域では記録的な強度に達した。しかしながら、歴史的には、1930年代のダストボウル時代こそが、干ばつや極端な熱事象の最高記録水準であり続けている［第6章］

> アメリカの一部では、幾つかの等級の洪水の頻度が目に見えて変化しており、増えたところもあれば減ったところもある。極端な降水は全般に増えたと観測されている。しかし正規の因果アプローチは、河川洪水増加と人為的気候変動との間に有意なつながりを確立してはいない［第8章］

> 20世紀の州レベルでの火災データを見ると、アメリカ西部で燃えた面積は1916年から1940年にかけて減少し、1970年代まで低位で推移し、それが近年になって増えていることがわかる［第8章］

> 過去の観測能力変化について補正すると［ハリケーン］活動の長期的な増加報告はどれも、その確信度については低い信頼性しかない［第9章］

山火事やアメリカに上陸したハリケーンの変動に関する証拠とその原因についてのまとめを以下に示します。

山火事

全米気候評価報告でまとめられたように (NCA4、第8章)、山火事は自然要因と人為的要因の複雑な組み合わせに影響されます。自然要因は温度、土壌湿度、相対湿度、風速、燃料密度などです。森林管理や防火活動は、火災と森林生態系との関係を変えました。

全米気候評価によれば、1984–2011年の時期にアメリカ西部十地域のうち七地域で、山火事件数が増えました。この増加の原因を理解するには、20世紀の山火事に関する歴史記録を検討し、さらに1600年までさかのぼる樹木年輪による火事の記録を検討すると示唆的です。

Littell *et al.* 論文は、1916-2004年についてアメリカ西部で山火事の延焼面積を分析しています (図1)[5]。山火事は1916年から1930年代にかけてきわめて激しかったのがわかります。1950年代から1970年代にかけての山火事は一貫して低水準でした。現在の火災活動増加は1985年頃に始まりました。森林管理や防火活動の影響に注意を払わず、延焼面積変動の39-64%は気候変動に直結したものだというのがLittell *et al.* 論文の結論です。

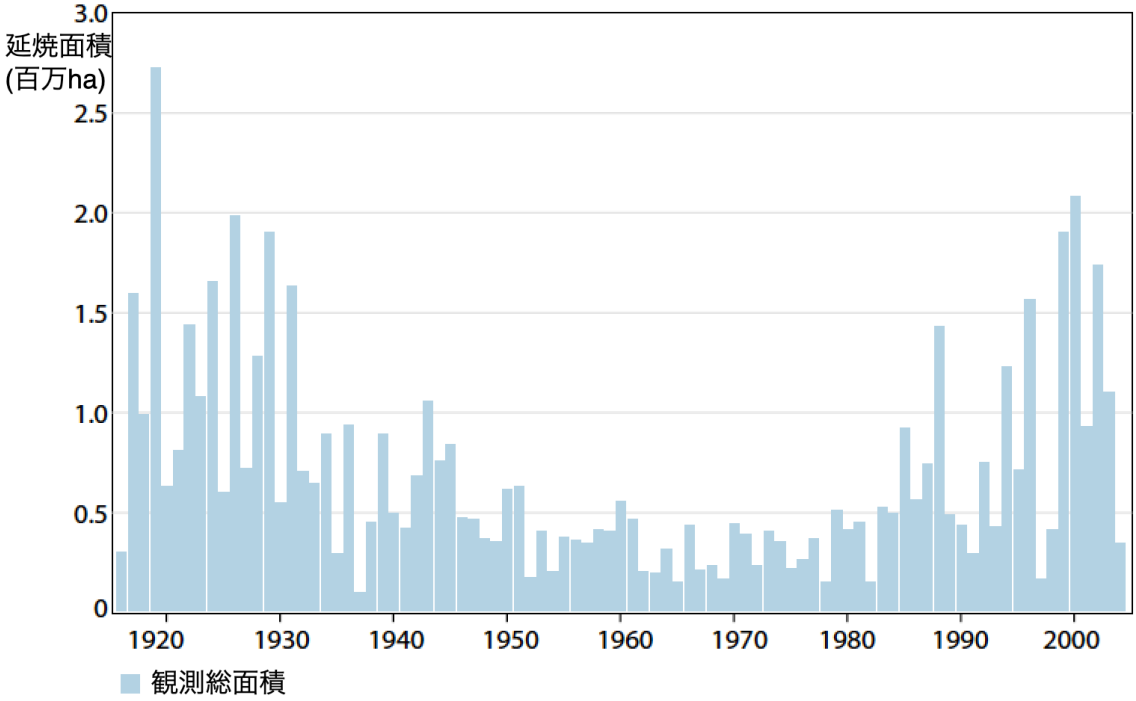

図 1: アメリカの山火事

アメリカ西部11州の山火事延焼面積 (WFAB) 時系列観測値。Littell *et al.* より作成

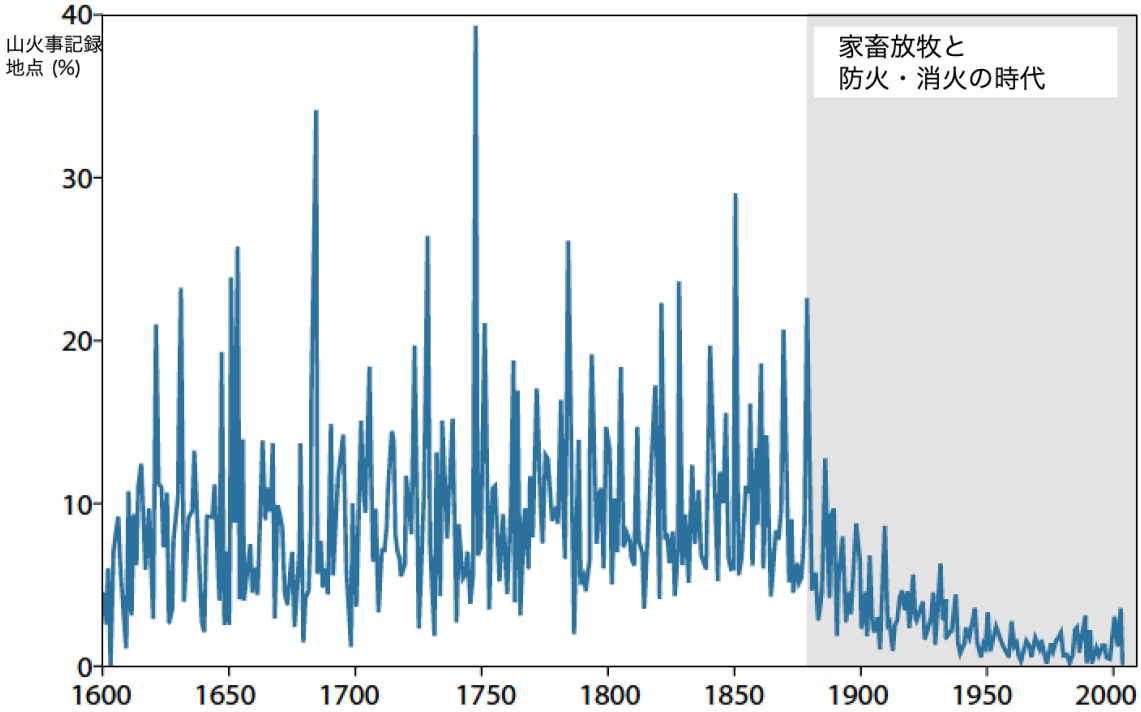

図 2: 北アメリカにおける火災の発生

北アメリカ西部800地点以上における火災発生の統合記録。Swetnam *et al.* (2016) より作成

これよりも長期の視点から、Swetnam *et al.* は過去400年の山火事発生について分析し、(図2)[6]。18世紀と19世紀には、湿潤/乾燥周期が広範な山火事の発生を左右しました。19世紀末には集約的な家畜放牧で燃料の連続性と火災の拡大が阻害され、さらに政府機関により活発な防火・消火により20世紀のほとんどを通じて広範な地表火災はほとんど起こらない状態が続きました。こうした半乾燥森林における火災様式の変動を左右するのは、何よりも燃料の豊富さなのです。過去1世紀にわたる広範な火災の減少は、森林や火災様式に対する人間の大きな影響を反映したものです。

山火事の変動に対する気候変動の影響を理解するため、Kitzberger *et al.* は過去四百年について、広範な山火事と、海洋循環変動に伴う気候様式との関係を検討しています。扱った海洋循環は、エル・ニーニョ南方振動 (ENSO)、太平洋十年規模振動 (PDO)、大西洋数十年規模振動 (AMO)です[7]。こうした気候様式はアメリカ西部の温度と湿度のパターンに影響し、それが山火事に影響します。ENSOとPDOは一年以下から十年規模の火災変化を主に左右し、AMOは数十年規模で山火事の発生を条件つきで変えます。温暖なAMOの時期は、メキシコ北部からアメリカのロッキー山脈——アメリカ大平原と北西太平洋地域——に到る干ばつと相関しています。これに対し、カリフォルニア州南部は温暖なAMO期には平均以上の湿度を持ちます。寒冷なAMO期には、南西部での火災リスクは下がります。

AMOとPDOのプラス期が同時に起こると、さらに乾燥した条件が生じます。これはアメリカの西部州と大平原では十年以上続きます。1930年代の干ばつでもこれが起きました。これに対して、プラスのAPOとマイナスのPDO周期が同時に起こると、通常は西部州の南方部で乾燥した暑い条件が生じるのが通例です。これは1950年代の干ばつで見られました。

ロッキー山脈南西部と南中央部では、草と針葉樹の落ち葉の生産が湿潤な年には増えます。湿潤はエル・ニーニョ（暖かいENSO）事象と関連するのが通例です。こうした温暖事象に続いてラ・ニーニャ（冷たいENSO)事象が起きてそれに伴う乾燥条件が生じると、この地域全域で同時に火災が発生します。南西部でのENSOの影響とはちがい、太平洋岸北西部の温暖/乾燥条件はエル・ニーニョ（暖かいENSO）と関連しており、通常は雪解けがはやまり、したがって山火事の時期も長くなります。

干ばつに対する人為的地球温暖化の影響について、NCA4 (第11章）はこう結論します:

> 近年の干ばつやそれに伴う熱波は、アメリカの一部地域では記録的な強度に達した。しかし歴史的には、1930年代のダストボウル時代こそが、干ばつや極端な熱事象の最高記録水準であり続けている。計測方法によっては、干ばつは長期的な降水の増大に伴ってアメリカ大陸の大半で減少を見せているが、降水増加もそれによる干ばつ減少も、信頼できる形で [人為的] 強制を原因とは結論出来ない。

1984年以来の山火事増加は、州や連邦の政策にも原因の一端があります。カリフォルニア州の森林地域のうち、州と連邦政府が所有している部分は、私有森林に比べてはるかに山火

事が多くなっています。1970年代全米環境保護法と1973年絶滅危惧種法は、州の官僚主義と相俟って、カリフォルニア州の公有地で伐採売却される樹木の数を80%減らしました[9]。干ばつと疫病は、生い茂り過ぎた森林での火災の原因ではなく、その触媒役となるにすぎません。

大西洋のハリケーン

過去十年にわたり、アメリカはいくつかのハリケーンにより、何十億ドルにも及ぶ損害を被りました。特にサンディ (2012)、ハーヴェイ (2017)、イルマ (2017)、マリア (2017)、マイケル (2018)が顕著です。2004年と2005年の壮絶なハリケーン期には、フロリダは大規模な(カテゴリー3+) ハリケーン上陸を五回も体験しました。

ハリケーン・カトリーナ (2005) による惨事で、ハリケーンと人為的地球温暖化との議論は熱にうかされたような水準にまで高まりました[10]。2006–2007年にかけて、私は政府改革に関する下院委員会[11]とエネルギー自立および地球温暖化特別委員会[12]でこの問題について、民主党委員の招きで証言を行いました[*]。それ以来、人為的地球温暖化がハリケーン活動に与える影響は、無数の評価報告やレビューの対象となっています。比較的最近のものとして、最も網羅的なレビューをおこなったのはIPCCのAR5 (2013) で、その結論は次の通り：

> 世界的に、熱帯性サイクロン活動の変化を人間の影響によるものとする信頼性は低い。これは観測上の証拠が不十分であり、気候の人為的動因と熱帯性サイクロン活動とのつながりに関する物理学的理解が不足していること、さらに内部変動と人為的強制および自然強制との相対的な重要性について意見があまり合意を見ていないことによるものである。

ハリケーン活動の変化を人間の影響によるものとする信頼性が低いも関わらず、気候変動の中でのハリケーン脅威をめぐる社会的な議論は、しばしば誇張された警告を特徴とし、それを一部気候科学者の主張が煽る結果となっています:

> 言い換えると、数年毎にハーヴェイのような事象がメキシコ湾岸を襲い、サンディのような事象がニュージャージー州やニューヨーク市沿岸を襲うことになります (...) 文字通り世界の主要な沿岸都市をあきらめ、内陸部に移住するという話となります。[ペンシルバニア州立大学マイケル・マン[14]]

最近私は、ハリケーンと気候変動に関する84ページの包括的な特別報告をまとめ、弊社で刊行しました。この節の内容はこの報告から採ったもので、この報告も文書証言の一部として提出しています。

大西洋のハリケーン活動は、年内、十年規模、数十年規模で大きな変動を示しています。

---

[*] 9年後に行った、この証言の内容に関する私の意見もまた見直す価値があるやもしれません[13]。

山火事の気候変動性と同じく、大西洋のハリケーンとアメリカへの上陸は、海洋循環 (ENSO、PDO、AMO) の変動に伴う気候様式に影響されます。こうした気候様式は大西洋ハリケーンに有利 (または不利) な大気循環パターンに影響します。

AMOは主に大西洋の海面温度と垂直ウィンドシアを通じて大西洋ハリケーン活動に影響します——暖かい温度とウィンドシア低下が大西洋ハリケーンには有利です。AMOが歴史的な大西洋ハリケーン活動に与える影響を図3に示しました。蓄積サイクロンエネルギー (ACE) は季節性ハリケーン活動についての不可欠な指標であり、ハリケーンの回数だけでなく、その持続期間と強度も含むものです。現在のAMO温暖フェーズは1995年に始まりました。これは高いACE値と多数の大型ハリケーン (カテゴリー3+) を伴います。以前の温暖AMO期 (1926-1970) は、同じくらい高いACE値と多くの大規模ハリケーンを伴うものでした。AMOの寒冷フェーズ (1971-1994) は低いACE値と大幅に少ない大型ハリケーンをもたらしました。アメリカへの上陸で見ると、フロリダや東海岸への上陸はAMO温暖フェーズに圧倒的に多く、温暖フェーズと寒冷フェーズを比べると大型ハリケーン上陸は二倍になります。

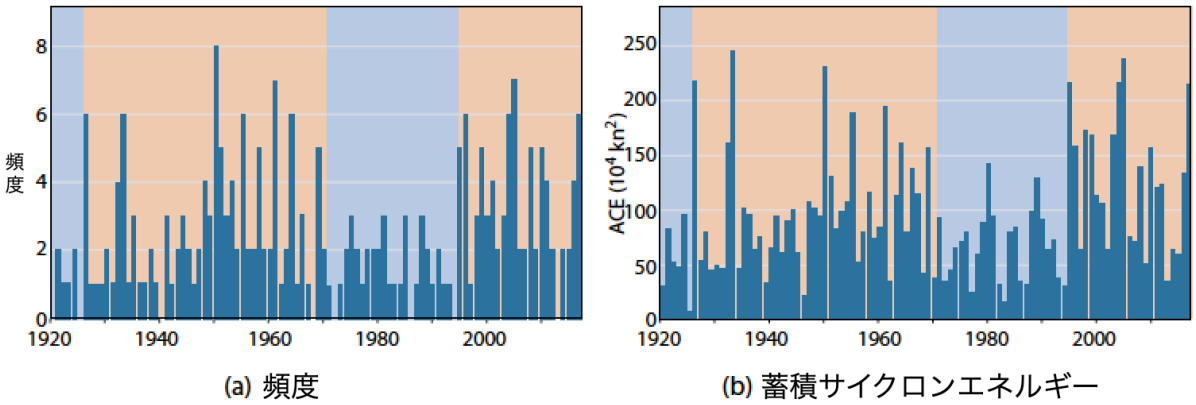

図 3: 1920 年以来の大西洋ハリケーン活動観測値

ＡＭＯ温暖フェーズはオレンジ背景、寒冷フェーズは青い背景

アメリカに上陸したハリケーン

図4aは、1900-2017年にかけてアメリカに上陸したハリケーンの時系列データです。最大の数を記録したのは1986年、2004年、2005年ですが、1900年から見ると全体としてわずかに減少傾向にあります。図4bは、大型ハリケーン (カテゴリー3-5) 上陸の時系列データです。最高記録は2005年で、大型ハリケーン上陸四回です。しかし2006-2016年にはアメリカを襲う大型ハリケーンはなく、これは1900年以来大型ハリケーンなしの期間として最長のものです。

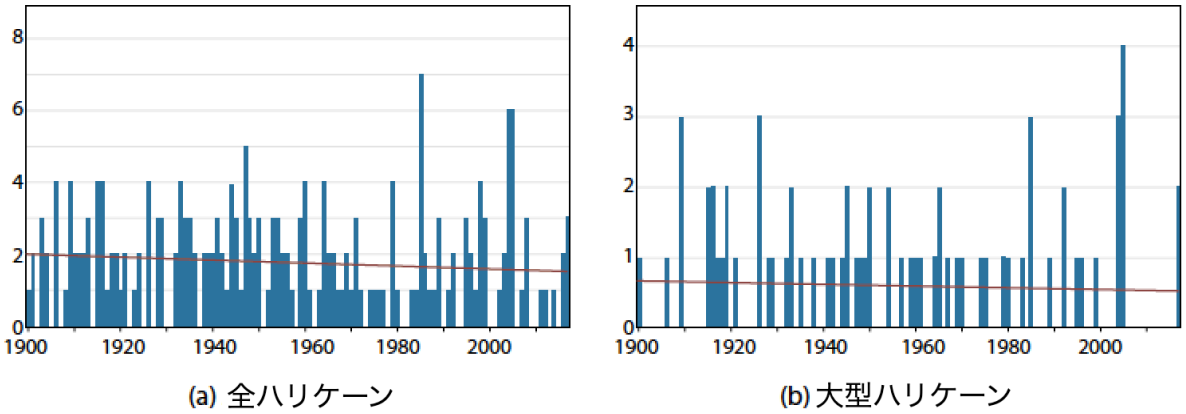

図 4: アメリカ本土上陸ハリケーン、1900-2017

赤線はこの期間のトレンド。ただしどちらも統計的に有意ではない。出所: Klotzbach *et al.* (2018)

AMOに伴う数十年規模の変動に加え、図3と4を見ると、年ごとにアメリカ上陸活動には大幅な変動が見られます。エル・ニーニョの年にはラ・ニーニャの年の二倍の大型ハリケーン上陸があります。

表1は記録されたアメリカ上陸台風のトップ13を示したものです。うち、1970年以降に起こったものは三つしかありません(アンドリュー、マイケル、チャーリー)。最強のハリケーンのうち四つは1926-1935年の十年間で起きています。これは海面温度が最近の数十年よりずっと低かった時期です。

表 1: アメリカ上陸ハリケーンの史上トップ 13 件

名称	年	上陸時風速 (mph)
レイバーデイ	1935	184
カミーユ	1969	173
アンドリュー	1992	167
マイケル	2018	160
ラストアイランド	1856	150
インディアノラ	1886	150
フロリダキーズ	1919	150
フリーポート	1932	150
チャーリー	2004	150
グレートマイアミ	1926	144
オキーチョビー湖	1928	144
ドナ	1960	144
カーラ	1961	144

過去十年で、アメリカ本土に上陸したハリケーンのうち、突出して影響の大きかったものが四つありました。サンディ (2012)、ハーヴェイ (2017)、イルマ (2017)、マイケル (2018) です。科学者たちは(専門誌の論文やメディアでのインタビューで) これら四つのハリケーンのうち、少なくともある側面は人為的地球温暖化により悪化したと主張しています。それらの進路、強度、規模、降水量といった側面です。これら四つの嵐について、人為的地球温暖化が影響に拍車をかけた可能性について、分析をまとめておきましょう[†]。

サンディ ハリケーン・サンディの影響を地球温暖化が左右したという証拠はありません。水平方向の嵐の規模が大きかったため、高潮はカテゴリー1のハリケーンとしてはかなり大きなものでしたが、これは温帯性低気圧に変わったことから生じたものです。

ハーヴェイ テキサス州に上陸した過去のハリケーンの数や規模を検討しても、メキシコ湾の海面温度とはまったく相関が見られません。1870年以来、テキサス州に上陸した大型ハリケーンのうち、メキシコ湾海面温度が異常に低かった時期のものは十件あり、異常に高かった時期のものは十一件です。ハーヴェイの極端な降雨 (60インチ、152センチ) は異常に高いメキシコ湾海面温度によるものとされますが、これは主に局所的な海洋循環パターンが影響しているとされています。ハリケーン・ハーヴェイの降水60インチのうち、人為的地球温暖化と結びつけられるのは、最大でも2インチと推計されています。

イルマ ハリケーン・イルマは強度の最高記録をいくつか樹立しましたが、そのいずれもいかなる形でも、海面温度や人為的地球温暖化と結びつけられていません。なぜならイルマが大型ハリケーンへと強度を増したのは、海洋の比較的寒冷な領域上でのことだったからです。フロリダ州に上陸した大型ハリケーンの過去データを見ても、頻度も強度もなんらトレンドを示していません。1945-1950年の間にフロリダ州は、四つものカテゴリー4/5のハリケーン上陸を経験しています。

マイケル ハリケーン・マイケルは、フロリダ州を襲ったハリケーンとして第3位の強度を持っていました。マイケルで最も特徴的だったのは、勢力を増した速度が急速だったことで、これはきわめて温暖なメキシコ湾ループ海流上空を通過したとき、しかも十月にしては例外的に有利な大気循環パターンの下で起こったものです。ハリケーン・マイケルのいかなる側面も、人為的地球温暖化と明確に関連づけられていません。

最近の大型ハリケーン上陸のうち、人為的地球温暖化の影響がある可能性を判断する検出試験に合格したのは、ハリケーン・ハーヴェイの降水だけでした。これはアメリカ本土に上陸したハリケーンの記録として空前の事象だったからです。

[†] Curry 2019, Ch 6 より。

上陸による影響

上陸した大西洋ハリケーンの頻度や強度が増えているという観測上の証拠はありませんが、ハリケーン上陸による被害増大についての証拠はきわめてはっきりしています。アメリカに上陸するハリケーンの頻度や強度が有意なトレンドを示していないことから、ハリケーン関連被害の増大は、沿岸部の人口増と地域の富の増大が圧倒的な原因だと論じられています。

上陸ハリケーンの被害増大に人為的地球温暖化の貢献要素があるのかを評価するためには、被害を左右する関係した変数を正しく同定する必要があります。上陸ハリケーンの頻度と強度だけでなく、被害に貢献する要素には以下のようなものがあります：

- ハリケーンの水平規模
- 海岸近くの前進速度
- 嵐による高潮
- 降水

高潮と降水の増大は人為的地球温暖化と関連づけられてきました[16]。

1900年以来、世界平均海水面は18-20センチほど上昇しました[17]。もっとも脆弱なアメリカ沿岸地域(特にテキサス州とルイジアナ州)では、海面上昇率のうち半分以上は、地元の地盤沈下で生じています[18]。海面上昇は高潮の高さに影響しますが、この増大は最強級のハリケーンの高潮の高さ (7メートルにも及ぶことさえあります) に比べればごくわずかなものです。

いずれにしても、海面上昇は嵐による高潮に対するアメリカ全体の脆弱性の中で、ごく小さなものでしかありません[19]。

- 1990-2008年にかけて、メキシコ湾沿岸地域の人口密度は32%増え、大西洋沿岸地域では17%、ハワイでは16%人口密度が増えている
- アメリカのメキシコ湾沿いと大西洋沿岸部の高人口密度地域の大半は、平均海面から3メートル以下の高さでしかない
- メキシコ湾岸地域内の港湾の72%、主要道路の27%、鉄道の9%は海抜1.2メートル以下

降水について言えば、海面温度が温かくなればハリケーンの降水量は全体として増えると予想されています。しかし上陸ハリケーンの降水がこれまで全体として増えているかどうかは疑問視されており、まだ活発な研究が続いています。

脆弱性

フロリダ州は、アメリカ本土へのハリケーン上陸の40%を占め、最も脆弱性の高い州ですフロリダ史はハリケーンと密接に関連しています。1920年代にフロリダの新しい鉄道が土地投機を引き起こしました。そこへ1926年にマイアミハリケーンが来襲し、市をほぼ破壊してしまいました。1928年にはオキーチョビー湖ハリケーンがパームビーチ近くに上陸し、周辺のインフラをひどく損傷しました。オキーチョビー湖での高潮で堤防が決壊し、二千人以上が死亡、町が二つ破壊されました。1926年のハリケーンはフロリダ州を不況にたたき込み、1928年のハリケーンは実質的に1920年代の土地バブルを潰したのです。

1920-1940年の間、フロリダの人口増加は百万人に満たず、1970年代までフロリダキーズはほとんど開発されていませんでした。1951年から1992年のハリケーンアンドリュー上陸まで、フロリダ州を襲った大型ハリケーンは四つしかなく、1950-1990年の間に人口は一千万人増えました。1970年代と1980年代にハリケーン上陸が途切れたことと、急速な不動産開発が進んだことで、保険会社は、風による被害を含めて、住宅保有者の総保険料を下げ続けました。

政治的には最も重要なのにまったく無名のハリケーンは、ハリケーン・フレデリックです。これは1979年にアラバマ州とミシシッピー州を襲ったカテゴリー3のハリケーンで、アメリカ合衆国連邦緊急事態管理庁（FEMA）の設立直後に起こり、復興のための連邦支援は2.5億ドル近くにものぼりました。しかしながら、1992年、ハリケーン・アンドリューの後でロバート・シーツ(当時全米ハリケーンセンター所長) は議会証言で、フレデリックからの復興で提供された支援が、ハリケーン被害を受けやすい地域の開発に拍車をかけてしまったと述べました[20]。

ハリケーン･アンドリュー上陸で、保険産業は前代未聞のすさまじい損失を被り、フロリダ州沿岸部での潜在的な保険金支払いの激増を強調しています。けれども、2004/2005年の壮絶な損失の後ですら、人口や物件開発は増加し続け、フロリダの現在の人口は2100万人を超えて、アメリカ第三位の州になっています。

4 将来の大西洋ハリケーン活動の予測

ハリケーン活動の定量的な将来予測には以下が必要となります：

- 人為的および自然の気候変動の両方を組み込んだ21世紀の気候予測
- 気候変動によりハリケーンがなぜ、どのように変わるのかについての理解

研究は進んでいますが、将来のハリケーン活動に関する気候モデル予測には多大な不確実

性が残ります。変化する気候の中で、なぜ、どうしてハリケーンが変わるのかについての理解は不完全なものです。

季節変動

大西洋ハリケーン活動の季節予測は非常事態の危機管理者にとってあまり役にはたちませんが、保険会社、エネルギートレーダー、電力供給業者は大いに関心を持っています。

2019年大西洋ハリケーンの季節については、政府、大学、民間予測業者から様々な予測が最近になって提出されています[21]。こうした予測の間に見られるばらつきは、季節的なハリケーン活動を左右する重要な要素についての想定のちがいを反映したものです。季節的なハリケーン予測の技能が比較的低いのは、不完全な理解と、予測不能な気象変動との組み合わせのせいです。

気候予測応用ネットワーク（CFAN）の予測は. 平均的な水準を大幅に上回る活動が2019年の大西洋ハリケーンのシーズンには起こる、というものです[22]。これはハリケーンの気候力学に関する理解の改善に基づいたもので、海洋と低層大気圏や成層圏の循環パターンを組み込んでいます。6月末に、大気循環が夏型に落ち着いたら、CFANはアメリカ本土への上陸について新しい予測を発表します。この証言の提出時点で、私はCFANの顧客に対し、2019年にはきわめて高いアメリカ本土上陸リスクがあると警告しています。

2050 年：十年規模変動

少なくとも2050年までの時期においては、どんな温暖化傾向よりも自然の気候変動のほうが、ハリケーンの変動に圧倒的な影響を与えると考えられています。最大の課題は大西洋と太平洋の十年規模変動のシフト予測です。気候モデルはこうしたシフトの予測力がほとんどありません[23]。

AMO寒冷フェーズへのシフトが今後起これば、大型ハリケーンは減り、フロリダ州やアメリカ東海岸とカリブ諸島を襲うハリケーン上陸も減ります。AMO寒冷フェーズに比べられるものとしては、1971年から1994年に観測された、低水準のハリケーン活動があります(図3、4参照)。AMO寒冷フェーズへのシフトのタイミングは予測不能です。これはある程度は、予測不能な気象変動性に左右されますから。でも歴史的、古気候学的な記録を分析すると、今後十五年以内に寒冷フェーズに移行すると示唆されます。今後七年以内に起こる確率は50％です。

大西洋ハリケーン活動が2050年までにどう推移するかは、AMOの寒冷フェーズシフトのタイミングだけでなく、他の気候指標の変動性にも左右されます。過去十年はエル・ニーニョ事象が (ラ・ニーニャ事象に比べて) 圧倒的に多かったのが特徴でした。太平洋十年規模震動 (PDO) は2014年以来おおむねプラスでしたが、過去一年は弱いマイナスでした。これ

からの数十年のどこかで、ラ・ニーニャ事象頻出へのシフトが予想され、これは大西洋ハリケーン活動とアメリカ本土への上陸に拍車をかけます。

まとめると、今後30年で以下のシナリオを検討すべきです：

- 2020年代：高めのハリケーン活動が継続、ラ・ニーニャ事象の増加でさらに悪化する可能性もある。
- 2030年代：AMO寒冷フェーズへのシフト、全体として大型ハリケーンは減り、フロリダやアメリカ東海岸、プエルト・リコを襲う上陸も減る。
- 2040年代：AMO寒冷フェーズが続き、全体的に活動低下。年ごとの変動性はエル・ニーニョ事象、ラ・ニーニャ事象、モドキ事象[24]の分布による。ラ・ニーニャ事象やモドキ事象に伴い上陸が激増する年も起こりかねない。

こうした将来的な十年規模変動のシナリオはまた、山火事にも関連します。AMO寒冷フェーズへのシフトはアメリカ西部での山火事発生低減に貢献します。

2100 年：人為的気候変動

IPCC AR5 (2013) はハリケーンと気候変動について次のように述べています。

> プロセスの理解と21世紀の予測についての合意によれば、熱帯性サイクロンの世界的な頻度は、減るか基本的に変わらず、同時に世界的な熱帯性サイクロンの最大平均風速と降水率は上昇する可能性が高い[25]。

IPCC AR5以降の関連研究がNCA4報告にまとめられており、一部の研究はAR5の結論を追加で指示する一方、その各種側面を疑問視する研究もあります。最終的にNCA4の結論はIPCC AR5のものと同じでした。

気候モデルでハリケーンをシミュレートする困難とは別に、21世紀で予想されている温暖化の規模にも深い不確実性が伴っています。これは二酸化炭素濃度に対して温暖化がどのくらい敏感かについての不確実性と、太陽の変動、火山噴火、海洋循環パターンの21世紀におけるシナリオのためです[26]。だから人為的気候変動に関連した将来のハリケーン活動予測はすべて、予想された地球温暖化の規模が正しいという条件が伴います。全米海洋大気局の地球物理流体力学研究所（GFDL）は、21世紀の北大西洋ハリケーンについて以下の評価を発表しています[27]：

> 地球温暖化に伴う地表に比べた対流圏上部の温暖化増大と垂直ウィンドシア増大は、どちらもハリケーン発達と強化を阻害する要因である一方、海面温度（SST）の温暖化はハリケーンの発達と強化を促進する。
>
> GFDLハリケーンモデルは、予想された21世紀の気候の温暖化に伴い大西洋ハリケーンと

熱帯性嵐の総数は激減する (〜25%) という見方を支持する。しかしハリケーンモデルはまた、大西洋ハリケーンの生涯最大強度が21世紀の間に5%ほど増大するとも予測している。現時点で我々は、大西洋におけるカテゴリー4と5の嵐の増大については低い信頼度しか持っていない。

ハリケーンの数の25%減少と強度の5%増大とのトレードオフは、ハリケーン上陸からの被害で見た場合、はっきりしません。強度の5%増大を理解するには、ハリケーン・マイケル (2017) の上陸時の最大風速が時速257kmだったことを考えてください。2100年にこれが5%増えると、これが時速268kmになります。5%の増大は、全米ハリケーンセンターが挙げるハリケーンマイケルの上陸強度についての10%という不確実性よりは小さいものです[28]。

温暖化した気候の中でハリケーンの降水が増えるのは、気候モデルシミュレーションの結果と整合しているものであり、基本的な理論的考察からも支持されます。GFDL (2018)[29]でまとめられたように、ハリケーンの降水率はおそらく人為的地球温暖化により増えるでしょう。これは温暖化で大気の湿度含有が高まるからです。しかし降雨増加の規模ははっきりしません。世界的な人工衛星による降水データがないと、こうした数字をもっときちんと制約し、評価することはできません。

温暖化気候におけるハリケーン上陸の影響として最も曖昧さのない信号は、海面上昇が高い高潮水準をもたらすということです。とはいえ、海面上昇の予想規模は、ハリケーンによる大きな高潮に比べるとかなり小さなものではあります。20世紀に起こった海面上昇は18センチほどですが、2100年に向けた海面上昇予測として60センチ以上の数字は、ますます正当性が弱まっています[30]。150センチを上回る海面上昇予測は、理解の乏しい、きわめて考えにくいかまったく不可能な事象の連鎖を必要とするものです。さらに、こうした海面上昇の予測は気候モデルが温度上昇の規模を正しく予測しているかどうかにかかっています。

まとめると、最近の評価報告は、ハリケーン活動の変化予測について低い信頼度しかないと結論づけており、最大の信頼度はハリケーンのもたらす降水と、将来の高潮規模に影響する海面上昇に関する部分だとしています。人為的地球温暖化によるハリケーン活動の変化予測は、自然の通年変化や十年規模の変動に比べれば小さいと予想され、検出されるようになるまでには何十年もかかります。

5 回復力、反脆弱性、繁栄能力

気象災害のパラドックスは、それがきわめて予想外であると同時に、かなり予想がつくということです。過去一世紀で似たような事象が起きているのであれば、極端な気象に驚く必要はありません。極端気象の頻度について言えば、生起間隔、たとえば百年に一度の事象と

いったことは、稀に起こる事象についてはあまり意味がありません。特に、気候は数十年規模から百年規模の時間尺度で変動・変化するので、これは顕著です。さらに極端な気象は集中することもあります。たとえば2004/2005年に起きた大量の大型ハリケーン上陸などです。これについては歴史的記録に基づいた再発間隔の統計分析は一切通用しません。

21世紀を通じて極端な気象や気候が次第に悪化するというシナリオの可能性が考えられるといっても、それよりももっと大事なことがあります。アメリカの多くの地域が現在の極端気象の範囲にすら十分に適応しておらず、過去一世紀に経験された極端気象の範囲にも十分対応できないという根本的な事実はまったく変わらないのです。

極端な気象/気候の事象、たとえば大型ハリケーン上陸や山火事は、多い人口、土地利用方式、生態系劣化との組み合わせで大災厄となります。現在の気候変動や極端気象の問題に解決策を見つける地域は、将来の気候変動からくる追加的なストレスすべてに対して、十分に対応できる能力を身につけています。

気候変動への適応支持者たちは、単に事後的に事象や変化に対応すべきだと言うだけでなく、予防的な適用を主張しています。しかし気候変動に適応するにあたり、私たちは21世紀の気候がどう展開するか正確には知り得ないということを認識する必要があります。必ず予想外のことが起こるはずですし、また途中で私たちがまちがえることもあるでしょう。

「回復力」は、予想外の事象に遭遇しても「復活」する能力です。回復力は、なるべく素早く元の状態に回復するというニュアンスが伴っています。この意味での回復力はスタッフォード法により法文化され、破壊されたすべての建物は、更新や追加の強化なしに完全に元通りに再建されるべきだとされています。

しかし、我々は「復活」にとどまらず、「躍進」できます。インフラ、制度、慣行を発達させることで、将来的な脆弱性を減らすのです。ナシム・ニコラス・タレブの「反脆弱性」という概念[31]は逆境に学び、高い水準の変動性、特に予想外の極端事象の中でも繁栄できるようなアプローチの開発に注目します。反脆弱性は「復活」を越えて、課題に直面しそれを克服することで、もっとよい状態になるというものです。反脆弱なシステムは静的ではなく動的で、現状を単に維持するのではなく、繁栄して新しい方向へと成長します。

反脆弱性と似たものとして、「繁栄能力」概念をジーン・ラッセルが提唱しています[32]：

> 進歩がもたらした損害を修復するだけでは不十分である。またリスクを管理して耐衝撃性を高めるだけでも不十分だ。現在は進路を補正してもっと回復力を高める時期にとどまらない。自分たちが世界のために何を生み出せるか想像する時期だ。自分のフットプリントを最小化するために活動するだけでなく、プラスのハンドプリントを生み出せる。繁栄する世界のために汗を流す時期なのだ。

回復力、反脆弱性、繁栄能力を支持する政策に注目することで、極端気象に対する脆弱性は低下し、しかも将来気候のきわめて不確実な予測に頼る必要はなくなります。

6 今後の方向性――適応

極端な気象への適応には様々な形態があります。事前警報システムの開発、リスク管理計画、堤防などの「ハード」構造物、自然システムを最悪の影響に対するバッファとして使う、生態系ベースの適応などです。繁栄能力を促進する戦略は、極端気象の各種側面に対する保護になると同時に、人間や自然のシステムに対して他の便益も提供します。

山火事について言えば、アメリカの森林は悲惨なまでに過剰に生い茂っており、政策変化が必要です。しかし問題を気候変動のせいにして、人命や財産が破壊された後でどうするかばかり考えているようでは、アメリカ西部は今後も燃え続けます。森林の適切な管理は樹木の間引き、公有地の管理焼却、枯れ木の除去が必要です。除去されない枯れ木は次の山火事をもたらす火口となります。さらに完全に成長した成木を、若い成長中の樹木と置きかえることで、森林による総炭素吸収量の増加にも貢献できます。

科学者十人(私を含みます) が2006年に行った声明では、ハリケーン活動の増加に対処する適応戦略の必要性が強調されていました。これはハリケーンと地球温暖化をめぐる熾烈な論争の双方に属する科学者たちによるものです。その声明の全文をここに再録します[33]：

アメリカハリケーン問題に関する声明 2006年7月25日

大西洋ハリケーンの季節が進むにつれ、ハリケーンに対する気候変動の影響可能性がさらなる注目を集めている。この問題についての論争は、顕著な科学的、社会的関心事ではあるものの、そのためにアメリカが直面する主要なハリケーン問題から目をそらすことは決してあってはならない。その主要な問題とは、人口と富がますます脆弱な沿岸地域に集中し続けているということだ。この人口トレンドは、ハリケーン災害による人的経済的損失激増をもたらすものであり、これはハリケーン活動激化の時代においてなおさら重要である。多くの科学者やエンジニアたちは、気候変動が本気で検討されるはるか以前からニューオリンズへの脅威について警告してきたし、カトリーナ級やそれ異常の嵐は安定した気候においてすら避けられないものである。

ここ数十年で激増するハリケーン被害は、リスクを補填するに等しい政府政策に起因する部分が大きい。州の保険規制は、リスクの高い沿岸部の保険料を抑えるために低リスク地域の保険料を割高にするという政治圧力に捕らわれている。同様に連邦洪水保険プログラムは、脆弱地域の物件所有者に対する課金が少ない。連邦災害政策は、人道的な便益を当然ながらもたらしてはいるものの、長期的には高リスク行動を促進するものとなっている。

我々は継続的な研究がいずれ、ハリケーンに対する地球温暖化の影響をめぐる現在の

論争の相当部分を解決してくれるものと楽観視している。しかし人々のレミングめいた海への移動という緊急性の高い問題は、即座に注目すべきものだし、また長期的に対処が必要である。我々は政府および業界の指導者たちに、現在ではハリケーンに対する脆弱性増大を促進している建設慣行や保険、土地利用、災害救済政策などの総合的な評価を行うよう訴える。

ケリー・エマニュエル、リチャード・アンテス、ジュディス・カリー、ジェームズ・エルスナー、グレッグ・ホランド、フィル・クロツバック、トム・クヌトソン、クリス・ランドシー、マックス・メイフィールド、ピーター・ウェブスター

電力　山火事やハリケーンは大規模な停電をもたらします。最近のカリフォルニア州山火事は、送電線が原因ではないかとされています。2012年ハリケーン・サンディの後で、ハリケーン地域の電力会社の多くは[34]、設備や施設を強化しようとしました。その更新は、回復力の高い電線、強風に耐えられる支柱、回路を更新して樹木や幹による被害への抵抗力を高める、配電網に冗長性を設ける、グリッドの停電に間に不可欠な負荷への電力供給向けマイクログリッド設置、高電圧線網の地中化などです。洪水地域では、電力会社は水門や洪水堤防を設け、重要設備を高所にあげて被害が及ばないようにしました。

ハリケーン・イルマとマリアは2017年にプエルトリコに大被害をもたらし、長期にわたり島全体を停電させました。プエルトリコ電力公社は、電力系統を刷新してハリケーン級の強風や洪水に耐えられるよう設備を強化し、送電、変電所、配電施設の信頼性改善を行っています。これが「躍進」による気象災害への対応の事例です。

山火事やハリケーンの危険地域では風力や太陽光発電がますます増えています。風速が高いと、風力タービンは自動的に遮断されます。しかしほとんどの風力タービンは、最強のハリケーン直撃に耐えられるように建てられておらず[35]、風向きの急変もまたタービンを損傷しかねません。2018年にハリケーン・フローレンスがノースカロライナ州に上陸したとき、ソーラーファームは風による被害が最低限で済みましたが、屋上ソーラーパネルに対する被害はずっと大きかったのです。ハリケーン・マリアの風はずっと強く、ソーラーパネルへの被害も甚大で[36]、一部は無傷でしたが大きな損害を被ったところもありました。被害は主に、ラック支持部分の破損によるものでした。フロリダのほとんどの地域は、風速250kmにも耐えられるソーラー設置を義務づけています。原理的に言えば、屋上ソーラーは停電中もオンサイトの電力供給を行えるはずです。しかし嵐のために電力会社が停電すれば、グリッド上のホームソーラーもまた停止します(架線作業員の安全のため)。

電力の回復力を高める障害の一つは、州の規制障壁がしばしば回復力を高めるソリューション実施を妨げることです（例：インフラ投資を行うときに必要な複雑な規制承認プロセス)。

電力産業の顧客の一人が最近、発電所の増強計画について相談してきました。気候変動が発電所の立地に与える影響を懸念していたのです。特に海面上昇の影響を気にしていました。この発電所は、ハリケーン地域の沿岸部に立地することになっていたのです。提案された発電所は、ハリケーン向けの防護施設は持っていましたが、顧客はこの場所に1970年代以来発電所を持っていたのに、一度もハリケーンに襲われたことがないので、あまり心配していませんでした。私はこの顧客に、19世紀や20世紀初頭に大型ハリケーンがその場所に何度か上陸し、大規模な高潮が起きていることを示すデータを提示しました。

気候変動が発電所の予想寿命にどう影響するかなど、彼らが懸念すべき問題ではありません。むしろ気にすべきは、大型ハリケーン上陸と高潮の見通しです。これは以前にも起きたことです。私は顧客に対し、これが自分の発電所なら、それを内陸部に設置し、高潮被害の出る場所からは離すと告げました。しかし既存の場所にある発電所を更新するほうが、規制上の要件がはるかに簡単だったため、別の用地への移転は不可能でした。新しい場所を提案したら、認可はきわめて得にくく、何年もかかります。こうした規制上の障害のおかげで、電力供給者はインフラの立地について筋の通った決断を下しにくくなっています。

戦術的な適応手法もまた、極端事象に先だって電力系統の脆弱性を引き下げるのに大きな役割を果たせます。極端事象の数時間あるいは数日前に電力会社が採る行動は、電力系統の脆弱性を大幅に引き下げ、停電の期間や規模も低減できます。

2017年に大惨事となったカリフォルニア州山火事の後で、パシフィック・ガス＆電力は強風時に送電線の電力を切るという方針を導入しました。しかし2018年11月のキャンプ火災では、強風でも電力を切りませんでした。課題は風力センサのネットワークを、高解像度の気象予測モデルとあわせて活用し、強風条件の下で電力系統を管理する方法です[37]。

2012年ハリケーン・サンディの大規模停電の後で、ハリケーン地域の電力会社から連絡を受けました。高い空間解像度で上陸ハリケーン風速の長期的な予測が欲しいというのです。CFANは彼らの停電モデルを動かすための、上陸ハリケーン風速の予測商品を開発しました。彼らの停電モデルは、必要な緊急送電線作業員の人数推定とその配備場所を推定します。おかげで修理要員はハリケーン上陸以前の段階で現場に配備されます。この戦略のおかげで、当該電力会社は最近のハリケーン上陸後に急速に電力を復旧できたのでした。

7 結論

21 世紀を通して気象および気候の事象が着実に悪化するというシナリオは、可能性はあるものですが、アメリカの多くの地域は現状の気象および気候の変動や、20 世紀ですでに見られた極端な事象にすら十分に適応できていないという根本的な事実は変わりません。極端な気象と人為的気候変動とを混同するのは、実はその変動性を理解し、私たちの脆弱性を抑えるにあたり、反生産的となりかねません。

気象災害に備えるにあたり、能動的に取り組む機会がここにあります。極端な気象・気候の事象からの復活に専念するのではなく、インフラや政策、慣行を進歩させることで、未来の脆弱性を引き下げ、繁栄能力を高めるのです。

インフラ改善だけでなく、連邦や州の政策改善は山火事の発生や規模を大幅に減らせるし、また上陸するハリケーンに伴う損害の軽減にも貢献できます。さらに専門的に特化した天気予報商品を組み込んだ、戦術的な適応手法は極端気象に伴う損害の軽減に役立ちます。

極端な気象に対するアメリカの脆弱性を減らし、繁栄能力を高めようという実務的な活動については、超党派的な支持が可能と考えます。

注:

1. https://www.spc.noaa.gov/wcm/.
2. Curry, JA 2014 Senate EPW testimony https://curryja.files.wordpress.com/2014/01/curry-senatetestimony-2014final.pdf.
3. IPCC Special Report on Extreme Events http://www.ipcc.ch/report/srex/.
4. 4th National Climate Assessment Vol 1 https://www.globalchange.gov/nca4.
5. https://pdfs.semanticscholar.org/4af3/67682e73d0f2a2d45592baa571bf5332bfe3.pdf.
6. https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rstb.2015.0168.
7. https://www.researchgate.net/publication/6604237_Contigent_Pacific-Atlantic_Ocean_influence_on_multicentury_wildfire_synchrony_over_western_North_America.
8. https://www.hoover.org/research/californias-forest-fire-tragedy.
9. https://goldrushcam.com/sierrasuntimes/index.php/news/local-news/11451-addressing-the-resilientfederal-forestsact-congressman-tom-mcclintock-says-we-are-running-out-of-forests-to-save
10. https://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/BAMS-87--8-1025.
11. http://curry.eas.gatech.edu/climate/pdf/testimony-curry.pdf
12. https://www.markey.senate.gov/GlobalWarming/tools/assets/files/0294.pdf
13. https://judithcurry.com/2015/08/30/hurricanes-and-global-warming-10-years-post-katrina/
14. https://www.sciencefriday.com/segments/hurricane-harvey-and-the-new-normal/.
15. https://docs.wixstatic.com/ugd/867d28_3de3fc17844d4725b0bd33961cefe4cd.pdf.
16. Curry 2019, section 5.6.
17. 概観としては Curry 2018 を参照. https://docs.wixstatic.com/ugd/867d28_f535b847c8c749ad95f19cf28142256e.pdf.
18. Curry 2018, section 6.3.
19. https://www.nhc.noaa.gov/surge/.
20. https://en.wikipedia.org/wiki/Hurricane_Frederic.
21. http://seasonalhurricanepredictions.bsc.es/predictions.
22. https://docs.wixstatic.com/ugd/867d28_ca610d2d03ed42feab5263246985f310.pdf.
23. Curry 2019 Section 7.3 参照.
24. http://www.sciencemag.org/content/325/5936/77.abstract.
25. ここでの可能性をあらわす用語はおおむねIPCC評価の慣行に従っている。きわめて可能性が高い: >90%; 可能性が高い: >66%; どちらかといえばありそう (あるいは五分五分より高い): >50%
26. IPCC AR5, Chs 11,12.
27. https://www.gfdl.noaa.gov/global-warming-and-hurricanes/.
28. https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL142018_Michael.pdf.
29. https://www.gfdl.noaa.gov/global-warming-and-hurricanes/.
30. Curry 2018, Section 5.7.
31. Taleb N (2012) *Antifragile: Things That Gain From Disorder*. Random House. 邦訳タレブ『反脆弱性：不確実な世界を生き延びる唯一の考え方』(上下巻 望月衛他訳、ダイヤモンド社、2017)
32. Russell J (2013) https://www.amazon.com/Thrivability-Breaking-through-World-Works/dp/1909470287.
33. http://wind.mit.edu/~emanuel/Hurricane_threat.htm.
34. https://www.energy.gov/policy/initiatives/partnership-energy-secot-climate-resilience.
35. https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/2017GL073537.
36. https://rmi.org/solar-under-storm-designing-hurricane-resilient-pv-systems/.
37. https://cliffmass.blogspot.com/2018/11/why-did-catastrophic-camp-fire-start.html.

地球温暖化政策財団（Global Warming Policy Foundation）について

地球温暖化政策財団（The Global Warming Policy Foundation）は、すべての党を含む無党派シンクタンクであり、登録済み教育慈善団体です。地球温暖化についての議論の分かれる科学については多様な見方を採る一方、現在促進されている多くの政策が持つ、費用面などの影響について深く懸念しています。

主な活動は、地球温暖化政策とその経済などの含意についての分析です。狙いは、最も頑健で信頼できる経済分析と提言を行うことです。何よりも私たちは、メディア、政治化や社会に対し、この問題全般と、彼らが現在あまりに曝されることの多い誤情報について、ニュースにふさわしい形で情報提供を行うことです。

GWPFの成功の鍵は、ますます多くの政策担当者やジャーナリスト、関心ある一般市民たちから私たちが獲得してきた信頼と信用です。GWPFの資金は圧倒的に、数多くの民間個人や慈善信託基金からの自発的な寄付からのものです。完全な独立性を明確にするために、エネルギー企業やエネルギー企業に大きな利害関係を持つ寄付は受け付けません。

地球温暖化政策財団の刊行物での見解は、著者のものであり、GWPFおよびその評議員、学術諮問評議会委員、理事たちのものではありません。

地球温暖化政策財団 THE GLOBALWARMING POLICY FOUNDATION

局長

Benny Peiser

名誉会長

Lord Lawson

理事会

Lord Donoughue (Chairman)
Lord Fellowes
Rt Revd Dr Peter Forster, Bishop of Chester
Sir Martin Jacomb
Dr Ruth Lea
Lord Lilley
Charles Moore
Baroness Nicholson
Graham Stringer MP
Lord Turnbull

学術諮問評議会

Professor Christopher Essex (Chairman)
Sir Samuel Brittan
Sir Ian Byatt
Dr John Constable
Professor Vincent Courtillot
Professor Freeman Dyson
Christian Gerondeau
Professor Larry Gould
Professor Ole Humlum
Professor Terence Kealey
Bill Kininmonth
Professor Deepak Lal
Professor Richard Lindzen
Professor Ross McKitrick
Professor Robert Mendelsohn
Professor Garth Paltridge
Professor Ian Plimer
Professor Gwythian Prins
Professor Paul Reiter
Dr Matt Ridley
Sir Alan Rudge
Professor Nir Shaviv
Professor Henrik Svensmark
Professor Anastasios Tsonis
Professor Fritz Vahrenholt
Dr David Whitehouse

GWPF BRIEFINGS

1 Andrew Turnbull	The Really Inconvenient Truth or 'It Ain't Necessarily So'
2 Philipp Mueller	The Greening of the Sahel
3 William Happer	The Truth about Greenhouse Gases
4 Gordon Hughes	The Impact of Wind Power on Household Energy Bills
5 Matt Ridley	The Perils of Confirmation Bias
6 Philipp Mueller	The Abundance of Fossil Fuels
7 Indur Goklany	Is Global Warming the Number One Threat to Humanity?
8 Andrew Montford	The Climate Model and the Public Purse
9 Philipp Mueller	UK Energy Security: Myth and Reality
10 Andrew Montford	Precipitation, Deluge and Flood
11 Susan Crockford	On the Beach
12 Madhav Khandekar	Floods and Droughts in the Indian Monsoon
13 Indur Goklany	Unhealthy Exaggeration
14 Susan Crockford	Twenty Good Reasons not to Worry about Polar Bears
15 Various	The Small Print
16 Susan Crockford	The Arctic Fallacy
17 Indur Goklany	The Many Benefits of Carbon Dioxide
18 Judith Curry	The Climate Debate in the USA
19 Indur Goklany	The Papal Academies' Broken Moral Compass
20 Donoughue and Forster	The Papal Encyclical: a Critical Christian Response
21 Andrew Montford	Parched Earth Policy: Drought, Heatwave and Conflict
22 David Campbell	The Paris Agreement and the Fifth Carbon Budget
23 Various	The Stern Review: Ten Years of Harm
24 Judith Curry	Climate Models for the Layman
25 Fritz Vahrenholt	Germany's Energiewende: a Disaster in the Making
26 Hughes, Aris, Constable	Offshore Wind Strike Prices
27 Michael Miersch	Truly Green?
28 Susan Crockford	20 Good Reasons not to Worry About Polar Bears: Update
29 Mikko Paunio	Sacrificing the Poor: The Lancet on 'pollution'
30 Mikko Paunio	Kicking Away the Energy Ladder
31 Bill Gray	Flaws in Applying Greenhouse Warming to Climate Variability
32 Mikko Paunio	Save the Oceans: Stop Recycling Plastic
33 Andy Dawson	Small Modular Nuclear: Crushed at Birth
34 Andrew Montford	Quakes, Pollution and Flaming Faucets
35 Paul Homewood	DEFRA vs Met Office: Factchecking the State of the UK Climate
36 J. Ray Bates	Deficiencies in the IPCC's Special Report on 1.5 Degrees
37 Paul Homewood	Tropical Hurricanes in the Age of Global Warming
38 Mikko Paunio	The Health Benefits of Ignoring the IPCC
39 Jack Ponton	Grid-scale Storage: Can it Solve the Intermittency Problem?
40 Robert Lyman	Carbon Taxation: The Canadian Experience
41 Rémy Prud'homme	La Transition Énergétique: Useless, Costly, Unfair
42 Judith Curry	Recovery, Resilience, Readiness: Contending with Natural Disasters

地球温暖化政策財団（Global Warming Policy Foundation）の
詳細はウェブサイト www.thegwpf.org をご覧ください。
GWPF は登録慈善団体 1131448 号です。