

sigma

経済集積と気候変動の 時代における自然災害

- 01 エグゼクティブサマリー
- 02 重要ポイント
- 04 要約:2019年の大災害
- 05 経済成長と気候変動を
背景に、気象災害による
損害が増加
- 15 気候変動:科学者の見解
- 19 気候変動:保険への影響
- 26 結論
- 27 補遺

エグゼクティブサマリー

2019年の災害による世界の保険損害額は600億米ドル

2019年の災害による経済的損害額は1,460億米ドルで過去2年のいずれの年よりも低かったが、これは米国において記録的なハリケーンの襲来がなかったためである。この経済的損害額のうち保険で補償されたのは600億米ドルであり、過去10年の年平均750億米ドルを下回っている。2019年の保険損害額のうち、520億米ドルは自然災害によるものであった。単一の災害として2019年に世界最大となったものは、日本を襲った台風ハギビス（台風19号）とファクサイ（台風15号）であった。

気象イベントから生じる損害額の上昇傾向は、そのほとんどが経済成長と都市化によるエクスポージャーの増大に起因する

1980年以降、気象イベントに関連する損害額の上昇は、そのほとんどが経済成長と都市化に付随するエクスポージャーの集積によってもたらされたものである。特に、悪天候に脆弱である、標高の低い沿岸地帯のような都市部での人的資産と物的資産の集中は、深刻な気象イベントが発生した際には、損害を拡大させる可能性がある。その他の社会経済的要因が、長期的な損害上昇傾向の残り大半を占める。

気候変動の影響は今後数十年間に損害の増加という形で次第に顕在化するものと推測される

コロンビア大学のアダム・ソーベル教授は、今号シグマに設けられた章の中で、気候変動がもたらす影響の全貌を予測するのは難しいが、証拠不十分であることが、変化が起こっていない根拠にはならないと述べている。気候変動の影響はすでに現れは始めている。すなわち、平均気温の上昇、海面の上昇、熱波の多発化と長期化、異常気象の深刻さの増大、異常な降雨パターンなどである。気温の上昇は異常気象の多発化をもたらす、今後数十年間における損害の増加をますます促進するものと予測される。この影響は、中小規模のイベントあるいはプライマリー・ペリルの二次災害となる、より厳しいセカンダリー・ペリルにも顕著に表れる。例えば2019年には、日本での台風ハギビス（台風19号）に伴う豪雨、モザンビークでのサイクロン・イダイに続く高潮、南東アジアでのモンスーン降雨による大規模な洪水が挙げられる。また、カリフォルニア州の山火事被害は2017年、2018年に比べて軽減したが、オーストラリアの東部州では記録的な高温がオーストラリアの歴史で最長期間となる山火事を発生させ、数百ヘクタールに及ぶ低木林地を燃やし続けた。

気象関連リスクは依然として付保可能であるが…

気候変動のもたらす影響の全貌は複雑で予測が難しいが、気象関連リスクは引き続き付保可能と考える。しかし、今こそ行動すべき時である。緩和の兆しのない気候変動の長期的なリスクは不可逆的な「転換点」であり、このシナリオでいくと気候変動の影響は、エクスポージャーの集積度の高い地域で特に、資産の付保可能性に問題をもたらす可能性がある。保険業界は温暖化がもたらす影響に積極的に取り組み、動的な追跡を行い、大きく変化するリスク環境をモデルに適合させる必要がある。これは、リスク評価に2つの新しい側面を取り入れる必要があることを意味する。1つ目は時間の尺度である。保険会社は短期的視点でモデル化する一方、長期的展望に立った計画も立てねばならない。そして2つ目は、様々な気象関連ペリルに関する予測結果の信頼レベルである。

…保険業界はアンダーライティング・プロセスを見直し、リスクモデルに今まで織り込まれていなかった損害に関する要素も取り入れなければならない

気候変動は動的リスク環境を変化させており、保険会社はそれに応じて対応する必要がある。今日の災害モデルの多くは過去に基づいている。これらのモデルは、危険性の高い地域に都市化が広がることでとりわけ脆弱性が加速する場合もある、急速な都市化進行地域での価値の集中によって引き起こされるエクスポージャーの拡大を完全には織り込んでいない。損害クープのような他の複雑な要因もモデル化を行う上での課題となる。損害クープとは時間をかけて増大する損害のことであり、大型ハリケーンや台風災害における損害発生展開において明らかに見ることができる。その要因はソーシャル・インフレーションや保険金支払処理における協調不足などの多くの可能性があり、損害額を予想より高い水準に押し上げる。

気候変動の影響や他のトレンドの展開は元受/再保険会社の収益性とソルベンシーに対するリスクとなる

元受/再保険会社はそのバランスシートの両サイド（資産・負債）で気候変動リスクを抱えており、長期的には保険引受の収益性とソルベンシーに悪影響をもたらす可能性がある。負債側における主要リスクは、過去の損害データあるいは不完全で時代遅れのモデルへの依存に起因する危険保険料の過小評価である。資産側については、インフラ・ファンドや社債保有など、投資資産の物理的リスクおよび移行リスクから生じるエクスポージャーである。元受/再保険会社は収益性を持続させるための第1歩として、現在の気候変動による影響やその他関連トレンドによってもたらされる今日のリスク環境に適応する必要がある。

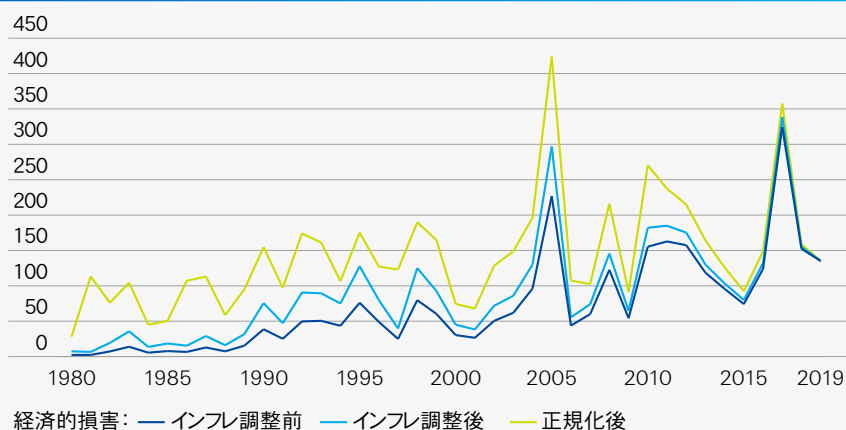
重要ポイント

- 今日まで、自然災害による損害増加の大部分は人的資本および物的資本といった形態における集積リスクによりもたらされる傾向にあったが、それが経済発展および都市化に起因するようになった。
- 世界的な温暖化によって深刻な気象イベントの頻度が高まり、今後数十年にわたって損害額を増加させる要因になると予想する。
- 気候変動の影響は今日の世界で明らかである。すなわち、平均気温の上昇、海面の上昇、氷冠の融解、熱波の長期化と多発化、不規則な降雨パターン、異常気象の増加などである。
- 気候変動の影響は、セカンダリー・ペリルによる損害に対する寄与の増加に最も顕著に表れている。2017、2018、2019年のいずれの年についても、中小規模のセカンダリー・ペリル、またはプライマリー・ペリルの2次の影響（例えば、地震後の津波）が各年の損害総額において最大のシェアを占めた。
- 気候変動が自然災害の頻度と強度に影響を及ぼすプロセスについては、全面的に理解されているわけではない。気候変動がハリケーンのようなプライマリー・ペリルに影響を与える兆候については、影響があるとは思われるものの、それほど明確とはなっていない。懸案事項はその性質と大きさであり、どの程度まで損害に影響を及ぼすかである。
- 以上を踏まえると、今行動しなければ、気候システムの不可逆的な転換点につながる可能性がありその結果、とりわけエクスポージャーの集積度の高い地域における保険引受能力を脅かす可能性があると考えられる。
- 今のところ、気象関連リスクは引き続き引受可能である。財物種目の元受/再保険の大半は性質上、短期契約であるため、気候やエクスポージャーあるいは脆弱性において観測された変化を反映させて、リスクに対する見方を継続的に調整することが可能である。
- 保険の引受可能性を維持するため、元受/再保険業界は気候温暖化の影響を動的に追跡し、絶え間なく変化し続けるリスク環境にモデルを適応させ、リスクの評価に新たな理解を継続的に組み込む必要がある。
- 次世代型の将来予測的なモデリングの鍵となるのは、社会経済的要因が過去にどのように根付いたかを理解することである。しかし、社会経済的要因は現状、モデルに十分に組み込まれておらず、今日のリスクと損害の拡大に影響を与えている。
- さらに、2019年の災害は、損害クープのような複雑な損害要素についての教訓を提供しているが、これも現在のリスクモデルには必ずしも十分に反映されていない。

エクスポージャーの集積と損害の拡大

標準化とは、過去のイベントが今日、同じ規模で発生したとして、対象期間中の（人的および物的資産）価値の集積により実際のイベント発生年よりも多額の損害の発生が予測されることを示すための調整を加えることである。他の条件がすべて同じならば、気候変動は時間の経過とともに損害を拡大させるであろう。しかし、社会経済的要因やその他の要因は常に一定ではなく、標準化された損害の拡大が気候変動の「証拠」と言えないことは同様である。

1980～2019年の異常気象イベントによる
経済的損害：インフレ調整前、
インフレ調整後（2019年基準価格）、
正規化後（単位：10億米ドル）



出典：スイス・リー・インスティテュート

信頼水準は？

気候変動のような動的リスクのモデル化には多くの不確実性が伴う。確かなデータが存在しない中、様々な気候関連ペリルの予想される変化について、信頼水準でリスクを評価するアプローチを取るべきである。



変動の
ドライバー



影響/ペリル



時間軸



保険への影響、
財物の災害に注目

直接的

地球温暖化対応

間接的

高信頼度			
平均気温の上昇	氷河および氷冠の融解、気温上昇： 海面の上昇/高潮 永久凍土/安定斜面の減少：地滑り	今後数十年内に緩慢ながら着実に上昇	財物保険への低・中程度の影響：突発/未曾有のイベントは無い(適応可能!)。沿岸・洪水地域への局地的影響
気温変動の増大	熱波、干ばつ、水不足、山火事が長期化・頻発化、健康問題・死亡率上昇、政治紛争の可能性	熱波/干ばつ：すでに観測可能で今後数十年にわたり増加する傾向	主として元受保険、クォータ・シェアおよびストップロス再保険に影響を及ぼす頻繁性ペリル。資本よりも保険収益に影響する。洪水保険のプロテクション・ギャップが大きいなど、原契約が不均一なため、影響に大きくなばらつき
気温上昇による大気の水蒸気増加	異常降雨と河川洪水の多発化	すでに観察されている地域的傾向の拡大と世紀半ば/世紀末までに起こり得る中規模/重大な影響	
信頼度の障壁			
気候サイクルへの影響 (例：エルニーニョ南方振動、大西洋数十年規模振動、北大西洋振動)	激しい熱帯低気圧の多発化 冬の嵐の頻度/過酷度の変化	世紀半ば/世紀末までに起こり得る重大な影響	気候リスクが能動的に管理されている地域では、現時点での保険への影響は小さい。特に、付随する洪水リスクが完全に保険対象となっている地域においては、世紀半ば/世紀末には重大性(資本への影響)と頻度(収益への影響)の両面で、保険/再保険に大きな影響
対流の増加	ひょう/竜巻リスクの上昇		
低信頼度			

出典：スイス・リー・インスティテュート

要約:2019年の大災害

経済的損害

1,460億米ドル

2018年の1,760億米ドルから減少。
10年平均の2,120億米ドルを下回る

1,370億米ドル

は経済的損害のうち自然災害に起因する
もので、人災によるものは90億米ドル

世界GDPの0.17%

10年平均の0.26%を下回る

保険損害総額

600億米ドル

2018年の930億米ドルから減少。
10年平均の750億米ドルを下回る

520億米ドル

は保険損害のうち自然災害に起因する
もので、人災によるものは80億米ドル

**世界の財物元受保険料
計上額の3.3%**

10年平均の4.4%を下回る

犠牲者



11,497人

大災害件数:



317件

世界のプロテクション・ギャップはほとんど
変化しておらず、平均を下回っている
(単位:10億米ドル)



ハイライト

- 2019年の大災害に起因する経済的損害額と保険損害額は、連続して多額の損害が発生したそれ以前の2年間より低い水準となった。
- 2019年の自然災害損害に主として寄与したのは気象関連のイベントであった。
- 日本は再び記録的な台風襲撃を受けた。台風ハギビス（台風19号）とファクサイ（台風15号）は世界のすべての災害イベントの中で最も巨額の保険損害をもたらした（それぞれ80億米ドルと70億米ドル）。
- 台風ハギビス（台風19号）は異常降雨をもたらし、損害発生要因としてのセカンダリー・ベリルの寄与度の上昇を再び浮き彫りにするとともに、日本のハザードマップ上に表示される台風由来の洪水リスクを大幅に高めた。
- 風速の面では、カテゴリー5レベルの暴風最長持続期間を記録したハリケーン・ドリアンの風速が、2019年北大西洋ハリケーン・シーズンで最も強力なものとなった。バハマ諸島にとっては、史上最も高額な被害をもたらした自然災害イベントとなった。
- サイクロン・イダイはモザンビークの港湾都市ベイラを壊滅させ、多くの低地都市の異常降雨や高潮による洪水に対するエクスポージャーと脆弱性を明らかにした。
- 2019年は記録上2番目の温暖な年となり、2010~2019年は最も温暖な10年となった。
- 山火事による損害については、2017年と2018年の両年は記録的な水準に達したが、2019年は減少した。カリフォルニア州の山火事活動は低下したものの、オーストラリアでは記録的な高温と降水不足が広範囲かつ長期にわたる森林火災をもたらした、同国史上最も破壊的な災害となった。

経済成長と気候変動を背景に、気象災害による損害が増加

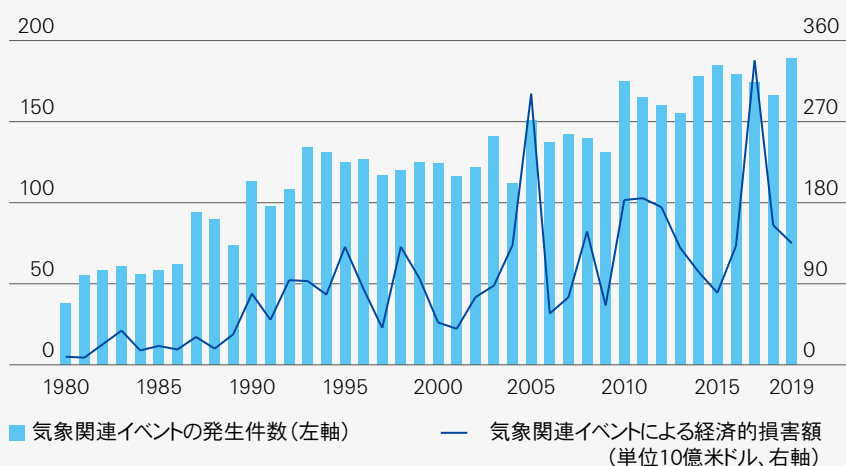
気象イベントがもたらす損害の規模は、様々な要因によって影響を受ける。1980年以來、経済成長と都市化によるエクスポージャーの集積が、関連する損害増加の主たるけん引役となってきた。GDP成長率とインフレ率を織り込んで標準化された損害は、気象関連イベントに起因する損害の増加傾向をさらに裏付けている。気候変動の影響を持つ役割は今後数十年間でますます増加することが予想される。ただし、社会経済的要素を含む多くの要因に関する詳細なデータが存在しないことから、アトリビュション（間接効果）モデリングは依然として開発途上にある。

経済成長と都市化：エクスポージャーの主たるけん引役

気象関連のイベントに起因する経済的損害は長期にわたり増加の傾向

暴風、洪水、その他の気象関連の異常イベントの発生件数および経済的損害額はいずれも、ここ数十年間、大幅に増加してきた（図2を参照）。1990年代半ば以降、損害額の増加傾向は一段と顕著になっているが、これは、イベントに関するすべてを包含した、より包括的な報告から得られる高度なデータが寄与していると思われる。逆に、1980年代の損害額の増加はそれほど目立ったものではないが、データの入手がそれほど容易でなかったことがその理由の一部を成していると言える。

図2
1970～2019年の気象関連イベントの発生件数とそれに伴う経済的損害額
(単位10億米ドル、2019年基準価格)



出典：スイス・リー・インスティテュート

エクスポージャーの拡大が損害額増加の主たるけん引役となってきた

気象関連のイベントによる損害額の増加には、多くの根本要因が存在するが、主な要因は、世界の人口が増加し続け、経済成長に伴い都市化と資産価値が増大したことである。過去60年間で、世界の人口は約2.5倍に増加し¹、世界の実質国内総生産（GDP）は7倍以上に増加した²。都市部には、人々と資産が最も大きく集中する。1950年代には世界の人口の約30%が都市部に住んでいたが、今日では50%以上になっている。また、2050年までには70%近くが都市部に住むと予測されている³。

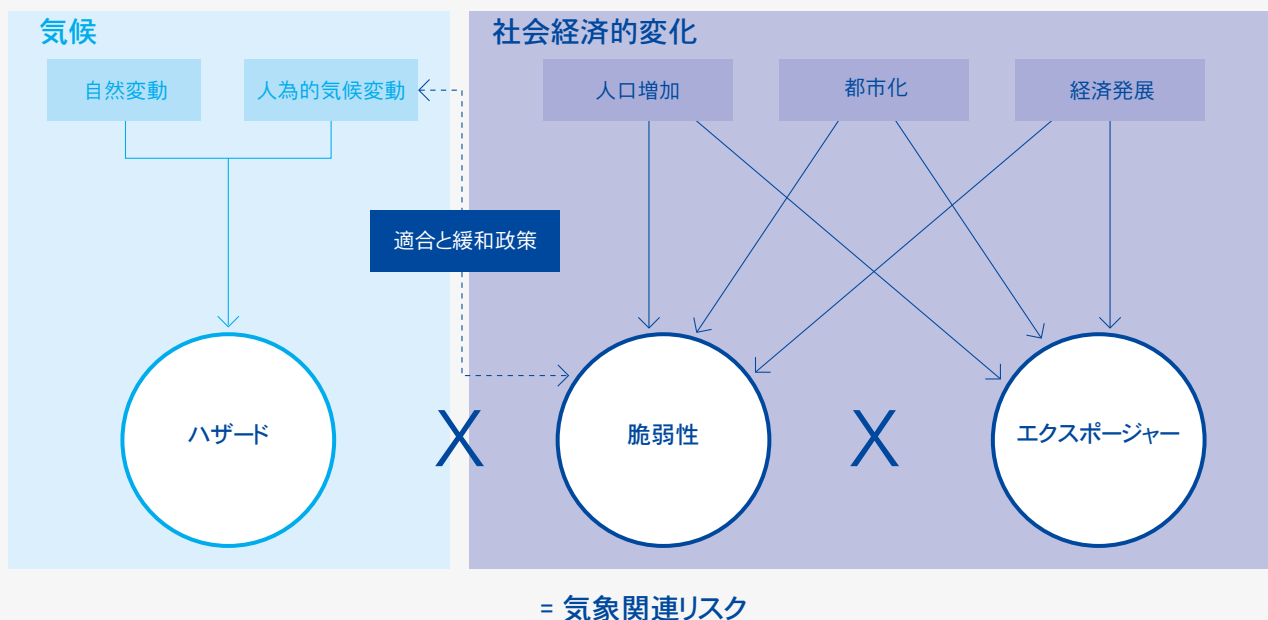
災害リスクの3つの主要な構成要素は、ハザード、エクスポージャーおよび脆弱性である

3つの主要な構成要素が気象関連リスクによる影響を決定づける要因となっている。すなわち、ハザードまたはペリルの種類（ハリケーン、洪水など）、エクスポージャー（気象関連のハザードから影響を受ける人口や資産）、および脆弱性（ハザードにさらされた要素の感受性）である。図3は、気象関連のリスク方程式の物理的要素と社会経済的要素の間の複雑な相互作用の概要を示したものである。気象に関連したハザードの発生は気候条件に依存し、その変化は主として自然変動によるものである。近年、気候条件に対する人為的（人間が誘発した）影響への注目が高まり、気象関連のリスク・イベントの頻度と深刻度の拡大に対する地球温暖化の寄与度も注目されている。

1 世界人口推計：2019年改訂版、国際連合経済社会局、2019年
2 世界銀行のGDPデータ
3 世界都市化予測：2018年改訂版、国際連合経済社会局、2018年

経済成長と気候変動を背景に、気象災害による損害が増加

図3
気象関連リスクを構成する3つの主要要素に影響を与える要因



出典: スイス・リー・インスティテュート

気象関連リスクをけん引する要素は多数存在する

気象関連のリスク方程式には、多数の社会経済的要素が存在する。人口の増加、経済発展、都市化に加え、考慮すべき要素としては土地利用の人為的な変更、森林破壊、土壌の劣化などが挙げられる。これらはすべて、物理的な損害と関連する損害の規模の両面について、気象関連リスクの影響をさらに増大させる可能性がある。危険性の高い地域における人口増加は、しばしばリスクの軽減につながるインフラの欠如と相まって、リスクをさらに高めている。

社会経済的要因の分解

エクスポージャーは時間の経過とともに変化する。損害拡大の原因となっている様々な要因を解き明かすためには、エクスポージャーを測定するためのシステムが必要になる。表1は例示目的で掲載したものであるが、損害拡大の原因になっていると思われる様々な社会経済的要因と、それに対応する指標およびトレンドを合わせ示したものである。

表1
エクスポージャーの拡大をけん引する社会経済的要因

社会経済的要因	指標	トレンド
経済発展：エクスポージャーの拡大を代替する一般的で幅広い指標	GDP成長率	先進国:2.1% 新興国:4.7% (1990~2019年)
物的資本の集積：時間の経過とともに経済活動を上回る可能性がある	資本ストックまたは有形資産 平均建設コスト	例：米国における企業有形資産および住居用建物の価値の年間伸び率は、GDPを0.7%上回る1.2%であった(1980~2003年)
都市化によって、複雑なインフラが要求される極めて集中した地域が生み出される	都市部に住む人口の比率	2050年までに世界の人口の68%が都市部に住むと予測されている。こうした都市部人口の増加のうち、90%近くがアジアおよびアフリカで発生する
限界地域の開発、高リスク地域への移住	人口増加率または高リスク地域(例えば、洪水地域、沿海部、荒野・都市部境界面)における新たな建設	例：新興国においては、洪水リスクがあり、標高の低い沿海部における人口増加率が全人口増加率より約1%高くなっている 例：米国の荒野・都市部境界面における住宅戸数は、1990年から2010年までの間に41%増加した

出典: *Survey of Current Business*, 米国経済分析局, 2005年4月。Neumann, B.ほか、*将来の沿海部における人口増加と、海面上昇と沿海部洪水に対するエクスポージャー-世界的な評価*, 2005年。世界人口予測:2019年改訂版, 国連経済社会局, 2019年。V. C. Radeloff ほか、「米国の荒野・都市部境界面の急速な成長が山火事リスクを高める」, 米国科学アカデミー紀要, 115巻, 13号, 2018年。スイス・リー・インスティテュート

1980年以降、気象関連イベントに起因する経済的損害が増加したが、その原因の大半は経済成長と都市化による

長年の開発と都市化が気象関連の経済的損害拡大に及ぼした影響を示すために、1980年から2019年の期間に着目する。この40年近く、世界の年平均GDP成長率は2.8%であった。エクスポージャー拡大のより適切な代替指標として、GDP成長率ではなく、資本を使用する。その理由は、災害イベントで資産が破壊された際に、その資本価値の損害はGDP測定値では直接捕捉できないからである。1980年から2019年にかけて、世界の資本は年平均3.9%増加する一方、気象関連イベントによる世界の経済的損害は毎年7.1%増加した。資本を代替指標として、期間中の経済的損害の拡大に占める経済成長と都市化のシェアが55%と推定し、45%は追加的な社会経済的要因およびその他の要素(気候変動を含む)が原因と推定する。新興国についても同様の方法を採用すると、同期間の気象関連イベントによる経済的損害の伸び率である年率8%の少なくとも70%が経済成長と都市化によってもたらされるという、より劇的な推定値が得られる。

経済成長と気候変動を背景に、気象災害による損害が増加

都市化でより多くの人々と資産がリスクにさらされる…

人々が近接していることは、事業活動とイノベーションを喚起するが、特にリスク軽減策が累積価値の増加に追いつかない場合、リスクにさらされる人口と資産が増加することにより、気象イベントに起因する損害の可能性も拡大する。例えば、降雨強度の小さな変化でさえ、都市部における洪水被害の大幅な拡大をもたらす可能性がある。なぜなら、都市の地表が塞がれることで、表面流出による被害のリスクが増すからである。自然災害が都市の中心部を襲った場合、結果として発生する損害は、より広大な地域の均一分散人口が被る損害よりも数倍大きくなる可能性がある。人口密度が1%増加すると、人口1人当たりの経済的損害は1.2%増加すると推定される⁴。

…とりわけ、都市部が標高の低い沿海部や荒野・都市部境界面などのリスクの高い地域に広がった場合、人々と資産のリスクが高まる

加えて、熱帯低気圧、高潮、豪雨の影響を受けやすい沿海部において、多くの人口密集地が開発されている。2000年以降、標高が低く高潮の影響を受けやすい沿海部の人口は全世界で毎年約1.3%増加している。これは人口増加率より0.8%早いペースである。こうした地域における人口増はアジアとアフリカで特に顕著である⁵。同様に、1990年から2010年にかけて、山火事の被害を受けやすい米国の荒野・都市部境界面地域における住宅数は41%増加した⁶。新築家屋の60%がこうした地域に建設されている⁷。

同期間中に、正規化された経済的損害も増加した…

社会経済的要因の時系列的変化を反映させるため、気象関連イベントに起因する過去の損害の「正規化」を試みた。正規化とは、過去のイベントが今日、同じ規模で発生したとして、価値の集積により実際のイベント発生年よりも多額の損害を発生するであろうことが明示されるように調整を加えることである。一般的な手法としては、過去の経済的損害に実質GDPとインフレ係数を当てはめる⁸。この手法を用いて1980年から2019年までの世界の気象関連イベントによる正規化損害額の年間伸び率を推定したところ、約4%という数値を得た。この数値は依然、伸び続けているが、同期間中のインフレ調整前損害額(10.9%)および実質(インフレ調整後)損害額(7.7%)で示されるよりも、伸び率ははるかに小さい。

4 Schumacher, I. および Strobl, E. の「経済発展と自然災害による損害：ハザード・エクスポージャーの役割」(エコノミクス誌、72、2011年)の方法論に基づく。当社は、1980年から2019年までの国別バイネラルデータから得た1人当たりのGDP、人口密度、国土面積を用いて1人当たりの経済的損害をトピト・モデルで分析した。

5 Neumann, B. ら共著、「沿海部における将来的な人口増と、海面上昇および沿岸洪水に対するエクスポージャー：グローバル・アセスメント」、*PLoS one*、10巻、3号、2015年

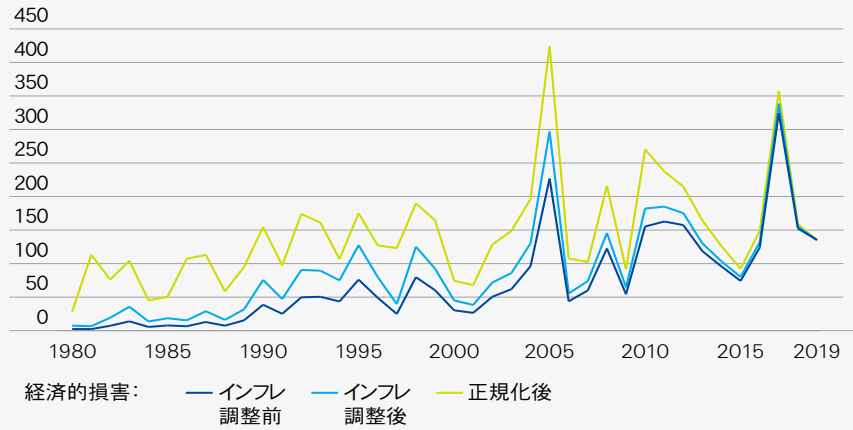
6 V. C. Radeloff ら共著、「米国荒野・都市部境界面の急速な拡大で山火事リスクが増大」、*米国科学アカデミー紀要*、115巻、13号、2018年

7 山火事、荒野、そして人々：荒野・都市部境界面における山火事の理解と備え、米国農務省、2013年1月

8 各国GDP(損害発生国)

図4

1980年から2019年までの異常気象イベントによる経済的損害額(インフレ調整前、インフレ調整後(2019年の物価にスライド)および正規化後、単位10億米ドル)



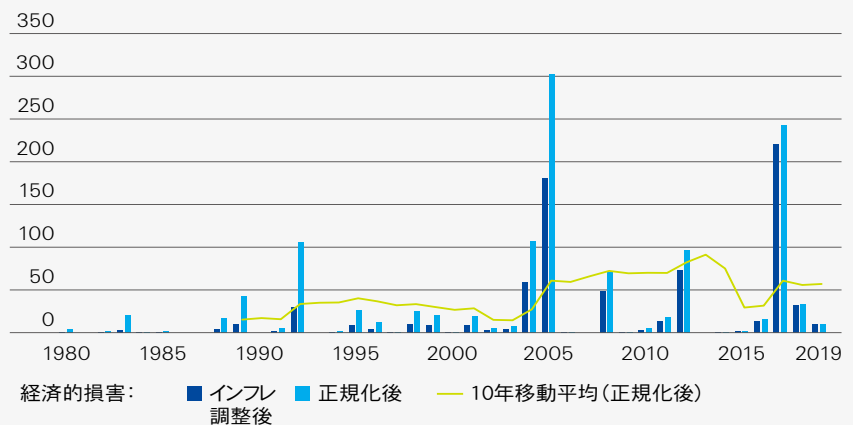
出典:スイス・リー・インスティテュート

…もともと、正規化分析の結果は選択した手法とデータの質次第である

この分析の結果は、社会経済的要因と損害の両面で選択した手法とデータの入手可能性に依存する。悪魔は細部（データ）に宿る。範囲が広くなればなるほど、データの精度は低下し、分析の成功はおぼつかなくなる。同様に、観察期間が長ければ長いほど、より多くの前提条件を設定する必要がある。例えば、1900年から2017年の期間について、郡単位の住宅戸数、郡単位の実質資産、そしてインフレ率を用いて行われた米国のハリケーン損害に関する調査では、1980年代以降、正規化された損害にわずかな増加傾向が見られたものの、長期間にわたって顕著な増加は見られなかった⁹。実質GDPとインフレのみに基づくシグマの損害データを用いた当社独自の正規化分析を1980年から2019年の短期間について行ったところ、米国ハリケーンによる正規化された損害と同様の増加が示された（図5を参照）。しかし、データの精度の欠如とすべての影響を織り込むことができないという方法論上の制約から、多くの不確実性が存在しており、こうした分析は依然、始まったばかりであると言える。

図5

1980年から2019年にかけてのインフレ調整後および正規化後の米国ハリケーン損害(単位10億米ドル、2019年基準価格)



出典:スイス・リー・インスティテュート

⁹ J. Weinkleら共著、「1900年から2017年にかけての米本土における正規化後ハリケーン損害」、*Nature Sustainability*, 2018年

経済成長と気候変動を背景に、気象災害による損害が増加

高度な正規化を行うにはより精度の高いデータが必要

より高度な正規化においては、脆弱性の変化や資本ストックの増加など、より細かいレベルで社会経済的要因を考慮に入れる必要がある。現在、気象イベントによる損害に対する社会経済的要因の影響のモデル化は、単一のイベントについてのみ、より詳細に行うことができる。例えば、1992年のハリケーン・アンドリューのようなイベントが今、同様の進路と強度で南フロリダを襲った場合、何が起こるかを当社はモデル化した。資産エクスポージャーの増加を考慮すれば、230億米ドルの当初（1992年）経済的損害額¹⁰は、今日では800億～1,000億米ドルになると考えられるが、やはりここでも影響を及ぼすすべての要素についての理解が進んでいないため、多くの不確実性が残る。

経済成長と所得増に伴い、1人当たり保険消費額は一定の水準まで増加する

保険損害額

経済発展と都市化によるエクスポージャーの拡大に伴い、自然災害による保険損害額も時間の経過とともに増加した。これは、様々な国における保険普及率（GDPに対する収入保険料の割合）の上昇を反映している。人々は豊かになるにつれ、より多くの資産を持つようになり、予期しない損害に備えて保険をかけたいと思うようになる。シグマのデータによると、総額レベルでは、先進国市場における保険普及率は1990年の3.3%から2018年には3.5%に上昇した。新興国市場の増加状況には目覚ましいものがあり、1990年の0.3%から2018年には1.5%に上昇している。Sカーブ分析では11、1人当たりGDPが低所得国から中所得国に上昇した地域における保険支出は加速することが示されているが、1人当たりGDPが5,000米ドルから35,000米ドルの国で、支出額が最も急速に増加している。特に近年の新興アジア諸国の急速な経済成長で、多くの国がSカーブ上の保険普及率が加速する領域に移行した。

新興国市場はSカーブ上を急速に駆け上げるが、これは保険普及率の上昇を示すものである

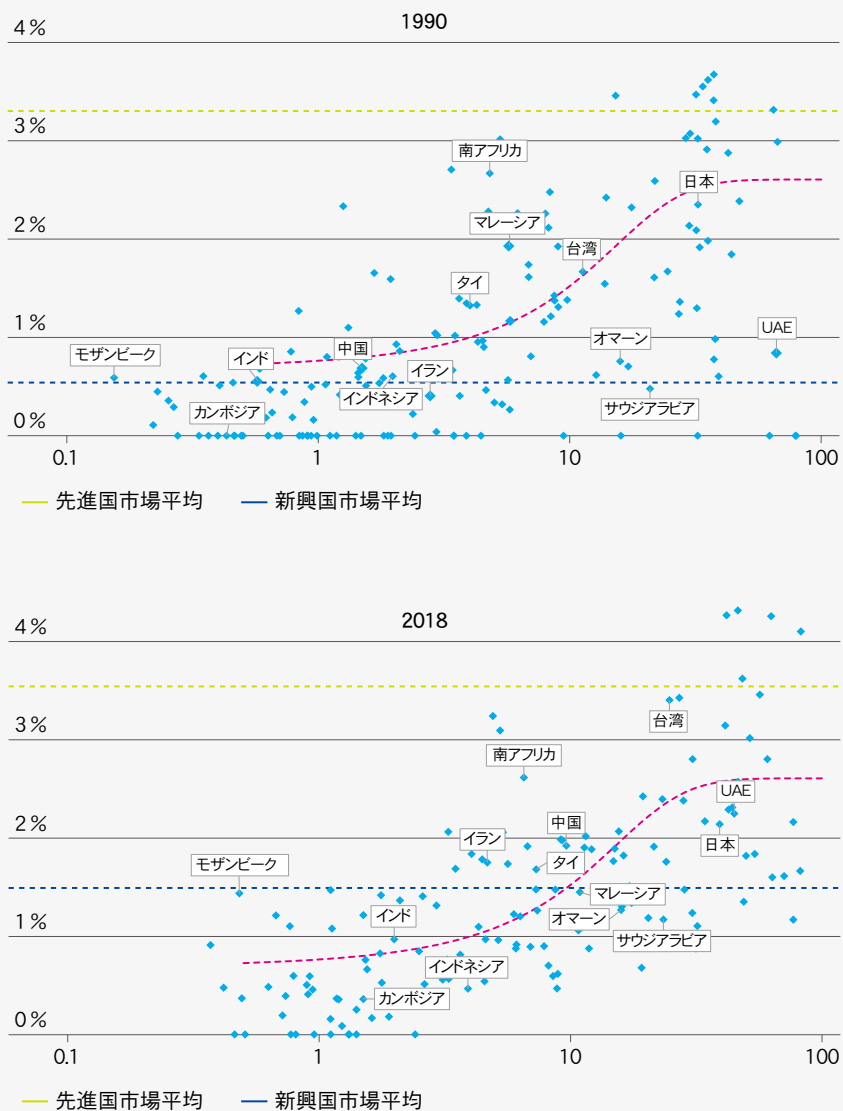
図6は、1990年から2018年にかけての多くの新興国における損害保険の普及率の推移を示したものである。この図は、中国の1人当たりGDPが1990年の880米ドルから2018年には9,620米ドルに上昇したことに伴い、Sカーブ上の加速領域を極めて急速に駆け上った様子を示している。タイとマレーシアもカーブに沿って上昇した別の事例である。新興アジアでの成長は引き続き堅調であることから、今後数年間でさらなる普及率の上昇が見込まれる。

¹⁰ ハリケーン・アンドリュー：マイアミを救った20マイル、スイス・リー、2017年8月9日

¹¹ R. Erz 著、「1人当たりの所得と保険普及率の間のSカーブ関係」、*The Geneva Papers on Risk and Insurance*、25巻、2000年

図6

損害保険の普及率(GDPに対する収入保険料の割合)と1人当たりGDP(対数目盛)を用いて表示した損害保険のSカーブ(1990年および2018年)



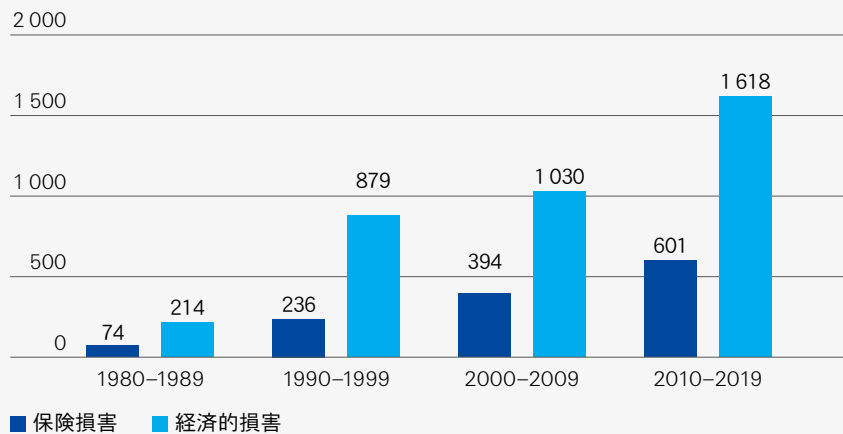
出典:スイス・リー・インスティテュート

経済成長と気候変動を背景に、気象災害による損害が増加

それでもプロテクション・ギャップと保険の機会が残る

それにもかかわらず、経済的損害は保険損害を上回っている。図7は、1980年から2019年の期間について、気象関連イベントに起因する世界の経済的損害と保険損害の実質伸び率（インフレ調整後）を比較したものである。図に示されるように、保険損害額と経済的損害額の差であるプロテクション・ギャップは、時間の経過とともに、絶対値ベースでは拡大しているが、比率ベースでは低下している。このことは、普及率の上昇にもかかわらず、社会の一部保険が続いていることを浮き彫りにするものである。これはまた、保険会社にとってプロテクション・ギャップを埋めて、レジリエンスを構築する大きな機会が残されていることを意味する。

図7
1980年から2019年にかけての気象関連イベントに起因する世界の経済的損害と保険損害
(単位10億米ドル、2019年基準価格)



出典:スイス・リー・インスティテュート

気候変動と損害の拡大：これからも続く

気温の上昇が物的リスク環境を変化させつつある

地球の温暖化に伴い、リスクが高まり、気象関連のイベントに起因する今後数十年間の経済的損害が大きく拡大することが予想される。人類文明化後の全期間にあたる約12,000年の間、気候は比較的安定した状態が続いてきたが、現在変化しつつあり、今や産業革命以前に比べ1.0°C気温が上昇している。現在の気候とその異常さの原因となった物理的プロセスの大半は、直接的・間接的に大気と海洋の温度によって決定づけられている。そのため、その原因が温室効果ガスの排出または自然変動のどちらであっても、地球の極端な気温の変化は人類と世界が直面するリスクを変化させるだろう。

気候変動の影響は、セカンダリー・ペリル・イベントに最も顕著に現れる

世界各地で干ばつ、山火事、洪水といった一部のセカンダリー・ペリル・イベントがますます極端化し、それは今後も続くと思われるが、その背景にはかつてないほど乾燥化した気象条件や豪雨、そして海面上昇がある。熱波などの一部のセカンダリー・ペリルについては、観測値、物理理論、そして数値モデルのすべてが、世界の大半の地域における頻度と深刻さの上昇を示している。影響は、物的損害、穀物の不作、事業中断による保険金請求などの形態で、保険損害額の上昇につながっている¹²。

12 シグマ 2019 年第 2 号：セカンダリー・ペリルが現実の課題に、スイス・リー・インスティテュート

気候変動がプライマリー・ベリル・リスクに影響を与える可能性があるという兆候もいくつか見られる

今日に至るまで、業界は最先端のリスク・モデルの助けを借りて気象リスクを無難に管理してきた…

…しかし、気候の変動と人間活動の総合的な影響をより深く理解する取り組みは今なお進行中である

また、気候変動が北大西洋における熱帯低気圧リスクなどのピークハザードに影響を与えている可能性があるという兆候も見られる。例えば、世界の保険業界にとって記録的な損害年となった3年のうち2年は、米国のハリケーンによる損害によるものであった(2005年と2017年)。そして、これらの年は最悪シナリオの年でさえなかった。2017年の条件下で、1926年のグレート・マイアミ・ハリケーンに似た暴風が再来したとすれば、最大1,200億米ドルの保険損害が発生することもあり得る¹³。通年の累計額では、年間の保険損害額は2,500億米ドルを超えた可能性がある¹⁴。

保険業界は、サイクロン、暴風、洪水といった形態の気象リスクを、やはり変化する環境の中で長年管理してきた実績を有する。業界は1990年代半ば以降、増加するエクスポージャーを管理するため、最先端の大災害モデリング技術にますます依存するようになった。気候変動の影響は、こうしたモデルを加速度的に更新し続ける必要があることに警鐘を鳴らす役割を果たしている。

しかし、特定の気象イベントの頻発化または深刻化の原因が気候変動であるかどうかを見極めることは、社会経済的な変遷を含めた多様な要因を考慮すると、依然として困難である。ハザード、エクスポージャー、脆弱性の変化による寄与の定量化のみならず、適応政策も含めた包括的な取組手法に到達するには、さらなる努力が必要である。詳細なデータの取得可能性は依然として低く、地球規模ですべての寄与要因を完全に織り込んだ方法論は、まだ限定的である一方、帰属研究の専門分野は依然、道半ばである。

気候変動は世界経済にとってのシステムック・リスクである

対応に失敗すれば、貧困国は特に大きな代償を払うことになるだろう

気候変動：それは経済にとっても芳しいことではない

気候変動は、世界経済と金融システムに影響を及ぼすシステムック・リスクである。2015年には、推定4.2兆～13.8兆米ドルの世界の金融資産が気候変動の影響を受けるリスクにさらされた¹⁵。堅牢なグリーンファイナンスのシステムを構築することによって気候リスクに対処しようと呼びかけが、ますます高まっている。OECD(経済協力開発機構)によれば、低炭素経済への「抜本的な転換」が効果的に遂行されれば、気候変動に関連した経済的価値への損害は、G20諸国のGDPの2%程度にまで減少する¹⁶。また、これは2050年までに長期的な生産高を最大2.8%押し上げ、これら諸国に4.7%の純成長率の恩恵をもたらす。こうした価値創造を後押しするのは、持続可能なインフラへの投資、財政支援政策、構造改革、そしてグリーン債券を対象とした資本市場のようなグリーン・イノベーションである。

調整に失敗すれば、大きな代償を払うことになるだろう。気候変動のマクロ経済面への影響に関する学術研究によると、さらに深刻なレベルの温度変化が見られる場合でも、2100年までのGDPへの影響は小幅にとどまるとしているが、基となる現状モデルは多くの制約に面していることが知られている。最新のパネルデータのフレームワークでさえ、依然、今日に至るまで、人間の時間尺度ではかつて経験したことのない温度とGDPのシナリオについての将来的な予測に過去データを利用している。そのため、これらもまた下振れ傾向の可能性もある¹⁷。自然に関係した経済リスクに関する幅広いリサーチによると、世界のGDP全体の半分以上が「自然とその恩恵に中程度または高度に依存していることから、自然の喪失リスクにさらされている」ことが示されている¹⁸。同様に、ケーススタディに基づく局所効果の分析は、はるかに深刻な経済的影響の可能性を示している¹⁹。重要なことは、気候リスクは地理的に均等に分散されておらず、地理的な条件や経済のセクター構成に依存していることである。気候リスクは、多額の適応コストや緩和コストを賄うことのできない比較的貧しい国に最も大きな悪影響を及ぼすと考えられる²⁰。

13 スイス・リー、2017年8月9日、前掲書

14 かかるシナリオにおいては、カテゴリー5クラスのハリケーンが少なくとも1回、ヒューストン、マイアミまたはニューヨークなどの主要大都市に上陸するほか、同シーズン中に米国、カリブ海またはメキシコも深刻なイベントに見舞われると想定

15 B. Gardner 著、「何もしないことのコスト：気候変動に起因するバリュー・アット・リスクを認識する」、エコノミスト・インテリジェンス・ユニット、2015年7月24日

16 気候への投資、成長への投資、OECD 出版局、パリ、2017年

17 D. Mackie および J. Murray 著、リサーチ・ビジネス：気候とマクロ経済、JP モルガン・エコノミック・リサーチのスペシャル・レポート、2020年1月14日

18 自然のリスクが高まっている：自然を巻き込んだ危機が事業や経済にとって重要である理由、世界経済フォーラム(ブライズウォーター・ハウス・オブ・ブックスとの共同作業)、2020年

19 気候リスクと対応。物理的ハザードと社会経済的影響、マッキンゼー・グローバル・インスティテュート、2020年

20 J. Nixon 著、地球温暖化の経済的影響、オックスフォード・エコノミクスの白書、2019年

経済成長と気候変動を背景に、気象災害による損害が増加

経済モデルおよび保険市場モデルは、気候変動リスクを明示的に考慮に入っていない

物理的リスクと転換リスクへのエクスポージャーを踏まえれば、長期的な影響をより深く理解することが保険会社にとっての本質的な利益となる

気候リスクは、経済発展に及ぼす影響がますます認識されるようになってきたにもかかわらず、大方の長期的経済モデルおよび保険市場モデルにおいて明示的に考慮されていない。その主な理由は、気候リスクの重大性を多面的に推定することが概念的および計算上において困難であるためである。しかし、推定をめぐる不確実性が大きいとはいえ、気候変動を明示的に考慮に入れないという選択肢は、保険業界にとってありえないことである。

保険業界は、物理的リスクと転換リスクを通じて、気候リスクに対して基礎的なエクスポージャーを有している。物理的リスクは、プライマリー・ベリルの二次的影響（例えば、ハリケーンに起因する高潮）といった気候変動の実際の影響である。世界がゼロカーボン経済に向かうことに伴い発生する転換リスクには、方針の変更、評判効果、市場の嗜好や規範・技術の変化などが含まれる。こうしたエクスポージャーが存在するため、バランスシートの資産と引受サイドへの長期的な影響をより深く理解することが業界にとっての本質的な利益となる。

気候変動:科学者の見解

スイス・リー・インスティテュートは、本章の筆頭著者であるコロンビア大学のアダム・ソーベル教授に感謝申し上げます

気温の上昇が自然災害リスクをどのように変化させるかは完全には理解されていない。不確実性の主な理由は、プライマリー・ベリル(ハリケーンなど)に起因するより激しいセカンダリー・ベリル効果(高潮など)など、気候変動によると思われる影響に関する観測値が蓄積されておらず、完全でないことにある。しかし、温暖化が影響を及ぼしている兆候はある。確かな証拠を収集するには何十年もかかる可能性があり、それまでに、プライマリーおよびセカンダリー・ベリルによってもたらされるリスクは、現在の自然の変動性をはるかに超えるレベルにまで拡大していることも考えられる。

証拠が無いことは変化していないことの証明にはならない

アダム・ソーベル教授

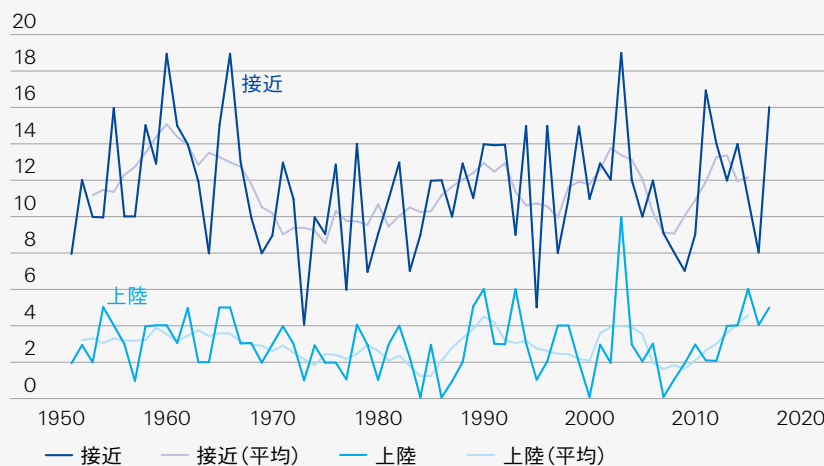
地球温暖化と温室効果ガスの影響は、科学的には広く受け入れられている

トレンドの検出および属性設定のために気候学者が使用してきた基準は保守的である

科学界は、人間活動が気候に及ぼす影響をいまや完全に認めている。気候変動に関する政府間パネル (IPCC) は、人間の活動によって地球の気温が産業革命前の水準から約 1.0°C 上昇したと推定している²¹。さらに、IPCCによれば、BAU ケースで二酸化炭素排出が続けば、2030年から2052年までの間に産業革命前の水準から 1.5°C 気温が上昇し、対策が取られなければ、21世紀末の気温は産業革命前の水準より 4°C 以上上昇するという。

人間活動による気候変動と自然災害リスクへの影響についての完全な理解はまだ完結していない。その理由の1つは、トレンドを検出し、その属性を設定するために気候学者が伝統的に使用してきた基準が保守的であり、変化がないにもかかわらず出される「誤った警報」の可能性を最小限に抑えるよう設計されているためである。しかし、そうすることで、こうした基準は変化があった場合でも検出できない可能性を高めることになるため、こうした誤りの可能性は極めて大きな問題となる。例えば、保険モデルは台風によってもたらされる脅威を過小評価した予測を行う可能性があるが、これは、観測の歴史が短いことや、従来こうした異常気象イベントの発生頻度が低かったためである。異論もあるかもしれないが、現在、人間活動による気候変動が日本の台風発生頻度上昇につながっている。長期的なトレンドについて確固たる結論を出すことは困難であるが、近年における日本の台風は1960年代のような活発な活動期にあるかもしれないことが示唆されている(図8を参照)。

図8
日本に接近(ライトブルー)、上陸(ダークブルー)した最大風速34ノット超の熱帯低気圧、1951~2018年



注:太線は年間発生件数、細線は5年移動平均ベースの発生件数を示す。
出典:気象庁の気候モニタリング、2018年

21 1.5°C の地球温暖化、IPCC、2018年10月

気候変動がハリケーン・リスクに影響を及ぼす可能性は、気候変動に伴う高潮や豪雨に起因する洪水被害の規模の拡大に最も如実に表れている

風力も気候変動の影響の兆候を示している

しかし、多くの側面が依然として明確になっていない

ハリケーン・リスク：人為的気候変動に関するケーススタディ

人間活動が気候変動にもたらした影響の根拠を述べるため、ここでは、シグマの記録上、ピーククロスが発生した3年のうちの2年（2005年および2017年）で自然災害損害の最大の原因となったハリケーンに焦点を当てる。気温の上昇によってハリケーン活動に変化が生じたことと確信を持って結論づける十分な証拠はない。しかし、ハリケーンによるリスクの高まりの兆候は出ており、そうしたリスクの上昇は人間の活動が一因となっている可能性がある。

- **ハリケーンの副次的影響としての高潮による沿岸洪水。**海面上昇により、沿岸洪水イベントはますます深刻化してきた。例えば、ニューヨーク市の海面は1900年以降、約1フィート上昇したが、そのうち約8インチは気候温暖化が関係している²²。どの暴風と高潮の組み合わせで見ても、洪水はその8インチ分深刻化している。2012年にハリケーン・サンディがもたらした洪水は、9フィートの高潮と、干潮時より5フィート高い満潮によるものであった。高潮全体に比べれば小さい規模ではあるが、8インチの海面上昇は依然、大きなものであった。
- **ハリケーンによって生み出される降雨量が増加しつつあることは、ほぼ間違いない。**ハリケーン・ハービー（2017年）やハリケーン・フロレンス（2018年）などの暴風に伴う降雨で、洪水はさらに深刻の度を増している。降水量は、気温が1°C上昇するごとに5～20%増加する²³。

こうした二次的影響に加えて、気候変動によってハリケーンの風力が増しているという兆候が見られるほか、前進運動の速度が低下しているという証拠もいくつかある。

- **ハリケーンの風力が増している。**その証拠は北大西洋のハリケーンでとりわけ多く見られる。温暖化に起因すると考えられる風力上昇の程度は明らかではない。その程度は数パーセントに過ぎないかもしれないが、それでも大きい。損害は風速の3乗に比例する（恐らくは、それ以上）²⁴。風力が増すと損害は3倍以上になる可能性がある。
- **暴風の前進運動の速度が低下している可能性がある。**最近の幾つかの研究によると、暴風の移動速度が低下していることが示されており、これが気候変動の結果によるものであることが示唆されている。ハリケーン・ハービー（2017年）およびバハマ諸島を襲ったハリケーン・ドリアン（2019年）の場合も、暴風の移動速度が遅かったことが損害をさらに甚大化させた。

他の側面は依然として明確になっておらず、気候変動によるハリケーン・リスクの全容は、限定的にしか評価できない。例えば、気候の温暖化に伴ってハリケーンの頻度がどのように変化するかについて評価する理論は存在しない²⁵。目下のところ、何が熱帯低気圧の発生件数を決定づけているのかさえ、よく分かっていない。歴史的に見れば、数値シミュレーションは、温暖化とともに発生頻度が低下することを示す傾向にあったが、ここ数年、一部の先端モデルは、むしろ増加することを示している。暴風の強度が増し、より激しい豪雨や、より多くの沿岸洪水が発生しても、暴風の総数が減少すれば、トータル・ハザード（特定の地域における特定規模のイベントの確率）は一定を維持するか、低下する場合さえある。しかし、暴風の発生件数が増え、それに伴って風力と降雨量が増すと、もたらされるリスクははるかに高くなる。すべての証拠を考慮すると、ハリケーンに関しては、状況は複雑である。幾つかの側面は温暖化とともに悪化しており、不確かながら悪化する可能性がある側面もある。そして、その他の側面（中でも最も重要なのはハリケーンの頻度）は極めて不確かである。その結果、ハリケーン・リスクの全体的な評価に大きな不確実性が発生する。

22 V. M. Gornitz, M. Oppenheimer, R. Kopp (ほか共著)、「第3章：海面上昇」、*ニューヨーク市気候変動パネル*、2019年レポート、ニューヨーク科学アカデミー、2019年3月15日

23 M. Liu, G.A. Vecchi, J.A. Smith, T.R. Knutson 共著、「地球温暖化でハリケーンによる降雨量が大幅に増加すると予測される理由」、*npj Climate and Atmospheric Science*、第2巻、2019年

24 K. Emanuel 著、「地球温暖化の米国ハリケーン被害への影響」、*Weather, Climate, and Society*、第3巻、4号、2011年

25 K. J. E. Walsh (ほか著)、「熱帯低気圧と気候変動」、*WIREs Climate Change*、7巻、2016年

自然変動と人間が作り出した気候変動の相互作用が兆候の把握を困難にする

調査は続くが…

…なすべきことは多い

最大の課題は短期間の観測記録しかないことである。特に、自然変動が大きいことを踏まえると、異常気象の変化をめぐる不透明性の大半は、このことに起因する。人間が誘発した気候変動の影響は自然変動と重ね合わさり、人的要素を分離することが困難になる。異常イベントについては、発生頻度が低いために変動幅がさらに大きくなり、結論的な統計とはなっていない。

さらに複雑なのは、地球の最近の気候観測記録における重要なシグナルの解釈、特にハリケーンに最も直接的に関連するシグナルの解釈の中に問題が存在するものがあることである。その理由は、これらのシグナルが変化をどの程度まで自然変動対人間活動によるものとして反映しているかが明確でないことにある。

- **大西洋の数十年規模振動。**これは、1970年代と1980年代のハリケーン活動が低調であったのに対し、その後は活発な期間が続いたことにとりわけ顕著に表れている。数十年規模の振動は、海洋の熱塩循環の自然変動が原因であると長期にわたって考えられてきた²⁶。しかし、その後の研究では、こうした解釈に異議が唱えられ、最近の振動の多くはエアロゾルと温室効果ガス排出が組み合わさって生み出されたものであるとの強い主張がなされている²⁷。もし、この主張が正しいとすれば、1970年代と1980年代の活動低長期への帰還が根拠となる可能性が低くなることを意味する。なぜなら、活動の低調期は人為起源のエアロゾル冷却によって引き起こされたものであり、(環境規制により禁止されたため)それが繰り返される可能性は低いためである。
- **エルニーニョとラニーニャ。**太平洋では、歴史的にエルニーニョ現象が大西洋でのハリケーン活動を抑制する一方、ラニーニャ現象はハリケーン活動を活発化させている。しかし、研究によると、将来的にはラニーニャの様相が強まり²⁸、大西洋ではハリケーンが発生しやすくなるという実質的証拠が明らかになっている。

将来の研究には多くの課題

異常気象イベントの変化をより正確に検知し、それを人間活動による気候変動として属性設定するためには、さらに多くの研究を行う必要がある。

- **継続的な観測：**気候変動（その1つである異常気象イベントも含む）の文書記録に必要な長期記録を続けるため、観測ネットワークを長期間にわたって維持する必要がある。
- **物理学の理解を深める：**観測結果とモデルの解釈に対する信頼性を高めるためには、自然気候変動（および人間活動による変動）と異常気象イベントとの関係についての理解を根本的に改善する必要がある。ハリケーンの場合、毎年ハリケーン発生件数と、それがどのように変化するかを説明する適切な物理理論は依然、存在しない。

26 風力によって生まれる潮流や潮位とは異なり、熱塩循環は密度差によってもたらされる。海水の密度は温度と塩分濃度に依存する。

27 M.E. Mann および K.A. Emanuel 共著、「大西洋ハリケーンは傾向的に気候変動にリンクしている」、*Eos*, 87 巻, 2006 年。
A. Clement ほか著、「海洋循環に役立たない大西洋の数十年規模振動」、*サイエンス誌*, 350 巻, 2015 年。
K. Belomo ほか著、「CESM ラージ・アンサンブルにおける大西洋数十年規模振動の主要牽引役としての歴史的フォーシング」、*Climate Dynamics*, 2017 年

28 R. Seager ほか著、「温室効果ガス排出量の増加とともに熱帯太平洋地域の海面温度が上昇」、*ネイチャー クライマイトチェンジ*, 2019 年

長期的見通し：気候フィードバックと転換点

転換点は、数世紀にわたって気候システムを変えることのできる不可逆的な変化である

和らぐことのない気候変動をもたらす長期的リスクは、不可逆的な「転換点」である。気候システムは、多くの動的な海洋プロセスおよび大気プロセスから成っており、相互関連性が強く、必ずしも自己安定的ではない。比較的小さな摂動でさえ、気候を新たな状態に「傾斜させる」か、自己増幅フィードバックループを引き起こす可能性があり、その結果、何世紀にもわたって気候を大幅に変化させる可能性がある。フィードバックループを強化する事例(すなわち、正のフィードバックループ)には以下のものがある。

- 永久凍土融解：地球温暖化による北極圏の永久凍土融解は、現在、凍土に閉じ込められている大量の二酸化炭素やメタンガスを解き放つ²⁹。こうした温室効果ガスの放出はさらなる温暖化とさらなる永久凍土の融解を引き起こす。
- 山火事の頻発：気温の上昇と乾燥が山火事を頻発させる³⁰。山火事の発生頻度が増すと、より多くの二酸化炭素が大気に放出され、それが実質的に炭素吸収源を炭素放出源に転換させることにより、地球温暖化の問題を深刻化させる。

最も重要な転換点は、南極とグリーンランドの氷床の崩壊…

幾つかの研究は、直接的な強制(人為的排出)または、不可逆的な変化につながる正のフィードバックの引き金を引くことによって、大きな転換点を越える可能性があることを特定している。なかでも最も重大なのは、南極とグリーンランドの氷床の崩壊、北極圏の永久凍土の融解、エルニーニョ・南方振動(ENSO)の振幅拡大、大西洋熱塩循環の停止(例えば、ガルフ・ストリーム)、モンスーンのパターンの変化である³¹。すべてが世界のリスク状況を劇的に変化させるであろう。例えば、研究によると、西南極氷床の崩壊と融解は、海面をさらに5メートル上昇させる可能性がある³²と推定されているが、グリーンランドの氷床融解は、海面を2～7メートル上昇させる可能性があり^{32, 33}、その結果、沿岸洪水のリスクに深刻な影響を与えるであろう³⁴。

…そしてアマゾンや北方林の立ち枯れ

アマゾンや北方林の立ち枯れも重要な転換点になる。森林は自然の炭素吸収源であり、大気中の二酸化炭素を吸収することにより、温室効果ガスの影響を抑制する。森林が立ち枯れると、貴重で繊細な自然の生態系が破壊され、地球温暖化が進み、こうした巨大な森林地帯に大きく依存する地域の気候を変化させる³⁵。

今こそ行動すべき

気候条件は何世紀にもわたって自然に変動してきた。正確な評価ができないシナリオに直面しても、リスクの上昇を示す証拠がある場合は、人類は不確実性が確実になるまで待つ余裕などない。今こそ行動すべき時である。都市化と経済発展が進む世界にあって、気温が1度上昇することにハリケーン・リスクがどれだけ増すかをデータによって明確に示せるようになるのを待つだけでは、ハリケーンによる損害の脅威は増すばかりである。

29 E.A. Schuur ほか著、「気候変動と永久凍土層の二酸化炭素放出」、*ネイチャー*誌、520 巻、2015 年

30 J.T. Abatzoglou および A.P. Williams 共著、「人為的気候変化が米国西部森林地帯の山火事に及ぼす影響」、*米国科学アカデミー紀要*、2016 年

31 T.M. Lenton ほか著、「地球の気候システムを転換させる要因」、*米国科学アカデミー紀要*、2008 年

32 T.M. Lenton 著、「気候転換点の早期警戒信号」、*ネイチャー クライメイト チェンジ*、1 巻、4 号、2011 年

33 R.E. Kopp ほか著、「世界の検潮所における 21 世紀および 22 世紀の海面水位予測」、*Earth's Future*、2 巻、8 号、2014 年

34 R. Marssoili ほか著、「気候変動が空間的に異なるパターンで米国大西洋およびメキシコ湾岸におけるハリケーンによる洪水ハザードを拡大させる」、*ネイチャー コミュニケーションズ*、10 巻、1 号、2019 年

35 S. Solomon ほか著、「二酸化炭素排出による不可逆的な気候変動」、*米国科学アカデミー紀要*、2009 年

気候変動:保険への影響

気候関連リスクは今後も保険対象になり得ると考える。しかし、多くの不確実性に直面するなかでリスク評価を改善し、保険引受能力を確保するためには、保険会社は変化するパラメーターにモデルを継続的に順応させる必要がある。気候変動の影響に関する確かなデータがないため、保険会社はすべての気象変数について予想される結果の信頼水準を考慮に入れる必要がある。特に、保険会社は、科学的知見を追跡し、最新の知識を用いて過去の記録のバイアスを除去し、忍び寄る損害をより良く理解するとともに、現地に特化した適応策を考慮して、リスク・モデルを継続的に更新・強化すべきである。

信頼性重視の考え方

リスク評価の方程式の新たな2つの変数：時間軸…

これまで保険会社は、自然災害リスクを頻度と損害規模の2つの次元からとらえてきた。気候変動によって、リスク評価の方程式に時間軸と信頼水準の2つの新たな要素が導入された。これまでに起こった地球温暖化による気象システムと環境の変化の時間的尺度を理解すれば、将来の変化が予測可能になる。ゆっくりとしてはいるものの、着実な変化であることが分かっているため、保険会社やその他の利害関係者には、適応し、対策を講じてレジリエンスを高める時間がある。異常気象イベントは、発生頻度が低い場合、パターン変化に対する理解の形成がより難しい。

…そして信頼水準

こうした現実の下、保険会社は気候変動の影響を評価するに当たっては異なる視点から考えることが必要となる。確かなデータがないため、様々な気象と環境の変数において予想される結果の信頼水準の面からリスクを評価するアプローチを取るべきである。このアプローチは常に不確実性を伴うため、予測に当たっては考慮対象の時間軸を限定する必要がある。気候変動に直面する元受/再保険会社や金融規制当局は、現在のすでに変化しつつあるリスク環境と近い将来に予想される変化を最高の精度で反映させることに集中しなければならない。

気温上昇と直接関係するリスクの信頼水準が最も高い

信頼水準は？

気候変動の影響と保険業界との関係を図9に示した。観測されたトレンドと将来のトレンドの信頼度が最も高いのは、地球温暖化関連のリスクである。例を挙げると、氷河や氷冠の融解および温暖化による水の熱膨張が海面上昇につながっている。これらは、沿岸地域の長期的なリスクである高潮の規模拡大に直結する可能性がある。これまでのところ、海面上昇は比較的ゆっくりと進んでおり、近い将来はこうしたペースが維持される可能性が高いため、沿岸洪水のリスク軽減策を講じる時間的余裕がある。現在の保険への影響は財物保険種目に限定され、ほとんどは沿岸および洪水地域にとどまっている。

気候変動が最高最低気温の上昇につながった点についても信頼度が高い

もう一つ、信頼度の高い気候変動の結果は最高最低気温の上昇である。これは、熱波、干ばつ、水不足の期間を長期化させ、頻度も高めている。熱波は、農業、生産性、インフラ、水資源、健康、死亡率に影響を及ぼす。さらに、近年、各地（カリフォルニア州、ポルトガル、オーストラリアなど）で見られるように、高温で乾燥した気象条件が森林火災のリスクを高め、荒野・都市部境界面のエクスポージャーに深刻な結果をもたらしている。頻発するペリルから発生する損害は、おおむね再保険プログラムにおける保有の範囲内にとどまっているため、最も大きく影響を受けるのは元受保険会社である。再保険会社への影響は、クオータ・シェアのような比例再保険や年間アグリゲート・カバーのような非比例再保険を通じたものとなる。

気候変動が異常降雨や洪水のリスク増大につながっているとの見方の信頼度は相対的に低い

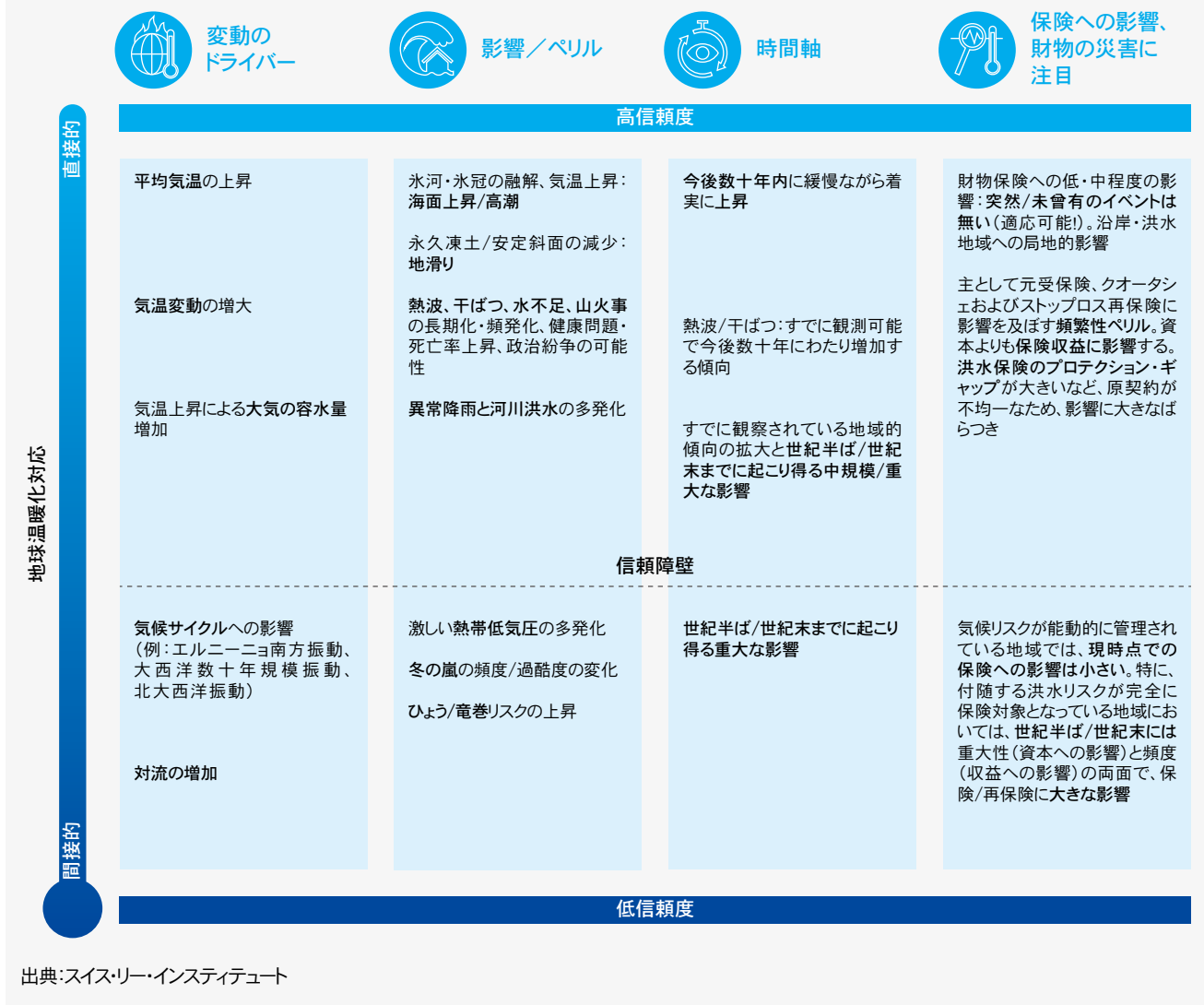
気温上昇によって大気が保持できる水蒸気は増加するため、(平均して)異常降雨のリスクは増大する(熱帯低気圧が誘発する降雨など)。しかし、他の要因からも影響を受ける河川の洪水リスクについては、気温上昇の影響推定の信頼度は低い。地域的なトレンドはすでに観測可能だが、この領域はプロテクション・ギャップが依然大きい。洪水関連損害の保険への影響は限定的である。大気および海洋学的循環の変化トレンドの理解に対する信頼度はさらに低い。これらは、例えば熱帯低気圧や欧州の冬の嵐の頻度や強度に影響を及ぼしている。その一因は、今日に至るまでこうした異常気象イベントの発生頻度が低く、様々な要素の複雑な相互作用によって気候システムが決定づけられるためである。

海面温度の上昇が熱帯低気圧の形成と強度上昇の確率を高める一方、その確率はウインド・シアの激化で相殺される。同時に、例えば気候変動がジェット気流に及ぼす影響のほか、それが温帯低気圧や非定常天候パターンの発生へ及ぼす影響に関する不確実性も存在する³⁶。地球規模では、今世紀半ばから後半までに、財物保険や事業中断保険に大きな影響が及ぶ可能性がある。現在、すでに洪水の被害を受けやすい地域におけるこうした保険種目には地域的な影響が表れている。

「信頼度の障壁」を克服するには、さらなる研究と高度なモデリングが必要

こうした複雑な相互作用は、気候変動がハリケーンなど深刻度の高いペリルに及ぼす影響に関する保険関連の定量化をどれもすべて極めて不確実にする「信頼度の障壁」をもたらす。影響の重大さを考慮すると、元受 / 再保険会社およびモデリングを利用する業界は、信頼度が依然として低い分野のさらなる研究やモデリングの不確実性の定量化を通じて、この障壁を乗り越える必要がある。

図 9 気候変動の影響の分類と元受/再保険業界にとっての関連性



36 D. Coumou, G. Di Capua, S. Vavrus, L. Wang, S. Wang 共著、「北極温暖化増幅が中緯度帯の夏季循環に及ぼす影響」、ネイチャー コミュニケーションズ、9 巻、1 号、2018 年

気候変動とリスク補償事業

気象関連のペリルは依然、保険対象となり得る…

気象関連のペリルは依然、保険対象となり得ると考える。気候変動の長期的な結果の理解は、軽減のための政策や戦略的意思決定にとって極めて重要だが、ほとんどの（財物）元受 / 再保険事業は対象期間が短いため、リスクに対する見解とリスク許容度を継続的に調整することができる。このように、自然災害の変化だけでなく、エクスポージャーの変化に対しても定期的な調整が行われるため、気候変動は依然、元受 / 再保険業界にとって管理可能なリスクとなっている。それでも、テールリスクに変化があった場合の収益性と支払能力を確保するため、損害の動向とリスクのトレンドを慎重にモニターする必要がある。

…ただし、頻度の高いセカンダリー・ペリルの損害拡大が逆風になっている

気候変動は動的であり、リスクを評価するには動的な変化を追跡する必要がある。近年、セカンダリー・ペリルによる損害は増加傾向にあり、温暖化が続けばこのトレンドは続く予想され、異常気象条件とこれに付随するセカンダリー・ペリル・イベントの発生も増える可能性が高い。セカンダリー・ペリルとプライマリー・ペリルのいずれも頻度と深刻度が高まる可能性があり、モデルもこれに（動的に）適応する必要がある。

米国の洪水保険は、モデルの動的適応が気候変動の影響のミスマッチング防止に役立つ領域の一つ

例を挙げると、米国洪水保険市場は、気候変動が内陸部（多雨と河川）および沿岸地域（高潮）の洪水リスクに及ぼす作用の影響を受ける可能性が高い。特別洪水危険区域（全米洪水保険制度（NFIP）で開発が制限されている100年洪水の浸水区域）の面積は2100年までに40～50%拡大すると予想される³⁷。海岸線が不変と想定すると、2100年までに保険契約1件当たりの平均損害コストは90%増加し、保険契約1件当たり平均保険料は70%上昇することになる。こうした予想が、洪水リスク・マップ作成時に気候変動の影響を考慮する提案および洪水が多い区域からの移住を促す戦略および建築規制（住宅の床高規制など）遵守の促進など、全米洪水保険制度（NFIP）の改革を求める声につながっている³⁸。

気候変動の影響は元受 / 再保険会社のバランスシートの両サイドに打撃を与え得る

気象関連ペリルを保険対象として維持する

元受/再保険会社は、バランスシートの両サイドで数々の気候変動リスクに直面している³⁹。最大の焦点は負債の部で、物理的な気候変動リスクが保険引受事業の業績に影響を与えることがある。さらに、顧客、規制当局およびその他市場参加者の行動が、収益性や支払能力に対して悪影響を及ぼすという新たなリスクにつながる可能性がある。

保険会社にとって保険引受業務の最大のリスクは、過去の損害データや不完全 / 陳腐化したモデルへの依拠による保険料の過小評価である

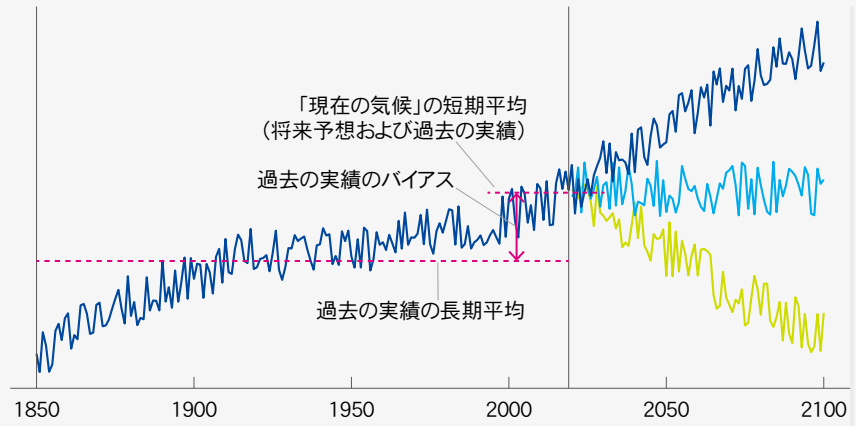
気候変動、その他マクロ・リスクのトレンドを考慮すると、保険引受業務における最大のリスクは、現在のリスクを評価する際に過去の損害データや不完全または陳腐化したモデルに依拠して、保険料率を過小評価することである。図10に示したように、物理的危険の長期的な過去平均に基づいてリスクを評価すると、過去のバイアスによって実際のリスクとモデル化されたリスクの間に格差が生じる。これは低頻度、高頻度いずれのペリルにも当てはまり、リスクに対する見解と実際のリスク状況の間に時間差が生じる可能性がある。

³⁷ 気候変動および人口増加が2100年までの全米洪水保険制度に及ぼす影響、AECOM、2013年

³⁸ D. Adler ほか著、「気候変動を受けた全米洪水保険制度の改革」、*Environmental Law Reporter*、49巻、4号、2019年

³⁹ E. Mills 著、「気候変動下の保険」、*サイエンス誌*、309巻、2005年

図 10
過去のデータに基づくモデルのバイアス



出典:スイス・リー・インスティテュート

提言

保険会社への提案

以下の行動は、気候変動の影響を受けるリスクに対する保険会社の保険提供を後押しし、バランスシートを健全に維持し、持続可能なレジリエンスを確保する助けになるだろう。

- 最新の科学的知見の追跡とモデル化：気候変動の下でビジネスモデルを持続可能にするために、保険会社は最新の科学的知見を常に把握し、それらを自然災害モデルに組み入れる必要がある。科学的知見を実務的なリスク評価のノウハウに変換するよう努めなければならない。日本の台風（以下の「台風ハギビス（台風 19 号）：警鐘を鳴らす」の項を参照）など、これまで十分にモデル化されていなかったセカンダリー・ベリル（による損害への影響拡大）については、より高度なモデル化アプローチが必要になる。ここで特に重要となるのが、元受保険会社および、より頻度の高い小規模イベントがリスク規模を大幅に変化させる可能性のある年間アグリゲート・カバー再保険商品である。

過去 2 年の日本の台風イベントが警鐘を鳴らす

台風ハギビス（台風 19 号）：警鐘を鳴らす

2019 年、日本は 9 月の台風ファクサイ（台風 15 号）と 10 月の台風ハギビス（台風 19 号）に連続して襲われた。これらの台風は、東京首都圏や千葉県などの人口密集地域に大きな被害を与えた。被害の原因は、台風による暴風雨が甚大な内水洪水につながったことである。台風の長い歴史を踏まえると、台風ファクサイ（15 号）とハギビス（19 号）、そして 2018 年の台風ブラピルーン（台風 7 号）も、台風自体は「予想外」のイベントではなかった。しかし、特に 2019 年の台風ハギビス（台風 19 号）、そして 2018 年の台風ブラピルーン（台風 7 号）の洪水は日本の洪水リスクの可能性に注目が集まるきっかけになった。

保険業界は国内の洪水リスクに関する評価を見直す必要がある

1950 年代から 1960 年代の甚大な台風被害を受け、沿岸部および内陸部の洪水対策に多額の投資が行われた結果、日本の洪水リスクはその大半もしくはすべてが軽減されたと考えられていた。台風ハギビス（台風 19 号）がこの前提に疑問を投げかけた。洪水対策は首都圏の人口密集地域については大惨事を防止したが、長野県などで 55 ヲ所以上の堤防の決壊や河川の氾濫があり、深刻な洪水リスクの一部しか軽減されていないことが分かった。保険損害額 80 億米ドルの大半は洪水による損害が占めた。現在の洪水対策は影響を軽減しているが、決して完全なものではない。このため、今日の日本の水害のように特に強度の面で高リスクのものについては、モデルを見直す必要がある。

- 科学的知見を生かしたリスク評価と保険引受業務：保険会社は今後 2～3 年間に損害の頻度と規模の変化が及ぼす影響の定量化を改善し、過去の損害実績の調整方法をより良く理解して、近い将来のために維持可能で適切な価格の商品を設計すべきである。例えば、気候変動の影響が大きい保険種目は農業である。観測、物理理論、数値モデリングのすべてを総合すると、地球のほとんどの地域で熱波と農地の干ばつの頻度が上昇している⁴⁰。深刻な干ばつは作物収穫量に影響を及ぼしており、成長周期が早まることによって、収穫が異常降霜イベントの被害を受けやすくなっている。緻密な農業経営、土地監視および灌漑システムの改良など、技術の進歩によって気象イベントが農業に及ぼす影響を一部軽減することができる。すべてを考慮すると、こうした動向は過去の損害データの代表性に疑問を抱き、修正するために利用することができよう。
- 過去の記録のバイアスを除去し、損害クリーブを抑制：さらに、モデリングと保険引受業務を手掛ける企業は、エクスポージャー、ハザードおよび脆弱性のいずれについても、過去の記録のバイアスを除去するため、手法を改善する必要がある。現時点ではリスク・モデルに完全には捕捉されていない GDP 成長率や都市化といった要因が、どのようにリスクと損害の増大に影響を及ぼしているのかを理解することが重要である。

これは、損害クリーブへの対応策にもなる。日本における 2018 年の台風チービー（台風 21 号）といった最近の災害イベントで損害クリーブの原因となったものは、気候変動では全くなく、都市化には部分的に関連し、モデル化されていない複雑な構成要素であった。台風チービー（台風 21 号）の損害額は 2019 年末まで増加を続け、最終的には当初、大災害モデルに基づいて試算された 60 億米ドルの 2 倍を超える 130 億米ドル近くとなった。

図 11 は損害額の増加と損害クリーブに寄与し得る要因を示したものである。そうした要因には以下が含まれる。

- モデルの限界：これには、セカンダリー・ペリルである台風後の損害拡大といった複雑な現象の説明に、単純化したアプローチを用いた直接の結果としての「既知の」限界が含まれる。また、これには、完全には理解されておらず、モデルでは一部分だけ考慮されているか、あるいは無視すらされている極端現象の結果（気候変動の影響、都市化の進展に伴う土地利用の変更等）である「未知の」限界も含まれる。
- 損害規模による経済の行き詰まり、備えの欠如、損害額を押し上げるソーシャル・インフレーションなどによるマクロ経済への影響および社会経済的影響。例えば、フロリダ州の保険契約者が保険金請求を住宅改修業者や弁護士等のサードパーティに移転する慣行（いわゆる受益権の譲渡、AOB）は、財物保険金の支払増をもたらす重要な決定要因になっている。フロリダ州では AOB の濫用と訴訟の蔓延によって 2017 年のハリケーン・イルマによる保険損害額が 20% 超増加したと推定される。
- 再建費用の過小評価など、エクスポージャー・データの前提の誤り。2010/2011 年のニュージーランド地震がこれに当てはまる。再調達価格は保険契約に示された保険価額の 3 倍近くとなった。
- 過小保険条項が十分でない場合やモデルと文言の間の不整合（土地の被害 / 復旧が保険対象になっている、あるいは適切に対処されていない等）など、保険契約や再保険の契約条件の文言。
- 様々な当事者間の調整不足、または同じ保険金請求に対して複数の保険契約が存在することによる保険金請求プロセスの複雑化。

40 特別報告書「気候変動と土地」、国連気候変動に関する政府間パネル (IPCC)、2019 年

図 11
損害クリープを構成する要素

イベント前	イベント後
<p>モデル</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 単純化されたアプローチ ■ モデル化されていないか、部分的にモデル化されたリスク要因 <p>エクスポージャー</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ エクスポージャーの価値に関する誤った前提 <p>契約書の文言</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ モデルと契約書の文言の間の不整合 	<p>マクロ要素</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 損害規模による経済の行き詰まり ■ イベント後の建築規準の厳格化 ■ ソーシャル・インフレーション <p>保険金支払プロセス</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ リノースを圧倒的に上回る保険金請求件数 ■ 関係者間の調整不足

出典:スイス・リー・インスティテュート

- 地域特有のリスク軽減および適応のための措置を考慮する：プライシングを改善するため、保険会社は地域的なリスク軽減・適応策の効果も考慮すべきである。例えば、オランダのロッテルダムの上昇による洪水リスクの管理は、モザンビークのベイラの場合とは全く異なる。いずれの都市も低地だが、気候変動に対する両国の対応策は全く異なる。オランダは巨大な三角州を有し、古くから堤防、砂丘、堰堤、障壁を用いて洪水リスクを軽減してきた。海面上昇と降雨量の増加に直面して、近年、オランダ政府は洪水防止政策を見直し、重点を従来のハザード軽減から、より総合的なリスクに基づく適応アプローチに変更した。治水と持続可能な空間計画の両面に基づく幅広い適応策が考案されている。さらに、気候リスクは継続的に評価されており、変化する物的リスク状況と洪水リスクへの影響について新たな科学的知見が得られれば、政策は見直される⁴¹。

その反対の例はモザンビークで、洪水リスク軽減策のための計画と投資が不足している。その結果、2019年3月にサイクロン・イダイが上陸した際は、豪雨と高潮でベイラの90%が浸水し、その中には収穫直前の同国で最も肥沃な農地の一部も含まれていた⁴²。イダイによる経済的損害は総額30億米ドルと、モザンビークにとって過去最大の大災害となり、シグマの記録では、アフリカの気象イベントとしても最大の損害額となったが、付保額はわずか1億5,000万米ドルだった。その6週間後にはさらに強力なサイクロン・ケネスがモザンビークとタンザニアの国境沿いに上陸し、200万人近くの人々が家を失った。

- 保険金請求パターンの変化をモニターする：保険会社は保険金請求パターンの検知と理解を向上させるべきである。気候変動の影響は、様々な時間的尺度と地域的特性を通じて表れるため、新たなトレンドの決定要因を分析するには、保険金請求報告の精度の向上が極めて重要である。トレンドを検知してリスク・プレミアムを調整できなければ、保険リスク移転モデルの持続性に影響が及ぶことになる。

41 こうした動向の詳細は、本レポートを補足する欧州版2020年シグマ第2号臨時増刊シリーズ、「気候変動への適応：オランダに学ぶ」を参照。このシリーズはスイス・リー・インスティテュートのウェブサイトで見学可能。

42 A. Schroeder 著、「サイクロン・イダイ後の南アフリカにおける災害予防策の再考」、*PreventionWeb.net*、2019年4月9日

- 気候変動に対する認知度の高まりに対応する：変化する顧客ニーズに対応するため、保険会社は画期的な保険を提供するだけでなく、顧客への助言サービスを通じてリスクに関する専門知識を共有すべきである。
- 環境、社会およびガバナンス（ESG）の基準を投資活動に適用する：資産サイトについては、保険会社はESGの基準を投資活動（および保険引受業務）に適用すべきである。責任投資原則（PRI）によれば、長期投資家である世界の元受 / 再保険会社は、決算発表の情報開示の改善を提唱するとともに、取引可能な資産クラスとしてのインフラ金融のための証券化を促進することができる。加えて、気候レジリエンスに優れたインフラ・プロジェクトへ保険を組み入れることで、国際金融機関および政府系機関と協力して資金調達の円滑化を図ることができる。
- 規制当局との関係構築：気候変動に対する金融規制当局の関心も高まっており、低炭素経済への移行は引き続き重要な政治的課題になると考えられる。ストレス・テストとシナリオ分析を中心に、サステナビリティが金融業界全般の健全性規制や行動規制に組み入れられている。

様々な国で、引き続き低炭素経済への移行が重要な政治的課題となっているため、特にシナリオ・テストに関して、今後数年間に規制要件およびガイダンスが大きく進展すると予想される。(1) (金融業界一般と比較して) 損害保険会社にとって重要となる点に到達し、(2) マクロ的なリスク・トレンドの組み入れが最先端企業だけでなく保険業界全体にとって不可欠となる、公平な競争環境を創出するための議論を進める上で鍵となるものは、保険会社と規制当局の積極的な対話である。

結論

気候変動の影響は現れているが、気象リスクによる損害の拡大との関連を断定するには時期尚早である

気象関連イベントによる損害拡大の最大のドライバーはエクスポージャーの集積であることに変わりない

パニックに陥る必要はないが、今こそ行動を起こすべきである

リスク環境は動的であり、保険会社はリスク・モデルを継続的に順応させることにより対応する必要がある…

…一方、既存の保険引受プロセスの見直しも必要

2017年と2018年は自然災害による損害が連続して巨額に達したが、2019年は米国で深刻なハリケーンが発生しなかったため保険損害額は減少した。気候変動との関連性については、温暖化、海面上昇および熱波の長期化と頻度の上昇のすべてが、気候変動が現実のものであることを示す兆候と考える。地球温暖化が進むに従い、こうした変化が続き、異常気象イベントの発生頻度は高まるものと予想される。その結果、関連するセカンダリー・ベリル・イベントによるものを中心に、損害額の拡大が生じるものと思われる。

これは保険会社にとって何を意味するのか。シグマ調査では、長年にわたり気象イベントが引き起こす損害の拡大トレンドの最大のドライバーは、経済成長と都市化によるエクスポージャーの集積であることを示してきた。他の社会経済要因もまた損害トレンドに影響を及ぼしており、よって、寄与要因としての気候変動は（今後も）多くの構成要素の中の1つに過ぎない。

しかし、元受 / 再保険会社は、気候リスクを軽視すべきではない。最も差し迫った気候変動による影響は、沿岸の低地など高リスク地域へのスプロール化を始めとする、現在進行中の都市化と資産集中によるエクスポージャーの増幅であると思われる。人口や資産が過密化することで、気象関連イベントによる潜在的な損害が増幅される。特に、リスク軽減策が価値の集積に追いつかない場合はなおさらである。バランスシートの負債サイドに関して、保険会社の収益性に対して最大の脅威となるのは、後から現れる保険金支払額の拡大である。気候変動による資産サイドへの脅威については、保険会社の投資資産に対する物理的リスクおよび世界全体のゼロ炭素経済への移行に伴う移行リスクの形で現れる。

気象関連リスクは依然として付保可能であると確信しているが、今こそ行動を起こすべきである。気候変動リスクが長期的に軽減されなければ、気候システムの不可逆的な「転換点」に達する。このシナリオにおいては、気象関連イベントの頻度および強度の上昇に加え、気候条件の予想外の変化と社会経済的動向を受けて、エクスポージャーの大きな地域を中心に、資産に対する保険引受が不可能になる恐れがある。リスク状況は動的なため、後手に回らないようにするためには、保険会社は社会経済的動向や気候変動の影響に関する科学的知見を積極的に追跡し、天候リスクを付保可能な状態に保つための地域のリスク軽減策を万全にしておく必要がある。状況変化に継続的に順応していくためには、保険会社はこうした知識をリスク評価の見直し時に継続的に活用し、モデルが最新の気候変動と社会経済状況を反映したものになるようにする必要がある。

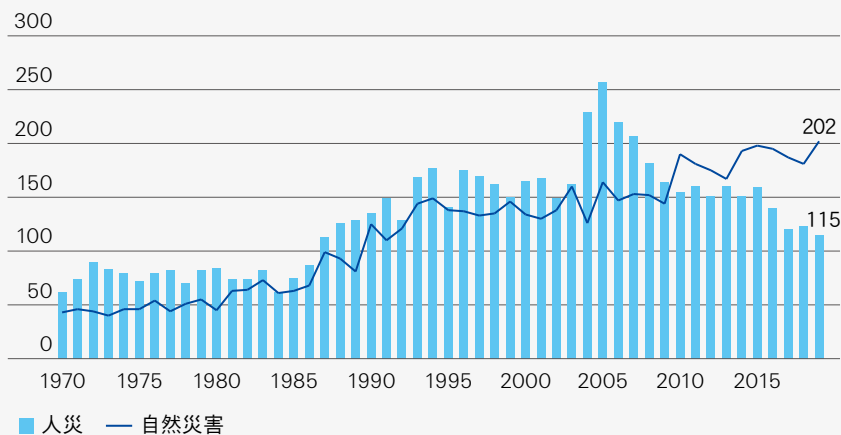
さらに、保険会社が直面する保険引受業務における最大のリスクは、過去の損害データや不完全 / 陳腐化したモデルへの依拠による、保険のリスク・プレミアムの過小評価である。このため、保険会社は最新の知識を用いて過去の記録のバイアスを除去し、損害クープへの理解を深めるとともに、これまで考慮に入れてこなかった損害の構成要素をリスク評価に組み入れることで、保険引受プロセスを見直すべきである。

詳細データ

事故件数：317 件

シグマの分類による2019年の世界における大災害は2018年の304件から増加して317件となった。そのうち自然災害は202件で（2018年の181件から増加）、史上最多の件数となった。人災は115件であった（2018年の123件から減少）。

図12
1970～2019年の大災害事故件数の推移



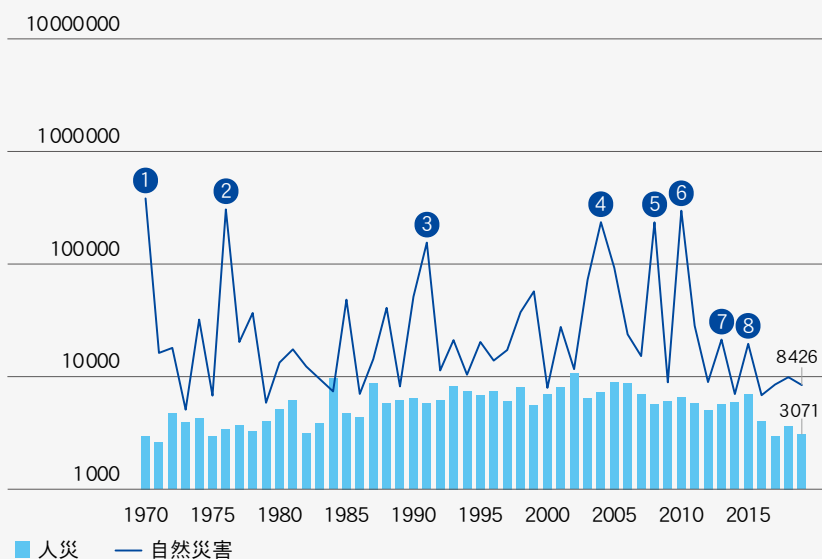
出典：スイス・リー・インスティテュート

犠牲者数：およそ 11,500 人

2019年の災害により世界で11,497人が死亡もしくは行方不明となった。これはシグマの記録上、単年度として最も低い記録の1つである。自然災害による犠牲者は8,000人以上、人災によるものは3,000人を超えた。

図13
1970～2019年の犠牲者数推移

1. 1970年：バングラデシュの暴風、ペルーの地震
2. 1976年：唐山地震、中国
3. 1991年：サイクロン・ゴルキー、バングラデシュ
4. 2004年：インド洋の海洋地震と津波
5. 2008年：サイクロン・ナルギス、ミャンマー
6. 2010年：ハイチ地震
7. 2013年：台風ハイエンフィリッピン
8. 2015年：ネパール地震



注：縦軸は対数目盛。犠牲者の数は1目盛りごとに10倍になる。
出典：スイス・リー・インスティテュート

経済的損害：1,460 億米ドル

2019 年の世界全体の災害による経済的損害合計は 1,460 億米ドルと推定され、2018 年の 1,760 億米ドルから減少した。そのうちのおよそ 1,370 億米ドルは自然災害によるものであり、残りは人災によるものであった。

表2
2019年の経済的損害
(単位:10億米ドル,世界のGDPに対する割合)

地域	10億米ドル*	GDPに対する割合(%)
北米	45	0.19%
中南米およびカリブ海諸国	12	0.23%
欧州	14	0.06%
アフリカ	5	0.22%
アジア	66	0.21%
オセアニア/オーストラリア	4	0.25%
海上/宇宙	0	0.00%
合計	146	
世界平均		0.17%
10年平均**	212	0.26%

*四捨五入
**インフレ調整後

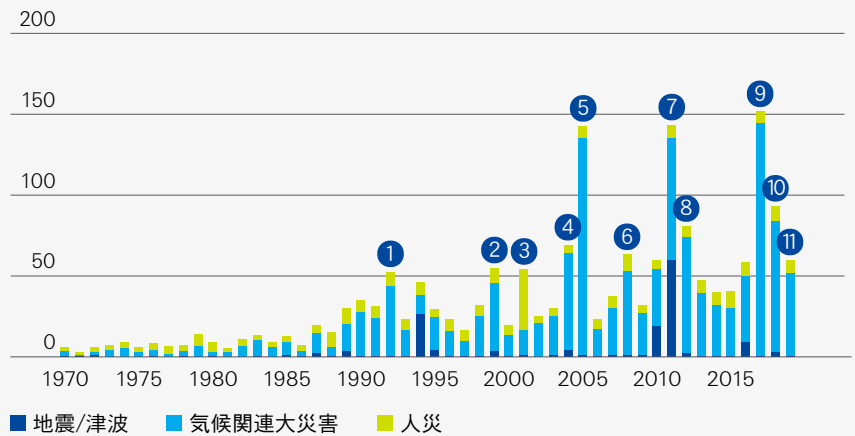
出典:スイス・リー・インスティテュート

保険損害額：600 億米ドル

世界の保険損害額は 590 億米ドルで 2018 年の 930 億米ドルから減少し、過去 10 年平均 (750 億米ドル) を下回った。このうち、520 億米ドルは自然災害に起因するもので 2018 年の 810 億米ドルから減少した。残る保険金支払額 80 億米ドルは人災によるもので、2018 年の 90 億米ドルから減少した。

図14
1970～2019年の大災害による保険
損害額の推移(単位10億米ドル、
2019年基準価格)

1. ハリケーン・アンドリュー
2. 冬の嵐ロタール
3. ワールドトレード・センター
4. ハリケーン・アイヴァン、チャーリー、フランシス
5. ハリケーン・カトリナ、リタ、ウィルマ
6. ハリケーン・アイク、グスタフ
7. 日本、ニュージーランド地震、タイの洪水
8. ハリケーン・サンディ
9. ハリケーン・ハービー、イルマ、マリア
10. キャンプ・ファイアー、台風チービー
11. 台風ハギビス、ファクサイ

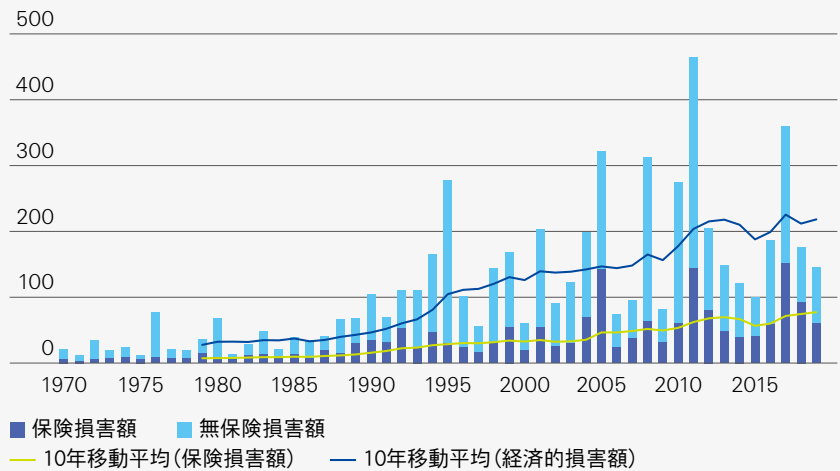


出典:スイス・リー・インスティテュート

世界の大災害のプロテクション・ギャップ：860 億米ドル

図 15 は、保険プロテクション・ギャップと呼ばれる経済的損害額と保険損害額との差額の推移を示している。これは保険では補償されなかった災害による金銭的損害額である。2019 年の世界におけるプロテクション・ギャップはおよそ 860 億米ドルで、2018 年の 830 億米ドルから増加したが、10 年平均の 1,370 億米ドルからは減少している。

図15
1970～2019年の保険損害額と無保険損害額(単位:10億米ドル、2019年基準価格)



経済的損害額=保険損害額+無保険損害額

出典:スイス・リー・インスティテュート

地域別の概観

保険損害は北米、経済的損害はアジアが最大であった。

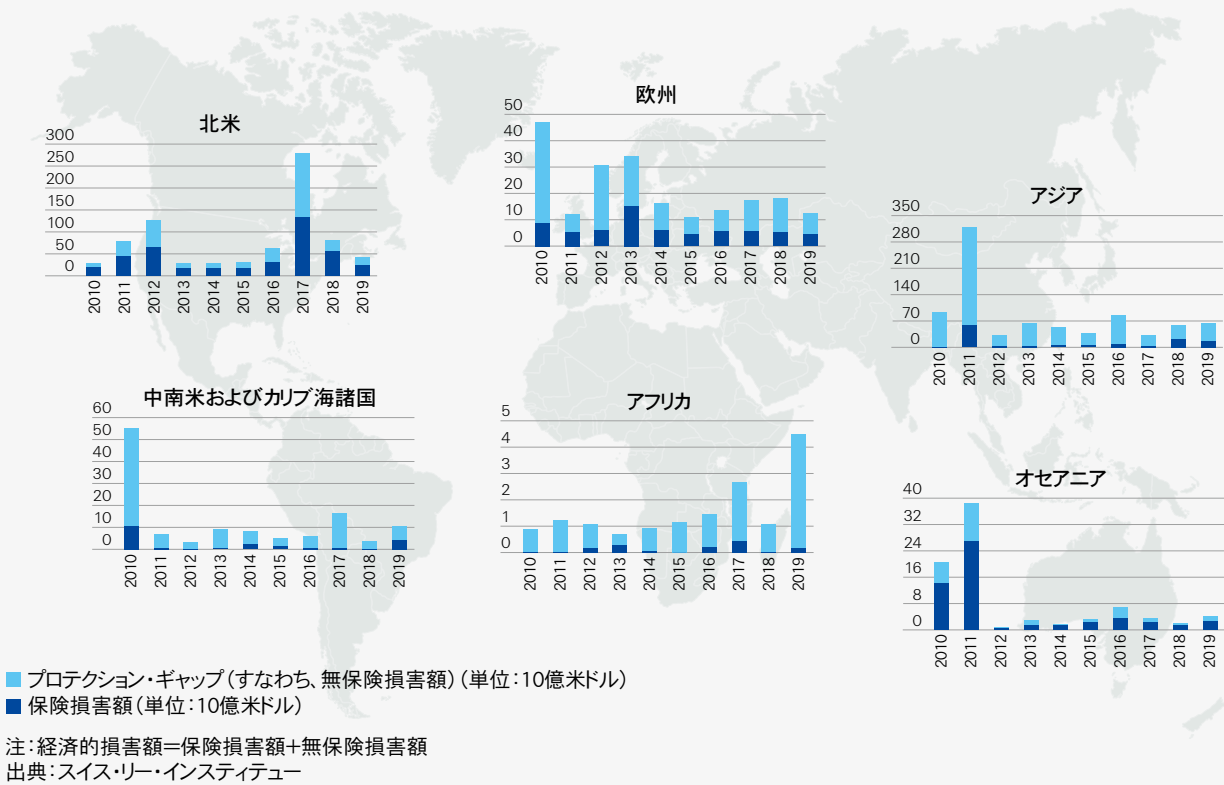
表3
2019年の地域別事故、犠牲者、ならびに経済的損害および保険損害

地域	件数	犠牲者	保険損害		経済的損害		
			構成比(%)	10億米ドル	構成比(%)	10億米ドル	
北米	87	212	1.8%	27.2	45.6%	44.7	30.6%
中南米およびカリブ海諸国	20	964	8.4%	5.2	8.7%	11.9	8.2%
欧州	45	328	2.9%	5.4	9.0%	13.6	9.3%
アフリカ	54	3332	29.0%	0.8	1.4%	5.3	3.6%
アジア	102	6546	56.9%	18.3	30.6%	65.9	45.1%
オセアニア/オーストラリア	5	77	0.7%	2.5	4.1%	4.1	2.8%
海上/宇宙	4	38	0.3%	0.4	0.7%	0.4	0.3%
世界	317	11497	100.0%	60	100.0%	146	100.0%

注:構成比は四捨五入の関係で合計が100にならないものもある。

出典:スイス・リー・インスティテュート

図16
2010～2019年の地域別自然災害プロテクション・ギャップ(単位:10億米ドル,2019年基準価格)



用語の定義

自然災害は自然の力に起因する

自然災害

「自然災害」は、自然の力に起因する事故を表現する時に用いる。通常このような事故は、多数の保険契約が関係して膨大な数の個別的損害をもたらす。1つの災害で発生する損害の規模は、それに関わる自然の力のみならず、建物の設計や災害管理の効率などの人為的要因にも左右される。今回の本誌では、自然災害を「洪水」、「暴風」、「地震」、「干ばつ・森林火災・熱波」、「寒波・霜」、「ひょう」、「津波」、「その他の自然災害」に分類している。

人災もしくは技術的災害は人間活動が引き起こす

人災

本誌では、人間の活動に関わる大事故を「人災」あるいは「技術的」災害と分類している。一般的には、限られた場所に所在する大型物件に影響を与えるものを意味し、対象となる保険契約は限定的である。戦争、内乱および戦争に類似した事故は除かれる。本誌では、人災をさらに「大規模火災および爆発」、「航空機および宇宙災害」、「船舶災害」、「鉄道災害」、「鉱山事故」、「建物 / 橋梁の崩壊」、「その他 (テロリズムを含む)」に分類している。

大事故に直接起因する財物の損害および事業中断による損害が本研究には含まれている

経済的損害額は一般的な指標に過ぎない

「損害」という用語は保険損害を含むが、賠償責任は除く

経済的損害

本誌の目的上、経済的損害とは大事故に直接起因するすべての金銭的損害のことであり、換言すれば建物、インフラ、輸送手段などの被害である。この用語には、財物の損害が直接的な原因となっている事業中断の損害も含まれる。保険損害額は、民間企業または政府制度のいずれを問わず、再保険金回収前の総額である。「損害総額」または「経済的損害」として表示される数字にはすべての損害が含まれ、付保されているか否かを問わない。損害総額の数字には、サプライヤーが事業不能によって被った収入の減少のような間接的な金銭的損害は含まれず、また GDP の推定減少額あるいは風評損害や生活水準の低下のような非経済的損失も含まれない。

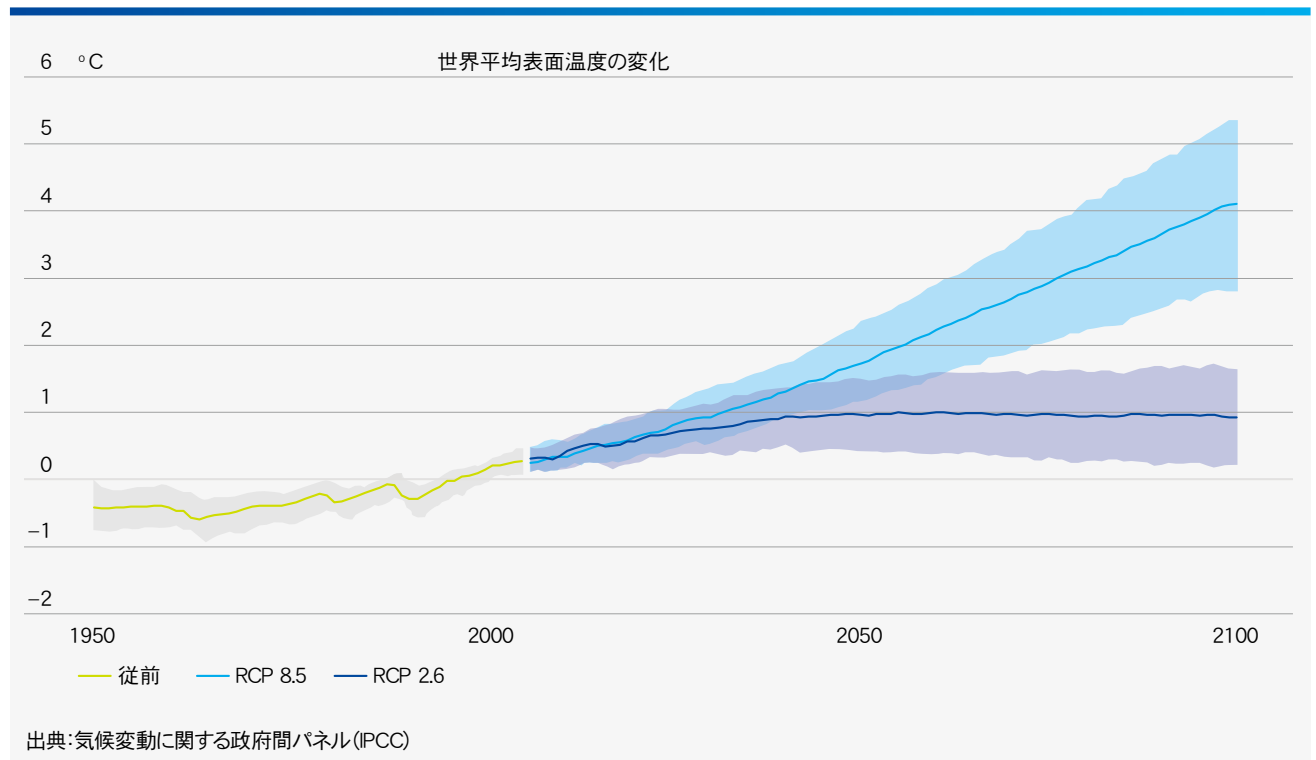
一般的に、損害総額（または経済的損害額）は、様々な方法により推定または表現されている。その結果、損害総額は直接比較できるものではなく、その規模を示す指標として見るべきものである。

保険損害

「損害」には、賠償責任を除くすべての保険損害が含まれる。賠償責任を除外することにより、一方ではある保険年度の成績を比較的早期に得ることができるが、他方では人災のコストを過小評価する傾向がある。同様に、生命保険の保険金も含まれていない。

代表的な濃度経路 (RCP)

下図は複数の RCP における平均表面温度の上昇予測を示しており、これは将来生じ得る温室効果ガスによる放射強制力の経路である。シナリオは低位の RCP2.6 から高位の RCP8.5 までの幅があり、温度上昇を封じ込める緩和適応策が採られない場合の「平常シナリオ」である。



「シグマ」最近の出版物

- | | | |
|------|--|--|
| 2020 | 第1号
第2号 | データドリブン型の保険:次のフロンティアへの準備はできているか
経済集積と気候変動の時代における自然災害 |
| 2019 | 第1号
第2号
第3号
第4号
第5号 | 新興市場:見通しは厳しいが希望の兆し
2018年の自然災害と人災:セカンダリー・ペリルが現実の課題に
世界の保険:東への大旋回が続く
アナリティクスの進展:損害保険の新たなフロンティアを開拓する
レジリエンスの指標化:保険市場と経済のための入門書 |
| 2018 | 第1号
第2号
第3号
第4号
第6号 | 2017年の自然災害と人災:未曾有の損害をもたらした1年
未来を築く:エンジニアリング保険における最近の動向
2017年の世界の保険:堅調ではあるが成熟した生命保険市場が成長の足かせに
損害保険事業の収益性:ギャップに注意
死亡率改善:過去の解明と将来への枠組みの構築 |
| 2017 | 第1号
第2号
第3号
第4号
第5号
第6号 | サイバー空間:複雑なリスクに取り組む
2016年の自然災害と人災:損害が広範囲に及んだ1年
2016年の世界の保険:成長エンジンの中国が力強く前進
保険:新興市場の発展に価値を付加
企業保険:イノベーションによる保険引受可能性の範囲拡大
保有生命保険契約の管理:消費者価値と長期的な収益性の改善 |
| 2016 | 第1号
第2号
第3号
第4号
第5号 | 2015年の自然災害と人災:甚大な損害を被ったアジア
フロンティア市場の保険事情
2015年の世界の保険:地域により差異があるなかで着実な伸び
21世紀の保険相互会社:バックトゥーザフューチャー?
戦略的再保険と元受保険:カスタマイズされたソリューションの増加傾向 |
| 2015 | 第1号
第2号
第3号
第4号
第5号
第6号 | 新興国における健康維持のあり方:保険にできること
2014年の自然災害と人災:損害の大部分をもたらした「対流性暴風雨」と「冬の嵐」
保険業界における合併と買収(M&A) 新しい波の始まりか?
2014年の世界の保険:活気を取り戻す
財物リスクにおける過少保険:ギャップ縮小策の検討
デジタル時代の生命保険:行く手には抜本的な変革が |
| 2014 | 第1号
第2号
第3号
第4号
第5号 | 2013年の自然災害と人災:
洪水とひょうによる大規模損害、台風ハイエン(Haiyan、台風第30号)がフィリピンを襲う
保険におけるデジタル販売:静かに進行する変革
2013年の世界の保険:景気回復に向けた舵取り
賠償責任保険の保険金請求トレンド:顕在化するリスクと景気回復の要因
介護はどうあるべきか?
高齢化社会に向けて持続可能な長期介護ソリューションを探る |
| 2013 | 第1号
第2号
第3号
第4号
第5号
第6号 | 新興市場の食料安全保障に向けた連携
2012年の自然災害と人災:この1年、米国を襲った異常気象
2012年の世界の保険:景気回復への紆余曲折の道のり
海上保険およびエアライン保険における最近の動向を探る
新興市場における都市化:保険会社にとっての恩恵と悩み
生命保険:消費者に焦点を当てる |

発行:
スイス・リー・マネジメント・リミテッド
スイス・リー・インスティテュート
P.O. Box
Mythenquai 50/60
8022 Zurich
Switzerland

Tel +41 43 285 2551
電子メール institute@swissre.com

著者:
ルチア・ピバーレ
Dr.ミッチェル・グルーア
Prof.アダム・ソベル

寄稿者:
クザイ・ビンジピンジ
イエバ・セグラ・コボス
キショール・ドーレ
ミカエラ・ドルク
ユルゲン・ドルニーク
シイモーナ・エスポジート
ツッシャー・カンティ・ゴージュ
マルクス・コンツ
ビニート・クマール
パトリック・サネール
ラジーブ・シャラン
タマラ・ソヨカ
ヨルダンカ・ベリシュコバ
ヨミーネ・ザノリ

編集:
ポール・ロンケ

編集主幹:
マーティン・ベルトック
ヘッド、スイス・リー・CATペリルズ

Dr ジェローム・ジョン・ハーゲリ
スイス・リー・グループ・チーフエコノミスト

翻訳監修
稲垣博信
シニアリサーチ、スイス・リー・インスティテュート

長嶋由佳子

©2020 Swiss Re. All rights reserved.

本調査の編集締め切りは2020年3月17日としました。

シグマはスイス・リー・インスティテュートのウェブサイト
institute.swissre.com/sigmaを通じて入手できます。

インターネットに掲載するシグマの情報は更新さ
れている場合があります。

翻訳:
谷口翻訳工房

グラフィックデザイン:
スイス・リー・ロジスティックス/メディア・プロダクション

日本語版レイアウト:
株式会社MBEジャパン

シグマ本号の全内容は著作権の対象となっており、
全権利は留保されています。掲載された情報は、
著作権または他の所有権に関する注記を削除しな
いことを条件として、個人的あるいは内部的な目的
でのみ使用することができます。シグマに掲載され
たデータを電子的に再使用することは禁じられてい
ます。

本号の全部または一部を複製する場合は、公的な
目的であっても、スイス・リー・インスティテュートに
よる事前の承認と、出典表記（スイス再保険、シ
グマ 2020 年第 2 号）が必要です。ご利用の際は
後日掲載誌をお送りください。

本調査中で使用された情報はすべて信頼できる情
報源から入手していますが、スイス再保険会社は、
その詳細について正確性、または完全性についての
責任を認めるものではありません。掲載された情報
は情報提供のみを目的としており、スイス再保険の
立場を構成するものではありません。

本号の情報の使用に関連して発生したいかなる損
失あるいは損害についても、スイス再保険は責任を
負うことはありません。

スイス・リー・マネジメント・リミテッド
スイス・リー・インスティテュート
Mythenquai 50/60
P.O.Box
8022 Zurich
Switzerland

Tel +41 43 285 2551
Fax +41 43 282 0075
institute@swissre.com
institute.swissre.com