

リスキー・ビジネス

米国における気候変動の経済的リスク

(要旨)

リスキー・ビジネス プロジェクト(2014年6月)

共同議長:

マイケル・ブルームバーグ、ブルームバーグ慈善事業団創立者、108代ニューヨーク市長

ヘンリー・M・ポールソン Jr.、ポールソン協会会長、元合衆国財務長官

トーマス・M・シュタイナー、ファラロン・キャピタル・マネージメント LLC 退任創立者

RISKY BUSINESS

The Economic Risks of Climate Change in the United States

June 2014

**A CLIMATE RISK ASSESSMENT FOR THE UNITED STATES
(National Report)**

<http://riskybusiness.org/>

本文書は、上記のレポートの要旨を翻訳したものである。

翻訳：庄野 真一郎

監修：一般財団法人 地球・人間環境フォーラム

2015年7月

エグゼクティブ・サマリー

暴風雨、洪水そして熱波による損害は、ニューヨーク市を襲ったハリケーン・サンディで我々も直接目にしたように、すでに地方経済に何十億ドルもの負担を強いている。リスク・ビジネスの報告書は海面上昇と気候変動に対する無策がもたらす損害を、理解しやすく、かつ見て見ぬふりのできないように金額表示で、詳細に述べる。

ーリスク・ビジネス共同議長 マイケル・R・ブルームバーグ

米国は顕著に、様々な気候変動に由来するリスクに直面している。人間が引き起こした典型的な気候変動の結果である、海面上昇、暴風雨による損害の増大、より頻発する極端な熱波、これらの全てが明確で計測可能な影響を我が国の資産と動き続けている経済活動に与えている。

我が国が直面する気候変動に起因する経済的リスクについての包括的評価は、今日まで存在しない。本報告書『リスク・ビジネス：米国における気候変動の経済的リスク』はもし我々が現在の道を辿り続けた場合の、米国の各地方ごとの、またいくつかの選択された経済分野ごとの、潜在的に起こり得る結果の幅を見定めるために標準的なリスク評価手法を用いた。「リスク・ビジネス」の研究では、最も明確で、経済的に重大なリスクである海面上昇と増加する高潮による沿岸の資産とインフラへの損害、気候変動による農業生産とエネルギー需要の変化、及び気温の上昇による労働生産性と公衆衛生への影響に焦点を絞った。

本研究は、ピアレビューを経た気候科学の2100年までの予測と、経験則から導かれた気温、降水量、海面水位、暴風雨の活動度の予測される変化による米国経済への影響予測とを組み合わせで行った。最も起こり得る結果だけでなく、蓋然性は低いが大損害の大きい気候の見通しについても分析した。今日までの他の研究と異なり、定量化した影響の、いくつかのケースでは郡レベルでの地理的分布状態も示した。

研究結果は、もし我々が今までと同じ道を辿るのであれば、米国の多くの地域が深刻な経済的影響を被る可能性に直面することを示している。しかしながら、もし我々が異なる道を選択し、積極的に気候変動に適応し、炭素排出を減らすことで将来の影響を緩和すべく行動するのであれば、気候変動による最悪の経済的リスクに曝される可能性を顕著に減らすことができ、かつ気候変動に関する世界的リーダーシップを示すことができるのである。

気候変動：自然によるインタレスト・オンリー・ローン

本研究は今日から2100年までの期間での気候の影響に焦点を当てているが、それは多くの投資家や政策決定者にとっては、はるか遠い先と思われるかもしれない。しかし気候の影響については、将来のリスクが現在決定することに直結しているという点で、他と異なっている。二酸化炭素と温室効果ガスは大気圏に数百年、いや数千年にも亘って滞留する。より高い濃度のこれらのガスは「温室効果」を働かせ、より高い気温、より高い海面、そして地球の気候パターンの変化をもたらす。影響は累積的であり、今日温室効果ガスの排出削減に向けて行動しないことで、政策決定者は明日の全般的リスクを高めるプロセスを整備していることになり、政策決定者が毎年行動

に移すことを怠ればリスクはより幅広く、大きくなっていくのである。ある意味で気候変動は（一定期間元本の返済のない）インタレスト・オンリー・ローンを将来世代の背中に押し付けているようなものと言える。将来世代は我々が大気圏につぎ込んでいる温室効果ガスの累積した金利の支払いに行き詰まり、「排出の元本」を減らしていくことは不可能となるだろう。

本研究の主な結果は、もし我々が現在の排出の道を辿り続ければ、10年が経過する間にリスクはさらに増大し、積み上がるという事実を浮き彫りにしている。そうしたリスクは以下を含む：

- 大規模な沿岸の資産とインフラの損失
 - もし我々が今の道を辿れば、2050年までに660億ドル～1060億ドル相当の既存の沿岸にある資産が海面下となり、2100年までには2380億ドル～5070億ドル相当の資産が海面下に没する。
 - 20分の1の確率（アメリカにおける結腸癌の発症確率と同程度）で、アメリカにおける黒色腫の発症確率の2倍の確率で、今世紀の終わりまでには7010億ドル相当の現存する沿岸の資産が平均海面水位より低い位置となり、さらに7300億ドル以上の資産が高潮の際に危険にさらされる。同じ蓋然性で、東部海岸地帯とメキシコ湾岸地域における年間平均でのハリケーン及び暴風時の高潮による損害は、海面上昇に起因するものだけで420億ドル以上増加する。ハリケーンの活動の変化の可能性を考慮すると、この数字は1080億ドルまで上昇する。
 - 海面上昇による資産の損失は米国内の特定の地域、特に上昇幅が大きく、損害が全米平均よりはるかに大きい、南東部と大西洋岸に集中する。
- 全米での猛暑。特に南西部、南東部、中西部における猛暑が労働生産性、人々の健康、そしてエネルギー・システムに脅威を与える。
 - 今世紀の半ばまでには平均的アメリカ人は気温35℃以上の日を毎年27日～50日経験することになる。これは過去30年の平均日数の2～3倍以上である。今世紀末までにはこの数字は平均45日～96日/年となる。
 - 海面上昇と同様に全国平均は地域による極値を見えなくしているが、特に南西部、南東部および中西部の北側では35℃以上の日を数ヶ月経験することになる。
 - 建設や設備メンテナンス、造園、農業などの作業に従事する屋外労働者の労働生産性は今世紀末までに、特に南東部において3%も下落する。ちなみに有名な1970年代の「生産性低下」の期間でも、全米平均での労働生産性低下は約1.5%であった。
 - 長期的にみると、1年の中のある程度の期間で、猛暑により人体が空調なしで正常な体幹温度を維持できる限界を超えてしまうかもしれない。これ（体感温度維持に対する危険度）は「熱中症指標（Humid Heat Stroke Index）」で測定する。こうした期間においては外で働くことを必要とする職業を持つ人や、空調を利用できない人は、深刻な健康へのリスク、そして死の可能性に直面することになる。
 - 最も極端な気温上昇に見舞われる地域では空調のための電力需要が急増し、発電と送電の能力に過大な負担となり、消費者の費用負担を押し上げる。
- 農業生産パターンと作物収穫の変化、北部農家で増加の見込みとそれを相殺する中西部・

南部での減少

- 今世紀末までに猛暑が米国の中央部を横切って広がるため、南東部、グレート・プレーンズ以南及び中西部のいくつかの州では、トウモロコシ、大豆、綿花、小麦などの平均年収穫量が、農業での（気温上昇への）適応策が取られない場合、50%~70%減少する危険にさらされる。
- 同時に、温かい気温と二酸化炭素の肥沃化効果によってグレート・プレーンズ以北とその他の北部諸州では農業生産性と収穫量が増加するかもしれない。
- 食料システムは国レベルや地球レベルでは弾力性を有しており、農業生産者は気候条件の変化に適応できることを自ら証明した。しかし、それでもこうした変化は予想される気候変動に対し最も脆弱な個々の農業コミュニティに対するリスクを保持しているのである。

本研究は特定の事業分野、経済地域に対する気候リスクに光を当て、政策決定者のための地域レベルでの利用可能なデータを提供することを意図している。我々は、米国の産業界と金融業界が、意思決定のプロセスにおいて気候変動を織り込むことを標準的な慣行とすることを願う。農業分野と国家安全保障分野においては、すでにこうした対応は始まっており、債券市場と公益事業においても始まろうとしている。しかしまだ産業界においては、こうした（気候変動）リスクに対し、中核となる短期的な財務面、事業計画面に関わる範囲でのみ対応することになりがちである。

我々はまた、民間部門は空白状態のなかで事業を行うことはなく、経済は政府が設定した一貫した政策と、その中では企業が事業を行う自由を有する規制の枠組みの中で最も円滑に運営されることも知っている。現在、地方自治体や企業は気候変動に適応すべく、十分な連邦政府の支援もないままに奮闘しているが、それは事実上、地方レベルで気候に対処せよという「不作為による財源付与のないマンデイト（連邦政府による州及び地方自治体への強制委任事業）」となっている¹。米国の企業は、公共セクターが気候変動によってもたらされるリスクと費用負担にどのように対応するのが最善であるか、またどのように国をもっと持続的な方向に向かって進めるかを決定するのを支援するという役割を果たすべきである。

この報告をもって我々は米国の産業界に挑戦的な課題に立ち向かい、気候リスクを減らすことへの支援を先導するように訴えたい。我々はどのように気候変動が我が国の経済の主要な分野、領域に影響するかについての重要な情報を提供することで、本プロジェクトが産業界の行動を促進できればと願っている。

これは最初の一步に過ぎないが、それは米国をより安全で、より確実な経済の未来につながる新しい道に連れて行くための一步である。

¹（訳注）「Unfunded Mandate」というのは連邦政府が一方的に州、あるいはその下の地方政府に財政負担を強いる執行命令を決議できる制度を指しているようで、1995年にそうした法制度のReformのためThe Unfunded Mandates Reform Act of 1995が制定され、こうした決議の制限が目論まれている模様。ここでは連邦政府の支援がないまま気候変動への対処に財政的負担を強いられている地方政府の状況を、事実上そうした法律による執行命令と同じとみなした上での表現と思われる。

イントロダクション

アメリカ人はリスクを理解している。我々のリスクを評価し、新しい事業や経済的方向に計算された投資を行い、そうしたリスク低減のための革新を恒常的に行うという能力は、わが国が世界経済で優位を立つのに計り知れないほど貢献してきた。... わが国のリスクを見極め管理する能力が経済を刺激的で利益の上がる方向へと動かしてきたのである。

本プロジェクトはリスク評価を喫緊の問題である気候変動に適用し、わが国の経済の特定の分野や領域が直面する潜在的リスクに対し冷静な、事実に基づく検証を行うことを意図している。

結論から言えば、アメリカ経済は多様かつ重大な気候変動によるリスクに直面している。気候条件は米国全土にわたり劇的に変化する。こうしたバリエーションがわが国の経済の将来の気候変動に対する弾力性に寄与している。しかしこの国の各地方の抱えるリスクの断面は異なり、そうしたリスクに対応する能力も異なっている。アメリカ経済全体に及ぶ気候変動の損害を示す単独の数値は存在しない。気候リスクを十分理解するには地方毎に取り組んでいかなければならない。

米国の気候は、各地での増大した暴風雨の損害や、より激しい猛暑などにより、何年も前に下されたビジネス上の決定の対価を支払っている。民間部門と公共部門での包括的な気候変動への対応がとられぬままに過ぎ去っていく年月は毎年が、地方、地域そして国民経済により破壊的な影響を与えるであろう将来の気候事象を確定していつているのである。

我々の評価によると、もし我々が今行動すれば、合衆国はまだ最悪の影響を回避することは可能で、コストのかかる気候の結末の可能性を減らすことができる。しかし、それは我々がビジネスと公共政策の進め方を今日から変え始めれば、である。

本プロジェクトは気候変動に対する解決策を指示するものではない。むしろリスクを立証し、産業界と政界が、それらのリスクに対する彼ら自身の許容範囲と対応策を決定できるよう委ねるものである。

気候リスクを理解する

気候変動に対して最善の対応をするためには、最初にそれがもたらすリスクについて十分に理解する必要がある。リスクを評価し、管理するという事は、ビジネスや軍、そして政府が、複雑さ、不安定さを増し予見できない世界経済の中で生産的であり続け、成功することを可能にするものである。

<リスクの定義>

将来の出来事のリスクというのは、その出来事の起きる確率（または可能性）とその出来事の結果の重大性を組み合わせて表される。この発生確率と重大性の組み合わせによりリスクが高いか低いかが判断される。例えば高い発生確率で最小の結果の重大性の出来事は中程度のリスクとされる。発生確率が低い出来事でも、もしそれが潜在的に壊滅的なインパクトを持つのであれば、

重大なリスクと考えられる。このように低い確率で重大なインパクトのリスクは一般的に「テール・リスク (tail risks)」と呼ばれる。

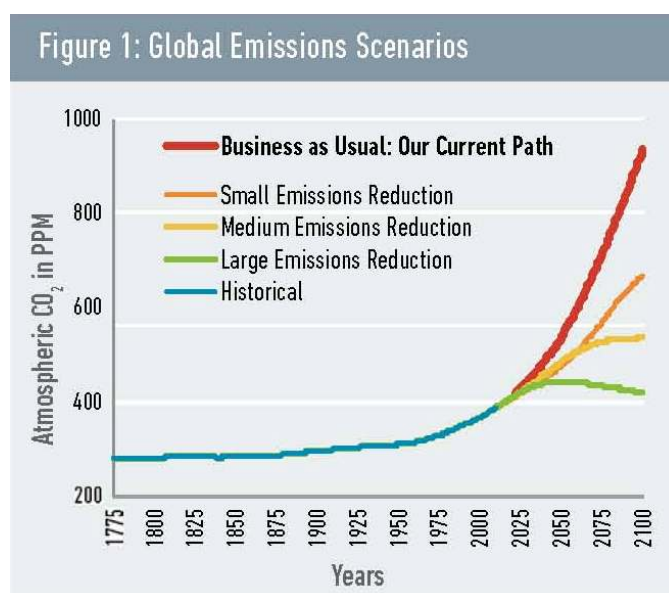
リスク・ビジネスの評価は米国において気候変動によってもたらされるさまざまな経済的リスクを査定した。これには最も発生しそうと考えられる結果と、確率の低い将来の気象事象で、予想されている蓋然性の高い（事象の）範囲より相当に良かったり悪かったりするものの双方が含まれている。これは他の災害管理や、公衆衛生、防衛計画、テロ予防などの潜在的に破壊的な結果がありうる分野でのリスク評価手法と共通するものである。

結果を提示するに当たり、「ありそうな (likely)」という用語を最低 67%（あるいは 2/3）の発生確率のある結果を表すのに用いた。テール・リスクの議論においては（個々の事象の）特定の限界値より 1/20 又は 5%以上悪い（又は良い）事態をテール・リスクとした。また科学的に可能である場合、1/100 あるいは 1%の発生確率の事態についても論じた。

「気候変動」という用語も多様で数多くの影響を省略して表現したものである。例えばいくつかの地域では海面は上昇するが、他では実際には下降するかも知れない。ある地域では干ばつの増加が見られる一方で他では熱と湿度が組み合わさって身体的に耐えることのできない戸外の環境をもたらす。建設や、公共施設整備、輸送そして農業といった分野では、戸外で働く多くのアメリカ人への熱中症のリスクが増大する。さらにこうした条件は今日から将来にわたり我々が取る行動や、北極・南極の正確な氷の融解速度といった知ることのできない要因によって変化し得るし、変化するであろう。ということで「気候変動」の「変動」の部分が問題の核心なのであり、気候変動のための計画を立てるには我々は不安定さと混乱に備える計画を立てなければならないのである。

本プロジェクトは米国が現在の道筋を辿り続けること、あるいは「ビジネス・アズ・ユージュアル」を続けることのリスクを分析した。これは新しい気候変動緩和のための国家政策がとられないことと、将来の気候の影響に対する回復力を高めることを目的とする投資がなされないことを仮定している。もしこうした政策と適応策がとられれば、図 1 で示すように我々の直面するリスクは顕著に低減する。

<図：世界の CO2 排出シナリオ>



本研究では「ビジネス・アズ・ユージュアル」の場合の、わが国の重要な経済分野と地域へのリスクを分析した。我々は既に将来においても残るインフラストラクチャーに既に高額の投資を行っている、農業、エネルギー、沿岸インフラなどの分野に特に焦点を当てた。また多くの経済分野に影響を与えるアメリカの労働生産性と公衆衛生も検証した。

他のリスク評価と同様に最も可能性のある結果だけでなく、発生する確率は低い、深刻な結果を引き起こすであろう将来の気象事象についても検討した。この「テール・リスク」に焦点をあてることは気候変動に特有のことではない。家計もビジネスも受け入れられないと見なす洪水や火事といったテール・リスクから自身を守るために保険料を払っているのであるから。軍は幅広い（そして時にとても起こりそうにない）紛争のシナリオに備える計画を立て、公衆衛生の専門家はその可能性が低いあるいは不明であるパンデミック（広域大流行病）に備えている。

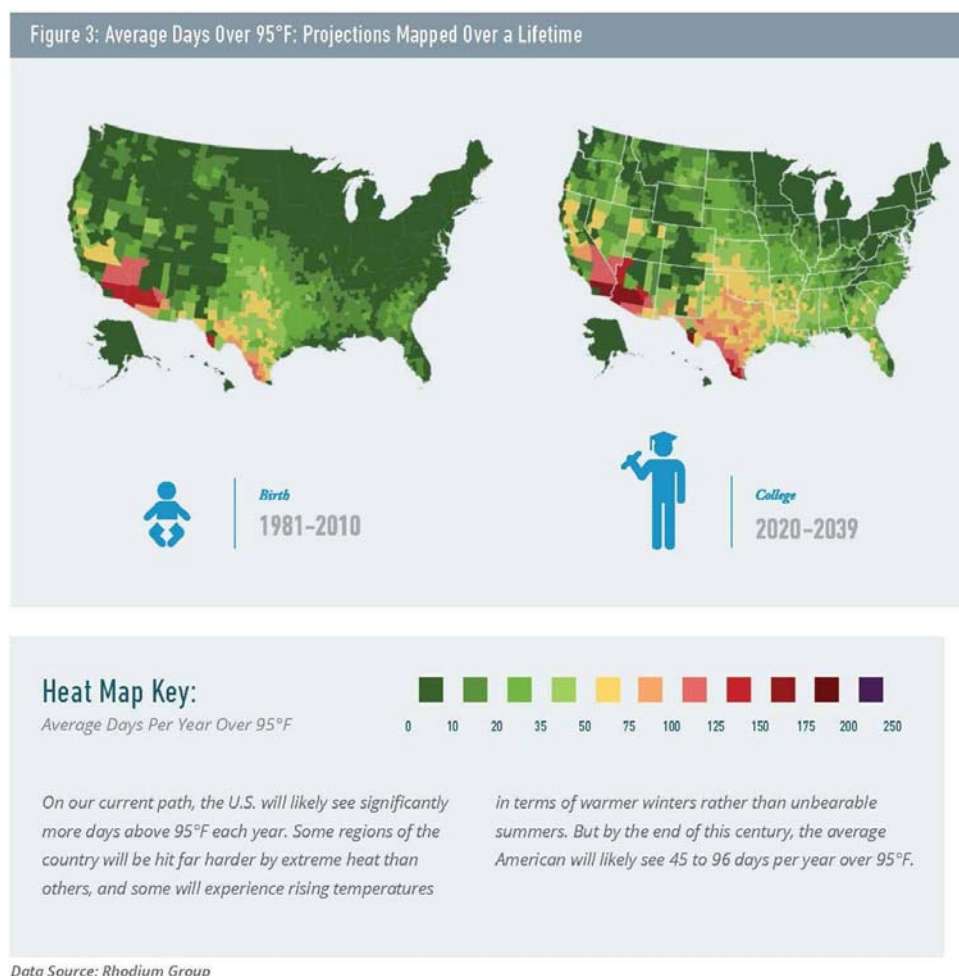
気候変動を検討するにあたっては特に最も可能性の大きい事態だけでなく異常値にあたる事態を考えることが重要である。実際問題として今日 1/100 の異常値とされる出来事が、地球が暖まり続ければ 1/10 の出来事となる。言い換えれば時と共に極端な事態は「新しい通常」になって行くのである。

結果：リスクは地域と分野によって異なるものになる

もし気候変動を抑制する重要な努力をせず現在の道を辿り続けると、米国は毎年著しく多くの猛暑日（気温が 35°C =95°F を超える日）を経験することになる。今世紀の半ばまでに平均的アメリカ人は毎年 27 日～50 日の猛暑日を経験することになるだろうが、これは過去 30～40 年間に経験してきた数字の 2～3 倍以上にあたる。気候変動の影響は時間を経るごとに加速する一方で、今世紀末には年間 45～96 日となる。これは現在では記録的高温と考えられている温度の日が 1 か月半～3 か月になるということである。

これらは最も起こりそうなシナリオであって、最も起こりそうな範囲の外には、可能性のあるもっと高い推定値や、低い推定値がある。そうした範囲ももちろん均等ではない。下の図が示すようにこの国のいくつかの地域ははるかに厳しい猛暑に見舞われ、他の地域では耐えられない夏としてではなく、より暖かな冬として気温上昇を経験するかもしれない。人間の体は、効果的に冷却し致命的な熱中症を防ぐためには皮膚の表面温度を 35℃以下に保たねばならないのだが、いくつかの地域では気温と湿度の上昇によって、戸外のコンディションが人間が耐えられないものにするなるかもしれないということが、最も目を引く発見の一つである。米国は、（こうした事態を引き起こす）熱中症指数(Humid Heat Stroke Index)の限界値を超える日をまだ経験していないが、もしこのまま今の道を辿れば、米国は今世紀末に平均年 1 日はそうした日を経験し、次の世紀末までには年 17 日近くも経験することになるのである。

<図：95°F（35℃）を超える猛暑日の年間平均日数>



熱は人間の健康にとってと同様にビジネスの健全性にとっても重大な問題である。熱はそれだけでも健康と、そして労働生産性に負の影響をもたらす。さらに高温はずっと以前から科学者によって認識されてきた他の重要な気候の影響の原因となっている。

- 地球表面のより熱い空気は海水の温度を上昇させ、これが（熱膨張によって）海洋の拡大と海面上昇を招き；
- より高い気温は陸上の氷の融解速度を速め、さらに海面を上昇させ；

- より暖かくなった大気は極端な雨を降らせがちで、これが湿潤な地域をより湿潤にすることが考えられるが、乾燥した地域をより乾燥させる場合もある

米国は大きく、地理的にも多様性に富んだ国であるので、次の世紀にはこれらの全ての気候的影響を経験するであろう。我々の研究した個々の（経済あるいはビジネスの）分野でも地域的差異がある。例えば農業については、国としての話では、農民がどこで何を栽培するかを転換することで気候変動に適応できる産業の一つとされるが、特定の地域での話となると全く違って来る。個々の農民は伝統的な作物の栽培を放棄したり、農業自体から完全に離れていく可能性があるからである。エネルギー産業においては温暖化する北部での話と、耐え難いほど熱さを増す南部とははっきりと異なる。海水面もまた全米にわたって状況は非常に異なり、同じ海岸線に位置する都市間でも異なっている。例えばニューヨークでの海面上昇はボストンでのそれより高く、サンディエゴでの上昇はサンフランシスコの上昇より大きいと思われる。

我々はどこに最も大きなリスクが存在するかをみるためデータを検討し、いくつかの地域といくつかの経済分野が極端な、受け入れられないリスクに直面することを見出した。以下が我々の最も深刻な懸念である：

- 海面上昇と沿岸への暴風雨の損害は既に東部海岸線とメキシコ湾沿岸に存在する多くの不動産とインフラの経済的価値と存続の可能性をおびやかしている。もし現在の気候の道筋にとどまるのであれば、ヴァージニア、ノース・カロライナ、ニュージャージー、アラバマ、フロリダ、そしてルイジアナ等にある 30 年のモルゲージ・ローン（抵当権付き住宅ローン）で建てられた多くの住宅や商業施設が、そのローンが返済される前に完全な水面下となる。
- 気温の上昇は労働生産性を低下させ、一部の地域、特に南東部、南西部では今世紀半ばまでに 1 日数時間は外で働くには暑すぎるという事態となる。
- 熱はまたエネルギー・システムに重圧をかけ、同時にシステム・オペレーターが設備冷却に奮闘している間にもシステムの効率性と性能を低下させ、空調用の需要急増により電力消費とコストを上昇させる。
- 国の温度上昇に伴い健康への最悪の影響が貧しい人々に及ぶ。影響を受けるのは戸外で働く人、また戸外に住む人々、さらに自宅を空調することのできない人々、年を取り過ぎて、あるいは虚弱過ぎて、暑さに耐えられない、あるいは空調のある施設に辿り着けないといった人々である。

気候変動によりいかに直接的に経済的影響を受けるかは、他のどの要因よりもどこでビジネスを行っているかによって決定づけられる。そうした理由から、米国の主な地域についての我々の意見を提示した上で、気候変動が各地域の重要な分野にどのように影響するかを特定することとした。

各地域の結果

リスク・ビジネスでは評価する単位として NCA (National Climate Assessment²: 全国気象評価) による地域を採用する。それらは; 北東部、南東部、中西部、南西部、グレート・プレインズ、北西部、南西部、アラスカ及びハワイである。但し場合によっては NCA よりさらに掘り下げ、郡レベルでの分析を行ったり、主要な経済分野に焦点を当てたりしている。

以下に地域ごとの最も際立った調査結果を取り上げる。

(地域への影響の詳細については”riskybusiness.org”のサイトを、また完全なリスク分析については”climateprospectus.rhg.com”のサイトを参照されたい。)

北東部

この地域での主な影響は海面上昇とそれによる沿岸のインフラへの影響である。温暖化による海水の熱膨張、陸上の氷の融解、地下水汲み上げによる海に近い土地の地盤の沈下といった要因により海岸線に沿って海面が上昇する。この地域の人口の 88% が沿岸の郡に居住し、この地域の GDP の 68% がこれらの郡で生み出されている。

- ニューヨーク市で見込まれる海面上昇は、今世紀半ばまでに、0.9 ~ 1.6 フィート(27.4 ~ 48.8cm)、今世紀末までで、2.1 ~ 4.2 フィート(64.0 ~ 128.0cm)で、さらに 1% の確率で上昇は 6.9 フィート(210.3cm = 2.1m) を超える可能性がある。
- ニュージャージー州は地下水汲み上げの為にさらに厄介で、アトランティックシティで今世紀末までに 2.4 ~ 4.5 フィート(73.2 ~ 137.2cm) の上昇
- ボストンは 2100 年までに 2.0 ~ 4.0 フィート(61.0 ~ 122.0cm)、メイン州ポートランドで 1.7 ~ 3.8 フィート(51.8 ~ 115.8cm)

前の世紀に生じた海面上昇がハリケーン・サンディの高潮を悪化させた。洪水の到達域を拡大し、暴風雨の被害をより大きくしたのである。今後の海面上昇に起因するハリケーン及び暴風雨による沿岸の資産への平均年間損害額は、今世紀の間に 60 億ドルから 110 億ドル上昇すると考えられる。温暖化によるハリケーンの活性の変化を考慮すると、110 億ドルから 220 億ドル上昇するとみられるが、これは現在のレベルの 2 倍から 4 倍にあたる。

北東部では気温上昇のあおりも受ける。特にこの地域では多くの人がヒートアイランド効果が発生する大都市に住んでいることが挙げられる。

- この地域の夏の間の猛暑日数は、現在 2.6 日
- これが今世紀半ばまでに、4.7 日 ~ 16 日増加し、
- 今世紀遅くには 15 日 ~ 57 日増加することが見込まれる。

南東部

² (訳注) 米国で 1989 年に設立された The U.S. Global Research Program(USGRP)がグローバル・チェンジ・リサーチ法に基づき 4 年に一度実施する気候変動による米国への影響の評価であり 2014 年 5 月の第 3 版が最新版

南東部にも多くの沿岸のコミュニティが存在するが、地域の人口の36%とGDPの33%を占めるに過ぎない。但し、ニューオーリンズが海抜下に位置し、マイアミ等の都市が、例え堤防があっても海水の浸潤を許してしまう多孔質の石灰岩の上に築かれていることから、海面上昇は南東部の沿岸インフラに深刻な脅威を与える。地域の道路、鉄道、港湾、空港、そして石油やガスの設備を含む重要なインフラは海抜の低いところに位置しているの。

- 米国最大の海軍基地のあるヴァージニア州ノーフォークでは今世紀半ばまでに1.1～1.7フィート(33.5～51.8cm)上昇し、今世紀末までに2.5～4.4フィート(76.2～134.1cm)上昇すると予想される。
- フロリダでは多孔質石灰岩の為に中程度の海面上昇でも重大な経済的損害となり、現在の予測では2050年までに150億ドル～230億ドルの現存資産が、今世紀末には530億ドル～2080億ドルの資産が海面下となる可能性がある。
- さらに満潮時には2430億ドルの資産が危険にさらされる。

南東部ではまた熱の影響を最も激しい形で受ける可能性がある。

- この地域では過去30年間平均で9日の猛暑日を経験してきたが、
- 今世紀半ばまでに年間で17日～53日猛暑日日数が増加し、今世紀末には、猛暑日が47日(1.5ヵ月)～115日(4ヵ月)増加することになる。
- 建設、鉱業、公共事業、輸送、農業などでの生産性が今世紀末までに最大3.1%低下する。
- 今世紀中に熱に関係する死亡率の上昇により、この地域の10万人当たりの死者数は14人～45人増加する。

中西部

中西部の北側の経済はトウモロコシ、大豆、小麦などの商品作物農業が主役である。

この地域には52万ヵ所の農場があり、生産額は2012年現在で年間1356億ドルで、トウモロコシと大豆では全米生産量の65%を占める。中西部にとって農業は決定的に重要で、その農業の健全性と生産性は気候条件と切っても切れない結びつきとなっている。

このまま、農業生産者による適応策がとられなければ、中西部の収穫量は今世紀半ばまでに19%減少し、世紀末までには63%減少することが予想される。中西部の農業生産者は種子の改良、作物の転換といった適応策をとるであろうが、多くの場合生産地は、中西部からグレート・プレーンズ北部、北西部やカナダに移動すると思われる。それ以降は中西部の個々の農業生産者や農業コミュニティをリスクにさらすことになると思われる。

- 中西部での平均年間猛暑日数は過去40年は2.7日だけであったが、
- 今世紀半ばまでに7日～26日増加し、
- 今世紀末には、20日～75日増えることになると予測される
- 一方で氷点下の真冬日の減少を経験することになる

中西部で決定的に重要なのは高温と湿度の組み合わせによるインパクトである。これは熱中症指数（Humid Heat Stroke Index: HHSI）をもって測定される³。人体は汗が蒸発することで体温を下げていて、中核体温を 98.6°F (37°C)以下に保つために皮膚表面温度を 95°F (35°C)以下に保っているが、高温で湿度が高く、熱中症指数 95°F に達すると、汗が蒸発できなくなり、倒れてしまうところまで中核体温が上昇してしまうのである。

これほどの高温高湿度はまだ米国では経験されておらず、最高で 1995 年にウィスコンシン州アップルトンで観測された熱中症指数での 92°F（気温 101°F=38.3°C で露点⁴が 90°F=32.2°C の状況下）である。しかし、このままで行けば、中西部では今世紀末、毎年 2 日は熱中症指数で 95°F の危険レベルに達する日を経験するようになり、来世紀半ばには丸々 20 日は熱中症指数が 95°F を超えることになるかと予測されている。

グレート・プレーンズ

グレート・プレーンズ地域ははるか北のモンタナ州から南のテキサス州にかけてひろがっており、この地域の北と南では気候の影響が大きく違っている。

この地域の南部のテキサス、オクラホマ、カンザス各州では猛暑日の増加が予測される。

- 年間の平均猛暑日数は過去 30 年間では 35 日だが、
- 今世紀半ばまでに 26 日～56 日増加し、
- 今世紀末までには 56 日～108 日増加することが予測されている

さらにこの地域の北部では真冬日の減少が予測されている

- 年間平均真冬日数は現在 159 日であるが、
- 今世紀半ばには年間 117 日～143 日となり、
- 今世紀末には 79 日～122 日まで減ると予測される

グレート・プレーンズ地域の南部の沿岸地方は海面上昇の影響も受ける

- 州の GDP のおよそ 1/3 を沿岸の郡が担うテキサス州では、ガルベスタンの海面が今世紀半ばまでにおそらく 1.5～2 フィート（45.7cm～61.0cm）上昇し、
- 今世紀末までには 3.2～4.9 フィート（97.5cm～149.4cm）上昇するものと思われる
- さらに 1%の確率で 7.6 フィート（231.6cm）以上の海面上昇の可能性がある

この地域の全ての州は気候の影響を受けやすい、農業とエネルギーという 2 つの産業分野に依存している。

- 農業は、この地域で生産額毎年 920 億ドルにのぼり、地域の土地の 80%が、農耕地、牧草地、放牧地に充てられているが、気候の影響は一様ではない。南部では気温上昇とともに収穫量が減少し、一方北部では収穫量が増加する。
- この地域は米国にとってのエネルギー供給地となっていて、テキサスとワイオミング州だけ

³（訳注）この HHSI 指数自体が温度の単位で表示される。

⁴（訳注）露点温度とも言い、空気の温度を下げて行ったとき結露を生じ始める温度で、空気中に含まれている水蒸気量の指標となる。露点温度が高いほど多くの水蒸気が含まれていることになる。

で全米のエネルギー資源の半分を産出する。また発電でも全米の電力需要の 17%を賄っている。

- 温暖化に伴い今から 5 年～25 年の間に全米での電力消費は 0.7%～2.2%増加する。(暖房用のエネルギー需要は減るが、暖房用は主に石油とガスで賄われている)

グレート・プレーンズ地域の電力消費の増加が最も大きく、

- 今後 5 年～25 年でテキサス州とオクラホマ州の需要はそれぞれ 5%、6%増加し、
- 今世紀半ばには、テキサス州で 3.4%～9.2%増加し、
- グレート・プレーンズ全体で 3.1%～8.4%増加することが予測されている

ピーク需要に対応するためには平均的規模の石油あるいは天然ガス発電所 200 基に相当する 95GW の発電能力の増設が必要となり、エネルギー価格の上昇につながる。

- 今後 5 年～25 年で家庭用及び産業用エネルギー・コストは 4.08 億ドル～120 億ドル増加すると考えられ、
- 今世紀半ばまでに 85 億ドル～300 億ドル増加すると予測される
- さらにこの地域のエネルギー関連施設の多くが気候変動に起因する高潮の増加やハリケーンの活性の変化の危険に曝されている

北西部

大平洋岸北西部では同じ気候変動の影響が地方により違った形で現出する。

北西部では猛暑日の増加は比較的少ない。

- 平均年間猛暑日数は過去 30 年では 5 日だが、
- 今世紀半ばまでには 7 日～15 日増加し、
- 今世紀末までには、18 日～42 日増加することが予測される

本地域は沿岸に位置するが、見込まれる上昇幅は東海岸と比較すると変化に富む。これは地域が比較的アラスカ氷河に近く、地球の重力場がアラスカ氷河の融解がワシントン州とオレゴン州沖の海面水位を押し下げるように作用させる⁵。ただ同時に西南極での氷の融解が長期的には北西部の海面を上昇させるように作用する。

- シアトルでの海面は 2050 年には 2000 年比で、0.6 ~ 1.0 フィート (18.3cm ~ 30.5cm) 上昇する
- 2100 年には 2000 年比で 1.6 ~ 3.0 フィート (48.8cm ~ 91.4cm) の上昇が予測される
- さらに 1%の確率で 2100 年までにシアトルで 5.9 フィート (180.0cm) 以上の海面上昇があり得る

⁵ (訳注) 海面高度は地球の重力とそれと反対に作用する自転に伴う遠心力、海流や海水温度さらには風と言ったいろいろな要素の複雑な影響を受けているが、ここで言っているのは氷河の融解によって、陸地では氷がなくなり、海には真水が流れ込むといった形でその周辺の質量分布が変化することから重力場にも変化が起き、重力と遠心力のバランスが変わり海面水位が変化するということがらしく、北西部ではそれが海面を低下させる方向に働くということのようである。

北西部の経済はその沿岸地方に依存しているが、また林業にも大きく依存していて、オレゴン州とワシントン州は全米1位、2位の針葉樹材の生産州でありアイダホ州と合わせると生産額は110億ドル以上にのぼる。我々が検証した既存の研究文献によると北西部の森林は気候変動、なかでも山火事から重大な影響を受け、太平洋岸北西部とロッキー山脈の森林における年間焼失面積はそれぞれ、78%と175%増加するだろうとしている。

南西部

アリゾナ、コロラド、ネバダ、ニュー・メキシコ、ユタとカリフォルニアから成る南西部は非常に多様な地域で、今までに見た気候の影響の全ての縮図のような地域である。

南西部はその約40%が砂漠で、すでに暑く、乾燥した地域であるが、今後数十年でますます、熱くなり、乾燥していくとみられる。

- 南西部の平均年間猛暑日数は過去30年間40日であったが、
- このままで行けば今世紀半ばまでに気候変動により、13日～28日増加し、
- さらに今世紀末には33日～70日増加することになると予測される

この地域はカリフォルニア州を含むため、完全な砂漠地域ではなく、沿岸地域でもある。カリフォルニアの人口の87%が沿海の郡に生活し、州のGDPの約80%はこれらの郡に由来する。

- サンディエゴ市の海岸線では今世紀半ばまでに、0.7～1.2フィート（21.3cm～36.6cm）海面が上昇し、
- 今世紀末には、1.9～3.4フィート（57.9cm～103.6cm）上昇すると考えられる
- カリフォルニアの海岸線では世界の他の地域より大きな南極での氷の融解による海面上昇があるとされ、1%の確率でサンディエゴ市で2100年までに6.3フィート（192.0cm）上昇する可能性がある
- カリフォルニアでは構造プレートの活動により州内でも海面上昇はばらつきがあり、2100年までの海面上昇は、ロサンジェルスで1.5～3.0フィート（45.7cm～91.4cm）、サンタモニカで1.7～3.1フィート（51.8cm～94.5cm）、そしてサンフランシスコで1.8～3.2フィート（54.9cm～97.5cm）と予測されている

中西部と南東部では猛暑に高湿度が組み合わさる可能性が高いが、南西部では暑さと乾燥が組み合わさるとみられ、山火事と、水源の枯渇の可能性が増大すると思われるが、我々は気候変動による林業と水利用への影響については定量化していない。

アラスカ

アラスカ州は気候の影響を受けやすい、石油・ガス、鉱物そして水産物という三つの一次産品に大きく依存している。州のGDPの80%以上が石油・ガスの生産によるもので、エネルギー需要はこの地に劇的な影響を与える。一方、水産業や観光業は海洋と沿岸の健全な生態系に依拠している。

気候の変化については、

- アラスカ州の平均気温は過去 40 年の平均よりも、今世紀半ばで 3.9°F(2.2°C)~8.0°F(4.4°C) 高くなり、
 - 今世紀末には、7.6°F(4.2°C)~16.0°F(8.9°C)高くなる公算であり、
 - さらに 5%の確率で 19.0°F(10.6°C)の上昇をみる
- 一方で冬期は暖かくなることが見込まれており、
- 2010 年まででアラスカは年間約 188 日の零度以上とならない真冬日を経験してきたが、
 - 今世紀半ばまでに真冬日数は 14%~25%増加し、
 - 今世紀末には、30%~50%増加すること予測される

アラスカでは住民の 84%が沿岸の郡に住み、86%の GDP がそれらの沿岸郡に帰する。アラスカ州では今世紀を通して海面の低下が見られると思われる。

- ジューノーでは 2050 年までに、1.6 ~ 1.9 フィート (48.8cm ~ 57.9cm) の海面低下が起こり、
- 2100 年まででは、2.4 ~ 3.5 フィート (73.2cm ~106.7cm) の低下が予測される
- アンカレッジでは、今世紀末までに 0.6 フィート (18.3cm) の低下から 1.2 フィート(36.6cm) の上昇という幅での変動が見込まれる
- プルドー・ベイでは 2100 年までに 2.3 ~ 4.5 フィート (70.1cm ~137.2cm) の海面上昇を経験すると予測されている

ハワイ

ハワイ州は人口においても GDP においても 100%沿岸沿いである。

ハワイでは顕著に温暖化することが予想されている。

- 今世紀半ばまでで、過去 40 年の気温より 1.6°F(0.9°C)~3.6°F(2.0°C)暖かくなり、
- 今世紀末には、3.7°F(2.1°C)~7.7°F(4.3°C)暖かくなる可能性が高い

ハワイでの海面上昇は世界の平均より大きく、またこの州の極端な沿岸への依存性がこのインパクトを大きいものになっている。

- ホノルルでの今世紀半ばまでの海面上昇は、0.8 インチ ~ 1.2 フィート (2.0cm ~ 36.6cm) と見込まれ
- 今世紀末には、2.1 ~ 3.8 フィート (64.0cm ~ 115.8cm) の上昇が予測される
- さらに 1%の確率で 2100 年までに 6.9 フィート (210cm) 以上の海面上昇があり得る

ハワイは自立した地域と見なすことはできず、米国国内の他の地域や、米国以外の地域への依存性が高い。この超依存型の地域は世界的サプライチェーンへの気候変動のインパクトによる影響を非常に受けやすい。州政府はエネルギーの供給源の多様化を進め、州内の再生可能な資源に今まで以上に頼ろうとしているが、それらの設備のほとんどは脆弱な海岸線に沿って存在している。

リスク評価からリスク管理へ：次の段階

米国における気候変動に対する古典的なリスク評価手法による評価により、現在の気候の道を辿れば米国はすべての地域において多様なリスクに直面するという逃れようのない結論に到達した。

しかし、本研究は今、行動し、異なる道に乗り換えれば、気候変動の最悪の影響の多くを、特に猛暑に関連する影響を避けることができることを示している。我々は十分に気候リスクを管理することができる、但し、それは我々がビジネスや公共政策の決定を今日から変え始めるとした場合だけである。

これは別の日の問題ではない。今日、今週、今月、今年に行う投資が経済の将来を決定するのである。

ビジネスの適応

弾力的（レジリエント）になるためにビジネスのやり方を日々変更する。

我々が分析した気候の影響の一部はすでに国内至るところで感じられていて、実際のところあるものは既に取り換えのきかない我々の経済の将来の一部となっている。合理的なビジネス関係者は適応しなければならないのである。農業分野は気候への適応の第一線に立っている。沿岸のコミュニティも、民間部門と公共部門の政策決定者は現在の気候の影響への適応を始め、防波堤を築き、海面上昇と増大する高潮の現実を認め建築基準法を改訂している。

しかしこの適応は高くつく：例えば中西部の農家は新しい作物への転換に伴う（新しい設備や専門知識が必要となることにより）経済的損失を蒙る。

一方沿岸に位置する州と市は、気候の現実に連邦政府からの適切な財政支援なしに適応することを余儀なくされている。こうした公共部門での適応のコストは、民間の保険業界が沿岸の不動産への保険業務から撤退し、債券市場が気候変動に対する主要なインフラ投資の脆弱性に目覚めたことなどから、今後ますます増加することになる。

これは国家による投資が必要となるのである。

投資家の適応

リスク評価を設備投資とバランスシートに組み入れる。

今日のビジネスが明日の気候の影響と直接的に関係するもう一つの分野が、今世紀半ばかそれ以降にまで存続するような長期的な設備投資である。現在、格付け機関はインフラ・プロジェクトを数十年のライフ・スパンで評価している。公益事業は新しい発電所やパイプラインに投資を行い、そしてそれらの投資を当てにした長期のエネルギー購入契約に調印している。また不動産投資家は居住用や商業用施設に多く賭けている。

これらの投資は、今世紀半ばに近付いた時に特定の地域が直面する実際の気候リスクの観点から評価されなければならない。2010年に米国証券取引委員会（SEC）はこの事実を認識し「気候に関する開示の解釈ガイダンス」を公表し、企業に対し、気候変動による実質的なリスクをどう考

えるべきかについて見解を示しているが、残念ながら 2013 年現在、スタンダード&プアーズ 500 指数にリストされた企業の 40%以上が気候リスクについて自発的に開示していない。

公共部門の対応

気候変動を緩和し、また気候変動に適応する政策を実施する。

究極的には気候変動は特定の分野や領域の問題ではない。それは米国による効果的政策対応が要求されているグローバルな問題である。最新の IPCC 報告書によると、炭素排出を積極的に減少させる努力を通じてこの惑星の温暖化を耐え得るレベルに留めておくために世界に残された時間はわずか 15 年とされる。

本プロジェクトでは主に現在の経済の辿る道とそれに付随する気候のリスクのモデル化に主に焦点を当てた。また、適応のための投資や、温室効果ガス排出の削減により気候変動を緩和する政策努力を含む代替する道についても考察した。この代替する道は我々が議論してきた気候の影響を顕著に変えることができる。例えば、地球規模での少しの排出削減で、気温上昇に関連する死亡者数増大やエネルギー需要の増大による予想される経済コストの 80%を回避させ得るのである。

我々はアメリカのビジネス社会に対し、気候変動緩和や（変動への）備えを巡る社会全体の議論において積極的役割を担うよう強く促したい。それがビジネスにとって、本プロジェクトが明らかにしたリスクを減らす唯一の最も効果的な方法であると我々は確信している。

結論

リスク委員会のメンバーであるジョージ・シュルツ氏はレーガン大統領の下で国務長官であった 1987 年、大統領に対し当時熱い論争が交わされた科学的問題であるオゾン層について行動を起こすよう促した。後にシュルツ氏は『サイエンティフィック・アメリカン』誌とのインタビューで「疑っている人のところに行って対面し大論争をするより、彼らに『いいかい、あなたの心の裏には少なくともちょっとした疑いはあるはずだ。あなたは間違っているかも知れない。そうなら皆で一緒に保険について話そうではないか』と言ってやる方がいい」と話している。その保険というのが今もなお効力を有する国際条約である「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書」である。

リスク・ビジネス・プロジェクトのゴールは疑う人々と対決することではない。むしろ米国の企業や政府を、疑う人も、信じる人も招きよせ、一緒に気候変動によって引き起こされる潜在的リスクについて公平に見つめ、今が我々自身の保険をかけるべき時かどうかを考えることなのである。