

2014年7月28日 全17頁

地球規模の経済リスクとしての気候変動問題

緩和（CO₂削減）だけでは不十分。異常気象への「適応」が急務。

調査本部
主席研究員 河口真理子

[要約]

- 世界の環境問題を考えるうえで、気候変動は今や世界的な課題となり、緩和（低炭素化）と適応（異常気象への対応）の両面の対応が求められている。しかし日本ではエコカーやスマートシティなど低炭素化は注目されているが、適応策はほとんど議論されない。
- 科学的には2100年までに世界の地上平均気温は2.6～4.8℃の上昇が予測され、異常気象への適応策がクローズアップされている。米国政府は昨年国家的な適応策をまとめ、政財界のリーダーは今や気候変動は今や米国経済への脅威とし、沿岸部の被害年間350億ドルなどと予測し、早急の対応策を呼びかけ、企業の認識も広がっている。
- 日本でも、2100年には札幌が現在の東京並み、東京が現在の那覇並みの気候となる可能性も予測されており、国土に与える影響は甚大になろう。官民双方の適応策策定が急務と考える。

第1章 地球の気象：現在と将来予測

第1節 はじめに

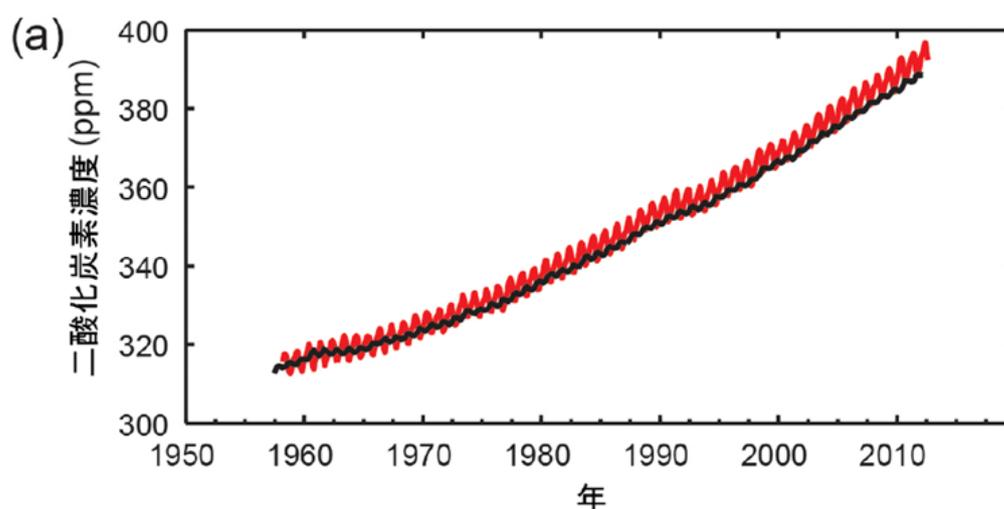
2013年9月、IPCC（気候変動に関する政府間パネル、Intergovernmental Panel on Climate Change）は気候変動に関する第五次評価報告書¹を公表した。この中で「気候システムの温暖化には疑う余地がなく、また1950年代以降、観測された変化の多くは数十年から数千年間にわたり前例のないものである。大気と海洋は温暖化し、雪氷の量は減少し、海面水位は上昇し、温室効果ガス濃度は上昇している」（太字は筆者、以下同じ）と断定した。地球温暖化について最近日本ではほとんど話題にならないが、逆に世界的には気候変動への関心は急速に高まってきている。以前から気候変動への関心が高い欧州だけでなく、1997年の京都議定書から離脱し、温暖化問題に消極的であった米国でも政財界の危機感が高まっている。2014年5月、米国大統領諮問機関であるGlobal Change Research Programは、800ページにおよぶ第三回気候評価レ

¹ 気候変動に関する政府間パネル「第五次評価報告書 第一作業部会報告書：気候変動2013 自然科学的根拠政策決定者向け要約」気象庁訳

ポート ‘Climate Change Impacts in the United States’（気候変動の米国への影響）を公表した²。その冒頭で、‘Climate change, once considered an issue for the distant future, has moved firmly into the present.’（昔は、遠い将来の問題とされてきた気候変動問題は急速に現在の課題として浮上した）とその緊急性を訴えた。続く6月にはブルームバーグ元NY市長、ポールソン元財務長官ら米国政財界の大物が中心となった民間プロジェクトRisky Businessが、気候変動が米国経済に深刻な打撃を与えるリスクについてのレポート ‘Risky Business: The economic Risks of Climate Change in the United States’ を発表。かつて経済システムの外部に生じる「地球温暖化」は、経済社会基盤そのものを揺るがす人類への脅威「気候変動問題」にまで変化していると結論づけ、米国経済界への迅速な対応を訴えている。

これらのポイントは、「適応」の重視である。1997年の京都議定書では、緩和策である温室効果ガスの削減を参加国に義務付けた。将来の気候変動を「緩和」するために、温室効果ガス排出量を減らし大気中の温室効果ガス濃度を低減させれば地球温暖化は回避できる、という考え方に基づく。しかしその後の緩和策は全く十分ではなく、大気中の二酸化炭素濃度は一貫して上昇している（図表1）。そして図表2に示したように、気温上昇・気候変動はすでに確実に現実になってしまっている。昨今、世界規模で頻発している洪水、干ばつ、山火事、竜巻などの異常気象の原因を「一連の気候変動の結果」と理解し、今後更なる増加が予想される天災からの被害を最小限にとどめる「包括的な気候変動への適応策」が不可欠であるという認識が、国際機関や政府、ビジネスの間で高まりつつある。本稿では「地球温暖化」ではなく異常気象をもたらす「気候変動」が社会経済へどのような脅威をもたらすか、そして海外の対応策を紹介し、日本国内において、現実の脅威である「気候変動」策の策定を提言する。

図表1 大気中の二酸化炭素濃度の推移



出所) 気候変動に関する政府間パネル「第五次評価報告書 第一作業部会報告書：気候変動 2013 自然科学的根拠 政策決定者向け要約」気象庁訳 図 SPM. 4 (a)

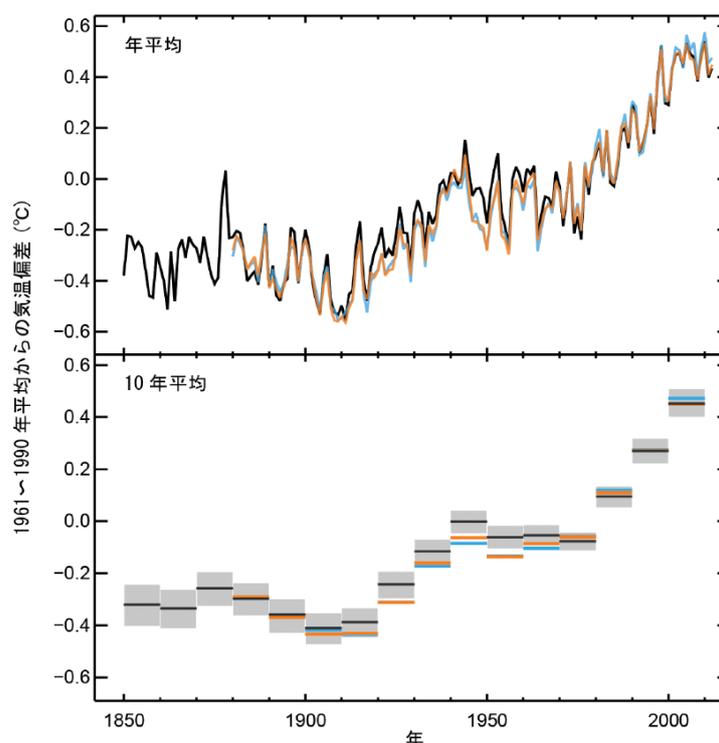
² US National Climate Change Assessment ‘Climate Change Impacts in the United States’ 米国の気候変動影響評価に関する包括的なレポート 300人以上の専門家チームが作成にかかわり、全米では70回以上のワークショップと公聴会を経ている。

第2節 気候変動とその原因

IPCC 第五次評価報告書³（以下 AR5）では世界の気象の状況について以下のように報告している（以下太字は筆者）。

【大気】世界平均地上気温は 1880 年から 2012 年のわずか 130 年の間に 0.85℃上昇した。世界規模で寒い日や寒い夜の日数が減少し暑い日や暑い夜の日数が増加し、ヨーロッパ、アジア、オーストラリアの大部分で、熱波の頻度が増加している可能性が高い（図表 2 参照）。

図表 2 観測された世界平均地上気温：（陸域+海上）の偏差（1850～2012 年）



出所) 気候変動に関する政府間パネル「第五次評価報告書 第一作業部会報告書：気候変動 2013 自然科学的根拠 政策決定者向け要約」気象庁訳 図 SPM.1 (a)

【海洋】1971 年～2010 年の期間において海面から水深 75m の層は 10 年あたり 0.11℃昇温した。1957 年～2009 年の間に水深 700～2000m の層で海洋は温暖化した可能性が高い。1971 年～2010 年の 40 年間に於いて、気候システムにおける正味のエネルギー増加量の 60%以上は海洋の表層に蓄積されており、約 30%は海洋の 700m 以深に蓄積されている。

【海面水位】19 世紀半ば以降の海面水位上昇率は過去 2 千年間の平均的な上昇率より大きかった（高い確度）。1901 年から 2010 年の間に世界平均海面水位は 0.19m 上昇した（図表 3）。

【雪氷圏】過去 20 年にわたり、グリーンランドおよび南極の氷床の質量は減少しており、氷河はほぼ世界中で縮小し続けている。また、北極域の海氷および北半球の春季の積雪面積は減

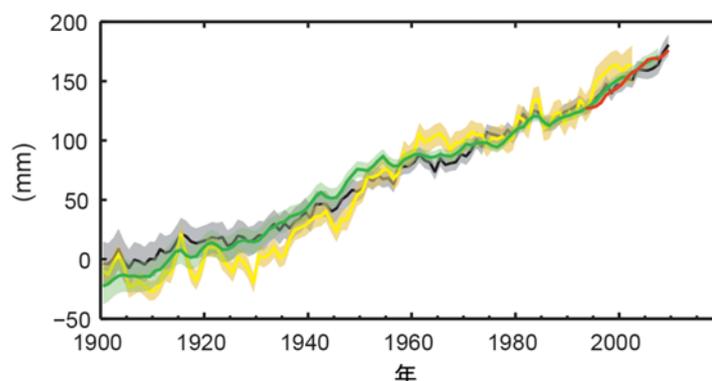
³ 脚注 1 に同じ。

少し続けている（図表 3）。

【炭素とその他の生物地球化学循環】大気中の二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素濃度は、少なくとも過去 80 万年間で前例のない水準にまで増加している。温室効果ガスである二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素の大気中濃度は人間活動により 1750 年以降すべて増加している。これらの温室効果ガスの濃度は工業化水準以前より、それぞれ 40%、150%、20% 高い。二酸化炭素濃度は第一に化石燃料からの排出、第二に正味の土地利用変化による排出により、工業化以前より 40% 増加した。海洋は排出された人為起源の二酸化炭素の約 30% を吸収しており、海洋は酸性化している。

【まとめ】気候システムに対する人間の影響は明瞭である。これは大気中の温室効果ガス濃度の増加、正の放射強制力、観測された気温上昇、そして気候システムに関する理解から明白である。気候に対する人為的影響は、大気と海洋の温暖化、世界の水循環の変化、雪氷の減少、世界平均海面水位の上昇、及びいくつかの気候の極端減少の変化において検出されている。人為的影響に関するこの証拠は、第四次評価報告書以降増加しつづけている。人間による影響が 20 世紀半ば以降に観測された温暖化の支配的な原因であった可能性が極めて高い。温室効果ガスの継続的な排出は、更なる温暖化と気候変動システム全ての要素の変化をもたらすだろう。気候変動を抑制するには、温室効果ガス排出量の大幅かつ持続的な削減が必要であろう。

図表 3 世界平均海面水位の変化



出所) 気候変動に関する政府間パネル「第五次評価報告書 第一作業部会報告書：気候変動 2013 自然科学的根拠 政策決定者向け要約」気象庁訳 図 SPM. 3 (d)

第 3 節 気候変動予測

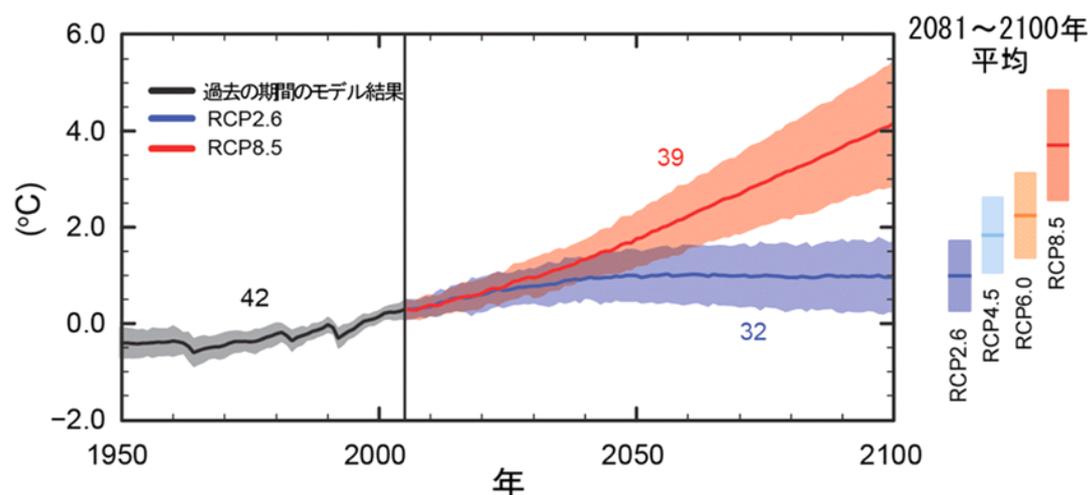
① 世界の気候

では今後どのような気候が予想されているのか。AR5 では温室効果ガスの大気中濃度に基づく 4 つのシナリオごとに将来の気候をシミュレートした。その結果は図表 3 に、4 つのシナリオについては、図表 4 の注に記載した。

2081 年～2100 年の世界平均地上気温の現在（1986～2005 年平均）からの上昇幅については、最も楽観的なシナリオ（RCP2.6）でも 0.3～1.7℃、最も悲観的なシナリオ（RCP8.5）だと 2.6

～4.8℃と予測されている⁴。特に北極域は世界平均より早く温暖化し、陸上と海上では陸上の温暖化のほうが大きくなると推測されている。1880年から現在までの130年で0.85℃上昇してそれが最近の気候変動現象を引き起こしていると考えられるが、これからの100年の気温の上昇幅は、楽観的シナリオでも今までの上昇幅を上回ることになり、現在観察されている気候変動の更なる激化が懸念される。

図表4 世界平均の地上気温および海面水位変化予測



出所) 気候変動に関する政府間パネル「第五次評価報告書 第一作業部会報告書: 気候変動 2013 自然科学的根拠 政策決定者向け要約」気象庁訳 図 SPM.7(a)

	シナリオ*	2046～2065年 平均	2081～2100年 平均
世界平均地上気温の変化(°C)	RCP2.6	1.0	1.0
	RCP4.5	1.4	1.8
	RCP6.0	1.3	2.2
	RCP8.5	2.0	3.7
	シナリオ		
海面水位の上昇(m)	RCP2.6	0.2	0.4
	RCP4.5	0.3	0.5
	RCP6.0	0.3	0.5
	RCP8.5	0.3	0.6
	シナリオ		

*)シナリオについて

RCP2.6	2100年までに放射強制力(「地球温暖化を引き起こす効果」)がピークを迎えその後減少する。
RCP4.5	2100年までに放射強制力が安定化する。
RCP6.0	2100年以降に放射強制力が安定化する。
RCP8.5	2100年以降も放射強制力の上昇が続く。

出所) 気候変動に関する政府間パネル「第五次評価報告書 第一作業部会報告書: 気候変動 2013 自然科学的根拠 政策決定者向け要約」気象庁訳 表 SPM.2より大和総研作成

② 日本の気候

日本の気象変化についてはどうか。2014年6月に環境省は「日本国内における気候変動による影響の評価のための気候変動予測について」を公表した。この中でIPCCの4シナリオに基づ

⁴ 4つのシナリオについては、図表4を参照のこと。

き、現在気候（1984年～2004年平均）に対する未来（2080年～2100年）の気候変動を以下のように予測している。

【平均気温・最高気温・最低気温】日本の平均気温は、楽観的なRCP2.6シナリオで平均1.1℃、悲観的なRCP8.5シナリオだと平均4.4℃を予測。いずれも共通して低緯度より高緯度、夏季より冬季の気温上昇が大きくなる。

【真夏日の年間日数】温室効果ガスの濃度レベルが高いほど増加。RCP2.6で全国平均12.3日、RCP8.5で52.6日増加する。札幌の真夏日は現在平年で8.0日だが、さらに4.9～38.6日増加が予想され、東京は平年値48.5日に対して13.6日～58.4日増加、那覇は平年値96.0日に対し、26.8日～86.7日の増加が予想される。

【真冬日の年間日数】温室効果ガスの濃度レベルが高いほど減少する。全国平均の日数はRCP2.6で4.3日、RCP8.5で15.4日減少すると予想される。関東以南ではほとんど現在でも真冬日は観察されていないが、現在45.0日観測されている札幌の場合、減少日数は9.7日～38.9日と予想されている。

【降水量と大雨時の降水量】年間の降水量はシナリオにより増加する場合も減少する場合もあるが、大雨時の降水量はすべてのシナリオで増加する。全国平均で現在の大雨時の降水量は40～60mmだが、RCP2.6で平均19.6%、RCP8.5で40.5%増加すると予想される。現在の大雨降水量が80～100mmの沖縄・奄美ではさらに23.2%～52.0%の増加が予想される。最悪の場合1回に150mm程度の大雨が降る可能性が懸念される。

【無降水日の年間日数】日降水量が1ミリ未満の無降水日は、平年値が東京で263.6日、大阪で266.8日、少ない新潟で192.8日だが、これが全国平均で11.5日～22.3日増加すると予想される。

世界と同様、日本列島の気温も全体的に暑くなっていくと予想される。しかし平均的にじわじわと均一に暖くなるのではなく、全国各地で真夏日が大幅増加し、無降水日も増加する一方で、洪水などの災害をもたらす短時間大雨による降雨量も増加するという、極端な気候が増加すると思われる。たとえば最悪の場合、札幌の真夏日数が現在の東京並みとなり、東京が現在の那覇並みとなり、那覇は年間半分が真夏日となる恐れがあることになる。そして沖縄では、大雨が降るとなると1回150mmの大雨（現在の全国平均の4倍弱）を想定した都市計画が必要になる。そうなった時の日々の暮らしを想像できる人はほとんどいないのではないかと想像力が必要ではあるが、今のような経済活動が行える保証はない。

第2章 気候変動対策：緩和

第1節 気候変動を緩和すること

すでに現在進行形で起きている気候変動への対応としては、i) 温室効果ガスの大気中濃度を減らして変動を緩和する「緩和」と、ii) すでに起きている異常気象に対し行政やビジネス

やコミュニティが適応して被害を最小に食い止める「適応」の二つが考えられる。

今から 20 年以上前の 1992 年の気候変動枠組条約締結の頃は、異常気象は今ほど多くなく、「気候変動は将来そうなるかもしれないリスク」であり、そうなる前に食い止めるための「二酸化炭素などの温室効果ガスを削減する緩和策」に重点が置かれてきた。具体的な対策は 1997 年に採択された京都議定書からスタートする。ここでは温室効果ガスを先進国全体で第一約束期間（2008 年～2012 年）までに 1990 年比で 5%削減することで合意された。しかし、主要な排出国である米国が議定書から離脱し、当時は想定されていなかった中国の経済発展による排出量の急増によって主要な温室効果ガスである二酸化炭素濃度の大气中濃度は上昇し続けている。

第一約束期間が終了した現在、各国政府の対応は、i) 京都議定書で定められた第二約束期間（2020 年まで）の削減目標を各国で自主的に策定しそれを 2015 年 3 月までに提示すること、ii) 2020 年以降の新たな国際的枠組み合意を 2015 年までとりつけることの 2 点である。我々は何のくらい二酸化炭素を排出しつづけられるのか。IPCC では、極端な気候変動を回避するには産業革命以前の気温から 2°C以内の上昇に抑える必要があり、そのためには二酸化炭素累積排出量の上限を 800GtC（ギガ炭素トン）と推測している。しかし 2011 年までに既に 515GtC 排出しているため、今後約 30 年で 800GtC に達してしまうと予測される。

IPCC は有効な二酸化炭素排出削減策として、エネルギーシステムと潜在的な土地利用の大幅な改変を挙げている。エネルギーシステムの改変には、供給時の対策として、再生可能エネルギーへのシフト、原子力⁵・天然ガスなどエネルギー源の低炭素化がある。一方消費サイドの対策としては、輸送部門（旅客、貨物）、建築部門、産業部門の省エネ化が有効である。土地利用の大幅な改変には、二酸化炭素を吸収する新規植林を含め土地利用計画の見直し、都市や住居インフラへの配慮、排出権取引や炭素税などの経済的制度導入が含まれる。省エネ・低炭素化は、京都議定書当時からも継続的に行われてきた対策だが、エコカーやエコ家電などを個別に開発浸透させるだけでなく、都市計画、交通計画などインフラの低炭素化が求められる。

なお、国際社会では、2020 年以降の新たな国際的枠組み作りが議論されているが、京都議定書との大きな違いは、米国と中国の積極的な姿勢である。両国は 2014 年 2 月に 2020 年以降の国際的な枠組み作りで協力することで合意し、米国は 6 月に既存の火力発電所からの二酸化炭素排出量を、2030 年までに 2005 年比で 3 割削減する新たな規制を発表している。

第 2 節 日本の緩和策

日本での緩和対策はどうなっているか？ 1997 年京都議定書締結前後は、地球温暖化問題が広く社会の関心を集めたが、最近では「気候変動」「地球温暖化」という言葉はあまり話題にならない。環境問題の専門家の間でも「なんとなく地球温暖化は古いテーマ」という共通認識があるように感じる。安倍政権下で日本政府は 2020 年までの京都議定書第二約束期間の削減枠組に参加しないと表明し、鳩山政権での 2020 年までの 25%削減目標を安倍政権では 2005 年度比 3.8%減（1990 年比 3.1%増）に変更したが、いずれもほとんど話題になっていない。米国や中

⁵ 二酸化炭素削減では貢献するが、各種の障壁とリスクが存在するとの注釈あり。

国の積極姿勢とは方向性が異なる。

地球温暖化問題への最近の無関心な傾向は、3.11の東日本大震災と原発事故によるところが大きいと考える。3.11後は省エネ節電と脱原発へ社会の関心が一気に高まった。しかし、脱原発の機運から気候変動緩和→二酸化炭素削減→再生可能エネルギー&原子力推進という従来の気候変動緩和の論理が、環境派からは原発推進派の戦略の一部と疑われるようになった。更に京都議定書の第一約束期間の日本の削減目標6%削減に対して8.4%削減を達成したことも地球温暖化対策への関心の薄れにつながっていると思われる。

一方で、3.11後は東日本で経験した計画停電や大幅節電の動きの中で、エネルギーの重要性が社会で共有されるようになった。ほぼ同時期に再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度(FIT)が導入され、発送電分離など電力改革が進んでいる。こうした中で、省エネ製品の開発、再生可能エネルギーへのシフト、ヒートアイランド緩和のための緑化やITを活用したスマートコミュニティ作り、里山の再生など低炭素化対策が進んでいる。これらの低炭素対応策は地球温暖化対策と言わなくても実質的に同じことなので、問題がないように思える。しかし「気候変動」「地球温暖化」という観点がないと、二つの重要な点が抜け落ちる。一つは石炭火力へのシフトである。2013年6月閣議決定された「日本再興戦略」の柱の一つが高効率な石炭・LNG火力発電の導入である。高効率でも石炭発電は石油や天然ガスと比較すると二酸化炭素排出量は依然として多く、環境団体などは問題視している。もう一つ重要な点は、気候変動対策の二つ目の柱である適応策の取り組みの遅れであり、なぜ問題なのかは次章で見ていく。

第3章 気候変動への適応

第1節 異常気象とその被害

AR5⁶では、ここ数十年気候における変化は、全ての大陸と海洋にわたり自然および人間システムに影響を与えていると断定された。具体的には i) 降水量の変化、融雪、氷河の融解が水文システムを変化させ、質と量の面で水資源に影響を与えており、ii) 陸域、淡水及び海洋の多くの生物種は、気候変動に対応して生息域や季節的活動、移動パターン、生息数、及び種の相互作用を変移させている。iii) さまざまな研究結果を見る限り気候変動が世界の作物の収量に与える影響はマイナスの影響のほうがプラスの影響よりも一般的には多く見られる、iv) しかし人間の健康には気候変動が与える影響は他の要因に比べて小さく、定量化できていない。v) さまざまな異常気象の影響からすると、一部の生態系と人間の社会システムは気候変動に対してきわめて脆弱であり、特に貧困層へ与えるマイナスの影響が大きく、暴力的紛争は気候変動への脆弱性を増大させると考えられている。

実際、天災による世界の被害は趨勢的に増加している(図表5)。ミュンヘン再保険はその背

⁶ 「第二作業部会報告書 気候変動2014：影響、適応、及び脆弱性 政策者向け要約」(環境省速報訳 2014年5月23日版)

景を、経済価値の増大と、護岸整備されていない河川や沿岸地域の都市化に加えて、一部地域における損害を伴う自然災害の多発化、によるものとしている⁷。

図表 5 天災による経済損失(5年間の平均推移)

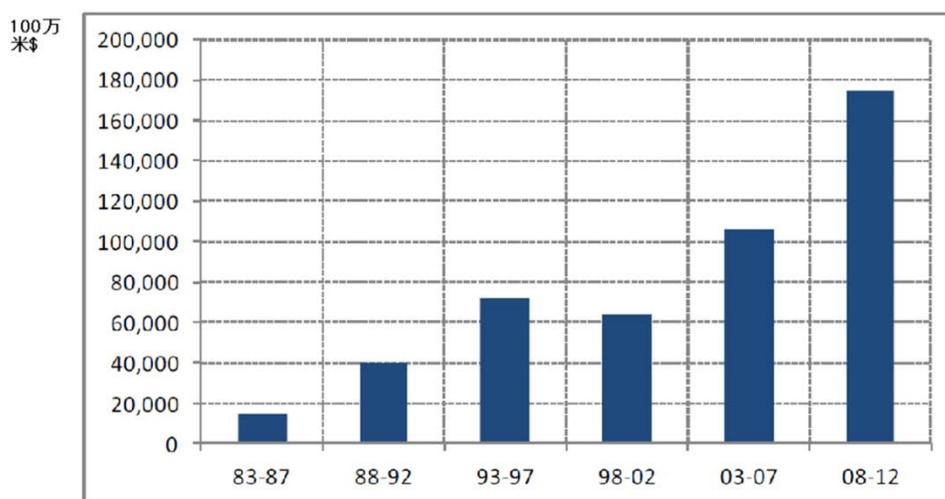


Figure 4-8: Economic Damage (Average of 5-year period), 1983-2012

出所) EM-DAT The OFDA/CRED International Disaster Database

最近の災害状況を見てみよう。保険会社スイス・リーの調査「2013年の自然災害と人災」⁸によると、2013年の自然災害と人災による経済的損失額は1400億米ドル、世界の保険損害額は450億米ドル、死者数は約26,000人であった。中東欧では5月～6月の集中豪雨による洪水が165億ドルの経済損失をもたらし、保険損害は41億ドルとなり、7月ドイツとフランスに降った雹は48億ドルの経済的損害と38億ドルの保険損害を与えた。そして、アジアでは11月にフィリピンを襲った台風ハイヤンが125億ドルの経済損失と15億ドルの保険損害をもたらした、としている。

一方北米大陸では2013年12月～2014年1月にかけて各地で顕著な低温が記憶されている。米国南西部では2013年1月以降少雨が続き、カリフォルニア州の年間降水量が1985年以降最も少なくなっており、飲料用水や農業用水が不足するとの見通しから2014年1月には干ばつに関する非常事態宣言が発表された。州民への節水キャンペーンや水資源の規制が強化され、7月には、歌手のレディー・ガガが家庭での節水を呼び掛けるキャンペーンに協力するなど、深刻な水不足は続いている。

なお、自然災害の被害を一番受けやすいとされるのは先進国ではなく新興国である。先述したミュンヘン再保険の調査によると、自然災害による直接被害がGDPに占める割合は、先進国0.8%、新興国2.9%、途上国1.3%である。新興国の場合は比較的しっかりした資本基盤があ

⁷ ミュンヘン、2013年10月30日プレスリリース「自然災害に対して保険がプラスの経済効果を発揮すること、それがとりわけ新興国において顕著であることが調査で判明」

⁸ スイス・リー ニュースリリース (2014年3月26日)「スイス・リーのシグマ調査『2013年の自然災害と人災』世界の保険損害額は450億米ドル」

るものの、自然災害への防災のためのリソースやインフラがまだ限られているうえ、沿岸地域の急速な都会化が被害を増幅させている。タイの洪水被害が記憶に新しいが、今後気候変動の激化が予想され、従って異常気象の頻度、被害はますます増大すると覚悟すべきであろう。特に成長期待が高い新興国でのビジネス展開には、こうした天災のリスクも考慮すべきであろう。

第2節 異常気象を想定し適応する

IPCC では、「現在の人間の社会システムは異常気象の被害に対して脆弱」と指摘しているが、異常気象が常態化する状況に適応し、防災に備えることでかなり被害は軽減できる。たとえば、先述したスイス・リーの調査によれば⁹、2013 年の中東欧の洪水被害は甚大だったものの 2002 年の洪水の後に洪水対策が強化されていたので 165 億米ドルの被害にとどめられたと評価している。同社では 2030 年までに米国メキシコ湾岸沿いでは気候変動による経済的損害が 215 億米ドルにのぼる可能性を示唆しているが、同社のサステナビリティのグローバルヘッド、デビッド・ブレシュ氏は「費用対効果の高い適応策は複数あり、これらを総合すれば損害を 35%減らすことが可能です。養浜、堤防、屋上緑化、建築基準法の強化などが最も有効な対策として考えられます」とも述べている。

IPCC では適応が求められる主要な気候変動リスクとして i) 岸部の高潮洪水、台風の増加、海面上昇が人や家畜の生命や健康に被害を与えるリスク、ii) 内陸の洪水による家畜の健康被害のリスク、iii) 異常気象による電気や水のインフラネットワークの機能を停止させるリスク、iv) 異常熱波がもたらす都市生活者や屋外作業者の死亡増加リスク、v) 温暖化、洪水、干ばつなどによる食料供給への損害リスク、vi) 水不足による作物の収量減、家畜への損害リスク vii) 海洋生態系の損傷リスク。特に熱帯と北極海における漁業や内水域の生物多様性への損害などを挙げている。図表 6 には地域ごとの主なリスクと適応策の事例を示した。

IPCC では、こうしたリスクへの適応は、その土地と社会制度によって異なるので単一のアプローチがあるわけではないが、個人から政府のレベルに至るまで各階層の取り組みを組み合わせ相互補完的な体系を作る必要を指摘している。また計画策定の際には、先住民の知恵や伝統的な言い伝えなどからも多くを学ぶことが出来ると指摘。3.11 の津波の際も、「ここより下に家建てるべからず」などの言い伝えを守った村落や伝統ある神社は被害を免れたなどの話が聞かれた。計画策定の際には近代科学のデータや知見だけでなく、その土地に伝わる智慧や経験から学ぶことも、科学では想定外とされるような異常気象がもたらす被害を最小限に食い止めるために不可欠であろう。更に適応計画を実施していくためには、グローバルな適応策のコストとその資金調達に関するアセスメントが必要となる。そして、適応策と緩和策には、コベネフィット、シナジー効果、とトレードオフが存在することにも留意したい。

気候変動のリスクを最も顕著に受けるのは保険業界である。2013 年 11 月に国連環境計画金融イニシアチブ (UNEPFI) が世界の保険会社の気候変動戦略についてまとめた報告書 ‘Insuring

⁹ 脚注 8 参照。

Climate Resilience’によると、保険会社はすでに気候変動は顧客のリスクを拡大させている脅威という認識がある。特に不動産への保険では支払請求が増えており、今後生命・事故・健康への保険にも波及すると予想している。そしてそのリスク増大への適応策として、洪水のコントロール、土地利用規制の強化、下水排水の改善などが、重要なリスク低減策としてあげられている。また政府が防災計画を強化し情報データベースを拡充することも効果的である。また、国際社会においては各国が気候変動適応策の調査や気象情報データのレベルアップや、気象情報と資産への損害への関連性についての情報収集が必要となる。それぞれの国内においては、洪水対策と下水設備の強化、土地利用計画や防災計画の見直し、建物や設備交通施設などのインフラの再点検と強化、生態系システムの保全と修復も重要な手段と考えられる。

図表 6 地域ごとのリスクと適応策

地域	リスク	適応策
アフリカ	水資源のストレスが増大。過剰な水の使用。将来にわたり水需要は増加すると予想され、特に乾燥地域での干ばつリスクが高まる。 熱波と干ばつによる穀物の収量低下および家畜と食料安全保障への強い負の影響。ペストや疫病による健康被害と、食料供給システムに洪水が与えるダメージ。 気温降水量の変化がもたらす水由来の疾病の分布の変化。	気候変動由来ではない水へのストレスを下げる。需要のコントロール。地下水のアセスメント、上下水道一体型管理、土地と水資源を統合して管理する。持続可能な都市開発計画。 技術による適応(干ばつに強い品種を植える、灌漑、監視体制強化)。小規模農家に金融を含めた生産技術へのアクセスを良くする。政府の農業・ジェンダー政策の支援。アグロフォレストリー、自然保護型農業などの支援(サステナブルな農法支援)。 安全な水と衛生システムの確保、公衆衛生の浸透。脆弱な地域のハザードマップと、早期警報制度。セクターをまたぐコーディネーション。持続可能な都市開発計画。
欧州	都市化、海面上昇、海岸浸食、などによる洪水の増加がもたらす経済的損失 水需給のタイト化(河川と地下水の利用制限強化と、需要の拡大)、南欧州では、高温が河川水路からの蒸発を増やすことによる水資源の減少も予想されている。 熱波による人的経済的損害(健康被害、労働生産性の減少、収量削減、大気の質の低下、南欧州とロシア地域の山火事増加)	洪水防止の仕組み(防波堤の整備)と、湿地の回復技術の進化によりかなりの程度適応可能だが、コストは高くなる。しかし低地など危険な地域への土地需要はマイナスに働く可能性あり。 灌漑、散水、工業用、家庭用など水利用時の省水・節水技術の向上。河川の流域地帯の統合的な水マネジメント。 警告メカニズムの整備、住居・職場・インフラにおける適応策、大気汚染物質の排気の削減、山火事の制御。気候変動保険の整備。
アジア	河川や沿岸、都市部の洪水増加 熱波による死者増加 干ばつと洪水不足がもたらす栄養状態の悪化	効率的な土地利用計画と再定住。ライフラインの強化。モニタリングと早期警報システムの構築。経済的分散化(産業の分散化?) 熱波警報システム。ヒートアイランド緩和型都市計画。サステナブル都市計画。屋外労働者の熱ストレスを緩和する労働慣行(涼しい時間帯のみの作業とか)。 防災体制の強化。水資源管理システム。と水インフラの整備、水の再利用を含めた水供給源の多様化。節水・省水技術。
豪州	生態系やサンゴ礁の変化 洪水被害の程度と頻度の増加 沿岸部と低地のインフラリスクの増加。海面上昇の影響を受ける地域のリスクも増大	サンゴ礁が適応できるより速いスピードの海水の温度上昇と酸性化。 効果的な適応策は、土地利用計画と再定住。 現在の沿岸浸食と洪水リスクに対する適応策は不十分。
北米	乾燥と異常高温の結果による山火事がもたらす生態系、経済的資産、人命への被害 熱波による人命ロス 海面上昇・サイクロン・異常降雨による都市部の洪水は、資産やインフラ、サプライチェーン、生態系、社会システム、公衆衛生、水質劣化、への被害をもたらす。	山火事に強いエコシステムへの移行。定期的な焼畑によるコントロール。燃えにくい生態系の活用。立ち退きによる人的資産の適応策は、個人資産保護の観点から難しい。家庭における適応でできることはわずか。メキシコの乱伐+焼畑に関してはアグロフォレストリーが有効。 住宅のエアコンはリスクを下げるが、エアコンの普及状況は異なるし、停電の場合のリスクは高い。アスリートや屋外作業者へのリスクは高い。 都市部の下水整備はコストが高い。コペネフィット型の適応策は保水型の土地表面利用、緑のインフラ整備、屋上緑化。海面上昇は沿岸部の水位上昇を招き、下水システムを妨害する。下水計画は昔の降雨量を基にしているので最新のデータに更新する必要がある。マングローブ林をふくめた湿地帯の保全は洪水緩和の効果があり。
中南米	水資源確保のリスク。異常降雨による洪水と地滑りリスク 食料生産減 病気の蔓延vector-borne	水資源管理の強化。都市と農村部の洪水管理計画、早期警報システム、精度の高い天気予報、疫病のコントロール。 気候変動に適応する殺物理の開発。伝統的な先住民の知恵と技術を活用する。 伝染病の早期警告システムの構築、基本的な公衆衛生サービスの向上。
極地方	水、氷雪、霜などのパターン変化が淡水と、陸上の生態系深刻な影響をもたらす。海洋生態へのリスクも想定される。結果として、種の生存状況や繁殖状況に影響する。 気象条件の変化、食料の確保、安全な水資源不足、影響凍土のインフラへのダメージがもたらす住民の健康と資産被害の増加	科学と先住民の知識の理解をより良い理解による効果的でイノベティブな適応策の開発。エコシステムを安全に活用するためのモニタリングシステムの強化。狩猟生物を変えることにより収入源を多様化。 科学と先住民の知識に基づき技術をより融合させること。モニタリングの強化、教育とコミュニケーション、定住地域、使用する資源のシフト。

出所) IPCC WGII AR5 ‘Climate Change 2014: Impacts, adaptation, and Vulnerability Summary for Policy Makers’より大和総研仮訳

第3節 具体的な適応策—米国の事例

冒頭に記した米国の第三回気候評価レポート‘Climate Change Impacts in the United States’には米国の適応策の詳細がある。たとえば、2013年6月にオバマ大統領が公表した Climate

Action Plan（気候アクションプラン）では緩和策策定のための柱として、i）より強靱で安全なコミュニティとインフラ作り、ii）経済と自然資源の保全、iii）気候変動の影響に対処するために科学的知見の活用、の3つをあげた。そして、Council on Climate Preparedness and Resilience（気候変動適応会議）を設置し、各省庁に横串を入れる形で適応策策定を始めている。その中には、気候変動適応対策への投資促進、異常気象に対する土地と水資源の適切な管理の仕組み、などが含まれる。

また連邦政府の各省庁にはそれぞれ適応計画の策定が義務付けられている。地方政府でも策定の動きが広がっており、州レベルでは2013年時点で15州が適応計画を策定済みで、4州が策定中、7州が策定を勧告中であった。アンケートによると地方自治体では59%が何らかの適応計画を持っている。

同報告書では、現在の気候変動の速いペースを前提にすると、広範でかつ多様な対応が必要と指摘し、そのための迅速な意思決定プロセスが不可欠だと述べている。また、草の根コミュニティレベルの取り組みと、国家的な取り組みが同時に必要であり、そこでは国際的な法規制との関連も考えなければならない。たとえばコロラド河や五大湖などの干ばつリスクは国内だけでなく国際問題でもある。こうした観点から具体的なケーススタディとして以下の4事例をあげている。

i) 全米干ばつ情報システム (National Integrated Drought Information System, NIDIS)

2006年下院に設置された連邦干ばつの早期警報システム。ウェブでの情報開示を行う。地域ごとの干ばつの程度をきめ細かに予測。連邦レベルの調査情報、や現存する他の予測やアセスメントシステムのとも提携している。現在は水の需給予想、山火事の予想とマネジメント、農業向け気象予想を行っている。

ii) コロラド川流域地帯のガバナンス

コロラド川は流域3,300万人に水を供給している。コロラド川の水利権に関しては、メキシコと7州の水使用について1922年に取り決めた契約がもとになっており、現在の需給状況を反映していない。進行する気候変動が水不足を招くリスクを懸念して、より柔軟な水マネジメントが必要となる。連邦政府機関が調整役となり、2008年西部州水委員会を立ち上げ、気候変動、水資源の確保、水使用、水の再生利用と水質について検討する作業計画を立ち上げ、現在では、水資源の状況に関するインベントリデータベースを構築している。

iii) ウィスコンシン州の森林マネジメント

ウィスコンシン州では温暖化しており、嵐、山火事、昆虫の大量発生、洪水などの被害の増加が予想されており、森林資源への影響が懸念されている。これに対して連邦や地方の機関が共同で、気候変動対策フレームワークを構築し、気候変動が中西部と北東部の森林地域に与える影響についての影響を調査、気候変動マネジメントの手法を地元の森林経営者に提供、実際に現地で対策を実験的に実践させている。

iv) マサチューセッツ州ケーブコッド：気候変動と交通・土地利用

観光地であるケーブコッドは、海面上昇、海岸浸食、洪水の被害を受けており、気候変動により激化が予想されている。2010年には、海面上昇、洪水などの影響を受けやすい土地を特定し、開発計画の土地利用交通シナリオ策定のパイロットプロジェクトに着手。シナリオ作りの要件として、車両1台あたり交通量とエネルギー使用量、温室効果ガス排出量の減少、エコシステムの保全、気候変動に脆弱な地域の新規流入人口の減少、交通手段へのアクセスの改善。などの要素を加えた。さらにそのシナリオを地域のステークホルダーとのワークショップを通じて、気候変動の緩和策と適応策を含む最適なシナリオを選択し、それを反映した土地利用交通計画を策定することができた。

これらの取組みは、それぞれ大変な作業であるが、一方でこれだけでは大雨や洪水、竜巻、雹、干ばつなどの被害に対応するためにはまだ十分とは思えない。しかし、それでも「気候変動への適応」という発想で草の根から地域、国家レベルに至るまで、米国では対応が始まっている。ちなみに日本の環境省は、適応策の策定を、2015年度夏を目途としており¹⁰、このスピード感の違いには違和感および焦燥感がある。

第4節 世界主要都市の取り組み

国家政府だけでなく、主要な大都市においても気候変動の脅威に対する認識と対応は広がっている。東京、NY、ロンドン、北京、上海など世界の主要都市が加盟するネットワーク C40 (The Large Cities Climate Leadership Group、世界大都市気候変動先導グループ) は、2014年7月に、気候変動に対する世界207の主要都市の取り組みをまとめた報告書‘Protecting Our Capital’を公表した。大都市の取り組みが大事なのは、都市の経済規模（大都市の経済はGDPの8割、2030年までに気候変動リスクにさらされる資産は4兆ドル）にのぼり、ビジネスへのインパクトが大きいためである。具体的な気候変動による異常気象とは、干ばつ、異常降雨、海面上昇、台風や洪水、気温上昇と熱波である。そして76%の都市が気候変動は広範なビジネスに影響を与えると認識し、また気候変動の脅威について多くの場合都市とビジネスではほぼ共有されている。例えば、米国干ばつが気候変動リスクであるサンディエゴでは電力会社 Sempra Energy の発電所はもっとも省水型のものとなっている。大都市が想定するビジネスへの影響は、資産や資本、周辺のコミュニティのダメージ、原料調達、交通や公共施設などのインフラ、観光資源、エネルギーや水の調達コスト、などに与えるダメージが想定されている。

¹⁰ 環境省報道発表資料 平成26年6月6日 「日本国内における気候変動による影響の評価のための気候変動予測について（お知らせ）」

第4章 産業界と気候変動

第1節 ビジネスリスクとしての気候変動

CSR や SRI 関係の国際会議に出席したり海外の情報に接して、最近の傾向として感じるのは海外（欧米アジア）では、この問題を地球温暖化（Global Warming）ではなく気候変動（Climate Change）と称することである。しかし日本では引き続き「地球温暖化」が主流である。地球温暖化という言葉からは気候変動のような切迫感はなく、温泉でじわじわ暖まるようなのどかなイメージがある。環境省の部局名や政策を見ても「地球温暖化対策」が主流で、こののんびりした感じは環境省のアンケート平成 24 年度「環境にやさしい企業行動調査」（平成 26 年 3 月結果公表）の調査項目からも明らかだ。「地球温暖化対策」に関する設問項目にあるのは、温室効果ガス削減、国内排出量取引制度、カーボンオフセットなどで、異常気象リスクについては触れられていない。また日本企業の「地球温暖化対策」は、ブランド対策や製品戦略であり、これを自社のビジネスへのリスクとしてとらえているところは少ない。この 7 月に環境経営のセミナーで講師を務めた。参加者は基本的に企業の環境担当者だったので IPCC の AR5 について聞いたところ、読んだ人は 2 割にも満たなかった。しかし海外では地球温暖化はビジネス上のリスクとしてとらえる経営者層や投資家が増えている。例えば世界の企業 5,000 社以上を対象に気候変動に関するアンケートを実施している世界的 NPO である CDP の調査から、このスタンスの違いは読み取れる。図表 7 には企業が考える気候変動のリスクと機会のそれぞれ上位 5 項目を示した。

リスクでは、グローバル企業の場合「異常降雨や干ばつ」があげられているが、日本の企業では、気候変動関係は 5 大リスクには含まれない。逆に機会項目の中で日本企業は「平均気温変化」をあげているが、これは空調機器・飲料・農産物などの製品やエネルギー管理のサービスでプラスになると考える企業が少なくないことを示している。すなわち、日本の多くの企業にとって、地球温暖化は省エネ関係の製品やサービス事業を広げるチャンスであり、自社の基盤を揺るがすかもしれないリスクとしては認識されていないのである。

図表 7 気候変動のリスクと機会

気候変動の5大リスク		気候変動の5大機会	
グローバル	日本	グローバル	日本
評判	炭素税	消費者行動の変化	消費者選好の変化
異常降雨や干ばつ	排出量取引	評判	評判
排出量取引	評判	排出量取引	製品効率基準
炭素税	消費者行動の変化	製品効率性の基準	平均気温の変化
燃料税	国際的な合意	燃料税	排出量取引

出所) CDP 'Global 500 Climate Change Report 2013'及び「CDP ジャパン 500 気候変動レポート 2013」より大和総研作成

しかし、異常気象をリスクと認識する米国企業はここ数年で急増している。CDPが2014年5月に公表した、米国企業の報告書「Major public companies describe climate-related risks

and costs’ では、気候変動の物理的リスクが今後 1~5 年内に発生すると考える企業の割合は、2011 年には 26%だったが 2013 年には、45%に増加している。ここで物理的コストとは、事業コストの増大、生産能力の減少、事業ができない状況、需要減少、資本コストの増大である。個別企業の回答からも危機意識がうかがえる。

たとえばアパレルの GAP 社は「降雨や干ばつのパターン変化は綿花収穫減とコスト増をもたらす。米国内の異常気象（ハリケーンや大雪など）は消費行動の変化を通じてビジネスへの打撃となる」。スターウッドホテルは「平均気温の変化は、光熱費の増加となりコストアップにつながる。わが社では 2035 年までに温暖化による空調費用は冷房で 170%、暖房で 11%増えると予測している。これは年間 1~2 千万ドルのコスト増となる」。食品メーカーのキャンベル社は「平均気温の変化は、サプライヤーに直接影響を与える。収量とコストが変化するだけでなく、調達先の場所と物流と入手可能性も影響する」、小売のウォルマート社は「ハリケーン・カトリーナによって約 200 店舗の一時閉鎖を余儀なくされた。そのうち 110 店舗は物理的損害を受け、少なくとも 6 店舗は 3 か月以上閉鎖せざるをえず、2 店舗は廃止した。2004 年から 2012 年までの 9 年間で、米国ウォルマートが異常気象による停電による被害で請求した保険料支払いは年間 300 万ドル。異常気象による被害は平均で、年間 2 千万ドルに及ぶ。」としている。

第 2 節 ‘Risky Business’ 米国産業界への警鐘

更に米国で、ビジネスリスクを一段と喚起する報告が公表された。2014 年 6 月、米国でマイケル・ブルームバーグ元 NY 市長とヘンリー・ポールソン元米国財務長官が共同議長を務めるプロジェクト ‘Risky Business Project’ は、気候変動に関する報告書 ‘Risky Business: The Economic Risks of Climate Change in the United States’ を発表した。プロジェクトの委員にはロバート・ルービン元財務長官、元国務長官のジョージ・シュルツ氏など米国政財界の大物が名を連ねる。同報告書では科学的予測にもとづき、気候変動が米国経済的に与える損害を予測し、その結論として「もし我々が今までどおりの行動を続けていたら、米国の多くの地域は気候変動によって深刻な経済的被害を受けることになる。しかしもし我々が気候変動への適応と将来のインパクトを緩和する努力を積極的に行うようになれば、我々は最悪の気候変動リスクへのエクスポージャーを減じることができ、また世界に気候変動へのリーダーシップを世界に示すことができる」と、米国産業界へ問題提起した。気候変動で予測される被害は；

【短期：5 年～25 年後】

i) 今後 15 年ほどで高潮や嵐からの被害は年額 20 億ドル増の 35 億ドルに、ハリケーンの被害を加えると 73 億ドルとなり、沿岸地域が受ける被害の総額は年間 350 億ドルと予測。ii) 農業については、中西部や南部で従来通りトウモロコシ、大豆、小麦、綿を通常通り栽培し続けられれば今後 5 年から 25 年の間に収量が 10%以上減少すると予測。iii) これに対して化石燃料から新エネルギーに転換するコストは年間 120 億ドルと予測。

【中期～長期： 2050～2100年】

i 沿岸地域) 2050年までに660億ドル～1,060億ドル分の沿岸地域の不動産が海面下に沈み、2100年にはその被害規模は2,380億ドル～5,070億ドルに上ると予測される。さらに5%ほどの確率で、海面に沈む不動産は7,010億ドル、これに加えて高潮時に被害を受ける資産は7,300億ドルと予想されている。

ii 熱波の影響) 今世紀半ばごろには、95°F以上の日が現在の2倍から3倍以上の27日～50日程度に、今世紀末には45～96日に増加すると予想される。屋外労働者の生産性が下がる。南東部では3%の低下を予想(生産性低下が問題となった1970年代の生産性の減少率は1.5%にすぎなかった)。極端な熱波が続くと、エアコンなしで人体が生存できる境界を超えるほどの熱波が続く可能性があり屋外労働者の健康に深刻な被害をもたらすだろう。エアコン用の電力需要も急増する。米国中部の熱波が続くと南東部、グレートプレーンズ南部、中西部では、適応策をとらなければ農産物(トウモロコシ、大豆、綿、小麦)の収量が50%～70%落ち込むリスクがある。一方で北部の農産物の増加が期待されるが、削減を相殺するに至らないだろう。

iii 結論) このような気候変動をもたらす変化に対して報告書では「我々は米国の産業界と金融業界が、気候変動を意思決定プロセスに組み込むことを願っている。すでに農業セクター国防セクターは動き始めたし、債券市場、公益セクターにも動きが見られるが、ほかのセクターでは短期的なリスクとしかみなされていない」と指摘、また「これは最初の一步でしかない。ただし、もっと安全で確かなアメリカ経済へ導く道への第一歩である」と締めくくっている。

つまり、気候変動のリスクはどこか自国とは離れた遠い国が被害を受ける話ではなく、自国の国土やインフラ、農作物や生態系が大きなダメージを与える自分への脅威なのであり、それを強くこの報告書では訴えている。

一方日本では2013年7月に経団連が「攻めの地球温暖化外交戦略」への提言を公表し、11月には正式な外交戦略として外務省から公表された。その柱は「革新的な技術開発の促進」「低炭素技術の普及」「途上国支援」となっている。いずれも気候変動の緩和策としては有効であろうが、こうした仕事を遂行するには国土もインフラも社会生活上問題なく、また人々が健康に働けることが条件となろう。最近の異常気象を見ても気候変動の脅威が国土やインフラに与える損害を想定しない経済社会戦略は実現可能なのだろうか。

結びに代えて

CSRや環境について海外の情報に接していると、今や気候変動は最もポピュラーなテーマである。しかし、日本国内ではマスコミ報道のみならず環境関係のコミュニティですら「気候変動」という言葉がほとんど聞かれなくなった。IPCCのAR5はかなり厳しい地球の将来を予測しているが、ほとんど話題にならなかった。一方で5月の北海道で37°Cを記録したり、6月に三鷹で雹が降ったり、短期集中豪雨が日本各地に土石流の被害をもたらすなど、異常気象が日常生活

にも影を落とすようになってきている。しかし、行政や政治を見てもこれらを気候変動と結びつけて適応策を策定するという発想は見られない。また、企業の動向を見ても、省エネをビジネスチャンスとはとらえても気候変動はまだリスクと認識されていない。これは、国家としても民間のビジネスとしても大きなリスクである。直ちに国家政策としても民間でも、気候変動への適応策の検討を始めるべきであろう。

具体的には、平和的なイメージのある「地球温暖化対策」という名称を不安定な印象のある「気候変動」に言い換え、国民に意識を持ってもらう。そして最近では都会でも日常的に起きているゲリラ豪雨などの異常気象を気候変動の一環ととらえ、IPCC の提案や米国の政策に見るように、気候変動に関する情報を国家的に一元的に整備管理し、国や自治体、企業などの緩和策と適応策の策定に活用すべきであろう。特に、日本企業は省エネ技術で実績があるだけに「地球温暖化対策」は、省エネによる社会貢献的な意味のある活動と認識しがちである。しかし、気候変動は本業そのものに脅威となるリスクであり、そのコントロールがビジネス上も新たな課題であるという認識とそれに基づく戦略策定がなければ、技術で貢献は絵に描いた餅になる恐れがある。日本経済の発展のためにも日本の技術で世界の低炭素化に貢献したいのであれば、なおのこそ早急な気候変動リスクヘッジリエントな体制作りが求められる。

また、緩和策では、省エネ技術で国際的に貢献したいのであれば、なおさら国際的な枠組み作りを国際政治問題と認識して京都議定書の頃のように世論を喚起し国際的にもリーダーシップを見せることも肝要であろう。