

1

CLIMATE CHANGE

総論

気候変動で
社会はどのように
変わるのか

木根原良樹

井上 剛

異常気象が甚大な経済損失をもたらす

世界では、ここ10年ほどを見ても、毎年のように大雨や台風、熱波、干ばつなどの異常気象によって、数千人の人命が失われ、数百万人の安全な生活が脅かされている（#01）。異常気象は、生命の危険に加えて、大きな経済損失をもたらす。

2011年のタイの大雨による大洪水が日本経済に大きな打撃を与えたのは記憶に新しい。2011年夏、雨季に当たる6月から9月にかけて、インドシナ半島のほぼ全域で平年の約1.2倍から1.8倍という多雨が続き、10月上旬にはタイ北部の広い範囲で毎時100~200mmの降水量を観測した。結果としてタイを南北に流れるチャオプラヤ川流域の多くの地点で河川氾濫や土砂崩れが発生し、深刻な洪水被害をもたらしたのである。その損失額は、約400億ドルにのぼる。

タイには日系企業が多数進出している。日本貿易振興機構（JETRO）によれば、約450社の日系企業の工場が浸

水被害に遭ったという。

気象庁では、ある地点で見た場合に30年に1回程度よりも希に起こる気象現象を「異常気象」と定義している。つまり30年に1回起きるような大雨や、それとは逆に無降水日数が何日も続くような干ばつ、極端な高温や低温なども異常気象である。タイの大雨は、まさに異常気象と呼べるものだった。

——異常気象は気候変動が原因か？

タイの洪水のような個別の災害を取り上げて、それが気候変動*1によるものか、それとも通常の気象変化のゆらぎなのかを判断することは難しい。一方で、2007年に公表されたIPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第4次評価報告書（AR4）では、気候変動

*1 地球上では、晴天や雨、雪などさまざまな大気現象が起きるが、数日程度の短い間に変化する大気の現象を気象と呼び、数力月から数百万年にわたる長期の大気の状態のことを気候と呼ぶ。人間活動による温室効果ガスの排出や自然要因により気候システムが変化することを気候変動と呼ぶ。

#01 異常気象は毎年甚大な被害をもたらしている

2000年以降の主な気象災害

2000.01-02	モンゴル	大雪で100万頭以上の家畜が死亡
2001.11	アルジェリア	大雨で800人以上が死亡・行方不明
2002.06-09	中国中部・南部	大雨で1,000人以上が死亡
2002-2003	オーストラリア	干ばつにより小麦の生産量が前年比60%減少
2003.06-08	欧州	熱波により5万2,000人以上が死亡
2004.06-10	インド、バングラデシュ	大雨で2,000人以上が死亡
2004.09	ハイチ	ハリケーン「ジーン」により3,000人以上が死亡・行方不明
2004.11-12	フィリピン	台風と大雨で1,500人以上が死亡・行方不明
2005.08	米国南部	ハリケーン「カトリーナ」で1,700人以上が死亡、3兆円の損失
2005.12-2006.01	ロシア、東欧	たびたび寒波に見舞われ、1,000人以上が死亡
2006.05-11	フィリピン	台風で1,000人以上が死亡
2006.06-07	欧州全域	熱波により欧州中部を中心に2,000人以上が死亡
2006.06-12	オーストラリア	干ばつにより小麦の生産量が前年比60%減少
2007.11	バングラデシュ	サイクロン「シドル」により4,000人以上が死亡・行方不明
2008.01-02	アフガニスタン	寒波により800人以上が死亡
2008.05	ミャンマー	サイクロン「ナルギス」により13万人以上が死亡・行方不明
2008.06-09	インド北部	大雨で2,700人以上が死亡
2008.08-09	米国南部、中米諸国	ハリケーン「グスタフ」「アイク」などで420人以上が死亡
2009.01	アルゼンチン	ラニーニャの影響による干ばつで農作物に被害
2009.02-03	オーストラリア南東部	異常高温と少雨、森林火災により180人が死亡
2009.03-09	ケニア	干ばつで野生動物が大量死、100万人の食料が不足
2009.12-2010.01	欧州、シベリア、北米	日最低気温が平年値を10℃以上下回る異常低温
2010.07	ロシア、東欧	熱波・干ばつによる森林火災と小麦生産の減少
2010.07-08	パキスタン	大雨による洪水で1,960人以上が死亡
2010.08	中国中部	大雨で1,700人以上が死亡
2011.01	ブラジル	大雨による洪水や地すべりで800人以上が死亡
2011.01-09	アフリカ東部	干ばつで1,000万人以上の生活に影響
2011.01-11	米国南部、メキシコ北部	史上最大の森林火災、干ばつで250万人の飲料水が不足
2011.04-05	米国南東部・中部	300個以上の竜巻が発生し、500人以上が死亡
2011.07-11	タイ、カンボジア	大雨による洪水で約1,000人が死亡
2012.03	マダガスカル	トロピカルストーム「イリーナ」の影響で70人以上が死亡
2012.03	米国南東部	130個以上の竜巻が発生し40人以上が死亡

によって豪雨や干ばつ、熱波などの異常気象が起きる可能性が高まることに明確に言及している。

現在、世界中の科学者が、気候変動の実態の解明や影響評価などの検討を進めている。変動を示す指標としては、世界の平均気温や海水温、海面水位などが用いられる。

1900年から現在まで世界の平均気温の推移を見ると、1906年から2005年までの100年間で、平均気温は0.74℃上昇した。特に最近50年の気温上昇速度は、過去100年のほぼ2倍に相当する。2000年からの今後100年間については、世界の研究機関がいくつかのシナリオをもとに予測した結果をIPCCが取りまとめているが、環境の保全と経済の発展が地球規模で両立する社会(B1シナリオ)では約1.8℃(異なる予測モデルによる予測幅は1.1~2.9℃)、経済成長を優先させた社会(A1FIシナリオ)では約4.0℃(同2.4~6.4℃)上昇するとしている。

一方、世界の平均海面水位は20世紀を通じて17cm上昇した。これは海水

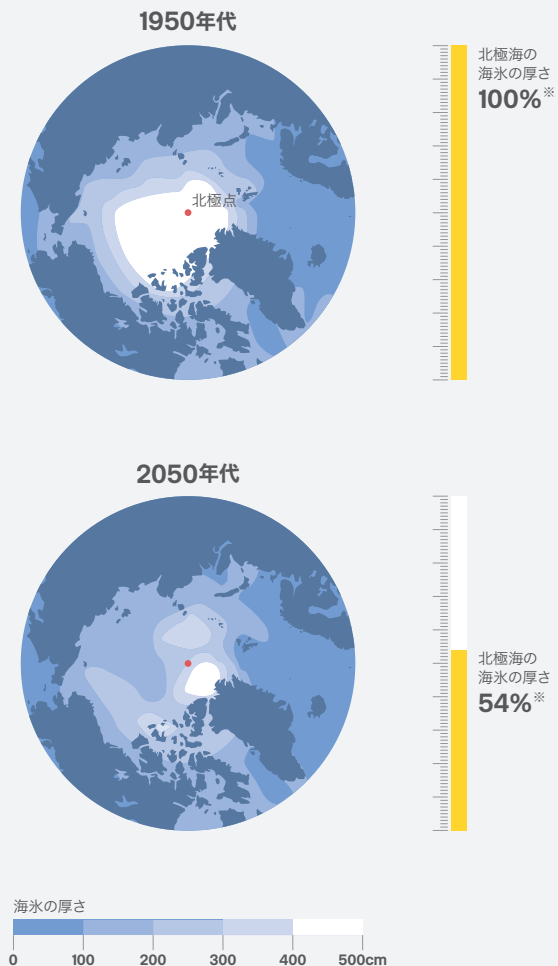
温が高くなることによる熱膨張に加えて、氷河・氷床などが広範囲にわたって減少していることに起因する。今後の予測については、21世紀末までにB1シナリオでは18~38cm、A1FIシナリオでは26~59cm上昇するとしている。

気候変動の影響が顕著に現れるのが北極海域である。米国海洋大気局(NOAA)は、過去の観測と将来シナリオに基づき実施した1950年以降の北極海の海水の厚さについてのシミュレーション結果を公表している。海水の厚さは1955年頃を100%とした場合、2005年頃には77%と、過去50年間で23%も減少した。さらに今後も海水の融解が進み、2055年頃には54%まで減少すると予測している(#02)。

——スーパー台風が増加する

異常気象のなかでも、一度に大きな被害をもたらすのが、ハリケーンや台風などの暴風雨である。スーパー台風の公式な定義はないが、気象学の分野では最大地上風速が67m/sを超えることをひとつの判断基準としている。たとえば

#02 北極海の海水の厚さが100年で半分に 気候モデルによる海氷の厚さの予測



※1955年の海氷の厚さを100%とした場合

資料:NOAA「200th Top Tens: Breakthroughs: The First Climate Model」よりMRI作成

1959年に発生した伊勢湾台風や1961年に発生した第二室戸台風がスーパー台風だったと言える。2005年8月に米国のメキシコ湾岸地域を襲って甚大な被害をもたらしたハリケーン「カトリナ」もこのカテゴリーに入る。

気象学の最近の研究によれば、今後、破壊的な勢力をもつスーパー台風がますます頻繁に来襲する可能性があるという。2012年に名古屋大学と気象庁気象研究所の合同チームが発表した研究によると、日本に上陸するスーパー台風の個数は、20世紀後半には期間中3個であったものが、21世紀後半には12個(4倍)に増加するとしている。

このように台風が強大化する要因の一つとして挙げられるのが、海面水温の上昇である。順を追って説明していこう。

まず、台風の発生メカニズムを確認しておく(#03上)。赤道地方では海面から蒸発する水蒸気をエネルギー源として定常的に積乱雲が発生している。赤道付近の海面を吹く風は、水蒸気をたっぷり含みながら空気の塊となって上昇を

始める。やがて気圧が下がるとともに気温が低下して、空気の塊に含まれる水蒸気が水滴や氷の結晶となり、雲ができる。このとき多量の熱(凝縮熱)を出し、回りの空気を暖める。その暖められた空気は軽くなってさらに勢いよく上昇を続ける。このサイクルを繰り返すことで、雲が積み重なり、激しい上昇気流が生まれる。それが、強力な台風に成長し、多量の雨を降らせることになる。

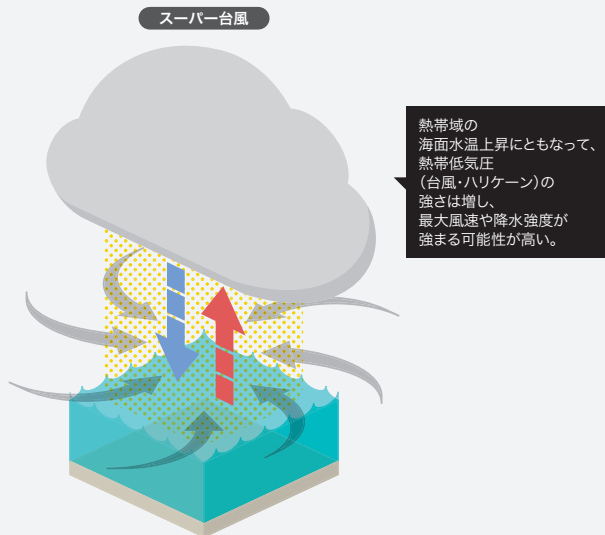
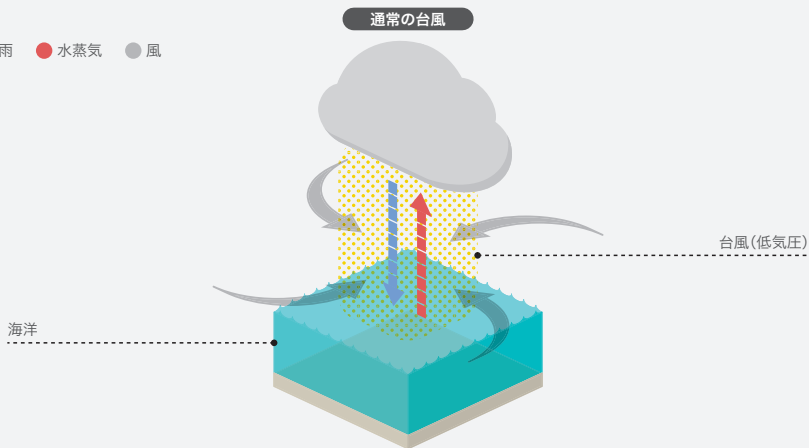
スーパー台風の発生メカニズムも、通常の台風の場合と変わらない。ただ、海水温が高くなると、台風に供給されるエネルギー量は増加し、通常よりも激しい上昇気流が生まれる。気温が高くなると大気に含まれる水蒸気量が増大するため、さらに多くの熱エネルギーが供給される。こうして通常よりも上空高くまで気流が上昇し、猛烈な風と雨をもたらす。これがスーパー台風である(#03下)。

21世紀後半の西太平洋の海面水温は現在よりも2°Cほど上昇すると予想されており、それが各種研究でスーパー台風が増加すると予測されている主要因の一つといえる。

#03 海水温の上昇でスーパー台風が増える

台風が強大化するメカニズム

● 雨 ● 水蒸気 ● 風



気候変動への適応を考える

気候変動がもたらす自然現象と、それが社会にもたらすさまざまな影響との関係は#04のように整理できる。

地球温暖化による影響は、前節でも述べたように、大雨や干ばつの増加といった異常気象や、氷河や海水の融解といった自然現象となって現れる。こうした自然現象は、災害、エネルギー、水資源、食料、生物多様性など人間社会のさまざまな側面に影響を及ぼす。また、新興国や途上国を中心とした人口増加、資源やエネルギー消費の増加などの諸問題を抱えており、気候変動はこれらをより深刻化させる可能性がある。

気候変動が私たちの社会に与える影響をより詳しく見ていこう。

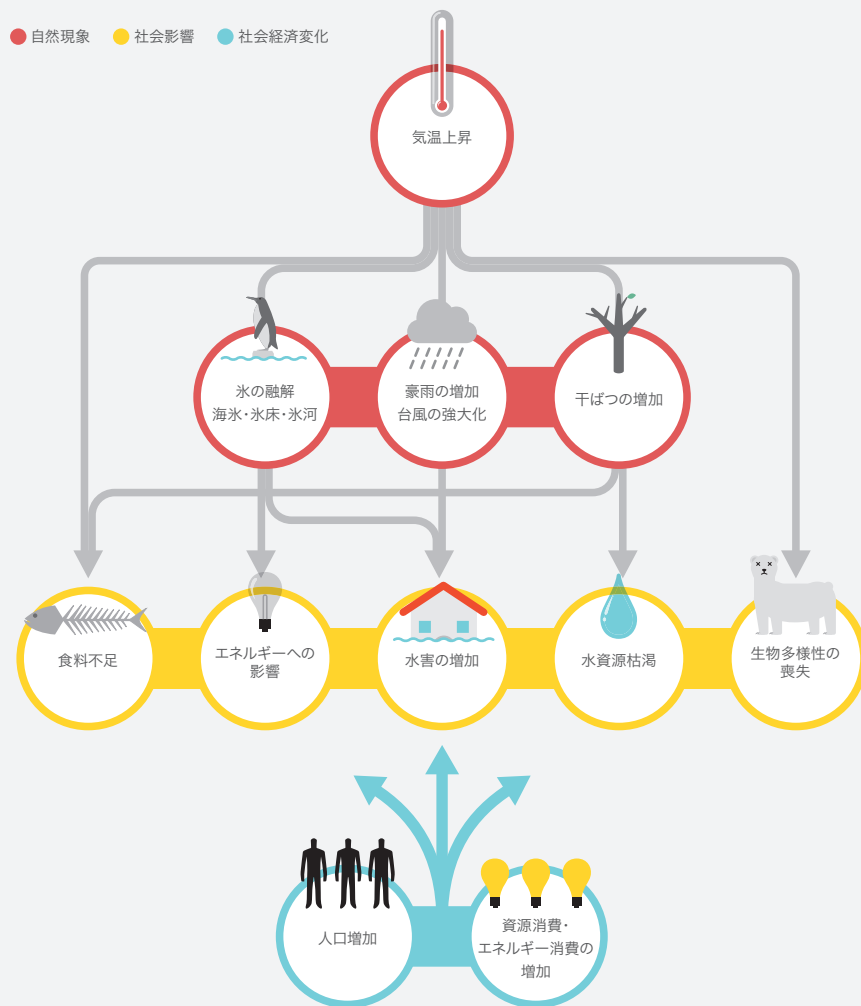
IPCCが実施した各種の経済評価のレビューによると、自然災害による経済損失は今後ますます増大すると考えられている。2012年に出されたIPCC「気候変動への適応推進に向けた極端現象及び災害のリスク管理に関する特別報告書

(SREX)」では、2040年に台風災害による経済損失は2000年に比べて30%増加、洪水による経済損失は同60%増加するという。この数字は2040年までの人口増加や経済成長を考慮しておらず、新興国の経済発展の具合によっては、損失額はさらに拡大するかもしれない。

水資源への影響は、生命に関わる問題だけにさらに深刻だ。1995年に水ストレスにさらされる人口は14~16億人だったが、2050年には気温上昇が小さい場合(平均で約2.4°C)で28~52億人、大きい場合(平均で約3.4°C)では44~69億人に達するという(IPCC第4次評価報告書)。同様に、気候変動は食料、とくに穀物生産に大きな影響を与える。低緯度地域は気温上昇によって穀物の生産性が低下するほか、甚大な干ばつ被害などが発生するおそれがある。中高緯度地域は、1~3°C程度の上昇であれば生産性は逆に向上するが、それ以上の上昇幅であれば低下する(IPCC第4

#04 気候変動は人間社会にさまざまな影響をもたらす

気温上昇が引き起こす自然現象と社会影響との関係



次評価報告書)。

食料については水害の影響も深刻だ。2008年にミャンマーに上陸して13万人以上の死者・行方不明者を出したサイクロン「ナルギス」。この年はインドでも大雨で2,700人以上が死亡するなど南アジアやインドシナ半島が異常気象に見舞われた年だった。水害でコメの収穫が減り、コメの国際価格が上昇。2002年には200ドル/tだったものが、5倍の1,000ドル/t付近に達した。

最後に生物多様性への影響を見ておく。気温上昇が2~3°C上昇した場合、植物種および動物種の約20~30%において絶滅リスクが増大する (IPCC第4次評価報告書)。IUCN (国際自然保護連合)が2012年1月に発表したレッドリストによれば、絶滅危惧種の数は1万9,817種。土地開発による生息面積の減少や乱獲など人間の経済活動の影響が大きいが、気候変動との関係も指摘されている。現実には自然生態系の消耗は加速しており、将来的には遺伝資源や観光資源などの面で影響が顕著になると予想される。

—— 気候変動へ適応するための2つの視点

地球の気候は過去にない速度で変動し、今後も人間社会にさまざまな影響を及ぼすことになる。私たちはこの現実を受け止め、今後の暮らし方、ビジネスの取り組み方などを考える必要がある。

将来の気候の変化を念頭において、人の生活や企業活動に悪影響が出ないよう、また良い影響をうまく利用できるよう、今の時点から社会システムを変えていくことを気候変動への「適応」という。例を挙げると、洪水の増加に備えて防災体制を強化したり、農作物の適地変化に備えて品種改良をしたり、といった行動が適応にあたる。

現時点でも社会が多くの問題に直面するなかで、将来の変化を念頭においた対策を行うのは簡単ではない。しかし、気候変動の影響が明らかになってから対策を行ったのでは手遅れになるのは明らかだ。時間がかかるものから順に、今から行動に移していくことが重要ではないだろうか。

気候変動への適応を考える上で重要な視点を2つ挙げる。

Keyword 1 :

グローバルな発想と行動がカギになる

最も重要なポイントは、グローバルとローカルの両面から事象を捉えることである。こうしたアプローチをここでは「グローバル」と呼ぶことにする。

国際的な連携によって、地球全体の適応を進めようという動きが始まっている。2010年のCOP16（気候変動枠組条約締約国会議）では、途上国の適応を支援するための「カンクン適応枠組」が設立された。その一方で国レベルの適応計画の策定が進む。欧州では2008年までにイギリスやオランダなど8カ国が、自国における気候変動の将来予測を踏まえ、適応計画を策定している。自治体レベルの計画も策定され始めた。

経済・社会がグローバル化するなか、新興国や途上国が適応に失敗すれば、影響は全世界に及び先進国も多大な損失を被る。冒頭に述べたタイの洪水はその端的な一例であろう。日本をはじめ先進国は、世界の適応問題は自国の問題との認識をもち、グローバルな適応策に積極的に乗り出していくべきなのである。

たとえば水の問題では、中国や南米の新興国やアフリカの途上国などで水資源が枯渇しており、人口増加が問題の解決をさらに困難にしている。こうした問題に対して、日本の先進的な造水・節水技術の活躍場面が大いにあるだろう。

一方、日本国内でも別の意味での問題を抱えている。現在、日本の山間地では水源の涵養（かんよう）、水の利権といったことが大きな課題になっている。これらは国レベルではなく、自治体もしくはさらに小さな地域レベル（ローカル）での解決を探っていくことになる。

一つ事例を紹介しよう。長野県安曇野市では工業利用や水田の減少などにより、地下水や湧水が減少し、ワサビ田などに被害が出ている。このため同市は、休耕田に水を張ったり、工場が使い終えた冷却水を地面に戻したりするなどの対策を打ち出したほか、地下水の利用量に応じて協力金を集める仕組みをつくり、条例化を目指している。ちなみに、こうした世界各地で行われているローカルな創意工夫を共有するネットワークがあれば、グローバルレベルでも互いに有益

なヒントを得るに違いない。

グローバルな発想でローカルに行動する、その逆にローカルな発想をグローバルに展開する。両面の視点で取り組むことが問題解決へのカギになる。

Keyword 2:

リスクへの先駆的取り組みが新ビジネスを生む

気候変動の影響を考えると、先に述べたような水害や食料生産性の低下など、リスクの面のみがクローズアップされることが多いが、リスクへの備えや適応が、ビジネス上の好機 (opportunity) になることもある。

たとえば、北極圏には今、世界中から熱い視線が向けられている。『The New North』の著者であるローレンス・C・スミス氏は、北極海を中心とした新たな経済圏8カ国 (米国、カナダ、アイスランド、グリーンランド (デンマーク領)、ノルウェー、スウェーデン、フィンランド、ロシア) をニュー・ノースと呼び、今後、世界の経済成長に重要な役割を果たすと指摘している。

まず、気候変動によって北極海の海

氷が縮小すると、北極圏の海底に手つかずのまま埋まっている原油や天然ガスなどが採掘可能になるほか、北極海航路が通年で航行可能になる。また、気候変動によって寒さが和らげば北への人口流動が大きくなり、定住化・都市化が進み、北極圏の港湾都市は多大な経済発展の恩恵を受けるだろうとしている。

気候変動に伴って新たな需要も生まれる。経済成長を続ける新興国ではエアコンの需要が増えているが、今後も気温上昇が続けば、欧米の先進国でも冷房用のエアコン台数は増えるだろうと、日本の電機メーカーは注目している。また、水源枯渇に直面している国をベースに、安心・安全な水をビジネスにしようと、欧米のメジャーと呼ばれる大企業が動き出している。気候変動の影響に対していち早く問題解決策を提示することは、結果的に企業に先駆者利益をもたらすことになる。

以降の章では、気候変動が社会にもたらす影響と適応策を、エネルギー、水、食、災害、生物多様性の5つに分けて見ていくことにする。