

4回 社会の変化と環境問題（1）／深刻化する環境問題について学ぶ。

このままでは地球があぶない！

人類は近代文明への進化との引き換えに、わたしたちが住んでいる地球に対し、さまざまな環境問題を残している。この環境の危機を放置しておく、いずれ地球は住めない星になってしまうという。

私たちが住んでいる地球は私たちだけではなく将来・未来の人類へ安心できる環境を残していかなければならない。まずは今地球に起きている現状と環境問題について理解する。

深刻化する環境問題（特に地球温暖化）

2008年10月

東京大学 生産技術研究所

山本良一（教授）

「環境と企業経営 - 世界をリードする日本のエコ経営」

講演の柱を列举すると、下記のようになる。

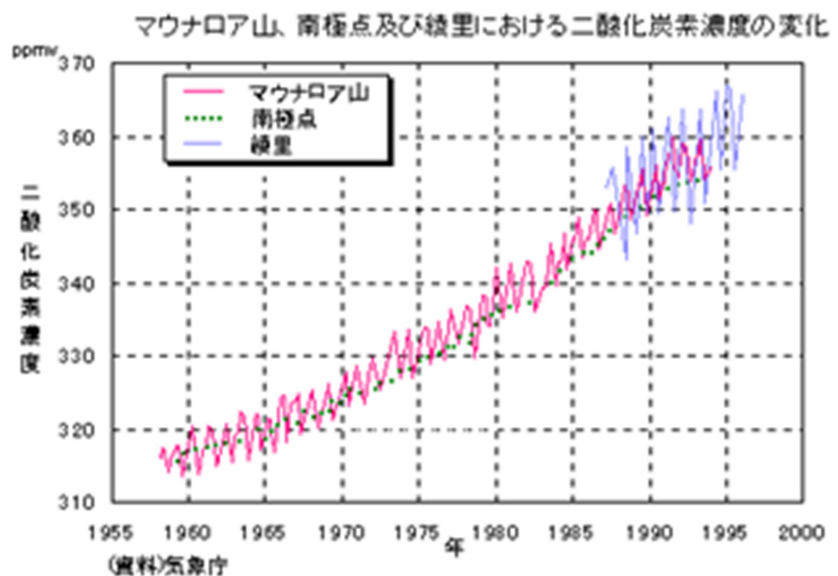
- ・世界的に気温が上昇傾向を続け、既に危険な兆候が出ている
- ・このままでは近い将来、地球環境は破局的事態を迎える
- ・温度上昇の主因は二酸化炭素などの温室効果ガスである
- ・温室効果ガスを十分に抑制するには、一般の認識をはるかに超えた対策が必要
- ・世界の環境をリアルタイムに把握するには、圧倒的処理能力のコンピュータが不可欠
- ・コンピュータなどによる知識集約化が環境悪化をもたらしている面もある
- ・環境に適合した「グリーン IT」を普及させる必要がある
- ・環境に適合し、ITに支援された「エコデザイン」を全力推進しなければならない
- ・「エコデザイン」をキーワードに、あらゆる製品を環境に適合させる

世界的に二酸化炭素は1秒間に870トン放出され、人口は1日20万人増えている。

結果的に地球の気温が上昇傾向をたどり、環境の悪化などで生物種の絶滅も続いている。

10年以内に状況を反転させないと、間違いなく環境の崩壊が起こる。

最悪の場合、5年以内に環境の崩壊が始まる。遅くとも20年以内には始まるだろう。



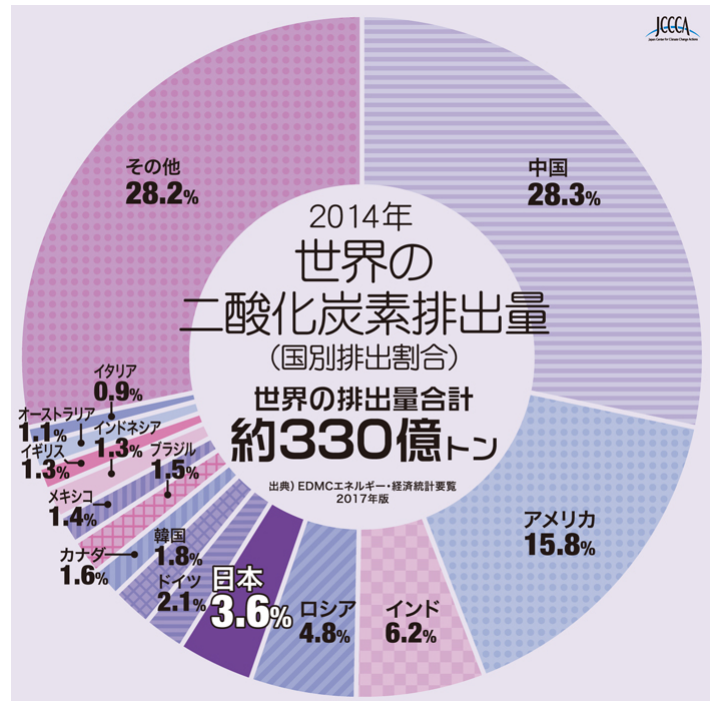
強調したいのは、地球環境の早期警戒システムを早く作る必要が喫緊の問題である。各国が地球環境全体を常にモニタリングして、現在の地球環境がどのような状況にあり、破壊がどのように進行しているのか、また、ソリューションがどのように作られて、どのようにそのマーケットが伸びていくかを、リアルタイムに把握しなければ問題は解決できない。

今年（2008年）の6月9日には日本の政治も動いた。「2050年までに温室効果ガスを6割～8割削減する」と日本の全政党が表明したのだ。

さらに7月の洞爺湖サミットでは、G8の首脳が「全世界で温室効果ガスを半減させる」ことで実質的に合意した。

国際エネルギー機関（IEA）も、2050年までに温室効果ガスを半減させることを目標に掲げている。

さらに、そのために4800兆円を投資することを求めている。これが実現すれば、巨大な産業が出現することになる。



環境対策における IT の役割

環境対策の手段として IT を見ると、地球環境において時々刻々と何が起きているかを視覚的に把握できる可視化の技術が重要だ。また、環境悪化を抑制するソリューションを見出すうえでも IT は不可欠である。しかし、別の側面から見ると、IT 自体が膨大な環境負荷を与えているのも事実だ。そもそも、我々の知識集約化が高まるほど環境への負荷が高まる。コンピュータを使う量が増えると、温室効果ガスも増えるのだ。そこで、環境と共生できる「グリーン IT」が課題となる。

地球温暖化の原因

地球温暖化の原因については、「IPCC（気候変動に関する政府間パネル）」という国連の下部組織が、「二酸化炭素などの温室効果ガスが主な原因である」と科学的にほぼ断定しており、IPCCは1,000ページに及ぶ英文の報告書「気候変動の科学的基礎」を出している。温室効果ガスが原因だということについては、170ヶ国が認め、世界の学会が認めている。

結論としては、過去50年間の急激な温度上昇は温室効果ガスが原因である。これに異論を唱える人がいるが、例えば対流圏は温暖化しているが、成層圏は寒冷化している。太陽黒点や宇宙線が原因であれば一様に温暖化するはずだから、これでは説明できない。しかも、実際には太陽黒点は減っている。宇宙線の量が減るから温度が上がっていると主張する人がいるが、実際には宇宙線は若干増大している。

二酸化炭素の抑制が急務

2004年時点では490億トンの温室効果ガス（二酸化炭素換算）が出ている。京都議定書の削減目標は全世界で9億4800万トンだから、ほとんど効果がない。しかも、京都議定書にまじめに取り組んでいるのは日本と欧州だけ。人類は実質的に何の対策もとっていないに等しい。このままいくと、21世紀の末までに1.1度～6.4度、温度が上がってしまう。

1度上がるだけで4億人～17億人が水不足、3,000万人が食料不足に陥る懸念がある。

他の俗説は、前の氷河期から1万2000年くらい経っており、次の氷河期が近いので、地球は暖めておいた方がいいのではないかという主張だ。

IPCCの報告書によると、次の氷河期は3万年後。現在、太陽を回る地球の軌道が非常に安定しているので、氷河期にならないのだ。

大気中の温室効果ガスは、年間1.9ppmずつ増えている。1ppm増えるのは80億トン増えるということなので、1.9ppm増えるというのは152億トン増えるということ。

産業革命以降、人類が余分に空中に溜め込んだ二酸化炭素は8,000億トン。

これが温暖化を加速してきたのだ。

しかも二酸化炭素は寿命が長い。いったん放出されると、百年後に1/3、千年後でも1/5が残留する。

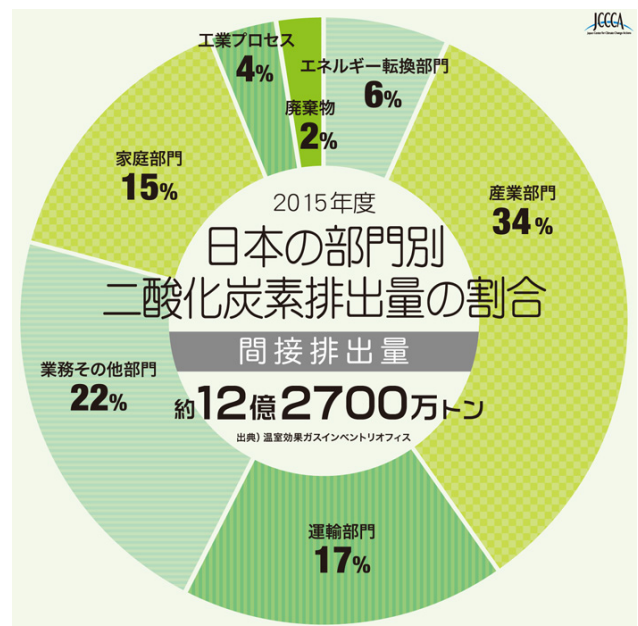
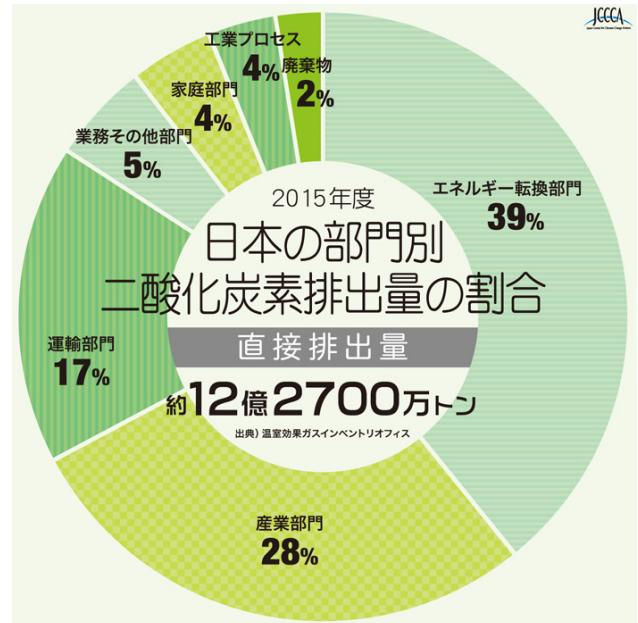
我々は千年後の世界に責任を負わねばならない。

せめて2度の上昇を抑えなければならない

気温は産業革命以降、0.74度上がっている。1度上昇しただけでも、膨大な熱エネルギーが地球環境に影響を及ぼす。1.5度上昇すると、グリーンランド氷床の全面融解が始まり、100万種類の生物が2050年までに絶滅する。

2度上昇すると、1200万～2600万人が移住しなければならず、10億～28億人が水不足になるなど、人類が深刻な影響を受ける。また、珊瑚礁の97%が死滅する。

3度を突破して上昇すると、気候の崩壊が起こる。将来予想としては、1.5度上昇が10年後、2度上昇が早くも20年後、3度上昇が2050年くらいとされている。これによってもたらされる環境変化は、人



類にとって「温暖化地獄」と言っても言い過ぎではない。

ちなみに欧州は 1996 年から、温度上昇を 2 度以下に抑えることを長期政策目標としている。2006 年の研究によると、2 度上昇する確率は、2015 年時点で上限が 57%、下限が 8%とされている。この結果に欧州の指導層は驚愕したのだが、日本ではあまり反応がないようだ。日本の経済界には、そんな予測数字は間違っているという反応すらある。

世界各地で起こる不気味な現象

生物種が絶滅した原因はいろいろあるが、温暖化が絶滅を加速している。これまでに、1700 種の生物種が涼しい地域への移動を開始しているという。例えば、長崎アゲハが埼玉県あたりを飛んでいる。生物の大量絶滅を抑制するには、気温上昇を 1.5 度以下に抑え、10 年間で 0.5 度以下に抑える必要がある。蝶や鳥など移動できる生物はいいが、植物だと枯れてしまう。

北極圏では 10 年間で 0.46 度上昇している。あと 40 年くらいで北方森林は枯れてしまう。グリーンランド氷床の融解が加速しており、1 年間で 1500 億トンの氷が失われている（南極では 2000 億トン）。

アマゾンの熱帯雨林は既に 20%が破壊され、あと 20 年で 60%が消滅するという。熱帯雨林が消滅すると植物が枯れてしまい、一部は砂漠化し、2030 年までに 900 億トンの二酸化炭素が出る。

シベリアの凍土が解けると、フランスとドイツを合わせたくらいの面積の湖が現れ、メタンガスが出る。北極海氷の融解は商業的には利益があるが、世界の気候を激変させる。北極海氷は、30 年前は 750 万平方 km だったが、2007 年 9 月には 413 万平方 km まで減っている。今、北極海にはぽっかりと穴が開き、2 つの航路（北東航路と北西航路）が出現し、商業的・経済的にはホットな状況になっている。北極海の海底には世界の化石燃料の 1/4 が眠っている。一部はロシアとノルウェーが開発しており、日本にも天然ガスが輸入されている。しかし、それを燃やすとさらに温暖化が進むことになる。IPCC の予想では、21 世紀末には、夏には北極海氷は消滅するようになる。ところが、実際には、専門家の予想よりも速いペースで減りつつある。5 年以内に消滅するのではという予想も出ている。

北極海氷が消滅すると、気候が激変する。例えば、北米大陸のロッキー山脈から西や地中海沿岸などが大旱魃になる。また、日本を含む中緯度地域の気候が激変する可能性があるが、これはジェット気流の位置が北に移動し、蛇行も始まる可能性があるためだ。コンピュータの性能が不十分なため、実際にどうなるのか正確な予想はできない。

この 1 年間、世界の科学者は北極海に釘付けになってきた。70 名を超える世界の雪氷学者は予想に全力をあげている。3 月～5 月くらいの北極海氷の状況を見て、8 月～9 月にどうなるかを予想するコンペが実施されたが、今回、欧州のチームがこのコンペで優勝し、ほとんどぴたりと当てた。ちなみに、実際の面積は 452 万平方 km である。

地球の気候に激変が広がる

地球の気候システムが激変するのではないかということが、特にこの 1 年、言われている。激変のき

っかけとなるポイントを「ティッピングポイント (Tipping Point)」と呼ぶ。

現実には、IPCC におけるコンセンサスよりも深刻なのではないだろうか。北極海氷の融解から、グリーンランド氷床の融解、そして他の地域へと、全世界的にドミノ現象が起きていく恐れがある。

NASA のゴダール宇宙研究所所長であるハンセン博士の 2007 年 6 月の論文によると、今世紀中に海面が 5m 上がり、世界の主要都市の多くが水没する可能性があるという。博士は、二酸化炭素の濃度を現在の 385ppm から 350ppm に下げることがを主張する。空気中の二酸化炭素の濃度自体を絶対的に下げるといふのだから、大変な主張である。具体策として、火力発電所の新規建設を停止することなどを求めている。450±100ppm を超えると、南極および北極の氷が全部解けてしまうというのが理由だ。

温度上昇を 2 度以下に抑えるために

温度上昇は、どれくらいに抑えればいいのか。0.5 度以下、2 度以下、3 度以下というのが、現在の 3 つのシナリオである。IEA は、温度上昇を 2 度以下に抑えるにはどのような対策をとればよいかを、2007 年に発表している。これはあらゆる政策や対策を動員し、火力発電以外の多様な発電方法の推進など、それこそ天文学的努力を今後 20 年間行わなければ無理である。その一環として、「グリーン IT」を普及させる必要もある。

あとは実行するかどうかだけ

いわば既に診断書は出ており、あとは実行するかどうかだ。実際、欧米先進国は 6 割～8 割の温室効果ガスの削減を打ち出している。日本でも、福田前首相の「福田ビジョン」で環境対策を打ち出しており、現在の麻生首相も福田ビジョンを継承すると表明している。現在の世界経済を見ると、金融が危機的状態にあり、実体経済も大変な時期だが、これを立て直すためにも、環境、エネルギー、食料に莫大な投資をして新たな産業を作り出すしかない。それを新たな成長のエンジンにすべきである。しかも、日本には要素技術が多い。私たちは IT に支援された「エコデザイン」を全力で推進することである。

《 環境省 参考資料 》

排出量算出計算式

電気 0.551 kg-CO₂/kwh

都市ガス 2.23 kg-CO₂/m³

プロパンガス 6.0 kg-CO₂/m³

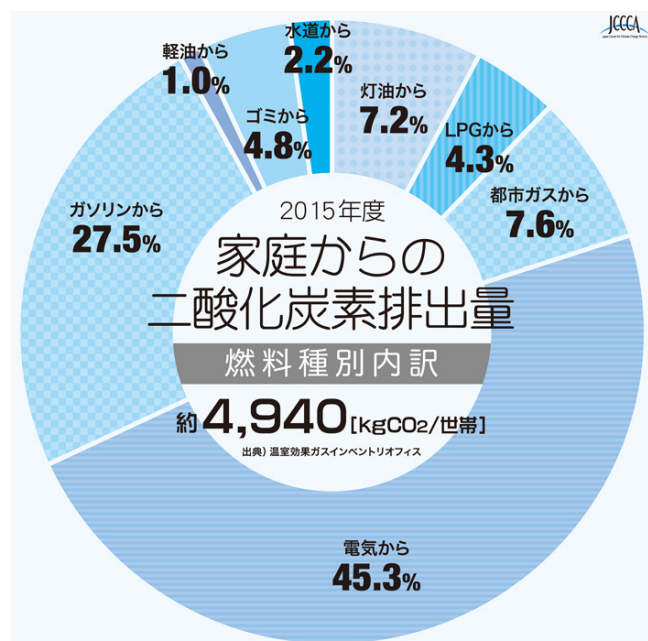
水道 0.36 kg-CO₂/m³

灯油 2.49 kg-CO₂/L

軽油 2.58 kg-CO₂/L

ガソリン 2.32 kg-CO₂/L

※ CO₂ (0 度、1 気圧) 1kg=509L

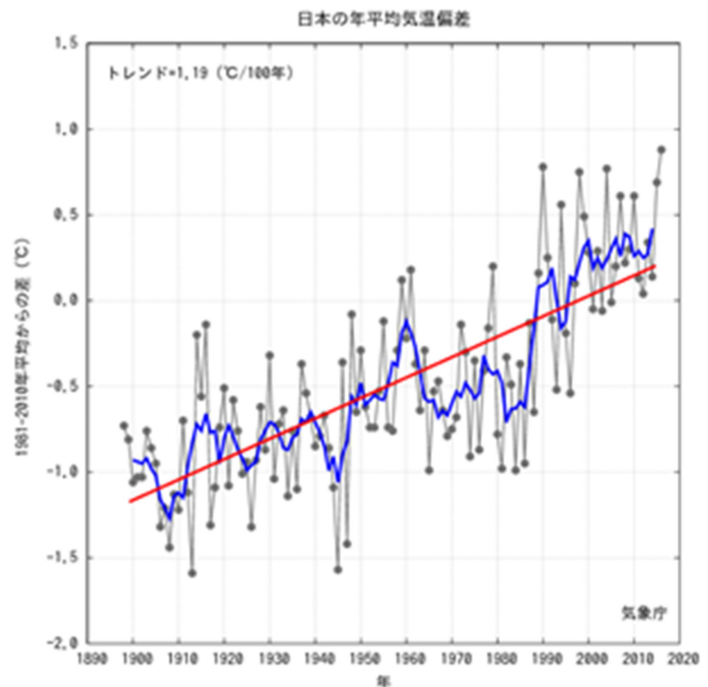


上がりっぱなしの気温

IPCC 第 5 次評価報告書（2014）によると、1880～2012 年の傾向では、世界平均気温は 0.85℃上昇している。

これは 2001 年に発表された IPCC 第 3 次評価報告書で示されていた 1901～2000 年の 100 年当たり 0.6℃の上昇傾向よりも大きくなっている。

特に最近 30 年の各 10 年間の世界平均気温は、1850 年以降のどの 10 年間よりも高温となっており、中でも 1998 年は世界平均気温が最も高く、2013 年には 2 番目に高かったと記録している。



特に過去 50 年の気温の上昇は、自然の変動ではなく、人類が引き起こしたものと考えられている。今後、温室効果ガス濃度がさらに上昇し続けると、今後気温はさらに上昇すると予測されている。

IPCC 第 5 次評価報告書によると、2100 年末には温室効果ガスの排出量が最も少なく抑えられた場合 (RCP2.6 シナリオ) でも 0.3～1.7℃の上昇、最も多い最悪の場合 (RCP8.5 シナリオ) の場合に最大 4.8℃の上昇と予測されている。(いずれも、1986～2005 年を基準とする)

気温上昇で表面化するリスク

IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第 5 次評価報告書は、このまま気温が上昇を続けた場合のリスクを、大きく次のように示している。

- 高潮や沿岸部の洪水、海面上昇による健康障害や生計崩壊のリスク
- 大都市部への内水氾濫による人々の健康障害や生計崩壊のリスク
- 極端な気象現象によるインフラ機能停止
- 熱波による死亡や疾病
- 気温上昇や干ばつによる食料不足や食料安全保障の問題
- 水資源不足と農業生産減少
- 陸域や淡水の生態系、生物多様性がもたらす、さまざまなサービス損失

そして、これらのリスクは、温度の上昇の度合いによって、さまざまな影響を引き起こす可能性がある」と指摘されている。

あまりに急！地球温暖化の真の脅威

過去約 100 万年の間に、地球上には複数回の氷河期が存在し、寒冷な期間と、その間の温暖な期間（間氷期と呼ばれる）が繰り返されてきた。

IPCC の最新の知見でも、最後の氷河期から産業革命前にかけて、約 3～8 度の平均気温の変化があったとされている。しかし、この間に生じた気温変化は、「急激な気候変動」と呼ばれる時期の例外を除けば、約 10 万年という自然のサイクルの中で起きてきた自然現象である。

それに比べ、人類による現在の地球温暖化による気温上昇は、とても短期間で起きているため、多くの野生生物が環境の変化についていけず、減少・絶滅するおそれが非常に高いとみられている。

温室効果ガスの排出量がこのまま増え続ければ、地球の自然環境は大きく損なわれることになりかねず、それは、地球が長い時間をかけて育んできた環境を、人類がわずかな期間で壊してしまうということであり、何としても防がなくてはならないことである。

多くの野生生物や未来の人々への影響をできる限り抑えるため、「今すぐ」温室効果ガスを減らす取り組みを始めることが必要なのである。

現在の地球温暖化は、極端な異常気象や海面上昇などの長期的な影響の両方によって、大規模な人々の移住をよぎなくさせると予測されており、これは、特に温暖化の影響に弱い途上国において、強く懸念されている問題である。

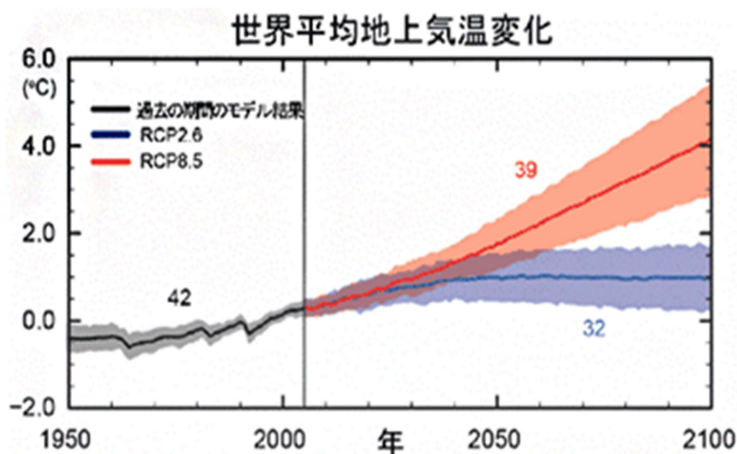
こうした、すでに貧困や飢餓に苦しむ地域に、さらに温暖化の被害が加わることは、内戦や武装勢力間で生じる暴力的な紛争のリスクを増加させる傾向にある。また、温暖化が多くの国の重要なインフラや領土に及ぼす影響は、国家安全保障問題に発展するおそれがあり、このままの気温上昇が続くならば、温暖化は国の安全保障にまで関わる問題であると IPCC は報告している。

IPCCの予想シナリオ

最も気温上昇が高いシナリオ RCP8.5 では、2100 年に 2.6 度から 4.8 度の気温上昇が予測されている。ついで、RCP6.0 シナリオでは、1.4 度から 3.1 度の上昇。

次の RCP4.5 シナリオでは、1.1 度から 2.6 度の上昇。そして一番気温上昇予測が低い RCP2.6 シナリオで、0.3 度から 1.7 度の気温上昇が予測されている。

ただし、この予測は、直近（基準期間 1986 年から 2005 年の平均）に比べての気温上昇の予測幅であるため、産業革命



前から比べると、1986年までに気温はすでに上がっており、真に「2度未満」を達成しようと思うならば、これらの上昇予測にその気温上昇分（0.61度）を足して、その実現方法を考えねばならない。

したがってこの4つのシナリオは、おおよそRCP2.6シナリオが産業革命前に比べて2度程度の上昇が見込まれるシナリオ、そして、そのシナリオは、産業革命前に比べると4度前後も上昇してしまうシナリオということになる。

このままでは「4度シナリオ」まっしぐら

現在の世界の温室効果ガスの排出量の実情は、IPCCが示した4つのシナリオのうち、最も気温が高くなる4度シナリオ（RCP8.5シナリオ）に一致している。つまり、このまま今の石油や石炭に依存した経済活動が続くならば、100年後には4度前後上昇する世界が待っていることになる。

これを2度未満に抑えるためには、2度シナリオ（RCP2.6シナリオ）の排出量まで下げてゆかねばならず、そのためにはIPCCは、2050年には世界の温室効果ガスの排出量を、「2010年に比べて40%から70%削減する必要がある」と明示した。

現在の地球の人口は約70億人、2050年には90億人を超えると予測されている。途上国も含めたすべての地球上の人間が飢餓に苦しむことのない人間らしい生活を求める中、排出量を40%から70%下げていかなければならないという挑戦が人類を待ち受けているのである。

《参考》パリ協定

第21回気候変動枠組条約締約国会議（COP21）が開催されたパリにて、2015年12月12日に採択された、気候変動抑制に関する多国間の国際的な協定。2016年4月22日のアースデーに署名が始まり、同年9月3日に温室効果ガス二大排出国である中華人民共和国とアメリカ合衆国が同時批准し、同年10月5日の欧州連合の法人としての批准によって11月4日に発効した。2016年11月現在の批准国、団体数は欧州連合を含めて110である。2020年以降の地球温暖化対策を定めている。ところが、2017年6月1日、アメリカ大統領ドナルド・トランプは「中国、ロシア、インドは何も貢献しないのに米国は何十億ドルも払う不公平な協定だ」として米国が本協定から離脱すると表明した。

これに対して日本をはじめ各国は批判した。アメリカ国内でもワシントン州とニューヨーク州とカリフォルニア州はトランプ政権から独立してパリ協定目標に取り組む米国気候同盟を結成してさらにマサチューセッツ州など他の7州も加盟し、その立ち上げを主導したカリフォルニア州知事ジェリー・ブラウンは訪問した中国で「中国が米国に代わって気候変動対策のリーダーシップを握った」として中国政府との協力を表明し、中国とクリーンテクノロジーのパートナーシップを結んだ。

《覚えておく事》4度シナリオで予想される事柄

熱波や洪水など異常気象の世界的多発

北極海の解氷

農作物生産高の世界的減少

利用可能な水の減少

世界的な生物多様性の損失

サンゴ礁の死滅

マラリアなどの熱帯性感染症の拡大

食料生産の低迷化

海面上昇による国土減少

生物種の絶滅の顕著化