



みんなで止めよう温暖化

チーム・マイナス6%

STOP THE

温暖化

環境省 2005

変調をきたす
地球の気候
温暖化防止は
まっただなし!!

Contents

異常気象の頻発／温暖化の影響が顕在化／温暖化のメカニズムと原因
2100年には、最悪の場合5.8℃気温が上昇し、88cm海面が上昇する
気候変化のパターンは地域により異なる／温暖化のもたらす深刻な影響
温暖化の対策がめざすもの／世界と日本の排出量の推移／温暖化防止の鍵を握る京都議定書
我が国の温暖化対策／ポスト京都に向けての取組／もう一つの温暖化対策——適応策／おわりに

森林火災 アラスカ（6～9月）

アラスカでは過去最悪の森林火災が発生。
6月以降の焼失面積は約250万ha。

寒波・大雪

米国中西部～東部（2003年12月～2004年1月）
米国中部～南部（2月）

米国中西部から東部では12月から1月、米国中部から南部では2月の寒波や大雪により110人以上が交通事故や低体温症で死亡。多数の航空便の欠航や鉄道の運休、学校の休校や停電など広範な被害が生じた。

熱波・森林火災

スペイン・ポルトガル（6～7月）・
ヨーロッパ南東部（7月）

スペインでは6～7月に熱波により11人が死亡。スペインとポルトガルでは森林火災が多発し、それぞれ4万、10万5000haの森林が焼失。ルーマニアやマケドニアなどでは7月前半に熱波により、33人以上が死亡。

大雨・洪水 ハイチ・ドミニカ共和国（5月）

ハイチとドミニカ共和国で、5月下旬に豪雨による洪水が発生。死者数はそれぞれ1000人以上、400人以上。

ハリケーン 米国南東部・カリブ海諸国（8～9月）

米国フロリダ半島では8月上旬にハリケーン「チャーリー」が通過。米国南東部等での暴風による死者は23人、米国での倒壊家屋は1万2000戸、損壊家屋は約5万戸。9月にはハリケーン「フランシス」「アイバン」「ジーン」がカリブ海諸国を通過して米国東部に上陸し、死者はそれぞれ、米国を中心に35人、米国・グレナダを中心に115人、ハイチを中心に3000人以上。

大雨・洪水

ブラジル（2003年12月～2004年2月）

ブラジルでは12月末から大雨による洪水や土砂崩れが各地で発生。2月中旬までに160人以上が死亡、約23万人が避難。

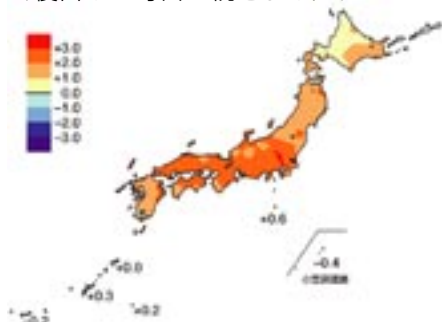
異常気象の頻発

2004年は、大型台風や集中豪雨等に伴う気象災害の多発によって、異常気象と地球温暖化の関係について近年にない関心が高まりました。

2004年夏、日本は猛暑となった。

日最高気温が30℃を超える「真夏日」の日数が、東京（大手町）では70日となる等、日本各地で記録を更新しました。

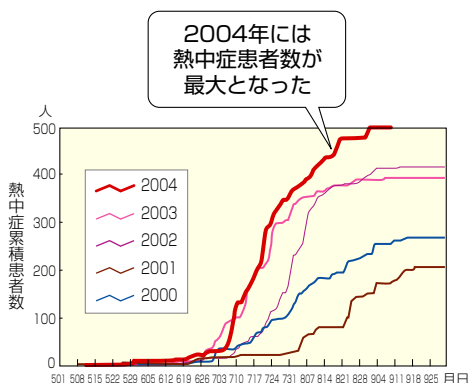
また、最低気温が25℃より下がらない「熱帯夜」の日数がこの100年間で5倍以上に増加した都市もあり、暑く寝苦しい毎日が続きました。



■ 2004年7月の気温の平年差（℃）
（文献6より）

2004年、熱中症の患者数が過去5年で最大

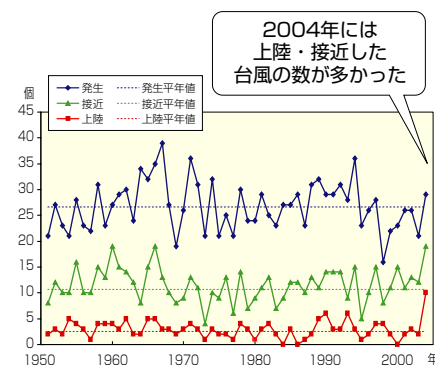
暑い日には熱中症が多く発生します。東京23区では、2004年には、熱中症の患者数が7月上旬から急増し、過去5年間で最大となりました。



■ 東京23区の熱中症の累積患者数（2000～2004年度）（文献7より）

2004年、過去最多の台風が日本に上陸。集中豪雨も頻発

2004年、日本では、集中豪雨の頻発に加え、これまでの最多記録となる10個の台風上陸により、甚大な被害が発生しました（平年の台風上陸数は2.6個、過去の最多上陸記録は6個）。



■ 台風の発生、接近、上陸個数
（文献8より）



■ 2004年、世界で深刻な被害が発生した気象災害 (文献4、文献5より)

※図示した範囲はおおよその位置を示している。

洪水が多発

2002年の夏、ヨーロッパ各地で数百年に一度という大規模な洪水がおきました。多くの人命が失われるとともに、川の堤防が壊れ、鉄道や道路、建物などにも大きな被害が及びました。チェコ、オーストリア、ドイツ、フランスの4ヶ国で、70人以上が死亡。40万人以上が避難し、被害額は推定160億ユーロ (約2兆1,760億円*)に上りました。

*：1ユーロ=136円 (2004年3月時点)

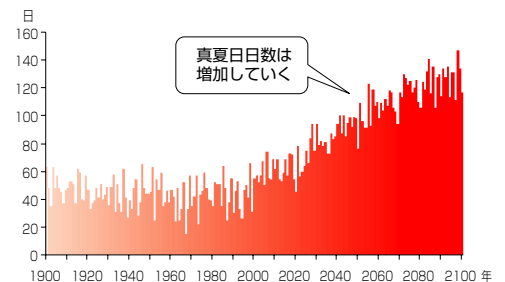


■ エルベ川の小支川ミュグリッツ川において救助を待つ人 (文献3より)

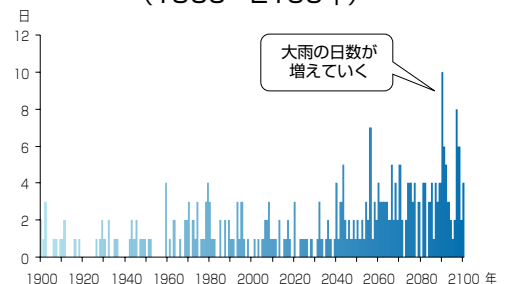
温暖化により真夏日日数や大雨日数が増加

世界最大規模のスーパーコンピュータである「地球シミュレータ」を用いて、2100年までの気候の変化が予測されました。

この結果によると、2100年に、日本の夏の日平均気温は4.2℃上昇し、真夏日の日数も約70日増加することが示されました。また、日本の夏の降水量は約20%増加し、大雨の頻度も増加すると予測されています。(文献9より)



■ 日本の真夏日日数の変化 (1900～2100年)



■ 日本の夏季 (6, 7, 8月) の大雨日数の変化 (1900～2100年)

温暖化の影響が 顕在化

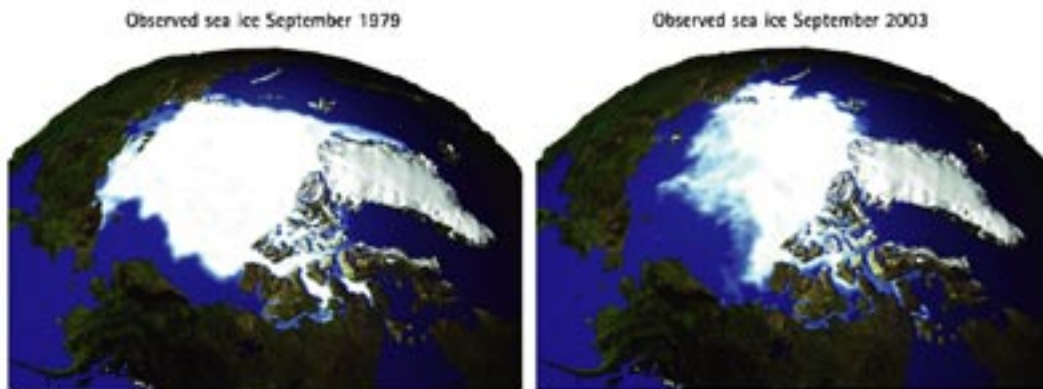
20世紀の間に、地球の平均気温は0.6℃上昇し、平均海面水位は10～20cm上昇しました。日本でも、20世紀の間に平均気温が1℃上昇しています。

このような気温の上昇により、氷河の後退や永久凍土の融解が発生し、地域の気候が変化して、生態系等にも既に影響が現れてきています。

過去50年間の地球温暖化の主な原因は人間活動であると言われています。

北極の氷に異変

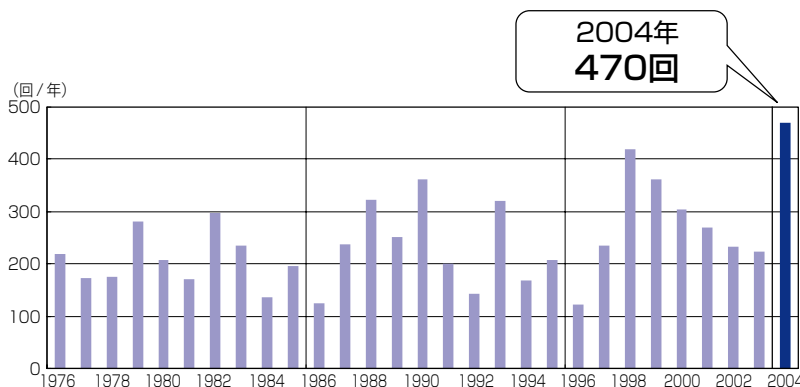
アラスカやカナダ西部では、この50年間で冬季の気温が3～4℃上昇しました。これにより、積雪期間の短縮、海氷の減少、氷河や永久凍土の融解が生じています。



■ 北極の氷（1979年、2003年）（文献10より）

大雨も増加傾向

1時間の降水量が50mm以上の非常に激しい雨の出現回数は、年によりかなりの変動があります。しかし近年は、その変動がさらに大きくなり、回数が増加する傾向がみられます。



■ 1時間降水量50mm以上の出現回数（文献8より作成）

イロハカエデの紅葉に遅れ

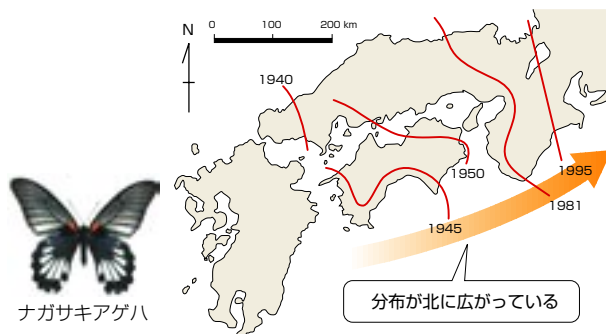
イロハカエデは、東北地方南部から九州地方の山地にみられる樹木で、秋になり、涼しくなると紅葉します。過去50年間のイロハカエデの紅葉の時期を比べると、最近では2週間も遅くなっていることがわかります。



■ イロハカエデの紅葉時期（1953～2000年）
（文献11より）

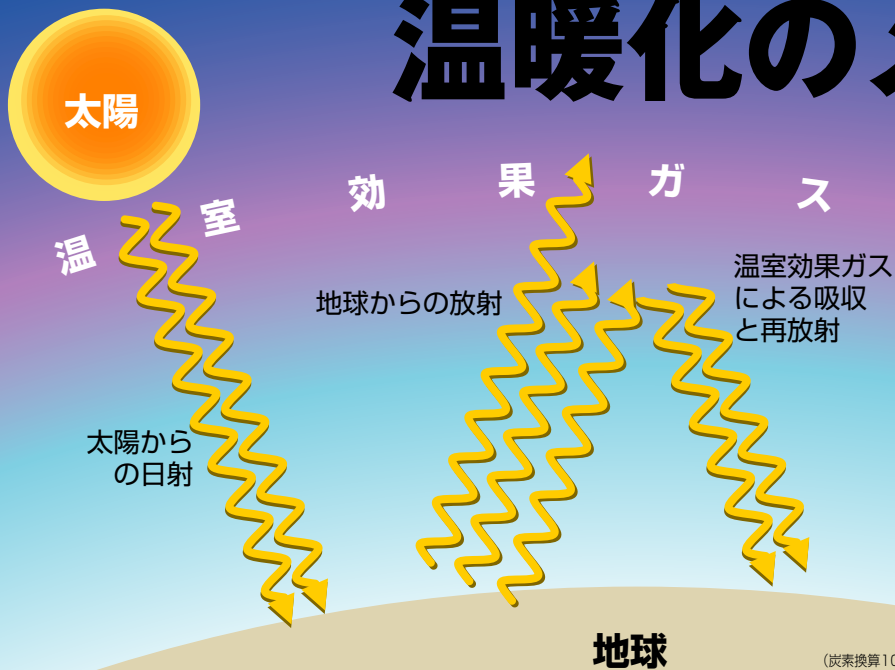
ナガサキアゲハの生育地域が北上

かんきつ類の害虫として知られるナガサキアゲハは、1940年頃には、山口県、愛媛県などより南でしかみられませんでした。しかし分布が北に広がり、1995年には近畿地方でもみられるようになりました。



■ ナガサキアゲハの分布の北上（文献12より）

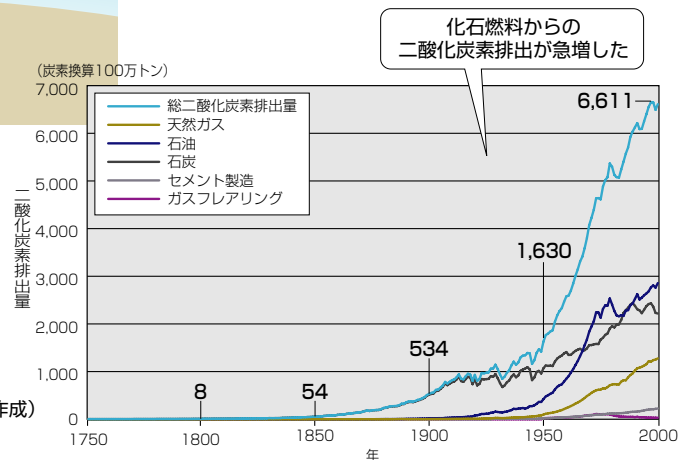
温暖化のメカニズムと原因



地球は、太陽からのエネルギーで暖められます。暖められた地球からも熱が放射されます。大気に含まれる二酸化炭素（CO₂）などの温室効果ガスは、この熱を吸収し、再び地表に戻しています（再放射）。そのおかげで、地球の平均気温は15℃と、人間をはじめ生物が生きるのに適した環境が保たれています。

このように、温室効果ガスは本来なくてはならないものです。しかし、1750年頃から始まった産業革命以降、人間は石油や石炭などの化石燃料を大量に燃やして使うことで、大量の二酸化炭素を出すようになりました。

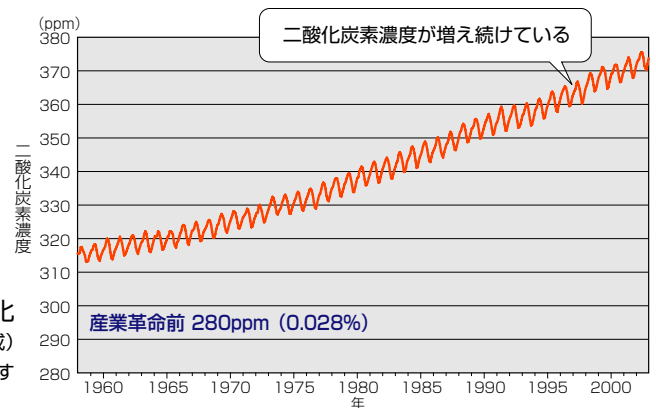
■ 世界の二酸化炭素排出量（文献13より作成）



昔は、二酸化炭素は植物や海に吸収されることで、地球全体でバランスがとれていました。しかし、人間の排出する二酸化炭素が急に増えたため、近年、大気における二酸化炭素濃度は増え続けています。2000年には約370ppmに達し、このまま石油や石炭を使い続ければ、2100年には1,000ppmを超える可能性もあります。

■ 大気中の二酸化炭素濃度の経年変化（マウナロア、ハワイ）（文献13より作成）

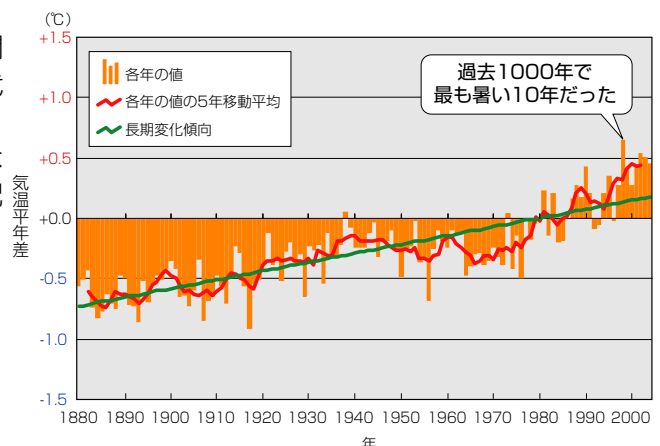
※ppmは体積で百万分の1を示す



気温もどんどん上がっています。20世紀の100年間に、地球の平均気温は0.6℃上がりました。1990年代の10年間は、過去1,000年で最も温暖な10年となり、1998年には観測史上最高気温を、また、2002年には2番目、2003年は3番目、2004年は4番目の気温を記録しました。

■ 世界の年平均地上気温の年差（陸上のみ）（1880～2004年）

（文献14より）



2100年には、最悪の場合 5.8℃気温が上昇し、 88cm海面が 上昇する

将来の動向

今後の人口増加、経済成長、エネルギー使用量、技術の発展などによって、世界の動向が大きく変わり、排出される温室効果ガスの量は変わります。このような人間の活動をもとにどのくらいの温室効果ガスが排出されるかを見通したものを“排出シナリオ”と呼びます。

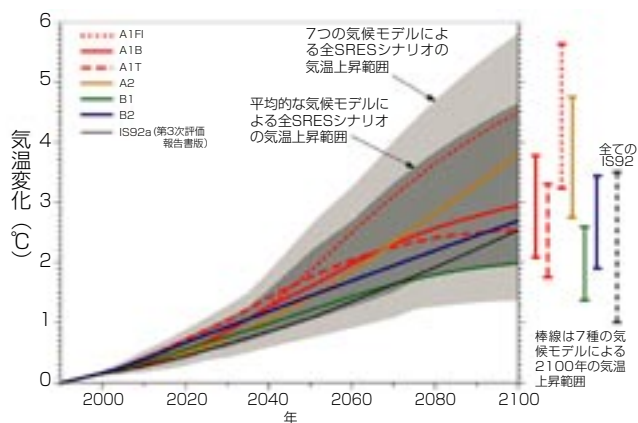
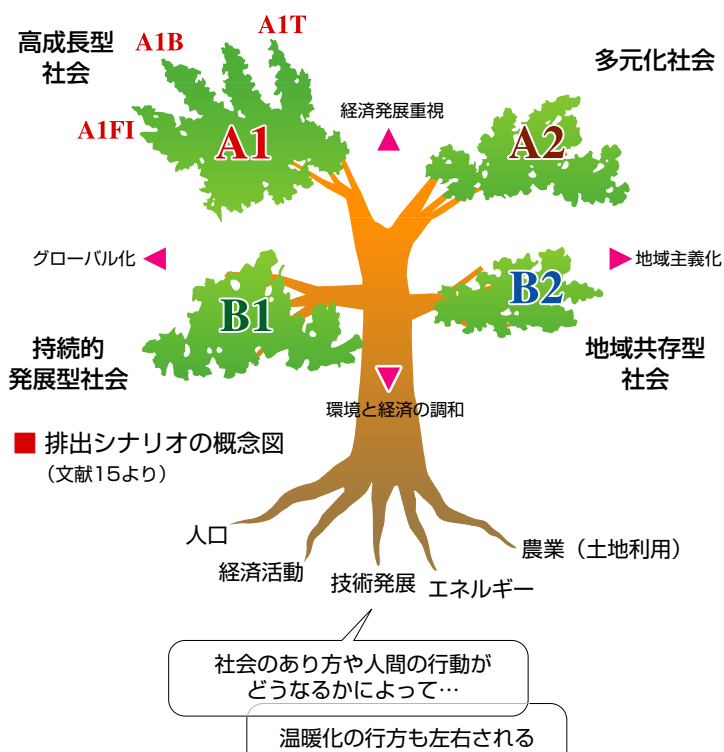
2000年に、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)が公表した排出シナリオ(SRESシナリオ)では、大きく4つの筋書きを想定しています。グローバル化と経済の急成長、人口増加、新技術導入などを想定した「高成長型(A1)シナリオ」、地域ごとの特徴を活かした発展を想定する「多元化(A2)シナリオ」、高効率技術の普及と環境負荷の低減による「持続的発展型(B1)シナリオ」、緩やかな経済成長と多様化の方向に進む「地域共存型(B2)シナリオ」。このうちA1シナリオは、化石燃料への依存度によってさらに3つにわかれています。

このようなシナリオから、IPCC第3次評価報告書では、将来の気温や海面上昇を右の図のように予測しています。

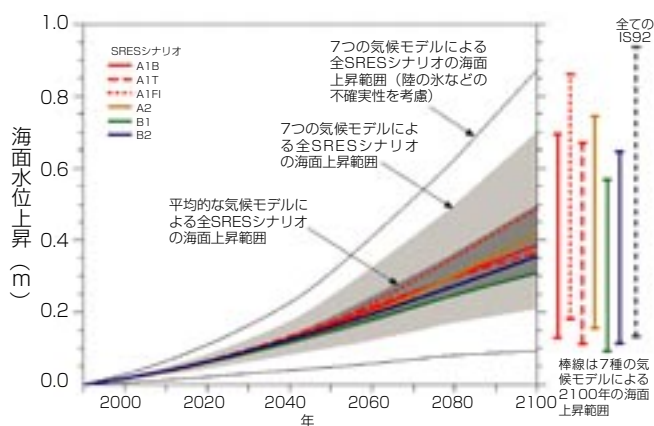
将来の気温上昇・海面上昇

2100年には、1.4～5.8℃気温が上がり、9～88cm海面が上昇すると予測されています。

人間の行動、社会のあり方によって、気温や海面の上昇の仕方は大きく異なります。私たちの暮らし方を変えていくことで、温暖化を最低限のレベルに防止することもできます。



■ SRESシナリオによる気温上昇の予測 (文献15より)



■ SRESシナリオによる海面上昇の予測 (文献15より)

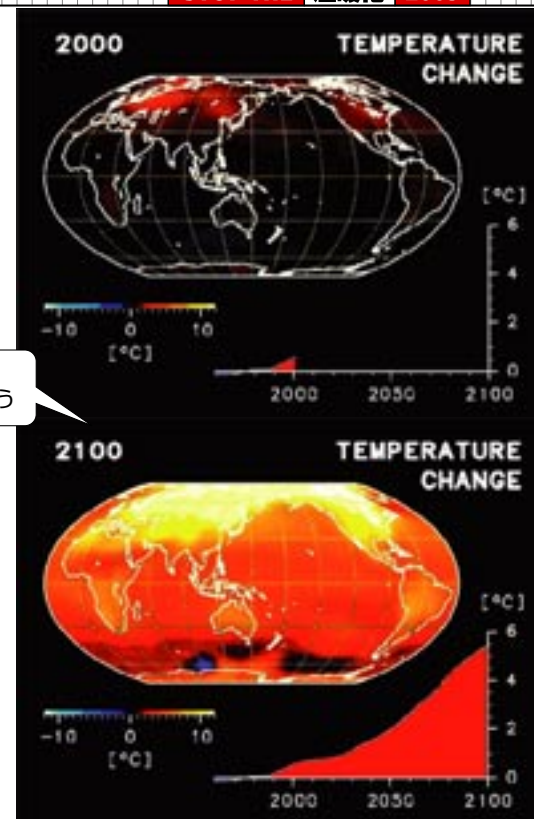
気候変化の パターンは地域 により異なる

世界の気温上昇の予測

温暖化によってどのような気候の変化が生じるのか、さまざまなモデルを用いて予測しようという研究が行われています。右の図は、2100年における世界の気温の上昇を予測したものです。気温の上昇の程度は地域によって異なり、北半球では、北にいくほど気温上昇の程度が大きくなることがわかります。これにより、永久凍土や北極の氷の融解、海水の温度上昇等が引き起こされ、海面も上昇する懸念があります。

■ 将来気温予測（文献16より）
上：CCSR/NIES 2000年
下：CCSR/NIES 2100年

地域によって
気温の上がり方は違う



温暖化に伴い、極端な現象が大規模化・頻発化

温暖化によって、ますます暑い日が増え、地域によっては台風や集中豪雨が増えます。一方、乾燥が進む地域もあり、干ばつの危険性も増します。IPCCによると、欧州では、将来、全域で洪水の可能性が増加し、暑い日が増加すると予測されています。こうした現象の発生はまだかなり先の話と考えられていましたが、実際に2002年夏に大規模な洪水が発生し、2003年夏には異常高温となったことから、温暖化との因果関係の解明までには至っていないものの、このような極端な現象の大規模化・頻発化が懸念されます。

極端な現象の影響の例（文献15より作成）

極端な現象がかなりの確率で生じる可能性がある

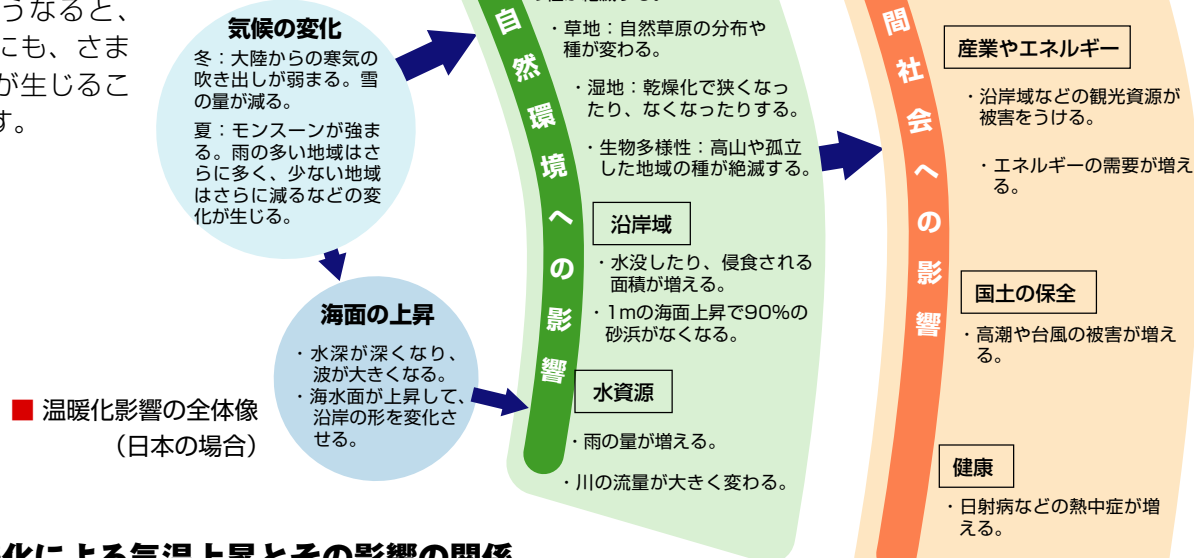
21世紀に予想される極端な現象の変化	予想される影響の代表的な事例
1 最高気温の上昇、暑い日や熱波の増加（ほぼ全陸域）	高齢者や都市貧困者の死亡や重病発生の増加 家畜や野生生物の熱ストレスの増加 観光目的地の変更 多くの穀物の被害リスクの増大 冷房電力需要の増大、エネルギー供給信頼性の低下
2 最低気温の上昇、寒い日、霜日、寒波の減少（ほぼ全陸域）	寒さに関連した人の死亡や疾病の減少 多くの穀物の被害リスクの減少、一部の穀物ではリスクが増加 一部の病害虫や媒介動物の範囲の拡大や活動の活発化 暖房エネルギー需要の減少
3 集中豪雨の増大（多くの地域）	洪水、地滑り、雪崩、土砂崩れの増加 土壌浸食の増加 洪水流量の増加、洪水氾濫原帯水層の涵養の増加 政府、民間の洪水保険システムや災害救援への圧力が増加
4 夏季の乾燥と関連する干ばつリスクの増加（大陸内陸部の大部分）	穀物生産量の減少 地面収縮による建築物基礎の被害増大 水資源の量・質の低下 森林火災の増加
5 熱帯低気圧の最大風速、平均・最大降雨強度の増大（一部地域）	人命リスク、感染症リスク、ほかの多くのリスク増大 沿岸浸食の増加、沿岸建築物やインフラの被害増加 サンゴ礁、マングローブなどの沿岸生態系の被害増加
6 エルニーニョに関連した干ばつや洪水の強化（多くの地域）	干ばつ、洪水常襲地域の農業や草原の生産力の減少 干ばつ常襲地域の水力発電ポテンシャルの減少
7 夏季のアジアモンスーンの降雨変動性の増大	温帯、熱帯アジアの洪水、干ばつ強度と被害の増加
8 中緯度の暴風雨強度の増大*	人命や健康リスクの増加 資産やインフラ損失の増加 沿岸生態系の被害の増加

左欄：赤色：確率90～99% オレンジ色：確率66～90% これらの確信度はIPCCの第I作業部会による推定値。
※現在のモデル間での一致はほとんどない。

温暖化のもたらす 深刻な影響 (1)

温暖化影響の全体像

温暖化が進むと、まず気温の上昇や雨の量の増加、海面の上昇などが生じます。また、台風、熱波やエルニーニョなどの異常気象も頻度が増し、より強くなると予測されています。そうすると、自然や社会にも、さまざまな被害が生じることになります。



地球温暖化による気温上昇とその影響の関係

脆弱な生態系に対する影響は気温上昇幅が1℃以下であっても一部で顕在化する可能性があります。2～3℃以上の気温上昇幅では、ほとんどの地域で悪影響が顕在化すると予測されています。気温上昇幅が3℃を超えると、海洋大循環の停止や西南極氷床の崩壊などの破局的な現象が発生する可能性が高まるとの研究結果があります。

急速な温暖化は想像もできない現象を引き起こす可能性がある

気候変動による影響の閾値には、生態系、食糧生産、水資源、沿岸域等、累加的で、ある点を越えると政策決定者が許容できないと考える被害をもたらす値（タイプ1の閾値）と、気候システムを安定的に維持するために越えてはならない値で破局的かつ不可逆な影響に関する閾値（タイプ2の閾値）があります。

タイプ2の閾値に関する影響の例として、海洋大循環の停止があげられます。

世界の海では、暖かい海流と冷たい海流からなる循環システムが成り立っており、これが地球の気候を安定させるのに役立っています。21世紀中に温暖化が急速に進むと、この重要な大きな循環システムをも、急激に、しかも大きく変えてしまう可能性があります。そうすると、世界の気候がどのように変化し、どんな現象が引き起こされるか、とても予測することはできません。



■ 世界の海洋の地球規模循環システム（文献15より）

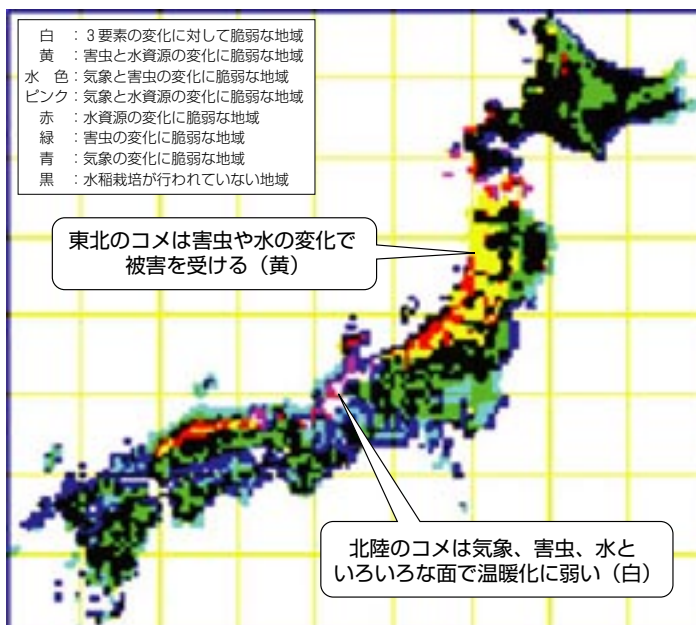
温暖化のもたらす 深刻な影響 (2)

農業への影響——食料の確保

日本の代表的な農作物であるコメは、温暖化による雨や雪の降り方の変化、害虫の発生、川の流量の変化などによりさまざまな影響を受けます。特に、コメどころである北陸地域は、気象、害虫、水資源のどの面からみても温暖化による被害を受けやすく、東北地方も、害虫、水資源の面で被害を受けやすくなります。

コメ以外でも、麦、とうもろこしは北海道以外で収穫が減るおそれがあります。

■ 気象、害虫、水資源の3要素からみた
水稲栽培の脆弱性 (文献17より)



世界の穀物生産、食料安全保障への影響

温暖化は、世界全体の農業にも影響を及ぼします。地球の平均気温が2.5℃程度上がると、食料の需要に供給が追いつかず、食料価格が上がると予測されています。農産物の自給率が低く、他の国に食料の多くを頼っている日本は、食料確保の面で大きな影響を受ける可能性があります。

温暖化対策がとれない場合の農業への影響 (文献15より作成)

	2025年	2050年	2100年
大気中のCO ₂ 濃度	405 ~ 460ppm	445 ~ 640ppm	540 ~ 970ppm
1990年からの地球平均気温の変化	0.4 ~ 1.1℃	0.8 ~ 2.6℃	1.4 ~ 5.8℃
1990年からの地球平均海面水位上昇	3 ~ 14cm	5 ~ 32cm	9 ~ 88cm
農業への影響	平均的な農作物生産量 ▶ 穀物生産量は、多くの中～高緯度地域で増加する ▶ 穀物生産量は、大半の熱帯および亜熱帯地域で減少する	▶ 熱帯および亜熱帯地域における穀物生産量はより明確に減少する	▶ 2～3℃以上の温暖化では、大半の中緯度地域で穀物類生産量が総体的に減少
	極端な低温および高温 ▶ 一部農作物への霜による被害低減 ▶ 一部農作物への熱のストレスによる損害増加 ▶ 家畜への熱によるストレス増加	▶ 極端な気温の変化の影響増大	▶ 極端な気温の変化の影響増大
	収入および価格	▶ 開発途上国の貧困農家の収入減少	▶ 気候変化を除外した予測と比較して食料価格が上昇する

※現在の農業実践方法を基本とした場合の予測である。

赤色 : 確率95～67% (高い確信度) オレンジ色 : 確率67～5% (中～低い確信度) これらの確信度はIPCCの第Ⅱ作業部会による推定値。

温暖化のもたらす 深刻な影響 (3)

人の健康への影響のあらわれ方

温暖化が人の健康に及ぼす影響には、2003年夏の欧州を襲った熱波などのように直接、人の死亡率などに影響が及ぶ場合と、マラリアやデング熱など病気を媒介する動物の生息域の拡大などを通じて間接的に影響が及ぶ場合があります。

健康への影響には
直接的なものと
間接的なものがある

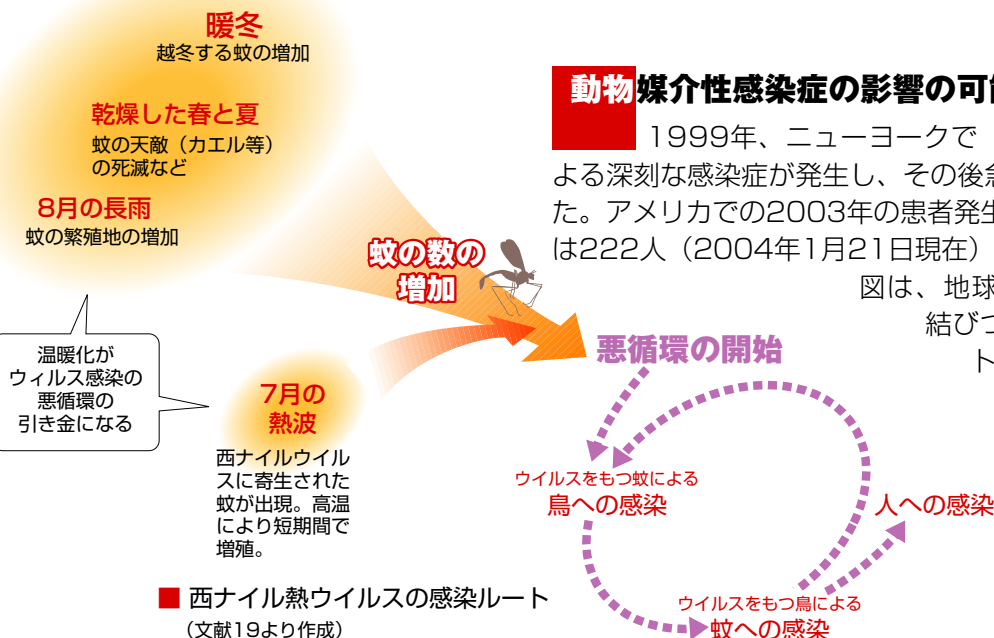
温暖化の健康影響 (文献18より作成)

	温暖化による環境変化	人の健康への影響
● 直接影響	暑熱、熱波の増加	▶ 熱中症、死亡率の変化 (循環器系、呼吸器系疾患)
	異常気象の頻度、強度の変化	▶ 障害、死亡の増加
● 間接影響	媒介動物等の生息域、活動の拡大	▶ 動物媒介性疾患(マラリア、 デング熱など)の増加
	水、食物を介する伝染性媒体の拡大	▶ 下痢や他の伝染病の増加
	海面上昇による人口移動や社会 インフラ被害	▶ 障害や各種伝染病リスクの増加
	大気汚染との複合影響	▶ 喘息、アレルギー疾患の増加

動物媒介性感染症の影響の可能性

1999年、ニューヨークで「西ナイル熱ウイルス」による深刻な感染症が発生し、その後急速に他州へと拡がりました。アメリカでの2003年の患者発生数は9,100人、死者数は222人(2004年1月21日現在)となっています。

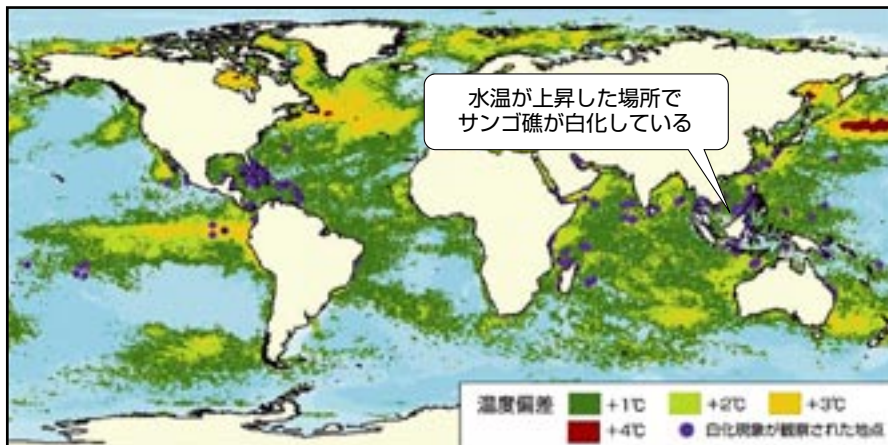
図は、地球温暖化が感染症の発生に結びつくと考えられる感染ルートを示しています。西ナイル熱ウイルスの感染ルートには、このように温暖化による気象の変化が強く関連する可能性があります。



サンゴ礁は海水の温度が1℃上昇しても影響を受ける

サンゴに共生している藻は、水温の上昇などが起きるとサンゴの体内から出て行ってしまいます。するとサンゴが白く見えるようになるため、この現象は「白化」と呼ばれています。白化が長期間続くと、サンゴは栄養が十分に確保できなくなって死滅します。

1997年と1998年には、世界の各地で、大規模なサンゴ礁の白化が発生しました。サンゴ礁は海水の温度が通常の状態より1℃上昇しても、深刻な被害を受けます。



■ 海水温の上昇とサンゴ礁の白化 (1997/1998年) (文献20より)

温暖化のもたらす 深刻な影響 (4)

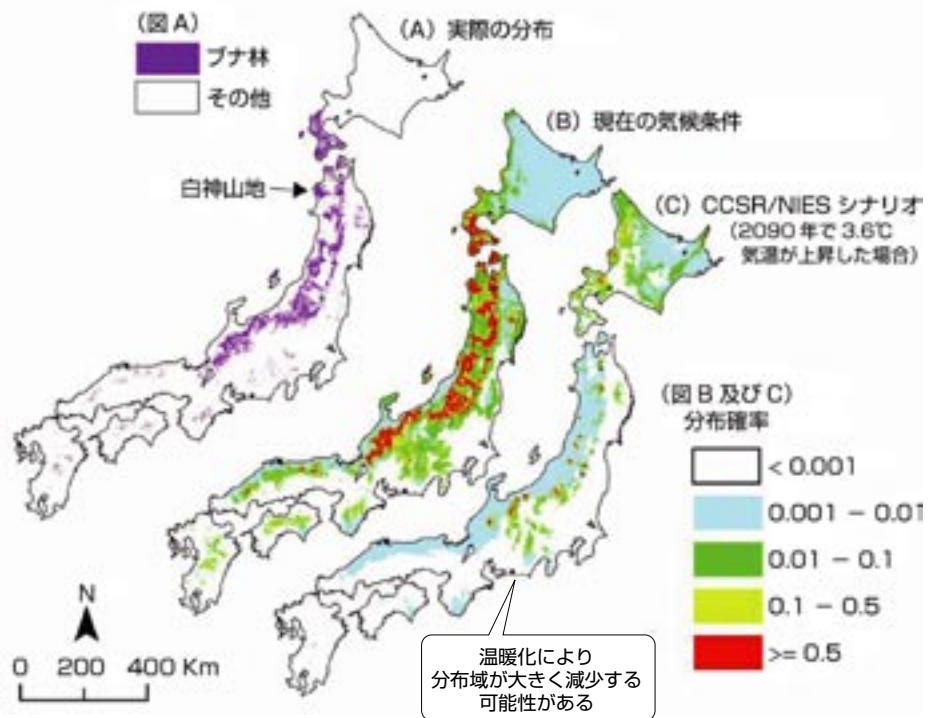
自然生態系への影響 ——ブナ林への影響

ブナは、涼しい地域の落葉広葉樹林を代表する樹種です。ブナ林は、大型動物のすみかにもなり、豊かな生態系を維持するためにはなくてはならない森林です。

しかし、温暖化が進み、気温が3.6℃上昇すると、ブナ林の分布域（分布確率50%以上の地域）は約90%減少すると予測されています（図C）。そのため、日本の生態系が大きな影響を受ける可能性があります。



■ 日本の豊かな生態系を育むブナ林
(写真提供：森林総合研究所環境影響チーム)



ブナ林の分布 (A) 現在の分布、(B) 現気候における分布確率、(C) 気候変化シナリオ CCSR/NIES2090年における分布確率

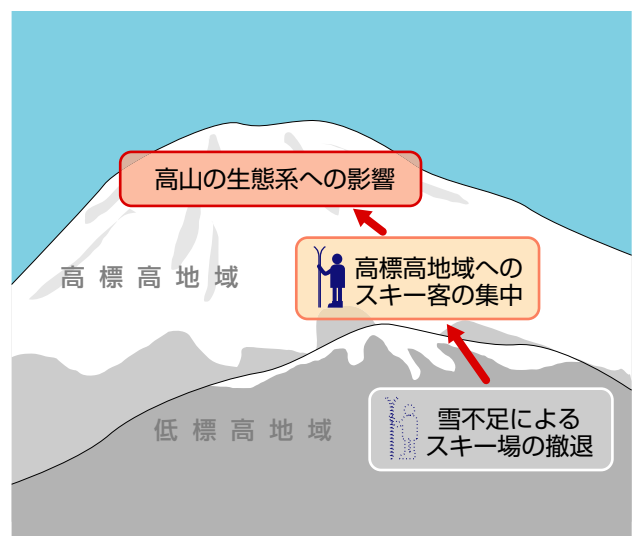
■ ブナ林の分布可能域が2090年に約90%消失する (文献21, 22より)

産業への影響

温暖化は、農業だけでなくさまざまな分野の産業に影響を及ぼします。

国連環境計画とチューリッヒ大学のグループでは、観光産業の一つであるスキー場経営への温暖化の影響を予測しています。スイスでは、2030~2050年に標高の低いスキー場で経営が成り立たなくなり、主要なスキー場は標高2,000m前後の場所にしか存在できなくなると予測されています。これにより、標高の高いスキー場は、スキー客の需要が増える可能性があります。これは高山の生態系への影響をもたらすおそれがあります。また、カナダなどのように、ヨーロッパに比べて人工雪への依存度が高い国でも、より多くの人工雪が必要となり、コストがかかると考えられています。

日本においても、標高の低いスキー場が深刻な影響を受ける可能性が指摘されています。



■ 考えられるスキー産業への影響 (文献23より作成)

温暖化の対策がめざすもの(1)

気候変動枠組条約と「安定化濃度」

気候変動枠組条約は、1992年5月に国連で採択され、同年の国連環境開発会議開催期間中に、日本を含む155カ国が署名しました。この条約は、温暖化を防止することに同意した世界各国が、具体的な取組に向けて話し合い、協力を推進するよりどころとなっています。

条約では、温暖化を引き起こす温室効果ガスが大気中にどのくらいまでの量なら、温暖化の影響が危険なレベルにならずにすむかを考え、右のような“究極の目的”を掲げています。

国連気候変動枠組条約の目的

「気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすこととしない水準において、大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させること」を究極の目的とする。

安定化濃度とは？

「温室効果ガス濃度を安定化させること」とは、地球全体の温室効果ガスの排出量と吸収量のバランスがとれる状態、といえます。温室効果ガスの濃度は、産業革命以前は280ppm程度でしたが、現在は370ppm程度となっています。これから目指す「安定化」のレベルが、たとえば、昔の倍程度である550ppm程度でいいのか、あるいはそれ以上なのかといった点が重要となります。

また、条約では、そのようなレベルの達成にあたっては、生態系が気候変動に自然に適応し、食料の生産が脅かされず、かつ、経済開発が持続可能な形で進められる期間内で達成されるべきとしています。つまり、どれくらいの速さで安定化させるべきかという点も重要となります。

「安定化」させることは簡単なことではありませんが、私たちの取組によって温暖化の影響が危険なレベルにならないようにすることもできるのです。



■ 気候変動枠組条約における「安定化濃度」とは？（文献24より作成）

温暖化の対策がめざすもの(2)

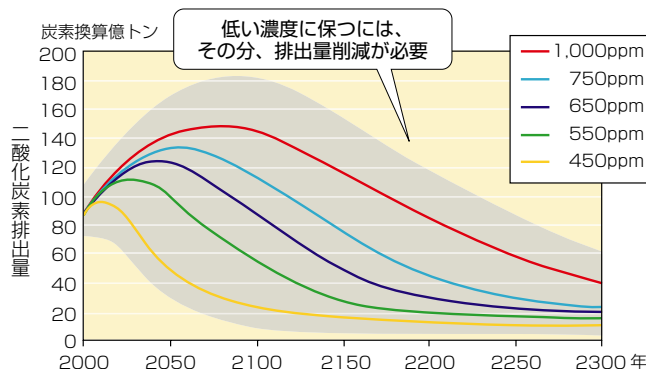
安定化濃度達成のための削減量——目指すところは？

どのくらいの濃度で安定化させれば大丈夫か、どのくらいの濃度で、どのような影響がどこに生じるのか、などについては、さまざまな研究がなされているものの、まだ確固たる答えは出ていません。

IPCCでは、いくつかの安定化濃度に至るシナリオを作成しています。シナリオは様々に描くことができますが、右図に示されるような450ppm～1,000ppmのどのような安定化水準を想定しても、温室効果ガスの大幅な削減（50～80%）が必要となります。

例えば、550ppmでは、2030年以降世界の排出量を減少基調にして、現在の排出量より大幅に削減していく必要があります。

また、削減対策によって排出が抑制されたとしても、どうしても生じてしまう温暖化の影響に対しては、適応策の取組が必要となります。



■ 様々な安定化水準に対応する世界の二酸化炭素排出量の変化（文献24より）

安定化状態における世界の二酸化炭素排出量

安定化濃度 (ppm)	平衡に達した時の気温上昇幅 (括弧内: 平均値) ^{※1}	2300年における世界のCO ₂ 排出量 ^{※2}		安定化する時期とCO ₂ 累積排出量 ^{※1}	
		年間排出量 (炭素換算トン)	2000年総排出量 (炭素換算 80 億トン) 比	おおむね 安定化する年	21 世紀の累積排出量 (炭素換算トン)
450	1.5～ 4 ℃ (2.5℃)	14 億	18%	2090 年	5,500 億
550	2 ～ 5 ℃ (3.5℃)	20 億	25%	2150 年	8,600 億
650	2.5～ 6 ℃ (4℃)	26 億	33%	2200 年	10,500 億
750	3 ～ 7 ℃ (4.5℃)	34 億	43%	2250 年	11,600 億
1,000	3.5～ 8.5 ℃ (6℃)	40 億	50%	2375 年	12,600 億

※1：IPCC 第3次評価報告書より抜粋。

※2：国立環境研究所（MAGICC：簡易炭素循環モデル）による計算結果。なお、1,000ppmの場合の排出量についてはIPCC 第3次評価報告書の図より推計した。

影響の閾値

気温上昇、海面上昇がどれほどまでなら、生態系や人間社会が耐えられるのか—こうした温暖化の影響に関する限界的な値（タイプ1の閾値[※]）に関する研究も進みつつあります。

例えば、サンゴ礁は、海水温が1℃上昇すると白化現象が生じ、死滅する可能性があります。また、地域により異なりますが、日最高気温が33～35℃を超えると高齢者の死亡率が増加するといわれています。

※P.8の「急速な温暖化は想像もできない現象を引き起こす可能性がある」参照

さまざまな分野における影響の閾値（文献25より）

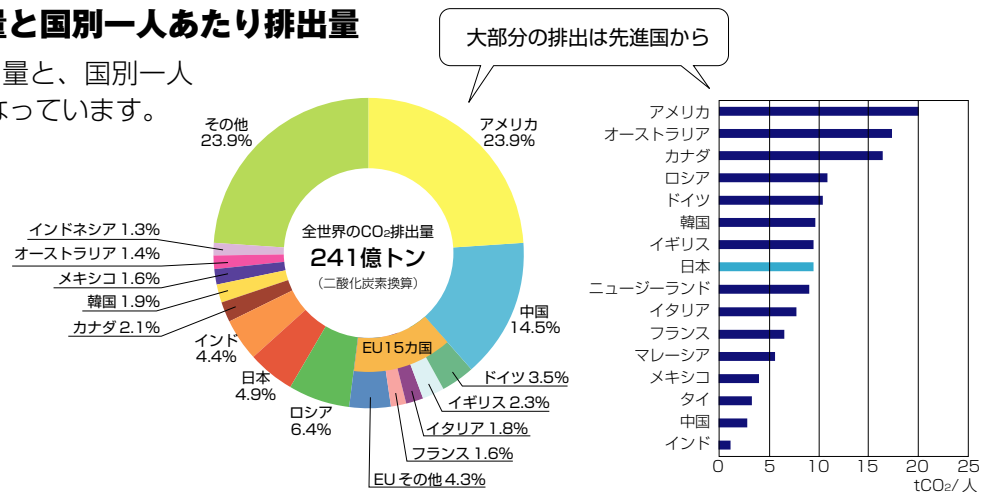
脆弱な分野	対象、システム	閾 値
自然生態系	▶ 高山植生 ▶ マングローブ	▶ 0～2℃で生息域縮小 ▶ 海面上昇約50cm/100年で沈水
農林水産業	▶ 稲	▶ 開花時35℃を越えると高温障害
海洋環境	▶ サンゴ礁	▶ 1～2℃水温上昇により白化現象 ▶ 海面上昇40cm/100年で沈水
沿岸域インフラ、社会システム	▶ 砂浜 ▶ 港湾・海岸施設	▶ 30cmの海面上昇で56.6%、1mで90.3%の砂浜減少 ▶ 1mの海面上昇で対策費11.5兆円
人間の健康	▶ 高齢者（65歳以上）	▶ 日最高気温が33～35℃を越えると死亡率増（地域により変化）
経済システム [※]	▶ 各国経済 ▶ 電力	▶ 2～3℃以上で悪影響 ▶ 夏期1℃上昇で500万kWの電力需要増加

※2～3℃までの温度上昇では分野、地域により便益がある。

世界と日本の排出量の推移

二酸化炭素の国別排出量と国別一人あたり排出量

二酸化炭素の国別排出量と、国別一人あたり排出量は、右のようになっています。

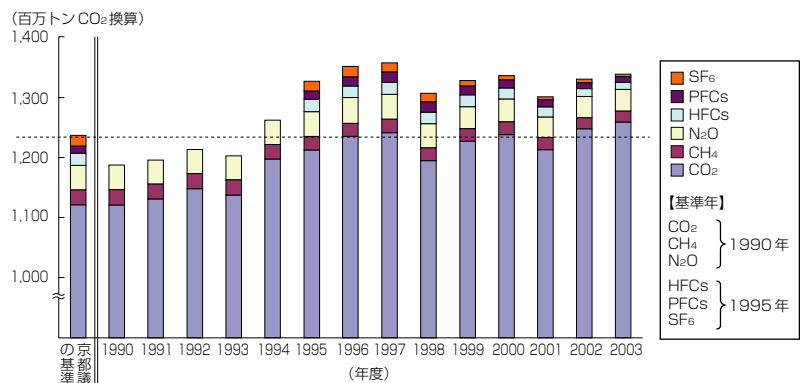


■ 国別排出量 (左: 2002年) と国別1人当たり排出量 (右: 2002年)
(文献26より作成)

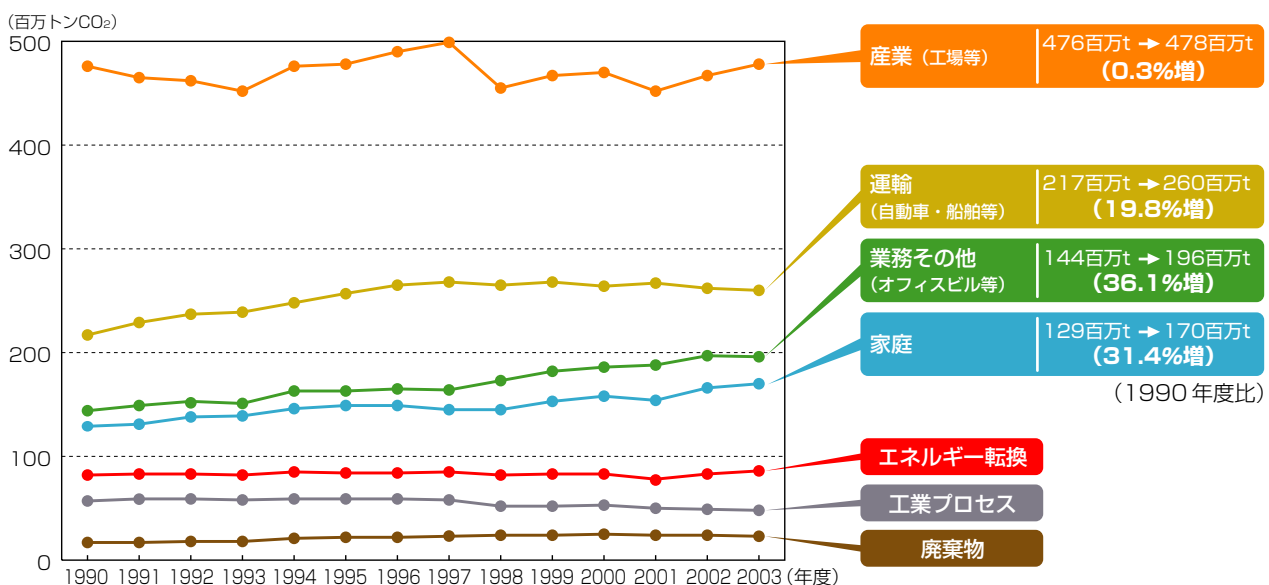
日本の温室効果ガス排出量の経年変化

日本では、2003年度の温室効果ガスの総排出量が13億3,900万tCO₂でした。前年度よりも、化石燃料の燃焼による排出が増えており、京都議定書の基準年の12億3,700万tCO₂と比べると8.3%多くなっています。前年度よりも化石燃料の消費が増えた理由としては、原子力発電所の運転停止に伴い、火力発電による発電量が増加したことなどが考えられます。

部門別にみると、産業部門からの排出量が最も多いですが、運輸部門、家庭部門、業務その他部門からの排出量が増加しています。



■ 温室効果ガス総排出量の推移



■ 二酸化炭素の部門別排出量の推移

温暖化防止の鍵を握る 京都議定書

京都議定書の要点は何か？

気候変動枠組条約は、これまでの温室効果ガスの多くが先進国から排出されてきたことや、各国の能力等を考慮し、「共通だが差異のある責任」という考え方を根底に据えています。

この考え方の下、1997年、わが国の京都で開催された「地球温暖化防止京都会議」において、気候変動枠組条約の附属書Iにリストアップされた先進国や経済移行国（附属書I国）が、2008年～2012年の間に、温室効果ガスの排出量を、1990年のレベルより全体で5%以上削減する約束がなされました。これが「京都議定書」です。京都議定書では各国の削減約束が定められており、わが国は6%の削減約束をしています。議定書を批准した国は、それを守ることが義務づけられます。

ロシアの批准により京都議定書の発効要件が満たされ、議定書は2005年（平成17年）2月16日に発効しました。京都議定書は、国際的に温室効果ガス排出削減を規定した唯一の枠組みであり、その発効は、長期にわたる地球温暖化対策の第一歩です。

対象ガスなど	
対象ガス	二酸化炭素（CO ₂ ）、メタン（CH ₄ ）、一酸化二窒素（N ₂ O）、ハイドロフルオロカーボン（HFCs）、パーフルオロカーボン（PFCs）、六フッ化硫黄（SF ₆ ）
吸収源の取扱い	1990年以降の新規の植林や土地利用の変化に伴う温室効果ガス吸収量を排出量から差し引く。



削減約束	
基準年	1990年（HFCs、PFCs、SF ₆ は1995年とすることができる）
第一約束期間	2008年から2012年（5年間の合計排出量を基準年排出量の5倍に削減約束を乗じたものと比較）
削減約束	・先進国全体の対象ガスの人為的な総排出量を、基準年より少なくとも約5%削減する。 ・国別目標（日本6%減、アメリカ7%減、EU8%減など）



京都メカニズム	
排出量取引	先進国が割り当てられた排出量の一部を取り引きできる仕組み。
共同実施	先進国同士が共同で削減プロジェクトを行った場合に、それで得られた削減量を参加国の間で分け合う仕組み。
クリーン開発メカニズム	先進国が途上国において削減・吸収プロジェクト等を行った場合に、それによって得られた削減量・吸収量を自国の削減量・吸収量としてカウントする仕組み。

京都議定書の概要

各国の削減約束と排出状況

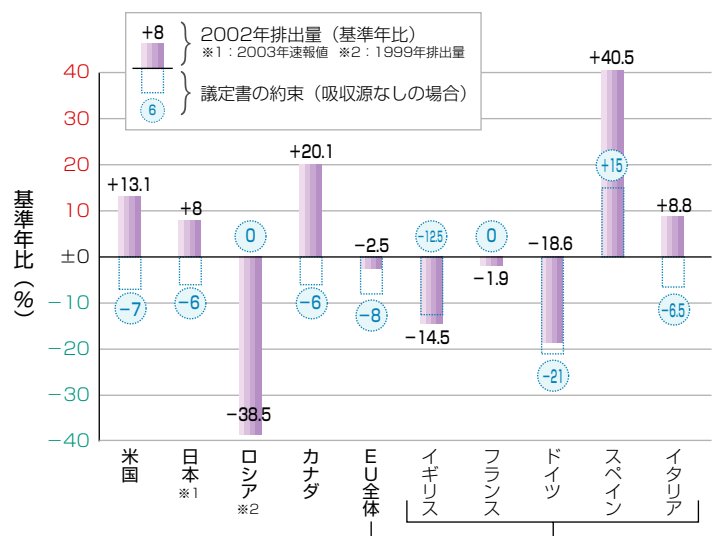
京都議定書は各国ごとに削減約束を定めています。また、マラケッシュ合意（2001年）において、森林管理による吸収量として計上できる上限値が定められました。

欧州は、「EUバブル」という仕組みを作って、欧州各国が共同で8%の削減約束を達成しようとしています。国別にみると、ドイツは21%、イギリスは12.5%という大きな削減目標を掲げている一方で、フランスのように目標値が0%の国や、スペイン（+15%）、ポルトガル（+27%）のように、目標値を1990年レベルよりも高く設定している国もあります。

しかし、EUの排出は、約束との間に依然開きがあり、現在の対策で約束を達成できる見込みがあるのはイギリスとスウェーデンのみと言われています。

アメリカは、7%の削減約束を掲げていましたが、ブッシュ政権が誕生して間もなく、この約束が自国の経済にとって非常に不利益になると主張し、京都議定書に参加しない方針を発表しました。

京都会議を主催したわが国の削減約束は6%ですが、このうち3.9%までは森林管理による吸収量を算入することができます。しかし、我が国の排出量は、2002年には、1990年と比べて約8%上回っており、削減約束との差は約14%と広がっています。



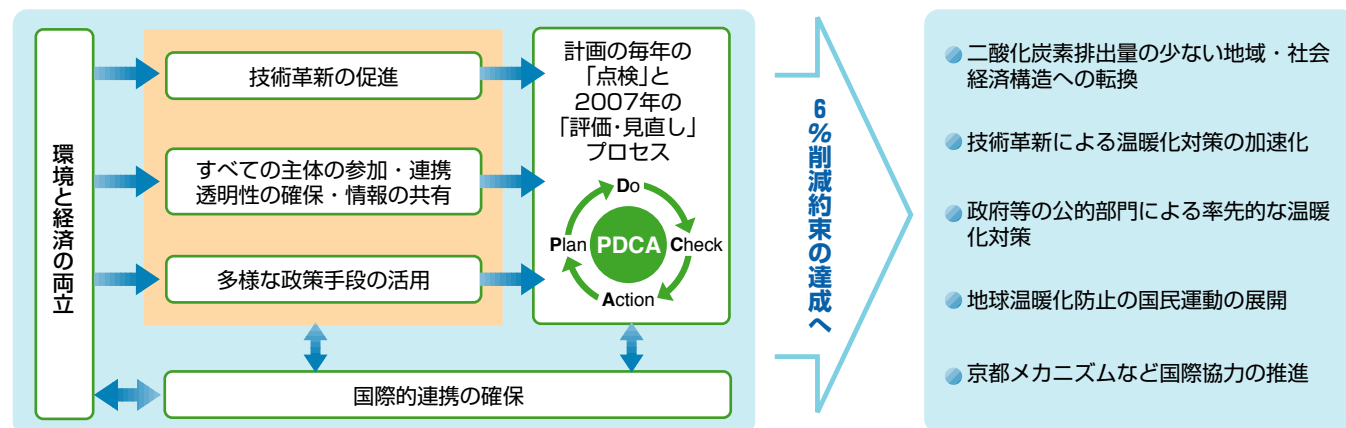
■ 各国の約束値と温室効果ガス排出状況
(出典：UNFCCCのデータを基に環境省が作成)

我が国の温暖化対策

国内の地球温暖化対策：京都議定書目標達成計画の策定

日本では、2002年3月に策定した地球温暖化対策推進大綱に基づき、対策を進めてきましたが、京都議定書の発効を受けて、2005年4月に、地球温暖化対策推進大綱を引き継ぐ「京都議定書目標達成計画」が策定されました。

京都議定書目標達成計画は、以下のような基本的考え方を掲げています。



■ 京都議定書目標達成計画の基本的考え方と構成

計画では、京都議定書の6%削減約束を達成するための温室効果ガス別の目標値と、それを実現するための対策と施策が盛り込まれています。

これまでの大綱に掲げられていた機器単位の対策にとどまらず、省CO₂型の都市デザインや省CO₂型の交通システムのデザイン、新エネルギーの面的導入などの地域・都市構造や交通システムの転換に踏み込んだ対策を掲げたことが特徴です。

また、環境税について、「真摯に総合的な検討を進めていくべき課題」として、政府の計画に初めて位置付けられました。

温室効果ガスの排出抑制・吸収の量の目標

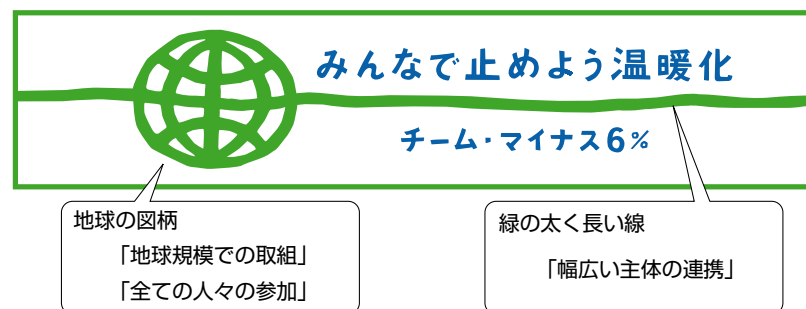
区 分		目 標		2010 年度現状対策 ケース（目標に比べ + 12%※ ¹ ）からの 削減量
		2010年度排出量 (百万t-CO ₂)	1990年度比 (基準年総排出量比)	
温室効果ガス	①エネルギー起源CO ₂	1,056	+ 0.6%	▲4.8%
	②非エネルギー起源CO ₂	70	▲0.3%	▲0.4%
	③メタン	20	▲0.4%	
	④一酸化二窒素	34	▲0.5%	
	⑤代替フロン等3ガス	51	+ 0.1%	▲1.3%
森林吸収源		▲48	▲3.9%	(同左)▲3.9%
京都メカニズム		▲20	▲1.6%※ ²	(同左)▲1.6%※ ²
合 計		1,163	▲6.0%	▲12.0%

※1：2002年度実績（+13.6%）から経済成長等による増、現行対策の継続による削減を見込んだ2010年見込み

※2：削減目標（▲6%）と国内対策（排出削減、吸収源対策）の差分

地球温暖化防止のためには、政府や事業者のみならず、国民一人一人の取組が重要です。政府では、国民運動の統一ロゴマーク「チーム・マイナス6%」を作成しました。

また、「チーム・マイナス6%」のホームページ（<http://www.team-6.jp>）を開設して、国民に分かりやすい地球温暖化防止に関する情報を発信しています。同ホームページにアクセスして、「チーム・マイナス6%」にご参加下さい。



■ 国民運動の統一ロゴマーク

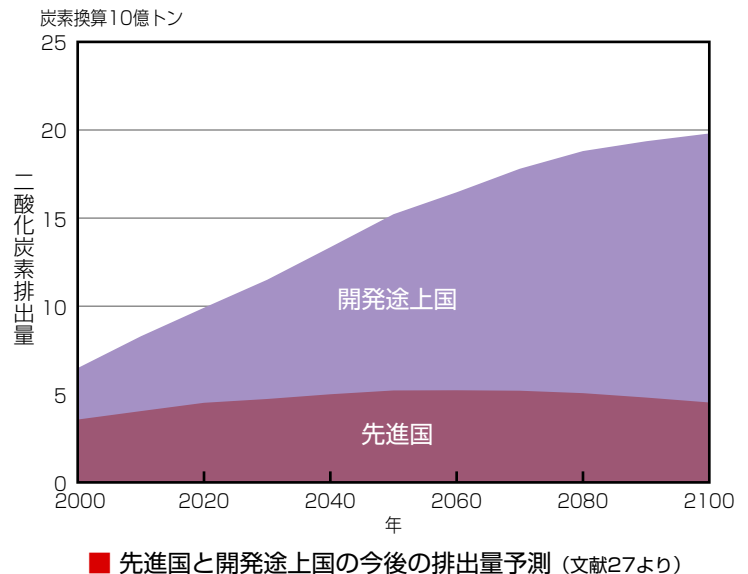
ポスト京都に向けての取組

気候変動枠組条約の究極目的の達成に向けた絶え間ない前進

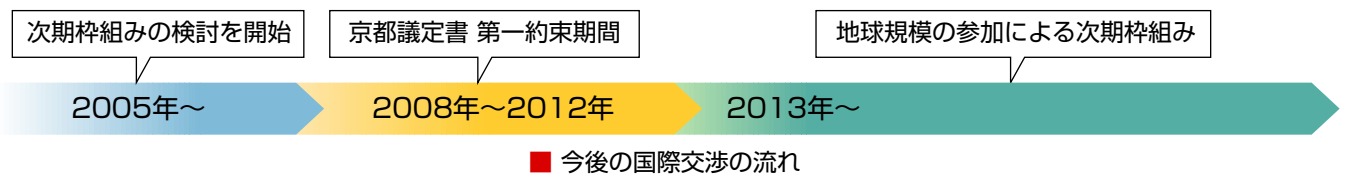
京都議定書は、2008年から2012年までの先進国からの排出量に関して、数値目標を定めています。

しかし、気候変動枠組条約の究極目的を達成するためには、今後地球全体の排出量を大幅に削減し、温室効果ガスの濃度を安定化させる必要があります。そのためには、引き続き先進国が率先して対策を講じるとともに、将来的に先進国の排出量を上回ると予測されている途上国（右グラフ参照）も、今後、何らかの形で排出削減・抑制に参加することが重要になります。

EUでは、地球の平均気温の上昇を工業化前と比べて2℃以下に抑制することを目標に、世界の排出量を2050年までに1990年と比較して少なくとも15%、おそらく50%もの削減が必要であるとしています。



2013年以降の次期枠組みに関する検討



京都議定書が、2005年（平成17年）2月16日に発効したことをうけ、国内外で次期枠組みに関する議論が活発化しつつあります。

中央環境審議会地球環境部会気候変動に関する国際戦略専門委員会においては、次期枠組みについて審議され、2004年（平成16年）12月には「中間報告」がなされました。この「中間報告」では、下記のような提言を行っています。

- 地球規模の参加の下に排出削減を行うこと
- 気候変動の甚大な影響を避けるためには、2020年から2030年にも世界の排出量を減少基調とすること
- 長期（2100年頃）・中期（2030～2050年）・短期（2020年くらいまで）の目標の設定が、地球規模のリスク管理の点から有効であること
- 温室効果ガスの削減とともに、気候変動への適応策が重要であること
- 気候変動枠組条約や京都議定書といった既存の国際合意の上に立脚した枠組みとすること
- 脱温暖化社会構築への挑戦を環境と経済の好循環を実現する好機と捉え、積極的に取り組むこと

同専門委員会では、引き続き、長期目標の具体化・定量化のための検討を行い、2005年（平成17年）5月に第二次中間報告をまとめました。本報告では、温暖化の影響に関する最新の科学的知見を踏まえれば、全球での平均気温上昇の抑制幅を工業化前（1850年頃）に比べて2℃とする考え方が長期目標の検討における現段階での出発点になりうることを示されました。今後、温暖化の影響に関する科学的知見を更に蓄積するとともに、国内外において、長期目標設定のための建設的な議論が進展することが期待されます。

更に、次期枠組みの具体的内容についても、国際交渉の経緯を踏まえつつ、引き続き検討を進めていく必要があります。

もう一つの 温暖化対策 —— 適応策

将来地球温暖化がさらに進めば、大雨や干魃、熱波などの異常気象の頻度、強度が一層増大し、深刻な影響が生じると予測されています。このような悪影響は、私たちが温室効果ガスの削減の努力を行うだけでは十分に避けることができません。温暖化しつつある気候に合わせてどのように人や社会・経済を調節していくか、という適応策が必要になってきます。

“適応策”には、従来、私たちが生活の知恵としてうまく気候に順応してきたような経験や、天候の変化を見ながら工夫を重ねてきた穀物栽培などのように既に根付いている技術、知識も含まれます。右表や下図では、適応策の例を示してあります。“適応”はこれから私たちが避けて通ることができない道ですが、地球温暖化の根本的な解決には、温室効果ガスの排出削減が不可欠です。結局、私たちにとっては、削減策と適応策をうまく組み合わせていくことが必要だと言えるでしょう。

適応の種類と事例（文献24に基づき作成）

①水資源

- ▶ 水利用の高効率化
- ▶ 貯水池等の建設による水供給量の増加
- ▶ ダム、堤防等の設計基準の見直し

②食料

- ▶ 植付け・収穫等の時期を変更
- ▶ 土壌の栄養素や水分の保持（能力）を改善

③沿岸地帯

- ▶ 沿岸防護のための堤防や防波堤
- ▶ 砂防林の育成による沿岸の保護

④人間の健康

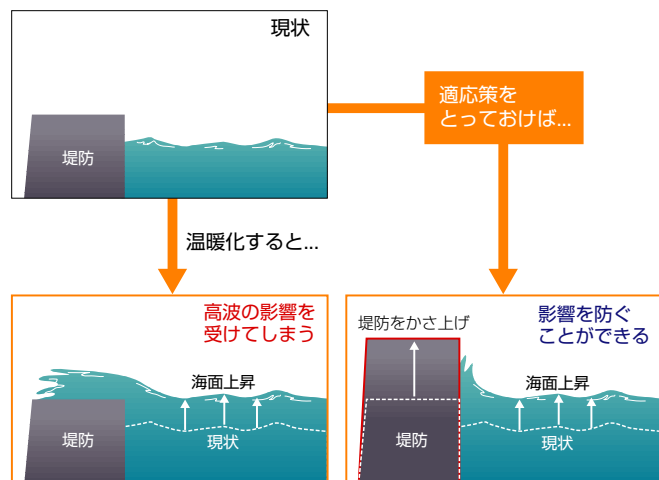
- ▶ 公共の健康関連インフラ（上下水道等）を改善
- ▶ 伝染病の予想や早期警告の能力（システム）を開発

⑤金融サービス

- ▶ 民間及び公共の保険及び再保険によるリスク分散

適応策の事例1

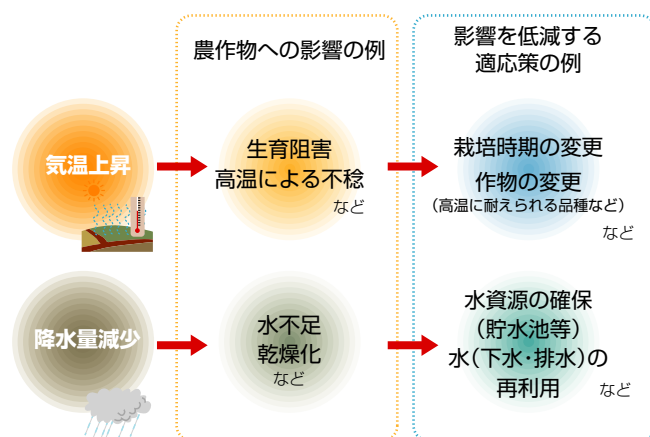
地球温暖化による海面上昇は、海岸が侵食されるという問題だけではなく、高波等による沿岸被害を拡大させる可能性があります。その対策として、防波堤の建造・嵩上げによる防護といった適応策が考えられます。



■ 海面上昇に対応する適応策の事例

適応策の事例2

地球温暖化によって異常気象の頻度、強度が一層増大することにより、世界の食料供給に大きな影響を及ぼす可能性があります。私たちは、食料を確保するための適応策を積極的に推進していくことが重要です。



■ 農業分野での適応策の事例

■ 気候変動に関する科学的知見と国際的取組の進展 (文献28より作成、情報を追加)

	科学 (IPCC)	国際的取組
1985		フィラハ会合 (オーストリア) : 温暖化のはじめての国際会合
1988		トロント会合 (6月) : CO ₂ 排出量20%削減を提案
1990	IPCC設立 (11月) : 第1回全体会合 (ジュネーブ) 第一次評価報告書 (8月)	第2回世界気候会議 (11月) 国連総会 (12月) : 条約交渉会議開始決議
1992	第一次評価補足報告書 (2月)	条約交渉会議 : 条約を採択 (5月) 国連環境開発会議 : 条約署名開始 (6月)
1994	放射強制力と排出シナリオに関する特別報告書 (10月) 第I作業部会 温暖化影響・適応評価のガイドライン (特別報告書 (10月) 第II作業部会)	条約発効 (3月) : 50カ国批准 (1993年12月) による
1995	第二次評価報告書 (12月)	第1回締約国会議 (COP1) (ベルリン、3月) : ベルリンマンデート
1996	技術報告第1号 (技術、政策、措置)	第2回締約国会議 (COP2) (ジュネーブ、7月)
1997	技術報告第2号 (簡易気候モデル) 技術報告第3号 (温室効果気体安定化のモデル化) 技術報告第4号 (提案された排出量削減の影響) 地域影響の特別報告書 (11月) 第II作業部会	第3回締約国会議 (COP3) (京都、12月) : 京都議定書採択
1998		第4回締約国会議 (COP4) (ブエノスアイレス、11月) : ブエノスアイレス行動計画
1999	航空と全球大気に関する特別報告書 (4月) 第I・III作業部会	第5回締約国会議 (COP5) (ボン、10/11月)
2000	排出シナリオに関する特別報告書 技術移転の方法論・技術論の特別報告書 土地利用、土地利用変化、林業の特別報告書	第6回締約国会議 (COP6) (ハーグ、11月)
2001	第三次評価報告書 (ナイロビ、4月) 技術報告書第5号 (気候変化と生物多様性) 第三次評価報告書統合報告書 (英国、ウェンブレイ、9月)	第6回締約国会議再開会合 (COP6.5) (ボン、7月) : ボン合意 第7回締約国会議 (COP7) (マラケッシュ、10/11月) : マラケッシュ合意
2002		持続可能な開発に関する世界首脳会議 (ヨハネスブルクサミット、8/9月) : ヨハネスブルク宣言、実施計画 第8回締約国会議 (COP8) (ニューデリー、10/11月) : デリー宣言
2003		第9回締約国会議 (COP9) (ミラノ、12月)
2004		第10回締約国会議 (COP10) (ブエノスアイレス、12月)
2005	オゾン層保護と気候システムに関する特別報告書 二酸化炭素回収・隔離に関する特別報告書 (予定)	京都議定書の発効 (2月16日) 第11回締約国会議 (COP11) 第1回京都議定書締約国会議 (COP/MOP1) (モントリオール、11/12月)
2007	第四次評価報告書完成予定	2008～2012 京都議定書の第一約束期間

■ 参考文献

- NOAA Satellite and Information service資料
- The British Antarctic Survey and National Snow and Ice Data Center資料
- 2002年ヨーロッパ水害調査団編、2003: 2002年ヨーロッパ水害調査報告 概要報告書、土木学会。(写真はザクセン州内務省提供)
- 気象庁資料 (世界の天候の情報) (<http://www.data.kishou.go.jp/climate/monitor/climat/annual.html>)
- National Geophysical Data Center (NGDC): GLOBE
- 気象庁、2004: 報道発表資料「7月の気候」
- 地球温暖化と健康に関するホームページ (<http://www.nies.go.jp/impact/index.html>)
- 気象庁、2005: 気候変動監視レポート2004
- 東京大学気候システム研究センター・国立環境研究所・海洋研究開発機構 提供資料
- Arctic Climate Impact Assessment (ACIA), 2004: "Impacts of a Warming Arctic" ACIA Overview report.
- 気象庁、2002: 20世紀の日本の気候
- Yoshio, M. and M. Ishii, 1998: Geographical variation of pupal diapause in the great mormon butterfly, *Papilio memnon* L. (Lepido ptera: Papilionidae), in Western Japan. *Appl. Entomol. Zool.*, 33, 281-288.
- 米国オークリッジ研究所 (<http://cdiac.esd.ornl.gov>)
- 気象庁、2005: 報道発表資料「平成16 (2004) 年の世界と日本の年平均地上気温」
- IPCC編、気象庁・環境省・経済産業省監修、2002: IPCC地球温暖化第三次レポートー気候変化 2001ー、中央法規
- 国立環境研究所・東京大学気候システム研究センター 提供資料
- 西森基貴ら、2002: 生育阻害要因を考慮した日本の水稲生産の脆弱性の評価、農業環境工学関連 4学会 2002年合同大会講演要旨 (東京大学農学部)
- IPCC編、環境庁監修、1996: IPCC地球温暖化第二次レポート、中央法規
- 日経サイエンス編集部編、2003: 別冊日経サイエンス 143 世界を脅かす 感染症とどう闘うか、日経サイエンス社
- World Resources Institute Pilot analysis of global ecosystems: Coastal ecosystems 資料
- Matsui, T. et al., 2004: Probability distributions, *Fagus crenata* forests following vulnerability and predicted climate sensitivity in changes in Japan. *Journal of Vegetation Science*, 15, 605-614.
- 森林総合研究所環境影響チーム 提供資料
- UNEP, 2003: Climate Change and Winter Sports: Environmental and Economic Threats.
- IPCC, 2001: IPCC第3次評価報告書
- 総合科学技術会議環境担当議員・内閣府政策総括官 (科学技術政策担当) 共編、2003: 総合科学技術会議 地球温暖化研究イニシャティブ 気候変動研究分野報告書 地球温暖化研究の最前線ー環境の世紀の知と技術 2002ー、財務省印刷局
- 財団法人 日本エネルギー経済研究所 計量分析ユニット、2005: EDMC/エネルギー・経済統計要覧、財団法人 省エネルギーセンター
- Kainuma et al., 2002: Climate Policy Assessment, Springer, p.64.
- 近藤洋輝、2001: 学際的観点からみた IPCCの経緯と現状、*天気*, 47(19), 692-696

おわりに

地球温暖化の原因やその影響の現れ方は複雑です。しかし、温暖化によって生じる様々な影響を防ぐため、また、持続可能な社会を次の世代に引き継ぐためにも、私たちは今すぐ行動することが必要です。

京都議定書は、温暖化を防止するための第一歩です。温暖化を止めるには、温室効果ガスの大幅な削減が必要で、簡単に達成できるような見えません。しかし、温暖化を止めるために、私たちができることはたくさんあります。

日常生活や事業活動の中での省エネ行動なども私たちができることの一例です。ただし、温暖化を止めるには、必ずしも、我慢をして生活水準を落とさなければならない、というわけではありません。

既にある実用的な温暖化対策技術の普及、自然エネルギーの利用、より革新的な、温暖化防止に役立つ技術の開発研究、都市交通体系の見直しなどによって、経済活動を維持・発展させつつ、温暖化を防止していくこともできます。

私たちの努力によって、「豊かな生活」と「温暖化対策」の両立は可能なのです。

一人一人ができる取組を知りたい方はこちらのグッズ、ホームページで！



私の環のくらしハンドブック
(実費頒布中。詳しくは
下記ホームページへ)



ふたりで始める「環のくらし」
(Part3)



コマメちゃんシール

環のくらしホームページ
<http://www.wanokurashi.ne.jp>

※これらのグッズ、ホームページについてのお問合せは、
環境省地球環境局地球温暖化対策課国民生活対策室
TEL : 03-5521-8341 FAX : 03-3580-1382
e-mail : chikyu-suishin@env.go.jp まで