

地球温暖化

読本

Q & A

2014



地球温暖化問題NOW

Q1：地球温暖化、地球温暖化問題、気候変動問題の違いは？

Q2：地球温暖化は本当に人間活動が原因なの？

Q3：地球温暖化が起こるしくみは？

Q4：地球温暖化問題の特徴は？

Q5：温室効果ガスとは？

Q6：大気中の温室効果ガス濃度は？

Q7：世界の温室効果ガス排出量の現状は？

Q8：日本の温室効果ガス排出量の現状は？

Q9：家庭から排出される二酸化炭素排出量の現状は？

Q10：地球温暖化の最新の予測結果は？

Q11：地球温暖化が進むとどんなことが起こるの？

Q12：地球温暖化に対する世界共通の目標は？

Q13：地球温暖化を防止するための国際的な取り組みは？

Q14：日本における地球温暖化対策の取り組みは？

Q15：京都議定書の削減目標は達成できるの？

Q16：これからの国際交渉の流れは？

Q17：日本が次期京都議定書に参加しなかったのはなぜ？

Q18：日本の新たな削減目標は？

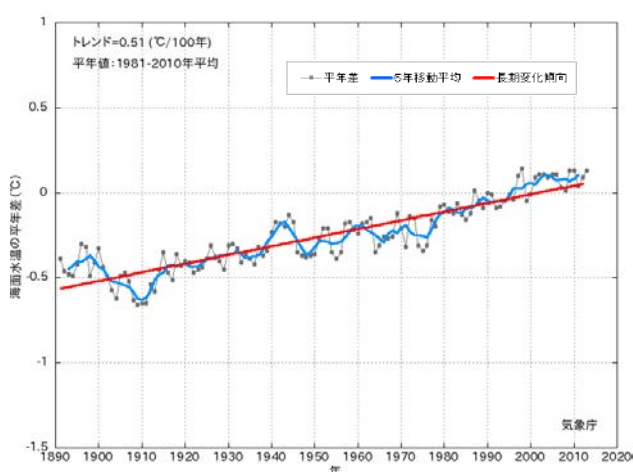
A1：地球温暖化、地球温暖化問題、気候変動問題とは

・地球温暖化とは、地球表面の大気や海洋の平均温度が長期的に上昇する現象をいいます。この場合はその原因が人為的か自然起源かは問いません。

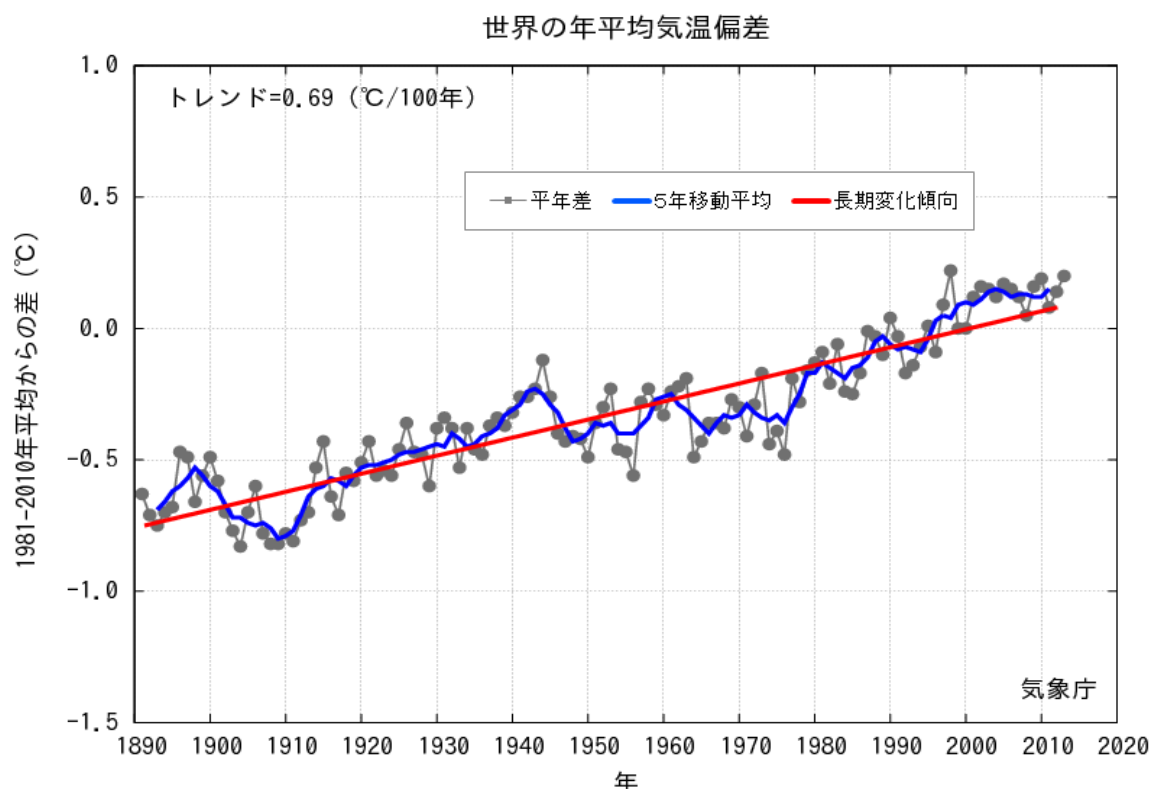
・一方、地球温暖化問題とは、このうち人為的（人間活動）なものに起因して地球温暖化が発生し、これによって地球の気候安定化システムが影響を受けて、異常気象の頻発、早い春の訪れなどによる生物活動の変化、水資源や農作物への影響など、自然生態系や人間社会（健康被害や経済的損失）に多大な影響が発生する問題を「地球温暖化問題」と呼んでいます。

・国際社会では、地球温暖化問題は地球温暖化という温度上昇現象ではなく、これにより引き起こされる気候変動による脅威に着目して、別名「気候変動問題」と呼んでいます。一般に、地球温暖化は、異常気象の「頻度」と「大きさ」を拡大します。

（気象庁 HP 等より抜粋・加筆）



年平均海面水温(全球平均)の年差の推移



年平均気温(全球平均)の年差の推移

A2：地球温暖化と人間活動の関係は

・地球温暖化の原因が人為的か自然起源かについては様々な諸説（太陽活動の影響、宇宙線の影響、地球内部の活動、磁気圏の活動など）を主張する懐疑論がありますが、地球温暖化に関する科学的知見を最も包括的に評価したものが IPCC の評価報告書であり、この評価結果は科学的・国際的に広く認められ、世界の動きはこれを主軸としつつあります。

・IPCC とは、各国政府から推薦された科学者が参加した「気候変動に関する政府間パネル」であり、国連に設置された専門組織です。5～6 年ごとにその間の気候変動に関する科学研究から得られた最新の知見を評価し取りまとめた「評価報告書」が公表されていますが、最新では平成 25 年（2013 年）9 月 27 日に第 5 次報告書が公表されました。

・今回の報告書では、「人間活動により温暖化が引き起こされている可能性はきわめて高い（95%以上）」と明示され、前回報告書より可能性の確率が高まり、「温暖化には疑う余地がない。20 世紀半ば以降の温暖化の主な要因は、人間活動の可能性が極めて高い」と結論付けています。

温暖化と人間活動の影響関係について これまでの報告書における表現の変化

第 1 次報告書 First Assessment Report 1990	1990 年	「気温上昇を生じさせるだろう」 人為起源の温室効果ガスは気候変化を生じさせる恐れがある。
第 2 次報告書 Second Assessment Report: Climate Change 1995	1995 年	「影響が全地球の気候に表れている」 識別可能な人為的影響が全球の気候に表れている。
第 3 次報告書 Third Assessment Report: Climate Change 2001	2001 年	「可能性が高い」(66%以上) 過去 50 年に観測された温暖化の大部分は、 温室効果ガスの濃度の増加によるものだった可能性が高い
第 4 次報告書 Fourth Assessment Report: Climate Change 2007	2007 年	「可能性が非常に高い」(90%以上) 温暖化には疑う余地がない。 20 世紀半ば以降の温暖化のほとんどは、 人為起源の温室効果ガス濃度の増加による可能性が非常に高い。
第 5 次報告書 Fifth Assessment Report: Climate Change 2013	2013 年	「可能性がきわめて高い」(95%以上) 温暖化には疑う余地がない。 20 世紀半ば以降の温暖化の主な要因は、 人間活動の可能性が極めて高い。

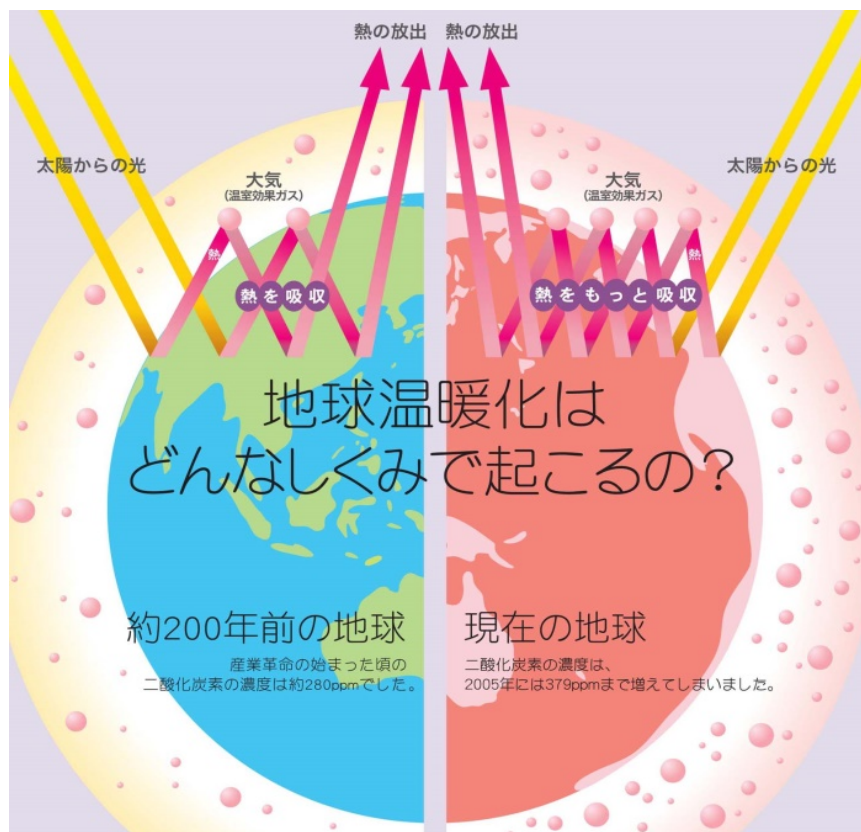
出典：IPCC 第 5 次評価報告書 2013

出典：JCCCA IPCC 第 5 次評価報告書特設コーナー

A3：地球温暖化のしくみ

・地球の表面にある大気には、二酸化炭素（ CO_2 ）やメタン（ CH_4 ）などの微量ガスが存在し、太陽からもたらされた熱の一部を逃がさず、地球上の生物が住みやすい気温（平均 14°C 前後）を保つ働きをしています。こうしたガスを「温室効果ガス」といいます。

・しかし、19 世紀以降、産業が発達し、人間が石油や石炭などの化石燃料を大量に消費するようになると、二酸化炭素など大気中の温室効果ガスの量が増えて、太陽からの熱をさらに逃がしにくくし、地球の気温が上がりすぎてしまうことが明らかになってきました。これを「地球温暖化」といいます。



JCCCA のHPより引用
出典：JCCCA 第5次評価報告書特設コーナー

<地球温暖化は次の3つのステップで起こる>

ステップ1：太陽から届く日射エネルギーの7割は、大気と地表面に吸収されて熱（赤外線）に変わります

ステップ2：地表面から放射された赤外線の一部は大気中の温室効果ガス（二酸化炭素やメタン、水蒸気等）に吸収され、地表を適度な温度に保っています

ステップ3：人間活動により、大気中の温室効果ガスの濃度が急激に上昇し、そのために、これまでのバランスを越えて赤外線が温室効果ガスに吸収され、その結果、地表の温度が上昇してしまう

出典：EIC ネットより

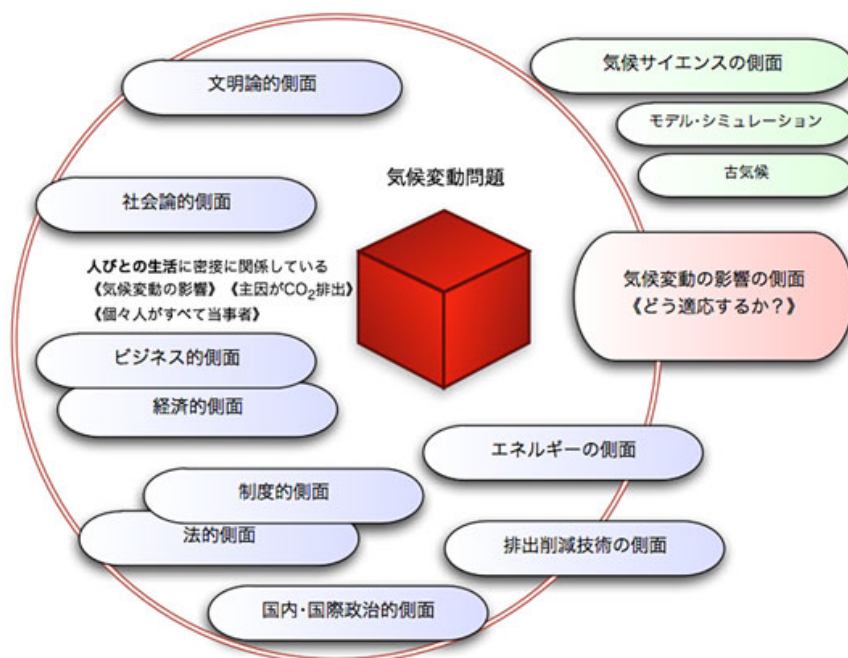
A 4：地球温暖化問題の特徴

・様々な環境問題がある中で、特に地球温暖化は人類にとって最大かつ根本の問題といわれています。それは、次のような理由からです。

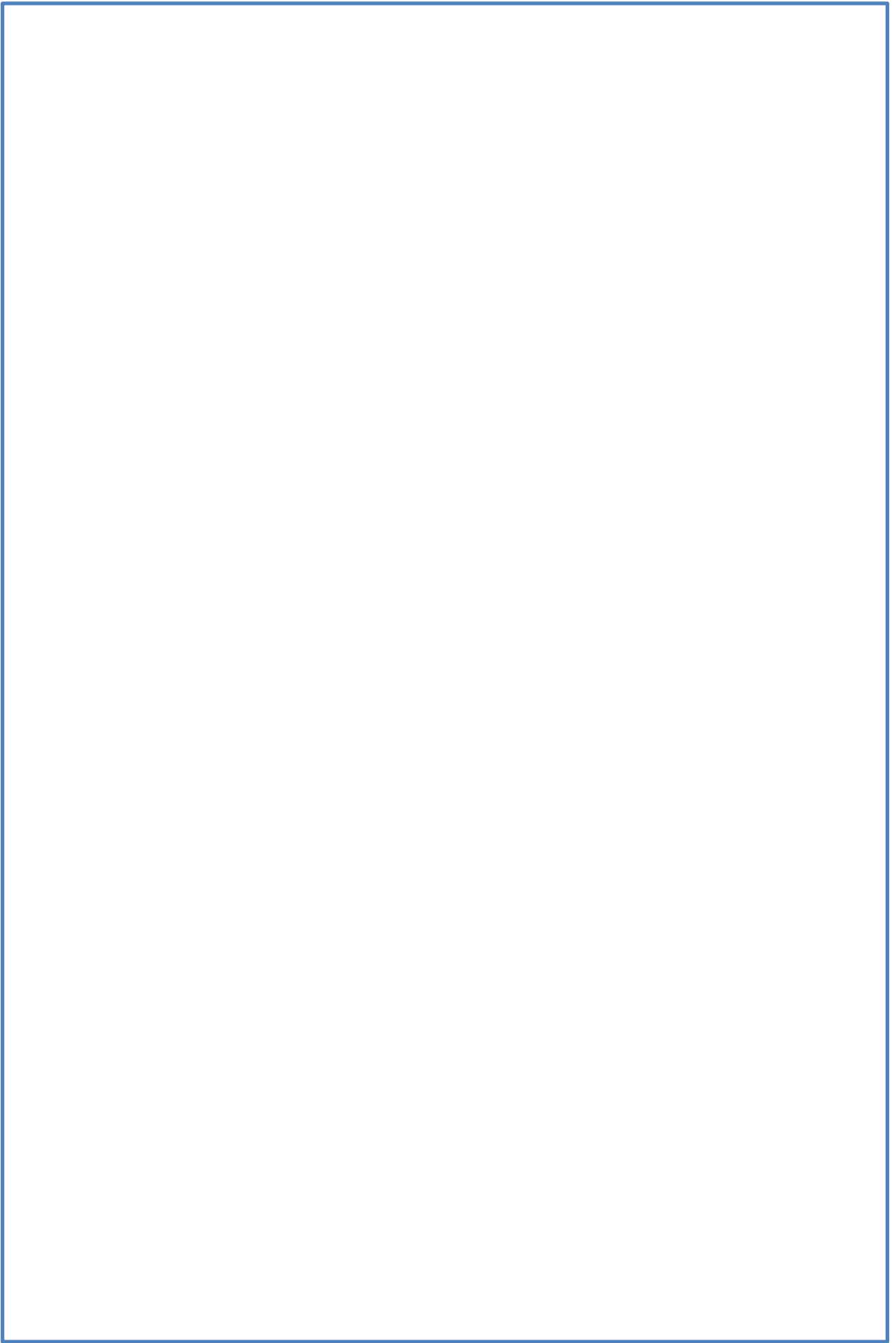
1	影響が、より空間的な広がりを持つ。	ひとつの国や地域に限定されるものでなく、全世界共通の課題です。
2	影響が、より長時間（将来世代）に及ぶ。	今生きている私たちの時代だけの問題でなく、今後数世紀にわたって続くといわれるほど、将来世代にわたって影響の出る問題です。
3	原因が、より根源的である。	私たちの日常生活や社会・経済活動そのものが要因となっています。

<地球温暖化問題の様々な側面>

・地球温暖化問題（＝気候変動問題）は、下図のように、実に多様な側面からの見方が可能です。それだけ大きな問題ということです。逆に、一面だけ（たとえば自分の専門領域だけ）見ているようでは、問題全体を見誤るおそれもあります。出来るだけ信頼性の高い各側面情報により、この問題の特質を捉えていきましょう。









A6：大気中の温室効果ガス濃度

・大気中の主要な温室効果ガス(二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素)の変化をみると、西暦0年以降約2千年間はいずれの気体も、産業革命(1750年頃)以降急激に増加しています。これら増加の原因は人間活動に求めることができます。温室効果ガスとして代表的な二酸化炭素は、産業革命前濃度が平均で約280ppmでしたが、運輸、製鉄、火力発電、建物の冷暖房などにおける化石燃料使用により、現在は393ppmで産業革命から41%増加しています。

・その濃度は主要先進国が分布する赤道以北で高くなっています。IPCCによると、このままでいくと21世紀の終わりまでには540~970ppmv(1750年比90~250%の増加)になると予測しています。

・また、森林破壊にともない、木が燃やされたり微生物による有機物の分解が進むことでも二酸化炭素が排出されています。

・メタンは、畜産業、農業、天然ガスの漏洩、ごみの埋め立てなどの結果として増加してきましたが、最近は増加が頭打ちになっています。

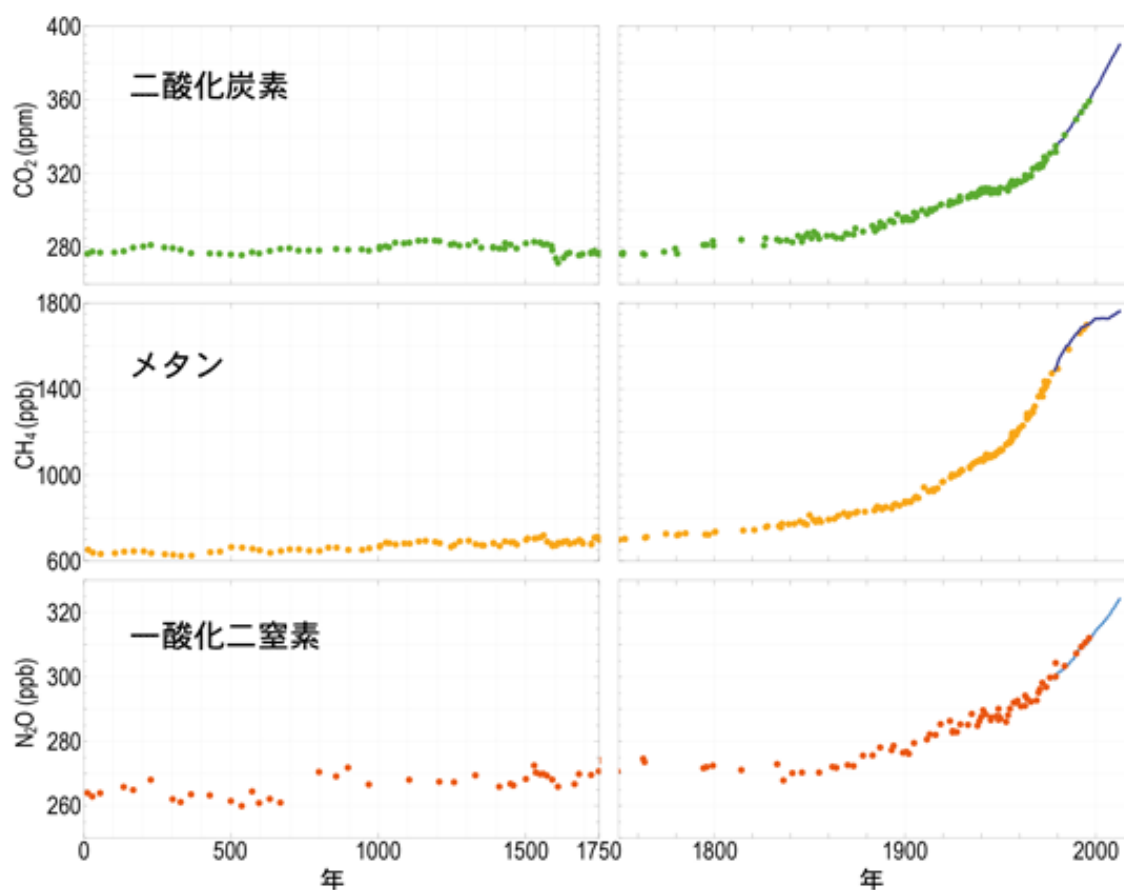
・一酸化二窒素は、肥料の使用や化石燃料燃焼などが原因で増加しています。また、ごく低濃度でも強い温室効果を持つフロンガス等は、自然界には存在せず、すべて人間が工業的に作り出したものです。

・大気に含まれる水蒸気も温室効果ガスとしては重要ですが、その濃度は、海面や地面から蒸発したり、雨や雪になって落下したりといった自然の過程によって調節されており、人間活動による直接的な影響は大きくありません。しかし、温暖化にともなって水蒸気量が増加すると温暖化を増幅させることとなりますので、間接的にはとても大きな影響を持っています。

・地球温暖化の主な原因となっている二酸化炭素は、その9割が石油や石炭などの化石燃料の燃焼により発生しています。化石燃料は現在の私たちの生活から切り離すことのできない限りある大切な資源です。地球温暖化を防止し、限られた資源を将来に引き継ぐためにも先進国に住む私たちのくらし方や社会のしくみをもう一度見直すことが求められています。

・IPCCは、平均気温が今後、産業革命前の気温から2~3度上がると、地球上のあらゆる地域に気候変動による悪影響が及び、その対策のために莫大なコストが必要になると指摘しています。私たちが温暖化の決定的な被害を回避し、未来を守ってゆくためには、気温の上昇を産業革命前とくらべ、2度未満に抑えなくてはならないのです。

・この実現には「2050年までに世界の温室効果ガス排出量を10年比4~7割削減し、21世紀末にはほぼゼロにする必要がある」というのがIPCC第3部会の結論です。このためには、50年時点で、再生可能エネルギーなど低炭素エネルギーを3~4倍に増やすことが求められます。



西暦 0 年から 2011 年までの主な温室効果ガスの大気中の濃度の変化

(IPCC 第 5 次評価報告書 より) 出所) 気象庁HP

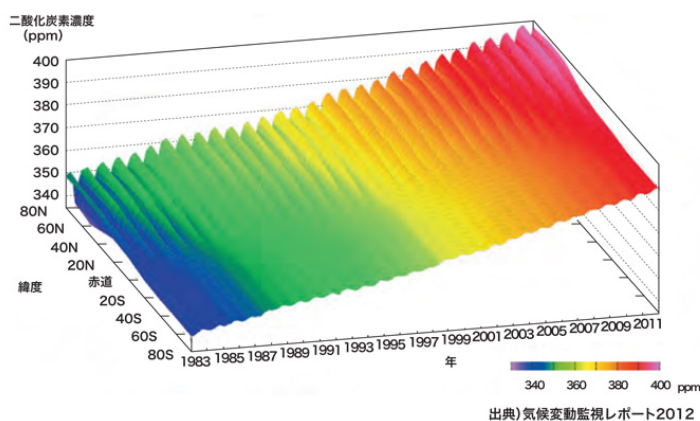
(http://www.data.kishou.go.jp/obs-env/portal/chishiki_ondanka/p06.html) より

■表 温室効果ガス等の世界平均濃度 (2011年)

温室効果ガスの種類	大気中の濃度		前年との差	参考数値
	産業革命以前	2011年平均濃度		寿命 (年)
二酸化炭素	約 280ppm	390.9ppm (+40%)	+2.0ppm	不定
メタン	約 715ppb	1813 ppb (+154%)	+5 ppb	12
一酸化二窒素	約 270ppb	324.2ppb (+20%)	+1.0ppb	114

WMO (2012) 及びIPCC (2007a) を基に作成。(出典: 気候変動の観測・予測及び影響評価レポート2013年3月 文部科学省 気象庁 環境省)

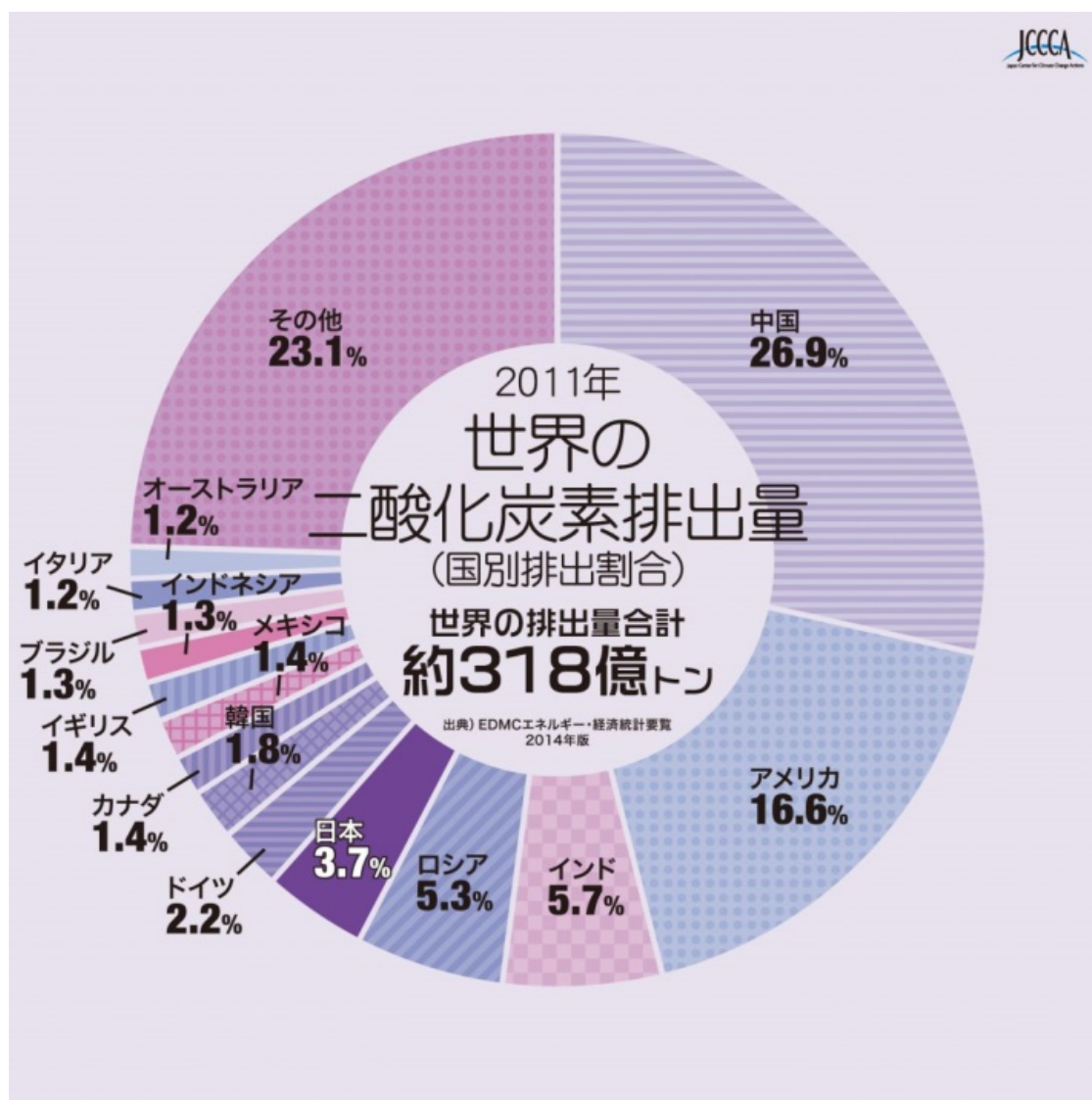
大気中の二酸化炭素濃度の推移 (緯度別)



A 7：世界の温室効果ガスの排出状況

<国別総排出量>

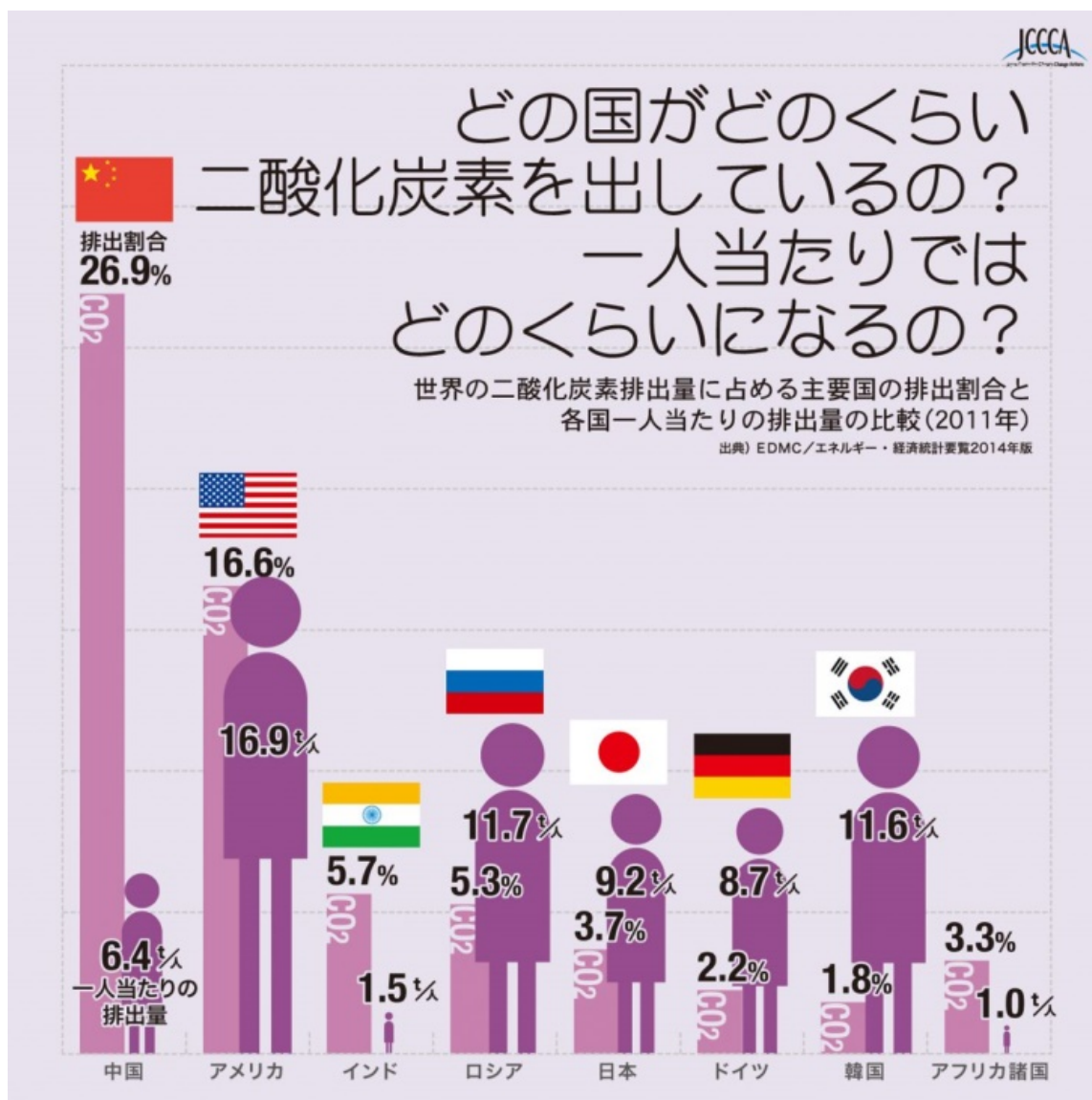
- 世界の二酸化炭素排出量は 2011 年で約 318 億トンであり、国別では中国が最も多く、次いでアメリカであり、この 2 国で全体の約 44%を占めています。
- 日本の二酸化炭素排出量は中国やアメリカの 4 分の 1 以下ですが、5 番目に多い国です。



出典：JCCCA のHP より

＜国別 1 人当たり排出量＞

- 一人当たりの排出量ではアメリカが最も多く、日本の約 2 倍、中国の約 3 倍です。

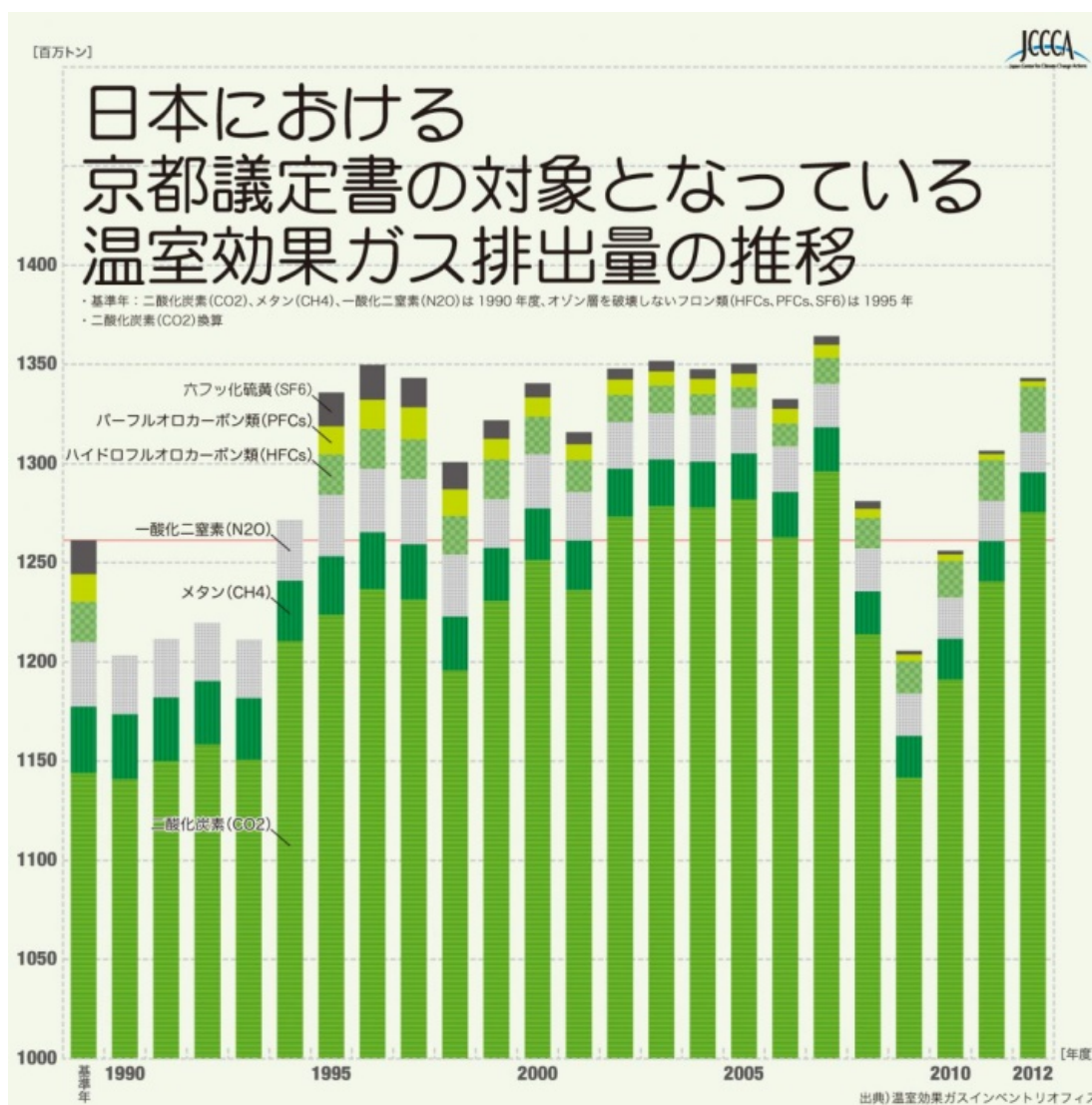
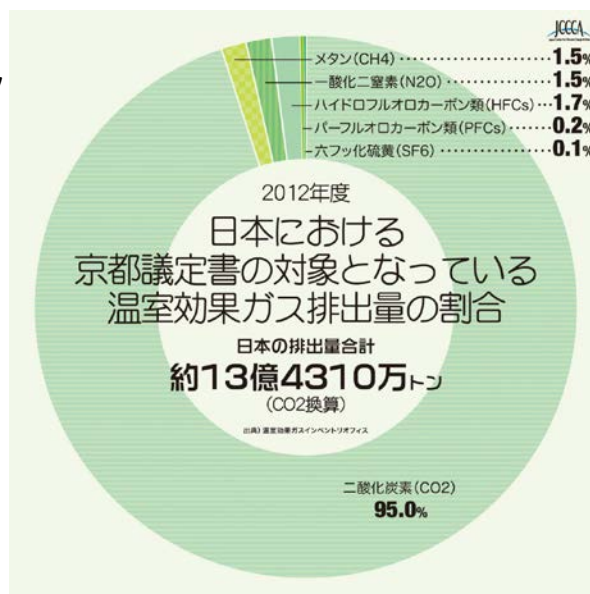


出典：JCCCA の HP より

A8：日本の温室効果ガスの排出状況

<日本の温室効果ガス排出量の割合と推移>

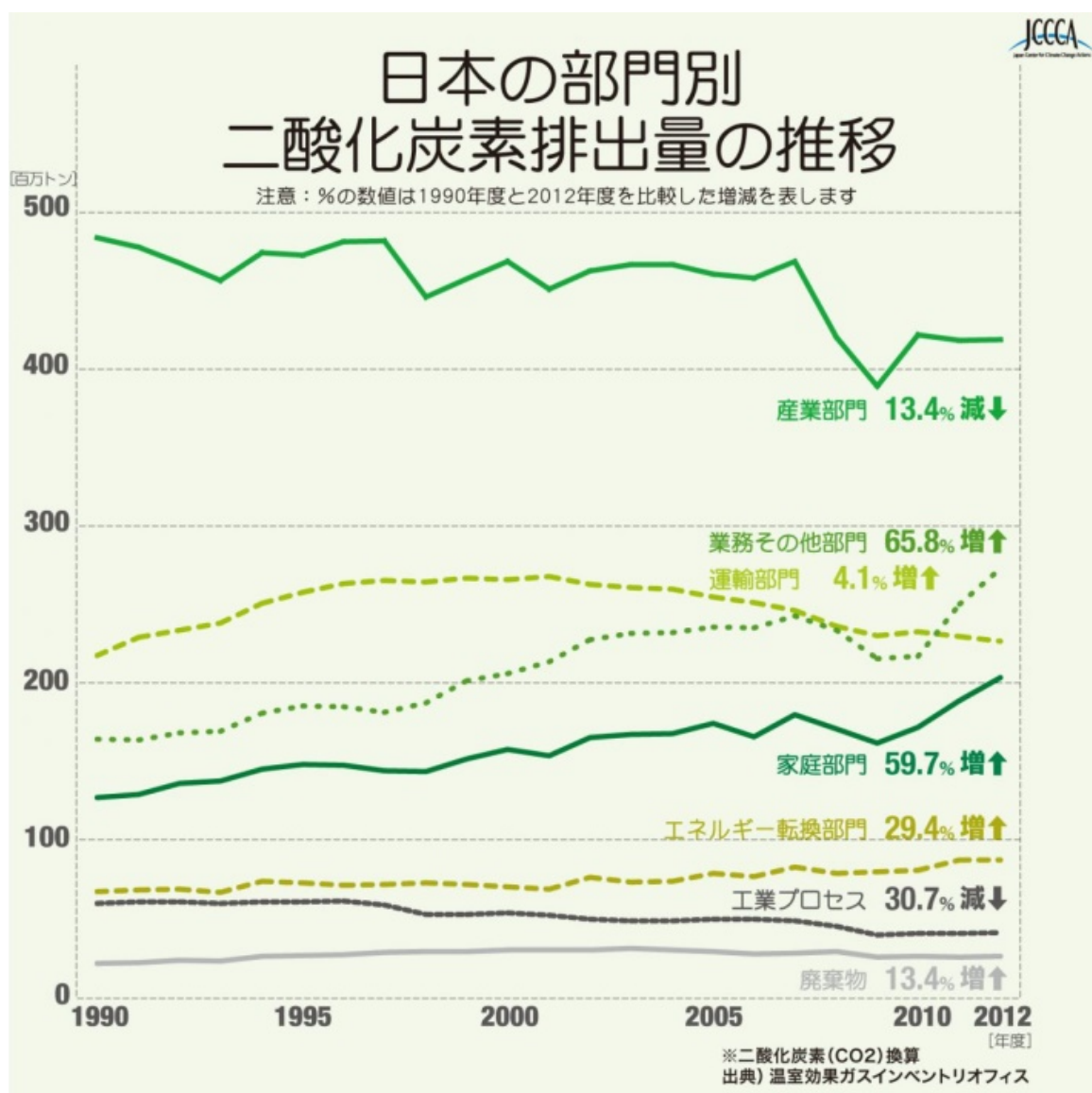
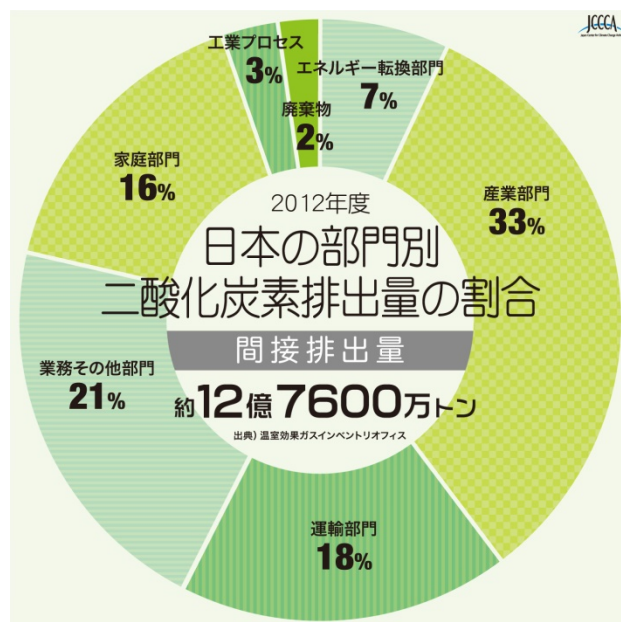
- 日本の2012年度温室効果ガス総排出量は、13億4310万トン-CO₂であり、そのうち二酸化炭素が約95%と、極めて高い比率を占めていることが分かります。



出典：JCCCA の HP より

<日本の部門別二酸化炭素排出量の割合と推移>

- 二酸化炭素の部門別排出量は産業部門、業務その他部門、運輸部門、家庭部門の順で多く、これまでの増減傾向は、産業部門が基準年（1990年度）より13.4%低下していますが、業務、家庭部門は50%以上の増加となっています。

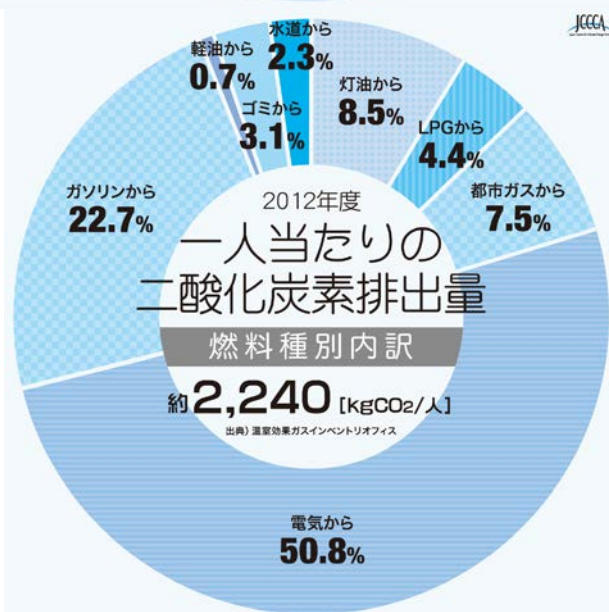
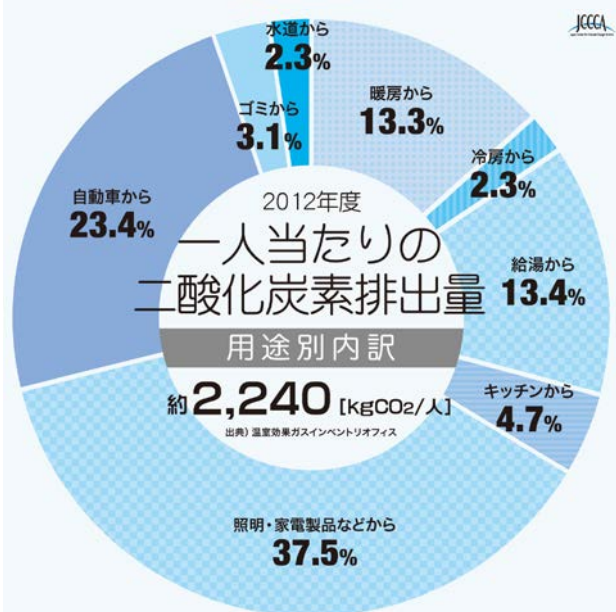
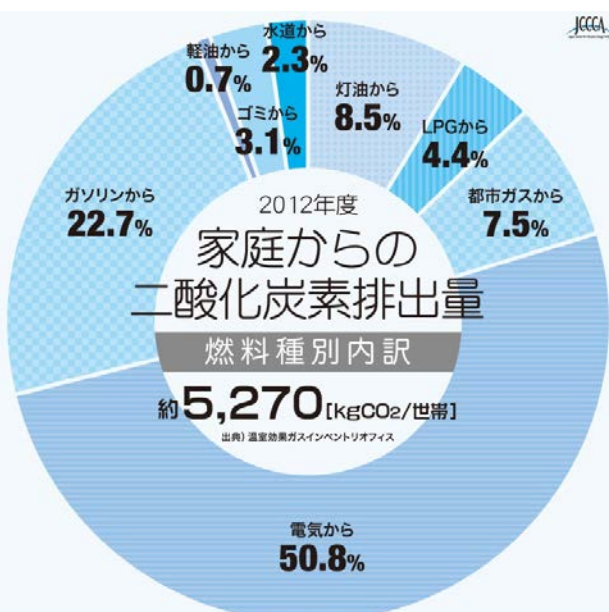
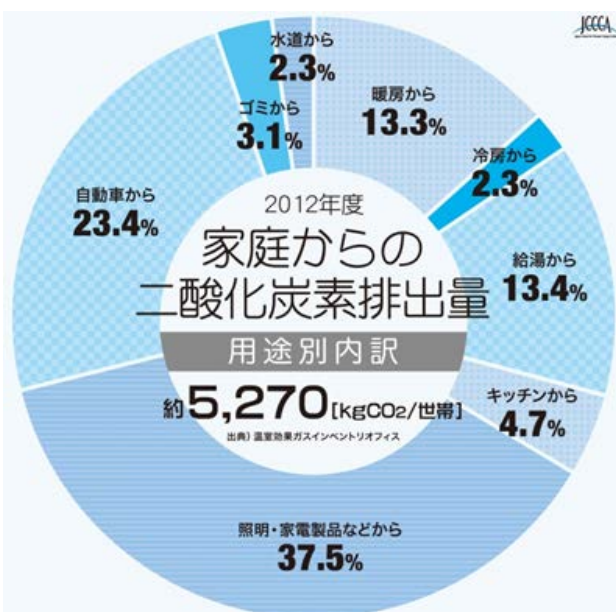


出典：JCCCA の HP より

A9：家庭からの二酸化炭素排出状況

<用途別・燃料種別二酸化炭素排出量の割合>

- 2012年度の推計では、家庭生活から排出された二酸化炭素量は1世帯当たり平均で約5,270 kg-CO₂、1人あたりでは約2,240 kg-CO₂と推定されています。
- 利用用途では照明・家電製品などから37.5%、自動車から23.4%、給湯から13.4%、暖房から13.3%の順で多くなっています。この割合は全国平均ですので、もちろん地域による差異はあります。
- 使用燃料種では電気から50.8%、ガソリンから22.7%、灯油から8.5%、都市ガスから7.5%の順で多くなっています。







出典：JCCCA の HP より

A10：地球温暖化の影響予測

<IPCC の将来予測手法>

- ・IPCCの第5次報告書（2013年）では、代表濃度経路を4タイプ用意し、それぞれの将来の気候を予測するとともに、その濃度経路実現する多様な社会経済シナリオを策定できる「RCPシナリオ」を用いています。
- ・このシナリオは、大気中の温室効果ガス濃度が**放射強制力※**の上昇に与える影響の大きさが、工業化以前と比較して今世紀末にそれぞれ 8.5W/m^2 、 6.0W/m^2 、 4.5W/m^2 、 2.6W/m^2 上昇した場合に対応します。
- ・RCP8.5は、2100年における温室効果ガス排出量の最大排出量に相当する最悪シナリオで、RCP2.6は将来の気温上昇を 2°C 以下に抑えるという目標のもとに、将来排出量の最も低い最良シナリオということです。
- ・例えばこのシナリオを使って「気温上昇を 0°C に抑えるためには」といった目標主導型の社会経済シナリオを複数作成して検討することが可能となるのです

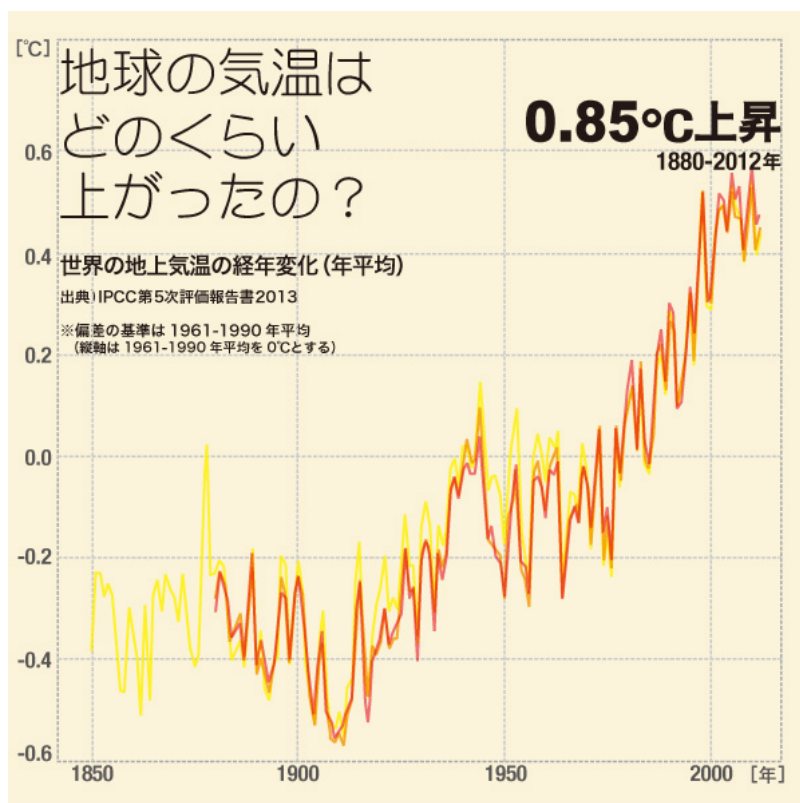
放射強制力※：何らかの要因（例えば二酸化炭素濃度の変化、エアロゾル濃度の変化、雲分布の変化等）により地球気候系に変化が起こったときに、その要因が引き起こす放射エネルギーの収支（放射収支）の変化量 (W/m^2) として定義される

IPCC 第5次評価報告書における RCPシナリオとは		
RCP…Representative Concentration Pathways（代表濃度経路シナリオ）		
略称	シナリオ（予測）のタイプ	
 RCP 2.6	低位安定化シナリオ (世紀末の放射強制力 2.6W/m^2) 将来の気温上昇を 2°C 以下に抑えるという目標のもとに 開発された 排出量の最も低いシナリオ	
 RCP 4.5	中位安定化シナリオ (世紀末の放射強制力 4.5W/m^2)	
 RCP 6.0	高位安定化シナリオ (世紀末の放射強制力 6.0W/m^2)	
 RCP 8.5	高位参照シナリオ (世紀末の放射強制力 8.5W/m^2) 2100年における温室効果ガス排出量の 最大排出量に相当するシナリオ	

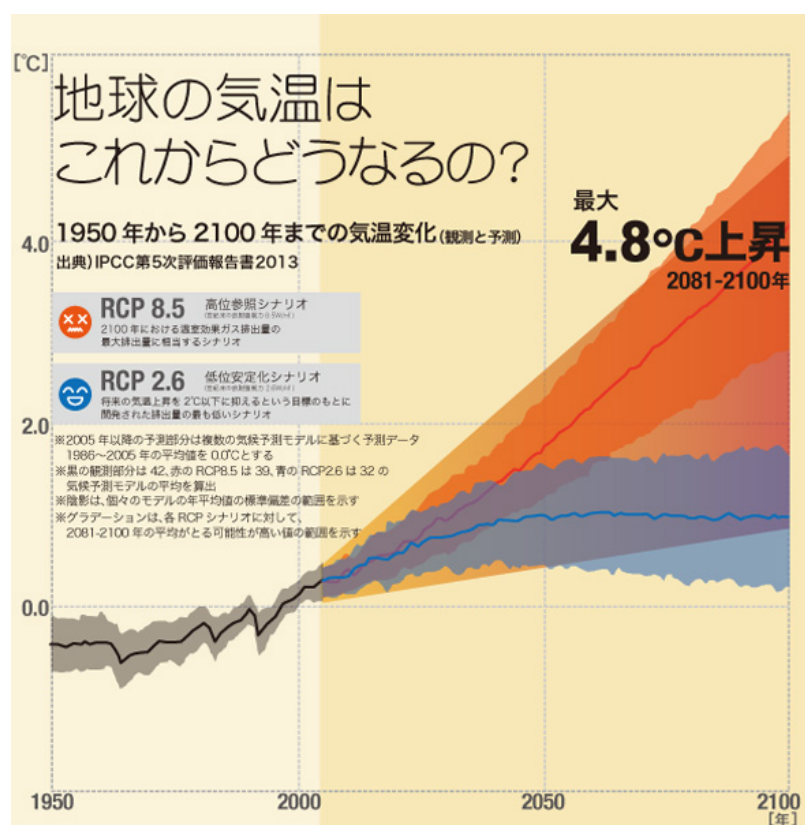
出典：IPCC第5次評価報告書および(独)国立環境研究所 地球環境研究センターニュースVol.18をもとにJCCCA作成

<気温の上昇>

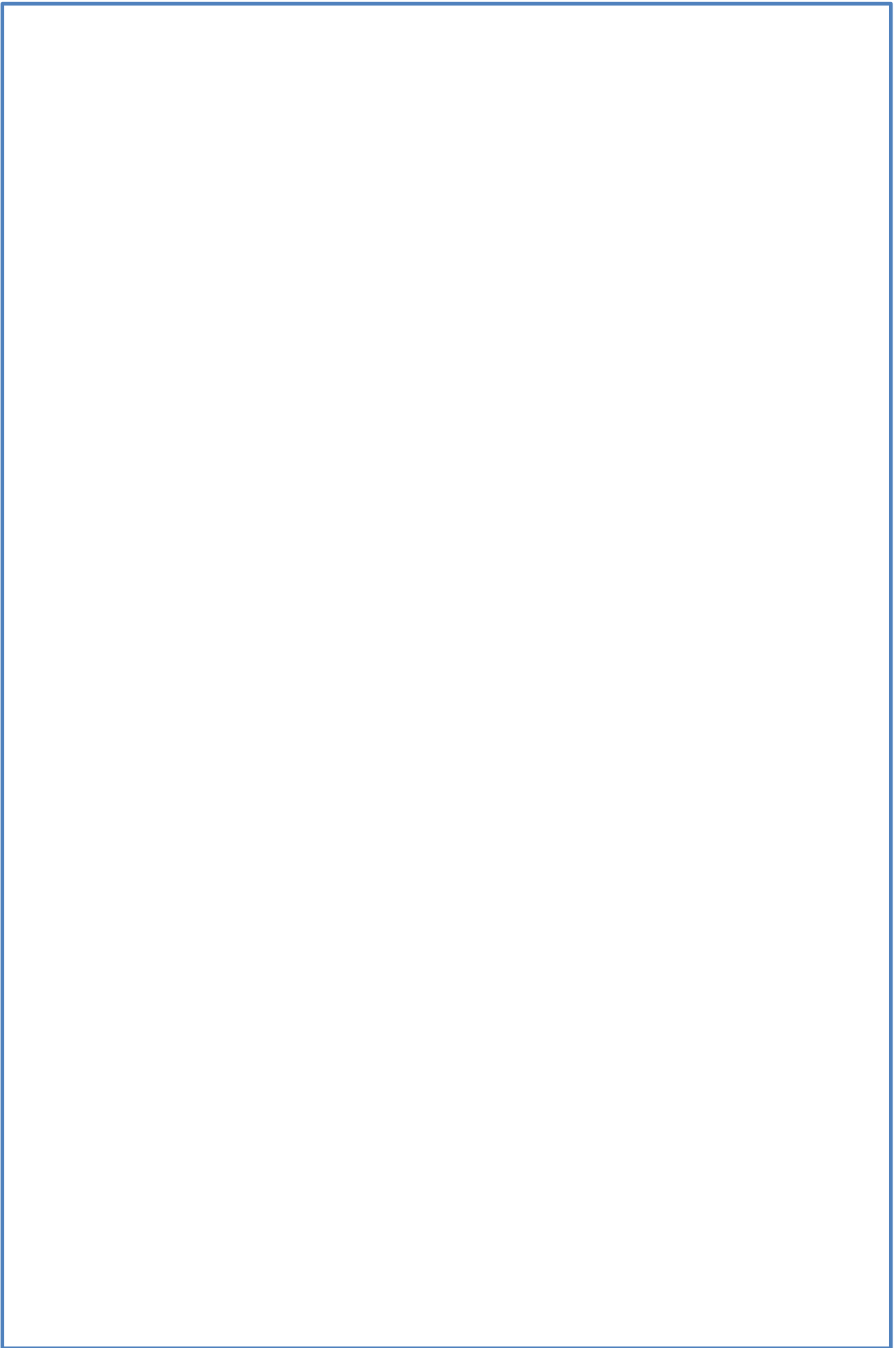
- IPCC 第5次報告書では、陸上および海氷面を合わせた世界平均気温は 1880 年～2012 年の期間にかけて 0.85°C の上昇を発表しています。



- また、今世紀末には現在（1986 年～2005 年）と比較して $0.3\sim 4.8^{\circ}\text{C}$ 上昇すると予測しています。



出典：JCCCA 第 5 次評価報告書特設コーナー



<気温上昇2℃以内に抑えるためには>

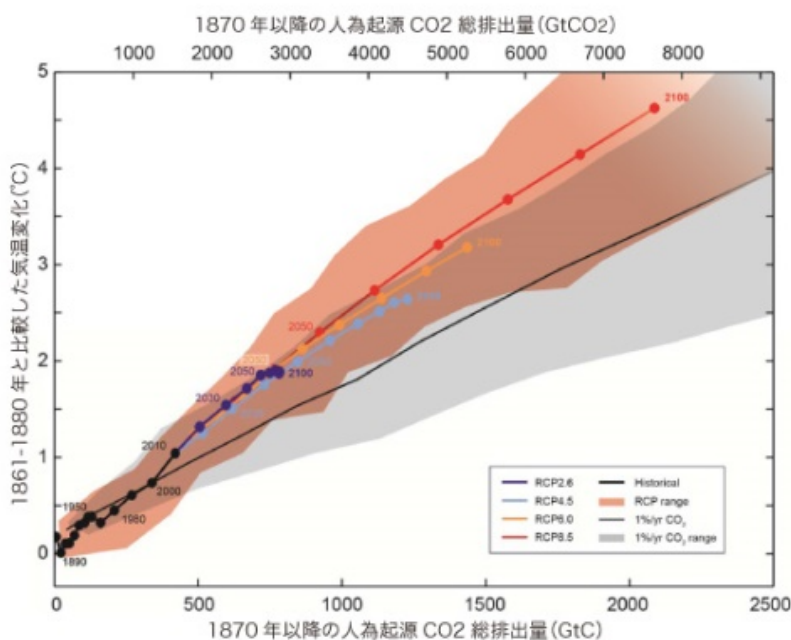
・G8では、地球温暖化による不可逆的な影響を回避するには、今世紀末までに産業革命前と比べた全球平均の年平均気温の上昇を2℃以内に抑えるべき点で合意しています。

・今回の第5次報告書によると、CO₂の総累積排出量と世界平均地上気温の変化はおおむね線形関係にあり、気温上昇上限から総累積排出量の上限が決まるとしています。つまり、気温上昇をより低く抑えるためには累積排出量をより少なくする必要があります。

・CO₂以外の効果も考慮すると、産業革命前からの世界平均気温上昇を最も高い確率（66%以上の確率）で2℃以内に抑えるためには、790GtCの累積排出量が上限になるとしています。2011年までに、既におよそ515GtC排出していますので、2℃以内の気温上昇を抑えるための許容排出量は275GtCとなります。このためにIPCCでは、温室効果ガス排出を21世紀半ばまでに40～70%削減し、世紀末までにほぼゼロにする必要があります。

・温室効果ガス濃度の安定化には、エネルギーの生産と使用、輸送、建物、土地利用等からの排出削減が必要で、発電からの排出削減、エネルギーの効率的利用、森林破壊の抑制、植林推進などが期待されています。

様々な種類の証拠から得られた
世界のCO₂排出累積総量の関数としての世界の平均気温上昇量



出典)IPCC第5次評価報告書2013

A12：世界全体の目標は

<究極の目標>

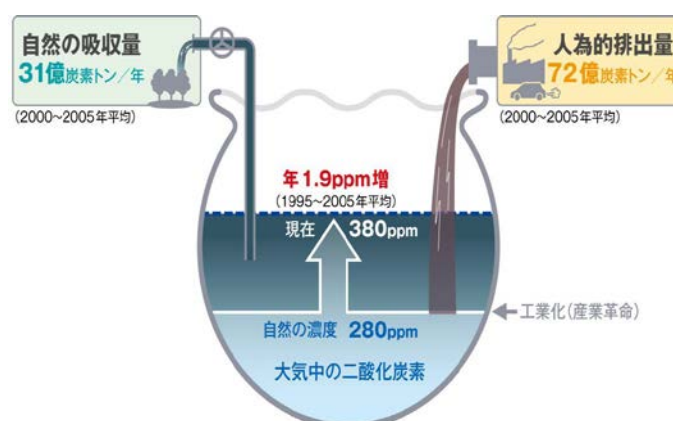
- ・国際的な連携の下に、気候変動枠組条約が掲げる究極的な目標は「気候系に対する危険な人為的影響を及ぼすこととしない水準において、大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させること」を目指すことです。
- ・また、そのような水準は、生態系が気候変動に自然適応し、食糧の生産が脅かされず、かつ、経済開発が持続可能な態様で進行することができるような期間内に達成されべきであるとしています。

<長期目標>

- ・COP15 では、地球温暖化による環境激変を回避するためには、産業革命以前と比べ世界平均気温の上昇を2度内に止めることが各国のコンセンサスを得ています。
- ・このためには、温室効果ガスの全球濃度をどの程度に抑えるべきなのか、抑えるべき濃度に安定化させるにはどのように削減していけばよいのか、モニタリング（観測・監視）はどうするのかなど、いまだ科学的議論の途上にあります。

<中期目標>

- ・気温上昇を 2℃以内に止めるには温室効果ガス排出量を大幅削減する必要がありますが、研究者レベルでは、2050 年までに温室効果ガス（あるいは二酸化炭素）の排出量をおおよそ半減させるという意見が国際的に主流になりつつあります。この「おおよそ半減」とは、温室効果ガスの人為排出量が自然吸収量の約 2 倍になっているという事実をもとにしたものです。
- ・「2050 年までに」というのは、危険な気候変動を避けるという理由から、「大気中の二酸化炭素濃度を約 550ppm で安定化させ、全球平均気温の上昇を+2℃以内に抑える」という目標から逆算して、少なくとも 2050 年に半減がすることが望ましいという欧州などの主張です。



A13:地球温暖化を防止するための国際的な取り組み

<気候変動に関する政府間パネル（IPCC）>

・気候変動に関する政府間パネル（IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change）」は、人為起源による気候変化、影響、適応及び緩和方策に関し、科学的、技術的、社会経済学的な見地から包括的な評価を行うことを目的として、1988年に世界気象機関(WMO)と国連環境計画(UNEP)により設立された組織です。IPCCでは、第1作業部会が「気候変動のサイエンス」、第2作業部会が「地域や分野ごとの気候変動の影響や適応策」、第3作業部会が「GHG削減策」を対象とし、ほぼ5年程度のサイクルで評価報告書が作成され、政策策定者

へ「依って立つべき」科学的知見を提供しています。

IPCC 第5次評価報告書（2013年）
 IPCC 第4次評価報告書（2007年）
 IPCC 第3次評価報告書（2001年）
 IPCC 第2次評価報告書（1995年）
 IPCC 第1次評価報告書（1990年）

作業部会（Working Group）	役割
第一作業部会（WGI）	自然科学的根拠（The Physical Science Basis）：気候システム及び気候変化について、全球的規模のみならず、地域の規模にも重点を置き、評価する。
第二作業部会（WGII）	影響、適応、脆弱性（Impacts, Adaptation and Vulnerability）：生態系、社会・経済、保健等の分野における影響や感受性・適応性などの脆弱性について地域の規模に重点を置いて評価する。
第三作業部会（WGIII）	緩和策（Mitigation of Climate Change）：緩和策に関する、科学・技術、開発、社会・経済の各方面についての評価のほか、各WGIにわたる横断的事項の方法論的面的評価を行う。

<気候変動に関する国際連合枠組条約（気候変動枠組条約）>

・1992年、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標とする「国連気候変動枠組条約」が採択され、世界は地球温暖化対策に世界全体で取り組んでいくことに合意しました。同条約に基づき、国連気候変動枠組条約締約国会議

（COP）が1995年から毎年開催され、COP3は1997年12月に京都で開催され、先進国が地球温暖化対策に取り組むための第一歩として、「京都議定書」が採択されました。

会合	開催地	開催時期
COP3	京都（日本）	平成9年12月1日～12月10日
COP4	ブエノスアイレス（アルゼンチン）	平成10年11月2日～11月13日
COP5	ボン（ドイツ）	平成11年10月25日～11月5日
COP6	ハーグ（オランダ）	平成12年11月13日～11月24日
COP6 再開会合	ボン（ドイツ）	平成13年7月16日～7月27日
COP7	マラケシュ（モロッコ）	平成13年10月29日～11月9日
COP8	ニューデリー（インド）	平成14年10月23日～11月1日
COP9	ミラノ（イタリア）	平成15年12月1日～12月12日
COP10	ブエノスアイレス（アルゼンチン）	平成16年12月6日～12月17日
COP11/COP・MOP1	モントリオール（カナダ）	平成17年11月28日～12月9日
COP12/COP・MOP2	ナイロビ（ケニア）	平成18年11月6日～11月17日
COP13/COP・MOP3	バリ島（インドネシア）	平成19年12月3日～12月14日
COP14/COP・MOP4	ボスナン（ポーランド）	平成20年12月1日～12月12日
COP15/COP・MOP5	コペンハーゲン（デンマーク）	平成21年12月7日～12月19日
COP16/COP・MOP6	カンクン（メキシコ）	平成22年11月29日～12月10日
COP17/COP・MOP7	ダーバン（南アフリカ）	平成23年11月28日～12月11日
COP18/COP・MOP8	ドーハ（カタール）	平成24年11月26日～12月8日
COP19/COP・MOP9	ワルシャワ（ポーランド）	平成25年11月11日～11月23日

<京都議定書>

・京都議定書では、第一約束期間（2008年～2012年）において先進国全体の温室効果ガス排出量を1990年比で少なくとも5%削減することを目指し、各国ごとに法的拘束力のある削減目標が定められました。日本の場合は、1990年の排出量から6%削減することを約束しています。

A18：日本の新たな削減目標は

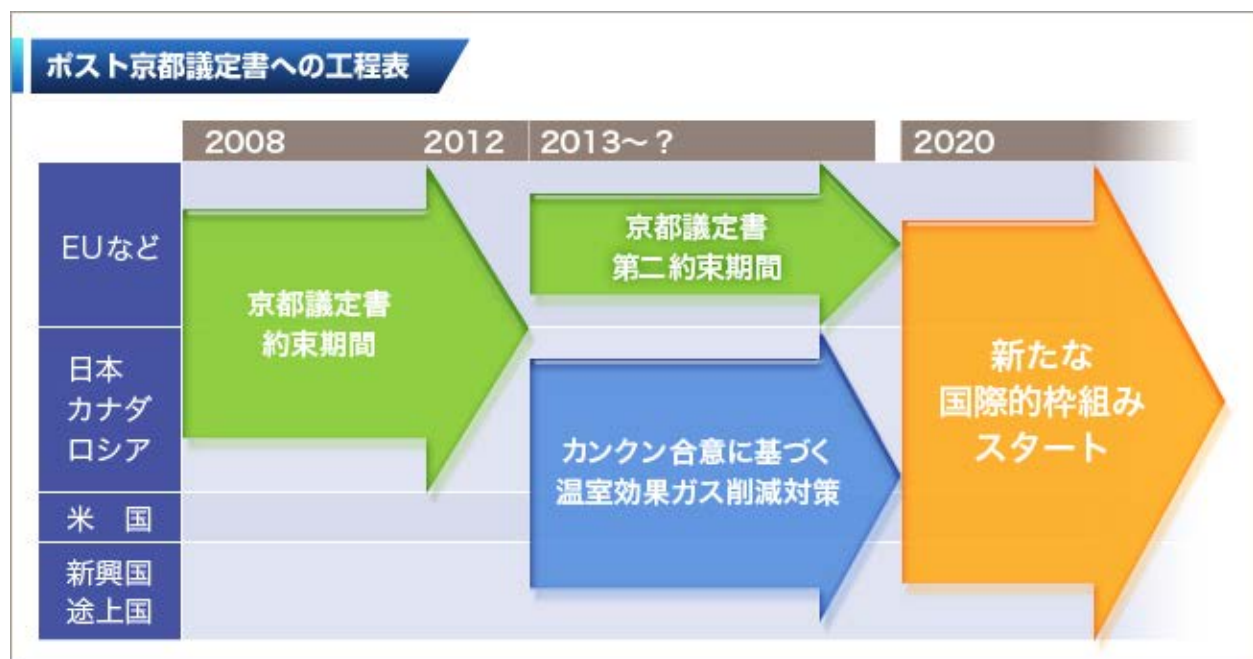
我が国の現時点での2020年削減目標は、現在以下の通りです。

- ・カンクン合意履行のため、また、COP19までに25%削減目標をゼロベースで見直すとの総理指示を踏まえ、新たな2020年削減目標を、**2005年度比3.8%減**とする。
- ・新目標は、原子力発電の活用の在り方を含めたエネルギー政策及びエネルギーミックスが検討中であることを踏まえ、原発による温室効果ガスの削減効果を含めずに設定した現時点での目標。
- ・今後、エネルギー政策やエネルギーミックスの検討の進展を踏まえて見直し、確定的な目標を設定。

<新目標の考え方>

新目標は、現政権が掲げる経済成長を遂げつつも、

- (1) 世界最高水準のエネルギー効率を更に20%改善
- (2) 再エネ導入を含めた電力の排出原単位の改善
- (3) 改正フロン法に基づくフロン対策の強化
- (4) 二国間クレジット制度の活用
- (5) 森林吸収源の活用などを総合的に進めることにより達成。



(参考：環境省 HP 等より抜粋・加筆)