

地球を暖める二酸化炭素

東北大学理学部大気変動観測研究センター教授

中澤 高 清

数百万年前に誕生した人類は、現在では約59億人に達しており、なおも1年間に約8千万人ずつ増え続けています。このような爆発的な人口増加によって、近い将来の気候が大きく変わろうとしています。この問題は「地球温暖化」と呼ばれており、世界中の関心を集めています。

二酸化炭素とは

二酸化炭素（以下CO₂と記します）は炭酸ガスともいい、木や紙、石油、石炭など炭素を含む物を燃やすと発生する、無色・無臭の安定した分子です。CO₂は、余程の高濃度（6%以上）でない限り、人間にとって危険ということはありません。実際、CO₂はコーラなどの炭酸飲料やビールにも含まれており、私たちが吸っている空気の中に含まれています。

また、CO₂を1気圧の状態（*れいききやく*）で冷却しますと、-79℃で固体となり、アイスクリームや冷凍食品などを保存するために使われるドライアイスができます。このように、CO₂は身近なところにある気体の1つです。

二酸化炭素と温室効果

現在の大気は、主に窒素と酸素、アルゴンから構成されており、CO₂は、容積にして360ppm（ppmは10万分の1を表す単位です）しか含まれていませんが、人間などの生命体

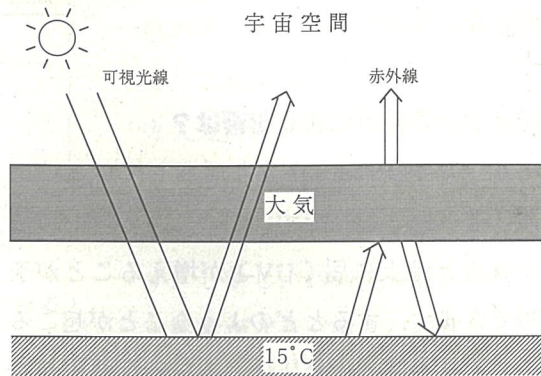


図1 大気の温室効果

がこの地球で暮らすために、重要な働きをしています。

図1を見てください。太陽からやってきた光（可視光線）は、大気によって吸収されることなく地表面に到達し、一部の光は反射され宇宙に戻っていきますが、残りの光によって地面は暖められ、地面からは赤外線が宇宙に向かって放射されます。大気がない場合には、赤外線はそのまま宇宙に逃げていきますが、実際には大気によって吸収され、その大気からは下向きに赤外線が放射されますので、地面は受け取った赤外線ですらに暖められます。このことを大気の「温室効果」といい、地表付近の温度を33℃も上昇させています（大気がない場合には-18℃という低温になりますが、実際の平均気温は15℃です）。

ここで大気と申しましたが、厳密には、大気に含まれる水蒸気やCO₂、メタン、一酸化二窒素、フロンなどが温室効果を生み出し、これらを温室効果気体と呼んでいま

図2 日本上空のいろいろな高度でのCO₂濃度の変化

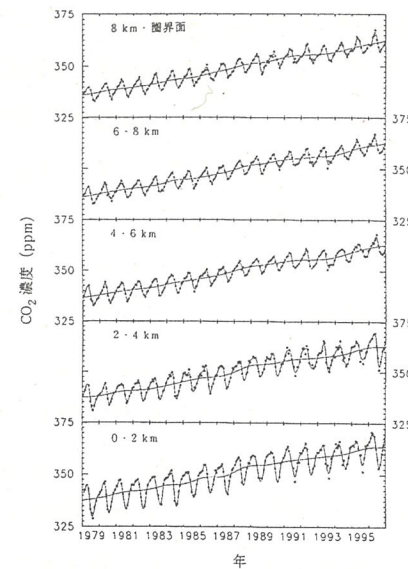
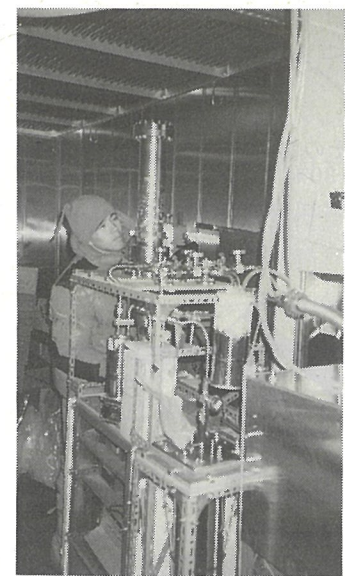


写真 マイナス20℃の冷凍庫の中で、昔の空気を取り出しているところ



気を取り出して（写真）調べるとい方法が、答えてくれます。図3は、私たちが南極の氷から求めた過去250年間のCO₂濃度の変化です。CO₂濃度は、産業

革命（18世紀半ば）の前には約280ppmであり、その後には増えはじめ、特にここ40年間の増加が著しい、ということが分かります。

CO₂増加の主な原因は、人間が石油や石炭といった化石燃料を大量に消費していることにあります。参考のために、1991年の国別の化石燃料消費を図4に示します。アメリカの消費が最も多く、次いで旧ソ連（現在のロ

二酸化炭素の増加とその原因

私たちは、1979年から日本上空で飛行機を使ってCO₂の観測を続けてきました。この観測から（図2）、CO₂が、春に多く、夏に少なくなるという季節変化をとまないうが、1年間に約1.5ppmの割合で増加していることを発見しました。

このような増加はいつ頃から起こったのでしょうか。この疑問には、南極やグリーンランドの氷に含まれる「化石化」した昔の空

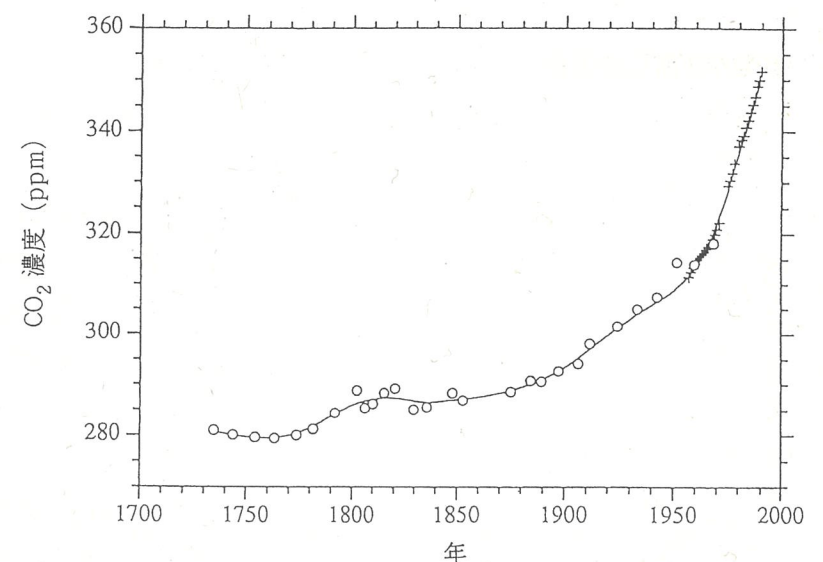


図3 南極のH15という所で掘った氷を分析することによって求めたCO₂濃度の変化（○印）。南極点の大気を直接に観測して得られたCO₂濃度の年平均値も、+印で示してあります

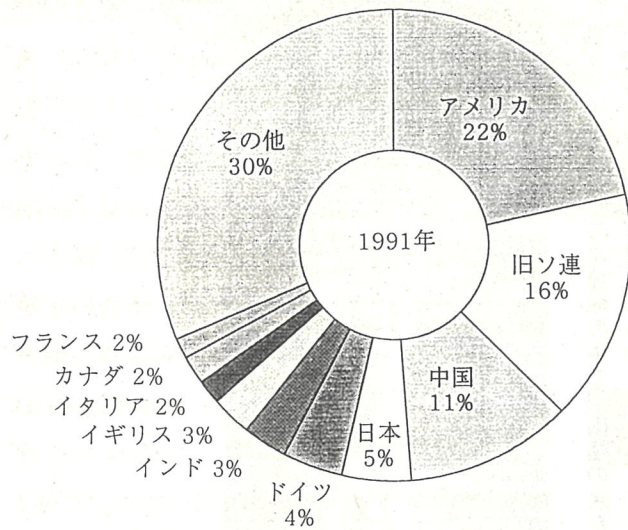


図4 1991年の国別の化石燃料消費 (Trens'93をもとに作成)

シア)、中国となっており、日本は第4位で、全体の約5%を消費しています。また、最近、赤道地域の森林が大規模に破壊されており、それによってもCO₂が大気へ放出されています(ただし、別の地域の森林がCO₂を吸収している可能性があり、研究が進められています)。

地球温暖化の影響

人間活動によって気候が今後どのように変

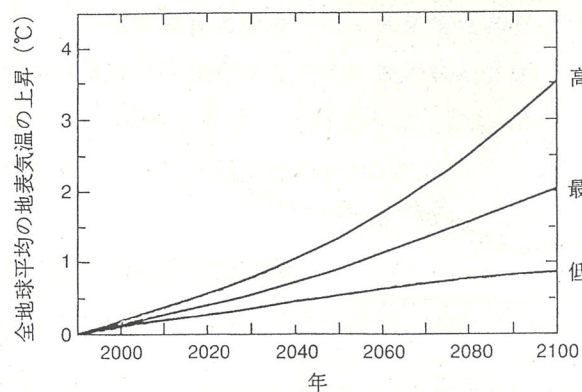


図5 地球全体で平均した地表気温の上昇の予測 (1995年 IPCCレポートをもとに作成)

わるかということは、スーパーコンピュータを用いて調べます。地球全体で平均した地表付近の気温の変化の予測を図5に示します。この予測には、CO₂以外の温室効果気体や浮遊粒子(太陽光を反射させ、気温を低下させます)の効果も含まれています。1990年と比べて、2050年には0.6~1.4°C、2100年には0.9~3.5°Cも気温が上がるようになります。なお、気温の上昇は、南半球よりも北半球で大きく、低緯度よりも高緯度で大きく、また夏よりも冬に大きいと考えられています。

図6は海面上昇の予測です。気温の上昇によって海水が膨張し、アルプスなどの小規模な氷河が溶けるために、海面は50年後に7~40cm、100年後に13~95cmほど上昇すると考えられます。沿岸の低地には多くの人々が住んでいますので、海面上昇はとても深刻な問題です。特に、モルジブ共和国などの珊瑚礁の国、バングラデシュ、エジプトなどのような大河の河口にある国、国土の多くがゼロメートル地帯であるオランダのような国が大きな影響を受けます。なお、南極とグリーンランドの氷床がすべて溶けると、海面は72mも上昇しますが、そのような大規模な海面上昇は、今後100年くらいでは起こらないでしょう。

その他、水の蒸発が盛んになるため、雨や雪が多く降るようになりますが、農業活動にとって重要な夏の土壌水分は少なくなり、食糧生産が打撃を受ける可能性があります。ま

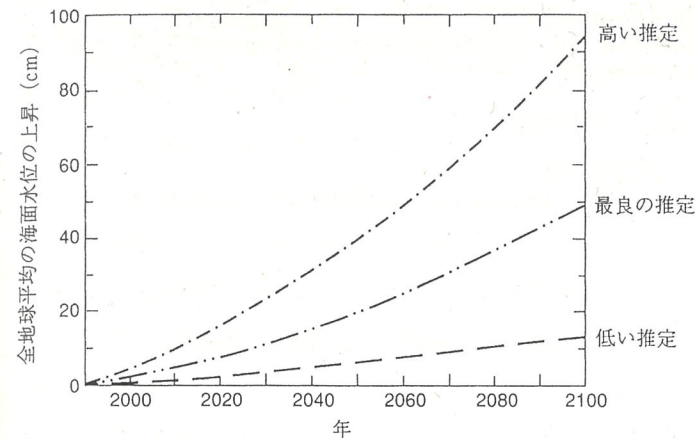


図6 地球全体で平均した海面水位の上昇の予測 (1995年 IPCCレポートをもとに作成)

た、シベリアなどの永久凍土が溶ける、病害虫や伝染病の発生が多くなる、台風が大型化する、異常気象がしばしば発生する、といったことも考えられます。

地球温暖化への対策

図7から分かりますように、ほとんどのCO₂は、電気を使用したり、物を生産したり、自動車などを動かすといったような、化

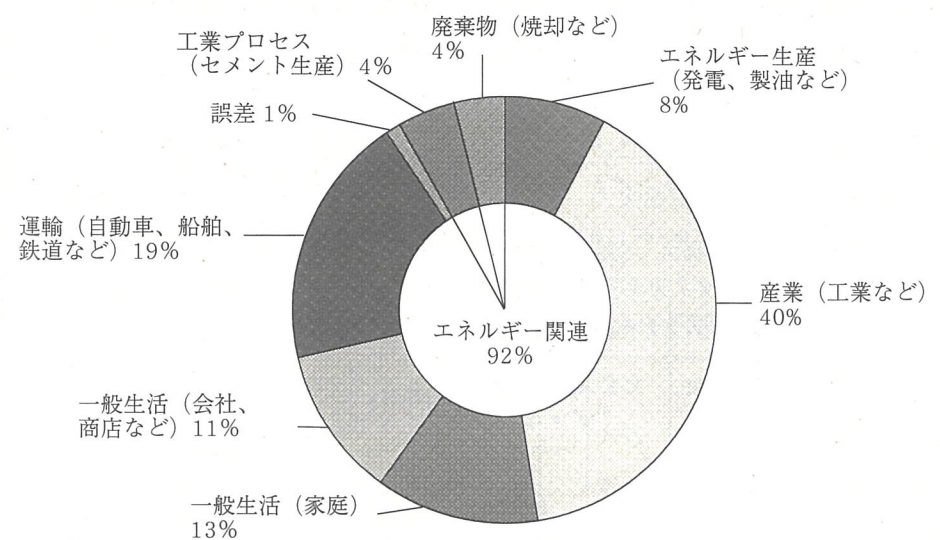


図7 1994年度の日本でのCO₂排出の内訳 (平成9年度環境白書をもとに作成)

石燃料をもとにしたエネルギーの生産・消費によって大気へ排出されています。そこで、CO₂の増加を抑えるために、風力や太陽光、波力、潮力、地熱を利用した発電、燃費のよい車や電気自動車、水素自動車の開発、高いエネルギー効率の機械や電気製品の開発、そして火力発電所や工場から排出されるCO₂の回収、炭素が少ない天然ガスの利用、バイオエネルギーの実用化、省エネルギー住宅の開発、化石燃料への課税など、多くのことが考えられています。また、大気に放出されたCO₂を消滅させるために、植林を進めると共に、海洋による吸収を促進させる技術の開発も検討されています。皆さんも、物を大切に、リサイクルに協力し、エネルギーの節約を心がけ、それを生活習慣とすることが大切です。

地球温暖化は、人類のみならず地球上に住む生物の生存にとって大きな脅威です。深刻な事態に陥らないために、地球が無敵ではないことを良く理解し、すべての生命体が共存できる新たな道を真剣に探る必要があります。21世紀に生きる私たちの使命です。