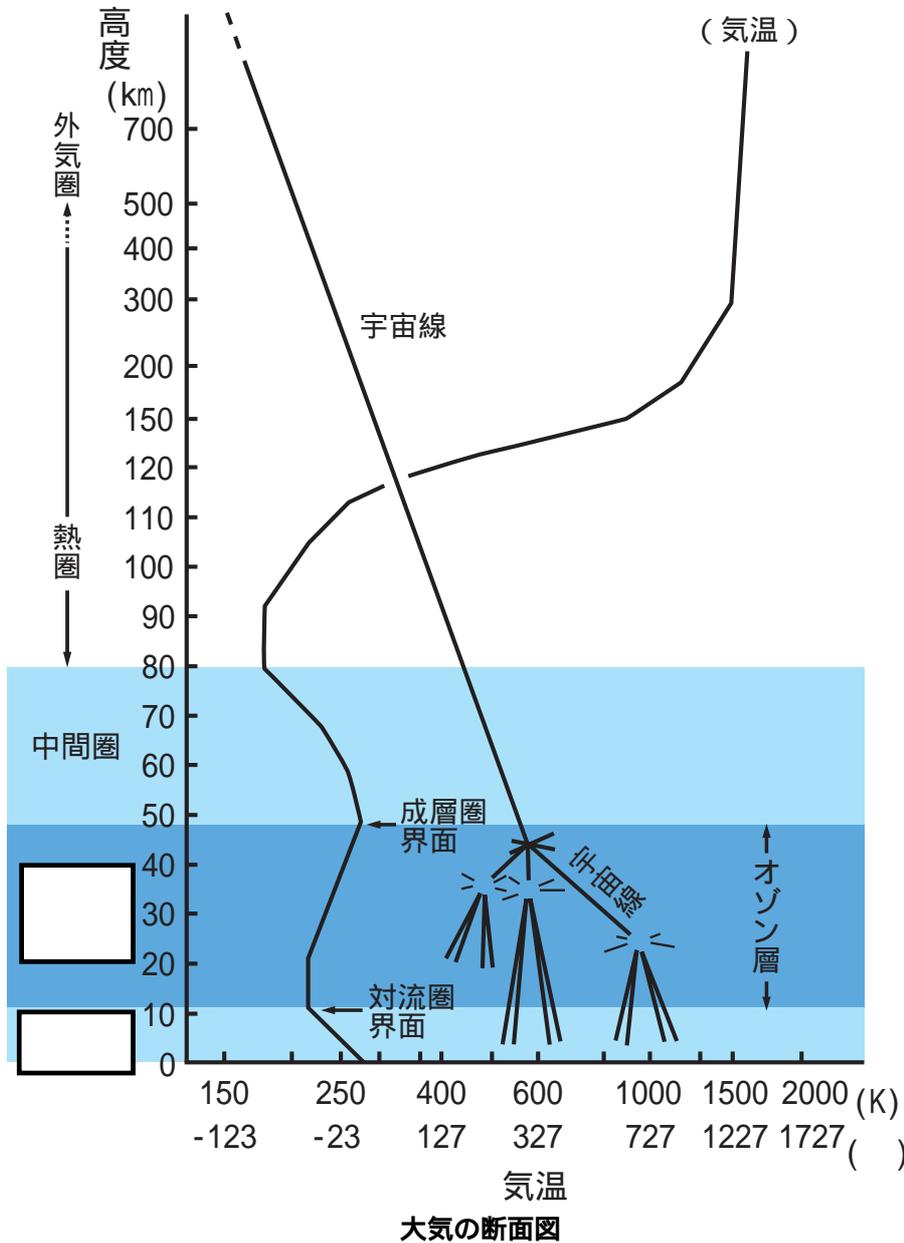


地球の毛布！

大気的作用



□ の中を下の文章を参考に埋めましょう

じてあらゆる場所での気温を平均すると、およそ 14 になります。これは、地球のまわりを覆う「大気」の働きのおかげです。もし大気がなければ、マイナス 18 まで冷えてしまうと考えられています。

左の図は、地球を覆う大気の断面図です。

太陽は直接、大気を暖めているわけではありません。太陽はまず地表を暖めます。大気は、その暖められた地表に近い面から順に暖められていくのです。暖められた大気は上昇します。この上昇によって、「対流」と呼ばれる上下の大気の交換が高さ 10 ~ 16 km までの間で起こります。この部分を「対流圏」と呼びます。雲や雨などの気象現象は、この対流圏の中で

地球には、南極、北極、グリーンランドのように氷に覆われたところから、赤道直下の熱帯地帯といったように、寒いところから暑いところまでいろいろあります。また、日本では四季がはっきりしていますが、季節によっても気温が異なります。1 年を通

起こります。

対流圏の上では、高くなるほど気温が高くなっていきます。上のほうが暖かい状態は安定していて対流が起きないので、この部分を「成層圏」と呼びます。

温室効果

大気が地球を暖める仕組みを「温室効果」といいます。太陽からのエネルギーは、光として地表に届きます。大気は、太陽からのエネルギーは妨げることがあまりないので、地表は暖まります。暖められた地表からの熱は、宇宙に逃げ出しますが、一部分は大気を暖めることに使われます。この大気の役割が、農業で使う「温室」のガラス屋根にたとえられて、このように呼ばれます。

水蒸気の影響

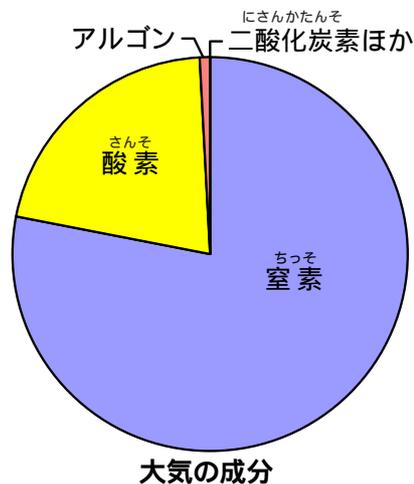
温室効果の約9割を受け持つ水蒸気は、その量の推定が季節や場所によって異なるため難しく、そのため温室効果への影響を正確に見積もることも現状では難しいです。

他の星では？

地球とは成分の違う大気の星では、どうなると思いますか？ 火星は大気が薄いので温室効果は少なく、金星は気圧が高く太陽にも近いので、高温に保たれてしまっています。地球は、ちょうどいいバランスに保たれているのです。

大気の成分

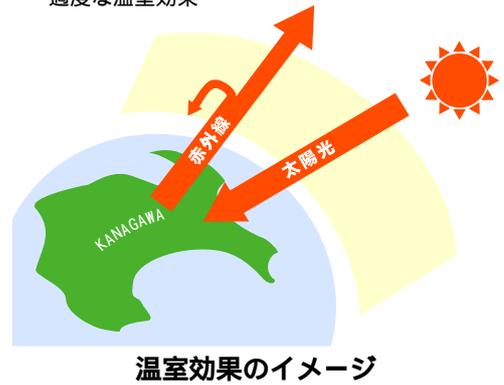
大気的主要成分は、窒素と酸素です。その割合は、窒素が78%、酸素が21%であり、この2つで99%を占めています。このほか、アルゴンが1%弱、水蒸気は変化が大きく0.1～5%あります。



温室効果ガス

大気の成分の中で、温室効果に大きな影響をあたえるものを「温室効果ガス」と呼んでいます。一番影響を与えているのは水蒸気です。温室効果の9割ぐらいを受け持っているといわれています。

適度な温室効果



温室効果のイメージ

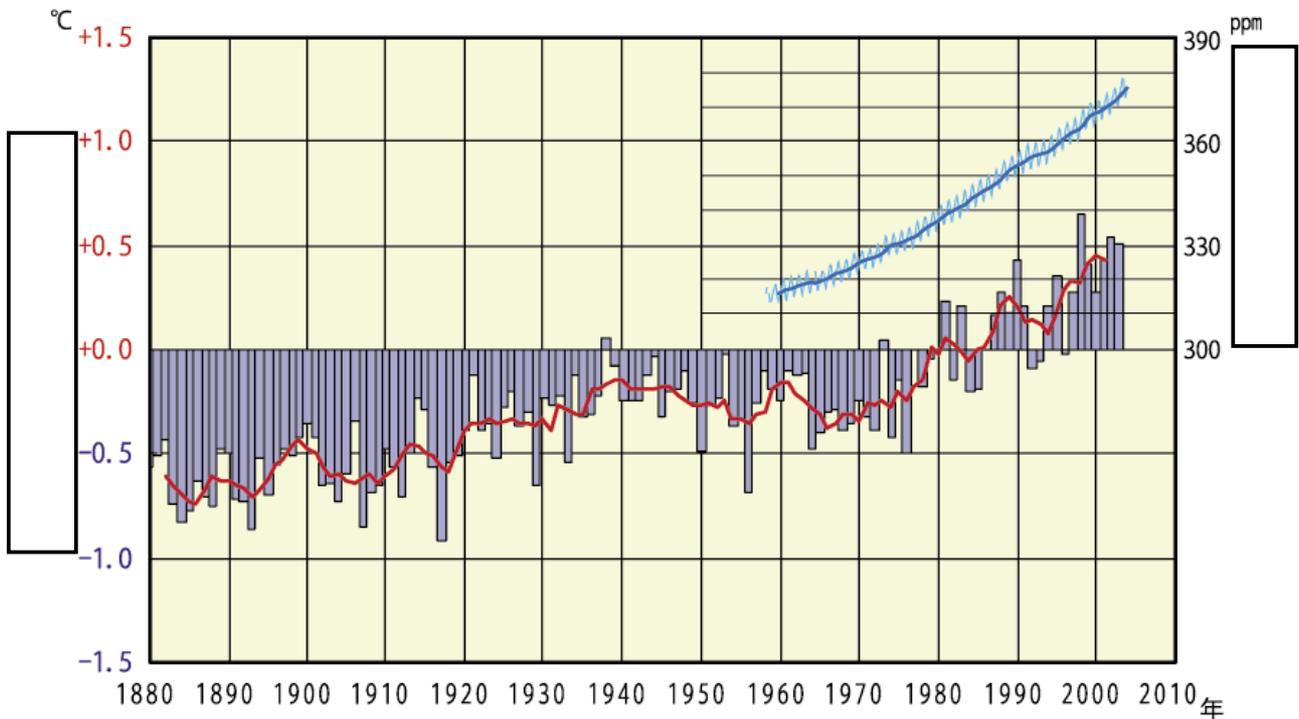
これ以外の温室効果ガスとしては、二酸化炭素 (CO₂)、メタン (CH₄)、亜酸化窒素 (N₂O)、フロン (ハロカーボン) などがあります。これらのガスは私たちの活動の結果として大気に放出される割合が多いのが特徴です。また、今まで自然界にはなかったガスもあります。フロンは、1928年にミツジェリーによって発明されたものです。オゾン層を破壊することで有名ですが、温室効果にもかかわっています。

マイナスの温室効果

大気中に存在する物質の中には、気温を低くする働きがあるものもあります。1991年6月に巨大噴火したフィリピン・ピナツボ火山の噴煙は成層圏まで達し、その後の数年間気温を低くしたことが明らかになっています。

しかし、火山の噴煙はなどの微粒子は、長くても2～3年しか大気中に漂うことができません。したがって大気を冷やす効果もその期間だけになります。

地球を暑くするのは、だれ？



気温と二酸化炭素ガス濃度の関係

の中を下の文章を参考にして埋めましょう

増える温室効果ガス

気象庁では機器による観測が始まった1880年からのデータを使って、世界の平均気温の変化を調べています。上の図は、1970年から2000年までの30年間の平均値を基準として各年の変化を示したものです。棒グラフが各年の値、赤線が5年間の移動平均を示しています。

太平洋のほぼ中央部、ハワイ諸島ハワイ島のマウナロア火山(標高4169m)には、その登山道のそばに、気象観測所(Mauna Loa Weather Observatory: 標高3400m)があります。ここは大気中の二酸化炭素濃度が増えている観測結果を示したことで有名です。上の図の右上は、マウナロアにお

ける観測結果を示したものです。観測開始は1958年。波打っている水色の線は各月のデータのデータ、青い太線は1年間の移動平均を示しています。

この2つのグラフを見比べてみましょう。グラフのカーブを見て感じることを書きましょう。

悪いのは、二酸化炭素？

気温の変化について、前ページのグラフを見ましょう。1880年からの気温の変化を見ると、ゆるやかに高くなってきているように見えます。特に1960年代からは高くなっていく割合が大きくなるようにも見えます。二酸化炭素ガスの変化を見ると、観測開始以来ずっと高くなりつづけています。2003年は1960年の約2割増しになっています。

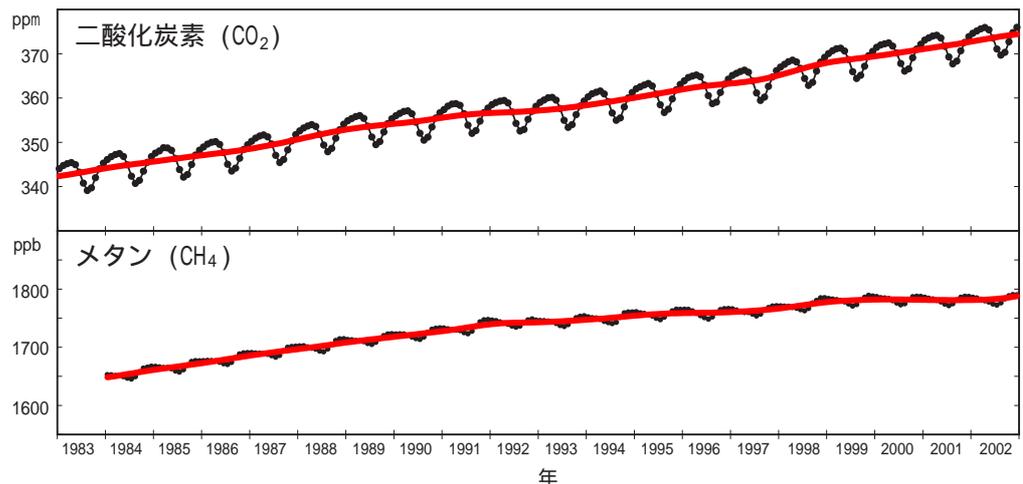
この変化を見比べてみると、二酸化炭素ガス濃度と気温の間には関係がありそうです。

温室効果の主役は？

地球が暖かいのは、温室効果のおかげです。温室効果の起こしやすさ、という点で比較しましょう。二酸化炭素に比べ、メタンは約20倍、^{あさんかちっそ}亜酸化窒素は約300倍、フロンについては数十から1万倍温暖化する力があります。ただし、実際には大気中での濃度がそれぞれ異なりますので、単純に比較できません。そこで、^{ほうしやきようせいりよく}放射強制力という単位で計ります。1750年から1998年までの間の放射強制力は、二酸化炭素が6割、メタンが2割を占めていました。

放射強制力

1平方メートルあたり、どのくらい気温を暖めるかをワットという単位で表したものです。正の値は地球を暖め、負の値は冷やすことになる。



ppm

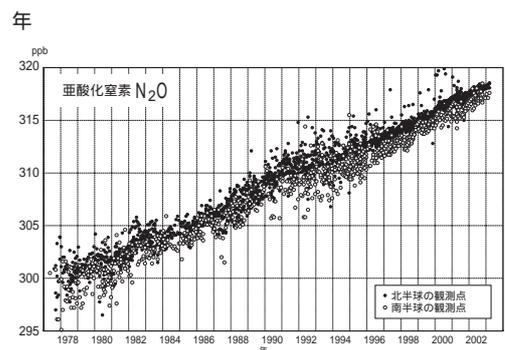
濃度の単位。1ppmは百万分の1だけ含まれていることを示す。

ppv

濃度の単位。ppmよりもさらに薄く、1ppvは十億分の1だけ含まれていることを示す。

温室効果ガスは増えている？

ハワイでの二酸化炭素ガスは、確かに増えている結果が出ています。地球全体ではどうでしょうか。温室効果ガス世界資料センターの資料によると、世界各地の観測点からのデータから割り出すと、二酸化炭素ガスは増えています。また、メタンや亜酸化窒素も増えている結果が出ています。

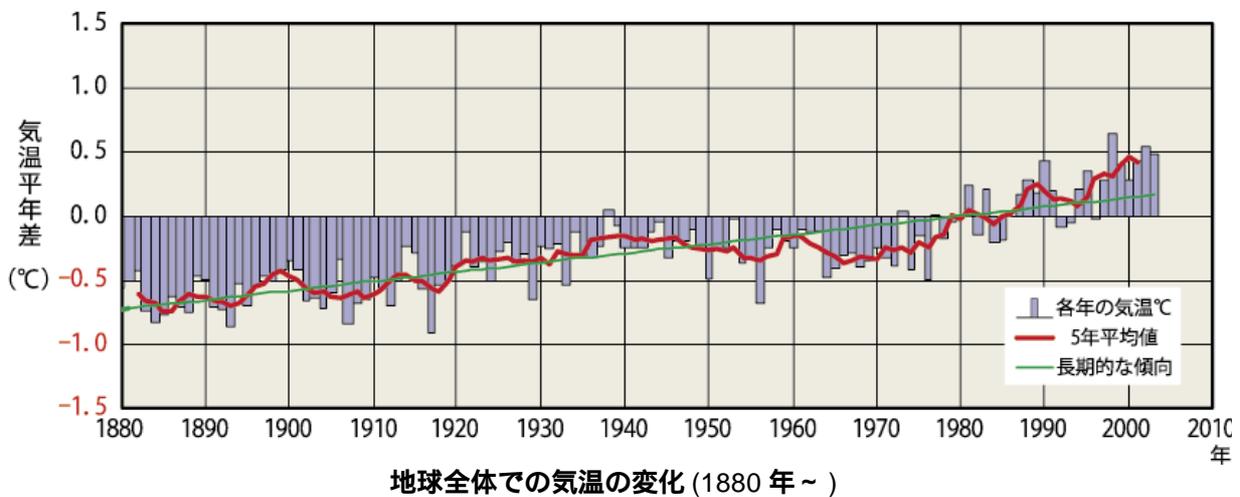
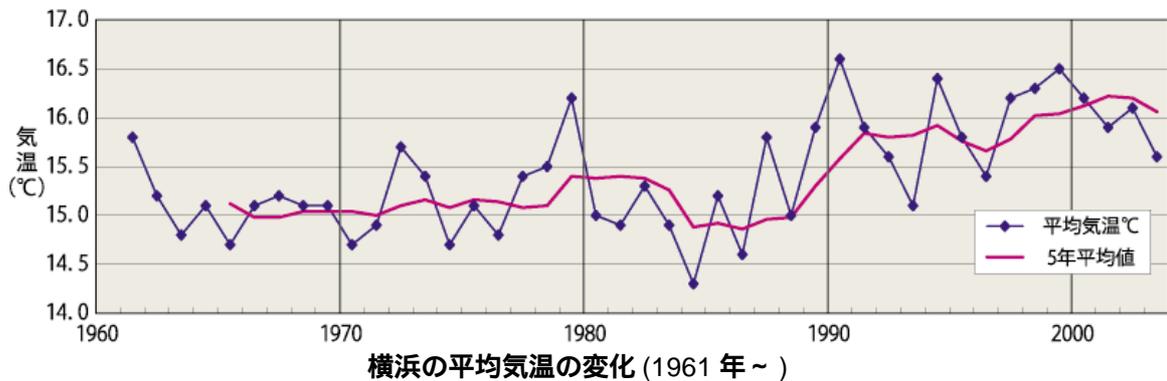


温室効果ガスの濃度変化

参考

気候変動に関する政府間パネル (IPCC)
<http://www.ipcc.ch/>
温室効果ガス世界資料センター (WDCGG)
http://gaw.kishou.go.jp/wdcgg_j.html

暖かくなって、何が悪い!?



地球温暖化による環境変化

地球は熱くなっているといわれます。2004年は猛暑で最高気温が30℃を越える真夏日は、横浜で57日ありました。しかし、2003年は冷夏で、真夏日は35日しかありませんでした。覚えていますか？ このように年によって、寒暖の差がかなりあります。しかも、2003年は秋の残暑が厳しく、最終的に一年を通じてみると平年並みの気温になりました。

気温の変化を調べるとき、1年といった短い期間では、その変化を正しく見ることはできません。そこである程度長い期間の平均を調べます。気象庁では30年間のデータを平均しています。横浜では、1961～90年の平均気温は15.2℃だったのに対し、

1971～2000年では、+0.2℃上がっていることが分かりました。

では、地球全体ではどうでしょうか？ 機器による観測値のある1880年からの変化を見てみましょう。このグラフを見ると、地球はどうやら暖くなる傾向にあるようです。

質問

(1) 暖かくなって良くなることはありますか？

(2) 暖かくなって困ることは何でしょう？

変化するスピード
地球は、暖かくなったり寒くなったりする時代を繰り返しています。ただ、これは数十万年という、非常にゆっくりとしたリズムです。今起きている気候の変化と、どこが違うのでしょうか？

右の鳥瞰図は・・・
国土地理院の数値地図(標高)50mメッシュを使って、3D地図ナビゲータ「カシミール」にて作りました。
<http://www.kashmir3d.com/>

参考
横浜地方気象台
<http://www.tokyo-jma.go.jp/home/yokohama/>
気象庁電子閲覧室
<http://www.data.kishou.go.jp/index46.htm>

環境省「地球温暖化の重大影響」
<http://www.env.go.jp/earth/cop3/kanren/panfu/eikyuu/mokuji.html>

暖かくなると
誰もがみな、寒いよりは暖かいほうがよいと考えるでしょう。しかし温暖化すると、いろいろな環境の変化が予測されています。その変化は、私たちにとって都合のよいものばかりではありません。また、一部の人々には都合がよくて、他の場所に悪い影響がでてしまうこともあります。

海が広がる
海面が1m高くなると、東南アジアや太平洋の島々では人が住める場所がかなりの部分水没します。もし、北極や南極の氷がすべて解けたとすると、70mぐらい海面が高くなると考えられています。神奈川県では6割ぐらいが水没すると思われています。



水面が70m上昇した神奈川(水色が水没地域)

雨が増える(減る)・・・かも
暖かくなると、海からの蒸発量が増えます。増えた分の水蒸気は雲となり、地上に雨として降り注ぐと考えられます。しかし、水蒸気や雲は、地球を冷やすかもしれません。温室効果に与える影響は複雑で、その効果の予測は困難です。今年のように太平洋が日本の近く

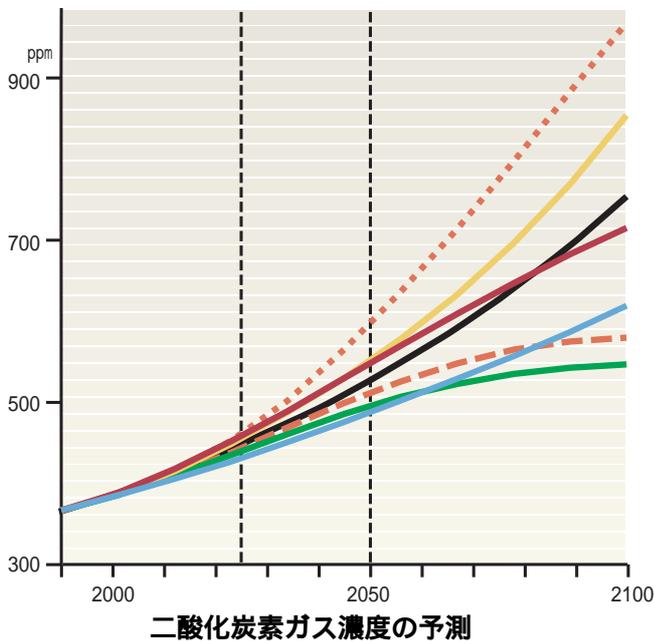
まで水温が高いと、台風が衰えずに上陸することが予想されます。また、日本に雨が増えても、世界のどこかでは減るということも考えられます。

生き物が困る
動物も植物も、生きていくのに適した場所に住んでいます。温度や湿度、雨量などさまざまな気候に、それぞれの生き物が対応しています。たとえば、神奈川周辺の海の水温が2℃上がってしまうと、宮崎あたりの亜熱帯の海になってしまいます。移動力の大きい生き物は大丈夫かもしれませんが、急激に温度が変化した場合、生きていけなくなることが考えられます。植物も種をばら撒くことで、住む場所を移動させることができず、しかしその移動スピードは千年に数キロメートルといったゆっくりしたものです。

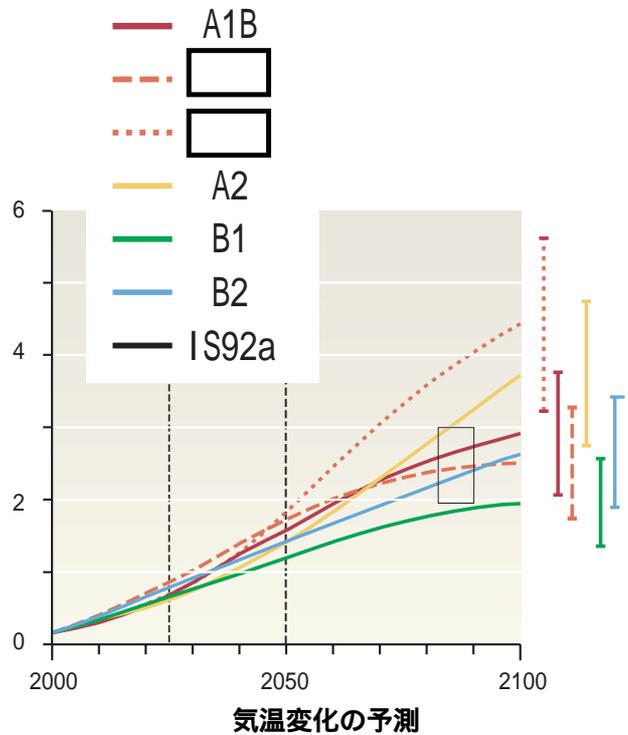
木本植物の移動可能速度	移動速度(m/年)	
	植物	移動速度(m/年)
モミ、シラビソ	40 - 300	
ハンノキ、ヤシヤブシ	500 - 2000	
クリ	200 - 300	
ブナ	200 - 300	
クルミ	400	
エゾマツ、トウヒ	80 - 500	
マツ	1500	
カシワ、コナラ	75 - 500	
ニレ	100 - 1000	

地球全体のこととして考える、地球温暖化
他人事ではありません。みんなで考えていきましょう。

これから、どーなる？



の中には、A1FI と A1T が入ります。
下の文章を参考にして、空白を埋め
ましょう。



自分たちの未来を、自分たちで考えよう

私たちの未来を考えてみましょう。今の生活をそのまま続けることは可能でしょうか？ 人口は増え続けるのでしょうか？ 新しい科学技術は開発されるのでしょうか？ これらのことは、地球環境に影響をあたえる条件となります。

IPCC は、これらの条件について、いろいろなパターンを考えて、未来を予測しています。基本的には現在よりも豊かな世界を予測していますが、大きく分けると経済優先（パターンA）と環境優先（パターンB）に分かれます。また、それぞれ地球全体のことを考えるか（パターン1）と地域を優先するか（パターン2）があります。

A 1：経済は今までどおりに発展し、新しい科学技術が急速に導入される。人口は21世紀中ごろにピークとなり、それ以降は緩やかに減少する。エネルギーの使い方によって、さらに3種類に分ける（A1FI：石炭・石油などの化石燃料を重視したもの、A1T：化石燃料以外を重視したもの、A1B：両方をバランスよく使うもの）

A 2：世界の各地域は独自の考えでバラバラに動く。そのため、経済成長は緩やかで人口の増加も緩やかに増加が続く。

B 1：経済の発展は、環境を維持する方向に進む。人口はA 1と同じパターンで変化する。

B 2：経済、社会、環境を維持するために地域的な対策を重視する。

「地球温暖化」と「気候変動」

日本では「地球温暖化」として紹介されている問題は、世界では「気候変動」として紹介されています。

報告書

IPCC は 1990 年に第一次評価報告書、1995 年に第二次評価報告書、2001 年に第三次評価報告書を取りまとめました。

多くの科学者が... 第三次報告書のとりまとめと査読には、計 122 人の総括執筆責任者と執筆責任者、516 人の執筆協力者、21 人の査読編集者、337 人の専門査読者が参加しました。

IPCC とは

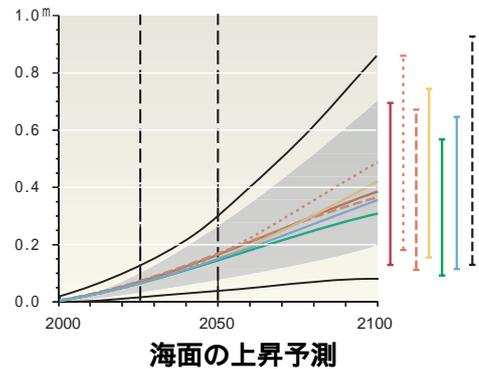
地球温暖化の実態把握とその精度の高い予測、影響評価、対策の策定を行うことを目的として、世界気象機関 (WMO) と国連環境計画 (UNEP) の協力の下に 1988 年に設立されたのが IPCC です。正式には、「気候変動に関する政府間パネル (IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change)」といいます。

第三次評価報告書

3 回目の報告となる第三次評価報告書は、2001 年にまとめました。これまでに公表された評価報告を踏まえ、気候変化に関する過去 5 年間の調査研究から得られた新たな成果が取り込まれています。この中で 21 世紀末までの環境の変化については、排出シナリオに関する特別報告 (Special Report on Emission Scenarios : SRES) を基にした予測をしています。

排出シナリオに関する特別報告

IPCC の未来予測は、(1) 対策をとらない場合の気候変動の影響を評価する、(2) 対策を行った場合の気候変動の影響を評価する、(3) 温室効果ガスの排出を抑制する可能性と費用を分析する、(4) 国家間における削減可能量を取り決める、ことを目的としています。今回のシナリオは、新たな対策を採らない場合を予測しています。ここで紹介しているグラフは、特別報告に紹介されているものです。



経済が今までどおりに発展する A1 パターンのとき、石炭・石油などの化石燃料を重視した A1FI では、二酸化炭素ガスは今よりも 2.5 倍増えると予想しています。しかし、化石燃料以外を重視した A1T では、環境を維持する方向での B パターンに近い結果になっています。気温についても同じような傾向です。海面についてはあらゆる予測から可能性を考えると、最大で 88cm 上昇すると考えられています。

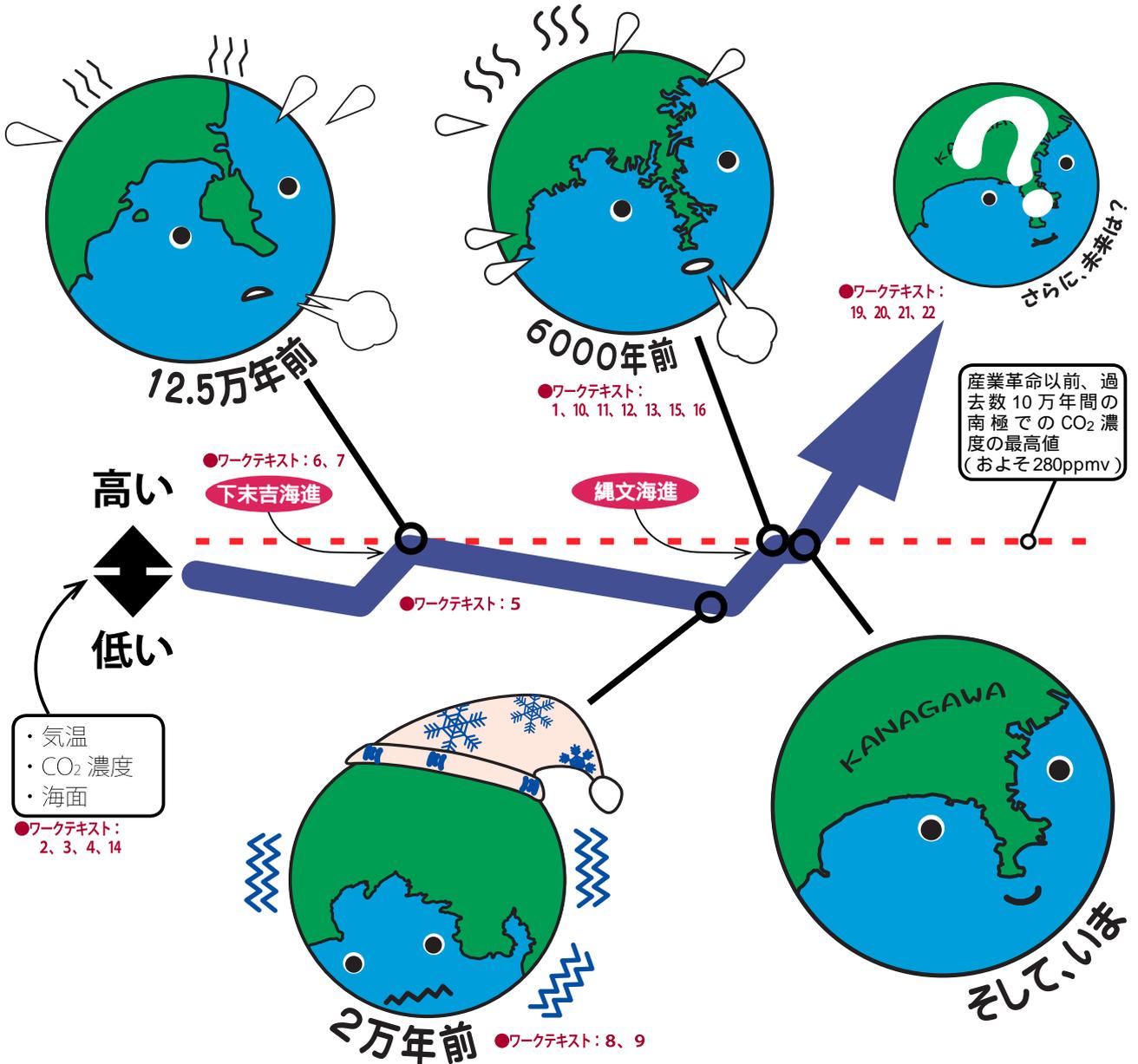
これから、どーする!?

これらはあくまで、シミュレーションです。温室効果ガスが気温を変化させるメカニズムには、まだまだ解明されていない点があります。SRES は不完全な予測です。その不完全な中でも悪い結果がでているということは、どういことでしょうか。何もしなくてよいということはないと思います。今、やらなくてはいけないことを考え、実現していきましょう。

参考

気候変動に関する政府間パネル (IPCC)
<http://www.ipcc.ch/>

過去から見る地球温暖化



ワークテキストの内容を
地球の歴史に位置づけながら
まとめてみよう

上の図は、ワークテキストの内容をまとめて表現した一例です。人によってはちがう「まとめの図」をつくることでしょう。

どうぞ、展示やワークテキストで学んだことを自分の「まとめの図」としてつくってみてください。上の図につかっている地球（かながわくん）と青矢印の線は、気候変動を単純化して表現したものです。企画展のポスター、チラシ、そしてワークテキストの表紙にも同じイラストを利用していますから、コピーしたり、切り抜いたりして活用してみてください。



約 6000 年前の神奈川の海岸線は、ワークテキスト 1 にくわしく示してあります。博物館の 3 階の「神奈川展示室」には、縄文時代の海岸線の変化や貝化石を展示しています。



最近では、南極からの氷床コア（参照：ワークテキスト 3）のデータがインターネット上に公開されています。そのデータをパソコンの表計算ソフトなどをつかってグラフを作成してみましょう。

左図の“かながわくん”（地球）では、時代ごとの神奈川の様子を表しています。

およそ 6000 年前は、縄文海進のピークにあり、海面の高さが現在より約 4 m 高い位置にありました。そして神奈川の低地に沿って海が入り込み、この時代の地層（沖積層）がたまっていきました。海底にすんでいた貝たちも化石として記録され、現在は神奈川に生息していないような南方系の種（温暖種）も、黒潮によって北上してきていました。

およそ 2 万年前は氷期の全盛期でした。地球上の陸地に氷（氷床や氷河）が増えたため、海水が減った分、海面が 120 m も低下しました（右図 1）。この時期、日本が大陸と地続きとなり動物たちが渡ってきました。

過去の地球の気温変化や二酸化炭素濃度の変化は、大洋の海底にたまっている有孔虫化石や、南極やグリーンランドの氷床から読みとることが可能です。とくに二酸化炭素濃度は、氷の中に閉じ込められた過去の大気を測ることで得られるようになりました。

右の図 2 に示した二酸化炭素濃度と気温の変化曲線も南極の資料（ポストークコア）から描かれたものに、最近得られた数百年分の二酸化炭素濃度のデータを追加したものです。気温変化と二酸化炭素濃度の変化は非常によく似た変化もっています。10 万年周期の

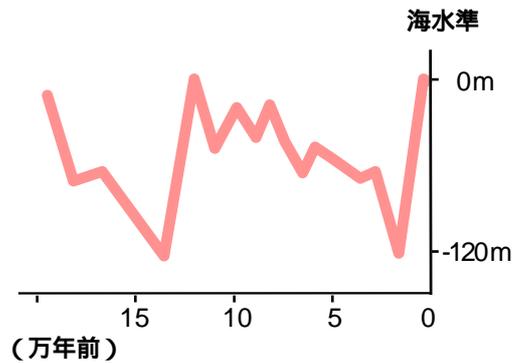


図 1. 海水準（海面の高さ）の変化

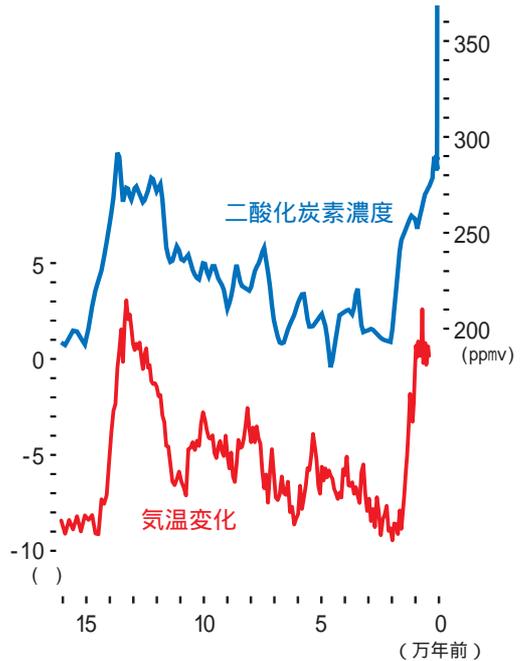


図 2. 二酸化炭素濃度と気温の変化*

温暖化がおこるときには、一気に温暖化がすすんでいます。おそらく、温暖化がすすむことでさらに温暖化を助長する仕組みがはたらくこと（正のフィードバック）がおこっているのでしょう。

図 2 を見ると、現在の二酸化炭素濃度は近年、非常に高くなっていることがわかります。このことが地球のシステムにどのように影響するのでしょうか。もっと過去の現象を解明し、未来の予測しながら、わたしたちはどう生きるべきか考える必要があります。

※参考サイト
http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/temp/vostok/jouz_tem.htm
<http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/co2/vostok.htm>

<http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/co2/siple.htm>