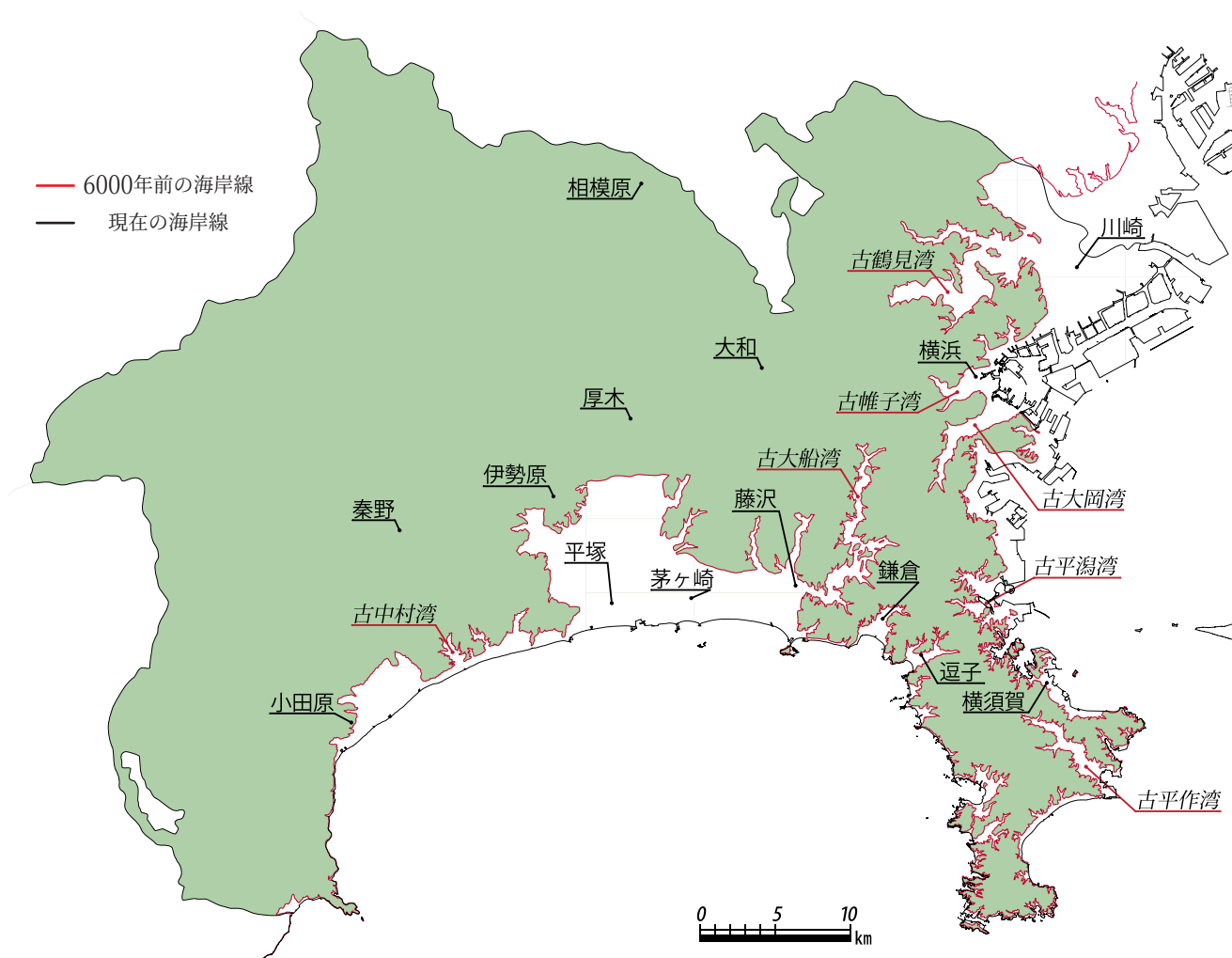


縄文の海は、広がった！



6000 年前の神奈川の大

これは神奈川県地図です。緑色の部分が陸地です。何か変な感じがしませんか？

これは今からおよそ 6000 年前の神奈川県
なのです。赤い線が当時の海岸線です。

今の海岸線を黒い線で示しているので、見比べてください。ずいぶん形が違っていますね。なんだか狭いです。海が奥まで入り込んでいるのがわかりますか。

自分の家を探してみましょう。陸の上にありますか？ それとも水没していますか？

他にも知っている場所を見てください。どのような場所が水没しているのでしょうか？

県東部の横浜や三浦半島の周辺には、細長い入り江が多くあることに、気がつきませんでしたか？ この場所は今、どうなっているでしょう？

海面が上下する！

海面が低かった時代は気温が低く、海面が高かった時代は気温が高いことが分かっています。これは地球全体で起きている現象です。一定の周期で繰り返しているようです。

どうやって調べるの？

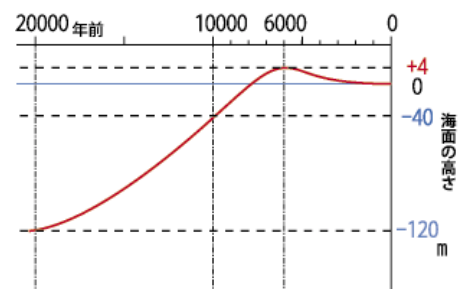
海面の変化は、地面の下に記録が残されています。地層や化石の種類や埋まり方を丹念に調べていきます。

「海退」

海進とは逆に、海が退き、陸地が広がることを海退といいます。

動く大海岸線！

6000年より前の神奈川県はどうだったのでしょうか。下に2万年前からの変化の図があります。およそ2万年前は陸が広がったことが分かっています。水深120mぐらいのところまで陸だったと考えられています。ここから、時間が進むと海面が高くなり、およそ6000年前には標高4m前後まで海になります。さらに5000年前からは海面が下がりはじめ今に至ります。これをモデルにしたのが右の図です。この海面の高くなっていく様子が、海が陸のほうへ進んでいくので「海進^{かいしん}」、特にこの縄文時代の海進を「縄文海進」と呼んでいます。

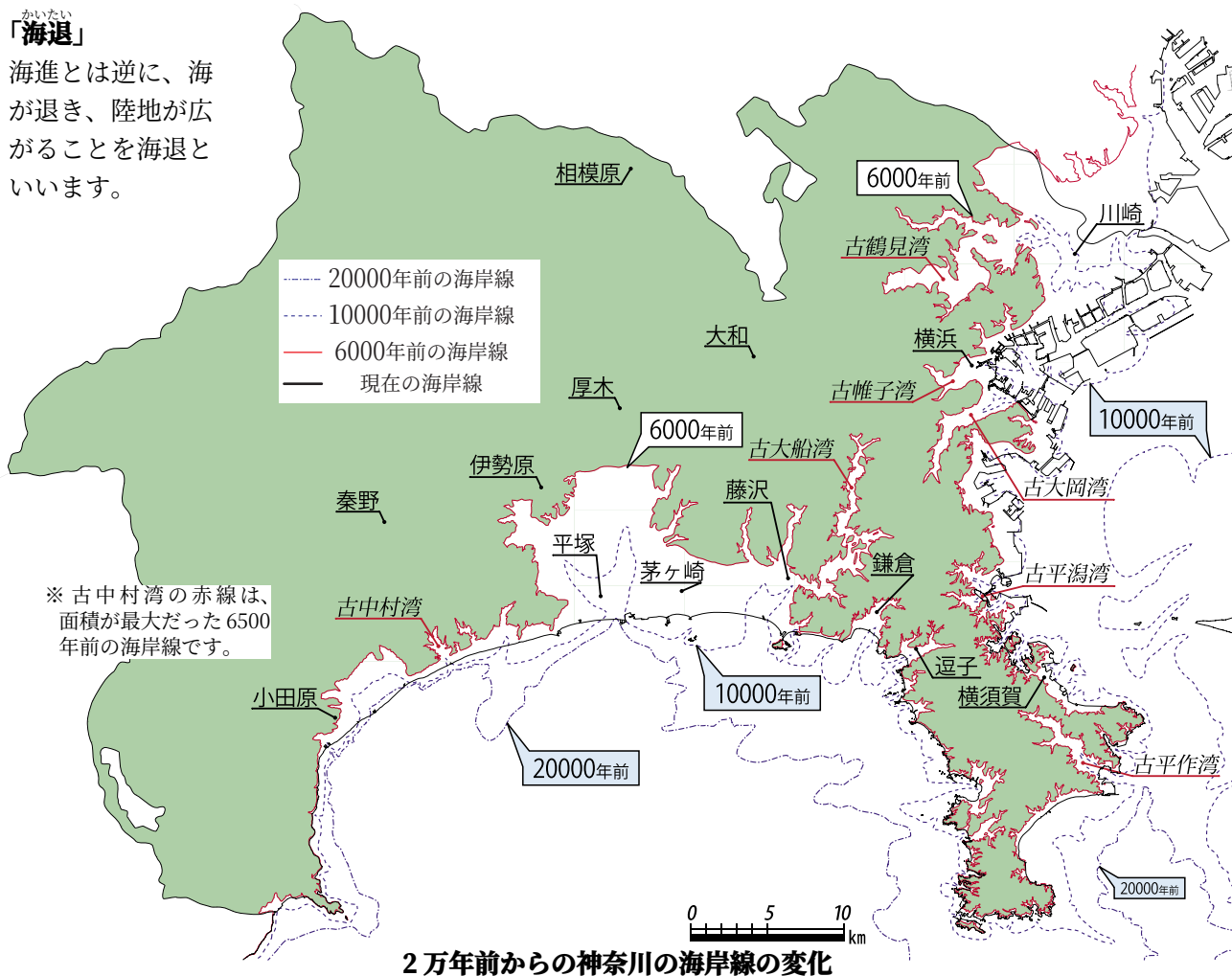


海面の高さの変化モデル図

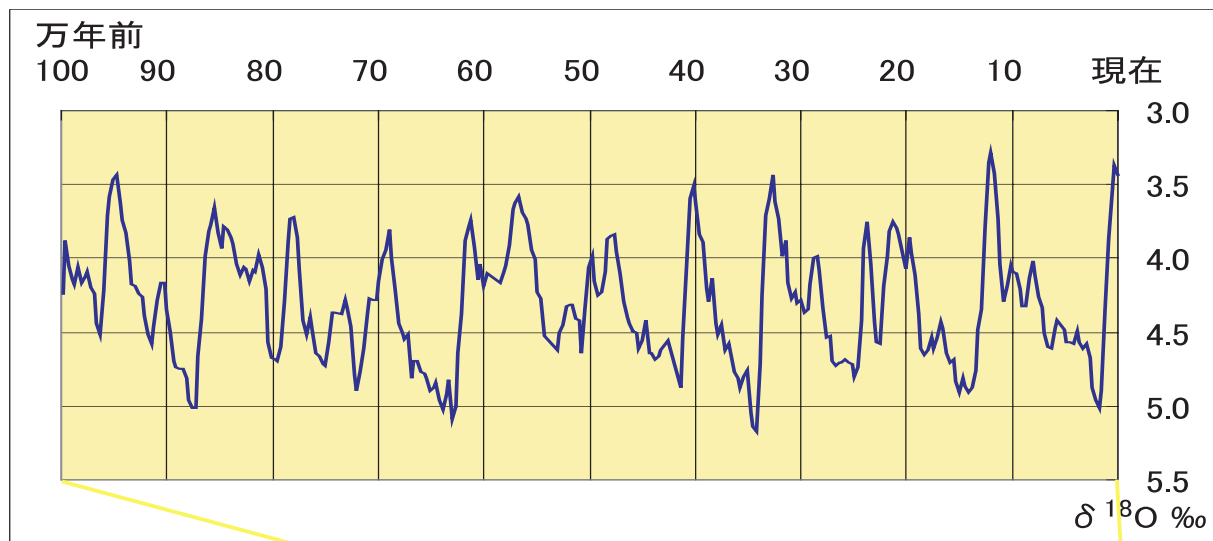
入り江の秘密

6000年前の海岸線で入り江になっているところでは、1万年前の海岸線を見てください。やはり入り江になっています。

これは、大地が古い時代から削られ続けていたことを示しています。現在、これらの場所は奥深い谷になっています。

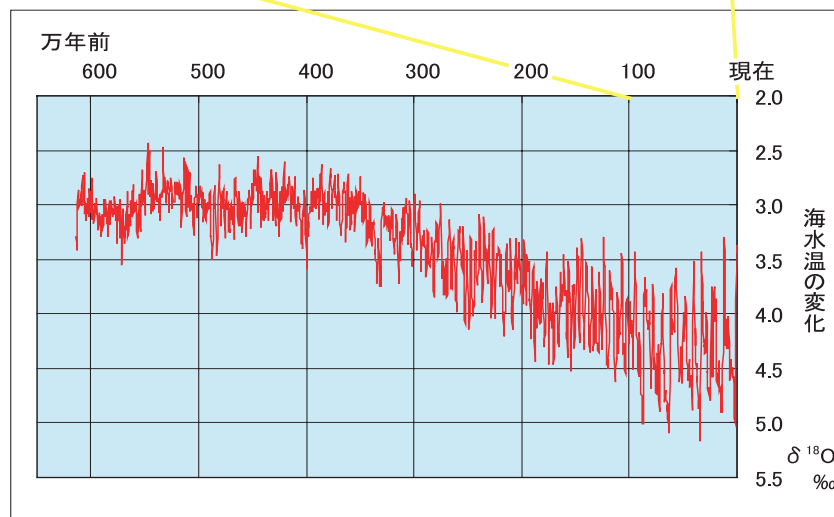


過去の気温はどうしてわかるの？



深海底に残された記録

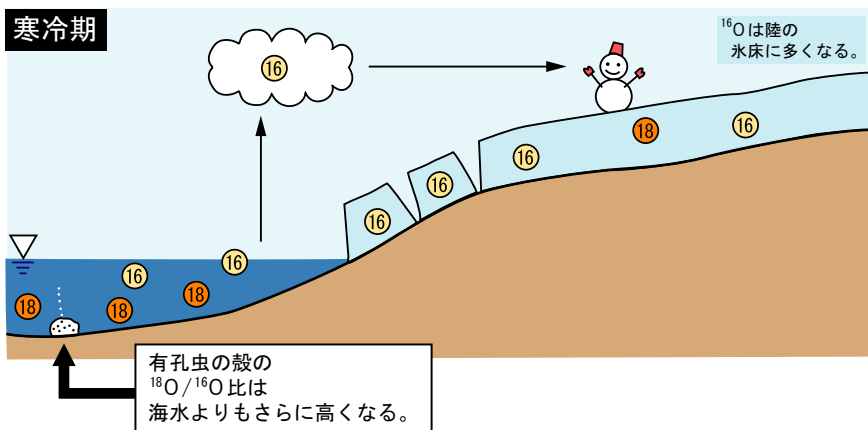
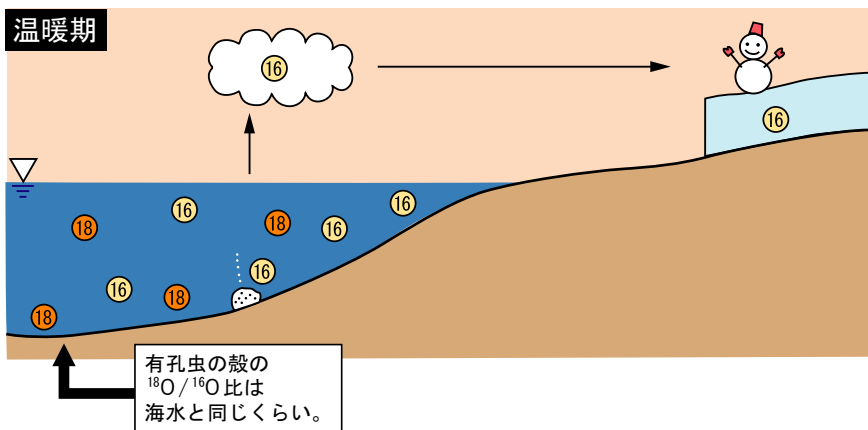
右の図は、海の底にたまった堆積物から得られたデータを元にして、600 万年間の酸素同位体比の変化をグラフにしたものです。船の上から海底堆積物を柱のように掘りぬいた「コア」として採取し、その中に含まれる微化石を分析します。横軸は時間です。縦軸は $\delta^{18}\text{O}$ です（酸素同位体については裏面を参照してください）。上に行くほど温暖で下へ行くほど寒冷な気候であったことがわかっています。横軸の右端が現在です。グラフは大きな振幅を描きながらも、右下がりになっているのが読み取れます。右の図の最近 100 万年分を拡大したのが上の図です。2 万年くらい前から急激に気温が上がり、ちょっとだけ寒くなってきたところだということがわかります。



【グラフを読みましょう】

- ① 気温の上がり方と下がり方と比べてみましょう。
- ② 周期はあるのでしょうか？
- ③ 山や谷の形に変化はあるのでしょうか？

※上のグラフは次の URL からダウンロードしたデータを使って作成しました。 <http://www1.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/paleocean/specmap/specmap2/odp677i/stretch>



ります。有孔虫が死ぬとその殻は海底に堆積していきます。つまり海底にそのときの海水中の $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 比を記録し続けてくれるのです。さらにこの殻には、水温が低いほど ^{18}O が多く取り込まれることもわかっています。

海底をボーリングしてコアを採取し、その中に含まれる有孔虫化石の $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 比を測定することでその化石が堆積した当時の水温を推定することができます。

ただしこの方法はその当時の海底が現在も残っていることが条件です。海底（海洋プレート）は海嶺で作られ、海溝へ沈んでいきます。現在知ら

れているもっとも古い海底はジュラ紀後期にできた物です。

【グラフから】

- ① 気温が上がるときには一気に頂点まであがりますが、下がる時にはギザギザに、あるいは階段状に下がります。
- ② 山を数えても谷を数えても、8万年から12万年くらい、平均すると10万年くらいの周期がありそうです。
- ③ 40万年前以降は、それ以前に比べて、より振幅が大きくなっているように見えます。

δ (デルタ) ^{18}O について

$$\delta^{18}\text{O}(\text{‰}) = \left\{ \frac{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{sample}}}{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{PDB}}} - 1 \right\} \times 1000$$

で、求められます。ここで、sampleは目的の試料を、PDBは基準となるPee Dee層産のベレムナイトを指します。

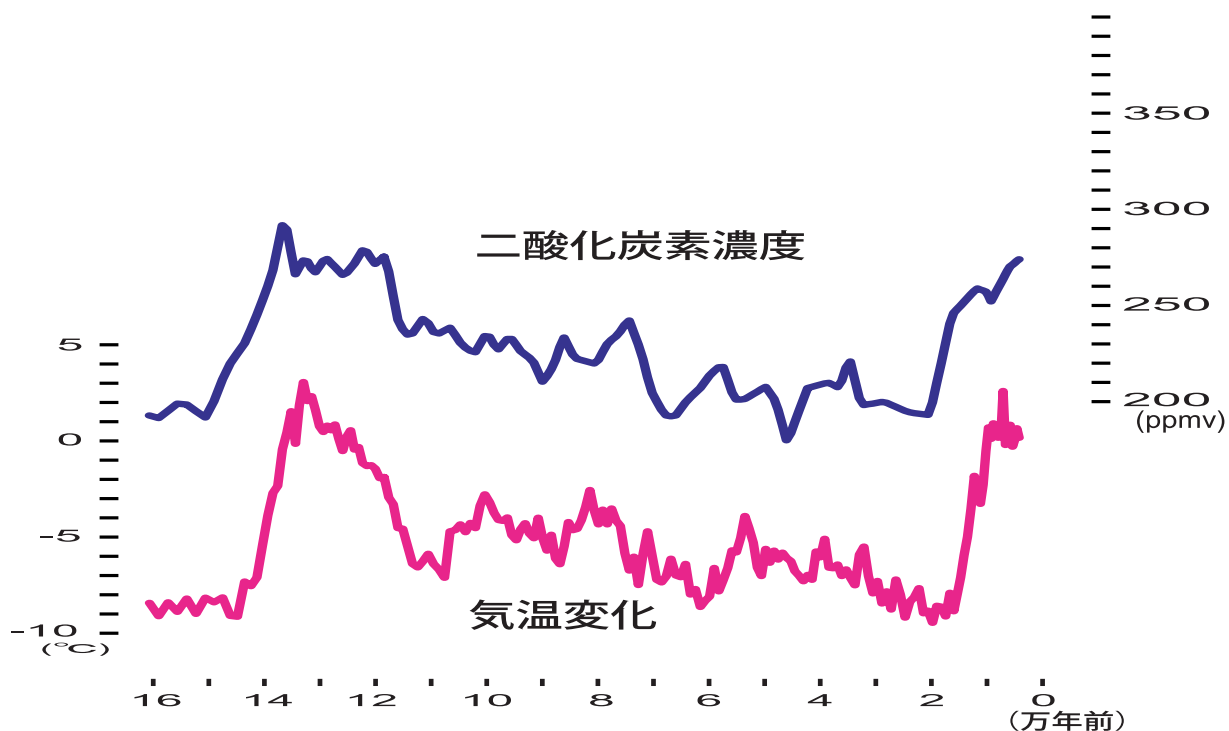
参考文献

町田ほか編著、第四紀学、朝倉書店

酸素には3種類の安定同位体あんていどういたいがあります。酸素のほとんど(99.762%)は ^{16}O で、残りのほとんど(0.200%)は ^{18}O です。 ^{17}O もごくわずか(0.038%)に存在していますが、話を簡単にするために、ここでは無視します。 ^{18}O は ^{16}O に比べてわずかに重く、蒸発しにくいので、氷床の水には ^{16}O の割合が高くなります。寒冷な気候で氷床が発達すると、 ^{16}O は氷床で多くなり、海水の ^{18}O は濃くなっていきます。

海にすむ原生動物である有孔虫ゆうこうちゅうは海水中のイオンを材料にして、炭酸カルシウム CaCO_3 で殻を作

過去の気温はどうしてわかるの？



氷床コアが記録する大気の変遷

氷床の水は雪がさらにその上に降った雪の重みで固まったものです。そのため氷はたくさんの空気を閉じこめています。空気は押し込められて高い圧力がかかっているため、氷を溶かすとプチッ、パチッとかなかな音を聞くことができます。氷床に閉じこめられているのは雪が降った頃の空気です。氷床をボーリングしてコアを採取し、その空気を取り出して成分を調べれば、当時の空気組成を知ることができます。にさんかたんそ二酸化炭素やメタンなどの温暖化ガスの含まれる割合を知ることによって、当時の気温を推定することができます。ただし、この方法は昔の氷が氷床に残っていることが条件です。最近まで、ボーリングコアが採集できたもっとも古い氷は南極にあるボストーク

基地の 3623 m でおよそ 42 万年前、2 番目はドームふじ基地の 2504 m でおよそ 34 万年前でした。ドーム C で 3109m のコアが採取され、74 万年までのデータが発表されました。ドームふじでは 3000m 以上のコアを採取し、80 万年前までのデータを得ようと計画されています。

上の図はボストーク基地のデータの一部です。これを見ながら考えてみましょう。

① 100 万年以上前の南極の氷はどうなったのでしょうか？

② 二酸化炭素と気温はほとんど同じように変化していますが、このことから温暖化ガスが増えたから気温が上がったといえますか？

CO₂ = 二酸化炭素
CH₄ = メタン
H₂O = 水（蒸気）

参考文献

EPICA community members,
2004. Eight glacial cycles from
an Antarctic ice core. Nature,
Vol. 429, 623-628.

Petit et al., 1999. Climate and
atmospheric history of the past
420,000 years from the Vostok
ice core, Antarctica. Nature,
Vol. 399, 429-436

温暖化ガス

温暖化ガスとして注目されているのは二酸化炭素とメタンのよう
です。しかし、もっとも影響が大
きい温暖化ガスは水蒸気で、温室
効果の8割以上を担っていると考
えられています。さらに、気温が
上がると海水の蒸発が促され、空
気中の水蒸気量は多くなり、気温
の上昇を促進するでしょう。空に
雲のない冬の朝、^{ほうしゃれいきやく}放射冷却現象
によってさらに気温が下がること
で私たちは水蒸気（厳密に言えば
雲は水の粒ですが）の保温効果を
体感しています。

とはいえ、水蒸気は人の力では
どうしようもありませんので、人
の努力で増やさないことができる
二酸化炭素やメタンなどが注目さ
れるわけです。

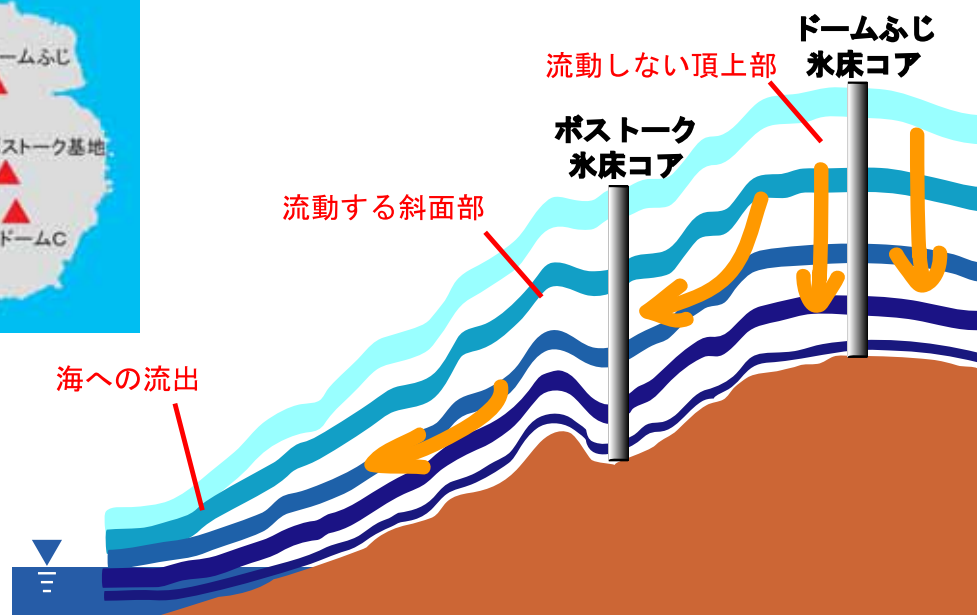
① 100 万年以上前の南極の氷は どうなったのでしょうか？

厚いところでは 3000m もある

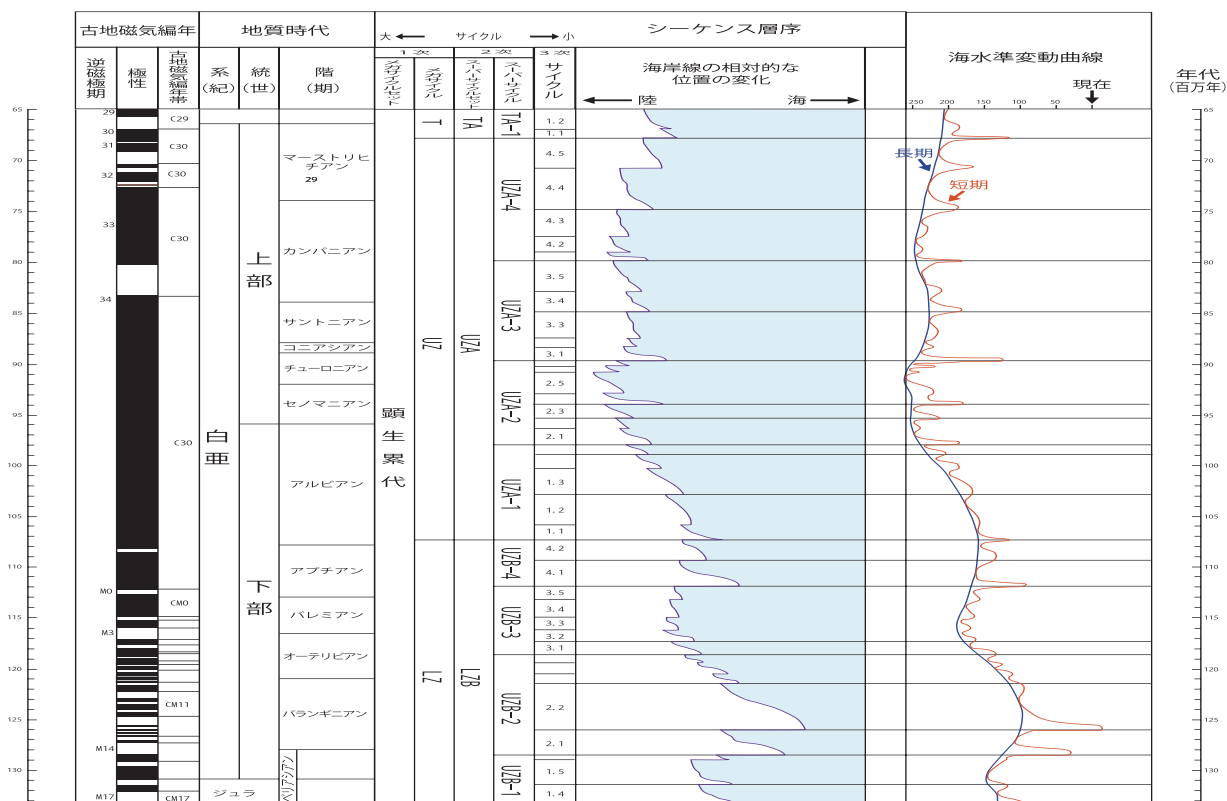
南極の氷は内陸から海へ向かっ
て流れています。そのスピードは
山岳氷河などに比べて非常にゆっ
くりしています。それでも氷は流
出してしまいます。また、地面と
の摩擦で削られたり、地熱で溶け
たりものします。氷は減って
いきます。そこでドームふじは氷
が流れ出しにくい南極大陸の真ん
中付近をねらって建設されました
（下図参照）。

②二酸化炭素と気温はほとんど同 じように変化しているのに、温暖 化ガスが増えたから気温が上がっ たといえますか？

おもての図では判断することは
できないでしょう。この図から
いえることは振れ幅は違ってもほ
ぼ同時にピークに達し、同時にギャ
ップを迎えているということです。
ただ、二酸化炭素濃度と気温
には強い相関があることが伺えま
す。



過去の気温はどうしてわかるの？



大地に残された証拠

過去の気温や海水準変動(海面の相対的な高さ)について、氷床コアや、海底コアから得られることがわかりました。では、もっと古い時代の情報はどうやって知ることができるのでしょうか？

海水準は常に変動していますので、それにつれて海岸線も移動します。海岸線が内陸側へ移動することを海進、海側へ移動することを海退といいます。

海岸近くの堆積物は海進が進んで、海水準が高いときには堆積し、海退のあと海水準が低い時には削られます。また、海進や海退が起こっているときには特有の堆積物を残します。この海進から海退までの一連(シーケンス)の堆積物を堆積させた、1サイクルの海水準変動のことをシーケンス

という単位と考えます。この堆積物に含まれる化石から、シーケンスの時代を推定し、堆積物の調査から海水準変動の大きさを知ることができます。

世界中の大陸縁辺部でこのような調査を行い、海水準変動の時代と大きさをつなぎ合わせていくと、より古い時代の海水準変動、ひいてはそれを引き起こした気温の変動を知ることができます。

ここに示した例は堆積物の研究からわかった中生代白亜紀の海水準変動の様子です。恐竜が全盛時代を迎えた9000万年前には現在より海水面が250メートルも高かったと考えられています。

シーケンス層序学：

シーケンス層序学はもともと油田開発のための音波探査から始まりました。音波探査から得られる図面では、強い反射面と弱い反射面の縞模様が見られます。この縞模様を解釈するために研究されたのです。

おもての表の説明

年代：堆積物に含まれる放射性元素から求められる放射性年代（絶対年代とも呼ばれる）で、数字は百万年（Ma）単位です。

古地磁気編年：岩石に含まれる磁性鉱物によって、岩石ができるときの地磁気が記録されます。また、地磁気は時々逆転しますので、今と同じ（正磁極期）だったのか、反対（逆磁極期）だったのかを知らることで、年代を絞り込むことができます。

地質時代：時間を言うときには大きい単位から「紀」、「世」、「期」、地層を言うときには同様に「系」、「統」、「階」と言います。この表では省略していますが、堆積物の年代を決めるのには有孔虫、ナンノプランクトン、アンモナイトなどの示準化石しじゅんしせきも使われています。

シーケンス層序そうじょ

サイクルの長さ：この表では変動する周期の長さを3段階くらいに区分しています。

相対的な海岸線の変化：左へ行くほど海岸線が内陸側へ移動した（＝海が広がった）ことを示しています。逆に右へ行くほど海岸線が海側へ移動した（＝陸が広がった）ことを示しています。

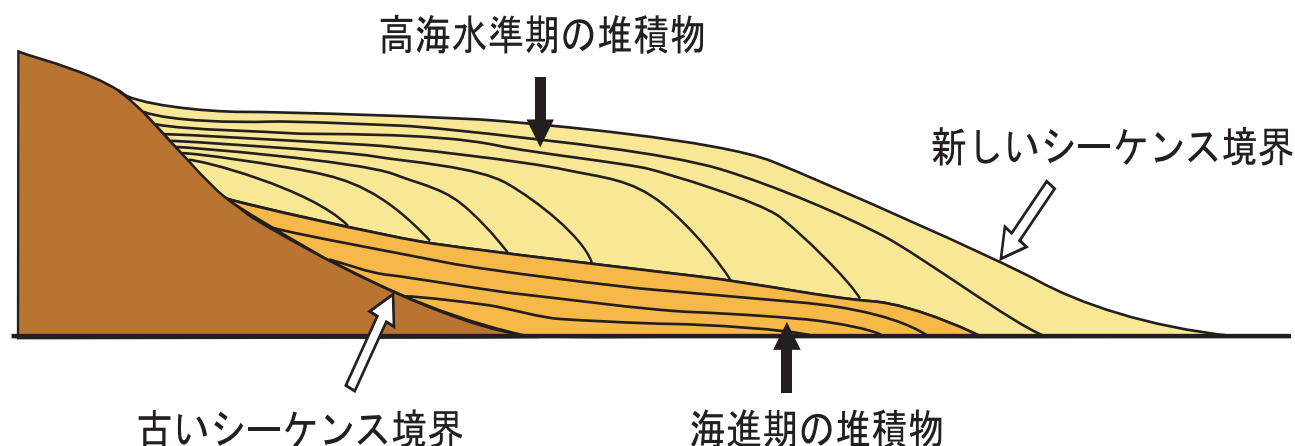
海水準変動曲線：相対的な海岸線の変化から求められた海水準の変化です。短期的な凹凸の様子（赤い線）は第3オーダーと、長期的な凹凸の様子は第2オーダーと良く対応しているのがわかります。

下図の説明

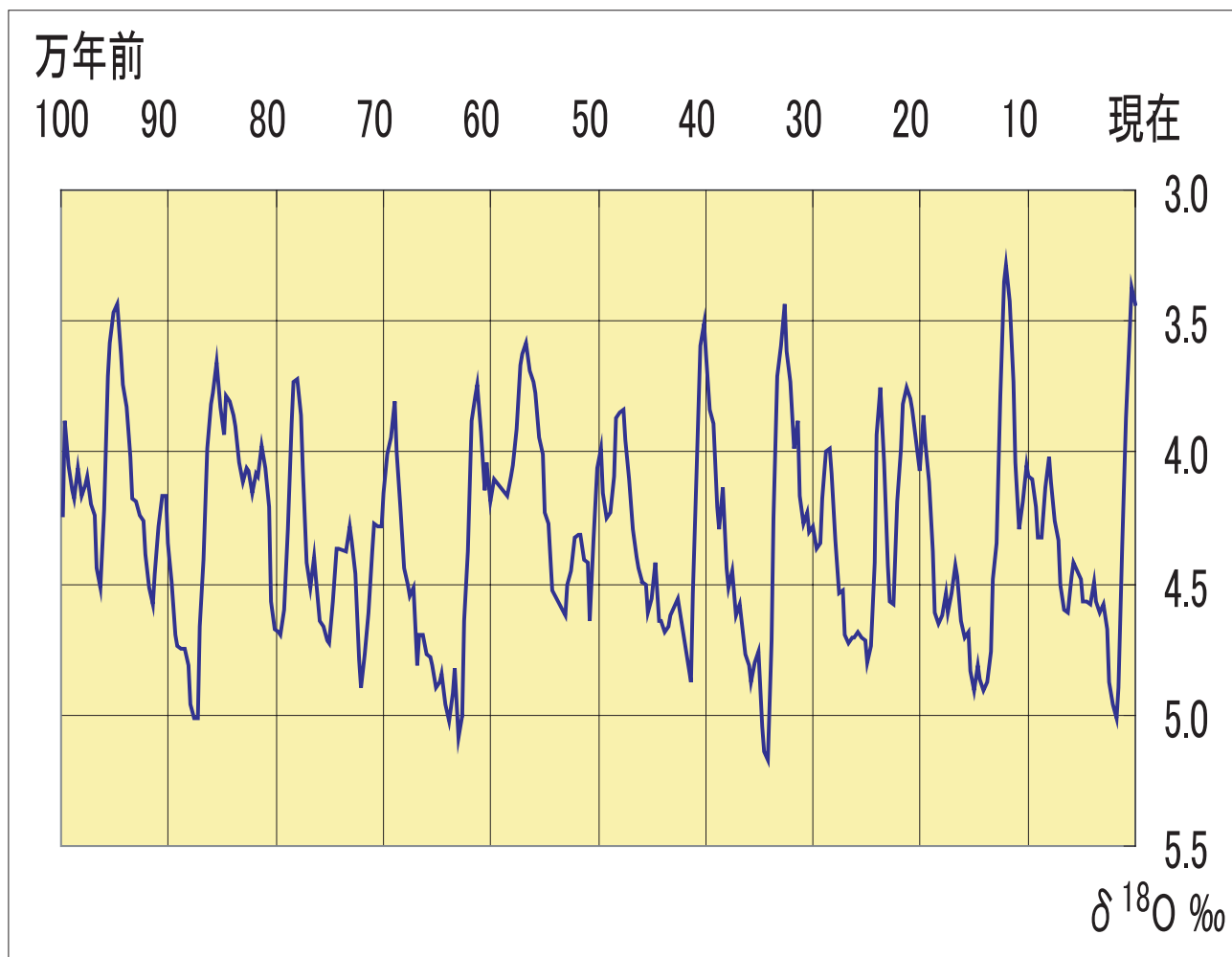
これがシーケンス層序学のもとになる、海進・海退1サイクルで堆積した地層の模式的な断面図です。

参考文献

Haq, Hardenbol & Vail, 1987. Chronology of Fluctuating Sea Levels Since the Triassic. Science, Vol. 235, 1156-1166.



酸素同位体ステージとは？



上の図は 100 万年分の海底コアの $\delta^{18}\text{O}$ のデータです。これを見ると無数の山と谷があり、「15 万年くらい前の寒い時期」とか、「78 万年くらい前の暖かい時期」などといっても、どこのことを話題にしているのかわかりにくいですね。しかも、別の海底コアのデータを使っていると、年代や $\delta^{18}\text{O}$ の値が一致しないこともあります。そこで暖かい間氷期に奇数番号を、寒い氷期に偶数番号を振ることにしました。

次のルールに則って、あなたも上のグラフに番号を振ってみてください。

$\delta^{18}\text{O}$ の値が大きく変化している幅のなかで真ん中を境として、温暖期に新しい方から奇数番号、寒冷期に偶数番号を振る。

あなたはどんな区分をしたでしょう。裏面のものと照らし合わせてみましょう。

温暖期の中にもちょっと寒い時期があり、寒冷期の中にもちょっと暖かい時期がありました。おもてのグラフでは細かいギザギザで表されています。このような時期にも小数点以下の番号またはアルファベットの小文字を使って固有の名前を付けて区別されています。それがワークテキスト6にあるような「5e」といった表し方で「5.5」と表すこともあります。5.1 (= 5a) は温暖期の暖かい時期、5.2 (= 5b) は温暖期の寒い時期、6.1 (= 6a) は寒冷期の中の暖かい時期、6.2 (= 6b) は寒冷期の寒い時期という具合です。

氷河時代と聞くとギュンツ、ミンデル、リス、ウルムと連想する方が多いかもしれません。せっかく覚えたのに、今はもうほとんど使われていません。

氷河時代の研究は、19世紀半ばにスイスを中心とするヨーロッパで始まりました。19世紀の終わりには北アメリカで、古い方からネブラスカ、カンザス、イリノイ、ウィスコンシンの4つの氷期が区分されました。20世紀初頭にはヨーロッパでも上記の氷期が区分されました。その頃までの研究は、主に氷河性堆積物の研究によっていましたが、20世紀後半にはいると、深海底堆積物や氷床のボーリングコアを使って、格段に詳しい情報が得られるようになりました。

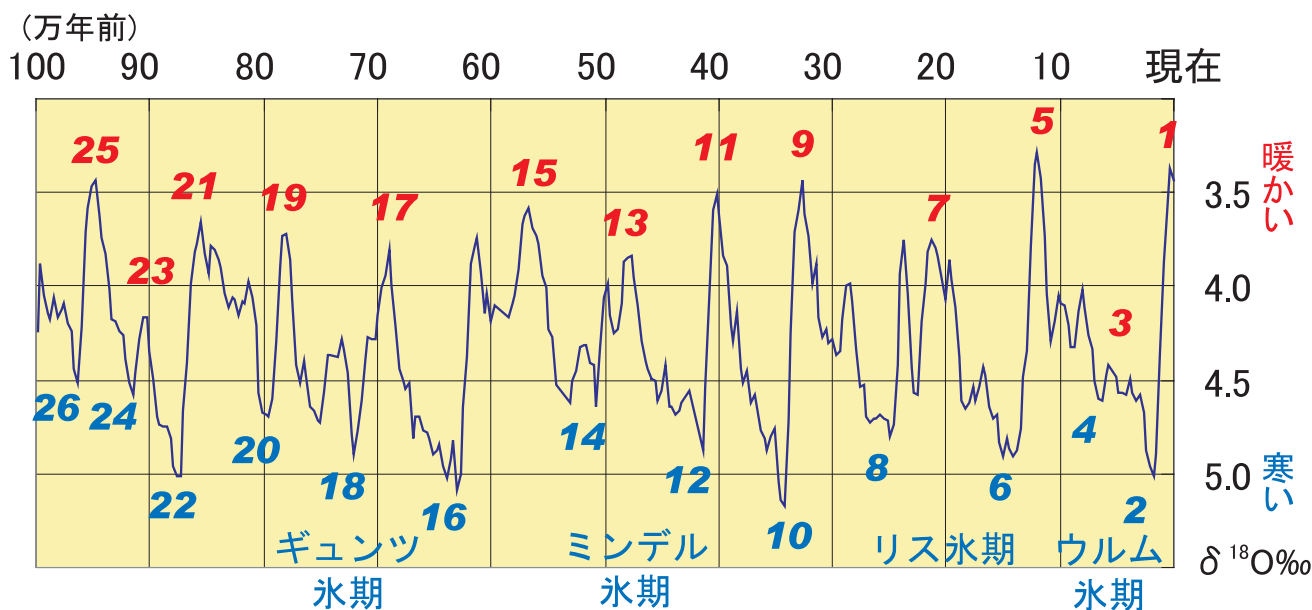
最初に述べたように、海底コアの $\delta^{18}\text{O}$ のデータをみると無数の

山と谷があり、研究者同士でも、どこのことを話題にしているのかわからなくて不便が生じます。そこで間氷期に奇数番号を、氷期に偶数番号を振ることにしました。このように区分された時代を海洋酸素同位体ステージ (MIS: Marine Isotope Stage) と呼んでいます。ステージの境界は氷期から間氷期へ、間氷期から氷期へ $\delta^{18}\text{O}$ の値が大きく変化する中間点としています。さらに小さな頂点にはステージ番号の後に小数点以下の数またはアルファベットの小文字をつけています。MISは現在に近い方から260万年前の鮮新世中期まで100以上の番号が付けられています。

参考文献

町田ほか編著、第四紀学、朝倉書店

下の図には参考に古典的な氷期の名称を入れてみましたが、MISとの対応ははっきりしません。



下末吉海進ってなんのこと？



下末吉海進の古地理図



12.5 万年前の海進

地球の歴史では、何度も海進がおこったことが知られています。神奈川県で確認されている、地球の歴史からみて最も近く、規模が大きかった海進が下末吉海進です。海進は毎回同じ規模で起こるわけではありません。下末吉海進は12.5万年前の海進で、綾瀬市や海老名市、厚木市付近まで海が入り込んでいたと考えられます。

海進の名前は、縄文海進のようにある時代の名前や、調査・研究が行われた地域の名前をとったりして名付けられます。では、下末吉海進はどうでしょうか？

横浜市鶴見区、JR 鶴見駅の北方の鶴

見川沿いに、末吉という地域があります。末吉は鶴見川上流の上末吉と下流の下末吉に分けられています。下末吉海進はこの地名から名付けられたのです。

下末吉海進の時にたまった地層を下末吉層といいます。この地層は、東京大学の大塚弥之助教授が下末吉地域を調査して、1930年に名付けた地層です。下末吉層またはそれに相当する地層が見つかることで、下末吉海進を認識できます。

下末吉層は、日本の地層の中でも有名な地層の一つです。それは、下末吉海進のときの温暖化と海進がとても大規模で、そのときの地層が神奈川県以外でも確認されているからです。

日本の海進には下末吉海進のほか、いつの時代に、どんな名前の海進があるかな？名前の由来も調べてみよう。

参考

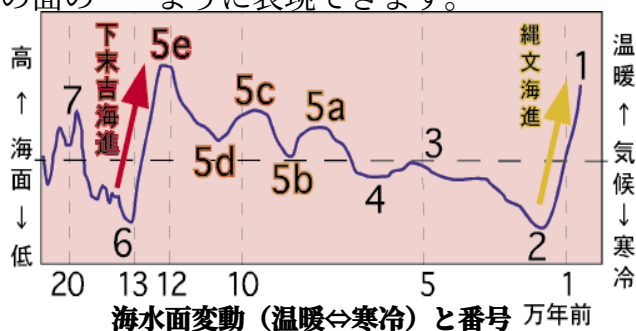
江藤哲人・矢崎清貴・ト部厚志・磯部一洋, 1998. 横須賀地域の地質・地質調査所.
関東第四紀研究会, 1987. 大磯丘陵の層序と構造. 関東の第四紀.
小池一之・町田 洋, 2001. 日本の海成段丘アトラス. 東京大学出版会.
町田 洋, 1973. 南関東における第四紀中・後期の編年と海底地形面の変動. 地学雑誌.
岡 重文, 1991. 関東地方南西部における中・上部更新統の地質. 地質調査月報. 当間唯弘, 1974. 横浜付近の下末吉面の陸化過程. 第四紀研究.
ワークテキスト 5.

下末吉海進によってつくられた段丘面を下末吉面^{だんきゅうめん}といいます。下末吉層が名付けられた鶴見区下末吉には、下末吉面が分布しています。下末吉面（台地）の上には鶴見高校や末吉中学校が建っており、下末吉面の下の面（沖積低地^{ちゅうせき}）には末吉小学校が建っています。そして上下の面の間は、^{しんしょく}侵食されてできた段丘崖で隔てられています。下の面は縄文海進によってつくられた面で、段丘崖と下の面の

境に縄文海進の海岸が位置していました。下末吉地域では、最近おこった2つの代表的な海進の記録を観察できるのです。

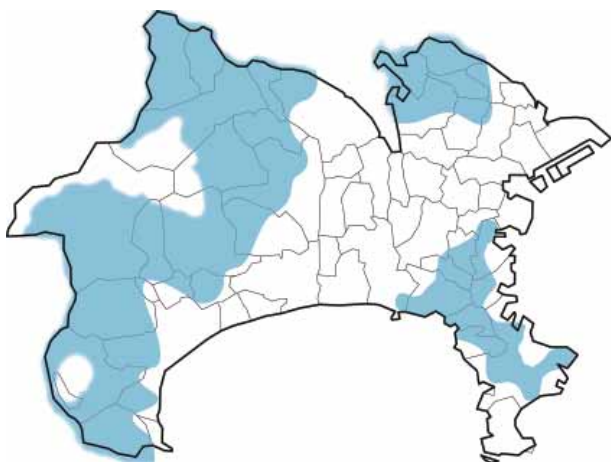
下末吉海進は、一方で

酸素同位体ステージの番号で「5eのイベント」と呼ばれています。この番号は、過去何回も起こった海進・海退の記録を現在から遡って数えた番号です。大きな海進・海退の5番目にあたり、さらにその中の5番目（a→e）のイベントという意味です。このように番号で表すことで、各地・各国でばらばらに呼ばれていた海進・海退を、簡単に同じイベントとわかるように表現できます。



空からみた下末吉面（横浜市鶴見区下末吉）。下末吉海進でつくられた下末吉面（下末吉台地）を南から望む。西側（左側）の下末吉面が、後に形成された東側（右側）の沖積低地（縄文海進の面）と段丘崖で分かれる。

下末吉海進の証拠って今もあるの？



上：神奈川県のカンアオイ類の分布。神奈川県植物誌調査会編(2001)を参考に作成。

左：カントウカンアオイ



上：1989年までの神奈川県のカンアオイ類の分布。ダイアナ・ファン・クラブ(1990)に加筆。

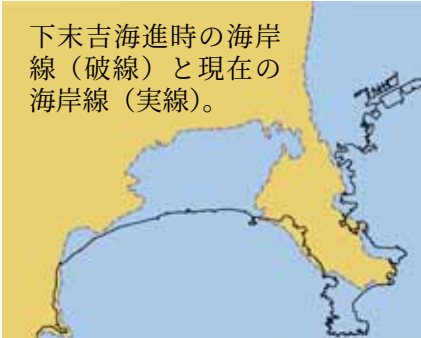
左：クロヒカゲ

海進の影響

過去の地球規模のできごとの多くは、地層や地形にその記録が残されています。下末吉海進も同様ですが、この海進がわかったことで、今生きている生物の分布についてある考え方が生まれました。それは、下末吉海進のときに海が内陸まで入り込んだことによって、生物の分布に偏りが生まれた、というものです。植物のカンアオイとチョウ類のクロヒカゲの分布をみると、ちょうど下末吉海進で海になった地域に分布がないことがわかります。そのため、下末吉海進で分布を制限された生物という人もいます。ただし、これはあくまでも一つ

の考え方で、本当かどうかは謎です。

実際のところ、クロヒカゲのように飛んで移動できる生物は、下末吉海進から12万年以上もたつ現在では、その影響が残っていないのではないかとはいえます。一方カンアオイは、拡散速度が遅く、1万年間で1kmの移動といわれています。拡散速度が遅ければ、下末吉海進の影響が現在でも残っていて、おかしくはありません。皆さんはどう思われますか？



カンアオイ類：神奈川県に分布するカンアオイ類には、タマノカンアオイ、ランヨウアオイ、カントウカンアオイ、オトメアオイ、ズソウカンアオイがある。

身近な場所で温暖化が関係している自然の変化を探してみよう。

近所で見慣れない生物を見つけたときは、博物館に連絡してみよう。

ホントに温暖化の証拠なの？

～温暖化で広がったといわれる
チョウ：ナガサキアゲハ～

近年、南方系の昆虫が関東地方で採集され「地球温暖化の影響では？」という記事をよく目にします。しかし、本当に温暖化の影響でしょうか？ いくつかの例では興味深い情報が示されています。

ナガサキアゲハは、本州西端から九州北以南に分布していました。それが近年、関東地方にも発生していることが確認されるようになりました。関東地方の最初の発見は1999年には、横浜市と三浦半島でした。しかし、ここでのナガサキアゲハの発生には、疑問がありました。

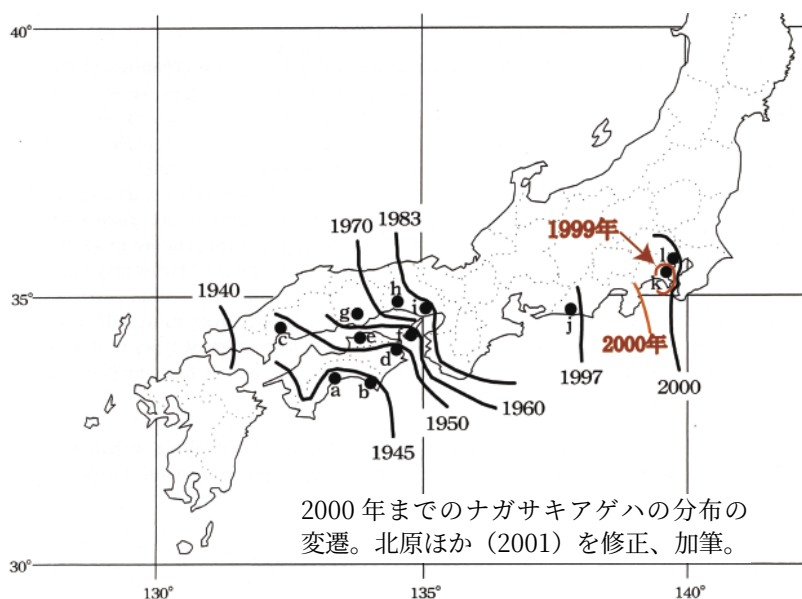
ナガサキアゲハが東方（北方）へ分布を広げ始めたのは1940年代です。その後、約40年かけて大阪まで分布を広げました。紀伊半島南端へは1980年代に入ってから進出したというのに、たった15年ほどで伊豆半島を飛び越



ナガサキアゲハ♂ 2003年5月小田原市

え、神奈川県で発生したということです。伊豆半島での発生が確認されたのは、その後の2000年のことでした。実は横浜や三浦半島への分布は、どうやら人の生活が原因のようです。ここ数年、年間の平均気温が上がっていることが問題にされていますが、人が放したチョウによって地球の温暖化が急に進んだと誤解を与えることになってしまった可能性があるようです。また、一部のチョウ愛好家たちは、自分の周りに自分の好きなチョウが飛んでいてほしいと思って、チョウを放すことがあるそうです。このような身勝手な行為は、残念ですがすでに他のチョウや動物でもおこっています。

現在の急激な地球温暖化の傾向は、人が引き起こしていることですが、それだけでなく生物を人の都合だけで移動するなど、人は様々な場面で身勝手な自然破壊をしているのです。



参考

ダイアナ・ファン・クラブ, 1990. 神奈川県のクロヒカゲ調査報告(その2). 神奈川虫報.
神奈川県植物誌調査会編, 2001. 神奈川植物誌. 神奈川県立生命の星・地球博物館.
北原正彦・入木正躬・清水剛, 2001. 日本におけるナガサキアゲハ (*Papilio memnon* Linnaeus) の分布の拡大と気候温暖化の関係. 蝶と蛾.

日本にいる動物はどこから来たの？



写真の中で日本列島だけに生活する動物はどれ？

動物の移動

日本列島は、周囲を海に囲まれた島国です。そして、その中で多くの動物が生活しています。でも、周囲を海に囲まれた日本列島へ、動物たちはどのようにしてやってきたのでしょうか？

日本列島には、固有種が数多くいます。固有種とは、ある地域にしかすんでいない生物種をいいます。（生物の「種」とはなんだろう？調べてみよう。）

日本列島の動物には、固有種が多いという特徴があるとともに、ユーラシア大陸に、同じ種または近縁の種がいることがわかっています。つまり日本列島の動物は、ユーラシア大陸から日本列島にわ

たってきたもので、一部の動物は日本列島で独自に進化したのです。

これらの動物たちは、泳いで日本列島に來たわけではなく、陸伝いに日本列島に渡ってきたのです。

日本列島とユーラシア大陸の間は、地球の歴史の中で最近まで、何度かつながったことがありました。それは日本列島が動いたわけではなく、気候の変動で海面が低下して、ユーラシア大陸との間の浅い海峡が陸地となったのです。このような状況を陸橋といい、日本列島とユーラシア大陸との間では、何箇所かでできていたことがわかっています。そして多くの動物たちが、この陸橋を渡って日本列島にやってきたのです。

表の写真

カワネズミ、ヒミズ、ニホンザル、ニホンノウサギ、ニホンリス、エゾシマリス、ニホンモモンガ、ムササビ、ヤマネ、アカネズミ、ヒグマ、ツキノワグマ、タヌキ、アカギツネ、テン、ニホンイタチ、アナグマ、イノシシ、ニホンジカ、ニホンカモシカ

北海道／本州・四国・九州／琉球列島で生物の違いを比べてみよう。

日本列島とユーラシア大陸のどちらにもいる動物をどれだけ知っているかな？

現在、日本列島とユーラシア大陸の間には海があって隔てられています。日本列島とユーラシア大陸の間には、接近しているところがあります。北から宗谷海峡、対馬海峡、与那国島と台湾の間です。水深は宗谷海峡は約 55 m、対馬海峡は約 130 m と浅く、与那国島と台湾の間では 500m 以上あります。四方を海に囲まれた日本列島ですが、かつてこれらの海峡部で大陸との間に陸橋ができたことがわかっています。例えば今から約 2 万年前には、現在よりも海面が 120 m 低かったといわれています。120 m も海面が低いと、宗谷海峡は陸地になってしまい、対馬海峡は川のような感じです。このように海面が大きく低下した時期、動物が陸橋を渡ってきたと考えられています。



このような現象は、化石で発見される動物を調べることからわかります。マンモスの化石が日本で発見されていることを知っていますか？マンモスの化石のほぼ全部が北海道で発見されています。つまり宗谷海峡が陸橋となったときに、北海道まではマンモスが渡ってきたのです。なぜ北海道までだったかということ、北海道と本州の間の水深 130m 以上の津軽海峡がマンモスの移動をさえぎった、と考えられています。それに対し、ナウマンゾウは本州と北海道のどちらからも発見されています。ナウマンゾウは津軽海峡が陸橋となった時に北海道にわたり、生活していたのでしょう。さらにナウマンゾウの祖先は、対馬海峡や東シナ海が陸橋のようになっていたときに、日本に渡ってきたのでしょう。

参考

池谷仙之・北里 洋, 2004. 地球生物学. 東京大学出版会.
河村善也, 1990. 日本列島の哺乳動物相との関係. モンゴロイド.
日本哺乳類学会 編, 1997. レッドデータ 日本の哺乳類. 文一総合出版.
Takahashi, K., Y. Soeda, M. Izoho, K. Aoki, G. Yamada and M. Akamatsu, 2004. A New Specimen of *Paleoloxodon naumanni* from Hokkaido and its Significance. The Quaternary Research.

海進で絶滅した生物はいるの？



写真の中の生物が生活する場所を調べて、なぜそこで生活するようになったのか考えてみよう。

海進と絶滅

現在日本にも、絶滅しそうな生物が数多くいます。それらの多くは人が乱獲したり、生物の生活環境を壊したり、他の地域から持ってきた動物が原因で起きていることです。たとえば、トキは人による乱獲とトキの生活環境を壊した結果、絶滅してしまいました。また各地の沼や湖の生物を絶滅の危機に迫っているオオクチバスやコクチバスは、人が北アメリカから持ってきた魚で、釣りを楽しむためだけに各地に放されました。このように現在起きている絶滅の原因の多くは、人の生活にあります。では人の活動ではなく、過去何回も起こった海

進で絶滅した生物はいたのでしょうか？

現在までのところ、海進が直接の原因で絶滅したと考えられている生物は見当たらないようです。しかし海進という現象は、地形の変動などの特別な場合を除き、温暖化の結果おこる1つの現象であり、海進だけが単独で起こることはありません。温暖化では海進がおこるだけでなく、様々な環境が変化します。環境の変化によって、そこにいる生物が生活しにくくなることもあり、その結果、生物の絶滅につながることもあるでしょう。

すなわち、海進を起こした温暖化によって環境変化が起こり、日本で絶滅した生物もたくさんいたと考えられます。

表の写真

アサヒナキマダラ
セセリ、ベニボン
カミキリ、クビボ
ソハナカミキリ、
チョウノスケソ
ウ、ホソバヒョウ
モン、ウルップソ
ウ、ライチョウ、
ミヤマシオガマ、
クモマベニヒカゲ

人の活動が原因
ではなく絶滅した
動物を調べてみよ
う。

博物館の展示室
で、ヒグマとツキ
ノワグマの分布を
調べてみよう。

日本の高山に生活
する生物の、ユー
ラシア大陸での
分布を調べてみよ
う。

参考
池谷仙之・北里 洋, 2004. 地
球生物学. 東京大学出版
会.
宮脇 昭編 1977. 日本の植生.
凸版印刷株式会社.

地球の長い期間での気候の変化
は人が生活している年数の間では
なかなかわかりませんが、地球の
歴史を調べてみると、現在と過去
の気候とには大きな違いがあるこ
とが調べられています。そして気
候の変化に伴い、そこで暮らす生
物も移り変わってきました。

生物には、生活に適した環境と
そうではない環境があります。た
とえば、熱帯の昆虫は寒いツンド
ラの気候では生活できず、死に絶
えてしまいます。しかしゆっくり
とした変化であれば、体のつくり
を変えたり、移動することができ
ます。

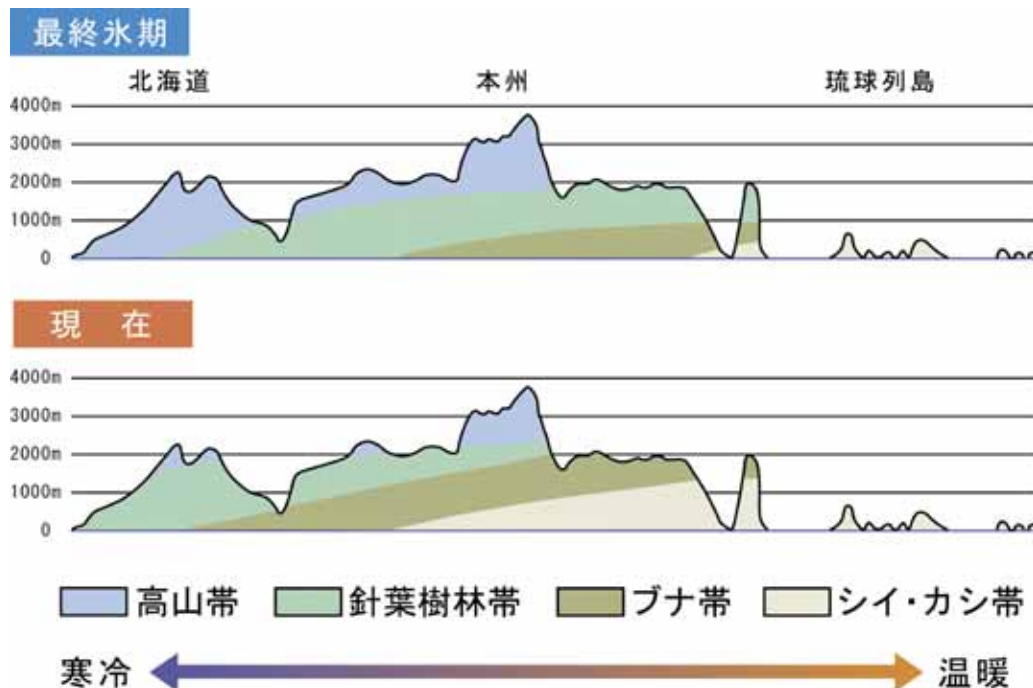
気候の変化による生物の移り変
わりは、化石の記録からわかりま
す。たとえば、現在本州にはツキ
ノワグマだけが、北海道にはヒグ
マだけが生活しています。ヒグマ
は津軽海峡を渡ることができない
ので、北海道だけに生活するの
でしょうか。実は、化石を調べたと

ころ、ヒグマもかつて本州で生活
していたことがわかりました。寒
冷な気候を好むヒグマは、氷期に
本州に渡ってきましたが、その後
温暖になった本州では生活できず
に絶滅してしまったようです。

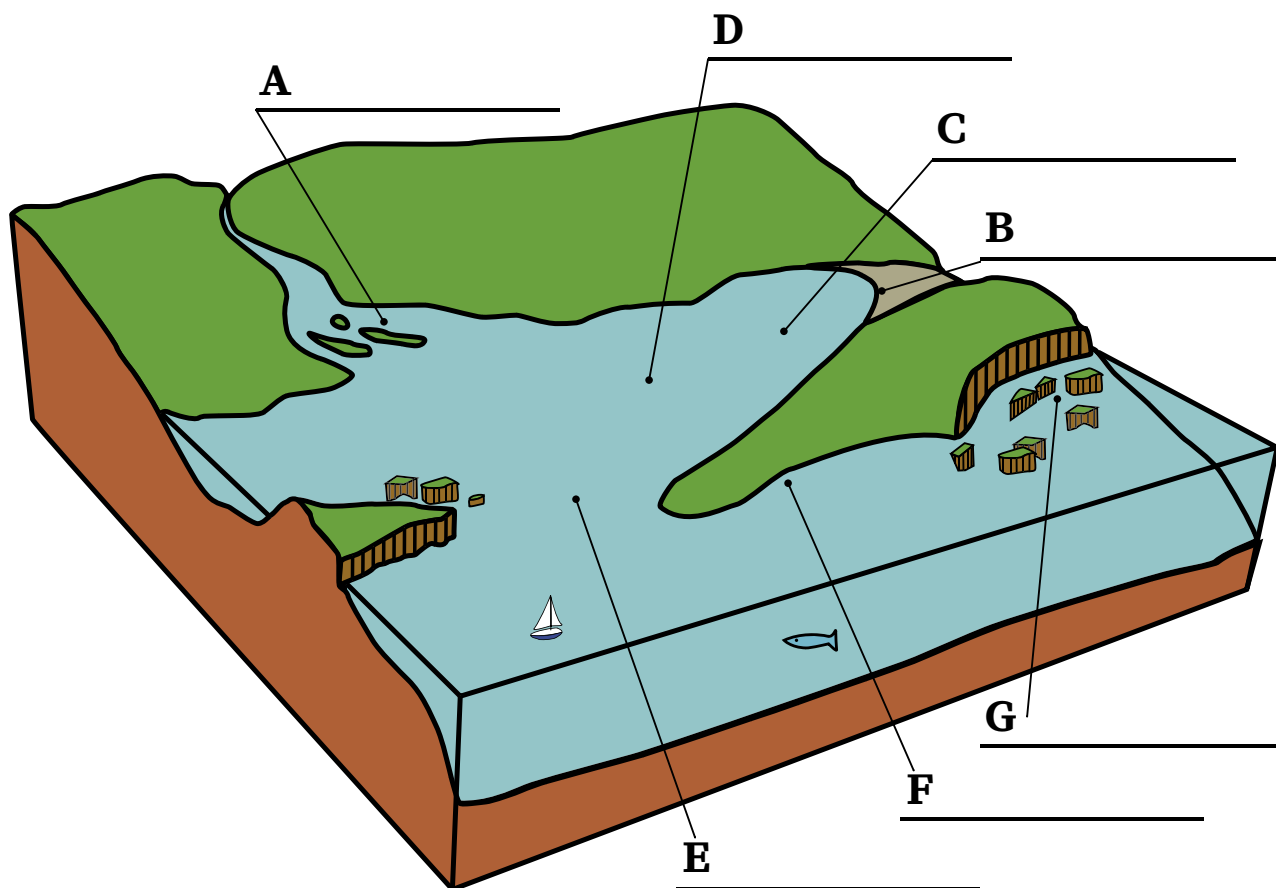
現在本州の高山帯だけに生活し
ている生物は、氷期の生き残りとい
われているものがあります。これ
らの生物は、高い場所を好んで
いるわけではなく、ヒグマと同じ
ように寒いところを好んで生活す
るので、現在では高山にしかすめ
なくなってしまったと考えられま
す。これらの生物は、氷期には標
高の低いところまで寒冷だったた
め各地に分散できました。しかし
間氷期に入り温暖化が進むと、寒
冷な高地だけにしか生活できな
くってしまったのです。そのため
現在は、各地の高山にだけ取り残
される形に分布しているのです。
ユーラシア大陸をみると、日本の
高山に生活している生物が、寒冷

ですが、特に標
高が高くはない
地域で生活して
います。

最終氷期と現在（間
氷期）の気候（植
生）の違い。氷期に
は比較的低地まで寒
冷だったが、間氷期
である現在では高山
が寒冷なだけ。この
ような気候の変化に
あわせて、生物は生
活しやすい地域を移
動している。



内湾と沿岸の環境と貝



内湾と沿岸における貝類群集ごとの環境。 次のページなどを参考にA～Gにいる貝の名前を入れてみよう

浅い海のどんなところにどんな
貝たちが生活しているかな？

よくみると身近な海にもいろいろな環境のちがいがあります。そして、その環境のちがいに応じてさまざまな種類の貝たちが生活しています。

上の図では、内海（内湾）を中心に代表的な7つの環境の場所を示しています。Aは、川が海に注ぐ河口近く of 場所です。海水と淡水が混じる環境です。Bは、内湾の奥などに広がる泥底の干潟です。Cは、内湾の奥から中央の砂底の場所、Dは、内湾でも中央付近で、水深が大きい泥底の場所です。

す。Eは、内湾と外洋にかけての湾口部です。潮の流れが速く砂礫^{されきてい}底となる場所です。Fは、外洋に面した沿岸で砂底が広がる浜です。Gは、外洋に面し岩場の多い岩磯の場所です。この7つの環境にはそれぞれに特徴的な貝がすんでいます。

貝が生活する場所を決めるいくつかの環境の重要な要素があります。それは、ア) 海底の底質（砂や泥といった底にたまっているもののちがい）、イ) 海の深さ（水深のちがい）、ウ) 海水温、エ) 塩の濃度（塩辛さ）などです。

解題例 A: ヤマト参ミ、B: 宇ガキ・イホクニニチ、C: ハナクリ・アサリ、D: ウラガガミ・イヨスル、E: イワガキ、F: ベンケイガイ・チヨウセンハナクリ・タノベキサエ、G: フウヒ・ササエ

縄文時代のおぼれ谷

おぼれ谷とは、陸地の谷が海面下に沈んでつくられた湾のことです。2万年前は海面の高さが現在より低かったため、現在よりも陸上の谷が深く削られていました。その深い谷を埋めるように縄文海進時におぼれ谷がつくられていったのです。

参考文献

松島義章, 1984. 日本列島における後氷期の浅海性貝類群集—特に環境変遷に伴うその時間・空間的変遷—, 神奈川博研報 (自然科学).

内湾と沿岸の貝類群集の区分

およそ 6000 年前に縄文海進のピークをむかえ、神奈川県でも谷に沿って海が内陸まで入り込んでいました。各地におぼれ谷がつくられました。おぼれ谷では、外海の波の影響を受けず、まわりの陸から堆積物がもたらされます。湾の奥に泥底の干潟がみられたり、湾の中央で泥底の環境がみられるのはこのためです。

このような縄文海進によって各地につくられた内湾や沿岸では、干潟、砂底の内湾、泥底の内湾、沿岸の砂浜などの環境がみられました。それぞれ環境ごとに特徴的な貝たちが生活しています。

縄文時代のおぼれ谷の地層からは、二枚の殻がそろった状態で貝化石が見つかることがあります。

この貝化石は生息していた場所で化石になったことを示しています。見つかった貝化石がハマグリやアサリだとしたらどのようなことがいえるでしょう？ ハマグリやアサリは内湾の中の干潟かそれより少し深い砂底、すなわち内湾砂底の環境に生活しています。つまりは、ハマグリやアサリが見つかった地層は、内湾砂底であったということが出来ます。

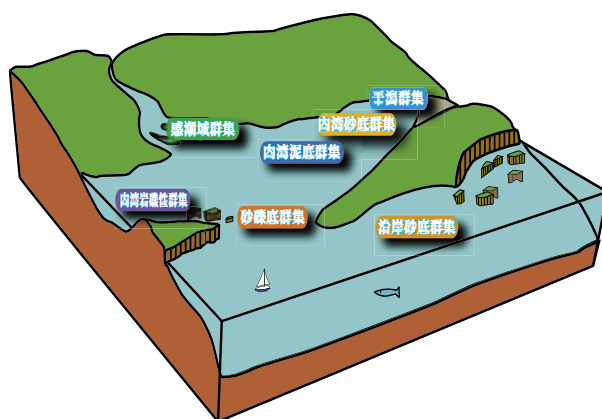
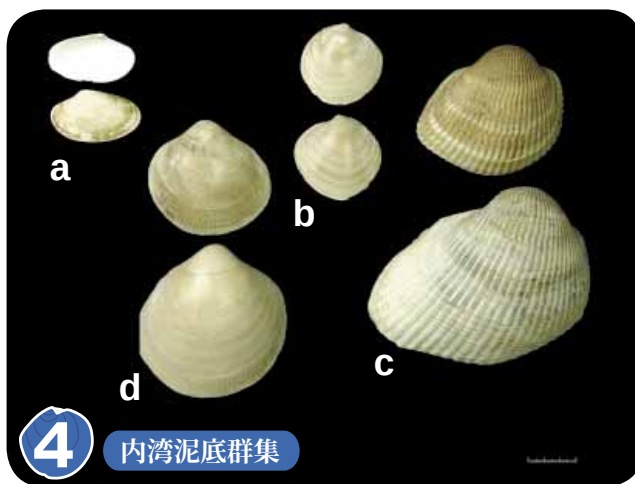
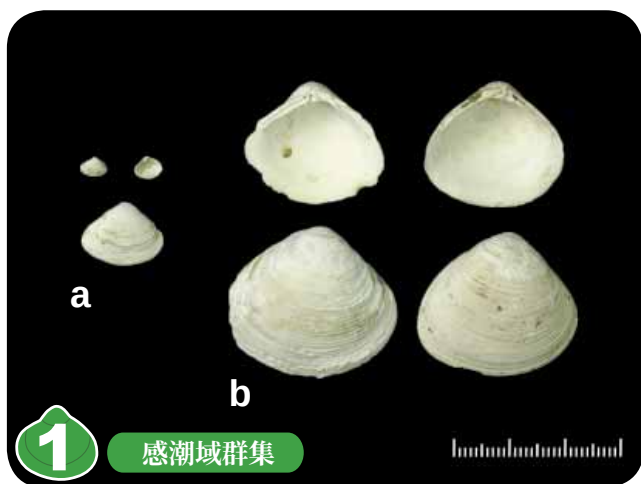
このように生息地で埋もれた貝化石を多く見つけることで、縄文時代の内湾の様子をくわしく復元することができます。内湾や沿岸の環境に応じて貝類群集が分布しているからなのです。

下の表は、貝の生活場所の環境のちがいにより 11 の貝類群集に区分したものです。

内湾および沿岸での生息環境と貝類群集の区分 (松島, 1984 に加筆)

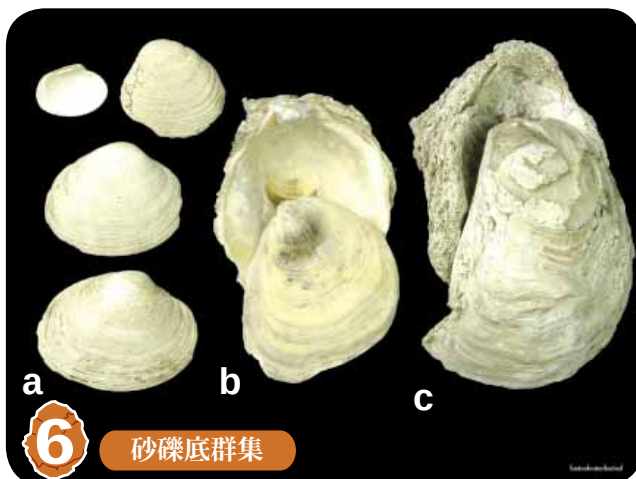
水域	沿岸水			内湾水					
地理的位置	湾の外側			湾口部	波食台	湾中央部		湾奥部	河口
底質	岩礁	砂泥質	砂質	砂礫質	岩礁	砂質	シルト~泥質	砂泥質	砂泥質
潮間帯									
上部浅海带	10) 外海岩礁性群集 サザエ アワビ クボガイ バテイラ カコボラ  サザエ  アワビ 9) 沿岸砂底群集 ベンケイガイ チョウセンハマグリ ダンベイキサゴ コタマガイ ワスレガイ  チョウセンハマグリ  ダンベイキサゴ 11) 沿岸砂泥底群集 イタヤガイ マツヤマウスレ ヤツシロガイ ナガニシ テングニシ  イタヤガイ  ナガニシ 5) 内湾岩礁性群集 オオヘビガイ キクザルガイ マガキ 穿孔貝類  オオヘビガイ  キクザルガイ 3) 内湾砂底群集 ハマグリ カガミガイ シオフキ イボキサゴ アサリ サルボウ  ハマグリ  カガミガイ  アサリ 4) 内湾泥底群集 ウラカガミ イヨスダレ アカガイ トリガイ シズクガイ  ウラカガミ  イヨスダレ 2) 干潟群集 マガキ ウネナシ トマガイ ハイガイ オキシジミ イボウミニナ  マガキ  ハイガイ 7) 藻場群集 チグサガイ シマハマツボ マキミノ スズメモツボ  シマハマツボ  マキミノ 1) 感潮域群集 ヤマトシジミ カワザンショウ ヌマコダキガイ  ヤマトシジミ 8) 内湾停滞域群集 シズクガイ チヨノハナガイ ケシトリガイ ヒメカノコアサリ マメウラシマ  シズクガイ  チヨノハナガイ								

内湾と沿岸にすむ貝



内湾や沿岸にすむ貝を
整理してみよう

内湾と沿岸における代表的な貝類群集を示しました（裏頁も参照）。展示の実物標本を見て、それぞれの貝の名前を照らし合わせてみて下さい。なお、貝類群集の写真中にあるスケールは3cmです。



6

砂礫底群集



9

沿岸砂底群集

感潮域群集の貝たち

①感潮域群集：

- a. スマコダキガイ
- b. ヤマトシジミ

②干潟群集：

- a. イボウミニナ
- b. ウネナシトマヤガイ
- c. ハイガイ
- d. オキシジミ
- e. マガキ

③内湾砂底群集：

- a. アサリ
- b. イボキサゴ
- c. シオフキ
- d. ハマグリ
- e. サルボウ
- f. カガミガイ

④内湾泥底群集：

- a. イヨスダレ
- b. ウラカガミ
- c. アカガイ
- d. トリガイ

⑤内湾岩礫性群集：

- a. オオヘビガイ
- b. キクザルガイ

⑥砂礫底群集：

- a. ウチムラサキ
- b. イタボガキ
- c. イワガキ

⑨沿岸砂底群集：

- a. ダンベイキサゴ
- b. サトウガイ
- c. ワスレガイ
- d. ベンケイガイ
- e. コタマガイ
- f. チョウセンハマグリ

感潮域群集は河口などで海水と淡水が混ざる汽水域にすむ貝たちです。この群集が栄えたのは、海面が上昇して内湾ができはじめた海進初期から、湾が最も拡大した縄文海進最盛期まででした。その後は衰退して現在に至っています。

干潟群集の貝たち

内湾奥部の塩のもっとも甘い泥質底に分布する貝類群集です。この群集は海面の上昇で内湾ができると最初に出現し、湾奥に広がる干潟にすみつき、縄文海進最盛期には最も発展しました。その後海面が下がるのにつれて、泥干潟が狭まるとともに、この群集も勢いが弱まり現在に至っています。

内湾砂底群集の貝たち

内湾の湾奥から湾中央部に広がる砂底にすむ貝たちが内湾砂底群集です。砂浜のみられる内湾を代表する貝たちで、潮干狩りでなじみのある貝です。縄文海進最盛期以降、三角州や砂浜の拡大によって生息域を広げました。

内湾泥底群集の貝たち

内湾でも水深数m～10m以上の

深さで泥底となる場所にすむ貝たちです。この群集は、縄文海進前期から最盛期にかけて、内湾の湾中央部から湾奥部泥底に広く分布しました。しかし、その後の海面低下による内湾の縮小と砂の堆積により、泥底の残る湾中央部だけに分布しています。

内湾岩礫性群集の貝たち

内湾の波食台が広がる岩礫など礫にすむ貝類群集です。岩に固着したり、あるいは岩に穴をあけて生活する貝たちを含む群集です。

砂礫底群集の貝たち

湾口部など潮の流れの速い砂礫底に生息する貝類群集を砂礫底群集と呼びます。砂礫底群集の貝たちの化石は、潮通しのよい湾口部などの砂礫層から産出します。この群集の生息する環境は分布する範囲が狭く限られています。

沿岸砂底群集の貝たち

湘南海岸など外洋に面した沿岸の砂底にすむ貝たちです。この群集は、約6000年前の縄文海進最盛期より古い時代にはほとんどみられません。この貝類群集の生息できる沿岸の環境が少なく、進出してくるのが遅れたのでしょう。

海面と貝類群集の垂直変化

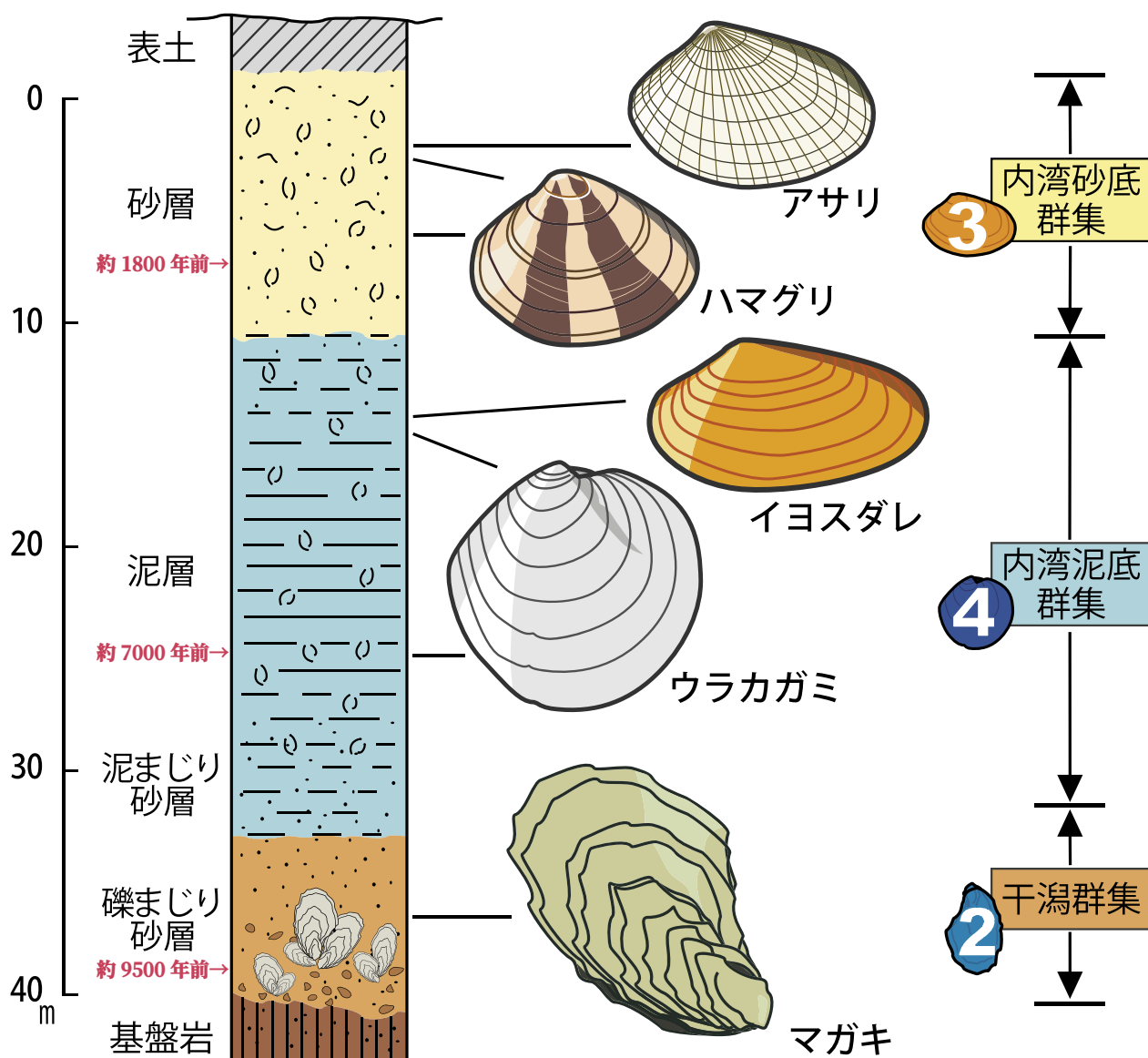
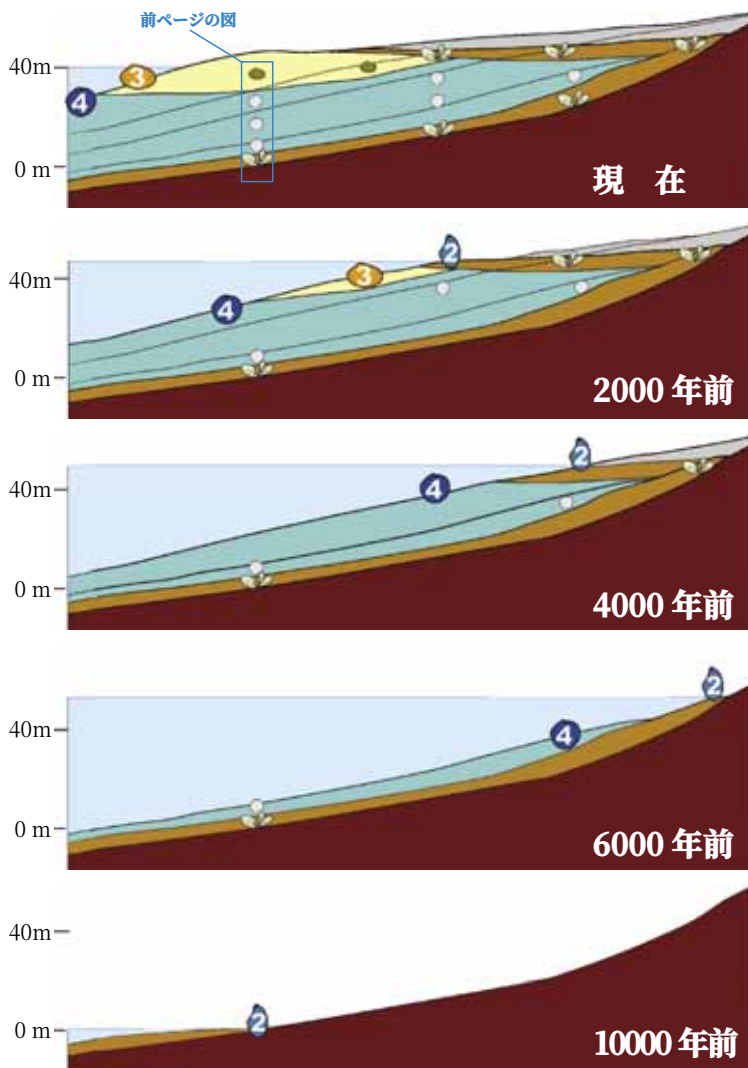


図. おぼれ谷の内湾における模式的な貝類群集の垂直変化

垂直変化はどのような順序でできたのだろう

約1万年前以降の海面の位置を示す証拠が、低地をつくる地層（沖積層）に残されています。縄文海進時に各地に分布したおぼれ谷の地層には、マガキやハイガイ、イボウミニナなど湾奥の干潟にすむ貝、ウラカガ

ミやイヨスダレなどの内湾の水深の大きい泥底にすむ貝、ハマグリやアサリ、カガミガイなど砂浜にすむ貝が多く含まれています。過去にそこにすんでいたそれぞれの貝は生きていた時の海面を示しています。さらに貝殻の年代測定を行うことで、地層の積み重なり方の移りかわりの時間経過を知ることができるようになります。地層と貝類群集の移りかわりの順序を考えてみましょう。



図．おぼれ谷型内湾の貝類群集の模式的な移りかわり
 貝マークの②は干潟群集、③は内湾砂底群集、④は内湾泥底群集。貝類群集についてはワークテキスト 10・11 を参照。(松島、1984 から作成)

参考文献

松島義章、1984、日本列島における後氷期の浅海性貝類群集—特に環境変遷に伴うその時間・空間的変遷—、神奈川博研報 (自然科学)。

約 1 万年前以降現在までの海面と貝類群集の移りかわり

海面が -120m であった 2 万年前以降、海面は上昇をはじめました。1 万前ころの海面は、現在より

りも低い -40m 前後に位置します。海面の上昇とともにやってくるのはマガキなどの干潟群集です。

その後、急激な海面上昇があり、約 6500 年前にはついに現在の海面を越えました。そして、海進最盛期の約 6000 ～ 5500 年前では標高 4m 前後の高い位置に達しました。このとき湾奥には干潟群集が見られ、沖合にはウラカガミなどの内湾泥底群集が見られます。

そして約 5000 年前になると、一転して海面の低下が始まるのです。このことによって、それまでずっと内陸に向かって前進してきた貝類群集は沖合側に移動していきます (たとえば、左図の干潟群集の移動を参照)。

そして約 4500 年前には 1.5m まで下がってしまいました。その後、約 3000 年前にかけては若干の上昇をするのですが、約 2000 年前には現在と同じか若干低い位置まで下がったようです。それ以降はわずかな上がり下がりをくりかえして現在の海面の位置になったのです。海面の位置の時間経過的な変化とともに地層をつくる堆積物と堆積場所、それにともなう貝類群集が移動していきました。

写真(左)
 約 4600 年前の干潟群集カキ礁
 (鶴見川河床)

写真(右)
 ウラカガミを主とした約 5800 年前の内湾泥底群集 (川崎駅前地下)



急激に上昇した、縄文の海

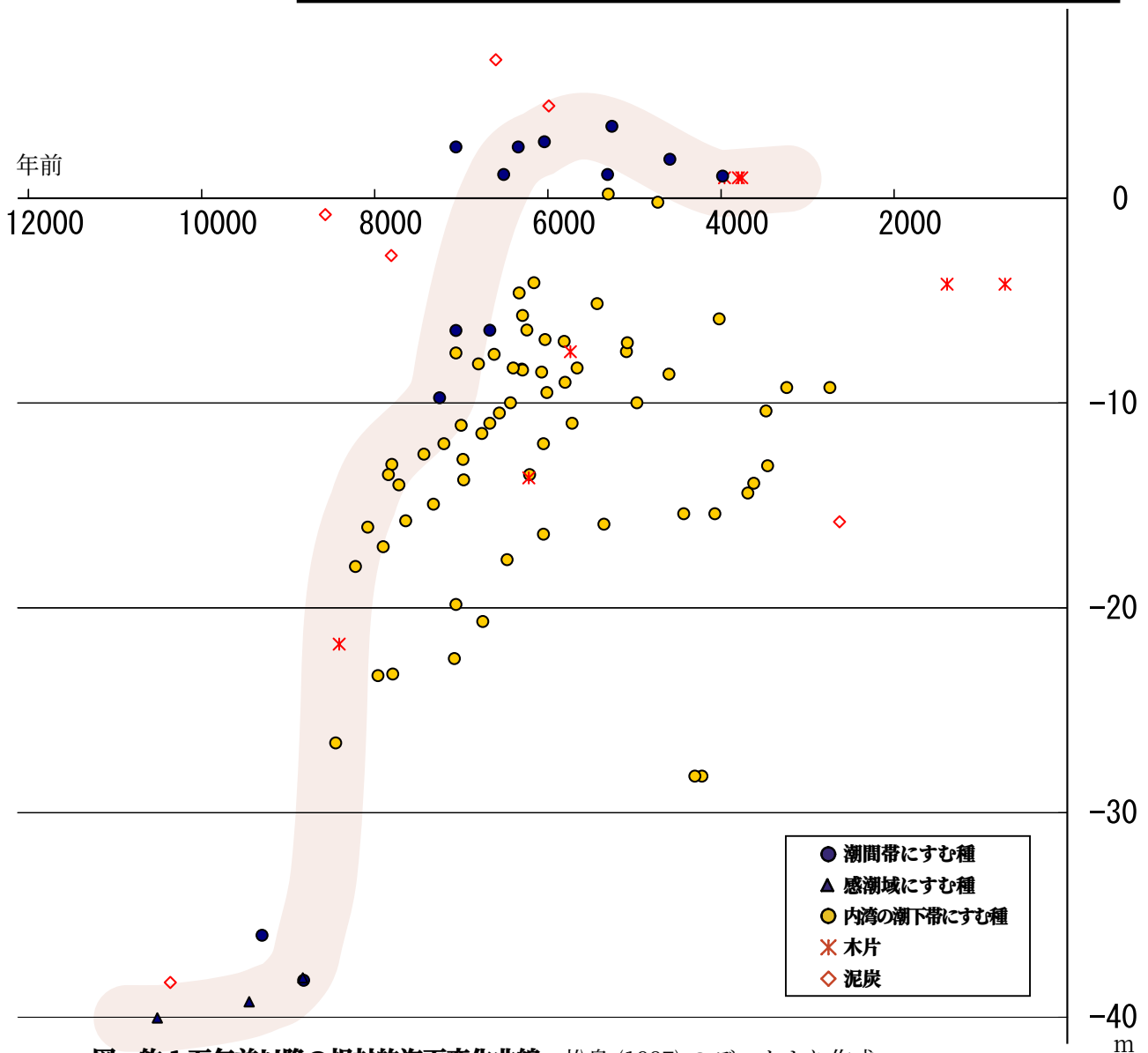


図. 約1万年前以降の相対的海面変化曲線。松島(1987)のデータより作成

貝類群集の地層の深さと年代
 から海面変化を考えよう

一万年前からの海面変化

上の図の曲線は約1万年前以降にみられた相対的な海面の動きを示しています。沖積層から見つかる潮間帯性の貝類群集の深さと年代を調べ曲線をつなげていくことで

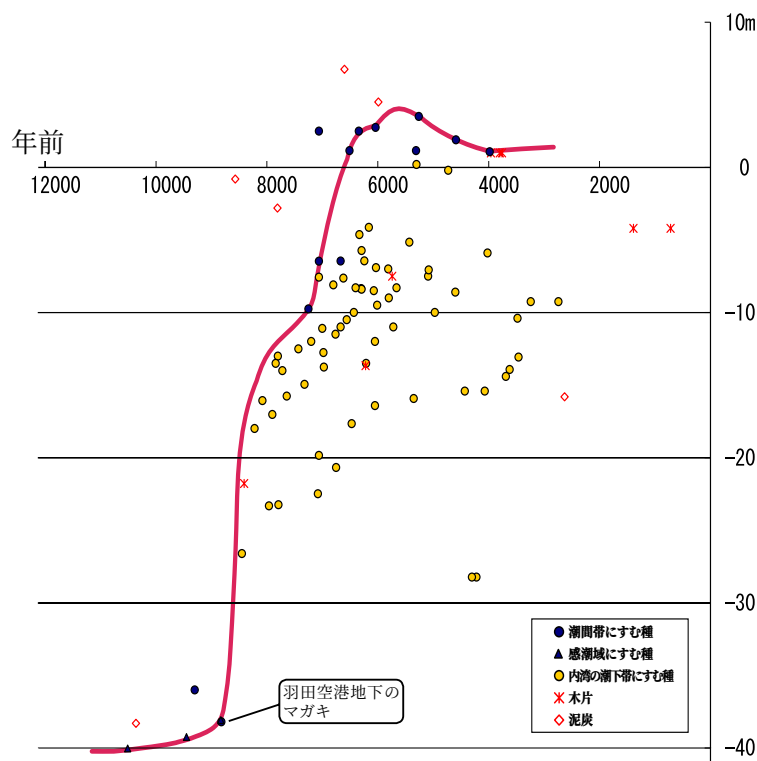
海面が上昇したようすをとらえることができます。縦軸は海面(地層)の高さ、横軸は年代です。図中の点(潮間帯にすむ種、感潮域にすむ種)を潮下帯にすむ種の点の上側に引くように線でむすんでみて下さい。このようにしてつくられる曲線を相対的海面変化曲線とよんでいます。約1万年前以降、海面が急激に上昇してきた様子がよくわかります。

¹⁴C年代測定について

本ワークシートを含め、今回の企画展であつかった¹⁴C年代測定値は1950年を基準に求められた測定値を使っています。しかし最近の¹⁴C年代測定法では、加速器質量分析（AMS）による年代測定が行われ、較正年代あるいは暦年補正年代が示されています。それによると、たとえば鬼界アカホヤ火山灰は約7300年前となり、これまで使われてきた約6300年前という値より1000年ほど古い年代値となります。本企画展で示した貝殻等の¹⁴C年代の多くは、古い年代決定法による測定値（最初に発表された値）を用いています。

参考文献

松島義章編、1987. 川崎市内沖積層の総合研究。川崎市博物館資料収集委員会。
松島義章、1987. 多摩川・鶴見川低地における完新世の相対的海面変化。川崎市内沖積層の総合研究



約1万年前以降の海面変化曲線 松島(1987)のデータより作成。横軸は年代(年)縦軸は高度(m)

沖積層中にみつかる貝化石について、貝殻を用いた放射性炭素同位体法（¹⁴C年代測定）によって年代を決めることができます。このとき、二枚の殻がそろっている貝化石（流されていない現地性の化石）であれば、貝の生態的特徴や分布の情報を地層にあてはめることができます。

上図は、前ページのワークである相対的海面変化曲線を表した答えの一例です。

図の青い点は、^{かんちょういき}感潮域にすむ貝（ヤマトシジミ）、^{ちゅうかんたい}潮間帯にすむ貝（マガキ、ハイガイなど）が見つかった高度と年代をプロットしたものです。たとえば、図の中の8800年前、高度-38mの場所の点は、羽田空港の地下から得られたマガキによる情報です。マガキなど潮間帯にすむ貝は海岸線付

近にすんでいます。ですから、羽田空港で-38mの高さの場所は、8800年前の海岸線と考えてよいでしょう。また、感潮域にすむ貝もここでは海面に近くの高さと考えて、潮間帯、感潮域の種の点（青丸と青三角）を結ぶことで海面の変化を示す曲線としました。

また、曲線をむすぶとき、黄色の丸点の上側を線が通るように注意しました。黄色い点は、潮下帯にすむ貝の高さを示すのですから海面はそれの上にあるはずだからです。

この海面変化曲線からは、海面が急激に上昇してきたようすがわかります。約9000年前から約7500年前にかけては、30m海面が上昇しています。これは、100年で約2m上昇した計算となります。急激な温暖化と海面上昇が縄文時代にはあったのです。

20 mもの高さまで縄文海進？

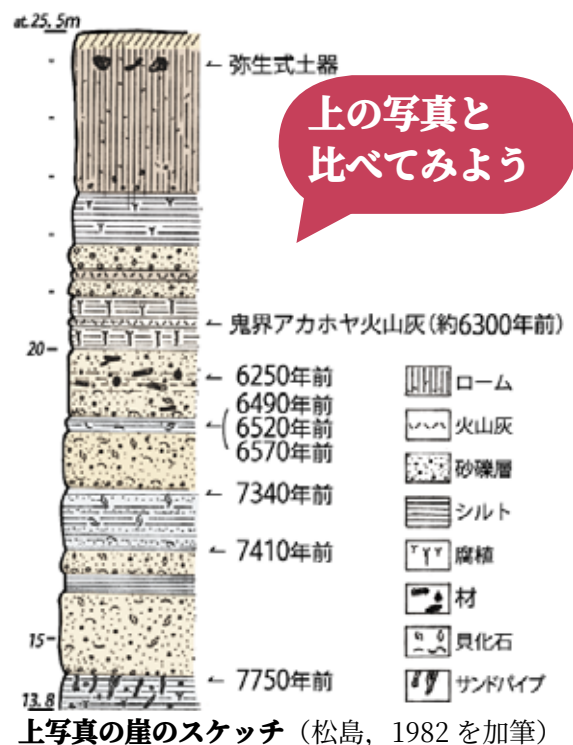


早く消えた^{こなかむらわん}古中村湾

上の写真は、大磯丘陵南西部の小田原市
 小船に見られた沖積層と火山灰のローム層
 からなる崖（露頭）です。この地域では、
 海拔 20 m前後まで縄文海進時に堆積した
 海成層が分布しています。これは縄文海進
 最盛期に 20 mもの高さまで海面が上昇し
 ていたということなのでしょう。



この地域では温暖種の
 シオヤガイがはやばやと
 消滅していった理由とあ
 わせて考えてみましょう。





写真：小田原市
小船の約7000～
6500年前の地層
(上)

下部のシオヤガイ
などが生活する海の
環境から上部に向か
って徐々に潟の環境
へと移りかわる。

参考文献

松島義章, 1982. 相模湾北岸,
足柄平野における沖積層の
14C年代とそれに関連する問
題. 第四紀研究 20.
松島義章, 2003. 小田原市羽根
尾から産出した完新統下原貝
層の貝化石について. 神奈川
自然誌資料 24.

写真 (下)
シオヤガイ



神奈川県の大磯丘陵は地震による隆起をくり返してきた地帯です。とくに丘陵の西側の縁にある国府津 - 松田断層はこの地域の隆起量を大きくしています。前ページの崖の写真で、縄文海進時の海成層が標高 20m 付近もの高さまで分布している理由は、この地震性の隆起の結果によるものです。縄文海進最盛期の海面上昇は神奈川県域で 4m 程度ですから、20 m もの台地の上まで海面が上昇したということではないのです。

古中村湾は、小田原市と二宮町の境を流れる中村川(押切川)の低地にできた内湾です。

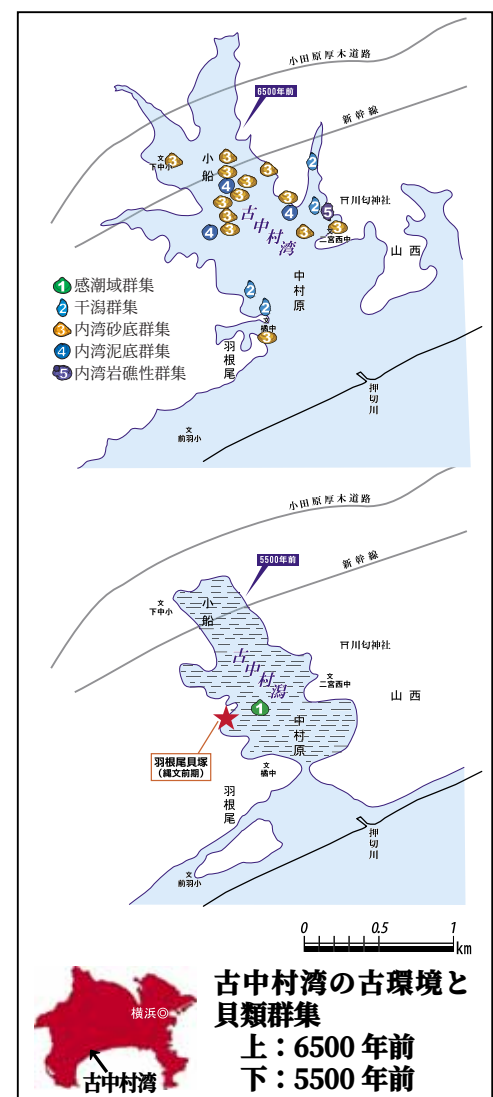
縄文海進の始まった約 9000 年前から中村川の谷へ海水が入りはじめ、約 6500 年前には、現在の海岸線から約 2.5km も奥まで海が入りました。

約 6500 年前の古中村湾から見
つかる貝には現在の相模湾沿岸で
は絶滅したハイガイ、シオヤガイ、
コゲツノブエなどがみられます。
これらの貝は約 6500 年前の温暖
期にあわせて南の暖かい海から北
上してきた温暖種です。しかしこ
の地域の温暖種は海水温の低下を
待つ前に消滅してしまいます。巨
大地震による隆起によって環境が
変化したためです。海水の古中村
湾から、汽水湖の古中村潟が誕生
しました。その年代は約 6500～
6300 年前です。ちょうどこのこ
ろにアカホヤ火山灰が降り、古中村
湾の離水時期を決める手がかりと
なりました。古中村潟にはそれま
での海の貝にかわり、汽水域にす

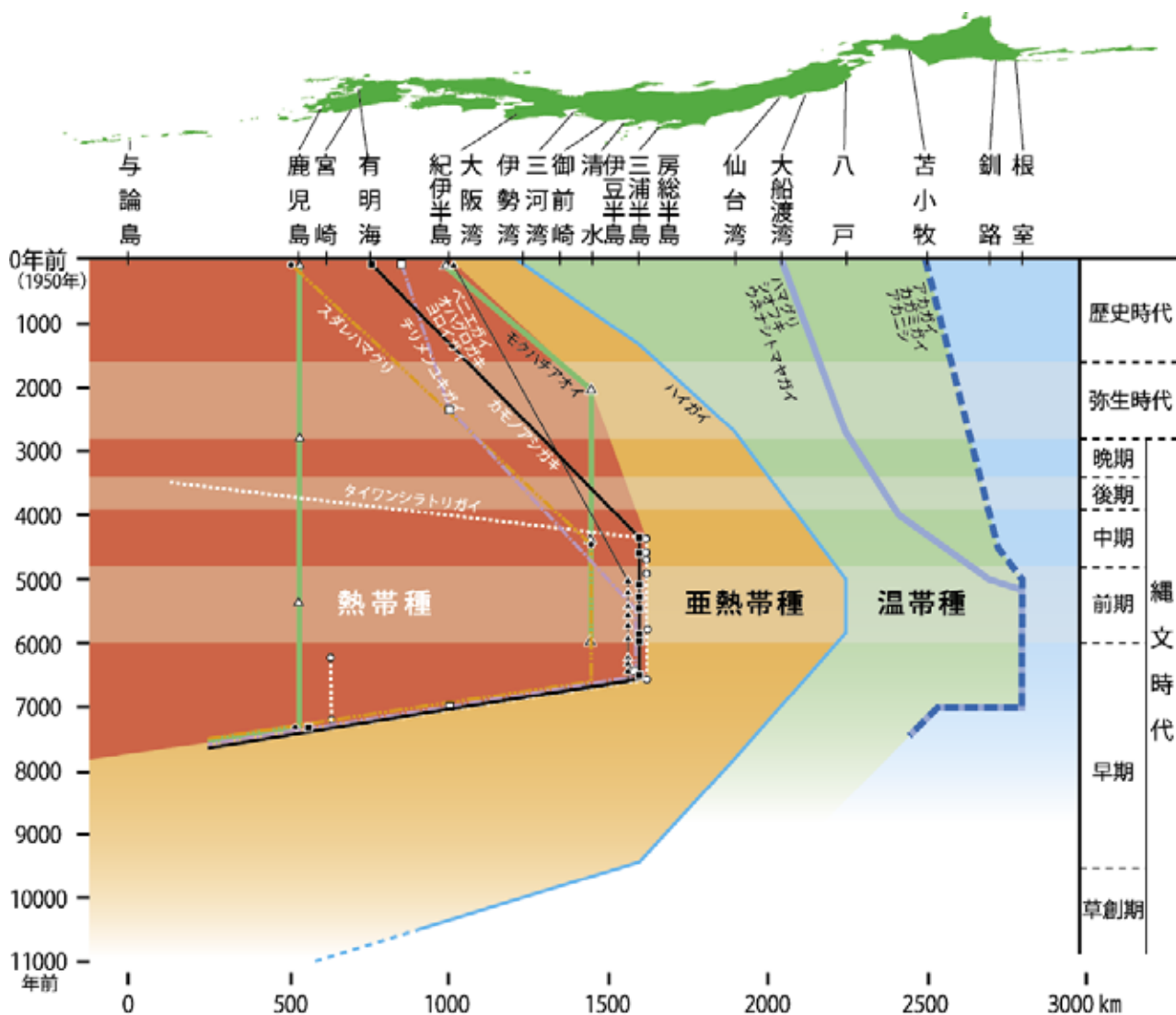
むヤマトシジミがすむようになり
ました。潟の西岸の羽根尾貝塚か
らもヤマトシジミが出土していま
す。この古中村潟もその後に起き
た巨大地震にともない消滅して湿
地へと変わっていったことが明ら
かにされています。



写真：アカホヤ火山灰中の火山ガラス。
スケールは 0.1mm. (新井房夫氏撮影)



黒潮にのった温暖種



日本列島太平洋岸にみられる縄文海進に伴う温暖種の時空分布 (松島、1984 に加筆)

日本の各地域で
温暖種がちがうよ

縄文時代における温暖種の消長

およそ 6500 年～ 5500 年前の縄文海進の最盛期には海面が現在より高かっただけでなく、海水温も高かったことが知られています。南関東でも、この時期につくられた多くの貝塚からはマガキやハマグリに混じって、ハイガイやシオヤガイといった貝

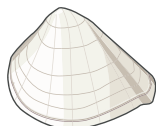
が出土しています。これらは南関東より高水温の西日本以南の内湾にすむ暖流系種です。このように現在の貝化石の産地より高水温の場所にすむ種を、その化石産地での温暖種とよんでいます。

上の図では縦軸に時間軸、横軸に日本列島の水平距離をとってそれぞれの温暖種の分布を示しました。縄文海進にともなって、黒潮によって貝の現在すんでいる場所からどれくらい北上したのか、図から読みとって下さい。

■ハイガイ



■シオヤガイ



■コゲツノブエ



■チリメンユキガイ



■台湾シラトリ



■カモノアシガキ



前ページの図からは、およそ1万年前からの温暖種の分布の移りかわりを読むことができます。南から北上してきた温暖種は、個々の種が出現し、消滅する時期のちがいから2つのグループに分けることができます。

第1のグループは、ハイガイやシオヤガイ、コゲツノブエといった亜熱帯種の貝類群です。第2のグループには、カモノアシガキ、チリメンユキガイ、台湾シラトリなどが含まれる熱帯種の貝類群です。

たとえば、第1のグループについて、南関東での亜熱帯種のハイガイの動きを見てみましょう。およそ9500年前に出現して広く分布しています。そして5000年前ころから少なくなりはじめ、およそ1500年前には消滅しています。同じグループのシオヤガイも約5000年前を境に減んでいるようです。この約5000年前というのは、海面が下がり始めたとともに、砂底の海岸が発達した時期と重なります。

熱帯種の第2グループは、第1グループより遅れて約6500年前ころから出現し、約4200年前まで短い期間のみ南関東に分布していました。この熱帯種の中には、現在、台湾やフィリピンまでいかないと分布しない種類も見られます。どうやら、この時期は黒潮の勢いが現在よりもずっと強く、南方系の貝類を北上させていたのでしょう。

参考文献：松島義章，1984．日本列島における後水期の浅海性貝類群集—特に環境変遷に伴うその時間・空間的変遷—，神奈川博研報（自然科学）。

縄文時代の化石サンゴ礁



図. 千葉県館山市香に分布する約 6500 年前の沼サンゴ層。左はキクメイシ、右はアオバナイボヤギ。

化石サンゴ礁から当時の海水温を推測してみよう

房総半島南端の館山湾^{たてやま}には、現在、規模は小さいながらもサンゴ礁^{しょうご}が分布しており、世界的にみてサンゴの北限のものとして大変貴重な存在となっています。ところが約 6500 ～ 5500 年前の縄文時代には現在よりはるかに規模の大きな立派なサンゴ礁が形成されていました。それは館山湾周辺に分布する沖積層^{ぬま}に化石サンゴ礁として残され、広く「沼サンゴ層」とよばれています。

サンゴの生長率は水温によって変化します。

低水温のときにはサンゴの生長がおそくなり、暖かい適当な水温のときには速く生長します。右図のサンゴの縦断面には、夏と冬の生長の差による段がみられます。このサンゴは 8 cm 生長するのにおよそ何年かかっているか段を数えて調べて下さい。



図. 沼サンゴ層産のキクメイシにみられる生長

- 八重山諸島 (363 種)
- 沖繩諸島 (338 種)
- 奄美諸島 (201 種)
- 種子島周辺 (151 種)
- 土佐清水 (127 種)
- 天草諸島 (98 種)
- 白浜周辺 (77 種)
- 串本周辺 (95 種)
- 伊豆半島南端 (42 種)
- 館山周辺 (25 種)

※1
キクメイシの生長率
(千葉県地学教育研究
会,1963)

沼サング層産
4.61mm
三浦半島三崎産
3.00mm
伊豆半島西岸江ノ浦湾産
3.01mm
奄美大島産
4.82mm

●参考文献

千葉県地学教育研究会
1963. 千葉県地学図集第
4集サング編
西平守孝・JEN Veron. 1995. 日
本の造礁サング類、海游
舎
浜田隆士, 1963. 千葉県沼サ
ング礁の諸問題. 地学研究記
念特集号
松島義章, 1979. 南関東にお
ける縄文海進に伴う貝類群
集の変遷. 第四紀研究, 17

房総半島南端部における縄文海進最高期の貝類群集とサンゴ礁の分布 (松島 1979 に加筆)

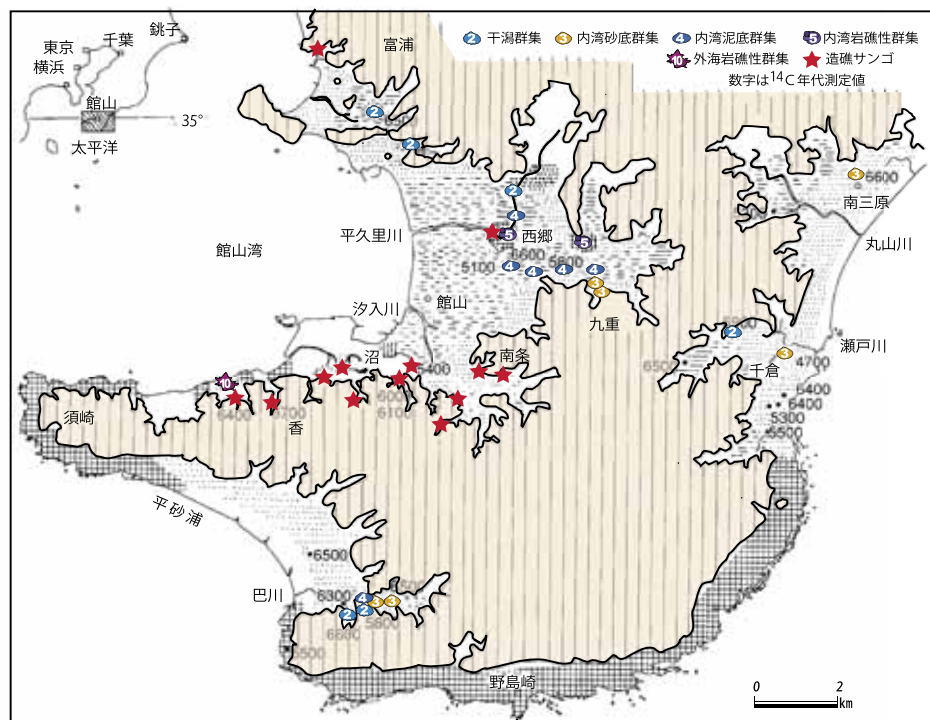


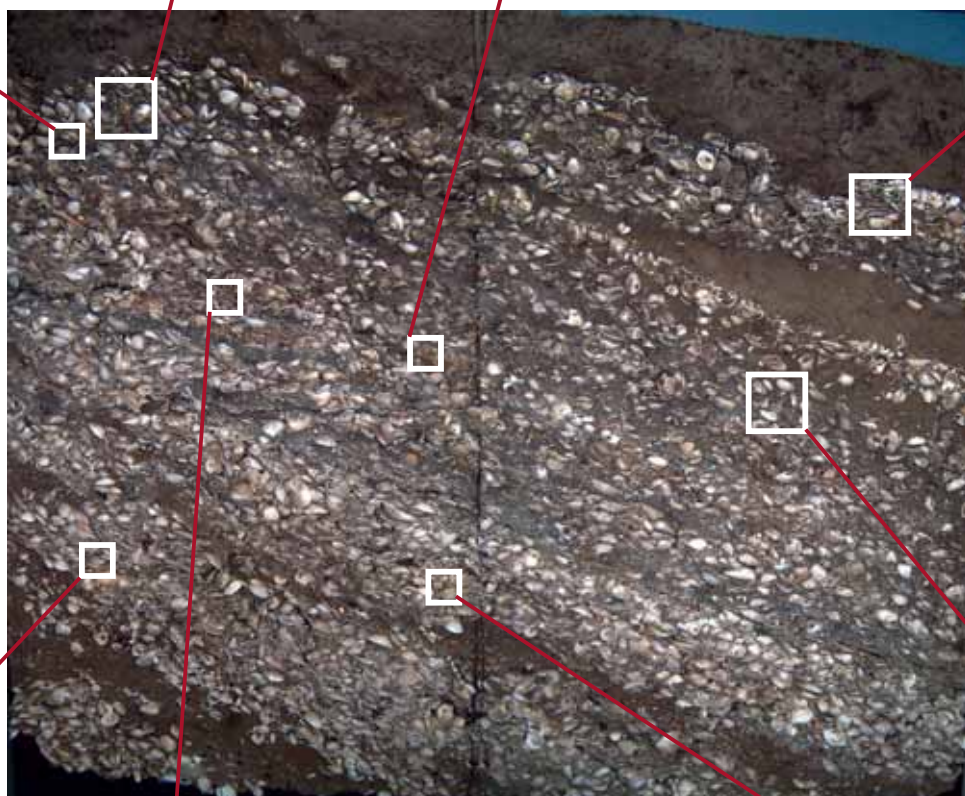
サンゴの生長率

前ページに示した生長差の段を持つキクメイシは、どれくらいの生長率でしたか。同じ種類のサンゴであれば、生長に適した南の海にすむサンゴほど速く生長します。沼サンゴ層からのキクメイシと、日本各地に現在すんでいるキクメイシの生長率を比べた研究があります※¹。それによると、沼サンゴ層のキクメイシの生長率は、奄美大島の結果と近くなっています。この結果は、沼サンゴ層が発達した約 6500 年前の館山湾の水温が、現在の奄美大島付近と近いものであったことを示しています。

沼サンゴ層からの貝化石

化石サンゴ礁のサンゴは、キクメイシ、マルキクメイシ、アワサンゴ、キクカサンゴ、アオバナイボヤギなどの造礁性サンゴを主体に約 80 種が知られています。種類数の点では鹿児島南部から奄美大島にみられるサンゴ礁に匹敵するとされています。サンゴと一緒にみられる貝化石からはベニエガイ、ヨロイガイ、オハグログキといった紀伊半島以南に分布する熱帯種が見つかっています。これらは現在の南関東には分布していない種です。このような点から沼サンゴ礁が分布していた約 6500 ～ 5500 年前の館山湾の環境を推定すると、現在の紀伊半島以南、南九州から奄美半島ほどの暖かな海水の洗う内湾になっていたと考えられ、冬期の海水温がおよそ 2℃ほど高かったとされています。





中央の写真は横浜市磯子区にある杉田貝塚の断面です。貝塚の中の骨を探して見ましょう。たくさんの貝殻に混じって、いくつかの骨や歯が見つかるはずです。

上の写真の骨は見つかりましたか？

ではなんの骨や歯か想像してみてください。展示室の中には動物の骨や歯が展示されていますので、参考にしてください。

解体痕^{かいたいこん}

貝塚から出土する骨には、キズがついていることがあります。このキズは縄文時代の人が動物を解体するときについたキズです。どのような道具でどのように解体したのかを知る手がかりになります。

そのほかにも骨の壊れ方から食べた部分や壊し方を推定することもできます。

おもての答え

1. ニホンイノシシの下顎切歯^{かがくせっし}
2. ニホンイノシシの肩甲骨^{けんこうこつ}
3. ニホンジカの中手骨^{ちゅうしゅこつ}
4. ニホンジカの脛骨^{けいこつ}
5. ニホンジカの上顎臼歯^{じょうがくきゅうし}
6. ニホンイノシシの脛骨
7. ニホンイノシシの軸椎^{じくつい}
8. ニホンジカの下顎骨

貝塚から哺乳類の骨がある理由

貝塚から動物の骨がたくさん見つかります。貝塚は縄文時代の集落のゴミ捨て場です。ですから貝殻だけでなく、割れた土器や動物の骨なども一緒に捨てられました。でも、それだけが理由ではありません。一般に日本の表土には火山灰が多く含まれているため、酸性を示します。さらに雨が多いので、骨は溶けてしまうことが多いのです。ところが貝塚に埋められた骨の周りには貝殻がたくさんあるので、雨水は上の貝殻層で還元され、骨を溶かしません。そのため、上を覆う堆積物の圧力で変形することはありませんが、小さな骨も割られた骨も埋められたときに近い状態で出土します。

動物の種類

イノシシ、シカをはじめとして、タヌキ、キツネ、アナグマ、テン、ネズミ類、クマ、ウサギ、クジラ類などが含まれます。これらは皆食料になったものです。イヌもありますが一部を除いて食物ではなく埋葬^{まいそう}されたもののようです。



杉田貝塚

杉田貝塚は1949年に発見され、1953年に明治大学によって初めて調査が行われました。その後も数回にわたり小規模な調査が行われてきました。しかし、それまでに詳細な調査報告書はありません。おもての写真にある剥ぎ取りは、宅地造成に伴って2000年に行われた調査の時に作製されたものです。

杉田貝塚は縄文時代後期から晩期の初め頃（およそ4,000～2,500年前）まで、大変長く使用されたと考えられています。そのため貝殻層は厚く、自然遺物^{いぶつ}、人工遺物ともに良く保存されています。



貝層の下の方と、上の方ではどんな貝があるかな？

写真は、横須賀市吉井町台崎（三浦半島の東南端の久里浜海岸から1.5kmほど谷に沿って内陸に距てた丘陵）で発掘された吉井貝塚の断面模型です。この貝塚の時代は、縄文早期～中期にかけて、およそ7000～5000年前につくられたものです。

写真の貝層をくわしく見てみましょう。

下の貝層と上の貝層に大きく分けることができます。いろいろな貝にまじって、イノシシの歯（左下）や土器（中央）を見つけることができます。ふくまれる貝の種類に注目して貝層をくわしく見てみましょう。貝層の下部と上部では、ふくまれる貝の種類が大きく異なることがわかります。

実際の展示は、神奈川県立歴史博物館※にあります。

※ <http://ch.kanagawa-museum.jp/>



図1. 吉井貝塚の下部の貝層

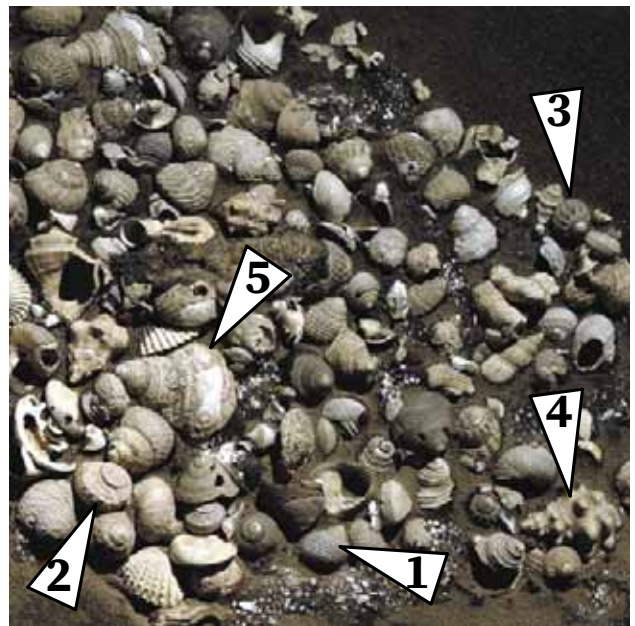


図2. 吉井貝塚の上部の貝層

図1の貝

1. マガキ
2. ハイガイ
3. オキシジミ
4. イノシシの歯

図2の貝

1. イシダタミ
2. スガイ
3. クボガイ
4. レイシガイ
5. サザエ

参考文献

澤 祥・松島義章・澤 眞澄、1994、三浦半島平作川低地の完新世の古地理変遷、第四紀研究、33。

図1のように、貝塚の下層には二枚貝が多く見られます。主な貝は、マガキです。さらに、ハイガイ、オキシジミ、ハマグリなどが見られます。これらは、内湾の潮間帯の泥底や砂泥底に生息する貝です。縄文時代早期から前期、この地域の人々はもっぱら干潟で貝をとっていたのでしょう。

一方、図2のように、貝塚の上層には、巻貝が多く見られます。イシダタミ、スガイ、クボガイ、

レイシガイ、サザエなどです。これらの巻貝は、波打ち際の岩礁地帯にすむ種類です。

下の図3は、縄文海進時に横須賀市の平作川沿いの低地に海が広がったときの様子です。約6000年前には、古平作湾は衣笠まで達しました。湾奥の干潟にはカキなどの干潟群集が生息していました。その後、海退がはじまり約5000年前の古平作湾は縮小するとともに、貝類群集の分布も変化しました。

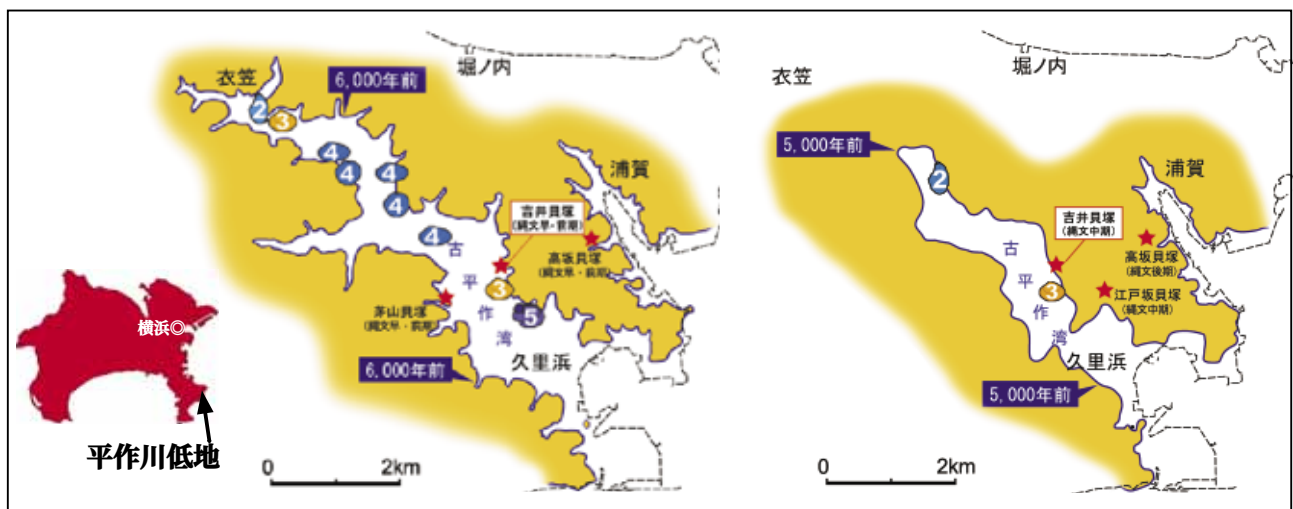
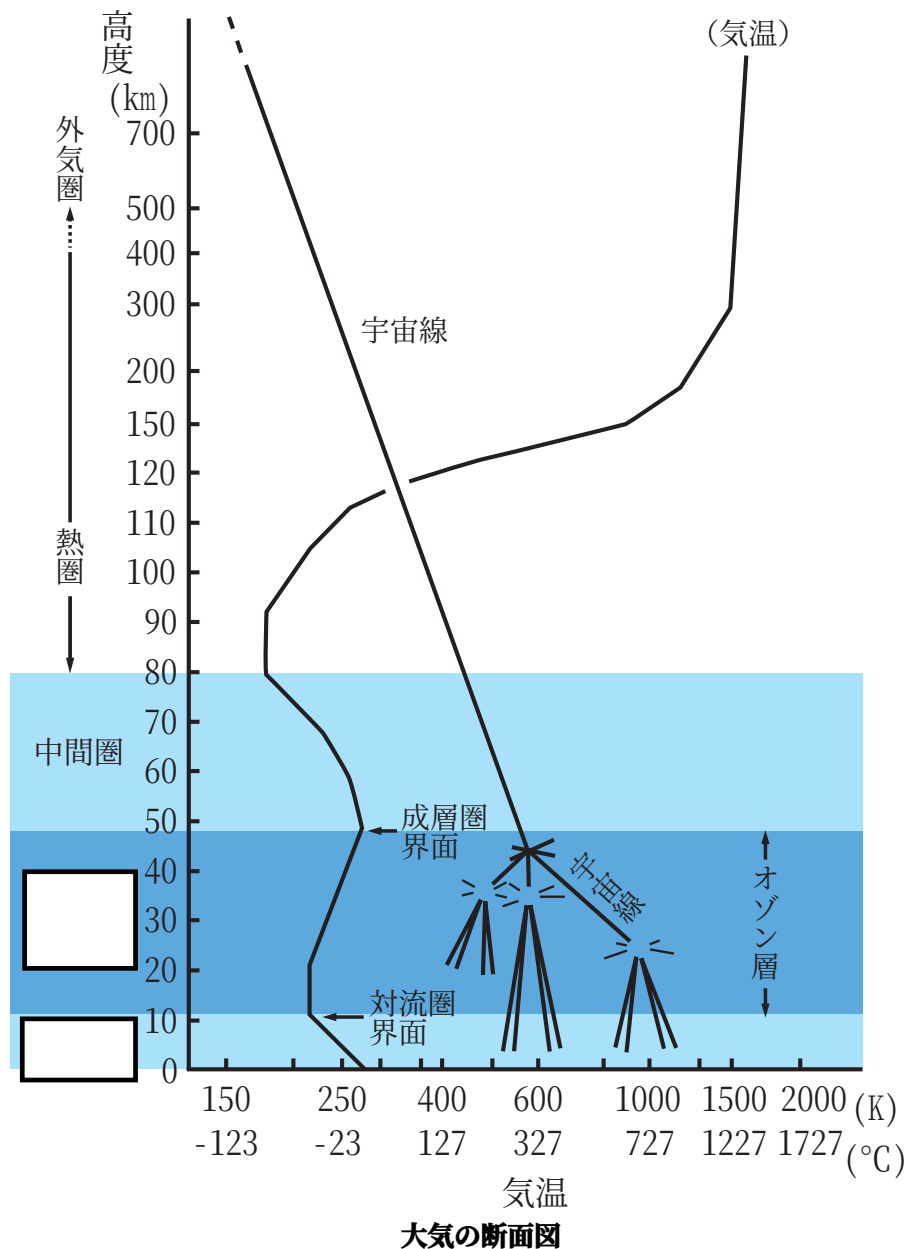


図3. 6000年前と5000年前の古平作湾の古地理と貝類群集（澤ほか,1994に加筆）

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

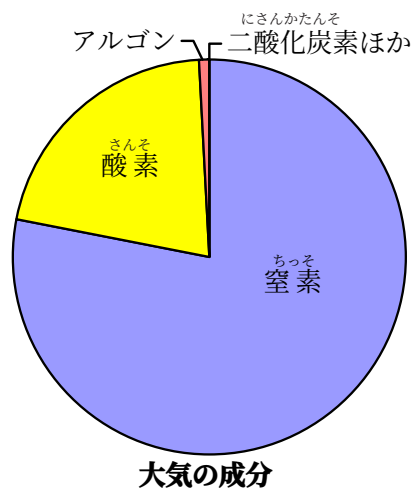
温室効果の約9割を受け持つ水蒸気は、その量の推定が季節や場所によって異なるため難しく、そのため温室効果への影響を正確に見積もることも現状では難しいです。

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

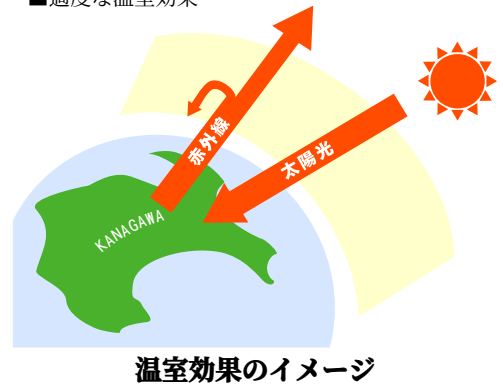
大気的主要な成分は、窒素と酸素です。その割合は、窒素が78%、酸素が21%であり、この2つで99%を占めています。このほか、アルゴンが1%弱、水蒸気は変化が大きく0.1～5%あります。



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



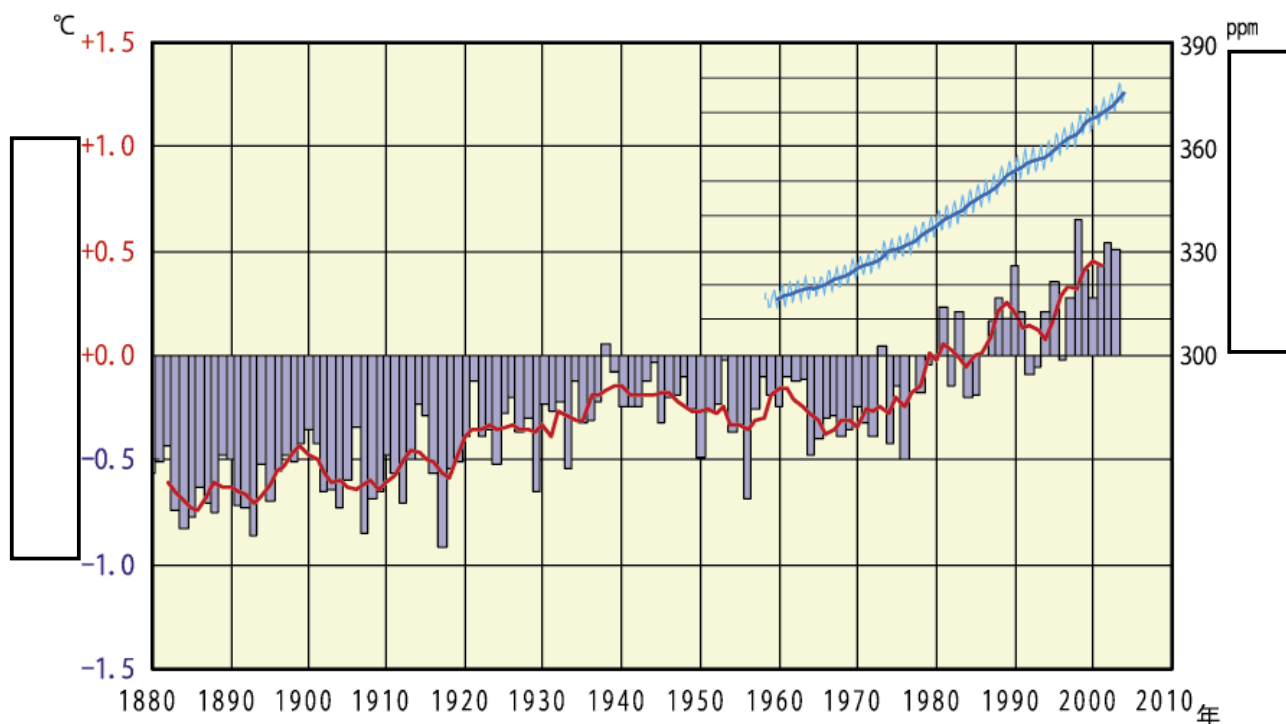
これ以外の温室効果ガスとしては、二酸化炭素 (CO_2)、メタン (CH_4)、亜酸化窒素 (N_2O)、フロン（ハロカーボン）などがあります。これらのガスは私たちの活動の結果として大気に放出される割合が多いのが特徴です。また、今まで自然界にはなかったガスもあります。フロンは、1928年にミツジェリーによって発明されたものです。オゾン層を破壊することで有名ですが、温室効果にもかかわっています。

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、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いようにも見えます。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、^{ほうしゃきようせいりよく}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

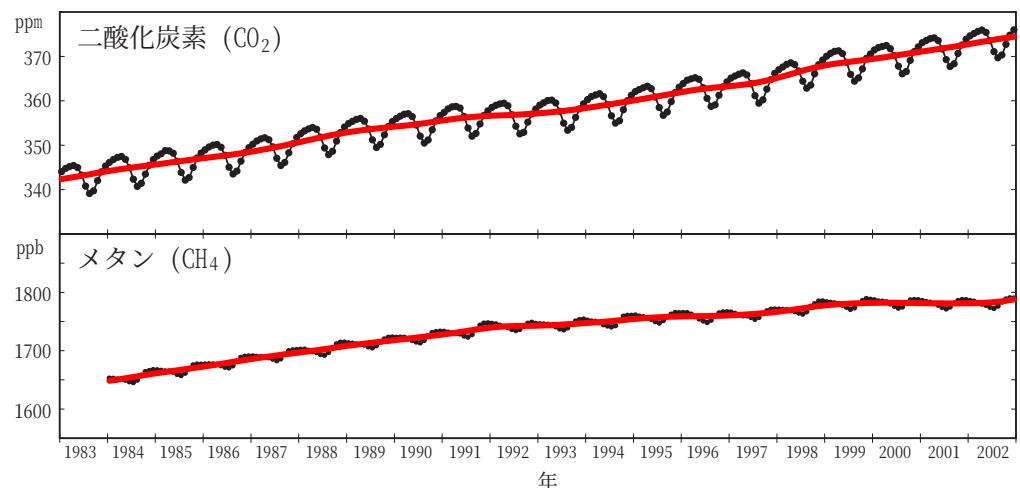
1 平方メートルあたり、どのくらい気温を暖めるかをワットという単位で表したものです。正の値は地球を暖め、負の値は冷やすことになる。

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。

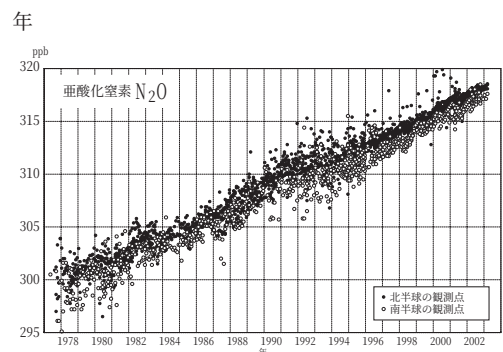
ppv

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。

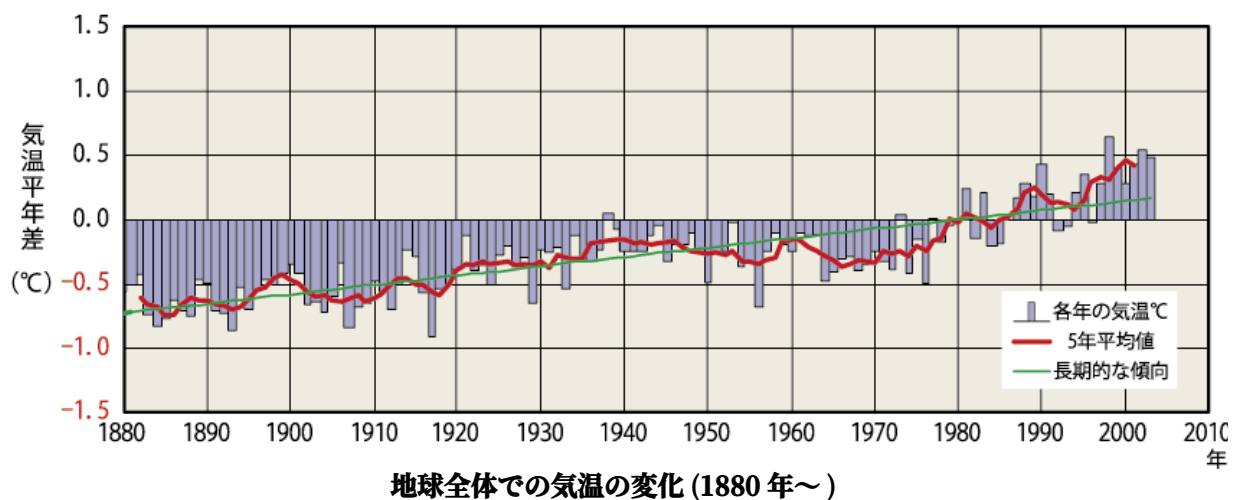
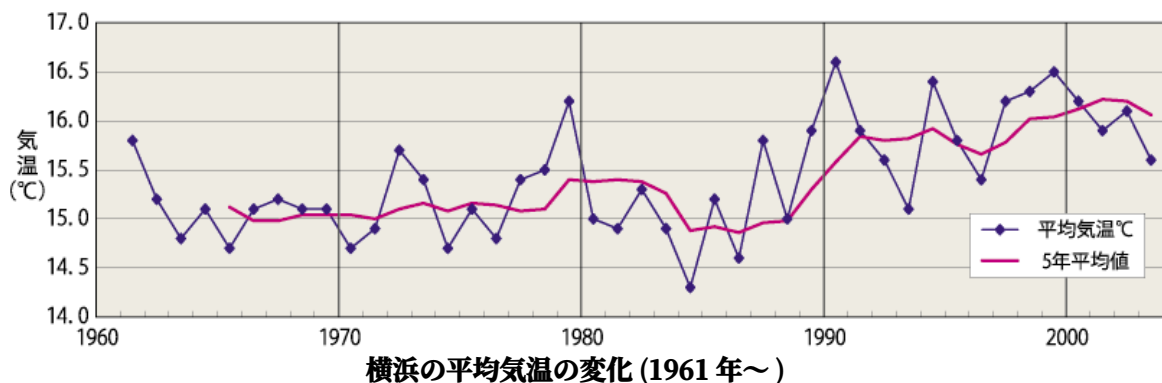


温室効果ガスの濃度変化

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/eikyoku/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も、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、北極や南極の水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ます。



水面が70m上昇した神奈川県
(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、移動スピードは年に数キロメートルといったゆっくりしたものです。

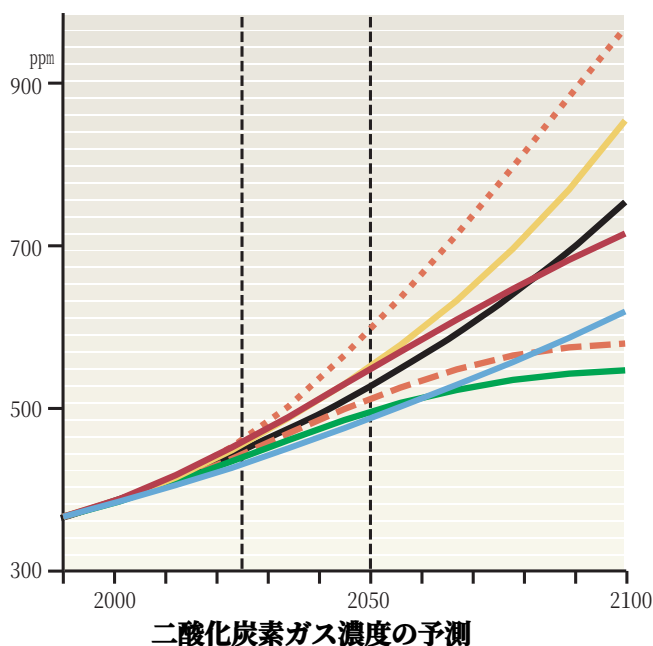
木本植物の移動可能速度

植 物	移動速度(m/年)
モミ、シラビソ	40～300
ハンノキ、ヤシャブシ	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

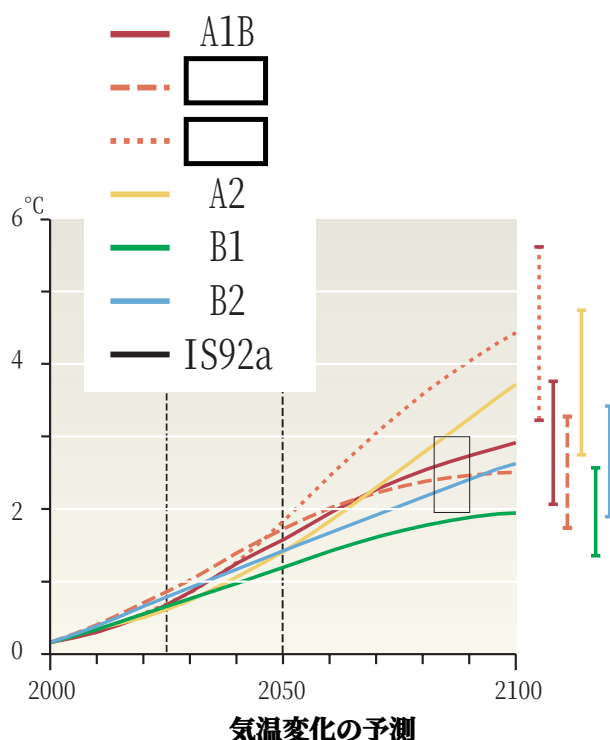
地球全体のこととして考える、地球温暖化

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
 しましょう。



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

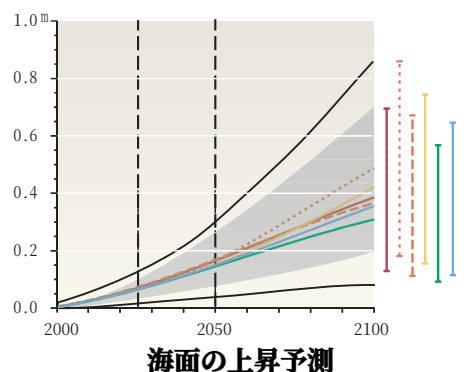
地球温暖化の実態把握とその精度の高い予測、影響評価、対策の策定を行うことを目的として、世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）の協力の下に 1988 年に設立されたのが IPCC です。正式には、「気候変動に関する政府間パネル（IPCC：Intergovernmental Panel on Climate Change）」といいます。

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！？

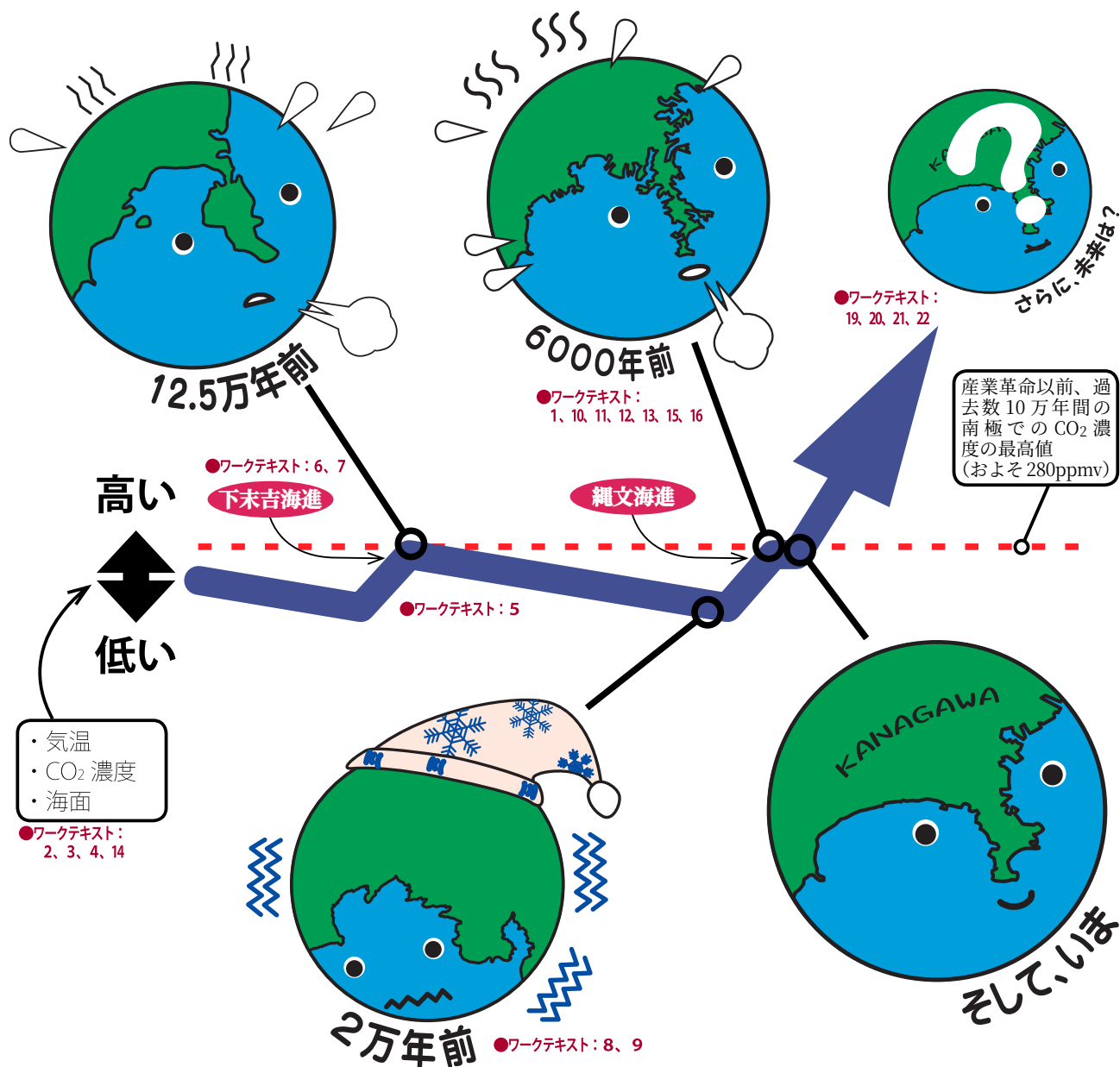
これらはあくまで、シミュレーションです。温室効果ガスが気温を変化させるメカニズムには、まだまだ解明されていない点があります。SRES は不完全な予測です。その不完全な中でも悪い結果がでているということは、どういうことでしょうか。

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

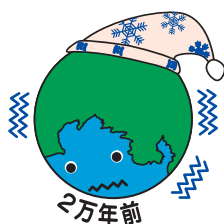
上の図は、ワークテキストの内容をまとめて表現した一例です。人によってはちがう「まとめの図」をつくることでしょう。

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
クスト 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^{にさんか}の変化は、大洋の海底に^{たんそ}
たまっている有孔虫化石や、南極^{ゆうこうちゅう}
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
(ボストークコア) 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

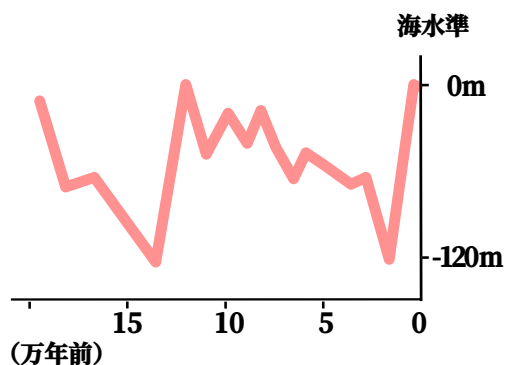


図 1. 海水準(海面の高さ)の変化

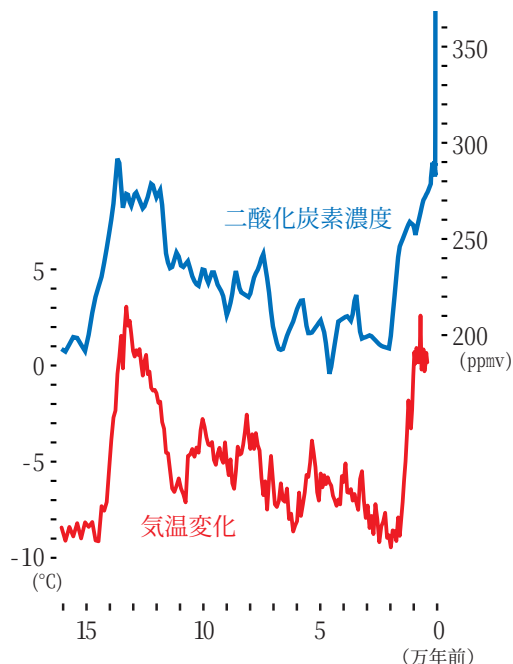


図 2. 二酸化炭素濃度と気温の変化^{*}

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そうです。

^{*}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>