

7. 右の実体と異なり右の鏡像と同じ左の実体

右と左が取り巻く日常生活

人間の頭は前に顔があり後ろは髪の毛で被われていますから、前後が異なります。また、上から眉毛、眼、鼻、口、顎と並んでいますから上下も明らかに異なります。しかし、眉間と口を結ぶ線を境に眉毛と眼と耳は両方に同じようになり、鼻と口は左右対称ですから、顔全体を鏡に写してもほとんど同じように見えます。人間は左右1対の手を持っ



図7-1 孫息子の写真

ていますが、それぞれ裏表と左右があります。図7-1に示す著者の孫息子の写真のように手のひらを手前にすると、左手の親指は左に来ますし、右手の親指は反対に右に行ってしまいます。一方の手を鏡に写すと反対の手と同じ側に親指が来ます。このように上下と前後と左右が異なるものは性質の極めて似た1対のものが存在します。顔は上下と前後が異なっても左右が等しくなっていますが、左右の手はそれぞれ上下も前後も左右も異なり、このようなときに不斉中心があるといい、そのとき発生する1対の類似したものの関係をエナンチオマーあるいは鏡像の関係といいます。

左右の手だけでなく洋の東西を問わず文字にもエナンチオマーの関係が見当たります。例えば、英語の **physiognomy** は「人相学」と日本語に訳されていますが、この文字列を右に置いた鏡に写したものを図7-2の赤字で、下に置いた鏡に写したものを青字で掲げました。念のために、紙面の上から逆さに見るように、単に半回転させただけの文字を緑字で掲げておきました。この図から、**o**の字はどちらの文字でも**o**に見えますが、**h**と**y**と**s**と**g**と**m**の5文字は鏡に写しますとアルファベットではなくなります。**p**は横の鏡に写すと**q**になり下の鏡では**b**になりますから、**b**あるいは**q**と**p**の間はエナンチオマーの関係にあります。また、半回転すると**p**は**d**に、**n**は**u**に見えますから、**p**と**d**あるいは**n**と**u**は方向が異なるだけで同じ文字であることが分かります。このことから**d**も**b**あるいは**q**とエナンチオマーの関係にあり、**b**と**q**は方向が異なるだけで同じ文字であることが分かります。しかし、**h**は下の鏡ではアルファベットではなくなりますが、さらにその鏡像を回転させますと**h**に戻りますからエナンチオマーではありません。



図7-2 鏡に写した文字

時計にも裏表と上下があり、

図 7 - 3 に示す時計 A は左側に IX、右側に III が表示されていますから左右も異なります。この時計には文字盤のほか文字にも右と左がありますから、文字だけがエナンチオマーの関係にある時計 B、文字盤だけがエナンチオマーの関係にある時計 D、すべてがエナンチオマーの関係にある時計 C が時計に類似したものとして考えられます。その上、時計の針は上から右に回り、下から左に回って右回りに 1 周しますから、時計の針の運動にも時計 E ~ H のような類似した関係が存在します。この時計の例では文字盤と文字と針の動きの 3 つの不斉中心がありますから、そのエナンチオマーなどは 8 種類になります。一般的には不斉中心が複数あるときには不斉中心の数 n に対して 2^n だけ類似のものが存在します。時計 A と時計 H のように、すべての不斉中心がエナンチオマーの関係にあるものは全体としてもエナンチオマーの関係を保ちますから、時計 A を鏡に写しますと時計 H のように見えます。時計 A に対して時計 B ~ G のように、一部の不斉中心だけがエナンチオマーの関係にあるものをジアステレオマーの関係にあるといいます。

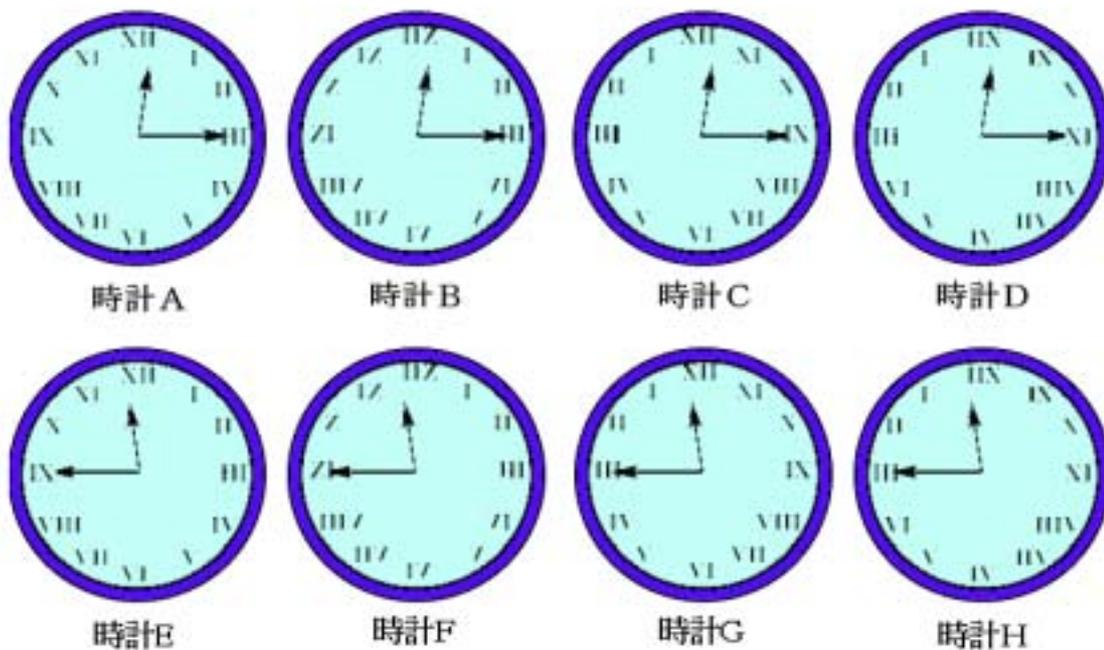


図7-3 時計とその鏡像

手袋は親指と小指が入るようにそれぞれ指の長さを違ってありますが、軍手は裏表に区別を持たないために対称性があり、この軍手を右手に嵌めても左手に嵌めても何も使い心地に差異を感じません。これに対して、通常の手袋では手の動きに合うように裏表もありますから、右手用の手袋を右手に嵌めたときには何も違和感を持ちませんが、左手に嵌めますと指の向きや長さが合いませんから違和感を持ちます。逆に、左手用の手袋を左手に嵌めたときには何も違和感を持ちませんが、右手に嵌めますと右手用の手袋を左手に嵌めた時と同じような違和感を持ちます。軍手のように対称性を持ち不斉中心を持たない手袋

と不斉中心を持つ手袋をエナンチオマーの関係にある右手と左手に嵌める時には、異なる相互作用をもたらします。このようにエナンチオマーの関係にある 1 対のものは不斉中心を持たないものと出会っても、それぞれ全く同じ相互作用をしますから、エナンチオマーの関係にある両者は全く同じ性質や性能を示します。しかし、不斉中心を持つもの同士が相互作用をするときには、その組み合わせによりジアステレオマーの関係にある場合には異なった結果をもたらします。

例えば、野球では打者が投手からのボールを打ち、1 塁から左回りに 2 塁と 3 塁を経て戻ってくると得点できるようなルールになっており、打者は本塁の右打席で打つことも左打席で打つことも出来ます。しかし、右利きの人は右から来るボールを打つよりも左から来るボールの方が打ち易く、遠くに飛ばすことが出来ます。逆に、左利きの人は右から来るボールの方が打ち易いですから、右利きの人は右打席に、左利きの人は左打席を選びます。打者の走る方向も打者が打つ打席も不斉中心を持っていますから、ジアステレオマーの関係にあり、左打席からの方がわずかながら短距離で、短時間に 1 塁に駆け込むことが出来ます。アメリカ大リーグのマリナーズで活躍しているイチローは左打者ですからこの有利さを大いに利用して内野安打を量産しています。

日常生活の中では風車やサイコロや文字やねじ釘など多くのものが上下も前後も左右も異なり、不斉中心を持っています。さらに時計の例からも分かるように、社会の習慣や抽象的な概念にもエナンチオマーの関係があります。人間の身体が不斉中心を持っているために人間社会には使い勝手が良く効率の良いジアステレオマーの関係にある道具や慣習が生まれてきました。特に、大多数の人は右利きですから、右利きの人の書き易い文字が、使い易い道具が、効率よく運営できるような制度が作られてきました。左利きの人にとっては右仕様のものは使い勝手が悪く、左仕様のほうが使いよく出来ています。鋏やゴルフクラブにはエナンチオマーの関係にある 2 種類のものがありますが、右利きの人は右仕様のものが使い易く、一般には右仕様のみが販売されています。日本の国内のように左側通行の道路を走るときは右にハンドルの付いた自動車の方が運転し易く、ヨーロッパ大陸や米国のように右側通行の国では左にハンドルのついた自動車が好まれます。靴や手袋では左仕様しか左の手足に合わず、右には右仕様しか上手く入りません。

宇宙の中にも多くの不斉中心を持つ物質や現象を見ることが出来ます。北半球では太陽は向かって左から右に移動してゆきますが、南半球では右から左に移動します。台風やハリケーンやサイクロンは北半球では左巻きに南半球では右巻きの渦を巻きます。さらに、太平洋や大西洋の潮流も南と北では反対に回っています。これはみな不斉中心を持つ地球の自転の方向が一定なために由来する現象と思われます。不斉中心を持つ人間が不斉中心を持つ地球上に生活しているのですから、日の出から日の入りまでの太陽の動きに対して、北半球に住む人間と南半球に住む人間は異なった印象や思い込みを持っているかもしれません。

右の顔の分子と左の顔の分子

炭素原子は互いに3次元的に等間隔になるような方向の4個の原子とそれぞれ共有結合します。そのような3次元的に等間隔な4方向は図2-2に示すメタンのように正三角形で4面をなす正四面体の重心からの正四面体の各頂点の方向ですから、中心原子を正四面体の重心に置くときに各頂点に他の4個の原子が結合した構造と考えることができ、その結合角は 109.5° となります。そのため、炭素に結合している4つの原子あるいは原子団がみな異なるときには3次元的に前後と上下と左右が異なってきますから、不斉中心を持つことになります。

第4章で考えたように、塩化ブチルには4種類の異性体が存在しますが、n-塩化ブチルとi-塩化ブチルは中心となる炭素原子に2個の水素原子が結合していますし、t-塩化ブチルの中心となる炭素原子には3個のメチル基(CH_3)が結合しています。このため、上下と左右は異なりますが前後が異なりませんから不斉中心を持たず、エナンチオマーの関係にある異性体が存在しません。しかし、s-塩化ブチルは図7-4に示すように、黒色に印をつけた炭素に水素原子とメチル基(CH_3)とエチル基(C_2H_5)と塩素原子の異なる4種の原子と原子団が結合していますから、3次元的に前後と上下と左右が異なり1対のエナンチオマーが存在します。

塩化ブチルの塩素原子を水酸基(-OH)で置き換えた分子式が $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ のアルコール類にも図4-6に示すように4種類のブタノールの異性体が存在します。塩化ブチルの場合と同じように、n-ブタノールとi-ブタノールとt-ブタノールは上下と左右は異なりますが前後が異なりませんから不斉中心を持たず、エナンチオマーの関係にある異性体が存在しません。しかし、s-ブタノール

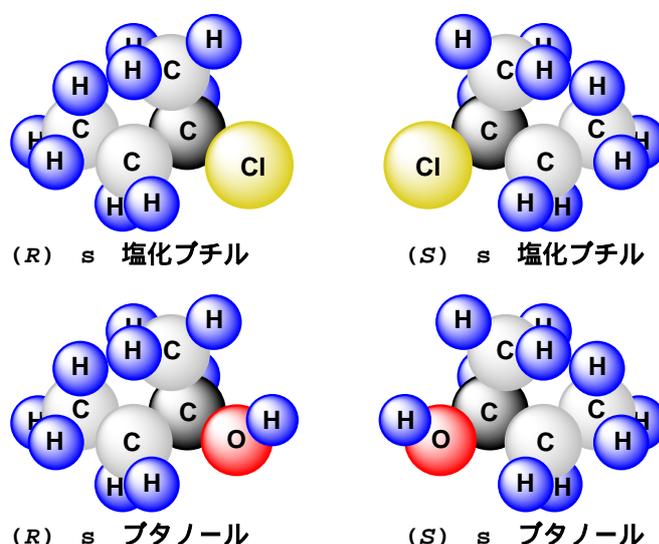


図7-4 塩化ブチルとブタノールのエナンチオマー

は図7-4に示すように、黒色の炭素に水素原子とメチル基(CH_3)とエチル基(C_2H_5)と水酸基(-OH)の異なる4種の原子と原子団が結合していますから、3次元的に前後と上下と左右が異なり1対のエナンチオマーが存在します。

これらのs-塩化ブチルやs-ブタノールなどの一方の異性体は他方の異性体を鏡に写した像と同じ顔をしています。しかし、実体は同じではありませんから、呼び名も1個の不斉中心に

対してそれぞれのエナンチオマーを区別する規則が用意されています。不斉中心となる原子に結合している 4 個の原子の中で最も小さな原子番号の原子あるいは原子団を遠方にしたときに、手前に並ぶ 3 個の原子あるいは原子団の原子番号の大きな物から右回り(時計回り)に順に小さくなる異性体を *R*-体、逆に左回り(反時計回り)になる異性体を *S*-体と定義しました。*s*-塩化ブチルと *s*-ブタノールの図 7-4 に示す左側の異性体のように、黒色の不斉炭素原子に対して最も小さな水素原子を隠れるように後方に置くときに、塩素原子あるいは水酸基とエチル基とメチル基の並び方が右回りになっていますから、*R*-型の異性体と規定されます。逆に、図 7-4 の右側の異性体は *S*-型の異性体と規定されます。

葡萄ジュースを樽に詰めて置きますと半年ほどで含まれている糖分が醗酵してぶどう酒になりますが、その間に樽の底に酒石酸が沈殿してきます。酒石酸は隣り合う 2 個の炭素原子にそれぞれ水素原子と水酸基とカルボン酸の原子団が結合した構造をしてい

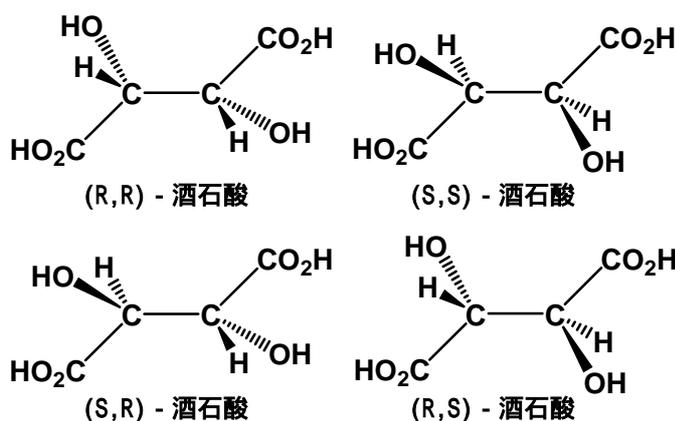


図7-5 酒石酸の立体異性体

ますから、2 個の不斉炭素を持っています。当然図 7-5 に示すように、4 種の異性体が考えられます。立体構造の表記法に従えば、左上と右上の図はそれぞれ(*R,R*)-酒石酸と(*S,S*)-酒石酸になり、互いにエナンチオマーの関係にあります。これに対して、左下の(*S,R*)-酒石酸を紙面上で 180 度回転させますと右下の(*R,S*)-酒石酸となりますから、これら 2 つの図で表されているものは同一の酒石酸となります。このように 2 個以上の不斉中心を持ちながら分子内に対称性を持っているために、異性体ではなく同一の立体構造を持つものをメソ体と呼んでいます。

風車や螺子釘はハッキリした不斉中心がありませんが、ある軸方向に対して左右と上下が異なりますから、右に回すと前進する右螺子と左に回すと前進する左螺子のように不斉軸を持つエナンチオマーがあり軸不斉と呼ばれています。このような軸不斉の関係は分子にも見つけ出すことが出来ます。*n*-ブタンはそれぞれの炭素原子がそれぞれ 2 個以上の水素原子と結合していますから不斉中心を持ちません。このブタンの回転異性体の Newman 投影図を図 2-5 に示しておきましたが、炭素 - 炭素結合軸に沿って回転する時にゴーシュ型とアンチ型が安定な回転異性体として考えられます。炭素 - 炭素結合軸に沿って考える時に、アンチ型の *n*-ブタンは前後と上下は異なりますが左右が等しくなりますから、エナンチオマーの関係にある異性体は存在しません。これに対して、ゴーシュ型($\theta = 60^\circ$)の *n*-ブタンは前後と上下ばかりでなく左右も異なりますから、炭素 - 炭素結合が不斉軸にな

り、ゴーシュ型($\theta = 300^\circ$)のブタンとエネンチオマーの関係になります。エナンチオマーを区別する規則に従えば、ゴーシュ型($\theta = 60^\circ$)は右回りに紙面の後方へ進むように並んでいますから(P)-ブタン、ゴーシュ型($\theta = 300^\circ$)は左回りに並んでいますから(M)-ブタンと定義することが出来ます。

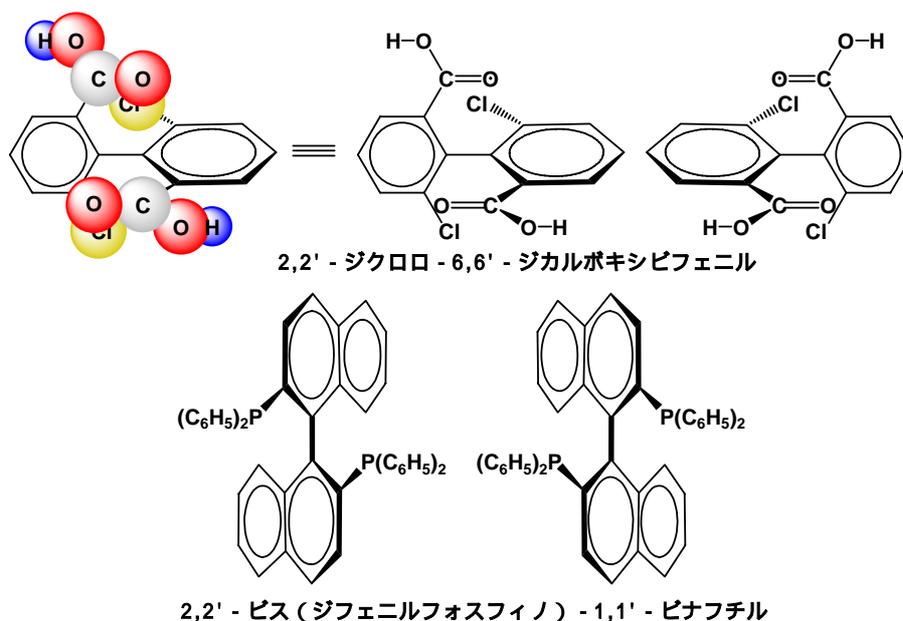


図7-6 軸不斉化合物の例

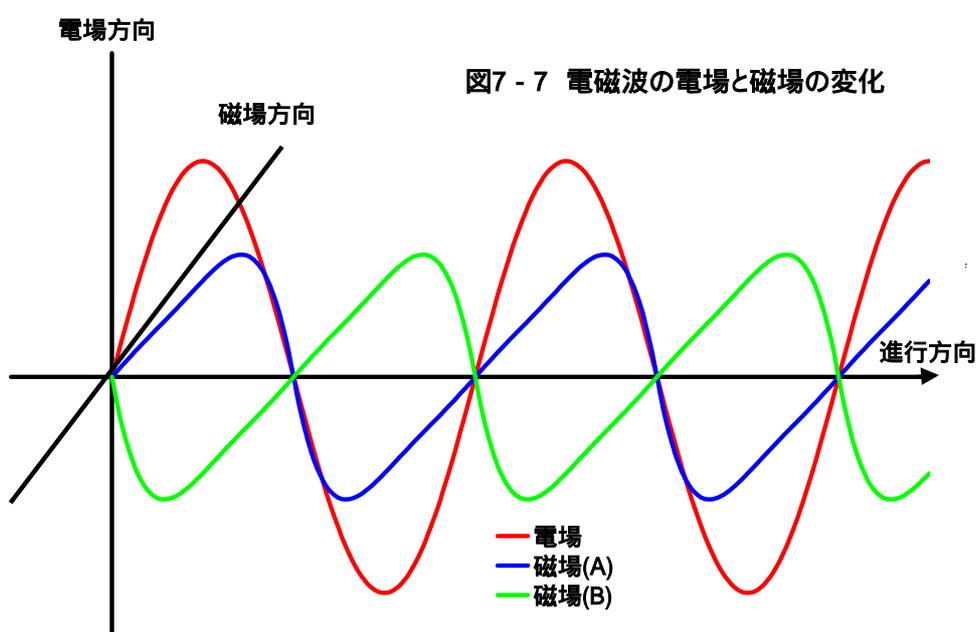
しかし、炭素 - 炭素単結合に沿って回転させる時の n-ブタンの回転障壁は約 6kcal/mol に過ぎませんから、約 25 kcal/mol の熱エネルギーを供給できる室温の下では全く障壁にはならず自由に回転できます。そのため、室温の下では 2 種のゴーシュ型の n-ブタンが当量混合物としてアンチ型のブタンとともに存在します。このような 2 種のエナンチオマーの当量混合物はラセミ混合物と呼ばれ、それぞれのエネンチオマーの平均的な性質を示します。また、一方のエナンチオマーから他方のエナンチオマーに変化してラセミ混合物になることをラセミ化と呼んでいます。多くの物質では炭素 - 炭素単結合は回転障壁が小さいために、このような軸不斉のエナンチオマーを分離することが困難でラセミ混合物になりますが、図 7 - 6 に示す分子は種々の原子や原子団が単結合を囲んでいるために結合に沿った回転を阻害します。そのために 2 種のエナンチオマーをそれぞれ分離することが出来ます。2001 年に野依博士は 2,2'-ビス(ジフェニルホスフィノ) - 1,1'-ビナフチル (BINAP) の一方の異性体を用いて、新たに不斉中心を持つ物質を合成する不斉反応の研究でノーベル化学賞を受賞しています。

右に磁場を持つ光と左に磁場を持つ光

電磁波は重量を持たない光子と呼ばれる粒子が真空中では 1 秒間に地球を 7 周半する速さで走る現象と考えられ、磁場と電場が相互に影響しあい規則的に変化する波の運動

をしながらエネルギーを伝播してゆきます。このとき、光子はその波の振動数に比例する一定のエネルギーを持っていますから、電磁波の性質がその振動数あるいは波長に影響され、その大小により 線、X 線、紫外線、可視光線、赤外線、マイクロ波、短波、長波などに分けられています。通常、これらの電磁波では個々に進行方向に対して直交する振動面を持って振動する電場の波によりエネルギーが伝達されます。光束などのように電磁波の集合した場合には電場の振動面があらゆる角度を取っているために、電場の変化が互いに打ち消されて全体として電場が現れません。

光子は電場が図 7-7 の赤線のように規則的に変化する波の運動をしながらエネ



ギーを伝播してゆきますが、そのとき電場の変化に従って磁場が電磁誘導されます。ここで誘起される磁場の波の振動面は電場の波の振動面に直交し、周期は同期されています。しかし、光子には正負の2種のスピン量子数があるために、電場の振動面に対して図7-7(A)のように左に直交した磁場を誘起する光子と図7-7(B)のように右に直交する光子が同じ割合で混ざっています。言い換えれば、左に直交した磁場を誘起する電磁波と右に直交した磁場を誘起する電磁波は互いにエネンチオマーの関係にあります。第5章で調べたように偏光は電場が一方向の振動面のみを持つ電磁波ですが、そのような偏光においても、光束などのように電磁波の集合した場合には、磁場の振動面が左右両方向のエネンチオマーの関係にある2種の電磁波がラセミ混合物になっていますから、打ち消されて全体として磁場を示しません。

原子の内部では原子核の周囲を電子が動き回っていますが、物質はそのような原子が様々な並び方で種々の組み合わせで集合しています。電磁波は電場と磁場が周期的に変化する波の性質を持っており、大きな誘電率と誘磁率を示す物質の中ではその速度は遅くな

ります。分子の密度が小さいために誘電率も誘磁率も小さな空気中から電磁波が誘電率の高い物質の中に入る時には、液面で波の進行方向が屈折して曲がりますが、物質により原子の分布や電子の密度が異なりますから、その屈折率は異なってきます。電磁波の光子には正負の 2 種のスピン量子数があるために、電場の振動面が一方向に揃った偏光の場合にも、電場の振動面に対して左に直交した磁場を誘起する電磁波とそのエナンチオマーに相当する右に直交する電磁波が同じ割合で混ざっています。

エナンチオマーの関係にある 1 対のものは不斉中心を持たないものと出会っても、それぞれ全く同じ相互作用をしますから、エナンチオマーの関係にある両者は全く同じ性質や性能を示します。しかし、1 対のエナンチオマーが不斉中心を持つものと相互作用をするときには、それぞれ異なった結果をもたらします。炭素に結合している 4 つの原子あるいは原子団がみな異なるときには 3 次的に前後と上下と左右が異なってきますから、不斉中心を持つことになり原子の分布や電子の密度も 1 対のエナンチオマーが存在します。ラセミ混合物として左右同じ割合で磁場の振動面を持つ偏光が不斉中心を持つ分子の中を通過するときには、磁場が左の振動面を持つ電磁波と右の振動面を持つ電磁波では誘起される誘電率にも誘磁率にも違いが生じます。そのためにエナンチオマーの関係にある両方の電磁波では屈折率に違いが生まれますから、偏光の電場の振動面が回転してしまいます。この現象を旋光といい振動面の回転する角度を旋光度として表します。また、分子内に不斉中心を持つために旋光を引き起こすこのような物質を光学活性物質と呼んでいます。

旋光度は光学活性物質の溶液に偏光を透過させ、その振動面の回転する角度で測定しますが、旋光度が電磁波と相互作用する光学活性分子の量に比例しますから、通常、光学活性物質の $1\text{g}/\text{cm}^3$ 溶液で満たされた 10cm の長さの光路を通過するときの旋光度を比旋光度として表しています。さらに、旋光度が電磁波の波長によっても変化しますから、実験上ナトリウムの炎色反応で発する D 線と呼ばれる 594nm の橙色の光が最も容易に利用しうる単色光でしたので、この D 線の旋光を用いて温度 t の時の比旋光度を測定し、 $[\alpha]_D^t$ で表しています。

旋光はエナンチオマーの関係にある両方の電磁波と光学活性物質との間に引き起こされますから、その組み合わせによりジアステレオマーの関係にある 2 種の相互作用による現象です。ここで光学活性分子のエナンチオマーの関係にある他方の異性体も同じような相互作用をしますから、逆方向の旋光を引き起こします。エナンチオマーの関係にある 1 対の光学活性分子の割合が一方に偏る時には、その割合に比例した大きな旋光度を示しますし、その割合が他方のエナンチオマーに偏る時には旋光度の符号が正負反対になり、その割合に比例した大きな旋光度を示します。さらに、等量の割合のラセミ混合物の場合には両方向の旋光能が打ち消しあって全く旋光を示しません。 R 体と S 体の存在量をそれぞれ R 、 S とし、このエナンチオマー混合物と純粹の R 体の旋光度をそれぞれ $[\alpha]_D$ と $[\alpha_R]_D$ とするとき、このエナンチオマー混合物の割合はエナンチオマー過剰(ee)と呼ばれ百分率として式 7-1 の関係で表すことができます。

$$ee = \frac{|\alpha_D|}{|\alpha_R|} \times 100 = \frac{|R-S|}{R+S} \times 100 \quad \text{式 7-1}$$

不斉中心を持つ例として前節に取り上げた *s*-ブタノールや *s*-塩化ブチルや酒石酸と共に酒石酸ジエチルエステルの *R*-体と *S*-体とラセミ体とメソ体の物理的性質を表 7-1 に掲げておきますが、淡黄色で着色した欄に示す融点と沸点と比重と屈折率はいずれも不斉の要素を含んでいませんから、測定誤差内で *R*-体と *S*-体の両エナンチオマーは等しい性質を示しています。これに対して *R*-体と *S*-体の両エナンチオマーは電磁波との間にジアステレオマーの関係にある相互作用を引き起こしますから旋光を示します。しかも、*R*-体と *S*-体の両エナンチオマーは逆方向の旋光を引き起こしますから、絶対値が等しく符号の異なる旋光度を示しています。*R*-体と *S*-体の両エナンチオマーは左右に異なる顔をしていますから、当量混合物のラセミ体は両方向の旋光能が打ち消し合って失われますが、さらに分子の並び方が異なるために融点や比重の値も変化します。また、メソ体は分子内に対称性を持ち分子の顔も異なりますから、すべての物理的な性質が *R*-体や *S*-体と異なり旋光能も示しません。

表 7-1 エナンチオマーの物理的性質

		融点	沸点	比重 g/ml	屈折率 n_D	旋光度 $[\alpha]_D$
s-ブタノール	<i>R</i> 体		100	0.81	1.4	13.9
	ラセミ体	-115	100	0.81	1.4	0
	<i>S</i> 体		100	0.81	1.4	-13.9
s-塩化ブチル	<i>R</i> 体	-141	68	0.90		8.5
	ラセミ体	-131	68	0.87	1.4	0
	<i>S</i> 体	-141	68	0.90		-8.5
酒石酸	<i>R</i> 体	171		1.76	1.5	12.7
	ラセミ体	206		1.79		0
	<i>S</i> 体	171		1.76	1.5	-12.7
	メソ体	148		1.67	1.6	0
酒石酸ジエチル	<i>R</i> 体	19	280	1.20	1.4	7.9
	ラセミ体	19	281	1.21	1.4	0
	<i>S</i> 体	18	280	1.21	1.4	-7.7
	メソ体	60		1.14	1.4	0

生物は素材も顔も能力も一方のエナンチオマー

地球上に普遍的に分布している大腸菌の生命活動を維持している化学物質の種類と重量比を表 7-2 に掲げておきますが、この中で水を除いて最も種類と重量比が大きな蛋白質は -アミノ酸がアミド結合(ペプチド結合)で長く鎖状に繋がった顔の物質です。これらの

-アミノ酸は中心となる炭素原子に水素原子とアミノ基(NH₂)とカルボン酸(CO₂H)の原子団が結合した基本の顔を持っており、さらに蛋白質を構成している -アミノ酸はそれぞれ水素原子をはじめメチル基(CH₃)やブチル基(C₄H₉)など 22 種類の原子団が結合しています。図 7-8 にはそれら 22 種類の -アミノ酸の顔を掲げておきますが、水素原子の場合(グリシン)を除くすべての場合に 4 種の異なる原子と原子団が中心となる炭素原子に結合

表 7-2 大腸菌細胞中の物質組成

	重量(%)	種類
水	70	1
蛋白質	15	3000
DNA	1	1
RNA	6	1000
炭水化物	3	50
脂質	2	40
無機イオン	1	12
その他	2	500

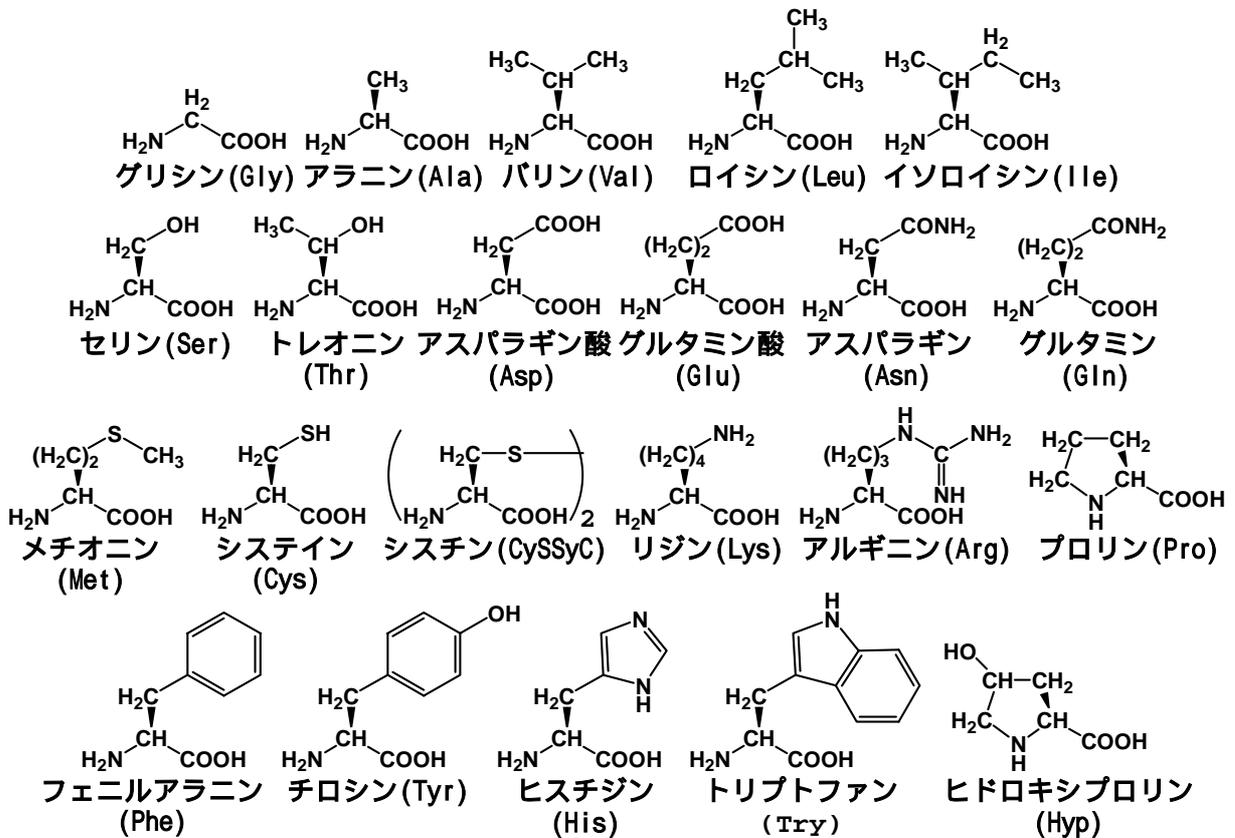


図7-8 蛋白質を構成する -アミノ酸の構造

していますから、 α -アミノ酸は不斉中心を持ちエナンチオマーが存在します。

これらの α -アミノ酸の研究から、地球上に棲息する生物に含まれる蛋白質のアミノ酸はすべて *S*-体の立体的顔を持っていて、エナンチオマーの関係にある *R*-体の顔のアミノ酸が見出されていません。本来、不斉場を持たない環境においては、不斉中心を持たない物質はジアステレオマーの関係を生じませんから不斉中心を持つ物質を生成しません。不斉中心を持たない物質から不斉中心を持つ物質が生成するためには、何がしかの不斉場を持つ環境のジアステレオマーの影響を要します。地球上の生物の起源において、如何なるジアステレオ的な要因が α -アミノ酸を *S*-型の不斉に導いたか未だに解明されていません。地球が西から東に自転運動をしていることやシベリアとカナダの間に地磁気の *S* 極のあることが原因と考える研究者もいますが、未だ合理的な説明は見出されていません。地球上の生物の七不思議です。

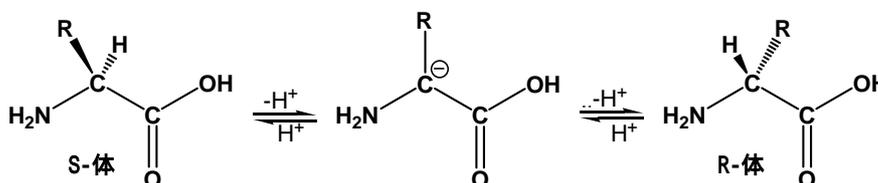
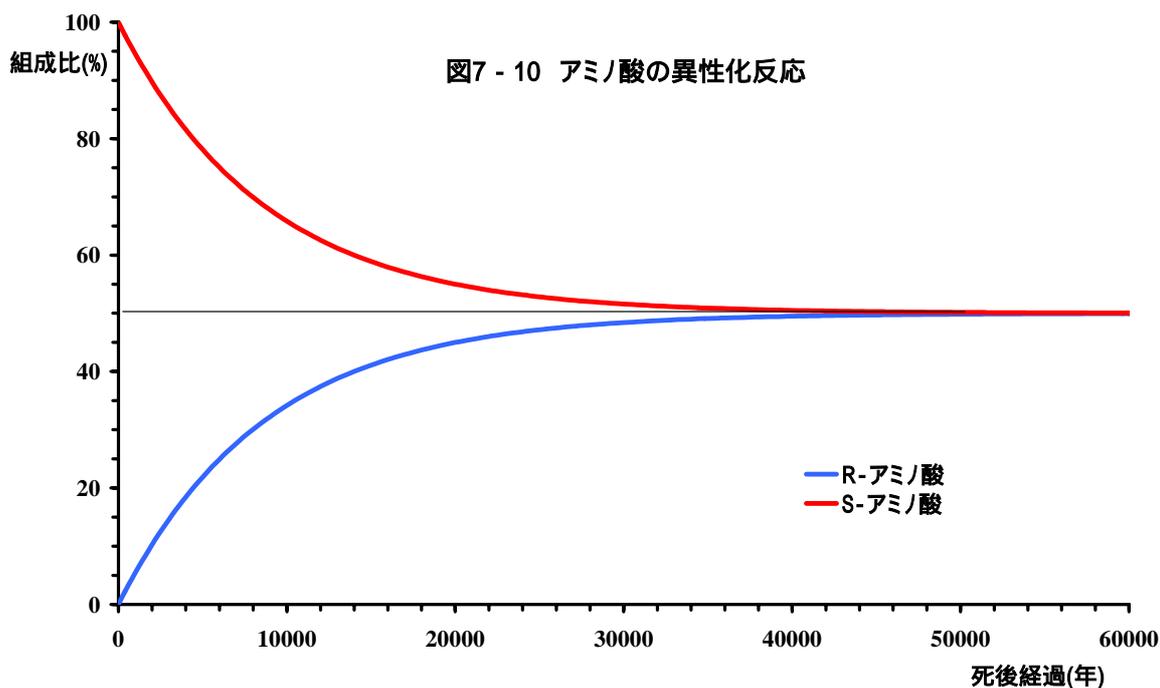


図7-9 α -アミノ酸の異性化反応機構

このように地球上に棲息する生物の蛋白質を構成するアミノ酸は *S*-体の顔だけを持っていますが、生物の死と共に新しいアミノ酸の供給が止まり、その後はこの *S*-型の顔のアミノ酸は図 7-9 のような反応により次第に *R*-型の顔のアミノ酸に異性化してゆきます。この顔の向きを変える異性化反応はアミノ酸の種類により多少異なりますが、室温下の中



性条件では図 7 - 10 のグラフのように約 60000 年で平衡状態に達してラセミ混合物になります。このグラフを利用しますと、例えばシベリアの凍土中から出土したマンモスの蛋白質を構成するアミノ酸の顔の向きが *S*-型 55%であったとすれば、そのマンモスは約 20000 年前に生存していたと推定することが出来ます。さらに、この顔の向きを変える異性化反応は塩基性条件でも高温の条件でも加速されますから、法隆寺金堂に用いられている材木やツタンカーメンのミイラに含まれる蛋白質のアミノ酸分析により、顔の向きの割合から材木が切り倒された年代や古代エジプトの気候や歴史を明らかにすることが出来ます。

表 7 - 2 で判るように、蛋白質について、重量比の多い順に RNA と炭水化物が続きますが、RNA はリボースのりん酸エステル

の長い鎖に窒素原子を含む 4 種の芳香族の原子団が結合した構造をしていおり、その 4 種の原子団の並ぶ順番で生体内の種々の情報を伝達しています。また、生体内に含まれる炭水化物はブドウ糖とその結合したでんぷんやセルロースです。RNA を構成するリボースも炭水化物の構成単位となるブドウ糖も図 7 - 11 に示すような糖類で多くの不斉炭素を含む顔をしています。ブドウ糖は 5 つの不斉中心を含んでいますから、1 種類のエナンチオマーと 30 種類のジアステレオマーが存在します。これらの 32 種類の顔を持つ立体異性体は異なる性質を示しますから別の化合物名で呼ばれています。

このように、多くの生物では水以外の構成物質の中で 80%以上に相当する物質が蛋白質や DNA や炭水化物などの不斉中心を持つ一方の顔のエナンチオマーですから、左に心臓を持つ体格で右利きの能力を持つほかにも構成する材料まで、生物の身体はエナンチオマーの一方の異性体の塊のようなものです。地球上の生物は右利きで左に心臓を持ち *S*-型の顔のアミノ酸で構成される一方のエナンチオマーになっていますが、どこか宇宙の遠い彼方には左利きで右に心臓を持ち *R*-型の顔のアミノ酸で構成される他方のエナンチオマーの生物が繁栄しているのではないかと想像されます。

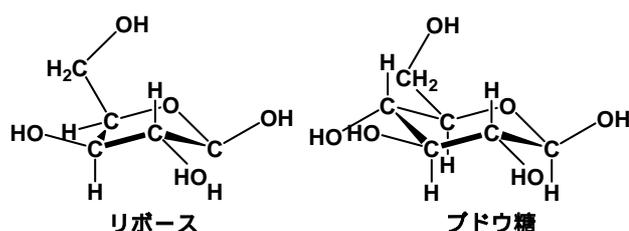


図7-11 リボースとブドウ糖の構造