

初期の地球で炭酸水の界面に形成されるスパイラル微細構造の検証

*唐澤 信司¹ (1.宮城工業高等専門学校 名誉教授)

E-mail: shinji-karasawa@biglobe.jp

URL: <http://www7b.biglobe.ne.jp/~shinji-k/index.htm>

キーワード: 螺旋構造、初期の地球、炭酸水、氷の結晶構造、 α -水晶

[CO₂ と H₂O との間の相互作用によって進行した分子生物史の最初の段階]

初期地球の大気には多量の CO₂ ガスが在りました。その量は今日の CO₂ ガスの 0.0004気圧の 10⁵ 倍に対応します。CO₂ の水に対する溶解度は高圧の状態です。しかし、CO₂ の溶解度は高温では減少します。炭酸水で CO₂ の 98.3% は線形分子で存在し、その線形分子の CO₂ は、液体の水のスパイラル立体構造の空隙軸に組み込まれます。

[水の瞬間的な構造のモデルとしての氷]

水の分子は液体中では水素結合によって四面体です。四面体単位の格子構造には幾つもの構造があります。水の瞬間的な構造のモデルは氷の格子構造です。通常の氷は、P = 6₃/mmc (氷 I h) であり、スパイラル構造を形成する六方晶系です。図 1 に構成する原子のファン・デル・ワールス半径に基づいて 描かれた (I h) の氷の結晶を示しています。各スパイラルの中心に旋回軸 C 軸に沿って空隙軸があります。

[スパイラル構造は四面体の六角形配置による形成]

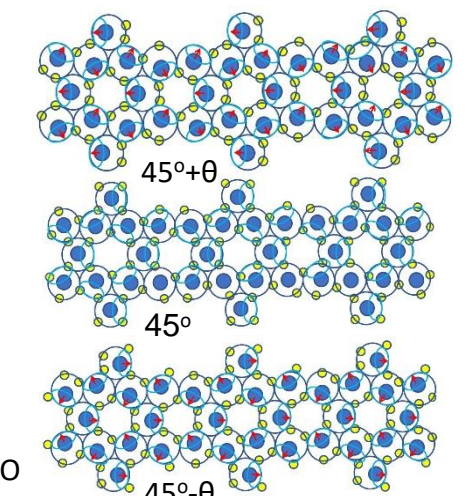
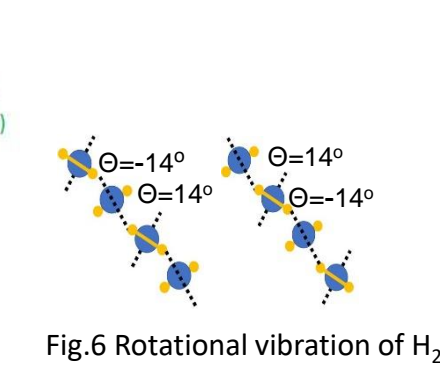
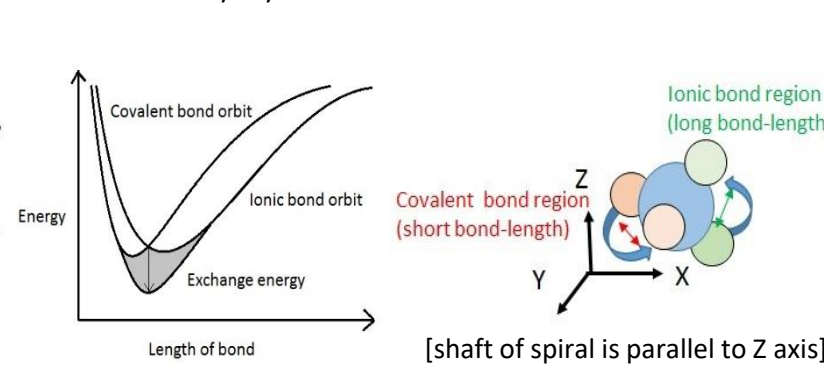
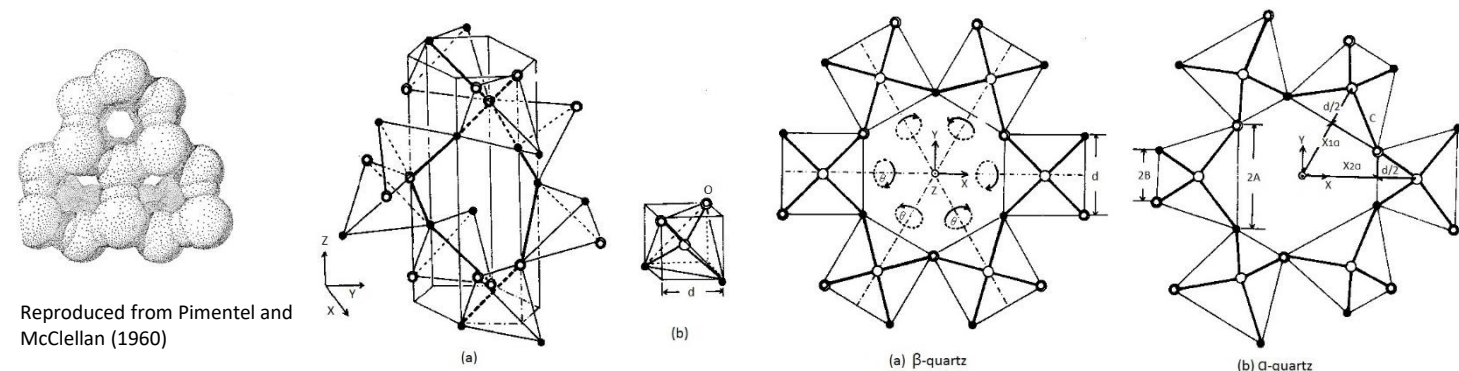
β 水晶の格子構造を図 2 に示します。Z 軸を旋回軸にして四面体単位を含む立方体が一つの面を X-Y 面に並行にしてスパイラル状に配置されています。スパイラル構造は 3 方向の電気軸線のまわりの水素原子対の角度が 45° から + θ と - θ 交互に回転をすることによって幾何学的に縮みます。図 3 (b) に示すように交互に回転した四面体を XY 平面上に射影する台形になります。X-Y 平面に投影された台形の短辺は、垂直の空隙軸に接近した四面体の辺に対応します。X-Y 平面に投影された台形の長い辺は X-Y 平面に接近した辺に対応します。この回転 (θ) による X-Y 平面の方向に対する収縮の比率 $\gamma(X,Y)$ は $\gamma(X,Y) = \{1 + (3)^{1/2} \cos(\theta)\} / \{1 + (3)^{1/2}\} \cdot (1)$ によって与えられます。Z 方向 (c 軸方向) の収縮率 $\gamma(Z)$ は $\gamma(Z) = \cos(\theta) \cdot (2)$ です。回転 ($\pm \theta$) では c 軸の方が多く収縮します。この正四面体を単位としたモデルの軸比 (C/A) は β -水晶では $c_{\beta c} / a_{\beta c} = 1.098$ ($\theta = 0^\circ$) $\cdot (3)$, α -水晶では $c_{\alpha c} / a_{\alpha c} = 1.086$ ($\theta = 14^\circ$) $\cdot (4)$ です。

[α -水晶の構造単位の四面体を変形する短距離力の証拠]

他方、軸比の実測値は β -水晶では $(c_{\beta o} / a_{\beta o}) = 1.10$ $\cdot (5)$, α -水晶では $(c_{\alpha o} / a_{\alpha o}) = 1.10$ $\cdot (6)$ です。実測値は、水晶のモデルが X-Y 平面上で収縮しています。 α -水晶の X 線データによれば、シリコン原子が結合距離が短い酸素原子の対に接近しています。水の四面体分子は X-Y 平面に接近した辺の結合距離が共有結合で短くなるのです。

[四面体型共有結合軌道と四面体型イオン結合軌道の量子共鳴による縮退を解く Jahn-Teller 効果による四面体の変形]

液体の水の分子は電子状態が四面体型共有結合軌道と四面体配置のイオン結合軌道から構成されます。共有結合軌道とイオン結合軌道が縮重して電子状態は図 4 に示すようになります。Jahn-Teller 効果により四面体が歪み非縮重の電子状態は共有結合性の短い結合距離側と、イオン結合性の長い結合距離側はなります。そこで、瞬間的に歪んだ四面体の 3次元配置をスパイラルの旋回軸を Z 軸に平行にして描くと、図 5 に示すようになります。



[水の分子のラセン配置で断続的な熱運動]

水の分子の熱振動には電気軸を回転軸に交互にねじる図3に示す熱振動があります。水素原子対が β 構造の 45° から θ あるいは - θ 回転した α の構造になると最低エネルギー状態になります。 θ と - θ では図6および 図7.に示すようにスパイラル構造の空隙軸に面した水分子の水素原子対が反転します。そこで、回転角が θ から - θ に反転する熱運動は $\theta = 0$ のエネルギー障壁を超えるので断続的になります。その変化は若干の収縮を伴うので呼吸のような動きを伴いません。

[水のスパイラル構造の形成により低いエネルギー状態になることにより気泡と気泡が引きつけ合う現象の観測]

毎秒30 フレームで撮影した動画のスローモーションの再生によって次の現象が確認されました。(1)気泡と気泡が接近すると気泡の間の炭酸水が白くなり、それが両者を引き合うように作用します。(2)一瞬の時間で気泡が合体するのですが、その際に合体する領域が白くなります。(3) CO₂ の気泡の下の領域が一瞬、白くなって突然に移動します。その炭酸水中で白く見える領域はラセン構造が形成された領域と考えられます。

[水の分子の渦状構造のオープン ‘シャフト’ の壁に生成される電位の断続的な旋回運動]

水中の CO₂ の殆どの分子は、スパイラル構造の空隙軸に収まります。スパイラル構造は X-Y 平面に垂直な方向に立っており、H₂O の電気分極は 3 方向 で 120 度違いの電気軸に沿って配置されます。電気軸を回転軸に水素原子対を 45° から交互に θ の回転振動をすると四面体の歪に伴う交互に連結した電気分極が熱振動で交互に反転するので、電位の動きが断続的に螺旋を旋回する動きになります。ラセン構造の骨組みは変わりません。もし、スパイラル構造の空隙軸内の CO₂ が移動を起こすと一方向に振りこむような運動になります。そこで、一瞬、白くなるのが見られる現象は、近傍の水がスパイラル構造になり CO₂ が揃って移動を起こしていると理解できます。

[炭酸水の鉄微粉末の混合によって生成される膜における炭化水素の合成]

炭酸水と鉄 (Fe) の粉体を混合すると、CO₂ の気泡を形成します。拡大された気泡が水の表面に浮上します。水と CO₂ ガスの界面に正四面体を単位とした水の分子がスパイラル構造を形成します。細かい鉄粉は、CO₂ の分子が格納されている各ラセン構造の空隙軸に付着します。水素原子よりも炭素原子の電気陰性度が大きいので、鉄粉は、スパイラルの空隙軸で CO₂ の酸素によって酸化されます。その酸化鉄は水の底に沈殿し、残った炭素原子は、間隙軸中の水素原子の対に結合します。こうして、スパイラル構造で炭素原子と水素原子の対が連なり、炭化水素鎖 (-CH₂-CH₂-) ができます。そこで、炭酸水に鉄粉を混合して数時間経過した後に、堅牢な泡の膜になります。

[参考文献]

[1] S. Karasawa, "The formation of spiral structure and occurrence of rotation of the spiral structure in liquid water", [<https://www.youtube.com/watch?v=azcacA97Qbk>] 2016/07/28.