

# カラット君が効く理由

株式会社コムコム

## 1. 食用油の熱運動による酸化

食用油(液体)は、室温では分子が約数十 m/秒(水の場合は 500m/秒)で熱運動により動き回っている。

速度は食用油の分子の大きさ  $3 \times 10^{-10}$  m と水の分子の大きさ  $3 \times 10^{-10}$  m から 推定した。分子が動き回っていることはブラウン運動でも証明されている。

固体と違い、液体は分子がかなりの速度で動き回っていると考えられる。さらに、180°Cくらいに加熱されれば、食用油分子は熱運動により、熱重合や熱分解が起こり劣化する。フライなど揚げものをするときは、さらにフライ衣の中の水や炭水化物の水酸基などと反応し酸化や加水分解などが起き、食用油の劣化が進む。

## 2. 電気配向効果による酸化の抑制原理

ここで、食用油の中に陰極をいれ、フライヤーに陽極(アースに接地)をつなぎ、直流高電圧(3000V位)をかけると、食用油はリノール酸に代表されるように炭素数18位の細長い分子なので、長手方向に分極され、電場に向かい配向する。(Electro orientation effect 電気配向効果 と名付ける)。

熱で活発に運動しても、油分子は配向した状態で動くので、電圧をかけない状態で無秩序に動きまわるより、熱重合や熱分解などが起きにくくなる。(確率的に半分くらいになる)。

## 3. 電気配向効果で食用油の重合や分解が起きにくくなる(理由. その1)

※図1、図2参照

食用油には、飽和脂肪酸、不飽和脂肪酸などが含まれるが、不飽和脂肪酸は生体構成脂質として有用と考えられています。ですが、不飽和脂肪酸のほうが劣化しやすい。

1つ以上の二重結合を持つものを不飽和脂肪酸といいます。

1つの二重結合を持つ「モノ脂肪酸」には、オレイン酸(オリーブ油の主成分で炭素数 18、cis-9 番目に二重結合を持つ)、エルカ酸(ナタネ油、カラシ油に含まれる炭素数 22、cis-13 番目に二重結合をもつ)などがある。

いずれも、二重結合は長手方向の中央部にある。

不飽和脂肪酸の中でも、二重結合が複数あるほうが酸化しやすい。特に2つの二重結合に挟まれた炭素原子は活性を持ち、他の分子や原子と結合しやすい。

2つの二重結合を持つ「ジ脂肪酸」には、リノール酸(多くの植物油に含まれる炭素数 18、cis-9-cis12 番目に二重結合を持つ)がある。このリノール酸の11番目の炭素原子は2つの二重結合に挟まれているので活性化している。この炭素原子は、酸素分子や水酸基や他の不飽和脂肪酸と結合(重合)しやすい。

この活性化している炭素原子は、分子の長手方向の中央部にある。

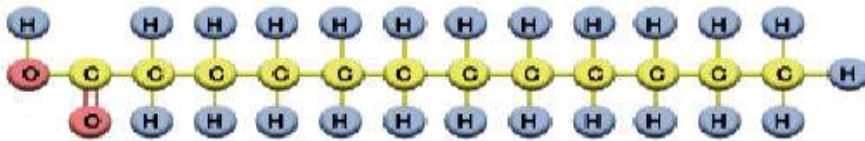
他の2つの二重結合を持つ「ジ脂肪酸」には、コサジエン酸(炭素数20、cis-11-cis14 番目に二重結合)これは、13番目に活性化している炭素原子を持つ。

分子が分極し、電気配向効果にて配向した状態で動き回るが、分子は長手方向で引き合い、活性化した炭素原子同士がぶつかりあう確率は低くなる。また劣化して生じる極性化合物は電極側に引き付けられる(電気流体力学効果)ので、これに食用油の活性化した炭素原子がぶつかる確率も低くなる。

図 1

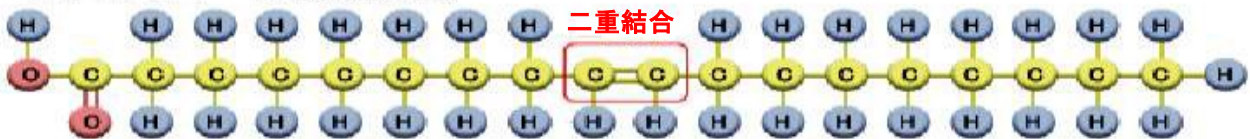
### 飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸

ラウリン酸(飽和脂肪酸)



● 炭素  
● 水素  
● 酸素

オレイン酸(一価飽和脂肪酸)



リノール酸(多価不飽和脂肪酸)

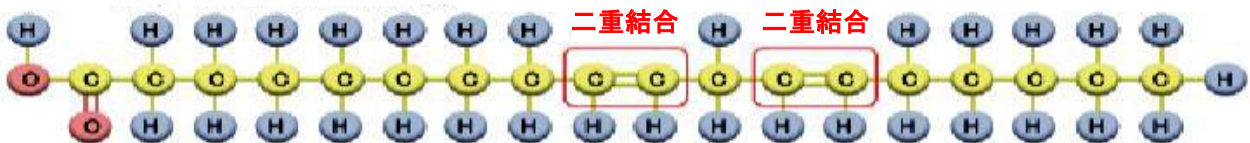
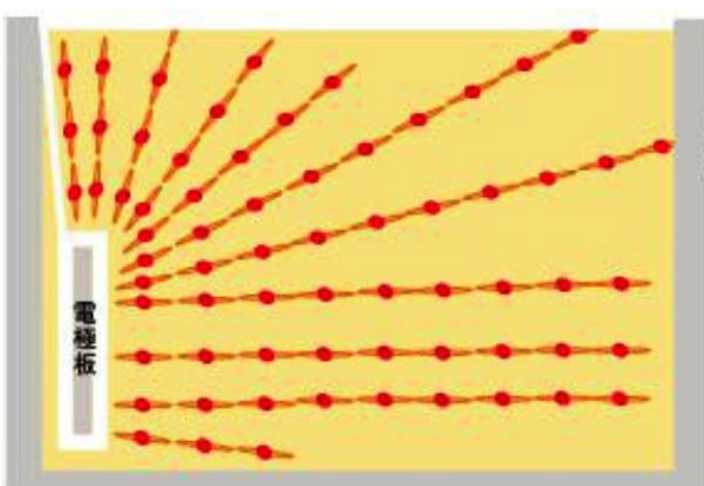


図 2



通常、食用油分子は左図のようにバラバラで自由に動き回ることができます。すると活性化した炭素分子同士がぶつかり重合などが盛んに行われます。

カラット君使用で食用油内に陰極(電極板)、フライヤーに陽極をつなぎ高電圧をかけると・・・



カラット君で高電圧をかけることによって、食用油分子は分極され配向された状態なので活性化されている炭素原子が他の炭素原子などとぶつかりにくくなり反応しづらくなります。

#### 4.電気配向効果で食用油の重合や分解が起きにくくなる（理由. その2）

※図3参照

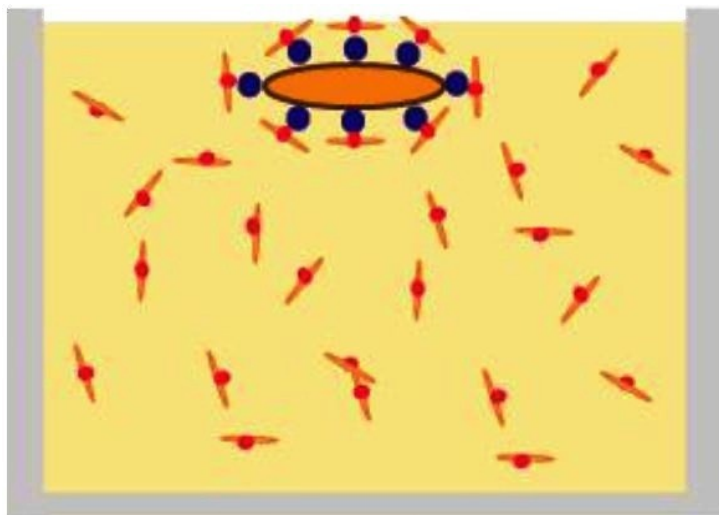
フライのまわりでは、フライには水や炭水化物が含まれるので、180℃の食用油の中では食油の酸化や重合、加水分解などが盛んになっている。

食用油の中に電極を入れ、フライヤーに陽極（アースに接地）をつなぎ直流高電圧（3000V 位）をかけると、フライの中も電場が通るので、その電場にそって電気配向効果により配向した油分子が接触するが、分極しているので食用油分子の長手方向の端が接触する。食用油分子の端の炭素原子は安定しているので、酸化や重合や加水分解は起こりにくくなる。

また、酸化や重合や加水分解してできる極性化合物はすぐに電極に引き寄せられて離れるので（EH D効果）衣のまわりは、劣化していない食用油で満たされる。

食用油が、フライの衣の炭水化物と重合しにくいこと、また酸化等で生じた極性化合物が衣の周りに残らないことが、「カラット君」が、さらっと揚げ物が揚がる理由になる。

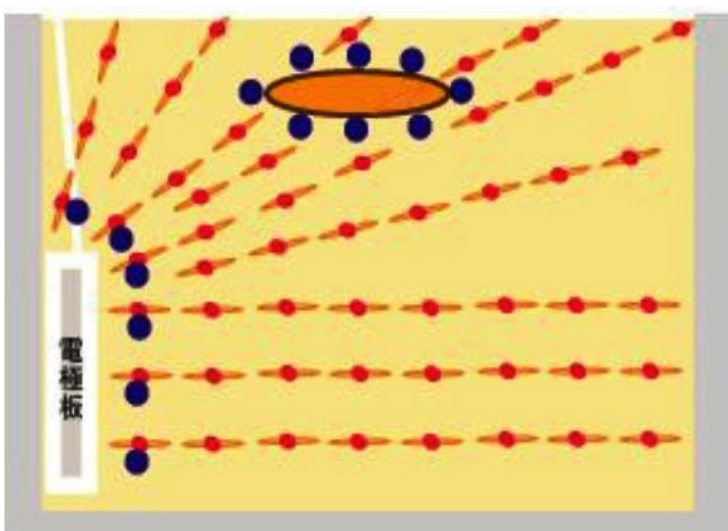
図 3



揚げ物のタネには水や炭水化物が含まれます。高温の油の中では、それらの物質と食用油の重合等の反応が盛んに行われています。食用油の分子が自由に動ける状態では二重結合部分がそれら物質と接触し反応します。



カラット君使用で食用油内に陰極（電極板）、フライヤーに陽極をつなぎ高電圧をかけると・・・



配向された食用油の分子は揚げ種と接触する部分が不安定な二重結合部分ではなく、安定している炭素原子部分になるため、揚げ種に含まれる水分や炭水化物と反応しづらくなります。また、酸化や重合でできた物質は極性化合物となり、すぐに電極に引き寄せられる為揚げ物の周りには良好な状態になり、揚げ物の品質が保たれます。

## 5.電気配向効果(Electro orientation effect)と ER 効果(Electro rheological effect)の違い。

※図4参照

電気配向効果は、ER効果に含まれると思われるが、ER効果は液体の物理的性質(粘度など)が変わること(油分子が鎖状構造をとるなどして)に主眼をおく効果である。

食用油を加熱することと、ER効果は相反関係にあるが、180℃の食用油の中では、ER効果は限定的。

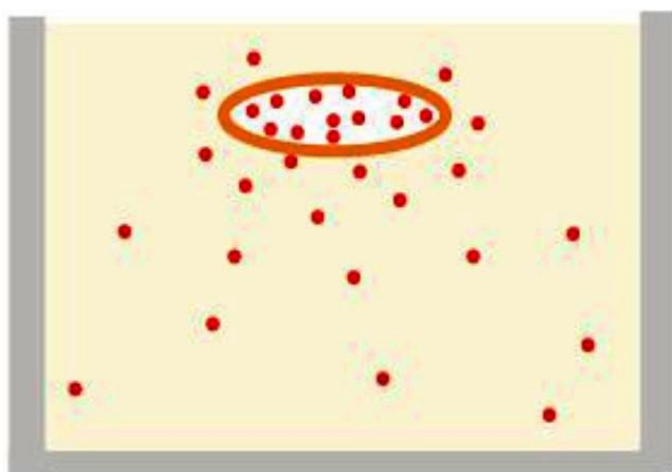
電気配向効果は、高電圧により分極した油分子が180℃の熱運動で動き回っても、電場に沿って配向していることにより化学的に分解や重合が起こりにくくなるという化学的性質に主眼をおく。

ER効果が発揮するのは、フライの中身「肉や魚の常温で固体の脂身」であると考えられる。

180℃の食用油で揚げられるフライ中身の「常温で固体の脂」は、溶け出して食用油の中に染み出して来る。これが食用油の劣化につながる。

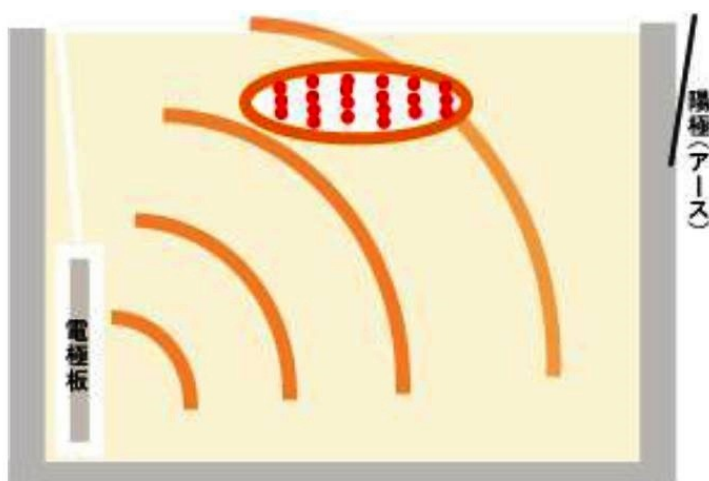
高電圧をかけるとフライの中も電場が通るのでER効果により脂の粘性が増し、脂の動きが制限され食用油が染み出しにくくなる。

図 4



通常、フライの中の脂は高温になると、食用油の中に溶け出して来ます。これが、食用油の劣化の原因のひとつになります。

カラット君使用で食用油内に陰極(電極板)、フライヤーに陽極をつなぎ高電圧をかけると・・・



高電圧をかけることによって、フライの中まで、電場が通ります。ER 効果によって、通常なら染み出す脂質の粘度が保たれ、中に閉じ込めます。よって、食用油との重合を防ぎ劣化を抑え、また食材本来の旨味を閉じ込める働きも得られます。