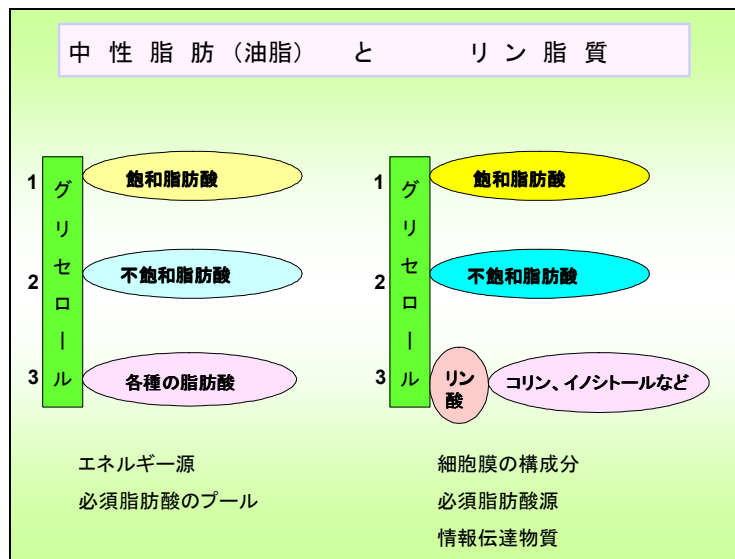


## I 章 最新の脂質栄養を理解するための基礎

### ーω (オメガ) バランスとは? ①

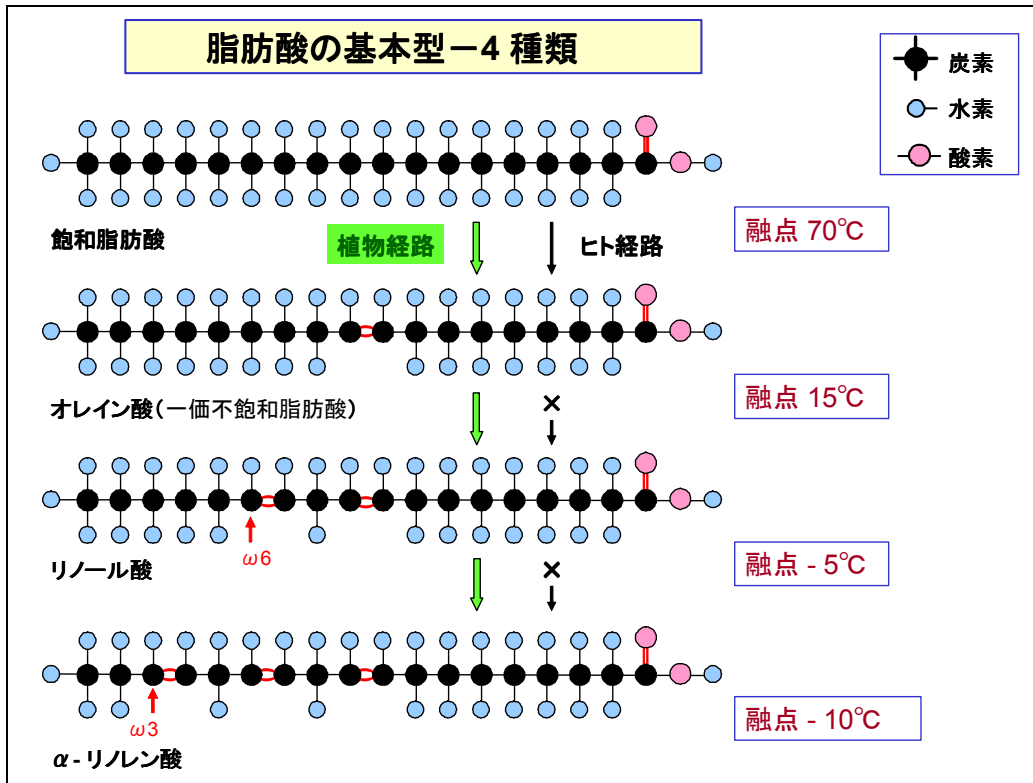
油（常温で液体）と脂肪(固体)の化学構造は似ており、グリセロールに脂肪酸が3個結合したものです。食用油もバターも魚油も、基本的にはこの形をしています。脂肪酸組成が異なります。一方、リン酸を含むリン脂質という重要な細胞膜成分がありますが(図右)、情報伝達や細胞分裂に重要な役割を果たしているホルモン様物質(エイコサノイド)の前駆体を含んでいます。

図 1



脂質栄養を考える時、脂肪酸の四つの基本型が重要です(図 2)。炭素の鎖に水素が飽和しているものを飽和脂肪酸、炭素—炭素間に二重結合が一つあるものを、一価不飽和脂肪酸と呼びます。人体内では糖質(でんぷんなど)やタンパク質(肉類に多い)を食べると、身体に使われなかった分は飽和脂肪酸に、ついで一価不飽和脂肪酸(炭素鎖長 18 で真ん中に二重結合のあるものをオレイン酸と呼ぶ)に変換されます。このオレイン酸から、植物では(図 2 の緑矢印)、二重結合が一個増えてリノール酸が、ついで二重結合がもう一つ増えて $\alpha$ -リノレン酸が作られます。ところがこれらを作る酵素は動物体内にはありませんので、人の体内ではリノール酸も $\alpha$ -リノレン酸も作ることができません。

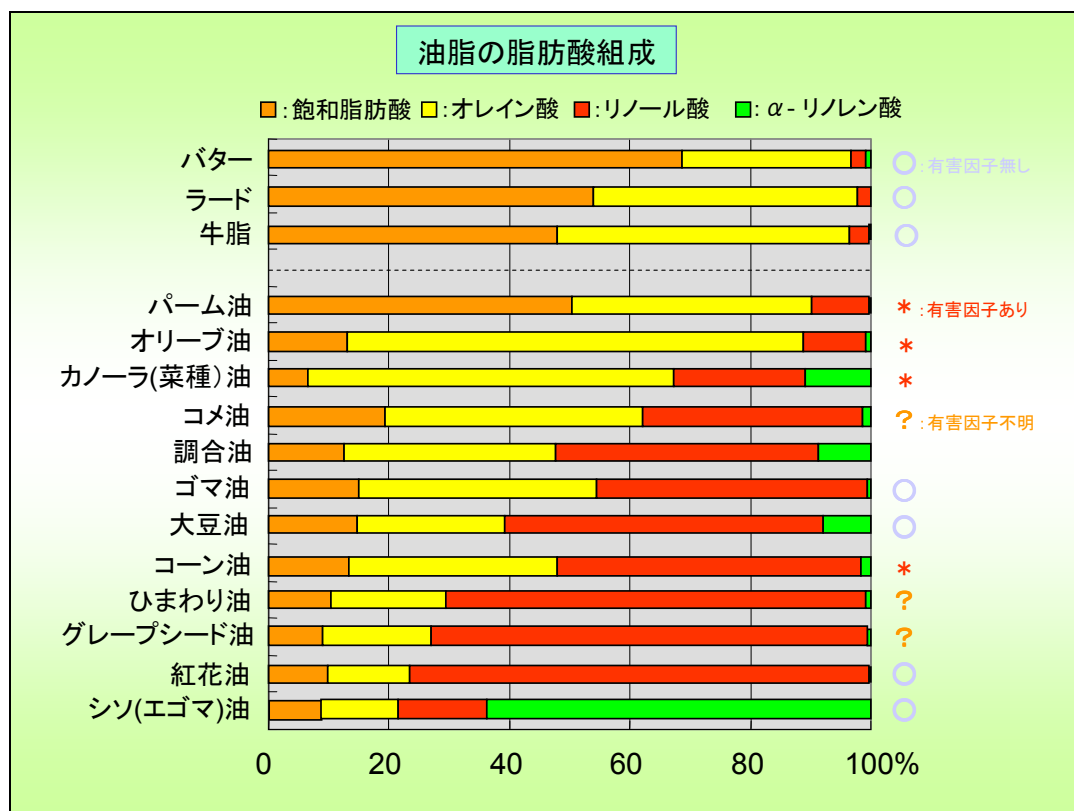
リノール酸は動物の成長、生殖生理を保つ上で必須であり、 $\alpha$ -リノレン酸は脳・網膜の働きを保つ上で必須です。これらについては、別の章で詳しく述べます。



炭素鎖長が同じ時、二重結合の数が増えると融点が下がります。植物や微生物は環境温度に応じて脂肪酸組成を変え、低温になると融点の低いものを多く作ります。動物性脂肪（貯蔵脂肪）は主に飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸と摂取したリノール酸から作られています。植物油は一般に飽和脂肪酸が少なく融点が高いのですが、最近、パーム油が多く使われるようになりましたが、この植物油は飽和脂肪酸（パルミチン酸）が多く、物性が動物性脂肪に似ています。

さて、多くの植物油は4種の脂肪酸を含みますが(図3)、油の種類によって脂肪酸組成が著しく異なります。飽和脂肪酸の多いもの、オレイン酸の多いもの、リノール酸の多いもの、 $\alpha$ -リノレン酸の多いものなどです。したがって植物油の栄養効果も著しく異なります。植物油として一まとめに表示するのは、不適切なのです。

図3



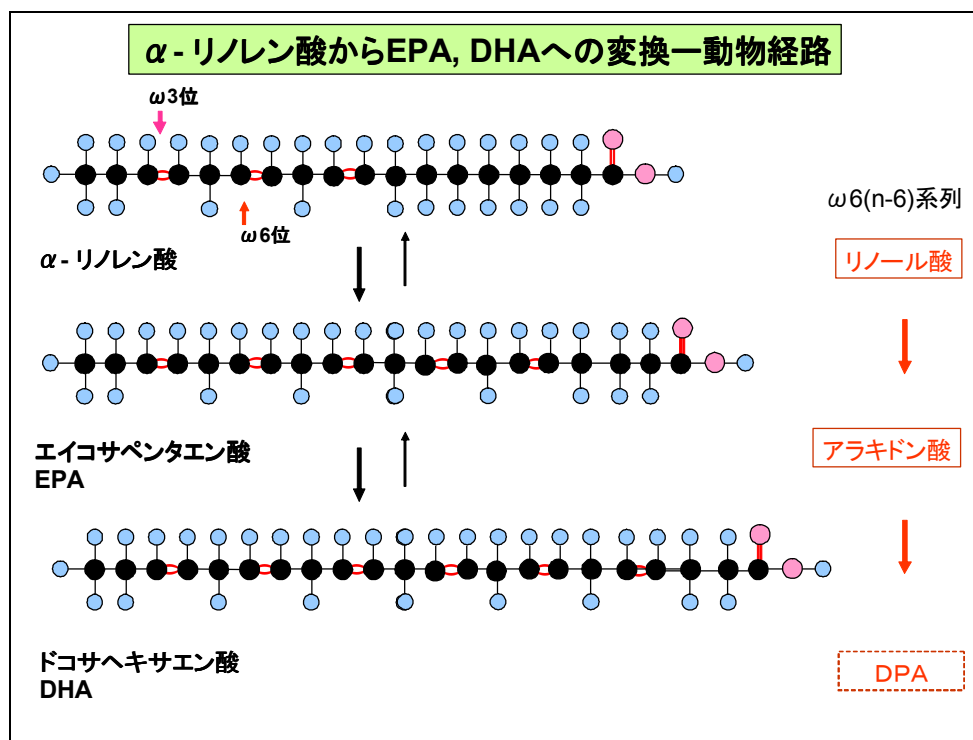
油脂はグリセロールに脂肪酸が3分子結合したトリアシルグリセロール (TG) が主成分 (95%以上) ですが、このほかに多種の微量成分を含んでいます。従来は油脂の栄養効果が脂肪酸の組成のみで説明されてきましたが、この微量成分が予想以上の強い生理効果(有害作用)を示すことがわかってきました。これについては第II、VI章で詳しく説明します。

植物油の良し悪しを評価するとき、①脂肪酸組成は油種によって大きく異なること、②微量成分が大きな生理効果を示すこと、を考慮に入れることが重要です。

さて、リノール酸と $\alpha$ -リノレン酸は必須ですが、これらを摂取すると動物体内で別の脂肪酸に変換されます。例えば $\alpha$ -リノレン酸は鎖長と二重結合が増えてエイコサペンタエン酸 (EPA) に、さらに鎖長と二重結合が増えてドコサヘキサエン酸 (DHA) に変換されます(図4)。逆にDHAから $\alpha$ -リノレン酸を作る酵素も、体内にあります(逆変換)。この体内での変換では、脂肪酸分子の左半分(左の $\omega$ 末端から数えて3番目に最初の二重結合があるという意味)、あるいは

n-3 系列（全体の炭素数を n とする）とよびます。同様にリノール酸も  $\gamma$ -リノレン酸を  
通ってアラキドン酸に変換されます（ $\omega$ 6 系列あるいは n-6 系列とよびます）。

図 4



体内には 20 種類以上の脂肪酸がありますが、当面、三つの流れ(系列)に分けて考えることができます (図 5)。

飽和脂肪酸と一価不飽和脂肪酸は体内でも作られ貯蔵脂肪の主成分ですが、植物油でもパーム油、オリーブ油、カノーラ油などが、この系列に属します。これらは必須ではありません。

リノール酸 ( $\omega 6$ ) 系列と  $\alpha$ -リノレン酸 ( $\omega 3$ ) 系列は上述の通りです。これら三系列(群)は体内で相互変換しません。いくらリノール酸を多く摂っても、脳や網膜の DHA ( $\omega 3$ ) は増えないのです。

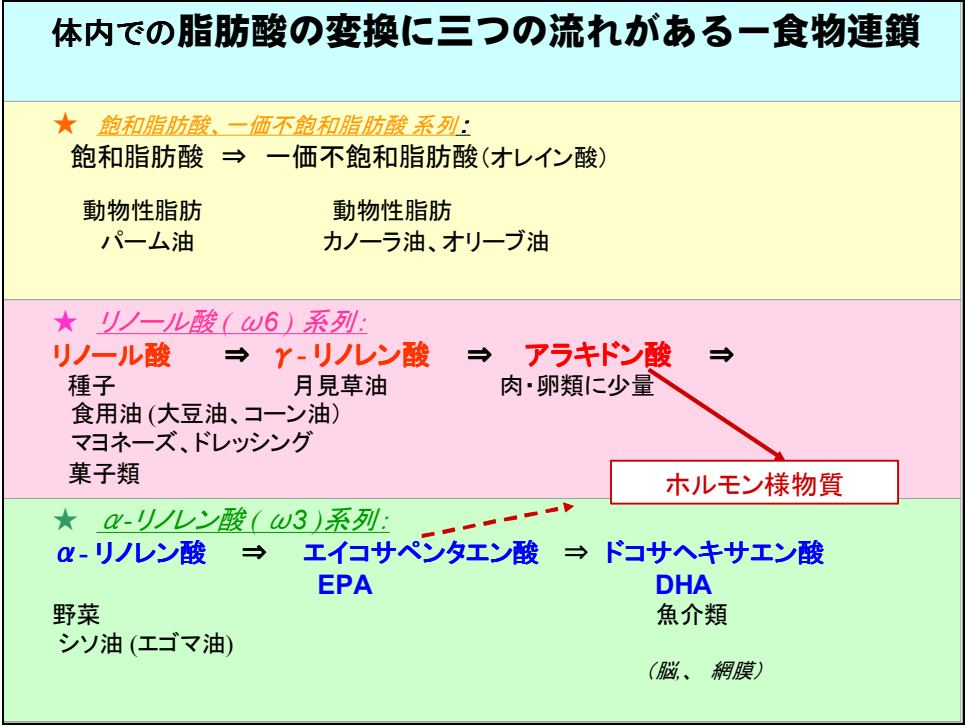
食物連鎖の面から考えてみましょう。タンパク質 (肉類、豆類に多い) や糖質 (米麦、芋などに多い) を多く摂取しますと、一部は体成分として、またエネルギーとして使われますが、余分なものは体内で飽和脂肪酸に、ついで一価不飽和脂肪酸に変えられ、貯蔵脂肪となります。

植物はリノール酸を種子に多く蓄えますので、多くの種子油(植物油)はリノール酸が多いのです。大豆粕やコーンにはリノール酸が多いので、これらを家畜の飼料としますと、その肉、乳にはリノール酸やアラキドン酸が多くなります。

これに対し、 $\alpha$ -リノレン酸は葉、根(野菜類、とくに冬野菜)に多く、植物プランクトンがこれを多く作りますので、動物プランクトン、魚介類、あざらしなどの食物連鎖では、EPA や DHA が多くなります。シソ(エゴマ)油、亜麻仁 (フラックス) 油、チアなどは種子油でありながらリノール酸が少なく、 $\alpha$ -リノレン酸が多いという特徴を持っています。

ちなみに  $\alpha$ -リノレン酸は植物で、光合成の際に発生するフリーラジカルを消去し、森の香り (フィトンチット) となります。またジャスモン酸に変換され、植物ホルモンとしての役割を担っています。

図 5



この三系列の間では相互変換がないのですが(前述)、お互いに競合(競争)的です。リノール酸からアラキドン酸が作られ、そこから各種のホルモン様物質が作られます。これに対し、EPAからはホルモン様物質は作られにくく、作られても活性が弱い場合が多いのです。すなわち、リノール酸⇒アラキドン酸⇒ホルモン様物質のカスケードに対して、α-リノレン酸(ω3)群は競合的に抑える作用があります。逆も同じです。

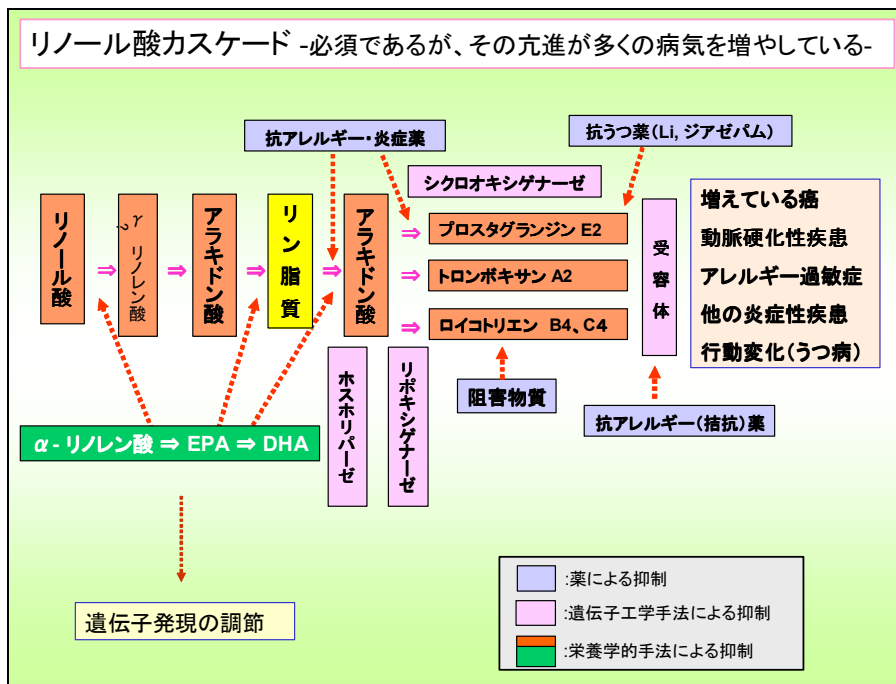
そこで新しい脂質栄養学では、これら脂肪酸の摂取量とともに、バランス(ω6/ω3比)も問題にしているのです。

体内でアラキドン酸から多種のホルモン様物質(エイコサノイド)が作られます(図6)。リノール酸は成長や出産に必須ですが、その作用の多くがこれらエイコサノイドの作用によると考えられます。そこで医療関係者はアラキドン酸カスケード(瀑布)という言葉をよく使います。作用が2倍×2倍・・・のように増大してゆくことから、カスケードという言葉が使われます。そしてリノール酸⇒アラキドン酸カスケードを抑える薬が非常に頻繁に使われています。頭痛、生理痛の時に使うアスピリン、インドメタシンなどの抗炎症薬(非ステロイド性)は、アラキドン酸からエイコサノイドが作られる段階を抑えます。アトピーや多くの難病で使われるステロイド剤は、膜からアラキドン酸が遊離する段階やエイコサノイド合成のところを抑えます。

リノール酸は必須なのですが、多量に摂ると細胞がアラキドン酸で満たされ、これ由来のエイコサノイドが過剰に作られます。このことが、多種の癌、動脈硬化性の病気(心臓・脳血管疾患)、アレルギー症や切れやすい行動などの原因となっていました。このようなこ

とが、栄養学的に、薬理的に、また最新の遺伝子ノックアウトの技術を使って明らかにされてきたのです。

図 6



日本人のリノール酸摂取量は平均して 13~15g/日くらいです(12g くらいに減ったという人もいます)。必須量は 2g 以下です。米麦、豆類、肉・卵類にもリノール酸は含まれていますので、これら主材料的なものから 5g/日(必須量の 2 倍以上)摂取します。したがって、普通に食事をしている人はリノール酸欠乏にはなりません。人類の長い歴史で半世紀前まではリノール酸摂取量は 5~6g/日でした。リノール酸摂りすぎによる害(図 6)が増えている現状から考えて、リノール酸摂取量を 7~8g/日くらいに抑えたいものです。主材料から 5g 入ってきますので、油脂食品から 3g 以下にすることが望ましいのです。

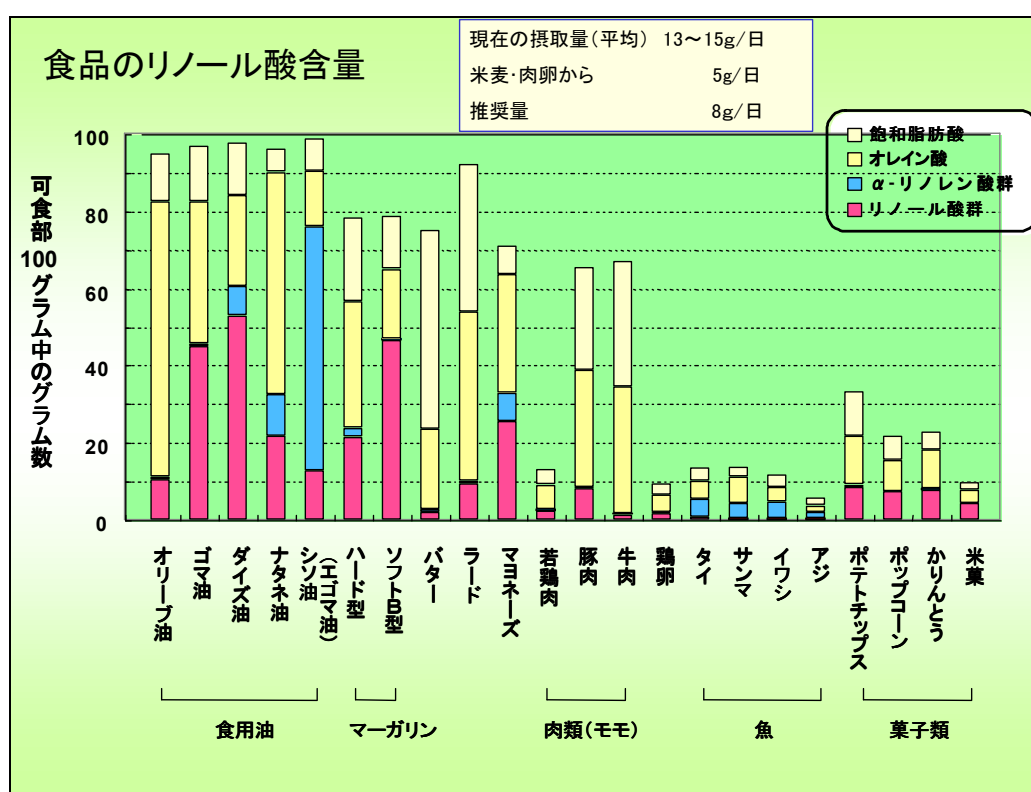
各種の食品の脂肪酸含量(100g 当り)をみてみましょう(図 7)。ポテトチップスを 100g 食べると、その中に 9g のリノール酸が入っています。他の菓子類も同様です。魚介類はリノール酸が少なく  $\omega 3$  系が多いのが特徴です。魚の種類や獲れる季節、場所などによって魚介類の脂肪酸組成は変わりますが、どの魚でも肉類より  $\omega 6/\omega 3$  比が低いことが分かります。

肉類の  $\omega 6/\omega 3$  比は餌次第です。牧草で育ったオーストラリアの牛肉は  $\omega 6/\omega 3$  比が 2 くらいですが、濃厚飼料で育ったものは 10 前後です。肉類の中では反芻胃を持つ牛、羊類の肉、乳、バター類がお勧めです。反芻胃の中の微生物がリノール酸を水素添加して他のものに変換してしまうから、リノール酸含量が低いのです。マヨネーズはカノーラ油、大豆

油が主ですから、1/4 がリノール酸です。マーガリンにはリノール酸の多いソフト型と水素添加植物油（トランス脂肪酸含有）を多く含むハード型があります。現在、これらの素材としてパーム油が多く使われ始めていますので、その組成も変わってくるでしょう（パーム油の問題点についてはX章参照）。

この資料をみながら、リノール酸（ $\omega 6$ ）系列を減らし $\alpha$ -リノレン酸系列を増やす食事法を考えてください。

図 7



$\omega 6$ 系と $\omega 3$ 系とバランス（量と比）が多くの病気と関わっていることを示す資料については、以下の各章で説明します。