

# 脂質代謝

公益社団法人 静岡県栄養士会 研究教育事業部  
「学びなおし」講座

榛葉 有希 (静岡県立大学食品栄養科学部)



## 前半

- 脂質の種類
- 脂質代謝（リポタンパク質代謝、コレステロール代謝、中性脂肪代謝）

## 後半

### 脂質の摂取基準（食事摂取基準2020より）

- 脂質異常症と、動脈硬化
- 動脈硬化性疾患予防ガイドライン2022（今年新しくなりました）



# 脂質の種類について

---

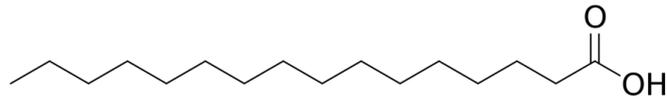


# 脂質の種類

**脂質**：水に不要で有機溶媒に溶解する化合物の総称

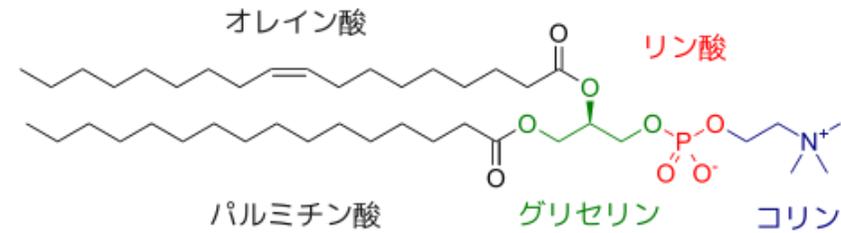
## 脂肪酸

飽和脂肪酸などに分類される



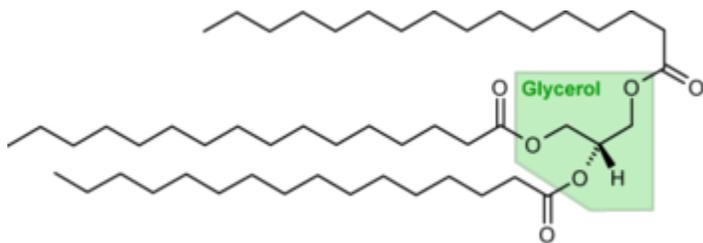
## リン脂質

リン酸と脂肪酸、グリセリン (orスフィンゴシン) などが結合した脂質



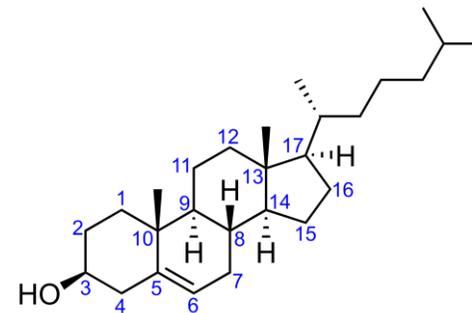
## 中性脂肪

グリセリンと脂肪酸のエステル化合物



## ステロール類

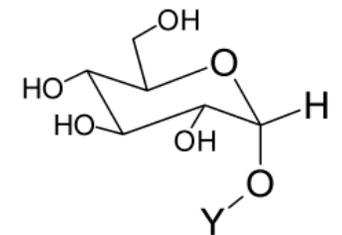
ステロール骨格を有するもの  
(主にコレステロール)



## 糖脂質

糖が結合した脂質

Glycolipids



構造式はWikipediaより引用



# 脂肪酸 分類

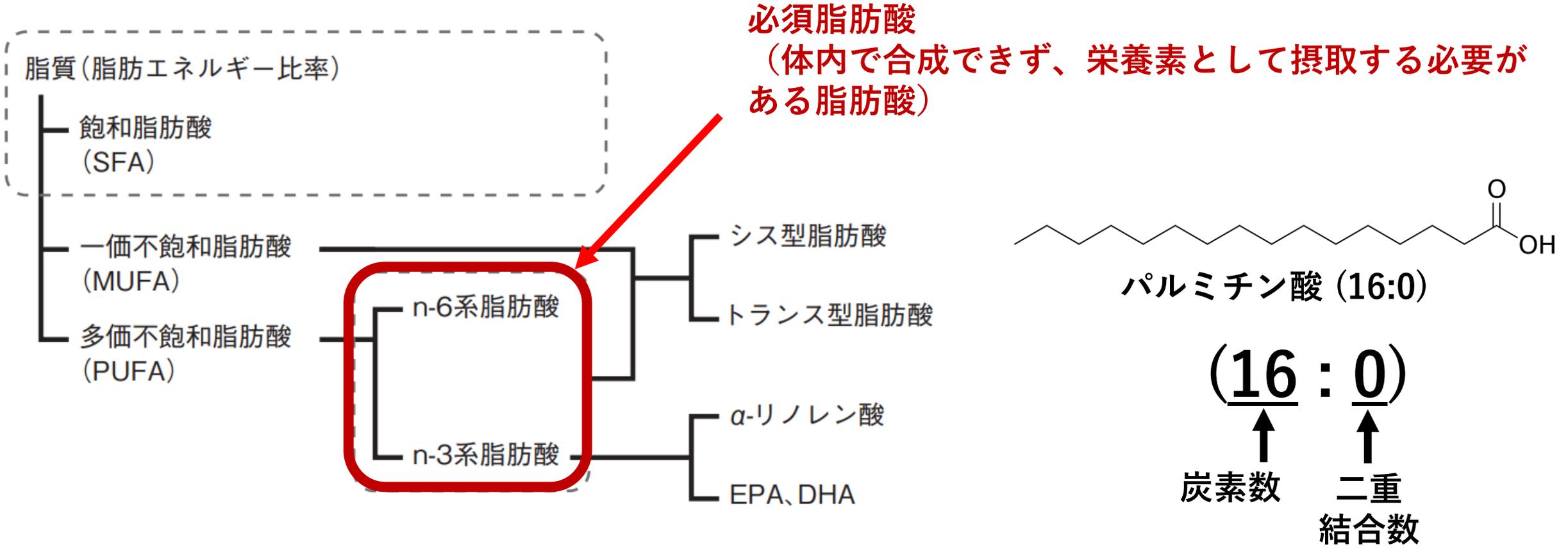


図1 脂質とその構成

点線で囲んだ4項目について基準を策定した。

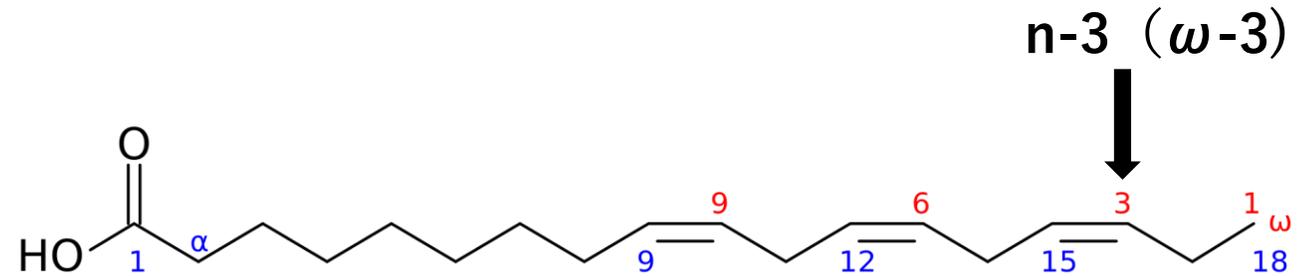


# n-3系脂肪酸

$\alpha$ リノレン酸

(18 : 3)

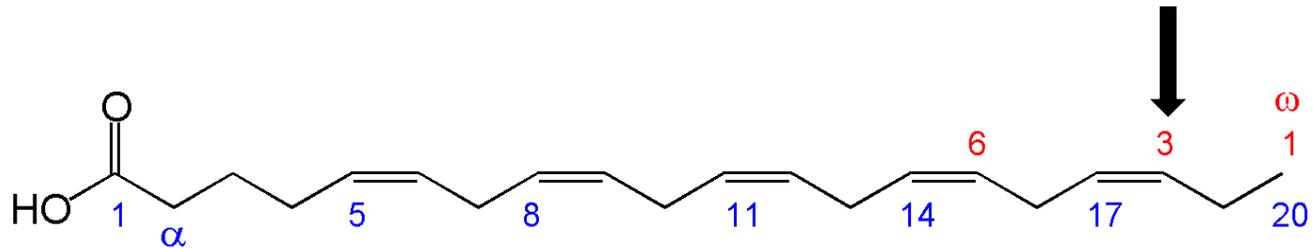
しそ油に多い



エイコサペンタエン酸 (EPA)

(20 : 5)

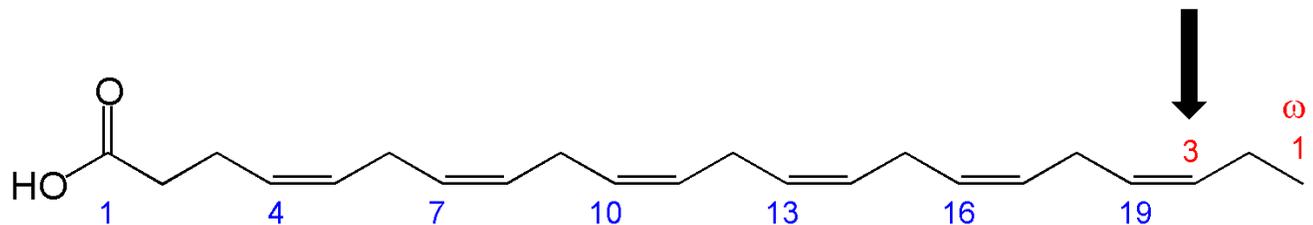
魚油



ドコサヘキサエン酸 (DHA)

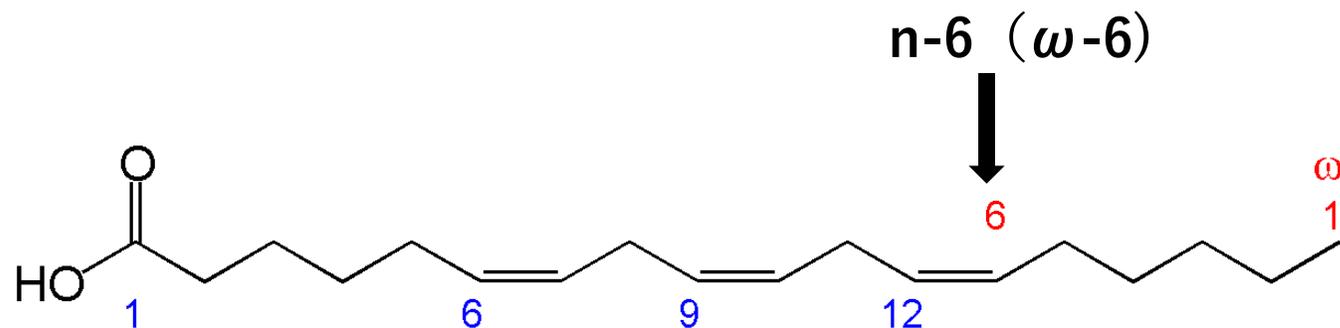
(22 : 6)

魚油



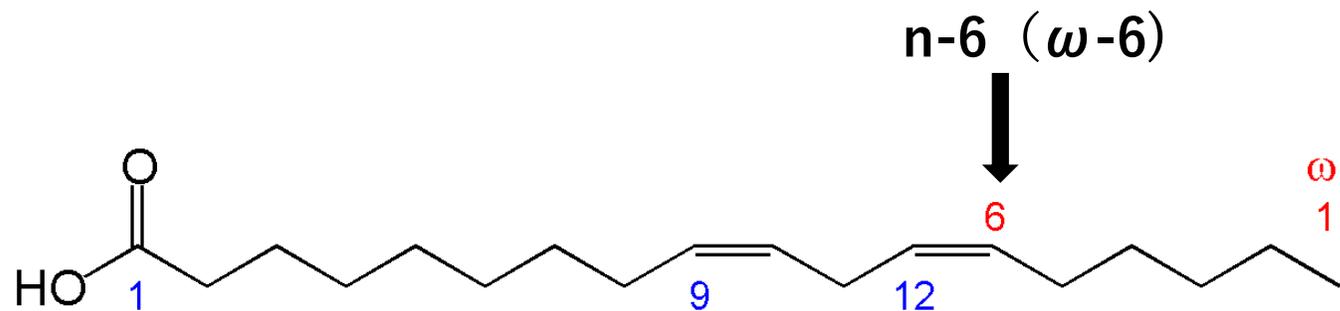
# n-6系脂肪酸

$\gamma$ -リノレン酸  
(18:3)



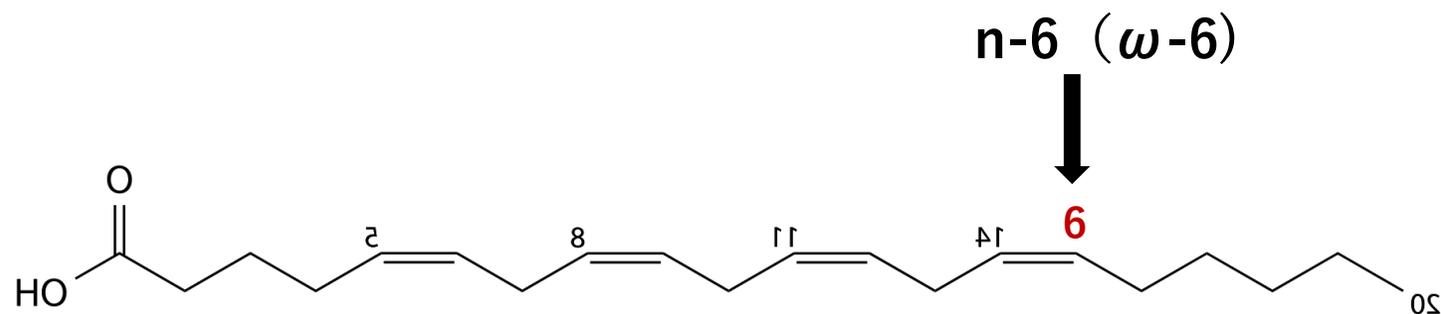
リノール酸  
(18:2)

とうもろこし油、大豆油



アラキドン酸  
(20:4)

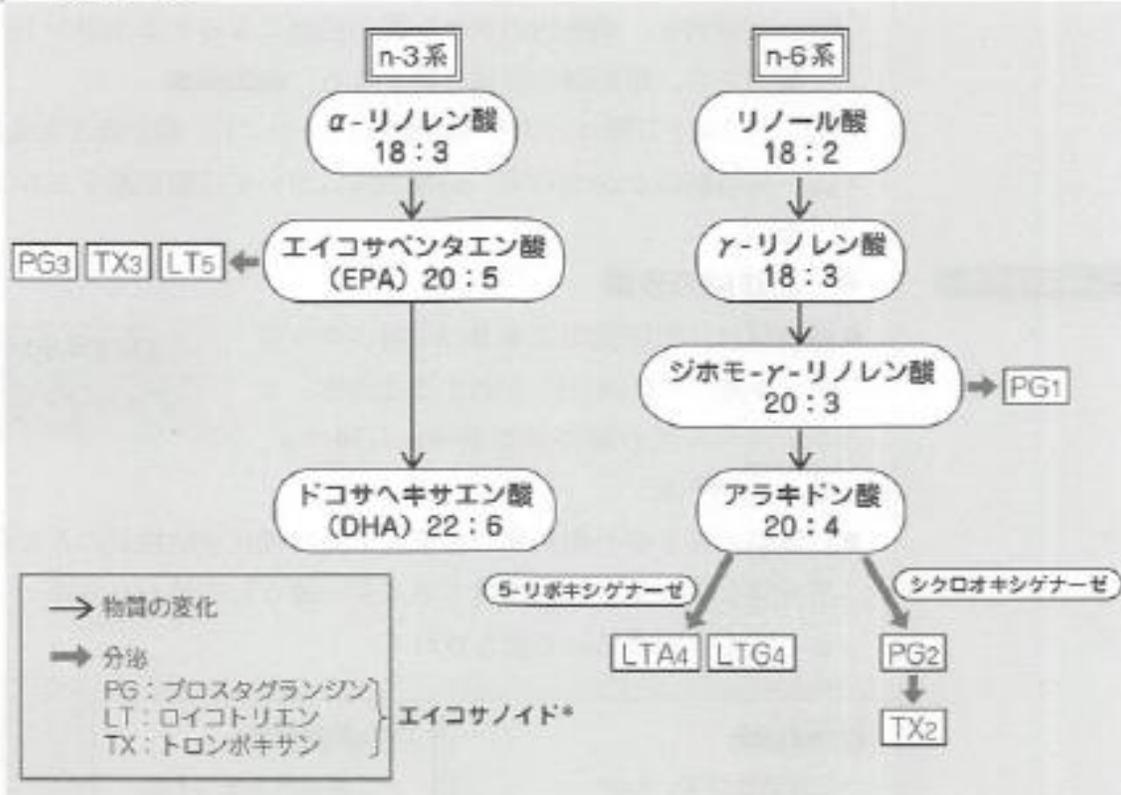
魚油、肝油



# 必須脂肪酸の生理機能

## ▼ 不飽和脂肪酸の代謝経路

- アラキドン酸やエイコサペンタエン酸は、体内でプロスタグランジンなどの生理活性物質をつくる原料になる。アラキドン酸は、体内でリノール酸からも合成できる。



\* エイコサノイドはn-3系とn-6系で生成されるものが異なり、生理活性も異なる。そのため各種エイコサノイドのバランスは重要である。摂取比率は健康人ではn-6:n-3=4:1を目安とする。

必須脂肪酸（n-3系、n-6系脂肪酸）は代謝を受け、生理活性物質として作用する



# 飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸

表 2-8 脂肪酸の種類



脂肪酸名	化学式	融点(℃)	慣用記号	系列	含有食品など		
飽和脂肪酸	酪酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	-7.9	C <sub>4:0</sub>	}	バター, やし油	
	カブロン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	-3.4	C <sub>6:0</sub>			
	オクタン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	17	C <sub>8:0</sub>			
	デカン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	32	C <sub>10:0</sub>		バター, やし油, 落花生油 動植物油	
	ラウリン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	44	C <sub>12:0</sub>			
	ミリスチン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	54	C <sub>14:0</sub>			
	パルミチン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	63	C <sub>16:0</sub>			
	ステアリン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	70	C <sub>18:0</sub>			
	アラキジン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	75	C <sub>20:0</sub>			落花生油, 綿実油
不飽和脂肪酸	一価	パルミトオレイン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	0.5	C <sub>16:1</sub>	魚油, 鯨油	
		オレイン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	11	C <sub>18:1</sub>	動植物油	
	多価	リノール酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_2(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	-5	C <sub>18:2</sub>	n-6	とうもろこし油, 大豆油
		α-リノレン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	-10	C <sub>18:3</sub>	n-3	しそ油
		アラキドン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_4(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	-50	C <sub>20:4</sub>	n-6	魚油, 肝油
		エイコサペンタエン酸 (EPA)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_5(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	-	C <sub>20:5</sub>	n-3	魚油
ドコサヘキサエン酸 (DHA)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_6(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	-	C <sub>22:6</sub>	n-3	魚油		

# 飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸



[https://www.nhk.or.jp/kenko/atc\\_1103.html](https://www.nhk.or.jp/kenko/atc_1103.html)

冷えると固まる脂  
⇒ 飽和脂肪酸

冷えても固まらない油  
⇒ 不飽和脂肪酸



チョコレート  
飽和脂肪酸が3分の2を占める



# 脂肪酸 食品成分表における記載

可食部 100g 当たりの脂肪酸成分表

食品番号	食品名	可食部 100g 当たり																												備考																												
		脂肪酸総量	飽和脂肪酸	一価不飽和脂肪酸	多価不飽和脂肪酸	飽和														一価不飽和								多価不飽和																														
						4:0	6:0	8:0	10:0	12:0	13:0	14:0	15:0	16:0	16:1	17:0	17:1	18:0	18:1	18:2	18:3	18:4	20:0	20:1	20:2	20:3	20:4	20:5	21:5		22:2	22:4	22:5	22:6																								
10386	さつまいも	2.86	0.51	0.85	1.49	0.30	1.20	-	-	-	-	-	10	1	-	340	-	4	-	150	8	-	-	0	-	14	Tr	810	-	-	19	7	3	-	-	-	1200	170	-	4	1	-	11	1	2	48	-	0	-	3	0	69	別名:あびはA					
10387	魚肉ハム	5.85	2.22	2.63	1.00	0.21	0.79	-	-	-	-	4	5	-	91	8	-	1400	-	29	-	720	13	2	1	0	3	0	140	24	2400	-	-	70	17	3	1	0	1	730	27	4	29	26	-	5	4	21	46	2	0	0	13	4	89	別名:フィッシュハム		
10388	魚肉ソーセージ	6.23	2.53	2.78	0.91	0.10	0.81	-	-	-	-	-	-	-	97	5	-	1500	-	32	-	850	35	-	-	4	-	190	28	2500	-	-	27	0	0	-	-	-	780	24	-	2	19	-	3	0	7	18	-	0	-	5	0	50	別名:フィッシュソーセージ			
<b>肉類</b>																																																										
<b>&lt;畜肉類&gt;</b>																																																										
<b>いのしし</b>																																																										
11001	肉 脂身つき 生	17.74	5.83	9.37	2.55	0.05	2.50	-	-	-	-	0	0	-	170	13	-	3900	-	41	-	1600	62	0	0	0	0	0	580	37	8500	-	-	290	0	0	0	0	2300	47	0	0	150	-	15	0	60	0	0	0	0	0	0	別名:ばたA肉				
11002	肉 脂身つき 生	22.20	9.23	10.15	2.81	0.29	2.51	-	-	-	-	14	16	-	14	16	-	300	13	-	5700	-	73	-	3100	52	0	0	0	0	0	510	60	9300	-	-	240	0	0	12	0	2300	140	0	0	110	-	21	0	53	14	0	0	0	59	0	75	
<b>うさぎ</b>																																																										
11003	肉 赤肉 生	4.49	1.92	1.29	1.29	0.13	1.16	-	-	-	-	1	3	-	160	27	-	1300	-	32	-	400	6	-	-	12	0	190	16	1100	-	-	13	0	0	-	-	-	1000	130	-	0	6	-	8	0	140	0	-	-	-	0	0	0	銘柄:家うさぎ			
<b>うし</b>																																																										
<b>[和牛肉]</b>																																																										
11004	かた 脂身つき 生	19.71	7.12	11.93	0.66	0.03	0.64	-	-	-	-	3	12	-	530	68	-	4700	-	140	-	1700	10	0	5	0	330	0	1200	190	10000	-	-	87	0	0	0	0	560	26	0	0	5	-	27	0	35	0	0	0	7	0	0	銘柄:黒毛和種(去勢)。皮下脂肪:4.3%。脂質脂肪:11.0%。赤肉と脂身から計算。銘柄:黒毛和種(去勢)。脂質脂肪:11.5%。赤肉と脂身から計算。				
11005	かた 皮下脂肪なし 生	17.48	6.35	10.51	0.61	0.02	0.59	-	-	-	-	3	11	-	460	59	-	4100	-	130	-	1500	9	0	5	0	270	0	1100	170	8900	-	-	76	0	0	0	0	510	23	0	0	5	-	26	0	37	0	0	0	7	0	0	銘柄:黒毛和種(去勢)。皮下脂肪及び脂質脂肪を抜いたもの。				
11006	かた 赤肉 生	10.88	4.01	6.22	0.44	0.01	0.43	-	-	-	-	4	6	-	260	31	-	2600	-	80	-	1000	5	0	5	0	150	0	540	93	5400	-	-	41	0	0	0	0	350	13	0	0	5	-	21	0	41	0	0	0	8	0	0	銘柄:黒毛和種(去勢)。皮下脂肪及び脂質脂肪を抜いたもの。				
11007	かた 脂身つき 焼	69.55	24.27	43.38	1.89	0.10	1.80	-	-	-	-	0	45	-	2000	270	-	16000	-	480	-	5000	37	0	0	0	0	1100	720	38000	-	-	350	0	0	0	0	0	1700	97	0	0	0	-	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	銘柄:黒毛和種(去勢)。皮下脂肪及び脂質脂肪を抜いたもの。			
11008	かた ロース 脂身つき 生	33.47	12.19	20.16	1.06	0.04	1.01	-	-	-	-	0	16	-	870	130	-	7800	-	290	-	3000	116	0	0	0	430	0	1800	390	17000	-	-	160	0	0	0	0	920	45	0	0	34	0	29	0	23	0	0	0	0	0	銘柄:黒毛和種(去勢)。皮下脂肪:1.8%。脂質脂肪:17.0%。赤肉と脂身から計算。脂身は11014和牛肉リブロース脂身から推計。					
11009	かた ロース 皮下脂肪なし 生	32.80	11.98	19.68	1.04	0.04	0.98	-	-	-	-	0	15	-	850	130	-	7600	-	280	-	3000	116	0	0	0	410	0	1700	380	17000	-	-	160	0	0	0	0	900	44	0	0	34	0	28	0	23	0	0	0	0	0	銘柄:黒毛和種(去勢)。脂質脂肪:17.4%。赤肉と脂身から計算。脂身は11014和牛肉リブロース脂身から推計。					
11010	かた ロース 赤肉 生	23.29	8.28	14.17	0.83	0.03	0.80	-	-	-	-	0	9	-	530	89	-	5300	-	220	-	2100	9	0	0	0	220	0	1100	300	12000	-	-	110	0	0	0	0	700	32	0	0	41	-	22	0	28	0	0	0	7	0	0	銘柄:黒毛和種(去勢)。皮下脂肪及び脂質脂肪を抜いたもの。				
11011	リブロース 脂身つき 生	51.00	19.81	29.80	1.39	0.07	1.32	-	-	-	-	8	27	-	1200	180	-	12000	-	400	-	5600	39	0	0	0	510	0	2200	440	26000	25000	1100	270	0	0	0	1200	68	0	0	20	-	46	0	31	0	0	0	0	0	0	銘柄:黒毛和種(去勢)。皮下脂肪:8.8%。脂質脂肪:34.6%。					
11249	リブロース 脂身つき ゆで	52.39	20.33	30.66	1.40	0.07	1.33	-	-	-	-	17	26	-	1300	180	-	13000	-	410	-	5700	38	0	0	0	520	0	2200	440	27000	26000	1100	280	0	0	0	1200	65	0	0	20	-	46	0	27	0	0	0	0	0	銘柄:黒毛和種(去勢)						
11248	リブロース 脂身つき 焼	51.90	20.33	30.24	1.33	0.06	1.27	-	-	-	-	18	27	-	1300	180	-	13000	-	410	-	5700	40	0	0	0	520	0	2200	430	27000	26000	1200	290	0	0	0	1200	64	0	0	0	-	44	0	26	0	0	0	0	0	0	銘柄:黒毛和種(去勢)					
11012	リブロース 皮下脂肪なし 生	45.22	18.18	28.71	1.33	0.06	1.27	-	-	-	-	9	26	-	1200	170	-	12000	-	390	-	5400	37	0	0	0	490	0	2100	420	25000	24000	1100	260	0	0	0	1200	65	0	0	19	-	44	0	30	0	0	0	0	0	0	銘柄:黒毛和種(去勢)。脂質脂肪:37.9%。赤肉と脂身から計算。					
11013	リブロース 赤肉 生	36.76	14.75	21.04	0.97	0.04	0.93	-	-	-	-	14	21	-	930	120	-	9400	-	290	-	4000	25	0	0	0	350	0	1500	300	18000	18000	740	170	0	0	0	0	850	44	0	0	15	-	31	0	28	0	0	0	0	0	0	銘柄:黒毛和種(去勢)。皮下脂肪及び脂質脂肪を抜いたもの。				
11014	リブロース 脂身 生	69.65	26.44	41.28	1.93	0.10	1.83	-	-	-	-	0	35	-	1600	250	-	16000	-	550	-	7600	57	0	0	0	720	0	3000	610	37000	35000	1600	390	0	0	0	0	1700	99	0	0	27	-	66	0	34	0	0	0	0	0	0	銘柄:黒毛和種(去勢)。皮下脂肪及び脂質脂肪を抜いたもの。				
11015	サーロイン 脂身つき 生	42.46	16.26	35.56	1.12	0.05	1.07	-	-	-	-	0	25	-	1300	150	-	11000	-	330	-	4000	25	0	0	0	660	0	2400	390	21000	-	-	190	0	0	0	0	1000	54	0	0	0	35	0	16	0	0	0	0	0	0	銘柄:黒毛和種(去勢)。皮下脂肪:11.5%。脂質脂肪:24.5%。赤肉と脂身から計算。脂身は11014和牛肉リブロース脂身から推計。					
11016	サーロイン 皮下脂肪なし 生	37.99	14.64	22.34	1.00	0.05	0.96	-	-	-	-	0	22	-	1100	130	-	9400	-	290	-	3800	22	0	0	0	570	0	2100	350	19000	-	-	170	0	0	0	0	910	47	0	0	0	32	0	18	0	0	0	0	0	0	銘柄:黒毛和種(去勢)。脂質脂肪:27.7%。赤肉と脂身から計算。脂身は11014和牛肉リブロース脂身から推計。					
11017	サーロイン 赤肉 生	23.05	9.14	13.29	0.62	0.03	0.59	-	-	-	-	0	13	-	650	69	-	5900	-	180	-	2300	13	0	0	0	270	0	1100	190	12000	-	-	85	0	0	0	0	540	27	0	0	0	-	22	0	25	0	0	0	0	0	0	銘柄:黒毛和種(去勢)。皮下脂肪及び脂質脂肪を抜いたもの。				
11018	ばら 脂身つき 生	43.55	15.54	26.89	1.12	0.05	1.07	-	-	-	-	13	28	-	1200	150	-	10000	-	310	-	3800	25	0	0	0	740	0	2800	430	23000	-	-	210	0	0	0	0	1000	52	0	0	15	-	36	0	18	0	0	0	0	0	0	別名:カルビ。銘柄:黒毛和種(去勢)				
11019	もも 脂身つき 生	16.06	6.01	9.51	0.54	0.02	0.51	-	-	-	-	0	10	-	460	59	-	3900	-	130	-	1400	3	1	0	0	240	0	910	170	8100	-	-	60	0	0	0	0	4600	22	0	0	1	-	20	0	28	0	0	0	2	0	0	銘柄:黒毛和種(去勢)。皮下脂肪:5.6%。脂質脂肪:6.8%。赤肉と脂身から計算。				
11020	もも 皮下脂肪なし 生	13.23	5.34	7.49	0.40	0.01	0.39	-	-	-	-	6	8	-	310	65	-	3500	-	160	-	1300	8	3	0	0	100	0	500	170	6700	-	-	48	0	0	0	0	350	14	0	0	0	-	15	0	19	0	0	0	7	0	0	銘柄:黒毛和種(去勢)。脂質脂肪:7.2%。もも脂身つき等と別銘柄。				
11251	もも 皮下脂肪なし ゆで	19.92	7.89	11.34	0.69	0.03	0.66	-	-	-	-	9	12	-	450	94	-	5100	-	230	-	2000	12	0	0	0	160	0	760	250	10000	-	-	67	0	0	0	0	570	26	0	0	8	-	28	0	50	0	0	5	0	0	0	銘柄:黒毛和種(去勢)。もも脂身つき等と別銘柄。				
11250	もも 皮下脂肪なし 焼	19.59	7.64	11.29	0.67	0.03	0.64	-	-	-	-	5	7	-	450	95	-	5000	-	230	-	1800	5	0	0	0	170	0	820	260	10000	9500	460	71	0	0	0	540	24	0	0	7	-	27	0	49	0	0	0	14	4	0	0	銘柄:黒毛和種(去勢)。もも脂身つき等と別銘柄。				
11021	もも 赤肉 生	9.23	3.53	5.31	0.39	0.01	0.38	-	-	-	-	0	5	-	240	35	-	2300	-	85	-	850	3	0	2	0																																

# 脂肪酸 食品成分表における記載

食品番号	食品名	可食部 100g 当たり																																		
		脂肪酸総量	飽和脂肪酸	一価不飽和脂肪酸	多価不飽和脂肪酸	飽和																		一価不飽和												
						n-3系	n-6系	4:0	6:0	7:0	8:0	10:0	12:0	13:0	14:0	15:0	15:0 ant	16:0	16:0 iso	17:0	17:0 ant	18:0	20:0	22:0	24:0	10:1	14:1	15:1	16:1	17:1	18:1	18:1 n-9	18:1 n-7	20:1	22:1	24:1
								多価不飽和脂肪酸	多価不飽和脂肪酸	酪酸	ヘキサノ酸	ヘプタン酸	オクタン酸	デカン酸	ラウリン酸	トリデカン酸	ミリスチン酸	ペンタデカン酸	ペンタデカン酸	パルミチン酸	パルミチン酸	ヘプタデカン酸	ヘプタデカン酸	ステアリン酸	アラキジン酸	ベヘン酸	リグノセリン酸	デセン酸	ミリストレイン酸							
(.....g.....)					(.....mg.....)																		(.....mg.....)													
10386	さつまいも揚げ	2.86	0.51	0.85	1.49	0.30	1.20	-	-	-	-	-	-	-	10	1	-	340	-	4	-	150	8	-	-	-	0	-	14	Tr	810	-	-	19	7	3
10387	魚肉ハム	5.85	2.22	2.63	1.00	0.21	0.79	-	-	-	-	4	5	-	91	8	-	1400	-	29	-	720	13	2	1	0	3	0	140	24	2400	-	-	70	17	3
10388	魚肉ソーセージ	6.23	2.53	2.78	0.91	0.10	0.81	-	-	-	-	-	-	97	5	-	1500	-	32	-	850	35	-	-	-	4	-	190	28	2500	-	-	27	0	0	
<b>肉類</b>																																				
<b>&lt;畜肉類&gt;</b>																																				
	<b>いのしし</b>																																			
11001	肉 脂身つき 生	17.74	5.83	9.37	2.55	0.05	2.50	-	-	-	-	0	0	-	170	13	-	3900	-	41	-	1600	62	0	0	0	0	0	580	37	8500	-	-	290	0	0
	<b>いのぶた</b>																																			
11002	肉 脂身つき 生	22.20	9.23	10.15	2.81	0.29	2.51	-	-	-	-	14	16	-	300	13	-	5700	-	73	-	3100	52	0	0	0	0	0	510	60	9300	-	-	240	0	0
	<b>うさぎ</b>																																			
11003	肉 赤肉 生	4.49	1.92	1.29	1.29	0.13	1.16	-	-	-	-	1	3	-	160	27	-	1300	-	32	-	400	6	-	-	-	12	0	190	16	1100	-	-	13	0	0
	<b>うし</b>																																			
	<b>[和牛肉]</b>																																			
11004	かた 脂身つき 生	19.71	7.12	11.93	0.66	0.03	0.64	-	-	-	-	3	12	-	530	68	-	4700	-	140	-	1700	10	0	5	0	330	0	1200	190	10000	-	-	87	0	0
11005	かた 皮下脂肪なし 生	17.48	6.35	10.51	0.61	0.02	0.59	-	-	-	-	3	11	-	460	59	-	4100	-	130	-	1500	9	0	5	0	270	0	1100	170	8900	-	-	76	0	0
11006	かた 赤肉 生	10.68	4.01	6.22	0.44	0.01	0.43	-	-	-	-	4	6	-	260	31	-	2600	-	80	-	1000	5	0	5	0	110	0	540	93	5400	-	-	41	0	0
11007	かた 脂身 生	69.55	24.27	43.38	1.89	0.10	1.80	-	-	-	-	0	45	-	2000	270	-	16000	-	480	-	5500	37	0	0	0	1500	0	5000	720	36000	-	-	350	0	0
11008	かた ロース 脂身つき 生	(33.41)	(12.19)	(20.16)	(1.06)	(0.04)	(1.01)	-	-	-	-	(0)	(16)	-	(870)	(130)	-	(7800)	-	(290)	-	(3000)	(16)	(0)	(0)	(0)	(430)	(0)	(1800)	(390)	(17000)	-	-	(160)	(0)	(0)

# 脂質代謝について

---

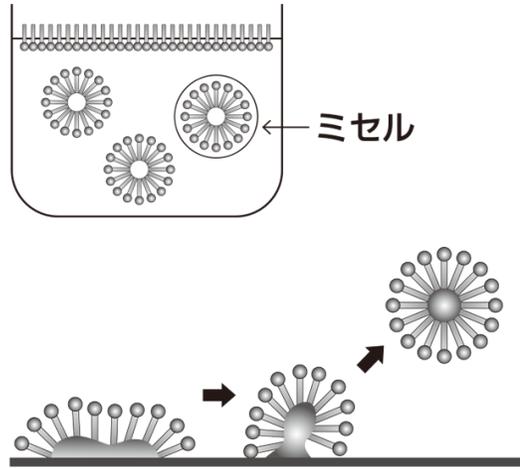


水と油は混ざらない⇒  
そのままでは消化吸収できない



# 脂質代謝（リポタンパク質代謝）

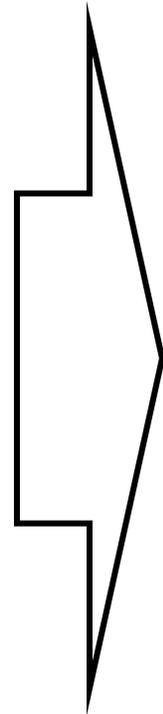
## 洗剤



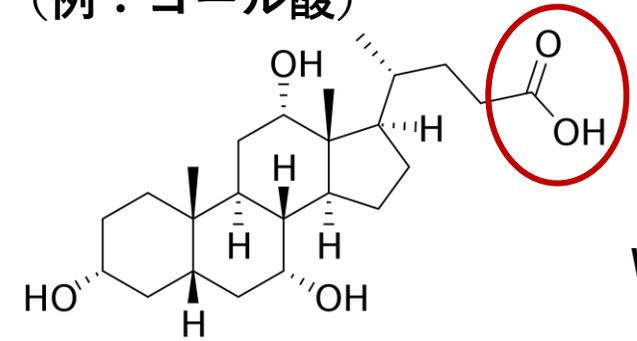
(乳化作用)

油汚れがセッケンのミセルの内部に取り込まれて、微粒子として水中に分散する現象

<https://www.try-it.jp/chapters-9788/sections-9894/lessons-9976/point-2/>

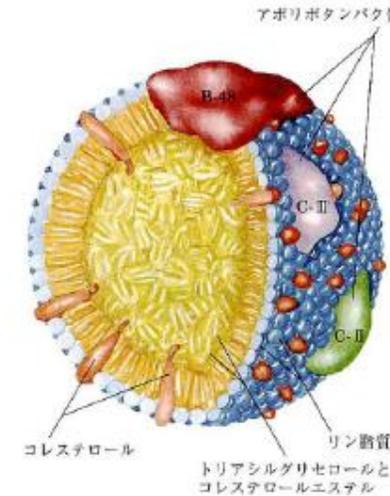


## 胆汁酸 (例: コール酸)



Wikipediaより

## リポタンパク質 (例: キロミクロン)

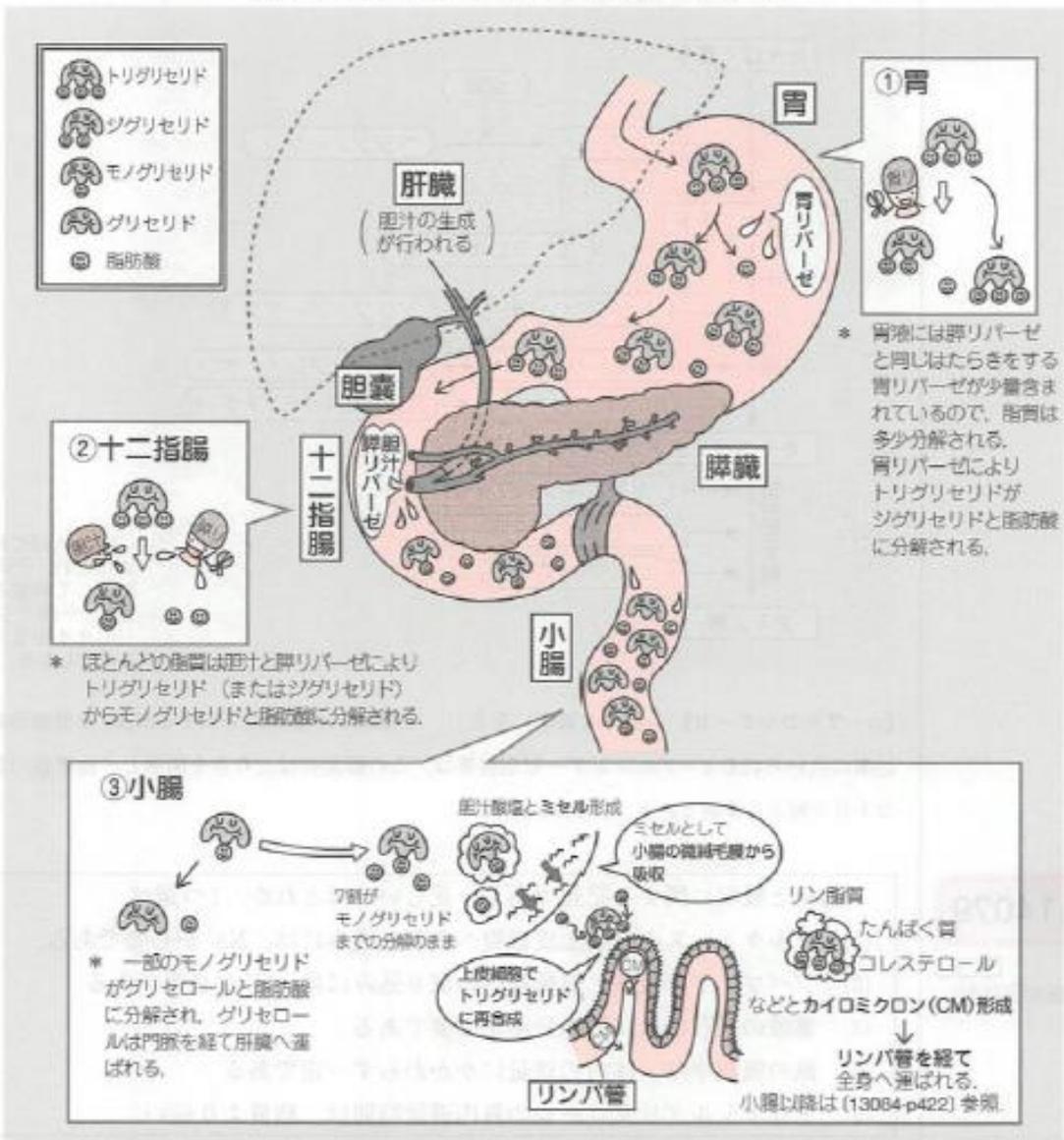


レーニンジャーの新生化学 (廣川書店)

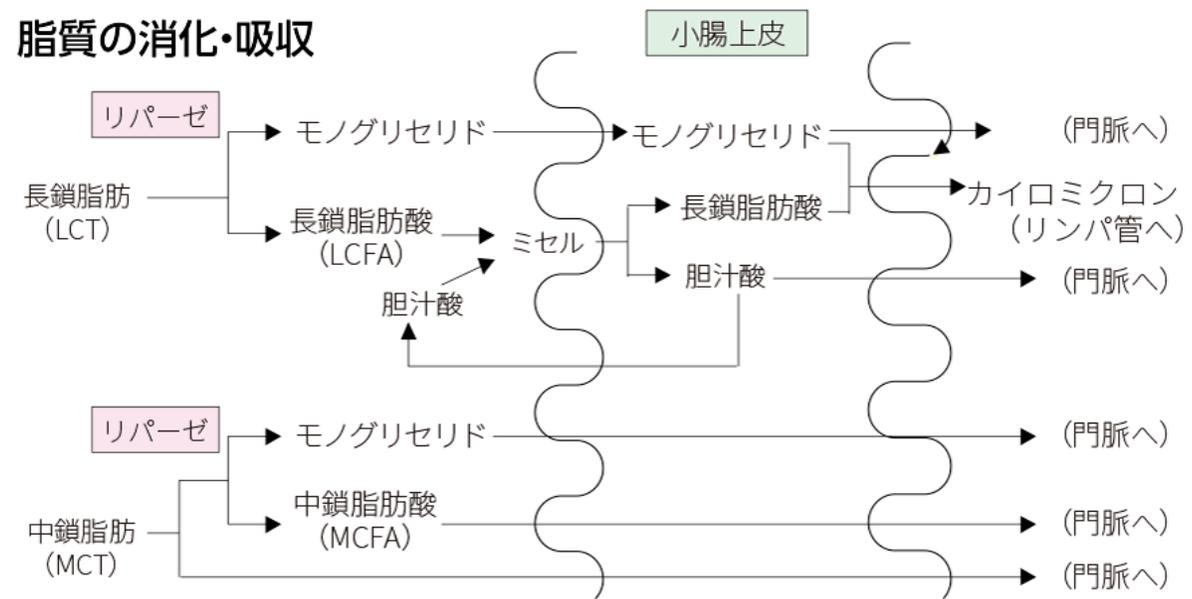
脂質は乳化作用により、生体内で吸収可能な形に変換される

# 脂質の消化・吸収の流れ（小腸まで）

## 脂肪の消化・吸収（小腸における吸収まで）



## 脂質の消化・吸収



<https://www.otsukakj.jp/healthcare/iv/nutrition/>



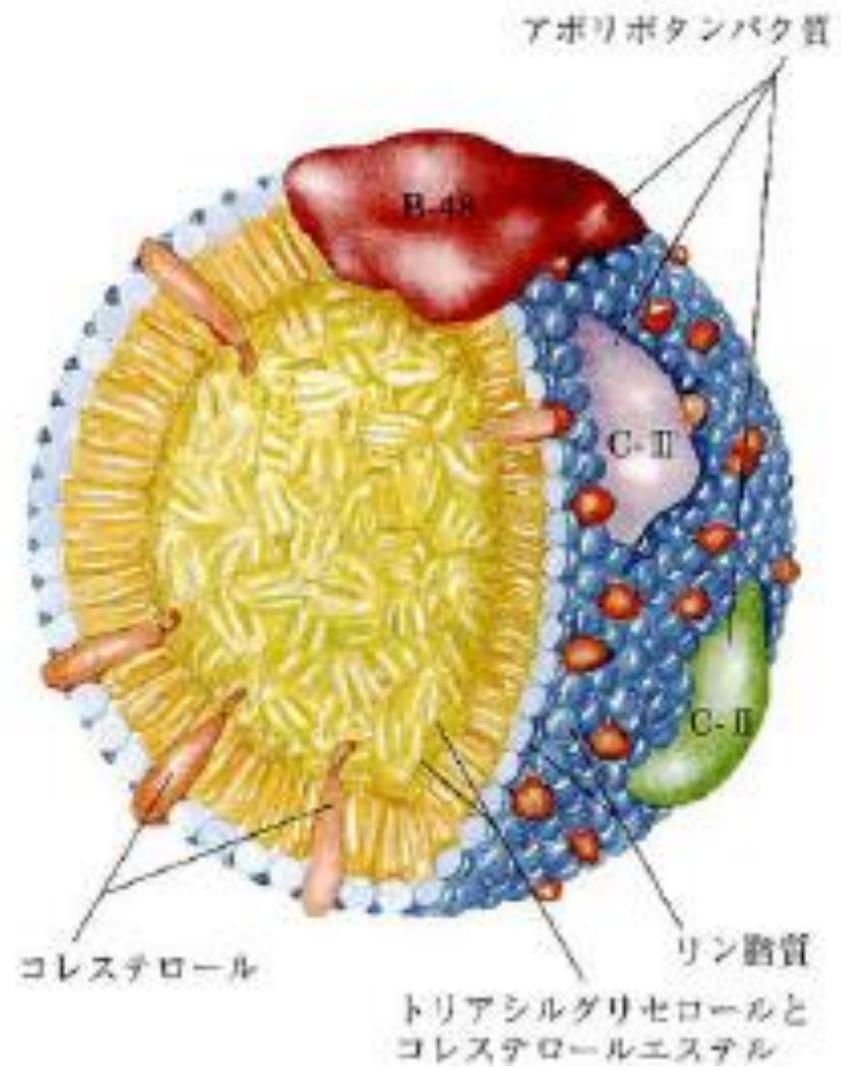
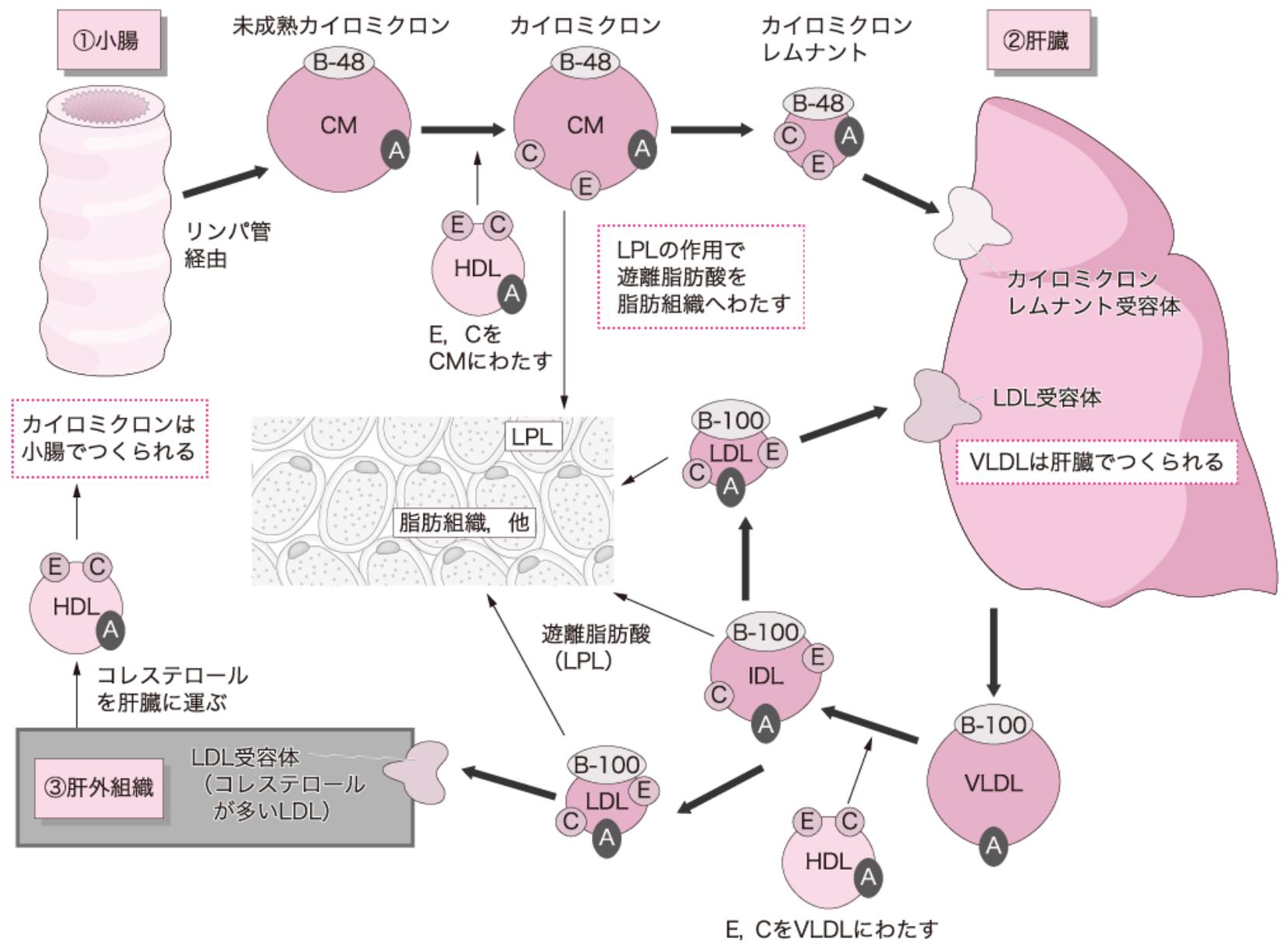


図 17-2 キロミクロンの分子構造

表面はリン脂質の層であり、その頭部が水相に面している。トリアシルグリセロールは質量の80%以上を占め、内部（黄色部分）に隔離されている。表面から突き出ているいくつかのアポリポタンパク質（B-48、C-III、C-II）はキロミクロンの内容物の取込みや代謝のシグナルとして機能する。キロミクロンの直径は約100～500 nmである。



# 脂質輸送の流れ



# リポタンパク質の種類

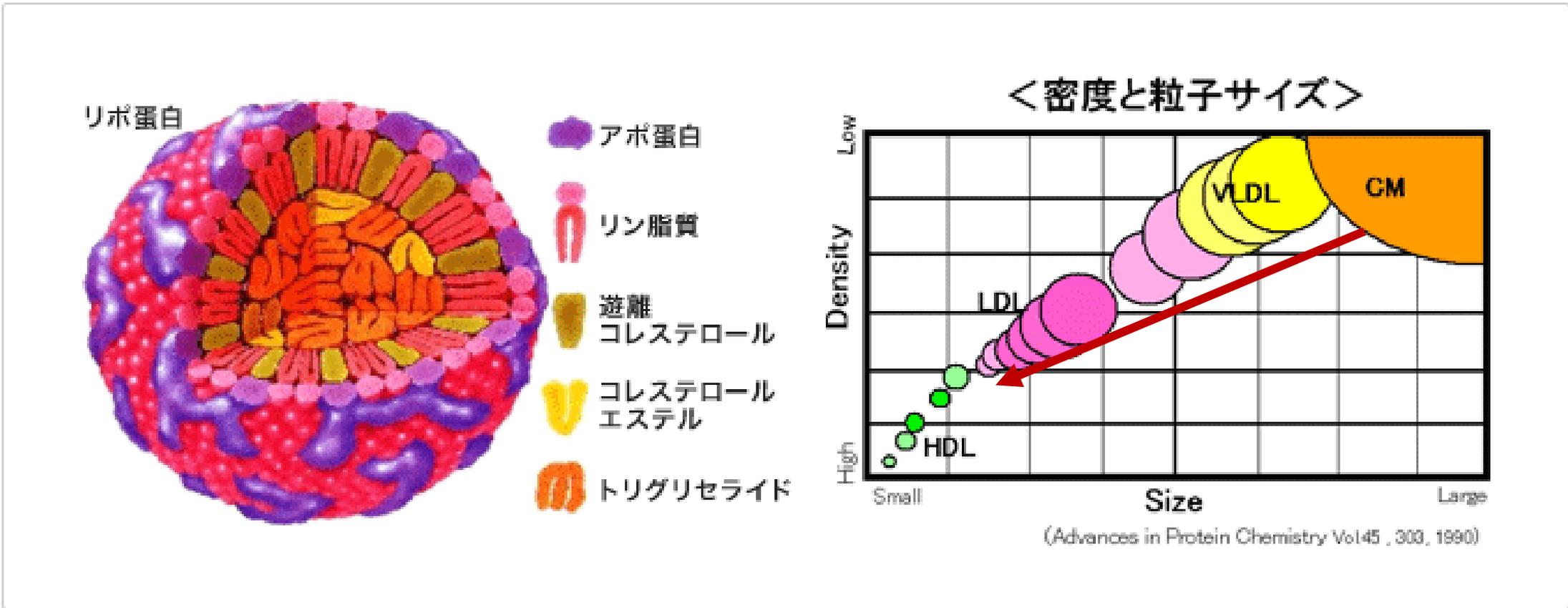
表2 ● リポタンパクの種類と特徴

分類	密度 (g/mL)	直径 (nm)	アポタン パク	脂質組成 (%)			機能
				トリグリセ リド	コレステ ロール	リン脂質	
カイロミクロン	0.930	75 ~ 1,200	B-48, C, E	80 ~ 95	2 ~ 7	3 ~ 9	食事由来の脂質を小腸から 肝臓へ輸送
VLDL	0.930 ~ 1.006	30 ~ 80	B-100, C, E	55 ~ 80	5 ~ 15	10 ~ 20	肝臓で産生された脂質（トリ グリセリド）の輸送
IDL	1.006 ~ 1.019	25 ~ 35	B-100, C, E	20 ~ 50	20 ~ 40	12 ~ 25	肝臓で産生された脂質の輸送 （中間体）
LDL	1.019 ~ 1.063	18 ~ 25	B-100	5 ~ 15	40 ~ 50	20 ~ 25	末梢組織にコレステロールを 輸送
HDL	1.063 ~ 1.210	5 ~ 12	C, E	5 ~ 10	15 ~ 25	20 ~ 30	末梢組織からのコレステロー ルを肝臓へ輸送する

<https://www.nutri.co.jp/nutrition/keywords/ch2-4/keyword4/>



# リポタンパク質の密度と粒子サイズ



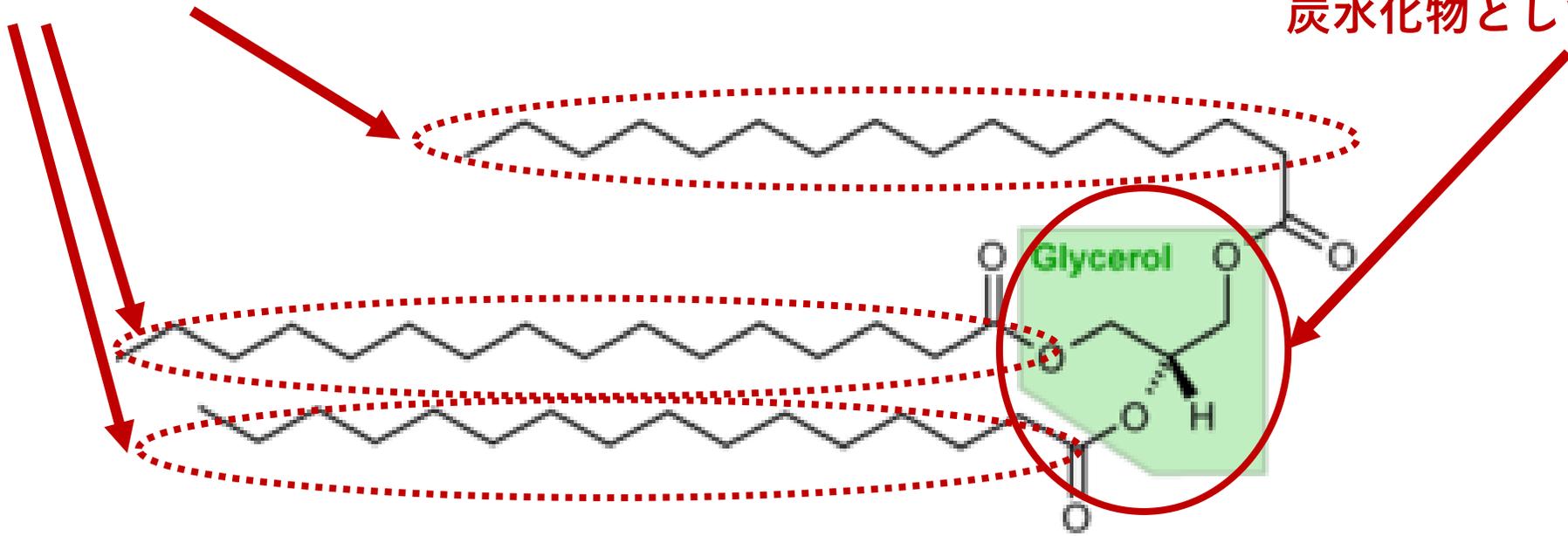
<https://lipo-search.com/lipoprotein/>



# 中性脂肪の代謝

$\beta$ 酸化され、脂肪酸として  
エネルギー産生される

解糖系に入り、  
炭水化物として代謝される



# 脂肪酸代謝 (β酸化)

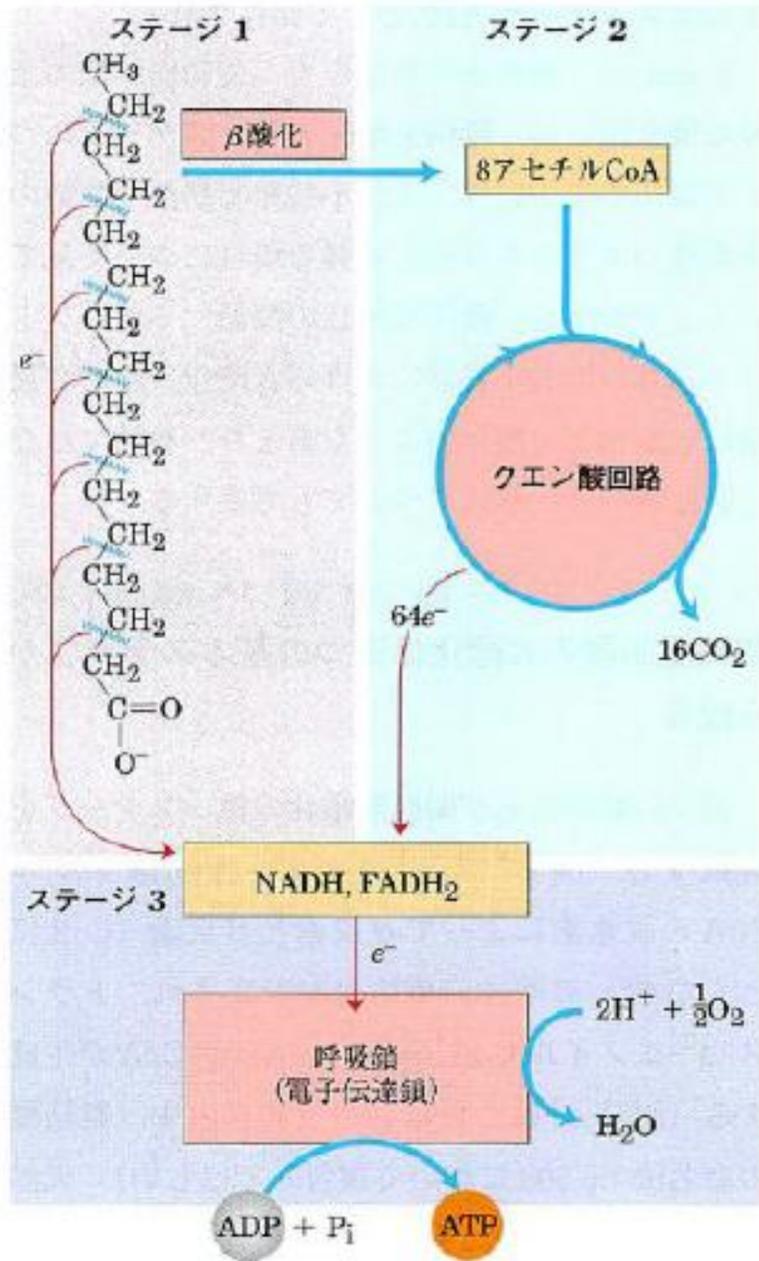


図 17-7 脂肪酸酸化の各ステージ

ステージ 1: 長鎖脂肪酸は酸化され、アセチル基をアセチル CoA の型で生成する。この過程をβ酸化という。ステージ 2: アセチル基はクエン酸回路を経て CO<sub>2</sub> へと酸化される。ステージ 3: ステージ 1 およびステージ 2 の酸化により生じた電子は、ミトコンドリアの呼吸鎖を介して O<sub>2</sub> に渡され、酸化リン酸化による ATP 合成のエネルギーを供給する。

レーニンジャーの新生化学 (廣川書店)

細胞に取り込まれた脂肪酸は、アセチルCoAとしてクエン酸回路に入り、エネルギー産生される。



# β酸化とケトン体

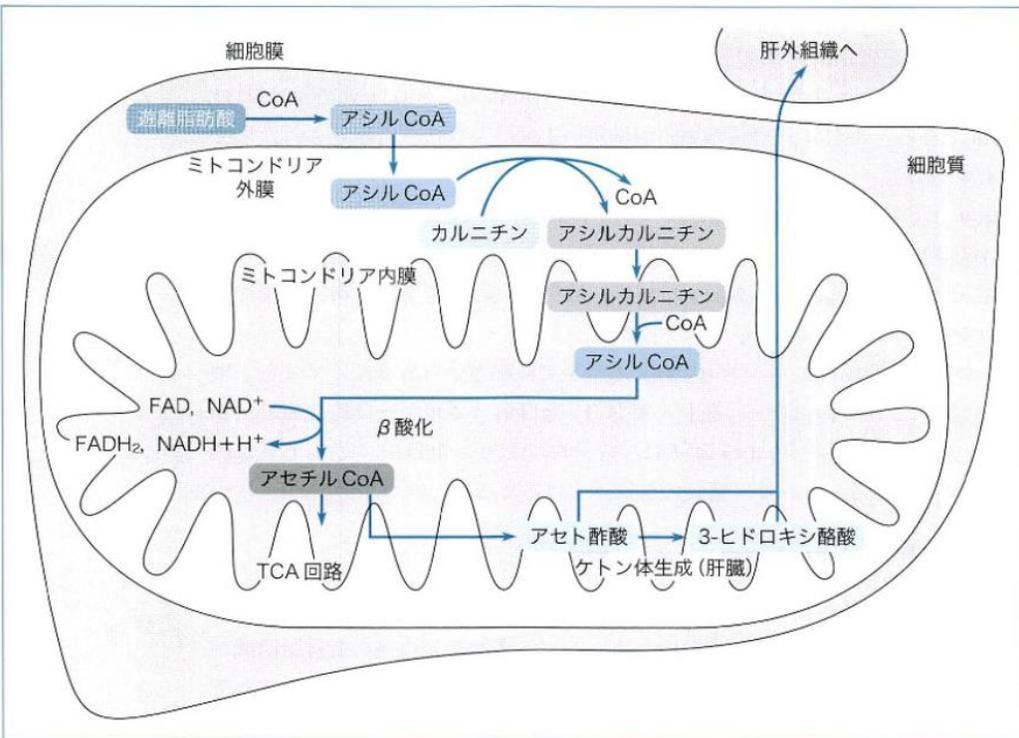


図 8-5 脂肪酸のβ酸化とケトン体の生成

**血糖値を増加させる必要がある場合  
(糖新生時)**



**中性脂肪のグリセロール部分を用いる**



**余剰のアセチルCoAがケトン体として代謝される**



# コレステロール代謝

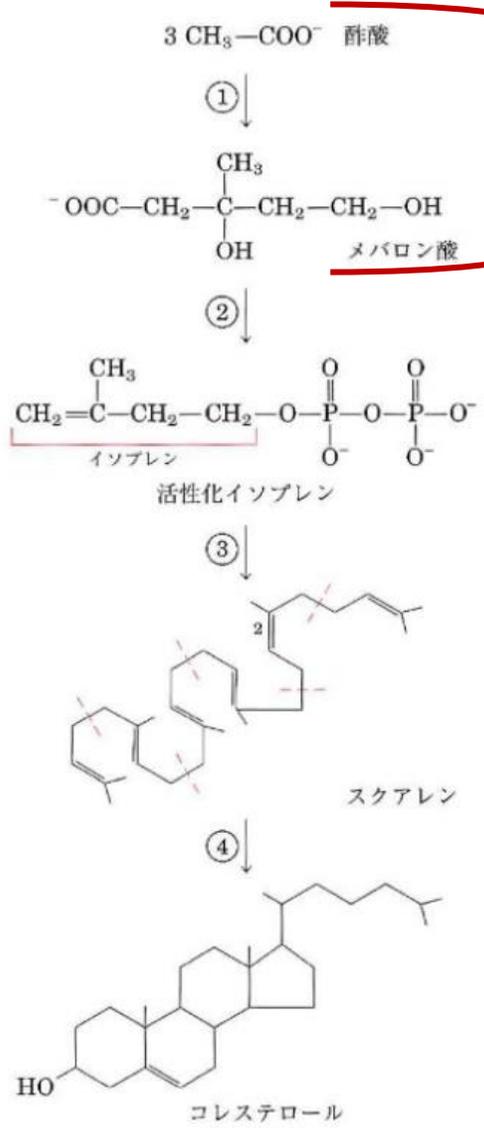
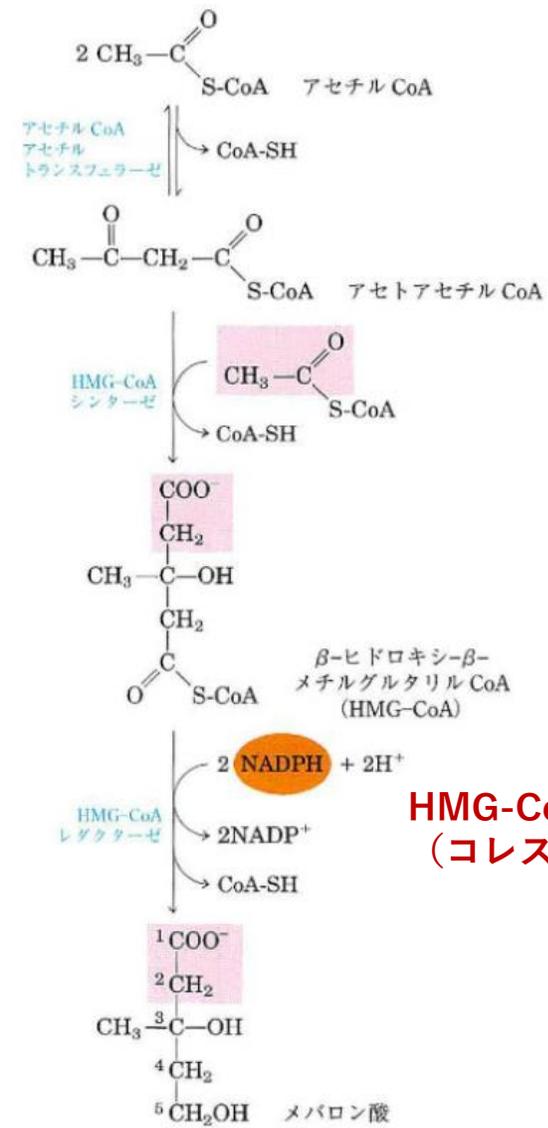


図 21-33 コレステロール合成のまとめ  
本文で述べる四つのステージを示す。スクアレン中のイソプレレン単位は赤色の点線で区切ってある。

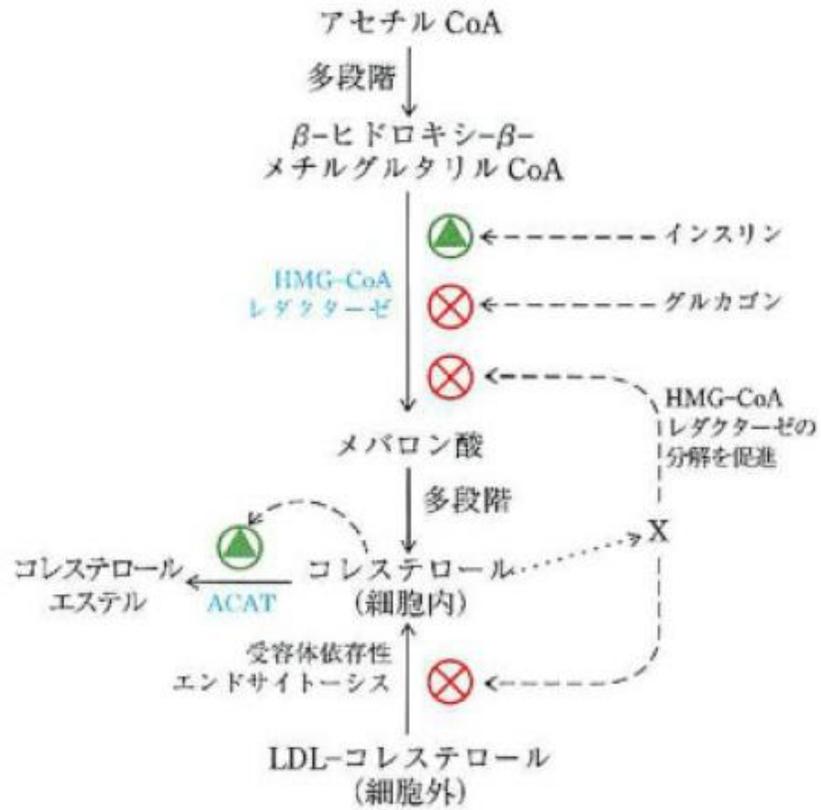


**HMG-CoAレダクターゼ**  
(コレステロール合成の律速酵素)

図 21-34 アセチル CoA からのメバロン酸の合成  
メバロン酸中のアセチル CoA 由来の C-1 位および C-2 位は桃色の網かけで示す。



# コレステロール代謝



生体内のコレステロールは、  
6-8割程度が体内で生合成される

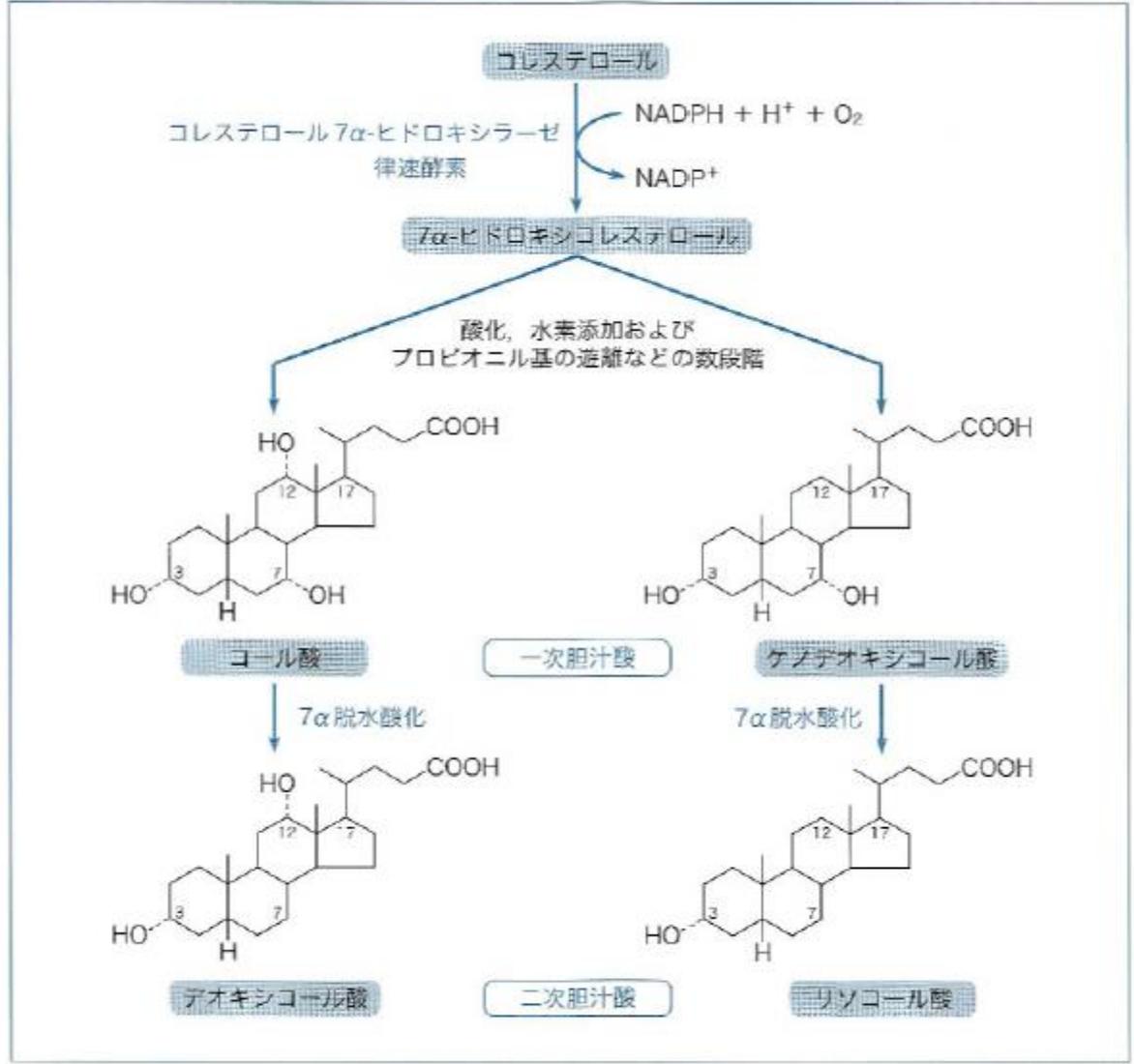
生合成の量はフィードバックシステムによって制御される

図 21-44 コレステロール生合成の調節と食餌からの摂取によるバランス

グルカゴンは HMG-CoA レダクターゼのリン酸化（不活性化）を促進し、インスリンは脱リン酸化（活性化）を促進する。X は未同定のコレステロール代謝物であり、HMG-CoA レダクターゼの分解を促進する。



# コレステロール代謝（胆汁酸）



コレステロールからは胆汁酸が合成される

図 8-12 胆汁酸の合成とその構造

一次胆汁酸は側鎖(17番目の炭素)のカルボキシル基にタウリンやグリシンが抱合した抱合体として存在している。



# 脂質代謝のまとめ

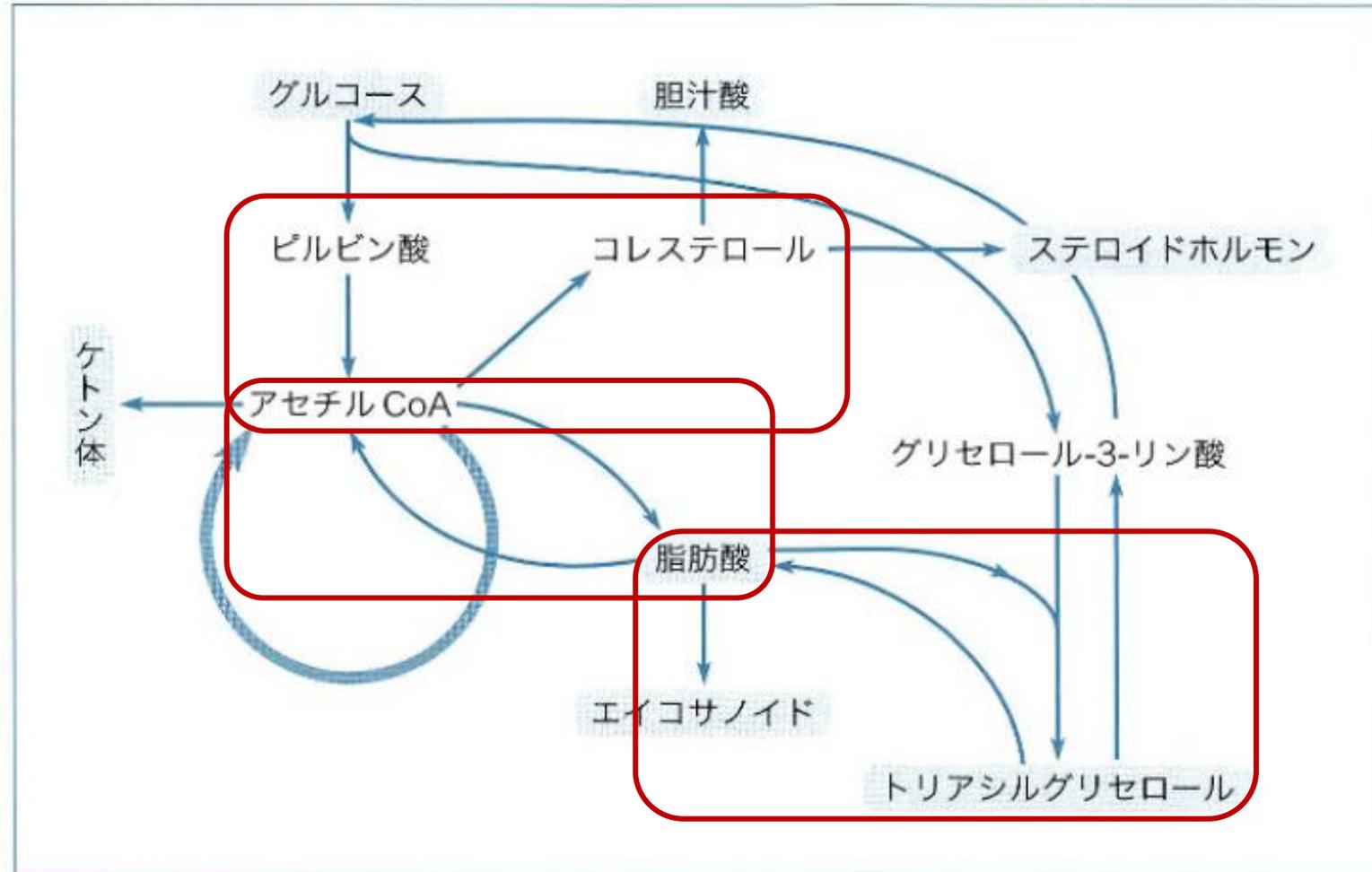


図 3-6 脂質代謝の概要

(基礎栄養学、南江堂)

