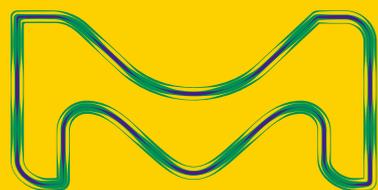




MERCK

脂質類の研究をトータルサポート

Avanti Research™



The life science business of Merck operates as MilliporeSigma in the U.S. and Canada.

* Merck is the exclusive supplier of Avanti Research™ to customers outside the United States and Canada.

脂質

細胞膜を形成する主成分

脂質とは脂溶性（親油性）の天然分子として定義され、水にはほとんど溶けず、クロロホルム、エタノール、エーテルなどの有機溶媒に可溶性化合物です。その主な生物学的機能としては、エネルギー貯蔵、細胞膜の構成成分、シグナル伝達分子などがあり、小さな脂質ベシクルであるリポソームは生体内への物質の輸送や、細胞膜への、または細胞膜からの拡散速度の研究に使用されています。

医薬品に使用される脂質として、以下の4種が代表されます。

リン脂質：ドラッグデリバリーシステムの一部として使用

ステロイド：膜の構造と機能において重要な役割

脂肪酸：吸収・分布・代謝・排泄を改善する製剤への添加剤

ポリマー類：ドラッグデリバリーシステムの一部として使用

これらの脂質を医薬品用途として使用する上では、以下のような考慮すべき性質があります。

1. 相転移温度

相転移温度は脂肪鎖が完全に伸びて秩序化されたゲル相から、脂肪鎖がランダムに配向された無秩序な液晶相への物理的状態の変化を誘発するために必要な温度として定義され、一般的に脂肪鎖が長いほうが上昇し、二重結合があると低下します。

2. 安定性

脂質を含む医薬品の長期安定性または有効期間は、製剤に使用される脂質種に劇的に影響を受ける可能性があります。一般的に化合物の不飽和度が高いほど製品は酸化されやすくなり、貯蔵寿命が短くなります。一方で飽和脂質は酸化に対して安定ですが遷移温度が高く、製剤化において別の問題となります。また加水分解に対する安定性の問題もあります。医薬品の水性製剤は多量の水の存在が脂質製剤の急速な加水分解につながるため、安定性が低くなる傾向があります。

3. 電荷

多くの生体膜は、その表面に負の電荷を持っています。一般的に電荷は膜内のアニオン性リン脂質種の存在によって付与され、膜に特別な機能を提供する可能性があります。また一部の生体システムでは電荷だけでなく、そのシステムの特異性も満たさなければなりません。

代表的な脂質類の相転移温度と電荷

脂質名	脂肪酸	相転移温度 (°C)	電荷 at pH7.4	製品番号
DLPC	12:0	-2	0	850335
DMPC	14:0	24	0	850345
DPPC	16:0	41	0	850355
DSPC	18:0	55	0	850365
DOPC	18:1	-17	0	850375
DMPE	14:0	50	0	850745
DPPE	16:0	63	0	850705
DOPE	18:1	-16	0	850725
DMPA•Na	14:0	52	-1.3	830845
DPPA•Na	16:0	65	-1.3	830855
DOPA•Na	18:1	-4	-1.3	840875
DMPG•Na	14:0	23	-1	840445
DPPG•Na	16:0	41	-1	840455
DOPG•Na	18:1	-18	-1	840475

脂質名	脂肪酸	相転移温度 (°C)	電荷 at pH7.4	製品番号
DMPS•Na	14:0	35	-1	840033
DPPS•Na	16:0	54	-1	840037
DOPS•Na	18:1	-11	-1	840035
DOPE-Glutaryl•(Na) ₂	18:1	~-10	-2	870242
Tetramyristoyl Cardiolipin•(Na) ₂	14:0	59	-2	710332
DSPE-mPEG-2000•Na	18:0	N/A	-1	880120
DSPE-mPEG-5000•Na	18:0	N/A	-1	880220
DSPE-Maleimide PEG-2000•Na	18:0	N/A	-1	880126
DOTAP•Cl	18:1	~-0	1	890890

(Avanti 調べ)

4. 混合物

単一の脂質種では必要な物理的特性が得られないことが多く、特定の電荷比、不飽和比、相転移温度、生物学的機能などを作製 / 再現するように設計された、2 つ以上の脂質種で構成される脂質混合物を検討する必要があります。合成脂質の混合物に置き換えることで、天然由来品に見られる多価不飽和脂肪酸が存在しないことによる安定性の向上と、混合比の再現性を得ることができます。

5. コレステロール

コレステロールは生体系で広く見られる膜成分であり、膜の流動性、弾力性、および透過性を調節するという独自の目的を果たします。しかしながらヒトの医薬品にコレステロールを使用すると、特定の問題が生じます。市販されているコレステロールは卵またはウールグリース（羊由来）に由来するものが多く、これらの動物源はウイルス汚染の可能性があるため、ヒトの医薬品には適していない可能性があります。またコレステロールは容易に酸化されるため、医薬品の安定性の問題を引き起こします。

6. 原料ソース

リン脂質には、合成と天然物由来の 2 つの基本的な供給源があります。天然物由来の脂質はいずれも安定性の問題と、ウイルスやタンパク質の混入の可能性があるため、これらの供給源はいずれも臨床応用には適していません。また異なる供給源からの合成脂質に関して、植物または動物由来のグリセロールまたはグリセロ -3- ホスホコリン (GPC) から調製されている場合があります。動物ソースから得られた GPC を使用して調製された脂質は、上記と同じウイルスおよびタンパク質汚染の問題に悩まされる可能性があります。

これらの性質を考慮し、Avanti の豊富な種類の脂質から皆様の研究に最適なものを選択してください。
メルクと Avanti Research™ は、脂質を用いた皆様の研究をトータルにサポートします。

MERCK



Avanti
Research

メルクは Avanti Research™ – A Croda Brand の多国籍代理店です

メルクは Avanti Research™ の独占供給パートナーとして、米国を除く世界中の研究者に高純度脂質へのアクセスを提供しています。Avanti Research™ は、50 年以上の経験と豊富な製品ラインアップを背景に、高純度・高品質な研究用試薬を提供しているブランドです。複合治療薬や次世代 mRNA ワクチン向け薬物送達および幅広いライフサイエンス研究に使用される脂質、アジュバント、器具の包括的ポートフォリオを提供しています。



- 99% 以上の純度を持つ Avanti Research™ 製品が 2,400 品目以上
- 高純度の天然 / 合成リン脂質、スフィンゴ脂質、ステロール脂質
- 蛍光脂質、アジュバント、脂質結合抗体など
- 脂質の構造と機能の研究のためのリポドミクスツール
- リポソーム調製のための Avanti Mini-Extruder

Avanti Research™ 製品の詳細はこちら
<https://bit.ly/3Jfeben>



天然物由来脂質の脂肪酸分布

※ 脂肪酸分布は脂肪酸メチルエステルのGC分析によって決定され、曲線下面積(AUC)% で表されます。
脂肪酸プロファイルはバッチごとにわずかに変動することが予想されます。

製品番号	概要	14:0	15:0	16:0	16:1	17:0	18:0	18:1	18:2	18:3	19:0	20:0	20:1	20:2	20:3	20:4	22:0	22:1	22:4	22:6	24:0	24:1	un known
131303	Brain Cerebroside			6			7					3					11				22	9	42
131305	Brain Sulfatide						5					3					10				28	36	18
840053	Brain PC	0.3		30.6	0.9		16.5	33.3	1.1				0.8	0.2	3.1					0.6			12.8
840022	Brain PE			3.7	0.6		15.9	24.1	0.4				2.3	0.6	0.6	18.6		0.5		11.5			21.1
840045	Brain PI(4)P			6.3			37.3	15.1	0.7					3.3	2.1	33.1				2.1			
840046	Brain PI(4,5) P2			4.6			37.0	6.1						3.2	2.0	36.8				2.6			7.7
840032	Brain PS						42	30								2				11			15
850092	Brain PS - Lyso			1.1			90.1	4.1															4.7
860062	Brain SM			2			50					5					7				5	21	10
841199	E.coli CA	2.2	4.8	33.3	10.2	1.4 cyclo 27.0		trans 14.4			5.3												1.4
840027	E.coli PE	1.5		33.6	9.3	17.7		34.1			3.8												
841188	E.coli PG	1.6	1.2	43.6	7.4	0.5 cyclo 26.8	0.4	0.1 trans 9.7			cyclo 5.6												3.2
131601	Egg Lecithin 95%	0.2		32.7	1.1		12.3	32.0	17.1					0.2	0.3	2.7				0.4			1.0
840101	Egg PA			34.2	1.0		11.5	31.5	18.5							2.7				0.7			
840051	Egg PC	0.2		32.7	1.1		12.3	32.0	17.1					0.2	0.3	2.7				0.4			1.0
840059	Egg PC - Hydro	0.1		32.2			60.6				4.5						2.2						0.7
830071	Egg PC - Lyso	0.3		69.0	1.4		24.6	3.4	0.3														1.0
840021	Egg PE			17.3	0.5		24.2	18.1	14.0					0.2	0.3	16				4.2			5.2
860081	Egg PE - Lyso			33.7	0.2		57.0	5.1	0.5														3.6
841118	Egg PE - Trans			34.8	1.5		11.1	31.2	17.1	0.1				0.1	0.1	2.9				0.1			1.0
841138	Egg PG			32.9	0.9		12.2	30.2	18.7							3.5			0.9	22.5 0.7			
860061	Egg SM			86			6										3					3	2
840012	Heart CA							5	90														5
850081	Mono Lyso Heart CA			0.8			0.7	2.6	94.6														1.3
850082	DiLyso Heart CA			1.0			0.9		98.1														
840052	Heart PC			23			7	11	43							6							10
840025	Heart PE			1.4			29.2	3.1	20.1	0.1				0.5	3.6	36.2				1.8			4.1
840055	Liver PC			14			33	17	12						8	7							9
840026	Liver PE			5.0	0.1		33.7	9.8	10.9	0.8					4.1	19.5				2.1			14.0
840042	Liver PI						46	8	6						13	17							10
850091	Liver PI - Lyso			4			90	4															2
860063	Milk SM			16													20			23.0 34	21	3	6
441601	Soy Lecithin 95%			14.9			3.7	11.4	63	5.7													1.2
840074	Soy PA			11.7			3.4	12.6	66.1	6.1													
840054	Soy PC			14.9			3.7	11.4	63.0	5.7													1.2
840072	Soy PC - Lyso			26.1			7.3	8.5	50.1	5.1													2.9
840024	Soy PE			17.7	<.1		2.2	5.0	65.5	7.4													2.2
841148	Soy PG			12.4			3.6	10.5	65.6	6.3													1.5
840044	Soy PI			31			7	5	50	7													
850090	Soy Lyso PI			73.6			14.3	5.5	6.5														
870336	Soy PS			10			3	12	68	7													

Mini-Extruder

簡便かつ手頃な価格でリポソーム作製を実現



特長

● 良好な整備性

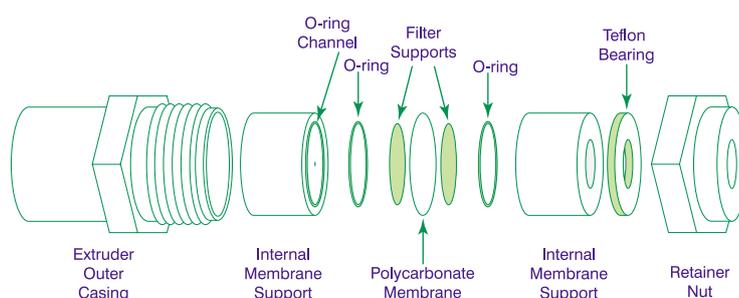
すべての接液部は簡単に洗浄可能

● 高い柔軟性

加熱可能、シリンジも2サイズを接続可能
(250 μ L / 1 mL)

● 制御性

PC メンブレンの種類により粒径のコントロールが可能



リポソームの作り方

- 1 凍結乾燥または蒸発により乾燥脂質混合物を調製します。
- 2 適切なバッファーを使用して脂質混合物を水和します。
- 3 水和したサンプルをシリンジの1つにロードし、エクストルーダーの一方の端に配置します。
- 4 空のシリンジをエクストルーダーのもう一方の端に置きます。
- 5 脂質溶液が別のシリンジに完全に移されるまで、シリンジのプランジャーを押します。
- 6 もう一方のシリンジのプランジャーを押して、溶液を元のシリンジに戻します。
- 7 手順 5 と 6 を複数回繰り返します。(膜を通過する回数が多いほど、脂質溶液はより均一になります)
- 8 最後の押出の後、ホルダーからエクストルーダーを取り外します。
- 9 シリンジを取り外し、脂質溶液を清浄なサンプルバイアルに注入します。

製品名	内容物	製品番号
Extruder Set (ホルダー / ヒーティングブロック付き)	・エクストルーダー本体 ・1 mL のシリンジ 2 本 ・ポリカーボネートメンブレン 100 枚 ・フィルターサポート 100 個 ・ホルダー / ヒーティングブロック 1 個	610000
Extruder Set (ホルダー / ヒーティングブロックなし)	・エクストルーダー本体 ・1 mL のシリンジ 2 本 ・ポリカーボネートメンブレン 100 枚 ・フィルターサポート 100 個	610023
Mini-Extruder (only)	・エクストルーダー本体	610020

Extruder のアクセサリー
はこちらをご覧ください。
<https://bit.ly/3GLss70>



脂質のよくある Q&A

一般

Q 脂質名の数字は何を意味していますか？

A 脂質名の数字は、脂肪酸鎖を表すために使用されます。数値は一般に（脂肪酸鎖の炭素数）：（脂肪酸鎖の二重結合の数）の形式で表されます。グリセロリン脂質は脂質あたり2つの脂肪酸を含むため、名前に数字が1つしかない場合は、両方の脂肪酸が同じであることを意味します。脂質に2つの異なる脂肪酸がある場合、名前は脂肪酸と位置の両方を示します。

Q 脂質の保管と取り扱いはどのようにすればいいのでしょうか？

A **有機溶液**

リン脂質の有機溶液は、 $-20^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$ でアルゴンまたは窒素層を備えたガラス容器に保存する必要があります。 -30°C 以下の有機溶液の保管は、溶液が密封されたガラス製アンプルに包装されていない限り推奨されません。

粉末 - 飽和脂質

飽和脂質は、 $\leq -16^{\circ}\text{C}$ でガラス容器に保存する必要があります。内容物の一部を容器から移すときは、容器を冷凍庫から取り出し、ボトルを開ける前に室温に戻してください。

粉末 - 不飽和または天然物由来の脂質

1つ以上の二重結合を含む脂肪酸から構成される脂質は非常に吸湿性が高く、容器を開けるとすぐに湿気を吸収してグミ状になるため、加水分解または酸化が発生する可能性があります。これらの脂質は適切な有機溶媒に溶解してガラス容器に移し、 $-20^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$ で保存する必要があります。

Q 脂質の品質評価はどうやって行うのでしょうか？

A ほとんどの製品で、脂質の品質 / 純度は TLC で容易に評価できます。

Q 水溶液に保存可能ですか？

A 脂質を水溶液に保存することはお勧めしません。水溶液中の脂質の貯蔵寿命は、温度、pH、培地などを含む多くの要因に依存し、加水分解によってリゾ脂質と遊離脂肪酸が生成されます。

Q どうすれば脂質を酸化から守ることができますか？

A 酸化しやすい化合物を保護するために、窒素やアルゴンなどの不活性ガスが使用されます。不活性ガス下で材料を保存するには、まずぴったりとフィットするテフロン製の蓋またはキャップを備えたバイアルを選択し、シールが可能な限り気密であることを確認します。必要に応じて材料を分注し、窒素またはアルゴンガスをバイアルに数秒間送り、バイアルにしっかりと蓋をして密閉します。

Q Avanti の脂質には BHT が含まれていますか？

A 一部の製品は貯蔵寿命を延ばすために BHT を含むクロロホルム溶液として保存されています。しかし出荷前に BHT はカラムクロマトグラフィーによって除去されるため、最終製品には BHT やその他の酸化防止剤や防腐剤は含まれていません。

リポソーム

Q リポソームはどのように保存したらいいのでしょうか？

A 脂質懸濁液は、できるだけ pH7 近くで保存してください。またエステル結合炭化水素鎖を含む脂質は酸および塩基による加水分解を受けやすいため、冷蔵保存してください。また凍結プロセスによって小胞が破碎または破裂し、サイズ分布が変化し内容物が失われる可能性があるため、凍結しないでください。サンプルが保存中に酸化する場合がありますが、少量の酸化防止剤を添加すると懸濁液が安定し、製品の酸化が制限される場合があります。

Q リポソームを凍結できますか？

A 一般論として、リポソーム懸濁液は凍結しないでください。凍結プロセスによって小胞が破碎または破裂し、サイズ分布の変化や内容物の損失につながる可能性があるためです。リポソームの用途によっては、粒子サイズの変化が機能に大きな影響を与える可能性があります。

Q リポソームをどれぐらいの期間保管できますか？

A 保存時間は、温度や pH などを含む多くの要因によって異なります。例えば pH7.4 の緩衝液および約 4°C で保存されたリポソームは 5 ~ 7 日間膜構造の変化を示しませんでしたが、その時間を過ぎると、蛍光マーカーがリポソームから漏れ始め、膜不安定化成分（おそらくリゾ脂質および遊離脂肪酸）の存在が示されました。

Q リポソームを濃縮するにはどうすればよいですか？

A リポソームの濃縮のための一般的な手順はありません。大きなリポソーム粒子は、遠心分離を使用して濃縮できます。速度が上がると粒子の変形や融合が引き起こされる可能性があるため、ペレット化を達成できる最低速度が最適です。遠心分離による濃縮は大きな粒子 (>100 nm) でのみ可能で、超音波処理された小さな (SUV) 粒子は、サイズが小さいため容易にはペレット化されません。他の濃縮方法も可能ですが、サンプルや技術によっては粒子形状が変形する可能性があります。

Q リポソームを作製するために脂質を準備するとき、残留クロロホルムを除去するために脂質を真空に置く必要がありますか？

A 残留クロロホルムは膜の物理的特性を大きく変える可能性があるため、クロロホルムやその他の有機溶媒を除去する必要があります。窒素やアルゴンなどの不活性ガスを脂質溶液に吹き込むことで大部分の有機溶媒は簡単に除去されますが、特に脂質が膜または油として乾燥する場合に有機溶媒が脂質に閉じ込められる可能性があります。トラップされた溶媒を除去するには、サンプルを良好な真空状態にする必要があります。溶媒を適切に除去するために一定の時間真空下に置き、さらに不飽和結合の酸化を最小限に抑えるために真空は不活性ガスでパージすることをお勧めします。

物性・溶解性

Q 脂質粉末がスパチュラに引っ付いてしまったのですが？

A この挙動は、典型的な吸湿性脂質のもので、吸湿性の脂質は、一般的に脂肪酸鎖が短いものまたは脂肪酸鎖に二重結合を有するものであり、これらの製品は、乾燥状態（ドライボックスなど）で計量するか、有機溶媒に溶解して溶液として分注する必要があります。

Q リピッドが分解してしまったのですが？

A 一般的に粉末形態は最も安定して脂質を保存できますが、不飽和脂質は吸湿性の粉末となるため、簡単に計量することはできません。したがって、飽和脂質は粉末として購入可能ですが、不飽和脂質はクロロホルム溶液として購入することをお勧めします。また、脂質を長期間保存する場合は、保存用に粉末状を購入し、使用するときにはクロロホルムで粉末を溶解することをお勧めします。

Q 脂質の CMC とは何ですか？

A 臨界ミセル濃度 (CMC : Critical Micelle Concentration) は、界面活性剤のミセルが形成される濃度であり、この濃度未満では界面活性剤は溶液中でモノマーとして存在し、この濃度以上では界面活性剤ミセルが形成されます。

Q 酸性脂質 (PG、PS、PA など) をクロロホルムに溶解するにはどうすればよいですか？

A 多くの長鎖飽和酸性脂質は、クロロホルムに可溶化するのが困難です。少量のメタノール (2%) と脱イオン水または蒸留水 (0.5 ~ 1%) を追加することをお勧めします。

Q 脂質を細胞にデリバリーするにあたり、溶解するのに最適な溶媒は何ですか？

A 生物系への脂質の送達に最もよく使用される溶媒は、エタノールとジメチルスルホキシド (DMSO) です。Avanti の脂質のほとんどは、エタノールまたはエタノール / 水の混合物 (最大 1:1, v/v) に容易に溶解します。ただし熱と超音波処理が必要な場合があります。

Q Avanti の脂質のエナンチオマー純度はどれぐらいですか？

A Avanti のリン脂質は、大豆レシチン由来の前駆体 (GPC) を使用して調製されており、100%L 異性体です。これは、旋光度とホスホリパーゼ A2 (PLA2) を使用した酵素消化によって確認されています。

LIPIDOMIX™ 定量質量分析用標準品

疾患のバイオマーカーとして脂質を特定・定量する研究は今後の発展が期待される分野であり、近年、リポドミクス研究は大きく進展しています。Avanti では、リポドミクス研究における標準物質として使用可能な、高品質の脂質や脂質混合物を幅広く提供しています。

SPLASH™ (製品番号：330707)

- 14 種類の重水素化標準物質を含み、14 の脂質クラスをカバー
- 主にヒト血漿を対象としていますが、肝臓、肺、細胞培養など、多様なサンプルで使用可能

LightSPLASH™ (製品番号：330732)

- 13 種類の非重水素化標準物質を含み、13 の脂質クラスをカバー
- 通常は SPLASH™ や EquiSPLASH™ などと併用し、一次標準品として使用することを想定しています

UltimateSPLASH™ ONE (製品番号：330820L)

- 69 種類の重水素化標準物質を含み、15 の脂質クラスをカバー
- 主にヒト血漿を対象としていますが、さまざまなサンプルでの利用が可能です

SPLASH™ II (製品番号：330709W)

- 12 種類の重水素化標準物質を含み、12 の脂質クラスをカバー（プラスマローゲンを含む）
- 主にヒト血漿での使用を想定していますが、さまざまなサンプルで利用可能です

EquiSPLASH™ (製品番号：330731)

- 13 種類の脂質を含み、13 の脂質クラスをカバー
- キャリブレーションカーブの作成に加え、一般的な哺乳動物の脂質濃度と異なるサンプルでの使用にも適しています

MSI SPLASH™ (製品番号：330841W)

- 13 種類の脂質標準品を含み、その中にはスフィンゴ脂質が 5 種類含まれます
- 脳組織へのスプレーによる質量分析イメージングでの使用を目的としています

LIPIDOMIX™ 定量質量分析用標準品の最新製品リストはこちらをご覧ください。

<https://bit.ly/43byWDH>



サイエンス系
お役立ちメディア
M-hub



かんたんカタログ検索
**カタログ
ファインダー**



メルライフサイエンス - メールニュース
www.merckmillipore.com/wm



メルライフサイエンス公式
SNS、動画コンテンツをご覧ください。

本紙記載の製品は試験・研究用です。ヒト、動物への治療、もしくは診断目的として使用しないようご注意ください。掲載価格は希望販売価格（税別）です。実際の価格は弊社製品取扱販売店へご確認ください。なお、品目、製品情報、価格等は予告なく変更される場合がございます。予めご了承ください。記載内容は2025年6月時点の情報です。Merck, the vibrant M, and Sigma-Aldrich are trademarks of Merck KGaA, Darmstadt, Germany or its affiliates. All other trademarks are the property of their respective owners. Detailed information on trademarks is available via publicly accessible resources. ©2025 Merck KGaA, Darmstadt, Germany. All rights reserved.

シグマ アルドリッチ ジャパン

ライフサイエンス リサーチソリューションズ事業部

〒106-0041 東京都港区麻布台1-3-1 麻布台ヒルズ 森JPタワー 26階

製品の最新情報は [こちら www.sigmaaldrich.com/JP/ja](http://www.sigmaaldrich.com/JP/ja)

製品に関するお問い合わせは、テクニカルサービスへ

E-mail: jppts@merckgroup.com Tel: 03-6756-8245

在庫照会・ご注文に関するお問い合わせは、カスタマーサービスへ

E-mail: sialjpcs@merckgroup.com Tel: 03-6756-8275

シグマ アルドリッチ ジャパン合同会社はメルクのグループ会社です。

CHM153A-2506-0.2K-E