

# Phospholipase（ホスホリパーゼ）：油脂脱ガム・レシチン改質・リン脂質変換用酵素

Enzymes.bio リサーチチーム・ニュージーランド・ウェリントン・June 18, 2026

Phospholipase（ホスホリパーゼ）は、リン脂質を基質として特定のエステル結合またはリン酸エステル結合を切断し、リゾリン脂質、遊離脂肪酸、ジアシルグリセロール、ホスファチジン酸などへ変換する酵素群です。油脂脱ガム、レシチン改質、乳化性の調整、リン脂質誘導体の合成では、Phospholipase A1、Phospholipase A2、Phospholipase C、Phospholipase Dの違いを理解して選ぶことが重要です。Enzymes.bioでは、Phospholipaseを1kg単位でオンライン直接購入でき、CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されます。

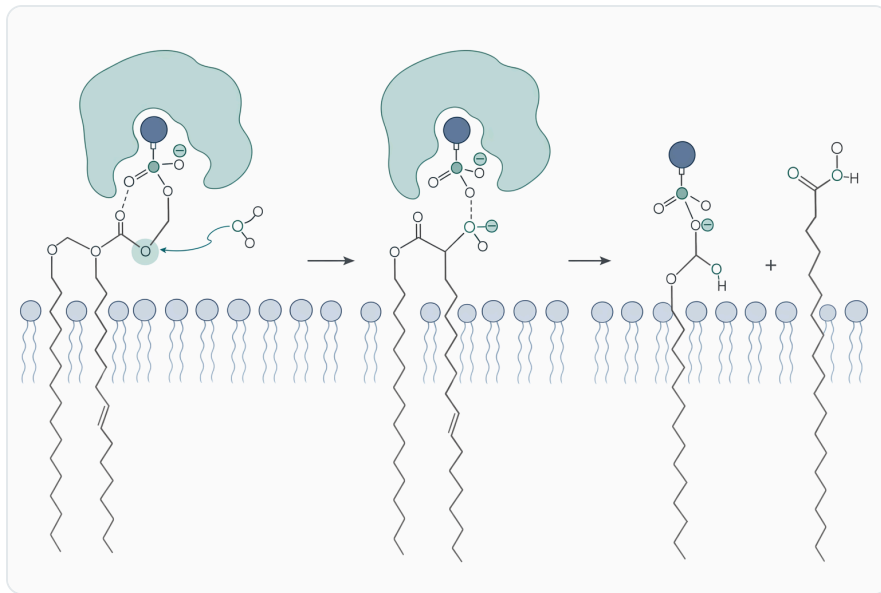
## Phospholipaseとは：単一酵素ではなく、リン脂質変換酵素のファミリー

Phospholipaseは、ホスファチジルコリン、ホスファチジルエタノールアミン、ホスファチジルイノシトール、ホスファチジン酸などのグリセロリン脂質を主なphospholipase substrateとして扱う酵素群です。脂肪酸鎖、グリセロール骨格、リン酸基、極性頭部から成るリン脂質のどの結合を切るかによって、phospholipase a1、phospholipase a2、phospholipase c、phospholipase dのように分類されます。産業用途では、この分類がそのまま「何を減らし、何を生成し、界面物性をどう変えるか」に直結します。Lecitase Ultraのようなリン脂質変換酵素がバイオ触媒として広く検討されてきた背景も、リン脂質の構造改変が油脂・乳化・機能性脂質の設計に使えるためです<sup>[1]</sup>。

リン脂質は水にも油にも完全にはなじまない両親媒性分子で、油脂中ではガム質、乳化安定化、濁り、分離不良の原因になる一方、食品や化粧品では乳化剤・分散剤として有用です。Phospholipaseはこの二面性を利用し、不要なリン脂質を分離しやすくしたり、レシチンをより水分散性の高い形へ改質したり、極性頭部を変換して新しいリン脂質誘導体を作ったりします。Phospholipase Dを用いた天然ホスファチジルコリンの極性頭部変換は、標的用途に合わせた修飾リン脂質を得る手段として整理されています<sup>[2]</sup>。

## 作用部位で理解する：PLA1、PLA2、PLC、PLDの違い

Phospholipase A系は脂肪酸エステル結合を対象にし、phospholipase a1は主にグリセロール骨格のsn-1位、phospholipase a2は主にsn-2位の脂肪酸を切り離します。生成物はリゾリン脂質と遊離脂肪酸であり、元の二本鎖リン脂質よりも分子形状と親水性・疎水性バランスが変わります。油脂脱ガムにおけるPLA1利用の研究では、リン脂質加水分解によって脱ガム効率を高める方向で検討されており、PLA1の選択性と反応制御が工程性能に関わることが示されています<sup>[3]</sup>。



**Figure 1.** 포스포리파아제는 인지질의 에스터 결합을 가수분해하여 라이소인 지질과 유리 지방산을 생성함으로써 인지질의 제거 또는 변형을 개선합니다.

Phospholipase Cは、リン脂質のグリセロール側とリン酸基側の結合を切断し、ジアシルグリセロールとリン酸化された極性頭部を生じさせる酵素として扱われます。油脂精製では、PLC反応によってリンを含む極性部分を油相から除きやすくし、同時に油相に残りやすいジアシルグリセロールへ変換できる点が注目されます。耐熱性PLCは、酵素的油脂脱ガムを効率化し、より持続的な精製プロセスに近づける鍵として報告されています<sup>[4]</sup>。

Phospholipase Dは、リン酸基と極性頭部の間を切断してホスファチジン酸を生成するほか、適切なアルコール性受容体が存在する条件では転リン酸化により極性頭部を置換できます。これにより、ホスファチジルセリン、ホスファチジルグリセロール、その他の極性頭部修飾リン脂質を設計する研究・産業応用が成立します。PLDの工業的展開に関するレビューでは、リン脂質の構造多様化と高付加価値化に向けた酵素としての可能性が議論されています<sup>[5]</sup>。

Phospholipaseの種類	主な切断位置	代表的な生成物	実務上の意味
Phospholipase A1 (PLA1)	sn-1位脂肪酸エステル	2-アシルリゾリン脂質、遊離脂肪酸	油脂脱ガム、リン脂質加水分解、レシチン改質
Phospholipase A2 (PLA2)	sn-2位脂肪酸エステル	1-アシルリゾリン脂質、遊離脂肪酸	リゾリン脂質生成、界面物性調整、脂質代謝研究
Phospholipase C (PLC)	グリセロール-リン酸側	ジアシルグリセロール、リン酸化頭部	油脂脱ガム、リン除去、油相収率の改善設計
Phospholipase D (PLD)	リン酸-極性頭部側	ホスファチジン酸、または頭部置換リン脂質	機能性リン脂質、極性頭部修飾、リン脂質誘導体合成

## 水／脂質界面で進む反応：なぜ混合状態が重要なのか

Phospholipaseの反応は、単純な水溶性基質の分解とは異なり、油滴、レシチン分散体、ミセル、膜様集合体などの水／脂質界面で進みます。リン脂質は界面に集まりやすく、酵素が基質へ近づくには、油相・水相・リン脂質集合体の接触状態が重要です。磁性ナノ粒子に固定化したPhospholipase LMおよびPhospholipase 3Gを大豆粗油脱ガムへ応用した研究では、酵素の再利用性や界面反応の扱いやすさが工程上の論点として示されています<sup>[6]</sup>。

この界面依存性は、同じphospholipaseでも用途により結果が変わる理由を説明します。油脂脱ガムでは、リン脂質を油相から水相またはガム相へ移しやすくすることが目的です。一方、レシチン改質では、リン脂質を完全に除くのではなく、分散性や乳化性を狙って部分的に変換します。PLA1を水中油型マイクロエマルション相で固定化利用した研究では、水分量と反応相の設計が高収率のリン脂質加水分解と繰り返し利用に関わることが示されており、リン脂質酵素反応が相状態に強く依存することを裏づけます<sup>[7]</sup>。

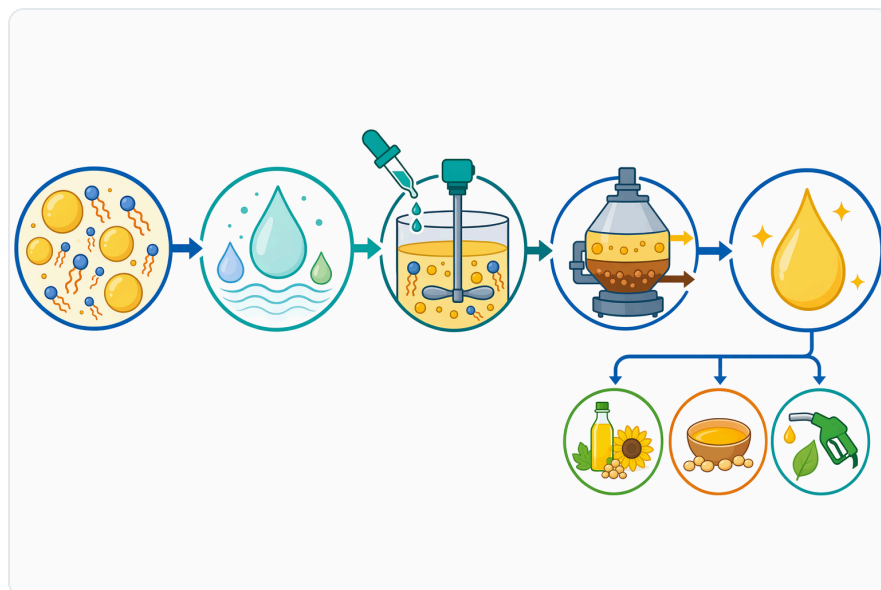


Figure 2. 산업용 포스포리파아제 공정은 효소적 오일 탈검 과정에서 수화성 및 비수화성 인지질을 분리 가능한 산물로 전환하는 데 흔히 사용됩니다.

## 油脂脱ガムでのPhospholipase：リン脂質を“除きやすい形”へ変える

植物油の粗油には、ホスファチジルコリン、ホスファチジルエタノールアミン、金属塩を含む非水溶性リン脂質などが残り、精製工程で濁り、乳化、フィルター負荷、脱色効率低下の原因になります。Phospholipaseを用いる酵素脱ガムでは、リン脂質を加水分解または切断して、水相に移りやすい極性成分や分離しやすい生成物へ変換します。大豆油精製において、カルシウムアルギネート-キトサンに固定化したStaphylococcus aureus由来PLCが性能改善と工業的可能性を示した研究は、PLC型脱ガムの実用的関心を示す例です<sup>[8]</sup>。

PLA1やPLA2を使う脱ガムでは、リゾリン脂質と遊離脂肪酸が生成します。リゾリン脂質は元のリン脂質よりも形状が異なり、界面での配向や水和性が変わるため、リン脂質集合体の挙動が変化します。PLCを使う場合は、リンを含む頭部を切り離し、油相に残りやすいジアシルグリセロールを生じる点が特徴です。耐熱性PLCを油脂脱ガムへ応用する研究では、効率性と工程持続性の観点から、温度耐性を含む酵素特性が重視されています<sup>[4]</sup>。

Phospholipase bacteriaという検索語で扱われるように、細菌由来ホスホリパーゼも産業酵素探索の対象です。Bacillus safensis株を用いて脂質廃棄物系残渣からリパーゼ、ホスホリパーゼ、バイオサーファクタントの生産を検討した研究は、phospholipase secreted by microorganismsが脂質処理用途へ結びつく可能性を示しています<sup>[9]</sup>。ただし、B2B用途で重要なのは由来名そのものではなく、目的基質に対してどの結合を変換し、工程中でどの生成物を作るかです。

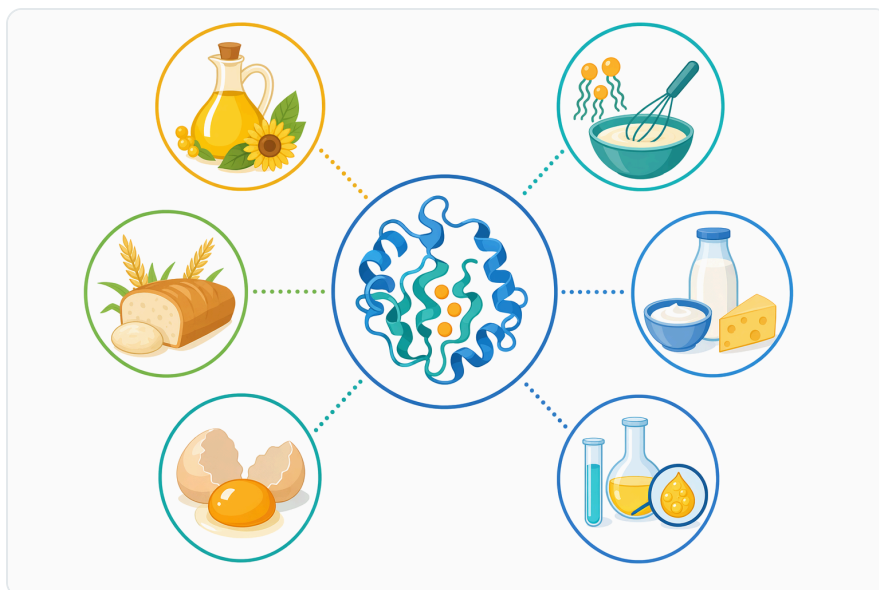


Figure 3. 포스포리파아제는 식용유 정제, 레시틴 고도화, 제빵, 유제품, 난가공 및 지질 변형 분야 전반에서 사용됩니다.

## レシチン改質：乳化剤の“働き方”を変える

レシチンはリン脂質の混合物であり、食品、飼料、化粧品、工業配合で乳化剤・分散剤として使われます。Phospholipase A系でレシチンを処理すると、二本鎖リン脂質の一部が一本鎖のリゾリン脂質へ変わり、親水性が相対的に高まり、水中での分散性、油滴界面への吸着、粘度挙動が変化します。Lecitase Ultraが幅広いバイオ触媒用途で検討されてきた理由も、リン脂質や脂質関連基質に対する改質反応が、乳化・分散・構造脂質設計へ応用できるためです<sup>[1]</sup>。

PLDを用いたレシチン改質では、リン脂質の脂肪酸鎖を温存しながら極性頭部を変えることができます。たとえばホスファチジルコリンを出発物質として、特定のアルコール性受容体を利用することで、極性頭部を別の官能基へ置換する反応が検討されます。天然ホスファチジルコリンをPLDで変換して極性頭部修飾リン脂質を得る研究レビューは、phospholipase dが単なる分解酵素ではなく、リン脂質構造設計の触媒として扱えることを示しています<sup>[2]</sup>。

## 食品・油脂配合での意味：乳化、口当たり、安定性

卵黄、乳脂肪球膜、大豆レシチン、油脂原料にはリン脂質が含まれ、乳化性、泡安定性、粘度、口当たりに影響します。Phospholipase処理では、リン脂質の一部がリゾリン脂質や脂肪酸へ変換されるため、油滴界面の膜の厚み、電荷、曲率、混合タンパク質との相互作用が変わります。これは、単に「リン脂質を壊す」のではなく、界面に並ぶ分子の形を変えて、配合全体の安定性を調整する操作です。PLA1固定化反応の研究で示されるように、リン脂質加水分解の効率は水分量や反応相と密接に関わります<sup>[7]</sup>。

一方で、遊離脂肪酸の生成は風味へ影響するため、食品用途では反応の進みすぎが好ましくない場合があります。短鎖・中鎖脂肪酸や酸化されやすい不飽和脂肪酸が関与する系では、望ましいコクや乳化安定性の改善と、酸味・苦味・酸化臭の発生を切り分けて考える必要があります。Phospholipaseは「添加すれば一方向に品質が上がる」酵素ではなく、基質中のリン脂質組成、油相、水相、乳化状態、加熱履歴に応じて生成物を制御するプロセス酵素です。



Figure 4. 화학적 탈검과 비교해 효소적 포스포리파아제 처리는 오일 수율을 높이고 화학물질 사용량과 폐수 발생을 줄일 수 있습니다.

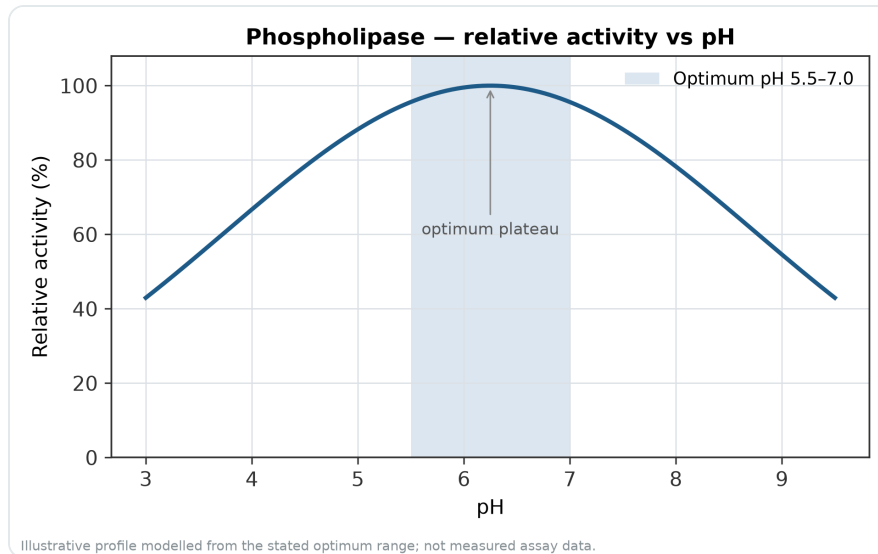
## 機能性リン脂質と高付加価値脂質：PLDとPLAの使い分け

機能性リン脂質の設計では、脂肪酸鎖を変えたいのか、極性頭部を変えたいのかで酵素選択が変わります。PLA1やPLA2は脂肪酸側を切るため、リゾリン脂質を経由した再アシル化や特定脂肪酸導入の設計に使われます。ナノスケールZIF-67を用いたPLA1固定化とリン脂質-DHA変換の研究では、PLA1を利用してDHAを含むリン脂質変換を高める方向が検討されており、脂肪酸組成を意識したリン脂質改質の一例といえます<sup>[10]</sup>。

PLDは、脂肪酸鎖を大きく変えずに極性頭部を置換する方向に向いています。ホスファチジルセリンなどの極性頭部修飾リン脂質は、食品、栄養、研究用途で関心を持たれますが、PLD反応では水分、受容体濃度、相状態によって加水分解と転リン酸化の競合が起こります。PLDの工業的普及に関するレビューは、酵素起源、反応場、基質溶解性、生成物分離が実装上の主要課題であることを整理しています<sup>[5]</sup>。

## Phospholipase A2：生物学的に重要だが、産業用途では過剰な医療解釈を避ける

Phospholipase A2、特にsecretory phospholipase a2は、生体内で炎症、膜リモデリング、脂質メタボリター生成と関連して研究されてきました。ヒト分泌型PLA2の抗凝固作用に関する研究では、血漿および無細胞系での作用が第Va因子阻害を含むリン脂質非依存的機構に関わることが報告されており、PLA2が単なる脂質分解酵素以上の生物学的作用を持つことを示しています<sup>[11]</sup>。ただし、これは食品・油脂加工での性能を直接示すものではありません。



**Figure 5.** pH에 따른 포스포리파아제의 상대 활성으로, pH 5.5–7.0에서 최적 활성 구간을 보입니다.

phospholipase a2 inhibitorsという検索語で見られる阻害剤研究も、主に医学生物学・薬理学の文脈です。膵臓PLA2に対するuteroglobinおよびantiflamminペプチドの阻害研究、またresveratrolによるPLA2阻害機構の分子動力的検討は、PLA2活性が結合部位、膜環境、阻害分子により変化することを示します<sup>[12][13]</sup>。産業用途では、これらを治療効果の根拠としてではなく、酵素反応が基質周辺環境に敏感であることを理解する補助情報として扱うのが適切です。

ミツバチ毒やヘビ毒に含まれるPLA2も広く研究されていますが、毒由来成分の薬理作用と、油脂・レシチン加工用phospholipaseの利用は明確に区別すべきです。ミツバチ毒の治療応用と安全性向上に関するレビューでは、アピトキシン中の成分としてPLA2が扱われていますが、これは医療応用の安全性・薬理作用の議論であり、産業用酵素原料の効果や安全性をそのまま意味するものではありません<sup>[14]</sup>。

## Phospholipase C：油脂精製用PLCと細胞シグナル用PLCを混同しない

Phospholipase Cには、油脂脱ガムで注目される微生物由来PLCと、細胞内シグナル伝達で議論される哺乳類PLCアイソフォームがあります。関連検索語のphospholipase c gamma vs betaは後者、つまり細胞内シグナル分野の比較で使われることが多く、油脂精製でのPLC選定とは目的が異なります。Bacillus mojavensis系で得られた組換えPLCの半工業発酵中の活性推移を扱った研究は、微生物由来PLCが産業酵素として検討されている文脈を示します[15]。

油脂脱ガム用PLCで重要なのは、リン脂質からリンを含む頭部を切り離し、油相に残りやすいジアシルグリセロールを生じさせる点です。これは、PLA系がリゾリン脂質と遊離脂肪酸を生むのとは工程上の意味が異なります。固定化Staphylococcus aureus PLCを大豆油精製へ応用した研究では、固定化による性能改善と工業的可能性が報告されており、PLC型脱ガムが油脂処理において実用的に検討されていることがわかります[8]。

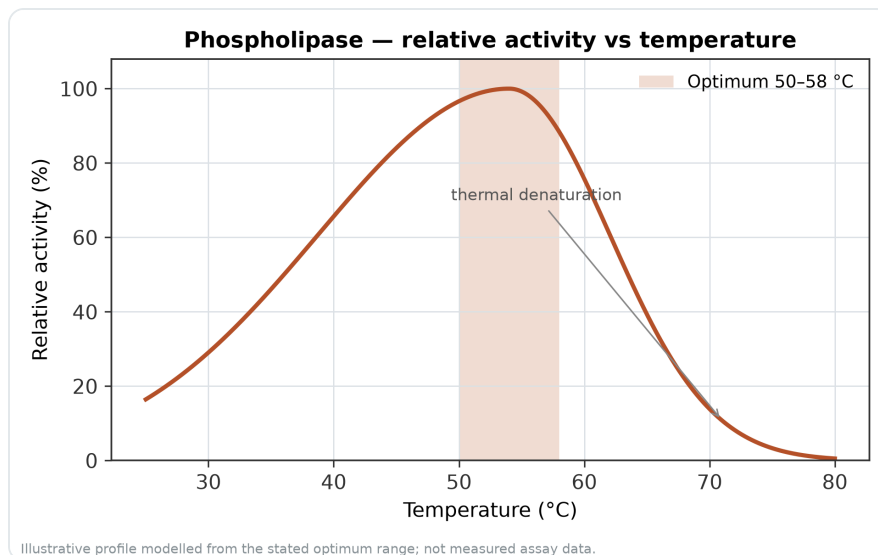


Figure 6. 온도에 따른 포스포리파아제의 상대 활성으로, 50–58° C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열변성에 따른 전형적인 활성 감소가 나타납니다.

## 反応設計で見る比較：どのPhospholipaseが何に向くか

Phospholipaseの選択は、酵素名ではなく、目的生成物から逆算する方が明確です。脱ガムでリン除去を重視するならPLCが候補になり、レシチンの水分散性や乳化性を変えたいならPLA1またはPLA2が候補になります。極性頭部を置換したリン脂質を得たい場合はPLDが中心になります。PLA1の熱応答性や選択性を利用した油脂脱ガム研究、PLCの耐熱性を重視した脱ガム研究、PLDによる極性頭部変換研究は、それぞれ異なる目的に対応しています[3][4]。

用途目的	適したPhospholipaseの考え方	主な生成物・変化	注意すべき工程上の視点
粗植物油の脱ガム	PLA1、PLA2、PLCを目的に応じて使い分け	リゾリン脂質、遊離脂肪酸、ジアシルグリセロール、リン酸化頭部	水相・油相の接触、乳化状態、後工程の分離性
レシチン改質	PLA1またはPLA2で部分加水分解	リゾリン脂質増加、界面特性変化	過反応による風味・粘度変化
極性頭部修飾	PLDによる転リン酸化を利用	ホスファチジルセリンなどの頭部置換リン脂質	加水分解との競合、基質溶解性
機能性脂肪酸導入	PLA1/PLA2をリゾリン脂質経由で利用	DHA含有リン脂質など	脂肪酸選択性、反応相、酸化管理
研究開発・脂質解析	PLA2、PLC、PLDを反応特性で選択	既知位置の切断生成物	生物学的アイソフォームと産業酵素の区別

## 固定化・再利用・反応場：研究動向としての意味

近年の研究では、Phospholipaseを担体に固定化し、反応場での安定性、回収性、繰り返し利用、油水界面への配置を改善する試みが増えています。磁性ナノ粒子固定化phospholipaseを大豆粗油脱ガムに用いた研究は、固定化によって反応後の分離や再利用を検討できることを示しています<sup>[6]</sup>。こうした知見は、酵素が界面で働くというPhospholipase特有の性質と結びついています。

ただし、固定化研究の条件をそのまま一般工程へ移すことはできません。担体、油種、リン脂質組成、水分量、温度、攪拌状態が変われば、酵素が接触する界面の性質も変わります。PLA1固定化にZIF-67を用いた研究では、担体設計によりリン脂質-DHA変換の向上が検討されていますが、これは特定の反応設計における成果であり、すべての油脂脱ガムやレシチン改質に一律に当てはまるものではありません<sup>[10]</sup>。

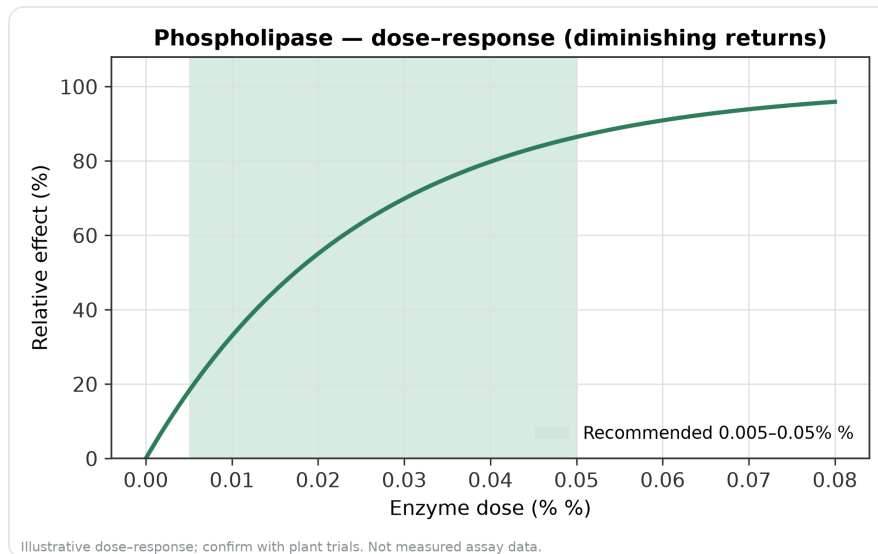


Figure 7. 권장 사용 범위(0.005–0.05%)에서 포스포리파아제의 예시적 용량-반응 관계를 보여줍니다.

## Enzymes.bioでの供給形態と文書の位置づけ

Enzymes.bioは製造業者や研究所ではなく、B2B向けに酵素原料を供給するサプライヤーです。Phospholipaseは1kg単位でオンラインから直接購入でき、注文時にCoAおよびSDSが併せて提供されます。製品ページで扱う情報は、活性単位や分析法の詳細ではなく、リン脂質変換酵素としての作用機序、用途上の考え方、PLA1・PLA2・PLC・PLDの違いを理解するための技術的背景です。

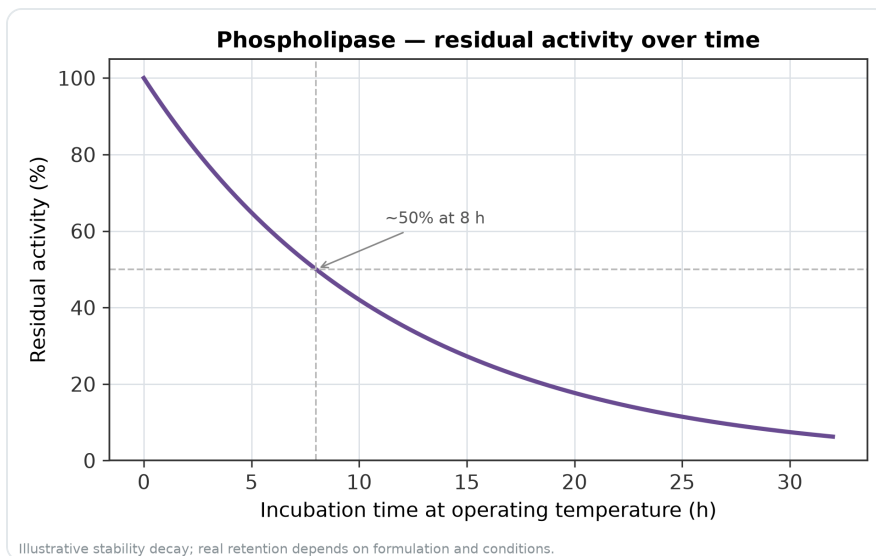
オンライン購入の対象となるPhospholipaseは、油脂、レシチン、食品配合、脂質研究開発など、リン脂質が工程課題または機能設計の対象となる場面で検討されます。特に、リン脂質を完全に除去したいのか、乳化性を調整したいのか、極性頭部を変換したいのかによって、期待される反応は大きく異なります。PLD、PLA1、PLCに関する近年の研究が示すように、phospholipaseは用途別に反応設計される酵素群であり、単一の汎用効果で説明できるものではありません<sup>[5][3]</sup>。

## 安全性と取り扱い：酵素タンパク質として扱う

Phospholipaseは触媒として有用ですが、酵素タンパク質であるため、粉じんやエアロゾルの吸入、皮膚・眼への接触、作業場での飛散には注意が必要です。取り扱い時は、注文時に提供されるSDSに基づき、換気、保護具、こぼれた場合の清掃、保管条件を管理します。酵素そのものの安全管理と、反応生成物である遊離脂肪酸やリゾリン脂質が製品物性に与える影響は、別の観点として分けて考える必要があります。

また、phospholipase a2 inhibitorsや毒由来PLA2の文献は、酵素活性が生体内で強い作用を持ち得ることを示しますが、産業用リン脂質変換酵素の通常用途を医療的に解釈する根拠ではありません。たとえばmiltefosineがphospholipase actionによる膜リモデリングを膜物性変化によって抑え

る研究は、膜環境が酵素作用に影響することを示す一方、食品・油脂工程の効果を直接保証するものではありません<sup>[16]</sup>。



**Figure 8.** 작동 온도에서 시간 경과에 따라 잔존 활성이 감소하는 포스포리파아제의 예시적 열 안정성 감소를 보여줍니다.

## まとめ：PhospholipaseのB2B価値は「リン脂質を狙って変える」こと

Phospholipaseの価値は、リン脂質という界面活性分子を、目的に応じて別の分子へ変換できる点にあります。phospholipase a1とphospholipase a2は脂肪酸側を切ってリゾリン脂質と遊離脂肪酸を生じ、phospholipase cはジアシルグリセロールとリン酸化頭部を生じ、phospholipase dはホスファチジン酸または頭部置換リン脂質の生成に関与します。油脂脱ガム、レシチン改質、機能性リン脂質合成で求められる反応は異なるため、酵素名だけでなく生成物から用途を設計することが重要です<sup>[2][4]</sup>。

Enzymes.bioのPhospholipaseは、リン脂質変換を目的とするB2B用途向けに、1kg単位でオンライン直接購入できる酵素原料です。CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されるため、製品の受領後は文書に基づいて品質情報と安全情報を確認できます。Phospholipaseを油脂脱ガム、レシチン改質、乳化設計、リン脂質研究に使う際は、PLA1、PLA2、PLC、PLDの反応差を理解し、基質中のリン脂質をどの生成物へ変えるかを中心に考えることが、実務上もっとも確実な出発点です。

## Phospholipaseをオンライン注文

1 kg単位で販売、在庫あり・即出荷可能です。オンラインストアで直接ご注文・決済いただければ、当社でご注文を処理します。すべてのご注文に試験成績書（CoA）と安全データシート（SDS）が付属します。

[Phospholipaseを購入 →](#)

## 参考文献

初出引用順に番号を付けています。各出典はオープンアクセスで、公開時にアクセス可能であることを確認済みです。本文中の引用番号からこちらにリンクしています。

1. Virgen-Ortíz, J., Santos, J. C. D., Ortiz, C., Berenguer-Murcia, Á., Barbosa, O., Rodrigues, R., & Fernández-Lafuente, R. (2019). [Lecitase ultra: A phospholipase with great potential in biocatalysis.](#) *Molecular Catalysis*.
2. Allegretti, C., Denuccio, F., Rossato, L., & D'Arrigo, P. (2020). [Polar Head Modified Phospholipids by Phospholipase D-Catalyzed Transformations of Natural Phosphatidylcholine for Targeted Applications: An Overview.](#) *Catalysts*.
3. Li, Z., Zhou, H., Liu, X., Wang, W., Lan, D., & Wang, Y. (2024). [A novel thermo-responsive phospholipase A1 with high selectivity and efficiency in enzymatic oil degumming.](#) *Food Chemistry*, 456, 139624 .
4. Val, D. S., Nardo, L. D., Marchisio, F., Lacava, F., Aguirre, A., Peirú, S., Castelli, M. E., ... et al. (2025). [Thermostable phospholipase C: A key to efficient and sustainable enzymatic oil degumming processes.](#) *Journal of the American Oil Chemists Society*.
5. Zhang, P., Gong, J., Qin, J., Li, H., Hou, H., Xiao-Zhang, Xu, Z., ... et al. (2021). [Phospholipids \(PLs\) know-how: exploring and exploiting phospholipase D for its industrial dissemination.](#) *Critical Reviews in Biotechnology*, 41, 1257 - 1278.
6. Chen, L., Gao, Y., He, M., Liu, Y., Teng, F., & Li, Y. (2024). [Magnetic nanoparticles-immobilized phospholipase LM and phospholipase 3G: Preparation, characterization, and application on soybean crude oil degumming.](#) *International Journal of Biological Macromolecules*, 279 Pt 3, 135368 .
7. Hayakawa, Y., Nakayama, R., Namiki, N., & Imai, M. (2021). [Promising Immobilization of Industrial-Class Phospholipase A1 to Attain High-Yield Phospholipids Hydrolysis and Repeated Use with Optimal Water Content in Water-in-Oil Microemulsion Phase.](#) *Applied Sciences*.
8. Alzahrani, A., Krayem, N., Alonazi, M. A., Al-Shehri, E., Horchani, H., & Bacha, A. B. (2025). [Immobilized Staphylococcus aureus phospholipase C on calcium alginate-chitosan: improved performance and industrial potential in soybean oil refining.](#) *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 13.

9. [Potential Use of Lipid Waste Industrial Residues for Lipase, Phospholipase and Bio surfactant Production Using a Newly Isolated Bacillus Safensis Strain.](#) *Semantic Scholar* (2020).
10. Gao, Q., Lang, Z., Ren, L., Hu, X., & Ren, L. (2025). [Synthesis and application of nanoscale ZIF-67 for enhanced phospholipase A1 immobilization and high phospholipid-DHA conversion.](#) *Food Chemistry*, 493 Pt 3, 145970 .
11. Mounier, C., Franken, P. A., Verheij, H., & Bon, C. (1996). [The anticoagulant effect of the human secretory phospholipase A2 on blood plasma and on a cell-free system is due to a phospholipid-independent mechanism of action involving the inhibition of factor Va.](#) *European Journal of Biochemistry*, 237 3, 778-85 .
12. Facchiano, A., Cordella - Miele, E., Miele, L., & Mukherjee, A. (1991). [Inhibition of pancreatic phospholipase A2 activity by uteroglobin and antinflammin peptides: possible mechanism of action.](#) *Life Science*, 48 5, 453-64 .
13. Sharifpour, S., Fakhraee, S., & Behjatmanesh-Ardakani, R. (2020). [Insights into the mechanism of inhibition of phospholipase A2 by resveratrol: An extensive molecular dynamics simulation and binding free energy calculation.](#) *Journal of Molecular Graphics and Modelling*, 100, 107649 .
14. Stela, M., Cichoń, N., Sławska, A., Szyposzyńska, M., & Bijak, M. (2024). [Therapeutic Potential and Mechanisms of Bee Venom Therapy: A Comprehensive Review of Apitoxin Applications and Safety Enhancement Strategies.](#) *Pharmaceuticals*, 17.
15. Chirkova, V., Shcherbakov, D., & Evdokimov, I. (2023). [DAILY DYNAMICS OF THE ACTIVITY OF RECOMBINANT PHOSPHOLIPASE C OBTAINED IN THE BACILLUS MOJAVENSIS SYSTEM DURING SUBMERGED CULTIVATION IN A SEMI-INDUSTRIAL FERMENTER.](#) *X Международная конференция молодых ученых: биоинформатиков, биотехнологов, биофизиков, вирусологов и молекулярных биологов — 2023: Сб. тез.*
16. Las Mercedes Zulueta Díaz, Y., Ambroggio, E., & Fanani, M. L. (2020). [Miltefosine inhibits the membrane remodeling caused by phospholipase action by changing membrane physical properties.](#) *Biochimica et Biophysica Acta - Biomembranes*, 183407 .


## Enzymes.bioへお問い合わせ


ご注文に関するご質問は、当社チームが喜んでサポートします。

メール [wholesale@enzymes.bio](mailto:wholesale@enzymes.bio)

電話（米国） **+1 (507) 428-6057**

[お問い合わせ →](#)

 **400+** B2B顧客

 **60+** 大学研究パートナー

 **54** 世界各国に供給

© 2026 Enzymes.bio · 産業用 · 食品加工用酵素の供給 · 人の摂取用または小売販売用ではありません。