

Fig.1

リポソームの構造とその構成要素

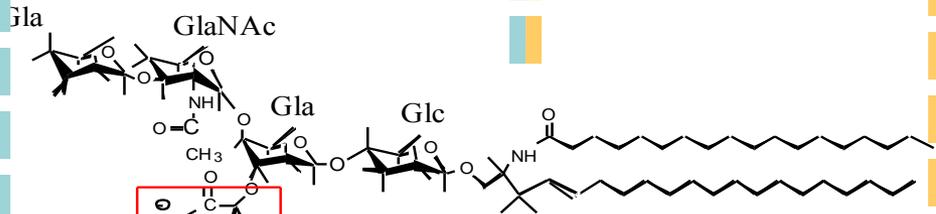
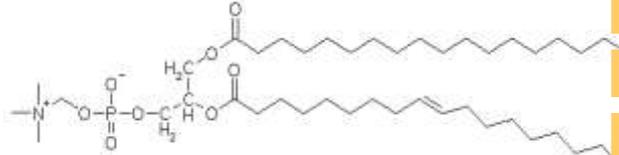
生体膜を形成する代表的な分子であるリン脂質は親水性の頭部と疎水鎖をもち、水中で自発的に二分子膜構造やベシクル構造をとる。

Uni-lamellar vesicle

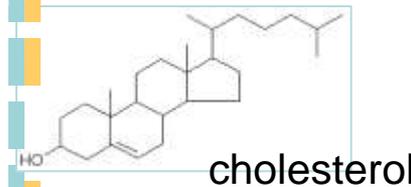
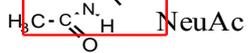
親水性部分

疎水性部分

Dioleoylphosphatidylcholine (DOPC)



Monosialo Ganglioside (GM1)



cholesterol

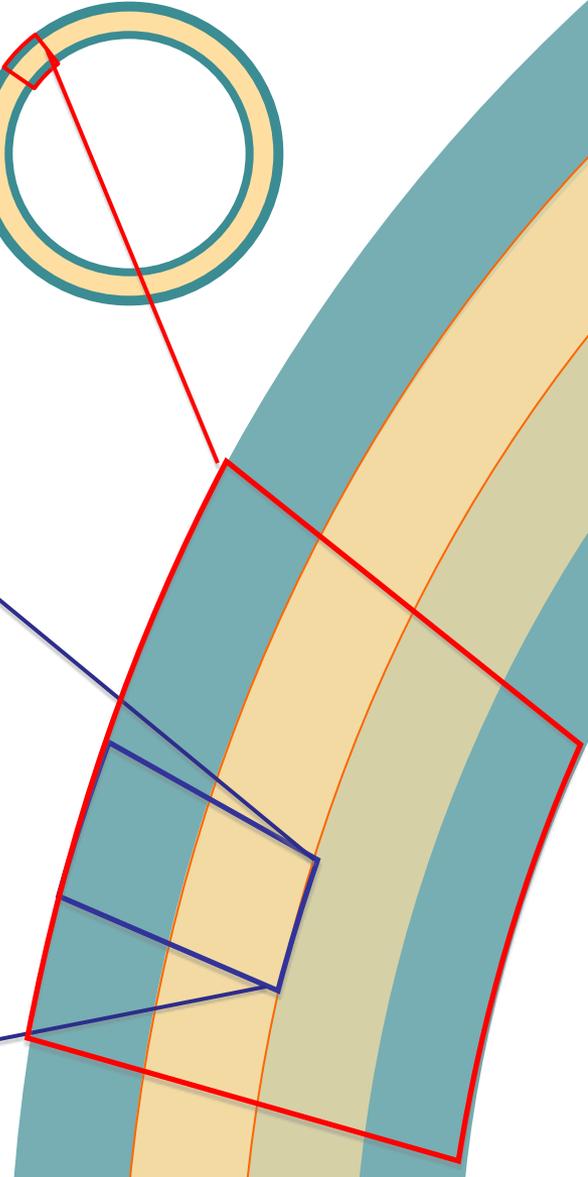
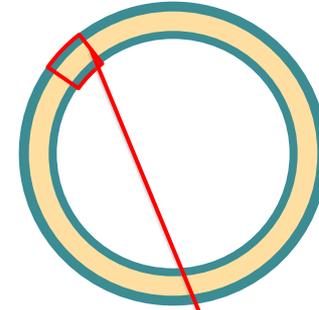
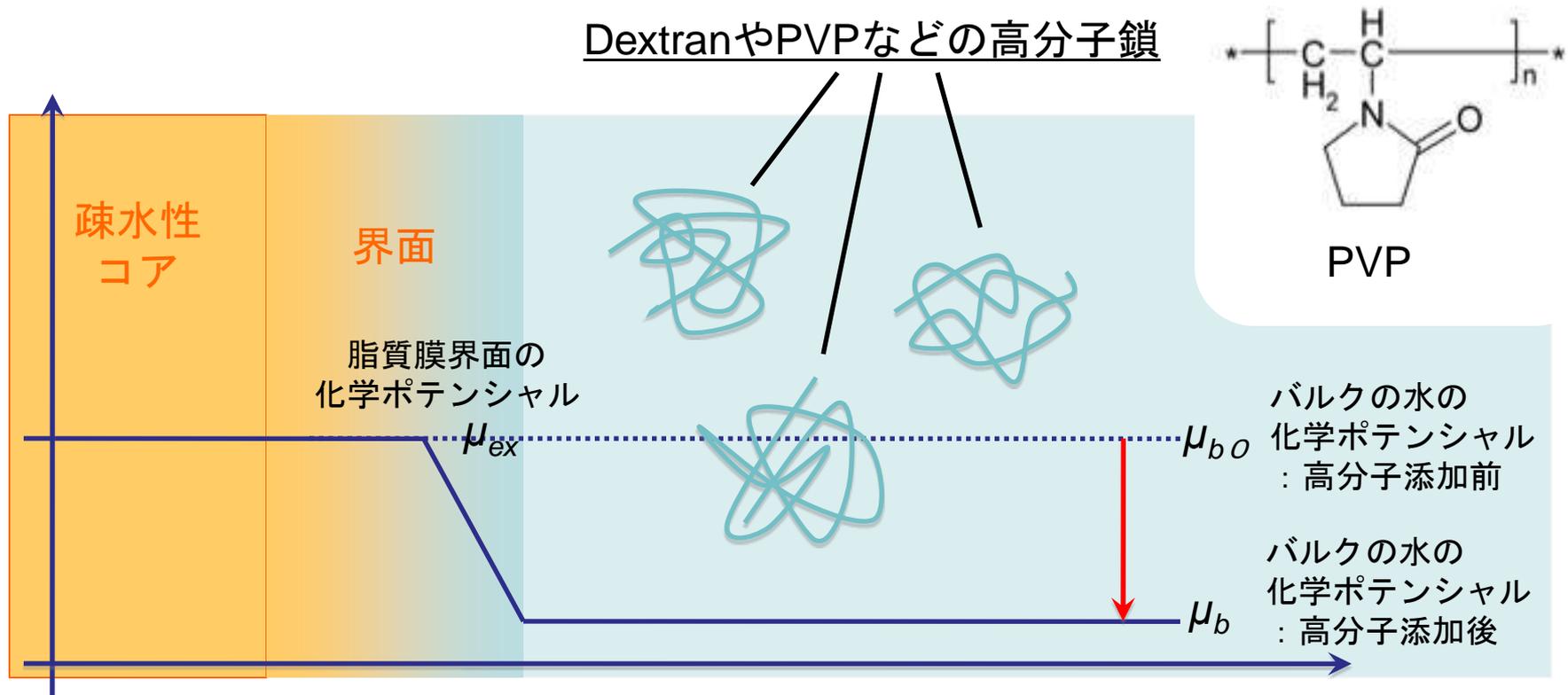


Fig.2

脂質二分子膜表面における外来分子の働きのモデル



立体的な障害により、添加された高分子は脂質膜界面にほとんど分配されない。
高分子が共存しないとき： $\mu_{ex} = \mu_{b0}$ 。
高分子が共存するとバルクの水の化学ポテンシャルの低下 (μ_b) により、オスモティックストレス (Π_{os}) を生じる

$$\Pi_{os} = (\mu_{ex} - \mu_b) / V_1 = (\mu_{b0} - \mu_b) / V_1$$

Fig.3

試料調整

[GM1]/[cholesterol]/[DOPC]

- 1) =0.1/0.1/1
- 2) =0.1/0/1
- 3) =0/0.1/1
- 4) =0/0/1

GM1 cholesterol DOPC

Lipid conc.=5 wt %

HEPES buffer (adjusted pH7.0)0.5 wt% PC conc.

Extruding 法によりベシクル形成
Membrane filter: 50 nm pore

Uni-lamellar vesicle

Uni-lamellar vesicle (in PVP solution)

PVP濃度

- =0% w/v
- =5% w/v
- =10% w/v
- =15% w/v
- =20% w/v
- =25% w/v

Lipid conc.=5 wt %

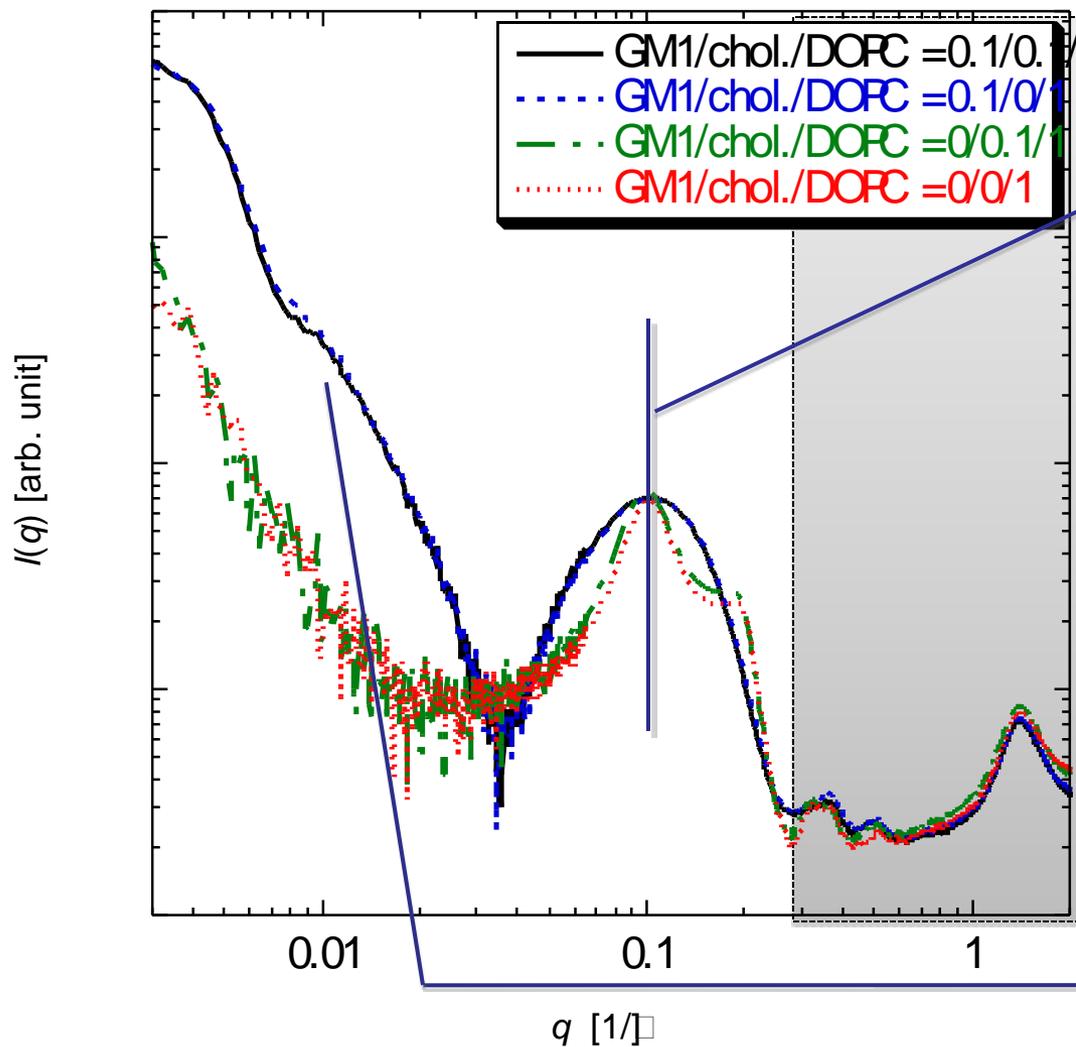
Lipid conc.=2.5 wt %

PVP溶液 添加

X線溶液散乱へ

Fig.4

Wide-angle X-ray scattering curve



糖脂質を含まない系
lamellar peak : $q \sim 0.10$ [\AA^{-1}]
;(ラメラ間隔は ~ 62 [\AA])

ベシクルでもラメラでも
 $q=0.1$ [\AA^{-1}]より高角側に
大きな変化はない
この領域は膜の側方方向
の規則性が寄与

小角側にベシクル構造特
有のショルダー

Fig.5

Wide-angle X-ray scattering curve depending on PVP concentration 0%~25% w/v

for $[G_{M1}]/[\text{cholesterol}]/[\text{DOPC}] = 0.1/0.1/1.0$ ternary mixture

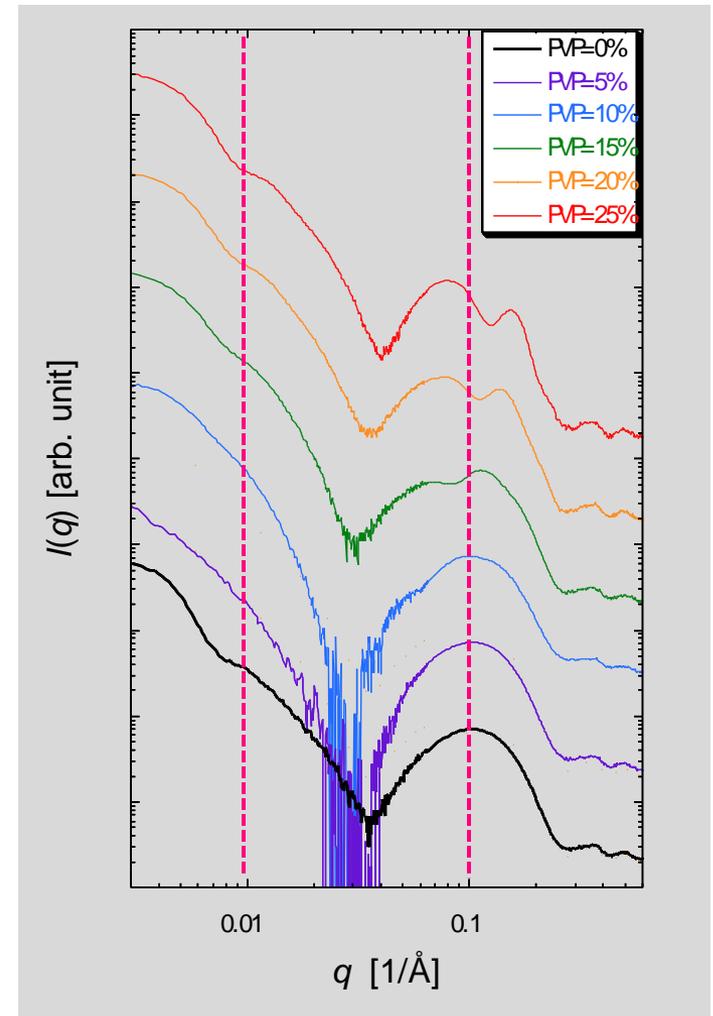
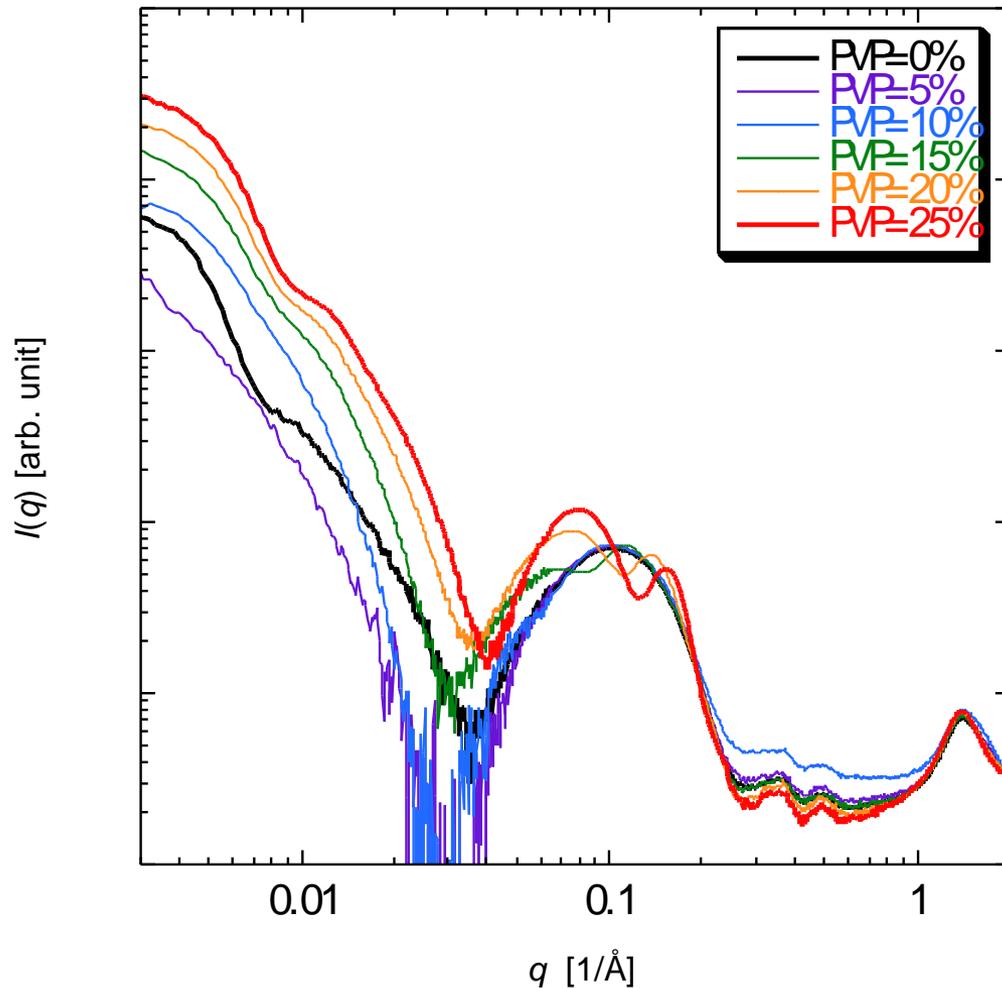


Fig.6

Wide-angle X-ray scattering curve
depending on PVP concentration (0%~25% w/v)
&
lipid composition

[GM1]/[DOPC]
=0.1/1 mixture

[cholesterol]/[DOPC]
=0.1/1 mixture

[DOPC] only

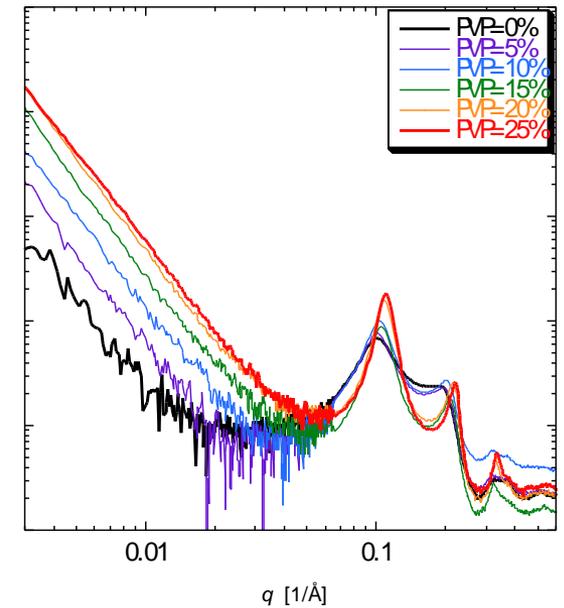
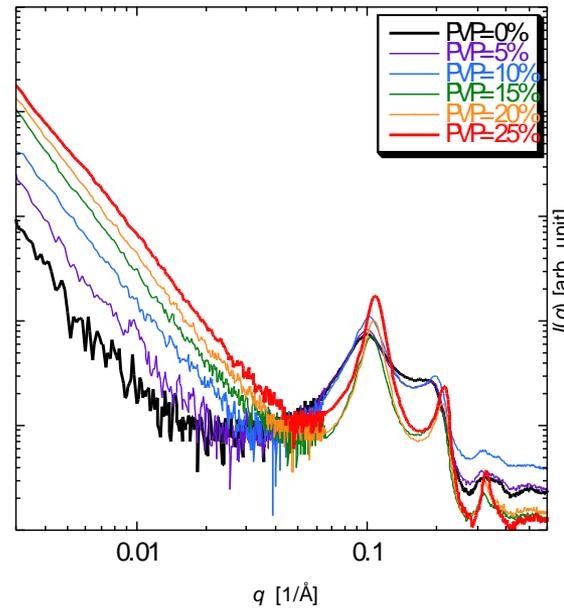
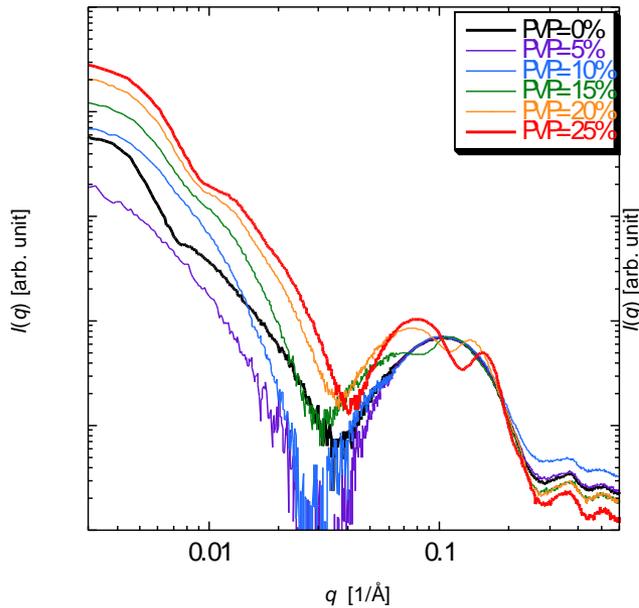
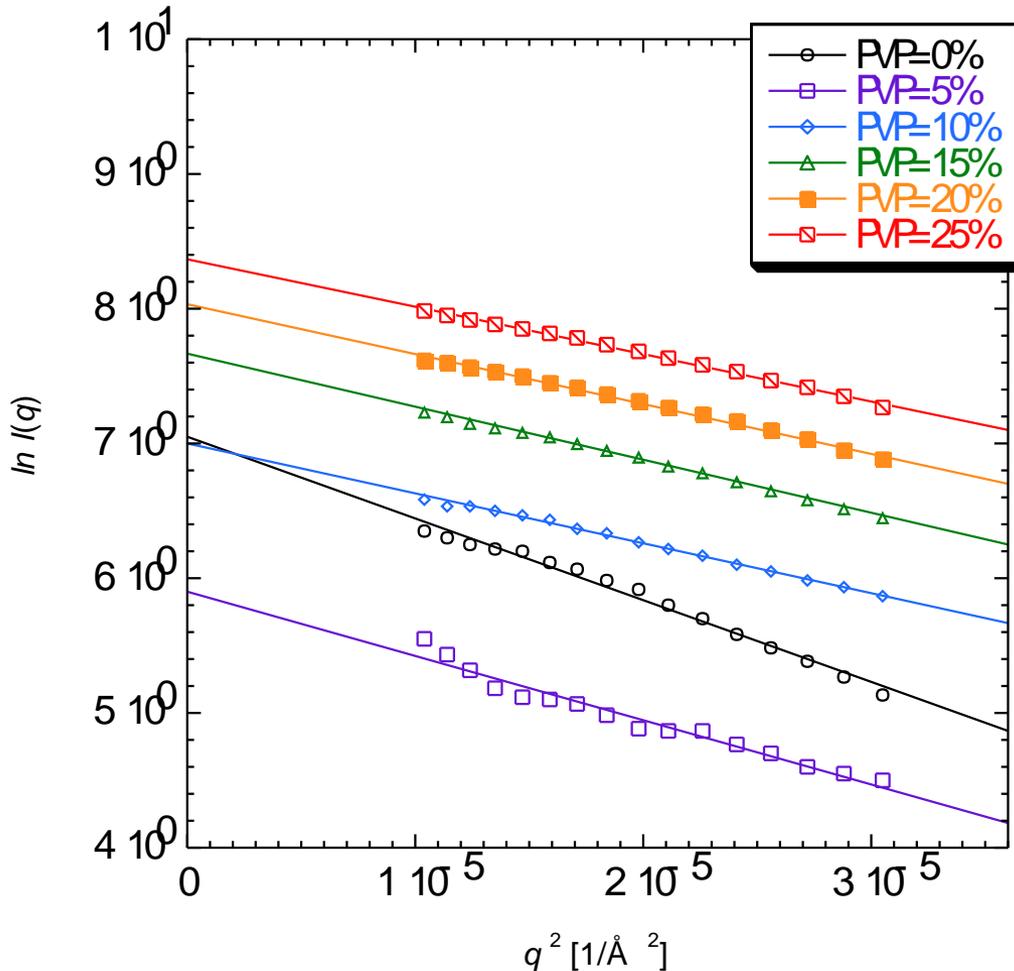


Fig.7

Guinier plot

for $[G_{M1}]/[\text{cholesterol}]/[\text{DOPC}] = 0.1/0.1/1.0$ ternary mixture



$$\ln I(q) = \ln I(0) - \frac{1}{3} q^2 R_g^2$$

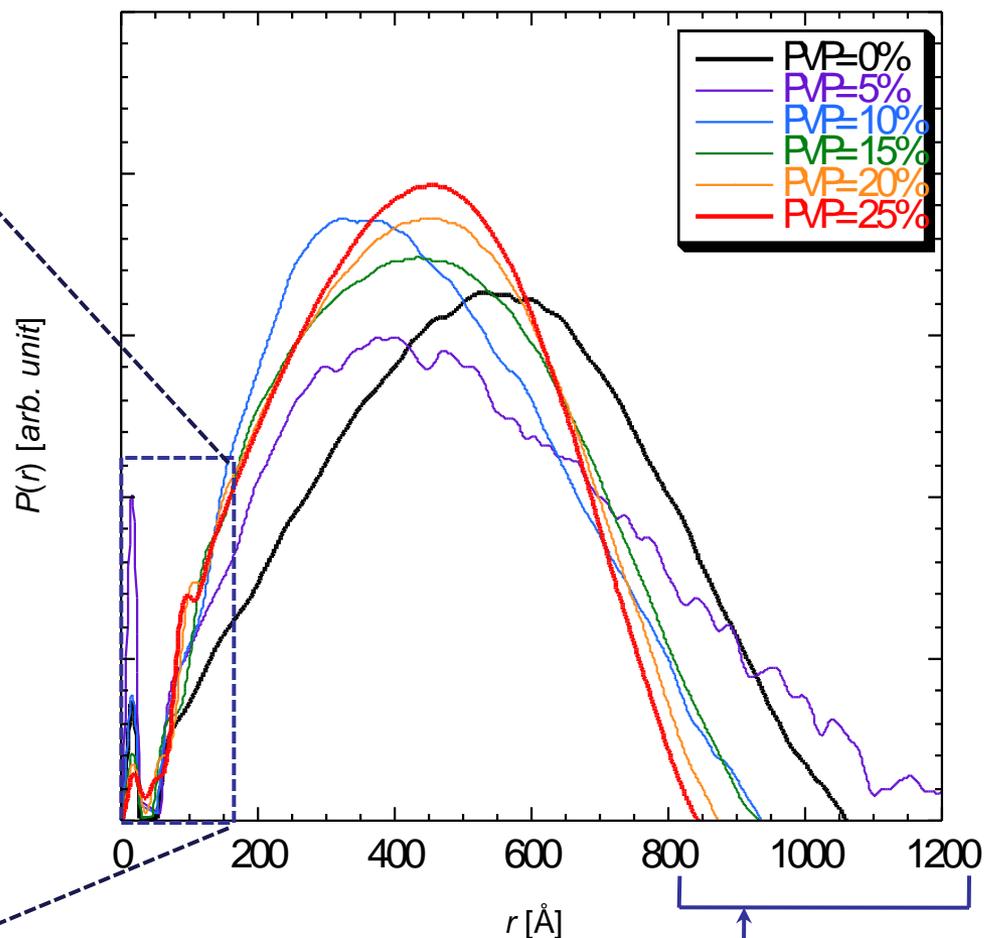
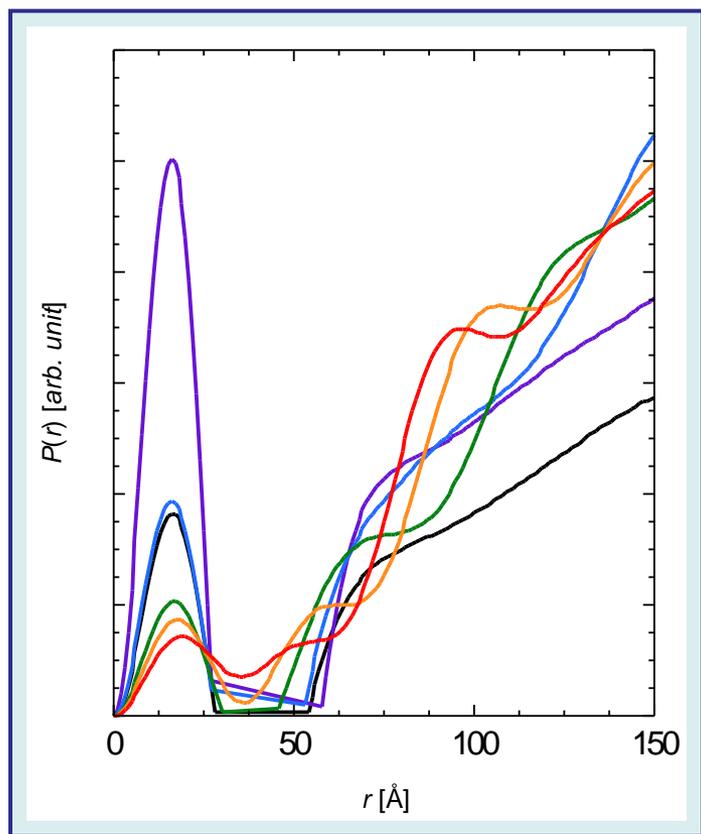
PVP w/w%	R _g
0	427
5	378
10	332
15	343
20	332
25	324

Fig.8

Distance distribution function: $P(r)$

for $[G_{M1}]/[\text{cholesterol}]/[\text{DOPC}] = 0.1/0.1/1.0$ ternary mixture

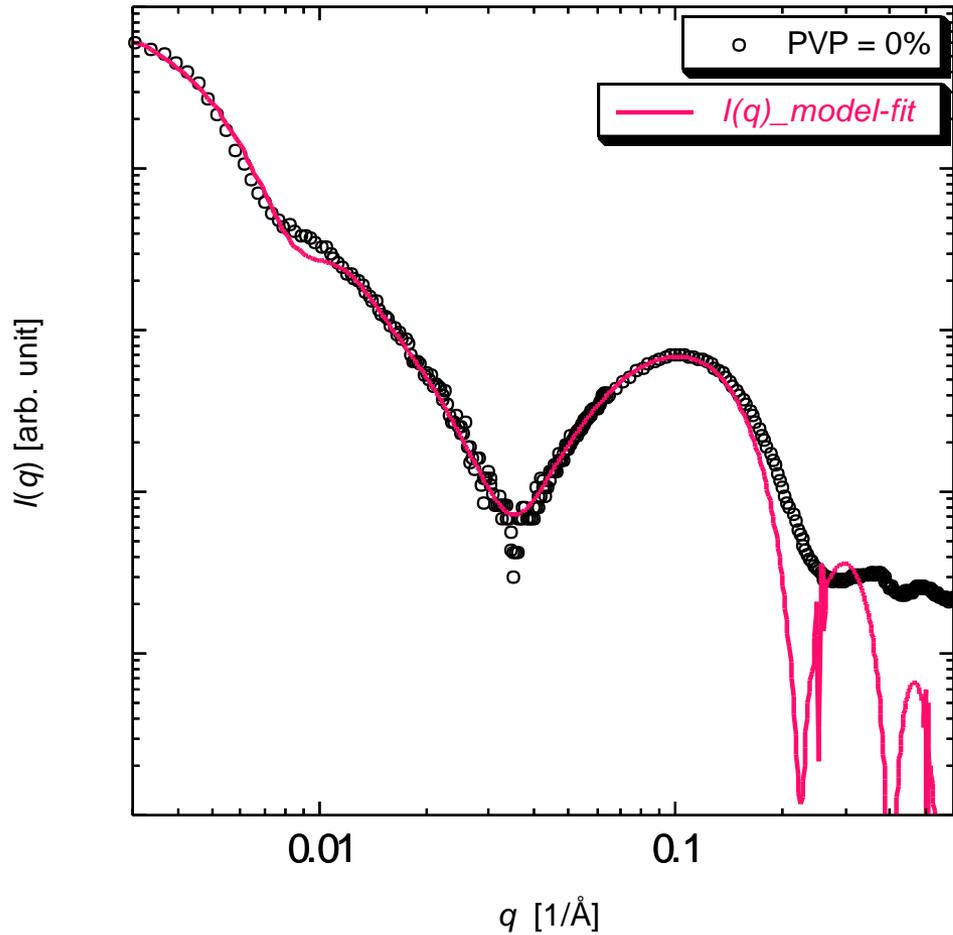
膜厚程度のスケールを反映



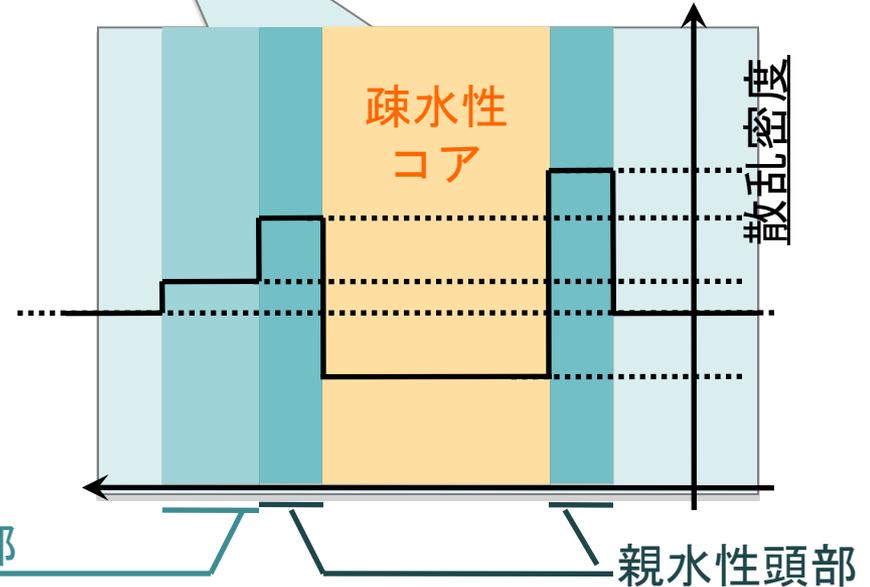
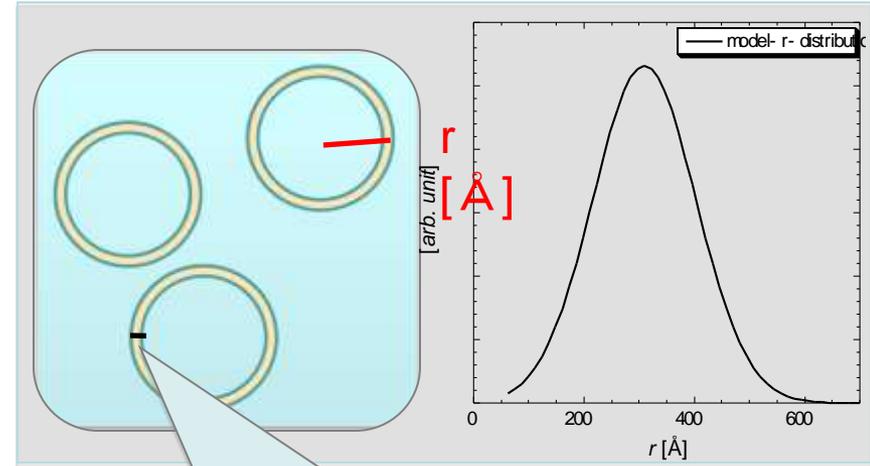
PVPを添加していくと、PVP0%~5%で $D_{\max} = 1060 \sim 1280$ [Å]へと変化。
更に高濃度試料で、 D_{\max} はPVP濃度に対し規則的に減少 (PVP25%: $D_{\max} = 845$ [Å])

Fig.9

Model-fitting: PVP=0 % w/v



フィッティングに使用したモデル

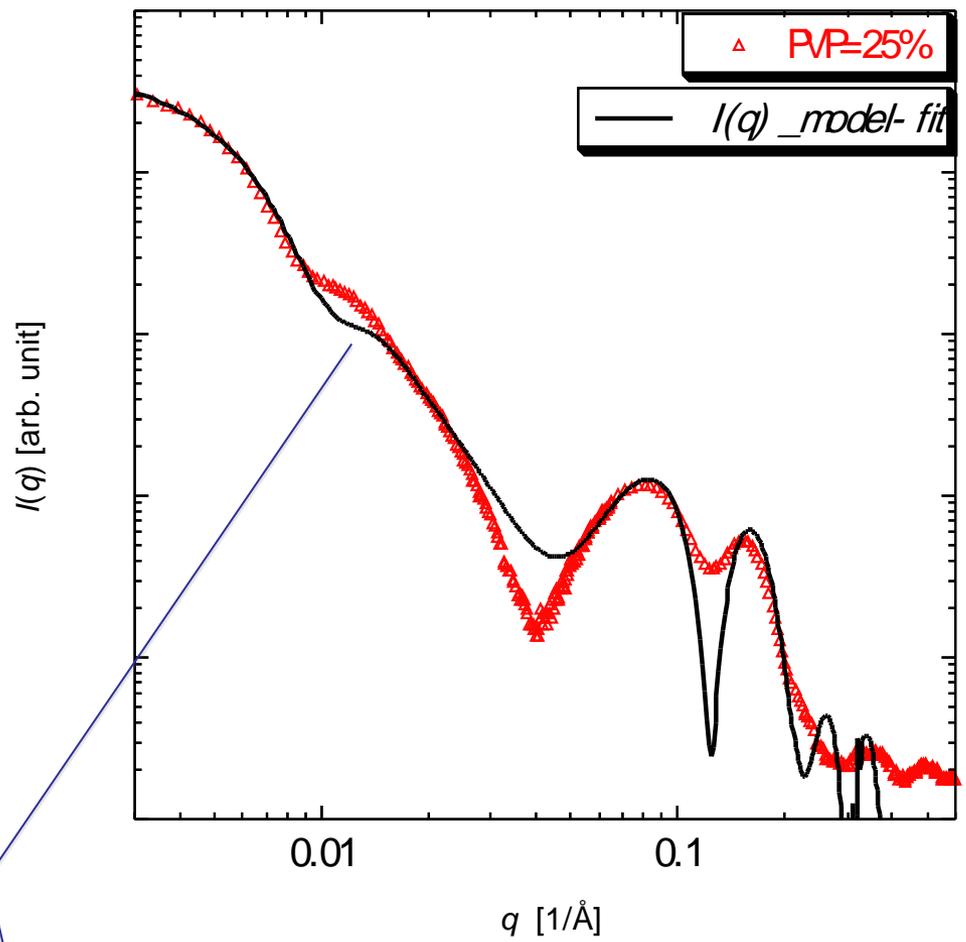


リン脂質2分子膜表面から突出したGM1頭部

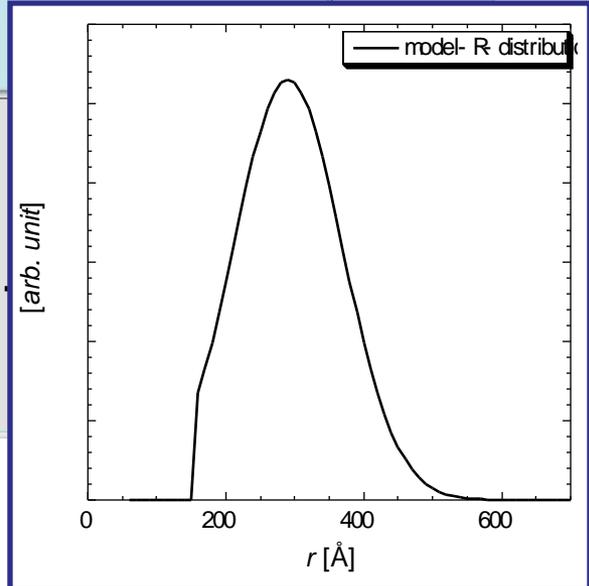
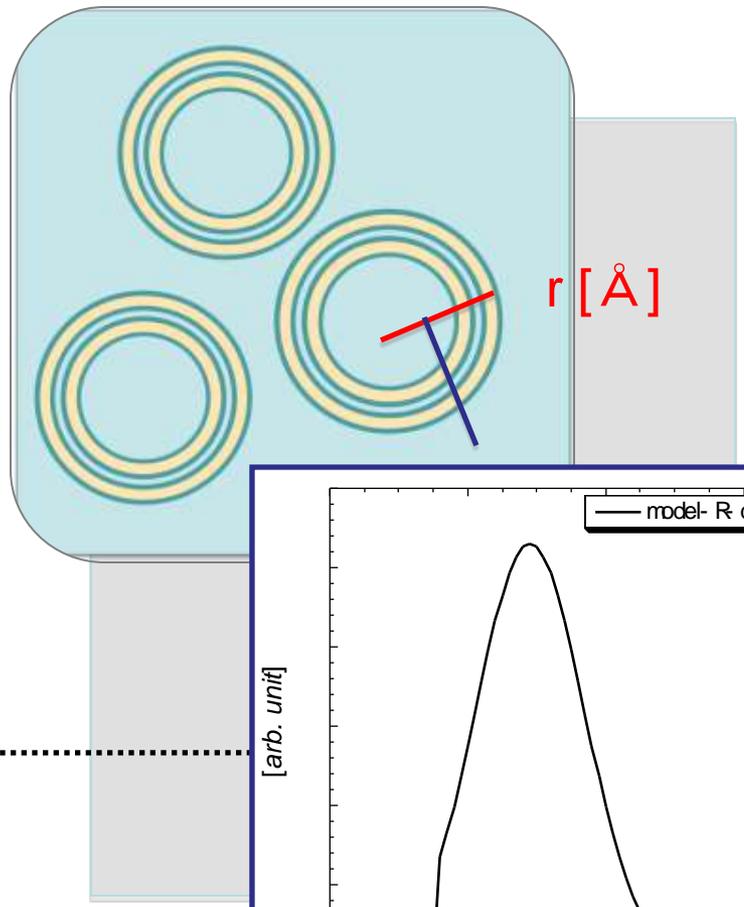
親水性頭部

Fig.10

Model-fitting: PVP=25 % w/v



フィッティングに使用したモデル

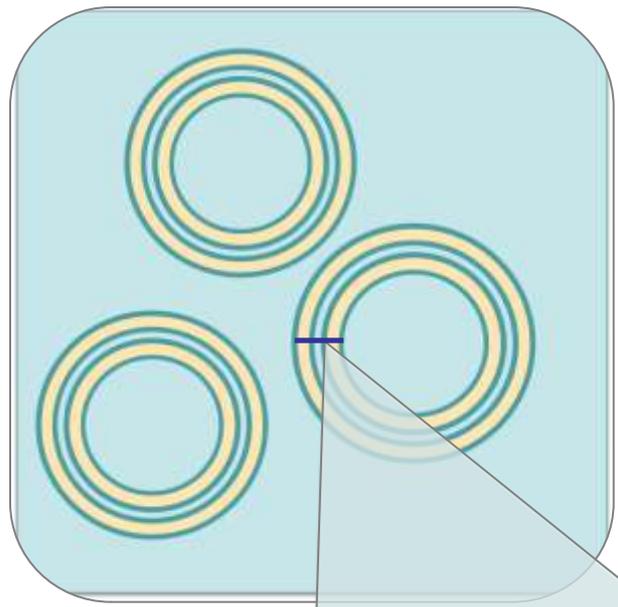


$q \sim 0.01$ [\AA^{-1}]付近で不一致

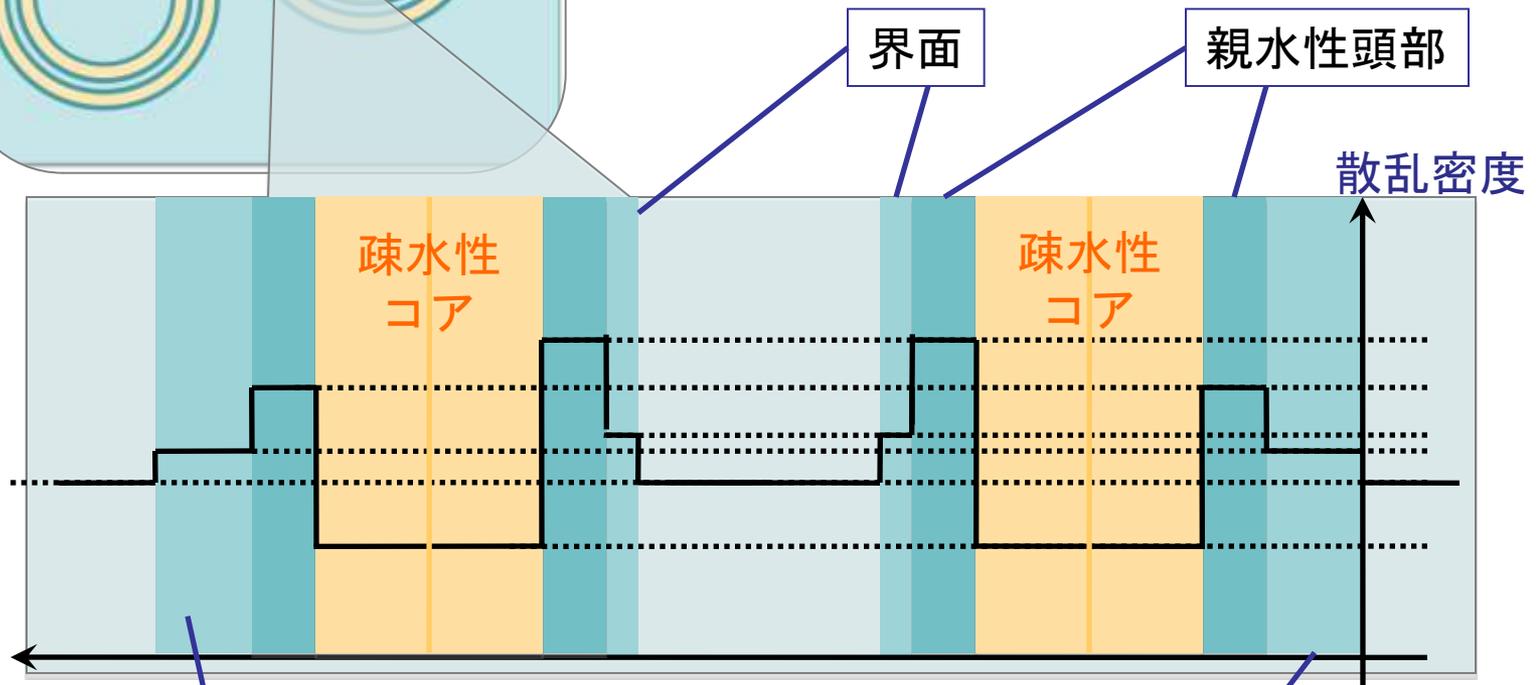
Fig.11

Model-fitting: PVP=25 % w/v

モデルの詳細

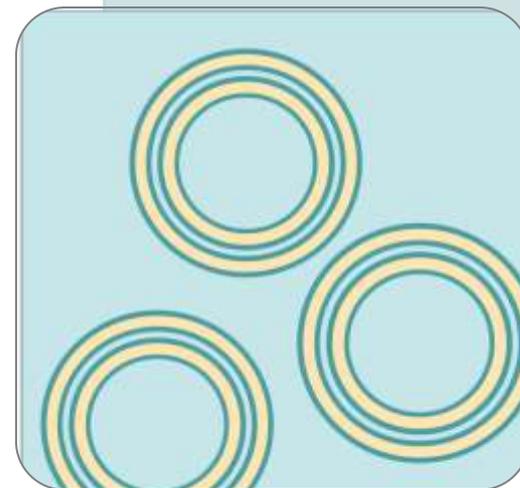
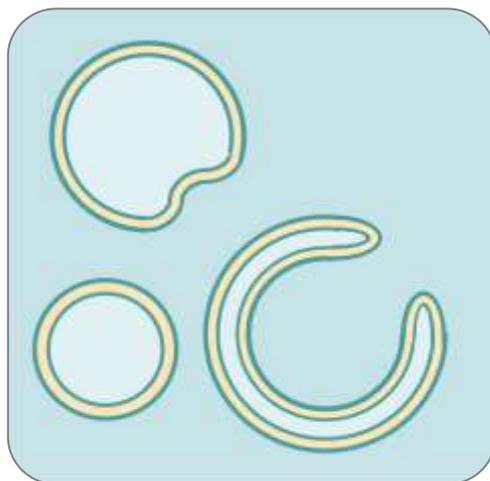
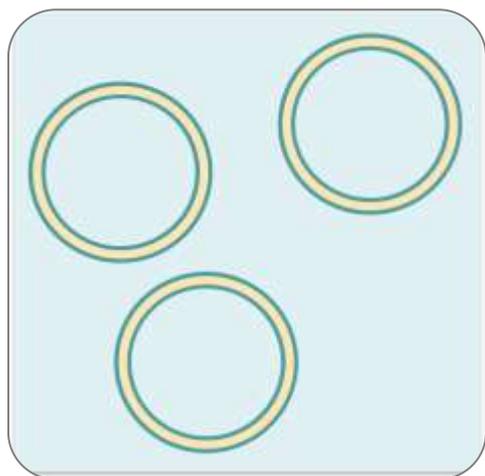


フィッティングに使用したモデルは
ユニラメラベシクル構造の内側の水層に
更にもう一つのベシクル構造を内包する
二重殻構造



2分子膜表面から突出したGM1頭部

PVP添加による変化の模式図



PVP0%

- 通常のユニラメラベシクル構造をとる

PVP5%

- 浸透圧により変形。ベシクルの外側から内へと力を受け陥没？
- 粒径分布が広い。

PVP10~25%

- ベシクル内にベシクルを内包する
- ベシクル同士が局在？