

# イオン交換クロマトグラフィー用充填剤

## 陰イオン交換体

TOYOPEARL GigaCap Q-650  
 TOYOPEARL GigaCap DEAE-650  
 TOYOPEARL SuperQ-650  
 TOYOPEARL DEAE-650  
 TOYOPEARL Q-600 AR  
 TOYOPEARL QAE-550  
 TOYOPEARL NH<sub>2</sub>-750

## 陽イオン交換体

TOYOPEARL GigaCap S-650  
 TOYOPEARL GigaCap CM-650  
 TOYOPEARL SP-650  
 TOYOPEARL CM-650  
 TOYOPEARL SP-550  
 TOYOPEARL MegaCap II SP-550  
 TOYOPEARL Sulfate-650

New

トヨパールイオン交換体GigaCapシリーズ及び650シリーズは親水性ビニルポリマーを基材としたサイズ排除クロマトグラフィー用充填剤TOYOPEARL HW-65 (たんぱく質排除限界分子量 $5 \times 10^6$ ) に種々のイオン交換基を導入したFFLC用充填剤です。

GigaCapシリーズ及びSuperQタイプは、高吸着量・高分離能で工業用分取に適しています。

TOYOPEARL Q-600C ARは高吸着タイプのイオン交換体でアルカリ耐久性が向上しており、1 mol/L水酸化ナトリウム溶液中での繰り返し洗浄や長期保存も可能です。

トヨパールイオン交換体550シリーズは親水性ビニルポリマーを基材としたサイズ排除クロマトグラフィー用充填剤TOYOPEARL HW-55 (たんぱく質排除限界分子量 $7 \times 10^5$ ) にイオン交換基を導入した、高吸着量タイプのFFLC用充填剤です。工業用分取に適しています。

TOYOPEARL MegaCap II SP-550ECはペプチドや比較的低分子量のたんぱく質の分離に適しており、粒子径が大きく(100~300 $\mu$ m)、かつ、物理的安定性が優れているため、高流速で使用できます。

### ▼ 特長

- TOYOPEARL HWタイプの特長は全て有しています。
- 塩濃度の変化で体積変化がありません。
- pHの変化で体積変化がありません。
- 耐圧性に優れています。
- GigaCapシリーズは、特に高吸着量タイプで、大量処理が必要なキャブチャー工程や中間精製工程での試料処理に適しています。
- SuperQ-650及び550シリーズは高吸着量で、工業用分取に適しています。
- TOYOPEARL Q-600C ARはアルカリ耐久性に優れ、キャブチャー工程や、塩濃度の高い試料の処理に適しています。
- TOYOPEARL MegaCap II SP-550ECは大量処理が必要なキャブチャー工程や高粘度の試料の処理に適しています。
- TOYOPEARL NH<sub>2</sub>-750Fは塩耐性陰イオン交換体です。試料や吸着溶離液に塩が含まれていても高い吸着量を示します。

### ▼ 主な対象物質

- たんぱく質、ペプチド
- 酵素
- 核酸、オリゴヌクレオチド
- イオン性糖類

### ▼ イオン交換基

- TOYOPEARL GigaCap Q-650  
TOYOPEARL SuperQ-650  
TOYOPEARL Q-600 AR  
TOYOPEARL QAE-550  
第4級アンモニウム基
- TOYOPEARL GigaCap DEAE-650  
TOYOPEARL DEAE-650  
第3級アミノ基
- TOYOPEARL NH<sub>2</sub>-750  
第1級アミノ基 (ポリアミン)
- TOYOPEARL GigaCap S-650  
スルホ基
- TOYOPEARL SP-650  
TOYOPEARL SP-550  
TOYOPEARL MegaCap II SP-550  
スルホプロピル基
- TOYOPEARL GigaCap CM-650  
TOYOPEARL CM-650  
カルボキシメチル基
- TOYOPEARL Sulfate-650  
硫酸エステル基

(技術資料)

東ソー研究・技術報告50 (2006) 59-62  
 東ソー研究・技術報告56 (2012) 35-41  
 東ソー研究・技術報告57 (2013) 29-35

陰イオン交換体

品名	交換容量 (eq/L)	吸着量 (g/L)	容量	S		M		C	
				品番	価格(円)	品番	価格(円)	品番	価格(円)
TOYOPEARL GigaCap Q-650	0.10~0.20 <sup>*1)</sup>	≥162 <sup>*3)</sup> <sup>*5)</sup>	250 mL	0022882	68,000	0021855 <sup>*6)</sup>	44,000	—	—
TOYOPEARL GigaCap DEAE-650	0.15~0.25	≥156 <sup>*3)</sup> <sup>*5)</sup>	250 mL	—	—	0022866 <sup>*6)</sup>	44,000	—	—
TOYOPEARL SuperQ-650	0.20~0.30	105~155 <sup>*3)</sup>	250 mL	0017223	51,000	0017227	33,000	0017231	33,000
TOYOPEARL DEAE-650	0.08~0.12 <sup>*2)</sup>	25~35 <sup>*3)</sup>	250 mL	0007472	45,000	0007473	22,000	0007988	22,000
TOYOPEARL Q-600 AR	0.14~0.23	≥120 <sup>*3)</sup>	250 mL	—	—	—	—	0021986	44,000
TOYOPEARL QAE-550	0.28~0.38	60~80 <sup>*3)</sup>	250 mL	—	—	—	—	0014026	33,000
TOYOPEARL NH <sub>2</sub> -750	0.07~0.13	≥70 <sup>*4)</sup>	250 mL	—	—	0023439 <sup>*7)</sup>	44,000	—	—

交換容量 吸着量 粒子径(膨潤時) 出荷形態  
<sup>\*1)</sup> Sグレード: 0.14~0.24 eq/L <sup>\*3)</sup> ウシ血清アルブミンにて測定 S (Super Fine; 20~50 μm) 20%エタノール水溶液に膨潤した状態で懸濁液として出荷されます。  
<sup>\*2)</sup> Cグレード: 0.05~0.11 eq/L <sup>\*4)</sup> ヒト免疫グロブリンGにて測定 M (Medium ; 40~90 μm) <sup>\*6)</sup> 50~100 μm  
<sup>\*5)</sup> Sグレード: ≥170 g/L <sup>\*5)</sup> Sグレード: ≥170 g/L C (Coarse ; 50~150 μm) <sup>\*7)</sup> F (Fine; 30~60 μm)

陽イオン交換体

品名	交換容量 (eq/L)	吸着量 (g/L)	容量	S		M		C	
				品番	価格(円)	品番	価格(円)	品番	価格(円)
TOYOPEARL GigaCap S-650	0.10~0.20 <sup>*1)</sup>	136~176 <sup>*4)</sup> <sup>*7)</sup>	250 mL	0022876	68,000	0021834 <sup>*10)</sup>	44,000	—	—
TOYOPEARL GigaCap CM-650	0.17~0.28	≥110 <sup>*4)</sup>	250 mL	—	—	0021947 <sup>*10)</sup>	44,000	—	—
TOYOPEARL SP-650	0.13~0.17 <sup>*2)</sup>	40~60 <sup>*5)</sup> <sup>*8)</sup>	250 mL	0008437	45,000	0007997	22,000	0007994	22,000
TOYOPEARL CM-650	0.08~0.12 <sup>*3)</sup>	30~50 <sup>*5)</sup> <sup>*9)</sup>	250 mL	0007474	45,000	0007475	22,000	0007991	22,000
TOYOPEARL SP-550	0.14~0.18	80~120 <sup>*5)</sup>	250 mL	—	—	—	—	0014028	33,000
TOYOPEARL MegaCap II SP-550	0.10~0.20	100~155 <sup>*6)</sup>	250 mL	—	—	—	—	0021805 <sup>*11)</sup>	33,000
TOYOPEARL Sulfate-650	≥0.53	≥114 <sup>*4)</sup>	250 mL	—	—	0023468 <sup>*12)</sup>	53,000	—	—

交換容量 吸着量 粒子径(膨潤時) 出荷形態  
<sup>\*1)</sup> Sグレード: 0.15~0.25 eq/L <sup>\*4)</sup> ヒト免疫グロブリンGにて測定 S (Super Fine; 20~50 μm) 20%エタノール水溶液に膨潤した状態で懸濁液として出荷されます。(Sulfate-650を除く)  
<sup>\*2)</sup> Cグレード: 0.12~0.18 eq/L <sup>\*5)</sup> リゾチームにて測定 M (Medium ; 40~90 μm) Sulfate-650は、0.2 mol/L 酢酸ナトリウムを含む20%エタノールに膨潤した状態で懸濁液として出荷されます。  
<sup>\*3)</sup> Cグレード: 0.05~0.11 eq/L <sup>\*6)</sup> ヒト組織換えインスリンにて測定 C (Coarse ; 50~150 μm) <sup>\*10)</sup> 50~100 μm ToyoScreenもご利用いただけます。  
<sup>\*7)</sup> Sグレード: ≥150 g/L <sup>\*8)</sup> Cグレード: ≥35~55 g/L <sup>\*11)</sup> EC (Extra Coarse; 100~300 μm) トヨパールを充填した初期スクリーニング用カラムです。(詳しくはP.168参照)  
<sup>\*9)</sup> Cグレード: ≥25~45 g/L <sup>\*12)</sup> F (Fine; 30~60 μm)

トヨパール充填大口径分取カラムまたは大量に充填剤をご使用の際は、当社営業までお問い合わせください。

●トヨパールイオン交換体はいずれも高い試料回収率を示すと共に、吸着量、分離能、機械的強度にも優れています。

陰イオン交換体のたんぱく質の吸着量 (動的吸着量)

たんぱく質	吸着量 (g/L)					
	TOYOPEARL DEAE-650M	TOYOPEARL SuperQ-650M	TOYOPEARL QAE-550C	TOYOPEARL Q-600C AR	TOYOPEARL GigaCap DEAE-650M	TOYOPEARL GigaCap Q-650M
チログロブリン (660 kDa)	3	3	6	26	—	71 <sup>*1)</sup>
ヒト免疫グロブリンG (155 kDa)	31	13	32	90	—	108 <sup>*2)</sup>
ウシ血清アルブミン (67 kDa)	25	145	29	108	165	172

吸着溶離液; 50 mmol/L トリス塩酸塩緩衝液 (pH 8.5) <sup>\*2)</sup> 15 mmol/L トリス塩酸塩緩衝液 (pH 8.7)  
<sup>\*1)</sup> 15 mmol/L トリス塩酸塩緩衝液 (pH 8.7) + 0.15 mol/L NaCl

陽イオン交換体のたんぱく質吸着量 (動的吸着量)

たんぱく質	吸着量 (g/L)					
	TOYOPEARL SP-650C	TOYOPEARL SP-550C	TOYOPEARL GigaCap S-650M	TOYOPEARL GigaCap CM-650	Sタイプ アガロース (他社品)	Sタイプ ポリマー (他社品)
ヒト免疫グロブリンG (155 kDa)	12	14	145	100	138	68

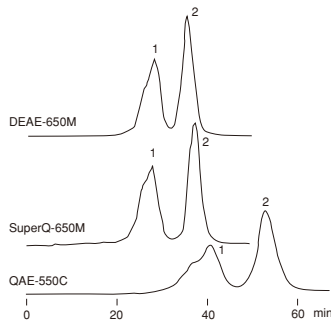
吸着溶離液; 100 mmol/L 酢酸塩緩衝液 (pH 4.7)

陽イオン交換体のたんぱく質・ペプチドの吸着量 (静的吸着量)

たんぱく質	吸着量 (g/L)					
	TOYOPEARL CM-650M	TOYOPEARL SP-650M	TOYOPEARL SP-550C	TOYOPEARL MegaCap II SP-550EC	TOYOPEARL GigaCap CM-650M	TOYOPEARL GigaCap S-650M
α-キモトリプシノーゲンA (25 kDa)	—	54	112	—	—	—
リゾチーム (14.4 kDa)	43 <sup>*2)</sup>	55	118	—	202 <sup>*3)</sup>	209 <sup>*3)</sup>
インスリン (5.8 kDa) <sup>*1)</sup>	—	47	120	130	—	—

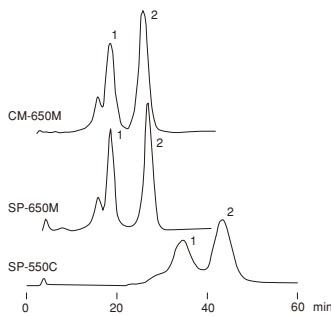
吸着溶離液; 20 mmol/L リン酸塩緩衝液 (pH 6.0) <sup>\*1)</sup> 20 mmol/L リン酸塩緩衝液 (pH 3.0) <sup>\*2)</sup> 10 mmol/L 酢酸塩緩衝液 (pH 5.0) <sup>\*3)</sup> 動的吸着量; 20 mmol/L リン酸塩緩衝液 (pH 7.0)、212 cm/hr

## TOYOPEARL/TSKgel PW

▼  
アニオン交換体による  
たんぱく質分離の比較

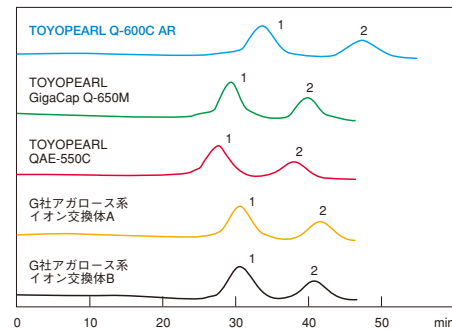
カラム ; TOYOPEARL DEAE-650M (22 mm I.D.×15 cm)  
TOYOPEARL SuperQ-650M (22 mm I.D.×15 cm)  
TOYOPEARL QAE-550C (22 mm I.D.×15 cm)  
溶離液 ; A: 50 mmol/L トリス塩酸緩衝液 (pH 8.3)  
B: A + 0.5 mol/L NaCl  
A→B (60 min, リニアグラジエント)  
流速 ; 3.8 mL/min  
検出 ; UV (280 nm)  
温度 ; 25℃  
試料 ; 1. オブアルブミン 2. トリプシンインヒビター (各1 mg)

- DEAE-650MとSuperQ-650Mの吸着力は、ほぼ同じです。
- QAE-550Cの吸着力は、650タイプよりも約1.5倍強くなっています。
- SuperQ-650Mを用いる場合、溶離液の平衡化時間は通常の約1.5倍必要です。

▼  
カチオン交換体による  
たんぱく質分離の比較

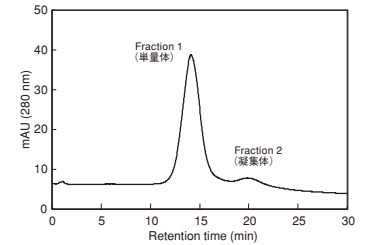
カラム ; TOYOPEARL CM-650M (16 mm I.D.×15 cm)  
TOYOPEARL SP-650M (16 mm I.D.×15 cm)  
TOYOPEARL SP-550C (16 mm I.D.×15 cm)  
溶離液 ; A: 20 mmol/L リン酸塩緩衝液 (pH 6.0)  
B: A + 0.5 mol/L NaCl  
A→B (60 min, リニアグラジエント)  
流速 ; 2.0 mL/min  
温度 ; 25℃  
検出 ; UV (280 nm)  
試料 ; 1. リボヌクレアーゼA 2. チトクロムC

- CM-650MとSP-650Mの方がSP-550Cよりシャープなピークとより高い分離能を示します。
- たんぱく質の吸着は、SP-550Cの方が強くなっています。
- CM-650MとSP-650Mは若干選択の違いはありますが、ほぼ同じ吸着の強さを示します。

▼  
各種イオン交換体の分離選択性の比較  
(吸着保持力)

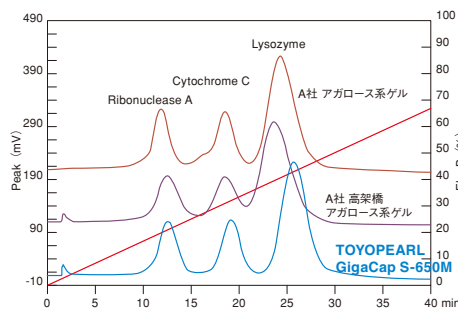
カラム ; 7.5 mm I.D.×7.5 cm  
溶離液 ; A: 50 mmol/L トリス塩酸緩衝液 (pH 8.5)  
B: 50 mmol/L トリス塩酸緩衝液 (pH 8.5) + 0.5 mol/L NaCl  
A→B (60 min, リニアグラジエント)  
流速 ; 1.0 mL/min  
検出 ; UV (280 nm)  
注入量 ; 100 μL  
試料 ; 1. オブアルブミン (2.0 g/L)  
2. トリプシンインヒビター (2.0 g/L)

- Q-600C ARは、吸着保持力が最も強くなっています。試料中の塩濃度 (NaCl) が0.1 mol/L程度あっても、BSAの動的吸着量が60 g/L以上あります。

▼  
抗体凝集体の分離  
TOYOPEARL NH<sub>2</sub>-750F

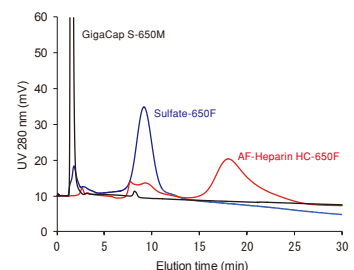
カラム ; TOYOPEARL NH<sub>2</sub>-750F (5 mm I.D.×5 cm)  
溶離液 ; A: 20 mmol/L トリス塩酸緩衝液 (pH 8.0)  
B: A + 1.0 mol/L NaCl  
A→B (60 min, リニアグラジエント)  
流速 ; 1.0 mL/min  
検出 ; UV (280 nm)  
試料 ; モノクローナル抗体 (IgG1, 0.5 mg)

- NH<sub>2</sub>-750Fは、凝集体の分離が良好です。

▼  
分離選択性の比較

カラム ; 7.5 mm I.D.×7.5 cm  
溶離液 ; A: 20 mmol/L リン酸塩緩衝液 (pH 7.0)  
B: 20 mmol/L リン酸塩緩衝液 + 1.0 mol/L NaCl (pH 7.0)  
A→B (60 min, リニアグラジエント)  
流速 ; 1.0 mL/min  
検出 ; UV (280 nm)  
注入量 ; 25 μL  
試料 ; リボヌクレアーゼA (9.9 g/L)  
チトクロムC (3.5 g/L)  
リゾチーム (6.6 g/L)

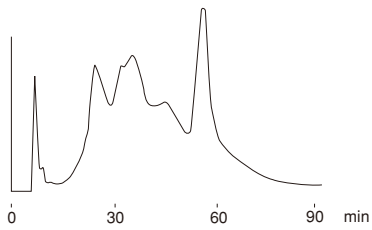
- GigaCap S-650Mは他社の充填剤に比べ、ピークがシャープです。

▼  
アンチトロンビンⅢの保持挙動  
TOYOPEARL Sulfate-650F

カラム ; 7.5 mm I.D.×7.5 cm  
溶離液 ; A: 20 mmol/L リン酸塩緩衝液 (pH 7.5)  
B: 20 mmol/L リン酸塩緩衝液 + 2.0 mol/L NaCl (pH 7.5)  
A→B (30 min, リニアグラジエント)  
流速 ; 1.0 mL/min  
検出 ; UV (280 nm)  
注入量 ; 50 μL  
試料 ; アンチトロンビンⅢ (約3 g/L)

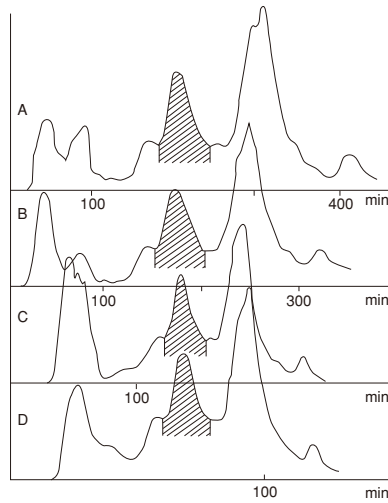
- Sulfate-650Fは、ヘパリンアフィニティ充填剤に似た挙動を示し、アンチトロンビンⅢを保持します。

## 市販リポキシダーゼの分離



カラム ; TOYOPEARL SuperQ-650M  
(16 mm I.D. × 15 cm)  
溶離液 ; A: 50 mmol/L トリス塩酸塩緩衝液 (pH 8.3)  
B: A + 0.5 mol/L NaCl  
A → B (100 min、リニアグラジエント)  
流速 ; 2.0 mL/min  
検出 ; UV (280 nm)  
温度 ; 25 °C  
試料 ; 市販リポキシダーゼ (30 mg)

## スケールアップ例

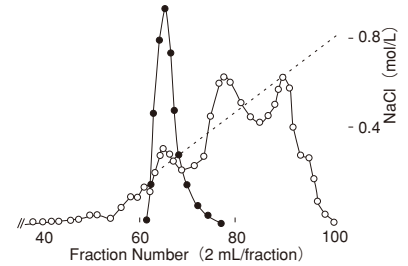


カラムサイズ	試料注入量
A ; 600 mm I.D. × 40 cm	40,000 mL
B ; 310 mm I.D. × 40 cm	10,000 mL
C ; 108 mm I.D. × 30 cm	1,000 mL
D ; 14 mm I.D. × 15 cm	7 mL

試料 ; 1%粗β-ガラクトシターゼ

- 分析カラムと同じ溶出パターンが大口径カラムでも得られています。
- 大口径カラムへのスケールアップが容易です。

## ウサギ筋アシッドα-グルコシダーゼの分離



カラム ; TOYOPEARL CM-650M (15 mm I.D. × 13.5 cm)  
溶離液 ; A: 10 mmol/L 酢酸ナトリウム緩衝液 (pH 5.0)  
B: A + 0.8 mol/L NaCl  
A → B リニアグラジエント

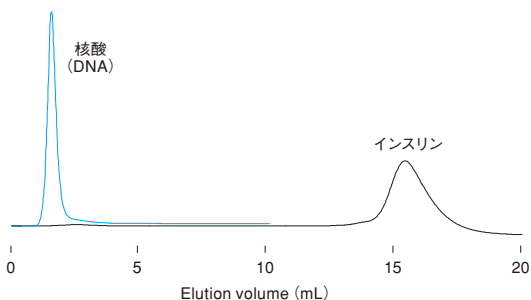
流速 ; 2.0 mL/h  
検出 ; ○ UV (280 nm)  
● 酵素活性

試料量 ; 25 mg たんぱく質/37 mL

H. Matsui, M. Sasaki E. Takemura, T. Kaneta and S. Chiba; Kinetics Studies on the Substrate Specificity and Active Site of Rabbit Muscle Acid α-Glucosidase. J. Biochem, 96,993~1004 (1984)

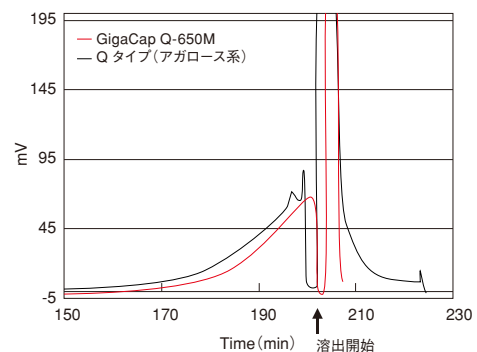
- 大量 (37 mL) の試料でも、シャープな分離が得られます。

## インスリン精製 (核酸との分離)



カラム ; TOYOPEARL MegaCap II SP-550EC (7.5 mm I.D. × 7.5 cm)  
溶離液 ; A: 0.1 mol/L クエン酸塩緩衝液 (pH 3.0)  
B: 0.1 mol/L クエン酸塩緩衝液 (pH 6.2)  
10分後にA) → B) にステップグラジエント  
流速 ; 1.0 mL/min  
検出 ; UV (280 nm)

## ウシ血清アルブミン溶出時のピーク幅の比較



カラム ; TOYOPEARL GigaCap Q-650M (6 mm I.D. × 4 cm)  
溶離液 ; 吸着buffer : 50 mmol/L トリス塩酸塩緩衝液 (pH 8.5)  
溶出buffer : 50 mmol/L トリス塩酸塩緩衝液 (pH 8.5) + 1.0 mol/L NaCl  
吸着時 : 1.0 mL/min (線速度 212 cm/hr)

流速 ; 脱着時 : 2.0 mL/min  
検出 ; UV (280 nm)  
試料 ; ウシ血清アルブミン、1 g/L  
吸着回収率 ; > 95 %

- GigaCap Q-650Mは、アガロース系充填剤に比べ、溶出時のピークが2倍以上シャープで、溶出量も3分の1以下です。溶出時間を短縮でき、大型分取カラムでの分離にも適しています。