

# SEPARATION REPORT

## 高性能陽イオン分析用カラム TSKgel® SuperIC-Cation HS II について

### —— 目 次 ——

	ページ
1. はじめに	1
2. 製品の特長	1
3. 基本的性質	2
3-1. 仕様一覧	2
3-2. 測定条件	3
3-3. 測定条件の影響	4
3-3-1. 流速	4
3-3-2. 温度	5
3-3-3. クラウンエーテル (CE) 濃度	5
3-3-4. 注入量の影響	6
3-4. 検出限界、定量限界 (参考値)	7
4. 分析例	8
5. おわりに	13

## 1. はじめに

TSKgel SuperIC HSシリーズは当社イオンクロマトグラフィーシステムでのイオン分析に対応した高速イオン分析用カラムです。陽イオン分析用カラムである従来製品TSKgel SuperIC-Cation HSカラムの改良製品として、この度、TSKgel SuperIC-Cation HS IIを発売しましたので、本レポートにてご紹介いたします（TSKgel SuperIC-Cation HSは販売を停止しております。）。

## 2. 製品の特長

SuperIC-Cation HS IIの主な改良点は以下の通りです。

### ①カリウムイオン ( $K^+$ ) のピーク形状の改善

低濃度イオンの認識性が向上することにより、測定再現性および検出感度が向上しました（表1）。

表1 カリウムイオン ( $K^+$ ) に関する従来製品との比較

非対称係数：2.4~3.6 → 1.6~2.4
理論段数：約2.5倍
ピーク高さ：約1.4倍
検出限界値：1.3 → 0.8 $\mu\text{g/L}$

従来製品およびSuperIC-Cation HS IIともに標準測定条件では、クラウンエーテル（18-crown-6、以下CE）を添加した溶離液を使用します。CEはカリウム

イオン ( $K^+$ ) に対するキレート能が高く、CE- $K^+$ 錯体と充てん剤の間ではイオン交換相互作用以外の強い相互作用（疎水吸着）が生じます。従来製品ではテーリングしたピーク形状となる傾向がみられていましたが、SuperIC-Cation HS IIでは適切なイオン交換および疎水吸着相互作用で分離されるよう充てん剤の表面特性を改良することで、テーリングのピーク形状を改善しました（図1）。

### ②ノンサプレッサー法への対応

従来製品での標準測定条件では、ヒスチジンを添加した溶離液を使用するため、これに由来したシステムピークが発生し、クロマトグラムへ影響することから、ノンサプレッサー法での測定は困難でした。SuperIC-Cation HS IIではヒスチジンを添加しない溶離液を使用できることから、システムピークに影響されずに、ノンサプレッサー法で測定することが可能です（図2）。

また、サプレッサー法ではサプレッサー部分でのアンモニウムイオン ( $NH_4^+$ ) の広がりが生じやすい特性が見られますが、ノンサプレッサー法ではその広がりを低減できるため、ナトリウムイオン ( $Na^+$ ) とアンモニウムイオン ( $NH_4^+$ ) の分離が向上し、アンモニウムイオン ( $NH_4^+$ ) の定量性が向上しました。

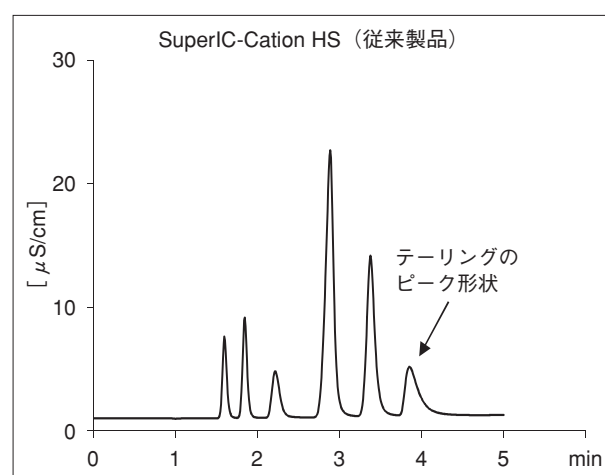
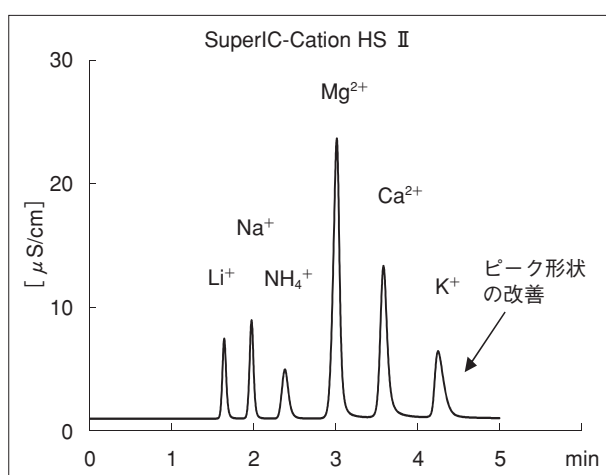


図1：従来製品との比較（サプレッサー法、標準測定条件）

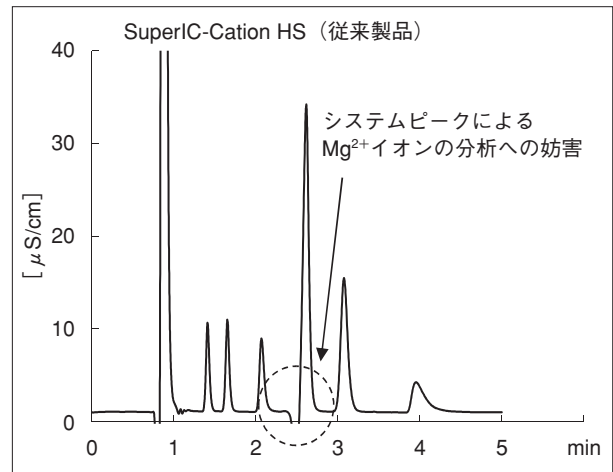
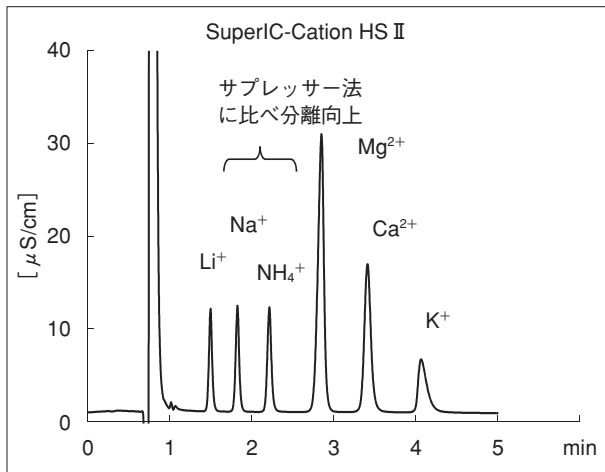


図2：従来製品との比較（ノンサプレッサー法、標準測定条件）

さらにサプレッサー法では検量線の直線性に乏しい弱塩基類（アンモニア、アミン類）の分析において、精度の高い検量線を使用することができ、定量性が向上しま

した。表2にサプレッサー法とノンサプレッサー法の特長を示します。

表2 サプレッサー法とノンサプレッサー法の特長

	サプレッサー法	ノンサプレッサー法
長 所	・高感度検出が可能	・サプレッサーに関するコストが不要 ・弱塩基(アンモニア、アミン類)の定量性に優れる ・検量線のダイナミックレンジが広い
短 所	・サプレッサーに関するコスト ・弱塩基(アンモニア、アミン類)の定量性の問題 例) 検量線の直線性、サプレッサー内でのピークの広がりなど	・検出感度がサプレッサー法に比べて劣る
従来品	適用可	不可 (溶離液由来のシステムピークによる妨害)

### 3. 基本的性質

#### 3-1. 仕様一覧

表3, 4に分析カラムとガードカラムの仕様を示します。

表3 分析カラムの仕様

名 称	TSKgel SuperIC-Cation HS II
品 番	0022837
サイズ, 材質	4.6 mm I.D.×10 cm, PEEK*
基 材	スチレン-ジビニルベンゼン共重合樹脂
粒子径	3 μm
イオン交換基	カルボキシ基
交換容量	1.0 eq/L 以上
対イオン	水素イオン
出荷溶媒	4.0 mmol/L メタンスルホン酸+ 1.1 mmol/L 18-クラウン-6
用 途	陽イオン分析

表4 ガードカラムの仕様

名 称	TSKgel guardcolumn SuperIC-C HS II
品 番	0022840
サイズ, 材質	4.6 mm I.D.×1 cm, PEEK*
基 材	スチレン-ジビニルベンゼン共重合樹脂
粒子径	3 μm
イオン交換基	カルボキシ基
交換容量	1.0 eq/L 以上
対イオン	水素イオン
出荷溶媒	1.6 mmol/L メタンスルホン酸+ 1.1 mmol/L 18-クラウン-6

PEEK\*：ポリエーテルエーテルケトン

### 3-2. 測定条件

推奨する2種類の測定条件は以下の通りです。

表5 測定条件

	標準測定条件（高速分析）	精密測定条件
溶離液	4.0 mmol/L メタンスルホン酸＋ 1.1 mmol/L 18-クラウン-6	3.0 mmol/L メタンスルホン酸＋ 2.7 mmol/L 18-クラウン-6
流速	1.2 mL/min	1.0 mL/min
温度	40 ℃	40 ℃
注入量	30 μL	30 μL
測定時間	5分	10分
分析モード	サプレッサー法/ノンサプレッサー法	サプレッサー法/ノンサプレッサー法

各測定条件におけるクロマトグラムを以下に示します。

#### ①サプレッサー法

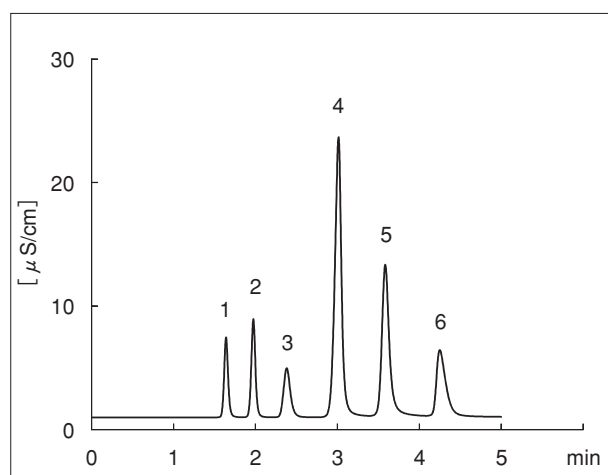


図3：標準陽イオンの分離（サプレッサー法、標準測定条件）

#### 〈測定条件〉

カラム：TSKgel SuperIC-Cation HS II  
(46 mm ID.×10 cm)  
ガードカラム：TSKgel guardcolumn SuperIC-C HS II  
(46 mm ID.×1 cm)  
溶離液：40 mmol/L メタンスルホン酸＋1.1 mmol/L 18-クラウン-6  
流速：1.2 mL/min  
サプレッサーゲル：TSKgel suppress IC-C  
検出：電気伝導度  
温度：40 ℃  
注入量：30 μL  
試料：標準試料  
ピーク名：1. Li<sup>+</sup> (0.5 mg/L)  
2. Na<sup>+</sup> (2 mg/L)  
3. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (2 mg/L)  
4. Mg<sup>2+</sup> (5 mg/L)  
5. Ca<sup>2+</sup> (5 mg/L)  
6. K<sup>+</sup> (5 mg/L)

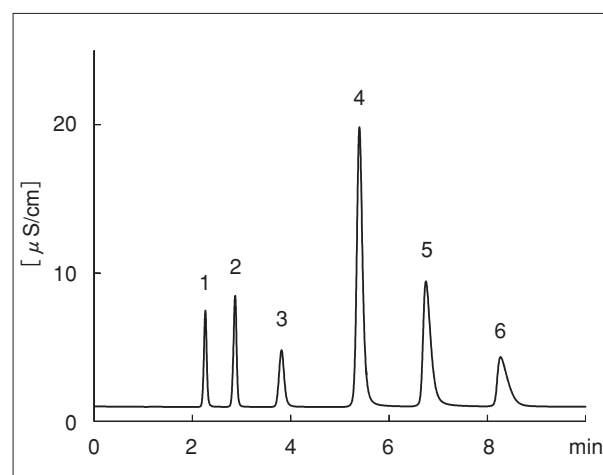


図4：標準陽イオンの分離（サプレッサー法、精密測定条件）

#### 〈測定条件〉

カラム：TSKgel SuperIC-Cation HS II  
(46 mm ID.×10 cm)  
ガードカラム：TSKgel guardcolumn SuperIC-C HS II  
(46 mm ID.×1 cm)  
溶離液：3.0 mmol/L メタンスルホン酸＋2.7 mmol/L 18-クラウン-6  
流速：1.0 mL/min  
サプレッサーゲル：TSKgel suppress IC-C  
検出：電気伝導度  
温度：40 ℃  
注入量：30 μL  
試料：標準試料  
ピーク名：1. Li<sup>+</sup> (0.5 mg/L)  
2. Na<sup>+</sup> (2 mg/L)  
3. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (2 mg/L)  
4. Mg<sup>2+</sup> (5 mg/L)  
5. Ca<sup>2+</sup> (5 mg/L)  
6. K<sup>+</sup> (5 mg/L)

## ②ノンサプレッサー法

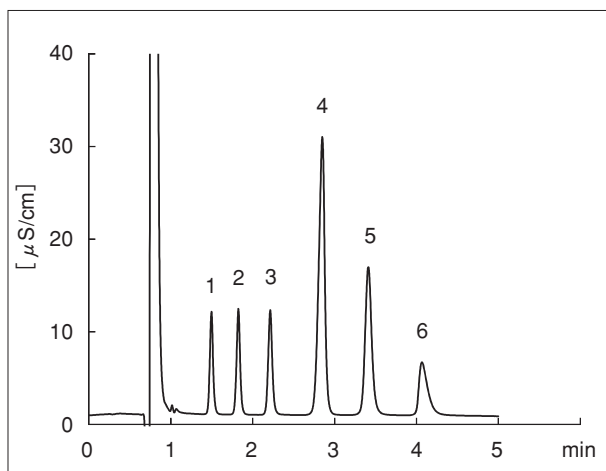


図5：標準陽イオンの分離（ノンサプレッサー法、標準測定条件）

### 〈測定条件〉

カラム：TSKgel SuperIC-Cation HS II  
(46 mm ID.×10 cm)

ガードカラム：TSKgel guardcolumn SuperIC-C HS II  
(46 mm ID.×1 cm)

溶離液：4.0 mmol/L メタンサルホン酸+1.1 mmol/L 18-クラウン-6

流速：1.2 mL/min

検出：電気伝導度

温度：40℃

注入量：30 μL

試料：標準試料

ピーク名：1. Li<sup>+</sup> (0.5 mg/L)  
2. Na<sup>+</sup> (2 mg/L)  
3. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (2 mg/L)  
4. Mg<sup>2+</sup> (5 mg/L)  
5. Ca<sup>2+</sup> (5 mg/L)  
6. K<sup>+</sup> (5 mg/L)

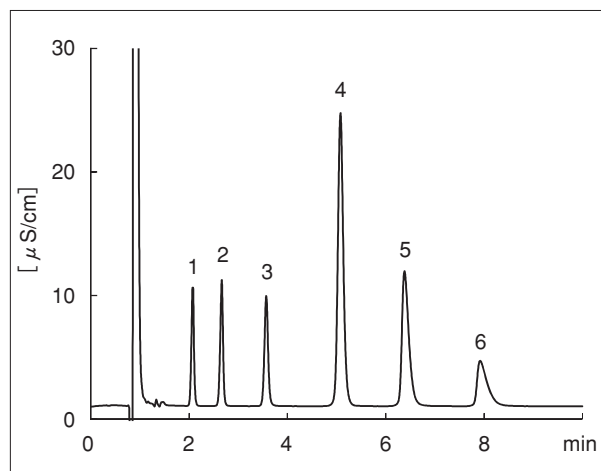


図6：標準陽イオンの分離（ノンサプレッサー法、精密測定条件）

### 〈測定条件〉

カラム：TSKgel SuperIC-Cation HS II  
(46 mm ID.×10 cm)

ガードカラム：TSKgel guardcolumn SuperIC-C HS II  
(46 mm ID.×1 cm)

溶離液：3.0 mmol/L メタンサルホン酸+2.7 mmol/L 18-クラウン-6

流速：1.0 mL/min

検出：電気伝導度

温度：40℃

注入量：30 μL

試料：標準試料

ピーク名：1. Li<sup>+</sup> (0.5 mg/L)  
2. Na<sup>+</sup> (2 mg/L)  
3. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (2 mg/L)  
4. Mg<sup>2+</sup> (5 mg/L)  
5. Ca<sup>2+</sup> (5 mg/L)  
6. K<sup>+</sup> (5 mg/L)

## 3-3. 測定条件の影響

### 3-3-1. 流速

サプレッサー法における、測定流速の分離性能への影響を図7、図8に示します。

理論段数に関しては、図7に示したように、イオン種により異なる傾向がみられています。リチウムイオン (Li<sup>+</sup>)、マグネシウムイオン (Mg<sup>2+</sup>)、カルシウムイオン (Ca<sup>2+</sup>) は低流速ほど理論段数が向上しますが、ナトリウムイオン (Na<sup>+</sup>)、アンモニウムイオン (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)、カリウムイオン (K<sup>+</sup>) では0.4 mL/minが最大となり、

それ以下の流速では、理論段数が低下する傾向がみられています。特にアンモニウムイオン (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) では流速の影響は小さく、各流速域で他陽イオンよりも理論段数が低い傾向にあります。

また、分離能 (Rs) に関しては、図8に示したように、通常のイオン種間の分離能は流速を下げると増加する傾向がみられますが、アンモニウムイオン (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) とマグネシウムイオン (Mg<sup>2+</sup>) の分離能については、流速を下げると低下する傾向となるので、注意が必要です。

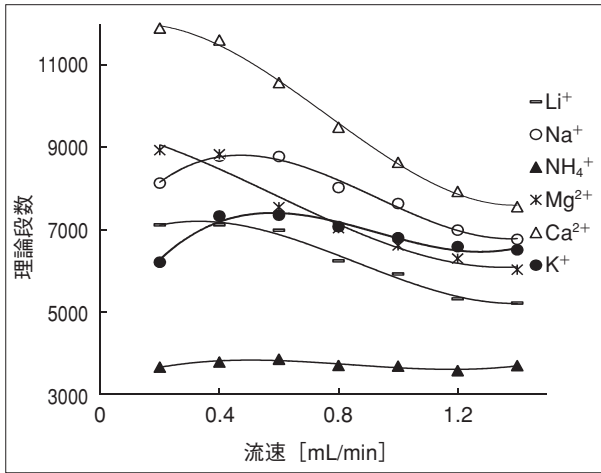


図7：流速と理論段数の関係

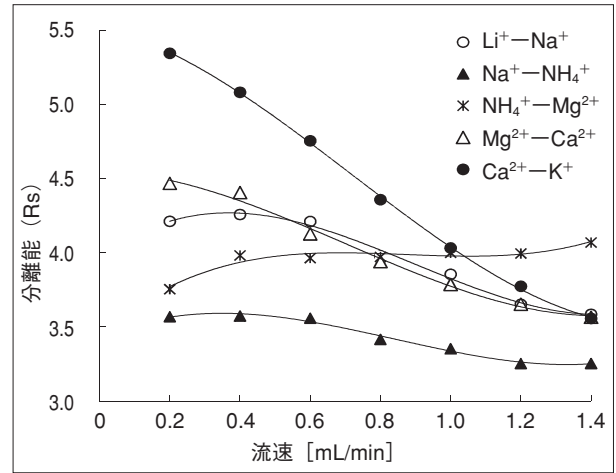


図8：流速と分離能の関係

### 3-3-2. 温度

サブレッサー法における、測定温度の影響を図9、図10に示します。

リチウムイオン (Li<sup>+</sup>)、ナトリウムイオン (Na<sup>+</sup>)、マグネシウムイオン (Mg<sup>2+</sup>)、カルシウムイオン (Ca<sup>2+</sup>) については保持時間の変化はほとんどありませんが、ア

ンモニウムイオン (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) とカリウムイオン (K<sup>+</sup>) については温度の増加とともに保持時間が早くなる傾向がみられています。これらのイオンは溶離液に使用しているCEと錯形成した状態で分離されることから、CE錯体と充てん剤の分配・吸着作用が温度の影響を受け、保持時間および分離能に顕著な変化を与えていると考えられます。

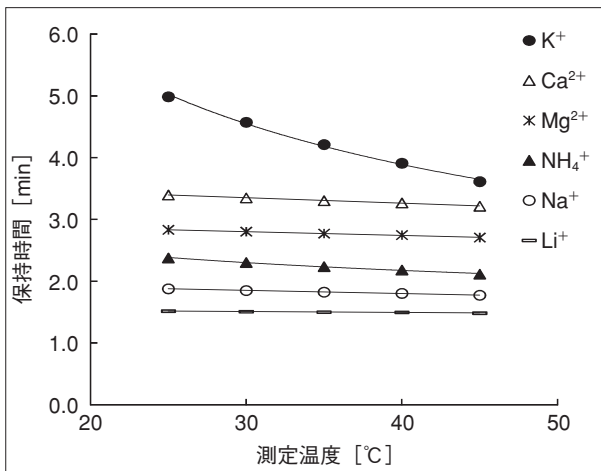


図9：測定温度と保持時間の関係

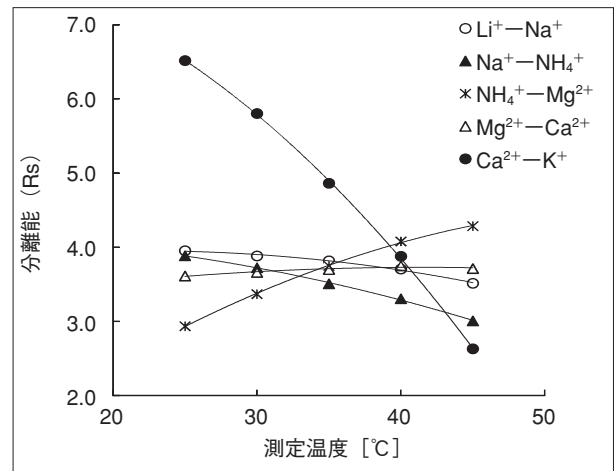


図10：測定温度と分離能の関係

### 3-3-3. クラウンエーテル (CE) 濃度

サブレッサー法における、CE濃度の影響を図11に示します。

本製品に使用する溶離液にはCEが添加されていますが、これは陽イオン類に対する選択性を変化させることにより分離能を向上させることを目的としています。

使用している18-クラウン-6に対する錯形成能の強さはイオン半径に依存し、K<sup>+</sup>>NH<sub>4</sub><sup>+</sup>>Na<sup>+</sup>の順になり、カ

リウムイオン (K<sup>+</sup>) と最も強く錯形成されます。その結果、溶離液中のCE濃度が高くなるにつれて、錯形成能の強い陽イオンほど、錯体と充てん剤の疎水的相互作用が強く働くため、その溶出が遅れる傾向となります。

アンモニウムイオン (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) とカリウムイオン (K<sup>+</sup>) は特にその傾向が顕著に現れますので、CE濃度は分離の調整のためのパラメータとして有効です。

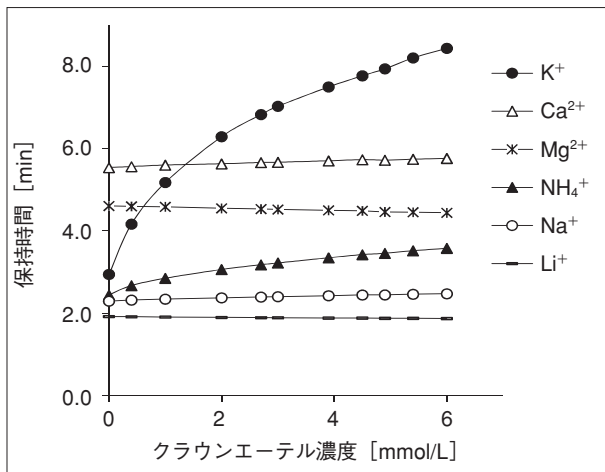


図11：クラウンエーテル濃度の影響

### 3-3-4. 注入量の影響

サプレッサー法での各注入量における陽イオン種のピーク形状の変化を図12～15に示します。

標準的な注入量は30  $\mu$ Lです。その場合、標準測定条件・精密測定条件ともに数 $\mu$ g/L～数十mg/L程度までの分離・定量が可能です。

#### ①標準測定条件

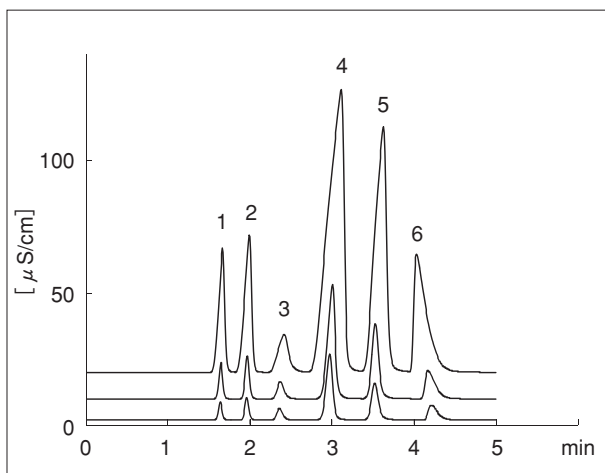


図12：30  $\mu$ L注入時のピーク形状の変化

\*クロマトグラムは下段から順にA, B, Cとした。  
他の測定条件は図3と同じ。

ピークNo.	イオン種	濃度 (mg/L)		
		クロマトA	クロマトB	クロマトC
1	Li <sup>+</sup>	0.5	1	5
2	Na <sup>+</sup>	2	4	20
3	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	2	4	20
4	Mg <sup>2+</sup>	5	10	50
5	Ca <sup>2+</sup>	5	10	50
6	K <sup>+</sup>	5	10	50

検出感度を上げるための注入量の上限は500  $\mu$ Lを目安としていますが、その場合、数十ng/L～数mg/L程度の範囲での分離・定量が可能です。

しかしながら、近接したイオン種の濃度が高い場合には、その影響を大きく受けますので、分離・及び定量性に関しては、添加回収実験等による確認が必要になります。

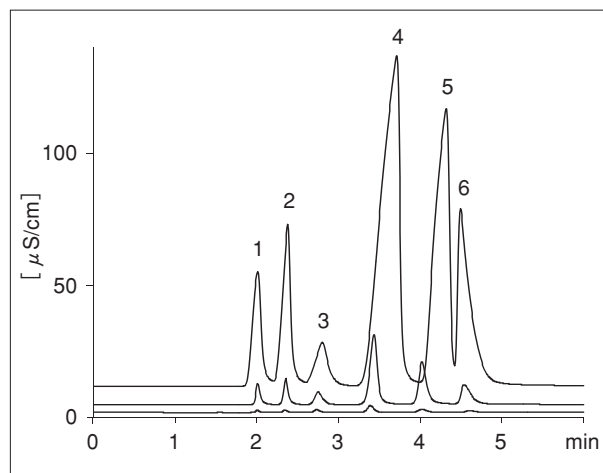


図13：500  $\mu$ L注入時のピーク形状の変化

\*クロマトグラムは下段から順にA, B, Cとした。  
他の測定条件は図3と同じ。

ピークNo.	イオン種	濃度 (mg/L)		
		クロマトA	クロマトB	クロマトC
1	Li <sup>+</sup>	0.005	0.05	0.5
2	Na <sup>+</sup>	0.02	0.2	2
3	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.02	0.2	2
4	Mg <sup>2+</sup>	0.05	0.5	5
5	Ca <sup>2+</sup>	0.05	0.5	5
6	K <sup>+</sup>	0.05	0.5	5

②精密測定条件

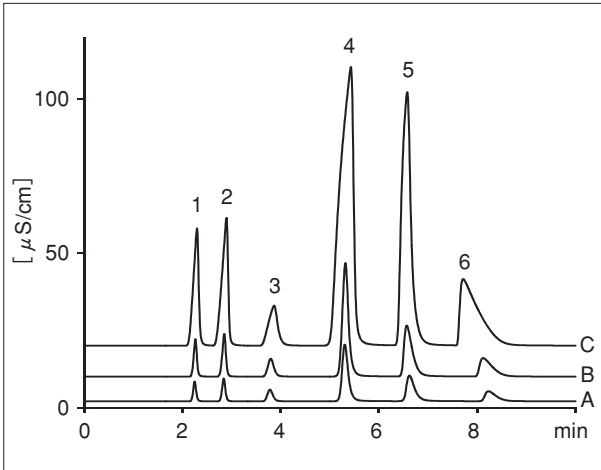


図14：30 μL注入時のピーク形状の変化

\*クロマトグラムは下段から順にA, B, Cとした。  
試料濃度は標準測定条件と同じ。  
他の測定条件は図4と同じ。

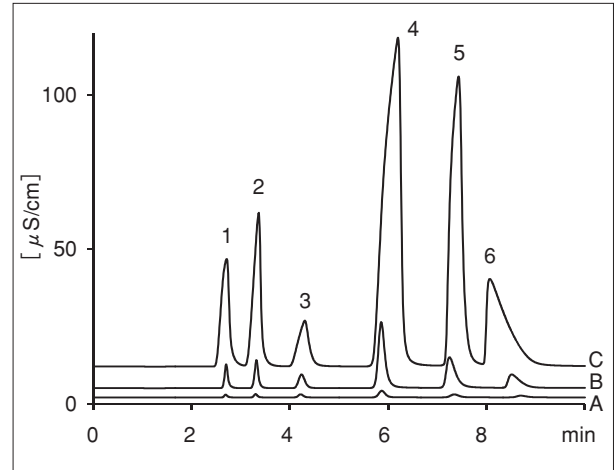


図15：500 μL注入時のピーク形状の変化

\*クロマトグラムは下段から順にA, B, Cとした。  
試料濃度は標準測定条件と同じ。  
他の測定条件は図4と同じ。

3-4. 検出限界、定量限界（参考値）

30 μLおよび500 μL注入時の検出限界値、定量限界値を以下の表に示します。

検出限界はS/N=3により、定量限界はS/N=10により算出しました。

表6 検出限界と定量限界

1) サプレッサー法（単位：μg/L）

①標準測定条件

	30 μL		500 μL	
	検出限界	定量限界	検出限界	定量限界
Li <sup>+</sup>	0.06	0.2	0.01	0.02
Na <sup>+</sup>	0.2	0.7	0.02	0.06
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.2	0.7	0.02	0.06
K <sup>+</sup>	0.8	2.7	0.06	0.21
Mg <sup>2+</sup>	0.2	0.6	0.02	0.06
Ca <sup>2+</sup>	0.3	1.1	0.03	0.09

②精密測定条件

	30 μL		500 μL	
	検出限界	定量限界	検出限界	定量限界
	0.07	0.2	0.01	0.02
	0.2	0.8	0.02	0.07
	0.3	0.9	0.02	0.06
	1.4	4.7	0.11	0.37
	0.3	0.8	0.02	0.06
	0.6	1.9	0.04	0.14

2) ノンサプレッサー法（30 μL注入時、単位：μg/L）

	標準測定条件		精密測定条件	
	検出限界	定量限界	検出限界	定量限界
Li <sup>+</sup>	1.7	5.6	1.8	5.9
Na <sup>+</sup>	6.3	21	7.1	23
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	6.4	21	8.1	27
K <sup>+</sup>	32	106	49	162
Mg <sup>2+</sup>	6.0	20	7.7	25
Ca <sup>2+</sup>	12	40	17	56



## 4. 分析例

各種試料の分析例を以下に示します。

### 1) 水道水

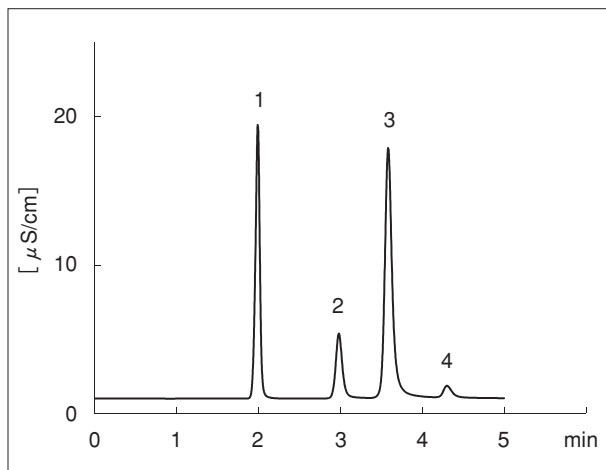


図16：水道水の分析（サプレッサー法、標準測定条件）

#### 〈測定条件〉

カラム：TSKgel SuperIC-Cation HS II  
(4.6 mm ID.×10 cm)

ガードカラム：TSKgel guardcolumn SuperIC-C HS II  
(4.6 mm ID.×1 cm)

溶離液：4.0 mmol/L メタンスルホン酸+1.1 mmol/L 18-  
クラウン-6

流 速：1.2 mL/min

サプレッサーゲル：TSKgel suppress IC-C

検 出：電気伝導度

温 度：40℃

注入量：30 μL

試 料：水道水

ピーク名：1. Na<sup>+</sup> (4.63 mg/L)  
2. Mg<sup>2+</sup> (0.92 mg/L)  
3. Ca<sup>2+</sup> (6.04 mg/L)  
4. K<sup>+</sup> (0.64 mg/L)

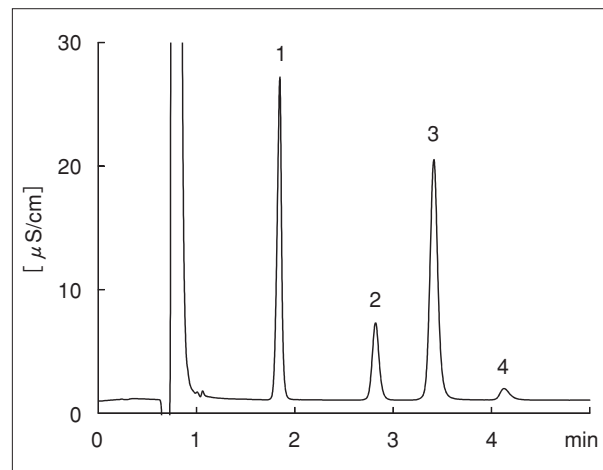


図17：水道水の分析（ノンサプレッサー法、標準測定条件）

#### 〈測定条件〉

カラム：TSKgel SuperIC-Cation HS II  
(4.6 mm ID.×10 cm)

ガードカラム：TSKgel guardcolumn SuperIC-C HS II  
(4.6 mm ID.×1 cm)

溶離液：4.0 mmol/L メタンスルホン酸+1.1 mmol/L 18-  
クラウン-6

流 速：1.2 mL/min

検 出：電気伝導度

温 度：40℃

注入量：30 μL

試 料：水道水

ピーク名：1. Na<sup>+</sup> (4.88 mg/L)  
2. Mg<sup>2+</sup> (1.06 mg/L)  
3. Ca<sup>2+</sup> (6.06 mg/L)  
4. K<sup>+</sup> (0.76 mg/L)

## 2) 河川水

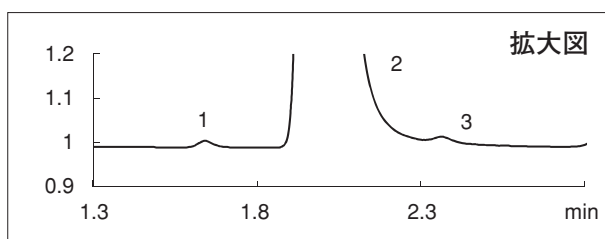
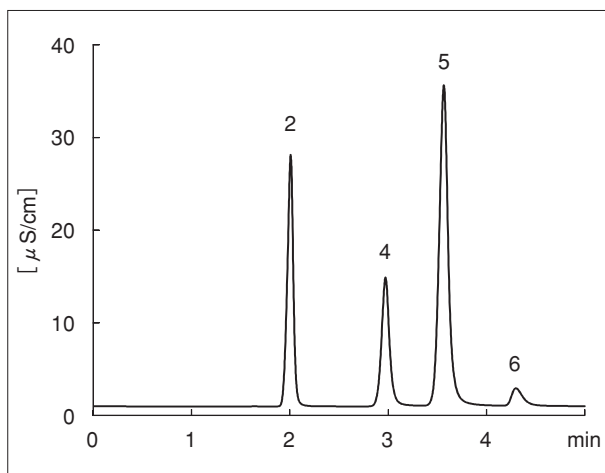


図18：河川水の分析（サプレッサー法、標準測定条件）

### <測定条件>

カラム：TSKgel SuperIC-Cation HS II  
(4.6 mm ID.×10 cm)

ガードカラム：TSKgel guardcolumn SuperIC-C HS II  
(4.6 mm ID.×1 cm)

溶離液：40 mmol/L メタンスルホン酸+1.1mmol/L 18-クラウン-6

流速：1.2 mL/min

サプレッサーゲル：TSKgel suppress IC-C

検出：電気伝導度

温度：40℃

注入量：30 μL

試料：河川水

ピーク名：1. Li<sup>+</sup> (0.001 mg/L)  
2. Na<sup>+</sup> (7.36 mg/L)  
3. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (0.003 mg/L)  
4. Mg<sup>2+</sup> (2.59 mg/L)  
5. Ca<sup>2+</sup> (11.7 mg/L)  
6. K<sup>+</sup> (1.48 mg/L)

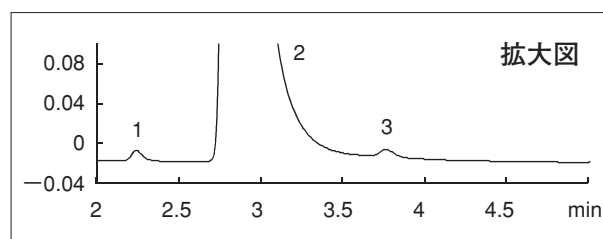
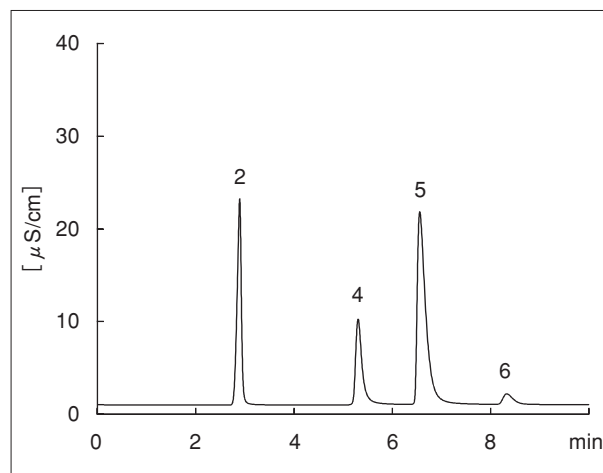


図19：河川水の分析（サプレッサー法、精密測定条件）

### <測定条件>

カラム：TSKgel SuperIC-Cation HS II  
(4.6 mm ID.×10 cm)

ガードカラム：TSKgel guardcolumn SuperIC-C HS II  
(4.6 mm ID.×1 cm)

溶離液：3.0 mmol/L メタンスルホン酸+2.7 mmol/L 18-クラウン-6

流速：1.0 mL/min

サプレッサーゲル：TSKgel suppress IC-C

検出：電気伝導度

温度：40℃

注入量：30 μL

試料：河川水

ピーク名：1. Li<sup>+</sup> (0.001 mg/L)  
2. Na<sup>+</sup> (7.36 mg/L)  
3. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (0.003 mg/L)  
4. Mg<sup>2+</sup> (2.59 mg/L)  
5. Ca<sup>2+</sup> (11.7 mg/L)  
6. K<sup>+</sup> (1.48 mg/L)

### 3) 雨水

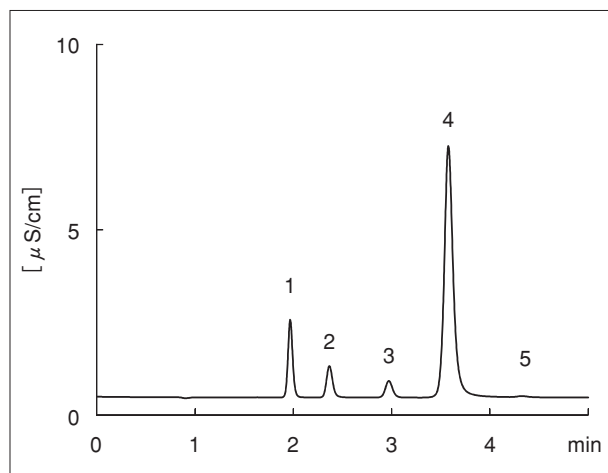


図20：雨水の分析（サプレッサー法、標準測定条件）

#### 〈測定条件〉

カラム：TSKgel SuperIC-Cation HS II  
(4.6 mm ID.×10 cm)

ガードカラム：TSKgel guardcolumn SuperIC-C HS II  
(4.6 mm ID.×1 cm)

溶離液：4.0 mmol/L メタンスルホン酸+1.1 mmol/L 18-  
クラウン-6

流 速：1.2 mL/min

サプレッサーゲル：TSKgel suppress IC-C

検 出：電気伝導度

温 度：40 ℃

注入量：30 μL

試 料：雨水

ピーク名：1. Na<sup>+</sup> (0.46 mg/L)  
2. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (0.27 mg/L)  
3. Mg<sup>2+</sup> (0.081 mg/L)  
4. Ca<sup>2+</sup> (2.42 mg/L)  
5. K<sup>+</sup> (0.033 mg/L)

### 4) 温泉水

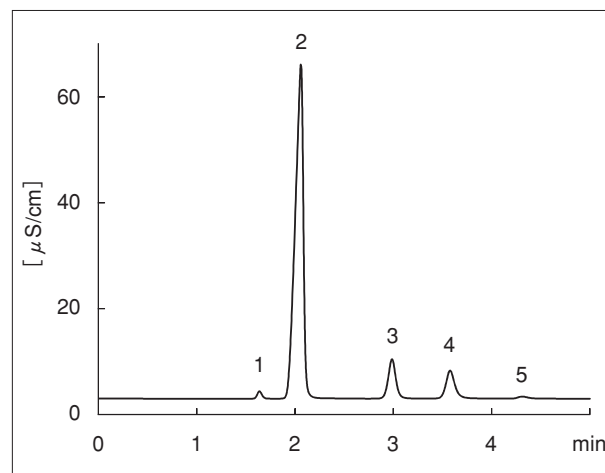


図21：温泉水（サプレッサー法、標準測定条件）

#### 〈測定条件〉

カラム：TSKgel SuperIC-Cation HS II  
(4.6 mm ID.×10 cm)

ガードカラム：TSKgel guardcolumn SuperIC-C HS II  
(4.6 mm ID.×1 cm)

溶離液：4.0 mmol/L メタンスルホン酸+1.1 mmol/L 18-  
クラウン-6

流 速：1.2 mL/min

サプレッサーゲル：TSKgel suppress IC-C

検 出：電気伝導度

温 度：40 ℃

注入量：30 μL

試 料：温泉水 (20倍希釈)

ピーク名：1. Li<sup>+</sup> (2.00 mg/L)  
2. Na<sup>+</sup> (475 mg/L)  
3. Mg<sup>2+</sup> (28.0 mg/L)  
4. Ca<sup>2+</sup> (37.6 mg/L)  
5. K<sup>+</sup> (5.95 mg/L)  
\*濃度は原液濃度

## 5) 市販ミネラルウォーター

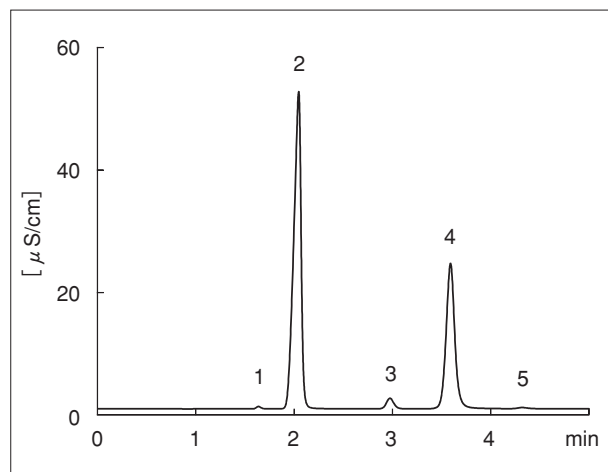


図22：市販ミネラルウォーターの分析（サプレッサー法、標準測定条件）

### 〈測定条件〉

カラム：TSKgel SuperIC-Cation HS II  
(4.6 mm ID.×10 cm)  
ガードカラム：TSKgel guardcolumn SuperIC-C HS II  
(4.6 mm ID.×1 cm)  
溶離液：4.0 mmol/L メタンサルホン酸+1.1 mmol/L 18-クラウン-6  
流速：1.2 mL/min  
サプレッサーゲル：TSKgel suppress IC-C  
検出：電気伝導度  
温度：40℃  
注入量：30 μL  
試料：市販ミネラルウォーター  
ピーク名：1. Li<sup>+</sup> (0.027 mg/L)  
2. Na<sup>+</sup> (17.6 mg/L)  
3. Mg<sup>2+</sup> (0.32 mg/L)  
4. Ca<sup>2+</sup> (8.13 mg/L)  
5. K<sup>+</sup> (0.17 mg/L)

## 6) 高濃度ナトリウムイオン中の微量アンモニウムイオン

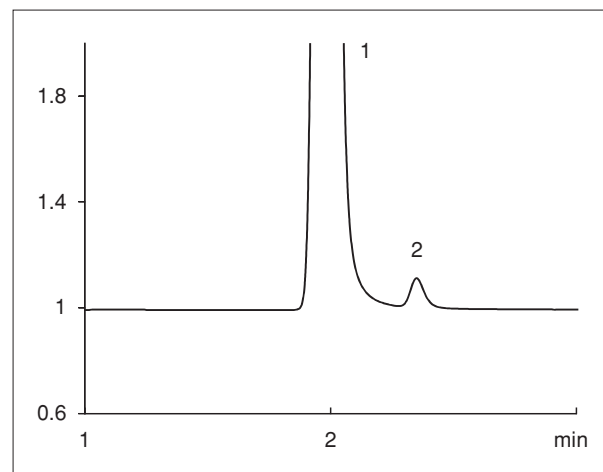


図23：高濃度ナトリウムイオン中の微量アンモニウムイオンの分析（サプレッサー法、標準測定条件）

### 〈測定条件〉

カラム：TSKgel SuperIC-Cation HS II  
(4.6 mm ID.×10 cm)  
ガードカラム：TSKgel guardcolumn SuperIC-C HS II  
(4.6 mm ID.×1 cm)  
溶離液：4.0 mmol/L メタンサルホン酸+1.1 mmol/L 18-クラウン-6  
流速：1.2 mL/min  
サプレッサーゲル：TSKgel suppress IC-C  
検出：電気伝導度  
温度：40℃  
注入量：30 μL  
試料：標準試料  
ピーク名：1. Na<sup>+</sup> (5 mg/L)  
2. NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N (0.02 mg/L)

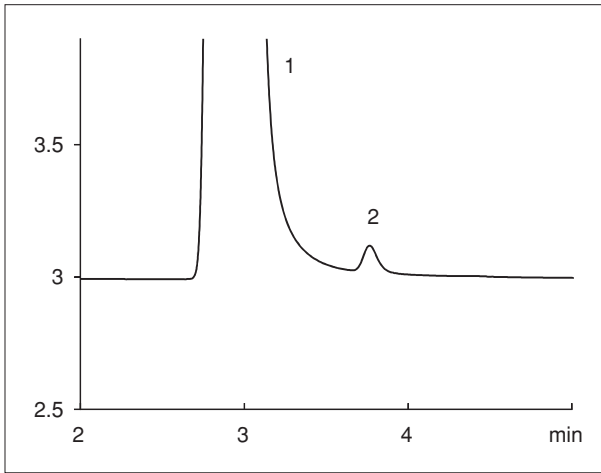


図24：高濃度ナトリウムイオン中の微量アンモニウムイオンの分析(サブレッサー法、精密測定条件)－1

〈測定条件〉

カラム：TSKgel SuperIC-Cation HS II  
(4.6 mm ID.×10 cm)

ガードカラム：TSKgel guardcolumn SuperIC-C HS II  
(4.6 mm ID.×1 cm)

溶離液：3.0 mmol/L メタンスルホン酸 + 2.7 mmol/L 18-クラウン-6

流速：1.0 mL/min

サブレッサーゲル：TSKgel suppress IC-C

検出：電気伝導度

温度：40 °C

注入量：30  $\mu$ L

試料：標準試料

ピーク名：1. Na<sup>+</sup> (30 mg/L)

2. NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N (0.02 mg/L)

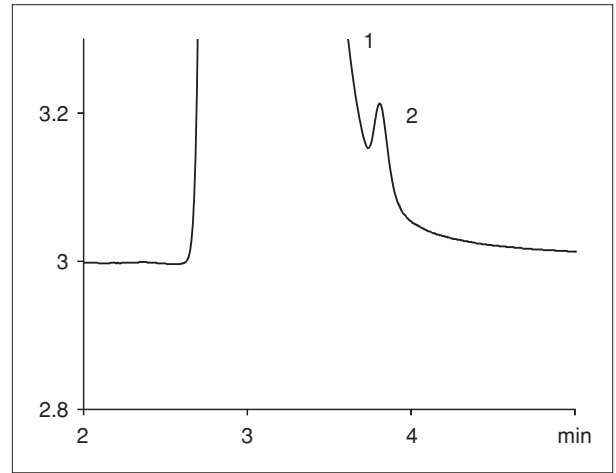


図25：高濃度ナトリウムイオン中の微量アンモニウムイオンの分析(サブレッサー法、精密測定条件)－2

〈測定条件〉

カラム：TSKgel SuperIC-Cation HS II  
(4.6 mm ID.×10 cm)

ガードカラム：TSKgel guardcolumn SuperIC-C HS II  
(4.6 mm ID.×1 cm)

溶離液：3.0 mmol/L メタンスルホン酸+2.7 mmol/L 18-クラウン-6

流速：1.0 mL/min

サブレッサーゲル：TSKgel suppress IC-C

検出：電気伝導度

温度：40 °C

注入量：30  $\mu$ L

試料：標準試料

ピーク名：1. Na<sup>+</sup> (100 mg/L)

2. NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N (0.02 mg/L)

## 7) 無機陽イオンとエタノールアミン、アルキルアミン類

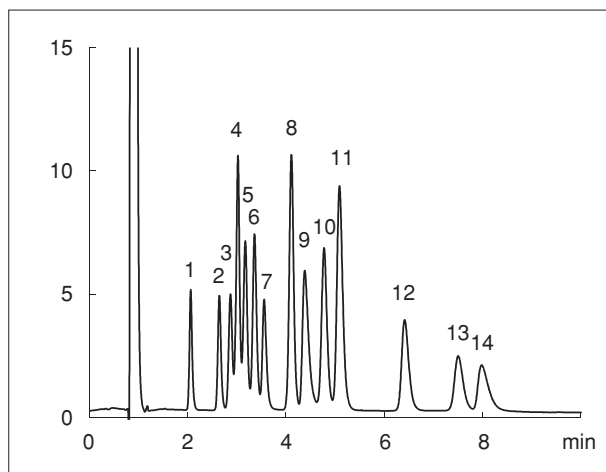


図26：無機陽イオンとエタノールアミン、アルキルアミン類の分離（ノンサプレッサー法、精密測定条件）

### 〈測定条件〉

カラム：TSKgel SuperIC-Cation HS II  
(4.6 mm I.D.×10 cm)

ガードカラム：TSKgel guardcolumn SuperIC-C HS II  
(4.6 mm I.D.×1 cm)

溶離液：3.0 mmol/L メタンカルボン酸+2.7 mmol/L 18-クラウン-6

流速：1.0 mL/min

検出：電気伝導度

温度：40℃

注入量：30 μL

試料：標準試料

ピーク名：1. Li<sup>+</sup> (0.25 mg/L)  
2. Na<sup>+</sup> (1.0 mg/L)  
3. ジエタノールアミン (5.0 mg/L)  
4. ジメチルアミン (5.0 mg/L)  
5. トリエタノールアミン (10 mg/L)  
6. エタノールアミン (5.0 mg/L)  
7. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (1.0 mg/L)  
8. テトラメチルアンモニウム (10 mg/L)  
9. エチルアミン (5.0 mg/L)  
10. トリエチルアミン (10 mg/L)  
11. Mg<sup>2+</sup> (2.5 mg/L)  
12. Ca<sup>2+</sup> (2.5 mg/L)  
13. テトラエチルアンモニウム (10 mg/L)  
14. K<sup>+</sup> (2.5 mg/L)

## 5. おわりに

本製品はサプレッサー法，ノンサプレッサー法に対応した陽イオン種の分析を目的としたカラムです。今回ご紹介した標準測定条件、精密測定条件を測定対象試料に応じて組み合わせることにより、幅広い試料の分析が可能になります。最適な分析条件により本製品をご活用ください。

※“TSKgel”は東ソー株式会社の登録商標です。



TOSOH

## 東ソー株式会社 バイオサイエンス事業部

東京本社 営業部	☎ (03) 6636-3733	〒104-0028	東京都中央区八重洲2-2-1
大阪支店 バイオエス	☎ (06) 6209-1948	〒541-0043	大阪市中央区高麗橋4-4-9
名古屋支店 バイオエス	☎ (052) 211-5730	〒460-0008	名古屋市中区栄1-2-7
福岡支店	☎ (092) 710-6694	〒812-0011	福岡市博多区博多駅前3-8-10
仙台支店	☎ (022) 266-2341	〒980-0014	仙台市青葉区本町1-11-1
カスタマーサポートセンター	☎ (0467) 76-5384	〒252-1123	神奈川県綾瀬市早川2743-1

お問い合わせe-mail [tskgel@tosoh.co.jp](mailto:tskgel@tosoh.co.jp)

バイオサイエンス事業部ホームページ <https://www.separations.asia.tosohbioscience.com/>