シリカの活性コントロールで、C18(ODS)はこんなに変わる！

高度不活性化HPLCカラムが実現する「低吸着」と「高分離」

ChromaNik

株式会社クロマニック テクノロジーズ
カラムコンシェルジュ
小山　隆次
koyama@chromanik.co.jp

ChromaNyk
ChromaNik Technologies Inc.

Silanol activity control makes such a difference! Enhance HPLC with highly deactivated C18 columns.

逆相カラムも色々、C18カラムも色々

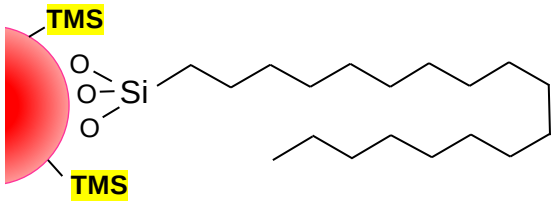
Sunrise	サンライズ	ユニーク分離（Sunrise C18-SAC）
SunArmor	サンアーマー	アルカリ高耐久（pH～12）型C18
Sunniest 2008年～	サニエスト	**高度不活性化 C18**
SunShell 2011年～	サンシェル	**高度不活性化、コアシェル C18**
Prominert 2022年～	プロミナート	低圧＆高効率・超不活性化型C18

ポイント

シリカゲル基材の**構造・活性コントロールの差**

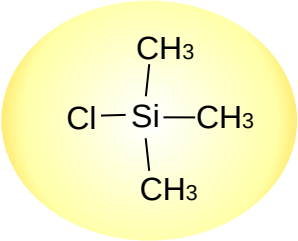
C18：オクタデシル基結合シリカゲル

C18
（ODS）



例　エンドキャッピング試薬

Trimethylchlorosilane
（TMCS）

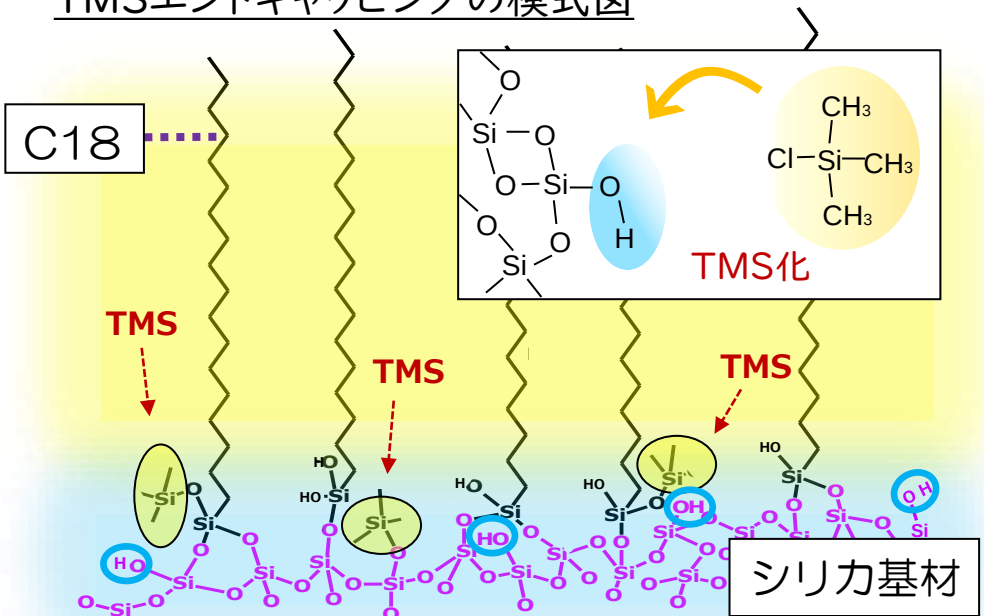


逆相HPLCにおける代表的固定相。通例**シリカゲル**にC18を修飾後、**シラノール基を不活性化する処理**を加えて作製する。

エンドキャッピング

シリカゲル基材は**高極性**、無修飾の場合には順相系のカラムとして活用される。

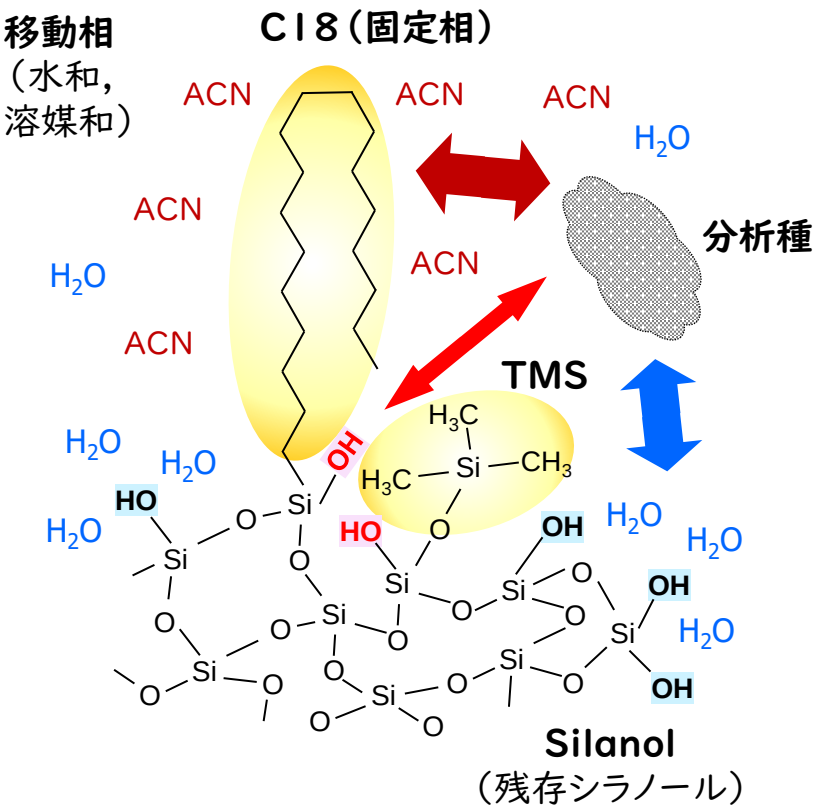
TMSエンドキャッピングの模式図



但し、シラノール基を完全に反応させることは不可能。程度により**不活性度の差**が生じる。

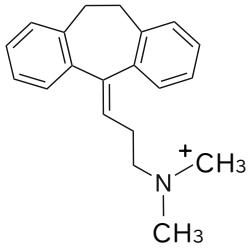
▶残存シラノール

「残存シラノール」がもたらす影響

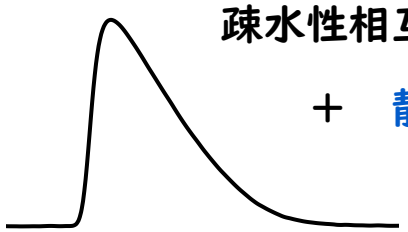


Si-OH → Si-O⁻ ＋ H⁺
シラノールの解離（アニオン）

- カラムの早期劣化
- ロット間差の原因。
- **塩基性化合物の過度な吸着、テーリング。**



Amitriptyline



疎水性相互作用

＋ 静電相互作用
など

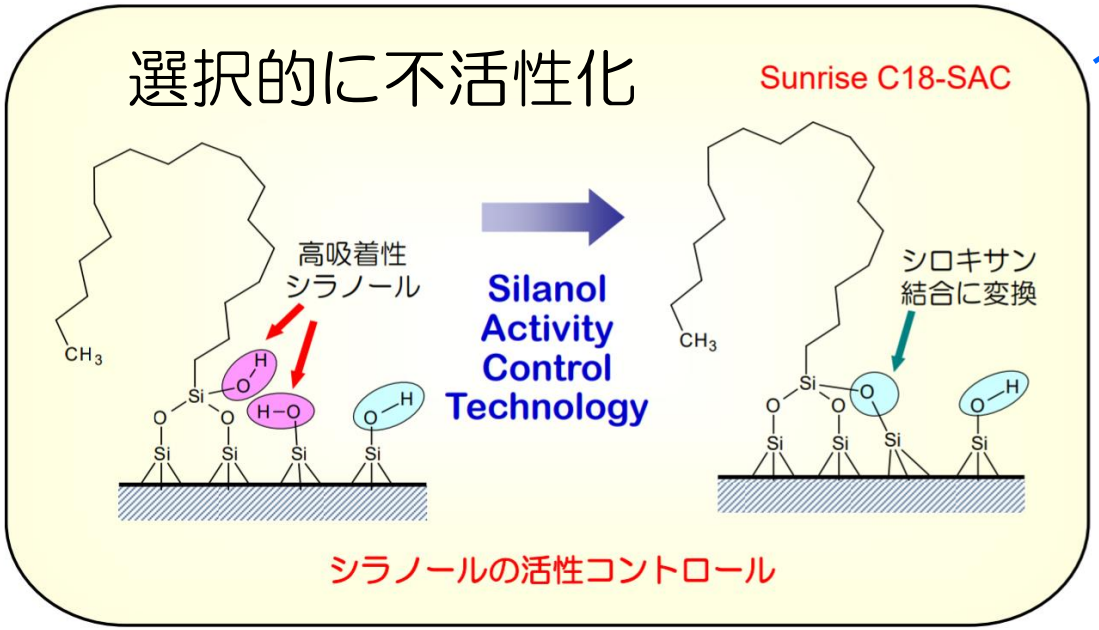
ポイント

吸着要因：疎水性以外の **２次的な** 相互作用の影響

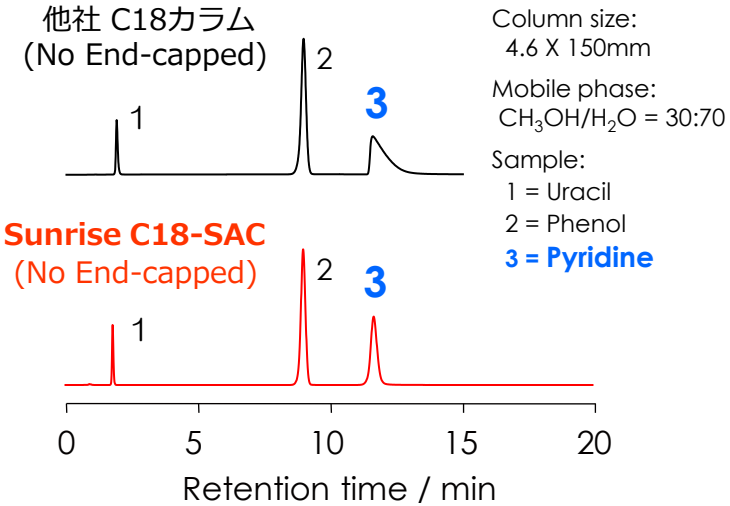
良いシラノールと『悪いシラノール』？

悪いシラノール：不均一な吸着をもたらすシラノール

（疎水基の近傍に位置し、水和を供さない）



塩基性化合物のテーリングを解消

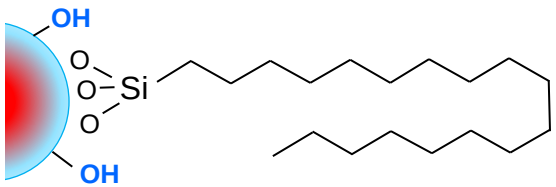


ポイント

２次相互作用を均一化 ➡ **「吸着」から「保持」へ**

シラノール活性コントロール型 C18

C18-SAC



SAC：“**S**ilanol **A**ctivity **C**ontrol”

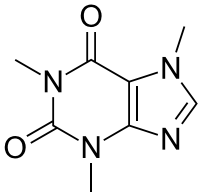
良いシラノール ： 特異な分離と、良好なピーク形状

水素結合性指標

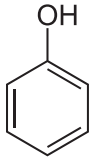
分離係数 α (Caffeine/Phenol)

tanaka test* を基に、自社試験用に諸条件を調整

C : Caffeine

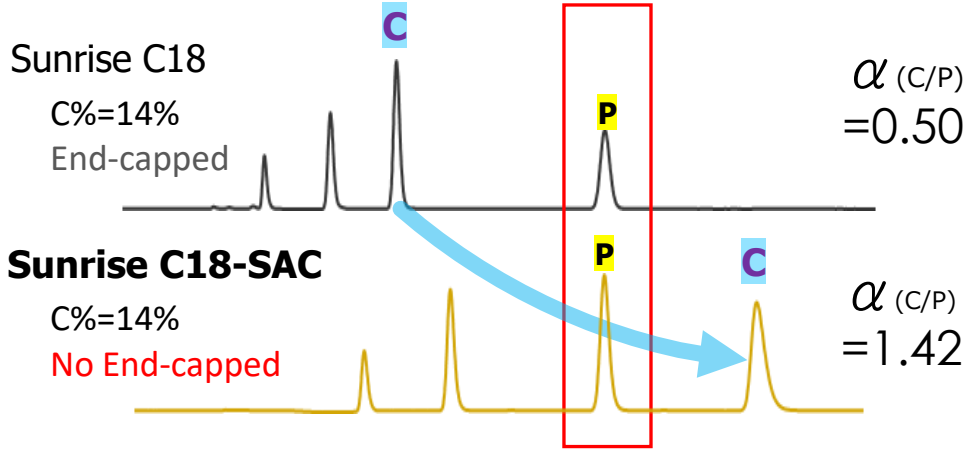


P : Phenol



Log P = -0.07 < Log P = 1.46

（疎水性度は、フェノールが高い。
C18では通常C→Pの順に溶出）



↳ フェノールの保持は変わらず、水素結合形成能の高い
カフェイン保持が増大（シラノールと相互作用）

Column:5 µm, 4.6x150 mm
Mobile phase: CH_3OH/H_2O=30/70
Flow rate: 1.0 mL/min
Temperature: 40 °C

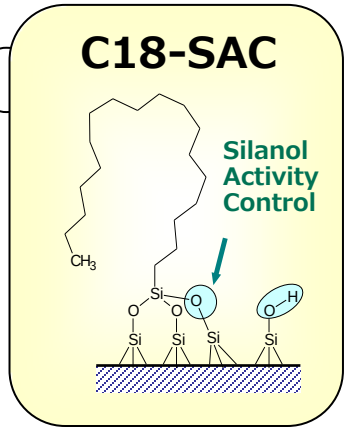
* K. Kimata, K. Iwaguchi, S. Onishi, K. Jinno, R. Eksteen, K. Hosoya, M. Araki, and N. Tanaka, Chromatographic characterization of silica C18 packing materials.Correlation between a preparation method and retention behavior of stationary phase, J. Chromatogr. Sci. 27 (12) (1989) 721–728

シリカコントロール技術の遍歴（2005-）

創業
2005年

N.Nagae

Sunrise
（オリジナル）

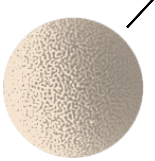


利点
ユニークな選択性

欠点
耐久性 ！

安定性向上のための
シリカコントロール

SunArmor
（アルカリ高耐久化）



シリカゲル粒子

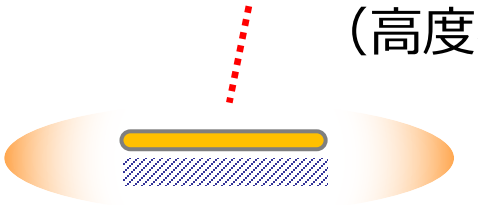
SunShell
2011年～

表面多孔性
（コアシェル）

Sunniest
2008年～

全多孔性

サニエスト エンドキャッピング
~ Sunniest End-capping ~
（高度不活性化*）



＊一部例外あり

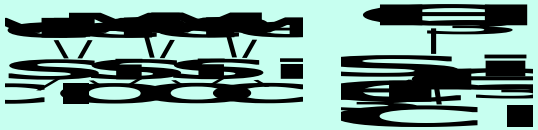
ポイント

耐久性・安定性向上 ➡ **残存シラノール基 徹底抑制**

高度不活性化： Sunniest End-capping

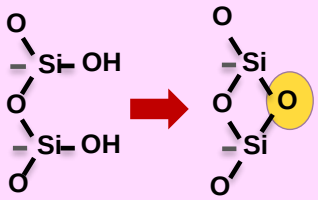
エンドキャッピング不活性化の決定版

エンドキャッピング試薬

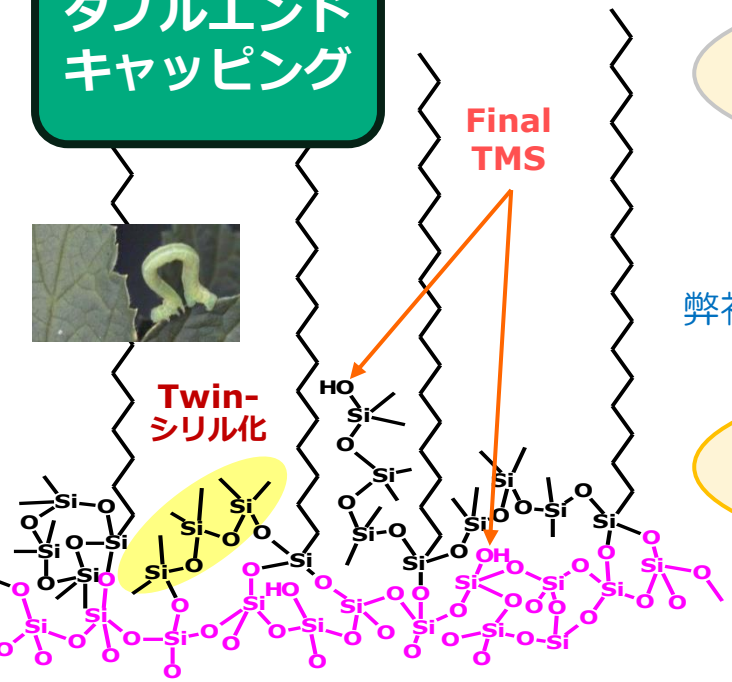


概要

シラノール基からシロキサン結合への変換

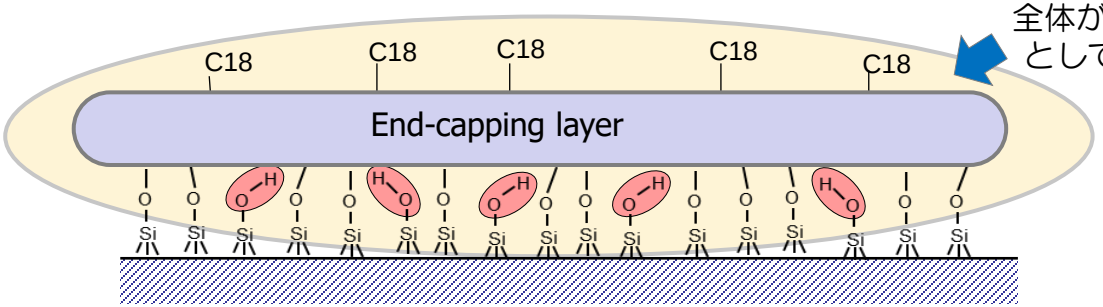


ダブルエンドキャッピング



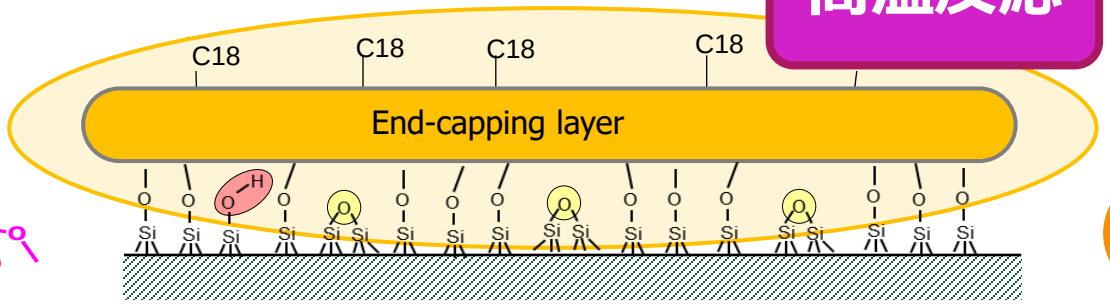
尺取虫のように足場を伸ばす事で
広範なEnd-capping layerを形成

通常のエンドキャピング



弊社独自の高温エンドキャッピング

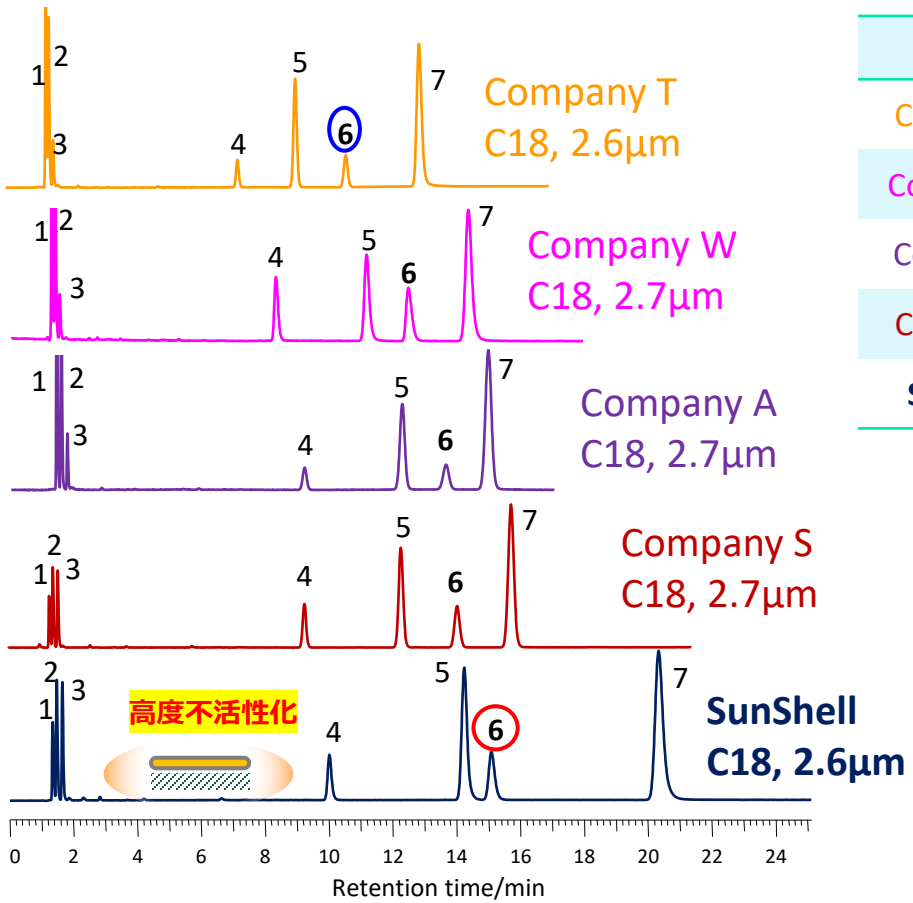
高温反応



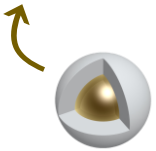
疎水性 大

「多層的な不活性化」

不活性化の効果（炭素含有率と疎水性）

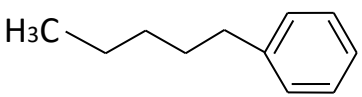


比較したカラム	保持係数 (Peak #6)	炭素含有率 (%)	理論段数 (Peak #6)	圧力 /MPa	圧力あたりの理論段数の比
Company T C18	7.4	9	31,600	22.7	1.4
Company W C18	7.7	6.6	23,300	18.5	1.3
Company A C18	9.0	8	30,200	30.6	1.0
Company S C18	9.7	7.7	31,800	22.2	1.5
SunShell C18	10.4	**7**	31,900	21.8	1.5



表面多孔性
粒子カラム
同士の比較

6. Amylbenzene
（疎水性保持の指標）



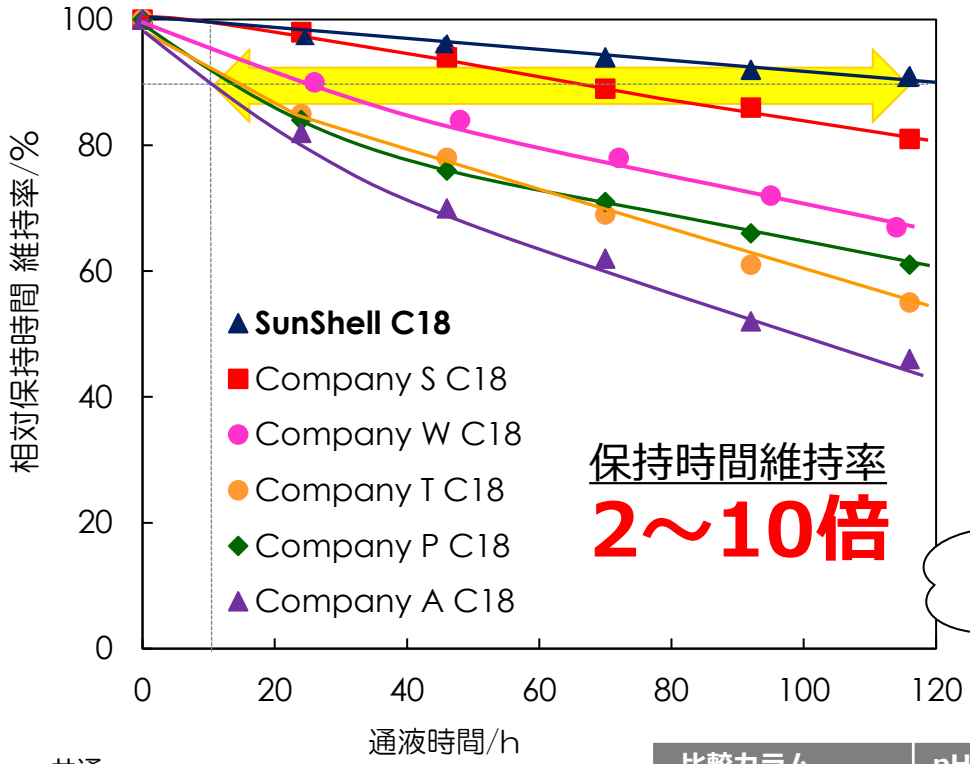
Column : 2.6 µm or 2.7 µm
(Core-Shell) 150 x 4.6 mm
Mobile phase: CH_3OH/H_2O = 75/25
Flow rate: 1.0 mL/min
Temperature: 40 °C
Sample :
1 = Uracil, 2 = Caffeine, 3 = Phenol,
4 = Butylbenzene, 5 = o-Terphenyl,
6 = Amylbenzene, 7 = Triphenylene

炭素含有率（%C）と 疎水性保持力 は、必ずしも連動しない。

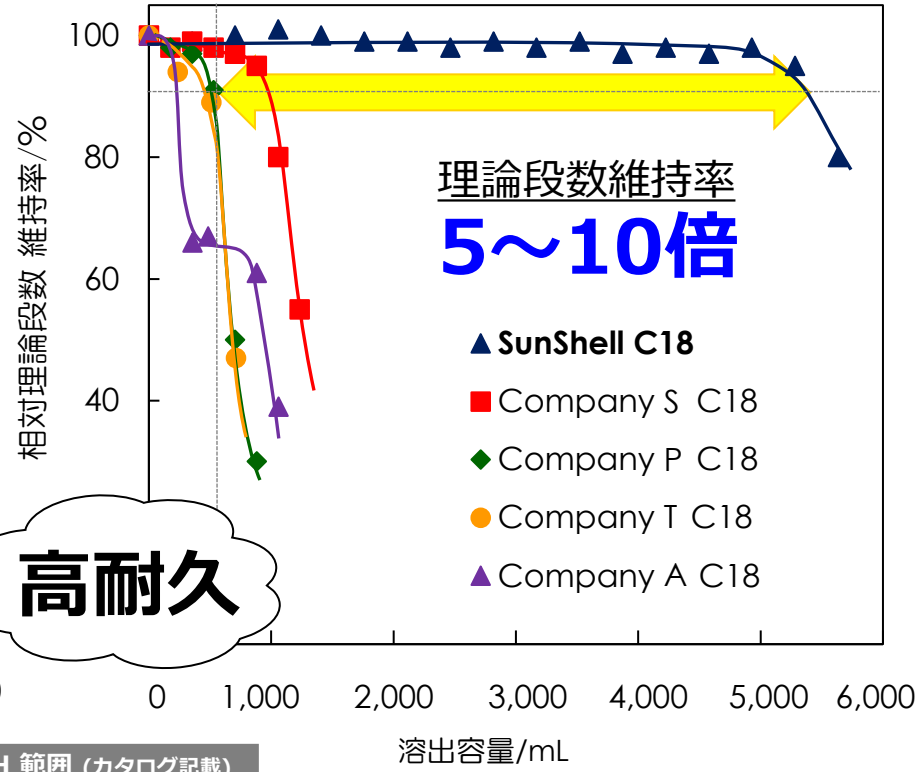
疎水性保持力 … 炭素含有率 ＋ **「不活性さ」**

高度不活性化の効果（低/高 pH耐久性）

酸(pH1) 耐久性試験



塩基(pH10) 耐久性試験



高耐久

共通

Column : 2.6 µm or 2.7 µm 50 x 2.1 mm

酸耐久性試験条件

Mobile phase: CH_3CN/1.0% TFA (pH1) = 10/90

Flow rate: 0.4 mL/min Temperature: 80 °C

保持時間測定条件

Mobile phase: CH_3CN/H_2O=60/40

Flow rate: 0.4 mL/min Temperature: 40 °C

Sample: 1 = Uracil 2 = Butylbenzene

	比較カラム	pH 範囲 (カタログ記載)
▲	**SunShell C18**	**1.5 – 10**
●	Company W C18	2 – 8
■	Company S C18	2 – 9
▲	Company A C18	2 – 9
●	Company T C18	1 – 11
◆	Company P C18	1.5 – 10

塩基耐久性試験条件

Mobile phase: CH_3OH/20mM Sodium borate/ 10mM NaOH = 30/21/49 (pH10)

Flow rate: 0.4 mL/min Temperature: 50 °C

理論段数測定条件

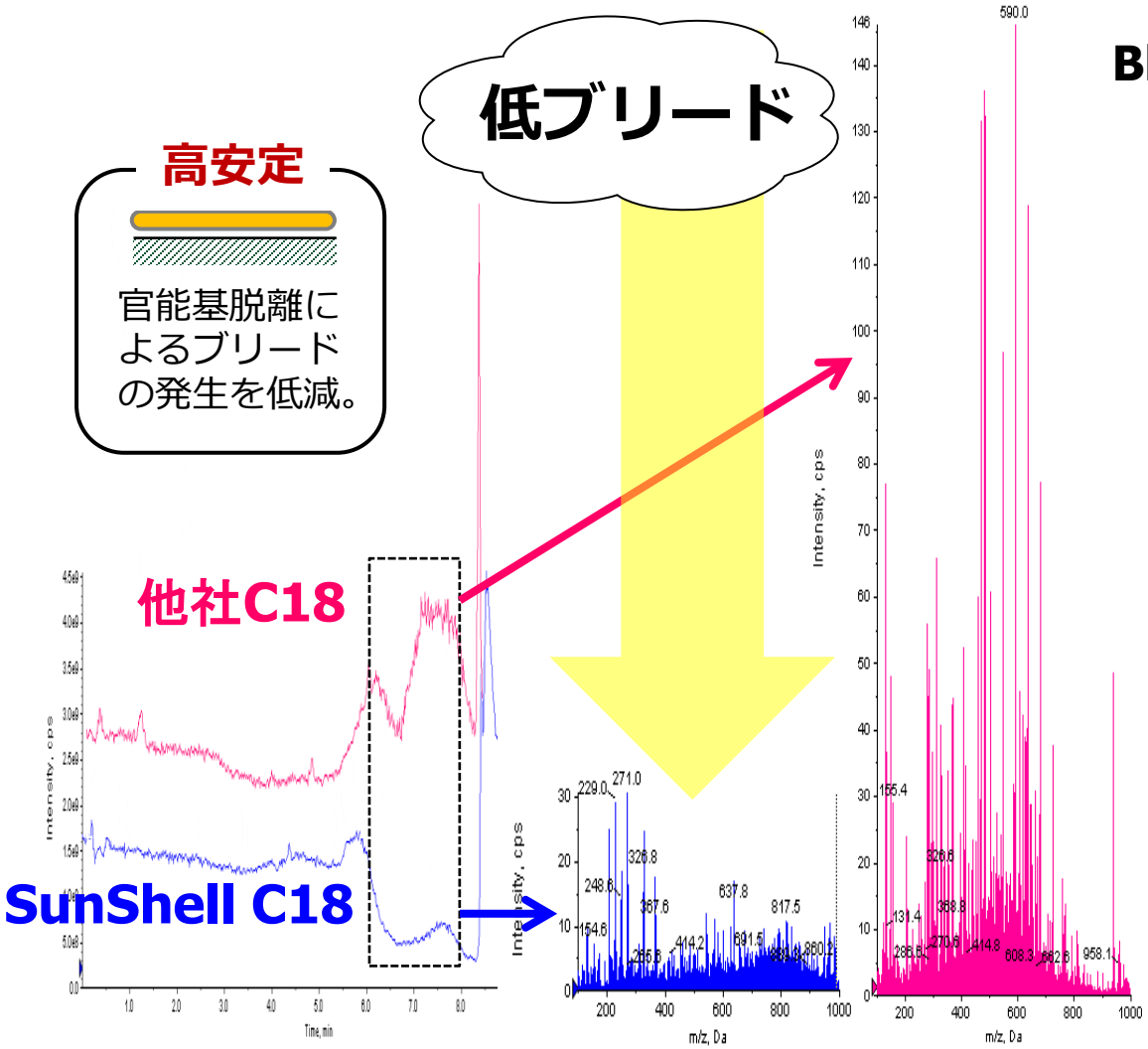
Mobile phase: CH_3OH/H_2O=70/30

Flow rate: 0.4 mL/min Temperature: 40 °C

Sample: 1 = Butylbenzene

高度不活性化の効果（官能基ブリード）

TIC of +Q1　　+Q1: 5.997 min to 7.999 min of Sample



Bleeding test using LC/MS

Column size: 50 x 2.1 mm
Mobile phase:
A) 0.1% acetic acid
B) CH_3CN
Gradient:

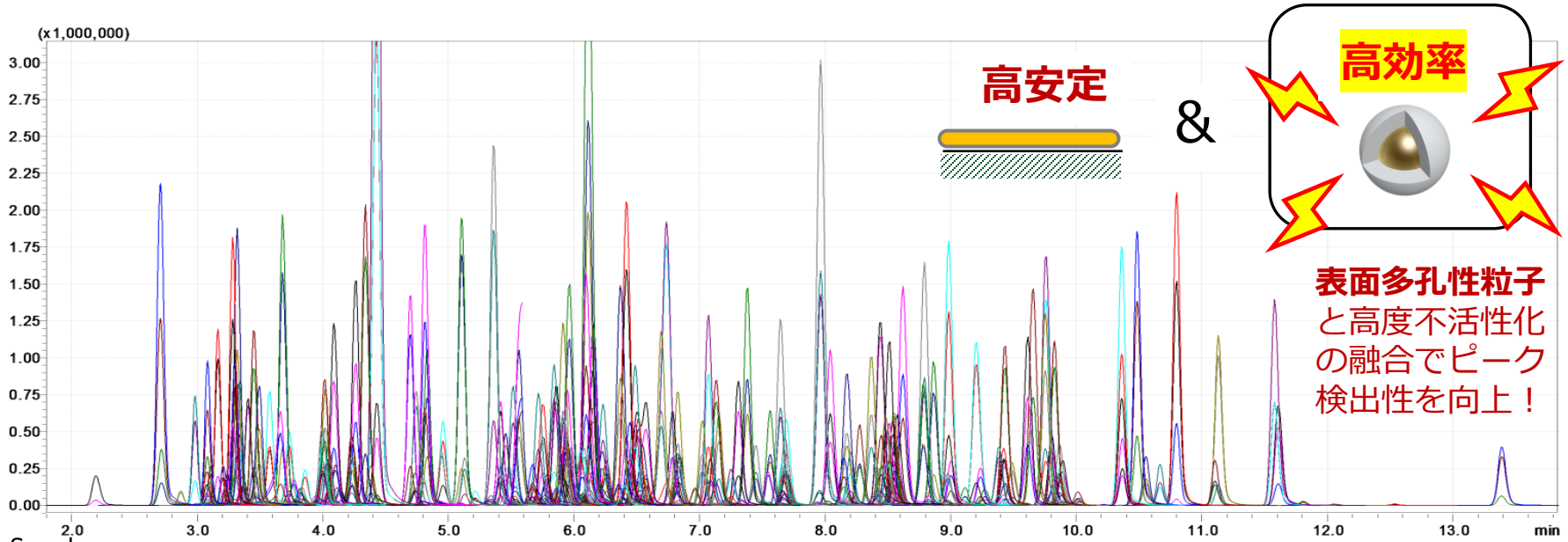
Time:	0min	1min	5min	7min
%B:	5%	5%	100%	100%

Flow rate: 0.4 mL/min
Temperature: 40 °C
MS：ABI API-4000
Ionization:
Turboionspray (cation)
Measurement mode:
Q1 Scan m/z 100-1000

バックグラウンドが下がり

S/N も向上↗

Sunniest End-capping × “Core-Shell”



Sample:

1	Abamectin B1	37	Cymoxanil	73	Fenoxycarb	109	Isopyrazam	145	Paclobutrazole	181	Quinoclamine
2	Acephate	38	Cyproconazole(I)	74	Fenpyroximate	110	Kresoxim-methyl	146	Penconazole	182	Quizalofop-ethyl
3	Acetamiprid	39	Cyproconazole(II)	75	Fentrazamide	111	Linuron	147	Pencycuron	183	Saflufenacil
4	Aldicarb	40	Daimuron	76	Ferimzone(E)	112	Lufenuron	148	Penoxsulam	184	Sethoxydim
5	Amisulbrom	41	Demeton-S-methyl	77	Ferimzone(Z)	113	Malathion	149	Pentoxazone	185	Spinetoram(J)
6	Azimsulfuron	42	Diazinon	78	Flonicamid	114	Mandipropamid	150	Phenthoate	186	Spinetoram(L)
7	Azinphos-methyl	43	Dichlorvos(DDVP)	79	Fluacrypyrim	115	Mefenacet	151	Phosphamidone	187	Spirodiclofen
8	Azoxystrobin	44	Diethofencarb	80	Flubendiamide	116	Mepanipyrim	152	Phoxim	188	Spirotetramat
9	Bendiocarb	45	Diflubenzuron	81	Flucetosulfuron	117	Mepronil	153	Piperophos	189	Sulfoxaflor
10	Bensulfuron-methyl	46	Dimepiperate	82	Fludioxonil	118	Metalaxyl	154	Pirimicarb	190	Tebuconazole
11	Benthiavalicarb-Isopropyl	47	Dimethametryn	83	Flufenacet	119	Metamitron	155	Pirimiphos-methyl	191	Tebufenozide
12	Benzobicyclon	48	Dimethenamid	84	Flufenoxuron	120	Metazosulfuron	156	Probenazole	192	Tebufenpyrad
13	Benzoximate	49	Dimethomorph(E)	85	Fluopicolide	121	Metconazole	157	Profenofos	193	Teflubenzuron
14	Bitertanol	50	Dimethomorph(Z)	86	Fluquinconazole	122	Methabenzthiazuron	158	Propamocarb	194	Terbuthylazine
15	Boscalid	51	Diniconazole	87	Flusilazole	123	Methiocarb	159	Propanil	195	Tetraconazole
16	Bromacil	52	Dinotefuran	88	Flutolanil	124	Methomyl	160	Propaquizafop	196	Thenylchlor
17	Buprofezin	53	Diphenamid	89	Fluxapyroxad	125	Methoxyfenozide	161	Propoxur	197	Thiabendazole
18	Cadusafos	54	Dithiopyr	90	Forchlorfenuron	126	Metobromuron	162	Pyraclofos	198	Thiacloprid
19	Cafenstrole	55	Diuron	91	Fosthiazate	127	Metolcarb	163	Pyraclostrobin	199	Thiamethoxam
20	Carbaryl	56	Edifenphos	92	Furathiocarb	128	Metrafenone	164	Pyrazolate	200	Thiazopyr
21	Carbendazim	57	Esprocarb	93	Gibberellic acid	129	Mevinphos	165	Pyrazophos	201	Thidiazuron
22	Carbofuran	58	Ethaboxam	94	Halosulfuron-methyl	130	Milbemectin A3	166	Pyribenzoxim	202	Thifensulfuron-methyl
23	Carboxin	59	Ethiofencarb	95	Haloxyfop	131	Milbemectin A4	167	Pyributicarb	203	Thiobencarb
24	Carfentrazone-ethyl	60	Ethoprophos	96	Hexaconazole	132	Molinate	168	Pyridaben	204	Thiodicarb
25	Carpropamide	61	Ethoxysulfuron	97	Hexaflumuron	133	Monocrotophos	169	Pyridaphenthion	205	Tiadinil
26	Chlorpyrifos	62	Etofenprox	98	Hexazinone	134	Myclobutanil	170	Pyrifluquinazon	206	Triadimefon
27	Chlorsulfuron	63	Etoxazole	99	Hexythiazox	135	Napropamide	171	Pyriftalid	207	Triazophos
28	Chromafenozide	64	Etrimfos	100	Imazalil	136	Nicosulfuron	172	Pyrimethanil	208	Tricyclazole
29	Clethodim	65	Famoxadone	101	Imazosulfuron	137	Novaluron	173	Pyrimidifen	209	Trifloxystrobin
30	Clofentezine	66	Fenamiphos	102	Imicyafos	138	Nuarimol	174	Pyriminobac-methyl(E)	210	Triflumizole
31	Clomazone	67	Fenarimol	103	Imidacloprid	139	Ofurace	175	Pyriminobac-methyl(Z)	211	Triflumuron
32	Clothianidin	68	Fenazaquin	104	Inabenfide	140	Omethoate	176	Pyrimisulfan	212	Uniconazole
33	Cyazofamid	69	Fenbuconazole	105	Iprobenfos	141	Oxadiazon	177	Pyriproxyfen	213	Vamidothion
34	Cyclosulfamuron	70	Fenhexamid	106	Iprovalicarb	142	Oxadixyl	178	Pyroquilon		
35	Cyflufenamid	71	Fenobucarb	107	Isoprocarb	143	Oxamyl	179	Quinalphos		
36	Cyhalofop-butyl	72	Fenoxaprop-ethyl	108	Isoprothiolane	144	Oxaziclomefon	180	Quinmerac		

多成分一斉分析の系で有用性を発揮

（例）農薬213成分のLC-MS/MS分析

Column: SunShell C18 2.6 µm, 150 x 2.1 mm
Mobile phase: A) 5 mM Ammonium acetate and 0.1% formic acid in H_2O
B) 5 mM Ammonium acetate and 0.1 % formic acid in CH_3OH

Time (min)	0	1	1.5	10	12	12.1	16	16.1	19
% B	15	15	60	60	90	98	98	15	15

Flow rate: 0.3 mL/min
Temperature: 40 °C
Detection: LC/MS/MS (ESI, MRM), Shimadzu LCMS-8050
Injection volume: 3 µL (10ppb pesticide STD)

世界のコアシェルカラム（33社）

※ 2021年当社調べ

	Manufacturer	Brand	Particle size (μm)	Porous layer thickness (μm)	Pore diameter (nm)	Surface area (m^2/g)	Bonded phase
1	Acchrom	StarCore	2.0, 2.7, 4.6	0.4, 0.5, 0.6	9, 16	120, 135, 90	C18, C18 AQ, C8, Phenyl-Hexyl, PFP, HILIC,
2	Advanced Materials Technologies	HALO	2.0, 2.7, 3.4, 4.6	0.2, 0.4, 0.5, 0.6	9, 16, 40, 100	120, 135, 15, 90	C18, C8, Phenyl-Hexyl, Biphenyl, PFP, Cyano, RP-Amide, HILIC, Pentahydroxy-HILIC, C4, Glycan
3	Agilent Technologies	PoroShell	1.9, 2.7, 4, 5	0.25, 0.5	12, 30	130	C18, C8, Phenyl-Hexyl, PFP, SB-Aq, Cyano, HILIC
4	Bonna-Agela	Bonshell	2.7		9	150	C18
5	ChromaNik Technologies	SunShell	2.0, 2.6, 3.4, 3.5, 4.6	0.2, 0.4, 0.5, 0.6	9, 12, 16, 30, 100	150, 90, 40, 15, 22	C18, RP-AQUA, C8, PFP,PFP&C18 Pnenyl-Hexyl, Biphenyl, 2-Etheylpyridine, HILIC-Amide, C30, Hexafunctional C18, C4
6	Dr Maisch	ReproShell	2.6, 2.7, 5		8, 9	130, 140	C18, C8, Biphenyl, Phenyl-hexyl, PFP, Si
7	Esporalab	Thunder CS	2.6, 3.5	0.5, 0.6	9	150	C18, Biphenyl, HILIC
8	Fortis Technologies	SpeedCore	2.6, 3.5, 5	0.4	8, 16, 30	140	C18, C18-Amide, C18-PFP, Diphenyl, PFP, HILIC C8, C4
9	FUJIFILM	Wakopak Core C18 ADRA	2.6				C18 C18,RP-AQUA
10	GL Sciences	InertCore	2.4	0.3	9	100	C18
11	Glantreo	Eiroshell	1.7, 2.6		10, 30	130, 100	C18, C4, Phenyl-Hexyl, PFP, SILICA
12	Guangzhou Techway	GOWON	2.0, 2.7, 4.6	0.4, 0.5, 0.6	9, 16	120, 135, 90	C18, C18 AQ, C8, Phenyl-Hexyl, PFP, HI
13	Horizon Chromatography	AURASHELL	2.7, 3.5	0.25, .5	9, 16, 30	130, 90, 20	C18, C18/PFP, C4, HILIC
14	Interchim	Uptisphere CS Evolution	2.6	0.5		130	C18
15	Knauer	BlueShell	2.6, 4.5				
16	Merck (supelco)	Ascentis Express BioShell	2.0, 2.7				o, PFP,
17	Macherey-Nagel	NucleoShell					
18	Nacalai Tesque	CosmoCore					
19	Nanologica	SVEA Core					
20	Nouryon	Kromasil ClassicS EternityShell					
21	Perkin Elmer	Brownlee SPP					
22	Phenomenex	Kinetex/ Aeris					
23	Restek	Raptor					
24	Sepax Technologies	Opalshell					
25	Osaka Soda	Capcell Core					
26	SCAS	Sumipax ODS Z-Shell					
27	Shimadzu	Shim-pack Velox					
28	SIELC Technologies	Coresep					RP + anion exchange, HILIC +
29	Thermo Scientific	Accucore	2		8, 15	130	C18, C8, C4, AQ, Phenyl-Hexyl, Phenyl, C30, PFP, HILIC
30	VWR	UltraCore UltraCore BIO	2.		9.5, 30, 50	115, 130, 16, 23	C18, C4, Phenyl-hexyl, Biphenyl, Diphenyl
31	Waters	Cortecs	1.6	0.26	9	100	C18, C8, Phenyl-Hexyl, HILIC
32	Welch	Boltimate	2.7	0.5	9	120	C18, Phenyl-Hexyl, PFP, HILIC
33	YMC	Meteoric Core	2.7	0.5	8, 16	150, 90	C18, C8

国内メーカー最古参。粒子&固定相、幅広いバリエーション！

表面多孔性（コアシェル）粒子に関しては、技術資料・日本分析化学会機関誌等で詳報しております。別刷りもご提供可能ですので、当社までご希望の旨をお知らせ下さい。

＜参考＞

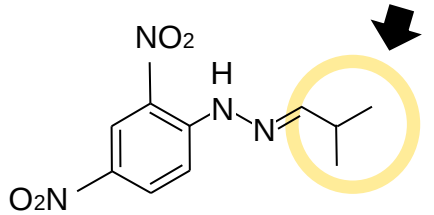
長江　徳和，塚本　友康：ぶんせき，**2021（7）**，322-328

Chromanik Technical Note S1011：コアシェル構造の優位性～どうしてコアシェル粒子は理論段数が高くなるのか？～

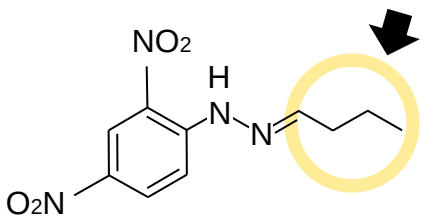
C18以外の逆相カラムを必要とする場面

例

- 疎水性が同等
- 構造の僅かな差
- 位置異性体、他

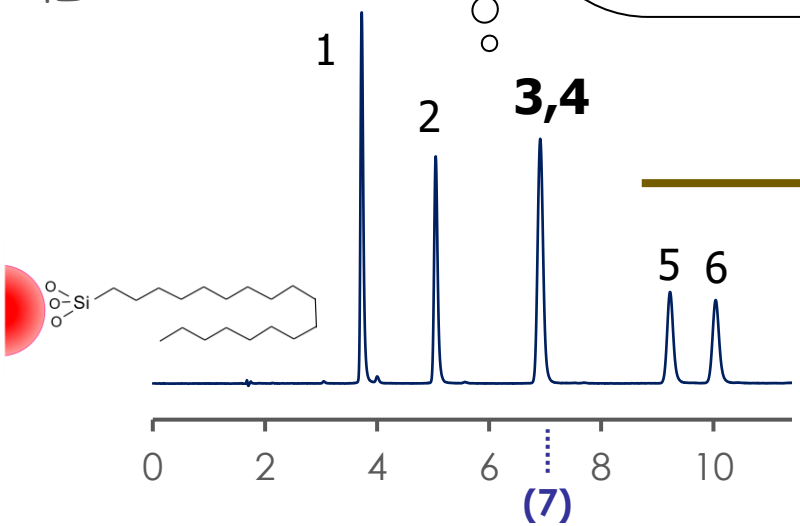


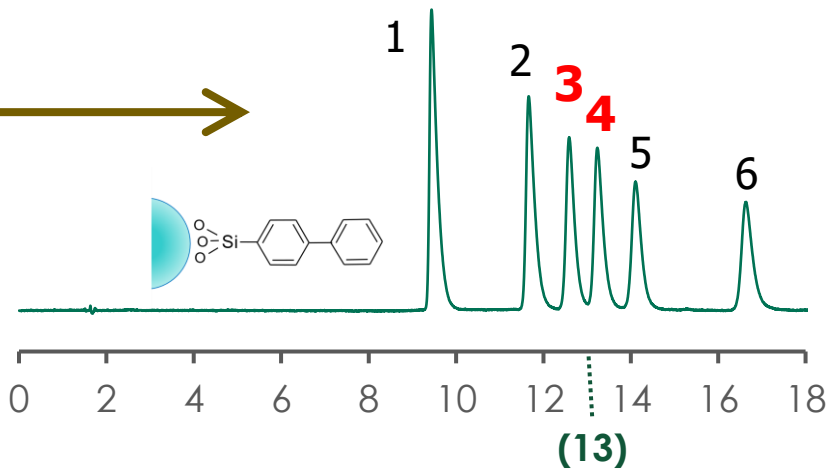
3. iso-Butyraldehyde-DNPH



4. n-Butyraldehyde-DNPH

※ MSフラグメント上も、見分けが付きにくい。



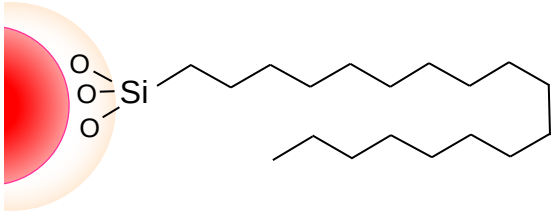


Column: SunShell 2.6 µm, 150 x 4.6 mm
Mobile phase: IPA:MeOH:H2O=25:40:35
Temperature: 40 °C
Detection: UV@360 nm

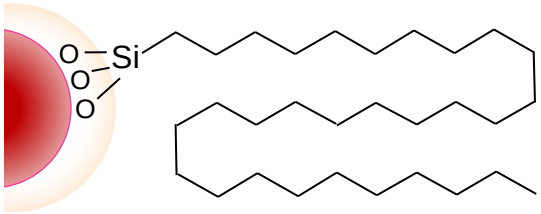
Sample:
1. Acetaldehyde-DNPH
2. Propionaldehyde-DNPH
3. iso-Butyraldehyde-DNPH
4. n-Butyraldehyde-DNPH
5. iso-Valeraldehyde-DNPH
6. n-Valeraldehyde-DNPH

高度不活性化を適用可能な 逆相カラム

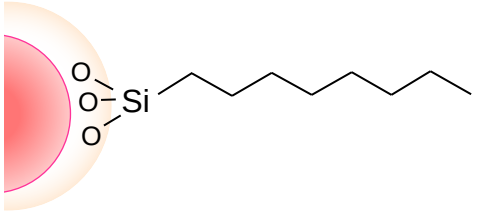
C18
（ODS）



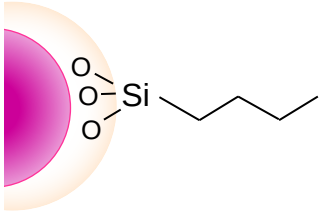
RP-AQUA



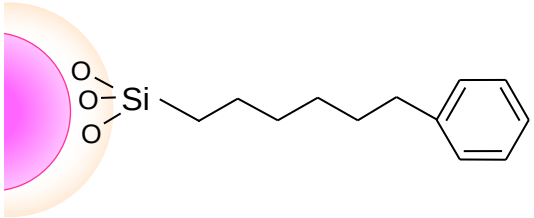
C8



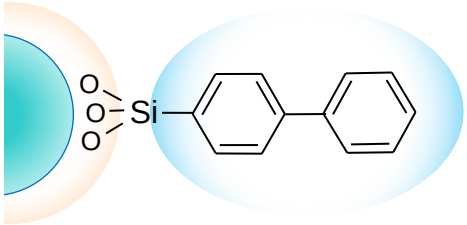
C4

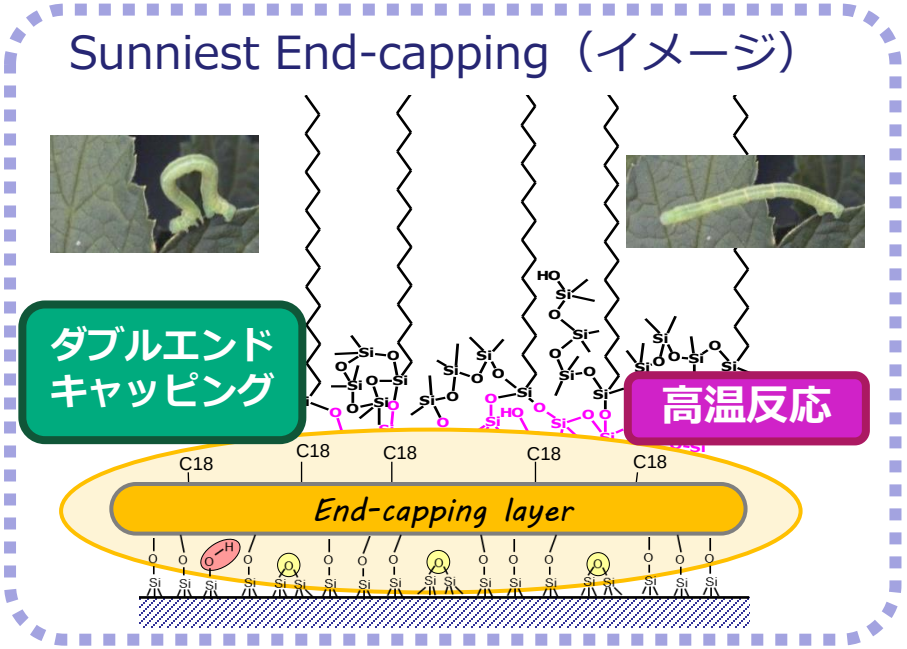


Phenyl



Biphenyl



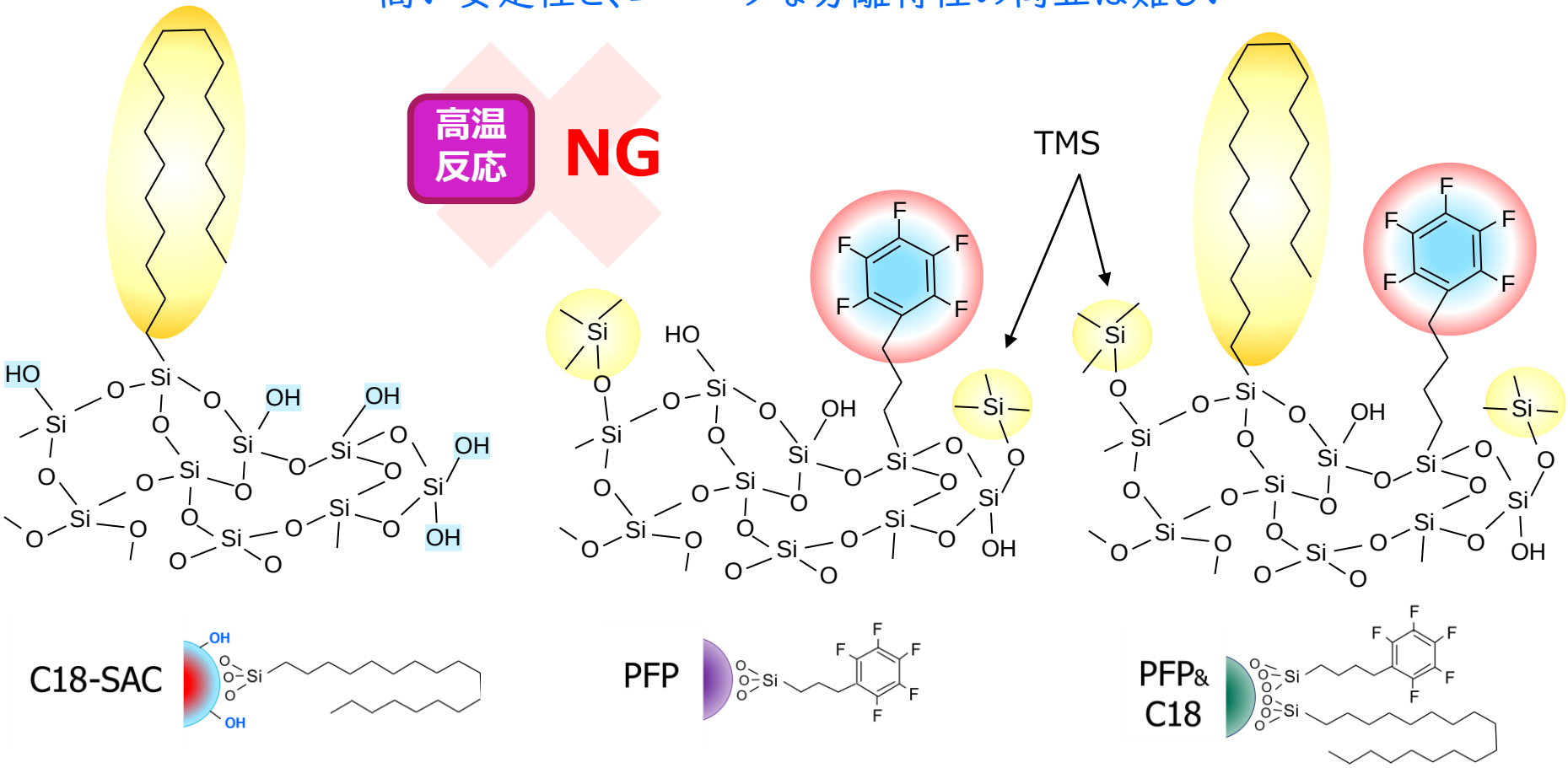


高い安定性と、ユニークな分離特性

二刀流

参考：Sunniest End-capping 適用不可

～ 高い安定性と、ユニークな分離特性の両立は難しい ～



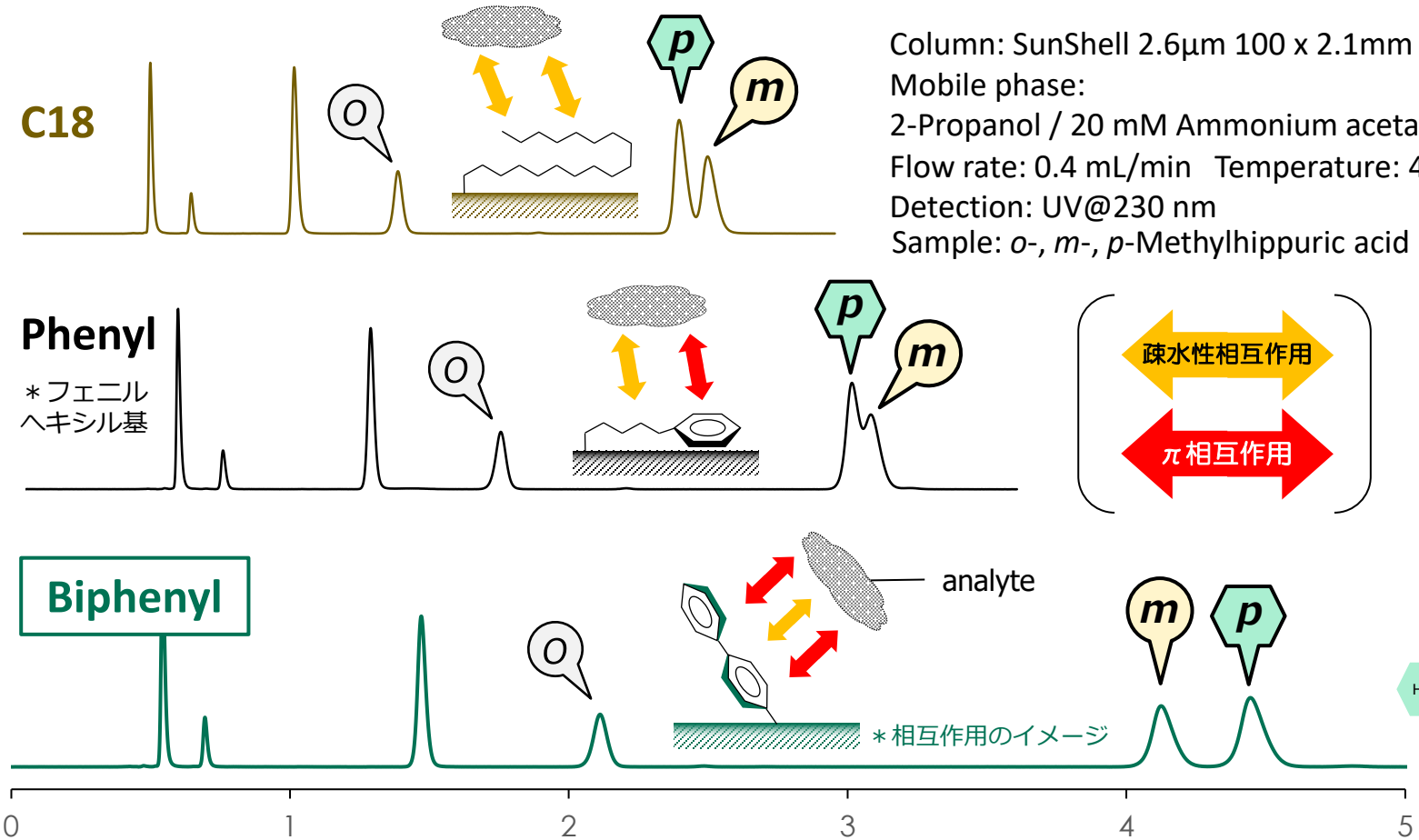
シラノールに選択性を依存するため処理不可

高温処理するとPFPが変質するため不可

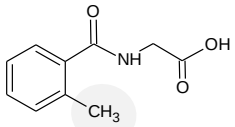
高温処理の代わりにC18を導入し安定化

Biphenyl：o,m,p-メチル馬尿酸の分離

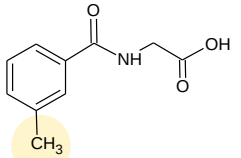
Biphenylの特徴：**Phenylより強固に作用するπ相互作用**



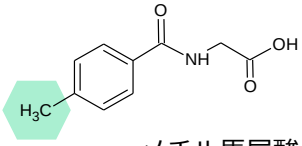
Column: SunShell 2.6µm 100 x 2.1mm
Mobile phase:
2-Propanol / 20 mM Ammonium acetate (pH 6.8) = 3/97
Flow rate: 0.4 mL/min　Temperature: 40 ℃
Detection: UV@230 nm
Sample: *o*-, *m*-, *p*-Methylhippuric acid



o -メチル馬尿酸



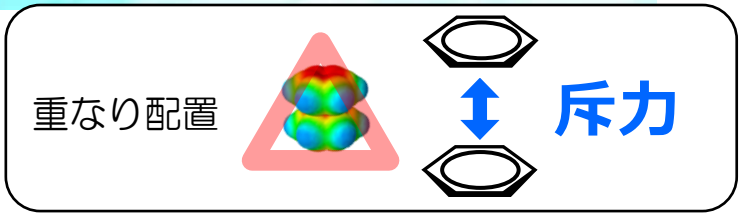
m -メチル馬尿酸

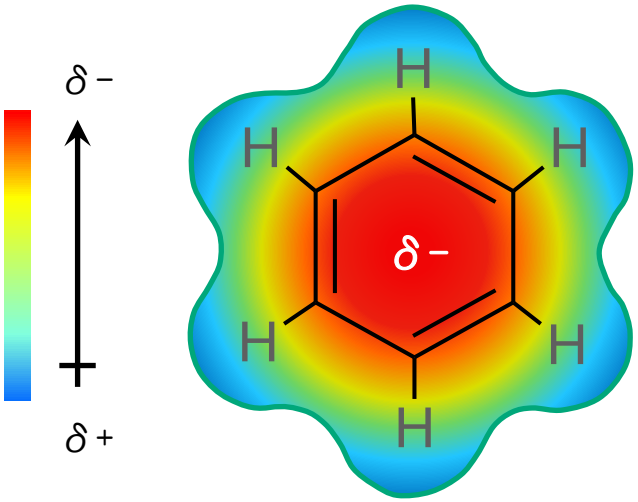


p - メチル馬尿酸

疎水基を介さない。極性基の特性（**π電子性**）を最大化

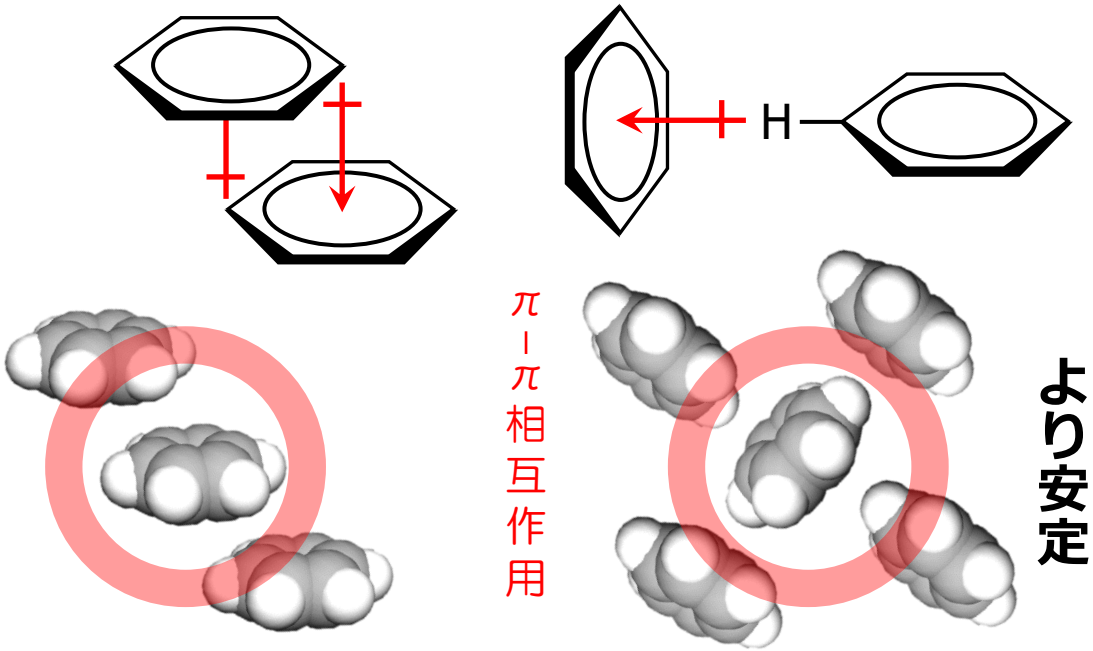
π-π相互作用の誤解





ベンゼンの静電ポテンシャルマップ（イメージ）

＊分子としては無極性でも、相互作用に着目するとフェニルは「**極性基**」。電気陰性度の大きい分子(C他)と結合した**H**を引き付ける。

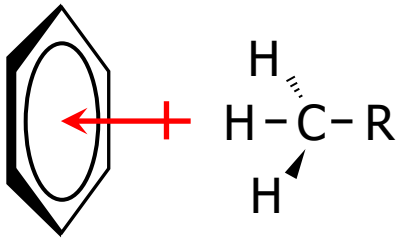


ずれた平行配置　　T字型配置

π−π相互作用：フェニルカラムの特徴と言われるが、共役系（芳香環・多重結合）化合物を**保持するとは限らない。**

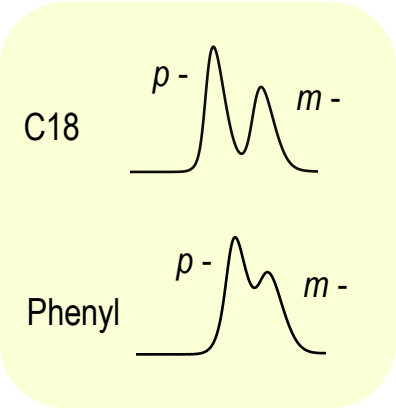
多様なπ相互作用：カチオン−π、ハロゲン−π相互作用、π水素結合（NH−π相互作用、OH−π相互作用）．．．

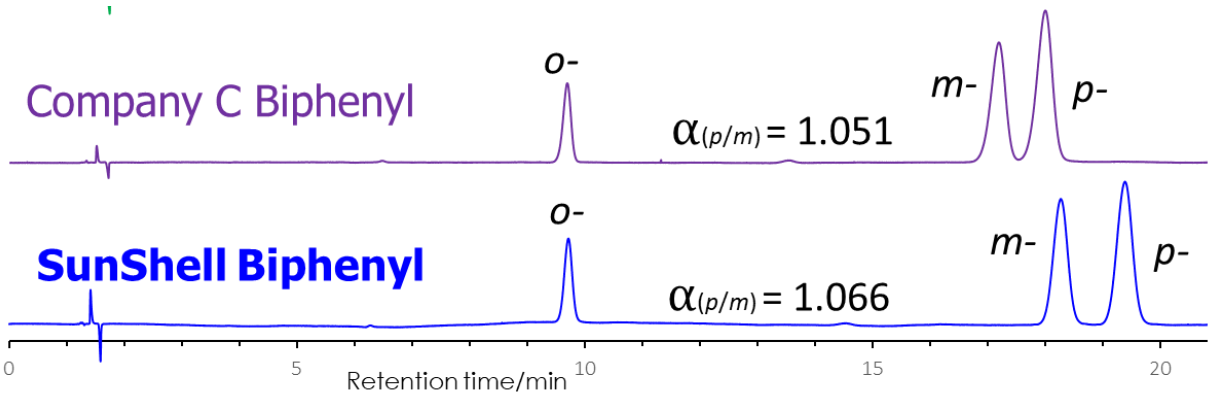
逆相条件下で注目：**CH-π相互作用**



Biphenylカラムと、「CH−π 選択性」

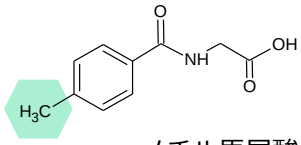
CH−π相互作用：Biphenylと分子内相互作用との綱引き



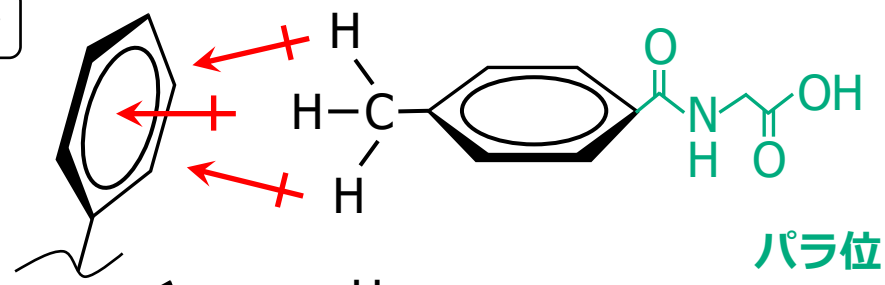


C18、Phenylカラムでの保持はBiphenylより弱く、溶出順序は共に「**p−,m−**」

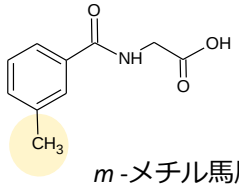
相互作用のイメージ



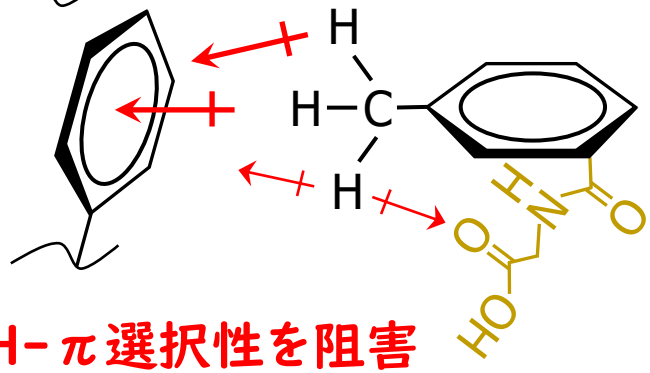
p - メチル馬尿酸



パラ位



m -メチル馬尿酸



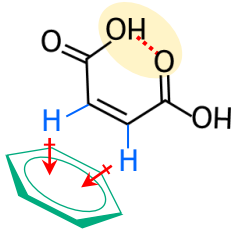
メタ位

Column:
2.6 µm or 2.7 µm (Core-Shell) 150 x 4.6 mm
Flow rate: 1.0 mL/min Temperature: 40 °C
Mobile phase:
2-Propanol/25 mM Phosphate buffer (pH 3.0)
Detection:UV@230 nm
Sample: *o*-, *m*-, *p*-Methylhippuric acid

順序逆転の理由：分子内相互作用が、**CH−π選択性を阻害**

分子内相互作用と、π電子保持性

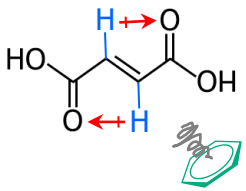
分子内水素結合



6. Maleic acid
（マレイン酸）

疎水性相互作用 ≒ π相互作用

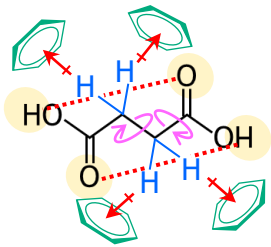
分子内水素結合なし



9. Fumaric acid
（フマル酸）

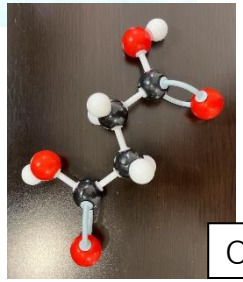
疎水性相互作用 > π相互作用

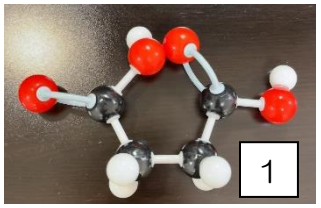
分子内水素結合 × 2

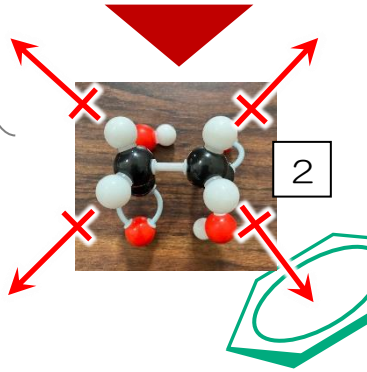


8. Succinic acid
（コハク酸）

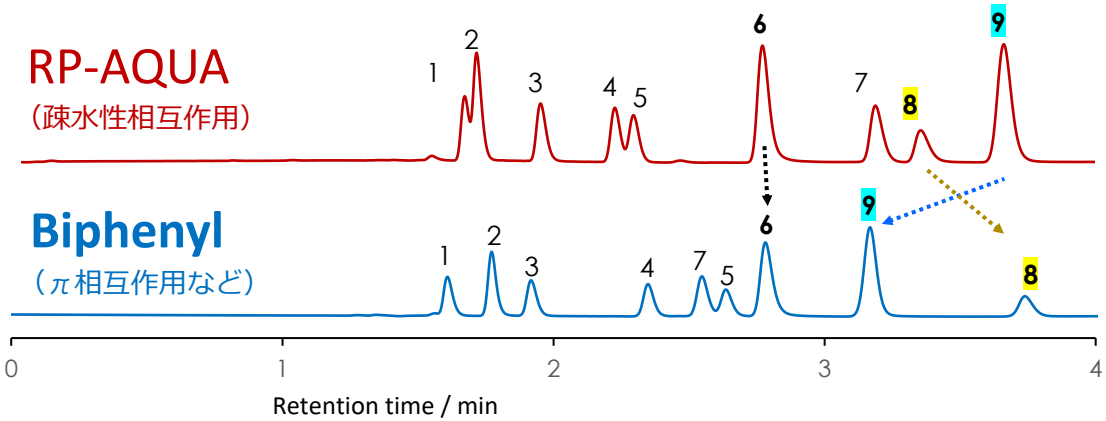
疎水性相互作用 < π相互作用







分子内相互作用で安定化するほど、**π電子に基づく保持性が増大**



Column: SunShell 2.6 μm, 150 x 4.6 mm

Mobile phase: 0.1% H_3PO_4
Flow rate: 1.0 mL/min
Column pressure: 18 MPa

Temperature: 40 ºC
Detection: UV@210nm
Injection volume: 1 μL

Sample:

1. Tartaric acid
2. Formic acid
3. Malic acid
4. Lactic acid
5. Acetic acid
6. Maleic acid
7. Citric acid
8. Succinic acid
9. Fumaric acid

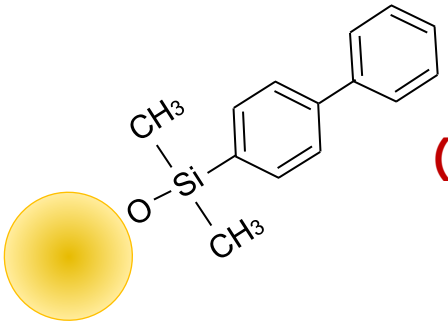
Biphenylカラム４種の比較：基本情報

市販Biphenyl：炭素含有率（C%），結合基などの対比

仕様（各メーカーカタログ記載より） ※比較カラムは何れもコアシェル粒子2.6 μm 又は 2.7 μm

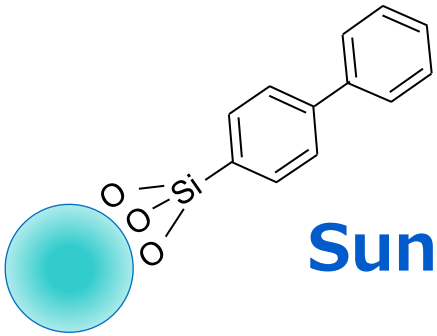
比較カラム	C%	結合基の情報	比表面積	エンドキャップ	使用pH範囲
Company **A**	* 11 %	Biphenyl * ←未記載	100 m^2/g	TMS	1.5 - 8.5
Company **B**	7 %	Biphenyldimethylsilane	150 m^2/g	Yes	1.5 - 8.0
Company **C**	7 %	Biphenyldimethylsilane	150 m^2/g	Yes	1.5 – 9.0
SunShell	5 %	**Biphenyl （三官能性）**	150 m^2/g	*Sunniest end-capping*	1.5 – 9.0

＊ Company Aのみ、炭素含有率の算出方法が異なる。又、結合基はB,C同様「**一官能性Biphenyl**」と見られる。（後述）



（Company A）
Company B
Company C

一官能性



SunShell

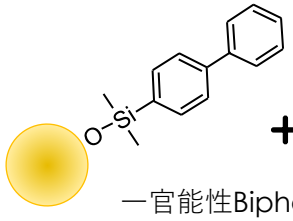
三官能性

Biphenylカラム４種の比較：低吸着性

残存シラノールによる、塩基性化合物の吸着性確認試験

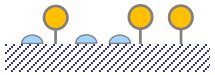
アミトリプチリンのテーリングファクター（TF）比較

Biphenylカラムも色々



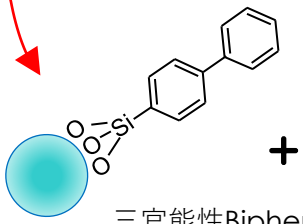
一官能性Biphenyl

End-capping (TMS等)



イメージ

試薬・不活性度のちがい。



三官能性Biphenyl

Sunniest End-capping

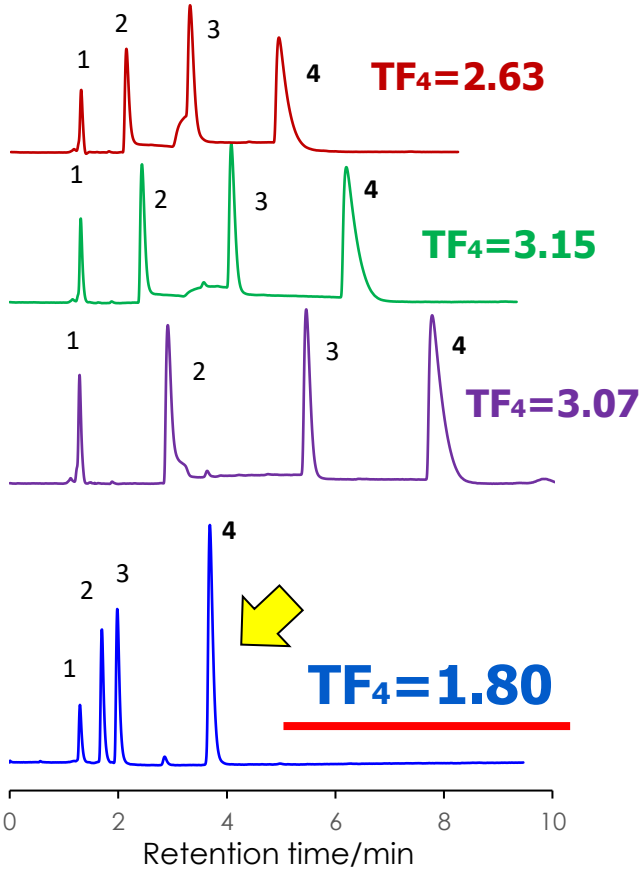
Company A Biphenyl

Company B Biphenyl

Company C Biphenyl

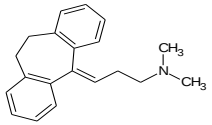
SunShell Biphenyl

最も低吸着



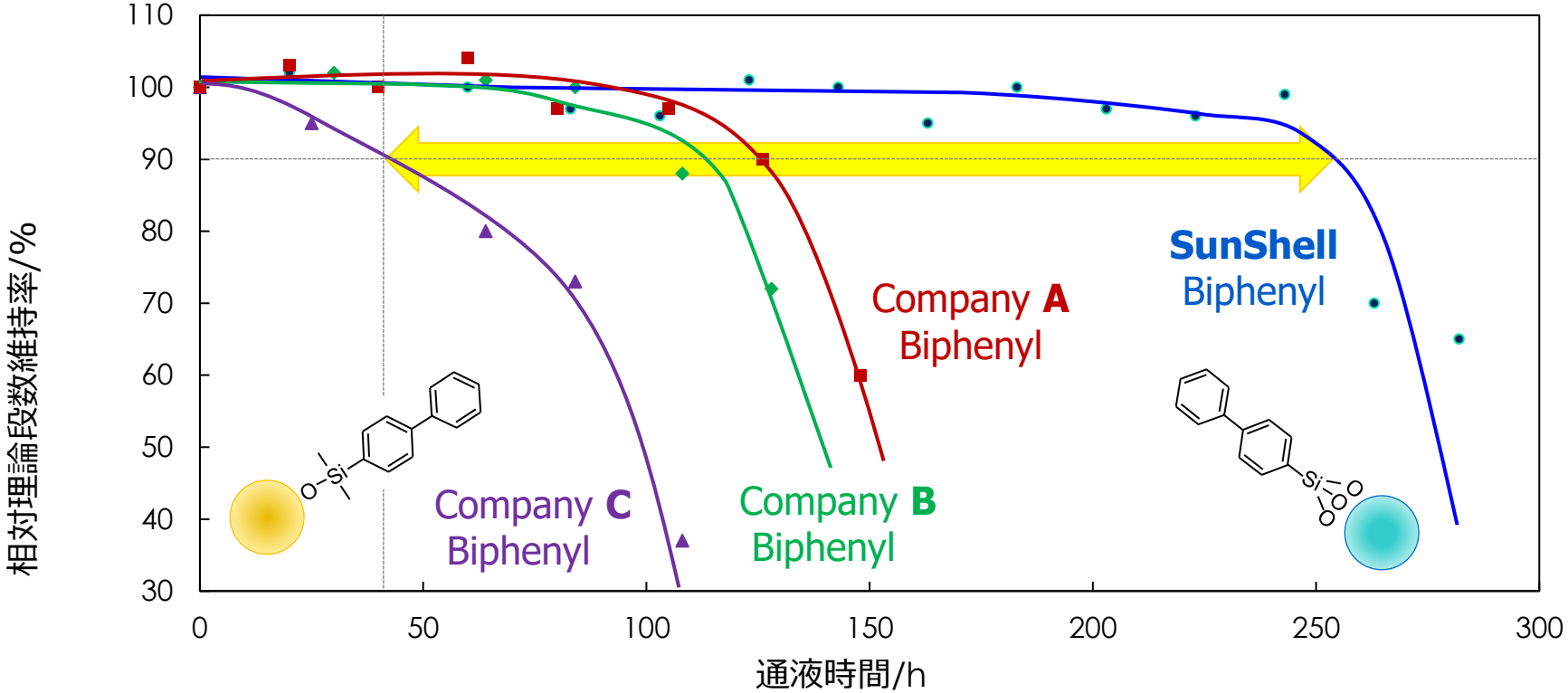
Mobile phase: Acetonitrile / 20 mM Phosphate Buffer(pH 7.0) =60/40
Column : 2.6 µm or 2.7µm (Core-Shell) 150 x 4.6 mm　Flow rate : 1.0 mL/min
Temperature: 40 ℃　Detection:UV@250 nm
Sample : 1 = Uracil, 2 = Propranolol, 3 = Nortriptyline, 4 = Amitriptyline

Amitriptyline
(#4)



Biphenylカラム４種の比較：耐久性

弱塩基性移動相（pH8.0）を連続通液した際の、カラム耐久性の比較



初期理論段数（100%）から維持率90%に落ちる迄の通液時間を比較。

理論段数維持率 **2～6倍**

耐久性試験条件

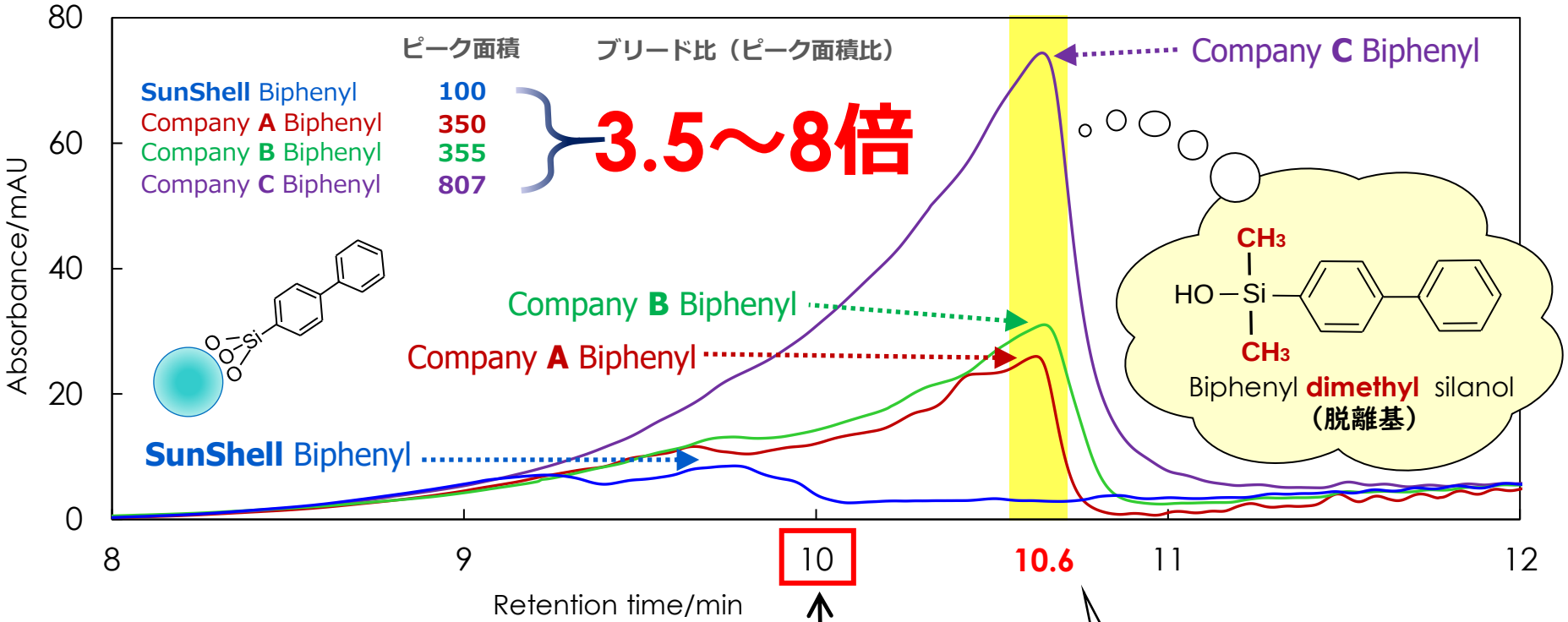
Column dimension: 50 x 2.1 mm
Mobile phase: **20 mM Sodium phosphate (pH 8.0)**
Flow rate: 0.2 mL/min
Temperature: 40 °C

理論段数測定条件

Mobile phase: CH_3CN/H_2O=50/50
Flow rate: 0.2 mL/min
Temperature: 40 °C
Detection: UV@250 nm
Sample: Butylbenzene

Biphenylカラム４種の比較：安定性

酸による官能基脱離と、有機溶媒グラジエント時のベースラインの差



ブリード試験条件

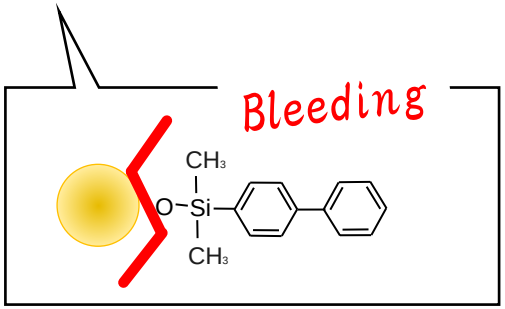
Column dimension: 50 x 2.1 mm
Mobile phase: A) **1% H_3PO_4 (pH 1.2)**
B) Acetonitrile
Flow rate: 0.3 mL/min
Temperature: 40 ºC
Detection: UV@250 nm

Gradient program

Time (min)	0	5	10	17	18	35
%B	10	10	90	90	10	10

Chromatogram of a base line at the third gradient cycle

酸リッチな条件で所定時間通液後、アセトニトリル比を上げてカラム内の残留物を溶出した。



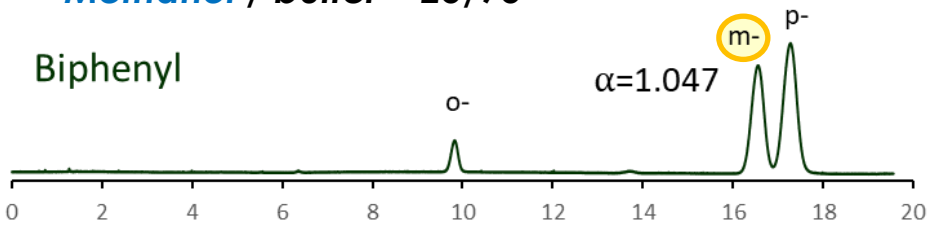
酸加水分解

Biphenylカラム：有機溶媒選択のコツ

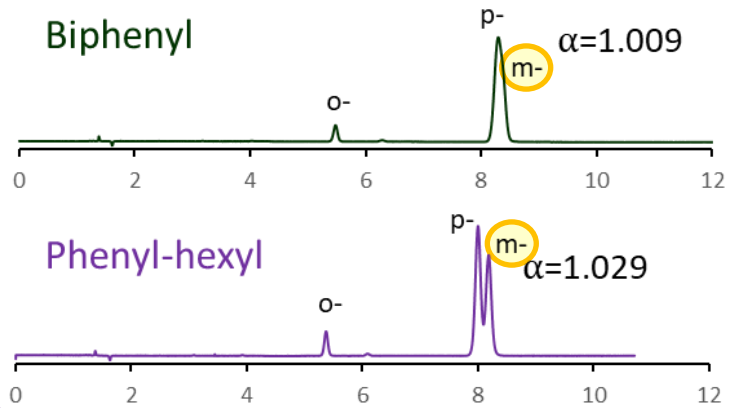
有機溶媒種による分離影響

π相互作用が抑制される

Methanol / buffer = 25/75

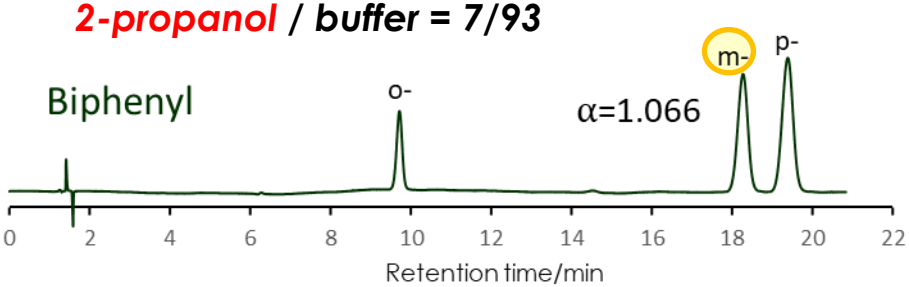


Acetonitrile / buffer = 13.5/86.5



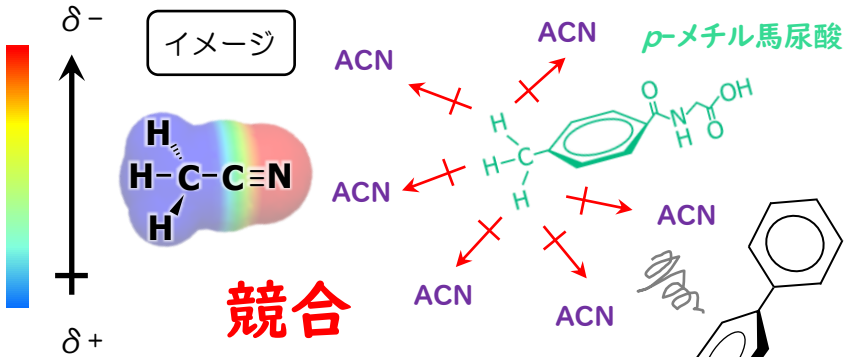
メタノール、2-プロパノールを移動相に用いると、π電子に基づく保持選択性が最大限に発揮される。

2-propanol / buffer = 7/93



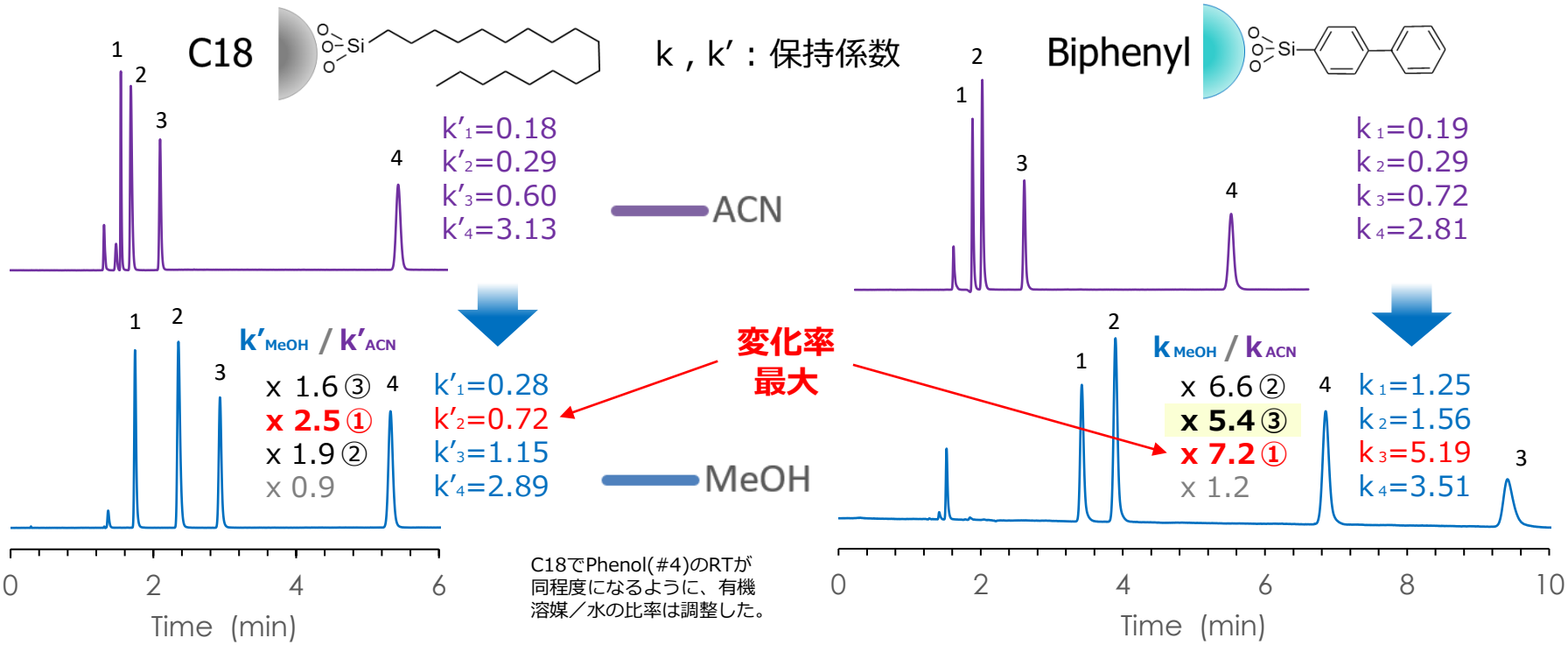
Column: SunShell Biphenyl 2.6 µm 150 x 4.6 mm
Mobile phase: Organic solvent/25 mM Phosphate buffer pH 3.0
Flow rate: 1.0 mL/min Temperature: 40 °C Detection: UV@230 nm
Sample: *o*-, *m*-, *p*-Methylhippuric acid

アセトニトリルの三重結合（π電子）の影響



アセトニトリル(ACN)の
静電ポテンシャルマップ

有機溶媒の違いに見る選択性への影響 I

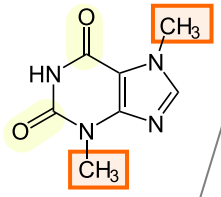


C18でPhenol(#4)のRTが同程度になるように、有機溶媒／水の比率は調整した。

（各Methyl基のCH-π認識力：■High　●Medium… 2 個の＞C=Oに挟まれ相対的に小さい。）

Sample:

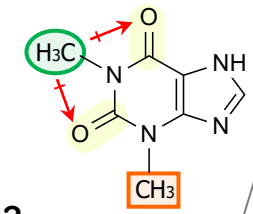
1. Theobromine



○■■

log *P*: -0.78

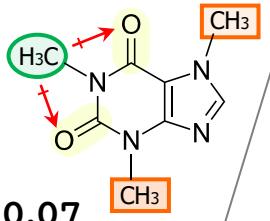
2. Theophylline



●■□

log *P*: -0.02

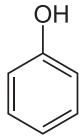
3. Caffeine



●■■

log *P*: -0.07

4. Phenol



log *P*: 1.46

Mobile phase: **Acetonitrile**(ACN) / Buffer* = **20.5**/79.5 or **Methanol**(MeOH)/ Buffer* = **30**/70　**＊20 mM Ammonium Acetate Buffer(pH 4.7)**
Column : SunShell 2.6 µm C18 or Biphenyl 150 x 4.6 mm　Flow rate : 1.0 mL/min　Temperature: 40 ℃　Detection:UV@250 nm

有機溶媒の違いに見る選択性への影響 Ⅱ

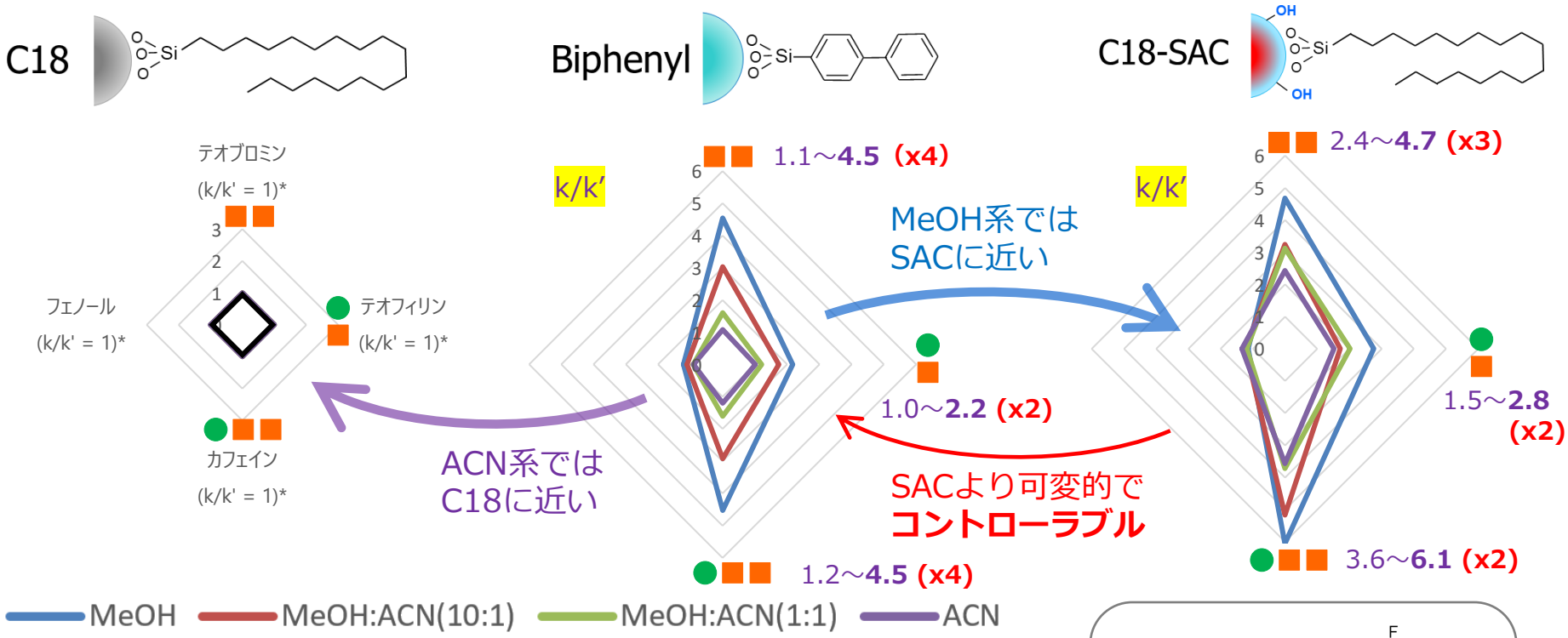
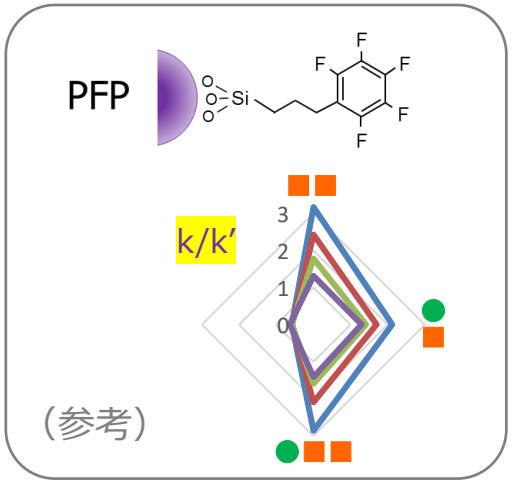


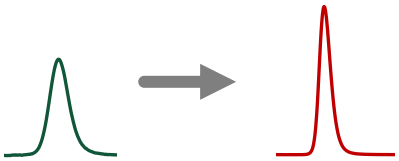
図:C18での各移動相・試料の保持係数(**k'**)を基準に比較カラム同一条件における保持係数(**k**)との比を、**C18との相違性を表す指標（k/k'）**として示した。

Biphenylは、**C18と異なる選択性**を幅広く持ち合わせ、且つ**可変的。**



最高性能を引き出す。あらゆるHPLCで。

プロミナート
Prominert

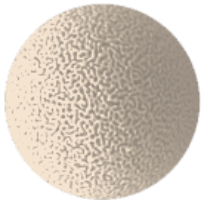


低圧力でも高理論段、
カラム効率を最大化

20MPa以内で、UHPLC-likeな分離を実現

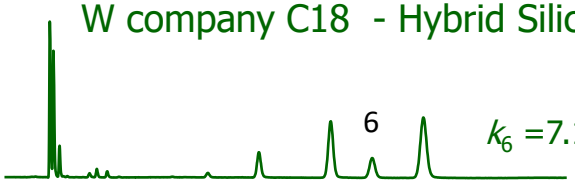
"3.5 µm particle"

&



"Conventional HPLC system"

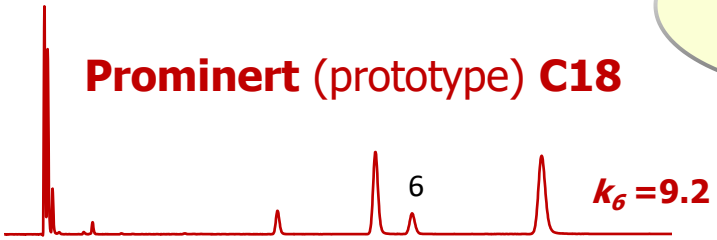
W company C18 - Hybrid Silica -



N_6=20,000
(18.0 MPa)

圧力あたりのカラム効率
2倍

Prominert (prototype) **C18**



N_6=28,000
(13.0 MPa)

Column size: 150 x 4.6 mm , 3.5 µm
Mobile phase: CH_3OH/H_2O=75/25

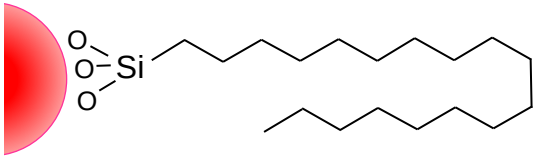
Flow rate: 1.0 mL/min
Temperature: 40 °C

Sample:
6 = Amylbenzene

N：理論段数

新・不活性化技術で、基材安定性を拡張

C18

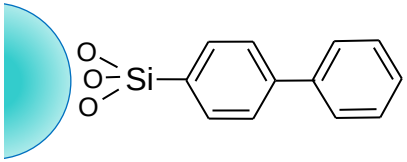


安定・安心なファーストカラム

推奨使用pH範囲

1～12

Biphenyl



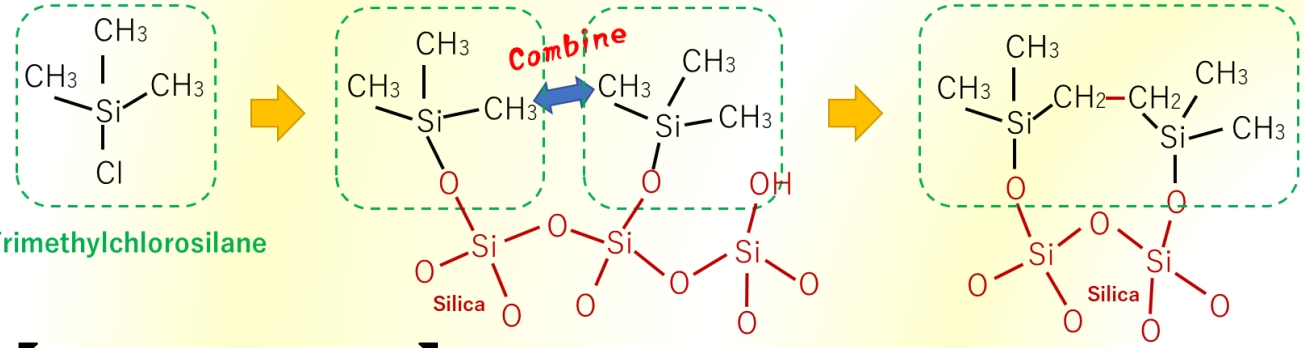
分離を拡げるセカンドカラム

推奨使用pH範囲

1～10

プロミナート
Prominert

当社歴代最高の不活性化法：タンデムTMS End-capping



【New concept】

Denser end-capping than TMS

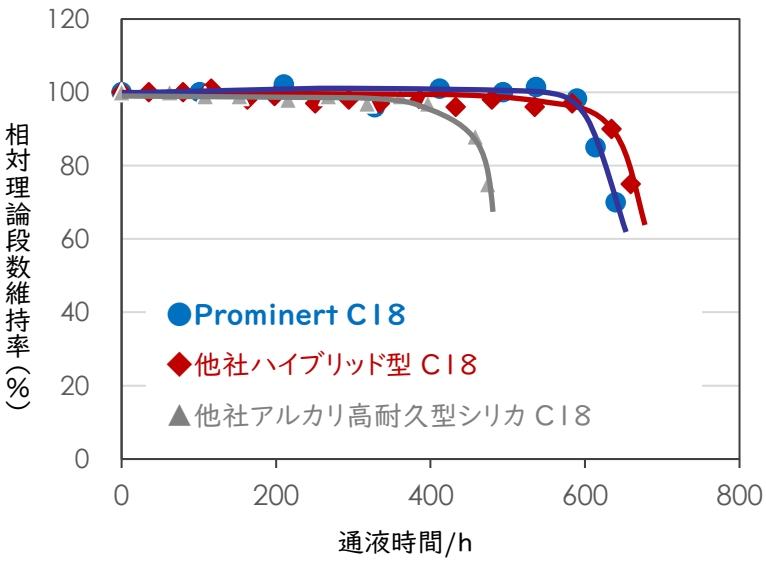
Tandem TMS End-capping

プロミナート
Prominert

Prominertカラム最大の特徴：

ハイブリッド型※粒子カラムに匹敵する高耐久性

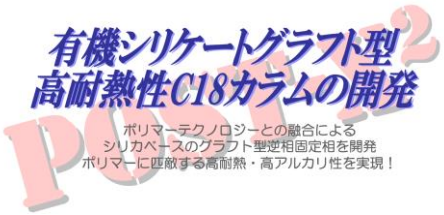
高pH ＆ 高温 移動相条件で、ほぼ同等の耐久性を示す。



アルカリ性移動相通液条件
カラムサイズ: 50 x 2.1 mm
移動相: メタノール/10 mM 重炭酸アンモニウム (pH 10.5，アンモニア水で調整) = 30/70
流速: 0.8 mL/min
カラム温度: 60 °C

理論段数測定条件
カラムサイズ: 50 x 2.1 mm
移動相: アセトニトリル/水 = 60/40
流速: 0.2 mL/min
カラム温度: 40 °C
試料: ブチルベンゼン

参考：POST-X²:ハイブリッド型基材カラムの研究開発 (2007年)



↓

エンドキャッピング効率を最大化
高安定性を備えた高理論段カラム

※**ハイブリッド型**：シリカとポリマーの融合基材。アルカリ耐久性がシリカより高い利点がある一方で、熱伝導性は低い。分級効率も悪く、粒度分布の均一性を損ないやすい。（高圧＆理論段数低下の一因）

（素管を低吸着化）特殊イナート管対応 *

＊Prominert以外のカラム（Sunshell,Sunniest他）でも セミオーダー可能

Glasscoat mG

ガラスコート不活性化ステンレス管

Metalfree Mtf

高耐圧PEEK管（ステンレス二重管）

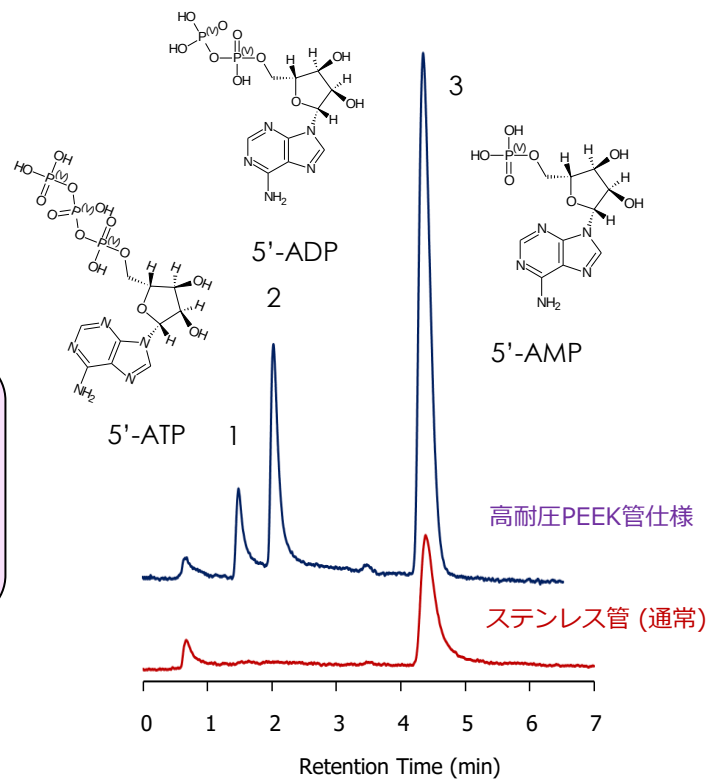
mG カラム管の特徴

ステンレス内壁＆フリットをガラスコート不活性化。
SUS同等の高い堅牢性を備えつつ、吸着性を抑制。

mG　Mtf

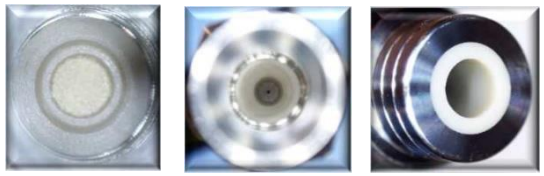
金属配位性化合物分析系での吸着抑制に効果

LC/MS分析に



Mtf カラム管の特徴

化学安定性が高い、標準的なメタルフリーカラム。
標準価格＋2万円で対応可能
(推奨pH: 1～12)



Column: Sunniest RP-AQUA
3 µm, 50 X 2.1 mmI.D.
Mobile phase: 10 mM $HCOONH_4$
Flow rate: 0.2 mL/min
Temperature: 25 ℃
Detection: UV at 250 nm
Sample: 1. 5'-ATP　2. 5'-ADP　3. 5'-AMP
Injection: 1 µL (各成分濃度25 µg/mL)

まとめ：不活性化と「低吸着＆高分離」

- シラノール活性コントロール型C18（**Sunrise C18-SAC**）はユニークな分離特性を示すが、耐久性が課題。
- **Sunniest End-capping** はシラノール高度不活性化が可能で、**保持・耐久性の向上**＆**低ブリード化**に寄与。
- **Biphenyl**は、**ユニークな選択性**と**高安定性**の二刀流
- **Biphenyl**と**CH-π相互作用**にて、高分離を実現可能。
- **Prominert**：新エンドキャッピングで**更に高い耐久性**
- **Prominert C18**は常用圧力20MPa未満。圧力あたりの理論段数は **ハイブリッド型カラムの約2倍**と高効率
- 金属配位化合物向けに、**特殊イナート管**の対応も可能。