

今すぐ改善！ 実用的なメソッド開発 ～システムとカラムマッチングの重要性

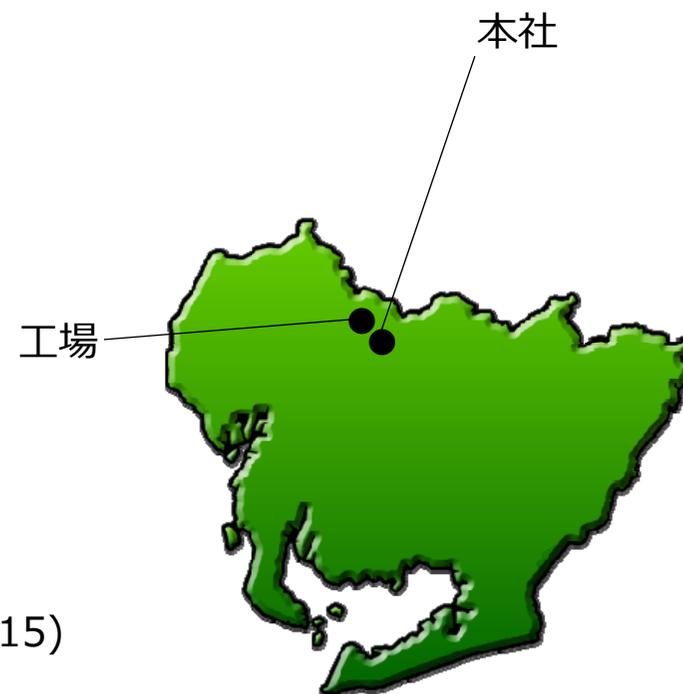
- 堀切 智¹、田口 歌織²
(¹野村化学 ²サーモフィッシャーサイエンティフィック)

-野村化学株式会社について-

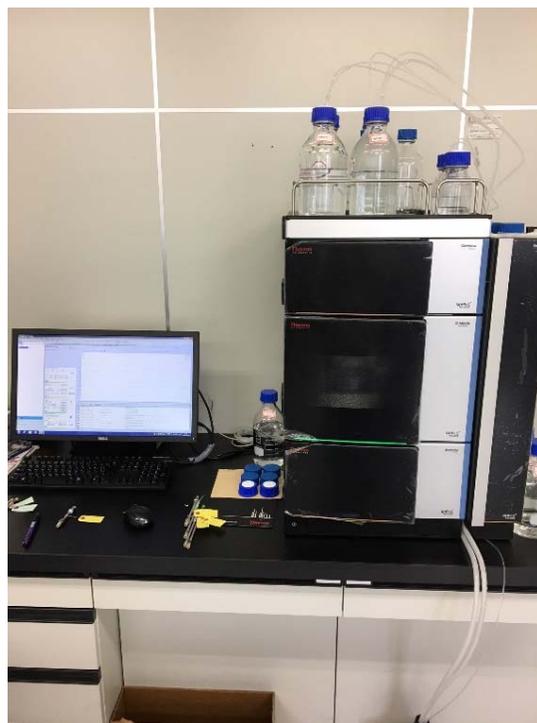
- ・1979年に「Develosil」のブランド名にてHPLC用充填剤の製造、
カラムの販売を目的に設立
- ・シリカゲルからカラムになるまで、全工程を自社で行っている
- ・2018年にアメリカ合衆国にて「Develosil USA」を設立



本社外観
(愛知県瀬戸市日の出町15)



-私が使用しているメインシステム-



↑ Thermo Fisher SCIENTIFIC社製
Vanquish_Horizon
現在のメインシステム!!



↑ Thermo Fisher SCIENTIFIC社製
Ultimate 3000
検出器を複数接続し、研究～受託をこなす

その他

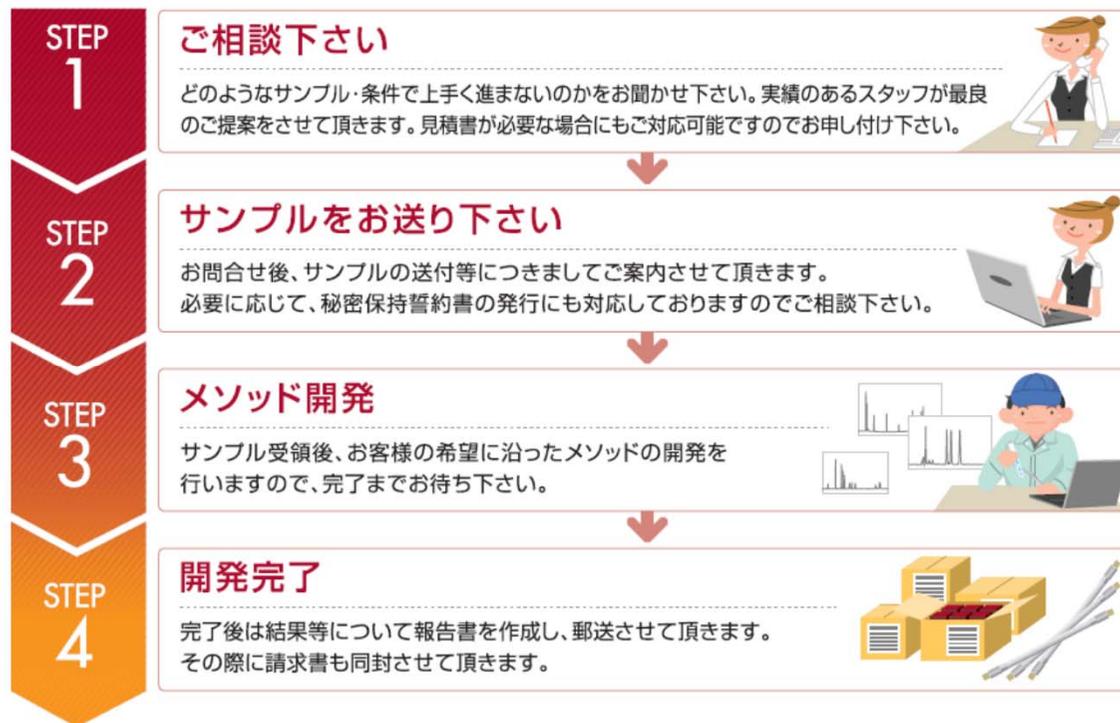
- Waters社製alliance
- 島津製作所社製 LC-10A
(現在、アメリカ出張中)
- 日本分光社製2000series
など、あらゆる受託分析に備え複数の
機器を所有。

メソッド開発について

-メソッド開発について-

- ・2015年より新事業として展開

サンプルをお預かりし、自社内でメソッド開発を行うことで適した「**カラムの選定**」、
「**簡便な分析条件**」を提供することで、スムーズに業務を進めていただく。



メソッド開発プラン概要

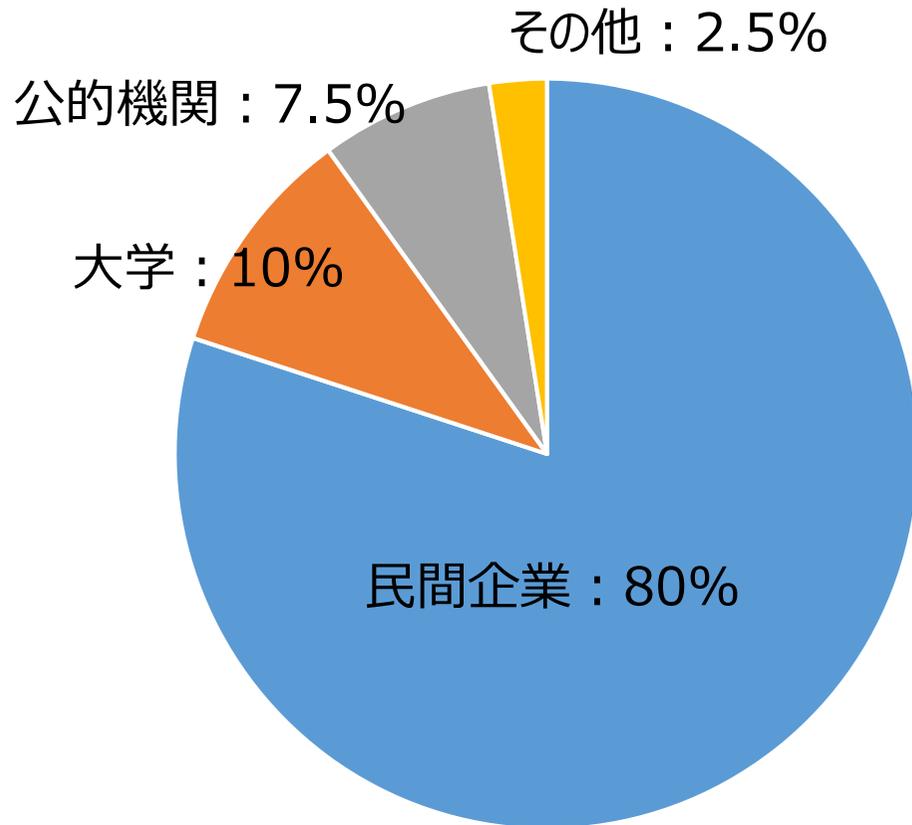
納期：約2週間

費用：100,000円/検体

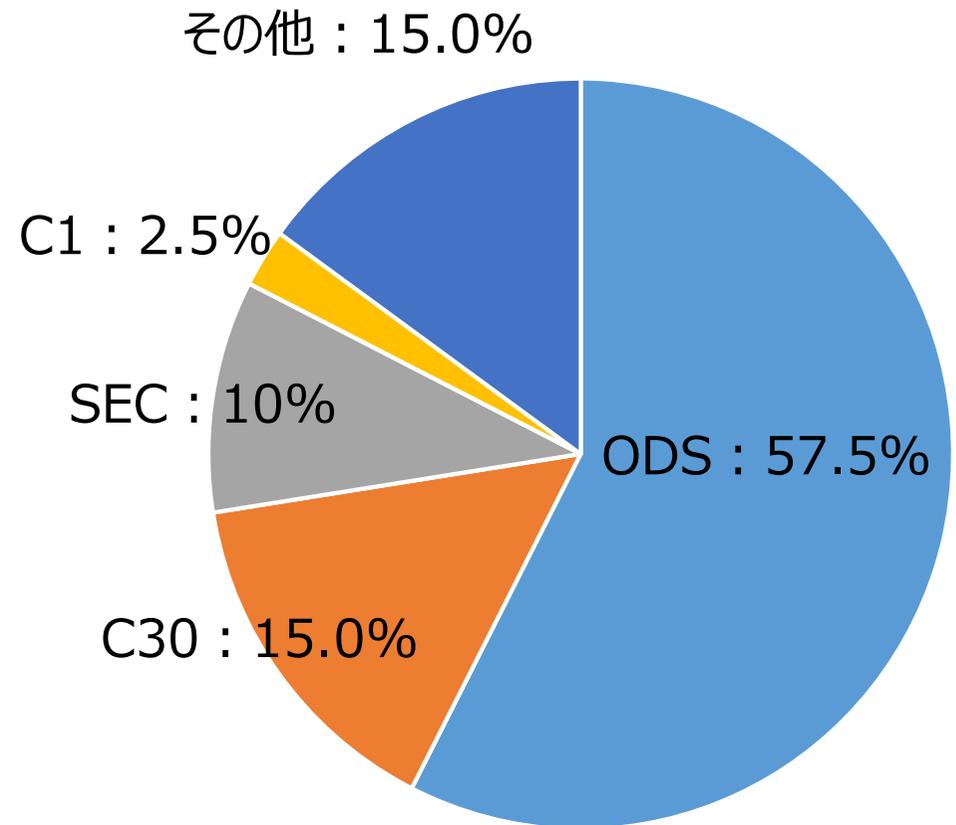
使用できる検出器：

UV(PDA含む)、FD、RI、CAD

-メソッド開発の内訳-

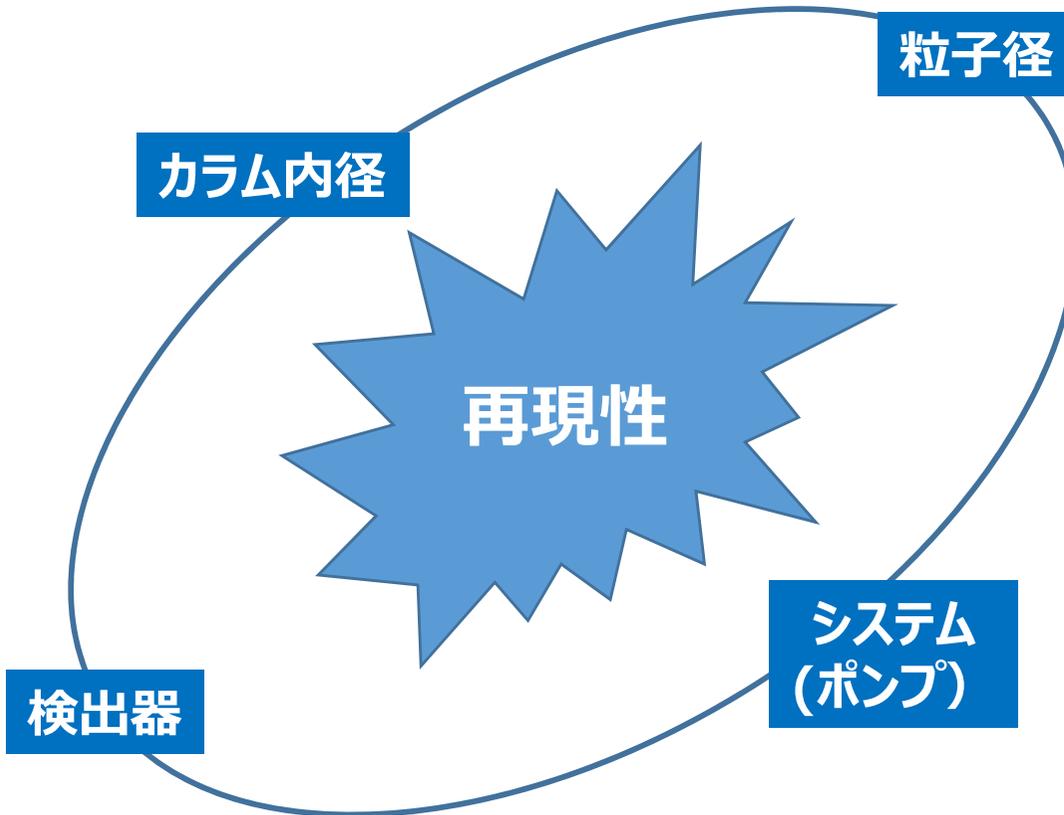


クライアント



使用するカラム

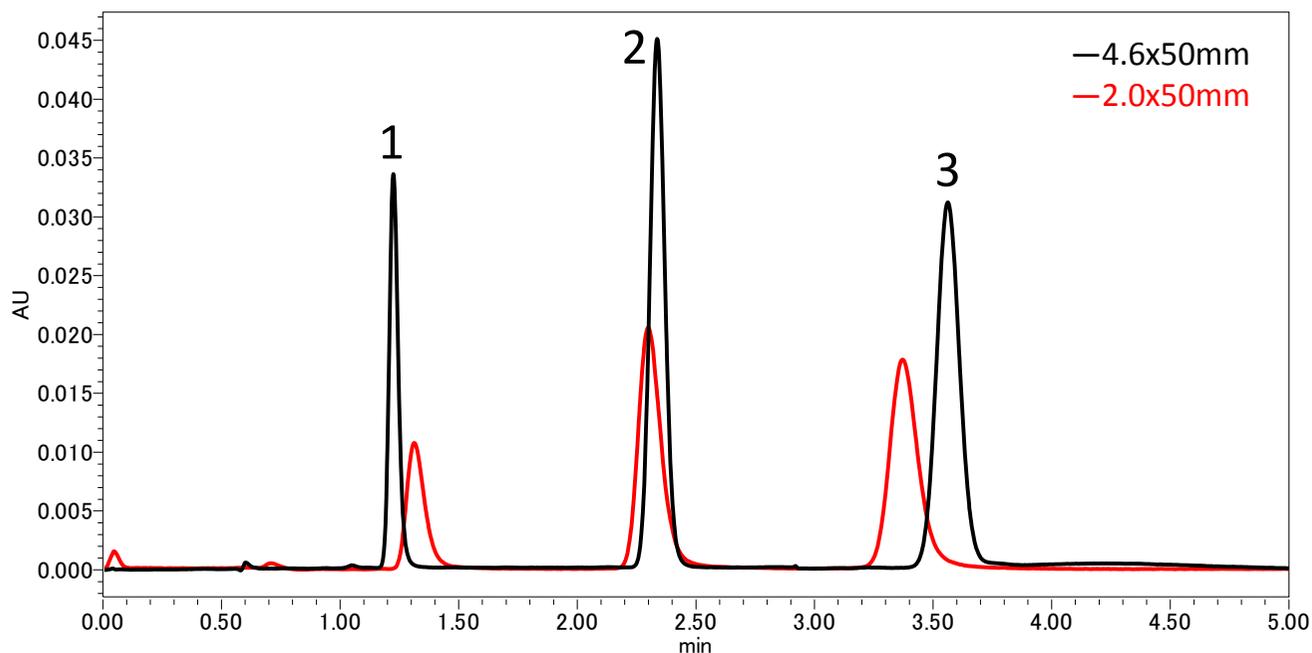
-受託分析の下地処理-



- ・カラム内径 2.0mm, 3.0mm, 4.6mm
- ・粒子径 2 μ m, 3 μ m, 5 μ m
- ・システム HPLC, UHPLC
- ・検出器 UV, FD, RI, CAD, MS

全ては再現性のために！！

-例：システムとカラムのマッチング (汎用HPLC)-



Analytical conditions;

Column: Develosil HSR C18 Peptide, 3 μ m (4.6x50mm) **Mobile phase:** Acetonitrile/Water=70/30

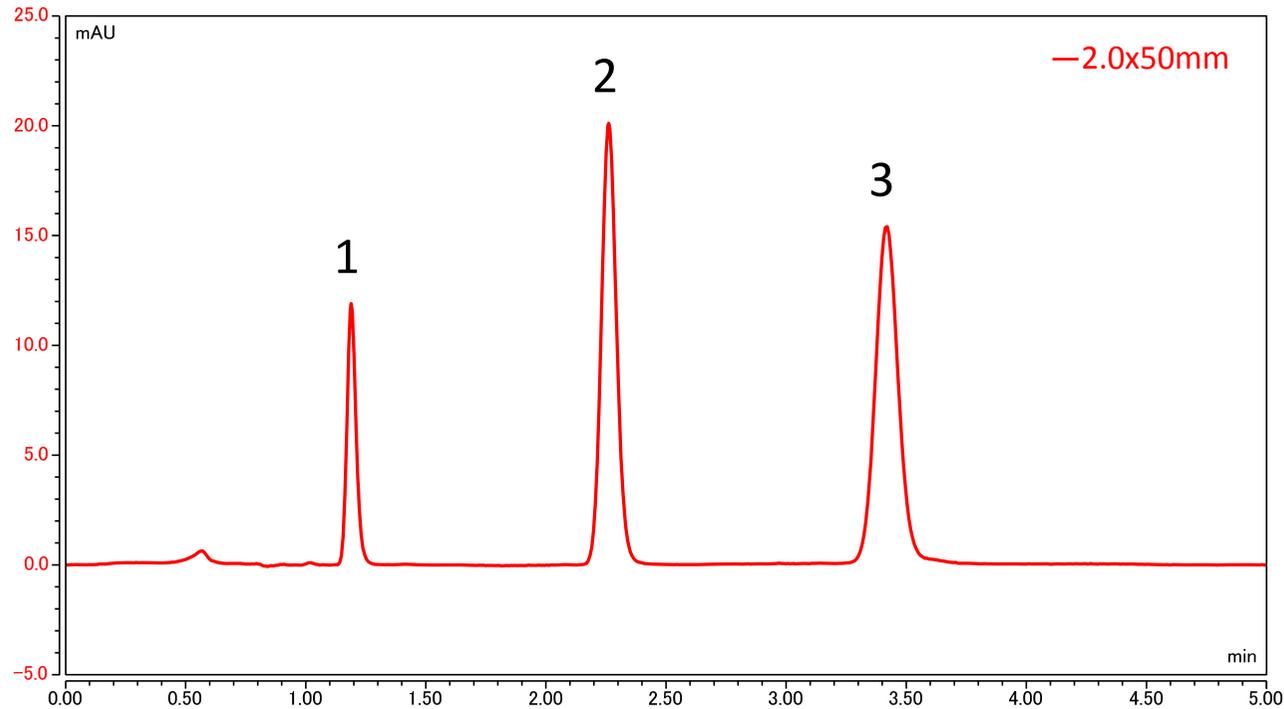
Flow rate: 1.0mL/min (4.6x50mm) 0.19mL/min (2.0x50mm) **Temperature:** 40°C

Detection: UV254nm

Sample: 1. Benzene (0.57 μ L/mL) 2. Fluorene (0.02mg/mL) 3. Pyrene (0.04mg/mL)

Injection volume: 2.0 μ L (4.6x50mm) 0.2 μ L (2.0x50mm)

-例：システムとカラムのマッチング (セミマイクロ化HPLC)-



Analytical conditions;

Column: Develosil HSR C18 Peptide, 3 μ m (2.0x50mm) **Mobile phase:** Acetonitrile/Water=70/30

Flow rate: 0.19mL/min (2.0x50mm) **Temperature:** 40°C **Detection:** UV254nm

Sample: 1. Benzene (0.57 μ L/mL) 2. Fluorene (0.02mg/mL) 3. Pyrene (0.04mg/mL)

Injection volume: 0.2 μ L (2.0x50mm)

System: Thermo Fisher SCIENTIFIC Ultimate 3000

汎用HPLC (3 μ m, 4.6x50mm)

	Name	R.T.(min)	NTP	As	Rs
1	Benzene	1.225	4969	1.19	
2	Fluorene	2.337	6253	1.07	11.88
3	Pyrene	3.562	6098	1.05	8.17

汎用HPLC (3 μ m, 2.0x50mm)

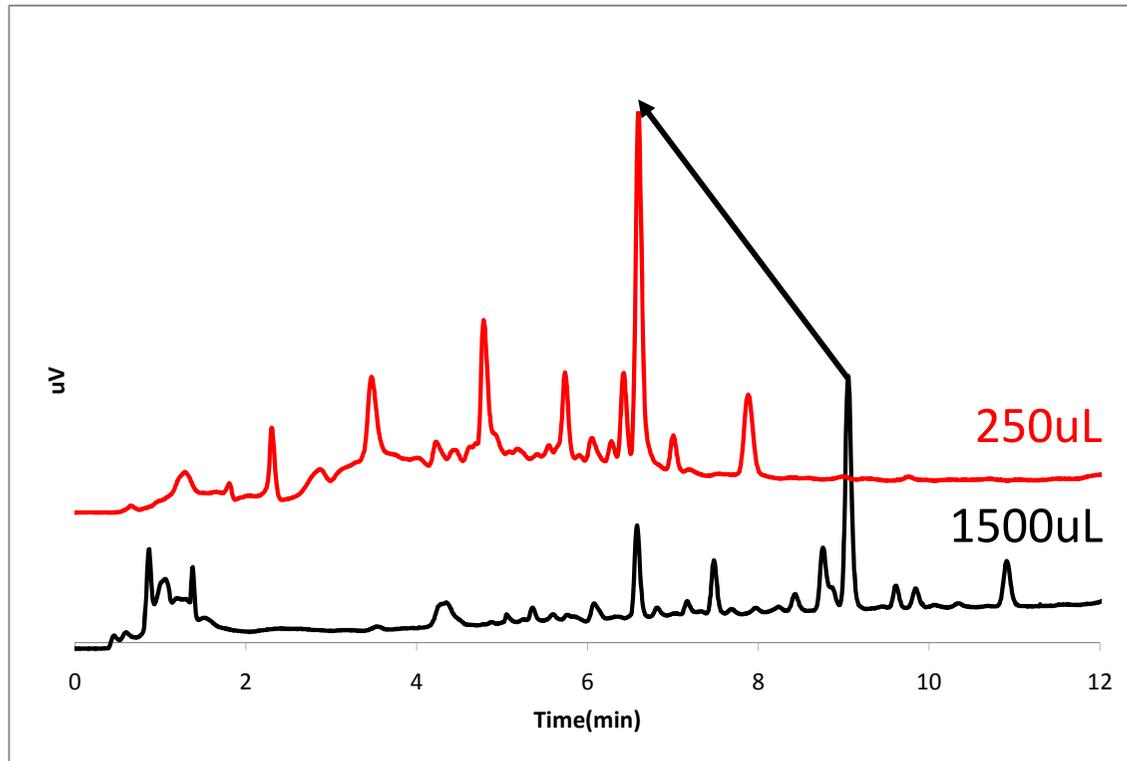
	Name	R.T.(min)	NTP	As	Rs
1	Benzene	1.313	1412	1.36	
2	Fluorene	2.299	2750	1.28	6.28
3	Pyrene	3.372	3849	1.19	5.47

Ultimate 3000 (3 μ m, 2.0x50mm)

	Name	R.T.(min)	NTP	As	Rs
1	Benzene	1.189	5338	1.17	
2	Fluorene	2.262	6594	1.09	11.82
3	Pyrene	3.418	6716	1.08	8.04

システムとのマッチングにより
再現性が確保される

-例：ミキサーボリュームの影響-



グラジエント溶出時におけるミキサーの選択

Column : Develosil C30-UG-3 (2.0x150mm)

Mobile phase : Phosphate buffer/MeOH

Flow rate : 0.2mL/min

Temperature : 40°C

Sample : Extract

Injection volume : 2.0uL

Mixer volume : 1500uL, 250uL

-トラブル例-

クライアントと同じカラムを使っているにも関わらず、目的物の溶出時間が異なる。クライアント側で350uLのミキサーに変更することで一致した。

-システムとカラムのマッチング-

溶出方法	注意点
アイソクラティック	デッドボリュームに注意 適切なカラムサイズを選択する
グラジエント	ミキサー容量に注意 ※特にシステムを他メーカーに変更した場合 適切なカラムサイズを選択する



左から350uL, 150uL, 10uLミキサー
可能な限りクライアントのシステムに
近づけるように数種を用意しています。

-受託分析業務の現状-

	ゼロからのスタート	検討済み
自由度	高い	低い
スクリーニング回数	多い	少ない
達成率	◎	○

近年、既に検討されたうえでのメソッド開発が増加！！

条件検討のネタも限られているため、難易度が究極に上がる



分離度がメインとなる案件が多い



スクリーニングの効率化が必須

-逆相カラム(C18)におけるメソッド開発-

◆ 逆相カラムでのメソッド開発

低分子有機化合物 (M.W. < 5,000)

ファーストチョイス

- ・Develosil HSR C18
- ・Develosil HSR AQ C18

溶出を早めたい

- ・Develosil HSR C8 ※2018年発売予定
- ・Develosil HSR C1

高分子有機化合物 (M.W. > 5,000)

ファーストチョイス

- ・Develosil HSR C18 Peptide ※低分子-中分子
- ・Develosil 300 ODS-HG
- ・Develosil 300 ODS-UG

高回収率を重視

- ・Develosil 300 C8-HG
- ・Develosil 300 C4-HG

-2018年版 Develosil C18カラム一覧-

Stationary phase	Column	Silica type	Surface area (m ² /g)	Pore Diameter (nm)	Carbon content (%)	End-cap	pH range	USP
C18	Develosil HSR C18	☆☆☆	450	10	22	◎ (Special TMS)	pH1-10	L1
	Develosil HSR AQ C18	☆☆☆	450	10	17	◎ (Special TMS)	pH2-9	L1
	Develosil HSR C18 Peptide	☆☆☆	300	14	17	◎ (Special TMS)	pH1-10	L1
	Develosil XG-C18	☆☆	300	14	19	○ (Polarity)	pH1.5-8	L1
	Develosil XG-C18 LC	☆☆	300	14	13	○ (Polarity)	pH1.5-8	L1
	Develosil ODS-HG	☆☆	300	14	18	◎ (TMS)	pH1-9	L1
	Develosil ODS-UG	☆☆	300	14	18	◎ (TMS)	pH1-10	L1
	Develosil ODS-MG	☆☆	450	10	15	◎ (TMS)	pH2-7.5	L1
	Develosil ODS-SR	☆	560	8	18	◎ (TMS)	pH2-7.5	L1
	Develosil PAHS	☆☆	300	14	23	Non end-cap	pH2-7.5	L1
	Develosil ODS	☆	350	12	20	○ (TMS)	pH2-7.5	L1
	Develosil ODS-K	☆	350	12	19	○ (TMS)	pH2-7.5	L1
	Develosil ODS-N	☆	350	12	17	○ (TMS)	pH2-7.5	L1
	Develosil ODS-P	☆	350	12	11	○ (TMS)	pH2-7.5	L1
	Develosil ODS-T	☆	350	12	20	○ (TMS)	pH2-7.5	L1
	Develosil ODS-A	☆	350	12	19	Non end-cap	pH2-7.5	L1

ファーストチョイスで達成できなかった場合は、他のODSでスクリーニング。
あらかじめ、化合物の特性に合わせて選択するカラムに優先順位をつける。

-スクリーニングの効率化-



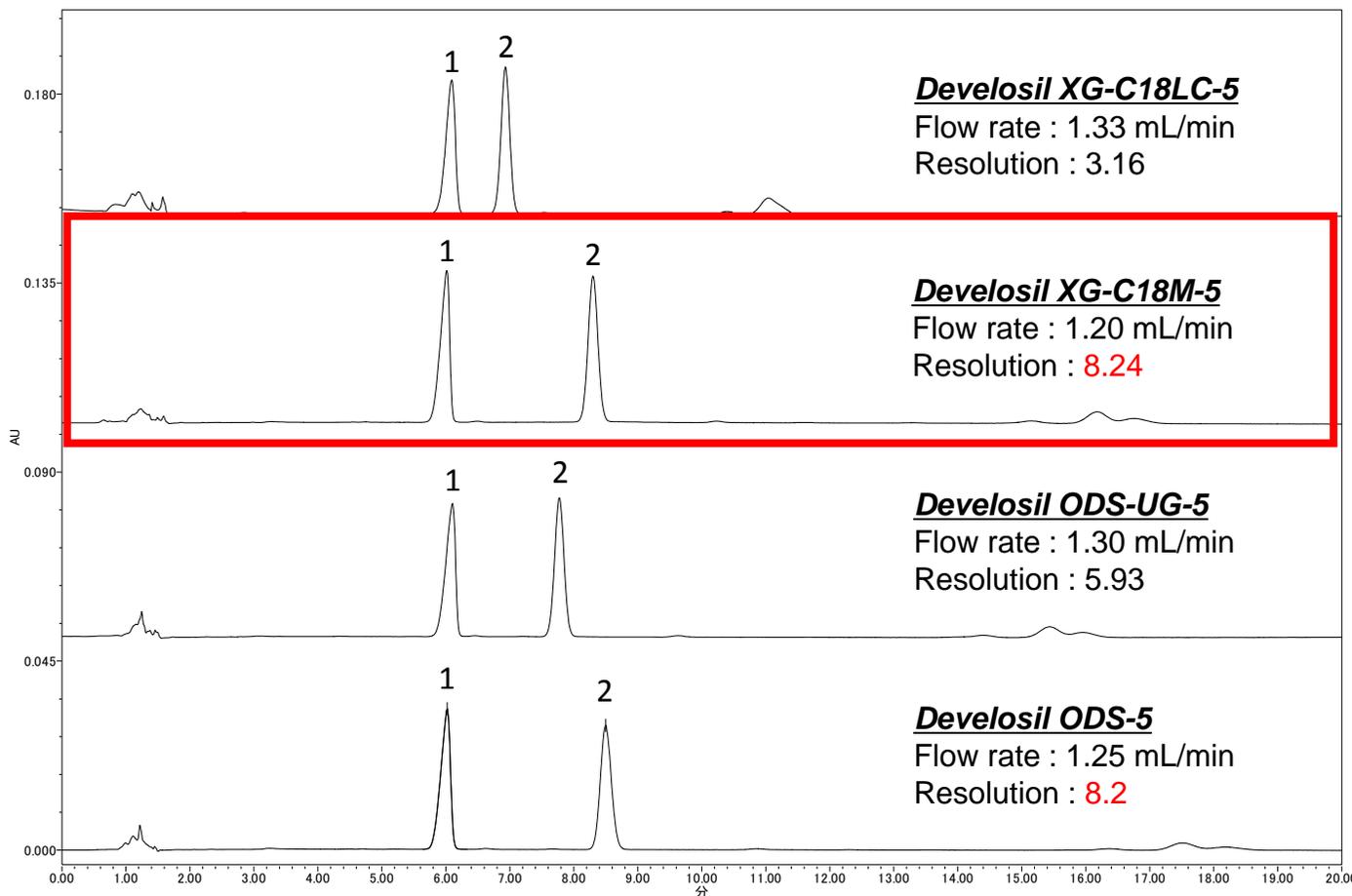
※図はイメージです

スクリーニングの効率化をアップさせるために
スイッチングバルブを使用。

- ・6本のカラムが接続可能となり、フルで稼働させればDevelosil C18シリーズでは3日以内に結果を出すことが可能。
- ・目的化合物の分離度が1.0以下のものは候補から外す（規定があればそれに従う）。
- ・再現性や細かい条件の検討へ進む。

-スクリーニング実施例（局方に従うカラム選定）-

難易度：☆☆☆



局方：ウルソデオキシコール酸

カラム選定条件

1: ウルソデオキシコール酸

2: 安息香酸エチル

の分離度が8以上！！

メソッド開発パターン：カラム選定

カラム指定：C18

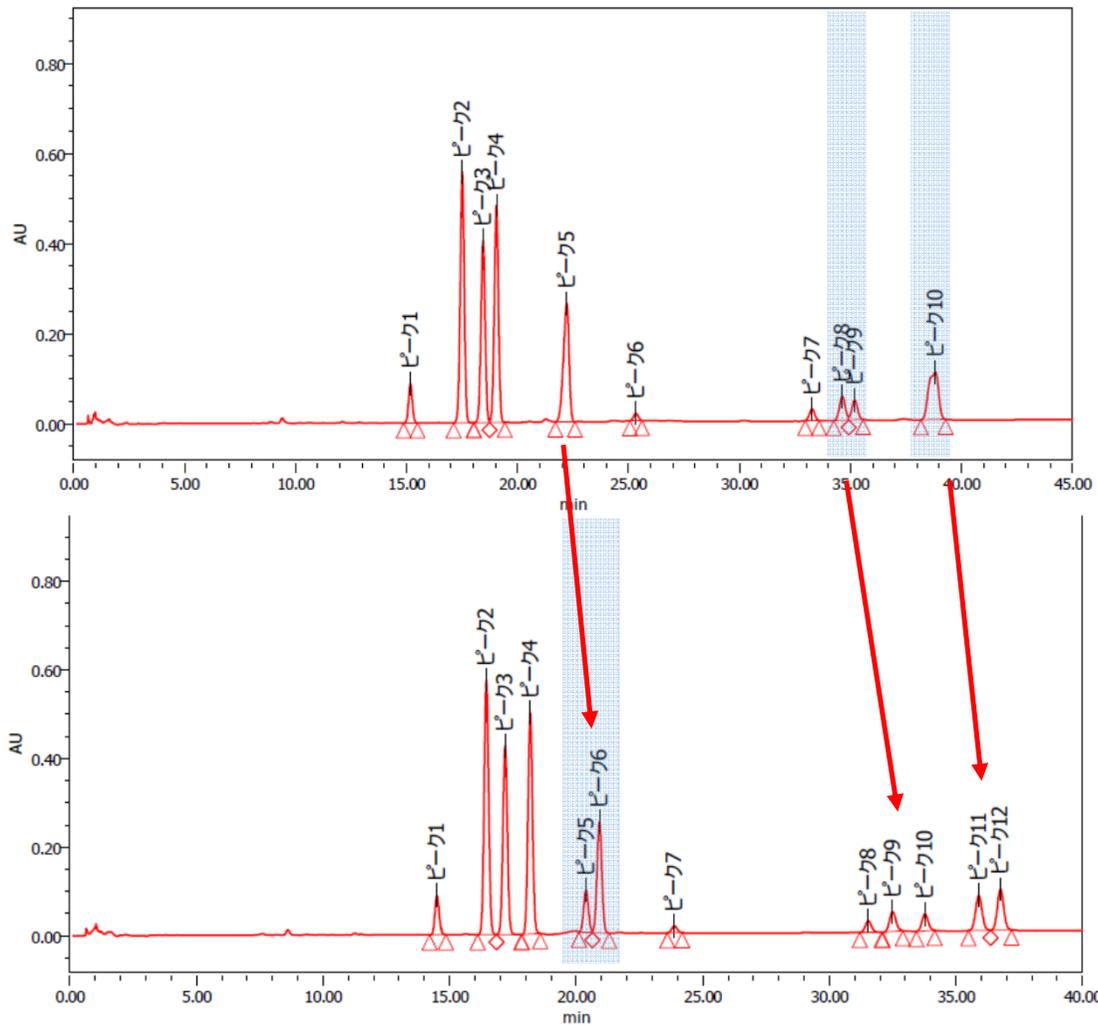
移動相：クライアント指定

スクリーニングカラム本数：6本

トータル納期：4日（流速検討含む）

-スクリーニング実施例 ( の抽出物) -

難易度：★★☆



メソッド開発パターン：ゼロからスタート
 カラム指定：C18 (5um, 4.6x150mm)
 移動相：0.1%リン酸/メタノールのグラジエント
 スクリーニングカラム本数：5本
 トータル納期：7日 (グラジエント組成等含む)

確定されたメソッドをクライアント側でも実施し、
 再現性等が確認できたので、終了とした。

-スクリーニング実施例 ( の抽出物) -

ピークテーブル

	名前	保持時間 (分)	面積 (μ V秒)	高さ (μ V)	濃度	単位	EP法理論段数	シンメトリー係数	分離度
1	ピーク1	15.174	1042506	87658			37363	1.01	
2	ピーク2	17.510	7139098	556716			42942	0.98	7.19
3	ピーク3	18.448	5311970	404492			45226	0.97	2.75
4	ピーク4	19.048	6277375	481627			49014	0.98	1.74
5	ピーク5	22.215	4699113	263561			34936	0.84	7.75
6	ピーク6	25.335	232217	16066			67085	1.01	7.22
7	ピーク7	33.265	420913	25535			89561	1.01	19.03
8	ピーク8	34.631	970683	53142			80630		2.94
9	ピーク9	35.189	779249	43833			89154		1.17
10	ピーク10	38.824	3286470	105788			31047	0.81	5.39

論段数	シンメトリー係数	分離度
35506	1.10	
40716	1.03	6.17
43587	1.03	2.27
48657	1.03	3.02
53185	1.04	6.47
55290	1.02	1.49
58750	1.07	7.91
80403	1.06	18.32
78058	1.06	2.11
88623	1.07	2.79
92375	1.03	4.60
99484	1.05	1.83

10	ピーク10	35.777	631009	36232					
11	ピーク11	35.903	1406033	78662					
12	ピーク12	36.760	1623087	92262					

-難易度が高いメソッド開発-

受託受付
聞き取りにて現状を把握

条件検討の余地なし
(全て指定条件)

条件検討の余地あり

指定された条件でカラムスクリーニング

カラム選定やpHの変更
グラジエントパターンの変更

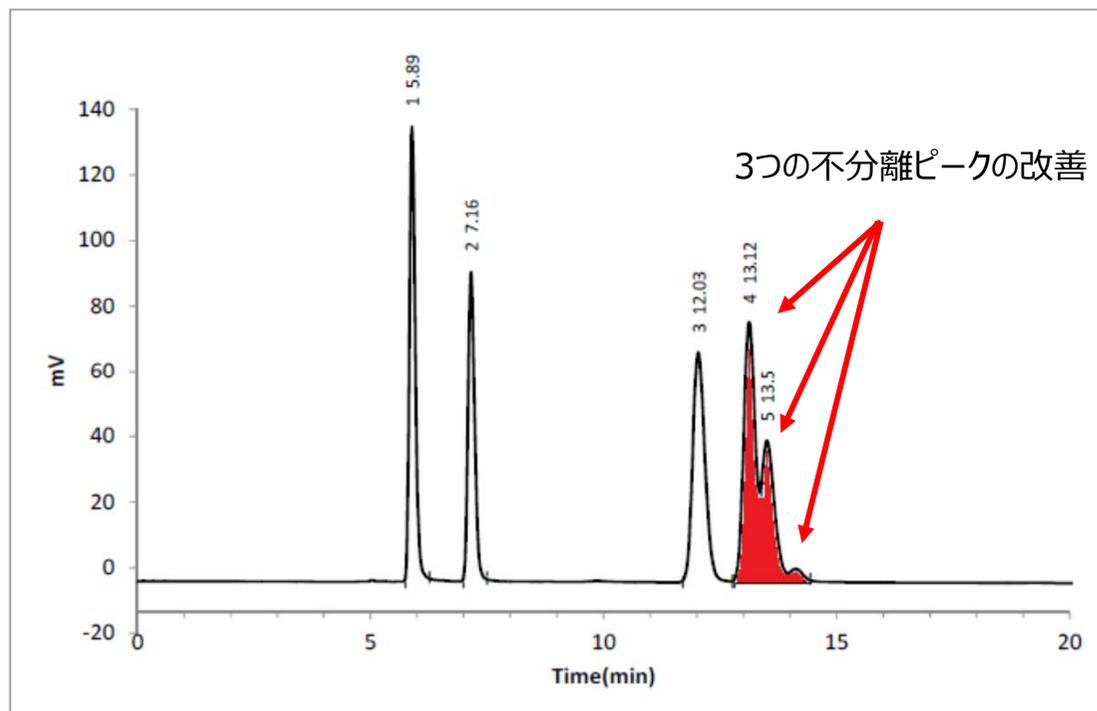
結果報告

詰んでる場合・・・

クライアントの要請に応じて、他社カラム（弊社手持ちに限る）でも検討を行い、再報告！！

-ほぼ検討の余地がない状態からのメソッド開発-

難易度：★★★



メソッド開発パターン：検討し尽くした後の開発

Column : C18 (5um, 4.6x250mm)

Mobile phase : 0.1% Phosphoric acid

スクリーニングカラム本数 : 15本

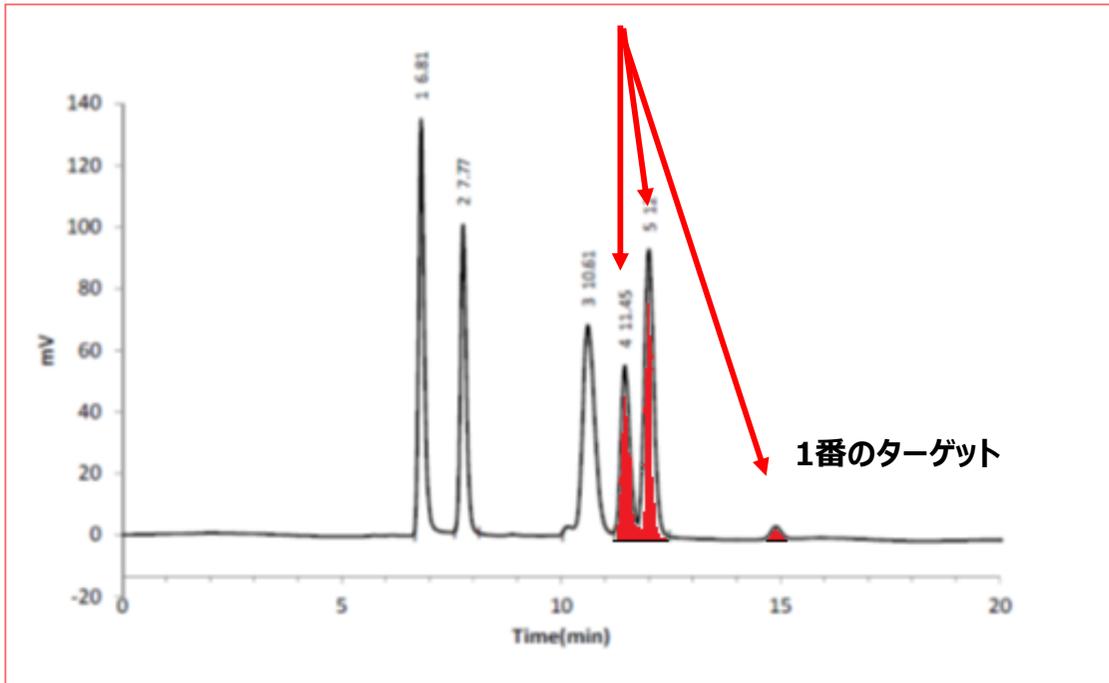
トータル納期 : 20日

流速およびカラム温度のみ変更が可能であったが、劇的な変化はなかった。

手持ちの他社カラムでも改善はできなかった。。。

完全な頭打ち！！

-ほぼ検討の余地がない状態からのメソッド開発-



—解決策—

充填剤をカスタム

(既存のODSカラムに極性基型エンドキャップ)

↓

温度を40℃から30℃へ変更する

↓

分離が改善！！

現在も継続して購入

-弊社メソッド開発の Teppan-

項目	検討内容	注意点
システムとカラムのマッチング	シャープなピークが出るような カラムとシステムを選択	<ul style="list-style-type: none"> ・アイソクラティック or グラジエント ・ノーマル or セミクロ
移動相のpH	酸性化合物→pH2 塩基性化合物→pH7	<ul style="list-style-type: none"> ・pHを入れ替えての検討も行う ・良好な条件からさらに細かく調整
緩衝溶液の選択	酢酸アンモニウム ギ酸アンモニウム リン酸アンモニウム etc	<ul style="list-style-type: none"> ・工場へ移管する際には、0.1%ギ酸や0.1%リン酸 など添加して調整できるものも検討する ・析出しない条件が必須
スクリーニング		迅速に行うために、ある程度予測をつける (炭素含有率、残存シラノールなど)

UHPLCメソッド開発について

-UHPLCとは？-

UHPLCとは？

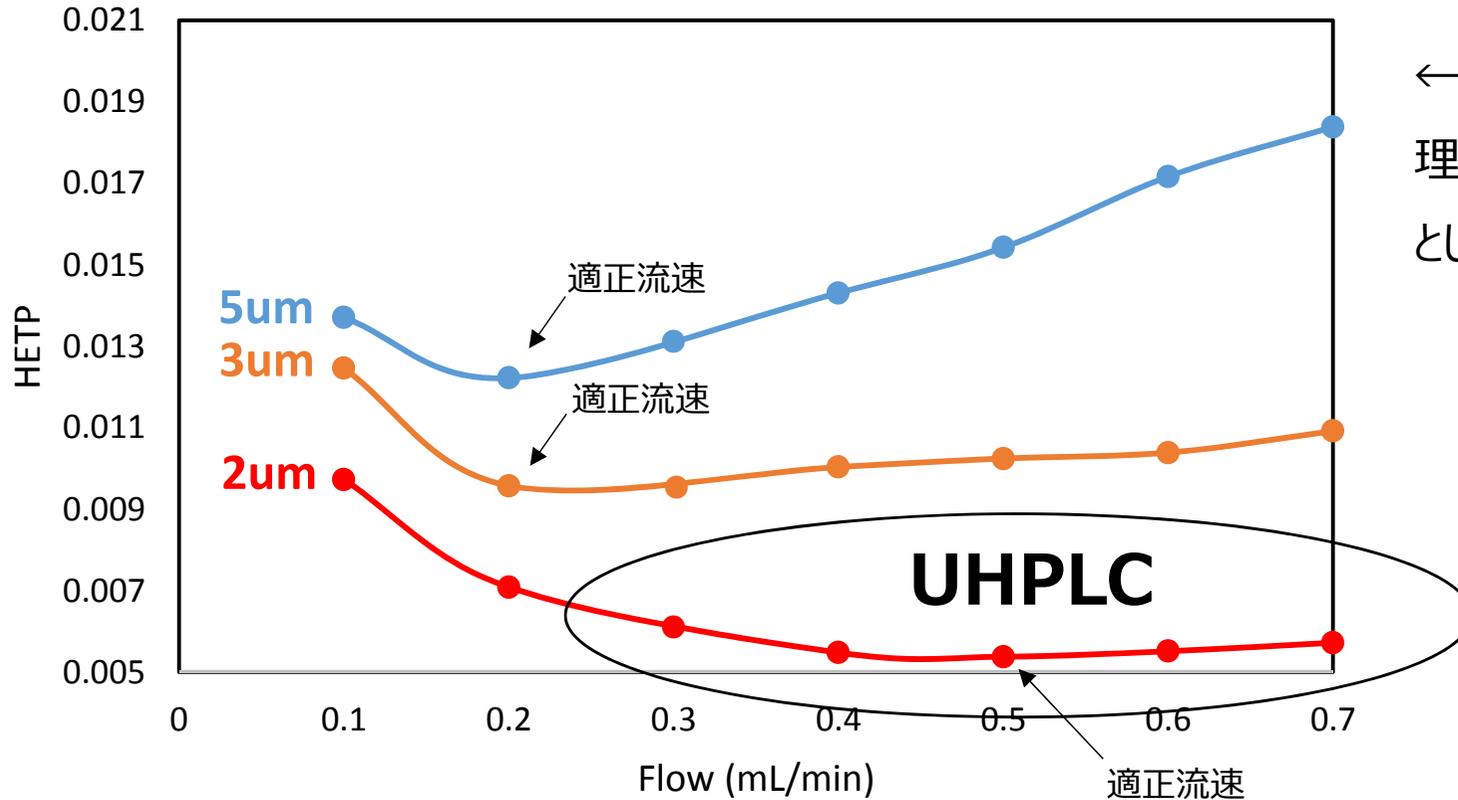
HPLC・・・High Performance Liquid Chromatography（高速液体クロマトグラフィー）

UHPLC・・・**Ultra** High Performance Liquid Chromatography（**超**高速液体クロマトグラフィー）

HPLCとUHPLCの違い

	HPLC	UHPLC
充填剤粒子径	2.5um, 3um, 5um	2um, 2.5um
システム耐圧	500-650bar	1000-1500bar
溶媒使用量	多い	少ない
分析時間	遅い	早い
初期投資	安い	高い

-UHPLC適正流速範囲-



←Van Deemter Plot

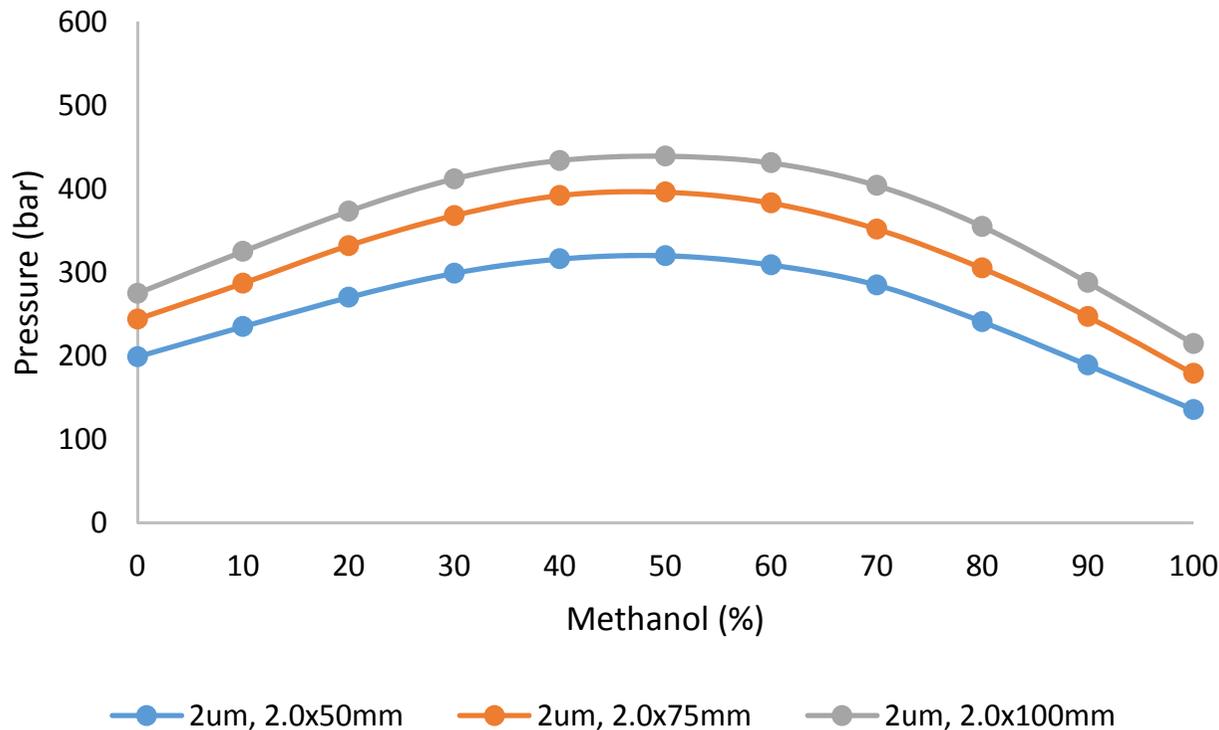
理論段高さを移動相線速度の関数として示すカラム効率を表した式

2umは性能低下が起こる流速が違う！！

高流速時においても性能を維持 → 時間短縮・省溶媒化が実現！！

-UHPLC使用時の圧力-

UHPLCへのメソッド移管には高圧力に耐えられるシステムが必要！！



圧力の推移

Column: Develodil HSR AQ C18, 2um
Size: 2.0x50mm, 2.0x75mm,
2.0x100mm

Mobile phase: Methanol/Water

Flow rate: 0.474mL/min

System: Thermo Fisher SCIENTIFIC
Vanquish_Horizon

-UHPLCシステムの選定-

UHPLCシステムにはデッドボリュームが最大限に抑えられている！！

システムに耐圧性がある = 低デッドボリュームとは限らない

セクション	注意する点
ポンプ	耐圧、脈流、グラジエント性能
オートサンプラー	圧カディップ
検出器	フローセル容量
配管	内径

-HPLCとUHPLC-

	Ultimate 3000 (HPLC)	Vanquish H (UHPLC)
ポンプ	620bar	1500bar
オートサンプラー	圧カディップあり	圧カディップなし
フローセル容量	13uL, 9uL	2.5uL
配管	IN: 0.13mm OUT: 0.13mm	IN:0.10mm OUT:0.10mm
最適粒子径	3um, 5um	2um, 3um, 5um
最適カラム内径	3.0mm, 4.6mm	2.0mm, 3.0mm, 4.6mm

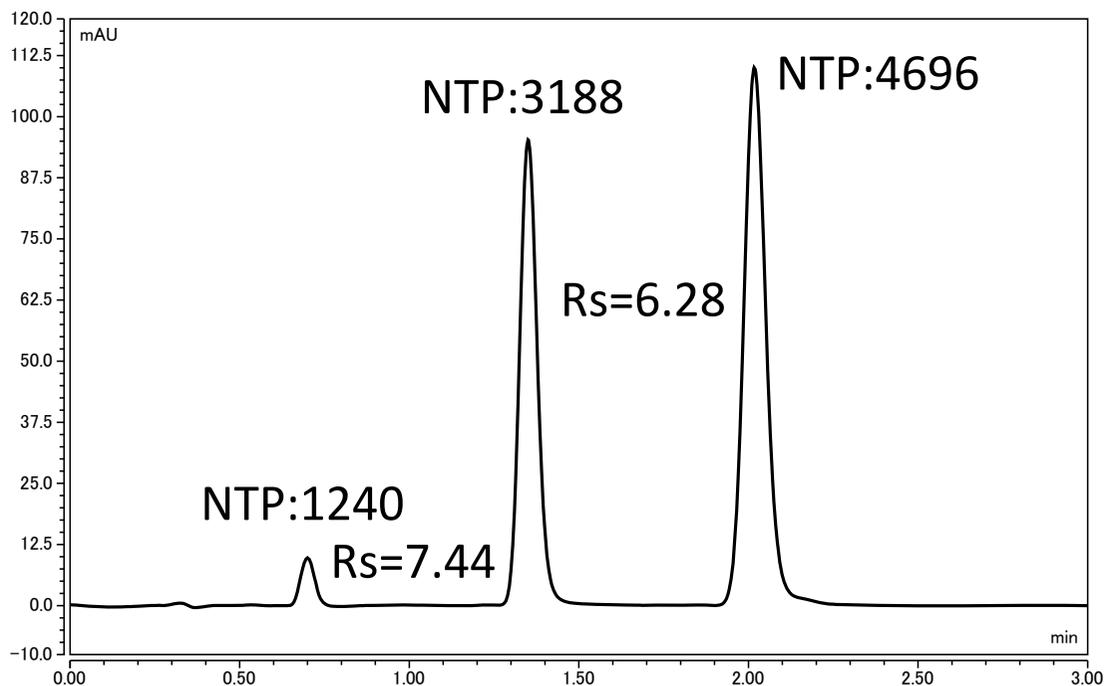


-UHPLC対応システムのGDV-

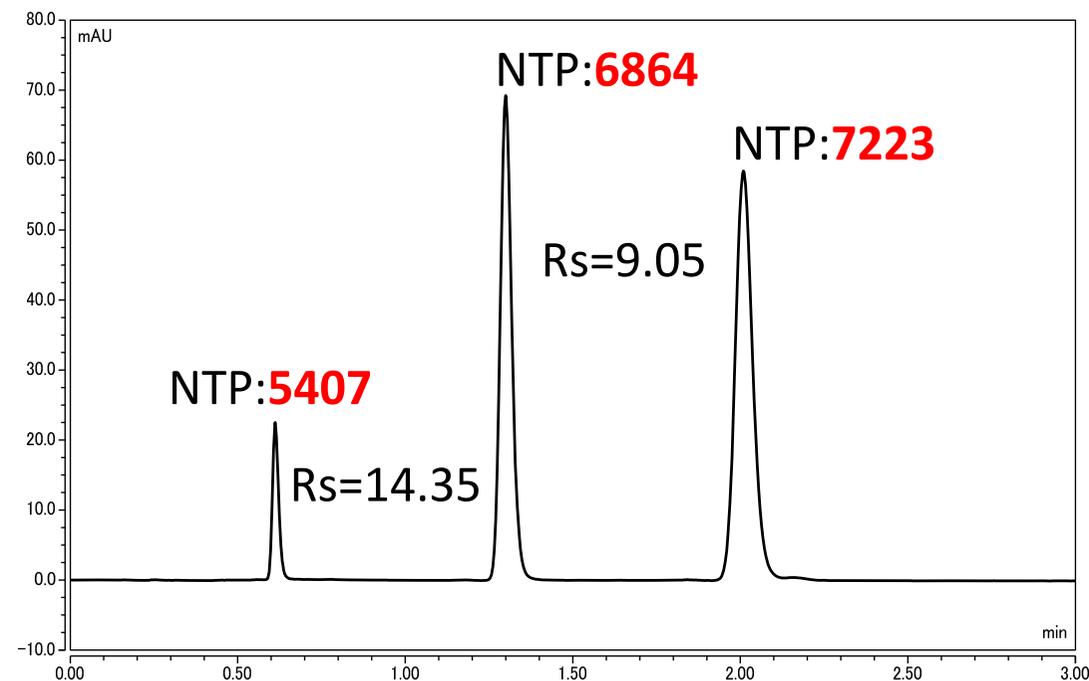
System Setup	Pump GDV (w/o mixer)	Default mixer GDV	System GDV	System GDV for MS bundles
Vanquish Horizon	0	35 μ L	175 μ L	175 μ L (35 μ L mixer)
Vanquish Flex Binary	0	200 μ L	340 μ L	175 μ L (35 μ L mixer)
Vanquish Flex Quaternary	279 μ L	400 μ L	820 μ L	620 μ L (200 μ L mixer)
UltiMate 3000 HPG-RS	0	200 μ L	340 μ L	

-システムの違いによる性能差-

HPLC



UHPLC



Conditions;

Column: Develosil HSR AQ C18, 2um (2.0x50mm) **Mobile phase:** Acetonitrile/Water=70/30

Flow rate: 0.4mL/min **Temperature:** 40°C **Detection:** UV254nm

Sample: 1.Benzene 2.Flourene 3.Pyrene

-UHPLCメソッド移管-

オリジナルメソッドを元にUHPLCメソッド移管を行う

オリジナルメソッド
粒子径： **5 μ m**, 3 μ m
カラムサイズ： 4.6x150mm

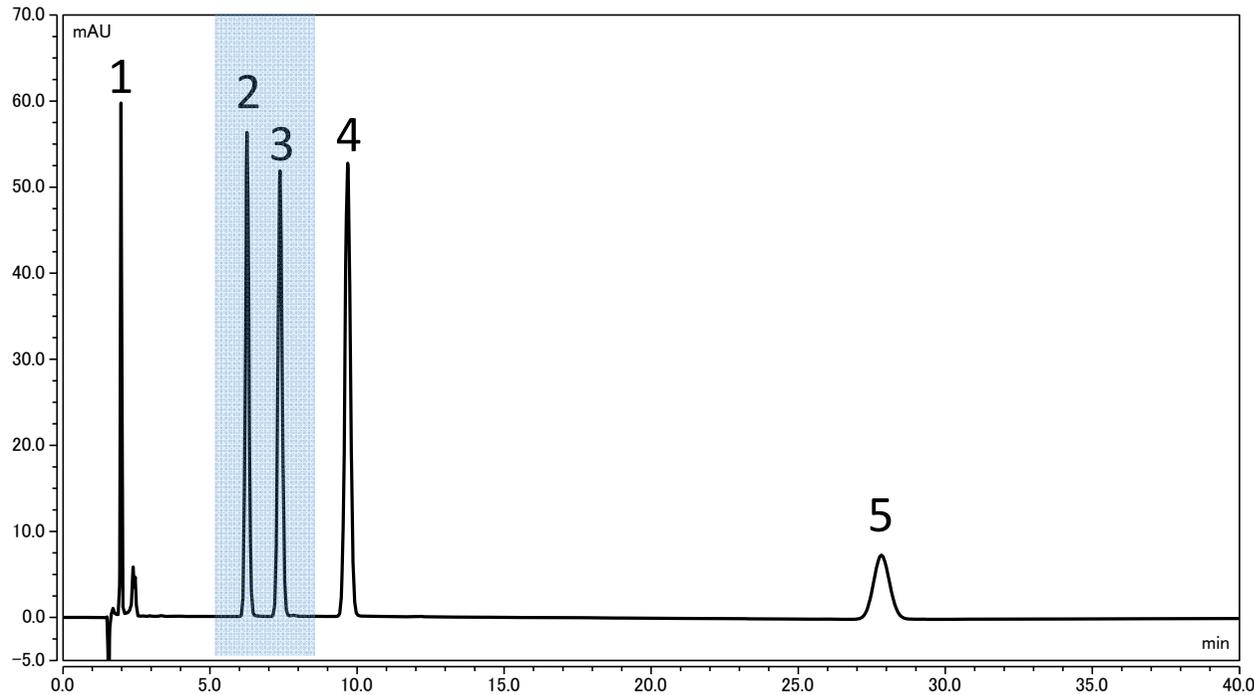


UHPLC
粒子径： **2 μ m**
カラムサイズ： 2.0x50, 75, 100mm

ソフトウェアによりにメソッド移管条件を構築

ソフトウェアを使用することによりある程度まで条件を導くことができ、迅速にUHPLCメソッドを導入できる。

-プリン誘導体UHPLCメソッド移管-



UHPLCメソッド移管時において、

- ・カラム長さが短くなる
- ・線流速が倍以上になる

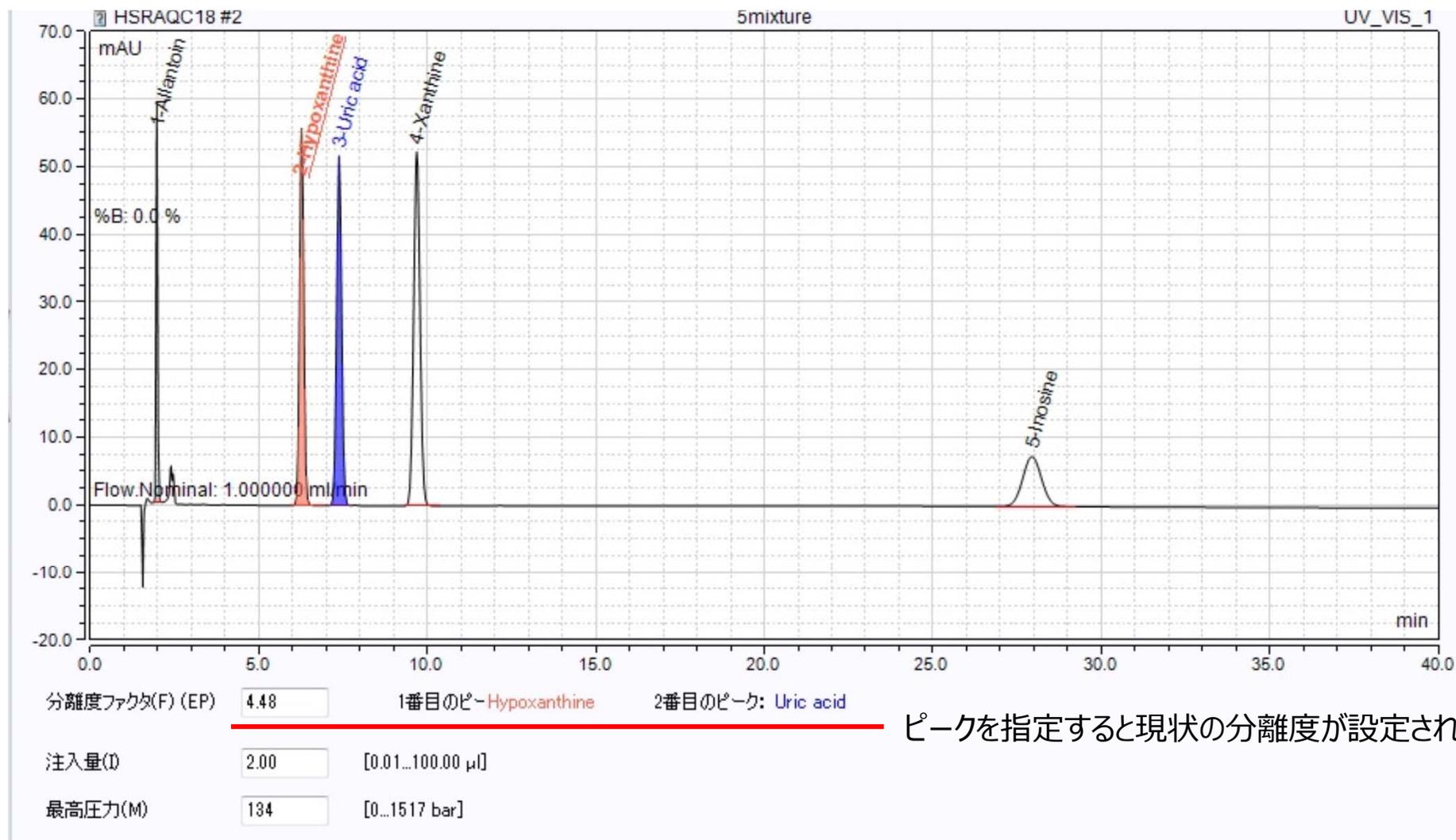
ので、**2-3**の分離が危うくなるのではないか？

Column: Develosil HSR AQ C18, 5um (4.6x150mm) **Mobile phase:** 0.1%TFA

Flow rate: 1.0mL/min **Temperature:** 30°C **Detection:** UV220nm

Sample: 1.Allantoin **2.Hypoxanthine** **3.Uric acid** 4.Xanthine 5.Inosine

-プリン誘導体UHPLCメソッド移管-



-プリン誘導体UHPLCメソッド移管-

オリジナルメソッド

UHPLCメソッド

	現在のカラム	新しいカラム	
全長(L)	150.0	50.0 [100...1000.0 mm]	
内径(D)	4.6	2.1 [0.1...100.0 mm]	
粒子径(P)	5.0	2.2 [0.1...100.0 μm]	
<input checked="" type="radio"/> 促進度(O)		1.00	
<input type="radio"/> 流量(F)	1.000	0.474 [0.001...5.000 ml/min]	
圧力限度(R)		1517 [0...1517 bar]	
結果	現在のカラム	新しいカラム	節約
分離度ファクタ (EP)	4.48	3.90	
最高圧力	134 bar	524 bar	
注入量	2.00 μl	0.16 μl	 92%
溶離液使用量	40.000 ml	2.779 ml	 93%
測定時間	40.000 min	5.867 min	 85%
スループット		x6.8	

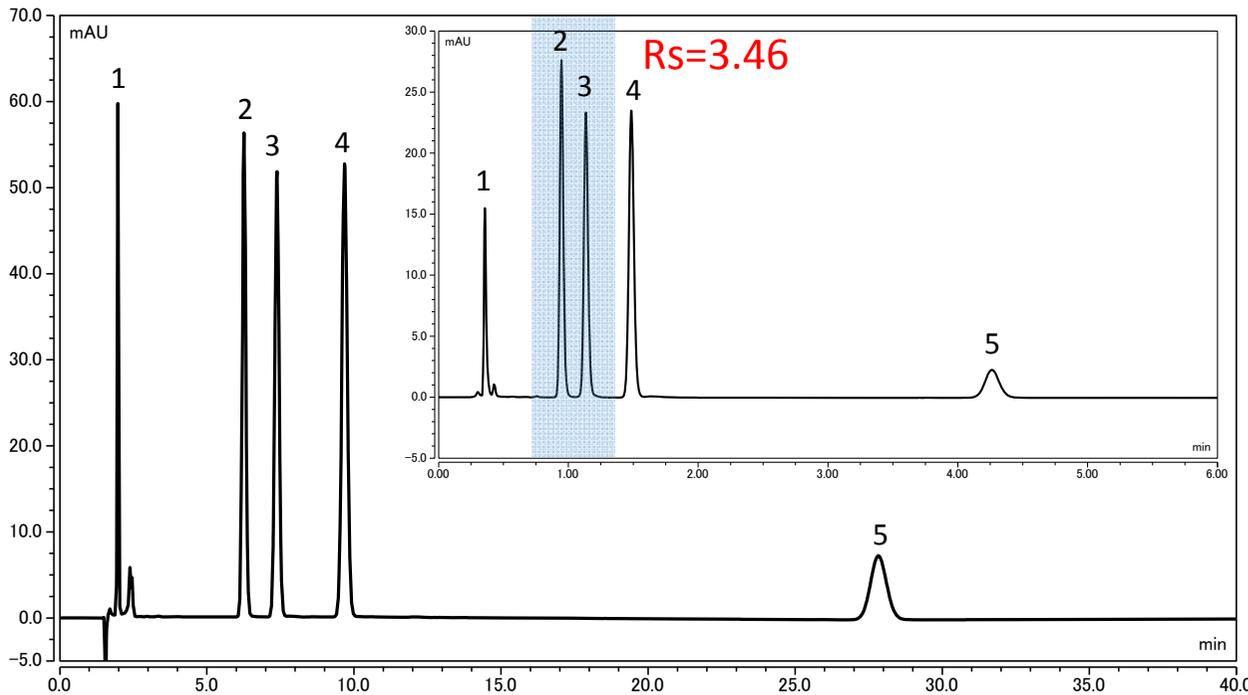
UHPLCカラムの情報を入力
※選択肢に限度ありのため、近い値を選択

設定後の予測される分離度等が表示される
※あくまでも目安なので、結果に応じて流速等を変更する必要。

圧力は充填の状態により大きく異なる。

UHPLCへメソッド移管することにより、
・注入量
・溶媒使用量
・分析時間
が大幅に短縮可能！！

-プリン誘導体UHPLCメソッド移管-



予測よりもやや前倒し傾向になる

考えられる原因：

カラム内径の選択

選べる選択肢：2.1mm→使用したカラム2.0mm

充填剤の分布

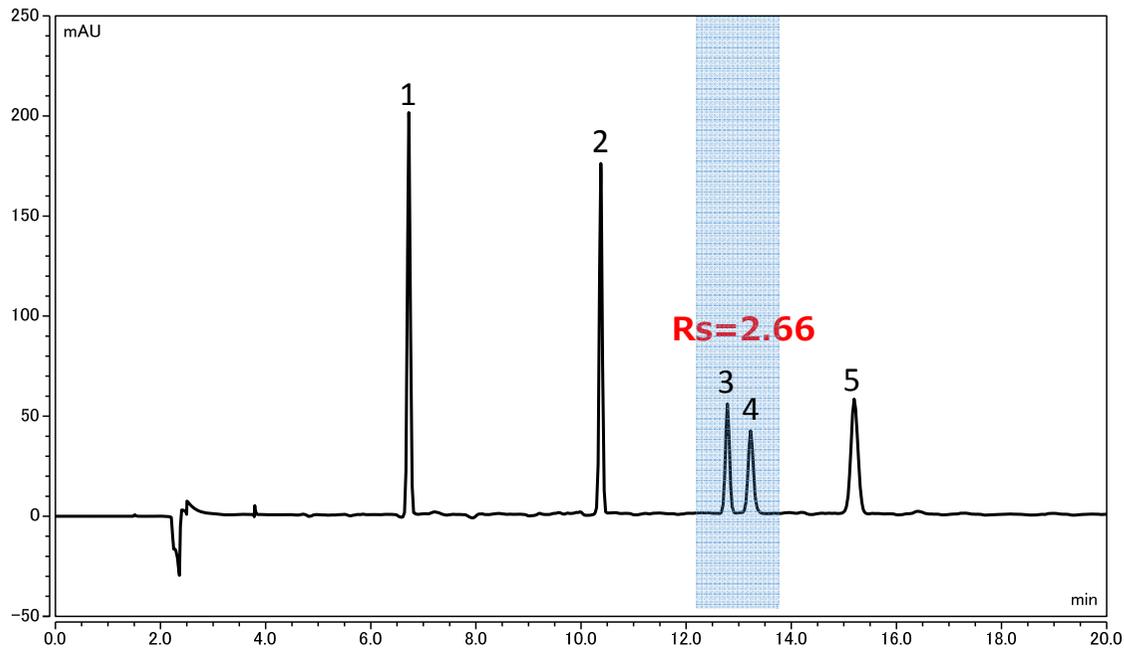
充填剤が一定の分布をもっているため

Column: Develosil HSR AQ C18, 2 μ m (2.0x50mm) **Mobile phase:** 0.1%TFA

Flow rate: 0.474mL/min **Temperature:** 30°C **Detection:** UV220nm

Sample: 1.Allantoin 2.Hypoxanthine 3.Uric acid 4.Xanthine 5.Inosine

-ペプチドUHPLCメソッド移管-



Conditions;

Column: Develosil HSR AQ C18, 5um (4.6x150mm)

Mobilephase: A) Water+0.1%TFA B) Acetonitrile+0.1%TFA

Flow rate: 1.0mL/min

Detection: UV230nm

Sample: 1.Gly-Tyr (0.02mg/mL)

2.Val-Tyr-Val (0.02mg/mL)

3.Met-Enkephalin (0.02mg/mL)

4.Angiotensin II (0.02mg/mL)

5.Leu-Enkephalin (0.02mg/mL)

Injection volume: 20.0uL

Mixer volume: 10uL

System: Thermo Fisher SCIENTIFIC Vanquish_Horizon

Software: Thermo Fisher SCIENTIFIC Chromeleon 7

-ペプチドUHPLCメソッド移管-

変換パラメータ

現在のカラムと新しいカラムの仕様を指定してください。
もっと分離を促進するには、促進度を上げるか、新しいカラムの流量を上げてください。

	現在のカラム	新しいカラム	
全長(L)	150.0	50.0	[10.0...1000.0 mm]
内径(D)	4.6	2.1	[0.1...100.0 mm]
粒子径(P)	5.0	2.2	[0.1...100.0 μm]
<input checked="" type="radio"/> 促進度(O)		1.00	
<input type="radio"/> 流量(F)	1.000	0.474	[0.001...5.000 ml/min]
圧力限度(R)		600	[0...1517 bar]

結果	現在のカラム	新しいカラム	節約
分離度ファクタ (EP)	2.66	2.31	
最高圧力	122 bar	476 bar	
注入量	20.00 μl	1.60 μl	<div style="width: 92%; background-color: green;"></div> 92%
溶離液使用量	30.000 ml	2.084 ml	<div style="width: 93%; background-color: green;"></div> 93%
測定時間	30.000 min	4.400 min	<div style="width: 85%; background-color: green;"></div> 85%
スループット		x6.8	

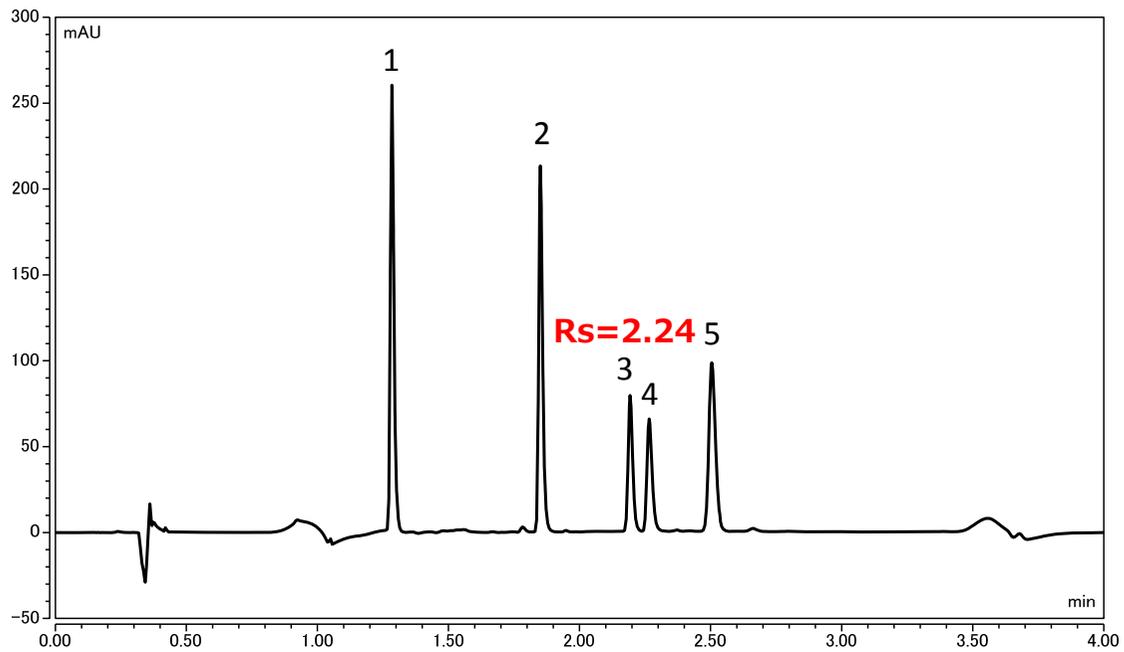
ソフトウェアより算出されたグラジエント条件

Time(min)	%B	Curve
0.00	0	5
10.0	25	5
20.0	25	5
20.1	0	5



Time(min)	%B	Curve
0.00	0	5
1.47	25	5
2.93	25	5
2.95	0	5

-ペプチドUHPLCメソッド移管-



Conditions;

Column: Develosil HSR AQ C18, 2um (2.0x50mm)

Mobilephase: A) Water+0.1%TFA B) Acetonitrile+0.1%TFA

Flow rate: 0.474mL/min

Detection: UV230nm

Sample: 1.Gly-Tyr (0.02mg/mL)

2.Val-Tyr-Val (0.02mg/mL)

3.Met-Enkephalin (0.02mg/mL)

4.Angiotensin II (0.02mg/mL)

5.Leu-Enkephalin (0.02mg/mL)

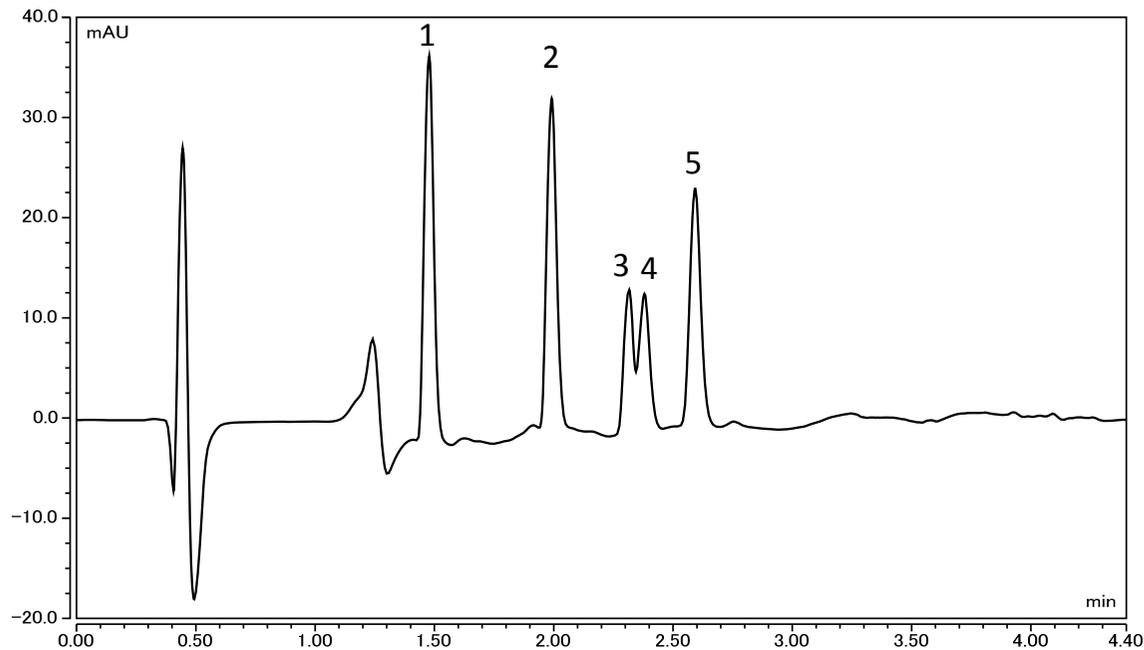
Injection volume: 0.16uL

Mixer volume: 10uL

System: Thermo Fisher SCIENTIFIC Vanquish_Horizon

Software: Thermo Fisher SCIENTIFIC Chromeleon 7

-ペプチドUHPLCメソッド移管-



真のUHPLC効果を得るためにはシステムの選定も重要。

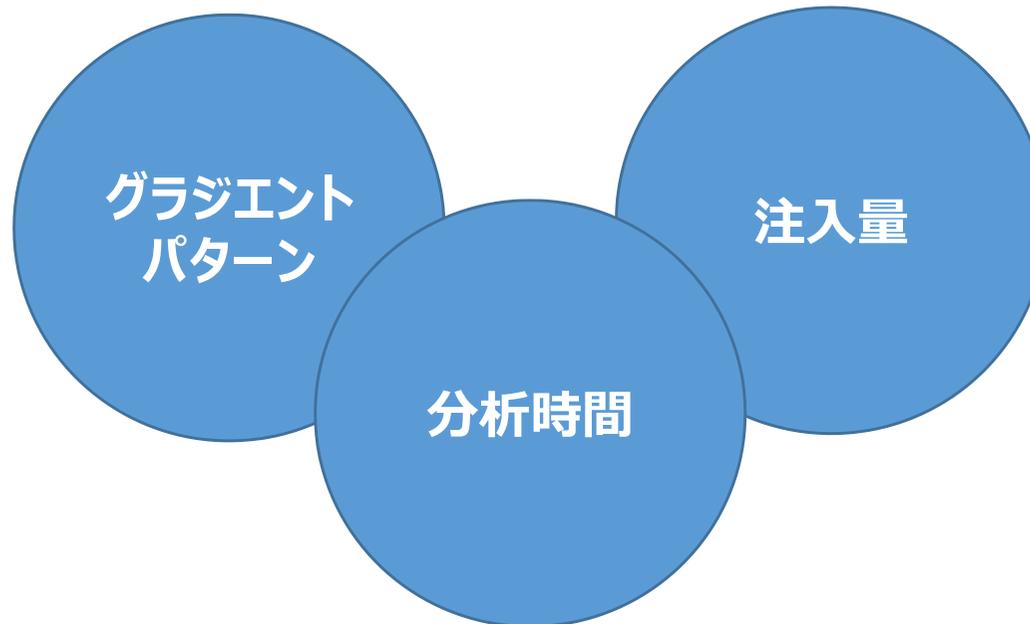
メーカーによって、初期に搭載される配管、ミキサー容量、フローセル容量が異なる。



配管は比較的、安価で手軽に交換可能
フローセルやミキサーは高額であるため、事前に種類等を確認する必要がある。

-トータルの時間短縮-

HPLCで構築されたメソッドをUHPLCに移管するにはソフトウェアを使うことで迅速に分析条件を導くことができる。



トータルで時間短縮が可能！！

UHPLCを使用した最新の事例

-現在、弊社で力を入れていること-

「核酸・ペプチドの分析」

移動相の探索

LC/MSに向けた効果のある添加剤など

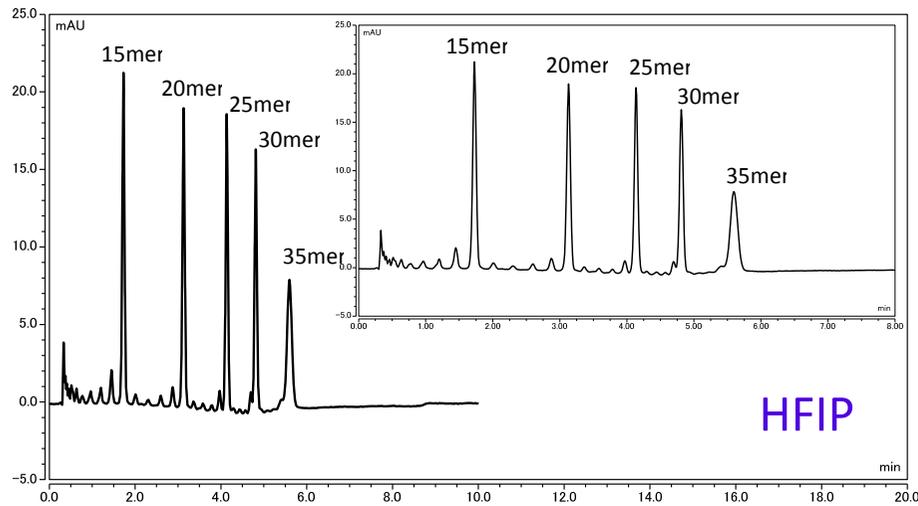
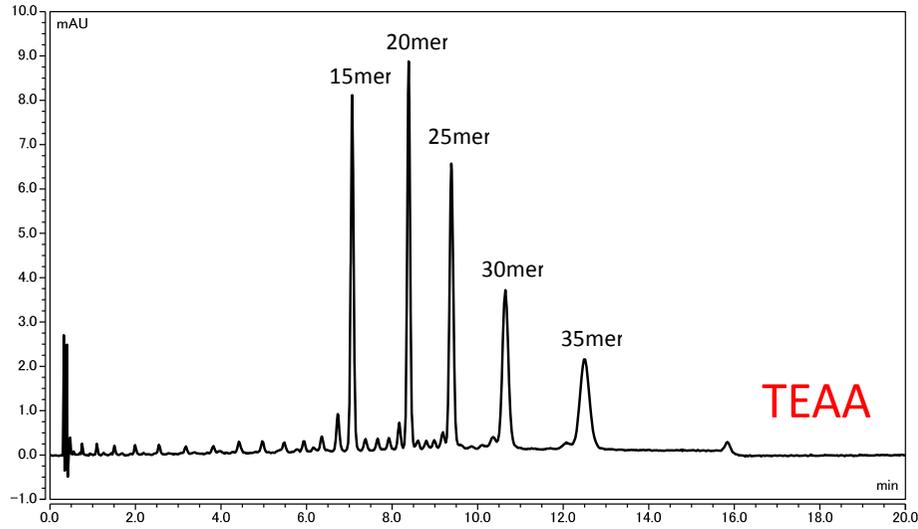
アプリケーション

標準品から受託合成品へ

カラム材質の選定

SUS or メタルフリーとフリットの材質

-移動相の探索-



Analytical conditions:

Column: Develosil HSR C18 Peptide, 2.5um (2.0x50mm)

Mobile phase: A) 0.1M TEAA, pH7.0 B) 0.1M TEAA, pH7.0/Acetonitrile=40/60

A) 20mM TEA + 400mM HFIP B) 20mM TEA + 400mM HFIP/Methanol=50/50

Gradient: (TEAA)

Time (min)	Flow rate (mL/min)	%B	Curve
0.0	0.4	15	5
8.0	0.4	20	5
15.0	0.4	20	5
15.1	0.4	15	5

(HFIP)

Time (min)	Flow rate (mL/min)	%B	Curve
0.0	0.4	40	5
4.0	0.4	50	5
8.0	0.4	50	5
8.1	0.4	40	5

Temperature: 50°C
 Detection: UV260nm
 Sample: Oligo Deoxy Thymidine (15, 20, 25, 30, 35mer)
 Injection volume: 2.0uL
 System: Thermo Fisher SCIENTIFIC Vanquish_Horizon
 Mixer volume: 10uL

-アプリケーション-

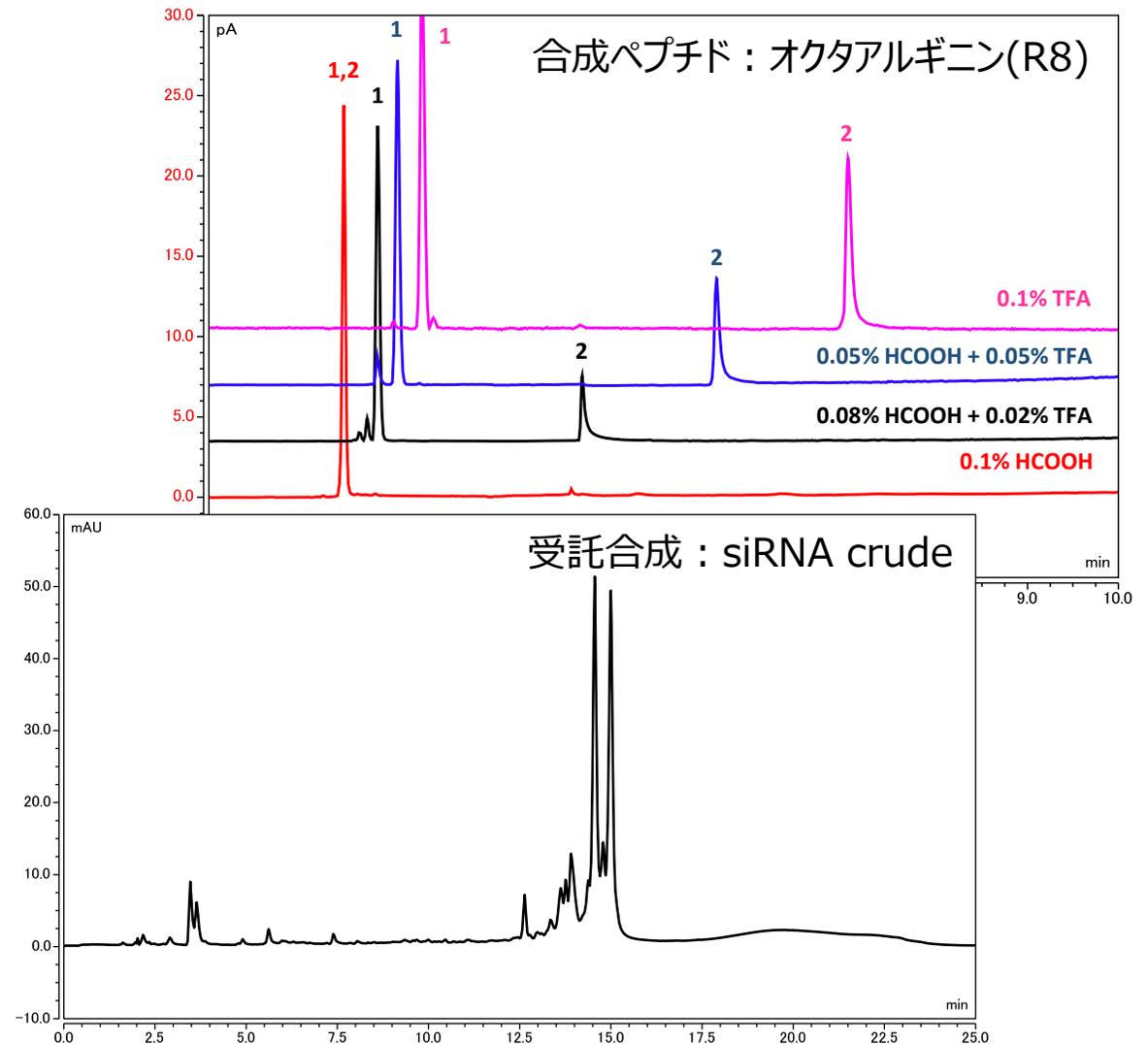
標準品としてはあまり販売されていない
↓
受託合成品がメインとなりつつある

コスト高

UHPLCにてメソッド開発

- 溶媒削減
- 注入量削減

は大きなメリットになる!!



-カラム材質の選定-

金属に吸着する化合物は、

メタルフリーカラムにすることで解決！！

何でもメタルフリーにするのは間違い

メタルフリーで効果のある化合物

- ・金属配位性化合物

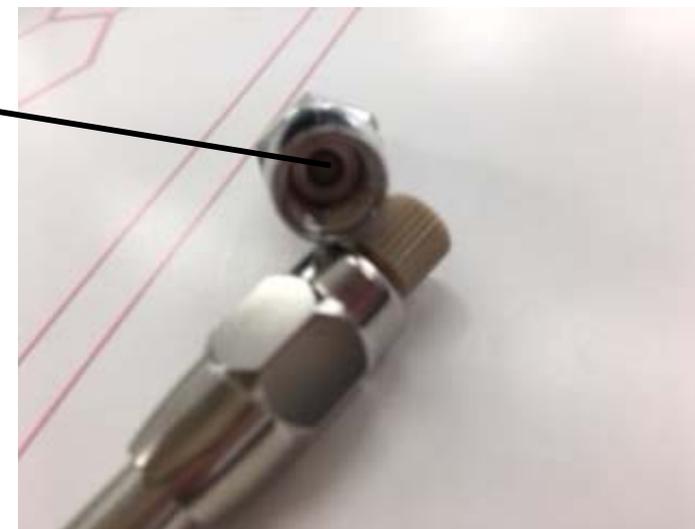
→オキシシン銅、クロルヘキシジンなど

- ・リン酸基のついた化合物

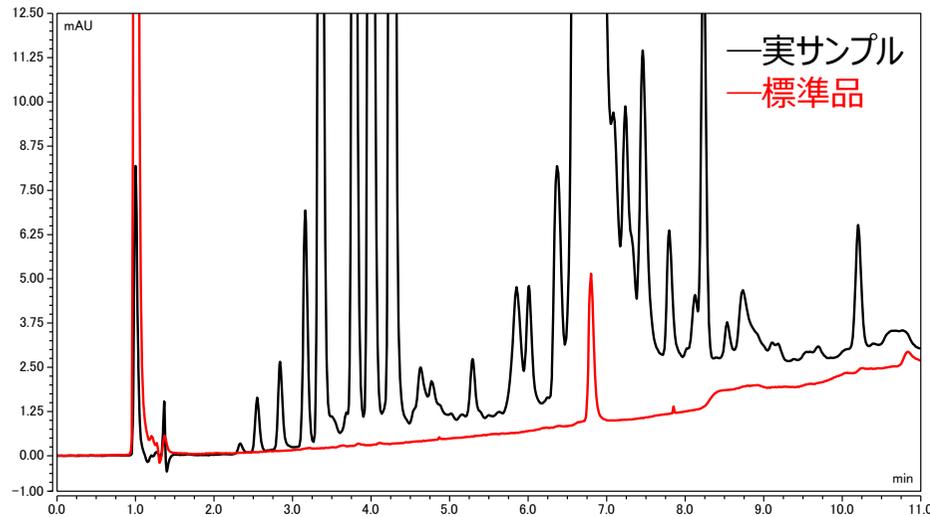
→AMP, ADP, ATPなどギ酸系バッファー使用時



オールPEEK

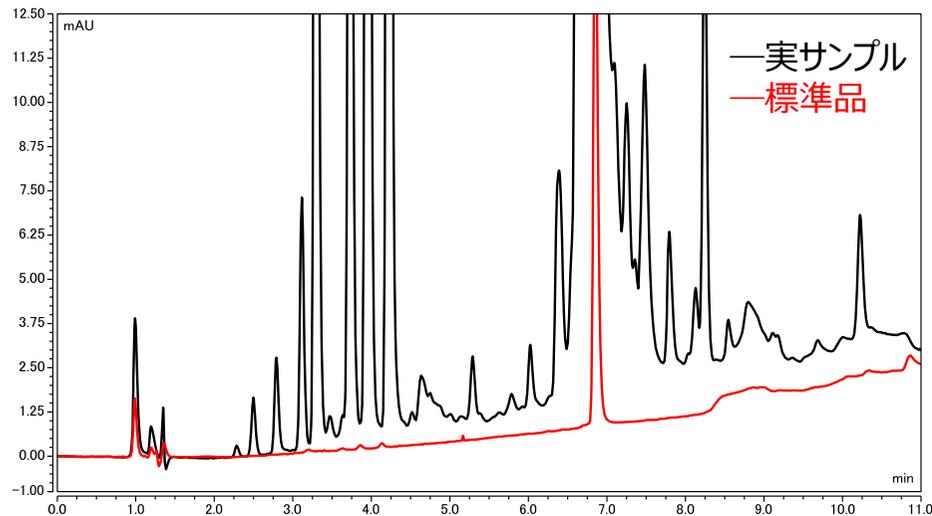


-メタルフリーカラム使用例-



←SUSカラム

Peak Area:0.1336(mAU*min)



←メタルフリーカラム

Peak Area:1.0822(mAU*min)

約10倍の効果!!

所有システム	Thermo Fisher SCIENTIFIC/Vanquish H	Thermo Fisher SCIENTIFIC/Ultimate 3000	Waters/alliance 島津製作所/10A 日本分光/2000Plus
適合粒子径	2um, 2.5um, 3um, 5um	2.5um, 3um, 5um	3um, 5um
適合カラム内径	2.0~4.6mm	3.0~4.6mm	3.0~4.6mm (3um) 3.0~10mm (5um)
適合カラム長さ	50~250mm	50~250mm	50~250mm (3um) 50~300mm (5um)
Develosil 適合シリーズ	Develosil HSR UHPLC Develosil HSR Develosil HB など上記を含む全ての充填剤	Develosil HSR UHPLC ※システムの耐圧内での使用 Develosil HSR Develosil HB など上記を含む全ての充填剤	Develosil全ての充填剤 Develosil Semi-prep
その他の適合システム	Waters I-Class Waters H-Class (Bio含む) 島津製作所 Nexera X2 日本分光 Extrema UHPLC	Waters ACQUITY Arc 島津製作所 Nexera XR 島津製作所 Nexera-i 日本分光 Extrema RHPLC	

-謝辞-

**システム導入より、サーモフィッシャーサイエンティフィック株式会社
田口様、熊野様をはじめ多くの方々に多大なるご協力をいただき
ました。**

この場を借りて厚く御礼申し上げます。

ご清聴ありがとうございました！！