

デュアルLC Vanquish Duoを用いた疎水性化合物脂肪酸・脂肪酸エステルと親水性化合物アミノ酸の同時分析

1台で2台分の性能を発揮する Vanquish Duo

食品中には、糖、アミノ酸、有機酸、ビタミン、脂肪酸、脂質と多岐にわたる成分が含まれています。食品の研究、開発、品質管理を行う上でこのような成分の測定が求められ、成分の種類ごとに分析条件を変更して測定するのが一般的です。たとえば糖分析では親水性相互作用クロマトグラフィー (HILIC)、脂肪酸・脂質分析ではアセトンなど低極性溶媒を含む逆相系といったように分析条件が大きく異なります。そのため成分の種類ごとに溶媒を切り替えたり、実験室の限られたスペースで、複数台で測定したりせざるを得ません。また実験室のスペースが限られているのが現状です。

Thermo Scientific™ Vanquish™ Duo HPLCシステムは、ポンプ2台、注入システム2台を内蔵し、1システムで異なる2分析を同時に実施できます。サンプルループやニードル、注入バルブが2個ずつあり、流路が完全に独立した世界初のデュアルスプリットループオートサンプラーを備えています。

本アプリケーションノートでは、Vanquish Duoを使用し、疎水性化合物脂肪酸・脂肪酸エステルと親水性化合物アミノ酸を同時に測定したのでご紹介します。

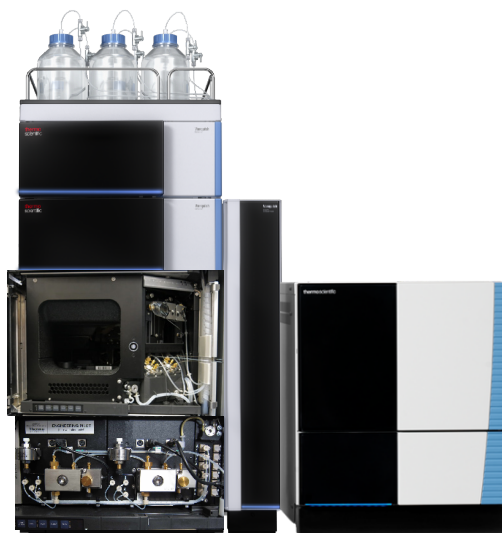


図1. Vanquish Duo (左)、ISQ EC (右)

装置構成とアプリケーション

HPLC : Thermo Scientific Vanquish Duo

Leftシステム 脂肪酸・脂質分析

移動相 : 蒸留水／メタノール／アセトニトリル／アセトン／テトラヒドロフラン (THF) ／酢酸溶液
 洗浄液 : アセトン
 カラム : Thermo Scientific Accucore™ C30カラム
 検出器 : 荷電化粒子検出器 (CAD)

Rightシステム アミノ酸分析

移動相 : ギ酸水溶液／アセトニトリル
 洗浄液 : 蒸留水
 カラム : Thermo Scientific Synchronis™ aQカラム
 検出器 : Thermo Scientific ISQ™ ECシングル四重極質量分析計

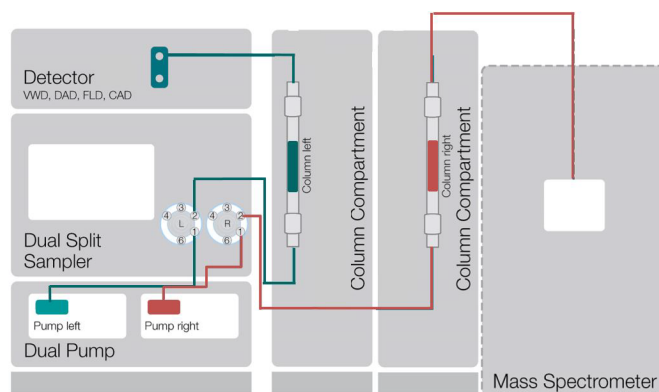


図2. 配管図。Leftシステム (青)、Rightシステム (赤)

サンプル調製

脂質標準溶液として、ミリスチン酸、リノレン酸、オレイン酸、パルミチン酸、ステアリン酸、ジオレイン酸グリセロール、ジパルミチン酸グリセロールをアセトンに溶解し適切な濃度に調製しました。なお、バイアルは Thermo Scientific National Amber Target Snap-IT ID™ (製品番号 C4011-6W)、クロージャーにキャップ材質がポリエチレンの 11 mm Snap Cap PTFE/Silicone (製品番号 60180-677) を使用しました。

アミノ酸標準溶液として、Thermo Scientific Amino Acid スタンダード H (L-アラニン (Ala)、アンモニウム [(NH₄)²SO₄], L-アルギニン (Arg)、L-アスパラギン酸 (Asp)、L-シスチン (Cys2)、L-グルタミン酸 (Glu)、グリシン (Gly)、L-ヒスチジン (His)、L-イソロイシン (Ile)、L-ロイシン (Leu)、L-リシン (Lys) HCl、L-メチオニン (Met)、L-フェニルアラニン (Phe)、L-プロリン (Pro)、L-セリン (Ser)、L-スレオニン (Thr)、L-チロシン (Tyr)、L-バリン (Val) 含有。シスチンを除くアミノ酸 2.5 mmol/L、シスチン 1.25 mmol/L) を使用しました。

これとは別に L-グルタミン (Gln) を 0.02 mol/L 塩酸で、L-トリプトファン (Trp) をメタノールで 1 mmol/L に溶解しました。これらの溶液を混合し適切な濃度に調製しました。

サンプルには粉ミルク、卵、ゴマ油、オリーブ油を用意しました。粉ミルクはメーカー指定量を 70°C の水に溶解し、メンブレンフィルター (Thermo Scientific Titan 3 0.2 mm PTFE: 製品番号 42213-NPL) でろ過後、CAD 測定にはそのまま使用し、MS 測定には 70°C の水で 10 倍および 100 倍希釈しました。卵は一個を割ってこした後に、CAD 測定用に 10 倍に希釈、MS 測定用には 100 倍と 1000 倍に希釈し、それぞれフィルターでろ過しました。ごま油、オリーブ油はそれぞれアセトンで 10 倍希釈し CAD 測定に使用しました。

分析条件

高速液体クロマトグラフィー (HPLC) 条件を表 1 に、Right システムの MS イオン源パラメーターを表 2 に示します。Right システムでは選択イオンモニタリング (SIM) で測定しました。モニターイオン条件は表 3 および図 6 に示します。

表 1. HPLC 条件

項目	Leftシステム (CAD) 脂肪酸・脂肪酸エステル測定	Rightシステム (MS) アミノ酸測定																																																																																														
移動相	A: メタノール/蒸留水/酢酸 (750:250:4) B: アセトン/アセトニトリル/テトラヒドロフラン (THF) /酢酸 (500:400:100:4) C: アセトン	A: 0.1% 酢酸水溶液 B: アセトニトリル																																																																																														
流量	0.3 mL/min	0.2 mL/min																																																																																														
グラジエント	<table border="1"> <thead> <tr> <th>番号</th> <th>時間</th> <th>流量 [ml/min]</th> <th>%B</th> <th>%C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.000</td> <td></td> <td></td> <td>測定</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.000</td> <td>0.300</td> <td>50.0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2.000</td> <td>0.300</td> <td>70.0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>20.000</td> <td>0.300</td> <td>100.0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>20.000</td> <td>0.300</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>40.000</td> <td>0.300</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>40.000</td> <td>0.300</td> <td>50.0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>新しい行</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>50.000</td> <td></td> <td></td> <td>測定停止</td> </tr> </tbody> </table>	番号	時間	流量 [ml/min]	%B	%C	1	0.000			測定	2	0.000	0.300	50.0	0.0	3	2.000	0.300	70.0	0.0	4	20.000	0.300	100.0	0.0	5	20.000	0.300	0.0	100.0	6	40.000	0.300	0.0	100.0	7	40.000	0.300	50.0	0.0	8	新しい行				9	50.000			測定停止	<table border="1"> <thead> <tr> <th>番号</th> <th>時間</th> <th>流量 [ml/min]</th> <th>%B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.000</td> <td></td> <td>測定</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.000</td> <td>0.200</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2.000</td> <td>0.200</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>5.000</td> <td>0.200</td> <td>25.0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>11.000</td> <td>0.200</td> <td>35.0</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>11.000</td> <td>0.200</td> <td>95.0</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>12.000</td> <td>0.200</td> <td>95.0</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>12.000</td> <td>0.200</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>新しい行</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>24.000</td> <td></td> <td>測定</td> </tr> </tbody> </table>	番号	時間	流量 [ml/min]	%B	1	0.000		測定	2	0.000	0.200	0.0	3	2.000	0.200	0.0	4	5.000	0.200	25.0	5	11.000	0.200	35.0	6	11.000	0.200	95.0	7	12.000	0.200	95.0	8	12.000	0.200	0.0	9	新しい行			10	24.000		測定
番号	時間	流量 [ml/min]	%B	%C																																																																																												
1	0.000			測定																																																																																												
2	0.000	0.300	50.0	0.0																																																																																												
3	2.000	0.300	70.0	0.0																																																																																												
4	20.000	0.300	100.0	0.0																																																																																												
5	20.000	0.300	0.0	100.0																																																																																												
6	40.000	0.300	0.0	100.0																																																																																												
7	40.000	0.300	50.0	0.0																																																																																												
8	新しい行																																																																																															
9	50.000			測定停止																																																																																												
番号	時間	流量 [ml/min]	%B																																																																																													
1	0.000		測定																																																																																													
2	0.000	0.200	0.0																																																																																													
3	2.000	0.200	0.0																																																																																													
4	5.000	0.200	25.0																																																																																													
5	11.000	0.200	35.0																																																																																													
6	11.000	0.200	95.0																																																																																													
7	12.000	0.200	95.0																																																																																													
8	12.000	0.200	0.0																																																																																													
9	新しい行																																																																																															
10	24.000		測定																																																																																													
注入量	1 μL	2 μL																																																																																														
洗浄液	アセトン	蒸留水																																																																																														
カラム	Accucore C30 2.6 μm, 2.1 × 250 mm	Synchronis aQ 5 μm, 2.1 × 150 mm																																																																																														
カラム温度	10°C	30°C																																																																																														
温調モード	Forced Air (空気循環方式)	Forced Air (空気循環方式)																																																																																														
検出器	CAD	MS																																																																																														
検出器 パラメーター	パワーファンクション 1.00 ドライビングチューブ温度 35°C サンプリングレート 10 Hz、フィルター定数 2秒	表2、表3、図6参照																																																																																														

表 2. Right システム MS イオン源パラメーター

項目	パラメーター
イオン化モード	エレクトロスプレーイオン化法 (ESI) 正イオンモード
スプレー電圧	+3000 V
シースガス	60 psig
補助ガス	5 psig
ペーボライザー	320°C
スイープガス	0 psig
イオントランスファーチューブ	350°C

表 3. Right システム SIM 設定

付加体	ドゥエルタイム	SIM幅	ソース衝突誘起解離 (CID) 電圧
[M+H] ⁺	各 0.05 s	1.0 Da	5 V

分析条件の設定：検出器の選択

Leftシステムでは検出器にCADを用いて脂肪酸、脂肪酸エステルを測定しました。脂肪酸、脂肪酸エステルはUV吸収が少なく通常のUV測定では高感度な検出ができません。CADは不揮発性・半揮発性化合物であればUV吸収がない化合物でも検出でき、脂肪酸、脂肪酸エステルの多糖分析にも有用な検出器です。またグラジエント分析も可能なため、示差屈折率検出器よりも使い勝手がよく約100倍高感度に検出できます。

一方Rightシステムには、アミノ酸測定の検出器にシングル四重極MSを選択しました。アミノ酸測定にはさまざまな手法が開発されており、低波長側でのUV測定、プレカラム誘導体化し蛍光検出、ポストカラムモジュールを用いた誘導体化、CADによる直接検出、MSでの測定などがあります。食品中のアミノ酸の測定では、水溶性の高い夾雑物が多いことから特異性の高い検出手法が有用です。特異性の高い手法としてプレカラム誘導体化、ポストカラム誘導体化がありますが、前者は試薬調製の手間がかかり、後者はポストカラムモジュールが必要になり装置が大がかりになります。一方MSは試料を誘導体化することなく検出器で分離できます。ISQ ECシングル四重極質量分析計はイオン源のスプレー方向に対し真空系への取り込み部分が垂直な直交スプレーデザインを採用しており、汚れに強く堅牢性の高い装置です。またソフトウェアもHPLCやイオンクロマトグラフィーで使用されているThermo Scientific Chromeleon™ クロマトグラフィーデータシステム7.2を使用しており、MSが初めての方でも簡単に操作できます。

Vanquish Duoは今回のようなCADとMSの他、UV検出器や蛍光検出器など用途に合わせて左右で異なる検出器を選択できます。

分析条件の設定：Left

Left側の分析ではバイアルクロージャーにポリエチレン製(セプタムはPTFE/シリコン製)を使用しました。アセトンはポリプロピレンなど多くのポリマーと反応してしまい、ポリマー由来の化合物がCADで検出されてしまいます。アセトンに耐性のあるポリエチレンなどの材質でできたクロージャーを用いることで、未知化合物の溶出を回避できます。

ニードル洗浄液にはアセトンを用いました。Vanquish Duoでは左右のシステムで異なるニードル洗浄液を使用することが可能です。それぞれの分析で洗浄効果の高い溶媒を選択でき、効率的に洗浄できます。

カラム温度は10℃と低めに設定しています。脂肪酸・脂肪酸エステル分析の場合、温度を下げることで分離が改善されることが多く見られます。そのため左右のシステムで異なるカラム温度に設定しました。Vanquish Duoではカラムコンパートメントを複数台接続することができます。通常、カラムコンパートメント1台のときは左右で同じ温度の設定になりますが、Vanquish Duoは複数台接続できるため、左右で異なる温度で分析できます。

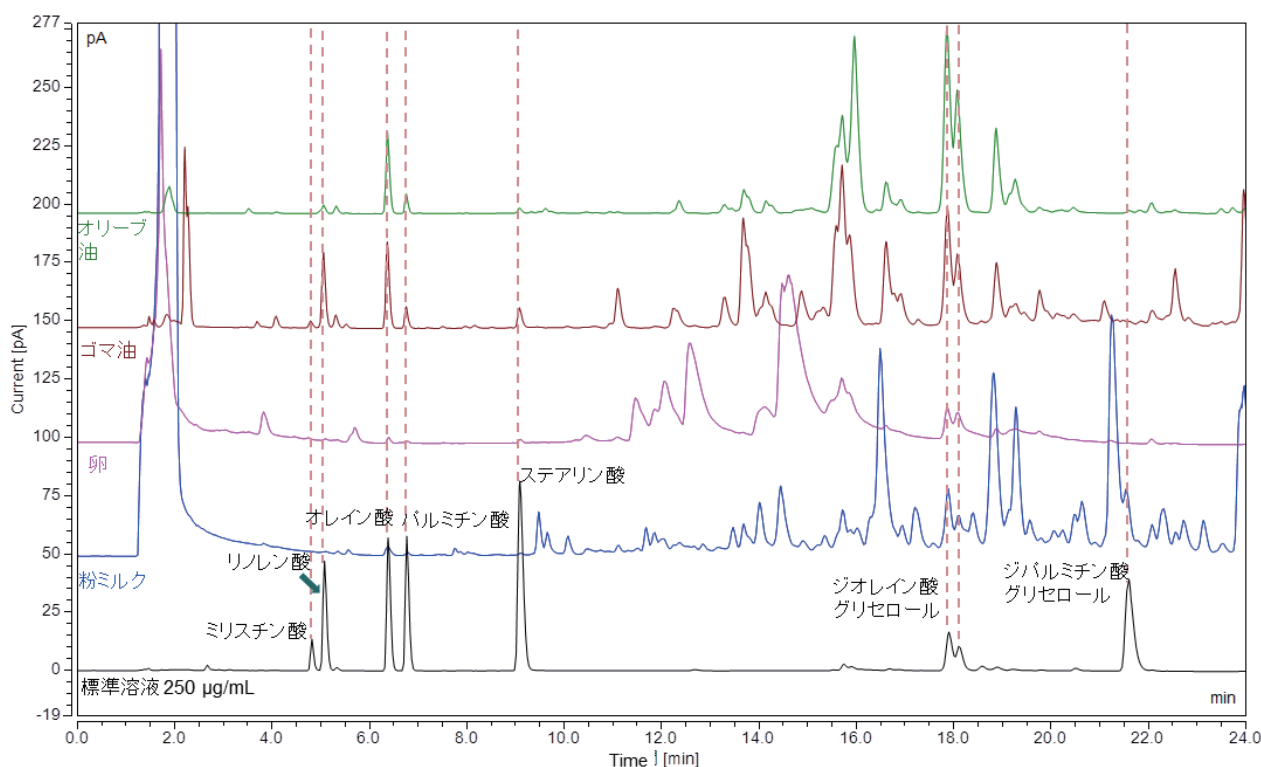


図3. Leftシステム：脂肪酸・脂肪酸エステルのクロマトグラム

分析条件の設定：Right

Right側の分析には逆相のC18カラムを選択しました。アミノ酸のMSでの測定方法は複数あり、逆相、HILIC、イオン交換モードを含むミックスモードでの分析などがよく用いられます。今回の測定の場合HILICでは、一部のアミノ酸がアセトニトリル付加体で検出されました。LysやGlnは水素付加分子 $[M+H]^+$ m/z 147で検出された一方、Serはアセトニトリル (ACN) 付加体 $[M+H+ACN]^+$ m/z 147で検出され、LysやGlnと m/z が同じになり、LCでの分離が必要です。ミックスモードカラムでは、カラムへの保持が強く、簡単には溶出しないアミノ酸もありました。これらと比較すると逆相系カラム Synchronis aQはすべて水素付加分子 $[M+H]^+$ で検出しています。HPLC側でLeuとIle、LysとGlnの二つの組み合わせのみ分離できれば十分ですし、ピーク形状も良好だったため選択しました。アミノ酸は極性が高いため、逆相系での分析は難しいですが、Synchronis aQは炭素含有率が19%と高い上、水100%でも分析できるカラムです。このように高極性アミノ酸を保持させるため、ギ酸水溶液100%から分析を開始しました。なお、左右のシステムで流路が一部でも共有される場合、反対側のシステムの影響を受けてしまいます。今回の分析条件を例にすると、LeftシステムでアセトンやTHFを使用しており、Rightシステムに少量でも流入すると水系100%で分析している前半に溶出するアミノ酸のピーク形状に影響が出てしまいます。しかし、Vanquish Duoは左右で完全に流路が独立しているため、もう一方のシステムの影響を受けることなく良好に測定できました。アミノ酸は正

イオンモードと負イオンモード両方で検出できますが、pH酸性条件下では正イオンモードの方が高感度に検出できるため、正イオンモードで評価しました。

結果：Left システム：脂肪酸・脂肪酸エステル

図3にLeftシステムで脂肪酸、脂肪酸エステルを分析した標準溶液、各サンプルのクロマトグラムを示します。オリーブ油、ゴマ油からは脂肪酸が検出されましたが、卵、粉ミルクからは微量の脂肪酸しか検出されませんでした。これは脂肪酸が食品中に脂肪酸エステルとして多く存在しており、遊離脂肪酸としての含有量が少ないためと考えられます。また実際、モノアシルグリセロールからジアシルグリセロール、トリアシルグリセロールは多く検出されており、脂肪酸エステルとして含まれることが示唆されます。ジオレイン酸グリセロールは2ピーク検出されました。測定に使用したジオレイン酸グリセロールには異性体混合物の試薬を使用しており、異性体による分離が考えられます。サンプル分析時には多くの脂溶性夾雑物が溶出されたため、分析終了後にアセトン100%で20分の洗浄を行いました。

各成分の検量線結果を図4および表4に、各サンプル中の脂肪酸・脂肪酸エステル含有量を表5に示します。CADは検出原理の関係から一般に放物線状の検量線を示し、2次曲線または両対数プロットで近似(今回は2次曲線で近似)します。また定量下限付近の5 $\mu\text{g/mL}$ のクロマトグラムを図5に示します。

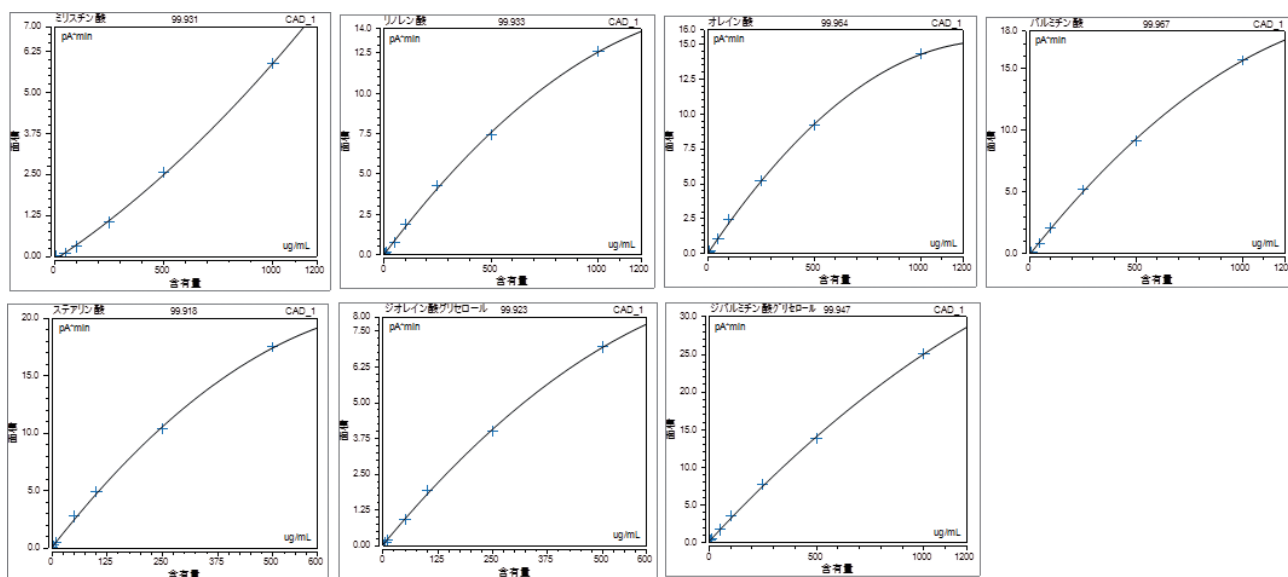


図4. Leftシステム：検量線

表4. Left システム：検量線結果

成分名	近似法	定量基準	濃度範囲 ($\mu\text{g/mL}$)	校正点数	RSD (%)	決定係数	C0* (オフセット)	C1* (スロープ)	C2* (カーブ)
ミリスチン酸	2次曲線、原点無視	面積	10 ~ 1000	6	4.67	0.9993	-0.1016	0.0044	0.0000016
リノレン酸	2次曲線、原点無視	面積	1 ~ 1000	8	4.10	0.9993	0.0030	0.0178	-0.0000052
オレイン酸	2次曲線、原点無視	面積	1 ~ 1000	8	2.90	0.9996	0.0201	0.0228	-0.0000085
パルミチン酸	2次曲線、原点無視	面積	1 ~ 1000	8	2.94	0.9997	-0.0566	0.0217	-0.0000061
ステアリン酸	2次曲線、原点無視	面積	1 ~ 500	7	4.44	0.9992	0.0724	0.0494	-0.0000292
ジオレイン酸グリセロール	2次曲線、原点無視	面積	5 ~ 500	6	4.07	0.9992	0.0439	0.0185	-0.0000095
ジパルミチン酸グリセロール	2次曲線、原点無視	面積	1 ~ 1000	8	3.67	0.9995	0.2008	0.0307	-0.0000058

※ $y = C2 x^2 + C1 x + C0$ の係数

表 5. Left システム：サンプル中の脂肪酸・脂肪酸エステル含有量測定結果

成分名	粉ミルク		卵		ゴマ油		オリーブ油	
	原液 ($\mu\text{g/mL}$)	10倍希釈後 ($\mu\text{g/mL}$)	希釈前 (mg/個)	10倍希釈後 ($\mu\text{g/mL}$)	希釈前 (mg/mL)	10倍希釈後 ($\mu\text{g/mL}$)	希釈前 (mg/mL)	
ミリスチン酸	N.D.*	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	86.3	0.863	
リノレン酸	4.94	3.82	1.03	172	1.72	18.0	0.180	
オレイン酸	19.9	8.43	2.28	149	1.49	140.4	1.40	
パルミチン酸	8.18	8.68	2.34	38.1	0.381	32.3	0.323	
ステアリン酸	1以下	1.46	0.394	15.9	0.159	3.00	0.0300	
ジオレイン酸グリセロール	536	237	64.0	1000以上	10以上	1000以上	10以上	
ジパルミチン酸グリセロール	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	4.91	0.0491	

※N.D.・・・検出下限以下

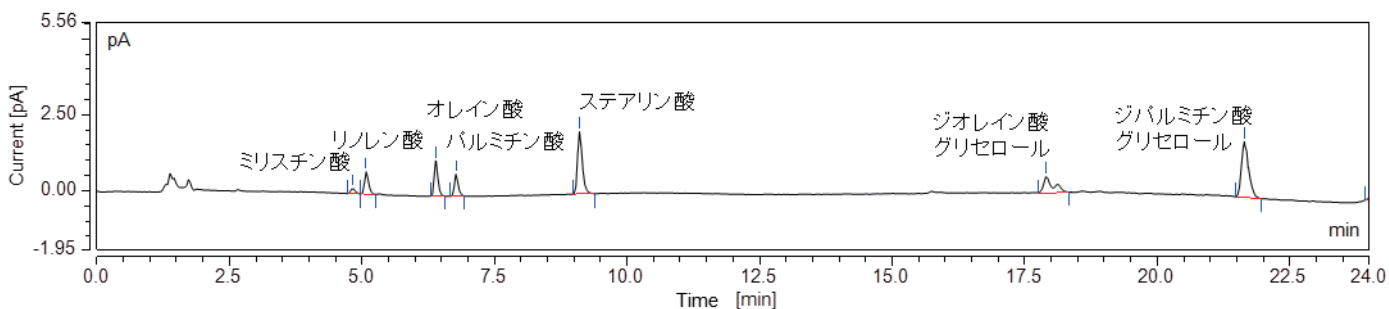


図4. Leftシステム：検量線

結果：Right システム：アミノ酸

図7にRightシステムでアミノ酸を分析した標準溶液5 $\mu\text{mol/L}$ (Cys2のみ2.5 $\mu\text{mol/L}$) のクロマトグラムを示します。アスパラギン(Asn)は m/z 133で検出されるものの、バックグラウンドノイズが高く、高感度な測定が困難だったため、Asnを除いた19アミノ酸で評価しました。IleとLeuは異性体のため同じ m/z で検出されます。また、LysとGlnはモノアイソトピック質量が146.11、146.07と近く四重極MSでの分離が必要で、それぞれの分離度はIleとLeuが1.96、LysとGlnが1.74と良好な結果が得られました。それぞれの検量線結果を図6、表6に示します。

相関係数は0.995以上となりました。粉ミルクサンプル、卵サンプルのクロマトグラムを図8に、含有量測定結果を表7に示します。

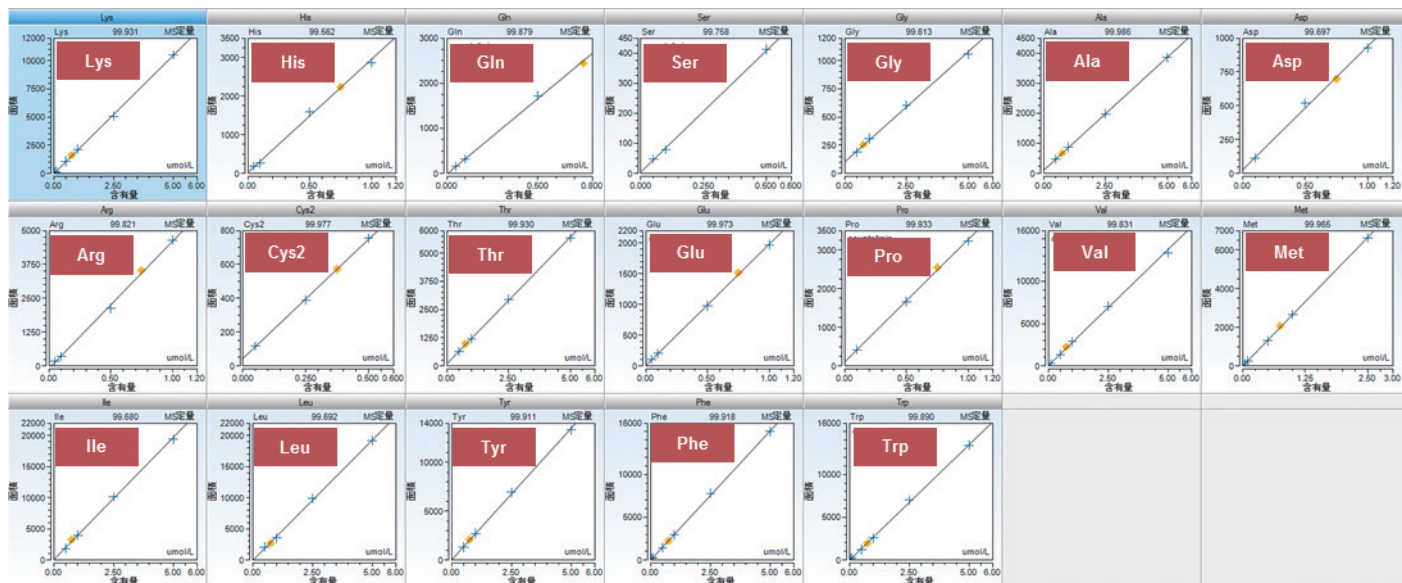


図6. Rightシステム：検量線

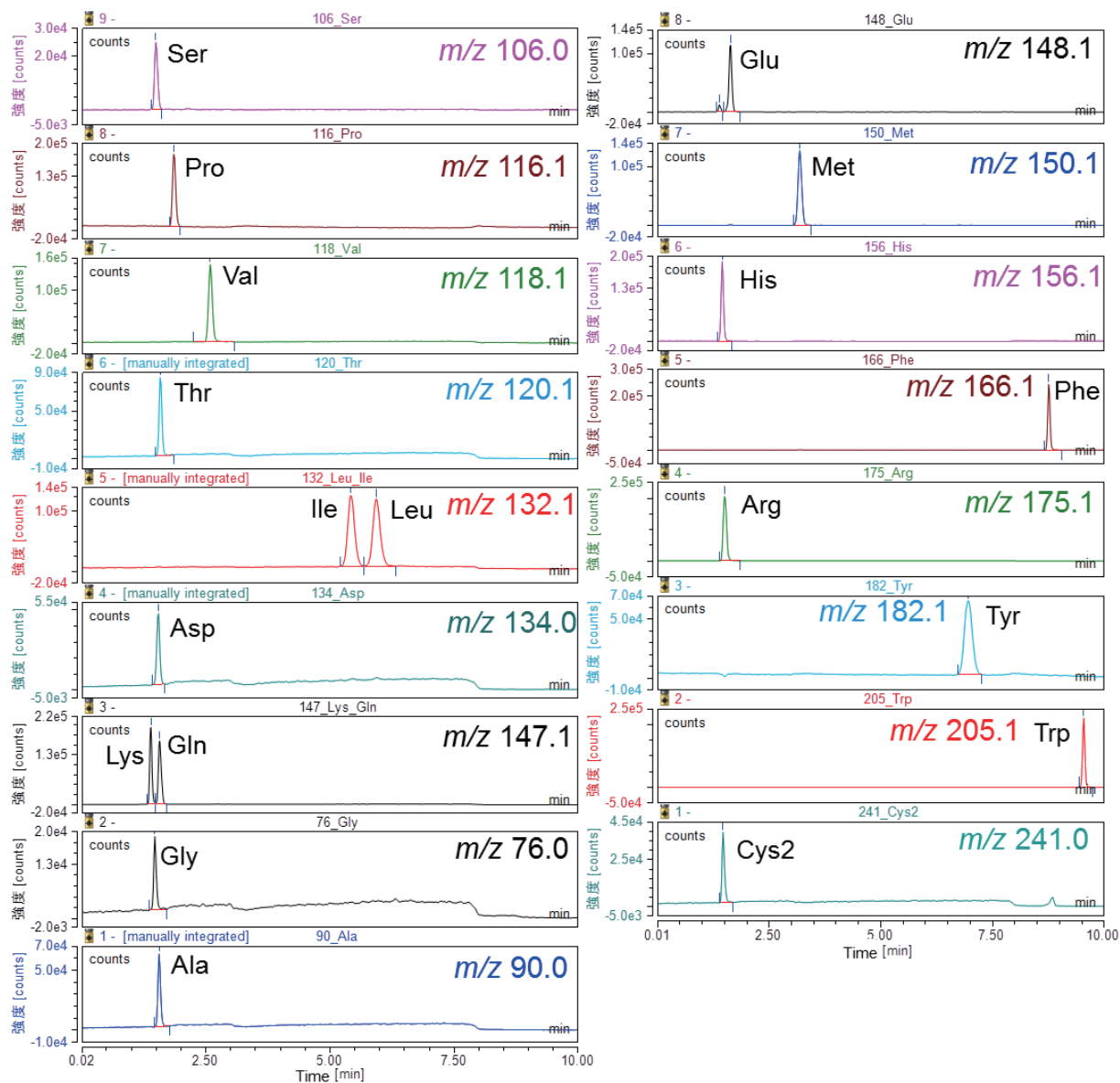


図7. Rightシステム：クロマトグラム (Cys2以外 5 µg/mL、Cys2 2.5 µg/mL)

表 6. Right システム：検量線結果

成分名	近似法	定量基準	校正点数	RSD (%)	相関係数	C0* (オフセット)	C1* (スロープ)
Lys	直線、原点無視、1/A	面積	7	8.04	0.9997	-19.27	2097
His	直線、原点無視、1/A	面積	5	12.29	0.9978	23.69	2927
Cys2	直線、原点無視、1/A	面積	4	1.82	0.9999	45.20	1407
Gly	直線、原点無視、1/A	面積	5	5.12	0.9981	101.6	195.4
Ser	直線、原点無視、1/A	面積	3	9.16	0.9988	5.069	807.7
Arg	直線、原点無視、1/A	面積	5	9.51	0.9991	-87.47	4691
Asp	直線、原点無視、1/A	面積	4	7.45	0.9985	25.89	916.2
Gln	直線、原点無視、1/A	面積	4	7.07	0.9994	-14.60	3353
Ala	直線、原点無視、1/A	面積	5	1.28	0.9999	104.71	750.4
Thr	直線、原点無視、1/A	面積	5	3.03	0.9997	94.48	1124
Glu	直線、原点無視、1/A	面積	5	3.15	0.9999	5.342	1975
Pro	直線、原点無視、1/A	面積	4	3.46	0.9997	103.64	3166
Val	直線、原点無視、1/A	面積	6	8.56	0.9992	39.68	2742
Met	直線、原点無視、1/A	面積	6	4.56	0.9998	-10.73	2668
Ile	直線、原点無視、1/A	面積	5	6.91	0.9984	66.61	3927
Leu	直線、原点無視、1/A	面積	5	6.99	0.9985	-51.87	3860
Tyr	直線、原点無視、1/A	面積	5	3.68	0.9996	13.20	2691
Phe	直線、原点無視、1/A	面積	7	8.41	0.9996	-6.000	3017
Trp	直線、原点無視、1/A	面積	7	9.94	0.9995	-16.10	2695

※y = C1 x + C0の係数

表 7. Right システム：サンプル含有量

成分名	粉ミルク ($\mu\text{mol/L}$)	卵 ($\mu\text{mol}/\text{個}$)
Lys	26.7	14.6
His	1.93	40.0
Cys2	N.D.	N.D.
Gly	29.3	6.62
Ser	N.D.	33.5
Arg	6.34	1.50
Asp	4.36	16.5
Gln	6.09	3.46
Ala	19.6	103
Thr	3.08	97.7
Glu	194	60.8
Pro	13.0	17.9
Val	9.58	26.0
Met	4.59	7.78
Ile	5以下	19.9
Leu	9.00	30.8
Tyr	5以下	20.3
Phe	2.79	17.6
Trp	1.32	5.29

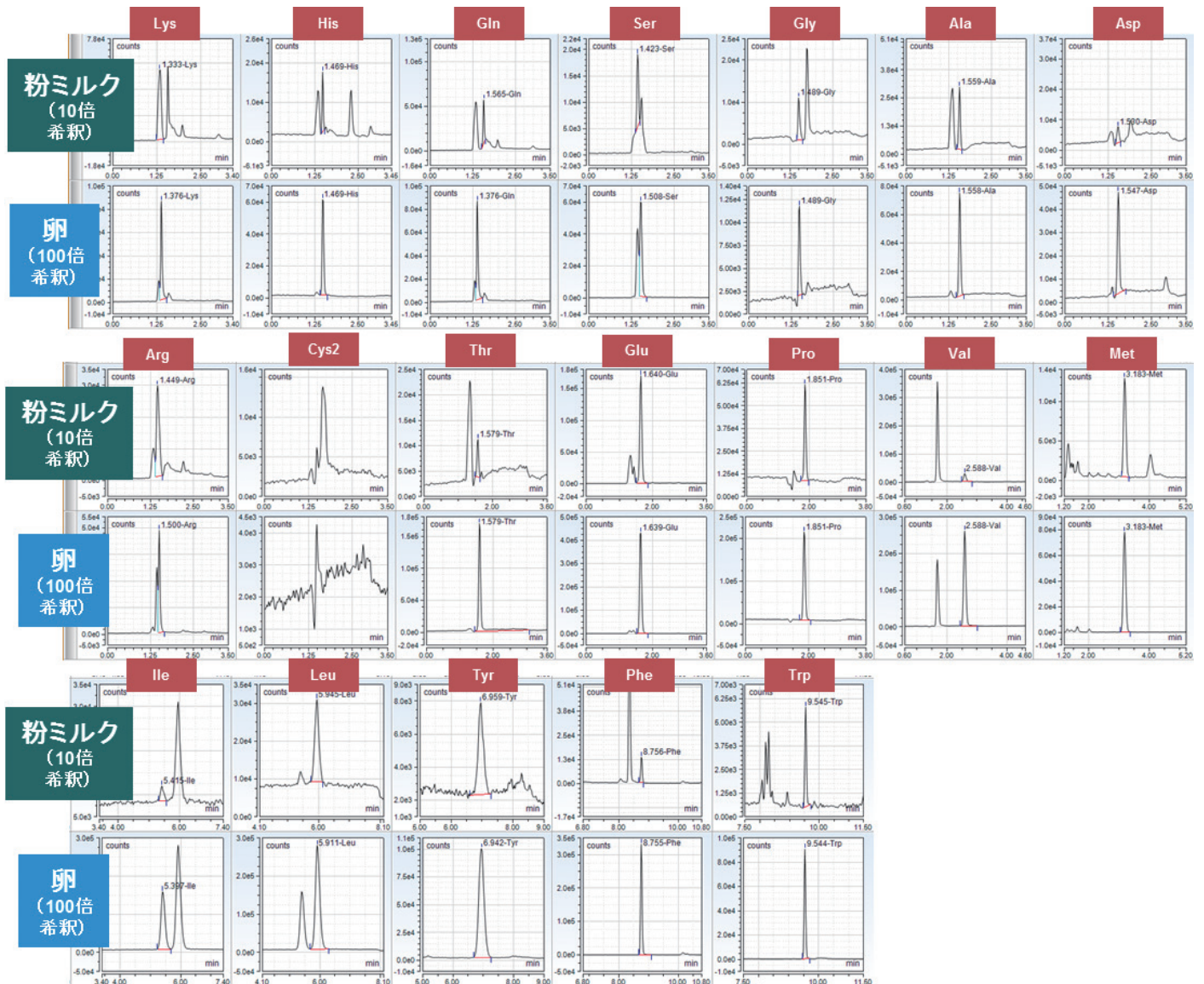
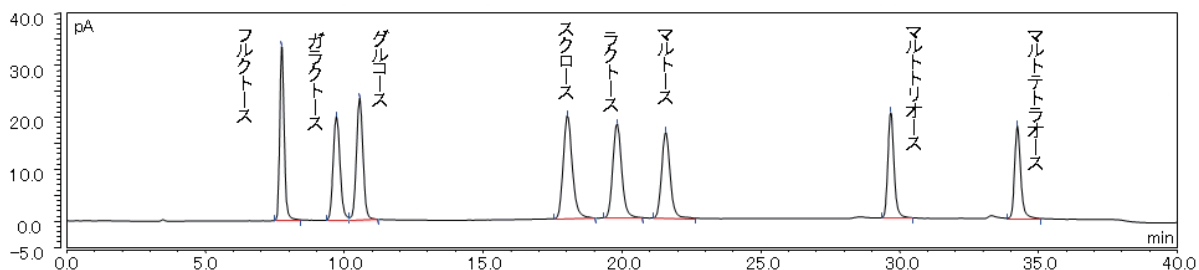
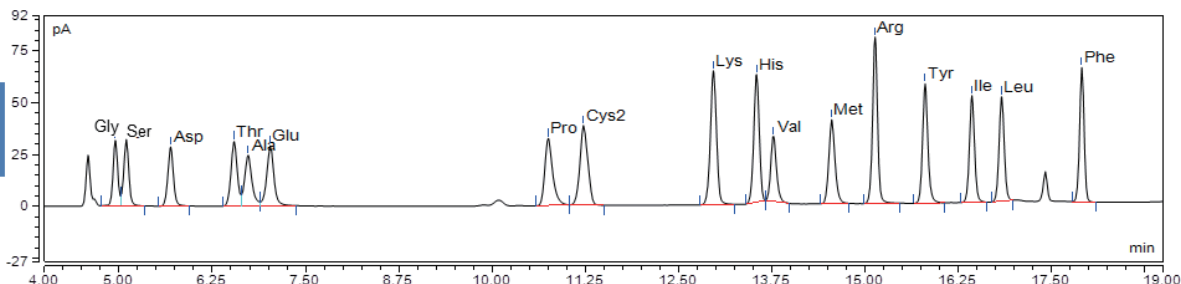


図8. Rightシステム：サンプル分析結果

糖分析 (CAD)



アミノ酸分析 (CAD)



有機酸分析 (UV、不揮発塩使用)

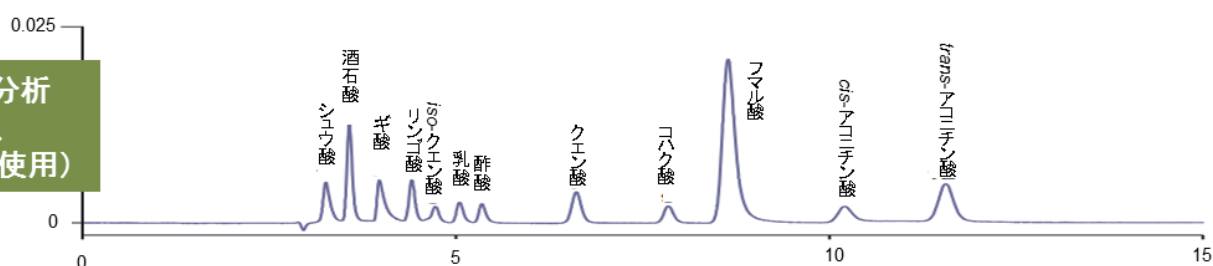


図9. 食品成分の主なアプリケーション

Vanquish Duo の他の分析への応用

このように Vanquish Duo では左右のシステムが完全に独立していることから、左右で異なる分析系を選択できます。今回ご紹介したアプリケーションの他、有機酸分析、糖分析、CADでのアミノ酸分析など弊社にはさまざまな食品成分のアプリケーションがあります(図9、表8)。これらの項目から測定したい成分、検出器を選択することで、脂肪酸・脂肪酸エステルとアミノ酸以外の組み合わせも測定可能になります。たとえば有機酸分析の場合、不揮発性塩を含む移動相で測定することが多く、揮発性移動相しか使用できないCADやMSと装置を共有することはあまり望ましくありません。Vanquish Duo を使うことで、一方を不揮発性移動相システム、もう一方をCADやMSなど揮発性移動相システムと、分けて運用することも可能です。このように測定したい成分に合わせて適切な検出器を選択することで、Vanquish Duo の活用が広がります。

表 8. 測定成分と必要な検出器

測定成分	検出器	分離モード	注意事項
糖	CAD	HILIC	—
アミノ酸	CAD	HILIC	—
アミノ酸	MS	逆相	水系100%から分析
有機酸	UV	逆相	不揮発性塩使用
脂肪酸・脂肪酸エステル	CAD	逆相	アセトン等低極性溶媒を使用

まとめ

- ・Vanquish Duo を使用することで、アセトン含有逆相分析の脂肪酸・脂肪酸エステルと、水系100%移動相でグラジエントを開始するアミノ酸を同時に分析できました。
- ・脂肪酸・脂肪酸エステル分析ではアセトン、アミノ酸分析では蒸留水と、異なるニードル洗浄液を選択できました。

© 2019 Thermo Fisher Scientific k.k. 無断複写・転写を禁じます。 HPLC129_A1912SO
ここに記載の会社名、製品名は各社の商標または登録商標です。
また、記載されている製品は研究用機器であり、診断目的およびその手続き上での使用はできません。
記載の価格は2019年12月現在のメーカー希望小売価格です。消費税は含まれておりません。
価格、製品の仕様、外観、記載内容は予告なしに変更する場合がありますのであらかじめご了承ください。
実際の販売価格は、当社販売代理店までお問い合わせください。

サーモフィッシャーサイエンティフィック株式会社

分析機器に関するお問い合わせはこちら

TEL: 0120-753-670 FAX: 0120-753-671

Analyze.jp@thermofisher.com

facebook.com/ThermoFisherJapan

@ThermoFisherJP

www.thermofisher.com

ThermoFisher
SCIENTIFIC