

## オンライン前処理装置を用いた固相誘導体化法による血漿メタボロミクス分析

○新川翔也, 浅井智紀, 佐々野僚一  
株式会社アイスティサイエンス

### Plasma metabolomics analysis by solid phase analytical derivatization using online pretreatment system

○Shoya Arakawa, Tomonori Asai, Ryoichi Sasano  
AiSTI Science, Co., Ltd.

【目的】生体内代謝物の網羅的分析手法を指すメタボロミクスは、医学・食品分野における表現型解析手法の一つとして頻用されている。ガスクロマトグラフィー質量分析法 (GC/MS) はメタボロミクスに用いる分析機器の第一選択として挙げられるが、生体内代謝物の多くは難揮発性の化合物でありガスクロマトグラフィーには適さない。そのためトリメチルシリル誘導体化 (TMS 化) によって揮発性を向上させた状態で分析に供する手法がとられている。しかしながら、TMS 化処理を行うには水分の除去 (脱水) が必須であり、そのための凍結乾燥処理に 10 時間以上を要する。本報告では前処理時間の短縮を目的として、脱水操作に固相カートリッジを用いる手法および固相上での誘導体化処理 (固相誘導体化法) を提案する。

【方法】分析試料として異なる抗凝固剤 (クエン酸、EDTA-2K、ヘパリン) を用いた市販血漿を用いた。市販血漿 50  $\mu$ L に対し内部標準物質を含む水 150  $\mu$ L を加え、さらにアセトニトリル 800  $\mu$ L を加え除タンパク処理を行い、遠心分離によって得られた上清を試料液とした。試料液は 2 層のイオン交換固相カートリッジに負荷され、代謝物は固相に保持される。そこにアセトニトリルを通液することで固相中の水分を取り除き、窒素ガスで乾燥する。続いて誘導体化試薬を含浸させ、TMS 化処理を行う。TMS 化された代謝物は疎水性溶媒にて溶出されその全量が GC 注入口に導入される。GC/MS データは解析ソフトウェア MS-DIAL およびインハウスライブラリを用いてデータ解析を行い、各ピークに対する代謝物同定とピーク面積値のデータ行列を作成した。最後に、データ構造を把握するために主成分分析を行った。

【結果・考察】血漿に含まれる代謝物が同定され、その同定ピークによる主成分分析のスコアプロットは抗凝固剤の種類ごとにクラスターを形成していた。本手法および本システムの利用によって抽出以後の前処理に要する労力を削減しスループットの向上や省力化が期待できる。今後は対象成分の拡大に努め、より精密な表現型解析を目指したい。



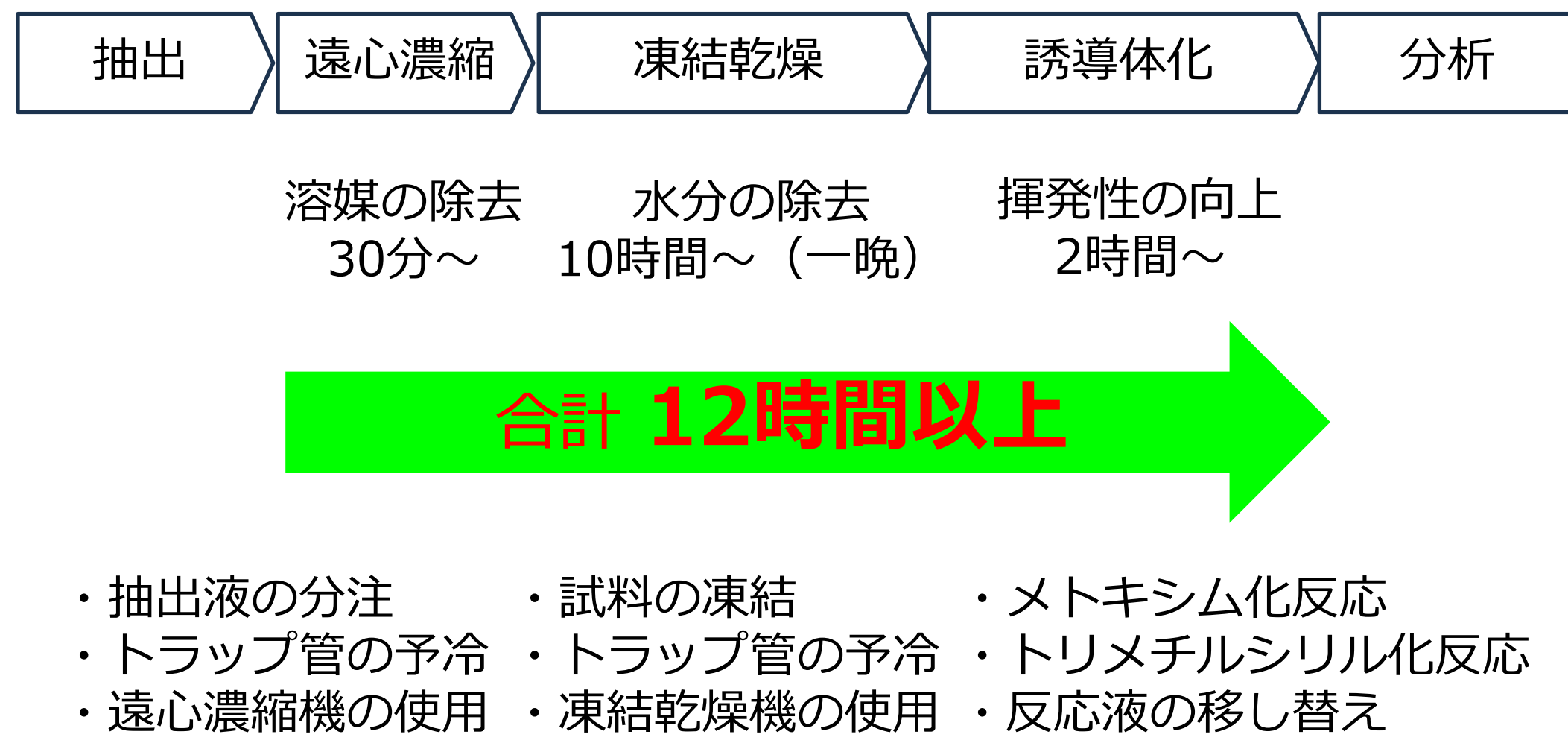
# Plasma metabolomics analysis by solid phase analytical derivatization using online pretreatment system オンライン前処理装置を用いた固相誘導体化法による血漿メタボロミクス分析

○新川翔也, 浅井智紀, 佐々野僚一  
株式会社アイスティサイエンス

本演題に関連して、筆頭著者に開示すべきCOIはありません。

## 1. GCMSメタボロミクスにおける課題と固相誘導体化法による問題解決

### 一般的な前処理工程



前処理時間の長さ・工程の煩雑さが  
作業効率を低下させている

### 固相誘導体化

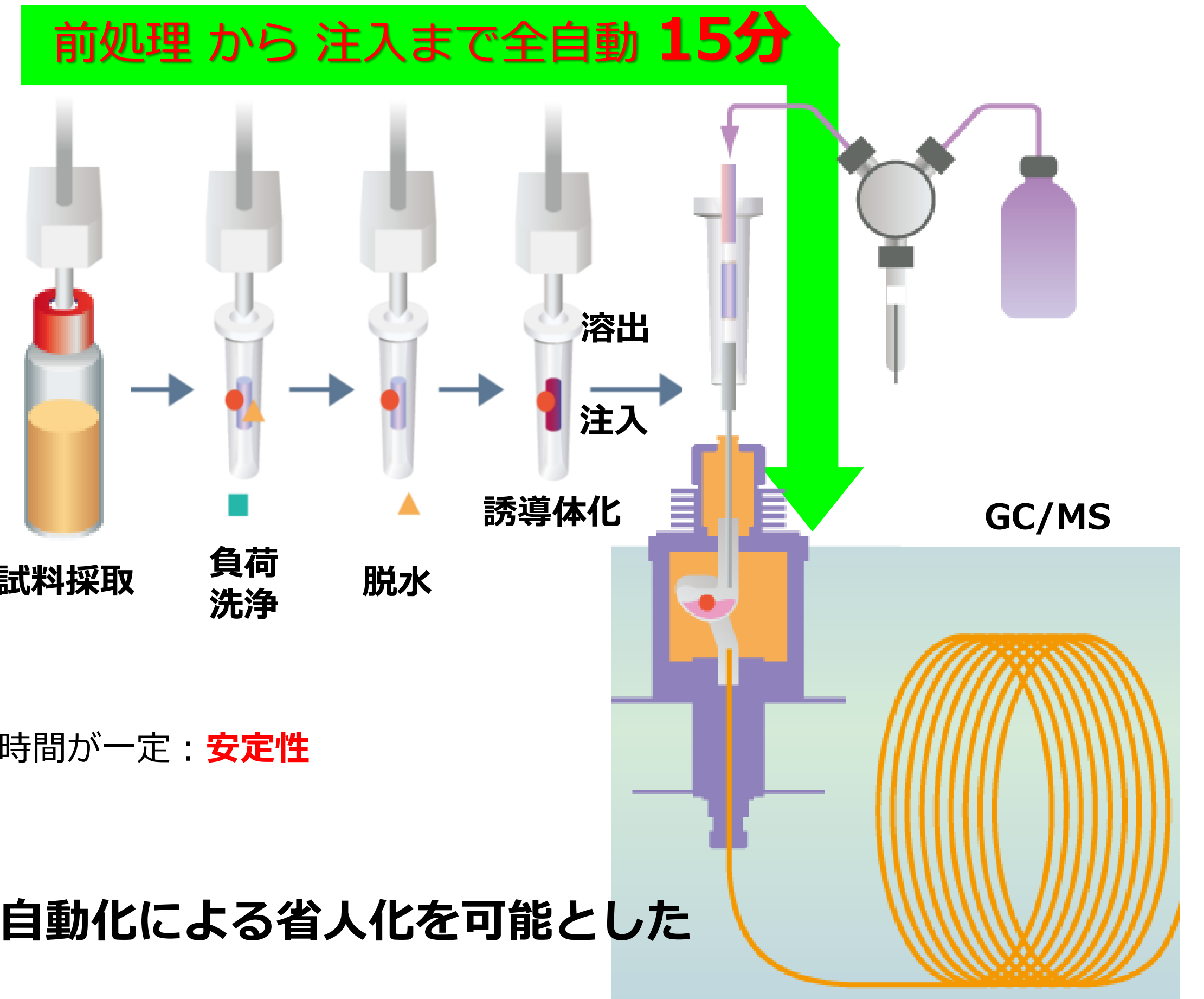
固相樹脂に成分を吸着させ、  
固相上で誘導体化を行う反応

前処理のオンライン化が可能!

### オンライン固相誘導体化の利点

1. 自動化による**分析精度の向上**
2. 固相による**精製効果**
3. 溶出液の全量注入による**高感度化**
4. 誘導体化してから注入するまでの時間が一定：**安定性**
5. 多検体の**ハイスループット**

前処理時間の短縮・簡便化と自動化による省人化を可能とした



## 2. 実験方法

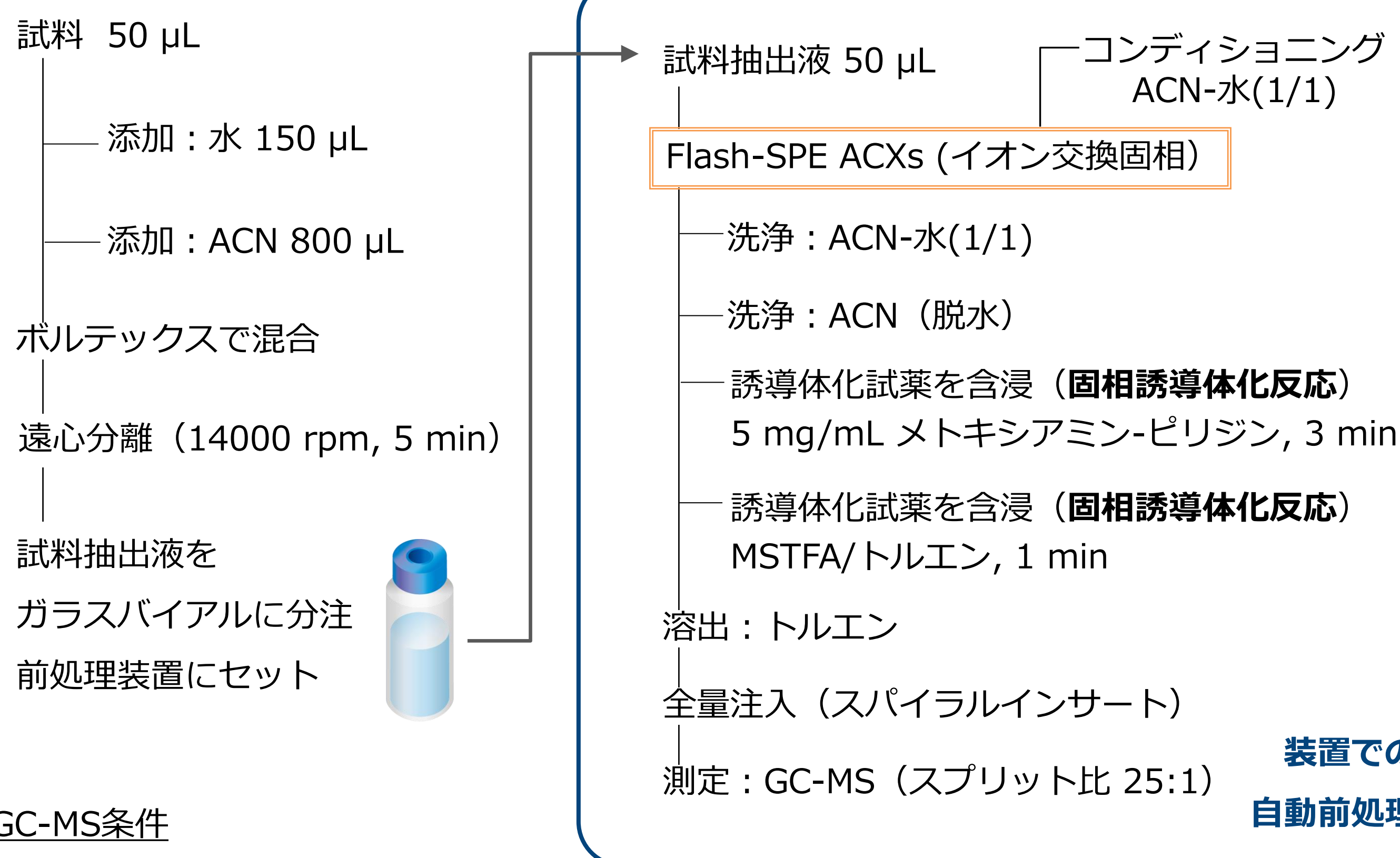
### サンプル

- ・ 市販血漿 (ヘパリン処理)
- ・ 市販血漿 (クエン酸処理)
- ・ 市販血漿 (EDTA処理)



Fig 1. Installation image of SPL-M100 on-line pretreatment system

### 前処理フロー



### GC-MS条件

注入口条件	
注入口	LVI-S250 (AiSTI Science)
注入口温度	220°C(0.5 min)-50°C/min-290°C(19 min)
セブタムパーズ流量	3 mL/min
スプリット比	25:1
GC条件	
カラム	VF-5ms, 0.25mm i.d. x 30m, df;0.25μm
制御モード	コンスタントフロー
カラム流量	1 mL/min
オープン温度	100°C(2 min)-10°C/min-310°C(3 min), Total 26 min
MS条件	
トランスファーライン温度	290°C
イオン源温度	260°C
取得モード	Scan ( $m/z$ 70-550)

## 4. まとめ

GCMSメタボロミクスの前処理における諸問題を解決するため、固相誘導体化法による前処理時間の短縮・簡便化およびオンライン前処理装置による省人化を行った。

本手法を用いて各種血漿を分析した結果、主成分分析によって各サンプル群で検出強度の高い代謝物を見出すことが可能であったことから、十分な代謝物カバレッジを持つことが示唆された。

引き続き、ヘパリン処理血漿の固相負荷量の検討や、同一血液から調製した各種血漿の差異を評価していきたい。

## 5. 謝辞

本研究は成長型中小企業等研究開発支援事業「オンライン固相誘導体化SPE-GC/MSシステムを用いた生体試料中代謝物の分析法の開発」の助成を受けたものです。

## 3. 結果と考察

### 各サンプルのTICクロマトグラム

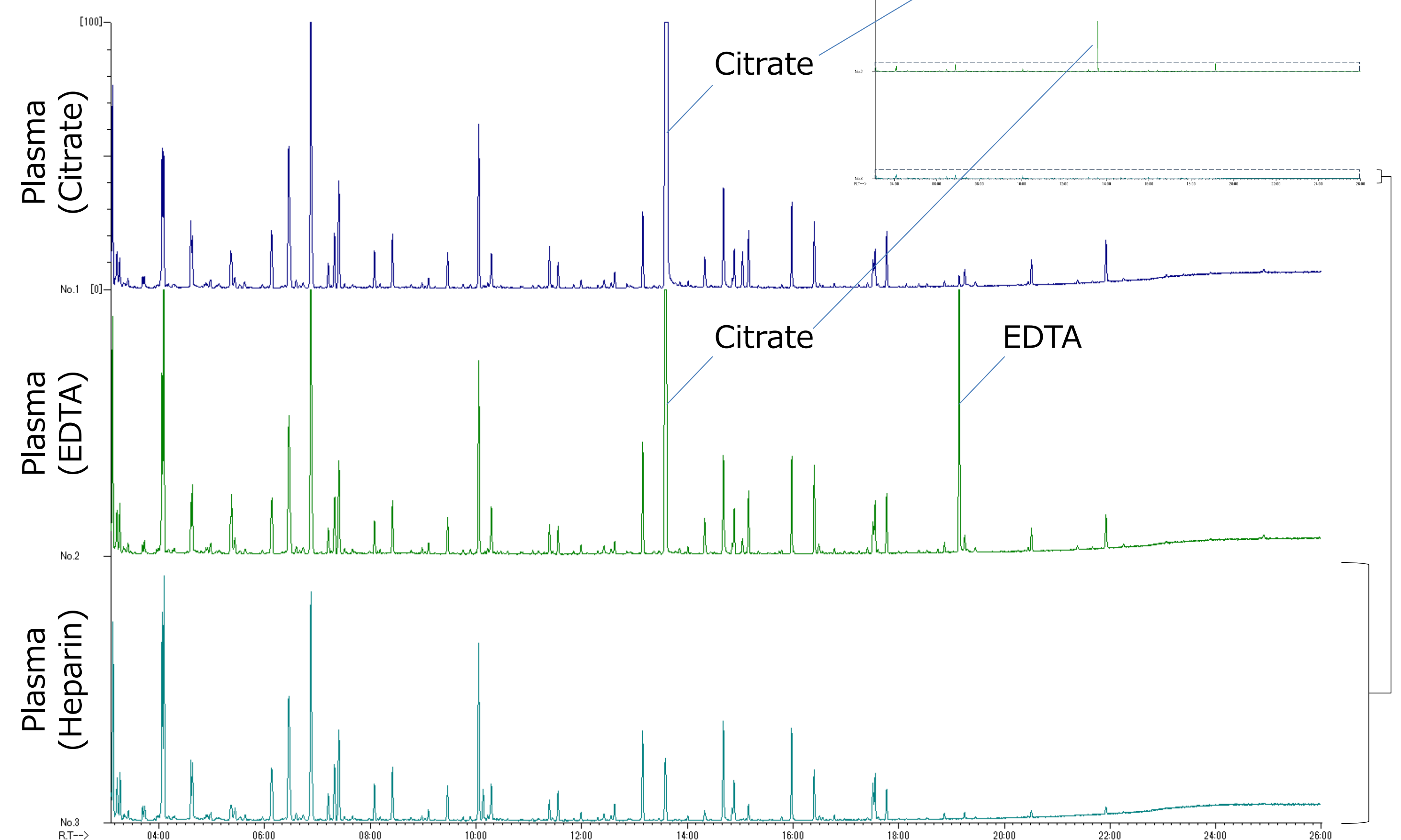


Fig 2. TIC chromatograms obtained from plasma samples of each anticoagulant

クエン酸処理血漿やEDTA処理血漿では、抗凝固剤そのものの非常に大きなピークが検出された。ヘパリン処理血漿 (下段) では抗凝固剤に由来するピークは確認できなかった。  
→ クエン酸やEDTAが固相樹脂に優先して吸着し、その他有機酸の保持を弱める可能性がある。  
→ ヘパリンは他と比較して大きなポリマーであり抽出工程で除去される、もしくは硫酸基が固相樹脂と強く結合して溶出していないと考えられた。後者の場合は同様に有機酸の保持を弱める可能性がある。

### 主成分分析

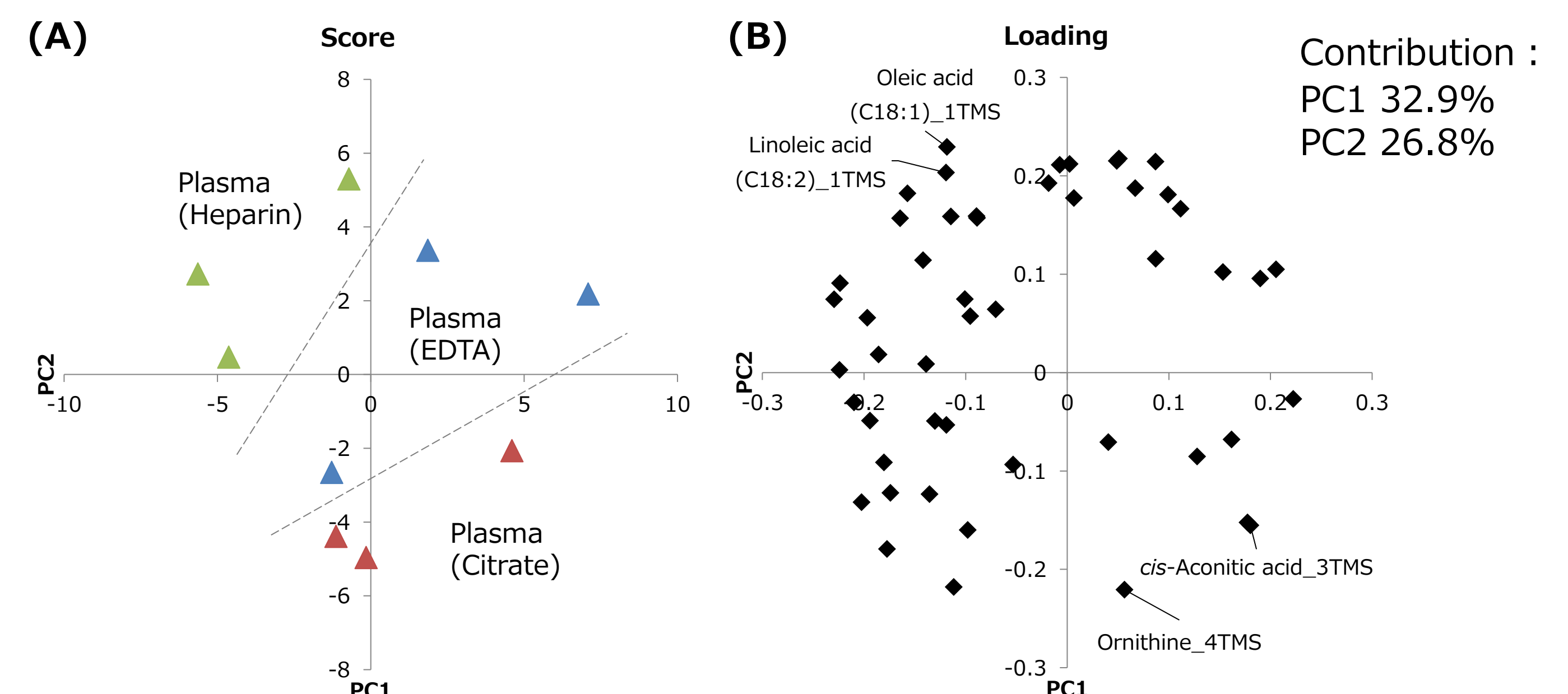


Fig 3. Result of principal component analysis. (A) Score plot (B) Loading plot Peaks of citrate and EDTA were eliminated from this data matrix.

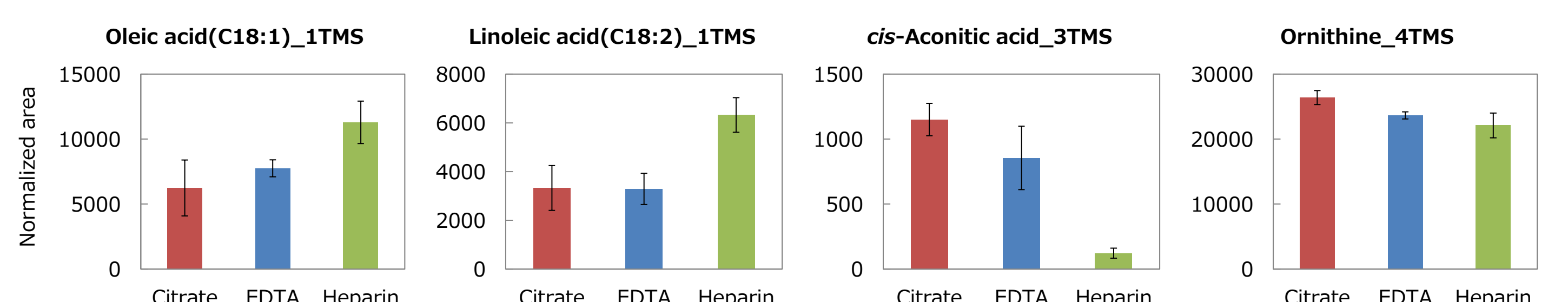


Fig 4. Intensities of the peaks that were characterized each plasma sample

主成分分析によって各サンプル群で検出強度の高い代謝物を見出すことができた。ただし、市販血漿が同一血液由来の血漿ではないことを考慮しなければならない。



P-22 若手

**オンライン前処理装置を用いた  
固相誘導体化法による血漿メタボロミクス分析**

**○新川翔也、浅井智紀、佐々野僚一  
株式会社アイスティサイエンス**

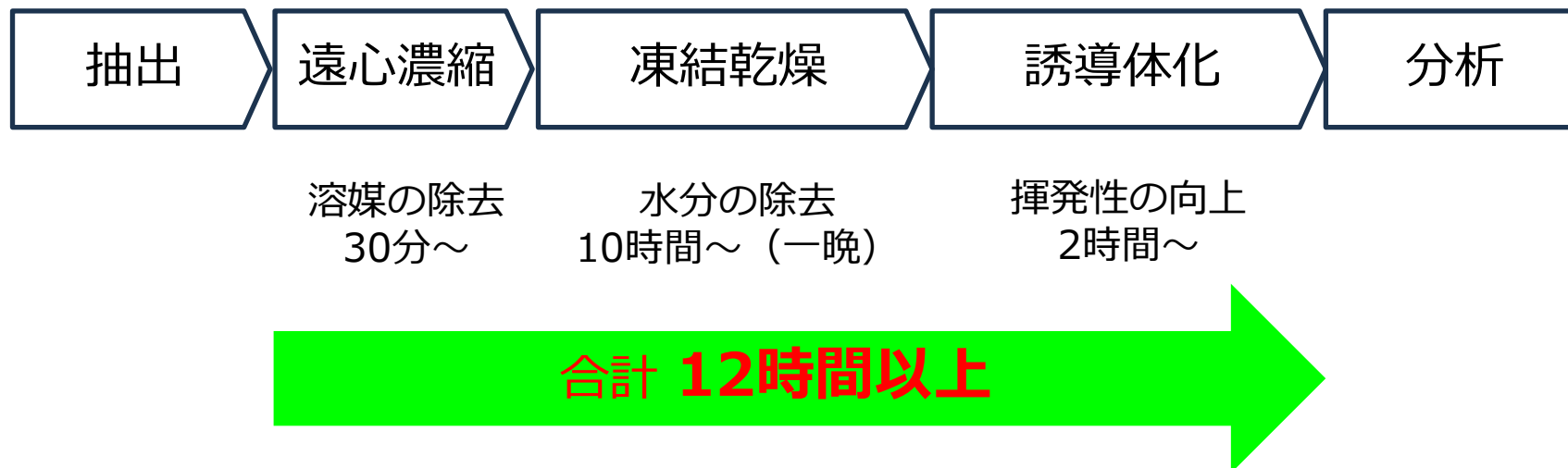
**Plasma metabolomics analysis  
by solid phase analytical derivatization  
using online pretreatment system**

**○Shoya Arakawa, Tomonori Asai, Ryoichi Sasano  
AiSTI Science, Co., Ltd.**

本演題に関連して、筆頭著者に開示すべきCOIはありません。

# GCMSメタボロミクスの課題

## 一般的な前処理工程



- ・ 抽出液の分注
- ・ トラップ管の予冷
- ・ 遠心濃縮機の使用
- ・ 試料の凍結
- ・ トラップ管の予冷
- ・ 凍結乾燥機の使用
- ・ メトキシム化反応
- ・ トリメチルシリル化反応
- ・ 反応液の移し替え

前処理時間の長さ・工程の煩雑さが作業効率を低下させている

# 固相誘導体化による課題解決

## 固相誘導体化

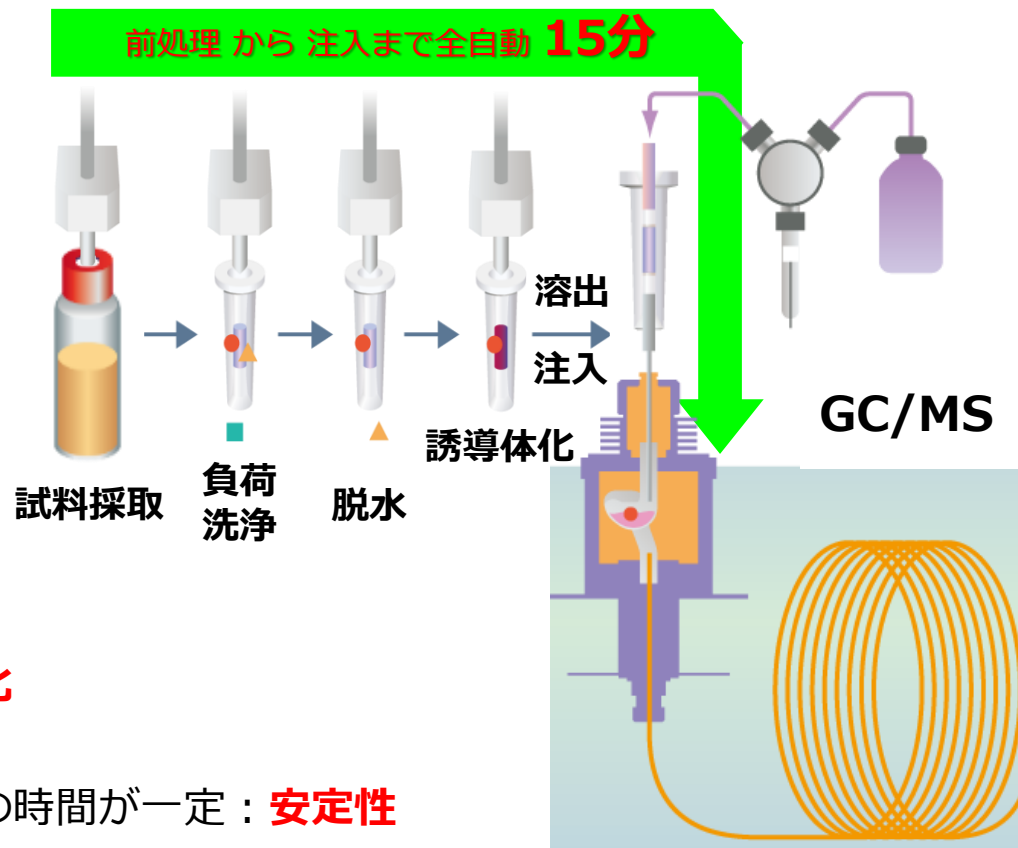
固相樹脂に成分を吸着させ、  
固相上で誘導体化を行う反応



前処理のオンライン化が可能！

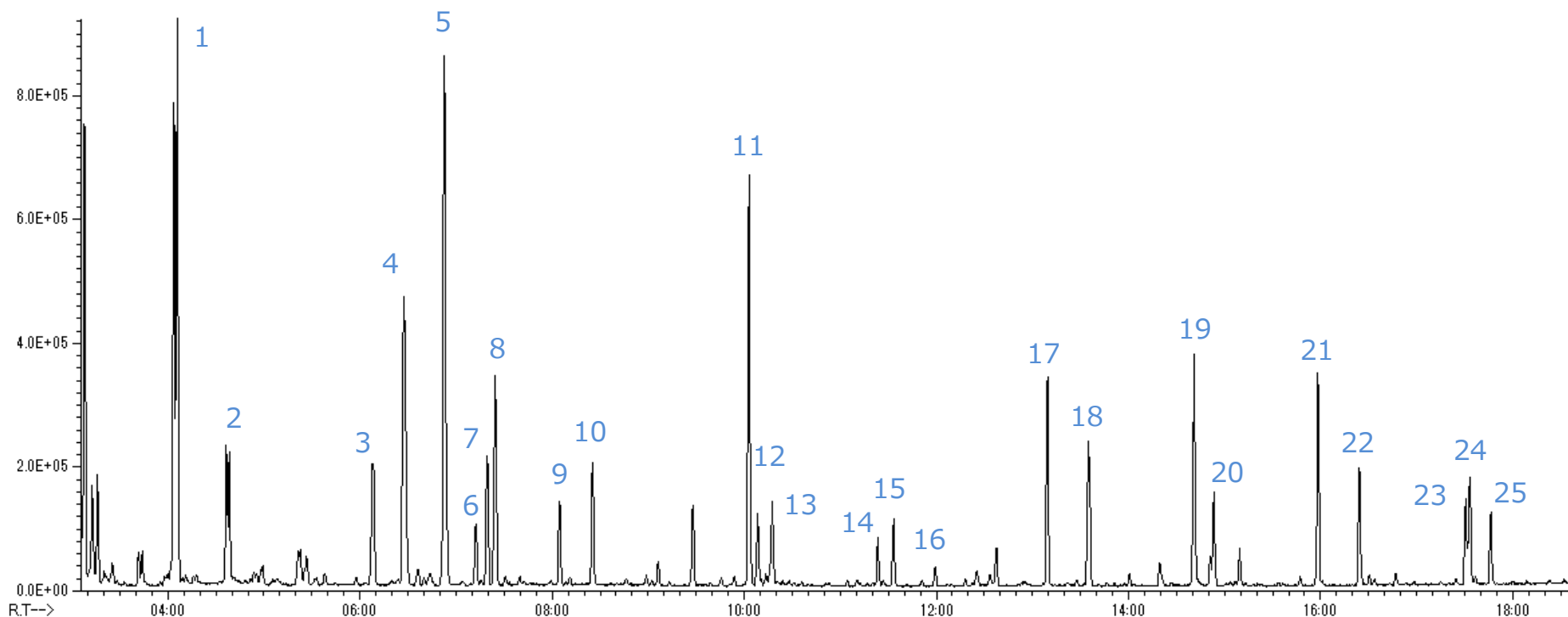
### オンライン固相誘導体化の利点

1. 自動化による**分析精度の向上**
2. 溶出液の全量注入による**高感度化**
3. 固相による**精製効果**
4. 誘導体化してから注入するまでの時間が一定：**安定性**
5. 多検体の**ハイスループット**



前処理時間の短縮・簡便化と自動化による省人化を可能とした

# 血漿サンプルのクロマトグラム



- |                       |                    |                            |                      |                        |
|-----------------------|--------------------|----------------------------|----------------------|------------------------|
| 1. Lactic acid-2TMS   | 6. Isoleucine-2TMS | 11. Adipic acid-2TMS(IS)   | 16. Asparagine-3TMS  | 21. Palmitic acid-1TMS |
| 2. Alanine-2TMS       | 7. Proline-2TMS    | 12. Salicylic acid-2TMS    | 17. Glutamine-3TMS   | 22. Uric acid-4TMS     |
| 3. Valine-2TMS        | 8. Glycine-3TMS    | 13. Pyroglutamic acid-3TMS | 18. Citric acid-4TMS | 23. Linoleic acid-1TMS |
| 4. Norvaline-2TMS(IS) | 9. Serine-3TMS     | 14. Glutamic acid-3TMS     | 19. Lysine-4TMS      | 24. Oleic acid-1TMS    |
| 5. Phosphate-3TMS     | 10. Threonine-3TMS | 15. Phenylalanine-2TMS     | 20. Tyrosine-3TMS    | 25. Stearic acid-1TMS  |

**アミノ酸・有機酸・脂肪酸などが検出可能**