

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年6月10日現在

機関番号：35307

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22590048

 研究課題名（和文）生体ガス・皮膚滲出液を用いる新規サンプリング手法と診断分析法の開発  
 研究課題名（英文）Development of new sampling technique of body odors and skin emanations  
 for diagnostic analysis

研究代表者

片岡 洋行（KATAOKA HIROYUKI）

就実大学・薬学部・教授

研究者番号：80127555

研究成果の概要（和文）：ファイバー固相マイクロ抽出(SPME)法またはインチューブ SPME 法を用いて皮膚ガス及び皮膚滲出液中の揮発成分や唾液成分を非侵襲的かつ簡便迅速にサンプリング、抽出濃縮した後、ガスクロマトグラフィー質量分析（GC-MS）法または液体クロマトグラフィー質量分析（LC-MS）法との連結により高感度分析する方法を開発した。ファイバー SPME/GC-MS 法を用いて、揮発性アルデヒド類や含硫化合物などの体臭成分の分析法を確立し、喫煙や食品摂取の影響を解析した。また、インチューブ SPME/GC-MS 法を用いて、コルチゾールやテストステロンなどのストレス・疲労関連ホルモン類や 8-イソプロスタン及び 8-OHdG などの酸化ストレス関連化合物の自動分析法を確立し、喫煙による酸化ストレスの影響を解析した。これらの方法は、口臭や体臭の診断、疾病診断への応用が期待される。

研究成果の概要（英文）：Noninvasive sampling and sensitive analytical methods for the determination of the odors and emanations released from human body were developed by fiber solid-phase microextraction (SPME)/gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) or in-tube SPME/liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS). Body odor components, such as volatile aldehydes and sulfur compounds, in skin emissions and secretions were analyzed by fiber SPME/GC-MS. Using this method, we examined the effect of smoking and the deodorant effect by interaction with 2-nonenal and antioxidant foods. On the other hand, cortisol, testosterone and dehydroepiandrosterone in saliva were analyzed by automated on-line in-tube SPME/LC-MS, and used for the evaluation of experimental stress and fatigue. In addition, in-tube SPME/LC-MS method was used for the analysis of 8-isoprostane and 8-OHdG as an oxidative stress biomarker in urine samples, and applied to examine the effect of smoking.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2011年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：薬学・物理系薬学

キーワード：固相マイクロ抽出（SPME）法、非侵襲的サンプリング、生体ガス、皮膚浸出液、不飽和アルデヒド、バイオマーカー、体臭分析、ストレス評価

## 1. 研究開始当初の背景

高齢化社会の到来に伴い、高齢者の加齢臭、歯周病などによる口臭は、疾病だけでなくストレスや生活習慣などに起因する臭いとしても注目されている。また、様々な揮発性及び不揮発性物質が呼気や皮膚から放出されており、これらの生体ガスや皮膚滲出液中の生体成分が、様々な疾病の診断マーカーとして注目されている。しかし、有効なサンプリング手法や分析法が確立されていないため、十分な診断解析が行われていない。非侵襲的にサンプリングが可能な生体ガスや皮膚滲出液を用いる分析法の確立は、単に診断の簡便迅速化を図るばかりでなく、これらの試料に特異な新しい診断法を切り拓く糸口となり、学術的にも推進すべき重要な課題となっている。

## 2. 研究の目的

本研究では、我々がこれまで開発してきた固相マイクロ抽出(SPME)法に基づき、生体ガスや皮膚滲出液中の成分を簡便かつ迅速にサンプリングするための器材や、新規分析方法を考案開発し、新しい健康診断及び疾患診断に繋がる非侵襲的診断分析法の確立を目的とし、以下の基礎的、応用的な研究を行った。

- (1) 皮膚ガス及び皮膚滲出液のサンプリング法とサンプリング部位の検討
- (2) アルデヒド類のファイバー-SPME 条件の最適化と体臭改善効果の検討
- (3) 体臭・口臭及びがん臭関連揮発性含硫化合物の高感度分析法の開発
- (4) インチューブ SPME LC-MS/MS 法によるストレス・疲労関連ホルモン類の高感度分析法の開発
- (5) インチューブ SPME LC-MS/MS 法による酸化ストレスバイオマーカーの高感度分析法の開発

## 3. 研究の方法

### (1) 試薬及び試液

分析対象化合物は、純度の高い分析用標準物質を用いた。各標準物質は、メタノールに溶解して 1 mg/mL として保存し、精製水で適当な濃度に希釈して使用した。また、移動相溶媒には、LC-MS 用を、その他の試薬類は、すべて試薬特級品を用いた。

### (2) 装置及び測定条件

GC-MS 分析は、島津 QP-2010 GC-MS 装置を用い、対象化合物の選択イオンを利用した SIM モードで分析した。測定条件は、GC 分離カラムとして DB-1 (60 m × 0.25 mm i.d.) キャピラリーカラムを用い、分析対象化合物に対して、昇温条件を最適化した。

LC-MS/MS 分析は、API-4000 LC-MS/MS システムを使用した。測定条件は、分析対象化合物に対して、様々な LC カラム及び移動相を用いて分離を検討し最適化した。

### (3) ファイバー-SPME 法

Supelco 製の SPME ホルダー及びファイバーアッセムブリーからなる SPME ユニットを使用した。試料溶液をバイアルに取り、ホットプレートスターラー上で加熱する。次にバイアルのセプタムに SPME 針を貫通させ、続いてファイバーをヘッドスペース中に露出し、加熱により気化した物質を吸着させる。一定時間放置後、ファイバーを収納して針を抜き、GC-MS の注入口へ導入し、抽出された化合物を加熱により脱離する (図 1)。

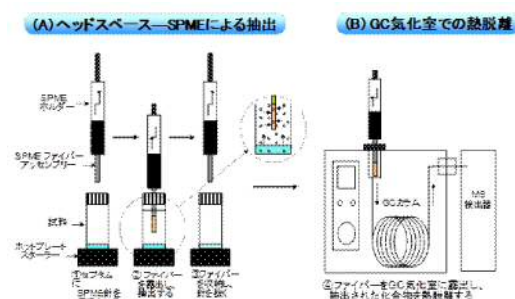


図 1 ファイバー SPME/GC-MS 法の概要

### (4) インチューブ SPME 法

図 2 に示すように、長さ 60 cm のキャピラリーカラムを 1/16 インチの PEEK チューブに通し、Supelco 製 1/16 インチの SS ユニオン (0.25  $\mu$ m) とフェラルで固定して、オートサンプラーのインジェクションループとインジェクションニードルの間に取り付けた。インチューブ SPME は、バイパスポジションで計量ポンプによりメタノール吸入/吐出、空気吸入、蒸留水吸入/吐出、サンプル吸入/吐出 (40  $\mu$ L, 100  $\mu$ L/min, 20 サイクル)、メタノール吸入/吐出 (2  $\mu$ L, 200  $\mu$ L/min) し、その後バルブをメインパスポジションに切り替えて注入モードとなるようプログラムした。インチューブ SPME 操作はすべて自動的に行えるが、まず試料溶液の入ったバイアルをオートサンプラーにセットし、インジェクションプログラムにより、計量ポンプでキャピラリー内をメタノール及び蒸留水で洗浄コンディショニングした後、試料溶液の吸入/吐出を繰り返し、キャピラリー内固定相へ化合物を吸着させる (図 2A)。次に、六方バルブを切り替えて移動相を流して化合物を脱離させ、移動相と共に HPLC カラムへ移送し、分離された化合物を MS または蛍光検出、データ解析する (図 2B)。

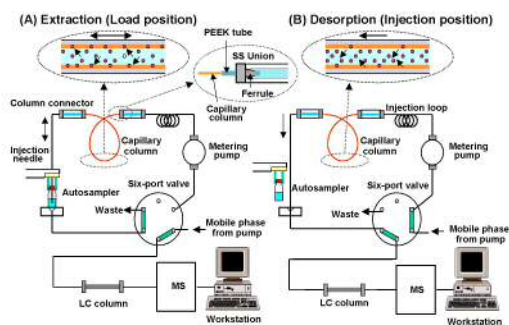


図2 インチューブ SPME/LC-MS/MS システム

### (5) 試料のサンプリング法

皮膚ガス及び皮膚滲出液のサンプリング法として、図3に示す4つの方法を検討した。



図3 皮膚ガス及び皮膚滲出液のサンプリング

- ① ガラス容器に蒸留水 2mL を入れ、水が手のひらの皮膚に接するよう片方の手で押さえ、皮膚滲出液を蒸留水中に抽出し、この溶液をバイアルに入れて HS-SPME 抽出する。
- ② 吸引カップを用いて、セプタムを通して SPME ファイバーを手のひらの上部に挿入し、直接 HS-SPME 抽出する。
- ③ 脱脂綿で手のひらを拭き取り、バイアルに脱脂綿を入れ、水を 2mL 加えて HS-SPME 抽出する。
- ④ 脱脂綿で手のひらを拭き取り、バイアルに脱脂綿を入れ、HS-SPME 抽出する。(腋の下から採取する場合は、ガーゼを用いた)

唾液試料は、Salisoft を用いて採取し、Amicon Ultra で遠心限外濾過して高分子成分を除いた後、直接試料として用いた。

尿試料は、必要に応じて Amicon Ultra で遠心限外濾過して不溶物及び高分子成分を除いた後、直接試料として用いた。

## 4. 研究成果

### (1) 皮膚ガス及び皮膚滲出液のサンプリング法とサンプリング部位の検討

図3に示した①～④のサンプリング法を用いて手のひらから3種のアルデヒドを抽出したところ、脱脂綿で手のひらから皮膚分泌成分を拭き取る③の方法を用い、バイアル中で HS-SPME を行うとき最も効率よく抽出できた。また、手を市販の石鹸で洗浄した後、70%エタノールで拭き取り、時間毎に脱脂綿で手のひらを拭き取り抽出して、洗浄後の分泌量を検討した結果、洗浄から1時間ではほぼ一定の分泌量に達した。サンプリング後、 $-20^{\circ}\text{C}$  保

存で、皮膚分泌成分の減少はわずかであった。

脱脂綿による拭き取り法で、体の各部位からサンプリングして SPME/GC-MS 分析したところ、飽和アルデヒド類の総量は鼻、耳の裏及び足が特に多く、体臭の主な原因である 2-Nonenal は腋から特に多く検出された。

### (2) アルデヒド類のファイバー-SPME 条件の最適化と体臭改善効果の検討

7種のファイバーを検討したところ、65  $\mu\text{m}$  Stable Flex PDMS/DVB ファイバーを用いるとき、いずれの化合物も効率よく抽出できた。また、抽出条件を最適化したところ、4 mL バイアル中に 2 mL 溶液を入れてヘッドスペース SPME を行う場合は、抽出温度  $40^{\circ}\text{C}$  で 20 分以上ファイバーをヘッドスペース中に曝露することにより、効率よく抽出濃縮できた。なお、40 mL バイアルを用いた 2-Nonenal 単独分析では、抽出温度  $30^{\circ}\text{C}$  で 45 分間の抽出が最適であった。確立した SPME/GC-MS 法を用いて作成した検量線は 5~1000 ng/mL の範囲で、いずれも相関係数 0.99 以上と良好な直線性が得られた。また、検出限界は 20 pg/mL~40 pg/mL であった。日内変動と日差変動の相対標準偏差は、いずれもほぼ 10%以下であり、再現性良く定量できた。

消臭効果が期待されているフラボノイド含有機能性食品 A を用いて、消臭効果を検討した。1  $\mu\text{g/mL}$  2-Nonenal 溶液 50  $\mu\text{L}$  中に 5% 食品 A のエタノール溶液 10  $\mu\text{L}$  (500  $\mu\text{g}$ ) を加え、0~3 時間室温で放置してヘッドスペース中に残存する 2-Nonenal を HS-SPME/GC-MS 分析した。食品 A を加えて 3 時間放置すると 2-Nonenal はほとんど消失するのに対し、エタノールのみを加えたものでは約 80%が残存することから、食品 A による消臭効果が認められた。また、他の抗酸化剤についても消臭効果を検討したところ、L-アスコルビン酸にはほとんど消臭効果は認められなかったが、フラボン骨格を有するカテキンなどにも消臭効果が認められた。

### (3) 体臭・口臭及びがん臭関連揮発性含硫化合物の高感度分析法の開発

揮発性含硫化合物ジメチルスルフィド (DMS) やジメチルトリスルフィド (DMTS) 及び 3-ペンタン-2-オン (3P2O) のファイバー-SPME 条件を最適化して、GC-MS 法により簡便迅速かつ高感度に測定する方法を確立した。検討したファイバーの中で DMS、DMTS においては StableFlex DVB/CAR/PDMS ファイバーで抽出効率が高く、1000 rpm の攪拌速度で  $50^{\circ}\text{C}$ 、20 分間ヘッドスペース抽出する時、再現性よく抽出できた。一方、3P2O においては、65  $\mu\text{m}$  StableFlex PDMS/DVB ファイバーで抽出効率が高く、1000 rpm の攪拌速度で  $50^{\circ}\text{C}$ 、30 分間ヘッドスペース抽出する時、再現性よく

抽出できた。DMS、DMTS 及び 3P20 は、BPX90 (100 m×0.25 mm i. d.) キャピラリーカラムを用いることにより 20 分以内に良好なピークとして分離溶出し、SIM 法によりそれぞれの化合物の分子イオン及びフラグメントイオンを選択することにより、選択的かつ高感度に検出できた。また、10~2000 ng/mL の範囲で作成した検量線は、いずれの化合物も相関係数が 0.998 以上 (n=24) と良好な直線性を示し、検出限界は 0.13~1.63 ng/mL で、ファイバー法を用いることにより直接注入法 (1 µL) に比べて約 900~8000 倍の感度を示した。生体試料を分析したところ、皮膚ガスからは DMTS、3P20 が、呼気ガスからは DMS、3P20 が、唾液からは DMS のみが検出された。健康な成人女性から数 ppb レベルの DMS、DMTS 及び 3P20 が皮膚や口腔内から検出された。

#### (4) インチューブ SPME LC-MS/MS 法によるストレス・疲労関連ホルモン類の高感度分析法の開発

コルチゾール (CRT)、テストステロン (TES)、デヒドロエピアンドロステロン (DHEA) の 3 種のホルモン類を対象とし、安定同位体標識した  $d_3$ -TES と  $d_4$ -CRT を内部標準としてインチューブ SPME 条件を最適化したところ、検討した GC 用キャピラリーカラムの中で Supel-Q PLOT が最もよく、pH 4 に調製した試料 40 µL を 200 µL/min の速度で 25 回繰返し吸入/吐出する時、効率よく抽出できた。同位体希釈法により検量線を作成したところ、TES (0.002~0.5 ng/mL,  $r=0.9989$ )、CRT (0.02~5 ng/mL,  $r=0.9999$ ) 及び DHEA (0.02~5 ng/mL,  $r=0.9993$ ) であり、いずれも良好な直線性を示した。また、検出限界は、TES、CRT、DHEA で、それぞれ 0.4, 1.3, 5.4 pg/mL (S/N=3) であり、直接注入法と比較して約 42~79 倍の感度を示した。さらに、日内及び日差変動は、RSD がそれぞれ 1.7~7.9% 及び 3.2~12.7% で再現性も良好であった。本法を唾液試料の分析に適用したところ、安定同位体標識内部標準を用いることによりマトリックスの影響を補正でき、添加回収率はいずれも 85% 以上と良好な結果が得られた。60 分間の高速道路の運転、30 分間の筋力トレーニング、30 分間の温泉入浴、120 分間の会議、30 分間のクレペリンテストなどの精神的・身体的負荷により TES、CRT、DHEA の増減が認められ、ストレスや疲労にตอบสนองした客観的な評価が可能であることがわかった。本法は、唾液を限外濾過するだけで直接分析でき、有機溶媒をほとんど必要とせず、抽出濃縮、分析、データ解析までを自動化して pg レベルの高感度分析が可能であることから、ストレスや疲労の非侵襲的評価法として有用な方法になると考えられる。

#### (5) インチューブ SPME LC-MS/MS 法による酸化ストレスバイオマーカーの高感度分析法の開発

酸化ストレスマーカーである 8-イソプロスタニン (IP) 及び 8-OHdG のインチューブ SPME 条件を検討したところ、いずれも PLOT タイプ吸着剤を固定した Carboxene 1006 キャピラリーを用い、試料 40 µL を 100 µL/min の速度で 20 回繰返し吸入/吐出する時、効率よく抽出濃縮できた。Zorbax Eclipse XDB-C8 カラム、移動相に 5 mM ギ酸アンモニウム/アセトニトリルを用いて HPLC 分離し、8-IP は ESI-ネガティブモード、8-OHdG は ESI-ポジティブモードで LC-MS/MS、MRM 検出、定量したところ、良好なピークとして 3 分以内に溶出した。内部標準として安定同位体標識した 8-IP- $d_4$  または  $[^{15}N_5]$ 8-OHdG を用いて作成した検量線は 20~1000 pg/mL (8-IP) 及び 0.1~10 ng/mL (8-OHdG) の範囲でいずれも相関係数 0.999 以上と良好な直線性を示し、検出限界は約 1.5 pg/mL (8-IP) 及び 8.5 pg/mL (8-OHdG) であった。本法は高感度かつ簡便迅速で、尿試料も面倒な前処理を必要とせず、1 日に約 70 検体の全自動分析が可能であり、飲酒や喫煙による影響や疾患による変動を解析できることから、酸化ストレス評価法として有効な方法になると考えられる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 15 件)

- ① Kataoka H., Saito K., Kato H., Masuda K. (2013) Non-invasive analysis of volatile biomarkers in human emanations for health and early disease diagnosis. *Bioanalysis*, 5 (11): 1443-1459. 査読あり
- ② Kataoka H., (2013) Technological innovation in micro/nano-sample preparation. - Special Issue Editorial - *Trends in Anal. Chem.*, 45: 135. 査読あり
- ③ Kataoka H., Ehara K., Yasuhara R., Saito K., (2013) Simultaneous determination of testosterone, cortisol and dehydroepiandrosterone in saliva by stable isotope dilution on-line in-tube solid-phase microextraction coupled with liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Anal. Bioanal. Chem.*, 405: 331-340. 査読あり
- ④ Yasuhara R., Ehara K., Saito K., Kataoka H. (2012) Development of an automated on-line in-tube solid-phase microextraction method coupled with liquid chromatography-tandem mass spectrometry for determination of salivary stress-related steroid hormones. *Anal. Methods*, 4 (11): 3625-3630. 査読あり

- ⑤ Kataoka H., Shiba H., Saito K. (2012) Automated analysis of oseltamivir and oseltamivir carboxylate in environmental water samples by online in-tube solid-phase microextraction coupled with liquid chromatography–tandem mass spectrometry. *Anal. Methods*, 4 (6): 1513–1518. 査読あり
- ⑥ Saito K., Ikeuchi R., Kataoka H. (2012) Determination of ochratoxins in nuts and grain samples by in-tube solid-phase microextraction coupled with liquid chromatography–mass spectrometry. *J. Chromatogr. A*, 1220: 1–6. 査読あり
- ⑦ Kataoka H., Saito K. (2012) Recent advances in column switching sample preparation in bioanalysis. *Bioanalysis*, 4: 809–832. 査読あり
- ⑧ Kataoka H. (2011) Solid-phase microextraction – Recent developments and future trends in pharmaceutical and biomedical analysis. *Anal. Sci.*, 27 (9) 893–905. 査読あり
- ⑨ Kataoka H., Saito K. (2011) Recent advances in SPME techniques in biomedical analysis. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 54: 926–950. 査読あり
- ⑩ Kataoka H., Ishizaki A., Saito K. (2010) On-line automated analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons: Applications to herbal medicines. *Chimica Oggi*, 28 (5): 21–24. 査読あり
- ⑪ Ishizaki A., Saito K., Hanioka N., Narimatsu S., Kataoka H. (2010) Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in food samples by automated in-tube solid-phase microextraction coupled with fluorescence detection. *J. Chromatogr. A*, 1217: 5555–5563. 査読あり
- ⑫ Saito K., Yagi K., Ishizaki A., Kataoka H. (2010) Determination of anabolic steroids in human urine by automated in-tube solid-phase microextraction coupled with liquid chromatography–mass spectrometry. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 52: 727–733. 査読あり
- ⑬ Kataoka H. (2010) New trends in sample preparation for analysis of plant-derived medicines. *Curr. Org. Chem.*, 14: 1698–1713. 査読あり
- ⑭ Kataoka H. (2010) Recent developments and applications of microextraction techniques in drug analysis. *Anal. Bioanal. Chem.*, 396: 339–364. 査読あり
- ⑮ Saito K., Uemura E., Ishizaki A., Kataoka H. (2010) Determination of perfluorooctanoic acid and perfluorooctane sulfonate by automated in-tube solid-phase microextraction coupled with liquid chromatography–mass spectrometry. *Anal. Chim. Acta.*, 658: 141–146. 査読あり
- [学会発表] (計 28 件)
- 1 齋藤啓太、所谷圭幸、加藤久登、増田和文、片岡洋行、ファイバー-SPME/GC-MS 法による 2-ノネナール高感度分析法の開発、日本薬学会第 133 年会、2013.3.28、パシフィコ横浜(横浜市)
  - 2 所谷圭幸、齋藤啓太、片岡洋行、タバコの煙と喫煙者の体臭の関係、日本薬学会第 133 年会、2013.3.28、パシフィコ横浜(横浜市)
  - 3 水野敬亮、齋藤啓太、片岡洋行、インチューブ SPME LC-MS/MS による尿中酸化ストレスマーカー 8-isoprostane の全自動オンライン分析、日本薬学会第 133 年会、2013.3.28、パシフィコ横浜(横浜市)
  - 4 片岡洋行、水野敬亮、加藤久登、増田和文、齋藤啓太、インチューブ SPME LC-MS/MS による尿中酸化ストレスマーカー 8-OHdG の全自動オンライン分析、日本薬学会第 133 年会、2013.3.28、パシフィコ横浜(横浜市)
  - 5 片岡洋行、水野敬亮、齋藤啓太、In-tube SPME/LC-MS/MS 法による 8-isoprostane の高感度分析、第 23 回クロマトグラフィー科学会議、2012.11.16、長良川国際会議場(岐阜市)
  - 6 齋藤啓太、片岡洋行、喫煙と体臭の研究、日本分析化学会第 61 年会、2012.9.20、金沢大学(金沢市)
  - 7 片岡洋行、山本祐介、石崎厚、齋藤啓太、毛髪中多環芳香族炭化水素類のインチューブ SPME/HPLC-蛍光分析、日本分析化学会第 61 年会、2012.9.20、金沢大学(金沢市)
  - 8 片岡洋行、江原健太郎、安原梨恵、齋藤啓太、唾液中ホルモン類の分析に基づくストレス・疲労の客観的評価法、第 25 回バイオメディカル分析科学シンポジウム、2012.8.9、慶応義塾大学(東京)
  - 9 齋藤啓太、片岡洋行、インチューブ SPME/LC-MS 法による体臭原因脂肪酸類のオンライン自動分析、第 19 回クロマトグラフィーシンポジウム、2012.5.25、(八王子市)
  - 10 江原健太郎、安原梨恵、齋藤啓太、片岡洋行、同位体希釈 In-tube SPME/LC-MS/MS 法によるテストステロン及び関連ホルモン類のオンライン自動分析、第 19 回クロマトグラフィーシンポジウム、2012.5.25、(八王子市)
  - 11 齋藤啓太、栗栖悠、片岡洋行、Fiber-SPME/GC-MS 法による体臭関連含硫成分分析法の開発、第 73 回分析化学討論会、2012.5.20、鹿児島大学(鹿児島市)
  - 12 片岡洋行、江原健太郎、安原梨恵、齋藤啓太、安定同位体希釈 In-tube SPME/LC-MS-MS 法による唾液中ストレス関連ホルモン類の自動分析、第 73 回分析化学討論会、2012.5.20、鹿児島大学(鹿児島市)
  - 13 齋藤啓太、片岡洋行、インチューブ SPME

- 法によるノナン酸のオンライン自動分析法の開発、日本薬学会第 132 年会、2012.3.29、北海道大学(札幌市)
- 14 江原健太郎、齋藤啓太、片岡洋行、インチューブ SPME/LC-MS-MS による男性ホルモン類のオンライン自動分析システムの開発、日本薬学会第 132 年会、2012.3.29、北海道大学(札幌市)
  - 15 片岡洋行、野中結子、板野円香、池内里早、齋藤啓太、オンライン In-tube SPME/LC-MS 法による食品中カビ毒の高感度分析、第 102 回日本食品衛生学会学術講演会、2011.9.30、(秋田市)
  - 16 齋藤啓太、池内里早、片岡洋行、インチューブ SPME/LC-MS 法による食品中オクラトキシンの高感度分析、日本分析化学会第 60 年会、2011.9.15、名古屋大学(名古屋市)
  - 17 片岡洋行、安原梨恵、齋藤啓太、唾液中コルチゾール及びデヒドロエピアンドロステロンの同位体希釈インチューブ SPME/LC-MS/MS 分析に基づく非侵襲的ストレス評価、日本分析化学会第 60 年会、2011.9.15、名古屋大学(名古屋市)
  - 18 齋藤啓太、岡村恒太、片岡洋行、ファイバー固相マイクロ抽出法を用いた環境中カビ臭の高感度測定、第 20 回環境化学討論会、2011.7.16、熊本県立大学(熊本市)
  - 19 齋藤啓太、栗栖悠、片岡洋行、Fiber-SPME/GC-MS 法による皮膚滲出アルコール類の高感度分析、第 18 回クロマトグラフィーシンポジウム、2011.6.3、福岡大学(福岡市)
  - 20 栗栖悠、齋藤啓太、片岡洋行、Fiber-SPME/GC-MS 法による体臭関連皮膚滲出成分分析、第 18 回クロマトグラフィーシンポジウム、2011.6.3、福岡大学(福岡市)
  - 21 芝晴菜、齋藤啓太、片岡洋行、In-tube SPME/LC-MS 法による抗インフルエンザウイルス薬の水環境汚染分析、第 18 回クロマトグラフィーシンポジウム、2011.6.3、福岡大学(福岡市)
  - 22 片岡洋行、井上勉、齋藤啓太、In-tube SPME/LC-MS/MS 法による発がん性ヘテロサイクリックアミン類の高感度分析、第 18 回クロマトグラフィーシンポジウム、2011.6.3、福岡大学(福岡市)
  - 23 安原梨恵、齋藤啓太、片岡洋行、In-tube SPME/LC-MS/MS 法によるストレス関連ホルモン類のオンライン自動分析、第 18 回クロマトグラフィーシンポジウム、2011.6.3、福岡大学(福岡市)
  - 24 齋藤啓太、栗栖悠、片岡洋行、ファイバー固相マイクロ抽出/GC-MS 法による体臭原因有機化合物群の高感度分析、日本薬学会第 131 年会、2011.3.29、静岡県立大学(静岡市)
  - 25 片岡洋行、固相マイクロ抽出法の開発とバイオメディカル分析への新展開、第 124 回日本薬学会中国四国支部例会、2011.1.29、就実大学(岡山市)
  - 26 齋藤啓太、栗栖悠、片岡洋行、ファイバー固相マイクロ抽出/GC-MS 法による体臭原因含硫成分の高感度分析、日本分析化学会第 59 年会、2010.9.17、東北大学(仙台市)
  - 27 片岡洋行、芝晴菜、齋藤啓太、インチューブ固相マイクロ抽出/LC-MS/MS 法による環境水中タミフル及び代謝物の高感度オンライン自動分析、日本分析化学会第 59 年会、2010.9.17、東北大学(仙台市)
  - 28 齋藤啓太、池内里早、石崎厚、片岡洋行、インチューブ SPME/LC-MS 法による食品中オクラトキシンの高感度オンライン自動分析、第 19 回日本環境化学討論会、2010.6.21、中部大学(春日井市)
- [図書] (計 3 件)
- ① Kataoka, H. (2012) Column Switching Sample Preparation (Chapter 2.29), in Comprehensive Sampling and Sample Preparation Vol. 2, Edited by Janusz Pawliszyn and Heather Lord. Elsevier, Academic Press, Oxford, UK pp. 649–676.
  - ② Kataoka H., Ohashi Y., Mamiya T., Nami K., Saito K., Ohcho K., Takigawa T. (2012) Indoor Air Monitoring of Volatile Organic Compounds and Evaluation of Their Emission from Various Building Materials and Common Products by Gas Chromatography-Mass Spectrometry. in Advanced Gas Chromatography - Progress in Agricultural, Biomedical and Industrial Applications, Edited by Mustafa Ali Mohd. InTech, Croatia, pp. 161–184.
  - ③ Kataoka H., Saito K., Yokoyama A. (2010) Sampling and sample preparation for clinical and pharmaceutical analysis in Handbook of Sample Preparation, Edited by Heather Lord and Janusz Pawliszyn. John Wiley and Sons, Hoboken, pp. 283–309.
6. 研究組織
- (1) 研究代表者 (2010～2012 年度)  
片岡 洋行 (KATAOKA HIROYUKI)  
就実大学・薬学部・教授  
研究者番号：8 0 1 2 7 5 5 5
  - (3) 連携研究者 (2010～2012 年度)  
齋藤 啓太 (SAITO KEITA)  
就実大学・薬学部・助教/講師  
研究者番号：3 0 4 5 4 8 5 4