

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月5日現在

機関番号：82401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H03140

研究課題名(和文) 化学剤、違法薬物の大気圧化学イオン化分析に基づく現場検知技術の高度化

研究課題名(英文) Progress of on-site detection technology based on atmospheric pressure ionization analysis against chemical warfare agents and illicit drugs

研究代表者

瀬戸 康雄 (Seto, Yasuo)

国立研究開発法人理化学研究所・放射光科学研究センター・グループディレクター

研究者番号：10154668

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：化学剤17種類、薬物15種類に対して、大気圧化学イオン化(APCI)機構を原理とする逆流型APCIイオントラップ質量分析(MS)装置を用いて質量スペクトルを測定した。また、6種類のドリフトチューブ式IMS装置(63Ni、コロナ放電、大気圧電子放出イオン化；ドーパント有無の違い)を用いてイオン移動度スペクトルを測定した。MSでは、概ね水素付加分子イオンが検出され、タンデムMSにより高感度・選択的な検知が可能であった。IMSでは、概ね分子イオンに由来するイオンピークが観察されたが、イオン化機構の違いやドーパントの有無によりreduced ion mobility値(K0)に差違が認められた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

化学剤、違法薬物、爆発物などの危険物の現場検知技術である質量分析やイオンモビリティスペクトロメトリに必須の技術として採用されている大気圧化学イオン化(APCI)技術に関して、これまでの対象別、技術別に行われていた開発研究と比較して、本研究は幅広い物性の化学剤と違法薬物に関して各種APCI法での検知性能を、標的指標イオンの観察を通して比較したことは学術的に新規性がある。また、新規の大気圧電子放出イオン化機構の採用など、APCI技術を最適化して具体的に化学剤や違法薬物の現場検知技術に適用して、現場検知性能を向上させることは、化学テロ対処や違法薬物取り締まりに有効に資することが期待できる。

研究成果の概要(英文)：Seventeen chemical warfare agents and 15 drugs were analyzed by atmospheric pressure chemical ionization (APCI)-based technologies: (1) reverse-flow APCI ion-trap mass spectrometry (MS) providing mass spectra, and (2) 6 drift tube type ion mobility spectrometry (63Ni, corona discharge (CD), atmospheric electron emission (AEE) ionization; with and without dopant) providing ion mobility spectra. As for MS analysis, proto-attached molecular ion was generally observed as primary ion without G type nerve gases and gaseous CWAs, and sensitive and selective detection was possible using tandem MS mode. As for IMS, characteristic ions derived from molecules were generally observed, depending on measurement conditions and target species. The reduced ion mobility (K0) values were linearly correlated with their molecular weights, and different K0 values were observed for aromatic regioisomers. In negative mode IMS analysis of gaseous CWAs, AEE ionization was superior to the other ionization.

研究分野：法科学、分析化学、法中毒学、危機管理学、計測科学、放射光科学

キーワード：大気圧化学イオン化 イオンモビリティスペクトロメトリ 質量分析 化学剤 違法薬物

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

化学剤や違法薬物は安全・安心な社会に脅威となり、その検出・同定は使用、所持、中毒の証明に必須であり、現在科学捜査関連の実験室において高性能な分析機器を用いて行われている。しかし、危機管理的観点からは、危険物が使われた現場で検知することは有効である。対象が化学剤や違法薬物など低分子性毒性有機化合物の場合、様々な検知原理候補のなかで、対象に特有の分子由来のイオン、または解裂イオン群を生成せしめ、その分子移動的挙動を観察する方法であるイオンモビリティスペクトロメトリー (IMS) または質量分析 (MS) は、迅速性、検知感度、選択性の面で主流である。現場での迅速検知の観点から、その分子移動的挙動を観察できる大気圧化学イオン化 (APCI) 法が有望であり、現場型 IMS 装置はすでに普及し、MS 装置も検知感度、選択性の面で有利であり、導入が進んでいる。イオン化には、コロナ放電 (CD)、<sup>63</sup>Ni などのβ線源が一般的である。生成するイオン種は、イオン化機構、対象化合物種に応じて陽陰イオンともに様々である。研究代表者らは、化学剤および違法薬物に対して高感度な現場 APCI-MS 技術を開発してきた。しかし、同定困難なガス性化学剤、ヒ素剤、構造類似危険ドラッグが課題として残されている。一方、IMS に関しては化学剤、違法薬物、爆発物などの現場型装置も実用化している。研究代表者は、化学剤に対する市販 IMS 装置の性能を検証し、現場型 IMS 装置の製作に携わったが、イオン化機構の違い、ドーパント種類による生成イオン分子種の違い、ガス性化学剤の識別能の低さを経験し、解決に至っていない。違法薬物に関しては IMS 検知データを持ち合わせず、現場検知に資する研究開発方針が立たない。

### 2. 研究の目的

化学剤および違法薬物に対して、APCI 分析法である IMS と MS 技術に基づく現場検知技術を高度化することを目標とする。イオン化機構 (CD、βエミッターなど) の違いの影響、IMS におけるドーパント効果 (分離への影響)、MS のタンデム分析における解裂様式の解析を通して、物性的、化学構造的に幅広い化学剤および違法薬物に対して、イオン分子反応機構を解明し、構造と検出の相関を解析して、現場型 IMS 装置および APCI-MS 装置の測定条件を最適化する。

### 3. 研究の方法

化学剤 (血液剤、窒息剤、神経ガス、びらん剤、催涙剤: 17 種類)、違法薬物 (覚せい剤、麻薬、ベンゾジアゼピン系指定医薬品、合成カンナビノイド、カチノン系危険ドラッグ: 15 種類) を対象とした。

#### (1) APCI-MS スペクトルの取得

化学剤、違法薬物の標品に対して、DS-1000 (日立製作所製逆流型 APCI イオントラップ MS 計) を用いて、質量スペクトルを取得した。MS<sup>1</sup> スペクトルにおいて対象由来の主要出現イオンを観察し、タンデム質量分析 (MS<sup>n</sup>) において最適な解裂系列パターンを物質ごとに求めた。

#### (2) イオン移動度スペクトルの取得

化学剤の標品に対して、ドリフトチューブ方式 IMS 装置である LCD3.3 (Smiths Detection 製、CD イオン化、アンモニアドーパントあり)、理研計器製 IMS 試作機 (CD イオン化、シャープ大気圧電子放出 (AEE) イオン化取り替え) では vapor モードにより、MMTD (Smiths Detection 製、<sup>63</sup>Ni イオン化、キャリブラント使用)、ION SCAN 500DT (Smiths Detection 製、<sup>63</sup>Ni イオン化、ドーパントあり)、ION SCAN 600 (Smiths Detection 製、CD イオン化、ドーパントあり)

表1. 化学剤の質量分析

Agent	MW	Main m/z	Sub m/z
GB	140	99	MH 小
GD	182	91	MH 極小
GA	162	135	MH 小
GF	180	99	MH 極小
VX	267	MH	128 小
RVX	267	MH	97, 99 中
HD	158	114	MH 大, 175 中
L1	241	62	185(-) 大, M(-) 中, 241 中, 161(-) 中, 185(-), 123(-) 中, 221 小
HN1	169	MH	
HN2	155	MH	
HN3	203	MH	158 小
AC	27	(M-H)(-)	32(-) 大, 42(-) 中, 50(-) 中
CK	61.5	42(-)	26(-), 35(-) 極小
CG	99	32(-)	70(-) 大, 78(-) 大, 35(-) 中
CL	71	M(-)	32(-) 大, 35(-) 中, 60(-)
PS	163.5	46	128(-) 中, 62(-) 小
CN	154	MH	77 中
CS	188	MH	58 小
OC	305	137	MH 小

大: >3/4 Main の強度; 中: 3/4-1/4  
小: <1/4; 極小: <1/10

ではスワブモードによりイオン移動度スペクトルを観察した。違法薬物の標品に対して、MMTD、ION SCAN 500DT、ION SCAN 600 を用いてスワブモードにより、イオン移動度スペクトルを観察した。併せて、理研計器製 IMS 試作機に関しては、TOF-WERK 製飛行時間型 MS (TOF-MS) 計に接続して、化学剤の IMS 分離ピークの質量スペクトルを取得し、イオンピークの化学構造帰属を行った。

#### 4. 研究成果

##### (1) 化学剤の MS 分析

化学剤として、サリン、ソマン、タブン、シクロヘキシルサリン、VX、RVX、マスタードガス (HD)、ルイサイト 1 (L1)、窒素マスタード (HN) 1、2、3、シアン化水素 (AC)、塩化シアン、ホスゲン、塩素 (CL)、クロルピクリンを用い、その蒸気を MS 計に導入して質量スペクトルを測定した。概ね、プロトン付加イオンがベースピークとして、神経ガス G 剤、HD、OC からはマイナーピークとして観察された。L1 からは負のフラグメントイオンが、AC からは負のプロトン脱離分子イオンが、CL からは負の分子イオンが観察された。その結果を表 1 に示す。分子由来イオンや主要フラグメントイオンを親イオンとするタンデム MS 分析により高感度・選択的検知が可能であった。

##### (2) 違法薬物の MS 分析

違法薬物として、メタンフェタミン、アンフェタミン、MDA、MDMA、コカイン、*o*、*m*、*p*-メトキシメタンフェタミン、*o*、*m*、*p*-ブロモメタンフェタミン、トリアゾラム、JWH-018、 $\alpha$ -PVP を用いた。薬物をスワブに塗布し急速加熱して、質量分析計に導入して質量スペクトルを測定した。概ね、プロトン付加イオンがベースピークとして観察された。その結果を表 2 示す。プロトン付加分子イオンを親イオンとするタンデム MS 分析により高感度・選択的検知が可能であった。

##### (3) 化学剤の $^{63}\text{Ni}$ イオン化 IMS 分析

化学剤蒸気を MMTD 装置 ( $^{63}\text{Ni}$  イオン化ドーパントなし、キャリブランチあり) に導入してイオン移動度スペクトルを測定した。反応物イオンピーク (RIP) は低移動度領域に大きなピークとして観察されたが、神経ガスの G 剤からはダイマーと思慮される正イオンが、VX、RVX、NH 類からは分子関連と思慮される正イオンが観察された。HD、L1、血液剤、CL からは、分子関連と思慮される負イオンが、その他からは塩素イオンが観察された。その結果を表 3 に示す。神経ガス、びらん剤、CS、CL は特有のイオンピークの確認により検知が可能であるが、その他の化学剤では RIP と重なるか、または分解物の塩素イオンの検出 (キャリブランチ塩素付加物) となり、特異的な検知とはならない。

##### (4) 違法薬物の $^{63}\text{Ni}$ イオン化 IMS 分析

違法薬物をスワブ法で MMTD 装置 ( $^{63}\text{Ni}$  イオン化) に導入してイオン移動度スペクトルを測定した。すべての違法薬物から分子関連と示唆される特徴的な正イオンが主要イオンとして観察された。特有のイオンピークの確認により検知が可能である。

表2. 違法薬物の質量分析

Drug	MW	Main $m/z$	Sub $m/z$
MA	149	MH	91, 119
AP	135	91	MH 中
MDA	179	163	MH 中
MDMA	193	MH	163
MDEA	207	MH	163
MBDB	207	MH	135
MDDMA	207	MH	163
Cocaine	303	MH	182
Morphine	285	268	MH 中
Ethylmorphine	313	296	MH 中
<i>o</i> -MeO-MA	179	MH	149
<i>m</i> -MeO-MA	179	MH	149
<i>p</i> -MeO-MA	179	149	MH 中

表3. 化学剤の  $^{63}\text{Ni}$  イオン化 IMS 分析

Agent	MW	Main $K_0$	Sub $K_0$
RIP		2.20, 2.20(-)	2.50, 2.32(-)
GB	140	1.24 D	
GD	182	1.11 D	
GA	162	1.18 D	1.72(-)
GF	180	1.11 D	
VX	267	1.26 M	1.57
RVX	267	1.17 M	
HD	158	1.59(-) M	2.65(-)
L1	241	1.56(-) 分解物	1.42(-) M
HN1	169	1.60 M	1.59(-), 2.65(-)
HN2	155	1.65 M	1.59(-), 2.65(-)
HN3	203	1.50 M	1.59(-), 2.65(-)
AC	27	2.45(-)	
CK	61.5	2.50(-)	1.53(-)
CG	99	1.5(-)	2.65(-)
CL	71	2.30(-)	
PS	163.5	1.59(-)	2.65(-)
CN	154	2.65(-)	
CS	188	1.47(-) M	

M monomer-derived; D dimer-derived

表4. 違法薬物の  $^{63}\text{Ni}$  イオン化 IMS 分析

Drug	MW	$K_0$
MA	149	1.60 M
AP	135	1.63 M
MDA	179	1.46 M
MDMA	193	1.44 M
Cocaine	303	1.16 M
<i>o</i> -MeO-MA	179	1.49 M
<i>m</i> -MeO-MA	179	1.47 M
<i>p</i> -MeO-MA	179	1.47 M
<i>o</i> -Br-MA	228	1.47 M
<i>m</i> -Br-MA	228	1.42 M
<i>p</i> -Br-MA	228	1.42 M
Triazolam	343	1.13 M
JWH-018	341	1.03 M
$\alpha$ -PVP	231	1.30 M

化学剤と違法薬物に関して、Reduced ion mobility ( $K_0$ ) 値の逆数と分子量の間の相関を見たところ、概ね正の相関が認められたが、一部ばらつきが顕著であり、覚せい剤様薬物の芳香族位置異性体間でも差が認められた (図1)。

(5) 揮発性・難揮発性化学剤の IMS 装置間 IMS 挙動比較

化学剤を、MMTDに加えて、ION SCAN 500 DT ( $^{63}\text{Ni}$  イオン化、ドーパントあり)、ION SCAN 600 (CD

図1.Reduced ion mobility値の逆数と分子量の間の相関

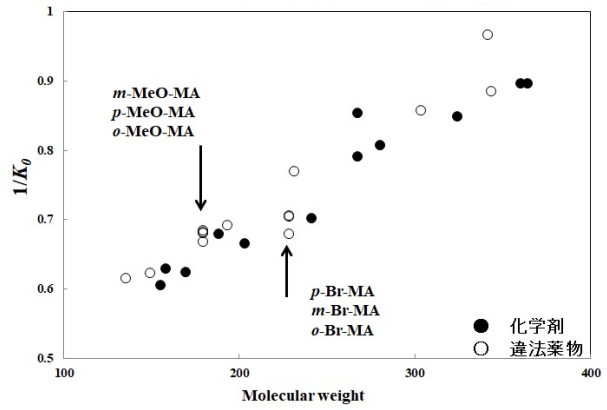


表5. 化学剤の装置間  $K_0$  比較

M monomer-derived; D dimer-derived; \*  $\text{M}_2\text{H}$

イオン化、ドーパントあり)、LCD 3.3 (CD イオン化、アンモニアドーパントあり)、理研計器装置 (CD イオン化、ドーパントなし) に導入して、イオン移動度スペクトル

Agent	MMTD-D1-C		ION SCAN 500DT		ION SCAN 600		LCD 3.3		理研計器	
	Main $K_0$	Sub $K_0$	Main $K_0$	Sub $K_0$	Main $K_0$	Sub $K_0$	Main $K_0$	Sub $K_0$	Main $K_0$	Sub $K_0$
RIP	2.20 2.20(-)	2.50 2.32(-)	2.09, 2.14 2.00(-)	2.47	2.32 2.32(-)	1.91, 2.77(-), 1.91(-)	2.28 2.08(-)		2.02 2.14(-)	2.52(-) 2.32(-)
GB	1.24 D		ND		1.25 D	1.13, 1.04	1.56 MH	1.25*	1.65 M	1.28
GD	1.11 D		ND		1.02 D		1.35 MH	1.04*	1.45 M	1.07
GA	1.18 D	1.72(-)	1.57 M	1.49, 1.74(-)	1.14 D	1.1, 1.06	1.44 MH	1.25*	1.53 M	1.08
GF	1.11 D		ND		1.04 D	0.90	1.36 MH	1.04 D	1.45 M	1.08
VX	1.26 M	1.57	1.27 M		1.26 M		1.62	1.31 MH	1.68	1.37 M
RVX	1.17 M		1.24 M		1.23 M		1.28 MH	1.42, 1.66	1.36 M	
HD	1.59(-) M	2.65(-)	1.54(-) M		2.70(-)		1.47(-) [M-H]		1.60(-)	
L1	1.56(-)	1.42(-) M	1.42(-) M		1.61(-)	1.53(-), 1.42(-)	1.58(-) [M+Cl]		1.77(-)	1.66(-)
HN1	1.60 M	1.59(-), 2.65(-)	1.65 M		1.60 M	2.70(-), 1.66	1.62 M		1.59(-) M	1.48(-), 1.41(-)
HN2	1.65 M	1.59(-), 2.65(-)	1.72 M		1.65 M	2.71(-), 1.72	1.64 M		1.60(-) M	1.47(-)
HN3	1.50 M	1.59(-), 2.65(-)	1.54 M		1.50 M	2.71(-)	1.56 M	1.34(-)	1.61(-)	1.47(-) M, 1.34(-)
CN	1.47(-) M		ND		2.69(-)	1.62	1.25 D	1.67, 1.40(-)		
CS	ND		ND		1.35(-)	1.50(-), 1.35	1.04 D			

を測定した。その結果を表5に示す。スワブ法では、一部揮発性、分解性により負検出となったが、装置に応じて、化学剤のダイマー、モノマーのドーパントアダクト、モノマー、分解物と思慮される正イオンが観察された。HD、L1、血液剤、CLからは、分子関連と

表6. 違法薬物の装置間  $K_0$  比較

M monomer-derived; D dimer-derived; T trimmer-derived

Drug	MMTD-D1-C		ION SCAN 500DT		ION SCAN 600	
	Main $K_0$	Sub $K_0$	Main $K_0$	Sub $K_0$	Main $K_0$	Sub $K_0$
MA	1.60 M		1.64 M		1.58 M	0.996 D~T 大
AP	1.62 M		1.67 M		1.00 D~T	1.60 M 中
MDA	1.46 M		1.50 M		1.21 D	0.955 T 大
MDMA	1.44 M		1.47 M		1.43 M	0.952 D-T 大
Cocaine	1.16 M		1.16 M		1.16 M	1.15 M 中
o-MeO-MA	1.49 M		1.52 M		1.48 M	
m-MeO-MA	1.47 M		1.49 M		1.45 M	0.960 D~T 中
p-MeO-MA	1.47 M		1.49 M		1.45 M	0.955 D~T 中
o-Br-MA	1.47 M		1.44 M		1.45 M	0.947 D~T 中
m-Br-MA	1.42 M		1.44 M		1.40 M	0.954 D~T 大
p-Br-MA	1.42 M		1.44 M		1.34 M	0.944 D~T 大
Triazolam	1.13 M		1.13 M		1.23 分解物	1.12 M 大
JWH-018	1.03 M		1.02 M		1.03 M	
$\alpha$ -PVP	1.30 M		1.31 M		1.29 M	

思慮される負イオンが、その他からは塩素イオンが観察された。理研計器(株)試作の IMS 装置に関して、神経ガスからは濃度に応じて分解物、モノマー、ダイマー由来の正イオンが観察され、びらん剤からは分解物、モノマー由来の負イオン、モノマー由来の正イオンが観察された。

イオン化機構やドーパント有無の差に関係なく、MMTD や ION SCAN 600 において、G 系神経ガスからダイマー由来イオンが観察されている。原因は解明されていないが、両者ともドリフト温度は 100°C 程度と高温であり、測定条件の差によりダイマー形成が即されたものと思われる。

#### (6) 違法薬物の IMS 装置間 IMS 挙動比較

違法薬物を、MMTD に加えて、ION SCAN 500 DT、ION SCAN 600 に導入して、イオン移動度スペクトルを測定した。その結果を表 6 に示す。MMTD および ION SCAN 500DT では、すべての薬物からモノマー由来と思慮される正イオンが主要ピークとして認められ、 $K_0$  値は若干 MMTD の場合が低かった。一方、ION SCAN 600 においては、薬物種に応じて、モノマー、ダイマー、トリマー、分解物由来と思慮される正イオンが観察された。覚せい剤様薬物の芳香環位置異性体間では、概ね  $\alpha$ 、 $m$ 、 $p$  の順番で移動度が大きかった。CD イオン化装置 ION SCAN 600 において、AP、MDA からダイマー由来イオンが主要となったが、これは MS 分析 (CD イオン化、表 2) と矛盾せず、CD イオン化では  $^{63}\text{Ni}$  イオン化と比較して AP および MDA に特徴的にダイマーを形成する構造要因の存在が指摘できる。

#### (7) ガス性化学剤のイオン化の違いによる IMS 挙動比較

ガス性化学剤の

表7. 化学剤 (ガス性) の装置間  $K_0$  比較 (negative)

$K_0$  値は高く、RIP との識別が検知には重要である。表 7 に示すように、MMTD および CD イオン化理研計器装置では、RIP は幅広く分布し、AC、CK、CL は RIP と分離せ

Agent	MMTD-D1-C		LCD 3.3	理研計器 corona		理研計器 AEE	
	Main $K_0$	Sub $K_0$	Main $K_0$	Main $K_0$	Sub $K_0$	Main $K_0$	Sub $K_0$
RIP	2.20	2.32	2.08	2.14 $\text{NO}_3^- \text{HNO}_3$	2.52, 2.32 $\text{NO}_2^-, \text{NO}_3^-$	2.18 $\text{O}_2^-$	
AC	2.45		2.19–2.33	2.43 $\text{CN}^- \text{HNO}_3$	2.3	2.47 $\text{CNO}^-$	
CK	2.50	1.53	2.06–2.28	2.32 $\text{Cl}^- \text{O}_3, \text{Cl}^- \text{O}_4$		2.30	2.46
CG	1.59	2.65	2.14–2.29	2.75 $\text{Cl}^-, \text{Cl}^- \text{O}_3$	2.33	2.36 $\text{Cl}^-$	
CL	2.30		2.13–2.19	2.34 $\text{Cl}_2^-$	1.87	2.36 $\text{Cl}_2^-$	
PS	1.59	2.65	2.15–2.31				

ず、CG、PS ( $\text{Cl}^-$ ) では明確に分離した。LCD 3.3 では、化学剤ピークは RIP と融合し、明確な分離は認められなかった。一方、AEE イオン化理研計器装置では、RIP は 1 本のピーク ( $\text{O}_2^-$ ) となり、CK を除いて化学剤由来ピークは明確に RIP と分離した。なお、理研計器装置を TOF-MS 装置と接続し分子帰属を行った結果も表 7 に示した。ガス性化学剤の負イオンモード IMS 分析では、CD や  $^{63}\text{Ni}$  イオン化と比較して AEE イオン化が検知選択性に優れると結論できる。

### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① Y. Seto, R. Hashimoto, T. Taniguchi, Y. Ohruai, T. Nagoya, T. Iwamatsu, S. Komaru, D. Usui, S. Morimoto, Y. Sakamoto, A. Ishizaki, T. Nishide, Y. Inoue, H. Sugiyama, N. Nakano: Development of ion mobility spectrometry with novel atmospheric electron emission ionization for field detection of gaseous and blister chemical warfare agents, *Analytical Chemistry*, 91, 2019, 5403–5414. 査読あり
- ② 瀬戸康雄、橋本亮太、大類保彦：化学兵器用剤の現場分析技術、*ぶんせき*, 2018(10), 412–415. 査読あり
- ③ 瀬戸康雄：化学テロ現場対処技術の評価と開発、*自治体危機管理研究*, 19, 2017, 1–12. 査読あり

[学会発表] (計 7 件)

- ① 谷口宗志、橋本亮太、大類保彦、長島央行、山口晃巨、岡田侑己、大塚麻衣、宮口一、瀬戸康雄：化学兵器用剤に対する市販現場検知資機材の検知性能の比較検討 10、2018. 9. 12–14、仙台市
- ② 瀬戸康雄：化学テロ対処における分析、日本薬学会第 138 年会 シンポジウム：科学捜査

- の最前線 犯罪立証に資する法科学研究の現状と展開、2018.3.28、金沢
- ③ 瀬戸康雄：テロ対策分野の計測・分析技術の発展と将来、第5回受託分析研究懇談会セミナー、2017.11.9、千代田区（招待講演）
  - ④ 瀬戸康雄：科学捜査と化学テロ対策における計測技術の現状と研究開発、科学技術者フォーラム平成29年10月セミナー、2017.10.7、品川区（招待講演）
  - ⑤ 瀬戸康雄：最新の安全安心計測、JASIS シンポジウム「イノベーション創出に向けた計測分析プラットフォーム」、2017.9.6、千葉市（招待講演）
  - ⑥ Y. Seto, H. Nagashima, T. Nagoya, T. Kondo, T. Satoh, Y. Ohrui, T. Ohmori, K. Tsuge, R. Hashimoto, Comparison of filed-portable drift tube-type ion mobility spectrometry instruments in detection against chemical warfare agents, 54<sup>th</sup> Annual Meeting of International Association of Forensic Toxicology, 2016.8.28-9.1, Brisbane
  - ⑦ 瀬戸康雄：化学剤の網羅的迅速検知システムの開発、第5回イオン移動度研究会、2016.4.16、八王子市（招待講演）

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等 特になし

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：井上 博之 ローマ字氏名：Inoue Hiroyuki

所属研究機関名：科学警察研究所 部局名：法科学第三部 職名：部長

研究者番号（8桁）：40159992

研究分担者氏名：大塚 麻衣 ローマ字氏名：Otsuka Mai

所属研究機関名：科学警察研究所 部局名：法科学第三部 職名：研究員

研究者番号（8桁）：90801580

研究分担者氏名：瀬川 尋貴 ローマ字氏名：Segawa Hiroki

所属研究機関名：科学警察研究所 部局名：法科学第三部 職名：研究員

研究者番号（8桁）：80778978

研究分担者氏名：柘 浩一郎 ローマ字氏名：Tsuge Koichiro

所属研究機関名：科学警察研究所 部局名：法科学第三部 職名：室長

研究者番号（8桁）：90356204

### (2) 研究協力者

研究協力者氏名：中野 信夫 ローマ字氏名：Nakano Nobuo

研究協力者氏名：渡邊 進 ローマ字氏名：Watanabe Susumu

研究協力者氏名：時田 健一 ローマ字氏名：Tokita Kenichi

研究協力者氏名：岩松 正 ローマ字氏名：Iwamatsu Tadashi

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。