

課題の概要

- 対象とするテーマ 「化学剤現場検知システムの開発」
- 課題名 「化学剤の網羅的迅速検知システムの開発」
- 研究代表者名 「瀬戸康雄」
- 責任機関名 「科学警察研究所」
- 実施予定期間 平成22年度～平成26年度（全5年間）
 - 技術開発期間 平成22年度～平成24年度
 - 実証期間 平成25年度～平成26年度

研究の概要

1. 目標

以下の検知性能を達成することを目標とする。網羅性：想定される化学剤（神経ガス、びらん剤、窒息剤、血液剤、くしゃみ剤、催涙剤）に対して警報を発する。検知感度と応答時間：代表的化学剤に関して1/100の1分間吸入半数致死濃度（LC_{t50}）レベルで1分以内に警報を発することを確保し、0.5分以内に1/1000のLC_{t50}濃度レベルでの検知を目指す。検知正確性：市街地などのテロ現場に存在する妨害物質による干渉に関して、化学剤種の10倍種の通常物質に反応しない性能を確保し、100倍種の通常物質に反応しないことを目指す。携帯性：技術開発期間内に、100 kg、0.5 m³以内の可搬型装置を試作し、50 kg、0.2 m³以内を目指す。同定・定量性：剤種の同定が可能であり、濃度の半定量値を表示する。本装置は、大気を自動に吸引して連続的に化学剤の剤種と濃度警報を自動で発する一体型装置であり、バッテリー駆動のキャスター付可搬型である。

2. 技術的内容

イオンモビリティマススペクトロメトリー（IMS）装置、並びに電子サイクロトロン共鳴イオン化質量分析（ECRIS-MS）装置を合体させた複合検知システムを開発する。IMS技術に関しては、β線源やコロナ放電機構に加えて、大気圧イオン化機構を検討して、ガス性化学剤、難揮発性化学剤の検出感度を向上させる。また、各種ドーパントを検討して、低感度化学剤の高感度化、妨害イオンピークの干渉解除を狙う。ECRIS-MS技術に関しては、各元素の出現検出パターンより化学剤種の同定法を確立し、RF値を適当に設定することにより対象分子から特徴的なフラグメントイオンを生成せしめ、化学剤ごとにRF値と構造情報との相関を検討し、化学剤の同定能を向上させる。

IMS装置およびECRIS-MS装置を各々設計・試作し、両装置を合体させ、化学剤検知アルゴリズムを考案し、複合検知システムを開発する。化学剤実剤、妨害物質を用いて、システムの検知性能を検証する。

3. 年次計画

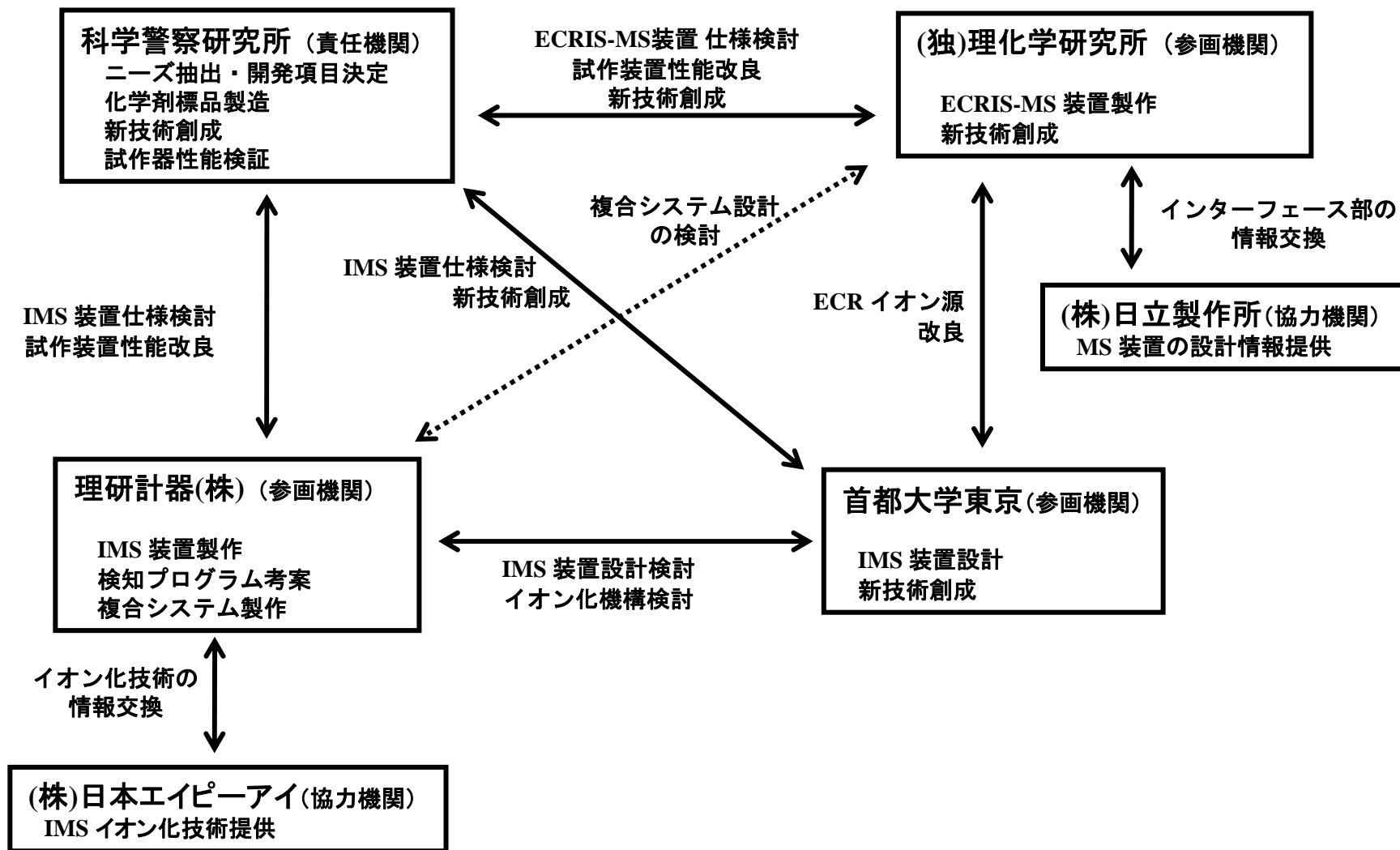
- 技術開発期間1年目（77百万円）：技術開発用装置の試作、新技術の創成
- 技術開発期間2年目（77百万円）：技術開発用装置の検証、新技術の創成
- 技術開発期間3年目（77百万円）：技術開発用装置の検証、実用装置の設計
- 実証期間1年目（77百万円）：実用装置の試作、検知アルゴリズムの考案
- 実証期間2年目（77百万円）：複合システムの試作、検証

4. 実施体制

現場検知技術の実績を有する科学警察研究所が中核機関として、現場ニーズを反映させ全体を統括し、化学剤の標品、取扱施設を利用して、開発した検知装置の性能を検証する。IMS技術シーズを有する首都大学東京はIMSプロトタイプ装置を設計し、新規検知技術を創成する。ガス検知器実用化実績を有する理研計器(株)は、IMS装置を試作し、要求検知性能を確認し、複合システムを試作する。(株)日本エイピーアイは、IMS装置のイオン化機構技術を提供する。ECRイオン源技術シーズを有する(独)理化学研究所は、ECRIS-MS装置を設計・試作し、新規検知技術を創成し、要求検知性能を確認する。日立製作所(株)は、ECRIS-MS装置のインタフェース構成に関する技術情報を提供する。

2. 実施体制 「化学剤の網羅的迅速検知システムの開発」

(責任機関: 科学警察研究所)



3. 実施内容 「化学剤の網羅的迅速検知システムの開発」

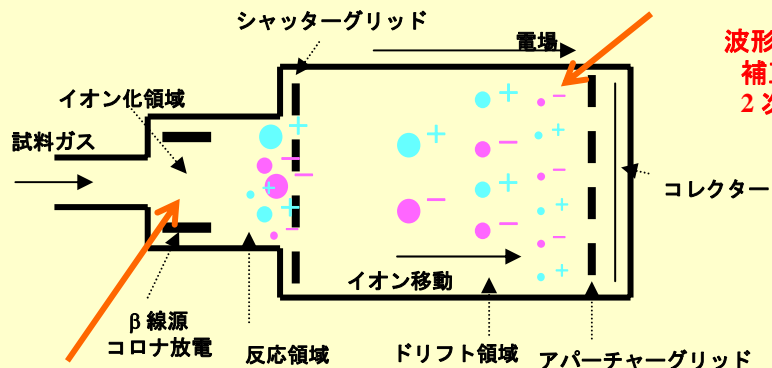
(責任機関: 科学警察研究所)

イオンモビリティスペクトロメトリー

正負イオンごとに
2ヶの IMS 検知システム採用

清浄空気導入
ドーパント検討

波形処理
補正
2次微分



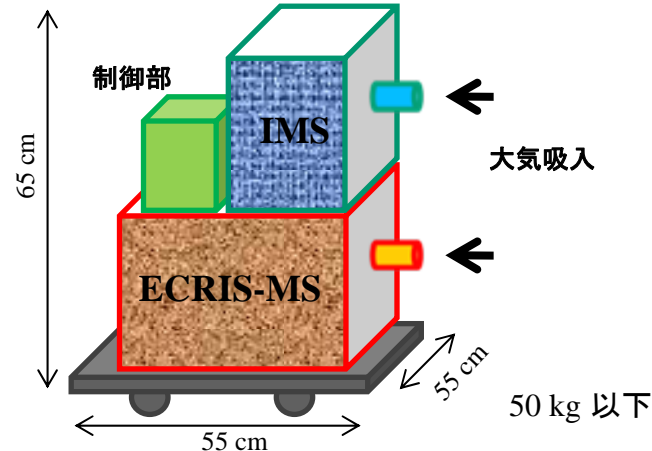
検討剤種ごとに
イオン化機構

温度・湿度・気圧制御

化学剤ピークのイオン量、分解能を向上させ、妨害ピークを抑制

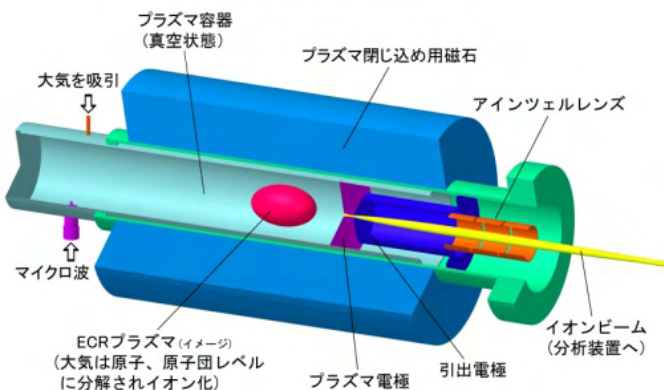
- 実用 IMS 装置と実用 ECRIS-MS 装置の合体
- 検知プログラム（制御部）の設計
- 実剤を用いた実証試験

完成システム図



電子サイクロトロン共鳴イオン化質量分析

(ECRイオン源部図解)



検出された元素、原子団を第一指標 (^{31}P , ^{35}Cl , ^{75}As , ^{32}S , ^{19}F などの特有元素、 ^{26}CN などの原子団)として検出強度比(パターン)から剤種を推定
RF 電力を適時調節して原子団を生成し同定確度を向上

目標とする検知システムの性能

検知対象

神経ガス、びらん剤、窒息剤、血液剤、くしゃみ剤、催涙剤

警報応答性

致死濃度の 1/100 濃度を 1 分以内
致死濃度の 1/1000 濃度を 0.5 分以内

正確性

特異的、低偽陽性率
10 (100) 倍種の化合物の干渉を受けない

操作性

簡易、自動

4. ミッションステートメント

- 対象とするテーマ 「化学剤現場検知システムの開発」
- 提案課題名 「化学剤の網羅的迅速検知システムの開発」
- 研究代表者名 「瀬戸康雄」
- 責任機関名 「科学警察研究所」
- 実施予定期間 平成22年度～平成26年度（全5年間）
 - 技術開発期間 平成22年度～平成24年度
 - 実証期間 平成25年度～平成26年度

1. 技術開発期間終了時の目標

イオンモビリティースペクトロメトリー（IMS）装置および電子サイクロトロン共鳴イオン化質量分析（ECRIS-MS）装置を試作する。検知性能として、網羅性：想定される化学剤（神経ガス、びらん剤、窒息剤、血液剤、くしゃみ剤、催涙剤）に対して警報を発する；検知感度：代表的化学剤に関して1/100の1分間吸入半数致死濃度（LC₅₀）レベル（1/1000を目指す）；警報時間：1分以内（0.5分以内を目指す）；検知正確性：市街地などのテロ現場に存在する妨害物質による干渉に関して、化学剤種の10倍種の通常物質に反応しない性能を確保し、100倍種の通常物質に反応しないことを目指す；携帯性：100 kg、0.5 m³以内の可搬型装置とする。各装置の制御は、別々に行う。

2. 実証期間終了時の目標

IMS装置およびECRIS-MS装置からなる複合システムとなり、装置制御は統一され、大気を自動に吸引して連続的に化学剤の剤種と濃度警報を自動で発する一体型装置検知器を試作する。検知性能として、網羅性：想定される化学剤（神経ガス、びらん剤、窒息剤、血液剤、くしゃみ剤、催涙剤）に対して警報を発する；検知感度：代表的化学剤に関して1/100のLC₅₀濃度レベル（1/1000を目指す）；警報時間：1分以内（0.5分以内を目指す）；検知正確性：市街地などのテロ現場に存在する妨害物質による干渉に関して、化学剤種の10倍種の通常物質に反応しない性能を確保し、100倍種の通常物質に反応しないことを目指す；携帯性：50 kg、0.2 m³以内の可搬型装置；同定・定量性：剤種の同定が可能であり、濃度の半定量値を表示する。