T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	電界非対称イオン移動度スペクトロメトリーを用いた混合ガスの濃度定量
Title(English)	Gas Mixture Quantification Using Field Asymmetric Ion Mobility Spectrometry
著者(和文)	横式康史
Author(English)	Yasufumi Yokoshiki
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11436号, 授与年月日:2020年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:中本 高道,山口 雅浩,小池 康晴,小尾 高史,長谷川 晶一
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11436号, Conferred date:2020/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

（博士課程）

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第　　号		学位申請者氏名		横式　康史	
論文審査 審 査 員		氏　名	職　名		氏　名	職　名
	主査	中本　高道	教授	審査員	長谷川　晶一	准教授
	審査員	山口　雅浩	教授			
		小池　康晴	教授			
		小尾　高史	准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は「電界非対称イオン移動度スペクトロメトリーを用いた混合ガスの濃度定量」と題し、和文８章からなっている。

第１章「序論」では、ガス・匂い計測の現状を述べ、大規模センサアレイ、質量分析法、電界非対称イオン移動度スペクトロメトリー法(Field Asymmetric Ion Mobility Spectrometry、 以下 FAIMS と略)を比較し、 感度、センシング情報量、コスト等を検討した結果、FAIMS が混合ガスの濃度定量に適していると述べている。

第２章「アクティブセンシング」では、能動的に探索するセンシング手法を説明し、情報量は多く得られるが非線形性が強い FAIMS のデータから混合臭の各成分濃度を得るには、アクティブセンシングの手法を導入することが有効であると述べている。そして、対象ガスと多成分ガスの調合装置からの調合ガスの FAIMS 応答を比較し、調合ガスの各ガス成分の濃度を逐次変更して対象ガスの各成分濃度を能動的に探索し定量する手法を提案している。

第３章「混合ガスのセンシング手法」では、 FAIMS の基礎特性としてその応答の単一成分及び複数成分の濃度依存性を調べた結果を述べている。そして、線形回帰の問題を扱う代表的手法である PLS(Partial Least Squares)法を適用して各成分の濃度定量を行った結果、FAIMS の非線形性が強いために定量誤差が大きく、従来法では定量精度が不十分であったと述べている。

第４章「混合ガスの供給方法」では、アクティブセンシングにおいて能動的探索に必要な混合ガス発生装置の開発について述べている。質量流量調節器を複数組み合わせ大流量キャリヤガスと混合し希釈率を上げて､FAIMS の計測に適した低濃度の濃度範囲で混合ガスを自動的に調合する装置を開発したと述べている。

第５章「混合ガスの濃度定量の方法」では、様々な濃度定量手法について検討し、最急降下法を選択したと述べている。そして、誤差曲面から勾配を安定に求める方法、学習係数の自動調整方法を検討し、これらの手法が混合臭の濃度定量に有効であると述べている。

第６章「最急降下法を用いた混合ガスの濃度定量」では、アセトン、エタノール、ジエチルエーテルの３成分混合ガスの濃度定量を計算機シミュレーション及び実験により行っている。シミュレーションだけでなく３成分のガスの濃度定量が可能であることを実際に実験によって示し、さらに sub-ppm レベルの低濃度混合ガスの濃度定量も可能であったと述べている。

第７章「フィードバックを用いた混合ガス濃度定量シミュレーション」では、ガスパージをガス供給と次のガス供給の間に行わずに、連続的に各ガス成分濃度を変化させて、多入力多出力フィードバックを行うことにより高速に混合臭濃度定量を行う方法を述べている。そして、その方法の有効性をシミュレーションにより確認して、最急降下法を用いる場合に比べて定量時間を 1/4 程度にできる見通しが得られたと述べている。

第８章「結論」では、本研究の成果及び将来展望をまとめている。

以上を要約すると、本論文は非線形性の強い電界非対称イオン移動度スペクトロメトリーにより混合ガスの濃度定量をアクティブセンシングの手法により行うことを提案し計算機シミュレーション及び実験により有効性を確認したもので、工学上工業上貢献するところが大きい。よって、我々は本論文が博士（工学）の学位論文として、十分価値あるものと認める。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。