

実施企業名：紀本電子工業株式会社

研究課題名：大気中の浮遊粒子状有害成分の同時連続測定装置の開発研究

1. 研究の概要

大気中の浮遊粒子状物質中には、自然発生源・人為発生源双方で、火山灰・砂塵、アンモニウム塩、硫酸などの酸性物質、水銀・カドミウムなどの重金属、粒子状有機物(自動車・ディーゼル排ガス粒子、光化学二次生成粒子、農薬、ダイオキシン類、多環芳香族炭化水素)、アレルゲン(花粉成分)、ウイルスなど、極めて複雑な有害成分が含まれていることが知られている。従来、これらの有害成分は、各種の分析法によって別々に測定されていたが、その各々の測定ですら容易ではなく、健康被害のような複合的な暴露要因が絡む場合における因果関係を研究する上での大きな障害となっている。

本研究では、従来の浮遊粒子状物質の測定には用いられていなかった分析方法に基づく3つの分析部を開発し、それらを組み合わせ、連続自動化することで、大気中浮遊粒子状有害成分の同時連続測定装置を開発する。

2. 研究目標の達成状況と実用化への展望

概ね期待通りの成果が得られ、実用化の可能性も期待できる。

□ 研究目標の達成状況

研究目標	達成状況
以下の 3 つの分析部を開発し、組み合わせ、連続自動化することで大気中浮遊粒子状有害成分の同時連続測定装置を実現する。	①フーリエ変換赤外吸収分析法(FTIR)による検出部の開発モデルを設計、製作し、連続自動観測に成功した。1 時間の大気採取(1m ³)において、0.5 μg 以上の感度での連続測定が可能となった。したがって、採取に 5 時間をかければ、検出限界は 0.1 μg/m ³ となる。
①真空放射脱離-赤外吸光分析法による浮遊粒子状物質中の粒子状有機炭素分析部 ・検出限界： 0.1 μg/m ³	②四重極形質量分析計(Q-Mass)を検出部とした開発モデルを設計、製作し、大気エアロゾル PM2.5 の主要化学成分(重量比で 7~9 割)の一斉同時分析に成功した。検出感度は 0.1nmol/m ³ であった。
②真空放射脱離-イオンモビリティ質量分析法による浮遊粒子状物質中の有害化学成分分析部 ・検出限界： 1fmol/m ³	③フィールドモデルを設計、製作、連続自動観測に成功した。1 時間の大気採取(1m ³)における最小検出感度を推定すると、硫黄については 3nmol/m ³ (硫黄として 96ng/m ³)であった。また、中重元素である鉄については 1nmol/m ³ (鉄として 56ng/m ³)であった。したがって、採取に 50 時間程度をかければ、検出限界は 1ng/m ³ となる。
③偏光 X 線蛍光分析法による浮遊粒子状物質中の全元素分析部 ・検出限界： 軽元素 10ng/m ³ 、 中重元素 1ng/m ³ 、 重元素 0.1ng/m ³	

□ 採択企業における実用化への展望

実用化に向けて、①真空放射脱離-赤外吸光分析部、②真空放射脱離-イオンモビリティ質量分析部、③偏光 X 線蛍光分析部の各分析部において、安価な分析部の開発による低価格化及び高感度化を図るとしている。

3. 総合所見

《総合》

概ね期待通りの成果が得られ、実用化の可能性も期待できる。

現在世界的に問題となっている大気中浮遊粒子状有害成分の同時連続測定装置を、世界に先駆けて開発すべく、

①真空放射脱離-赤外吸光分析部、②真空放射脱離-イオンモビリティ質量分析部、③偏光X線蛍光分析部のそれぞれについて、プロトタイプの製作や連続自動測定のフィールド評価が行われた結果、連続測定装置の可能性が示されたと認められることから、当初の目標を概ね達成した。ただし、当該装置を実用化して世の中に普及させていくためには、測定の目的に応じた精度と価格の設定を行うなどして普及可能な価格帯で早期の市場投入したうえで、如何にこの装置を標準化していくかが重要となろう。

今後、本装置の標準化に向けたさらなる開発により、我国だけでなく世界中に市場が展開していくことを期待する。

《詳細》

①真空放射脱離-赤外吸光分析部については、プロトモデルで大気エアロゾル成分 PM2.5 および PM10-2.5 の赤外吸収スペクトルの 2 カ月にわたる連続自動測定が、②真空放射脱離-イオンモビリティ質量分析部については、プロトモデルで PM2.5 の主要化学成分の一斉同時分析が、また、③偏光X線蛍光分析部については、フィールドモデルで大気エアロゾル元素成分の約 2 カ月にわたる連続自動観測が行われた結果、当初に目指した大気中浮遊粒子状有害成分の同時連続測定装置の可能性を示したと認められ、概ね目標を達成したと考える。ただし、真空放射脱離-イオンモビリティ質量分析部において高真空が必要なことや、観測データが不足しているなど、解決すべき課題が残されているため、今後のさらなる開発研究が必要である。

真空放射脱離については、既に基本特許を取得している。本研究の成果として、偏光X線蛍光分析部の基本特許を出願しており、さらに周辺特許として、連続自動測定の技術についても特許出願している。今後の開発の進展により、さらなる知的財産権の発生が期待される。

実用化に向けての開発課題が明確になっているため、残された課題解決を着実に進められたい。また、本装置の早期の実用化と市場への展開のためには、価格や精度の設定を含めて、どのような製品として市場へ投入するかが重要となるため、目的・用途に応じた製品開発を戦略的に進めることが重要である。例えば、当初から目指す同時連続測定装置としてだけでなく、3つの各分析部について、個別に製品化を進めて価格・サイズのコンパクト化や、用途に応じた装置選択をし易くすることで市場性を高めて市場展開を図ることも一例として考えられるであろう。

また、このような早期の市場展開に加えて市場への普及を図っていくためには、日本・アメリカ・世界を含めて如何に標準化の方向へ持って行くかを重要な課題として取り組んでいく必要がある。

これまで重量濃度しか測定できなかった大気中の浮遊粒子状物質について、有害成分の同時連続測定装置を世界に先駆けて可能にしたという意味で、本技術の意義は大きい。複数の分析法がパッケージ化されたことで、環境分析に関する技術的負担が軽くなり、システム管理などへの参入を容易にする可能性がある。大気汚染の健康影響評価や汚染物質を監視する上でも、飛躍的な貢献をもたらすことも期待される。

今後、本装置の標準化に向けたさらなる開発により、我国だけでなく世界中に市場が展開していくことを期待する。