

Geo-REX 公的認証

科学技術振興機構 (JST) : 独創的シーズ展開事業・委託開発成功認定

東京都 : 土壌汚染調査 (揮発性有機化合物及び重金属等) の簡易で迅速な分析技術

環境省 : 平成 19 年度低コスト・低負荷型土壌汚染調査・対策技術検討調査及び
ダイオキシン類汚染土壌浄化技術等確立調査

注) 上記認定後も技術開発を行っており、認定外の項目や性能等、
最新技術につきましてはお問合せ下さい。

2009 年 積水化学工業株式会社

「GEO-REX」の有用性(公的認知)

環境省

<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=10273>

平成19年度低コスト・低負荷型土壤汚染調査・対策技術検討調査 及びダイオキシン類汚染土壤浄化技術等確立調査

表. Geo-REX分析における調査結果(平成20年度)

カッコ内: 公定法分析値との相関係数、 : 相関係数0.9以上の項目

	Cd	Cr ()	Hg	Se	Pb	As	F	B	CN
溶出量	(0.99)	(0.99)	(0.99)	(0.99)	(0.99)	(0.94)	-	-	-
含有量	(0.99)	(0.87)	(0.57)	(0.46)	(0.99)	(0.98)	-	-	-

東京都

<http://www.metro.tokyo.jp/INET/OSHIRASE/2008/03/20i3va00.htm>

土壤汚染調査(揮発性有機化合物及び重金属等)の簡易で 迅速な分析技術の公募にて認定(認定技術中最多の認定項目)

表. Geo-REX分析における認定項目(平成19年度)

: 認定項目

	Cd	Cr ()	Hg	Se	Pb	As	F	B	CN
溶出量	-			-		-	-	-	-
含有量				-			-	-	-

平成19年8月28日

東京都千代田区四番町5 - 3
科学技術振興機構(JST)
電話03(5214)-8404(広報・ポータル部広報課)
URL <http://www.jst.go.jp/>

重金属を迅速・高感度・高精度に測定する小型分析装置の開発に成功

(マイクロTAS 土壌・水質など汚染現場で威力)

JST(理事長 沖村憲樹)はこのほど、独創的シーズ展開事業・委託開発の開発課題「微小電気化学セルを利用した重金属分析装置」の開発結果を、成功と認定しました。

本開発課題は、筑波大学大学院数理物質科学研究科教授 鈴木博章氏らの研究成果を基に、平成16年3月から平成19年3月にかけて積水化学工業株式会社(代表取締役社長 大久保尚武、大阪本社〒530-8565 大阪市北区西天満二丁目4番4号、資本金 1,000億円、電話:06-6365-4122)に委託して、企業化開発(開発費約180百万円)を進めていたものです。

本新技術は、[重金属注1](#)を含む試料溶液を[微小電気化学セル注2](#)(以下、チップ)に導き、電位走査に対する電流の応答を測定することにより、重金属を迅速かつ高感度に分析する小型分析装置に関するものです。

重金属の高感度分析のほとんどは現在、[ICP\(高周波誘導結合プラズマ\)発光、原子吸光注3](#)などの技術を用いた大型の分析装置によって行われています。しかし、工場跡地などの現場で分析ができなかったり、分析精度は高いが時間がかかるなどの問題があります。

本開発は、採取した試料をその場(オンサイト)で手軽に分析したいとする要請に応えるものです。測定に用いるチップは、センサー、流路、および前処理機能を高精度に集積化したものであり、そのチップをティッシュ箱サイズの小型読取機に挿入することにより測定します。小型読取機には、試料溶液の特性に応じて流路や流速を最適化するソフトウェアを導入しています(図1)。

その結果、5分以内の分析時間に、±50%の分析精度を大きく上回る性能で有害指定重金属(Pb,Cd,As,Se,Hg)を高感度(環境基準の1/10以下)に分析することが可能となりました。このため、現場での分析調査目的に限らず、製造プロセスの工程管理や研究用分析装置など広範な分野での利用が期待されます。

本新技術の背景、内容、効果の詳細は次の通りです。

(背景) 重金属のオンサイト分析可能な装置への期待が高まっています。

昨今の環境問題や土壌汚染対策法^{注4}の施行に伴って、土壌をはじめとする環境中の重金属を分析する重要性が高まっています。また、食の安全への関心が問題になっているなかで、農地や農業用水などの農業環境や、さらに地下水などの環境水の汚染状況を正確に把握する必要性が増しています。しかし、これらの汚染状況の調査や管理においては、熟練と時間を要する公定法では負担が大きく、また環境基準濃度以下の重金属を精度良く測定する装置は、大型で高価な装置に限られているのが現状です。そのため、持ち運びができ、手軽で短時間に、高精度な重金属分析のできる装置の出現が期待されています。

(内容) 小型でありながら、環境基準に対応する重金属を迅速・高感度・高精度に分析する装置を実現しました。

開発された装置は、専用の「チップ」と呼ばれる微小電気化学セルを採用した、迅速で高精度な重金属分析が可能なティッシュ箱サイズの可搬型分析装置です。本装置を専用ソフトウェア搭載のノート型パソコンに接続することによって、容易にオンサイトでの分析が可能となります(図1)。

チップは、「ストリッピングボルタンメトリ」^{注5}と呼ばれる原理をもとに分析を行う微小電極センサー、重金属の濃縮前処理を行う微小カラム^{注6}、それらをつなぐ微小流体用素子などから構成されています。

分析の原理は次のようなものです。まず試料に溶解している重金属イオンを、マイナスの電位をかけることによって微小電極上に析出させておきます。次いで電極の電位をプラス方向に走査させながら再び重金属イオンとして溶出させることによって、溶出時の電位から物質を特定し、流れた電流量から重金属イオンを定量するものです(図2)。

プラスチック材のチップの製作にあたっては、チップ内の電極や濃縮カラム、移送流路の形状精度をマイクロレベルに高め、ばらつきの小さい加工を可能とする技術を確立しました。同時に装置側のチップホルダーについても、電極接点の接続性と流体通過部のシール性の確保を図っています。これらの工夫に加え、試料溶液の特性に応じて流路や流速を最適化するソフトウェアの導入などにより、小型装置でありながら、従来にないレベルの感度(環境基準の1/10以下)、分析時間(5分以内)、分析精度(本開発の目標であった±50%の分析精度を大きく上回る精度)にて、有害指定重金属(Pb,Cd,As,Se,Hg)の分析を行うことが可能となりました。

近年、分析に必要なリアクターやセンサー、流路などをチップ上に小型化・集積したシステムはマイクロTAS(Total Analysis Systems)と呼ばれ注目されています。しかし国内においては、大学の研究成果の企業での実用化は、必ずしも順調とは言えません。そのような中で、本開発は高機能なマイクロTASの研究成果の先駆的な実施例として位置づけられます。

(効果) 小型で高精度な分析が可能のため、広範な利用分野が期待されます。

本分析装置はティッシュ箱程度の大きさでありながら、重金属分析を高感度・高精度、短時間に可能とするもので、現場で採取した試料をオンサイトで分析したいとする要請に応えるものです。

また、土壌汚染対策法で測定の義務づけられた有害指定重金属は六価クロムを加えた6種(Pb,Cd,As,Se,Hg,Cr(VI))ですが、これまで小型分析装置としては市場になかった5種の重金属分析が可能な本装置の開発(六価クロムだけの小型分析装置は既存)により、全有害指定金属のオンサイト分析ができるようになりました。

本分析システムは、現場での即時分析が望まれる土壌汚染浄化ビジネスや各種環境アセスメント関連で有効であるほか、今後、製造現場での工程管理や小規模事業所での成分管理、研究向け分析など広範な用途での利用が期待されます。

図1 本装置の外観
図2 本装置の原理図
デモンストレーション
<用語解説>
開発を終了した課題の評価

<お問い合わせ先>

積水化学工業株式会社 環境・ライフラインカンパニー 京都研究所
 〒601-8105 京都市南区上鳥羽上調子町2番地の2
 主任研究員 岩佐 航一郎(イワサ コウイチロウ)
 TEL: 075-662-8637 FAX: 075-662-8598

独立行政法人科学技術振興機構
 産学連携事業本部 開発部 開発推進課
 〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3
 三原 真一(ミハラ シンイチ)、成田 吉重(ナリタ ヨシシゲ)
 TEL: 03-5214-8995 FAX: 03-5214-8999

[戻る](#)

This page updated on Aug. 28, 2007

Copyright©2007 [Japan Science and Technology Agency](#).

www-admin@tokyo.jst.go.jp

土壤汚染調査(揮発性有機化合物及び重金属等)の簡易で迅速な分析技術(東京都 HP より抜粋)

1 目的

東京都は、土壤汚染対策における調査費用の低減化、測定時間の短縮化を図るため、現在実用段階にある簡易で迅速な分析技術(以下「簡易分析法」という。)の公募を行います。なお、実証試験の結果、優良な技術と評価されたものについては公表を行い、利用の促進を図っていきます。

2 公募対象技術の応募条件

今回公募する分析技術は、現在実用段階にある土壤中の揮発性有機化合物または重金属等の簡易分析法であり、具体的な応募条件は以下のとおりです。

(1) 対象物質、対象試験について

対象とする物質は東京都土壤汚染対策指針に定める第一種有害物質または第二種有害物質の 20 物質のすべて又はいずれかとします。また、第一種有害物質については溶出量試験を、第二種有害物質については溶出量試験または含有量試験を対象試験とします。

(2) 簡易分析法について

以下の条件をすべて満たす方法であることを応募条件とします。

1. 応募する対象物質について、物質ごとに土壤溶出量または土壤含有量を分析できると。ただし、土壤溶出量については環境省告示第 18 号に基づく測定方法と同等な値を得られるもの、土壤含有量については環境省告示第 19 号に基づく測定方法と同等な値を得られるものとする。
2. 基準値の 1/2 の濃度が定量できること
3. 科学的根拠に基づき、分析法の原理を明示できること
4. 試薬の成分を明示できること
5. 分析を現地でおこなえること
6. 前処理を含む分析手順を明示し、第三者が再現できること
7. 土壤試料に分析実績があるなど、実用段階にあること

平成 20 年 5 月 30 日現在

都が選定した土壌汚染調査(重金属等)の簡易で迅速な分析技術

「土壌汚染調査(重金属等)の簡易で迅速な分析技術」については、既に東京都ホームページで紹介したとおりですが、[平成 17 年度に選定した 13 技術](#)、[平成 19 年度に選定した 18 技術](#)の詳細について公開します。

使用可能な技術及び分析項目

【平成 19 年度】

	技術名	使用可能な分析項目	実証試験者	提供型
1	卓上型エネルギー分散型蛍光X線分析装置(JSX-3400 R 型)	カドミウム含有量、鉛含有量	日本電子(株)	販売
2	卓上型エネルギー分散型蛍光X線分析装置(JSX-3100 R 型)	カドミウム含有量、水銀含有量 鉛含有量		
3	可搬型蛍光X線分析装置(X-50 Mobile XRF)	カドミウム含有量、鉛含有量		
4	ボルタンメトリーを用いたオンサイトにおける重金属等の迅速分析法	砒素溶出量、鉛溶出量	(株)環境管理センター 東電設計(株)	受託
5	オンサイト溶出・含有分析法(ボルタンメトリー法)	カドミウム含有量、セレン含有量、鉛含有量、カドミウム溶出量、セレン溶出量、鉛溶出量	日立協和エンジニアリング(株)	受託
6	ストリッピング・ボルタンメトリー分析システム	砒素含有量	ジーエルサイエンス(株)	販売
7	ストリッピング・ボルタンメトリー法(超音波による前処理)	カドミウム含有量、水銀含有量、セレン含有量、鉛含有量、カドミウム溶出量、水銀溶出量、セレン溶出量、鉛溶出量	大成基礎設計(株) 北斗電工(株) (株)フィールドテック	販売 受託
8	ストリッピング・ボルタンメトリー法(公定法に準じた前処理)	セレン含有量、水銀溶出量、セレン溶出量、鉛溶出量		
9	カートリッジ型電気化学分析シス	カドミウム含有量、砒素含有量、六価クロム含有量、水銀含	積水化学工業	販売

		有量、鉛含有量、六価クロム溶出量、水銀溶出量、鉛溶出量		
10	オンサイト溶出・含有分析法(吸光光度法)	六価クロム含有量、ほう素含有量、シアン含有量、六価クロム溶出量、ほう素溶出量、シアン溶出量	日立協和エンジニアリング(株)	受託
11	吸光光度法等に基づく簡易迅速測定法	カドミウム含有量、六価クロム含有量、鉛含有量、ふっ素溶出量、鉛溶出量	セントラル科学(株)	販売
12	(発色カラム)簡易比色法	ふっ素溶出量	JFE テクノリサーチ(株)	販売
13	(発色カラム)吸光光度法	ふっ素溶出量	(株)ガステック 戸田建設(株)	
14	吸光光度法	ふっ素溶出量	東電設計(株)	受託
15	水銀オンサイト溶出分析還元気化原子吸光法	水銀溶出量	日立協和エンジニアリング(株)	受託
16	黒鉛炉原子吸光法	カドミウム溶出量、砒素溶出量	JFE テクノリサーチ(株)	受託
17	イオンセンサー	ふっ素溶出量	(株)ガステック 戸田建設(株)	
18	カドミエール(カドミウム用)	カドミウム溶出量	(株)住化分析センター	受託

【平成 17 年度】

	技術名	使用可能な分析項目	実証試験者 (○ 共同研究代表者)	提供型
1	卓上型蛍光X線法	カドミウム含有量	日本電子(株)	販売
2	卓上型蛍光X線法	鉛含有量	西松建設(株)	受託
3	卓上型蛍光X線法	カドミウム含有量、鉛含有量	アワーズテック(株) 応用地質(株) JFE テクノリサーチ(株) (株)ガステック 戸田建設(株)	販売 受託
4	卓上型蛍光X線法	カドミウム含有量	エスアイアイ・ナノテクノロジー(株)	販売

5	<p>ボルタンメトリー法 2つに分割しています。 (カドミウム溶出量) (カドミウム含有量、鉛含有量、水銀含有量)</p>	カドミウム溶出量、カドミウム含有量、鉛含有量、水銀含有量	<p>大成基礎設計(株) 北斗電工(株) (株)フィールドテック</p>	販売受託
6	カートリッジ型電気化学分析システム	カドミウム含有量	積水化学工業(株)	販売
7	ボルタンメトリー法	カドミウム溶出量、セレン溶出量、カドミウム含有量、鉛含有量、セレン含有量、砒素含有量	(株)環境管理センター 東電設計(株)	受託
8	ふっ素オンサイト溶出分析法	ふっ素溶出量	日立協和エンジニアリング(株)	受託
9	吸光光度法等に基づく簡易迅速測定法	六価クロム溶出量、シアン溶出量、ほう素含有量、ふっ素含有量	セントラル科学(株)	販売
10	フローインジェクション分析法	ほう素溶出量、ふっ素溶出量、鉛含有量	JFE テクノリサーチ(株) (株)ガステック 戸田建設(株)	受託
11	簡易比色法	六価クロム溶出量、ほう素溶出量、ふっ素溶出量		
12	黒鉛炉原子吸光法	カドミウム含有量、セレン含有量		
13	ジフェニルカルバジド比色法	六価クロム溶出量	(株)太平洋コンサルタント	受託



報道発表資料

平成20年10月10日

「平成19年度低コスト・低負荷型土壤汚染調査対策技術検討調査及びダイオキシン類汚染土壤浄化技術等確立調査」対象技術の評価結果等について(お知らせ)

環境省では、土壤汚染対策の一環として、実用段階にある低コスト・低負荷型の土壤汚染調査・対策技術や、ダイオキシン類汚染土壤浄化技術を公募し、実証調査、技術評価を行う標記調査事業を実施しています。

この度、平成19年度の調査結果を取りまとめましたので公表します。

1. 本調査の目的

低コスト・低負荷型土壤汚染調査対策技術検討調査及びダイオキシン類汚染土壤浄化技術等確立調査では、現在実用段階にある低コスト・低負荷型の土壤汚染調査・対策技術を公募し、本調査の対象となる技術を選定して、当該技術について現場実証試験等を行い、その結果等を踏まえ当該技術の総合的な評価を行っています。これらの評価結果を公表することにより、実用段階にある土壤汚染調査・対策技術に関する知識の普及と土壤汚染対策の推進を図ることを目的としています。

2. 本調査の結果概要

平成19年度は、土壤汚染対策法に定める特定有害物質及びダイオキシン類汚染土壤の調査技術及び対策技術を対象として募集を行ったところ、17件の応募がありました。これらの応募技術の中で、学識経験者からなる「平成19年度低コスト・低負荷型土壤汚染調査対策技術検討調査及びダイオキシン類汚染土壤浄化技術等確立調査」検討会(別添検討委員名簿参照)における審査により、次表に示す6件の技術が選定されました。これら6技術について実証調査を行った結果等に関して、検討会において総合的な評価をいただいた結果の概要を別添に示します。

平成19年度低コスト・低負荷型土壤汚染調査対策技術検討調査及びダイオキシン類汚染土壤浄化技術等確立調査 実証調査技術一覧表

代表機関名	技術の名称	技術の区分	備考
大成建設(株)	脱酸素スパージング工法による揮発性有機塩素化合物の原位置バイオレメディエーション技術	スパージング + 微生物分解	別添1
DOWAエコシステム(株)	重金属汚染土壤の簡易酸抽出処理法	化学分離	別添2
(株)エコアップ	回収熱源を利用したダイオキシン	加熱分離+熱分解	別添3

	類の 直接加熱分離+熱分解法		
積水化学工業(株)	超小型重金属分析「Geo-REX」による 土壌中重金属測定	電気化学分析	別添4
大成基礎設計(株)	水銀フリー・ストリッピング・ポルタンメトリー法	電気化学分析	別添5
日本アイ・ティー・エス(株)	汚染重金属成分自動均質化機構 つき オンサイト蛍光X線分析システム	蛍光X線分析	別添6

添付資料

- [【別添】検討委員名簿 \[PDF 99KB\]](#)
- [【別添1】大成建設\(株\)\[PDF 206KB\]](#)
- [【別添2】DOWA エコシステム\(株\)\[PDF 278KB\]](#)
- [【別添3】\(株\)エコアップ\[PDF 339KB\]](#)
- [【別添4】積水化学工業\(株\)\[PDF 227KB\]](#)
- [【別添5】大成基礎設計\(株\)\[PDF 282KB\]](#)
- [【別添6】日本アイ・ティー・エス\(株\) \[PDF 422KB\]](#)

連絡先

環境省水・大気環境局土壌環境課

[直通]:03-5521-8338

[代表]:03-3581-3351

課長:笠井 俊彦 (内線6650)

補佐:高澤 哲也 (内線6652)

担当:美保 雄一郎 (内線6659)

平成19年度低コスト・低負荷型土壤汚染調査対策技術検討調査 及びダイオキシン類汚染土壤浄化技術等確立調査結果

代表機関名		技術の名称	
積水化学工業(株)		超小型重金属分析「Geo-REX」による 土壤中重金属測定	
技術の概要			
調査 / 対策	技術の区分	実証試験の対象物質	実証試験の場所
調査	電気化学分析	鉛、カドミウム、砒素、セレン、 水銀、六価クロム	現場 + 現場外

(技術の原理)

超小型重金属分析システム「Geo-REX」による土壤中重金属の低コスト・低負荷調査技術
超小型重金属分析システム「Geo-REX」は、持ち運びが可能な大きさながら、高い重金属分析感度・精度を実現したシステムである。原理はボルタンメトリに基づくものであり、重金属抽出液を通液した検出カートリッジを読取装置に挿入することにより分析を行うものである。
同カートリッジは、重金属を選択的に捕捉する濃縮機能膜と、ボルタンメトリ用電気化学センサ、および流体を移送するマイクロチャネルにて構成され、カートリッジを読取装置に挿入することで、検体の濃縮と検出を連続的に行うことができる。

現場設置型ミニラボによる総合的土壤汚染調査

現場設置型ミニラボは、上記「Geo-REX」システムと、更に、VOC、その他無機物質類対応の小型分析装置、分析に必要な器具類を搭載した車両であり、土壤汚染対策法に定める第一種特定有害物質と第二種特定有害物質の全ての物質を現場で分析することができる。



図 1. 超小型重金属分析装置
「Geo-REX」



図 2. 現場設置型ミニラボ

技術保有会社のコスト・環境負荷低減の考え方

本技術は、汚染現場にて迅速に土壤汚染状況を把握するものである。従来の実験室にて行う手法に比べて大幅にコストや占有面積を減じることができるほか、電力消費量や廃薬液量を低減させ、調査に伴う環境負荷の低減が可能である。現場で分析結果を得ることができるため、地層、土壤種や調査結果などにあわせて、当初の計画を修正しながら的確な調査を行うことで、汚染のメカニズムや適切な浄化方法を精度よく把握でき、この点からも、コスト・環境負荷の低減が可能となる。

調査結果の概要

(1) 実証調査方法

分析精度確認試験

実汚染土壌を用いた分析を通じて、「超小型重金属分析 Geo-REX」及び「現場設置型ミニラボ」の性能を評価するために、汚染現場にて採取したサンプルをラボ及びミニラボに持ち込み実証試験を実施した。

搬出汚染土試験

「トンネル工事にて発生するズリの管理」を現場で迅速に行い、汚染土壌の円滑な管理における本技術の有効性を評価するとともに、実際の現場での作業性を確認するため、実トンネル工事現場（搬出汚染土仮置き場）にて実証試験を実施した。

(2) 対象土壌

の実サンプル試験では、対象物質を鉛、カドミウム、砒素、セレン、水銀及び六価クロムとし、粘性土、砂質土及び関東ローム土について試験を行った。Geo-REX 分析 192 検体、比較対象として公定法分析 120 検体、合計 312 検体を調べた。

の搬出汚染土試験の試験では、砒素を対象とし、粘性土（鉍山ズリ）について試験を行った。Geo-REX 分析 72 検体、比較対象として公定法分析 60 検体の合計 132 検体を調べた。

(3) 技術の有効性の評価

分析精度確認試験

試験の結果、公定法との相関係数は表 1 のとおりであり、公定法との誤差比率の発生確率は表 2 のとおりとなった。セレンと水銀の含有量試験については、夾雑物質の影響により相関が低い結果となった。また、土質による測定への影響は特に見られなかった。

表 1 公定法との相関係数

物質	溶出量	含有量
鉛	0.9876	0.9982
カドミウム	0.9872	0.9881
砒素	0.9426	0.9774
セレン	0.9871	0.4634
水銀	0.9900	0.5746
六価クロム	0.9914	0.8680

表 2 公定法との誤差比率の発生確率

測定項目		公定法との誤差比率			
		10%以内	20%以内	50%以内	100%以内
鉛	溶出	37.0%	77.8%	100.0%	100.0%
	含有	43.8%	62.5%	100.0%	100.0%
カドミウム	溶出	28.6%	85.7%	100.0%	100.0%
	含有	14.3%	71.4%	100.0%	100.0%
砒素	溶出	18.5%	44.4%	100.0%	100.0%
	含有	58.8%	82.3%	100.0%	100.0%
セレン	溶出	42.9%	85.7%	100.0%	100.0%
	含有	0.0%	0.0%	28.6%	28.6%
水銀	溶出	57.1%	100.0%	100.0%	100.0%
	含有	14.3%	42.9%	85.7%	100.0%
六価クロム	溶出	28.6%	71.4%	100.0%	100.0%
	含有	14.3%	42.9%	57.1%	85.7%

* 誤差比率 = (Geo-REX 分析値 - 公定法分析値) ÷ 公定法分析値

搬出汚染土試験

搬出汚染土管理の円滑化に向けた、現場分析の迅速化を検討するため、溶出量試験における振とう時間を短縮した分析を行った。まず、サンプル地点の表層を 10 秒手振とうにて分析し、その結果が、基準値を超過するサンプルのみ 1、2 時間振とう及び深度方向(50cm)の分析を行った。その結果、Geo-REX による現場での 10 秒手振とう分析にて基準値を超過したサンプルは、公定法分析でも基準値を超過していた。また、本実証試験において、計量から分析データを得るまでの所要時間は平均 34 分であった。

表3 現場分析の結果 (単位: mg/L)

	深度	10秒振とう	1時間振とう	2時間振とう	公定法(6時間)	
1	表層	0.015	0.014	0.011	0.015	
	50cm	0.002	0.003	0.003	0.001	
2	表層	0.013	0.012	0.034	0.030	
	50cm	0.009	0.021	0.009	0.032	
3	表層	0.048	0.025	0.031	0.030	
	50cm	0.006	0.003	0.008	0.018	
4	表層	0.004	表層で基準値以下のものは現場分析を行わず。			0.014
5	表層	0.003				0.016
6	表層	0.002				0.007
7	表層	0.010				0.028
8	表層	0.003				0.007

* 砒素の環境基準値(溶出量): 0.01mg/L

表4 分析所要時間

工程	具体的作業内容	所要時間
計量	サンプル袋から試料を取り出し、電子天秤にて秤量	2分
振とう	秤量した試料及び精製水をポリビンに採取し、手振とう(10秒)	2分
ろ過	0.45µmのフィルターにてろ過	5分
調製	酸を添加し、加熱分解	10分
分析	検出カートリッジにインジェクションし、分析	15分
合計		34分

(4) 実用性についての考察

安定性・適用範囲

分析精度確認試験の結果、夾雑物質が含まれると公定法との相関が低くなった。また、含有量を中心に一部、繰り返し分析の結果がばらついたり、公定法との相関係数が負の値を示す場合があった。参考までに過去に実施した実証試験結果から想定される当技術の再現性、定量(検出)下限及び忌避条件を表5に示す。

表5 各種項目測定における分析の制約条件

重金属種		鉛	カドミウム	水銀	砒素	セレン	六価クロム
溶出試験 (µg/L)	検出下限(3)	0.3	0.8	0.02	0.4	0.8	4.3
	定量下限(10)	0.9	2.5	0.5	1.4	2.6	14
含有試験 (µg/L)	検出下限(3)	1	3	1	1	3	14
	定量下限(10)	3	9	2	5	9	50
分析条件	pH	3~8			6~9		
	塩濃度	0.2M以下			1mM以下		
	(電気伝導率)	(500mS/cm以下)			(320µS/cm以下)		
電氣的夾雑物		Cu, Ag, Hg		Cu, Ag, Pb, Cd	Bi, Te, Se, Ag	Cl-, NO3-	-
測定できない試料形態		測定対象物の粒子化・有機物との会合					
その他注意事項		炭酸塩を含む試料を分析すると濃縮部にて気体発生					

(5) 経済性についての考察

効率性

実証調査におけるミニラボにて試料採取から Geo-REX での 6 種重金属溶出試験 1 検体を行う際に要する作業時間は平均 1.23 時間であった。

$$\text{作業効率 (検体/人・h)} = \frac{1 \text{ 検体}}{1.23 \text{ 人・h}} = 0.81 \text{ 検体/人・h}$$

経済性

実証調査においてミニラボにて試料採取から Geo-REX での 6 種重金属溶出試験 1 検体を行う際に要するコストは 15,900 円/検体であった。

$$\text{汚染土壌 1 検体分析費} = \frac{\text{エネルギーコスト} \quad \text{人件費} \quad \text{ランニングコスト}}{48 \quad + \quad 3,560 \quad + \quad 12,287} = 15,895 \text{ 円}$$

汚染土壌 100 検体を実証調査と同じ分析項目で分析すると仮定した場合のコストも、上記と同額 (分析検体数が増加しても 1 検体分析費は同額) である。(算出根拠は別紙参照)

(6) 周辺環境への負荷

本実証技術では環境大気、及び排水は該当しない。

大気

土壌試料の前処理に用いるマイクロウェーブ機器から排ガスが発生するが、適切に処理してから排気するため、周辺大気への影響は少ない。

廃棄物

分析で発生する廃液などの廃棄物については、特別管理廃棄物として適切に処理する。

騒音

搬出汚染土試験を行った際に発生した騒音は、平均 60db と使用した発電機のメーカー公表値とほぼ同じ値となった。

二酸化炭素排出量

汚染土壌 100 検体を分析すると仮定した場合、ミニラボの場合はレギュラーガソリン量が 128.4L となり、二酸化炭素排出量に換算すると 2.98kg/検体と算出された。(算出根拠は別紙参照)

なお、公定法では 71,11kWh の電力消費が伴い、39.47kg/検体となる。

検討会概評

本技術は、電気化学分析法の一つであるボルタンメトリ法の原理に基づくものであり、重金属を選択的に捕捉する濃縮機能膜、ボルタンメトリ用電気化学センサ及び流体を移送するマイクロチャンネルを一体化した検出カートリッジを読み取り装置に挿入して分析するものである。

搬出汚染土試験では、砒素の測定を行ったが、分析データを得るまでに要した時間は平均 34 分であり、迅速に測定することができた。

分析精度確認試験 (鉛、カドミウム、砒素、セレン、水銀、六価クロム) の結果、公定法との相関係数は、夾雑物質による影響を受けなかった場合は 0.95 以上であった。また、試料の乾燥に減圧マイクロウェーブを使用するとともに、振とう時間を短縮することにより、更に迅速に分析を行うことができる。ただし、測定結果が公定法に比べて低い値を示す場合もあり、基準値近くの試料については基準値を超過する試料を非超過と測定してしまう場合もある。また、夾雑物質があった場合などには含有量の試験で公定法との差が大きい場合もみられた。

め、改善に向けた検討が必要である。

別紙（小型重金属分析「Geo-REX」による土壤中重金属測定）

1. 費用の算出

1) 試算前提の主要諸元

- 汚染土壌濃度 : 溶出量（環境基準値付近）
- 対象土壌の土質、性状 : 粘性土、砂質土、関東ローム土
- 測定項目・検体数 : 鉛・カドミニウム・砒素・セレン・水銀・六価クロム・100 検体
- 分析時間・測定数 : 分析操作に要する実労働時間（装置のみ稼働時間は除く）
10 検体/日
- エネルギーコスト : 使用電力
- ランニングコスト : 減価償却、消耗品費、試薬費の総計
- 減価償却期間 : 5 年
- 費用の試算範囲内 : 機器損料、消耗品、薬剤費、人件費、光熱費
- 費用の試算範囲外 : 機器運搬費

2) 処理費用の算出

上記を基に本実証試験で得られたデータから経済性を試算すると以下の様に算定された。

総費用（100 検体分析時） 1,590,000 円
測定分析単価 15,900 円/検体

2. 二酸化炭素排出量の算出

二酸化炭素排出量の算出に当たっては、上記の費用算出と同条件とし、地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第三条一の口（平成 18 年 3 月 24 日 一部改正）の排出係数一覧表の数値を用いて算出した。

表 必要エネルギー量（100 検体分析時）

	公定法 電気量(kWh)	ミニラボ 電気量(kWh)	ミニラボ(発電機) ガソリン量(L)
土壌採取	28.3	28.3	17.6
前処理	4308.4	175.1	109.2
分析	385.0	2.5	1.6
合計	4721.6	205.8	128.4

地球温暖化対策の推進に関する法律の排出係数

外部からの電力供給の場合 : 排出係数 0.555(kg-CO₂/kWh)

レギュラーガソリンの場合 : 排出係数 2.32(kg-CO₂/L)

1) ミニラボ 100 検体(発電機不使用)

土壌採取 : 15.7kg-CO₂ (28.3 × 0.555)

前処理 : 97.2kg-CO₂ (175.1 × 0.555)

分析 : 1.4kg-CO₂ (2.5 × 0.555)

総排出量（100 検体分析時） 114kg

排出原単位 1.14kg/検体

2) ミニラボ 100 検体(発電機使用)

土壌採取 : 40.9kg-CO₂ (17.6 × 2.32)

前処理 : 253.4kg-CO₂ (109.2 × 2.32)

分析 : 3.6kg-CO₂ (1.6 × 2.32)

総排出量（100 検体分析時） 298kg

排出原単位 2.98kg/検体