

水中の重金属テスト

触媒によるDNAの威力

迅速 - 高感度 - 選択性 - 水中金属検出における基本技術

優位性

多くの金属検出を可能にした基本技術

ポータブル機器でありながら高感度検出

現場での測定結果は1分以内に表示

研究機器レベルの蛍光光度計

消耗品のテストキット



By
Eric L. Null, Ph.D., Staff Scientist
and
Marty Dugan, VP Marketing & Business Development

目次

優位性	1
序論	3
金属測定の問題点: 高い検出限界, 現状の困難さ	3
解決策: DNA-に基づく検出法	4
触媒による DNA 技術	5
センサーの構成	6
AND1100 : 蛍光光度計	6
ANDalyze社の技術的な優位性	6
アプリケーション	7
比色計方式による検出の限界	8
AND1100 ポータブル蛍光光度計の価格優位性	8
最新の水質テストのアプリケーション	9
概要	9
問い合わせ	10
参考文献	10
付表	11
仕様 (ANDalyze社 鉛100のセンサー)	11
用語集	13



ANDalyze社、重金属測定用 DNAzyme センサー

DNAに基づく水質テスト

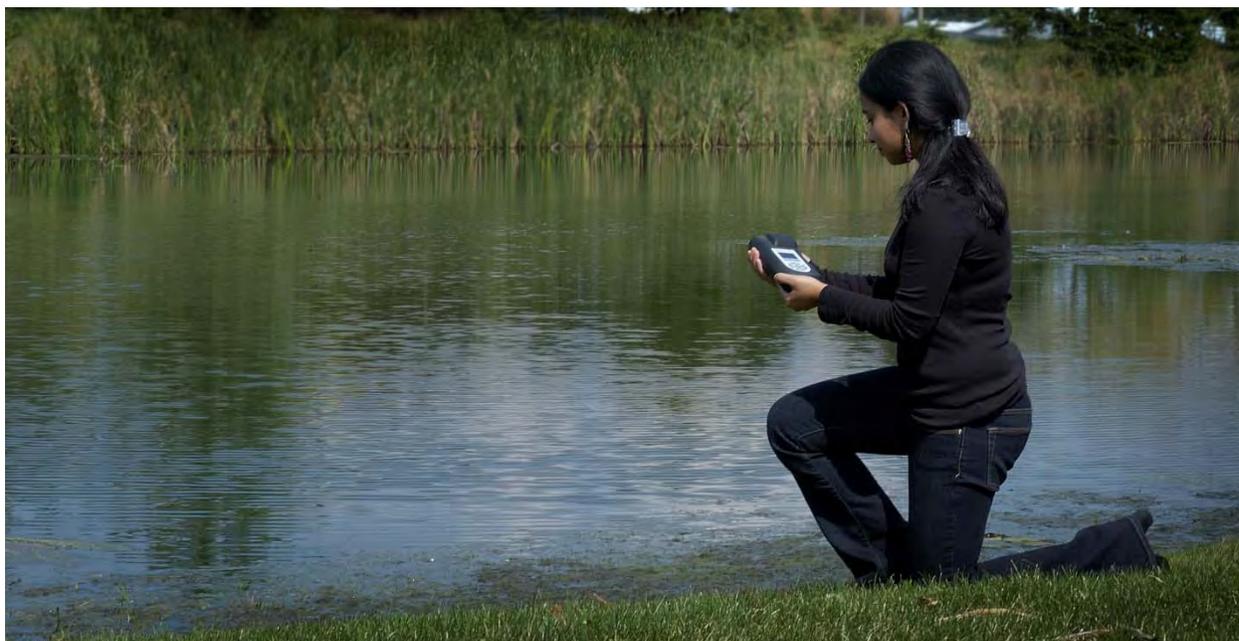
ANDalyze社

序論

水質公害は先進国と発展途上国にとって同様に国際的な問題として影響しております。重金属の汚染は広く知られている水質公害の1つです。それらは頑固でいったん環境中に排出されるか又は水源から移動したら飲料水として供給するために安全にする必要があります。重金属公害の問題はいくつもの水源から発生することです。

ウラニウムのような重金属は地下水の中に自然に存在します。鉛は銅パイプの鉛接合部に存在します。水銀とカドミウムは発電所の排水に含まれます。加えて、多様な産業プロセスから問題の多い重金属濃度が発生し人間に有害な汚染物質が排出されます。又それらの汚染は農地にも悪影響を及ぼします。重金属のテストppbレベルは国際規制値に合致するために避けられないレベルです。このレベルに合致するためにANDalyze社で開発された触媒のDNA技術による重金属測定機器が必要になります。

ANDalyze社の重金属測定機器は、高感度検出、高い選択性、ポータブルそして使い易く設計されております。この冊子は使用法、革新的な解決法、仕様と特許取得技術によるさらなる可能性を網羅しております。



金属測定の問題点：高い検出限界、現状の困難さ

排水と飲料水の重金属測定限界は多くの場合ppbレベルです。そして、限界は下方に向かっています。現在の重金属測定技術の検出範囲は低ppbレベルですがICP-MSなどの高額な分析装置であり、トレーニングを受けた化学者による操作が必要です。

併せて、それらの装置は一旦設置したらその場所に常に固定され移動して測定することは出来ません。単純な試料の分類ミスも多くの時間のロスとなります。

ポータブルな機器であるため現場での測定がリアルタイムで行えます。汚染物質は規制基準でモニターでき併せて、高濃度汚染物質は害をおよぼす前に検出することができます。比色方式でこのような金属測定機器はありますが、いくつかの警報を備えているだけであったり、複数の試薬が必要で試験の手順が金属毎に異なります。そして検出限界も通常ppbレベルではありません。現在米国EPAの最大汚染限度は鉛で15ppbで水銀(無機)は2ppbです。それらの汚染限度は多くの比色法機器では検出限界が不十分となります。

解決策:DNA-に基づく検出法

ANDalyze社は触媒によるDNAに基づく水中の重金属測定技術を開発しました。

なぜDNAを用いるのか?

触媒によるDNA技術を用いることで1桁のppbレベルの検出限界に達することが可能です。そして他の特定の金属以外で100万倍までの検出限界に達します。比色方式は、充分改善されたと思いますが、容易にこのDNA方式の性能には合致しないでしょう。測定金属の選択性、特定性はDNA鎖としての大きな特徴です。色々な金属から他の1つの金属を優先的に結び付けることをインビトロの過程で知ることができました。DNA鎖の触媒活性又は、金属イオンへの急速な結びつきは非常に迅速に行われます。例えば、鉛は1分以内に、それ故に、ポータブル法での重金属分析を可能にしたのです。DNAの選択性は蛍光検出と高感度検出技術の双方を可能にしポータブル蛍光計専用形態に設計されました。AND1100蛍光計はANDalyzeセンサーとして特異的に検出するよう設計されています。併せて研究レベルの実験機器として光電子増倍管(PMT)との組込みを成功させました。触媒のDNA化学と蛍光を基盤とした結合の結果、米国USPの検出限界を下回りました。そして他の国際的な水中の溶存金属の規界限界をも下回りました。現在、測定可能な金属は銅、鉛、水銀、亜鉛そしてウラニウムと開発中のその他いくつかの金属です。



触媒によるDNA技術

触媒によるDNAと蛍光に基づく検出技術の結合は米国イリノイ大学アーバナ-シャンペーン校で開発され特許を取得しました。触媒によるDNAsの(DNAzymes 又はDNA enzymes とも呼ばれます)配列は他の触媒のDNA鎖(基質)の分裂で特定の共同因子中に存在します。開発の最初の段階で、基質の分裂反応が特定の金属汚染の中に存在しDNA配列が最適な状態で得ることができました。このDNA配列はin vitro selection とされる組合せ工程で確認できました。手短に言えば、 10^{14} - 10^{15} のDNA配列は標的によって潜伏の反復段階が生存適応性、活発な配列の分離、増幅/突然変異に従っております。低い濃度や、より短く十分な触媒作用活動が得られるまでの反応速度に関しては説得力が増大しました。クローン化のための次のステップ、DNA配列の比較および最適な活性を持つ単一のDNA配列の蛍光体の抑制は二つの小さな有機の分子を追加するために修正されます。蛍光体はいくつかの光波長を持ちます。放射光は励起光よりもエネルギーが少ない状態です。蛍光体の抑制は熱と言う形で光エネルギーを散逸します。蛍光体と抑制はDNAによって類似した基本の一对になり蛍光工程の抑制となります。(相補的酵素とDNA鎖) 蛍光体分離と抑制は特定な金属のDNA酵素(DNAzyme) 分裂による蛍光体の発光を生じます。この発光を蛍光光度計で測定いたします。

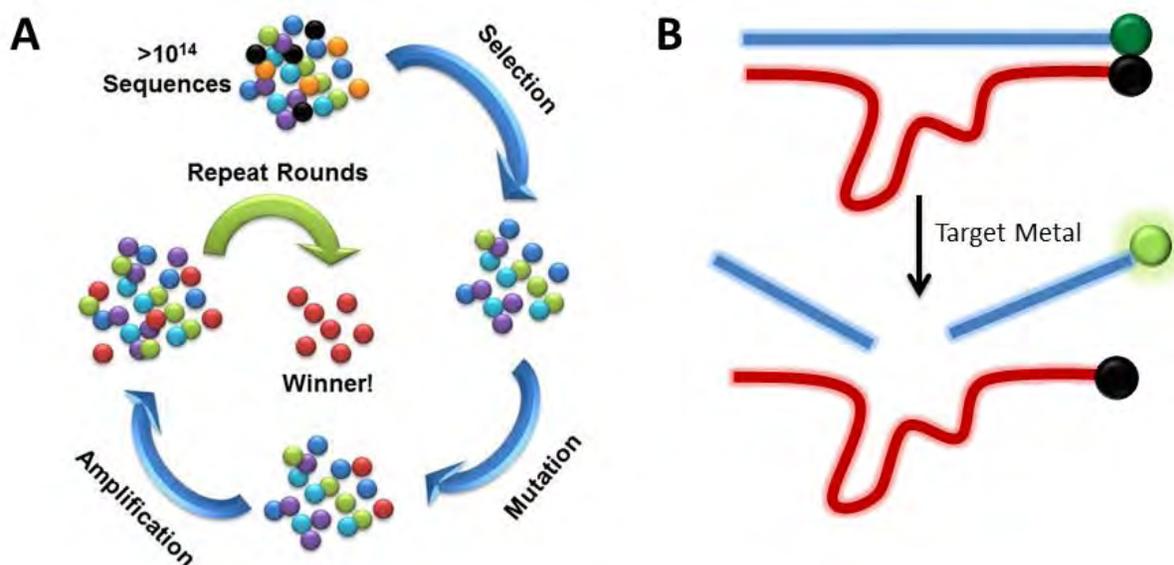


図1. (A)の概略は *In vitro* selection の工程です。(B)は蛍光の発光信号と触媒によるDNA活性と金属イオンの存在です。

センサーの構成

ANDalyze社によって開発された中心的な技術は、センサーハウジングでありました。全てのDNAがそうであるように、DNAは化学的に合成され、生物学的な有機体が用いられないことです。我々の開発したDNAは養殖したり生育したりいたしません。活性DNA配列は多孔性の素材を用いた特許方式のハウジングに組み込まれます。ハウジングにはシリンジにより液体が注入されます。測定の間、ハウジングはキュベットの上に位置し緩衝処理されたサンプルは1mLの使い捨てシリンジでハウジングを通して、さらにDNAを含有した多孔性素材を経てキュベットに入ります。センサーハウジングのDNAの量は極めて僅かです。それを裸眼で見ることはできません。しかし蛍光を用いたら簡単に検出することができます。DNAは液体サンプルと混合されると瞬時に溶液中の金属イオンと反応します。各金属イオンは分裂し基質は酵素から分離します。この分離は併せて蛍光体も抑制 (quench) から離れます。蛍光の量は金属イオンの濃度に比例します。



新AND1100蛍光光度計

AND1100蛍光光度計はポータブル型の蛍光光度計です。すべてが内蔵されております。しかし、USBを用いてPCと接続しデータをダウンロードすることもできます。この蛍光光度計はANDalyze社の金属測定キットと共に使用することができます。併せて、研究レベルで使用することにも十分な感度と機能を備えております。ANDalyze社は独自の高感度検出の技術と検出器として光電子増倍管(PMT)を採用したことにより、その感度をさらに高めることに成功しました。この光電子増倍管(PMT)を採用したポータブル蛍光光度計は他にはありません。励起光はLEDと励起フィルターを採用しております。放射フィルターは光電子増倍管の隣に位置し完全な構成となっております。AND1100蛍光光度計はUSB又はコンセント差し込みアダプターを用いて充電します。本体ケースはIP54により防水の格付けとCEマークを受けております。



ANDalyzeの技術的な優位性

触媒によるDNA技術を市場に発表すると膨大な関心が寄せられました。ほとんどの人々のDNAに対する見方は、それは純粋な生物学的材料であるということでした。そしてDNAが金属検出に用いられることを知った人々は大いに興奮し好奇心をもちました。何故、ICP-MS、及び比色分析技術にDNAを用いることが確立しているのか？ ANDalyze社は下記リストの優位性のためにDNAを用いることを主導しております。

触媒によるDNA技術の優位性

- 基礎技術-各々の目標の金属分析は他の分析法と同様に異なったカートリッジと緩衝液で行えます。
- 飲料水の基準をはるかに超える感度を持っております (USEPAの規制検出を超えております)
- 高い選択性-多くの古典的な金属分析試薬は複数の金属に反応します。ところが、触媒によるDNAは高い選択性を持っております。
- 高い可搬性。
- 用いる試薬はまったく有害性はありません。
- 用いるキットは汚染の心配がなく一般ごみとして廃棄できます。
- 他の分析法に比べ安い費用で行えます。

ANDalyze 社、定量限界(LOQ)対		USEPA 最大汚染物質レベル (MCL)	
金属	USEPA MCL	ANDalyze LOQ	ANDalyze 検出範囲
鉛	15 ppb	2 ppb	2-100 ppb
銅	1300 ppb	40 ppb (LR) 600 ppb (HR)	40-200 ppb (LR) 600-3000 ppb (HR)
ウラニウム	30 ppb	2 ppb	2-60 ppb
水銀	2 ppb	2 ppb	2-50 ppb

*定量限界又は、LOQは10 sigma 法に基づきます。一方検出限界又は、LODは 3 sigma 法に基づきます。LOQ値はLOD値よりも高い値でLODに替って報告されます。

LR=低いレンジ、HR=高いレンジ、

1. 飲料水汚染物質 <http://water.epa.gov/drink/contaminants/index.fm> (2012年6月6日にアクセスいたしました)

アプリケーション

ANDalyze社のテストキットは飲料水から産業排水まで多様な発生源測定に応用できます。新しいアプリケーションも常に追加されます。

ANDalyze社のテストキットは元々飲料水のテストキットとして開発されました。そして、サンプルの準備は必要ありません。飲料水は公益事業体又は、地方自治体から供給されます。ボトル水、温泉水、井戸水など人々の用途の水は多岐にわたります。

ANDalyze 社のテストキットの有用性は水質測定のために拡大し続けております。

- 環境的な清流 (川、湖、小川、地下水など)
- 海水
- 産業排水
- 地方自治体の最終放流水

サンプルの濁りを取り除くためにサンプルの簡単な濾過が必要なことがあります。稀にはpH調整と鉄の妨害実施要項も必要なこともあります。ANDalyze社の鉄妨害アクセサリーキットは、そのような時、便利に利用できます。

海水や排水は濾過と希釈の後に測定します。それらのサンプルは多くの場合濁っておりますので簡単な濾過が必要なのです。通常、海水はpH調整は必要ありません。しかし、排水は測定の前にpH調整が必要です。ANDalyze社の緩衝剤を含んだテストキットは最適な測定レンジになるようなpH調整に便利です。ある排水サンプルは中和の範囲を超えるサンプルもあります。下記商品の説明を確認して下さい。ANDalyze社の簡便な10倍希釈キットやこの測定に合致した専用器具をご検討ください。

ANDalyze社は環境水試験解決策を開発してきました。その解決策はユーザーを通じ環境水のテスト又は継続している発生源の研究に貢献しております。ANDalyze社のテストキットはここに記載されていない重金属も検出可能と思います。測定したい新しい金属について私共に御連絡下さい。

比色計方式による検出の限界

ほとんどのポータブル型重金属測定機器は比色計方式に関わっています。それらは100年もの歴史がありました。それらの測定方式は様々な変遷を経て多くの時間の中で改良されてきました。しかし、検出限界はppbレベルから50ppbレベルであります。より高感度なUSEPA MCLsなどの検出のために新しい技術が求められています。

加えて、比色法の測定手法と試薬は測定する金属により異なり、有害な試薬、例えば、強酸やシアン化物などが必要になります。結局、単一の金属に反応する試薬の設定が非常に難しく、そのために測定結果の失敗が懸念されます。これらの困難さに比べANDalyze社によって開発された基礎技術はUSEPA MCLsの手法で測定は全ての金属に同じ手法です。

ポータブル蛍光光度計AND1100型の価格優位性

通常、実験室での水中金属測定はICP-MSが用いられます。このことは初期投資が何千万円も必要であり、尚、高度に訓練された化学者が操作する必要があります。これをポータブル測定機器で測定することにより資金的にも技術的な意味からも大変に有益な結果となります。現地での測定は迅速な結果が得られタイムリーな問題解決と最少なサンプル水で保護管理の懸念にも対応できます。ポータブル測定機器は実験室の測定機器よりもはるかに安価です。高い検出感度と高い性能は一般に高価なことになりますが、AND1100型ポータブル蛍光光度計はユーザーに使いやすく設計され、高感度で最新の性能を持ち、どの測定器よりも低価格です。他の高感度ポータブル測定器、例えば、anodic stripping voltammetryやASVなどが

市販品として市場にはありますがその価格はDNAzyme製品に比べて10倍も高価です。そしてASVは常に電極の保守が必要になります。

最新の水質テストのアプリケーション

ANDalyze社は現在、将来の製品ラインの中に多様な検出器の可能性を調査中です。私共の基本的な技術は幅広い検出器に適用できます。単一な金属だけでなく、多様な検出器に適用する仕組みを構築中です。下記に記載のいくつかの可能性と応用について議論しております。

有機物と生物有機体

ANDalyzeにより用いられたDNA配列は、本質的に触媒作用である必要はありません。DNA配列はin vitro selectionによって得られ単一な結合は触媒作用の結合よりもむしろ触媒作用の結合目的に基ずき変化します。これらの核酸配列は aptamers と呼ばれます。これはラテン語のaptusでfitの意味です。Aptamersは殺虫剤の全細胞のタンパク質から広い範囲で目標の結合をするために選択されます。短い開発サイクルでほとんどの化学体、生物体のターゲットに対してANDalyze社の基本技術を用いて分析ができます。どうぞ皆さんの計画をご連絡下さい。

Dipstick 技術について

金属センサー又はその他の分野で定性又はセミ定性的な測定に関心がありますか？蛍光体の替りに金ナノ粒子へのDNA配列はANDalyzeの検出の体系で拡張ができます。赤い結合表示ターゲットの存在と結合の強さがおおよそその濃度分析と比較できます。これらの安価な試験法はユーザーにとって大変に有益なことになります。

In-line アプリケーション

In-line モニタリングシステムは飲料水又は産業排水分析において増々重要になっております。より高い安全のレベルを保証するために月1回のサンプリングでは明らかに不十分です。推奨されるべき、より高い頻度のサンプリングは毎日であり、毎時間です。どうぞANDalyze社にIn-lineモニタリングについてご連絡下さい。きっとお役に立てると思います。

概 要

この新しい重金属水質試験技術は試験と水質分析の明確な手法の優位性のみならず、創造的基礎技術の測定器による測定の潜在的な新しい方法の道しるべとなり、無機体、有機体、そして微生物汚染まで現地で検出し測定することが出来ます。このことは併せてユーザーにとってより広範囲の水質測定を可能にすることです。訓練された化学者や水資源技術者は水質試験の一人で充分なのです。一般的な技術者、サービス員や学生達は明らかに測定すべき場所や金属汚染のレベルを理解しております。この革新は各産業と地域にとって汚染

レベルについての新しい理解をもたらします。このことは我々の地球上の環境と資源と産業排水技術のより良い管理の力となります。

問い合わせ

DNAを用いた水中の重金属測定についてより多くの情報をご希望の方は下記の輸入代理店に御連絡下さい。

株式会社センコム
東京都台東区台東4-1-9
110-0016

製造元 **ANDalyze, Inc.**
2109 S Oak Street, Suite 102
Champaign, IL 61820 USA

Email: info@senkom.com
Tel: 03-3839-6321 Fax: 03-3839-6324

参 照

1. Drinking Water Contaminants. (accessed June 6th 2012)
<http://water.epa.gov/drink/contaminants/index.cfm>

付 表

ANDalyze社の鉛100センサーの仕様

性能

鉛、濃度0,5,10,15, 25,50,75, 100,150,200 ppb Pb⁺ 脱イオン水中。
5枚の複製を各テストと各希釈に用います。

検出限界

(LOD)

1 ppb Pb²⁺
3 sigma 法に基づきます。

精度

標準:15 ppb.Pb²⁺
95% 信頼度: 13 – 17 ppbPb²⁺

定量限界

(LOQ)

2 ppb Pb⁺
3 sigma 法に基づきます。

変動率

(CV):

0–200 ppb Pb²⁺ ±15%

直線検出範囲

2 - 100 ppb Pb²⁺

注: 全ての仕様は予告なく変更される場合があります。

干渉イオン

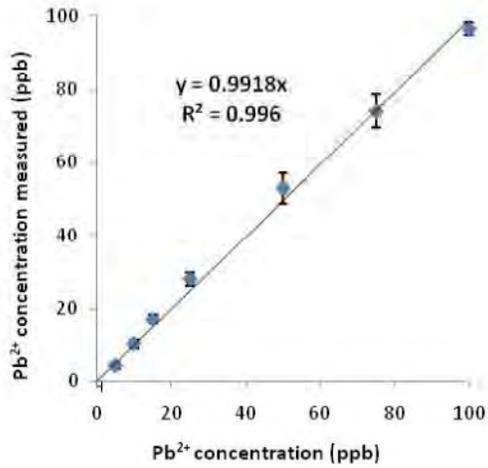
干渉テストは30ppbPb²⁺。

液と潜在的な干渉イオンを混ぜたもので行いました。
干渉許容誤差レベルは±10%の濃度変動があります。
データは3枚のシャーレーの平均値です。
各干渉テストは、特別な発生源水でon-site
キャリブレーションを用いて行いました。

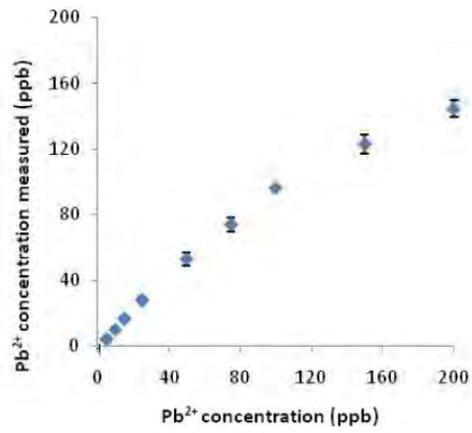
Interfering ion	Interference level
Calcium, Ca ²⁺	500 ppm
Magnesium, Mg ²⁺	500 ppm
Zinc, Zn ²⁺	100 ppm
Aluminum, Al ³⁺	0.1 ppm
Copper, Cu ²⁺	0.5 ppm
Iron, Fe ³⁺	0.04 ppm
Cadmium, Cd ²⁺	15 ppm
Mercury, Hg ²⁺	0.03 ppm
Manganese, Mn ²⁺	150 ppm
Ammonium, NH ₄ ⁺	2000 ppm
Carbonate, CO ₃ ²⁻	100 ppm
Phosphate, PO ₄ ³⁻	50 ppm
Chloride, Cl ⁻	2000 ppm
Sulfate, SO ₄ ²⁻	100 ppm
Nitrate, NO ₃ ⁻	5000 ppm

製品の精度範囲

下図はAND1100蛍光光度計(y-axis)測定の前鉛pb²⁺の濃度平均値と標準鉛の(x-axis)を描いております。5つの測定から標準偏差のエラーは除外しております。
図1は鉛0–100ppbの直線性レンジを示しております。高い濃度の鉛(200ppbまでの鉛)の精度は低下します(グラフ2)。100ppb以上の濃度の鉛は1:1で希釈し再分析いたしました。



グラフ 1:鉛 平均濃度 対 既知濃度.



グラフ 2:精度 対 直線性検出範囲

用語集

Platform Technology

ハードウェアおよび/または製品ラインの将来の拡張を可能にするソフトウェアなどの問題解決がなされ機能を拡大するのに追加の機器の購入をする必要のない技術。

Deoxyribonucleic Acid (DNA)

DNAの最も一般的な定義は、生活において遺伝の命令を伝える核酸である有機体です。しかし、DNAは又、実験室で合成されます。DNAの断片は金属と結合することがin vitro selection, の過程で知られていて小さな分子又は小さな細胞に特殊な方法で結合します。これらの短い配列はその時センサーに変えられます。

Fluorescence/Fluorophore/Fluorimeter 蛍光/蛍光体/蛍光光度計

蛍光とは物質又は分子が光の1つの波長を吸収する過程であり、放射光は吸収される波長より弱い波長の光を放射する。蛍光体は、蛍光を発する分子およびANDalyze技術に用いられてDNAに共有結合するものです。蛍光光度計は、より強い波長の(青色)光をサンプルに照射し、サンプルから放射される、より弱い波長(緑)を測定する装置です。蛍光光度計はその高感度測定分析手法により極めて有益な測定法です。

In Vitro Selection

実験室で行う短いDNA又はRNAに非生物源のターゲットに非常に特異的な方法で結合する化学的組合せ技術。プロセスは選択の反復サイクル、増幅、および変異の反復サイクルを用います。選択段階では、不活発なDNA鎖、活発なDNA鎖の菌数は増大します。及び変異はDNAの変化を導きます。これは目標に対して親和性が拡大することになります。

Parts per billion (ppb)

無限の量、物質の豊富さ又は、濃度を示したものです。1ppbは1, 000, 000, 000分の1を示す。水質測定の実験では $\mu\text{g/L}$ 又は、マイクログラム/リットルである。関連した表現は、ppm、又は、1/100万等です。

Colorimetric

比色分析は色の発生からの関わりです。有機肥料と金属イオンの複雑な構成にしばしば用いられております。色は比色計、カラーコンパレーター又は、その他の測定器で測定されます。比色測定法は100年も前からあるにもかかわらず、ここ10年間は検出感度の改善がなくppbレベルの測定はできません。

Maximum Contaminant Levels (MCLs)

米国環境省 (USEPA) の飲料水測定基準の一部で、これらはUSEPAにより設定され法律上執行可能な標準であります。全てのANDalyzeのテストキットはこの基準を上回っております。

Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry ICP-MS

ハイブリット結合の分析装置は元素分析を行い、水中の金属分析にも用いられます。サンプルはプラズマを使って10,000度でイオン化されます。装置はマススペクトロによって分離され多くの分光器により検出されます。低い検出感度を持ち、すばらしい技術の機器です。しかし非常に高価な投資と装置の稼働のために訓練された化学者を必要とします。

現場での水質試験に高い効果をもたらします

テスト結果は1分以内に得られます

- 飲料水テスト、環境水テスト、産業用水の溶解重金属のテスト
- 特別な化学的試験の知識は必要ありません
- 高い選択性と高感度測定 (ppb レジ)
- 1台で多くの物質の測定ができます

鉛

ウラニウム

銅

水銀

カドミウム

亜鉛

その他にも…



カラー表示

検出キット



特長

簡便、迅速測定

迅速測定、簡便なメニュー誘導と試料テストのためのボタン操作

蛍光法による検出

DNAzyme (触媒作用反応) による蛍光法定量分析

検出キット

使い捨ての各々に色別された検出キットは各重金属テストのために設計されております。検出キットはテストに必要なすべての種類が準備されております

データ収集とレポート

日時の印字と現場ごとの分類印字。データはUSBを通じてダウンロード又は再入力ができます

堅牢とメンテナンスフリー

CE標準とIP54ボディによる耐水性と耐塵性です。アップグレードされたソフトウェアはインターネットからUSB接続で無料ダウンロードできます

ビデオ トレーニング

内蔵された説明書により使用者は操作法を習得します

言語

英語、スペイン語、ポルトガル語、ドイツ語などです。残念ながら日本語は含まれません

環境にやさしく

使用する試薬は害がなく最少の使用量です。テストに用いる物質は特別な処分法は必要ありません



重金属のテスト結果は1分以内に得られます

鉛 ウラニウム 銅 水銀 亜鉛 カドミウム その他にも…

仕様

金属	色	レンジ	測定物質
鉛	Green	2 - 100 ppb	Pb ²⁺
銅 (高濃度)	Blue	0.6 - 3 ppm	Cu ⁺ /Cu ²⁺
銅 (低濃度)	Blue	40 - 200 ppb	Cu ⁺ /Cu ²⁺
ウラニウム	Orange	2 - 60 ppb	Uranium VI, UO ₂ ²⁺
水銀	Silver	2 ppb (over/ under) 50 ppb limit	Hg ²⁺
亜鉛	White	1 - 15 ppm	Zn ²⁺
カドミウム	Yellow	0.1 - 1 ppm	Cd ²⁺

クロムとヒ素の検出キットは間もなく発売
予定です



* 仕様は予告なく変更する場合があります。

ANDalyze Inc, IL, USA.

輸入総発売元

株式会社センコム

〒110-0016 東京都台東区台東4-1-9

TEL: 03-3839-6321/FAX: 03-3839-6324

www.senkom.com / info@senkom.com

EPA(米国環境省)賞 受賞の技術

ANDalyze社は現場テストのためのポータブル蛍光法、水中重金属溶解テスト器とDNAzyme(触媒作用反応) 検出法技術をEPAに申請しました。この技術は高い精度で迅速にテスト結果が得られ現場テストの効率化に大きな進歩をもたらしました。併せて、特別な化学的知識は必要なく簡単に操作できます。用いる試薬は害がなく特別な処分法も必要ありません。このことはテストの時間を短縮し、テストを簡便化することによりテストに要する費用を大幅に減少させます。



DNAZYME(触媒作用反応) 技術

ANDalyze特有の触媒反応のDNAセンサーは鉛のような目標汚染物質が存在する状態で蛍光を発するDNAzyme反応を使用します。反応の蛍光は目標重金属の溶解濃度を決定するために測定します。測定値はppbで表示されます。テストは1mlの試料を検出器に注入し蛍光器に導入します。試料は自動的に測定され測定結果は1分以内に得られます。

飲料水



排水



河川湖沼水



食用水



鉱業水



(2014-10-3, Ver. 01. by H)