



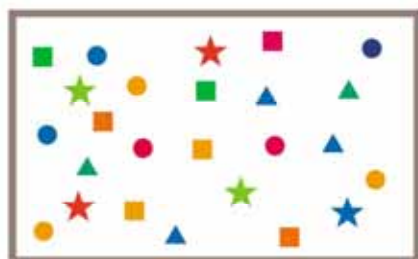
Ⅱ 化学物質工口調査はこうして行われます

# 分析法を開発します

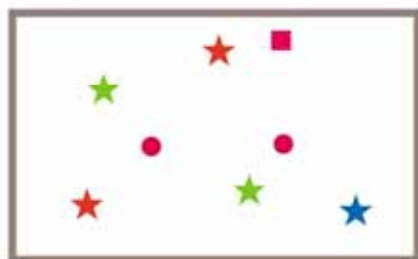
化学物質エコ調査では、化学物質がどのくらいあるかを調べるのが求められているので、正確に測定できる分析法が必要です。また、化学物質によって分析法は異なります。このため、化学物質エコ調査は分析法を開発しながら進められ、今日までに700件以上の分析法が新しく確立されました。これらの分析法は、化学物質エコ調査以外の環境実態調査にも使われるようになり、環境調査の技術の向上にも役立っています。

## 分析法の開発ってどんなこと？

空気中や水中には、エコ調査で調べたい物質以外にも、さまざまな物質が混ざって含まれています。★が調べたい物質であるとして。



★以外の物質が入っていると、正確な測定をさまたげるので、これらを取り除く方法を考えます。



明らかにじゃまになる物質を取り除いても、形や性質が似ている違う物質がまだ入っています。



形や性質が似ている物質もきちんと分けて、目的の★を取り出す方法を考えます。

じゃまものを取り除き  
形や性質が似ている物質もきちんと分けて  
ようやく測定ができます。



## 分ける方法

混合物からある物質だけを取り出すことは、化学物質を調べたり利用するうえで、たいへん重要な作業です。化学物質の性質の違いを利用して、下の例のようなさまざまな分ける方法があり、その原理が化学物質の分析に応用されています。

### 抽出

たとえば、紅茶のティーバックにお湯をそそぐと、紅茶の葉っぱからお湯に溶ける成分だけが出てきます。この場合のお湯のように、物質を溶かす液体のことを溶媒ようばいといいます。このように目的とする化学物質にあった溶媒（これも化学物質です）を加えて、その物質だけを取り出すことを抽出しゅしゅつといいます。物質によって溶媒への溶けやすさが違うことを利用して分ける方法です。また、油に溶けやすい性質の物質もあります。



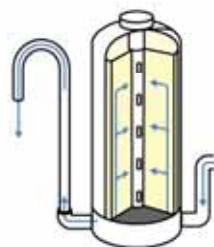
### クロマトグラフィー



ろ紙に黒のサインペンで点をつけて、ろ紙の端から溶媒をしみこませていくと、溶媒がしみこんでいくとともに、色が分かれて帯ができます。これはクロマトグラフィーと呼ばれる方法です。溶媒との親和性の違いにより、物質によって運ばれる速さが違うことを利用して分ける方法です。

### 吸着

浄水器に入っている活性炭は、水道水に溶けている嫌な味や臭いをもたらす成分を表面に吸いつけることにより、取り除きます。このように固体の表面に物質が吸いつけられることを吸着きやくちやくといいます。物質によって吸着される強さが違うことを利用して分ける方法です。



### 蒸留



海水を加熱して、出てきた水蒸気を冷やすと、真水が得られます。このように混合物を蒸気にして、その成分を分けていくことを蒸留じょうりゅうといいます。物質によって沸点が違うことを利用して分ける方法です。

## 分析に使う試料を集めます

調べる化学物質の性質に応じた方法で、分析に使う空気、水、川底や港にたまった泥などを集めます。試料とは分析に使われる空気、水などのことで、検体、サンプル、標本ともいいます。

化学物質エコ調査では、工場などの発生源自体ではなく、人が生活しているさまざまな場所から試料を集めることで、日本全体のようすをつかむことをめざしています。そのため、それぞれの地域での代表的な地点と考えられる場所から、試料を集めてきます。

集めた試料は、冷凍状態などにして、すみやかに分析機関に運びます。

### 空気を集める



空気を集めるエアサンプラーと呼ばれる装置です。空気を吸引したり排気するポンプ、空気の量をはかるメーター、ほしゅうた捕集材と呼ばれるフィルターなどが入っています。このフィルターを試料として分析します。

エアサンプラーが倒れたら  
全部だいなしに  
なってしまいます。



#### 方法 ▶

空気中の化学物質は、ガス吸収ビンに吸収液を入れて集める方法や、捕集材によって吸着させて集める方法がおもにとられています。

#### 留意点 ▶

空気中の化学物質の量は、天気や風、周囲の自然環境、建物や道路、時刻によって大きく変わります。そのため、地形や建物などの影響をできるだけ受けないように、測定地点を選ばなければなりません。

また、装置の中が熱くなると、集めた化学物質が分解されたり、違う物質になってしまうことがあります。加熱されないよう装置の調整に気を配ります。

## 水を集める

### 方法 ▶

バケツやひしゃくを使って、水面下0~50cmの水をとります。ガラスのロートを使って、光をさえぎる褐色のガラスびんに入れます。



### 留意点 ▶

水をとる容器やバケツのロープなどから物質が混ざりこまないように、細心の注意を払います。バケツやひしゃくは、ステンレス製かガラス製のものを使います。使う容器は、前もって洗い、熱風で乾燥しておきます。さらに現場でも、採水直前に、現場の水の中に投げ入れておいてから使います。物質の変性や劣化を防ぐために、できるだけ早く分析します。

## 川底や港にたまった泥を集める

### 方法 ▶

いらいど  
採泥器を使って泥をとります。とった泥をステンレス製のバットに入れます。小石や貝類などの異物をとりのぞいたあと、ステンレス製のスコップなどを使って混ぜ、光をさえぎる褐色のガラスびんに入れます。



### 留意点 ▶



エクマンバーグ型採泥器

水をとるときと同じように、容器や手袋などから物質が混ざりこまないように、細心の注意を払います。

エクマンバーグ型採泥器の重さは10キロ以上もあります。沈んだ採泥器を船の上から引き上げるには力がいらいます。




## 3.

## 分析のための準備をします

化学物質の分析では、10トン積みトラック100台分の荷物の中の1グラムといったレベルから、その1/1000くらいしかないような量を扱っています。このような微量の化学物質を見つけ、その量をはからなくてはならないため、正確な測定のためには、正確な測定の前処理になるような物質を、試料から取り除かなくてはなりません。これを前処理まえしゅりといいます。

前処理はさまざまな工程があり、たいへん時間がかかる作業です。また、その方法は化学物質の性質に応じてそれぞれ異なるので、分析する化学物質の種類ごとに前処理を行います。

試料の前処理の善し悪しが分析結果に大きく影響し、これを適切に行うには、たいへん高度な知識、技術、経験が必要です。



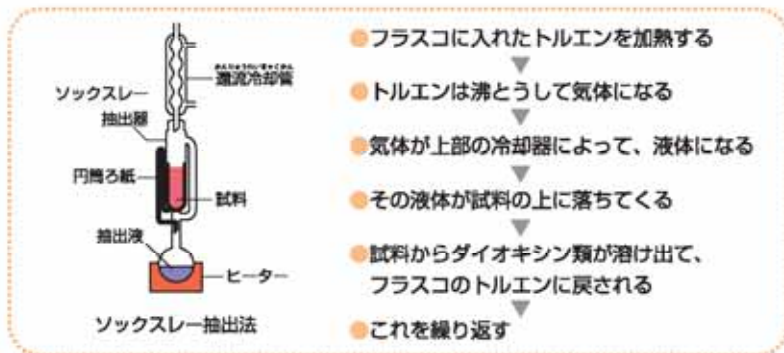
ダイオキシン類の前処理では  
3日間もかかってしまいました。  
これからいよいよ分析です！

## ダイオキシン類の前処理

空気、水、泥などの試料によって、前処理の方法は変わってきますが、おおまかには以下のような手順で行われます。

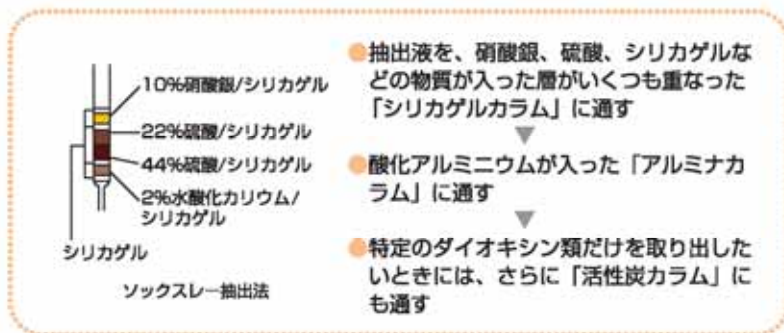
### 抽出

トルエンという化学物質<sup>ようひい</sup>を溶媒<sup>ようばい</sup>に使って、試料からダイオキシン類を抽出します。トルエンを暖めながら、何度も何度もトルエンを循環させてすべてのダイオキシン類を抽出します。この方法をソックスレー抽出といいます。この作業を16時間行います。その後、トルエンを蒸発させて、ヘキサンという化学物質の中に、ダイオキシン類を移しかえます。



### クリーンアップ

ダイオキシン類が入ったヘキサンから、正確な測定をさまたげる硫黄分や有機物などを取り除いて、きれいにします。カラムという筒の中に抽出液を通していきます。少なくとも二つのカラムに通します。



### 濃縮

わずかな量を調べるには、ここまでで得られた抽出液では薄すぎるので、抽出液を濃縮します。

ダイオキシン類を溶かしている溶媒を、圧力を下げて蒸発させたり、窒素<sup>りつ</sup>ガスを溶液に吹きつけて濃縮<sup>りつ</sup>します。

# 4.

## 分析機器を使って分析します

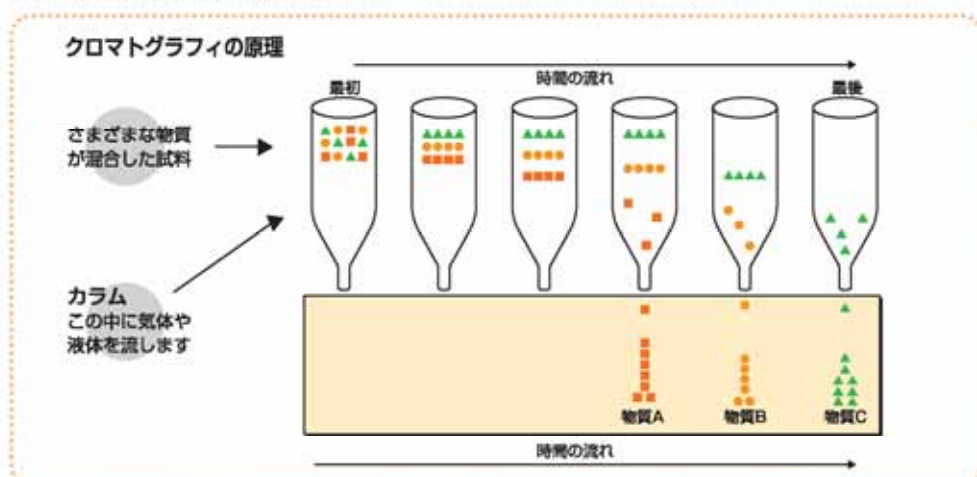
前処理がすんだ試料は、分析機器を使って物質を特定し、その量を明らかにします。化学物質の分析にはさまざまな分析機器が用いられますが、化学物質エコ調査では、おもにガスクロマトグラフ(GC)/質量分析計(MS)を用いた分析が進められてきました。これに加えて、今日では、液体クロマトグラフ(LC)/質量分析計(MS)の導入が図られています。

前処理した試料に含まれる物質を、性質に応じて分離する	分離された物質を特定し、その量を明らかにする	分析機器
ガスクロマトグラフ (GC)	質量分析計 (MS)	GC/MS
液体クロマトグラフ (LC)	質量分析計 (MS)	LC/MS

### クロマトグラフ

クロマトグラフは、クロマトグラフィという分析方法を用いた機器で、カラムに気体や液体を流し、それらと試料中の化学物質が吸着する時間の違いから、化学物質を種類ごとに分けていきます。

カラムに気体を流すものがガスクロマトグラフ(GC)、水や溶媒の混合液を流すものが液体クロマトグラフ(LC)です。



使用する分析機器は、分析の対象とする化学物質の性質によって異なります。

	気体	液体	揮発性物質	揮発しにくい物質	熱に弱い物質
ガスクロマトグラフ (GC)	○	×	○	×	×
液体クロマトグラフ (LC)	△	○	△	○	○

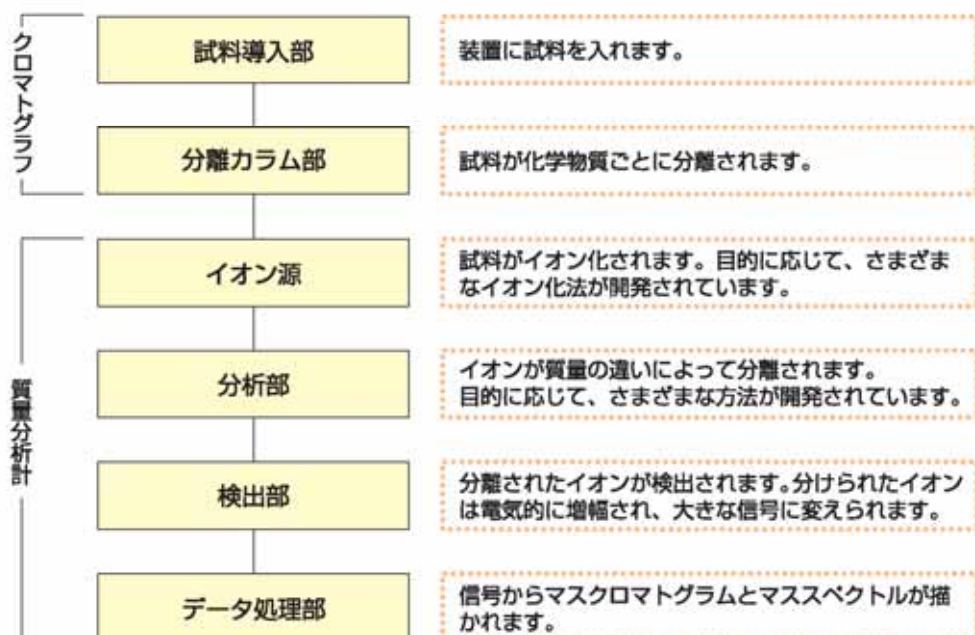


## 質量分析計

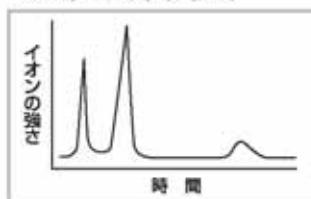
化学物質は原子や分子がたくさん集まってできており、原子や分子も質量をもっています。質量分析計では、原子や分子をイオンという電気を帯びた小さな粒子にし、このイオンの重さをはかります。これに基づいて化学物質の種類を特定したり、その量を明らかにします。

## 分析装置の構成

化学物質エコ調査で使われる分析装置は、以下のように構成されています。

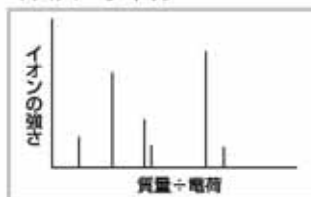


### マスクロマトグラム



マスクロマトグラムは、イオンがどのくらいの早さで移動したかをグラフ化したものです。グラフの面積から量を計算します。

### マススペクトル



マススペクトルはイオンの分布図で、この分布図は化学物質ごとに異なります。この違いから化学物質を特定します。

## 量の単位




分析で使われる量の単位は、わたしたちが日常なじみのあるものよりも、たいへん小さいものです。環境データには次の単位が使われます。


### ■重さの単位

mg	ミリグラム	$10^{-3}$ g (1000分の1グラム)	
$\mu$ g	マイクログラム	$10^{-6}$ g (100万分の1グラム)	mgの1000分の1
ng	ナノグラム	$10^{-9}$ g (10億分の1グラム)	$\mu$ gの1000分の1
pg	ピコグラム	$10^{-12}$ g (1兆分の1グラム)	ngの1000分の1

### ■濃度の単位

濃度は、「重さ/重さ」「体積/体積」のように同じ単位同士による割り算で求められます。水中の分析データは、水 1kg=1リットルと考え、ppm をmg/L、ppb を $\mu$ g/L、ppt をng/Lとする場合があります。

ppm (ピーピーエム) parts per million	$10^{-6}$ (100万分の1) を表す単位	1 ppmとは…  1トン積みトラック1台の荷物の中の1g ○大気の場合は、空気1m <sup>3</sup> (立方メートル)の中にその物質が1cm <sup>3</sup> (立方センチメートル)含まれていること ○水質の場合は、水1kgの中にその物質が1mg含まれていること
ppb (ピーピービー) parts per billion	$10^{-9}$ (10億分の1) を表す単位 ppmの1000分の1	1 ppbとは…  ×100台 10トン積みトラックの100台の荷物の中の1g
ppt (ピーピーティ) parts per trillion	$10^{-12}$ (1兆分の1) を表す単位 ppbの1000分の1	1 pptとは…  ×10隻 10万トンタンカー10隻の原油の中の1g

1g =  1円玉1個分の重さ

# 5.

## 分析結果をまとめ、公表します



環境省「化学物質と環境」のサイト  
<http://www.env.go.jp/chemi/kurohon/>

分析結果は、毎年、環境省から「化学物質と環境」としてまとめられ、公表されています。

平成16年度には、化学物質エコ調査では38種類の化学物質について調査を行い、結果を公表しました。昭和49年からこれまでに837種類の化学物質について調べ、結果を公表しています。



過去の化学物質エコ調査は、本にもまとめられています。





## 分析結果の読み方

化学物質エコ調査の分析結果は、下の例のように示されています。プロモメタンという物質を例に、この表からどんなことがわかるのかを見てみましょう。

例

(A/B: 検出数/検体数、C/D: 検出地点/調査地点、大気の場合は $\text{ng}/\text{m}^3$ またはppb(20℃ 1気圧換算)を表す)

物質名	CAS NO.	実施年度	検出状況																
			水質 ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )				底質 ( $\mu\text{g}/\text{g-dry}$ )				水生生物 (魚類) ( $\mu\text{g}/\text{g-dry}$ )				その他				
			A/B	C/D	検出 回数	検出 下流域	A/B	C/D	検出 回数	検出 下流域	A/B	C/D	検出 回数	検出 下流域	A/B	C/D	検出範囲	検出下流域	
プロモメタン	74-83-9	51	0/60		—	(1.8-18)	0/40		—	0.024-0.35	0/20		—	0.012-0.05					
		55														大気 5/27	0.015-0.031ppb	(0.0015-0.1)	
		10														大気 38/38	13/14	49-340 $\text{ng}/\text{m}^3$	(41)
		14	0/48	0/18	—	(0.1)													
		15														大気 10/12	4/4	33-490 $\text{ng}/\text{m}^3$	(27)

プロモメタン（農薬などに使用）は昭和51年、55年、平成10年、14年、15年と5回調べていることがわかります。

平成15年の結果を見てみましょう。

A/Bは、検出数/検体数を示しています。12の試料中10の試料から、プロモメタンが見つかったことを示しています。

C/Dは、検出地点/調査地点を示しています。試料を採取した4カ所の調査地点中、4カ所の場所からプロモメタンが見つかったことを示しています。

見つかった量は、空気1 $\text{m}^3$ 当たり33 $\text{ng}$ ～490 $\text{ng}$ の範囲だったことを示しています。

採用した分析で発見することができる最小値は、空気1 $\text{m}^3$ 当たり27 $\text{ng}$ であることを示しています。



化学物質が見つからなかった場合には、「-」と表記しています。しかし、もっと高度な分析法が開発されて、その方法で分析すれば見つかる可能性があるため、化学物質エコ調査では試料の長期保存もしています。