

## はじめに

平成 15 年 2 月 15 日「土壤汚染対策法」が施行されました。本法律では「自然的原因による有害物質が含まれる土壤」については「法の対象外」とされていました。

平成 22 年 4 月 1 日に改正土壤汚染対策法が施行され、改正法には、健康被害の防止の観点からは自然的原因により有害物質が含まれる汚染された土壤をそれ以外の汚染された土壤と区別する理由がないことから、自然的原因により有害物質が含まれて汚染された土壤を「法の対象」とすることになりました。

我が国には、砒素や鉛など重金属等を含む岩石や土壤が広く分布しています。そのため、建設工事等の掘削から発生する岩石や土壤等からの有害な重金属等の漏出を防止するための適切な対応が求められています。

本資料は、「自然に潜む重金属のリスク」というタイトルで、自然由来の重金属汚染に関わる基礎知識等について、Q & A 方式で記述したものです。

自然由来の重金属のリスク低減のための資料として、ご利用いただければ幸いです。

# 目 次

## I. 重金属の全国分布状況

## II. 自然由来の重金属 Q&A

### 基礎知識

1. 自然由来の重金属とは、何ですか？
2. 「重金属」、「重金属類」、「重金属等」の違いは？
3. 自然由来で検出される重金属には、どのようなものがありますか？
4. 自然由来の重金属は、どのような状況で地盤から検出されますか？
5. 自然由来の重金属の問題は、どのように表れるのですか？
6. その他 生活環境への影響としてどのような問題が生じますか？

### 重金属とその挙動

7. 「黄鉄鉱に注意」と言われます。何に注意したらいいですか？
8. 黄鉄鉱は、どんな岩石に入っていますか？
9. 黄鉄鉱が入っているかどうかは、どうやって見分けるのですか？
10. 岩石からなる掘削発生土での重金属の挙動の特徴は？

### 重金属の調査と対策

11. 自然由来の重金属についての調査は、特別な方法があるのですか？
12. 概査段階（ルート選定段階）での調査の方法は？
13. 精査段階での調査の方法は？
14. トンネルではどのように調査すればいいですか？
15. トンネルなどで、重金属がありそうな地質をどのように評価すればいいですか？
16. 試料採取や分析の際、通常の土壌汚染と違う留意点はありますか？
17. 掘削ずりが酸化した後の重金属の溶出性を評価する方法は？
18. 自然由来の重金属に関する迅速分析とはどのようなものがあるのですか？
19. トンネル工事での自然由来重金属の対応例はどのようなものですか？

### 改正法と自然由来の重金属

20. 自然由来の重金属は、改正後の土壌汚染対策法の適用を受けますか？
21. 工事で岩盤を掘削する場合の発生土は土壌汚染対策法の適用を受けますか？
22. 土壌汚染対策法が適用される場合の調査の留意点は？
23. 土壌汚染対策法が適用される場合の対策の留意点は？
24. 土壌汚染対策法が適用されない場合、どのような対策ができますか？
25. 自然由来の重金属に対するリスク評価とは何ですか？

日本の国土には多様な地質が分布しており、火成岩が分布する山地の熱水変質作用が及んでいる地域には火山や温泉がまま存在し、重金属を含有する鉱床・鉱脈が形成されています。平野部には山地部の岩石が長い時間、風雨にさらされ、河川を流下し、内湾に堆積した地層が分布しています。

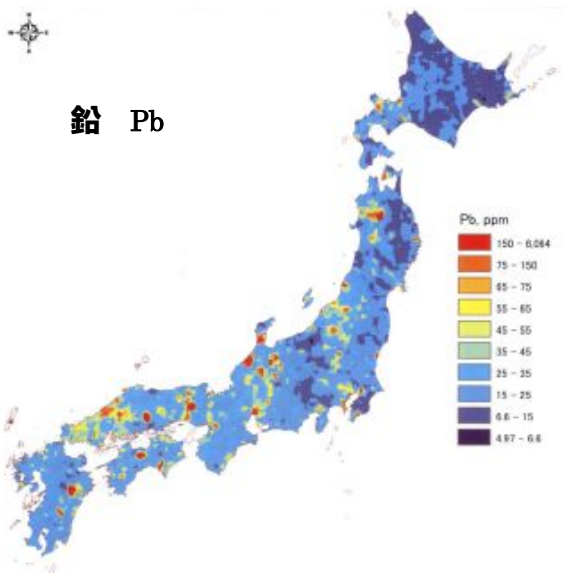
日本の地球化学図（右頁：鉛と砒素を例）に示すとおり、流域の地質を反映する河川堆積物の鉛と砒素の含有量が多い（赤い色）場所は概ね、鉱床・鉱脈の周辺地域となっています。

人の健康被害が懸念されるため有害物質とされる重金属は、岩石・土壌にはもとより、海水（ふっ素、ほう素等）や温泉水（鉛や砒素等）にも含まれ、昔から人間生活の近くに存在し、健康上欠かせない微量必須元素とされています。また、下表に示すとおり産業活動の様々な材料として欠かせない重要な資源です。

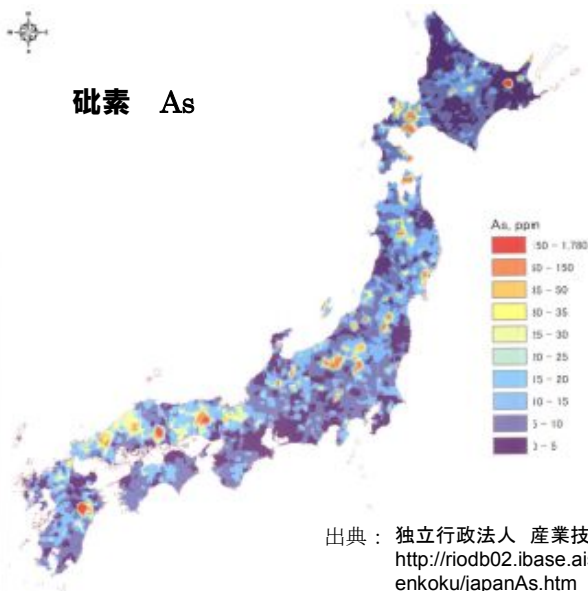
物質	主な用途	地殻の存在度(g/t)
カドミウム	メッキ、顔料、電池	0.5
六価クロム	メッキ、顔料、皮なめし	200(クロム)
水銀	電解電極、計量器、医薬品	0.2
セレン	整流器、光電池、感光体	0.1
鉛	蓄電池、はんだ、ガラス製品	15
砒素	半導体材料、殺虫剤、	5
ふっ素	防腐剤、金属精錬、	300
ほう素	殺虫材、ガラス、脱硫剤	10



## 鉛 Pb



## 砒素 As



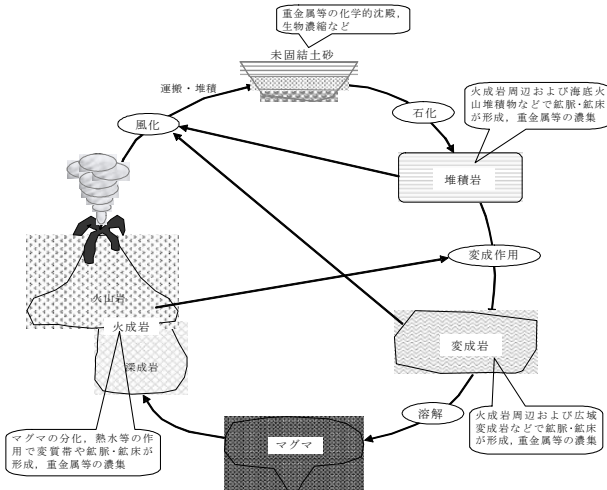
出典：独立行政法人 産業技術総合研究所HPより  
<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/geochemmap/zenkoku/japanAs.htm>

基礎知識

# Q1. 自然由来の重金属とは、何ですか？

「自然由来の重金属」とは、「地質にもともと含まれている重金属」という意味です。 例えば、下記のような事例があります。

- ・火山性地質分布域：鉱床のように熱水変質、鉱化変質等の変質作用により、重金属が濃集する場合があります。
- ・海成の泥岩：堆積過程で微細な黄鉄鉱が生成される（海水中の硫酸イオンに起因。微化石の内部を置換することもある）。この黄鉄鉱に砒素等が伴う場合がある。また、生物濃縮された重金属が粘土鉱物に吸着されて存在する。→解明途上
- ・ふっ素、ほう素：火山灰(ふっ素)、粘土鉱物（ふっ素・ほう素）、海底堆積物（ほう素）等に濃集。



地圏と水圏での重金属の循環

出典: 地質学雑誌 Vol.116, No.6p894(2007)

## Q2. 「重金属」、「重金属類」、「重金属等」の違いは？

「**重金属**」は、一般的には比重が4～5以上の金属の総称で、その内の有害性の強いカドミウム、六価クロム、鉛、水銀などが水質・土壌の環境基準や排水基準で定められています。定義されているわけではありませんが、「**重金属類**」と呼ばれることもあります。土壌汚染対策法では、重金属と重金属ではない砒素やふっ素、ほう素、シアンを含めて第二種特定有害物質を「**重金属等**」と称しています。

土壌汚染対策法では、人の健康の保護に関する特定有害物質として、下記の25種類を政令で定めています。

### 土壌汚染対策法で定められている特定有害物質

- |                       |      |
|-----------------------|------|
| ・ 第一種特定有害物質（揮発性有機化合物） | 11種類 |
| ・ 第二種特定有害物質（重金属等）     | 9種類  |
| ・ 第三種特定有害物質（農薬等）      | 5種類  |

第二種特定有害物質9種類を重金属等と言います。人為的な有害物質であるシアン化合物が含まれること、比重が4より小さいふっ素とほう素が含まれること、自然界(気圏・水圏・地圏)に存在する金属元素及びその化合物も含むことから「**重金属等**」と呼称されます。

本冊子では、理解しやすくするため、敢えて「**重金属**」と表現しています。

### Q3. 自然由来で検出される重金属には どんなものがありますか？

土壤汚染対策法で定められている重金属のうち、自然の土壤や岩石に含まれているものは次のとおりです。

- ・ カドミウム
- ・ 鉛
- ・ 砒素
- ・ 総水銀
- ・ セレン
- ・ ふっ素
- ・ ほう素
- ・ 六価クロム

このうち、自然界では六価クロムはほとんど存在せず、三価クロムで存在します。

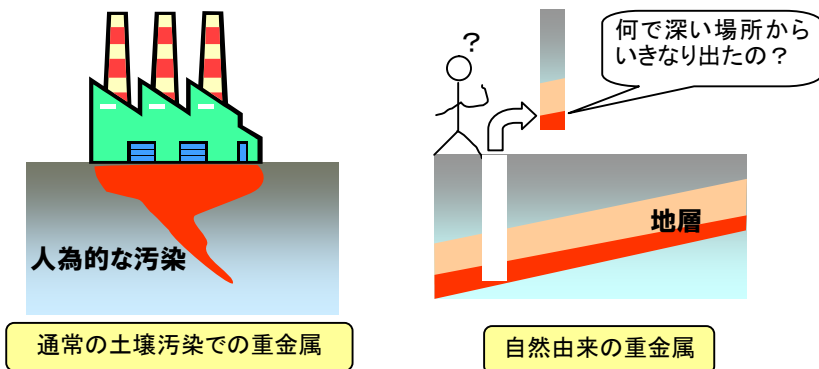
ただし、蛇紋岩が分布する地域で自然的原因により地下水中の六価クロム濃度が基準を超過した事例があることから、周辺の地質条件によっては自然由来で検出される可能性が考えられます。



## Q4. 自然由来の重金属は、どのような状況で地盤から検出されますか？

通常の事業活動に伴う土壌汚染で検出される重金属は、地表面から地盤に浸透するので、多くは地表面付近の土壌が高い濃度になっています。

しかし、自然由来の重金属は、地質構造に関連している場合が多いので、地表付近では検出されず、地下の深い場所から検出されるというケースもあります。



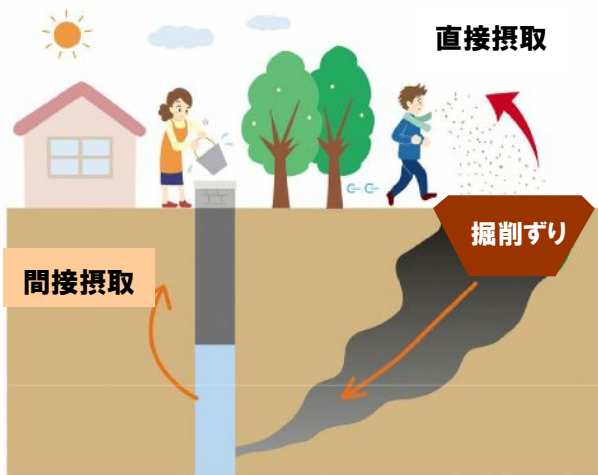
このほか、重金属を含む岩石が以下のように移動すると、金属が生成した場所とは異なる場所から検出される場合があります。

- ・ 浸食を受けて下流河川に堆積 → 河川堆積物から検出される
- ・ 破碎されて礫として取り込まれる → 礫岩から検出される
- ・ 建設工事での掘削ずり → 掘削ずりの盛土から検出される

## Q5. 自然由来の重金属の問題は、どのように表れるのですか？

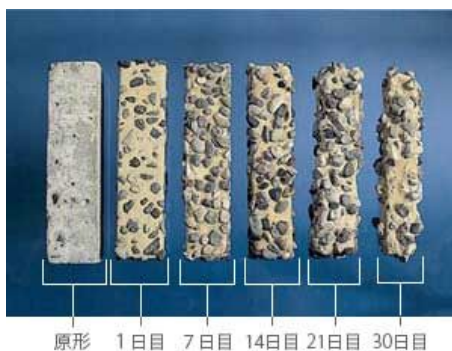
自然由来の重金属が含有されている掘削ずりや土壌があった場合、有害な重金属が雨水などで溶出したのち、地下水や表流水を汚染し飲用されること、あるいは粉塵として舞い上がって体内に摂取されることによる健康被害が発生する可能性が考えられます。

まれに、重金属を含有する温泉や鉱床・鉱脈が分布する地域では、地下水や表流水が汚染され、上記同様の健康被害や生態系、農業・水産業に影響する可能性が考えられます。



## Q6. その他 生活環境への影響としてどのような問題が生じますか？

往々にして有害重金属は黄鉄鉱などの硫化鉱物とともに存在しています。このような鉱物は雨や空気に触れると、硫化物が酸化されて酸性水（Q 7 参照）を発生し、河川や湖沼などへ流れ込みます。この現象により河川水を酸性化させ（飲用できなくなる）、農業や水産業への影響、構造物の損傷、あるいは赤水発生により景観を悪化させたりすることがあります。



酸性水による  
コンクリートの劣化現象

酸性水による赤水の発生



## Q7. 「黄鉄鉱に注意」と言われます。 何に注意したらいいですか？

黄鉄鉱は、鉄と硫黄の化合物で、微量成分として重金属類を伴います。

この黄鉄鉱は、空気と水に触れると酸化が進み、それ自身や周辺の鉱物を分解する作用を發揮します。

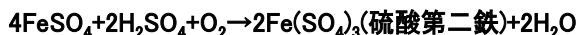
### 硫化鉱物(黄鉄鉱)の酸化



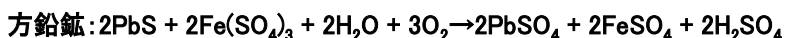
生成した硫酸が各種鉱石を溶解

※鉄酸化バクテリアがこの過程を促進させる場合もある

### 硫酸第一鉄の酸化



### 硫酸第二鉄が各種硫化鉱を溶解



### 重金属類を含む酸性水の発生

このため、黄鉄鉱を含む岩石を掘削した場合は、掘削当初は酸化していなくても、空気に触れる状態で放置すると、酸性水と共に重金属が溶け出す可能性があるため注意が必要なのです。

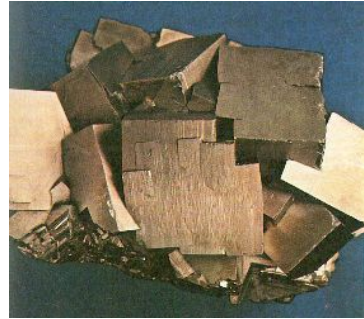
なお黄鉄鉱以外にも、硫黄を含有する硫化鉱物などにも同様の注意が必要です。

## Q8. 黄鉄鉱は、どんな岩石に入っていますか？

黄鉄鉱は、鉱化変質作用を受けた岩石にしばしば見られます。

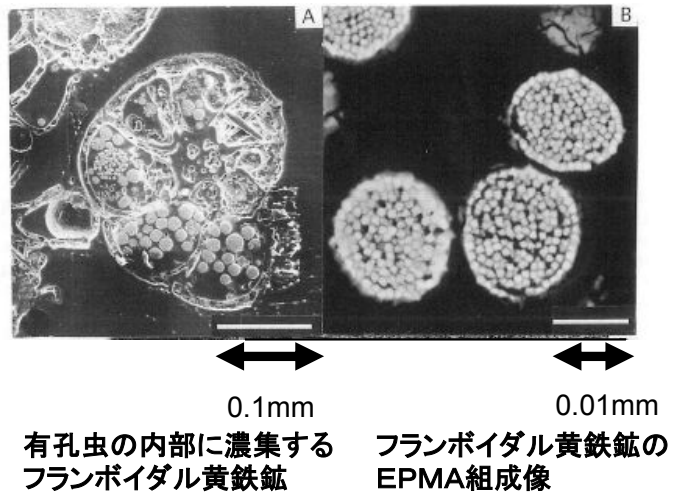
また、海底に積もった泥などが固まってできた堆積岩にも見られます。

鉱化変質作用で生成される黄鉄鉱は、立方体などの結晶となり、大きさも肉眼で確認できる場合がほとんどです。



A. Mottana et. al. (1977): Guide to Rocks and Minerals, Simon & Schuster inc, New York.

一方、海成の堆積岩に見られる黄鉄鉱は、プランクトンの化石を充填するような微小なものです。見た目が木苺に似ていることから、「フランボイダル黄鉄鉱」と呼ばれます。

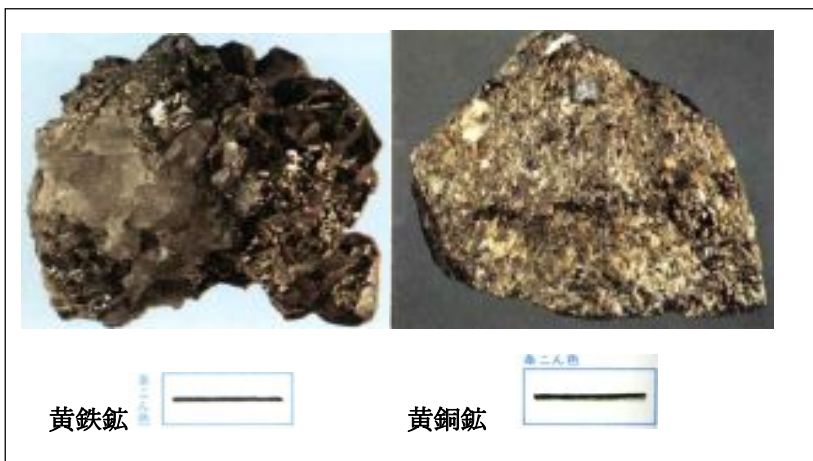


出典：島田允亮(2003)：ヒ素に汚染された地下水の起源と問題点、資源地質,53(2),p.161-172.

## Q9. 黄鉄鉱が入っているかどうかは、どうやって見分けるのですか？

黄鉄鉱は、結晶が大きければ肉眼で確認できる場合もあります。その場合、岩石の中に、金色に光る粒として見られます。

似ている鉱物に黄銅鉱がありますが、白い素焼きの板にこすりつけると黄鉄鉱は黒色、黄銅鉱は緑黒色に見えるので、見分けがつきます。



出典:学研 ポケット科学図鑑④ 鉱物・岩石 p14, 30

また、岩石の成分を分析することでも見分けがつきます。

黄鉄鉱は、鉄と硫黄の化合物（化学式： $\text{FeS}_2$ ）ですので、硫黄の含有量を分析することで黄鉄鉱の存在を推定することもできます。

一般的に、硫黄含有量が1%を超えた場合、黄鉄鉱などの硫黄を含む鉱物が存在すると考えられます。

## Q10. 掘削ずりでの重金属の挙動の特徴は？

トンネル工事などで発生する掘削ずりの大きさは掘削する岩盤の硬さなどにより様々です。岩石の粒径や岩質(硬さ・鉱物組成等)により、溶出のしかたが変わります。

- 掘削ずりには、土壌と異なり粒径の大きいものが含まれます。このため、単位体積あたりの成分量が同じでも比表面積が小さくなるので、一般的には土壌よりも成分が溶出しにくくなります。
- このような理由から、岩石を2mm以下に粉碎して土壌汚染対策法に則った試験を行うと、実際の掘削発生土から溶出する場合より過大な溶出量となる可能性があります。
- 一方で、スレーキング(岩石の乾燥・湿潤の繰返しにより脆弱化する現象)しやすい岩とそうでない岩とでは時間の経過とともに溶出性に違いが出てくる場合もあります。



スレーキング現象(泥岩の場合)

このため、掘削ずりについて自然由来の重金属への対策を検討する場合には、上に述べたような重金属の挙動の特徴を理解することが重要です。

## Q11. 自然由来の重金属についての調査は、特別な方法があるのですか？

基本的には、建設工事に伴う地盤工学的な調査と同じ流れで考えます。その中で、重金属による環境リスクについての着眼点をプラスします。

### 調査の段階と考え方

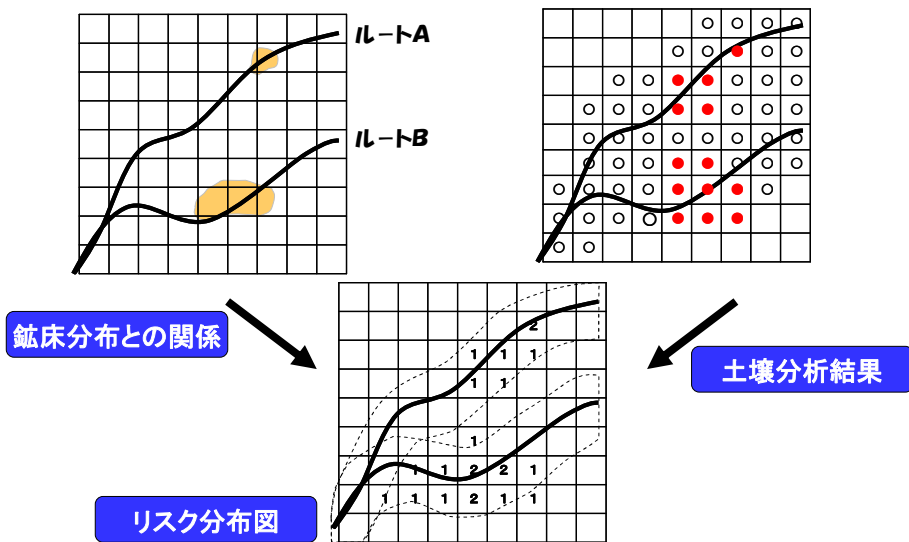
調査の段階	調査の考え方
概 査	建設計画段階での、地形・地質条件に加え、鉱山や酸性河川、温泉変質といった変質帯とその徴候、海成泥岩等をリスクと捉え、評価する。
精 査	地表地質踏査で変質帯や海成泥岩の分布を把握すると共に、露頭試料やボーリングコア試料でそれらに含まれる重金属や硫化鉱物の量、溶出特性を評価する。
設 計	溶出レベルと掘削ずり発生量、ずりの性状を考慮して処理対策方法を検討する。場合によっては、施工中のずり判別方法を検討する。また、施工中・供用後のモニタリングを計画する。



## Q12. 概査段階(ルート選定段階)での調査の方法は？

複数のルート案について、重金属により影響を受ける可能性を比較検討します。

例えば、ルート周辺に設定したメッシュにおける重金属のバックグラウンド値を文献あるいは調査データにより求め、鉱床分布などの重金属リスクに関わる情報と重ね合わせて評価する方法などがあります。



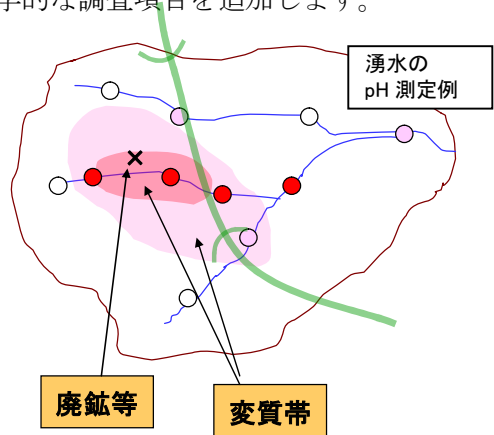
汚染リスク評価のイメージ例(メッシュ法)

## Q13. 精査段階での調査の方法は？

地盤工学的な調査に、地球化学的な調査項目を追加します。

### 広域的な調査

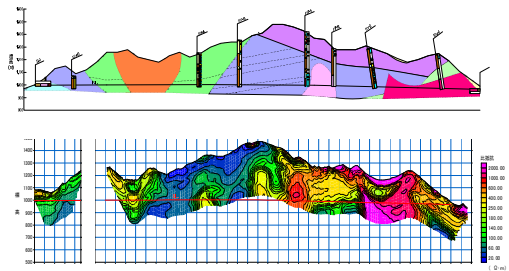
- ・地表地質踏査
- ・湧水のpH、EC測定
- ・河床砂礫、河川水の分析



### 原因地質の特定

- ・ボーリング調査
- ・物理探査

広域調査結果の概要



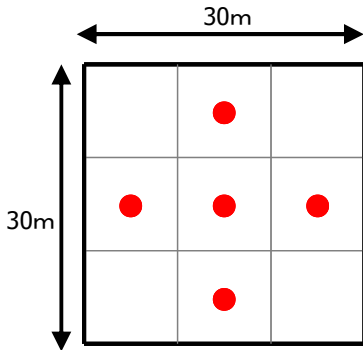
ボーリング、物理探査結果による地質断面図

### 重金属の存在形態・ 存在量の把握

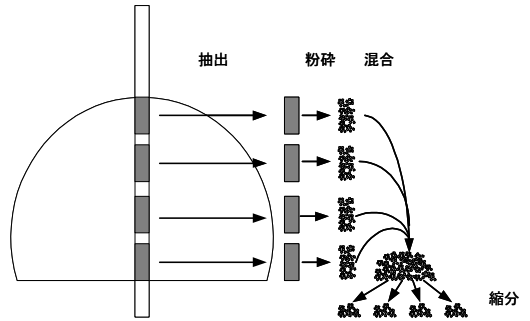
- ・コアの溶出量、含有量分析
- ・鉱物分析(顕微鏡観察、X線回折分析)
- ・元素分析(蛍光X線)
- ・孔内水の水質分析

# Q14. トンネルでは、どのように調査すればいいですか？

重金属を含む掘削ずりの発生形態に応じた調査が必要です。



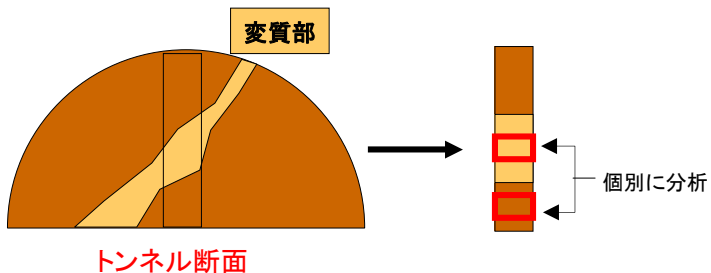
土壌汚染対策法：  
900m<sup>2</sup>に1箇所、5地点混合  
(おそれの少ない場合)



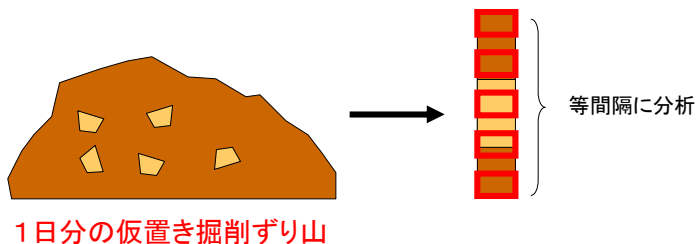
トンネル調査の例：  
掘削断面該当範囲の代表試料を  
複数点混合して分析

## Q15. トンネルなどで、重金属がありそうな地質をどのように評価すればいいですか？

調査の段階によって、評価のしかたを変えたほうがよいと考えられます。



調査の初期段階では、素因を把握するために、重金属リスクのありそうな地質（例えば鉱化変質部）とそうでない地質を個別に分析・評価します。



リスク評価段階（場合によっては、施工中での評価）では、例えば1日分の仮置き掘削ずり山を代表するイメージで、ある区間のボーリングコアを等間隔に採取・混合して分析・評価します。

## Q16. 試料採取や分析の際、通常の土壌汚染と違う留意点がありますか？

湿潤な試料の運搬や保管中に空気(酸素)と接触すると試料に含まれる硫黄分が酸化して、付着水が酸性(硫酸)となり、土粒子(鉱物)や金属が溶け出すことがあります。

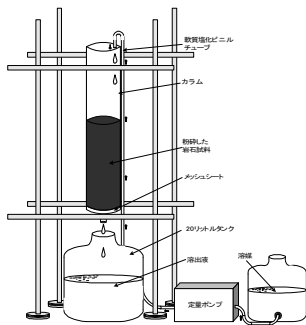
海成の堆積岩では、フランボイダル黄鉄鉱と呼ばれる微細な黄鉄鉱が含まれている場合があります。このような岩石は、ボーリングで掘り出した直後は酸化していなくても、急速に酸化が進行する性質があります(粉碎物が、室温 30°C・湿度 100%の環境下で1ヶ月で酸化した事例や、掘削ずりを80日間雨ざらし状態にしておくと浸出水のpHが2~3(強酸性)に低下した事例などがあります)。

このため、そのような試料を分析する際には、採取後1~2週間以内に分析を済ませること、運搬・保管は空気に触れないように配慮することをお勧めします。

## Q17. 掘削ずりが酸化した後の重金属の溶出性を評価する方法は？

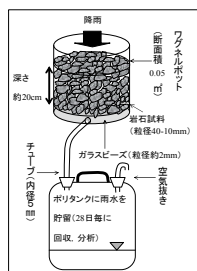
土壌汚染対策法に定められた溶出試験(平成15年環境省告示第18号)では、2mm以下の試料に蒸留水を添加し6時間振り混ぜた後の上澄み液を測定するので、時間が経って酸化が進行した後の状況を評価することができません。

このため、過酸化水素水などの酸化剤を添加する、実際に屋外で曝露するといった試験方法が試みられています。



### カラム通水試験

カラム(円筒容器)に粉碎した試料を充填し、溶媒を通水します。間歇通水で屋外の乾湿繰り返しを受ける曝露状況を、溶媒に過酸化水素水を用いることで酸化進行後の状況を、それぞれ評価することができます。



### 曝露試験

この例は土研式雨水曝露試験です。容器に砕石サイズに砕いた岩石を充填し、数ヶ月間屋外で曝露します。酸化進行状況を実時間で把握することができます。

出典：独立行政法人 土木研究所, 応用地質(株), 大成建設(株), 三信建設工業(株), 住鉄コンサルタント(株), 日本工営(株) (2007)：岩石に由来する環境汚染に関する共同研究報告書, 建設工事における自然由来の重金属汚染対応マニュアル(暫定版), 共同研究報告書 整理番号第358

## Q18. 「自然由来の重金属」に関する迅速分析とはどのようなものがあるのですか？

土壤環境基準や土壤汚染対策法で定められている分析方法は、一般的には、計量証明事業所で行なう公定法です。

それに対して、トンネル工事などで、発生する掘削ズリの有害性の有無を短時間で判定しなければならないときなどに、公定法ではなく、迅速分析法が用いられることがあります。

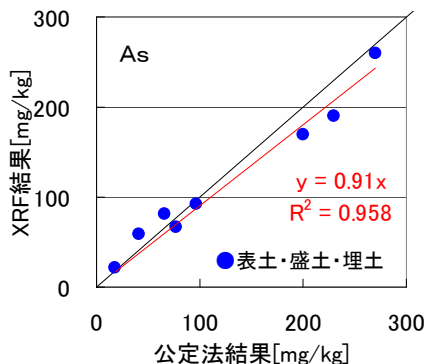
迅速分析法には、卓上型蛍光X線法、ボルタンメトリー法、簡易比色法などがありますが、公定法との相関のあることを把握したうえで用いるのが一般的です。

応用地質株式会社でも、研究開発を続け、新しい迅速分析技術を有しております（次頁参照）。



蛍光X線分析

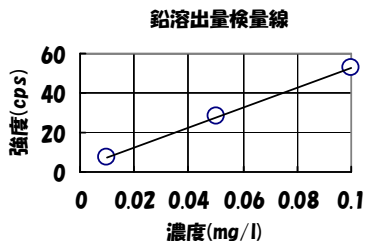
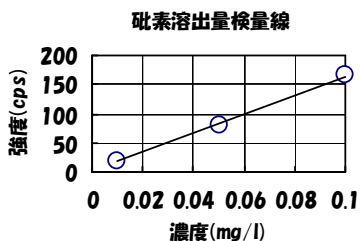
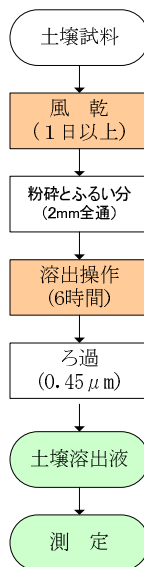
- ・非破壊・迅速分析が可能
- ・同時多元素分析が可能



## 新しい迅速分析技術の研究開発の紹介

公定法の溶出量試験は先ず検液を作成します。その方法は、たいへん時間のかかる操作のため、現地で発生する掘削ズリを用いて短時間で操作を終わらすための実験をします。その方法の一つとして試料の乾燥にドライヤーを用いたり、振とう時間を30分～1時間程度にして公定法との相関をとります。

次に測定です。卓上型蛍光X線は従来、全含有量試験用の試験装置でしたが、応用地質株式会社では溶出量試験にも適用できるようにしました。その他ストリッピングボルタンメトリー法による鉛・砒素・カドミウムの測定や、比色法によるひ素の分析など、コスト・精度・時間等の様々な条件に適した迅速分析技術を提案しております。



蛍光X線分析装置による溶出量試験結果



ボルタンメトリー測定器



ひ素測定キット (比色法) 24

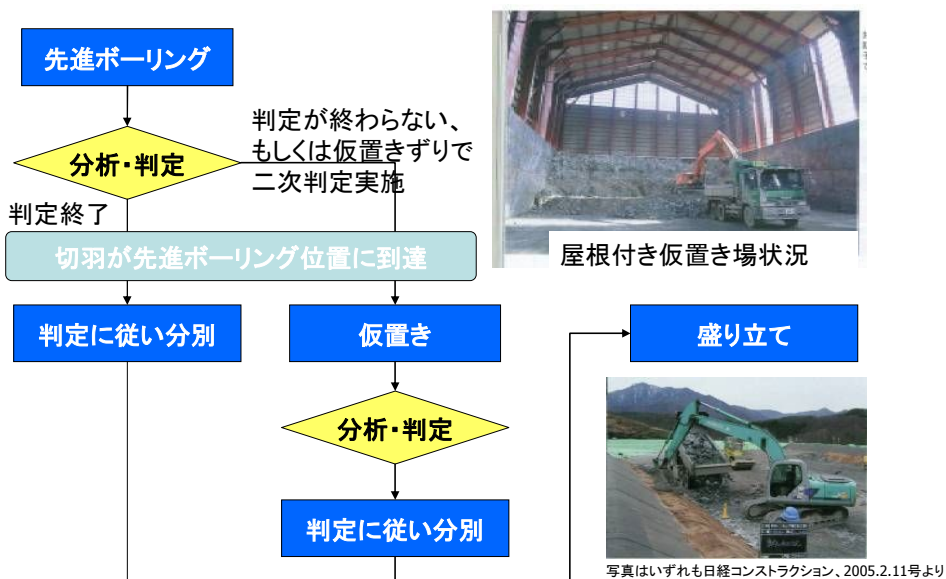


## Q19. トンネル工事での自然由来重金属の対応例はどのようなものですか？

トンネルは延長が数キロにわたるものもあり、事前に十分な密度での調査ができない場合がほとんどです。

このため、対策コストを縮減するために施工中も分別を行う場合があります。この分別の判定を行う方法として、前頁の迅速分析方法があります。この分析方法により現場の作業の効率を図ることが可能になります。

以下に示すのは、トンネルにおける対応の一例です。



トンネル工事で発生した掘削ずりの対応例

## Q20. 自然由来の重金属は、改正後の土壤汚染対策法の適用を受けますか？

改正土壤汚染対策法の施行通知（「土壤汚染対策法の一部を改正する法律による改正後の土壤汚染対策法の施行について」、平成 22 年 3 月 5 日、環水大土発第 100305002 号、以後、「改正施行通知」）によれば、以下のように記載されています。

- ・ 旧法においては、「土壤汚染」は、環境基本法（平成 5 年法律第 91 号）第 2 条第 3 項に規定する、人の活動に伴って生ずる土壤の汚染に限定されるものであり、自然的原因により有害物質が含まれる汚染土壤をその対象としていなかったところである。
- ・ しかしながら、法が、新たに第 4 章において、汚染土壤の搬出及び運搬並びに処理に関する規制を創設したこと、かかる規制を及ぼす上で、健康被害の防止の観点からは自然的原因により有害物質が含まれる汚染土壤をそれ以外の汚染土壤と区別する理由がないことから、法は、自然的原因により有害物質が含まれる汚染土壤をその対象とすることとする。

このため、自然由来であっても、基準を超える土壤は法の適用を受けます（岩石の取り扱いについては次項を参照下さい）。しかし、自然由来の土壤汚染の場合、当該地の分析データ等の科学的根拠がなく、汚染のおそれだけでは法第 4 条の調査命令は発出されることはなさそうです。

## Q21. 工事で岩盤を掘削する場合、掘削ずりは土壤汚染対策法の適用を受けますか？

改正施行通知によれば、以下のように記載されています。

「測定の対象となる土壤は、破碎することなく、自然状態において2ミリメートル目のふるいを通過させて得た土壤とされているので（土壤含有量調査に係る測定方法を定める件（平成15年環境省告示第19号）付表2）、留意されたい。」

このことから、自然状態で岩石・岩盤状態のものについては、土壤汚染対策法の適用を受けないものと解釈されます。

ただし、改正施行通知には次のようにも書かれています。

「要措置区域等外の土地の土壤であっても、その汚染状態が土壤溶出量基準又は土壤含有量基準に適合しないことが明らかであるか、又はそのおそれがある土壤については、運搬及び処理に当たり、法第4章の規定に準じて適切に取り扱うよう、関係者を指導することとされたい。」

このため、法の適用を受けない岩石であっても、基準を超えるものについては適切な処理をお勧めします。

## Q22. 土壤汚染対策法が適用される場合の調査の留意点は？

改正後の土壤汚染対策法第4条（新4条と呼ばれています）では、「土地の形質変更の届出」を義務付けています。これは、土地の掘削その他で3,000 m<sup>2</sup>以上の「土地の形質の変更」をしようとする者は、着手30日前までに都道府県知事に届け出なければならないという義務を定めたもので、汚染のおそれの有無に関わらず必要です。都道府県知事（実際は環境部局など）は、届出の内容に基づき土壤汚染状況調査の要否を判断します。その際、自然由来重金属については、既往の基準超過データがある箇所は「おそれあり」、その周辺の地質的に同質な状態で分布する場合は「おそれが少ない」に該当するものと判断されます。

この判断については、地域によって違いがあるため、自治体に相談されることをお勧めします。

ちなみに、改正施行通知では、「トンネルの開削の場合には、開口部を平面図に投影した部分の面積をもって判断することとなる。」としています。このため、通常のトンネルは対象外となります。ただし、道路事業などで、トンネルと切土工事区間が混在している場合、事業全体を対象として面積を計算しますので、注意が必要です（工区で分割することにより法の適用を免れることを防ぐ目的があると言われています）。

## Q23. 土壌汚染対策法が適用される場合の対策の留意点は？

汚染土壌の搬出を伴う場合の規定が厳しくなりました。

### 1) 搬出時の土壌分析

区域指定されている範囲の土壌を健全土壌として敷地外に搬出しようとする場合は、掘削前であれば、10m メッシュに1点ボーリングを行い、掘削深度まで1 mごとに全項目の溶出量・含有量試験を行い問題のないことを確認します。処理業の許可を得た処理施設に搬出する場合は、基準を超過した項目のみの汚染範囲特定で問題ありません。

なお、環境省の通達として、「掘削後の土壌」に対しては、当分の間は実施しないことになっています。

### 2) 運搬に関する規定

運搬方法などの詳細について、都道府県知事に届け出る必要があります。また、汚染土壌管理票の使用が義務付けられます（搬出車両1台ごとにナンバー・運転手氏名を記載した管理票を受け渡しする必要が生じます）。

### 3) 汚染土壌処理業の届出

例えば、搬出された汚染土壌を別の場所で盛土内処理を行う場合、盛土は「埋立処理施設」とみなされ、盛土を行う業者は汚染土壌処理業の許可を受ける必要があります（公害防止管理者を置くなど、厳しい要件をクリアする必要があります）。また、盛土についても、必要な構造上の要件を満たす必要があります。

## Q24. 土壤汚染対策法が適用されない場合、 どのような対策ができますか？

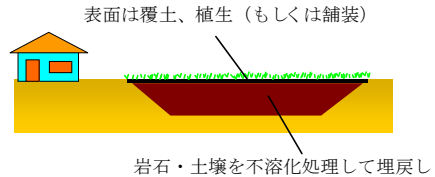
土壤汚染対策法では「3,000 m<sup>3</sup>以上の土地の形質の変更」、「2mm以下を土壤」について適用されます。しかしながら、建設工事においては、2mm以上の岩石が大部分である多量の掘削ずりに伴う自然由来重金属問題を扱うケースが多くみられます。

土壤だけではなく、岩塊が混じった掘削ずりを扱うため、土壤のように薬剤を混合することが困難な場合もあります。

こういったことを踏まえた対策法の例を次に示します。

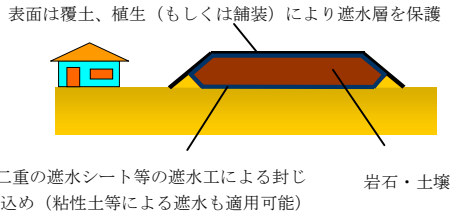
### <不溶化封じ込め>

薬剤を添加して、重金属が水に溶出しないようにする。



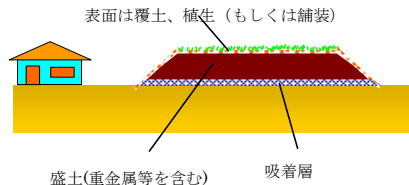
### <遮水工封じ込め>

汚染土壤を鋼矢板などで囲い、重金属の周辺への流出を防ぐ。



### <吸着層工法>

汚染土壤の下位に吸着剤を混ぜた層を作り、重金属を捕捉する。



出典：独立行政法人 土木研究所, 応用地質(株), 大成建設(株), 三信建設工業(株), 住鋁コンサルタント(株), 日本工営(株) (2007)：岩石に由来する環境汚染に関する共同研究報告書, 建設工事における自然由来の重金属汚染対応マニュアル (暫定版), 共同研究報告書 整理番号第358号.

## Q25. 自然由来の重金属に対するリスク評価とはなんですか？

重金属を含む土壌汚染への対応方法は、大きく次の2つに分けられます。

ハザード管理	有害物質を含む <u>土壌そのものが基準を超えるかどうか</u> で対応
リスク管理	土壌に含まれる有害物質による <u>保全対象への影響の有無</u> で対応

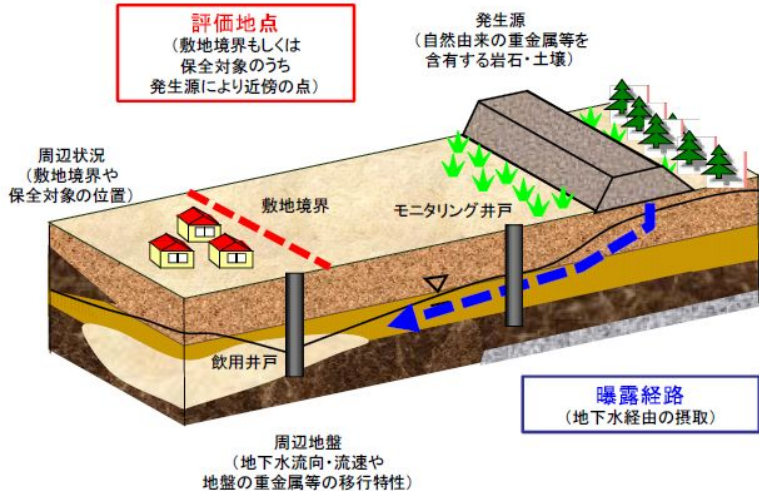
このうち、リスク管理での保全対象への影響有無を評価するのが、リスク評価です。

土壌汚染対策法にはリスク管理の考え方は含まれていませんが、海外では既にも実施されており<sup>\*</sup>、将来的にはわが国でも導入されると言われています。

<sup>\*</sup>アメリカのRBCA (Risk-Based Corrective Action: リスクに基づく修復措置) など。

そのような中、平成 22 年 3 月に国土交通省から公表された「建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル」では、法の対象外の自然由来重金属問題への対応として、リスク評価の手法を紹介しています。

同マニュアルでは、リスク評価は「発生源、周辺状況、周辺地盤といった現場毎の特性を考慮したサイト概念モデルに基づく対応を実施する」としています。



### サイト概念モデルの例

出典：建設工事における自然由来重金属等含有土砂への対応マニュアル検討委員会(2010)：建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル(暫定版), p. 71

自然由来重金属を含む掘削ずり等は、溶出量基準をわずかに超える程度であることが多く、また、地盤自体もある程度の重金属の吸着能を程度有していることから、リスク評価を行うことにより、実際のリスクに見合った適切なコストの対策を実施できることが期待されます。

応用地質株式会社では、いくつかの掘削ずりの対策サイトにおいてリスク評価手法に取り組み、成果を挙げております。



## <経営理念>

人と自然の調和を図るとともに

安全と安心を技術で支え

社業の発展を通じて社会に貢献する

### OYOグループの環境関連サービス

1

#### 環境関連解析・予測

- ・地下水、大気、日照シミュレーション
- ・生態系
- ・交通量、渋滞予測など

2

#### 環境評価・コンサルティング

- ・環境アセスメント
- ・環境負債測定（資産除去債務）
- ・環境デューデリジェンス
- ・交通需要マネジメント（環境負荷）

3

#### 環境関連機器の提供サービス

- ・環境調査・分析機器
- ・モニタリング機器（地下水、気象情報等）

環境問題に関してお困りの場合には、下記の会社にご相談下さい。

地質・地盤に関する  
総合エンジニアリングサービス  
応用地質株式会社

TEL : 03-3234-0811

URL : <http://www.oyo.co.jp/>

環境に関する  
調査・コンサルティングサービス  
エヌエス環境株式会社

TEL : 03-3432-5451

URL : <http://www.ns-kankyo.co.jp/>

#### ■ OYO グループの国内企業 ■

応用地質(株) / エヌエス環境(株) / (株)ケー・シー・エス / 東北ボーリング(株) / オーシャンエン  
応用アール・エム・エス(株) / 南九地質(株) / 応用ジオテクニカルサービス(株) / 応用リソース

## 「安全と安心の創造」

私たちOYOグループは、これまで培ってきた技術資産に新たな創造的技術を加え、安全と安心をより確かに支えるサービスを展開しています。そして、人と自然が調和した豊かな未来の社会をつくるため、地球科学のエキスパートとして独自の力を発揮してまいります。

4

### 環境関連情報提供

- ・土地履歴情報提供
- ・土壌汚染情報提供など

お気軽に  
ご連絡ください。



5

### 環境調査・モニタリング

- ・土地履歴調査、土壌・地下水汚染調査
- ・PCB 調査、アスベスト調査
- ・環境モニタリング（振動・騒音、地下水、大気等）
- ・計量・分析（土壌、地下水、大気、作業環境等）
- ・環境衛生管理（害虫、貯水槽等）など

6

### 環境対策設計・工事

- ・土壌・地下水汚染対策
- ・アスベスト対策など

地域・都市計画に  
関するコンサルティングサービス  
株式会社ケー・シー・エス

TEL : 03-5206-6881

URL : <http://www.kcsweb.co.jp/>

地盤・構造物に関する  
リスクマネジメントサービス  
株式会社イー・アール・エス

TEL : 03-3568-8151

URL : <http://www.ers-co.co.jp/>

ジニアリング(株) / 宏栄コンサルタント(株) / OYO インターナショナル(株) / 応用地震計測(株) /  
マネジメント(株) / 応用計測サービス(株) / (株)イー・アール・エス / RMS Japan (株) /

## 応用地質株式会社の連絡先一覧

※本資料はあくまで情報提供を意図しており、改正土壌汚染対策法の対応やその影響についての見解は、現在入手しうるの情報および経験に基づき環境コンサルタントの立場で作成したものです。本資料の引用および使用に起因する問題等について弊社は一切責任を負いかねます。予めご了承ください。

安全と安心の創造

URL <http://www.oyo.co.jp>



応用地質株式会社

〒102-0073 東京都千代田区九段北 4-2-6  
TEL 03-3234-0811 FAX 03-3263-6854