

環境を守る土の力

～セシウムに対する土の働き～

佐賀大学： 徳本 家康
弘前大学： 加藤 千尋
三重大学： 坂井 勝
茨城大学： 西脇 淳子
四日市大学： 廣住 豊一
三重大学： 渡辺 晋生
東京大学： 溝口 勝(ドロえもん)



ドロえもん博士

科学技術振興機構（JST）

復興農学による官民学連携協働ネットワークの構築と展開

自己紹介

溝口 勝: 東京大学農学部 教授

徳本 家康: 佐賀大学農学部 助教

加藤 千尋: 弘前大学農学生命科学部 助教

アシスタントの学生: 新井栄未、畠山靖輝、安本卓矢、
大河原和子

専門: 土壌物理学

- 土壌環境(水分状態・温度)の観測と予測
- 土壌中の物質(肥料成分・汚染物質・温室効果ガスetc...)の移動
→ 農業、工業、生態学など様々な分野と関連

目次

- 放射線教育に関する活動紹介
- 「セシウムに対する土の働き」
- セシウムの土壌吸着に関する模擬実験
- 放射線教育の教材紹介

科学技術振興機構(JST)のプロジェクト

「復興農学による官民学連携 協働ネットワークの構築と展開」

復興農学：自然災害からの復旧・復興という社会的
ニーズに迅速かつ総合的に対応
千年の時間スケールで持続可能な農林水産地域を設計

復興農学の科学コミュニケーション・
アウトリーチ活動を通じた人材育成

放射性セシウム・放射線に対する
土の働きを正しく理解してもらおう

アウトリーチ活動内容

- ムシテックワールドの実験教室、ポスター展示
- 福島県内小学校への出前授業
- 稲刈り体験
- **放射線教育の教材提案**



ドロえもん博士の 「土はマジシャン！」



今日の学習目標

- 土の不思議を知る。
- 放射性セシウムに対する土の働きを知る



ドロえもん博士

原子力発電所の事故で、セシウムが
地面におちてきました。



大気中の放射性物質(セシウム137)は、地面や家の屋根などに落ちました。

そこから放射線が出ています。

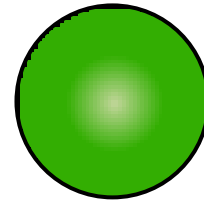


放射性物質

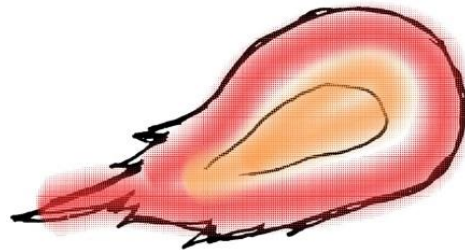
セシウム(137)

放射線

バリウム(137)



放射線を出す能力:放射能



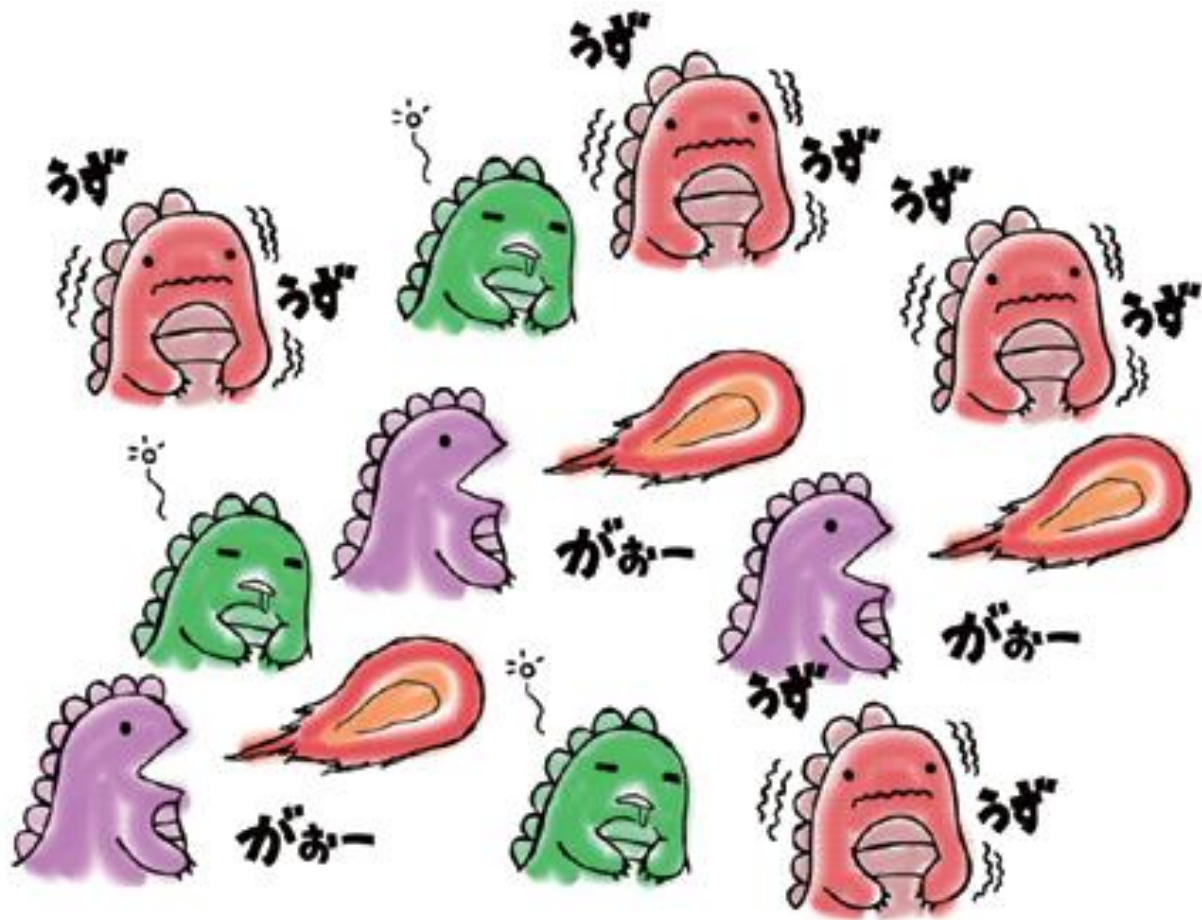
がぁー 吹いた火



火吹き恐竜

無害恐竜

火吹き恐竜(セシウム137)は火を吹くと(放射線を出すと)無害恐竜(バリウム137)になります。



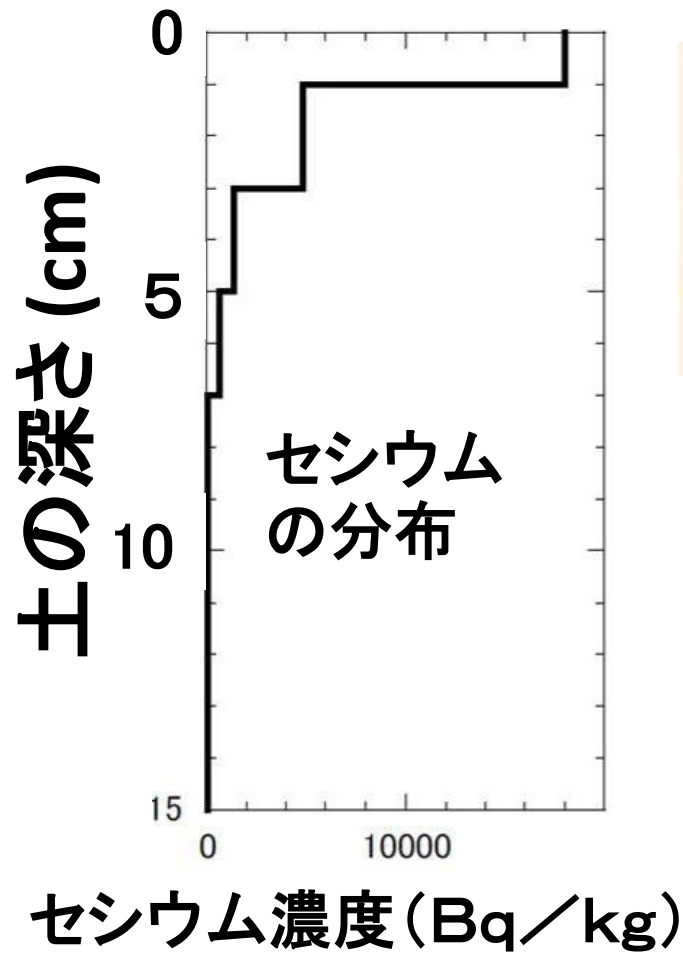
**火吹き恐竜は、
30年で半数が
無害恐竜
(バリウム137)
になる:
半減期**

ず
イメージ図



ひ ふ きょうりゅう たいき ちゅう
火吹き恐竜は大気中にはいません。

土壌中のセシウムの分布



塩沢ら: 福島県の水田土壌における放射性セシウムの深度別濃度と移流速度, RADIOISOTOPES誌, 8月号, 2011 より引用

放射性セシウムや放射線に対する土の働き

1. 粘土粒子 ($2 \mu\text{m}$ 以下の土粒子) へのセシウムの吸着
2. セシウム吸着土を含む泥水を濾過
3. 放射線の遮へい効果

^{つち}土の^みふしぎを見てもみよう！

1. ^{みず}どろ水を^みぶってみよう

2. ^{つち}土に^{みず}どろ水をながすと？

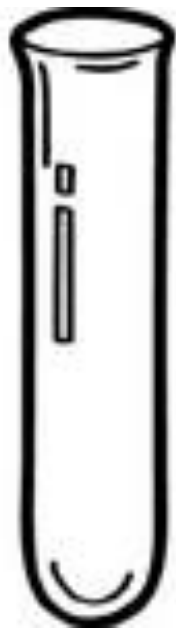
3. ^{つち}土に^{いろみず}色水をながすと？

4. ^{つち}土は^{ほうしゃせん}放射線をとおすと？

つち みず

しけんかん

土と水の入った試験管をふって
みよう！



まえ
ふる前に、ふたを
しっかりしめてね

しけんかん なか

じかんがたつと、試験管の中はど
うなるでしょう。

濾過(ろか)実験

実験に必要な道具セット

ペットボトル



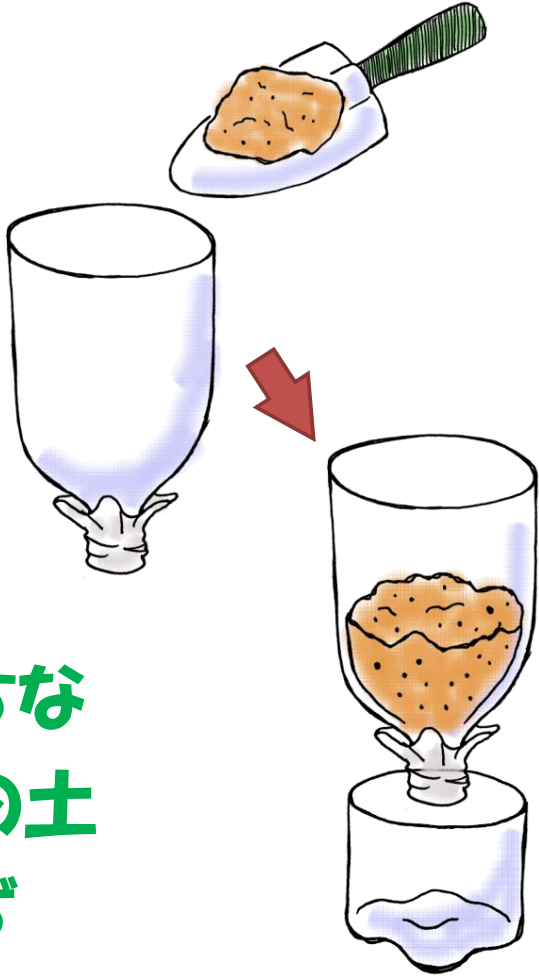
ゴム

ガーゼ

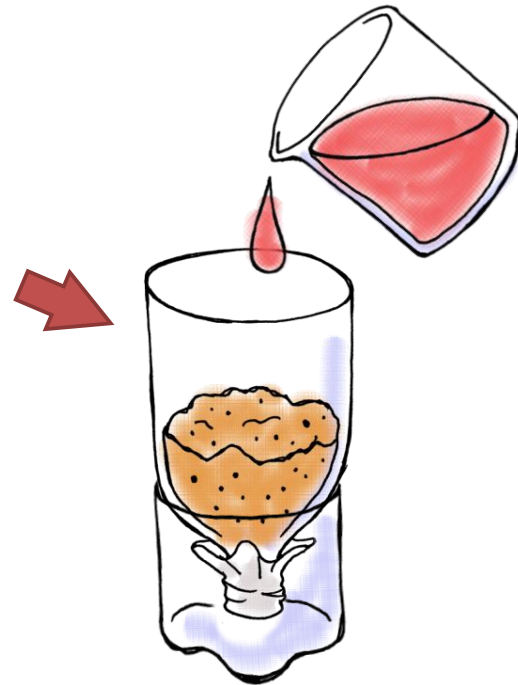
つち いろみず みず
土に色水をながすと、でてくる水はど
うなるでしょう？

つち

①土いれ



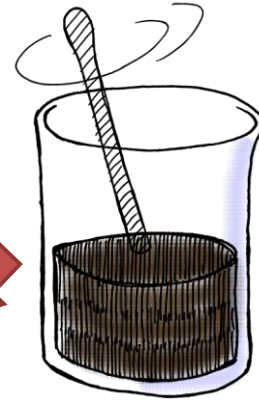
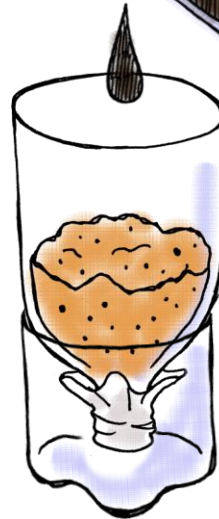
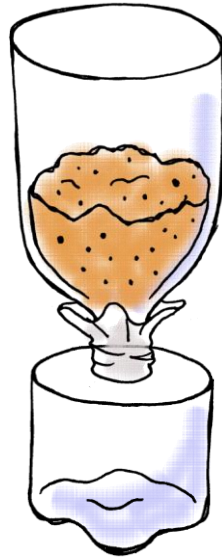
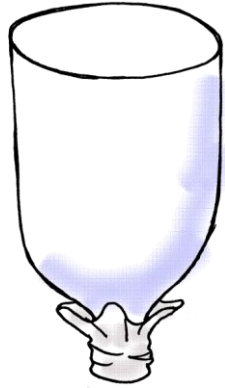
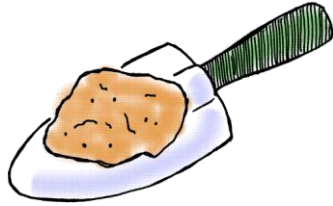
②ながしてみよう！



- ・うみのすな
- ・はたけの土
- ・おがくず

つち みず みず
土にどろ水をながすと、でてくる水は
どうなるでしょう？

つち
①土いれ



みず
②どろ水づくり

- ・すな
- ・はたけの土
- ・おがくず

③ながしてみよう！

観察しよう

- ① 「砂」「畑の土」「おがくず」に泥水を流したとき、出てくる水の速さに、ちがいはありましたか？
- ② 泥水を流して出てきた水の中の泥の量に、ちがいはありましたか？
- ③ 色水を流して出てきた水の色にちがいはありましたか？

土の粒の大きさはいろいろ

大きさによって、「砂」「シルト」「粘土」に分けられる。



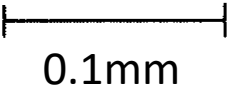
写真:土の中の「砂」の粒

砂(すな):0.02mm~2.0mm



粘土(ねんど)
0.002mm以下

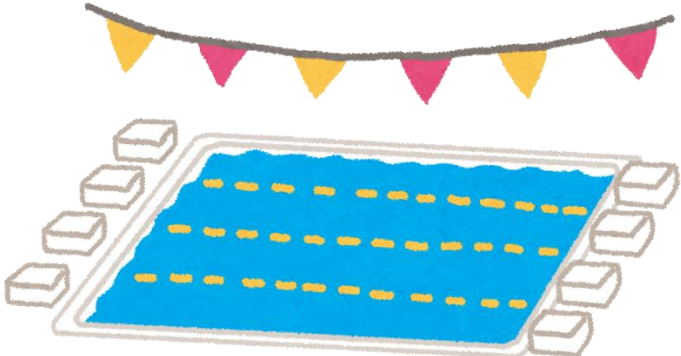
シルト



「粘土」を1円玉とすると・・・



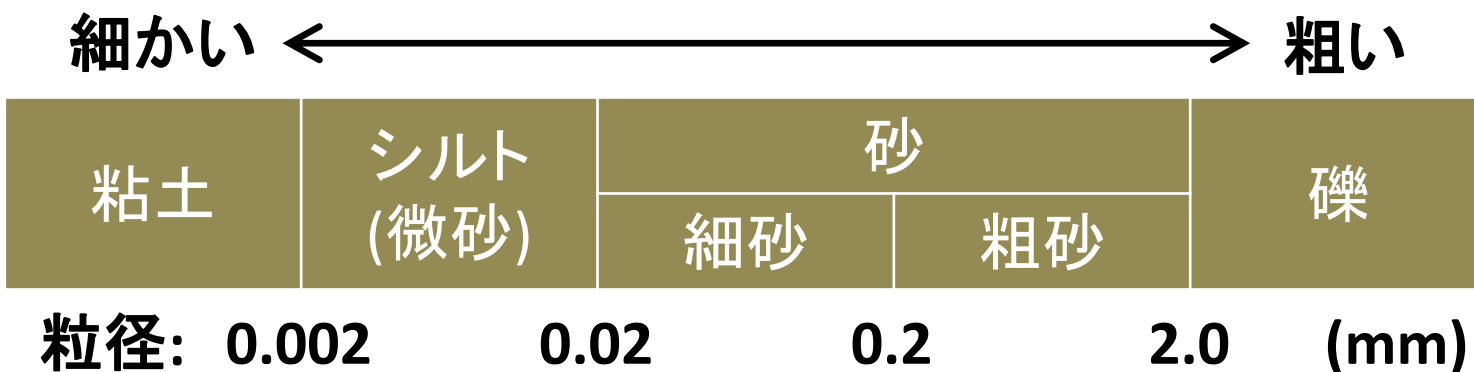
「砂」は25mプール！



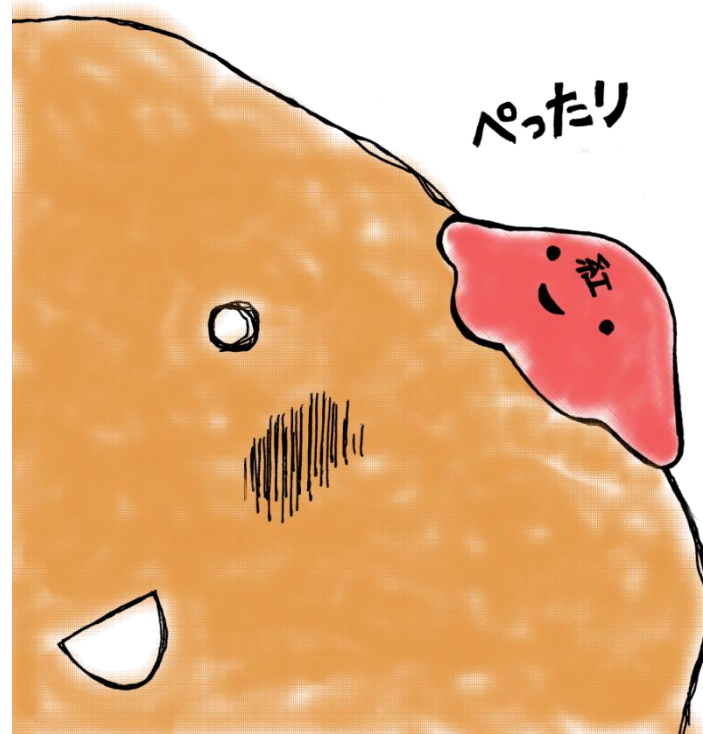
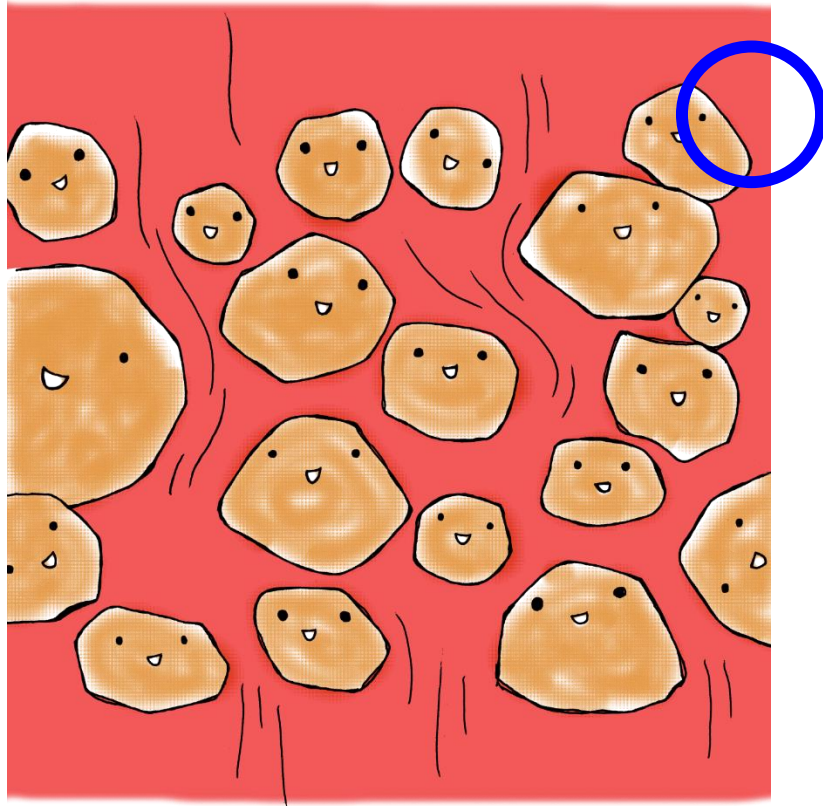
粒径

- 土壌はさまざまな粒径の粒子で構成。

国際法による土壌の粒径区分



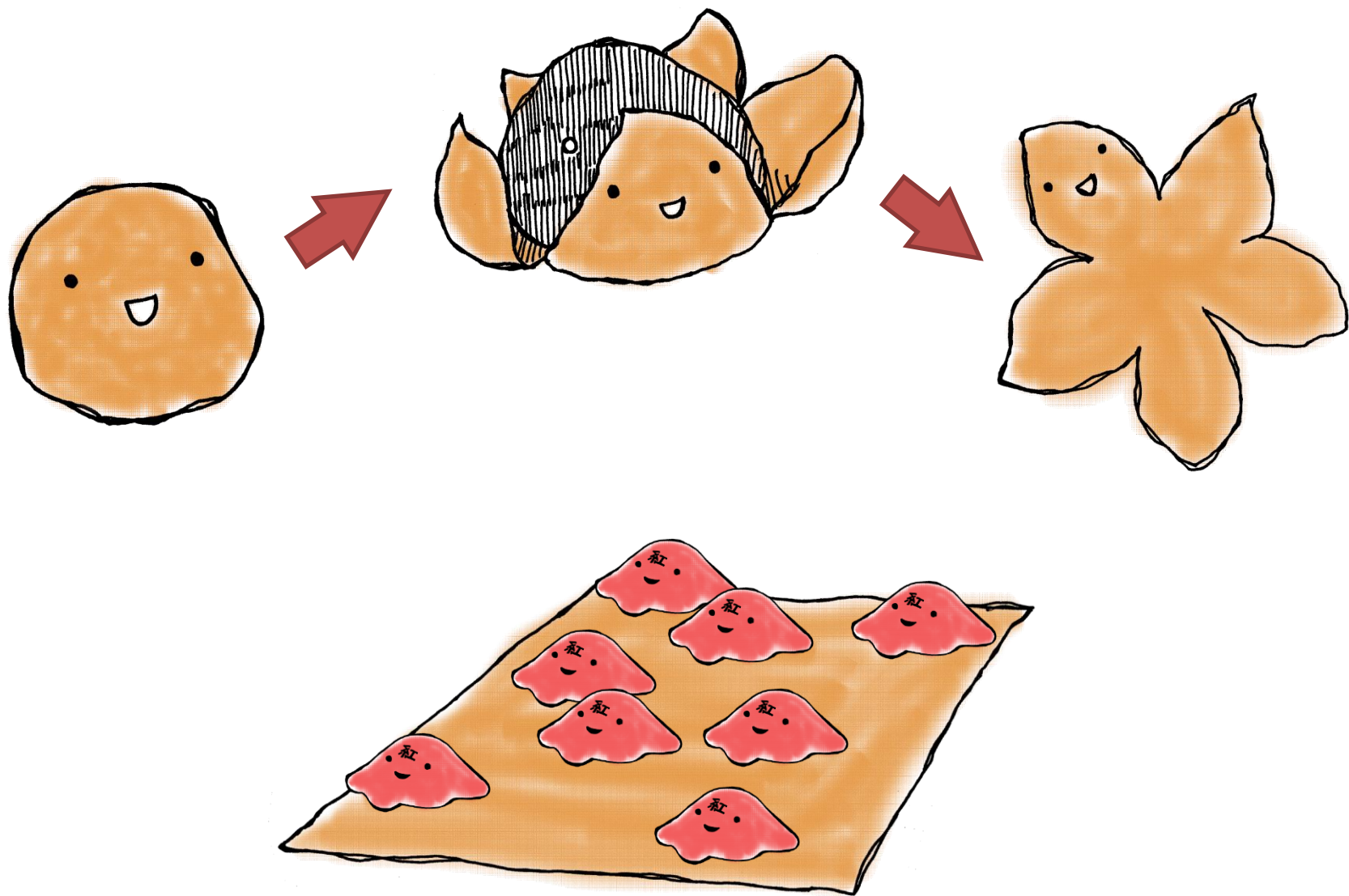
色水をながすと...



色水のもとが粒にくっつく

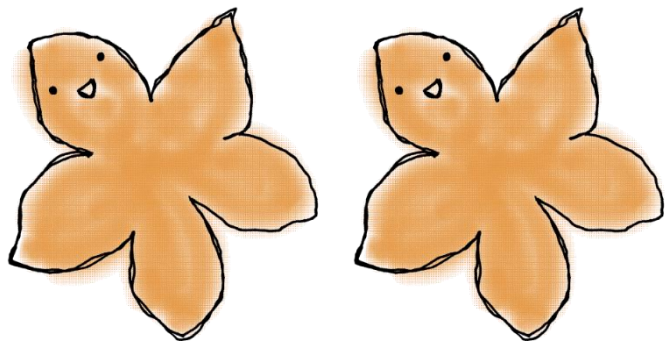
吸着(きゅうちゃく)現象

土粒子の表面積が広いほどよく吸着

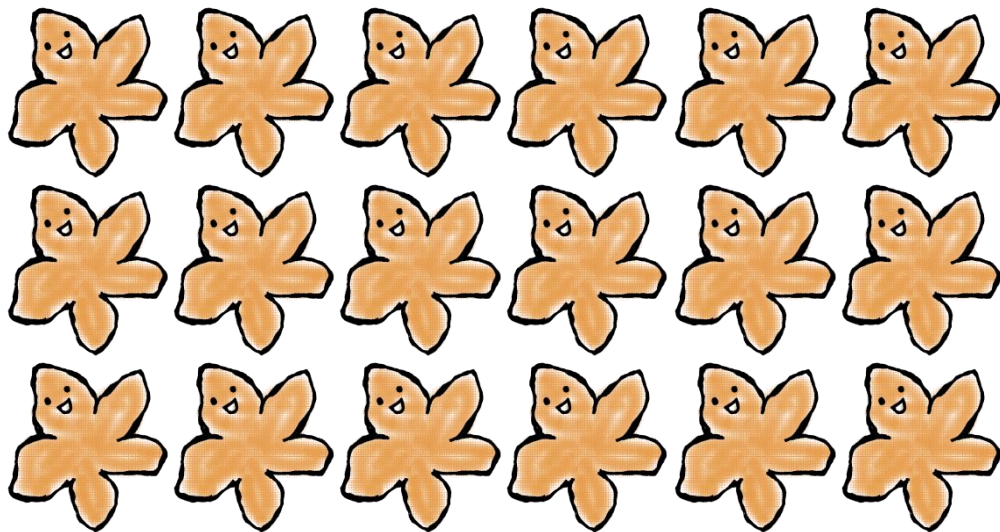


表面積は「砂」より「粘土」が広い

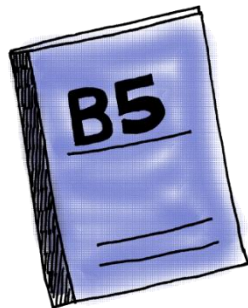
砂



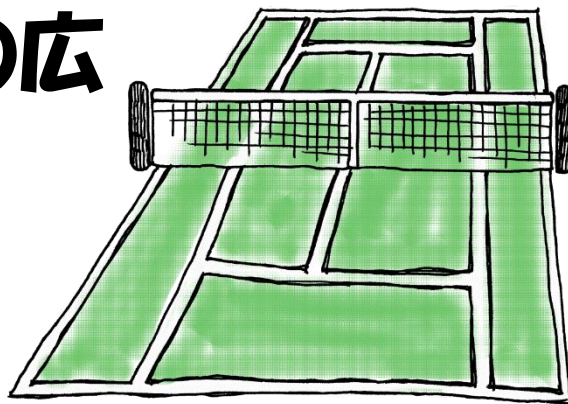
粘土



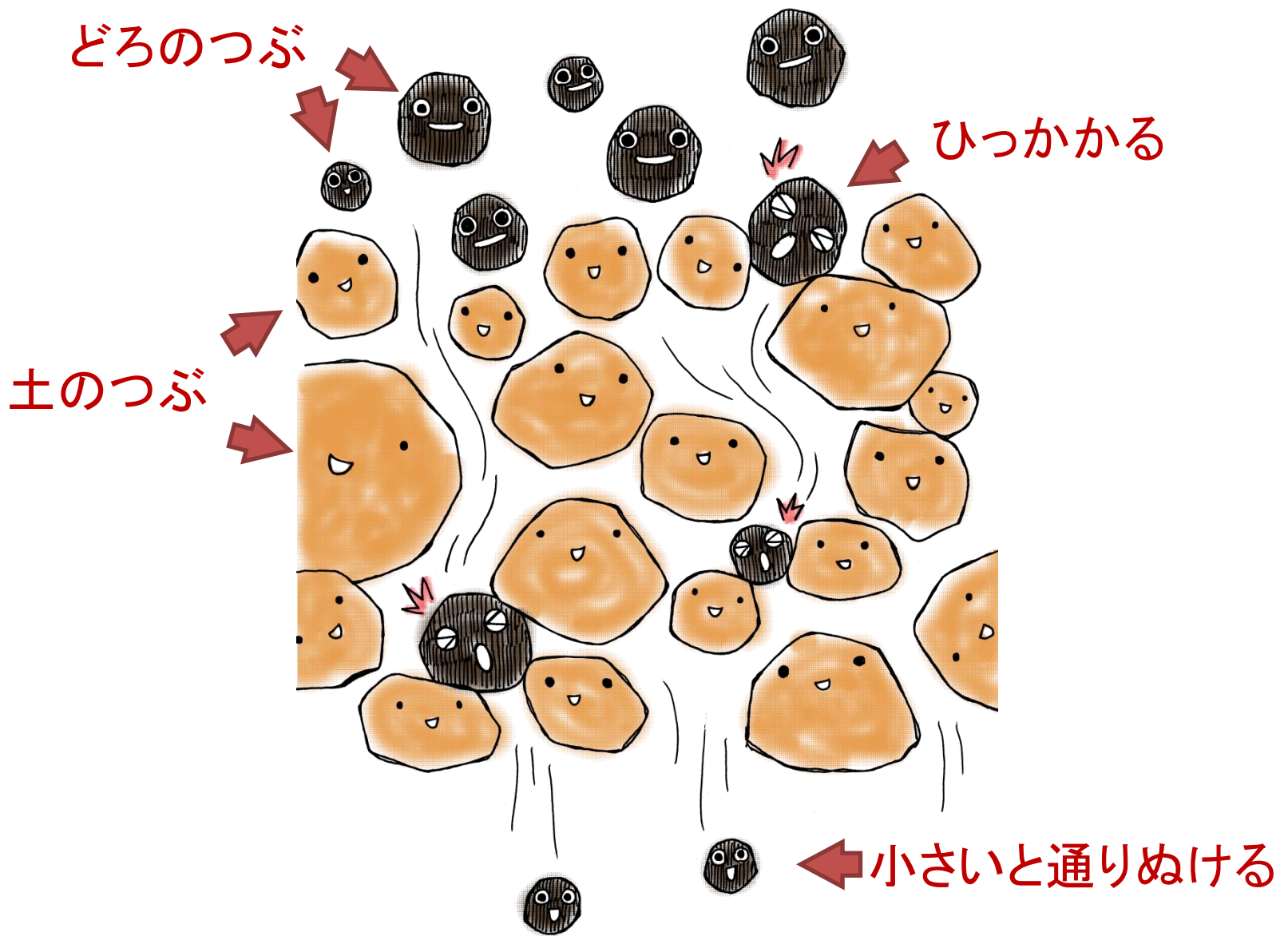
1gあたり



ノートくらいの広
さ
(約0.04m²)

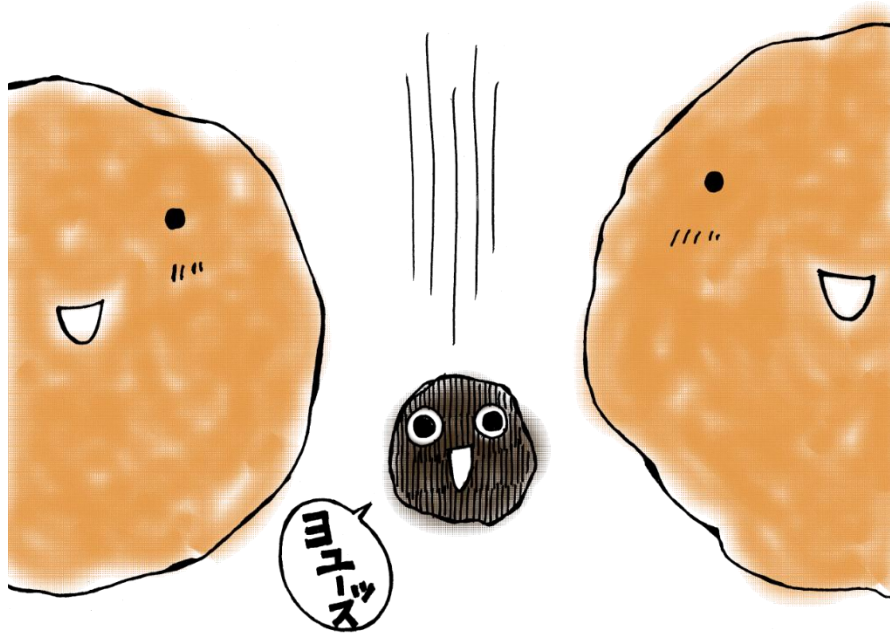


テニスコートく
らいの広さ
(約260m²)



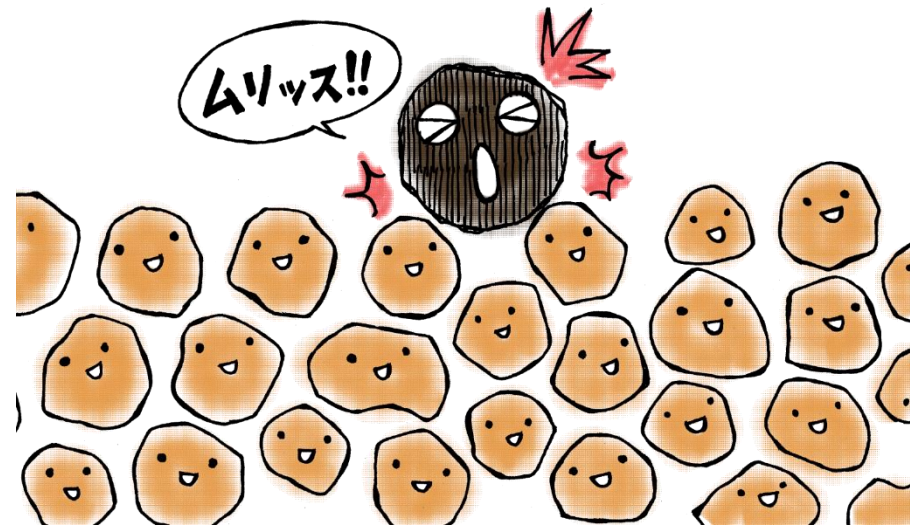
こうか
濾過(ろか)効果

おお あいだ
大きなつぶの間はとおいぬけやすい



すな

つぶが大きい
ま
すき間も大きい



ねんど

つぶが小さい
ま
すき間も小さい

しけんかん

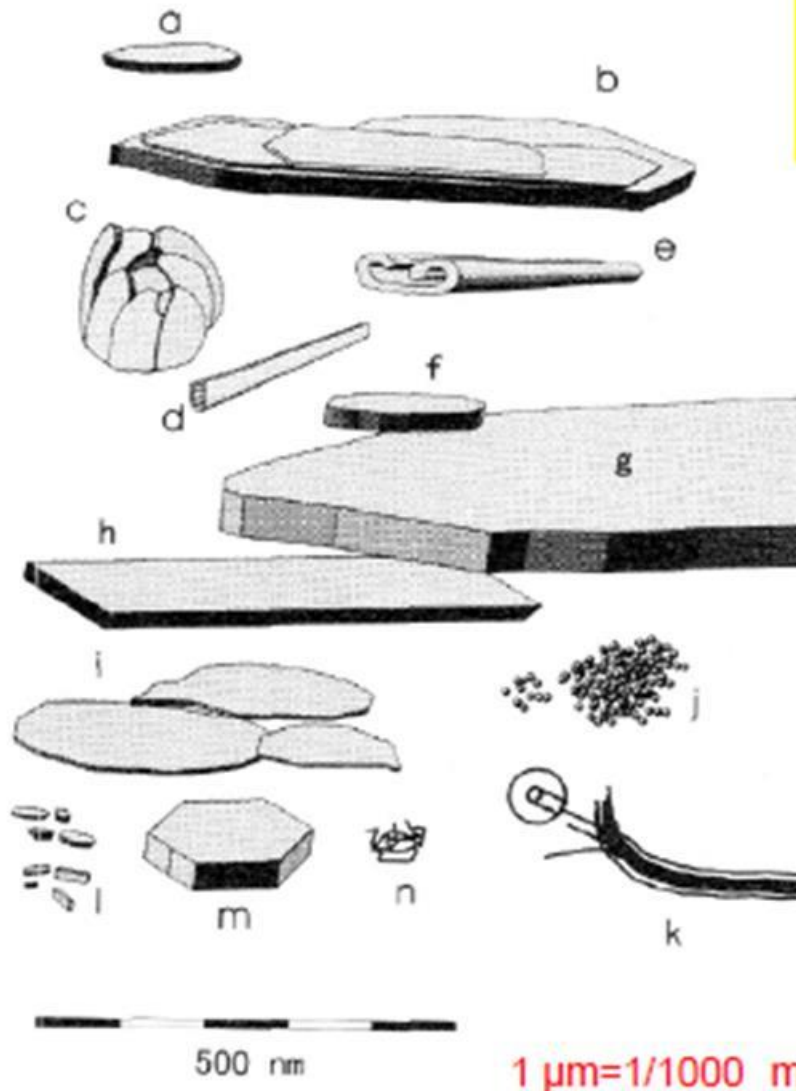
試験管をのぞいてみよう。



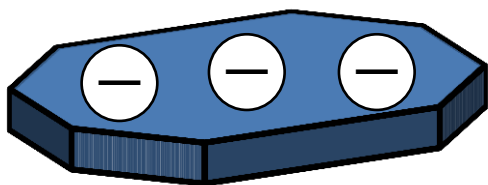
つぶの大きさのちがいがみえるかな？

粘土とは、 $2\mu\text{m}$ 以下の粒子

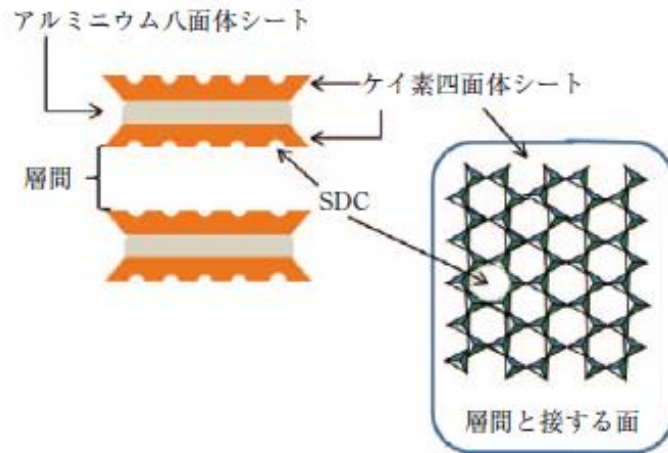
粘土粒子の形と大きさ



- a. カオリナイト
- b. カオリナイト
- c. ハロサイト
- d. ハロサイト
- e. ハロサイト
- f. イライト
- g. **パーミュキュライト**
- h. スメクタイト
- i. スメクタイト
- j. アロフェン
- k. イモゴライト
- l. ヘマタイト・ゲータイト
- m. ギブサイト
- n. 腐植酸

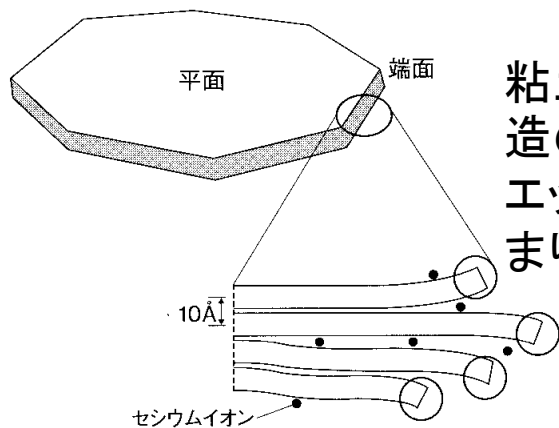


粘土表面の負電荷



ケイ素四面体6個で構成されるリングの中央部にできる空間的くぼみ (Siloxane Ditrigonal Cavity: SDC)

セシウムは、四面体シートが形成する“孔”にはまりやすい。



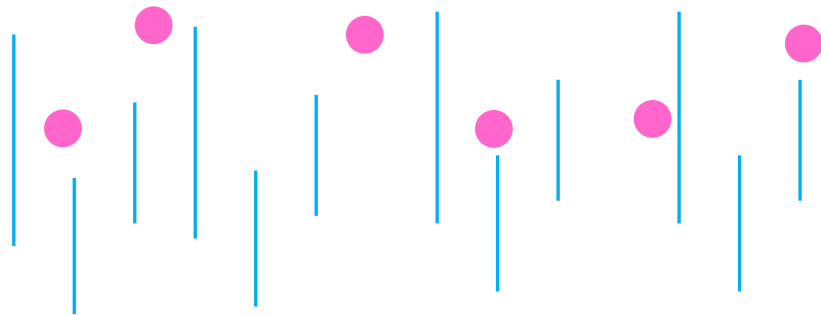
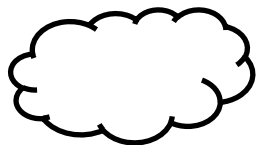
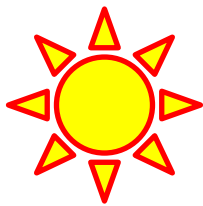
粘土端面の層状構造の部分(フレッドエッジサイト)にはまり込みやすい。

図1-9 粘土粒子の模式図

放射性セシウムは粘土粒子の端面から層状構造の間に入り込み、固定される。Åは「オングストローム」で、10億分の1メートル (出典: Dolcater et al. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 32:795-798[1968])

放射性セシウムが粘土に固定

セシウムに対する土のはたらき



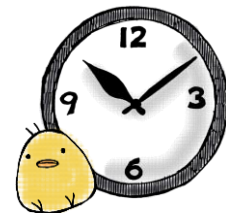
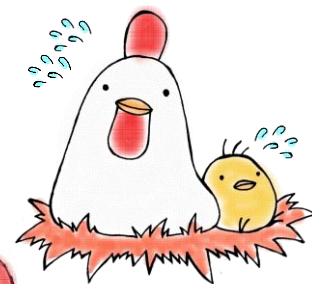
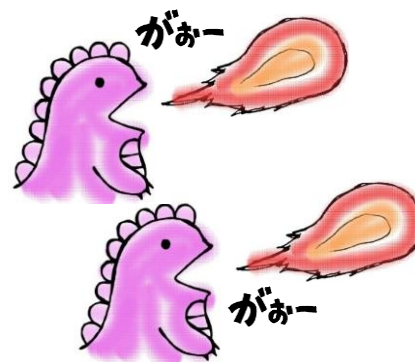
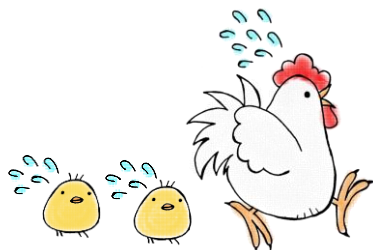
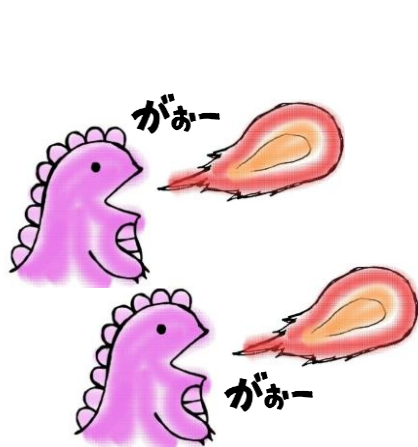
①地面におちたセシウムは土のつぶにくっつきます。
(吸着現象)

②雨水は土の中をとおりぬけますが、セシウムがくっついた土のつぶはとおりぬけません。
(ろ過効果)

セシウムは5cmくらいまでの深さにとどまります。

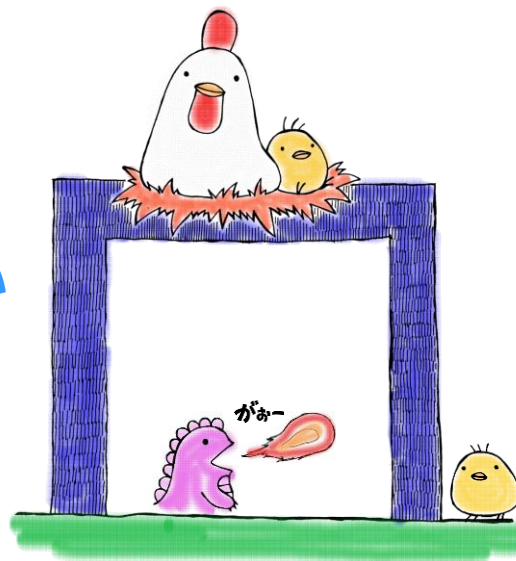
放射線防護の三原則

① 距離



② 時間

③ 遮へい



放射線量を測ろう



ガイガーカウンター
Micro Geiger
(有限会社ミサオネットワーク製)

放射線源
ラジウムボール

放射線量の減衰を測ろう



- ・線源から距離が離れると？
（空のケースをはさむ）
- ・水や土の効果は？
（ケースに入れてみる）

放射線教育の実験教材(案)

1. ペットボトルを使った吸着実験

- ・詰める土の種類、詰める土の厚さ・密度、色水の濃さを変えてみる。

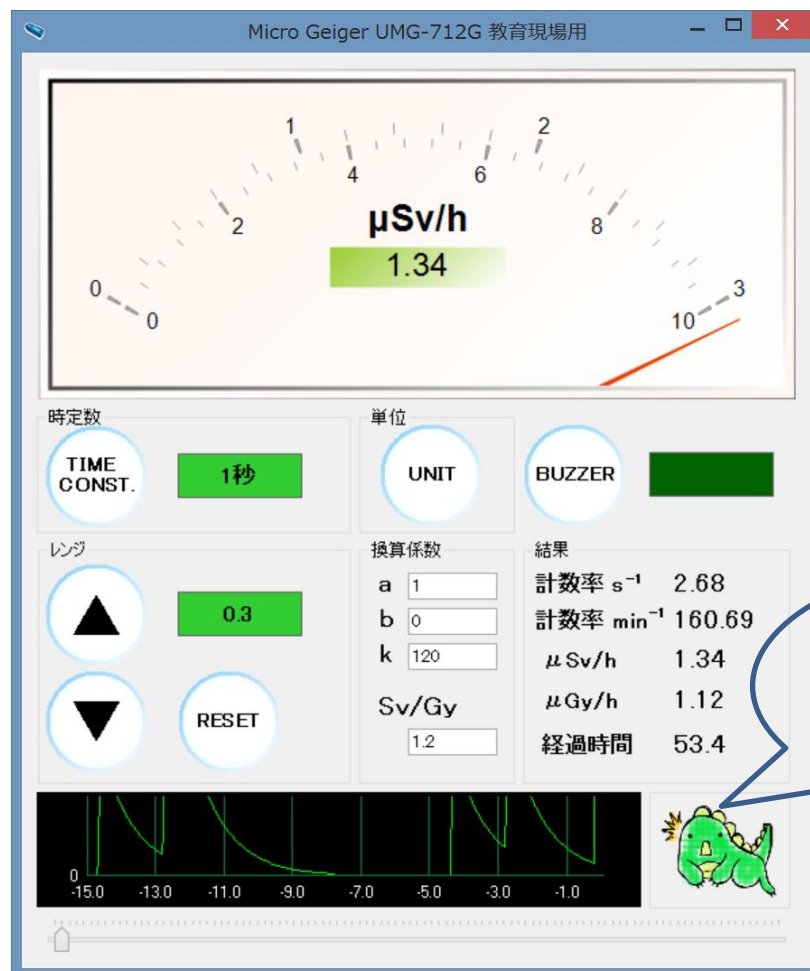
2. ペットボトルを使った濾過実験

- ・詰める土の種類、詰める土の厚さ・密度を変えてみる。
- ・流れる水の速さを観察してみる。

3. 放射線の減衰実験

- ・放射線量と距離の関係
- ・土の種類や含水量を変えてみる。
- ・高学年は上の関係をグラフにしてみる。

線量計のソフトウェア開発 (ミサオネットワークと開発中)



カウントするごとに音が鳴る

年齢や学年に合わせた表示画面が必要

アンケートのおねがい

JSTアンケート

連絡先

Email: jst_sc@iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp

- 佐賀大学: 徳本 家康
- 弘前大学: 加藤 千尋
- 三重大学: 坂井 勝
- 茨城大学: 西脇 淳子
- 四日市大学: 廣住 豊一
- 三重大学: 渡辺 晋生
- 東京大学: 溝口 勝(ドロえもん)