

逸<sup>イツ</sup> 見<sup>ケン</sup> 落<sup>ラク</sup> 着<sup>チャク</sup>

2024年度 2年 大西晃弘 小澤柚希 服部美碧

2024—①—1

## 研究の概要(アブストラクト)

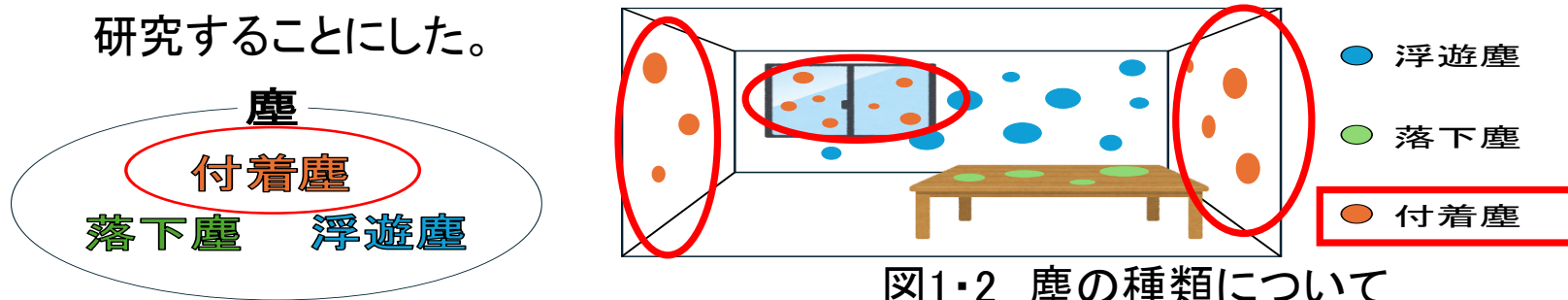
### 逸見落着

川崎市立川崎高等学校 科学部 地学班

研究NO.	研究テーマ	調査・研究・実験項目	研究結果・結論
研究0	<b>一粒の塵にも三つのからくり</b> 塵が付着する3種類の塵のメカニズム	平面上ではない対象物に付着する塵 3種類の付着方法	付着方法 Type1 塵と壁の帯電 Type2 塵と壁の凹凸 Type3 大気圧の力 研究対象はType3 <b>大気圧による付着</b>
研究1	<b>雨降って塵付く</b> 塵の形状や大きさによる付着量の違い	塵の条件と付着の関係 粒子の形状・大きさに着目	粒子の形状が <b>多面体</b> である塵は <b>多く付着する</b> 粒子が <b>平面を多く持っている</b> 塵は <b>多く付着する</b> 粒子の大きさが <b>小さい</b> 塵は <b>多く付着する</b>
研究2	<b>塵のふり見て 付着の本質を知れ</b> 塵はどのように付着するのか	塵が付着するメカニズムの可視化 塵が付着する様子の撮影	『 <b>付着のメカニズム</b> 』 ①粒子と粒子の間の <b>水分が蒸発</b> ②生じた空隙を小さい粒子が <b>移動・充填</b> ③粒子を覆う水分が蒸発して付着 <b>塵間の空隙の内圧&lt;大気圧</b>
研究3	<b>風吹く壁には塵付きたる</b> 学校の壁に付着する塵の採取	付着塵の構成・付着対象の条件の解明 採取した付着塵の塵の内容・粒度 付着対象の条件	ほぼすべての塵が <b>極細粒</b> 『 <b>付着の三要素</b> 』 ①付着対象に <b>吹きつける風が強い(水分を含む)</b> ②付着対象が <b>振動しない</b> ③付着対象が <b>屋外に面している</b>
研究4	<b>人いる階には塵付きたる</b> 屋内の壁に付着する塵の採取	屋内の付着塵のメカニズムの解明 採取した付着塵の塵の内容・粒度 付着対象の条件	屋内の塵は <b>人の流れ</b> により付着 ①上りの階段は下から上へ ②下りの階段は上から下へ ③曲がり角では人ともに塵も三方向へ方向転換

## 研究動機

先輩たちの先行研究で扱った塵の種類は、空気中に浮遊している塵「浮遊塵」と床などに落下している塵「落下塵」である。私たちは、先行研究で取り扱われなかった、空気中に浮遊した塵が壁や窓など平面上ではない対象物に付着する「付着塵」が気になったため、研究することにした。



## 研究目的

塵はどのように付着するのか、またそれが条件によってどう変わるのかを明らかにする。

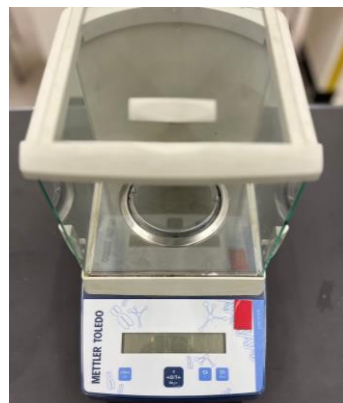
## 研究構造

- 研究0 付着塵・付着塵の付着方法の定義をする。
- 研究1 塵の付着条件を調べる。
- 研究2 塵が付着する様子を可視化する。
- 研究3 付着塵の構成や付着対象の条件を調べる。

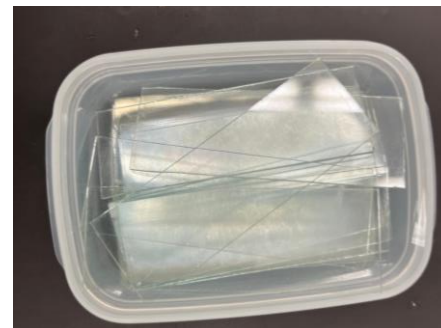
装置・機材・器具



ホットプレート



はかり



スライドガラス



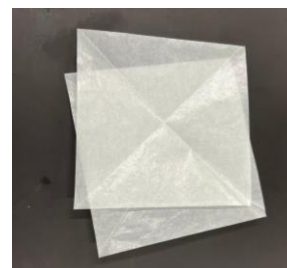
メスシリンダー



スポイト



粉体試料飛散防止カバー



薬包紙

試薬・試料



関東ローム



寒水砂



石松子

## 付着塵の定義と3種類の塵のメカニズム

付着塵：垂直な構造物に付着している固体の塵

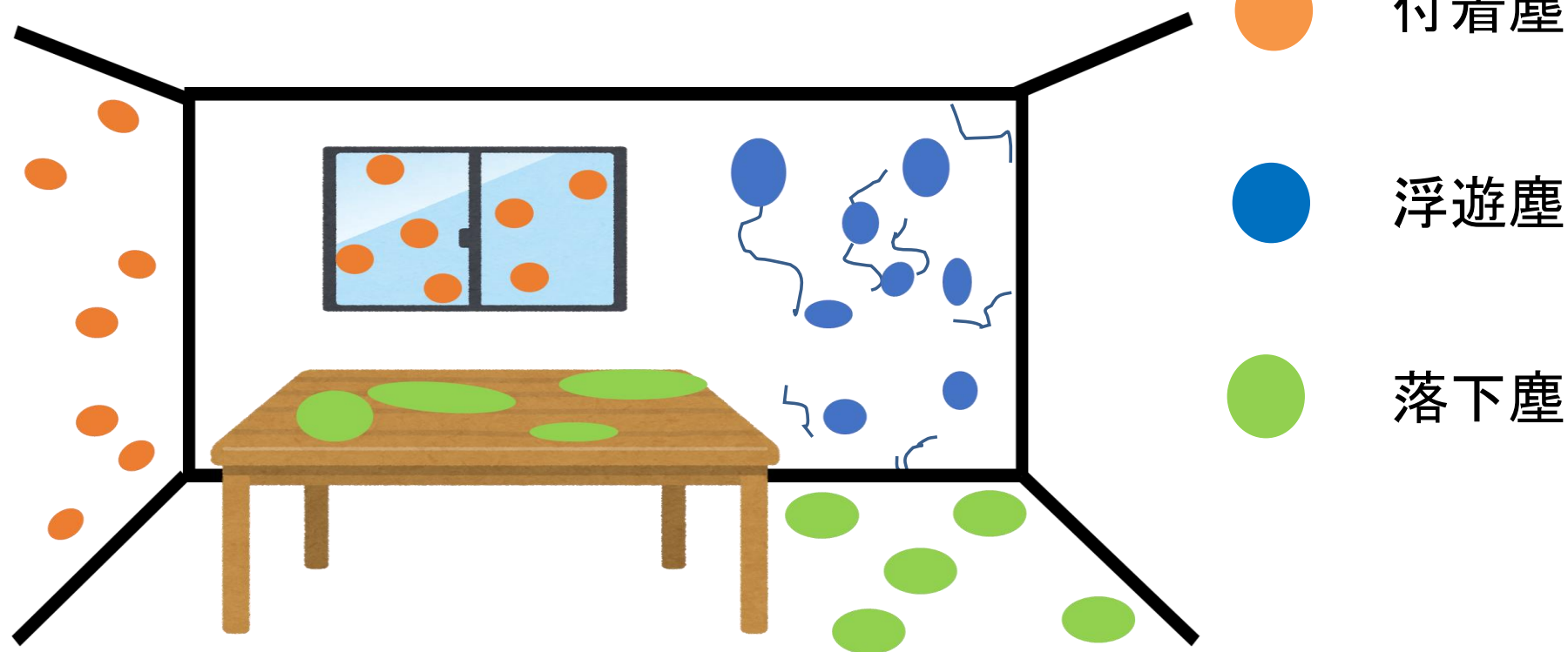


図3 塵の様態

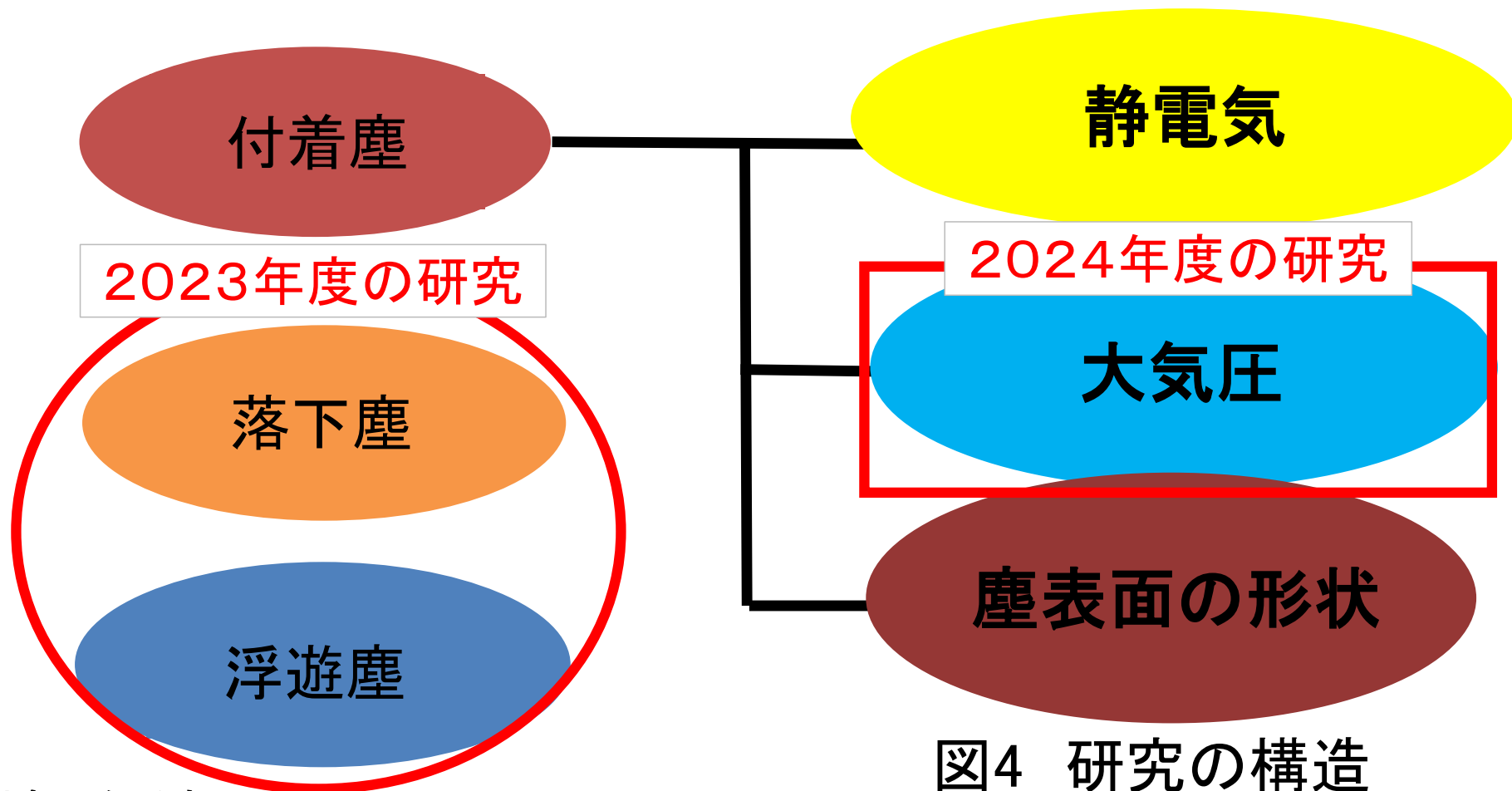


図4 研究の構造

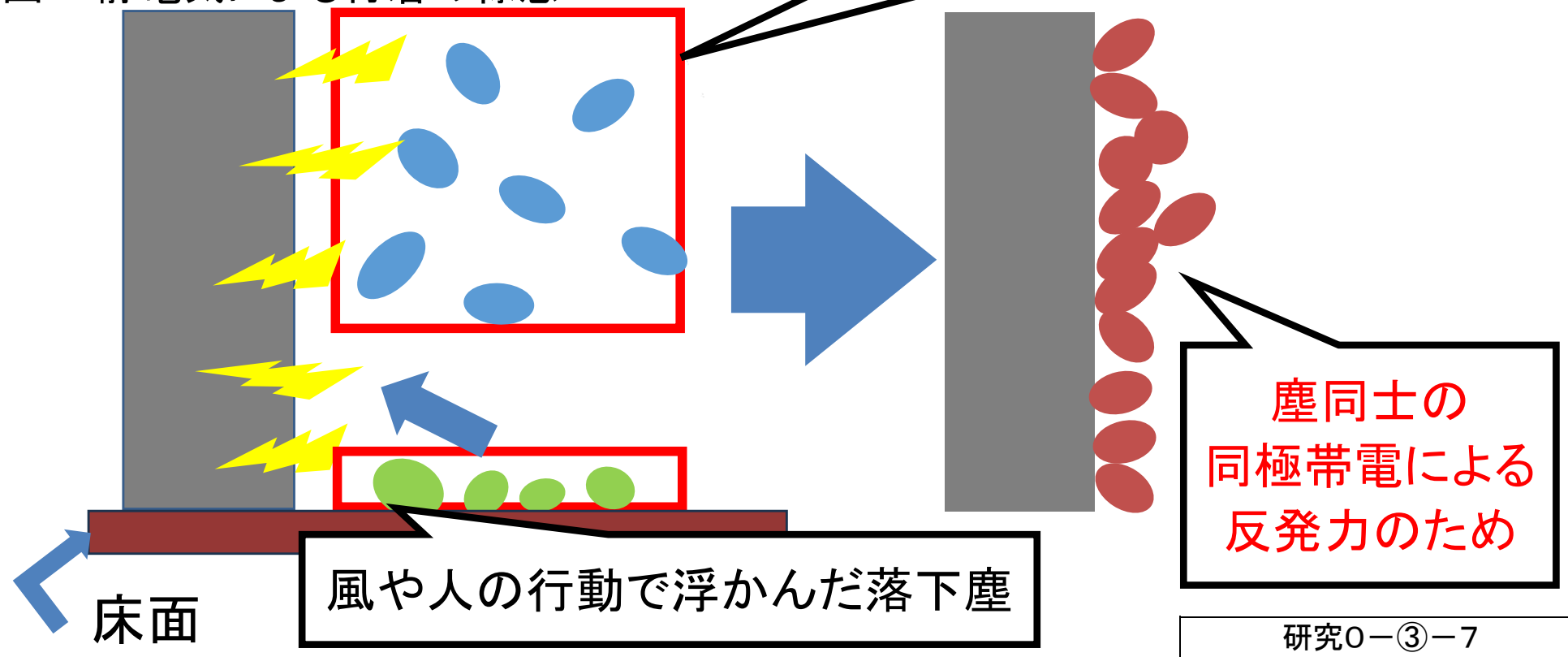
対象となるもの：固体

対象とならないもの：匂い、気体、液体、液体から個体になったもの

研究0-②-6

## 静電気による付着の場合

図5 静電気による付着の様態



## 塵の形状による付着の場合

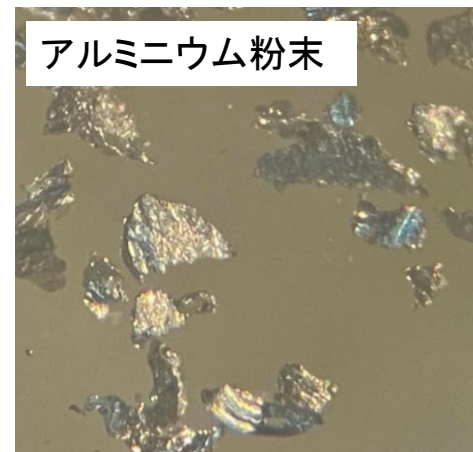
図6 塵の形状による付着の様態



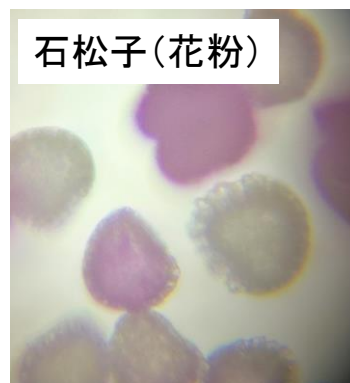
表面の凹凸や摩擦によって  
脱落せずに残留している。  
EX:花粉、金属粉、紙片ダスト

平面同士のため隙間なく密着する。

アルミニウム粉末



石松子(花粉)



紙片ダスト

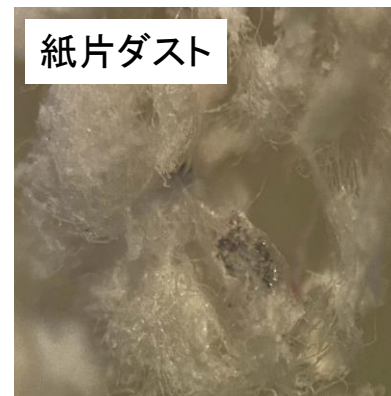


写真1・2・3 塵の顕微鏡写真

研究0—④—8



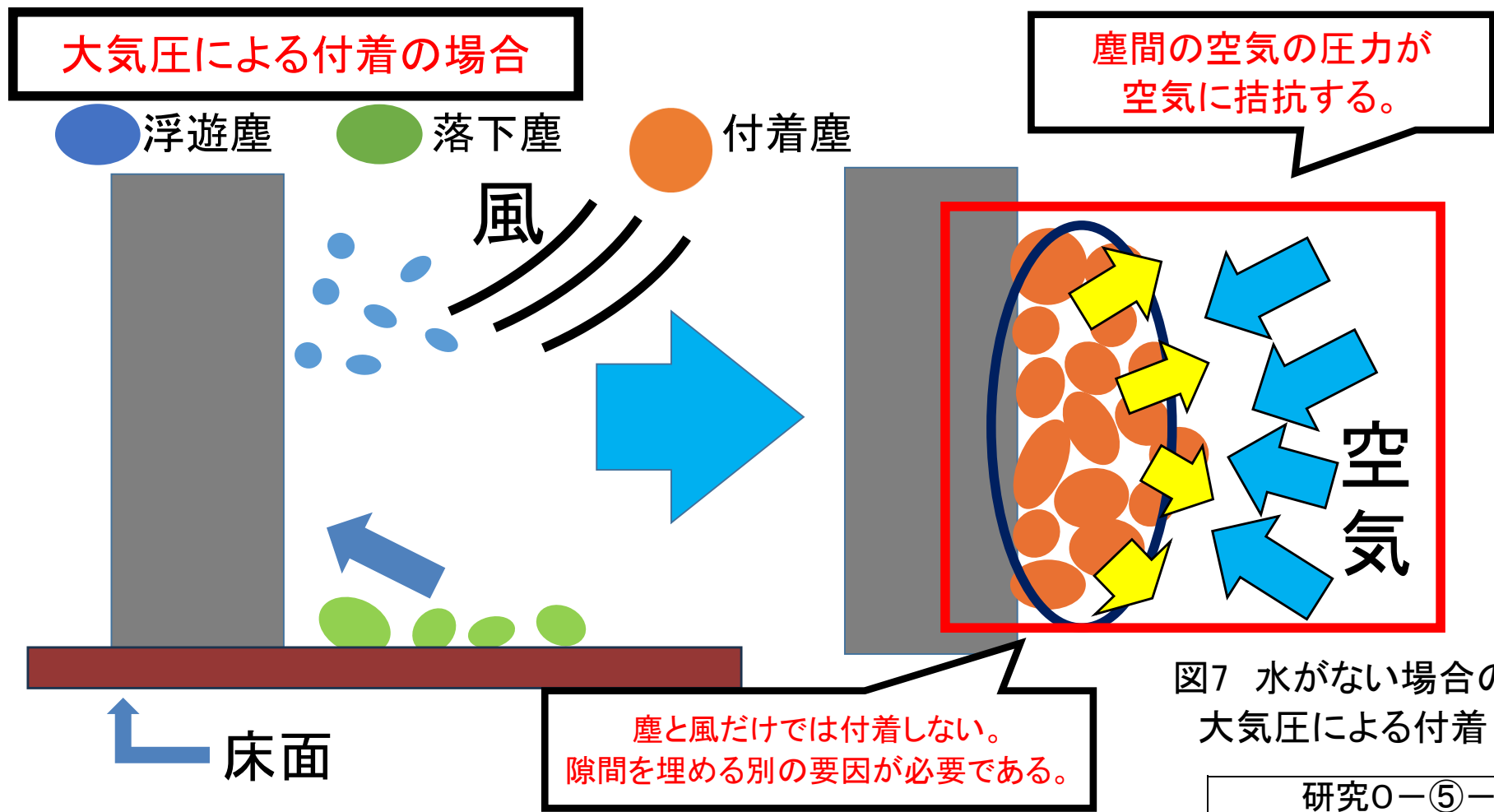


図7 水がない場合の  
大気圧による付着

研究0-⑤-9

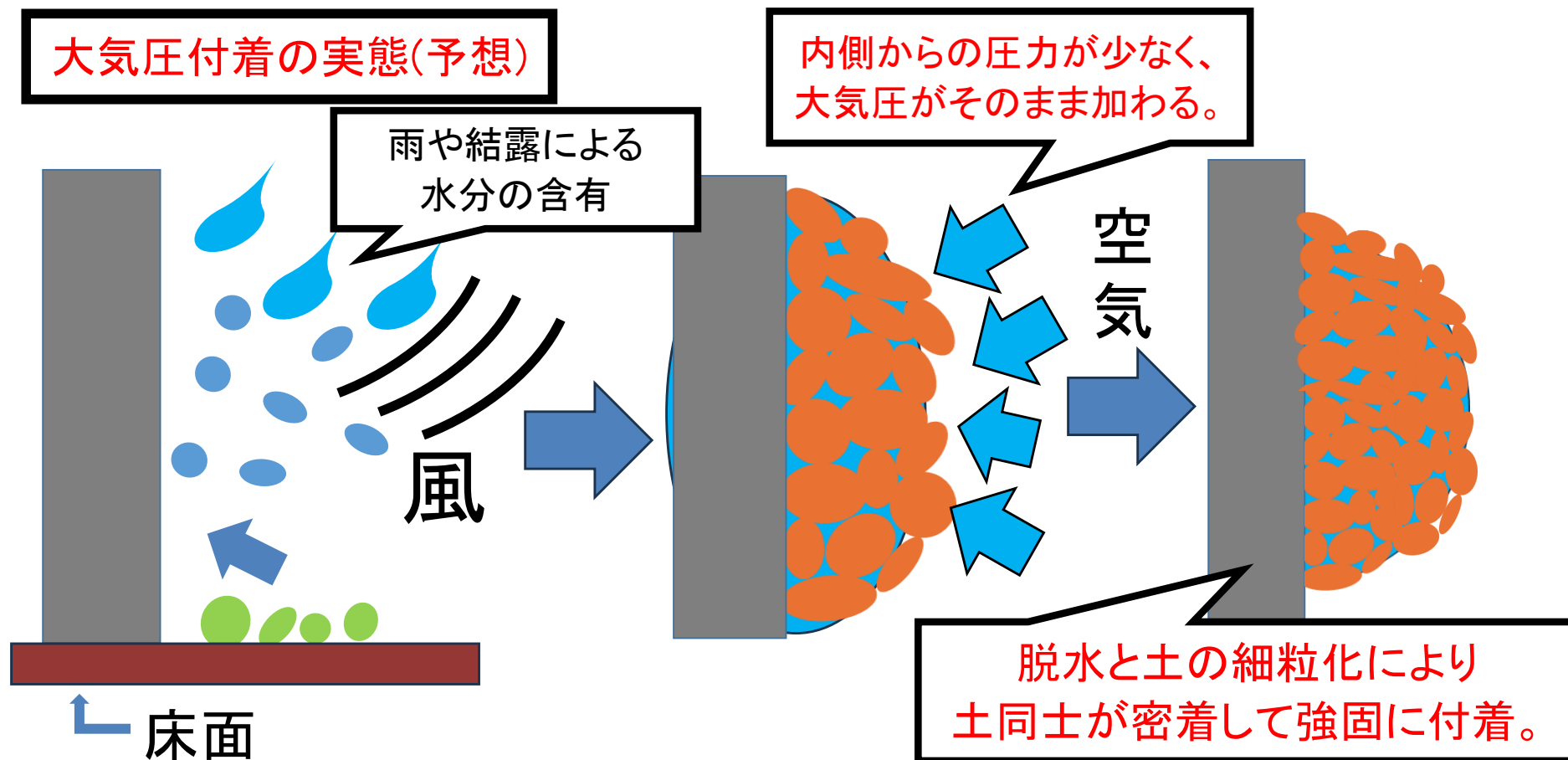


図8 水がある場合の大気圧による付着

## 研究1

## 雨降って塵付く

服部美碧

### 塵の形状や大きさによる付着量の違い

#### 動機

塵粒子の形状や大きさが垂直面に塵が付着する量を変えようと考え、研究した。

#### 目的

- 1 粒子の**形状**による同一面積あたりの付着量の違いを求める。
- 2 粒子の**大きさ**による同一面積あたりの付着量の違いを求める。

#### 研究方法

スライドガラスに大きさと形状の異なる塵を乗せたものを用意し、水平状態のまま吸水させた後に乾固させ、垂直にした時に付着したままの量と落下した量を計測し、粒子の形状・大きさによる付着量の違いを数量的に明らかにする。

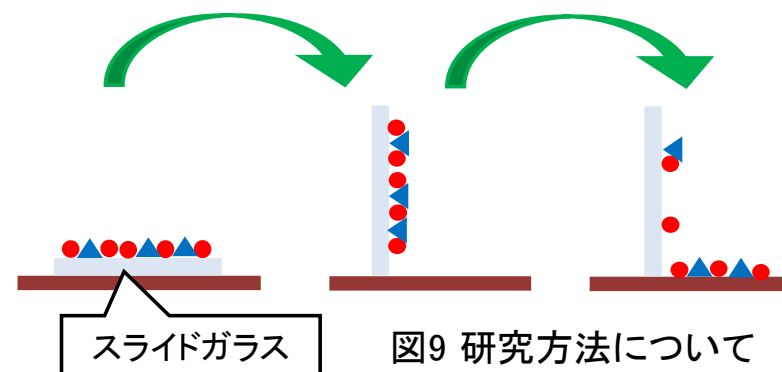


図9 研究方法について

#### 研究条件

- 1 粒子の形状による付着量の違いについて  
**固定条件**: 粒子の大きさ、塵の質量、塵に含ませる水の体積  
**可変条件**: 粒子の形状(種類)
- 2 粒子の大きさによる付着量の違いについて  
**固定条件**: 粒子の形状(種類)、塵の質量、塵に含ませる水の体積  
**可変条件**: 粒子の大きさ

## 仮説

- 1 粒子の形状による付着量の違いについて  
粒子の形状が多面体のほうが  
付着対象との接地面が大きいため、  
付着量が多くなる。
- 2 粒子の大きさによる付着量の違いについて  
粒子が小さいほど塵の隙間にある空気が  
少ないため、外部の大気圧のほうが  
塵の隙間にある空気の気圧より大きく、  
付着量が多くなる。

## 実験方法

- Step1 関東ローム・寒水砂・石松子の3種類の試料、そのうちの関東ローム・寒水砂の#1～#3のサイズの試料をスライドガラスにのせる。
- Step2 それぞれに水を含ませてホットプレートで水分を飛ばす。
- Step3 スライドガラスを傾けてスライドガラスに付着した塵の質量を計測する。

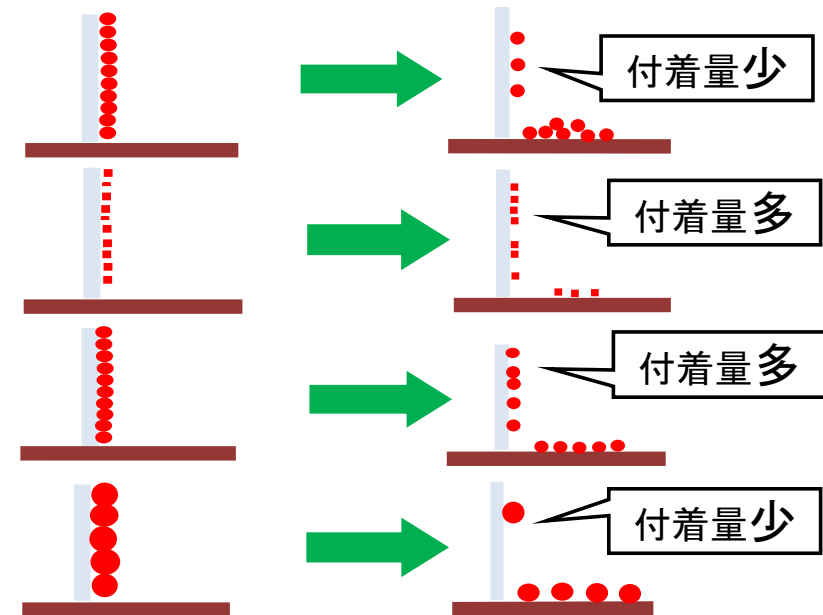
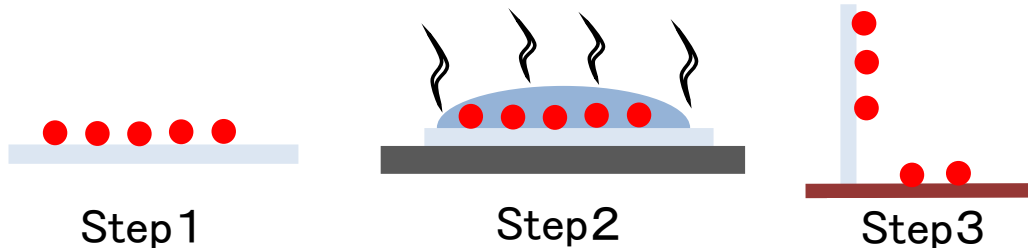


図10 粒子の形状・大きさと付着量の関係

図11 実験方法について

**装置・機材・器具** ホットプレート、はかり、スライドガラス、メスシリンダー、スポイト、  
薬包紙、粉体試料飛散防止カバー

**試料** 関東ローム、寒水砂（＃1〔極細粒〕・＃2〔細粒〕・＃3〔中粒〕）、石松子

### 実験手順

①あらかじめ試料を熱しておき、試料内の水分がない状態とする。

②水平に置いたスライドガラスに試料を0.1gはかり乗せる。

③メスシリンダーで水を0.5mlはかり、スポイトで試料に水を  
含ませるように滴下する。

④ホットプレートに乗せ、重さをはかりながら重さの変化が  
なくなるまで熱する。  
（加熱終了状態の試料は水分が完全乾固したものとする）

⑤冷却後、質量測定を行い、薬包紙の上でスライドガラスを  
ゆっくり垂直に傾ける。

⑥スライドガラスに残った試料と  
薬包紙に落ちた試料の質量を測定し、記録する。

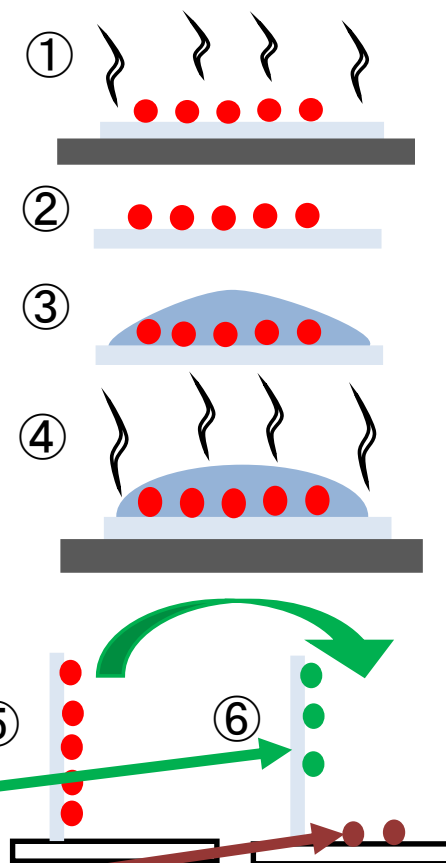
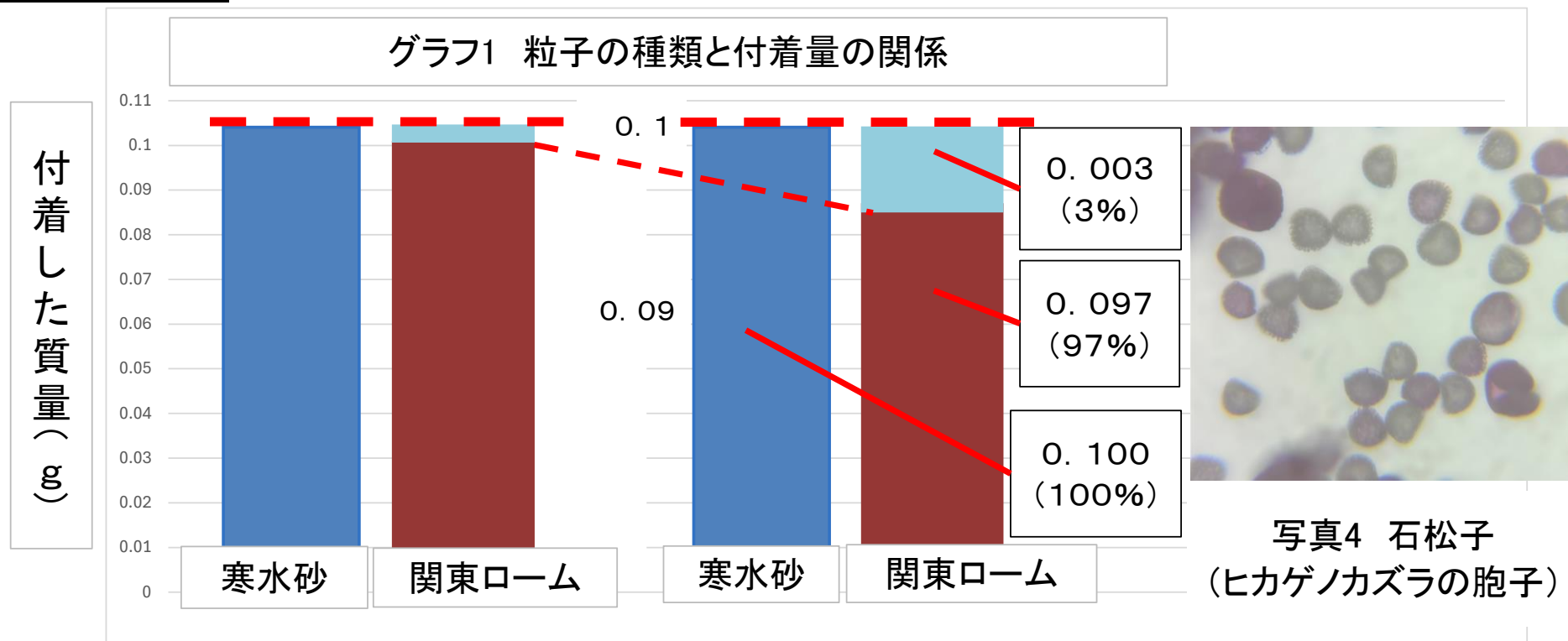


図12 実験手順について

## 実験結果

### 1 塵粒子の形状による付着量の違い



※石松子は加工された状態で、インクが付いているため水をはじいてしまい、実験することが困難であったため結果には含めない。  
関東ロームと寒水砂の#1を比較対象とした。

- ・寒水砂はほとんどがスライドガラスに付着したままである。
- ・関東ロームよりも寒水砂の方が少し多く付着している。



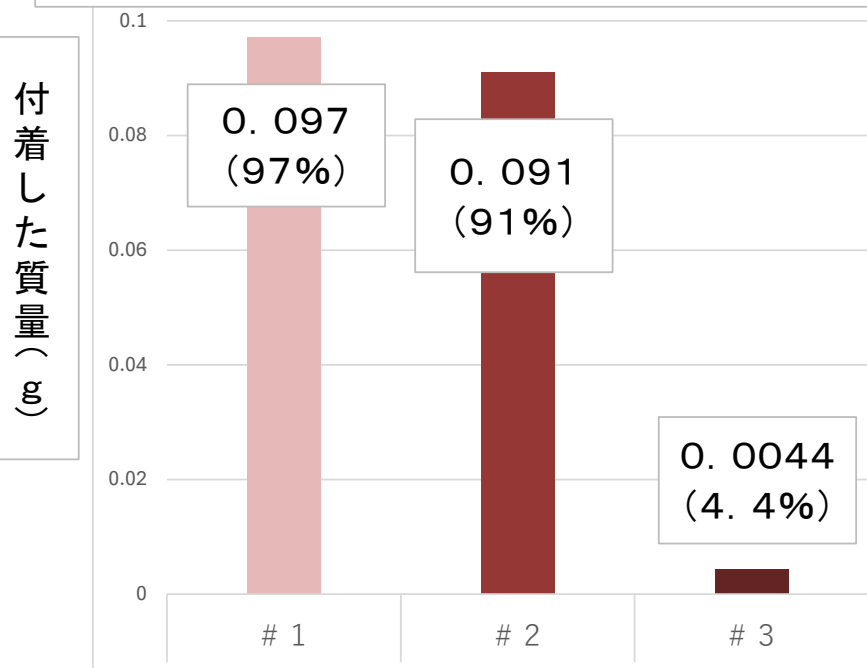
写真5  
水をはじく石松子

## 実験結果

## 2 塵粒子の大きさによる付着量の違い

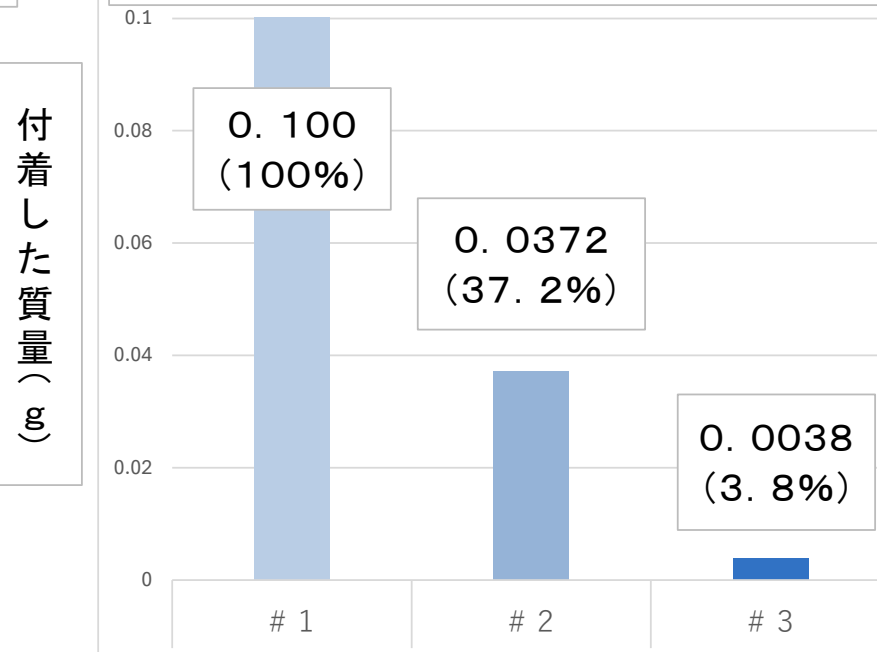
グラフ2

粒子の大きさと付着量の関係(関東ローム)



グラフ3

粒子の大きさと付着量の関係(寒水砂)



- ・関東ローム、寒水砂どちらも**粒子が大きくなるほど付着量は減少**している。
- ・寒水砂は粒子の大きさによって付着量の大きな差がみられるのに対し、関東ローム#1と#2の付着量に大きな差がみられない。
- ・この実験結果から推定すると、関東ローム・寒水砂のどちらも、#4以上(0.5mm以上)の粒子は垂直なものには付着しない。

## 考察

### 1 塵粒子の形状について

- ・寒水砂(石灰岩)の粒子は結晶で構成され、表面が平面で囲まれるため、スライドガラスとの接地面が広く、より密着し、隙間の空気が少なくなり、付着しやすくなる。

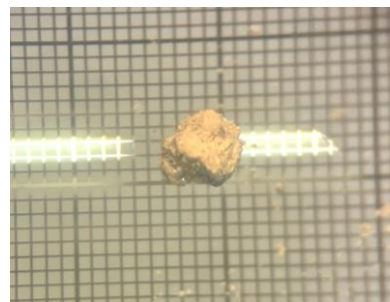


写真6  
関東ロームの粒子

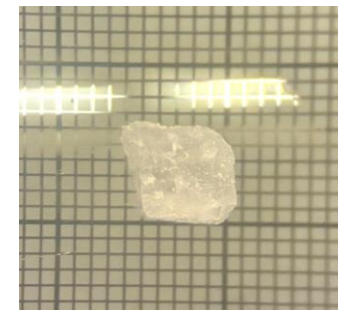


写真7  
寒水砂の粒子

### 2 塵粒子の大きさについて

- ・関東ロームは分解しやすく形状が変わりやすいため、粒子と粒子の隙間を埋めやすいため、#1と#2の付着量の差はあまりない。
- ・寒水砂は硬く、分解困難なため、粒子の大きさが小さくなると付着しにくくなる。

## 結論

- ・粒子の形状が**多面体**だと**付着量が多くなる**。
- ・粒子の大きさが**小さくなる**ほど**付着量が多くなる**。

## 反省と今後の課題

- ・試料をスライドガラスに乗せる際、粉体試料飛散防止カバーの内側に付着してしまい、少し誤差が出てしまったため、塵が付着しにくい材質で改めて粉体試料飛散防止カバーを作成する必要がある。

## 展望

- ・石松子の実験
- ・水の条件を変えての実験
- ・塵の混合比による影響を調べる実験



## 研究2

## 塵のふり見て付着の本質を知れ

服部美碧

塵が実際に水によって付着する様子を観察する

### 動機

塵が付着する様子を実際に顕微鏡を使って観察したいと思ったから。

### 目的

塵が付着するメカニズムを可視化、解明する。

### 研究方法

塵に水を含ませ、水分を蒸発させているところを顕微鏡で観察しながら動画を撮影する。

### 研究条件

**固定条件:** 双眼実体顕微鏡は40倍

**可変条件:** 塵の種類(関東ローム、寒水砂、石松子)

### 仮説

- 1 塵が水を吸収したり、塵の中の水溶性物質が水の中に溶出する。
- 2 水溶性物質が溶出した際、塵内部が空洞化・破壊され、細粒化する。
- 3 塵の粒子と粒子の間にある水分が蒸発する。
- 4 溶出した物質が析出したり、塵粒子の隙間を埋める。
- 5 塵粒子の間にある空気が放出され、内部圧力が減少する。
- 6 塵粒子外の大気圧によって付着力が強化される。

## 観察方法

Step1 関東ロームと寒水砂の#1と石松子の3種類の試料をスライドガラスにのせる。

Step2 試料に水を含ませ、顕微鏡観察用ステージの上に置く。

Step3 生物顕微鏡のステージにのせ、ライターでスライドガラスを加熱しながらiPadで撮影する。

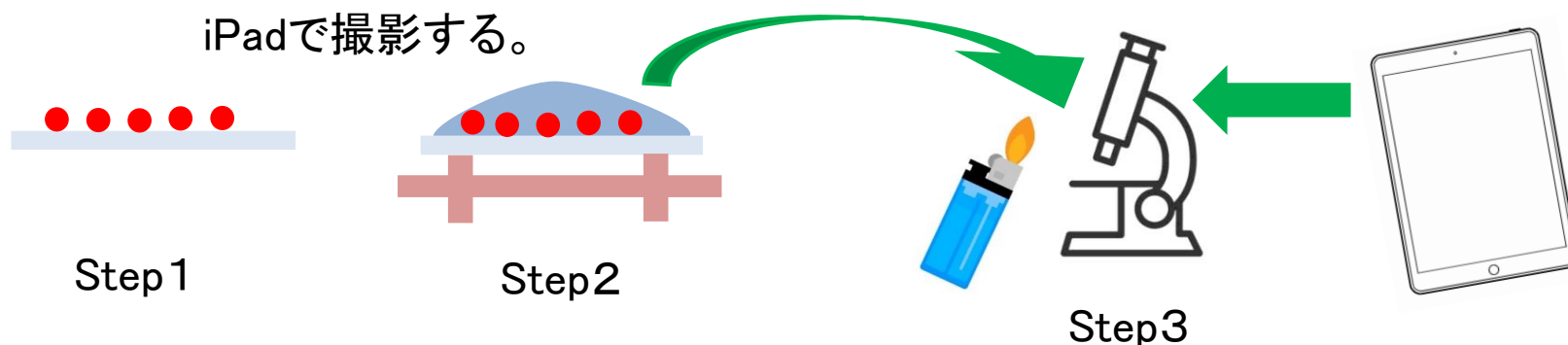


図13 観察方法について

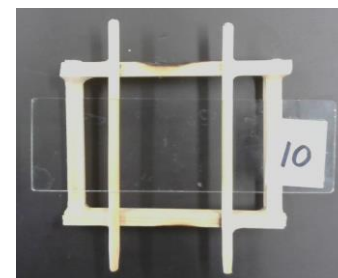
## 装置・機材・器具

スライドガラス、顕微鏡観察用ステージ、双眼実体顕微鏡、ライター、iPad

※顕微鏡観察用ステージ

割り箸を組み合わせて作成したもの

写真8 顕微鏡観察用ステージ



## 試料

関東ローム、寒水砂( #1[極細粒]・#2[細粒]・#3[中粒] )、石松子

## 観察手順

- ①スライドガラスに試料を置き、スライドガラスを少し揺らして試料を広げる。
- ②スライドガラスに水を適量滴化し、試料に水を含ませる。
- ③スライドガラスを顕微鏡観察用ステージの上にのせ、生物顕微鏡のステージに置く。
- ④スタンドを使ってiPadを固定し、カメラの部分で40倍にした生物顕微鏡の接眼レンズから覗かせて観察しやすいように調節する。
- ⑤スライドガラスを横からライターで熱し、水が蒸発し付着する様子をiPadで撮影する。

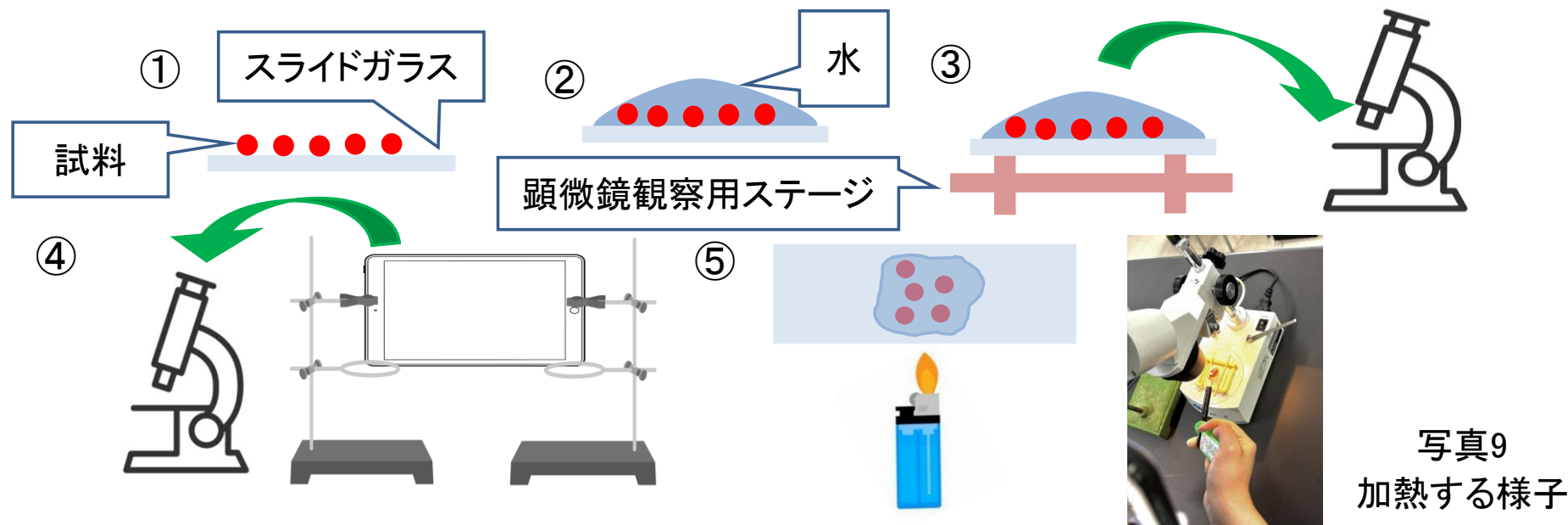


図26 観察手順について

上からみた図

# 觀察結果

加熱前

1分経過

2分経過

加熱終了  
(2分半経過)

関東ローム



10-①



11-②



12-③



13-④

寒水砂



14-⑤



15-⑥



16-⑦

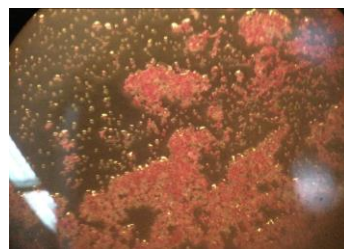


17-⑧

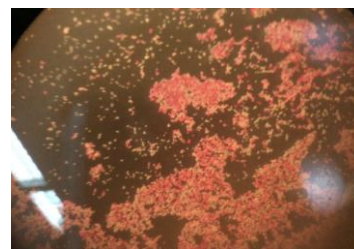
石松子



18-⑨



19-⑩



20-⑪

研究2-④-20



## 観察結果

- ・関東ロームの写真10-①から11-②、寒水砂の写真14-⑤から15-⑥の赤枠で示したように小さい粒子が移動している。
- ・大きい粒子はほとんど動いていない。
- ・石松子はほとんどの粒子が小さいため、写真18-⑨から19-⑩でわかるように多くの粒子が移動・集結している。
- ・写真12-③、16-⑦、19-⑩では、粒子の間にある水が蒸発している。

写真12-③、16-⑦、19-⑩



写真10-①・11-②

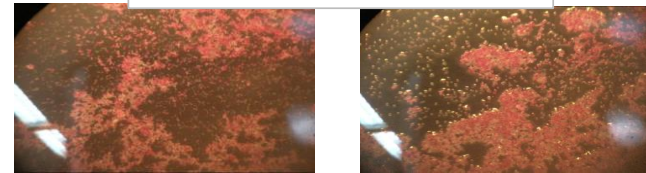
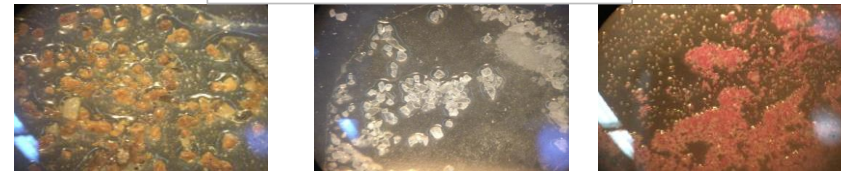


写真18-⑨・19-⑩



- ・粒子間の水が蒸発後、粒子表面の水が蒸発し、試料表面の色が変わった。

## 考察

- 1 小さい粒子は集結したり、大きい粒子の隙間に移動し、粒子の間にある空気を減らす。
- 2 蒸発した水分の代わりに小さい粒子が間に移動し、隙間にある空気を減らすことで空気抵抗が小さくなるためその粒子が完全に乾固することで付着する。(図27)
- 3 粒子が大きいとあまり移動せず、また、粒子が大きいと粒子と粒子の間の隙間も広がってしまうため、付着しにくい。

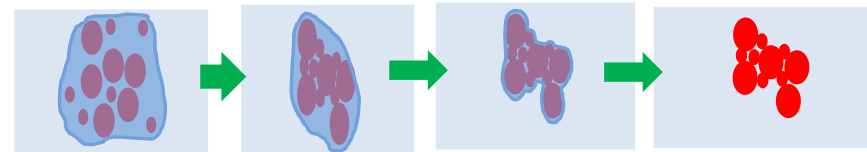
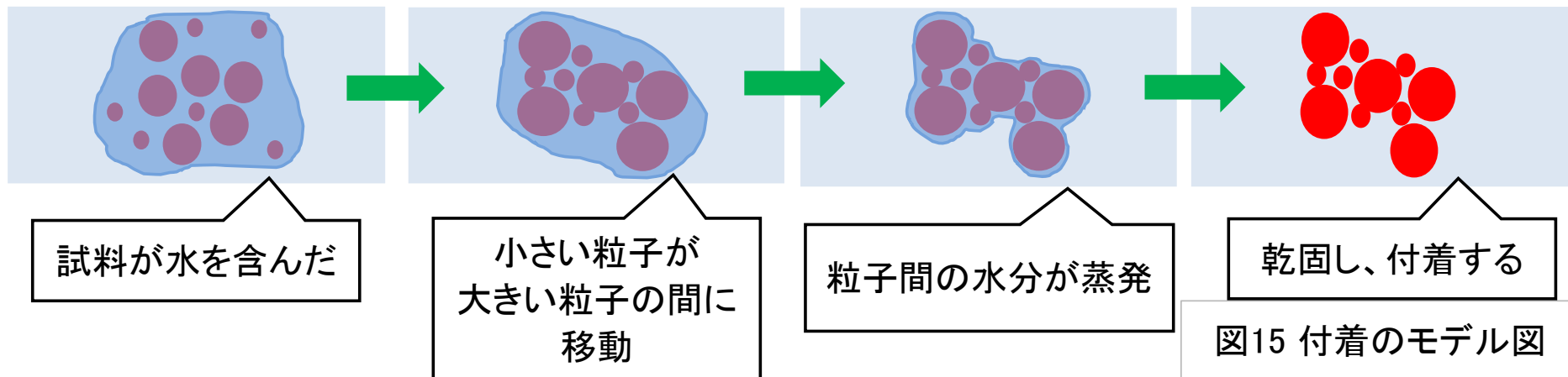


図14 付着のモデル図

研究2-⑤-21

## 考察



## 結論

- ・粒子間の水分が蒸発した後、その隙間を埋めるために小さい粒子が大きい粒子の間に移動し、粒子を覆う水分が蒸発して付着する。
- ・小さい粒子が大きい粒子の間に移動した際、粒子間にある空気が少なくなり、内部の空気抵抗が小さく、外部の大気圧のほうが大きくなり付着する。

## 反省と今後の課題

- ・粒子が分解・細粒化するところを撮影できなかった。
  - ・粒子がとても小さく、移動している様子がはっきりと撮影できなかった。
- 今回よりも倍率の高い顕微鏡を使用する。

## 展望

- ・横からの観察
- ・他の試料・サイズでの観察
- ・倍率の高い顕微鏡での観察

## 研究3

## 風吹く壁には塵付きたる

小澤柚希・服部美碧

### 学校の壁に付着する塵の採取

#### 動機

身近にある壁の付着塵の構成(大きさや個数)や、付着対象の場所による付着塵の構成の違いを把握したいと思い、研究を始めた。

#### 目的

- 1 身近な壁の付着塵の構成を明らかにする。
- 2 付着対象の場所による付着塵の構成の違いを明らかにする。

#### 研究方法

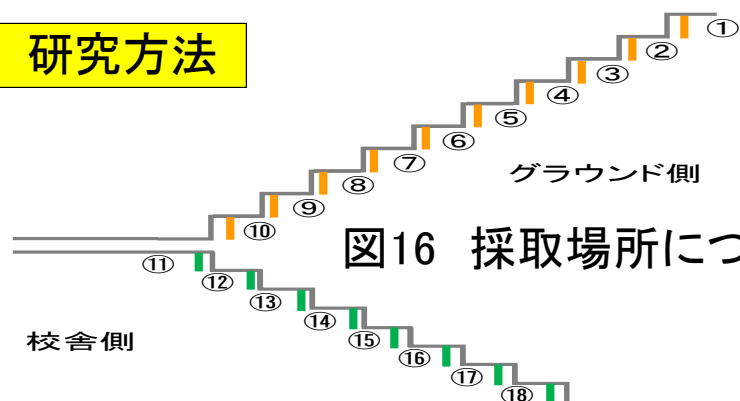


図16 採取場所について

- 1 学校の階段裏に付着している塵を採取し、観察・記録をして身近な壁に付着する塵の構成を調べる。
- 2 階段1段ごとの付着塵や、グラウンド側と校舎側の付着塵を比較し、付着対象の場所による付着塵の構成の違いを明らかにする。

#### 研究条件

**固定条件:** 採取する面積(11.75cm<sup>2</sup>)、観察する面積(0.01cm<sup>2</sup>)

観察倍率(接眼レンズ:10倍×対物レンズ4倍=40倍)

**可変条件:** 付着対象の場所(グラウンド側10段・校舎側8段 計18段)

## 仮説

- 1 風によって塵が吹き付けられて付着するため、付着対象の場所が屋外に近ければ近いほど、塵が付着すると考えられる。
- 2 壁面の近くに人工芝のグラウンドがあることから、採取した塵にはゴムチップの粒子が含まれると考えられる。

## 装置・機材・器具

- ①セロテープ(塵の採取)
- ②スライドガラス(塵の観察)
- ③自動上皿直視天秤(塵の質量測定)
- ④生物顕微鏡(塵の観察)
- ⑤マイクロメーター(塵のサイズの確認)

## 実験方法

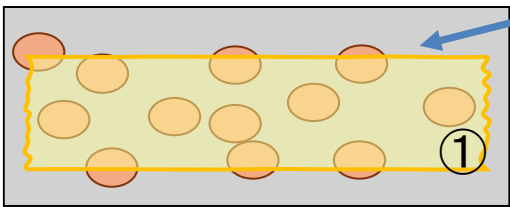
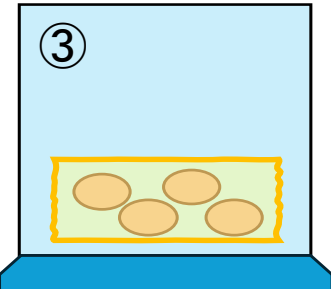
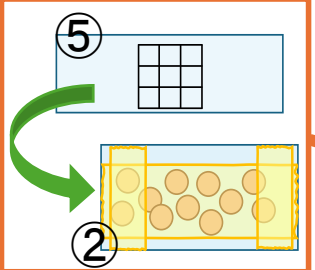

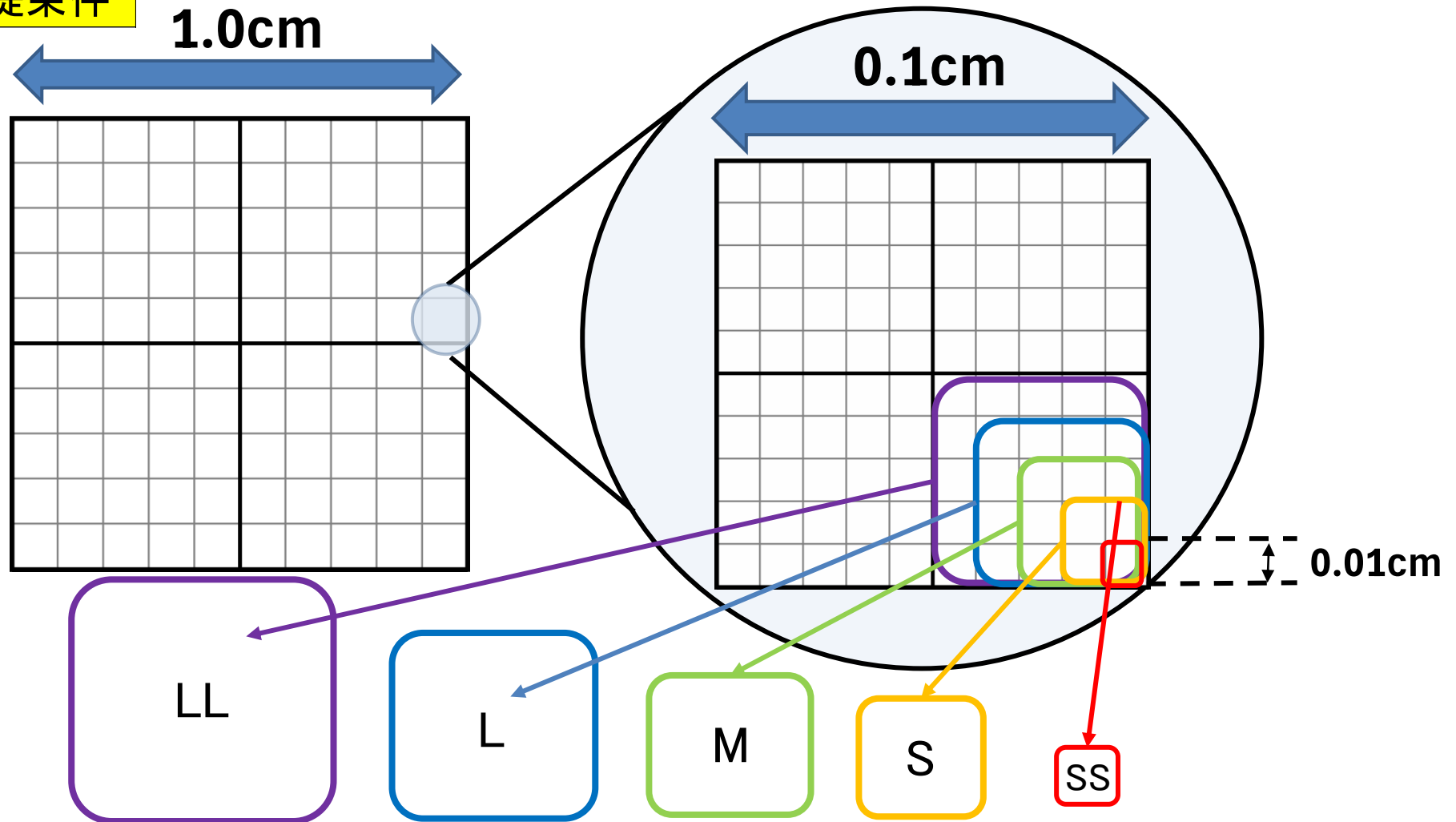
- 1 階段裏の鉄板に付着している塵をセロテープに貼り付け、採取する。  

- 2 採取した塵の質量を自動上皿直視天秤で量る。  

- 3 セロテープをスライドガラスにのせ、マイクロメーターと生物顕微鏡を用いて観察する。  

- 4 0.1cm<sup>2</sup>中の塵をスケッチし、塵の個数を大きさ(SS~Big)別に数える。  


図17 実験方法について



前提条件



セロテープで回収した塵は、マイクロメートルでSS~LL、  
それ以上をBigと定めて大きさを判定した。

## 実験手順

1. スライドガラスにセロテープ(11.75cm<sup>2</sup>)を貼る。
2. はかりで1のスライドガラスの質量をはかる。
3. 1のスライドガラスからセロテープをはがす。
4. はがしたセロテープに階段裏の塵を付着させる。
5. スライドガラスと塵を付着させたセロテープの質量を自動上皿直視天秤ではかる。
6. セロテープをスライドガラスに固定する。
7. 6のスライドガラスの上にマイクロメーターをのせる。
8. 生物顕微鏡で0.1cm<sup>2</sup>中の塵をスケッチする。
9. 0.1cm<sup>2</sup>中の塵の個数を大きさ(SS~Big)別に数える。
10. 1~9の操作を校舎側とグラウンド側の階段(計18段)の1段ごとに行う。
11. 18段分の観察記録から付着対象の場所による付着量・付着塵の構成の違いを分析する。

図18 実験手順について

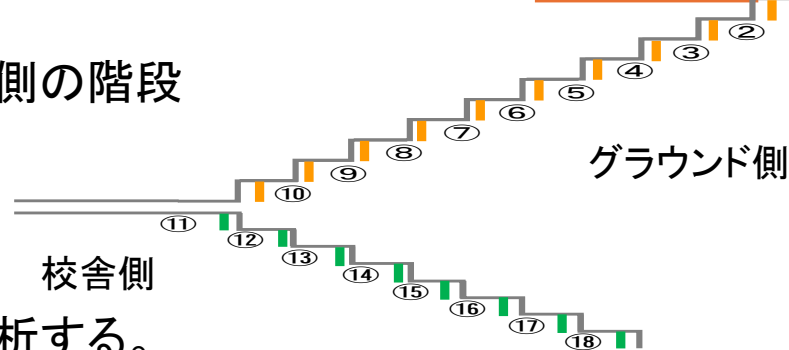
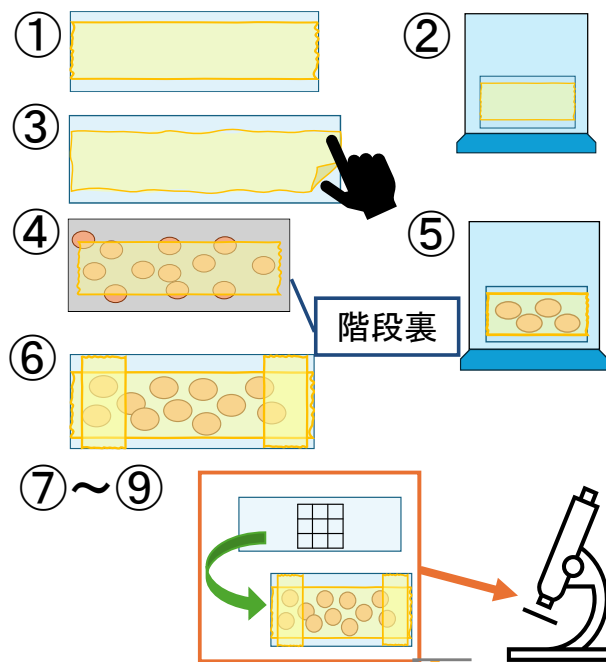
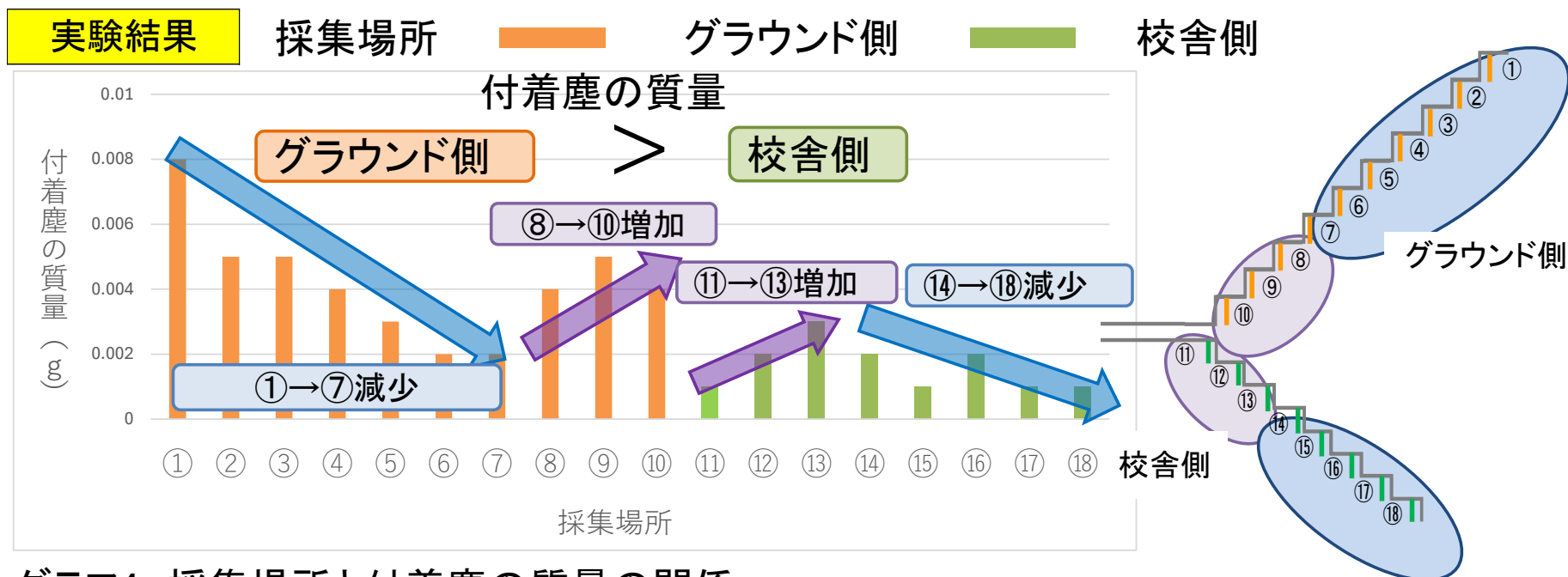


図19 採取場所について



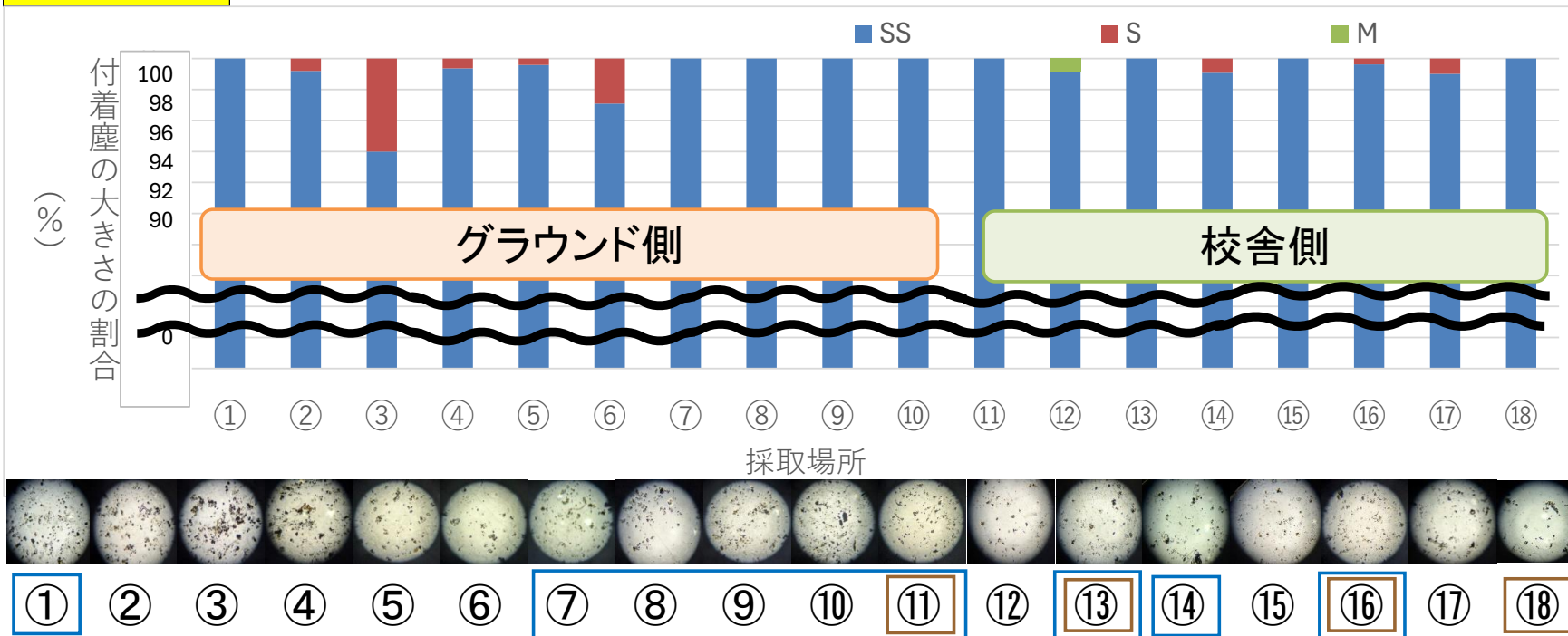
グラフ4 採集場所と付着塵の質量の関係

図20 採取場所について

- ・グラウンド側の方が校舎側よりも全体的に付着塵の質量が多い。
- 【グラウンド側を向いている階段裏について】
- ・最も外に近い①から階段中央部分の⑦にかけて付着塵の質量が減少している。
- ・階段中央部分以降、⑧から⑩にかけて付着塵の質量が増加している。
- 【校舎側を向いている階段裏について】
- ・最も校舎に近い⑪から階段中央部分の⑬にかけて付着塵の質量が増加している。
- ・階段中央部分以降、⑭から⑱にかけて付着塵の質量が減少している。

## 結果

グラフ5 採集場所と付着塵の大きさの割合



【塵の大きさについて】 写真20 塵の顕微鏡写真

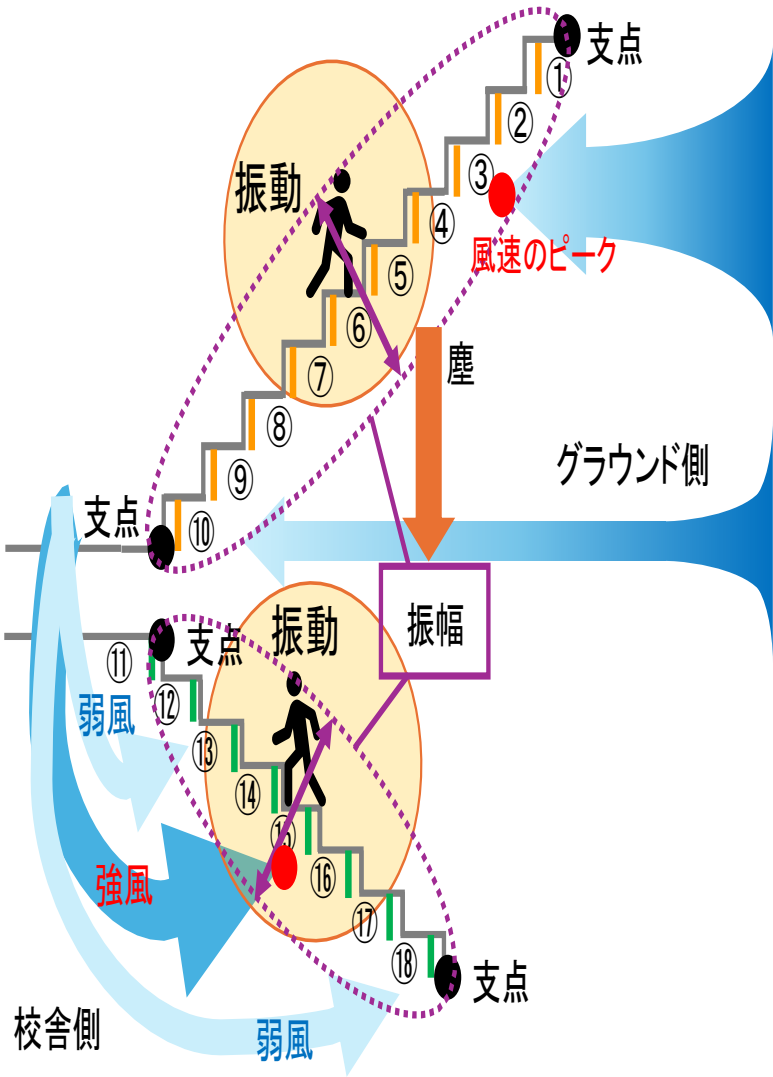
- ・全体的にSSの割合が**とても高い**。
- ・②～⑥、⑫、⑭、⑯、⑰に**SS以外の粗粒な塵**があった。

【観察結果について】

- ・全体的に黒色の粒子や透明な結晶のようなものが**多かった**。
- ・⑪、⑬、⑯、⑱に**黄土色や茶色の粒子**があった。
- ・①、⑦～⑪、⑬、⑭、⑯に**繊維状のもの**があった。

## 考察

図31 グラウンド側の付着について



## 【グラウンド側の付着について】

階段上部 ・外に近く、風が強くふきつける

→付着塵の量が**増加する。**

階段中央 1 階段の昇り降りで振動が発生。

2 生じる振動により塵が落下する。

→付着塵の量が減少する。

階段下部 1 階段中央で落下した塵が浮遊。

## 2 浮遊塵が風によって付着。

→付着塵の量が**増加する。**

### 【校舎側の付着について】

1 外から風が入る。

2 階段の踊り場の壁に風が当たって跳ね返る。

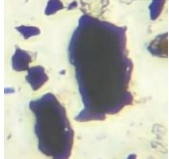
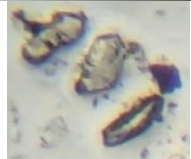

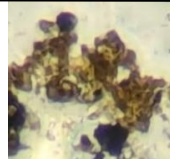
3 跳ね返った風が階段中央にぶつかる。

#### 4 階段が振動することによって落下する

塵の量より付着する塵の量が上回る。

→階段中央が付着塵の量のピークとなる。

### 図21 校舎側の付着について

表1 採取した塵と考えられるもの			
1 黒色粒子	2 透明な粒	3 繊維状のもの	4 茶色粒子
			
ゴムチップ (人工芝)	結晶化した 純物質	衣類・植物の 繊維	土の粒子

## 【塵の粒子の大きさについて】

- 1 風によって極細粒が浮遊するため、全体的に**極細粒**が付着する。
- 2 グラウンド側の階段上部、校舎側の階段中央では、風が強く吹きつけることで**粗粒な粒**も付着する。

写真21・22・23・24 採取した塵の拡大写真

## 結論

- 1 **【付着の3要素】**
  - ①吹きつける**風が強い**(**水分を多く含む**) [塵の**定着**]
  - ②**振動しない** [塵の**離脱防止**] ③**屋外**に面している [塵の**供給**]
- 2 屋外の付着塵には路面舗装物(コンクリート、ゴムチップ)や結晶化した純物質や土の粒子、衣類・植物の繊維が含まれる。

## 反省と今後の課題

・屋外の階段裏だけしか採取していない。  
→付着対象の場所が局所的であることが課題である。

## 展望

- 1 屋内に付着する付着塵の採取
- 2 階段裏以外の壁面の塵の採取
- 3 風速による付着のしやすさの調査

## 室内の壁に付着する塵の採取

## 動機

内壁に付着している塵はどのような構成(大きさや個数)をしているのか外壁と比較するため研究を行った。

## 目的

- 1 内壁に付着している塵の構成を明らかにする。
- 2 付着対象の場所による付着塵の構成の違いを明らかにする。

## 研究方法

学校の階段のうち、人通りの少ない1-2階と人通りの多い3-4階の格段の底面から垂直に200cmの高さにある壁に付着している塵をセロハンテープで貼り付け、採取する。その塵の個数を計数し、観察する。

## 研究条件

**固定条件:** 採取する高さ(底面から垂直に200cm)、観察する面積(0.01cm<sup>2</sup>)  
観察倍率(接眼レンズ:10倍×対物レンズ:4倍=40倍)  
**可変条件:** 採取する場所(1-2階、3-4階の12×2×2段 計48段)

### 仮説

- 1 人通りが多いと人とともに流れてくる塵の影響で付着塵は多く、人通りが少ないと人の流れの影響は少ないため付着塵は少なくなる。
- 2 室内は人が多く通るため、繊維や髪の毛が多くなる。
- 3 1階の階段正面にはたまに利用されるガラスドアがあるため、1-2階a部分では外からの土などの粒子が多くなる

### 実験方法

- 1 1-2階と3-4階の各段の底面から垂直に200cmの高さの部分に付着している高さの部分に付着している塵をセロハンテープで貼り付け、採取する。
- 2 採取した塵の質量を自動上皿直視天秤で量る。
- 3 セロテープをスライドガラスにのせ、マイクロメーターと生物顕微鏡を用いて観察する。
- 4 0.1cm<sup>3</sup>中の塵の個数を大きさ(SS～Big)別に数える。

### 機材・器具

- ①セロテープ(塵の採取) ②スライドガラス(塵の観察)
- ③自動上皿直視天秤(塵の質量測定) ④生物顕微鏡(塵の観察)
- ⑤マイクロメーター(塵のサイズの確認) ⑥メジャー(採取場所の高さ測定)



## 実験手順

- ① スライドガラスにセロテープを貼り、重さを量る。
- ② 1-2階、3-4階の各段(12×2×2段 計48段)から垂直に200cmの高さの壁にセロテープを貼り付け、付着している塵を採取する。
- ③ 採取した塵が付着したセロテープをスライドガラスに張り付け、質量を自動上皿直視天秤で計量し、記録する。
- ④ 計量したスライドガラスをマイクロメーターと重ね、生物顕微鏡で観察する。
- ⑤ 0.1cm<sup>2</sup>中の塵の個数を大きさ(SS~Big)別に数える。

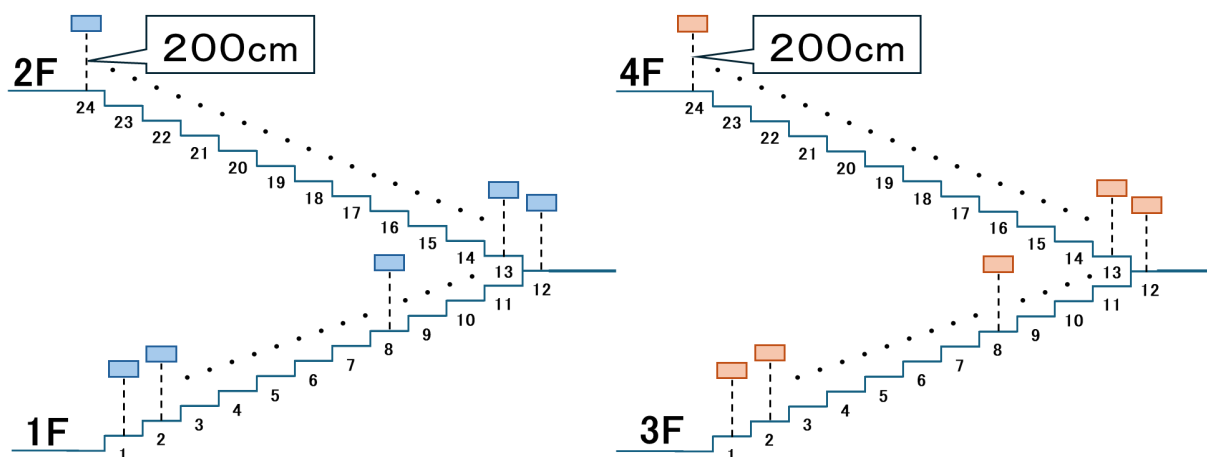
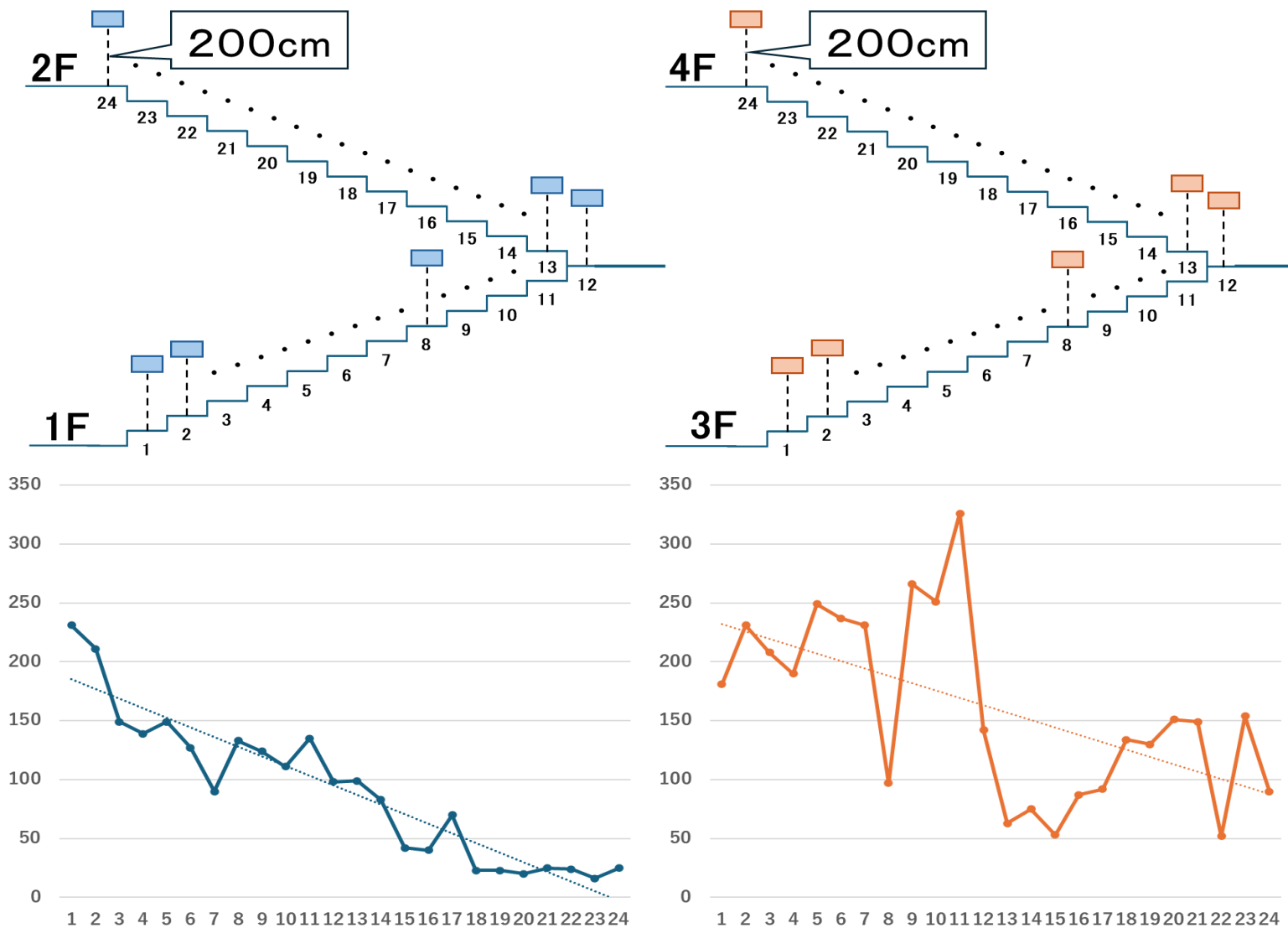


図22 採取場所について

## 研究結果

図23 採取場所と付着塵の質量の関係



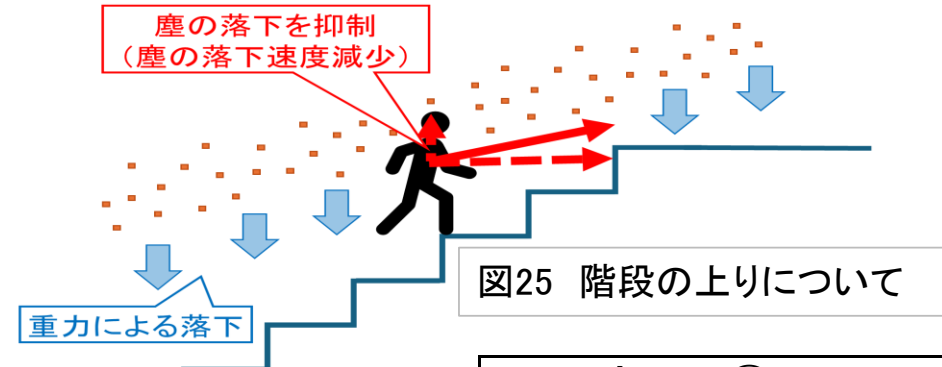
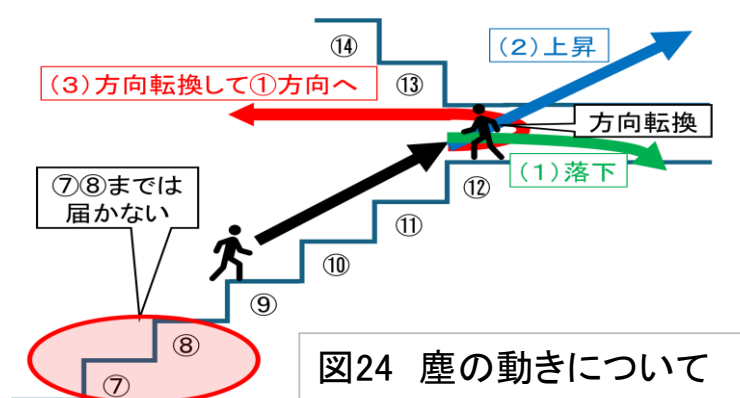
## 研究結果

- ①～⑫の方が⑬～⑭よりも全体的に付着量が増加している。
- 3-4階の方が1-2階よりも全体的に付着量が増加している。
- 1-2階、3-4階共に、⑦⑧あたりで付着量が減少している。
- 1-2階は極細粒が、3-4階は繊維や髪の毛が含まれていた。

## 考察

### 【階段の上りについて】

- ①～⑫でフロアから踊り場にかかる人の流れに乗る。  
→塵が落下することを抑制し、塵の落下速度が減少する。  
①～⑥では段々塵の供給量が減少するため、付着量が減少する。
- 人が踊り場で方向転換をし、塵は慣性の法則により、(1)落下する塵、(2)踊り場の壁方向に上昇する塵、(3)方向転換をした後、①方面に向かう塵に分かれる  
→(3)の塵は⑦⑧の採取場所には届かないが、⑨～⑫には届くため、⑨～⑫に比べて⑦⑧の付着量が減少する。



## 考察

### 【階段の下りについて】

- 1 人の流れによって上から下へ塵が移動する。  
→塵が落下することを促進している。

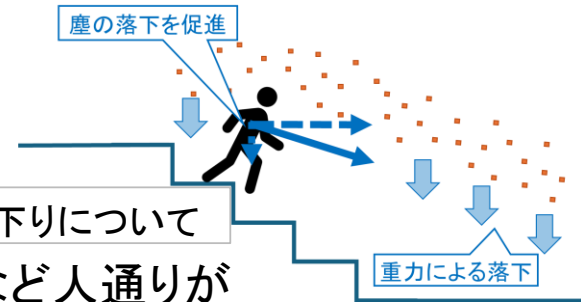
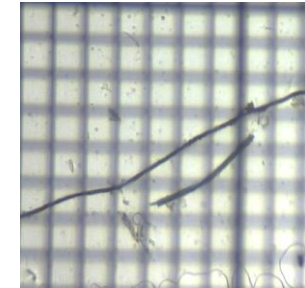
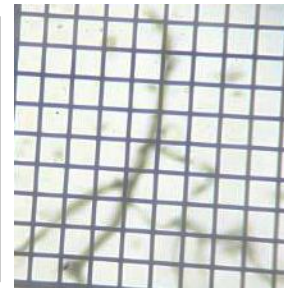


図26 階段の下りについて

- ・4階には講堂があるため、3-4階は生徒や先生など人通りが多くなり、**付着量が増加する**。
- ・1階の階段正面には外につながる扉があるため、1-2階には外から流れ込んでくる極細粒が全体的に付着する。
- ・3-4階は先述の通り4階に講堂があり、人通りが多いため、髪の毛や繊維が付着する。

写真・拡大  
繊維・2  
写・5  
真髪・  
の・  
毛・2  
の6



## 結論

- 1 塵は**人の流れ**によって移動する。  
付着を促進させるのは、階段を上る人である。
- 2 人が多く通るとき、**付着量が増加する**。
- 3 屋内の付着塵には、髪の毛や衣類の繊維などが含まれる。  
また、外から風が吹き込むことで、土の粒子も含まれる。