

# 可視化による効果的な コンタミネーション・感染防止対策

長野県環境保全研究所

小野 諭子

# 発表主旨

- 感染症や食中毒の原因となる**病原体等のほとんどは肉眼では見えない**ため、その回避にあたっては**想像力で補う必要がある。**
- 病原体の検査を行う際のコンタミネーション(検査過誤につながるような汚染)対策も同様に、肉眼では見えない微量のものが対象となるため、それらを意識しながらの繊細な作業が必要とされる。
- 今回、**肉眼では確認が困難な病原体等を可視化**することにより、コンタミネーションにつながる汚染拡大の機序を確認するとともに、初めて感染防止対策や検査に従事する方々の**想像力を補うような感染防止対策資料を作成**したので紹介する。

## ○ 検査時のコンタミネーションリスク確認

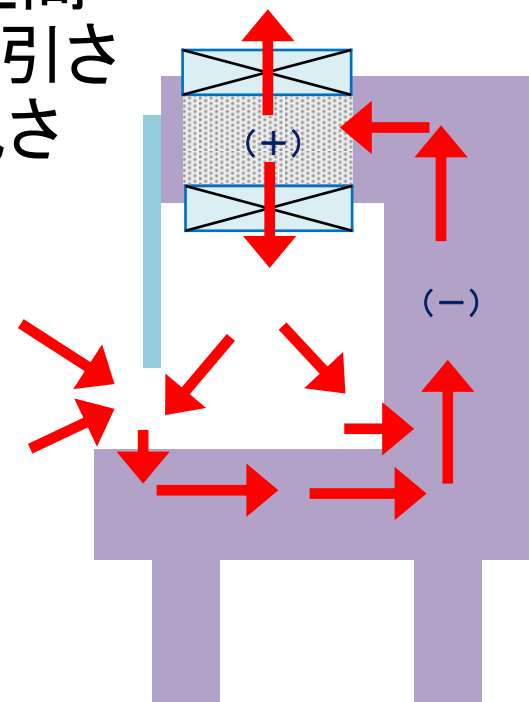
- 飛沫による汚染拡大  
安全キャビネット内の気流と飛沫拡散状況  
マイクロピペットの種類による飛沫発生 等
- 器具の取扱方法、検査者による汚染拡大  
マイクロチューブ  
無菌操作 等

## ○ 感染防護用品(使い捨て手袋)の適切な脱衣

等

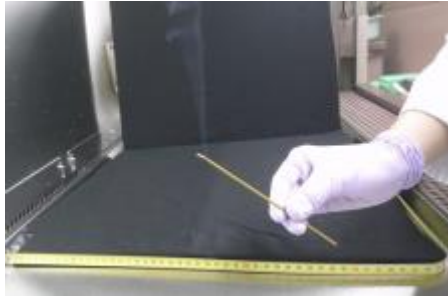
# 飛沫による汚染拡大：安全キャビネット

- 安全キャビネットは、HEPAフィルタを通した清浄な空気や、ガラス扉・エアバリアによる無菌環境の構築と封じ込めにより、病原体を取り扱う検査者の感染を防止する実験台
- Class II A以上の性能の実験台では、内部の上部から吸気HEPAフィルタを通して実験空間に流入された空気が、背面・手元下部で吸引され、HEPAフィルタを通して再流入又は排気されることで、病原体の周辺拡散を防ぐ



# ファン稼働時の安全キャビネット内の気流確認

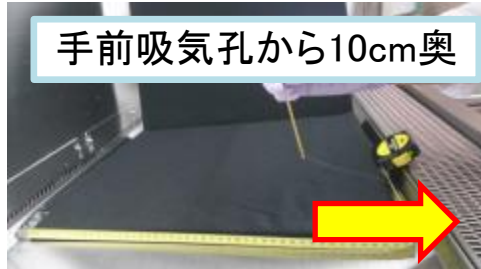
ファンOFF



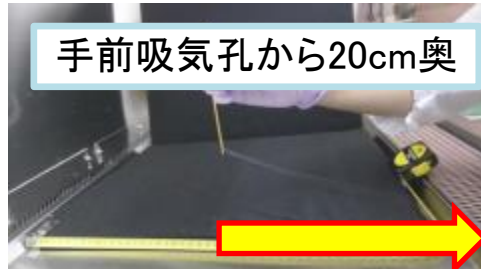
無風状態では  
線香の煙は上に

ファンON

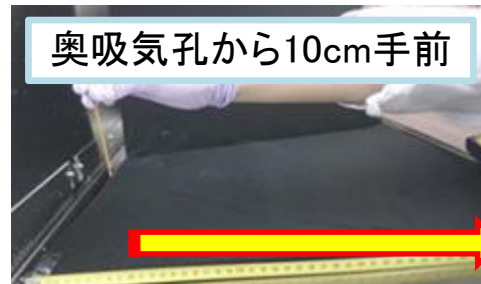
手前吸気孔から10cm奥



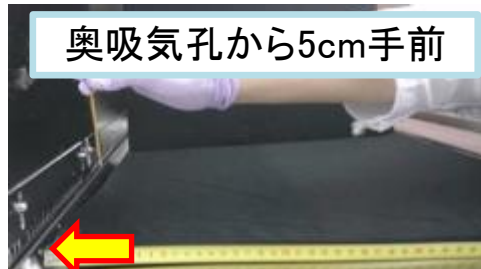
手前吸気孔から20cm奥



奥吸気孔から10cm手前



奥吸気孔から5cm手前



- ・ ファン稼働時、奥側から5cm程度までの空気は奥側に流れるものの、実験台内のほとんどの空気は手前吸気孔に向かってきた。
- ・ 実験台前にはガラス扉があり、**作業は扉から20cm程度までで行う**こととなるため、作業空間の空気はすべて手前吸気孔のある検査者側に向かってくる。



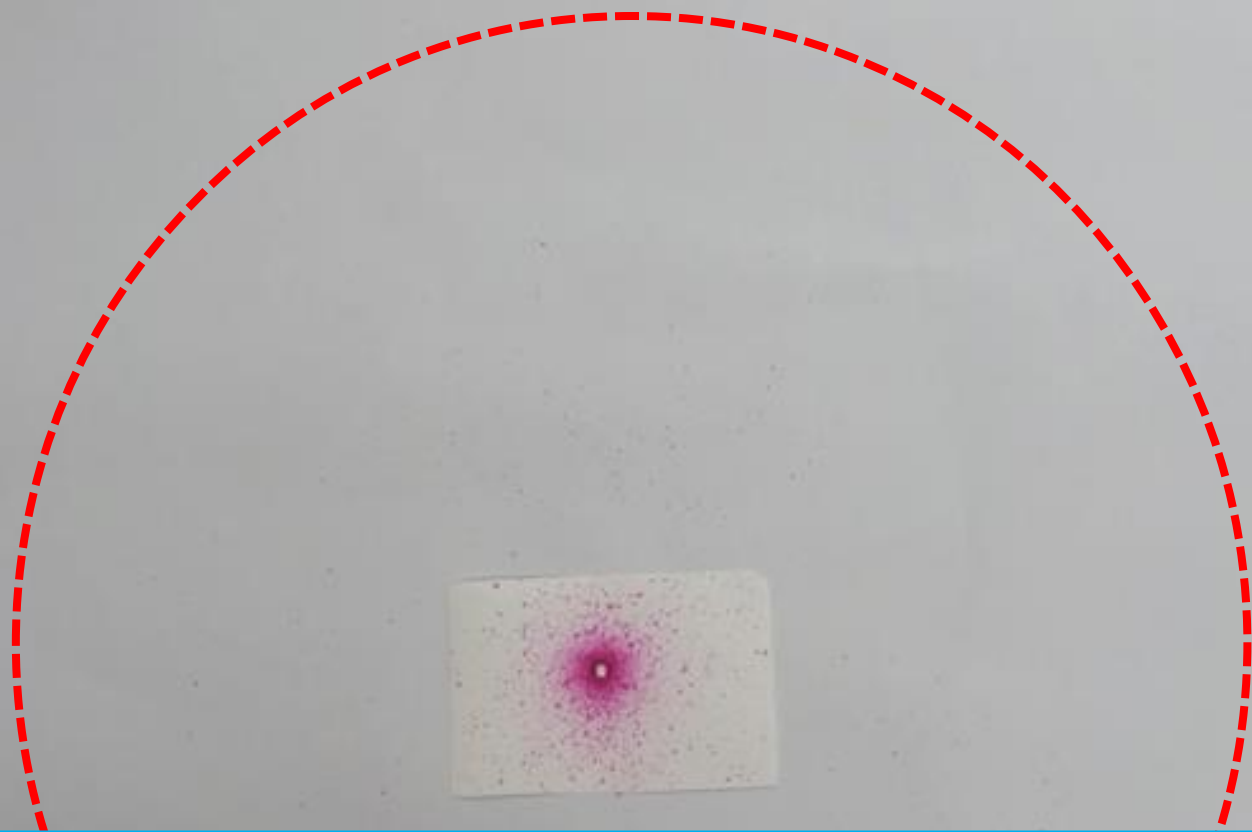
# 飛沫の飛散状況確認



## <方法>

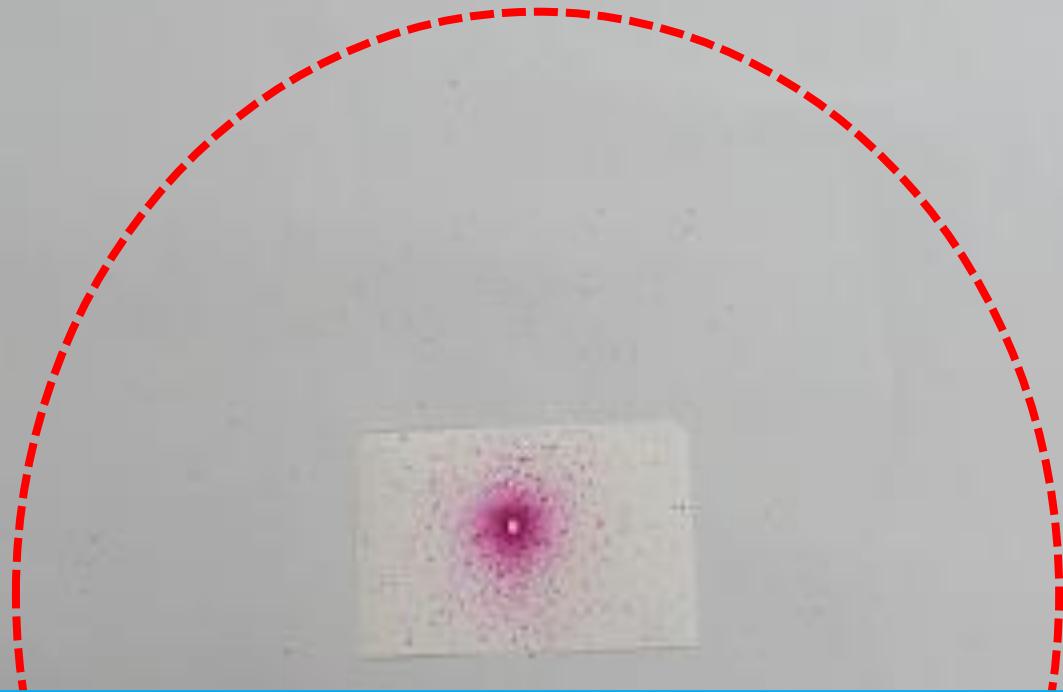
- 1 安全キャビネット内及び手前の吸気孔の前側に模造紙を貼り付ける。
- 2 200  $\mu$ Lチップでフクシン液(グラム染色液)を少量吸い上げ泡を作る。
- 3 手前吸気孔奥側10cmの位置に置いた96ウェルプレート(ろ紙を貼り付け、中心付近部分のみ穴をあけたもの)の約1cm上(実験台から約3.5cm上)で泡を1,000回作製・破裂することにより飛沫を発生させる。
- 4 ファン稼働前及び稼働開始10分後の2回実施し、飛散状況を確認。

# 飛沫拡散状況：ファンOFF



左右、奥、手前の全方向に同心円状の飛沫あり

# 飛沫拡散状況：ファンON



ファンOFFのときと比べ、左右の飛散距離は狭くなり、  
奥より手前吸気孔方向の飛沫が多かった



# ファン稼働による手前側への飛散量変化

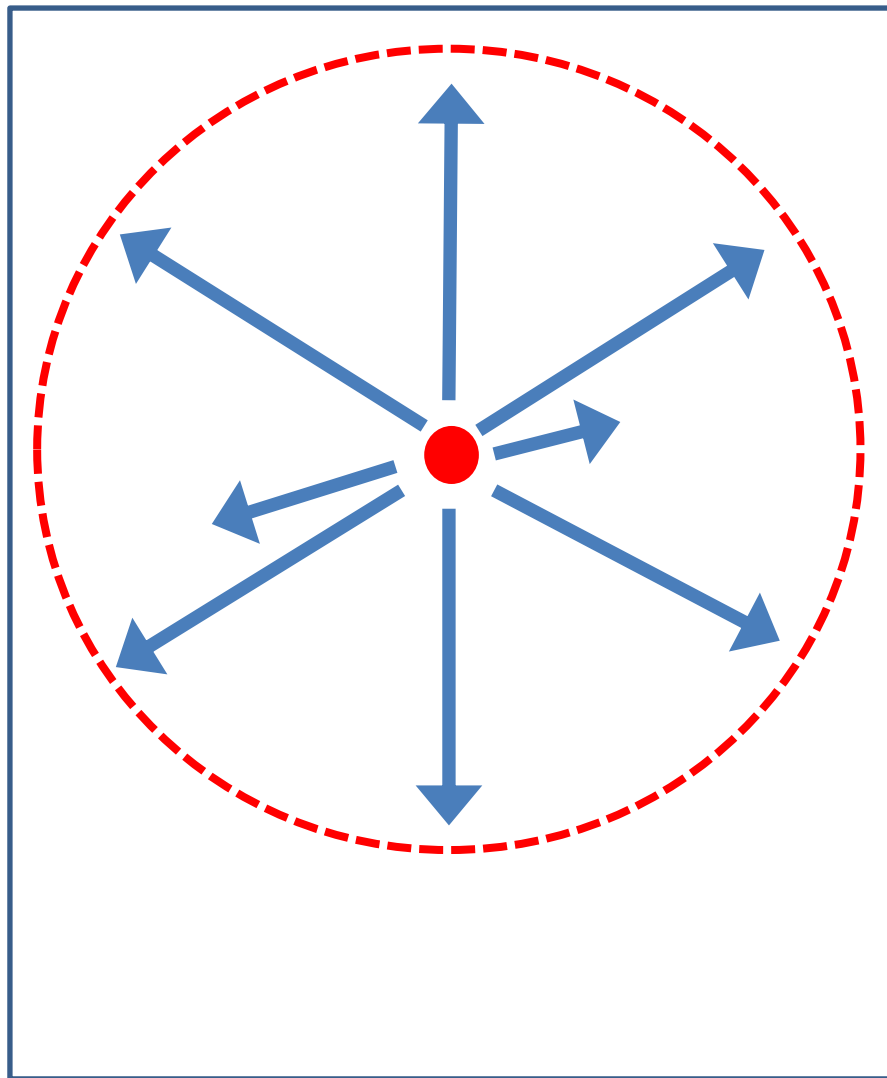
ファンOFF

ファンON

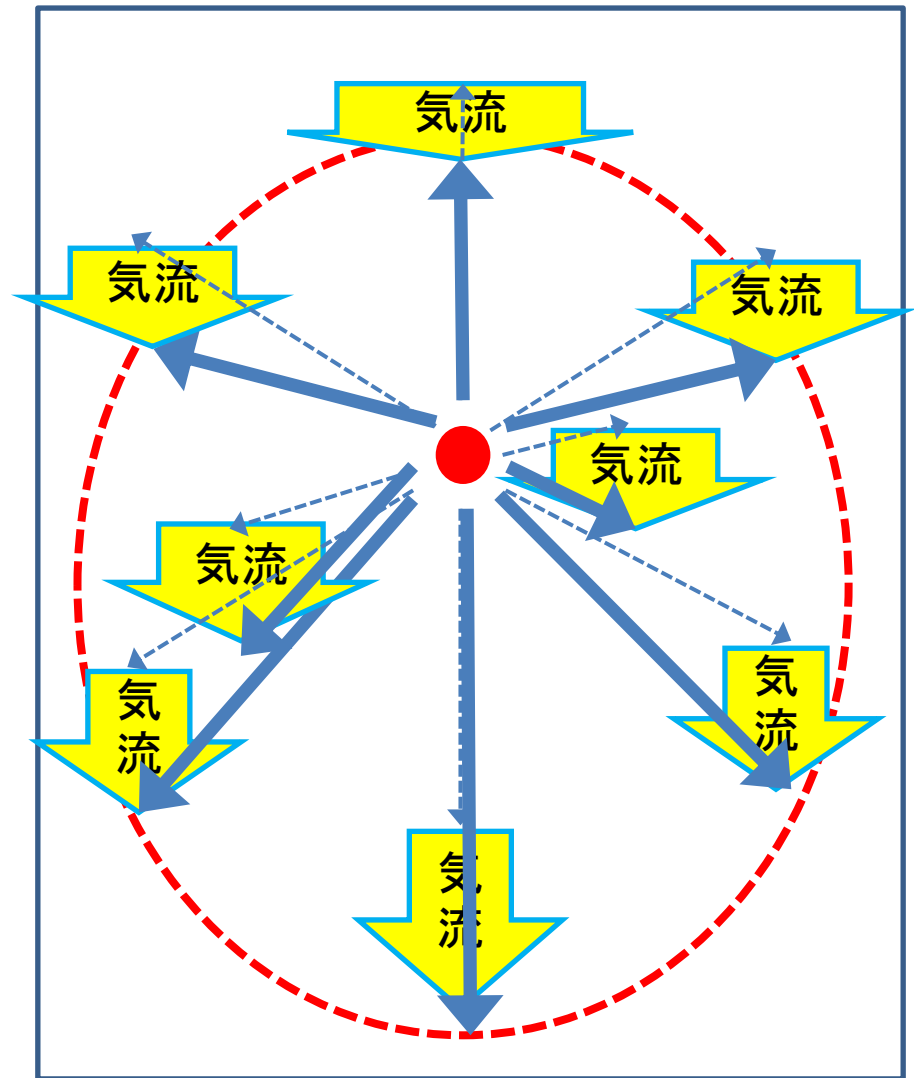


- ・実験台内に入れている前腕部分も飛沫で汚染される。
- ・ファンONの方が、検査者の前腕への飛沫曝露量が増える。

# ファン稼働有無と手前側への飛散

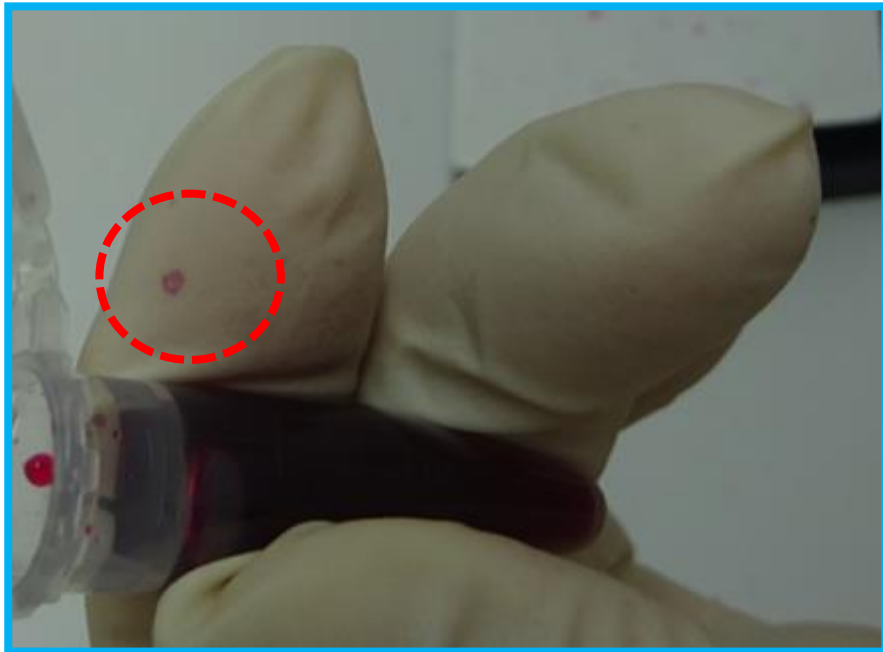


ファンOFF



ファンON

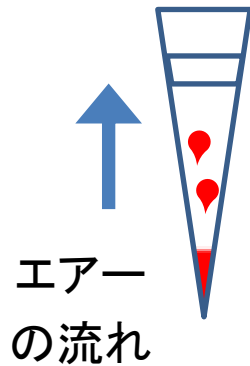
# 飛沫による汚染拡大(チューブを持つ手)



右手に持ったマイクロピ  
ペットでプレートに分注する  
際、発生した飛沫により  
チューブを持つ左手が汚染  
される。

# 飛沫による汚染拡大: マイクロピペットの種類 (チップを外す際の飛沫発生)

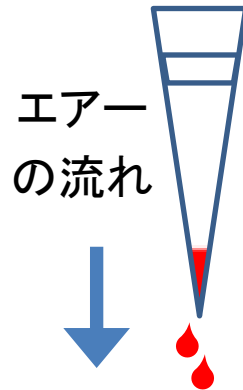
## エジェクターボタン付



エア-  
の流れ

片手で操作する場合、エジェクターボタンでチップを外す際に一度空気をチップ内に吸い込むことになるため、チップの先に残っていた液が飛沫になって本体内部を汚染する可能性がある。

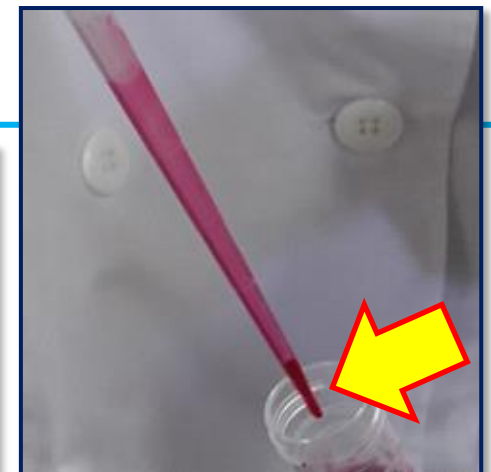
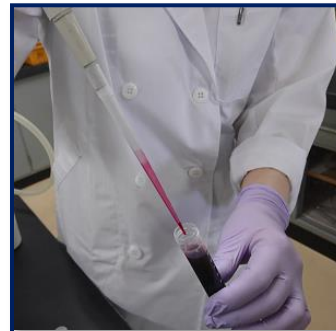
## シングルボタン



エア-  
の流れ

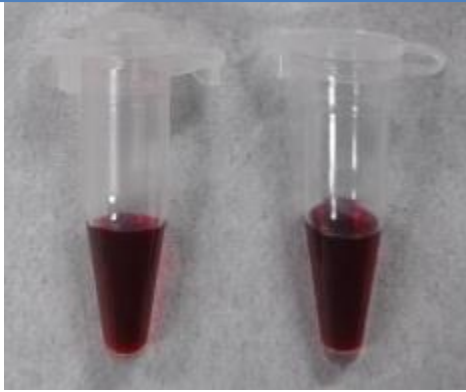
チップ内の液を吐き出した後、指を動かさずにそのまま廃棄容器にチップを捨てるのが可能だが、その際にチップの先に残っていた残液が飛沫となって排出される。

液残りしないチップが  
理想的



# 器具取扱方法による汚染拡大：マイクロチューブ

## マイクロチューブ



- ・ 通常、マイクロチューブを使用する検査の際、試薬・検体を入れてミキシング後に遠心してからフタを開けて次の操作をする。
- ・ 使用している間に、遠心機のフタに汚れが付くことがある。

## 遠心機とフタの汚れ



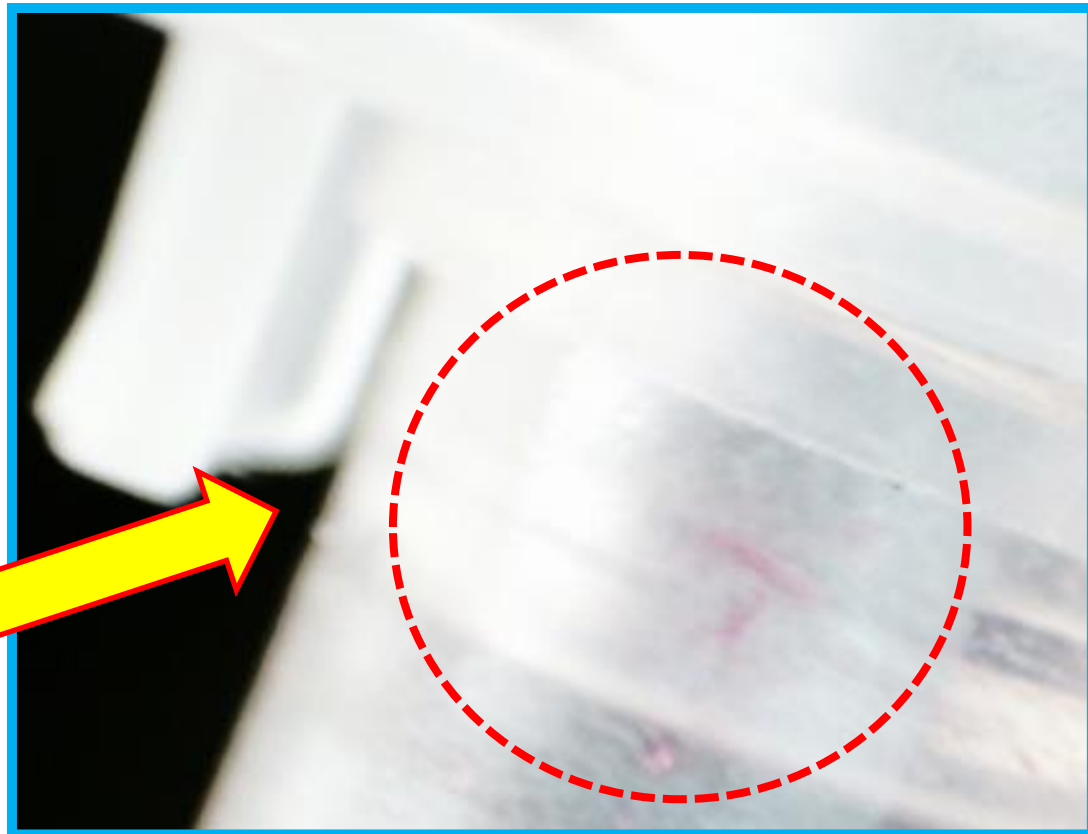
# マイクロチューブからの汚染拡大 (スピンドウンでは落ちない液体)



混和



スピンドウン



内ブタとチューブの間に毛細管現象で入り込んだ液体は、スピンドウン(1・5・10・30秒)しても落とし切れなかった。



# チューブの開閉による汚染



- ・ 内ブタとチューブの間に毛細管現象で入り込んだ液体はフタを開けた際に内ブタの下部(チューブとフタの結合部側)に集まる。
- ・ 再度フタを閉める際、内ブタがチューブの縁に当たることで、チューブとフタの隙間に入り込む。また、メーカーにより、内ブタの深さや結合部のグラつきが異なり、特に結合部がグラつくほど隙間に入るリスクが上がる。

# マイクロチューブ開閉(オープナー使用)



1.5mLフラット



1.5mLロック付



0.2mLフラット



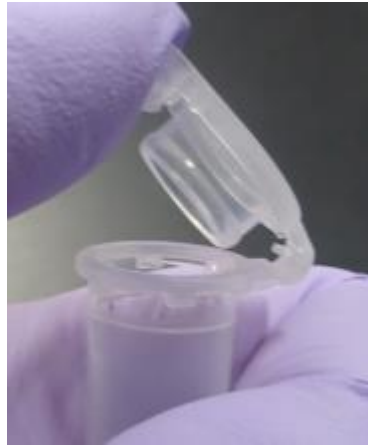
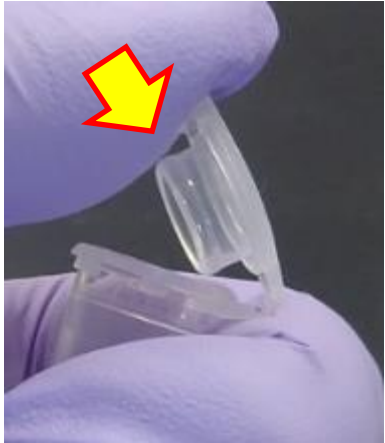
0.2mLシールド付



フタにシールドのない0.2mLチューブでは、オープナーの種類に関わらず内ボタンにオープナーが接触してしまった。

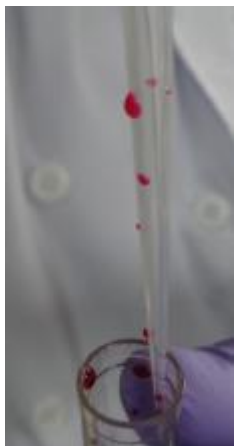


# マイクロチューブ開閉（指使用）



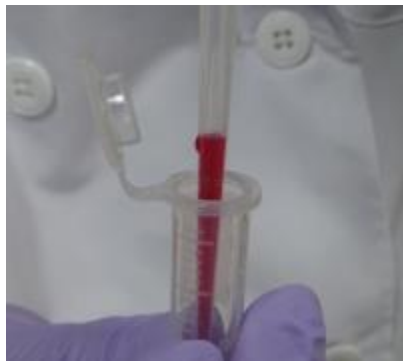
- ・フタを開ける際、ロック等がないと内ボタンに指が触れる。また、ロック等があっても、開ける角度で内ボタンに指が触れてしまう。
- ・人差し指でフタの先端部分のみを上から押すように閉めれば、内ボタンやフタとチューブの結合部分にも触れずに済む。

# チップ外側残液からのマイクロチューブ汚染

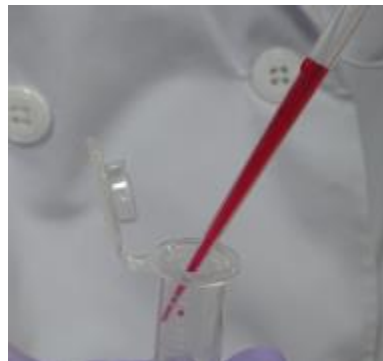


チューブに液を入れる

チップ外側には残液がある



チップを立てれば汚染しない



チップを寝かせても、チューブの口に付けず、先を内部に入れるなら大丈夫

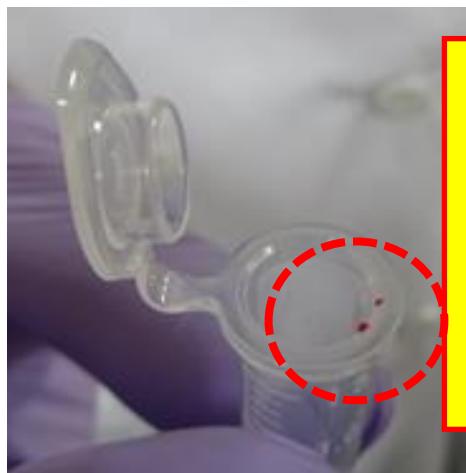


チップを寝かせてチューブの口に付けると汚染



フタを開ける角度によって、チップを入れる角度も決まる

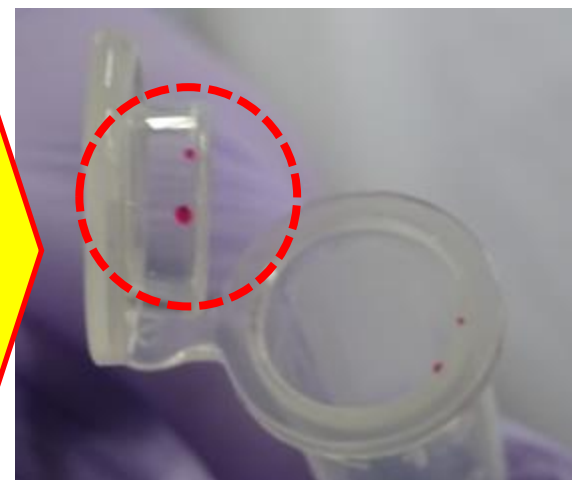
# チップによるチューブの口汚染で、 周辺への汚染拡大の可能性が高まる



フタを閉める



フタを開ける

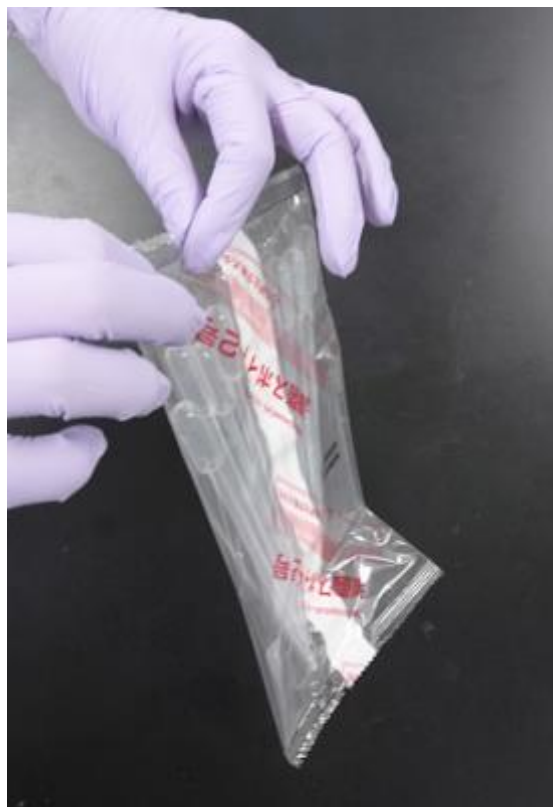


チップを寝かせたことで  
チューブの口に液付着

フタをしたことで液の  
付着範囲が広がる

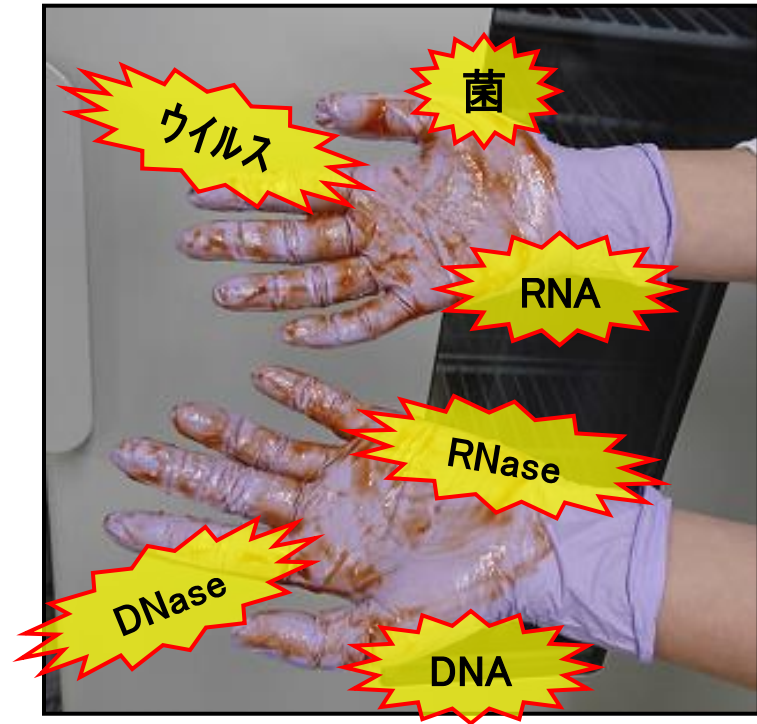
内ブタに液付着  
フタの開閉時に指が触  
れると周辺への汚染拡  
大の可能性が高まる

# 器具取扱方法による汚染拡大：無菌操作



何も考えずに取り出す場合

# 作業時の手袋の汚れ(DNase、RNase、 コンタミ原因病原体・DNA・RNA等)を可視化



- 手袋の着用時、その後の操作中に、手袋には検査の妨害やコンタミネーションにつながるものが付着する。
- ケチャップを使って、手袋に着用した検査過誤につながるそれらのものをイメージできるようにする。



# 汚れを可視化後に滅菌器具・器材を取扱う

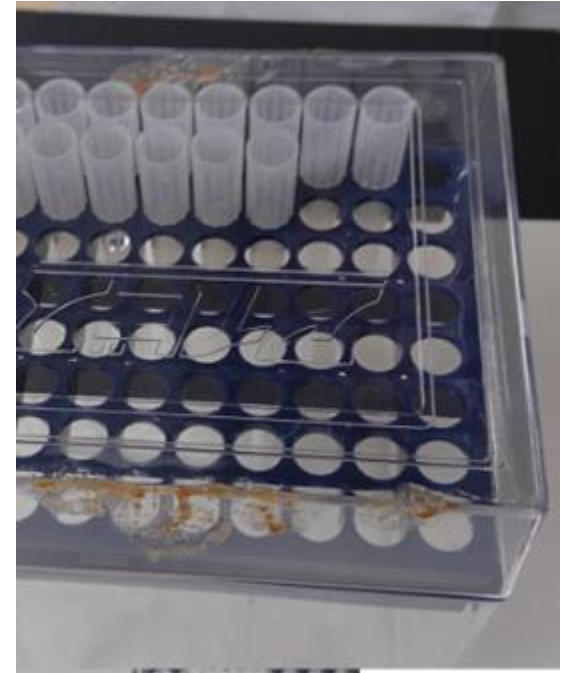


複数の器材が入る容器に手を入れて取り出すと、袋の開口部や残りの器材も汚染してしまう。



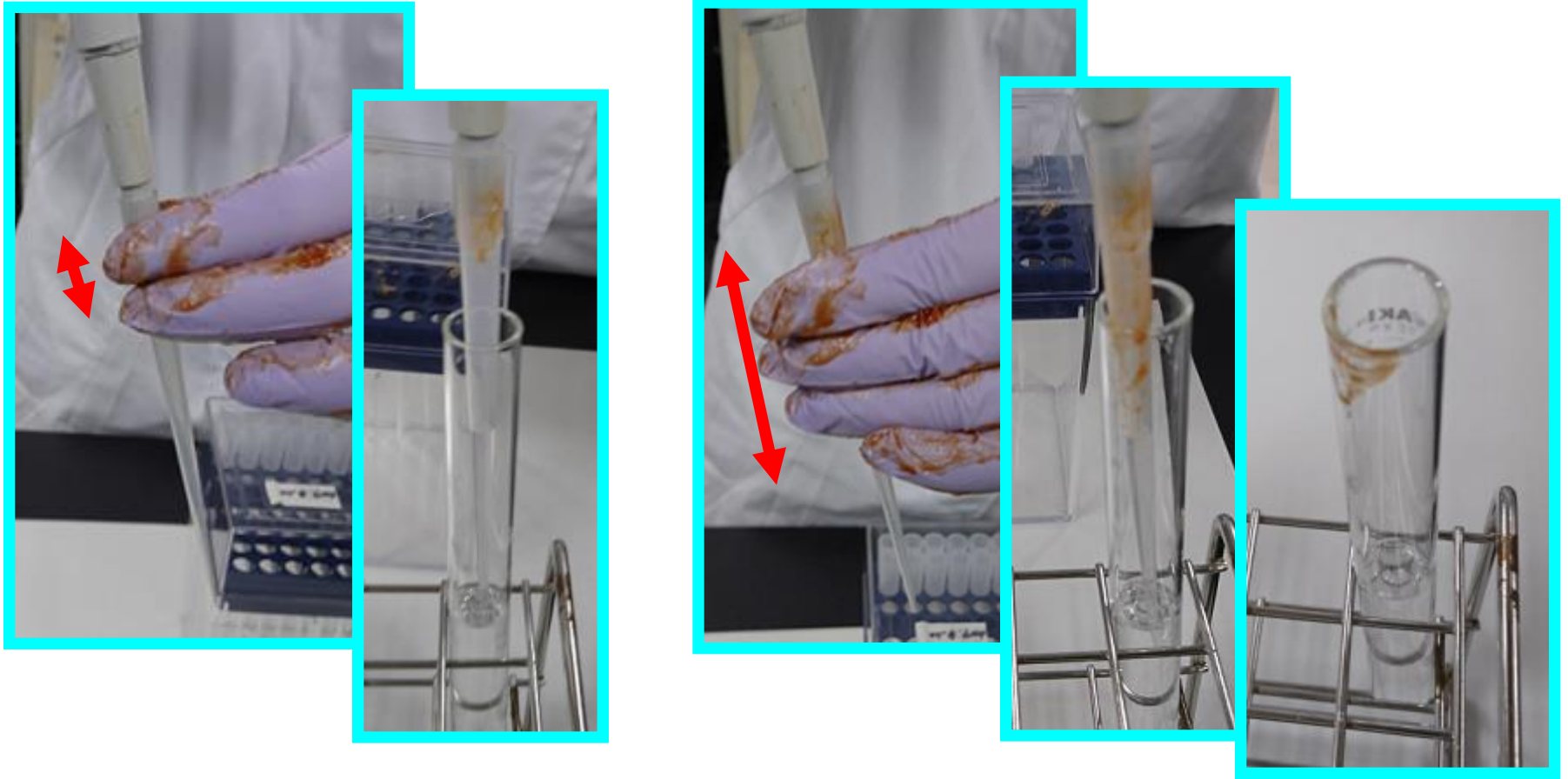
必要分を押し出すなどして取れば、中に残っている器材も綺麗な状態を保てる。

# 手が触れた部分はすべて汚れる



- 手が触れた部分は、検査過誤の元となるものが付着している可能性がある。

# チップを付け直すときに汚染



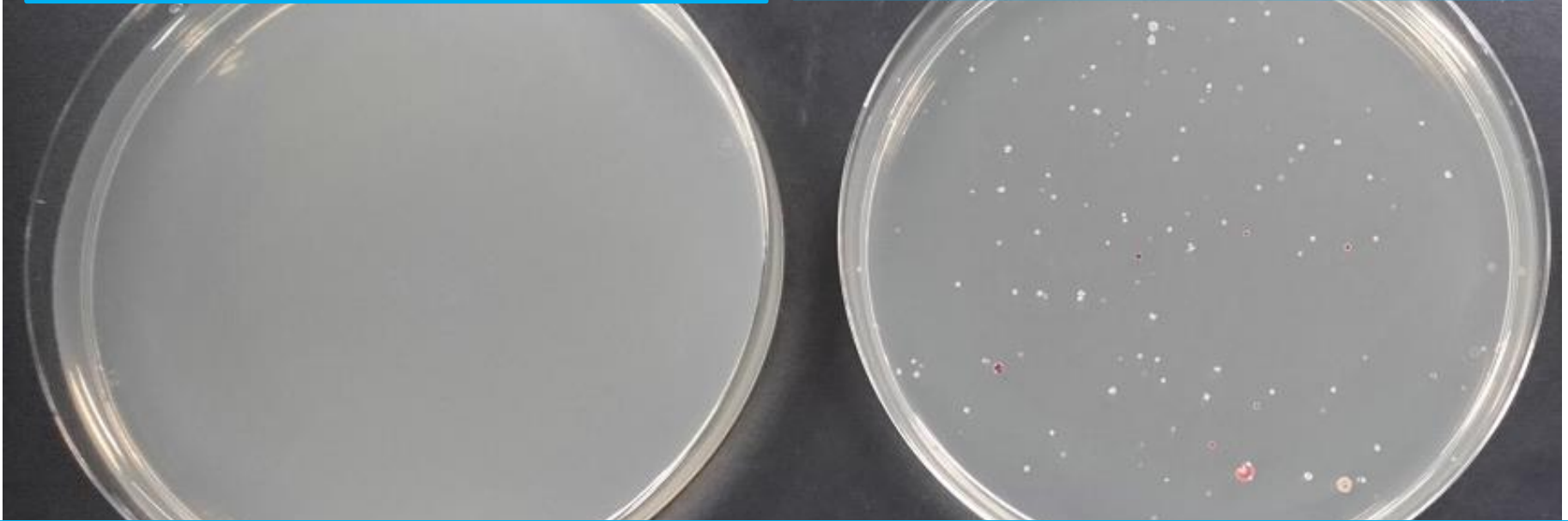
- チップをはめる際、手で付け直すとチップを汚染する。
- チップに触れる範囲が広ければ広いほど、コンタミネーション等のリスクが上昇する。



# 無菌操作：検査者からのコンタミネーション

サージカルマスク着用 あり

サージカルマスク着用 なし



口元から約30cmの位置に標準寒天培地 (TTC 0.05g/L 加) を置いて  
咳払いを50回したあと 36°C × 48時間培養

細菌培養検査や遺伝子検査などの際、会話・咳払いが原因で検査者の口腔内細菌やDNaseなどにより検体等が汚染され、検査結果に影響が出る恐れがある。

(TTC: 塩化2,3,5-トリフェニルテトラゾリウム)

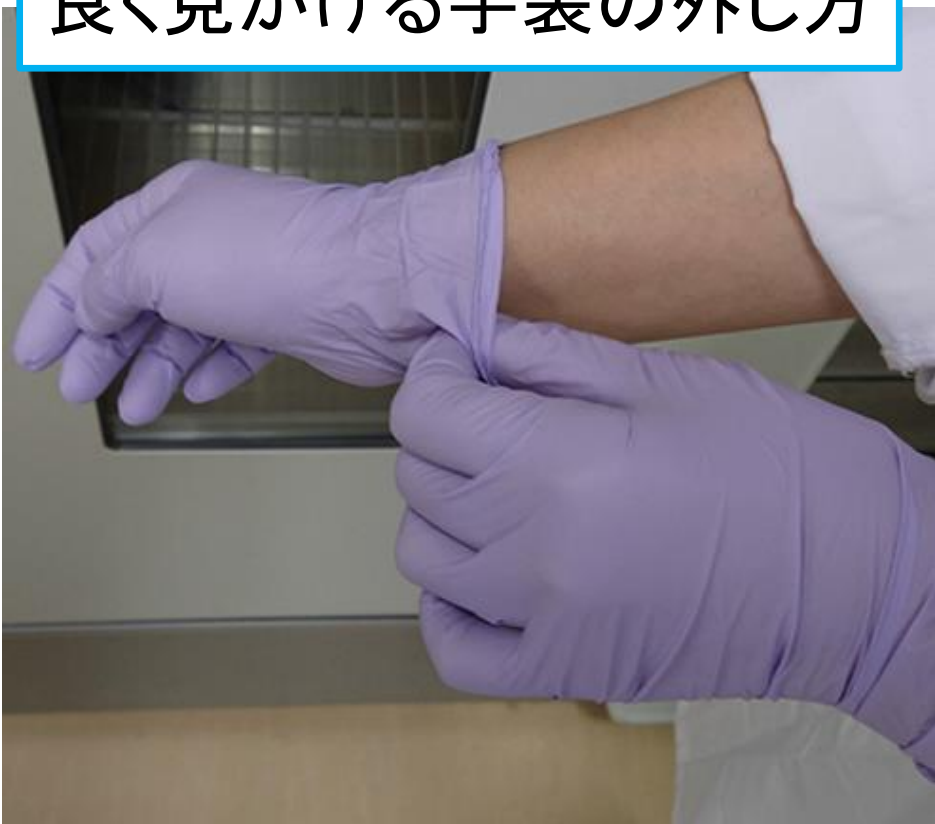
# 感染防護用品(使い捨て手袋)の適切な脱衣等 (作業後の手袋の汚れ・病原体を可視化)



- 最初に手のおいをかぐ。
- 手袋着用後、ケチャップを使って、作業後の汚れをイメージできるようにする。

# 汚れが見えるようにした後で手袋を外す

良く見かける手袋の外し方



可視化後



手袋に指を入れて外すのを  
躊躇するのでは？

これが経皮感染を起こす感染症患者検体だったら・・・

# 安全な手袋の外し方(外した手袋の内側を使う)



- 片側の手袋をつまんで、裏返しながら外す。
- 手袋の手首付近が病原体に汚染されている可能性もあるため、外した手袋(内側面)を使ってもう片方の手袋を外す。
- 手からケチャップのにおいがするようなら適切に外せていない。



# 見えない汚れを、見えるようにする



↑ 手の汚れは、ポンプの上やカランに付いたまま。

# 手洗いの方法





カランも洗う



カランも流す



ペーパータオルで手を拭く  
(水は流したまま)



ペーパータオルで水を止める



終了

手洗い石けんのポンプの上  
は汚れたまま  
(前に使った人の汚れがつい  
ている。)

前の人  
が洗って  
いなか  
れば、  
カラン  
にも汚  
れが付  
いてい  
る。



適当に水洗い



石けんで念入りに



水で適当に洗った手も、石けんを使用して念入りに洗った手も、肉眼では汚れが落ちたように見えるのに、実は・・・



# 「タオル共有をやめよう」というより、見せる

水で適当に手を洗った人が  
使ったタオル



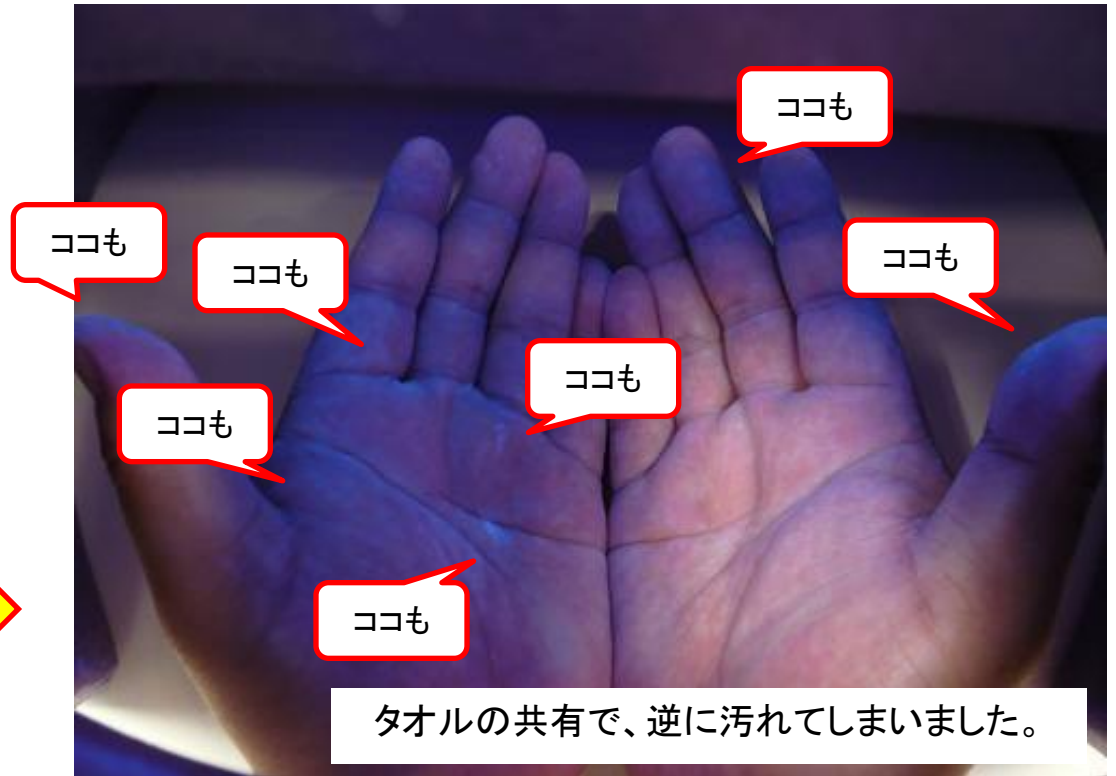
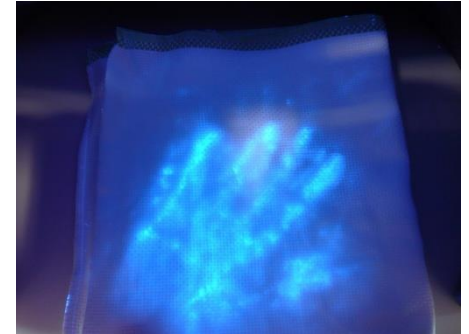
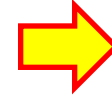
目に見えない汚れがたっぷり  
付着



次にそのタオルを使用した人  
の手に汚れが付着



もしも、これがノロウイルス  
だったら・・・

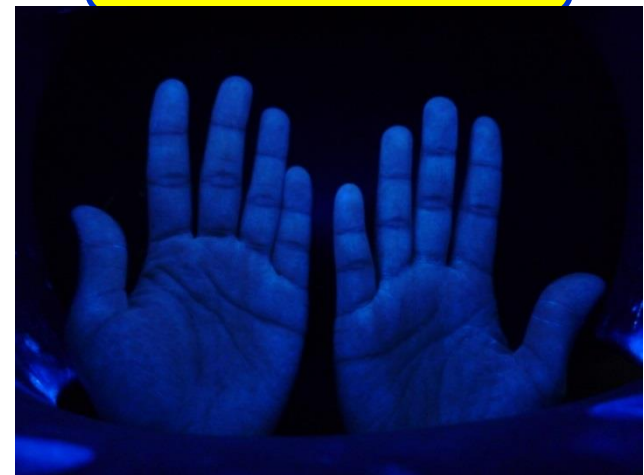


# 「液体泡石けんをそのまま擦り込み」と 「水をつけて泡立てて使用」



水なしで擦り込み

水をつけて泡立て



同じように液体泡石けんを使用しても、水なしだとすぐに泡が消えてしまい、汚れを落とす効果が減ってしまう。

# 考察・まとめ

- ・ 可視化することにより、普段から使用している機器・器材等も、その特性や取扱いによっては、周辺汚染させる可能性があることが確認できるとともに、意識することで、検査や感染防止対策の際に、よりリスクの少ない行動につながられると考えられた。
- ・ 肉眼では確認できない病原体等の対策には、色付きの液体や、デジカメ撮影画像の拡大などが有効であった。