

表 溶接作業記録

14:09	作業開始
14:13 頃	30 秒くらい休止
14:14 - 16	作業休止
14:16	少し発生
14:17	発生再開
14:24	1 分くらい休止
14:25	発生再開
14:28	休憩
14:42	発生再開
14:47	15 秒くらい休止
14:50	作業終了

作業は囲い式フード内の作業台で鉄板に溶接を行う模擬作業。作業者は 1 名途中で作業場全体の休憩が入り、停止、フードも停止した。

2016/11/02

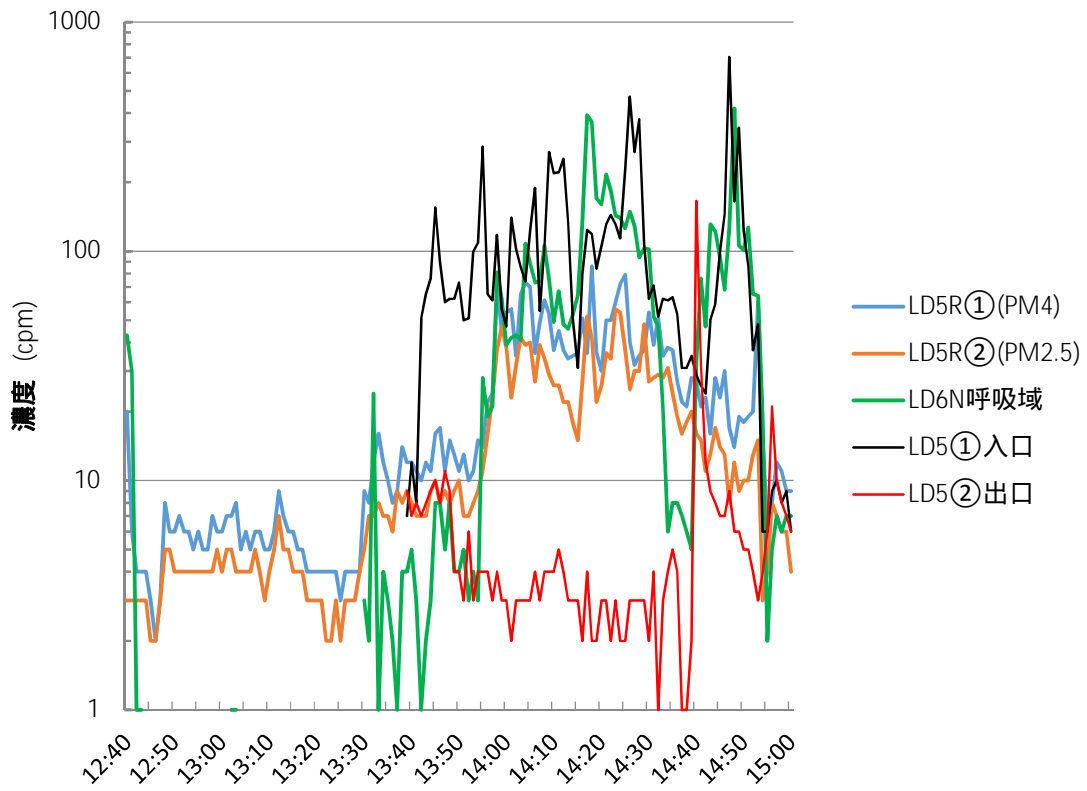


図3 - 19 全ての粉じん計の測定結果 (cpm表示)

大学から粉じん計の計測を開始、現場到着は13:30ごろ、すべて終了までデータ記録。

LD-5R , LD-6N : 作業環境を測定。

LD-5 , : 除じん装置の入口・出口に設置。

2016/11/02

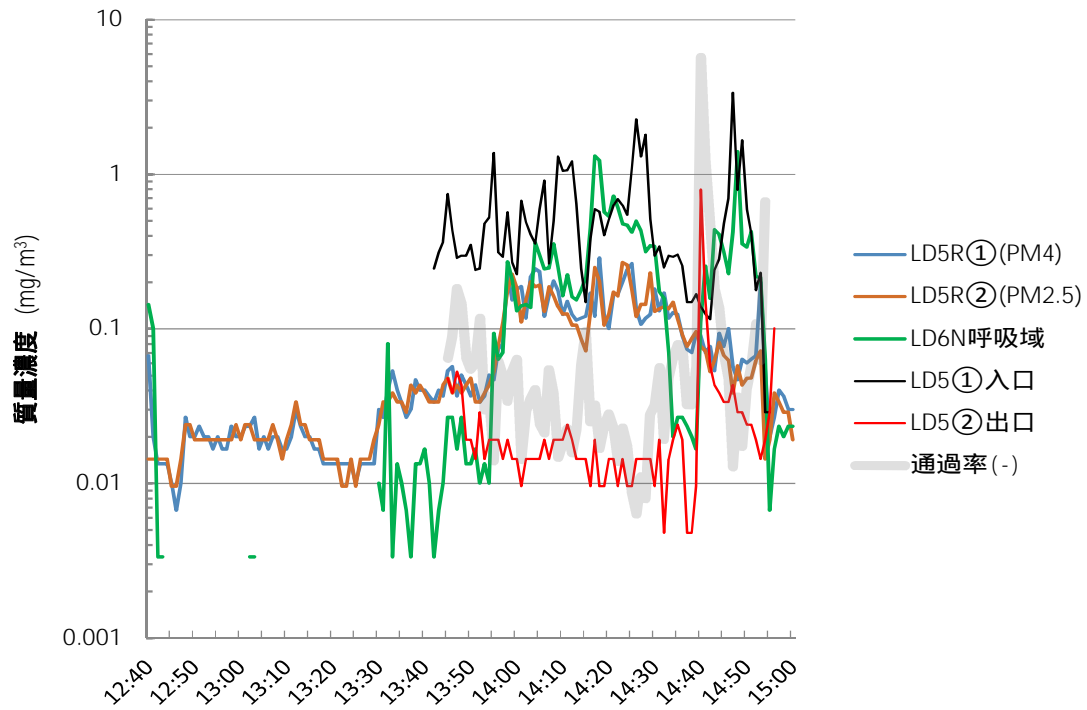


図3 - 20 全ての粉じん濃度測定結果

大学から計測を開始、現場到着は13:30ごろ

HV 質量濃度 (吸入性粉じん) 0.155 mg/m^3 (14:09-14:29, 空気量 5.0m^3)

LD-5, LD-6N 質量濃度変換係数 K 値 $0.0034 \text{ mg/m}^3/\text{cpm}$

LD-5, LD-5R PM2.5 サイクロン付 K 値 $0.0048 \text{ mg/m}^3/\text{cpm}$

除じん装置前後の濃度比、通過率 (-)

2016/11/02

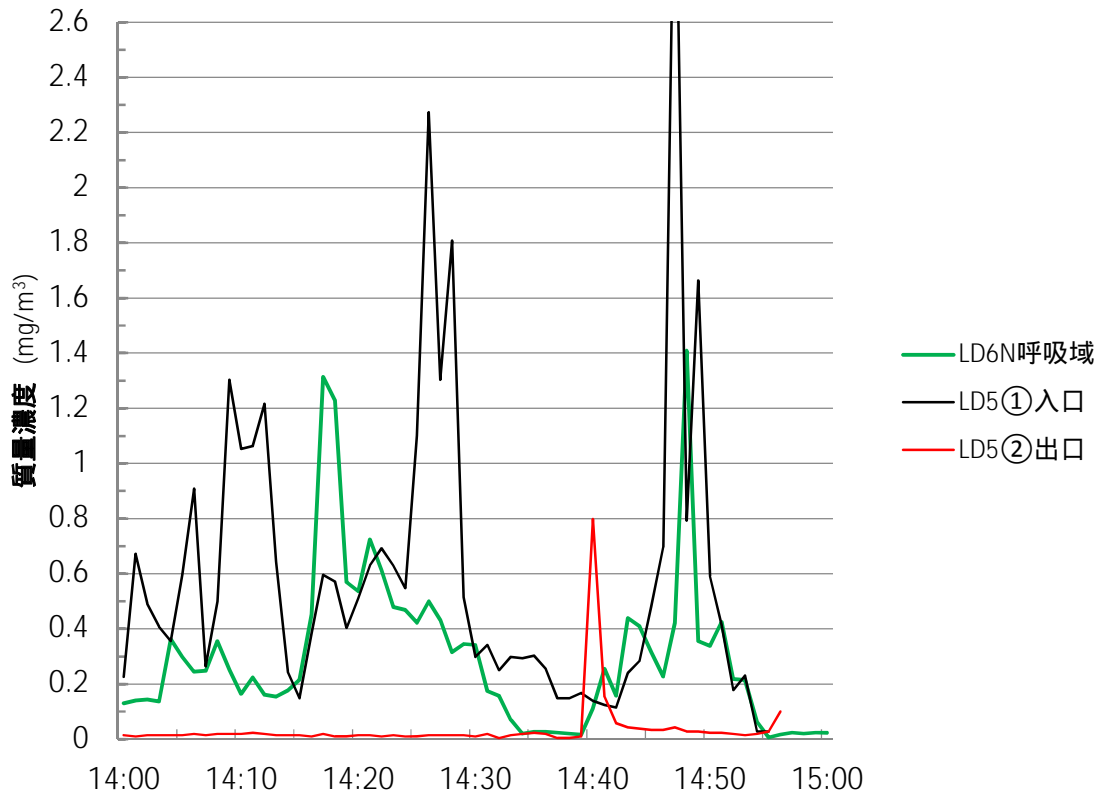


図3 - 2 1 除じん装置入口と出口での粉じん濃度及び作業者呼吸域での濃度
除じん装置入口と作業者呼吸域での濃度は同様の傾向があったが、一致しない時間もある。
除じん装置にはほかのフードからも気流が入り混ざっているためと思われる。
ほかのフードでの作業はサンダー掛けなど溶接ではない。
休憩時間のため除じん装置の電源の切れた時間は不明だが 14:30 分ごろと思われる。
14:40 における出口濃度の一時増加は除じん装置の電源を入れたためと思われる。これで出口濃度が正しく測定されていることがわかる。

2016/11/02

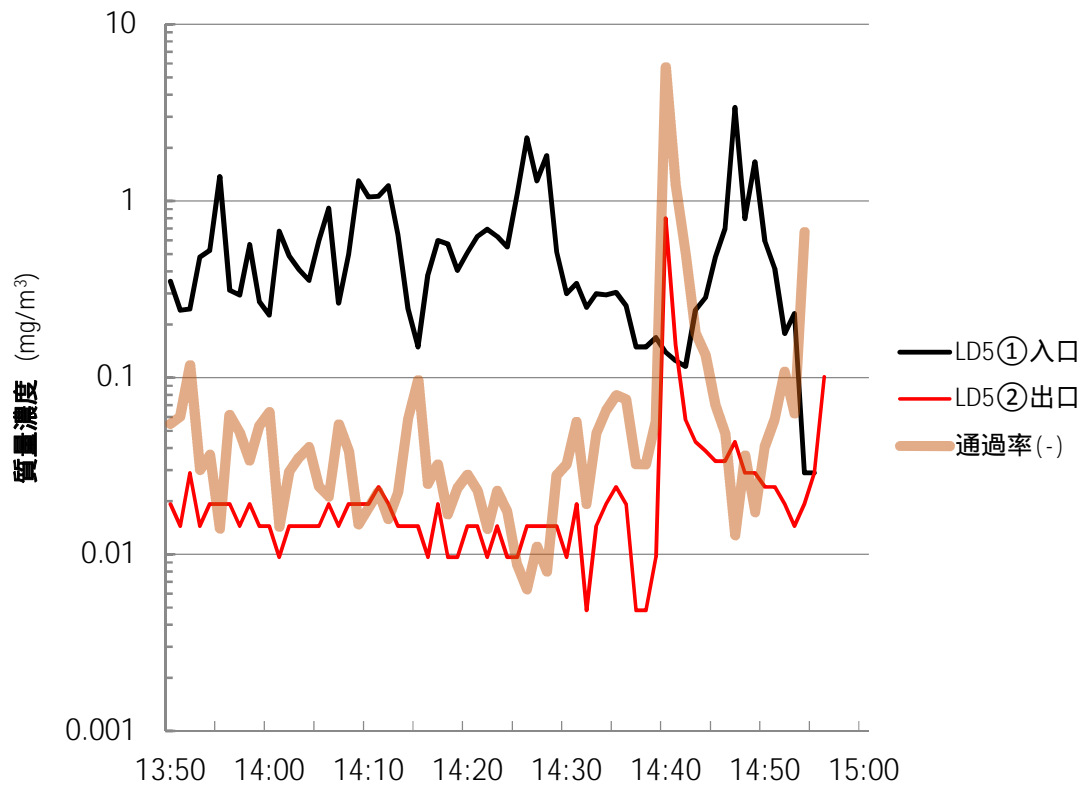


図3 - 2 2 除じん装置入口と出口での粉じん濃度及びその比（通過率）

14:40の出口濃度の瞬間の増加は除じん装置の電源を再起動したためと思われる。

電源の切れた時間は不明だが14:30分ごろと思われる。

13:50～14:25までの除じん装置の粉じん平均通過率は3.6%で良好であった。

2016/11/02

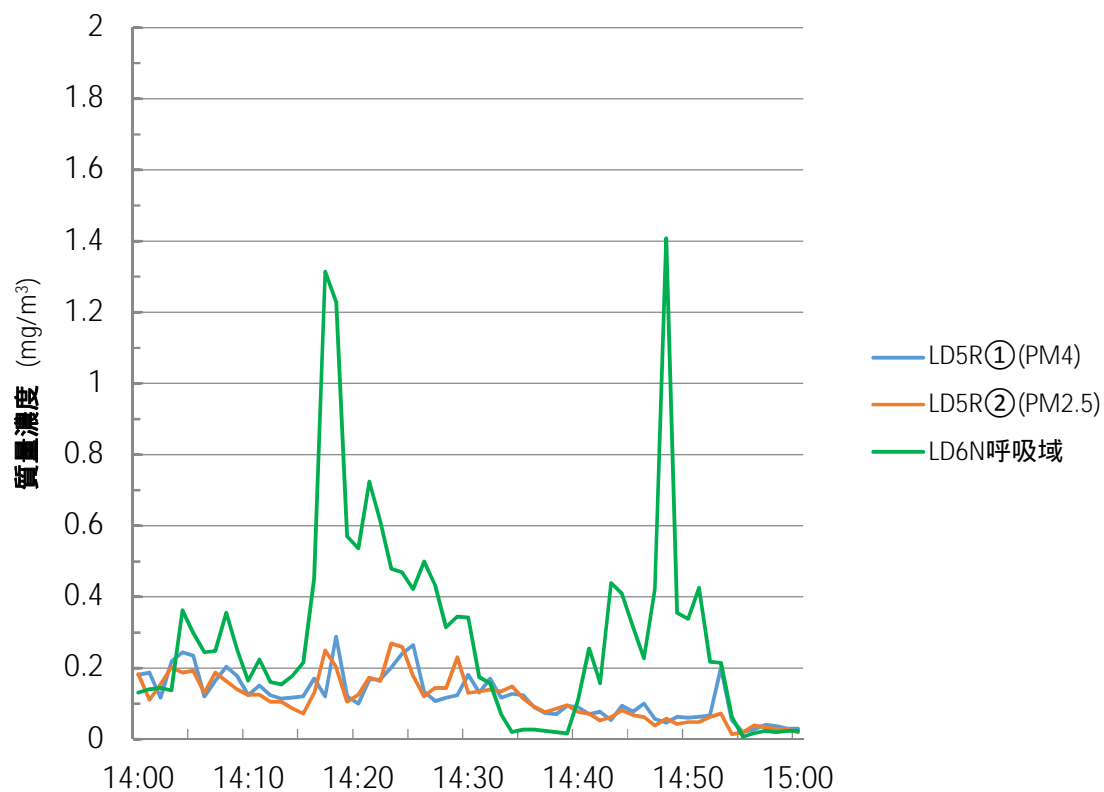
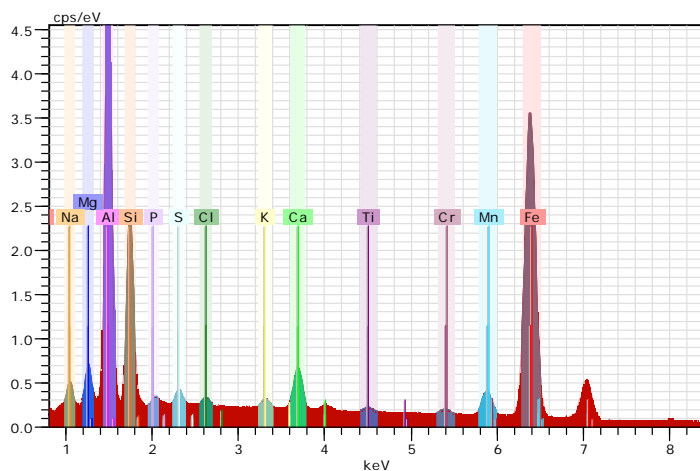


図3 - 2 3 溶接作業における作業者呼吸域と作業者後での粉じん濃度
LD-5R に PM2.5 サイクロンを付けたものと付けないもので、K 値を用いて質量濃度に変換した場合には違いはほとんどない。

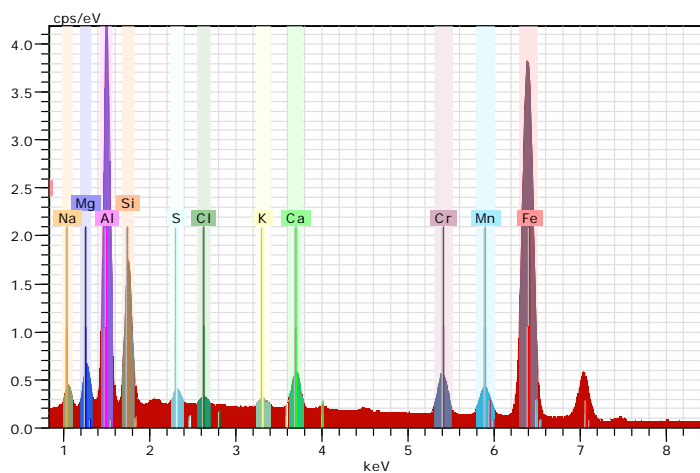
図3 - 24 集じんろ布に捕集されていた粒子の観察
溶接ヒュームを主とした粒子



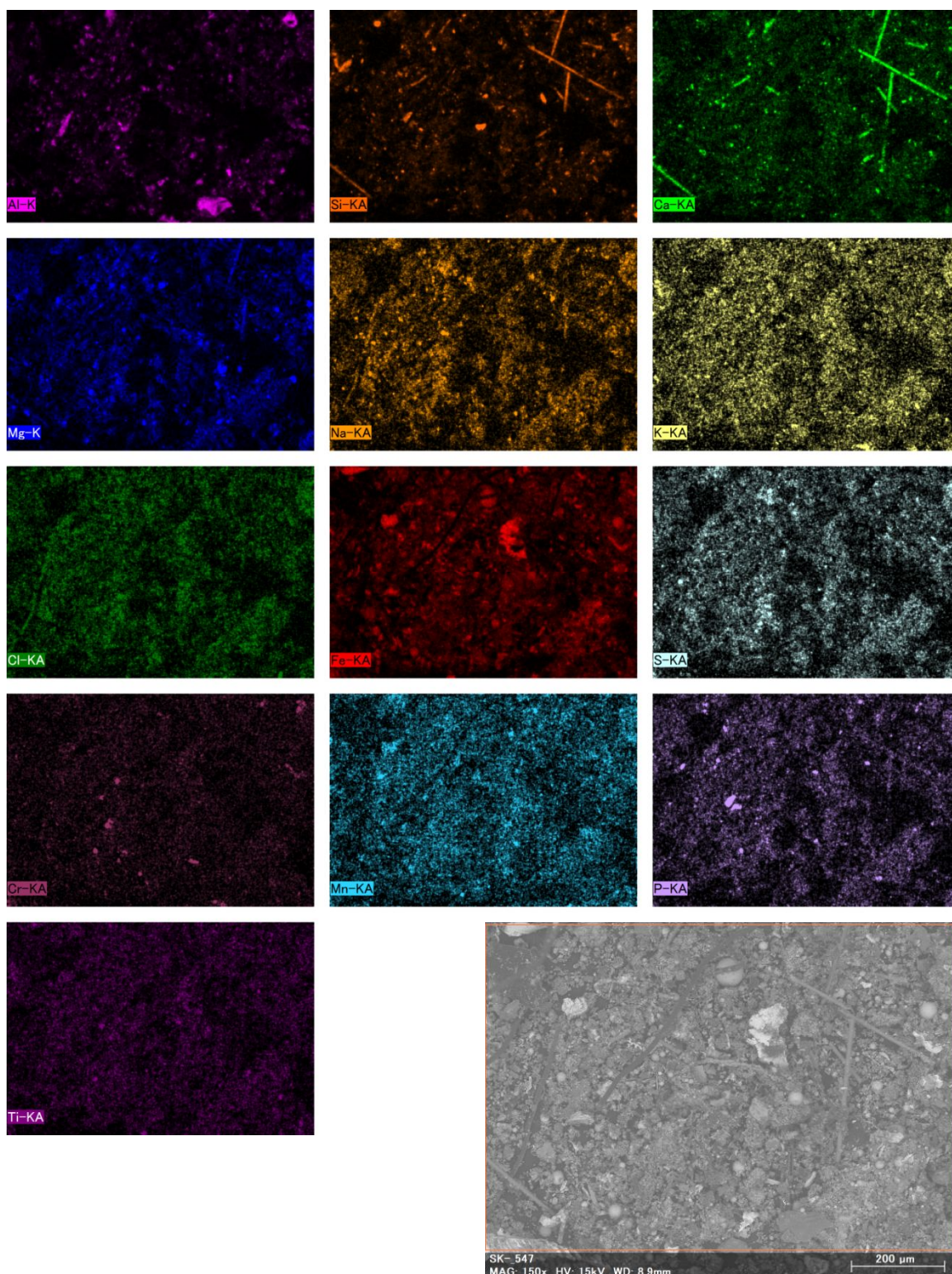
ろ布内の粉じんを回収し、これを走査型電子顕微鏡で写真撮影した。また付属するエネルギー分散型X線分析 (Energy dispersive X-ray spectrometry、EDX、EDS)で溶接に由来すると思われる表示のような種類の元素が認められた。



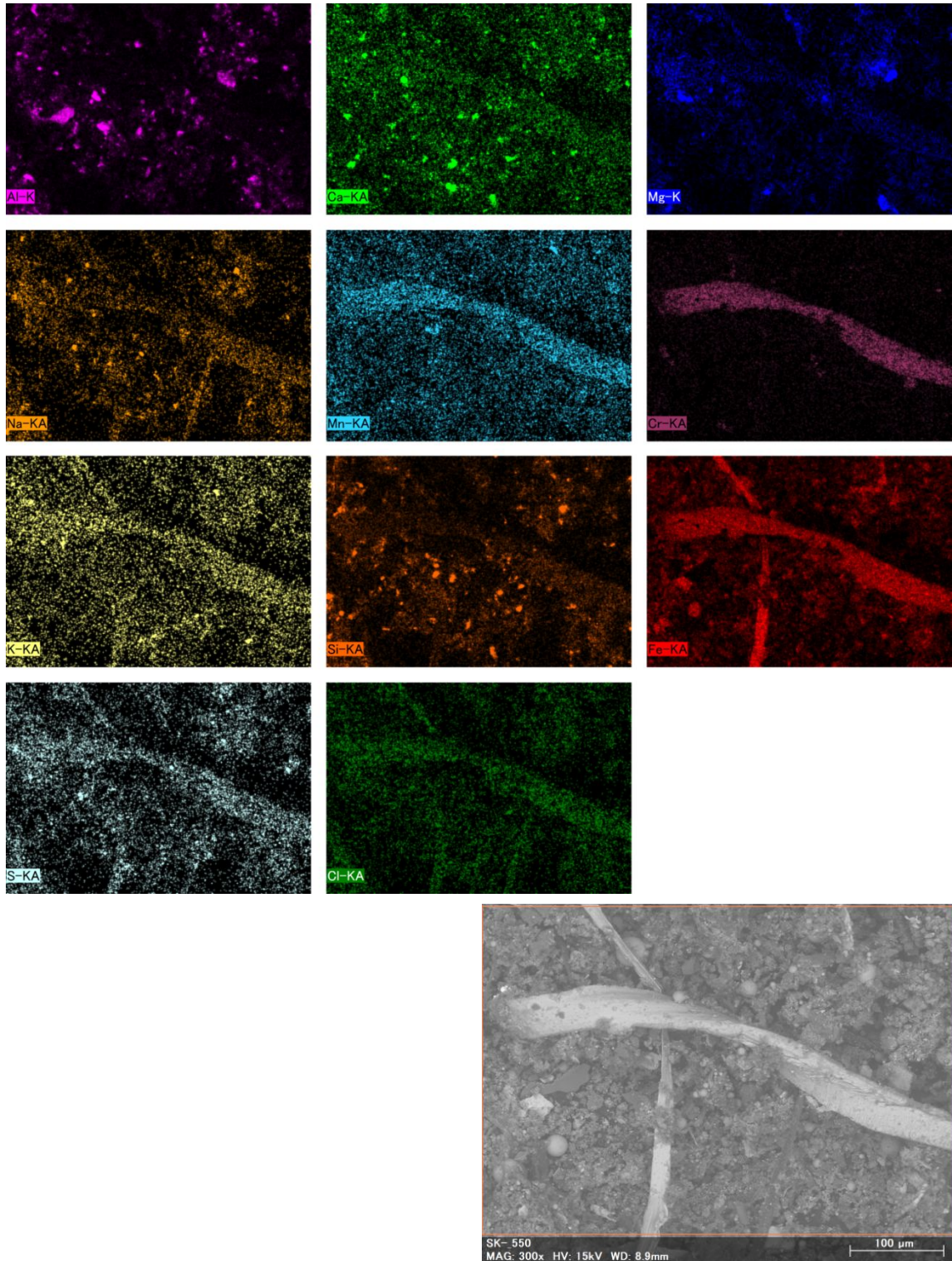
(a) 試料No. 1のEDXによる元素分析スペクトル



(b) 試料No. 2のEDXによる元素分析スペクトル



(c) SEM像と元素マッピング 試料 No. 1



(d) SEM像と元素マッピング 試料 No. 2

2 - 2 - 3 局所排気装置と除じん装置の性能測定 その3

実施日：2017.3.13 の 13：30 から

参加者：明星、大藪、筒井

模擬レンガ研磨作業 再測定

前回の性能測定1（2016.10.31 測定）の問題点

1）測定において模擬作業と除じん装置の計測のタイミングが同期していなかった。

2）除じん装置入口濃度が高く、粉じん計が上限濃度を示した。

3）除じん装置出口濃度も高く、除じん装置は十分な運転状態といえないと判断された。

今回、同じ除じん装置のろ布（除じん装置はアマノ VN60、ろ布は帆布、下図参照）を新しいものに取り換え、約2ヶ月運転してろ布表面に粉じんが堆積した状態にした後、性能測定を行った。従って測定装置の概要は前々回（性能測定1）と同様で、性能測定結果の表示は前回（性能測定2）と合わせた。

今回の計測では、側方吸引のフード付き作業台（フード開口部 102 x 34 cm で 0.78m/s）で吸引量は 16 m³/min ほど、テーブル端で風速 0.2 ~ 0.6 m/s であった。

運転時の除じん装置のマノメータ差圧は 30mm 水柱であった。

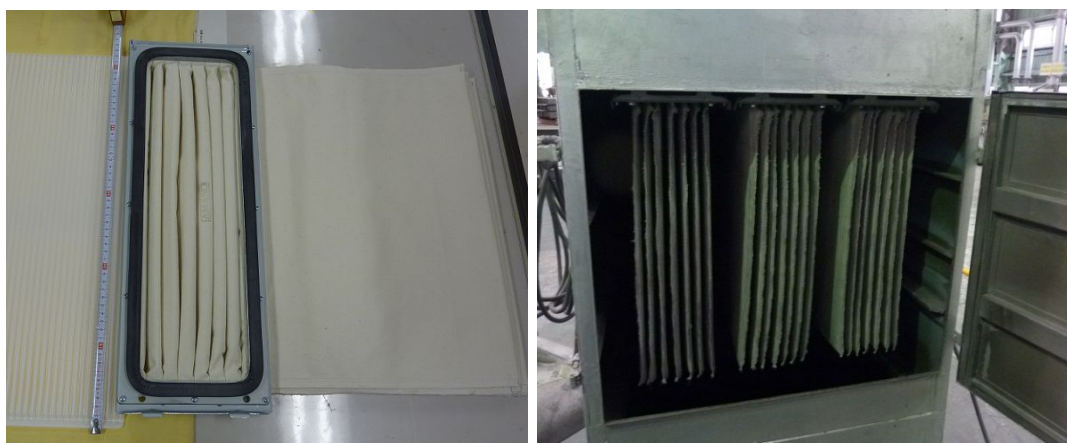


図3 - 25 ろ布と取り付け金具からなるろ布ユニットと除じん装置に取り付けた状態（左は新品で右側がろ布の袋、巻尺より左側が挿入するプラスチックスペーサー、右は装着して2ヶ月ほど使用後）

表 研磨作業記録

14:00	作業開始
14:02	除じん装置ON
14:05	作業開始
14:07	作業ストップ
14:09	作業再開
14:10	作業ストップ
14:11	発生再開
14:15	作業ストップ
14:16	発生再開
14:19	作業終了
14:23	除じん装置OFF

作業は外付け式フードの作業台でレンガの面を手持ち電動グラインダーで平らにする模擬作業。作業者は1名

2017/3/13

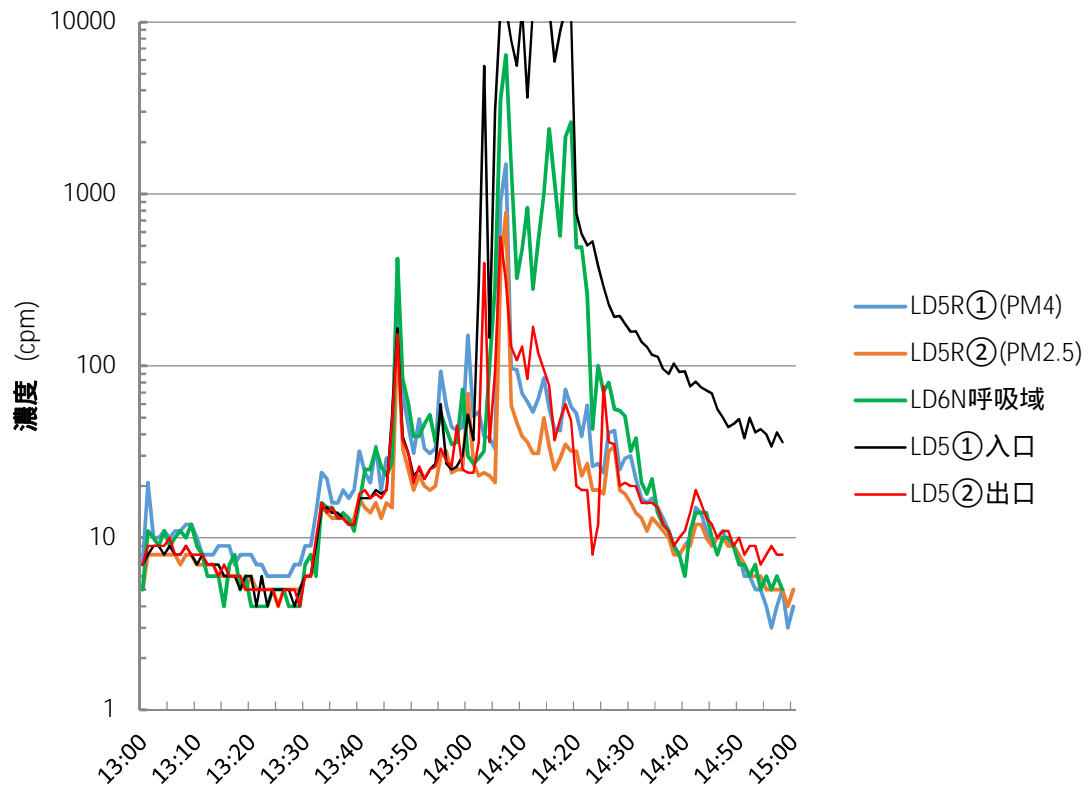


図3 - 26 全ての粉じん計の測定結果 (cpm表示)

大学から計測を開始、現場到着は13:40ごろ、測定終了は14:30ごろ。

LD-5R, LD-6Nは作業環境を測定。

LD-5は除じん装置の入口・出口に設置して濃度と通過率を測定した。

2017/3/13

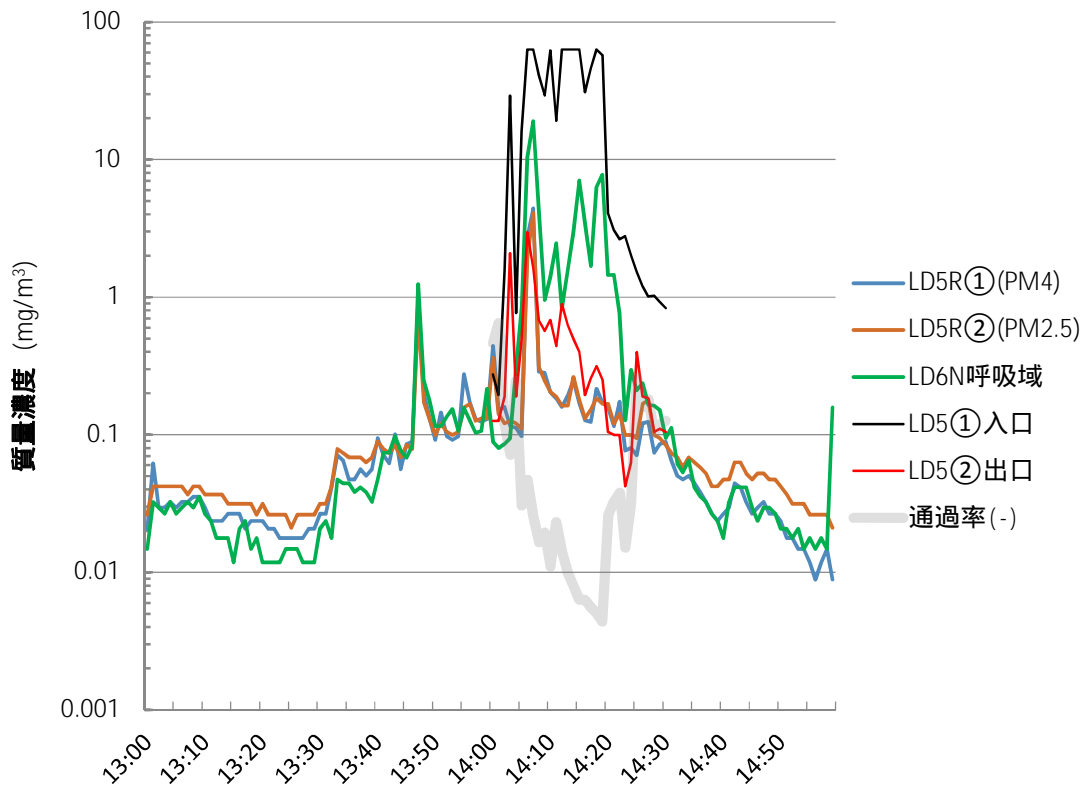


図3 - 27 全ての粉じん濃度測定結果

大学から計測を開始、現場到着は13:40ごろ、測定終了は14:30ごろ。

HV 質量濃度（吸入性粉じん）は 0.194 mg/m^3 （14:08-14:20，空気量 3.1m^3 ）

LD-5，LD-6N は質量濃度変換係数 K 値 $0.0030 \text{ mg/m}^3/\text{cpm}$ として計算。

LD-5，LD-5R PM2.5 サイクロン付では K 値 $0.0053 \text{ mg/m}^3/\text{cpm}$ として計算。

除じん装置前後の通過率（ - ）

2017/3/13

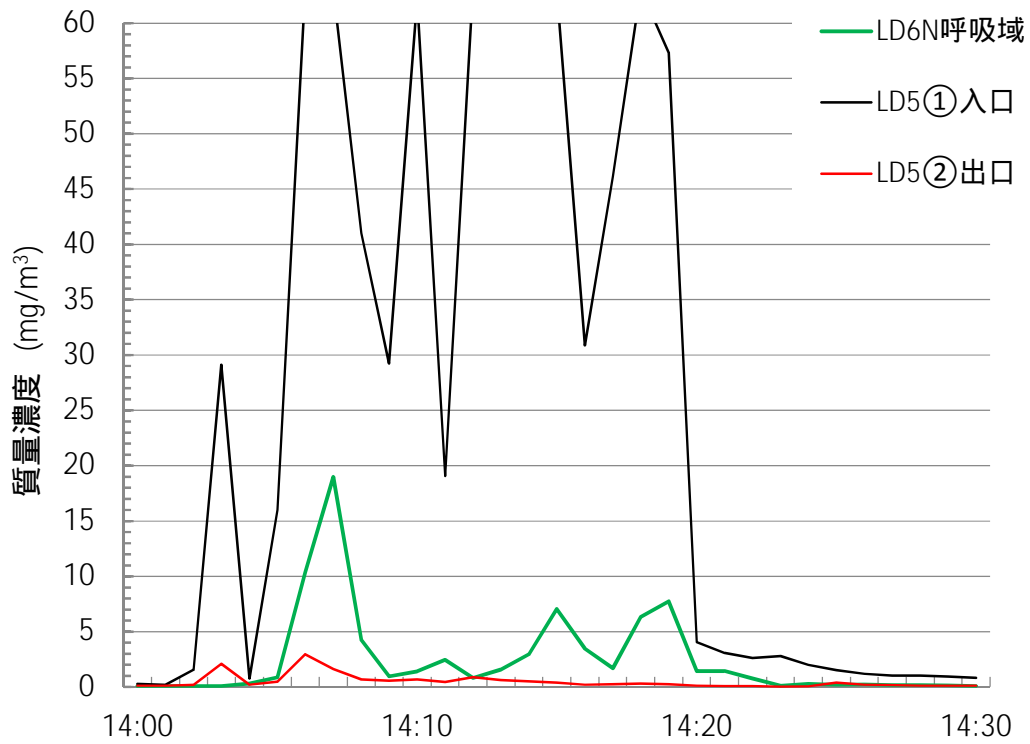


図3 - 28 除じん装置入口と出口での粉じん濃度及び作業者呼吸域での濃度
除じん装置入口と作業者呼吸域での濃度は同様の傾向があった。
除じん装置側の濃度が作業者呼吸域と比べかなり高く、局所排気装置として十分に機能していると思われる。

2017/3/13

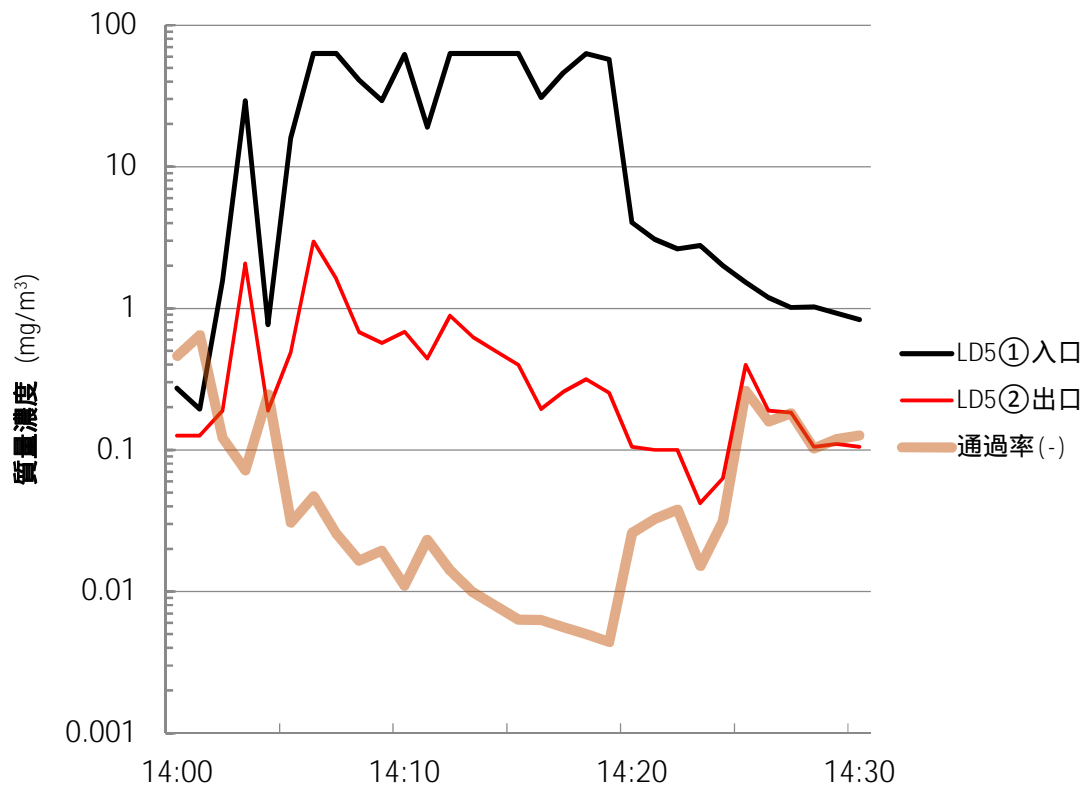


図3 - 29 除じん装置入口と出口での粉じん濃度及びその比（通過率）

模擬研磨作業を実施した14:05～14:19までの除じん装置の粉じん平均通過率は1.6%で良好であった。入口濃度は高濃度で粉じん計が飽和して上げ止まっている様子が見えるが、通過率は悪く見えるため安全側と見なした。

14:02と03は除じん装置の電源をON・OFFしたため変化したと思われる。

2017/3/13

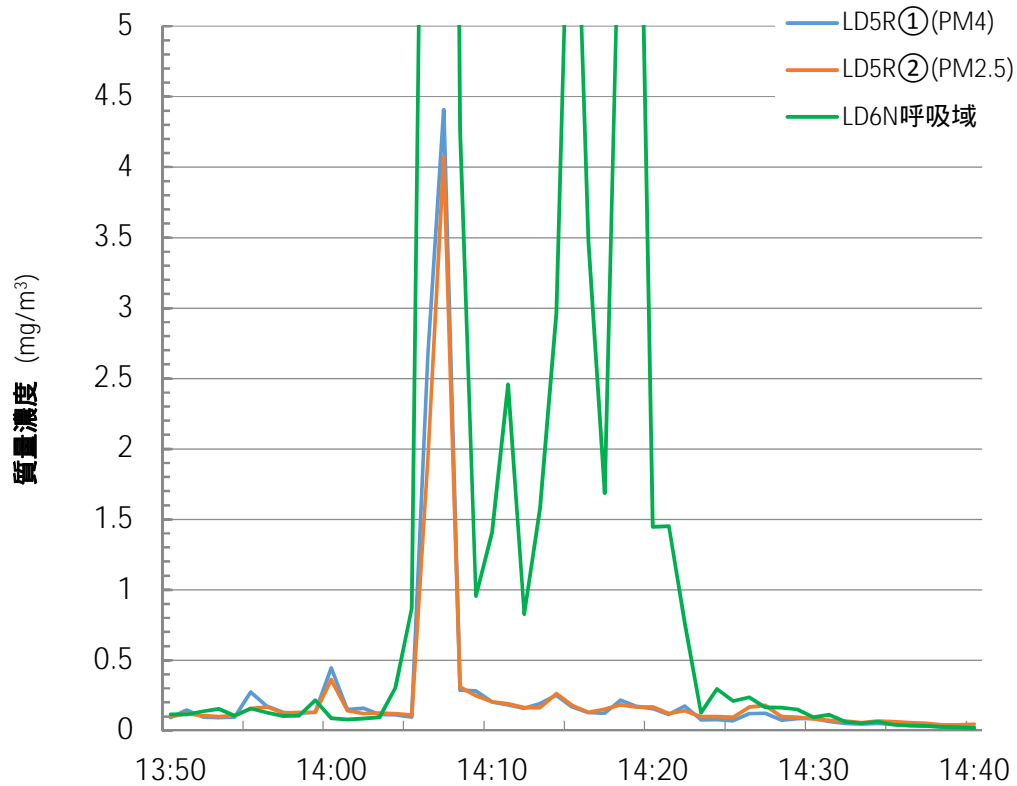


図3 - 30 研磨作業における作業者呼吸域と作業者後での粉じん濃度

LD-5R に PM2.5 サイクロンを付けたものと付けないもので、K 値を用いて質量濃度に変換した場合には違いはほとんどない。電動グラインダー作業の作業者の立ち位置の変化で途中から定置（約 1 m）の粉じん計の濃度が低下した。

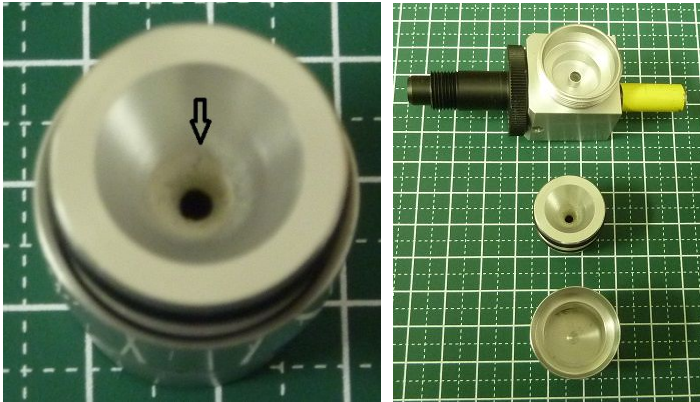


図3 - 3 1 除じん装置入口のLD - 5 に取り付けられたPM2.5サイクロン内部に捕集された粉じん（測定3、実質15分間のサンプリング）

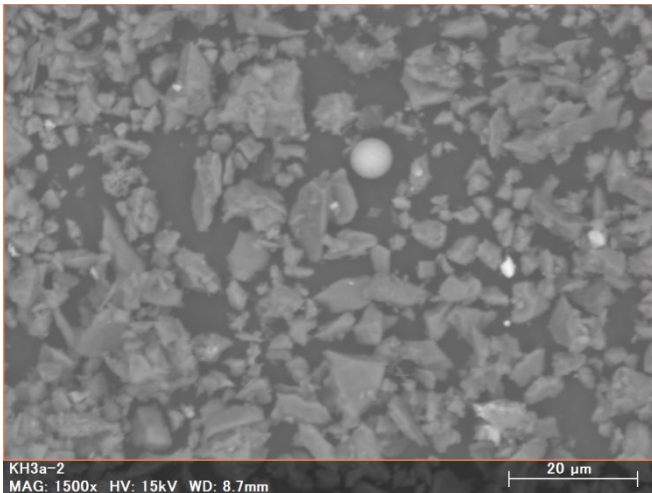
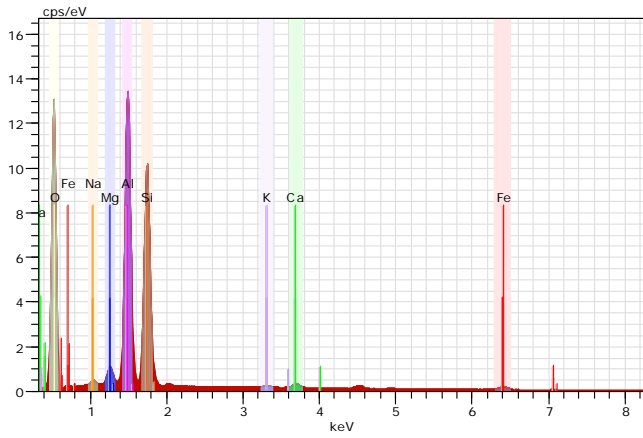


図3 - 3 2 PM2.5サイクロンに捕集された粉じんの走査型電子顕微鏡写真



E D Xによる元素分析スペクトル

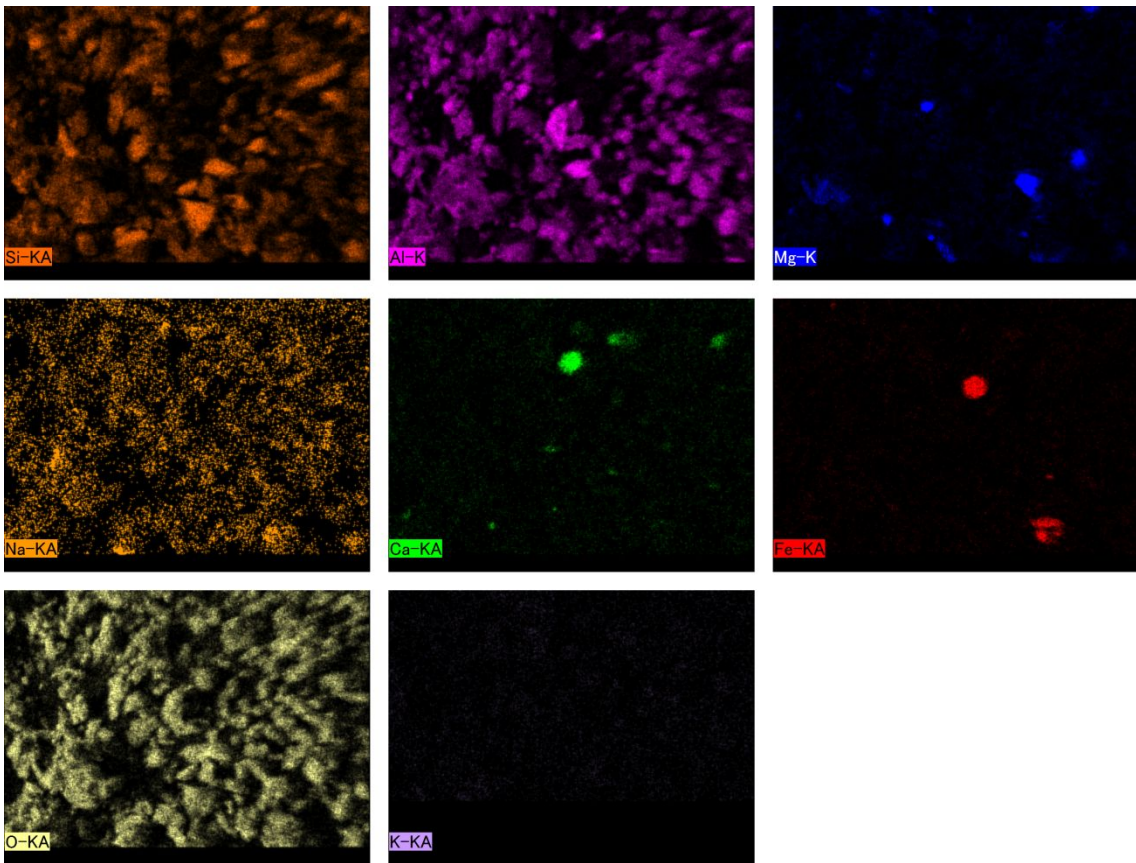


図3 - 33 PM2.5サイクロンに捕集された粉じんのEDXによる元素マッピング
 切削したレンガの成分であるシリカとアルミナ由来の元素とグラインダーの砥石由来と思われる元素が認められた。

3 - 3 結果とまとめ（平成28年度）

1) 除じん装置に関する情報収集による現状分析

ISOのワーキンググループにおいて送風機内蔵型のパルスジェット方式ろ過式除じん装置の性能評価方法について議論されている。入口への試験粉体の種類、供給方法、供給濃度、供給時間などが検討課題である。ろ布を用いるろ過式の除じん装置は新しいろ布では捕集効率は低く、粉じんの堆積とともに捕集効率が次第に上昇するので、どの時点で性能を測定するか問題となっている。ここでは捕集効率が低い初期の状況については短時間ということで議論していない。

ISOや既存のJISでは、除じん装置の性能はすべての粒径の粒子の質量濃度の比で求めており、入口は供給した粉体の質量と吸引空気量、出口は粉じん計を用いた測定である。従って吸入性粉じんより大きな粒子は除去しやすく質量に占める割合も多いため性能をよく見せる問題がある。

除じん装置とろ布は必ずしも同じメーカーのもの(純正品)が現場で使用されていない。粉じんの堆積に寄らず高効率の捕集の可能なろ布もあるとの説明だが、実際は経済原則で選択されている。従って除じん装置メーカーも実際の除じん装置の性能を完全には把握していない。

調べた範囲では除じん装置の点検表は目視による点検のみで明確な数値の指標がない。

2) 測定装置の検討結果

個人曝露濃度測定ではLD-6Nをエプロンに取り付けて使用した。作業者は自分のエプロンの上に重ねてこのエプロンを着用しており、特に不満はなかった。

PM2.5サイクロン(50%分離径が2.5 μ mの性能)を粉じん計LD-5とLD-5Rに取り付けて測定を行った。また新しく開発したハイポリウムエアサンプラ用のサイクロン(吸入性粉じん条件)も使用して質量濃度測定と質量濃度変換係数K値を求めた。

PM2.5サイクロンの有無で粉じん計の感度が異なり、2.5 μ m以上の粉じんも粉じん計に影響を与えた。これは粒子からの反射や回折光によるもので光散乱によるものではないと考えられる。K値による補正を行えば質量濃度(吸入性粉じん)としては同様の時間変化を示した。

研磨作業に使用される除じん装置入口では、吸入性粉じんより大きな粉じん粒子が多量に吸引されており、粉じん計にとって厳しい条件であった。これらの粒子の一部はサンプリング配管内に沈降堆積するほどでPM2.5ないしはPM4の分粒装置が粉じん計前に必要であることがわかった。

呼吸域の粉じん濃度は、電動グラインダー(測定3)も溶接(測定2)も定置の粉じん計(1~1.5mくらいの距離)に比べ高い値を示した。この濃度は除じん装置入口濃度と比べて同じレベル(測定2)や低いレベル(測定3)であった。しかし、作業に伴って発じんしている場合は、呼吸域の粉じん濃度は高く、作業者は呼吸用保護具を着用する必要があることが再確認された。

ダクト内流速は最大 25 m/s ほどあり（測定 2）、LD-5 の吸引速度は 1.7 L/min で管径は 8mm で吸引口では 0.56 m/s となる。気流とサンプリング吸引速度の比は 0.023 となり、非等速吸引のため実際より高濃度となると予想される。既報では吸引速度比が 0.023 で 2 μm の粒子で 10% ほど高濃度となる。除じん装置の入口・出口の濃度測定に LD-5 に PM2.5 サイクロンを取り付けて大きな粒子を除去する構造としたため大きな粒子の性能測定への影響はないものとする。

3) 作業環境で使用されている集塵装置の性能測定

除じん装置の前後での濃度測定では、PM2.5 サイクロンを取り付けた LD-5 で入口・出口の粉じん濃度を測定して比（PM2.5 粒子通過率）を求めた。除じん装置の管理を良好に実施している場合は、除じん装置の平均通過率は 3.6%（測定 2）や 1.6%（測定 3）で良好であった。

除じん装置は粉じん堆積とともに流量も捕集性能も変化し、目安となる適当な定量的指標がないため管理の方策は、現状では目視であり、除じん装置管理者の経験に依存している。

除じん装置のファンを起動した直後に出口から粉じんが排出され、その後 1 から 2 分で急減することが観察された（測定 2）。これはろ布が膨らむときに粉じん粒子がろ布からこぼれる現象と思われる。粉じんを入口から供給せずにファンを ON・OFF して出口粉じん濃度を測定・観察することで除じん装置の状態を定量的に監視できる可能性がある。

以上の結果から、ろ過式の除じん装置の性能維持のためには、装置の吸引流量、ろ布の圧力損失およびろ布の性能確認などについて定量的な管理の指標が必要と思われる。