

厚生労働科学研究費補助金

労働安全衛生総合研究事業

作業環境中有害物濃度の連続測定による
二次元可視化システムの開発とその応用

平成16年度 総括研究報告書

主任研究者 神山 宣彦

平成17(2005)年 3月

I. 総括研究報告

作業環境中有害物濃度の連続測定による

二次元可視化システムの開発とその応用----- 1

神山宣彦

厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業）
総括研究報告書

作業環境中有害物濃度の連続測定による二次元可視化システムの開発とその応用

主任研究者 神山宣彦 産業医学総合研究所 作業環境計測研究部長

粉じん測定器とデータ送受信無線設備、データ収集・表示用プログラムを製作したことで多数の測定器を同期して測定を実施しその測定結果を表示することが可能となっていたが、操作用ソフトウェアおよび濃度表示画像について、いくつかの不十分な点があった。本年度には、作業現場での使用をより安全なものとするためなどの改良を加え、測定実施時の様々な手続きが全てPC側からの操作で行えるようにするなど、測定時の操作性を高めることができた。また、グラフィカルな等高線画像を迅速に表示することができた。そのために濃度の変化の状況が即時的かつ直感的に把握しやすくなり、作業環境管理への有効な道具として十分な能力を持つ二次元可視化システムとすることができた。

1 はじめに

作業者の取り扱う物質は多様化の一途をたどっており、その有害性も多様化している。このような状況において効果的にまた迅速に作業環境管理を行うことは、作業者の有害物へのばく露を軽減するための重要な要件となっている。現在行われているバッチ式の作業環境測定では、対応に後れをとることも考えられる。そこで本研究は、作業環境中の有害物濃度

を時間的空間的に変化する濃度をリアルタイムで可視化する方法を開発し、この方法によって得られた作業環境濃度データから、作業環境の有害物の濃度状況及び作業者のばく露状況をリアルタイムで把握できるシステムの開発を行う。

場の管理を主体としている現在の作業環境管理は、作業環境測定法に基づいて行われるバッチ的な作業環境測定によって得られた平均濃度をもとにして行われ

ており、作業環境改善に効果を上げてきている。加えて、本システムを使用することで、測定範囲内の粉じん濃度が変化する様子を動的にリアルタイムで表示することができるために、さらに効果的かつ迅速な作業環境管理が実施できるものと考えられる。また現行の作業環境測定では把握することが困難と思われる個人ばく露量の把握のためにも有効な手段になると考えられる。

例えば、作業環境の濃度分布がリアルタイムで提示されることで、作業管理者や作業者は、作業環境の今の状態を把握できるようになり、有害物を取り扱う作業者の自発的な防護行動や、環境改善への動機付けなど、安全衛生活動に対する教育的効果があると考えられる。従って、有害物を取り扱う作業員への曝露量の減少や環境濃度の低減により、各種の職業疾病の減少などの効果も期待できる。

本研究の計画では、まず作業場における有害物質の濃度分布を把握するために濃度連続計測機器の機能及び機器の配置法および、コンピューターを利用した測

定データのリアルタイム収集・処理方法について開発・作製し、また、測定結果を表示するための画像のデザインおよびその方法などの仕様についても検討する。

2 研究の概要

平成15年度は、データ回収・記録プログラムを改良し、より短時間毎の濃度測定データを回収でき、かつ同時に稼働できる測定器の台数を増やすこと、回収したデータを記録すると共に、すぐさまディスプレイ上に濃度情報の図として表示するソフトウェアの製作を行った。これに引き続いて、本年度は、よりグラフィカルヒューマンインターフェイスに優れた表示ソフトウェアとする為に濃度を表示する画像を棒グラフから等高線表示に改めるなどの改良を行った。その上で、作成した可視化システムの有効性を確かめるための濃度測定実験を実施した。

3 ハードウェア

可視化システムは、データ回収用パーソナルコンピュータ+通信用アダプター

+無線送受信機、と 21 台の粉じん測定器+通信用アダプター+無線送受信機から構成されている。システムの構成を示すブロックダイアグラムを図-1に示し、PC側の通信アダプタ装置を図-2に、測定器を図-3に示した。

4 ソフトウェア

4-1 条件設定

測定開始前に設定しなければならない事項を表-1に示す。これらの条件の設定は図-4に示した画面から呼び出される各画面で行う。図-5は、測定器の台数を決定し、使用する測定器のIDを登録し、濃度測定時間と、測定データの回収間隔を設定する。回収間隔は、PC画面の濃度表示更新の間隔ともなる。一度の回収コマンドによって複数の濃度データが回収され、画面にはその時点での最新の濃度データが表示される。図-6は、測定器の配置を登録する画面である。測定器の配置を画面上の600(20×30)点に対応させ、測定器の位置に測定器のIDを登録する。また、同画面においてリア

ルタイム表示のための粉じん濃度を表示する色相と、濃度に対応する濃淡を設定する。図-7は、測定実施時の条件、状態を示すログファイルおよび、回収した濃度データの保存先を設定する画面である。

このとき設定した測定間隔、回収間隔、開始時刻、終了時刻などの条件は、測定開始をPCに指示したときに、PC側から各測定器に対し、受信確認を取りつつ順次送信され、設定完了後に測定が開始される。その後、粉じん計のメモリーに蓄積されている測定データは、PCから定期的に送出されるデータ回収コマンドに従って、回収されPCのハードディスク上に格納される。

データ回収の際には、PCと測定器の間で通信が交わされながらデータが回収される。回収の確認された濃度データは消去コマンドにより消去される。この時、何らかの事情で通信に支障が生じ予め決められている時間を超過してもデータを回収できなかった場合にはタイムアウトエラー処理され、この測定器からのデー

表-1 設定条件

測定器台数、配置	2×2 ~ 4×5
測定器ID選択、配置	同上
濃度測定時間 データ回収間隔	4秒~随意
表示画像更新間隔	台数に依存する 3分20台の時
画像表示	表示色と濃度対応
データ保存条件	ログ、測定データ

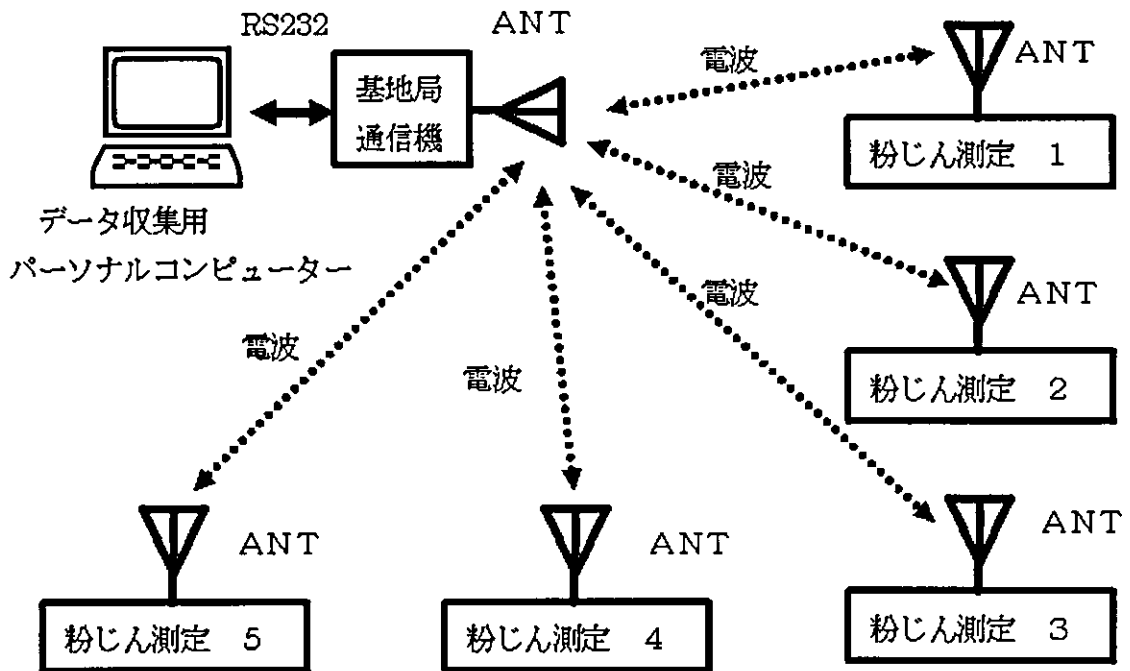


図-1 システムの構成

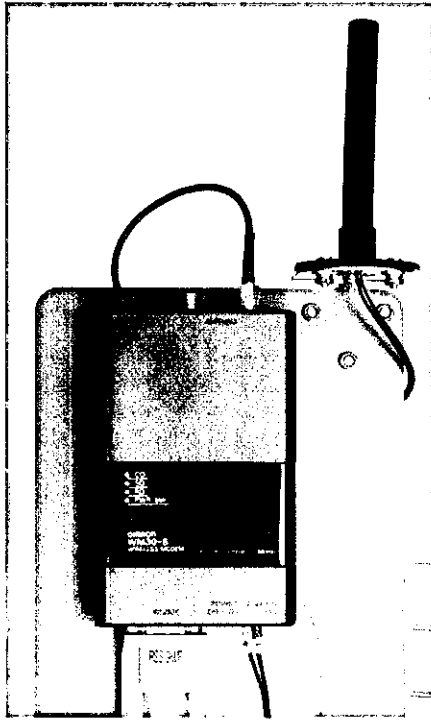


図-2 PC側通信アダプター

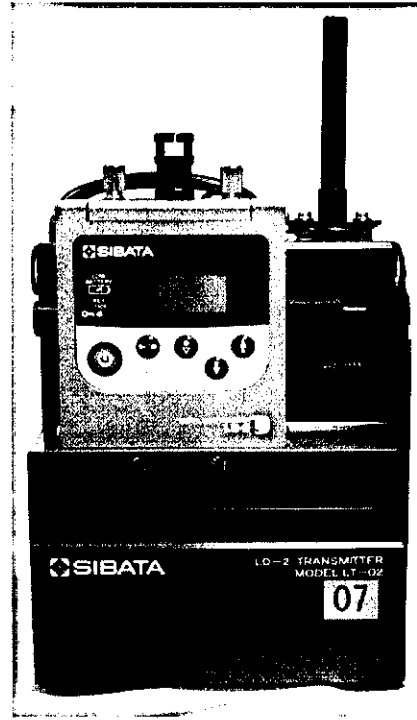


図-3 測定器

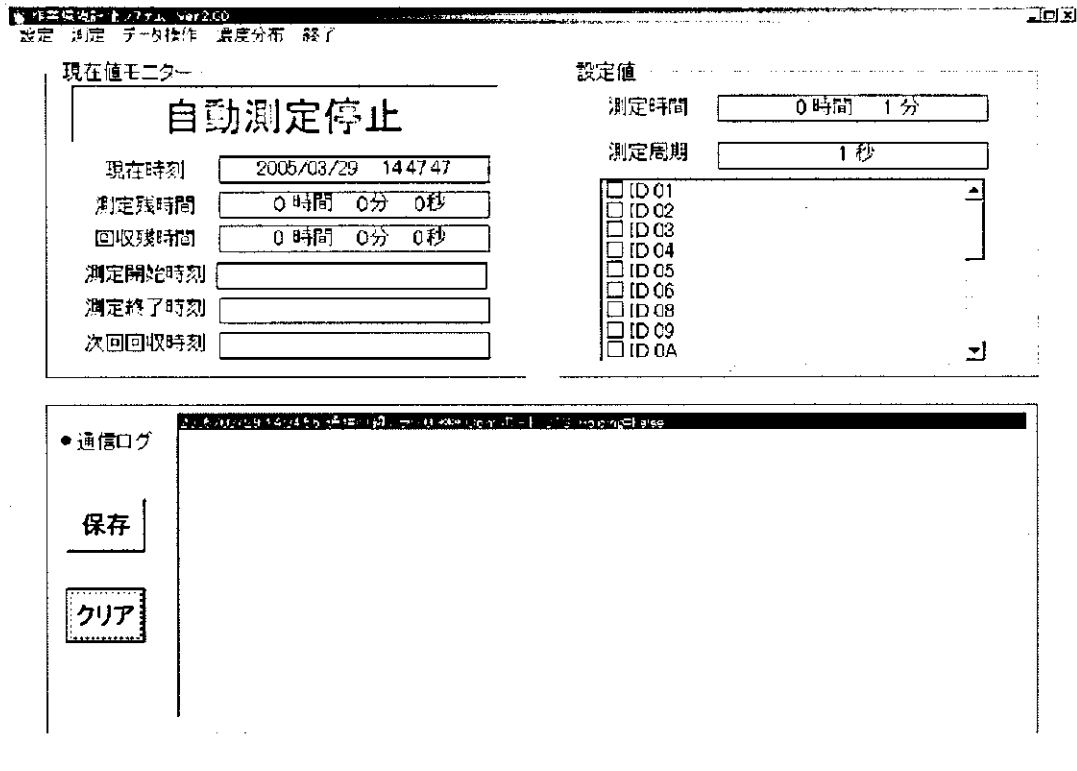


図-4 開始画面

自動測定処理 測定時間設定
 クロック設定 (PCのクロック)
 全保存データ消去

測定時間 時間 分
測定周期 秒
データ回収周期 時間 分

データ回収用 ID 設定

全 ID チェック												全 ID チェック解除													
<input checked="" type="checkbox"/> 01	<input checked="" type="checkbox"/> 0B	<input checked="" type="checkbox"/> 15	<input checked="" type="checkbox"/> 1F	<input checked="" type="checkbox"/> 29	<input checked="" type="checkbox"/> 33	<input checked="" type="checkbox"/> 3D	<input checked="" type="checkbox"/> 47	<input checked="" type="checkbox"/> 51	<input checked="" type="checkbox"/> 5B	<input checked="" type="checkbox"/> 65	<input checked="" type="checkbox"/> 6F	<input checked="" type="checkbox"/> 79	<input type="checkbox"/> 01	<input type="checkbox"/> 0B	<input type="checkbox"/> 15	<input type="checkbox"/> 1F	<input type="checkbox"/> 29	<input type="checkbox"/> 33	<input type="checkbox"/> 3D	<input type="checkbox"/> 47	<input type="checkbox"/> 51	<input type="checkbox"/> 5B	<input type="checkbox"/> 65	<input type="checkbox"/> 6F	<input type="checkbox"/> 79
<input checked="" type="checkbox"/> 02	<input checked="" type="checkbox"/> 0C	<input checked="" type="checkbox"/> 16	<input checked="" type="checkbox"/> 20	<input checked="" type="checkbox"/> 2A	<input checked="" type="checkbox"/> 34	<input checked="" type="checkbox"/> 3E	<input checked="" type="checkbox"/> 48	<input checked="" type="checkbox"/> 52	<input checked="" type="checkbox"/> 5C	<input checked="" type="checkbox"/> 66	<input checked="" type="checkbox"/> 70	<input checked="" type="checkbox"/> 7A	<input type="checkbox"/> 02	<input type="checkbox"/> 0C	<input type="checkbox"/> 16	<input type="checkbox"/> 20	<input type="checkbox"/> 2A	<input type="checkbox"/> 34	<input type="checkbox"/> 3E	<input type="checkbox"/> 48	<input type="checkbox"/> 52	<input type="checkbox"/> 5C	<input type="checkbox"/> 66	<input type="checkbox"/> 70	<input type="checkbox"/> 7A
<input checked="" type="checkbox"/> 03	<input checked="" type="checkbox"/> 0D	<input checked="" type="checkbox"/> 17	<input checked="" type="checkbox"/> 21	<input checked="" type="checkbox"/> 2B	<input checked="" type="checkbox"/> 35	<input checked="" type="checkbox"/> 3F	<input checked="" type="checkbox"/> 49	<input checked="" type="checkbox"/> 53	<input checked="" type="checkbox"/> 5D	<input checked="" type="checkbox"/> 67	<input checked="" type="checkbox"/> 71	<input checked="" type="checkbox"/> 7B	<input type="checkbox"/> 03	<input type="checkbox"/> 0D	<input type="checkbox"/> 17	<input type="checkbox"/> 21	<input type="checkbox"/> 2B	<input type="checkbox"/> 35	<input type="checkbox"/> 3F	<input type="checkbox"/> 49	<input type="checkbox"/> 53	<input type="checkbox"/> 5D	<input type="checkbox"/> 67	<input type="checkbox"/> 71	<input type="checkbox"/> 7B
<input checked="" type="checkbox"/> 04	<input checked="" type="checkbox"/> 0E	<input checked="" type="checkbox"/> 18	<input checked="" type="checkbox"/> 22	<input checked="" type="checkbox"/> 2C	<input checked="" type="checkbox"/> 36	<input checked="" type="checkbox"/> 40	<input checked="" type="checkbox"/> 4A	<input checked="" type="checkbox"/> 54	<input checked="" type="checkbox"/> 5E	<input checked="" type="checkbox"/> 68	<input checked="" type="checkbox"/> 72	<input checked="" type="checkbox"/> 7C	<input type="checkbox"/> 04	<input type="checkbox"/> 0E	<input type="checkbox"/> 18	<input type="checkbox"/> 22	<input type="checkbox"/> 2C	<input type="checkbox"/> 36	<input type="checkbox"/> 40	<input type="checkbox"/> 4A	<input type="checkbox"/> 54	<input type="checkbox"/> 5E	<input type="checkbox"/> 68	<input type="checkbox"/> 72	<input type="checkbox"/> 7C
<input checked="" type="checkbox"/> 05	<input checked="" type="checkbox"/> 0F	<input checked="" type="checkbox"/> 19	<input checked="" type="checkbox"/> 23	<input checked="" type="checkbox"/> 2D	<input checked="" type="checkbox"/> 37	<input checked="" type="checkbox"/> 41	<input checked="" type="checkbox"/> 4B	<input checked="" type="checkbox"/> 55	<input checked="" type="checkbox"/> 5F	<input checked="" type="checkbox"/> 69	<input checked="" type="checkbox"/> 73	<input checked="" type="checkbox"/> 7D	<input type="checkbox"/> 05	<input type="checkbox"/> 0F	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 23	<input type="checkbox"/> 2D	<input type="checkbox"/> 37	<input type="checkbox"/> 41	<input type="checkbox"/> 4B	<input type="checkbox"/> 55	<input type="checkbox"/> 5F	<input type="checkbox"/> 69	<input type="checkbox"/> 73	<input type="checkbox"/> 7D
<input checked="" type="checkbox"/> 06	<input checked="" type="checkbox"/> 10	<input checked="" type="checkbox"/> 1A	<input checked="" type="checkbox"/> 24	<input checked="" type="checkbox"/> 2E	<input checked="" type="checkbox"/> 38	<input checked="" type="checkbox"/> 42	<input checked="" type="checkbox"/> 4C	<input checked="" type="checkbox"/> 56	<input checked="" type="checkbox"/> 60	<input checked="" type="checkbox"/> 6A	<input checked="" type="checkbox"/> 74	<input checked="" type="checkbox"/> 7E	<input type="checkbox"/> 06	<input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 1A	<input type="checkbox"/> 24	<input type="checkbox"/> 2E	<input type="checkbox"/> 38	<input type="checkbox"/> 42	<input type="checkbox"/> 4C	<input type="checkbox"/> 56	<input type="checkbox"/> 60	<input type="checkbox"/> 6A	<input type="checkbox"/> 74	<input type="checkbox"/> 7E
<input checked="" type="checkbox"/> 07	<input checked="" type="checkbox"/> 11	<input checked="" type="checkbox"/> 1B	<input checked="" type="checkbox"/> 25	<input checked="" type="checkbox"/> 2F	<input checked="" type="checkbox"/> 39	<input checked="" type="checkbox"/> 43	<input checked="" type="checkbox"/> 4D	<input checked="" type="checkbox"/> 57	<input checked="" type="checkbox"/> 61	<input checked="" type="checkbox"/> 6B	<input checked="" type="checkbox"/> 75	<input checked="" type="checkbox"/> 7F	<input type="checkbox"/> 07	<input type="checkbox"/> 11	<input type="checkbox"/> 1B	<input type="checkbox"/> 25	<input type="checkbox"/> 2F	<input type="checkbox"/> 39	<input type="checkbox"/> 43	<input type="checkbox"/> 4D	<input type="checkbox"/> 57	<input type="checkbox"/> 61	<input type="checkbox"/> 6B	<input type="checkbox"/> 75	<input type="checkbox"/> 7F
<input checked="" type="checkbox"/> 08	<input checked="" type="checkbox"/> 12	<input checked="" type="checkbox"/> 1C	<input checked="" type="checkbox"/> 26	<input checked="" type="checkbox"/> 30	<input checked="" type="checkbox"/> 3A	<input checked="" type="checkbox"/> 44	<input checked="" type="checkbox"/> 4E	<input checked="" type="checkbox"/> 58	<input checked="" type="checkbox"/> 62	<input checked="" type="checkbox"/> 6C	<input checked="" type="checkbox"/> 76	<input type="checkbox"/> 08	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 1C	<input type="checkbox"/> 26	<input type="checkbox"/> 30	<input type="checkbox"/> 3A	<input type="checkbox"/> 44	<input type="checkbox"/> 4E	<input type="checkbox"/> 58	<input type="checkbox"/> 62	<input type="checkbox"/> 6C	<input type="checkbox"/> 76		
<input checked="" type="checkbox"/> 09	<input checked="" type="checkbox"/> 13	<input checked="" type="checkbox"/> 1D	<input checked="" type="checkbox"/> 27	<input checked="" type="checkbox"/> 31	<input checked="" type="checkbox"/> 3B	<input checked="" type="checkbox"/> 45	<input checked="" type="checkbox"/> 4F	<input checked="" type="checkbox"/> 59	<input checked="" type="checkbox"/> 63	<input checked="" type="checkbox"/> 6D	<input checked="" type="checkbox"/> 77	<input type="checkbox"/> 09	<input type="checkbox"/> 13	<input type="checkbox"/> 1D	<input type="checkbox"/> 27	<input type="checkbox"/> 31	<input type="checkbox"/> 3B	<input type="checkbox"/> 45	<input type="checkbox"/> 4F	<input type="checkbox"/> 59	<input type="checkbox"/> 63	<input type="checkbox"/> 6D	<input type="checkbox"/> 77		
<input checked="" type="checkbox"/> 0A	<input checked="" type="checkbox"/> 14	<input checked="" type="checkbox"/> 1E	<input checked="" type="checkbox"/> 28	<input checked="" type="checkbox"/> 32	<input checked="" type="checkbox"/> 3C	<input checked="" type="checkbox"/> 46	<input checked="" type="checkbox"/> 50	<input checked="" type="checkbox"/> 5A	<input checked="" type="checkbox"/> 64	<input checked="" type="checkbox"/> 6E	<input checked="" type="checkbox"/> 78	<input type="checkbox"/> 0A	<input type="checkbox"/> 14	<input type="checkbox"/> 1E	<input type="checkbox"/> 28	<input type="checkbox"/> 32	<input type="checkbox"/> 3C	<input type="checkbox"/> 46	<input type="checkbox"/> 50	<input type="checkbox"/> 5A	<input type="checkbox"/> 64	<input type="checkbox"/> 6E	<input type="checkbox"/> 78		

図-5 測定器 ID の登録

ID 設定 (Hex) 濃度ゼロ 測定無し 合用表示 ID表示 画面表示 外付データ設定
 濃度値 ID*N

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1																														1	
2	2						6						A															12		2	
3																															3
4																															4
5																															5
6																															6
7	3						1						B															13		7	
8																															8
9																															9
10																															10
11																															11
12																															12
13	4						8						C															14		13	
14																															14
15																															15
16																															16
17																															17
18																															18
19	5						9						D																15	19	
20																															20

グラフ設定
 棒表示
 画面表示
西暦ファイル Read

データ色設定 (10分割) Data: 0.001 ~ 999.999
~ 0.2
~ 0.4
~ 0.6
~ 0.8
~ 1
~ 1.2
~ 1.4
~ 1.6
~ 1.8
~ 2

データ最大値
データ分割
初期値

グラフ作成 設定 戻る

図-6 測定器の配置と濃度表示設定

タ回収を中止し次の測定器との交信に移ってデータ回収を継続する。そして、タイムアウトエラーを起こした測定器の保持する測定データは次回のデータ回収コマンドで回収された後、消去される。

4-2 濃度の表示

濃度の濃淡グラフ画像は、測定中には、データ回収毎に一画像がPCの画面上に表示される。グラフの画像表示は次のデ

ータが受信される毎に更新される。例えば、20台の測定器で5秒間測定とし、回収間隔を5分毎として、1時間実施した場合、一度のデータ回収時には、12個/分×5分×20台、120個の測定値が回収される。また測定全体では14400個のデータが回収される。これらのデータは、測定動作終了後に画像化処理を行うことで、5秒毎に1画像、計720枚の濃度画像となる。画像化処理を

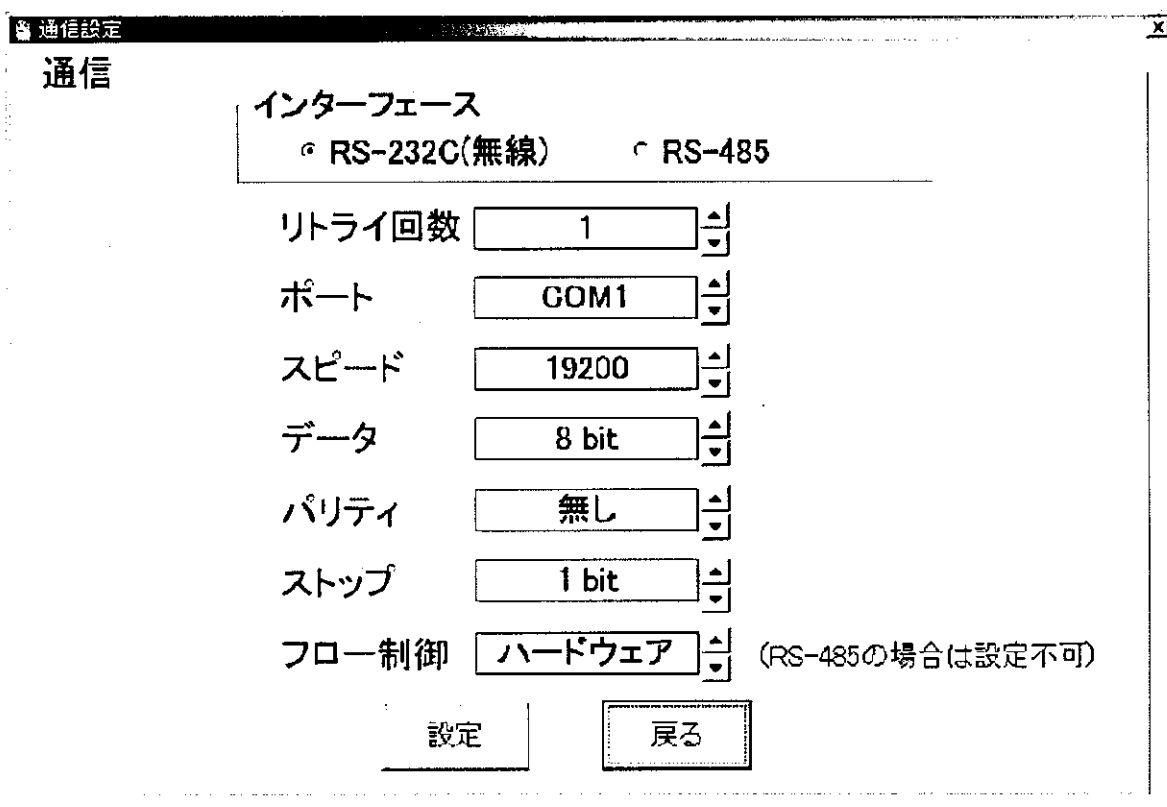


図-7 データ保存条件設定

行う際の設定用画面及び連続して表示させるための操作画面を図-8に示した。ここで作成及び表示される画像は、ある測定器とその周囲の測定器の濃度値から測定器間の想定される濃度値を計算で求め濃度値のない部分について補完し、等高線表示画像を作成している。

5 測定実験

前項で述べてきた可視化システムのハ

ードウエア、ソフトウェアの動作を確かめるために、測定器を配置し、粉じんを発生して、測定器の配置、測定時間、回収間隔などを変えて得られる画像の作成を試みた。

5-1 条件設定と測定

15 (3×5) 台、20 (4×5) 台の粉じん計を基盤目上に配置した。データ回収用パーソナルコンピューター (PC) に配置した粉塵計のIDと位置を登録し、

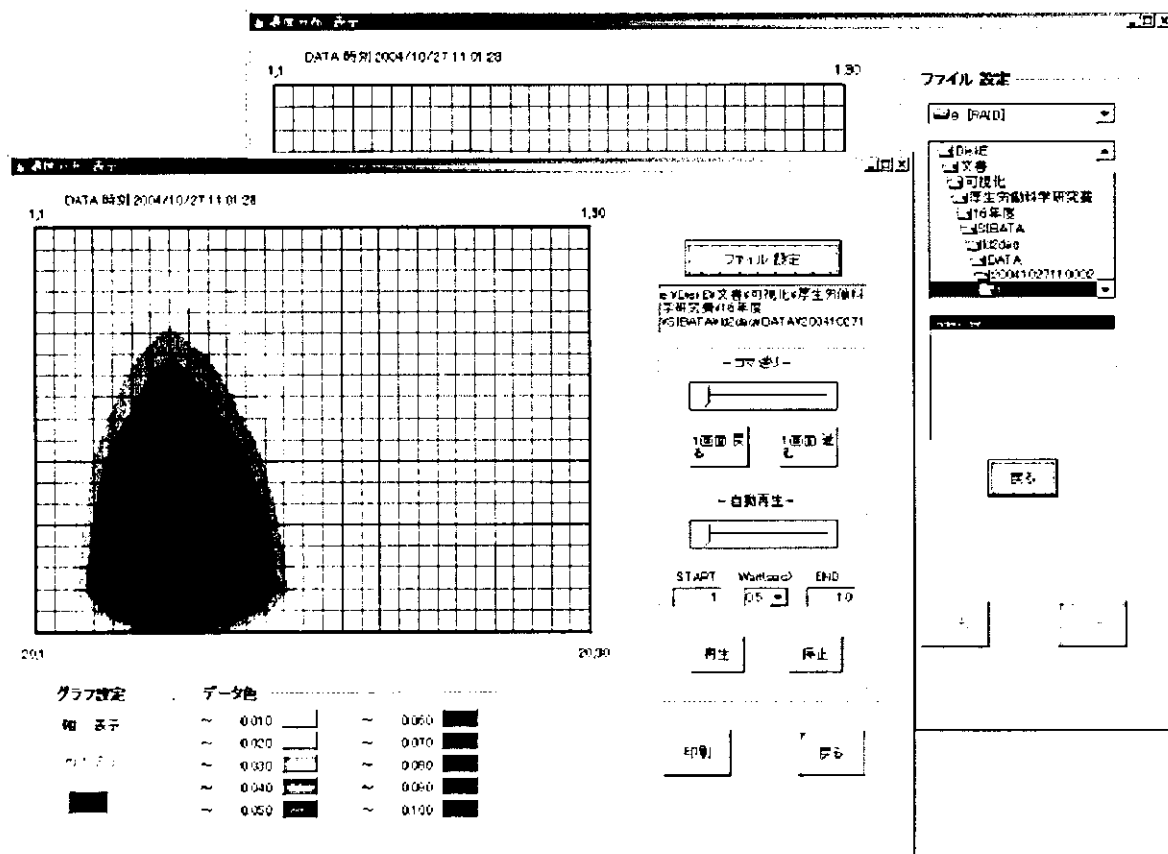


図-8 画像化処理のファイル選択と再生操作画面

データ保存のためのファイル名などの必要な設定を行い、測定開始の操作を行った。

測定開始操作によりPCからは、全ての測定器に対し設定情報が送信されたあと測定開始コマンドが送信された。これにより各測定器は、測定を開始し、測定時間毎の濃度データをメモリーに保持する。設定した回収周期でPCからデータ回収コマンド、データ消去コマンドが送出され、その度に、各測定器から測定データが回収されPCのハードディスク上に格納されるとともに各測定器の保持する測定データが消去された。この時のPCと測定器の間の通信ログの一部を表-2に示した。また表-3には、実験の条件を示した。

5-2 濃度表示

各測定器からの濃度測定値は、それぞれの測定器のIDと同じ名前のファイルとしてPCのハードディスク上に記録された。表-4に示すように、保存されたそれぞれのファイルには時系列に従って、

測定年月日、時刻、測定値が記録されている。

下記の a~f に示す条件で行った測定で得られた濃度データをグラフ化した濃度画像を時系列に並べて図-9（文末に掲載）に表示した。

- a 11:01:28~11:10:28
左下方より上に向けて送風
継続的な発塵
0.05~0.005、10段階
測定 60秒、回収 5分毎、10分間
- b 11:21:59~12:21:29
左下方より上に向けて送風
継続的な発塵
0.05~0.005、10段階
測定 10秒、回収 5分毎、60分間
- c 13:13:35~12:23:25
中央下方より上に向けて送風
継続的な発塵
0.05~0.005、10段階
測定 10秒、回収 5分毎、10分間
- d 10:02:16~10:04:31
左より右に向けて一様に送風
一時的な発塵
2.00~0.20、10段階
測定 5秒、回収 3分毎
25分間中の3分間
- e 09:55:52~09:58:12

表－2 条件設定、データ回収命令の記録されたログファイルの一部

2004/10/27 13:13:00	1.接続命令 ID=[80h + 00h]
2004/10/27 13:13:00	送信 DATA Len= 3 [80 00 00]Hex
2004/10/27 13:13:03	送信 DATA Len= 3 [80 00 00]Hex
2004/10/27 13:13:03	送信 DATA Len= 15 [54 30 30 30 31 30 31 30 30 44 36 0D 0A 00 00]Hex
2004/10/27 13:13:14	送信 DATA Len= 15 [54 30 30 30 31 30 31 30 30 44 36 0D 0A 00 00]Hex
2004/10/27 13:13:14	送信 DATA： 11.クロックの設定
2004/10/27 13:13:14	送信 DATA Len= 19 [43 30 34 31 30 32 37 31 33 31 33 31 34 39 45 0D 0A 00 00]Hex
2004/10/27 13:13:21	送信 DATA Len= 19 [43 30 34 31 30 32 37 31 33 31 33 32 31 39 43 0D 0A 00 00]Hex
2004/10/27 13:13:21	8.全保存データ消去命令 ID=[00h]
2004/10/27 13:13:21	送信 DATA Len= 3 [41 00 00]Hex
2004/10/27 13:13:25	送信 DATA Len= 3 [41 00 00]Hex
2004/10/27 13:13:25	2.測定開始命令 ID=[00h]
2004/10/27 13:13:25	送信 DATA Len= 3 [4D 00 00]Hex
2004/10/27 13:13:31	送信 DATA Len= 3 [4D 00 00]Hex
2004/10/27 13:15:33	1.接続命令 ID=[80h + 01h]
2004/10/27 13:15:33	送信 DATA Len= 3 [81 00 00]Hex
2004/10/27 13:15:34	受信 DATA Len= 3 [81 00 00]Hex
2004/10/27 13:15:42	5.測定データ要求命令 ID=[01h]
2004/10/27 13:15:42	送信 DATA Len= 3 [52 00 00]Hex
2004/10/27 13:15:42	KiPos= 367 RcvLen= 144 終了キャラクタ受信
2004/10/27 13:15:43	7.送信済データ消去命令 ID=[01h]
2004/10/27 13:15:43	送信 DATA Len= 3 [42 00 00]Hex
2004/10/27 13:15:44	受信 DATA Len= 3 [42 00 00]Hex
2004/10/27 13:15:45	1.接続命令 ID=[80h + 02h]
2004/10/27 13:15:45	送信 DATA Len= 3 [82 00 00]Hex
2004/10/27 13:15:51	送信 DATA Len= 3 [82 00 00]Hex

表－3 実験条件

測定器台数、配置	3×5 台		4×5 台	
	濃度測定時間	30 秒	60 秒	5 秒
データ回収間隔 (表示画像更新間隔)	5 分		3 分	

左より右に向けて一様に送風
一時的な発塵

2.00～0.20、10段階

測定5秒、回収3分毎

25分間中の3分間

f 18:54:27～19:19:17

左より右に向けて送風

継続的な発塵

2.00～0.20、10段階

表-4 濃度データファイル

2005/03/29,10:01:05,0.084
2005/03/29,10:01:10,0.062
2005/03/29,10:01:15,0.043
2005/03/29,10:01:20,0.170
2005/03/29,10:01:25,0.527
2005/03/29,10:01:30,0.187
2005/03/29,10:01:35,0.112
2005/03/29,10:01:40,0.050
2005/03/29,10:01:45,0.029
2005/03/29,10:01:50,0.032
2005/03/29,10:01:55,0.060
2005/03/29,10:02:00,0.161
2005/03/29,10:02:05,0.234
2005/03/29,10:02:10,0.226
2005/03/29,10:02:15,0.559
2005/03/29,10:02:20,04.63
2005/03/29,10:02:25,01.77
2005/03/29,10:02:30,02.49
2005/03/29,10:02:35,0.652
2005/03/29,10:02:40,0.349
2005/03/29,10:02:45,0.175
2005/03/29,10:02:50,0.158
2005/03/29,10:02:55,0.102

測定10秒、回収3分毎

25分間の3分間

6 可視化システムの評価

製作した測定器は、様々な環境が予想される作業現場での使用を想定し、図-2に示したように堅牢に作られており、また長時間の稼働を可能にするために大型のバッテリーを装着している。さらに、電源のオンオフ以外は、全てソフト上で行えるよう改良したことにより、測定器側の設定作業は一切不要となった。

20台の測定器を配置し、測定時間を5秒間毎にするよう設定して測定を行った場合にも、濃度データを確実に回収し保存することができた。試験的にデータ回収中に通信不良によるタイムアウトエラーを何度か生じさせたが、回収漏れを生じることなく全てのデータが回収され、回収用ソフトウェアの有効性が確かめられた。また粉じんが、空気の流れに乗って移動し、拡散してゆく様子を捉え、表示することが出来た。図-9はその様子を示す連続した濃度表示画像の一部であるが、発じん源から気流に乗って拡散し

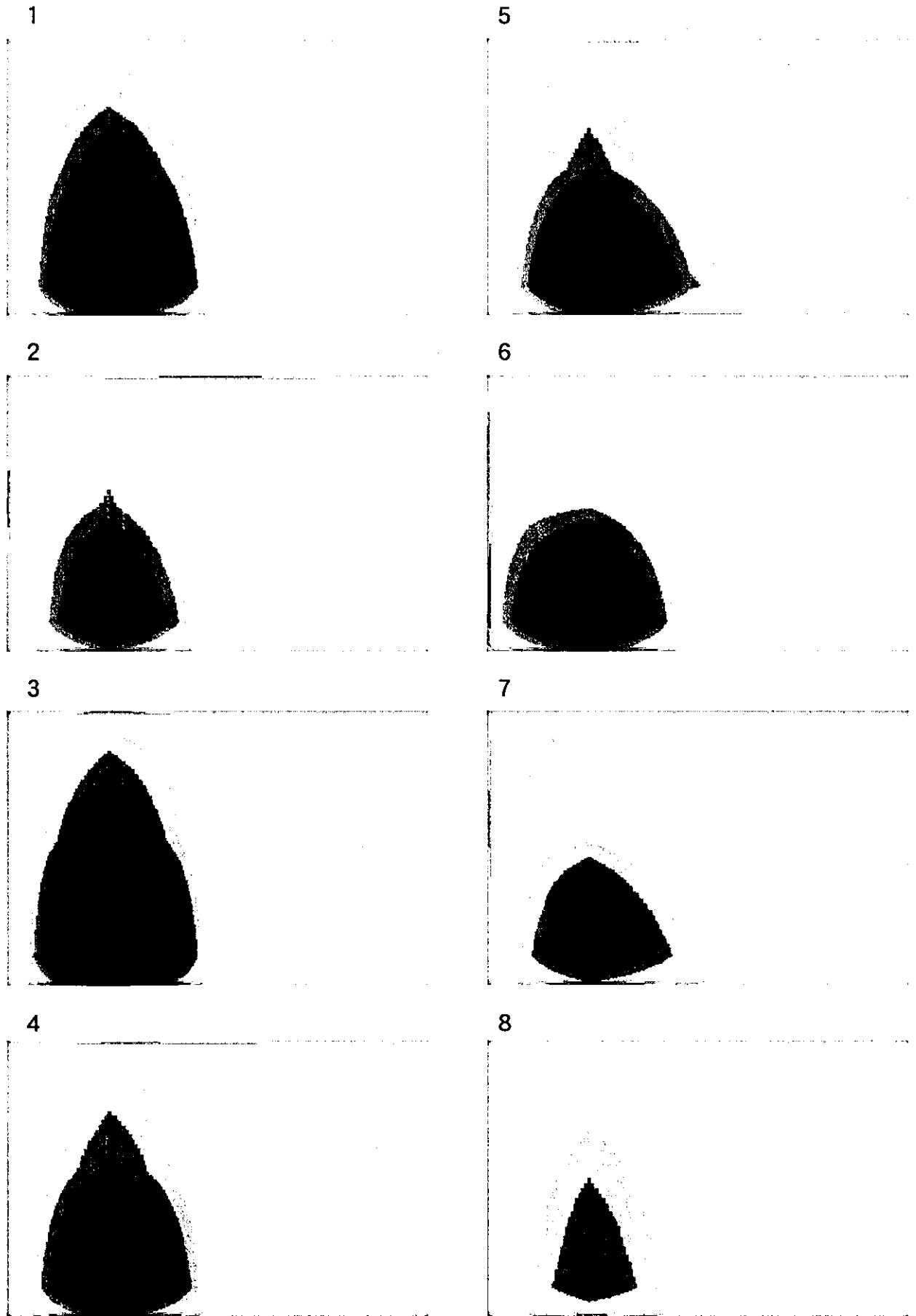
てゆく様子、あるいは高濃度域が、拡散しながら移動してゆく様子などを見ることができた。

7 考察

前年度までに、粉じん測定器とデータ送受信無線設備、データ収集・表示用プログラムの製作により、多数の測定器を同期して測定を実施しその測定結果を表示することが可能となっていたが、表示される画像は、わかりやすいものではなかった。また操作用ソフトウェアについても、いくつかの不具合あるいは操作しづらい部分があったため、回収したデータをどのように処理すれば、直感的にわ

かりやすい表示を素早く描画できるかという部分と、作業現場での使用をより安全なものとするために、測定実施時に必要となる様々な手続きが簡略なものとなるよう改良を加えたことで、全てPC側からの操作で行えるようになるなど、測定時の操作性を高めることができた。また、グラフィカルな等高線画像を遅くとも3分間毎に表示することができ、濃度の変化の状況が即時的かつ直感的に把握しやすくなり、作業環境管理への有効な道具として十分な能力を持つシステムとなったと考えられる。

図-9 a 左下方より上に向けて送風 継続的な発塵
0.05 ~ 0.005 10段階 測定60秒、回収5分毎、10分間



9



10

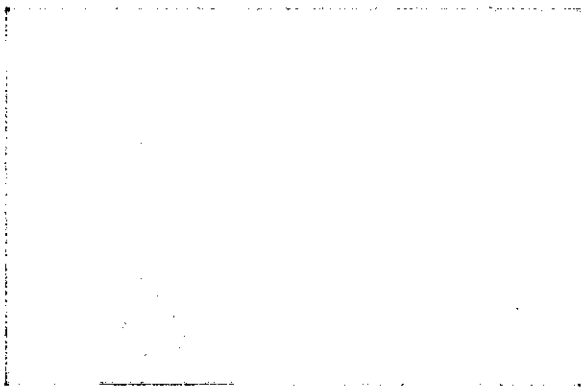
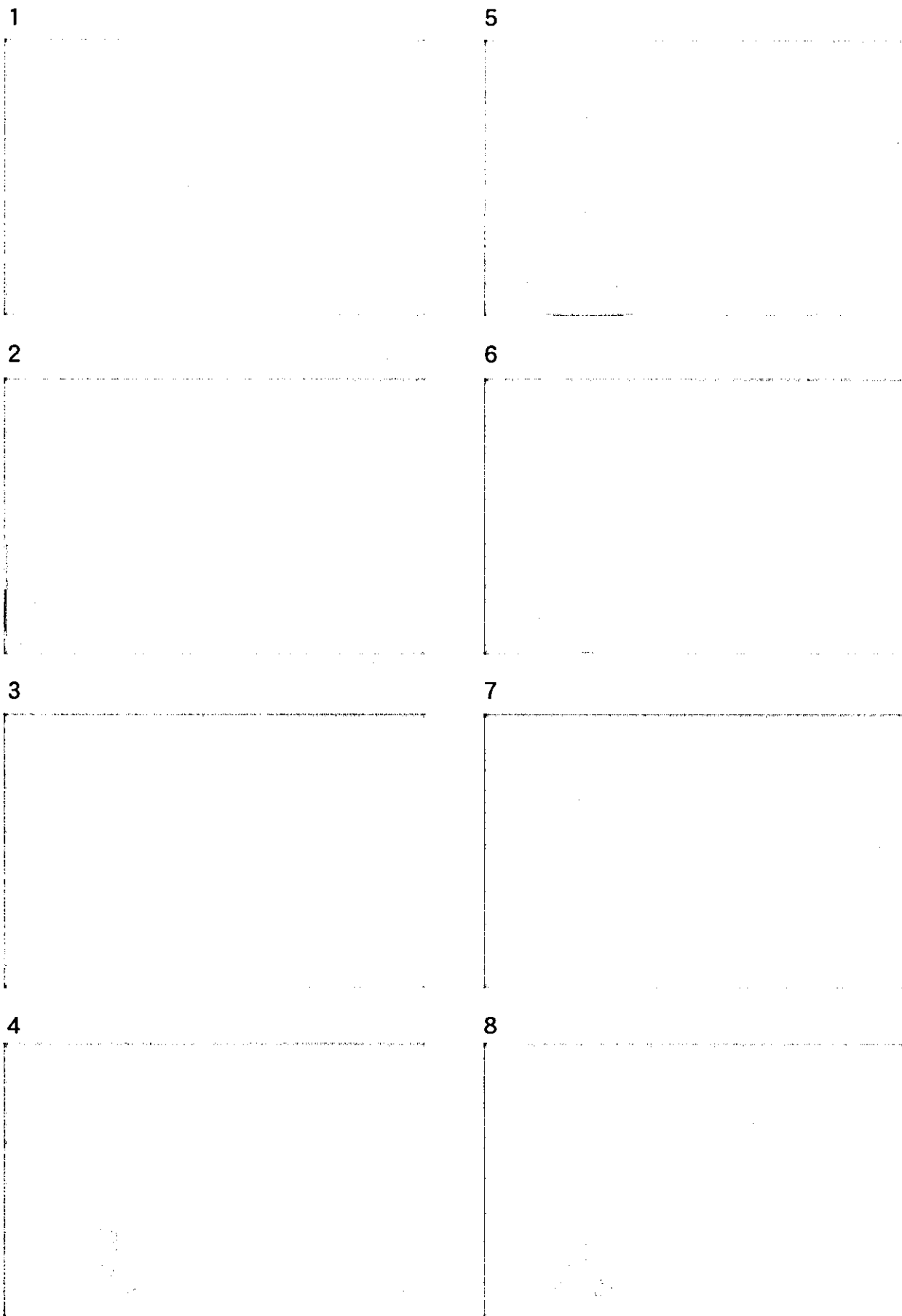
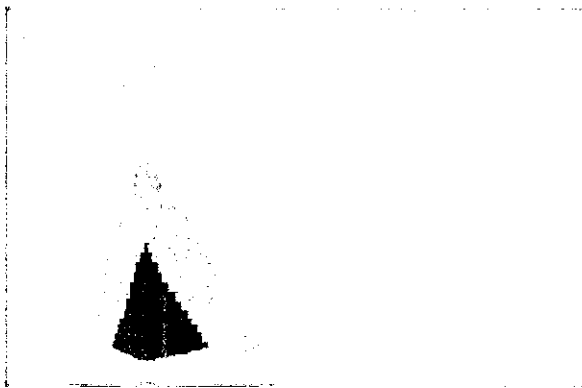


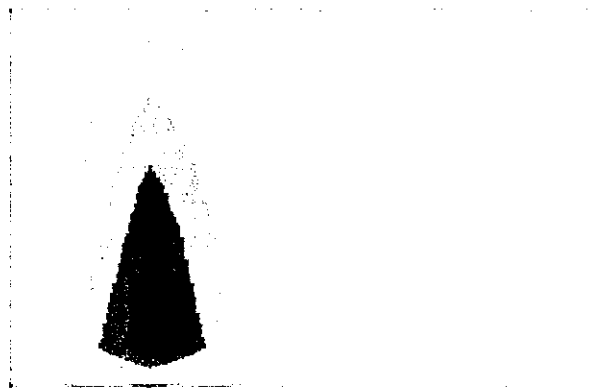
図-9 b 左下方より上に向けて送風 継続的な発塵
0.05 ~ 0.005 10段階 測定10秒、回収5分毎、60分間



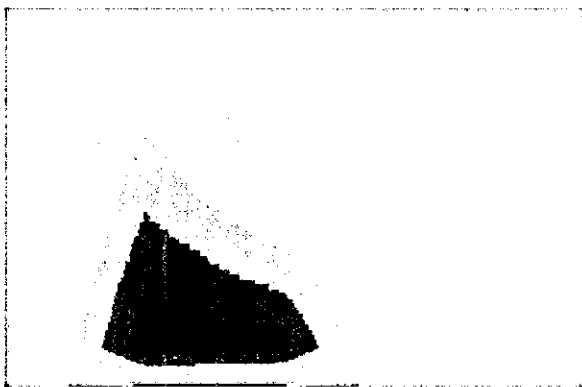
9



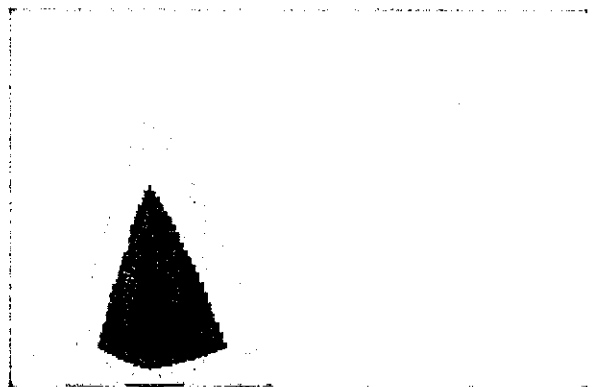
13



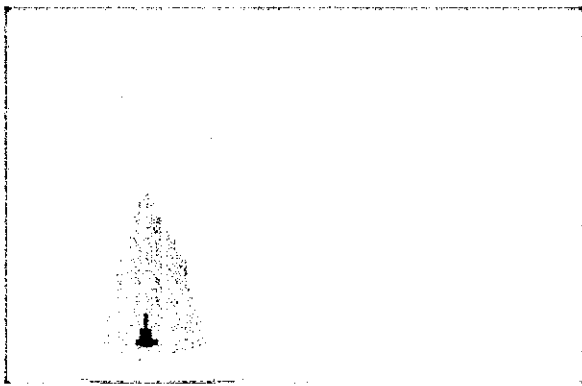
10



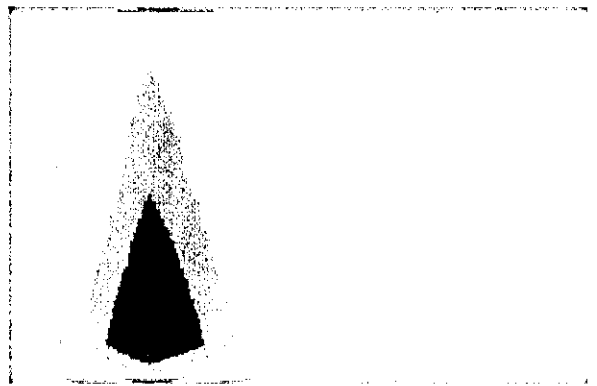
14



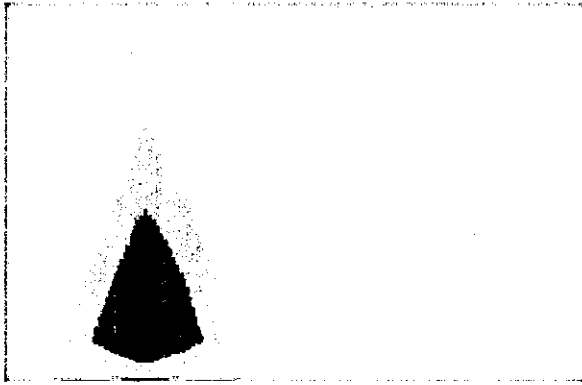
11



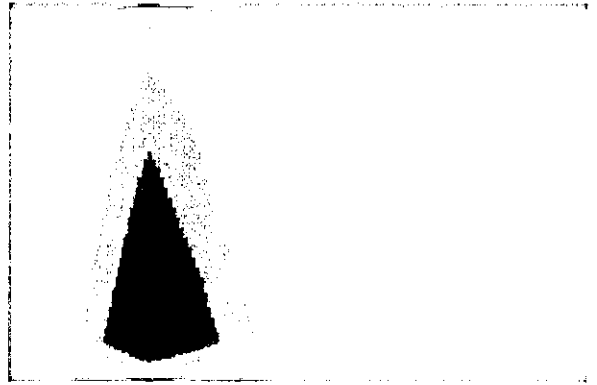
15



12



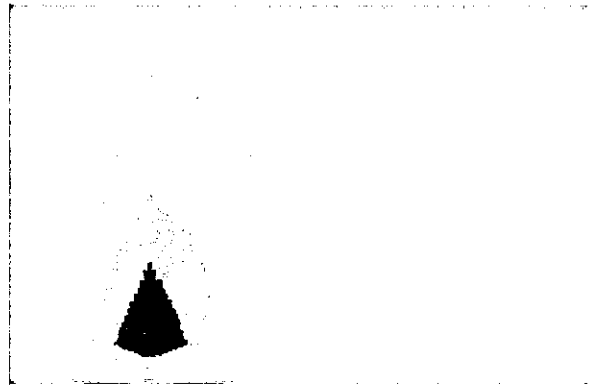
16



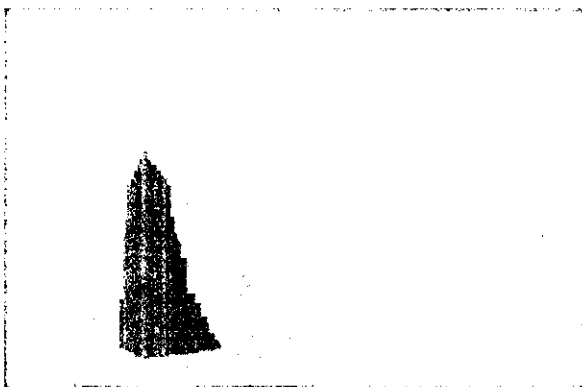
17



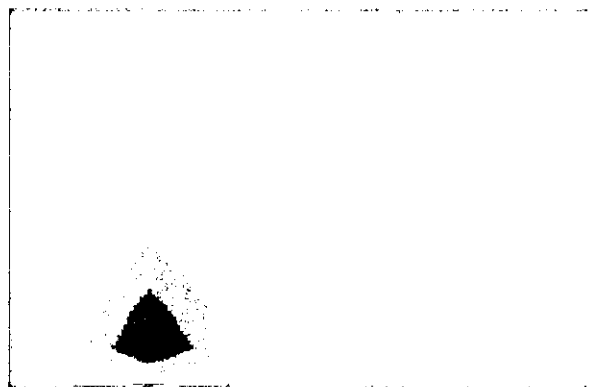
21



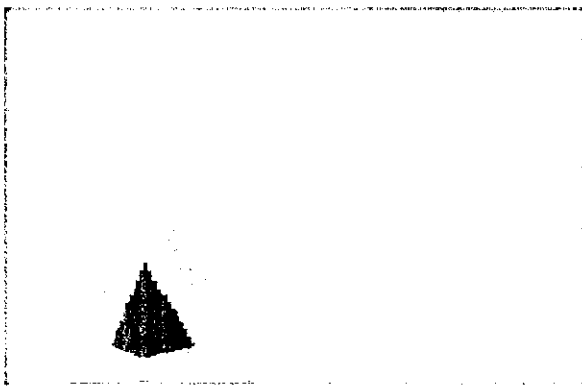
18



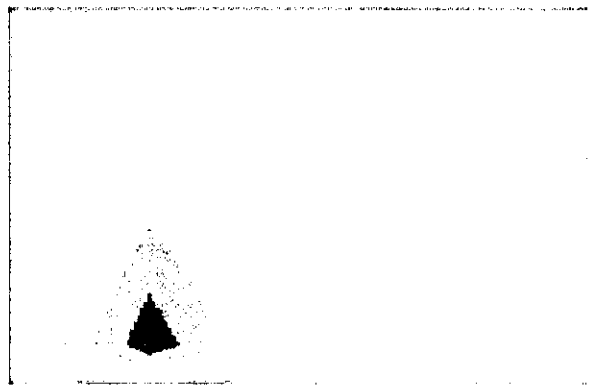
22



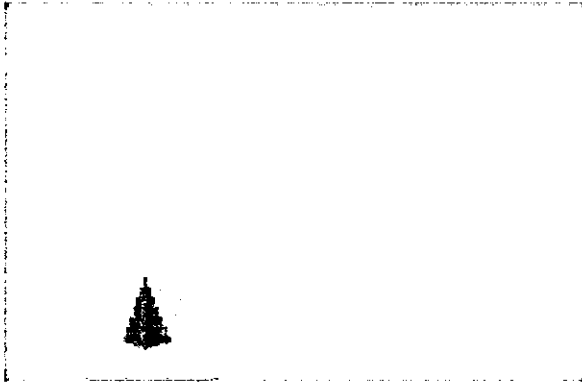
19



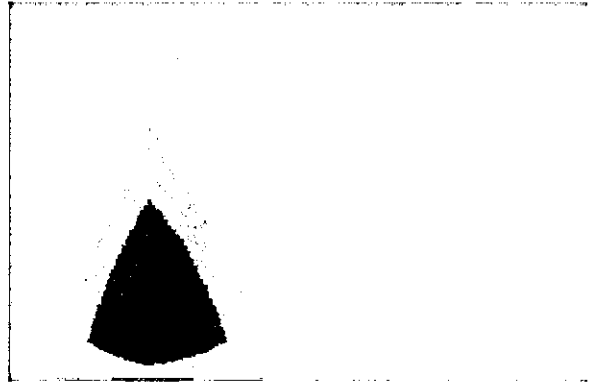
23



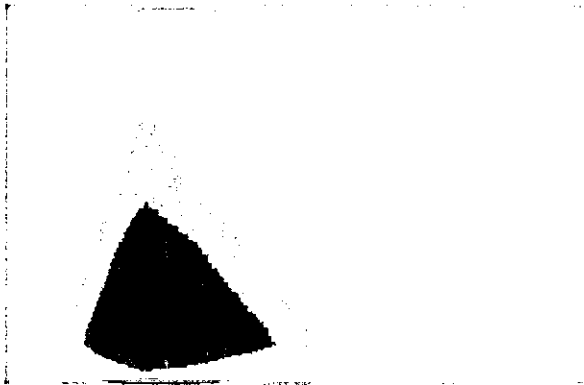
20



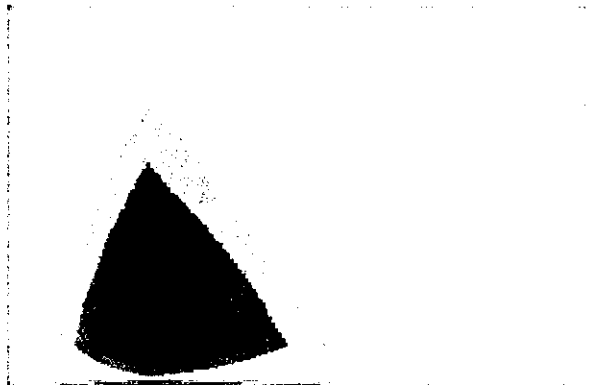
24



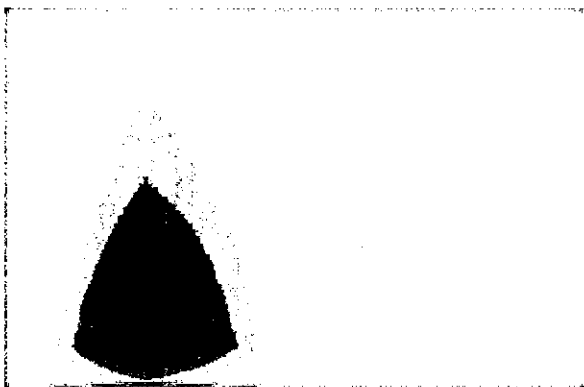
25



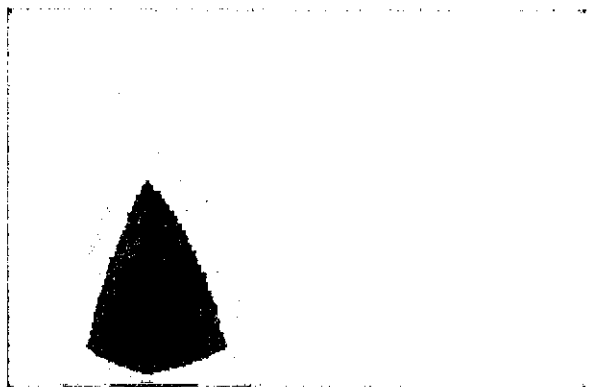
29



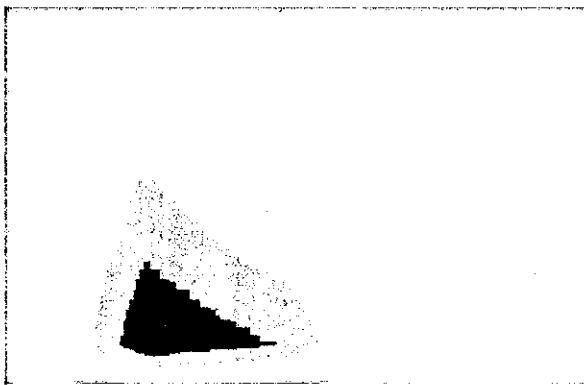
26



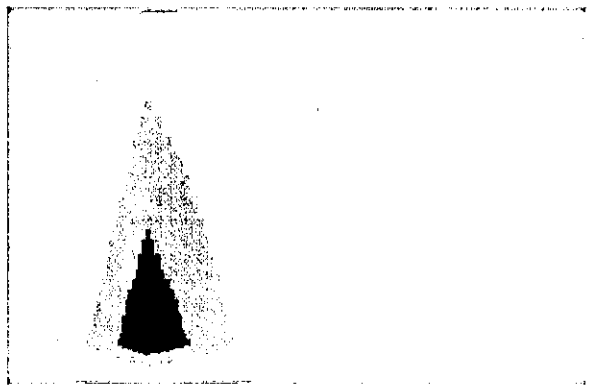
30



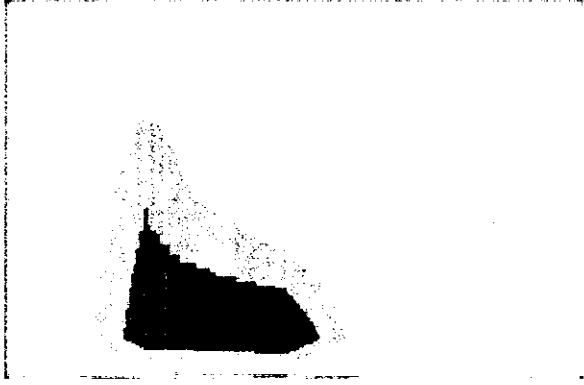
27



31



28



32

