

図-5.12 逆洗前後におけるろ層内トレーサー粒子抑留量 (ろ過器 No. 1)

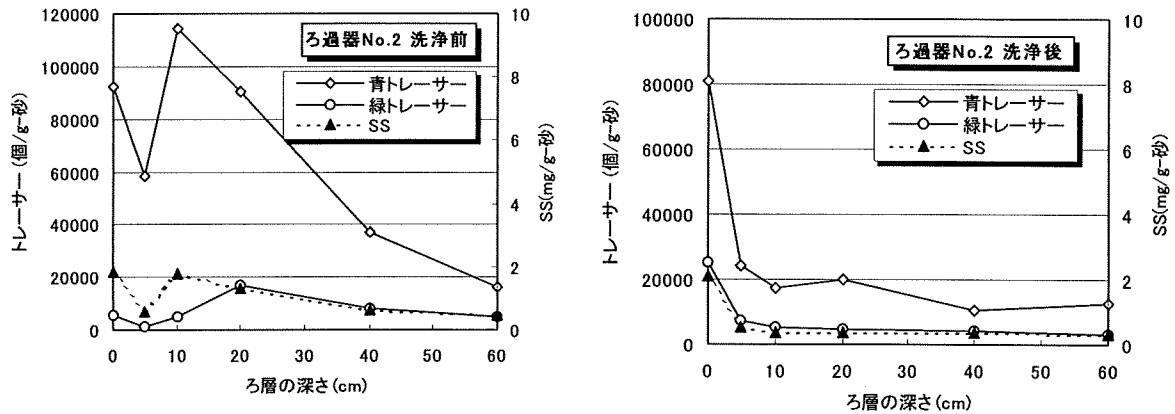


図-5.13 逆洗前後におけるろ層内トレーサー粒子抑留量 (ろ過器 No. 2)

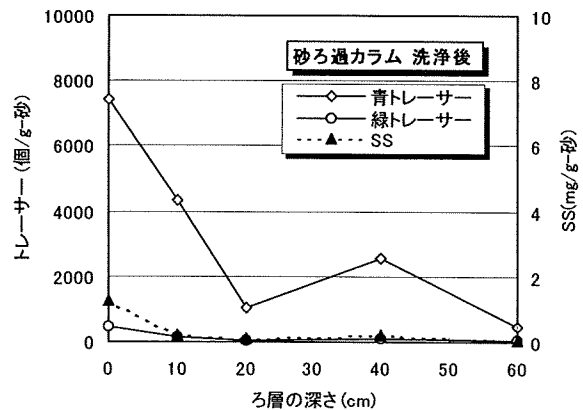


図-5.14 逆洗後におけるろ層内トレーサー粒子抑留量 (ろ過カラム)

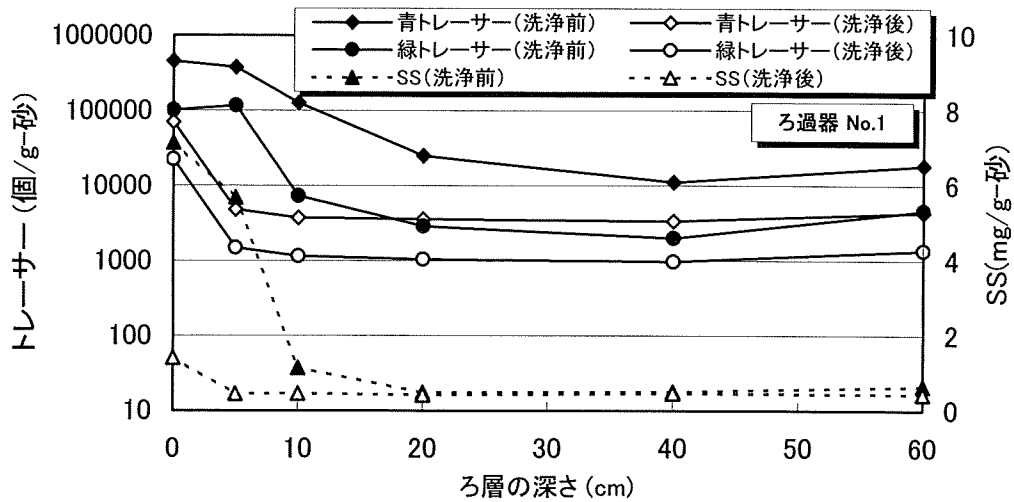


図-5.15 逆洗前後におけるろ層内トレーサー粒子抑留量 (ろ過器 No.1)

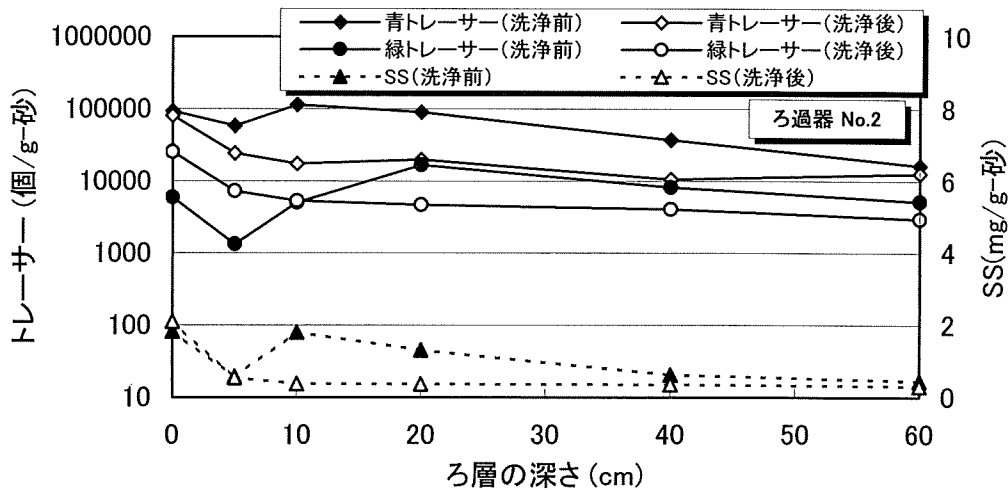


図-5.16 逆洗前後におけるろ層内トレーサー粒子抑留量 (ろ過器 No.2)

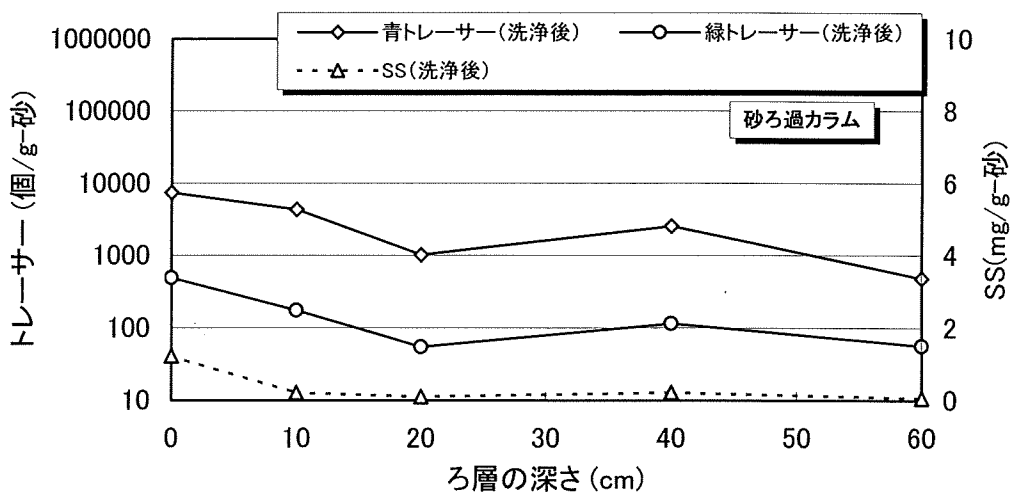


図-5.17 逆洗前後におけるろ層内トレーサー粒子抑留量 (ろ過カラム)

#### (4) トレーサー数と濁度および微粒子カウンター粒子数の関係

ろ過処理水中におけるトレーサー数と濁度および微粒子カウンターで計測される粒子数の絶対値との比較検討を行った。

図-5.18 にトレーサー粒子数と濁度の関係を示す。「水道水におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針」において濁度管理の指針値とされている 0.1 度に注目すると、ろ過水濁度がこの 0.1 度以下に維持されていても、原水に 600 個/mL のトレーサー粒子の入力がある場合、ろ過池出口においては 1~13 個/mL の幅で流出してくる可能性があることを図は示している。(注：実験で使用した濁度の単位は NTU である。)

また、図-5.19 に示す微粒子カウンターの粒子数との関係も同様であり、微粒子カウンターの数値が小さいほど実際に流出しているトレーサー数の最大値も低くなる傾向にはあるものの、両者の間には明確な比例関係は認められない。

このことから、クリプトスポリジウムの浄水管理指標として濁度や微粒子数を用いることは必ずしも万全であるとは言えず、これらの管理指標に関しては今後さらに検討が必要であると考えられる。

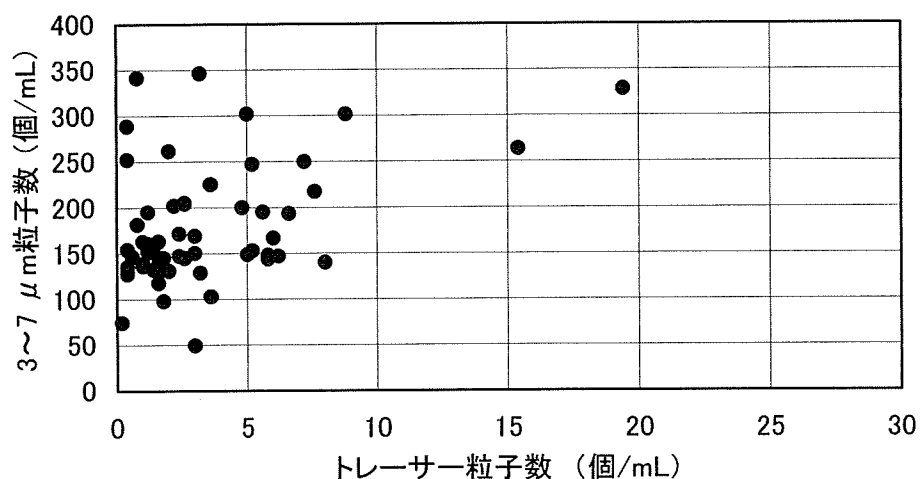


図-5.18 ろ過処理水中のトレーサー粒子数と濁度の関係 (PMMA)

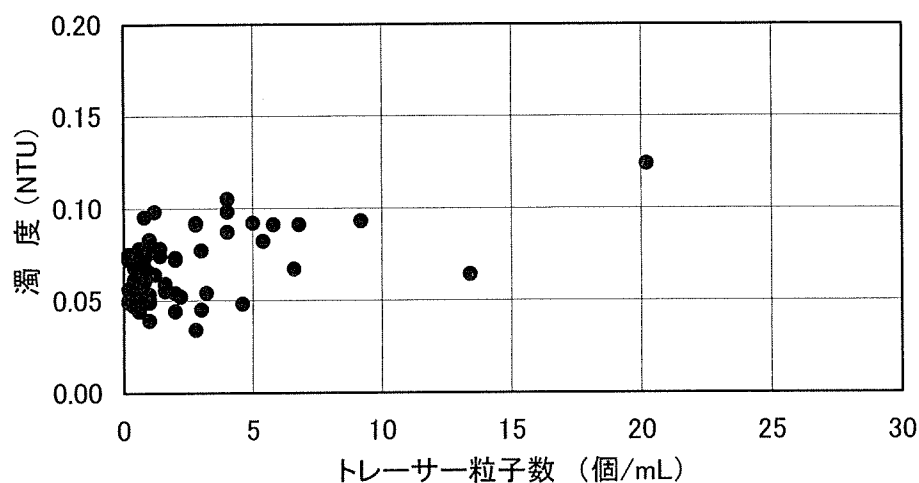


図-5.19 ろ過処理水中のトレーサー粒子数と微粒子数の関係 (PMMA)

## 第4編

### 代替観測機器の有効性の検討

## 1. 研究目的

平成8年6月、国内で初めて水道水中のクリプトスポリジウムにより町民の大半が下痢や腹痛等により罹患する感染事故が発生した。飲料水中の同じ原虫に起因する大規模な感染症の集団発生は、米国等においてもすでに問題となっており、WHOでも飲料水水質ガイドラインにクリプトスポリジウム等を含む微生物を盛り込む検討が開始されている。

しかしながら、現段階ではその存在状況は不明であり、浄水場における除去や不活化等の対策についての研究も世界的に遅れているのが実態である。

そこで水道水等の飲料水の安全性を確保し、国民に安心と安全を提供するため、飲料水中の微生物に関する抜本的な対策を実施することが急務となっている。

本調査は、平成10年度から平成12年度までの3ヶ年間に於いて、クリプトスポリジウムの制御項目として、欧米で普及している微粒子数による浄水監視の可能性を探るために、現時点で使用されている微粒子カウンターの代替観測機器としての有効性についての確認を行うものである。

平成10年度は、粒子数と粒子径が既知の試料を調製し、原水側と浄水側に設置したオンライン型の微粒子カウンターにて連続測定を行い、その値と濁度、顕微鏡で観察されたトレーサー粒子濃度との相関を把握し、分析を行う。併せて微粒子カウンターに関連した情報の収集を行い、さらに細かいクリプトスポリジウムの管理と浄水場への適用の可能性について検討した。

平成11年度は、実際の浄水場において原水を使用し、クリプトスポリジウム等の原虫類の代替品として微粒子トレーサーを用いたろ過実験を行い、変動する原水水質とろ過工程におけるトレーサーの挙動、ろ過池出口の濁度計と微粒子カウンターを組み合わせた監視方法を研究した。又洗浄排水をサンプリングしトレーサーの含有数の経時変化を調査して、洗浄条件と洗浄効果を検討し、実際の浄水場におけるろ過池維持管理上の最適条件を明らかにしてきた。

上記の実験と並行して、代替観測機器により水中の微粒子の測定を行い、必要なデータを収集・分析して、各データの相関、信頼性等について検討した。

又、粒子カウンターを用いた粒子数の測定において、各メーカーの機器により測定結果にばらつきが認められることから、その原因と対策が求められている。粒子計の使用については、EPAにおいても産業界での計器の統一が遅れているとの指摘があり、またキャリブレーションについても、一般的には工場において粒子サイズについて行われているだけであることから、他のプラントや同一プラント内での粒子計の比較のためには粒子計測標準 (particle count standard) が必要であると報告している。

そこで、平成12年度の調査においては、粒子計測機器間の測定値のばらつきの原因及び対策を検討するため、各参加企業において粒子計測機器のキャリブレーションの実施、標準試料による測定値の比較、各社の計測機器の仕様についての詳細比較を行うとともに、各粒径を検出する閾値電圧を調整した計器を用いて現場で測定し、各機器の測定結果の比較を行うことにより代替観測機器としての有効性について調査を行った。

## 2. 調査方法

### 2. 1 実験場所

平成 10 年度は、大阪市西淀川区の(株)クボタ 新淀川環境プラントセンターで、実験プラントを用いたオンライン型の微粒子カウンターによる連続測定を行った。

また、平成 11, 12 年度の調査は、神奈川県内広域水道企業団西長沢浄水場の実験プラントを用いて実施した。

### 2. 2 微粒子カウンターの選定

平成 10 年度の実験に使用した、各社の微粒子カウンター又は微粒子測定装置の機種は下表のとおりである。

表 2-1 実験に使用した微粒子カウンターの会社名及び機種名

No.	会社名	機種名
①	(株)島津製作所	上水用粒度分布測定器
②	リオン株式会社	KS-28B (改良型)
③	横河電気株式会社	WP402G
④	(株)セントラル科学貿易	PC2400D, PC2400PS
⑤	野崎産業株式会社 (現川鉄商事株式会社)	PCX

また、平成 11, 12 年度の実験に供した微粒子カウンターは 4 社 (計 8 台)、濁度計が 5 社 (計 6 台) であり、それぞれのメーカー、機種及び設置場所は下記の表に示すとおりである。

表 2-2 粒子計及び濁度計のメーカー、機種及び設置場所

計測機器	会社名	台数	機種名	設置場所
微粒子計	島津製作所	1 台	粒子計 LATS-1	既設ろ過水
	横河電機	3 台	WP402G	凝集沈殿水
			WP402G	カラム活性炭処理水
			WP402G	カラム砂ろ過処理水
	富士電機	1 台	ZYU	既設砂ろ過水
	川鉄商事	3 台	Model PCX	原水
Model PCX			凝集沈殿水	
Model PCX			カラム砂ろ過処理水	
濁度計	HACH	2 台	濁度計	原水
			1720C	凝集沈殿水
	ミクニカイ	1 台	MILPA-TB	既設ろ過水
	横河電機	1 台	TB650G	カラム砂ろ過処理水

### 2-3 実験プラントの運転条件

平成 11 年度に実施した実験プラントの運転条件は、目的に応じて、PAC 注入率、処理フローを変更して行っており、その条件及び実施期間は下記の表に示すとおりである。

表 2-3 実験プラントの運転条件

	期 間	沈殿処理水量	PAC注入率	パターン	処理フロー	ろ 過 速 度	
		m <sup>3</sup> /d	mg/l	No.		ろ過設備	m/日
RUN-1	12/6-12/8	1,008	52	1	凝集沈殿→BAC→急速ろ過	既設ろ過, BAC→砂ろ過	120, 240-120
RUN-2	12/8-12/10		52	1			
RUN-3	12/13-12/15	1,440	50	1			
RUN-4	12/15-12/17		50	1			
RUN-5	12/20-12/22	1,440	50	1			
RUN-6	12/27-12/29	1,008	50	3	凝集沈殿→急速ろ過→BAC→急速ろ過	既設ろ過→BAC→砂ろ過	120-360-240
RUN-7	1/5-1/7	1,008	52	3			
RUN-8	1/11-1/14	1,008	52	1	凝集沈殿→BAC→急速ろ過	既設ろ過, BAC→砂ろ過	120, 240-120
RUN-9	1/17-1/19	1,008	24, 31	1			
RUN-10	1/19-1/21	1,008	29	1			
RUN-11	1/24-1/26	1,008	37	1			
RUN-12	1/26-1/28	1,008	37	2			
RUN-13	1/31-2/2	1,008	30, 38	2	凝集沈殿→急速ろ過→BAC	既設ろ過→BAC→砂ろ過	240-120-200
RUN-14	2/2-2/4	1,008	36, 35, 33	2			
RUN-15	2/7-2/9	1,008	29, 36	2			

\* 処理フロー

- ① パターン 1 凝集沈殿→活性炭吸着→(再凝集)→急速ろ過
- ② パターン 2 凝集沈殿→急速ろ過→(再凝集)→活性炭吸着
- ③ パターン 3 凝集沈殿→急速ろ過→活性炭吸着→(再凝集)→急速ろ過

### 2-4 標準試料による測定値の比較

各社計測機器に粒径・粒子数の異なる 9 種類の標準試料を通水し、データ採取を行った。標準試料として用いた標準粒子の材質、粒径及び濃度は下記のとおりである。

- ・組成：PMMA (ポリメチルメタアクリレート)
- ・粒径：3 μm, 5 μm, 10 μm
- ・濃度：10<sup>8</sup> 個/mL (脱イオン水)

表 2-3 試料と調製法

	粒径 (μm)	濃度 (個/mL)	希釈方法
RUN-1	3	1.0×10 <sup>3</sup>	0.2mLを200Lに希釈
RUN-2	5	1.0×10 <sup>3</sup>	"
RUN-3	10	1.0×10 <sup>3</sup>	"
RUN-4	3	5.0×10 <sup>3</sup>	10mLを200Lに希釈
RUN-5	5	5.0×10 <sup>3</sup>	"
RUN-6	10	5.0×10 <sup>3</sup>	"
RUN-7	3	1.5×10 <sup>4</sup>	30mLを200Lに希釈
RUN-8	5	1.5×10 <sup>4</sup>	"
RUN-9	10	1.5×10 <sup>4</sup>	"

## 2. 5 実験条件

微粒子カウンターは、(株)クボタが実施する「トレーサー粒子によるろ過効果の確認実験」の実験装置に設置され、その実験条件に基づくデータを収集することとなる。したがって微粒子の測定、データの収集等については「トレーサー粒子によるろ過効果の確認実験」の条件設定の範囲内で行った。

### (1) 粒子カウンター等の水質自動計器の設置フロー

平成 11, 12 年度に実施したプラント実験における粒子カウンター、濁度計の設置場所は下記の図 2-1 に示すとおりである。

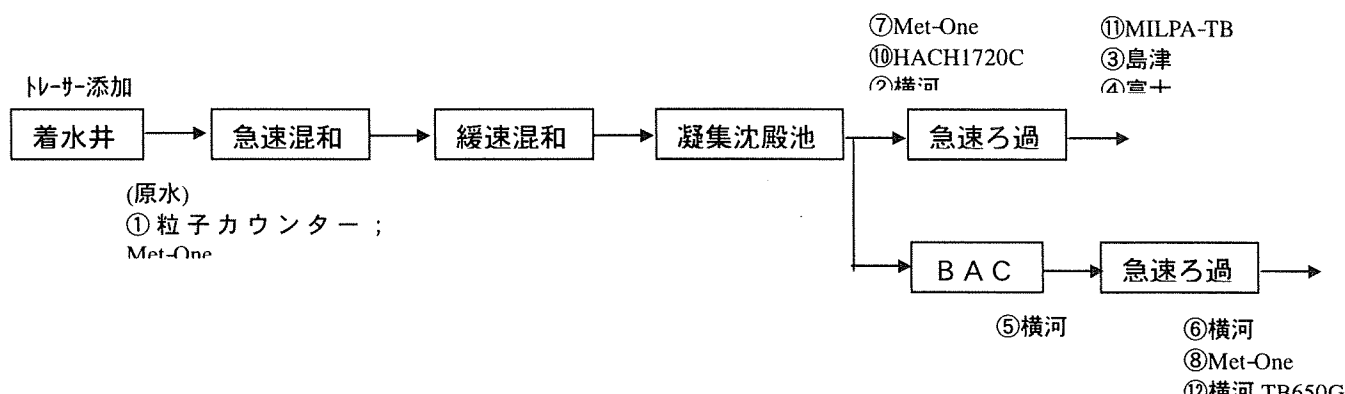


図 2-1 粒子カウンター及び濁度計の設置場所

### (2) 使用した粒子計測機器の測定原理の比較

各社の計測機器の測光方式等の原理及び仕様は下記の表 2-4 に示すとおりである。

表 2-5 粒子計測機器の測定原理の比較

年度	会社名	機種名	測定原理	測定レンジ (μm)
10	野崎産業 (株)	Met-One PCX	レーザー光遮断方式	2~750 (5ch)
	リオン (株)	KS-28B (改良型)	レーザー光散乱方式	0.5~20
	(株) セントラル科学貿易	PC-2400D	レーザー光遮断方式	2~200
	(株) 島津製作所	LATS-1	レーザー回折・散乱光方式	0.5~50 (51ch)
	横河電機 (株)	WP402G	レーザー光遮断方式	2~400
11	川鉄商事 (株) (旧野崎産業)	Met-One PCX	レーザー光遮断方式	2~750 (5ch)
	(株) 島津製作所	LATS-1	レーザー回折・散乱光方式	0.5~50 (51ch)
	横河電機 (株)	WP402G	レーザー光遮断方式	2~400
12	富士電機 (株)	ZYU	レーザー光透過散乱方式	0.5~



### 3. 実験結果

#### 3-1 各測定機器の測定原理の比較

各社の計測機器の測光方式の違いにより、データに差がでている可能性が考えられることから、各社が使用した微粒子カウンターの測定原理等の比較を行った。

表 3-1 各社の測定原理等の比較

項目	川鉄商事(株)	リオン(株)	(株) セントラル科学貿易	横河電機(株)	(株) 島津製作所	富士電機(株)	
型式	Met-One PCX	KS-28B (改良型)	PC-2400D	WP402G	LATS-1	ZYU	
特徴	測定原理	レーザー光遮断方式	レーザー光散乱方式	レーザー光遮断方式	レーザー回折・散乱光方式	レーザー光透過散乱方式	
	その他	ダイナミックレンジの幅が広く、低濃度の浄水から高濃度の原水まで測定可能	光散乱方式のため検出感度が高い。測定粒径範囲が広い。	サンプル流量は100ml/minに保たれている	検出率5%以内、計数効率30~70% (2μm)、70~120% (3μm)	微粒子が少くはなく、粒度分布測定を基本としたもの。	粒子数と濁度の両方を出力、選択切替表示が可能
測定範囲	粒度分布	2~750 μm	0.5~25 μm	2~400 μm	2~400 μm	0.5~50 μm	0.5, 1, 3, 7 μm
	粒子数	17000 個/ml	1200 個/ml	15000 個/ml	15000 個/ml	体積基準	0~10 <sup>3</sup> 個/ml
測定セル	濁度				0~2.0 (分解能0.001)		
	内部寸法		直径0.5mm	1mm×1mm	直径 約70mm		
	光路長		20 μm	1mm	0.8mm	約40mm	
	容量		5mm <sup>3</sup>	0.05cm <sup>3</sup>	5mm <sup>3</sup>	130cm <sup>3</sup>	
	材質	石英ガラス	合成石英	アルミニウムコート	石英ガラス	アルミニウム合金	
	窓材質	石英ガラス		サファイア	石英ガラス	パイレックスガラス	

使用した微粒子カウンターは全ての機種において、光源にレーザーを使用している。レーザーを用いた微粒子カウンターの計測原理は次のとおりである。

フローセル中の粒子が、レーザービームを横切るときレーザー光が散乱される。この散乱された光を集光レンズと受光素子を用いて検出し、粒子として認識する。散乱される光の強度は粒子の大きさに依存するが、媒質（液体）や粒子の屈折率にも大きな影響を受ける。微粒子カウンターの粒径校正は標準粒子を用いて行われるため、測定される粒子径は標準粒子相当径となる。

液体の屈折率が大きい場合は、測定している粒子の粒径が、表示されている粒径よりも大きい粒子であることが考えられる。

また液体と粒子の屈折率が近似している場合には、実際の粒子径よりも小さく測定されるため、結果の考察については測定対象とする粒子の性状について考慮する必要がある。

このように、測定する粒子の組成は未知の場合が多く、校正用粒子と光学的特性が異なる場合がある。この場合、光散乱式の微粒子カウンターで計測される粒子の大きさは、光源の波長や、散乱光の検出方向、散乱光を集光する集光立体角に依存する。したがって微粒子カウンターの基本設計に大きく依存するが、光遮蔽式微粒子カウンターではこれらのパラメータが固定されているため、機種やメーカーが異なっても正しく管理されていれば測定値が大きく異なることがないと言う利点がある。

また、レーザー回折・散乱法においてもこれらのパラメータの影響は大きくない。

測定原理的にみると、光散乱方式は、粒径が1 μm未満のより微小な粒子の測定に適しているが、構造がやや複雑で装置が大型化する欠点がある。

これに対して粒径が1 μm以上の粒子の場合には、構造が簡単で軽量、小型、安価な光遮断方

式でも十分に測定できると言われている。

いずれにしても粒子と媒質の光学特性の影響は避けられず、特に気泡は粒子と同じように検出されるため測定時の注意が必要である。

今回の調査においては、クリプトスポリジウムの代替観測機器としての評価が目的であることから、測定限界を $2\mu\text{m}$ 以上としたため測定原理による精度の差は認められなかった。

今後、凝集沈殿やろ過池の運転状況や施設の機能評価に、この微粒子カウンターを応用するような場合には、測定原理の違いが問題となることも考えられる。

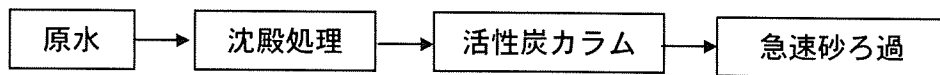
### 3-2 自動計器による測定結果

実験プラントに設置した自動計器による濁度及び粒子数に対する測定結果は、次に示すとおりである。

#### (1) 原水及び各処理水中の粒子数の変動

一連の浄水処理過程における粒子数と濁度の処理状況を明らかにするため、原水から凝集沈殿処理、急速砂ろ過処理により原水中に含まれていた濁度と粒子数について調査を行った。粒子計については、データの解析精度を高めるため、同一メーカーの機種を用いることとし、川鉄商事の Met-One により測定を行った。

データは実験条件毎に RUN 1 から RUN15 までについて、処理の安定している期間のものを使用している。粒子計の設置箇所は、下記の浄水処理フローにおける原水槽、沈殿処理槽及び急速



ろ過塔の出口である。

また、測定粒子の粒径レンジは次のとおりである

- ①  $2\mu\text{m}$  <
- ②  $3\sim 5\mu\text{m}$ ,
- ③  $5\sim 7\mu\text{m}$ ,
- ④  $7\sim 10\mu\text{m}$ ,
- ⑤  $10\sim 15\mu\text{m}$ ,
- ⑥  $15\mu\text{m}$  <

グラフ上には、原水、沈殿水、砂ろ過水としてそれぞれ $2\mu\text{m}$ 以上と $3\sim 7\mu\text{m}$ の2レンジについて整理している。

原水の $2\mu\text{m}$ 以上の総粒子数は、 $2,500\sim 15,000$  個/ml の範囲で計測されており、平均では約 $10,000$  個/ml 前後で比較的安定していた。

この間の濁度は $3\sim 9$  度であったが、この範囲での濁度と粒子数の相関は認められなかった。

各 RUN 毎の沈殿処理及び沈殿-砂ろ過処理による $3\sim 7\mu\text{m}$ 及び $2\mu\text{m}$ 以上の粒子の除去率は、下記の表に示すとおりである。

この表から明らかなように、原水中の $2\mu\text{m}$ 以上の粒子は沈殿処理により平均で $70\sim 80\%$ 除去されているが、RUN9以降では PAC 注入率が低減化されたため、平均で約 $25\sim 50\%$ 程度に減少している。

表 3-2 沈殿, 砂ろ過による粒子の除去率 (%)

RUN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
日付		12/7	12/9	12/14	12/16	12/21	12/28	1/6	1/13	1/18	1/20	1/25	1/27	2/1	2/4	2/8	
3-7um	沈殿処理	最大	79.38	80.05	84.70	87.27	85.29	77.00	89.96	82.18	57.40	81.10	79.51	60.10	76.86	73.88	
		平均	76.334	76.347	82.016	86.412	77.184	67.017	77.617	78.363	39.851	70.393	62.183	25.121	36.269	48.322	
		最小	72.79	70.97	76.67	83.65	62.74	51.46	57.66	64.48	-5.24	41.69	26.58	-230.23	-55.19	15.60	
	砂ろ過	最大	99.46	99.56	99.34	99.32	99.16	98.59	98.99	98.98	99.18	97.77	99.14	98.64	94.95	99.51	99.75
		平均	99.893	98.419	98.935	99.041	97.771	97.896	96.385	98.450	97.550	94.655	92.979	91.939	88.974	90.193	93.922
		最小	97.72	68.25	94.97	96.78	85.10	95.81	86.25	94.33	92.51	86.44	59.33	39.68	76.04	58.67	81.89
>2um	沈殿処理	最大	77.25	84.59	82.88	86.15	84.58	76.55	93.01	82.02	56.46	80.52	77.96	62.32	73.01	72.57	
		平均	73.913	75.886	80.460	85.295	76.164	66.762	77.624	77.840	38.688	36.709	70.331	62.672	29.640	41.829	49.023
		最小	69.91	69.29	75.17	82.39	61.32	52.40	57.70	66.08	-1.69	-2.97	43.69	28.61	-131.88	-28.96	17.95
	砂ろ過	最大	99.34	99.55	99.29	99.30	99.16	98.68	99.34	99.10	99.27	98.13	99.07	98.95	95.96	99.37	99.64
		平均	98.774	98.596	98.845	98.974	97.651	98.006	97.113	98.752	97.960	95.951	95.625	93.365	90.667	92.815	95.118
		最小	96.52	78.44	94.92	96.88	83.73	95.90	90.87	96.10	93.55	89.36	74.99	41.24	76.87	59.66	79.11

RUN		2/14	2/22	2/29	3/8	3/14	3/22	3/28	
日付		2/14	2/22	2/29	3/8	3/14	3/22	3/28	
3-7um	沈殿処理	最大	81.74	78.85	97.84	76.07	80.37	99.99	79.60
		平均	68.642	55.908	96.464	64.813	63.709	75.254	71.572
		最小	29.85	-27.69	95.30	44.69	50.47	29.53	33.71
	砂ろ過	最大	98.59	97.78	99.07	99.36	98.36	98.16	98.78
		平均	91.111	92.589	97.944	94.148	96.833	97.026	96.015
		最小	80.51	71.09	93.33	62.06	93.30	92.30	87.74
>2um	沈殿処理	最大	81.73	77.15	96.99	74.35	78.75	99.99	77.65
		平均	68.627	54.903	95.587	63.179	62.401	73.782	68.814
		最小	29.26	-20.99	93.86	42.89	50.08	28.59	60.48
	砂ろ過	最大	98.37	97.79	99.03	99.31	98.41	98.24	98.68
		平均	92.674	93.728	98.142	95.663	97.072	97.115	95.810
		最小	72.18	77.20	93.78	74.86	92.46	91.78	89.69

(2) 沈殿処理水，活性炭，急速ろ過における粒子数の変動

沈殿処理，活性炭ろ過及び急速砂ろ過による粒子の一連の処理状況については，横河電機の粒子計を用いて測定した。その結果については下記の表に示すとおりである。

この表から明らかなように，凝集沈殿処理水を活性炭ろ過した場合の粒子の除去率は，84～99%，平均で約94%と非常に高く，また安定していた。RUN9以降でPAC注入率が低くなっている時期でも除去率に変化は認められなかった。

表 3-3 凝集沈殿、活性炭ろ過及び急速ろ過による粒子の除去率 (%)

RUN 日付	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	12/7	12/9	12/14	12/17	12/21	12/28	1/6	1/13	1/18	1/20	1/25	1/27	2/2	2/4	2/8	
3-7um	最大	99.71	100.00	99.53	99.74	99.07	98.64	96.25	97.51	97.97	-	-	-	-	-	98.64
	平均	94.308	88.611	94.895	95.207	95.889	94.269	94.716	94.267	94.246	-	-	-	-	-	93.079
	最小	89.94	-807.18	83.97	93.20	92.88	87.64	91.59	88.07	89.82	90.78	-	-	-	-	50.23
	最大	99.89	99.95	99.76	99.79	99.49	99.30	99.23	98.00	99.20	98.90	-	-	-	-	99.87
	平均	98.660	97.669	97.210	96.920	97.785	97.483	96.539	95.077	97.880	96.670	-	-	-	-	99.625
>2um	最小	94.97	-115.29	92.83	91.58	95.37	96.14	86.62	84.98	96.28	94.40	-	-	-	-	98.60
	最大	99.70	100.00	99.47	99.84	99.02	98.03	98.48	96.14	97.73	97.97	-	-	-	-	98.64
	平均	95.368	87.576	94.457	97.323	95.798	93.783	94.481	94.236	94.598	94.519	-	-	-	-	93.079
	最小	89.53	-825.59	84.60	96.21	92.13	86.96	91.59	87.82	90.86	91.55	-	-	-	-	50.23
	最大	99.88	99.95	99.72	99.87	99.45	99.22	99.12	97.85	99.15	98.81	-	-	-	-	99.76
砂ろ過	平均	98.614	97.523	97.093	98.281	97.683	97.316	96.235	94.319	97.878	96.588	-	-	-	-	99.338
	最小	94.77	-117.28	92.51	95.35	95.29	95.67	86.01	81.75	96.39	94.12	-	-	-	-	97.58

RUN 日付	2/14	2/22	2/29	3/8	3/14	3/22	3/28	
	3-7um	最大	99.74	98.96	90.34	98.57	96.71	99.28
平均		98.904	97.075	84.253	96.498	94.453	95.120	94.067
最小		94.94	91.62	74.58	87.74	89.39	91.17	88.33
最大		98.93	96.55	94.87	99.16	97.87	98.04	98.52
平均		88.924	93.814	91.055	97.159	96.097	96.434	96.998
>2um	最小	85.16	77.68	86.25	81.48	92.91	93.83	93.43
	最大	99.73	98.91	90.05	97.85	96.67	98.98	96.86
	平均	98.828	96.988	84.247	96.352	94.478	95.127	94.402
	最小	94.36	91.82	75.50	87.00	89.45	91.50	89.17
	最大	98.72	96.56	94.86	99.11	97.83	97.93	98.51
砂ろ過	平均	88.154	93.456	90.819	96.214	96.007	96.391	97.022
	最小	80.93	75.80	85.52	74.79	92.71	93.50	93.24

### (3) 各粒子計測機器による測定データの比較

各メーカー間のデータの比較を行うため、同一測定個所に設置した各機器の測定結果を次のとおり整理し図に示した。

・沈殿処理水……横河電機，川鉄商事： $2\mu\text{m}$  < ,  $3\sim 5\mu\text{m}$

・砂カラム水……横河電機，川鉄商事： $2\mu\text{m}$  < ,  $3\sim 5\mu\text{m}$

沈殿処理水について、横河電機と川鉄商事の $2\mu$ 以上の測定結果の図より、横河は川鉄よりも常に $3,000\sim 4,000$ 個/ml多く計測されている。

また $3\sim 5\mu\text{m}$ のレンジにおいても同様に横河の方が $1,000\sim 1,500$ 個/ml多く計測されている。

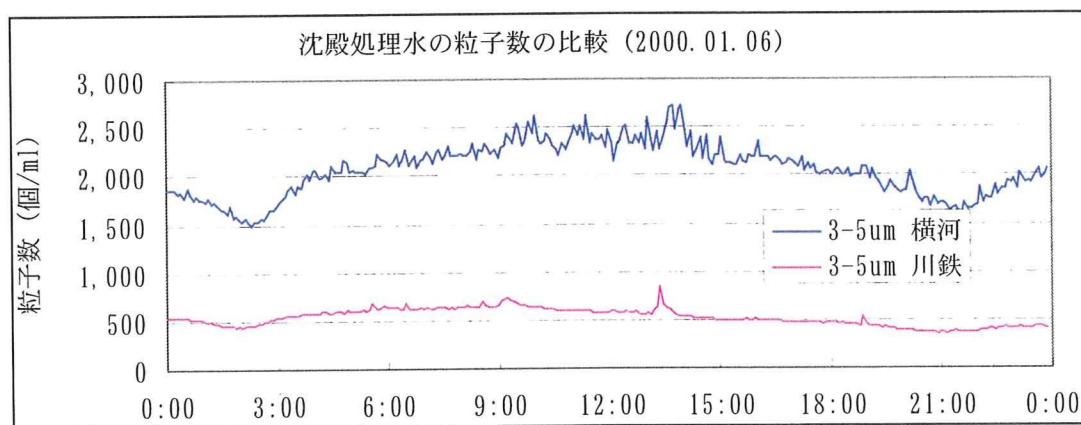
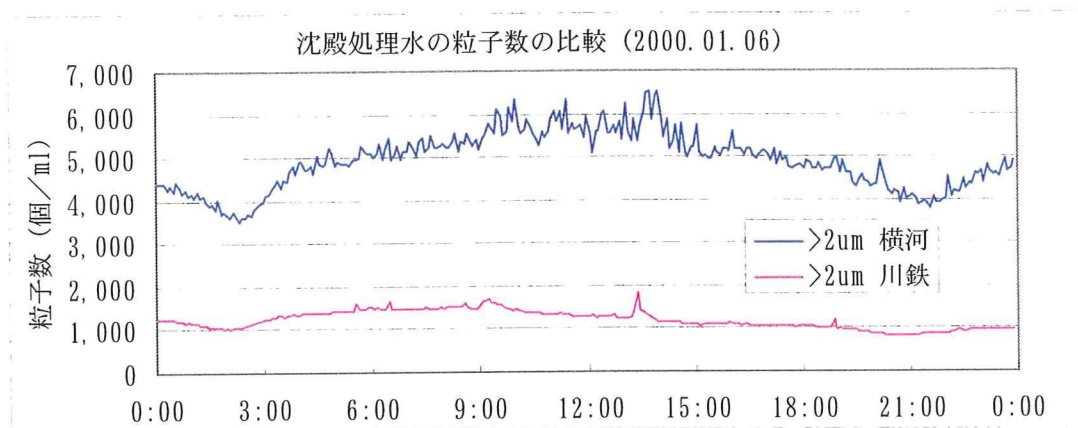


図3-1 沈殿処理水の粒子数比較

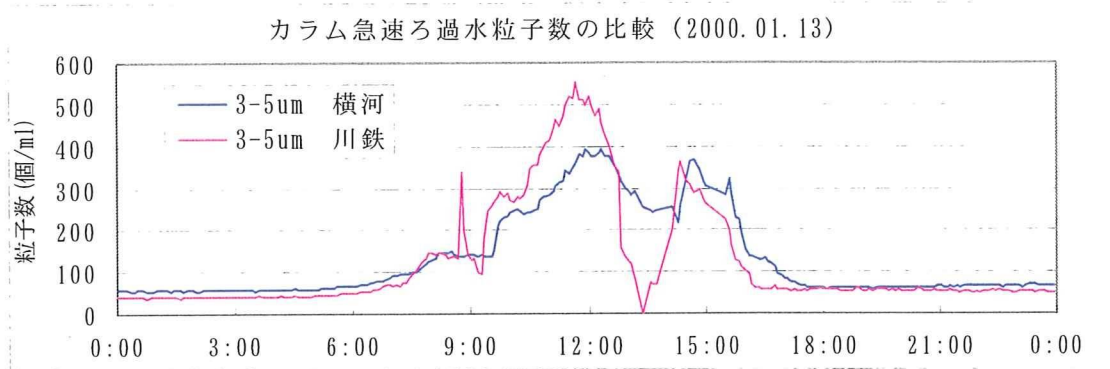
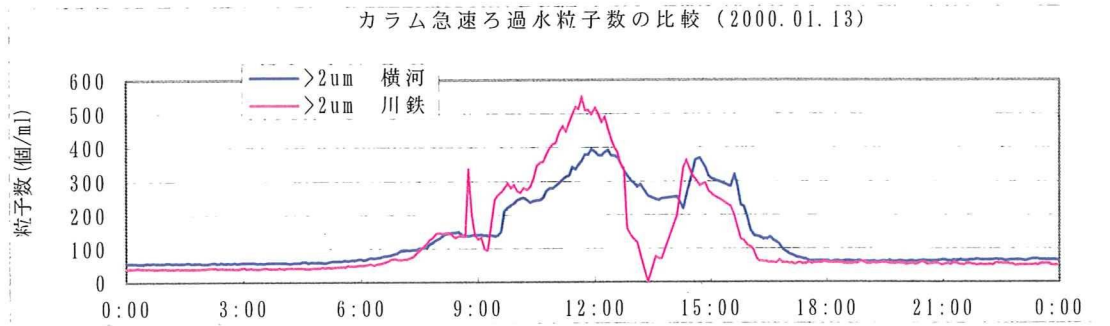


図 3-2 カラム急速ろ過水の粒子数比較

### 3-3 計測機器間の相関

今回の実験では使用したメーカーの数が4社と少ないことと、各測定ポイントに全社の測定機器を設置することができなかつたため、粒子計測機器を全体的に評価することは困難であるが、実験条件の範囲内での各メーカーによる計測機器間の相関は次のとおりである。

ここでは粒子の粒径について2 $\mu$ m以上と3~7 $\mu$ mについての相関について整理し下記の表に示した。

- ・凝集沈殿処理水      横河電機   ：川鉄商事
- ・既設急速ろ過水      島津製作所：富士電機
- ・砂ろ過カラム水      横河電機   ：川鉄商事

表3-4 各メーカー間の粒子数測定結果の相関係数

日付	RUN	凝集沈殿処理水		カラム急速ろ過水		実急速ろ過水	
		>2 $\mu$ m	3-7 $\mu$ m	>2 $\mu$ m	3-7 $\mu$ m	>2 $\mu$ m	3-7 $\mu$ m
H11.12/7	1	0.1316	0.1507	0.2261	0.2434	0.4221	0.2587
H11.12/9	2	<u>0.9188</u>	<u>0.9133</u>	0.0936	0.0876	0.0733	0.0044
H11.12/14	3	0.3583	0.3672	0.4375	0.4240	0.0292	0.2097
H11.12/17	4	0.4982	0.4371	<u>0.7581</u>	<u>0.8099</u>	0.0091	0.0534
H11.12/21	5	0.1337	0.1436	0.2412	0.2577	<u>0.7542</u>	0.6060
H11.12/28	6	<u>0.8108</u>	<u>0.8381</u>	0.1875	0.2234	0.2916	0.0807
H12.1/6	7	0.5767	0.6412	<u>0.8655</u>	<u>0.9170</u>	0.1999	0.0847
H12.1/13	8	0.0734	0.2857	<u>0.9164</u>	<u>0.9088</u>	0.0702	0.0140
H12.1/18	9	0.5177	0.5475	0.3263	0.3533	0.0619	0.3206
H12.1/20	10	0.6805	<u>0.7231</u>	<u>0.7866</u>	<u>0.8269</u>	0.2302	0.0350
H12.1/25	11	—	—	0.3941	0.4291	<u>0.9046</u>	<u>0.7462</u>
H12.1/27	12	—	—	0.1087	0.1113	0.0740	0.0732
H12.2/2	13	—	—	0.3823	0.3018	0.1646	0.0317
H12.2/4	14	—	—	0.3516	0.4227	<u>0.9387</u>	<u>0.8855</u>
H12.2/8	15	<u>0.9829</u>	<u>0.9878</u>	0.5428	0.3952	0.1152	0.2711
H12.2/14		0.0175	0.1257	0.3643	0.3666	0.3449	0.0471
H12.2/22		<u>0.7841</u>	<u>0.8935</u>	0.6401	<u>0.8266</u>	0.0055	0.0291
H12.2/29		0.1199	0.0905	<u>0.8704</u>	<u>0.9119</u>	0.2617	0.0977
H12.3/8		0.3347	0.3131	<u>0.9153</u>	<u>0.9110</u>	—	—
H12.3/14		0.4129	0.3390	<u>0.9142</u>	<u>0.9319</u>	0.2921	0.2434
H12.3/22		0.0221	0.0078	<u>0.9002</u>	<u>0.9362</u>	0.2011	0.2297
H12.3/28		<u>0.8786</u>	<u>0.8838</u>	0.1015	0.0139	0.3451	0.4371

この表より凝集沈殿処理水、カラム急速ろ過水において、横河電機と川鉄商事の相関は高い時には0.9以上であるが、場合によっては0.1以下の時もある。

相関係数が極端に低い原因としては、実験プラントの運転条件の影響によるものと考えられることから、基本的には横河電機と川鉄商事の計測データの相関は非常に高いとすることができる。また既設の急速ろ過水における島津製作所と富士の相関についても同様の傾向が認められた。



### 3-4 微粒子カウンターの性能仕様の比較

平成10年度の実験に用いた各社の微粒子カウンターの仕様は、次のとおりである。

原水用としては、セントラル科学の光遮断方式PC2400D1台、野崎産業の光遮断方式PCX1台を予定していたが、セントラル科学が準備できず、野崎産業のみとなった。

沈殿処理水用としては、セントラル科学の光遮断方式PC2400D、野崎産業の光遮断方式PCX、リオンの光散乱方式KS-28B（改良型）及び横河電機の光遮断方式WP402Gを各1台ずつ、合計4台を使用した。

浄水用としては、セントラル科学の光遮断方式PC2400PS1台、野崎産業の光遮断方式PCX1台、リオンの光散乱方式KS-28B（改良型）1台、横河電機のWP402G1台及び島津製作所の浄水用粒度分布測定装置1台の合計5台を使用した。

表3-5 微粒子カウンターの性能仕様の比較（1）

会社名		株式会社セントラル科学貿易	リオン株式会社	株式会社島津製作所
項目	細目			
機器	機器名	PC2400PS/PC2400D	KS-28B（改）+KL-11	上水用粒度分布測定装置
計測水量	ml/min	100ml/min	定格10ml/min 但し今実験では圧力の問題で5ml/min	50~3,000ml/minの範囲であれば、調査・測定の必要なし
セル	容量	約50 $\mu$ l	約5mm <sup>3</sup>	130cm <sup>3</sup>
	形状	角セル	四角柱（断面は0.5mm角）	円筒形
	光路長	1mm	ビーム厚みは平均で20 $\mu$ m 照射の容量は約0.008mm <sup>3</sup> 全数検出	40mm
分解能	粒子数	0-500,000	1個（0.5 $\mu$ m以上）	
	粒子径	2-200（1 $\mu$ m刻み）	0.5 $\mu$ m	0.5~50 $\mu$ mを対象51分割
影響因子	水温	温度変化による気泡の発生	使用範囲15~35℃（セルが結露しないこと）	
	水質	高濁度水によるセルの汚れ他	純水が理想、粒子濃度1,200個/ml以下が定格	
	電気	通常電源においてはなし。	異常な外来ノイズは問題となりえる（偽計数）	AC100V $\pm$ 10% 1A 50/60Hz
	機械		配管系の振動は問題となりえる（偽計数）	結露および凍結のないこと
	その他	流速の変動		
標準物質	素材	市販PSL（ポリスチレンラテックス） 粒径：3 $\mu$ m	PSL（ポリスチレンラテックス）	ポリスチレンラテックス標準粒子
	懸濁液の種類	市販精製水（製造後1ヶ月以内）	純水中にPSLを分散	1, 5, 25 $\mu$ m
	濃度	2,500-4,000個/ml	0~1200個/mlの範囲で任意	1 $\mu$ m/1.9 $\times$ 10 <sup>10</sup> 個/ml, 5 $\mu$ m/4.5 $\times$ 10 <sup>7</sup> 個/ml, 25 $\mu$ m/0.6 $\times$ 10 <sup>3</sup> 個/ml
キリブレーション	ゼロ点調査	メーカーにて調整	純水をサンプルとして測定し、カウント値が規定以下である事。又純水を封止した状態ではカウントが一定時間内で0であること。	ゼロ点校正用フィルタ（0.5 $\mu$ m）でろ過したろ過水を使用
	標準液の濃度段階	無し	600から1,000個/mlの範囲で1種類	1 $\mu$ m/0.1ppm, 5 $\mu$ m/0.5ppm, 25 $\mu$ m/1ppm（各1点）
	標準液の安定性	1日	問題無し 但し外来の粒子汚染のない事	標準偏差 1 $\mu$ m/0.009 $\mu$ m, 5 $\mu$ m/0.06 $\mu$ m, 25 $\mu$ m/1.0 $\mu$ m
	計測器の安定性		温度依存性あり	不明（メーカーにて光学顕微鏡および電気抵抗アナライザにて測定）
	CV値		不明	1 $\mu$ m 0.9%, 5 $\mu$ m 1.2%, 25 $\mu$ m 3.9%
	その他	粒径分解能		計測器の安定性とCV値については実測していない。

表3-5 微粒子カウンターの性能仕様の比較(2)

項目	会社名	野崎産業株式会社	横川電機株式会社
	細目		
機器	機器名	Model PCX	WP402G
計測水量	ml/min	100ml/min	100ml/min
セル	容量		0.005ml
	形状		角柱 0.8×0.8×8
	光路長		0.8mm
分解能	粒子数		0.1個/ml
	粒子径		2μm
影響因子	水温		0~50℃で-1%/10℃以内
	水質		不明
	電気		電源変動の影響はなし
	機械		
	その他		
標準物質	素材	球状のポリスチレンラテックス	ポリスチレンラテックス (PSL)
	懸濁液の種類		純水
	濃度		10 <sup>8</sup> 個/ml
キャリブレーション	ゼロ点調査		流量ゼロ
	標準液の濃度段階		9
	標準液の安定性		不明
	計測器の安定性		ゼロドリフト2個/ml/day以内
	CV値		3.5% (500個/ml)
その他	粒径分解能	3%以内 例えば真の10μmの粒子は9.7μm~10.3μmの範囲内でカウントされる。	注) キャリブレーションは工場でのみ可能です。CV値は実験値の一例です。

### 3-5 各社測定機器の測定結果

測定結果は下記の図に示すとおりである。

#### (1) 川鉄商事

粒径分布としては下記の図3-3に示すとおり、比較的どの粒径でも標準試料の傾向を捉えた結果を得ることが出来た。粒子数については、RUN-1, 4, 7では実際の粒子数の6割程度、RUN-2, 3はほぼ10割、RUN-5, 6, 8, 9では6~8割程度となっている。

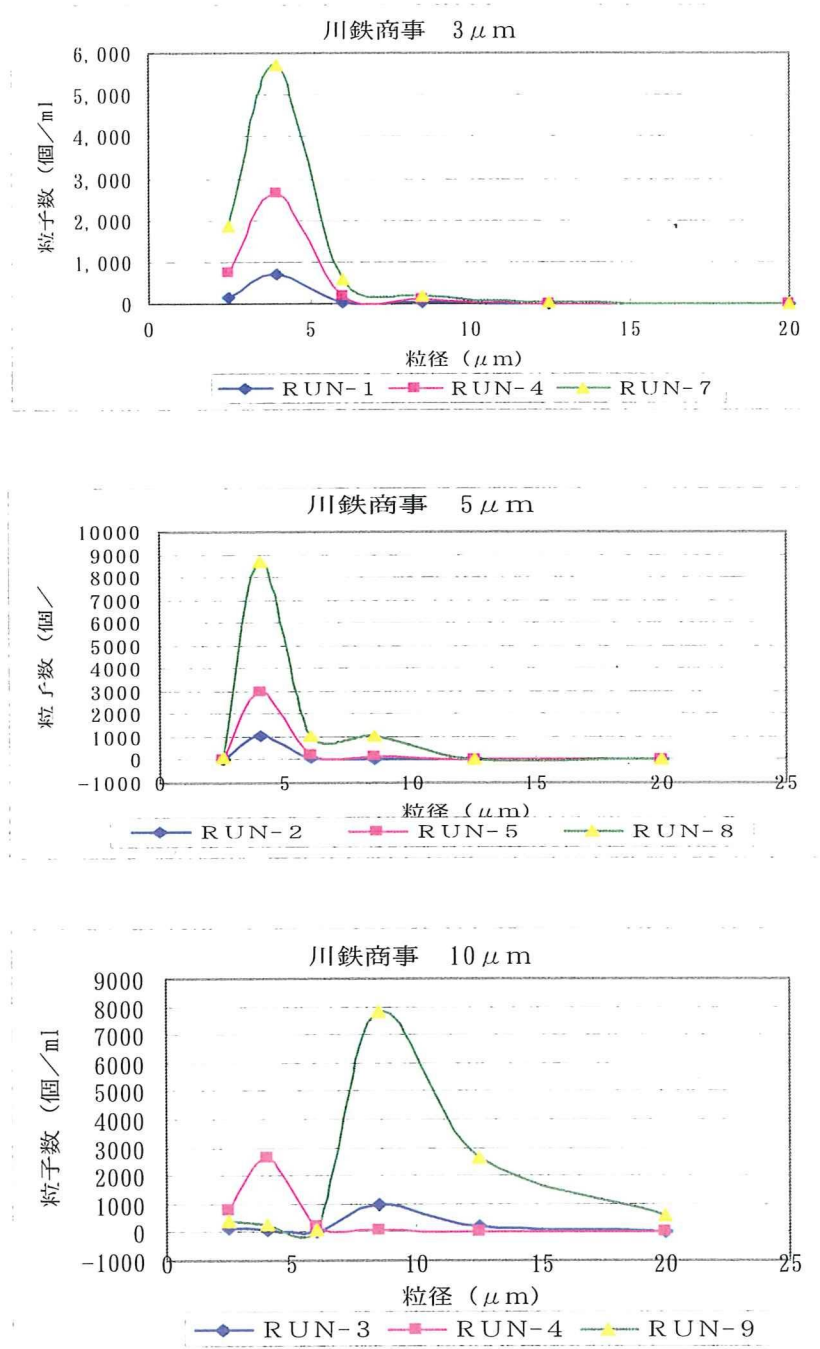


図3-3 川鉄商事 標準粒子の粒径分布

(2) 横河電機-1

粒径の分布としては下記の図3-4に示すとおり, 添加した標準粒子の粒径分布がほぼ正確に計測されている。

しかし, 粒子数についてみると, 実際に添加した粒子数に対し, RUN-1, 4 は実際の粒子数の1.5~2倍程度, RUN-2, 3, 5は実際の粒子数の1/2程度, RUN-6, 7, 8, 9は1/3程度となっている。

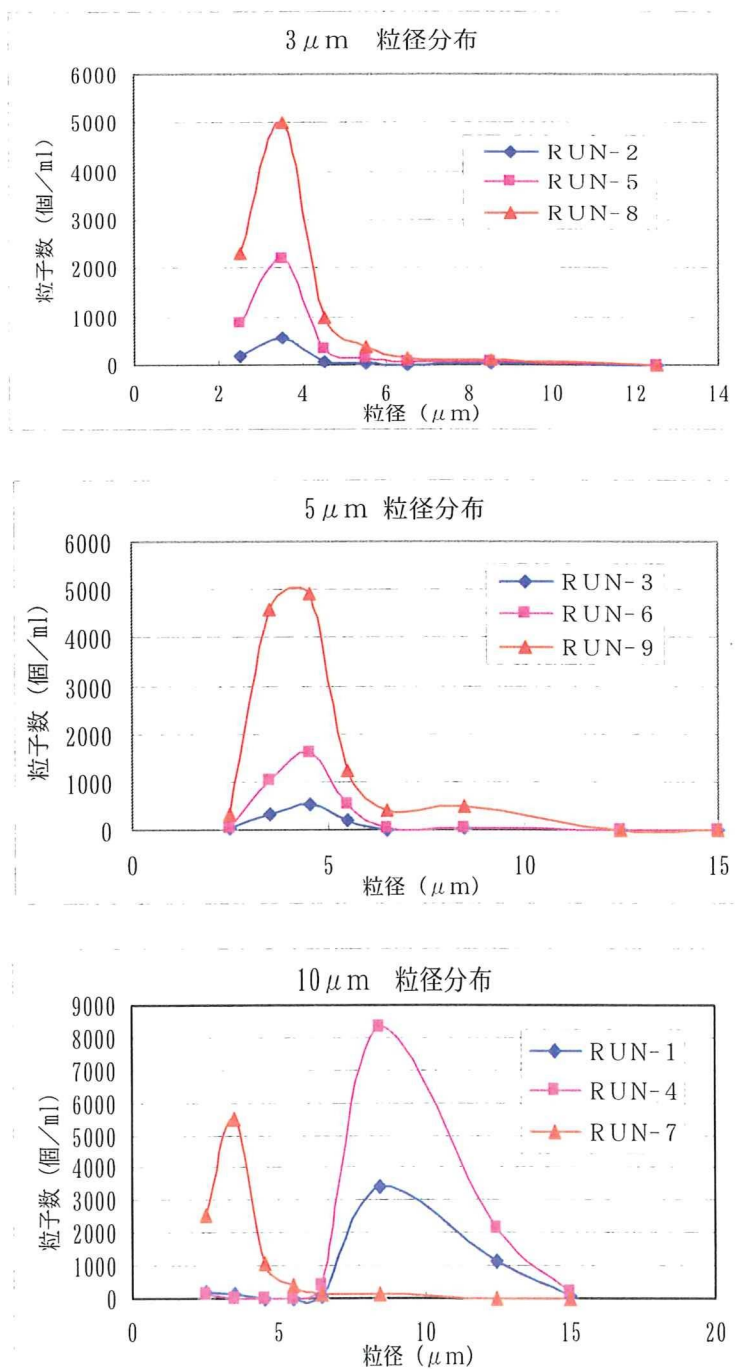


図3-4 横河電機-1 標準粒子の粒径分布