

MBP 不確かさ測定結果報告書

広島大学 吉田英人

1. 日付 2014年2月24日
2. 文書名 粒子径分布測定報告書
3. 測定機関名 広島大学大学院工学研究科
吉田研究室
4. 測定者 岡崎健司 山本徹也
5. 品名または検体名とロット番号
検定用粒子 MBP1-10 Lot.No.B0110
MBP3-30 Lot.No.B0330
MBP10-100 Lot.No.B10100

6. 測定方法 走査型電子顕微鏡

日本電子(株) JSM-5600

7. 測定条件

MBP1-10 倍率 1500倍 : 計測粒子数 $n=55728$
MBP3-30 倍率 500倍 : 計測粒子数 $n=50685$
MBP10-100 倍率 200倍 : 計測粒子数 $n=51002$

8. 不確かさの範囲の推算で考慮した内容

8-1 計測個数に起因する不確かさ(95%信頼性)の推算
個数基準の不確かさ $\delta_{0,n}$ (下記文献参照)

(1) H.Yoshida, T.Yamamoto, K.Fukui and H.Masuda,

“Theoretical calculation of uncertainty region based on the general size distribution in the preparation of standard reference particles for particle size measurement”,
Advanced Powder Technology, 23, pp.185-190 (2012)

質量基準の不確かさ $\delta_{3,n}$ (下記文献参照)

(1) H.Yoshida, T.Igushi, T.Yamamoto and H.Masuda,

“Theoretical calculation of fundamental uncertainty region based on the maximum and/or minimum size in the preparation of standard reference particles for particle size measurement”,
Advanced Powder Technology, 22, pp.43-49 (2011)

(2) H. Masuda and K. Gotoh, "Study on the sample size required for the estimation of mean particle diameter", Advanced Powder Technology, 10, 2, pp.159-173 (1999)

8 - 2 基準スケールに起因する不確かさ δ_p (95%信頼性)

使用した校正スケール (MRS-4.1, Geller Microanalytical Laboratory, Boston) の長さ $2 \mu\text{m}$ 部分を基準

購入時の測定データより $\delta_p = 0.01 \mu\text{m}$

8 - 3 計測画面の画素数に起因する不確かさ δ_d

日本電子 (株) のデータ使用

不確かさとして 1 画素の長さ相当が存在すると評価した。

MBP1-10 $\delta_d = 0.133 \mu\text{m}$

MBP3-30 $\delta_d = 0.40 \mu\text{m}$

MBP10-100 $\delta_d = 1.00 \mu\text{m}$

8 - 4 最終的な総合不確かさ (95%信頼性)

誤差伝搬の法則を使用

個数基準の総合不確かさ
$$\delta_0 = \sqrt{\delta_{0,n}^2 + \delta_p^2 + \delta_d^2}$$

質量基準の総合不確かさ
$$\delta_3 = \sqrt{\delta_{3,n}^2 + \delta_p^2 + \delta_d^2}$$

9) 測定結果 添付図にて記載

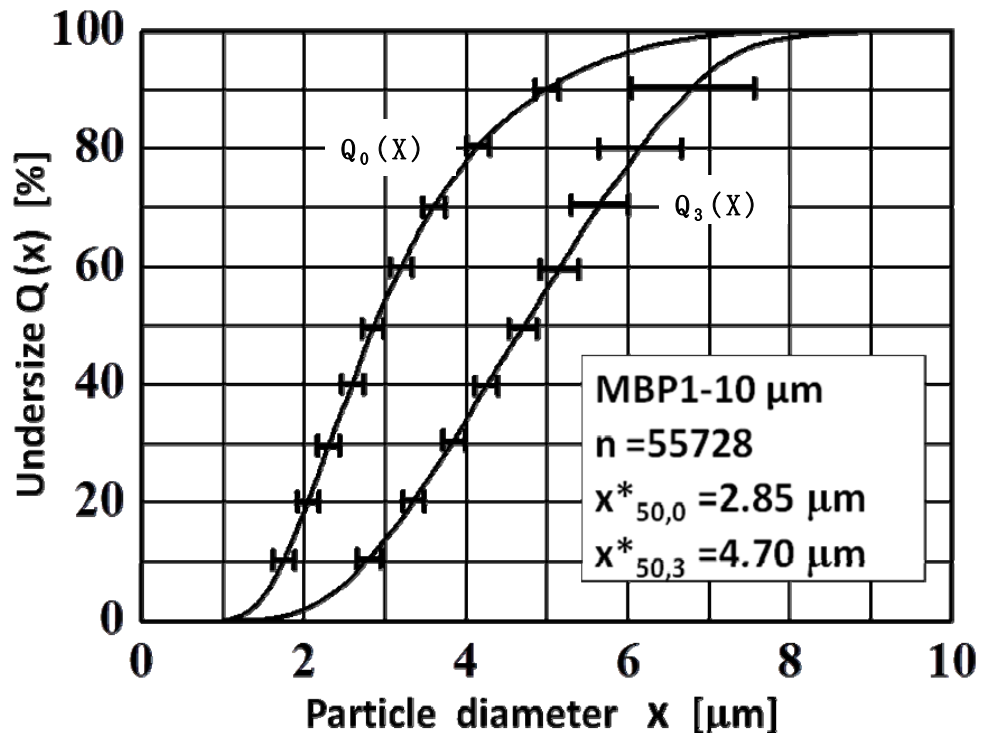


図 1 検定用粒子 MBP1-10 の粒子径分布
(x^* は $n=55728$ における値)

表 1-1 MBP1-10 の粒子径分布 (個数基準)

x [μm]	Q_0 [-]	$x-\delta_0$ [μm]	$x+\delta_0$ [μm]	δ_0 [μm]
1.75	0.10	1.62	1.88	0.13
2.05	0.20	1.91	2.19	0.14
2.30	0.30	2.16	2.44	0.14
2.60	0.40	2.46	2.74	0.14
2.85	0.50	2.71	2.99	0.14
3.20	0.60	3.06	3.34	0.14
3.60	0.70	3.46	3.74	0.14
4.15	0.80	4.01	4.29	0.14
5.00	0.90	4.85	5.15	0.15

表 1-2 MBP1-10 の粒子径分布（質量基準）

x [μm]	Q_3 [-]	$x-\delta_3$ [μm]	$x+\delta_3$ [μm]	δ_3 [μm]
2.80	0.10	2.67	2.93	0.13
3.35	0.20	3.22	3.48	0.13
3.85	0.30	3.72	3.98	0.13
4.25	0.40	4.11	4.39	0.14
4.70	0.50	4.53	4.87	0.17
5.15	0.60	4.91	5.39	0.24
5.65	0.70	5.29	6.01	0.36
6.15	0.80	5.64	6.66	0.51
6.80	0.90	6.03	7.57	0.77

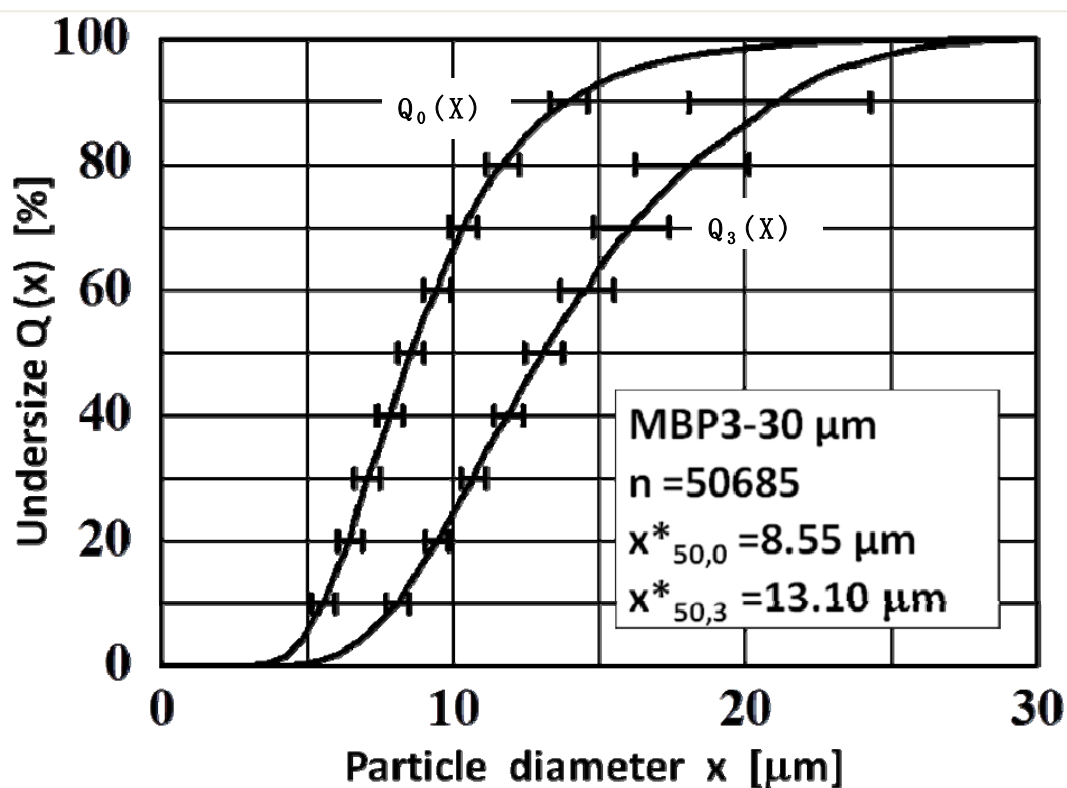


図 2 検定用粒子 MBP3-30 の粒子径分布
(x^* は $n=50685$ における値)

表 2-1 MBP3-30 の粒子径分布（個数基準）

x [μm]	Q_0 [-]	$x-\delta_0$ [μm]	$x+\delta_0$ [μm]	δ_0 [μm]
5.55	0.10	5.13	5.97	0.42
6.45	0.20	6.03	6.87	0.42
7.05	0.30	6.62	7.47	0.43
7.80	0.40	7.36	8.24	0.44
8.55	0.50	8.10	9.00	0.45
9.45	0.60	8.97	9.93	0.48
10.35	0.70	9.86	10.84	0.49
11.70	0.80	11.13	12.27	0.57
13.95	0.90	13.30	14.60	0.65

表 2-2 MBP3-30 の粒子径分布（質量基準）

x [μm]	Q_3 [-]	$x-\delta_3$ [μm]	$x+\delta_3$ [μm]	δ_3 [μm]
8.10	0.10	7.70	8.50	0.40
9.45	0.20	9.05	9.85	0.40
10.70	0.30	10.27	11.13	0.43
11.90	0.40	11.39	12.41	0.51
13.10	0.50	12.44	13.76	0.66
14.60	0.60	13.68	15.52	0.92
16.10	0.70	14.79	17.41	1.31
18.20	0.80	16.25	20.10	1.95
21.00	0.90	17.88	24.12	3.12

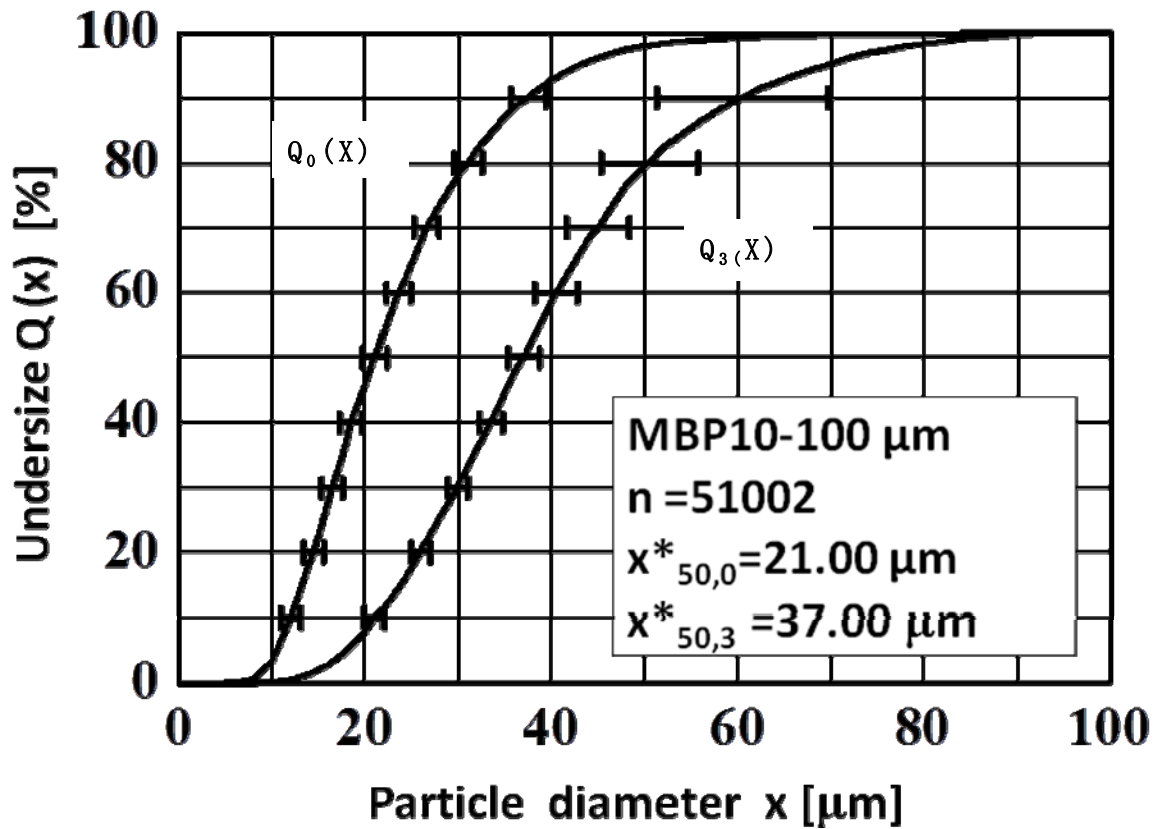


図 3 検定用粒子 MBP10-100 の粒子径分布
(x^* は $n=51002$ における値)

表 3-1 MBP10-100 の粒子径分布 (個数基準)

x [μm]	Q_0 [-]	$x-\delta_0$ [μm]	$x+\delta_0$ [μm]	δ_0 [μm]
12.00	0.10	10.93	13.07	1.07
14.50	0.20	13.42	15.58	1.08
16.50	0.30	15.38	17.62	1.12
18.50	0.40	17.32	19.68	1.18
21.00	0.50	19.77	22.23	1.23
23.50	0.60	22.18	24.82	1.32
26.50	0.70	25.13	27.87	1.37
31.00	0.80	29.46	32.54	1.54
37.50	0.90	35.63	39.37	1.87

表 3-2 MBP10-100 の粒子径分布 (質量基準)

x [μm]	Q_3 [-]	$x-\delta_3$ [μm]	$x+\delta_3$ [μm]	δ_3 [μm]
21.00	0.10	19.99	22.02	1.01
26.00	0.20	24.99	27.02	1.01
30.00	0.30	28.94	31.06	1.06
33.50	0.40	32.24	34.76	1.26
37.00	0.50	35.33	38.67	1.67
40.50	0.60	38.17	42.83	2.33
45.00	0.70	41.62	48.38	3.38
50.50	0.80	45.35	55.65	5.15
60.50	0.90	51.18	69.82	9.32