

報告書 No. W-0811-GD12

お客様各位（学術データ）

遠心法によるトナーの付着性評価
測定結果ご報告書



株式会社ナノシーズ
(2008/12/03)

【目的】

弊社製の遠心法付着力測定装置（NS-C100 型）にて測定することで、トナーの基板に対する付着力を評価する。

【サンプル】

試験に用いるトナーは市場から購入した CA, XE, RI 社の交換用トナーカートリッジから 4 色（ブラック、シアン、マゼンタ、イエロー）のサンプルを採取した。CA 社、XE 社のトナーは重合法によって、RI 社のトナーは粉砕法によって製造されている。

【測定方法】

遠心法付着力測定

- ・装置名称： 遠心法付着力測定装置 NS-C100 型（ナノシーズ社製）
- ・治具等の名称、材質： 本装置は大別して画像解析部、遠心分離部より構成される。画像解析部は金属顕微鏡、画像解析装置、映像モニターにより構成され、遠心分離部は高速遠心機、サンプルセル（材質：アルミ（黒アルマイト表面処理））により成る。サンプル基板表面を接地した。
- ・測定方法： ガラス基板表面にトナーを付着させた後、基板をサンプルセルに固定し、高速遠心機にて 2000G、4000G、8000G、12000G、16000G の 5 水準で遠心分離し、トナーの分離状態を記録し、遠心分離前の初期付着量に対して回転後のトナー残留率を測定する。
- ・測定条件： 測定環境は通常の実験室環境にて行った。
- ・解析方法： 基板に対するトナーの付着力は粒子に作用する遠心方向の分離力と同等で、次式より算出した。

$$F = (\pi/6) \cdot \rho \cdot d^3 \cdot r \cdot \omega^2$$

ただし、 ρ は粒子真密度、 d は粒子径、 r は回転半径、 ω は回転角速度である。回転後のトナー残留率を横軸に、各回転数におけるトナーの分離力を縦軸にプロットし、指数近似曲線から平均付着力 F_{50} （50% の粒子が分離する分離力）を算出する。

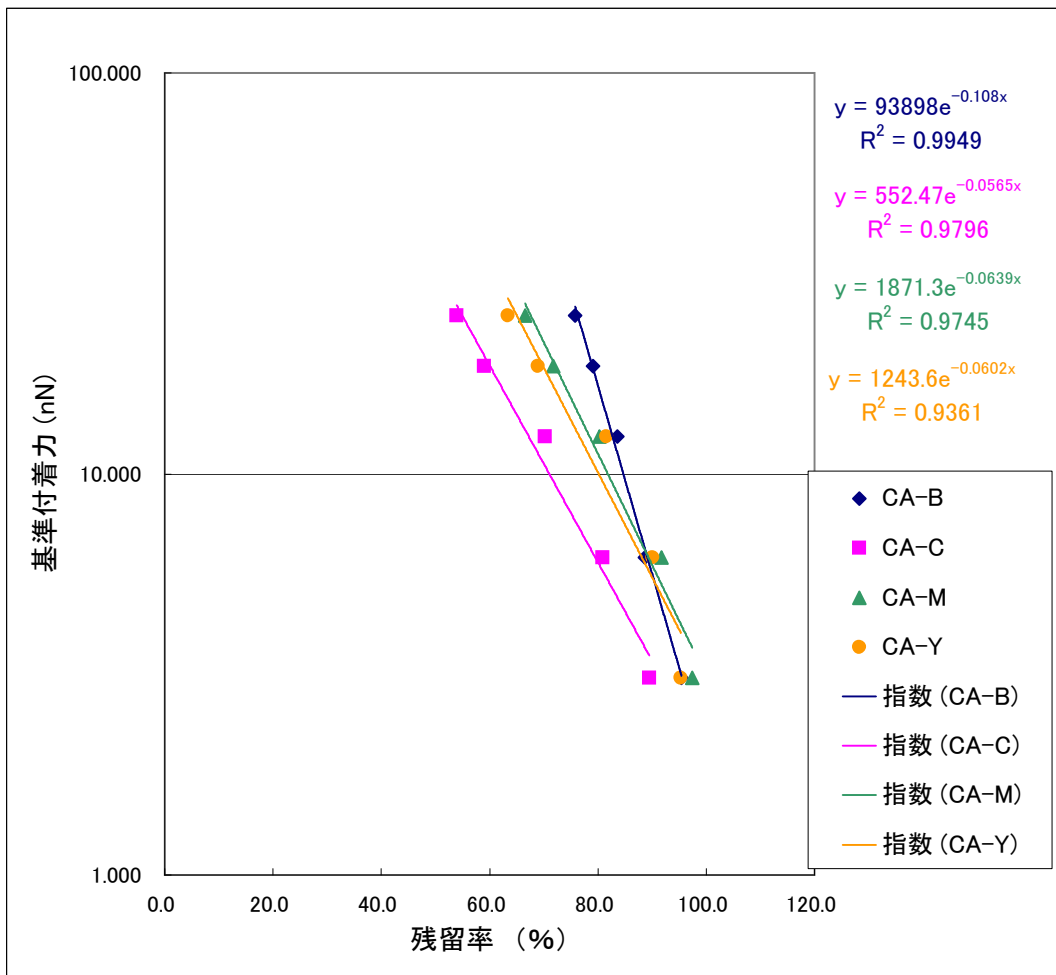
【考察】

遠心法による付着力測定の結果では、ガラス基板に対する付着力について、RI 社トナーは低く、CA 社トナーは大きいことがわかった。粒子が自然に付着した状態を測定している遠心法では、重合法で製造したトナーの方が、粉砕法により製造したトナーより付着力が高い傾向が見られた。

サポート

今回の測定に付きまして、何かご質問等がございましたら、お気軽にお電話・メー

ル等 (shimada@nanoseeds.co.jp, TEL : 052-736-8417) を頂けますよう、よろしくお
願い申し上げます。測定後のサポートにつきましては、無償で学術的内容、操作手順、
評価の根拠などについてご相談を承ります。



平均付着力 (nN)	CA-B	CA-C	CA-M	CA-Y
F_{50}	424.11	32.80	76.51	61.37

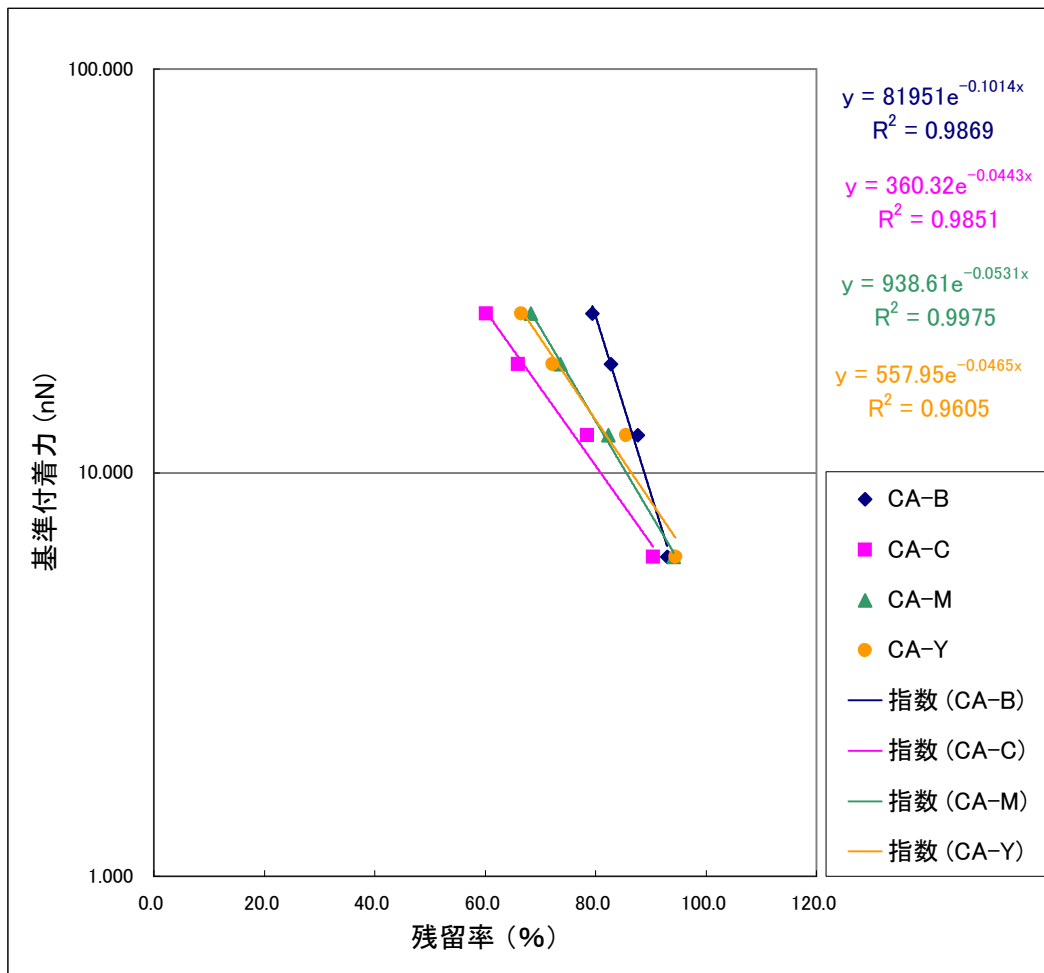
サンプル名	CA-B	CA-C	CA-M	CA-Y	
粒子情報	半径 (μm)	3.25	3.25	3.25	3.25
	真密度 (g/cm^3)	1.1	1.1	1.1	1.1
	質量 (g)	1.58E-10	1.58E-10	1.58E-10	1.58E-10
	重力 (nN)	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015

面積	遠心力 (G)	CA-B	CA-C	CA-M	CA-Y
	0	60934	53058	55846	54696
	2000	58154	47481	54415	52146
	4000	54061	42934	51240	49255
	8000	50956	37245	44806	44598
	12000	48163	31329	40052	37672
	16000	46195	28583	37155	34677

残留率 (%)	遠心力 (G)	CA-B	CA-C	CA-M	CA-Y
	0	100.0	100.0	100.0	100.0
	2000	95.4	89.5	97.4	95.3
	4000	88.7	80.9	91.8	90.1
	8000	83.6	70.2	80.2	81.5
	12000	79.0	59.0	71.7	68.9
	16000	75.8	53.9	66.5	63.4

基準付着力 (nN) $F=ma$	遠心力 (G)	CA-B	CA-C	CA-M	CA-Y
	0	0	0	0	0
	2000	3.099	3.099	3.099	3.099
	4000	6.197	6.197	6.197	6.197
	8000	12.394	12.394	12.394	12.394
	12000	18.592	18.592	18.592	18.592
	16000	24.789	24.789	24.789	24.789

	CA-B	CA-C	CA-M	CA-Y
指数	-0.1080	-0.0565	-0.0639	-0.0602
係数	93898.1	552.5	1871.3	1243.6
R^2	0.9949	0.9796	0.9745	0.9361



平均付着力 (nN)	CA-B	CA-C	CA-M	CA-Y
F_{50}	513.57	39.31	66.02	54.54

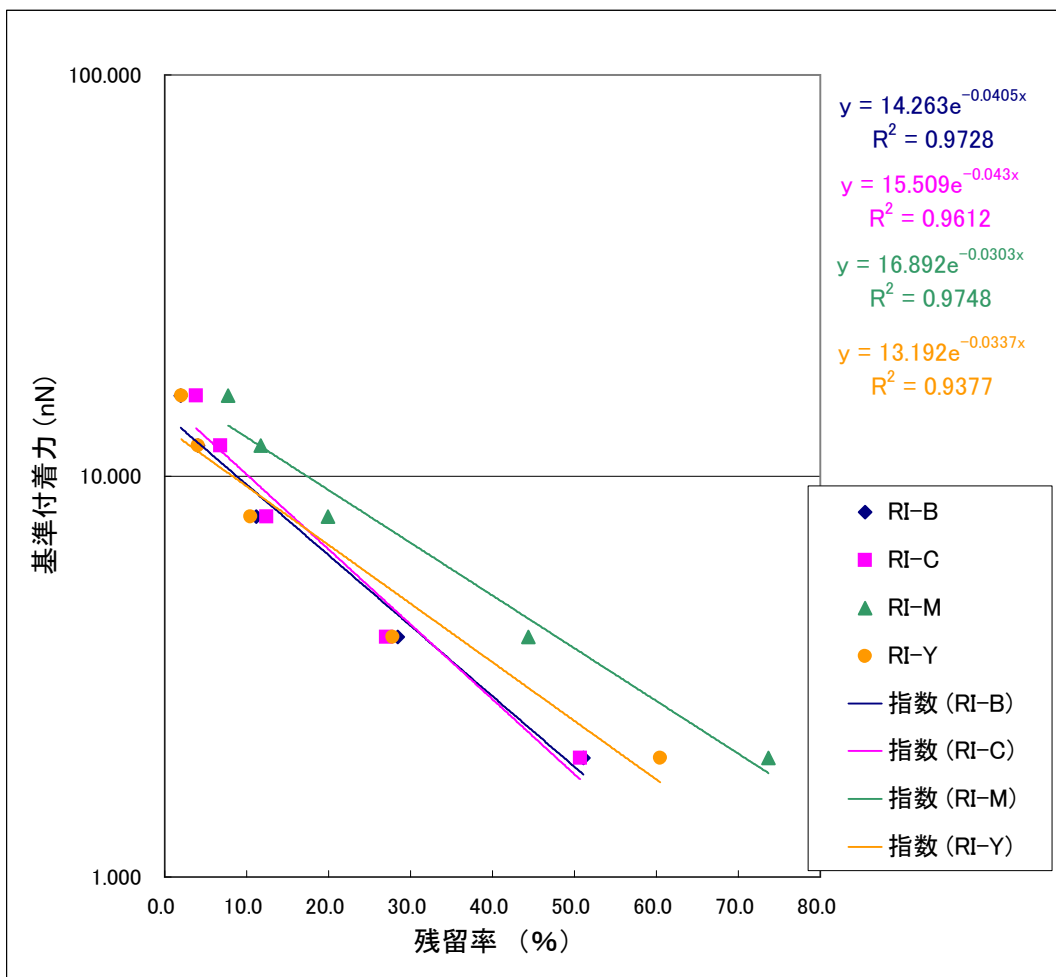
サンプル名		CA-B	CA-C	CA-M	CA-Y
粒子情報	半径 (μm)	3.25	3.25	3.25	3.25
	真密度(g/cm ³)	1.1	1.1	1.1	1.1
	質量 (g)	1.58E-10	1.58E-10	1.58E-10	1.58E-10
	重力 (nN)	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015

面積	遠心力 (G)	CA-B	CA-C	CA-M	CA-Y
	0	60934	53058	55846	54696
	2000	58154	47481	54415	52146
	4000	54061	42934	51240	49255
	8000	50956	37245	44806	44598
	12000	48163	31329	40052	37672
	16000	46195	28583	37155	34677

残留率 (%)	遠心力 (G)	CA-B	CA-C	CA-M	CA-Y
	0				
	2000	100.0	100.0	100.0	100.0
	4000	93.0	90.4	94.2	94.5
	8000	87.6	78.4	82.3	85.5
	12000	82.8	66.0	73.6	72.2
	16000	79.4	60.2	68.3	66.5

基準付着力 (nN) $F=ma$	遠心力 (G)	CA-B	CA-C	CA-M	CA-Y
	0	0	0	0	0
	2000	3.099	3.099	3.099	3.099
	4000	6.197	6.197	6.197	6.197
	8000	12.394	12.394	12.394	12.394
	12000	18.592	18.592	18.592	18.592
	16000	24.789	24.789	24.789	24.789

	CA-B	CA-C	CA-M	CA-Y
指数	-0.1014	-0.0443	-0.0531	-0.0465
係数	81951.2	360.3	938.6	558.0
R^2	0.9869	0.9851	0.9975	0.9605



平均付着力 (nN)	RI-B	RI-C	RI-M	RI-Y
F_{50}	1.88	1.80	3.72	2.45

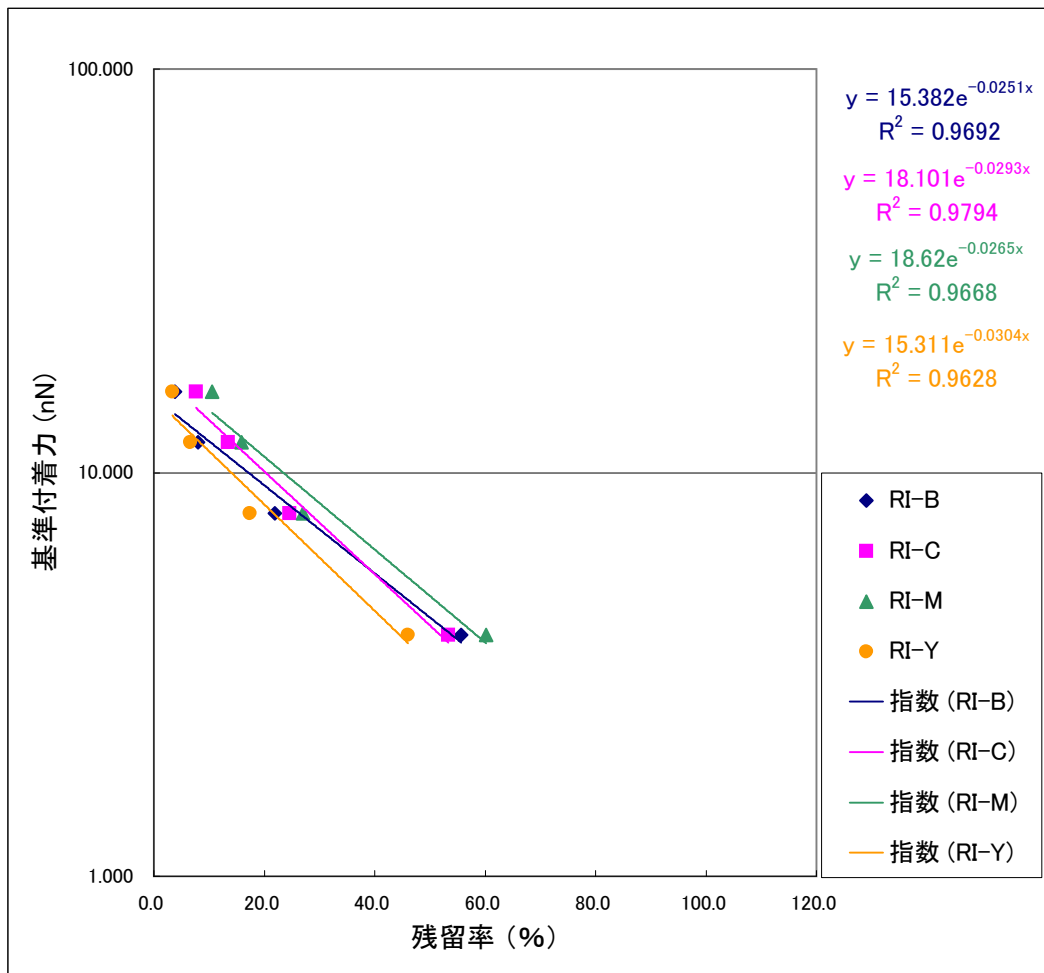
サンプル名		RI-B	RI-C	RI-M	RI-Y
粒子情報	半径 (μm)	2.8	2.8	2.8	2.8
	真密度 (g/cm^3)	1.1	1.1	1.1	1.1
	質量 (g)	1.01E-10	1.01E-10	1.01E-10	1.01E-10
	重力 (nN)	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010

面積	遠心力 (G)	RI-B	RI-C	RI-M	RI-Y
	0	75186	68433	49880	78301
	2000	38410	34681	36756	47321
	4000	21395	18487	22134	21805
	8000	8421	8505	9931	8214
	12000	3067	4661	5827	3151
	16000	1453	2644	3861	1566

残留率 (%)	遠心力 (G)	RI-B	RI-C	RI-M	RI-Y
	0	100.0	100.0	100.0	100.0
	2000	51.1	50.7	73.7	60.4
	4000	28.5	27.0	44.4	27.8
	8000	11.2	12.4	19.9	10.5
	12000	4.1	6.8	11.7	4.0
	16000	1.9	3.9	7.7	2.0

基準付着力 (nN) $F=ma$	遠心力 (G)	RI-B	RI-C	RI-M	RI-Y
	0	0	0	0	0
	2000	1.981	1.981	1.981	1.981
	4000	3.963	3.963	3.963	3.963
	8000	7.926	7.926	7.926	7.926
	12000	11.889	11.889	11.889	11.889
	16000	15.852	15.852	15.852	15.852

	RI-B	RI-C	RI-M	RI-Y
指数	-0.0405	-0.0430	-0.0303	-0.0337
係数	14.3	15.5	16.9	13.2
R^2	0.9728	0.9612	0.9748	0.9377



サンプル名		RI-B	RI-C	RI-M	RI-Y
粒子情報	半径 (μm)	2.8	2.8	2.8	2.8
	真密度(g/cm^3)	1.1	1.1	1.1	1.1
	質量 (g)	1.01E-10	1.01E-10	1.01E-10	1.01E-10
	重力 (nN)	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010

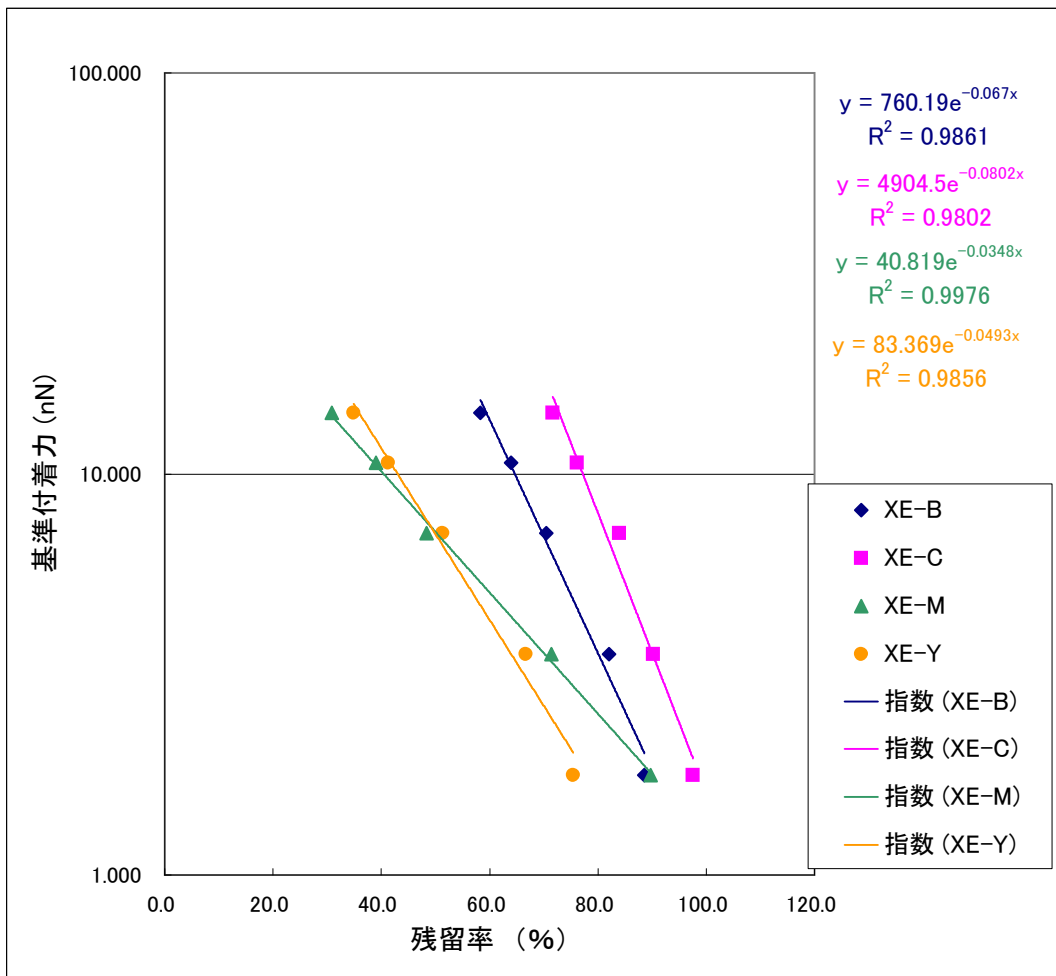
面積	遠心力 (G)	RI-B	RI-C	RI-M	RI-Y
	0	75186	68433	49880	78301
	2000	38410	34681	36756	47321
	4000	21395	18487	22134	21805
	8000	8421	8505	9931	8214
	12000	3067	4661	5827	3151
	16000	1453	2644	3861	1566

残留率 (%)	遠心力 (G)	RI-B	RI-C	RI-M	RI-Y
	0				
	2000	100.0	100.0	100.0	100.0
	4000	55.7	53.3	60.2	46.1
	8000	21.9	24.5	27.0	17.4
	12000	8.0	13.4	15.9	6.7
	16000	3.8	7.6	10.5	3.3

基準付着力 (nN) $F=ma$	遠心力 (G)	RI-B	RI-C	RI-M	RI-Y
	0	0	0	0	0
	2000	1.981	1.981	1.981	1.981
	4000	3.963	3.963	3.963	3.963
	8000	7.926	7.926	7.926	7.926
	12000	11.889	11.889	11.889	11.889
	16000	15.852	15.852	15.852	15.852

平均付着力 (nN)	RI-B	RI-C	RI-M	RI-Y
F_{50}	4.38	4.18	4.95	3.36

	RI-B	RI-C	RI-M	RI-Y
指数	-0.0251	-0.0293	-0.0265	-0.0304
係数	15.4	18.1	18.6	15.3
R^2	0.9692	0.9794	0.9668	0.9628



サンプル名		XE-B	XE-C	XE-M	XE-Y
粒子情報	半径 (μm)	2.7	2.7	2.7	2.7
	真密度(g/cm ³)	1.1	1.1	1.1	1.1
	質量 (g)	9.06E-11	9.06E-11	9.06E-11	9.06E-11
	重力 (nN)	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009

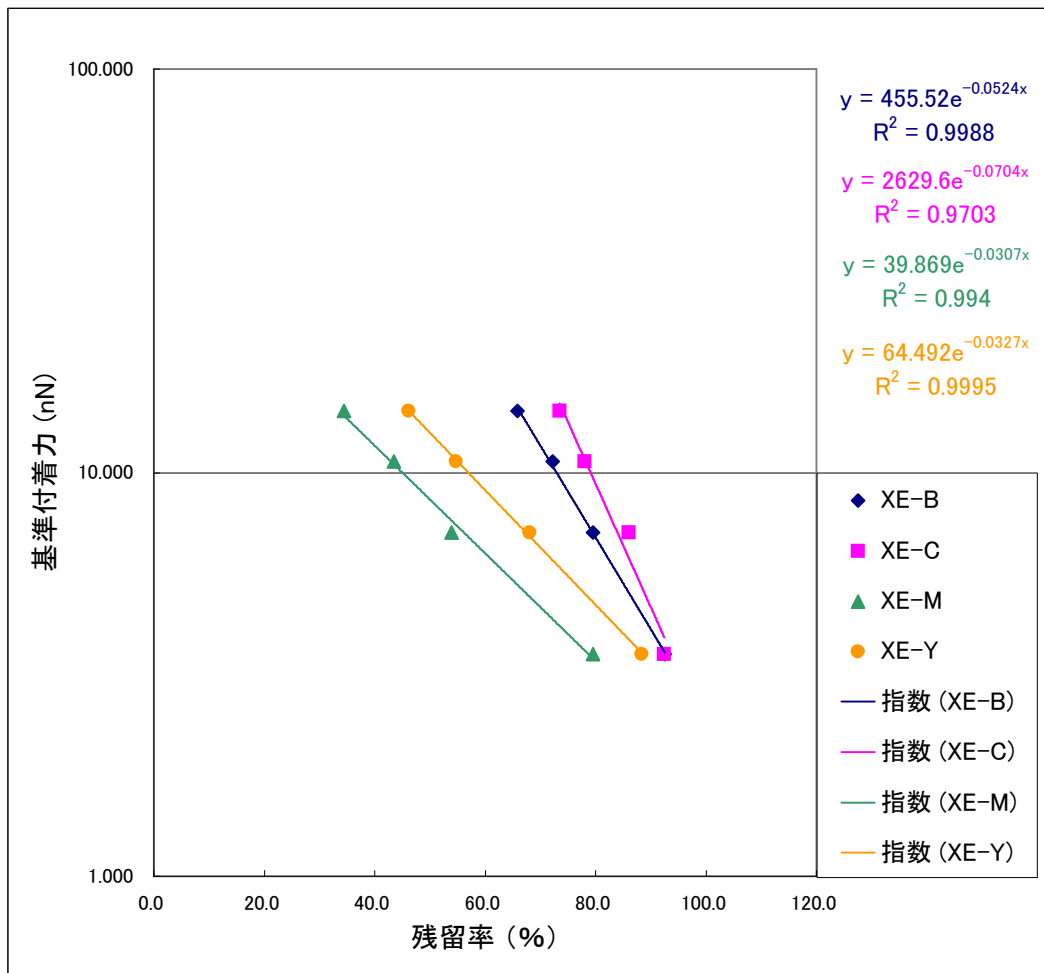
面積	遠心力 (G)	XE-B	XE-C	XE-M	XE-Y
	0	65477	63150	49010	50872
	2000	58016	61609	43983	38389
	4000	53696	56958	34997	33903
	8000	46132	53000	23697	26105
	12000	41914	48107	19127	21007
	16000	38177	45280	15142	17714

残留率 (%)	遠心力 (G)	XE-B	XE-C	XE-M	XE-Y
	0	100.0	100.0	100.0	100.0
	2000	88.6	97.6	89.7	75.5
	4000	82.0	90.2	71.4	66.6
	8000	70.5	83.9	48.4	51.3
	12000	64.0	76.2	39.0	41.3
	16000	58.3	71.7	30.9	34.8

基準付着力 (nN) F=ma	遠心力 (G)	XE-B	XE-C	XE-M	XE-Y
	0	0	0	0	0
	2000	1.777	1.777	1.777	1.777
	4000	3.553	3.553	3.553	3.553
	8000	7.107	7.107	7.107	7.107
	12000	10.660	10.660	10.660	10.660
	16000	14.213	14.213	14.213	14.213

平均付着力 (nN)	XE-B	XE-C	XE-M	XE-Y
F ₅₀	26.68	88.76	7.17	7.08

	XE-B	XE-C	XE-M	XE-Y
指数	-0.0670	-0.0802	-0.0348	-0.0493
係数	760.2	4904.5	40.8	83.4
R ²	0.9861	0.9802	0.9976	0.9856



平均付着力 (nN)	XE-B	XE-C	XE-M	XE-Y
F_{50}	33.24	77.68	8.58	12.56

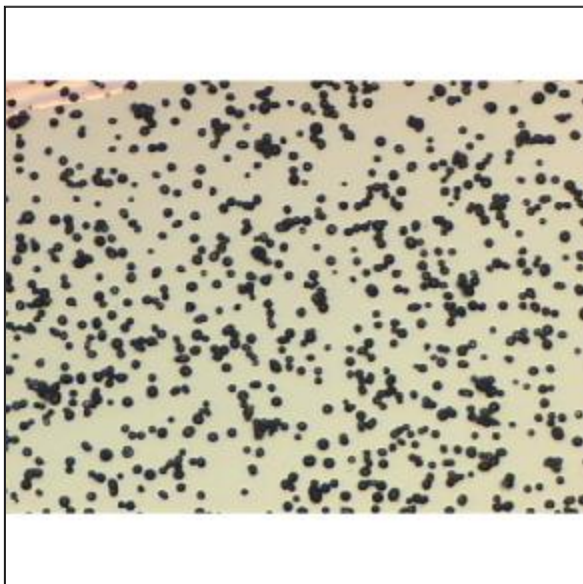
サンプル名		XE-B	XE-C	XE-M	XE-Y
粒子情報	半径 (μm)	2.7	2.7	2.7	2.7
	真密度 (g/cm^3)	1.1	1.1	1.1	1.1
	質量 (g)	9.06E-11	9.06E-11	9.06E-11	9.06E-11
	重力 (nN)	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009

面積	遠心力 (G)	XE-B	XE-C	XE-M	XE-Y
	0	65477	63150	49010	50872
	2000	58016	61609	43983	38389
	4000	53696	56958	34997	33903
	8000	46132	53000	23697	26105
	12000	41914	48107	19127	21007
	16000	38177	45280	15142	17714

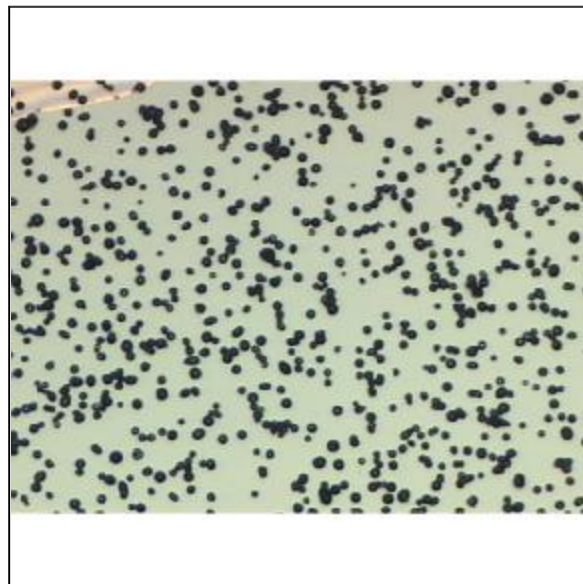
残留率 (%)	遠心力 (G)	XE-B	XE-C	XE-M	XE-Y
	0				
	2000	100.0	100.0	100.0	100.0
	4000	92.6	92.5	79.6	88.3
	8000	79.5	86.0	53.9	68.0
	12000	72.2	78.1	43.5	54.7
	16000	65.8	73.5	34.4	46.1

基準付着力 (nN) $F=ma$	遠心力 (G)	XE-B	XE-C	XE-M	XE-Y
	0	0	0	0	0
	2000	1.777	1.777	1.777	1.777
	4000	3.553	3.553	3.553	3.553
	8000	7.107	7.107	7.107	7.107
	12000	10.660	10.660	10.660	10.660
	16000	14.213	14.213	14.213	14.213

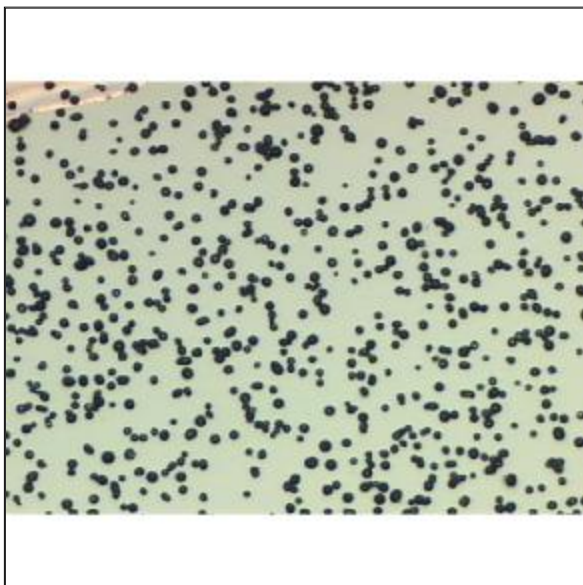
	XE-B	XE-C	XE-M	XE-Y
指数	-0.0524	-0.0704	-0.0307	-0.0327
係数	455.5	2629.6	39.9	64.5
R^2	0.9988	0.9703	0.9940	0.9995



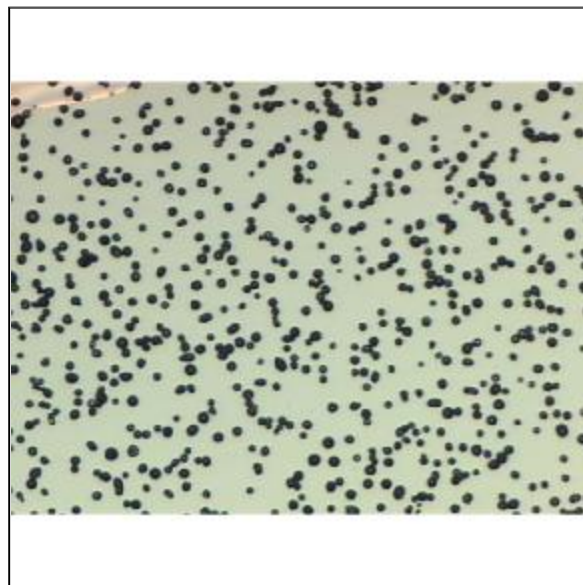
CA-B-0G.jpg



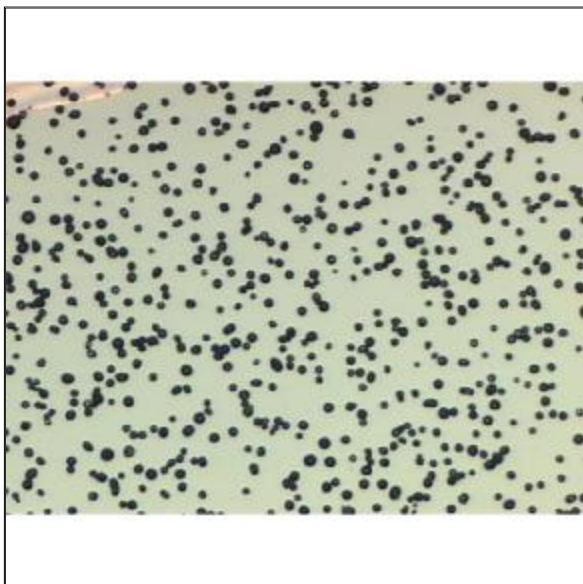
CA-B-2000G.jpg



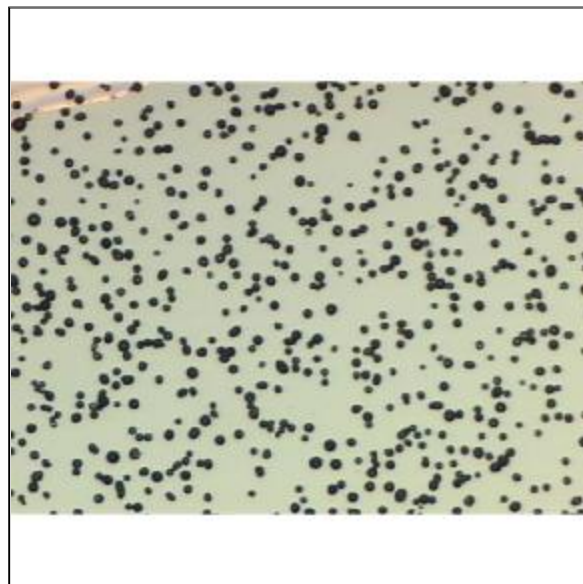
CA-B-4000G.jpg



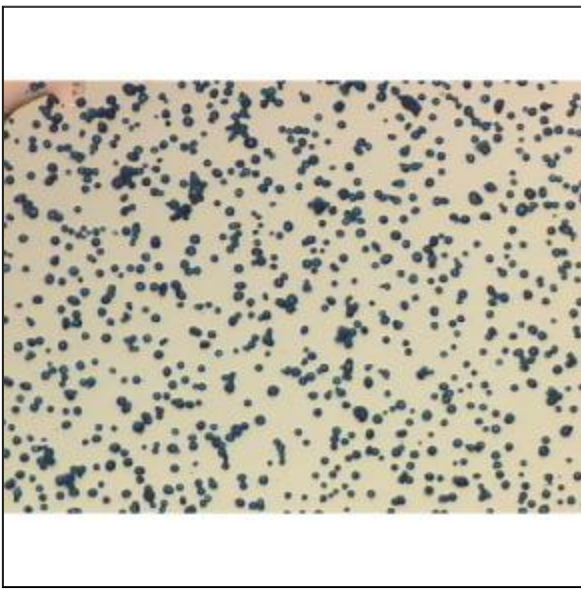
CA-B-8000G.jpg



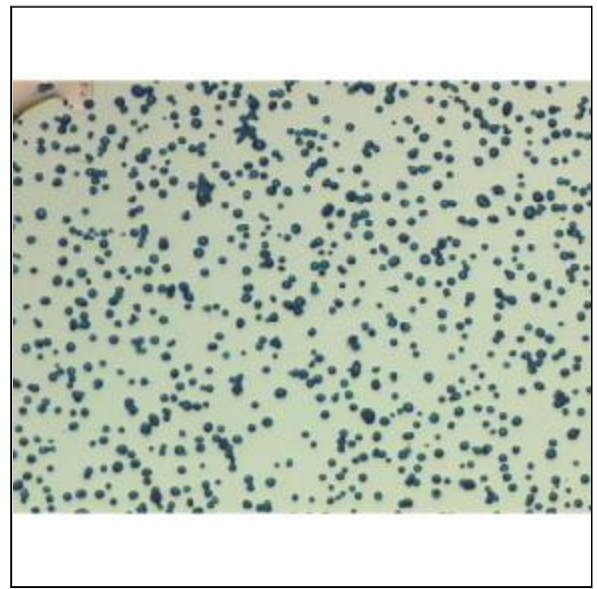
CA-B-12000G.jpg



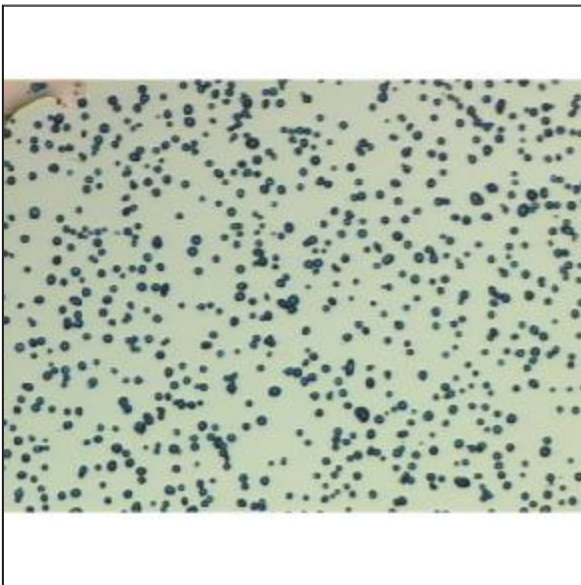
CA-B-16000G.jpg



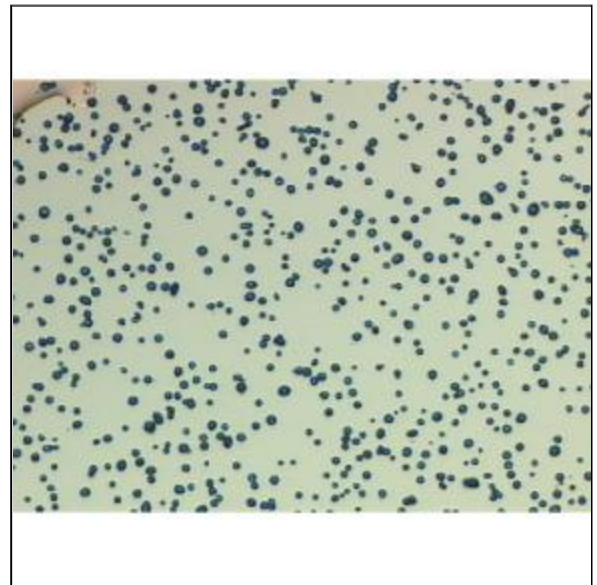
CA-C-0G.jpg



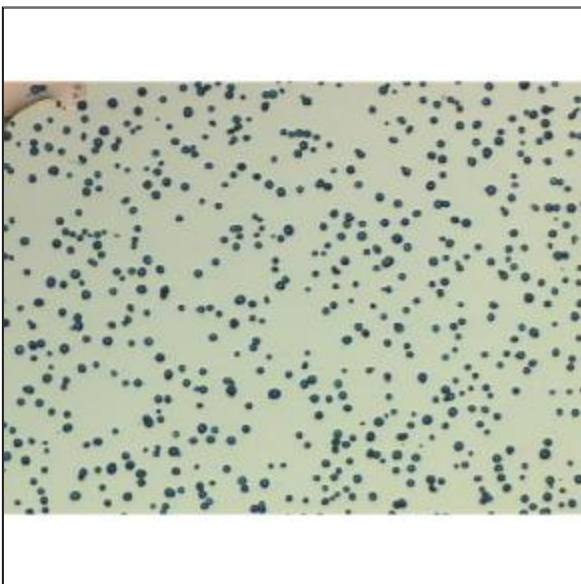
CA-C-2000G.jpg



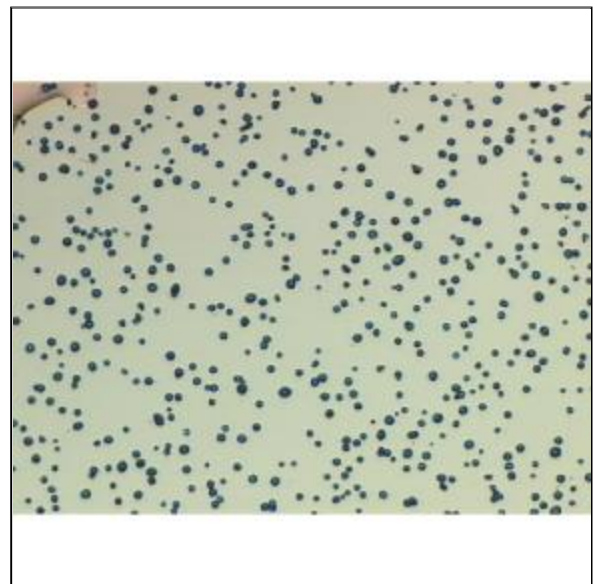
CA-C-4000G.jpg



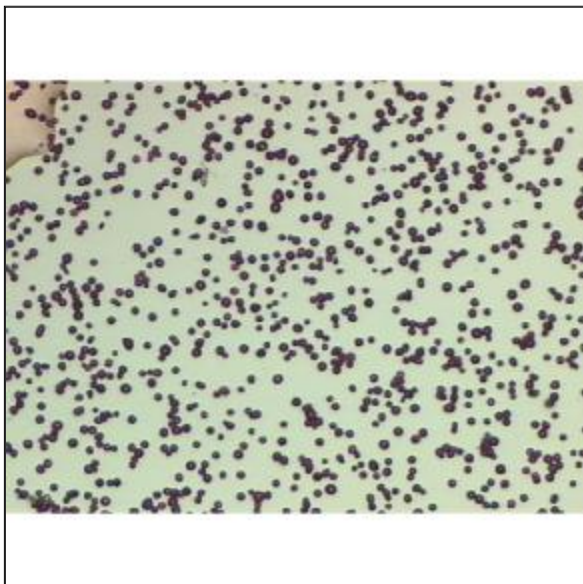
CA-C-8000G.jpg



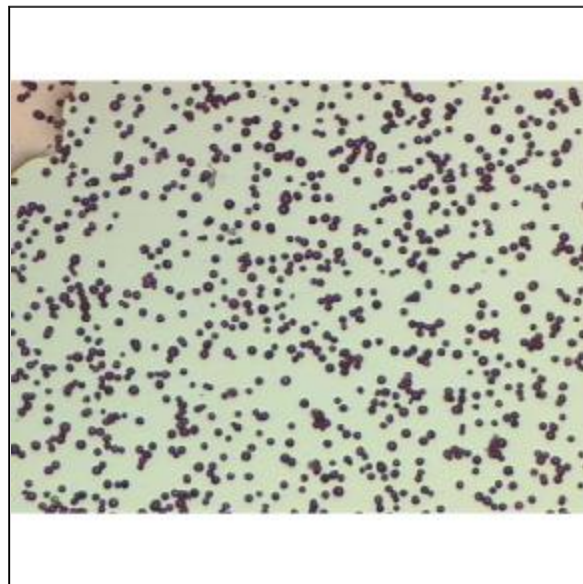
CA-C-12000G.jpg



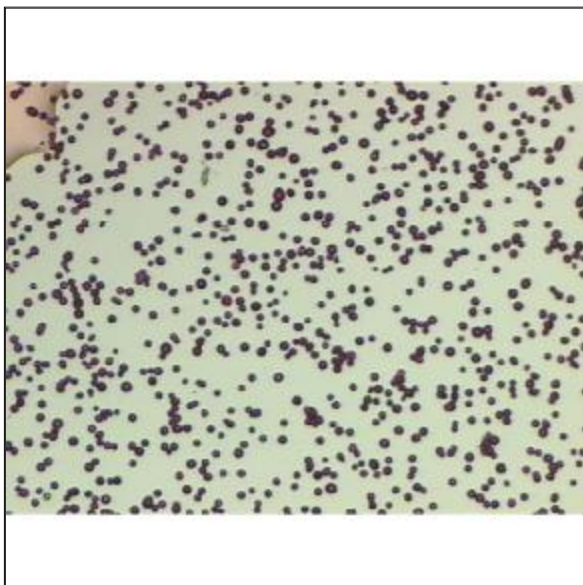
CA-C-16000G.jpg



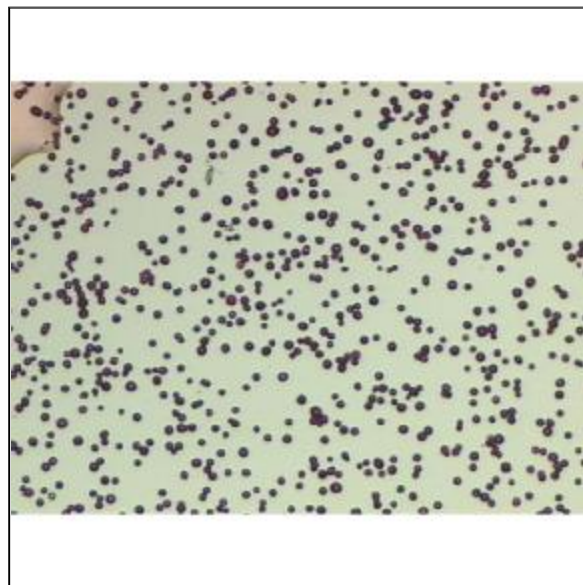
CA-M-0G.jpg



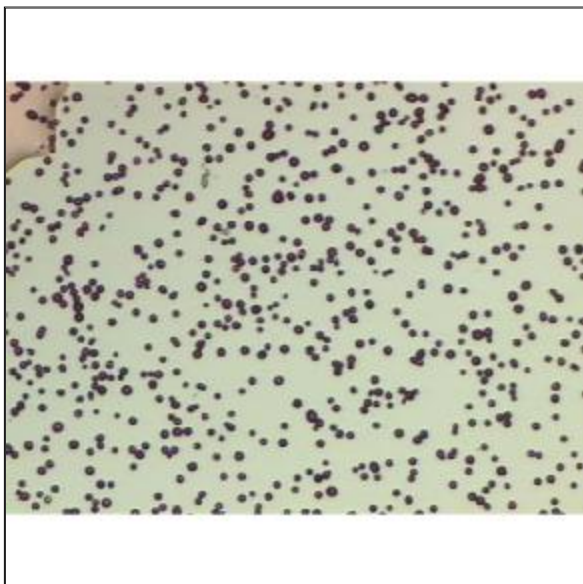
CA-M-2000G.jpg



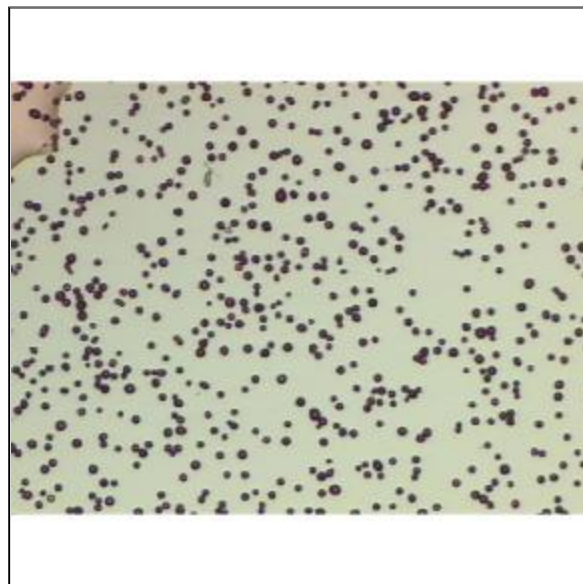
CA-M-4000G.jpg



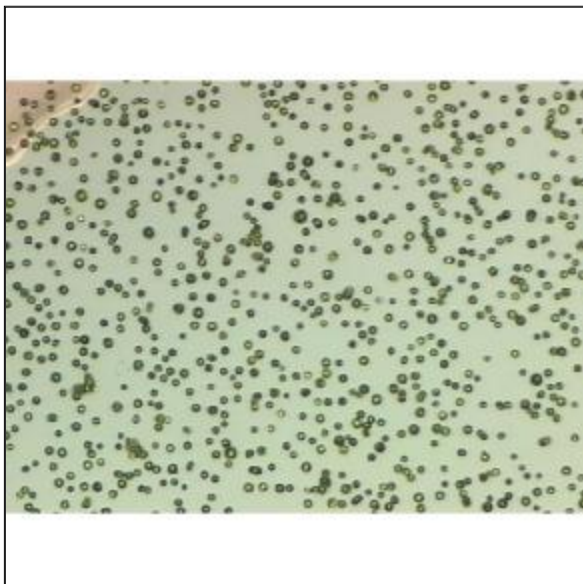
CA-M-8000G.jpg



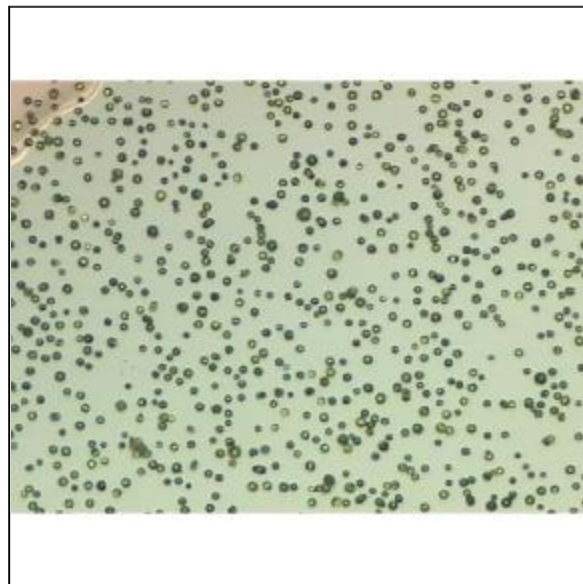
CA-M-12000G.jpg



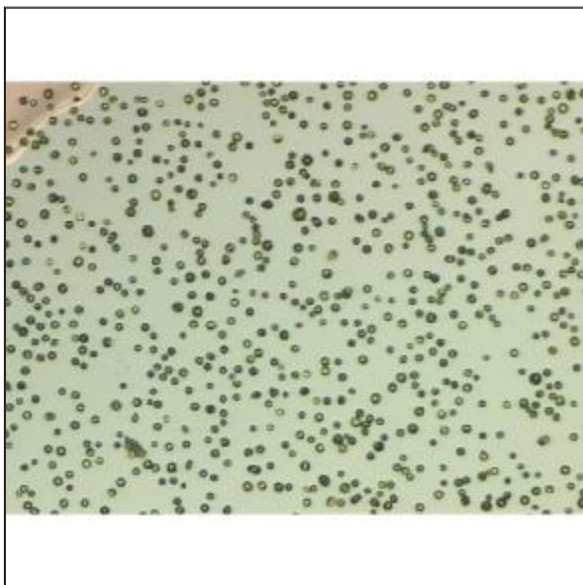
CA-M-16000G.jpg



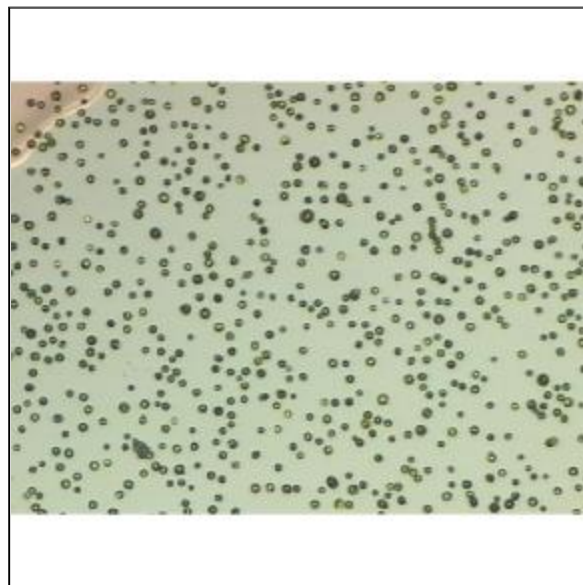
CA-Y-0G.jpg



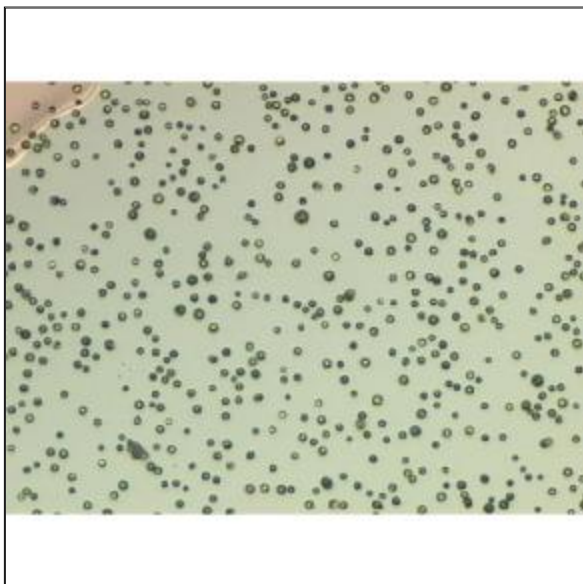
CA-Y-2000G.jpg



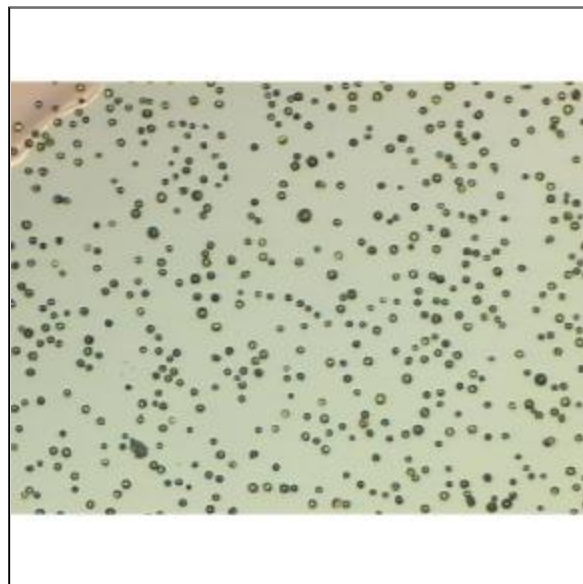
CA-Y-4000G.jpg



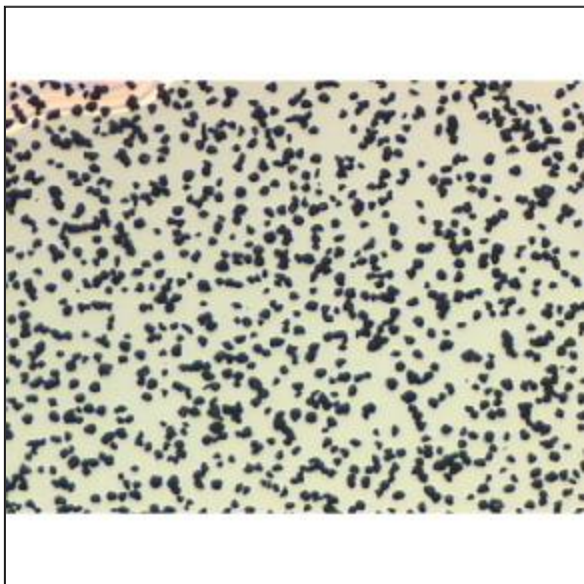
CA-Y-8000G.jpg



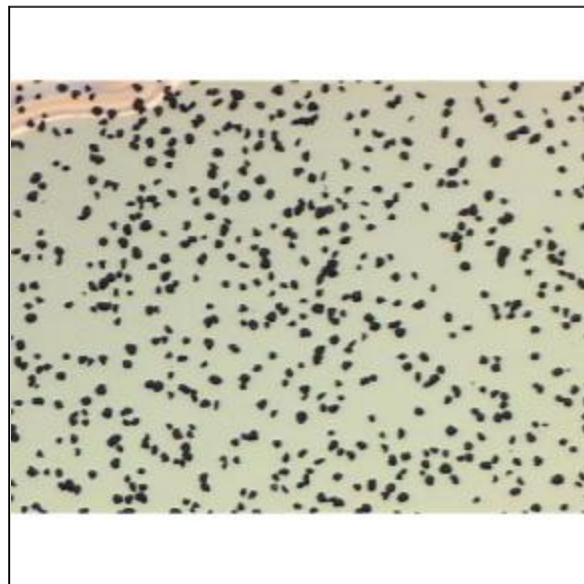
CA-Y-12000G.jpg



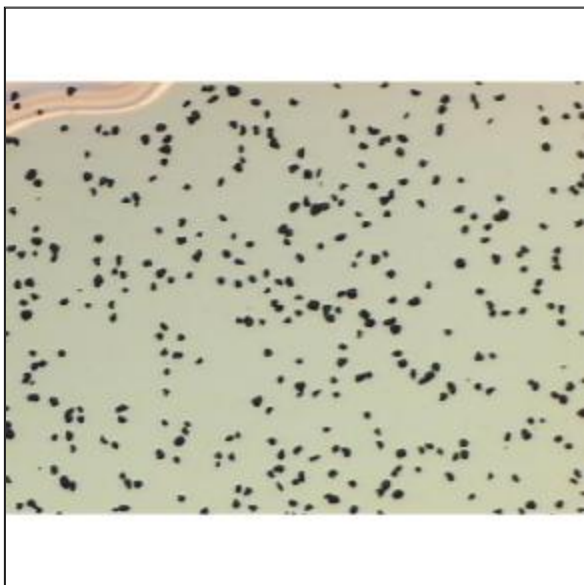
CA-Y-16000G.jpg



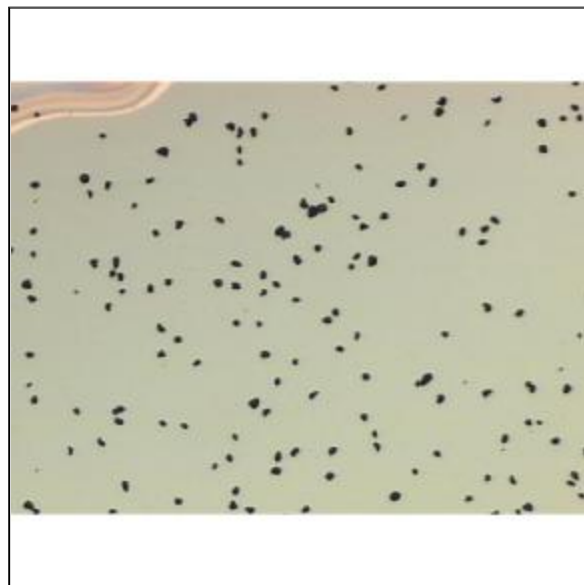
RI-B-0G.jpg



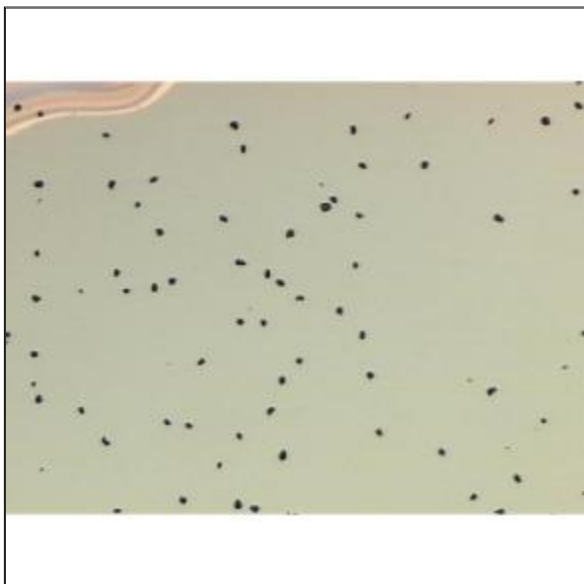
RI-B-2000G.jpg



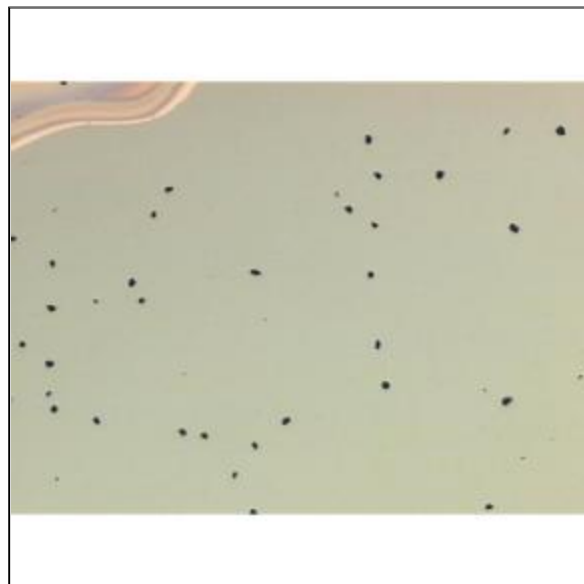
RI-B-4000G.jpg



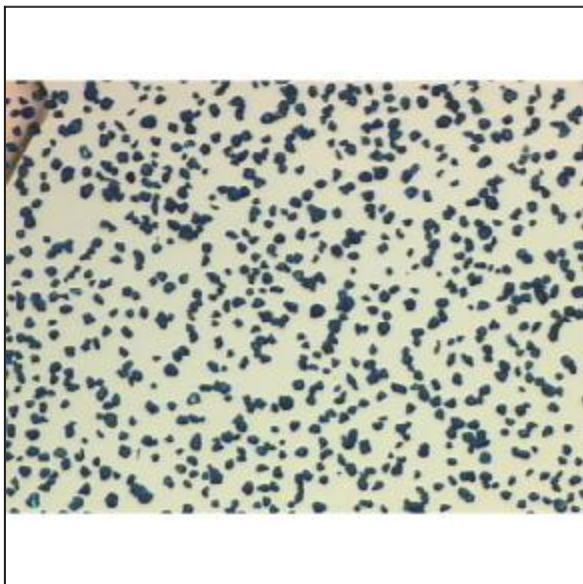
RI-B-8000G.jpg



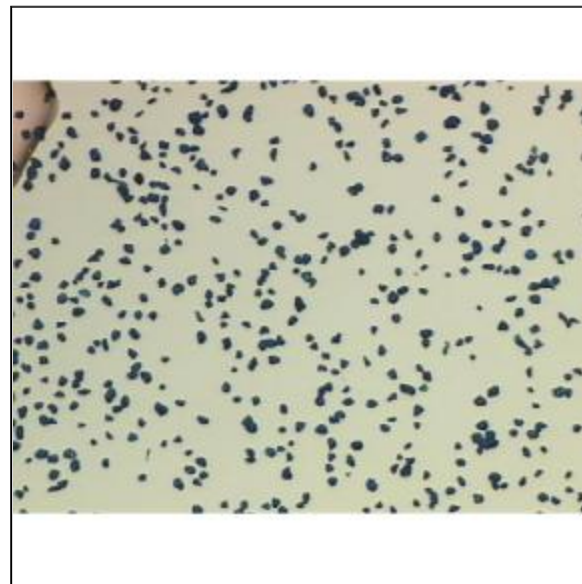
RI-B-12000G.jpg



RI-B-16000G.jpg



RI-C-0G.jpg



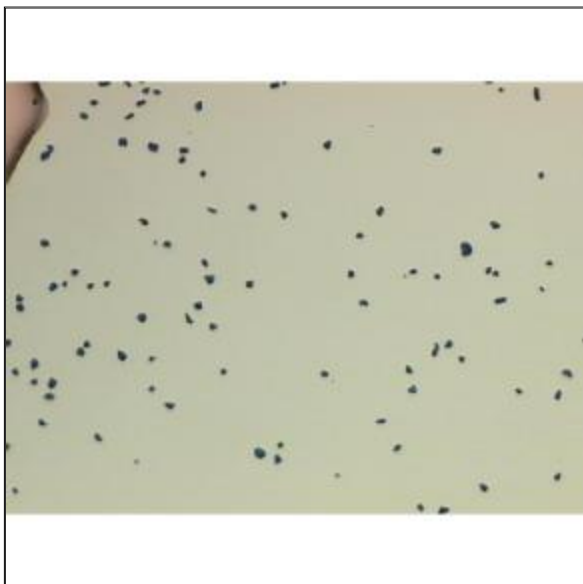
RI-C-2000G.jpg



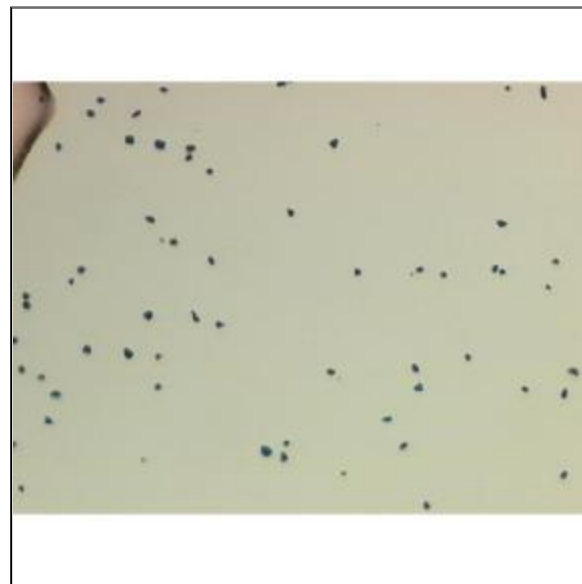
RI-C-4000G.jpg



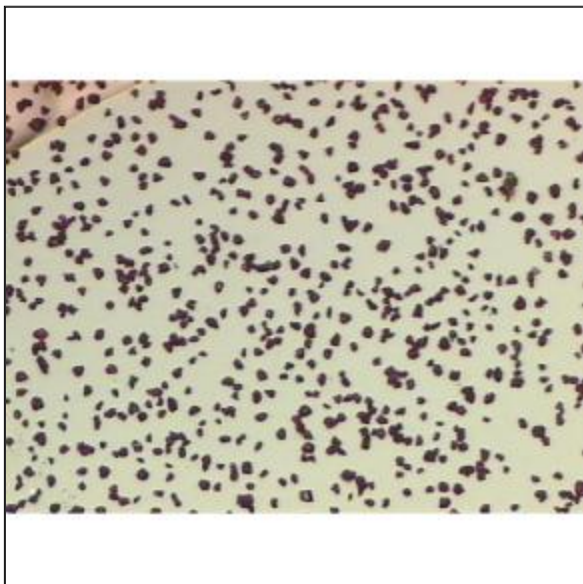
RI-C-8000G.jpg



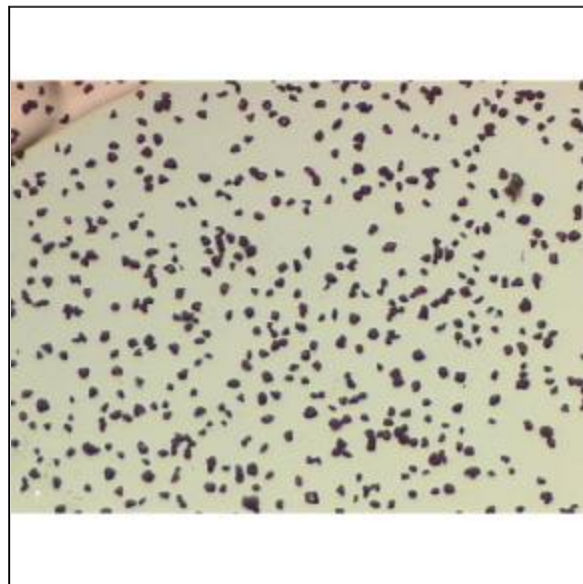
RI-C-12000G.jpg



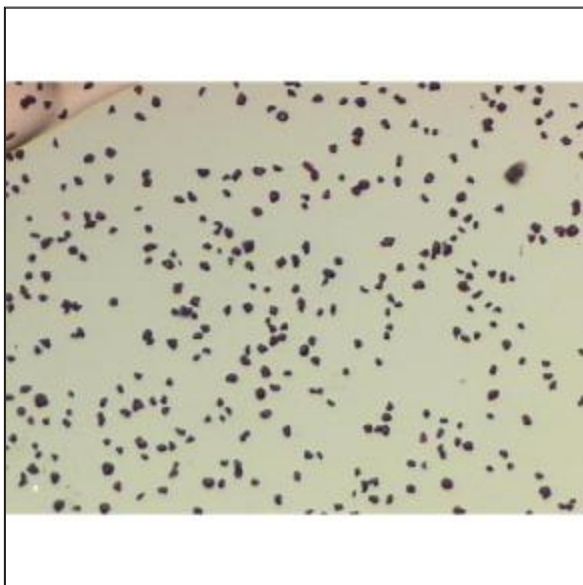
RI-C-16000G.jpg



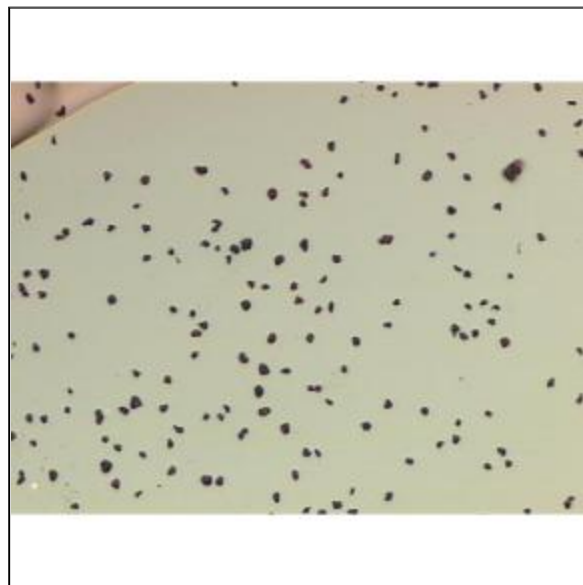
RI-M-0G.jpg



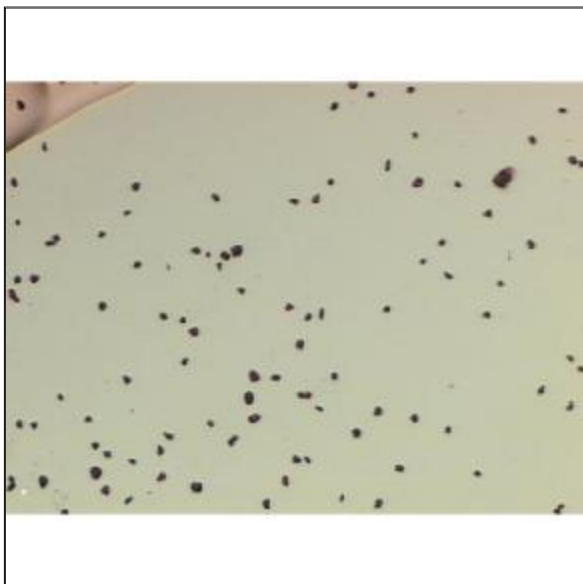
RI-M-2000G.jpg



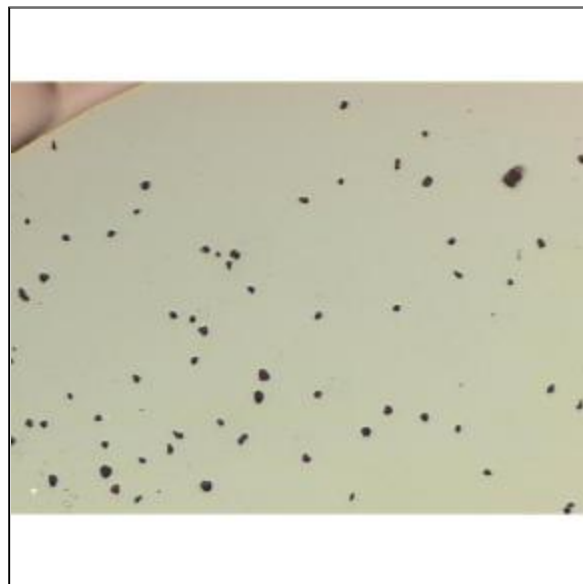
RI-M-4000G.jpg



RI-M-8000G.jpg



RI-M-12000G.jpg



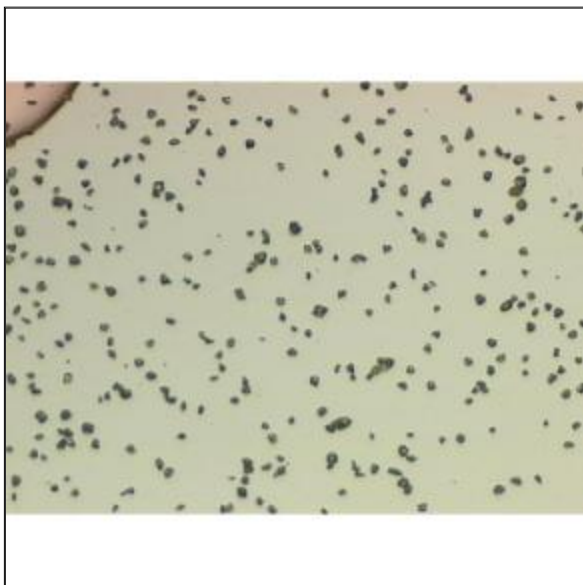
RI-M-16000G.jpg



RI-Y-0G.jpg



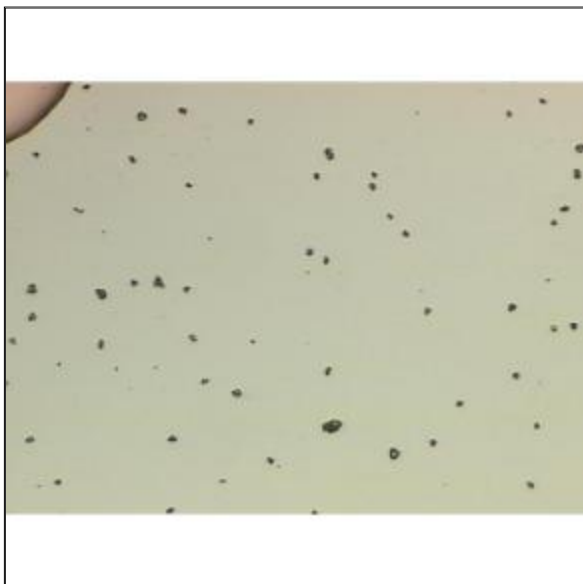
RI-Y-200G.jpg



RI-Y-400G.jpg



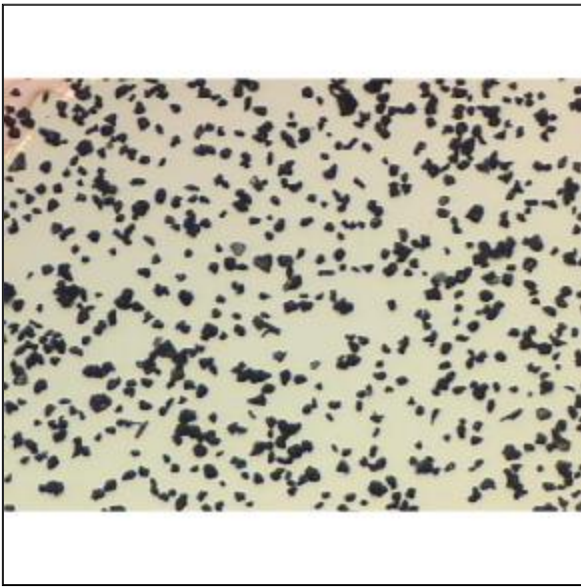
RI-Y-800G.jpg



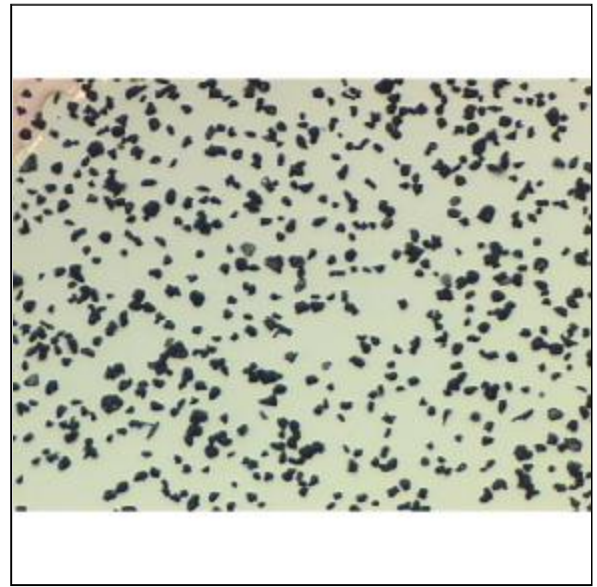
RI-Y-1200G.jpg



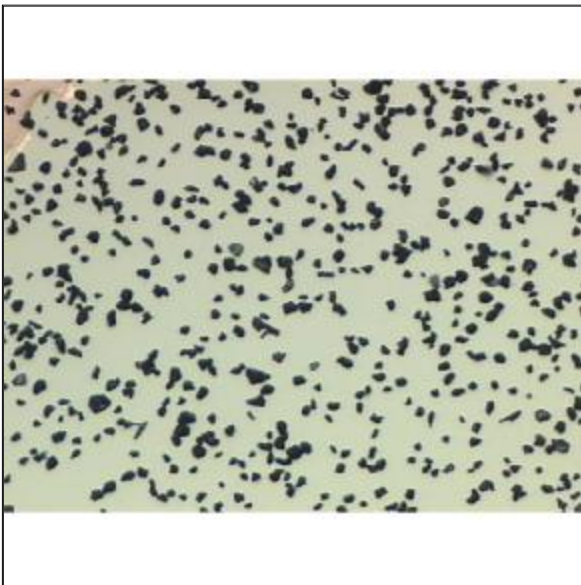
RI-Y-1600G.jpg



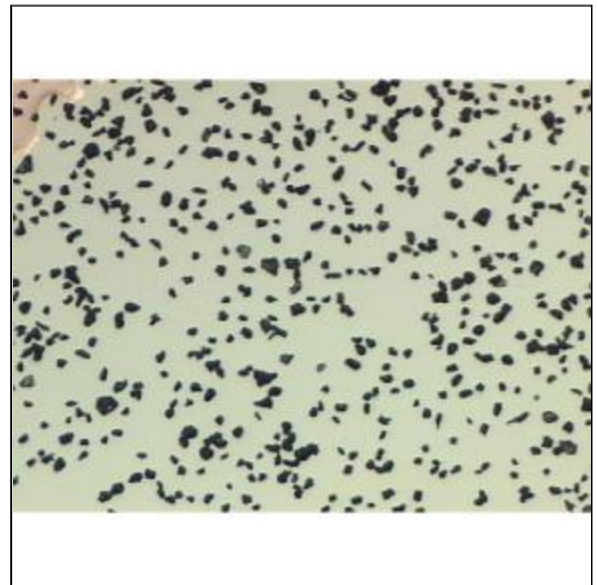
XE-B-0G.jpg



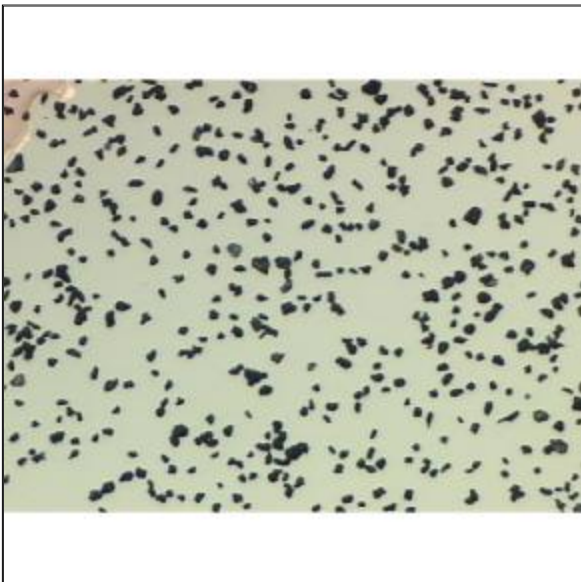
XE-B-2000G.jpg



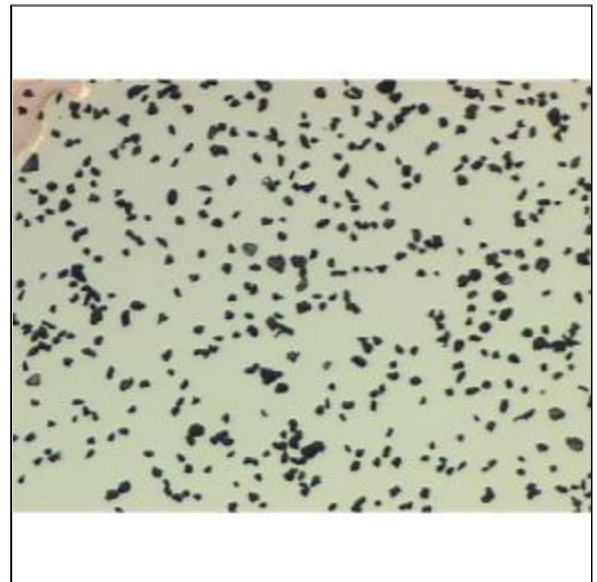
XE-B-4000G.jpg



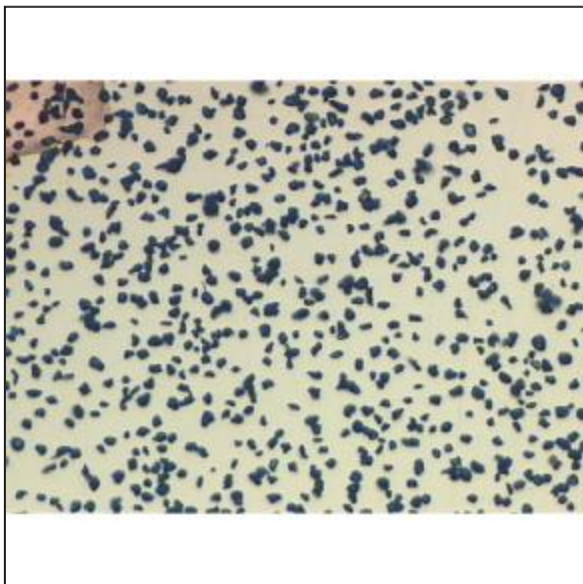
XE-B-8000G.jpg



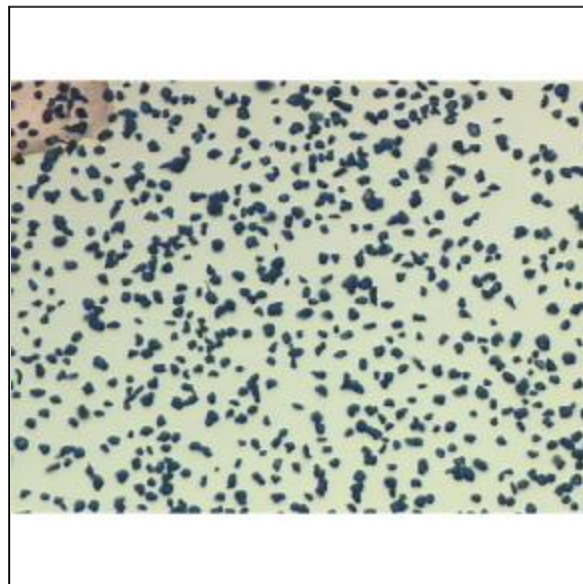
XE-B-12000G.jpg



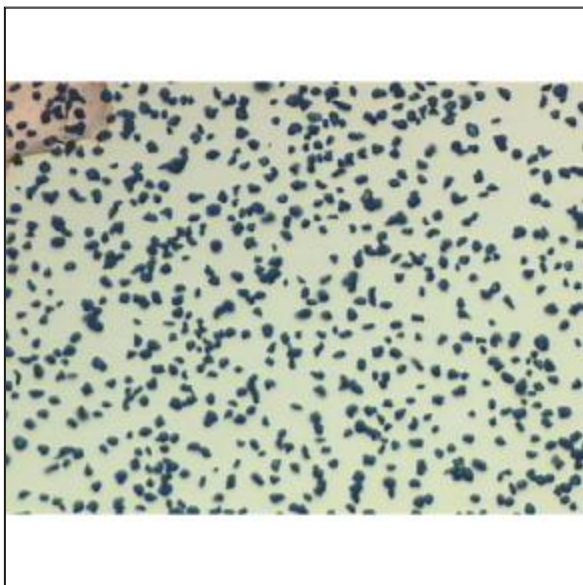
XE-B-16000G.jpg



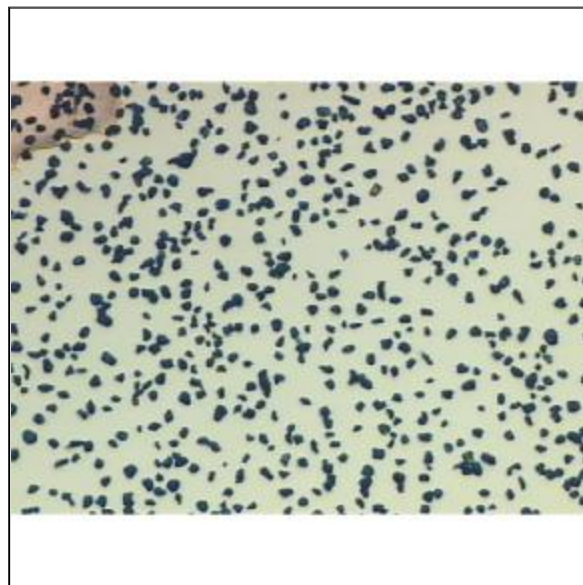
XE-C-0G.jpg



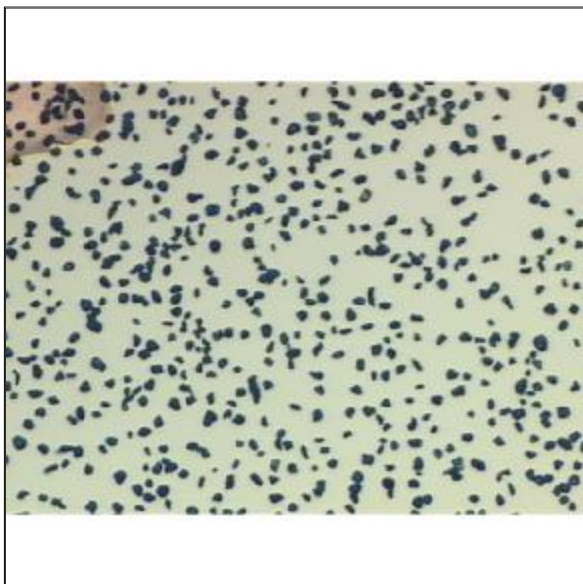
XE-C-2000G.jpg



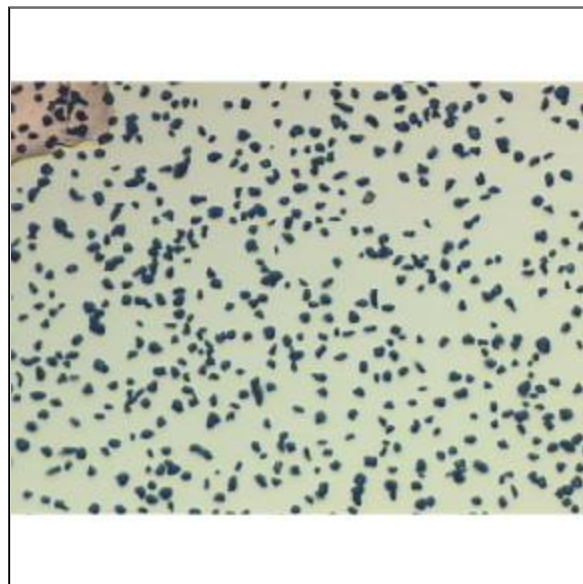
XE-C-4000G.jpg



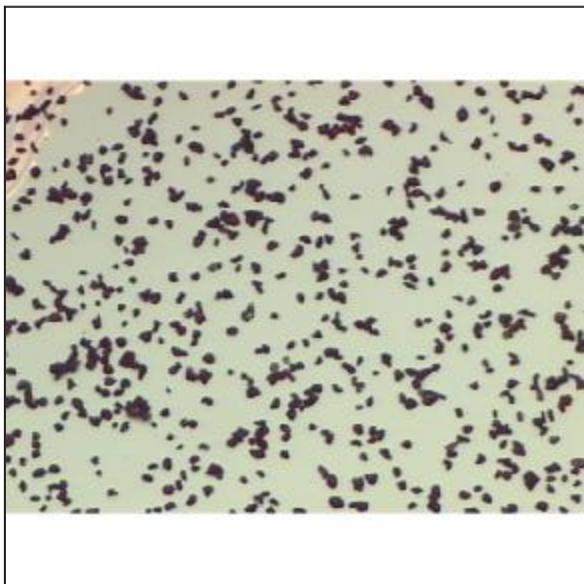
XE-C-8000G.jpg



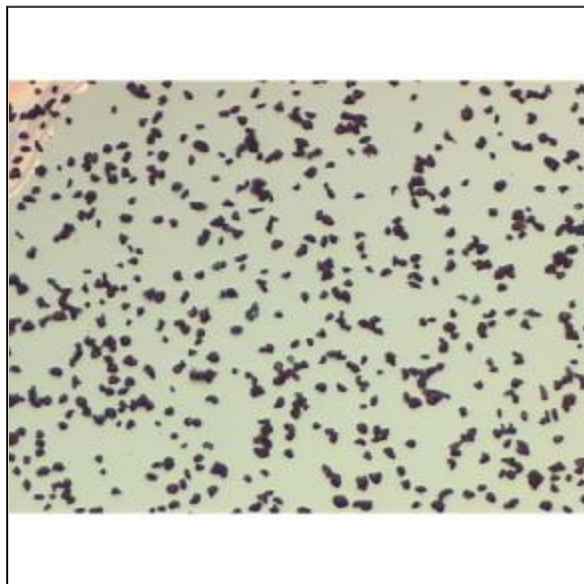
XE-C-12000G.jpg



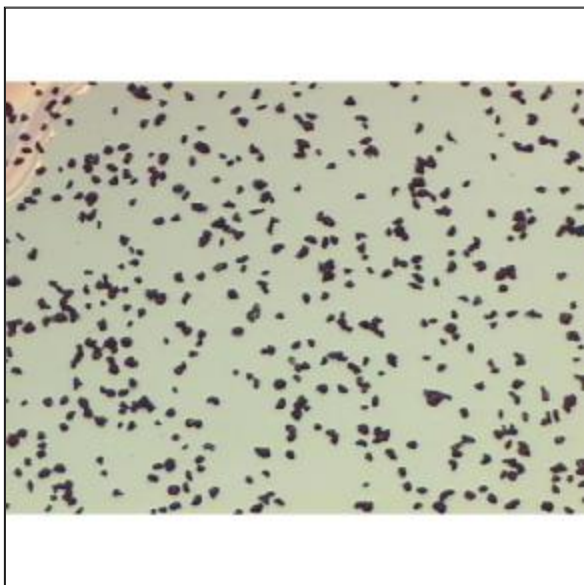
XE-C-16000G.jpg



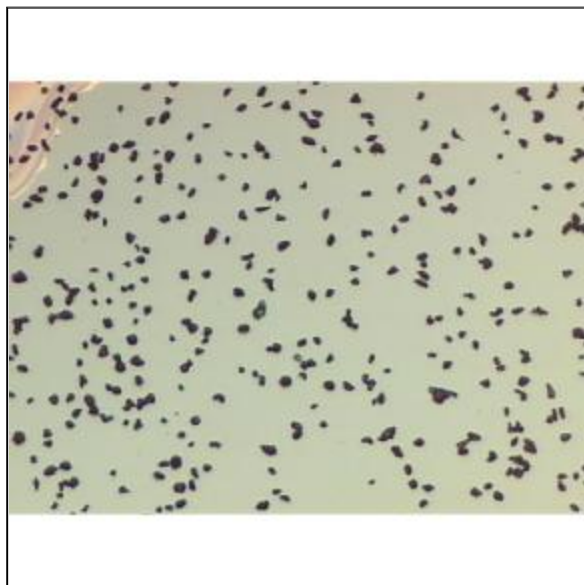
XE-M-0G.jpg



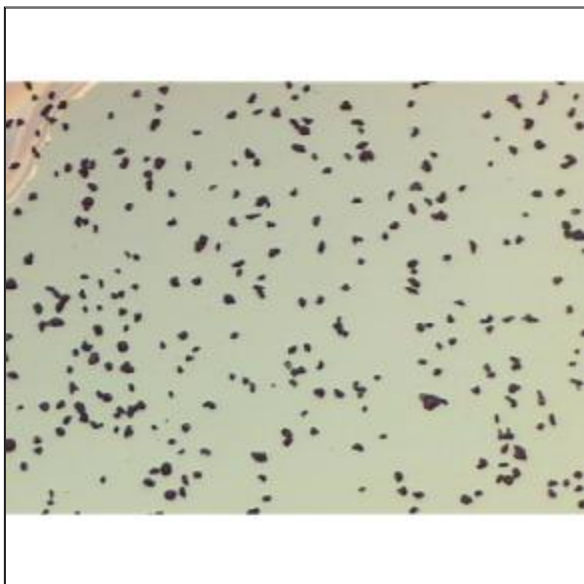
XE-M-2000G.jpg



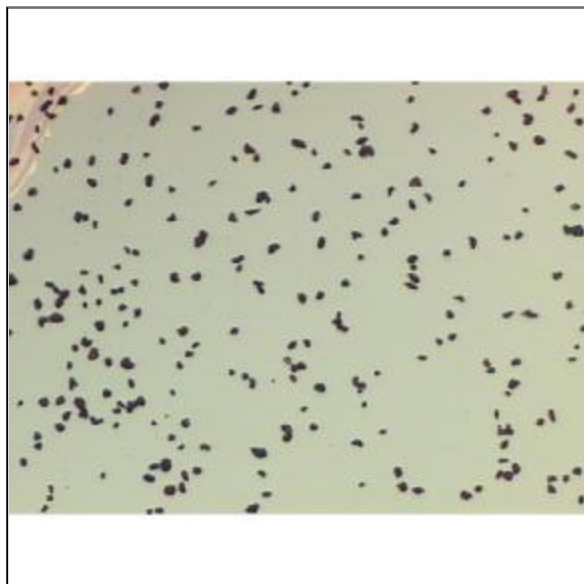
XE-M-4000G.jpg



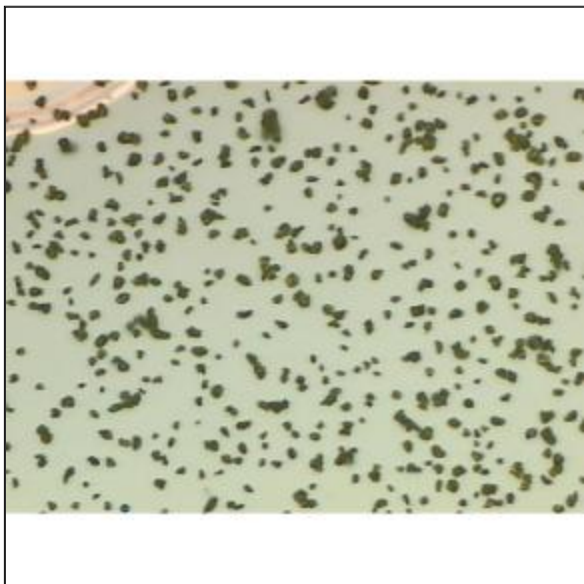
XE-M-8000G.jpg



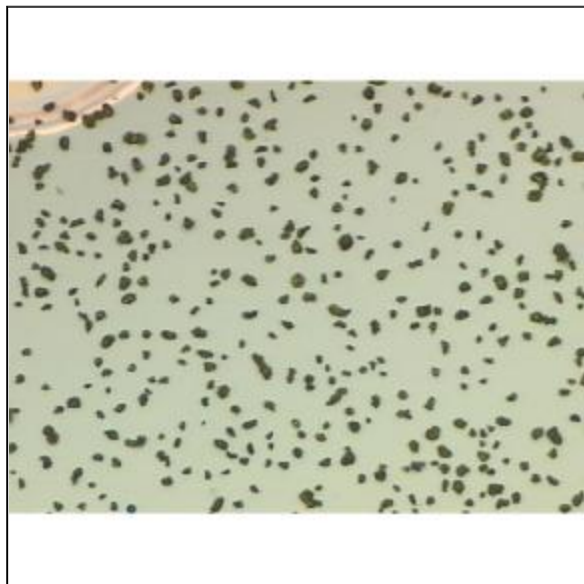
XE-M-12000G.jpg



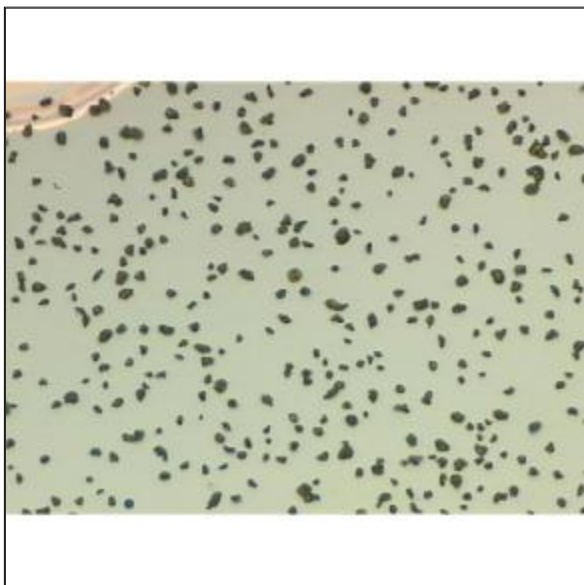
XE-M-16000G.jpg



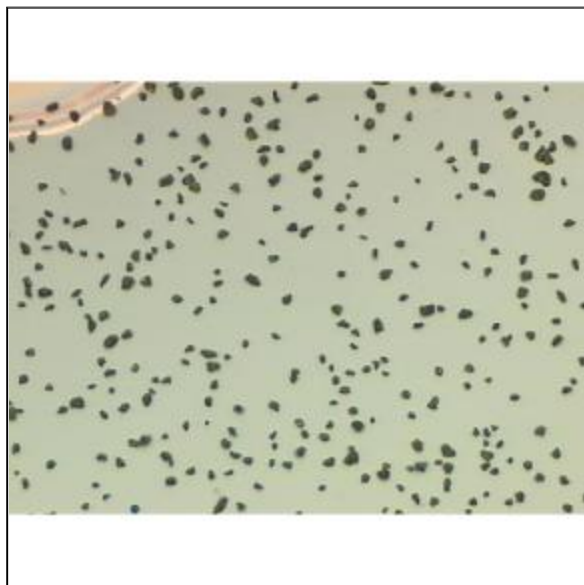
XE-Y-0G.jpg



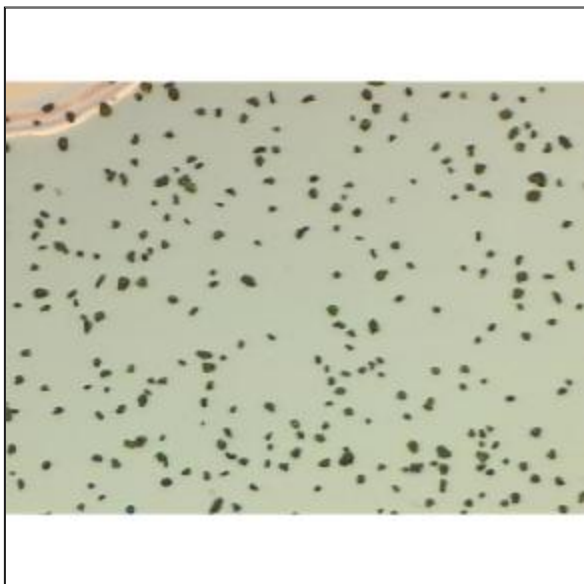
XE-Y-2000G.jpg



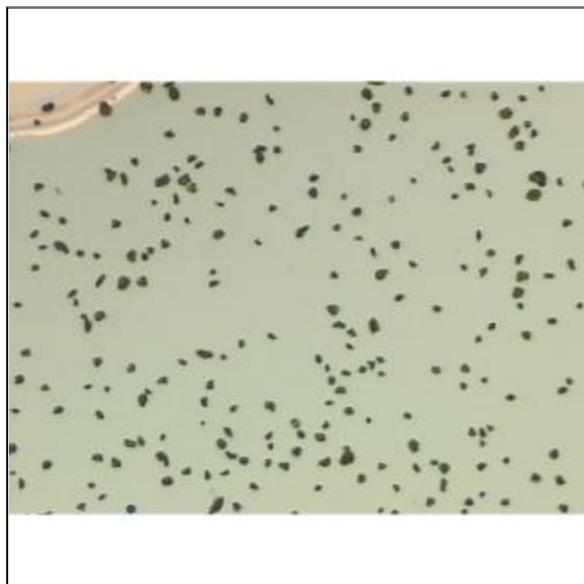
XE-Y-4000G.jpg



XE-Y-8000G.jpg



XE-Y-12000G.jpg



XE-Y-16000G.jpg