

# 清浄度規格

## 規格の概要

ICR(工業用クリーンルーム)の清浄度分類に関する規格は、古くより米国連邦規格(Fed-Std-209)が世界で利用されている。日本では、1989年にJIS B9920「クリーンルーム中の浮遊粒子測定法」が制定されたが実際にはこの規格は利用されず、相変わらず米国連邦規格が利用されていた。

清浄度規格の基本は、空気中の浮遊粒子分布がピークの右半分を対数表示すればほぼ直線となる。1995年ごろにjungeはその分布を $\Sigma N(d)=B/d^3(0.1\sim 40\mu m)$ に対してなる実験式を作った。 $\Sigma N(d)$ は粒径 $d$ 以上の粒子の総数であり3は粒子の比重である。後にICRにおける $0.1\sim 5\mu m$ 粒子に対する粒子比重は2.16が適当であるとされた。

米国連邦規格での式

①  $\Sigma N(d) = B/d^{2.16}$

①式は対数とすると②式となる

②  $\log \Sigma (d) = \log -2.16 \log d + C$

両対数グラフでは③式となる

③  $Y = -2.16X + C$

③式は図1となり清浄度規格の基本となる

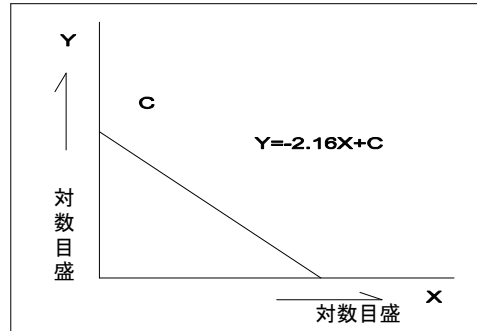


図1 清浄度規格の基本式

## 世界の清浄度規格

基本は米国連規格によっているが、国により異なり不便である。国により表現が異なった理由は、連邦規格が英国単位(ヤード・ポンド単位)を使用しているためである。世界はISOの指導によりSI規格を使用せねばならない。

それぞれの国によって基準粒子も異なっている。英国、フランス、中国は米国と同じ $0.5\mu m$ 、日本は $0.1\mu m$ 、韓国は $0.3\mu m$ 、ドイツが $1\mu m$ となっている。クラス表示は粒子数 $Y$ /単位体積よりクラス $Y$ と表現する方法、粒子数 $10^X$ /単位体積よりクラス $X$ と表現する方法、およびアルファベット表示の3方法である。国により清浄度表現が異なることは不便であり国際規格(ISO)により統一する必要がある。本目的の一環としてIESが主体となりFED-STD-209Eが発表された。

主要国の清浄度クラス比較表

国名	アメリカ		日本	英国	ドイツ	フランス	韓国	中国
規格	FED.ST.209	FED.ST.209E	JISB9920	BS5295	VDI2083	NFX44101	KS	QJ2214
年度	1988	1992	1989	1989	1990	1981	1991	1991
基準粒子( $\mu$ )	0.5	0.5	0.1	0.5	1	0.5	0.3	0.1 0.3
単位	$P/ft^3$	$P/m^3$	$P/m^3$	$P/m^3$	$P/m^3$	$P/m^3$	$P/m^3$	$P/m^3$
-	-	-	-	-	-	-	-	$0.1\mu m^{-1}$
	-	-	1	-	-	-	M1	$0.1\mu m^{-5}$
	-	M1	2	-	0	-	M10	$0.1\mu m^{-10}$
	1	M1.5	3	C	1	-	M100	1
	10	M2.5	4	D	2	-	M1,000	10
	100	M3.5	5	EorF	3	4,000	M10,000	100
	1,000	M4.5	6	GorH	4	-	M100,000	1,000
	10,000	M5.5	7	I	5	40,000	M1,000,000	10,000
	100,000	M6.5	8	J	6	400,000	M10,000,000	100,000
-	M7	-	L	-	-	-	-	

ISOクリーンルーム規格

ISOにおけるクリーンルーム規格化は、1993年に始まり2002年1月に各国代表による最終承認投票が行われました。そして2002年5月1日正式に発表されクリーンルームの清浄度に対する初の世界統一規格となりました。

- 1、規格番号 ISO-14644, Part1
- 2、名 称 空気清浄度のクラス分類
- 3、清浄度クラス

清浄度クラスは、ISOクラス1～クラス9に分類されます。基準粒径を0.1 μmとし、1立方メートル中の0.1 μm以上の粒子数の10のべき数をとり10×個/m<sup>3</sup>のときクラスXとなります。これはJIS規格(JIS B 9920)と同じ定義方法です。

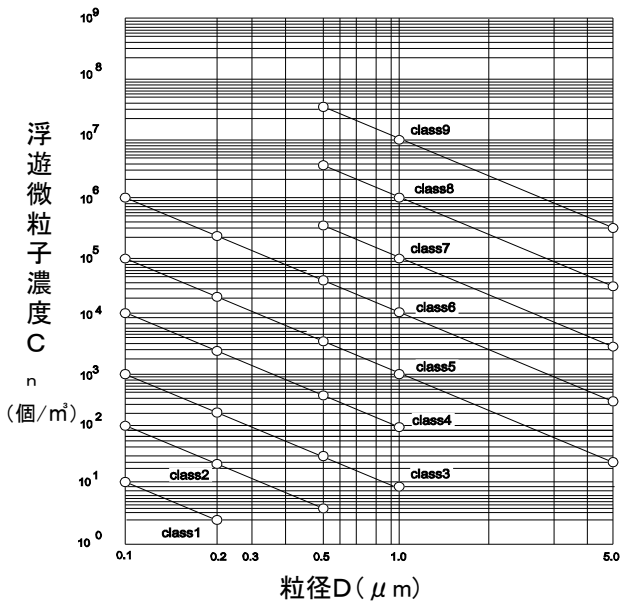
- 4、従来規格との関係

従来規格との関係及びクラス分類を下記、3つの表やグラフで表します。

ISOクラス分類表

清浄度クラス	指定粒径以上の許容粒子濃度 (個/m <sup>3</sup> )					
	0.1 (μm)	0.2 (μm)	0.3 (μm)	0.5 (μm)	1 (μm)	5 (μm)
ISOクラス1	10	2	-	-	-	-
ISOクラス2	100	24	10	4	-	-
ISOクラス3	1000	237	102	35	8	-
ISOクラス4	10000	2370	1020	352	83	-
ISOクラス5	100000	23700	10200	3520	832	29
ISOクラス6	1000000	237000	102000	35200	8320	293
ISOクラス7	-	-	-	352000	83200	2930
ISOクラス8	-	-	-	3520000	832000	29300
ISOクラス9	-	-	-	-	8320000	293000

清浄度クラスの上限濃度のグラフ  $C_n = 10^N \times (0.1/D)^{2.08}$



米国連邦規格		JIS B 9920	ISO 14644	半導体分野 (SEMI)
209D	209E			
-	-	クラス1	ISO1	-
-	-	-	-	クラス1
-	-	クラス2	ISO2	-
-	クラスM1	-	-	クラス10
クラス1	クラスM1.5	クラス3	ISO3	-
-	クラスM2	-	-	クラス100
クラス10	クラスM2.5	クラス4	ISO4	-
-	クラスM3	-	-	クラス1000
クラス100	クラスM3.5	クラス5	ISO5	-
-	クラスM4	-	-	クラス10000
クラス1,000	クラスM4.5	クラス6	ISO6	-
-	クラスM5	-	-	クラス100000
クラス10,000	クラスM5.5	クラス7	ISO7	-
-	クラスM6	-	-	-
クラス100,000	クラスM6.5	クラス8	ISO8	-
-	クラスM7	-	-	-
-	-	-	ISO9	-

清浄度クラスの比較

## 5、粒径範囲

対象となる粒径範囲は、 $0.1\ \mu\text{m}$ から $5\ \mu\text{m}$ までとなります。範囲外は、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以下に対してU表示、 $5\ \mu\text{m}$ 以上に対してはM表示で表すことができます。  
例えばU表示のU( $140,000; 0.01\ \mu\text{m}$ )では、 $0.01\ \mu\text{m}$ 以上の粒子が $140,000\ \text{個}/\text{m}^3$ 以下を示します。

## 6、清浄度の検証方法

①測定点数は $\sqrt{A}$ で求められます。Aはクリーンルーム面積( $\text{m}^2$ )です。  
A= $80\ \text{m}^2$ の場合、 $\sqrt{80}$ は8.9であり少数点以下は切り上げですので9となり、測定点は9点以上とします。

②サンプリング量( $V_s$ )測定値が20カウント量として、次の式で求められます。  
 $V_s = 20 / C_n \times 1,000(L)$ 、 $C_n$ は粒子濃度です。ただし、最小2Lとし、サンプリング時間は1分以上です。

## 7、測定結果の判定

①測定点が10点以上の場合、各測定点の平均値が規格値以下のとき、合格となります。

②測定点が2点から9点の場合、①の計算に加えてUCL(95%信頼の上限値)を計算し、その値が規格値以下のとき合格となります。

95%のUCL係数

測定点数	2	3	4	5	6	7~9
UCL係数	6.3	2.9	2.4	2.1	2	1.9