

## 空気清浄度の分類規格：ISO14644-1 2015年改訂の解説

このレポートについてのお問合せ TEL 048-936-3033(代表) FAX 048-936-3307 部署 / 設計部 内村拓哉

### 1. はじめに

本規格 ISO14644 の Part1 は、従来より広く使用されていた米国連邦規格 Fed. Std. 209E に替わり、1999 年に国際的な統一規格として制定された。その主な特徴は、1) 清浄度クラスを 1 から 9 段階に分類し、2) 粒径別最大許容粒子濃度を  $1\text{m}^3$  当たりの粒子個数とし、そして 3) UCL 計算や連続サンプリングなどの統計手法を採用したことである。

その後、2004 年より ISO/TC209 技術委員会において検討を重ね、2015 年 10 月に改定版が承認された。同時に Part2 の「空気清浄度のモニタリングに関する規格」も改定されている。ここでは Part1 の改定概要を解説する。

### 2. 改定のポイント

当初より本規格は、浮遊微粒子を個別計数できる光散乱式測定器(パーティクルカウンター)を用いることを前提としている。測定器の吸引量、吸引時間を考慮に入れ、小規模の装置から大空間のクリーンルームまで、統計的に高い信頼性をもって検証、モニタリングできるよう検討がなされた。表 1 に主な改定点と概要を示す。

表 1. ISO14644 Part1-2015 年版の主な改定点

項目	旧規格(1999年初版)	改定規格(2015年版)	変更理由の概要
測定点数	面積の平方根 $N_L = \sqrt{A}$	1,000 $\text{m}^2$ 以下は、別表(表 2)により規定。 1000 $\text{m}^2$ を超える場合は次式にて計算: $N_L = 27 \times A/1,000$	クリーンルームの 90%が 95%の信頼限界にて清浄度を満足することを検証できるよう、統計学的により整合性のある手法とした。
95%UCL 統計計算	測定点が 2~9 点の時、測定値の 95%信頼限界値を UCL 係数を用いて計算し評価する。	95%UCL 統計計算廃止 各測定点の測定値または各々の平均値が、全て合格しなければならない。	また従来の UCL 係数を用いた検証では、測定値のばらつきが原因で、実態と異なる結果が生じる場合があった。
測定点の位置	区域の中央	区域内の特徴を代表する点(区域の中央である必要は無い、気流等考慮する)	クリーンルーム内の粒子濃度は一様ではなく、複雑に変化している為(特に乱流で作業時の場合)
クラス粒子数	$C_n = 10^N \times (0.1/D_p)^{2.08}$ に基づく計算式より、表 3 に示す最大許容粒子濃度( $C_n$ )を規定。 N: 清浄度クラス、 $D_p$ : 粒径	表 3 から、クラス 1、2、3、及びクラス 5 の最も粒径の大きい部分を削除(表 3 中の[ ]部)	高清浄度を低濃度の粒子で検証することは不適切である。 また $1\mu\text{m}$ 以上の大粒子の場合、測定チューブ等での粒子損失があり、特に低濃度では不適切。
0.1 $\mu\text{m}$ 未満微粒子の清浄度	ウルトラファイン粒子として U 表示する	ナノ粒子として、別途規格 Part12 として検討中	個別に検証されることが望ましい

表 2. クリーンルーム面積と測定点数

クリーンルームの面積 (A m <sup>2</sup> 以下)	最少測定点数 (N <sub>L</sub> 以上)	クリーンルームの面積 (A m <sup>2</sup> 以下)	最少測定点数 (N <sub>L</sub> 以上)
2	1	76	15
4	2	104	16
6	3	108	17
8	4	116	18
10	5	148	19
24	6	156	20
28	7	192	21
32	8	232	22
36	9	276	23
52	10	352	24
56	11	436	25
64	12	636	26
68	13	1,000	27
72	14	> 1,000	注1: 数式による

注 1: クリーンルームの面積が 1,000m<sup>2</sup> を超える場合は、その面積 A (m<sup>2</sup>) を算出する。N<sub>L</sub> = 27 × A / 1,000

注 2: 表にある面積の中間的な面積の場合、測定点数はより多い点数とする。

注 3: 一方向流の場合は、気流に垂直な面を対象としても良い。それ以外では一般的に床面積として良い。

表 3. 粒子濃度による ISO 清浄度クラス分類 (2015 年改訂版)

ISO 清浄度 クラス(N)	対象粒径以上の最大許容粒子数(個/m <sup>3</sup> ) a					
	0.1 μm	0.2 μm	0.3 μm	0.5 μm	1 μm	5 μm
1	10·b	d· [2]	d	d	d	e
2	100	24·b	10·b	d· [4]	d	e
3	1,000	237	102	35·b	d· [8]	e
4	10,000	2,370	1,020	352	83·b	e
5	100,000	23,700	10,200	3,520	832	d, e, f· [29]
6	1,000,000	237,000	102,000	35,200	8,320	293
7	c	c	c	352,000	83,200	2,930
8	c	c	c	3,520,000	832,000	29,300
9 g	c	c	c	35,200,000	8,320,000	293,000

a: 本表の最大許容粒子数は、対象粒径以上の粒子数の累積値を示す

b: 本粒子数を測定するには吸引量が多くなる為、連続サンプリング法を使用して良い。

(原文、付属書 D 参照)

c: 粒子濃度が多く、測定対象粒径とはならない

d: 粒子濃度が少なく、測定値の信頼性が乏しい

e: 1 μm より大きい粒子は粒子数が少なく、測定チューブ等への付着による計数損失がある

f: ISO クラス 5 の検証に関連して、5 μm 粒子の清浄度を指定する際は、M 表示(マクロ粒子)を適用し、別の微小な粒径における清浄度と関連付けて評価を行っても良い。(原文、C7 項参照)

g: 本クラスは、クリーンルーム使用状態のうち“通常作業時(操業時)”のみに適用できる

網掛け部の [ ] 内数字は初版のクラス分類粒子数であり、改訂版では削除された

### 3. 清浄度仕様の表記

従来通り以下の表記とする。

1) ISO 清浄度クラスを、“ISO クラス N”、と記す。N には、1～9 のいずれかが入る。

2) クリーンルームの状態(以下の 3 つのいずれか)を明記する。

- ・ 施工完了時 : as - built
- ・ 製造装置設置時 : at - rest
- ・ 通常作業時 : operational

3) 評価対象粒径。複数の粒径で評価する場合は、小さい方の粒径の 1.5 倍以上大きい粒径を選択する。

\* 表記の例: ISO クラス 4、施工完了時、0.1 μm、0.5 μm

[清浄度クラス] [クリーンルームの状態] [評価対象粒径(ここでは複数ある例)]

### 4. 清浄度の測定、評価方法(原文、付属書 A 参照)

清浄度は以下の要領で検証する。

#### 1) 測定器

光散乱式個別粒子計数機(パーティクルカウンター)が一般的に使用される。ISO21501-4 に従い、校正されたものを使用する。ISO14644-3(試験方法)付属書 A のチェックリストを参考とし、測定開始前にクリーンルームが正しく機能していることを確認する。

#### 2) 測定点数の決定

前述の表 2 を参照し、クリーンルームの床面積(A m<sup>2</sup>)から、測定点数(N<sub>L</sub>)を求める。

#### 3) 測定位置の決定

クリーンルームを測定点数(N<sub>L</sub> 以上)の区域に、等面積となるよう分割する。各区域の清浄度を代表すると思われる位置(中央である必要は無い)をそれぞれ選択する。乱流式のクリーンルームでは、吹き出し空気が拡散していない場所もあり、そのような点は代表点としてふさわしくない場合がある。

4) 各測定点にて ISO 清浄度クラスの指定粒径における最大粒子濃度に対し、最少 20 カウントを得る為に十分な流量をサンプリングする。

1 回(場所)当たりの最少サンプリング量 V<sub>s</sub>(L)は、次式にて決定される。

$$V_s = \frac{20}{C_{n,m}} \times 1,000$$

V<sub>s</sub> : 各測定における 1 回当たりの最少サンプリング量(L)

C<sub>n,m</sub> : クラス上限値(個/m<sup>3</sup>) [指定クラス(n)における、指定粒子径の上限粒子数(m)]

20 : 1 回のサンプリングにて、計数されねばならない粒子数(定数)

また 1 回(場所)当たりの最少サンプリング量は、2L(リットル)以上、かつ 1 分以上でなければならない。パーティクルカウンターのサンプリング量が 28.3L/min (1cft/min) の場合の、清浄度と粒子径毎の最少サンプル時間(分)の早見表を表 4 に示す。

一方 V<sub>s</sub> が極めて大きい時、サンプリングに長時間かかる事が問題となる。この時、連続サンプリング法(原文、付属書 D 参照)を用いることにより、サンプリング量と時間を共に減少させることができる。

表 4. 清浄度クラスとパーティクルカウンターサンプリング時間(28.3L/min の場合)早見表

ISO 清浄度 クラス(N)	対象粒径毎の最少サンプリング時間 (分)					
	0.1 μm	0.2 μm	0.3 μm	0.5 μm	1 μm	5 μm
1	71*	—	—	—	—	—
2	8	30*	71*	—	—	—
3	1	3	7	21*	—	—
4	1	1	1	2	9*	—
5	1	1	1	1	1	—
6	1	1	1	1	1	3
7	—	—	—	1	1	1
8	—	—	—	1	1	1
9	—	—	—	1	1	1

\* 連続サンプリング法を採用可能

5) 測定手順

測定前に、クリーンルームの状態やパーティクルカウンターが正しく測定できるか確認する。

決められたサンプリング量で全ての点を同様に測定する。

測定中に許容値を超えたカウントがあった時は、異常原因が特定されていれば無視でき、異常内容を記録した上で測定をやり直す。

6) 結果の判定

全ての点の測定値、または各々の測定値の平均値は、ISO クラスの指定粒径における最大粒子濃度を超えてはならない。(平均値を求める際、個別の測定値が最大粒子濃度を超過していても良い)

5. 原文付属書の概要

付属書 A : 清浄度の測定、評価方法(規格説明)

付属書 B : 清浄度クラスの計算例(参考) … 6 例を示し解説

付属書 C : マクロ粒子の粒径、粒子数測定法(参考)

付属書 D : 連続サンプリング法(参考) … 2 例を示し解説

付属書 E : 中間の ISO 清浄度クラス(参考) … クラス 1.5~クラス 8.5 までの中間 8 クラスを、表にて解説

付属書 F : 測定器(参考) … 付属書 A、C、D に関連して使用される粒子測定器を解説

## 日本エアテック株式会社

本 社	〒110-8686 東京都台東区入谷 1 丁目 14 番 9 号	TEL 03-3872-6611 FAX 03-3872-6615
大阪営業所	〒531-0071 大阪府大阪市北区中津 1 丁目 11 番 11 号(第 1 リッチビル)	TEL 06-6373-0473 FAX 06-6373-0827
名古屋営業所	〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦 1-18-11(CK21 広小路伏見ビル)	TEL 052-219-7100 FAX 052-219-7200
仙台営業所	〒980-0013 宮城県仙台市青葉区花京院 2 丁目 1 番 61 号(タカノボルビル)	TEL 022-268-2881 FAX 022-268-2883
北陸営業所	〒930-0005 富山県富山市新桜町 4-28(朝日生命富山ビル)	TEL 076-471-7752 FAX 076-471-7753
広島営業所	〒732-0825 広島県広島市南区金屋町 2 番 14 号(アフロディテビル)	TEL 082-568-7522 FAX 082-263-1505
福岡営業所	〒815-0035 福岡県福岡市南区向野 2 丁目 12 番 8 号(真鍋ビル)	TEL 092-553-1288 FAX 092-561-7284
南九州営業所	〒899-4332 鹿児島県霧島市国分中央 3 丁目 38 番 28 号(ショーヤ 105 号)	TEL 0995-47-7422 FAX 0995-47-7433

URL: <http://www.airtech.co.jp>

**【注意】**

連絡先は発行当時の情報が記載されています。  
最新の連絡先はホームページ等でご確認をお願いします。