

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、従来から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) 最大許容粒子濃度を 1m³ 当たりの粒子個数とし、そして 3) UCL 計算(統計的処理)や逐次サンプリングなどの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」も改定された。本資料では 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 | 面積の平方根を計算する $N_L = \sqrt{A}$ N _L : 測定点数 A: クリーンルーム面積 | 1,000m ² 以下は、別表(表 2)により規定。 1000m ² を超える場合は次式にて計算: $N_L = 27 \times A / 1,000$ | 測定点数を見直し、複雑な統計計算をせずにクリーンルーム全体の 90%の清浄度が 95%以上の信頼性を得られるよう変更した。 |
| 信頼度 95%以上の統計計算 | 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。 | |
| 測定点の位置 | 区域の中央 | 区域内の作業の代表点(作業上重要な場所) | クリーンルーム内の粒子濃度は作業点が最も重要 |
| クラス粒子数 | $C_n = 10^N \times (0.1/D_p)^{2.08}$ 上記計算式より、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 1μm 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 μm 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 | 誤差が大きく別規格により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 ² 以下) | 最少測定点数 (N _L 以上) | クリーンルームの面積 (A m ² 以下) | 最少測定点数 (N _L 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 1,000m² を超える場合は、その面積 A(m²) を算出する。N_L = 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。それ以外では床面積とする。

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) | CN,m | 対象粒径(D _p)以上の最大許容粒子数(CN,m) (個/m ³) a | | | | | |
|-------------------|----------------|---|---------|---------|------------|-----------|---------------|
| | D _p | 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、逐次サンプリング法を使用して良い。

c: 粒子濃度が多いため、適用しない。

d: 粒子濃度が少なく、測定値の信頼性が乏しいため適用しない。

e: 1 μm より大きい粒子は粒子数が少なく、測定チューブ等に付着する計数損失があるため適用しない。

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、クリーンルームの 3 種の使用状態(施工完了時、製造装置設置時、通常作業時)のうち、“通常作業時(Operational)”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ので使用不可。

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。パーティクルカウンターは校正されたものを使用する。測定開始前にクリーンルームの室圧、風量等を確認し、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 m²)から、測定点数(N_L)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_L)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(作業上、重要な点)を選択する。乱流式のクリーンルームでは、吹き出し空気の拡散状況と作業点を良く考慮し代表点を選定する。吹き出し口の真下は代表とは言えず不適切のため避ける。

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_s(L)は、次式にて決定される。

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

V_s : 各測定における 1 回当たりの最少サンプリング量(L)

C_{n,m} : クラス上限値(個/m³) [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_s 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、逐次サンプリング法を用いることにより、サンプリング量とサンプル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 = 1cft/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 |

* 逐次サンプリング法を採用可能。 [注記: 本表は規格として示されているものではありません]

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。(平均値を求める際にも、個別の測定値が最大粒子濃度を超過してはいけない)

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 : 逐次サンプリング法(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。