



# 環境モニタリング用の 光度計校正係数 (PCF) 0.38 をプログラムする根拠

アプリケーションノート EXPMN-007 (A4-JP)

## はじめに

DustTrak™ II および DRX エアロゾル モニターは、2 つのデフォルトの校正係数で利用可能です。工場出荷時の初期値は 1.00 (アリゾナ道路粉塵/ISO 12103 A1 テスト粉塵 (別名 SAE 微粉塵) に対する校正です) と環境校正係数 0.38 です。これは、環境/浮遊排出物監視アプリケーションに適しています。0.38 という環境校正係数は、恣意的に選ばれたものではありません。この環境校正係数は、DustTrak I/II/DRX モニターのいずれかを使用して出版された査読済みの文献に基づいて選択されました。

## 理論的根拠

環境校正係数 0.38 を使用する根拠は、主に Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology 誌に掲載された「Personal, Indoor and Outdoor Exposures」、Lance Wallace et. al. (2011) 21, pages 49-64 という名の論文に基づいています。

この研究はサンプルサイズ 799 で大規模なものでした。測定は屋内と屋外で行われました。本論文では、重量平均 PM2.5 対ダストトラック平均 PM2.5 濃度のプロットにより、次の関係を提供しました:

$$\text{ダストトラック濃度, } \frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} = 2.64 \times \text{重量濃度} - 2.9$$

DustTrak™ モニターの環境校正係数を決定するには、以下に示すように、上記の式を書き直す必要があります:

$$\text{重量濃度 または 実際の濃度, } \frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} = \frac{\text{ダストトラック濃度}}{2.64}$$

そのため、DustTrak™ モニターで実際の濃度を読み取るには、新しいカスタム校正係数を装置にプログラムする必要があります。上記の式に基づく DustTrak モニターの環境校正係数は 1/傾きとなり、1/(2.64) または = 0.38 となります。2.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  のオフセットは、手動または自動ゼロ モジュール (TSI™ P/N 801690) を使用して定期的に DustTrak モニターをゼロ調整することによって補正できます。

このデータセットが選択されたのは、以下を含むこれほど包括的な研究が他にないという理由だけです。：

1. 屋内測定と屋外測定
2. 個人とエリアの測定
3. 夏季および冬季のサンプリング
4. 研究参加者は大人と喘息の子供
5. 4種類のモニター(DustTrak™ モニターのみならず)
6. 換気率、温度および湿度の追加測定
7. 研究には、湿度が装置性能に及ぼす影響が含まれていた
8. ゼロドリフトの経時変化

他の研究でも、DustTrak™ (I/II/DRX) エアロゾル モニターの校正係数が独自に考案されており、いずれの場合も、DustTrak モニターは環境のエアロゾル濃度を過大評価することが知られています。以下の表は、さまざまな研究者によって得られた校正係数をまとめたものです。

査読済み論文	基準濃度に対する ダストトラック濃 度の比率	校正比 n 係数	エアロゾル
Branis and Hovorka (2005)	2.34	0.43	環境大気
	2.12	0.47	環境大気
	3.91	0.26	環境大気
	3.29	0.30	環境大気
	4.02	0.25	環境大気
	3.37	0.30	環境大気
	3.12	0.32	環境大気
	2.49	0.40	環境大気
	3.20	0.31	環境大気
	1.27	0.79	環境大気
McNamara ら (2011)	1.93	0.52	環境大気
	2.18	0.46	環境大気
	1.59	0.63	森林火災
	1.70	0.59	森林火災
	1.60	0.63	室内空気
Yanosky ら (2002)	1.43	0.70	環境大気
	2.20	0.45	環境大気
Zhu ら (2011)	2.60	0.38	木材発煙のある環境大気-PM <sub>10</sub>
	2.03	0.49	環境大気
Kingham ら (2006)	2.73	0.37	TEOM 使用環境大気
Heal ら (2000)	2.20	0.45	環境大気-PM <sub>10</sub>
Chung ら (2001)	3.00	0.33	環境大気-PM <sub>2.5</sub>
Wallace ら (2011)	2.64	0.38	環境大気-PM <sub>2.5</sub>
Osman ら (2007)	3.00	0.33	屋内 PM <sub>2.5</sub>

## なぜ DustTrak™エアロゾルモニターのような測光機器は常に環境エアロゾル濃度を過大評価するのでしょうか？

ほぼすべての査読済み出版物は、環境エアロゾル測定用の DustTrak モニターなどの測光機器による濃度の過大評価を確認しています。これは、エアロゾルの複雑なミー散乱光学特性（密度、屈折率、形態、大きさ、粒度分布など）によるものです。DustTrak モニターのすべてのモデルは、サイズ分布が 0.1 ~ 10 µm、粒子密度が 2.65 g/cc の A1 テストダストに合わせて校正されています。一方、環境エアロゾルは、地殻物質（密度 2g/cc 以上、A1 テストダスト以下）と都市汚染源からの燃焼エアロゾル（密度約 1g/cc と低い）の複雑な混合物（多分散エアロゾル）です。環境ダストトラックの平均密度は、1.5~1.7g/cc の間で変化することが知られており、その結果、A1 試験ダストに対して較正される DustTrak モニターのような任意の光度計による濃度の過大評価が生じることになります。ダストトラックモニターによる濃度の過大評価は相対湿度にも影響されます。相対湿度が 70%を超えると、吸湿性の粒子が大きくなり（水和し）、濃度の過大評価につながる可能性があります。40mm フィルターを使用する連邦標準法のような基準サンプリング法では、通常、フィルターの重量を測定する前に 24 ~ 48 時間かけてフィルターを乾燥させ、水分（湿度）を取り除きます。

---

## 議論

環境校正係数 0.38 は、A1 テストダストに校正された DustTrak™ エアロゾル モニターの環境濃度測定値に近似します。A1 テストダストは、当初 ISO 12103 測光校正標準として選択されました。これは、それが風に吹かれるさまざまな粉塵をかなり代表しているためですが、都市汚染源の環境測定には当てはまりません。

TSI™ は、ユーザーが併置された基準メソッド、または DustTrak™ II/DRX デスクトップ機器に付属のダウンストリーム 37 mm フィルター カセットを使用してカスタム キャリブレーションを実行することを推奨します。この校正を実施できない者にとって、環境校正係数 0.38 は、単に工場出荷時の校正係数 1.00 を A1 試験粉塵に使用するよりも実際の基準法濃度(すなわち、基準法サンプリング)により近いものでしょう。

TSI™ はまた、屋外環境モニタリングアプリケーションのために、常に DustTrak モニターをオートゼロモジュールと一緒に作動させることを推奨します。オートゼロモジュールは、15 分程度の頻度から 12 時間毎までの任意の間隔で動作するようにプログラムできます。これは、環境温度の経時変化率に依存します。

DustTrak モニターが提供する利点は、リアルタイムのデータへのアクセス、リファレンスサンプラーや FEM サンプラーに比べメンテナンスの面で非常に低い所有コスト、低い購入価格、使いやすさ、精度を向上させるための可搬性とカスタムキャリブレーションの容易さです。これにより、DustTrak モニターは費用対効果が高く、24 時間 365 日稼働する低メンテナンスの浮遊粉塵モニタリングネットワークに適しています。

最終的に、環境/排ガスモニタリング用途に 0.38 の環境校正係数を使用するかどうかは、エンドユーザーが決定します。TSI™ は、この包括的な研究や他の多くの研究に基づいて、使用する校正係数の別の選択に関する研究情報を提供しているだけです。

---

## 参考文献

1. Braniš, M., Hovorka, J., 2005. "Performance of a photometer DustTrak in various indoor and outdoor environments." *Abstracts of the 2005 Evaluations and Assessment Conference (EAC 2005)*, Ghent, Sep. 28–Oct. 10, p. 535.
2. Chung, A., Chang, D.P.Y., Kleeman, M.J., Perry, K., Cahill, T.A., Dutcher, D., McDougal, E.M., Stroud, K. (2001). "Comparison of real-time instruments used to monitor airborne particulate matter." *J. Air Waste Manage. Assoc.* **51**: 109–120.
3. Heal, M.R., Beverland, I.J., McCabe, M., Hepburn, W., and Agius, R.M. (2000). "Intercomparison of five PM<sub>10</sub> monitoring devices and the implications for exposure measurement in epidemiological research." *J. Environ. Monit.* **2**: 455–461.
4. Kingham, Simon, Durand, Michael, Aberkane, Teresa, Harrison, Justin, Wilson, J. Gaines, and Epton, Michael. "Winter comparison of TEOM, MiniVol and DustTrak PM<sub>10</sub> monitors in a woodsmoke environment." *Atmospheric Environment*, **40** (2006) 338–347. Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).
5. McNamara, Marcy L., Noonan, Curtis W., and Ward, Tony J. "Correction factor for continuous monitoring of wood smoke fine particulate matter." *Aerosol and Air Quality Research*, **11**:315–322, 2011. Copyright © Taiwan Association for Research. ISSN: 1680-8584 print / 2071-1409 online, doi: 10.4209/aaqr. 2010.08.0072.
6. Osman, Liesl M., Douglas, J. Graham, Garden, Carole, Reglitz, Karen, Lyon, Janice, Gordon, Sue, and Ayres, Jon G. Department of Medicine and Therapeutics, University of Aberdeen, Aberdeen, Scotland. "Indoor air quality in homes of patients with chronic obstructive pulmonary disease." *Am J. Respir. Crit. Care Med.*, **Vol. 176**, pp 465–472, 2007.
7. Wallace, Lance A., Wheeler, Amanda J., Kearney, Jill, Van Ryswyk, Keith, You, Hongyu, Kulka, Ryan H., Rasmussen, Pat E., Brook, Jeff R., and Xu, Xiaohong. "Validation of continuous particle monitors for personal, indoor, and outdoor exposures." *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* (2011) **21**, 49–64.
8. Yanoski, J.D., Williams, P.L., MacIntosh, D.L., 2002. "A comparison of two direct-reading aerosol monitors with the federal method for PM<sub>2.5</sub> in indoor air." *Atmos. Environ.* **36**:107–113.
9. Zhu, Ying, Smith, Thomas J., Davis, Mary E., Levy, Jonathan I., Herrick, Robert, and Jiang, Hongyu. "Comparing gravimetric and real-time sampling of PM<sub>2.5</sub> concentrations inside truck cabins." Published in final edited form as: *J. Occup. Environ Hyg.* 2011 November; **8(11)**: 662–672, doi: 10.1080/15459624.2011.617234.

---

TSI および TSI ロゴは、TSI Incorporated の登録商標です。



Knowledge Beyond Measure.

TSI Incorporated - 詳細については、当社の Web サイト [www.tsi.com](http://www.tsi.com) をご覧ください。

米国	電話番号: +1 800 680 1220	インド	電話番号: +91 80 67877200
英国	電話番号: +44 149 4 459200	中国	電話番号: +86 10 8219 7688
フランス	電話番号: +33 1 41 19 21 99	シンガポール	電話番号: +65 6595 6388
ドイツ	電話番号: +49 241 523030		