

常時監視測定機の精度管理について

内藤季和 渡邊剛久

1 はじめに

PM_{2.5}自動測定機は2014年度末時点で、全国に980台を超える台数が設置されて常時監視を行っている。測定局には浮遊粒子状物質（SPM）の自動測定機も稼働しており、しばしば逆転現象などが観測されている。SPM計の場合は空試験時にゼロ付近の濃度で±10µg/m³の許容誤差があるため、低濃度での逆転はやむを得ないものがあるが、一定程度以上の濃度でも逆転現象が起こる場合やSPMとPM_{2.5}の比率の範囲が想定から外れる場合などの現象が観測されている。こうした問題に対して、原因を考えるための手段として、2012年度は光散乱方式による粒子計測器（OPC リオン KC-52）を測定局に設置して並行測定を行ったが、実際の粒子密度が不明なため、ある程度の許容範囲で判断する必要があった。その後、校正係数を定めた光散乱式の粒子計数器（DustTrak II 8530）を利用できるようになり、SPM計とPM_{2.5}計及びFRM2025iによる標準測定法と比較していくつかの知見を得たので報告する。

2 方法

図1のTSI社製 DustTrak II 8530（仕様は表1）は携帯型の粒子計測器で、吸引部にPM_{2.5}を分離する分級器を装着することでPM_{2.5}濃度が測定可能となる。5地点の測定局において大気導入管に接続して、粒子濃度を計測した。設置期間は2013年12月、2014年の7～8月、2015年冬の期間で7日～2週間設置した。計測は55分測定+5分インターバルで1時間値とした。得られた濃度から24時間平均値を求め、SPM自動測定機によるSPM濃度及びPM_{2.5}自動測定機と比較し、利用可能であれば、成分分析調査でのFRM2025iの標準測定法によるPM_{2.5}濃度と比較した。



図1 TSI社 DustTrak II 8530

表1 DustTrak II 8530の仕様

項目	摘要
光学方式	90°散乱光
粒径範囲	0.1～10µm
粒子濃度範囲	0.001～400mg/m ³
定格流量	1.4～3.0L
測定データ	60,000
重量	1.55kg（バッテリー無）

3 結果

図2に2013年12月に2地点で試験した結果を示す。横軸がPM_{2.5}自動測定機の値で、縦軸がDustTrak IIの値である。B地点は2013年11月に注意喚起の情報提供が行われた根拠となった地点で、検証のために測定したものである。いずれの地点もデータ数が7日と十分ではないが、傾きが1.05以上とやや大きいものの、切片が-2µg/m³程度であり、日平均ベースでは、大きな誤差はないことが確認された。1時間値での比較を行うとA地点は傾きが0.83で切片が0.86でR²=0.796（n=166）と良好な一致とは言えないが、B地点は傾きが1.047で切片が-1.46でR²=0.874（n=148）であり、ほぼ良好な一致と言える結果であった。

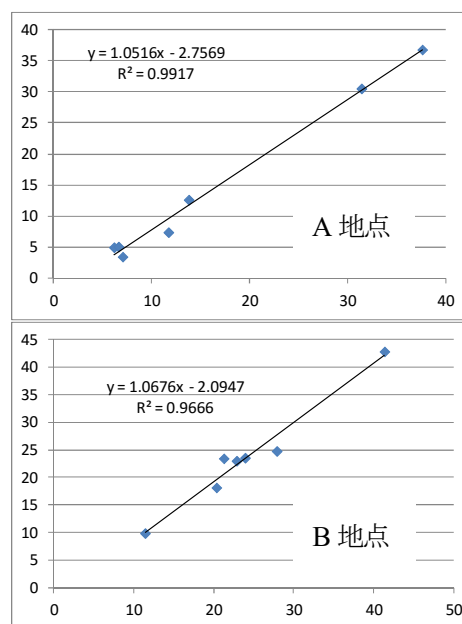


図2 2013年12月の試験結果（単位：µg/m³）
（横軸は自動測定機による濃度、縦軸はDustTrak）

図3に2014年7～8月に3地点で試験した結果を示す。この期間は成分分析調査の期間であるため、横軸にFRM2025iの標準測定法によるPM_{2.5}濃度を縦軸に自動測定機とDustTrak IIによるPM_{2.5}濃度をプロットした。

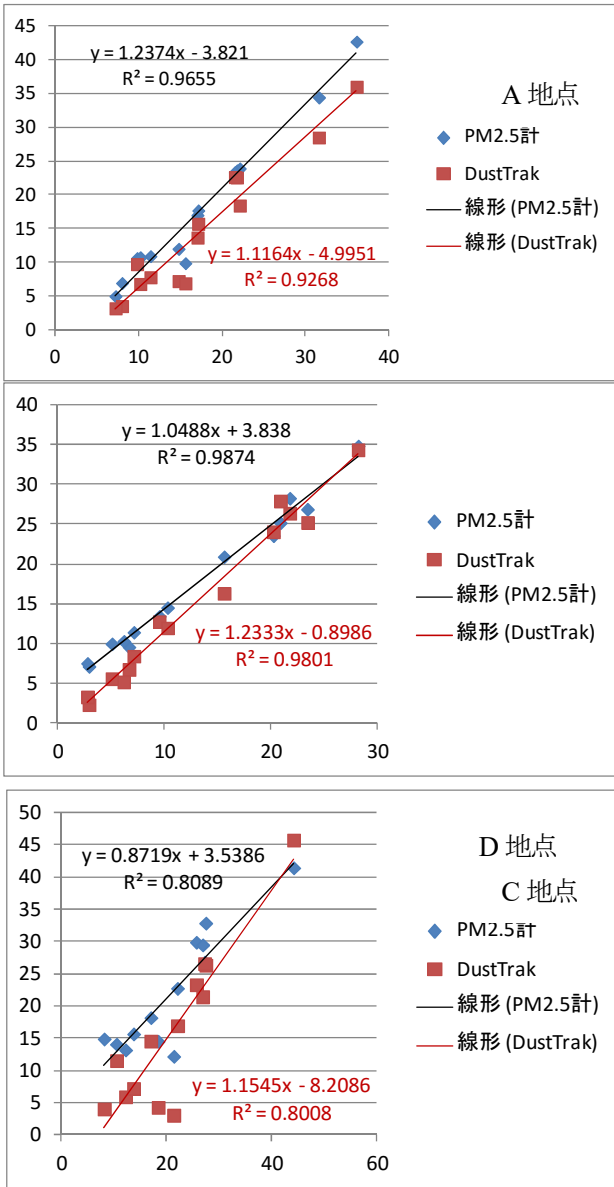


図3 2014年7～8月の試験結果

(横軸はFRM2025iによる標準測定法の濃度 単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

図3によれば、A地点ではいずれもR²が0.9以上で直線性は良好だが、PM_{2.5}計は傾きが大きいため35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 付近で5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 近く高くなっていて、DustTrak IIでは切片が-5と大きいため、15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 付近で3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上低くなっている。一方、C地点では、いずれもR²が0.9以上で直線性は良好だが、傾きも切片もやや大きい結果で、PM_{2.5}計は15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 付近では誤差が少ないが、35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 付近では1割ほど高い

結果となっている。また、D地点ではいずれもR²が0.8程度とバラツキがあり、PM_{2.5}計の近似直線の傾きも0.87と低く、切片も3.5とやや大きい。15及び35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 付近での誤差は少ない。DustTrak IIも傾きが1.15とやや外れていて、切片も-8.2と大きくゼロからずれている。こうした原因はFRM2025iの測定値の一部に問題がある可能性がある。

図4に同期間においてSPM計の濃度と比較した結果を示す。横軸にSPM濃度を取り、縦軸に標準測定法(FRM)、PM_{2.5}計、DustTrak IIによるPM_{2.5}濃度をプロットした。

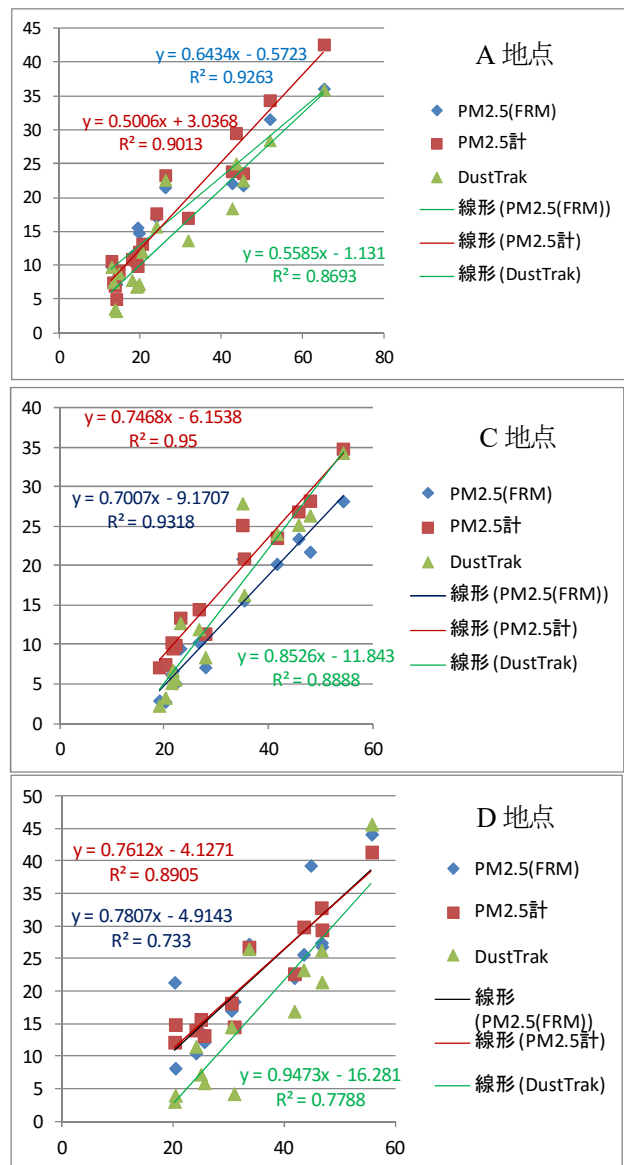


図4 2014年7～8月の試験結果

(横軸は自動測定機のSPM濃度 単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

A地点ではDustTrak IIによるPM_{2.5}濃度が若干低めであるが、3機種ともおおむね良好な一致を示している。一方、C地点では、PM_{2.5}計がFRMよりも高

い傾向が認められ、DustTrak IIはFRMに近い結果が得られている。また、D地点ではSPM濃度とPM_{2.5}計の濃度の間にはR²が0.89と高い相関がある一方、SPM濃度とFRMとのR²が0.73とやや低くなっており、DustTrak IIとSPM濃度の関係はR²が0.78と比較的良好な関係で、FRMによるPM_{2.5}濃度が異なる傾向を示している可能性がある。PM_{2.5}濃度はSPM濃度の50~80%程度と言われているので、近似直線を引いた場合に傾きが0.5~0.8を許容範囲とすると、DustTrak IIがC地点とD地点では許容範囲外であった。切片については標準測定法の測定範囲の下限が2μg/m³であることを考慮して±2.5μg/m³以内を許容範囲とするとA地点でFRMとDustTrak IIが許容範囲になった他は全て範囲外であった。結局、切片が大きく外れる場合は傾きが連動して外れるため、両方も範囲外となりやすい。R²については相関係数0.8に相当する0.64以上を許容範囲とすると、全データが許容範囲内であった。

図5に2015年1月にA地点で試験した結果を示す。この図からDustTrak IIと自動測定機の関係が非常に悪く、マイナス値も大幅に増えていた。24時間平均ではかなり改善されるが、それでも良好とは言えないことから、経年劣化の可能性があり、PM_{2.5}計のメーカーに対応を依頼している。

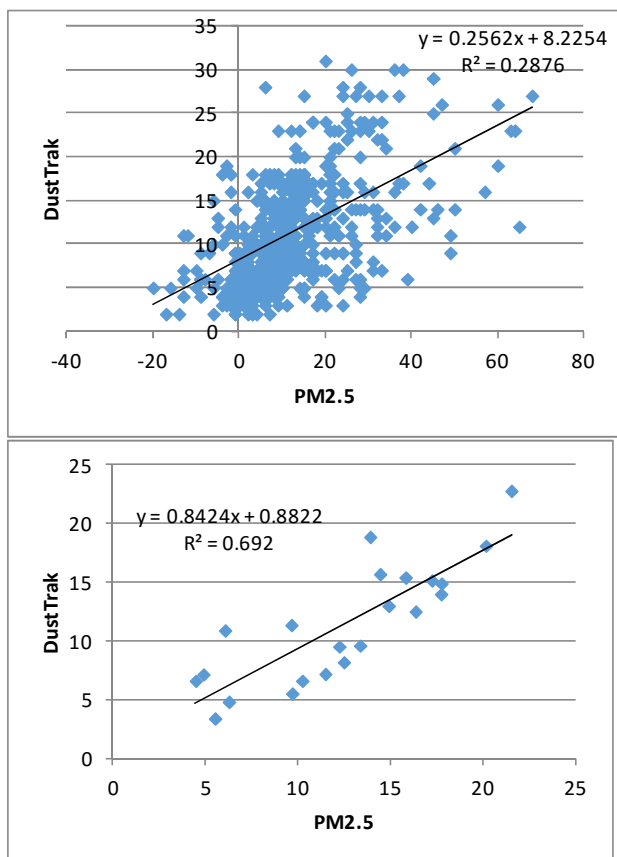


図5 2015年1月のA地点の試験結果
(上段が1時間値で下段が24時間平均値 単位:μg/m³)

図6に2015年1月にE地点で試験した結果を示す。この図から非常によい直線性が確認できるが、傾きが1よりも大きく外れている。切片は1未満で問題ないが、傾きから判断するとPM_{2.5}計が25%程度高い結果であった。

DustTrakは光散乱強度を質量濃度に換算する内部係数があり、この係数は粒子組成に関係するため、地点や季節などによって変更する必要がある。今回は、試験を開始する前に1地点で数日間の予備測定を行って係数を求めているが、E地点は自動車排ガス測定局であり、粒子組成が一般環境の地点と異なることが一つの要因である可能性がある。確認のため、SPM濃度とPM_{2.5}計の濃度の関係を見るとR²が0.93と良好な直線関係があるが、PM_{2.5}=1.03・SPM+1.6という近似式となり、PM_{2.5}計の値がSPM濃度よりも若干上回る関係であり、この点からもPM_{2.5}計が高めになっている可能性がある。

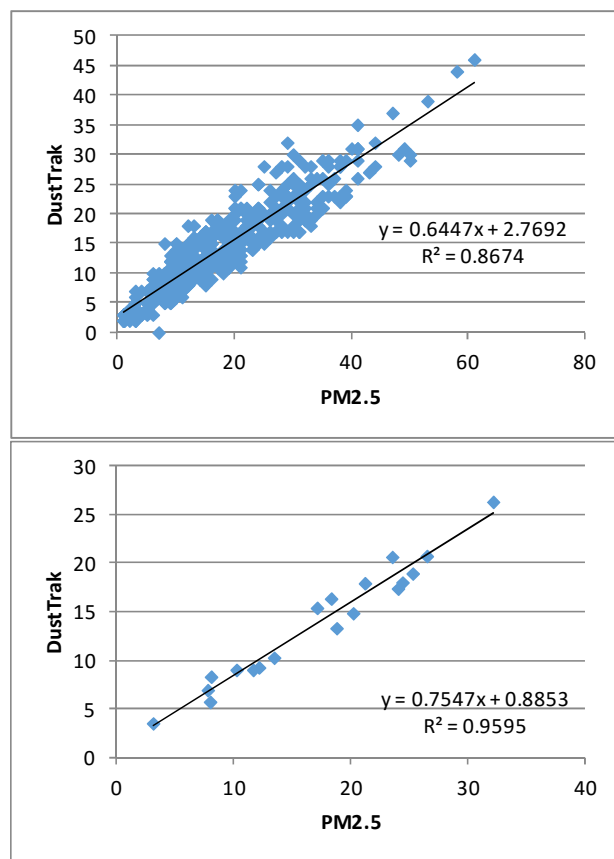


図6 2015年冬のE地点での試験結果
(上段が1時間値で下段が24時間平均値 単位:μg/m³)

4 おわりに

DustTrak IIは設置が容易で、PM_{2.5}計やSPM計が正常に稼働しているかを簡単に確認できる装置として便利なツールである。地点や季節によって光散乱の係数が変化するという問題はありますが、県内の一般環境の

地点で使用する限りでは、ある程度の誤差を見込めば、実用的には問題ないと考えられる。今後、事務処理基準を満たすためにPM_{2.5}自動測定機の台数は増え続ける一方、過去に導入した測定機の老朽化も進み、入札対策での低コスト化も進行していることから、こうしたチェックのためのツールは必要と思われる。