

ハイブリッドモニター SHARP 5030 と β 線吸収法測定装置 FH62C14 の並行試験

— “ハイブリッド” 法と β 線吸収法によるPM-2.5の自動連続測定—



ハイブリッドモニター SHARP 5030



β 線吸収法測定装置 FH62C14

&



東京ダイレック株式会社

〒160-0015 東京都新宿区内藤町1内藤町ビルディング

TEL 03(3355)3632 (代)

FAX 03(3353)6895

E-mail info@tokyo-dylec.co.jp

URL <http://www.t-dylec.net/>

研究開発部 曹 仁秋 牧野 国義

第一営業部 佐藤 珠紀

1. 目的

今年6月17日、米国EPAはPM2.5測定のためのFEMとしてTEOM法各機種、ハイブリッドモニタ（SHARP5030）、β線吸収法装置（FH62C14）、ディコトマスシーケンシャルサンプラー（2025D）などを新たに認定しました。各機種を取り扱う弊社では、それらの内SHARP5030とFH62C14を用いて並行実験を行い、その結果をまとめましたので、ご紹介いたします。なお、この測定は本社B棟3階で外気を採取し、2009年6月1日から7月28日の期間に行いました。

2009年7月現在の米国EPA認証済Thermo Environmental社製品一覧を下表に示します。

製品	PM2.5	PM10	PMCoarse
2000FRM	FRM:RFPS-0498-117 1998年4月16日認証済	FRM:RFPS-1298-126 1998年12月17日認証済	FRM:RFPS-0509-175 2009年6月2日認証発表
2025	FRM:RFPS-0498-118 1998年4月16日認証済	FRM:RFPS-1298-127 1998年12月17日認証済	FRM:RFPS-0509-176 2009年6月2日認証発表
2000D	FEM:EQPS-0509-177 2009年6月2日認証発表	申請予定	FEM:EQPS-0509-178 2009年6月2日認証発表
2025D	FEM:EQPS-0509-179 2009年6月2日認証発表	申請予定	FEM:EQPS-0509-180 2009年6月2日認証発表
1400ab		FEM:EQPM-1090-079 認証済	
1400ab w/SES			
1400ab w/FDMS	FEM:EQPS-0609-181 2009年6月17日認証発表	申請予定	
1405		FEM:EQPM-1090-079 認証済	
1405D		申請予定	評価中
1405F	申請予定	申請予定	
1405DF	FEM:EQPM-0609-182 2009年6月17日認証発表	申請中	申請予定
FH62C14	FEM:EQPM-0609-183 2009年6月17日認証発表	FEM:EQPM-1102-150 2002年12月11日認証済	
5030(SHARP)	FEM:EQPM-0609-184 2009年6月17日認証発表		

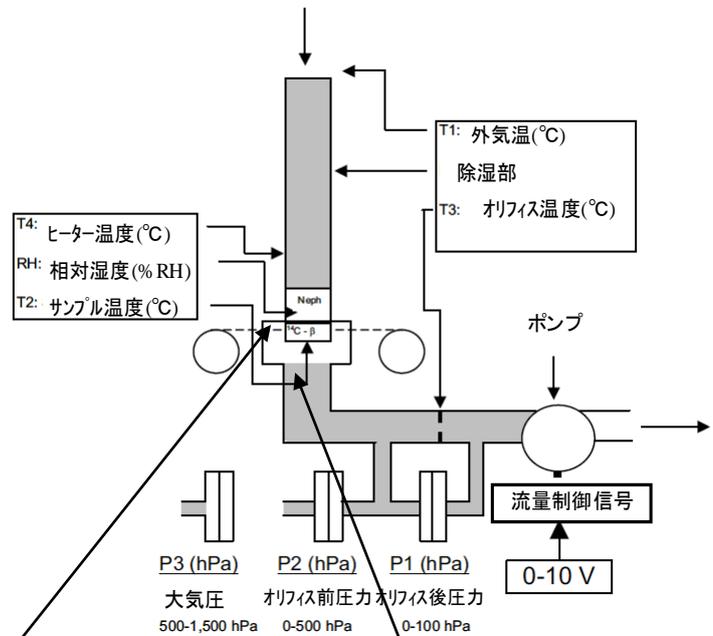
表1 EPA: PM-2.5/PM-10/PM-Coarse 認証済製品一覧

概要: EPAにより指定された連邦規則40巻53条に基づき...等価測定法を4つ指定したことを通知する。...新たな4つの等価測定法は2つのPM2.5測定法と2つのPM10-2.5測定法である

2.SHARP5030及びFH62C14の構成と原理

SHARP5030 の構成は図1の通りです。まず分粒装置で分粒された試料空気は、除湿部を通過して検出部へ入ります。ハイブリッドモニターSHARP5030 は、「光散乱法」と「β線吸収法」の原理により、エアロゾル濃度を測定します。光散乱法は、エアロゾルが光散乱測定部（ネフェロメータ）を通過する際に発生する散乱光の強度によって濃度を測定します。このとき、光源の波長は880nmで、リアルタイムの測定と並行して平均値が継続的に計算されます。

ネフェロメータを通過後、エアロゾルはガラスファイバースフィルタの上に捕集されます。ここでは、捕集前後のβ線強度を検出し、その減衰量からエアロゾルの質量を計測します。β線吸収法は、¹⁴C放射源を使って、フィルタ上に蓄積されたエアロゾルを検出します。また、捕集直前のエアロゾルの相対湿度(RH)をモニタリングし、40%を超えると除湿機能が作動します。



光散乱部

$$C_m = K \frac{\pi N d_p^2 Q_s}{4}$$

C_m : PMのMass濃度
 K : 比例性定数
 N : 検出された単位体積粒子の個数濃度
 d_p : 単位体積のそれぞれ粒子の直径
 Q_s : 各粒径粒子の散乱効率

β線源部

$$C_m = \frac{A}{V\mu} \ln \left(\frac{I_0}{I} \right)$$

C_m : 粒子状物質の質量
 I : ろ紙と捕集粒子状物質を共に通過したベータ線強度
 I_0 : ろ紙のみを通過した透過ベータ線強度
 μ : 質量吸収係数(cm^2/g)
 A : 捕集部フィルタの表面積
 V : サンプル流量

プランク測定→吸引→濃度測定→ろ紙移動
 試料大気入口 検出部
 検出セル 上下運動 ろ紙
 ベータ線源 ポンプへ 検出セル

図1 SHARP モニター5030 構成図

FH62C14 は SHARP5030 の測定原理の内、β線源部の原理(β線吸収法)を用いて測定を行っています。FH62C14 では定温設定コントロールによる除湿システムを採用している点が SHARP5030 と異なります。

4. 結果

- 1) SHARP5030 と FH62C14 の 24 時間値の経時変化は良く一致しています (図 2)。また、両装置の 24 時間値相関は $Y=1.032X-0.701$ $R^2=0.956$ と非常に高い一致性を示しています (図 3)。したがって、24 時間値であれば両装置での測定値は等価であるとみなすことができます。

- 2) 両装置の 1 時間値の分布では、 $Y=0.970X+0.361$ $R^2=0.835$ と、24 時間値 (図 3) ほどではありませんが、比較的一致性の高い結果を示しました (図 4)。1 時間値の経時変化も両装置の全体的な傾向は同じであることを示しています (図 5)。しかしながら、特に低濃度の期間に注目した場合、SHARP5030 の濃度変動より FH62C14 の濃度変動の変動幅が激しくなっています (図 6)。そこで、1 時間値の濃度変動レベルをよりクリアにするために、図 6 の 1 時間値の変化量の経時変化を示したのが図 7 です。SHARP5030 の変化量が ΔS 、FH62C14 の変化量が ΔB で示されています。FH62C14 の値は $\pm 10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 範囲内で激しく変動しましたが、SHARP5030 の方は変動が小さくなっています。これは自動補正機能が作用したことに因ります。したがって、1 時間値としてデータ収集を行う場合には、SHARP5030 の方が好ましいと言えます。

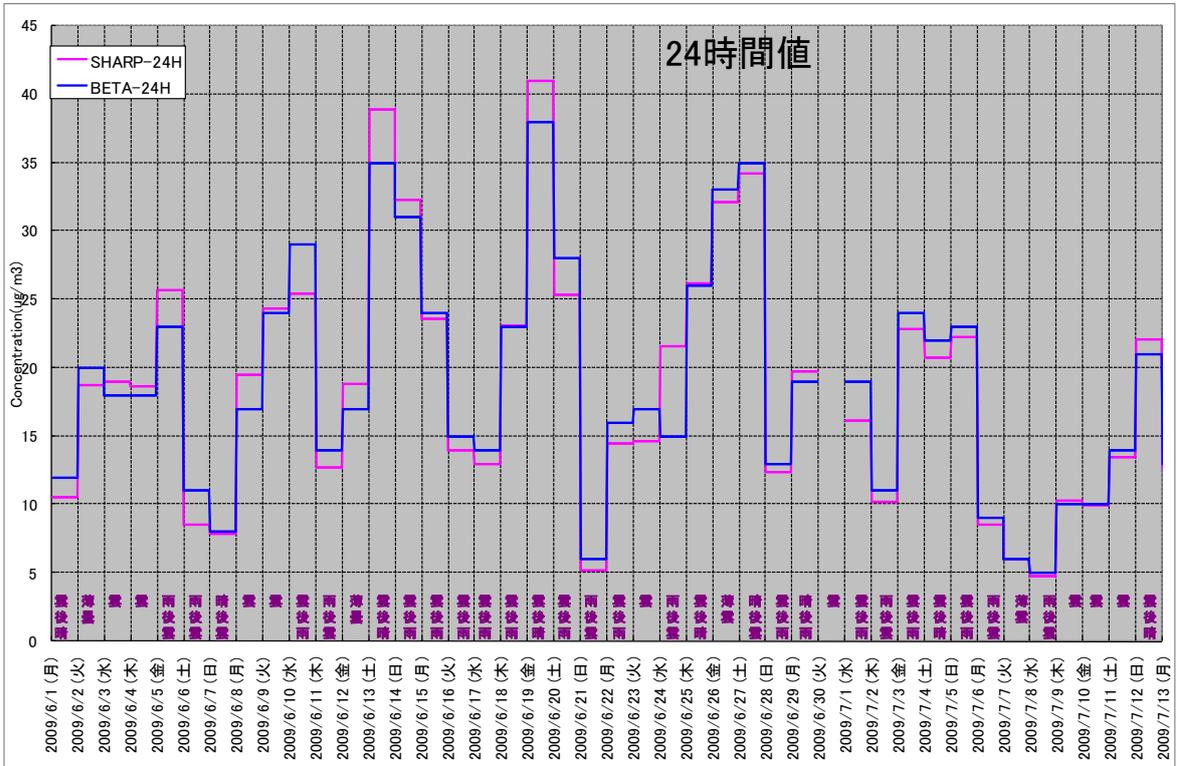


図2 24時間値経時変化

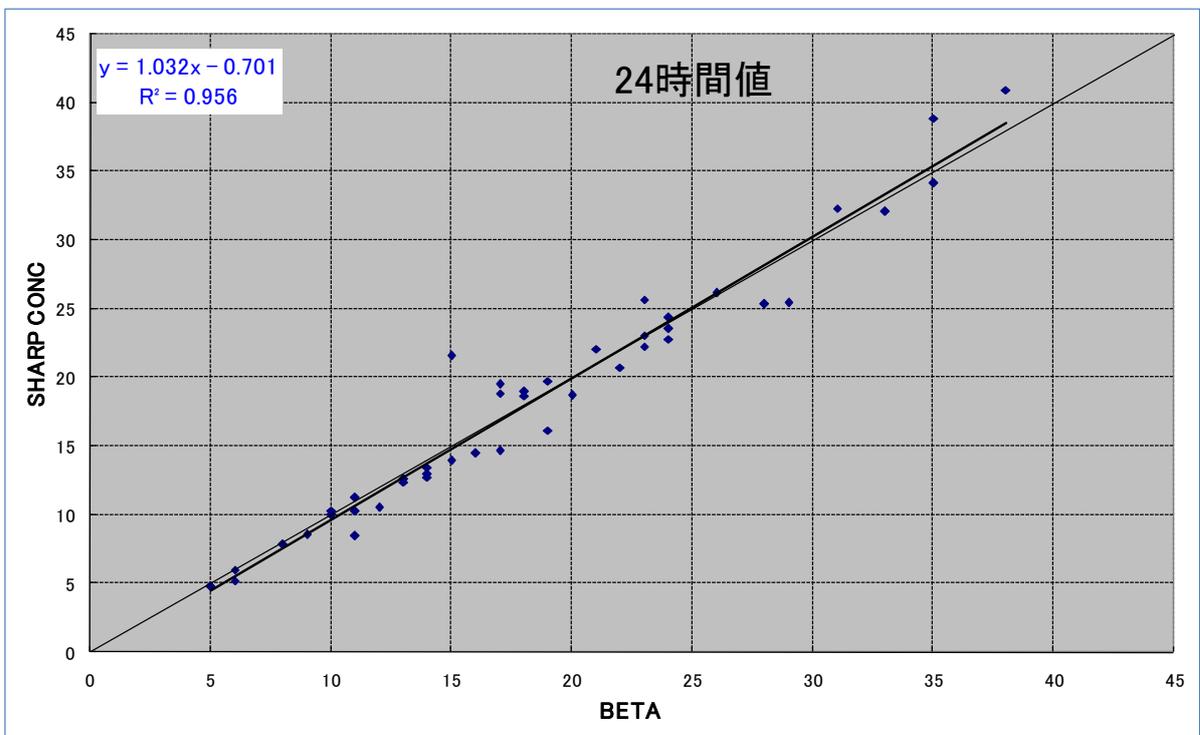


図3 24時間値の相関

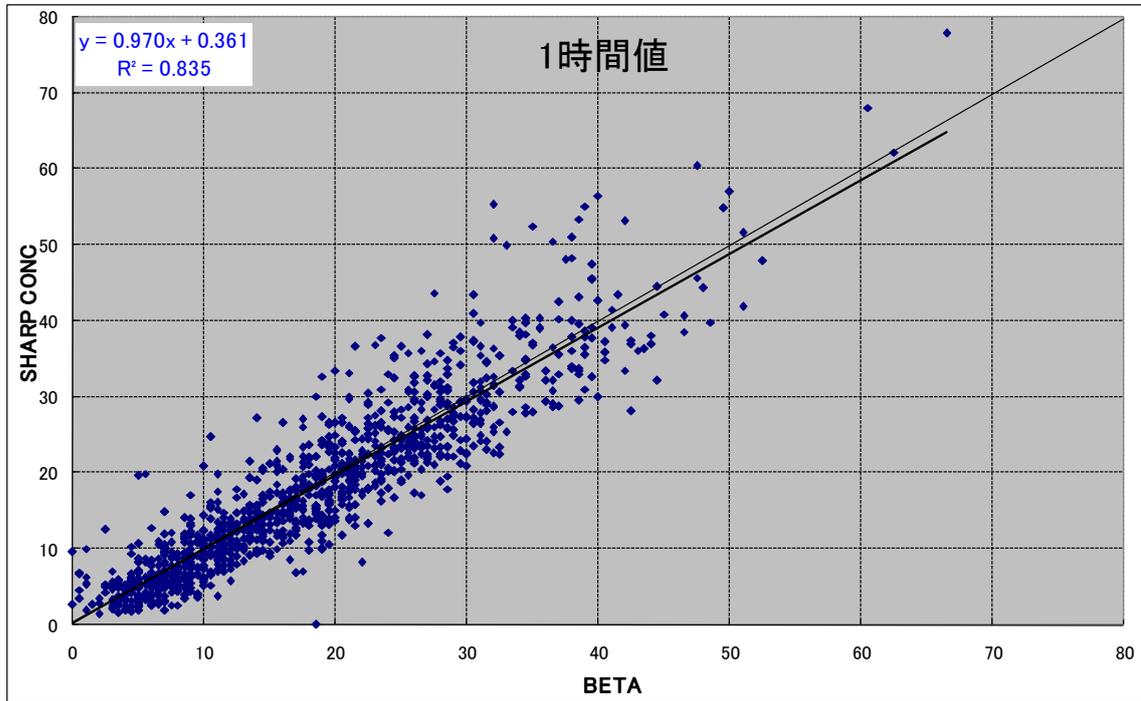


図4 1時間値の相関

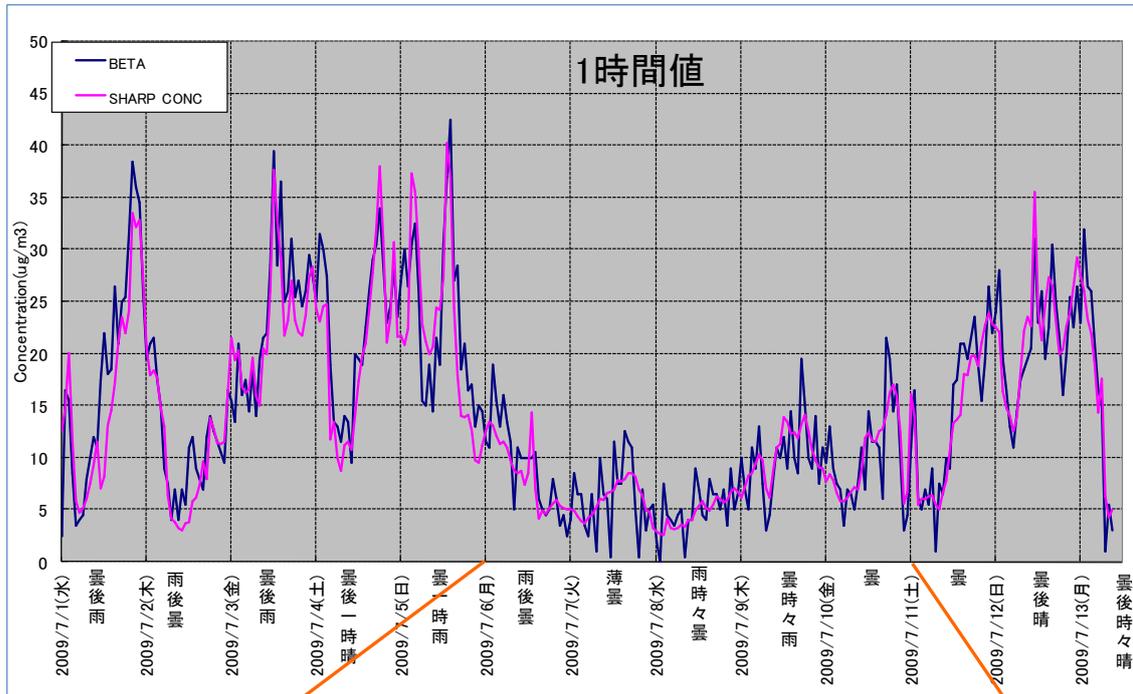


図5 1時間値の経時変化

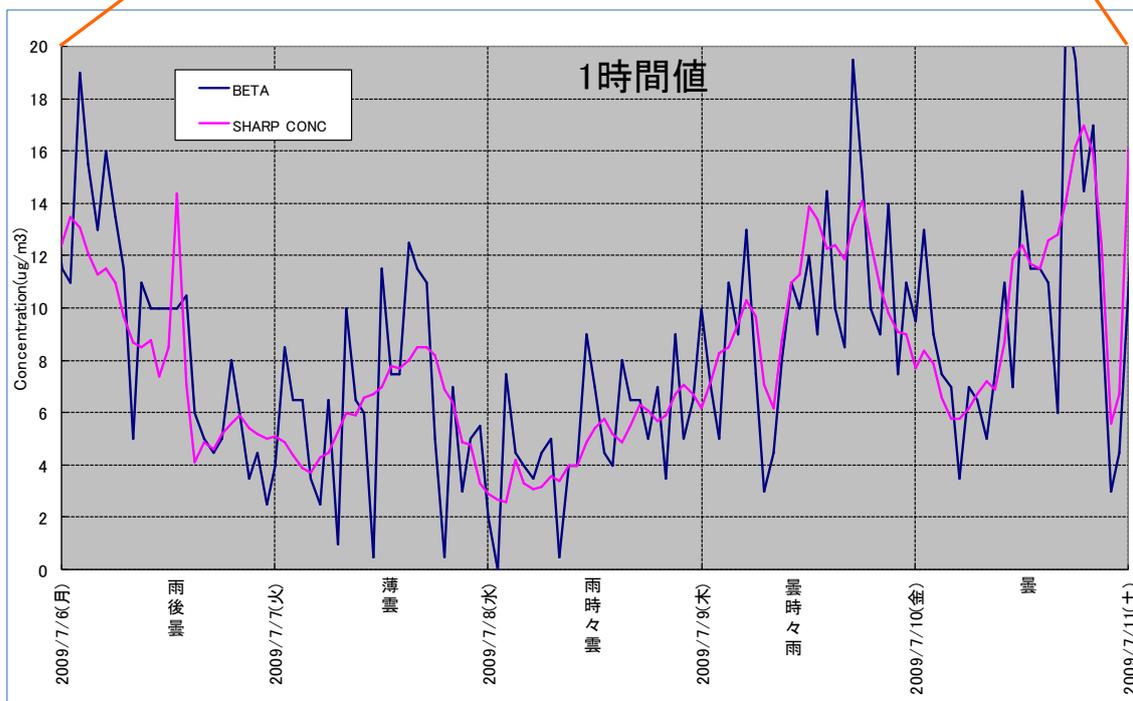


図6 低濃度時 1時間値の経時変化

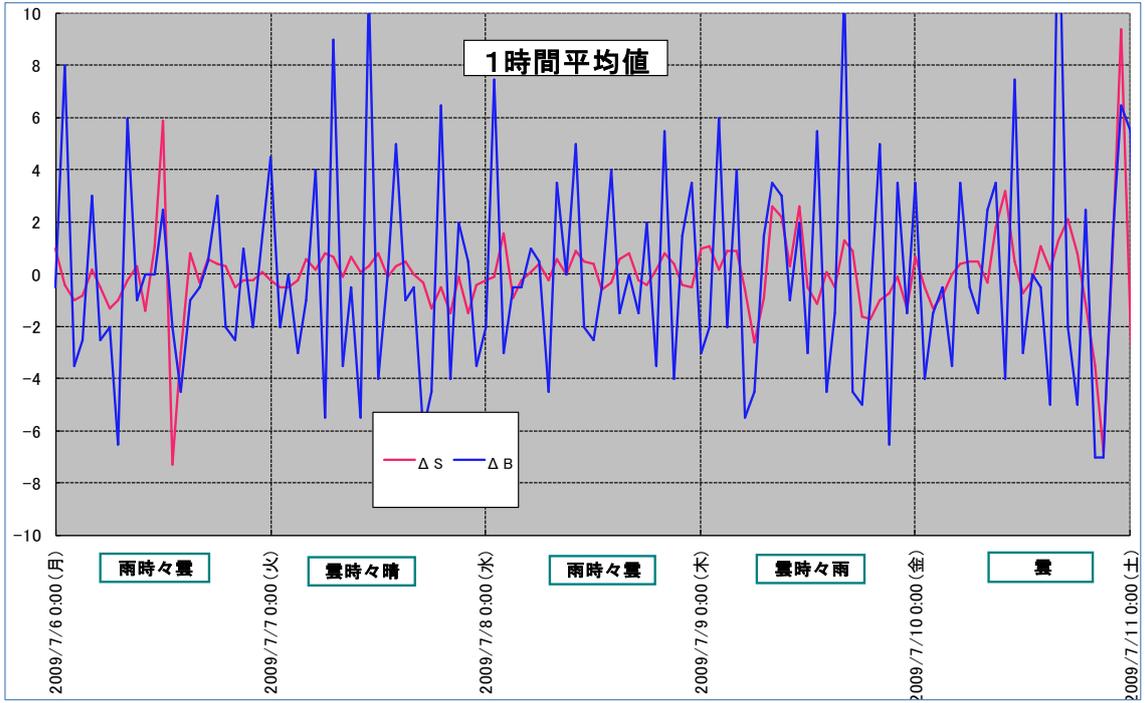


図7 低濃度時 1時間値変化量(ΔS :SHARP、 ΔB :FH62C14)の経時変化