環境計測機器

高精度なデータ 課題解決に一役

環境用分析機器の市場・技術動向 ―微小粒子状物質(PM2.5)の現状と対応―

日本分析機器工業会
環境委員会委員長
松田　耕一郎

アジアの環境汚染関連では、中国北京市などを中心として大規模な大気汚染問題が深刻化しており、日本でも黄砂や微小粒子状物質（PM2・5）などの越境汚染に関する国民的な関心が高く、かつその問題解決が注目されている。現状と課題対応について、国内や国際的に行われようとしている対策に言及する。

深刻化する大気汚染

発生源の特定

2013年に入ってから中国では、北京市などを中心として汚染物質を含む濃霧による大規模な大気汚染問題が深刻化しており、日本でも黄砂やPM2・5などの越境汚染について国民的な関心が高く、かつその問題解決が注目されている。特に、大気中を浮遊するエアロゾル。その中でもPM2・5や含有される有害元素などは、健康への影響も指摘されており早急に発生源を特定し対策を講じる必要がある。中国政府も大気汚染問題を最重要課題に取り上げてさまざまな対策を打ち出しているが、汚染物質の発生源が複数存在するためなかなか効果が表れてきていないのが現状である。中国人のみならず日本国民の安心・安全は担保されるようになったのだろうか。PM2・5とは、何で、どのような悪影響を人間に及ぼすのか。どこまでが明確になり、今後どの様な対策が国内および国際的に行われようとしているのか考察する。

人への影響

粒子状物質には、どんなものがあり、どのような悪影響を人間に及ぼすのだろうか。粒子状物質には、燃焼などによって排出される人為的起源の硫黄酸化物（SOx）、窒素酸化物（NOx）、揮発性有機化合物（VOC）などのガス状大気汚染物質が大気中で化学反応により粒子化したものと、自然起源の火山、土壌、海洋などに起因するものがある。日本では大気汚染防止法に基づく固定発生源のばい煙発生施設規制や移動発生源の自動車排出ガス規制などにより、粒子状物質濃度は、減少傾向にあると報告されている。一方で従来、環境基準対策が進められてきた浮遊粒子状物質（SPM＝10マイクロメートル以下の粒子）より小さな大気中に浮遊している2・5マイクロメートル以下のPM2・5が問題になっている。PM2・5は非常に小さいため、人間の肺の奥まで入りやすく呼吸器および循環器系への影響が心配されるからだ。

濃度評価で測定機 重要

写真1　東亜ディーケーケーの「FPM―377」

国内の環境基準

日本には国内環境基準および大気環境中PM2・5成分測定マニュアルが、次のように決められている。環境基準では微小粒子状物質は1年平均値が1立方メートル当たり15マイクログラム以下かつ1日平均値が1立方メートル当たり35マイクログラム以下であること（09年9月9日環境省告示第33号）。

大気中PM2・5成分測定マニュアルでは、環境大気常時監視マニュアル第6版（環境省10年3月）において、PM2・5の自動測定機が満たすべき条件を示している。標準測定法と自動測定機の等価性評価を行い、PM2・5自動測定機として、当工業会メンバー企業では東亜ディーケーケー「FPM―377＝**写真1**」、堀場製作所「APDA―375A＝**写真2**」、サーモフィッシャーサイエンティフィック「5014i」「FH62C14」「SHARP5030」を含む8機種に等価性があると評価している。

また、濃度評価のみならず、排出源の特定に寄与する、成分分析のガイドラインとして捕集法と五つの正確な測定法（原理により長短所があるが、IC法、ICP―MS法、PIXE法、EDS、WDS法、TOR法）を策定している。将来多くの測定局で自動測定され全国各地のデータを集計するためには、小型、軽量、迅速、高精度、成分分析が可能な装置が望まれている。分析機器メーカーは日夜、国内外の現場でのデータ収集を行い、装置改良に努めている。

写真2　堀場製作所の「APDA―375A」

日本から提案

経済産業省は高精度で世界的にも通用するデータ収集がかなうよう、日本からの提案により進められた国際規格であるISO13271と一致した日本工業規格（JIS）をJISZ7152として策定し、13年8月20日に制定・公示した。

また、環境省はPM2・5の常時監視体制のより一層の強化のため、目標測定局数1292局（現状約半数）に向けて継続した対策を取っている。

さらに、最近の研究成果として、科学技術振興機構の助成を受けてリアルタイム計測装置の開発や、粒子1粒単位で分析が可能な元素分析装置の開発が進められている。その他、発生源特定に不可欠である現場対応可能な簡易、軽量、自動成分分析装置の早期完成が期待されている。

中国のPM2・5対策には、国を挙げて技術支援を行い原因の解明と対策を支援する。同時に越境問題に関しては、正確なシミュレーションと多くのデータ収集の重要性が指摘されている。また大変難しいが、PM2・5の疫学的データの蓄積による正確な対応が大切と思われる。

最後に、我々の安全確保の第一歩は、まず関心を持ち、自分たちにできること（国の〝そらまめ君〟のデータ収集など）を行い、日常行動に生かすことが大切だと考える。

「関心持つ」安全への一歩

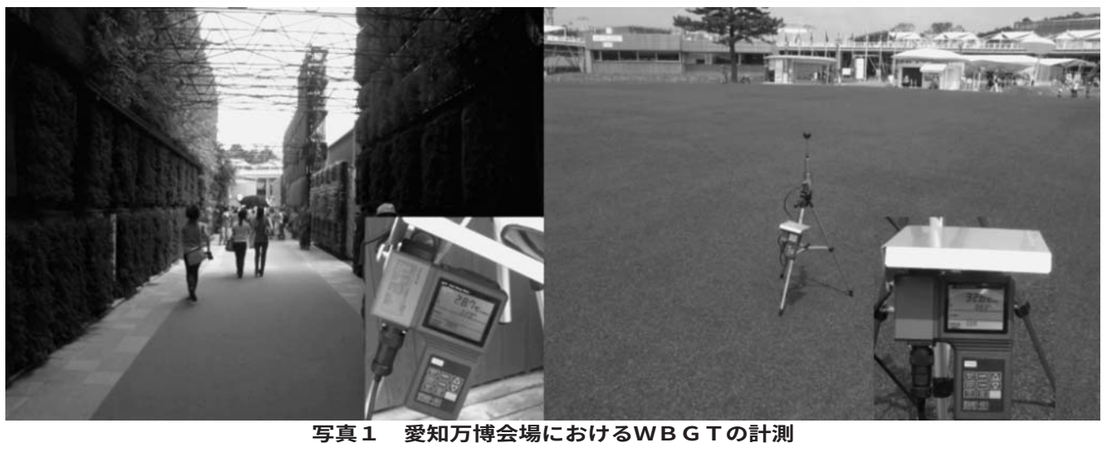


写真1　愛知万博会場におけるWBGTの計測

体感温度の計測

大阪府立大学大学院
生命環境科学研究科教授
山田　宏之

環境計測のための専用機器が多数開発され、各方面で実用に供されている。ここでは、人間の体感温度を客観的に表すために考案された指標である、湿球黒球温度（WBGT）と予測平均申告（PMV）を取り上げ、それら指標の生い立ちや、実際にどのように使用されるのか、どう計測されているのかについて実例を挙げながら解説していく。

客観的な2つの指標

都市環境の計測には、さまざまな機器が使われている。筆者が専門としている都市緑化の分野でも、気温、湿度、風向風速、日射エネルギー、赤外線放射エネルギーなど、対象とする観測項目に合わせて、数多くの専用機器を使用して研究を行っている。

気象環境の評価に当たって、最も基本となる要素は気温である。気温の高低はさまざまな物理現象や生化学反応に影響を与えるため、人間の生活に対する影響が極めて大きい。しかし、人間が寒暖を感じる原因は温度だけではなく、それ以外にも、湿度、風速、輻射（ふく）（放射）が影響を与えることが知られている。また、環境と言うよりは人間側の要件であるが、着衣量（服の保温性の大小）、代謝量（人間の活動量）も体感温度に影響を与える。人間の体感温度を客観的に評価しようとした場合、これら6要素を全て考慮した指標が必要となるのである。

「暑さ指数」

日本では昔、不快指数という体感温度指標がよく使われていた。これは気温と湿度のみを使って体感温度を表す指数である。風や日射の影響を受けない屋内においては、一定の目安となり得たが、屋外の体感とはあまり良く合致しなかった。最近の夏の天気予報では「暑さ指数」という言葉を聞くようになった。これは2006年から環境省が公表するようになった、熱中症の危険度を表すための指標である。WBGTの正式名称はWet―Bulb Globe Temperatureといい、主に暑い環境を評価するための温熱環境指数（いわゆる体感温度）として、ISO7243で規定された国際標準指標である。この指数は気温、湿度、輻射を主に勘案するが、風速の影響も受けるため、環境要因の4要素の全てを含んだ指数と考えてもよい。これはハーバード公衆衛生大学院の教授だったヤグロー氏らが1957年に発表したものであり、もともとは熱中症予防のために、酷暑時の軍の訓練実施の可否を決めるための指標として考案されたものである。WBGTと運動行為に関しては、日本体育協会が**表**のような指針を公表している。WBGTが31度Cというのは相当に暑い環境であるが、夏の日中、直射日光が当たっている屋外では、しばしば31度Cを超える状態になっている。

熱中症の危険度予測

WBGTと運動に関する指針

WBGT(℃)	警戒レベル	説　明
31～	運動は原則中止(危険)	皮膚温度より気温のほうが高くなり、安静状態でも体温上昇をきたす。特別の場合以外は運動を中止する
28～31	厳重警戒	熱中症の危険が高いので、激しい運動や持久走など熱負荷の大きい運動は避ける。運動する場合には積極的に休息をとり水分補給を行う。体力の低いもの、暑さに慣れていないものは運動中止
25～28	警戒	熱中症の危険が増すので、積極的に休息をとり、水分を補給する。激しい運動では30分おきくらいに休息をとる
21～25	注意	熱中症による死亡事故が発生する可能性がある。熱中症の兆候に注意するとともに運動の合間に積極的に水を飲むようにする
～21	ほぼ安全	通常は熱中症の危険は小さいが、適宜水分の補給が必要。市民マラソンなどではこの条件でも熱中症が発生するので注意する

「熱中症予防のための運動指針」（日本体育協会、1994年）を基に作成

6要素で判断

写真1は2005年に開催された愛知万博会場の、バイオラングと命名された自立緑化壁の内部と、人工芝で覆われたイベント広場中央部でのWBGTを専用機器で計測している様子である。バイオラング内は28・7度C、広場は32・6度Cを示している。WBGTが32・6度Cというのは殺人的な暑さであり、写真の通り、広場には誰も人がいない。人は本能的に、こういった環境から逃げるのである。

温熱環境を評価

ISOではもうひとつ、PMV（Predicted Mean Vote）という温熱環境指数を規定している。これは室内環境など中庸な温熱環境を評価するための指数であり、1967年にデンマーク工科大学のファンガー教授が発表したものである。

こちらは体感温度の6要素を全て組み込んだ指数であり、着衣量と代謝量を定数として与えれば、気温、湿度、風速、輻射強度から、その値を決めることができる。PMVに関しても専用計測器が開発されており**写真2**のように、屋上緑化や屋上保水化施工の効果を、室内環境の変化から検証するために活用している。

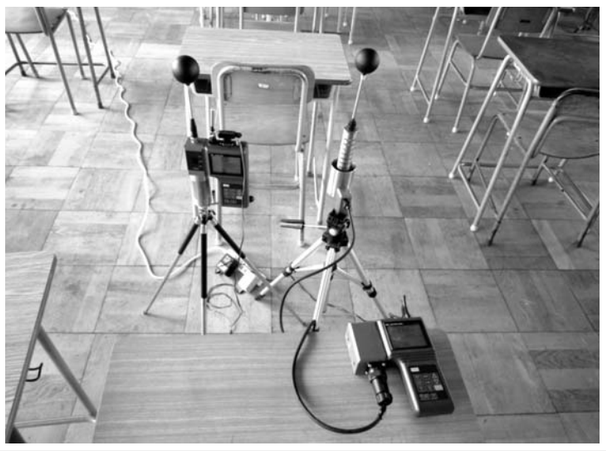
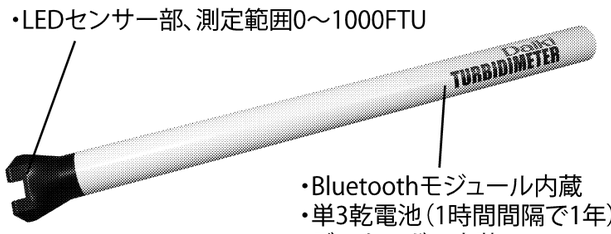
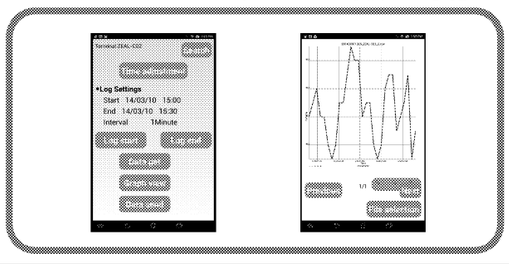
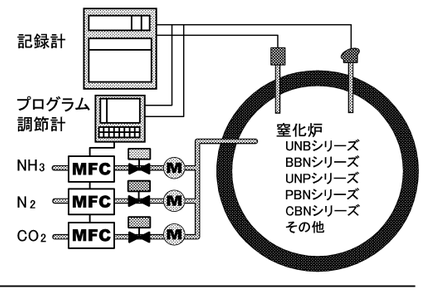


写真2　小学校教室内における温熱環境計測（右がWBGT計、左がPMV計）

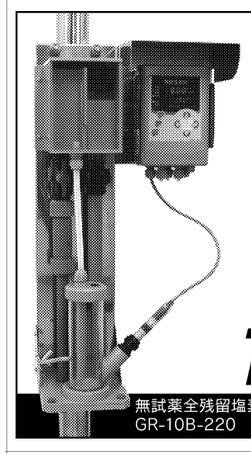
簡易濁度計（Bluetooth通信型）
アンドロイドアプリでデータの収集が可能!



・LEDセンサー部、測定範囲0～1000FTU
・Bluetoothモジュール内蔵
・単3乾電池（1時間間隔で1年）
・データロガー内蔵
土と水を守る Daiki SOIL & MOISTURE　土と水の環境測定機器メーカー 大起理化工業株式会社
〒365-0001　埼玉県鴻巣市赤城台 212-8　URL : www.daiki.co.jp
TEL 048-568-2500 / FAX 048-568-2505　e-mail : mbox@daiki.co.jp

Oh.Strong!　表面熱処理技術の総合メーカー
心と技術を融合した熱処理設備と熱処理加工
他社設備への取付実績あり
従来炉にくらべ使用ガス量を1/2～2/3と大幅なガスコストの削減
省エネルギーで環境にやさしく CO_2 削減にも貢献

ピット型ガス軟窒化炉　スペリア式バッチ型ガス軟窒化炉 BBN-600-2R　ユニナイトコントロールユニット
新ガス軟窒化炉雰囲気制御装置　好評受注中
ユニナイトコントロールシステムNCU
独自開発の窒化センサーで炉内の水素濃度をダイレクトに分析してガス流量を最適に制御します。赤外線アンモニアガス分析制御方式に比べ分析応答速度が速く、従来炉より使用ガス量が1/2～2/3と大幅にガスコストの削減ができます。センサー寿命が長く高精度でセンサー値および各種パラメータを記録管理できるため、処理の品質保証が可能です。


革新的な金型表面処理　高性能　低コスト　短納期
新開発 ブラックパールナイト Blackpearlnite® 特許出願中
トヨタ自動車と<平成25年度 第29回素形材産業技術賞奨励賞>を共同受賞
オリエンタルエンヂニアリング株式会社
☎ 設備部門 049-225-5811　加工部門 049-225-5822
http://www.oriental-eg.co.jp

各種 残留塩素濃度計

〈地下水・雨水・雑排水等の滅菌・有効利用にお役に立てる機種を取りそろえています〉
◆下水処理場排水や工場排水の水再生処理設備　◆ビルなどの雨水、雑排水のリサイクル設備
◆工場の排水削減のための水リサイクル設備　◆病院等における感染系廃水の滅菌処理設備
テクノエコーの残留塩素計は、水道から地下水・温泉水・海水・各種排水等、あらゆる滅菌処理現場で活躍しています。
各種アプリケーションに対応した機種をご用意しています
TEC テクノエコー株式会社　〒358-0045　埼玉県入間市寺竹523－3
TEL 04-2937-1061（代表）　FAX 04-2936-5231
無試薬全残留塩素計 GR-10B-220
E-mail info@technoecho.co.jp　URL http://www.technoecho.co.jp