

第 82 回 日本分析化学会有機微量分析研究懇談会

第 98 回 計測自動制御学会力学量計測部会

合同シンポジウム(第 32 回 発表資料)

テーマ：天びんの設置環境評価方法と環境改善について

(英題：Installation environment assessment and environmental
improvement of the balance)

発表者：(株) エー・アンド・デイ 第 1 設計開発本部
出雲直人、井原健、笠松俊介

主催：日本分析化学会有機微量分析研究懇談会

共催：S I C E (社) 計測自動制御学会力学量計測部門

後援：愛媛大学

協賛：日本分析化学会・日本化学会・日本薬学会

会期：2015年5月28日(木)、29日(金)

会場：愛媛大学 南加記念ホール・校友会館

天びんの設置環境評価方法と環境改善について

— 天びんの設置環境がマイクロ天びんに及ぼす影響 —

(株)エー・アンド・デイ 設計開発本部 第5部 ○出雲直人、井原健、笠松俊介

キーワード：再現性、繰り返し性、標準偏差、環境外乱、スパン値、風

1. はじめに

分析天びんは環境外乱に敏感で、温度、湿度、気圧や重力のわずかな変化や振動の影響を受ける。この為、このような外乱により表示が不安定になり、同じ分銅を繰り返し皿に載せた時の計量値の再現性*1が出ないと言われている。

実際に分析天びんを使用している研究現場では、問題解決のために防振台と風防を導入している場合が多い。また、温湿度環境を制御していることもある。しかし、このように天びんの設置環境を整えても、低気圧の接近・通過時には、繰り返し性*2の悪化がする事が認識されており、現在この問題は解決できない現象と認識されている。

これらの環境外乱による現象を把握する方法として、丸1日以上計量値と温度、湿度、気圧、振動などを継続的に取得し、繰り返し性と比較し、繰り返し性悪化の原因を確定する手法が既に確立されている。この確立された手法を用いて、低気圧の接近による影響評価を試みた結果について報告する。

2. 実験方法

天びんに内蔵される分銅、または自動機を利用して、分銅の載せ降ろしを繰り返し行う。これらの計量値とその天びんが設置された環境の温度、湿度、気圧と振動に関する測定データを時系列で記録する。記録された計量値からスパン値（分銅値－ゼロ点）を計算して、隣り合うスパン値 10 データから、標準偏差を計算して、繰り返し性の時系列データを得る。これらのデータを横軸に時間、縦軸を計量値の繰り返し性、及び温湿度と気圧・振動の時系列データとして同じグラフに記載する。

完成されたグラフを見ると、天びんの繰り返し性と環境外乱の関係が明確に示される。これらの一連の手法を既に AND-MEET*3 として実現しており、今回はマイクロ天びんの安定性評価のためのツールとして利用した。本報告では、繰り返し性に最も影響のある ①温度変化のある場合、②温度の変化が類似していても、繰り返し性に大きな差が出た場合、③風の影響について、マイクログラム： μg の感度を持った天びんを利用し、AND-MEET を実施して得られた結果をまとめた。

3. 測定結果

3-1) 代表的な環境計測例

Fig.1 は、2011 年にある大学の研究室において感度 $1\ \mu\text{g}$ の分析天びんにて、 20g の内蔵分銅の架け替えを 24 時間行い、MEET で計測を実施した結果となる。温度変化（右目盛り）は丸1日でも $19.0\sim 21.8^\circ\text{C}$ と比較的小さい。天びんの通電直後から約 2 時間までは繰り返し性（左目盛り）は $10\ \mu$ 前後となる。通電後 2 時間を経て $4\ \mu\text{g}$ 前後で安定し、その後はより安定して $3\ \mu\text{g}$ 前後となり、最も温度の安定している

る 2/18 日 10 時以降は、製品のカタログスペック内となる $2.0 \mu\text{g}$ 程度の繰り返し性が確認されている。温度の変化が不自然な理由は、研究室内の天びん設置場所から最も遠いコーナー部に、電気炉があり、毎日定時に加熱処理が始まる為と理解された。この結果から天びん通電直後と、室温変化の大きい時には、繰り返し性の悪化する事が、数値で理解される。また、この研究室で天びんを利用すべき時間帯が明確化できる。

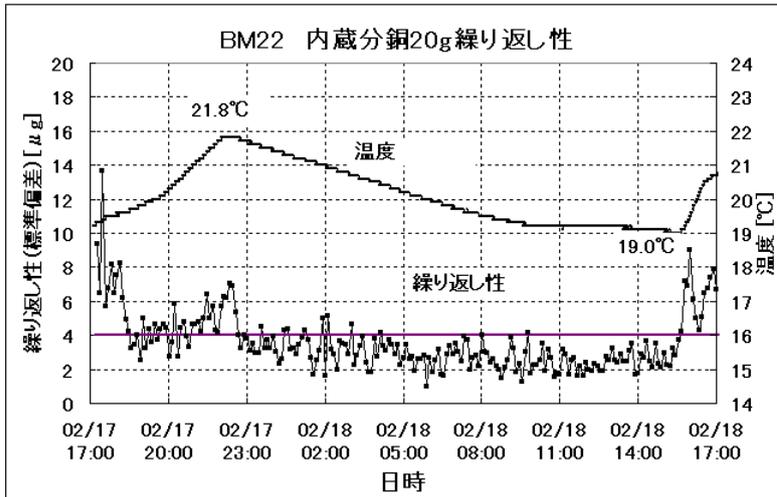


Fig. 1 AND-MEET

3-2) 温度変化に因らない繰り返し性の悪化

Fig.2 は生産ラインに導入される、感度 $1 \mu\text{g}$ となる自動機組み込み用計量器について、約 10 日間継続して AND-MEET でデータを取った結果となる。この計量器では、 1g の外部分銅を自動機で皿上に昇降させて、繰り返し性を測定した。グラフでは、 $2 \mu\text{g}$ 前後と安定した繰り返し性が確認されている時間が長い。しかしその間 4、5 回、長い場合は丸 1 日の間、繰り返し性が悪化している時がある。性能悪化時には繰り返し性は $10 \mu\text{g}$ 程度となり $1 \mu\text{g}$ の天びんとしては使用できない状況となっている。また、グラフからは、12 月 27 日の前後を除き、繰り返し性の悪化と温度変化に強い相関の無い事が判断される。

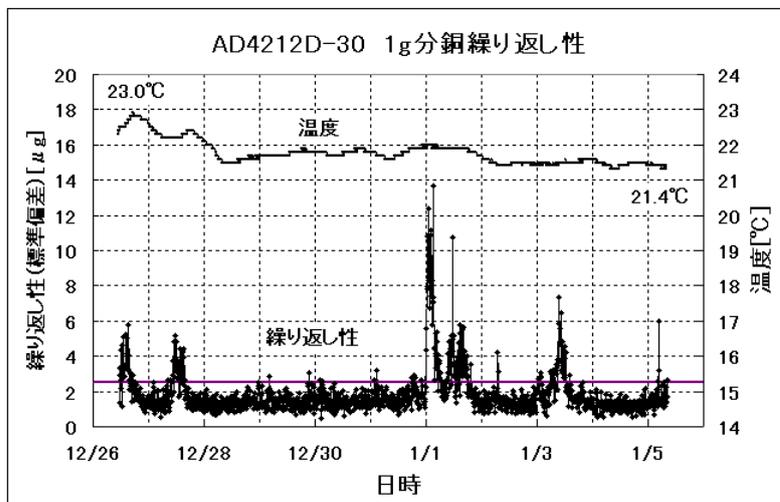


Fig. 2 生産ライン用天びんの AND-MEET

3-3) 風の影響

風の強い日に天びんの計量値が安定しないことは理解していた。それは、熊谷気象台の発表による風速と繰り返し性の悪化に、強い相関がみられた事に因る。しかし、その原因は、強い風により天びんを配置した建屋が揺れて、地震により計量値が不安定になる現象と同じと理解していた。Fig.3 には、最大風速が 10m/s となる 2月6日~9日の3日間のグラフを載せた。特に温度変化がほとんどない時でも、強風時には繰り返し性の大きな悪化が確認される。

なお、強風時に建屋の振動が発生していない事は、振動測定機能を持つ AD1687*4 により確認している。

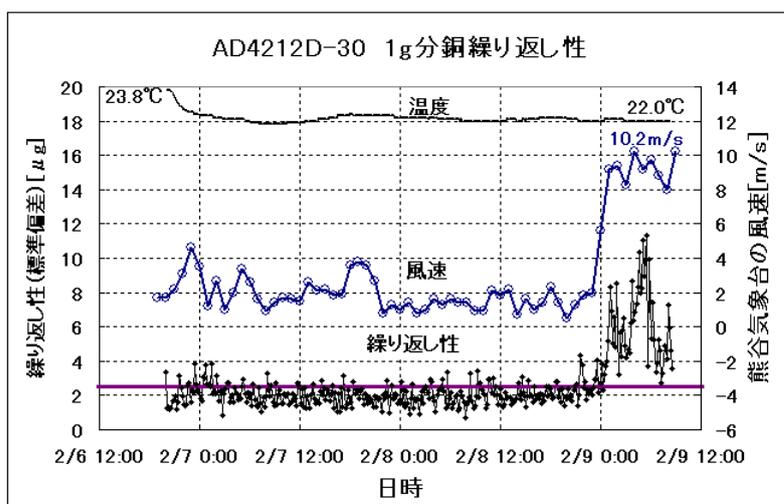


Fig. 3 風の強い日

3-4) 風が無く、温度変化も小さい場合

最後に3日間で温度変化が $1^{\circ}C$ 、風速も $4m/s$ 以下の時の繰り返し性を Fig.4 に載せた。この時、標準偏差*5の平均は $1.3\mu g$ となり、カタログスペック $2.5\mu g$ を大きく凌いでいることが理解される。

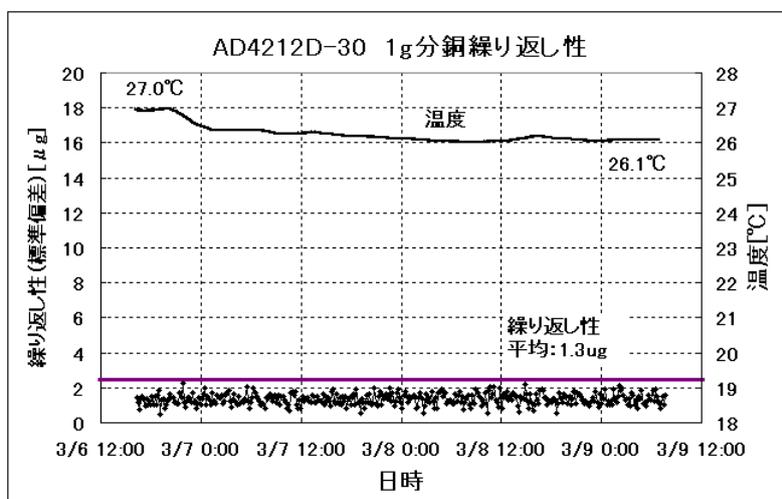


Fig. 4 環境の良い日

4. 考察及び今後の課題

今回、気象庁の発表する風速と分析天びんの繰り返し性悪化に、大きな相関のある事が数値で明らかとなった。特にマイクロ天びんの場合、カタログスペックとなる数 μg の繰り返し性が維持されるのは、その地域の気象風速が 3~4m/s 以内となる事が必須であることが判明した。

これらの関連が、過去にデータやグラフで公開された事を私は知らない。今回の報告はその意味で、今まで未知であった、分析天びんの不安定要因の1つを定量化し確定したことになる。また、計量値と同時に、環境データとしての風速を記録すればマイクロ天びんの繰り返し性が評価確認できる手法として、AND-MEET の有効性が証明されたと判断される。

既に天びんの設置環境として、温度や湿度、気圧や振動への対策は費用さえかければ確立できる状況にある。分析天びんが不安定となる原因で、残ったのは制御不能な気象風速にあると理解される。天びんメーカーは、風の強い日でも安定した計量が可能となる分析天びんを開発する義務を負っており、今後はこれらの外乱に対して、より安定度の高い製品の開発を継続して進めるべきと考えられる。

参考文献及び用語説明

- *1 再現性：同じ要素や要因を整えた時に、再び同じ事象が起こること
- *2 繰り返し性：再現性と同様に使われるが、より狭義で、その瞬間毎の再現性と定義される
- *3 出雲直人、深見雄二、他(株)エー・アンド・デイ)：『分析天びんの基本性能に関する考察』第28回センシングフォーラム(計測自動制御学会)、2011.10
- *4 AD1687：温度、湿度、気圧、振動、計量値を記録するデータロガー
出雲直人、他(株)エー・アンド・デイ)：『環境ロガー：AD-1687を利用した計量器の管理方法について』第29回センシングフォーラム(計測自動制御学会)、2012.9
- *5 標準偏差：バラツキを表す数値、母集団の平均値から、母集団を構成する各値の離れている割合を数値で示したもの

Installation environment assessment and environmental improvement of the balance

○Naoto IZUMO, Ken IHARA, Syunsuke KASAMATSU A&D Company Limited

ABSTRACT

We propose an environmental evaluation method for the purpose of practical usage of micro-balance, also report the effect regarding the environmental improvement by this method.

Keywords

repeatability, standard deviation, environmental disturbance, span value, wind