



Title	減圧式エアロゾル濃度自記装置の試作
Author(s)	小林, 博和; KOBAYASHI, Hirokazu; 遠藤, 辰雄 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 32, 11-15
Issue Date	1974-12-14
DOI	<a href="https://doi.org/10.14943/gbhu.32.11">https://doi.org/10.14943/gbhu.32.11</a>
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/14042">https://hdl.handle.net/2115/14042</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	32_p11-15.pdf



## 減圧式エアロゾル濃度自記装置の試作

小林博和\*・遠藤辰雄・孫野長治

北海道大学理学部地球物理学教室

(昭和49年7月11日受理)

### A Design of Automatic Aerosol Counter in Expansion Type to Lower Pressure

By Hirokazu KOBAYASHI, Tatsuo ENDOH and Choji MAGONO

Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University, Sapporo

(Received July 11, 1974)

To record the time change in aerosol concentration during snowfall, an automatic equipment with high time resolution and with simple construction was designed. It has only one electromagnetic valve. The valve is mounted between a cloud chamber and pressure decreasing box, being periodically closed and opened during the continuous suction for a suitable time intervals in accordance with expansion ratio. By the alternatively switching, introduced air in cloud chamber periodically expanded due to the resistance of air flow through a small inlet orifice. The concentration of fog formed on aerosols due to the expansion was measured by means of the extinction of light beam, and recorded in forms of pulse by a pen recorder. The height of pulse is converted to aerosol concentration, being calibrated by an aerosol counter called "small particle detector" of Gardner Inc.

Measurable concentration ranged  $3 \times 10^2$  to  $10^5$  per  $\text{cm}^3$ , and the time resolution was 10 sec. The equipment worked stably under various conditions. A few problems for the moist supply and the stability of recording system are remained.

#### I. はじめに

数10分から数時間の周期で変化する降雪現象によって地上大気中のエアロゾル数密度にどのような変化が現われるかを調べるため、時間分解能のよい連続自記を目的としたCNカウンターを試作した。従来からよく用いられる自動化したポラックカウンターを実用している例は国内でも二三ある。しかし加圧式であるため加える空気の純度及びポンプからのエアロゾルなどの問題をのりこえるため相当の注意を要する。またその一連の動作はかなり複雑で自動化す

\* 現在：電力中央研究所

際のシーケンスもそれなりの内容を必要とするものであり、結果的に時間分解能は悪い。

そこで、はじめは電磁弁を使わずに、とり入れ口に小さな Orifice をつくり、これから連続的に吸引し断熱膨張により霧を発生させ、その濃度を測ろうという方針ですすめたが、この方法では試みた限り霧は持続して発生させることは出来なかった。ただ吸引の始めにだけ霧が発生し、それはすぐ消えてしまった。そこでこの結果から、電磁弁を一個だけ用いて比較的簡単な機構の凝結核数密度の連続自動測定器を試作した。

## II. 測定原理と方法

エアロゾルを霧にする原理は機械的断熱膨張による。またその方法はポラックカウンターが加圧式であるのに対し減圧式である。その動作を示す装置のブロックダイアグラムとタイムチャートを Fig. 1 に示す。

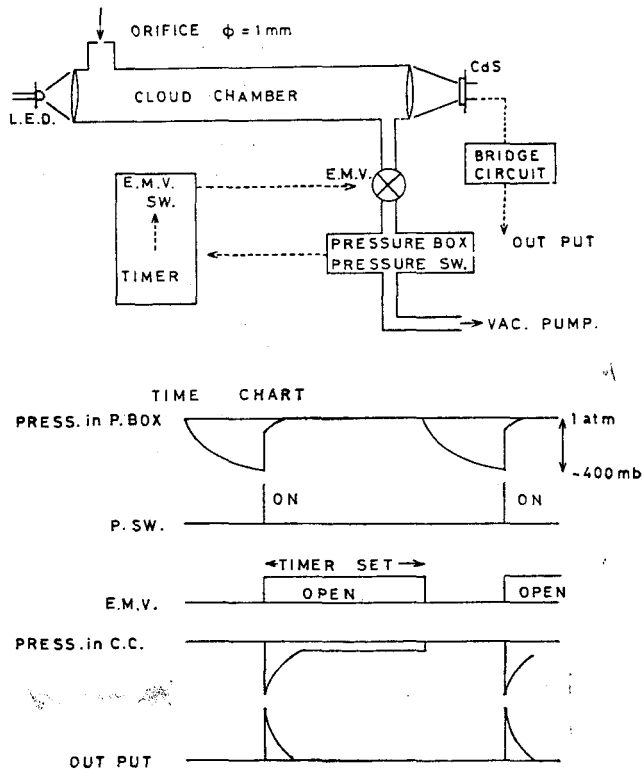


Fig. 1. Measuring system and time charts.  
EMV; electromagnetic valve.

入口は直径 1 mm の Orifice になっており出口は真空ポンプにつなぎ、これを連続吸引させておく。したがって外からの空気は Cloud Chamber 内にとり入れられ、そこで内壁の吸いとり紙に加えた水によって加湿されている状態になる。そのとき電磁弁が閉じると Cloud Cham-

ber 内の空気は流れが止り外からの空気は入ってこなくなる。一方その間に電磁弁によって入口を閉じられた Pressure Box 内の空気は、ひきつづき吸引されるので、その圧力は下っていき Box 内の Pressure Switch が予め Set した 400 mb まで下ると閉じて、これが電磁弁制御回路に伝わり弁を開く。すると Pressure Box 内の低圧は Cloud Chamber 内の空気を瞬間的に引き込むことになるが Cloud Chamber の入口の Orifice は小さいため外からの補償流は追いつかない。したがって、その一瞬だけ、Cloud Chamber 内の圧力は下りその空気は断熱膨張し含まれるエーロゾルを核とする霧が発生する。しかしこの Cloud Chamber 内の圧力はすぐに定常的になり、発生した霧は消え次の通気をすることになる。このときの電磁弁の開時間は Cloud Chamber 内の通気時間に当たるので CR による timer で Chamber の容積の 5 倍の通気をとるよう約 10 秒に set した。この一連の動作は Fig. 1 下半分の time chart に示す。尚、有効吸引流速は 2.4 l/min に当たり加湿はされているものと思われる。

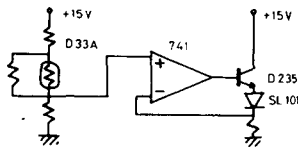
自記装置に使用した電気回路は Fig. 2 に示す。霧の量は光の減衰の程度で求めるもので光源には経年変化のすくない発光ダイオードを用いたが、これは温度依存が大きいのでサーミスターにて補償をとった。受光部は CdS をブリッジに組んで求めたがこれにも温度補償を加えた。

電磁弁に流れる電流は大きいので増幅器を介したスイッチとしこれに通電時間をコントロールするため CR 回路を組み入れた。

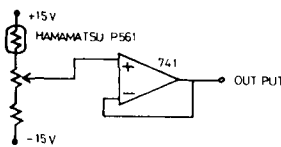
この受光部の最終出力の読みをこの装置の原理の元になったガードナーカウンター（手動式）によって更正した。その更正曲線を Fig. 3 に示す。比較は大きなビニール袋に比較的汚染された大気を取り込み、それが時間

### 電気回路

#### 1. LED 電源



#### 2. ブリッジ回路



#### 3. 電磁弁スイッチ

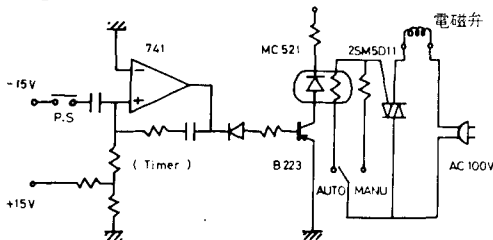


Fig. 2. Electrical circuit.

1. Electric source circuit for light emission diode (LED).
2. Bridge circuit for CdS light sensor.
3. Switching circuit for electromagnetic valve.

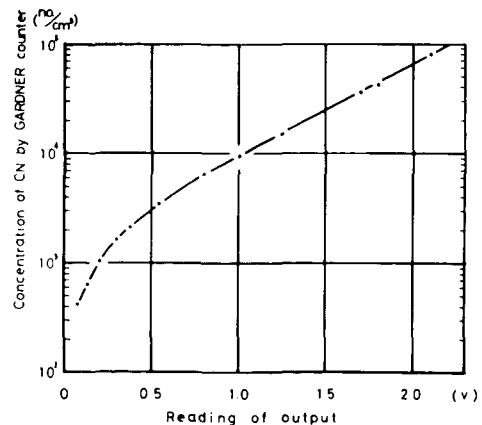


Fig. 3. Calibration curve from reading of output to aerosol concentration.

経過に伴って、その中に浮遊するエアロゾルの数が減少するのに沿って双方で同時に測定することによって求めた。都市大気の CN 数密度の変化幅は  $10^3 \sim 10^5$  個/cc であり、この更正は一応その範囲をカバーしている。また  $2 \times 10^3$  個/cc 以上では双方が直線的であるが、それ以下では本器の方が鈍感であることになる。尚受光部に用いた CdS セルは比較的レスポンスがおとるとされているが、これらの測定装置全体を通して最もレスポンスの低いのは最終段の記録計の応答であり、先の更正関係も、使用した記録計に固有なものといえる。記録計は TOA のポリレコーダーである。

### III. 測定例

Fig. 4 a, b は夫々 1973 年 3 月 10 日と 13 日に測定したものである。場所は札幌市のほぼ中央より北よりの北大構内、理学部 3 号館の屋上約 (25 m) である。

図の縦軸はエアロゾル数密度で下端から上端までが  $10^3 \sim 10^5$  個/cc の対数目盛に相当する。また横軸はほぼ 1 時間に当たり左から右へ時間が進む。

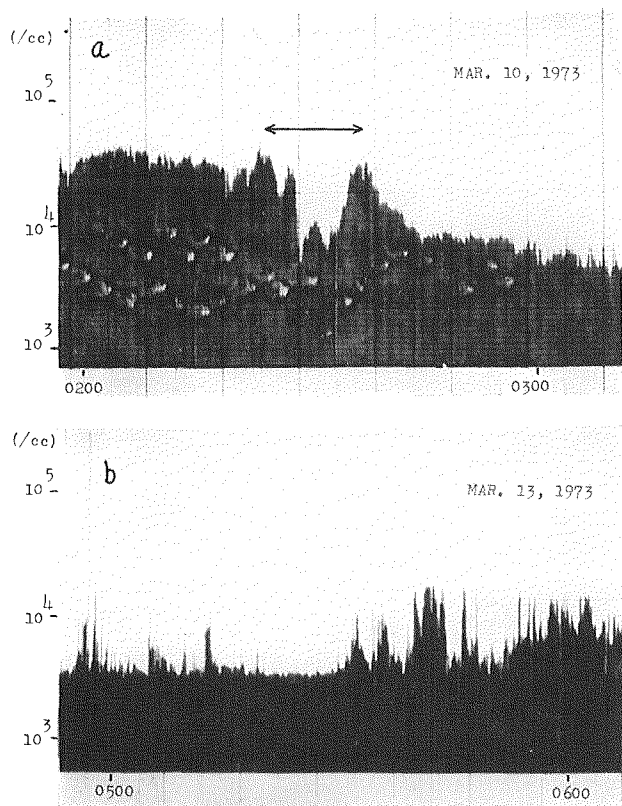


Fig. 4. Measured examples.

ordinate: concentration of aerosol  
abscissa: time  
a; An arrow indicates the duration of snowfall.  
b; A record in 0500-0600 in calm fine morning.

a は 1973 年 3 月 10 日の 0200 から 0300 の間に降雪のあったときの例で図の矢印がその時期を示す。これまで知られているように、降雪時には、その前に比べエアロゾル濃度が減少しているのがみられ、この場合では最大約 50% 下がっている。

b は 3 月 13 日の快晴の朝の記録で 0500 から 0600 のもので人間活動の開始による影響が朝の平常値の上にスパイク状にとび出しているのがみえる。これはボイラーのたき始めや車の排気と思われる。

#### IV. 結 論

本器の利点として次のことがあげられる。

1. 機構が簡単である。そのため将来小型化及びポータブル化しやすい。
2. 光源は発光ダイオードを用いたので温度補償さえとれば経年変化がすくない。
3. 測定時間間隔が約 10 秒ほどであるのでマイクロスケールの大気現象の測器として、また室内実験の測器として適当である。

また今後改良を要する問題点としては次のことがあげられる。

1. 発生する霧は瞬間的な過渡現象であり、その粒径分布、安定性については未知であること。
2. 絶対検定はむずかしく今のところ相対検定しかできない。
3. 連続使用すると水の消費がはげしく加水部を自動化するか、間びき操作をしなければならぬ。
4. 採集体積が小さいので取り入れ口まで別の吸引を用いる必要がある。
5. 今のところ最終出力はパルスの形で出るが、実際必要なのはその尖端値のみである。このままでは記録計に無理がかかる。