U.D.C. 621.039.725

日立RAM-3形放射性ダストモニタの構造と実験結果

The Construction and Experimental Results of the Hitachi Radioactive Dust Monitor, Type RAM-3

松	下		甫*	菅	沢	荘	*	中	村	弘	陸*
Hajime Matsushita				Sõichi Sugasawa				Kõroku Nakamura			
西	脇	耕	治*	石	川	直	成*				
Kōji Nishiwaki				Naoshige Ishikawa							

内 概 梗 容

放射性ダストによる大気汚染の監視装置として、われわれは電気集じん式のRAM-3形ダストモニタを完成 した。これは乾式コットレル方式を採用したもので,大気中のダストを自動的に集じんし,空気1ccあたり5× 10⁻¹² マイクロキューリー (μc) 以下の α 放射性物質,および 3×10⁻¹¹ μc 以下の β 放射性物質を短時間に検出 し、警報を発することができる。ここではこのモニタの概要と性能について実験結果に基づき報告する。

1. 緒 言

放射性ダストモニタは原子炉室, RI実験室およびその近傍など, 大気の放射能汚染の危険がある場所に設置し、大気中の放射能濃度 を監視する装置で,原子力法規で定められている RI の最大許容濃 度で警報を発し、人体の放射能障害を防止する目的に使用される。 すでにいろいろのダストモニタが実用化されているが、その中で も最もよく使用されてきたものは沪紙式ダストモニタである(1)。こ れは沪紙(Whatman 41 沪紙を標準としている)を隔てて大気を吸 引し,ダストを沪紙に吸着させる方法で,構造が簡単かつ小形で取 扱の便利なことが大きな特長である。しかし, 沪紙のため吸引圧力 損失が大きいので大風量が得がたく, また微小なダストに対する集 じん効率が劣っていて、湿度や集じん時間とともに効率が落ちてく るため、 微量放射能を短時間にかつ正確に測定することが困難であ った。これに対し電気集じん式ダストモニタは集じんに伴う流量変 化がなく、容易に大風量が得られ、かつ 0.1 µ 以下の微粒子に対し ても100%近い集じん効率(2)を持つことができる点で、どの方式の モニタよりもすぐれた性能を有している。しかし、いままであまり 使用されていなかったのは,構造,機構がやや複雑で大形になり,取 扱が不便であったほかに, 高価なためであった。最近いわゆる大形 電気集じん装置が研究開発されるにしたがい, 放射性電気集じんダ ストモニタの重要性が認められてきた。われわれはいままでの欠点 をできるだけなくし,放射性連続ダストモニタとして最適な仕様に するため、乾式コットレルの電極構造を改良して小形化を試みた。 特に集じん効率、計数効率などモニタの性能を左右する諸点を検討 し,計数記録および自動制御回路をトランジスタ化し,装置の安定 化と電力の節約をはかった。以下、その構造を説明し、実測 結果について述べる。

している。ダストの入口は50mmøの塩化ビニールパイプに連結さ れ、風量調整弁を通って外に出ている。またダストの出口も同様の パイプで吸気ファンに連結され、それを通って外に出る。吸気ファ ンにより吸入された空気中のダストは静電集束円筒を通過し、6本 の電極からの高圧コロナ放電によりイオン化が起っている電界内に はいる。このときダスト粒子に電子または負イオンが付着し、負に

2. 構造および原理

日立 RAM-3 形ダストモニタは 第1,2図 で示すように、 集じん部,検出部,計数記録部および制御部から構成されて いる。その構造および原理は次のとおりである。

帯電させられる。そして電気力線にしたがって,正電極の Al テー プに吸引され、ここに集積する(F.G. Cottrellの原理)。ダスト粒子 の帯電現象は、ダストがこの非常に短い電極間通過時間のうちに起 るが,通過時間が~10 µs 以下では帯電率が急激に小さくなる。

次に制御回路により,ダストの集積が一定時間行われたのち,A テープ上のダストは自動的に検出器の前に移動され,最初,サンプル のβおよびγ線が検出される。次の一定時間(集じん時間)を待っ て、今度はα線検出器の前に移され、α線の検出が行われる。この ように集じんが間欠的に行われている間, Al テープは静止したま まであるから, 第4図のような放射能の減衰の状態が記録され る。

計数部および制御部は集じん検出部と数十メートルのケーブルで 連結され、遠隔操作を行うようになっている。計数部は β, γ 線と α 線の2チャンネルのトランジスタ式計数率計と、高圧電源 (プロー ブ用)および3チャンネル打点式記録計からなっている。第5図は ここで使用している計数率計のトランジスタ回路を示す。測定可能 な計数率のレンジは 10² cpm から 10⁴ cpm までで, この間 5 段切替 えになっている。時定数(=RC) も5, 20, 100 秒の3 段独立に切 替えできるように設計してある。検出器から送られた β, γ 線およ びα線のパルスをそれぞれ別のレートメータで計数率を直流電圧に



6

表示ランプ

計数制御部



昭和36年9月

計測器特集号第2集



(a) 集じん部(裏面)外観



3. モニタの性能と検出感度

ダストモニタの性能はその放射性ダストの検出感度によって決 る。法規では空気中の放射能許容量として, Pa²³¹, Th, Pv²³⁹, Pu²⁴⁰, Pu²⁴², Cf²⁴⁹および核種不明のものに対しては4×10⁻¹³µc/cc (ただし α 線放射性核種に対して), Sr⁹⁰, I¹²⁹ などの β 線放射性核 種に対しては 10⁻¹⁰µc/cc と定められている。したがって、ダスト モニタの検出感度は少なくともこの許容値以下である必要がある。 いまダストモニタの最高検出感度を Im(µc/cc)とすると、次のよう な関係が成立する。

 $I_m \geq 4\sqrt{N_b(t)}/3.7 \times 10^4 \cdot t \cdot V(t') \cdot \varepsilon_p \cdot \varepsilon_d \dots (1)$ ただし $N_b(t)$ はt秒間の自然計数(バックグラウンド), tは計数 時間 (秒), V(t')は t' (集じん時間) での吸引総風量(cc), ε_p は集じん 器の集じん効率, ε_a は検出器および計数装置の計数効率, 3.7×10⁴ は1µc あたり毎秒の核のほう壊数(dps)である。

式(1)でわかるように,検出器のバックグラウンド,集じん効率, 計数効率および吸引風量が検出感度に関係しているので、これらの 値に最適な検出器や構造を選ぶことが必要である。実際には集じん 器の構造を決めると,吸引風量を増すことはかえって検出感度を低 下させる結果になり、その装置に最適な風量の値が存在する。また 空気中のラドン(Rn), トロン(Th) およびそれらの生成核による自 然の放射能が集じんに伴う大きなバックグラウンドとなるため, 10⁻¹³µc/cc 以下の汚染濃度を検出することは非常に困難である。次 に検出感度を左右するこれらの要素について述べる。

第2図 電 気 集 じ ん 部 構 造



3.1 集んじ効率

放電筒の入口および出口のパイプを単位時間に通過するダストの 量をそれぞれ mi, moとするとモニタの集じん効率 ɛ, は次式で表 わされる。

$$\varepsilon_p = 1 - \frac{m_o}{m_i} = 1 - \exp(-K \tau E^2 / \mu q) \dots (2)$$

ここで, Kは集じん器の構造, ダスト粒子の大きさおよびその化 学的性質などできまる実験的定数、てはダストが電界中を通過する 時間($\tau = l/v$, *l*は電極間隔, *v*は流速), *E*は電界強度, μ は空気 の粘性係数, qは単位時間あたりの流量である。電極部分の流束の 断面積をAとすると、q = Avとなる。集じん効率はダストの帯電時 間 τ , 電界強度 E および流量 q に大きく影響されるが, 集じん器の 構造が決ると、 $\tau = l \cdot A/q$ となるから、式(2)は

と表わすことができる。

 ε_p を大きくするには式(3)より $(E/q)^2$ を大きくすればよい。し かし, qを小さくすることは総風量を落し, 検出能率を悪くするこ とになるから、できるだけ電界強度を高めるようにしなければなら ない。電界強度は電極のせん鋭度,電極数,およびその配置構造に 左右される。

次に検出感度 I と流量 q の間には式(1), (3)より

 $I_m \propto 1/q \{1 - \exp(-K l A E^2 / \mu q^2)\}$ (4) なる関係がある。したがって(4)式の右辺を最小にするような qを 選べば、その装置の風量に対する最高の検出感度が得られる。第6図 は試作したモニタについて流量と計数値(すなわち∝総集じん量)を

— 52 —

平均化し、これを1個の打点記録計上に並べて記録してゆく、記録 計に直列にはいっているメータリレーを任意の計数率、すなわち放 射能濃度レベルにあらかじめ設定しておけば、制御回路によりこの 値に達したとき警報を発することができる。また、連続自動監視を 目的としているため、 -15 kV 高圧電源の故障、 Al テープ終了な どはブザーおよび赤ランプで報知するようにしている。

実測した結果である。また第7図はコロナ放電電流と計数値の関係 を測定したものである。これらの実験は室内の自然放射能を集じん して行った結果なので, 確かな議論はできないが,実験の間,室内空 気中の自然放射能濃度が一定と仮定すれば、流量については q =2001/min の近傍で計数の最大値が存在し、検出感度が最も高いこ とがわかる。またコロナ放電電流については、電極のせん鋭度を増 し、コロナ電流を大きくしながら測定したもので、計数値は約15µA まで電流とともに急に増し、この値以上で飽和してくれる。したが って、コロナ電流はこの計数の飽和領域に設定する必要がある。

3.2 計数效率

100

モニタの計数効率は検出器自身の放射線に対する感度のほかに, 試料(線源)の状態,検出器の幾何学的位置,計数装置の分解能な どいろいろの要素に左右される。すなわち



で表わされる。ここで*N*, *D*はそれぞれ検出器による計数値および 線源強度(dps), *f*_I, *f*_M, *f*_g, *f*_{π}, *f*_B, *f*_w, *f*_sはそれぞれ検出器固有 の感度,検出器の多重放電効果(GM管のみ),検出器と線源の幾何 学的効果,検出器および計数装置の分解時間による効率,後方散乱, 空気や検出器窓による吸収,線源の自己吸収などによる効率を示 す。ダストモニタでは検出器として β , γ 線用に端窓形GM管, α 線用に ZnS(Ag) シンチレーションプローブを使用しているので, この2つについてそれぞれの効果を検討してみる。

3.2.1 端窓形 GM カウンタによる β線検出の場合

GM管の固有感度 f_I は β 線に対してほとんど 100% と考えてよい⁽³⁾。 γ 線に対しては 0.5~3 MeV のエネルギーで 0.05~0.4% と変化するが、非常に 効率が低いので微量な線源の場合は γ 線の計数を β 線に対して無視できる。次にGM管独特の多重放電 (multiple discharge)の影響 f_M は、計数率が大き い場合自己消去 (self quenching)の失敗が生じ、 実際の計数値より大きく出てくるもので、GM管の 寿命が短かくなり、プラトが短くなると起りやすく なる。しかしモニタのように計数率の少ない場合で プラト特性のよいGM管では $f_M \approx 1$ と考えられる。 GM管と線源の幾何学的効率 f_0 は面線源に対して次 式で与えられる⁽⁴⁾。

(m)



第4図(ダストモニタによる)室内空気中の自然放射能の変化



ただし、 $\beta = b^2/a^2$ 、 Ω は点線源とした場合GM管 がしめる立体角、Sは面線源による補正項で、線源 を半径d (cm)の円と考えたとき第8図の計算値の 曲線から求められる。a、bはそれぞれ線源とGM 管窓までの間隔およびGM管窓の有効半径で、今の 場合、a=1.0 cm、b=1.25 cm、d=1.25 cm とおく と、 f_g は $\Omega/4\pi=0.19$ 、S=0.75 だから $f_g=0.145$ と なる。GM管および計数装置の分解時間による計数 落しの効果 f_{τ} は $\tau_{GM}=200 \ \mu s > \tau_{ratemeter}$ (=分解時 間)と考えられるから

 $f_{\tau} = 1 - n \tau_{\text{GM}}$ (7) とおける。ただしれは計数率である。いま $n = 10^4$ cpm とすると $f_{\tau} = 0.96$ となる。 10^3 cpm 以下の計数 率では $f_{\tau} \approx 1$ としてよい。

線源の支持物質による後方散乱の効果 f_B は,支持 物質の厚さ,原子番号Zおよび β 線のエネルギーに 依存し, β 線の飛程の約 $\frac{1}{5}$ の厚さで散乱係数は飽和 値に達する。第9図はAl とPbについて厚さ,エネ ルギーと f_B の関係を示している。Al のテープ厚み が 5.4 mg/cm² で,そのすぐ後にPbシールドがある

 $ダストモニタでは、100 keV 以上の<math>\beta$ 線に対して f_B はほとんど Pb の飽和後方散乱係数と考えられ、 $f_B=1.6\sim1.7$ とおくことがで きる。すなわち後方散乱により約 60% 計数効率を上げている。 空気、Al 吸収板および計数管窓による β 線の吸収効率は次式



実験室内空気の自然放射能,コロナ放電電流 20 µA 第6図 集 じ ん 器 の 風 量 と 計 数 率

で与えられる。 $f_w = \exp\left(-\frac{\mu}{o} (d_w + d_{A1} + d_{air})\right)$ (8)

ただし、 μ/ρ は β 線の質量吸収係数でGleasonの実験式⁽⁵⁾から

 $\mu/
ho$ =17.0 $E_{
m max}^{-1.43}~(
m cm^2/
m g)$

— 53 —

と表わされる。dw, dAI, dair はそれぞれGM管窓, AI, 空気層





の厚さ(g/cm²)で、いまの場合、 $d_w = 1.4 \times 10^{-3}$ g/cm², $d_{A1} = 5.4 \times 10^{-3}$ g/cm², $d_{air} = 1.2 \times 10^{-3}$ g/cm² であるから式(8)は

 $f_w = \exp[-0.136 E_{\max}^{-1.43}]$(9)

で表わすことができる。たとえば $E_{\max}=0.167$ MeV (S³⁵) では $f_w=0.18$, $E_{\max}=0.607$ (I¹³¹)では $f_w=0.68$ となる。

最後に線源自身の吸収による効果⁽⁶⁾は,線源の厚さをtとすると次式で表わされる。

ここに, μはβ線の吸収係数を表わす。ダストモニタでは μt< 0.1 のような薄い線源と考えられ,式(10) はさらに

$$f_s \approx 1 - \frac{\mu t}{2} \approx e^{-\frac{\mu t}{2}} > 0.95.....(11)$$

と近似される。

以上でGM管の計数効率 ε_{d(GM)}を弱い線源についてまとめてみると次式のようになる。

$$\varepsilon_{d \in \text{GM}} = f_I \cdot f_M \cdot f_g \cdot f_\tau \cdot f_B \cdot f_w \cdot f_s$$

$$\approx f_g \cdot f_B \cdot f_w \cdot f_s$$

$$\approx \frac{\Omega}{4 \pi} \cdot S \cdot f_{B(E)} \exp\left[-\left(0.136 E_{\text{max}}^{-1.43} + \mu t/2\right)\right]$$
(12)



$$\left(f_g = \frac{\Omega}{4\pi} \cdot S\right)$$

第8図 面線源に対する幾何学的効率の補正曲線



いま E_{\max} =0.167の S^{35} および E_{\max} =0.607(I^{131})について考

えると、それぞれの計数効率は式(12)より

S³⁵に対し、 $\varepsilon_{d(GM)} = 0.145 \times 1.60 \times 0.95 \times 0.18 = 0.04$

I¹³¹に対し、 $\varepsilon_{d(GM)}$ $= 0.145 \times 1.60 \times 0.95 \times 0.68 = 0.15$ となる。

3.2.2 ZnS(Ag)シンチレーションカウンタの場合

 α 線をZnS(Ag)シンチレータで測定する場合はシンチレータ 自身の感度 f_I のほか,幾何学的位置(f_g),空気や窓物質による 吸収(f_w),線源の自己吸収(f_s)が特に重要となる。

ZnS(Ag)の感度 f_I はシンチレータの厚さ、一様性により左右 されるが、最適の場合 100%の効率⁽⁷⁾を得ることができる。第10 図はZnS(Ag)の厚さと計数率の関係を示したもので、厚さ 10~ 25 mg/cm² が最もすぐれていることがわかる。また第11 図に示 す Po- α 線のスペクトルのように、ZnS(Ag)の場合は光学的透明 度が厚さによって大きく変るので、厚さとともにエネルギースペ クトルに広がりを持ち、パルスの高さも小さくなり、これが計数 効率を低下させる結果となる。

 f_g は式(6)を用いた場合, a=0.5 cm, b=2.2 cm, d=1.25 cmとおくと, $\Omega/4\pi=0.39$, S=0.96から $f_g=0.37$ となる。次に f_τ に ついては, シンチレータ自身の分解時間が $\tau_{zns} < 5 \mu s$ で低い計数 率では計数落しを無視しうるので $f_\tau=1$ と考えてよい。

 f_w は、 α 線の空気中および Al の飛程 R から決定され、ふつう



----- 54 ------



第11図 $z_{ns}(A_g)$ シンチレータ α 線検出プローブによる $p_0 - \alpha$ 線スペクトル

R. I. から出る 4~7 MeV 程度の α 線では $R \propto E^{3/2}$ で飛程が決る。 このエネルギー範囲の α 線の飛程は空気中で 3~7 cm, Al で 20~ 50 mg/cm² であるから, 検出器と Al テープとの間隔 0.5 cm, Al窓 厚 1.8 mg/cm² の実際の場合は, 検出器に垂直に入射した α 線に 対しては問題はないが, ななめに入射する α 線では 2 cm 以上の 空気層に対し約 4 MeV 以下のものは検出不可能となる。この補 正は f_{q} の幾何学的効率を低下させるように働く。 α 線では β 線以 上に線源自身の吸収が重要な要素となる。いま線源の厚さを t と すると さらにこれ以下に低下させることは非常に困離で、宇宙線消去方式 を用いなければならないから、装置が複雑かつ高価になる。これに 対し α 線検出器としての ZnS(Ag) は α 線に対し非常に高い光変換 効率(light conversion efficiency)⁽²⁾を持っているため、 β 線、 γ 線、 宇宙線を十分選別することができ、ほとんど自然計数がない。およ そ1cpm 以下であるが、これは Al ハクやその近傍の金属材料中に 含まれる α 放射能によるもので、これを取除くことは困難である。 (2)によるバックグラウンドはGM管では大きくはいってくる。G M管で β 線(特に低エネルギーの β 線)を測定する際は α 線の補正 が必要となる。ダストモニタでは β 、 γ の選別は3mmの鉄板のそ う入で行い、 α 、 β では ZnS(Ag)の計数値とGM管のそれを比較 することによって行う。

4. 実測結果とその取扱

ダストモニタで測定される計数値から大気中の放射能濃度を求める方法は次式に基づく。すなわち計数値 N(cpm)に対応する放射能濃度を $I(\mu c/cc)$ とすると

ここで N_B は自然計数 (cpm), t, t_B はそれぞれの計数時間 (分) で, N=n/t, $N_B=n_B/t_B$ である。

で表わされ⁽⁸⁾, $t \rightarrow 0$ で $f_s \rightarrow 1$ に近づく。ただし R_0 , Rはエネルギ - Eの α 線が最初に持つ飛程 (initial range) と線源の外に出た ときに持つ飛程 (residual range) である。

以上の ZnS(Ag) のもつ計数効率 *e*_d(zns) は次式のようにまとめ られる。

ただし $S_{(w)}$ は f_w の項を f_g に含めたものを表わす。実測値で は $E_{d(2nS)} = 0.2$ (Po- α に対し) であった。

3.3 バックグラウンド

ダストモニタとしてのバックグラウンドは大別して以下の3種からなる。すなわち

- (1) 計数管の自然放射線,宇宙線によるいわゆる自然計数(NB)
- (2) 試料中に含まれている被検出放射線以外の放射線によるも

0

実際にメータおよび記録計上に表われる値は、レートメータによりその時定数 (*RC*) の間の平均計数値を1分間あたりの計数率に換算しているので、式 (15) の代りに *N*=*n*, *N*_{*B*}=*n*_{*B*}, $\sigma_1 = \sqrt{N} = \sqrt{n/2RC}$, $\sigma_2 = \sqrt{N_B} = \sqrt{n_B/2RC}$ から得た $\sigma = (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)^{1/2} = [n+n_B/2RC]^{1/2}$ を入れて

を使用する。

実測値として、 $\varepsilon_p = 0.8$ 、 $\varepsilon_{d(GM)} = 0.15(Ra - \beta 線に対し)$ 、 $\varepsilon_{d(ZnS)} = 0.2(Po - \alpha 線に対し)$ 、 $n_{B(GM)} = 20$ cpm、 $n_{B(ZnS)} = 1$ cpm を式(16)に 代入すると、 β 線と α 線の計数値対放射能強度 (μ c/cc) はそれぞれ 次式のようになる。

第12図は(17)式で $V(t') = 200(l/\min) \times 60(\min) = 1.2 \times 10^7 \text{cc} \ge$ したときの時定数 (RC = 100 s)に対する $n(\text{cpm}) \rightarrow I(\mu \text{c/cc})$ を示 したものである。またこの測定条件での最高検出感度は(1)式より β , γ 線それぞれに対し次の値が得られる。



 (3) 大気中に存在する Rn, Th 系放射能で集じんに伴って出て くるもの
上記(1), (2)のバックグラウンドは検出器を選び,またシール
ドや吸収板を用いることにより少なくすることができるが, (3)の
この装置で
場合は非常にやっかいである。以下(1), (2)について述べる。
集じん開始が
端窓形GM管はふつう 30 cpm の自然計数を持つが, Pbシールド
りα線を検討
により 20 cpm 以下まで落すことができる。しかし Pb シールドで
射能に対し



この装置で測定記録する計数値は第4図の例でもわかるように, 集じん開始から一定集じん時間 t'後より β, γ線を,また2t'後よ りα線を検出しはじめるので,集じん開始時に空気中に存在した放 射能に対し t'あるいは2t'時間だけ減衰して測定されることにな



昭和36年9月

計測器特集号第2集

日立評論別冊 第44号



る。したがってその半減期からもとの濃度を算出することができる が、一般に半減期の異なる核種や放射系列を持つ核種が混合してい るので、この方法は簡単ではない。しかし、特に厳しい許容量を持 つ核種は半減期が長いのであるから、集じん時間中の減衰は無視し うる。それよりも、問題なのは Rn 系列、Th 系列によるバックグラ じんして昼夜連続測定したものである。この結果を見ると、夕方から朝にかけて計数率が昼間より2倍から6倍程度増加し、また同一条件での測定でも日により値が異なっていることがわかる。これは夜間中は実験室の室内換気が停止するので、Rn などのガス状の放射性物質が空気中に蓄積されるためと思われる。なおこの測定より推定される室内のバックグラウンドの値は昼間で $5 \times 10^{-12} \mu c/cc$,夜間で $10 \sim 30 \times 10^{-12} \mu c/cc$ 程度のばらつきがある。

5. 結 言

放射性ダストモニタの概要および実験例,特に性能に影響する諸 問題について述べたが,ダストモニタとして現在共通の問題は,自 然放射能の影響をいかにして除くべきかという点にある。これが解 決されない限り,短時間に 4×10⁻¹³μc/cc のきわめて微量な汚染度 を自動的に検出監視することは不可能に近い。化学的方法そのほか 実験室的に検出することは行われているが,いずれも時間と手数が かかり,モニタとしては不適である。最近α線のすぐれた半導体検 出器が開発されているが,これを用いたα線のスペクトル分析法に よるバックグラウンドの消去法も一つの有望な方法と思われる。電 気集じん式ダストモニタとしては現在,一応所期の性能を得ること ができたが,まだ集じん効率や寿命の点で研究課題が残っている。 この点については日研第9部の方々,特に諌早氏から多大のご協力 とご指導をいただいている。ここに深く感謝する次第である。

ウンドが非常に多く10⁻¹¹µc/cc 程度あるので、これ以下の検出の場合はどうしてもバックグラウンドの減衰を待つほかに方法がない。 大気中の自然放射能は次の三つのグループに分けられる。すなわち

Rn 系列の半減期は約4時間なので低レベルのモニタはふつう4 時間以上の時間遅れの測定法を採用している。

第4図で示す二つの記録はいずれも,実験室内の自然放射能を集

参考文献

- (1) J. B. H. Kuper, et al: Nucleonics, 6, 44 (1950)
- (2) 木村, 諌早: 第2回日本アイソトープ会議報文集 253 (1958)
- (3) S. Flügge: "Handbuch der Physik" Vol. XLV, 65 (1958)
- (4) G. B. Cook: Nucleonics 8, 24 (1951)
- (5) S. Flügge: "Handbuch der Physik" Vol. XXXIV, 135 (1958)
- (6) A. H. W. Aten, Jr: Nucleonics 6, 68 (1950)
- (7) J. B. Birks: "Scintillation Counters" p. 51
- (8) E. Segré: "Experimental Nuclear Physics" Vol. I, p. 121



比例動作調節計の手動再調整装置の部分に従来はカムを使用して いたが出力2次圧と目盛の関係が直線からずれていた。

本特許はこの部分にリンク機構を用いることによりこの欠点を改良したものである。

図面によって原理を説明すれば、ノズル1とフラッパ2の間げき の変化によるノズル背圧の変化をパイロットバルブ3で増幅して調 節弁4などの操作部に送り弁を開閉して偏差を少くすように作用 し、同時に復原ベローズ5に圧力を及ぼしバネ6の反力によって適 当な復原を与えるリンク7を動かし、ノズル1とフラッパ2の間げ きを適正に保つという構成になっている。8は測定機構でこの動き に比例して出力圧力は決定される。本特許は作動点11を通る第2



リンク13によって復原量をフラッパ2に伝達するとと	もに,その他
端の第1リンク12によって手動で復原量を調整するよ	うにした部
分である。	(手 島)

