

空気汚染の現状とエアクリーナ

Present Conditions of Air Contamination and Air Cleaners

安 藤 文 蔵* 平 沢 紘 介*
Bunzô Andô Kôsukey Hirasawa

内 容 梗 概

大気汚染あるいは室内汚染に対してその程度を簡単に知るために、最近労働科学研究所で開発された携帯形のデジタル粉じん計を使用して、大気および室内のじんあい濃度を調査した。この結果よりデジタル粉じん計による汚染度基準および室内発じん量の実態をつかみ、さらに電気式空気清浄器の適正使用法に関し、理論と実際について検討を加えた。また最近環境衛生の面で問題となってきた空気イオンの実情および負イオン発生器の意義について、空気調和の面から考察した。

1. 緒 言

都市においては暖房用の燃料の使用、交通機関の排気ガスなど、また工業地帯では各種工業用粉じんやガスの発生などにより大気が汚染しており、気象条件によっては人体にとってきわめて有害な組成に変わることがある。これら大気汚染物のうちエアロゾル状汚染物の代表例として重油、軽油、石炭の煙および自動車の排気ガス中の煙を電子顕微鏡で観察すると第1図のようになる。

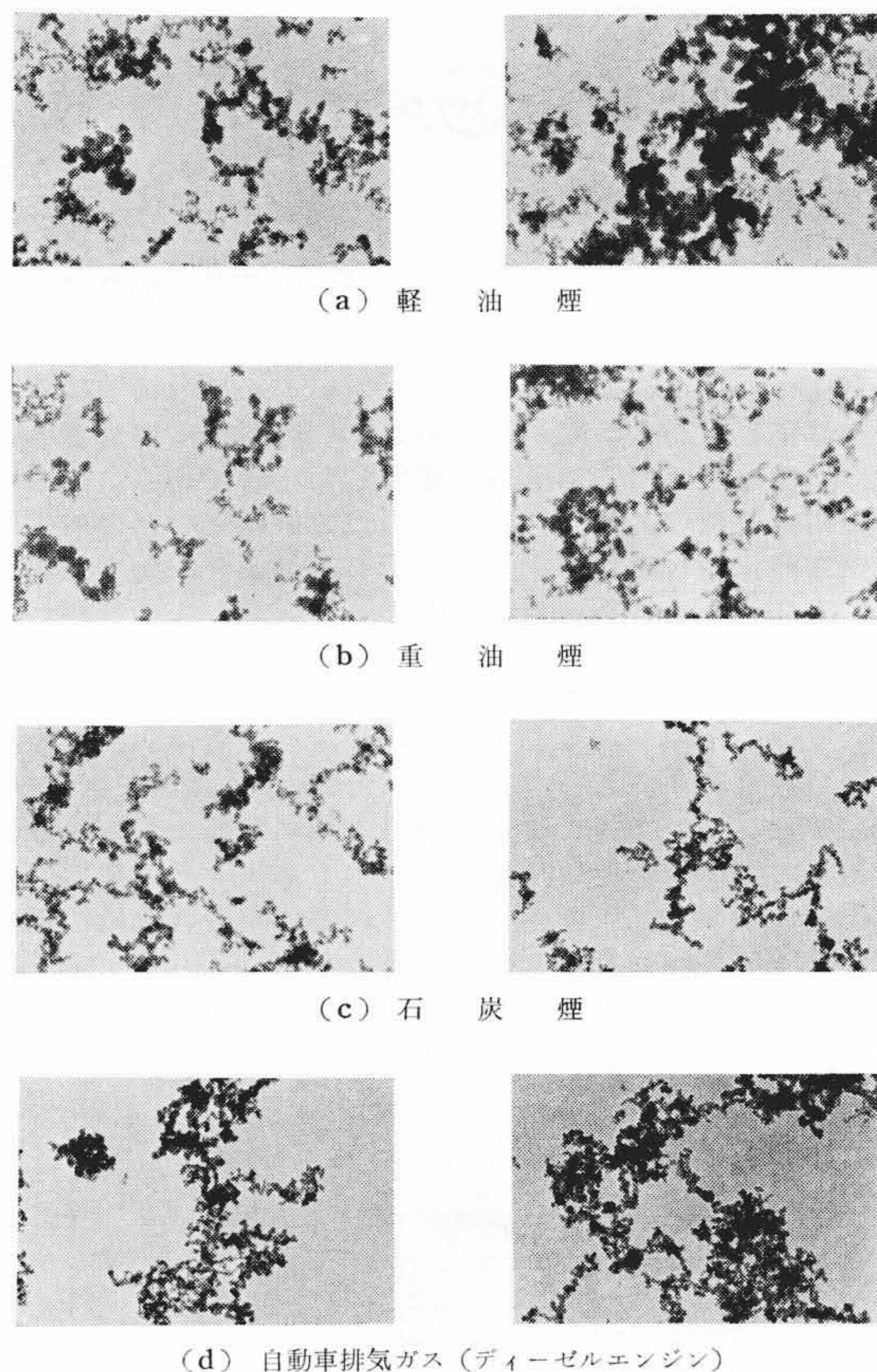
第1図で明らかなように大気中に存在する煙霧状の粒子は0.01~0.1ミクロンの大きさであるが、ほとんどが鎖状に凝集して浮遊しており、その粒度はおおよそ0.1~数ミクロンの間にある。また一方解剖学的所見⁽¹⁾によれば、鼻孔から吸い込まれ肺胞に沈着する粒子は0.3~数ミクロン程度の大きさが大部分であり、1ミクロンの辺にピークがあるとされているのでこれら煙霧状粒子がちょうど人体に有害な範囲に該当していることがわかる。さらにこれら粒子は一酸化炭素、ベンツピレン、亜硫酸ガスなどの有害ガスを吸着している可能性が強く、この場合さらに有害となることは明らかである。その著明な例が1948年のドノラ事件、1952年のロンドン事件となっている。

一方、室内空気は建築様式の変化に伴い外気との自然交流は閉鎖的となっており、空気調和装置による一部汚染外気の吸入と室内発じん（以上細菌を含む）が相乗して、室内空気中のエアロゾル状汚染物は累積、増大する傾向にある。事実われわれは過去数年にわたり依頼により事務所、銀行、工場などの普通生活環境下におけるじんあい数の調査を行ってきたが、1,000個/cm³を越えた例がほとんどであり、2,000~3,000個/cm³のこともしばしば認められた。この数は労働基準法の労働安全衛生規則にある有害業務許限度1,000個/cm³を大幅に越えるものであり、生活環境として憂慮すべき状態になっている。

以上に述べた多種多様なエアロゾル状汚染物の除去対策として電気式空気清浄器（以下エアクリーナという）は空気調和に欠くことができない設備として年々急速に普及してきている。われわれの生活環境として温度条件をまず考えるのは当然であるが、空気浄化、空気イオンの条件も室内空気を自然の清浄大気の状態に保持するうえにおいて今後の重要な課題である。この意味で外気および室内空気の汚染状況を調査し、この結果より汚染度基準および室内発じん量の実態をつかむことが必要である。

2. 測 定 器

空気中に浮遊するエアロゾル状汚染物の濃度を表わすのに、一般には計数表示（個/cm³）と重量表示（mg/m³）が使われている。い



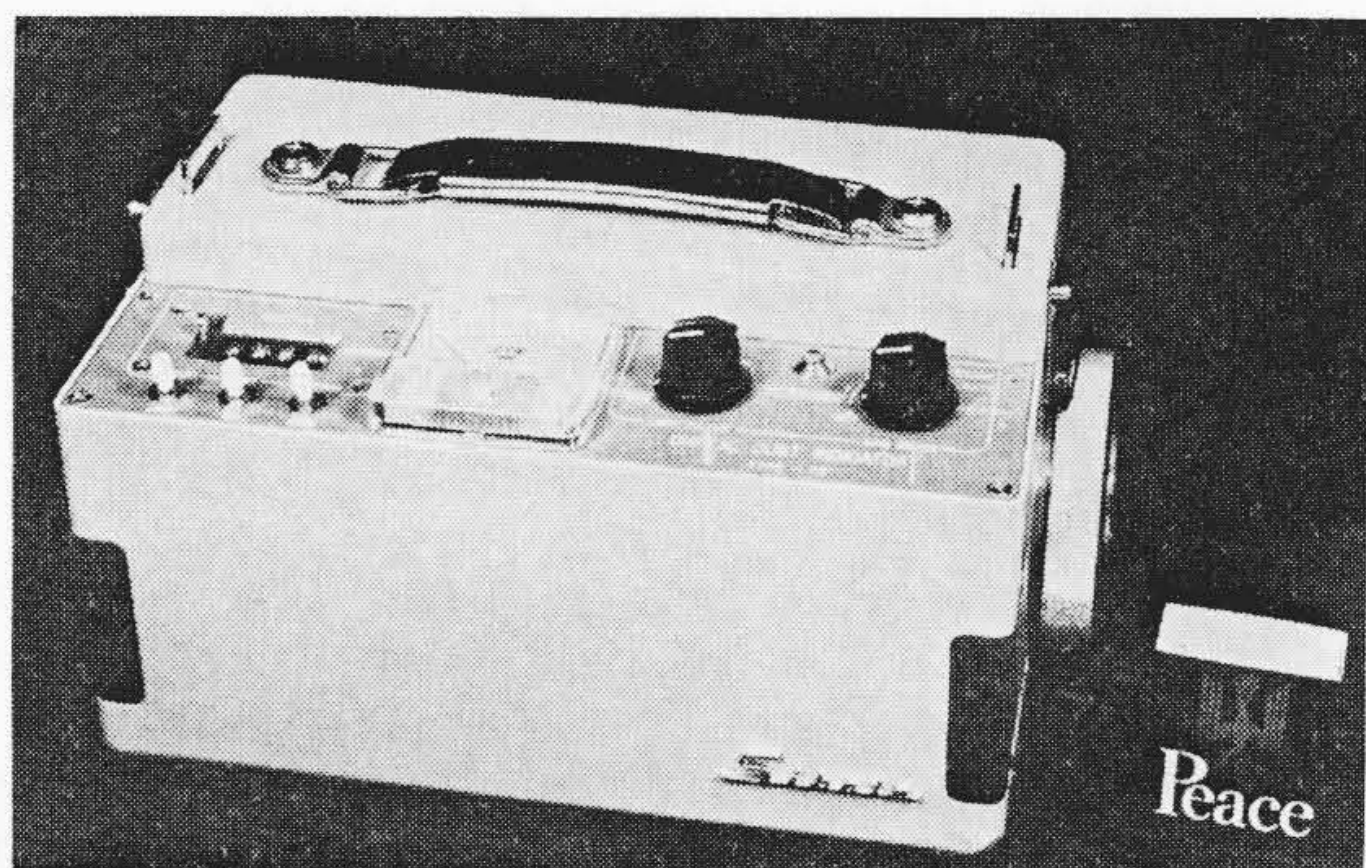
第1図 エアロゾル状汚染物の電子顕微鏡写真（10,000倍）

れの場合も測定方法にはいろいろあるが、特に計数表示の場合は正確な濃度表示ができるが高度の測定技術と労力を要し、結果を得るまでに長時間を要する。もちろん直読式のものもあるが、装置が大形になり簡単に持ち運ぶことが困難である。一方重量表示は光の散乱を利用する方法が多く採用されているが、測定器によりまたじんあいの種類によりその値がまちまちであり、普遍的な値が得られていないのが現状である。

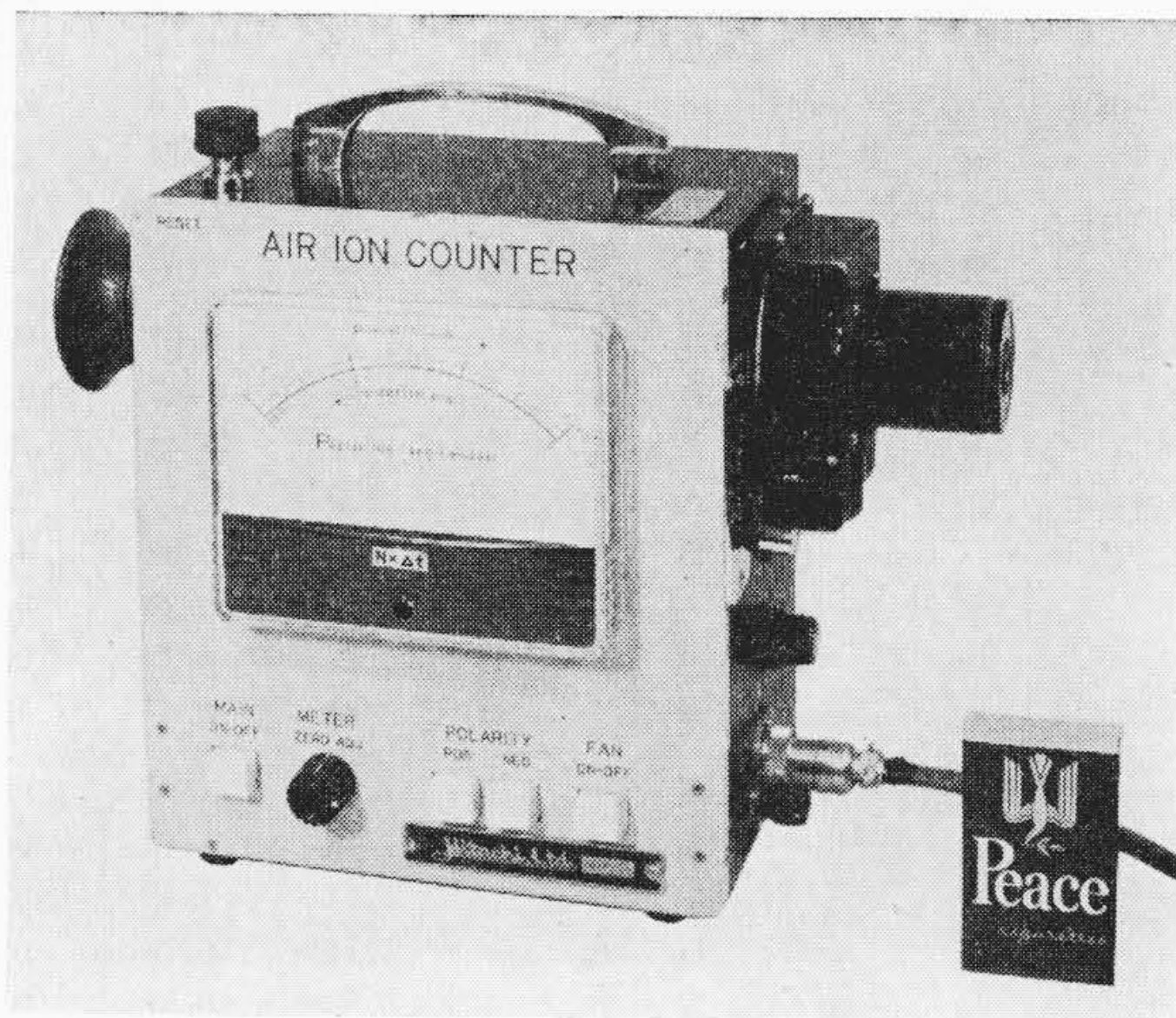
空気汚染に対する広範囲の調査を行ない、この結果を利用していくためには、いかなる場所でも手軽に持ち運べる直読測定器が必要となる。この目的で最近労働科学研究所で開発され、柴田化学器械工業株式会で量産化されているデジタル粉じん計（P-2形）を使用した。本測定器は第2図に示すように携帯形で、エアロゾル状汚染物による散乱光量の多少を計数器あるいは計数率計で直読し、それによりエアロゾル状汚染物の濃度を重量表示に換算して求めるものである。

また空気イオン濃度の測定には、日立製作所日立研究所で開発さ

* 日立製作所亀戸工場



第2図 測定に使用したデジタル粉じん計



第3図 空気イオン濃度測定器

れた携帯形空気イオン測定器(第3図)を使用した。本測定器は三極真空管による電位計式で、わずかな被検空気量(約500 cm³/s)で100個/cm³程度の空気イオン濃度を数分以内に計測できるので、室内イオン濃度分布の移動計測に便利である。

3. 大気汚染度基準の決定

デジタル粉じん計による空気汚染度の基準を自然界より得ることを主目的とし、あわせて大気汚染の程度およびその範囲の概略を知るために、東京を中心とした地域別のじんあい分布を測定した。

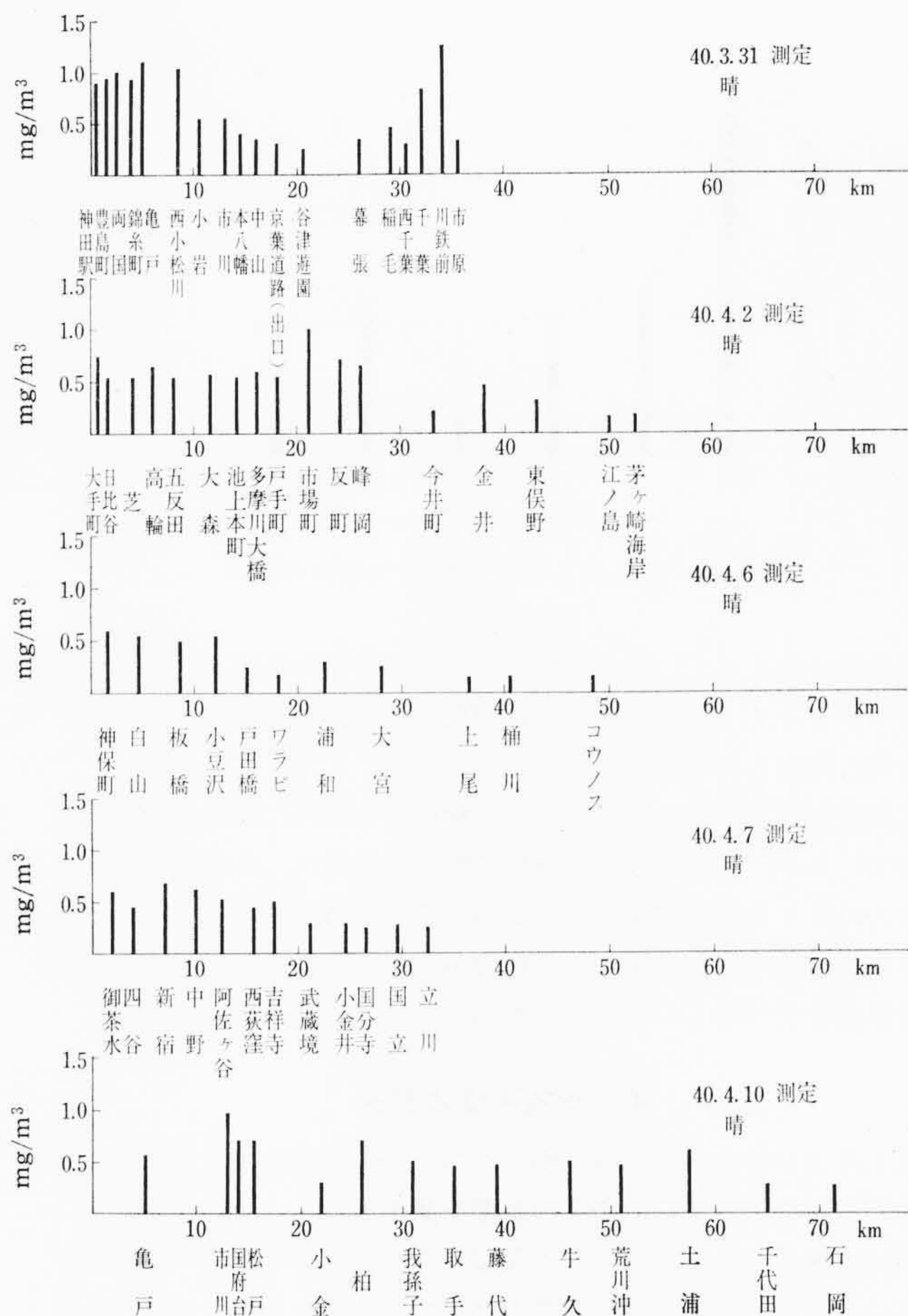
空気中のじんあい濃度はその日の気象条件により大きく影響されるため、この測定にあたっては晴天、微風のほぼ同程度の気象条件の日を選んで行なった。また道路の近くは交通量の影響を受けるので、道路から100m以上離れた点で測定を行なった。

第4図は東京(日本橋)からの直線距離とデジタル粉じん計によるじんあい濃度の関係を示したものである。またスモッグ発生時と平均的な場合の東京の大気のじんあい濃度を比較すると第5図のようになる。

第4,5図よりスモッグ発生時のじんあい濃度は1~1.6 mg/m³であり、海辺の非常に空気が澄んでいる場合で0.15~0.2 mg/m³であることがわかる。この結果より大気の状態を清浄空気、許限空気、

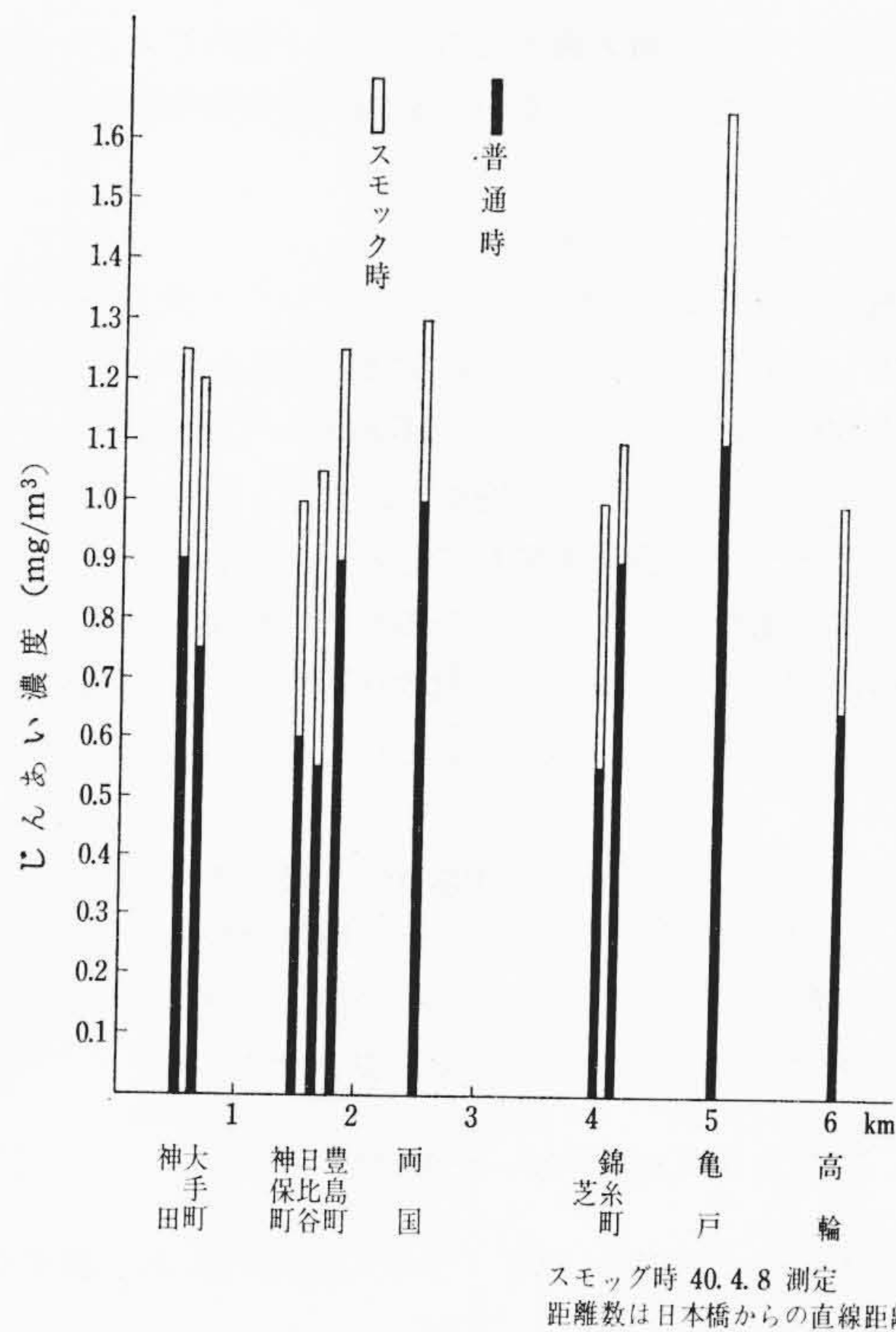
第1表 大 気 汚 染 度 分 類 表
(デジタル粉じん計による)

汚 染 程 度				じんあい濃度 (mg/m ³)
清	浄	空	気	0.3 以下
許	限	空	気	0.3 ~ 0.8
汚	染	空	気	0.8 ~ 1.5
危	険	空	気	1.5 以上



距離数は日本橋よりの直線距離

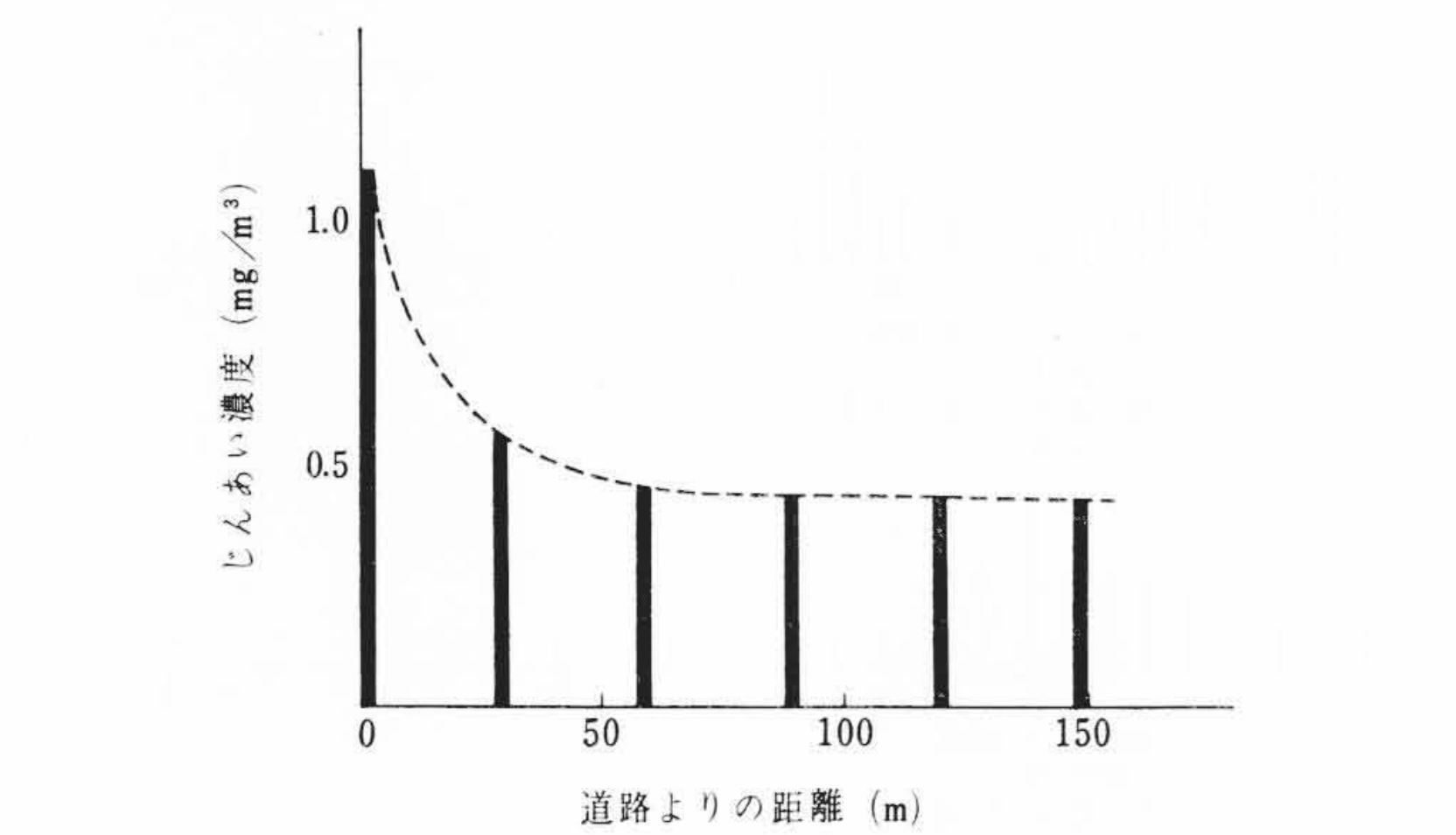
第4図 地域別じんあい分布



スモッグ時 40.4.8 測定
距離数は日本橋からの直線距離

第5図 スモッグ時のじんあい濃度

汚染空気、危険空気の4種類に区分し、そのじんあい濃度を第1表のように分類した。表の分類によれば平均的な気象条件下においては、汚染空気の範囲は京浜地区、江東地区、京葉地区の非常に限ら



第6図 道路からの距離と空気汚染の関係

れた範囲に止まっている。しかしスモッグ発生時にはこれが平均時の約2倍となり、汚染空気の地域は東京から約50kmの範囲に広がるものと推定される。

本調査は前述のとおり道路から100m以上離れた場所で測定を行っているが、交通の激しい道路に面した空気は、自動車の排気ガスなどにより非常に汚染している例が多い。第6図は道路からの距離と空気汚染の関係を示した一例であるが、道路から約50m以内はその影響を受けるものと考えられる。

4. 室内汚染の実態

以上外気を対象とした地域別じんあい分布調査結果より、デジタル粉じん計による空気汚染度の基準を第1表のように作成したが、室内では必ず発じんがあり、外気以上に汚染されているのが普通である。そこで室内発じんの主原因は何であるかを知るために、各種の業種を選び室内汚染の状況を調査した。

調査には一般的な職業を選び、特別な換気設備を持たずまたエアクリーナを使用していないところを対象とした。

調査結果をまとめると第2表となる。なお「室内じんあい濃度－外気じんあい濃度」で表わしたものを室内の汚染度指標として第2表に併記した。

この調査で特に目だつのは次の点である。

- (1) 室内空気は外気に比較してはなはだしく汚染している。外気ではスモッグ発生時でもじんあい濃度は1.6mg/m³であるが、調査件数中50%以上は室内空気が1.6mg/m³以上になっている。
- (2) 業務用としては事務室、麻雀屋、食堂、レストラン、喫茶店、待合室などが全般的に汚染しているが、これはタバコの煙が室内発じんのおもな原因となっているためと推定される。
- (3) 一般商店などは常時ドアが開放状態にあるため汚染度指標は0に近く、室内はほとんど外気と同じじんあい濃度になっている。

いま室内のじんあい濃度を D_i (mg/m³)、外気のじんあい濃度を D_a (mg/m³)、室内容積を V (m³)、室内の換気回数を n (回/h)、室内発じん量を M (mg/h) とすると室内への流入空気量と室外への流出空気量は一般には等しいので(1)式が成立する。

$$V \frac{dD_i}{dt} = n \cdot V \cdot D_a + M - n \cdot V \cdot D_i \dots\dots\dots (1)$$

初期の室内じんあい濃度を D_{i0} 、 t 分後の室内じんあい濃度を D_{it} として(1)式を解くと

$$D_{it} = D_{i0} e^{-n \cdot t} + \frac{n \cdot V \cdot D_a + M}{n \cdot V} (1 - e^{-n \cdot t}) \dots\dots\dots (2)$$

(2)式において $t \rightarrow \infty$ とすると

$$D_{it \rightarrow \infty} = \frac{n \cdot V \cdot D_a + M}{n \cdot V} \dots\dots\dots (3)$$

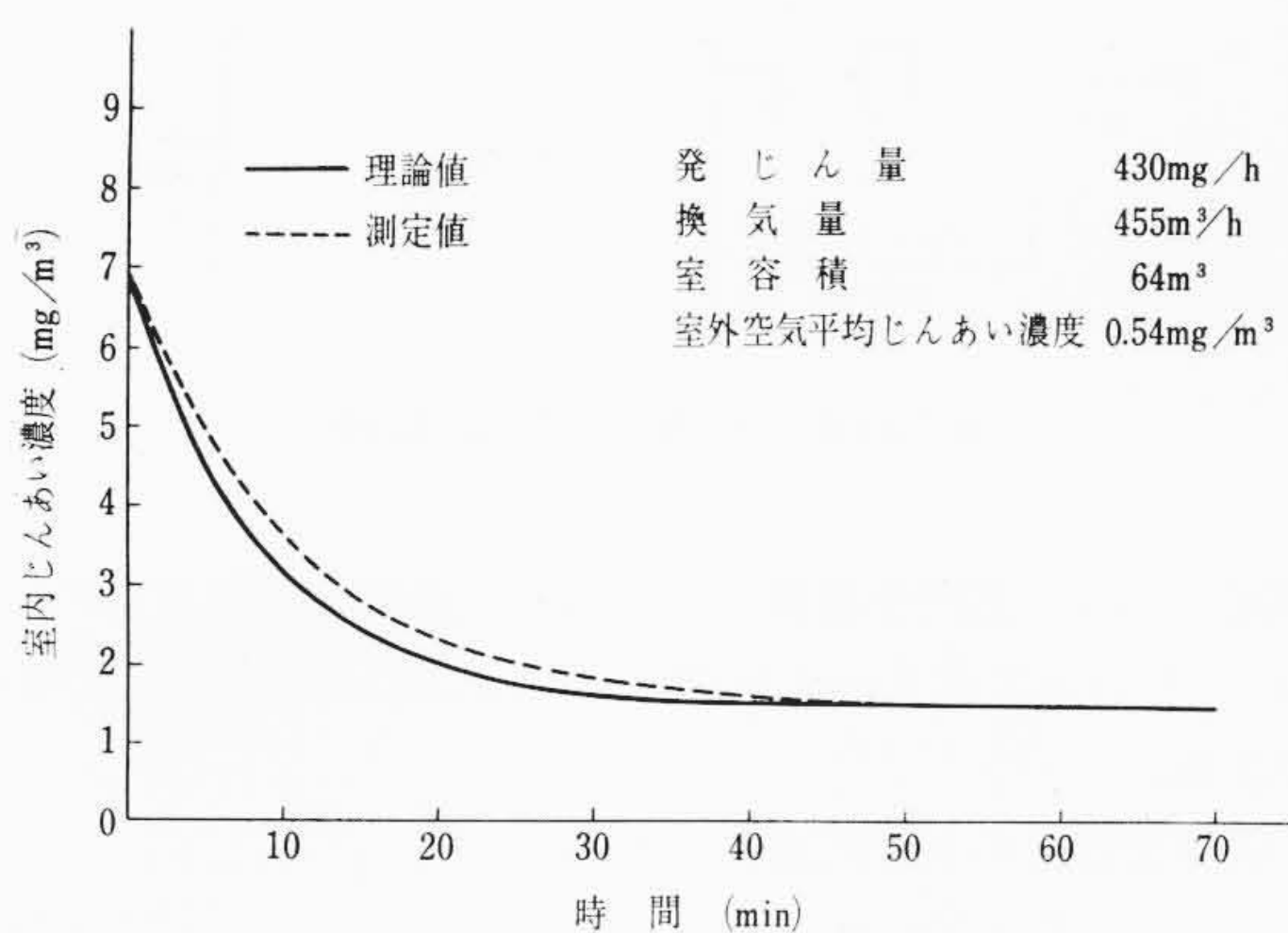
第2表 業種別室内汚染状況

分類	職業	場所	室内じんあい (mg/m ³)	外気じんあい (mg/m ³)	汚染度 指標
事務所	一般事務所 A	霞ヶ関	7.22	0.62	6.60
	一般事務所 B	霞ヶ関	8.84	0.62	8.22
	設計事務所 A	新橋	4.15	1.14	3.01
	設計事務所 B	亀戸	2.57	0.65	1.92
	銀行	東京	2.24	0.94	1.30
	証券会社	錦糸町	0.91	0.31	0.60
	旅行案内所	虎ノ門	1.41	0.57	0.84
	郵便局	神田	0.68	0.55	0.13
	区役所		1.07	0.31	0.76
	警察署	本所	2.65	0.68	1.97
	電話局	亀戸	2.32	0.52	1.80
	職業安定所	亀戸	2.34	0.31	2.03
食堂・喫茶関係	カマメシ屋	新橋	1.58	0.70	0.88
	食堂 A	銀座	2.73	1.22	1.51
	食堂 B	日比谷	4.52	1.56	2.96
	ウナギ屋	銀座	8.82	1.53	7.31
	喫茶店 A	新橋	3.48	1.14	2.34
	喫茶店 B	水道橋	2.88	0.37	2.51
	喫茶店 C	新橋	4.29	0.57	3.72
スポーツ遊技場関係	バチンコ屋 A	新橋	1.77	1.07	0.70
	バチンコ屋 B	亀戸	1.17	0.44	0.73
	ボーリング場	錦糸町	1.71	0.42	1.29
	マージャン屋 A	神田	3.20	0.57	2.63
	マージャン屋 B	御茶ノ水	5.38	0.52	4.86
	卓球センター	水道橋	1.04	0.29	0.75
	ローラースケート場	水道橋	1.21	0.37	0.84
	ダンスホール	上野	2.10	0.57	1.53
一般商店	本屋	銀座	1.50	1.40	0.10
	靴屋	銀座	1.48	1.43	0.05
	花屋	日比谷	1.04	1.48	-0.44
	米屋	亀戸	1.14	0.78	0.36
	洋服屋	神田	0.58	0.57	0.01
	動物店	押上	1.40	0.88	0.52
工場	印刷工場 A	亀戸	1.22	0.88	0.34
	印刷工場 B	亀戸	1.56	0.76	0.80
	プラスチック工場	亀戸	2.24	0.92	1.32
	木工工場	亀戸	1.69	0.96	0.73
	フライス板工場	亀戸	1.48	0.96	0.52
	洋服工場	亀戸	0.96	0.57	0.39
	鉄工場	亀戸	1.79	0.81	0.98
劇場・学校	映画館 A	日比谷	1.82	1.09	0.73
	映画館 B	錦糸町	0.94	0.37	0.57
	自動車教習所	亀戸	1.92	0.37	1.55
	大学教室	水道橋	0.29	0.27	0.02
病院・理容	病院 A	新橋	4.10	0.83	3.27
	病院 B	亀戸	4.02	0.99	3.03
	理容所 A	亀戸	2.24	0.81	1.43
	理容所 B	新橋	0.99	0.81	0.18
	美容院	亀戸	1.20	0.99	0.21
交通関係	地下駐車場	日比谷	1.50	0.99	0.51
	Police Box	日比谷	1.90	1.90	0
	国電駅事務室	浅草橋	6.80	0.81	5.99
	国電出札所 A	新宿	1.02	0.57	0.45
	国電出札所 B	上野	2.39	0.57	1.82
	汽车内	東北線	11.64	0.57	11.07
	駅待合室	上野	1.21	0.64	0.57
	駅地下道	新宿	1.79	0.57	1.22

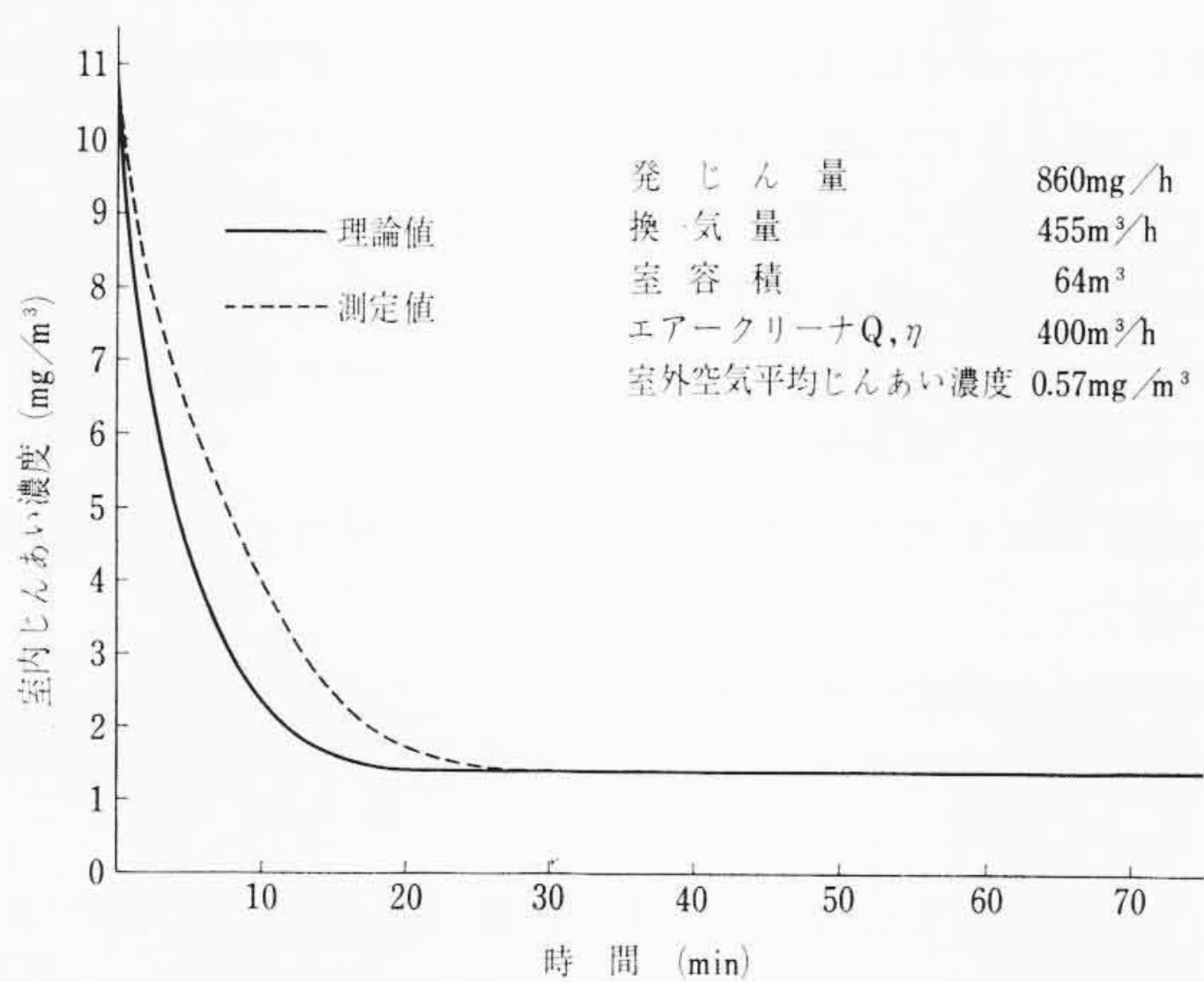
第3表 自然換気回数

室の種類	風速(m/秒)	室内外温度差 (℃)	換気回数 (回/時)
鉄筋コンクリート造洋室	0~1.5	5以下	0.3~1.0
木造大壁洋室	0~1.5	5以下	0.5~1.5
木造真壁洋室	0~1.5	5以下	0.5~3.0
	0~1.5	10内外	0.5~6.5
内外壁板張室(中空)	0~1.5	5以下	2.5~4.5

日常使用されている状態で測定した室内じんあい濃度 D_i は、ほぼ $D_{it \rightarrow \infty}$ の値と考えられるので、室内発じん量 M は(4)式で示される。



第7図 換気のみによる室内じんあい濃度変化



第8図 エアクリーナ運転による室内じんあい濃度変化

$$M = n \cdot V (D_i - D_a) \quad (4)$$

(4)式よりデジタル粉じん計で測定した汚染度指標 $D_i - D_a$ および換気量 $n \cdot V (\text{m}^3/\text{h})$ がわかれば室内発じん量が求められる。

特別に換気設備を持たない場合、その部屋の換気量は自然換気によるが、部屋の構造より自然換気回数は第3表⁽²⁾より推定できる。(ただしドアが開放状態にない場合)

5. 室内の空気浄化対策

室内の汚染度を抑制するために窓を開けたり、換気設備を設けたりして外気なみのじんあい濃度を維持させる消極的な方法が従来多く採用されているが、冷暖房時はその経費がかさみ、また外気が汚染している場合はまったく意味がなくなる。

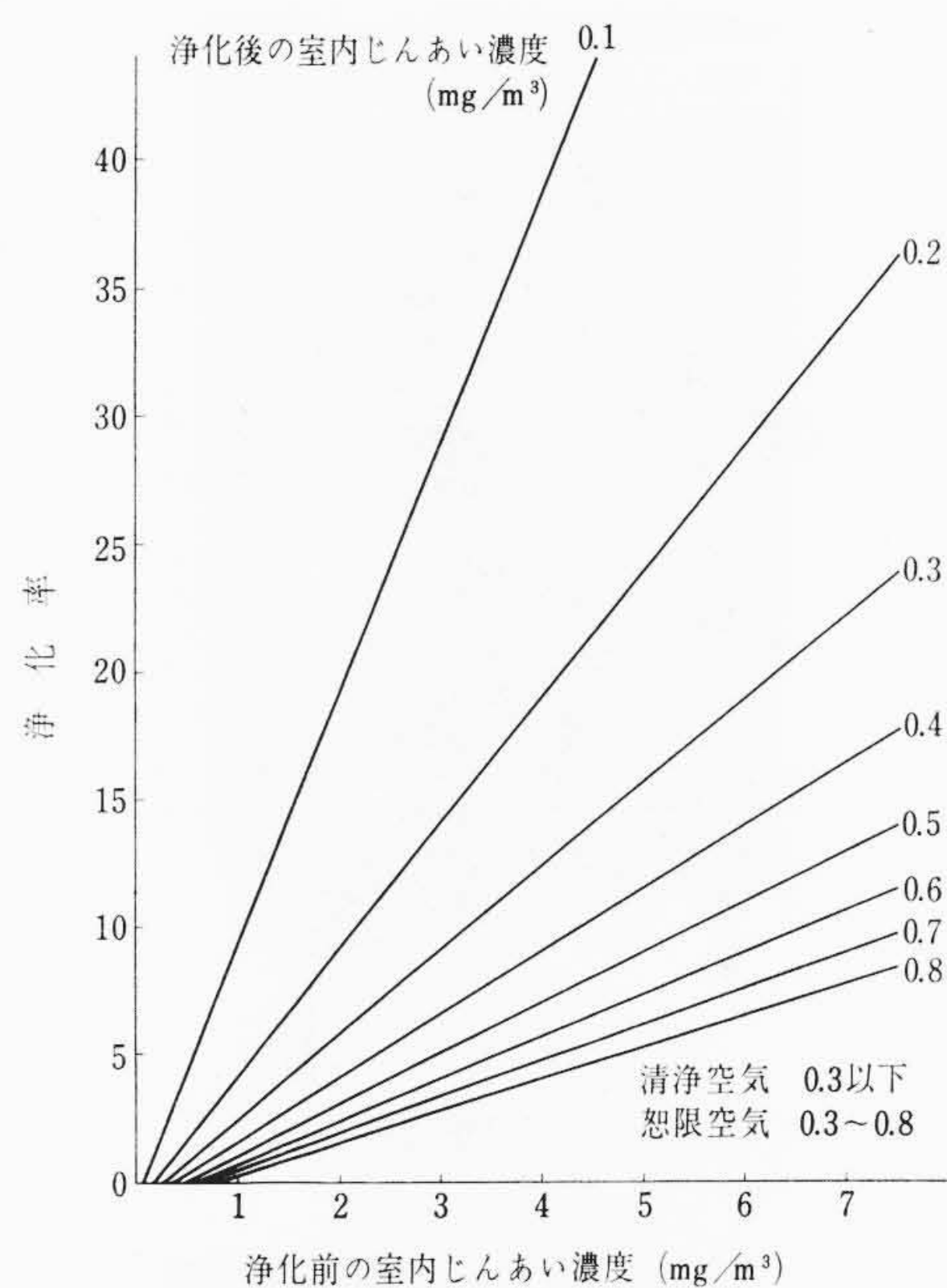
以上の理由でタバコの煙 ($0.05 \sim 1 \mu$) などのエアロゾル状汚染物に対して高い集じん率を有するエアクリーナが使用されるようになってきた。

エアクリーナの性能は処理風量×集じん率 ($Q \cdot \eta$) で定まり、室内容積、換気量、室内発じん量、外気汚染度にマッチしたものを使用しないと所期の効果は得られない。しかしエアクリーナを設置すればいかなる部屋でも清浄になると考えられ、また100%の効果を期待される場合が多々ある。これは空気浄化の適正対策に対する資料が不足しているためであるので、これに対して検討を加えた。

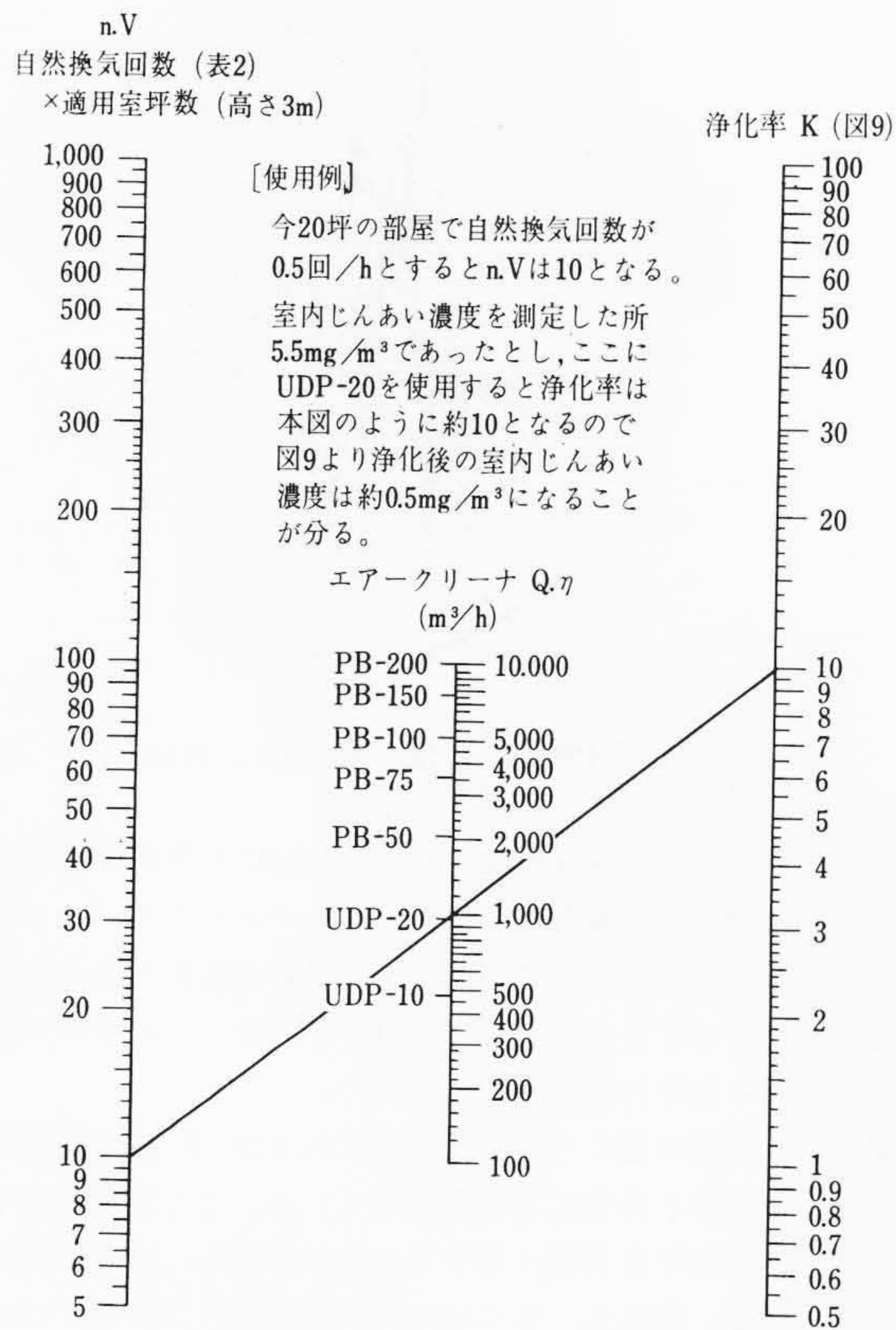
前述の(1)～(3)式の条件に対して処理風量 $Q (\text{m}^3/\text{h})$ 、集じん率 $\eta (\%)$ のエアクリーナを運転したとし、この場合の室内じんあい濃度を D_c とすると

$$V \frac{dD_c}{dt} = n \cdot V \cdot D_a + M - (n \cdot V + Q \cdot \eta) D_c \quad (5)$$

したがって



第9図 室内じんあい濃度と浄化率の関係



第10図 適正エアクリーナ選択図表

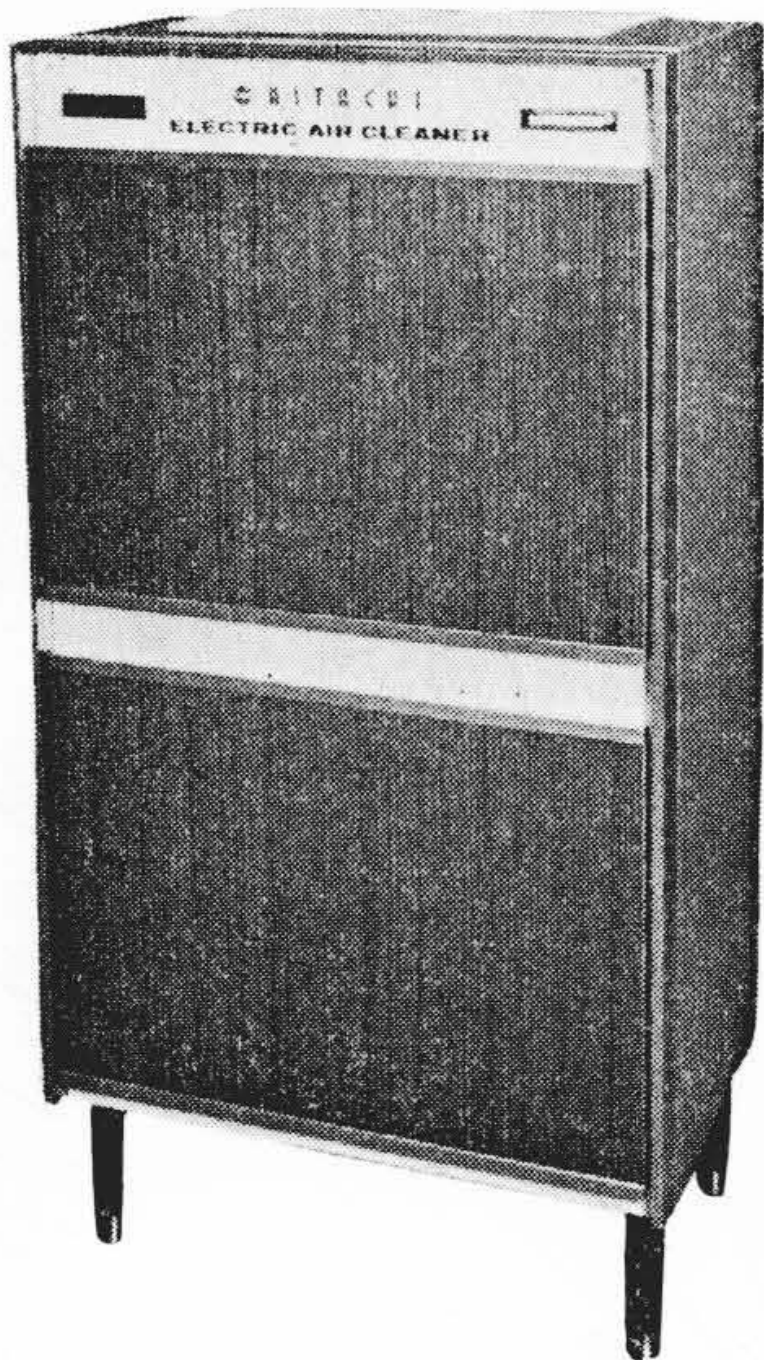
$$D_{ct} = D_{c0} e^{-\frac{n \cdot V + Q \cdot \eta}{V} t} + \frac{n \cdot V \cdot D_a + M}{n \cdot V + Q \cdot \eta} \left(1 - e^{-\frac{n \cdot V + Q \cdot \eta}{V} t} \right) \quad (6)$$

(6)式で $t \rightarrow \infty$ とすると

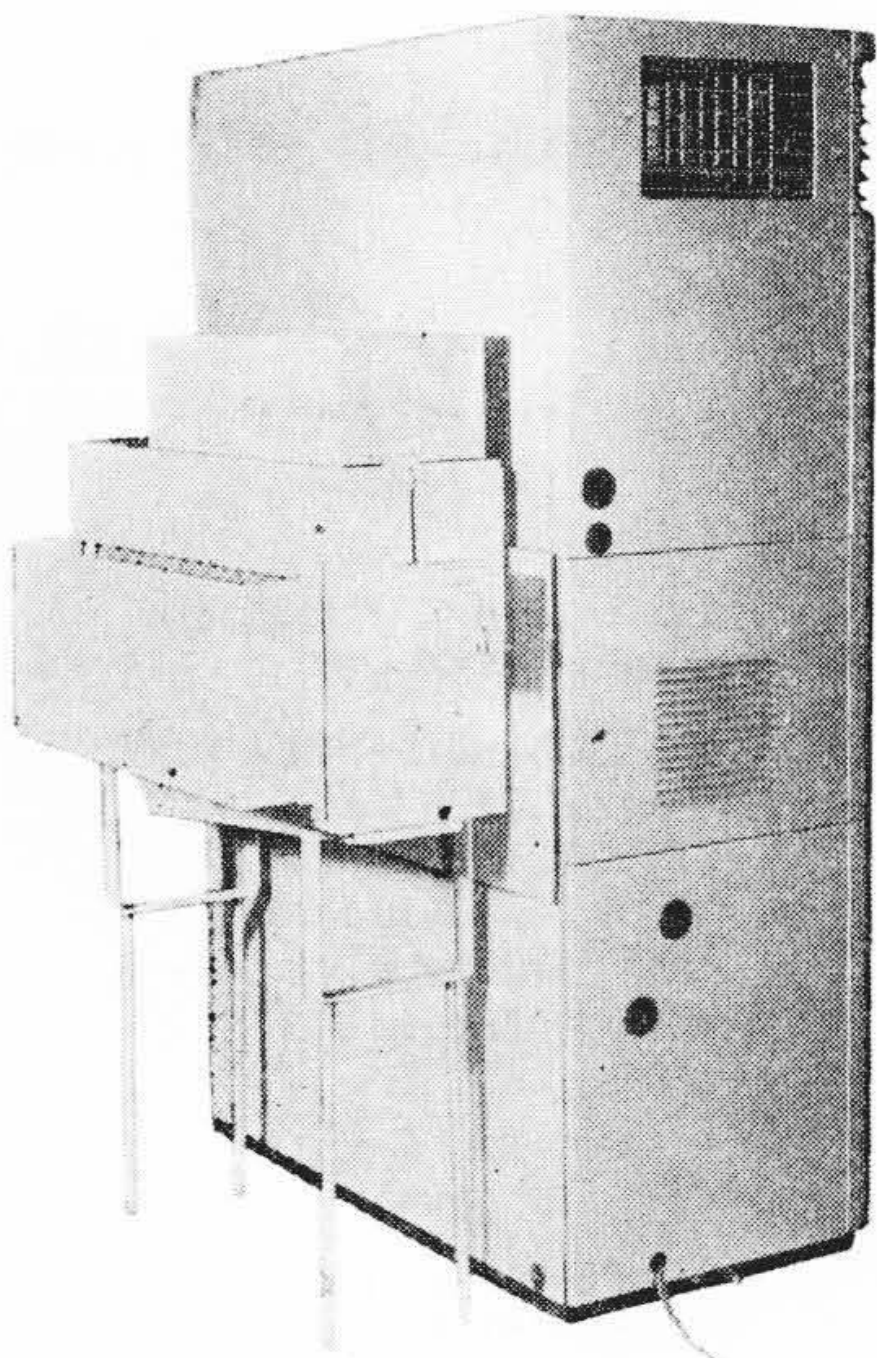
$$D_{ct \rightarrow \infty} = \frac{n \cdot V \cdot D_a + M}{n \cdot V + Q \cdot \eta} \quad (7)$$

(7)式において室内発じん量 M を(4)式より求めたとしても、室内じんあい濃度の平衡値 D_c は(8)式となる。

$$D_c = \frac{n \cdot V \cdot D_i}{n \cdot V + Q \cdot \eta} \quad (8)$$



第11図 UDP-10 外観



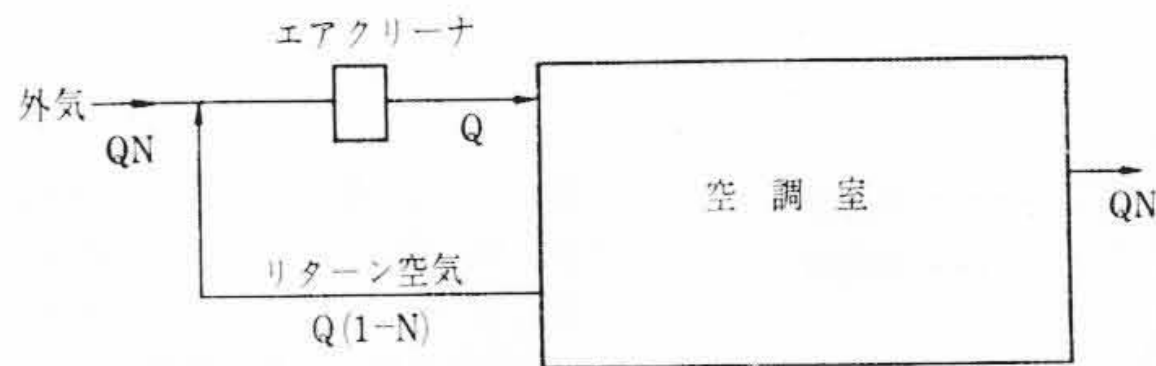
第12図 PB-75 外観 (RP-755と直結)

(3)式、(8)式の確認を行なうために64m³の部屋で実験を行なった。発じん物は室内発じんの代表的なものとしてタバコを使用した。タバコの発じん量は1本あたり約430mg/hである。換気のみの場合およびエアクリーナ(Qη=400)を運転した場合において測定し、結果はそれぞれ第7、8図となった。

第7図および第8図にそれぞれ(3)式および(8)式の理論値を併記したが、理論値と非常によく合致している。また室内は約1時間以内にはそれぞれ平衡状態に達することがわかる。実際には発じん量、外気汚染度、換気量ともに時間の関数であり、一定ではないが日常の使用状態のもとにおける室内じんあい濃度をデジタル粉じん

第4表 UDP形、PB形エアクリーナの性能表

形 式	Q η (m ³ /h)	特 長	直結パッケ ージ形式
UDP	10	活性炭、陰イオン発生器、ファン内蔵 手動洗浄	
	20		
PB	50	パッケージ形エアコンディショナと直 結連動使用 自動洗浄方式	RP-505
	75		RP-755
	100		RP-1004
	150		RP-1504
	200		RP-2004



第13図 空調設備基本図

計で測定すれば、室内を希望するじんあい濃度に押えるためにはQ・ηがいくらエアクリーナを設置すればよいかの概要をつかむことができる。

(8)式はまた次のように表わされる。

$$Q \cdot \eta = n \cdot V \cdot \left(\frac{D_i - D_e}{D_e} \right) \dots\dots\dots (9)$$

(9)式中 (D_i-D_e)/D_e=K とおきKを浄化率とする。室内のじんあい濃度 D_i が大きいほど、またエアクリーナ設置後のじんあい濃度 D_e を小さくしたいほど浄化率Kは大となるので、エアクリーナはQ・ηの大きいものを使用しなければならないことになる。

D_eとしては第1表に示す許限空気のじんあい濃度を0.8mg/m³以下に保つことが必要であるので、D_e=0.1~0.8の範囲でD_iとKの関係を求めると第9図となる。

また第9図より求めたKおよびn・VよりQ・ηを求める図表を第10図に示す。

以上に述べた用途に使用するエアクリーナとしては、ファンを内蔵する機種および他のユニット形空調機と直結できる機種が選択される。

日立では業務用として前者にUDP形(第11図はUDP-10の外観)後者に日立パッケージ形エアコンディショナと直結して使用するPB形(第12図はRP-755とPB-75の直結例)があるが、それぞれの機種のQ・ηは第4表に示すとおりである。

6. 空調設備と空気浄化

ビルディング、工場などの空調設備は、従来温度条件に主体を置いて換気量が求められているが、これを空気浄化の面から検討を加えてみる。

一般に空調設備は第13図の方式に基本がおかれている。室内は陽圧になるのが普通であり、取り入れた外気量に等しい空気が室内よりドアや窓のすき間を通して外部に放出されるので、前章で考えた自然換気は無視できる。

外気取入量/リターン空気量をN、全風量をQ(m³/h)、外気じんあい濃度をD_a(mg/m³)、エアクリーナの集じん率をη、室内容積をV(m³)、室内発じん量をM(mg/h)、室内のじんあい濃度をD_e(mg/m³)とすると

$$\begin{aligned} \text{室内に流入するじんあい量} &= [QN \cdot D_a + Q(1-N)D_e](1-\eta) + M \\ \text{室外に流出するじんあい量} &= [QN + Q(1-N)]D_e = QD_e \end{aligned}$$

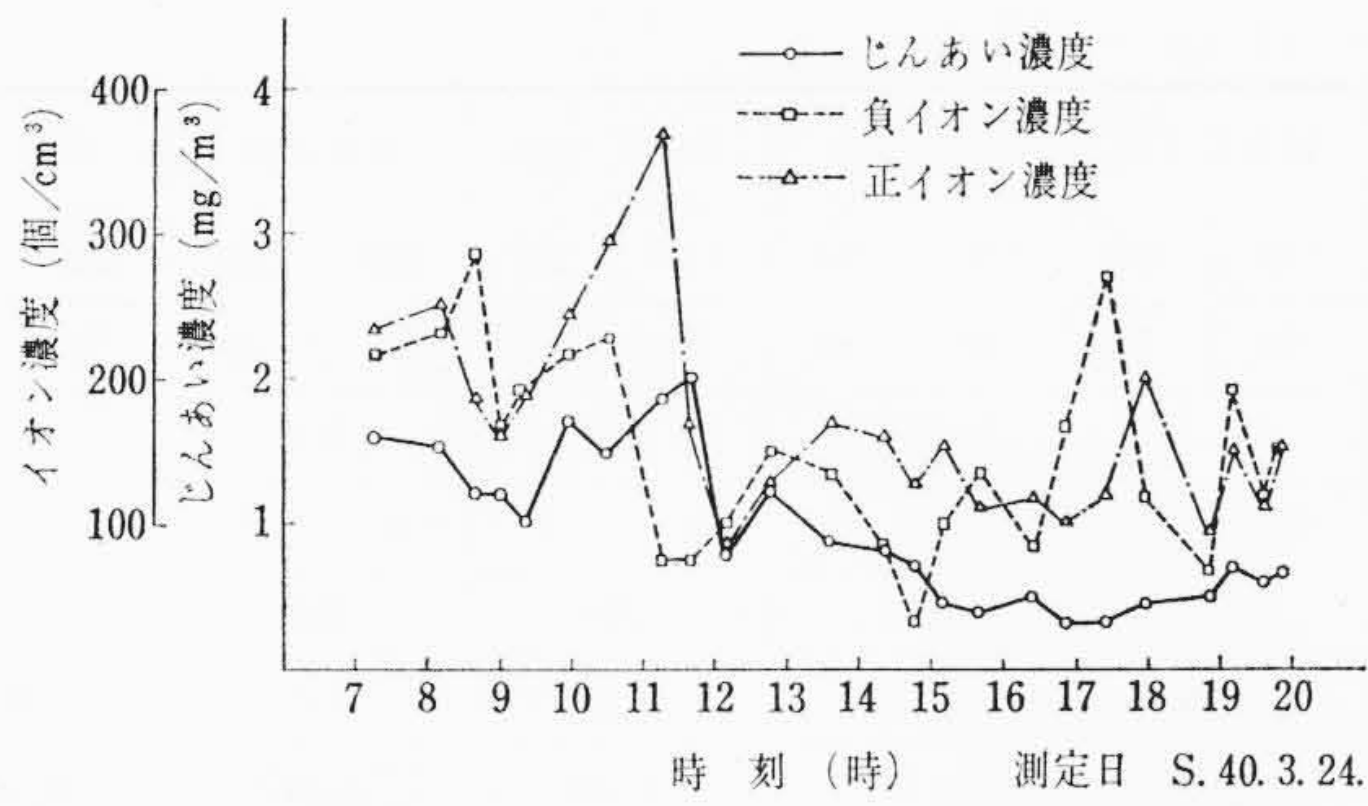
となるので(10)式が成立する。

$$\begin{aligned} V \cdot \frac{dD_e}{dt} &= [QND_e + Q(1-N)D_e](1-\eta) + M - QD_e \\ &= QND_a(1-\eta) + M - Q[N + (1-N)\eta]D_e \end{aligned} \dots\dots\dots (10)$$

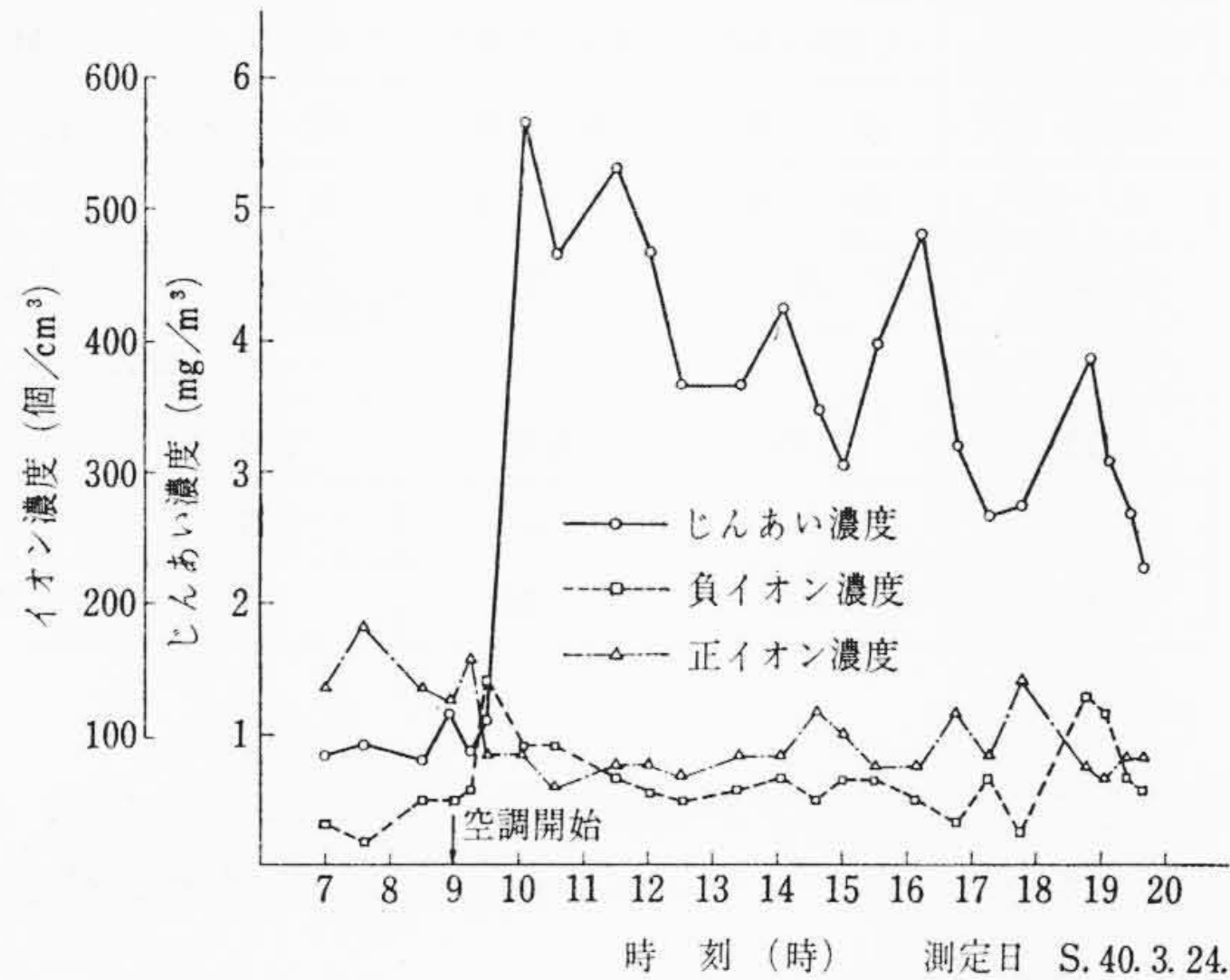
これを解き D_e(t→∞)=D_e とおくと(11)式となる。

$$D_e = \frac{Q \cdot N \cdot D_a (1-\eta) + M}{Q[N + (1-N)\eta]} \dots\dots\dots (11)$$

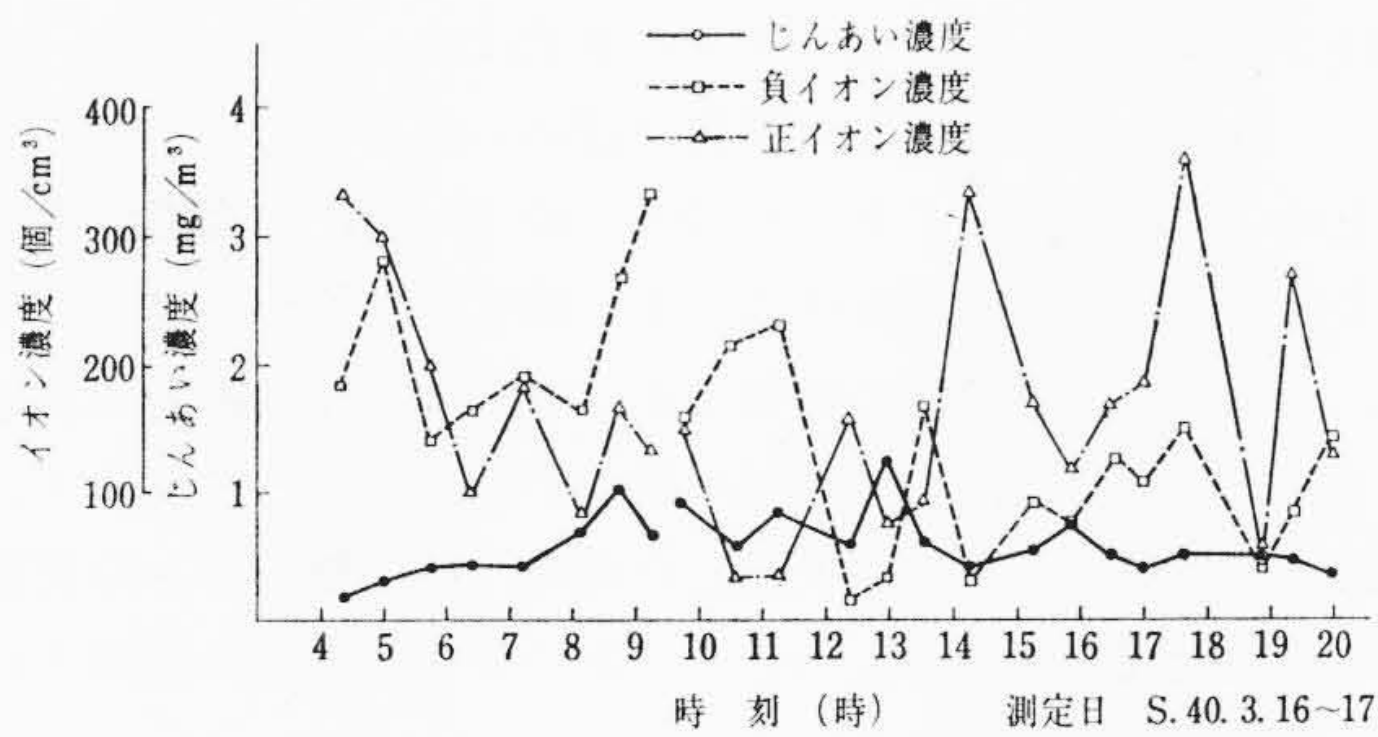
(4)式に相当するものとして、エアクリーナを使用しない場合の室内じんあい濃度をD_{iN}(mg/m³)として室内発じん量Mを求める



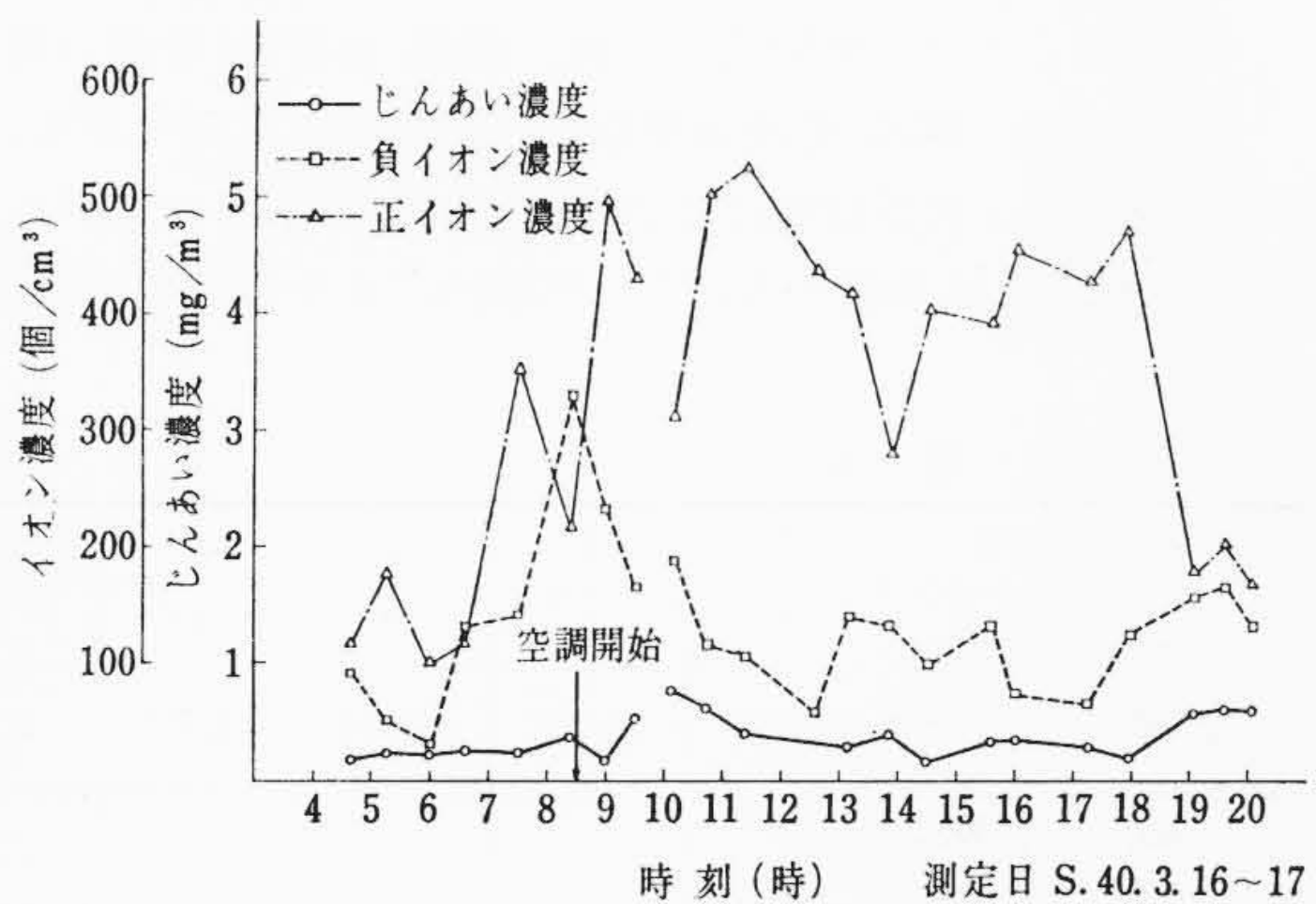
第 14 図 大手町某ビル屋上の空気状態



第 15 図 大手町某ビル室内の空気状態



第 16 図 田村町某ビル屋上の空気状態



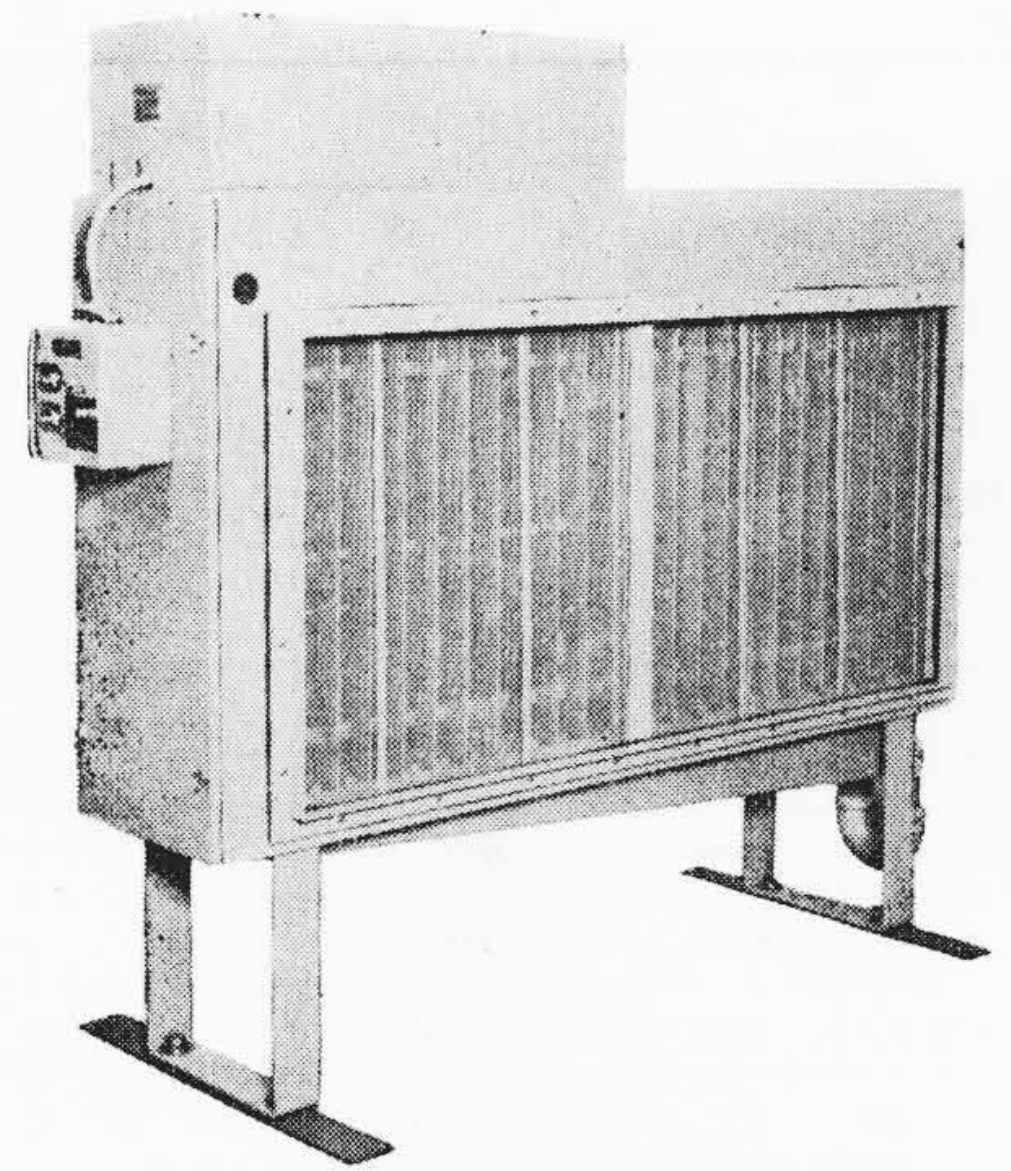
第 17 図 田村町某ビル室内の空気状態

と(12)式となる。

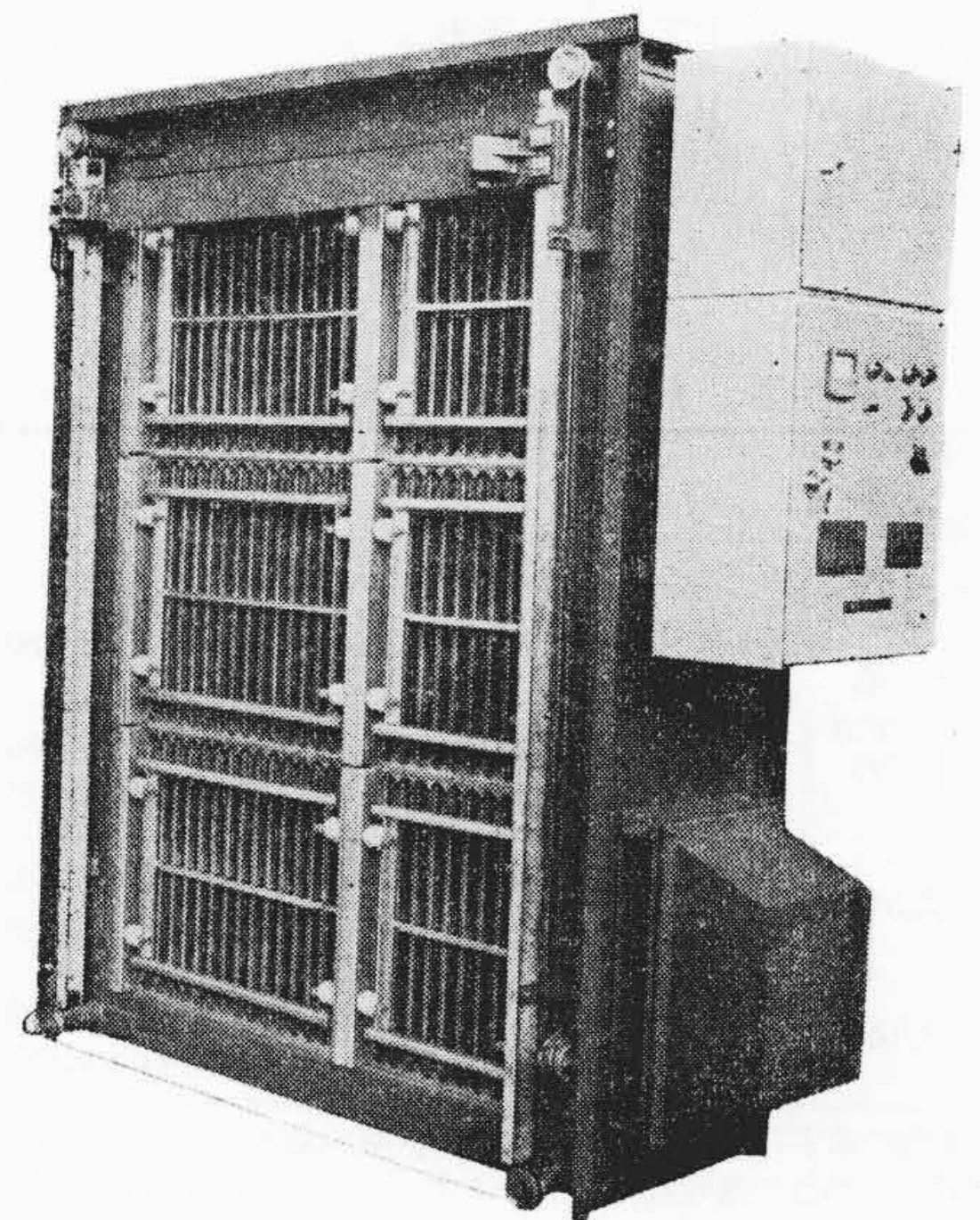
$$M=Q \cdot M(D_{iN}-D_a) \quad (12)$$

(12)式を(11)式に代入すると

$$D_c = \frac{N(D_{iN}-D_a)\eta}{N+(1-N)\eta} \quad (13)$$



第 18 図 HB-60



第 19 図 HA-311

エアクリーナを空調設備に使用する場合、集じん率としては85%あるいは90%で設計される。これは前述のように外気に比し室内の汚染が予想以上に大きいにかかわらず、空調設備の換気量は温度条件により決定されること、および浄化装置が完全であるほど外気取入量が少なく済み空調設備費が節減されるためである。

現在空調設備にエアクリーナがない場合は、その状態で室内および室外のじんあい濃度を測定すれば、(13)式よりエアクリーナを設置した場合室内がどの程度に浄化されるかがわかる。しかし新しく計画する場合は室内発じん量を前章を参考にして推定するか、同業種の場合を実測して(4)式より求め(11)式に代入して算出しなければならない。

実際例として空調設備に繊維性フィルタしかもたない大手町の某ビルと、エアクリーナを設備した田村町の某ビルについて外気および室内のじんあい濃度、および空気イオンの連続測定を行なった結果は第14～17図に示すようになり、エアクリーナによる空気浄化の効果が明らかにわかる。なお空気イオンに関しては後章で述べるが、エアクリーナの使用により室内の空気イオン濃度も増加していることがわかる。

空調設備に応用するエアクリーナとして、日立ではキャビネット方式のHB形(第18図はHB-60の外観)と、わく組方式のHG形およびHA形(第19図はHA-311の外観)がある。わく組方式中

標準仕様		第5表 HB 形 エ ア ク リ ー ナ 仕 様 一 覧 表																	
形 式		HB-40		HB-60		HB-90		HB-130		HBT-130		HB-180		HBT-180		HB-250		HB-350	
仕 様 項 目																			
最 大 処 理 風 量	m ³ /min	40	48	59	70	88	105	125	150	125	150	176	210	176	210	250	300	352	422
集 じ ん 率	%	90	85	90	85	90	85	90	85	90	85	90	85	90	90	90	85	90	85
最 小 捕 集 じ ん 埃	μ	0.1		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1	
風 損 (最大風量で)	mmAq	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7
電 源 電 圧	V	200		200		200		200		200		200		200		200		200	
集 じ ん 所 要 電 力	W	35		45		60		85		85		130		130		190		280	
全 高 (足 付)	mm	1,057		1,057		1,257		1,287		2,057		1,337		2,107		2,147		2,147	
全 幅	mm	692		942		942		1,347		727		1,847		977		1,347		1,847	
気 流 方 向 長 (両フランジ付)	mm	384		384		384		384		384		384		384		384		384	
ダクト寸法 (幅×高さ)	mm	570×355		820×355		820×555		1,190×555		570×1,305		1,690×555		820×1,305		1,190×1,305		1,690×1,305	
据 付 方 法		据 置		据 置		据 置		据 置		据 置		据 置		据 置		据 置		据 置	
気 流 方 向		水 平		水 平		水 平		水 平		水 平		水 平		水 平		水 平		水 平	
所 要 洗 浄 水 量	l/min	25		35		35		50		50		70		70		110		155	
洗 浄 所 要 圧 力	kg/cm ²	0.6														0.75			
給 水 口 ネ ジ	PT	¾B		¾B		¾B		¾B		¾B		¾B		¾B		1 B		1 B	
排 水 口 ネ ジ	PT	1 ½B		1 ½B		1 ½B		2 B		2 B		2 ½B		2 ½B		3 B		3 B	
全 重 量	kg	90		100		110		150		150		170		170		245		285	

第6表 HG形エアクリーナ一覧表										
ダクト寸法は ダクトの内側 寸法を示す	100ユニット 列数	0	1	2	1	2	3	2	3	4
	70ユニット 列数	2	1	0	2	1	0	2	1	0
段数	ダクト幅	1,425 (mm)	1,680	1,940	2,300	2,560	2,820	3,180	3,440	3,700
	ダクト高さ (mm)									
2	1,593	280	340	400	480	540	600	680	740	800
		335	405	480	575	645	720	815	885	960
3	2,345	420	510	600	720	810	900	1,020	1,110	1,200
		500	610	720	860	970	1,080	1,220	1,330	1,440
4	3,100	560	680	800	960	1,080	1,200	1,360	1,480	1,600
		670	815	960	1,150	1,295	1,440	1,630	1,775	1,900

(注) 二重線内の数字は上段が集じん率 90% 時の最大処理風量を、下数は集じん率 85% の場合の処理風量を示します (単位: m³/min)

HG 形は洗浄管固定式，HA 形は洗浄管走行式である。

HB 形，HG 形，HA 形の仕様はそれぞれ第5, 6, 7表に示すとおりである。

7. 空気イオンと負イオン発生器の意義

自然界には正および負イオンがほぼ平衡状態（地表が負電位にあるため，正イオン/負イオン≒1.2 の関係にある）で存在し，その濃度は場所により異なるが第8, 9表の例のようになる。

第7表 HA形エアクリーナ一覧表													
ダクト寸法はダクト の内側寸法を示す	100 ユニット列数	0	1	2	1	2	3	2	3	4	3	4	5
	67 ユニット列数	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0
段数	ダクト幅(mm)	1,280	1,505	1,730	2,015	2,240	2,465	2,750	2,976	3,200	3,485	3,710	3,935
	ダクト高さ(mm)												
2	1,420	265	330	400	465	530	600	665					
		320	400	480	560	640	720	800					
3	2,020	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500
		480	600	720	840	960	1,080	1,200	1,320	1,440	1,550	1,680	1,800
4	2,620	530	665	800	935	1,065	1,200	1,335	1,465	1,600	1,735	1,865	2,000
		640	800	960	1,120	1,280	1,440	1,600	1,760	1,920	2,080	2,240	2,400
5	3,220		835	1,000	1,170	1,335	1,500	1,670	1,835	2,000	2,170	2,335	2,500
			1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000	2,200	2,400	2,600	2,800	3,000
6	3,820				1,400	1,600	1,800	2,000	2,200	2,400	2,600	2,800	3,000
					1,680	1,920	2,160	2,400	2,640	2,880	3,120	3,360	3,600

(注) 二重線内の数字は集じん効率 90% 時の最大処理風量を、下段は集じん効率 85% の場合の最大処理風量を示します (単位: m³/min)

現在のところ空気イオンが生体に及ぼす影響については，次のような見解があり，効果のメカニズムあるいは適正イオン濃度に関しては定説がない。

- (a) 負イオンは異常状態にある生体機能を正常に復帰させ，生理的状态に保持しようとする傾向がある^{(4)~(12)}。
- (b) 生体に対して空気イオンの効果ははっきりしない。また正負イオンで相反した影響は認められない^{(13)~(20)}。

以上はいずれも空気イオンが 10⁴~10⁷ 個/cm³ の高濃度中の研究結果であり，自然界に存在するイオン濃度をはるかに越えたものである。このように高濃度の空気イオンを医学的な治療効果と結びつけることに関しては，今後さらに研究が進められるであろう。

しかし一方空気イオンの欠乏した環境，特に無イオンの状態は，自然の空気組成と異なるものとして次のような欠陥が指摘されており⁽⁶⁾，その対策が望まれている。

- (a) 冬季室内生活または特殊密閉作業場において，しばしば発現する空気イオンの減少または欠乏が生体に及ぼす影響の不良なことは，実験的クル病，貧血，血糖量，骨盤の発育，妊娠機能，BCG 免疫効果などの研究より推定できる。
- (b) 空気イオン欠乏状態は単に生理機能を障害するのみならず，体質にも影響を及ぼし，形態的にも不良作用を呈する。

第8表 地域的な空気の性状⁽³⁾
測定月日 37.11.15~11.22 測定時刻 11h~14h

天 候	川 崎 雨	大 森 曇	神 田 晴	新 宿 曇	丸 ノ 内 曇	日 比 谷 曇	田 無 薄 曇	青 梅 雨	小 菅 村 雨
CO (PPM)	—	12	7	—	3	2.5	—	—	—
CO ₂ (PPM)	350	400	550	700	400	350	350	350	350
Dust 個/cc	276	2,100	780	1,250	820	780	260	286	170
正イオン密度 個/cc	99	52	172	69	183	150	346	476	670
負イオン密度 個/cc	167	58	188	61	46	101	336	550	695
イオン密度比 +/—	0.59	0.9	0.92	1.13	3.98	1.48	1.04	0.87	0.97
測定移動速度 Vol t/cm/sec	0.48	0.45	0.38	0.5	0.55	0.52	0.45	0.41	0.47
温 度 °C	13.7	17.8	19.4	16	14	15	13.2	—	4.0
湿 度 %	88	88	82	84	87	86	89	—	93
備 考	11/15 測定 (テント張り)	道路際	出口	屋上	屋上	屋上	道路際		

第9表 事務ビル内空気の性状⁽³⁾

時 間	11.00	11.35	13.50	14.30
CO (PPM)	5	6	2.5	4
CO ₂ (PPM)	700	850	350	400
Dust 個/cc	775	1,205	780	670
正イオン密度 個/cc	44	62	150	154
負イオン密度 個/cc	45	59	101	126
イオン密度比 +/—	0.98	1.05	1.48	1.22
温 度 °C	16.8	19.0	15.0	16.9
湿 度 %	86	85	86	86
備 考	三階事務室 GW付	三階大事務室 GW付	屋 上	玄関ホール 中央

GW: ガラスウールフィルター

第10表 各種条件下の空気イオン濃度 (個/cm³)

測定場所	イオンの極性	換気(暖房)のみ	電気集じん器運転 (左記に追加)	負イオン発生器運転 (左記に追加)
室内中央	負	50	50~90	300~340
	正	100	200~300	0~80
吹出しグリル直後	負	—	160	5,940
	正	—	300	70
吹出しグリルから約1m後で直接微風の当たる部分	負	—	—	770

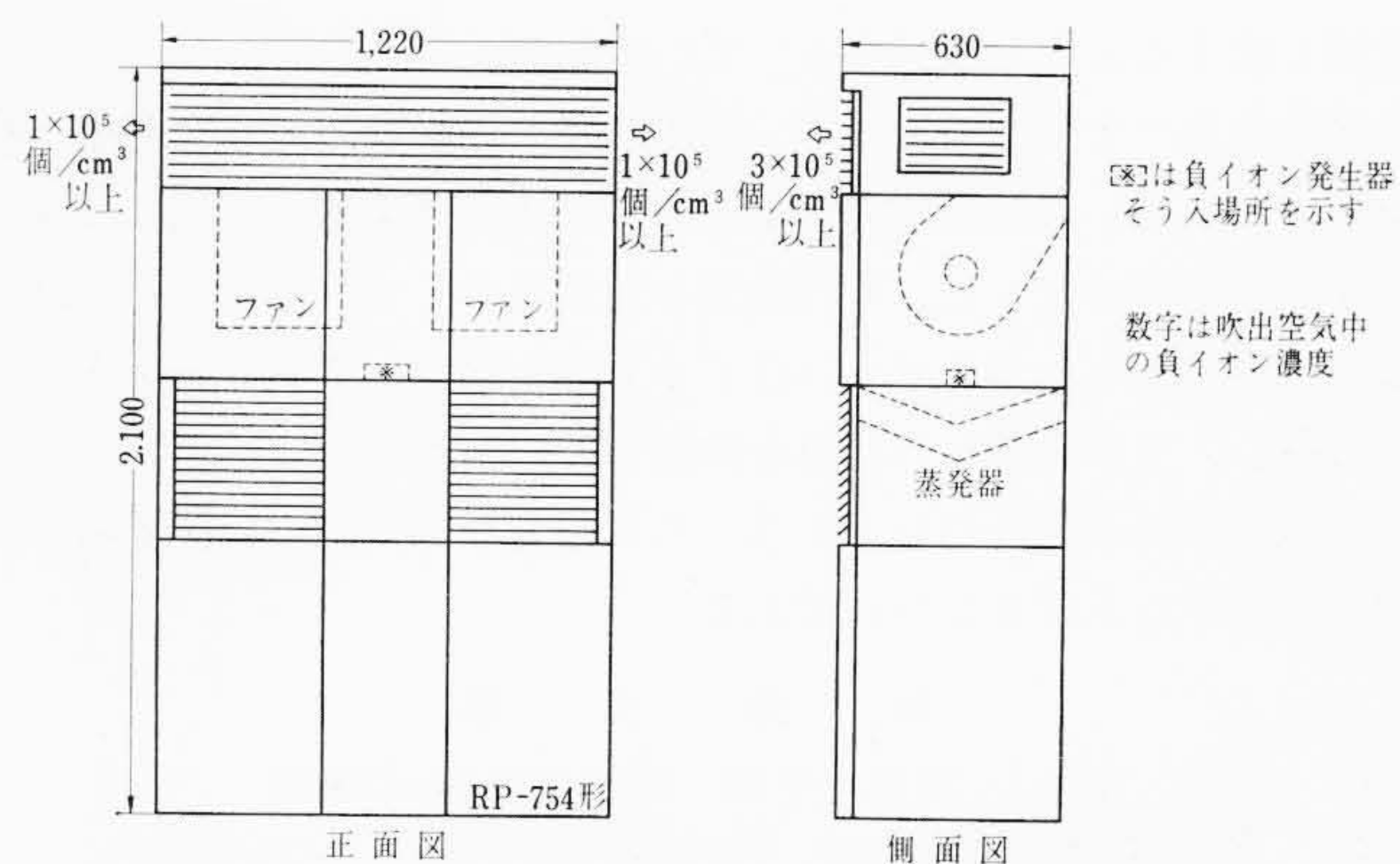
(注) 田村町某ビル2~5階で3点測定

以上のように空気浄化と同時に、室内を自然大気中のイオン濃度と同じ程度かいくぶん上まわる程度に保つことは、環境衛生上新しい問題になってきている。この場合空気イオンの効果を認める学説の中では、正イオンより負イオンのほうが生体により良い影響を与えとしているので、人工的に空気イオンを発生させる場合は一般に負イオンが用いられている。(正負両イオンを交互に出す方法もあるが、両者の中和により室内のイオン濃度は低下する)

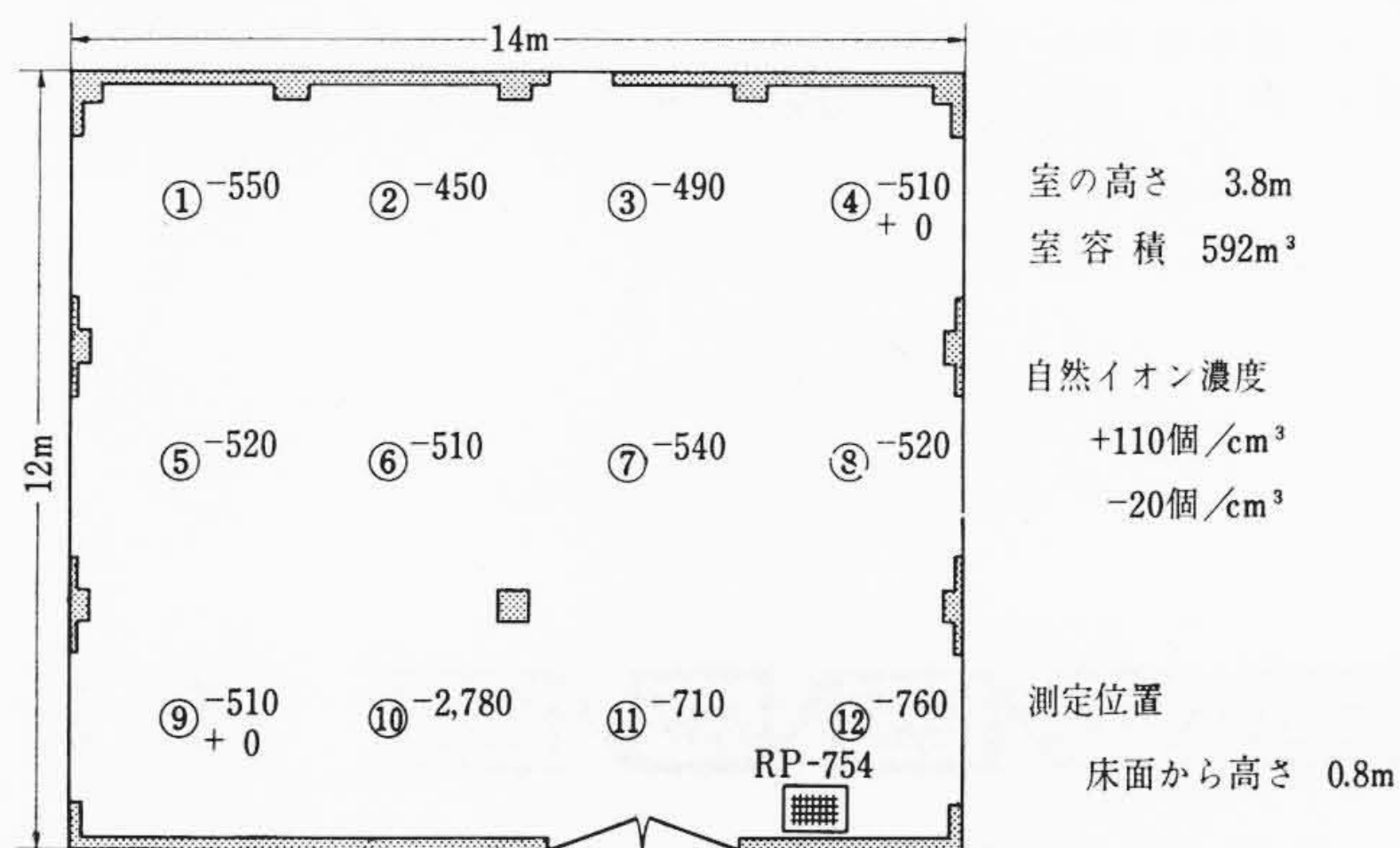
以上の理由により5章で述べたUDP形エアクリーナには、高圧コロナ放電を利用した負イオン発生器が取り付けられており、室内のイオン濃度を自然大気中のそれに近づけるように設計されている。

しかしここで注目すべきことは第14~17図で明らかのように、エアクリーナを使用している場合は外気に比較して、またエアクリーナを使用しない場合の室内に比較して空気イオン濃度は正負とも増加する傾向にあることである。同時に数個所のビルにおいて確認したことであるが、エアクリーナを設置していない場合はだいたい100個/cm³以下で、ほとんど無イオンの状態に近い状態が多かった。

エアクリーナが設置してある場合は正あるいは負イオンにより、100個/cm³以上のイオン濃度が保たれている。正負いずれが多いかは日によりまた測定場所により異なるが、すくなくとも無イオンに近い状態のところは見いだせなかった。これはエアクリーナよりあ



第20図 パッケージ形エアコンディショナ内の負イオン発生器設置状況



第21図 パッケージ形エアコンディショナに負イオン発生器を取り付けたときの室内イオン濃度分布

る程度正イオンが発生する場合があることにもよるが、それ以上に室内にエアロゾル状汚染物がすくない場合は、宇宙線などの影響により室内で発生するイオンが減少しにくいのではないかと考えられる。

したがってエアクリーナを使用している場合は特にイオン発生器は必要ないとも思われるが、負イオン濃度をさらに安定して高めたい場合は負イオン発生器を使用すれば良い。たとえば第16,17図と同じ田村町某ビルで送風機の前にイオン発生器を設置した場合は、第10表のようになり室内は正イオンに比べ負イオン濃度のほうが増加してくる。

さらにパッケージ形エアコンディショナ (エアクリーナなし) に第20図のように負イオン発生器を取り付け室内のイオン分布を測定すると第21図のようになり、特にエアクリーナがなくても室内のイオン濃度は明らかに向上することがわかる。

陰イオン発生器の構造、性能、使用例に関する詳細な報告は紙面の都合で次に譲るが、負イオン発生器を取り付けることにより、いかなる空調方式の場合でも室内の無イオン状態が解決され、負イオン濃度が自然大気中のそれと同程度かいくぶん上まわる程度の濃度に維持できる意義は大きい。今後の空調はエアクリーナと併用して負イオン発生器が使用され、自然の清浄空気が呼吸できる室内環境となるように改善されていくものと確信する。

8. 結 言

以上空気調和の面から、空気汚染の実情とその対策について検討を加えた。エアロゾル状汚染物の濃度測定に使用したデジタル粉じん計は、現在日立製作所の東京、大阪、名古屋、九州の各営業所商品課に備えられており、ご要望によりいつでも室内じんあい濃度の測定ができる状態にあるので気軽に利用していただき、適正な浄化

対策を講ずるようお願いするしだいである。

また空気イオンに関しては、人体に与える影響に対して明確な結論が出ていないのが現状であるが、負イオン発生器の使用により無イオンの状態をなくし、室内空気を自然界のイオン濃度に近づけることは意義あるものと思う。負イオン発生器をエアクリーナとともに設置し、空調設備への活用を検討していただきたい。

本稿を終わるにあたり、いろいろご協力をいただいた関係各位に厚くお礼申し上げるしだいである。

参 考 文 献

- (1) 川崎, 末永: 環境衛生学, 南山堂書店 (1963)
- (2) Wall Street Journal, Nov. 21 (1960)
- (3) 加藤ほか: 電気試験所彙報 26(12) 43~48 (1963)
- (4) Dessauer, F: Zehn Jahre Forschung auf dem Physikalisch-Medizinischen Grenzgebiet, Georg Thieme, Leipzig (1931)
- (5) 木村, 谷口: 医学領域における空気イオンの理論と実際 南山堂書店 (1938)
- (6) 井上: 空気イオンの医学的研究, 北隆館 (1946)
- (7) 安部: 産業環境工学 2(15) 2~7 (1962)
- (8) 安部, 原: 公衆衛生 28(6) 297~306 (1964)
- (9) Herrington, L. P and Smith, K. L: J. Ind. Hyg., 17 (6) 283~288 (1935)
- (10) Krueger, A. P and Smith, R. F: J. Gen. Physiology, 44, 269~276 (1960)
- (11) Kornbluh, I. H et al: Amer. J. Physical Med. 37, 18~27 (1958)
- (12) Koch, W.: J. Hyg. Camb. 60, 183~191 (1962)
- (13) 草間: 衛生工業協会誌 11(1) 4~19 (1937)
- (14) Yaglou, C. P.: Trans. A. S. H. V. E., 39, 357 (1933)
- (15) Yaglou, C. P.: J. Ind. Hyg. 17(6) 280~282 (1935)
- (16) Herrington, L. P: J. Clin. Investigation, 14, 70~80 (1935)
- (17) Herrington, L. P and Kuh, C.: J. Ind. Hyg. and Toxicol., 20(2) 179~187 (1938)
- (18) Lefco, N.: A. M. A. Arch. Envir. Health, 7(6) 664~667 (1963)
- (19) Blumstein, G. I.: A. M. A. Arch. Envir. Health 8 (6) 818~819 (1964)
- (20) 日野ほか: 日本温泉気候物理医学会雑誌, 27(2), 106 (1963)



特 許 の 紹 介



特許第436419号

川和田七郎・梅井純

架橋ポリエチレン絶縁電線製造法

この発明は、架橋ポリエチレン絶縁電線の製造法の改良に関するもので、その目的は、製造時において、起りやすいポリエチレンの流動、変形、溢出などの問題を一掃し、あわせて電気的特性良好な電線を提供しようとするものである。普通この種架橋ポリエチレン絶縁電線の製造は、導体の周上に、直接あるいは半導電性布テープ巻層を介して架橋剤を含むポリエチレン層、および半導電性布テープ巻層を順次設けた線心を、約160~200℃の範囲に加熱してポリエチレン層をキュアしているが、この方法によると、熱処理時に架橋剤を含むポリエチレンがキュアされる以前に流動し、その流動ポリエチレンは半導電性布テープ巻層に浸透した状態でキュアが完了し、これが電線の電気的特性、特に絶縁耐力を低下させる原因となっていた。この発明においては、前述の欠点を一掃するため、図面に示すように、より線導体1の周上に半導電性テープ巻層2、架橋されたポリエチレンテープ巻層3、架橋剤を含むポリエチレン絶縁層4、架橋されたポリエチレンテープ巻層5および半導電性布テープ巻層6を順次設けたのち、これを170℃の温度で熱処理して、架橋剤を含むポリエチレン絶縁層4を完全にキュアさせ、最後に外部シース7を設けて、所望の電線を得る。この発明の電線によると、ポリエチレン絶縁層4の両側には、あらかじめ架橋され、160℃程度の温度では変形しないポリエチレンのテープ巻層3と5が設けてあるから、絶縁層4の熱処理に際してそのポリエチレンが溶融し流動

状態となったとしても、ポリエチレンの外部への流動は、テープ巻層3, 5によって阻止され、したがって、前述のような製造時における、ポリエチレンの流動による電線の電気的特性の低下は、完全に解消されるという効果がある。またテープ巻層3と5を設けることによる価格の増加は、電線の絶縁耐力の向上という利点に置換され、問題とはならない。(斎藤)

