

日立 FPF-2 型 炎 光 光 度 計

Type FPF-2 Hitachi Flame Photometer

小 沼 武 男* 山 崎 義 一*
Takeo Onuma Yoshikazu Yamazaki

内 容 梗 概

Na, K, Ca の定量分析を目的とし, 入手しやすいプロパンガスを燃料としたプロパンバーナを採用し, 波長選択には波長幅の非常に狭い干渉フィルタを使用して取り扱いの至極簡単で熟練を要せず, 正確な測定ができる FPF-2 型炎光光度計を完成した。

本稿はその構造, 性能について紹介する。

1. 緒 言

生体試料中に含まれる成分元素を発光分光分析によって定性, 定量し, その分布状態, 代謝, 消長の様相を知る研究, また肥料, 金属, 化学薬品, 土壌, 水などの定性, 定量によるそれぞれの元素の影響など, 学術的研究が急速に進み, 最近はその利用範囲が次第に広がりつつある。

日立製作所では以前から EPU-2 型分光光電光度計に H-2 型炎光装置を付属して炎光分析の用途に供しているが, これは研究所, 実験室, 中央検査室などにおける精密測定, 各種元素の広範囲にわたる試料濃度の定性, 定量分析に使用されている。しかしながら種々の試料中に含まれる元素のうち最も一般に測定の必要あるものは数元素にすぎず, 中でも Na, K, Ca の 3 元素を定量しうれば炎光分析の 90% を満たしうる現状である。

他方炎光分析の応用範囲が広がり, 各種工業の作業現場における分析, 品質管理, 農学方面の各種検査用, 医学方面における臨床検査などによく利用されており, これら日常の検査においては

- (1) 入手しやすい燃料であること
- (2) 多量試料の迅速処理ができること
- (3) 測定者の熟練を要しないこと
- (4) 個人誤差がないこと
- (5) 正確な測定ができること
- (6) 廉価であること

などが要望される。この要望にこたえて Na, K, Ca の 3 元素に目的を限定した炎光光度計として, 入手しやすいプロパンと酸素を用いたアトマイザーバーナを採用し, 波長選択には波長幅の非常に狭い干渉フィルタを使用した構造の簡単な FPF-2 型炎光光度計を完成した。

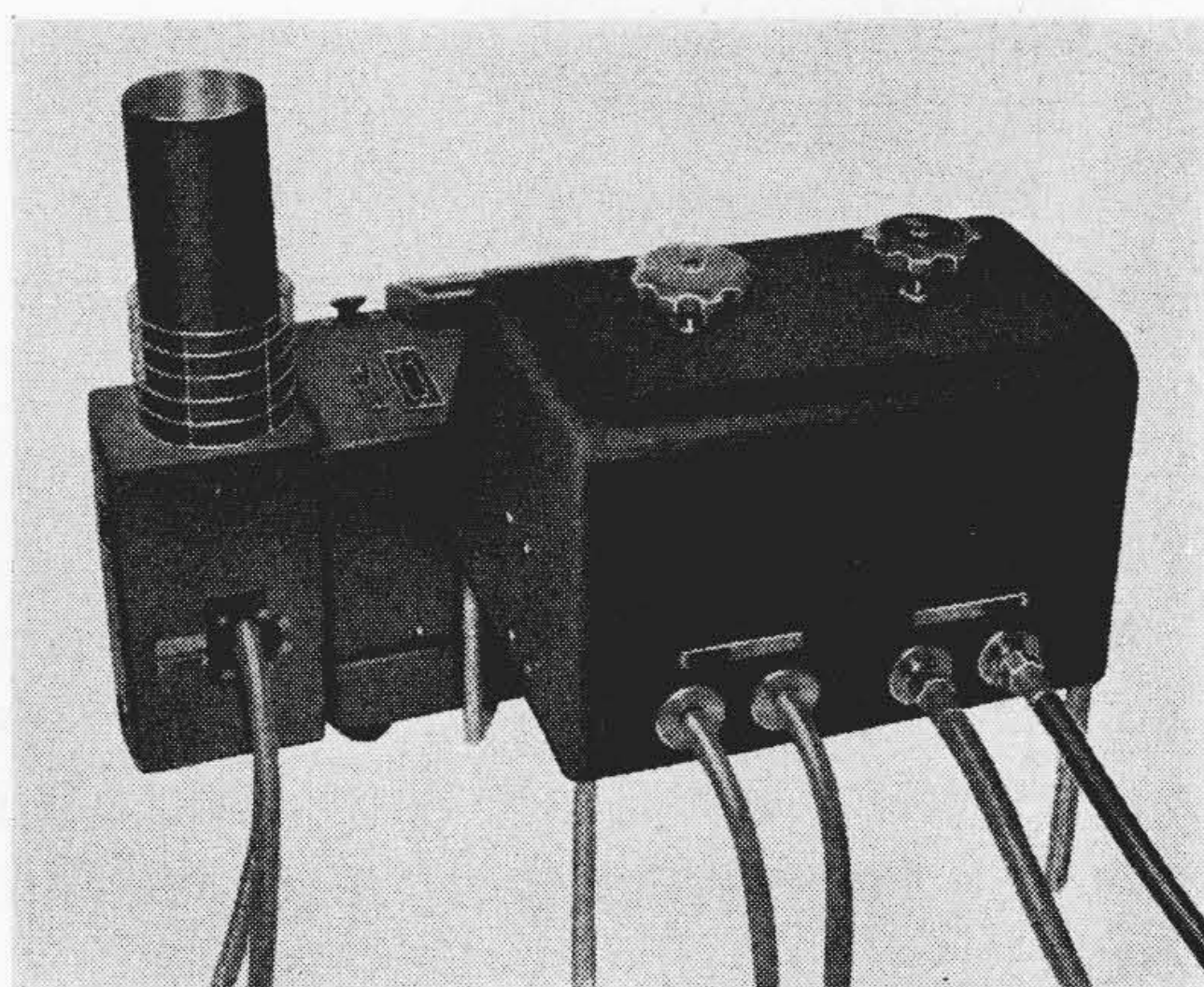
2. 構 造

本装置は本体と制御部の二つからなっており, 燃焼ガス源としてボンベ入りのプロパンガスと酸素を用いる。

* 日立製作所多賀工場



第 1 図 FPF-2 型日立炎光光度計の外観

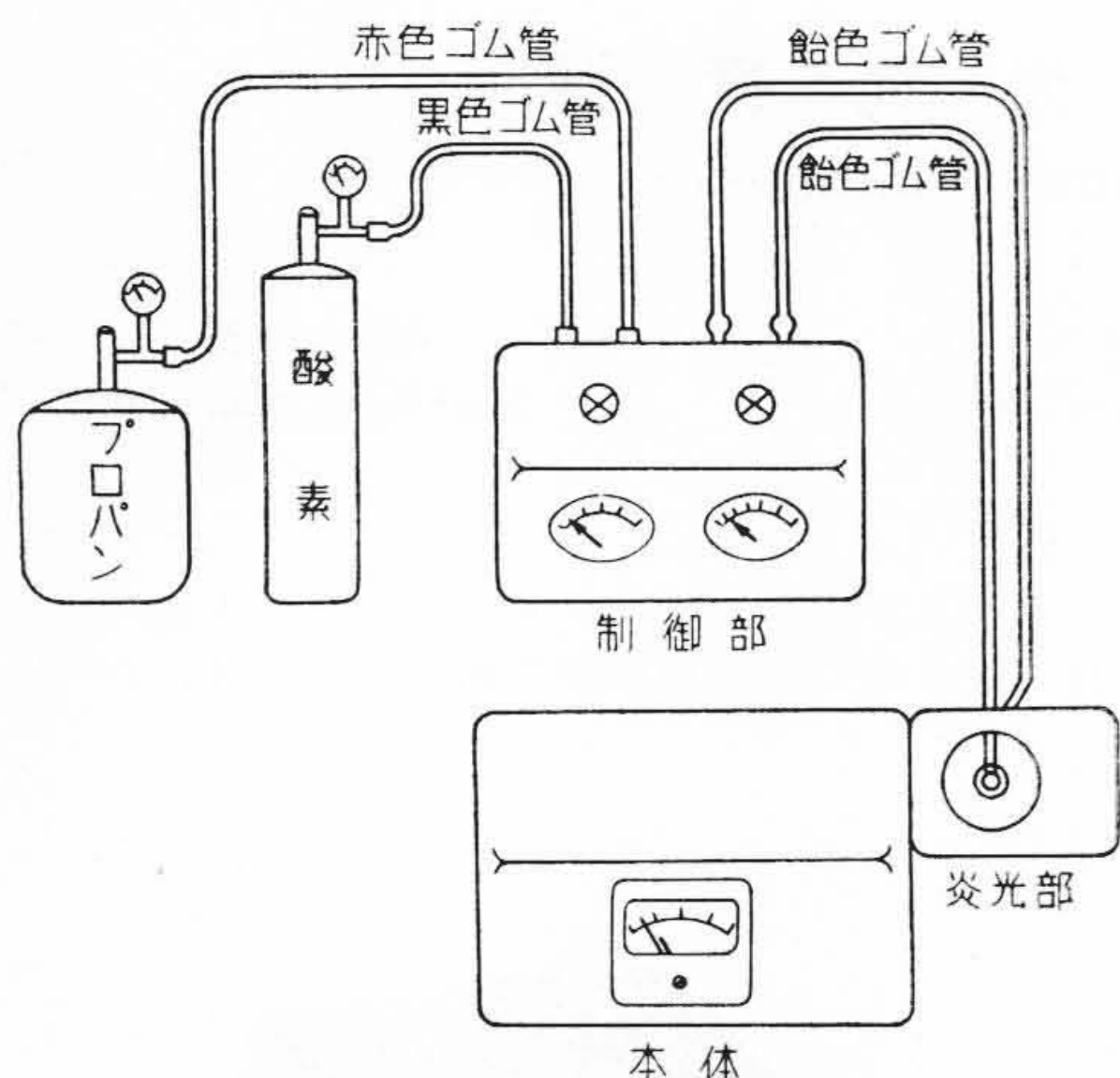


第 2 図 FPF-2 型日立炎光光度計の背面

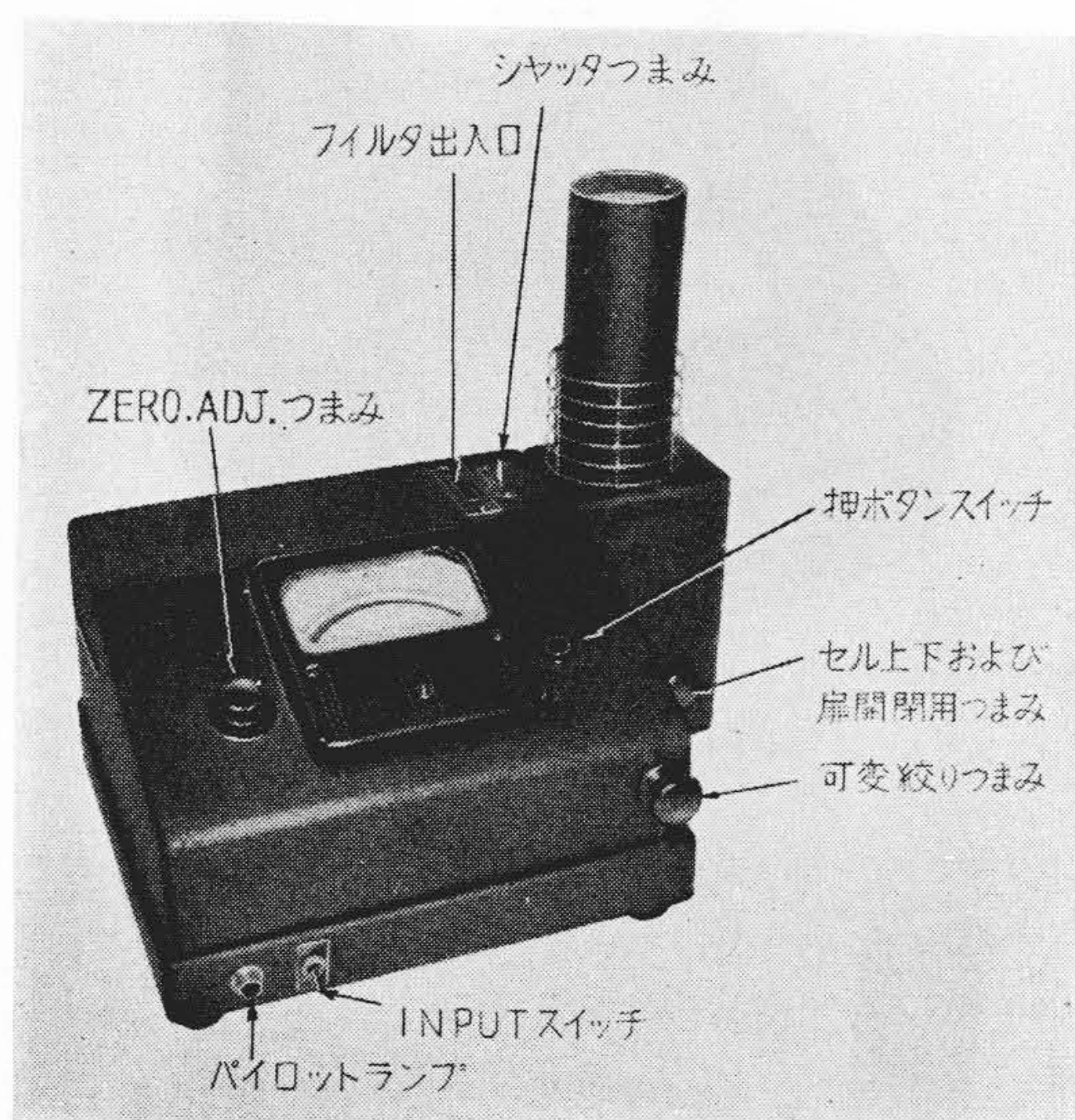
第 1 図は本装置の外観, 第 2 図はその背面, 第 3 図はガスボンベ, 制御部, 本体炎光部との配管図を示す。

2.1 本 体

第 4 図は本体を示す。本体は光学系, 炎光部, 可変絞, シャッター, フィルタ, 受光部, 電源部と増幅部および指示メータより構成されている。



第3図 配管図



第4図 本体

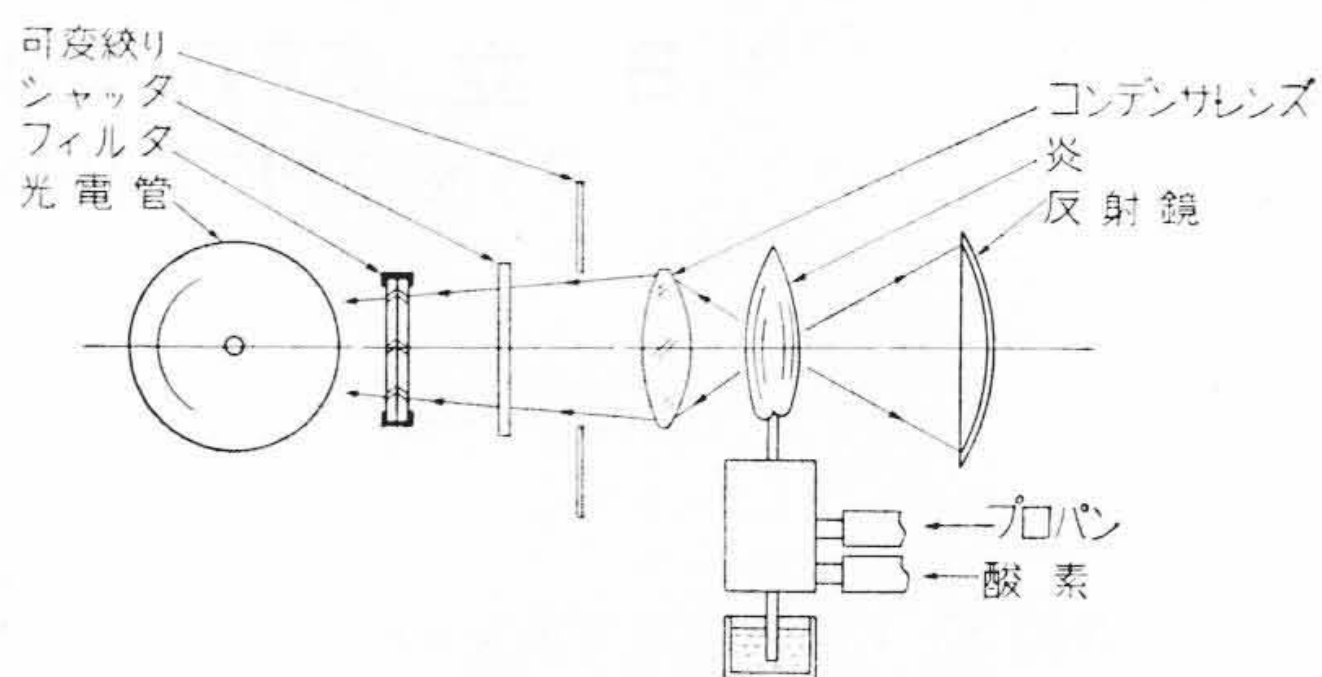
2.1.1 光学系

第5図は光学系を示す。バーナの炎光はコンデンサレンズにより集光され、可変絞り、シャッター、フィルタを経て光電管に入射する。炎光の右側の反射鏡は背後に向う光をふたたび有効な光として送り返す役目をもっている。

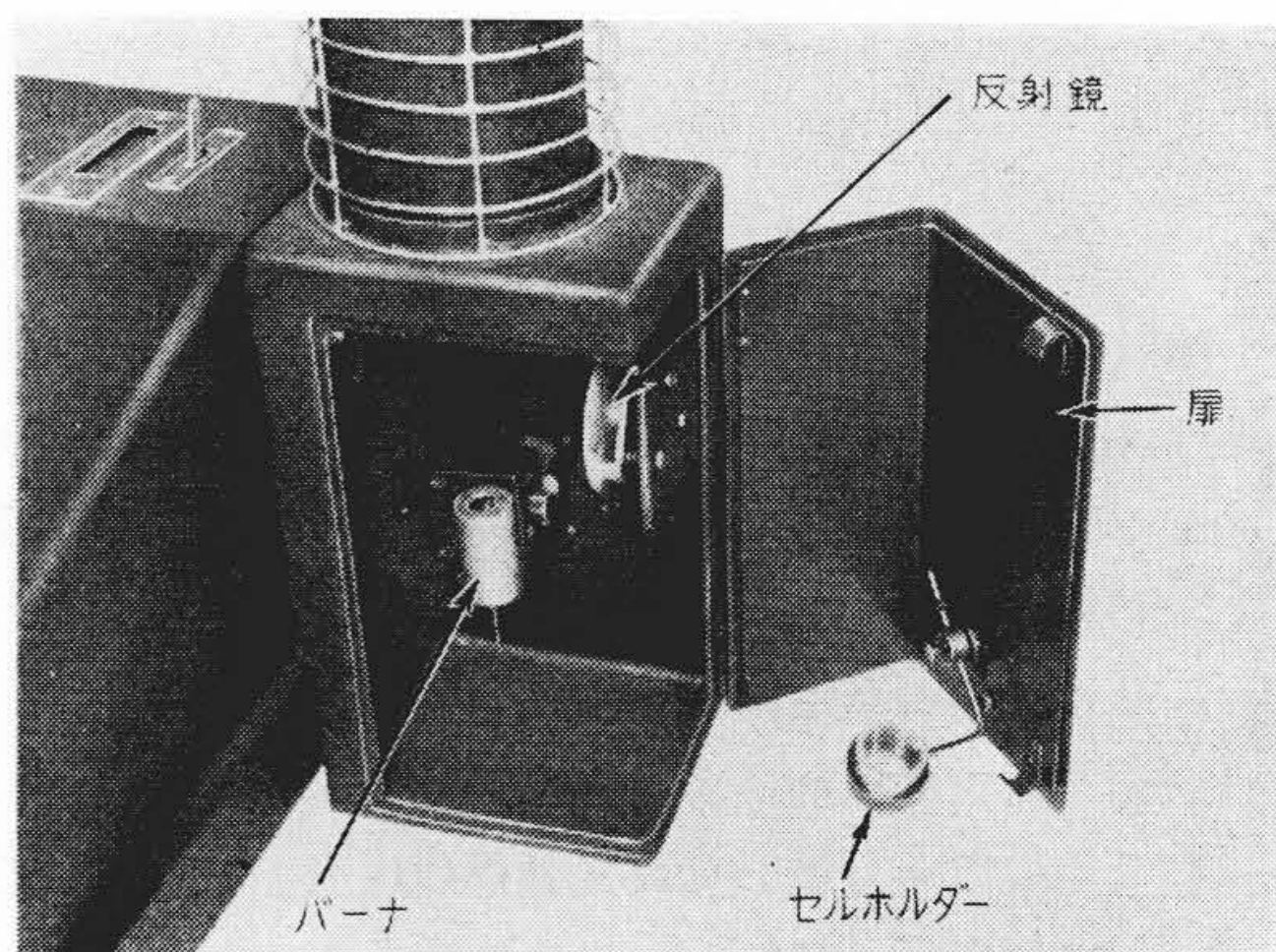
2.1.2 炎光部

第6図は炎光部の扉を開いたところを示す。本体ケースの右側にあつてケースと隔離しており、外気の気流の影響を少なくし、燃焼を安定させるために円筒を設け、防護用の金枠をつけて安全を保持している。

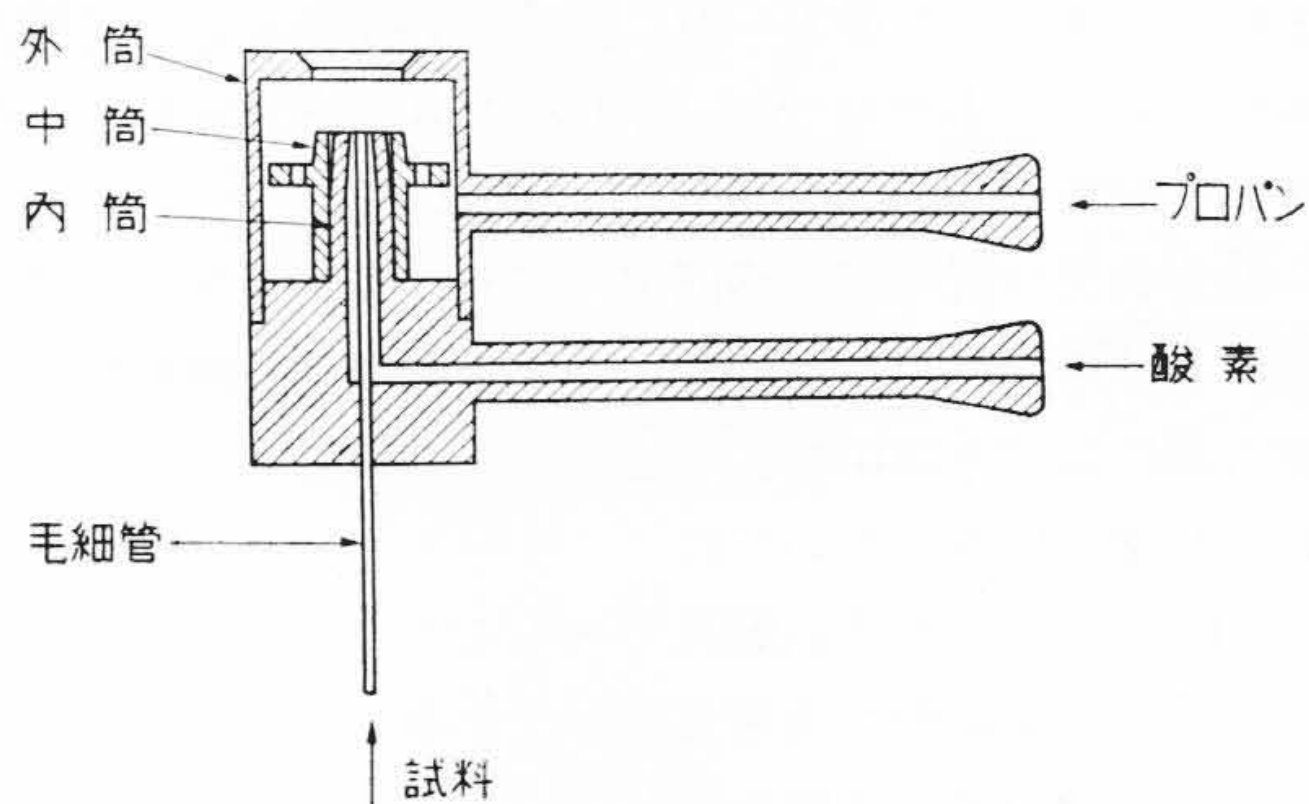
第7図はアトマイザバーナの構造を示す。プロパンガスを外筒と中筒の間から、酸素を内筒と毛細管の間および内筒と中筒の間から噴射すると、燃焼速度の非



第5図 光学系



第6図 炎光部の内部



第7図 アトマイザバーナの構造

常におそいプロパンガスはまず内筒と中筒の間から出てくる弱い圧力の酸素と混合して燃焼しやすい状態となり、次に内筒と毛細管の間から出てくる強い圧力の酸素と混合して完全燃焼に近い焰を形成する。プロパンガスおよび酸素の燃焼によつて得られる炎光の温度は Gaydon 氏によれば約 $2,800^{\circ}\text{C}$ である⁽¹⁾。

毛細管は中央よりやや下部において基部に半田付され、3本の無頭ネジにより内筒にたいして同心になるように保持されている。毛細管の上面は内筒の上面より $0.1\sim 0.2\text{mm}$ 突き出ており試料の吸上を良好ならしめている。また内筒には横腹に 0.1mm の小孔をあけ

て中筒と内筒との隙間より酸素を噴出し、プロパンガスとの予備的混合を行わせている。中筒の上面は内筒の上面より 0~0.1mm 低くして燃焼を良好ならしめ、また中筒は内筒に対し無頭ネジで偏心のないよう調整される。外筒はプロパンガスと酸素の炎光のまとまりを助け、外部の影響を防いでいる。なお外筒の上面は光軸より 34 mm 下方に置かれている。毛細管は内径 0.35mm, 外径 1mm で、薬品におかされぬようプラチナで製作されている。

第 6 図に示すセルホルダにセルを乗せて扉を閉じたのち、扉の外表面にあるつまみを時計方向にまわすと、扉が閉鎖されると同時に持ち上げられ、バーナの毛細管下端に液面が触れて試料が吸いこまれる。

酸素は市販の 150 atm, 6,000 l 入りのボンベから供給し、プロパンガスは一般家庭用の 10kg 入りの容器から供給する。

炎光の損失をできるだけ少なくするため、バーナの背面に焦点距離 70mm, 外径 50mm ϕ のクロムメッキした集光用金属反射鏡があり、第 6 図に示すように 3 本のネジで保持される。

2.1.3 可変絞り (光量調節)

第 4 図の可変絞りつまみは入射光量を調節して指示メータの「100 合わせ」に使用する。可変絞りは第 5 図のようにコンデンサレンズとシャッタの中間にあり、フィルタに入射する光量を加減する。つまみの回転方向と指示メータの指示の振れ方向は一致しているので「100 合わせ」に当つて調節方向を誤るおそれがない。一本の軸に逆方向の二つのネジを切り、2 枚のブレードを互いに逆方向に動かして開閉し、光量を調節する構造になっている。

2.1.4 シャッタ

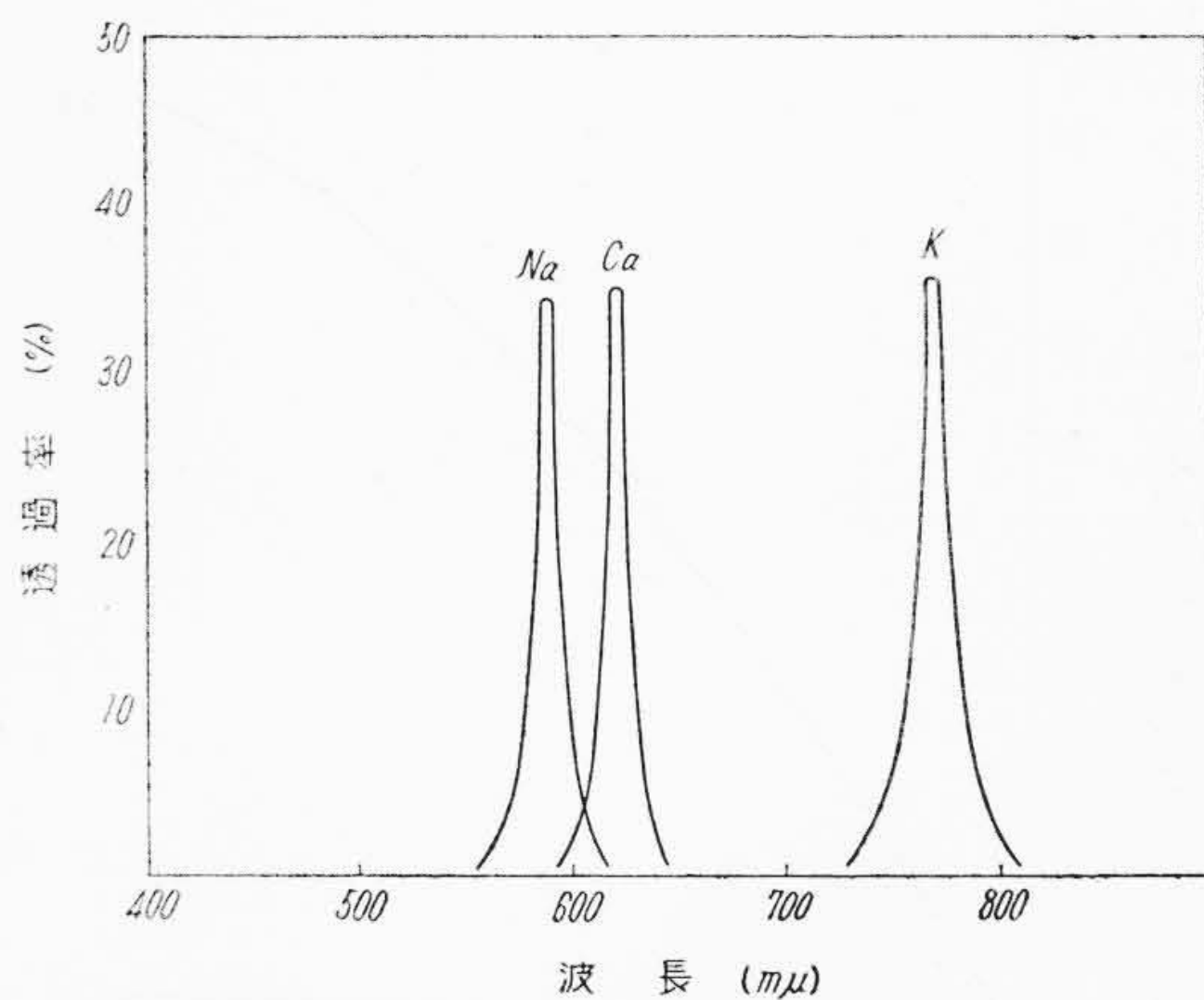
可変絞りと同じ台にシャッタが装着されている。第 4 図のシャッタつまみを手前側に引くと閉じ、向う側に押すと開く。

2.1.5 フィルタ

検出する元素を Na, K, Ca の 3 種とし、長波長側に感度のよい銀—セシウム光電管を使用して、それぞれの輝線には Na 589m μ , K 768m μ , Ca 622m μ を採用している。

本装置においては Na, K, Ca の 3 種のフィルタをそれぞれ枠に納め、ケースの上部より出し入れするようになっている。

なお一般のフィルタは波長幅が広く、主波長の両側の光がある程度通過してくるので、主波長に近接した輝線を持つ元素が夾雑物として入つてくると、その妨害を受けやすい。またこれと同じ理由でバックグラウンドの影響も大きく現われる。これを改良するにはフ



第 8 図 フィルタの特性

第 1 表 フィルタの特性

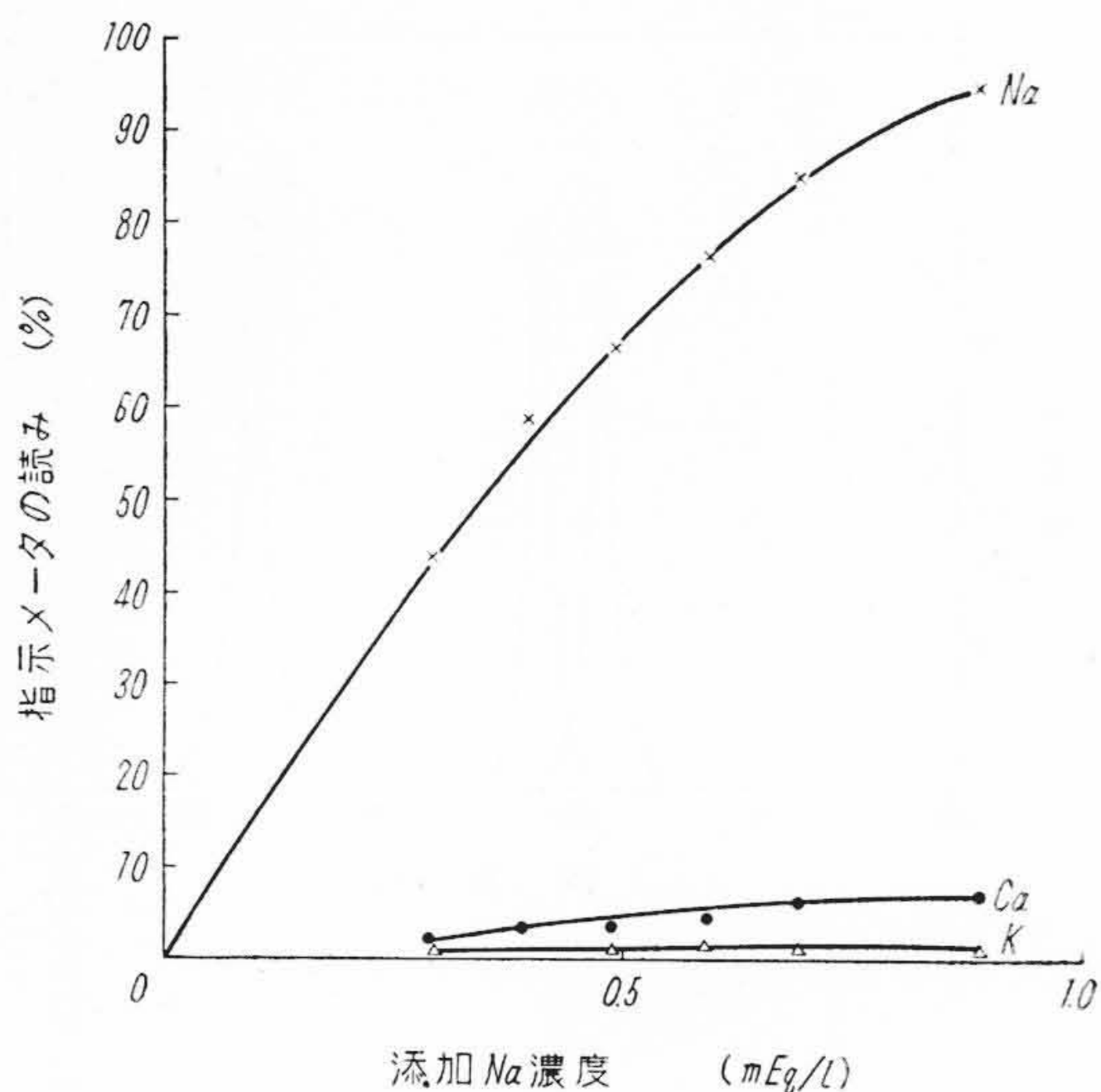
フィルタ呼称	主波長 (m μ)	波長幅 (m μ)
Na	589	10 以下
K	768	15 以下
Ca	622	10 以下

イルタの透過率曲線を鋭く尖つた形のものにする以外に方法がない。本装置のフィルタは二次の干渉を用いた干渉フィルタとし、波長幅を非常に小さくしたため、近接した輝線あるいはバックグラウンドの影響をきわめて少なくおさえることができた。第 8 図および第 1 表に本装置の干渉フィルタの特性を示す。

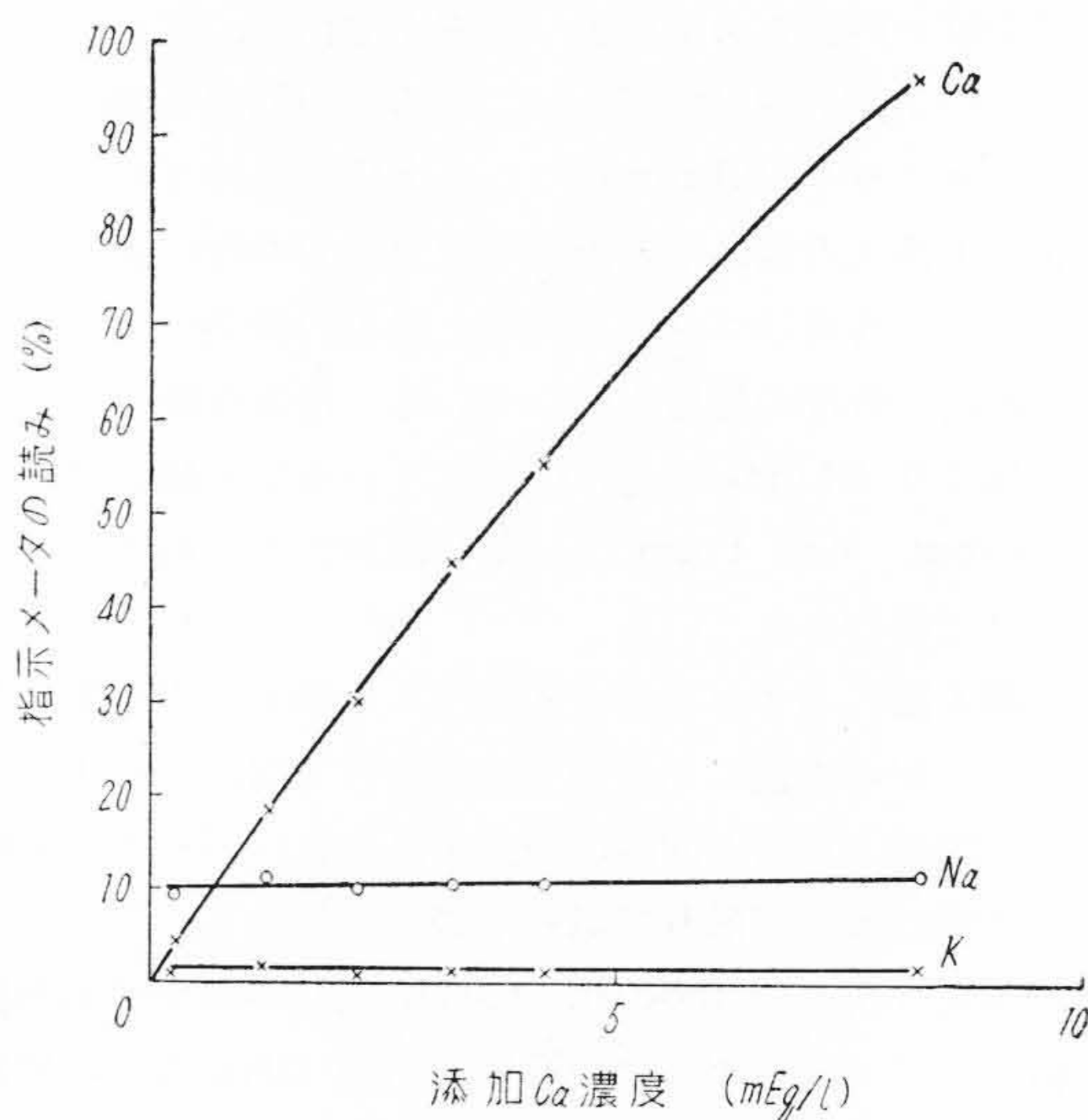
いまフィルタの特性と炎光定量の測定精度との関係を示すのが早道であろうから、以下血清についての実測例について説明することにする。

さてわれわれにとつて最も望ましいことは、たとえば Na を測定しようとして Na 用フィルタを用い Na 線 (D 線) の強さを測る場合、試料中の Ca (または K, 以下同じ) の消長により Na 用フィルタを通過して光電管に捕えられた光の強さ (すなわち D 線の強さと思つて測られる強さ) がいささかも影響されないことである。しかしフィルタ光度計にあつてはフィルタの透過率特性の裾部において多少ほかの波長の透過を許すことは止むを得ない。すなわち Na 用フィルタにおいて得られた値も Ca の多少によつていくらか影響を受けることとなる。そこでわれわれは目的に応じてこの影響を必要程度にとどめておかなければならない。

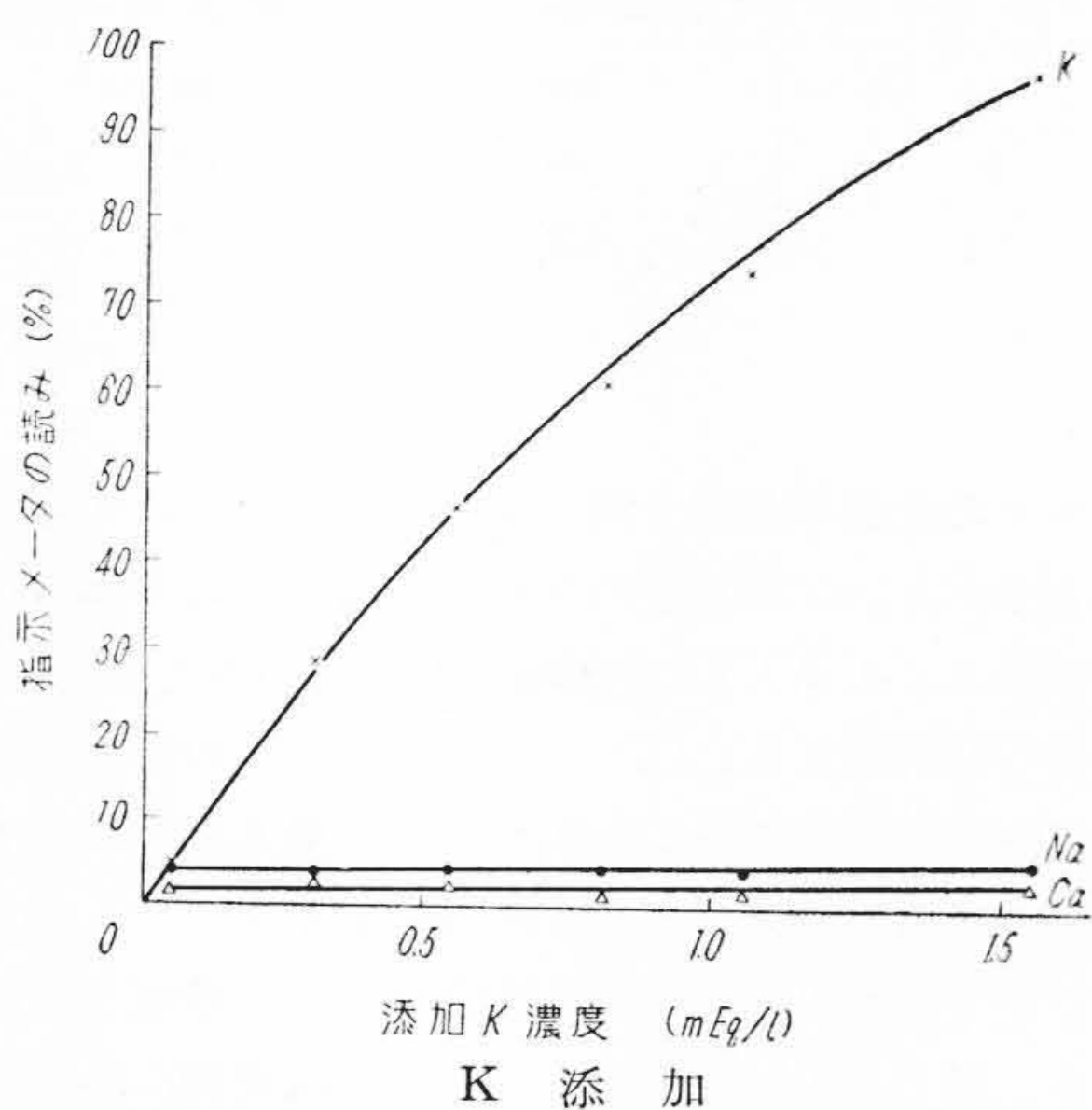
以下は試料として血清の模型的溶液である次の組成のものを用い上記の件を実測した結果である。



Na 添加
第9図 (a) 各元素の干渉の状況



Ca 添加
第9図 (c) 各元素の干渉の状況

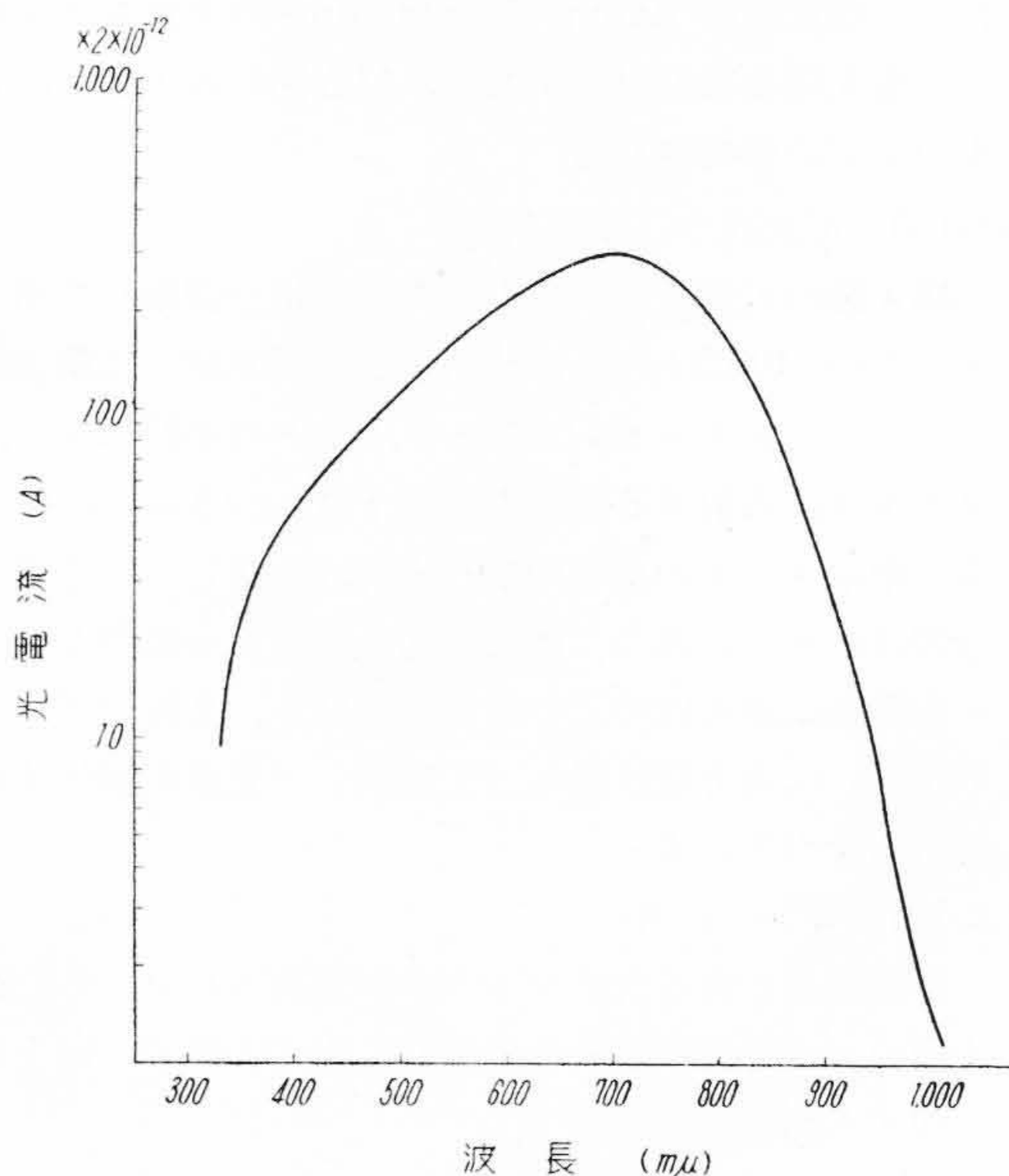


K 添加
第9図 (b) 各元素の干渉の状況

試料の組成

NaCl	0.877 g
KCl	0.030g
CaCl ₂	0.031g
MgCl ₂	0.014g
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0.021g
アミノ酸	若干
水を加えて	1,000cc

第9図 (a) は上記の液に Na を漸次添加したときの Ca, K 用フィルタを通過した光の強さの影響である。すなわち液中の Ca, K の濃度を一定に保ちつつ Na の濃度を变化した場合であるから, Na の添加量にかかわらずその蛍光強度の読みは一定であるべきはずである。本実験の結果は K においてはほとんど一定で



第10図 銀-セシウム光電管の分光感度特性

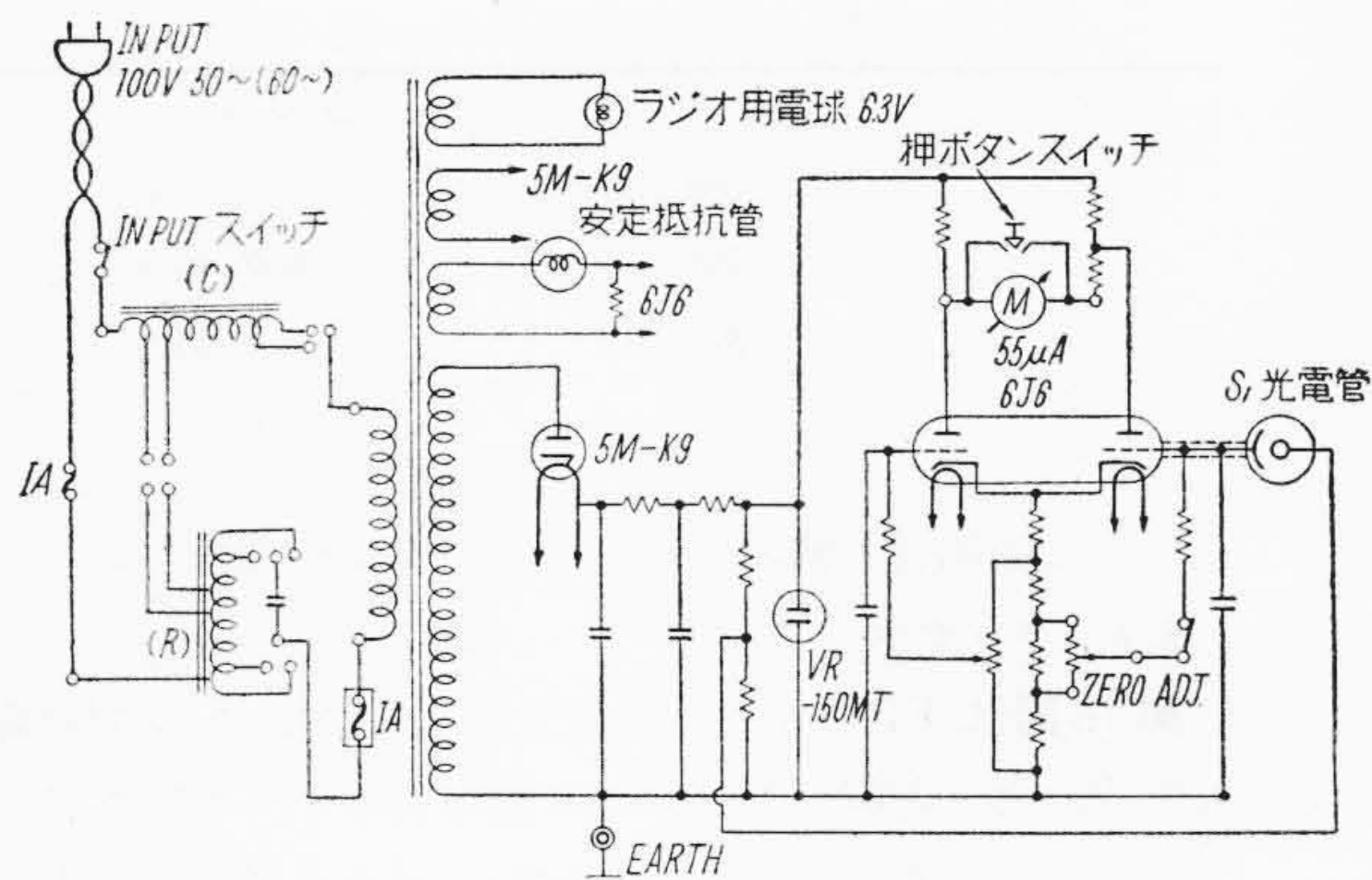
あり, Na の波長に近い Ca の光はわずかに変化しているにとどまり, 実用にはさしつかえない程度である。(b)図は K を, (c)図は Ca を添加増量した場合の他元素に及ぼす影響を示したもので, いずれもほとんど影響を受けていないことが見られる。

2.1.6 受光部

第10図は銀-セシウム光電管の分光感度特性を示す。なお銀-セシウム光電管は光電管室の中に納められ, 外界の光, 湿度および磁界を遮蔽してある。

2.1.7 電源および増幅部

第11図は本装置の回路図を示す。電源としてはA.C

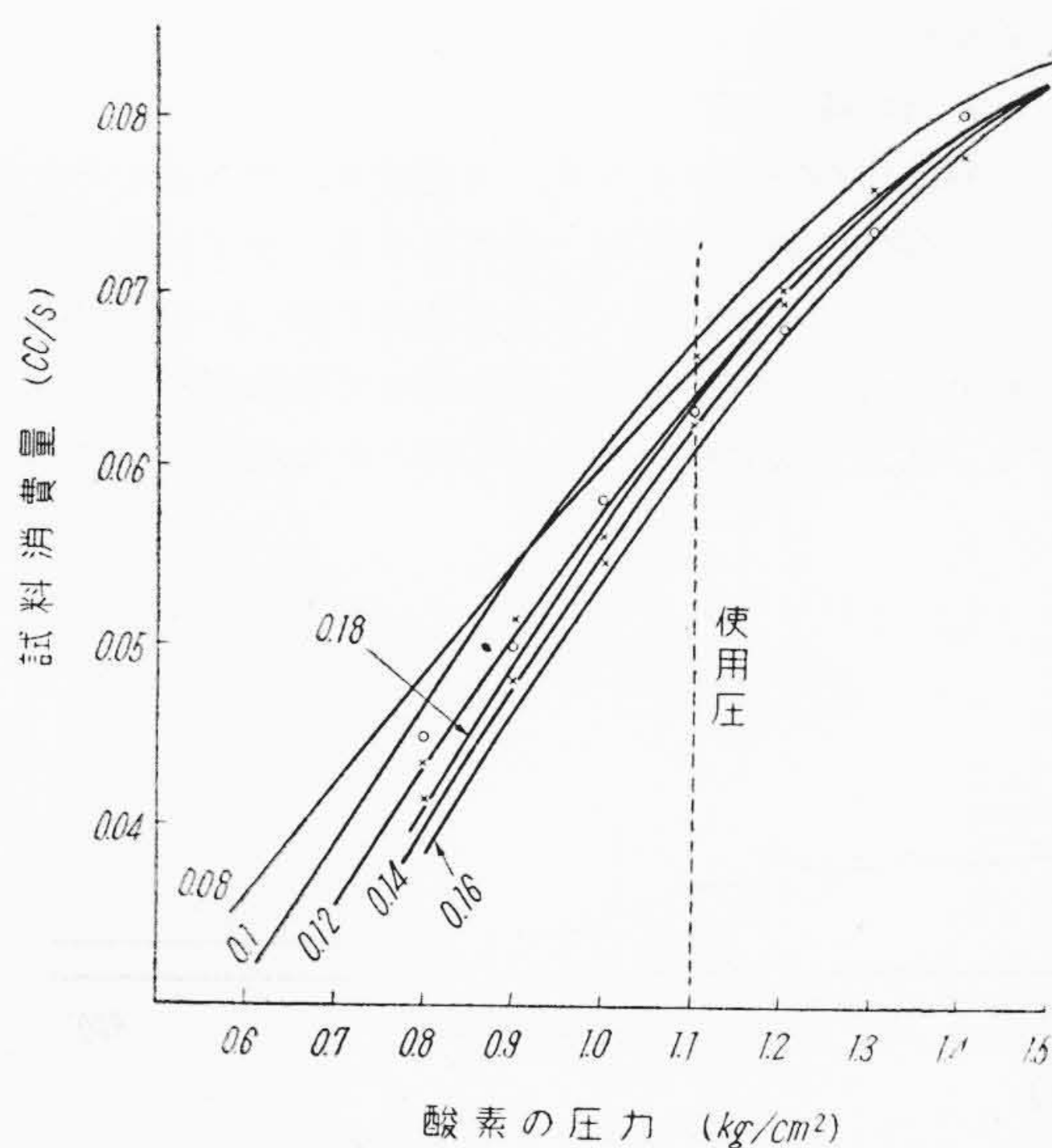


第11図 回路図

100V より鉄共振型定電圧装置によつて安定した電圧を得、整流管 5M-K9, 抵抗, コンデンサ, 定電圧放電管で形成したより安定な直流平滑回路を通して真空管 6J6 のプレートに供給している⁽²⁾。バーナの炎光はフィルタによつて波長を選択し、光電管によつて発生した光電流を $10M\Omega$ の高抵抗体によつて電圧に変換し、高増幅率の真空管 6J6 によつて増幅してメータを作動させる。

2.1.8 指示メータ

感度はフルスケール $55\mu A$ で 0~110% を 1 目 1% に分割し、20度の勾配に取り付けて読みやすくしている。第4図に示す ZERO ADJ つまみはシャッターを S (SHUT) として操作する。指示メータの右側の押しボタンスイッチはメータ短絡用のスイッチで、指示メータを保護するものである。



第12図 酸素圧と試料消費量

2.2 制御部

制御部はプロパンガス、酸素を一定圧に微細調節してアトマイザバーナに供給する部分である。この構造は EPU-2 型日立分光光電光度計の H-2 型炎光付属装置と同様に微動調節弁、圧力計および針弁を備えている。

3. 諸性能の検討

本装置の各種性能は次のとおりである。

3.1 試料消費量

第12図に酸素圧と試料消費量の関係を示した。消費量はプロパンガス圧によつても多少影響を受ける。このアトマイザバーナではプロパンガス圧 0.16 kg/cm^2 の圧で 0.062 cc/s , すなわち 1 cc 当り 16 秒である。

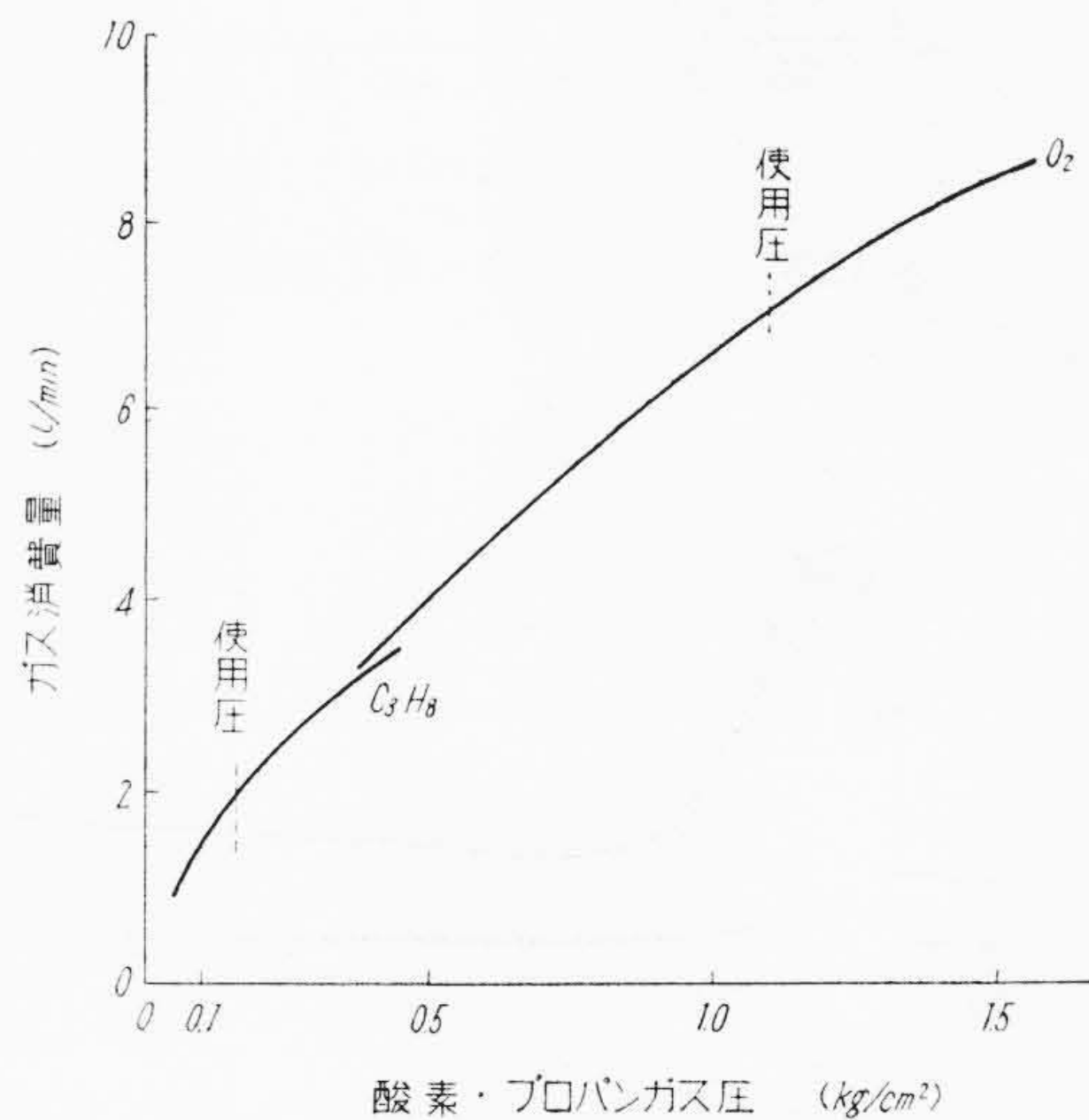
3.2 ガス消費量

第13図に酸素、プロパンガスの消費量を示した。たとえば酸素は圧力 1.1 kg/cm^2 のとき 7 l/min , プロパンガスは圧力 0.16 kg/cm^2 のとき 2 l/min 消費する。したがつて 6,000 l 入酸素ボンベは 14 時間, 10 kg 入り家庭用プロパンガスボンベの場合 30 時間使用できる。

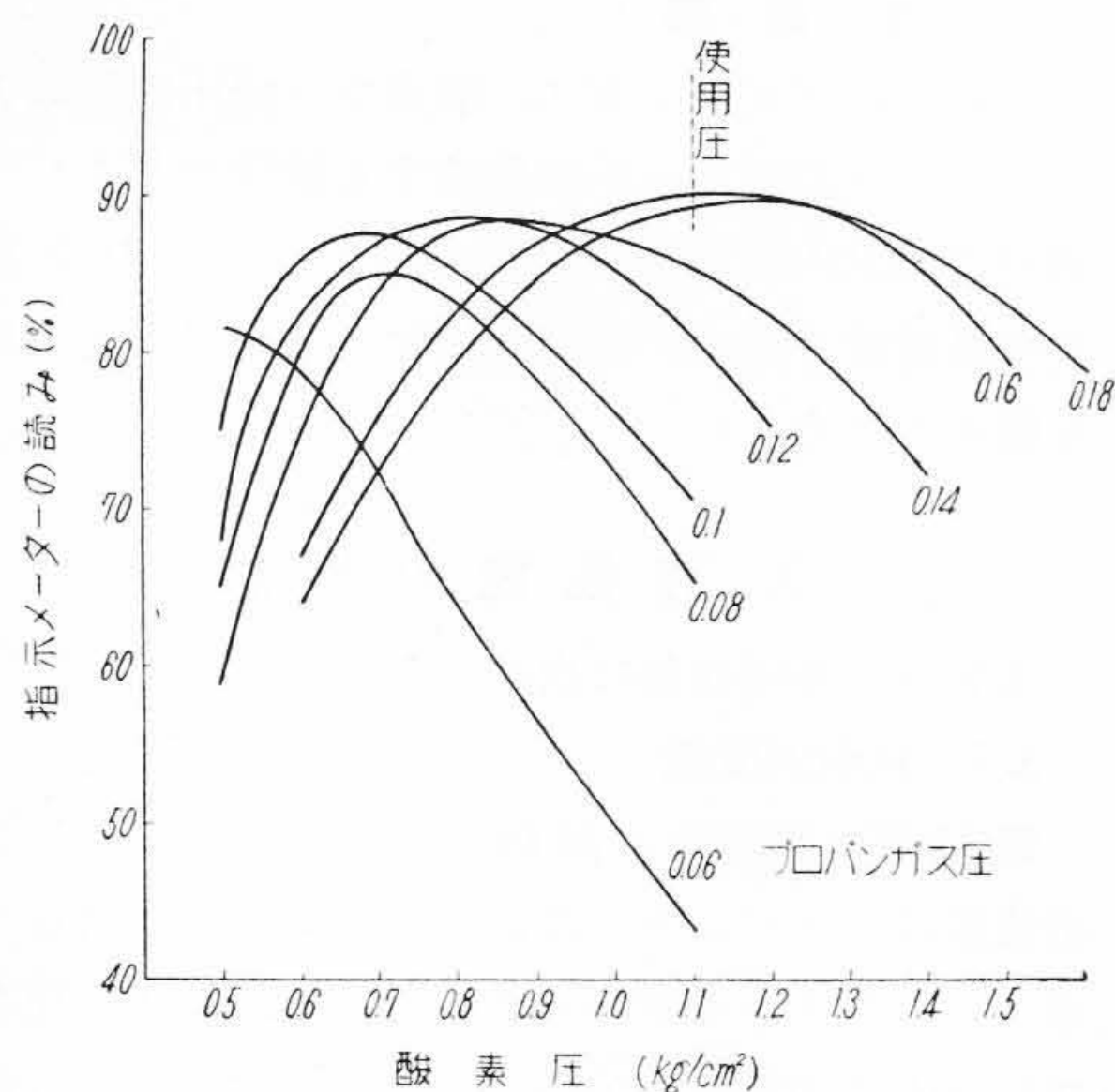
3.3 酸素、プロパンの圧力変動による輝線強度の変化

第14図に酸素圧と輝線強度の関係を示した。図にみるとおり酸素圧を増加していくと輝線の強度が最大になる圧がある。この点はプロパンガス圧によつても多少影響をうける。使用に際してはこの最大点付近を選べば酸素圧の変動にたいして安定な輝線の強度が得られる。たとえばプロパンガス圧 0.16 kg/cm^2 のときは酸素圧 1.1 kg/cm^2 で読みが最大になる。

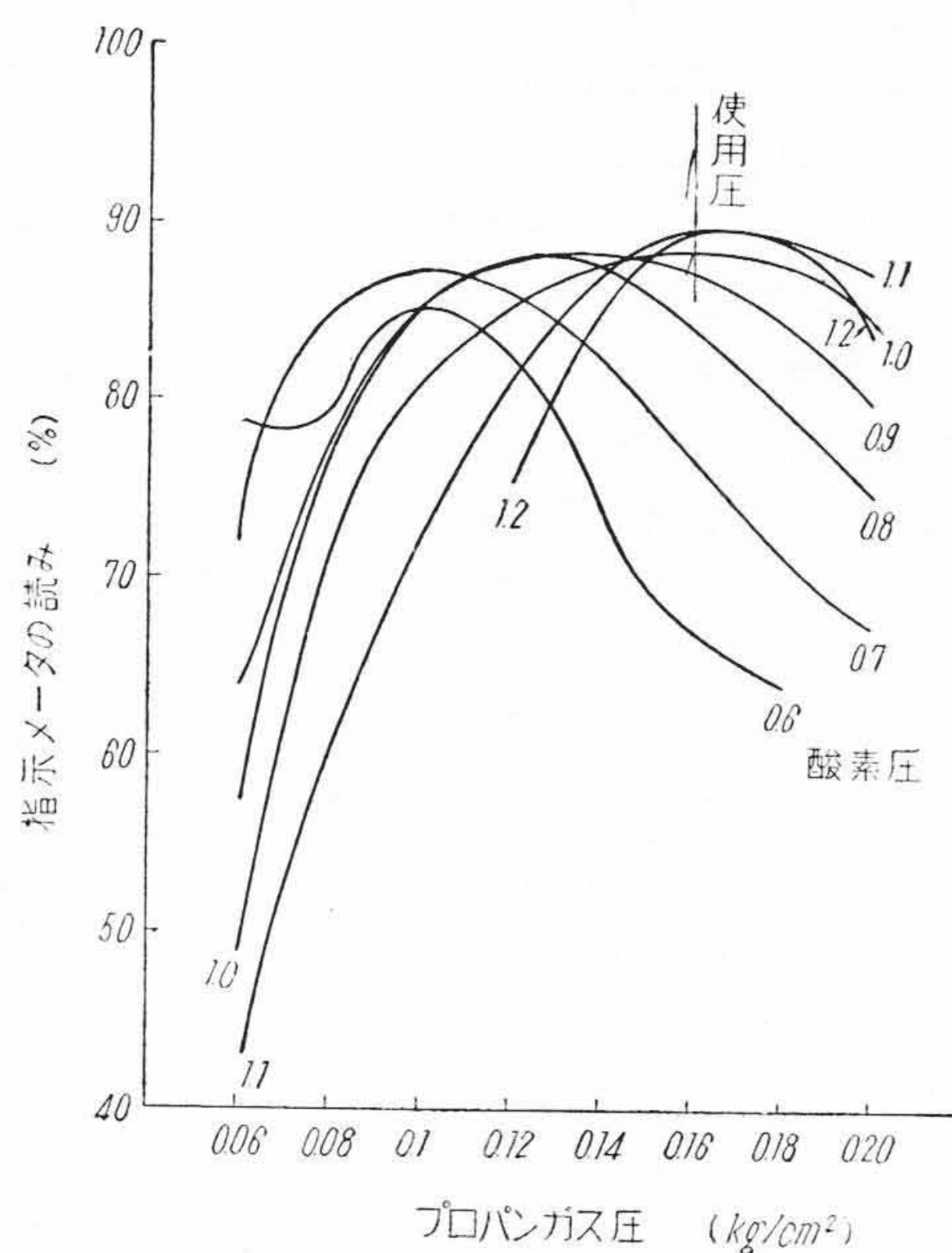
プロパンガス圧による輝線強度の変化は第15図に示



第13図 ガス圧とガス消費量



第14図 酸素圧と輝線強度



第15図 プロパンガス圧と輝線強度

第2表 最小検出感度

元 素	波 長	最小検出感度
Na	589 mμ	0.02 ppm
K	768 mμ	0.02 ppm
Ca	622 mμ	0.5 ppm

した。この場合も酸素と同様最大点をもつ曲線となる。

3.4 バックグラウンド

第16図は EPU 型日立分光光電光度計と S-2 型記録装置⁽³⁾により記録したプロパン酸素炎のバックグラウンドを示した(スリット幅 0.05mm)。バックグラウンドは比較的平坦なため感度が高くなる。

3.5 最小検出感度

最小検出感度は輝線強度がバックグラウンドより指示メータ1目盛に相当するだけ大きい指示を与える濃度をもつて示す。単味試料によつて測定した本装置の最小検出感度は第2表に示すとおりである。

4. 測 定 法

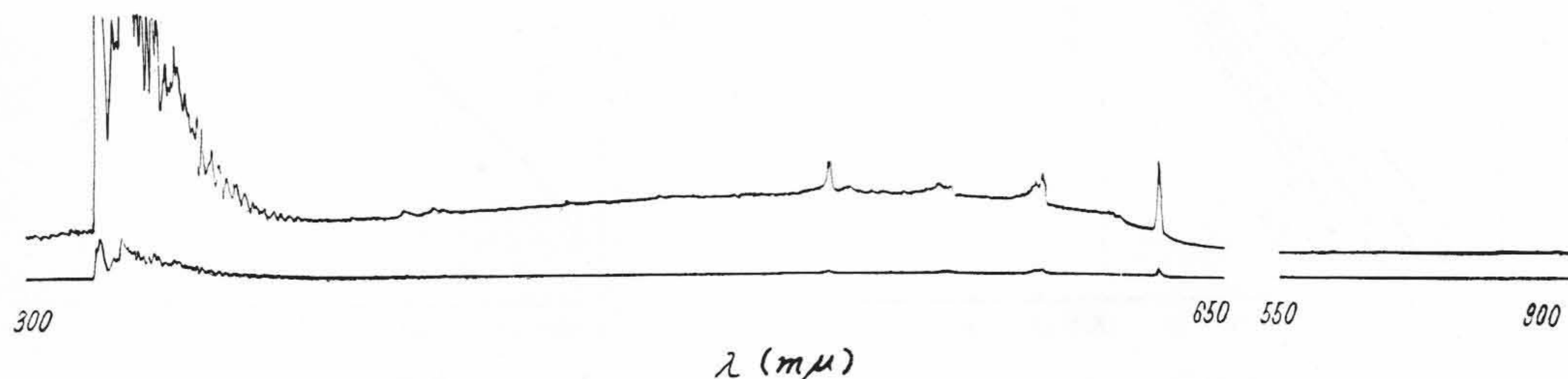
4.1 検量線の作り方

測定方法としては外部標準法を用いる。精密な結果を望むときは、未知試料とほぼ同程度の濃度の標準試料と比較測定を行う。一般にはあらかじめ検量線を作り内挿して求める方法で十分な結果が得られる。

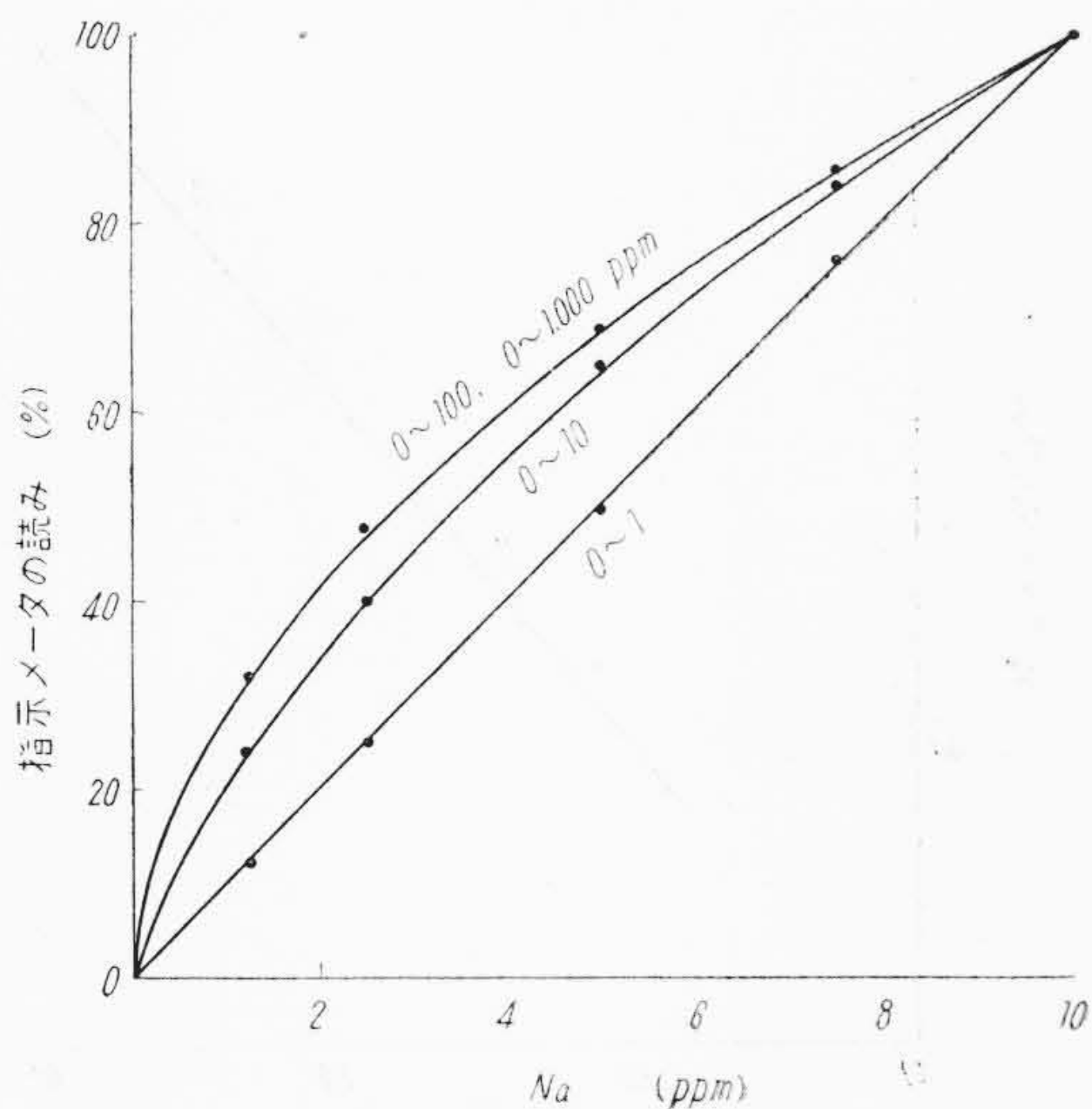
検量線を作るには被検元素の既知濃度の標準試料を階段的に数種作り、最も濃度の高い標準試料でメータが100%振れるように可変絞りつまみを調整し、次に可変絞りつまみをそのままにして、ほかの濃度の標準試料を用いて指示メータの読みをとる。第17図に Na, K, Ca の検量線を示す。

4.2 試料測定

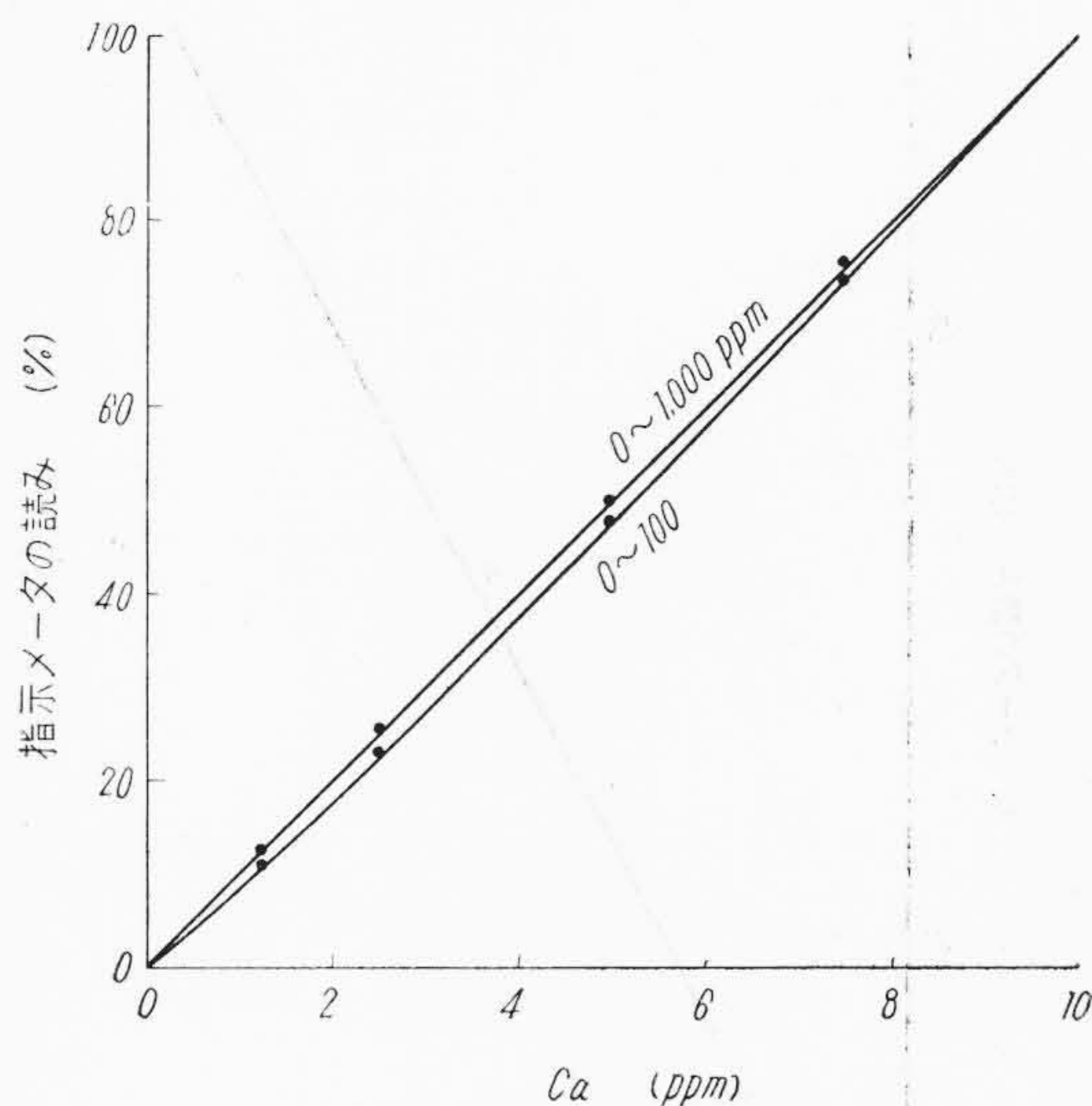
試料測定の際はフィルタ、可変絞り、ガス圧をそれぞれ検量線作成のときと同一条件にする。まず検量線の作成に用いた標準試料のうちの任意の1個(ふつうは100%合わせを行つた標準試料)を使用して検量線をチェックする。次に未知試料を測定して得られた指示メータの読



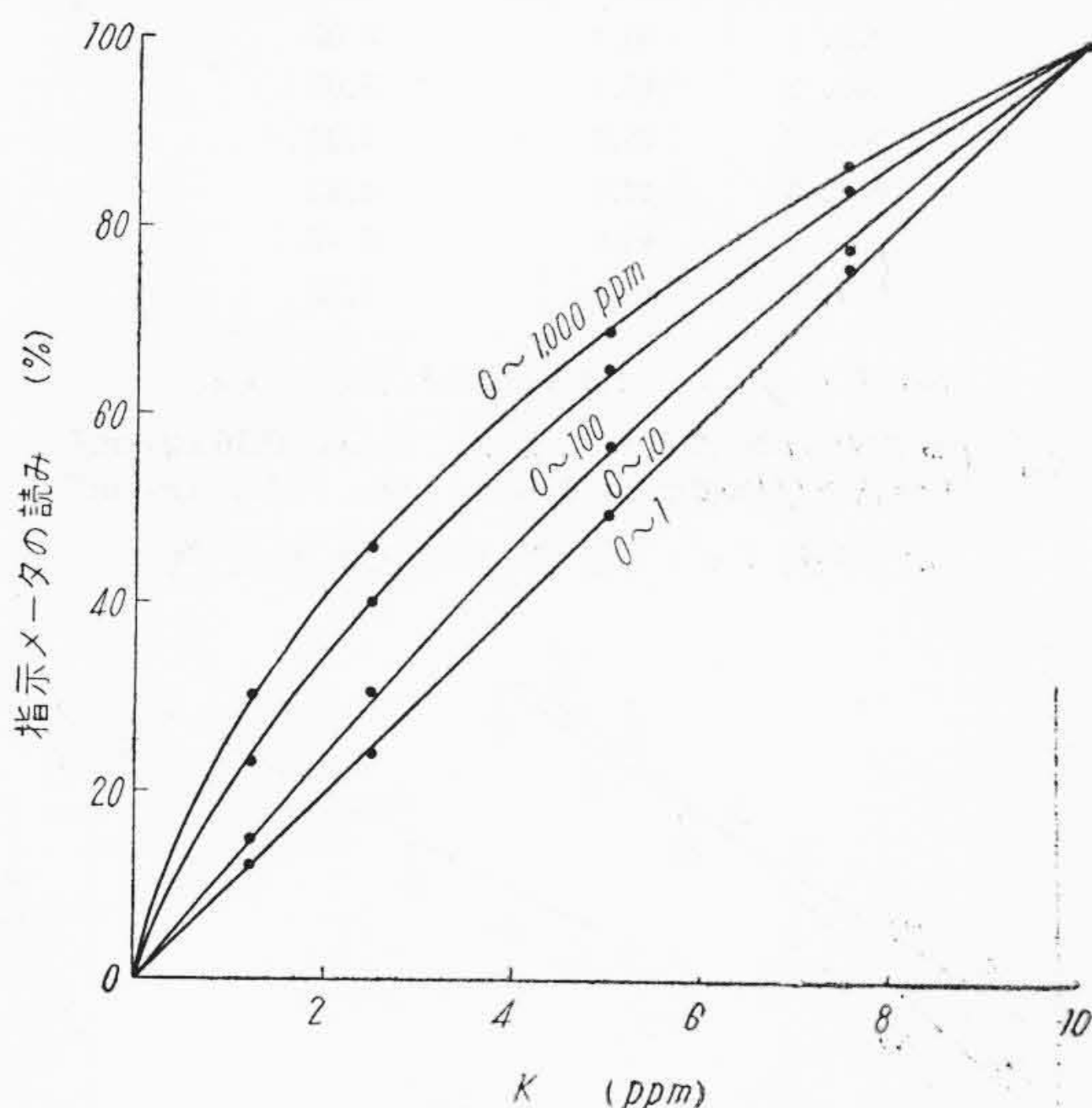
第16図 バックグラウンド



第17図 (a) Na 検量線



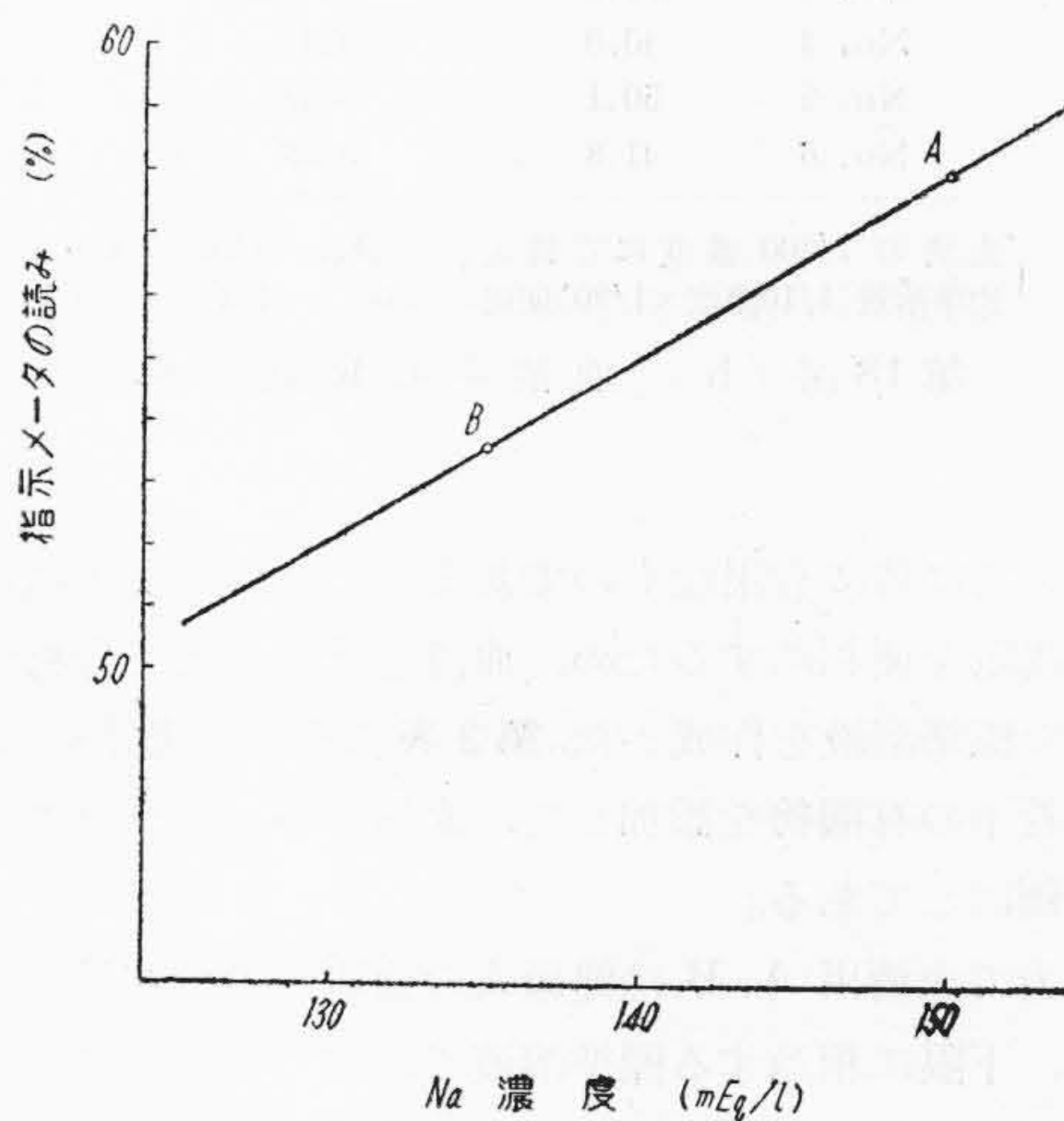
第17図 (c) Ca 検量線



第17図 (b) K 検量線

第3表 血清用標準溶液

元 素	血 清 用 A	血 清 用 B
Na	15.0 mEq/l	13.5 mEq/l
K	5.0 mEq/l	4.0 mEq/l
Ca	5.5 mEq/l	4.5 mEq/l



試 料	読 み (%)	Na 濃度 (mEq/l)
No. 1	53.2	133.6
No. 2	57.0	146.6
No. 3	55.3	140.8
No. 4	54.8	139.2
No. 5	55.3	140.8
No. 6	56.0	143.8

Na. (血清の 1/200 濃度にて測定) C_3H_8 0.16 kg/cm²
 (標準溶液(1/10濃度×1/20)使用) O_2 1.1 kg/cm²

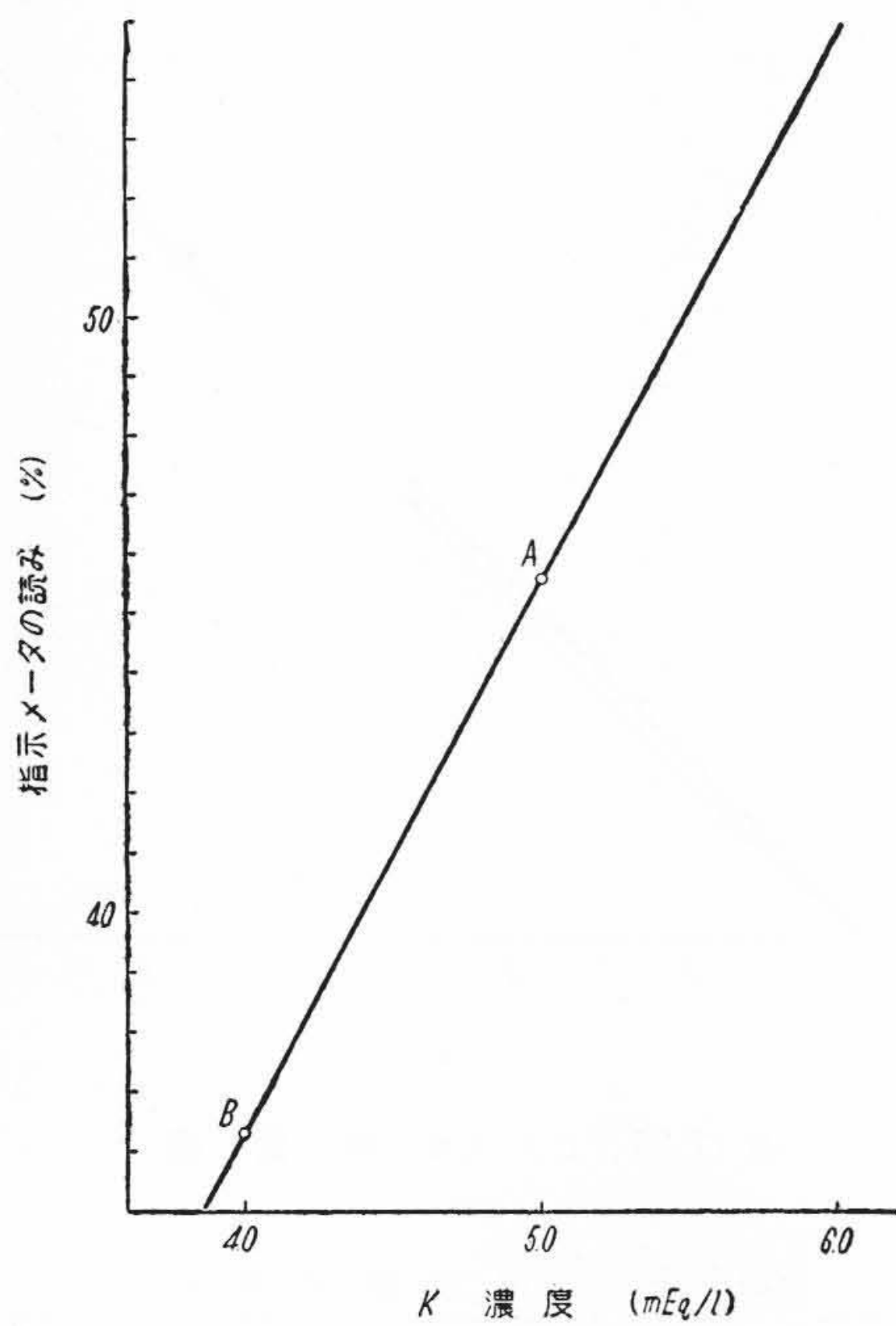
第18図 (a) 血清中の Na 測定例

みから上述の検量線により濃度が求められる。

また光量を絞った状態で測定する場合は、燃料ガスのバックグラウンドが非常に小さくなるので問題ないが、強度の弱い元素では絞りを大きくするためにバックグラウンドも大きく現われる。この場合には純粋の溶媒であらかじめバックグラウンドを読み、代数的に差し引けばよい。

5. 標準溶液

本装置は種々の測定対象試料のうちで生体試料中の Na, K, Ca の測定にきわめて適しており、目的元素が決つていて測ろうとする試料の数の多い臨床検査室など



試 料	読 み (%)	K 濃 度 (mEq/l)
No. 1	44.3	4.86
No. 2	54.8	5.99
No. 3	52.0	5.69
No. 4	40.0	4.40
No. 5	50.1	5.48
No. 6	41.8	4.59

K (血清の 1/200 濃度にて測定) C_3H_8 0.16 kg/cm²
標準溶液(1/10濃度×1/20)使用 O_2 1.1 kg/cm²

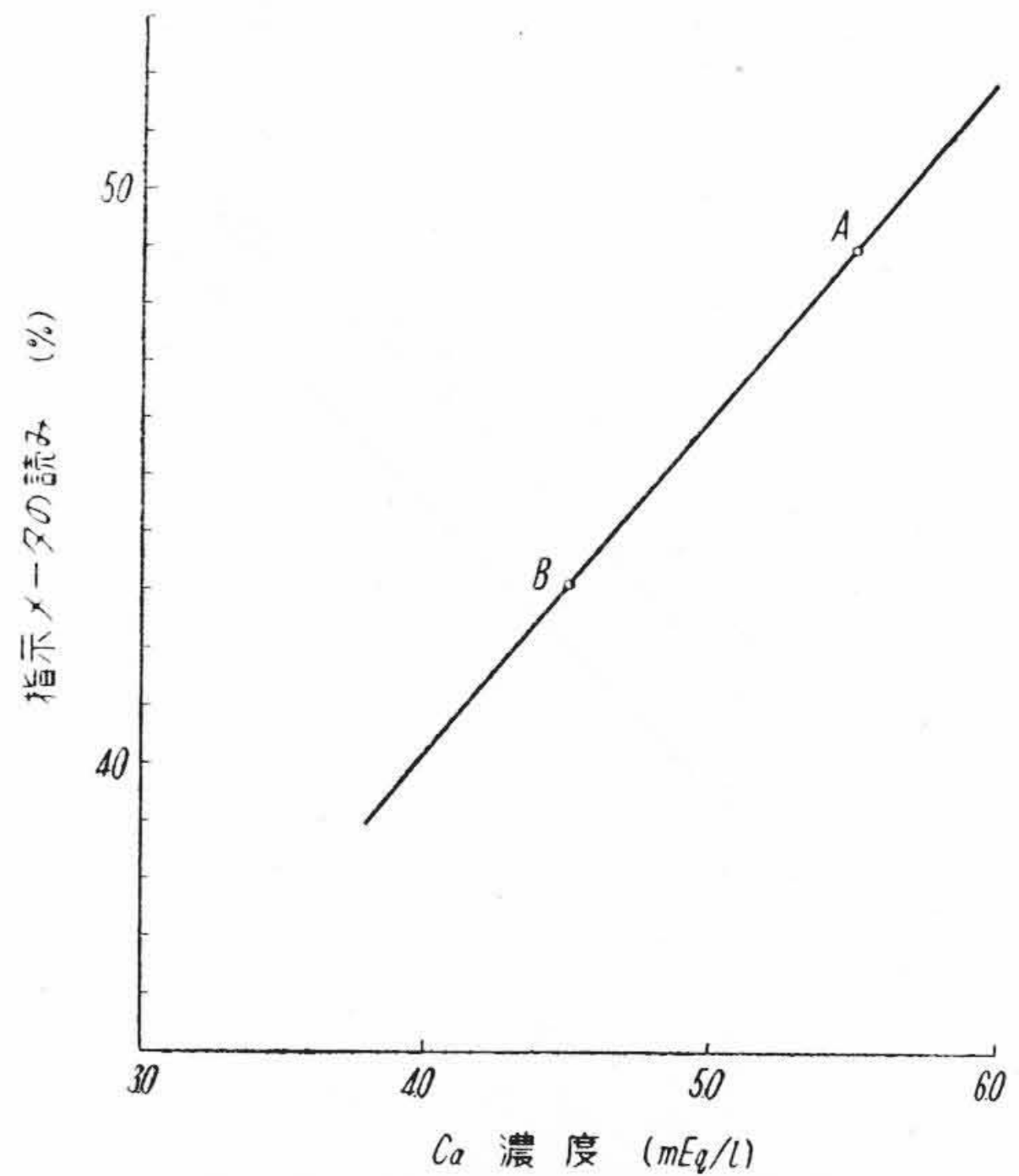
第 18 図 (b) 血清中の K 測定例

においては特に有用なものである。このような用途における測定を便利にするため、血清をそのまま分析するための標準溶液を作成した。第 3 表にその主成分を示す。なお若干の有機物を添加して、血清のバックグラウンドと等価にしてある。

上表で血清用 A, B は健康人の血清中の含有量のほぼ上限, 下限に相当する標準溶液で、二つの溶液による指示値を指示メータの中央付近に読みとり、検量線を描く。次に被検試料中の各元素の読みをとり、検量線に内挿または外挿して濃度を知ることができる。第 18 図は検量線と 6 個の試料の測定例を示す。

標準溶液はあらかじめ 10 倍にうすめてあり、Ca を測るときはこれをさらに 2 倍にうすめ、血清の方を 20 倍にうすめて使用する。Na, K ではともに標準溶液を 20 倍、血清を 200 倍にうすめて使用する。

血清中の各元素の検量線を両対数図表上に示せば第 19

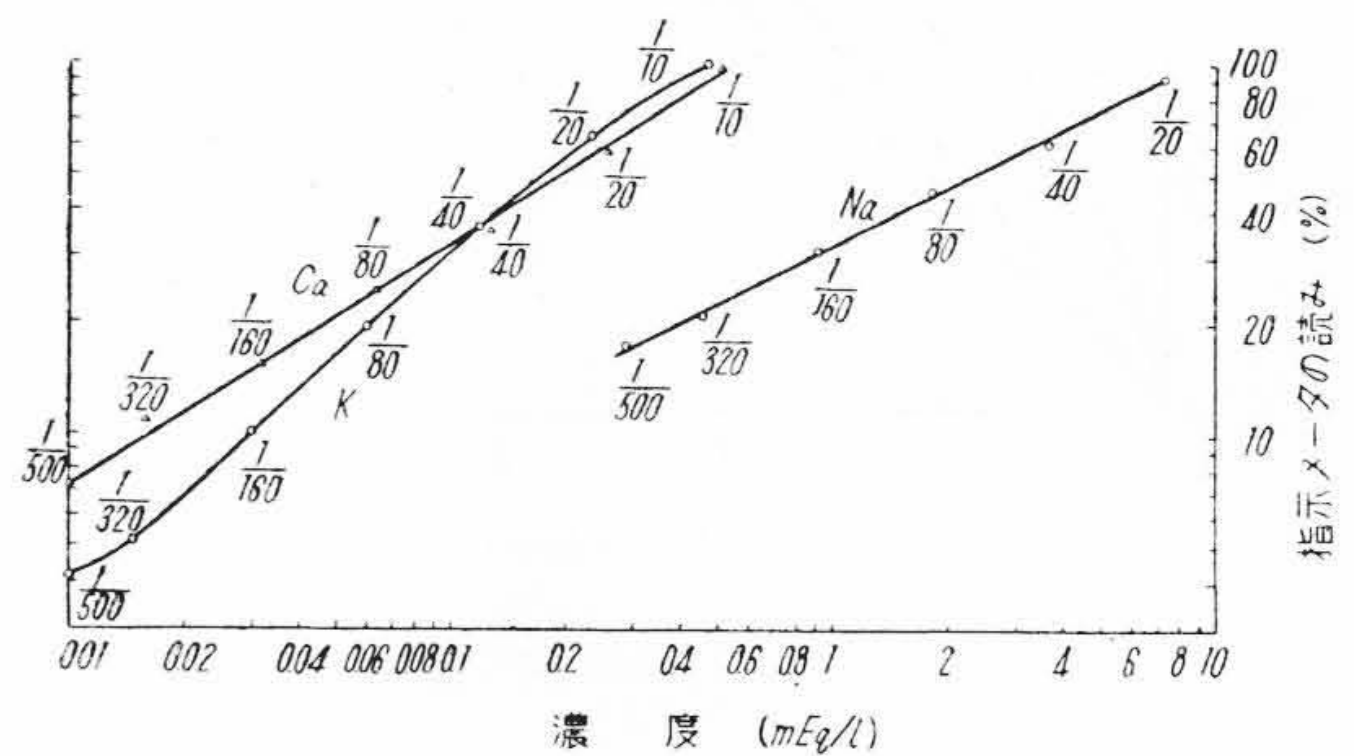


試 料	読 み (%)	Ca 濃 度 (mEq/l)
No. 1	46.4	5.07
No. 2	46.2	5.03
No. 3	45.8	4.96
No. 4	42.0	4.33
No. 5	48.8	5.47
No. 6	46.6	5.10

No. 6 と No. 7 とは健康と見られる女子である。

Ca (血清の 1/20 濃度にて測定) C_3H_8 0.16 kg/cm²
標準溶液(1/10濃度×1/2)使用 O_2 1.1 kg/cm²

第 18 図 (c) 血清中の Ca 測定例



第 19 図 血清中の Na, K, Ca 検量線
(分数は血清の稀釈度を示す)

図のように Na, Ca は広い範囲にわたって直線となる。K は傾斜が急で、検出感度は高いが上下でやや曲る。

6. 結 言

日常の分析に炎光分析が普及するにつれて、取り扱いの簡便な炎光光度計の要望が強くなってきたが、その需要にこたえて Na, K, Ca を目的とした FPF-2 型炎光光度計を設計製作した。輝線の選択には特に波長幅の狭い干渉フィルタを使用した。Na, K, Ca の 3 元素におい

ては相互の干渉をほとんど受けないので十分な感度と精度を得られる。燃料としては市販のプロパンガスを用いるため、入手、取り扱いともに安易である。プロパンは輝度温度が高くて感度を上げるのに有効であるが、燃焼速度が小さいためにバーナを特殊な構造にする必要がある。本装置のバーナは長期の実験、研究の結果、炎光輝度の安定した構造にすることができた。

本装置の試作実験に当り御指導を賜った東京教育大学大八木助教授に深甚の謝意を表する。

参 考 文 献

- (1) 南：炎光分光分析 54 (1954 日本分光学会、日本分析化学会)
- (2) 黒羽：日立評論 39, 792 (昭 32-7)
- (3) 鍋木、秦：日立評論 37, 607 (昭 30-3)



特 許 と 新 案

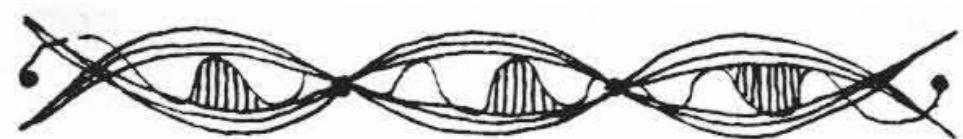


最近登録された日立製作所の特許および実用新案

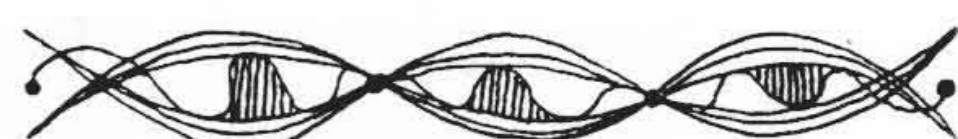
(その1)

区 別	登録番号	名 称	工 場 別	氏 名	登録年月日
特 許	239290	調 速 装 置	日立工場	和田 静 哉	33. 2. 13
"	239291	誘 導 電 動 機 滑 動 環 短 絡 装 置	日立工場	和 蕨 沢 功	"
"	239295	凸 極 型 回 転 子 界 磁 巻 線 の 冷 却 装 置	日立工場	高 橋 昭 吉	"
"	239296	低周波切替による誘導電動機 of 速度制御装置	日立工場	高 泉 千 吉 郎	"
"	239299	電 気 開 閉 器	日立工場	平 川 克 己	"
"	239300	水 車 運 転 調 整 装 置	日立工場	檜 垣 登 雄	"
"	239286	変 圧 器 予 備 乾 燥 法	国分工場	浅 野 定 雄	"
"	239311	発 電 機 過 電 圧 自 動 抑 制 装 置	国分工場	紛 沢 秀 雄	"
"	239319	密 閉 母 線	国分工場	佐 藤 出 八 司 郎	"
"	239320	電 気 接 点	国分工場	井 齋 藤 常 武	"
"	239322	電 気 車 制 御 装 置	水戸工場	高 砂 常 義	"
"	239316	魚 腹 式 車 輦 用 点 検 蓋 防 水 装 置	笠戸工場	天 野 保 雄	"
"	239280	ク ラ ッ チ と ブ レ ー キ と の 互 鍵 装 置	笠戸工場	古 山 義 雄	"
"	239287	天 井 ク レ ン の ボ ッ ク ス ガ ー ダ	亀有工場	大 山 谷 敏 博	"
"	239288	天 井 ク レ ン ガ ー ダ	亀有工場	井 上 啓 敏	"
"	239289	ト ラ フ 無 し カ ッ タ コ ン ベ ー ヤ 装 置	亀有工場	安 河 内 春 雄	"
"	239292	粒 体 を 含 む 傾 斜 流 体 輸 送 管 の 放 流 安 全 装 置	亀有工場	吉 田 春 雄	"
"	239293	粒 体 を 含 む 流 体 を 高 圧 流 体 内 に 押 込 む 押 込 室 装 置	亀有工場	安 河 内 春 雄	"
"	239294	粒 体 を 含 む 流 体 を 輸 送 す る 装 置 に お け る 吸 入 弁 排 出 弁 洗 滌 装 置	亀有工場	洪 谷 英 喜 八 郎	"
"	239297	流 れ コ ン ベ ヤ	亀有工場	小 林 益 三	"
"	239303	潜 水 電 動 機 に お け る 防 砂 装 置	亀有工場	細 田 延 益 三	"
"	239304	潜 水 モ ー タ	亀有工場	保 田 延 益 三	"
"	239305	ク レ ン の 斜 行 に 対 す る 保 安 装 置	亀有工場	保 田 延 益 三	"
"	239309	ク レ ン の 改 良	亀有工場	本 館 多 孝 忠 一 夫	"
"	239310	高 圧 水 に よ る 固 形 物 輸 送 装 置	亀有工場	本 館 多 孝 忠 一 夫	"
"	239313	巻 胴 操 作 装 置	亀有工場	本 館 多 孝 忠 一 夫	"
"	239315	潜 水 電 動 機 直 結 ポ ン プ	亀有工場	原 村 田 敏 政 太 郎	"
"	239317	ス ラ ブ 装 入 起 重 機 の 制 御 装 置	亀有工場	志 原 田 敏 政 太 郎	"
"	239312	泥 水 圧 送 用 プ ラ ン ジ ャ ー ポ ン プ の 圧 力 清 水 切 換 装 置	川崎工場	寺 田 昌 進	"

(次頁へ続く)



特許と新案



最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その2)

(前頁より続く)

区 別	登録番号	名 称	工 場 別	氏 名	登録年月日
特 許	239308	変 圧 器 保 護 継 電 装 置	多 賀 工 場	渡 井 三 夫	33. 2. 13
"	239324	内 燃 機 関 の 同 時 着 火 式 着 火 線 輪	多 賀 工 場	宮 崎 三 達 三 郎	"
"	239284	X 線 写 真 撮 影 台	亀 戸 工 場	乾 田 知 正 次 脩	"
"	239301	同一運転系統に使用される複数流体接手の保護装置	亀 戸 工 場	和 小 林 正 長 一 康	"
"	239302	流 体 接 手 保 護 装 置	亀 戸 工 場	大 居 和 駒 利 恒 丸 雄	"
"	239306	トンネル内換気装置におけるダンパ制御方式	亀 戸 工 場	大 居 和 駒 利 恒 丸 雄	"
"	239314	不燃性絶縁油を使用した変圧器の安全装置	亀 戸 工 場	農 沢 恒 靖 夫 務	"
"	239321	自 動 電 圧 調 整 装 置	亀 戸 工 場	和 小 安 田 正 長 文 脩	"
"	239323	電 磁 石 装 置	亀 戸 工 場	大 井 田 浩 浩	"
"	239281	翻 訳 装 置	戸 塚 工 場	江 森 五 郎 隆	"
"	239282	回 線 切 換 方 式	戸 塚 工 場	関 口 存 哉	"
"	239283	水 素 放 電 管	中央研究所	中 村 純 之 助 博	"
"	239285	長 寿 命 水 素 放 電 管	中央研究所	中 村 純 之 助 登	"
"	239325	電 極 酸 化 物 付 着 量 測 定 法	中央研究所	中 三 村 純 之 助 学	"
"	239307	変 圧 器 保 護 継 電 装 置	日立研究所	高 柴 林 乍 満 人 男	"
"	239318	プログラム制御電圧発生装置	日立研究所	前 川 敏 正 明 元	"
実用新案	471961	歯 形 測 定 の 容 易 な 歯 車	日立工場	明 山 本 正 政 吉 賢	33. 2. 21
"	471974	湿 式 電 気 集 塵 器 集 塵 管	日立工場	松 土 生 都 忠 忠	"
"	471977	電 動 操 作 限 時 継 電 器	日立工場	白 土 忠 忠	"
"	471978	電 動 操 作 限 時 継 電 器	日立工場	白 土 忠 忠	"
"	471979	直 流 逆 流 継 電 器	日立工場	白 高 品 垣 土 井 忠 政	"
"	471985	集 塵 装 置	日立工場	山 田 弘 清	"
"	472007	電 磁 接 触 器	日立工場	滑 川 秀 夫	"
"	472010	直 流 発 電 機 の 界 磁 調 整 装 置	日立工場	岩 城 秀 夫	"
"	472031	複 数 電 動 機 の 速 度 制 御 装 置	日立工場	木 田 正 真 吉 夫	"
"	472033	直 流 電 動 機 の 制 動 装 置	日立工場	山 本 正 真 夫 元	"
"	472034	直 流 電 動 機 の 制 動 装 置	日立工場	立 高 石 根 正 真 夫 元	"
"	472038	巻上機用誘導電動機の速度制御装置	日立工場	立 高 石 根 正 真 夫 元	"
"	471956	エ レ ベータ 平 衡 重 錘	国 分 工 場	大 島 昭 満 二 男	"
"	471963	自 動 階 段 の 踏 段 照 明 装 置	国 分 工 場	大 神 峯 次 郎	"
"	471969	エ レベータ用信号継電器	国 分 工 場	石 塚 泰 好 司	"
"	472000	二段操作制御開閉器表示板回転装置	国 分 工 場	金 井 好 延 清	"
"	472002	三 相 変 圧 器	国 分 工 場	滑 川	"

(第29頁へ続く)