



昭和九年十月

爆焰測定機による爆薬爆焰寫眞に就いて

(代 勝 寫)

福岡鑛山監督局

始



255
506



本書は石炭坑爆發豫防調査所に於て所員中西信、市丸半次郎、
林徳、岡田孝の行ひたる實驗報告なり。

福岡鑛山監督局

同
局
寄贈本

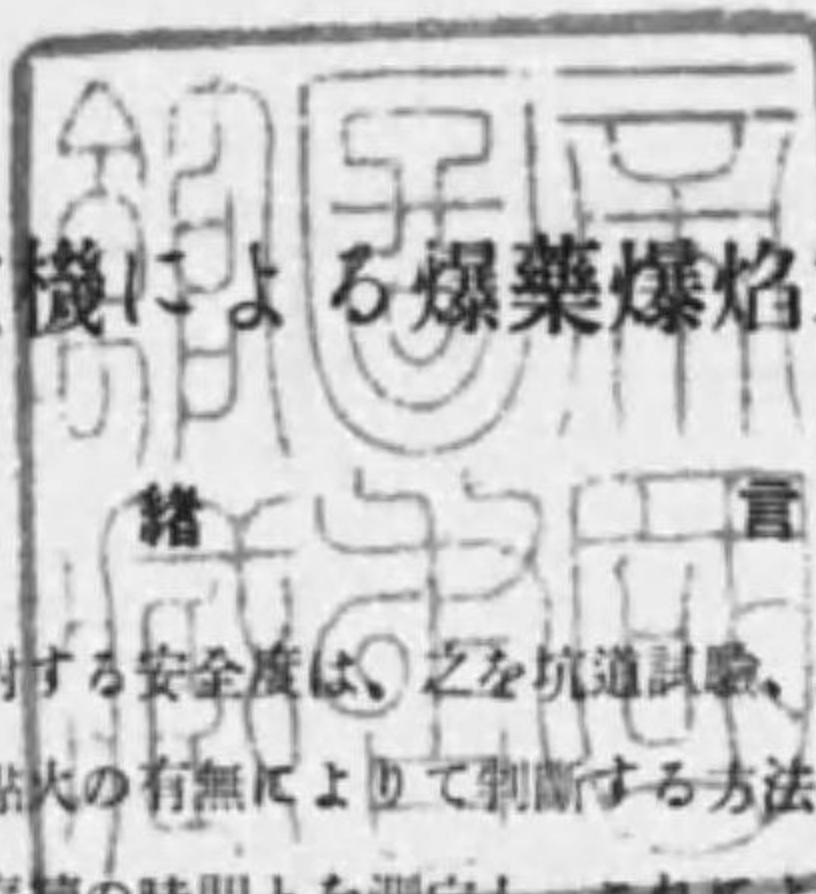


爆焰測定機による爆薬爆焰寫眞に就いて

目 次

緒 言	1
第一章 爆焰測定機に就いて	1
第二章 爆薬の種類	1
第三章 爆焰の性質と其寫眞に就いて	2
第四章 實驗及其成績に就いて	4
イ 爆焰測定機の修正	4
ロ フィルムの摺附法	6
ハ 實驗成績	6
(一) 現 像	7
(二) イソクローム・フィルムによるもの	7
(三) アダプ・レギュラー・フィルムによるもの	8
(四) さくらレギュラー・フィルムによるもの	8
(五) ゼリクローム・フィルムによるもの	9
第五章 爆焰より見たる安全度と坑道試験より見たる安全度との比較	10
第六章 後焰比の實用化に就いて	14
結 論	16

爆焰測定機による爆薬爆焰寫眞に就いて



爆薬の瓦斯及炭塵に對する安全度は、之を坑道試験、即ち瓦斯又は炭塵に對し白砲より爆薬を發射し、これに點火の有無によりて判斷する方法以外に、爆薬の爆焰を撮寫し、たの爆焰の長さ、爆焰存続の時間とを測定し、これによつて安全度測定の一助となすことは古くより試みられ居る所なり。

メツテガンダ (Mettegang) 爆焰測定機は、此の目的のために造られたるものなり。曩に當所に於て、備付の同機により現今使用せらるゝ代表的爆薬の爆焰を測定したるを以て之を公表せむとす。

第一章 爆焰測定機に就いて

爆焰測定機はメツテガンダ (Mettegang) の考案になれるものにして、第一圖の如き構造を有し、鼓胴に寫眞フィルムを張りつけて廻轉せしめ、對物レンズより入りたる光線が集收レンズにより濃縮せられ、鼓胴直前の衝立に設けたるスリットよりフィルムに感光するものにして、夜間鼓胴を廻轉せしめつゝ、白砲中の薬包を爆轟せしむる時は、白砲々腔より出でたる光焰の像は、フィルム上に薙刀の刃の如き形狀に寫る。焰の尖端より白砲表面への垂直距離は爆焰長を現はし、横の振れは焰の存続時間を現はす。即ち廻轉速度を毎秒17米とせば、振れが17mmの時は一秒の經過を表はすことゝなるべし。

當所の測定機は東京帝國大學火藥學教室備付のものに模し、東京計器製作所に命じて製作せしめたるものなれども、種々研究の結果對物レンズと集收レンズとの距離を當初設計のものとは少しく變更して今回の試験を行ひたり。(詳細後述)

第二章 爆薬の種類

今回試験を行ひたる爆薬の種類は、主として目下石炭坑に使用せらるゝ代表的のものにして、其の成分次の如し。

第三表 供試爆薬の成分(%)

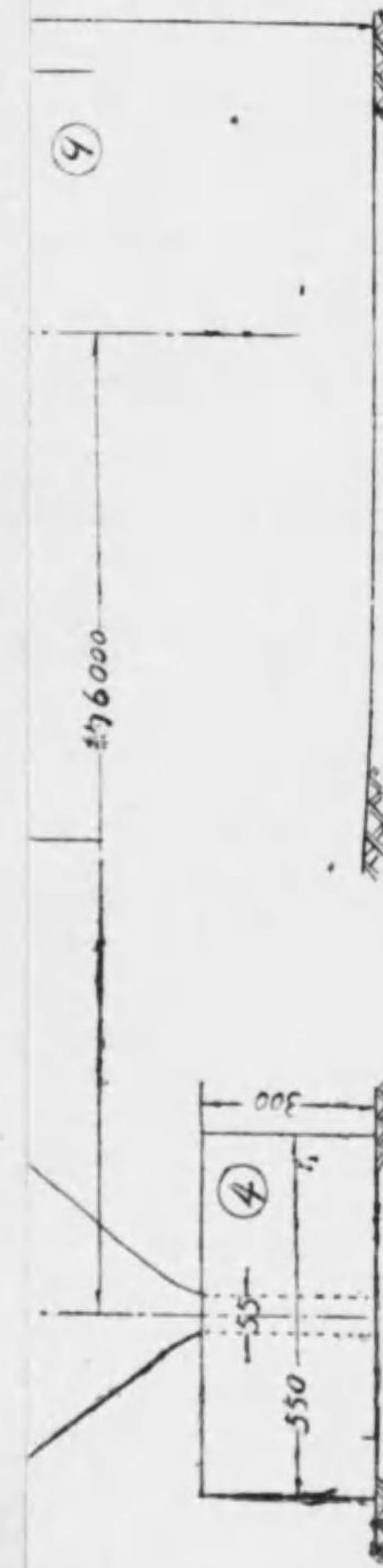
成分 番號	ニトロ アミン	硝薬	硝石	木粉	澱粉	硝 酸 アン モニ ウム	サ ニ ト ロ ア ミ ン	硝 砂	硝 酸 アン モ ニ ウム	食 鹽
一號	20.0	0.5		2.0	4.0	46.5				27.0
二號	8.0	0.2		3.0	5.0	63.8				23.0
三號				3.0		70.0	7.0			20.0
四號	50.0	2.1	9.9	1.0	1.0	79.0	9.0	35.0	1.0	10.0
五號	54.0	2.0	13.0	6.0				23.0	2.0	
六號					2.0	89.0	9.0			
七號	60.0	2.6	29.4	8.0						

各號に相當する同級品を列擧すれば次の如し。七號爆藥は現在發賣せられざる、食鹽を含有せざる爆藥なるも、参考のため試験せしものなり。八號爆藥は櫻級のニトログリセリン60%のものにして、大體甲櫻印ダイナマイト、山櫻ダイナマイト、チタ甲櫻ダイナマイト、一號宮櫻ダイナマイトの同級品なり。炭坑用に非ざるも、他との對比上之を加へたり。

- 一號類 硝安ダイナマイト
 - チタ甲硝安ダイナマイト
 - 一號宮硝安ダイナマイト
- 二號類 二號硝安ダイナマイト
 - チタ乙硝安ダイナマイト
- 三號類 五號硝安藥
 - 一號硝安爆藥
 - 一號宮硝安爆藥
- 四號類 三號梅ダイナマイト
 - 二號紅梅ダイナマイト
 - チタ新乙梅ダイナマイト
 - 二號宮梅ダイナマイト
- 五號類 二號硝安藥
 - 二號硝安爆藥(食鹽10%)
- 六號類 紅梅ダイナマイト
 - チタ乙梅ダイナマイト
 - 一號宮梅ダイナマイト

第三章 爆焰の性質と其の寫眞に就いて

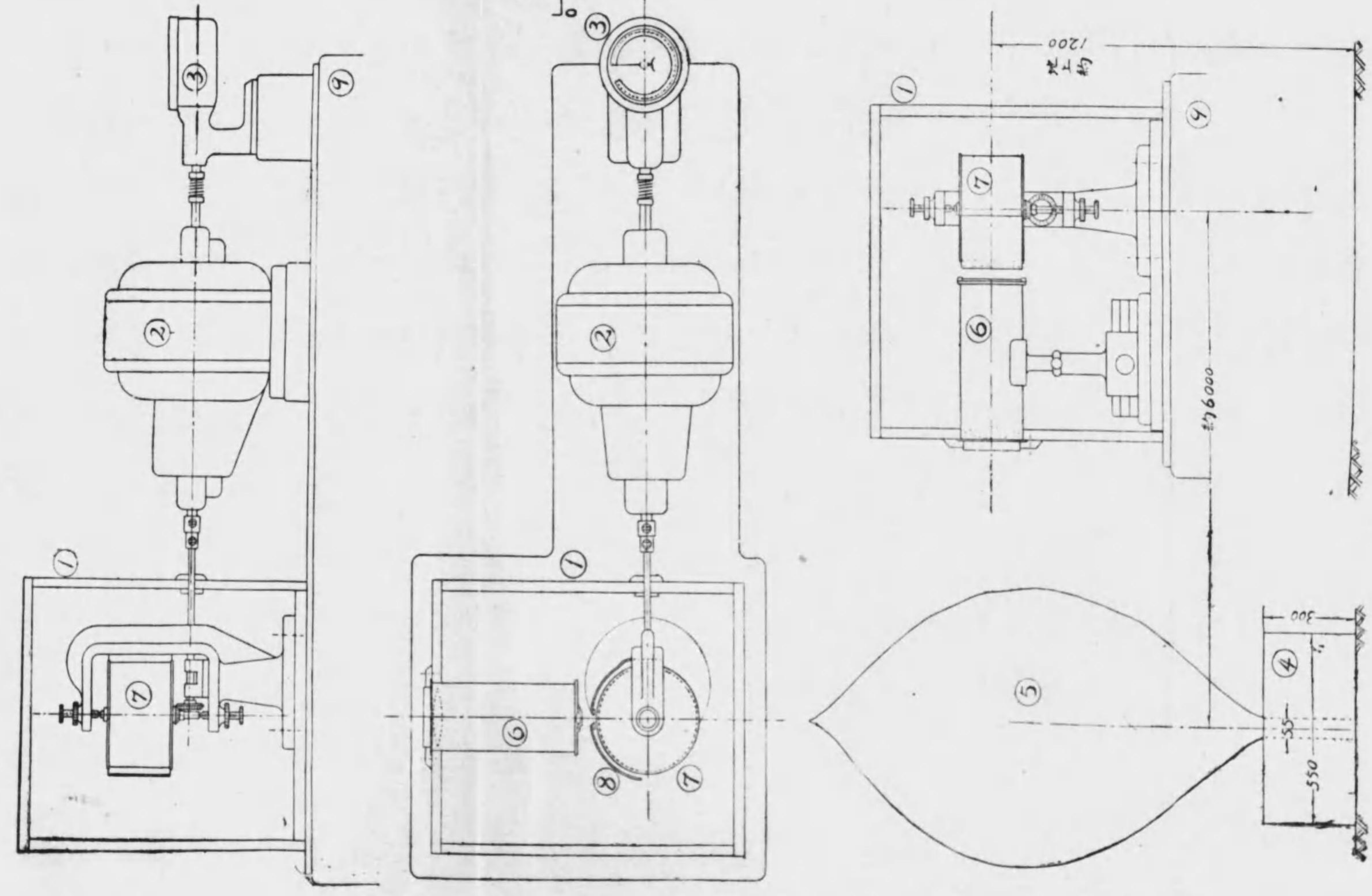
爆焰の性質につきて考ふるに、爆焰として肉眼に映するものは、火焰、火花及び爆煙にして、寫眞に於ても之を普通の寫眞器によつて撮影すれば觀取し得るものなり。第二圖は櫻級(八號)ダイナマイトの普通寫眞にして、外部の雲形のものは爆煙、内部のものは火焰なり。而して其の中に線狀の射出物の如き形狀をなせるものは火花なり。爆煙は瓦斯又は炭塵に着火の原因とはならざるも、火焰及火花は點火に主要なる役目を有する事明かなり。火焰は爆生瓦斯の極めて高温なるものにして、火花は爆藥及起爆藥の固形物が高温状態にて射出せらるるものなり。たの孰れが最も多く瓦斯又は炭塵に點火の役割を演じつゝありやは不明なり。然れども火焰に就き更に考察するに、爆焰より瓦斯又は炭塵に着火するには既述の如く其の爆焰長、爆焰時間及び爆速に關係するも、就中爆温の高低は其の影響する所大なるものあるべし。而して爆焰をスペクトルに分散する時は、各種の波長の輻射線を出すと雖も、たの成るものは特種の波長を有する波を著しく強烈に出すものあり。各波



食鹽を
グリセリ
イナマイ
加へたり。

爆燃に
二圖は櫻
のは火焰
瓦斯又は
かなり。
温状態に
つゝあり
火するに
の影響す
の幅射線
。各波

第一圖
爆焰測定機圖



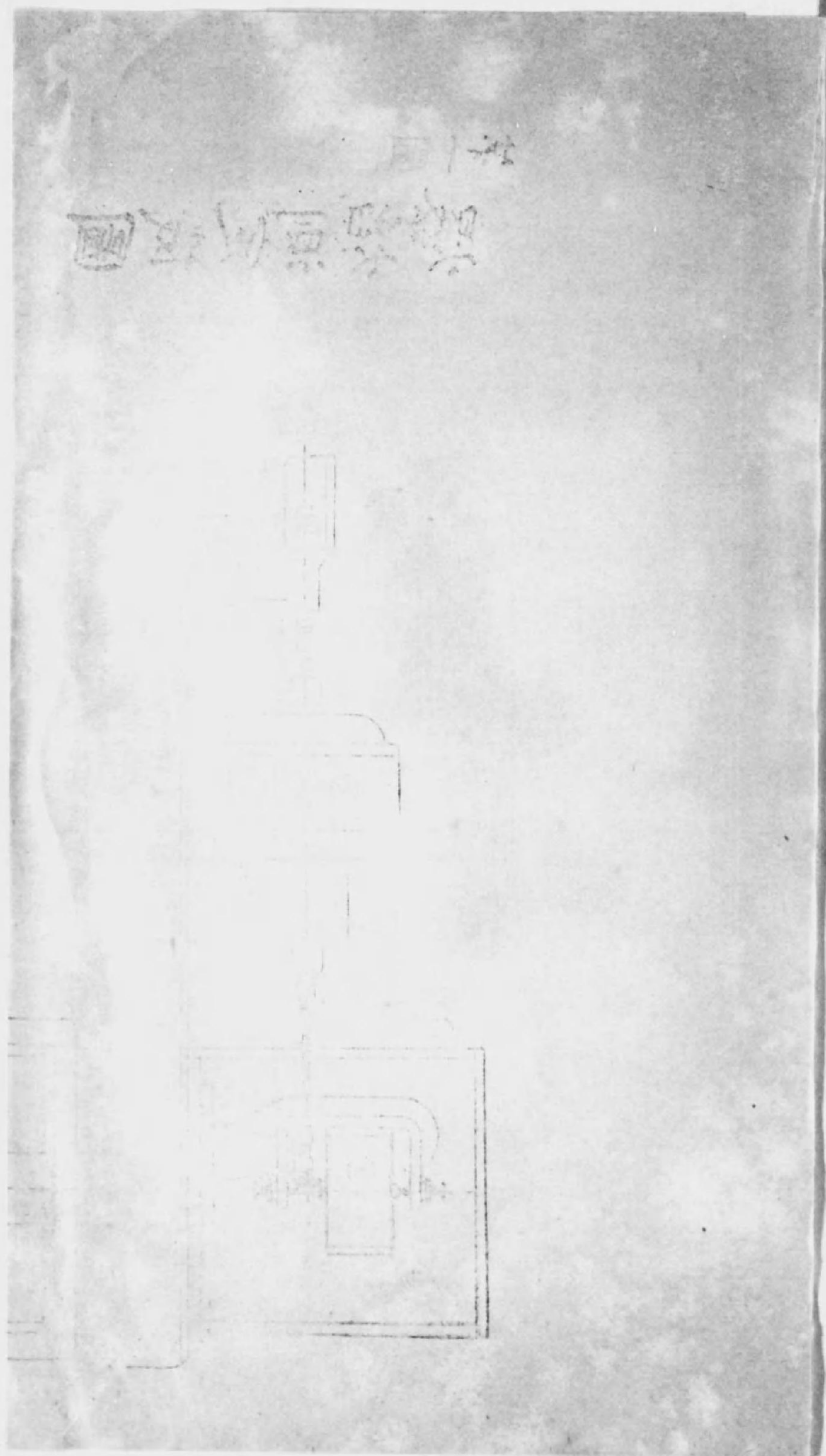
縮尺 概
0 100 200 300

- 凡例
- ① 暗箱
 - ② 電動機
 - ③ 整流子
 - ④ 白磁
 - ⑤ 爆焰
 - ⑥ レンズ筒
 - ⑦ 鼓衝
 - ⑧ 立礎
 - ⑨ 基礎
- 550 耗
750
550
外全腔深

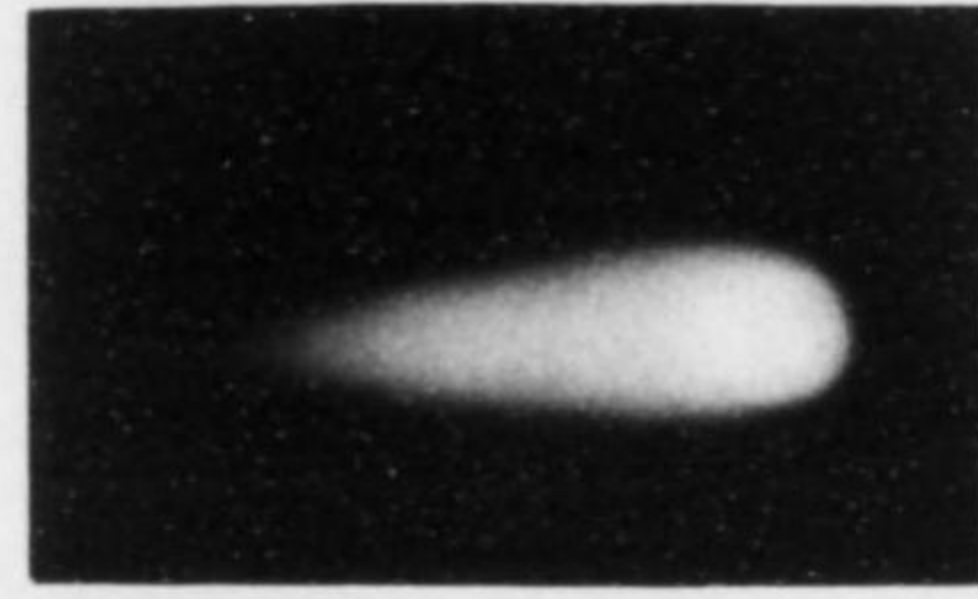
地上約
1200

約6000

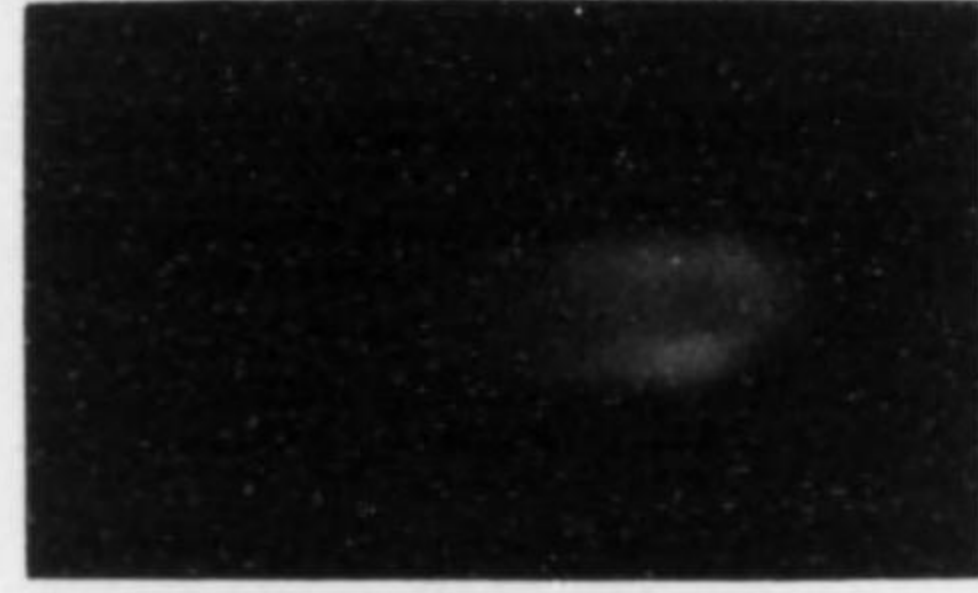
300
550
550



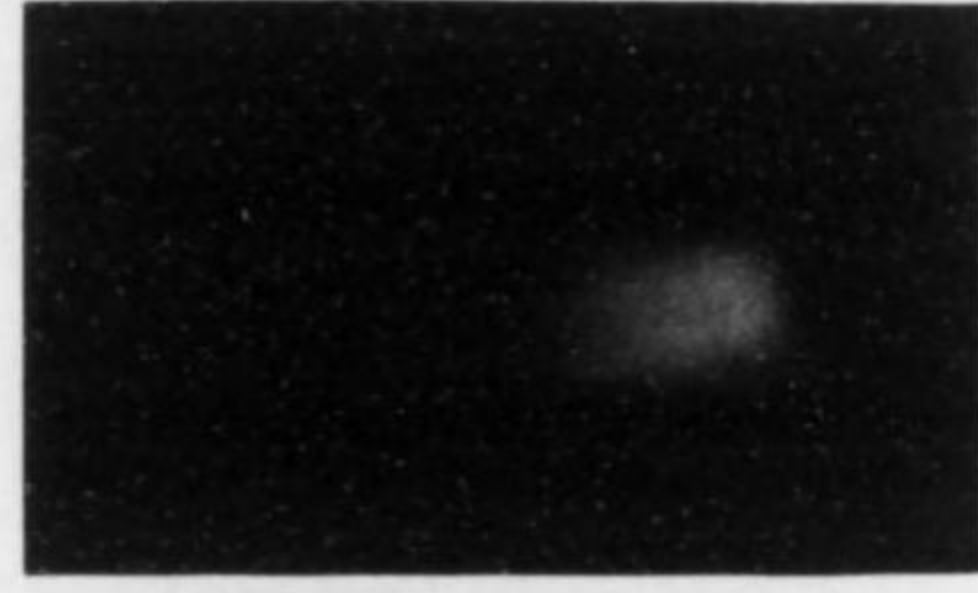
第二圖 普通寫真による標印アイナイト機組



Cu



K



Ca



Na



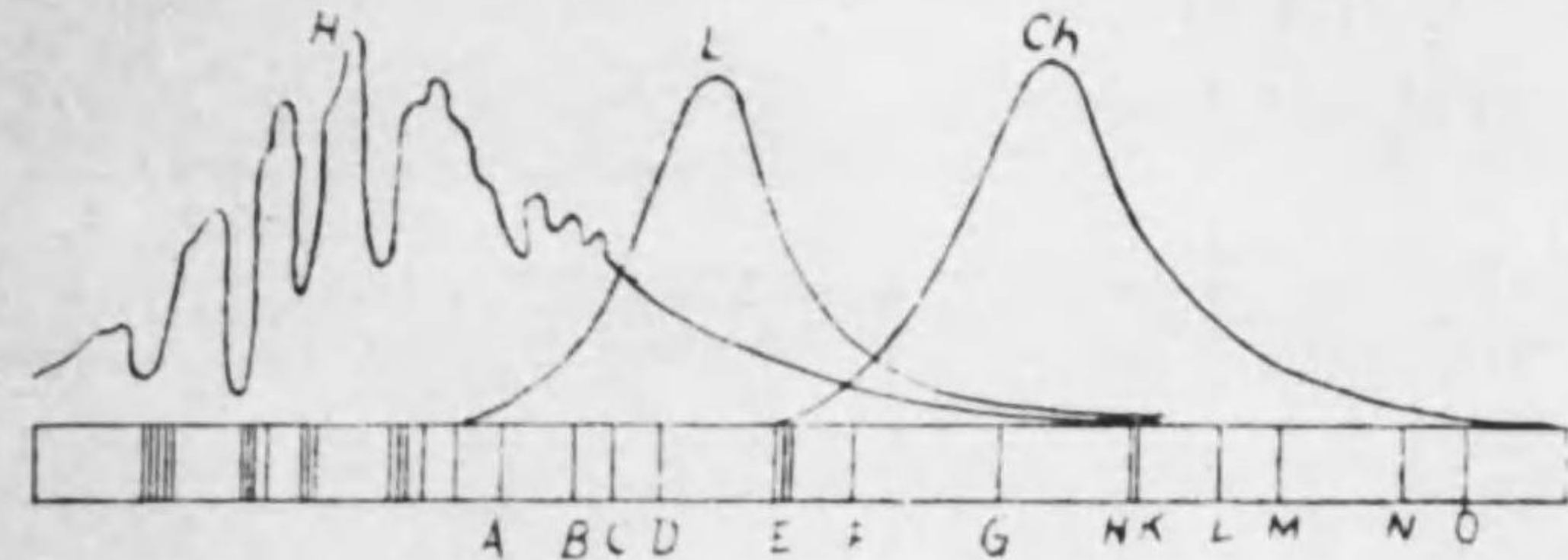
水素原焰

白濁は白濁部を挿入して消滅する

第四圖 水素焰及各種元素の焰色寫眞

長の波の強さは、爆薬の成分の異なるに従つて異なるべきなり。

今太陽のスペクトルを見るに、第三圖に示す如く其の輻射線は、熱線（赤外線）、光線（眼に見ゆる光線）及化學線（紫外線）に大別する事を得べく、其の強さを示さば次の如し。



第三圖 熱線 (H) 光線 (L) 化學線 (Ch) の強さ

各元素を完全に含有せざる爆薬の爆焰につきては、其の成分によりて、以上三線の分布状態を異にすべき事明かなり。即ち或るものは熱線多く、或るものは光線強く又或るものは化學線大なるべし。然る時は第一のものは、光、化學的作用共に少きも温度は高く、第二のものは眼にはよく光りて明く感ずるも、實は温度も低く化學的作用も亦小なり。第三のものは、化學的作用即ち寫眞感光度の如きは頗る大なるも、熱度は低く眼にも餘り光りて映らず。

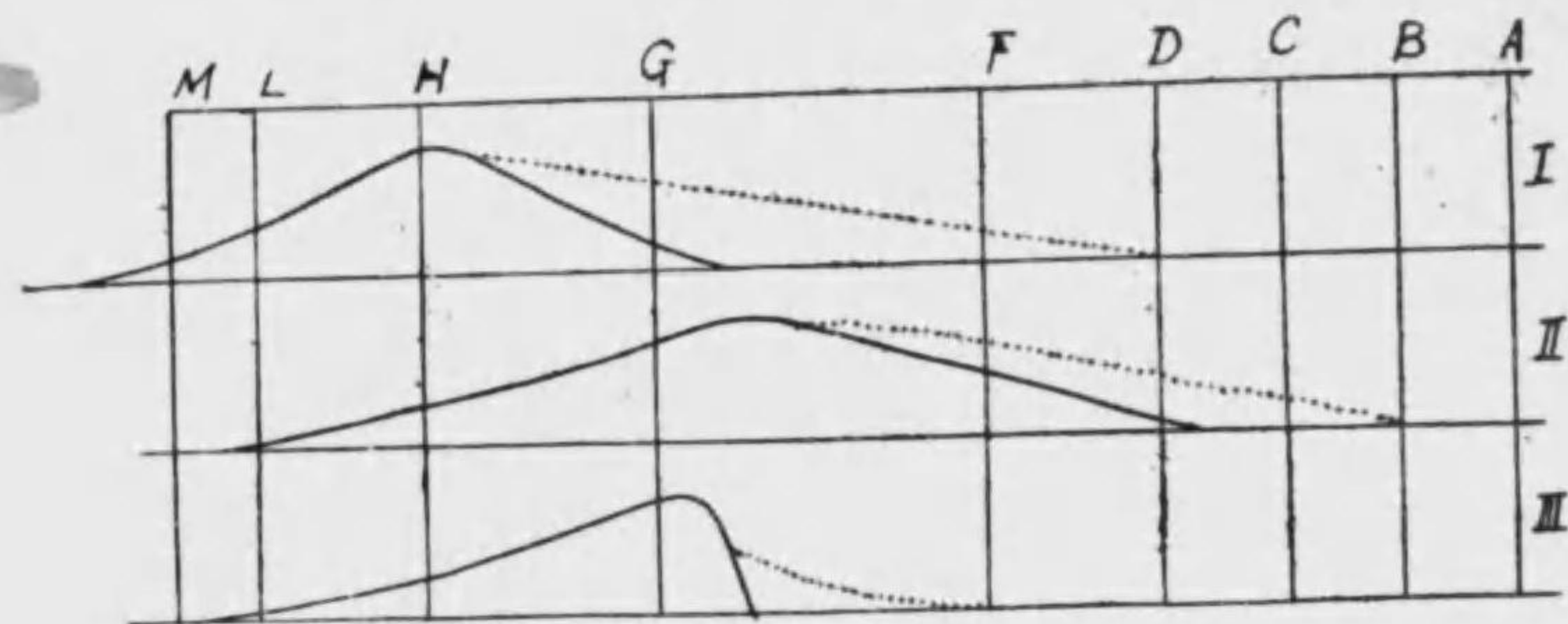
勿論一般に熱高きものは、光も明く化學線も亦大なるを常とすれども、それは同一のものが高温度に熱せらるゝ場合にかくなるものにして、同一温度の時には成分の異なるに従つてスペクトルの異なる事は當然なり。

之を簡單なる例によりて示さむため次の實驗を行ひたり。

殆んど純粹に近き水素をタンクに取り、細管より放出しこれに點火してこの焰を寫眞に撮りたるに、露出5秒及10秒ともに殆んど感光せず、又肉眼にても暗所に非ざれば見難し。然るにこの焰に白銀線上に附したる鹽化カルシウム、食鹽、鹽化銅等を觸れしむれば、カルシウムは橙赤色、食鹽は橙黄色、銅は緑色を出し寫眞にも僅かに15分の1秒にても感光するに至る（第四圖）しかも焰の温度は水素の場合840度なりしものが何れも810度乃至805度に低下したり。

故に爆焰寫眞感光度は、焰を形成するもの、成分によりて異なるものなり。而して或種の輻射線は、假令感光すると雖も時間を要し、もし露出時間少き時は遂に感光せざるものあり。第五圖は其の理由を示すものにして、眼に最も明く見ゆるは黄色部なるも、露出時間短き時は黄、赤部は感光せず。

第五圖 三種のハロゲン化銀上に撮影したスペクトラム



点曲線は露出を長く
 したとき赤色部の方
 へスペクトラムの印
 像が延長する範囲を
 示す
 I 塩化銀
 II 臭化銀
 III 沃化銀

爆焰の長さは、主として熱線の長さ、存続時間を計らざるべからざるに、写真に於ては化学線の長さ及存続時間を計ることとなり必ずしも常に正確なりとなし難きものあり。紫色乾板と稱し黄及赤色の感光、普通乾板より大なるものあれども、感光度遅くして爆焰の如き瞬間的の幅射線に對しては不適當なり。

写真板に感光せる映像は、之が現像の際の巧拙によりて大差を生ず。殊に前記の如き爆焰の僅かの長短を見むとする場合に於ては、其の影響する處大なれば毎回現像液を新にし各回の液量及時間を規整して行ひたり。これを焼付く時は更に甚しき差異を生ずるを以て、爆焰長及爆焰時間の測定は、陰畫を直接目盛紙上に載せて行ふ。従つて附圖の寫真映像と多少の差異あるは免がれざる處なり。

第四章 實驗及びその成績に就いて

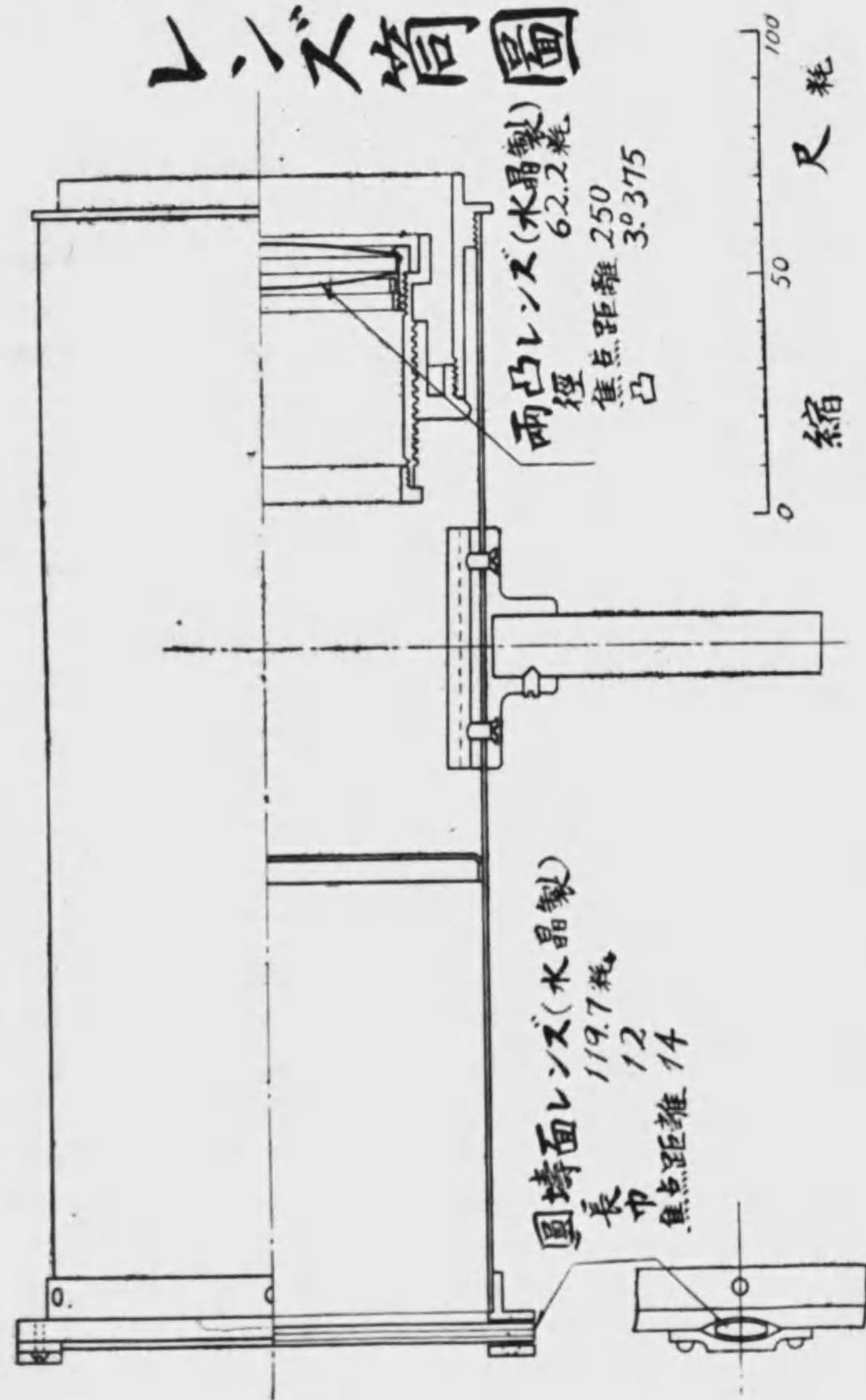
イ 爆焰測定機の修正

本機は既述の如く東京計器製作所をして、東京帝國大學火藥學教室備付のものに模して設計せしめたるものにして、對物レンズは焦點距離 250 耗、徑 62.2 耗の兩凸水晶レンズ、凸へ 3.375D なり。其後方約 286 耗の處に集收レンズあり。このレンズは垂直方向の光線を屈折濃縮するを以て、淡き幅廣き映像も棒の如く幅狭く濃く集收せらるゝも、其の垂直方向の長さを變ぜざる構造を有す。この焦點距離は 14 耗にして、長さ 119.7 耗、幅 12 耗の楕圓端面水晶レンズなり。

當初の設計にては對物レンズと集收レンズとの距離は、前記の如く 286 耗より僅かに伸

第六圖

レンズ筒圖



縮を爲すに止まり、白砲との距離約6米なるため、第一像は集収レンズの前に結び従つて集収レンズによつて生ずる第二映像は、縦横とも歪みたるものとなれり。こゝに於て種々研究の結果、對物レンズを押し込み得る如く改造し、第一映像を集収レンズの僅か後方即ちフィルム上に結ばしむる如くしたるに、所望の映像を得るに至り目下圖示の寸度にて測定を行ひ居れり。

ロ フィルムの纏附法

フィルムの纏附法は、紙紳削膏を使用し縦によくフィルムの両端を張り合せ更に下縁(上縁は波洞の上縁に密着せしむ)を紳削膏にて張り付くるものにして、當初は高速廻轉中フィルムの離脱を來し屢失敗を重ねたるも、漸次習熟せるためフィルムに對し三廻連続の撮影にも堪へ、頗る好調に實驗を進め得るに至れり。要するに撮影を精確になすためにもフィルムを波洞に密着せしむること肝要なるが、離脱防止のためにもフィルムと波洞間に風を含ませざること特に必要なり。

ハ 實驗成績

實驗成績は、表に示す如く使用フィルムの種類によりて異なるものあり。今回使用のフィルムは次の四種なり。

アグファ製レギュラー・フィルム (Agfa Regular Film)

整色性を施さざる普通の臭化銀セフチン乾板をレギュラー (正規と譯す) と稱す

アグファ製イソクローム・フィルム (Agfa Isochrome Film)

イーストマン製ゾリクローム・フィルム (Eastman Verichrome Film)

六樓社製さくらレギュラー・フィルム

右の内イソクローム及ゾリクロームは赤黄色の感光性强きを以て、熱線に近きものを感じ得る利ありとして使用せるも、斯の如き整色乾板は感度多少鈍きを免がれざるものゝ如し。

現今の整色性乾板は、眼に映すと同様の各色調及明きを印畫紙上に寫し出さん事を目的として製造せられたるものにして、感度はレギュラーのものに比して低下するは止むを得ざるものゝ如し。又整色乾板は赤色又は赤外線にも感光するものありと稱するも、之れは程度の問題にして例へば従來の乾板を以て太陽の白光スペクトルを撮れば4000~5000 Å° の間の感光の場合、イルミノールR(理研)を以て整色性を與へたる乾板を以て撮れば3500~6500 Å° 迄は感光するも、7000 Å° 以上には出でず。但し此の場合は現在の寫眞知識を以てしては感光を相當犠牲に供せざる可からず。即ち所期の色感光を與ふるには、レギュラーの場合よりも遙かに長時間の露出を要す。(詳細は鈴木庸生氏著寫眞化學中臭化銀の色感光参照)

故に露出時間極めて小なる(1/1000秒以下)爆焰寫眞を撮影するが如き場合に、僅かの色感光に因れて感度を度外視する時は、正規乾板に於けるより遙かに小なる色薄き像を得る

に過ぎざる事となりて甚だしき矛盾に陥ることゝなるべし。(正規乾板とイソクロームとの寫眞の比較に就ては後述すべし)

尙ほゾリクロームはロールフィルム入手せざりしため、フィルム・バツクを用ひ普通寫眞器を以て爆焰の全貌を撮影し、廻轉寫眞の参考となせり。

各表に表示の數字は、白砲々腔上に立てたる標尺を撮影し、其の寸度により紙上に書きたる目盛の上に、フィルムを載せて測定したるものなり。されば印畫紙に焼付くる時は、多少の差異を生ずる以て別圖の寫眞は單に参考として掲げたるものに過ぎず。従つて表中の數字と全く一致せざることあるべし。

(一) 現像

現像の規程は寫眞による爆焰の測定上、最も注意を要する事の一つなるを以て、現像液の濃度、液量、溫度を嚴重に一定に保ち、現像は充分以上と思はるゝ時間を以て各回同一時間行ひたり。

現像液

メトール	5 瓦
無水亞硫酸曹達	50 瓦
ハイドロキノ	7 瓦
炭酸加里	100 瓦
臭素加里	2.5瓦

之を三立の水溶液とす

一回の液量	150立方厘
一回の現像時間	11分

現像液及容器の溫度 18~22度(攝氏)

寫眞器波洞の一週は50厘なるを以て、一本のフィルムの長さは約53厘なり。此の一本に對して、前記現像液150立方厘を攝氏20度の温湯、又は冷水槽中に浮かして11分間現像を行ひたり。而して二本目の時は前の液は捨て直ちに新液と取換ふ。

(二) イソクロームによるもの

今回使用のイソクロームは感光遅き嫌あるものゝ如く、一般に正規乾板に比して短縮せるものゝ如し。

イソクロームによる爆焰長及爆焰時間

爆薬番號	一	二	三	四	五	六	七	八
焰長(厘)	52	42	50	55	58	43	30	72
焰時間 1/1000 秒	0.45	0.38	0.45	0.45	0.50	0.30	0.30	0.77

これを爆焰長及爆焰時間の短きものよりの順位にて表示すれば次の如し。

順 位	1	2	3	4	5	6	7	8
焰 長	七	二	六	三	一	四	五	八
焰 時 間	七六		二	三一四			五	八

爆焰時間相等しきものは焰長の長さものを上位にせり

これによれば焰長と焰時間とは、略其の順位を同じくせり。

(三) アグファ正規フィルムによるもの

整色乾板が感光性良好ならざること、後に述ぶるが如くメタン瓦斯に対する坑道試験の安全度との関係面白からざるに鑑み、アグファ正規フィルムを使用したに、安全度との関係も整色乾板に比して良好と認めたるを以て、主として本フィルムによりて実験を進めたり。

次表は數回の撮影中最も數値の大なるものを採用せり。

アグファ(正規フィルム)による爆焰長及爆焰時間

爆 薬 番 號	一	二	三	四	五	六	七	八
焰 長 (mm)	45	47	54	70	57	75	77	105
焰時間 t_{1000} 秒	0.40	0.45	0.54	0.75	0.55	0.75	0.70	1.80

これを爆焰長及爆焰時間の短かき順に並ぶれば次の如し。

順 位	1	2	3	4	5	6	7	8
焰 長	一	二	三	五	四	六	七	八
焰 時 間	一	二	三	五	七	六四		八

(四) さくらフィルムによるもの

近時國産フィルムの發達顯著なるものあり、六櫻社製さくらを試用せるに次の如し。

さくらによる爆焰長及爆焰時間

爆 薬 番 號	一	二	三	四	五	六	七	八
焰 長 (mm)		48	55	66	60	73	70	109
焰時間 t_{1000} 秒		0.43	0.51	0.64	0.55	0.78	0.60	1.85

順 位	1	2	3	4	5	6	7	8
焰 長		二	三	五	四	七	六	八
焰 時 間		二	三	五	七	四	七	八

(五) ゼリクロームによるもの

イーストマン製ゼリクロームは下四・五の普通寫眞器により撮影したるものにして、爆焰測定機によるものに比すれば感光少き事云ふを俟たず。又其の映像も爆焰長のみなり。本成績は幾分イソクロームに相似たるものなきに非ず。

爆 薬 番 號	一	二	三	四	五	六	七	八
爆 焰 長 (mm)	48	50	50	63	60	75	50	90

順 位	1	2	3	4	5	6	7	8
焰 長	一	二三七			五	四	六	八

以上の數値を一表に纏むれば次の如し。

第 四 表 各種フィルムに於ける焰長及焰時間表

フィルム		爆薬番號							
		一	二	三	四	五	六	七	八
爆 焰 長 (mm)	アグファ正規	45	47	54	70	57	75	77	105
	さくら 正規		48	55	66	60	73	70	109
	イソクローム	52	42	50	55	58	43	30	72
	ゼリクローム	48	50	50	63	60	75	50	90

爆 焰 時 間 t_{1000} 秒	アグファ正規	0.40	0.45	0.54	0.75	0.55	0.75	0.70	1.80
	さくら 正規		0.43	0.51	0.64	0.55	0.78	0.60	1.85
	イソクローム	0.45	0.38	0.45	0.45	0.50	0.30	0.30	0.77

爆焰寫眞の考察に當りては、其の色調の濃淡も亦重要な一要素なるべけれど、従来主として焰の長さ及時間に重きを置くを以て之れに倣ふこととせり。色調を考へ、映像の幅を案ずるに於ては結果の考究甚しく複雑となり、遂には結論に達し得ざる感あり。映像より得る種々の要素の内、焰長及焰時間に重きを置くこと前述の如くなれば、専ら此の二要素に就きて結果を檢討する事とす。

坑道實驗に於ける安全度と對比する上に於て、爆焰長及爆焰時間を別個に表示する時は、比較に不便且つ不明瞭なるを免がれざるを以て焰長及焰時間の相乗積、即ち t_{1000} 秒を以て爆焰の危險度を表示せむとす。此の表示方法異論なき能はずと雖も、他により良き方法を見出さず相乗積を以て示す事或る程度合理的なりと信じ取て之を採用することとせり。



第五表 各種フィルムに於ける爆長×爆時間(1000秒×型)表

フィルム	一	二	三	四	五	六	七	八
アケファ正規	18.00	21.15	29.16	52.50	34.35	56.25	53.90	109.00
さくら正規		20.64	28.05	32.24	33.00	56.94	42.00	201.65
イソクローム	23.40	15.96	22.50	24.75	29.00	12.90	9.00	55.44
ズリクローム (爆長のみ)	48	50	50	63	60	75	50	90

尚ほ八號爆薬の爆時間、爆長の數値を100として各比率を求めれば次の如し。

第六表 八號爆薬を100とし各フィルム毎の1000秒×型%表

フィルム	一	二	三	四	五	六	七	八
アケファ正規	9.5	11.2	15.4	27.8	16.6	29.8	28.5	100
さくら正規		10.3	13.9	16.0	16.4	28.2	20.8	100
イソクローム	42.2	28.8	40.5	44.7	52.3	23.3	16.2	100
ズリクローム (爆長のみ) (2.43倍) (2.25倍)	53.5	55.5	55.5	70.0	66.5	83.5	55.5	100

第五表を見るに、レギュラー・フィルムの數値に比しイソクロームの數値甚だ小なり。特にレギュラーの數値大なるものに於て甚し。イソクロームは整色性を與へたるが爲め感光度低下せる事を立證するものなり。更に第六表に就きて見るに、櫻級の八號爆薬に對する硝安ダイナマイト級の一號爆薬20%食鹽入硝安爆薬級の三號及35%礫砂入三號梅級の四號爆薬等の率はイソクロームに於てのみ甚だ高し。されば瓦斯に對する坑道實驗の安全度と對比する時、レギュラー・フィルムの數値の方妥當に近し。

之を要するに今回の試験に使用せるが如き整色乾板は爆焰の如き瞬間的閃光の撮寫には不適當なることを知れり。

第五章 爆焰より見たる安全度と、坑道試験より見たる安全度との比較

先づ坑道試験より見たる安全度の順位を検討せむに、坑道試験に現れたる引火、不引火の藥量は、直ちに以て爆薬の安全度を云爲し難きものあり。其の最も大なる影響を與ふるものは臼砲々腔の擴大なり。此擴大は臼砲使用回数に比例して増大するを常とし、砲腔の擴大は不引火藥量の増大を招き爆薬の安全度高きが如き成績を示す。

此影響は硝安類に比して、膠質ダイナマイト類に於て著し。(昭和七年三月發行、爆發試験坑道に於ける火藥實驗成績第六回報告参照) 其他未知函數の變動のため實驗に現れたる藥量を以て、直ちに安全度の順位を決定し得ざる場合ありと雖も、過去數千回の試験の經驗により今回試験せる八種類の爆薬の安全度順位を推定せむとす。

八號爆薬(櫻級ダイナマイト)は、元來炭坑用爆薬(瓦斯及炭塵爆發の威ある箇所に使用する爆薬)に非らず。故に坑道實驗に於て、特に安全度を探求したることなきも今回試験の爆薬中最も安全度低き事は明かにして、25瓦裝填にて確實にメタン瓦斯に着火す。されど、之以下の藥量を以て試験せる事なきを以て不引火量は不明なり。

七號爆薬は、昭和五年九月頃迄、二號硝安爆薬として發賣せられたるも、目下孰れの製造所に於ても炭坑用爆薬としては製造し居らざる全く消焰劑を含有せざるものなり。今回特に参考のために製造し、試験に供したるものにして、次表に示すが如く僅か50瓦にて瓦斯に着火し最も危険なる品種に屬す。従つて安全度は八號爆薬に次ぎて低く、低位より數へて第二位に位す。

試験年月日	裝薬量	結果	C ₂ H ₄ %
5.9.25	400瓦	引火	9.1
〃	200	引火	9.0
〃	100	引火	9.1
5.9.29	50	不引火	9.1
〃	50	不引火	8.85
〃	50	不引火	9.1
〃	50	引火	9.1

六號爆薬(二號梅級)は各製造所とも多少其の配合成分を異にするを以て、引火點及不引火點に差異ありと雖も同級品の安全度は略推定し得べし。今回の爆焰寫眞には便宜上紅梅ダイナマイト(ニトログリセリン54%入り)の成分を採用せるを以て、安全度の順位は低位より數へて第三位に位す。

爆薬名稱	不引火量	引火量
二號梅印ダイナマイト	200瓦	250瓦
紅梅ダイナマイト	100	150
チメチ梅ダイナマイト	150	200
一號宮梅ダイナマイト	不引	300

五號爆薬(食鹽10%入硝安爆薬級)は二號硝安藥及二號硝安爆薬相當品にして、坑道試験に於ける成績は次の如し。

爆薬名稱	不引火量	引火量	臼砲使用番號
二號硝安藥	400瓦	450瓦	258~275
二號硝安爆薬	—	300	50~58

二號硝安藥は砲腔擴大著しきものにて試験を行ひたるため、斯の如き差異を示したるものならむか、二號硝安爆薬は不幸にして200瓦以下の發射を行はざりしため紅梅ダイナマ

イトとの比較困難なりと雖も、之れと同級又は少しく高き安全度を有するものゝ如し。即ち低位より第四位に位す。

二號爆藥 (ニトログリセリン8%、食鹽20%二號硝安ダイナマイト級)

爆藥名稱	不引火量	引火量
二號硝安ダイナマイト	600瓦	650
チメチ硝安ダイナマイト	300	—
二號宮硝安ダイナマイト	700	—

此の爆藥の順位は前記五號乃至六號に次ぐものなるが、其の間には大なる間隔を有す。

三號爆藥 (食鹽20%硝安爆藥級)

爆藥名稱	不引火量	引火量
一號硝安藥	800	—
一號硝安爆藥	650	700
一號宮硝安爆藥	600	700

上の如く二號爆藥に對して安全度稍高きものゝ如し。

一號爆藥 (ニトログリセリン20%、食鹽27%を含む硝安ダイナマイト級)

爆藥名稱	不引火量	引火量
硝安ダイナマイト	600	650
全	750	800
チメチ硝安ダイナマイト	800	—
一號宮硝安ダイナマイト	700	—

上表に示す如く本爆藥は八種中最も安全なるものゝ一にして次の四號と差異を認め得ず。

四號爆藥 (棚砂35%の梅ダイナマイト級)

爆藥名稱	不引火量	引火量	白砲使用番號
三號梅ダイナマイト	800瓦	—瓦	172~182
全	600	700	1~19
二號紅梅ダイナマイト	800	—	184~222
チメチ新乙梅ダイナマイト	550	600	10~36
試製二號宮梅ダイナマイト	600	—	1~10

上の如く一號爆藥と略同様の安全度を示し八種中最も安全度高き部に屬す。

以上を綜合し坑道實驗の成績より見る安全度の順位を表示すれば次の如し。

第七表 坑道實驗より見たる安全度順位表

安全度順位	1	2	3	4	5	6	7	8
爆藥番號	四一		三	二	五	六	七	八
不引火量	700?		600?		200?	100	<50	<20

以上の順位は幾多の假定のもとに定めたるものにして、必ずしも正確と認め難きものあり。特に四號爆藥と一號爆藥並に三號爆藥と二號爆藥との順位は殆んど差異なきに似たり。

以上述べたるが如く爆藥の瓦斯及炭塵に對する安全度の判定をなすには、目下坑道實驗を以て唯一の方法となし居れども、爆焰測定機によりて撮影せる爆焰寫眞を之の一助となす事を得れば極めて有力なる参考試驗となすことを得。第七表に於て決定せる安全度順位は、實際坑内使用上の安全度順位と見て差支へ無きを以て、爆焰寫眞に現れたる安全度順位が之と併行ならば、爆焰を現在の方法を以て撮影して安全度試驗の参考となすこと甚だ有意義なり。依て第六表と第七表とを比較して第八表を得之を檢討すべし。

第八表 坑道實驗より見たる安全度と爆焰寫眞より見たる安全度との比較表

爆藥番號	四	一	三	二	五	六	七	八
坑道實驗より見たる安全度順位	1	2	3	4	5	6	7	8
推定不引火量 (瓦)	700	700	600	600	200	100	<50	<20
各種フィルムに現る危険率を以て(八號爆藥を〇として)はれたる危険率を〇	アグファ 正規	27.8	9.5	15.4	11.2	16.6	29.8	28.5
	さくら 正規	16.0	—	13.9	10.3	16.4	28.2	20.8
	イソクローム	44.7	42.2	40.5	28.8	52.3	23.3	16.2
	ゼリクローム	70.0	53.5	55.5	55.5	66.5	83.5	55.5

安全度順位中 1,2 及 3,4 は殆んど差異を認め難し

ゼリクロームは普通寫眞によるものなれば増長のみの數字なり。

アグファ及さくら正規フィルム

兩正規フィルムの爆像は略相似たる數値を示す。之に依つて見るに坑道實驗に於ける安全度順位と併行なる數値を示し居らず。特に不引火量との比較に到りては當らざるも亦甚し。即ち四號の 27.8%に對し五號の 16.6%の如きは寧ろ逆の數値を示せり。特に僅か 50瓦以下の不引火量量を有する七號が遙かに安全度高き他のものと大差なき成績を示すが如きは不合理も甚だしきものなり。

藍色フィルム

今回使用せるイソクローム、ゼリクローム共に坑道實驗の示す安全度と何等關係を見出すべき數値を示し居らず。イソクロームの如きは反對も亦甚だしき數を示す。特に八號爆藥に對する比率に於ては、坑道實驗の示す安全度比率と相距る事正規フィルムの比に非ず。消焰劑を多量に含有するもの程大なる數値を示すはフィルムの色感光性によるものなるべし。

ゼリクロームの場合八號に對して他の爆藥の比率甚だ大なるは普通寫眞なりしため八號に於て特に永き燃時間計算に入る、事能はざりしを以てなり。

之を要するに今回使用せるフィルム乃至撮影方法の範圍内に於ては、爆焰寫眞を以て坑

道試験による安全度判定の一助たらしめむ事は不可能なり。特に整色フィルムを用ひて赤色部を感光せしめむとするが如きは瞬間焰に對して感光度を度外視せる點と、消焰劑の焰色反應著しき點に於て最も拙劣なる方法と云ふべきなり。

第六章 後焰比の實用化に就いて

炭礦用爆薬の安全度を左右する因子には、未だ知られざるものあれども、爆發速度(爆轟時間)、爆發溫度、爆焰長、及爆焰時間が深き關係を有せる事は、既知の事實なり。而して、此四因子は相寄り相助けて、安全度に影響を及ぼすものにして、其の二三のみを以て安全度を云爲すべからざるは勿論なり。

BICHFU は爆焰が爆轟終りても尚ほ殘りて持續する事を指摘し、爆轟時間を前項とし爆焰時間を後項とする比を、爆轟時間を一にて現はす時、爆焰時間が其の何倍なりやを現はす比を、後焰比と稱し、其の倍數の大小を以て爆薬の安全度を判別し得べしとなせり。

即ち「安全」なる爆薬は「危險」なる爆薬に比して、爆焰の持續少きを以て、後焰比によりて瓦斯炭塵に引火の難易を判別し得となせり。

又爆薬は爆反應速く(爆轟時間小)且つ爆發生成物の溫度持續(爆焰持續)長ければ、爆壓大にして、瓦斯炭塵に點火し易く、之に反して、爆反應遅く、爆生物の收縮(爆温の低下=爆焰の消滅)速かならば、爆壓小にして、瓦斯炭塵に點火の危險少し。之を後焰比に就いて見るに、前者の場合は、倍數大となり、後者の場合は小となるを以て、後焰比は爆壓の大小をも現はし、従つて安全度を判別し得となせり。

今 BICHEU が其の實測せる爆速と爆焰時間とを當時の爆薬に就き計算したる後焰比の數値と當時の坑道試験成績とを其の著書より抜萃せば次の如し。

Name of Explosive	Composition	After-flame ratio	Charge limit below and including Which no ignition occurs
Gunpowder	74.9 Nitrate 13.3 Charcoal 11.8 Sulphur	1:330	Grammes 5
Trinitrotoluol	$C_6H_2(NO_2)_3CH_3$	1:1347	5
Picric Acid	$C_6H_2(NO_2)_3OH$	1:1050	5
Blasting Gelatine	93.0 Nitro-glycerine 7.0 Coll. Cotton	1:883	5

Kieselguhr Dynamite	75.0 Nitro-glycerine 25.0 K. Guhr	1:620	5
Gelatine Dynamite	63.5 Nitro-glycerine 1.5 Coll. Cotton 27.0 Sod. Nitrate 8.0 Woodmeal	1:101	5
Gun Cotton	$C_{12}H_{10}(NO_3)_8O_5$	1:81.4	8
Douarit	3.8 Nitro-glycerine 0.2 Coll. Cotton 80.0 Ammon Nitrate 12.0 Trinitrotol 4.0 Flour	1:15	130
Ammon Carbonit I	4.5 Starch 80.3 Ammon Nitrate 5.0 Potass Nitrate 4.0 Nitro-glycerine 0.2 Coll. Cotton 6.0 Coal-dust	1:8	300
Gelatine Carbonit	25.3 Nitro-glycerine 0.7 Coll. Cotton 41.5 Ammon Nitrate 6.9 Glyc. Gelatine 25.6 Common Salt	1:12	500
Ammon Carbonit	4.0 Gel. Nitro-glyc. 82.0 Ammon Nitrate 10.0 Potass Nitrate 4.0 Flour	1:7.4	500
Carbonit II	30.0 Nitro-glycerine 24.5 Sod. Nitrate 40.5 Flour 5.0 Potass. Bichrom	1:14	900
Carbonit I	25.0 Nitro-glycerine 30.5 Sod. Nitrate 39.5 Flour 5.0 Potass. Bichrom	1:15	1000
Kohlen Carbonit	25.0 Nitro-glycerine 34.0 Potass. Nitrate 1.0 Barium Nitrate 33.5 Flour 1.0 Woodmeal 0.5 Soda	1:3.7	1100
Carbonite	25.0 Nitro-glycerine 30.5 Potass. Nitrate 4.0 Barium Nitrate 40.0 Woodmeal 0.5 Soda	1:6.5	1100

前表の成績は、多くの有名なる火薬學に關する著書に無條件に引用せられ居るものなり。次ぎに、既記の爆焰時間により、今回試験したる爆薬の後焰比を算出し、坑道試験の成績と比較せば次の如し。

爆 薬	爆 速 米/秒	後焔比	坑道試験 に於ける 不引大量
八 號	7000	1:164	20>
七 號	5000	1:26.9	50>
六 號	4000	1:37.5	100
五 號	5000	1:21.2	200
四 號	3000	1:27.5	600
三 號	5000	1:20.8	600
二 號	4000	1:15.7	700
一 號	4000	1:14	700

八、六、四爆薬 1薬量80耗 他は薬量115~130耗

前の表によりて明かなる如く、炭坑用と非炭坑用との間には、後焔比の数値に大なる差ありて、判然と區別し得るも、炭坑用、非炭坑用夫々の間にては、坑道試験にては其の判別明かなるものにては、後焔比にては判別し得ざるものあるのみならず、反つて逆の数値を示すものあり。

即ち安全度到大差ある場合は明瞭に之を判別し得るも差異相接近せる場合は、却つて逆の数値をも、示す場合あり。直ちに倍數の大小によつてのみ安全度を決定し得ず。以上の如き結果を示すは、(1)後焔比の理論に根本的の誤謬あるがためか(2)或は單に、炭坑用と非炭坑用の如き數値の大差あるものゝ判別にのみ用むとしたるものなるか、(3)或は又、爆焔時間の測定上、第四章に述べたる如く、正しき數値を得ず、且つ爆焔時間の基礎たる爆速の数値も亦、區々相異なるものがあるためなりや、後焔比の實用化に就いては、尙ほ研究の餘地多きを覺ゆるものなり。

(昭和三年三月五日發行 石炭時報第三卷第二號 東京帝國大學火藥學科西松唯一教授の「礦業用爆薬に就いて」なる實驗報告参照)

結 論

メテガング式爆焔測定機によつて測定せる爆焔長及時間は、其の爆薬を坑内に於て使用する場合に、瓦斯又は炭塵に着火の危険性を、或る程度迄標示するものとされ居たり。此の考は、従来一般に首肯せられ、各種爆薬の爆焔寫眞は、種々の文献に發表せられたり。就中、ピツヘルの後焔比決定に之を採用せるが如きは、其の最も尤なるものなり。

然れども、瓦斯又は炭塵を燃焼せしむるものは熱線にして、寫眞乾板に感光するものは主として化學線及光線なり。熱線と化學線とは相伴ふ事ありと雖も、臭化銀に反應を起さしむべき化學線を測定せる結果を以て、熱線に左右せらるゝ安全度を判定せむとする方法

には、直ちに賛同し得ざるものあり。種々疑點を挿み、安全度の比較としての爆焔寫眞の價値を疑ひ居たり。

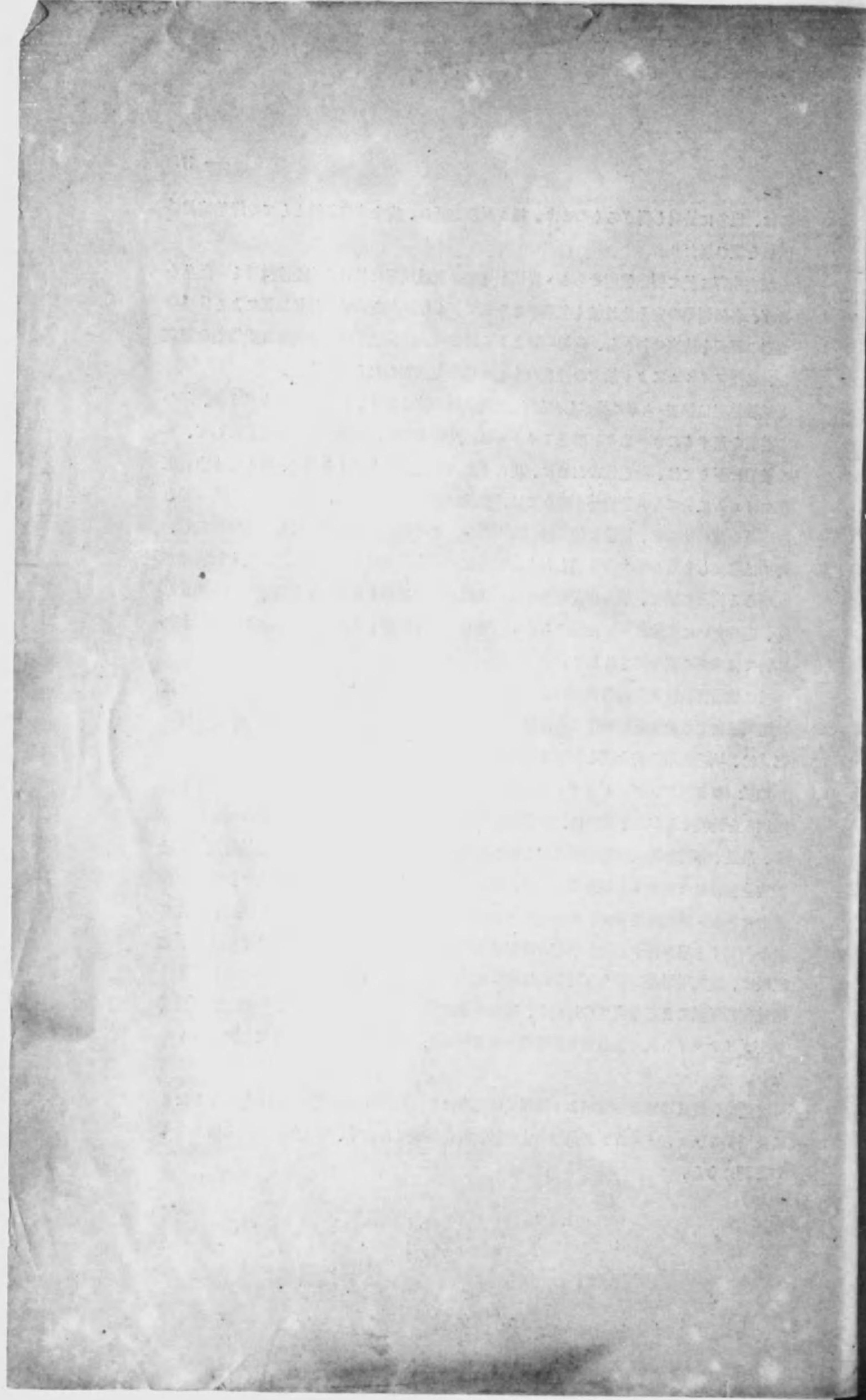
現在本邦に於て製造使用せらるゝ炭坑用爆薬の實驗坑道に於ける安全度試験も一段落を告げ、各種爆薬の安全度比較も判明せるを以て、多年疑問を有せし爆焔寫眞による安全度推定の可否を決定せむとし、前記一號より八號の代表的炭坑用爆薬及非炭坑用爆薬を選定し、各種フィルムにより最大の注意のもとに爆焔を撮影したるものなり。

試験結果は第五・六章に述べしが如く、坑道試験の安全度と、併行の数値を示さず、却つて逆値を示すものさへあり。整色フィルムは、又此の種の瞬間寫眞には不適當にして、其の数値に至りては、整色性のために、更に不合理な逆結果を示すを以て、用を爲さず。正規フィルムに於ても八號爆薬を除きては、坑道試験に於て明かに、五階段の安全度の差ある爆薬を使用せるに、爆焔に於ては、其の差を如實に示さず、全部大差なき影像を示し、時には甚だしき逆の場合をも示したり。如斯は其の原因奈邊にありや。六號及七號爆薬が瓦斯ある箇所に於て、盛んに使用せられし頃は、その爆焔より變災を惹起せる例を聞きしも、近時大いに危険箇所に使用せらるゝ一號乃至四號爆薬より着火せりと云ふ例は、本邦に於ては未だに之を見ざるなり。

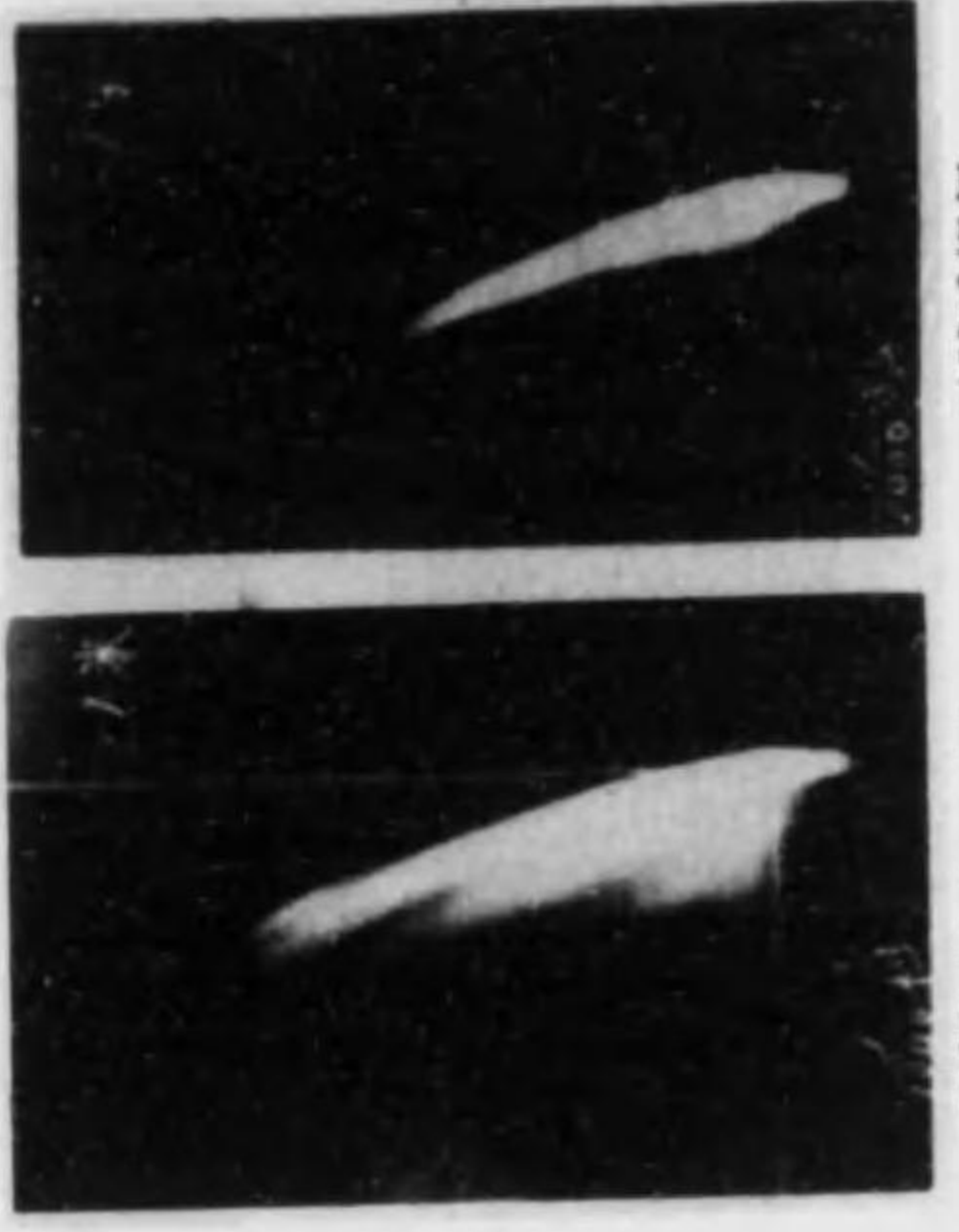
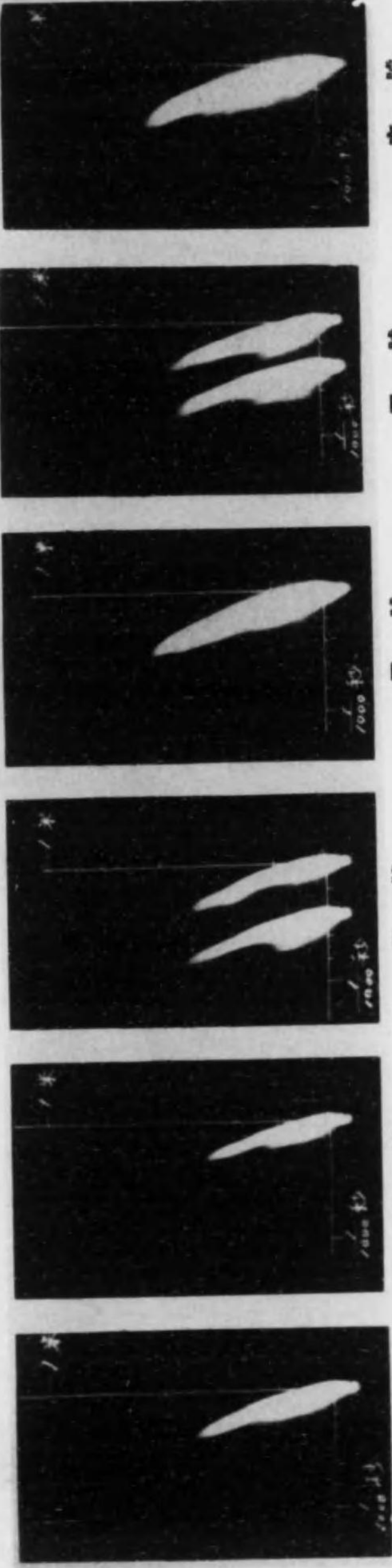
故に坑道實驗は實際坑内使用の時の安全度を甚だ良く標示せるものと云ふべし。されば坑道試験による安全度の順位及其程度と併行なる結果を示さざるが如き影像を與ふる爆焔寫眞は、坑内使用の安全度を判別する一助となすことを得ず。

山松(プラスチック・ゼラチン)山櫻ダイナマイトの如きものと、消焔劑を含有する硝安類とを比較せるが如き昔時は、爆焔寫眞によつて明かに甚しき差異を認め得たるならむも、最近十年間本邦炭坑用爆薬の安全度の研究は長足の進歩をなし、各種炭坑用爆薬の比較安全値は眩々相摩する状態にありて、到底昔日の硝安類對櫻級の比にあらず。故に現在使用せらるゝ炭坑用爆薬は、各級差ありとは雖も、爆焔測定機による影像を以て、明確に之を判別する事を得ず。即ち現在の撮影方法及撮影技術を以てしては、メテガング爆焔測定機は、炭坑用爆薬の安全度比較には無價値の存在となれり。又同種爆薬の成分變更又は消焔劑の増減による安全度の比較も、寫眞影像に大差を生じまじき事は、一號二號爆薬(硝安ダイナマイト級)及三號五號爆薬(硝安爆薬級)の差異少なきにつきても知らるゝ所なり。

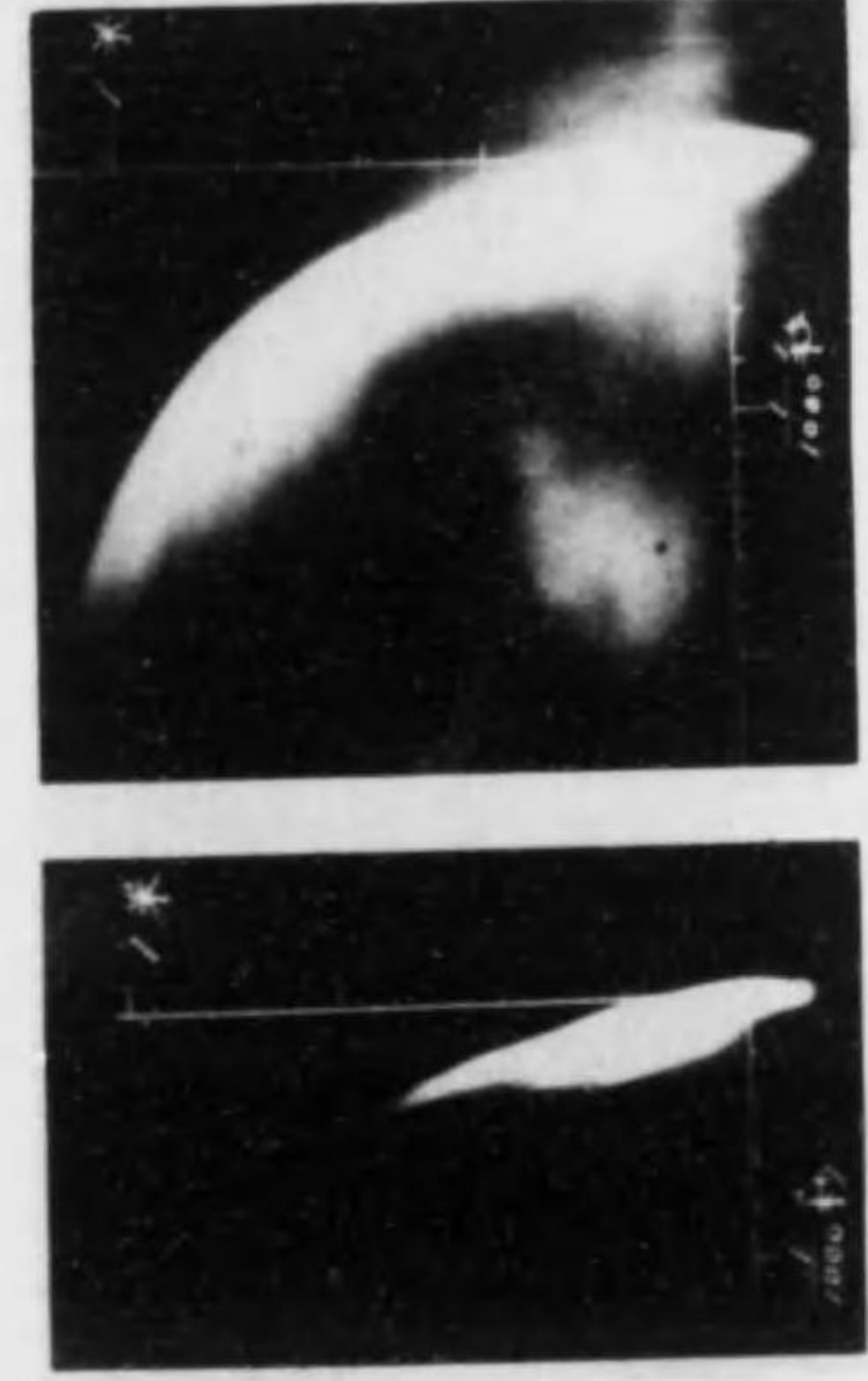
要之に、炭坑用爆薬の爆焔より炭塵又は瓦斯に着火の危険性を比較判別せむとするために使用する限り、メテガング爆焔測定機は、其の目的に添はず、寧ろ錯覺に陥る虞あるものと認めらる。



附圖第一 現用各種炭坑用爆藥の爆焰寫眞



一號	二號	三號	四號	五號	六號	七號	八號
一號	二號	一號	二號	二號	紅	無	櫻
級	級	級	級	級	級	級	級
級	級	級	級	級	級	級	級
級	級	級	級	級	級	級	級
級	級	級	級	級	級	級	級
級	級	級	級	級	級	級	級



三號硝爆級
桐殿ダイナマイト

七號
八號

附圖第二

普通寫真機に依る爆焰寫真



一號
一號級硝子イ



二號
二號級硝子イ



三號
一號級硝子爆



四號
二號紅梅級



五號
二號硝子爆級



六號
紅梅級



七號
無食鹽硝子爆



八號
櫻

特255

506

終