

メチルエチルケトンパーオキサイド の燃焼性状について (第2報)

Combustion Characteristics of Methyl
Ethyl Ketone Peroxide (Series2)

内	田	稔*
平	沢	正己*
長	嶋	敏昭*
高	見	治樹**
渡	辺	昭一***
薩	佐	之久****

Although 55 wt% of Methyl Ethyl Ketone Peroxide (MEKPO) has been considered as safe from an explosion, experiments show that it can explode or burn explosively under certain conditions.

MEKPO was heated in a beaker uniformly over a gas burner with a head shaped like a lotus pip. Perlite boards were placed around the beaker to prevent vapor from flashing. Then, vapor was collected in a pail can over the beaker.

It was found out that when MEKPO was heated uniformly to high temperatures above 140°C at a certain heating rate, it had a high probability of exploding if kept free from thermal decomposition.

Also, a study was made on the hazards of MEKPO by mixing 2 to 400 ml of it with 1 to 500 g of other chemicals.

MEKPO was highly reactive with many kinds of chemicals, and it ignited when mixed with some of them.

1. はじめに

有機過酸化物の一つであるメチルエチルケトン・パーオキサイド(以下「MEKPO」という)は、所報18号(1981, 8)において、爆発の危険がないと言われて来た市販の55wt%濃度のものでも、爆発又は爆発に近い燃焼形態を示すことが確認された。

このことは、MEKPOを製造、貯蔵又は取扱っている場所若しくは、その付近で火災が発生した場合、従来の知識、経験から割り出した戦術のみで消火活動を行っていたのでは、消防隊員しいては、住民の生命財産に重大な危険を及ぼすこととなる。しかしMEKPO火災は一概に危険であるとして、活動を停止し放任してよいものでもない。

そこで、今回はどのような熱的条件下で爆発が起こるかを明確にし、また他の薬品との混触発火危険についても、前回は行ったものを含め、量的条件並びに引火危険性について実験を行い資料を得たので、その結果を報告する。

2. 実験目的

有機過酸化物火災発生時の有効な消防活動基準の確立と、消防隊員活動時の安全管理の徹底を図るため、基礎資料を得ることを目的とする。

3. 実験内容

実験に使用したMEKPOは、次の五社製造のものである。

日本油脂製	: パーメックN
化薬ヌーリー製	: カヤメックM
川口薬品製	: メボックス

・第二研究室 ・臨港消防署 ・矢口消防署
・立川消防署

ルシドール吉富製：ルマゾールDDM-55

三建化工製：サンハードSL

(1) 爆発実験

ア、2ℓ入りホロービーカーにMEKPOを300ml入れ、ビーカー上にペーパーの蓄積を図る為に、1斗缶及び直径16cmの塩化ビニル管を載せ、ビーカーの下からブンゼンバーナーにより直接加熱した。(図1及び図2参照、なお図1にあっては、蓮型バーナーヘッドを取り付けた。)

イ、MEKPO市販用のポリエチレン容器(MEKPO 300ml入り)を、蓋をしたまま2ℓホロービーカーの中に置いて加熱した。

(図3参照)

なお、いずれの場合もバーナー周囲をベニア板で囲み、風等の影響を防ぎ加熱条件の安定化を図った。また写真1のようにビーカー上部には40cm角のパーライト板を設け、MEKPOの昇温に伴い発生するペーパーが下降しバーナーにより引火するのを防止した。

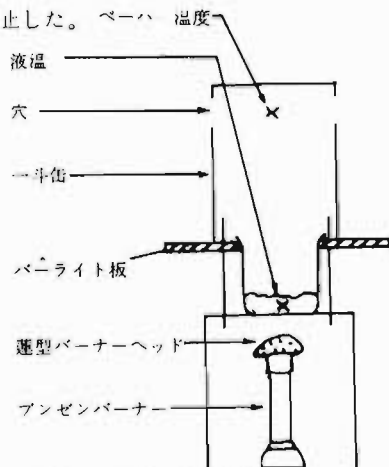


図1 1斗缶を載せ加熱

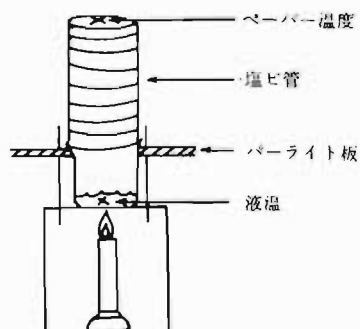


図2 塩化ビニル管を載せ加熱

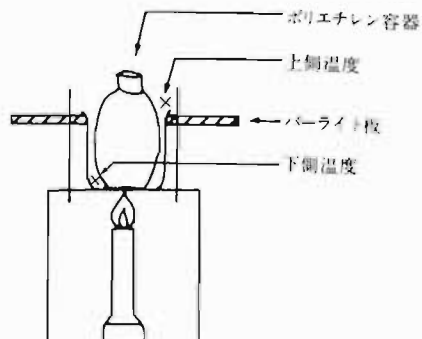


図3 ポリエチレン容器をビーカーの中に入れて加熱

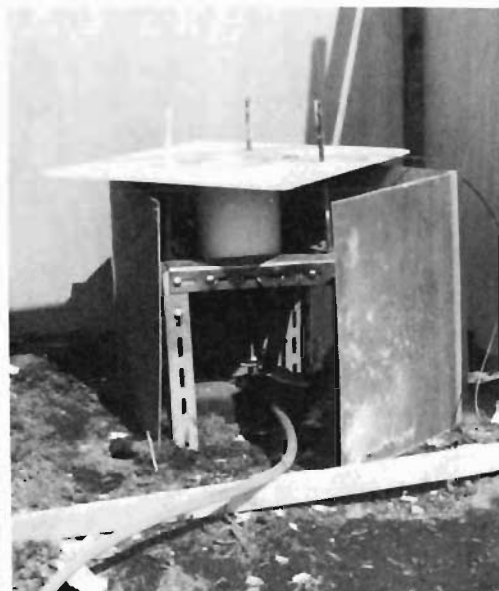


写真1 爆発実験設定状況

(2) 基礎実験

MEKPOの基礎的性状を把握するため、次の項目について測定を行った。

ア、比重測定

イ、引火点及び燃焼点測定

JIS・K・2265「原油及び石油製品引火点試験方法」により、引火点及び燃焼点を測定した。通常は、真ちゅう容器を使用するが、MEKPOと反応することからアルミ製容器を作製使用した。

ウ、発火点測定

ASTM法により測定した。なお、発火遅れ時間は4秒とした。

エ、燃焼熱量測定

YM燃研式デジタル熱量計により測定した。

オ、示差熱分析

理学電機製示差熱分析計により測定した。

(3) 他の薬品との混触実験

実験室規模（薬品1～5g, MEKPO2～10ml）と屋外規模（薬品200～500g, MEKPO 200～400ml）に分けて行った。屋外においては、30cm角の鉄製オイルパンを使用した。

なお、混触により発火に至らなかった薬品は、数種類を選び風下に火源（バーナー等）を置いて引火性の実験を行った。

4. 実験結果

(1) 爆発実験

ピーカー上に一斗缶を載せ、加熱した場合の実験を4回行った。この場合の温度測定結果を表1に示す。

表1 一斗缶を載せた場合

時間(分)	実験1(°C)		実験2(°C)		実験3(°C)		実験4(°C)	
	ペーパー	液	ペーパー	液	ペーパー	液	ペーパー	液
1		46	20	40	38	65	32	55
2	27	61	23	60	70	107	43	95
3	28	87	25	82			62	120
4	35	106	31	101				
5	49	115	42	110				
6	53	136	41	122				
爆発直前		140	40	144	75	150	72	143
爆発時間	6'30"		6'50"		2'40"		3'25"	

実験1は若干音を伴う弱い爆発形態を示し、一斗缶が地面に落下した。

実験2～4は大音響を伴って一瞬のうちに爆発が起った。一斗缶は歪みや破損が生じ、最大10m飛散したものがあつた。ピーカーは、爆発により底部に穴があいたり、細かく破損し、それらの破片は、33m四方に飛散した。

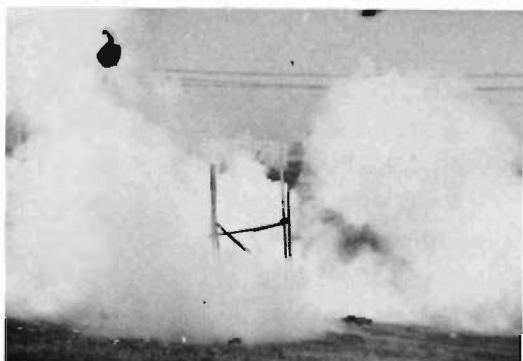


写真2 爆発状況



写真3 一斗缶、ホーローピーカー及びバーナーの破損状況

バーナーは、燃焼筒部分の折損、ガスコックつまみが折れたものがあつた。

ピーカー上に塩化ビニル管を載せて加熱した場合の温度測定結果を表2に示す。

表2 塩化ビニル管を載せた場合(°C)

分・秒	塩ビ管の長さ30cm			塩ビ管の長さ70cm		
	ペーパー	液	温	ペーパー	液	温
1	30	42		25	40	
1:30	33	58		25	57	
2	36	72		27	72	
2:30	37	88		29	86	
3	70	97		31	100	
3:30	75	106		36	106	
4	500	128		40	120	
4:15	—	—		530	137	

実験では液温が130°Cを越えると、白煙が猛烈に塩化ビニル管上部から噴出するが、燃焼あるいは爆発はしなかつた。ペーパー温度は、液温が120°Cを越える頃から一気に500°C以上に上昇し、塩化ビニル管内壁は溶解し黒く焦げた。この場合、塩化ビニル管の長さによる燃焼形態の相違は、認められなかつた。

MEKPOの通常の貯蔵容器であるポリエチレン容器に、MEKPOを入れ加熱した実験の温度測定結果を表3に示す。

表3 ポリエチレンビンをピーカーの中に入れた場合(°C)

分・秒	上側	下側
1	27	180
1:30	29	200
2	43	180
2:30	56	183
3	68	165

3分位から白煙を生じ、4分30秒で激しく燃焼した。これはポリエチレン容器が熱により溶解して内部のMEKPOがピーカー内に流出し、着火したと思われる。

(2) 基礎実験

ア 比重測定

結果を表4に示す。

表4 比重(24°C)

A	1.117
B	1.144
C	1.124
D	1.109
E	1.142

イ 引火点及び燃焼点

結果を表5に示す。

急激な燃焼点とは、本実験条件において炎が1m以上立ち上がる現象を言う。

表5 引火点及び燃焼点(°C)

	引火点	燃焼点	急激な燃焼点
A	46	51	146
	44	61	156
B	53	63	—
	94	96	96
C	86.5	98.5	—
D	86	97	—
E	63	74.5	156

ウ 発火点

結果を表6に示す。

エ 燃焼熱量

結果を表7に示す。

表6 発火点(°C)

A	189~190
B	192~193
C	186~187
D	210~212
E	209~210

表7 燃焼熱量(cal/g)

A	5,380~5,460
B	5,480~5,500
C	5,140~5,370
D	5,420~5,480
E	5,190~5,240

オ 示差熱分析

昇温速度を15°C/min及び20°C/minとした。その結果を表8に示す。

(3) 他の薬品との混触実験

分類は、酸、アルカリ、金属、酸化物(過



写真4 無水クロム酸との混触(火源なし)



写真5 クロム酸ナトリウムとの混触(火源有り)

表8 示 差 熱 分 析

		吸熱しは じめる温度 (°C)	発熱しは じめる温度 (°C)	減量しは じめる温度 (°C) A	急激な減 量の温度 (°C) B	A ~ B 間の減量 (%)	B 以後の 減量 (%)
A	15°C/min	32	78	52	92	22.5	24.1
	20°C/min	28	58	73	90	34.4	24.3
B	15°C/min	25	62	26	100	28.6	30.2
	20°C/min	30	58	86	102	32.0	28.3
C	20°C/min	30	66	57	100	31.8	28.1
D	20°C/min	28	77	73	124	35.9	26.2
E	15°C/min	28	83	40	108	29.6	31.0
	20°C/min	27	44	40	86	27.1	31.8

酸化物を含む)、硫酸塩類、硝酸塩類、塩化物、塩素酸塩類、炭酸塩、酢酸塩（ギ酸塩も含む）、リン酸塩類、クロム酸塩類、ヨウ素・臭素・フッ素の塩類、アミン類、硫黄、硫化物、有機溶剤及びその他の塩類とし、表9-1～表9-4に示す。

5. 考 察

(1) 爆発実験

ア 所報18号で、MEKPOは、爆発することが現象として確認できた旨報告したが、再現性に乏しかった。

今回は、加熱条件やペーパーの流下防止等を検討し、装置(図1)を試作した。この装置の特長は、①バーナーの先端に逆型バーナーヘッドを付け、火力を均一に加えたこと、②ピーカー上部に図1に示すように、パーライト板を使用して、ペーパーの引火防止を図ったこと、③ピーカー上部にパーライト板を設け、その上に一斗缶を載せ、ペーパーを蓄積する空間を作った3点である。

このような装置を使用して実験を行った結果、爆発の再現性は高く、4回中3回爆発した。爆発しなかった1回も一斗缶が地面に落下した。この装置で加熱すると、液温が140°C～145°Cになるまで急速な分解が起きず、この温度を超えると、一気に昇温すると同時に爆発する。所報18号で行った実験装置及び他の装置では、液温が120°C～130°Cで急速に分解する。このことから試料温度を140°C以上までいかに分解しない状態で昇温させるかが、爆発が起きる条件と考えられる。

イ 一斗缶の代わりに塩化ビニル管を載せた場合は、液温が130°C前後で急激に分解し、上部から白煙が噴出するのみで、試料温度を140°C以上に昇温させられなかった。しかしペーパー温度が500°C以上に上昇したことから、爆発あるいは燃焼の可能性は充分にあると考えられる。

ウ MEKPO 300g入りのポリエチレン容器をホーローピーカーに直接入れ、バーナーで加熱した場合は、現場の貯蔵状態が一番近い形態であると考えられる。この場合は、ポリエチレン容器とピーカーとの接触面が少なく、MEKPOそのもの全体が加熱されず、部分的に加熱されたものが分解し、発煙したと考えられる。

今回の爆発実験で前年と異なる点は、前年の場合火炎を伴った爆発であるのに対し、今回の爆発は全て火炎を伴わないことである。

(2) 基礎実験

ア MEKPOの比重は、水より若干重く、各社による違いは少ない。

イ 引火点及び燃焼点は、かなりの違いが認められるが、これは製造からの経過日数と貯蔵方法による分解速度の違いによるものと考えられる。

ウ 発火点は186～212°Cと差は少なく、分解臭の強いものは発火点が低い傾向にある。

エ 燃焼熱量は5,140～5,500cal/gと各社とも違いは少ない。

オ 示差熱分析は昇温速度を20°C/minと15°C/minで行った。70°C～80°C前後で発熱が始まり、90°C～120°Cで急激な発熱

と減量が認められたが、各社の違いはあまりなかった。所報18号で昇温速度が遅いと急激な発熱及び減量が認められなかったことから、MEKPOを急激に分解させるには、大量の熱を一気に加える方法が考えられる。

(3) 混触実験

酸、アルカリ等の分解を促進する薬品及び可燃物と、MEKPOの組み合わせは危険であると言われている。これらは条件によっては危険性が一ランク増すことが考えられ、又量の相違によっても危険性は違ってくる。少量では白煙を発生するのみでも、300g～500gでは発火に至る場合が認められた。またMEKPOと危険物の類別を同じくする過マンガン酸カリウムでは、ある量以上で発火することが

認められた。従来危険とされていたものと、今回の実験結果ではかなりの相違があることが認められた。

6. おわりに

MEKPOは、条件さえそろえば爆発する物質であり、またこの条件が整わなくても燃焼は急激で、炎の立上りはMEKPO 300g程度で5mにも達し、通常の危険物の燃焼とはかなり違った性状を示した。

また混触においては、量の多少が発火に至る大きな要因である。危険物の同じ類別の物質でも発火する危険性を有していることが確認できた。

今後は、MEKPO以外の有機過酸化物についても、危険性を追求していきたいと考えている。

表9-1 混触により発火した物質

分類	薬品	容量	備考
酸	濃硫酸 H_2SO_4 (97%)	2 ml × 2 ml	即発煙
		5 ml × 10 ml	即発火
		500 ml × 200 ml	即音を伴い激しく発火
	濃塩酸 HCl (36%)	2 ml × 2 ml	変化なし
		5 ml × 10 ml	十数秒後に発煙し、音を伴いはねる 残液は黄色
		500 ml × 300 ml	黄色発泡、数秒後に音を伴い発火
金属	金属ナトリウム Na	塊 20 g × 200 ml	発泡後④激しく発煙
		細かく砕く 20 g × 200 ml	発泡し、1分30秒ぐらいで音を伴い発火
酸化物 (過酸化物)	過マンガン酸カリウム $KMnO_4$	1 g × 2 ml	十数秒後に発煙
		200 g × 200 ml	十数秒後に激しく発煙
		500 g × 200 ml	十数秒後に激しく発煙後、音を伴い発火
	五酸化リン P_2O_5	1 g × 2 ml	即発火
500 g × 200 ml		即激しく発火	
硫酸塩	チオ硫酸アンモン $(NH_4)_2S_2O_3$	5 g × 10 ml	数秒後に激しく発煙
		300 g × 300 ml	数秒後に音を伴い発火
塩化物	無水塩化アルミニウム $AlCl_3$	300 g × 200 ml	即音を伴い激しく発煙、後発火
塩素酸 塩類	高度さらし粉 Ca (OCl) ₂	1 g × 2 ml	即発煙
		300 g × 200 ml	即激しく発煙、後音を伴い激しく発火
クロム 酸塩類	無水クロム酸 CrO_3	1 g × 2 ml	即発火
		500 g × 200 ml	即音を伴い激しく発火
硫化物	硫化第二銅 CuS	5 g × 10 ml	数秒後に激しく発煙
		400 g × 300 ml	数秒後に音を伴い発火
他の 塩類	ロダンカリ KSCN	1 g × 2 ml	即発煙
		500 g × 200 ml	即発煙、後発火
	ロタンアンモン NH_4SCN	1 g × 2 ml	即発煙
		500 g × 200 ml	即発煙、後発火
その他	チオグリコール酸 $HSCH_2COOH$	2 ml × 2 ml	しばらくして発煙
		5 ml × 10 ml	4分後に発火
	チオ尿素 $(NH_2)_2CS$	5 g × 10 ml	即発火
		300 g × 200 ml	即発火
	赤リン P	1 g × 2 ml	十数秒後、僅かな音を伴い発煙
		200 g × 200 ml	十数秒後、激しく発煙、後発火

表 9-2 混触により発火には至らなかったが、風下にバーナーを置いて引火した物質

分類	薬 品	容 量	備 考
酸	発 煙 硝 酸 $\text{HNO}_3 + \text{NO}_2 (\text{HNO}_3 99\%)$	500 g × 200ml	即白色から黄色発煙
			即音を伴い激しく引火⊗
硫酸塩	硫酸第一鉄 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1 g × 2 ml	褐色に変色
		5 g × 10ml	発泡、液は紫色に変色、73°C
		500 g × 200ml	発泡、後発煙し引火⊗
塩 化 物	塩化第一銅 CuCl	5 g × 10ml	数秒後に音を伴い発煙、150°C
		500 g × 200ml	即音を伴い激しく発煙、後引火⊗
	塩化第一鉄 $\text{FeCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	1 g × 2 ml	発煙、褐色に変色
		5 g × 10ml	激しく発煙
		200 g × 200ml	激しく発煙、73°C
		500 g × 200ml	即引火⊗
	無水塩化第二鉄 FeCl_3	300 g × 200ml	即激しく発煙、即引火⊗
	塩化第二鉄 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1 g × 2 ml	僅かに発泡
		5 g × 10ml	⊗急激に発煙、黒色に変色、70°C
		500 g × 200ml	⊗激しく発煙し引火⊗
クロム酸塩類	クロム酸ナトリウム Na_2CrO_4	1 g × 2 ml	僅かに発泡、紫色に変色
		5 g × 10ml	僅かに発泡後発煙
		500 g × 300ml	発泡後激しく発煙し引火⊗ 燃えながらはねる
アミン類	塩酸ヒドロキシルアミン $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$	1 g × 2 ml	十数秒後、僅かな音を伴い発煙。液は黄色に変色
		500 g × 200ml	十数秒後、激しく発煙し引火⊗
硫黄及び硫化物	硫化ソーダ $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	5 g × 10ml	即発煙、100°C
		500 g × 200ml	即音を伴い激しく発煙し引火⊗
	硫化アンモン $(\text{NH}_4)_2\text{S}_x$	2 ml × 2 ml	若干発泡、脱色
		5 ml × 10ml	発煙、脱色
その他	チオグリコール酸アンモン $\text{HSCH}_2\text{COONH}_4$	500ml × 200ml	十数秒後、激しく発煙し引火⊗
		2 ml × 2 ml	液が紫色
		5 ml × 10ml	発煙、液が紫色
		500ml × 200ml	即発煙、上部のペーパーに引火⊗

表 9-3 発煙、発泡等の化学変化のあった物質

分類	薬 品	容 量	備 考
酸	濃硝酸 HNO_3 (61%)	2 ml × 2 ml	溶解
		500 g × 400ml	発泡後、激しく黄色、発煙
	モノクロル酢酸 CH_2ClCOOH	5 g × 10ml	吸熱、㊶若干結晶が溶解
	モリブデン酸 $\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	5 g × 10ml	若干発泡、発熱、結晶が黄色に変化
カア リル	アンモニア水 NH_4OH (28%)	2 ml × 2 ml	溶解
		500 g × 400ml	発泡
金 属	コバルト粉 Co	2 g × 10ml	若干の発泡、㊶急激に昇温し発泡が激しくなり発煙、120°C
	鉄粉 Fe	2 g × 10ml	若干発泡
	携帯用使い捨てカイロ (ホカロン)	2 g × 10ml	発泡、発煙
	タングステン粉 W	2 g × 10ml	若干発泡、6分後急激に発煙、100°C
	しんちゅう	1 g × 2 ml	若干発泡
酸化物 (過酸化物)	酸化バリウム BaO	5 g × 10ml	若干発泡 30°C
	酸化カルシウム CaO	個体 5 g × 10ml	ゆっくり発泡 50°C
		液体 2 ml × 2 ml	ゆっくり発泡 白濁
	酸化第一銅 Cu_2O	5 g × 10ml	若干発泡、発熱
	酸化第二鉄 Fe_2O_3	5 g × 10ml	若干発泡
	さびた鉄くぎ	3本 × 5 ml	若干発泡
	過酸化マグネシウム MgO_2	5 g × 10ml	若干発泡
酸化鉛 PbO	5 g × 10ml	若干発熱、オレンジ色に変色	
硫酸 塩類	硫酸第一鉄アンモン (モール塩) $\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1 g × 2 ml	褐色に変色
		5 g × 10ml	若干発泡、30°C
	チオ硫酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	500 g × 200ml	若干発泡後発煙、50°C
		1 g × 2 ml	変化なし
5 g × 10ml	㊶結晶溶解、30°C		
硝酸 塩類	硝酸第二鉄 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	1 g × 2 ml	若干発泡
		5 g × 10ml	若干発泡、発熱
	亜硝酸ナトリウム NaNO ₂	200 g × 200ml	黄色に変色
塩化物	塩化ヨウ素 ICl	75ml × 100ml	黄褐色の発煙後、紫色の発煙
	塩化第二銅 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	5 g × 10ml	即発泡後発煙
塩素酸 塩類	次亜塩素酸ソーダ NaClO (10%)	500ml × 200ml	即発泡
リン 酸	リン酸第一鉄 $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	5 g × 10ml	あい色に変色、30°C
	リン酸水素アンモンソーダ $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	5 g × 10ml	若干発泡
クロム 酸塩類	クロム酸カリ K_2CrO_4	5 g × 10ml	僅かに発泡、発煙、液は紫色に変色
		500 g × 200ml	発泡後、激しく発煙、引火せず ㊶160°C
	クロム酸バリウム BaCrO_4	1 g × 2 ml	僅かに発泡、やや褐色に変色
		5 g × 10ml	僅かに発泡、発熱、褐色に変色
重クロム酸カリ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	500 g × 400ml	僅かに発泡	
フッ素 の 臭素 ・ 塩類	ヨウ素 I	1 g × 2 ml	液がヨード色に変色
	ヨウ化ソーダ NaI	5 g × 10ml	即音を伴い発煙、液がヨード色に変色、80°C
	ヨウ化カリ KI	5 g × 10ml	即音を伴い発煙、液がヨード色に変色、60°C
		500 g × 200ml	即音を伴い発煙、発泡、80°C
	臭化ソーダ NaBr	5 g × 10ml	黄色に変色
	臭化カリ KBr	5 g × 10ml	黄色に変色
臭化アンモン NH_4Br	5 g × 10ml	若干黄色に変色、吸熱	
塩他 類	モリブデン酸アンモン $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	5 g × 10ml	若干発熱、黄色に変色

表9-4 まったく化学反応のなかった物質（溶解又は吸熱，発熱のみの場合を含む）

分類	薬品	容量	備考		
酸	リン酸 H_3PO_4	2 ml × 2 ml	溶解		
	メタリン酸 HPO_3	5 ml × 10 ml	吸熱後発熱		
	酢酸 CH_3COOH	5 ml × 10 ml	変化なし		
	無水酢酸 $(CH_3CO)_2O$	2 ml × 2 ml	溶解		
	安息香酸 C_6H_5COOH	5 ml × 10 ml	溶解		
	しゅう酸 $(COOH)_2$	5 g × 10 ml	若干吸熱		
	酒石酸 $(CHOHCOOH)_2$	1 g × 2 ml	変化なし		
クエン酸 $H_3C(OH)C(CH_2CO_2H)_2$	5 g × 10 ml	変化なし			
アルカリ	可性カリ KOH	固体 1 g × 2 ml 液体 2 ml × 2 ml	変化なし		
	可性ソーダ NaOH	固体 1 g × 2 ml 液体 2 ml × 2 ml			
	水酸化バリウム $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$	1 g × 2 ml			
金属	アルミ粉 Al	1 g × 2 ml	変化なし		
	銅片 Cu				
	マグネ粉 Mg				
	スズ片 Sn				
	亜鉛粉 Zn				
ニッケル粉 Ni	2 g × 10 ml				
酸化物	過酸化水素水 (35%)	1 ml × 2 ml	溶解		
	酸化第二銅 CuO	5 g × 10 ml	変化なし		
	酸化アルミニウム Al_2O_3	1 g × 2 ml			
	二酸化マンガン MnO_2				
硫酸アルミニウム $Al_2(SO_4)_3 \cdot 16 \sim 18H_2O$	5 g × 10 ml	若干発熱			
硫酸塩類	硫酸銀 Ag_2SO_4	5 g × 10 ml	変化なし		
	硫酸銅 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$				
	硫酸第二鉄 $Fe_2(SO_4)_3 \cdot xH_2O$				
	硫酸第二鉄アンモン (鉄ミョウバン) $Fe_2(SO_4)_3(NH_4)_2SO_4 \cdot 24H_2O$				
	硫酸マグネシウム $MgSO_4 \cdot 7H_2O$				
	硫酸ニッケル $NiSO_4 \cdot 6H_2O$				
	硫酸亜鉛 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$				
	硫酸アンモン $(NH_4)_2SO_4$				
	過硫酸アンモン $(NH_4)_2S_2O_8$			5 g × 10 ml	変化なし
	硫酸ソーダ Na_2SO_4				
亜硫酸ソーダ Na_2SO_3	1 g × 2 ml				
硝酸塩類	硝酸コバルト $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	5 g × 10 ml	変化なし		
	硝酸銀 $AgNO_3$	1 g × 2 ml			
	硝酸カルシウム $Ca(NO_3)_2$				
	硝酸カリ KNO_3				
	硝酸アンモン NH_4NO_3				
硝酸鉛 $PbNO_3$					
塩化物	塩化アルミニウム $AlCl_3 \cdot 6H_2O$	500 g × 200 ml	変化なし		
	塩化コバルト $CoCl_2$	1 g × 2 ml	変化なし		
	塩化亜鉛 $ZnCl_2$	5 g × 10 ml	若干発熱		
塩素酸塩類	塩素酸ソーダ $NaClO_2$	5 g × 10 ml	変化なし		
	塩素酸ソーダ $NaClO_3$				
	塩素酸カリ $KClO_3$				
炭酸塩	炭酸カルシウム $CaCO_3$	1 g × 2 ml	変化なし		
	炭酸水素アンモン NH_4HCO_3				
	炭酸水素カリ $KHCO_3$			粉末 1 g × 2 ml 液体 2 ml × 2 ml	
	炭酸ソーダ Na_2CO_3			粉末 1 g × 2 ml 液体 2 ml × 2 ml	
塩酢酸類	酢酸カリ CH_3COOK	5 g × 10 ml	若干発熱		
	酢酸アンモン CH_3COONH_4		若干吸熱		
	酢酸第二鉄 $Fe(CH_3COO)_3$		変化なし		

分類	薬品	容量	備考
塩酢酸類	酢酸鉛 $Pb(CH_3COO)_2$	5 g × 10ml	変化なし
	ギ酸ソーダ $HCOONa$		若干発熱
	ギ酸カリ $HCOOK$		
リン酸塩	リン酸第二鉄 $FePO_4 \cdot 4H_2O$	5 g × 10ml	変化なし
	リン酸二水素アンモン $(NH_4)_2H_2PO_4$		
	リン酸水素二アンモン $(NH_4)_2HPO_4$		
	リン酸二水素ソーダ $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$		
	リン酸水素二ソーダ $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$		若干発熱
ヨウ素・フッ素・臭素の塩類	ヨウ素酸カリ KIO_3	5 g × 10ml	変化なし
	臭素酸カリ $KBrO_3$		
	酸性フッ化アンモン $NH_4F \cdot HF$		
アミン類	アニリン $C_6H_5NH_2$	5 g × 10ml	溶解
	ジフェニルアミン $(C_6H_5)_2NH$		
	トリメチルアミン $(C_2H_5)_3N$	1 g × 2 ml	変化なし
	ヘキサメチレンテトラミン $(CH_2)_6N_4$		
硫黄及び硫化物	硫黄粉 S	1 g × 2 ml	変化なし
	硫化鉄 FeS	5 g × 10ml	
	硫化リン P_2S_5	200 g × 200ml	
溶剤等	アセトアルデヒド CH_3CHO	2 ml × 2 ml	変化なし
	アセトン $(CH_3)_2CO$		
	グリセリン $C_3H_5(OH)_3$		
	トリクロルエチレン C_2HCl_3		
	四塩化炭素 CCl_4		
	二硫化炭素 CS_2		
	エチレングリコール CH_2OHCH_2OH		
	メチルエチルケトン $CH_3COC_2H_5$		
m-クレゾール $CH_3C_6H_4OH$			
他の塩類	酒石酸カリ $C_4H_4O_6K_2$	5 g × 10ml	若干発熱
	ニトロプルシッドソーダ $Na_2[Fe(CN)_5NO] \cdot 2H_2O$	1 g × 2 ml	変化なし
	フェロシアン化カリ $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$	5 g × 10ml	
	フェロシアン化カリ $K_3Fe(CN)_6$		
	ホウ酸カリ $K_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$		
しゅう酸アンモン $(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$			
その他	尿素 $(NH_2)_2CO$	300 g × 200ml	変化なし
	活性炭 C	1 g × 2 ml	
	固型・粉・液体石けん		
	p-ナフトール $C_{10}H_7OH$		
	ポリスチレン	2 ml × 2 ml	
	大豆油		
農薬	5 g × 10ml		
コンクリート	—		

- [注] 1. 容量欄は、薬品の量 × MEKPO の量。
2. 備考欄中、⊗ は風下に火源を置いた場合。
3. 備考欄中、Ⓢ は10分以上の時間が経過した時をいう。
4. 備考欄中、発煙して色の明示の無いものは、白色発煙をいう。
5. 備考欄中、温度は昇温した温度を示す。