プラスチック用難燃剤
Flame retardants for plastics

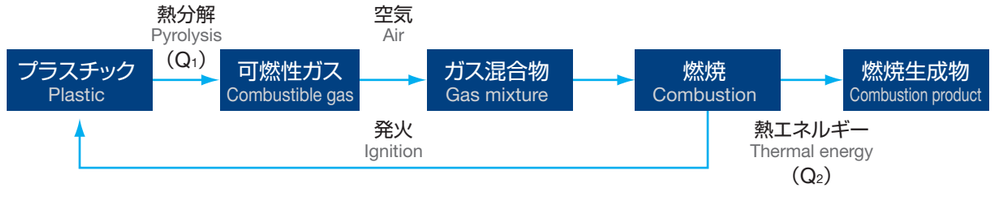
ピロガード®
PYROGUARD

第一工業製薬

1 燃焼プロセスと難燃化方法
Combustion process and flame retardation

燃焼のプロセスは次のようなサイクルが考えられます。難燃化は、この燃焼サイクルを断ち切ることで達成されます。

The process of combustion is assumed to be as follows. Flame retardation is achieved by interrupting this combustion cycle.



難燃剤の種類とその作用機構を次に示します。

Types of flame retardants and the mechanisms

燃焼性の持続 Sustention of combustibleness	……	燃焼熱（Q_2）>分解熱（Q_1） Combustion heat (Q_2) > Decomposition heat (Q_1)
難燃化方法 How to flame retardate	……	引火点以下に下げる、可燃性ガスの発生防止、酸素の遮断 Reduction of temperature to below flash point, inhibition of combustible gas generation, blocking oxygen
リン系の効果 Effects of phosphorus-based flame retardants	……	低沸点物の蒸発、炭化促進、CO_2/CO比の制御、溶融保護膜 Evaporation of low-boiling-point substance, promotion of carbonation, control of CO_2/CO ratio, formation of protective layer
ハロゲン系の効果 Br>Cl Effects of halogen-based flame retardants	……	分解生成物による吸熱、不燃性ガスの発生、重いガス発生、HOラジカルの捕捉 Endotherm by decomposition product, incombustible gas generation, heavy gas generation, trapping HO radicals
無機物の効果 Effects of inorganic substances	……	不燃物による希釈、結晶水の放出、溶融保護膜、粉塵の壁面効果 Dilution by incombustible substances, crystal water release, formation of protective layer, blocking effect by dust

ハロゲン系難燃剤は次のような作用で、特に優れた難燃効果を示します。
可燃性ガスの発生をもたらす熱分解は、ラジカルが関与する連鎖反応であることが知られています。
ハロゲン系難燃剤は活性ラジカルを捕捉して、低活性化させることで強力な難燃効果を発揮します。

Halogenated flame retardants have particularly excellent flame retarding effect by the following mechanism.
It is known that heat decomposition, which leads to generation of combustible gas, is a chain reaction involving radicals.
Halogenated flame retardants exhibit a strong flame retarding effect by trapping active radicals and reducing their activity.

ハロゲン系難燃剤のラジカル捕捉
Trapping radicals by Halogenated flame retardant

$$H^{\cdot} + R\text{-}X \rightarrow R\text{-}H + X^{\cdot}$$
$$H^{\cdot} + R\text{-}X \rightarrow H\text{-}X + R^{\cdot}$$
$$OH^{\cdot} + H\text{-}Br \rightarrow H_2O + Br^{\cdot}$$
$$Br^{\cdot} + R\text{-}H \rightarrow H\text{-}Br + R^{\cdot}$$

活性ラジカルHまたはOHを、より低エネルギーのR、X、Brラジカルに変換する。

It converts free radicals H or OH to R, X or Br, which have lower energy.

• ラジカルを示す。Radical

2 難燃剤の選定方法
How to choose a flame retardant

難燃剤の選定にあたっては、まずプラスチックの加工温度および分解温度を基に、難燃剤は固有の分解点を持っていますから、自ずと使用できる品種が絞られます。
難燃剤そのものの分解点が、プラスチックの加工温度よりも十分に高く、分解温度よりも低いことが必要条件となります。
次に、プラスチックの特性面から、以下に示す難燃剤の物理化学的性質と難燃化プラスチックの特性との関係を考慮の上、要求目的に最も適した難燃剤を選定する必要があります。

The first key is the target plastic's processing- and decomposition temperatures. As each flame retardant has its own decomposition temperature, it is necessary to choose a flame retardant whose decomposition temperature is much higher than the processing temperature and lower than the decomposition temperature of the target plastic.
The next issue is the right combination of properties of the target plastic and flame retardant. There are certain correlations between physiochemical properties of flame retardants and properties of flame retarded plastics (see the table below). It is necessary to choose the best flame retardant to obtain the desired purposes.

難燃剤の性質と熱可塑性難燃化プラスチックの特性との関係
Flame retardant property / Plastic property

難燃剤の性質 Flame retardant property / プラスチック特性 Plastic property	外観色相 溶融色相 Appearance color Melted color	難燃化元素含有量 Flame retarding element content	分解温度 Decomposition temperature	融点 Melting point	粒度 Particle size	分子量 Molecular weight	化学構造 Chemical structure
樹脂色相 Color	○						
難燃性 Flame retardancy		○	○			○	○
加工時熱安定性 Heat stability at processing			○				
加工性（フロー） Processability (flowability)				○			
耐熱性（熱変形） Heat stability (thermoplasticity)				○		○	
耐衝撃性 Impact stability				○	○	○	
強度（曲げ） Strength (bending strength)				○	○	○	
UV安定性 UV stability				○			○
ブリード Bleeding				○	○	○	

3 ピロガードシリーズの用途・性状・荷姿

Applications, properties and packaging of **PYROGUARD** series

● SR-130

用途（適用樹脂）Target plastics	組成 Composition	外観 Appearance	物理的性質*（℃）Physical properties* (℃)		
			融点 Melting point	5%減量点 5% loss point	50%減量点 50% loss point
EPS, XPS	臭素化脂肪族・芳香族化合物 Brominated aliphatic & aromatic compound	白色粉体 White powder	110	260	290

臭素含量（%）Bromine content (%)	溶解性*（常温）Solubility* (room temperature)						荷姿 Packaging
	水 Water	メタノール Methanol	アセトン Acetone	ベンゼン Benzene	四塩化炭素 Carbon tetrachloride	n-ヘキサン n-hexane	
65	不 Insoluble	不 Insoluble	難 Hardly soluble	可 Soluble	可 Soluble	難 Hardly soluble	紙袋入20kg詰 20 kg paper bag

● SR-245

用途（適用樹脂）Target plastics	組成 Composition	外観 Appearance	物理的性質*（℃）Physical properties* (℃)		
			融点 Melting point	5%減量点 5% loss point	50%減量点 50% loss point
HI-PS, ABS, PBT, PC, PC-ABS, PE, PP	臭素化芳香族トリアジン Brominated aromatic triazine	白色粉体 White powder	232	385	427

臭素含量（%）Bromine content (%)	溶解性*（常温）Solubility* (room temperature)						荷姿 Packaging
	水 Water	メタノール Methanol	アセトン Acetone	ベンゼン Benzene	四塩化炭素 Carbon tetrachloride	n-ヘキサン n-hexane	
67	不 Insoluble	不 Insoluble	不 Insoluble	可 Soluble	難（17%）Hardly soluble (17%)	不 Insoluble	紙袋入20kg詰 20 kg paper bag

● SR-460B

用途（適用樹脂）Target plastics	組成 Composition	外観 Appearance	物理的性質*（℃）Physical properties* (℃)		
			融点 Melting point	5%減量点 5% loss point	50%減量点 50% loss point
HI-PS, ABS, PE, PP, PC-ABS, PBT, PA	臭素化芳香族ポリマー Brominated aromatic polymer	淡黄色粉体 Slightly yellowish powder	220～230	375	450<

臭素含量（%）Bromine content (%)	溶解性*（常温）Solubility* (room temperature)						荷姿 Packaging
	水 Water	メタノール Methanol	アセトン Acetone	ベンゼン Benzene	四塩化炭素 Carbon tetrachloride	n-ヘキサン n-hexane	
62	不 Insoluble	不 Insoluble	不 Insoluble	可 Soluble	可 Soluble	不 Insoluble	紙袋入20kg詰 20 kg paper bag

*：代表値 Typical value

● SR-720N

用途（適用樹脂）Target plastics	組成 Composition	外観 Appearance	物理的性質*（℃）Physical properties* (℃)		
			融点 Melting point	5%減量点 5% loss point	50%減量点 50% loss point
HI-PS, PE, PP	臭素化脂肪族・芳香族化合物 Brominated aliphatic & aromatic compound	白色粉体 White powder	110	296	330

臭素含量（%）Bromine content (%)	溶解性*（常温）Solubility* (room temperature)						荷姿 Packaging
	水 Water	メタノール Methanol	アセトン Acetone	ベンゼン Benzene	四塩化炭素 Carbon tetrachloride	n-ヘキサン n-hexane	
67	不 Insoluble	不 Insoluble	難（11%）Hardly soluble (11%)	可 Soluble	可 Soluble	難（4%）Hardly soluble (4%)	紙袋入20kg詰 20 kg paper bag

● SR-743N

用途（適用樹脂）Target plastics	組成 Composition	外観 Appearance	物理的性質*（℃）Physical properties* (℃)		
			融点 Melting point	5%減量点 5% loss point	50%減量点 50% loss point
PE, PP	臭素化脂肪族・芳香族化合物 Brominated aliphatic & aromatic compound	白色粉体 White powder	110	300	370

臭素含量（%）Bromine content (%)	溶解性*（常温）Solubility* (room temperature)						荷姿 Packaging
	水 Water	メタノール Methanol	アセトン Acetone	ベンゼン Benzene	四塩化炭素 Carbon tetrachloride	n-ヘキサン n-hexane	
67	不 Insoluble	不 Insoluble	難 Hardly soluble	可 Soluble	可 Soluble	難 Hardly soluble	紙袋入20kg詰 20 kg paper bag

● SR-750

用途（適用樹脂）Target plastics	組成 Composition	外観 Appearance	物理的性質*（℃）Physical properties* (℃)		
			融点 Melting point	5%減量点 5% loss point	50%減量点 50% loss point
PE, PP	臭素化脂肪族化合物 Brominated aliphatic compound	白色粉体 White powder	110	280	320

臭素含量（%）Bromine content (%)	溶解性*（常温）Solubility* (room temperature)						荷姿 Packaging
	水 Water	メタノール Methanol	アセトン Acetone	ベンゼン Benzene	四塩化炭素 Carbon tetrachloride	n-ヘキサン n-hexane	
65	不 Insoluble	不 Insoluble	難 Hardly soluble	可 Soluble	可 Soluble	難 Hardly soluble	紙袋入20kg詰 20 kg paper bag

*：代表値 Typical value

4 三酸化アンチモン
Antimony trioxide

三酸化アンチモンはハロゲン系難燃剤と併用することで、相乗的に難燃性を向上させる難燃助剤の代表です。その相乗作用は次のような式で表され、プラスチックの熱分解開始温度域で、三酸化アンチモンが難燃剤からハロゲン原子を引き抜いてハロゲン化アンチモンを生成して、これが難燃に大きく寄与します。

Antimony trioxide is a typical flame retardant auxiliary, i.e. by using with halogenated flame retardant, the resultant flame retardancy is synergistically enhanced. The synergetic action can be expressed in the formulae below. In the range of thermo-decomposition starting temperature of plastics, antimony trioxide pulls out halogen elements from flame retardant to form halogenated antimony which greatly contribute to preventing and retarding combustion.

$$Sb_2O_3 + 2HCl \xrightarrow{\sim 250℃} 2SbOCl + H_2O$$
$$5SbOCl(S) \xrightarrow{245 \sim 280℃} Sb_4O_5Cl_2(S) + SbCl_3\uparrow$$
$$4Sb_4O_5Cl_2(S) \xrightarrow{410 \sim 475℃} 5Sb_3O_4Cl(S) + SbCl_3\uparrow$$
$$3Sb_3O_4Cl(S) \xrightarrow{475 \sim 565℃} 4Sb_2O_3(S) + SbCl_3\uparrow$$
$$Sb_2O_3(S) \xrightarrow{658℃} Sb_2O_3(L)$$

● ピロガードAN PYROGUARD AN（三酸化アンチモン Antimony trioxide ; Sb_2O_3）

品名 Grade	純分（%） Purity (%)	平均粒子径（μm） Average particle size (μm)	ハンター白色度 Hunter whiteness	かさ比重 Bulk specific gravity
AN-800（T）	99.5 min.	0.8 ～ 1.5	93 min.	0.55 ～ 0.85

性状 Properties　外観 Appearance：白色粉体 White powder　融点 Melting point：656.0℃
比重 Specific gravity（d^{25}_{4}）：5.2　沸点 Boiling point：1425.0℃
分子量 Molecular weight：291.5
荷姿 Packaging　紙袋入25kg詰 25 kg paper bag

5 取り扱いおよび保管上の注意
Handling & storage instructions

1. 本製品を試験室、または製造現場でご使用になる場合は、使用前に必ず当社発行のSDS（安全データシート）を熟読の上、記載された注意事項などを厳守してください。
2. 取り扱いにおいては、めがね、マスクや手袋などの保護具を着用して、目、口、皮膚への接触を避けてください。また、粉の飛散を抑え、換気を十分に行ってください。万一、目に入った場合は、直ちに清浄な多量の流水にて15分以上洗眼し、医師の診断を受けてください。また、皮膚に付着した場合は、速やかに石けんおよび水でよく洗い流してください。
3. 三酸化アンチモン（**ピロガードAN-800（T）**）は医薬用外劇物に該当しますので、毒物および劇物取締法第11条に基づく取り扱い、保管が必要です。他のものと区別して所定の場所で保管してください。

1. Read the SDS (Safety Data Sheet) issued by DKS Co. Ltd. carefully before use, and strictly follow the written instructions.
2. Wear protective equipment (goggles, rubber gloves & protective shoes etc.) when handling the product to avoid direct contact with eye, mouth and skin. Minimize release in the air. Ventilate well. In case of eye contact, immediately wash well with fresh running water for at least 15 minutes and consult the doctor. In case of skin contact, immediately wash well with soap and water.

6 お願い
Notes

1. この資料に記載しているデータは、当社の実験的試験資料に基づくものですが、実際の現場使用結果を保証するものではありません。現場でのご使用に当たっては事前に使用条件、使用方法およびこれらの条件下での効果をご確認ください。
2. 記載内容は、新しい知見などにより、改正されることがあります。

1. The contents given in this brochure are based on our experimental data carefully obtained in our laboratories, however, they do not guarantee actual usage results.
2. The data are subject to revision from time to time.

7 熱可塑性プラスチックの難燃化処方例
Flame retarding formulations of thermoplastic plastics

□ 特に推奨する配合例 Flame retardant properties

品種 Grade	熱可塑性プラスチック Thermoplastic plastics				難燃剤の特長 Flame retardant properties
	GP-PS	HI-PS	PE	PP	
SR130	LOI：26.5 (3.0/0)	—	—	—	発泡ポリスチレンに好適 Effective for EPS & XPS
SR-245	LOI：20.0 (3.5/0)	V-2（10.0/2.0） V-0（15.0/4.0）	LOI：26.0 (15.0/5.0)	V-0（40/15/5）	相溶性、熱安定性良好 物性バランスが良い High compatibility, good heat stability, well-balanced properties
SR-460B	—	—	LOI：26.3 (11.2/3.8)	V-0（30/10/5）	高熱安定性 エンプラ用に有効 High heat stability, effective for engineering plastics
SR-720N	LOI：22.4 (3.5/0)	V-2（6.0/2.0）	LOI：23.2 (9.0/3.0)	V-2（4.0/2.0） V-0（10.0/5.0）	HI-PS V-2 PP V-2、V-0に最適 Very suitable for HI-PS V-2 & PP V-2/V-0
SR-743N	—	—	—	V-2（4.0/2.0） V-0（10.0/5.0）	ブリードが少ない 優れたコストパフォーマンス Less blooming Superior cost performance
SR-750	—	—	—	V-2（4.0/2.0） V-0（10.0/5.0）	ブリードが極めて少ない PP V-2、V-0に効果的 Less blooming Very suitable for PP V-2/V-0

品種 Grade	熱可塑性プラスチック Thermoplastic plastics					難燃剤の特長 Flame retardant properties
	ABS	PC-ABS	PBT (GF30%)	PET (GF30%)	ナイロン Nylon (GF30%)	
SR-245	V-2（10.0/2.0） V-0（17.0/5.0）	V-2（6.0/2.0） V-0（7.5/2.5）	V-0（12.0/4.0）	—	—	機械強度良好 樹脂流動性良好 Good mechanical strength, good resin flowability
SR-460B	—	V-0（7.5/2.5）	V-0（10.5/3.5）	V-0（13.5/4.5）	V-0（18.5/6.0）	高熱安定性 電気特性良好 High heat stability, good electric properties

注）添加量は難燃剤／三酸化アンチモンで、プラスチックに対する重量部（phr）表示。
但し、波線のアンダーライン部は難燃剤／三酸化アンチモン／アエロジルの配合処方。

Notes: (Dosage) shows weight ratios of *flame retardant/antimony trioxide* to target plastic (phr), provided that (Dosage) shows formulation ratios of *flame retardant/antimony trioxide/Aerosil.*

第一工業製薬

第一工業製薬株式会社

本　　社	〒601-8002	京都市南区東九条上殿田町48-2	TEL 075-276-3030 FAX 075-276-3031

事業本部

本　　社	〒601-8002	京都市南区東九条上殿田町48-2	TEL 075-277-2369 FAX 050-3537-6448
東 京 本 社	〒104-0031	東京都中央区京橋1-3-1 （八重洲口大栄ビル８階）	TEL 03-3275-0561 FAX 03-3275-0599
名古屋支店	〒450-6411	名古屋市中村区名駅3-28-12 （大名古屋ビルヂング11階）	TEL 052-856-5561 FAX 050-3156-3585
九 州 支 店	〒812-0016	福岡市博多区博多駅南1-2-3 （博多駅前第１ビル４階）	TEL 092-472-6353 FAX 092-472-4989
研　究　所	〒601-8391	京都市南区吉祥院大河原町5	TEL 075-323-5911 FAX 075-326-7356
U　R　L		https://www.dks-web.co.jp	

— 25041621_od —