

## 収れんによる出火について

浜松市消防局

### 1 はじめに

本火災は、鉄筋コンクリート造7階建て共同住宅の犬走りに置かれたステンレス製のラック（以下、「ラック」という。）上にあった座布団が焼損した事後聞知による建物火災である。

焼損状況から、近傍に存したステンレス製の椅子の座板に反射した太陽光の収れんを原因と結論づけた事例である。

収れんを原因に結び付けた経緯と、その立証のための調査内容を紹介する。

### 2 火災の概要

- (1) 出火日時 令和2年3月23日 11時51分ごろ
- (2) 覚知時間 令和2年3月23日 12時58分
- (3) 損害状況 ラック1台及び座布団2枚
- (4) 気象状況 天候：晴れ 気温：17℃  
相対湿度：17% 風向：西  
風速：6 m/s  
注意報・警報等：乾燥・強風注意報

### 3 現場の状況

犬走りは、建物南側の開口部から南へ1.4m、東西6.2mの幅で造られており、コンクリート製である。

その南は南北6.4m、東西6.2m幅の庭であり、隣建物との境界に樹木が植えられ、庭の南端に



【写真1 犬走りの状況】

フェンスが設置されている。

犬走りにラックが置かれ、その一部に黒く変色を認める。

庭の中央付近に、焼損した座布団2枚がある。

付近にたばこの吸い殻、ライター等の簡易着火用具は認められない。(写真1)

### 4 関係者の供述

#### (1) 発見者

2階の部屋にいたところ、何か燃やしているような臭いがしたため、窓の外を見ると灰色の煙が見えた。ベランダに出て下階を覗くと、1階から煙が出ているのが見えたため警備会社へ連絡するとともに下階の住人に伝えた。

#### (2) 初期消火者

発見者から、隣の部屋の犬走り付近から煙が出ていることを聞いて、隣の犬走りに向かうと、ラックの上に並んで置かれた座布団から煙と小さ

い炎が見えたため、水道ホースで消火した。

### (3) 火元所有者

座布団を2日前からラックの上で干した。

家族は、たばこを吸う。しかし、マンションの規則でベランダ等での喫煙は禁止されているため犬走りで喫煙はしていない。



【写真2】

## 5 現場見分状況

犬走りにある座布団、ラック及び椅子を仔細に見分する。(写真2、3)



【写真3】

### (1) 座布団（2枚）の状況

各辺0.5mの正方形の座布団は、カバー生地が木綿で造られ、中身は綿である。

初期消火者によって、ラック上の座布団を地面に落として消火した供述を得る。

焼損状況は、写真4～7のとおりである。



【写真4 青色の座布団天面】



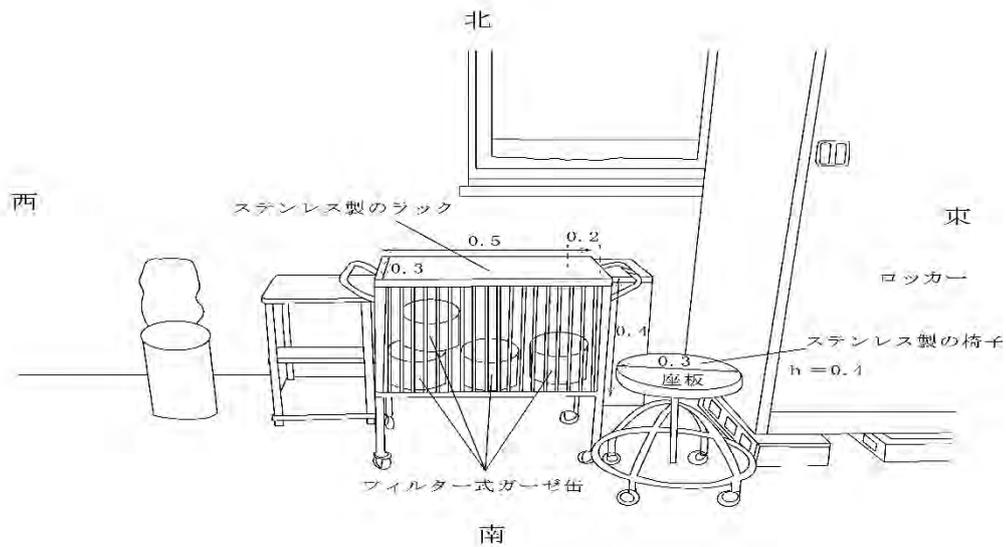
【写真5 青色の座布団底面】



【写真6 赤色の座布団天面】



【写真7 赤色の座布団底面】



(図1)

## (2) ラック及び椅子

ラックの上部に長方形の天板が載っており、その両端に取っ手が付いている。

東側の取っ手の上面中央及び天板の北東角から南へ0.3m、西へ0.2mの範囲が黒く変色している。

椅子に焼損箇所はない。

椅子の座板から反射した太陽光がラック東側に存する鋼板製ロッカーの西面に映っている。座板は凹状で、深さは約1.5cmである。

ラック及び椅子の状況並びに焼損範囲は図1のとおりである。

## 6 実験に至った経緯

椅子の座板に反射した太陽光がロッカーに映っており取れんを確認する。

また、椅子から反射した光を肌で感じたとき、十分な熱さを感じたため、放射温度計で測定したところ、70度を計測する。

これにより、入電時間の正午頃では何度になるのか？反射した光の焦点位置が座布団と一致するかについて、実験をすることとした。

## 7 実験

実験の方法は以下のとおりである。

### (1) 目的

ア 出火時刻付近である時間帯における反射光の焦点距離を計測する。

イ 反射光の焦点付近の温度を計測する。

### (2) 日時

令和2年3月25日 午前11時30分から午後13時00分

### (3) 実験手順

ア ラック及び椅子を火災現場と同様の方位及び位置に配置する。(写真8)



【写真8】

- イ 座布団と反射光の焦点位置を計測する。
- ウ 焦点付近に画用紙を合わせ、その温度を計測する

**(4) 使用資機材（ア～ウにあつては、収去物品）**

- ア ステンレス製のラック
- イ ステンレス製の椅子
- ウ 座布団
- エ 放射温度計
- オ 黒色の画用紙
- カ ビニル紐

**(5) 焦点距離の計測方法及び結果**

太陽の高度と方位は、次のとおり設定し計測する。

- ア 出火時刻を令和2年3月23日 午前10時30分から午前11時30分までとする。
- イ 上記時間帯における太陽の高度及び方位を表1とする。

(表1：カシオ計算機株式会社公式サイト「太陽高度（一日の変化）」参照)

| 時間     | 高度     | 方位      |
|--------|--------|---------|
| 10時30分 | 50.96° | 144.64° |
| 10時45分 | 52.63° | 150.08° |
| 11時00分 | 54.04° | 155.90° |
| 11時15分 | 55.15° | 162.08° |
| 11時30分 | 55.93° | 168.56° |

- ウ ビニル紐で反射光を具現化し、座布団と反射光の焦点距離を計測した結果、26cmである。(写真9)



【写真9】

**(6) 焦点付近の温度計測方法及び結果**

太陽光を椅子で反射させ、座布団が置かれた付近に設置した画用紙の温度を計測した結果、摂氏230度であり、実験開始から1分以内に画用紙から白煙が発生した。

**8 考察**

**(1) 焦点距離**

「新火災調査教本第6巻」を参考に焦点（F）を求める。

まず、凹面を球の一部と考え、この球の半径 r を求める。球面の深さを a、球面

の中心からの距離を b とすると①式となる。

$$r = (a^2 + b^2) / 2a \dots \text{①}$$

次に、算出された半径と太陽光線の入射角度（太陽高度と方位角）から凹面鏡の焦点の距離 F を求める。

太陽光線が鏡に対して垂直に入射する場合、入射角  $\theta$  と反射角  $\theta'$  の関係は、 $\theta = \theta'$  となる。焦点 F は、 $F = r (1 - 1 / 2 \cos \theta)$  で求められるが、近似的には②式で求められる。

$$F \approx r / 2 \dots \text{②}$$

椅子の座面を計測した結果、球面の深さ a = 1.5cm、球面の中心からの距離 b = 13cm である。

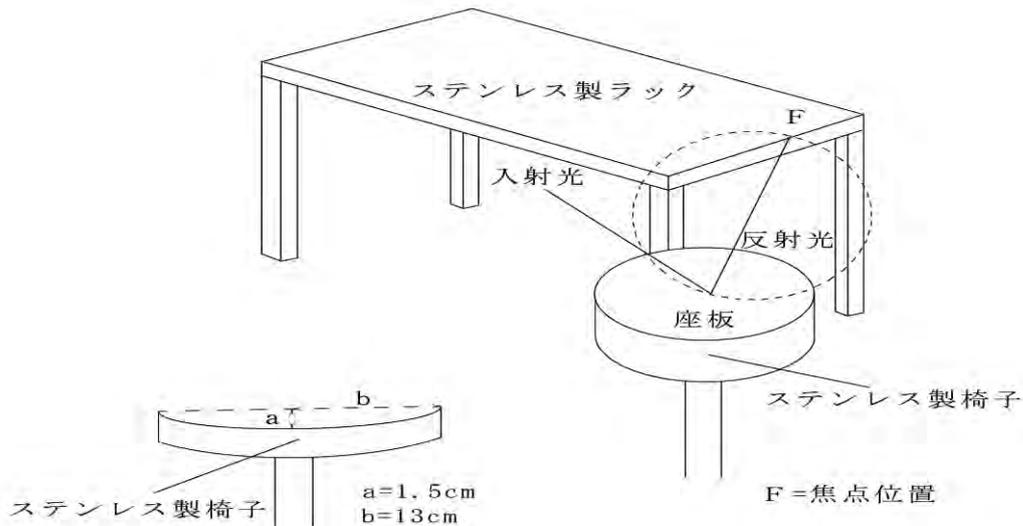
①式から半径 r = 57cm となり、②式から F ≈ 28.5cm となる。(図2)

上記7実験(5)焦点距離の計測方法及び結果ウの値は26cm であり、理論値と近似しており、反射光の焦点は、座布団に合っていたと推測する。

**(2) 焦点温度と発火**

「日本火災学会論文集第6巻第1号、綿の燃焼速度及び着火温度について」によると、295度の加熱下では発火に約4分掛かると記載されている。

文献で示された温度と再現実験で計測された230度との間に差はあるが、出火当日は再現実験日と比較して風は強く、湿度が低かったことから、より発火しやすい気象条件であり、発火に至った



(図2)

と考えられる。

## 9 結論

出火当時の状況からたばこ及び放火が原因となる可能性は低いと考えた。

収れんを検討した際、犬走りの上部及び壁面に照明等の光源は認められず、火災当日に椅子の座板を照らしていた光源は、太陽光以外には考えられない。

立証実験にて、焦点が座布団に合っていたこと、画用紙の温度が230度を計測し、実験開始1分以内に白煙を確認したことから、椅子の座板が太陽光を収れんさせ、出火に至った可能性は十分に考えられる。

よって、椅子の座板による収れんが出火原因と結論付けた。

## 10 おわり

浜松市では、過去10年間に於いて収れんにより出火した事例はなく、私もそのような事案には従

事した経験がない。

収れんについては、小学生の頃に行った虫眼鏡で新聞紙を焦がすことができるという経験と知識しか持っておらず、反射と屈折の理論を理解することに苦労した。

実験を通じて出火原因を究明したことで、所有者に対し再発防止を指導することができ、火災調査の目的を達成できた。

最後に、現場調査の際、ロッカーに反射した光に気付いたこと、その光に触れた時に熱を感じたことを契機に、収れんという新たな選択肢に気付くことができたことは、幸いであった。

現場での何気ない風景や感覚が原因に結びついた経験を多くの職員と共有されれば幸甚である。

### 【参考文献】

- (1) 新火災調査教本第6巻  
第3章 2 発生する条件について (2) 反射と屈折の法則について ア凹面鏡の場合
- (2) カシオ計算機株式会社公式サイト「太陽高度(一日の変化)」
- (3) 日本火災学会論文集第6巻 第1号、綿の燃焼速度及び着火温度について