スプリンクラーヘッドの今昔

平成30年度

千住スプリンクラー株式会社
竹内　孝

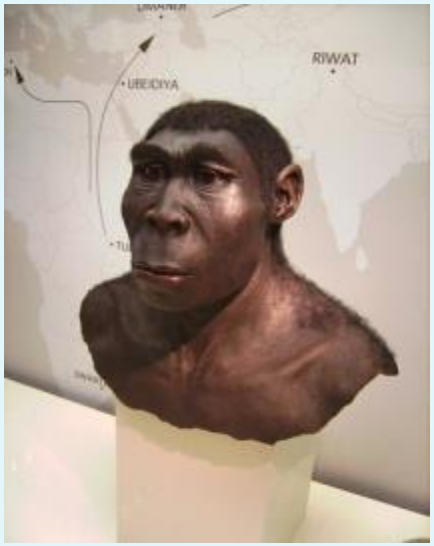
目　　次

- 1.　火の歴史
- 2.　世界の三大大火
- 3.　世界の消火設備のはじめ 1、2
- 4.　スプリンクラーヘッドの歴史1、2、3、4
- 5.　スプリンクラーヘッドの型式の変遷
- 6.　紡績工場とスプリンクラーヘッド
- 7.　日本初のスプリンクラーヘッド
- 8.　三越百貨店のスプリンクラーヘッド
- 9.　東京タワーのスプリンクラーヘッド
- 10. 火災事例と消防法 1、2、3、4、5
- 11. 閉鎖型スプリンクラーヘッド技術基準の変遷
- 12. 雑学　スプリンクラーヘッドの消火性能

1. 火 の 歴 史

＊50万年前の北京原人の遺跡から火を使った痕跡が発見された。火は、肉や魚を焼いたり、寒さをしのぐための暖房用に利用されたほか、動物から身を守るためにも使われた。その貴重な火を生活の中で用いるようになると、その反作用として「火災」という弊害が伴ってきた。⇒　火の用心

初期の火は、落雷や山火事によって燃えている木の枝などを住居あるいは洞窟に持ち帰り、火種として保存していたと思われる。



火を使ったことで
知られる初期のヒト属、
ホモ・エレクトスの再現像

出典:フリー百科事典　ウィキペディア

2. 世界三大大火

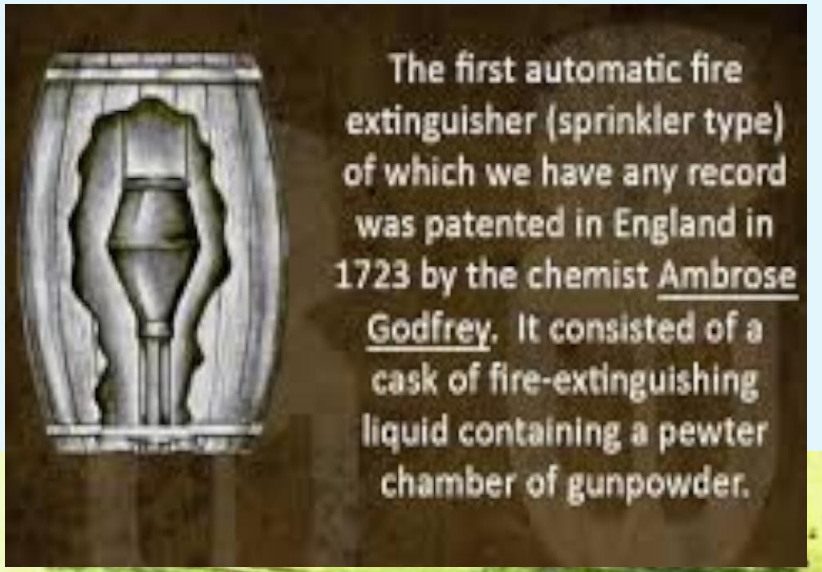
明暦の大火　1657年3月2日

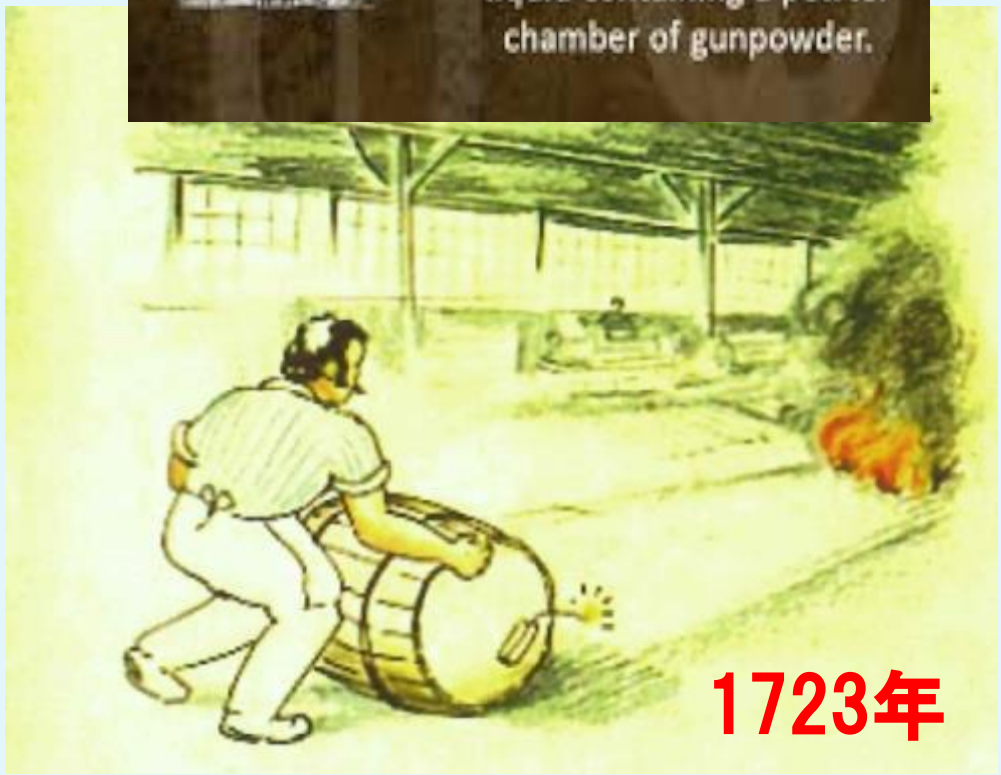
ローマ大火　西暦64年7月19日

ロンドン大火　1666年9月1日

出典：フリー百科事典　ウィキペディア

3. 世界の消火設備のはじめ　1



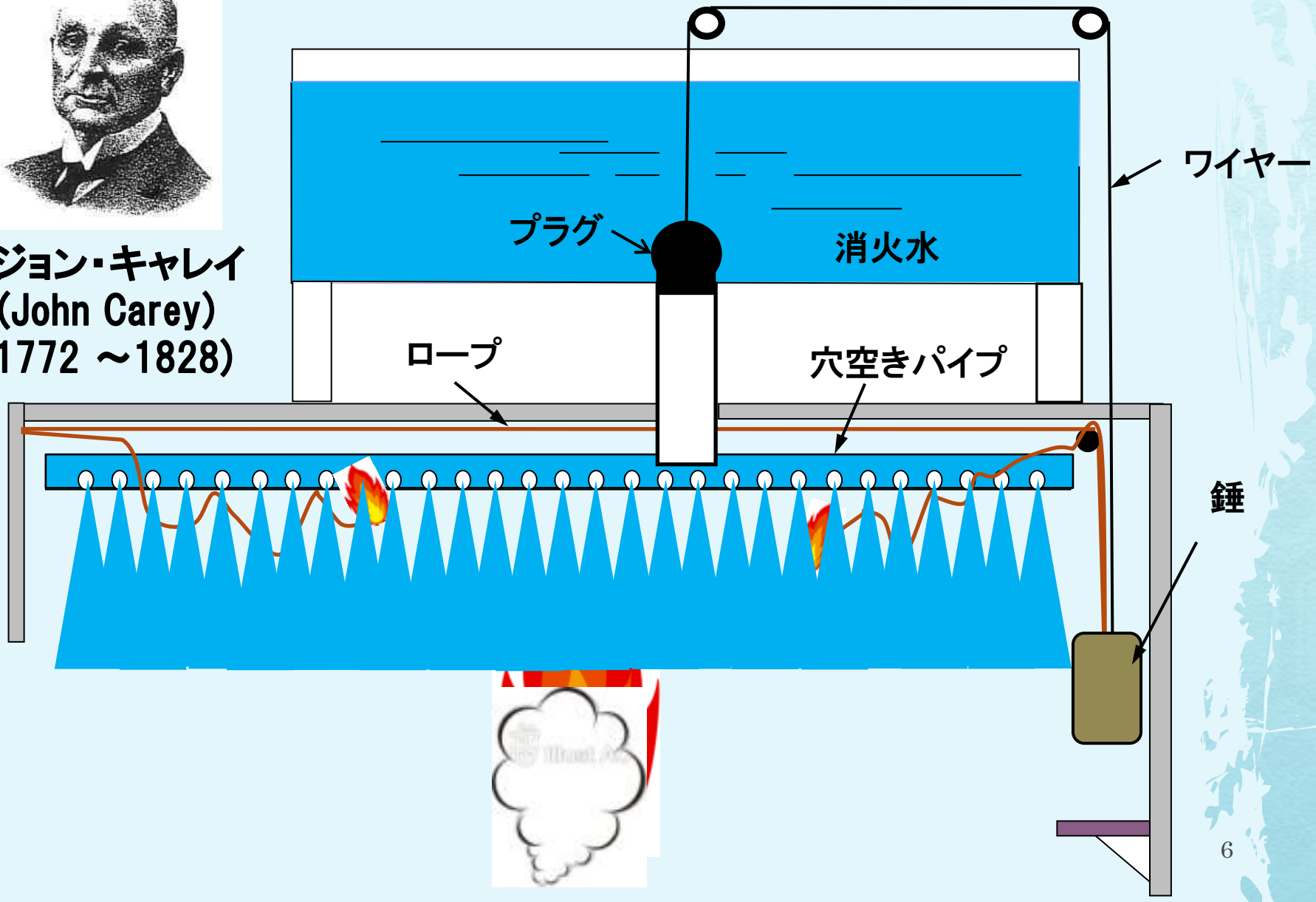


Ambrose Godfrey 1666~1741）
アンブローズ・ゴットフレイ

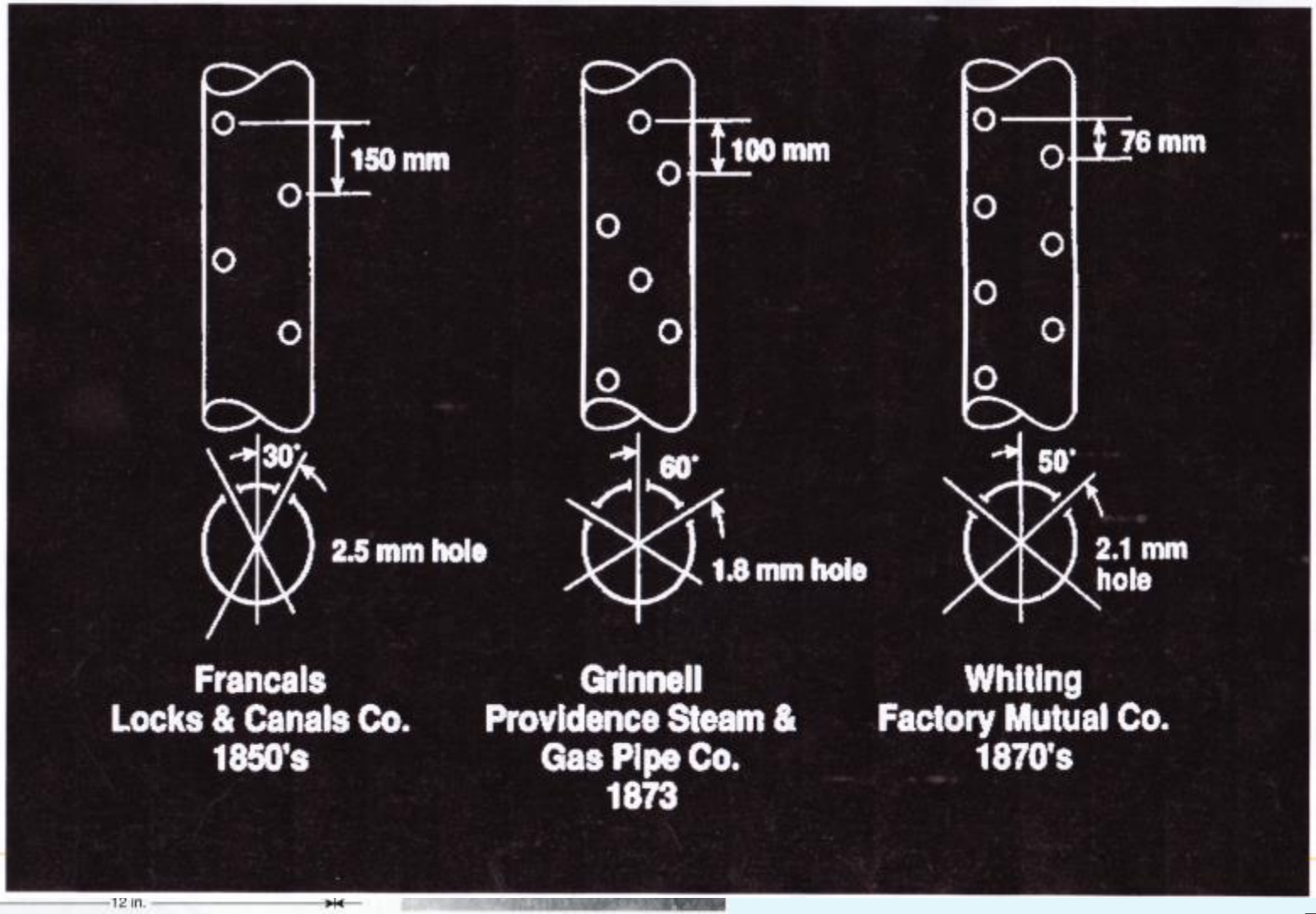
出典：フリー百科事典　ウィキペディア

1806年 ジョン・キャレイ（John Carey）の穴空きパイプの消火設備の発明

ジョン・キャレイ
(John Carey)
(1772 ～1828)

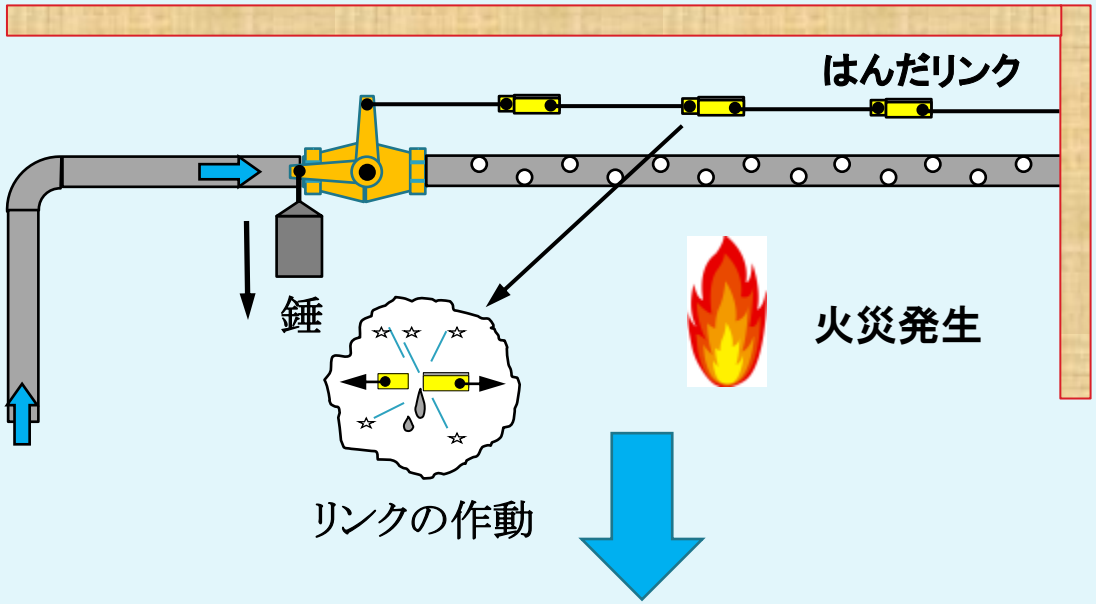


// Perforated pipe systems in the U.S

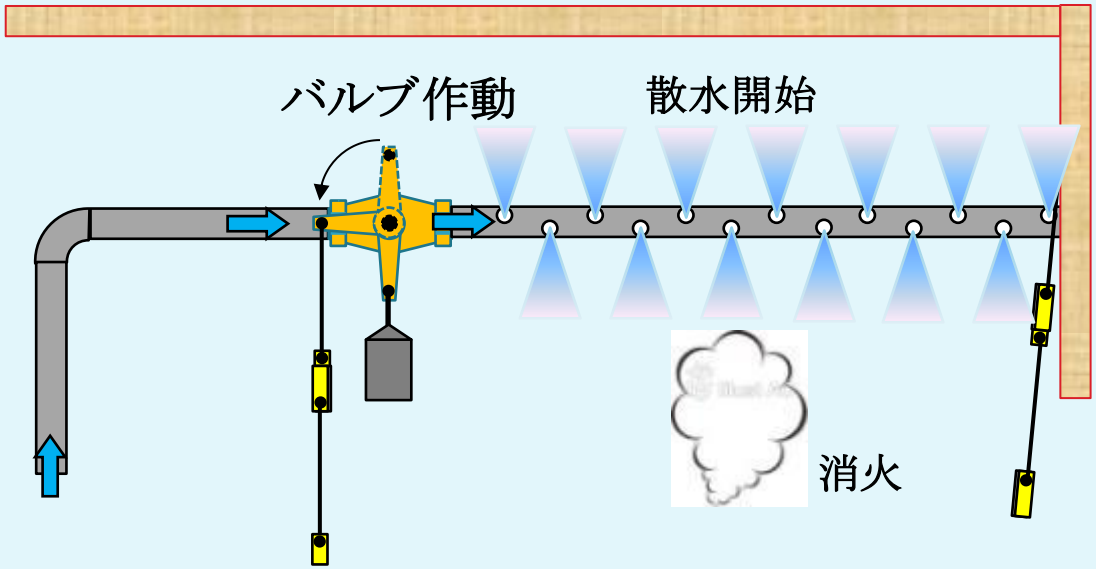


出典:フリー百科事典 ウィキペディア NFPA Fire Protection Hand Book 12edition 1962

フレデリック・グリンネルの自動消火設備 1882年



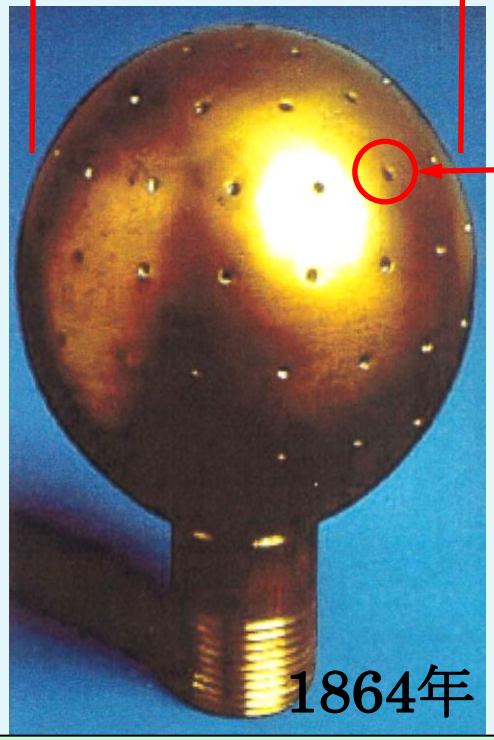
設 置 状 態



作動・消火

4. スプリンクラーヘッドの歴史 1

History of Automatic Sprinklers



1864 London
Major A. Stewart Harrison

ヘンリー・S.パーマリー
Henry S. Parmelee
(1846 – 1902)

Model 5 Upright

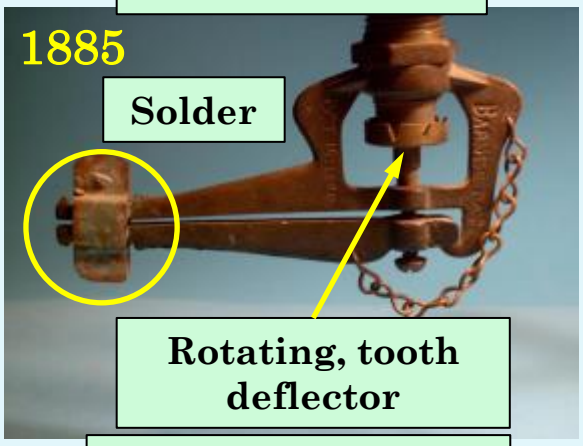
出典:フリー百科事典 ウィキペディア、Fire Protection Handbook 1962 NI

スプリンクラーヘッドの歴史 2

Charles Barnes KY.

フレデリック・グリンネル
Frederick Grinnell
(1836 – 1905)

Model 2 Pendent

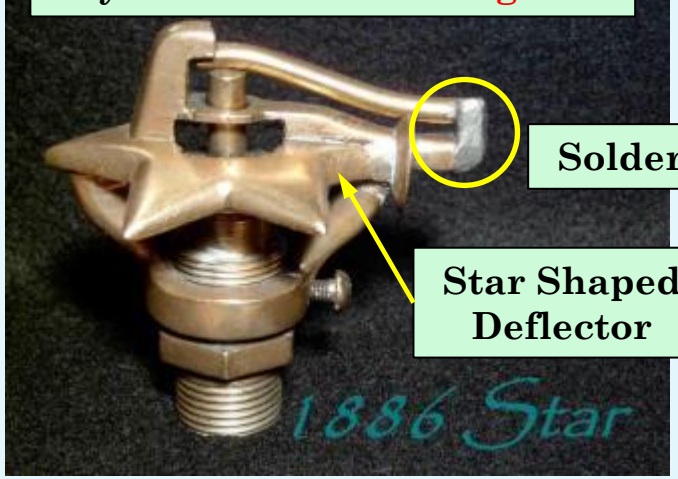


Charles Barnes KY.

Model 5 Pendent Sprinkler
by Charles E. Buell

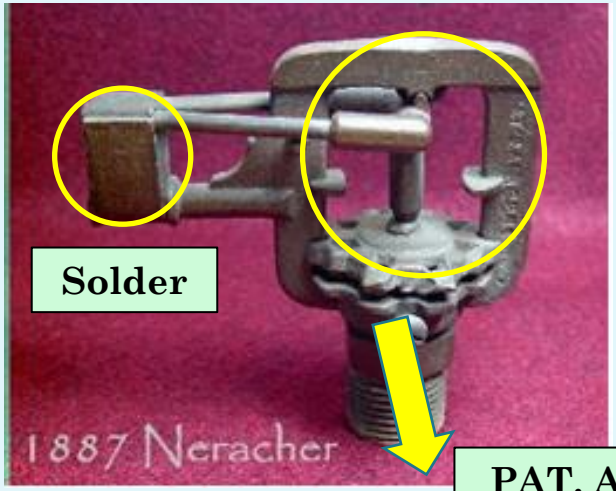
スプリンクラーヘッドの歴史 3

Pendent Sprinkler
by Star Manufacturing Co.



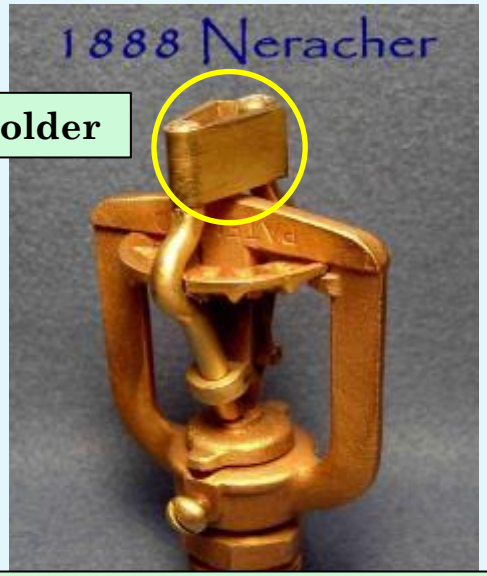
Solder

Star Shaped Deflector



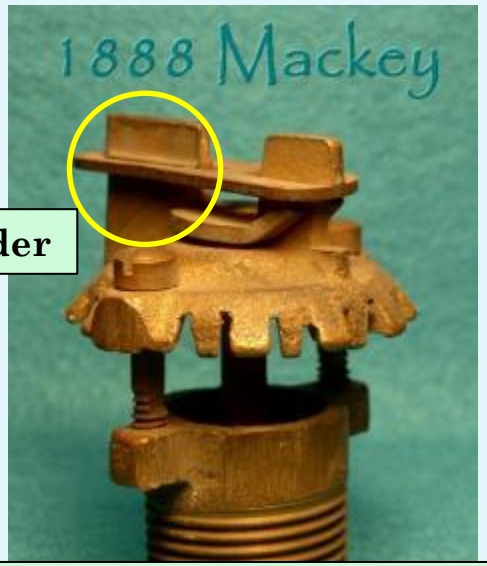
Solder

PAT. April 22,1884



Solder

Model 3 Upright Sprinkler by **William Neracher** in 1888



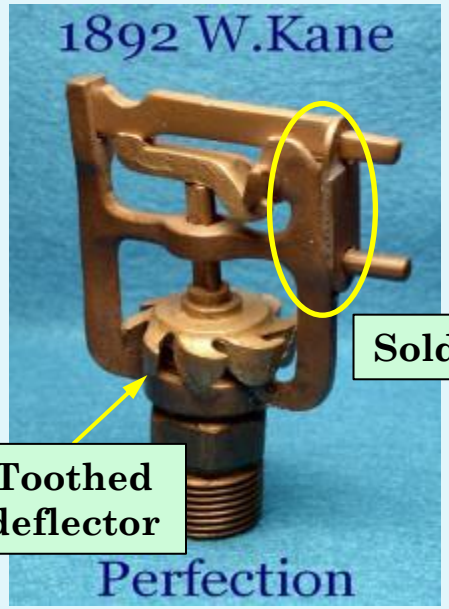
Solder

Model 4 Pendent Sprinkler
By John C. Markey

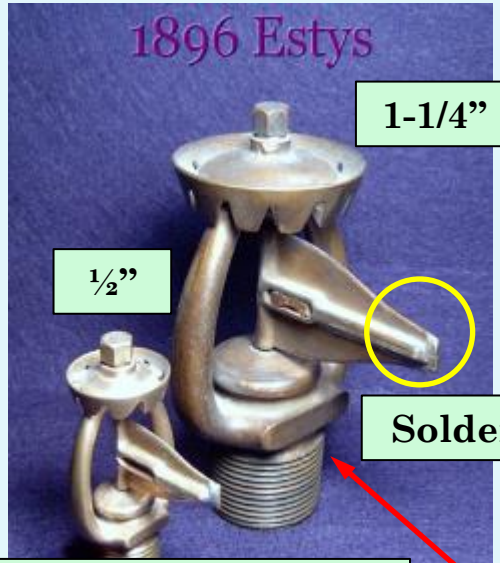
William Neracher

スプリンクラーヘッドの歴史 4

Model 2 Pendent Sprinkler by J. Kane in 1892

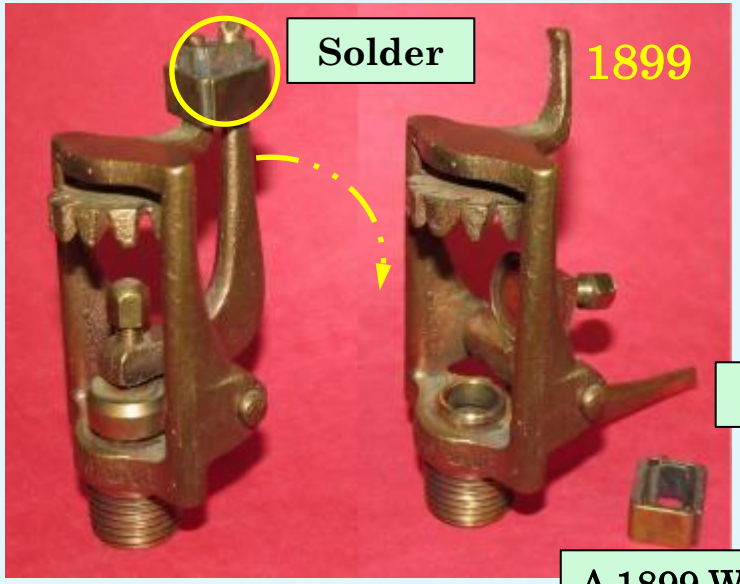


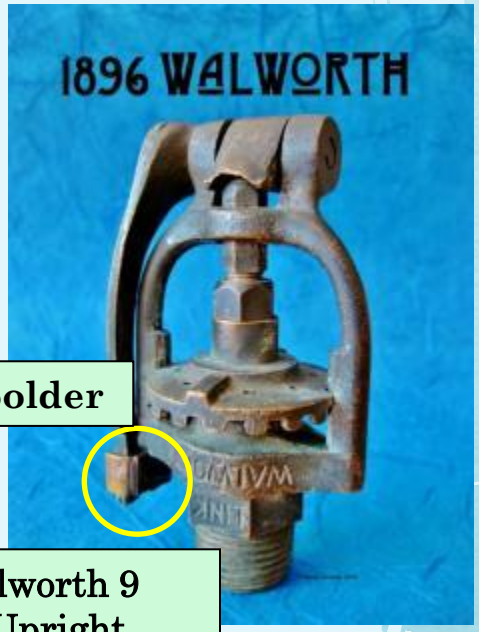
Model A Upright SP.



Model 5 Upright Sprinkler with 1-1/4” thread by Estys

Removed from the top of an elevator shaft in a building in New York.



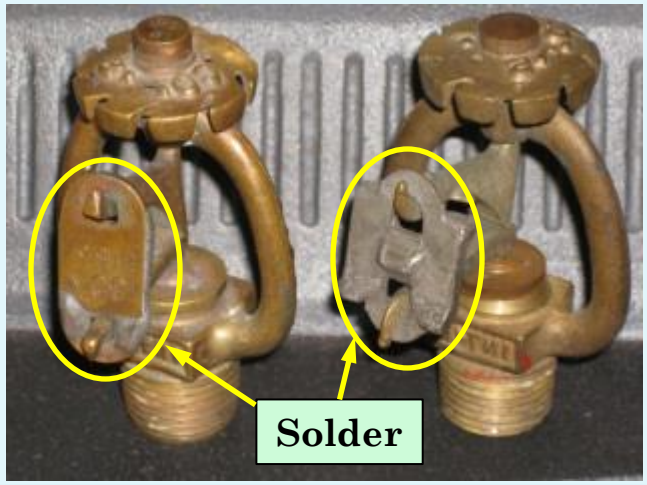


A 1899 Walworth 9 Improved Upright

スプリンクラーヘッドの歴史 5

April 17,1900
J. Kane
165° F(74℃)

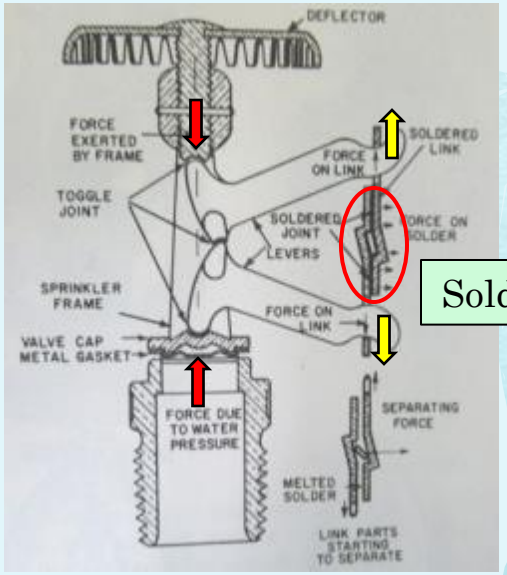
Solder



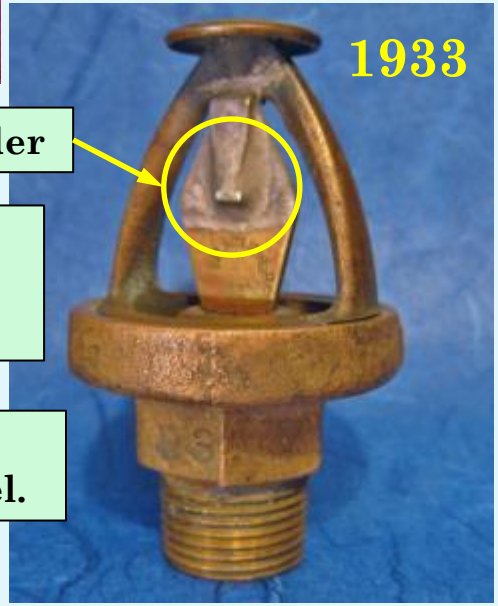
Solder

1907 Model B 212° 1928 Model C
by International Sprinkler Co.

レバーリンク構造



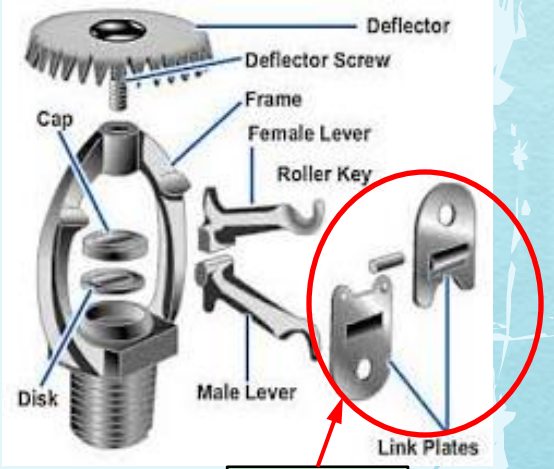
Solder



Solder

Special deflector
(smooth, no teeth)
155° F(68℃)

1933 Grinnell
Picker Trunk Model.



リンク

5. スプリンクラーヘッドの型式の変遷

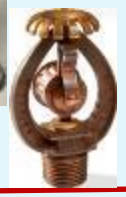
1850年（嘉永3年）　1900年（明治33年）　1950年（昭和25年）　2000年（平成12年）

Frame Type

Bulb & Disc : Glass

1923年（大正12年）

1935年



1952年

日本製

1963年

1964年

1965年

1966年

1971年

1973年

1977年

1997年

1998年

1922年
Grinnell
Quartz
Bulb SP

のグラスバルブSP誕生

JOO
1971年
Job GmbH
（ドイツ）創立

1973年

1999年

2000年

2004年

日本製

1969年

1972年

1988年
ISO 6182-1
Special Sprinkler

日本製

1971年

1976年

1980年

1996年

2000年

1948年

1951年

1965年

1974年

1986年

1990年

1996年

2004年

2008年

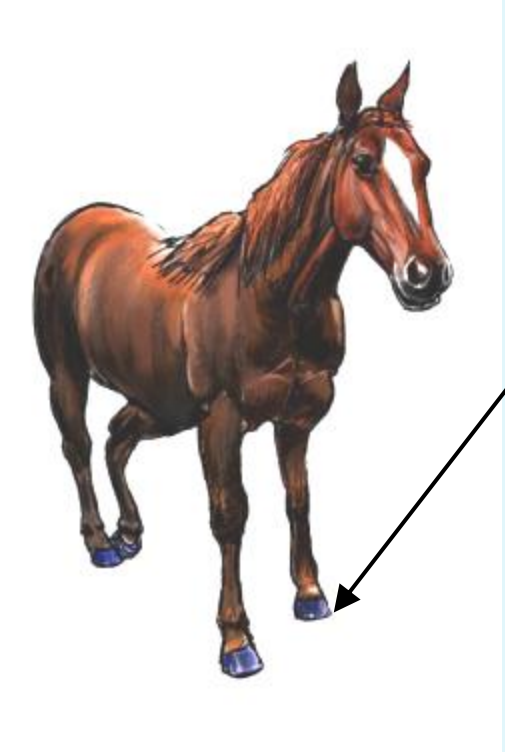
2011年

日本製

出典：アイエススプリンクラー、五十鈴工業、立売堀製作所、千住スプリンクラー、能美防災、ホーチキのWeb siteのカタログからその他海外製品：フリー百科事典　ウィキペディア等

参考

馬蹄形ヘッドとは？



馬蹄

Frame Type

馬の蹄の形状の
スプリンクラーフレーム

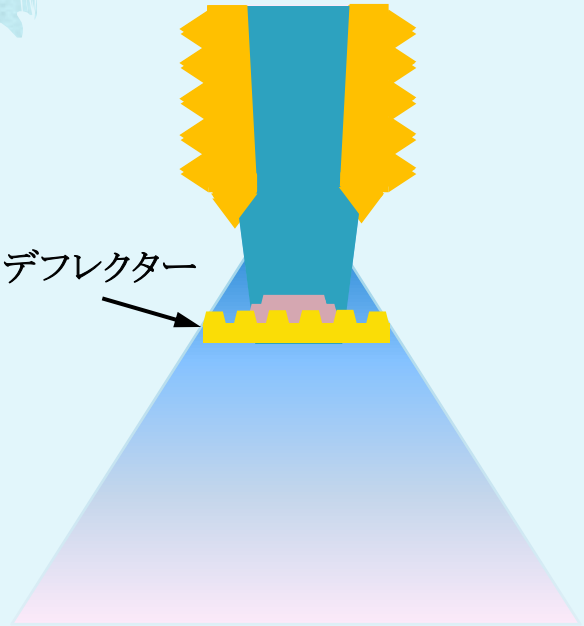
馬のひずめの
蹄鉄

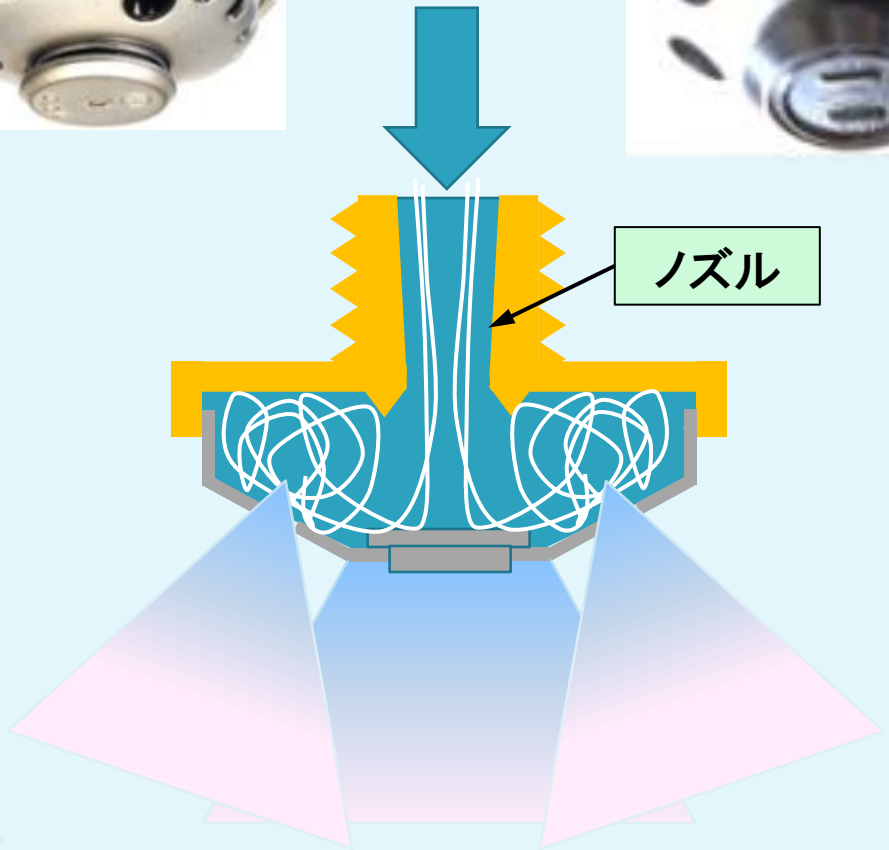
参　考

マルチ型ヘッドとは？

マルチタイプ（多孔式　）Multiple Orifice Type Sprinkler

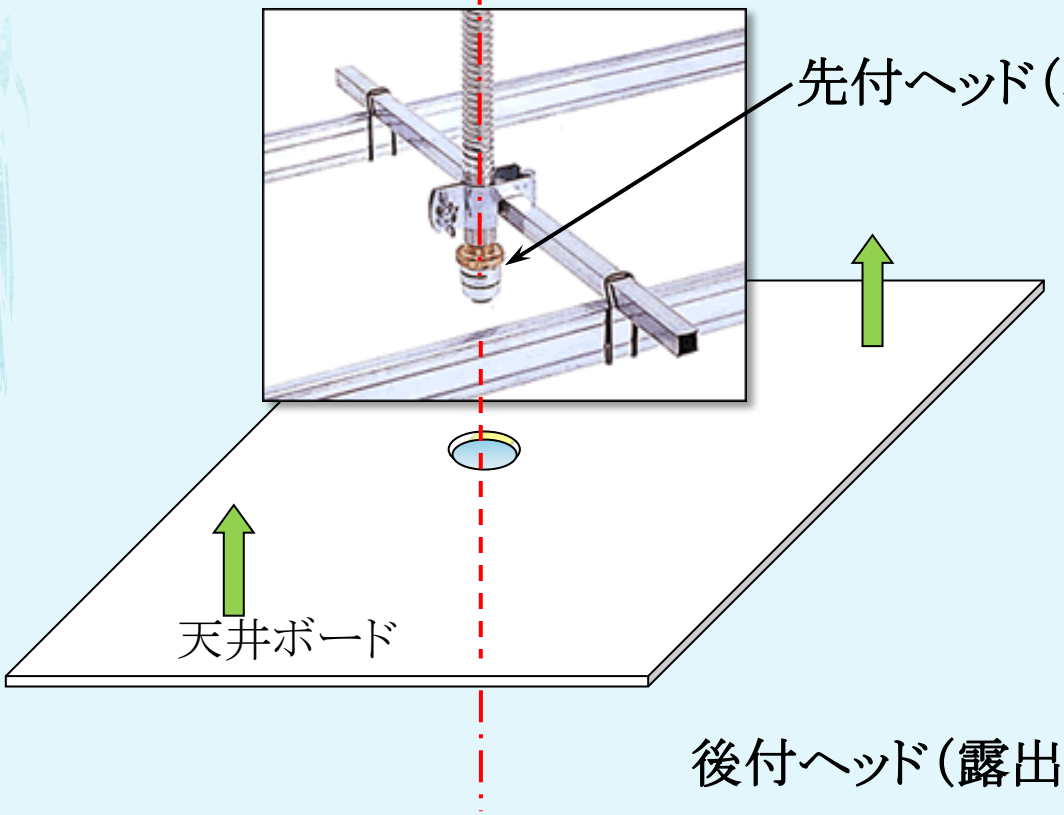
フレーム型
フラッシュ型



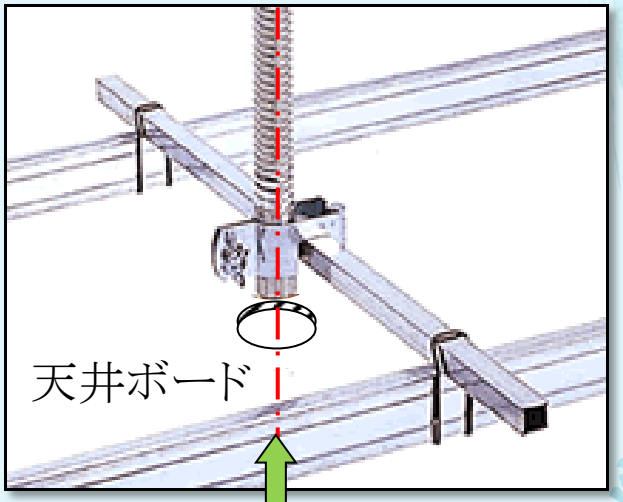


参考　設置によるスプリンクラーヘッド

先付ヘッドとは？



後付けヘッドとは？



後付ヘッド（露出タイプ）

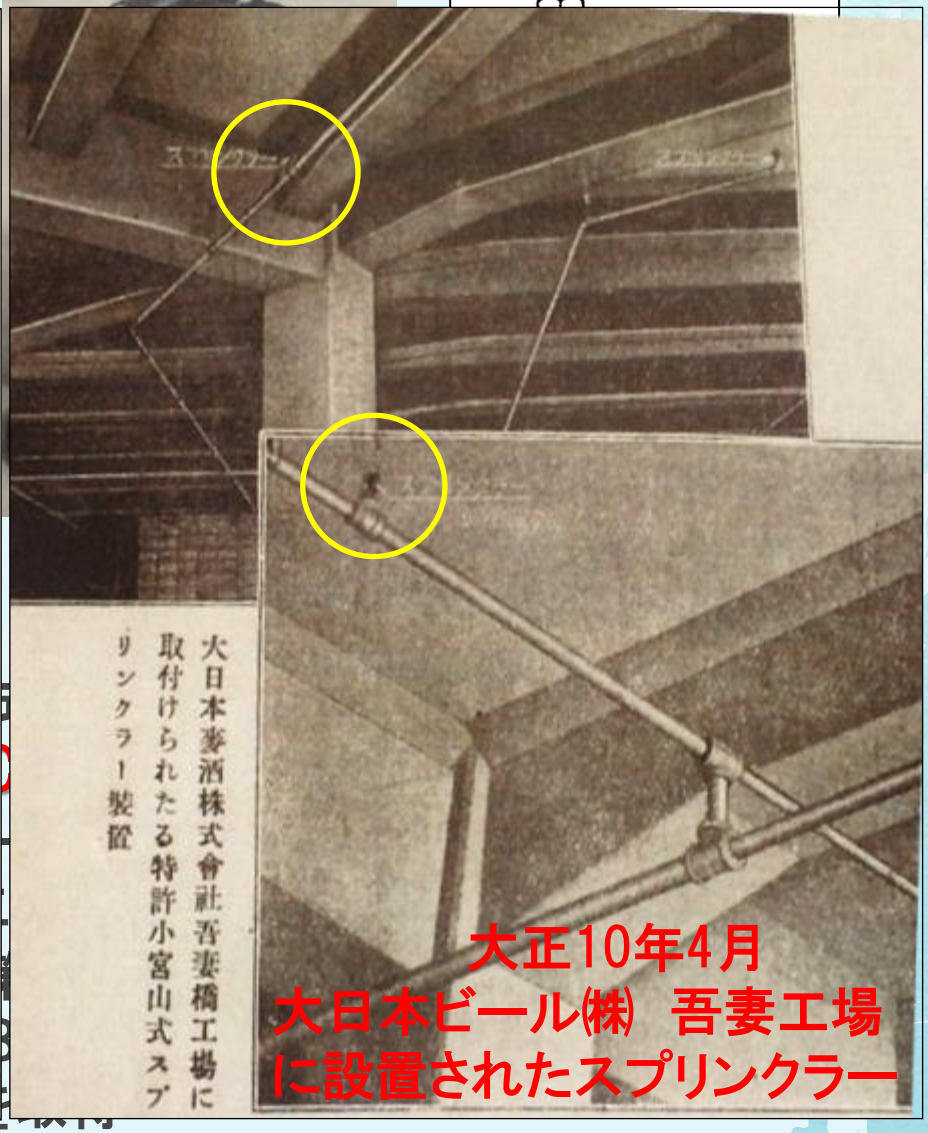
白ヤトイ管

6. 紡績工場とスプリンクラーヘッド

火災発生日	火災発生場所	火災原因	開放ヘッド数（個）
1948年2月 5日	ダービーシャー・チェスターフィールド	打綿室の火災	36
1948年2月25日	ランカシャー・ホリンウッド	トップ精紡室の火災	96
1948年3月12日	ランカシャー・ミッドルトン	精紡機のバースト	53
1948年7月28日	ランカシャー・ミッドルトン	精紡機の軸受の摩擦	57
1948年7月29日	ランカシャー・チャダートン	精紡機の軸受の摩擦	50
1948年8月 3日	ランカシャー・ロイトン	精紡機の火災	136
1948年8月 6日	ランカシャー・ミッドルトン	摩擦が風綿に着火	192

出典：工場防火指針（社）日本損害保険協会　災害予防部　昭和33年12月25日発行　　理工図書株式会社

7. 日本初のスプリンクラーヘッド



出典:「スプリンクラーについて」 東京消防機器研究会　会報106号より　平成17年8月　神谷　保三記より

新館建築概要

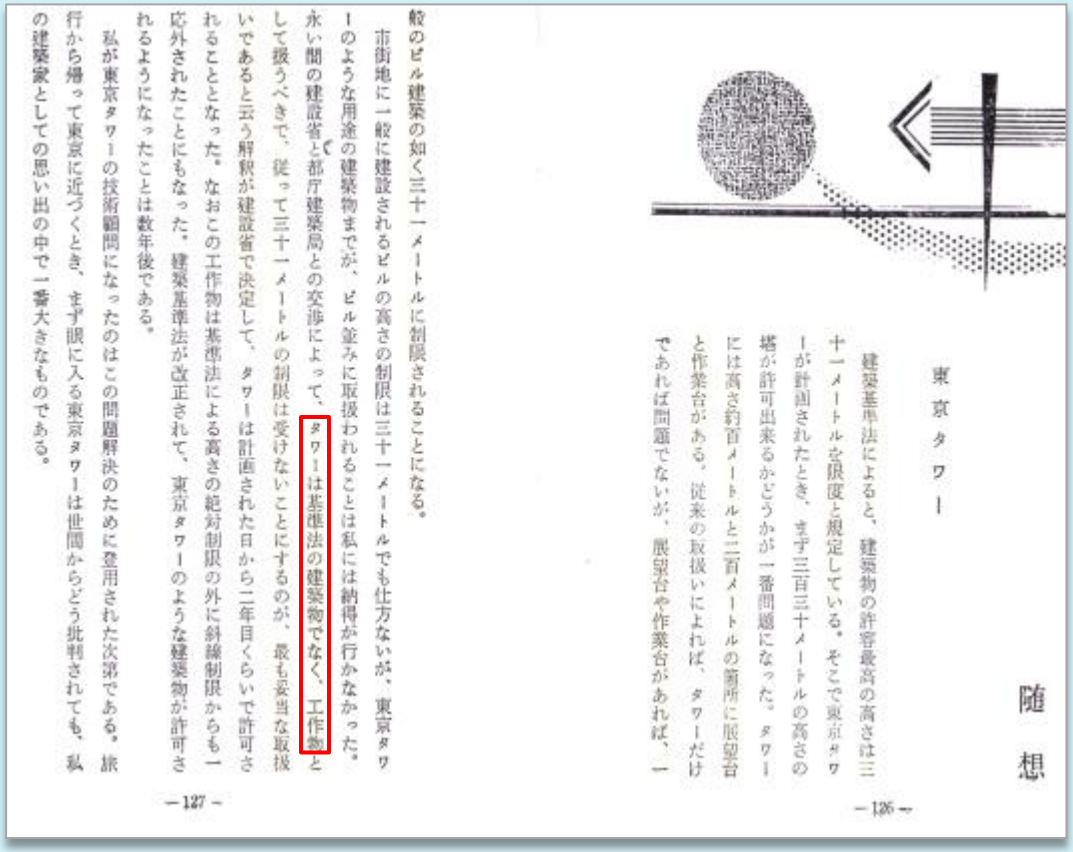
様式　文藝復興（ルネサンス）式
間口　百二十尺五寸
奥行　百八十五尺
建坪　六百十九坪二合四勺
延坪　四千〇〇三坪〇合七勺
軒高　八十五尺九寸五分
塔頂　百七十尺七分五厘
階数　地下一階地上五階高塔十一階
入口　高さ七間半　幅四間
飾窓　五ヶ所　各高さ十四尺　幅十四尺
中央廣間　奥行十間　幅六間半
階段　四ヶ所　六尺五寸幅と七尺幅の二種
昇降機　四箇　各二十五人乘り
エスカレーター　一階より二階まで
スパイラル、シュート
ニューマチツク、チユーブ
メール、シュート
オートマチツク、スプリンクラー

出典：大三越写真歴史写真帳　1932年（昭和7年）「複製」より

9. 東京タワーのスプリンクラー

東京タワーの消火設備（東京消防庁）

建築物の東京タワー
出典:「建築のお巡りさん」 ㈱建築総合資料社
昭和37年1月25日 第3版発行



東京タワー

随想

建築基準法によると、建築物の許容最高の高さは三十一メートルを限度と規定している。そこで東京タワーが計画されたとき、まず三百三十メートルの高さの塔が許可出来るかどうかが一番問題になった。タワーには高さ約百メートルと二百メートルの箇所に展望台と作業台がある。従来の取扱いによれば、タワーだけであれば問題でないが、展望台や作業台があれば、一般のビル建築の如く三十一メートルに制限されることになる。

市街地に一般に建設されるビルの高さの制限は三十一メートルでも仕方ないが、東京タワーのような用途の建築物までが、ビル並みに取扱われることは私には納得が行かなかった。永い間の建設省と都庁建築局との交渉によって、タワーは基準法の建築物でなく、工作物として扱うべきで、従って三十一メートルの制限は受けないことにするのが、最も妥当な取扱いであると云う解釈が建設省で決定して、タワーは計画された日から二年目くらいで許可されることとなった。なおこの工作物は基準法による高さの絶対制限の外に斜線制限からも一応外されたことにもなった。建築基準法が改正されて、東京タワーのような建築物が許可されるようになったことは数年後である。

私が東京タワーの技術顧問になったのはこの問題解決のために登用された次第である。旅行から帰って東京に近づくとき、まず眼に入る東京タワーは世間からどう批判されても、私の建築家としての思い出の中で一番大きなものである。

週刊新潮 22

社会

東京タワーと消防庁
—サービスと安全 の争点—

ビクター・ウインドタイプ
ルーム クーラー
¥ 160,000
日本ビクター株式会社
新三菱重工業株式会社

出典:週刊新潮　昭和34年5月11日号

参　考

東京タワーの第二展望台新設工事

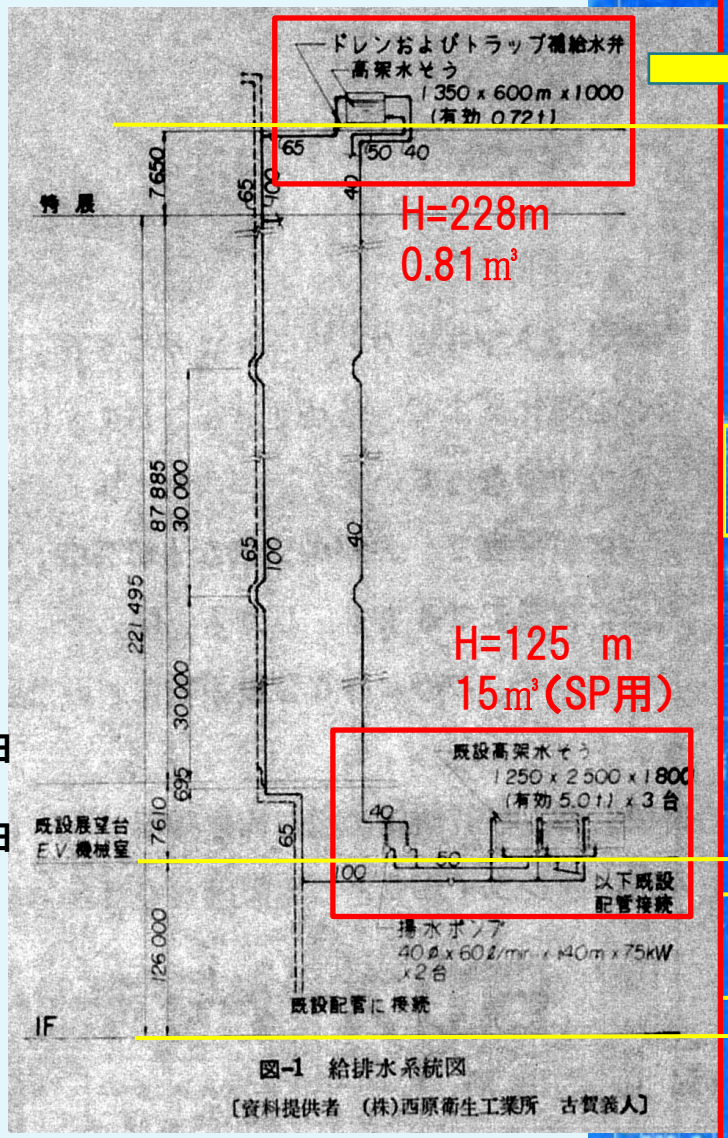
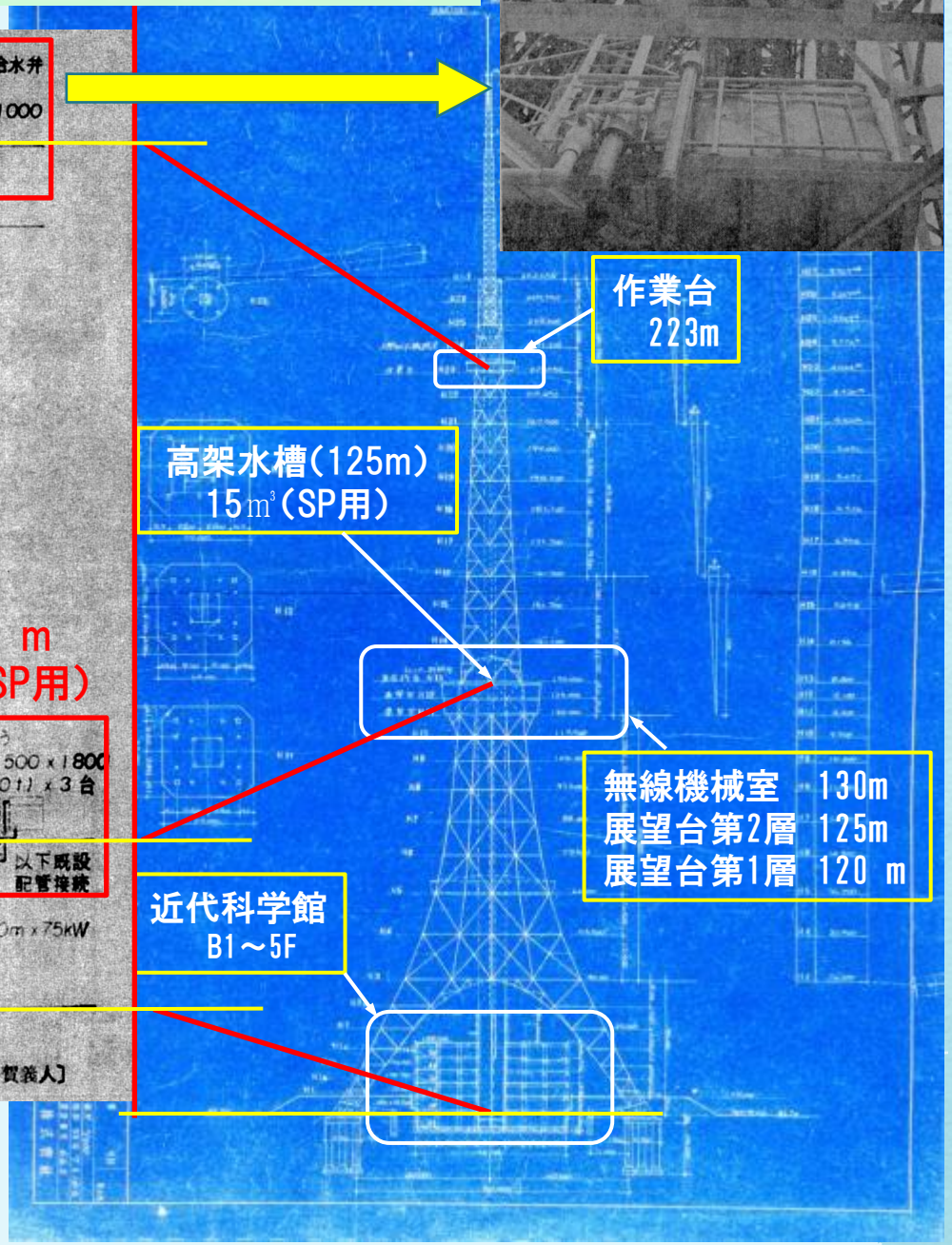


図-1　給排水系統図

〔資料提供者　(株)西原衛生工業所　古賀義人〕



施設高さ: 221m
着工:1967年
(昭和42年)3月15日
竣工:1967年
(昭和42年)7月25日
高架水槽:
1350×600×1000
　=0.81㎥
(有効:0.721 ㎥)
配管:
スケジュール80の
　圧力配管用炭素鋼
鋼管40A (t=5.5mm)
弁・継手類:16K

出典：空気調和・衛生工学　第42巻　第4号

10. 火災事例と消防法　1

1972年（S47）5月13日
大阪市千日デパート火災
死者118名

＊消防法施行令の一部を改正する政令
昭和47年12月1日　政令第411号

・別表第一　(1)項～(4)項、(5)項イ、(6)項及び(9)項イ　防火対象物　平屋以外　6,000㎡以上
・別表第一(16)項イの防火対象物で、(1)項～(4)項、(5)項イ、(6)項、及び(9)項イの用途に供される部分　3,000㎡以上

1973年（S48）11月29日
熊本大洋デパート火災
死者104名

＊消防法の改正　昭和49年6月1日　法律第64号
特定防火対象物における消防用設備等の遡及適用

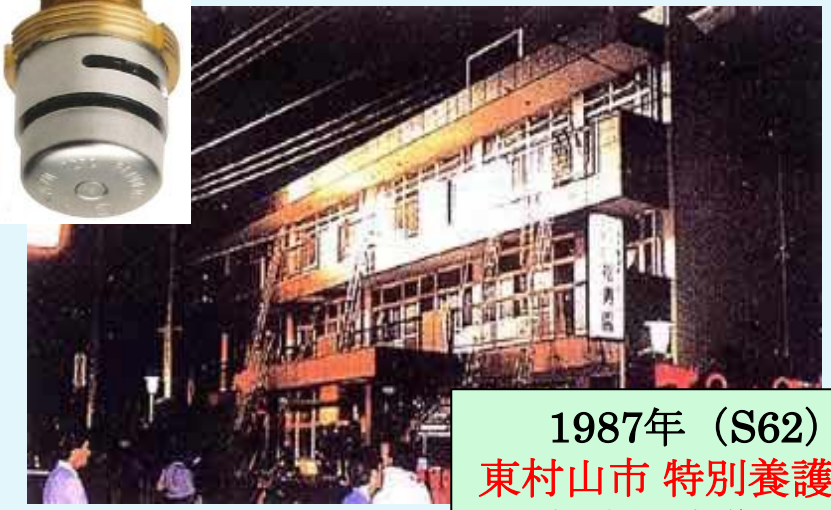
＊消防法施行令の一部改正
昭和49年7月1日　政令第252号
・別表第一　(1)項～(4)項、(5)項イ、(6)項及び(9)項イ 防火対象物で地階を除く階数が11階以上のものを追加
・10階以下の階にもすべてスプリンクラー設備を設置

出典:フリー百科事典　ウィキペディア

火災事例と消防法 2

1982年（S57）2月8日
ホテルニュージャパン
火災　死者33名

＊昭和55年11月の川治プリンスホテル火災を契機として発足した「敵マーク制度」 ⇒この火災を教訓に表示・公表制度の意義がさらに浸透し、昭和57年3月末にはほぼ全国的に「敵マーク」の交付が進んだ　昭和58年3月には、同制度を劇場や百貨店にも拡大された



1987年（S62）6月6日
東村山市 特別養護老人ホーム
松寿園火災　死者17名

＊昭和62年10月2日　消防法施行令改正
＊昭和62年10月23日　消防法施行規則第30号
・(6)項イのうち病院：3,000㎡以上、(6)項ロのうち自ら避難することが困難なもの入所するもの（福祉施設）：1,000㎡以上

出典：フリー百科事典　ウィキペディア

火災事例と消防法 3

＊消防法施行令の一部を改正
平成2年6月19日　政令第170号
・物販店舗のスプリンクラー設備の設置が、3,000㎡以上のものに義務付けられた。

1990年（H2）3月18日
長崎屋尼崎店火災
死者15名

1995年（H7)11月8日
東洋製罐 埼玉工場
ラック式倉庫火災
死者3名（消防士2名）

＊平成14年4月26日
消防法改正　法律第30号

・違反是正の徹底
・防火管理の徹底
・避難・安全基準関係

2001年（H13）9月1日
新宿区歌舞伎町ビル火災
死者44名

＊平成10年7月24日
消防法施行規則の一部を改正する省令（自治省令31号）　5号告示
・ラック式倉庫を4つの等級に区分
・スプリンクラー 有効散水半径：r2.3m、呼び20に限る
・放水圧力1kgf/cm²以上で、放水量が114L/min以上

出典：フリー百科事典 ウィキペディア　共同通信の報道写真

火災事例と消防法 4

2006年（H18）1月8日
長崎やすらぎの里
さくら館火災
死者7名　279.1㎡

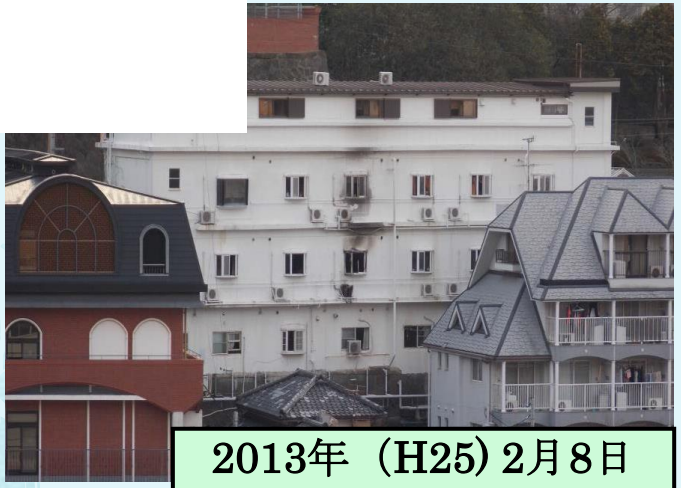
＊平成19年6月13日　政令第179号
・消防法施行令の改正SP設置面積の引下げ
平屋建て以外1,000㎡以上⇒
275㎡以上（平屋建て含む）
・省令第66号（平成19年6月13日）：特定施設水道連結型スプリンクラー設備の規定
・平成19年12月21日　消防予第390号
・全てのGH自火報設備、火災通報装置、消火器設置の義務付け

2010年（H22）3月13日
札幌グループホーム
みらいとんでん
死者7名　248.43㎡

＊社会福祉施設等に係る防火対策の更なる徹底
平成22年3月13日　消防予第130号
・消施行令改正に係る指導（防火管理者の選定）
・消防法令違反等の是正の徹底
・夜間予防対策の推進
・火災予防対策の推進

出典：フリー百科事典　ウィキペディア

火災事例と消防法 5



2013年（H25）2月8日
長崎グループホーム
ベルハウス東山手
死者5名　259.64㎡

＊平成25年12月27日　政令第368号改正

・対象火気器具等の取扱いに関する条例制定基準の見直し
・スプリンクラー設備の設置基準の見直し
以下の対象物において延べ面積が275㎡未満を追加
①令別表第一(6)項ロ（1)及び(3)の対象物
②令別表第一(6)項ロ（2)、(4)及び(5)の対象物
（介助がなければ避難できないものとして総務省令で定めるものを主として入所させるものに限る）　平成27年4月1日施行

2013年（H25)10月11日
福岡市整形外科医院火災
死者10名　665.87㎡

＊平成26年10月16日　政令第333号改正
消防予第412号　消防法施行令の一部を改正する政令等の公布について
スプリンクラー設備の設置基準の見直し
・令別表第1（6)項イ(1)に掲げる病院
・令別表第1（6)項イ(2)に掲げる診療所
・令別表第1（6)項イ(3)に掲げる防火対象物
・令別表第1（6)項イ(4)に掲げる無床診療所、無床助産所
延べ面積にかかわらず義務設置
※火災発生時の延焼を抑制する機能を備える構造を有するものは例外として設置不要

出典:フリー百科事典　ウィキペディア

11. 閉鎖 … 準の変遷

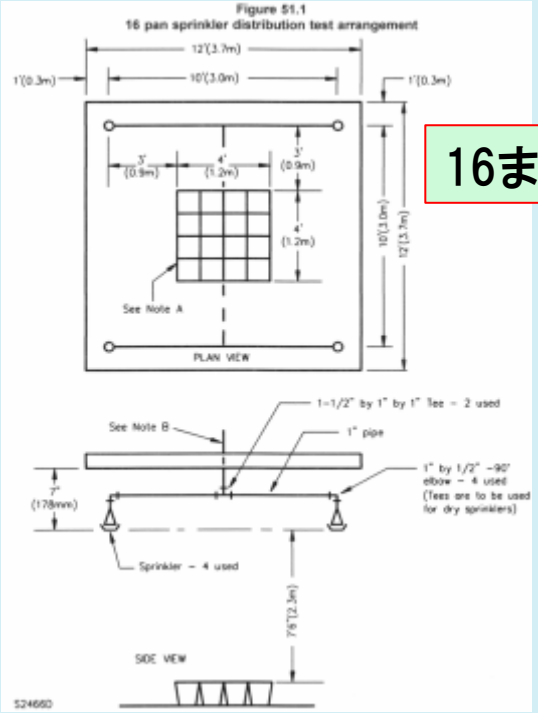
規格、改正の経緯			備　考
昭和24年12月29日 国家公安委員会 告示第8号 消防法第19条によって勧告する「スプリンクラーヘッドの規格」を定めた。		…ィート、 …「ポンド …ームの強 …試験、散 …している …ある。	SPの型式申請は国家消防庁消防研究所に提出した。
昭和34年2月11日 一部改正		…ログラム …ート⇒	昭和34年1月1日より適用する。（単位変更）
昭和38年12月28日 スプリンクラーヘッドの規格		、3条： 6条：性	6条：放水量 K定数：79、98、106、
昭和40年1月12日 閉鎖型スプリンクラーヘッドの技術上の規格 （自治省令第2号）		…は、 …3A)、 …14条の …のヘッド …用のヘッ …検がある。	放水量試験では、試験水圧は0.5kgf/cm²となった。昭和38年では1.0kgf/cm²であった。
昭和51年1月27日 閉鎖型スプリンクラーヘッドの技術上の規格 （自治省令第1号） 一部改正		…K定数 …分類され …ド、16ま …ドの8方 …ッドの	放水量試験の水圧が0.5kgf/cm²が削除され、1.0kgf/cm²となった。

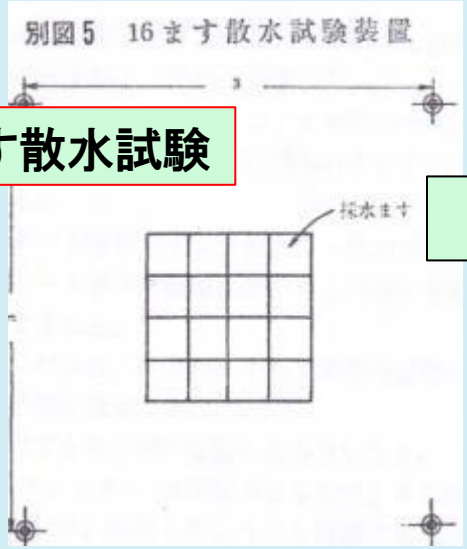
参　考

UL規格と日本の規格

昭和40年1月12日
閉鎖型スプリンクラーヘッド
の技術上の規格
（自治省令第2号）

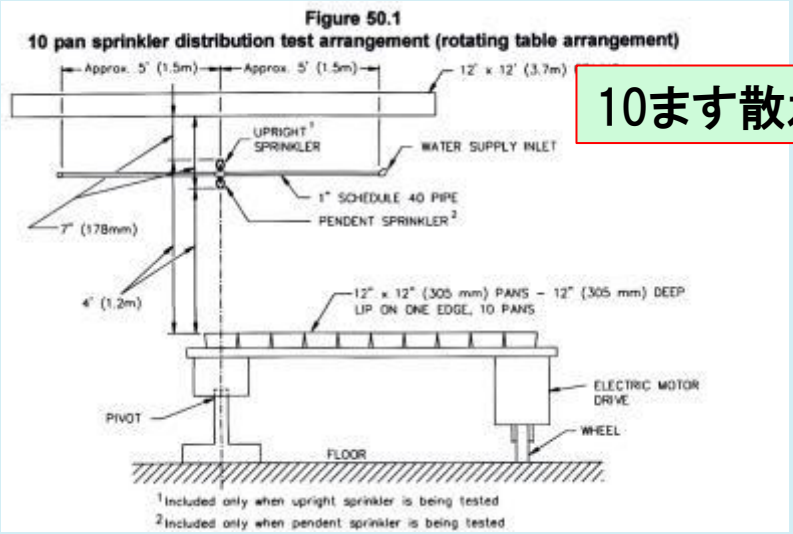
16ます散水試験

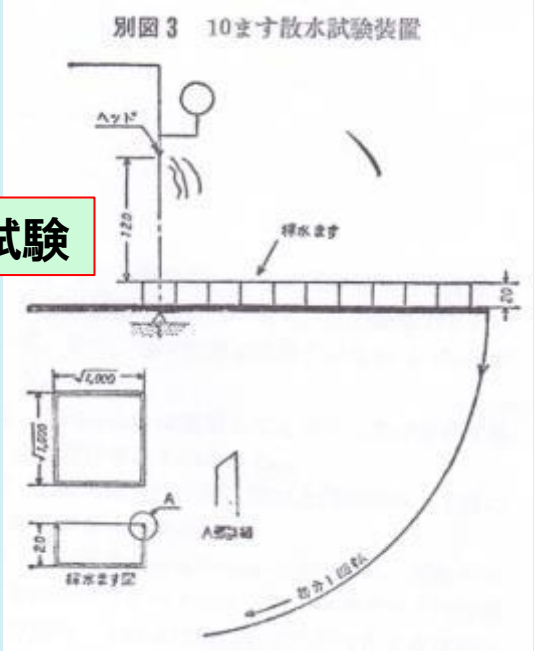




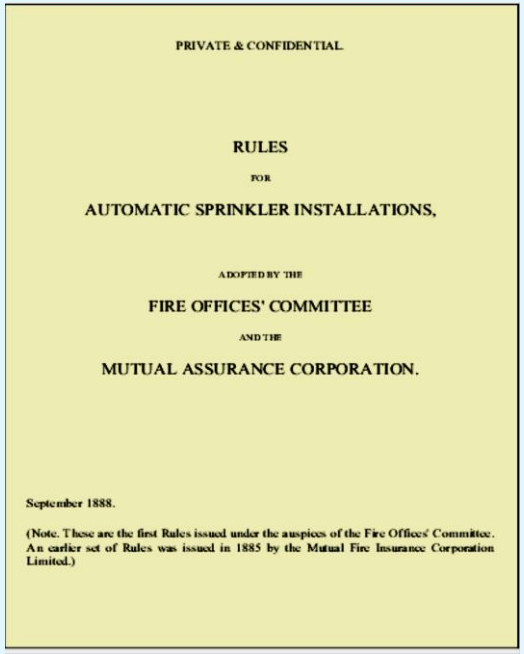
UL199
2013 edition

10ます散水試験





FOC スプリンクラー基準 と UL199規格



PRIVATE & CONFIDENTIAL

RULES

FOR

AUTOMATIC SPRINKLER INSTALLATIONS,

ADOPTED BY THE

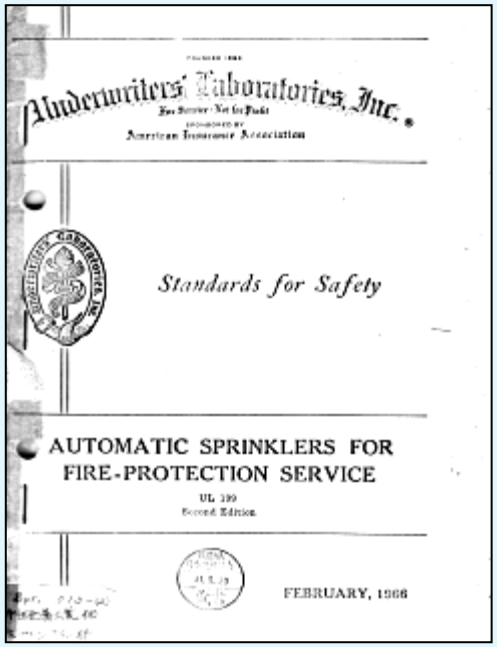
FIRE OFFICES' COMMITTEE

AND THE

MUTUAL ASSURANCE CORPORATION.

September 1888.

(Note. These are the first Rules issued under the auspices of the Fire Offices' Committee. An earlier set of Rules was issued in 1885 by the Mutual Fire Insurance Corporation Limited.)



Underwriters' Laboratories, Inc.

For Service Not for Profit

SPONSORED BY

American Insurance Association

Standards for Safety

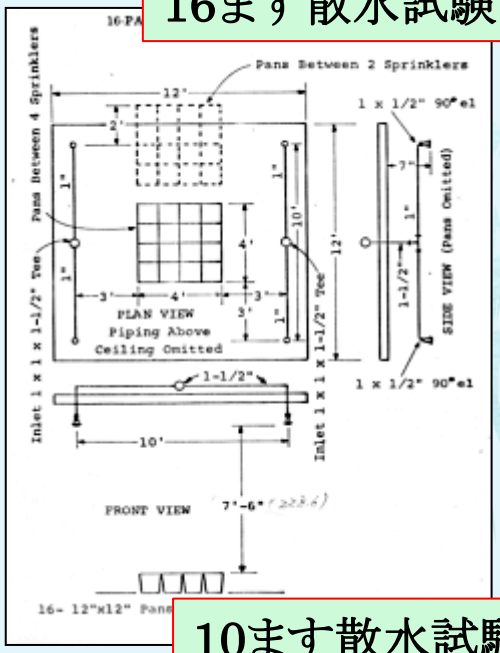
AUTOMATIC SPRINKLERS FOR FIRE-PROTECTION SERVICE

UL 199

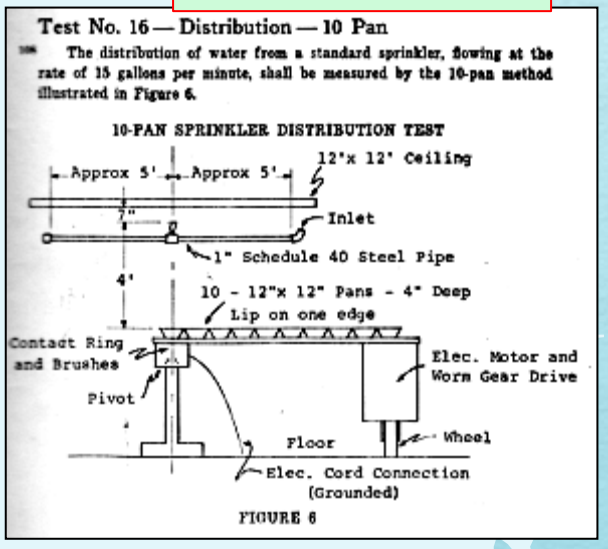
Second Edition

FEBRUARY, 1966

16ます散水試験



10ます散水試験



Test No. 16 — Distribution — 10 Pan

The distribution of water from a standard sprinkler, flowing at the rate of 15 gallons per minute, shall be measured by the 10-pan method illustrated in Figure 6.

10-PAN SPRINKLER DISTRIBUTION TEST

FIGURE 6

Rule for Automatic Sprinkler Installation by Fire Offices' Committee 1st Edition in 1888
*These rules were not published until 1892

Automatic Sprinkler for Fire Protection Service UL199
2nd Edition in 1966

参考　UL199
1st Edition　1919

雑 学

12. スプリンクラーの消火性能

火災検知

Qs= ｆ [(a)･(RTI/C･ΔT･Spacing)･(火源の部屋の大きさ･天井の 高さ･給排気条件･開口部の開閉)･(可燃物の条件)･(スプリンクラーの仕様条件)]

ａ： 火災の面積、RTI／C:(感度指数／伝達係数)、

ΔT :(スプリンクラーの作動標示温度と周囲温度の差)

Spacing:(スプリンクラーの取付間隔)(NFPでは縦×横、消防法では有効散水半径)

消火能力

1)スプリンクラーヘッドの感度(時定数)

2)スプリンクラーヘッド感度の定量化

3)実散水密度と消火に必要な散水密度

4)スプリンクラーヘッドの水滴粒子

1） スプリンクラーヘッドの感度　時定数 τ

① τ は、ある熱気流温度におけるｽﾌﾟﾘﾝｸﾗｰﾍｯﾄﾞの作動の速さを示す（τ が小さい → 作動が速い）。

②気流速度が一定の場合、時定数 τ により任意の気流温度におけるｽﾌﾟﾘﾝｸﾗｰﾍｯﾄﾞの作動時間を予測することが可能。

$$t = \tau \log e \{ 1 + (\theta - \theta r) / \delta \}$$

t :作動時間（s）
τ :時定数（s）
θ :標示温度（℃）
θr :投入前のヘッドの温度（℃）
δ :気流温度と標示温度の差（℃）

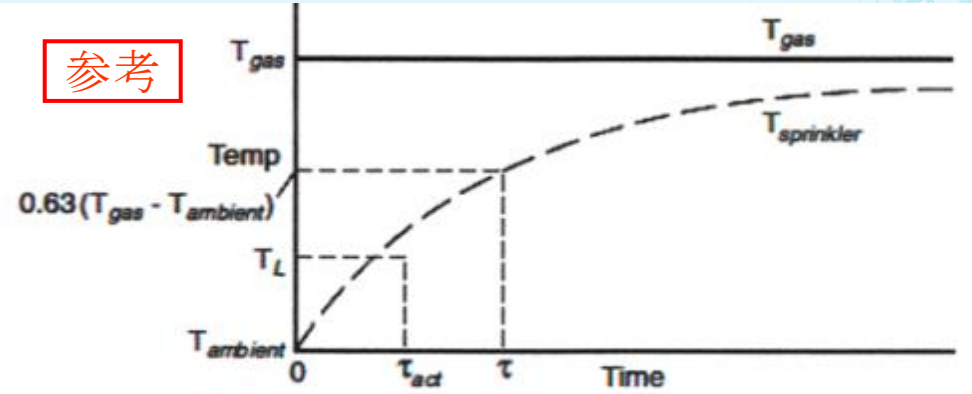


FIGURE 10.9.3 *Representation of Time Constant τ for Constant Temperature Condition*

＊時定数は、SPが気流温度の63%になるまでの時間をいう。

出典：Fire Protection Handbook of NFPA

2)スプリンクラーヘッド感度の定量化
時定数による方法

$$\tau = mc / Ah$$

τ ＝ 時定数 （s）

m ＝ 質量 （g）

比熱 （J/g・K）

時定数は、感熱素子の質量（m）と比熱（c）に比例し、
表面積（A）と伝熱係数（h）に反比例する。

h ＝ 伝熱係数（W/m²・K）

金属の比熱（J/g・K）

金　属	比　熱
アルミニュウム	0. 88
鉄	0. 435
銅	0. 379
銀	0. 235

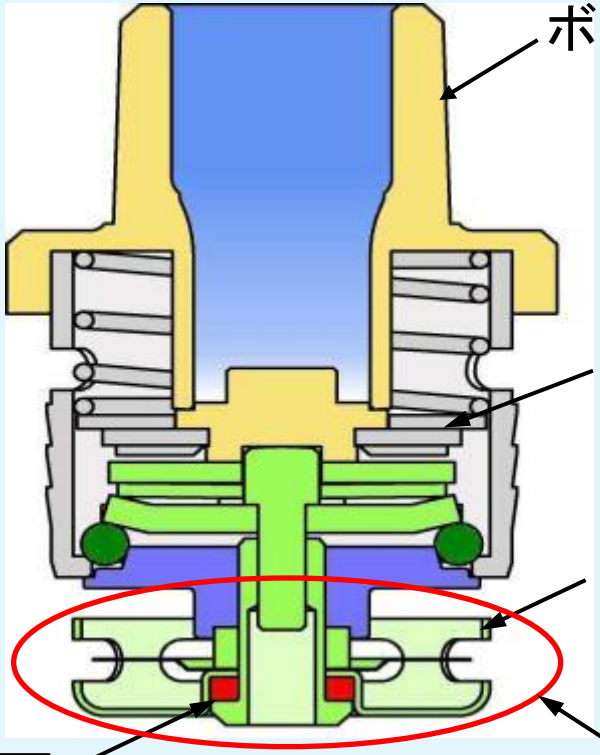
金属の伝熱係数（W/m²・K）

金　属	熱伝導率
銀	420
銅	390
アルミニュウム	236
鉄	84

閉鎖型スプリンクラーヘッドの感度

熱の伝達 ： 火災の熱 ⇒ ヒートコレクター ⇒ 部品 ⇒ はんだ

例

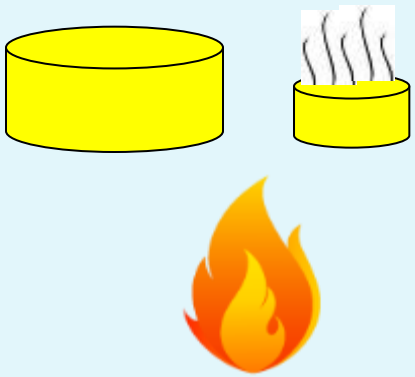


閉鎖型スプリンクラーヘッドの感度の要因

SPの感度を向上させるに有効な材料や形状がポイント

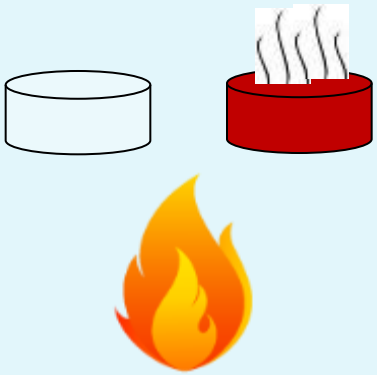
質量の差

大　小



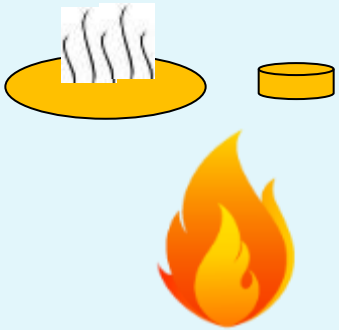
比熱の差

鉄　銅



表面積の差
（質量は同じ）

大　小



3）実散水密度と消火に必要な散水密度

消火抑制性能のファクターの1つに散水密度がある。

散水密度＝散水量÷散水面積

＜消火性能の要因＞

・実散水密度　（ADD）　・・・火源に届く水の密度
・必要散水密度（RDD）　・・・消火に必要な密度
・設計散水密度（DDD）　・・・設計上の散水密度

スプリンクラー感知・消火性能のバランス

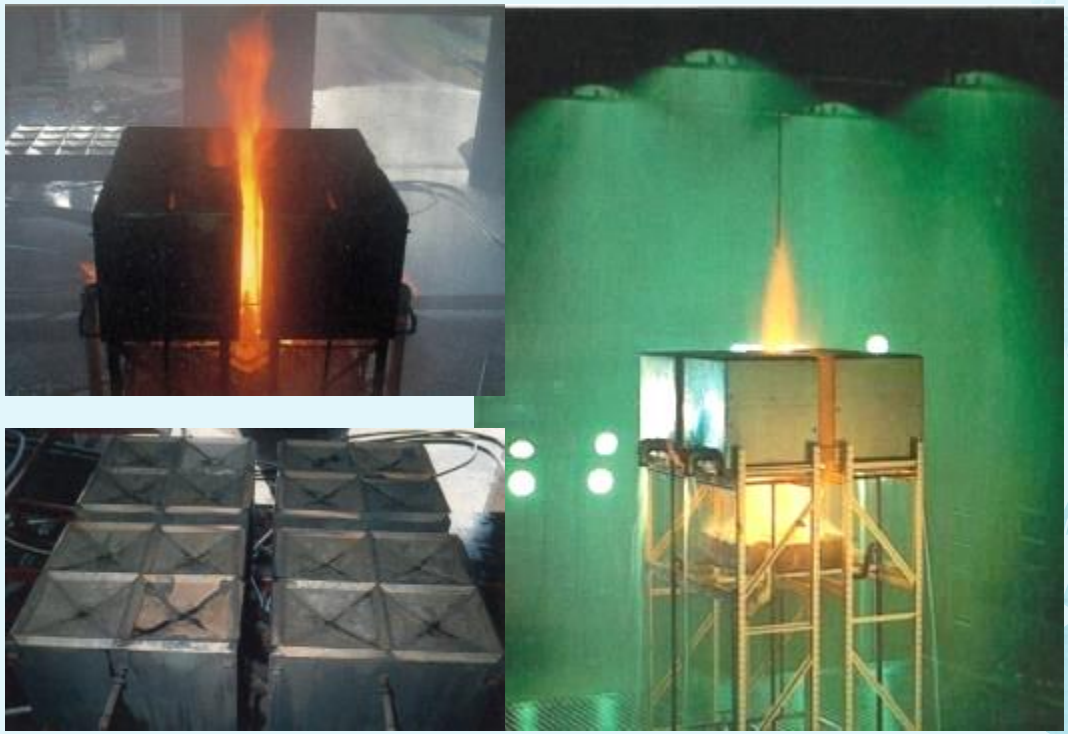
DDD ＞ADD＞RDD

ADD: Actual Delivered Density
RDD: Required Delivered Density
DDD: Design Delivered Density

参　考　要求散水密度(RDD)と実散水密度(ADD)の測定装置

RDD試験装置

ADD測定装置



ESFR　Sprinkler
363L/min
(0.35Mpa)
FM Standard 2008

出典：Factory Mutual Research Cop. “UPDATE”

4)スプリンクラーヘッドの水滴粒子(Water Drop Size)

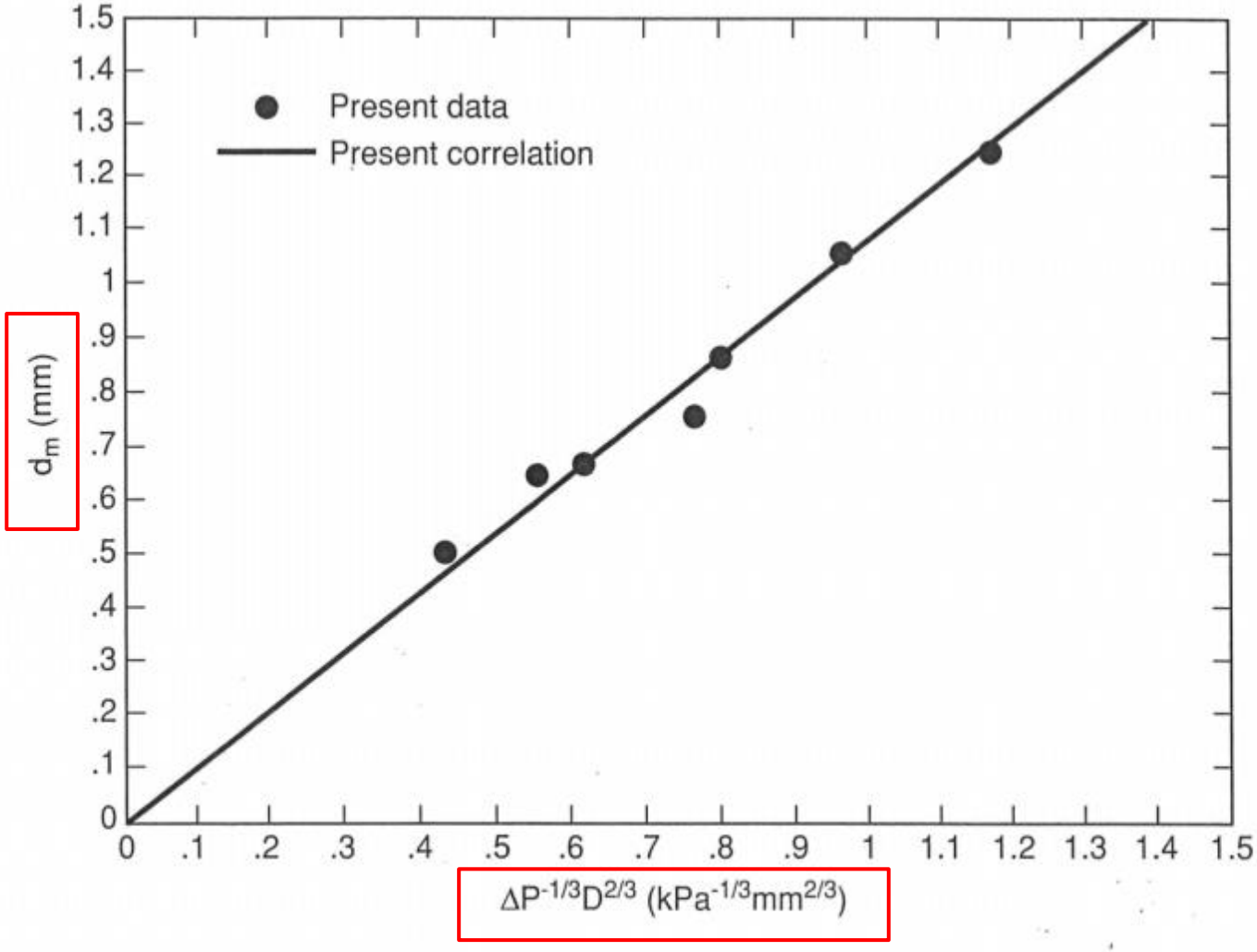


Figure 4.8 *Correlation of median drop size with water pressure and sprinkler nozzle diameter.*[19] *(Source: You et al., p. 37)*

ル

子が

蒸発

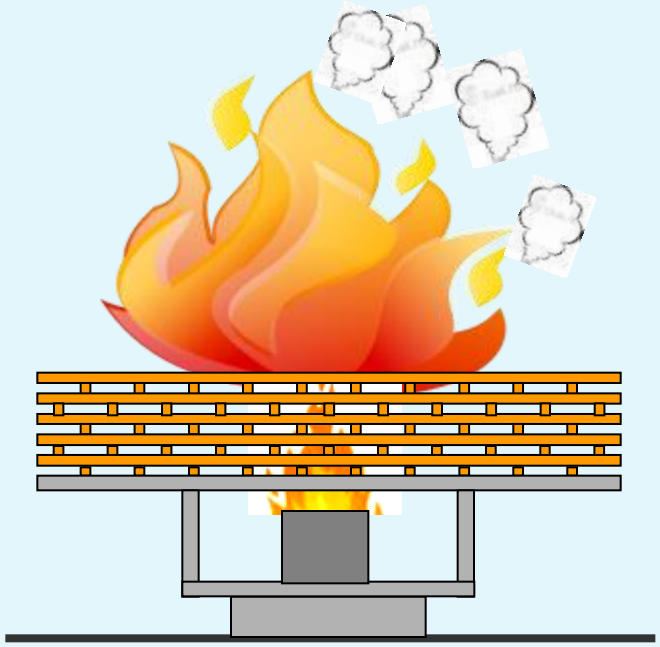
果的に

出典:「Water Distribution and Spray Cooling Characteristics of Sprinkler」 NFPA Fire Protection Engineering (Fourth edition)

スプリンクラーの散水の粒子が小さい場合

スプリンクラーヘッド

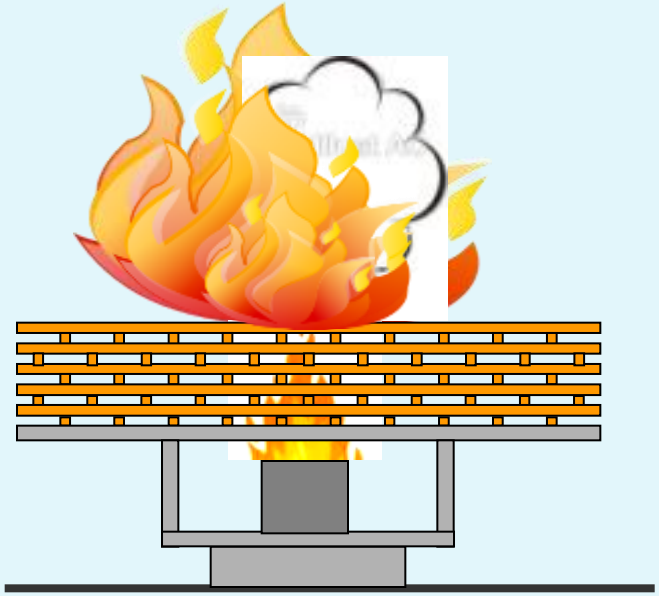
Vaporize（蒸発）しやすい



スプリンクラーの散水の粒子が大きい場合

スプリンクラーヘッド

Penetration（貫通力）が大きい



ご清聴有り難う御座いました
お疲れ様でした

千住スプリンクラー株式会社
竹内　孝