

大学における消防法危険物の安全な取扱いに資する安全講習会用教材の開発

○小柴 佑介^{a),b)}, 伊藤 正彦^{b)}

横浜国立大学理工学部化学・生命系学科^{a)}, 横浜国立大学安全衛生推進機構^{b)}

1. 緒言

大学等の研究教育機関では多用な化学物質が用いられており、様々な事故事例が報告されている [1]。特に可燃性の化学物質に起因した火災の場合、たとえ発災規模が小さくても被害が大きいことがある [2, 3]。従って、可燃性の化学物質に係る知識を予め身に付けた上で、適切なリスク低減措置を図ることが肝要である。しかしながら、その危険性が良く把握されずに実験で用いられている例が散見される。大学等の研究教育機関において、危険物を取扱う者は主として必ずしも取扱い経験が多くない学生であり、対応する産業界の実験室よりも大学実験室の方が 1 桁以上リスクが大きいことが指摘されている [4]。従って、危険物の安全な取扱いに資する安全教育が不可欠である。

危険物はその法律 (消防法, 安衛法, 港湾法等) によって対象物質が異なるが、本報では消防法別表第一に掲げられている消防法危険物のうち、大学等において比較的大量に用いられている第四類危険物 (引火性液体) に焦点を当てる。溶媒や脱脂作業でよく用いられる引火性液体の危険性および引火現象の理解に資する教材を開発し、これを安全講習会で活用した事例を報告する。

2. 制作した教材

この教材の目的は、引火性液体の危険性および引火現象を安全講習会の受講者に知ってもらうことである。そこで、表 1 に示す流れで教材を構築した。まず、内容 1 として消防法危険物の分類等を概説した。その後、古い試薬に起因した事故 [5] や誤った廃棄方法での火災事故が報告されていることから、写真を交えて大学における危険物に起因した事故事例を紹介した (内容 2)。内容 3 では、過去において大地震時に危険物に係る火災が発災しているため、そういった事例も盛り込んだ [6]。

続いて引火が起こる機序について説明した (内容 4, 5)。引火とは、引火性の液体自体が燃焼するので

はなく、液面上に形成された可燃性蒸気に火がつくことで引き起こされる (図 1a, b)。可燃性混合気に火がつき火炎が伝ばするということは、可燃性混合気が燃焼範囲内である必要があり、すなわち (下部) 引火点 (F_p) は燃焼下限界 (LFL) と関連した現象である。蒸気濃度 (蒸気圧) は液温で決まるため、液温がある一定以上でかつ着火源があれば引火が起こり、この時の液温が F_p である。 F_p には次の特徴があるため、これも説明した。

- F_p における液面上の可燃性蒸気濃度は LFL をわずかに上回っているだけであるため、火炎は液面上を伝ばしてすぐに可燃性蒸気を消費する (図 1b)。従って、 F_p では燃焼は継続せず、この点で燃焼点とは異なる。
- F_p は測定装置依存性を有するため、物質に固有な物性値ではない。また、外圧依存性も有する。
- F_p はバルク液体の値であり、液膜やミスト状ではその引火性が異なる。

一定条件下では F_p 未満の液温条件でも引火現象は起こるが [7]、基本的には液温が F_p 未満であれば引火現象は起こらない。従って、引火性液体による火災事故を起こさないためには、 F_p 未満で液体を取扱うことが対策の一つとなる。

受講者の理解度を高めるために、アセトン ($F_p = -18^\circ\text{C}$, 図 1a)、灯油 ($F_p = 40^\circ\text{C}$)、および灯油に 10% のアセトンを混合した混合液体の引火挙動の動画を制作して教材に入れた。なお、一般に混合液体の引火点はその挙動が複雑であるため [8]、混合

表 1 危険物に係る安全講習会用資料の内容

	内容
1	消防法危険物の概説
2	大学における危険物に起因した事故事例
3	大学における危険物に起因した事故事例 : 大地震時
4	引火現象とは
5	液温と引火の関係性
6	引火性液体が付着した紙ウエスの燃焼特性
7	危険物の混合危険

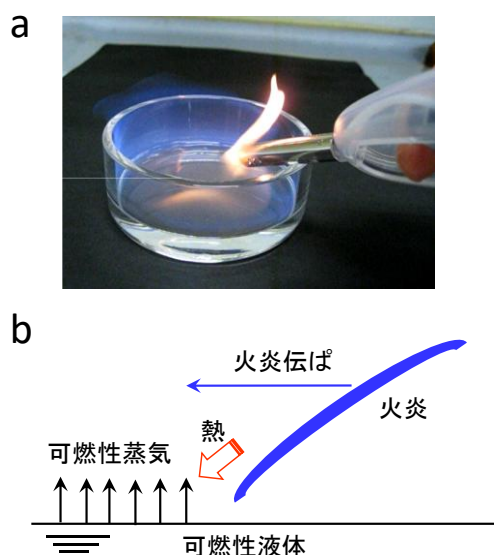


図1 (a) アセトンの引火の様子, (b) 液面上の火炎伝ばの模式図

系については講習会では深入りしなかった。

内容 6 では危険物に係る廃棄物の一例として、引火性液体が付着した紙ウエスの燃焼性状に係る動画を教材に入れた。これを制作した理由は、引火性液体を溶媒や試薬として用いる場合は安全に気を払う者が多い一方で、それを拭きとった紙ウエス等の廃棄物には注意を向けない者が一般的に多いためである。

図 2a-c にそれぞれ何もついていない紙ウエス、Fp が室温未満のエタノール (1 mL) が付着した紙ウエス、およびFp が室温を超える 1-ブタノール (1 mL) が付着した紙ウエスの燃焼性状を示す。ここでは約 280 mg の紙ウエス半枚を用いた。発熱速度を計測してはいないが、紙ウエス自体が可燃物であるが故に 1-ブタノールが付着したキムワイプであっても、熱的に薄くて典型的な紙の燃焼性状を示す紙ウエスのみの場合よりも燃焼が激しいことから、引火性液体が付着した廃棄物には比較的大きな火災危険性があることが分かる。

最後に内容 7 では、平時だけではなく大地震時に危険物の混合危険に起因する火災が報告されているため、これを教材に盛り込んだ。

3. 結言

引火現象の基礎的理解を通じて、引火性液体およびその廃棄物の危険性を安全講習会の受講者に知ってもらうために、引火現象の概説、引火性液体の

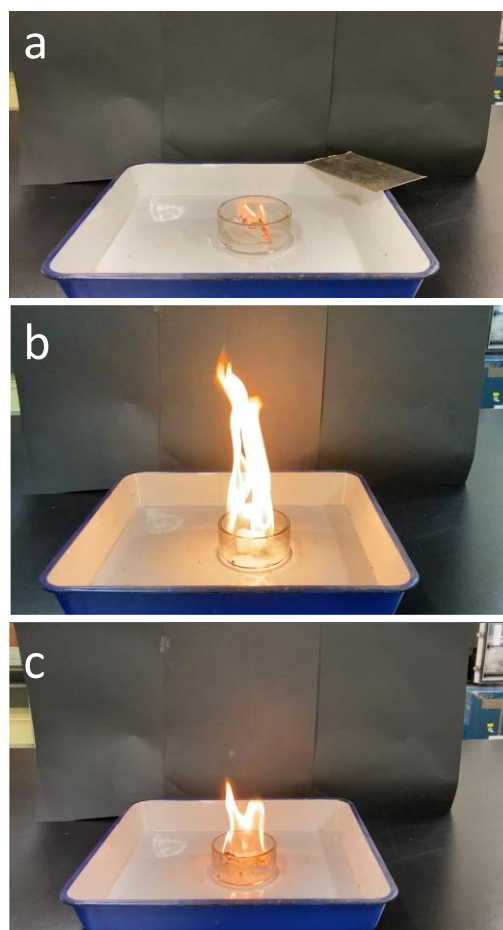


図2 燃焼性状 (a) 紙ウエスのみ, (b) Fp が室温未満のエタノールが付着した紙ウエス, (c) Fp が室温以上の 1-ブタノールが付着した紙ウエス

引火特性に係る動画、および引火性液体が付着したウエスの燃焼性状に係る動画を盛り込んだ教材を制作した。この取組みは、know-why を通じて引火性液体の取扱い時における火災リスク低減に資すると思われる。

参考文献

- [1] Koshiba Y., Wakui K., Ito M., *ACS Chem. Health Saf.* 31 (2024) 222–228.
- [2] 鈴木雄二, 小林英男, 小柴佑介, *圧力技術* 48 (2010) 184–191.
- [3] Kemsley J. N., *Chem. Eng. News Archive* 87 (2009), 29–34.
- [4] Peplow M., Marris E., *Nature* 441 (2006) 560–561.
- [5] Merlic C.A. et al., *ACS Chem. Health Saf.* 32 (2025) 16–21.
- [6] 山田隆己, *有機合成化学協会誌* 55 (1997) 828–833.
- [7] Li M. et al., *J. Therm. Anal. Calorim.* 119 (2015) 401–409.
- [8] Koshiba Y., Yamamoto Y., Ohtani H., *J. Loss Prev. Process Ind.* 62 (2019) 103973.