

REHSE「高校生による環境安全とリスクに関する自主研究活動支援事業」

平成27年度 研究活動報告書（本文）

1. 背景（研究の動機）

化学薬品による事故によって、多くの人々の命が失われている。最近の事例で言うと、中国で起こった天津爆発事故だ。この事故の原因は、シアン化ナトリウムの一部が流出したためである。この事故によって亡くなった人は百人以上に及ぶ。このことからわかるように、化学薬品はとても危険なものである。そこで、このような事故を防ぐために、身の回りでどのようなことがなされているのか興味を持ち探してみることにした。すると、多くの学校に設置されているドラフトチャンバーにたどり着いた。そこで、ドラフトチャンバーがどれぐらい汚染物質を吸収する性能があるのか、また、どうすれば実験室が汚染されることを、ドラフトチャンバーによって防げるのかを考え、確かめてみることにした。

2. 目的

本校（高槻高等学校）の化学実験室にあるドラフトチャンバーが、どれぐらい汚染物質を吸収する性能があるのか、また、どのような条件下でドラフトチャンバーがより効果的にはたらくのかを調べた。

3. 活動の内容

3.1 出前講義

①日時：平成27年6月30日（火） 15時10分～16時30分

場所：高槻高等学校

題目：「プレゼンテーション講座」

講師：山本 仁（大阪大学）

内容：研究成果やその結果に基づく主張を聴衆に上手く伝えるための方法を学んだ。

②日時：平成27年9月24日（木） 14時10分～15時00分

場所：高槻高等学校

題目：「研究の進め方」

講師：百瀬 英毅（大阪大学）

内容：ドラフトチャンバーを使用した経験がないため、まずどのような装置であるかを学んだ。また、ドラフトの空気の流れを検証し、ドラフトの開口部における風速の測定方法を学んだ。

3.2 見学

①日時：平成27年11月21日（土）

場所：大阪大学豊中キャンパス

目的：大阪大学豊中キャンパスにおけるドラフトチャンバーの能力を調べ、本校のドラフトチャンバーと比較した。

②日時：平成27年11月26日（水）

場所：大阪府立茨木高等学校

目的：茨木高校のドラフトチャンバー周辺の状況を変え、各状況下におけるドラフトチャンバーでの風速の変化を調べた。

③日時：平成27年12月26日（土）

場所：大阪大学豊中キャンパス（理学部）

目的：11月21日に見学しに訪れたときに測ることができなかったことを計測した。

④日時：平成28年1月9日（土）

場所：京都工芸繊維大学

目的：京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科バイオベースマテリアル学専攻生物資源システム工学研究室で使用されているドラフトチャンバーにあり、本校のドラフトチャンバーに無い機能の効果を調べた。

4. 研究の成果

ドラフトチャンバー内に風速測定スポットを設定し、各スポットを通る風の速度を測定した。実験器具の有無や実験室の条件を変えて実験を行い、議論を行った。

以下の結果では、ドラフトチャンバー内の空間を分け、底面から25cm間隔での水平面をA'、A、B、Cとし、奥の左側から手前の右側にかけて各図のように1~9の番号をつけて表した。

4.1 結果

①本校（高槻高等学校）化学実験室での測定

条件：前面扉の開口高さ（以後「サッシの隙間」という）15cm、ドラフトチャンバーの内部に実験器具が配置されていない状態で測定した。

【測定値】

A'1 0.89m/s	A'2 0.69m/s	A'3 0.73m/s
A'4 0.80m/s	A'5 0.88m/s	A'6 0.77m/s
A'7 0.93m/s	A'8 0.88m/s	A'9 0.95m/s

A1 0.68m/s	A2 0.48m/s	A3 0.69m/s
A4 0.78m/s	A5 0.77m/s	A6 0.81m/s
A7 0.90m/s	A8 0.85m/s	A9 0.81m/s

〔配色〕

赤色：0.90m/s 以上

黄色：0.80m/s~0.89m/s

緑色：0.70m/s~0.79 m/s

青色：0.69m/s 以下

条件：サッシの隙間 30 cm、実験器具が配置されていない状態で測定した。

【測定値】

A1 0.42m/s	A2 0.27m/s	A3 0.34m/s
A4 0.35m/s	A5 0.52m/s	A6 0.47m/s
A7 0.55m/s	A8 0.51m/s	A9 0.52m/s

B1 0.28 m/s	B2 0.50 m/s	B3 0.35 m/s
B4 0.20 m/s	B5 0.16 m/s	B6 0.44 m/s
B7 0.13 m/s	B8 0.20 m/s	B9 0.44 m/s

〔配色〕

赤色：0.50m/s 以上

黄色：0.40m/s~0.49m/s

緑色：0.30m/s~0.39 m/s

青色：0.29m/s 以下

【得られた結果】

・測定高さによる特性

測定ポイントの高さが高くなると、底面と底面から25cmの間では最大で0.21m/s、底面から25cmと50cmの間では最大0.42 m/sの風速の減少がみられた。

・サッシ隙間による特性

サッシの隙間が15cmから30cmになると、最大で0.43 m/sの風速の減少がみられた。

②大阪大学豊中キャンパス（理学部）での測定

条件：サッシの隙間 15cm、写真のように実験器具が配置された状態で測定した。



【測定値】

C7 0.20 m/s	C8	C9 0.15m/s
B7 0.18m/s	B8	B9 0.23m/s
A7 0.83m/s	A8 0.85m/s	A9 0.86m/s

〔配色〕

赤色：0.75m/s 以上
 黄色：0.60m/s~0.74m/s
 緑色：0.45m/s~0.59 m/s
 青色：0.30m/s~0.44 m/s
 無色：0.29m/s 以下

条件：サッシの隙間 15 cm、実験器具を置かない状態で測定した。

【測定値】

C7 0.20 m/s	C8 0.21 m/s	C9 0.18 m/s
B7 0.00 m/s	B8 0.11 m/s	B9 0.18 m/s
A7 0.82 m/s	A8 0.82 m/s	A9 0.82 m/s

〔配色〕

赤色：0.75m/s 以上
 黄色：0.60m/s~0.74m/s
 緑色：0.45m/s~0.59 m/s
 青色：0.30m/s~0.44 m/s
 無色：0.29m/s 以下

条件：サッシの隙間 30 cm、実験器具が配置された状態で測定した。

【測定値】

C7 0.20 m/s	C8	C9 0.21 m/s
B7 0.16 m/s	B8 0.30 m/s	B9 0.16 m/s
A7 0.78 m/s	A8 0.90 m/s	A9 0.83 m/s

〔配色〕

赤色：0.75m/s 以上
 黄色：0.60m/s~0.74m/s
 緑色：0.45m/s~0.59 m/s
 青色：0.30m/s~0.44 m/s
 無色：0.29m/s 以下

条件：サッシの隙間 30 cm、実験器具を置かない状態で測定した。

【測定値】

C7 0.15 m/s	C8 0.20 m/s	C9 0.17 m/s
B7 0.18 m/s	B8 0.16 m/s	B9 0.14 m/s
A7 0.80 m/s	A8 0.73 m/s	A9 0.73 m/s

〔配色〕

赤色：0.75m/s 以上
 黄色：0.60m/s~0.74m/s
 緑色：0.45m/s~0.59 m/s
 青色：0.30m/s~0.44 m/s
 無色：0.29m/s 以下

【得られた結果】

- ・測定高さによる特性

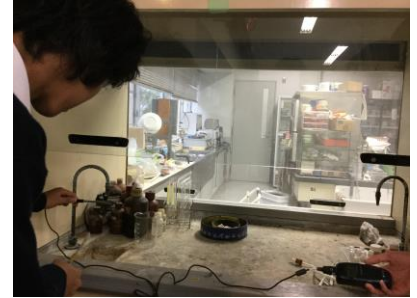
測定ポイントの高さが高くなると、底面と底面から 25cm の間では最大で 0.82m/s の風速の減少がみられたが、底面から 25 cm と 50 cm の間では、風速の値はあまり変化しなかった。

- ・障害物による特性

障害物がある場合、同じ高さでの測定値にばらつきがみられた（最大で 0.34 m/s）が、障害物がない場合では、同じ高さでの測定値はほぼ同じであった。

③大阪府立茨木高等学校での測定

茨木高校に設置されているドラフトチャンバーは写真のように作業台の両面から操作が可能な両面サッシ型であった。また、この実験室には換気扇が設置されていた。なお、設置されている実験道具を動かさなかったために、低い測定スポットおよび奥や手前の測定スポットでは測定できなかった。



条件：サッシの隙間 30cm、写真のように実験器具が配置された状態で、片面のサッシのみを開けて、実験室の換気扇を停止して測定した。

【測定値】

B1	B2	B3
B4 0.70 m/s	B5 0.40 m/s	B6 0.70m/s
B7	B8	B9

C1	C2	C3
C4	C5 0.07~0.49m/s	C6
C7	C8	C9

条件：サッシの隙間 30cm、実験器具が配置された状態で、両面のサッシを開けて、実験室の換気扇を停止して測定した。

【測定値】

B1	B2	B3
B4	B5 0.10~0.40 m/s	B6
B7	B8	B9

C1	C2	C3
C4	C5 0.07~0.49m/s	C6
C7	C8	C9

条件：サッシの隙間 30cm、実験器具が配置された状態で、片面のサッシのみを開けて、実験室の換気扇を稼働させて測定した。

【測定値】

B1	B2 0.40 m/s	B3
B4 0.35 m/s	B5 0.20 m/s	B6 0.64 m/s
B7	B8	B9

【得られた結果】

- ・両面サッシの開閉による特性
 サッシの片面のみをあける場合と、両面を開ける場合とでは、両面を開けたほうが風速の値が一定値を示さず、風の流れが乱れていることが推測された。
- ・周辺吸排気による特性
 ドラフトチャンバー近くの換気扇を稼働させると、風速が最大で 0.35 m/s 減少することがわかった。

④ 京都工芸繊維大学での測定

本校にはない給気機能のついたドラフトチャンバーを用いた測定を行った。

条件：サッシの隙間 30 cm、写真のように実験器具が配置された状態で、給気機能を停止させて測定した。



【測定値】

a1 0.58 m/s	a2 0.69 m/s	a3 0.82 m/s	a4 0.55 m/s
a5 0.88 m/s	a6 0.86 m/s	a7 0.87 m/s	a8 0.45 m/s
b1 0.42 m/s	b2 0.46 m/s	b3 0.46 m/s	b4 0.64 m/s
b5 0.25 m/s	b6 0.22 m/s	b7 0.25 m/s	b8 0.23 m/s

〔配色〕

- 赤色：0.75m/s 以上
- 黄色：0.60m/s~0.74m/s
- 緑色：0.45m/s~0.59 m/s
- 青色：0.30m/s~0.44 m/s
- 無色：0.29m/s 以下

条件：サッシの隙間 30 cm、実験器具が配置された状態で、さらに給気装置を稼働させて測定した。

【測定値】

a1 0.43 m/s	a2 0.18 m/s	a3 0.24 m/s	a4 0.48 m/s
a5 0.71 m/s	a6 0.73 m/s	a7 0.76 m/s	a8 0.81 m/s

- 赤色：0.75m/s 以上
- 黄色：0.60m/s~0.74m/s
- 緑色：0.45m/s~0.59 m/s
- 青色：0.30m/s~0.44 m/s
- 無色：0.29m/s 以下

条件：サッシの隙間 30 cm、実験器具が配置されていない状態で測定した。

【測定値】

a1 0.75 m/s	a2 0.64 m/s	a3 0.72 m/s	a4 0.73 m/s
a5 0.73 m/s	a6 0.76 m/s	a7 0.85 m/s	a8 0.74 m/s

- 赤色：0.75m/s 以上
- 黄色：0.60m/s~0.74m/s
- 緑色：0.45m/s~0.59 m/s
- 青色：0.30m/s~0.44 m/s
- 無色：0.29m/s 以下

条件：サッシの隙間 30 cm、実験器具が配置されていない状態で、さらに給気装置を稼働させて測定した。

【測定値】

a1 0.36 m/s	a2 0.50 m/s	a3 0.27 m/s	a4 0.40 m/s
a5 0.64 m/s	a6 0.75 m/s	a7 0.71 m/s	a8 0.79 m/s

赤色：0.75m/s 以上

黄色：0.60m/s~0.74m/s

緑色：0.45m/s~0.59 m/s

青色：0.30m/s~0.44 m/s

無色：0.29m/s 以下

【得られた結果】

・測定高さによる特性

測定ポイントの高さが高くなると、底面から 25cm と 50cm の間では最大で 0.64m/s の風速の減少がみられた。

・障害物による特性

障害物がある場合、同じ高さでの測定値に最大で 0.63m/s のばらつきがみられたが、障害物がない場合では、そのばらつきが最大で 0.52 m/s と緩和されている。

・周辺吸排気による特性

給気機能を稼働させると、ドラフトチャンバー内の風速が最大で 0.58m/s 減少した。また、同じ高さでの測定値のばらつきが、最大 0.43 m/s から最大 0.63m/s へとより顕著になった。

4.2 考察とまとめ

以上の結果から考察を行い、まとめを行った。

- ① ドラフトチャンバー内に設定した測定ポイントの高さが高いほど、測定値が小さくなる傾向にあることがわかった。ドラフトの上部ほど風が一定方向に流れにくく、よどみやすいと考えられる。
- ② ドラフトチャンバーの開口部の面積が小さいほど風速が大きくなることが分かった。これは、ドラフトチャンバーが吸う気体の量はいつでも同じなので、開口部が狭いとその分入ってくる空気の量が少ないため、吸われる空気の速さは速くなるからだと考えられる。
- ③ チャンバー内に実験道具などの障害物を置くと、置かない場合に比べて風速が大きくなる場所もあるが、小さくなる場所もあることがわかった。ドラフトの排気量は障害物の有無では変わらないので、実験器具を置くことで風が通ることのできる部分が狭くなったところは風速が大きくなったが、一方で他の箇所ではその影響を受けて風速が小さくなったと考えられる。
- ④ 給気（気圧をまわりと同じにする）をすると風速が小さくなることが分かった。なぜ実験室に給気をするとな風速が小さくなるのかはまだ不明であるので、これからさらに研究を重ねていきたい。
(本校の化学実験室にあるドラフトチャンバーでは給気はできない)
- ⑤ 換気扇をつけるとドラフトチャンバーの風速が全体的に小さくなることが分かった。これは、換気扇がドラフトチャンバーのすぐ近くに設置されており、ドラフトチャンバーが吸い込むべき空気を排気してしまうことが原因であると考えた。

5. 研究成果の発表

日 時：平成28年2月18日（木） 13時30分～15時00分

発表の場：高槻高校SSH発表会

発表題目：「実験室が化学物質に汚染されないために」

発表形態：ポスター

発表者名：井上 征史（1年）、長谷川 巧（1年）

6. 「環境安全とリスク」に関する意見と感想

化学実験において、汚染物質を拡散する多少のリスクが及ぶことは避けられないことであるが、科学者が環境に配慮をせずに実験をすると、被害は他人にも及ぶので、汚染に対するリスクを最低限まで減らすことが必要である。更なる科学技術の発展のためには様々なリスクがつき物だと思うが、それによる被害が新たな技術の恩恵を超えてしまったら元も子もない。科学者としては、リスクの大きさと恩恵の大きさを秤にかけて実験をしなくてはいけないと考える。

7. 今後の課題

ドラフトチャンバーの存在を最初は知らなかったが、実際に研究してみてドラフトチャンバーの仕組みを理解することができた。ドラフトチャンバーは汚染物質を吸引し、安全に実験することができる装置であるが、実験時にドラフトチャンバー内に器具や薬品を置くと、風速が大きくなる場所も、小さくなる場所もあり、また、換気扇や給気装置など外部からの影響も受けることがわかった。今後は、ドラフトチャンバー内の空気の流れを調べ、効率よく排気できる条件を考えたい。

8. まとめ

今回の実験からドラフトチャンバーの種類によらず、底面から高くなるにつれて、風速が小さくなる傾向が見られた。大阪大学で行った測定では、器具の配置の有無に関わらず、底面から 25cm と底面から 50cm ではおおむね 0.60m/s 以上、底面から 25cm と底面から 75cm でもおおむね 0.60m/s 以上の風速差が生じており、汚染物質は底面付近のほうが多く吸引されると推察される。通常、ドラフトチャンバーの排気口は天井付近にあることから、底面付近で吸引された汚染物質が比較的風速の小さい高い位置にある排気口で、どの程度排気されているかを、空気の流れを調べて検証する必要があると考える。

一書式、分量は自由です。

一様式（4）に書ききれなかった活動やその詳細な内容、関連の資料等を適宜追加し、図や写真を多用して整理してください。

一3月の成果報告会招待のための審査は、様式（4）を用いて行われますが、審査の過程でこの様式（5）も参考にすることがあります。

※生徒自らが作成し、指導教員の確認をとり、メンターに提出（平成 27 年 1 月 22 日（金）必着）。

メンター・事務局に提出（平成 27 年 1 月 30 日（金）必着）