

化学塾

～化学知識の獲得と安全の感性向上～

 三菱ガス化学株式会社

水島工場研究技術部
塾長 西内潤也

1. 三菱ガス化学の生産拠点と水島工場概要
2. 水島工場の課題
3. 化学塾
4. 活動成果のまとめ

1. 三菱ガス化学の生産拠点と水島工場概要

- 社名：三菱瓦斯化学株式会社（登記社名）

MITSUBISHI GAS CHEMICAL COMPANY, INC.

- 設立：1951年4月21日
- 資本金：419.7億円
- 売上：6,133億円（2019年度）
- 従業員数：2,391人（単体）
8,954人（連結）
- 本社：東京都千代田区丸の内2-5-2
三菱ビル
(2020年3月期データ)



1. 三菱ガス化学の生産拠点と水島工場概要



ペットボトル



防食塗料



自動車塗料



花の香りの香水



不飽和
ポリエステル



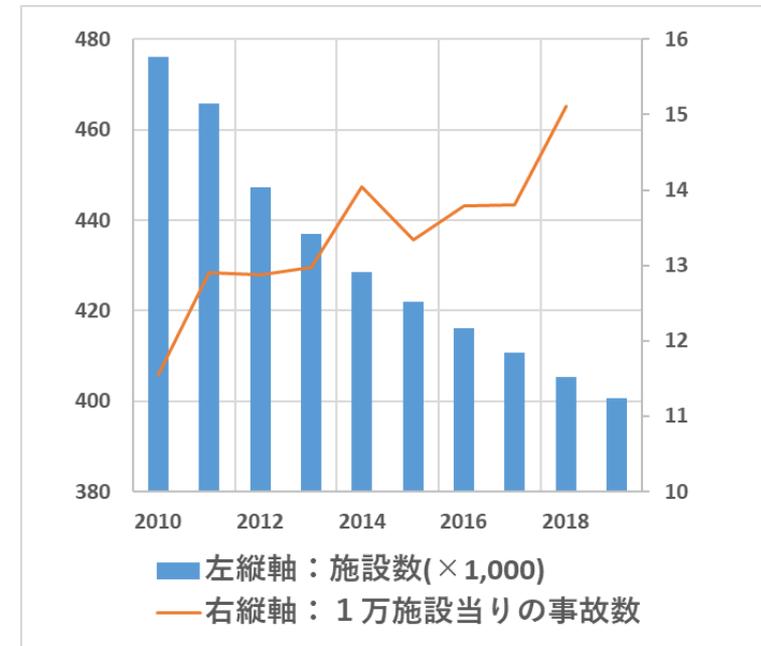
プラスチック容器

- 所在地 : 倉敷市水島海岸通3-10
- 創立 : 1960年
- 敷地面積 : 55.7万㎡
- 従業員数 : 438人(2020.4.1時点)
- 取扱製品 : 30種類(60品目)

2. 水島工場の課題

日本の化学メーカーの大事故

- ① 塩ビモノマー製造施設爆発事故
2011年11月 死者1名
- ② レゾルシン製造施設爆発事故
2012年4月 死者1名、負傷25名
- ③ アクリル酸製造施設爆発事故
2012年9月 死者1名、負傷36名
- ④ 高純度多結晶シリコン製造施設爆発事故
2014年1月 死者5名、負傷13名



全国の事業所数と事故件数の推移

これまで想定していなかった重大事故が、世の中で起きている。
想定外の事象への対応力が十分か、強い危機感がある。

2. 水島工場の課題

2016年までの取り組み

保全塾

設備に強い即戦力の
人材育成を目指した社内教育

2011年から2016年までの受講者数

- ・機械保全基礎コース 115名
- ・計装保全基礎コース 111名



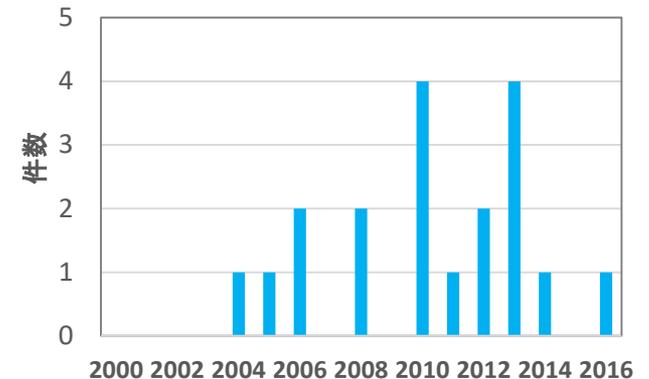
山陽人材育成講座

定年退職者の増加を受け
技術伝承を目的に受講

2007年から2016年まで
のべ904名が受講

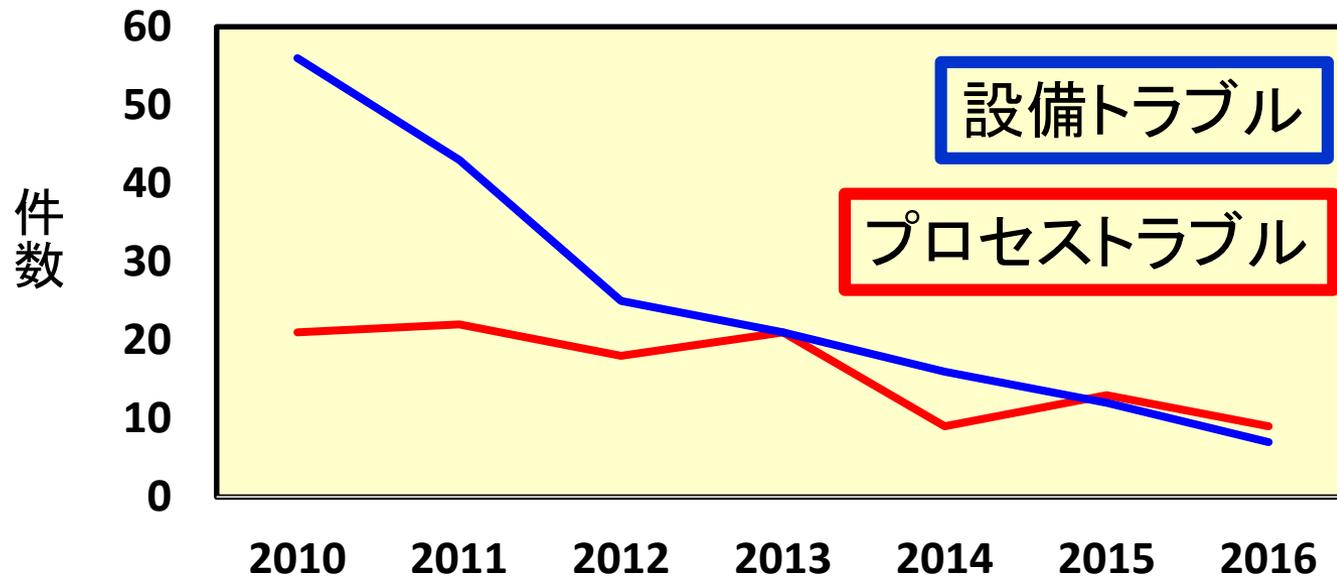


事故・異常現象の推移



2. 水島工場の課題

水島工場のトラブル件数



- ・装置の安定化とともに、非定常作業が減少

⇒リスクに対する感度の低下が懸念されている

- ・プロセストラブルは既に低水準に達しており微かな減少にとどまる

⇒新たな切り口による取り組みが必要と考えた

2. 水島工場の課題

より強い工場を目指して！

プロセストラブル低減の切り口

- ・化学知識の獲得
- ・現象の体験

化学知識を持つ
研究技術部※

工場全体の底上げ

- ・「現場で起こる現象を、
化学的な理論で考える力を育む」
- ・「非定常に対応できる安全力の向上」

新たな
化学教育の場
『化学塾』の設立へ



化学力

安全力

※ 工場内でプラントフォローと研究開発を行っている

3. 化学塾

化学塾のコンセプト



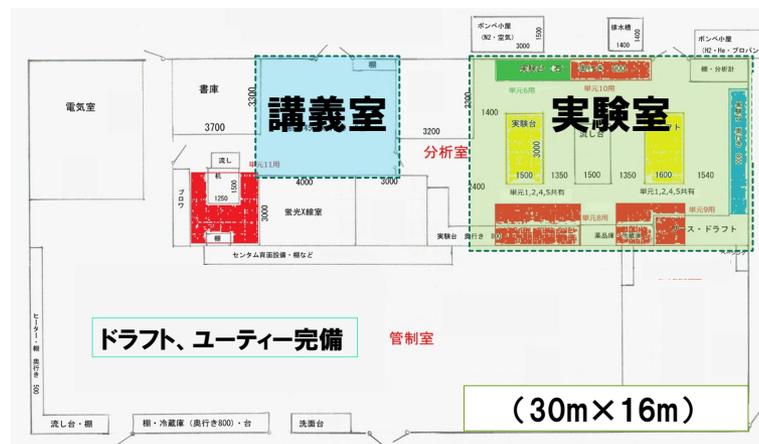
3. 化学塾

開講に向けた準備

準備期間

2016年6月	キックオフ
～2017年5月	工事、準備
2017年6月	第一期開講

化学塾の会場



「現象を理論付けて考えられるように」

- ・研究技術部メンバー全員が、限られた期間で準備。
2時間の講義に、「必要な化学の基礎知識」や「魅力ある実験」、「安全の確保」、「世の中の事故事例」を工夫し盛り込んだ。

- ・各実験は事前の安全審査を行い、十分に安全を担保した。

3. 化学塾

講義の概要

受講生 6～8名 × 2班(通年)

※(運転員+設備管理員)

講師 3～5名 (1單元あたり)

単元数 11單元 (1單元2時間)



※ 講義は、日中の勤務時間(13:00～15:00)に実施。

開講期間

第1期 2017年6月～2018年3月

第2期 2018年6月～2019年1月

第3期 2019年6月～2020年1月

講義について

講義の流れ

基礎理論の講義



実験・実習（体験）



事故事例紹介



理解度テスト



質疑

単元

- molの概念、化学結合
- 物質の危険性（物理変化）
- 物質の危険性（化学変化）
- 中和反応
- ポリマー合成（自己発熱反応）
- 燃焼と爆発
- 蒸留（3つの講義）
- 流動と熱伝導
- 吸収（吸収塔）

3. 化学塾

講義で伝えたいこと（蒸留講義より）

Know-Why

「何故、この運転条件なのか？」

設定範囲から外れると、何が起きてしまうのか？

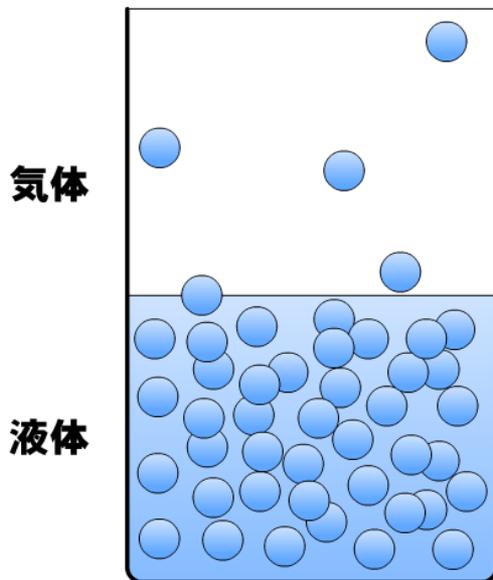
- ・温度、圧力 ⇒ 分離不良だけでなく、分解や副反応も
- ・流量、還流比 ⇒ 分離不良だけでなく、制御不能に至る可能性

現象を理論付けて考えられるように

蒸留塔内部で起こる現象をイメージできるように

基礎理論の講義（蒸留講義より）

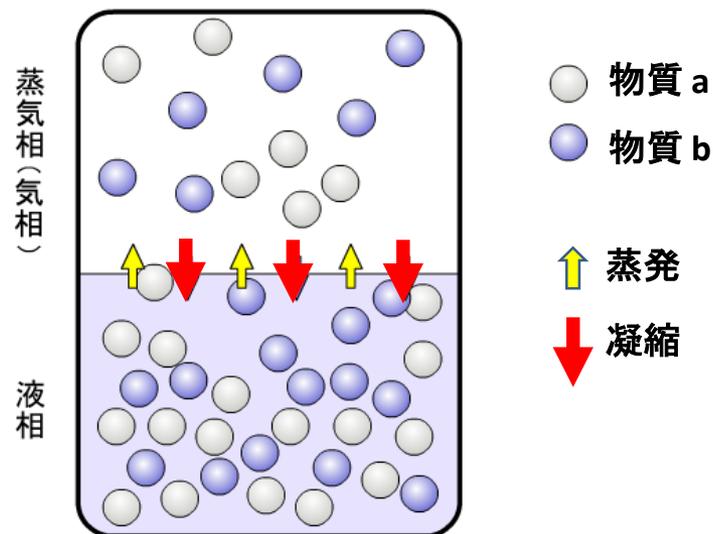
液体から分子が蒸発するイメージ図



沸点 = 飽和蒸気圧
が1気圧になる温度

分子間力
弱い = 沸点が低い
= 蒸気になり
やすい

気液平衡のイメージ図



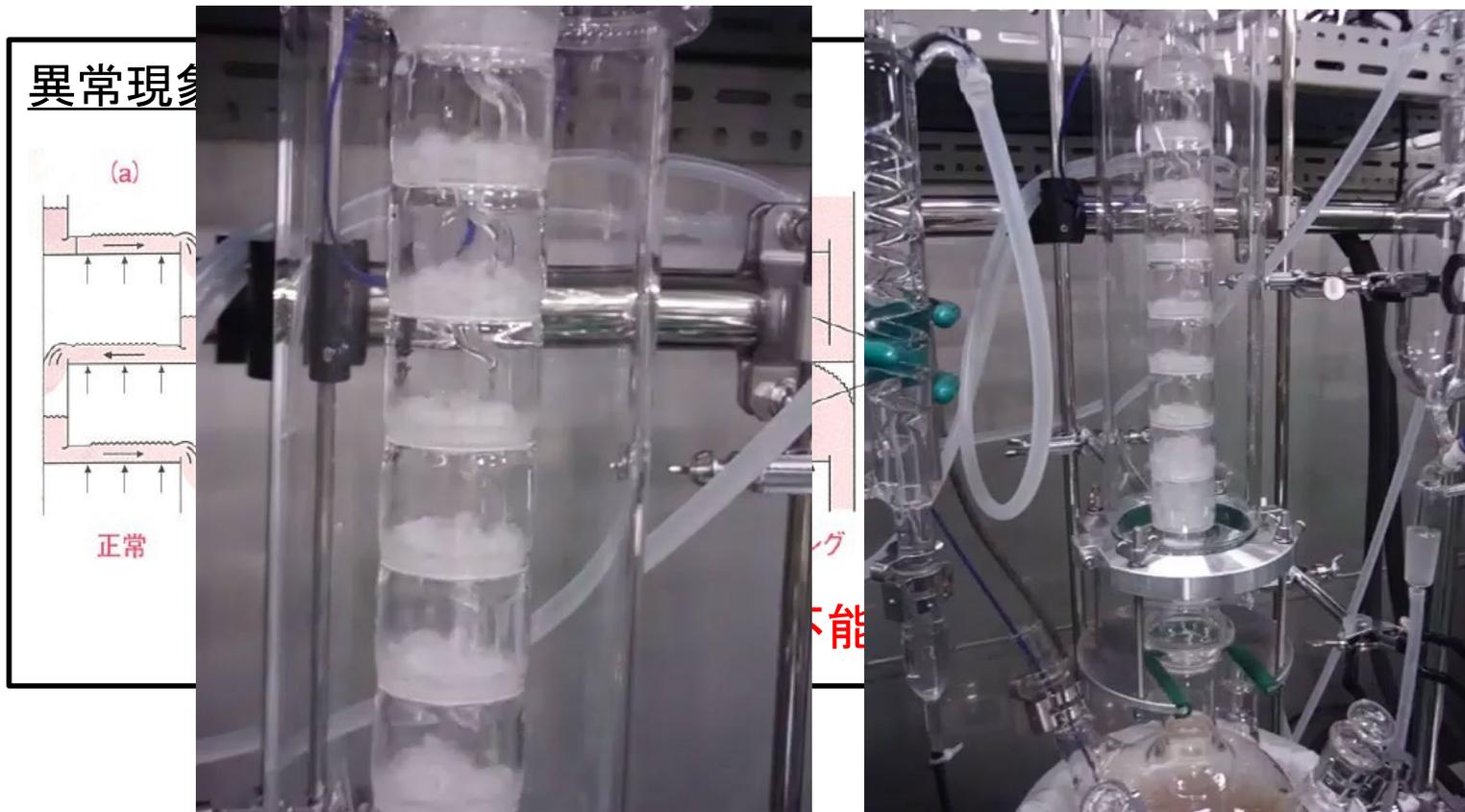
- ・講義中、随時質問が出来る雰囲気づくり
- ・理解度テストの実施でメリハリをつけた



3. 化学塾

基礎理論の講義 (蒸留講義より)

視覚的に学習



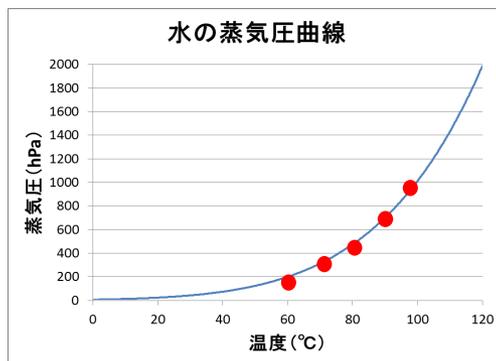
正常状態

フラッシング状態

3. 化学塾

実習 (蒸留講義より)

減圧蒸留



蒸気圧曲線を作成

「加温→減圧」と誤った操作で、突沸の危険性も実感

共沸蒸留



水-エタノール蒸留実験で、共沸剤(シクロヘキサン)の添加効果を確認

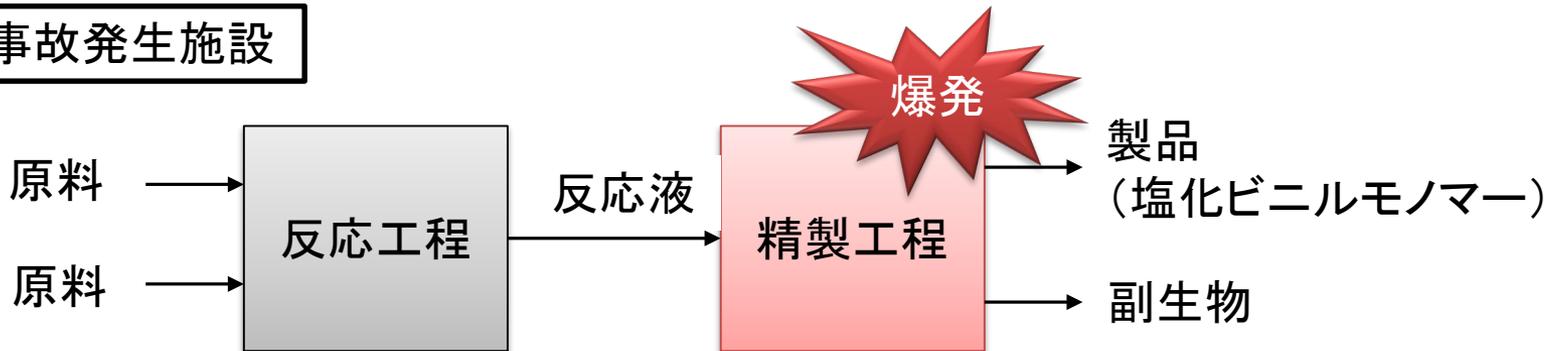
3. 化学塾

事故事例紹介（蒸留講義より）

他社事故事例を最悪のシナリオとして、
原因と取るべき対応について、受講生でディスカッションを実施

塩化ビニルモノマー製造施設（高圧ガス設備、危険物製造所）

事故発生施設



精製工程の蒸留塔にて事故発生

事故: 爆発2回、火災発生

被害: 従業員 1名死亡

機器の損壊多数

3. 化学塾

事故事例紹介（蒸留講義より）

事例でのディスカッション



事故の原因は、非定常の状態にもかかわらず、通常運転と同じ制御をして、塔頂温度を上げてしまったことだ。



自分なら、**全還流**を実施して塔頂温度を下げてから蒸留塔を停止する。

二人一組で 討議



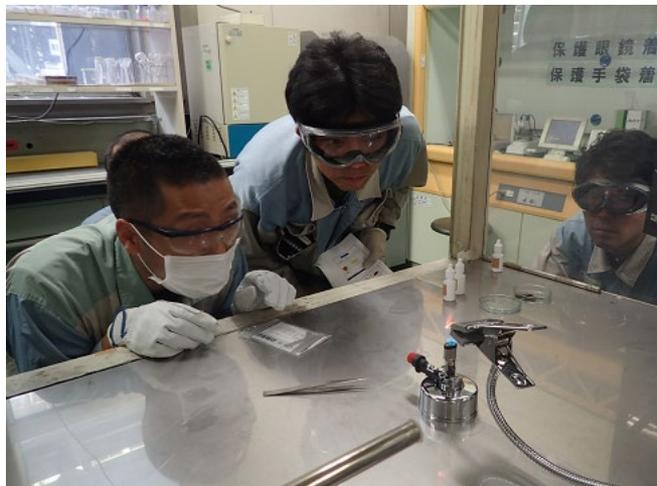
対策としては、蒸留塔の塔頂温度が上昇したらスチームを自動で停止するような**インターロック**が必要だ。



そもそも、還流槽を封止状態で停止するのは危険。**封止状態を改善**すべきだ。

3. 化学塾

講義内容の紹介（化学実習）



炎色反応を体感



牛肉にフッ化水素酸が被液の画像にて、タンパク質との反応性を実感



カイロを自作し、酸化熱を体感



ポリオール



シアネート



ウレタン樹脂合成で重合挙動を実感

3. 化学塾

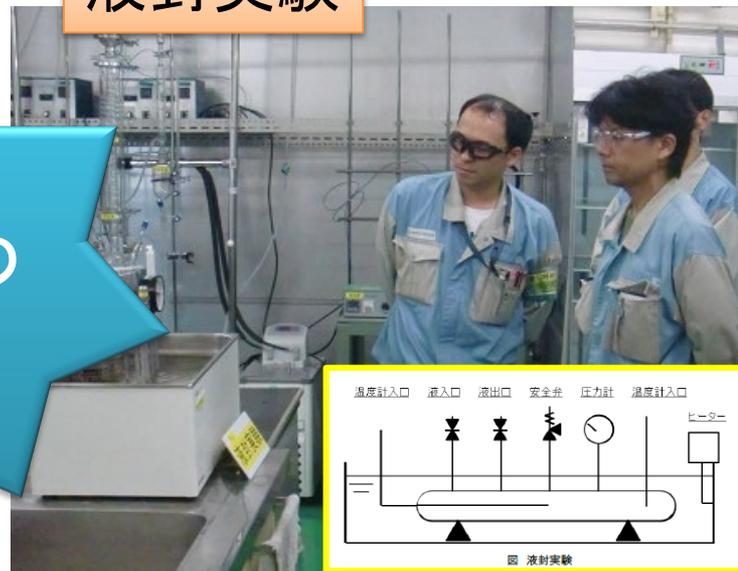
講義内容の紹介(現象の体験)

水撃実験



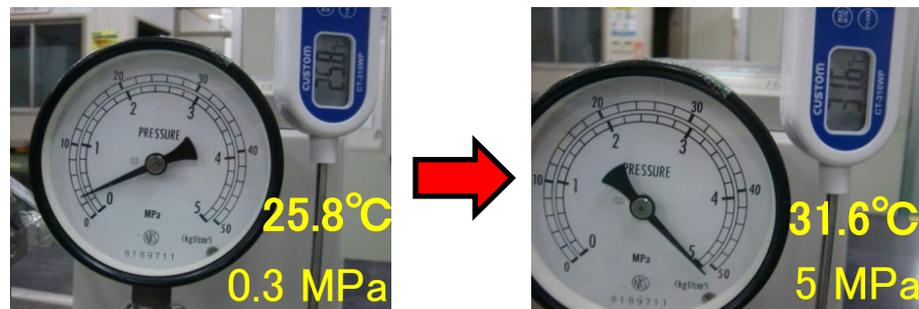
急激なバルブ操作で、水撃を体感

液封実験



全て
手作りの
装置

断熱圧縮実験



液封の怖さを体験

3. 化学塾

テキストの一例（中和反応の講義より）

pH試験紙の使用方法

酸性からアルカリ性にかけて pH がわかる万能試験紙（広域試験紙）があり、溶液の pH を簡単に知ることができます。もちろん、1種類の指示薬に比べて精度は高くないですが、簡単さがいいですね。

これは、何種類かの指示薬を混合して、紙に吸収させたものです。万能試験紙の変色は次のようになります。



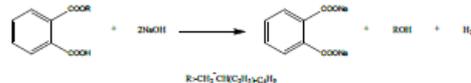
万能試験紙で pH を測定する際には、水溶液でなければ正確な pH を測定することができません。有機物（オイル）を万能試験紙に浸すと、指示薬が溶け出してしまう本来の pH と違う色を示すことがあります。有機物を分析するときは、有機物に水を加えて攪拌し、水の方を pH 試験紙に浸すようにしましょう。

水島工場 各課で実施されている中和操作

第一製造課

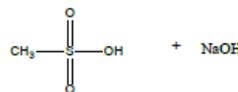
○可塑剤製造：SD-1 装置

アルコールと有機酸（無水フタル酸、無水トリメリット酸、無水ピロメリット酸）と触媒でエステル化反応および脱アルコール工程を行った後、未反応の有機酸（ハーフエステル）を苛性ソーダ（NaOH）で中和しています。



○スピログリコール（SPG）、ジオキサングリコール（DOG）製造：G-3 装置

合成工程にて使用するメタン磺酸（MSA：腐食性物質）を中和するのに苛性ソーダ（NaOH）を使用しています。

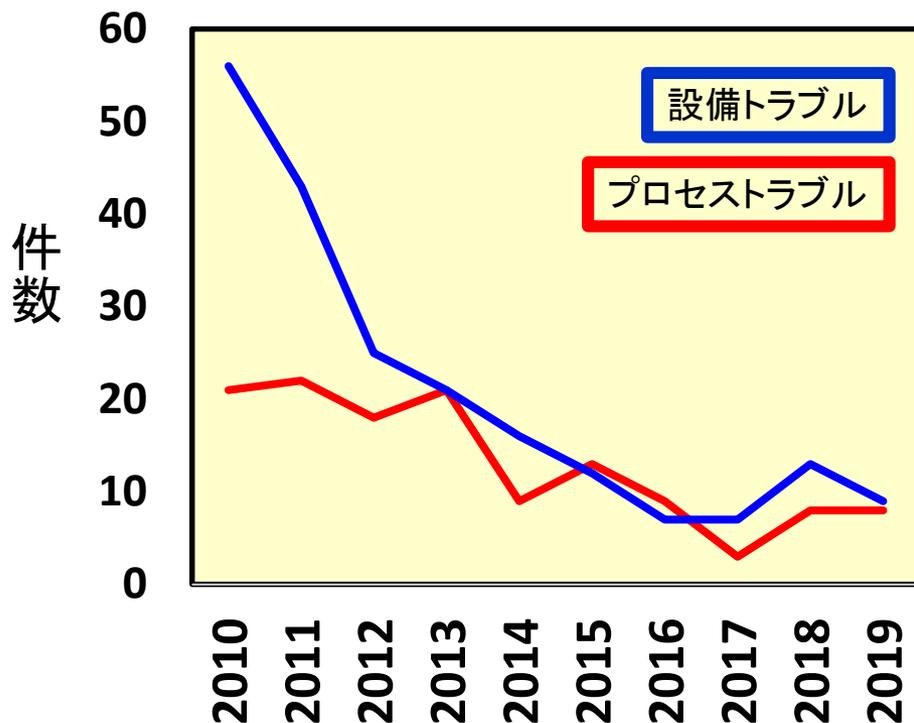


実務に即した内容、
実装置に直接関連する事例の掲載

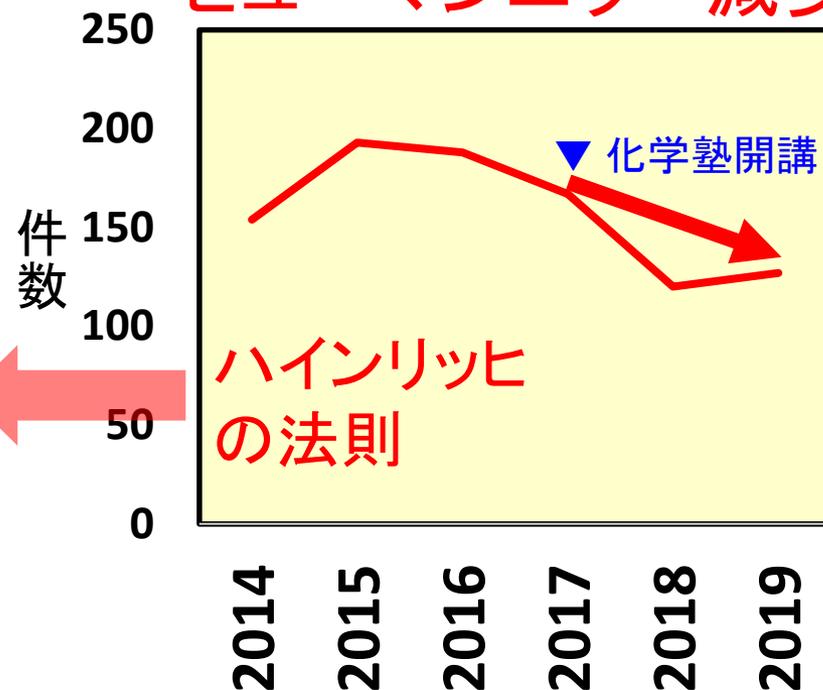
アルカリによる
配管洗浄操作

4. 活動成果のまとめ

水島工場トラブル件数



製造課内の軽微なトラブル件数 ヒューマンエラー減少



化学塾開講後、製造課内の軽微なトラブルは減少傾向。この先はプロセストラブル削減につながると考える。

現業務への活用

知識取得

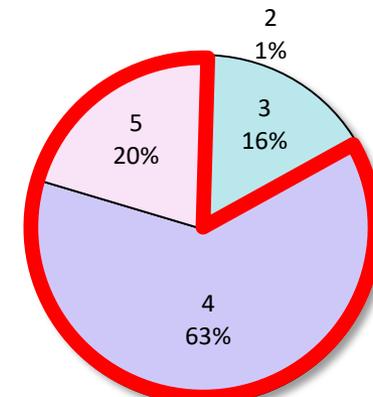
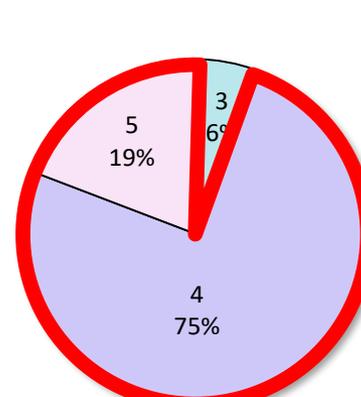
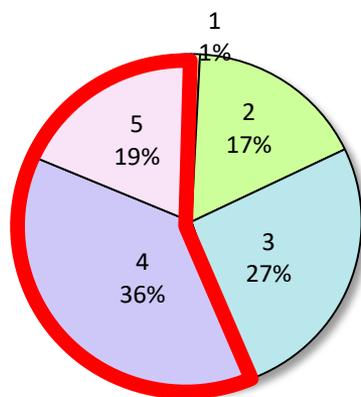
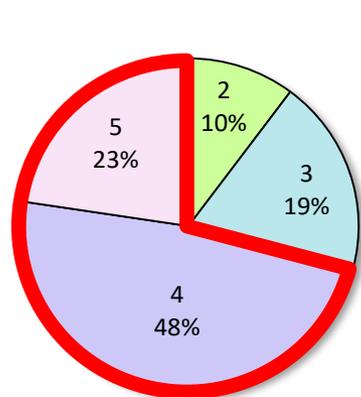


71%

55%

94%

83%



講義

実験

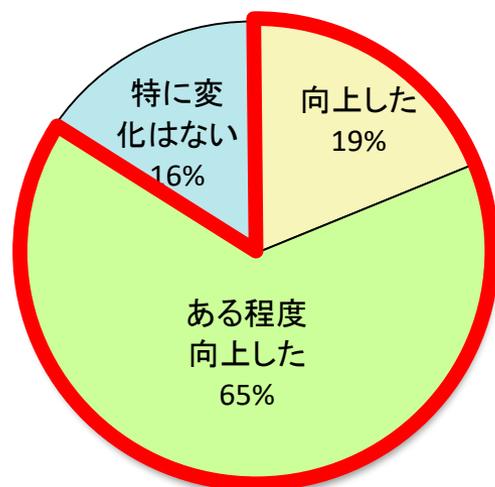
講義

実験

- ・粉塵爆発や蒸留など色々な現象を体験でき、イメージが掴みやすくなった。
- ・実際の業務に関連した講義は、特に印象に残っている。
- ・保護具や取扱の重要性を再認識。関連会社に伝えていく。

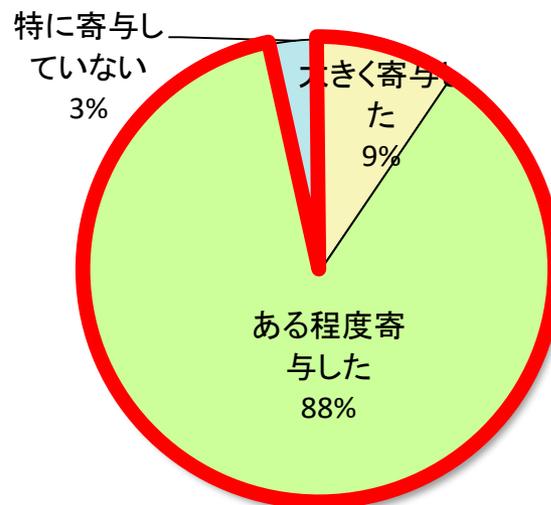
自身の知識やスキルは向上しましたか？

84%



塾生の知識向上に寄与しましたか？

97%



- 塾生同士、塾生-講師のコミュニケーションが深まった。
通常は別チームの講師同士も、交流を深める契機となった。
- 塾生(課員)の知りたい事を肌で感じる事ができた。
- 思った以上に活発な質疑があった。

4. 活動成果のまとめ

今後の取組み

Phase1

全体底上げ
(～2019)

- ・対象社員の効率的な教育
- ・知識の着実な沈着
- ・講義内容の深化

Phase2

内容の拡充
(2021頃～)

- ・新規講義の開講
⇒「**材質・腐食**」「**触媒**」
- ・時流に合わせた体験項目の選定

Phase3

より広い活動へ

- ・他事業所との人材交流
- ・関連会社、協力会社への拡大

4. 活動成果のまとめ

「化学塾」を参考に新潟工場が「安全道場」を開設



水撃実験(化学塾を参考にした)



新潟工場 技術教育研修館が「保全道場」「プロセス道場」に加え「安全道場」を開設

化学塾から以下を導入し新潟工場に合わせた教育を実施

- ・水撃実験
- ・液封実験
- ・断熱圧縮など

ご清聴ありがとうございました



皆様の取組も、是非教えて下さい！