

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



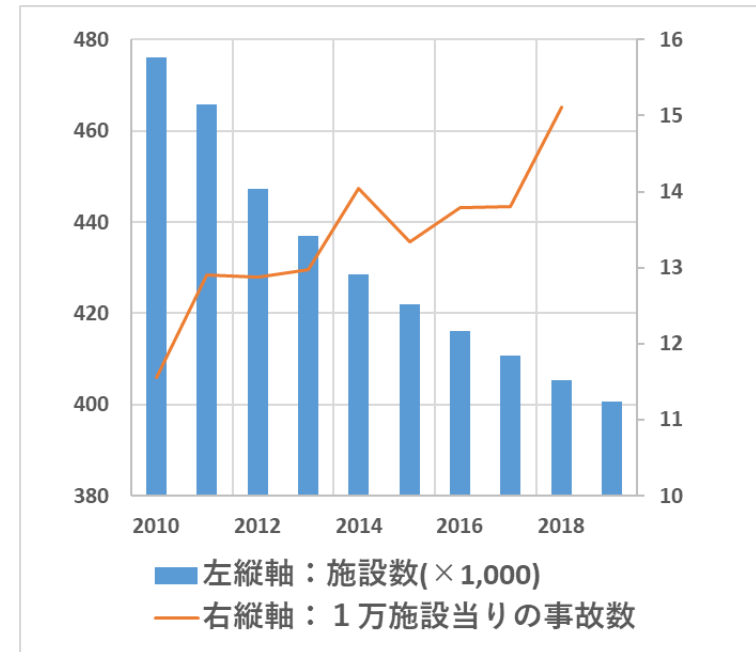
プラスチック容器

- 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



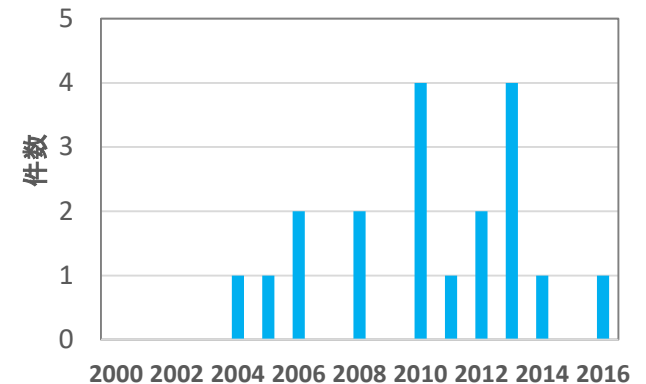
山陽人材育成講座

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

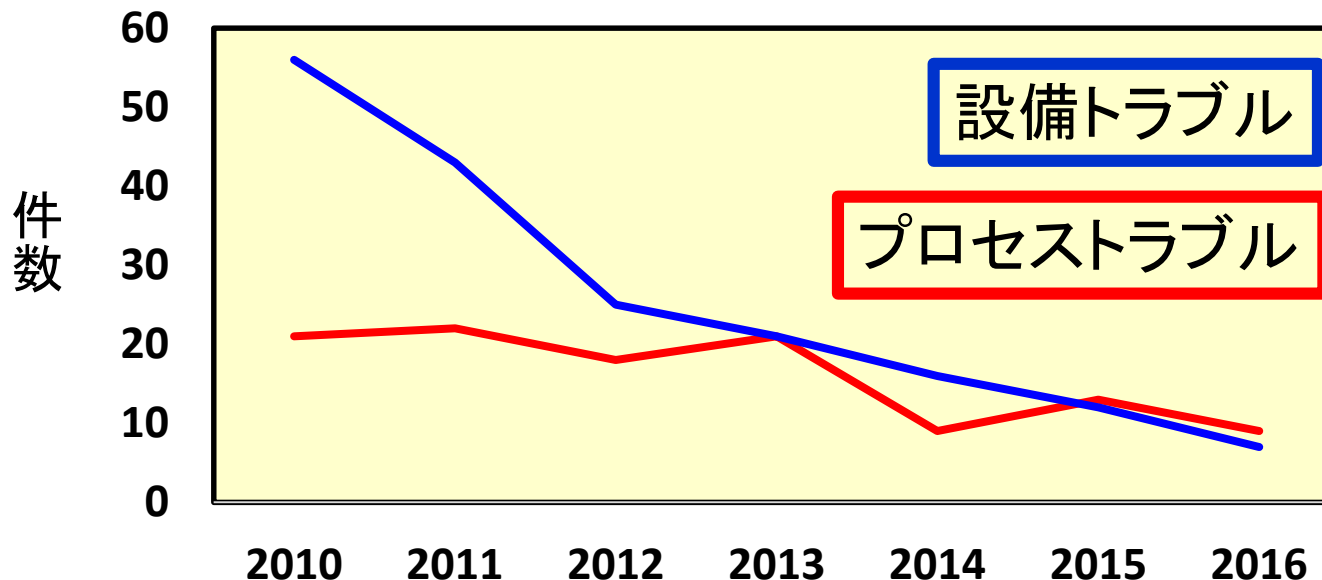


事故・異常現象の推移



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



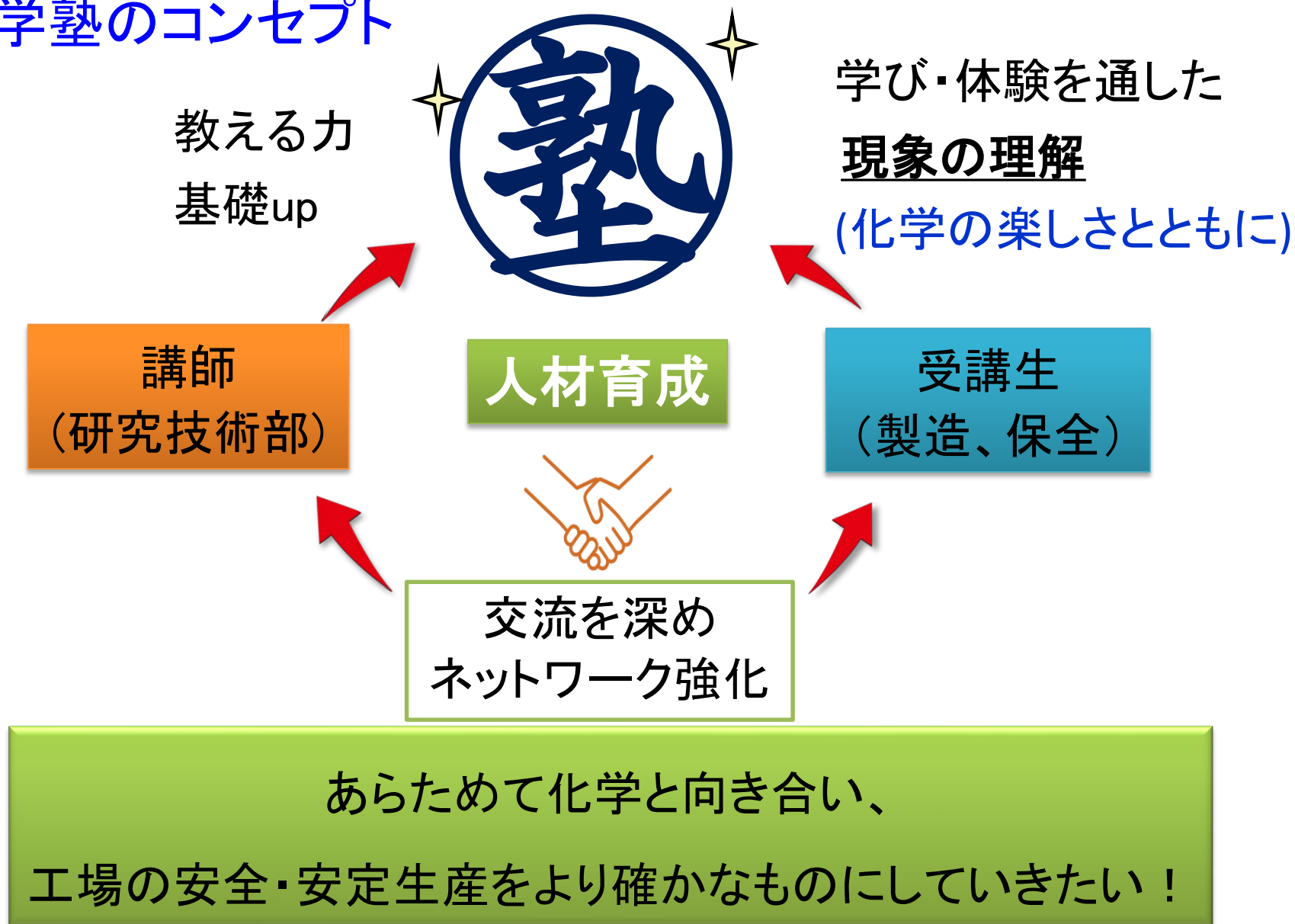
化学力

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



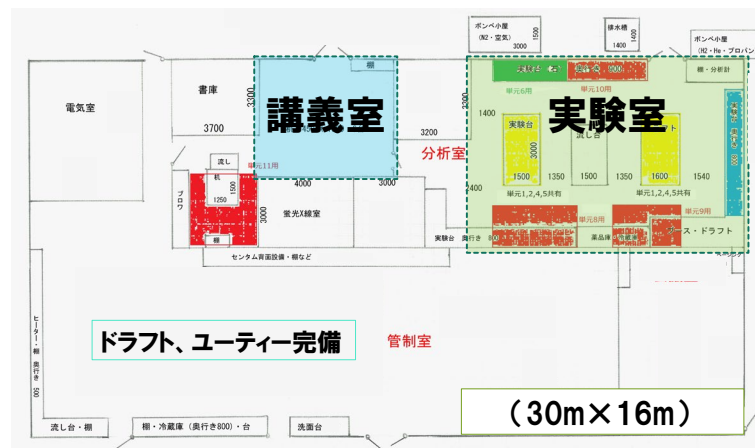
3. 化学塾

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？」

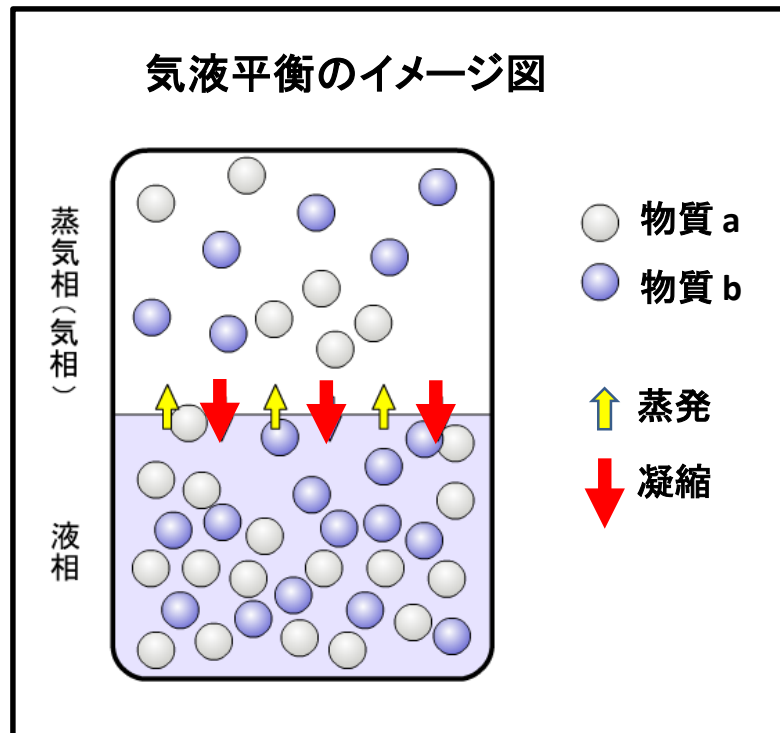
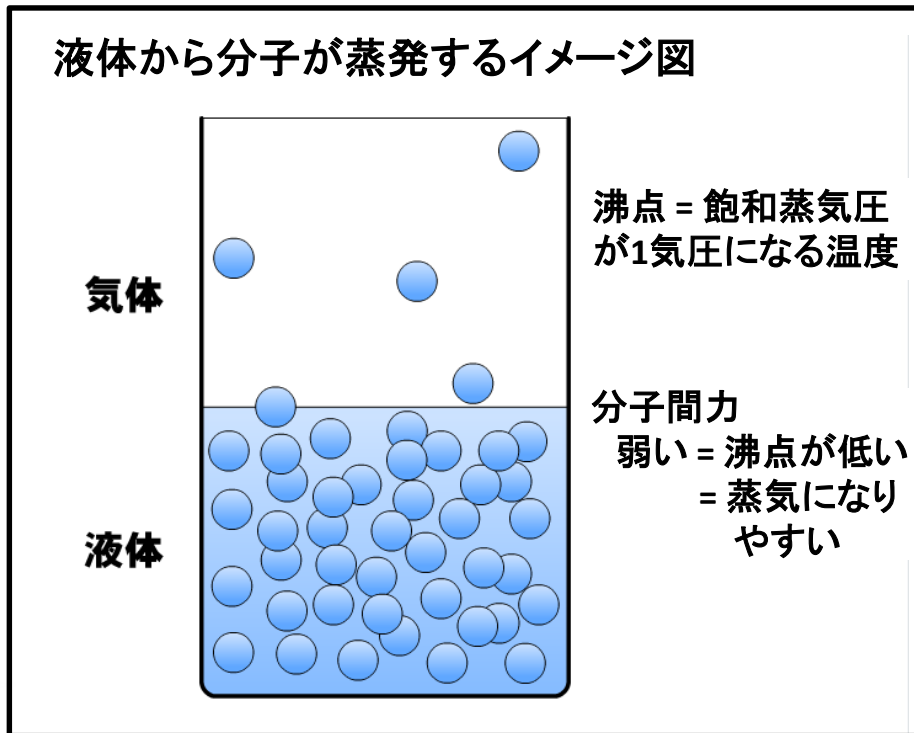
設定範囲から外れると、何が起きてしまうのか？

- ・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）

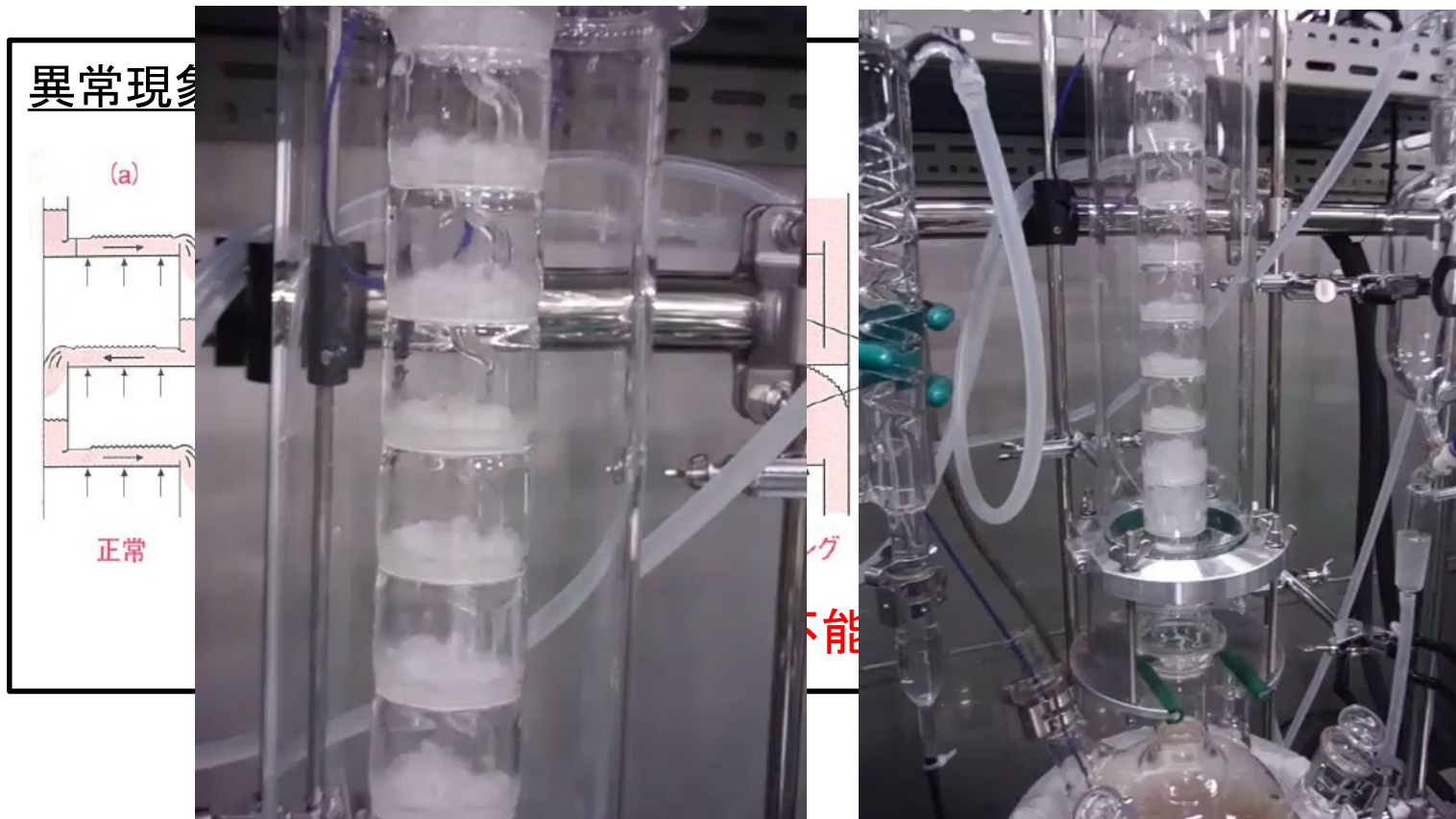


- ・講義中、随時質問が出来る雰囲気づくり
- ・理解度テストの実施でメリハリをつけた

3. 化学塾

基礎理論の講義 (蒸留講義より)

視覚的に学習



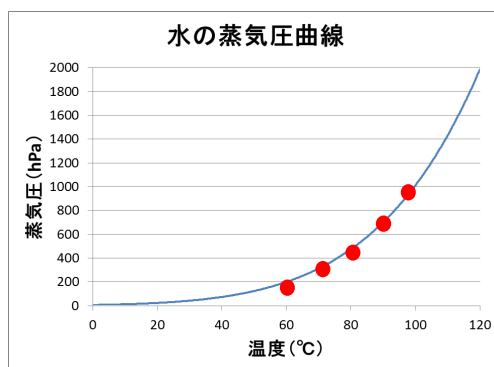
正常状態

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

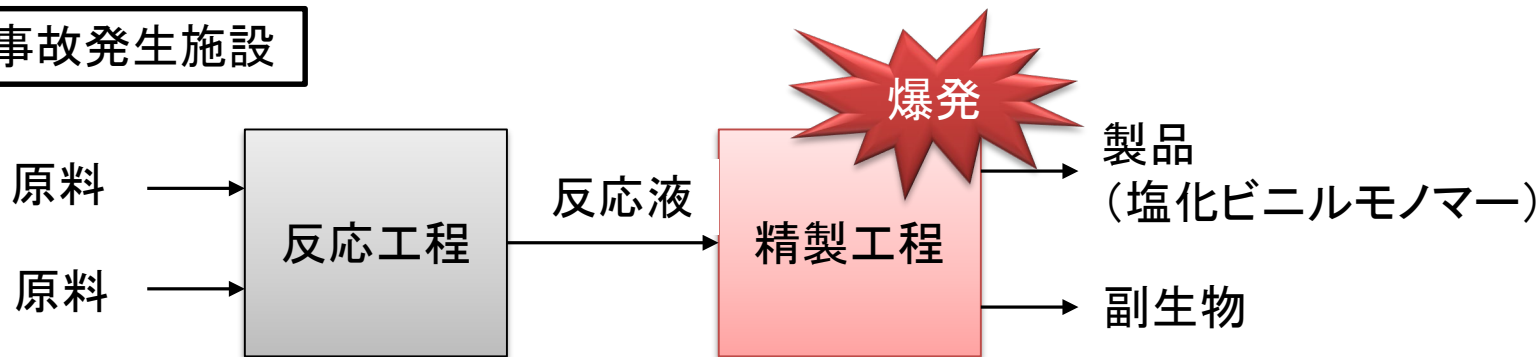
3. 化学塾

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



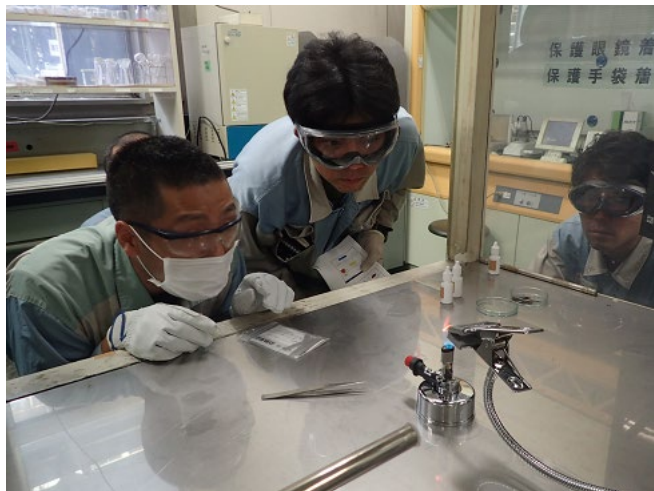
対策としては、蒸留塔の塔頂温度が上昇したらスチームを自動で停止するような**インターロック**が必要だ。



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

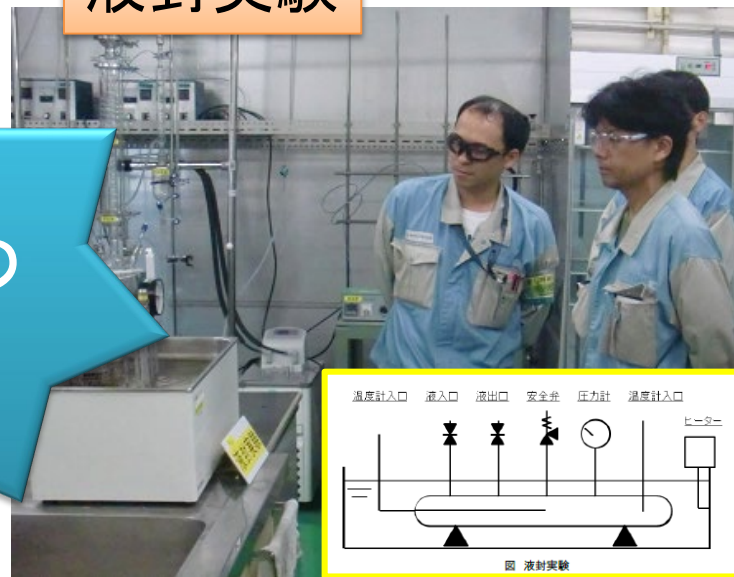
講義内容の紹介(現象の体験)

水撃実験



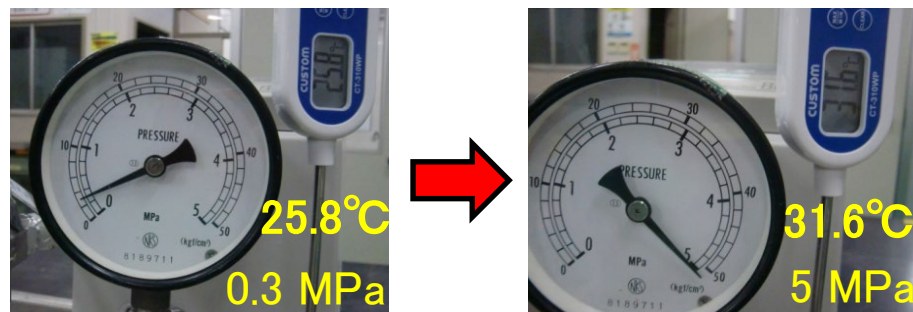
急激なバルブ操作で、水撃を体感

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。



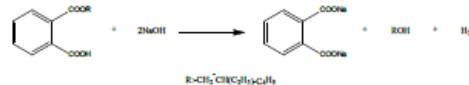
万能試験紙で pH を測定する際には、水溶液でなければ正確な pH を測定することができません。有機物（オイル）を万能試験紙に浸すと、指示薬が溶け出してしまう本来の pH と違う色を示すことがあります。有機物を分析するときは、有機物に水を加えて攪拌し、水の方を pH 試験紙に浸すようにしましょう。

水島工場 各課で実施されている中和操作

第一製造課

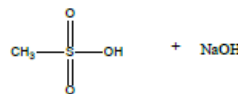
○可塑剤製造：SD-1 装置

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スルホン酸 (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。

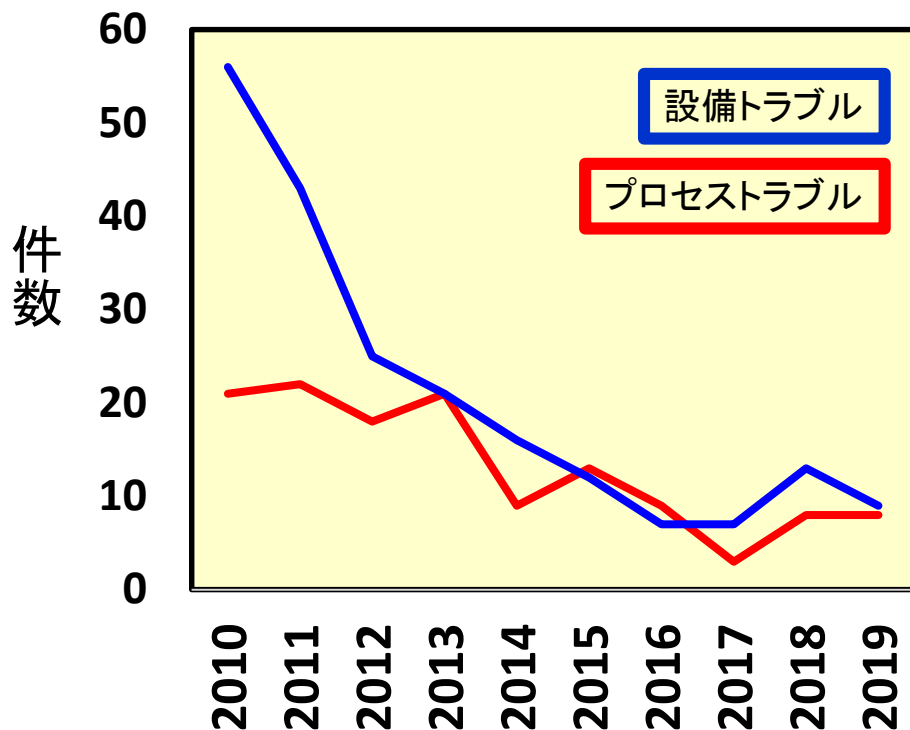


アルカリによる
配管洗浄操作

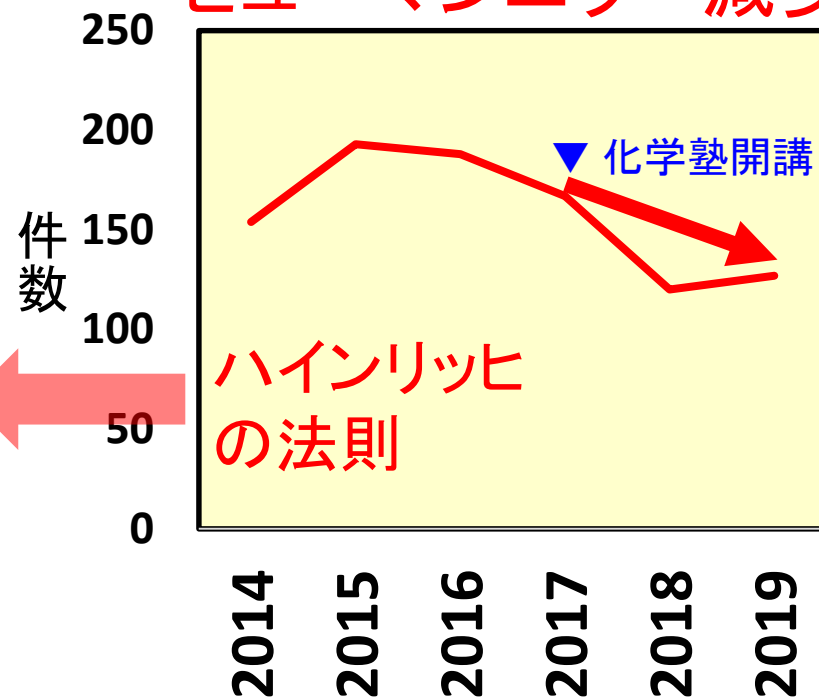
実務に即した内容、
実装置に直接関連する事例の掲載

4. 活動成果のまとめ

水島工場トラブル件数



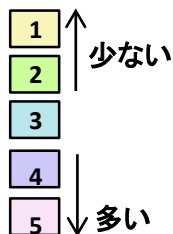
製造課内の軽微なトラブル件数 ヒューマンエラー減少



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

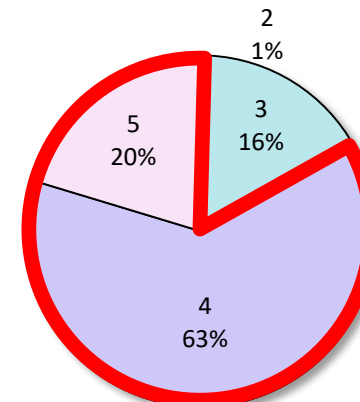
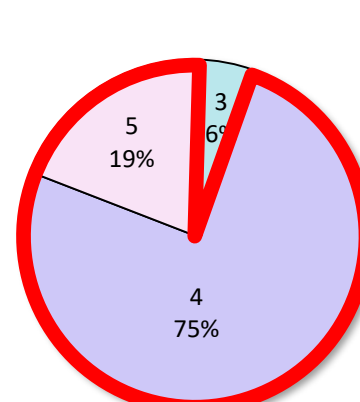
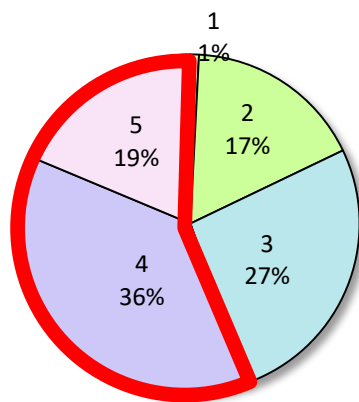
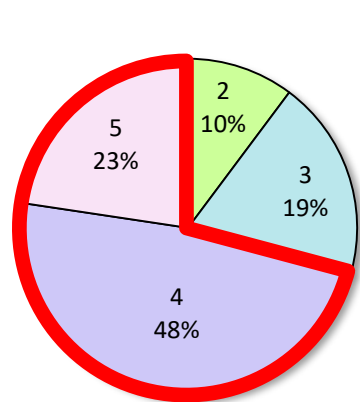


71%

55%

94%

83%



講義

実験

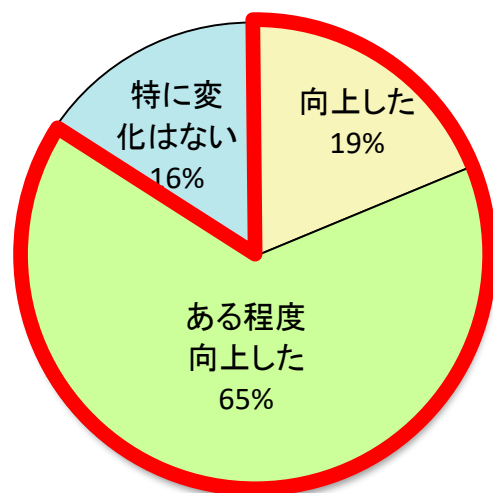
講義

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。

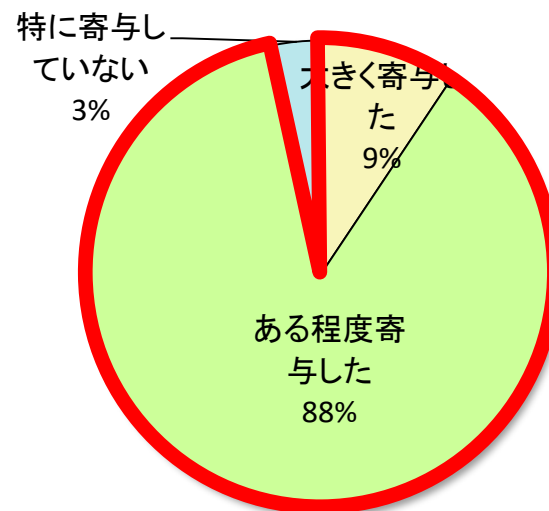
自身の知識やスキルは向上しましたか？

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！