

**(配布資料 3)**

「石油化学工場の安全教育」  
 公益社団法人山陽技術振興会  
 池上正 副会長(人材育成室室長)

1

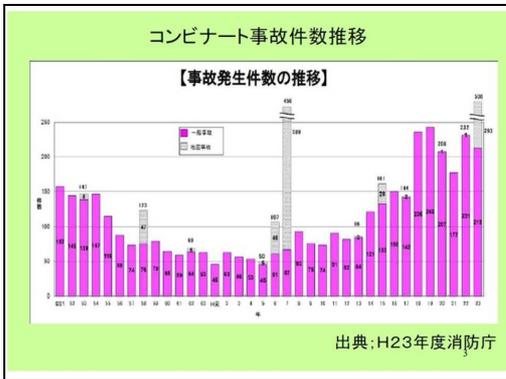
**石油化学工場の安全教育**  
 平成25年12月20日  
 山陽技術振興会 池上 正

- 1・事故と人材問題
- 2・安全の基本的な考え方
- 3・事故を招く原因
- 4・山陽人材育成講座
- 5・おわりに

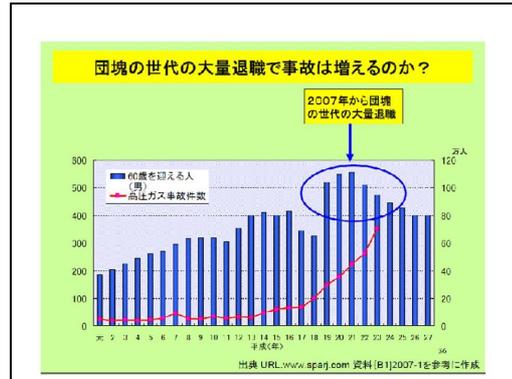
2



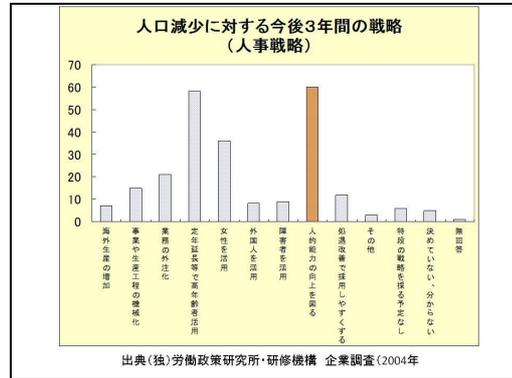
3



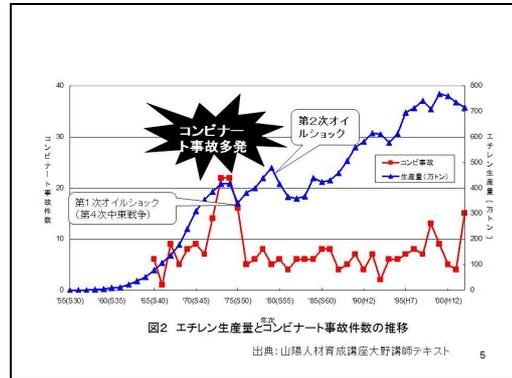
4



5



6



7

### 最近の化学工場の重大事故

(1) A社塩化ビニルモノマー製造設備爆発火災事故 (2011年11月)

- オキシ反応器の緊急放出弁が故障したため、塩酸塔の運転ロードを100% → 45%に緊急低下した。塔内温度を適正に制御できず、釜頂より塩酸に混じってモノマーが流出。塩酸塔乾留槽で鉄鏝を触媒とする異常反応が生じ、徐々に温度が上昇、反応暴走により爆発・炎上。
- 丸1日にわたり炎上、死者1名をだす惨事

(2) B社レゾルシン製造プラント爆発火災事故 (2012年4月)

- スチーム系トラブルのためプラントを緊急停止。緊急停止実施中にインターロックを解除したために、酸化塔内の攪拌が停止し、冷却コイルのない上部での温度上昇で異常反応が進みついに反応暴走に至った。
- 死者1名、負傷者25名。近隣への影響は多大。999軒のドア・ガラス破損。

(3) C社アクリル酸製造設備中間タンク爆発火災事故 (2012年9月)

- 回収塔の能力アップテスト実施のため、精製塔ボトム液を中間タンクへ貯蔵中に異常反応が進み、ついに反応暴走に至った。
- 死者1名(消防員) 重軽傷36名(多くの消防員)

10

### 産業安全確保の原理・原則

産業安全の原則 → (結論) リスクを小さくすること!

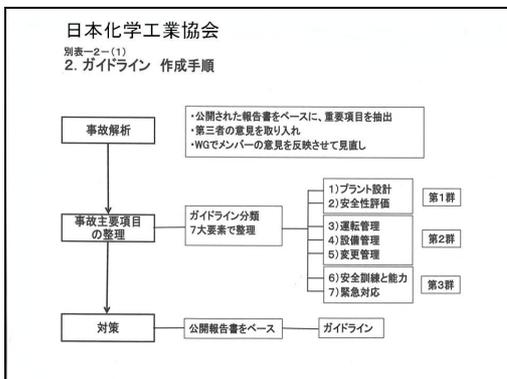
・人間の死亡災害のリスクを大きい順に並べると

寿命(病氣) > 交通事故 > 家庭内災害 > 労働災害 > 火災 > 自然災害

\* 交通事故のリスクは労働災害に比較して大きい!  
 しかし 国民皆免許時代。便利さが優先されている。  
 死亡者数 交通事故4500人(H24) 産業事故1600人(H21)

\* 労働災害の場合はどうか!  
 「給料を2倍支払うから 仕事で負傷しても仕方ない」という論理は成立しない。

8



11

安全対策の原則-1 → 生産活動に「安全のブレーキ」を運動させること

「安全のブレーキ」には  
 ・法的規制 ・社内規制  
 ・安全委員会、安全スタッフ等の安全管理組織  
 ・人間の弱点(ヒューマンファクター)に安全教育・安全活動等を運動させる  
 ・インターロック等のハードのブレーキ などがある。

安全対策の原則-2 → 対策の方式として「危険検出型」よりも「安全確認型」へ

危険検出型: センサー等の安全システムが危険を検知したときに機械を停止させる方式(生産現場で多く採用)  
 \* センサー故障時等の弱点を補う方法として 2 OUT OF 3 システム等がある。

安全確認型: 安全な状態を常に確認し、機械の運転を開始・継続する方式

9

### 2・安全の基本的な考え方

#### リスクと危険および安全

- 1) ハザード: 危害の要因となるもの
- 2) リスク: 事故等の発生確率と被害度
- 3) 危険: リスクが社会的許容度を越えた状態
- 4) 安全: リスクが社会的許容度以下に低減された状態

リスクの社会的許容度:  
 ベネフィットとリスクを基に当時の社会が決めるリスクの許容度

12

安全先進企業の一員へ

安全は維持されることが当たり前と考えられがちであり 評価されにくい面がある

しかし、一旦 事故・災害になれば 奈落の地獄に落ちる 企業も従業員も 悲惨な思いと 被災者・家族は人生の岐路となることさえある そして 職場の雰囲気は 一挙に崩壊する

このときに「しみじみ」と「安全」のありがたさを 身をもって体験する!

職場の安全活動は スマートなものではない。泥くさいものである。全員による 日々のコツコツとした積み重ねである。この積み重ねが その職場の安全に対する力である。

機械・設備は修理が可能だ。しかし人間はそうはいかない! 一人の従業員が被災した場合、企業にとっては1/100 又は1/1000 かもしれないが、被災者にとっては 100/100 だ!

13

### 安全の心得

「安全とは」と常に自問自答し「安全に臆病になる」ことが安全管理の第一歩だ！

自宅を出るとき「今日も危険とうまく付き合うには」と意識するだけであなたは「安全先進企業の一員」である。

16

### 3・事故を招く原因

安全は全て「人間」に帰結する  
(理由)  
<安全を論ずる場合の3つの視点>

ハード(設備、物質) ← 人が作る

ソフト(仕組み、仕掛け) ← 人が作る

人

従って 安全は全て人間に帰結する。  
**人間を知る必要がある！**

14

### 安全文化の定義

- 安全を担う活動に従事するすべての人々の**献身と責任感**  
(INSAG-3)
- 安全の問題が、**何ものにもまさる優先度**をもって、その重要性に応じた注意を集めることを確かにする**組織と個人の態度と特質の集積**  
(INSAG-4)

17

### 一般的な人間特性

(人間の有する欠陥と言える)

人間特性	内容
民族・国民特性(日本)	水と安全はただ！
企業人特性	組織的 利益優先
チーム員特性	ヒューマンエラー 業務優先
情報処理特性	情報量に対して脳の処理能力は小さい 訓練・経験等が必要となるわけだ！
心理的特性	忘却、錯覚、憶測判断、省略行為等
生理的特性	疲労、覚醒度の変化、老化、疾病等

15

### 安全文化の真相

- 必ずしも、「生産性・経済性・効率優先」で事故が起こるわけではない  
- 生産性・経済性・効率と安全は相反しない
- 「逸脱の常態化」をいかに防ぐか  
- 「決められたこと」を、  
- 「地道」にコツコツ、しっかりと  
- 「守る」ことが重要！

18

### 4M

出典: 山陽人材育成講座岡山大学村田教授テキスト

Man Machine Media Management

防止 ← **ヒューマンエラー** → 事故

人間はミスをするもの

組織文化 安全文化

現状把握能力の欠如

新システムと旧システム混在による混乱

人間の諸特性 異常時の対応能力

機械との違い

新システム導入による新しい労働負担

社会システム

19

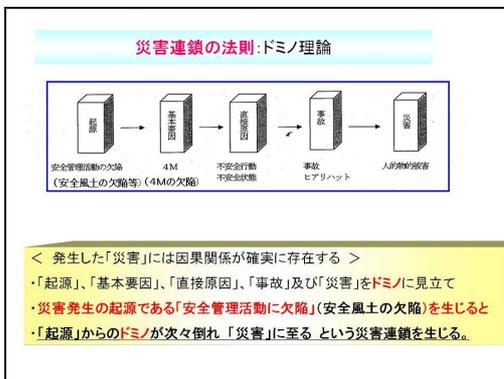
4Mの欠陥例	
Man (人間)	① 心理的原因：考えごと(悩みごと)、忘却、無意識行動 省略行為、錯覚、値測判断 etc ② 生理的原因：疲労、睡眠不足、アルコール、疾病、加齢 etc ③ 職務的原因：人間関係、リーダーシップ、チームワーク コミュニケーション etc
Machine (設備・物)	① 機械・設備の設計上の欠陥 ② 危険防護の不良 ③ 本質安全の不足 ④ 標準化の不足 ⑤ 点検整備の不足 etc
Media (作業・作業環境)	① 作業情報の不適切 ② 作業姿勢、作業動作の欠陥 ③ 作業方法の不適切 ④ 作業空間の不良 ⑤ 作業環境条件の不良 etc
Management (管理)	① 管理組織の欠陥 ② 規定・マニュアルの不備、不徹底 ③ 安全管理計画の不良 ④ 教育・訓練の不足 ⑤ 部下に対する監督・指導の不足 etc

22

### 事故の少ない組織の共通点

- 安全対策は「当たり前」
  - 特別なことではなく、「**自然体**」でやっている
  - 経済性・生産性・効率など、組織のもともとの存在価値と、安全という価値が**一体化**
- 2つの大きな力が**融合**
  - 組織の経営トップによる**リーダーシップ**
  - 現場担当者から湧き上がる**創意工夫と活動**

20

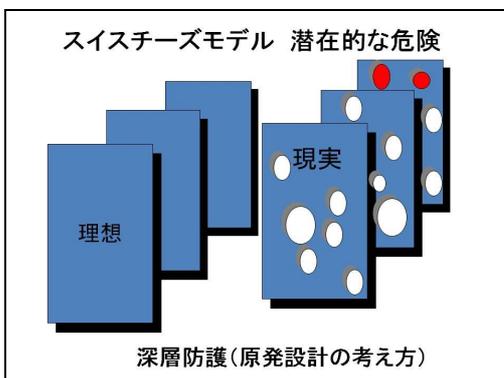


23

### 「違反」を防ぐ対策のあり方

- Step1: 「よいルール」をつくる
- Step2: ルールを周知・徹底する
- Step3: 遵守状況を常に確認する
- Step4: 遵守状況を評価し、適切に賞罰

21



24

### Step1: 「よいルール」をつくる

- 現実的・合理的なルール
  - 「本当に、常に、守れるか？」をとことん追求(守るべき人が、その立場で評価)
  - 「例外」は認めない(遵守は**絶対**)
- 増大化を避ける(減らす)工夫
  - 「重要なもの」を特定
  - 共通するマナー(作法)への集約
  - 「原則」としての価値観の共有
  - 「**やめる**」**勇氣**も大切

25

**Step4: 遵守状況を評価**

- 褒めるところは褒める、罰するべきときは必ず罰する
- 評価・賞罰は、公平性・合理性が重要
  - 「一罰百戒」は隠ぺいの元となる
  - 特に「処罰」の場合は、Step1~3が確実に行われていたことの確認が大前提

➡ 処罰より、ルール見直しや、教育・訓練方法の見直しへとつながる場合が多い

28

**65プロジェクトの特徴**

三菱総合研究所URL <http://www.mri.co.jp/>

- 機械関連: 20プロジェクト
- 半導体関連: 12プロジェクト
- 金型・鋳造: 9プロジェクト
- 自動車部品・部材: 8プロジェクト
- 化学(プロセス): 3プロジェクト
- 繊維: 2プロジェクト
- 指導力: 2プロジェクト

26

**ハイリソビの法則**

300件のヒアリハットを演せば  
1件の大災害を防ぐことができる。

(教訓)  
・ヒアリハットを防げれば  
災害は無くなる。  
・不安全状態、不安全行動を  
なくせば ヒアリハットも災害も  
無くなる。

29

**6 本事業を推進する46のコンソーシアム**

図表6. 46コンソーシアムマップ

27

**4・山陽人材育成講座  
産学連携製造中核人材育成事業**

平成17年度経済産業省大学連携推進課

- 人材像:
  - ・開発・設計から生産まで全体を俯瞰できる人材
  - ・生産マネジメント人材
  - ・退職する団塊の世代を継承する高度熟練技能者
  - ・技術継承に必要不可欠な指導力のある人材

30

**石油化学コンビナート企業製造現場の現状と課題①**

～水島コンビナートなどにおける聴き取り調査(平成16年)から～

- **作業の量の増大と質の高度化**
  - 効率化の追求と生産設備の高性能化
    - ・例: 計器管理室の統合⇒監視・管理範囲の増大
- **技術の高度化**
  - 競争力強化に対応した新製品、新技術への取組み
  - 新技術や原料多様化に対応した生産プロセスの変更などによりオペレーションや設備管理に高度化が求められる

31

石油化学コンビナート企業製造現場の現状と課題②

- **実機経験の不足**
  - 設備の連続化、自動化、長期連続運転などにより設備のシャットダウンやスタートアップの機会が減少し、実機経験不足を招いている
  - トラブル対応力などのスキル向上に問題
- **人材問題**
  - 技術・技能の伝承に懸念(2007年問題)
- **教育体制**
  - 各社個別対応の限界
  - マネジメント人材の教育システム未確立

34

人材育成の対象と目標

- 「安定運転管理・高度安全運転能力に優れた中核オペレーター」
  - \* 安全・安定運転基礎コース: 5科目
  - \* 安全・安定運転上級コース: 9科目
- 「製造現場リスクとコンビナート全体最適化をマネジメントできる中堅マネジャー」
  - \* リスクマネジメントコース: 5科目
  - \* 競争力強化マネージメントコース: 4科目

32

安全・安心の確保と持続的発展に向けて

- **安全・安心の確保**
  - ① 事故・災害の防止
    - ← Know-Why(原理・原則の理解)に裏付けされたKnow-How
    - ← 異常の兆候の把握(感受性)
    - 安定運転⇒安全運転
    - 未然防止
  - ② 発生時の被害最小化と再発防止
    - ← 原因究明力
    - ← ヒューマンエラーの要因分析力
    - ← 課題形成力
- **持続的発展**
  - ← リスクマネジメントコンプライアンス
  - ← 事業連携などによる地域の一体化、全体最適化の推進

35

信頼できる中核オペレータ人材像と教材

- マニュアルもKHも優れたオペレーションツールである。しかし、
  - \* マニュアルだけに頼らず考える人材
  - \* KWに基づいたKHの身に付いた人材
- 開発する教材
  - \* OJTのベースとなる基本教材
  - \* 縦に深掘りした教材

33

講座の特徴

- **実践的**
  - 製造現場の要望に基づく
  - 体験・実習、実演・演習を重視
- **Know-why**
  - 何故そうするのか、何故そうしてはならないか
  - 基礎的な知識・理論を理解させる
- **ネットワーク・コミュニケーションの機会提供**
  - 教育の根幹は他流試合・競争意識

36

実践型教育の工夫

- 製造現場のニーズの取り込み
  - \* 製造現場へのインタビュー
  - \* 実態の把握・確認
- 実習・演習を基本とした教材開発
  - \* プロセスシミュレーション
  - \* 機器・モデルプラント運転
  - \* ケーススタディ
- 工場運営経験のあるプログラムマネージャー
- 企業との協力関係が深い大学・教授陣
- 現場経験豊富な講師陣

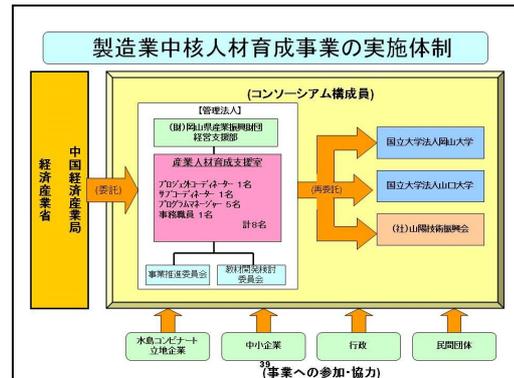
37

**産・学連携、産・産連携**  
: 本プロジェクトの特徴

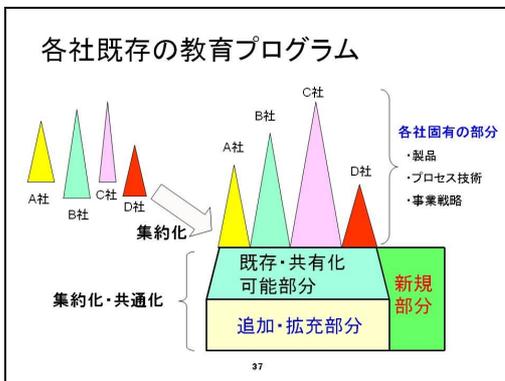
- **産・学の緊密な連携**
  - 大学: 企業経験・連携のある教授陣
  - 産: 大学の知識・理論の組み込み
  - 2コースを担当
  - リスクMgt, 競争力強化
- **産・産連携: 企業による事業の支援**
  - 研修施設の提供
  - 教育プログラムの策定
  - 事業推進への参画
  - (NHK, 化学と工業)

36

40



38



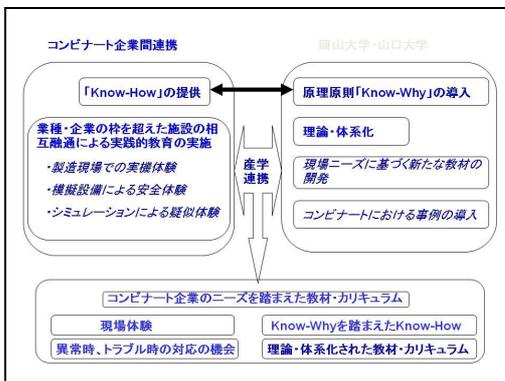
41

プロジェクトの概要: まとめ

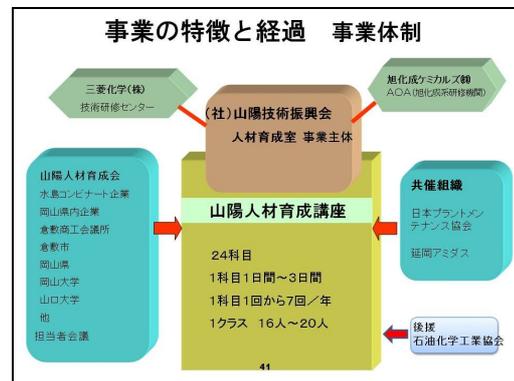
- PJの期間: 平成17年7月～平成19年12月(2.5年)
- PJ規模: 1億8千4百万円
- 受講対象者: 中核オペレーター、中堅マネージャー
- 開発教材: 5コース26科目
  - 内1コース7科目は中小企業向け
- コンソーシアム: (財)岡山県産業振興財団、岡山大学、山口大学、(社)山陽技術振興会
- 参画人員: 総勢約30人
  - 企業OB、企業従業員、大学教授
- 実証講義により教材を改善
  - (本講義を平成19年4月より実施)

40

39



42



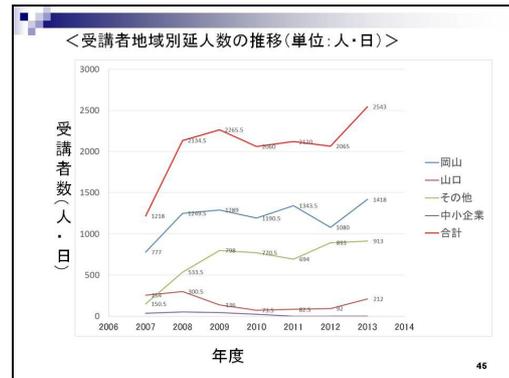
43

### 企業教育の現状

- 大手企業
  - 教育・訓練インフラの補完
    - 自社教育システムへの組み込み
- 中堅企業
  - 本講座を社外研修の中核にする
    - 入社研修の後、本講座を活用
    - OJTベースは自社、基本教育は本講座

42

46



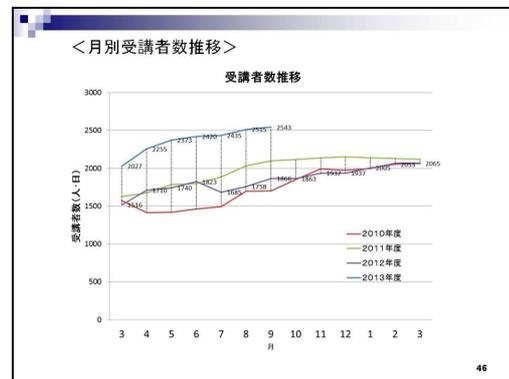
44

### 科目概要

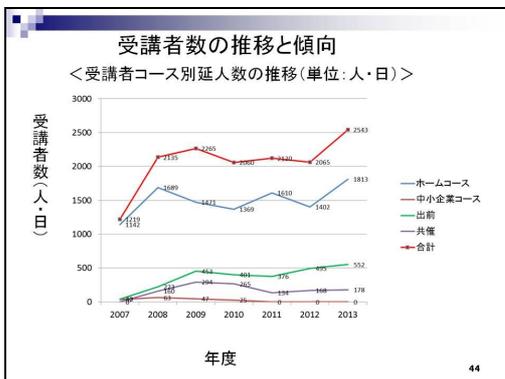
コース	科目	日数	定員	コース	科目	日数	定員
安全・安定運転基礎	設備管理②, ③	2or3	16	リスクマネジメントコース	ヒューマンエラーの要因分析と安全推進活動	3	20
	化学工学基礎	3	20		製造設備のリスクマネジメント	2, 7.5	20
	安全体験A, B, C, D	1	20		CSRとコンプライアンス	1	20
	原因究明力開発	2	20		現場のリスクマネジメントとリスクコミュニケーション	1	20
安全・安定運転上級	トラブルセリヤリット事例	3	20	コミュニケーション力開発	2	20	
	コストを考慮した在庫管理と生産活動	1	20	事故事例から学ぶ化学プラントの防災	1	20	
	保安防災管理	2	20	企業戦略	3	20	
	安全管理・技術	2	20	組織とリーダーシップ	1	20	
	課題形成力開発	2	20	事業連携	2	20	
技術力強化	現場リーダーの育成	2	20	新事業創出マネジメント	2	20	
	APPT(運転体験)	1	16				
	改革・改善力	2	20				
	廣貨を考慮したプラントの安全運転	2	20				
	化学工学通論	3	20				

43

47



45



48

### <コース別受講者数(実数)>

#### 受講者数

	'08	'09	'10	'11	'12	'13
安全・安定運転基礎	500	558	667	717	771	755
安全・安定運転上級	257	268	269	260	227	323
技術力強化					88	66
リスクマネジメント	120	228	219	144	129	351
競争力強化	34	39	34	27	7	26
合計	911	1093	1189	1148	1222	1521

49

＜ 受講数別企業・事業所数 ＞

	100人 以上	100人 ～50 人	50人 ～ 20人	5人 ～ 20人	5人 未 満	受講企業・ 事業所数	1事業所 当たり 平均人数
2009年度	1	9	8	8	16	42	26
2010年度	3	6	7	11	28	55	21.5
2011年度	1	9	6	11	24	51	22.5
2012年度	3	3	11	14	20	51	23.8
2013年度	6	2	9	21	17	55	28.2

48

52

**新規講座**

化学工学講義:3日間

- 内容 単位操作(流動、伝熱、蒸留、吸収、物質収支と経済計算)
- 対象 設計技術者、プロセス改良に携わるスタッフ、研究開発者

■内容 現場の改善力を養成、ロジカルシンキング、仮説思考、全体思考、単純化思考、システム思考

■対象 スタッフ、現場リーダー、コミュニケーション開発:2日間

■内容 自己評価、他者評価によるコミュニケーションスタイル分析と活用法

■対象 管理職(中堅スタッフも可能)

新事業創出マネジメント:2日間

■内容 研究開発から新事業実現に至るまでのマネジメント

■対象 研究開発スタッフ・マネージャー、事業企画スタッフ・マネージャー

腐食を考慮したプラントの安全運転:2日間

■内容 腐食の理論から具体的防食法までを豊富な事例で講義

■対象 スタッフ、現場リーダー

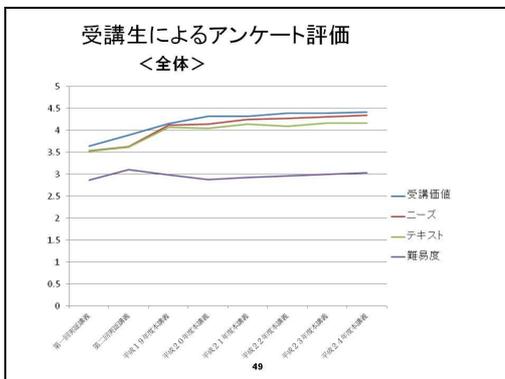
事故事例から学ぶ化学プラントの防災:1日間

■内容 重大災害の原因と防災について失敗事例から実践的に学ぶ

■対象 管理職、スタッフ

51

50



53

**強化・改編科目**

①安全体験講座(強化・改変)

- 内容充実
  - ・「漏出液による火傷薬種」のCOM内容充実：液抜洗浄体験設備の活用
  - ・「酸欠ガス中毒」のCOM内容充実：心肺蘇生法、AED使用法全員体験を追加
- すべて一日コース A,B,C,D

②化学工学基礎(よりオペレータ向きに)

- 内容 基礎、流動、伝熱、蒸留、吸収の5項目に絞る
- 化学工学科基礎からの演習

③ヒューマンエラーの要因分析と安全推進活動(強化・改編)

- 内容 事例の充実、グループ討論時間の強化

④腐食を考慮したプラントの安全運転(H22年度新設)

- 内容 コマ8を新設、腐食対策事例を強化

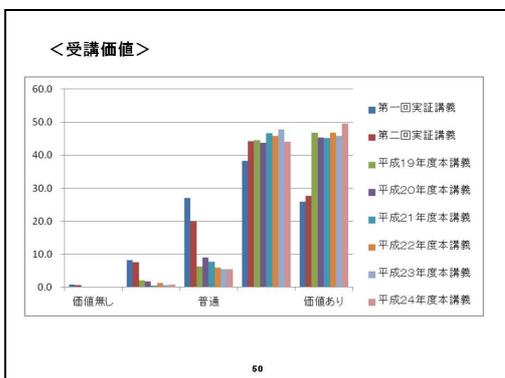
⑤運転体験(APT)分割

- 内容 3日間コースを一日間コースのA、B、Cに三分割

⑥トータルヒヤリハット事例

- 内容 事前アンケート調査をおこない、受講者のニーズに合った事例を提供

51



54

**山陽人材育成会**

◆参加企業

岡山地区	14社	51口
山口地区	3社	4口
他地区	2社	9口
計	19社	64口

◆総会

第1回	2007年5月28日
第2回	2008年5月28日
第3回	2009年6月1日
第4回	2010年6月1日
第5回	2011年6月1日
第6回	2012年6月1日
第7回	2013年6月3日

◆担当者会議(年4回)

第1回	2007年6月
第21回	2012年9月
第22回	2012年12月
第23回	2013年3月
第24回	2013年6月
第25回	2013年9月

◆アドバイザーボード(年2回)

第1回	2008年3月
第7回	2011年7月
第8回	2012年1月
第9回	2012年7月
第10回	2013年1月
第11回	2013年7月

\* 予算、決算、講義計画などをテーマに議論・決定

53

55

教材改訂状況(2012現在)

科目	改訂状況	科目	改訂状況
設備管理	第四版	現場リーダーの育成	第七版
化学工学基礎	第八版	防食	第四版
安全体験	第三版	化学工学通論	第五版
原因究明力	第七版	ヒューマンエラー	第四版
トラブルヒヤリハット事例	第五版*	製造設備のRM	第三版
生産管理	第三版	CSRとコンプライアンス	第三版
保安防災管理	第四版	現場のRMとRC	第二版
保安管理技術	第三版	コミュニケーションカ	H22年新設
課題形成力	第三版	企業戦略	第四版
改革・改善力	第三版	組織とリーダーシップ	第三版
運転体験	第四版	新事業創出M	第二版
		事業連携	第三版

その他、出前講義用テキストの作成変更、補助資料改変など多数  
\*講義毎に変更

58

#### ・ 上司への提言。

- 安全体験の講義は全員が受講することが災害防止にきわめて重要です。
- こういう教育は新人にはどんどん参加させてもらいたい。
- 本講座は今後も中堅オペレーターに受講してもらいたい。
- 班長クラスやその上の方も受講していただきたい。
- 遠方での講義ですが、若手リーダーに受講させるべきだと思います。
- ここ数年上司はほとんど現場を見ない。無関心なのか、デスクワークが多すぎるのか
- まず自分自身を変えたい、明日からでも行動で示したい。上司も勉強してほしい。
- 上司にもこの講義を受講してもらいたい。

56

#### 受講生のアンケートから

##### ・ 講義の評価

- 思い込みの深さを改めて自覚でき固定観念から脱却できた。
- リーダーの自覚とは何かと言うことをすごく考えさせられた。
- 現場では不可能なことが体験できた。原理原則を学び、実際に体験し現象との繋がりを理解できた。
- この講義のテキストは網羅性が高くこれから自分のバイブルになると思います。
- 人との関わり方を学んだと思う。講習で学んだ事を職場に活かして行きたい。

59

#### アンケートに見られる問題点

##### (1)一般のオペレーター

##### ・ 危険に対する感受性

- 安全体験講座に対するコメント
  - ・ 作業環境に潜む危険の認識:こんな所に危険が
- ハンドル回しの危険性
  - ・ 簡単にバルブが壊れる

##### ・ プロセスに組み込まれている機器の理解

- ポンプ、バルブの構造
  - ・ 初めて見たというコメント

57

##### ・ 他社受講生との交流

- グループ学習方式なので他社の意見、考え方など参考になった。
- 同業他社の方とディスカッションや意見交換できたのは為になった。
- 他社の方との交流もでき情報交換出来たことは新たな刺激になりました。
- 他社とのコミュニケーションが出来、懇親会では有意義な時間を過ごすことが出来ました。
- 自分自身初めての社外研修であり同一テーマを業種の異なる方々と取り組み大変勉強になった。

60

##### ・ プロセスの流れの化学工学的理解

- 設備の中で何が起っているか:例、蒸留塔
- 分からないことを質問する習慣が無い(?)
- ・ 数学(算数)の力が落ちている
  - $AX=B$ ,  $X=B/A$ の式の展開が出来ない
- ・ 自分の作業領域で無い機器・システムを嫌う勉強しようとしてない
  - 自分がこのセクションの主になる!と言った気概が見えない

61

(2) 中核オペレーター

- 高い意識・意欲が見られる
  - チームのリーダーになる意気込みが見られる
  - 受講によりレベルが上がったと感じるケースが多い
- 基本的な教育の欠如
  - 保安防災管理科目の評価が高い、特に労働安全衛生法
  - 化学工学上級：自社で講師を調達出来ない

60

64

**製造設備のリスクマネジメント**

- 講義の背景・特色
  - 背景：我が国は、絶対安全の考えの基に安全管理を実施している。その結果、リスクに関する認識、知識に乏しい。しかし、近年は目標設定型社会であり、リスクを基礎とした安全管理、設備管理が要求されている。
  - 特色：本講義では、リスクの定義、リスク解析手法、リスク情報を基礎とした安全設計、変更管理について、座学と演習による講義を実施する。特に危険性同定の手法演習を重視する。演習は、目で見える講義、体験講義と同様に理論、手法を理解するために有用である。
  - 利点：水島地区コンビナートにおいては、いくつかの企業において、安全確保のために既設プラントに対して、セーフティレビューを実施している。また、各種設備に対してシステマ的リスク評価を実施している。これら企業を含め、今後の安全管理に対して貢献できる可能性が大きい。

63

62

(3) 管理職

- 教育訓練が充分なされているか
  - 上司もこの講座を受講すべき、というコメントが多い
- 受講する姿勢が弱い
  - 部下には研修を勧めるが本人は出てこない
- ヒューマンエラー、変更管理の理解
  - ヒューマンエラーの要因分析と安全推進活動
  - 製造設備のリスクマネジメント

64

65

5・おわりに  
-2013年問題

- 定年延長
  - 年金受給年齢と同期：3年ごとに1年延期
- 大量退職と事故の関連性

64

63

