非鉄金属製造業において洗浄作業等のリスクアセスメントを行った例

―― エム・セテック株式会社　仙台工場 ――

（非鉄金属製造業）

１　健康障害防止のための化学物質リスクアセスメント導入の背景

（１）事業場の概要

所 在 地　：宮城県亘理郡山元町

事業者名　：エム・セテック株式会社　仙台工場

従業員数　：１８０名

事業内容　：太陽電池用シリコン単結晶ウェーハの製造

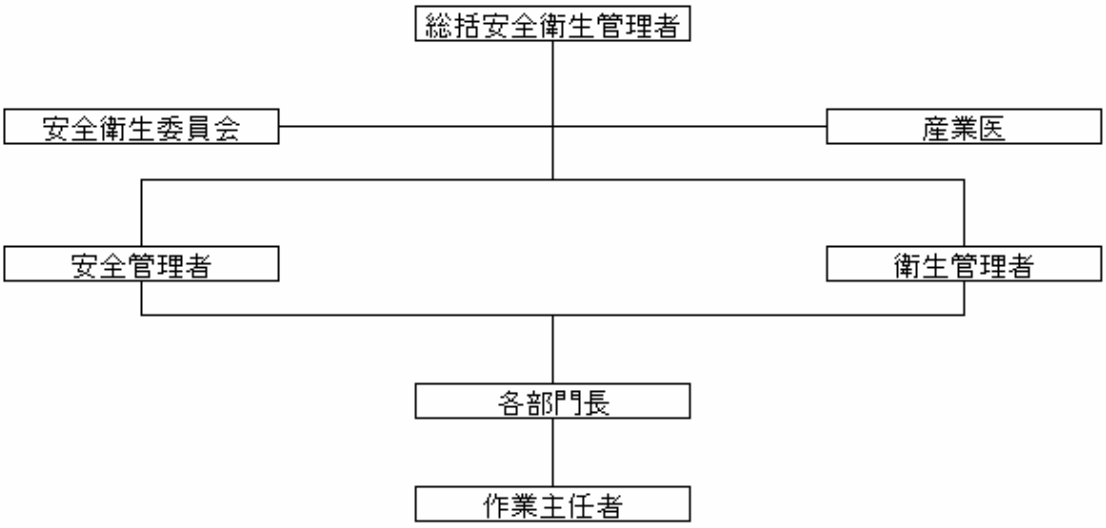
（２）健康障害防止のための化学物質リスクアセスメント導入の背景

当工場で生産される太陽電池用シリコン単結晶ウェーハは、化石エネルギーに変わる再生成可能なエネルギーとして注目を集めています。この製品自体には人体に悪影響を与えるような化学物質は含まれていませんが、製品を製造する工程においてはフッ酸などの特定化学物質や危険物として消防法の規制を受ける油性切削液、少量のアセトンなどの有機溶剤を使用しています。そのため従業員への定期健康診断や特殊健康診断・作業環境測定の実施、使用化学物質に関する取扱などに関する安全教育を行ってきました。その成果もあり、現在までに化学物質による健康障害の発生は起きていません。

しかし、ここ数年、現場における小さな事故が増加傾向にあったことから、予防保全活動に重点をおくよう工場長の指示があり、リスクアセスメントの導入を検討していましたが、なかなか思うように進んでいない状況でした。そのような折、地元の労働基準監督署より、「化学物質リスクアセスメントのモデル事業」の紹介を受けましたので、早々に中央労働災害防止協会に問い合わせ、申込みを行いました。

２　化学物質管理の実施体制・組織

（１）組織体制



（２）MSDS の入手方法など

化学物質の MSDS については各部門にて入手し、ファイリングし現場で常時閲覧することが可能です。また、新たに化学物質を使用する場合は、MSDS を入手し環境アセスメントを実施し、有害性や安全性を事前に確認しています。

（３）指導時における実施グループ構成

メンバー構成は、安全管理者、衛生管理者、作業主任者、危険物取扱者を中心として主要６部門から選出し、取扱う化学物質を考慮して４グループに編成して実施しました。

構成員は各現場でのリーダー格であり、この講習で学んだことを直ちに現場で展開できることを目的に選定しました。

３　取組状況（リスクアセスメントの具体的実施）

（１）実施手法

中央労働災害防止協会から派遣された指導担当者による講義を３回に亘り受講しました。講義は今回選出された１６名（４グループ）全員が受講しました。

リスクアセスメント手順

ステップ１　リスクアセスメントを実施する担当者の決定
↓
ステップ２　取扱う場所とリスクアセスメントを実施する単位の区分
↓
ステップ３　取扱う化学物質のリスト作成、取扱い場所及び作業内容の把握
↓
ステップ４　リスクアセスメントの対象となる作業者の確認
↓

ステップ５　有害情報の入手及び有害性等の特定（ハザード評価）
↓
ステップ６　化学物質のばく露の程度の特定（ばく露評価）
↓
ステップ７　リスク判定
↓
ステップ８　ばく露を防止し、又は低減するための措置の検討
↓
ステップ９　実施事項の特定及び実施並びにリスクアセスメントの結果の記録
↓
ステップ 10　リスクアセスメントの再実施（見直し）

（２）ハザード評価方法

GHS 対応 MSDS とハザードレベル（HL）決定表（表１）から、取り扱う化学物質のハザードレベルを決定しました。

表１　GHS 区分によるハザードレベル（ＨＬ）決定表

1	2	3	4	5
急性毒性（全ての経路）： 区分－５ 眼に対する重篤な損傷／眼の刺激性： 区分－2A，2B 皮膚腐食性/刺激性： 区分－２，３ 特定標的臓器毒性（単回ばく露）： 区分－３（呼吸器系以外） 吸引性呼吸器有害性： 区分－１，２ 格付け２～５に分類されていない全ての GHS 分類（区分外も含む）	急性毒性（経口）： 区分－３ 急性毒性（皮膚）： 区分－２，３ 急性毒性（経気）： ＜エアロゾル＆粉体＞ 区分－３ ＜ガス＆蒸気＞ 区分－２ 特定標的臓器毒性（単回ばく露）： 区分－２（呼吸器系以外）	急性毒性（経口）： 区分－３ 急性毒性（皮膚）： 区分－２，３ 急性毒性（経気）： ＜エアロゾル＆粉体＞ 区分－３ ＜ガス＆蒸気＞ 区分－２ 眼に対する重篤な損傷／眼の刺激性： 区分－１ 皮膚腐食性/刺激性： 区分－1A，1B，1C 皮膚感作性： 区分－１ 特定標的臓器毒性（単回ばく露）： 区分－２，３（呼吸器系） 特定標的臓器毒性（反復ばく露）： 区分－２	急性毒性（経口）： 区分－１，２ 急性毒性（皮膚）： 区分－１ 急性毒性（経気）： ＜エアロゾル＆粉体＞ 区分－１，２ ＜ガス＆蒸気＞ 区分－１ 生殖毒性： 区分－1A，1B，２ 特定標的臓器毒性（単回ばく露）： 区分－１ 特定標的臓器毒性（反復ばく露）： 区分－１	発がん性： 区分－1A，1B，２ 呼吸器感作性： 区分－１ 生殖細胞変異原性： 区分－1A，1B，２
ハザードレベルＳ				
眼に対する重篤な損傷／眼の刺激性： 全ての区分	皮膚腐食性／刺激性： 全ての区分	皮膚感作性： 全ての区分	急性毒性（皮膚）： 全ての区分	

４　実施事例

（１）エッチング作業工程

ア　実施場所の概要

加工したシリコンブロックを混酸（フッ酸、硝酸）を用いてエッチング（表面腐食）する工程

ドラフトチャンバー内でエッチングした後、ドラフトの扉を開けシャワーによる水洗いを行う際、ガス（フッ化水素）に作業者がばく露される。

イ　アセスメント条件の設定（ステップ１～ステップ４）

項　目	内　容
目　的	エッチング作業による健康障害の予防
実施責任者	○○　○○（特定化学物質等作業主任者）
作業工程	インゴットエッチング工程
付帯設備	後方吸引による局所排気装置
アセスメント対象作業場所	結晶棟エッチング作業室
アセスメント対象作業	エッチング作業者
アセスメント対象物質①（測定値がある物質）	フッ化水素酸
アセスメント対象物質②（全ての物質）	混酸・フッ化水素酸・硝酸
取扱量／日・人	46kg／日　23 kg／人
対象労働者数	５人
生物学的モニタリング	なし
作業環境測定値	A、B 測定結果あり
シフト内接触時間	２時間／１２時間

ウ　ハザードの評価（ステップ５～ステップ６）

化学物質名 / 有害性	1 フッ化水素酸（CAS No: 7664-39-3）		2 希硝酸（CAS No:7697-37-2 ）	
	GHS 分類結果	ハザードレベル	GHS 分類結果	ハザードレベル
急性毒性(経口)		—	分類できない	
急性毒性(経皮)		—	分類できない	
急性毒性(吸入ガス)	区分 3	2	分類対象外	
急性毒性(吸入蒸気)	区分 3	2	分類できない	
急性毒性(吸入粉じん)	—	—	分類対象外	
急性毒性(吸入ミスト)	—	—	区分 2	3
皮膚腐食性／刺激性	区分 1A	3&S	区分 1A	3&S
眼重篤な損傷性／眼刺激性	区分 1	3&S	区分 1	3&S
呼吸器感作性	分類できない		分類できない	
皮膚感作性	区分 1	3&S	分類できない	
生殖細胞変異原性	区分 2	5	分類できない	
発がん性	分類できない		分類できない	
生殖毒性	分類できない		分類できない	
特定標的臓器毒性／(単回暴露)	区分 1	4	区分 1	4
特定標的臓器毒性／(反復暴露)	区分 1	4	区分 1	4
吸引性呼吸器有害性	分類できない		区分 1	1
総合評価(ハザードレベル)		5&S		4&S
1. 作業環境測定結果の有無	(有) ・ 無		有 ・ (無)	
① A 測定値(算術平均値)	0.2ppm 未満		—	
② B 測定値	0.2ppm		—	
2. 管理濃度	0.5ppm			
3. 許容濃度	3ppm			

エ　リスク判定（ステップ７）

モデル作業グループ名：　エッチング作業（フッ化水素酸）　リーダー名：　○○　○○

①　測定値ありの場合 （ばく露濃度の推定：EL１）				②　測定値なしの場合 （ばく露濃度の推定：EL４）			
項　目		評価値	備 考	項　目		評価値	備 考
１．ハザードレベル：HL		5&S	HL 決定表：別紙１	１．ハザードレベル：HL		5&S	HL 決定表：別紙１
		－				－	
２．ばく露レベルの推定：EL＝EL1		2		２．ばく露レベルの推定：EL＝EL4		2	
暴露評価	①　作業環境濃度レベル：WL	b		暴露評価	①　推定作業環境濃度ﾚﾍﾞﾙ：EWL	C	
	A 測定値（算術平均）　＝0.2ppm 未満	－			A：取　扱　量　　＝ 2	－	
	B 測定値　　＝0.2ppm	－			B：飛散性ポイント　＝ 2	－	
	管理濃度　　＝0.5ppm	－	管理濃度のない場合は許容濃度とする。		C：修正ポイント　　＝ 0	－	
	管理濃度に対する倍数　＝0.4 倍	－	A,B 測定値の高い方		A ＋ B ＋ C＝ 4	－	
		－				－	
	②　作業時間・作業頻度：FL	ii			②　作業時間・作業頻度のレベル：FL	ii	
	勤務時間内で 当該物質接触時間　＝　120 分	－			勤務時間内で 当該物質接触時間　＝　120 分	－	
	シフト内接触時間割合　＝ 17%	－			シフト内接触時間割合　＝ 17%	－	
３．リスクレベルの判定　：　RL		Ⅲ&S	中程度のリスク 目と皮膚に対するリスク	３．リスクレベルの判定　：　RL		Ⅳ&S	
HL　＝5&S		－		HL　＝5&S		－	
EL1　＝2		－		EL4　＝2		－	
所見等	現場の実態	今回の演習で「測定値のある場合」の測定値は、H21/6 月の測定値（第 1 管理区分、A 測定）を採用して評価したが、実際の測定の際にドラフトチャンバーの状態や作業の状態が不透明だった為、作業環境測定値なしのリスクレベルを採用します。					
	リスクレベル別対策	演習の結果、「リスクレベル:Ⅲ&S　or Ⅳ&S」ということが判明したので、今後「リスクレベル:Ⅳ&S」としてリスク低減対策をとることにする。また、次回の環境測定の際はドラフトチャンバーの状態と作業の状態を確認してから行う。その際にスモークテスターなどを用いて状態把握をする。					

「化学物質のリスクアセスメント管理表」

承認	作成

項　目			内　容
①	ステップ　１	リスクアセスメント実施担当者	加工１課　△△△△
②	ステップ　２	実施目的	エッチング作業で使用する薬品による健康障害防止
③		作業工程	エッチング
④		付帯設備	ドラフトチャンバー
⑤	ステップ　３	リスクアセスメント対象作業場所	結晶棟　エッチング作業室
⑥		リスクアセスメント対象作業	エッチング作業
⑦		リスクアセスメント対象化学物質	フッ化水素酸、希硝酸
⑧		シフト内接触時間	2時間/日
⑨		作業頻度	6回/日
⑩		取扱量	46.17 kg/日
⑪	ステップ　４	リスクアセスメント対象作業者	１名

項　目			内　容	
⑫	ステップ　５	ハザードレベルの決定	HL	5&S
⑬	ステップ　６	ばく露レベルの決定	EL	2
⑭	ステップ　７	リスクレベルの決定	RL	Ⅲ&S or Ⅳ&Ｓ　今回はⅣ&Ｓを採用
⑮	ステップ　８	ばく露を防止、又は低減するための措置の検討	ＨＬの低い薬液（アルカリ性の薬液など)の使用及び機械研磨導入の検討	
			風速計を設置して風速を確認できるようにする(排気ファンの異常時を想定した処置)	
			作業中の作業者以外の室内立ち入り禁止の徹底	
⑯	ステップ　９	リスクレベル別低減対策	スモークテスターによる日常の風速管理の実施	
⑰	ステップ１０	リスクアセスメントの再実施		

＊　ステップ５は、「ハザードレベル決定表」の内容をそのまま引用する

＊　ステップ６は、「化学物質のばく露レベル E1～E4」の内容をそのまま引用する

（2）インゴットブロック接着工程

ア　実施場所

ウェーハ切削工程において、インゴットブロックをカーボンベースに接着する作業をインゴットブロック接着室内で行います。その接着作業の前に、インゴットブロックの接着面をアセトンで拭き取る時、作業者が暴露されます。

イ　アセスメント条件の設定（ステップ１～ステップ４）

グループ名：加工 2課　責任者名：△△　△△　参加者：×××　×××　×××

項　目	内　容
目　的	接着前洗浄作業による健康障害の予防
実施責任者	△△　△△（有機溶剤作業主任者）
作業工程	インゴット接着
付帯設備	換気扇（２基）常時停止
アセスメント対象作業場所	加工二課スライス棟接着室
アセスメント対象作業	インゴット接着時の洗浄作業
アセスメント対象物質①（測定値がある物質）	なし
アセスメント対象物質②（全ての物質）	アセトン
取扱量／日・人	50ml
対象労働者数	36 人（A,B,C,D 班　各 9 人）
生物学的モニタリング	なし
作業環境測定値	なし
シフト内接触時間	約 9 分／8 時間

ウ　ハザードの評価（ステップ５～ステップ６）

化学物質名 / 有害性	1 アセトン（CAS No: 67-64-1）			
	GHS 分類結果	ハザードレベル	GHS 分類結果	ハザードレベル
急性毒性(経口)	区分外	1		
急性毒性(経皮)	区分外	1&S		
急性毒性(吸入ガス)	分類対象外	1		
急性毒性(吸入蒸気)	区分外	1		
急性毒性(吸入粉じん)	分類対象外	1		
急性毒性(吸入ミスト)	分類できない	1		
皮膚腐食性／刺激性	区分外	1&S		
眼重篤な損傷性／眼刺激性	区分 2B	1&S		
呼吸器感作性	分類できない	1		
皮膚感作性	区分外	1&S		
生殖細胞変異原性	区分外	1		
発がん性	区分外	1		
生殖毒性	区分 2	4		
特定標的臓器毒性／(単回暴露)	区分 3	3		
特定標的臓器毒性／(反復暴露)	区分 2	3		
吸引性呼吸器有害性	区分 2	3		
総合評価(ハザードレベル)		4&S		
1. 作業環境測定結果の有無	有 ・ (無)			
①A 測定値(算術平均値)	—			
② B 測定値	—			
2. 管理濃度	500ppm			
3. 許容濃度	200ppm			

エ　リスク判定（ステップ７）

モデル作業グループ名：　加工２（接着前洗浄作業）　リーダー名：　△△　△△

①　測定値ありの場合（ばく露濃度の推定：EL１）				②　測定値なしの場合（ばく露濃度の推定：EL４）			〈アセトン〉
項　目		評価値	備 考	項　目		評価値	備 考
１．ハザードレベル：HL		―	HL 決定表：別紙１	１．ハザードレベル：HL		4&S	HL 決定表：別紙１
		―				―	
２．ばく露レベルの推定：EL＝EL1		―		２．ばく露レベルの推定：EL＝EL4		1	
暴露評価	①　作業環境濃度レベル：WL	―		暴露評価	①　推定作業環境濃度ﾚﾍﾞﾙ：EWL	b	
	A 測定値（算術平均）　＝	―			A：取　扱　量　　＝ 1	―	少量：50ml
	B 測定値　　＝	―			B：飛散性ポイント ＝ 2	―	沸点：56.5℃
	管理濃度　　＝	―	管理濃度のない場合は許容濃度とする。		C：修正ポイント　＝ 0	―	汚れ見られない
	管理濃度に対する倍数 ＝	―	A,B 測定値の高い方		A ＋ B ＋ C＝ 3	―	
		―				―	
	②　作業時間・作業頻度：FL	―			②　作業時間・作業頻度のレベル：FL	i	
	勤務時間内で当該物質接触時間　＝	―			勤務時間内で当該物質接触時間　＝　9 分	―	
	シフト内接触時間割合 ＝	―			シフト内接触時間割合 ＝ 2.1%	―	
３．リスクレベルの判定　：　RL		―		３．リスクレベルの判定　：　RL		Ⅲ&S	
HL ＝		―		HL ＝4&S		―	
EL1 ＝		―		EL4 ＝1		―	
所見等	現場の実態	作業環境測定値がない為に曝露濃度の推定（EL4）を用いての評価を行った。日量の生産数が増減するとこの作業時間も増減する。					
	リスクレベル別対策	代替品及び作業改善の検討。防毒マスク・有機溶剤用手袋の着用。作業環境測定の実施。					

「化学物質のリスクアセスメント管理表」

承認	作成

項　目			内　容
①	ステップ　1	リスクアセスメント実施担当者	製造Ⅱ部　加工二課　　〇〇〇〇〇
②	ステップ　2	実施目的	接着前洗浄作業による健康障害の予防
③		作業工程	インゴット接着
④		付帯設備	換気扇(2 基)未使用
⑤	ステップ　3	リスクアセスメント対象作業場所	加工二課スライス棟接着室
⑥		リスクアセスメント対象作業	インゴット接着時の洗浄作用
⑦		リスクアセスメント対象化学物質	アセトン
⑧		シフト内接触時間	約 9 分/日 8 時間
⑨		作業頻度	約 3 回/日
⑩		取扱量	約 50ml
⑪	ステップ　4	リスクアセスメント対象作業者	インゴット洗浄作業者 1 名

項　目			内　容	
⑫	ステップ　5	ハザードレベルの決定	HL	4&S
⑬	ステップ　6	ばく露レベルの決定	EL	1
⑭	ステップ　7	リスクレベルの決定	RL	Ⅲ&S
⑮	ステップ　8	ばく露を防止、又は低減するための措置の検討	有害性の低い物質(エタノール等) への代替検討	
			作業環境測定実施の検討	
⑯	ステップ　9	リスクレベル別低減対策	防毒マスク着用の検討	
			アセトンに対応した材質の保護手袋着用検討	
⑰	ステップ１０	リスクアセスメントの再実施		

＊　ステップ５は、「ハザードレベル決定表」の内容をそのまま引用する

＊　ステップ６は、「化学物質のばく露レベル E1～E4」の内容をそのまま引用する

（3）ウェーハ洗浄工程

ア　実施場所

ウェーハの最終洗浄をする工程において、ウェーハの洗浄室で、フッ酸などを追加する作業における作業者への暴露。また、洗浄槽から発生（蒸発分）するフッ素などによる作業者への暴露。

イ　アセスメント条件の設定（ステップ１～ステップ４）

グループ名：製品洗浄課　責任者名：○○○○　参加者：×××　×××　×××

項　目	内　容
目　的	ウェーハ洗浄作業による健康障害の予防
実施責任者	○○○○（特定化学物質等作業主任者）
作業工程	洗浄工程
付帯設備	なし
アセスメント対象作業場所	本棟 2 階　洗浄室
アセスメント対象作業	洗浄作業
アセスメント対象物質①（測定値がある物質）	半導体用フッ化水素酸（希フッ酸）
アセスメント対象物質②（全ての物質）	液体苛性ソーダ、エマニッカ、テクニクリーン、過酸化水素
取扱量／日・人	13.9ℓ/直（フ酸：337mℓ、苛性：5.5ℓ、エマ：6.5ℓ、テク：1ℓ、過水：562mℓ）
対象労働者数	3 人
生物学的モニタリング	なし
作業環境測定値	A、B 測定結果あり
シフト内接触時間	1 時間 10 分/7.5 時間（フ酸・過水：30 分、苛性・エマ・テク：40 分）

ウ　ハザードの評価（ステップ５～ステップ６）

化学物質名 / 有害性	1 水酸化ナトリウム (CAS No:1310-73-2)		2 フッ化水素酸 (CAS No:7664-39-3)		3 過酸化水素 (CAS No:7722-84-1)	
	GHS 分類結果	ハザードレベル		ハザードレベル		ハザードレベル
急性毒性(経口)		—		—	区分 4	2
急性毒性(経皮)		—		—	区分 5	1
急性毒性(吸入ガス)		—		—	分類対象外	—
急性毒性(吸入蒸気)		—	区分 3	2	区分 3	2
急性毒性(吸入粉じん)		—		—	分類対象外	—
急性毒性(吸入ミスト)		—		—	分類できない	—
皮膚腐食性／刺激性	区分 1A	3&S	区分 1A	3&S	区分 1A-1C	3&S
眼重篤な損傷性／眼刺激性	区分 1	3&S	区分 1	3&S	区分 1	3&S
呼吸器感作性		—		—	分類できない	—
皮膚感作性	区分外	1&S	区分 1	3&S	分類できない	—
生殖細胞変異原性	区分外	1	区分 2	5	区分外	1
発がん性		—		—	区分外	1
生殖毒性		—		—	区分 2	1
特定標的臓器毒性／(単回暴露)	区分 1	4	区分 1	4	区分 1	1
特定標的臓器毒性／(反復暴露)		—	区分 1	4	区分 1、区分 2	4
吸引性呼吸器有害性		—		—	分類できない	—
総合評価(ハザードレベル)		4&S		5&S		4&S
1. 作業環境測定結果の有無	有 ・ (無)		(有) ・ 無		有 ・ (無)	
①A 測定値(算術平均値)	—		0.2ppm 未満		—	
② B 測定値	—		0.2ppm 未満		—	
2. 管理濃度	—		0.5ppm		—	
3. 許容濃度	—		3.0ppm		—	

エ　リスク判定（ステップ 7）

モデル作業グループ名：　製品洗浄課　リーダー名：　○○　○○

①　測定値ありの場合 （ばく露濃度の推定：EL１）				②　測定値なしの場合 （ばく露濃度の推定：EL４）			
項　目		評価値	備 考	項　目		評価値	備 考
１．ハザードレベル：HL		5&S	HL 決定表：別紙１	１．ハザードレベル：HL		5&S	HL 決定表：別紙１
		－				－	
２．ばく露レベルの推定：EL＝EL1		1		２．ばく露レベルの推定：EL＝EL4		1	
暴露評価	①　作業環境濃度レベル：WL	b		暴露評価	①　推定作業環境濃度ﾚﾍﾞﾙ：EWL	b	
	A 測定値（算術平均）＝0.2ppm 未満	－			A：取　扱　量　　＝ 1	－	少量：337ml
	B 測定値　　＝0.2ppm 未満	－			B：飛散性ポイント　＝ 2	－	沸点が 150℃以上の液体
	管理濃度　　＝0.5ppm	－	管理濃度のない場合は 許容濃度とする。		C：修正ポイント　　＝ 0	－	作業服、保護具に付着無
	管理濃度に対する倍数　＝	－	A,B 測定値の高い方		A ＋ B ＋ C＝ 3	－	
		－				－	
	②　作業時間・作業頻度：FL	i			②　作業時間・作業頻度のレベル：FL	i	
	勤務時間内で 当該物質接触時間　＝　0.5h／7.5h	－	30 分／日		勤務時間内で 当該物質接触時間　＝　0.5h／7.5h	－	30 分／日
	シフト内接触時間割合　＝ 6.7%	－			シフト内接触時間割合　＝ 6.7%	－	
３．リスクレベルの判定　：　RL		Ⅱ&S	許容可能なリスク	３．リスクレベルの判定　：　RL		Ⅲ&S	中程度のリスク
HL　＝ 5&S		－		HL　＝ 5&S		－	
EL1　＝ 1		－		EL4　＝ 1		－	
所見等	現場の実態	エッチングブース内（エッチングブース内保管）で原液を希釈し、希釈した液を洗浄工程にて使用している。（希釈 1%）					
	リスクレベル別対策	希釈液作業の環境測定を行い、エッチングブース保管場所に表示を付ける。					

「化学物質のリスクアセスメント管理表」

承認	作成

項　目			内　容
①	ステップ　1	リスクアセスメント実施担当者	製品洗浄課　○○○○
②	ステップ　2	実施目的	ウェーハ洗浄作業による健康障害防止
③		作業工程	洗浄ラインの薬液調合及び追加作業
④		付帯設備	測方式局所排気装置
⑤	ステップ　3	リスクアセスメント対象作業場所	本棟 2 階　洗浄室
⑥		リスクアセスメント対象作業	ウェーハ洗浄作業
⑦		リスクアセスメント対象化学物質	フッ化水素酸、液体苛性ソーダ、エマニッカ、テクニクリーン、過酸化水素
⑧		シフト内接触時間	30 分/直
⑨		作業頻度	5 日/週
⑩		取扱量	13.9ℓ(内 HF337ｍｌ）/直
⑪	ステップ　4	リスクアセスメント対象作業者	作業者 3 名

項　目			内　容	
⑫	ステップ　5	ハザードレベルの決定	HL	5&S
⑬	ステップ　6	ばく露レベルの決定	EL	1
⑭	ステップ　7	リスクレベルの決定	RL	Ⅲ&S
⑮	ステップ　8	ばく露を防止、又は低減するための措置の検討		防毒マスク[酸性用]の着用の検討
				眼と皮膚に障害を起こす物質なので､保護具着用の徹底
				HF 希釈液作業の環境測定実施
⑯	ステップ　9	リスクレベル別低減対策		防毒マスク[酸性用]の着用
				保護眼鏡と保護手袋の着用の徹底
				HF 希釈液作業の環境測定実施
⑰	ステップ１０	リスクアセスメントの再実施		

＊　ステップ５は、「ハザードレベル決定表」の内容をそのまま引用する

＊　ステップ６は、「化学物質のばく露レベル E1～E4」の内容をそのまま引用する

５　指導の効果

今回の指導を受けて、化学物質リスクアセスメントの実施手順がよく理解できたました。また、今回のように化学物質についての危険性、有害性などを数値化し見える化したことにより、担当者の認識を高めることができました。

化学物質リスクアセスメントに取組むことが、予防保全を進めていく上で、大変有効な手段であることを認識しました。

６　今後の課題

化学物質リスクアセスメントを実施していく上で感じたこととしては、まだまだGHS に基づいた MSDS が発行されておらず、とまどった点が挙げられます。

今後の課題としては、

①担当者の化学物質に対する知識の向上（法令関係も含む）

②リスクアセスメント実施体制の構築と規程の制定

③リスクアセスメントの全社展開（社員教育含む）

④リスクアセスメントの結果を盛り込んだ安全衛生活動計画の展開

以上４項目を推進して行きたいと考えています。

リスクの抽出を作業員が行い、改善に結びつけた例

―― ＤＩＣ株式会社　北陸工場 ――

（化学工業）

１．化学物質リスクアセスメント導入の背景

（１）事業場の概要

ア　会社概要

商号　：　ＤＩＣ株式会社
本社所在地　：　東京都中央区日本橋三丁目７番８号
創業　：　1908 年 2 月 15 日（明治 41 年）
資本金　：　824 億円　（2009 年 3 月 31 日現在）
従業員　：　4,186 人　（2009 年 3 月 31 日現在）
国内事業所　：　1 支社、9 支店、11 工場　（2009 年 10 月 1 日現在）

イ　当社の経営の考え方

・　経営ビジョン　：　Color and Comfort by Chemistryー化学で彩りと快適を提案する。
・　経営指針　：　絶えざるイノベーションにより、顧客・社会・地球環境の持続可能な発展に貢献する。また、新たな価値の創造に全力を傾ける。

「色彩」と「高機能製品」を化学技術とグローバルな事業基盤をベースとして展開し、企業価値を増大させると共に、地域との共存、社会への貢献を図り、ステークスホルダーの信頼に応える会社を目指します。

ウ　北陸工場の概要

・　事業所名及び所在地　：　ＤＩＣ株式会社 北陸工場
石川県白山市湊町ソ６４－２
・　労働者数　：　172 名　（2009 年 4 月 1 日現在）

北陸工場は当社において北陸地区唯一の工場（石川県工場誘致第一号）として、1959 年９月より操業を開始しました。主な生産品目は合成樹脂で、この生産において千葉工場、堺工場と並び当社３大事業場の一つとして位置付けられています。その他、フッ素系界面活性剤、製缶用塗料など、多彩な製品を生産しています。

エ　製造４課の紹介

今回、化学物質リスクアセスメント(健康障害防止)の指導を受ける、製造部製造４課は、主に、塗料、接着剤、成形品の原料となる合成樹脂を製造しています。

製造課員は29名(再雇用、ﾊﾟｰﾄを含む)で、交替勤務４班＋常日勤班１班の体制を取り、４直３交替勤務を行っております。生産方式はバッチプロセスを採用しています。

（２）使用化学物質の状況

ア　使用化学物質

製造４課(以下、当課と略)では、アクリル系樹脂、ウレタン系樹脂を製造しています。これらの製造に使用する原料(化学物質)の一例を以下に示します。

○アクリル系樹脂原料

・ビニル系モノマー：メタクリル酸メチル、アクリル酸エチル、スチレンなど

・溶剤類　　：キシレン、トルエン、石油系溶剤（芳香族系、脂肪族系）など

○ウレタン系樹脂原料

・イソシアネート類：MDI（ジフェニルメタンジイソシアネート)、TDI（トリレンジイソシアネート)、IPDI（イソホロンジイソシアネート）など

・溶剤類　　：DMF(ジメチルホルムアミド)、MEK(メチルエチルケトン)、酢酸エチルなど

イ　作業工程

反応釜を使用するバッチプロセス製造での作業工程は以下に大別されます。

作業工程　：　① 原料仕込み
② 反応
③ 容器への取り出し
④ 反応釜・機器洗浄

化学物質への曝露リスクは、これら①～④の全てに有ります。当課では除害設備の設置、適切な保護具を着用等の方法で、化学物質に対する暴露リスクを最小限にするよう努力しています。

（３）化学物質による労働災害（職業性疾病を含む。）発生事例の有無

近年、化学物質による労働災害は発生していません。

（４）化学物質リスクアセスメント導入の契機と「ねらい」

北陸工場では、2004年より製造作業等についてリスク管理表を用いたリスクアセスメントを実施しています。実施より６年を経過し、リスクアセスメントは北陸工場に定着しています。当課では、課員へのリスクアセスメント教育を定期的に行い、リスクアセスメントに対する理解を深めるよう努めています。

当課では、化学物質に対するリスクアセスメントは、消防法の「危険物」としての引火、爆発火災のリスクを対象とした事例が殆どであり、健康障害リスクに対するリスクアセスメントの経験は殆どありませんでした。今回の指導を契機として、健康障害防止のリスクアセスメントを課員全員で学び、リスクアセスメント項目及び内容をより充実させ、安全で健康な職場を構築することを、今回の「ねらい」としました。

２．化学物質管理の実施組織・体制

（１）指導前の組織・体制

当工場には「化学品管理規則」が定められています。この規則では、新規に化学品を使用または取り扱う部署の長は「化学品新規使用許可申請書」に MSDS を添付して提出し、工場長に使用許可を得ることが必要とされます。従って、新規に使用される化学物質について、MSDS は確実に収集、保存されます。また、環境安全品質部は、化学物質等の管理、取り扱いの技術の情報収集、提供の一環として、原料として使用される化学物質の MSDS を収集しデータベース化を行っています。このデータベースはイントラネット上で閲覧することができます。

なお、当社の化学物質の情報(法規制等)は、当社独自の化学物質情報管理システム（CIRUS）で原材料から製品まで一元管理されています。

（２）指導時における実施グループの構成

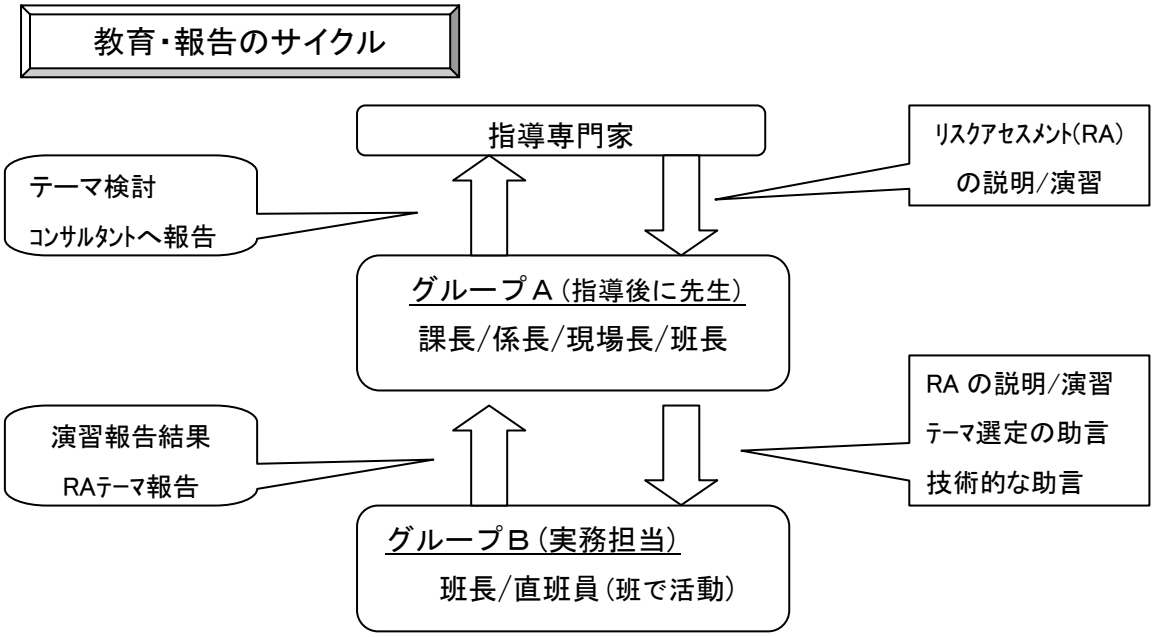
指導時におけるグループ構成は、指導専門家より直接指導を受けるグループ A［構成：課長、係長、現場長、直班長(出席できる者)］と、グループ A より指導を受けるグループ B［班長、班員］の２グループとしました。

指導専門家による指導を受けたグループＡメンバーが、グループＢに対する「先生」となり指導内容をＢグループに教育することで課内に教育を浸透させました。また、指導結果はグループＡメンバーにフィードバックされ、その習熟度を確認しました。

（３）リスクアセスメント実施箇所・対象作業の選定

リスクアセスメント対象作業の選定及びリスク評価は、B グループが班単位で実施しました。改善提案やヒヤリハット提案と同じように、課長からは見え難い化学物質への曝露作業とそのリスクをＢグループメンバーが発見することを期待しました。

指導専門家の指導から課内教育のまでの流れを以下に簡単に図示致します。



３．取組状況

（１）実施手法

ア　リスクアセスメント指導経過

・指導専門家：（有）安全環境テクニカルサービス　石田修コンサルタント

・テキスト　：　モデル事業場指導マニュアル及び例題（第一回）

・受講者　　：　製造４課 課長、係長、現場長、班長（出席可能な者）

・指導内容　：第１回指導　(9/1)　リスクアセスメント手法の説明・演習

第２回指導（10/5）　リスクアセスメントテーマ選定、リスクレベル決定

第３回指導（11/3）　リスク低減措置と、再リスクアセスメント実施

イ　リスクアセスメント実施に必要な情報の入手

・GHS 対応 MSDS の入手

主に安全衛生情報センターホームページより入手しました。インターネット環境が有れば容易に入手可能で利便性が高く、災害事例の記載等、内容が充実し文献、課内教育用資料としても有用でした。また、必要部分（GHS 分類）を抜粋したハザード一覧表（早見表）を作成し簡便に使用できるようにしました。

・曝露レベルの評価

暴露レベルは作業環境測定値、所定の推算方法等で求めますが、可能な範囲においてガス検知管による測定値を用いて評価しました。これは法定の「作業環境測定」ではなく参考値ですが、現場環境を把握するための有効な手段に成り得るものと考えました。なお、測定にはガステック社製ガス検知器及び検知管を使用しました。

（2）実施箇所の概要及び実施箇所の決定理由

グループ B の各班より、リスクアセスメント実施箇所/対象作業の提案を求め、そのリスクレベルの決定を自ら決定しました。この結果を表１に示します。

この結果、C 班が提案した対象作業「ウレタン樹脂製造における DMF をオープン容器に充填する作業」は、リスクレベルⅣ＆S(大きなリスク)となり、早急な対策が必要であることが判明し、リスク低減策に取り組むことに決定しました。

表１　健康障害防止のためのリスクアセスメント対象作業

班	リスクアセスメント対象作業	物質	ＨＬ	ＥＬ	ＲＬ*
常日勤班	ウレタン系樹脂のオープンドラムへの製品充填作業	DMF MEK,TOL	5&S 4&S	2	Ⅲ&S
Ａ班	MDI タンク洗浄後、洗浄溶剤（酢エチ）をタンクよりオープン容器へ抜き取る作業	酢酸エチル	4&S	1	Ⅱ&S
Ｂ班	アクリル系樹脂を生産するために、ホッパータンクへスチレンを真空吸引して仕込む作業	スチレン	5&S	1	Ⅱ&S
Ｃ班	ウレタン系樹脂製造における、DMF をオープン容器に充填する作業	DMF	5&S	3	Ⅳ&S
Ｄ班	ウレタン系樹脂を生産するために釜内にIPDAを真空吸引して仕込む作業	IPDI	4&S	2	Ⅲ&S

＊：健康障害リスク：　高　Ⅴ＞Ⅳ＞Ⅲ＞＞Ⅱ＞Ⅰ　低　　S は目に対する重篤なリスク

（3）実施結果

ア　リスクアセスメント実施箇所の内容説明

ウレタン樹脂製造に際し、比較的粘度の高い原料をステンレスノズルより真空吸引し、反応釜に仕込む作業を行います。真空吸引後、ステンレスノズルに付着した原料を完全に釜内へ仕込むため、ステンレス製のオープン容器中の溶剤（DMF：N,N-ジメチルホルムアミド）で原料を洗い出し、濃度の薄い原料溶液として釜内へ仕込みます。この作業は原料の仕込み精度を高めるため必要な作業です。

オープン容器への DMF の充填は、DMF 配管からバルブを開けて直接行われます。この際の DMF 蒸気への暴露が問題となります。（写真１、２参照）

写真１　リスクアセスメント対象作業、ＤＭＦをオープン容器に充填する作業

写真２　リスクアセスメント対象作業　ステンレスノズルを洗浄する作業

イ　リスクアセスメント実施箇所のリスクレベル検討

「DMF をオープン容器に充填する作業」のリスクレベル決定経過を表２に示します。テーマ選定時には曝露レベルは EL4 を用いてリスクレベルを決定していました。このため、ガス検知管による実測値(作業者近傍の DMF 濃度)を用いて曝露レベル EL1 を求め、再度リスク評価を行いました。この結果を表３に示します。

ガス検知管による DMF 濃度は 22ppm(許容濃度 10ppm の 2.2 倍)、曝露レベル EL1＝5 となり、リスクレベルはＶ＆Ｓ(耐えられないリスク)に悪化しました。この作業に対するリスク低減策を早急に行う必要があることあらためて確認しました。

表２ リスクアセスメント実施箇所・リスクレベル評価その１ （暴露量・計算）

項 目	結 果	根 拠
①暴露量評価	EWL＝c	a.一日の使用量 100L 中量 →(2) b.沸点 153℃→ (1)
（暴露量なし）		c.修正ポイント → (1) 従って、合計(4)
②作業時間の推定	FL＝ⅳ	(ｼﾌﾄ内暴露 180 分/ｼﾌﾄ労働時間 360 分)*100＝50%
		発生源と同一空間で作業する時間を暴露時間とした。
③暴露レベル	EL4=3	ＥＷＬ＝c、ＦＬ＝ⅳ
④ハザードレベル	HL＝5・S	化学物質 ： ＤＭＦ
⑤リスクレベル	RL＝Ⅳ&S	EL-1＝ⅳ、HL＝5・S

表３ リスクアセスメント実施箇所・リスクレベル評価その２ （曝露量・実測）

項 目	結 果	根 拠
①暴露量評価	WL＝e	ＤＭＦ許容濃度の 2.2 倍(1.5 倍以上)
②作業時間の推定	FL＝ⅳ	(ｼﾌﾄ内暴露 180 分/ｼﾌﾄ労働時間 360 分)*100＝50%
		発生源と同一空間で作業する時間を暴露時間とした。
③暴露レベル	EL1=5	WL＝e、FL＝ⅳ
④ハザードレベル	HL＝5・S	化学物質 ： ＤＭＦ
⑤リスクレベル	RL＝Ⅴ&S	EL-1＝ⅳ、HL＝5・S

EL4 による暴露量評価では、設備改善によるリスク低減が曝露レベルの低減に反映されず、リスク低減策の評価には不適切です。今回は、EL1 をガス検知管による DMF 濃度により決定しました。ガス検知管による濃度測定は、作業環境測定とは異なりますが、簡便に DMF 測定可能で、設備改善によるリスク低減策の効果を迅速かつ簡便に評価できるメリットがあり採用しました。

ウ リスクアセスメント対象作業のリスクレベル低減

リスクアセスメント対象作業は、DMF を配管からステンレス製のオープン容器に水道のようにバルブを開け DMF 充填する単純な作業です。DMF 濃度が高まる原因を、課内で検討した結果、以下の①～③が挙がりました。

原因推定 ： 原因① ＤＭＦを勢い良く入れすぎる。
原因② オープン容器の使用/容器にふたが無い。
原因③ 局所排気設備(排気ダクト)が機能していない。

原因①について、オープン容器への DMF 充填速度と DMF 濃度の関係を検討しました。まず、バルブ開度を全開にして急いで充填した場合(充填速度 10L/秒)、作業者近傍での濃度は 30ppm 以上(許容濃度の 3 倍以上)となりました。この状態では、激しく液面を叩きながら DMF が充填されるため、揮発が進み DMF 濃度が高まることが確認されました。

対策として、充填時のバルブ開度を 1/4 に絞り流速を下げ（充填速度 1.7L/秒）、また、充填位置を、液中パイプを経由して容器底部より充填する方法に変更しました。この対策の結果、DMF 濃度を 4ppm まで削減することができました。

歯止めとして、開度(充填速度)調整バルブにストッパーを設け、充填バルブの開度を制限するよう改善しました。

写真３、４　DMF 充填位置の変更　液中パイプ経由・容器底部から充填

次に、原因②、③に対する対策として、オープン容器に可動式のフタを設置しました。フタには排気ダクトが接続可能で、排気効率が改善されます。この対策により DMF 濃度は 2ppm まで低減することができました。これらの検討結果を表４に示します。

写真５　オープン容器への可動式フタの設置

写真６　DMF 流量調整バルブ
改善前／バルブ閉

写真７　DMF 流量調整バルブ
改善前／バルブ全開

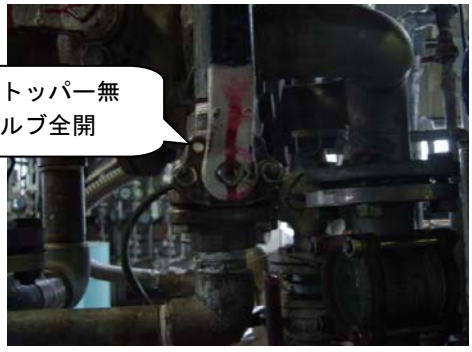


写真８　DMF 流量調整バルブ
改善後／バルブ開度制限あり

表４　ＤＭＦ充填作業のリスク低減策検討

Run	ﾊﾞﾙﾌﾞ開度	充填位置	充填速度	容器の蓋	DMF 濃度	備 考
1	全開	上部	10L/秒	なし	30pp＜	対策前
2	開度 1/4	下部	1.7L/秒	なし	4ppm	充填方法変更
3	開度 1/4	下部	1.7L/秒	あり	2ppm	蓋設置、局排効率向上

次に、シフト内作業時間を見直しました。当初、発生源と同一空間（現場内)にて作業する時間を暴露時間として、シフト内の暴露時間を 180 分としました。しかし、この実作業時間を測定した結果、シフト内の曝露時間は 5 分であることがわかりました。

DMF 充填方法の対策・改善により DMF への暴露は大幅に低減され、同一空間内(現場内)での曝露の可能性は殆どないものと考えられます。従って、シフト内の暴露時間は実作業時間の 5 分が適切としました。この結果、作業時間レベルはＦＬ＝ｉまで低減しました。

エ　リスクアセスメント実施箇所の再リスクアセスメント

検討結果を踏まえ、再リスクアセスメントを実施しました。この結果、リスクアセスメント実施箇所のリスクレベルはⅡ＆S（許容可能なリスク）まで低減することができました。この結果を表５に示します。また、リスクレベル低減のために実施した対策を表６に示します

表５ リスクアセスメント実施箇所・リスクレベル評価その３　（再リスクアセスメント）

項 目	結 果	根 拠
①暴露量評価	WL＝b	ＤＭＦ許容濃度の 0.2 倍
②作業時間の推定	FL＝ｉ	(ｼﾌﾄ内暴露 5 分/ｼﾌﾄ労働時間 360 分)*100＝1.4%
③暴露レベル	EL=1	WL＝b、FL=ｉ
④ハザードレベル	HL＝5・S	化学物質 ： ＤＭＦ
⑤リスクレベル	RL＝2&S	EL-1=b、HL＝5・S

表６　リスクレベル低減のための設備変更

項 目	内　容	対　策
充填速度	充填速度を制限する	ＤＭＦバルブにストッパー設置
充填方法	オープン容器下部より充填する	容器底部の液中パイプにて充填
容器形状	蒸散防止、排気ダクト効率向上	稼動式ふたの設置

オ　実施手順の習熟状況

今回のご指導により、当課課員は化学物質リスクアセスメント手法を一通り習得しました。しかし習熟度については今後経験を重ね、より高める必要があると考えています。2010 年度以降より、当課の方針・日常管理に化学物質リスクアセスメントを取り入れ定期的に実施し習熟度を高めていきます。

４．導入の効果等

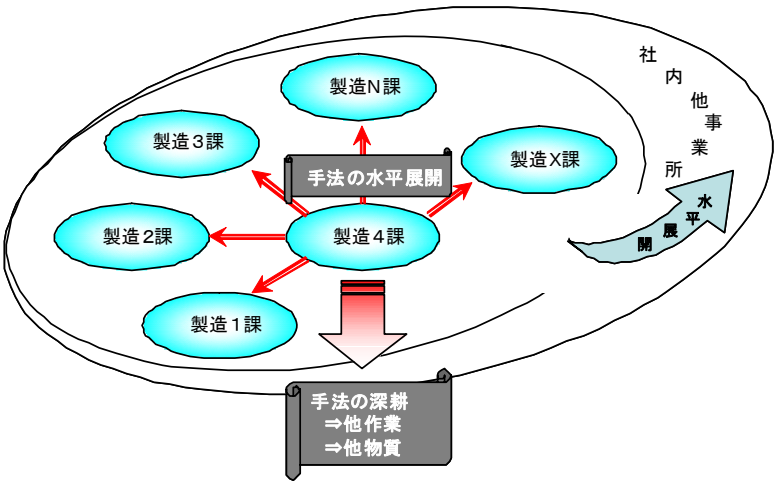
（１）事業場におけるリスクアセスメントの必要性に対する理解

今回の御指導を終えて、今まで曖昧であった、経口毒性や生殖毒性などの「ハザードレベル」許容濃度と環境濃度（作業環境濃度レベル）及び作業時間・作業頻度レベルから求まる「暴露レベル」との関係が理解でき、断片的な知識として持っていた個々の因子が、化学物質の『リスク』として結びつき、定量的な管理の対象として明確に浮き上がってきた。今までは「経口毒性が○○だから～」「生殖毒性が△△だから～」といった議論が在っても、その後の「～だからどうする」の部分で、見解や判断が個々人の見識や知見に基づき、共通の尺度が無く、結局は、結論に至らず、曖昧なまま経過することも見受けられてきました。

今回の化学物質のリスクアセスメントの手法は、皆が共通して認めることが出来る管理尺として、非常に大きな意義をもち、「この化学物質の、この作業のリスクは、共通の認識として◇◇だから、××の対策をしよう」といった、実際の方針決定の指標として、大きな役割を果たすものと考えます。

（２）事業場全体への当該リスクアセスメントの実施

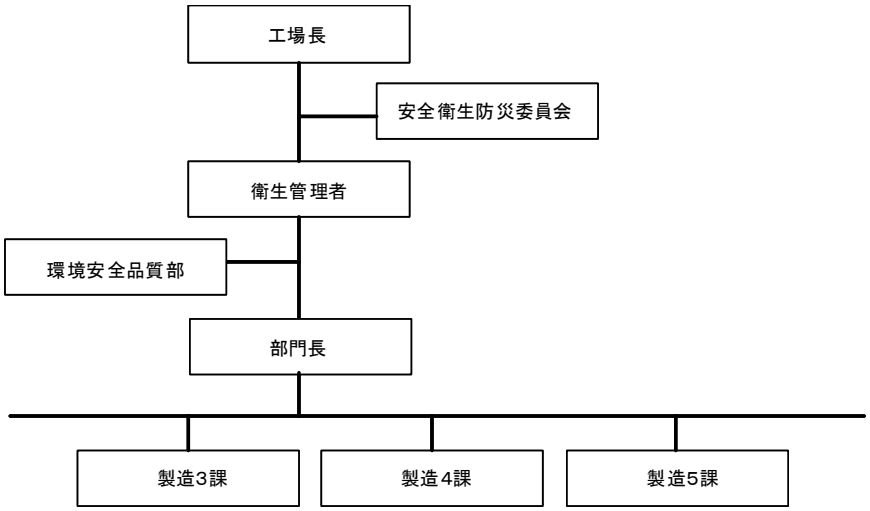
当事業場は、６の製造課（含関係子会社）を持つが、今回御指導を受けた４課で、更に深く当該手法を深耕し、併せて該４課を中心に他の製造課への水平展開を推進します。更には、種々の場面を通じて、弊社内、他事業場への展開も働きかけていきます。



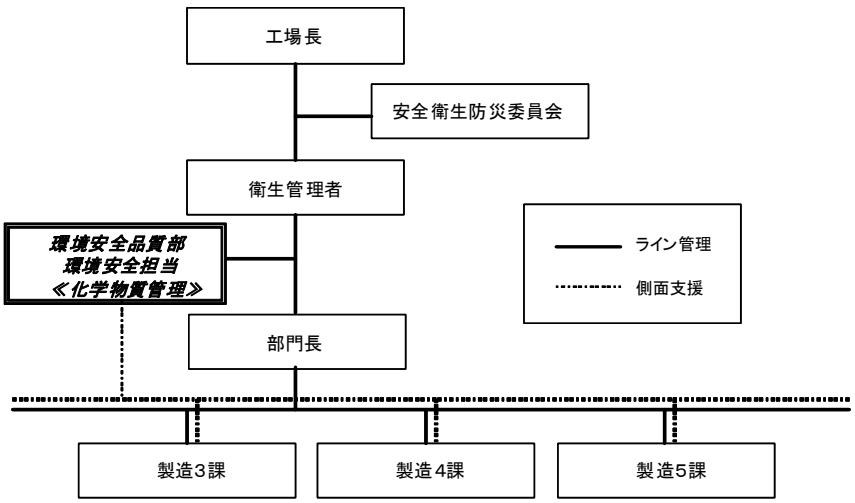
（3）化学物質管理組織・体制の整備

当事業場は 200 名に満たない規模であるから、大規模な組織・体制を構えることは難しいですが、各製造課のリスクアセスメント活動を、従来の環境安全品質部環境安全担当に≪化学物質管理≫を置き、側面から支援していく予定です。

【従来の化学物質管理体制】・・・・・・・・衛生管理の一環としての位置づけ



【今後の化学物質管理体制】・・・・・・・・環境安全担当≪化学物質管理≫が側面支援



５．今後の課題

当課の今後の課題は、課内に化学物質リスクアセスメントを定着させ、その習熟度を高めることです。また、習熟度の高い課員を育成することです。

北陸工場の今後の課題として、工場内に化学物質リスクアセスメント手法を広め、定着させることです。そして、最終的な目標は、社員が化学物質に対して正しい知識を持ち、そのリスクを理解し、低減する方法を修得し、安全な職場環境を構築していくことです。

○製造4課ハザード評価表　：　溶剤類　　○作成　：　2009年　9月14日

製品名	DMF						トルオール等		キシロール等			
物質名	N,N-ｼﾞﾒﾁﾙﾎﾙﾑｱﾐﾄﾞ		酢酸エチル		メチルエチルケトン		トルエン		キシレン（異性体混合物）		1-ブタノール	
CAS No.	88-12-2		141-78-8		78-93-3		108-88-3		1330-20-7		71-36-3	
管理濃度	10ppm		200ppm		200ppm		20ppm		50ppm		25ppm	
許容濃度　産/衛/学	10ppm(30mg/m3)		200ppm(720mg/m3)		200ppm(590mg/m3)		50ppm(188mg/m3)		50ppm(217mg/m3)		50ppm(150mg/m3)	
許容濃度　ACGIH	TWA　10ppm		TWA　400ppm		TWA400/STEL300ppm		TWA 20ppm		TWA100/STEL150ppm		TWA　20ppm	
GHS分類	区分	格付け	区分	格付け	区分	格付け	区分	格付け	区分	格付け	区分	格付け
急性毒性(経口)	区分外		区分外		5	1	5	1	5	1	4	2
急性毒性(経皮)	区分外		区分外		区分外		区分外		ー		5	1
急性毒性(吸入:ガス)	ー		ー		ー		ー		ー		ー	
急性毒性(吸入:蒸気)	3	2	区分外		5	1	4	2	区分外		区分外	
急性毒性(吸入:粉塵)	ー		ー		ー		ー		ー		ー	
急性毒性(吸入:ミスト)	ー		ー		ー		ー		ー		ー	
皮膚腐食性/刺激性	区分外		区分外		2	1S	2	1S	2	1S	2	1S
目に対する重篤な	1	3S	2B	1S	2B	1S	2B	1S	2A	1S	2A	1S
損傷性/刺激性												
呼吸器感作性	ー		ー		ー		ー		ー		ー	
皮膚感作性	ー		ー		ー		区分外		ー		ー	
生殖細胞変異原性	2	5	区分外		区分外		区分外		区分外		区分外	
発がん性	1B	5	ー		区分外		区分外		区分外		区分外	
生殖毒性	1B	4	ー		区分外		1A		1B	4	区分外	
特定標的臓器毒性	2（呼吸器）	3	1（呼吸器）	4	1（神経）	4	1（神経）	4	1（呼吸器、	4	3（気道）	1
（単回曝露）			3（麻酔）	1	2（腎臓）	2	3（麻酔）	1	肝臓、中枢		3（麻酔）	1
					3（気道）	1S	3（気道刺）	1	神経、腎臓）			
									3（麻酔）	1		
特定標的臓器毒性	1（肝臓）	4	ー		1（中枢,	4	1（神経	4	1（呼吸器、	4	1(聴覚器	4
（反復曝露）					末梢神経）		肝臓 腎臓		神経系）		中枢神経）	
吸引性呼吸器有害性	ー		2	1	ー		1		2	1	2	1
ハザードレベル	**5S**		**4S**		**4S**		**4S**		**4S**		**4S**	
MSDS出典	安衛情C/09.03.20		安衛情C/05.12.15		安衛情C/08.02.25		安衛情C/08.03.19		安衛情C/08.03.12		安衛情C/08.2.12	
ICSCカード有無	あり		あり		あり		あり				あり	

○化学物質のリスクアセスメント（RA）管理表

2010.2.22

北陸工場　製造4課

項　目		内　容	
①	ステップ 1	実施担当者	C班
②		実施目的	溶剤曝露による健康障害を防止する。
③	ｽﾃｯﾌﾟ 2	作業工程	ウレタン系樹脂製造工程
			ホース洗浄作業
④		付帯設備	K-30反応釜、洗浄用SUS容器
			真空仕込みライン
⑤		RA対象	製造4課　E現場2階
		作業場所	
⑥		RA対象作業	DMFをオープン容器に充填する作業
⑦	ｽﾃｯﾌﾟ 3	RA対象	DMF
		化学物質	
⑧		シフト内	5分 （実作業時間）
		接触時間	
⑨		作業頻度	2回/日
⑩		取扱量	100kg
⑪	ｽﾃｯﾌﾟ 4	RA	C班
		対象作業者	

項　目			内　容
⑫	ステップ 5	ﾊｻﾞｰﾄﾞﾚﾍﾞﾙの決定	＊HL　＝　5＆S
⑬	ステップ 6	曝露ﾚﾍﾞﾙの決定	＊EL4＝3（計算値）/EL1＝5（実測値）
⑭	ステップ 7	ﾘｽｸﾚﾍﾞﾙの決定	＊RL　＝　Ⅳ＆S（計算値）／ Ⅴ＆S(実測値)
・DMF　管理濃度　10ppm ・DMF　実測値　22ppm （ガス検知管法、測定者の防毒マスク付近でサンプリング）			
⑮	ステップ 8		①充填方法の変更
		曝露を防止、又は	②局所排気装置の検討
		低減するための	
		措置の検討	
⑮	ステップ 9		対策①－1　充填口を液中パイプに変更
		リスクレベル別	対策①－2　バルブ開度を全開から1/4開に変更
		低減対策	対策②　　容器のふたを可変式にし局排を接続
⑮	ステップ 10		EL1 ＝ 1
		リスクアセスメント	RL　＝　Ⅱ＆S
		の再実施	

＊ステップ 5は、「ハザードレベル決定表」の内容をそのまま引用する。

＊ステップ 6は、「化学物質の曝露レベル E1～E4」の内容をそのまま引用する。