

# クロムの健康、安全性、環境への影響に関する指導要綱

改訂4版 2006年11月

本文書は、国際クロム開発協会 (ICDA) のクロム産業指導要綱の第4回改定版であり、第一刊は1992年4月に出版されています。

本文書は関連した出版データおよび国際的な専門家や規制機関との話し合いに基づき、企業がその作業、地域社会、一般環境の保護のために適切な業務や手続きが行えるようにデザインされています。

本文書は、クロムとその化合物に関する既存の法律およびそれらが健康、安全、環境に及ぼす影響を提供する解説書としてデザインされてきました。

また、クロムの特性や規制の特定な面に関して、もっと詳しい情報が記載された参考文献も含まれています。

**International Chromium Development Association (国際クロム開発協会)**

45 rue de Lisbonne, 75008 Paris, France

Tel: (33.1) 40 76 06 89 - Fax: (33.1) 40 76 06 87

E-mail: [info@icdachromium.com](mailto:info@icdachromium.com)

Internet: <http://www.icdachromium.com>

1

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 1

## 目次

	ページ
はじめに: クロム産業に対する健康、安全、環境への配慮	5
1 クロムの生物学的効果	7
1.1 ヒトの健康	7
1.2 環境上のリスク	8
2 産業部門別のリスク	11
2.1 クロム鉄鉱石の採掘	11
2.2 クロム鉄産業	11
2.3 金属クロム産業	12
2.4 ステンレススチールとクロム合金 (クロム鉄を除く)	12
2.5 化学工業	12
2.6 ユーザー産業	13

2.6.1 溶接および切断	13
2.6.2 クロムめっき (不動態化処理を除く)	13
2.6.3 革なめし	13
2.6.4 スプレー塗装	14
2.6.5 耐火物工業	14
2.6.6 木材防腐産業	14
2.6.7 セメント産業	15
2.6.8 金属の表面処理	15
2.6.9 顔料、着色料の製造	15
<b>3 健康、安全、環境プログラム</b>	<b>17</b>
<b>3.1 健康監視</b>	<b>18</b>
3.1.1 採用時健康診断	18
3.1.2 定期健康診断	18
3.1.3 特定健康診断	19
3.1.4 記録の保存	19
3.1.5 個人衛生	19
<b>3.2 職場のモニタリング</b>	<b>19</b>
3.2.1 個人のサンプリング	20
3.2.2 区域のサンプリング	20
3.2.3 生物学的モニタリング	20
3.2.4 記録の保存	21
3.2.5 手続き	21
<b>3.3 職場の安全性</b>	<b>21</b>
<b>3.4 環境管理</b>	<b>25</b>
3.4.1 環境モニタリング	25
<b>4 地域別・国別取締り機関</b>	<b>27</b>
4.1 欧州連合	27
4.2 日本	27
4.3 南アフリカ	27
4.4 米国	28
3	
Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 3	
<b>5 規制上の義務</b>	<b>29</b>
5.1 職業上の暴露限界 (OEL)	29
5.2 生物学的暴露指標 (BEI)	31
5.3 排出限界値	31
5.3.1 大気	32
5.3.2 水	33
5.3.3 飲料水	34
5.3.4 土壌	34
5.3.5 廃棄物	35
5.4 作業者への情報	36
5.4.1 コンテナや他の形式の包装に関するラベル表示	36
5.4.2 製品安全データシート (MSDS)	37
5.4.3 従業員の導入と訓練	38
5.5 環境制御とモニタリング	39
5.5.1 欧州連合	39
5.5.2 日本	40
5.5.3 南アフリカ	41
5.5.4 米国	41
5.6 化学薬品の管理	41

6 プロダクト・スチュワードシップ	43
7 ツール	45
7.1 ライフサイクル・インベントリー/アセスメント (LCI/LCA)	45
7.2 国際標準化機構 (ISO)	45
7.3 エコラベル表示	46
8 参考文献	47

4

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 4

## はじめに

### クロム産業に対する健康、安全、環境への配慮

個人の健康や環境の福祉に悪影響を及ぼす恐れがある物質やプロセスに対する関心が高まっていることは、事実であり、これはクロムだけに限られていませんが、関連した特異なクロム化学種に高度に依存するクロムの毒性学的挙動を理解する点で、計り知れない進歩がなされました。

クロムは、グルコース代謝に不可欠な必須微量元素に始まり、化学的に不活性、且つ生物学的に不活性な物質(金属自体)に至るまで、また最終的に遺伝毒性発癌物質である極端な場合に至るまで、クロムの酸化状態(ある六価クロム化合物の特性)によって異なる幅広い特性を有しています。また六価クロムの急性毒性、慢性毒性、環境毒性は、いくつかの国際機関から特別の注目を浴びています。

暴露が相当低下したにもかかわらず、クロム産業はよく過去の実績で判定されますが、製造プロセスや産業衛生を導入して職業上の健康、安全、環境状態を大幅に改善し著しい変化をなしたことに對し評価を得るべきです。

歴史や過去の慣習はクロム産業のイメージに悪影響を及ぼしてきました。今日の業界は、健康や環境に及ぼす現状のリスクについて正確な評価を与える情報や統計的データを作成してその認識を訂正すべきです。また業界は規制プロセスに対し、バランスのとれた現実的な貢献を行うべきです。

5

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 5

## 1 クロムの生物学的効果

### 1.1 ヒトの健康

クロムは自然界に幅広く存在し、ほぼ例外なく三価の酸化状態で、通常は鉍物クロム鉄鉍中に存在します。

ほかのありふれた原子価状態は、製造プロセスの結果として起こります。

- 金属クロムやステンレススチールなどの多くのクロム含有合金はゼロ価。これらの場合は、表面のクロムは自然に三価状態に酸化され、より一層の酸化を防止し、腐食抵抗を担う不動態皮膜を形成することにご留意のこと。この層は、また健康に及ぼす影響の決定に関与しています。- FIOH (フィンランド労働衛生研究所)の出版

物を参照のこと。

- 六価クロムは主に化学薬品の製造プロセスで生じ、それより度合いがずっと下がりますがでクロム鉄やステンレススチールの生産などの冶金プロセス、ステンレススチールの溶接、そしてクロム含有耐火物を使う高温炉作業においても生成されます。

- 三価クロムはヒトや動物の食物における必須微量元素とみなされ、グルコース代謝に重要です。大人一日のクロム推奨摂取量は200 µgですが、大半の食物にクロムが欠乏しているとみなされています。もっと詳しい情報については、Anderson, 1999を参照のこと。

職業上、最も重要な健康への影響は、六価クロム化合物に関連し、この化合物に暴露すると皮膚の炎症や潰瘍および感作、鼻の炎症や潰瘍および鼻中隔穿孔、呼吸器の感作などの急性効果を招くことがあります。健康への影響で最も重症なものは呼吸器癌です。

疫学の研究により、クロム酸塩化学薬品やクロム酸塩顔料の製造およびクロム酸を使う電解めっき工程において歴史的に見られたように高レベルの六価クロムに長期暴露された場合、無視できないほど過度の、15年を超える潜伏期を持つ呼吸器癌を発生させることが確認されました。

疫学のほかに、さまざまなテクニックを使って各種のクロム化学種を実験動物、主にラットやマウスに暴露したいろいろな研究が報告されています。これらの研究は、次の出版物で総合的に検討されています。

米国の毒性物質疾病登録機関(ATSDR),2000年、労働基準に関するオランダ専門委員会(DECOS), 1998年、衛生安全委員会事務局 1989年、国際がん研究機関(IARC), 1990年、国際クロム開発協会(ICDA), 1997年。

クロム化合物の発癌性に関する国際がん研究機関(IARC)の分類は次のとおりです。

#### 国際がん研究機関(IARC)の最終評価

クロム/クロム化合物	発癌性の証拠の度合い		総合的評価
	ヒト	動物	
・クロム(VI)			
・クロム酸塩、クロム酸塩顔料の生産およびクロム酸塩めっき産業に見られるクロム(VI)化合物:	十分		1
・クロム酸バリウム		不十分	
・クロム酸カルシウム		十分	
・三酸化クロム		限界あり	
・クロム酸鉛		十分	
・クロム酸ナトリウム		限界あり	
・クロム酸ストロンチウム		十分	
・クロム酸亜鉛		十分	
7			
Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 7			
・クロム(III)化合物	不十分	不十分	3
・金属クロム	不十分	不十分	3
・溶接煙			2B
溶接煙とガス	限界あり		
溶接煙		不十分	

#### 注意:

グループ 1: ヒトに対して発癌性がある。

グループ 2: グループ 2A = ヒトに対しておそらく発癌性がある。

グループ 2B = ヒトに対して発癌性があるかもしれない。

- グループ 3: ヒトに対する発癌性に関しては分類できない。  
グループ 4: ヒトに対しておそらく発癌性がない。

多数のヒト、動物および機構の研究にもかかわらず、癌を引き起こす能力がある化合物の正確な種類や暴露レベル、発癌性プロセスの機構および暴露と癌の関係についての知識には多少なりとも限界があります。六価クロムの発癌効果は、細胞膜を通過するクロム酸イオンの能力に関連していると考えられ、細胞膜では引き続いて起こる原子価の減少と共に遺伝子の損傷が起こります。暴露と効果の関係は、細胞外液が六価クロムを三価の状態に還元して無害化することができる事実により複雑化しています。

生殖へ及ぼす影響に関するヒトのデータは女子作業者に限定されており、それからは報告された研究が不完全であるため全く結論が下されていませんが、二クロム酸カリウムを含有する飲料水を摂取させたマウスとラットに関する動物実験では、生殖能力と子孫の発達の面で悪影響が認められました。

健康へ及ぼすこれらの影響のため、市販の六価クロム化合物はすべて、厳重に規制され、多分野では職業上の発癌物質に分類されています。また大気内への暴露管理基準も厳重です。下記のセクション5.1を参照のこと。

一方、従来の暴露経路による三価および金属状態のクロムは低毒性で、三価クロムは人体によってあまり吸収されず、容易に細胞膜を通過しません。金属や合金状態のものは細胞膜を通過させるためにイオン化する必要があります。

数種の三価クロム化合物は刺激物質で、以前六価クロムに暴露され既に感作状態にある人々にアレルギー反応を引き起こすことがあります。

三価クロム製品は、製造、供給、使用に関して規制されておらず、職業上の暴露限界(OEL)は、六価クロムほど厳密ではありません。セクション5.1を参照のこと。

## 1.2 環境上のリスク

ヒトの健康に関して、クロムの環境毒性は種依存적입니다。自然界では、クロムは他の元素と結合し、亜クロム酸塩などの異なる化合物を形成します。一般に、三価クロム化合物は、中性であるか、または生物に必須であるかのどちらかですが、六価化合物は有毒です。クロムは通常、陸上、海洋食物連鎖もしくは動物において蓄積しない金属です。

鉱石の侵食や浸出などの自然作用により、クロムが物理的に土壌、水、空气中に存在するようになります。三価の状態では、クロムの溶解性は低く、また人工の金属クロム、クロム含有合金、酸化クロムなどの不溶性三価クロム製品は、実質的に不活性で生物的に利用できません。強鉍酸の水溶性三価クロム化合物のいくつかは水生毒性を示しますが、これは強酸性に関連している可能性があります。

水生環境および陸環境における通常の周囲条件下では、三価クロムもまた、自然に存在する多くの有機種と比較的安定した複合体を形成しますので、生物学的利用能を制限します。

8

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 8

場合によっては、錯体形成により、配位子の溶解性に応じてクロムの生物学的利用能を高めることがあります (Saleh 等 1989)。錯体形成がなければ、三価クロムは沈殿過程により水性廃液から容易に除去でき、固形廃棄物中の不溶性物質になります。

上記を配慮すると、多数の三価クロム種は不溶性で (Bartlett & James 1988)、非常に吸収が悪く、食物連鎖による生物濃縮はありません。この特性はクロムが人間の栄養に必須の元素であることを考慮に入れると非常に重要です。

他方、六価クロム化合物は、環境に対して危険であると分類され、全環境区画への放出を規制されています。六価クロム種の間で溶解性に相違があることも留意すべきです。(James 1996)。六価クロムは自然界に稀に存在し、主に人為的行動の結果として放出されます。六価クロムが環境に及ぼす影響は比較的可動なアニオンおよび強力な酸化剤としてのその性質に関連しています。その作用は、砂地かまたは有機含有量が低い (Cary 1982)、酸性とアルカリ性の両土壌で存続することができます。(Yassi & Nieboe 1988)。そのため、アニオン

は、その濃度が土壌の吸収、還元の両能力を超える時のみ、可動な状態を保つでしょう。(Cary 1982; Smith等 1989)。いったん有機体と接触すると、強力な酸化剤は、悪影響を引き起こす可能性がある、急速に形成している中間体と反応性酸素種を減らします。(Costa 1997; Goyer & Clarkson 2001)。

酸化還元反応により、Cr(VI) を Cr(III) に変換したり、その逆方向に変換したりすることができます (Rai 等. 1989; Kimbrough 等 1999; Kotas & Staticka 2000)。Crの相互変換は、クロム種の存在と濃度、酸化・還元剤、大気温度、照明、溶剤、酸塩基反応、pH、錯化剤、沈降反応などのいくつかの要素により同時に制御されます。(Saleh等、1989;Kotas & Staticka 2000)。鉄(II)化合物、硫化物、有機物の存在下では、Cr (VI) は、容易にCr (III)に還元されます(Rai 等、1989; Fendorf 1995)。ほんのわずかな酸化剤が、実際にCr(III)をCr(VI)に酸化できるほど高い濃度の環境状態に存在します (Rai等、1989; Kimbrough 等. 1999)。空気、水、土壌中に天然の還元剤が存在することから、環境に入る六価クロムは、通常、三価状態に還元されていることが保証されます。

六価クロムは植物毒素です。通常、植物の根で化学的に還元され、地上の枝葉よりもむしろそこで三価クロムとして堆積されます。地上の植物組織においては果実中のクロム濃度が最低で、茎や葉においてその濃度の増加が見られます (Smith等、. 1989; Zayed & Terry 2003)。植物中のクロム濃度は、異なる種、組織、発育段階により大きく異なります (Kabata-Pendias & Pendias 2001)。一般的に、土壌の全クロム量のごくわずかが植物に利用され、植物の土壌に対する比率は、0.1と0.3との間を変動することが示されています (Zayed & Terry 2003)。植物中のクロム濃度は、主に土壌の溶解性クロム量によって制御されています (Kabata-Pendias & Pendias 2001)。

六価クロムの環境への放出量を除去するかまたは、一貫して現実的にリスクがないレベルまで低下できるようにするテクニックがあります。このようなテクニックは、例えば、 $Fe^{2+}$ による $Cr^{6+}$ の還元後、溶解性クロム酸塩の安定化/固化を行うか、或いは再び $FeCl_2$ などの適切な還元剤を用いて例えば汚染土壌のその場修復を行うことに関するものです。

9

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 9

## 2 産業部門別のリスク

クロムが健康や環境に及ぼす種特異的影響は、上記の セクション1.1と 1.2 で検討して参りました。

クロムを使っているどの産業もテストを実施し、六価のクロム化学種が彼らの作業工程の結果として形成されるかどうかを確認することが不可欠です。これらのテストには、職場状況のモニタリングや環境への放出のテストなどがあり、作業に関連したリスクを評価するために、また作業者と環境の保護に必要な制御装置を見分けるために最も重要です。

六価クロムの制御は特に重要ですが、ほかのクロム化学種のヒトや環境への暴露を許容できる範囲内に制御するために適切な手段も利用できます。

大量の廃棄物は非効率性を表すものであり、利用可能な最善のテクニックが、一方では廃棄物の最小化に、他方では効率的な処理に適用されなければなりません。

### 2.1 クロム鉄鉱石の採掘

クロム鉄鉱石は、スピネルを主成分とし、酸化物マトリックス中にクロム(III)、鉄、アルミニウム、マグネシウムイオンを含んでいます。酸化物としての近似平均的な化学分析は、地理的地域によって大きく変化します。

酸化クロム ( $Cr_2O_3$ )	46 %
酸化鉄 ( $FeO$ )	25 %
酸化アルミニウム ( $Al_2O_3$ )	15 %
酸化マグネシウム ( $MgO$ )	12 %

他の鉱物の比率は鉱石源により異なります。少量のシリカ、酸化チタン、酸化バナジウムが存在することもあります。

非特異性の皮膚発疹がクロム鉄鉱石採掘に従事する作業者に起こることがあります。クロム鉄鉱石生産に伴う健康への危害は埃っぽい採掘作業で見られる被害であり、粉塵の吸入によるもので気管支炎を引き起こすことがあります。胸部レントゲン写真では前記の暴露に関連した線維症の徴候は示されていません。ノイズや熱ショックへの暴露も地下採掘では検討されなければなりません。

可能であれば、粉塵は技術的手法により根源で除去されるか、軽減されるべきです。

呼吸用保護具 (RPE) は、粉塵の吸入を減らす最後の予防手段とみなすことができます。ノイズ防止装置は作業過程の間にノイズへの暴露を減らす上で重要です。

定期的な医学的評価も一般健康監視プログラムの一環をなすべきです。

## 2.2 クロム鉄産業

クロム鉄は、通常有害性がないとみなされていますが、クロム鉄の生産時に、作業者が三価および六価クロム化合物を含む粉塵、ヒュームに暴露される恐れがあります。六価クロム化合物は、溶融 / 製錬工程、特に穿孔工程時に生じる高度に酸化されたヒューム中に少量存在します。

バグフィルターの粉塵には、六価クロムが含まれています。クロム鉄鉱の乾式製粉およびクロム鉄鉱ペレットのばい焼でも少量の六価クロムが発生します。

疫学の研究では、クロム鉄プラントの作業者には肺癌のリスク増加がみられませんでした。

11

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 11

それでもなお、環境のモニタリング、ヒューム、粉塵、ガスの排気通気、ノイズの抑制などの継続的な産業衛生の実践が非常に重要です。

ある作業工程や職場環境では、認可された個人用保護具(呼吸器、マスク、耳の防音保護具など)の使用が要求されるかもしれません。定期健康診断を実施し、ヒューム、粉塵、廃液は環境にリスクがないように処理すべきです(セクション1.2参照)。

注意: 加熱炉やコークス炉の炭素や水素の不完全燃焼により生じる多環芳香族炭化水素 (PAH) は、潜在性発癌物質です。クロム鉄の生産にソダーバーク電極を使用すると、多環芳香族炭化水素の発生を伴います。

## 2.3 金属クロム産業

クロムは、安定した純金属で有害性がないとみなされていますが、純クロムの生産工程では原料(クロム酸にはじまる電解工程)として、或いはヒューム(アルミニウム熱工程)中に六価クロム化合物を生じることがあります。

そのため、ヒューム、粉塵、液体排出物は、作業や環境へのリスクを避けるために適切に処理され処分されること。

## 2.4 ステンレススチールとクロム合金産業 (クロム鉄を除く)

六価クロム化合物は、生産工程の溶融・製錬および酸洗いの段階で、また溶接作業時に高度に酸化されたヒューム中に少量存在する可能性があります。

大量のステンレススチールとクロム合金は、健康へリスクを及ぼしませんが、溶接、切断、ろう付け、研削などにより、潜在的に有害なヒュームや粉塵を大気中に放出することがあります。溶接および切断作業を実施する時は、安全衛生上の注意事項すべてを守ることが非常に重要です。

くず鉄に含まれる金属クロムは、この物理的状態では無害とみなされています。

詳しい情報については、Eurofer,1999を参照のこと。

## 2.5 化学工業

クロム鉄鉱石のばい焼により、クロム酸塩および二クロム酸塩を製造すると、発癌性物質に分類される六価クロム化合物を生成します。セクション1.1の国際がん研究機関(IARC)の表を参照のこと。

多量の石灰ばい焼工程の使用廃止と共に産業衛生方法の改善を行っていたなら、この業界における肺癌の発生率の低下に貢献していたかもしれません。

他のすべての産業用クロム化学薬品もまた二クロム酸ナトリウムから作られるか、量的にはずっと少ないですがクロム酸ナトリウムから作られます。

亜鉛、ストロンチウム、カルシウムのクロム酸塩などの難溶性六価クロム化合物は、肺癌のリスク増加と関係してきました。

六価化合物に暴露すると皮膚の潰瘍、鼻中隔穿孔、アレルギー状態(皮膚と呼吸器)、腎臓障害を引き起こすことがありますので効果的な職業上の健康・環境プログラムが絶対必要です。

六価クロム化合物の環境被害および分類のため、利用可能な最善のテクニックが大気、水、陸地への放出を制御する上で適用されなければなりません。この業界は大量の固形廃棄物を生成していますので、これを埋め立て前に無害になる程度まで処理することが非常に重要です。

12

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 12

埋め立ては最善の実践基準に応じるように、また地域の規制基準に従って実施されるべきです。

六価クロム化合物は発癌性物質に分類されていますので、細心の注意を払って、また産業の専門オペレータによってのみ使用されること。

多くの地域では、ユーザーは同一-或いは類似の最終製品が得られる場合、有害性の少ない代用品を使うように法律で要求されています。

## 2.6 ユーザー産業

### 2.6.1 溶接および切断

ステンレス鋼の溶接は流動的なアルカリ金属が存在するため、六価クロムを含有するヒュームを生じることによって知られています。このため、既存の疫学的証拠では、ほかの溶接者と比較した場合、ステンレス鋼溶接者の間に過度の発癌リスクは示されていませんが、できるだけ暴露を減らすため合理的な予防措置すべてを行なう必要があります。

すべての溶接者が適切な個人用保護具を使用することは、例えば喘息の初期症状を検知するための定期健康診断と共に強調されるべきです。

### 2.6.2 クロムめっき (不動態化処理を除く)

従来の電解式クロムめっき工程では他の金属の表面に金属クロムを被覆するためにクロム酸が使われてきました。この工程ではクロム酸を含有する細かい霧が放出されますので、ミストを除去する効果的な工学的制御が配置されていない場合や、ミスト防止剤が使用されていない場合は、作業者がそれに暴露される恐れがあります。大半の防止剤はめっきされた表面に点食を生じるので常に使われているというわけではありません。

クロム酸溶液を使う電気めっきと肺癌のリスク増加との間には関連性があります。皮膚の潰瘍や鼻中隔穿孔もまたこの業界で発生することがあり、皮膚や呼吸器の感作の恐れもありますので、クロム酸への暴露を最小限に抑えるために、安全衛生の予防措置すべてが配置されていなければなりません。

装飾用クロムめっきの塗布に関する暴露を制限するひとつの方法は、三価クロム主体のめっきシステムを使うことです。これらは多数の産業用サプライヤーから入手できます。工学的で困難なめっき規格に応じる類似した技術が利用可能になるまで、上記の予防措置を講じる必要があります。

### 2.6.3 革なめし

クロムが三価の状態で存在する基本的な硫酸クロムは、約150年間革なめしに使われてきました。歴史的には革なめし工が六価クロム塩を硫酸クロムに変換しましたが、この手法は現在大半の国々で稀であり、なめし革工場へは、検出できないレベルの六価クロムを含むクロムなめし剤が納入されます。

疫学の研究では、暴露された作業員間には過度の呼吸器癌は、見られませんでした。(Nurminen, 2006)。それでもやはり、硫酸クロムは強酸性であるため、近代的な職場の衛生基準に従い、基準を維持するために注意を払わなければなりません。

なめし産業では大量の液体や他の廃棄物を発生します。廃液は、クロムを除去し許容可能な基準まで容易に処理することができます。三価クロムを含有する固形廃棄物は、有害物質として必ずしも分類可能ではありませんが、この業界が、これらの廃棄物や寿命末期に達した製品を除去に関し、現実的な可能性を見分ける十分な理由があります。

13

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 13

Van den Bossche等、1997を参照のこと。

### 2.6.4 スプレー塗装

クロム酸亜鉛および難溶性クロム酸化合物の製造に従事している作業員に肺癌のリスクが増加する証拠があり、それらは発癌性物質に分類されています。セクション1.1を参照のこと。

これらの物質は、金属表面に塗布される防食性下塗り塗料に使用されるため、局所の排気通気や個人用保護具を使って暴露を最小限に抑えることが最も重要です。

英国衛生安全委員会事務局 (UK HSE, 1999)を参照のこと。

### 2.6.5 耐火物工業

クロム主体耐火物は、一般に不活性であるとみなされていますが、六価クロム化合物のいくつかは、製造段階で存在することがあります。

多くのクロム含有耐火物は、条件が六価クロムの生成につながる可能性がある工程、特に酸素を含有している大気中での高温作業に使用されます。そのため各状態のリスクを評価し、制御や個人保護についての必要基準を適用するのが妥当です。

クロム含有耐火物は、処分する前に特性化する必要があります。こうすることで、埋め立てに用いられる前に、廃棄物の分類や処理の選択が可能になります。

### 2.6.6 木材防腐産業

クロム主体木材防腐剤は通常木材の処理に使用され、その耐用年数を延ばしています。クロムは、木材内で他の成分を固化する役目をします。

銅-クロム-ヒ素(CCA)防腐剤は歴史的に世界市場を占有してきましたが、欧州連合や米国においてヒ素に関連した規定および自主規制があるため、それらの使用は特定の用途に限定されています。欧州連合の殺生物性製品指令では、2006年9月より加盟国間の銅-クロム-ヒ素(CCA)防腐剤の使用を排除しています。クロム主体のヒ素を含まない防腐剤は、この日付を過ぎても欧州連合で継続して用いられる見込みです。

近代の処理テクニックは防腐溶液によって高度な浸透が達成できるように、また防腐剤中の初期六価クロムを効果的に還元できるようにデザインされ、木材内で固化が行われている間に三価状態に還元されます。

処理計画の長期(50年超過)効果は、クロムによって木材中の活性成分が非常に強力で固化されることに起因し、使用時にごくわずかなクロムが処理済み木材から浸出されます。

処理済み木材の使用に関して、一般に容認されている予防措置は切断、研磨、穴あけにより生じる粉塵を避

けることなどです。

ヒ素や他の有害物質を放出する可能性があるため、処理済み木材は、料理の目的とかたき火で燃焼すべきではありません。

生産プラントにおける健全な職業上の医療法は、防腐剤の吸入や皮膚との接触を最小限に抑えるために必要です。

Murphy, 1998を参照のこと。

14

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 14

### 2.6.7 セメント産業

クロム酸塩による皮膚炎は、建設業界において公認の職業上の健康被害です。

この皮膚炎は、原料に由来したセメント中に存在する六価クロムおよびセメントキルンの耐火物内層から生じる六価クロムが原因で起こります。1,000,000分の1未満の六価クロムレベルを達成し維持するようにしてください。

六価クロムを含まないセメントは、製造時に硫酸鉄を添加して生成することができます。どの場合においても、原料であるセメントの吸入、皮膚との接触を避け、必要な安全衛生上の予防措置すべてが配置されているようにする必要があります。

多くの分野において、例えば、クロムを含まない耐火物への移行などにより大幅な軽減が達成され、残留のクロム酸塩量を除去するプロセスが開発されてきました。

### 2.6.8 金属の表面処理

六価クロムを含有する溶液は、多くの用途では腐食に対して高度に抵抗を示すため、スチール、亜鉛、アルミニウムなどの金属や合金の表面処理に伝統的に使用されてきましたが、現在も引き続き使用されています。

上述の分類が理由で、このような用途は、有害物質の使用や存在を制限しようとする規制により、より一層の圧力を受け、規制のいくつかは具体的に六価クロムについて言及しています。例えば、欧州廃車両指令(2000/53/EC)では2007年から、廃電気電子機器指令(2002/96/EC)では2006年からの、新製品に六価クロムが存在しないように効果的にその存在を禁止するでしょう。これらの規制は金属クロムと三価クロムのどちらにも影響を及ぼさないことに留意すること。

多くの用途には、三価クロムを含む容認できる代用品が入手可能であり、それらは引き続き開発されています。

### 2.6.9 顔料、着色料の製造

二クロム酸ナトリウムは、クロム酸イオンや酸化クロム(III)を主体とする顔料に使用されます。

鉛、ストロンチウム、バリウム、亜鉛のクロム酸塩は、主に塗料、プラスチック、花火の着色剤とか耐食剤として使用されます。

酸化クロム(III)は、クロム酸ナトリウム、二クロム酸ナトリウムの化学的還元或いはクロム酸の熱分解によって生成され、異なる用途では緑の着色剤として使用されます。

安全衛生の予防措置は、原料と製品両方の皮膚接触や吸入を最小限に抑えるために必要です。

廃水は六価クロムを含むことがあるので、処分前に処理すること。

15

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 15

# 3 健康、安全、環境プログラム

雇用者は作業者のために清潔で安全且つ健全な職場を提供し、環境を保護する義務があります。

短期と長期の両方において、従業員の健康や環境の福祉に悪影響を及ぼす恐れがある望ましくない条件を除去、低減するために、より好ましい状況の達成を目指して十分な配慮を施すべきです。

大半の国々には、これらの事態を取り扱う特定の法律があり、雇用者は、自国の法律を周知し、それらに準拠すべきです。

しかしながら、これらの基準を決めるべき法規だけではなく、プラントにおいては最高水準の健康管理と安全性そして周囲環境の最高水準の保護を達成、維持することに対しての経営者のコミットメントも必要です。これらの義務には適切な規格を適用する点で顧客を支援することなどがあります。

雇用者は、プラントで使用される物質や工程すべてについて精通し、そのような状態に暴露した結果として生じる健康上、環境上の現実的そして/或いは潜在的なリスクについて認識していることが当然要求されています。

全作業者は、彼らが作業で用いる物質や工程について理解し、これらの物質や工程への暴露により生じる、予測できる健康への悪影響に関する情報を入手する権利があります。雇用者は従業員に適宜通知するプログラムを配置すべきです。

プラントの近くに居住する一般の人々もまた、作業が彼らの健康に、また地域の環境に悪影響を及ぼす可能性があるかどうかを知る権利があります。

職場と環境状況の両方について、少なくとも国家の規制義務に応じる効果的で適切な職業上の健康、安全、環境管理プログラムが絶対必要です。

プラントには職場の特定の問題を識別し解決するために安全衛生委員会を設立することが推奨されます。効果的な安全衛生プログラムに必要なデータの監視や測定を行うためには、特別な専門知識を持つ人材を雇用している公式に認定された部署がこの作業の一環をなすべきです。

更に、企業が、作業についての重要な点すべてを網羅している書面の手続きや基準に基づいた正式の管理システムを設立し運営することを推奨します。これらは、例えば、ISO 14001 や ISO 18001などの国際規格に基づいているべきです。

17

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 17

次の図1に示されたフローチャートは効果的なシステムの主要要素を図示しています。

Figure 1

Common Features of Health, Safety and Environment Management Systems



### 3.1 健康監視

クロム化合物を生産、使用しているすべての会社は、効果的な医学的監視プログラムを配置し、その従業員の健康状態を継続して監視するべきです。前記プログラムには次のものなどがあります。

#### 3.1.1 採用時健康診断

完全な病歴

- ・ 以前の雇用状況および職業上の暴露
- ・ 過去と現在の病状
- ・ 喫煙歴

身体検査

特別な検査

- ・ 特に皮膚、鼻粘膜、肺に関連した検査
- ・ 基本的な胸部レントゲン写真
- ・ 肺活量測定検査
- ・ 指示がある場合、他の臨床的/室内実験

#### 3.1.2 定期健康診断

症状や健康状態の診察は、職業保健医や看護婦が定期的 to 実施すること。作業者は関連した症状を認識する重要性について説明を受け、職業保健部門に、そのような症状を報告してもっと詳細な評価やアドバイスを得るよう奨励されること。

指定の定期検査に加えて、前記アドバイスが受けられるように職業保健サービスへアクセスできるべきです。定期健康診断の頻度は、暴露特性、法規、服務規定に基づいて決定すること。詳しいレントゲン写真や他の調査を受けるために胸、皮膚または他の臨床専門医へ紹介されることについては、指示があった時に考慮すること。

18

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 18

#### 3.1.3 特定健康診断

従業員が厄介な症状を報告し、特にそれが作業に関連しているといわれている場合、医学的評価と、症状調査を行うこと。

特定健康診断や検査室のテストによっても従業員が現状の作業に戻るができるか、それとも再配置すべきかなどを決めること。作業システムに修正が必要なことを示す徴候がある場合は、個々の作業員やマネージャーを交えて徹底的に話し合い、暴露低減を検討すること。

注意: プラントの医師は、プラント、工程、職場の環境状態、健康上のリスク、クロムとその化合物に関連した健康への影響にかかわる症状や徴候に精通していること。

診察する医師は、鑑別診断の職業上の要素を考慮し、健康への悪影響に対処する時に、それが作業に関連している恐れがあるので作業者や管理職を関与させること。それから、指名されたプラントの職員が健康への影響を調査し、適切な予防措置を実施すること。

### 3.1.4 記録の保存

全作業者のために最新で且つ正確な医療記録をつけることが非常に重要です。記録には職名、作業区域、雇用期間、職場のモニタリングや生物学的モニタリングにより得られた関連暴露データ、職歴、病歴、喫煙歴などを記載すること。

前記記録は雇用者に対して健康障害の請求する時、傷病手当金を得る資格を決める時、職場での暴露と健康障害に関する争議を解決する時に、また将来の疫学的調査に含む際に絶対必要です。

研究目的では、記録は系統的に保存され、検索や要約が容易にできると同時に完全且つ正確な最新情報が取り入れられていること。元従業員の記録は少なくとも30年間保管すること。全記録は、秘密保持用の適正な規定を用いて、安全に保存すること。

### 3.1.5 職場の個人衛生

クロム化合物を使って作業する際、従業員は、適切な個人用保護具と個人衛生についてのアドバイスを受けるべきです。それらが使用するために提供される場合、作業者は個人用保護具の着用、メンテナンスについて指示を受け、指示に従うこと。

暴露の可能性がある場合、作業者は、皮膚と汚れた衣類との接触の可能性を低減するために清潔なオーバーオールを着用し定期的に着替えること。汚れた衣類の取扱いやクリーニング用の施設を設立し、家庭環境や、他のオフサイト環境の汚染を避けること。食事や休憩の前に手を洗い、粉塵粒子の吸入、摂取を予防するために顔も洗うこと。クロムの粉塵、ヒューム、化学薬品などへの暴露のリスクがある区域では食事をとらないようにすること、また職場での喫煙を禁止すること。

## 3.2 職場のモニタリング

職場環境のモニタリングは、職場や周囲区域における汚染物質の成分や濃度を決定するために、また制御システムや予防措置が効果的であることを確認するために実施されます。

職場の環境衛生は、作業者の呼吸ゾーン(個人サンプリング)で、特定の工程や機械類の周辺(特定区域サンプリング)で、もしくは作業環境(通常区域サンプリング)で測定されます。

19

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 19

サンプリングの頻度や種類は、多数の因子によって決定されます。それは疫学的データの収集を伴う計画済みプログラムの一環として、或いは不慮の暴露を伴う事故についての衛生調査として、またプラントの工程改善後の暴露の低減状態を確認するため、或いは取締り規制に準拠するために実施される場合があります。

これは、また現状の埃の程度と現在の職場の実践方法に依存します。いったん満足できる衛生状態が達成され、作業手順が安定すると、サンプリングは通常定期的に年1～2回必要とされるか、規制により必要に応じて実施されます。サンプリングの結果、空気浮遊物質の濃度が適切に制御されている場合か、職業上の暴露限界を超えている場合のどちらかの工程が示され、後者の場合は補正措置が講じられるべきです。

モニタリングで最低要求される事項は総粉塵、総クロム、六価クロムであり、すべてがmg/m<sup>3</sup> or µg/m<sup>3</sup>で表されます。

記述の地域や国々で適用可能な特定限界についてはセクション5.1を参照のこと。

### 3.2.1 個人のサンプリング

これは、携帯の電池式ポンプを使って実施されます。フィルターを作業者の鼻や口(呼吸ゾーン)の近くに配置し、そのフィルターを通じて大気を指定時間の間サンプリングします。フィルターの重量は使用前とサンプリング実施後に量られ、そのあと粉塵、ヒューム、ミストの総重量が注意深く測定されます。このサンプルは分析され、具体的にクロムを金属クロム(0)、クロム(III)、クロム(VI)に区別されます。サンプルの分析は適正な実験室で適切な資格をもつ人材が実施するようにすること。粉塵の総重量も決定されるべきです。

個人のサンプリングはある諸国の所定の工程については法的に強制されるものです。規定のサンプリング方法に相違があるため、1つの方法で得られた結果は、異なる方法を使って得られた結果と直接に比較できない場合があることも認識すること。

また使用された方法は関連した規制機関が規定、推薦するものであること。

### 3.2.2 特定区域のサンプリング

これは、通常固定式サンプリング装置を使って実施され、作業区域やある作業の近辺での総合汚染を決定するため、補正措置が必要な場所を識別するため、また効果的な排気通気システムのデザインを支援するために使用されます。

### 3.2.3 生物学的モニタリング

生物学的モニタリングの基準値は、生物学的暴露指標(BEI)とか指導値とも呼ばれ、職業保健専門家が暴露を評価、制御できるように米国産業衛生専門家会議(ACGIH)、英国衛生安全委員会事務局(HSE)、ドイツ研究協会(DFG)などのいくつかの機関によって開発されています。

これらについての徹底した討論およびそれらがどのように使われるべきかについてはCocker, 2005に記載されています。

いくつかの事例では、尿中クロムは、作業者のクロムへの暴露を確定できますが、必ずしも健康への影響発生と結び付けることはできません。前記モニタリングは、職場のモニタリングの補助として使用され、作業者によるクロムの体内吸収を示すことがあります。しかしながら、尿中に過度のクロムがないことは、事実上クロムへの暴露がないということではありません。なぜならそれは不溶性の状態にあったかもしれないからです。その上、尿中のクロムは、暴露源として三価と六価クロムとを区別しません。

クロムの尿分析は、分析室がそのような分析において経験豊富であり、品質管理機関に属していることがなければ実施されるべきではありません。また、収集・輸送段階での対策を講じ、サンプルの外部汚染を防止してサンプリングの実施が無駄にならないようにするべきです。

血液サンプルもまた生物学的モニタリングに使われる場合があります。そのようなサンプルの収集は、尿サンプルに比べると、より困難であり、現場でこの方法を用いてサンプリングを実施することについては制限があります。体液中のクロム分析はサンプルの汚染防止に必要なすべての予防措置を用いて実施される必要があります。

20

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 20

注意: 髪の毛や爪の分析は、職業上のクロムへの暴露をモニタリングするためには推奨できません。

### 3.2.4 記録の保存

企業が、職場の測定値すべてについて正確な記録をとることが最も重要です。この情報は企業にとって有益であるだけでなく、将来疫学的研究が実施される場合に業界全体を支援するでしょう。

個人の健康記録は秘密保持を行うこと。環境のモニタリング記録はグループや個人の暴露データが容易に検索できるような形式で保存すること。

### 3.2.5 手続き

職場の粉塵サンプリング手順に関する情報を必要とする企業は、いろいろあるなかでも1993年英国衛生安全委員会事務局の1993年出版物を参照のこと。

この文書も、装置の仕入先名および手順のリストが記載され、衛生安全委員会事務局から入手できる産業衛生サンプルの分析を取り扱っています。

大気中におけるクロムおよびクロムの無機化合物の実験室分析に関する情報については、次の参考文献が有用です。

- ・英国衛生安全委員会事務局 (HSE), 1981年出版
- ・米国職業安全衛生管理局 (OSHA), 2000年出版

個人用保護具や粉塵予防に関する情報は英国衛生安全委員会事務局1991年出版物に記載されています。

上記の出版物は、職場のモニタリングを計画している企業にとって、また現在、所定の環境衛生モニタリングを配置していない企業にとって非常に貴重なものです。

これらは専門産業衛生士の業務と置き換わるものでも、ある国々の法的に拘束力のあるモニタリング規定の代用品とみなされるべきものでもありません。

### 3.3 職場の安全性

安全性とリスク管理は、分離することができません。どの企業も、リスクについての現状を把握していない場合、安全性、健康、環境そして品質(SHEQ) 管理システムを実施することができません。安全性は魔法ではなく、「基本事項を練習すればするほど、ますます良い安全環境が達成される」という原則に基づいた管理方法であることを理解することが非常に重要です。

多くの場合、企業は、次の事項を本当に理解することなく「管理措置」を実施して判断を誤ります。

- ・リスクの恐れがある危害 (損失/害);
- ・リスクが認められた場合に起こり得る結果、そして
- ・階層制御を適用し、損失/害が起こるチャンスを低減

その時初めて、管理措置を実施し、「残存危険性」を管理すること。

多くの組織は、日常行われる公式化されたリスク評価を実施してきました。作業経過中に個人は業務慣例の変更をノートし、安全でない作業状態や業務を見分け、必要な修正対策を講じるべきです。

系統的で公式化した方法を実施し、職場でのリスクを識別、制御、管理することが法的な規定であり、リスク評価の結果を記録し、完全に正確であることを確認することが必須です。評価では、雇用者は作業活動や作業環境の系統的な調査を実施してから、行われたリスク評価についての有意な発見物を記録するべきです。

21

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 21

組織でのリスク評価は継続的であり、一回で終わりの仕事とみなされるべきではありません。基準を設定する必要があるでしょうが、一回で終わりのリスク評価のレポートでは大半の国の法的必要条件を満たすことができないでしょう。そのため、定期的な改訂ができるように1つのシステムを実施することが非常に重要で、それにより継続的な改善が保証されます。安全性、健康、環境そして品質 (SHEQ) の世界におけるすべてがリスク評価から始まります。そうしなければ、人は対処すべきリスクの用語・条件を理解できない恐れがあるからです。

リスク評価に関する3つの必須形式があります。すべてが安全性、健康、環境そして品質 (SHEQ) 管理システムに属し、法的必要条件のとおり念入りに実施される必要があります。

**体系的アプローチを行うことが非常に重要です。**

- ・危害 / リスクの程度とは?
- ・それについてどれほど知っており、どのように制御するか。
- ・リスクを制御する方法は配置されているか。
- ・それらは効果的であるか。
- ・ほかにどんな措置があるか。
- ・これらの措置により期待できる効果が得られるであろうか、またそれらは有益であるだろうか。

**主な目的:**

- ・リスクの識別
- ・リスクの評価;
- ・制御装置の評価・開発

**制御装置は、次の事項に焦点を当てるべきである。**

- ・リスクの除去 / 根源での制御
- ・残存リスク 最後の防御として個人用保護具の支給

#### **用語の理解**

##### **危害/ハザード:**

リスクをもたらす状況。

##### **リスク:**

事象が質的に且つ量的に発生した場合、損失のチャンスは「発生率」と「潜在的重大度」と「損失の結果」との積で計算される。

##### **リスク評価:**

危害を記録し、リスクの規模を予測する全体的なプロセスである。第二に、リスクが既存の制御措置の評価で許容できるかどうかの決定を含む。

##### **基準リスク評価:**

企業やプロセスがリスクの点からみて現時点でどの状態にあるかを把握し、理解することができるプロセス。単にそれらの存在により、損失や害をもたらす危害を識別するプロセス。

##### **課題主体のリスク評価:**

トップレベルの基準リスク評価に基づいているかもしれませんが、或いは状況が変化し、必要性が起きた時に実施されるかもしれません。例えば次の場合に別のリスク評価についての調査が行われること。

- ・変更管理の不可欠な構成要素として、何か変更が発生した場合。
- ・新しい機械や装置を設置する場合。
- ・損失が生じた場合など。

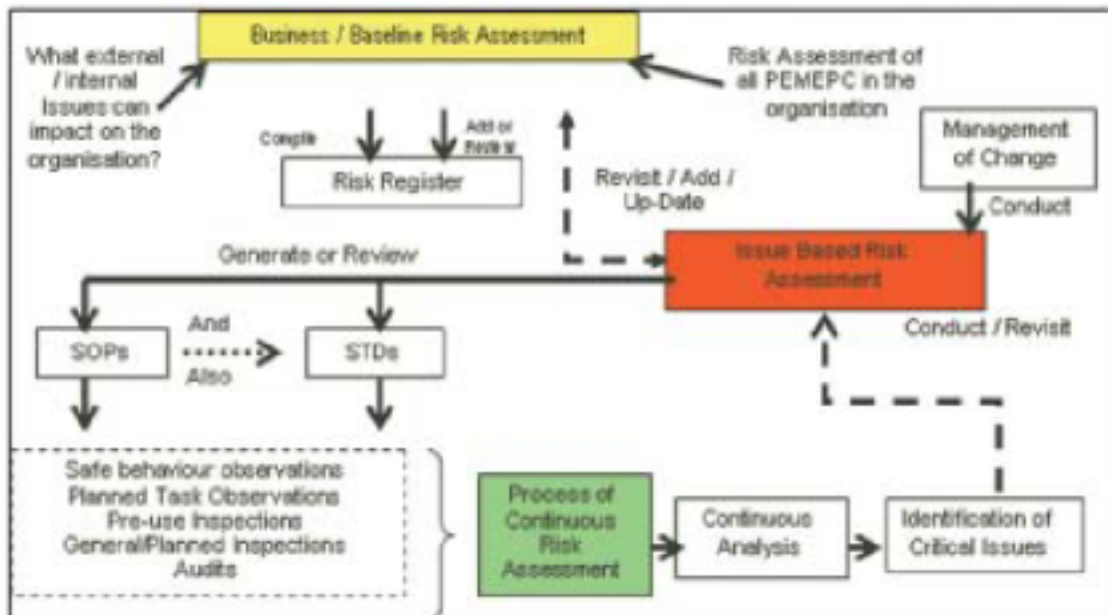
##### **継続的なリスク評価:**

これはリスク評価のなかで最も重要な形式であり、日常のリスク管理に絶対必要な要素として継続的に実施されるべきです。これは、主に第一線に立つ人材が実施するものとします。このシステムの源は、通常、残存のリスク管理を目標にした基準および課題主体のリスク評価で識別された管理措置です。継続的なリスク評価の最も簡単な形式は、継続的なモニタリングを行うことと従業員が個人用保護具着用を順守することです。

22

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 22

職場の安全性に対する対話型リスク中心のアプローチを説明した図



業務のリスク分析と基準のリスク分析との間の相違を理解することが重要です。

### 企業のリスク分析:

政治的、経済的、社会的、技術的、環境的そして法的な暴露に焦点を当てた強み、弱み、機会、脅威 (SWOT) の分析から成っています。

### 基準のリスク評価:

人々の暴露、装置、物質、環境、プロセス、コストがその要因です。

### リスク等級のカテゴリー:

たとえどんな定量的方法を使用しても、その結果は次の3つのカテゴリー中の1つに属しているでしょう。

・ごくわずかのリスクがある等級: 管理職はこのレベルにリスクを維持し、監視すること。

・許容できるリスクがある等級: リスクを容認できる実用限界内に低減するリスク管理措置を開発すること。

・過度のリスクがある等級: 必要に応じて是正措置を開発すること。必要なら、作業を停止すること。

このすべてが、私達にどのように安全性をもたらしますが、リスクを理解することは、従業員がこれらのリスクへの暴露を介して直面する安全な暴露を理解することです。

共通の理解を確保するために、ハザード・ピラミッドは必須であり、業界全体の職場の安全性を向上します。

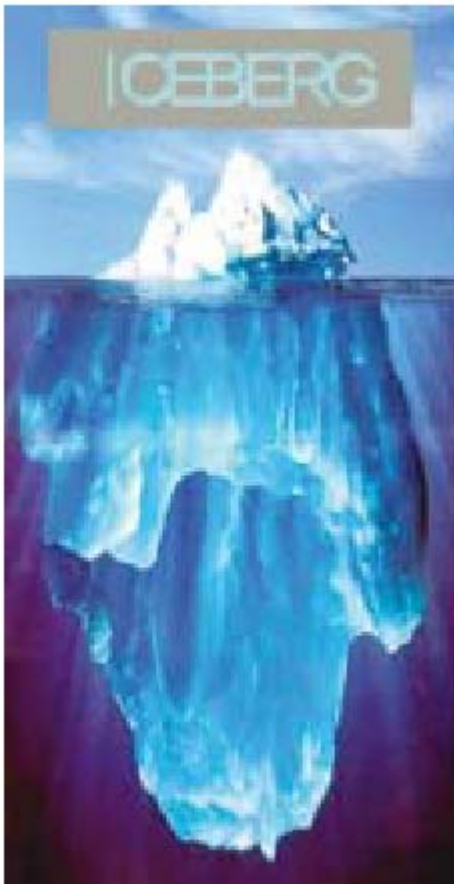
### ハザード・ピラミッド

安全性の統計学は、氷山の一角とみなされる可能性があります。安全トライアングルを理解することは、何よりも重要です。というのは業界に安全性の実績を高める方法を評価し理解する基準を提供するからです。

23

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 23

このトライアングルを理解するには、コンセプトを定義することが重要です。



・ **致死:** 職業上の傷害、病気、疾患の結果として起こる死。

・ **労働損失時間を伴う傷病:** 負傷者が常勤、当番シフトを欠勤する原因となる職業関連の傷病。

・ **制限作業を伴う傷病:** 傷害、病気、疾患が起きた日以降、人が当番シフトの間通常の職務のすべてまたは一部を肉体的に或いは精神的に実施できなくなる職業上の傷害、病気、疾患。

・ **医療/応急処置:** 医学的な配慮が必要 傷害の程度により絆創膏からもっと幅広い治療に至るだろう。

・ **ニアミス:** 状況がわずかに異なればもっと重症の傷害に至った恐れがある安全でない行動や状態。

安全トライアングル



バード(Bird)の安全トライアングルに基づいたもので、安全トライアングルの異なるレベルの間に明確な関係があります。これは、統計的に立証されており、その比率は下記にご覧になれます。

死亡一件につき、

- ・ 労働損失時間を伴う傷病10件
- ・ 制限された / 分類された傷害30件
- ・ 医療/応急の症例300件
- ・ ニアミス、安全でない状況/行動などとして表される潜在性 30000件
- ・ 1:10:30:300:30000の比率で要約されます。

安全性の統計学を表すために用いられた測定値

FFR 致死頻度

LTIFR 労働損失時間を伴う傷病の頻度

RWIFR 制限作業を伴う傷病の頻度

24

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 24

重要なことは、頻度を算定するために同じ定義を使うということです。

1. これには従業員と請負い業者が含まれます。
2. 頻度は特定の種類の傷害数に10000をかけ、実際に作業をした時間でわって算定されます。

即ち、1つのプラントでその年に従業員が関与した労働損失時間を伴う傷病が11件と請負い業者が関与した労働損失時間を伴う傷病が5件あり、12ヶ月の期間中の総労働時間が累積3800000時間である場合、その労働損失時間を伴う傷病の頻度(LTIFR)とは、

$$LTIFR = [(11+5) \times (1\ 000\ 000)] / 3800000 = 4.2$$

クロム業界は、その産業が従業員の生命に及ぼす影響を理解できるように統計学を共有、蓄積することが非常に重要です。第一目標はその産業に致命的の傷害がないことを確かめることであり、そこから労働損失時間を伴う傷病を最低限に抑えるように進展していくことであるでしょう。

情報を共有することにより、業界は学んだ教訓を共有することができるでしょう。

### 3.4 環境管理

効果的な環境管理システムの必須要素は、上記の図1に設定されています。このようなシステムは国際標準化機構(ISO) 14001の規格に依るようデザインされるべきです。

この分野では世論、特に関心のある悪影響を受けた関係者からの意見についての重要性を認識することが極めて重要です。

世界の多くの地域では、企業は、規制機関が発行する操業許可書を取得しなければなりません。これらの許可

書ではオペレータが全環境区画への放出を予防するように要求され、放出が予防できない場合は、利用可能な最善のテクニックや達成可能な最大の制御技術を使ってそれを最小限に抑える必要があります。

許可書には、通常、必要に応じて個々のプロセスから空気中、水中、陸への放出に関する数値限界と共に環境や地域社会に影響を及ぼす恐れがある廃棄物の最小化、エネルギー消費、ノイズ、ほかの作業面に対処できる同意された改善プログラムが含まれます。

追加の要求事項には、既存作業或いは新しいプラントの建設を変更する前の事前認可、モニタリングデータの定期報告、許可書条件の異常なイベントや違反についての指定タイムスケール内の報告などがあります。

### 3.4.1 環境のモニタリング

放出ポイントすべての定期的なモニタリングが、許可書や規制限界とのコンプライアンスを実証するために必要であるでしょう。要求されるモニタリングレベルは、許可書や規格に指定されていることがよくあります。

またモニタリングは、周囲環境も包括するように範囲を広げるべきです。これによって取締り機関や隣人との討論に使うことができる価値のあるデータが提供できるようになります。

社内の限界値は、許容限界や規制限界を順守できなくなる前に是正措置が講じられるよう規制で要求されるものより低めに設定するよう提案、推奨されています。

特に懸念される物質は固形微粒子、六価クロムおよび総クロムです。これらは、組合せ煙突の排出口、プラントの周辺、境界柵からの指定距離で測定されるか、モニターされます。二番目と三番目のポイントについては、2つの既存のモニタリング方法があります。即ち微粒子を収集による方法(mg/m<sup>2</sup>/週で表示)と継続的なモニタリング(mg/m<sup>3</sup>で表示)による方法です。

指定の地域や諸国で適用可能な規定値についてはセクション5.5を参照のこと。

25

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 25

## 4 地域別、国別取締り機関

注意: 下記の地理的な地域や国々は厳しい規制を有するものを示し、適切な指針として使用されること。

健康、安全性、環境規制に関するすべての事項において、個々の企業は、適用する可能性がある特定の規制の詳細について国家機関の助言を求める必要があります。

### 4.1 欧州連合

次の総局 (D.G.)は、クロムに関連した危害を取り扱います。

環境・原子力安全性・民間防衛総局 (D.G. Environment, Nuclear Safety and Civil Defence) は、分類および危険物質の表示や包装を取り扱います。

雇用・産業関係・社会問題総局 (D.G. Employment, Industrial relations and Social Affairs) は、職業上の暴露限界の設定など職業上の安全衛生を取り扱います。

企業・産業総局 (D.G. Enterprise and Industry)

保健・消費者保護総局 (D.G. Health and Consumer Protection)

これらの総局は、加盟国内の取り締まり機関がもっと要求の厳しい限界値を設定できるように、欧州連合 (EU) 指令や規制に基づいて法的に拘束する規定を定めるか、最低基準を定めるかのどちらかの決定事項を制定します。

国家機関は追加の法規や規制を強制的に押し付けることもあります。

### 4.2 日本

日本産業衛生学会 (JSOH) は、作業者の健康に及ぼす悪影響を防止するための基準値として職業上の暴露限界(OEL)を推奨しています。

クロムは、労働安全衛生法、職場の毒物及び劇物取締法、水質汚濁防止法、水質浄化管理と環境中の廃棄物についての廃棄物の処理及び公共の清掃に関する法律それぞれによる法的規定を通じて厳しく規制されています。空中への排出に関する特定の限界があります。

労働安全衛生法、毒物及び劇物取締法、廃棄物の処理及び公共の清掃に関する法律は、厚生労働省の管理下にあります。水質汚濁防止法は、環境省の管轄下にあります。

### 4.3 南アフリカ

南アフリカの規制の枠組みは鉱山と作業との間で区別されます。

法的な構造は次のとおりです。

#### 鉱山:

・ 鉱物エネルギー省 (DME)

鉱山の安全衛生法- 鉱山労働者の職業上の安全衛生。

鉱山の安全衛生視察団は次によりこの法令を施行する義務があります。

#### 規定:

服務規定- 鉱山は主席鉱山査察官の要求に応じ、服務規定を用意すること。

鉱山の安全性に関する研究諮問委員会 (SIMRAC)

27

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 27

・ 水利森林省 (DWAF)

国家水質法

次のための最低必要条件があります。

- 有害廃棄物の取扱い、分類、処分。
- 埋め立てによる廃棄物処分。
- 廃棄物管理施設での水質モニタリング。

・ 環境観光省 (DEAT)

国家環境管理法(2005年1月7日に公布)

環境影響評価 (EIA) - 2005年中に公布された新規定。

大気品質法

生物多様性保護法

#### 作業

・ 労働省

労働安全衛生法

有害化学物質に関する規則- 職業安全衛生諮問機関と協力して作成され、次のものを含みます。

- 大気のモニタリング
- 医学的監視
- 呼吸ゾーン
- 記録
- 個人用保護具
- 危険有害性周知基準の除去
- 生物学的暴露指標

環境観光省(DEAT)- 鉱山と同じ。

水利森林省(DWAF)- 鉱山と同じ。

### 4.4 米国

米国産業衛生専門家会議 (ACGIH) は、限界値(TLV.)を分類、処理、推奨します。これらは単なる指標です。

職業安全衛生管理局 (OSHA) は、危険有害性周知基準を発行し、生産されたり輸入された物質が引き起こすすべての危害を評価し、その情報が雇用者や従業員に伝えられるようにしています。

これらの規則はラベル表示の必要事項、製品安全データシート (MSDS) の準備、従業員の実習訓練を取り扱っています。

職業安全衛生管理局 (OSHA)はまた拘束力のある許容暴露限界(PEL) を刊行しています。2006年2月28日に、職業安全衛生管理局は、六価クロムへの暴露について総合的な職場の暴露規則を刊行しています。この規則には、ずっと低めの新しい許容暴露限界(PEL)である $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と多数の他の規格が記載されています。

国立労働安全衛生研究所(NIOSH) は、疾病対策予防センターの1つであり、保健社会福祉省に属しています。

1970年労働安全衛生法(公法 91-596)の権限下で行動している国立労働安全衛生研究所 (NIOSH)は、職場において有害であり得る物質や状況への暴露に関する推奨事項や限界を開発し、定期的に改訂しています。

これは、これらの危害が健康に及ぼす悪影響を軽減し、除去するように工夫された適切な予防措置も推奨しています。これらの推奨事項を公式化するために、国立労働安全衛生研究所(NIOSH)は、潜在的危害に関連した、周知の入手可能な医学的、生物学的、工学的、化学的、貿易及び他の情報すべてを評価します。それからこれらの推奨事項は刊行され、法的基準の公布で用いるために職業安全衛生管理局 (OSHA)と鉱山安全衛生庁(MSHA)に送信されます。

環境保護庁 (EPA) は、あらゆる面の環境規制を作成し、執行します。

28

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 28

## 5 規制上の義務

### 5.1 職業上の暴露限界

企業は、常に適用可能な現在の法的限界について国家や地域の取締り機関のアドバイスを求める必要があります。企業はこれらの限界値が法的に拘束力があるかどうか単にガイドラインで推奨されているかどうか追加のチェックを行うべきです。

地域的なバラツキがあるにもかかわらず、下記のとおり、 $\text{mg Cr}/\text{m}^3$ で表示される職業上の暴露限界(OEL)の現行の数値に、ある一貫性がみられます。

表示された数値は、他に指示がない限り8時間の時間加重平均を表します。短期暴露限界(STEL) は、一定期間(5分から60分までの間を変動)にわたって平均化されます。

金属クロムには、純金属とその合金などがあります。

#### ・デンマーク

- 粉末/溶解性クロム(II)及び(III)塩としてのクロム  $0.5 \text{ mg}/\text{m}^3$
- クロム酸及びクロム酸塩 (VI)  $0.005 \text{ mg}/\text{m}^3$
- クロム酸ストロンチウム  $0.0005 \text{ mg}/\text{m}^3$

#### ・欧州連合

- 金属クロム、クロム(II) 及び無機クロム(III)化合物 (不溶性) {職業暴露限界指針値 (IOELV)指令第2案}  $2.0 \text{ mg}/\text{m}^3$

注意: 欧州連合(EU)レベルでは、六価クロムの職業上の暴露限界(OEL)は現在ありませんが、英国衛生安全委員会事務局(HSE)が欧州連合のために準備したクロム酸塩が職場の人の健康に影響を及ぼすリスク削減戦略の草案では、 $0.01 \text{ mg}/\text{m}^3$ の暴露レベルは、適切な制御を示すとみなされるべきであるという提案を含んでいます。

これは、職業暴露限界に関する科学委員会(SCOEL)、2003年の推奨事項に基づいています。

#### ・フィンランド

- クロム、クロム(II)及び(III)化合物
- クロム(VI)化合物  $0.05 \text{ mg}/\text{m}^3$

#### ・フランス

- 金属クロム  $0.5 \text{ mg}/\text{m}^3$
- クロム(VI)化合物  $0.05 \text{ mg}/\text{m}^3$
- クロム酸  $0.05 \text{ mg}/\text{m}^3$

- 短期暴露限界(STEL)値 0.10 mg/m<sup>3</sup>

・ドイツ

化合物やグループ	MAK リストによる分類	限界値mg/m <sup>3</sup> Crとして	限界値mg/m <sup>3</sup> CrO <sub>3</sub> として
----------	--------------	-------------------------------	--

- クロム酸亜鉛	癌カテゴリー1	0.05	0.10
----------	---------	------	------

- クロム (VI)

- 化合物 (不溶物を除く)	癌カテゴリー2	0.05	0.10
----------------	---------	------	------

- 被覆電極を用いた

MMAアーク溶接から生じる

溶接煙中		0.05	0.10
------	--	------	------

29

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 29

-溶解性Cr(VI)化合物の

製造時

Cr(VI)化合物	癌カテゴリー2	0.05	0.10
-----------	---------	------	------

その他のCr(VI) 化合物	癌カテゴリー2	0.025	0.05
----------------	---------	-------	------

注意: 癌カテゴリー1 = ヒト発癌性物質、癌カテゴリー2 = 動物発癌性物質

(情報源: MAKリスト)

・アイスランド

- クロム酸(VI)		0.02 mg/m <sup>3</sup>
------------	--	------------------------

- クロム酸塩(VI)		0.02 mg/m <sup>3</sup>
-------------	--	------------------------

- 金属クロムとクロム(III)化合物		0.5 mg/m <sup>3</sup>
---------------------	--	-----------------------

・イタリア

自国の暴露規格を作成しません。 下記の米国で示されるとおりのACGIH値を使用します。

・日本

クロム(VI)化合物		0.05 mg/m <sup>3</sup>
------------	--	------------------------

・カザフスタン

- 総クロム		1.0 mg/m <sup>3</sup>
--------	--	-----------------------

- クロム(VI)		0.01 mg/m <sup>3</sup>
-----------	--	------------------------

・ノルウェー

癌等級

- 金属クロム, クロム(II)及び(III)化合物		0.5 mg/m <sup>3</sup>
----------------------------	--	-----------------------

- クロム酸 とクロム酸塩(VI)	K1	0.02 mg/m <sup>3</sup>
-------------------	----	------------------------

- クロム酸鉛	K3	0.02 mg/m <sup>3</sup>
---------	----	------------------------

・南アフリカ

- 金属クロム		0.5 mg/m <sup>3</sup>
---------	--	-----------------------

- クロム(III)化合物		0.5 mg/m <sup>3</sup>
---------------	--	-----------------------

- クロム(VI)化合物		0.05 mg/m <sup>3</sup>
--------------	--	------------------------

・スペイン

自国の暴露規格を作成しません。 下記の米国に示されるとおりのACGIH値を使用します。

・スウェーデン

- クロム酸とクロム酸塩を除く

金属クロム/無機化合物		0.5 mg/m <sup>3</sup>
-------------	--	-----------------------

クロムとその無機(II)及び(III) 化合物

(Crとして)(総粉塵)		0.5 mg/m <sup>3</sup>
--------------	--	-----------------------

- クロム酸塩(VI)		0.02 mg/m <sup>3</sup>
-------------	--	------------------------

クロム(VI)化合物 (Crとして)

総粉塵		0.005 mg/m <sub>3</sub>
-----	--	-------------------------

クロム酸(VI)		0.02 mg/m <sub>3</sub>
----------	--	------------------------

- 短期暴露限界値	0.05 mg/m <sub>3</sub>
(短期暴露限界値)	0.015 mg/m <sub>3</sub>

注意: 現行のカテゴリーや限界はスウェーデン労働環境監督局化学微生物学部が2006年に行った一組の提案の結果、括弧内の数値に変更され、クロム酸の現在の指定値は消失するでしょう。

#### ・英国

- 金属クロム	0.5 mg/m <sub>3</sub>
---------	-----------------------

30

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 30

- クロム(III)化合物	0.5 mg/m <sub>3</sub>
- クロム(III)化合物	0.5 mg/m <sub>3</sub>
- クロム(VI)化合物	0.05 mg/m <sub>3</sub>

上記のすべては、職業暴露限界 (OEL) および最大暴露限界 (MEL) それぞれを置き換えた職場の暴露限界 (WEL) として定義されます。

#### ・米国

- 米国産業衛生専門家会議 (ACGIH) によって定められたとおりの限界値 (TLV)

化合物又はグループ	癌分類	限界値 mg/m <sub>3</sub>
		Cr (TWA)として表示
- クロム酸亜鉛、Crとして	A1	0.01
- 水溶性クロム(VI)化合物	A1	0.05
- 不溶性Cr(VI)化合物	A1	0.01
- クロム鉄鉱石、Crとして	A1	0.05
- クロム酸鉛、Crとして	A2	0.012
- クロム酸ストロンチウム、Crとして	A2	0.0005
- クロム酸カルシウム、Crとして	A2	0.001
- 金属クロム及びCr(III)化合物	A4	0.5

TWA = 8時間の時間加重平均

癌分類 A1 = ヒトに対する発癌性物質であることが確定されている

癌分類 A2 = ヒトに対する発癌性物質である疑いあり

癌分類 A4 = ヒトに対する発癌性物質であるとして分類されていない(情報源: ACGIHリスト)

- 職業安全衛生管理局 (OSHA) が定めたとおりの許容暴露限界 (PEL)

職業安全衛生管理局 (OSHA) は、六価クロムに対する総合的な職場の暴露規則を制定しました。

これには、許容暴露限界 (PEL) や対策レベルだけでなく、産業衛生、空気サンプリング、医学的監視、実習訓練、記録管理に関する規定が含まれています。

- Cr <sup>6+</sup> としての六価クロム化合物	許容暴露限界 5 µg/m <sup>3</sup>
	対策レベル 1.5 µg/m <sup>3</sup>
- 金属クロム	1.0 mg/m <sup>3</sup>
- クロム(II)及びクロム(III)化合物	0.5 mg/m <sup>3</sup>

## 5.2 生物学的暴露指標 (BEI)

国/地域名	化学的決定因子	サンプリング時間	生物学的暴露指標 (BEI)
南アフリカ	水溶性ヒュームとしてのCr <sup>6+</sup> 尿中の総Cr	シフト時に増加	10 µg/g クレアチニン
		シフトの終わり	30 µg/g クレアチニン
		1週間の労働終了後	
英国 (Cr <sup>6+</sup> 暴露)	尿中の総Cr	シフトの終わり	10 µmol/molクレアチニン

## 5.3 排出限界値

このセクションでは情報が入手可能な諸国に対して、異なる環境区画への放出に関する特定の排出限界について述べています。

次のリストは、包括的でなく、リストされた数値は再検討/変更される場合がありますので、最寄りの、国家、地域の取り締まり機関と確認することが最も重要です。

### 5.3.1 大気

#### ・欧州連合

統合的汚染防止・管理 (IPPC) 指令 96/61/EC は、工業プラントによる大気汚染を取扱い、指令200/76EC は、廃棄物の焼却を取扱います。

クロムとその化合物は、いくつかの重金属のリストに記載されています。排気中におけるこれらの金属の総量は1 mg/m<sup>3</sup>未満であらねばなりません。

#### ・フランス

次の限界が適用されます。

- 総粉塵 100 mg/m<sup>3</sup> (総流量が <1kg/h である場合)
  - 40 mg/m<sup>3</sup> (総流量が > 1 kg/h である場合)
  - 金属 5 mg/m<sup>3</sup> (総流量が > 25 g/h である場合)
- (金属 = 次の金属、即ちSb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+Pb+V+Znの総量)

#### ・ドイツ

排気は、現在改正中である“大気汚染防止法 TA Luft”により規制されています。その限界値は次のとおりです。

- 総粉塵 50 mg/m<sup>3</sup> (総流量が > 0.5 kg/h である場合)
- クロム カルシウム、クロム(III)、ストロンチウム、亜鉛のクロム酸塩  
Crとして5.0 mg/m<sup>3</sup> (総流量が > 5 kg/h である場合)
- クロム (VI) 吸入可能な粉塵及びカルシウム、クロム(III)、ストロンチウム、亜鉛のクロム酸塩  
Crとして1.0 mg/m<sup>3</sup> (総流量が >5g/h である場合)

#### ・カザフスタン

- 総クロム 4 - 4.8 mg/m<sup>3</sup>
- クロム(VI) 0.0017 mg/m<sup>3</sup>

#### ・南アフリカ

2004年国家環境管理大気質法は、南アフリカの大気品質に関する法律を制定します。この法規の目的は、環境を保護することによって、人々の健康や福祉に害のない環境を確保することです。国家の大気品質基準は開発されつつあります。その時まで、ヨーロッパ用の世界保健機関 (WHO) の大気品質ガイドランが使用されるでしょう。

#### ・英国

統合公害規制 (IPC) 指導ノート S2 4.04は、監査官のために次の排出基準についての手引きを提供しています。

- 総粉塵 20 mg/m<sup>3</sup>
- クロム (III) Crとして 5 mg/m<sup>3</sup>
- クロム (VI) Crとして 1 mg/m<sup>3</sup>
- カルシウム、ストロンチウム、亜鉛、カリウム、クロム(III)のクロム酸塩 Crとして 0.5 mg/m<sup>3</sup>

利用可能な最善のテクニック (BAT) を採用し、環境への放出を最小限に抑えなければなりません。

排気もまた外部環境の観点から評価されます。

基準あるいは環境評価レベル (EAL) は、放出時に追加の制御措置が必要であるかどうかを決めるために使用されます。

六価クロムについては、長期 EALは、年平均0.1 µg/m<sup>3</sup>で、短期EALは、時間平均3 µg/m<sup>3</sup>です。

三価クロムについては、長期と短期のEALはそれぞれ、年平均5 µg/m<sup>3</sup>で、時間平均は 150 µg/m<sup>3</sup>です。

所定のプロセスからの放出は、予測環境濃度(PEC)が長期EALの1%未満で、短期EALの10%未満である場合は取るに足らないとみなされます。

プロセスからの大量排気にはより、一層の制御や還元が必要になるでしょう。

### 5.3.2 水

特に関心がある物質には次のものがあります。

- 浮遊物質 (mg/l)
- 総クロム (mg/l)
- クロム (VI) (mg/l)
- COD (化学的酸素要求量)

これらはいくつかのポイントで測定するかモニタリングをすることができます。

- 排出ポイント
- 漏出ポイント

一般に、この規格は 瞬間濃度 (mg/l) と フラックス(流動) (kg/hour)の両方を配慮しています。

#### ・ 欧州連合

水政策枠組み指令 (2000/60/EC) は、水政策の分野におけるコミュニティ対策に関する枠組みを制定します。これは、地表水や地下水を水質の良い状態を達成し、維持できるようにすることによって、水生生態系のなお一層の劣化・悪化を防止し且つその状態を保護し向上することが目標です。この指令では、優先有害物質の排出停止と段階的廃止そして優先物質の排気/放出の漸進的な削減が必要とされます。クロムは現在これらのカテゴリーのどちらにもリストされていません。クロムとその化合物は、付録VIII “主要汚染物質の表示リスト7、金属とその化合物”の項目にある指令で取扱っています。

#### ・ フランス

限界は次のとおりです。

- |          |                  |          |
|----------|------------------|----------|
| クロム (VI) | 総流量が >1g/日である場合、 | 0.1 mg/l |
| 総クロム     | 総流量が5 g/日である場合、  | 0.5 mg/l |

#### ・ ドイツ

廃水は次を超えないこと。

- |            |  |              |
|------------|--|--------------|
| - 皮革工業     |  |              |
| - 総クロム     |  | 最大 1 mg/l    |
| - クロム (VI) |  | 最大 0.05 mg/l |
| - 金属/化学工業  |  |              |
| - 総クロム     |  | 最大 0.5 mg/l  |
| - クロム (VI) |  | 最大 0.1 mg/l  |

#### ・ 日本

廃水基準:

- |            |  |          |
|------------|--|----------|
| - 公共用水施設   |  |          |
| - クロム (VI) |  | 0.5 mg/l |
| - 総クロム     |  | 2 mg/l   |

#### ・ カザフスタン

廃液の排出

- |            |                 |
|------------|-----------------|
| - クロム (VI) | 0.005-0.03 mg/l |
|------------|-----------------|

#### ・ 南アフリカ

廃水排出 総クロム 0.5 mg/l

目標の水質範囲 (TWQR)	
農業用途 (Cr <sup>6+</sup> )	0.1mg/l
目標の水質範囲-水生生態系-(Cr <sup>6+</sup> )	7 μg/l
目標の水質範囲-水生生態系-(Cr <sup>3+</sup> )	12 μg/l

#### ・英国

溶解クロム用の英国の環境の質に関する基準は次のとおりです。

水の硬度 (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	環境評価限界 (EAL) (mg/l)	河口水と沿岸水
	サケ科の魚	コイ科の魚
0-50	5	150
50-100	10	175
100-200	20	200
> 200	50	250

#### ・米国

国家環境水質基準

	継続的	最大
- クロム (VI)		
淡水	0.010 mg/l	0.015 mg/l
海水	0.050 mg/l	1.1 mg/l
	4日間の平均	1時間の平均
- クロム (III)	0.18 mg/l	0.55 mg/l

### 5.3.3 飲料水

・ドイツ	クロム(VI)	0.05mg/l
・日本	総クロム	0.05mg/l
・カザフスタン	総クロム	0.05mg/l
・南アフリカ	目標の水質範囲(Cr <sup>6+</sup> )	0-0.05mg/l
・英国	総クロム	0.05mg/l
・米国	総クロム	0.1 mg/l

### 5.3.4 土壌

#### ・ドイツ

土壌保護と汚染用地に関する連邦政府の指令(Bundes-Bodenschutz und Altlasten Verordnung) によれば、クロムの限界値は30～100ppm(乾燥土壌ベース)で、土壌の種類に応じています。

#### ・カザフスタン

- 総クロム	400 mg/kg
- クロム (VI)	0.558 mg/kg

#### ・英国

汚染された陸地環境(2002年3月)のクロムの指針値は次のとおりです。

- プラントの排煙管がある住宅地の場合: 130mg/kg;
- 貸与される家庭菜園の場合:130mg/kg
- 工場用地の用途の場合: 5000mg/kg (9UKQAA.2003)

注意: これらの値は総クロムの値であり、すべてが六価として存在する可能性があることを考慮に入れてあります。

34

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 34

#### ・米国

環境保護庁(EPA)は、摂取のみによる390 mg/kgの六価クロム及び吸入による140 mg/kgの六価クロムに関する土壌のスクリーニングレベル(SSL)の草案を提案しています。

### 5.3.5 廃棄物

#### ・ドイツ

- 埋立て処分                      クロム (VI)                      浸出液中に0.5 mg/l

#### ・日本

-埋立て処分                      クロム (VI)                      浸出液中に1.5 mg/l

1リットル当たりの六価クロムが1.5 mg/l 未満である(法律で制定されたとおりの)水浸出試験値を有するクロム鉄のスラッグは、産業用廃棄物として分類された場合は、いわゆる「制御された最終処分用地」に排除されるものとします。同じスラッグは、しかしながら土地造成用や道路建設用の土木工学材料として使うことができます。

#### ・南アフリカ

環境保護法(1989)のセクション29によれば、廃棄物は許可施設においてのみ処分することができます。許可条件は、次を構成する水利森林省(DWAF)の廃棄物管理シリーズに設定されています。

有害廃棄物の取扱い、分類、処分についての最小必要条件。

埋立てによる廃棄物処分についての最小必要条件。

廃棄物管理施設における水のモニタリング についての最小必要条件。

水利森林省(DWAF)ガイドラインでは用地の開発業者が、用地の地質学や水文学、環境への影響評価の結果、埋立てについての作業方法と閉鎖、水質モニタリングプログラムを記述している多種の報告を提出することが要求されています。

水利森林省(DWAF)は、Cr<sup>6+</sup>を突然変異誘発物質且つ発癌性物質と分類しており、その最大許容処分量は30g/ha/mです。 浸出可能なCr<sup>6+</sup>は、米国環境保護庁有毒特性浸出法(USEPA TCLP) および/または酸性雨テストにより決定されます。

#### ・米国

1976年資源保存回収法(RCRA)は、有害廃棄物(40CFR260)の取扱い、保管、輸送、処分に関する特定の規制のための基準となるものです。

有毒特性浸出法(TCLP)の抽出液中において総クロムが5ppmを超える廃棄物は、すべて特質上有害です。このような廃棄物は、埋立てに使われる前に、埋立て禁止基準を満たす必要があります。

クロムの現行の埋立て禁止基準は非廃水の有毒特性浸出法(TCLP)場合0.60 mg/kg で、廃水の場合、2.77 mg/l です。

1980年の包括的環境対処・補償・責任法(CERCLA)は、米国全体を通じて現存する有害廃棄物処分用地をクリーンアップするために、税金で支えられた「スーパーファンド」プログラムを制定しています。(40 CFR300)。

1986年のスーパーファンド修正および再授權法(SARA)は、補償、責任法(CERCLA)法を拡張し、修正したものです。この法規はスーパーファンド用地で発見された有害物質の毒物学的プロファイルを用意するように米国の毒性物質疾病登録機関(ATSDR)が指示したものです。

クロムは、1989年7月に完了し、2000年に更新された「クロムの毒物学的プロファイル」と題する記述を持つ物質のうちの1つです。

毒性物質疾病登録機関(ATSDR)は、米国保健福祉省の一つの機関です。

35

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 35

## 5.4 作業員への情報

冶金製品或いは冶金工程に含まれる化学物質に関連した健康上の有害物質に関する完全な情報は、これらの物質の使用に伴うリスクを効果的に制御するために行うべき注意事項と共に、関係する従業員に伝えられるべきです。つぎに職場での情報通達に関する3つの主なルートを示します。

## 5.4.1 パッケージやコンテナのラベル表示

### ・ 欧州連合

物質や調剤は供給、輸送目的には有害であると分類される可能性があります。

この2つのシステムには類似点が多々ありますが、お互いに分離しており、別々に取扱われるべきです。

すべての場合において最初に行うことはその物質を分類することです。それが供給面や輸送面で有害でない場合は、包装、ラベル表示、文書作成についての特別な規定はありません。有害だと分類される場合は、国家および国際的な規制が適用されるでしょう。分類についての決定は、サプライヤーに責任があり、適切な科学的データに基づいていなければなりません。

#### - 供給

欧州連合において、指令により、多数の物質についての危険分類を明確にするリストを含む国家規制を作成してきました。

物質が分類される場合、リストされたリスク ( R ) および安全 ( S ) 警句は、変更せずにラベルや安全データシートすべてに使用すること。

ラベルは最も内容、危険絵文字/記号、サイズ、位置、取付け方法、言語に関する厳しい要件を満たすこと。

物質がリストされていない場合は、製造業者は、厳しい規則内にある入手可能なデータを使用し、製品を正確に自己分類すること。即ち、物質が有害である場合は適切なリスクおよび安全警句を割り当てるか、または物質が供給目的には有害でないと分類します。

#### - 輸送

上記の分類過程により、製品が輸送目的にとって有害であると判断された場合、その場合は用いられる輸送方法に基づき、一連の国際規制が適用されるでしょう。

これらの規定は、当初国連 が ( 危険物の輸送に関するオレンジブックとか国連推薦事項として知られている ) 一連の模範規定として作成したものです。これらは、二年毎に更新されてから、異なる輸送形態についての一連の輸送手段規定に変えられます。

これらには次のものがあります。

- 国際海上危険物規約 (IMDG Code)。船舶による危険物の輸送に関する法的に強制し得る一組の規定。

- 国際民間航空機関 (ICAO) 技術指針。これらは航空便による危険物の輸送を扱っている法的に強制し得る規定である。

これらは、国際航空運送協会 (IATA) に危険物規定を出版させることになるが、それ自体は産業出版物なので法的に強制不可能である。

これは国際民間航空機関 (ICAO) 技術指針に基づき、より使いやすいので大半のユーザーに好まれている。

- 道路での危険物の国際輸送に関する欧州協定 (ADR) / 鉄道による危険物の国際輸送に関する欧州協定 (RID) / 内陸水路での危険物の国際輸送に関する欧州協定 (AND)。これらは、危険物の道路、鉄道、内陸水路それぞれによる輸送について、ヨーロッパ内部の協定により設定された規定です。これらは国連の推薦事項から派生したものです。

例えば、米国連邦規則集 (CFR) など、米国の各輸送形態に関し、それぞれに対応した国家規定を有する類似の規定がヨーロッパ外に存在しています。

36

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 36

各場合において、それらは次を確認するために包装、ラベル表示、文書化の必要条件および署名済みの宣言を指定し、次を確認しています。

- 認可済み、テスト済みで国連 (UN) のマークがついた正確なタイプの包装を使用していること。

- パッケージとして船舶で輸送される場合はコンテナにも、正確なタイプの認可されたダイヤモンド記述の危険標

識を使用し、適正に取付けられていること。

- ラベル付き物質に対して正確で適切な出荷名および国連 (UN) 番号が割り当てられ、表示されていること。
- 物品を輸送している車両が適切に標識されていること。
- 車両ドライバーの訓練に関する特別規定など、関連したすべての職員に対し、適正なトレーニングを与えていること。
- 万一、運送中に事故が起きた場合には、ドライバーや救急サービスが使用するための書類を提供していること。

供給および輸送に関する規定はかなり具体的で非常に広範囲に及んでいますので、ここでは詳しい記述を行うことができません。読者は上記の国際規制を参照し、もっと詳しい情報については、異なる形態の輸送に関する自国の国家規定を参照すること。しかしながら、留意すべき重要なポイントは、指定の輸送形態に特別の規定がある場合、これが、使用されている他の輸送形態に関する他の規定と共に順守されるように、使用されるべき全形態の輸送に関する規定に完全に準拠していなければならないということです。

#### - 有害廃棄物

大半の諸国において有害廃棄物の委託および処分について規定する、国際協定に基づいた広範囲な規則があります。輸送規則も、これらの物質が輸送目的のために分類される場合にのみ適用されるでしょう。

#### - 合金 特例

欧州連合の決断では、合金は危険調合物指令内の特例とみなされることになりました。

このため、単に物理的な混合物ではない合金の調合剤に関して、現行の規則の使用による不適切な分類が避けられるということです。

これについての責務はサプライヤーにあり、サプライヤーは合金の非分類の例を証明するために一連の証拠を提供しなければなりません。

### ・ 米国

六価クロム含有物質と混合物すべておよび他のクロム含有物質のいくつかは、有害物質としてラベル表示されること。

大量の合金も混合物とみなされており、混合物としてラベル表示される必要があります。六価化合物には癌発生の危険警告を含むべきです。職業安全管理局 (OSHA) 危険有害性周知基準 (HCS) では、有害物質および混合物の各コンテナが、次の情報についてラベル表示、タグ付け、マーク付けされていることを製造業者、輸入業者、販売業者が確認するものとします。

- 有害物質の識別
- 適切な危険警告
- 物質の製造業者、輸入業者、他の責任のある当事者の名前と住所

#### 5.4.2 製品安全データシート (MSDS)

これらの文書は、クロム含有製品の輸出業者、輸入業者およびユーザーにとって最も重要です。これらは、すべての国ではありませんが数カ国で強制義務になっています。国際クロム開発協会 (ICDA) は、クロム鉄用の一般的なMSDSを作成しました。この文書はご希望により入手できます。

#### ・ 欧州連合の規定

- 指令91/155/EC、93/112/EC、2001/58/ECでは、MSDSフォーマットが説明され、次の必須ヘッディングに基づき情報を記載しなければなりません。

- 物質/調合剤および企業の識別
- 目的の/推奨の用途
- 組成 (成分に関する情報);

37

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 37

- 危険有害性物質の特定
- 救急措置
- 消火措置
- 偶発的放出時の措置
- 取扱いと貯蔵
- 暴露制御/個人の保護

- 物理的および化学的特性
- 安定性と反応性
- 毒物学的情報
- 生態学的情報
- 処分への配慮
- 輸送に関する情報
- 規制に関する情報
- ほかの情報

MSDSは、欧州経済地域(EAA) 諸国により忠実に順守されています。

#### ・米国の規定

MSDSは、職業安全管理局(OSHA)の危険有害性周知基準(HCS)において最も重要です。最も重要な規則は次のとおりにより要約することができます。

- 化学薬品の製造業者や輸入業者(そしてこれには冶金業界が含まれます。)は、彼らが生産或いは輸入する危険有害性のある化学薬品それぞれについての製品安全データシート(MSDS)を取得し開発するものとする。
- ユーザーは彼らが使用する有害化学薬品それぞれについてのMSDSを保持するものとする。
- 危険有害性周知基準(HCS)では、ラベルおよびMSDS(下記を参照)の定義は、製造業者、輸入業者、販売業者が行った評価査定の結果であり、文献や毒物学的データに基づいていなければなりません。この決断は「実績志向型」といわれています。書面による評価査定は利用可能な状態に維持されなければなりません。各MSDSには次の情報が含まれるでしょう。
  - 製品の識別(単一物質か化合物のどちらか)
  - 有害化学薬品の物理的且つ化学的特性
  - 有害化学薬品に関連した物理的危害: 火災、爆発、反応性
  - 有害化学薬品に関連した健康上の危害: 処理中に放出される恐れがある該当物質および他の物質への暴露に関連した症状
  - 暴露の主要経路
  - 職業安全管理局(OSHA)の許容暴露限界(PEL) 或いは米国産業衛生専門家会議(ACGIH)の限界値(TLV)。
  - 有害化学薬品が発癌性物質に関する国家毒性プログラム(NTP)の年次報告書に記載されているか、国際がん研究機関(IARC)のモノグラフにおいて、または職業安全管理局(OSHA)により潜在性発癌物質であると認められているかどうか。
    - 適切な衛生法、汚染された装置の修理やメンテナンス時の予防措置、流出や漏れの清掃手続きなどMSDSを準備する化学薬品の製造業者、輸入業者、雇用者に知られている安全な取扱いや使用についての通常適用可能な注意事項すべて。
    - エンジニアリング制御、作業実践方法、個人用保護具など、MSDSを準備する化学薬品の製造業者、輸入業者、ユーザーに知られている適用可能な制御措置すべて。
    - 応急および救急措置法。
    - MSDSの準備の日付または最新の修正の日付。
    - 製造業者、輸入業者、ユーザーの名前、住所、電話番号。

#### 5.4.3 従業員の導入と訓練

有害化学薬品に暴露する作業者の訓練は米国(危険有害性周知基準)、欧州連合(指令 90/394/EEC)、その他の大半の諸国では法的な強制義務です。

注意: 上記の地理的な地域や国々は最も厳重な規定が配置されたエリアを表しています。

38

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 38

それらは最寄の地域の規制動向や条項に適應できるガイドラインとして使用することができます。またそのほかに、1990年6月に刊行され、「化学薬品を作業時に使用する際の安全性」と題する国際労働機関(ILO)の条約No 170 および推奨事項No 177を参照することも推奨されます。

## 5.5 環境制御とモニタリング

大気、水、陸地への排出すべてを効果的に制御し、モニタリングすることが絶対必要です。廃棄物は1つの地域から他の地域へ移される可能性があるため、またこれに関連した制御のため、言及に値します。

これらの物質には次のものが含まれることがあります。

- リサイクル可能な金属のスクラップ
- クロム鉄やステンレススチール又は化学薬品の製造により生じるスラッグまたは残留物
  
- クロム鉄やステンレススチール (使用済みのフィルターバッグを含む) の生産により生じるフィルターの粉塵
- 粉塵防止によるスラッジ
- 金属仕上げ廃液、スラリー、湿式ケーキ
- 使用済みの銅-クロム-ヒ素 (CCA) 処理済み木材
- クロム化学薬品を含んだ使用済みの包装 (バッグ、ドラムなど)
- クロム含有耐火物
- なめしプロセスの固形と液体廃棄物
- 寿命末期製品/廃品

国際的に有害廃棄物の越境移動およびその処分に関する1989年3月22日の国連環境計画 (UNEP) 「バーゼル条約」が1992年5月に制定されました。

回収作業をすることになっている廃棄物の越境移動制御に関する1992年3月30日の経済協力開発機構 (OECD) の決議ではリサイクル可能な廃棄物をリスクの程度により3つのリスト (グリーン、アンバー、レッド) に分類しています。 レッドリストは最も厳しい処置が課されます。

このリストは常に改訂されています。(経済協力開発機構(OECD)モノグラフ No 34 「有害廃棄物の越境移動に関するモニタリングおよび制御 1993年7月に更新済み」を参照のこと)

欧州連合については、「欧州共同体内での、共同体への、また共同体からの廃棄物輸送の監督および制御に関する1993年2月1日の理事会規則No 259/93 を参照のこと。このテキストも3つのカテゴリーに基づいており、1994年5月現在に適用可能となりました。

これらの規定下では、請負い当事者が前記作業を、関係した取締り機関、派遣隊、輸送の目的地や国々すべてに宣言することが法的な強制義務です。

### 5.5.1 欧州連合

統合的汚染防止管理 (IPPC) 規則(96/61/EC) は、環境媒体(大気、水、陸)すべてへの排出を制御するために業界が利用可能な最善のテクニック(BAT) を適用するように定められています。

これらの規則は、様々な産業部門のための利用可能な最善の技術基準(BREF) ノートそして大気、水、廃棄物の分類、埋立て、焼却に適用される他の規定や指令によって支えられています。

#### - 水

上記の水政策枠組み指令の項を参照のこと。

飲料水指令 98/83/EC には、いくつかの金属の限界が記載されています。

39

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 39

#### - 廃棄物

理事会の決議2001/118/CE, 91/689 EEC および 94/31/EC 並びに委員会の決定94/904/ECにより修正された78/319/EEC (有害廃棄物指令)は、廃棄物の詳細なリストそして製品や調剤を分類するために使用された原則と合致する廃棄物分類のための系統的な基準を提供しています。

埋立て指令 (1999/31/EC)には、堆積された廃棄物のタイプまたはクラスにより、埋立て用地の用意、作業、モニタリング、閉鎖の基準が定められています。

### 5.5.2 日本

#### - 土壌

いったん土壌が汚染されると、その影響は長い間持続しますので、現在、環境品質基準(EQS)が、六価クロムな

どの27のアイテムに対する環境基本法に基づいて規定されています。  
これらの環境品質基準値は、ヒトの健康を保護するため、また生活環境を保全するために順守が望まれる基準で、必要に応じて、累積された科学的データに従い、再審査されます。

土壌の環境品質基準には、地下水の浄化など水質を配慮している基準が明記されています。そして農地基準は、食料生産の保全を目指しています。

この2つの基準は、土壌が汚染されているかどうかを判定し、汚染を予防する対策を講じる上での目標を提供します。

#### - 廃棄物

廃棄物処分及び公共清掃法の目的は、廃棄物の排出制限、廃棄物の分類、貯蔵、収集、輸送、リサイクリング、処分についての適切な管理そして清潔な生活環境の保存により、生活環境を保護し、公衆衛生を向上することです。

#### - 水

環境基本法では、水質汚濁物の環境品質基準は、公共用水において達成且つ維持されるべき水質の目標レベルです。

これらの基準は、ヒトの健康保護と生活環境保全の2つの重要な目標を達成するために制定されています。

六価クロムは、ヒトの健康保護に関する26物質の環境品質基準値リストに記載されています。

地下水汚染の環境品質基準も1997年に制定されています。

生活環境については、環境品質基準値は、生物化学的酸素要求量 (BOD)、化学的酸素要求量(COD)、溶存酸素 (DO)そして他のパラメータについて設定されました。  
窒素およびリンのEQS値は、湖や沿岸水の富栄養化を予防するために設定されています。

#### - 大気

大気汚染防止法の目的は、まず工場や他の会社から発生する煤煙、煙、粒子状物質を制御することにより、環境汚染に対して公衆衛生を保護し、生活環境を保存することです。

第二に、建物が破壊されている時に微粒子の排出を制御することです。

第三に、車両の排気ガスなどの最大許容限界を設定することにより、有害な大気汚染物質の排出を制限する様々な措置を推進することです。

40

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 40

### 5.5.3 南アフリカ

#### - 大気

大気質は、国家環境管理すなわち2004年大気質法により制定され、その目的は環境を保護し、大気質を向上することであり、それによって環境が人々の健康や福祉に有害でないことを保証しています。

#### - 廃棄物

廃棄物管理は、予防、最小化、資源回収、処理、最終的に処分の階層的な系列に従わなければなりません。廃棄物は、一般に有害のどちらかに分類されます。  
分類は、廃棄物の特性やリスクの決定を示唆しています。特性には、毒性、生態毒性、発癌性、変異原性、催奇形性、持続性などがあります。

#### - 水

水利森林省は南アフリカの水源の管理機関です。その使命は水質が引き続き使用に適した状態であること、また水生生態系の生存能力が維持され保護されていることを保証することです。  
本省はこの目的のために南アフリカの水質ガイドラインを開発しました。国家水法36(1998年)は、最も重要な法規です。

## 5.5.4 米国

達成可能な最大の管理技術 (MACT) および通常利用可能な技術 (GACT)主体の規則は、産業別にそれぞれの産業に関する大量且つ区域的なクロム排出源用に開発されています。

大半の場合には、三価と六価クロムには異なる基準が決定されます。これらの規定は、「1990年大気浄化法」に基づいており、この浄化法は有害大気汚染物質のリストにある「クロム化合物」を識別します。環境保護庁 (EPA) の MACT または GACT 基準で取扱われていない資源は、州当局が定めたレベルで規制されます。

## 5.6 化学薬品の管理

工業用化学薬品の広範囲に及ぶ使用に関する制御や管理を改善する目的で、経済協力開発機構 (OECD) は、全化学薬品に関し構造化されたリスク評価再審査プロセスを開始しました。

欧州連合に関しては、これは既存物質規定793/93/EC(ESR)に定められ、これに基づいて生産者や輸入業者は標準化された情報データセット(SIDS)を定期的に提出するように要求されました。

そのプロセスの結果として、六価クロム製品5個のグループはリスク評価再審査 (危険物質指令の29回技術的進歩への適応に記録済み)を受け、いくつかの分類変更およびリスク削減措置が、より一層必要であるという決定がもたらされました。

英国は、現在欧州連合のために適切なリスク削減戦略を開発しています。is

既存物質規定(ESR)の進展が遅いため、国際化学工業協会協議会 (ICCA) は、業界が独自の製品のために危険有害性データに関する書類提出を奨励した自発的な取り組みを開始しました。

2001年2月に、欧州連合は、次の主要要素を含む今後の化学薬品に関する政策のための戦略を示す白書を発表しました。

- 安全性について業界に責任を負わせること。
- サプライチェーンに沿って責務を拡張すること。
- 懸念度が非常に高い物質の認可。
- 有害化学薬品の代用品。

この白書は、欧州連合議会が現在検討している化学薬品のREACH (登録、評価、認可および制限)として知られている欧州連合規制案に開発されてきました。

41

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 41

これは、2007年半ばまでに施工されらるだろうと予想されています。

これらと並んで、車両{廃車両指令 (ELVD)}、電気電子機器 {廃電気電子機器指令 (WEEED)}、建設材料を対象にした一連の廃品指令が欧州連合に登場しており、有害物質の制限に関する指令も登場しています。

廃車両指令 (ELVD)と廃電気電子機器指令 (WEEED)の両指令は、六価クロムについて述べており、前者は2007年から、後者は2006年から新製品中の六価クロムの存在を制限しています。

一方では予防原則そして他方では持続可能な開発に基づいたこれらの活動は、産業にとって集合的に次のことを意味します。

- ヒトと環境へのリスク評価が行えるように製品とその用途についての総合的特性化。
- 有害物質を有害性が少ない物質と取替え。
- 国際規格に対し、最良の実践標準。
- 廃棄物の最小化、廃棄物と使用済み製品のリサイクリング。

すなわち、プロダクト・スチュワードシップおよびライフサイクル・インベントリー / アセスメント

42

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 42

# 6 プロダクト・スチュワードシップ

この体制下では、企業は目に見える責任をとり、製品のライフサイクルの間中、製品に最良実践方法のための配慮事項が適用されていることを確認しています。

これには、上記のセクション3と5に記載したすべての特徴に取り組むことなどがあります。

- 製品安全データシート(MSDS)などの通信により製品に関する総合的な情報を提供すること。  
これは、有害製品にとって特に重要であり、例えば、ステンレススチールとステンレススチールの溶接煙中に六価クロムの形成のように、特定用途以外に使用すると無害の製品であるものを特定用途に使うと有害製品の生成を招く可能性がある場合も、特に重要です。
  - 製品の不適切な使用をやめさせること。
  - 必要に応じてカスタマや取締り機関と共に、オープン且つ透明な方法で作業し、製品やその使用に関する関心のある問題を解決すること。
- これには、持続可能な開発と共に、エンジニアリング基準、職業上の暴露低減や環境制御に関するや最良の実践基準、作業要員の教育やトレーニング、廃棄物の最小化/リサイクリング、廃品のソリューションについてのアドバイスなどがあるかもしれません。

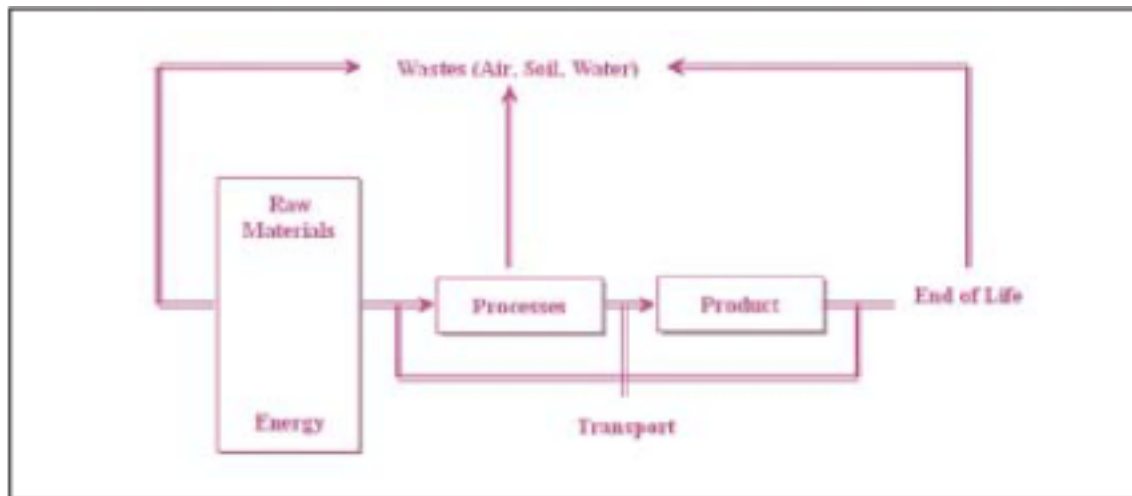
43

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 43

## 7 ツール

### 7.1 ライフ・サイクル・インベントリー/アセスメント (LCI/LCA)

ライフサイクル・インベントリー (LCI) は、本来、ISO 14040規格に基づいて製品のライフサイクル全体を通じて入出力のすべてを説明し、評価するテクニックです。



ライフサイクル・アセスメント(LCA)は、同一業界の異なるプレイヤーのために上記のデータを集め、最良実践のためのベンチマーク値が特定化できるようします。またこれは同じ最終用途に利用可能である別の製品と比較するために使用することもでき、次を提供します。

- 生産者に対しては、一連のベンチマークデータを提供し、代用品がある場合は、現在と将来のビジネス上の決定事項を支援するか弁護します。
- 取締り機関や他の機関に対しては、規制を制定するためにもしくは規制に影響を及ぼすために使うことができる既存の一連の最良実践データを提供します。

国際クロム開発協会 (ICDA) は、クロム鉄に関するライフサイクル・インベントリー (LCI) を完了しました。この文書も同様に、ステンレススチールのライフサイクル・インベントリーに重要な貢献を行います。情報を更新する継続した過程の一環として、国際クロム開発協会 (ICDA) も定期的にライフサイクル・インベントリーを更新し、技術面での改善を反映するだけでなく、そのデータを世界的なクロム鉄生産に関する、より代表的なデータにするでしょう。ライフサイクル・インベントリーの研究に関するコピーは、ご要望に応じ、国際クロム開発協会 (ICDA) から入手可能です。

### 7.2 国際標準化機構 (ISO)

1993年以降、いくつかのISO標準規格が開発されて参り、そのガイドラインのコンテキストに関連したものには次のがあります。

ガイドラインには次のものがあります:

環境マネジメントシステム	ISO 14001, 14002, 14004
環境監査	ISO 14010 - 14012, 14015
環境上のラベル表示	ISO 14020 - 14025
環境パフォーマンス評価	ISO 14031
ライフサイクル・アセスメント	ISO 14040 - 14043
職業安全衛生管理システム	ISO 18001, 18002

加盟国は、上記のセクション3 に定められたすべての特徴を含む安全衛生環境管理システムを設定し、実施するように、また該当するISOの認定を求めるように特に勧められています。

45

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 45

## 7.3 エコラベル表示

エコラベル表示は、生産者が製品やサービスについての環境上の側面を示すことができるようにするツールです。これは、製品やパッケージのラベル、製品についての資料、技術告示上で、記述、記号、グラフィックの形式をとることがあります。

環境面では環境と互いに影響し合うことができる企業の活動・業務、製品或いはサービスに関する要素です。

エコラベル表示は、環境管理規格ISO 14000シリーズの一環を成しています。

- ISO 14020 基本原則
- ISO 14021 自己宣言による環境主張 条件と定義
- ISO 14022 自己宣言による環境主張 環境ラベル表示の記号
- ISO 14023 自己宣言による環境主張- 試験法と検証法
- ISO 14024 環境ラベル表示 タイプ1 原則や手続きの導入
- ISO 14025 環境ラベル表示タイプ 111 -原則や手続きの導入

46

Doc interieur 22/11/06 17:45 Page 46

## 8 参考文献

Anderson, R.A.,(1999), Chromium as an Essential Nutrient, The Chromium File, No 6, ICDA. {Anderson, R.A.,(1999年), 必須栄養素としてのクロム、クロムファイル、No 6、国際クロム開発協会}

ATSDR (Agency for Toxic Substances Disease Registry), (2000), Toxicological Profile for Chromium. {ATSDR (毒性物質疾病登録機関)、(2000年)、クロムの毒物学的プロファイル}

Cary, E. E., (1982), Chromium in air, soils and natural waters. In Biological and environmental aspects of Chromium. (Ed. Langard, S.) Elsevier Biomedical Press. New York. Pp 49-63 {Cary, E. E., (1982年)、大気、土壌、天然水中のクロム。クロムの生物学上また環境上の側面内。 (Ed. Langard, S.) Elsevier Biomedical Press. ニューヨーク。 Pp 49-63}

Cocker, J., (2005), Approaches to determining reference values for biological monitoring for Chromium, The Chromium File No 13, ICDA {Cocker, J., (2005年)、クロムの生物学的モニタリングのための基準値決定法、クロムファイル No 13、国際クロム開発協会}

Costa, M., (1997): Toxicity and Carcinogenicity of Cr(VI) in Animal Models and Humans. Critical Reviews in Toxicology 27(5):431-442. {Costa, M., (1997年): 動物モデルや人における六価クロムの毒性および発癌性、毒物学上の批判的な批評 27(5):431-442.}

DECOS (Dutch Expert Committee on Occupational Standards), (1998), Chromium and its Inorganic Compounds. {DECOS (労働基準に関するオランダ専門委員会)、(1998年)、クロムとその無機化合物}

Eurofer, (1999), Manufacture, Processing and Use of Stainless Steel: A Review of Health Effects. {Eurofer, (1999年)、ステンレススチールの製造、加工、使用:健康への影響に関する再調査}

Fendorf,S., (1995): Surface reactions of chromium in soils and waters. Geoderma 67:55-71

{Fendorf,S., (1995年):土壌および水中におけるクロムの表面反応。Geoderma 67:55-71}

FIOH ,(Finnish Institute of Occupational Health),(in press), Health Risk Assessment Report for Metallic Chromium and Trivalent Chromium, ICDA {FIOH (フィンランド労働衛生研究所)、(印刷中)、金属クロムと三価クロムに関する健康へのリスク評価レポート、国際クロム開発協会}

Goyer, R.A. & Clarkson, T.W. (2001): Toxic effects of metals. In Casarret and Doull's Toxicology- The Basic Science of Poisons. (Ed. C.D. Klaassen) 6th edition. McGraw-Hill. New York. {Goyer, R.A. & Clarkson, T.W. (2001年): 金属の毒作用。Casarret と Doullの毒物学内- 毒物の基礎科学。(Ed. C.D. Klaassen) 第6刊。McGraw-Hill. ニューヨーク}

Health & Safety Executive. (1989) Toxicity Review 21, The Toxicity of Chromium and Inorganic Chromium Compounds, London: HMSO (Her Majesty's Stationery Office), ISBN 0 11 8855212 {衛生安全委員会事務局(1989年) 毒性の再審査 21、クロムとクロムの無機化合物の毒性。ロンドン: HMSO (女王書簡局), ISBN 0 11 8855212}

IARC (International Agency for Research on Cancer) (1990) Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Chromium, Nickel and Welding, Volume 49, Lyon, France: IARC, ISBN 92 823 12495 {IARC (国際がん研究機関) (1990) クロム、ニッケル、溶接が人へ及ぼす発癌性リスク評価についてのモノグラフ、第49巻、リヨン、フランス: 国際がん研究機関, ISBN 92 823 12495}

ICDA. (1997) Criteria Document for Hexavalent Chromium, Paris: International Chromium Development Association. {国際クロム開発協会(1997年)六価クロムに関する基準書、パリ: 国際クロム開発協会}

James 1996: The Challenge of Remediating Chromium -Contaminated soil. Environ. Sci. Technol. 30 (6): 248A-251A {James 1996年:クロム汚染土壌改善への挑戦。 Environ. Sci. Technol. 30 (6): 248A-251A}

Kabata-Pendias, A. & Pendias, H.( 2001): Trace Elements in Soils and Plants. 3rd edn. CRC Press, London. Pp 253-260 {Kabata-Pendias, A. & Pendias, H.( 2001年):土壌と植物中の微量元素。第3版。CRC プレス、ロンドン。 Pp 253-260}

Kimbrough, D.E. , Cohen, Y., Winer, A.M. Creelman, L.& Mabuni, C. (1999): A Critical Assessment of Chromium in the Environment. Critical Reviews in Environ. Sci. Technol. 29(1):1-46 {Kimbrough, D.E. , Cohen, Y., Winer, A.M. Creelman, L.& Mabuni, C. (1999年): 環境におけるクロムの批判的評価。 Environ. Sci. Technolにおける批判的批評。 29(1):1-46}

Kotas, J. & Staticka, Z. (2000): Commentary: Chromium occurrence in the environment and methods of its speciation. Environ. Poll. 107: 263-283 {Kotas, J. & Staticka, Z. (2000年): 解説: 環境におけるクロムの存在およびその化学種別分析法。 Environ. Poll. 107: 263-283}

Murphy, R., (1998), クロム in Timber Preservation, The Chromium File No5, ICDA {Murphy, R., (1998年)、木材防腐中のクロム、クロムファイルNo5, 国際クロム開発協会}

に及ぼす発癌性リスク評価、クロムファイル No14, 国際クロム開発協会}

OSHA, (2000) Analytical Methods Manual Volume 3, Method No ID-215. {職業安全衛生管理局(2000年) 分析法マニュアル 第3巻、方法 No ID-215.}

Rai, D. Eary, L.E. & Zachara, J.M. (1989): Environmental Chemistry of Chromium. Sci. Total Environ. 86: 15-23 {Rai, D. Eary, L.E. & Zachara, J.M. (1989年): クロムの環境化学。Sci. Total Environ. 86: 15-23}

SCOEL(Scientific Committee on Occupational Exposure Limits), (2003), Recommendation from Scientific Committee on Occupational Exposure Limits: Risk Assessment for Hexavalent Chromium, SCOEL/SUM/86, Feb. 2003. {SCOEL(職業上の暴露限界に関する科学委員会)、(2003年)、職業上の暴露限界に関する科学委員会の推奨事項: 六価クロムのリスク評価、SCOEL/SUM/86, Feb. 2003年2月}

UK Health and Safety Executive, (1981), "Chromium and Inorganic Compounds of Chromium in Air", MDHS 12 and 13 (June 1981). {英国衛生安全委員会事務局、(1981年)、"大気中のクロムとクロムの無機化合物", MDHS 12 and 13 (1981年6月)}.

UK Health and Safety Executive,, (1991) "Dust General Principles of Protection", Environmental Hygiene Series EH 44 {英国衛生安全委員会事務局、(1991年) "粉塵 予防の一般原則"、環境衛生シリーズEH 44}

UK Health and Safety Executive,, (1993), "General Methods for the Gravimetric Determination of Respirable and Total Inhalable Dust", MDHS 14 (January 1993 (revised)). {英国衛生安全委員会事務局、(1993年)、"呼吸性粉塵と吸入可能な総粉塵の重量決定に関する一般法"、MDHS 14 (1993年1月 (改訂済み))}

UK Health and Safety Executive,,(1999), Engineering Sheet No 32 {英国衛生安全委員会事務局、(1999年)、エンジニアリングシート No 32}

Van den Bossche, V., et al, (1997), Chromium Tanned Leather and its Environmental Impact, The Chromium File No4, ICDA. {Van den Bossche, V等、(1997年)、クロムなめし皮革とその環境影響、クロムファイル No4, 国際クロム開発協会}

Saleh, F.Y., Parkerton, T.F., Lewis, R.V., Huang, J.H. & Dickson, K.L.(1989): Kinetics of Chromium transformations in the environment. Sci Total Environ. 86(1-2): 25-41 {Saleh, F.Y., Parkerton, T.F., Lewis, R.V., Huang, J.H. & Dickson, K.L.(1989年): 環境でのクロム転換に関する動力学。Sci Total Environ. 86(1-2): 25-41}

Smith,S., Petersen, P.J. & Kwan,K.H.M. 1989 : Chromium accumulation, transport and toxicity in Plants. Toxicol. Environ. Chem. 24: 241-251 {Smith,S., Petersen, P.J. & Kwan,K.H.M. 1989年 :植物内でのクロムの堆積、移送および毒性、Toxicol. Environ. Chem. 24: 241-251}

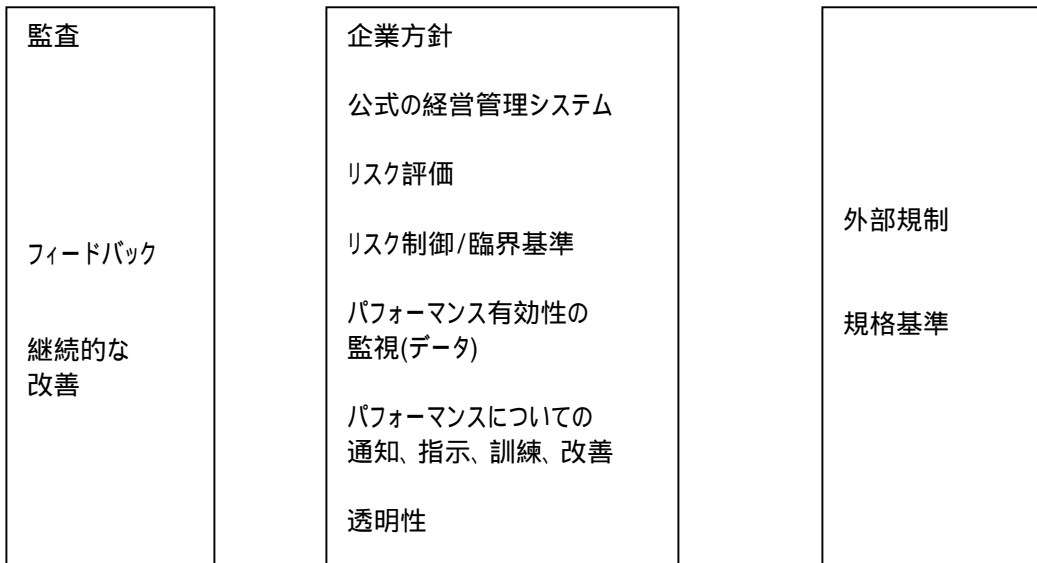
Yassi, A. & Nieboer, E. 1988: In Chromium in the Natural and Human Environments. Advances in Environmental Science and Technology V. 20.(Eds. Nriagu, J.O. & Nieboer, E.), John Wiley & Sons, Inc. New York. Pp 443-495 {Yassi, A. & Nieboer, E. 1988年: 自然界や人間環境に存在するクロム。環境科学や技術の進展 第20巻。(Eds. Nriagu, J.O. & Nieboer, E.), John Wiley & Sons, Inc. ニューヨーク。 Pp 443-495}

Zayed, A.M. & Terry, N. 2003: Chromium in the environment: factors affecting biological remediation. Plant and Soil 249: 139-156 {Zayed, A.M. & Terry, N. 2003年: 環境に存在するクロム: 環境改善に悪影響を及ぼす因子。植物と土壌 249: 139-156}

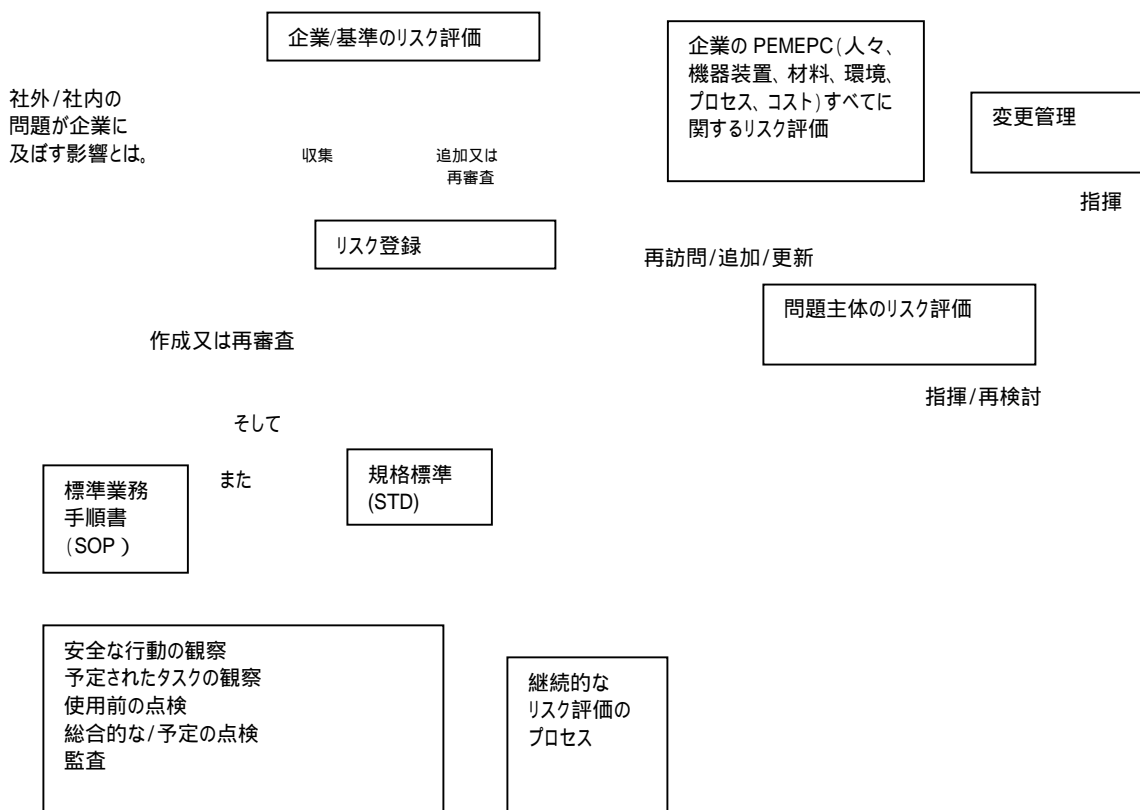
Translation of Figure 1

図 1

健康、安全、環境管理システムの共通点



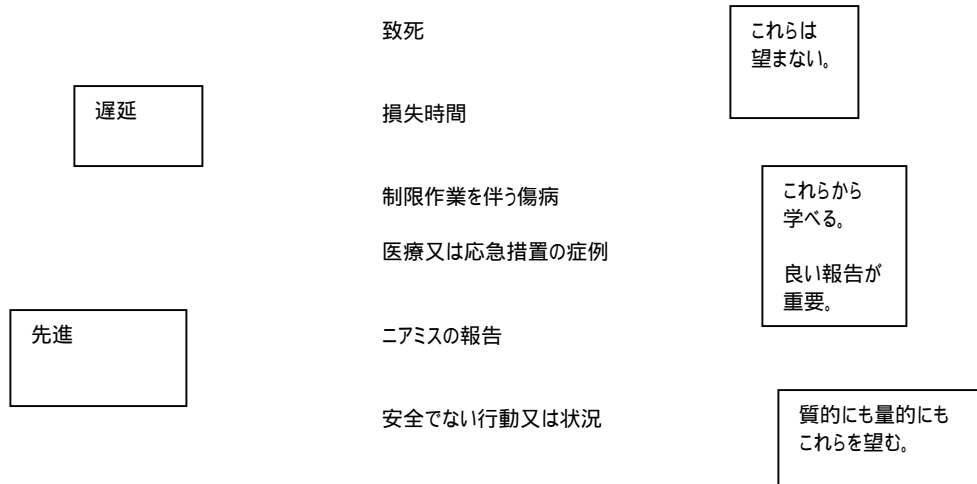
<Page 23> Diagram



継続的な  
分析

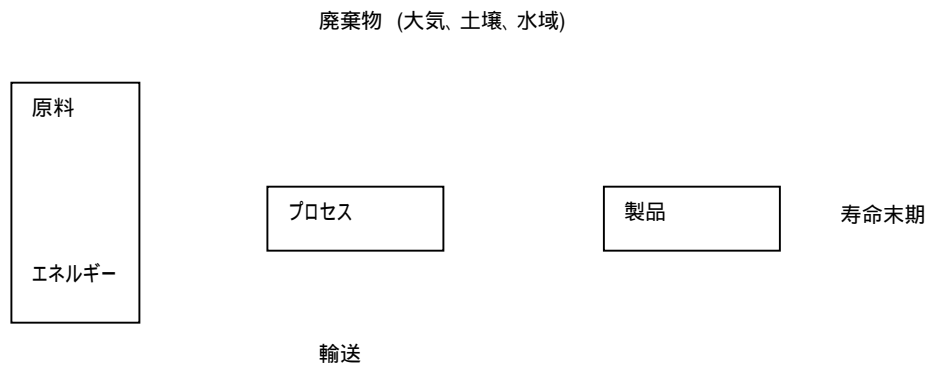
重大問題の識別

<Page 24> Safety Triangle



<Page 45>

Translation of the box in 7.1.



<Translator's note>

1) 1<sup>st</sup> line under the section '4.2 Japan' on page 27 of the original English

'The Japanese Society for Occupational Exposure (JSOH)' was changed to "the Japanese Society for Occupational Health (JSOH)" and translated into Japanese.

2) 2<sup>nd</sup> paragraph of European Union under the section '5.1 Occupational Exposure Limits' on page 29

0.01mg.m<sup>3</sup> was changed to 0.01mg/m<sup>3</sup>