

ポイント① ダスト精錬炉からのシアン発生

ポイント①-1 ダスト精錬炉とは

炉内での製錬反応

- 1) コークスの燃焼  
 $C + 1/2O_2 \rightarrow CO$
- 2) 酸化物の熔融還元  
 $Fe_2O_3 + 3C \rightarrow 2Fe + 3CO$   
 $Cr_2O_3 + 3C \rightarrow 2Cr + 3CO$

炉頂ガス(測定値)

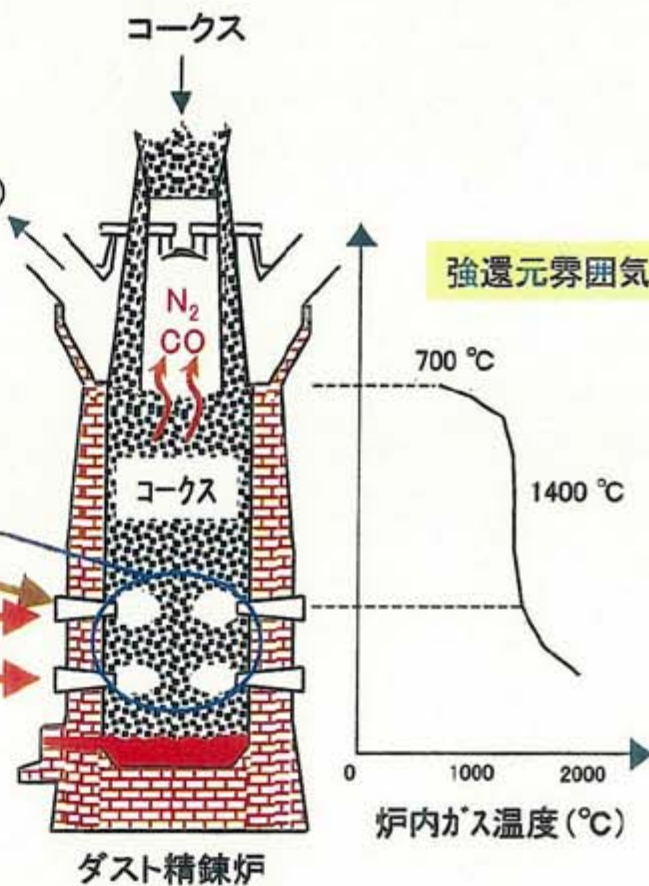
|                      |
|----------------------|
| 650~750 °C           |
| CO 47%               |
| CO <sub>2</sub> 1~2% |
| N <sub>2</sub> 50%   |
| H <sub>2</sub> 2%    |

CNは未測定

ステンレスダスト

主成分: 鉄・クロム酸化物  
水分: 0.2%  
微量元素: Na, K, Cl, F, Zn

熱風



強還元雰囲気

ポイント②-1 HCNの気液平衡



ポイント①-2 シアン発生量の計算

熱力学的平衡計算ソフトを用いて、高温、強還元性の条件下で平衡するガス成分を検討した。  
(計算ソフト: FactSage、データベース: SGTE Substance データベース)

1) 検討条件

温度範囲800~1600 °C、  
CO<sub>2</sub>/CO=0.001 (炉頂ガス条件CO<sub>2</sub>/CO=0.01~0.02に比べて強還元性)

2) 結果

表 平衡計算結果 (ppm)

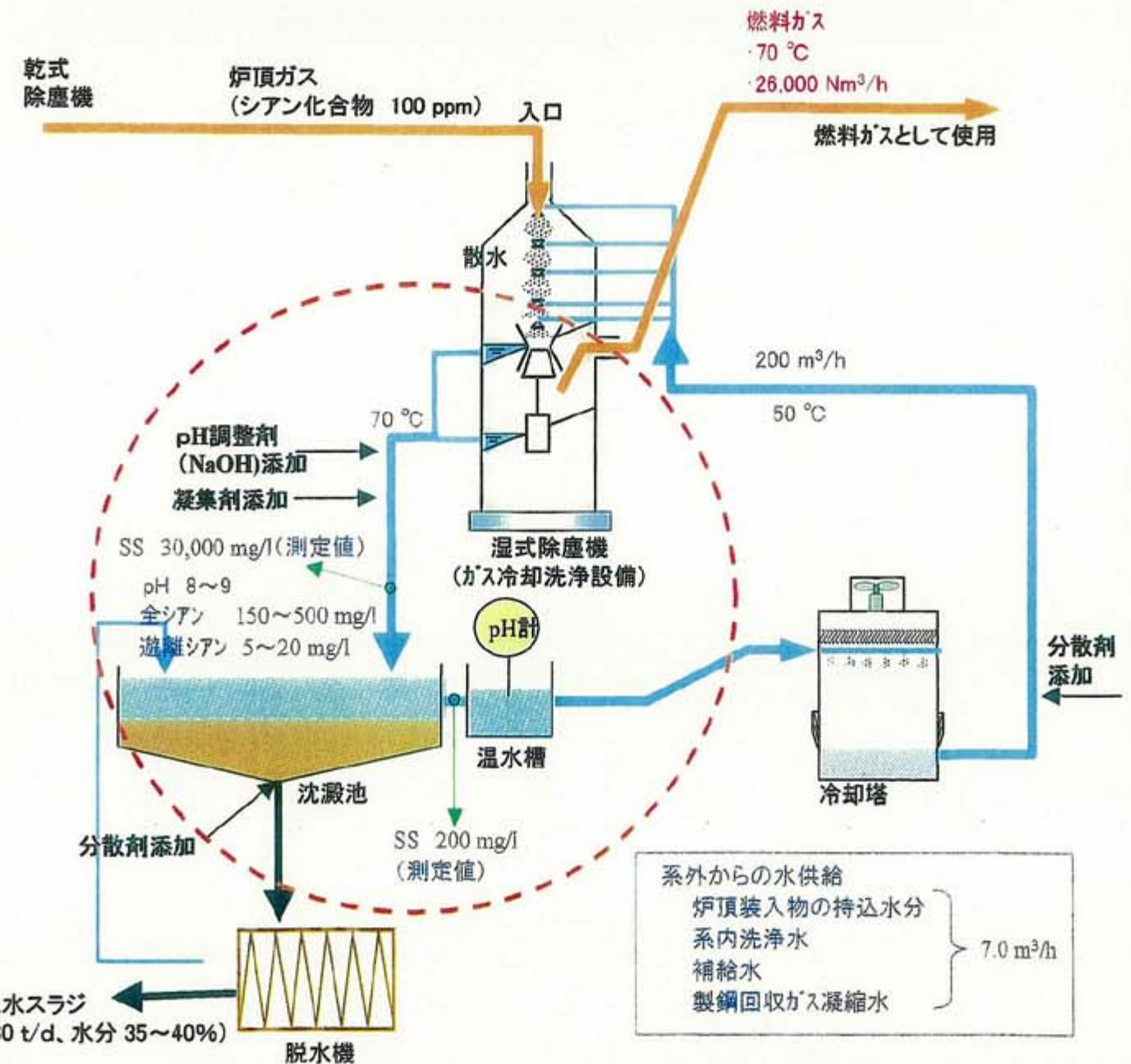
| 温度     | CO <sub>2</sub> /CO | HCN | NaCN | KCN | CN合計 |
|--------|---------------------|-----|------|-----|------|
| 1400°C | 0.001               | 49  | 33   | 18  | 100  |

炉内で生成する主なシアン化合物は、ガス状のHCN、NaCN、KCNであり、平衡シアン濃度のトータルは100ppmである。

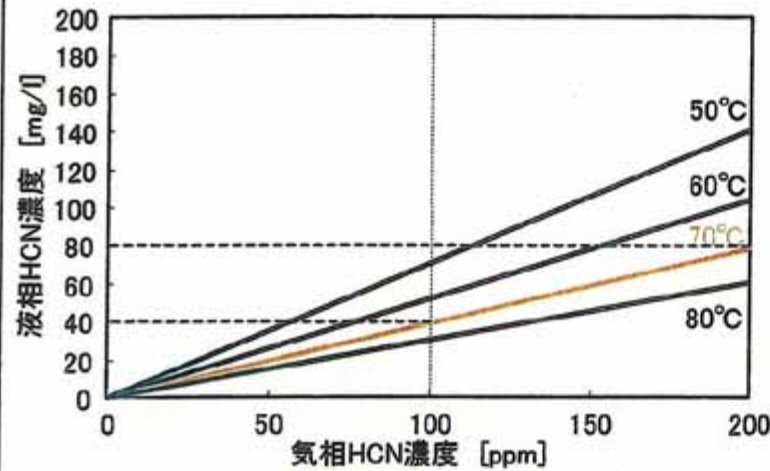
\* )パイロット試験結果に基づくシアン濃度の推定

パイロット試験中に炉頂ガスに散水する冷却水を定期的に新水に入れ、冷却水中のシアン濃度を測定。その積算値より炉頂ガスのシアン濃度を推定した。  
(冷却水中のシアン量が炉から発生するシアン量と仮定)

→ シアン濃度=0.12 g/Nm<sup>3</sup>-炉頂ガス  
=103 ppm



(1)  $HCN(gas) \rightleftharpoons HCN(liquid)$

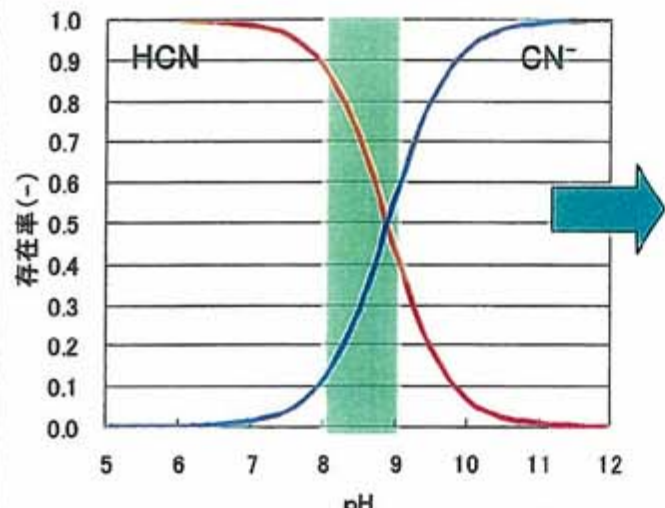


● 温度と気相HCN濃度から平衡になる水相HCN濃度を推定できます(図A)。

● 例えば、湿式除塵機において70°Cにおける出口ガスのHCN濃度が100 ppmの場合、洗浄水のHCN濃度は40 mg/lであると推測されます。200 ppmの場合は、80 mg/lになります。

図A 湿式除塵機を想定した気液HCN濃度の計算例(平衡計算ソフトPRO IIより)

(2)  $HCN(liquid) \rightleftharpoons CN^-(liquid)$



表B 気相シアン100 ppmにおける水相HCN+CN<sup>-</sup>濃度 [計算値] (mg/l)

| pH | HCN | CN <sup>-</sup> | HCN+CN <sup>-</sup> |
|----|-----|-----------------|---------------------|
| 5  | 40  | 0               | 40                  |
| 6  | 40  | 0               | 40                  |
| 7  | 40  | 1               | 41                  |
| 8  | 40  | 5               | 45                  |
| 9  | 40  | 52              | 92                  |
| 10 | 40  | 523             | 563                 |
| 11 | 40  | 4960            | 5000                |
| 12 | 40  | 39960           | 40000               |

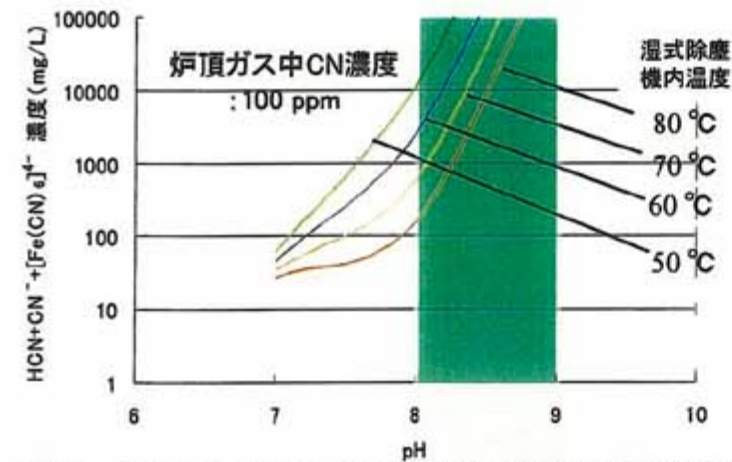
図B pHと[HCN], [CN<sup>-</sup>]の存在率の関係の計算例 (HCN解離定数:  $1.3 \times 10^{-9}$ )

水相のシアン化水素の化学形態(HCN, CN<sup>-</sup>)は、pHにより決まります(図B)。湿式除塵機のpHは8~9にあり、HCNとCN<sup>-</sup>が共存しています。HCN濃度40 mg/l(ガスのHCN濃度100 ppm)のとき、CN<sup>-</sup>の存在率はpHで変わり、遊離シアン(HCN+CN<sup>-</sup>)濃度は、45~92 mg/lの範囲になります(表B)。

(3)  $CN^- \rightleftharpoons$  シアノ錯体



安定度係数<sup>1)</sup>  $\beta_6 = \frac{[Fe(CN)_6]^{4-}}{[Fe^{2+}] \cdot [CN^-]^6} = 10^{24}$   
 水酸化第一鉄の溶解度積<sup>2)</sup> ( $[Fe^{2+}] \cdot [OH^-]^2 = 8 \times 10^{-16}$ )、  
 シアン化水素の解離定数<sup>3)</sup> ( $[CN^-][H^+]/[HCN] = 1.3 \times 10^{-9}$ ) から計算した  
 全シアン濃度とpHの関係(図C)、シアノ錯体の存在比率(表C)を示します。



図C pHと  $HCN+CN^-+[Fe(CN)_6]^{4-}$  濃度の関係(計算値)

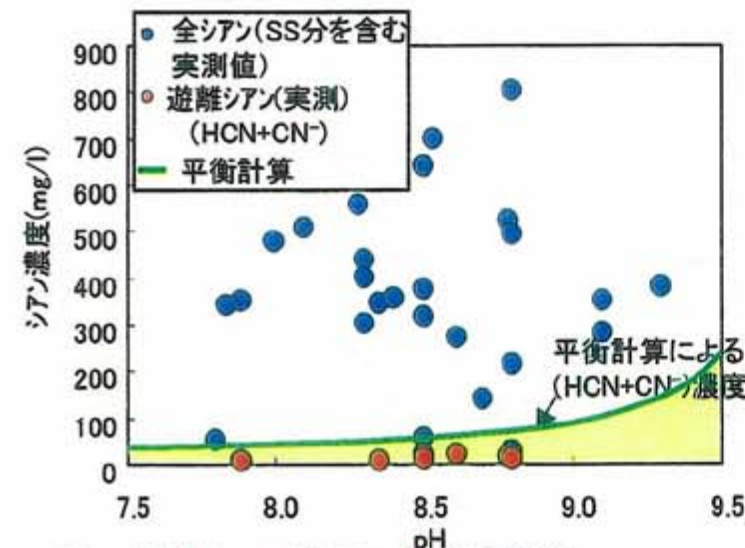
1), 2) : 分析化学反応の基礎, 培風館  
 3) : 化学大辞典, 共立出版

表C シアノ錯体の存在比率(計算値)  
 (炉頂ガス中CN濃度: 100 ppm、水温: 70°C)

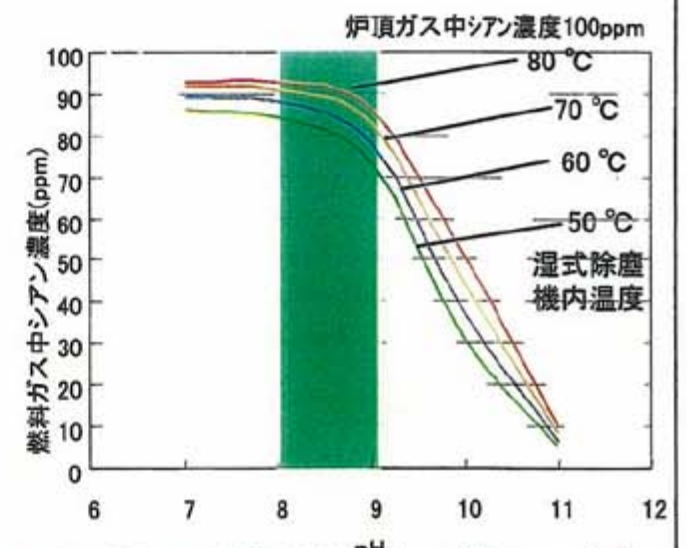
| pH | $[Fe(CN)_6]^{4-}/全CN(\%)$ |
|----|---------------------------|
| 8  | 97.0                      |
| 9  | 100.0                     |

● ガス清浄設備系内におけるシアン挙動のまとめ

- 1) 循環水のpHが8~9の範囲にあれば、液相における遊離シアン(HCN+CN<sup>-</sup>)の平衡濃度は低く、炉頂ガスから持ち込まれたシアンの大部分は燃料ガスに移行します。(図E)
- 2) 実測された全シアン濃度は、平衡(HCN+CN<sup>-</sup>)濃度よりも高く、鉄分から溶出したFeイオンと反応した鉄シアノ錯体(liquid)と難溶性鉄シアノ錯体(solid)が多く存在していることが推察されます。



図D 循環水pHとシアン濃度の関係 (実測値、平衡計算)



図E 循環水pHと燃料ガス(出口側)HCN濃度(計算値)

計算条件: 新水(補給水、原料水分等): 7 m<sup>3</sup>/h  
 炉頂ガス中シアン濃度; 100 ppm, ガス量; 26,000 Nm<sup>3</sup>/h  
 水相シアン濃度はHCN解離定数, 気液平衡から計算

計算式:

$$新水量 \times 燃料ガスと平衡する水相中全シアン濃度 = (炉頂ガスシアン濃度 - 燃料ガスシアン濃度) \times ガス量 \times 26/22.4$$

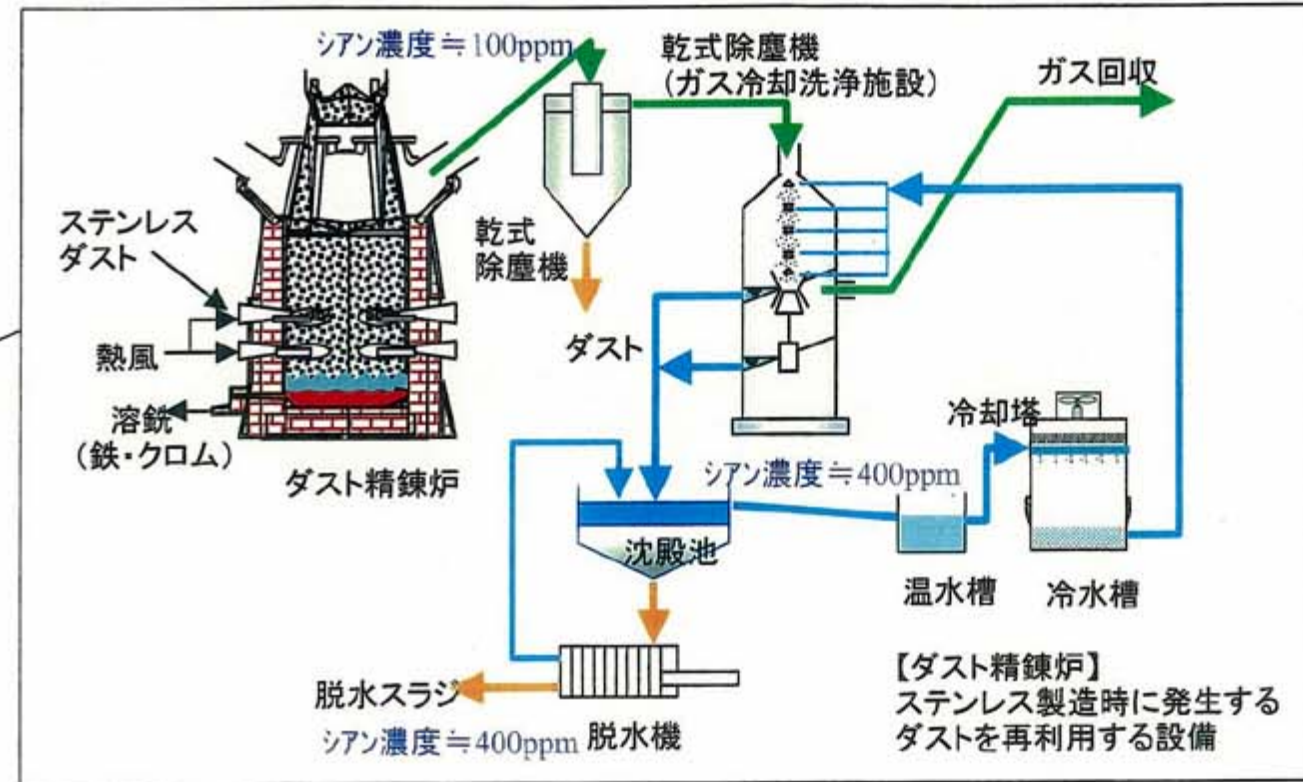
$$7,000 \text{ kg/h} \quad [(HCN+CN^-) \text{ mg/l (図B)}] \times X \text{ ppm} / 100 \text{ ppm} \quad 100 \text{ ppm} \quad X \text{ ppm} \quad 26,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

概要：西6号線排水口水質測定結果において、基準値(0.1mg/l)超過のシアン化合物を排出した。

表1. 西6号線排水口のシアン基準値超過件数

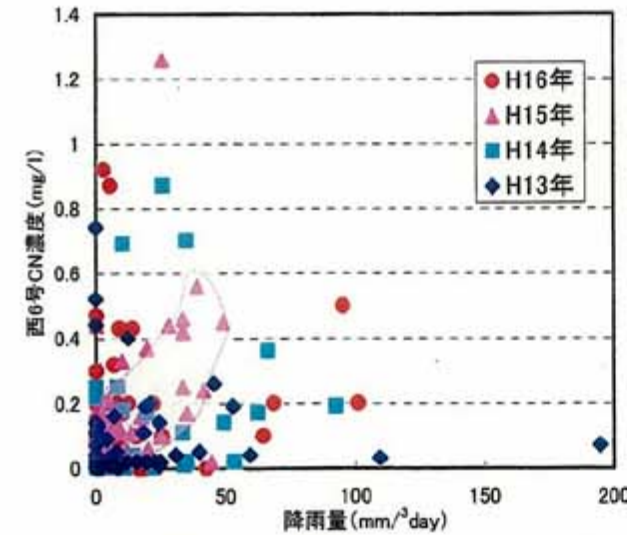
(基準値:0.1mg/l未満) 【件/暦年】

|      | H13年 | H14年 | H15年 | H16年 |
|------|------|------|------|------|
| 基準超過 | 10   | 13   | 27   | 22   |



降雨量と西6号線のシアン濃度との関係調査

\* 降雨量は、シアン濃度測定日から前3日間の累積降雨量を使用した。(データを平均化させるため)



・降雨量と西6号線のシアン濃度の関係は、約20~40mm/3日のところでピークをもった曲線となる傾向がみられる。  
 ・H15年については20~40mm/3日程度の降雨が比較的多く(左図着色部)、そのため西6号線でのCN濃度を上昇させる頻度が多くなったものと考えられる。

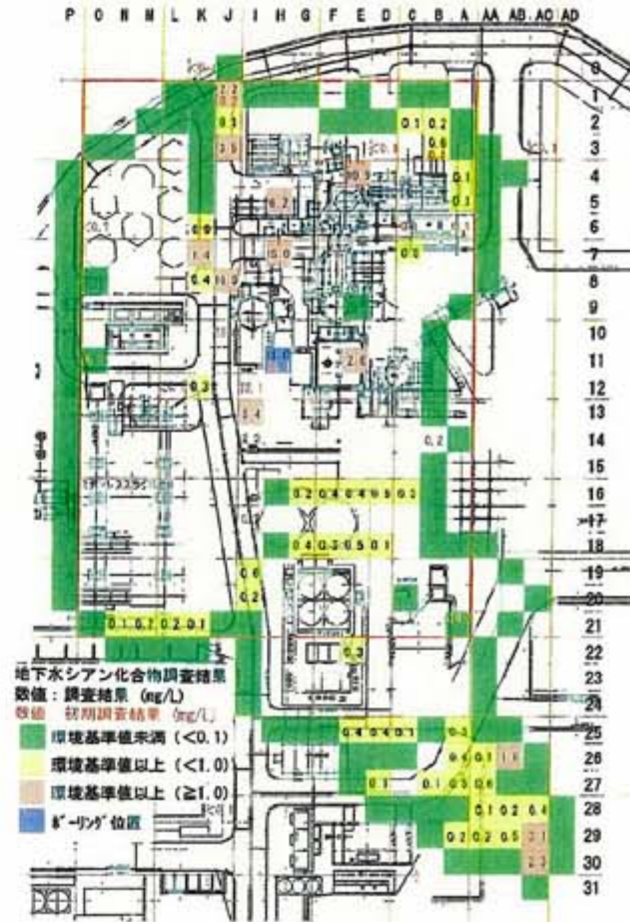
図: 降雨量と西6号線のシアン濃度との関係

現在までの調査状況

1. 地下水調査結果

- 1) 対象特定有害物質  
シアン化合物
- 2) 調査方法
  - ①対象区画  
ダスト精錬炉周囲(右図参照)に設定
  - ②試料採取方法  
100m<sup>2</sup>の単位区画ごとに試料を採取し、汚染範囲を限定する。

※掘削時に湧き出した深度にて地下水を採取
- 3) 調査結果(右図参照)  
表層部の地下水汚染の原因は以下と推定される。
  - ①冷却塔からのミスト飛散
  - ②水処理関連設備の清掃時のシアン含有物の漏洩及び仮置き時の汚染
  - ③清掃物運搬時の車両への付着による持ち出し
  - ④シアンを含有した路上清掃物の仮置き時の汚染



追加調査計画

1. 目的

- 1) 地下も含めたシアンによる汚染範囲の特定
  - 2) 地下水・土壌のシアン賦存量を推定
- 上記を基にシアン汚染の原因と、西6号線排水口へのシアン流出原因を検証するとともに、汚染拡散防止対策に反映させる。

2. 調査計画概要

1) 水平方向の汚染状況調査

- ①汚染範囲内の試料採取を追加し、表層および地中での地下水、土壌の汚染状況を調査し、濃度コンター図を作成し、汚染分布を把握。
- ②表層面(舗装面直下)の汚染状況調査。

2) 深度方向の汚染状況調査

ボーリング調査を数ヶ所行い、深度方向の汚染状況、土質を調査。  
※詳細な調査計画については、専門家の意見を伺い、千葉市と協議の上、決定する。

3. 調査期間

2005年6月～8月末 (汚染範囲によっては延長の可能性あり)

4. 調査実施後の改善方針について

- 1) シアン汚染原因、西6号線排水口への流出原因の検証と、対策の妥当性の確認
- 2) 公共用水域への漏洩及び弊社敷地外の地下水への漏洩が発生しないよう改善、監視を検討し、実施する。

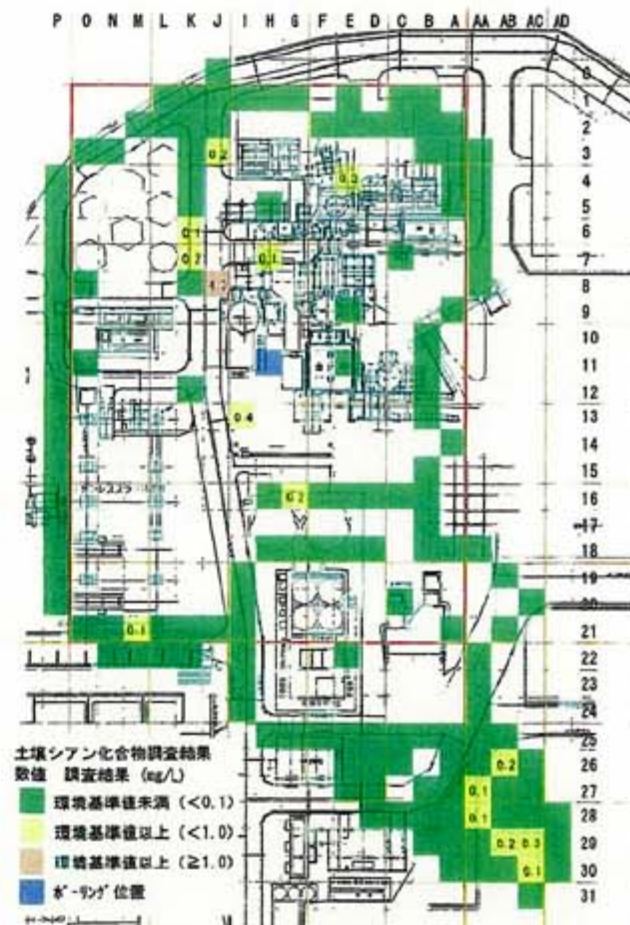
5. その他

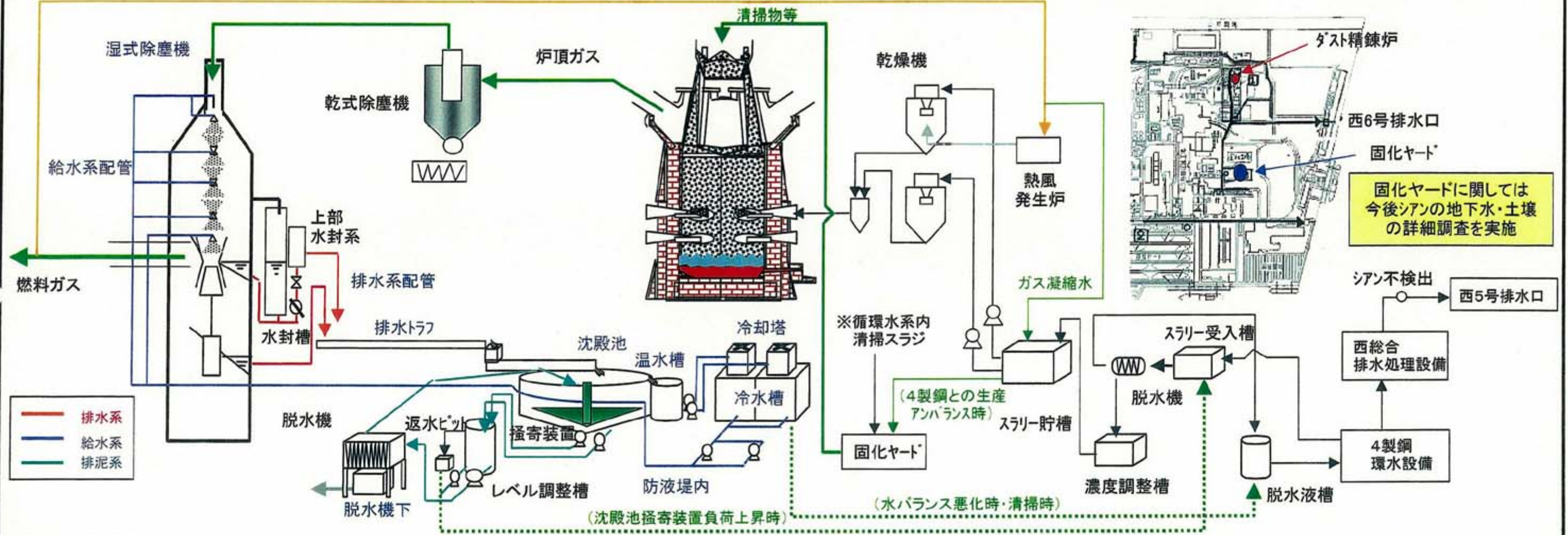
スラジを仮置きした固化ヤードについても同様の調査を実施する

2. ダスト精錬炉周辺 土壌調査結果

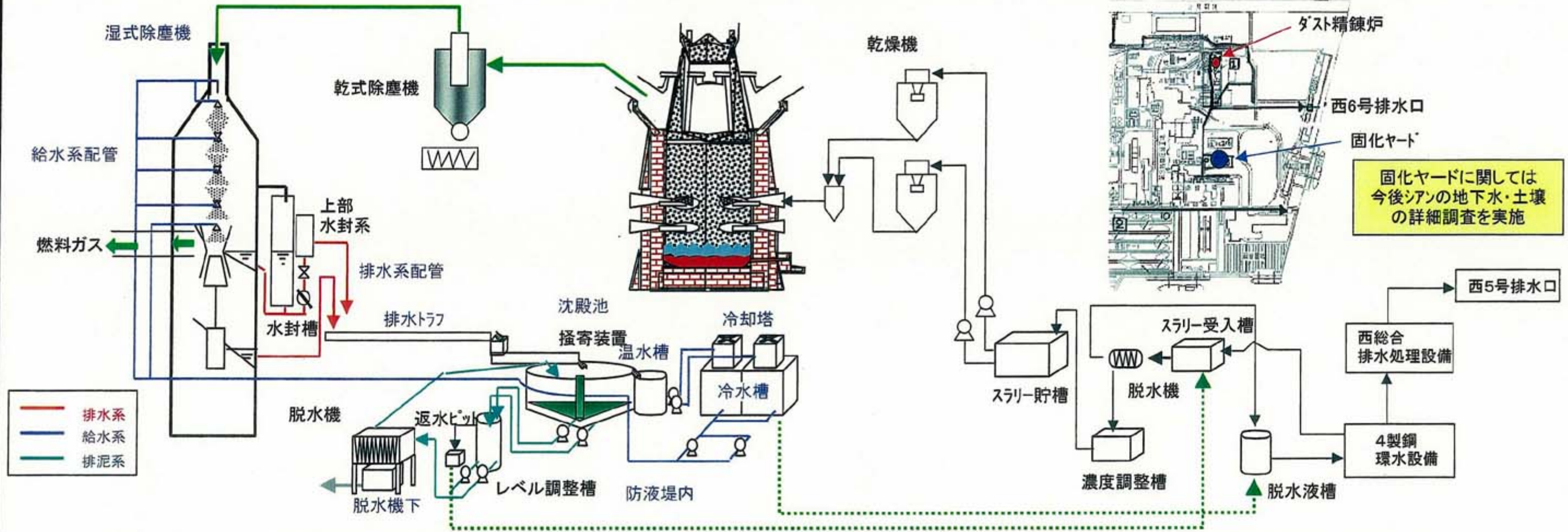
- 1) 対象特定有害物質  
シアン化合物(溶出)
- 2) 調査方法
  - ①対象区画  
ダスト精錬炉周囲(右図参照)に設定
  - ②試料採取方法  
100m<sup>2</sup>の単位区画ごとに試料を採取し、汚染範囲を限定する。

※表層～5cm、5～50cm(2深度を等量混合)
- 3) 調査結果(右図参照)  
表層部の土壌の汚染範囲は、地下水の汚染範囲とほぼ同様の傾向を示す。





| 項目                     | シアン量<br>kg/月 | 備考 (算出根拠など)   |
|------------------------|--------------|---|
| インプット                  |              |   |
| 炉頂ガス                   | 2,131        | ・計算値: 第3回資料3-3(2,114kg/月) + 固化ヤードからの持込シアン量(15kg/月+2kg/月)                      |
| アウトプット                 |              |   |
| 燃料ガス                   | 1,707        | ・計算値: 第3回資料3-3(1,712) + 固化ヤード持込シアン量+17kg/月+ガス凝縮水シアン量△3kg/月、バランス悪化時の水抜き△19kg/月 |
| 焼結行きスラジ                | 287          | ・2004年焼結使用実績より。水=400mg/l, 固形物=330mg/kg  |
| ミスト飛散(SS含む)            | 56           | ・計算値: 第3回資料3-3(設備設計値)   |
| 脱水液槽送り水                | 47           | ・清掃時28kg/月、水バランス悪化時19kg/月。これらは4製鋼環水設備を経由し、系外に排出またはダスト精錬炉内で分解。                 |
| 系内清掃物                  | 15           | → 固化ヤードに仮置き後、ダスト精錬炉で使用。   |
| 湿式除塵機内部                | (1.05)       | ・系内清掃物のシアン量は輸送量×シアン濃度(水=400mg/l, 固形物=330mg/kg: 第3回資料3-3)                      |
| 排水トラフ堆積                | (0.53)       | ・同上   |
| 沈殿池堆積換算                | (1.58)       | ・同上   |
| 温水槽内堆積                 | (2.51)       | ・同上   |
| 冷水槽内堆積                 | (7.26)       | ・同上   |
| 冷却塔内付着                 | (0.08)       | ・冷却塔解体物からの推定量×シアン濃度(水=400mg/l, 固形物=330mg/kg: 第3回資料3-3)                        |
| 防液堤内堆積                 | (0.64)       | ・系内清掃物のシアン量は輸送量×シアン濃度(水=400mg/l, 固形物=330mg/kg: 第3回資料3-3)                      |
| 脱水機下堆積                 | (1.71)       | ・同上   |
| 沈殿池搔寄装置負荷上昇時の受入槽送り     | 4            | ・受入槽戻し後、脱水液槽経由で4製鋼環水から系外排出、またはダスト精錬炉内で分解。                                     |
| 4製鋼との生産バランス悪化時の固化ヤード送り | 2            | ・4製鋼とダスト精錬炉の生産にずれが生じた際(ダスト精錬炉側の生産減)に一部を抜き出し固化ヤードに仮置き。                         |
|                        | 2,118        | ※ただし、清掃時及び運搬時等に系外に漏洩したものは含まれていない。   |

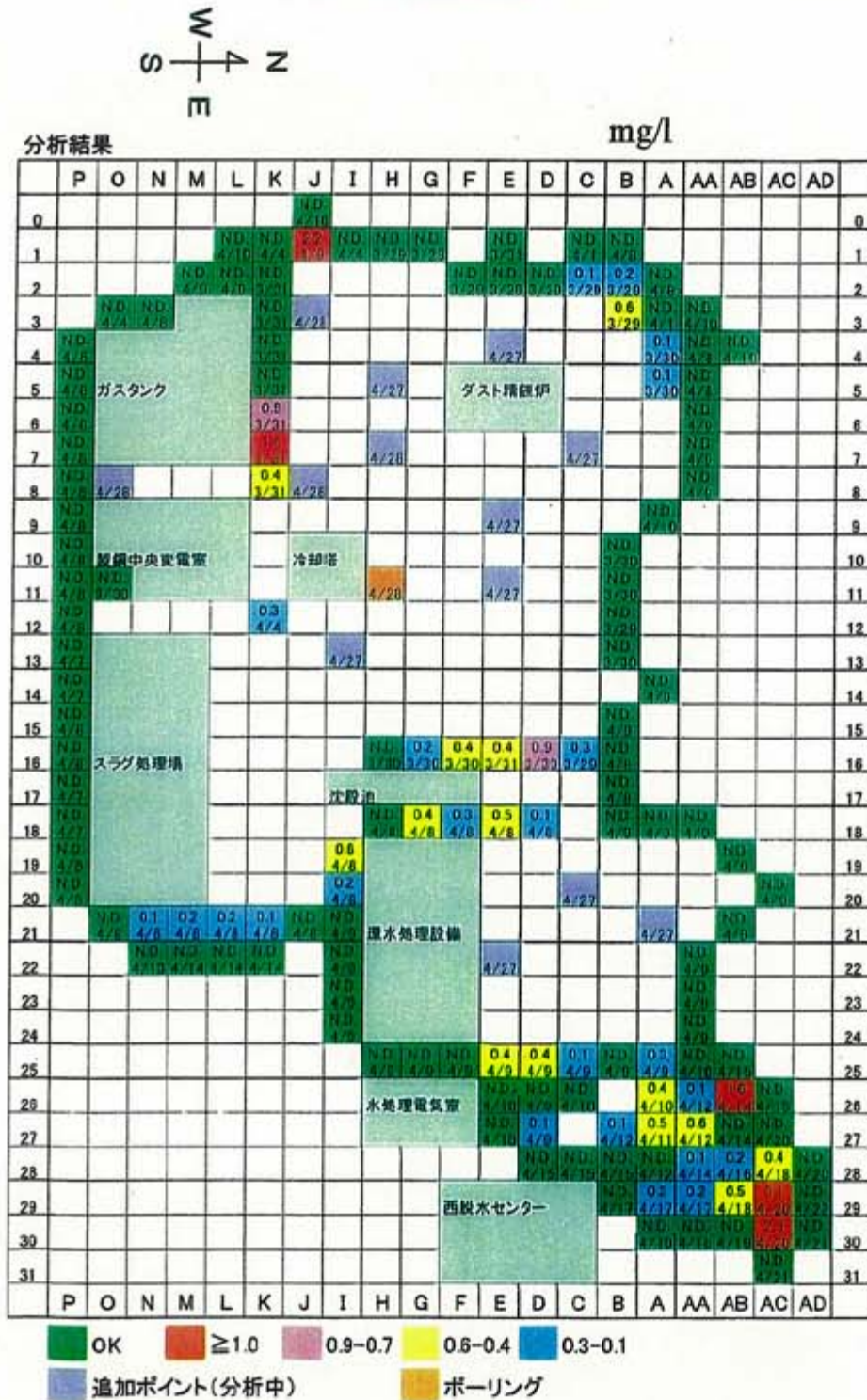


|        | 項目          | 年間ベース<br>m <sup>3</sup> /h | 測定値<br>実績値   | 推定値<br>計算値     | 備 考  |
|--------|-------------|----------------------------|--------------|----------------|--|
| Input  | 炉頂装入物の持込水分  | 1.3                        | 炉頂装入物量<br>水分 |                | ・炉頂装入物量385 t/d × 水分8.3% ÷ 24h = 1.3 t/h<br>(コークス等)   |
|        | 湿式除塵機内洗浄水   | 2.0                        |              | カタログ値          | ・湿式除塵機の洗浄水カタログ値使用  |
|        | 補給水         | 2.4                        | 補給水実績        |                | ・補給水量の実績値(平成16年1月~12月平均)   |
|        | 製鋼ガス凝縮水     | 0.9                        | タンク車実績       |                | ・平成17年4月下旬~5月の実測値使用  |
|        | 合計          | 6.6                        |              |                |  |
| Output | 脱水スラジ同伴     | 0.4                        | スラジ量・水分      |                | ・平成16年の焼結での使用実績  |
|        | ミスト飛散       | 0.2                        | 循環水量         | 設備設計値          | ・循環水量200 m <sup>3</sup> /h, 冷却塔飛散率0.1%   |
|        | 燃料ガス持ち出し    | 2.0                        | ガス量<br>ガス圧   | ガス温度<br>飽和水蒸気圧 | ・燃料ガスへの随伴量。ガス量421 m <sup>3</sup> /min、ガス圧力1000 mmH <sub>2</sub> Oとして飽和水蒸気量を計算<br>凝縮し発生場所のガス温度は45°C                                 |
|        | 冷却塔での蒸発     | 3.1                        | 循環水量         | 設備設計値          | ・循環水量200 m <sup>3</sup> /h, 冷却塔蒸発率設計値1.57%   |
|        | 沈殿池蒸発量      | 0.5                        | 沈殿池面積        | 抜熱速度<br>蒸発潜熱   | ・沈殿池の面積133 m <sup>2</sup> × 抜熱速度2,200 kcal/m <sup>2</sup> h = 292,600 kcal/h<br>→ 蒸発量 292,600 kcal/h ÷ 蒸発潜熱 590 kcal/kg = 496 kg/h |
|        | 水バランス悪化時の排水 | 0.1                        |              | 排水量            | ・製鋼ガス凝縮水戻り変動時などに冷水槽から脱水液槽に排水あり(0.07 m <sup>3</sup> /h)<br>・沈殿池掻寄せ装置負荷上昇時の返水ピットからスラリー受入槽への送水スラリー中含有水(0.01 m <sup>3</sup> /h)        |
|        | 循環水系内清掃時の排水 | 0.1                        | 輸送車両台数       | 水分             | ・循環水系内清掃時の温水槽、冷水槽の脱水液槽送り、及び持出し清掃スラジ中水分   |
| 合計     | 6.4         |                            |              |                |  |

## 目的

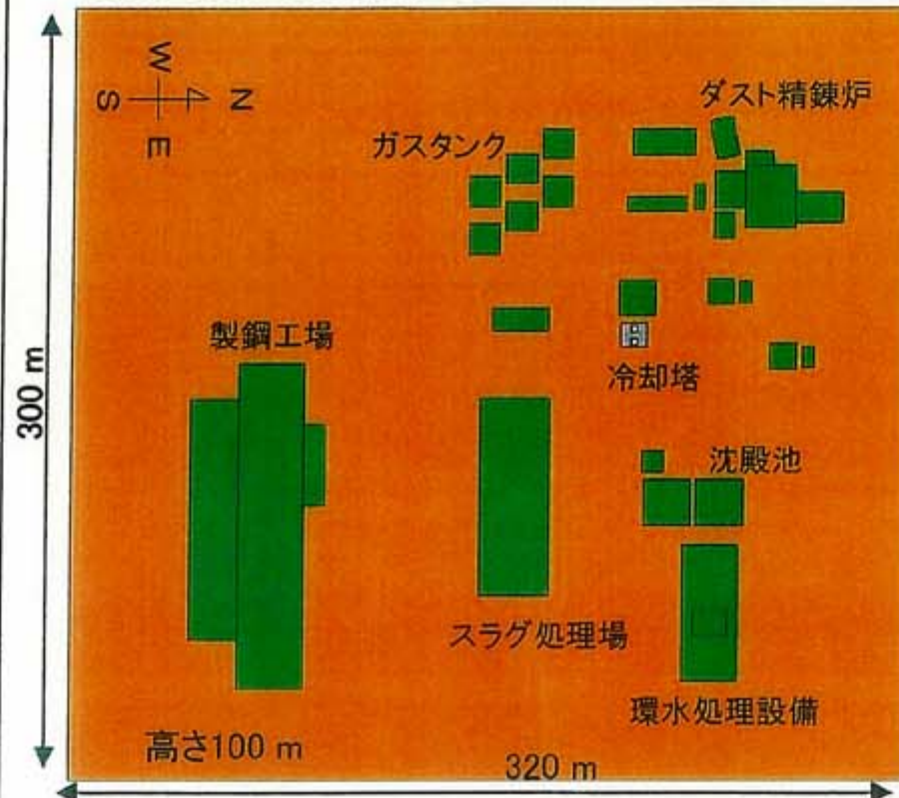
冷却塔周辺の構造物を考慮した飛散シミュレーションを実施し、ダスト精錬炉周辺の表層地下水中のシアン濃度分布と比較、評価する。

## 地下水調査結果



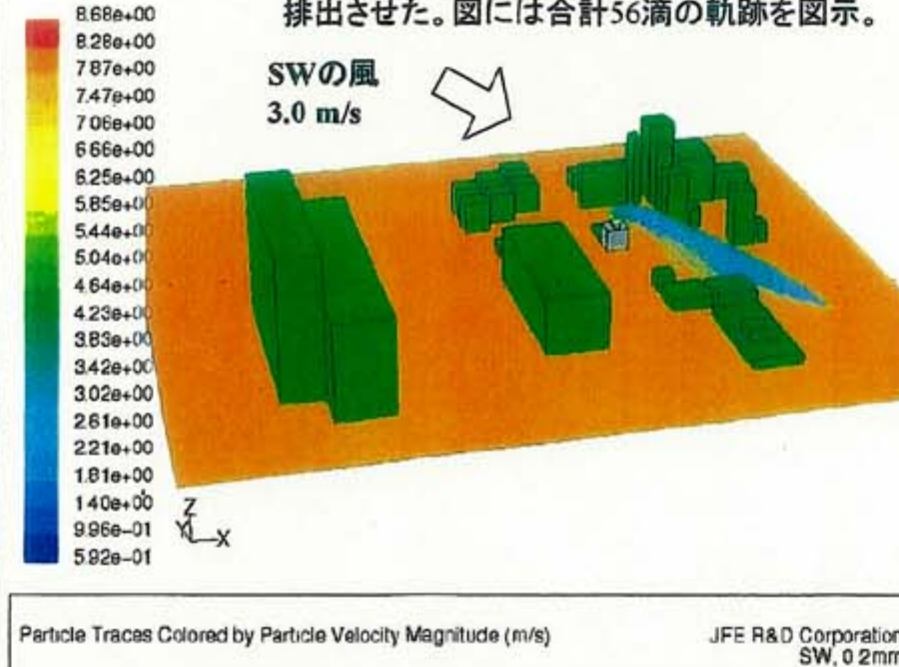
## シミュレーション

(1)解析モデル    シミュレーションソフト:Fluent ver.6.1.22  
 300 m × 320 m × 100 m (高さ)    解析の実行:JFE技研数値解析研究室



## (2)飛散シミュレーション例

- ・液滴 : 200 μm均一粒径 (0.2 t/h)
- ・物性値:水
- ・方法 : 冷却塔の2つの排風口をそれぞれ28分割し、それぞれの分割位置から水滴を一滴ずつ排出させた。図には合計56滴の軌跡を図示。

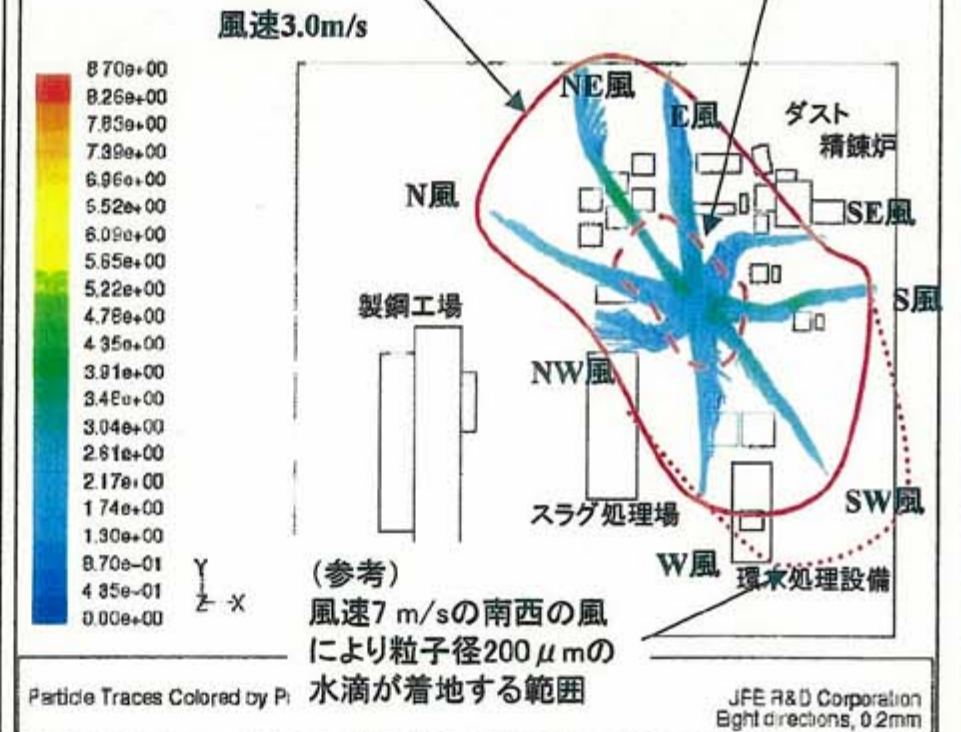


## 水滴の着地範囲

着地範囲の推定方法: 粒子径=0.2 mm, 8風向の重ね合わせ

3 m/sの風速で  
 粒子径200 μmの水滴が  
 飛散し着地する範囲

(参考)  
 粒子径500 μmの水滴の  
 着地予想範囲  
 (200 μmから推定)



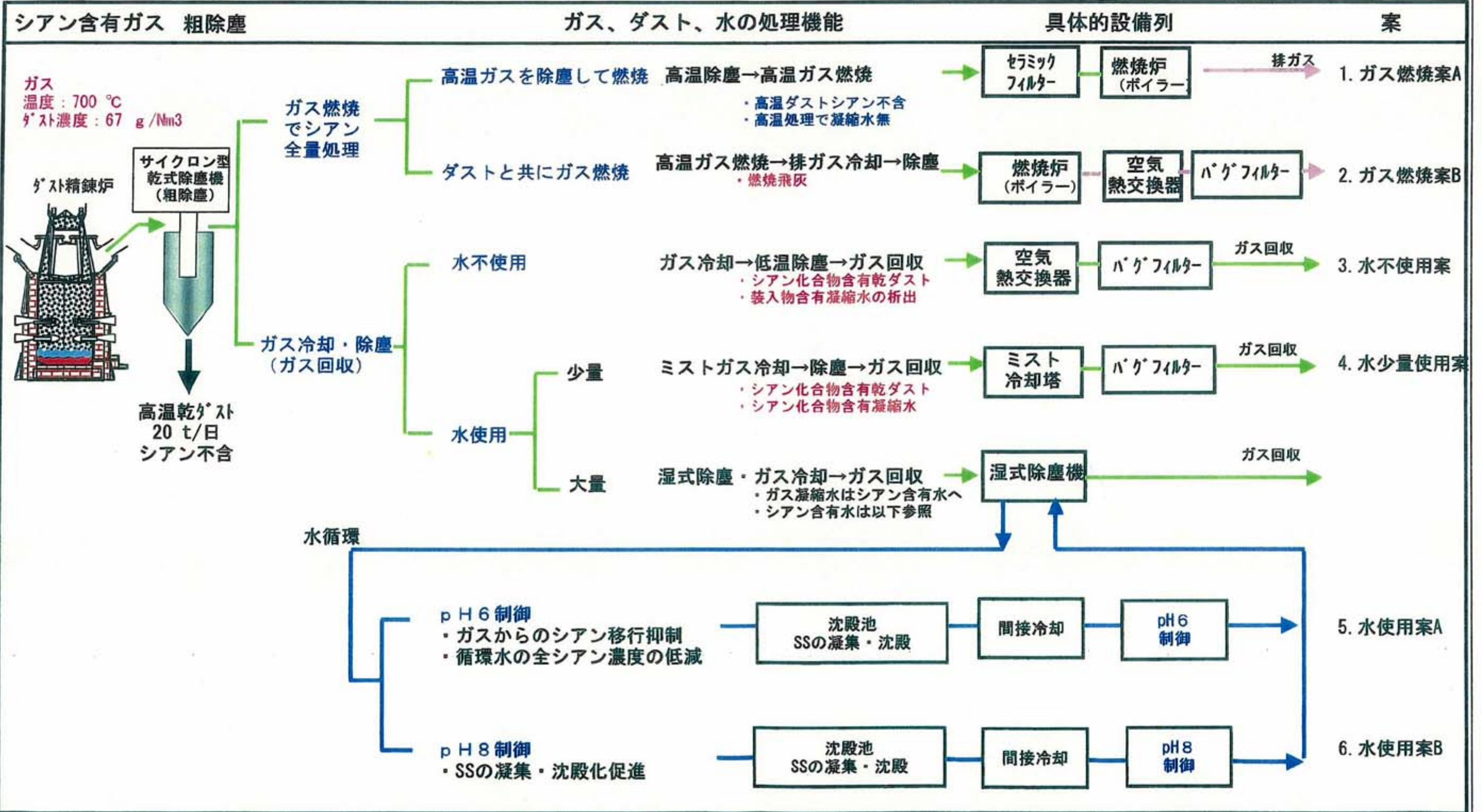
## (参考)年間平均風速分布



# ダスト精錬炉 シアン処理方法の体系的整理

シアン処理を体系的に整理、検討するにあたり、以下の点を重要ポイントと考えた。技術的難易度や建設・運転の必要コストは案抽出に対し考慮していない。

- ① ガス燃焼の場合、ガスを高温で燃焼させることによりシアンは分解される。また、凝縮水も発生しない。
  - ② 水を使用しないガス回収の場合、ガスを空冷として、ガス凝縮水を極力抑える。
  - ③ 水を使用してガスを冷却する場合、冷却水を使用して効率的に除塵も行う。また、水滴の飛散を防止するとともにSSやスケールの排出を考慮する。
- この結果、以下に示す6つの方法を考えた。





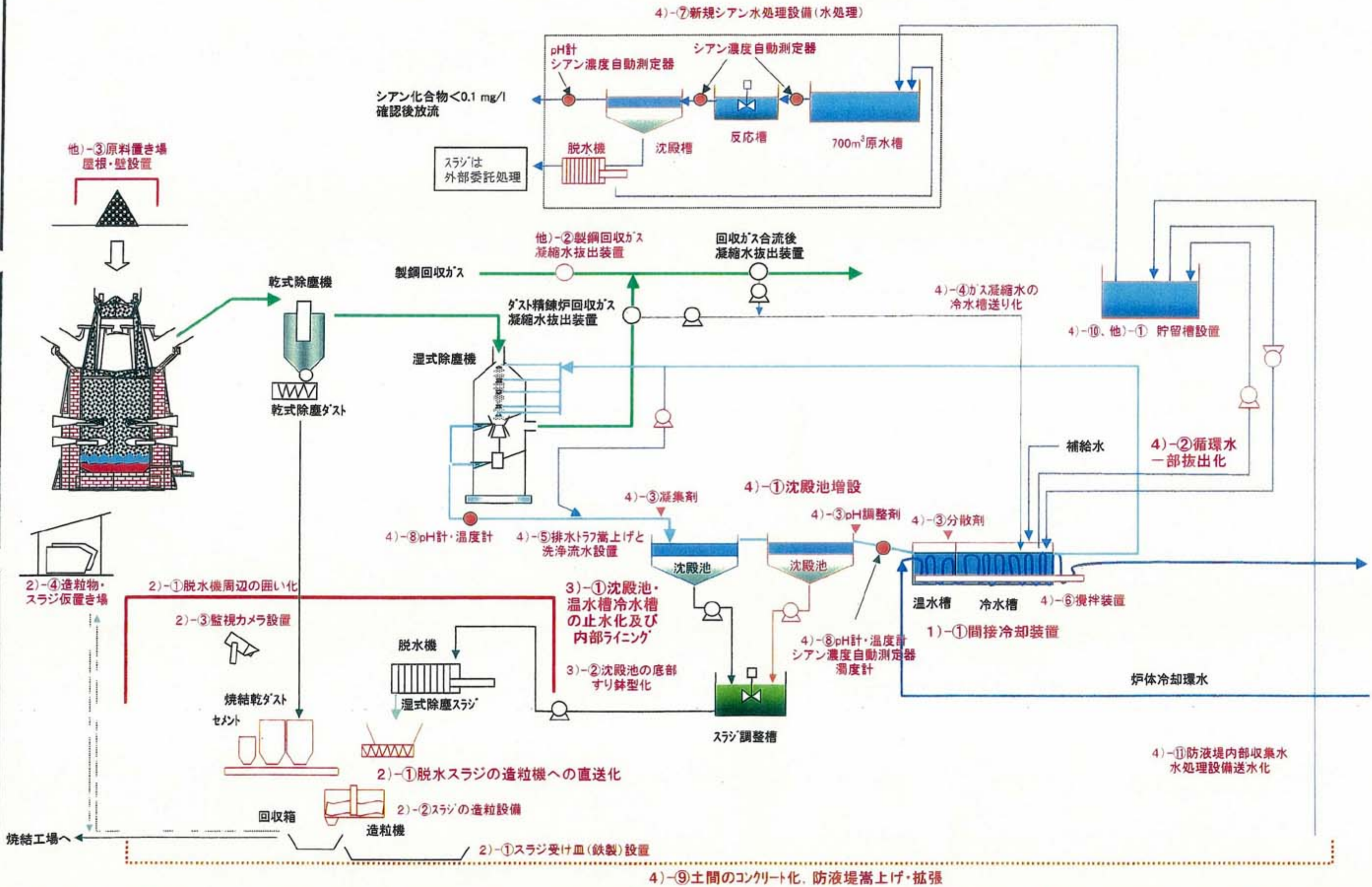
## ダスト精錬炉 シアン処理方法の評価まとめ

系統的に整理した6つの方法の評価項目を以下に示す。

| NO | 名称                                 | 特徴   | 発生排出物          | シアンの含有 | 排出物の処理方法 | その他有害物  | プロセスの課題  | 評価 |
|----|------------------------------------|--|----------------|--------|----------|---|--|----|
| 1  | ガス燃焼案A<br>高温ガス (700 °C)<br>を清浄化し燃焼 | 高温でガスを除塵することで<br>ダストにシアン含有させない。<br>高温ガスの燃焼で、シアンを全量燃焼<br>分解させる。<br>凝縮水は発生せず | 高温乾ダスト: 40 t/日 | 無し     | 焼結原料     | CO <sub>2</sub> 負荷増<br>(自家発電に比べ<br>効率の悪い燃焼)                                   | ・ 高温ガス除塵のセラミックフィルタ折損防止<br>目つまり防止<br>他社実績 ダスト濃度3 g/Nm <sup>3</sup> で今回の1/10の濃度<br>NEDO報告書ではセラミックフィルタは研究途上<br>・ 高温ガス燃焼の用途・プロセス開発 |    |
|    |                                    |  |                |        |          |   |  |    |
| 2  | ガス燃焼案B<br>ダストと共にガスを燃焼              | ダストをガスと燃焼させシアン処理   | 高温乾ダスト: 20 t/日 | 無し     | 焼結原料     | ダイオキシン生成<br>(700 °C→200 °C緩冷却)<br>CO <sub>2</sub> 負荷増<br>(自家発電に比べ<br>効率の悪い燃焼) | ・ ダスト含有ガス安定燃焼バーナー  |    |
|    |                                    |  | 燃焼飛灰: 16 t/日   |        | 産業廃棄物    |   |  |    |
| 3  | 水不使用案<br>空気熱交換器で<br>ガスを冷却          | 水を使用しないため、凝縮水は装入<br>物が含有する水分に限られる  | 高温乾ダスト: 20 t/日 | 無し     | 焼結原料     |   | ・ ダストアタックによる熱交換器チューブの磨耗<br>・ 熱交換器の清掃が3日に1回発生   |    |
|    |                                    |  | 低温乾ダスト: 20 t/日 |        | シアン化合物含有 |   |  |    |
|    |                                    |  | 凝縮水: 48 t/日    |        | シアン水処理   |   |  |    |
| 4  | 水少量使用案<br>ミストガス冷却                  | 水を使用するため効率的にガス冷却   | 高温乾ダスト: 20 t/日 | 無し     | 焼結原料     |   | ・ ミスト冷却分の水が析出し凝縮水発生<br>少量といえない規模の大きい水処理が必要<br>シアン濃度100 ppm×流量10 t/hの処理能力   |    |
|    |                                    |  | 低温乾ダスト: 20 t/日 |        | シアン化合物含有 |   |  |    |
|    |                                    |  | 凝縮水 240 t/日    |        | シアン水処理   |   |  |    |
| 5  | 水使用案A<br>水へのシアン溶解<br>抑止            | 湿式除塵器で効率良くガス冷却と除塵。<br>冷却水のpHを6に制御し、<br>シアンの溶解を抑制する。                        | 高温乾ダスト: 20 t/日 | 無し     | 焼結原料     |   | ・ 沈殿池やトラフにおけるシアン揮発の危険性<br>・ pH6における設備の腐食があり、配管腐食<br>による漏洩の完全防止など設備管理が難しい   |    |
|    |                                    |  |                |        | シアンの大気放散 |   |  |    |
|    |                                    |  | スラジ: 20 t/日 注) |        | 錯体シアン含有  |   |  |    |
| 6  | 水使用案B<br>SSの凝集・沈殿<br>促進            | 湿式除塵器で効率良くガス冷却と除塵。<br>冷却水のpHを8に制御  | 高温乾ダスト: 20 t/日 | 無し     | 焼結原料     |   | ・ スラジの付着防止   |    |
|    |                                    |  |                |        | 錯体シアン含有  |   |  |    |
|    |                                    |  | スラジ: 20 t/日 注) |        |          |   |  |    |

注) スラジは水分を除いた重量

| 原因・問題                                       | 対策実施項目  | 具体的実施事項  | 目的  |
|---|---|--|---|
| 1 ダスト精錬炉ガス清浄設備の循環水冷却塔の頂部からのシアン含有水滴(含むSS)の飛散 | 1) 循環水の冷却方式を間接冷却方式に変更                                 | ・ミスト飛散防止<br>① 冷却塔を撤去し、温水槽・冷水槽内部に冷却配管を敷設<br>冷却水にはダスト精錬炉の炉体冷却水を使用  | →ミスト(SS含む)飛散防止  |
| 2 ダスト精錬炉沈殿池のスラジ脱水機からの脱水スラジ排出時に漏洩            | 2) 沈殿池のスラジ脱水機の増粒機への直送化および周辺のスラジ・水漏洩の防止策実施             | ① 脱水スラジの増粒設備への直送化とスラジの受皿(鉄製)設置<br>および脱水機周辺の三方向に壁を設置<br>② ダスト精錬炉側に脱水スラジの造粒化設備設置<br>(防液堤内に設置, 屋根設置)<br>③ 監視カメラの設置<br>④ スラジ仮置き場の設置<br>⑤ 造粒物運搬時の飛散・流出対策(シート掛け等)  | →脱水スラジ漏洩防止および雨・風によるスラジ飛散対策<br>→造粒化することでハンドリング性向上<br>(ホッパー棚吊防止, 付着防止, シアン溶出抑制)<br>→脱水機周辺の水・スラジ漏洩防止<br>→造粒と使用のバランス崩れ時の対応<br>→雨水時の対応   |
| 3 沈殿池壁の微細亀裂からの漏水('05年1月の点検実施で判明)            | 3) 沈殿池壁の微細亀裂を補修し、内面の防水措置を実施                           | ① 沈殿池, 温水槽, 冷水槽の亀裂補修、及び内面樹脂ライニングの実施<br>② 沈殿池底面形状のすり鉢型化   | →亀裂部からの漏水防止<br>→内部点検実施時の清掃量削減   |
| 4 設備清掃時の漏洩(設備メンテナンス時の漏洩防止対策の不足)             | 4) ガス冷却洗浄設備循環水系内のスラジ堆積を抑止し、清掃頻度を削減。及び、清掃時の系外への漏洩を抑止する | ・水質管理改善による堆積防止<br>① 凝集沈殿池増設<br>② 循環水の一部抽出し化<br>③ ガス冷却循環水薬注設備増強(凝集剤・分散剤・pH調整剤)<br>④ 各ガス凝縮水の冷水槽への回収化<br><br>・付着堆積防止<br>⑤ 排水トラフに循環水を用いた洗浄流水設備の設置<br>⑥ 温水槽、冷水槽内攪拌装置の設置<br><br>・系外排出水のシアン除去<br>⑦ シアン水処理設備の新設(硫酸銅による凝集沈殿処理)<br>※処理能力=50mg/l×30t/h<br><br>・水質管理の強化<br>⑧ 湿式除塵機出側へpH計増設と、<br>温水槽入り側へのシアン濃度計・濁度計の増設<br><br>・汚染の防止<br>⑨ 防液堤の嵩上げ(300mm→500mm)とアスファルト舗装部のコンクリート化と防液堤範囲拡張<br>⑩ ダスト精錬炉敷地内遊休コンクリート槽を循環水の貯留槽に改造(内面止水, ライニング及びレベル嵩上げ)<br>⑪ 防液堤内収集水の水処理設備送水化<br><br>・管理者・作業員へのシアン漏洩防止意識の向上<br>⑫ 管理者・作業員へのシアン取り扱いに関する教育と周知 | →SS分の系外回収促進<br>→循環水系内へのアルカリ金属濃縮防止<br>→SS沈降促進と系内へのスケール付着抑止<br>→SS分の少ないガス凝縮水は沈殿池ではなく、冷水槽に集約する<br><br>→排水トラフへのスケール付着抑止<br>→槽内スラジ堆積の抑止<br><br>→系外排出水のシアン濃度削減(<0.1mg/l確認後、放流化)<br><br>→操業管理に使用<br><br>→シアン含有物の汚染範囲拡大防止<br>→沈殿池内部点検時の仮受け槽として使用<br><br>→循環水系内へのSS分混入抑止<br>→清掃作業でのスラジ漏洩防止 |
| 5 循環水のアンバランス発生に伴う移送                         | 5) アンバランス水を移送する専用槽の設置およびアンバランス発生を抑止                   | ① 貯留槽の設置<br>② 製鋼ガス凝縮水採取装置の増設<br>・ダスト精錬炉ガスとの合流前に製鋼専用のガス凝縮水採取装置を設置<br>③ 塊原料ヤードへの屋根設置(屋根・壁の設置)  | →アンバランス水の仮受け槽として使用<br>→間接冷却化に伴うインプット水の削減(定常的な系外水分流入量の削減)<br>→降雨時のインプット水の削減  |



ダスト精錬炉稼動後の操業管理計画案

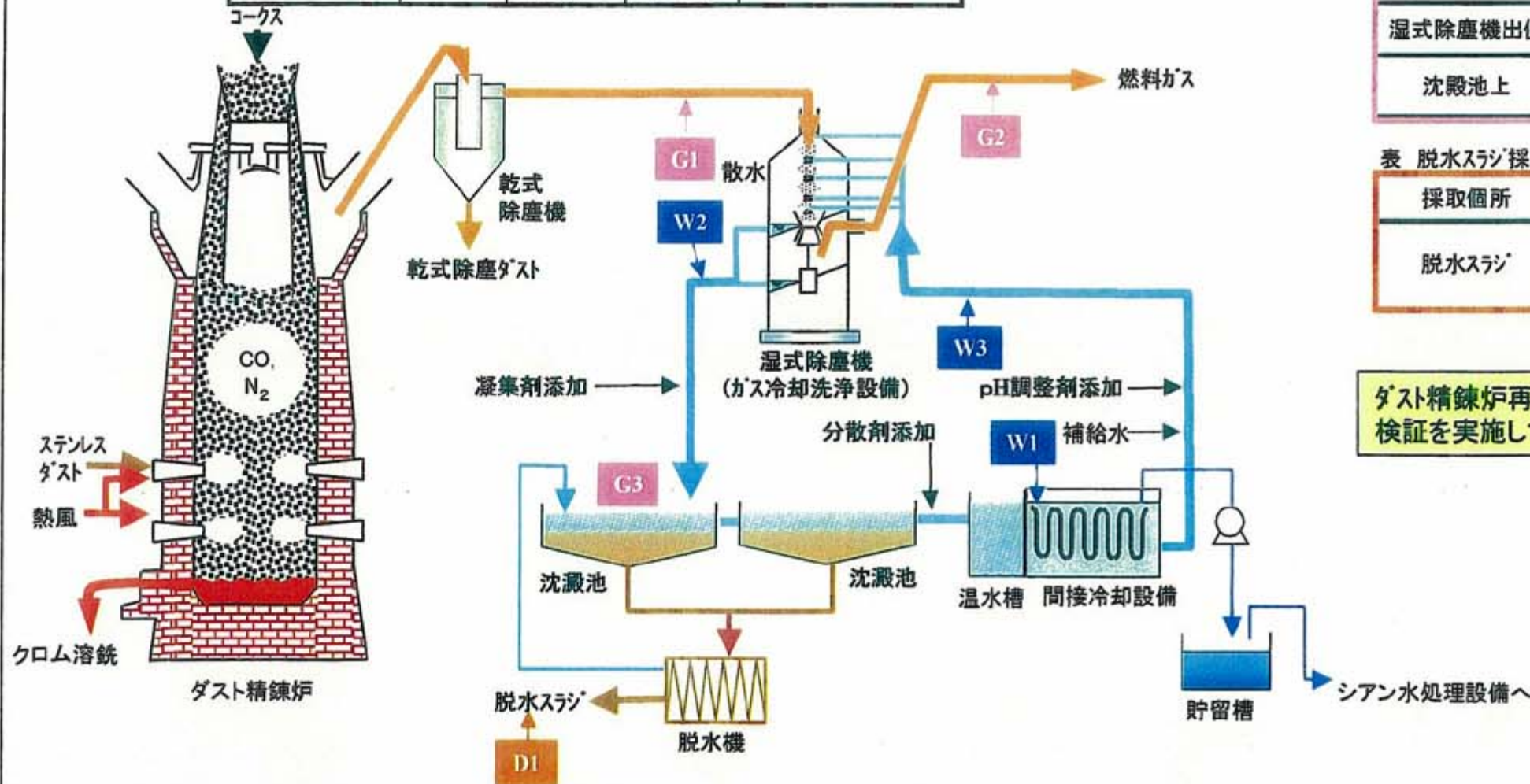
1) 操業管理方法

これまでの検討の結果から、ダスト精錬炉稼動後の操業監視項目を以下のように定め、運用していく予定である。なお、この妥当性については、ダスト精錬炉稼動後に調査を行い(後述)、確認する予定である。

- ・ シアン化合物濃度の管理を強化するため、シアン濃度、Fe濃度、温度、pHの測定を強化する。
- ・ さらに、循環系内のスケールの析出を抑制すべく、濁度(SS)の測定を行う。
- ・ pH、温度の連続測定位置の増加、及び湿式除塵機出側シアン濃度、Fe濃度測定頻度強化

表 ダスト精錬炉稼動後の測定項目と頻度

| 採取箇所    | 図中記号 | 分析項目   | 頻度    | 備考                    |
|---------|------|--------|-------|-----------------------|
| 間接冷却設備  | W1   | シアン    | 1回/時間 | 新設(自動分析)<br>:精度≒5mg/l |
|         |      | 温度     | 連続    |                       |
|         |      | pH     | 連続    |                       |
|         |      | 濁度(SS) | 連続    | 新設                    |
|         |      | Fe濃度   | 1回/月  |                       |
| 湿式除塵機出側 | W2   | シアン    | 1回/週  |                       |
|         |      | 温度     | 連続    | 新設                    |
|         |      | pH     | 連続    | 新設                    |
|         |      | Fe濃度   | 1回/月  |                       |



2) シアン化合物バランスの検証

目的 ダスト精錬炉再稼動後、推定したシアン化合物挙動の検証を行う。

調査内容

表 循環水採取内容

| 採取箇所            | 図中記号 | 分析項目                                 | 備考         |
|-----------------|------|--------------------------------------|------------|
| 間接冷却設備          | W1   | CN、pH、温度、Fe、Zn、(NH <sub>3</sub> )、濁度 | CNの形態分析も実施 |
| 湿式除塵機出側         | W2   | CN、pH、温度、Fe、Zn、(NH <sub>3</sub> )    | CNの形態分析も実施 |
| 湿式除塵機入側(補給水添加後) | W3   | CN、pH、温度、Fe、Zn、(NH <sub>3</sub> )    | CNの形態分析も実施 |

表 ガス採取内容

| 採取箇所    | 図中記号 | 分析項目                  | 備考                                |
|---------|------|-----------------------|-----------------------------------|
| 湿式除塵機入側 | G1   | CN、(NH <sub>3</sub> ) |                                   |
| 湿式除塵機出側 | G2   | CN、(NH <sub>3</sub> ) |                                   |
| 沈殿池上    | G3   | CN、(NH <sub>3</sub> ) | 沈殿池でのNH <sub>3</sub> 、CNの揮散の有無を確認 |

表 脱水スラッジ採取内容

| 採取箇所   | 図中記号 | 分析項目 | 備考     |
|--------|------|------|--------|
| 脱水スラッジ | D1   | CN   |        |
|        |      | 水分   | 水随伴量把握 |

ダスト精錬炉再稼動後に実施し、その後も定期的にシアン化合物バランスの検証を実施して監視を行っていく。

| 項目                       |  | 従来の問題点と対策   | 期限  |
|--------------------------|--|---|---|
| 環境管理部門                   | 環境管理部門の機能強化  | 従来、環境管理業務は環境エネルギー部防災管理室が担当していたが、同部は水処理設備の管理も担当。より、中立性の高い強力な指導力を持った組織に変革するために、環境管理部を新たに設置。                       | 1月28日実施   |
|                          | 環境管理部門の人員増強  | 従来、12名であった人員を10名増員し22名体制とし、スタッフ機能とパトロール機能を補強。パトロールについては、365日体制で運用を開始。   | 3月24日実施<br>4月23日開始  |
|                          | 環境管理部門の権限強化  | ①環境管理部門の権限に、工場停止命令を盛り込み、製造部門への指導を強化。<br>②各製造部門は、自工場の環境管理責任を有することを明確にした(東日本製鉄所環境管理規定に記載)                         | 2月16日実施   |
|                          | 環境管理体制の周知  | 製造部門、及び構内の関連会社の管理者を対象に緊急研修会を開催し、今回の事例を基に環境保全意識・コンプライアンス意識の向上を図った。   | 2月7日実施  |
|                          |  | 公害防止協定について、製造部門、及び構内の関連会社の管理者を対象に教育を実施した。   | 4月14・21日実施  |
|                          | シアン監視の強化   | 過去にシアン排出が確認された排水口において、4時間おきにシアンの継続監視を実施中(現時点まで不検出を継続しているが、抜本的対策が完了するまで現体制を継続)。                                  | 1月22日より実施   |
|                          | 水質関連の全項目について監視強化   | 上記以外のすべてのサンプルについて分析時間を短縮し、原因究明体制を強化した。また、分析及び日常パトロールにより判明した異常は、水質担当者に常時連絡が入る体制とし、休日・夜間でも即座に所内関係者に連絡し、対応する体制とした。 | 1月22日より実施   |
|                          | データ管理の強化とタイムリーな対策・改善の実施  | 環境測定データは、担当者のダブルチェック、及び室長までのチェックを経たのち、インターネットを活用し、即日に所内に情報が流れる仕組みを運用中。  | 2月3日より実施  |
|                          |  | 所長・副所長、各部長を交えて毎朝行っているミーティングの際にも環境データを開示し、幹部による改善指導を連日実施。  | 4月1日より実施  |
|                          | 公害防止管理者資格取得推進  | 今年の秋から3カ年計画でエンジニア全員に公害防止管理者の資格受験を義務付ける。また、千葉地区全11工場への公害防止管理者の配置を目指す。  | 平成17年秋より  |
| 環境マネジメントシステムの運用          | 環境マネジメントシステムを平成17年5月までに改訂し、現在実施中の諸施策を盛り込み、社員及び構内関連会社社員に定期的に教育し、運用を徹底する。  | 5月以降実施  |   |
| 県民・市民の皆様への情報開示           | 弊社ホームページにて、県民・市民の皆様へ、東日本製鉄所(千葉地区)の水質管理に関するデータ(排水溝・排水口の管理状況と、異常発生時にはその内容)を月々開示する  | 4月28日より開始   |   |
| 製造部門<br>(ダスト精錬炉<br>運転部門) | 今までの操業・メンテナンスにおける反省点   |   | 今後の操業・メンテナンス管理  |
|                          | <p>1) 操業管理</p> <p>○ガス冷却洗浄設備の循環水系の監視センサーが少なく、シアンの挙動に関する管理が不十分であった(温度計・pH計・補給水流量計のみ)</p> <p>2) メンテナンスの問題点</p> <p>○ガス冷却洗浄設備の循環水中SS濃度が高く、清掃頻度が多かったため、清掃時のハンドリングでシアン化合物を漏洩させたと考えられる。<br/>(湿式除塵機、温水槽・冷水槽等清掃頻度=約1回/2ヶ月)</p> <p>3) 作業管理における管理者・作業者の問題点</p> <p>○取り扱っているものが、シアン化合物であるとの教育を作業者に実施していなかったために、管理が不十分であった。</p> |   | <p>1) 操業管理</p> <p>○ガス冷却洗浄設備の循環水の監視センサーを増強し、シアン濃度の挙動監視を強化する(系外へ排出する場合はシアン濃度&lt;0.1mg/lを確認後排出)。<br/>→シアン濃度・Feイオン濃度・温度・pH及び濁度の測定強化</p> <p>2) メンテナンス性の向上</p> <p>○オペレーターの介入をミニマム化し、メンテナンス実施時には完全に漏洩を遮断(防液堤内で全て処理)できる設備化を実施</p> <p>3) 管理者・作業者の意識向上</p> <p>○作業者に取り扱っているものが環境汚染物質であることを十分認識し、操業時・メンテナンス時の漏洩防止を教育や指示により徹底する</p> <p>①今回のシアン化合物漏洩の原因と対策をテキスト化し、新入社員・配転者への教育を確実に行う</p> <p>②トラブル発生時の処置基準(操業停止含む)を明確にする</p> |