

JESCO PCB 処理事業に係る作業安全衛生の取組
報告書

令和 5 年 1 2 月

中間貯蔵・環境安全事業株式会社
ポリ塩化ビフェニル廃棄物処理事業検討委員会
作業安全衛生部会

(目次)

0. はじめに	1
1. JESCO の作業安全衛生の取組	2
1-1. 作業環境管理	2
1-1-1. 管理区域レベルの設定	3
1-1-2. 作業環境測定	4
1-1-3. 作業環境の改善対策に関する考察	19
1-2. 作業管理	31
1-2-1. 作業従事者の PCB 暴露機会の削減	31
1-2-2. 適正な保護具の着用	32
1-2-3. 管理区域への入退室等の規定	37
1-3. 健康管理	39
1-3-1. 各事業所における健康管理の実施	39
1-3-2. 健康診断の実施	39
1-3-3. 血中 PCB 濃度の測定	39
1-4. 安全衛生管理体制の構築	50
1-5. 作業従事者に対する教育・訓練等の実施	53
1-6. 緊急時の体制・対応等の構築	54
2. 血中 PCB 濃度が高い作業従事者の要因分析及び対策、その効果の検証	55
3. 作業環境並びに作業従事者の血中における PCB 及び DXNs	69
3-1-1. 作業環境における PCB と DXNs の関係	69
3-1-2. 作業従事者の血中の PCB と DXNs の関係	78
3-2. 作業従事者の血中 PCB 同族体分布と対象物との関係	81
4. 3つの作業安全衛生に関する管理手法に関するまとめ	82
4-1. 作業環境管理	83
4-2. 作業管理	84
4-3. 対策効果に関する考察	85
5. おわりに	88

0. はじめに

中間貯蔵・環境安全事業株式会社（以下「JESCO」という。）による高濃度ポリ塩化ビフェニル（以下「PCB」という。）廃棄物処理事業では、世界でも類を見ない大規模な化学処理方式によって、全国5箇所の処理事業所において処理を行ってきた。

高濃度 PCB 廃棄物の処理にあたっては、ポリ塩化ビフェニル廃棄物処理事業検討委員会（以下「事業検討委員会」という。）及び同委員会附置の作業安全衛生部会（以下「作業安全衛生部会」という。）において現場の作業従事者の作業安全衛生に関する検討を行い、作業環境管理、作業管理、健康管理の大きく3つの管理の観点から定期的なモニタリング及びその結果を踏まえた様々な対策を行うことにより、作業従事者の安全と健康への対応の改善を図ってきた。

本報告書は、JESCO の PCB 廃棄物処理事業における作業安全衛生について、「PCB 廃棄物処理施設における作業従事者の安全衛生管理について（平成16年2月事業検討委員会）（以下「安全衛生管理報告書」という。）」等に取りまとめた安全衛生管理の考え方に加え、その後の作業安全衛生に関するデータやその解析及び得られた知見等について取りまとめたものである。

このような取組やその結果得られたデータ、知見もまた、世界に類を見ないものであり、その結果として、健康への悪影響が確認されることなく、大規模な PCB の化学処理を安全に進めることができたことに鑑みれば、これらの知見等を取りまとめ、広く関係者に共有することには、大きな意義がある。

なお、JESCO では労働安全衛生法等に基づく様々な作業安全衛生の取組を実施したが、本報告書においては、JESCO 特有の課題である PCB に関する作業安全衛生の取組に焦点を当てている。

1. JESCO の作業安全衛生の取組

PCB は労働安全衛生法の「特定化学物質障害予防規則」（以下「特化則」という。）に定める第 1 類物質にあたるため、作業従事者の安全衛生管理は、特化則を含む労働安全衛生法令を遵守しなければならない。特に、PCB 廃棄物処理に関しては、「PCB 廃棄物の処理作業等における安全衛生対策要綱（平成 17 年 2 月 10 日厚生労働省）（以下「厚労省要綱」という。）」が、厚生労働省から JESCO 宛通知され、これに基づく適切な作業の実施が求められた。

作業安全衛生に関する JESCO の取組では、3 つの管理（「作業環境管理」、「作業管理」、「健康管理」）を基本とし、何よりも作業従事者が安心でき、かつその負担や健康面に十分配慮したものとするとともに、処理システムの特徴を踏まえた合理的な内容となるように検討した。

以下、「作業環境管理」、「作業管理」、「健康管理」の 3 つの管理及び横断事項である「安全衛生管理体制」、「教育・訓練」、「緊急時の対応」のそれぞれについて、考え方及び取組をまとめた。これらの基礎となる安全衛生管理報告書については、厚労省要綱の通知を受けて、作業安全衛生部会において追加的な検討を行い、「厚生労働省要綱を踏まえた JESCO 処理施設における作業従事者の安全衛生管理について」との副題の追補版を平成 17 年 5 月にとりまとめており（平成 18 年 1 月改定、以下「安全衛生管理報告書追補」という。）、その考え方も加味している。なお、処理事業所ごとの操業開始時の安全衛生管理の対応については、各々の事業所の処理施設に則して整理を行い、それぞれ報告書*1 としてまとめている。

*1) 豊田ポリ塩化ビフェニル廃棄物処理施設における作業従事者の安全衛生管理について（平成 16 年 12 月）

東京ポリ塩化ビフェニル廃棄物処理施設における作業従事者の安全衛生管理について（平成 17 年 4 月）

大阪ポリ塩化ビフェニル廃棄物処理施設における作業従事者の安全衛生管理について（平成 17 年 12 月）

北海道ポリ塩化ビフェニル廃棄物処理施設における作業従事者の安全衛生管理について（平成 19 年 1 月）

北九州ポリ塩化ビフェニル廃棄物処理施設（第 2 期）における作業従事者の安全衛生管理について（平成 20 年 12 月）

北海道ポリ塩化ビフェニル廃棄物処理施設（増設）における作業従事者の安全衛生管理について（平成 24 年 12 月）

1-1. 作業環境管理

作業環境管理とは、作業環境中の有害因子等の状態を把握して、作業を行う場所の状態をできる限り良好な状態で管理していくことである。

作業従事者の安全衛生の確保は作業環境管理が基本であり、JESCO の PCB 処理事業開始時、日本では作業環境中の有害物質の濃度を管理する「場の管理」が主流であったことから、JESCO においても、作業環境中の PCB の存在の極小化を目指す以下のような作業環境管理を実施した。

なお、作業環境基準（昭和 63 年 9 月 1 日労働省告示 79 号）において定められた PCB の管理濃度は $0.01\text{mg}/\text{m}^3$ であるが、平成 21 年に改正される前の PCB 管理濃度は $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ であり、JESCO の PCB 処理施設は、最後に建設した北海道増設施設を除いて、いずれも改正前の管理濃度をもとに設計している。その結果、後述するように管理区域レベル 3 では、事業所によっては改正後の PCB 管理濃度の超過が発生し、各々の処理施設の状況に応じた対策を講じる必要が生じた。

また、平成 17 年 2 月の厚労省要綱では、ダイオキシン類による曝露防止の観点からの対策も併せて講ずる必要があることから、PCB とともにダイオキシン類の作業環境濃度の測定について定められ、ダイオキシン類 $2.5\text{ pg-TEQ }/\text{m}^3$ を超える場合の対策や保護具の着用について定められた。JESCO の PCB

処理施設では、建設時期との関係で、後発の北海道当初施設及び北九州 2 期施設では、ダイオキシン類の作業環境濃度を考慮した設計を行ったが、既に着工していた豊田、東京、大阪の処理施設では、設計には反映できず、例外として、北九州 1 期施設については、後述するように、JV（joint venture 建設工事における共同企業体）の技術提案により先駆的にダイオキシン対策を考慮した設計を行っている。

結果的に、ダイオキシン類の作業環境濃度を設計段階で考慮した北九州 1 期施設・2 期施設及び北海道当初施設では、PCB の作業環境濃度が極めて低いレベルに抑えられることとなった。

一方、豊田、東京、大阪の処理施設では、後述するように、発生源の囲い込み、局所排気等のハード面での作業環境の改善と、洗浄の強化、温度管理等のソフト面での作業環境の改善、さらに作業内容の見直し、運用変更等の作業管理の改善等を、各施設の状況に応じて総合的に講じることで対応した。

1-1-1. 管理区域レベルの設定

(1) 基本的な考え方

処理施設では、PCB による作業環境の汚染の可能性の程度等を考慮して、表 1-1 に示すように PCB 取扱区域の管理区分を設定し、管理区域のレベルに応じた管理を実施する。

管理区域レベルごとに負圧管理を行い、レベルが高いエリアの圧力をより低くし、レベルの高いエリアの空気が低いエリアへ流れないように、空気の流れをコントロールする。

表 1-1 処理施設における管理区域の区分の考え方

管理区域の区分	区分の考え方	関係する主な工程
管理区域 レベル 3	通常操業下で直接的に高濃度の PCB を取り扱い、PCB による作業環境の汚染の可能性があるため、レベルの高い管理が必要な区域	前処理工程（粗解体、解体・分別、洗浄機・真空加熱分離設備への搬送のための工程） 受入工程の一部（汚染の有無の確認及び除染のための工程）
管理区域 レベル 2	通常操業下では PCB による作業環境の汚染はないが、工程内の作業で間接的に高濃度の PCB を取り扱うため、相応の管理が必要な区域	前処理工程（上記を除く工程）
管理区域 レベル 1	通常操業下では PCB による作業環境の汚染はなく、工程内の PCB は設備内に密閉されているため、最小限の管理で対応できる区域	液処理工程
一般 PCB 廃棄物 取扱区域	上記を除く PCB 廃棄物の取扱区域	受入保管工程（容器等外部の汚染がないことを確認した後の工程に限る）

PCB 廃棄物を取り扱う工程の多くが、通常操業下では PCB による作業環境の汚染がない区域（管理区域レベル 1 又はレベル 2）であり、PCB による作業環境の汚染の可能性がある区域（管理区域レベル 3）内の工程は、変圧器等の抜油、粗解体等の工程と PCB の隔離が困難な一部の工程に限定される。この管理区域レベル 3 内の作業については、抜油後に粗洗浄を行って PCB をできるだけ除去するとともに、局所排気等により作業環境を管理して粗解体等の作業を行うなど作業環境中の PCB 濃度を極小化した。



写真 1-1 グローブボックスでの作業

（２）管理区域の設定

各事業所で設備が異なるが、大まかな処理の流れと管理区域レベル 3 を設定した工程は下記のとおり。

１）変圧器・コンデンサーの処理

変圧器、コンデンサーの無害化処理は、PCB 入り電気機器を解体し、PCB 油を抜き出すとともに、機器や部材に付着あるいはしみ込んだ PCB を洗浄や加熱により分離・回収する「前処理工程」、回収した PCB 油を化学反応により無害化する「液処理工程」の大きく 2 段階に分かれている。

通常操業下で作業環境の汚染の可能性がある作業は前処理工程であり、その中でも、変圧器、コンデンサーの解体工程は PCB 濃度が高いものを扱うため一部では遮蔽フード内での作業が必要であり、このような区域は管理区域レベル 3 としている。

２）安定器・汚染物の処理

安定器等その他汚染物の無害化処理では、搬入物を溶融缶に詰め替える「前処理工程」、溶融缶をプラズマ溶融分解炉で溶融分解する「処理工程」の大きく 2 段階に分かれている。

通常操業下で作業環境の汚染の可能性がある作業は前処理工程であり、PCB 汚染物を扱う詰替の工程は管理区域レベル 3 としている。

1－1－2．作業環境測定

（１）基本的な考え方

１）測定の対象

- ・ 濃度 1% 超の PCB を取り扱う作業場（以下「法定測定作業場」という。）で PCB の作業環境測定を実施する。これに加えて、特化則の対象に該当しない作業場であっても、管理区域レベル 3 及びレベル 2 の作業場については、当該作業場における作業の内容に照らし、より安全側の作業環境管理を行うため、自主的な作業環境測定の対象とする作業場（以下「自主測定作業場」という。）を適宜定めて、特化則に準じた PCB の作業環境測定を実施する。
- ・ 洗浄工程などの他の作業場でも試運転時に PCB 濃度の測定を実施し、その結果を踏まえ、必要に応じて作業環境管理を実施する。

- ・管理区域レベル 3 のうち解体作業など作業従事者が通常作業を行う作業場等においてオンラインモニタリング*1 を実施する。また、管理区域レベル 2 でも作業従事者が常駐する作業場では、安全側の作業環境管理を行うためにオンラインモニタリングを実施する。

*1) オンラインモニタリング

原理：作業環境から定期的に空気をサンプリングし、PCB を放電によりイオン化して質量分析法により PCB 濃度を測定する。

定量下限値：0.01mg/Nm³

2) 測定の頻度

- ・特化則を踏まえて、1 回／6 ヶ月を基本として実施する。
- ・オンラインモニタリングは 1～数時間間隔で実施する。

(2) 作業環境測定の結果

各事業所の法定測定作業場等の PCB 作業環境濃度の測定結果（A 測定幾何平均値）の推移を以下に示す。作業環境基準において定められた PCB の管理濃度は 0.01mg/m³（基準改正前の平成 21 年 6 月以前は 0.1mg/m³）である。

各事業所の処理工程、施設内の主なフロアの平面図、作業環境の測定結果を、事業所ごとに図に示す（図 1-1～1-21）。また、あわせて事業所ごとに次項の 1－1－3.「作業環境改善」で詳細を紹介する取組を記載している。

1) 北九州事業所

変圧器、コンデンサー等を処理対象物とする第 1 期施設においては、管理区域レベル 3 の「粗解体室」を法定測定作業場として作業環境のモニタリングを実施した。

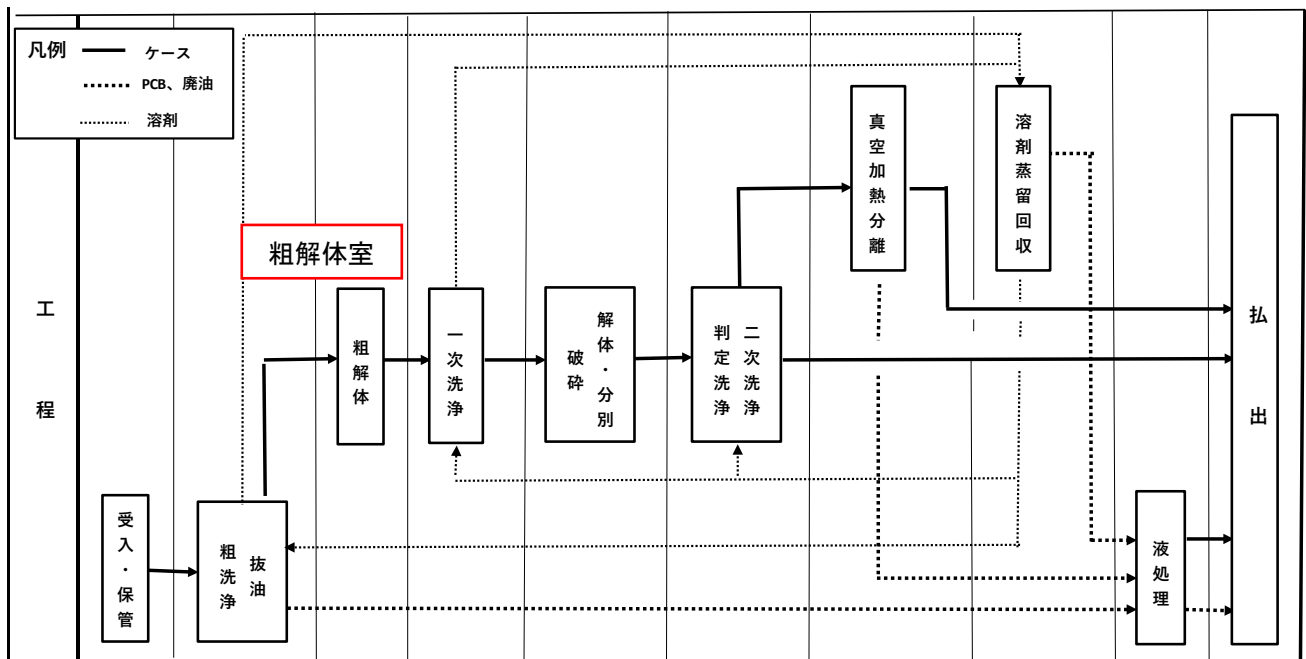


図 1-1 北九州事業所第 1 期施設の処理工程

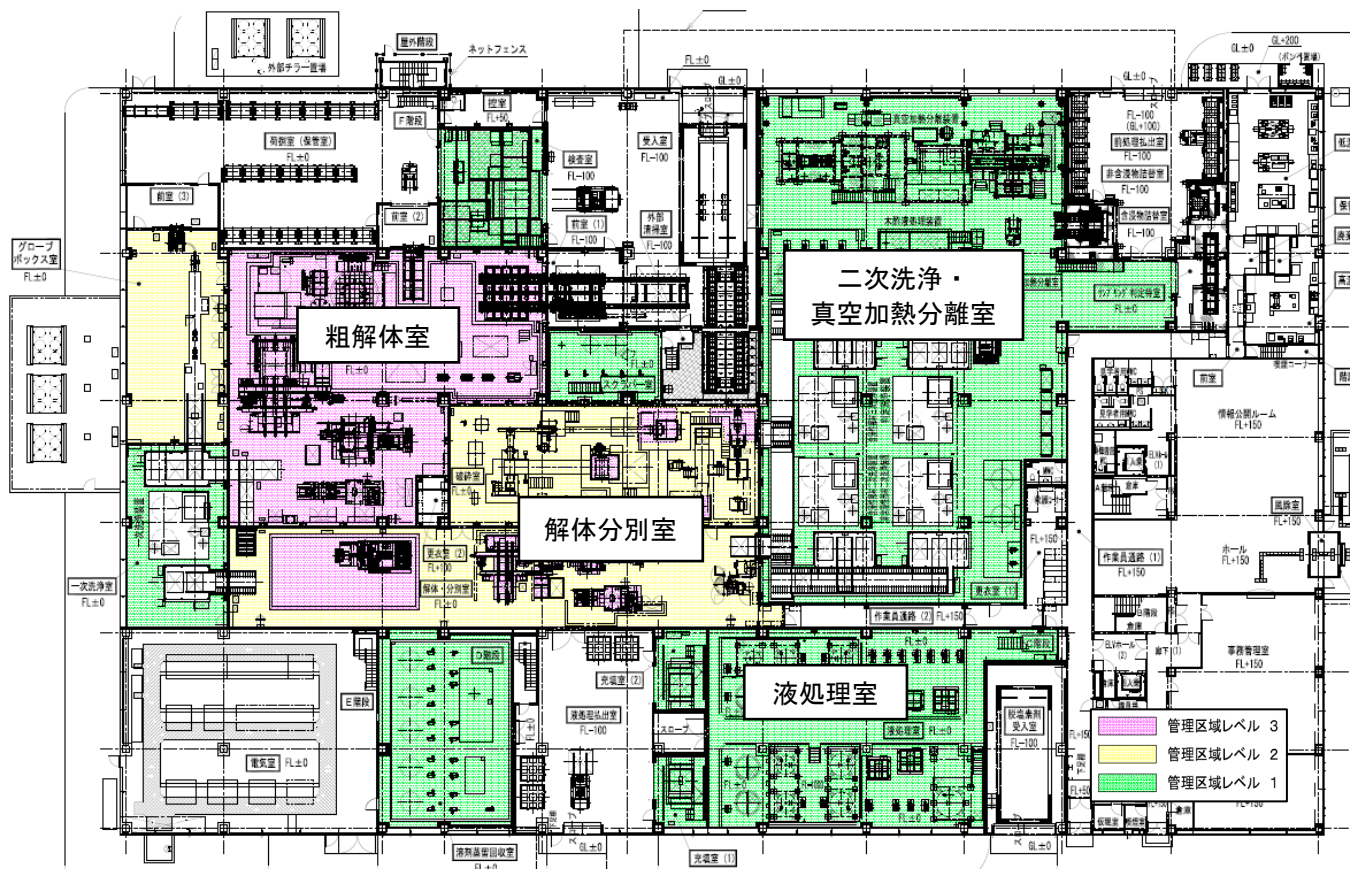


図 1-2 北九州事業所第 1 期施設の平面図（1 階）

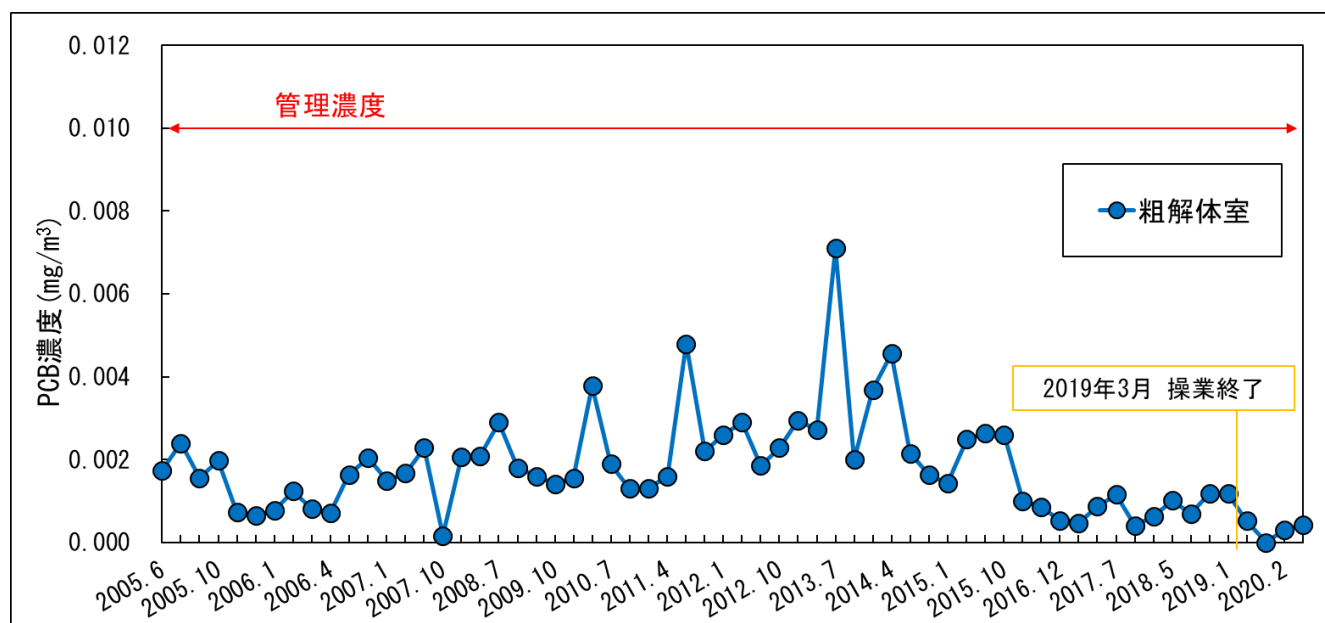


図 1-3 北九州事業所第 1 期施設の PCB 作業環境の測定結果（A 測定の幾何平均*1）

*1) 作業環境測定のア測定では、作為的な測定を避けるため 6m 以下の等間隔で無作為に選んだ 5 点以上の測定点で測定し、その平均値を幾何平均で表したものの。

第1期施設の粗解体室では、良好な作業環境を維持した。これは本施設の建設を行ったJVの技術提案により、ダイオキシン対策を先取りした設計を採用（実測を行った先行事例をもとに作業環境解析を行い、上方からの一様な下降気流による給排気のもとで、ダイオキシン類濃度 $2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$ をクリアできる洗浄濃度を設定）したことが、他の事業所にはない要因として指摘できる。そのため、解体前洗浄濃度（変圧器は 160ppm 、車載変圧器は 400ppm ）まで洗浄を繰り返し、PCB濃度を十分低減させたのちに粗解体作業を実施する工程となっている。また、抜油洗浄、粗解体時に都度局所排気装置を使用したこと、及び作業の都度清掃作業を実施しPCB汚染を抑制したことも要因として考えられる。なお、この間の変圧器の処理は、2011年をピークに2005年～2013年にかけて処理台数が多く、処理台数の少ない前後の期間に比較して高めの値を示しているのは、その影響の可能性も考えられる。2013年7月の測定が最も高い値となっているが、当時の操業状況はトラブルもなく通常の状態、オンラインモニタリングの異状検知もなく、原因は特定できない。管理濃度を下回るレベルではあるが、この測定も含めて、夏期の測定結果にいくつか高い値となっているものがあり、夏期の高温による影響の可能性も考えられる。

コンデンサー及び安定器等を処理対象物とする第2期施設においては、管理区域レベル3の「特殊解体室」を法定測定作業場として作業環境のモニタリングを実施した。

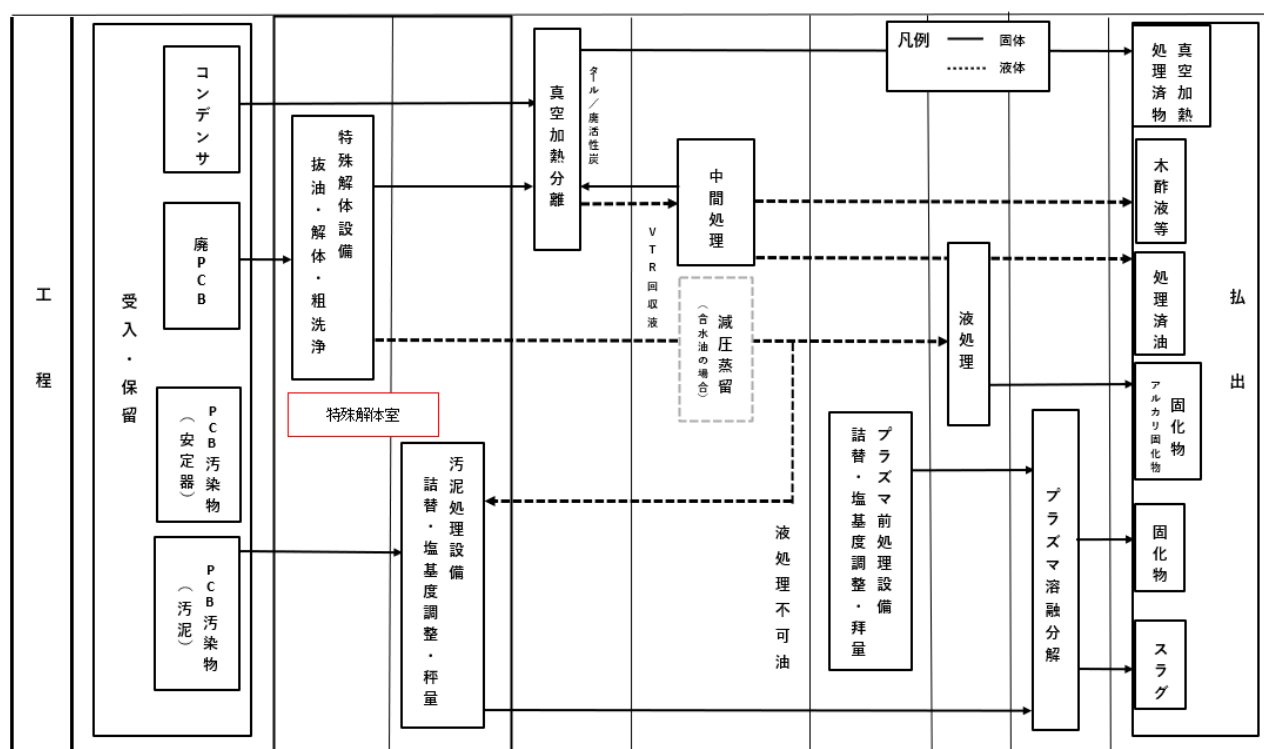
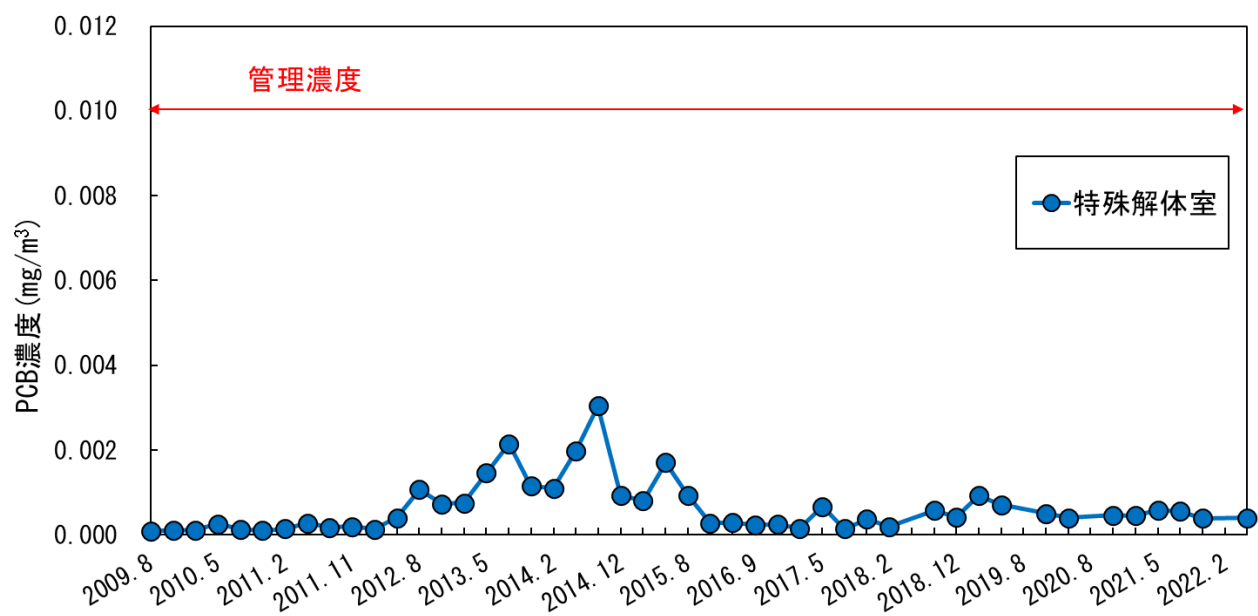
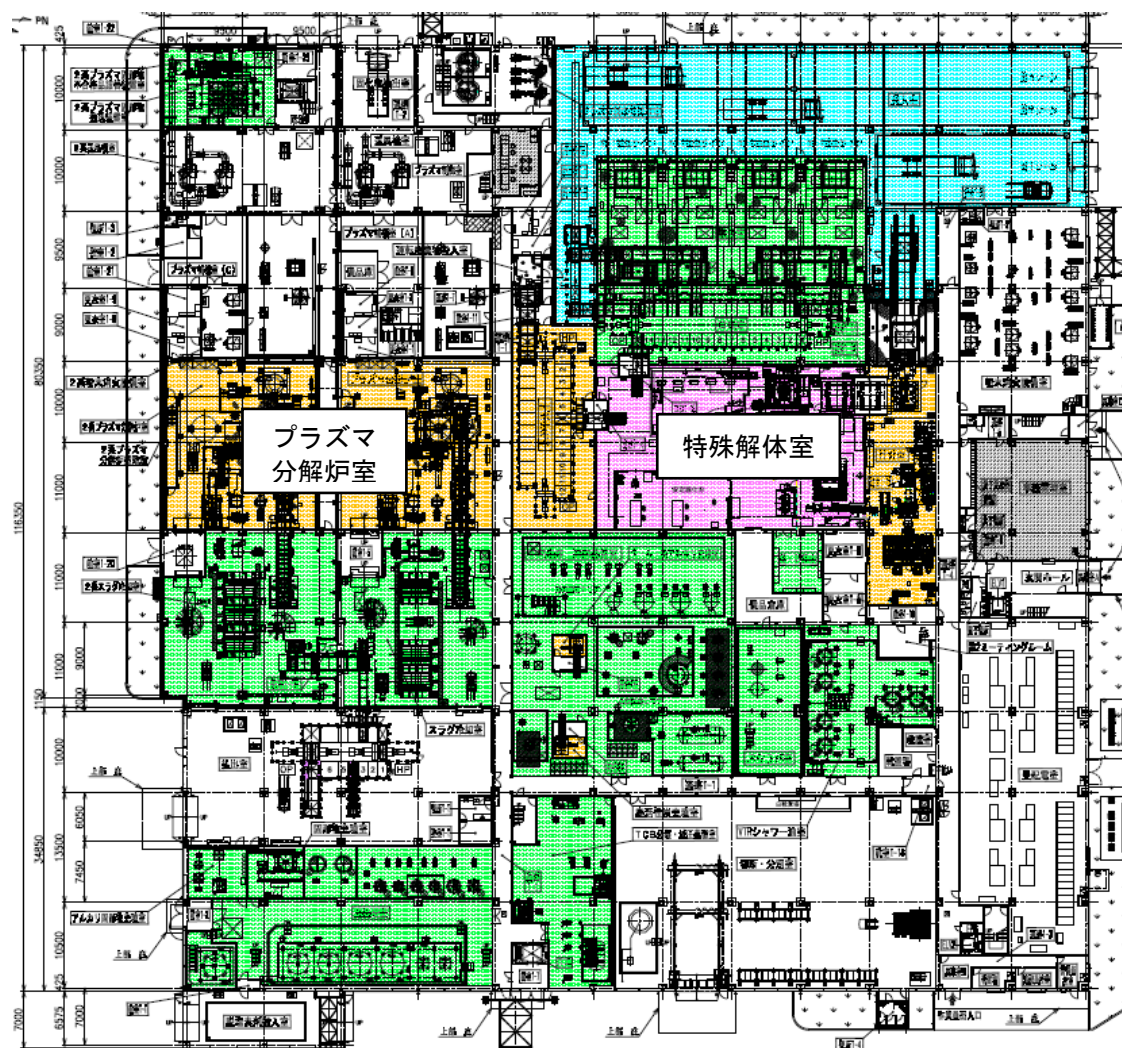


図 1-4 北九州事業所第2期施設の処理工程



第2期施設の特殊解体室では、良好な作業環境を維持した。これは第1期施設と同様に、ダイオキシン対策を考慮した設計を採用（第1期施設の操業実績を踏まえ、概ねダイオキシン類濃度 10 pg-TEQ /m³ を目標に想定）したことが、その要因として指摘できる。なお、この間のコンデンサーの処理は2011年をピークに、2010年～2014年にかけて処理台数が多い。2014年にかけて濃度が上昇し、その後低下しているのは、処理台数による影響の可能性も考えられる。2014年8月の測定が最も高い値となっているが、測定当日に漏洩コンデンサーの VTR ケース詰替え作業を実施していたためその影響が考えられる。また、管理濃度を下回るレベルではあるが、この測定も含めて、夏期の測定結果にいくつか高い値となっているものがあり、夏期の高温による影響の可能性も考えられる。

2) 豊田事業所

「大型変圧器解体エリア」、「小型変圧器解体エリア」、「受入抜油室」をレベル3の法定測定作業場として作業環境のモニタリングを実施した。

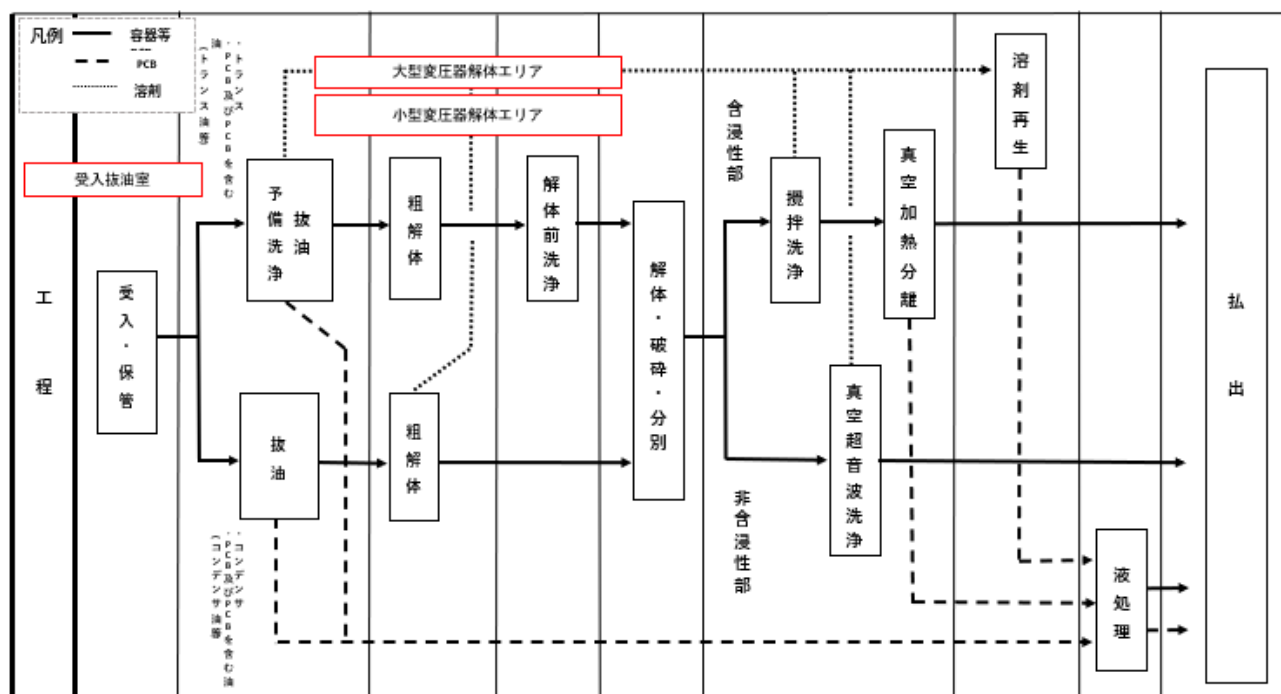


図 1-7 豊田事業所の処理工程

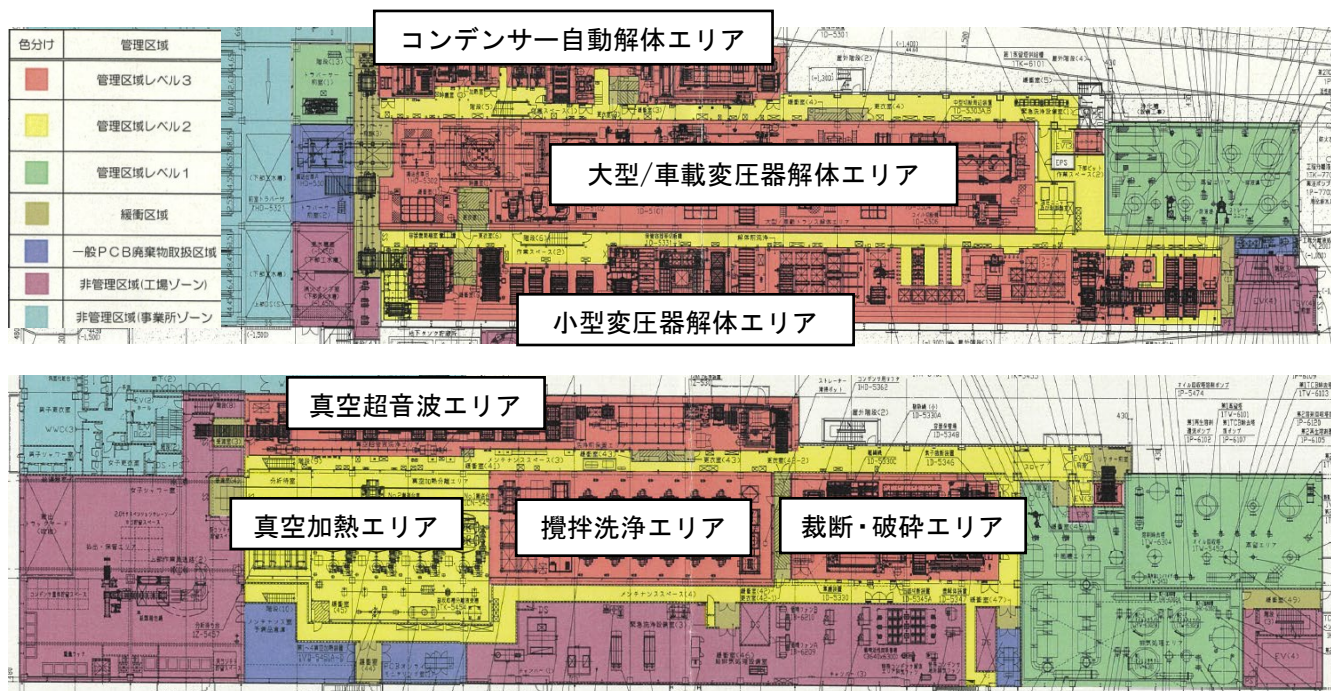


図 1-8 豊田事業所の平面図（上図 1 階、下図 4 階）

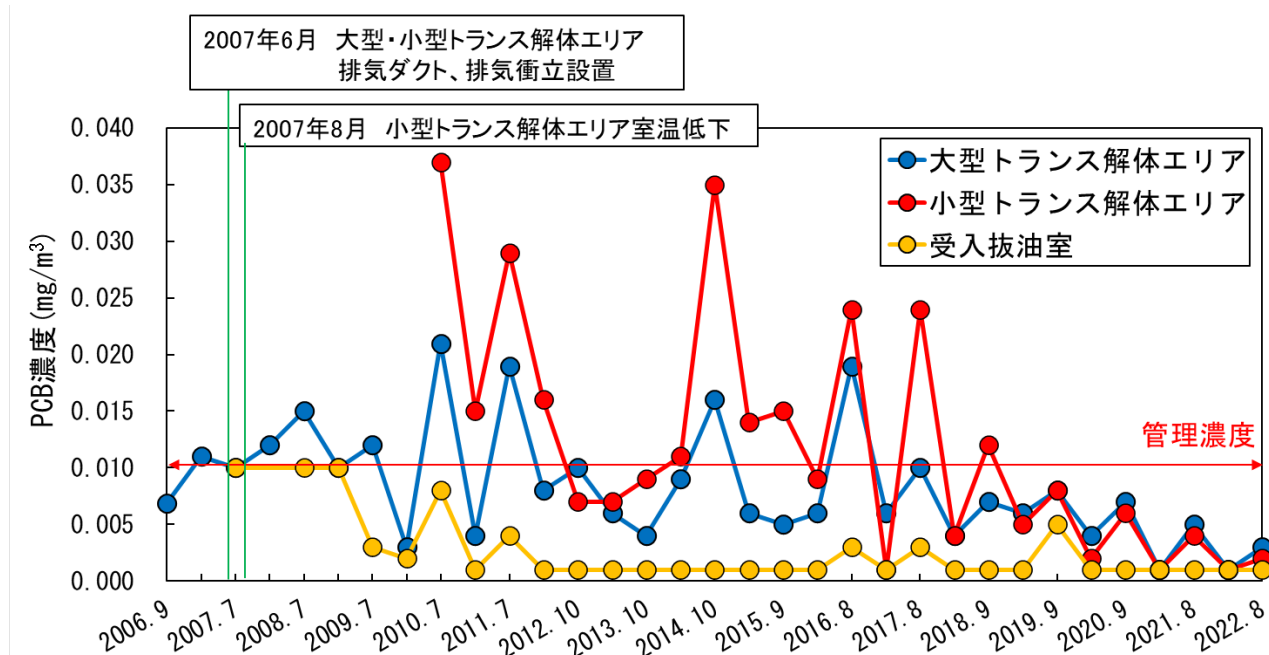


図 1-9 豊田事業所の PCB 作業環境の測定結果（A 測定の幾何平均）

豊田事業所は敷地面積が狭く、設計上解体エリアの遮蔽フードも広く取れなかった。当時処理を優先したため工事残材や 2 次廃棄物が遮蔽フード内に滞留して PCB 発散源となった。狭い空間に発散減が多くあったことから作業環境濃度が上昇した。作業環境濃度の季節変動が大きい、これは外気温の変化に伴い施設内の室温も上下するためであり、室温が高い夏期に PCB 濃度が高くなる傾向となった。主に夏期で $0.01\text{mg}/\text{m}^3$ を超過する傾向にあったが、大型変圧器解体エリアにおいては 2016 年度から、小型変圧器解体エリアにおいては 2017 年度からエリア内の工事残材、2 次廃棄物等の量を大幅に削減

する活動を継続して実施するとともに、2021 年度には、上記の工事残材等の削減に加え、床等の清掃作業を徹底するなどの取組を実施した結果、作業環境は改善した。

3) 東京事業所

「除染室（レベル 3）」と「コア解体室」の 2 箇所の作業場（「コア解体鉄心解体（囲い場）（レベル 2）」、「コア解体小物解体（囲い場）（レベル 2）」）の計 3 箇所を法定測定作業場として作業環境のモニタリングを実施した。

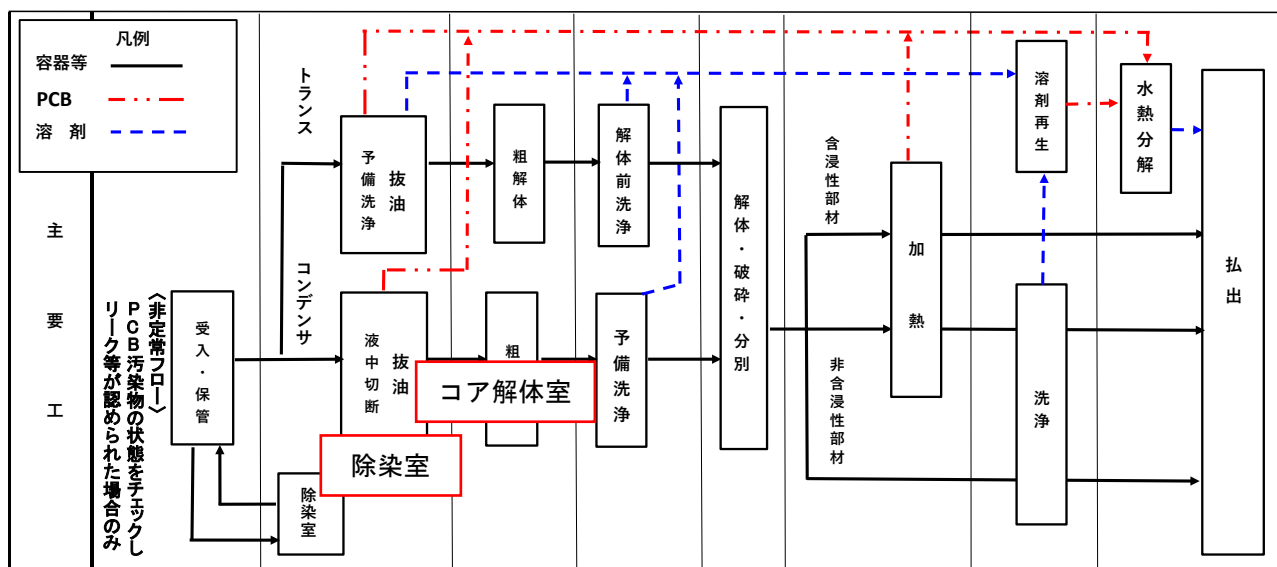


図 1-10 東京事業所の処理工程

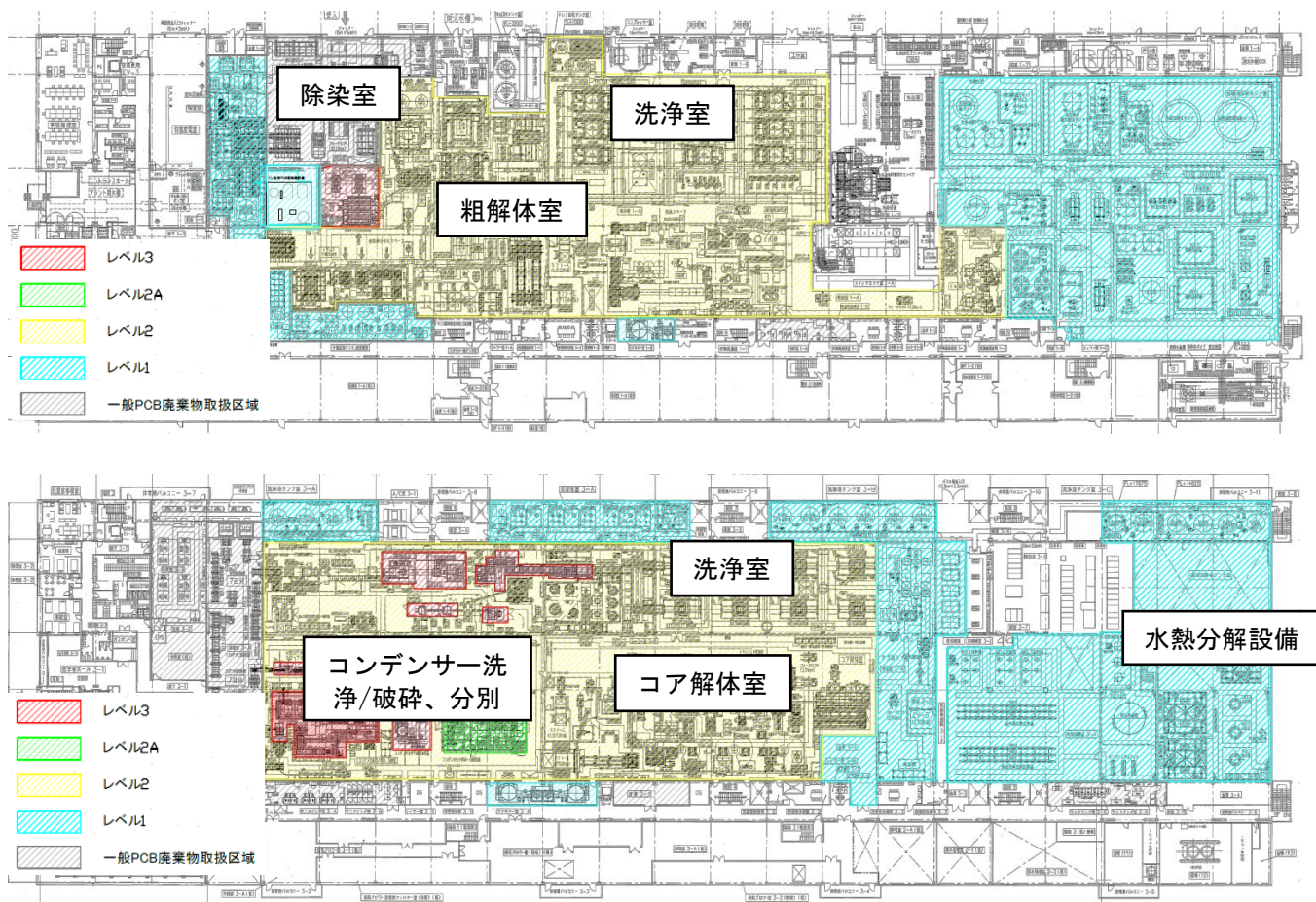


図 1-11 東京事業所の平面図（上図 1 階、下図 3 階）

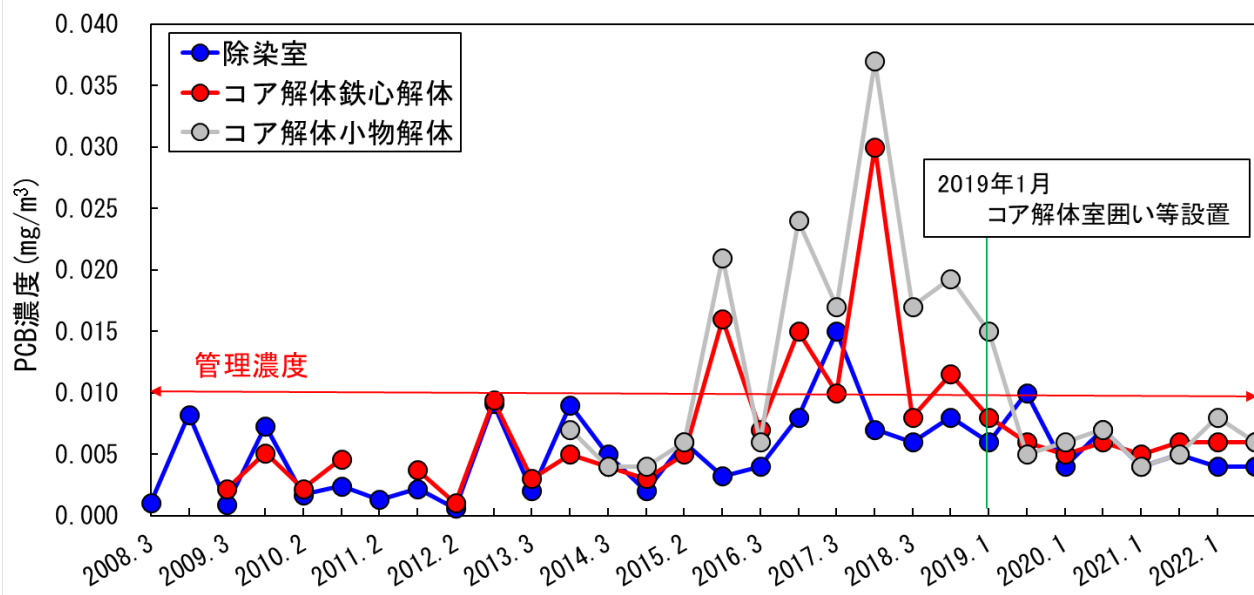


図 1-12 東京事業所の PCB 作業環境の測定結果（A 測定の幾何平均）

作業環境濃度は、2015 年ごろから 2017 年にかけて悪化した。とりわけ高くなっている測定結果は夏の測定結果である。この要因はコンデンサーの処理量が多くなり、解体時に PCB が付着した中間物の滞留が生じ、作業環境の悪化を招いたためと考えられた。このため、中間物の滞留が多ならないよう運用を改善した。

鉄心解体作業場（旧「大型・中型解体場」）、小物解体作業場（旧「付属品・小物解体場」）は、当初はコア解体室内のそれぞれの専用エリアで隔離はなく作業を行っていたが、2019 年 1 月より各作業場に囲いを設けて局所排気設備や冷風ダクトを設置した（1－1－3 参照）。

また、JESCO 及び運転会社協同のワーキンググループによる取組を継続し、作業場の一作業一片付け及び清掃の徹底、定期的な床面のポリッシャー掛け、局所排気や冷風の効果的な活用、道工具の配置、作業動線の工夫、整理・整頓・清掃の徹底などを、PDCA を回しながら実施した。

これらの対策の結果、作業環境は改善し、年間を通じて良好な状態を維持した。

4) 大阪事業所

変圧器等の解体作業を行っている「大型解体室」、「小型解体室」をレベル 3 の法定測定作業場として、作業環境のモニタリングを実施した。

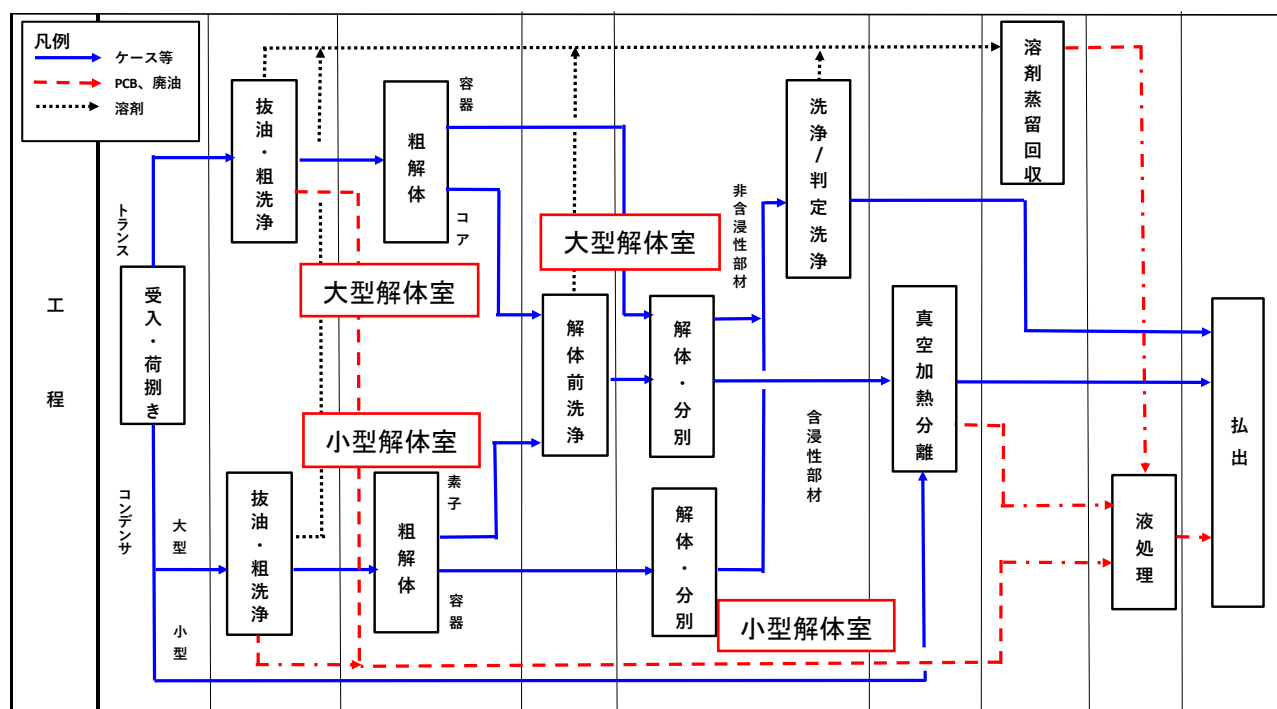
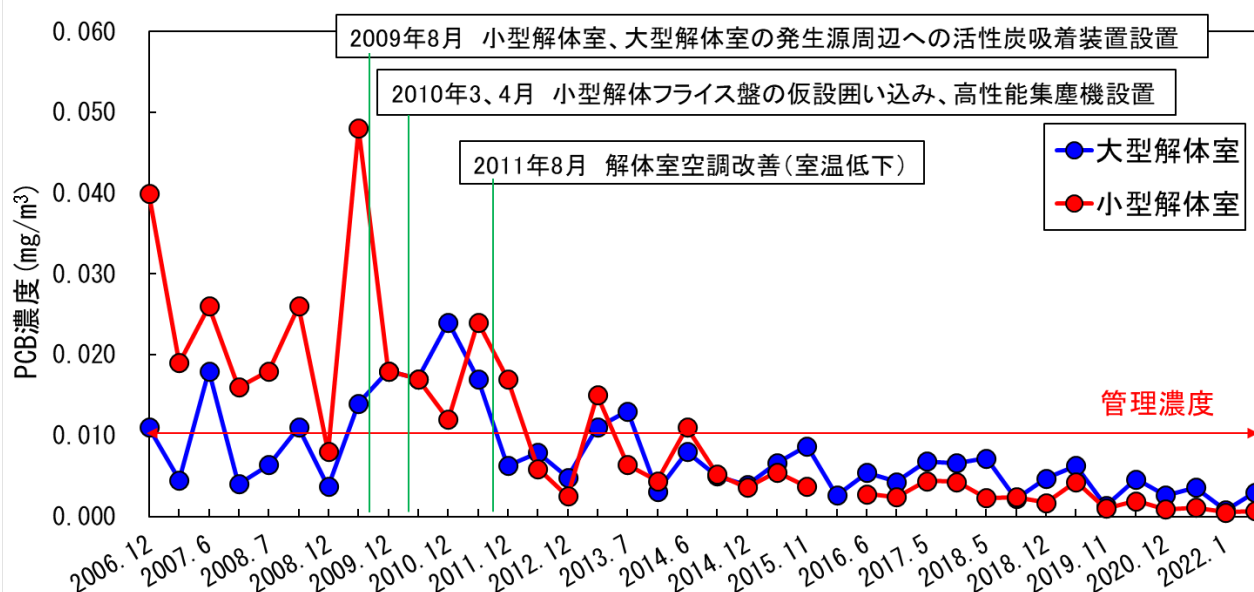
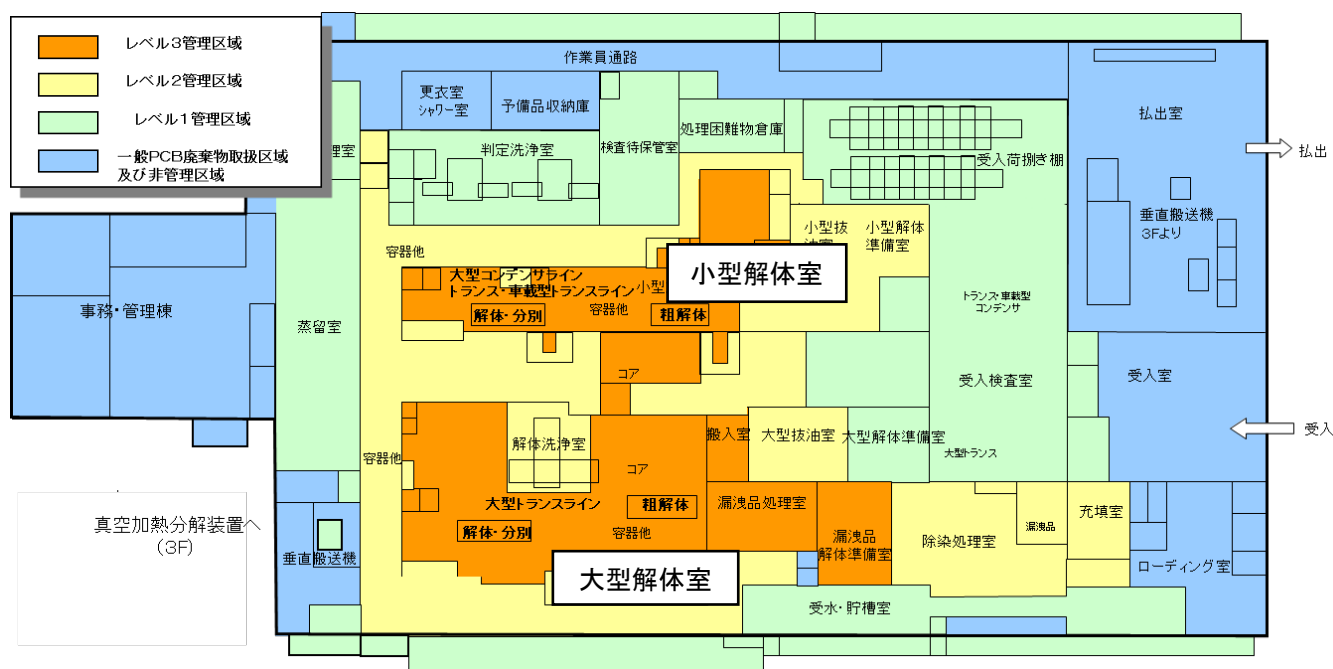


図 1-13 大阪事業所の処理工程



作業環境の改善のため、2009 年 8 月に小型解体室及び大型解体室の切断装置付近及び仕掛品の置場周辺に活性炭吸着装置を設置した。また、2010 年 3 月に小型解体室のフライス盤周りの囲い込みの仮設工事を行い、高性能集じん装置の仮設設置を行った（1－1－3 参照）。さらに、2011 年 3 月に小型解体室のフライス盤装置の囲い込み、及びフライス盤の主軸周りの集中集塵方式の本設化工事を行うとともに、PCB 等の蒸散を抑えるため空調ダクトの保温材の材質を変更、更新して室温低下を図った（1－1－3 参照）。

その他、定期点検時に重点的に清掃と除染を実施することにより、作業環境の改善を図った。

上記の取組により 2011 年以降、一時的な濃度上昇はあったが、概ね良好な作業環境を維持した。

5) 北海道事業所

変圧器、コンデンサー等を処理対象物とする当初施設においては、高濃度の PCB を取り扱う抜油、解体や洗浄設備が設置されているエリアは遮蔽フードで隔離し、遠隔操作にて処理を実施した。これらエリアの内、抜油や解体のための移載や取付・取外等の作業を作業従事者が遮蔽フード内で行う「大型／車載変圧器解体エリア」レベル3の法定測定作業場として、作業環境のモニタリングを実施した。

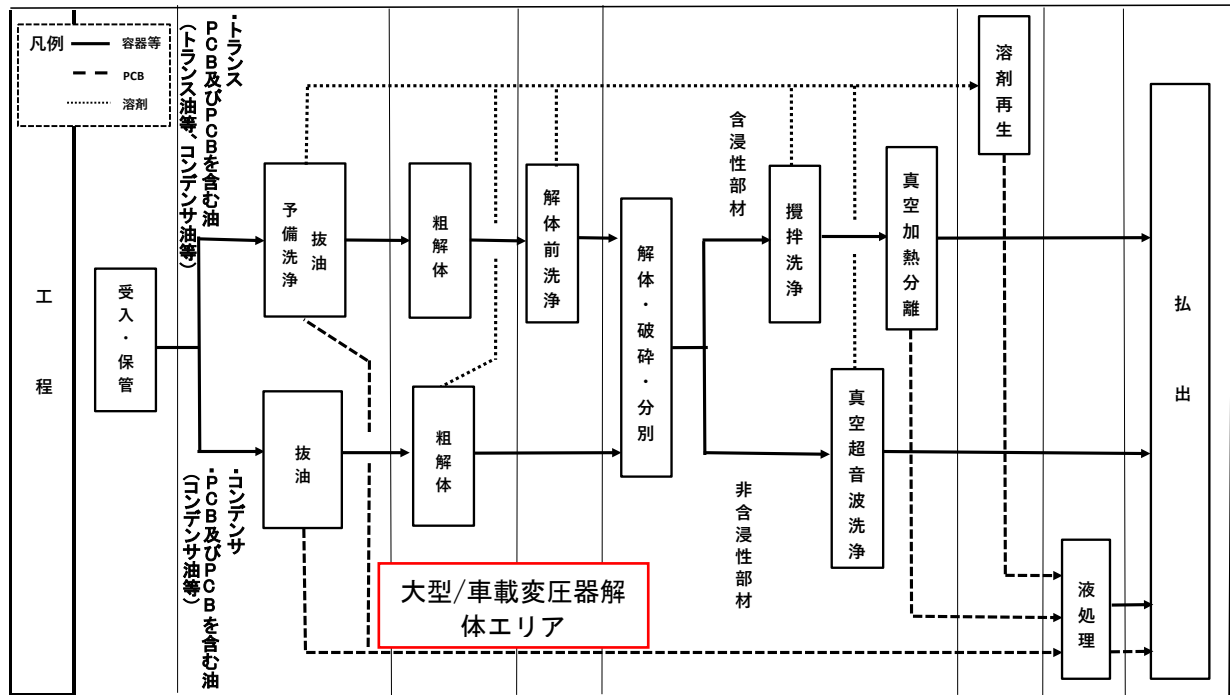


図 1-16 北海道事業所当初施設の処理工程

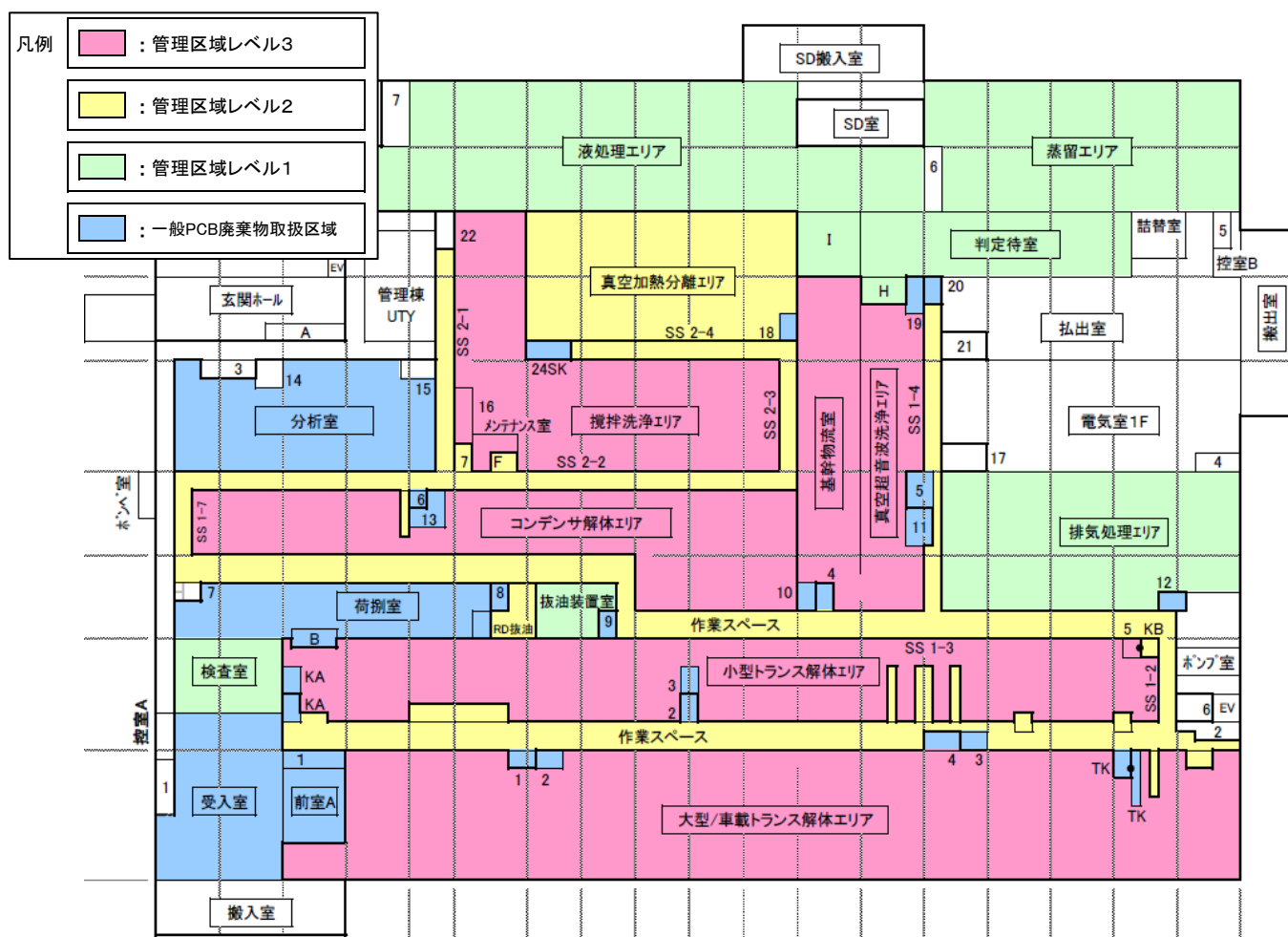


図 1-17 北海道事業所当初施設の平面図 (1 階)

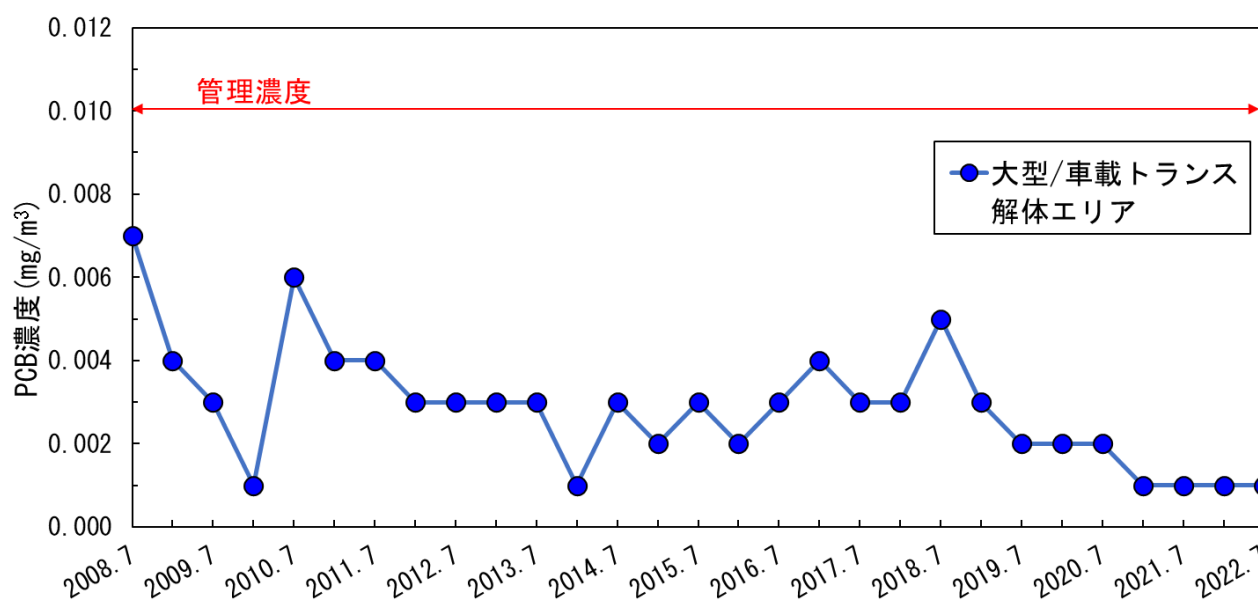


図 1-18 北海道事業所当初施設の PCB 作業環境の測定結果 (A 測定の幾何平均)

当初施設の大型／車載変圧器解体エリアでは、良好な作業環境を維持した。2018 年 7 月に一時的に悪化したが、清掃・除染を積極的に実施したことにより改善した。

安定器等を処理対象物とする増設施設においては、安定器及び汚染物等の詰替を行う「前処理作業室」をレベル3の法定測定作業場として作業環境のモニタリングを実施した。

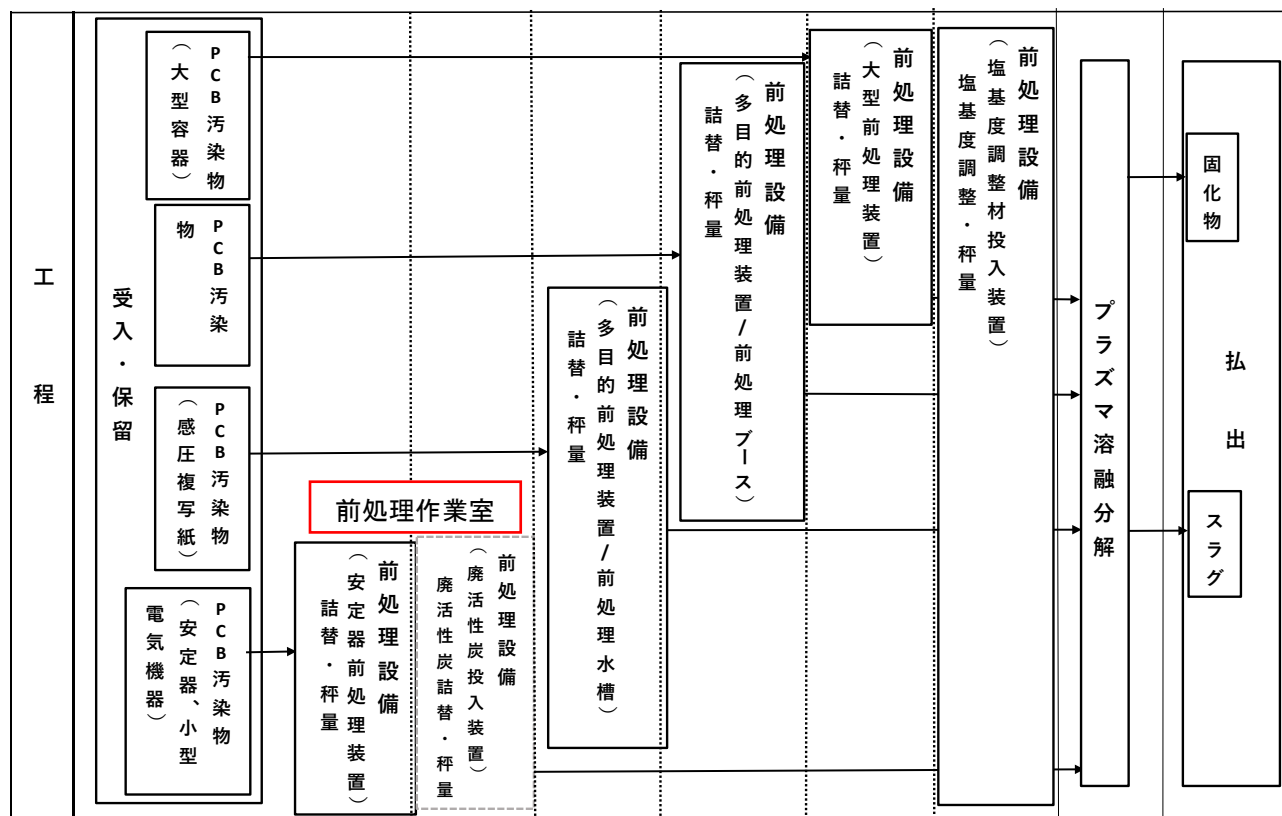


図 1-19 北海道事業所増設施設の処理工程



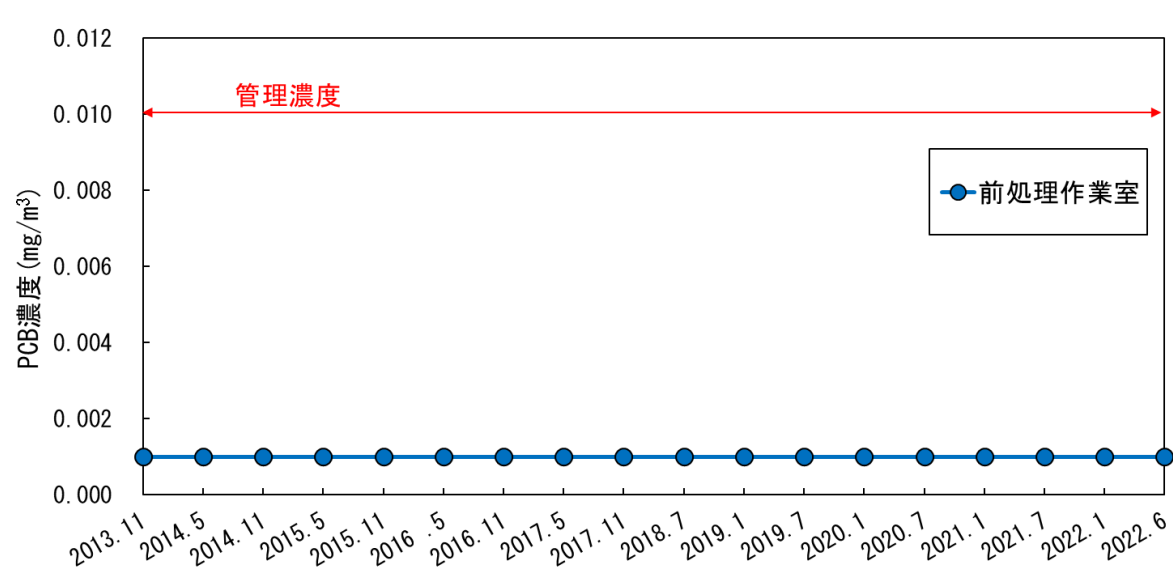


図 1-21 北海道事業所増設施設の PCB 作業環境の測定結果 (A 測定の幾何平均)

増設施設の前処理作業室では、ドラフトチャンバーやプッシュプル型換気設備等の気流制御による作業環境対策を実施したことにより、操業開始以降、作業環境管理濃度を十分に下回る、良好な作業環境を維持した。

1-1-3. 作業環境の改善対策に関する考察

各処理施設では、操業開始の段階で PCB による作業環境の汚染の可能性の程度等を考慮した管理区分の設定、局所排気やグローブボックス等の作業環境中の PCB 濃度を極小化する設計の採用、変圧器等の解体前洗浄の適用などの作業環境対策を実施していた。しかし、操業開始後に作業環境濃度が高いエリアが出たため、作業安全衛生部会等において各事業所の設備・機器の状況や取組を共有し、解体前洗浄の強化や室温の低減による PCB 蒸散の抑制及び作業場全体の影響の防止のための PCB 発生源となる作業エリアの囲い込みや局所排気設備の設置、定期的な清掃等の追加的な各種対策を講じて、作業環境の改善を図った。以下では、追加実施した作業環境管理の改善対策の具体的な例を紹介する。

(1) 作業環境への PCB 気化量（蒸散等）の抑制

(例) 洗浄の強化（大阪事業所）

抜油・粗洗浄工程では、5 回洗浄後に次工程の大型解体室あるいは小型解体室での解体作業へ移行していたが、粗洗浄後の洗浄液中の PCB 濃度（管理濃度 1500mg/kg 以下（その後、500mg/kg 以下に変更））を分析、確認してから解体作業へ移行するよう変更した。

なお、粗洗浄後の洗浄液中 PCB 濃度の分析、確認を実施するようにした 2007 年当時は、5 回の洗浄後では 2～3 割程度（超過したのは小型変圧器の一部）が管理濃度を超過していたことを受けて、小型変圧器は 8 回、さらに油量 100L 以下の小型変圧器は 11 回の粗洗浄後に、洗浄液中の PCB 濃度が管理濃度以下となっていることを確認することとし、分析結果が管理濃度を超過している場合は追加の粗洗浄を実施することとした。

(例) 作業環境の温度管理（豊田事業所）

コンデンサーや変圧器に含まれる PCB は沸点が 350℃以上の液体であるが、

塩素数が多くなるにつれ、沸点が高くなり、気化しにくくなる。

コンデンサー油は塩素数 3 及び 4 の割合が高く、変圧器油は塩素数 5 の割合が高い。

このため、気化しやすいコンデンサー解体エリアは温度の上昇に伴って作業環境濃度が大幅に、上昇していると考えられる（図 1-22 の橙色及び緑色）。

一方、変圧器解体エリアについても、コンデンサー解体エリアに比べれば緩やかではあるものの、温度上昇にともなって作業環境濃度が上昇していると考えられる（図 1-22 の青色及び赤色）。

このことを踏まえ、豊田事業所では、遮蔽フード内の温度の低減のための改造工事を行い、室温低下を図った。

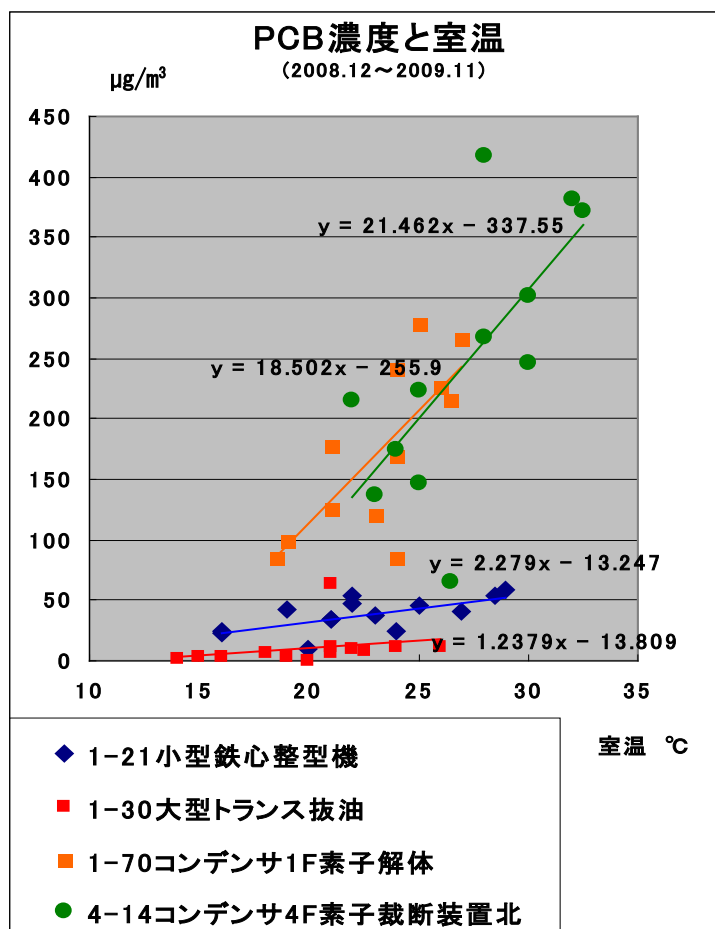


図 1-22 PCB 濃度と室温の関係

（例）作業環境の温度管理（大阪事業所）

大型解体室及び小型解体室について、PCB の蒸散を抑制し、作業環境を改善する目的で 2011 年度から室温低減のための対策に取り組み、2012 年度夏までに冷氣送風用ダクトの断熱材の再施工、各室の気密性の向上、空気流量の調整を完了し、対策前は夏季に 30℃以上であった室温を 25℃に低下させた。

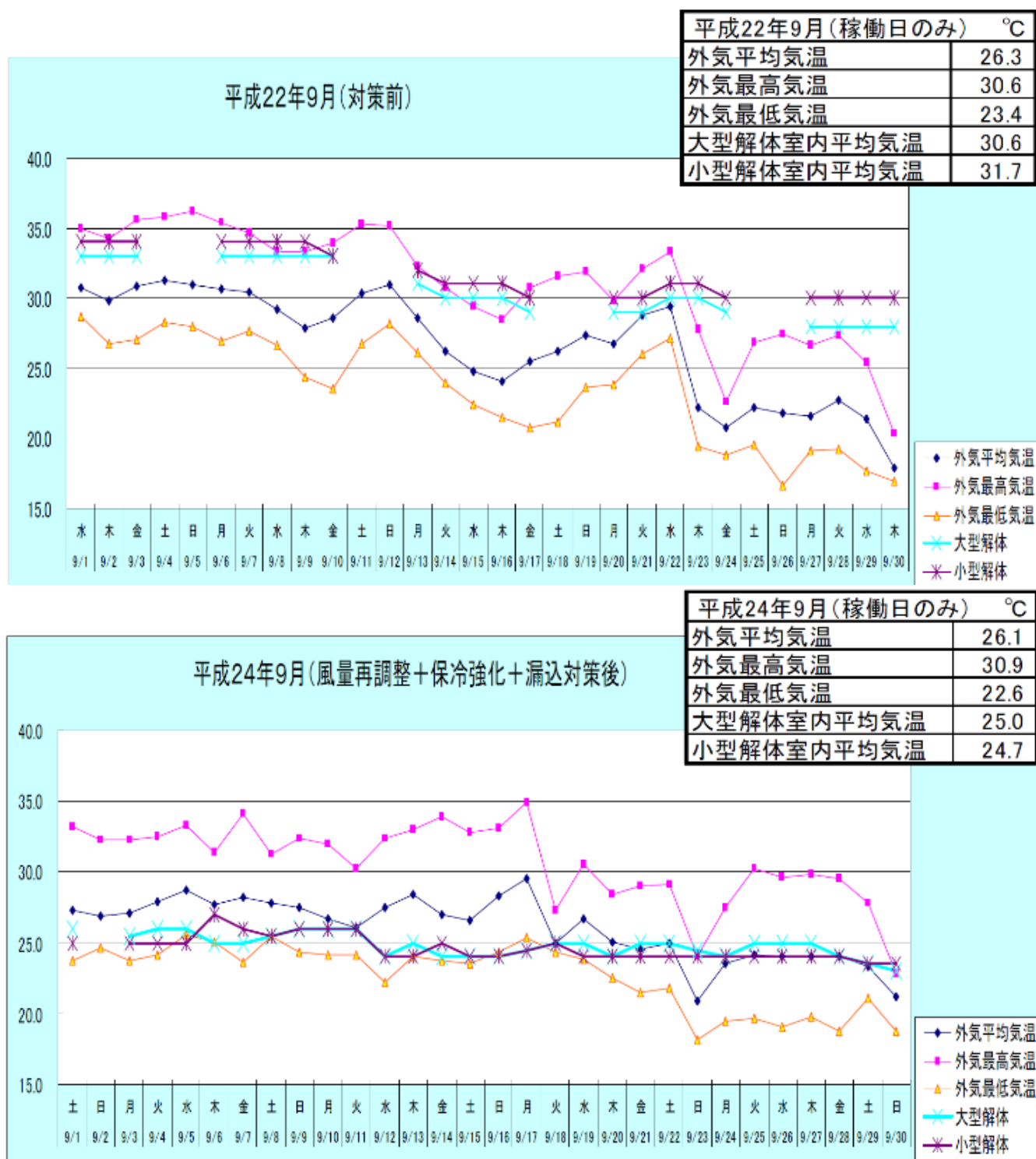


図 1-23 大阪事業所の空調ダクト改修工事前後の解体室の室温

（２）作業環境への PCB の拡散の抑制

（例）発生源の隔離のためのフードの設置（北海道事業所）

作業環境の悪化が原因で特殊コンデンサー等の処理を進められなかった経験を踏まえ、特殊コンデンサー等を処理するための小型変圧器解体エリアの改造では、特殊コンデンサー及び漏洩コンデンサーの解体作業における作業環境の悪化を防ぐため、解体ブース（遮蔽フードの中にさらにフードを設置）を設置し、作業従事者常駐の作業環境スペースと分離させた。

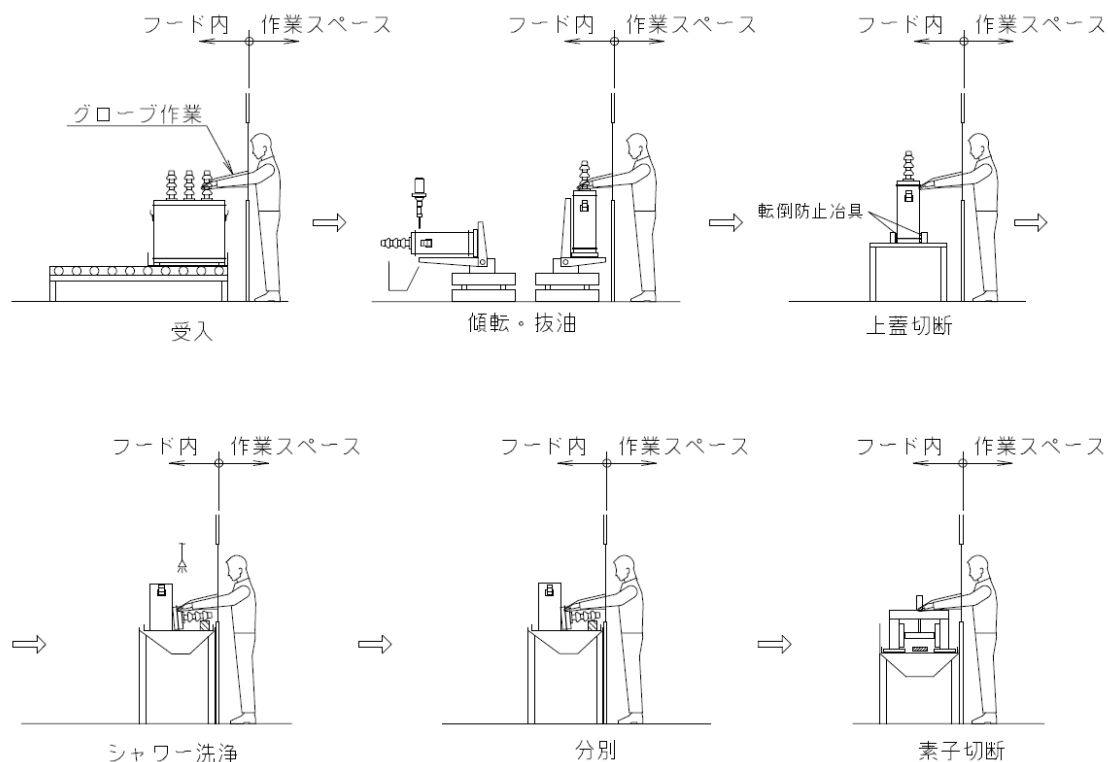


図 1-24 北海道事業所でのフード設置後作業の概略図

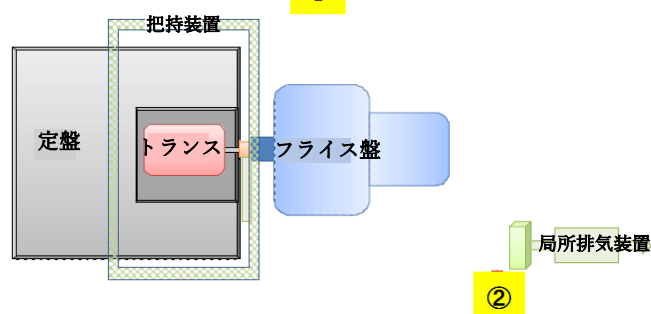
(例) 発生源の囲い込み、局所排気の設置
(大阪事業所)

2010 年 1 月の測定で小型解体室の DXNs 作業環境濃度が非常に高くなった。要因を下記と想定し調査等を実施して対策を行った。

○推定要因

- i) 変圧器処理量増加のためのフライス盤稼働時間の増加により粉じん発生量が増大した。
- ii) フライス盤切削速度（ワークの送り量）を上げたことにより揮発する PCB、DXNs 量が増加した。
- iii) 局所排気設備の設置（2009 年 9 月設置・稼働）による気流の変化により粉じんが拡散した。

フライス盤周りとサンプリングポイント



切削条件		局所排気装置停止時		局所排気装置稼働時		切削粉の温度
		①フライス盤 局所排気周り	②フライス盤 右後方	①フライス盤 局所排気周り	②フライス盤 右後方	
I	S145/F54	0.192	0.260	0.413	0.313	78℃
II	S150/F100	0.229	0.852	0.516	0.759	—
III	S160/F60	0.243	0.739	0.253	0.587	78℃
IV	S150/F150	0.327	0.706	0.222	1.052	120~130℃

S: フライス盤の主軸の回転数(rpm)、F: ワークの送り量 (mm/min)

図 1-25 フライス盤の粉じん量測定結果

○調査結果

- デジタル粉じん計を使用して、粉じんの発生原因と考えられたフライス盤周りにおいて、切削条件の変更及び局所排気設備の稼働による粉じん量を測定した（図 1-25）。この結果、2009 年 8 月までの切削条件（軸の回転数 150rpm 及び送り量 60mm/min）と比較して、9 月以降に採用した切削条件（軸の回転数 150rpm 及び送り量 150mm/min）に変更したことにより、発生する粉じん量が増加すること（フライス盤後方において約 2 倍）を確認した。この際、発生する切削粉の温度も測定し、温度も上昇している（78℃→120～130℃）ことを確認した。
- さらに、局所排気設備の稼働により粉塵が拡散している可能性があることが判明した。

○対策と結果

- フライス盤切削時に発生する粉じん（PCB、DXNs）の作業エリアへの拡散を防止するため、小型解体室のフライス盤の周囲に囲い（仮設）を設置した（図 1-26）。
- 高性能集塵装置をフライス盤周りに設置し 24 時間稼働とした（図 1-27）。

フライス盤周りの集塵とカバー概念

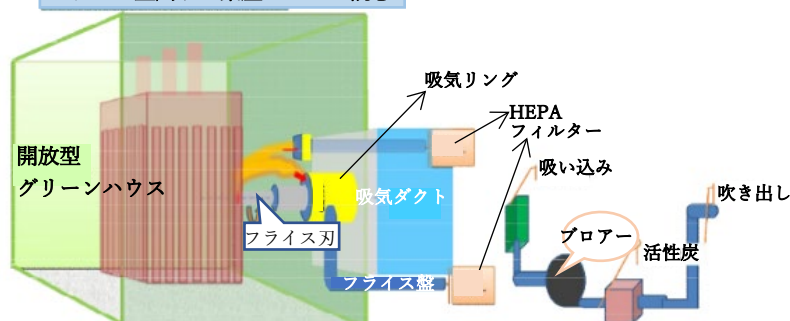


図 1-26 フライス盤周りの集塵と囲い込みの概念図

- ・粉じんの除去機能を向上させるために高性能集塵装置の吸引部をフライス盤の主軸周りに変更した（写真 1-2）。
- ・フライス盤の囲い込みの実施前後の粉じん量を測定した結果（図 1-28）、囲い込み設置後の粉じん量は格段に減少した。

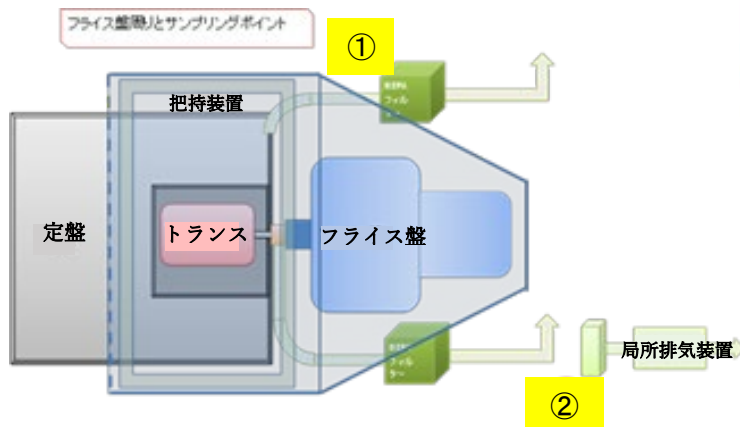


図 1-27 フライス盤の囲い込み設置前後の粉じん量の比較

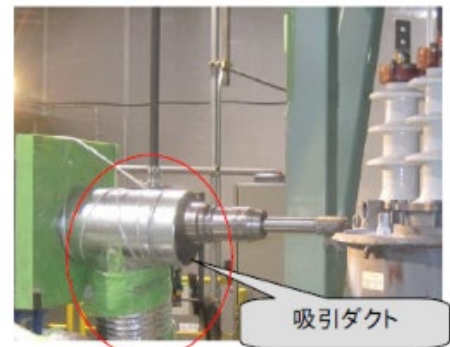


写真 1-2 フライス盤切削時の吸引ダクト

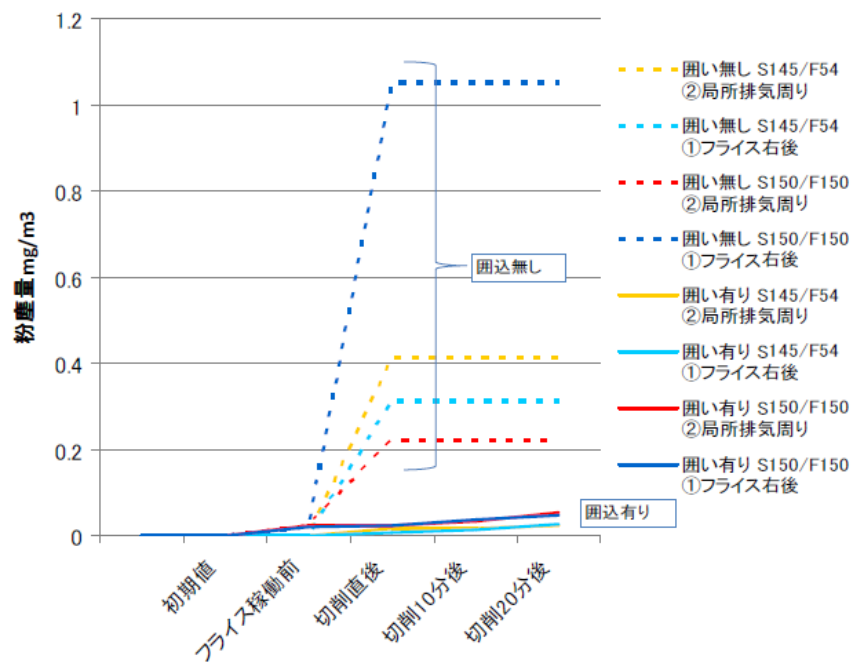


図 1-28 フライス盤の囲い込み及び高性能集塵装置の設置と粉じん測定点

（例）発生源の囲い込み、局所排気の設置（北海道事業所）

コンデンサー解体エリアの PCB 発生源となる装置（手解体装置、No. 1/No. 2 穿孔抜油装置＋蓋切断装置、素子取出解体装置、素子裁断装置、破砕機（大）、破砕機（小））の囲い込みを行い、囲い込み内部に局所排気口を設置した。

蓋切断装置付近及び素子裁断装置付近での囲い込み内外の測定結果は以下のとおりであった（試運転時のデータ）。囲い込みを行うことは、周囲への PCB の拡散を抑制し、作業環境濃度の抑制効果があったものと考えられる。



写真 1-3 抜油、蓋切断装置囲い込み

表 1-2 囲い込み内外の PCB 濃度測定結果

		PCB 濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	測定日	(参考)累積処理台数
蓋切断装置付近	外部	30	H20.2.13	142 台
		18	H20.3.5	217 台
	内部	75	H20.1.30	37 台
素子取出解体装置付近	外部	16	H20.5.9	試運転後
	内部	50	H20.5.9	試運転後
素子裁断装置付近	外部	17	H20.3.5	217 台
		11	H20.5.12	試運転後
	内部	46	H20.1.30	37 台
		16	H20.5.12	試運転後

(3) 作業エリアの囲い込み・局所排気の設置

(例) 変圧器解体工程の囲い込み、局所排気

(豊田事業所)

手解体をしなければならない変圧器の解体部材から発生する PCB 油の蒸気が、作業従事者に及ぼす影響を低減するため、大型、小型変圧器解体エリアに排気ダクトと排気衝立を設置した。

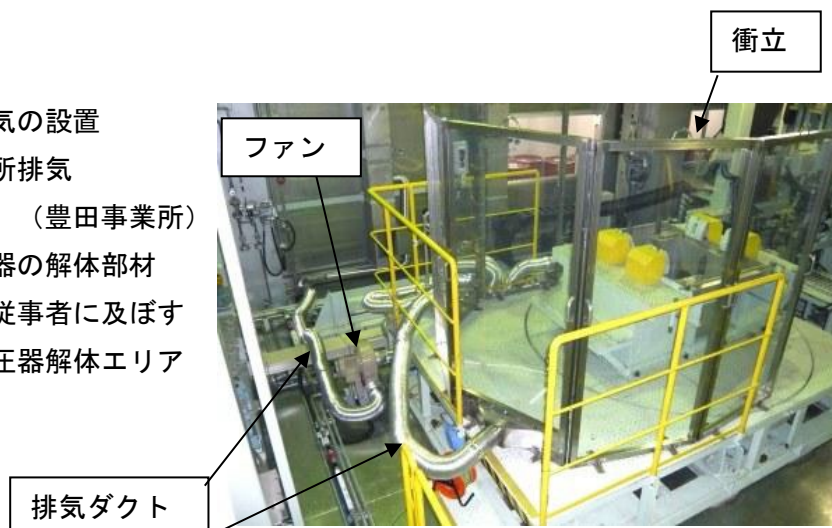


写真 1-4 排気ダクトと排気衝立の設置

表 1-3 作業環境中 PCB 濃度 単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	作業従事者の位置	排気吸込口
排気ファン停止	17	8.4
排気ファン稼働	5.1	9.0

(例) 単位作業場の囲い込み、局所排気等の設置 (東京事業所)

コア解体室の「大型・中型解体場」、「付属品・小物解体場」において、それぞれに新たに専用の囲い壁及び局所排気設備を設置し、「鉄心解体囲い場」、「小物解体囲い場」として 2019 年 1 月より運用を開始した。



図 1-29 コア解体室(赤枠)の単位作業場所

写真 1-5 コア解体室 設備改善後の作業場

囲い場の設置に加え、定期点検中の操業休止中に、作業環境のブランク測定、汚染源や気流の調査を行い、コア解体室の徹底的な清掃、不要物の撤去、換気ダンパーの調整等により、コア解体室全体のバックグラウンド濃度を可能な限り低減させた。

定期点検中に改善計画を策定し、2019 年 7 月より、まず「小物解体囲い場」において、対策案について PDCA を回しながら実施した。有効性が確認された以下の a~c の対策を組み合わせ、最適化していった結果、作業環境が改善した。この改善策を「鉄心解体囲い場」にも展開・最適化した。

a. 設備（局所排気、空調）能力の強化

- ・局所排気ダクトの設置による PCB 蒸散抑制対策（①、記号は写真 1-6 に対応。②以下同様。）
- ・局所排気設備の外付け式フードをブース式に改造し制御風速をアップ（③）
- ・冷風ダクトを効果的に配置し、外気（フレッシュエアー）を導入し、作業場を冷やして PCB 蒸散抑制（④）

b. 作業場全体の汚染防止対策

- ・専用作業靴の使用エリアを、コア解体室全体（図 1-29 赤線内）から、2 つの囲い場のエリア（図 1-29 ピンクハッチ部分）に変更し、汚染レベルの高いエリアを縮小した。
- ・コア解体室における作業は、一作業一片付けを徹底し、「不要物の撤去・清掃」、「汚染工具の清掃」、「仕掛かり汚染物の密閉保管」等を励行した（清掃の項目にも再掲）。

c. 作業位置の改善

- ・局所排気の吸引範囲内で作業を行うよう仕切り板により作業区画を設置した。（⑤）
- ・局所排気ダクトの使用手法、作業位置、処理対象物の配置を最適化し、作業手順を見直しをした。

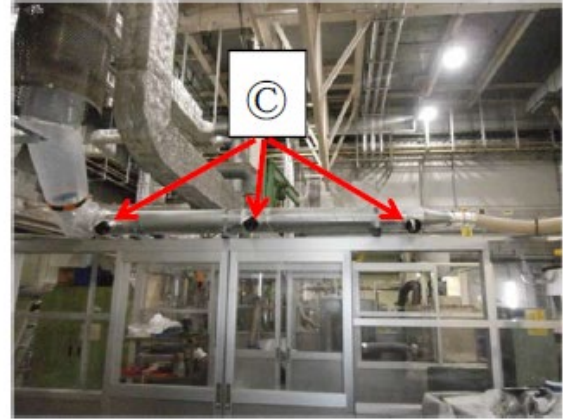
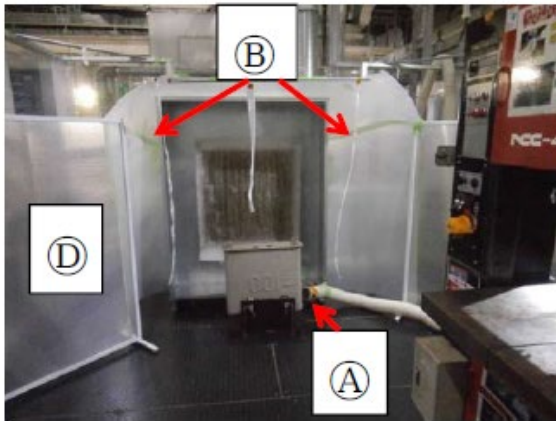


写真 1-6 作業場の改善状況

上記の取組の結果、作業環境濃度は図 1-30 のとおり改善した。

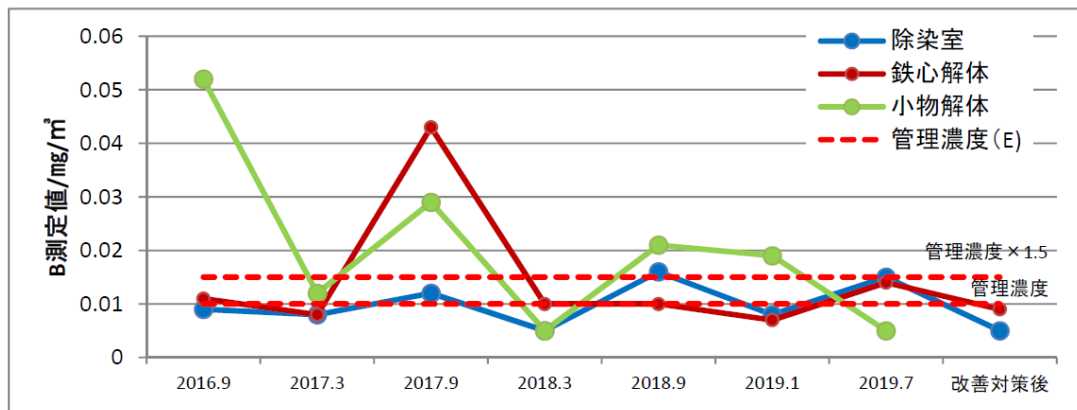


図 1-30 作業環境測定結果の推移 (B 測定)

(例) 局所排気、液溜まりの防止 (豊田事業所)

作業従事者が手作業で解体する必要がある超大型コンデンサーの解体スペースにプッシュプル型の局所排気を設置した。コンデンサーを置くスペースは下に液が抜ける構造にすることにより洗浄を簡易にし、液溜まりも防止した。

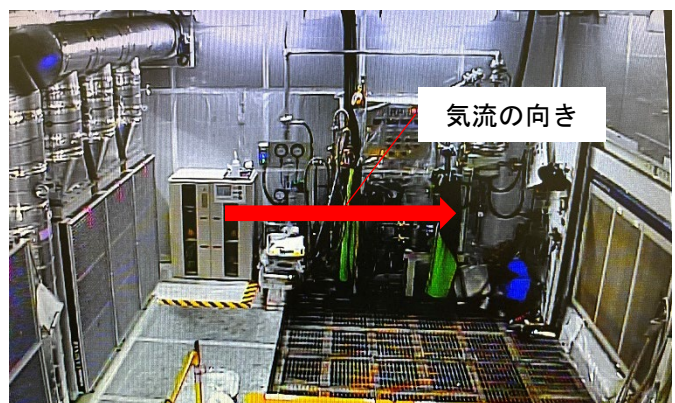


写真 1-7 プッシュプル型の局所排気

（例）プッシュプル型換気装置の設置（北海道事業所）

処理が進んでいなかった保管容器の処理にあたり、新たに設置した保管容器開梱ブースにおいて、作業環境の悪化を極力防止すべく、プッシュプル型換気装置を設置するとともに、ブース下部にはPCB 蒸気の滞留を防ぐため、床面レベルに排気口を設置した。

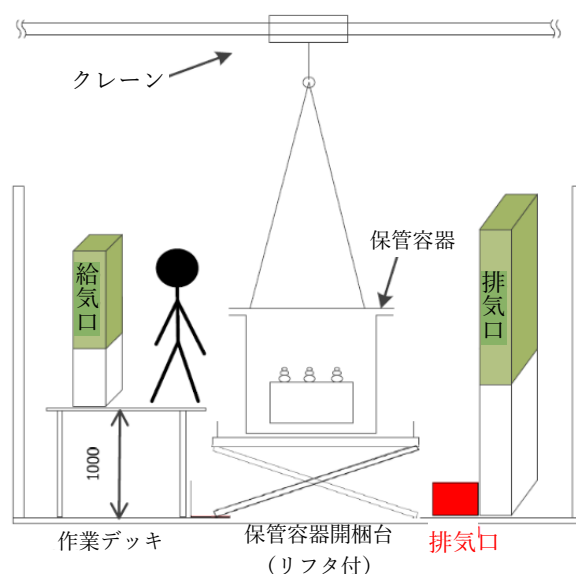


図 1-31 プッシュプル型換気装置

（例）緩衝室、更衣室の作業環境改善（豊田事業所）

レベル 3 エリアに入退出する際に保護具を着脱する部屋として更衣室と緩衝室がある。

更衣室・緩衝室の拭き取り清掃の徹底、エタノールによる全面体の清掃や定期的な長靴の交換など保護具の保管方法の改善により両室の PCB 作業環境濃度は低下（表 1-4）していたが、更衣室→緩衝室→緩衝室内保護具保管庫→遮蔽フード内（レベル 3 エリア）の空気の流れを作るために以下の対策を実施し換気を改善した。

- ① 更衣室と緩衝室間にダンパーを設置
- ② 保管庫とレベル 3 エリア間にダンパーを設置

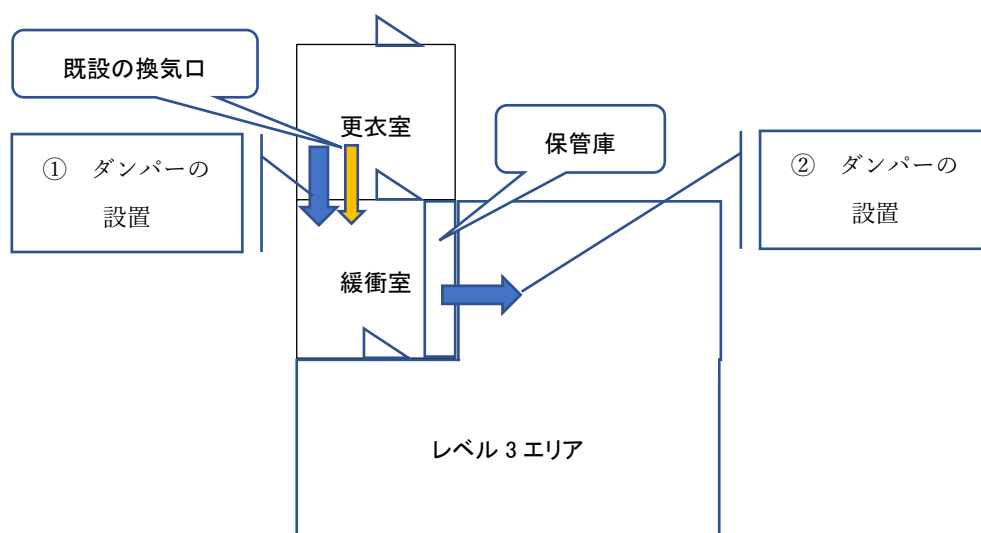


図 1-32 緩衝室へのダンパーの設置



緩衝室から更衣室を臨む



➡ : 気流の向き

写真 1-8 緩衝室への換気口とダンパーの設置

表 1-4 更衣室、緩衝室の PCB 作業環境濃度

	更衣室	緩衝室	緩衝室扉の遮蔽フード側
2006年12月	16	130	140
2007年4月	2	14	84

(単位 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

(4) 清掃の強化

(例) 4S の一環としての清掃の強化 (東京事業所)

4S (整理・整頓・清掃・清潔) 活動として、合同一斉清掃を実施した。

特に作業環境の厳しいコア解体室で、週末清掃では作業頻度が高い場所、月末一斉清掃ではレベル 2 のエリアを中心に床や装置類のエタノール拭きを全員参加で実施した。なお、施設内の全体換気、防毒マスクの着用により、急性エタノール中毒等の健康影響が生じないようにして清掃を行っている。



写真 1-9 合同一斉清掃 (東京事業所)

（例）ドアノブの清掃（北九州事業所）

保護具の着脱を行う前室やドアノブ等が汚染されてしまうと、経口・経皮曝露につながる恐れがあるため、予防措置として、定期的に測定を行い、汚染管理（拭き取り清掃）を実施し、注意喚起をした。

（例） 清掃や整頓の強化（豊田事業所）

コア解体室における作業は、一作業一片付けを徹底し、「不要物の撤去・清掃」、「汚染工具の清掃」、「仕掛かり汚染物の密閉保管」等を励行した。

1-2. 作業管理

作業管理とは、作業方法、作業時間の適正化や保護具の着用により、作業従事者への PCB 曝露の負荷を少なくすることである。

JESCO では、1-1 のように作業環境管理を徹底することにより、作業管理の負担をできるだけ少なくなるようにした上で、作業従事者の PCB への曝露の低減のための作業管理を実施した。

各事業所の作業管理については、作業環境管理の状況を適宜確認し、実測データに基づき、作業従事者の負担や健康面に配慮した最適な内容となるよう検討を加えた。以下では、主な作業管理の改善対策の具体的な例を紹介する。

1-2-1. 作業従事者の PCB 曝露機会の削減

(1) 作業内容の適正化

- ・作業ごとに作業手順書を作成し、作業手順は作業従事者の負担や健康面、安全面を考慮して作成し、適宜見直しを実施する。
- ・作業環境管理の対策として、作業従事者の PCB への曝露防止のため、コンデンサの解体や処理工程間の運搬等、可能な作業を無人化とするとともに、それが困難な作業においても、可能な範囲で PCB から隔離された作業が可能となるようグローブボックス等の設置で対応する。
- ・その上で、変圧器の解体や安定器の詰め替え等作業など PCB からの隔離が困難な作業においては、局所排気が設置された所定の場所で、局所排気の上流側で作業するなど、作業管理の対策で作業従事者の PCB への曝露を低減させる。

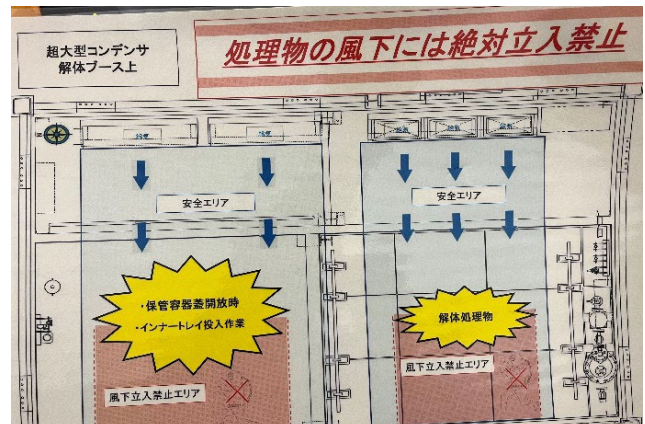


図 1-33 局所排気の上流側での作業（豊田事業所）

(2) 作業時間・休憩等の適正化

- ・作業の内容、作業環境濃度に応じて作業の最大継続時間を設定し、これを超えないように休憩を確保。
 - ・休憩は、保護具の着脱や汚染の確認、移動、救護室での体調の自己確認等に要する時間を考慮して、十分な時間を確保する。
 - ・保護具を着用しての作業は熱中症の危険もあることから、作業エリアに温度計を配置するとともに、作業エリア内の温度も考慮して休憩を確保する。
 - ・作業環境濃度に応じた作業時間は下記を目標とし、目標に合わせてエリアごとに作業の最大継続時間を設定する
- (目標) DXNs の曝露量を $2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$ の作業場で 8 時間/日（または 40 時間/週）作業した場合と同等以下に抑制する。作業環境濃度の目標を満足できない場合には、作業時間の抑制により上記目標を達成できるようにしつつ、管理区域レベル 3 以外の区域であっても、血中 PCB 濃度の測定等、健康管理に特段の留意を行う。
- ・管理区域レベル 3 への作業従事者の入室状況を常に把握し、設定された最大継続時間を超過しないように管理する。

1-2-2. 適正な保護具の着用

1) 基本的な考え方

- ・管理区域内に立ち入る場合には、原則として安全靴、ヘルメットを着用する。
- ・管理区域内においては、作業環境及び作業内容に応じた作業服、マスク、手袋等を着用し、PCB 汚染油が付着する可能性がある作業を行う場合には、作業内容に応じた有効な防護服、手袋、マスク、保護眼鏡等の保護具を着用する。
- ・保護具は、用途に応じてその性能が維持できる期間をあらかじめ設定し、時間管理で定期的に交換する。防護服やインナー手袋は使い捨てとし、防毒マスクは定期的に交換する。
- ・JESCO において保護具の耐透過性・耐浸透性等の性能試験や作業性、防護服内の温度上昇等の試着試験を実施し、採用する保護具等を決定する。
- ・着用する保護具については、安全衛生管理報告書において整理する。その後、2005 年 2 月に厚労省要綱が定められ、作業ごとに着用させる保護具が規定されたため（表 1-6 参照）、安全衛生管理報告書追補により整合を確認した。
- ・処理施設内の作業のうち、厚労省要綱の規定が適用される各作業について、安全衛生管理報告書で整理した内容及び厚労省要綱との比較等を表 1-5 に示す。

表 1-5 安全衛生管理報告書と厚労省要綱との比較

作 業	安全衛生管理報告書における整理 (このほか分析室を除きヘルメットを着用)		厚労省要綱との比較等
管理区域レベル 3 における作業	保護衣	PCB に対する耐透過性能を有する化学防護服*又は化学防護エプロン（フード及び袖付き） * 北九州事業においては当初背面及び臀部開放型を使用。現在は非開放型の化学防護服を使用。	● DXNs 濃度が$2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$を下回らない限りは、要綱管理レベル 2 の保護具の着用が必要。 ● この間は、保護衣としては非開放型の化学防護服を着用することが必要。その他の事項については、厚労省要綱に適合。 ● 一方、DXNs 濃度が$2.5\text{pg-TEQ}/\text{m}^3$を下回れば、要綱管理レベル 1 の保護具の着用で足りることとなっているが、この場合でも保護衣の非前面部を開放型とする迄の軽減にとどめる。
	保護手袋	PCB に対する耐透過性能を有する化学防護手袋＋インナー手袋	
	保護靴	PCB に対する耐透過性能を有する化学防護長靴（先芯入り）	
	呼吸用保護具 及び保護眼鏡	全面形防毒マスク 又は半面形防毒マスク＋保護眼鏡 * 北九州事業では現在、より防護性が高い電動ファン付き呼吸用保護具（ガス吸収缶付き、エアメット型）を使用。 * 防塵機能は試運転結果を踏まえ判断。これまで付加が必要な場合なし。	
管理区域レベル 1 における作業のうち PCB 廃棄物の受入 検査作業	保護衣	一般作業着	厚労省要綱では、安全靴及び半面形面体防毒マスクの着用を求めている。
	保護手袋	手袋	
	保護靴	一般作業靴	
	呼吸用保護具 及び保護眼鏡	必要に応じて保護眼鏡	
漏洩 PCB の回収、漏洩が認められた PCB 廃棄物の受入等非常時	● 管理区域レベル 3 と同等 ● 管理区域には非常時を想定した保護具を人数分常備		全面形面体マスク以上なら厚労省要綱の非常時作業用保護具に適合するので、呼吸用保護具はより防護性が高い電動ファン付き呼吸用保護具（ガス吸収缶付き、エアメット型）を準備。 なお、厚労省要綱では、漏洩が認められた PCB 廃棄物の受入については、半面形面体防毒マスク＋保護眼鏡の使用も認めている。

表 1-6 厚労省要綱 管理レベルと保護具の使用（2 処理等作業）

管理レベル		関係する作業	保護具	
非定常作業		1. 事故等により漏えいした PCB 等の回収作業 2. PCB 等を取り扱う設備の内部に入っている点検、修理等の作業（特化則第 22 条に留意すること。）	保護衣	PCB に対する耐透過性能を有する化学防護服（JIST8115）
			保護手袋	PCB に対する耐透過性能を有する化学防護手袋（JIST8116）
			保護靴	作業内容及び作業環境によって以下のうち適切なものを選択 ① PCB に対する耐透過性能を有する化学防護長靴（JIST8117） ② 安全靴（JIST8101）
			呼吸用保護具	作業内容及び作業環境によって以下のうち適切なものを選択 ① プレッシュデマンド型のエアラインマスク（JIST8153） ② プレッシュデマンド型空気呼吸器（JIST8155） ③ 全面形面体・防じん機能を有する防毒マスク（型式検定合格品）
定常作業	管理レベル 2	1. PCB 廃棄物の解体の作業（粗解体、解体・分別） 2. PCB 廃棄物の洗浄の作業（洗浄機・真空加熱分離設備への搬送の作業） 3. PCB 廃棄物の受入・保管作業（漏えいが認められた後の作業に限る。）	保護衣	作業内容及び作業環境によって以下のうち適切なものを選択。 ① PCB に対する耐透過性能を有する化学防護服（JIST8115） ② 一般作業着（他の管理レベルのものと共用しないこと）
			保護手袋	PCB に対する耐透過性能を有する化学防護手袋（JIST8116）
			保護靴	作業内容及び作業環境によって以下のうち適切なものを選択 ① PCB に対する耐透過性能を有する化学防護長靴（JIST8117） ② 安全靴（JIST8101）
			呼吸用保護具	作業内容及び作業環境によって以下のうち適切なものを選択 ① 全面形面体・防じん機能を有する防毒マスク（型式検定合格品） ② 半面形面体・防じん機能を有する防毒マスク（型式検定合格品）
			保護眼鏡	保護眼鏡（呼吸用保護具として半面形面体を使用するとき）
	管理レベル 1	1. PCB 廃棄物の受入・保管作業時の漏洩の有無等の調査 2. 無害化処理の作業	保護衣	一般作業着
			保護手袋	作業内容によって選択する適切な手袋
			保護靴	安全靴（JIST8101）
			呼吸用保護具	半面形面体・防じん機能を有する防毒マスク（型式検定合格品）
			保護眼鏡	保護眼鏡（必要に応じ）
	管理レベル 0	PCB 廃棄物の受入・保管作業（容器等の破損及び外部の汚染等がないことを確認し、十分な換気を行った後に限る。）	保護衣	一般作業着
			保護手袋	作業内容によって選択する適切な手袋
			保護靴	安全靴（JIST8101）
			呼吸用保護具	—

注① 防じん機能を有する防毒マスクについては、L3 に区分される防じん機能を有する有機ガス用防毒マスクを選定すること。なお、作業環境中に PCB 等が粒子状として浮遊していないことが確認された場合は、防じん機能は要しないこと。

② 「2 処理等作業の定常作業の管理レベル 2」の「関係する作業」欄の①及び②の作業は、最初の作業環境測定等を行うまでの暫定的なものである。作業環境測定等の結果が、次のすべての条件を満たしている場合は、管理レベル 1 とする。

イ PCB の作業環境測定結果の評価の結果が第一管理区分であること。

ロ ダイオキシン類の濃度が 2.5pg-TEQ/m³ 以下であること。

- ・ 1%以下の PCB を取り扱う作業については、厚労省要綱は適用されないが、管理区域レベル 2 における作業については、作業環境濃度の測定結果を踏まえ、必要に応じて管理区域レベル 3 と同等の保護具を着用させる。
- ・ それ以外の管理区域においても作業従事者の曝露や管理区域外への PCB の持ち出しを防ぐために、保護具（防毒マスクやインナー手袋等）を着用する。
- ・ なお、厚労省要綱による表 1-6 中の管理レベルの呼称は、JESCO において一般的に使用しているもの（「管理区域レベル」と呼称）と異なることに注意すること。

2) 防護服等の着用規定

① 防護服

- ・管理区域レベル3では、JESCOにおいてPCBに対する耐透過性を確認した化学防護服を使用。
- ・管理区域では、作業内容に応じて作業衣を着用する。

② マスク

- ・管理区域レベル3では、全面体マスクを着用。作業内容や作業環境に応じて電動ファン付き呼吸用保護具を着用する。
- ・その他の管理区域では、作業内容や作業環境に応じて防毒マスク（半面タイプ）もしくは活性炭入り簡易マスクを着用する。

③ 手袋

- ・管理区域では使い捨てインナー手袋を着用し、管理区域から退出するときに廃棄する。
- ・管理区域レベル3では、作業従事者の清潔の保持のため、耐透過性素材の化学防護手袋の着用や、着脱時の汚染防止を考慮したインナー手袋の二重での着用を実施する。
- ・他の管理区域へのPCBの持ち出しやドアノブ等からの汚染拡大を防止するため、作業の内容やエリアに応じて手袋を交換する。

④ 作業靴

- ・管理区域レベル3では化学防護長靴を着用する。
- ・管理区域レベルごとの作業靴の履き替えや、レベルの低いエリアに移動する際の除染を実施する。



写真 1-10 防毒マスク



写真 1-11 管理区域レベル3での防護服等の着用例

(左から 全面体マスク、電動ファン付呼吸用保護具(エアメットタイプ)、直結式電動ファン付全面マスク)

(例) 管理区域ごとの保護具の選択(北海道事業所当初施設)(次頁)

表 1-7 各管理区域レベルにおける保護具の一覧（北海道事業所当初施設）

対象室名	管理区域レベル3			管理区域レベル2		管理区域レベル1	一般PCB廃棄物取扱区域	非管理区域	
	遮蔽フード内			遮蔽フード外	その他	処理棟	管理棟		
保護具の要件	対象区域の作業環境の基本的考え方								
	大型/重動トランス解体エリア ・小型トランス解体エリア ・トランス解体分別エリア ・コンデンサ解体エリア ・リターナブル容器抜油室（抜油フード内） ・真空超音波洗浄エリア ・槽材洗浄エリア ・汚染物メンテナンス室 ・基幹物流室			作業スペース ・リターナブル容器抜油室（遮蔽フード外）	検査室 ・蒸留エリア ・液処理エリア ・判定待室 ・排気処理エリア ・抜油装置室	密入室 ・荷捌室 ・二次廃棄物保管倉庫 ・高濃度分析室 ・低濃度分析室	中央制御室（※1） ・払出室 ・電気室 ・SD室（※2） ・活性炭吸着塔室 ・冷水・空気圧縮機室 ・熱媒設備室 ・塗薬製造設備室 ・粉末消火設備室 ・空調熱源機械室 ・モニタリング室	事務所 ・食堂	
	通常操業下でPCBによる作業環境の汚染の可能性があり、局所排気などレベルの高い管理が必要。 通常操業下では、PCBによる作業環境の汚染がないが、卒業判定が終了していない処理済物を扱うため、相応の管理が必要。				設備等により、工程内のPCBは作業環境と隔離されており、通常操業下ではPCBによる作業環境の汚染がない。	左記を除くPCB廃棄物の取扱区域	PCB廃棄物を取扱わないエリア		
	PCBが作業者に付着する可能性があるため、PCBに対する耐透過性能を有する化学防護服・手袋・長靴を装着する。			作業衣（運転員は専用ツナギ）を着用し、熱汚染との区別をする。 遮蔽フード内専用靴を装着する。	作業衣（運転員は専用ツナギ）を着用し、熱汚染との区別をする。	白衣等を着用し、分析室の汚染を防止する。	原則、作業衣（運転員は専用ツナギ）を着用し、事務衣との区別をする。専用ツナギを着用している場合、定められた範囲内での出入りを禁止する。	原則、作業衣（運転員は専用ツナギ）を着用し、事務衣等を着用する。	
	作業従事者								
作業従事者の通常作業時基本装備	事務衣等			－	－	－	○（※）	－	○
	作業衣			－	○	○	－	○	○※1
	化学防護服			○※1	－	－	－	－	－
	ヘルメット			○	○	○	－	○	○
	手袋			○ （化学防護を基本とし、作業に応じたアウトター手袋を）	○ （必要に応じ）	○ （必要に応じ）	○ （必要に応じ）	○ （必要に応じ）	○※2 （必要に応じ）
作業従事者の通常作業時基本装備	インナー手袋			○	○	○	－	○	－
	作業靴			○ （化学防護長靴：レベル3専用）	○ （遮蔽フード内専用）	○ （レベル2専用：ホワイト） （レベル1専用：ネイビー）	○ （分析室専用）	○ （※1、※2）	－
	保護マスク			○ （電動ファン付呼吸保護具）	○ （半面型防護マスク）※2	○ （半面型防護マスク）※2	○ （半面型防護マスク）※2	○※1	－
	保護メガネ			○ （液・粉体取扱、開口作業時等）	○ （液・粉体取扱、開口作業時等）	○ （液・粉体取扱、開口作業時等）	○ （液・粉体取扱、開口作業時等）	○ （液・粉体取扱、開口作業時等）	－
	その他			※通常創業時は電動ファン付呼吸保護具各様を原則とする。	－	－	※白衣着用	防護マスク・防護メガネ（清掃解体用）	※1：中央制御室は上履きを着用 ※2：SD室作業（搬入）時は保護メガネ（SD用）、保護手袋（SD用）着用
PCB及び油分が付着する作業時の装備									
保護具の交換頻度									

* 1: 定期検査等で作業員の PCB 汚染のリスクが低減している場合は全面型マスクの代用を可とする。

* 2: 一時立入者で PCB 吸入曝露の可能性が低い場合は簡易活性炭マスクの代用を可とする。

北海道事業所の当初施設での管理区域レベル3での保護具の例を写真1-12に示す。



写真 1-12 管理区域レベル3での保護具の例（北海道事業所当初施設）

1-2-3. 管理区域への入退室等の規定

- ・ 管理区域への入退室時等に遵守すべき手順は、手順書を定めて徹底する。
- ・ 管理区域レベル3の入退室は定められた着替え部屋で保護具の着脱等を行い、汚染を持ち出さない。
- ・ 化学防護服の着用が適切になされていることを作業従事者相互に確認。相互確認が困難な場合は鏡を用いた自己確認を行うこととし、そのために必要な全身用の鏡を着替え部屋の適切な場所に設置。
※通常作業時に一人で入ることはないが、点検等の PCB を直接扱わない作業時には一人で着替えることがある。
- ・ 汚染油が付着する可能性のある作業用手袋を着用している際には、ドアなどへの汚染を防ぐため、手袋の交換や除染を実施する。
- ・ 管理区域レベル2 及びレベル3 で使用する靴は、作業の有無に関わらず直接管理区域の床に接するため、原則として当該区域専用のものとし、管理区域ごとの靴の履き替えや、レベルが低いエリアに移動する際に除染等を実施する。
- ・ 管理区域外に退出する際には、手洗いを実施する。



写真 1-13 蛇口からの汚染を防ぐための自動水栓の例（北九州事業所）

(例) 管理区域レベル3への入退出手順（北海道事業所当初施設）

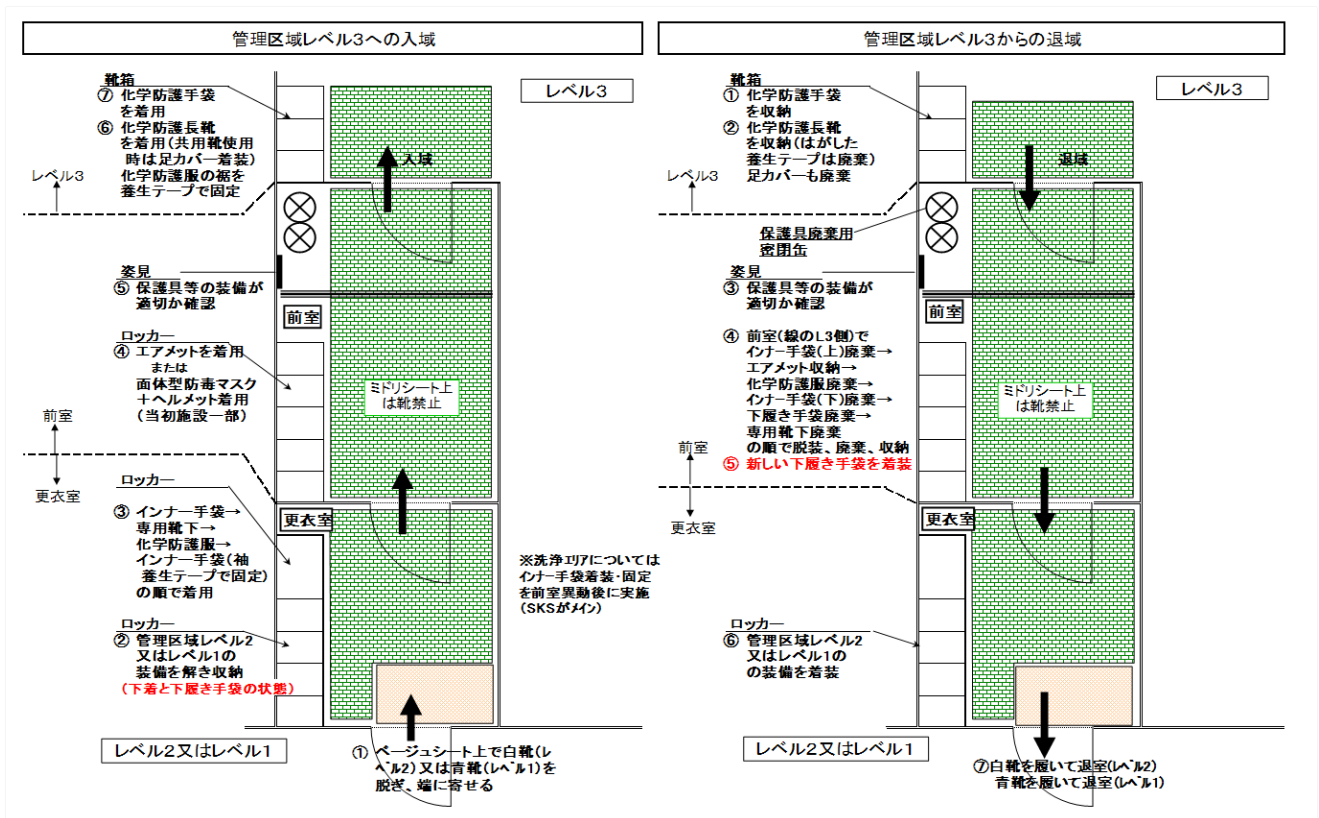


図 1-34 管理区域レベル3への入退出手順（北海道事業所の当初施設）

(例) 管理区域レベル3への退出手順（北九州事業所）

- ①管理区域レベル3エリアで、保護装備（手袋等）の汚染を確認する。
※汚染を発見した場合、油・ウエス等により拭き取る。
汚染の程度が激しい場合は、密閉容器に廃棄する。
- ②汚染がないことを確認した後、レベル3専用の靴及び手袋を脱ぎ前室に入る。
- ③前室でその他の保護装備をすべて脱ぐ。
- ④更衣室に入室し、一般作業服・安全靴等を着用する。
- ⑤管理区域レベル2他へ移動する。

1－3．健康管理

健康管理は、作業従事者の健康状態を健康診断等で把握して、その結果に基づき適切な措置を実施し、作業従事者の健康に対する悪影響を防ぐことである。

JESCO では、定期的に血液中の PCB 濃度測定を実施し、その結果を踏まえ、必要に応じ作業環境管理や作業管理対策を改善した。

1－3－1．各事業所における健康管理の実施

- ・ 作業開始前のミーティング時に、当該作業に責任を有する者（作業班長等）が、あらかじめ定めた手順に従い、フェースチェックにより作業従事者の健康状態を確認する。
- ・ 当該確認の手順が馴れによって形骸化しないよう、職場巡視等により注意喚起を実施する。
- ・ 施設内には救護室を設置する。
- ・ 各作業従事者の管理区域における作業時間や作業内容等を記録し、産業医による健康状態の評価に使用する。

1－3－2．健康診断の実施

- ・ 特化則による健康診断の対象者は、基本的に管理区域レベル 3 の作業従事者であるが、管理区域で継続的な作業を行う者については、これに準じて健康診断を実施する。
- ・ 健康診断は、雇入れまたは当該業務への配置換えの際に行うとともに、その後 6 ヶ月毎に継続して実施する。
- ・ 健康診断時には、施設内での作業に係る記録を参照できるようにし、これと併せて産業医の評価を受ける。

1－3－3．血中 PCB 濃度の測定

血液中の PCB 濃度測定は曝露モニタリングの側面もあるが、安全衛生管理報告書でも健康管理として整理をしており、健康管理の一環として扱う。

血中 PCB 濃度の測定については、「中間貯蔵・環境安全事業株式会社 PCB 廃棄物処理事業における作業従事者の血中 PCB 濃度等測定のための採血及び血液の凍結保存の方針（以下「採血及び保存の方針」という。）」に基づき実施する。

採血及び保存の方針に基づき、管理区域レベル 3 での作業従事者に加え、その他漏洩品を取り扱う可能性がある者、管理区域レベル 2 で PCB 廃棄物の解体・洗浄に従事する者などについて血中 PCB 濃度を年 1 回測定し、濃度が上昇した作業従事者については頻度を上げて測定を実施する。

採血及び保存の方針では、作業従事者が PCB に曝露した際や健康に対する悪影響が生じた際に作業従事前と比較できるよう血液の保存についても方針を定めたが、保存した血液を再測定し比較しなければならない事態は生じていない。

測定結果については、健康診断結果と併せて産業医が評価する。血中 PCB 濃度が急激に上昇した者については、当該作業への従事の可否について産業医に意見を求める。血中 DXNs 類濃度についても同様とするが、施設内作業に従事した結果として DXNs 濃度だけが上昇した事例はなかった。

血中 PCB 濃度の測定結果は、作業環境測定等の結果と併せて評価する。血中 PCB 濃度の測定機関につ

いては、操業開始前に複数の機関に測定方法や実績等をヒアリングし、作業安全衛生ワーキング（作業安全衛生部会の前身）の意見も踏まえて、測定機関を全事業所統一で1社に選定した。

(1) 血中 PCB 濃度の測定結果の推移

血中 PCB 濃度の測定（分析）結果の全体的な傾向を把握するため、対象者の 5%~95%を箱で、最大値と最小値（データの範囲）を縦線で示したグラフを図 1-35 に示す。

各年度の測定結果のうち就業前測定値については、別途区別した。また、環境省が実施した一般人を対象とした調査結果を基に、一般人の血中 PCB 濃度の幅も図中に示す（下 5%値及び上 95%値は得られていないため、最大値、最小値及び中央値のみ示す）。

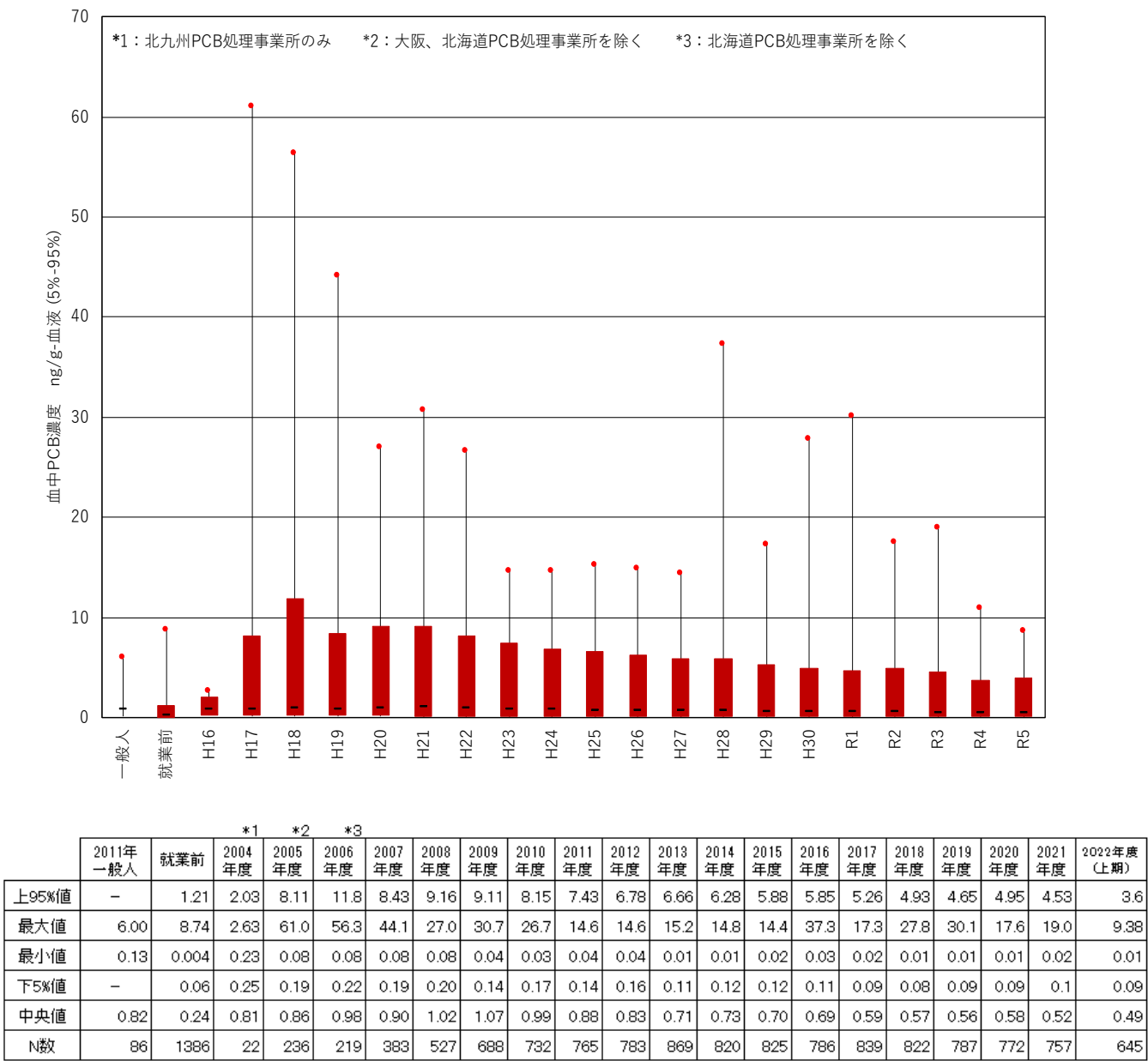


図 1-35 血中 PCB 濃度の推移（箱ひげ図）

就業後の血中 PCB 濃度の推移については、操業開始当初は最大値で高い値があったが、2011 年度以降は、15ng/g-血液（以下「-血液」略）程度以下となった。しかし、2016 年度以降、生物学的許容値（25ng/g）を超過する事例がいくつかあった。血中 PCB 濃度が比較的高い作業従事者については、対策を実施している（「2. 血中 PCB 濃度が高い作業従事者の要因分析及び対策、その効果の検証」を参照）。

上 95%値が 2008 年度以降低下傾向にあることから、全体的には低下傾向を維持したと考えられる。この傾向は、継続的な作業環境改善対策の実施、作業管理の徹底（保護具の管理と着用の徹底、一部管理区域内での作業時間管理の徹底等）や作業従事者の配置換え等に取り組んできた成果と考える。

（2）生物学的許容値の超過者数の動向

各年度に日本産業衛生学会による生物学的許容値（25ng/g-血液）を超過した作業従事者の一覧を表 1-8 に示す。過去に生物学的許容値（25ng/g-血液）を超過した作業従事者は 11 人である（個別の濃度推移は 2. 「血中 PCB 濃度が高い作業従事者の要因分析及び対策、その効果の検証」を参照）。

表 1-8 健康管理の目安となる生物学的許容値（25ng/g-血液）の超過者数（血中 PCB 濃度）

年 度	事業所	北九州	豊田	東京	大阪	北海道	全事業所計	【参考】 全測定数※1
2004		0	-	-	-	-	0	22
2005		0	2【3】	0	-	-	2	236
2006		0	2	0	0	-	2	219
2007		0	1【2】	2	0	0	3	383
2008		0	0	1【2】	0	0	1	527
2009		0	0	1	0	0	1	688
2010		0	0	1	0	0	1	732
2011		0	0	0	0	0	0	765
2012		0	0	0	0	0	0	783
2013		0	0	0	0	0	0	869
2014		0	0	0	0	0	0	820
2015		0	0	0	0	0	0	825
2016		0	0	1	0	0	1	786
2017		0	0	0	0	0	0	839
2018		0	0	0	0	1	1	822
2019		0	1	0	0	0	1	787
2020		0	0	0	0	0	0	772
2021		0	0	0	0	0	0	757
2022（上期）		0	0	0	0	0	0	645
計		0	5※2	5※3	0	1	11	

は同一作業従事者が後日再測定を実施していることから重複分を削除した。【】内は重複分を含めた人数

※1：2016 年度以前は測定数、2017 年度以降は測定者数

※2：豊田の 2006 年のうちの 1 人と 2007 年の 1 人は同一作業従事者のため 1 人としてカウント

※3：東京の 2009 年の 1 人と 2010 年の 1 人は同一作業従事者のため 1 人としてカウント

(3) 各事業所の血中 PCB 濃度の測定結果の度数分布

血中 PCB 濃度の測定結果の年度別、濃度別の傾向を把握するため、各事業所の作業従事者の血中 PCB 濃度を度数分布として整理した。その結果を表 1-9 から表 1-14 に示す。

表では、当該年度に 10ng/g-血液以上であった作業従事者のうち、新規に 10ng/g-血液を超過した作業従事者の内数を記載するとともに、10ng/g-血液以上となった作業従事者が多い事業所については、その要因や対策もあわせて示す。

表 1-9 全事業所 血中 PCB 濃度の度数分布（単位：ng/g-血液）

濃度範囲	1未満	1以上 4未満	4以上 10未満	10以上 25未満	25以上	合計
就業前	1285	96	5	0	0	1386
2004年度	16	6	0	0	0	22
2005年度	135	81	10	8	2	236
2006年度	110	80	14	13	2	219
2007年度	205	132	32	11	3	383
2008年度	257	200	50	19	1	527
2009年度	332	255	72	28	1	688
2010年度	366	265	83	17	1	732
2011年度	419	254	75	17	0	765
2012年度	435	268	64	16	0	783
2013年度	524	257	73	15	0	869
2014年度	500	239	71	10	0	820
2015年度	513	239	61	12	0	825
2016年度	500	211	63	11	1	786
2017年度	563	203	63	10	0	839
2018年度	563	196	56	6	1	822
2019年度	548	186	50	2	1	787
2020年度	526	194	47	5	0	772
2021年度	539	172	43	3	0	757
2022年度	476	145	24	0	0	645
合計※	1364	632	151	62	11	2220

※重複分は除く

表 1-10 北九州事業所 血中 PCB 濃度の度数分布（単位：ng/g-血液）

濃度範囲	1未満	1以上 4未満	4以上 10未満	10以上 25未満	25以上	合計
就業前	233	31	0	0	0	264
2004年度	16	6	0	0	0	22
2005年度	46	24	0	0	0	70
2006年度	40	22	0	0	0	62
2007年度	44	20	0	0	0	64
2008年度	74	37	0	0	0	111
2009年度	147	65	1	0	0	213
2010年度	155	66	3	0	0	224
2011年度	163	66	2	0	0	231
2012年度	171	64	3	0	0	238
2013年度	169	66	1	0	0	236
2014年度	135	62	1	0	0	198
2015年度	130	62	3	0	0	195
2016年度	141	49	1	0	0	191
2017年度	142	41	1	0	0	184
2018年度	127	36	1	0	0	164
2019年度	121	33	1	0	0	155
2020年度	139	36	2	0	0	177
2021年度	153	31	1	0	0	185
2022年度	149	24	0	0	0	173

表 1-11 豊田事業所 血中 PCB 濃度の度数分布（単位：ng/g-血液）
（ ）内は当該年度に新規に 10ng/g-血液以上となった作業従事者

濃度範囲	1未満	1以上 4未満	4以上 10未満	10以上 25未満	25以上	合計	10ng/g超過者の要因・対策等
就業前	282	8	1	0	0	291	
2005年度	18	9	4	6(6)	2(2)	39	10ng/g新規超過者12人中11人がコンデンサ解体作業に従事。通常作業では入らない遮蔽フード内に点検作業等で長時間入室したことにより、曝露したものと考えられる。保護具の管理の見直し、入室時間の制限等の対策を実施（詳細は2.（1）（2）を参照）。
2006年度	22	10	4	7(2)	2(2)	45	
2007年度	35	19	10	3(0)	1(0)	68	
2008年度	28	26	15	3(1)	0	72	10ng/g新規超過者4人中3人がトランス解体作業に従事。これら作業者は徐々に濃度が上昇していたことから、トランス解体エリアでの作業で徐々に体内に取り込まれたと推定（作業環境濃度は図1-9参照）。局所排気用のフードの設置（写真1-4参照）、遮蔽フード内作業の軽減、室温の低減等の対策を実施。
2009年度	36	28	14	6(4)	0	84	
2010年度	45	32	15	1(0)	0	93	10ng/g超過者は、これまで10ng/g前後で推移していた作業 者。急激に濃度が上昇した作業者はいなかった。
2011年度	47	34	14	1(0)	0	96	
2012年度	49	36	9	2(0)	0	96	
2013年度	49	34	12	1(1)	0	96	
2014年度	42	32	14	2(0)	0	90	
2015年度	52	32	12	4(1)	0	100	10ng/g超過者は、10ng/g前後で推移していた作業 者であり、2014～2017年度にかけてPCB作業環境濃度が高かったこと から、超過者が増えたことなどが推定される。2016年以降エリア内 に残存するPCB（二次廃棄物等）の清掃を強化し、作業環境 を改善。 2016年度の新規の超過者は、グローブボックス作業でのポートグ ローブの損傷が曝露に繋がった可能性がある。
2016年度	52	28	14	5(2)	0	99	
2017年度	102	28	13	4(0)	0	147	
2018年度	105	23	12	3(0)	0	143	
2019年度	99	17	11	0	1(1)	128	
2020年度	85	19	8	0	0	112	
2021年度	63	15	6	0	0	84	
2022年度	1	6	3	0	0	10	

表 1-12 東京事業所 血中 PCB 濃度の度数分布（単位：ng/g-血液）

（ ）内は当該年度に新規に 10ng/g-血液以上となった作業従事者

濃度範囲	1未満	1以上 4未満	4以上 10未満	10以上 25未満	25以上	合計	10ng/g超過者の要因・対策等
就業前	239	10	1	0	0	250	
2005年度	71	48	6	2(2)	0	127	10ng/g新規超過者20人中13人がコンデンサ解体作業に従事。通常作業では入らないグローブボックス内に装置の不具合対応等で長時間入室したことにより、曝露したものと考えられる。装置の改善、入退室の管理、保護具の管理の強化等を実施。（詳細は2.（3）（4）を参照）
2006年度	4	21	10	6(5)	0	41	
2007年度	55	49	18	8(4)	2(1)	132	
2008年度	31	75	27	15(8)	1(0)	149	20人中4人が除染室（レベル3）での作業に従事。除染室では、非定常の計画であった漏洩品や超大型トランス等の抜油等の作業が定常化していた。直接的な原因は不明であったが、洗浄の強化や保護具装着を再度徹底した。
2009年度	19	83	32	18(7)	1(0)	153	10ng/g新規超過者11人中5人が除染室作業や、トランス解体作業に従事。手解体等の作業が多く、徐々に曝露したものと考えられる。拡散防止のすだれの設置、所内搬送時の蒸散防止のための洗浄後の残液の低減及びカバーの設置等の対策を実施。 PCB濃度が高い作業者は、血中濃度測定を頻度を年2～4回に上げて更なる濃度上昇がないか経過観察し、PCB濃度が上昇した場合は配置換えや作業制限等を実施。
2010年度	25	84	38	8(1)	1(0)	156	
2011年度	33	76	33	9(1)	0	151	
2012年度	39	80	28	7(1)	0	154	
2013年度	34	70	40	8(1)	0	152	これまで10ng/gを超過していた作業者の濃度が徐々に低下したことにより、超過者数は減少。 2014年と2015年の新規超過者については、10ng/g弱で推移していたところ、その年に少し上昇したもの。25ng/g超過者は、トランス解体作業に従事、大幅に上昇した原因は不明であるが、配置換えを実施（2.（5）参照）。 2020年度の新規超過者は、業務量の増加でマスクの除染や作業着の着替えがおろそかになり、曝露が増加したことが原因と推定され、配置換えを実施。 2016年より10ng/gを自主管理目標値と設定し配置換え及び作業制限を実施。
2014年度	49	70	30	3(1)	0	152	
2015年度	58	72	20	5(1)	0	155	
2016年度	52	64	22	4(0)	1(1)	143	
2017年度	57	60	27	3(0)	0	147	
2018年度	65	63	23	3(0)	0	154	
2019年度	55	70	21	1(0)	0	147	
2020年度	54	67	18	4(1)	0	143	
2021年度	60	63	19	2(0)	0	144	
2022年度	60	60	13	0	0	133	

表 1-13 大阪事業所 血中 PCB 濃度度数分布（単位：ng/g-血液）

（ ）内は当該年度に新規に 10ng/g-血液以上となった作業従事者

濃度範囲	1 未満	1 以上 4 未満	4 以上 10 未満	10 以上 25 未満	25 以上	合計	10ng/g 超過者の要因・対策等
就業前	117	32	1	0	0	150	
2006 年度	44	27	0	0	0	71	
2007 年度	70	43	4	0	0	117	
2008 年度	58	53	8	1 (1)	0	120	10ng/g 超過者については、10ng/g をわずかに超過していたことから、保護具の管理及び装着方法について指導。
2009 年度	48	57	25	4 (3)	0	134	
2010 年度	45	56	27	8 (6)	0	136	10ng/g 新規超過者数 10 人中 8 人が解体作業に従事。管理区域レベル 3 の大型解体室、小型解体室で曝露した可能性が考えられる（作業環境濃度は図 1-15 参照）。 作業場の粉じん発生対策（図 1-25 から図 1-28 参照）、室温の低下（図 1-23 参照）等の作業環境対策や、保護具への見直しを実施。 2010 年度～2013 年度：入室作業時間の短縮
2011 年度	53	56	26	7 (2)	0	142	
2012 年度	58	61	24	7 (1)	0	150	
2013 年度	63	62	20	6 (1)	0	151	
2014 年度	62	56	25	5 (0)	0	148	10ng/g 超過者は、これまで 10ng/g を超過していた作業場で濃度は徐々に低下。 2017 年度の 10ng/g 新規超過者の原因は不明であるが、配置換えを実施。
2015 年度	59	52	25	3 (0)	0	139	
2016 年度	57	50	26	2 (0)	0	135	
2017 年度	60	54	22	3 (1)	0	139	
2018 年度	59	56	20	0	0	135	
2019 年度	66	52	15	1 (1)	0	134	2019 年度の超過者は一時的な上昇であり、超過後次の測定で上昇前の水準に戻った。2020 年度の超過者については、解体作業に従事しており、原因は不明であるが作業で曝露した可能性がある。
2020 年度	53	56	18	1 (1)	0	128	
2021 年度	52	49	14	1 (0)	0	116	
2022 年度	59	48	6	0	0	113	

表 1-14 北海道事業所 血中 PCB 濃度度数分布（単位：ng/g-血液）
（ ）内は当該年度に新規に 10ng/g-血液以上となった作業従事者

濃度範囲	1未満	1以上 4未満	4以上 10未満	10以上 25未満	25以上	合計	10ng/g超過者の要因・対策等
就業前	414	15	2	0	0	431	
2007年度	1	1	0	0	0	2	
2008年度	66	9	0	0	0	75	
2009年度	82	22	0	0	0	104	
2010年度	96	27	0	0	0	123	
2011年度	123	22	0	0	0	145	
2012年度	118	27	0	0	0	145	
2013年度	209	25	0	0	0	234	
2014年度	212	19	1	0	0	232	
2015年度	214	21	1	0	0	236	
2016年度	198	20	0	0	0	218	
2017年度	202	20	0	0	0	222	
2018年度	207	18	0	0	1(1)	226	受け入れ室で搬入物（トランス）検査時に内部残液が噴出し被液
2019年度	207	14	2	0	0	223	
2020年度	195	16	1	0	0	212	
2021年度	211	14	3	0	0	228	
2022年度	207	7	2	0	0	216	

10ng/g-血液以上となった作業従事者の多くが、管理区域レベル3において、変圧器やコンデンサーの抜油や解体等の作業に従事していた。操業開始から数年間で最も人数が多くなったが、その後は徐々に減少した。

操業開始当初には、通常作業では人が入らず作業従事者と PCB が隔離されている、遮蔽フードやグローブボックス内に装置の不具合の点検作業等のために入室し、その際、長時間の作業となったことや保護具の着用及び管理が不十分であったことにより、血中 PCB 濃度が上昇したと考えられる（詳細は、「2. 血中 PCB 濃度が高い作業従事者の要因分析及び対策、その効果の検証」（54 頁～）を参照）。

その後の 10ng/g-血液以上の測定事例では、一度 10ng/g-血液以上となった後継続して 10ng/g-血液以上の測定結果となった事例や管理区域レベル 3 における変圧器等の解体作業等に従事していた作業従事者が 10ng/g-血液をわずかに超過した事例など様々なケースがあった。

（4）就業前と就業後の血中 PCB 濃度の比較

就業前のデータが得られている作業従事者を対象に、当該者の就業前データと就業後のそのうち 2022 年 9 月までの最新のデータ（退職者は退職時のデータ）の比較を行ったものを図 1-36 に示す。表 1-9 から表 1-14 の結果とも整合するが、北海道および北九州事業所では就業後の濃度上昇の幅が相対的に小さかった。一方で、豊田及び東京事業所においては上昇幅が大きかった。この 2 事業所は 25ng/g-血液超過者が複数おり、その要因は、「2. 血中 PCB 濃度が高い作業従事者の要因分析及び対策、その効果の検証」で整理している。

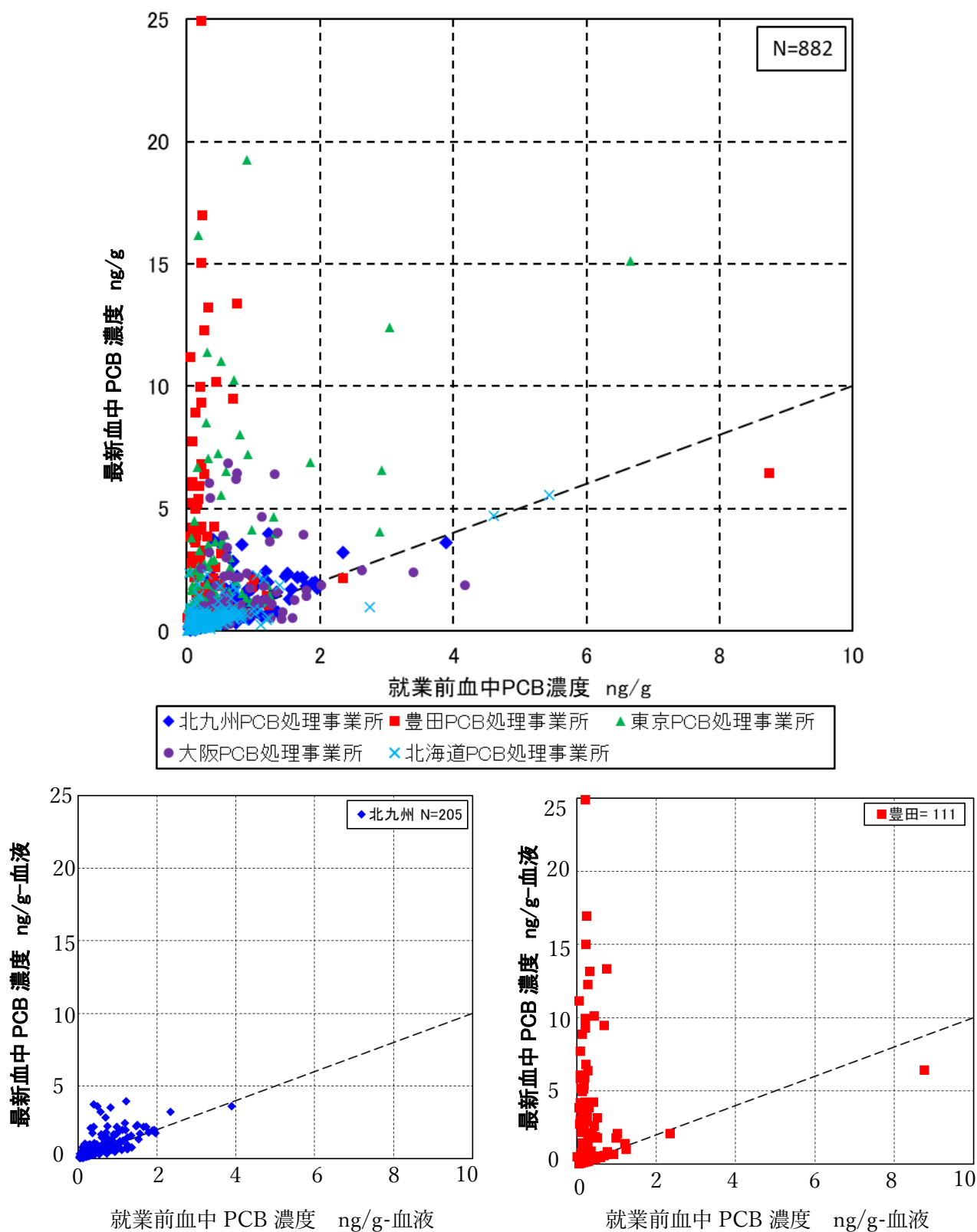


図 1-36 就業前・最新の血中 PCB 濃度の相関図（次頁に続く）（単位：ng/g-血液）
 （横軸：就業前血中 PCB 濃度 ng/g-血液、縦軸：最新血中 PCB 濃度 ng/g-血液）

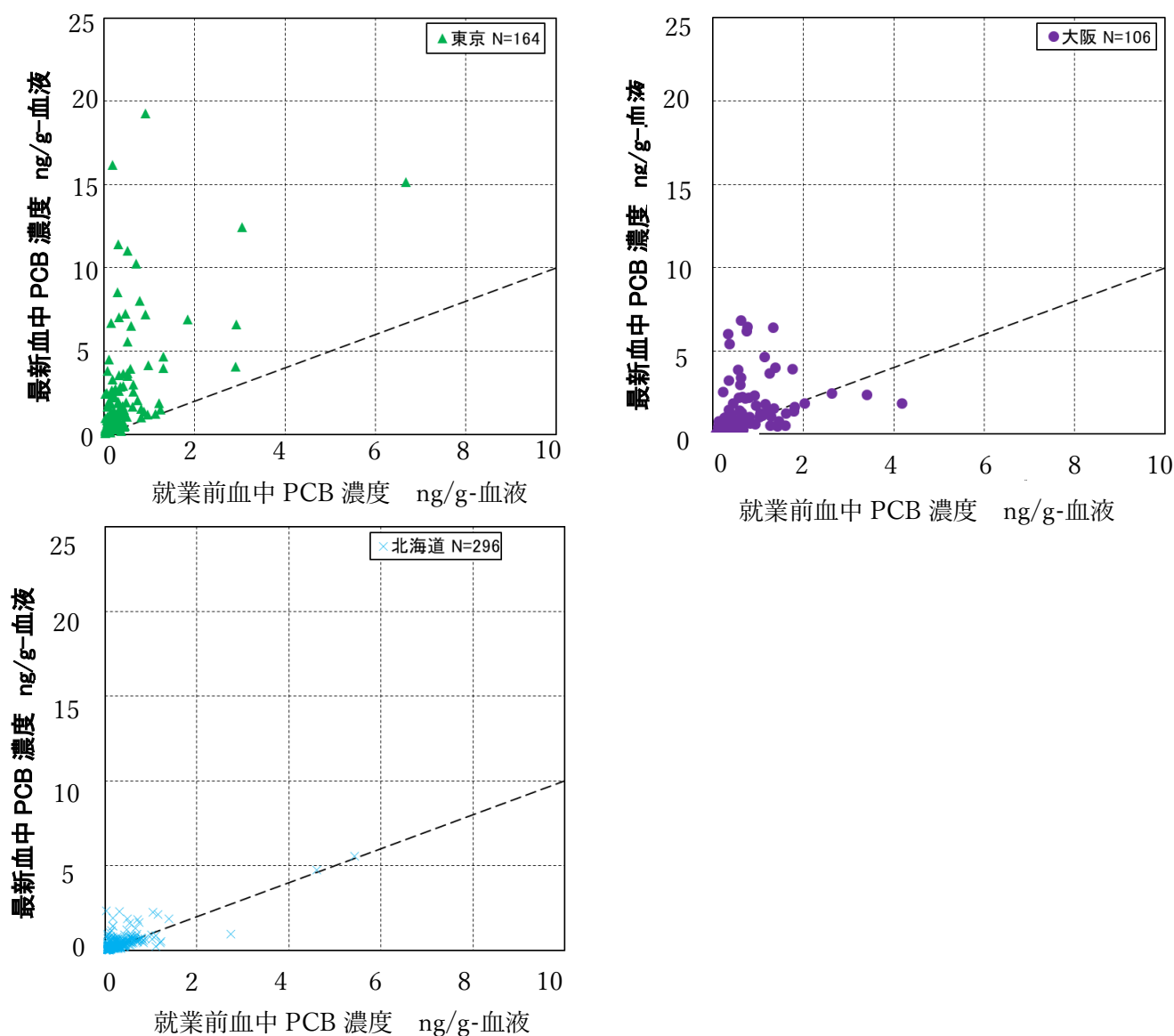


図 1-36（続き） 就業前・最新の血中 PCB 濃度の相関図（単位：ng/g-血液）
（横軸：就業前血中 PCB 濃度 ng/g-血液、縦軸：最新血中 PCB 濃度 ng/g-血液）

（５）就業後の濃度上昇

就業前と就業から一定期間経過後の血中 PCB 濃度を比較し、1ng/g-血液以上増加した作業従事者の割合を表 1-15 に示す。3 年、5 年、7 年と従事期間が長いほど濃度は上昇しやすい傾向にあるが、10 年後は微減しており、一定期間を過ぎると上昇しなくなることが分かる。

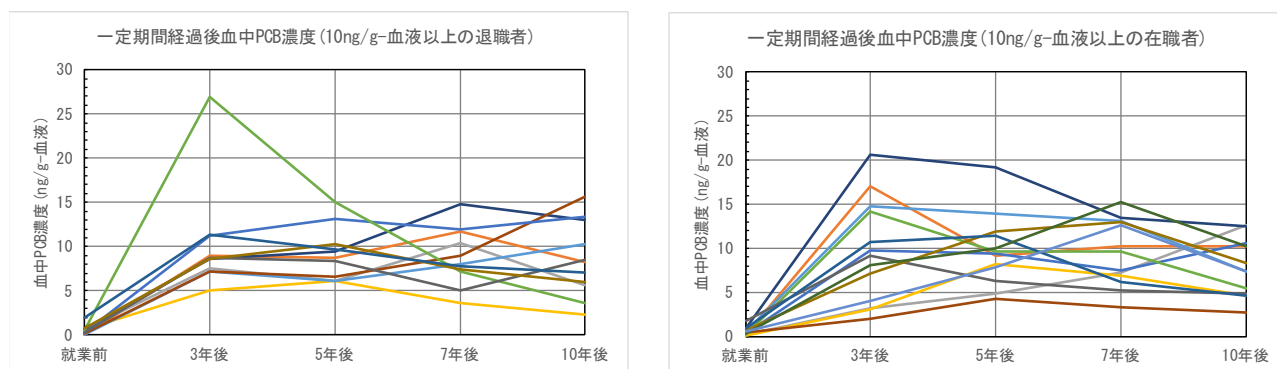
表 1-15 血中 PCB 濃度が 1ng/g-血液以上増加した作業従事者の割合

期間	3 年後	5 年後	7 年後	10 年後
測定者数（名）	830	664	450	268
1ng/g-血液以上増加した者の数（名）	155	149	129	72
割合（％）	18.7	22.4	28.7	26.9

※全事業所合計

また、10ng/g-血液以上の検体について、経年変化は全体的な傾向として、表 1-15 に示すように就業年数の経過によって血中 PCB 濃度が上昇するわけではないと考えられる。

表 1-16 一定期間経過後の血中 PCB 濃度 ng/g-血液



1-4. 安全衛生管理体制の構築

(1) 基本的な考え方

安全衛生管理体制として、関係者の役割を明確に定めた指揮系統や対応体制を「安全衛生管理規程」としてあらかじめ定めた。

処理施設の運転業務は運転会社に委託した。したがって、運転会社が作業従事者の安全衛生管理について一義的な役割を担い、JESCO は、運転会社における業務が適切に実施されるよう、運転会社の業務を監督するとともに支援を行った。

1) 管理者等の役割

- ・労働安全衛生法令に基づく総括安全衛生管理者や衛生管理者、安全管理者等を運転会社から選任する。労働安全衛生法令の改正等にあわせて化学物質管理者や保護具着用管理責任者等を選任するとともに、必要に応じて作業環境の改善等について化学物質管理専門家から意見を聴取する。
- ・JESCO は、運転会社における管理者等の選任の状況を確認するとともに、運転会社を監督し支援する立場から、総括監督者並びに安全管理業務監督者、衛生管理業務監督者を選任する。

2) 安全衛生委員会の設置

- ・運転会社が、処理施設の運転業務に係る作業従事者の安全衛生問題を調査、審議する機関として、安全委員会及び衛生委員会の両方の機能を持つ安全衛生委員会を設置する。
- ・安全衛生委員会は、月 1 回定例で、また必要に応じて随時開催することとし、作業従事者側との意見交換及び情報伝達の間として活用する。

3) 安全衛生協議会の設置

- ・JESCO 及び運転会社が運転業務に係る作業従事者の安全衛生問題を協議する機関として、安全衛生協議会を設置する。安全衛生協議会は JESCO が主催し、総括監督者を議長とする。
- ・JESCO と運転会社双方の安全衛生に係る管理者等が参加することとなる本協議会を、両者の意見交換及び情報伝達の間として有効に活用する。

4) 安全衛生管理体制に係る留意事項

- ・「ヒヤリハット、キガカリ」のように事故に至らないものも含めた作業安全上の問題については、運転会社において作業従事者から報告され、作業方法の見直しやマニュアル等の改善など作業の安全性向上に活かされるような仕組みを構築する。その際、作業従事者の立場に立った報告のしやすい環境に配慮し、運転会社は安全衛生委員会等において作業従事者から報告のあった意見等が、安全衛生協議会等を通じて JESCO に伝達される体制を構築した。
- ・ JESCO の監督者と運転会社の管理者等による職場巡視については、その頻度、手順、記録、報告等の方法を定め実施する。
- ・ 作業従事者が安全衛生管理上行うべき保護具の着用確認や退出時の汚染確認等の手順が馴れによって形骸化しないよう、職場巡視等で注意喚起する。

(2) 取組の状況

① 安全衛生委員会・協議会の開催

- ・各事業所で安全衛生管理細則を定め、監督者、安全衛生委員会、安全衛生協議会等を設置。
- ・安全衛生協議会では、JESCO と運転会社間で、作業環境管理、作業管理、健康管理等作業安全衛生に係る問題点があれば協議・改善。
- ・事業所によっては、安全衛生委員会、安全衛生協議会の他に、ワーキンググループ等の会議体を設置し、個別課題に対処。

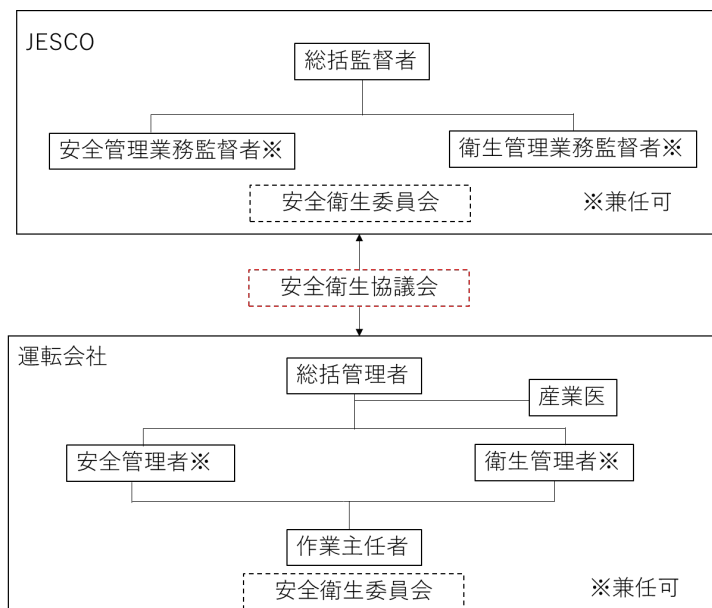


図 1-37 各事業所における安全衛生管理組織

② 「ヒヤリハット・キガカリ」情報等の活用

- ・作業従事者は体験又は想定したヒヤリハット・キガカリを様式に記入し班長等に提出。提出されたリスク情報は、運転会社でリスク評価、コメントを記入した後、JESCO に送られ、安全衛生協議会等の会議等の場で共有し、リスクや改善策を検討。改善状況については、会議等で進捗を管理。
- ・全事業所での安全対策のため、ヒヤリハットのうちリスクが高いものをインシデントと指定して、全事業所に水平展開。

③ パトロール等の実施

- ・JESCO の監督者、運転会社の監督者等が定期的にパトロールを実施し、保護具の着用、作業手順の徹底について確認。パトロール中の現場での指示に加え、その結果はその場で報告書としてまとめ、夕会や JESCO と運転会社の協議会等において関係者間で共有し、改善。

1－5．作業従事者に対する教育・訓練等の実施

(1) 基本的な考え方

作業従事者の安全衛生の確保には、作業の内容及び手順とともに安全衛生管理についての教育及び訓練（以下「教育等」という。）の役割が極めて大きいため、以下の点を踏まえた計画的かつ効率的な教育等が実施できるよう、十分な機会を確保した。

- ・作業従事者に対しては、作業に従事する前に、PCB 廃棄物処理施設の特徴を踏まえた教育等が行われるよう十分な機会を設ける。
- ・操業を通じて得られた知見・経験を作業従事者の安全衛生の向上に反映できるよう、年に 1 回など適宜、教育・訓練等を実施する。その際、実際の作業現場における教育等の機会を十分確保するとともに、作業に必要な知識や技能の習得状況の確認も実施する。
- ・PCB はその難分解性、生体への蓄積性、長期的な毒性等の特徴から、曝露については十分に注意する必要があるが、一方では、引火性がなく安定した化学物質であることから、適切に保護具を着用していれば危険性はそれほど高くない物質である。そのことを踏まえ、通常の作業ではもちろんのこと、特に PCB の漏洩等の緊急時において、作業従事者があらかじめ定められた手順により、冷静に対応できるよう教育等を徹底する。
- ・処理施設の操業に際しては、処理施設の試運転計画と整合のとれた教育・訓練等の計画を定めて、試運転から操業への移行が安全かつ円滑になされるよう考慮する。

(2) 取組の状況

- ・処理施設内に入構する作業従事者全員に JESCO から入構前に安全講習を実施する。安全講習の主な内容は「労働災害の防止」、「PCB の曝露防止」、「PCB の拡散・流出の防止」、「PCB に曝露した場合の対応」などであり、PCB の有害性等に加え、保護具の適正な着用、入退出時の注意点等の事業所のルールについて教育する。
- ・運転会社では作業従事者の育成・教育・訓練計画を毎年作成し、計画的に作業従事者の保護具の着用テストや化学物質の取扱い教育など、作業に応じた教育・訓練を実施する。教育・訓練では習熟度評価も合わせて実施する。教育・訓練計画及びその実施状況については JESCO においても確認する。
- ・事業所ごとに JESCO と運転会社の管理者が参加する安全セミナーなどを開催する。
- ・普段には処理施設で作業していない工事業者が行う定期点検等の際には、その管理者に対しての安全教育を実施し、その内容の作業者全員へ伝達させる。

1－6．緊急時の体制・対応等の構築

(1) 対応体制の整備と教育・訓練等の実施

- ・事故等が発生した際の措置について、現場において迅速かつ的確な措置が講じられるよう、消防計画や緊急異常事態発生時の作業手順書等を策定し、関係者の役割、事故発生時の対応手順を明確にするとともに、連絡体制等も定め、事故発生時の迅速な対応体制を確保する。
- ・PCB の漏洩等の事故発生時において、作業従事者があらかじめ定められた手順により、冷静に対応できるよう教育等の徹底を図るとともに、緊急異常事態を想定した訓練も計画的に実施する。

(2) PCB 漏洩時の対応

- ・PCB 漏洩等の緊急異常事態の発生時には、あらかじめ定めた手順に従い、直ちに緊急時の連絡を行うとともに、応急対応を実施する。
- ・作業従事者の安全確保を図りつつ、緊急時に円滑な作業ができるよう必要な資機材を利用しやすい場所に常備する。
- ・PCB の回収作業は、原則として管理区域レベル 3 における作業と同等の保護具を着用し、管理区域レベル 3 に準じた作業管理を実施する。

(3) 作業従事者が PCB に曝露した場合の対応

- ・曝露後すぐに除染ができるよう、管理区域内にシャワーや洗眼装置を設置する。
- ・万一、作業従事者が PCB に曝露した場合には、当該区域における作業を中断して、あらかじめ定めた手順に従い、曝露していない作業従事者の協力のもと直ちに PCB を除染することとし、必要な資機材を作業場内の利用しやすい場所に常備する。
- ・上記の除染措置後、速やかに契約先の病院に移送し、緊急診断を行う。その後の対応として、緊急診断の対象となった作業従事者については、特化則の対象作業に従事しなくなった場合であっても、産業医の意見を聴きつつ 6 ヶ月毎の健康診断を継続し、注意して経過観察を行う。

実際の事例については、2.「血中 PCB 濃度が高い作業従事者の要因分及び対策、その効果の検証」の(6)北海道①を参照のこと。

(4) 自然災害・火災等による PCB 漏洩等への備え

- ・緊急異常事態（PCB の外部への漏洩、自然災害・火災等での施設の損壊等）発生時に取るべき措置を定めた緊急時対応マニュアルを策定する。緊急時の通報、応急措置、避難等について規定する。
- ・毎年、PCB 漏洩や自然災害、火災発生時の通報や応急措置、避難等について、消防等にも協力をいただき総合防災訓練を実施する。
- ・これまで、地震や停電の発生はあったが、いずれのケースにおいても、PCB 等の外部への漏洩はなく、迅速な避難を実施した。

2. 血中 PCB 濃度が高い作業従事者の要因分析及び対策、その効果の検証

血中 PCB 濃度が生物学的許容値 25ng/g-血液を超えた作業従事者はこれまでに 11 名であり、その濃度推移を図 2-1 に示す。全ての作業従事者において、その後、血中 PCB 濃度は 25ng/g-血液以下まで低下しており、これまで健康への悪影響は発生していない。

各作業従事者の高濃度となった要因並びにその当時の対策及び効果について、作業安全衛生部会で報告したものを整理した。なお、対策の実施にあたっては、その都度、作業安全衛生部会委員や産業医の意見を伺って対応した。

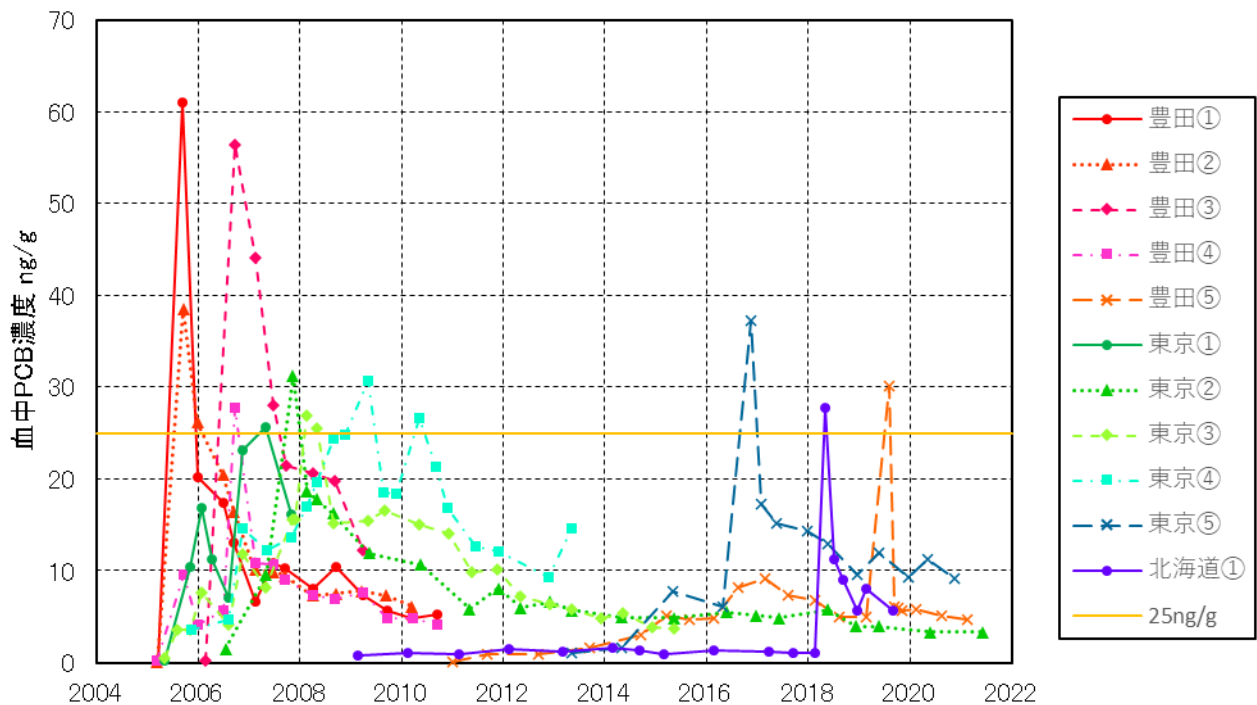


図 2-1 過去に血中 PCB 濃度が 25ng/g-血液を超えた作業従事者の血中 PCB 濃度推移

(1) 豊田①②

豊田事業所は 2005 年 9 月に操業を開始した。2005 年 12 月の作業従事者の血中 PCB 濃度測定で、コンデンサー解体作業に従事していた 2 名が 25ng/g-血液を超過した。

コンデンサー解体エリアは、通常作業時には遮蔽フード内で作業は行わず、遮蔽フード外からグローブボックスにより解体作業を行い、点検及びメンテナンスのためにだけ遮蔽フード内に作業従事者が入ることとなっていたが、現実には遮蔽フード内の装置の不具合等により、当初計画にはなかった復旧作業のために長時間遮蔽フード内に入室せざるを得ない状況となっていた。操業中の作業環境濃度は不明であるが、PCB 漏洩事故で操業停止中の 2006 年 2 月に測定した作業環境濃度は、 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ を超過していた※。

※豊田事業所は 2005 年 11 月に PCB 漏洩事故が発生し、その後約 8 ヶ月間操業を停止していた。

1) 血中 PCB 濃度上昇の原因の分析

- ・ 上述した測定状況から操業中のコンデンサー解体エリア遮蔽フード内の PCB 濃度は $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ より高かったと推定される。

- ・遮蔽フード内の作業時間について、入室時間の制限は定めておらず、作業員 10 名程度の実態を確認したところ、日平均 0.7 時間から日平均 2.4 時間と作業前の計画（日平均 0.25 時間）よりも長い時間作業していた。
- ・マスクの適正な着用についての入室前の確認やマスクの重要性の教育が不十分で、マスクの除染や吸収缶の取り替えが十分には行われていなかった。また、防護服や手袋が何度も使い回されており、保護具の管理についても問題があった。

2) 対策の内容と適用

- ・ 25ng/g を超過した 2 名の作業員は、分析結果判明後すぐに PCB の作業環境濃度が低い作業班に配置換えを行い、以下の対策を実施した。

○作業環境濃度の低減対策

遮蔽フード内のうち作業従事者が作業しなければならない場所の作業環境濃度を低下させるため、以下の対策等を実施した。

- ・ 各装置に個別フード・局所排気設備を設置した。
- ・ 各装置のオイルパンへの油、洗浄液等の溜まりを防止した。

○高濃度エリアへの入室頻度・入室時間の削減

各装置について、遮蔽フードの外からグローブボックス越しで対応できるように装置の改良や作業方法の変更等を行うことにより、入室頻度及び入室時間の削減を図った。

○保護具に関する改善

化学防護服はより高性能な品質のものに、また、保護手袋はより浸透性の低いものに変更した。保護マスクは、コンデンサー解体エリアはエアラインマスクを使用することとした。

なお、化学防護服とインナー手袋は入室ごとに毎回交換することに、保護手袋は取替頻度を 2 か月に 1 回から 10 日に 1 回に変更した。



写真 2-1 抜油装置 個別フード

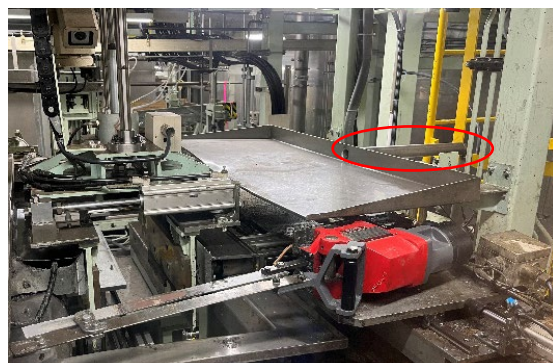


写真 2-2 オイルパンの設置

油は配管（赤丸）から流れ、溜まりを防止

対策の結果、豊田①の作業従事者は 2006 年 3 月の測定で 20.2ng/g-血液に低下し、その後も改善が見られた。豊田②の作業従事者は 2006 年 9 月の測定で 20.5ng/g-血液に低下し、その後も継続的に低減した（図 2-1 参照）。

(2) 豊田③④

豊田事業所では、豊田①②の後、様々な対策を実施していたが、2006 年 12 月の血中 PCB 濃度測定でもコンデンサー解体作業従事者 2 名が新たに 25ng/g-血液を超過した。

1) 血中 PCB 濃度上昇の原因の分析

- ・更衣室・緩衝室の空気が滞留し、更衣室、緩衝室の PCB 濃度が高かった。
- ・解体エリアにおける遮蔽フード内の入室時間が入室制限を超過していた。
- ・エアラインマスクの保管方法が棚に直に置くだけであった。

2) 対策の内容と適用

○作業環境の改善対策

豊田①②の事例で実施している対策に加え、

- ・更衣室・緩衝室の PCB 作業環境濃度を低下させるため、緩衝室に換気口と差圧ダンパーの新設、更衣室への空気供給量の増加工事を実施し、更衣室→緩衝室→遮蔽フード内の空気の流れを改良した（1-1-3 参照）。
- ・更衣室・緩衝室での拭取清掃を徹底した。

○コンデンサー解体エリアにおける遮蔽フード内入室時間の低減対策

豊田①②の事例での対策により、入出時間は 1/2～1/3 まで減少したが、1 日 15 分の入室制限以上の作業量があるため、清掃を外からできるようにするなど追加で設備改造等を実施し、入室頻度及び入室時間の削減を図った。

○保護具に関する改善

保護具については豊田①②の事例での改善に加え、コンデンサー解体エリアを「特別管理エリア」とし、通常のレベル 3 エリアの保護具に加え、エアラインマスクを装備することとした。マスクについては拭取清掃方法を定め、汚染しにくい保管方法とした。

更衣室・緩衝室の作業環境悪化防止のため、着脱の手順の見直し、保護具の重要性も含めて作業従事者への教育を実施した。



写真 2-3 マスクの保管方法の変更

その後、エアラインの着用時の汚染等を防ぐため、マスクは直結式電動ファン付き呼吸用保護具（写真 1-11 参照）に変更した。

上記の対策及び配置換えを実施した結果、豊田③の作業従事者は 2007 年 12 月の測定で 21.4ng/g-血液に低下し、その後も継続的に低下した。豊田④の作業従事者は 2007 年 5 月の測定では 10.9ng/g-血液に低下し、その後も継続的に低下した（図 2-1 参照）。

豊田①～④の事例では、通常作業で作業従事者が入室しない遮蔽フード内に、点検作業等で入室したことにより、血中 PCB 濃度が増加した。本報告書を取りまとめるにあたり、当時の在籍者に改めてヒアリングを実施したところ、ここまでの記載と同内容ではあるが、当時は、作業従事者の入室状況については管理者に報告されていたが、通常作業に比べて点検作業等での PCB 曝露への危険性の意識が十分ではなく、入室時間の制限、保護具の着脱方法や交換頻度、除染等でルールが曖昧で、その徹底も不十分だったと考えられるとのことであった。

豊田事業所では、その後、「作業環境プロジェクトチーム」を設け、作業環境改善、入室時間の管理や保護具の着脱等の見直し、曝露防止のための教育など、PCB 曝露防止のための各種取組を管理者から作業従事者まで事業所全体で取り組んだ結果、一部（（7）豊田⑤）を除き、これ以降 25ng/g-血液を超過する事案は発生しなかった。

（3）東京①

東京①の作業従事者は、2007 年 2 月の測定で 23.1ng/g-血液、2007 年 8 月の測定で 25.7ng/g-血液となった。

この作業従事者が所属していたコンデンサー解体班は比較的高濃度となった作業従事者が多く、2 月の測定で 10ng/g-血液以上が 5 人いた。作業従事者に対しヒアリング等を実施した内容は以下のとおり。

1) ヒアリング結果（推定原因）

- ・グローブボックス（GB）内作業は、設計上は修理時等の非定常作業のみであるが、素子裁断工程にトラブルが多く発生し、毎日 30 分から 1 時間程度の入室作業があった。
- ・入室作業は班長等の特定の作業従事者に集中し、最高値を示した東京①の作業従事者は 2006 年末からの液中切断のコンベア不具合時にも入室作業が多く発生し、入室した際には、他トラブルにも対応しようとして入室時間が長くなってしまった。
- ・いずれも保護具は着用していたとのことであるが、レベル 3 以外の現場作業においては声が聞き難いためマスクを外して指示確認をすることがあった。
- ・入室作業従事者のなかには、同じエリアで作業しているが血中 PCB 濃度が上昇していない作業従事者もいた。
- ・コンデンサー解体班の血中 PCB の塩素数分布を調査したところ、上昇は 3～4 塩化物に集中していた（図 2-2 参照）。

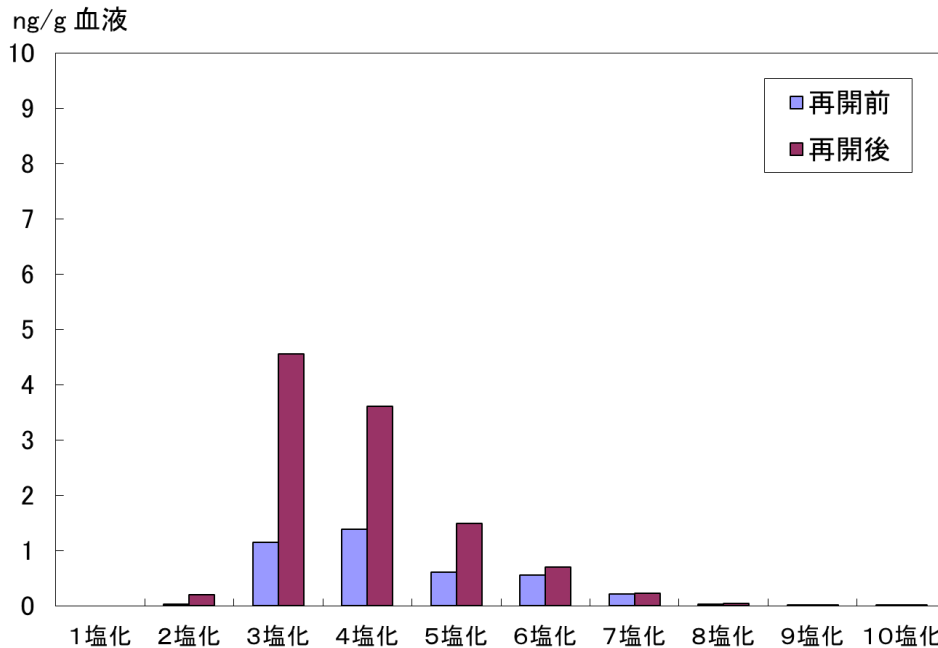


図 2-2 コンデンサー解体班の血中 PCB の塩素数分布 (2007 年 2 月 N=8:平均)

8 月の測定データは、6 月から 7 月末まで定期検査工事もあったことから、班全体的には低下傾向にあったが、東京①の作業従事者は 5 月末に配置換えをしたにもかかわらず 25ng/g-血液台を示し、生物学的許容値を超える結果となった。これは、2 月の測定データが判明した 5 月中旬までは従来作業を継続していたことが原因と推定された。また、操業開始以降測定していなかった受入払出班において血中 PCB 濃度が上昇していることが判明した。

東京①の作業従事者は 2008 年 2 月の測定では、16.2ng/g-血液と低下した（ただし 2007 年 9 月退職）。

2) 作業環境濃度の状況

作業環境濃度については、GB 内の PCB 濃度は、2006 年から 0.15~0.69mg/m³が測定されていた。

3) 主な対策

- ・ GB 入室時等の保護具の着用の再徹底と教育を実施した。
- ・ 以下①に示すような設備改善により GB への入室作業を極力なくす対応を取った。
- ・ 高濃度（25ng/g-血液以上を目安）を示した作業従事者は、コンデンサー解体班から洗浄班に配置換えするとともに以下の改善や調査を実施した。

① 設備等の改善

- ・ GB 内の素子裁断不良の際に、素子の移動・撤去作業を GB に入室して行っていたが、GB に新たにパネルとポートグローブを追加し、パネル越しにマジックハンドで外部から除去できるように改善した。
- ・ 裁断素子移動プレート（平長板）に爪状の枠を設置して素子の移動円滑化や落下防止措置をするとともに、裁断刃・裁断まな板の早めの交換を実施した。
- ・ 上記の結果、裁断不良は減少し、またマジックハンド利用によりさらに入室する機会も減少した。

追加したパネルとポートグローブ

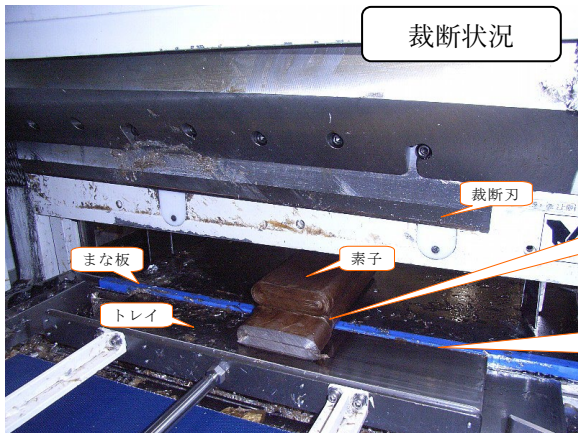


マジックハンド操作状況

(マジックハンドは GB 内に置くこととした)



裁断状況



<トラブル>
裁断不良 (素子間が切粉で繋が
り次工程に移動できない)

<対策>
トレイの縁に爪を付けて素子を
引き剥がす

写真 2-4 作業環境改善
の取組

② 作業管理の改善

・ 入退室の管理

GB への入室は時間規制をしていなかったが、入室時間を規制 (上長許可事項として 75 分/週以下 (現在は 60 分/週以下に短縮)、監視作業者が同行) し、入室毎にチェックシートの記録を作成した。時間規制導入後、処理量が増加するにつれて入室時間も増加したが規制時間内に留めた。

(4) 東京②③④

東京事業所では、東京①の後、GB への入室規制 (75 分/週以下。現在は 60 分/週以下に短縮) や GB 内設備の改善等を実施していたが、2008 年 2 月以降の測定においても血中 PCB 濃度の上昇がみられた。そのため、呼気以外からの摂取も考慮して手袋の汚染状況や脱着場の汚染状況調査を実施するなど対策を全面的に見直した。

2008 年 2 月の測定で 31.2ng/g-血液となった東京②の作業従事者は、4 月に受入払出班 (除染室作業を除く) に配置換えを行なったことで、5 月には 18.7ng/g-血液まで低下した (低塩素成分が大きく低下した)。

2008 年 8 月の測定で 25.6ng/g-血液となった東京③の作業従事者も、水熱洗浄班に配置換えした結果、11 月には 15.1ng/g-血液まで低下した。

2009 年 8 月の測定で 30.7ng/g-血液となった東京④の作業従事者は、2007 年 11 月からレベル 2 の管

理区域内での作業を原則禁止し、レベル1（保管庫内）での在庫管理等の軽作業（エアメットマスク着用）と事務所内作業に従事することとした。2009年11月の測定で18.5ng/g-血液まで低下し、2010年1月末に退職した。その後、2月の測定では上昇はなかったが8月の測定において26.7ng/g-血液となった。面談の結果、健康状態に変化はなかったが血中PCB濃度測定を継続した。（その後2013年まで継続し、10ng/g-血液前後まで下がったことを確認した（図2-1参照）。）

なお、当該作業従事者（東京④）のレベル2への入室は僅かであり、保管庫への入室も1～2時間/週程度で、コンデンサー保管庫内でしみ物が発見された場合の拭き取り等作業も他作業従事者が行っていた。コンデンサー液を抜油しやすくするためのコンデンサー保温庫（40℃で保管）が保管庫内にあり、保温庫のシャッター開時にその熱気が保管庫内に流れていたことから、保温庫に排気ダクトを設置し、保温庫からの排気の流れを制御した（後述）。

1）作業環境濃度の状況

2008年2月～11月のコンデンサー解体室の作業環境濃度は、上昇傾向にありGB周辺でもPCB濃度0.01mg/m³を超過した。素子圧縮器を設置しているスタレ区域は作業位置ではないが0.52mg/m³が測定された。これは粉じん（コンデンサー素子）由来によるものと考えられ、後日スタレ区域外（作業位置）で測定した値は0.009mg/m³であった。

2）汚染状況調査と対策の実施状況

コンデンサー解体班においては、引き続きGB内への入室管理を実施するとともに、設備故障を未然に防ぐためにメーカーによる点検を月例で行うなど作業従事者の入室機会の低減を図った。しかし、各作業において手袋や保護マスクの着用部分から手を介しての経口・経皮摂取が懸念されたため、保護マスク、手袋、GB用ポートグローブ及びドアノブの汚染状況調査を行い、その結果を踏まえて手袋等保護具の運用基準の見直しを実施した。

3）汚染状況調査の結果と対策

・保護マスク

保護マスク内面のPCB拭き取り調査結果を表2-1に示す。全面型マスクは除染室とGB内で着用しており、最大値25μg/100cm²を示したものは除染室作業従事者の測定結果であるが、それ以外の作業従事者は1μg/100cm²以下が多数となっていた。半面型マスクは、レベル1及びレベル2で着用しており、9.3μg/100cm²を示したものはコンデンサー班作業従事者の測定結果であるが、大多数のものが1μg/100cm²以下であった。

表 2-1 保護マスク内面 PCB 汚染調査 (μg/100cm²)

種類(n)	範囲(μg)	平均(μg)
全面型マスク(14)	0.1～25.0	2.9
半面型マスク(15)	0.2～9.3	1.8

（マスクの内面を拭き取った含有量）

対策として、マスクについては、作業内容や作業環境に応じて、直結式電動ファン付き呼吸用保護具（写真1-11参照）を採用した。また、マスク内面のPCB拭き取りで1μg/100cm²以下になるように管理し、作業環境濃度が高いGB退室時の脱装には補助者をつけて汚染拡大防止を図った。

・ゴム手袋及びポートグローブ

ゴム手袋（アウターゴム手袋、インナーゴム手袋）を通して作業従事者の手に PCB が付着していないかを調査するため透過試験を行った。ゴム手袋については、複数の手袋について透過試験を行った。併せて、ポートグローブの交換基準を見直すため同様の透過試験を行った。

その結果と他の事業所で実施の透過試験結果等も踏まえて、ゴム手袋についてはニトリル系の商品を使用することとした。ポートグローブについては、使用箇所に応じて 5 日又は 10 日で交換することとした。



採用したゴム手袋
(PCB 接液 10 分後)



不採用のゴム手袋
(PCB 接液 10 分後)

写真 2-5 ゴム手袋透過試験

・ドアノブの清掃

ドアノブの汚染、ドアノブからの 2 次汚染を防止するため、ドア脇にはアルコールティッシュを置き適宜ドアノブの清掃をするとともに、管理区域から脱着場に入る際のドアノブは素手で触る（作業場間のドアノブはインナーゴム手袋で触る）よう現場表示をした。また、併せて脱着場内の水道止水栓（ひねりタイプ）を測定したところ $0.3 \sim 3 \mu\text{g}/100\text{cm}^2$ の PCB 濃度が測定されたため自動止水栓に変更した。



その後、さらに変更し、脱着場に入る際のドアノブは 写真 2-6 ドア部での表示とドアノブ拭き二重のインナーゴム手袋（管理区域内ではインナー手袋を二重に着用）のうち、外側の手袋を外した上で、アルコールティッシュで触ることとした。

・脱着場の作業環境濃度

脱着場の作業環境濃度推移を図 2-3 に示す。脱着場には休憩室から下着で入り、作業着、保護着、保護マスク等を着用することとした。粗解体班・加熱班脱着場の作業環境濃度は $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後となっており他と比較し良好な結果となっていた。コンデンサー解体班脱着場については当初 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を上回っていたが、自立型活性炭入ブローア等の設置、差圧ダンパーの位置変更、作業靴の一斉交換・靴底マットの設置等により $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後まで低減した。コア解体班脱着場についても差圧ダンパーの設置により粗解体・加熱班脱着場と同じ程度まで低減した。なお、これらの作業環境等の濃度結果については、掲示板にも貼り出し作業員への周知及び啓発を行なった。

なお、その後も定期的な清掃活動等を行った結果、全脱着場で作業環境濃度は概ね $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下に改善した。

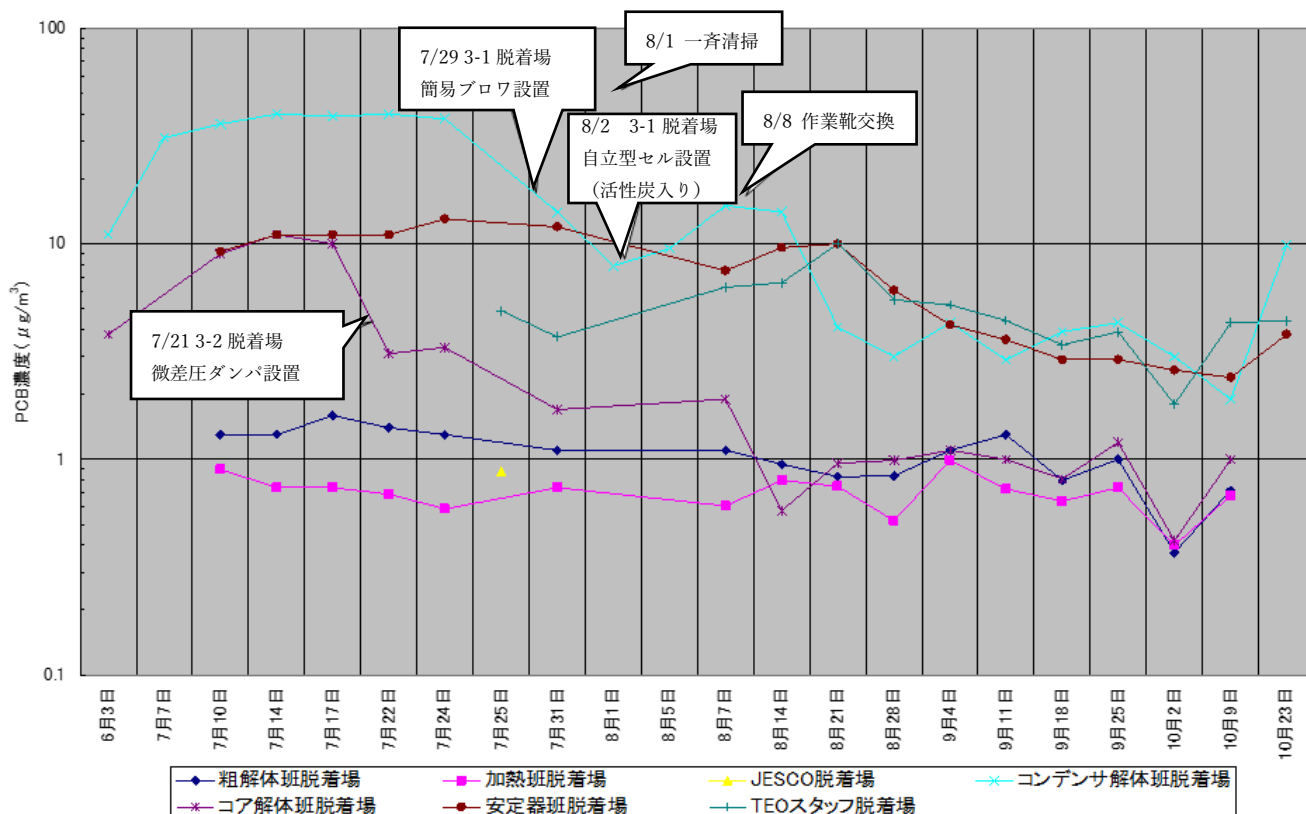


図 2-3 脱着場の作業環境濃度推移 (2008 年)

4) グローブボックス (GB) への入室管理の徹底

GB への入室管理については 2007 年 8 月から実施していたが、より確実にこなされるよう入室管理の強化を図った。具体的には、チェックシートの運用を見直すとともに作業現場に入室管理ボードを設置して 75 分/週以内 (現在は 60 分/週以内に短縮) の入室状況を現場でも確認できるようにした。また、管理状況は週ごとにとりまとめ報告することとした。2007 年の入室状況を図 2-4 に示す。2 月時には GB 内にて水漏れトラブルが発生したため入室時間が多くなってしまったが、設備トラブル・修理等による入室は減少していた。

なお、図 2-5 に示すとおり入室時間と血中 PCB 濃度との間に明確な相関関係はなかった。

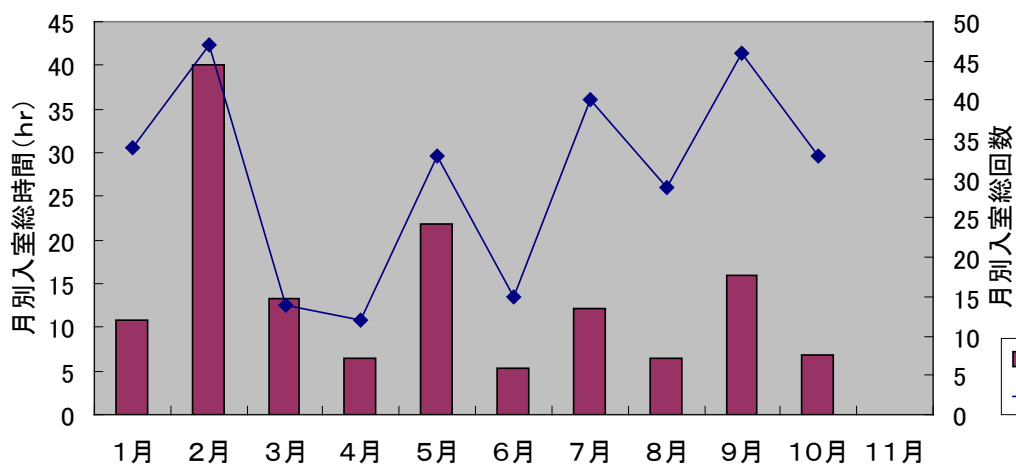


図 2-4 GB 入室状況 (n=13 程度 (配置換え等のため変動している))

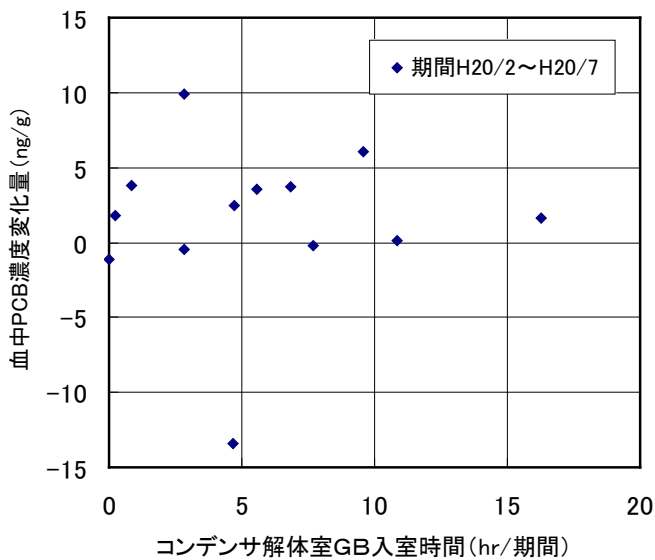


図 2-5 入室時間と血中 PCB 濃度



写真 2-7 コンデンサーGB 前の入室管理ボード

5) 作業環境濃度の低減

コンデンサー解体室は $0.01\text{mg}/\text{m}^3$ を超えることがあったことから、コンデンサー容器予備洗浄において、予備洗浄液の交換頻度増加、搬送時の液垂対策として洗浄槽底を傾斜化し液切れをやすくしたほか、搬送時に液垂パンを敷設した。次工程まで待機する部材の置場については囲いを設け局所排気設備を設置することとした。



写真 2-8 コンデンサー解体・部材置棚

また、コンデンサー液を抜油しやすくするためのコンデンサー保温庫（ 40°C で保管）が保管庫内にあり、保温庫のシャッター開時にその熱気が保管庫内に流れていたことから、保温庫に排気ダクトを設置し、保温庫からの排気の流れを制御した。



写真 2-9 保温庫と保温庫裏の排気ダクト

6) 日常時の対策・教育・相談・その他

・衛生管理チェックと 5S

日常作業において、毎日の作業安全衛生を確実にこなうため衛生管理チェック表等を作成し、マスク点検、手洗い・洗顔・マスク内面のアルコール拭き取り・GB 退室時のシャワー利用等について、毎日班長に報告し実施の状況のチェックを実施した。

また、毎日の 5S（整理・整頓・清掃・清潔・しつけ）を実施するとともに、毎週金曜午後及び月 1 回は一斉清掃（床・設備のアルコール拭取等）を実施した。

・周知・教育等

血中 PCB 濃度測定結果や対策実施状況の作業従事者への周知については、測定の都度に注意喚起を行った。また、その際に作業従事者との意見交換を作業班ごとに実施するなどコミュニケーションを図った。また 2008 年 8 月には、作業従事者全員に対しレーザを使用したマスクフィッティングテスターによる着用状況テストを行ない、その結果報告を教育を兼ねて実施した。

改善提案制度の見直しなどにより現場からの意見・提案を遅滞のないように対応することとした。

・入退室の管理徹底

施工業者等が非管理区域・管理区域間を同じ作業靴で往来しないようドアに通り返し禁止表示、また決められた出入口以外で入退室しないようドア用テンキーの設置等を行ない入退室管理の徹底を図った。

その後、管理区域内の汚染拡大防止のため、管理区域内レベル 2 からレベル 1 に移動する際には作業靴の除染を実施することとした（レベル 3 は別の化学防護長靴を使用）。

・現場でのインターホン利用

コンデンサー解体室では、保護マスクを外さないで指導ができるようにインターホンを設置した。

・産業医

産業医については、毎月の産業医相談日に血中 PCB 濃度測定結果の報告や状況報告を行い助言・指導をいただいたほか、血中 PCB 濃度が高かった者の問診を行っていただいた。

・夏場の暑さ対策

暑さ対策としてスポットクーラーの追加設置、個人用冷却器を導入した。

(5) 東京⑤

東京事業所では、就業制限や保護具の変更、室内温度の低下等の対応を行ってきたことにより、2012 年度以降は血中 PCB 濃度の大きな上昇は見られなくなっていたが、2017 年 2 月の測定で、コア解体班で 37.3ng/g-血液の異常値が出た。

当該作業従事者の塩素数の内訳の推移を図 2-6 に示す。異常値が出る前の塩素数の内訳に比べ、異常値が出た以降は 5 塩素、6 塩素の比率が高くなっていた。コア解体班に所属しており、変圧器油由来の PCB を摂取してしまったものと考えられる。

4 月より職場を水熱班に配置換えをするとともに、4 月に再測定した結果 17.3ng/g-血液、8 月の定期測定では 15.1ng/g-血液まで低下した。当該作業従事者が使用していた脱着場、控室の作業環境濃度、同作業を行っている他の作業従事者の血中 PCB 濃度の異常は見られず、また当該作業従事者の保護具、ロッカーの PCB 濃度を測定したが異常値は見られなかったことから、血中 PCB 濃度上昇の原因となる

曝露経路は不明であった。

2018 年 8 月の定期測定では 13.0ng/g-血液まで低下した。また、8 月の特殊健康診断結果は「異常所見なし」であった。

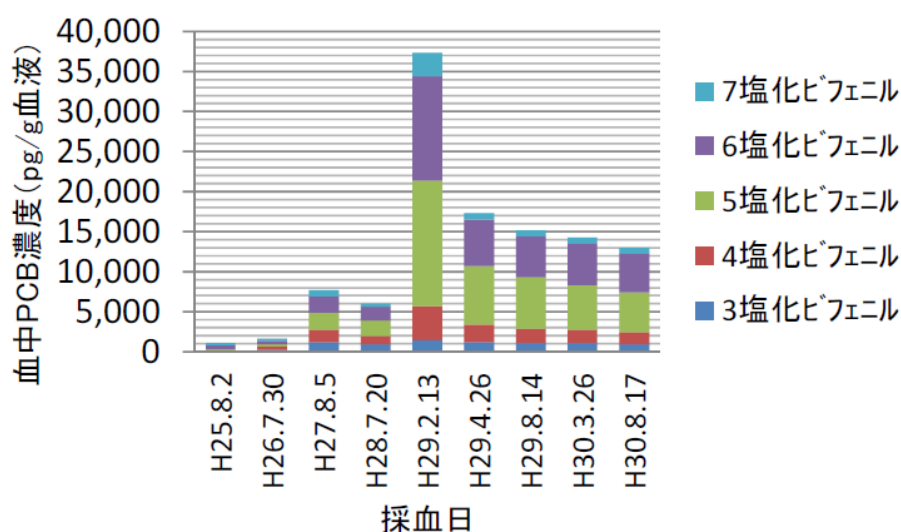


図 2-6 東京⑤塩素数の内訳の推移

(6) 北海道①

2018 年 7 月 27 日に当初施設前室 A(一般管理区域)において、搬入された車載変圧器の受入検査作業中に緩みのあったドレン抜用フランジから PCB 含有油 (PCB 濃度 72.5%) が吹き出し、運転会社作業員 2 名 (作業員 A (北海道①)、作業員 B) が作業服の上から被液する事象が発生した。



写真 2-10 被液箇所

1) 被液の状況及び応急処置の実施

被液部位及び量は、作業員 A が左肩から腕、手首付近、作業員 B は腹部に被液し、吹出し

た油の総量は、オイルパン内の残量より約 4 リットル程度と推定した。

着用していた作業服・保護具および被液部位を写真 2-10 に示す。

除染は、両者とも 5 分程度以内に受入室に移動し、脱衣 (ヘルメット、半面マスク、作業服) するとともに、アルコールティッシュ・食用油で皮膚を拭き取った。その際、両者とも皮膚まで接液した様子は確認されなかった。

なお、発生後約 75 分後に測定した発生室内の PCB の作業環境濃度は、 $8.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

2) 健康診断及び血中 PCB 濃度測定

7 月 30 日、作業員 2 名は特定化学物質健康診断を受診し、結果に異常や所見はなかった。また、同日、血中 PCB 濃度測定を行った。さらに、両者とも 10 月 4 日に血中 PCB 濃度を測定した。被液直前か

らの血中 PCB 濃度の塩素化別濃度の推移を図 2-7 に示す。両者とも、4 塩素化、5 塩素化、6 塩素化、7 塩素化の上昇が見られた。なお、10 月にも特定化学物質健康診断を受診したが、この際も両者とも異常や所見はなかった。

作業員 A については濃度の上昇がみられたことから 10 月以降も期間を短くして血中 PCB 濃度測定を実施しており、図 2-8、2-9 のとおりその後の血中 PCB 濃度は 10ng/g-血液以下まで低下した。また、特定化学物質健康診断でも異常は認められなかった。

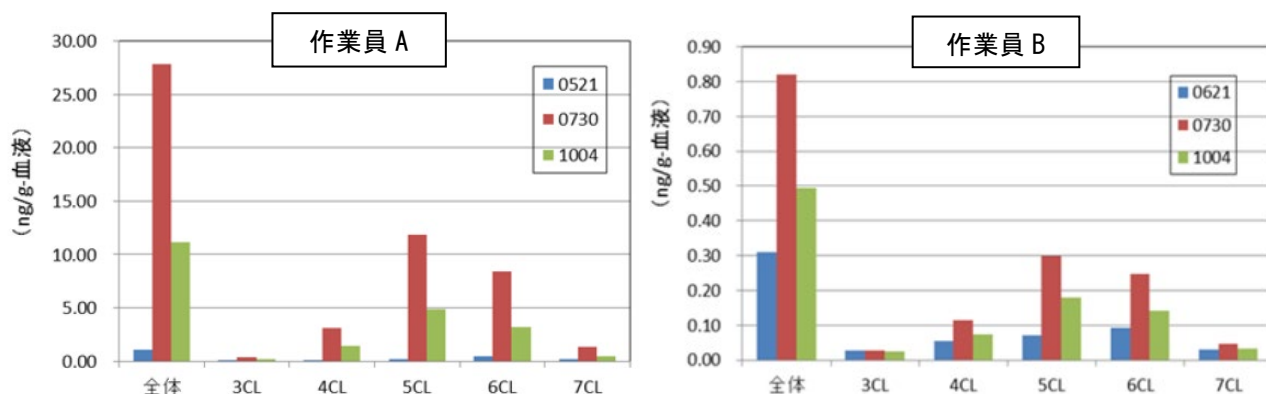


図 2-7 被液した作業従事者の塩素化別濃度の推移

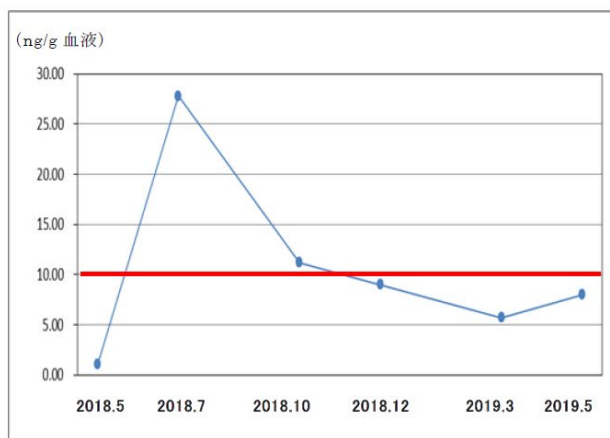


図 2-8 作業員 A（北海道①）血中 PCB 濃度推移

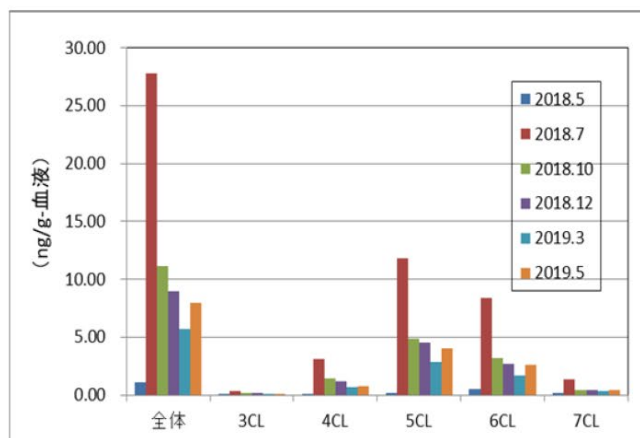


図 2-9 作業員 A（北海道①）血中 PCB 塩素化別濃度推移

(7) 豊田⑤

2019 年 11 月に測定した運転会社作業員（解体グループ）の血中 PCB 濃度測定結果の中に 30.1ng/g-血液の異常値が発生した。

判明してすぐに当該作業従事者のレベル 3 エリアへの入室禁止措置を実施し、2019 年 12 月に再測定を実施したところ、測定値は 6.1ng/g-血液まで低下し、その後もほぼ横ばいであった。

1) 推定要因

異常値が検出された作業員は、2019 年 11 月の測定では、採血する 1 時間前までコンデンサー解体エリア（レベル 3 特別管理エリア）において、所定の化学防護服等の保護具を着用しコンデンサー自動ラインの清掃作業に従事していた。なお、被液等はなく、作業エリアでの時間制限も守られていた。

外国の事例でこのように血中 PCB 濃度が急に上がり下がりする報告例があると作業安全衛生部会で意見があり、今回の急激な濃度変化については、レベル 3 エリアであるコンデンサー解体エリア内での作業終了から採血までの時間が短かったことにより一時的に高い値となったと考えられた。

2) 対策の内容

対策として、原因となったストレーナの清掃作業については通路からグローブボックスを使用し、行うよう作業方法の変更を行った。また、以後、採血の実施はレベル 3 への入室から 9 時間以上あけることとした。

3. 作業環境並びに作業従事者の血中における PCB 及び DXNs

3-1-1. 作業環境における PCB と DXNs の関係

各事業所の PCB と DXNs の作業環境測定結果を図 3-1～図 3-14 に示す。場所は 1-1-2 で紹介した場所で、PCB については A 測定ではなく、B 測定*1 を用いた。

*1) B 測定：作業者が有害物質の発散源とともに移動する場合など、A 測定の結果を評価するだけでは作業者の有害物質への大きな曝露を見逃すおそれがあると考えられる作業が存在する場合に行う。有害物質の濃度が最も高くなると思われる作業位置での測定結果。

PCB については、作業環境測定基準（昭和 51 年労働省告示第 46 号）に従った測定を実施した。DXNs については、厚労省要綱に従い、ガラス繊維ろ紙及びポリウレタンフォームを装着したハイボリウムサンプラーを設置し、毎分 220～260 リットルで 2 時間採取した測定を実施した。DXNs の測定はハイボリウムサンプラーによる採取のため、作業場の気流に影響をあたえる点に留意する必要がある。

1) 北九州事業所

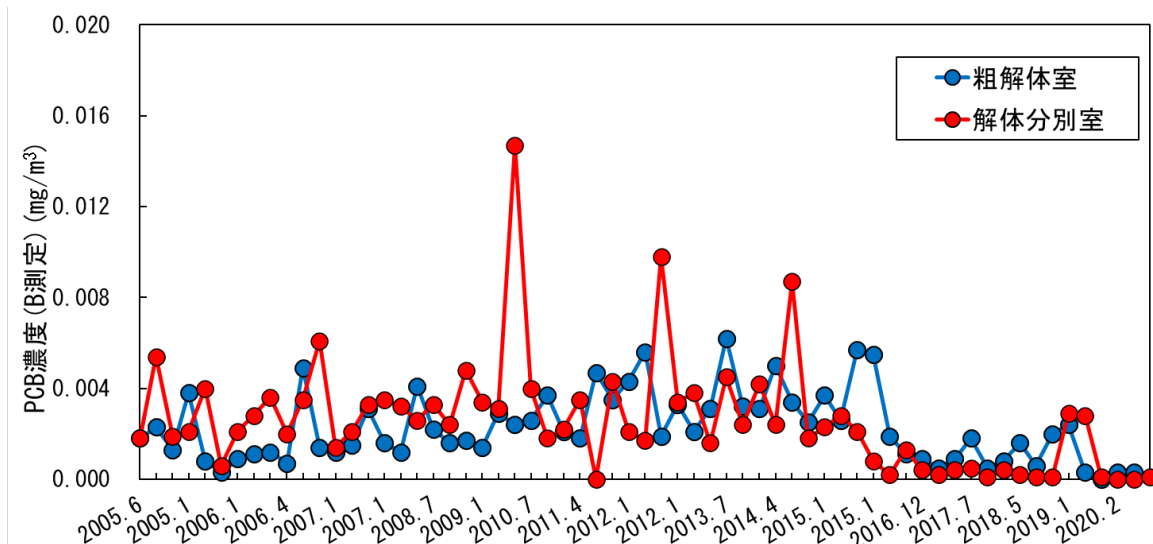


図 3-1 北九州事業所第 1 期施設の PCB 作業環境の測定結果（B 測定）

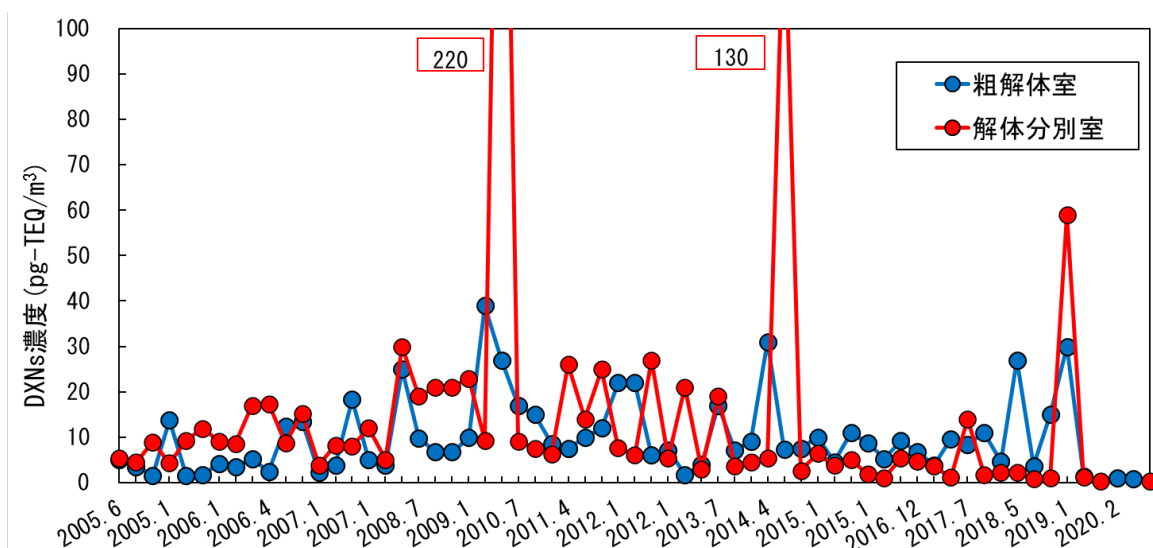


図 3-2 北九州事業所第 1 期施設の DXNs 作業環境の測定結果

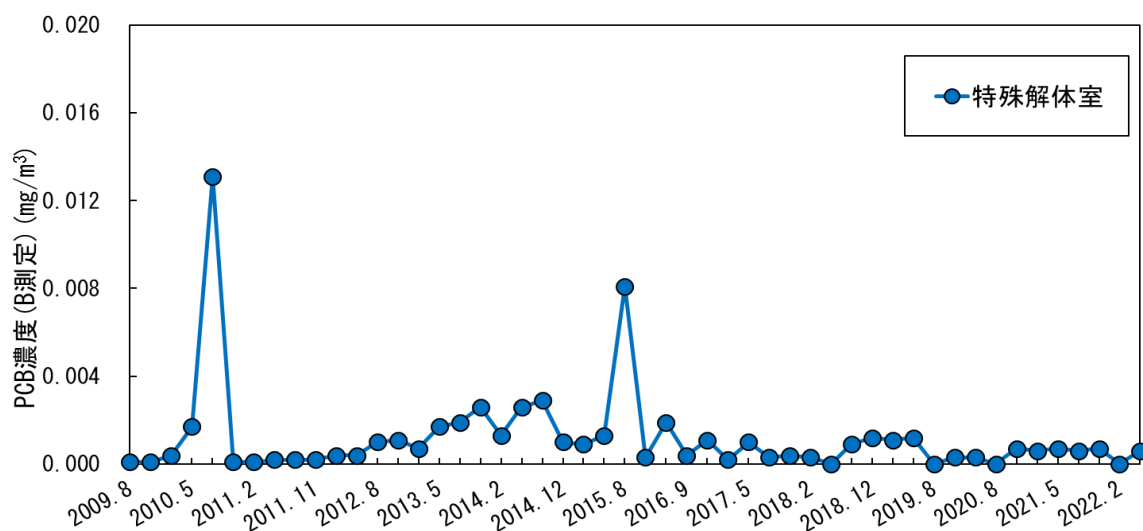


図 3-3 北九州事業所第 2 期施設の PCB 作業環境の測定結果 (B 測定)

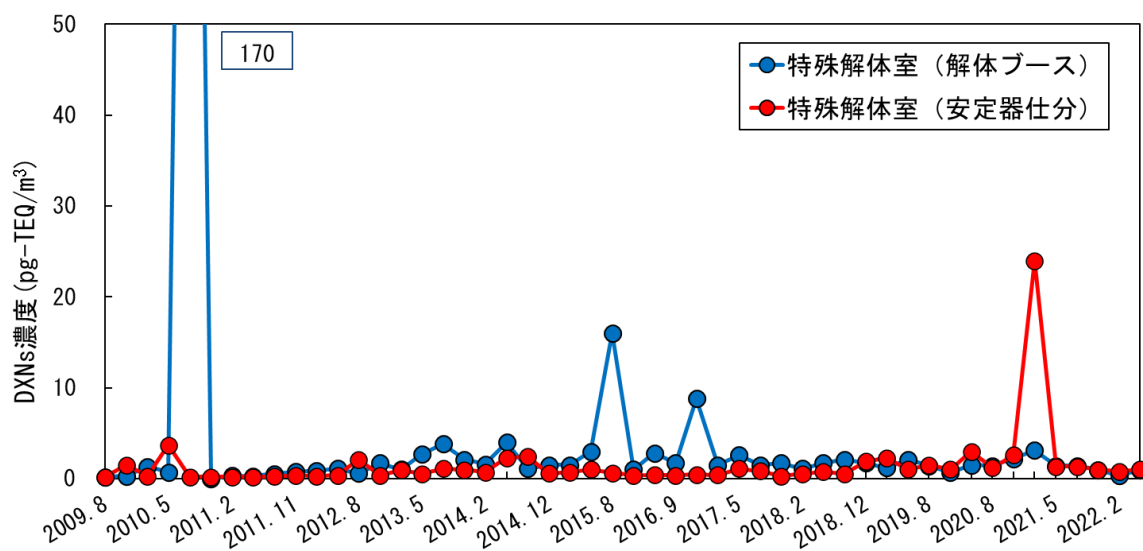


図 3-4 北九州事業所第 2 期施設の DXNs 作業環境測定結果

2) 豊田事業所

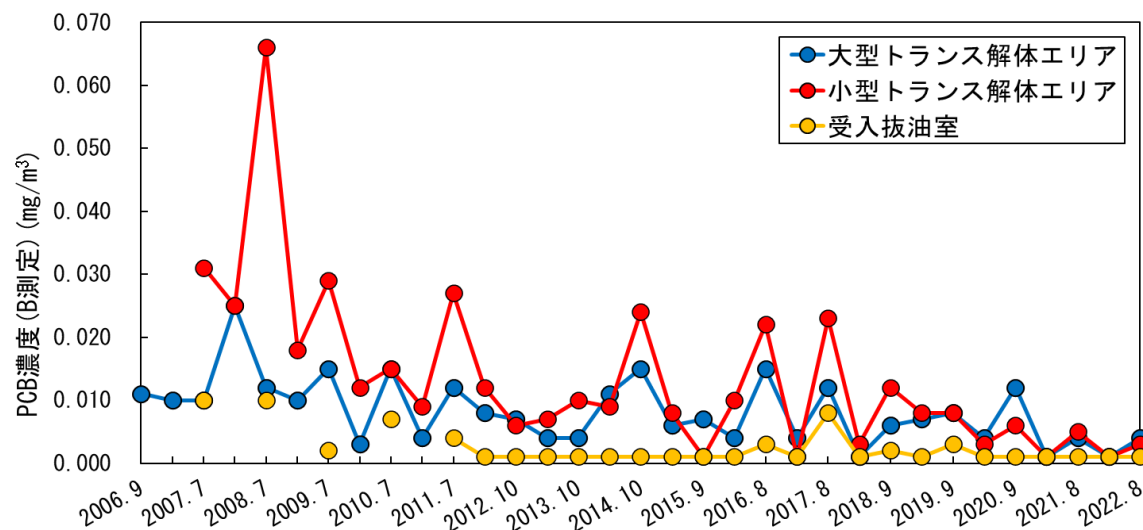


図 3-5 豊田事業所の PCB 作業環境の測定結果 (B 測定)

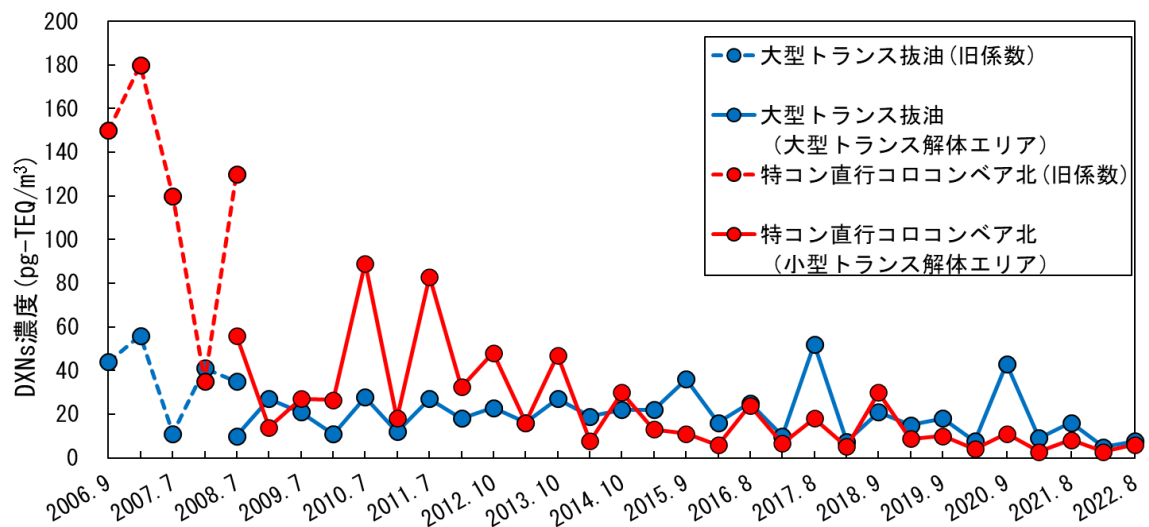


図 3-6 豊田事業所の DXNs 作業環境の測定結果

3) 東京事業所

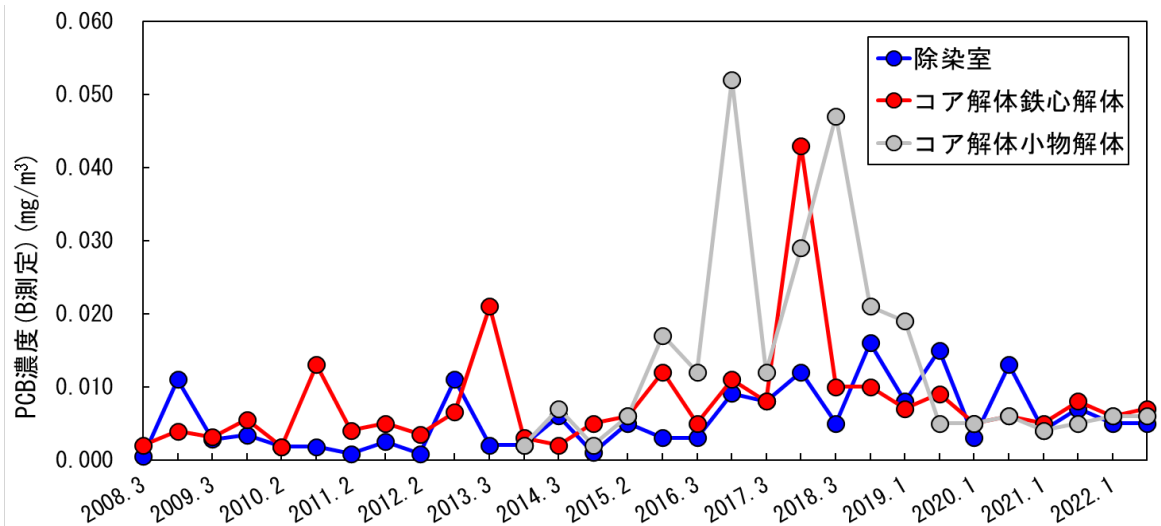


図 3-7 東京事業所の PCB 作業環境測定結果 (B 測定)

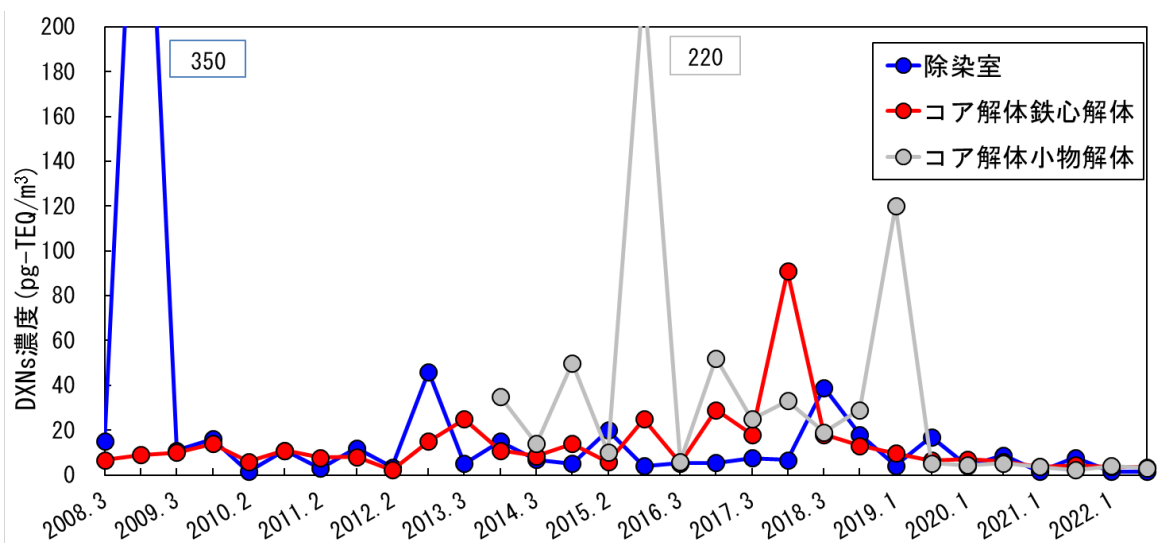


図 3-8 東京事業所の DXNs 作業環境の測定結果

4) 大阪事業所

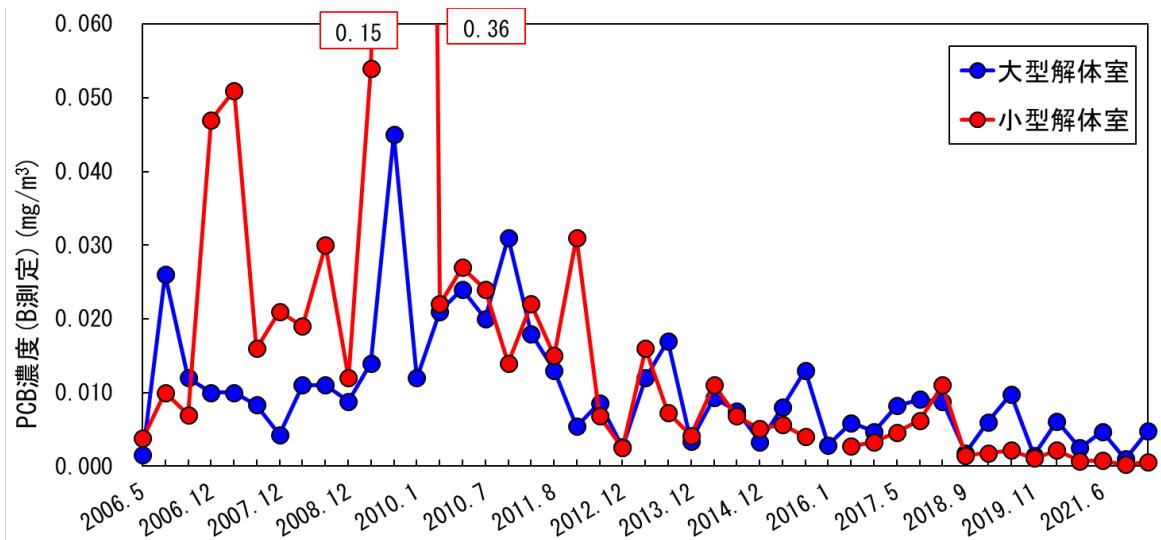


図 3-9 大阪事業所の PCB 作業環境の測定結果 (B 測定)

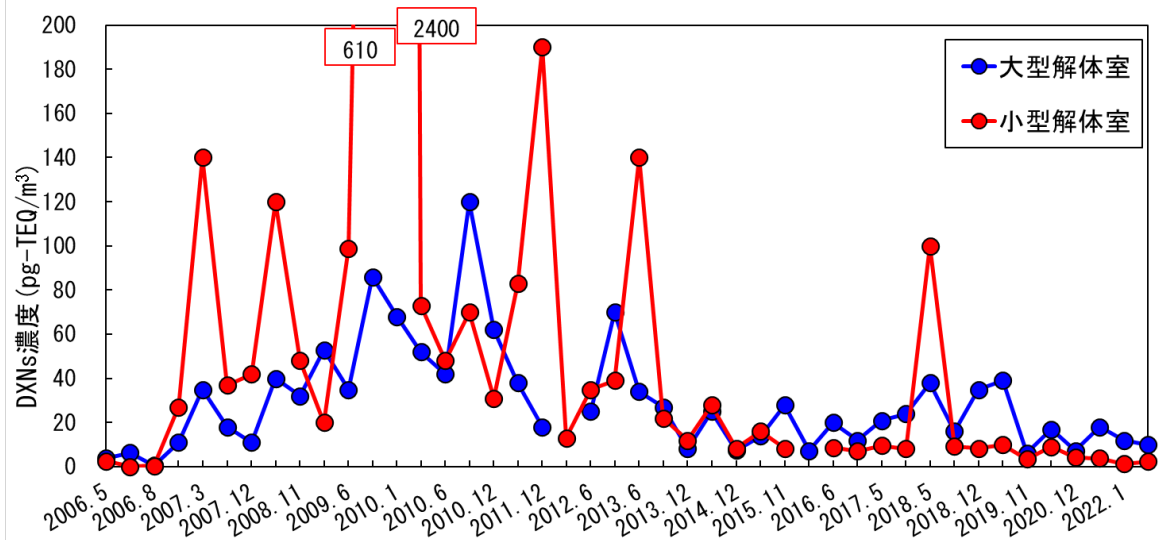


図 3-10 大阪事業所の DXNs 作業環境の測定結果

5) 北海道事業所

※「抜油装置付近」、「大型切断装置付近」、「特殊品解体装置付近」が大型／車載変圧器解体エリアの測定箇所

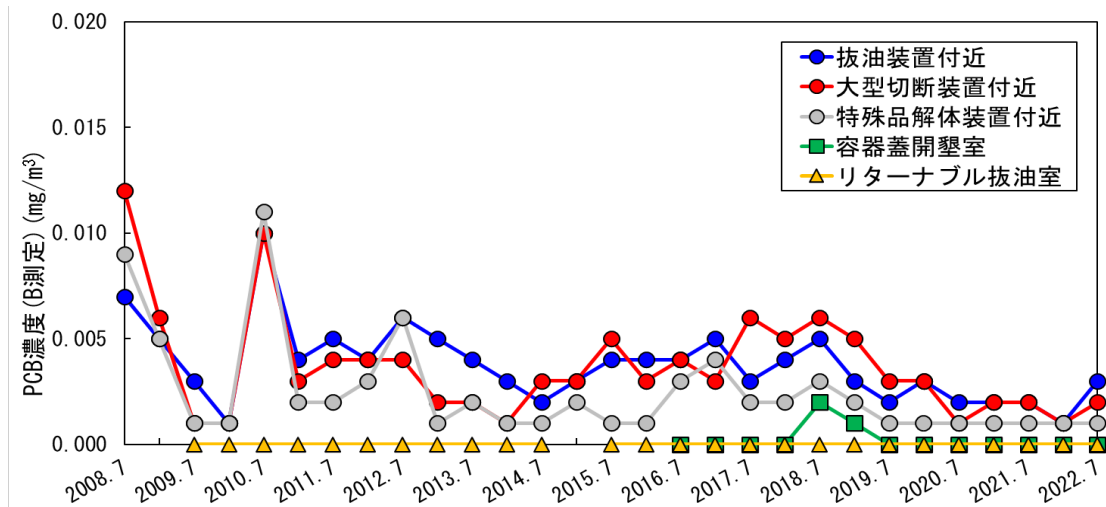


図 3-11 北海道事業所当初施設の PCB 作業環境の測定結果 (B 測定)

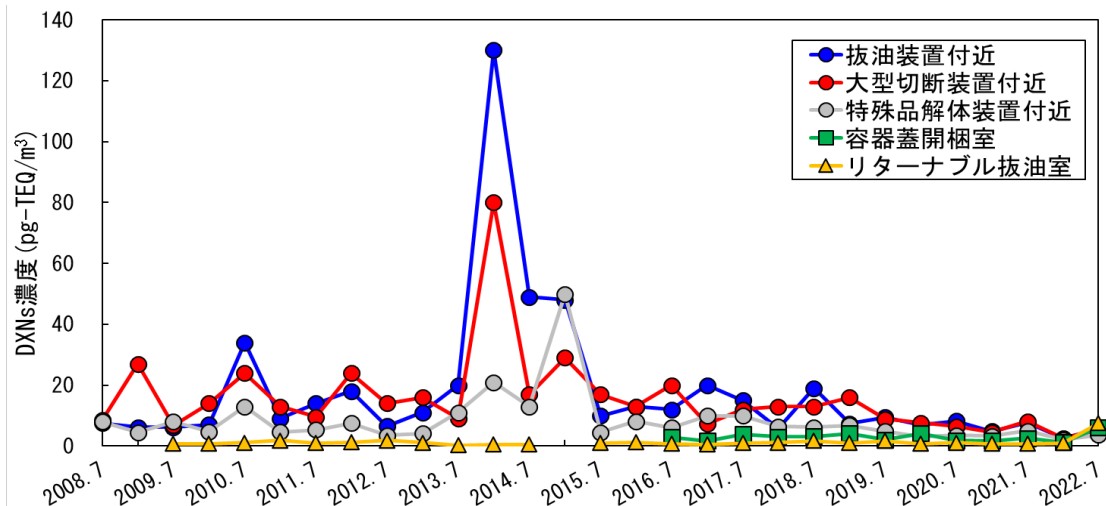


図 3-12 北海道事業所当初施設の DXNs 作業環境の測定結果

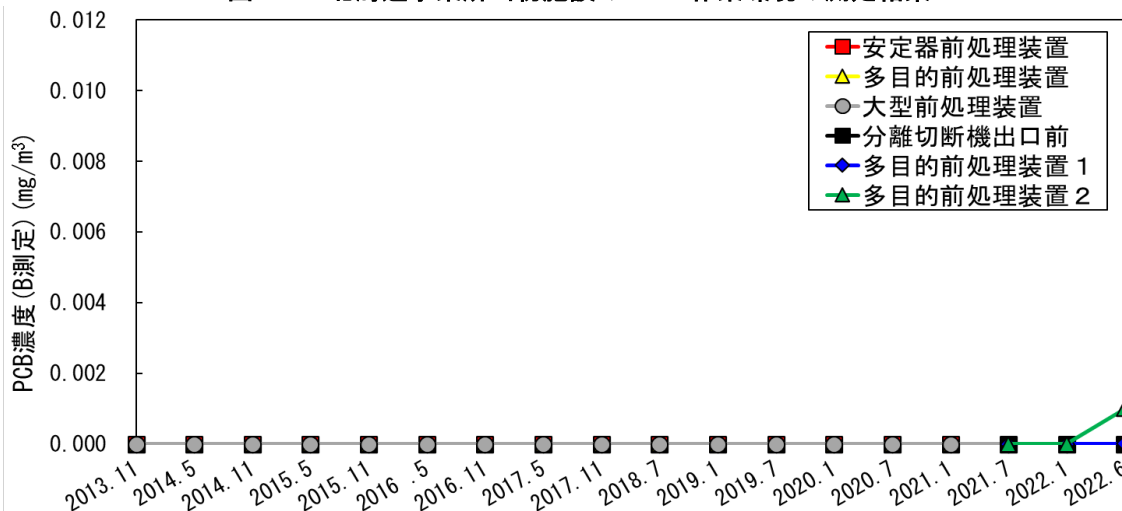


図 3-13 北海道事業所増設施設の PCB 作業環境の測定結果 (B 測定)

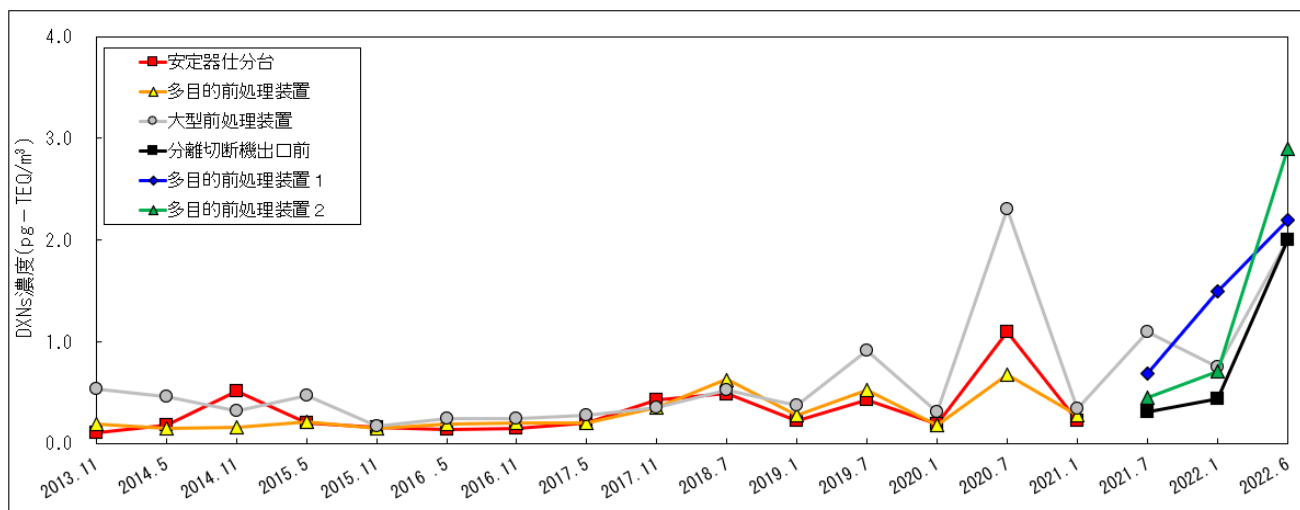


図 3-14 北海道事業所増設施設の DXNs 作業環境の測定結果

PCB の上昇と DXNs の上昇が同時に起きているケースも相当あるが、同時に起きていないケースもある。

各事業所の PCB と DXNs の作業環境濃度の相関を図 3-15 から図 3-19 に示す（プラズマ溶融分解で安定器等を処理し、PCB 作業環境濃度が良好であった北九州事業所第 2 期施設と北海道事業所増設施設を除く）。

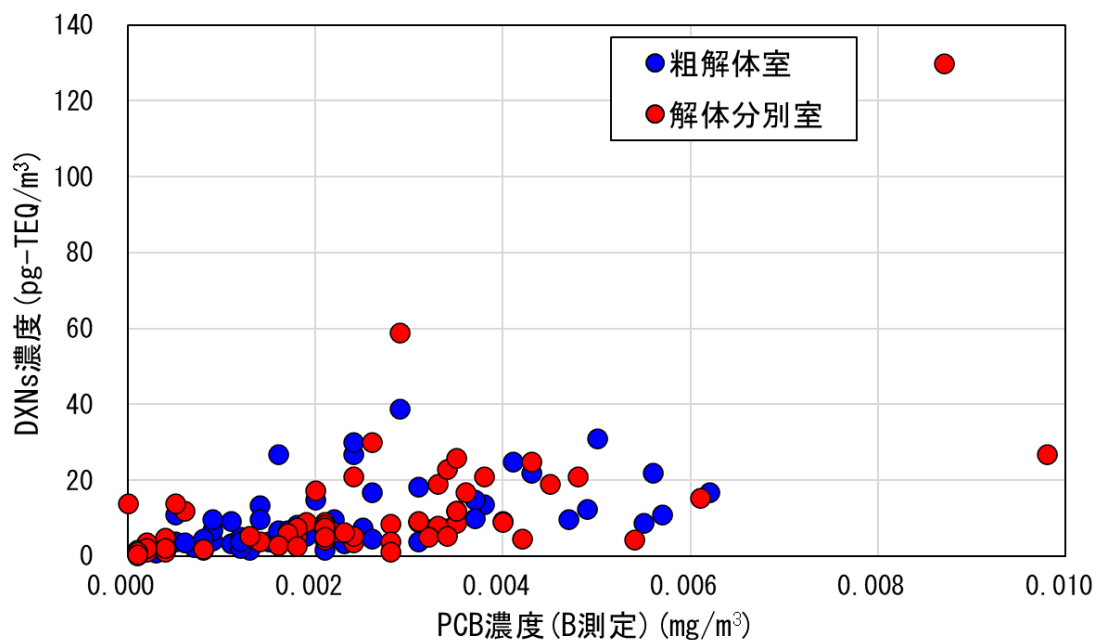


図 3-15 北九州事業所第 1 期施設粗解体室、解体分別室の PCB と DXNs の相関図
相関係数 粗解体室 0.51、解体分別室 0.77

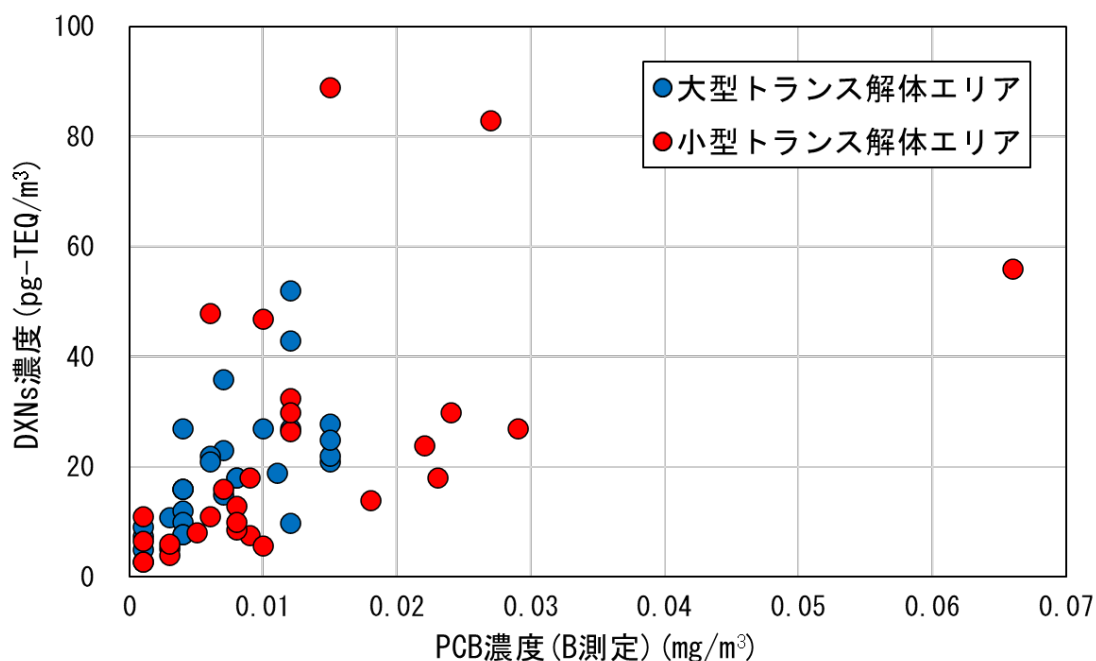


図 3-16 豊田事業所変圧器解体エリアの PCB と DXNs の相関図
相関係数 小型変圧器解体エリア 0.59、大型/車載変圧器解体エリア 0.54

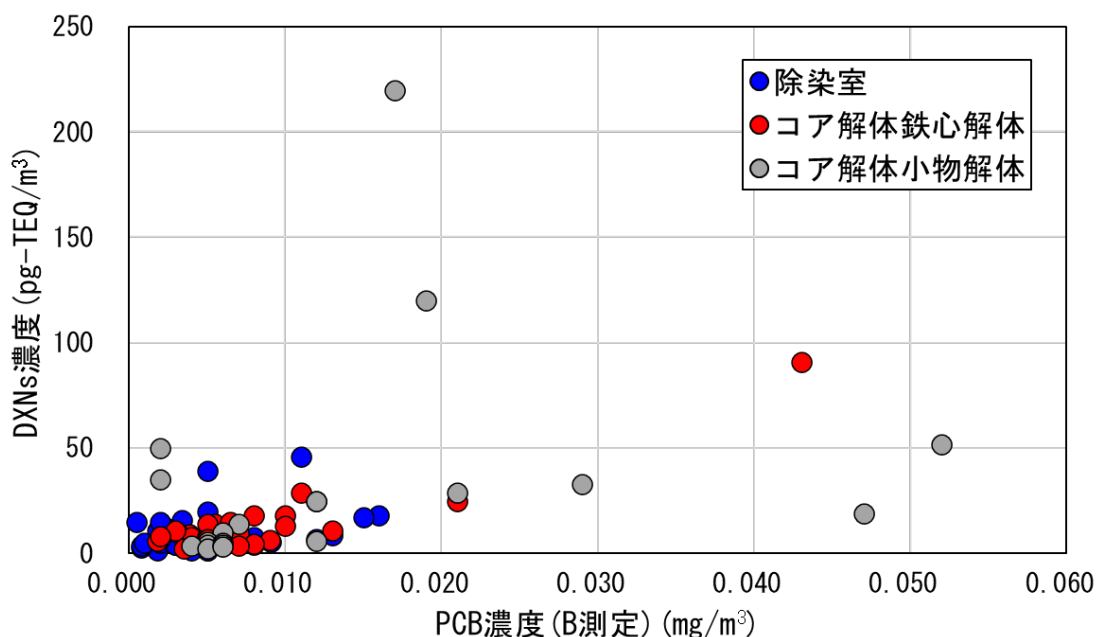


図 3-17 東京事業所除染室、コア解体鉄心解体エリア、コア解体小物解体エリアの PCB と DXNs の相関図
相関係数 除染室 0.27、コア解体鉄心解体エリア 0.92、コア解体小物解体エリア 0.23
※除染室の 1 データ (PCB:0.011mg/m3、DXNs:350pg-TEQ/m3) は図から除いている

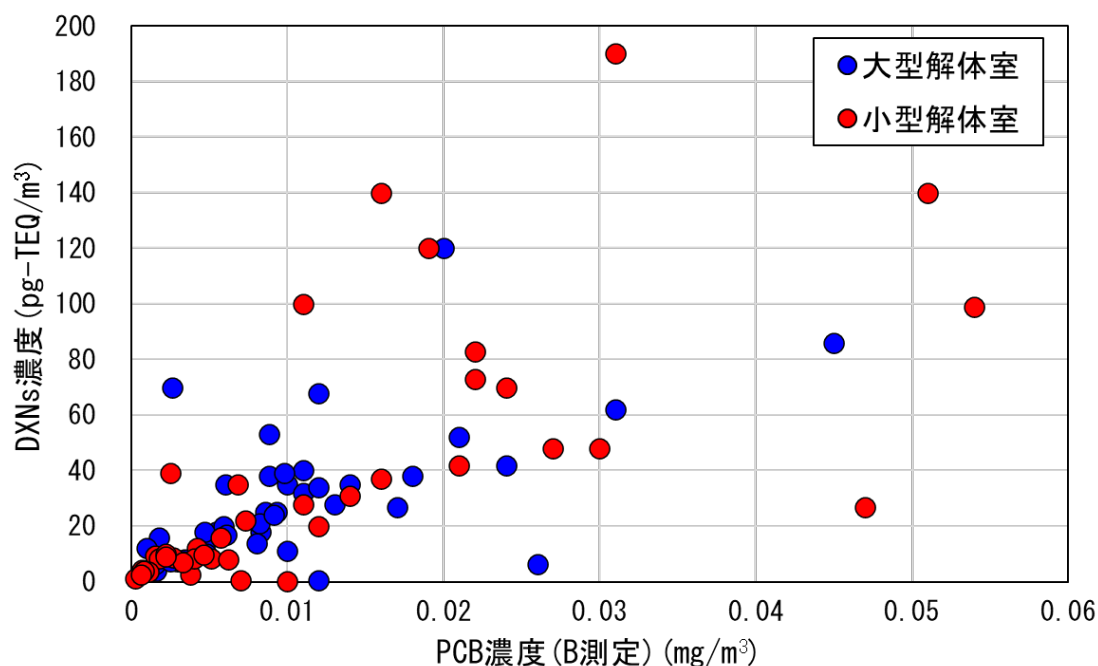


図 3-18 大阪事業所大型解体室、小型解体室の PCB と DXNs の相関図

相関係数 大型解体室 0.59、小型解体室 0.97

※小型解体室の 2 データ (PCB:0.15mg/m³、DXNs:610pg-TEQ/m³ 及び PCB:0.36mg/m³、DXNs:2400pg-TEQ/m³) は図から除いている

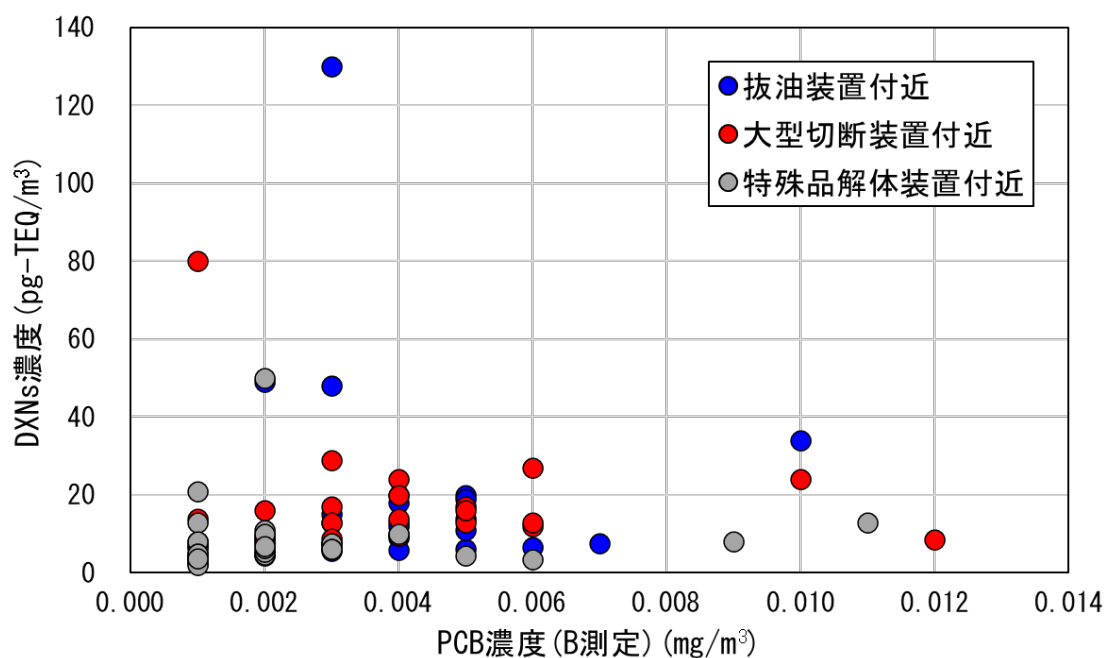


図 3-19 北海道事業所大型／車載変圧器解体エリアの PCB と DXNs の相関図

相関係数 抜油装置付近 0.02、大型切断装置付近 -0.01、特殊品解体装置付近 0.06

図 3-15 から図 3-19 に示すように、北海道事業所を除くと PCB と DXNs の作業環境濃度には相関関係があるものの、相関係数 0.7 以上の強い相関関係が認められた作業場は限定的であり、両者の濃度関係にはばらつきがある。

また、参考として、特化則に基づく作業環境測定測定義務が適用されない豊田事業所のコンデンサー解体エリアにおける相関を図 3-20 に示すが、同様にその相関関係にはばらつきがある。

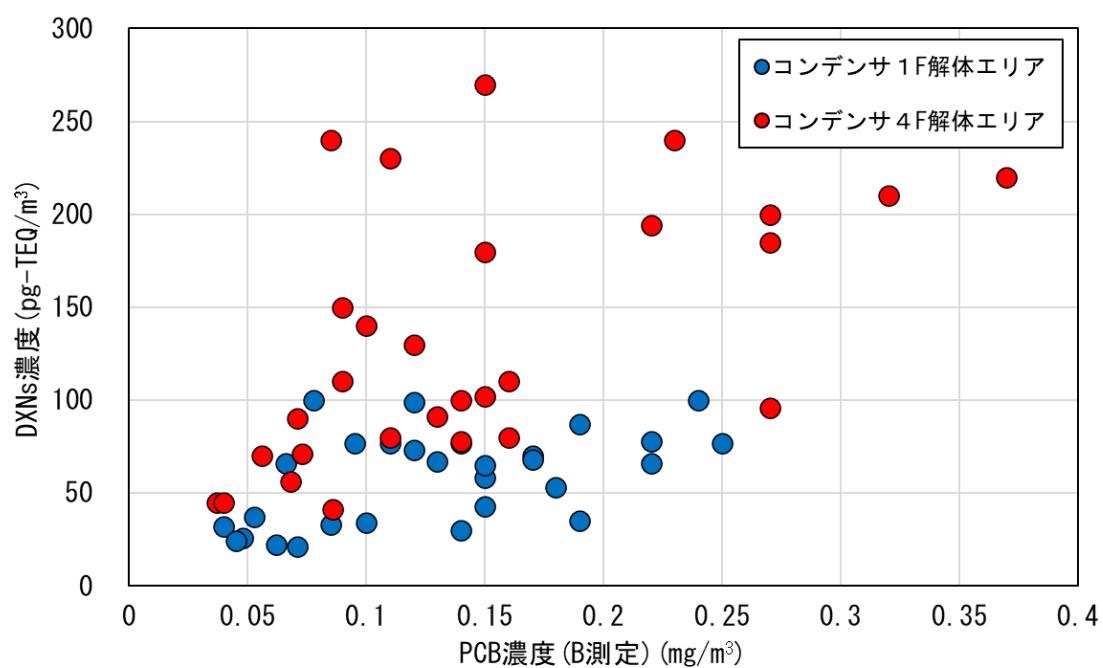


図 3-20 豊田事業所コンデンサー解体エリアの PCB と DXNs の相関図
 相関係数 コンデンサー解体エリア 1F 0.51、コンデンサー解体エリア 4F 0.56

3-1-2. 作業従事者の血中の PCB と DXNs の関係

2. の過去に血中 PCB 濃度が 25ng/g-血液を超えた作業従事者について、DXNs の測定結果（測定結果がある分）を図 3-21 に示す。

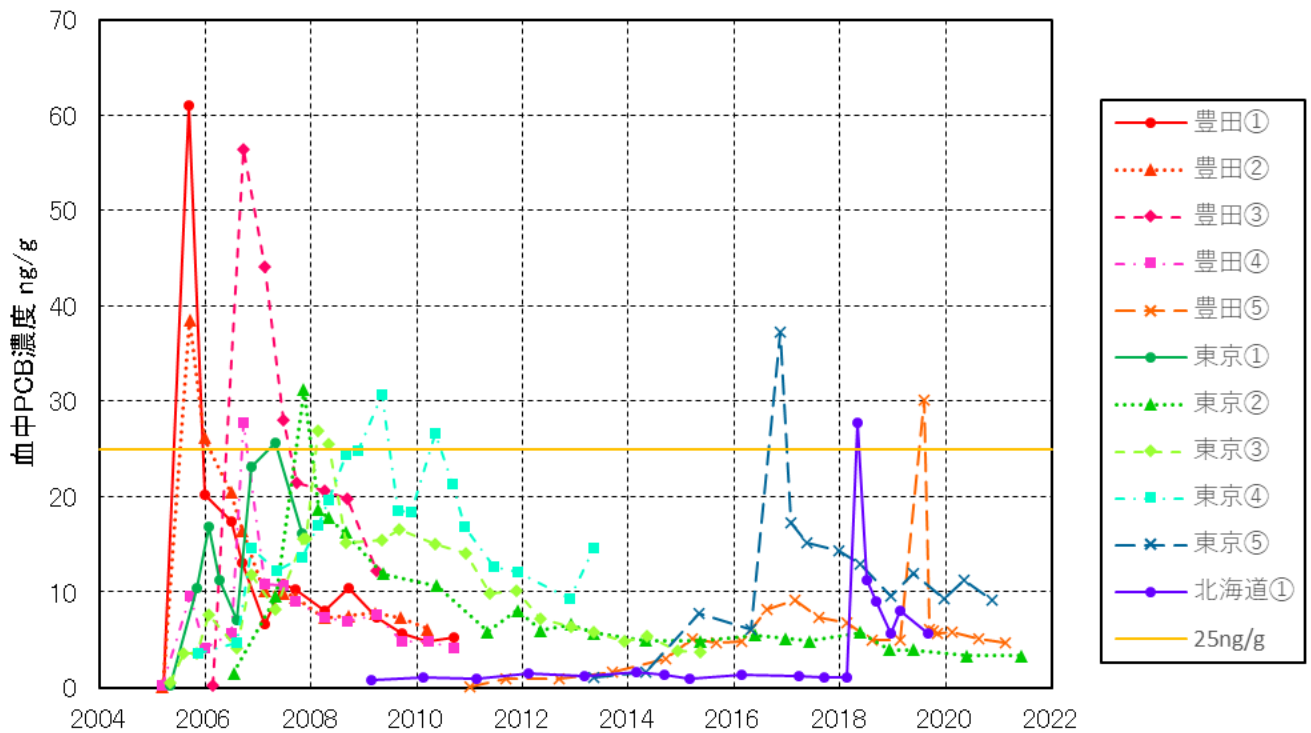


図 2-1 過去に血中 PCB 濃度が 25ng/g-血液を超えた作業従事者の血中 PCB 濃度の推移（再掲）

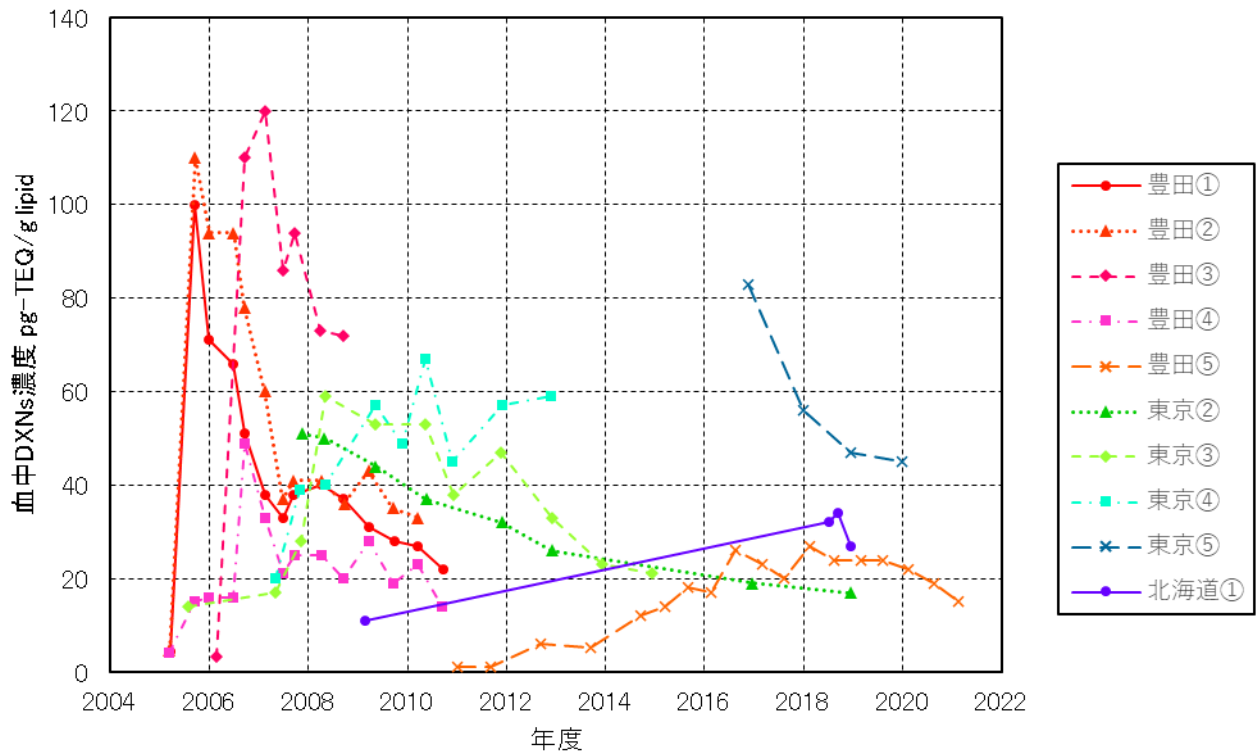
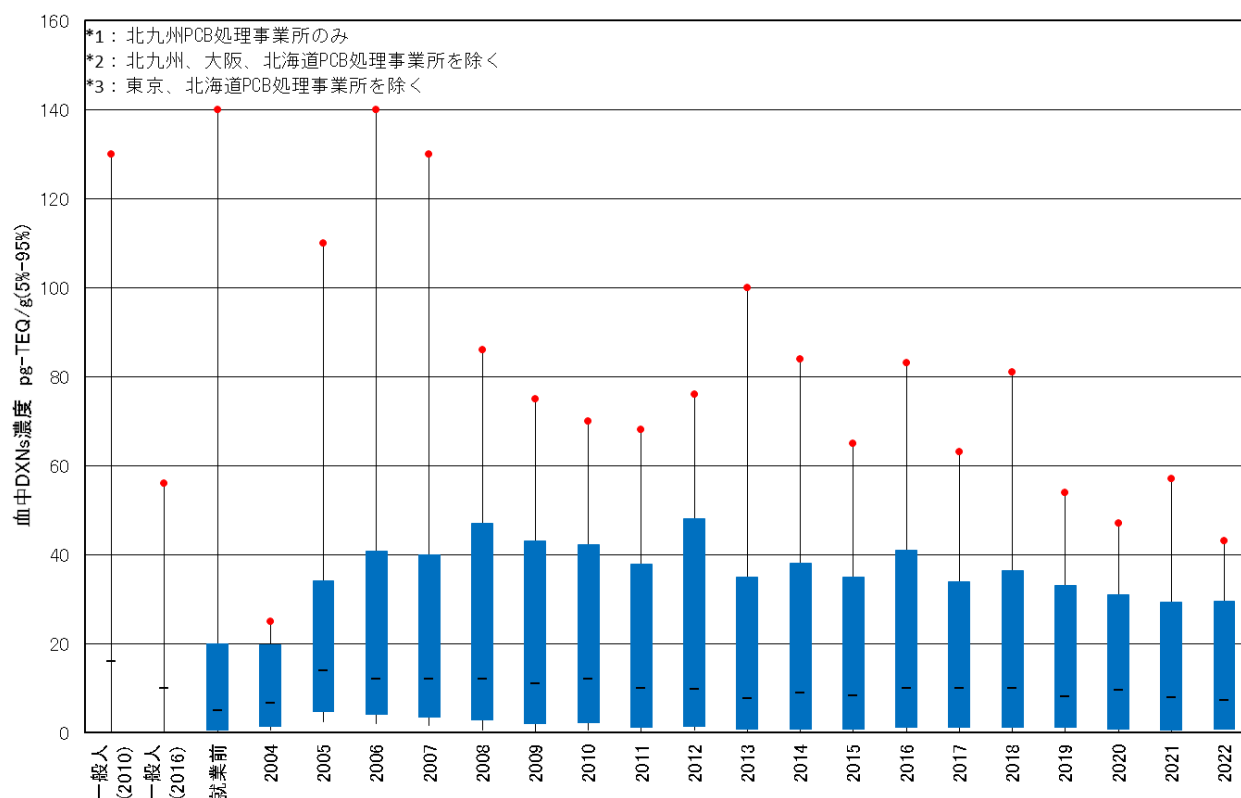


図 3-21 過去に血中 PCB 濃度が 25ng/g-血液を超えた作業従事者の血中 DXNs 濃度の推移

血中 PCB 濃度の低下に合わせて血中 DXNs 濃度も低下する傾向にあるが、DXNs 濃度は、PCB 濃度に比べ減少幅が小さい。これは、DXNs が代謝、排出されにくいことが背景にあると考えられるが、図 3-22 に示すとおり、JESCO での作業従事者の血中 DXNs 濃度は一般人と比べて特に高い状況にはなく、PCB 処理作業以外の DXNs 摂取要因も考慮する必要があると考えられる。



				*1	*2	*3																		
	2002～2010 一般人	2011～2016 一般人	就業前	2004 年度	2005 年度	2006 年度	2007 年度	2008 年度	2009 年度	2010 年度	2011 年度	2012 年度	2013 年度	2014 年度	2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度	2019 年度	2020 年度	2021 年度	2022年度 (上期)		
上95%値	－	－	20	20	34	41	40	47	43	42	38	48	35	38	35	41	34	36	33	31	29		30	
最大値	130	56	140	25	110	140	130	86	75	70	68	76	100	84	65	83	63	81	54	47	57		43	
最小値	0.10	0.39	0.02	0.57	2.4	2.1	1.7	0.57	0.16	0.58	0.07	0.59	0.03	0.06	0.11	0.15	0.18	0.10	0.11	0.08	0.14		0.68	
下5%値	－	－	0.55	1.4	4.8	4.2	3.5	2.8	2.0	2.2	1.2	1.3	0.87	0.85	0.78	1.3	1.2	1.2	1.2	0.7	0.61		0.8	
中央値	16	9.4	4.9	6.6	14	12	12	12	11	12	10	9.8	7.8	8.9	8.3	10	10	9.9	8.1	9.5	7.9		7.2	
N数	2264	490	942	22	59	126	229	320	388	353	352	353	414	379	380	251	225	238	225	199	166		45	

図 3-22 血中 DXNs 濃度の推移 (箱ひげ図)

就業前の血中 PCB と DXNs 濃度の測定結果がある作業従事者について、就業前と就業中最新（2021 年度に就業中の作業従事者は 2021 年度の、退職者は退職前直近のデータ）の PCB 濃度と DXNs 濃度の相関図を図 3-23 に示す。就業前より就業中（最新値）の方が相関は強い。

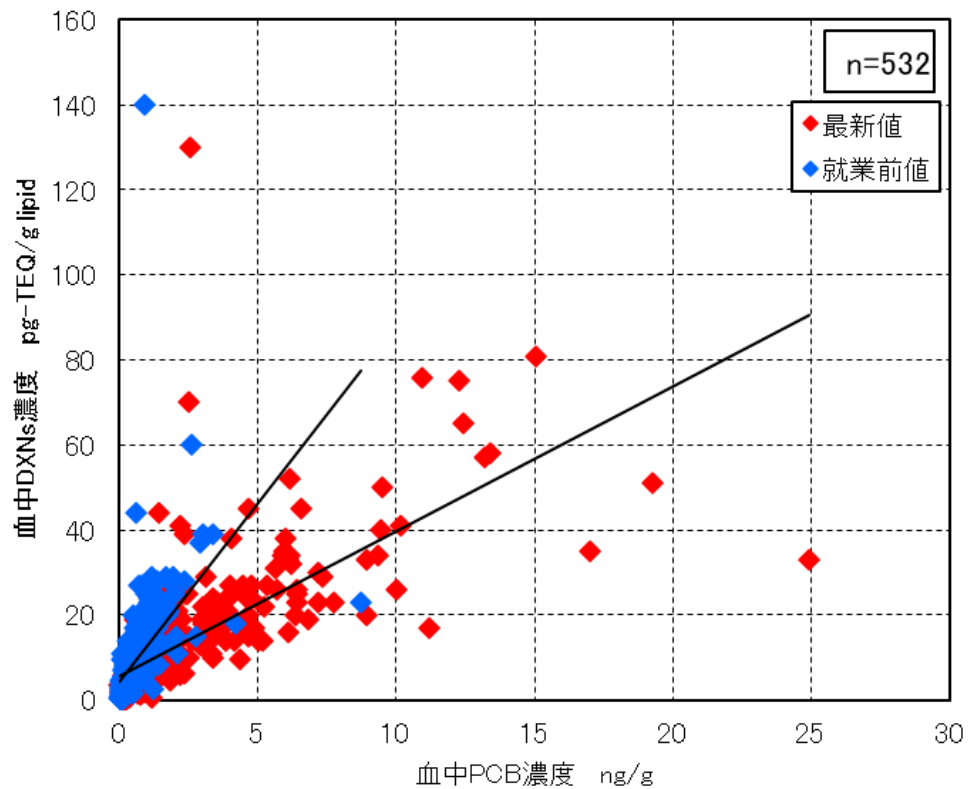


図 3-23 就業前と就業中最新値（2021 年度）の PCB 濃度と DXNs 濃度の相関図
（作業員 1 人につき、それぞれ 1 測定結果）

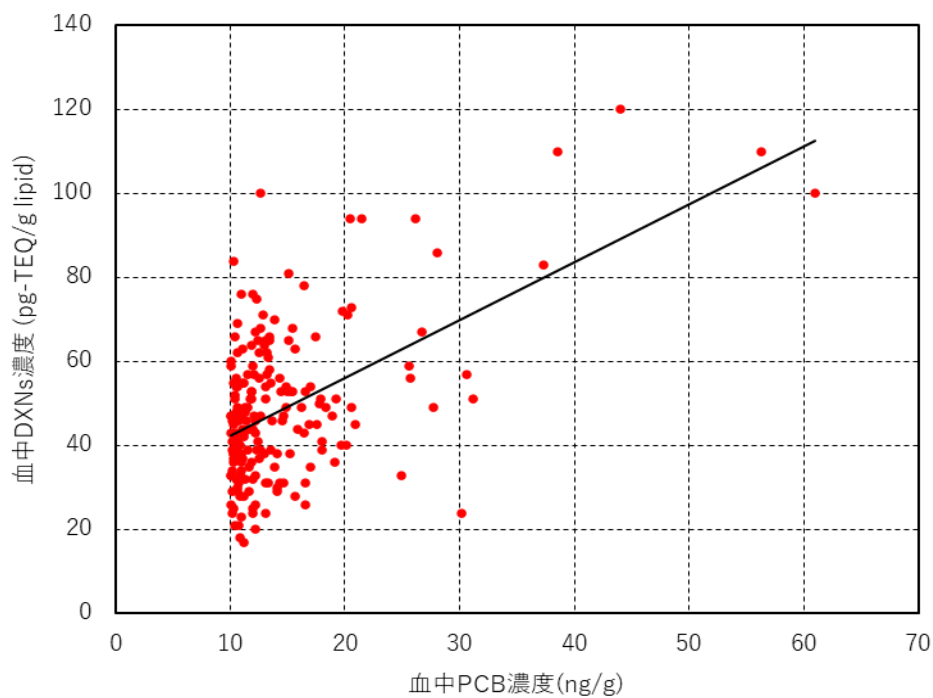


図 3-24 PCB 濃度 10ng/g-血液以上の測定結果の PCB 濃度と DXNs 濃度の相関図（相関係数 0.53）
（PCB 濃度 10ng/g-血液以上の全て測定結果であり、作業員 1 人で複数の測定結果が含まれる。）

PCB 濃度が高いと、DXNs 濃度も高い傾向にあるが、図 3-24 のとおり PCB 濃度を 10ng/g-血液以上のデータに絞ると DXNs 濃度にばらつきが大きく、相関係数は 0.53 に留まった。

3-2. 作業従事者の血中 PCB 同族体分布と対象物との関係

北九州事業所第 1 期施設で、2004 年度の試運転前後の血中 PCB 濃度測定結果を図 3-25 に示す。

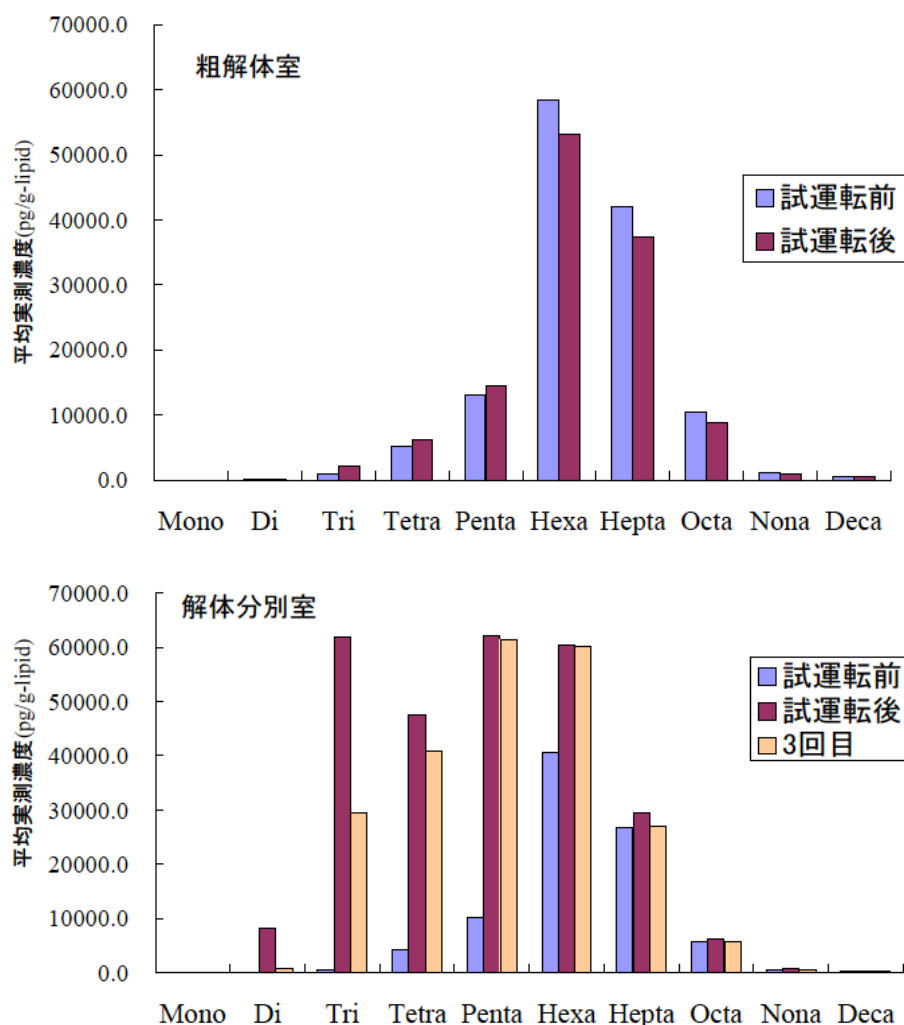


図 3-25 血中 PCB の平均濃度（粗解体室 n=8、解体分別室 n=7（3 回目は 2005 年 2 月））

※PCB209 法 1-10 塩素 PCB の全異性体測定による脂肪抽出、脂肪ベースの濃度数値

また、試運転期間中の作業環境中の PCB 同族体分布を図 3-26 に示す。

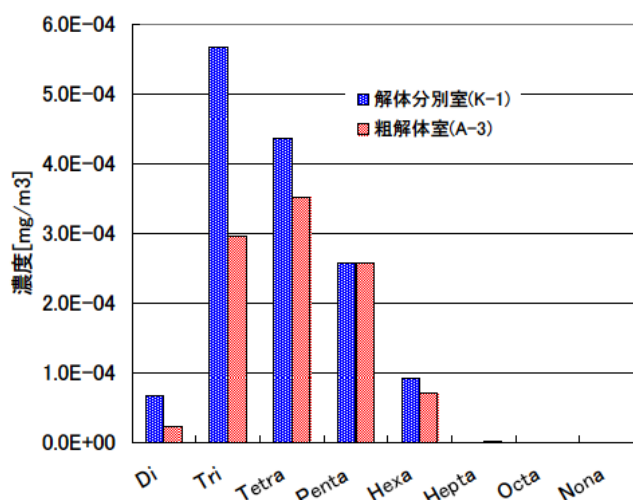


図 3-26 作業環境中の PCB 同族体分布 (9 月上旬～11 月上旬の間の 5 回の測定値の平均)

それぞれの室の作業を図 3-27 に示す。血中 PCB 濃度については、粗解体室の作業従事者は顕著な変化は見られなかったが、解体分別室の作業従事者は 3～5 塩化物を中心に濃度の上昇が認められた。

また、作業環境濃度においては、粗解体室と解体分別室を比較すると変圧器の解体作業を行う粗解体室では 5 塩化が占める割合が比較的高く、コンデンサーも含む解体分別室では 3 塩化が占める割合が比較的高くなった。これは変圧器及びコンデンサーで製造時に使用された絶縁油の種類に対応している。

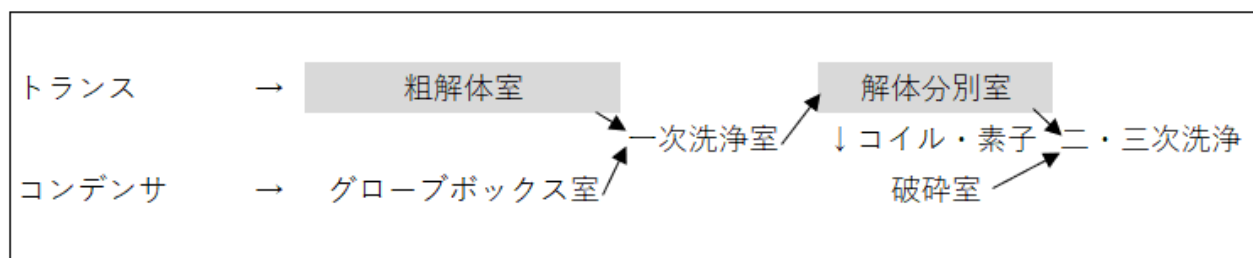


図 3-27 粗解体室、解体分別室周りの作業工程

4. 3 つの作業安全衛生に関する管理手法に関するまとめ

1. 2. で紹介した各取組について整理し、その取りまとめを行った。結果を以下に示す。

4-1. 作業環境管理

JESCO では、定期的に作業環境測定を実施し、作業環境の悪化が見られた場合は様々な作業環境対策を追加してきた。

事業所により作業環境が悪化した時期やその濃度には差があるが、操業開始直後と、その後処理量が増えたタイミングで作業環境が悪化した事業所がいくつかあった。

操業開始直後は、実際に PCB 廃棄物を処理し始めたタイミングで、特化則の対象エリアで PCB の作業環境濃度が管理濃度を超える作業エリアが出てくるとともに、通常作業では入室しない PCB が密閉化された作業場で点検作業等をした作業従事者の血中 PCB 濃度が上昇したことにより、各事業所のそれらの作業場で、追加で「作業場の室温の低下」、「囲い込み」、「局所排気」などの様々な作業環境対策を追加した（「1-1-3. 作業環境の改善」参照）。

その後、PCB 廃棄物処理量が増えたタイミングで特化則対象エリアの作業環境濃度が悪化した際には、床の一斉清掃や切紛等のこまめな清掃などの「清掃」を各事業所で実施した。

（1）作業場の室温の低下

PCB の作業環境濃度が高い領域では、室温を下げると PCB 濃度が下がることが明らかになっている（図 1-22）。各事業所で管理区域レベル 3 を中心に空調の改修を行い、室温を低下させ、作業環境の改善を図った。なお、室温の低下による弊害として、低温による作業従事者の体調維持や施設内の結露の課題が生じたため、これら課題との調整を図りながら室温の低下を図った。

（2）囲い込み及び局所排気の設置

囲い込みは大きく 2 つの方法がある。一つは密閉化であり、囲いを作りその外から作業をするなど作業従事者と PCB を隔離する手法である。設計段階で、遮蔽フード内での工程の自動化やグローブボックスでの作業とするなど、通常作業では作業従事者と PCB は極力隔離されており、通常の PCB 廃棄物の処理工程での良好な作業環境の維持、PCB への曝露防止という観点で非常に効果的であった。一方、自動化しているエリアでも点検作業等で作業従事者が入ることがあることから、作業環境悪化を防ぐための追加の囲いの設置や、外からでも装置の不具合の解消や点検作業が実施できるよう設備改善等を実施した。また、変圧器やコンデンサーの解体時の粉じん発生による作業環境の悪化も見られたことから、粉じん発生箇所への囲い設置による密閉化も実施した。

もう一つは作業従事者が PCB を開放状態で扱う場所に囲いを設置するものである。設計段階で、作業場ごとに管理区域レベルを設定し、負圧管理をすることにより、レベルの高いエリアから低いエリアには PCB が流れないように設計がされており、レベル 3 以外では大幅な作業環境の悪化は防げたが、レベル 3 内では作業環境の悪化が生じたため、レベル 3 の同一エリア内でも、変圧器の解体等 PCB を開放空間で扱い、PCB の発生源となる作業場所を狭く囲い、局所排気を行うことで作業場所及びエリア内全体の作業環境の悪化を防いだ。囲い込みを設置した作業場所には局所排気を設置し、囲い込みの中の PCB 濃度の低減を図った。

（3）清掃の徹底

上記のハード面の対策に加え、日常の 4S 活動や定期点検時の一斉の清掃と除染等を行った。床の一斉拭きに加え、解体時に発生する PCB が付着した切紛等の残材の清掃を実施した。作業環境中の PCB 濃

度が管理濃度を少し超過する程度の作業場では特に効果があり、清掃後は管理濃度を下回るなどの効果が見られた。

JESCO で実施した作業環境対策について、複数の対策を同時に実施しているため、個別の対策の効果を測ることは困難であるが、次のとおり評価できる。通常作業においては、PCB の発生源と作業従事者を隔離することが効果的であったと考えられる。PCB と作業従事者を隔離することが困難な作業においても、発生源を極力狭く囲うことで作業場全体の作業環境の悪化を防ぎ、局所排気を行うことにより、作業場所の作業環境の悪化も防ぐことができた。

通常作業時に作業従事者が入らず、点検時や装置の不具合時のみに作業従事者が入る遮蔽フードやグローブボックス内の作業場についても、時間や保護具といった作業管理面の対策に加え、入室時の作業環境を少しでも良好にするための囲いや局所排気の設置や、作業従事者が入室する頻度を減らすための装置の不具合時に外部から対処できる設備改善等の作業環境面での対策が重要であった。

また、PCB の蒸散を抑制するためには、作業場の室温を低く保つこと、及び清掃の励行も効果的であった。

4－2．作業管理

作業環境管理の対策と併せて、「作業時間の管理」、保護具の適正な着用も含めた「保護具の管理」など、作業管理面でも様々な対策を実施した。

作業従事者の血中 PCB 濃度が上昇した際には、上記対策に加え、「配置換え」も実施した。

(1) 作業時間の管理

点検等の際にしか作業従事者が入らない設計の作業場で、装置の不具合等で設計時の計画以上に長時間入室せざるを得ない状況が発生し、血中 PCB 濃度が上昇する事例が生じた。作業従事者の血中 PCB 濃度が上昇した際のヒアリングでは、通常の PCB 廃棄物処理工程の作業に比べ、作業時間の制限に対する意識が低い事例があった。作業従事者へのヒアリングから、作業の実態を把握し、設備改善、作業方法の変更等を実施し、入室頻度の低減を図った上で、作業時間の制限を徹底するとともに、各作業従事者の入退室記録を残すなど作業時間の管理を実施した。

(2) 保護具の管理

血中 PCB 濃度が上昇した際の原因調査で保護具の汚染が見られた。保護具をより高性能なものに変更するとともに、防護服、保護手袋、マスクの吸収缶等、保護具の交換頻度を上げた。また、マスク等継続的に使用する保護具についても定期的な除染や保管方法を定めるなどの対策を実施するとともに、保護具の適正な着用を徹底した。

(3) 作業従事者の配置換え

生物学的許容値を超過した作業従事者は、被液してしまったケースを除き、いずれも管理区域レベル 3 で作業した作業従事者であった。血中 PCB 濃度の上昇を確認後、他の管理区域レベルにおける PCB 曝

露が少ない作業に配置換えをして、PCB への曝露の低減を図った。生物学的許容値を超過していない作業従事者についても、急激に上昇した場合等には配置換えを行うことで、更なる上昇を抑えた。配置換え後の血中 PCB 濃度は少しずつ低下した。

作業安全衛生対策は、良好な作業環境が最重要ではあるが、PCB から隔離した作業が困難な場合もあることから、作業管理面での対策として、PCB に曝露する機会を減らすための作業時間の管理、保護具の適正な着用を徹底することが重要であった。また、保護具は清潔なものを使用する必要があり、交換頻度、除染方法及び保管方法を適切に定めることも重要であった。

また、保護具の管理及び適正な着用については、作業従事者一人一人の徹底が重要なため、保護具の着用テストなども含め定期的な安全衛生教育を実施する必要がある。

その上で血中 PCB 濃度が上昇した場合には、PCB への曝露が少ない作業に配置転換することにより、PCB への曝露の低減を図ることが有効である。

4－3．対策効果に関する考察

本報告書で紹介した作業環境管理対策や作業管理対策は、2004 年の北九州事業所の操業開始後、特に 2010 年頃までに実施した対策が多い。これら対策の効果を判断する参考として、図 1-36 で示した就業前と最新（退職者は退職時のデータ）の血中 PCB 濃度の比較を、2004 年以降の各事業所の操業開始から 2009 年まで（以下「2000 年代」という。）に就業開始した作業従事者と、それ以降の 2010 年から 2022 年（以下「2010 年代」という。）に就業開始した作業従事者に分けて、図 4-1 で整理した。

表 1-11 及び表 1-12 の度数分布の傾向とも一致するが、豊田事業所及び東京事業所において、特に 2000 年代に就業開始した作業従事者で最新の血中 PCB 濃度が高い傾向にあるが、2010 年代に就業開始した作業従事者を見ると、最新の血中 PCB 濃度の上昇幅が小さくなっている。

全体の傾向として、一度血中 PCB 濃度が上昇した場合において、就業前の水準まで低下することは少ないため、最新の血中 PCB 濃度が就業前に比べて高い傾向とはなるが、最新の血中 PCB 濃度の上昇幅が小さくなっていることを踏まえると、本報告書で紹介した様々な対策が作業従事者の血中 PCB 濃度の上昇抑制に効果があったと考えられる。

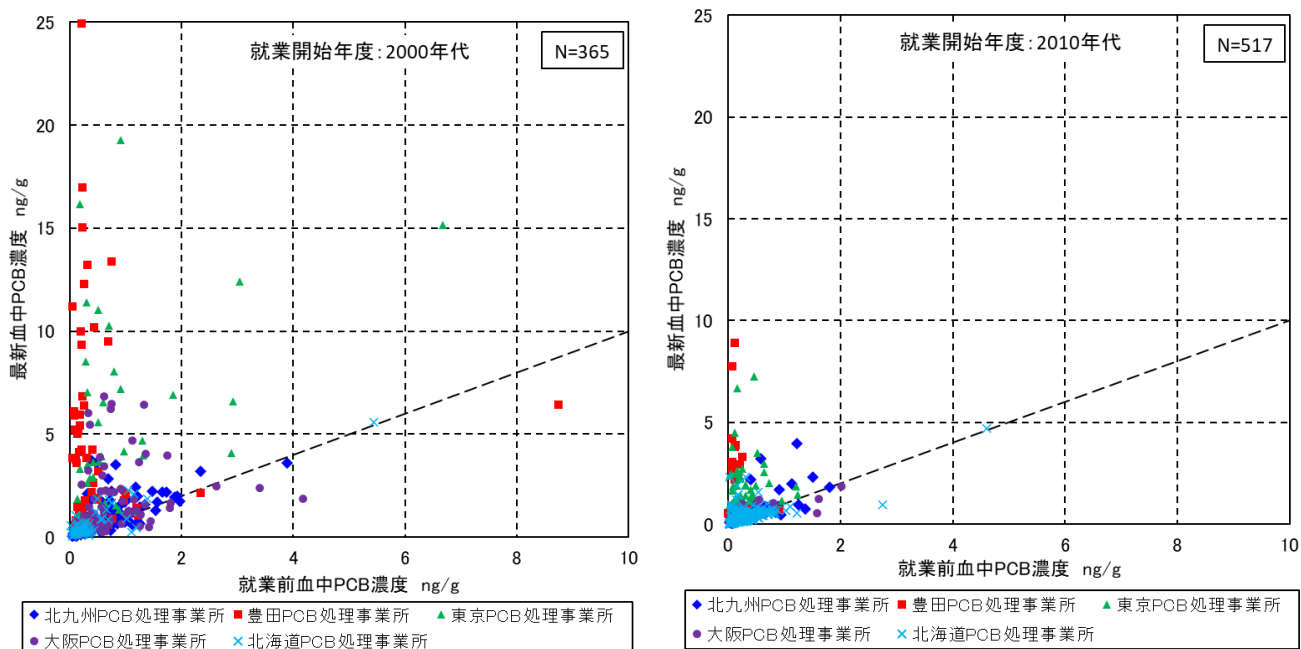


図 4-1 就業前・最新の血中 PCB 濃度の相関図

(左図：2000 年代に就業開始した作業従事者分、右図：2010 年代に就業開始した作業従事者分)

このような対策の効果については、図 1-35 で紹介した血中 PCB 濃度の推移において、全体的な血中 PCB 濃度が低下傾向にあることから読み取れる。

各作業従事者の血中 PCB 測定結果の最大値と 2022 年 10 月までの最新値（退職者は退職時のデータ）の比較を図 4-2 に示す。1-3. や 2. でも紹介したが、血中 PCB 濃度が上昇した場合においても、対策を実施し PCB への曝露を低減することにより血中 PCB 濃度が低下することがわかる。

生物学的許容値を超過した作業従事者の多くは、2. で紹介したとおりコンデンサー解体ラインの作業に従事（豊田①～⑤、東京①～④）しており、血中 PCB 濃度増加時の PCB の塩素数は主として 3～4 であった。こうした作業従事者に対して曝露量を減らすため配置換え等を行ったところ、血中 PCB 濃度は、低塩素数の PCB を中心に低下した。

PCB を塩素数別にみると、3～4 塩化の低塩素数の PCB は揮発しやすく人体に取り込まれやすいが残留性は高くないのではないかと考えられる。

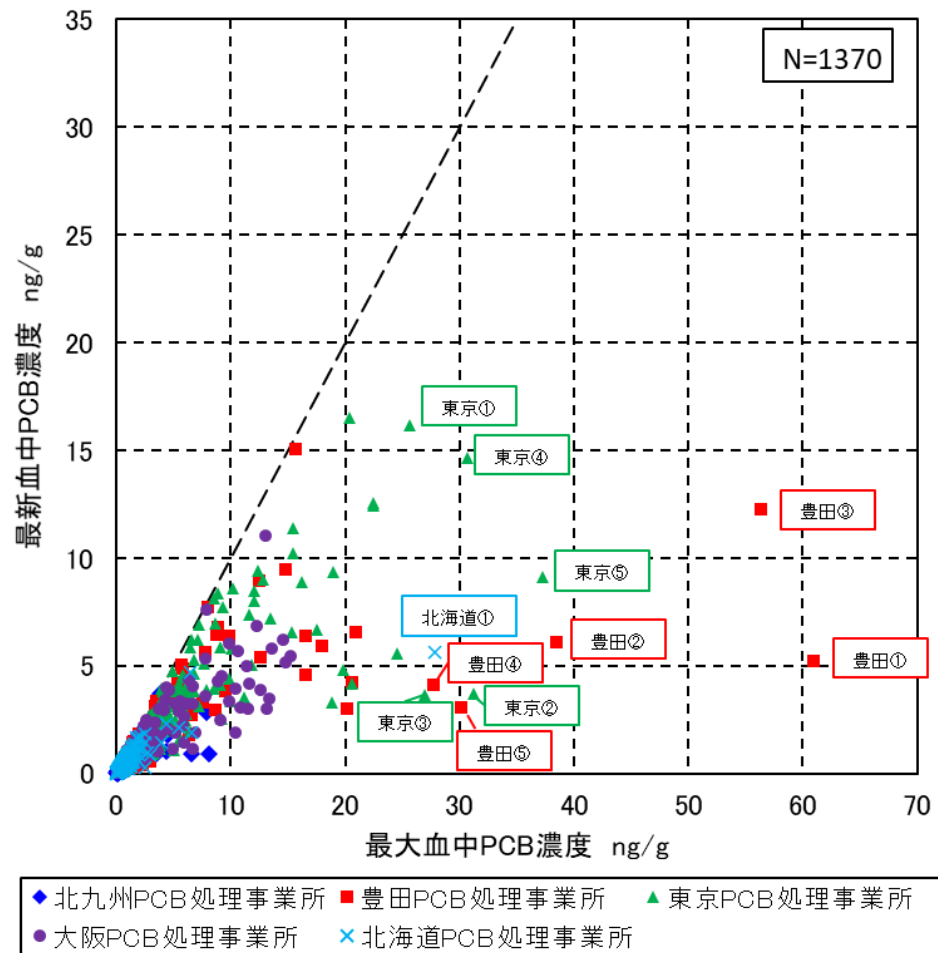


図 4-2 最大・最新の血中 PCB 濃度の相関図
(最大=最新のデータは除く)

5. おわりに

JESCO では、本報告書で紹介した対策を中心に PCB の発生源からの隔離や局所排気の設置等の様々な作業環境対策、作業時間の管理や保護具の着用等の様々な作業管理対策を実施するとともに、定期的な健康診断や血中 PCB 等の濃度測定等の健康管理を行ってきた。

作業安全衛生部会等に作業環境及び血中 PCB 濃度の結果並びに実施している作業環境対策及び作業管理対策を定期的に報告し、必要に応じて追加の調査や対策を実施してきた。

また、血中 PCB 濃度の上昇がみられた場合には産業医や作業安全衛生部会委員の意見も踏まえながら、原因の調査、追加対策に取り組み、継続的に血中濃度の推移を確認するなど、継続的な作業安全衛生対策を実施してきた。

こうした継続的な取組により、JESCO での PCB 廃棄物処理を開始した 2004 年以降、血中 PCB 濃度は全体的には低く抑えられてきたと考えられ、一時的な血中 PCB 濃度の上昇事例についても、対策により生物学的許容値である 25ng/g-血液を速やかに下回ることができ、また、PCB が原因と考えられる健康への悪影響も確認されていない。

本書で示した対応・対策等が今後の有害物の処理や今後 PCB 等の処理を徹底される国々にとって参考になれば幸甚である。