

- ・研究課題名＝廃棄物・リサイクル施設における安全・安心対応策に関する研究
- ・研究番号＝（K1906），（K2032）

・国庫補助金精算所要額（円）＝21,981,000 円

・研究機関（西暦）＝2007-2008

・研究代表者名＝永田 勝也（早稲田大学）

・共同研究者名＝小野田弘士（早稲田大学）、切川卓也（早稲田大学）

・研究目的＝

わが国をはじめ、世界各国で循環型社会の構築が求められている。そうしたなかで重要な役割を占める廃棄物処理・リサイクル関連施設（以下、静脈施設と呼ぶ）において、事故やトラブルが比較的高い頻度で発生している。厚生労働省の事故の死傷者の度数率をみると、全産業の中で廃棄物処理業が最も高く、平均に対して約4倍の発生確率となっている。これは処理対象である廃棄物の多様化やダイオキシンなど環境対策の高度化、さらにはより精緻なリサイクルへの要請を受け、静脈施設が高度かつ複雑化するとともに、それらに対応するために新しい技術が適用されること等が影響を与えていると考えられる。また、施設の高度化・複雑化や新技術の適用に伴い、これまで経験してきた施設の運転技術をそのまま活用すると不十分であり、静脈施設の運転員や管理者等に対する安全教育や操業技術教育等の立ち後れも事故発生の一因となっていると思われる。

さらに、施設の維持管理費の縮減や現場技術者の減少も進行しており、より効率的な運用が求められているが、個別施設ではICT（情報通信技術：Information communication technology）化の遅れ等によって安全の向上につながる情報が十分に活かされていない状況にある。また個別技術に関しても、対象物の多様化やリサイクル・環境対応の高度化等から新たなコア技術の開発が急速に進行しており、技術の適用に当たっても関連システムの実績を活かした安全対応の実現が求められている。

1990年以降数次に渡り、静脈施設におけるリスクマネジメントの重要性が指摘され、また大規模な火災・爆発事故が生じるたびに、その防止に向けた原因究明がなされている。さらに、1998年と2007年には、静脈施設の事故事例の収集・分析もなされているが、事故等は一向に減少の傾向を見せていない。

そこで、本研究では過去に発生した事故・トラブルだけではなくヒヤリハット事例を整理するための独自の統一フォーマットを提案し、それを用いて事故・トラブル・ヒヤリハット事例データベース（以下、ATHDB：Accident & trouble, HIYARIHATTO database と呼ぶ）を構築する。また安全対応に関する専門技術者の知見を集約し、定量化した安全向上策データベース（以下、STDB：Safety techniques database と呼ぶ）も作成する。これらを活用して、個別施設での操業や適用技術の今後の設計の場面、さらには周辺住民等への情報公開において有効となる安全・安心対応の手法やシステムを開発し、静脈

施設の安全・安心対応策の向上を目指すことを目的とする。以下に、個別の研究項目の目的を記す。

- (1) 独自の統一フォーマットを作成し、多数の事故やトラブル、ヒヤリハット事例を集約した全国版の ATHDB-all を構築するとともにこれを分析する。
- (2) 専門技術者の安全向上策に関する知見を集約し、その効果を定量化して STDB を作成する。さらに上記の ATHDB-all と連携させた活用方法を検討し、その有効性を検証する。
- (3) 個別施設の安全に関わる操業情報を効率的に取得するために、ICT を活用した安全操業管理システムを開発する。さらに、ソフト面からの安全対応策として 3D-VR（仮想現実：Virtual reality）技術を活用した新たな運転員教育支援ツール APT（Accident prevention training tool）を開発する。
- (4) 潜在的なリスクの定量評価を目的とした安全設計評価手法である SAD（Safety design analysis with database）を開発する。
- (5) 周辺住民等の安心につながる情報共有手法として HPMAX を開発する。

加えて、これらを実施設へ試験的に適用させることによって、その有効性を検証し、実用化に向けた指針を得ることを目的とする。

・研究方法＝

(1)全国版の事故・トラブル・ヒヤリハットに関するデータベース（DB）の構築・拡充

- ・これまで全国の施設で経験された事故やトラブル事例だけではなくヒヤリハット事例を収集し、これを活用のし易さを考慮し作成した独自のフォーマットを用いて整理することで、全国版の ATHDB-all として構築する。
- ・この ATHDB-all を焼却発電施設全体の設備別の事故の発生状況や人身事故の被災部位の分析等、さまざまな視点から解析する。

(2)安全向上策に関するデータベースの構築

- ・費用便益効果の高い安全対応技術・方策の適用を図るため、安全向上策 DB を構築する。
- ・ATHDB-all と連携させたその活用方法を検討する。

(3)個別施設の操業情報の取得・整理とその活用方法の検討

- ・能率的な実施設の操業情報の取得を目指し、ICT（PDA や IC タグシステム等）を活用した安全操業情報取得システムを開発する。
- ・管理者や運転員等、レベルに応じた実施設での DB の活用方法を提案する。

(4)VR 技術を活用した運転員教育支援ツール APT の開発

- ・運転員への効果的な安全教育の実現に向け、3D-VR 技術を活用した運転員教育支援ツール APT を開発する。

(5)潜在的なリスクの定量評価を目的とした安全設計評価手法（SAD）の開発

- ・潜在的なリスクの定量評価を目的とした安全設計評価手法として SAD を開発する。SAD はリスクを確率論的な事故被害額として定義し、当該技術や施設の ATHDB を出発点とすることで、潜在リスクを定量的に算出し、安全対策の検討ができる手法である。
- ・普及のためのソフトウェアを開発する。

(6)情報公開のあり方に関する検討

- ・市民が求めている安心につながる情報の内容と提供・共有の方法を調査し、それらを反映させた情

報共有システムを構築する。

上記の提案する手法を豊島事業と OA 機器等のリサイクル施設 A に試験的に導入し、有効性を検証する。

・結果と考察＝

### 1. 全国版の事故・トラブル・ヒヤリハット事例 DB (AHTDB-all) の構築・拡充

日本廃棄物処理施設技術管理者協議会等、廃棄物処理業の団体では 1994 年から全国の静脈施設を対象にアンケート調査を行い、事故事例の共有を図っている。しかし、フォーマットが統一されていないこと、また収集した事例の分析はしているが、その後の活用まで配慮していないことなどの問題点がある。そこで、表 1 に示すように活用のし易さを考慮した独自のフォーマットを作成した。

表 1 ATHDB-all のフォーマット (事故・トラブル・ヒヤリハット事例に関する情報)

項目	事項数	項目	事項数	関連	項目	事項数	関連
発生日	★	事故の型	25	①	応急措置の内容	12	②
概要	◇	人身被害状況	7	①	現場対応の内容	5	②
運転状況	4	負傷者人数	4	①	現場対応の依頼日	★	-
人	6	被災部位	8	①	現場対応の実施日	★	-
作業内容	21	被災者	8	①	現場対応の依頼業者	★	-
工程	17	人身被害額	◇	-	現場対応に要した費用	◇	-
設備	18(9~15)	施設等に発生した事象	8	②	本格対応の内容	5	①②
装置・機器	150(5~13)	施設被害状況	4	②	本格対応の提案日	★	-
原因	42	施設被害額	◇	-	本格対応の実施日	★	-
		施設停止日数	10	②	本格対応の依頼業者	★	-
		施設停止被害額	◇	-	本格対応に要した費用	◇	-
		総被害額	◇	-			

※★および数値が記載されているものはブルダウンにより選択する。

※◇が記載されているものは実数を記載する。

※“設備”は施設種類により自動的に選択項目が絞られる。

※“装置・機器”は設備により自動的に選択項目が絞られる。

※事故の原因は最大で 4 つ入力する。

※関連は入力規則を示す。①と記載されているものは本格対応を必ず記載する。未記載の場合は表示が出る。同様に②と記載されているものは現場対応から本格対応に関する内容を記載する。これも未記載の場合は表示が出る。

これまで全国の施設で経験されている 3262 件の事故事例等を収集し、これを作成したフォーマットを用いて整理することで、ATHDB-all として構築した。この ATHDB-all について、処理方式や竣工年月、操業方式等の差違による分析を行った。また、事故多発施設を対象とした原因分析等も実施した。ここではその一例として、ある地域の施設規模の類似した施設群を対象に灰溶融炉の有無によるトラブル発生率を比較した結果を示す。施設の仕様を表 1 の通りであり、灰溶融炉持つグループを A、持たないグループを B とした。設備別のトラブル発生率を図 1 に示す。

表 1 灰溶融炉の有無による施設の分類

グループ	灰溶融炉	施設数	処理対象物	平均焼却処理規模 t/D	焼却炉数
A	あり	3	可燃ごみ	530 (300~700)	2
B	なし	4	可燃ごみ	510 (300~600)	2

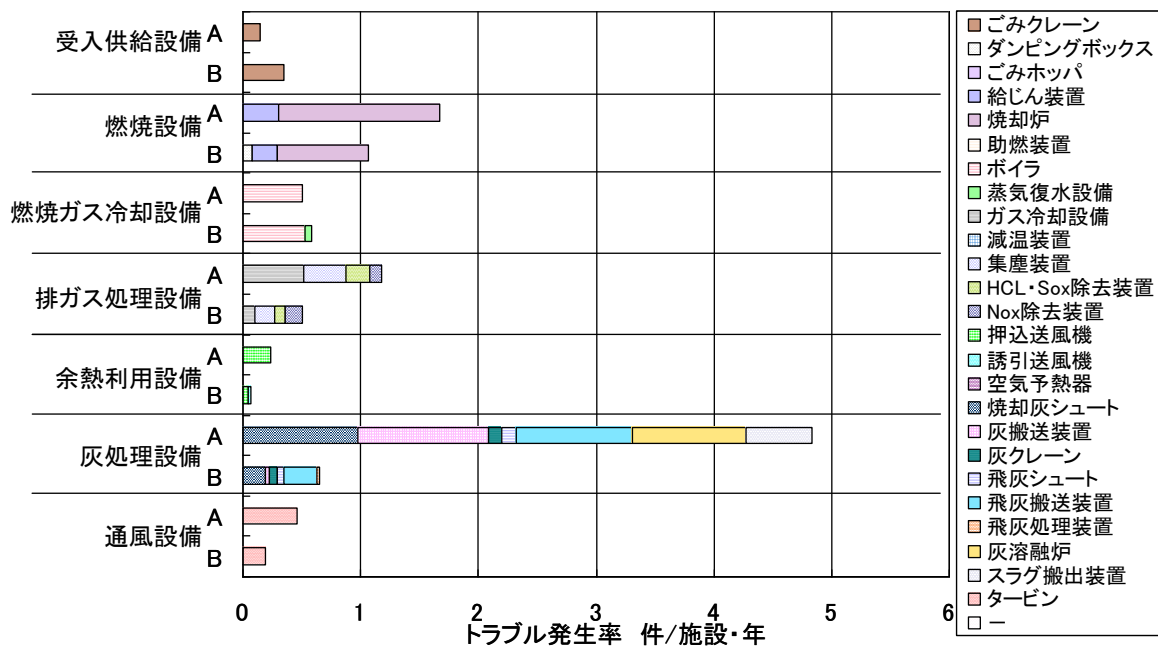


図1 灰溶融炉の有無の違いによるトラブル発生率

図より灰溶融炉を持つAグループのほうがBグループよりも高い確率でトラブルが発生している結果となっている。灰処理設備以外の設備ではあまり差が生じていないが、灰処理設備では約7倍の差となっている。これには灰溶融炉本体だけでなく、灰やスラグの搬送の系統の複雑化が影響を与えているものと推定される。

トラブルの未然防止のためには事例を蓄積し、これを解析していくことが重要である。さらにはメンテナンス情報や運転情報と関連付けた分析を行い、その結果に基づいた安全対応の検討を行っていくことも必要である。

## 2. 専門技術者の安全向上策に関する知見を集約した安全向上策データベース (STDB) の作成

安全向上策の効果的・効率的な導入を目指し、専門技術者へのヒアリング調査や関連団体等の文献調査によって、技術を独自のフォーマットで整理し安全向上策データベース (STDB: Safety technique database) を作成した。専門技術者が持つ知見を基に統計処理を行い、その結果を専門技術者にフィードバックすることでその有効性を検証し、これまで試みられてこなかった安全対策の導入による効果の定量化を図った。同時に、従来の棒グラフや円グラフ等による分析結果に加え、シナリオの概要も把握可能な提示方法としてATM (Accident tracing map) や施設が持つリスクの特徴を把握することが可能なリスクマップによる提示方法を提案した。本研究では潜在リスクを、事故が発生した際に被る人身被害額、施設被害額、施設停止に伴う逸失利益の合計金額と、年間1施設あたりに発生する事故の件数の積とすることにより、確率論的な被害額として定義し、定量化を図っている。

さらに、ATHDB-all と STDB を連携させることにより、B/Cの優れた安全対策の検討方法を提案した。操業体制や処理量、導入している安全向上策等も考慮に入れたリスクの詳細な分析を行った。その結果、操業体制では委託方式が最もリスクが低く、一部委託方式が最もリスクが高い結果となった。これは自治体とオペレーション会社との情報の連携が十分に取れていないことが原因であると考えられる。

### 3. 個別施設の安全操業情報の取得とその活用方法の提案

個別施設においては、そこで発生した事故やトラブル、ヒヤリハット事例を蓄積し、活用しやすい形態で保持しておくことが重要である。豊島廃棄物等処理事業の直島中間処理施設で運転引き継ぎノート1年分のデータを電子化し、分析したところ約2700件の事故・トラブル・ヒヤリハット事例を取得することができた。個別施設で安全に関わる操業情報を能率的に取得し、活用しやすいように電子媒体として蓄積していくためには、現場の技術者の協力が不可欠である。そこで、ここではPDA等のICTを活用した安全操業情報取得ツールを開発し、現場の技術者の作業負担を増すことなくヒヤリハット情報等を容易に取得できるようにした。開発コンセプトとその利用方法を図2に示す。

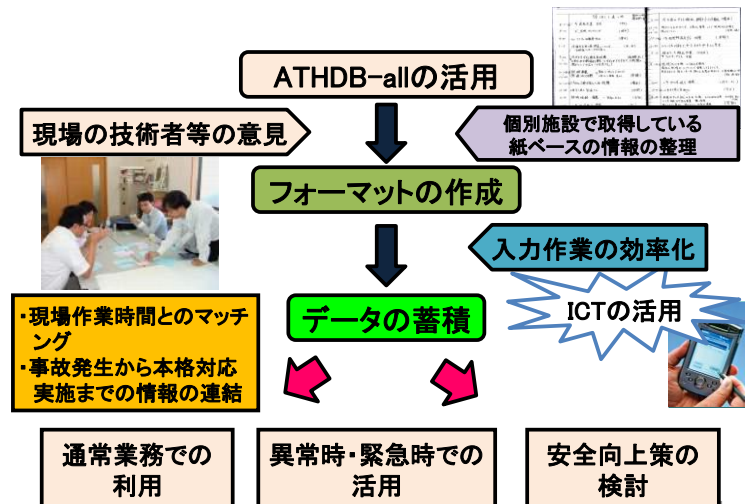


図2 情報取得ツールの開発コンセプトとその方法

開発した操業情報取得ツールを豊島事業だけではなく、OA機器等のリサイクルを行っている施設Aにも試験的に導入し、その有効性を検証した。施設Aでは定期的に開催していた安全管理委員会の議事録および運転員等への改善アンケート結果等を入手し、これらを整理することによって246件の事例を取得した。フォーマットに関しては、ATHDB-allをベースに施設関係者との打合せによりカスタマイズ化を行った。収集事例のなかでは事故が92件あり、破碎設備における破碎機の爆発事故や切断設備のゴロチンでの物損事故が発生している。これはリチウム電池や混入しているスプレー缶、ライター等が原因と推定されている。人身事故は主要設備において約20件発生している。これは重機による作業が多いことが要因となっている。

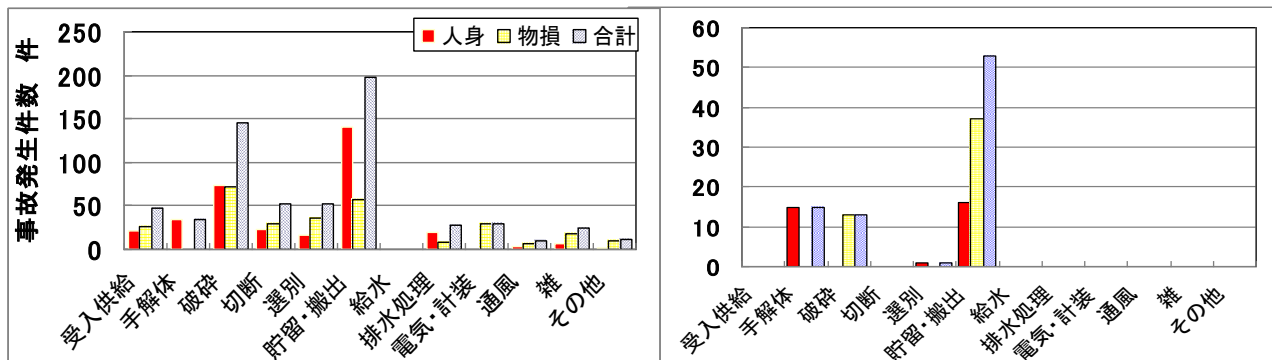
また、施設Aに対して試験的に導入したPDAによる情報取得ツール活用して、現場の技術者に体験あるいは発見したトラブルやヒヤリハット事例を入力してもらい、2008年4月～2009年2月の11カ月間にトラブル・ヒヤリハット事例を52件収集した。

ヒヤリハット事例は上記52件に、施設が取得していた情報100件を加え、152件を取得・整理することができたが、これらのほとんどは貯留・搬出設備と手解体設備において発生している。この傾向は人身事故事例と同じであり、ヒヤリハット事例を分析することによって人身事故の未然防止につながる可能性が高いことが示された。

操業情報取得ツールの導入により、これまで施設で実施していた安全管理委員会で報告されていなかった安全対応が必要な事例も収集できた。しかしながら、現場で発生しているヒヤリハット件数はもっ

と多いと考えられ、現場技術者への情報のフィードバックを積極的に行い、データの有効性を理解してもらった上でさらなる協力を得ていく必要がある。また、より入力が容易なようにツールの改良を行っていく必要もある（タブレットや音声入力も試験的には検討済み）。

施設 A では、全国版の ATHDB-all の類似設備の分析から対象施設で発生する可能性のある事例を整理し、これを施設で取得した事故・トラブル・ヒヤリハット情報と比較した。図 3 の (a) が ATHDB-all を活用したものであり、(b) が施設で取得した情報のみを分析した結果である。



(a)ATHDB-all の類似設備の分析結果を追加し、分析した場合

(b)個別施設で取得した情報のみを分析した場合

図 3 事故の発生状況（施設 A で取得した事例の分析）

貯留・搬出設備および破碎設備において事故が多発しており、これは個別施設で取得した結果と全国版の ATHDB-all を活用した場合で傾向が類似している。これより ATHDB-all から関連データを抽出する条件（共通設備や処理対象物等）を整理し、個別施設で取得した情報とあわせて分析することで、これまで当該施設で経験したことのない事故やトラブルも考慮した安全対応の検討が実施できる可能性が示唆される。今後、抽出条件の精査等に関する研究が必要である。

#### 4. 潜在的なリスクの定量評価を目的とした安全設計解析手法(SAD)の開発

当該技術や施設の ATHDB を出発点とした、定量的かつ客観的な評価手法として安全設計評価手法 (SAD) を開発した。ATHDB を参照して、人への影響に加え、装置や施設、工程などを評価対象として選定し、シナリオを決定する。DB を参照することで、各シナリオの事故被害状況や被害額、事故発生率が決定される。これらを用いて、現状のリスクを定量的・客観的に算出する。その後、同じく安全向上策 DB を参照して安全対策を選択し、リスクの低減効果を定量的に評価する。開発した SAD を実際に破碎・選別処理設備に適用し、その結果を通じて手法の高度化を図るとともに、普及を目指しソフトウェアを開発した。

対象とした破碎・選別処理施設の概要を表 1 に示す。ATHDB を出発点とし、SAD を用いて安全性の定量評価を実施した結果を図 4 に示す。これは事故被害額と事故発生率の関係によって、潜在リスクをマッピングしたものである。本研究では潜在リスクを上述したように確率論的な被害額として定義する。図 3 に示す曲線が等リスク線となる。

この施設で最も高いリスクは破碎機の爆発事故であり、約 7,500 万円/施設・年のリスクと算定される。これ以外にも合計で 312 件の事故シナリオが推定される。

表 1 安全配慮設計を行う施設の仕様

仕様	計画値
処理方式	(横型)破砕・選別処理
処理対象物	券売機、複写機等
稼働率	9h/D(年間250日)
処理能力	30 t/D
操業体制	直営

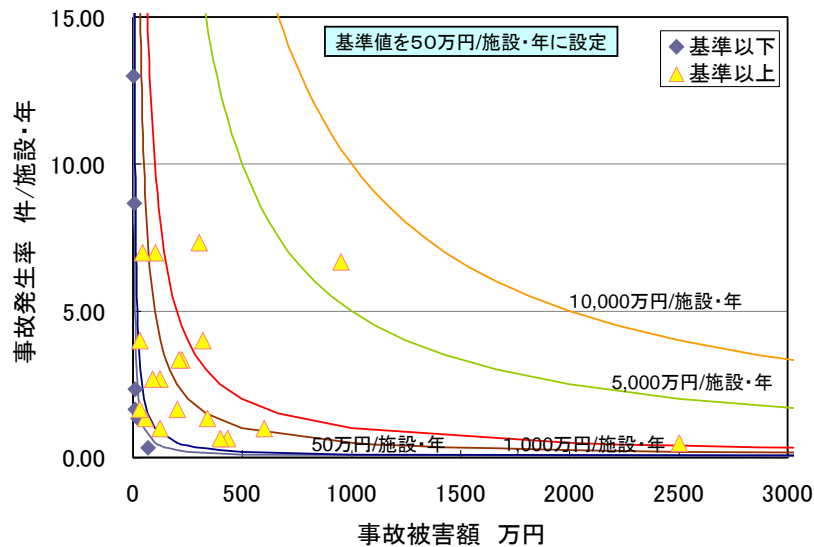


図 4 計画している破砕・選別技術のリスクマップ

これに対し専門技術者の知見を集約することによって構築した安全向上策 DB (STDB) を活用することで、表 2 に示すような安全向上策の導入を提案でき、これらを効率的に組み合わせて導入することによって、この施設の潜在リスクを 50 万円/施設・年以下に低下させ得ることを示した。

表 2 提案する安全向上策の一覧

No.	名称	効果				イニシャルコスト 万円
		人身被害の低減	施設被害の低減	施設の早期復旧	事故の発生抑制	
1	安全ネット	1	1	1	0.01	300
2	転倒防止装置	1	1	1	0.3	50
3	吸引装置	1	1	1	0.01	50
4	人用の安全ネット	1	1	1	0.01	100
5	シャフトカバー	1	1	1	0.9	10
6	破砕機室の壁の難燃性化	1	1	1	0.1	200
7	難燃性コンベヤ	1	0.5	1	0.5	50
8	炎感知センサー	1	1	1	0.05	100
9	消火設備	1	0.1	1	1	100
10	散水装置	1	0.8	0.8	1	100
11	酸素マスクの装備	0.01	1	1	0.05	200
12	動線分離	1	1	1	0.2	50
13	車両用の安全装置	0.1	0.2	1	1	100
14	人感センサー	0.1	0.1	1	0.1	150
15	専用の避雷針	1	1	1	0.001	20
合計						1,570

## 5. 3D-VR 技術を活用した運転員教育支援ツール（APT）の開発

施設の運転員等への効果的な安全教育の実施に向け、VR 技術を活用した運転員教育支援ツール APT（Accident prevention training tool）として、3D-CAD データを活用する APT-WEIVS と写真等から簡便に 3D コンテンツを作成可能な APT-SL を開発した。APT の個別施設への導入に向け、焼却発電施設、ガス化（熔融）発電施設、灰熔融施設、粗大ごみ処理施設を簡便に作成できるように、（社）全国都市清掃会議の設計要領書等を参照して施設の作成に必要な装置や機器を整理（合計 59 点）し、そのうちの約 7 割（42 点）をユニット化した。

破碎・切断・選別の実施設を対象として、ユニット活用の有無で 3D コンテンツの作成時間を比較すると、ユニットを活用した場合には約 1/300（30 時間→6 分）に短縮できることを確認した。さらに、基本機能と付加機能を整理し、APT で実現できる施設の教育内容を整理した。

また、施設 B を対象として、試験的に図 5 に示すような APT-SL を用いた安全教育用のコンテンツを作成した。選別工程や搬送工程等にアニメーションを用いて実際の動きを再現することによって、現場のリアリティを高めている。事故の発生率が高い事例やリスクが高い事例として、フォークリフトとの接触事故ならびに破碎機の爆発事故、荷下ろし作業中の処理対象の自動販売機の転倒事故を選定し、その防止のための安全教育プログラムを作成した。施設管理者や運転員等に体験してもらったところ、高い評価が得られた。

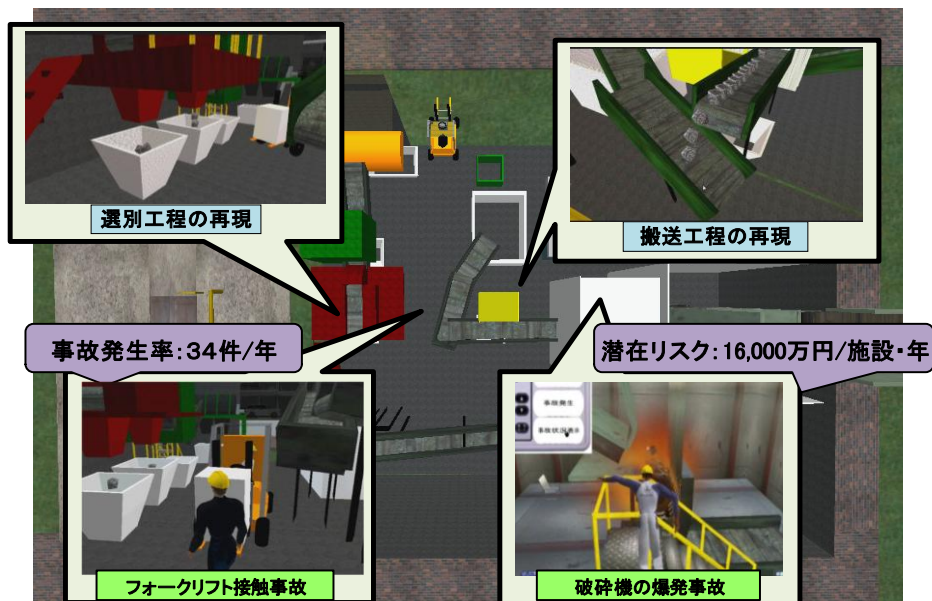


図 5 APT-SLによる安全教育プログラムの作成

さらに、周辺住民等への施設理解活動の促進を目指した APT の活用も試験的に実施した。対象は使用済み自動車のリサイクル施設 C である。廃車ガラの切断・破碎・分別処理工程を APT により作成し、周辺住民等の施設見学に利用した。見学者の評価もアンケート調査により得たが、処理工程を 3D アニメーションで見られることでわかりやすかったなど、総じて好評であった。

## 6. 施設の周辺住民等が安心して生活するために必要な情報の共有手法の構築

施設が実施している安全対応等をわかりやすい形式で積極的に公開する手法として、HPMAX を開発し



た。開発に当たり、日本の焼却発電施設（1648 施設）、粗大ゴミ処理施設（651 施設）および産業廃棄物処理施設として鉄リサイクル工業会の関東支部に所属している 115 社の HP 公開状況を調査した。その結果、その HP 保有率自体も低く（焼却発電施設は 23%、粗大ゴミ処理施設は 46%、産業廃棄物処理施設は 40%）、また事故トラブルなどについてはほとんど公開されていないことが判明した。

一方、ごみ焼却施設の周辺住民へ街頭ヒアリングを実施した結果、設備の安全装置や事故・苦情への対応など安全に関する情報の公開を望んでいることが判明した。そこで、一般廃棄物処理施設および産業廃棄物処理施設向けの HPAMX の項目とその提示方法を提案した。さらにその更新性を含めた管理のし易さを向上させるために、Word Press を用いた管理機能、さらに設備等のわかりやすい提示方法を検討し、Adobe Air による写真の公開や 3D バーチャル施設見学機能等を拡充した。

産業廃棄物処理施設向けの HPAMX を試験的に施設 D を対象に適用した結果、社長や HP 管理責任者をはじめ、従業員から高い評価が得られ、その有効性を確認した。また、豊島廃棄物等処理事業 HP の改良案も提案した。

#### ・結論＝

静脈施設における安全・安心システムの実現を目指し、全国版の ATHDB-all および STDB を構築した。さらに、個別施設の安全操業情報の効率的な取得を目指し、ICT を用いた情報取得ツールを開発するとともに、潜在的なリスクの定量評価を目的とした安全設計評価手法 SAD や VR 技術を活用した運転員教育支援ツール APT、安心につながる情報の積極的な公開を行う HPAMX を開発した。以下に結論を示す。

#### ①全国版の事故・トラブル・ヒヤリハット事例 DB（ATHDB-all）の構築

活用のし易さを考慮し作成した独自のフォーマットを用いて、施設や関連団体等へのヒアリング調査・文献調査等を通じて事例を収集・整理し、3262 件の事例を持つ ATHDB-all を構築した。さらに、処理方式や竣工年月、操業方式による分析や事故が多発している施設を対象としたトラブル発生状況の分析等を行った結果、灰溶融炉の導入により灰搬送系統が複雑化し、これが一因となってトラブルの発生率がそれを持たない施設に比べて約 7 倍になること等を示した。

#### ②専門技術者等の知見をベースにした安全向上策 DB の作成

安全向上策の効果的・効率的な導入を目指し、専門技術者が持つ知見を基に統計処理を行い、これまで試みられてこなかった安全対策の導入による効果の定量化を図るとともに、その結果を専門技術者にフィードバックすることでその有効性も検証した。これらを独自のフォーマットで整理し、安全向上策データベース（STDB：Safety technique database）を作成した。

#### ③上記 DB を組み合わせた潜在リスク表示手法と B/C の優れた安全対策の検討方法の提案

従来の棒グラフや円グラフ等による分析結果に加え、シナリオの概要も把握可能な提示方法として ATM（Accident tracing map）や施設が持つリスクの特長を把握することが可能なリスクマップによる提示方法を提案した。さらに、ATHDB-all と STDB を連携させることにより、B/C の優れた安全対策の検討方法を提案した。操業体制や処理量、導入している安全向上策等も考慮に入れたリスクの詳細な分析を行った結果、操業体制では委託方式が最もリスクが低く、一部委託方式が最もリスクが高い等が示

された。

#### ④網羅的に定量的かつ客観的な評価が可能な安全設計評価手法（SAD）の開発

当該技術や施設の ATHDB を出発点とする網羅的に定量的かつ客観的な評価が可能な安全設計評価手法（SAD）を開発した。破碎・選別処理施設を対象に SAD による安全配慮評価を行った。その結果、搬入物の転倒事故や重量物の搬送中における人身事故等、312 件の事故シナリオが推定された。50 万円/施設・年を基準として、安全向上策の検討を行い、人感センサーの設置や避難場所の確保、転倒防止装置の設置等を提案した。また、SAD の普及・実用化に向けたソフトウェア（プロトタイプ）を作成した。

#### ⑤ICT を活用した安全操業取得システムの開発

個別施設の安全操業情報の効率的な取得を目指し、事故・トラブル・ヒヤリハットの情報取得ツールの高度化を図るとともに、現場の技術者との打ち合わせを通じてフォーマットやツールをカスタマイズする方法を整理した。また、音声入力等の簡易入力ツールの導入可能性についても検討した。

実際に 2 施設を対象に試験的に改良した操業情報取得ツールを適用した結果、1 施設では現場の運転員からトラブルやヒヤリハット事例を 5 2 件収集できた。また、本ツールの導入により、これまで施設で報告されていなかった事例も収集可能であることを確認した。

OA 機器等のリサイクル施設 A で取得した事件事例を分析したところ、破碎設備における破碎機においてリチウム電池や混入しているスプレー缶、ライター等が原因と推定される爆発事故や切断設備のギロチンでの物損事故が多発していることや主要設備において人身事故が約 20 件発生していることが判明した。さらに、全国版の ATHDB-all の類似設備の分析から対象施設で発生する可能性のある事例を整理し、これを施設 A で取得した事故情報と比較したところ、その傾向に類似性が見られ、ATHDB-all から関連データを抽出する条件を整理し、個別施設で取得した情報とあわせて分析することで、これまで当該施設で経験したことのない事故やトラブルも考慮した安全対応の検討が実施できる可能性が示唆された。

#### ⑥3D-VR 技術を活用した運転員教育支援ツール（APT）の開発

運転員教育支援ツール（APT）として APT-WEIVS および APT-SL を開発し、個別施設への導入を目指した高度化を行った。アニメーションにより施設の現場感を表現できるように機能の整理を行うとともに、焼却発電施設や溶融処理施設、粗大ゴミ処理施設を簡便に作成できるように施設を構成する装置や機器をユニット化した。破碎・切断・選別の実施設を対象として、ユニット活用の有無で 3D コンテンツの作成時間を比較すると、約 1/3 0 0（約 6 分）に短縮できることを確認した。

また、試験的に施設 B において、リスクや発生率の高い破碎機の爆発事故やフォークリフトとの接触事故等の防止のための安全教育コンテンツを作成し、施設の監督者および現場の統括責任者から高い評価が得られた。施設 C では廃自動車ガラのリサイクル工程を APT-SL で作成し、処理工程の理解や施設見学の支援に利用できることを示した。

#### ⑦施設の周辺住民等が安心して生活するために必要な情報の共有手法の構築

日本の焼却発電施設（1648 施設）、粗大ゴミ処理施設（651 施設）および産業廃棄物処理施設として鉄

リサイクル工業会の関東支部に所属している 115 社の HP 公開状況を調査した。その結果、その HP 保有率が低く、また事故トラブルなどについてはほとんど公開されていないことが判明した。一方、ごみ焼却施設の周辺住民へ街頭ヒアリングを実施した結果、設備の安全装置や事故・苦情への対応など安全に関する情報の公開を望んでいることが判明した。

そこで、周辺住民等へ安心につながる情報を積極的にわかりやすい形で公開する HPMAX（一般廃棄物処理施設向け、産業廃棄物処理施設向け）の項目とその提示方法を提案した。さらにその更新や管理の簡易化を目指した機能等を追加した。

試験的に施設 D を対象に HPMAX を作成し、従業員に対してアンケート調査を行った結果、高い評価が得られた。

#### 英語概要

・研究課題名 = The study of the scheme improving safety and security in waste disposal and recycling system

・研究代表者名及び所属 = Katsuya NAGATA (WASEDA university)

・共同研究者名及び所属 = Hiroshi ONODA (WASEDA university)、Takuya KIRIKAWA (WASEDA university)

・要旨 (200 語以内) =

As industrial techniques were upgraded and the quality of garbage began to change, disposal facilities had to become increasingly more complex systems. It became more difficult to maintain good design and operation for disposal system. The number of accidents and other types of hazards were happening more frequently. The purpose of this study was to construct systems that will make disposal facilities safer by development method and system.

We constructed ATHDB-all that collected accident, trouble and HIYARIHATTO case happened in Japan by the original format. And STDB was constructed, that collected by investigation hearing to experts. To analyze ATHDB-all and STDB, we showed to construct database was important to improve safety. Using the information acquisition tool by Information communication technology, we collect individual facility's information and analyzed them. As the result, we proposed several safety techniques by STDB. On APT (Accident prevention training tool), making the device units for practical use were done. SAD applied to the crushing processing technology. HPMAX was developed, that share sound information.

Generally, it was shown to use them to improve safety by applying each technique and the system for the improvement of safety in the waste disposal facility to real facilities.

・キーワード (5 語以内) = safety and security , waste disposal and recycling system , database , risk assessment , training