

「危険物施設の長期使用に係る調査検討会」

(令和元年度第2回)【議事要旨】

1 開催日時

令和元年10月21日(月) 午後2時00分から午後4時00分まで

2 開催場所

東京都千代田区霞が関1-3-1

経済産業省別館 11階 1111共用会議室

3 出席者(敬称略 五十音順)

委員

伊藤 要、岡崎 慎司、小川 晶、亀井 浅道、川越 耕司、
北田 輝彦(代理 田下 益巳)、小森 一夫、佐々木 敏弥、辻 裕一、
土橋 律、中村 英之(代理 堀 晴行)、中本 敦也、西 晴樹、橋本 直也、
松井 晶範、松村 浩行、宮崎 昌之、山田 實(座長)、若倉 正英

オブザーバー

J S R株式会社 中島 陽荘、榎谷 昌隆

千代田化工建設株式会社 久郷 信俊、武吉 清美

4 配付資料

資料2-1 危険物取扱者の保安講習に係る調査検討会の進捗状況について(中間報告概要)

資料2-2-1 屋外貯蔵タンクの浮き屋根の安全対策に関するワーキンググループ(令和元年度第2回)【議事概要】

資料2-2-2 令和元年度「屋外貯蔵タンクの浮き屋根の安全対策に関するワーキンググループ」本日の検討事項

資料2-2-3 タンク開放時に実施する浮き屋根の点検(案)について

資料2-2-4 ポンツーン内、浮屋根上への油漏洩時の対応(石油連盟案)

資料2-3-1 化学プラントにおけるドローン活用【非公表】

資料2-3-2 3D保安高度化データプラットフォームとバーチャルプラント【非公表】

参考資料2-1 開催要項及び委員名簿

参考資料2-2 第1回検討会議事要旨

参考資料2-3 危険物取扱者の保安講習に係る調査検討会の進捗状況について(中間報告書)(一般財団法人全国危険物安全協会)

5 議事

議事概要については以下のとおり。

(1) 議事1 危険物取扱者の保安講習に係る検討について

資料2-1により松井委員（一般財団法人全国危険物安全協会）から説明が行われた。

質疑の概要は以下のとおり。

【委員】 モデル検証における聴取によると、受講生は事故事例に非常に関心が高いようであるが、それは事故そのものに関心があるのか、それとも事故対策に関心があるのか。

【松井委員】 同業の他事業所で起こった事故については、他人事でなく、類似の事故事例を知することは注意喚起ともなり、ありがたいという意見が多い。

【山田座長】 保安講習の中で、危険物施設における注意すべき点検箇所や腐食箇所といった物的要因（ハード面）における講習は想像に難くないが、忘却、怠慢、不注意といった人的要因（ソフト面）については、どのような講習であったのか。流出原因では物的要因が6割、人的要因は3割であるのに対し、火災原因ではその逆で、人的要因が6割、物的要因が3割で、流出事故と火災事故とではその主な要因が異なる。この違いを意識して、ソフト面について事故防止に関してどのような講習としていくべきか、非常に興味深いものである。

【松井委員】 例えば、ある講師は、「東日本大震災に伴う事故やその原因（ほんの小さなケアレスミスが地震による流出事故につながった、マニュアル等で定めた事項を遵守していれば事故が防げた）」について、またある講師は、「高速道路上でのタンクローリー横転火災事故の概要やその原因（過積載、カーブ等の道路状況、慎重さの欠如といった人的なミスによることが大きい）」について、というように自身の経験を基にソフト面における事故防止の講習を行っている。

【山田座長】 事故事例等の情報については、講師間における共通認識として扱われているのか。

【松井委員】 保安講習で使用するテキストの中に、事故の年表を記載している。講師から事故についての情報提供を求められれば、各消防本部及び消防庁に対して資料提供を求めるなどの協力はできるが、事故を発生させた個人や会社が特定されるような事案は、提供していただけない場合が多い。講師は消防OBが多いので、独自のルートで資料収集している方もいるが、準備できない講師が多いのが実情である。

【委員】 グループ討議は受講者自身に考えさせるもので、その講習効果は高い。しかし、その効果は、司会者等の進行役の技量に大きく左右する。効果的なグループ討議に向けた準備について伺いたい。

【松井委員】 今回、講師、受講者双方にとって初めての試みのため、冒頭、グループ討議の概要（全体イメージ、手順）について説明した。この講習会は、コンビナート関係者が多く、また、互いに顔なじみも多いという理由からグループ討議に適當であると判断し、実施した。

今回は約10のグループに分け、短い時間の中、意見を取りまとめ、注意点、留意事項を絞り出していた。

【委員】 講師から消防本部に対し、事故事例や配管の腐食写真等の実画像について提供を求められることも多いが、消防が所有する事故事例や画像等は秘匿事項のことも多く、第三者への提供は難しい。講習で紹介する事例や画像の提供については、関係団体を通じ、加盟事業所等からの協力を促してほしい。

【事務局】 これについては、テキスト等に反映できるよう、現在も取り組みを進めているところである。画像等の充実により講義にある程度の統一性を持たせることもできる。また、より講習効果が高いものとなるよう、事故事例や画像の活用を通じた効果的な講習方法について引き続き検討していく。

【委員】 受講者は事故事例に非常に関心が高いようなので、事故当事者（事業者側）の経験談などを聴講できる機会があれば、より講習効果が高くなるのではないかと考える。

【松井委員】 限られた法定講習の中で、その機会を設けるのは難しい。法定講習では学ぶべき項目が多岐にわたっているため、他の法定講習を圧迫するおそれがある。法定講習とは別の任意の機会が望ましいと考える。

【委員】 グループ討議の中で、事故当事者の経験談を交えると非常に効果が高いのでは。

【松井委員】 講習会は時間的制約の中、多数回実施され、全ての講習会で同内容の講習ができるとも限らず、講習の均一性を保てないおそれがある。また講師の負担の面からも難しい。法定講習のカリキュラムに含めるのではなく、危険物安全週間や火災予防運動の機会を活用し、各消防本部の啓発事業の中で行っていくことが適當であると考える。

【山田座長】 高圧ガス関係では、事故当事者中心の講習会を開き、半日の事例紹介を行っている。大勢の受講者も集まり非常に参考になり、講習効果も高い。しかし、これは年に2回（東京・大阪で各1回）の開催であり、何十回も開催される保安講習とは異なる。多数回行われる講習の中では現実的に難しいのではないかと考える。

【事務局】 保安講習では、属性も近く限定的な集団が対象のものとそれぞれ異なっている集団が対象のものと様々である。全ての対象について一様に適したものとするのは困難と考える。

一方、これまでの講習会のような、全国一様の共通した内容の講習となると、自

分とは関係ない話ばかり聞くというような、講習効果の少ないものになるおそれもある。このバランスをどうとっていくかが、非常に悩みどころでもある。テキストに関してワーキング的に別検討会で行っている中では、全体の共通テキストとしては、ある程度限られた紙面の中で危険物施設全般に係る共通事項として役立つ情報を、なるべく多く掲載していく方向で議論している。また、一つの補完的な方法として、関係団体、事業者団体において開催されている様々な講習会（より専門的なセミナーや講演会等の事故に関する情報共有の仕組み）を活用していく方策も考えられる。法定講習の中で、これらの専門的な講習を紹介するなどして、総合的な危険物保安を実現できる仕組みとなるよう工夫していきたい。

【山田座長】 可能な限り効果的な保安講習となるよう取り組んでいただきたい。引き続き、次回検討会での報告をお願いします。

(2) 議事2 屋外貯蔵タンクの浮き屋根における漏えい事故を踏まえた安全対策に係る検討について

資料2-2-1、資料2-2-2、資料2-2-3及び資料2-2-4により事務局から説明が行われた。

【山田座長】 今後も大型台風による被害のおそれは十分あり、また、海外では強風によるタンクの損壊事例も多数報告されている。今後とも注意を要する事項であり、具体的にガイドラインとして取りまとめるべきである。

(3) 議事3 高経年化した設備・機器等の効果的な予防保全に係る新技術の動向について
資料2-3-1（非公表）によりJ S R株式会社から自社の取り組み事例が紹介された。
内容及び質疑の概要は以下のとおり。

【事務局】 高経年化した設備・機器等の効果的な予防保全に係る新技術については、来年度の事業者向け新技術ガイドブックの作成に向け、その動向をフォローしているところである。

今回、プラントにおけるドローンの活用について積極的に取り組んでいるJ S R株式会社と、3Dプラントモデル化やバーチャルプラントの技術を活用している千代田化工建設株式会社における、当該新技術について紹介していただく。

【J S R】 石化系プラントにおけるドローンの活用について、J S R鹿島工場における取り組みを紹介する。

広大な化学プラントの管理にデジタル技術を活用し、中でもドローンを設備点検や運転パトロールに応用し、情報収集能力を飛躍的に向上させ、履歴管理、機械学

習といった自動判定システムを構築し、保安力の向上、作業負荷を軽減させ、運転・保安のスマート化を図りたい。ドローンの活用については、現時点では、インフラ設備の点検での使用に限っているが、将来的にはプラントの点検にも展開し、段階的な実用化を目指す。

2016年から試行を始め、当初は、事例もなく安全性の証明に苦勞した。ロープ有りの飛行から始め、2017年にはロープなし飛行を行い、安全に飛行する技術の検討や、非危険物施設を中心に飛行試験を重ねた。2018年からは非危険設備において腐食設備の画像解析に注力し2019年まで継続する予定である。2020年以降、無人飛行で稼働施設を点検できるよう取り組む。

課題と取り組みについては、「安全飛行ストレステスト」「安全指針」「技術調査活用ビジョン」「写真撮影腐食診断」の4点が上げられる。

ドローン活用の効果としては、保全員の負担軽減と従来では目視点検ができないような箇所の点検が期待でき、また、足場を組む必要がないため足場費用の軽減及び高所作業がなくなることによる安全性の向上も見込める。

現在、高圧ガスや危険物施設の近くでのドローンの飛行は認めてられていないため、現状では、危険物施設の上空に入らない範囲で、非危険区域や防災道路上などから飛行し、危険物施設の範囲外からの確認、あるいは危険物の取扱いのない非危険物施設の確認・点検を実施している段階である。

ドローン実用化に当たり、これまで様々な試験により安全性の検証を行ってきた。落下衝撃試験では、高所からドローンを落下させ、自由落下した場合に鉄板が受ける損傷状況を確認した。5.5メートルからの落下試験では、ドローンの衝撃を受けた鉄板は、塗装が剥がれ、0.1ミリメートル未満のへこみができた。鉄板として激しい損傷や突き破るということはなく、衝突の仕方や他の様々な条件も考慮した上でも、ドローンの墜落がすなわち大災害につながる可能性は低いという検証結果を得た。以後、安全性のデータを積み増ししている状況である。

ドローン撮影画像の保全への活用という取り組みについては、従来の点検（外面腐食）では、人による目視点検で外面腐食を判定し、判定結果を基に図面に落とし込む作業を人がマニュアルで行っている。人によるマニュアル作業をドローンに置き換え、ドローンで撮影、腐食判定、画像解析及び電子データとして取り込むまでの一連の作業を自動的に行うシステムの構築に、今、まさに取り組んでいる状況である。めどが立っている部分もあるが、様々な課題もあり、現在、ドローンによる画像設備点検の技術確立に向け検証している段階である。

非危険区域に当たるフレアの点検では、フレアの燃焼中は危険なため人による点

検は不可能で点検できる機会も非常に限られるが、ドローンによる点検では、定修前のフレアの状態、燃焼状態、支柱のさび及び腐食状態についても事前に確認できた。

パイプラック部については、サポートと配管の接触部に水がたまりやすく、腐食が発生しやすい部分である。これまでは下方からの点検となっていたが、角度的に、確認できない部分もあった。ドローンによる点検では、これまでとは異なる上方からも確認ができ、視認上も設備点検における有効性が実証できた。

大規模な防災訓練でも活用し、地元消防本部と連携し、上空からの放水状態等消防活動の記録にも活用した。

移動だけでも数時間かかるような蒸留塔の点検では、状況的に他のP o Cとは異なるが、危険物施設の定修による稼働停止中で、危険物が無い状態の中で飛行し、設備の保温状態やバルブ関係のさびの度合いを確認・点検した。

今後の目標としては、ドローンのさらなる安全対策は当然のこと、2019年3月「プラントにおけるドローンの安全な運用方法に関するガイドライン」及び2019年4月「プラント内における危険区域の精緻な設定方法に関するガイドライン」で示されている、ドローンの運用及びプラント内における非防爆機器の安全な使用に関する指針を踏まえ、プラント施設内の危険区域・非危険区域を厳密に判別し、プラント内におけるドローンの使用範囲を広げ、ドローンの有効性をさらに検証・確認し、ドローンのさらなる安全対策の充実とプラント内における活用範囲の拡大を目指していく。

【委員】 ドローンの飛行テストに鹿島工場を選定した理由について伺いたい。

【J S R】 鹿島は風も強く外洋に面し塩害による腐食も多く、施設の保全費・維持費が非常に高い。様々な課題が顕著で喫緊に対応が必要であることから鹿島から始めた。

【委員】 ドローンの飛行に制限が出るような強い風について伺いたい。

【J S R】 当社では、風速6メートル毎秒以上の環境でドローンを飛行させていない。このため一年間の内、ドローンが飛行できる日数は少ないものの、今のところは、毎日飛行させる計画でもないため、日を選んで、計画の中で運用している。

【J S R】 補足すると、現在のドローンは自動制御が優れており、風に対する影響には非常に強く、安定して自立バランスをとることができる。風速6メートル毎秒程度の環境では自立バランスをとって安定し飛行している。実際、10メートル毎秒程の瞬間的な強風を除いては、非常に安定している。

【委員】 今回の飛行試験で使用したドローンの大きさや重さについて伺いたい。また、今後、より小型化させていく計画はあるのか。

【J S R】 落下試験時に使用したドローンは、重さ約8キロで比較的大きなものである。これまで、3から5種類ほどのドローンを使い飛行試験を行ってきた。大きなものから小さなものまで様々である。大きなものほど風に対しては安定し、小さなものは落ちたときの衝撃が小さい。これらのバランスを考慮し、状況に合わせた最適なものを使用してきた。最終的にどの大きさが適しているかまでは絞りきれていない。

【委員】 どの程度の狭い空間まで飛行できるのか。

【J S R】 ドローンは、衝突防止機能も備えており、GPSによる位置情報がなくとも設備・障害物との距離を測ってある程度飛ぶことができる。かなり狭いところでも飛行可能と予想しているが、現在のところ、道路上など危険物施設の中に入らない範囲での運用のため、詳細は不明である。

【委員】 カメラに防炎性、耐熱性などの性能を付加することは可能か。

【J S R】 可能と思われる。飛行試験においてもカメラを何種類か載せ替え実施した。可視光カメラや赤外線カメラなど様々なカメラの種類の中から選定作業を進めている。カメラの技術進歩は非常に早く、仕様決定後もすぐに変わるリスクが考えられるため、柔軟に判断したい。

【山田座長】 このドローン技術は、1つには、スクリーニングという位置づけで実施していると考えられるが、そのスクリーニングによって、腐食の可能性のある箇所を発見した後のフォローが必要と考える。この実績について伺いたい。

【J S R】 非常に難しい、答えにくい質問であるが、現段階では、人による検査をドローンに置きかえるという結論にまでは至っていない。今後、ドローンによる確認を人による検査と代替する技術としていくのか、あるいは、人による検査を補完する技術としていくのか、これから検討し判断していく。

【委員】 落下試験において、対象物（鉄板）に致命的な損傷は認められないとのことであるが、ドローン本体及びその動力源である内蔵電池（リチウムイオン電池）についての損傷及び影響はいかがか。

【J S R】 ドローンは損壊し、使用不能である。電池については、電池の周囲は脚部やプロペラに保護され、4回の落下試験において損傷は認められなかったものの、再使用については確認していない。電池の再使用は難しいのではないかと。

【委員】 内蔵電池に対する損傷試験についてはいかがか。

【J S R】 内蔵電池の損傷試験そのものはドローン業界で精緻に取り組む分野であるため、我々は化学工場として、落下したドローンが施設へ与える影響という部分にフォーカスして検証した。

【委員】 落下衝撃テストにおいてハイスピードカメラで撮影しているが、衝突時に衝撃火

花の発生は確認できたか。

【J S R】 衝撃火花の確認という認識はなかったものの、映像の中に火花を確認していないと記憶している。落下試験は、鉄板金属への落下であったが、ドローン自体は非金属製のため、火花は見られなかったと認識している。ドローンの落下に伴う衝撃火花の発生については再度確認する必要がある。

【事務局】 内蔵電池について情報共有すると、ドローンの電源としては、軽量タイプのリチウムポリマー電池が主流である。初期段階のドローンにおいては、飛行中に電池が本体から外れ、電池が落下した際に損傷して火災が発生する事例が報告されている。最近のものは、電池の落下に伴う火災が起きないように改善されているようであるが、機種により仕様が様々であり、その危険性が異なることにも注意が必要である。

「プラント内における危険区域の精緻な設定方法に関するガイドライン」(以下「防爆ガイドライン」という。)及び「プラントにおけるドローンの安全な運用方法に関するガイドライン」(以下「ドローンガイドライン」という。)に関して補足すると、防爆ガイドラインは経済産業省主導で検討したものであるが、消防庁も参画しており、消防庁からも通知として発出している。これは高压ガス施設だけではなく、危険物施設においても適用可能なものである。しかし、ドローンガイドラインに関しては、どちらかという、飛行自体が安全にできるようにという趣旨であり、それがドローンの特性からして効果的な点検や維持管理に使用可能かという意味での技術的助言を与えるものではないことに留意する必要がある。

防爆ガイドラインにより固定型のセンサーやタブレットの活用が見込まれ、効率的な適時管理が期待できる。また、ドローンガイドラインにより、ドローンの活用機会の増加への期待値もあり、そういう趣旨で、積極的に取り組まれて、消防庁へもフィードバックいただけるとありがたい。ガイドラインでは、操業中の危険物施設上部での飛行は避けるべきとの趣旨なので、当該上部での飛行は定期改修時等の危険物を扱っていないときに限られるので御注意いただきたい。

防爆範囲に関しては、危険物の漏えい時等事故時以外の通常の状態であれば、比較的危険物施設に近い範囲に限定して設定できるようになるものと予測している。しかしながら、実績がない段階で、どのように設定していくべきか困難な課題もある。

ドローンの活用に向けて、必要とするデータ及び情報、又は支障となっているものについて伺いたい。

【J S R】 御指摘のとおり、この2つを組み合わせることは、非常にハードルが高いものと思われる。非防爆に関しては、ドローンに加えモバイル端末の持ち込みを検討して

いる。また、プラント内の非防爆区域（非危険区域）の選定を進めなければならないが、この選定が非常に重要な鍵になると理解している。進めていく中で、判断の難しい問題等については、このような場を借りて随時相談させていただきたい。

【J S R】 先ほどの防爆ガイドラインとドローンガイドラインは、それぞれ別の発生起点であるため、微弱電流機器のモバイル等を想定したガイドラインとドローンと一緒に扱えるかという点で同様の解釈で運用できるか難しい部分もあると思われるが、今後、我々のドローンの使用要請やその使用結果及び改善点について、この検討会を契機に情報交換を積極的に行い、この取り組みの方向性について検討していきたい。

資料２－３－２（非公表）により千代田化工建設株式会社から自社の取り組み事例が紹介された。

内容及び質疑の概要は以下のとおり。

【千代田】 プラントにおける膨大多種のデータを取得、統合、見える化して使用するシステム「Plant Digital Twin」（商標登録済み）中の、特に３Ｄ保安高度化データプラットフォームとバーチャルリアリティについて説明する。

まず、保安高度化に資するデータプラットフォームの研究開発の背景については、平成元年頃から漏えい事故件数、火災事故件数ともに右肩上がりの中、従前の保安・管理方法の見直しについての課題及び現行のデジタル技術の活用方法についての課題などがあげられる。事故増加の原因については、一般的には設備の老朽化による信頼性の低下、熟練運転員・保全員の退職による減少という２つの環境変化があげられる。設備の老朽化により作業量が増加している中、若年による経験不足と人員減少の影響も加わり、事故が増加しているものと考えられる。この悪循環をデジタル技術の活用により解決していくための重要ポイントは次の４つと考える。①「防災リスクアセスメントの実施（安全上管理重点項目の整理）」。②「新たなＩｏＴ技術やセンサー技術の最適選択・最適配置（状態監視技術の充実化）」。③「安全管理重点項目に従った情報収集、統合、見える化」。④「ＡＩ、ビッグデータ分析（最適運転対応・予知保全）」。

次に、「Plant Digital Twin」について、これは、デジタルを操業の効率化に活用する一つの絵姿として、我々はこういう姿を考えている。このツインは、実際のプラントと、仮想の３Ｄプラントモデルの２つを相互に活用し設備管理を行っていくというものである。

３Ｄプラントモデルは、コンピュータグラフィックではなく、３次元図面で、寸法は実数値を反映している。これまでプラントの設計の中で作成される３次元設計

図は、完成後これまで活用されていなかったが、これを運転管理にも有効に活用していこうというものである。

3Dプラントモデルにはデータベースを一つ抱えており、それぞれの設備管理要素に対してデータを付加したり、あるいは、外のデータと連携したりということができるようになっている。従来、個々に独立した様々な管理システムごとにデータを管理しており、これらのデータを横並びにし統合的に分析を行うのは非常に大変な作業である。本システムでこれら個々のデータの連携を図ることにより統合的な活用・分析が容易になり、また状態を3Dモデルにわかりやすく表示し、保安に役立てていこうという考え方のもと、3D保安高度化データプラットフォームの開発に取り組んでいる。

データプラットフォームによりAIのエキスパートシステムを動かす下地の作成が非常に容易になるものと考えている。特に信頼性、安全性の向上や延命プランの作成、生産の最適化の計画についてAIを活用し、実際のプラントにフィードバックするといったものである。

保安高度化のデータプラットフォームの概要について説明すると、NEDO研究開発事業（2017～2018年度）の中で、システムを構築し、実際にプラント操業している事業所と協力し、どれほどの効果があるかについて実証研究を行ってきた。プラントモデルに対して保全システムや検査システムが連携すると同時に、腐食シミュレーションも実施した。この腐食シミュレーションは、情報として過去の運転データ、肉厚の検査履歴、あるいは、管内流体の組成の過去の履歴等を活用する。配管の腐食は、3次元性によってその部分により腐食度合いが異なる。従来の配管の検査・管理では、定点での計測結果を評価していたところだが、これにより定点での実測値を取りにくい、あるいは取れない部分についても計算によるシミュレーションで補足し、保全計画に役立てていくことができるようになる。

3Dモデルの作成については、実際に既設プラントを3Dレーザースキャナーでスキャンし、そのデータから3Dプラントモデルを作成する。3Dプラントモデル化後、データ連携することにより、プラント情報の集約・共有、プラント状態の見える化、データ収集のスピードアップ・効率化、設備管理・運転の分析・最適化が実現できるメリットがある。さらに、漏えい事故による生産ロスの低減、定修期間の短縮、情報収集時間の短縮、ミス・見落としの低減、教育訓練の向上、事故の低減といったメリットもあげられる。

3Dプラントモデル・データプラットフォームのデータは、教育訓練、技術伝承、現場確認前の事前確認、保全や検査の計画・管理、情報の共有等の分野で活用でき

る。図面等のデータは、二重管理とならないよう、３Ｄプラントモデル・データプラットフォーム側のデータベースで管理せず、事業者側が運用する管理システムで管理し、データを連携し活用している。

保安高度化データプラットフォームの実装時には、プラントの実際の情報を引き出して、プラントの状態を３Ｄモデル上で見える化できる。また、複数の事業所間でデータ連携できるので、例えば、本社をデータ環境センターとして管理・運用していくことも可能である。

最後に、プラントバーチャルリアリティとは、通常、実機での教育・訓練が難しい非定常作業や防災活動等の非常事態を仮想体験しながら学習できるシステムである。このバーチャルリアリティを若年層のサポートになるようプラントＶＲの仮想体験型教育・訓練ツールとしての活用が期待できる。

まとめると、増加傾向にある重大事故防止のための保安高度化のキーワードは、防災リスクアセスメントの実施、ＩＴ、ＩｏＴ・センサー技術の活用、情報収集・統合と情報の共有化・見える化、ＡＩ・ビッグデータ分析（最適運転対応、予知保全）である。また、保安高度化を図るためのデジタル技術として、３Ｄプラントモデル産業保安高度化データプラットフォームがある。この技術を活用して、従来作業の軽減、腐食シミュレーションを活用した網羅的配管腐食漏えい管理（配管腐食管理に対する高度化）による漏えい事故の未然防止などを図ることができる。さらに、通常実機で行うことができない非定常作業や防災活動等の非常時に対する教育・訓練に対し、プラントＶＲの仮想体験型教育・訓練ツールを活用することで、若年層が仮想体験を通じ、より効果的・効率的に学習することができる。

【委員長】 かなり詳細にモデル化されているようだが、配管内の流れや炉での反応などに関するデータも反映されているのか。もし、そうならば、例えば、同類施設の過去の事故事例を当該システムで再現することは可能か。

【千代田】 ３Ｄモデルはアニメーションをつくることも可能であり、事故進展の経緯に係るデータ・情報があれば、システム内で同じように構築・再現が可能と思われる。

【委員長】 ３Ｄモデルから出力するというよりも、別のモデルに様々なデータを入力し再現していくアプローチなのか。冒頭、ビッグデータに言及していたので、さまざまな実際の状況を入力することで現実に近いシミュレーションをするイメージで捉えればよいのか。

【千代田】 高度保全に関することで、ＡＩで運転履歴などの各種データを応用し、故障予知を行う取り組みも行っている。まだ３Ｄとの連携はできていないが、最終的には、その結果を見える化して３Ｄ上の位置情報と合わせてユーザー（事業者）が確認で

きるということも期待できる。

また、事故原因について言及されたが、事業所が再発防止のために原因を究明した情報・データを3D上に蓄積することで、安全情報の共有ツールとしても期待できる。

【委員】 様々な事故やトラブル等の事例を蓄積し、深層学習させることで類似事故の防止に活用できるシステムとの認識でよいか。

【千代田】 このことについてはAIの分野になるが、同じ装置であっても事業所によって使い方が異なり、AIで深層学習させることができるのは、一つの（特定の）環境についてであり、他の異なった環境で使用しているものにまで適用できるかどうかは難しいものがあると考えている。

【委員】 取り扱う大量の情報は、ユーザー（事業者側）が個社で全て保有し管理・運用するのか、それとも、貴社のようなシステムの提供側も情報を共有し、共同で管理・運用するのか。というのも、情報のセキュリティの面で大きな問題であり、セキュリティについては今後どのような体制とするのか。

【千代田】 社会共通のプラットフォームという話もあり、理想的にはデータを各自が持ち寄って分析し、業界全体で活用していくのが望ましいが、それはもう少し先の未来であり、まずは、個社でデータを収集・活用していくところから始まっていくものとする。

このあたりのデータプラットフォームについては、我々もどのような形で社会実装に持っていくのが適当であるか思案中だが、今のところ、プラットフォーム自体は、例えば、クラウドで運用し、実際にシステムを利用するのはユーザー（事業者側）、データも全てセキュリティを担保した上でユーザー（事業者側）が利用する。特に、その先の分析については、ユーザー（事業者側）も様々な分析すると思われるが、我々としては、もう少しAIや物流モデルのシミュレーションに使用し、バックアップのようなインプットをユーザー（事業者側）にしていくような形を考えている。

【委員】 これまで、情報セキュリティについての議論もされたのか。

【千代田】 実際、ユーザー（事業者側）からもセキュリティ上の要望はあり、まずは、クラウドではなくオンプレミスという自社の管理下での運用から始める企業が多い。セキュリティ上の問題について明確になってから、クラウドに乗せての事業償還を考えている企業もある。また、すでに何社かはクラウドで運用し、データを共有していく形で進めていくといった企業もある。

専用クラウドのセキュリティに関しては、既に、そう簡単には破れない程度の安

全性が確保されているとは認識している。

【委員】 地震や風水害に伴う事故のシミュレーションはできるのか。

【千代田】 地震のような複合要因についてのシミュレーションは、まだ検証していないが、技術的には、減肉状況等の基礎データの管理が適切であれば、振動や応力のシミュレーションは可能で、複雑ではあるものの検証できると考える。

洪水等風水害についても3Dのシミュレーター側で検証することになるが、危険物設備がどの程度まで浸水し、どのような現象が起こるのか(事故になるのか)は、3Dモデルにより比較的容易に予想ができる。

【千代田】 補足すると、過去、施設の浸水程度について検証依頼があり、浸水についてのシミュレーションもできており、浸水時の避難経路をどうするかまでも検証できている。

【委員】 このモデルについては、肉厚検査の管理が非常に重要であると考えますが、外部の環境要因(外気に暴露、塩害等)による外面の腐食についてはどう対処しているのか。

【千代田】 当社が扱う腐食シミュレーションというのは基本的には内面腐食を対象にしている。沿岸部等では外面腐食も非常に激しく、この管理も非常に重要であると認識している。外面腐食も場所(下なのか上なのか)が関係していて、腐食箇所と合わせて三次元での管理・記録が非常に大事である。従来であれば、二次元の平面図上に記録されていたと思われるが、この三次元モデルに記録したデータを全て反映させ、外面腐食の状態を記録した写真などを添付すれば、管理の質もより向上していく。これらは全てデータベース化されていくので、最終的には、運転員が発見した腐食等の情報を、保安部門で電子的に情報共有して、検査計画を立てていく姿を想像している。主に内面腐食の管理に向けて開発されたものだが、外面腐食の管理に対しても有効に活用できるのではないかと考えている。

【委員】 将来性のある、非常に効果的な技術開発であると感銘を受けた。ただし、実際のプラントでは、配管の増設や取替え、フランジの設置、バルブの増設など、頻繁に変更工事が行われており、システムの対処や更新作業が頻繁となり、煩わしさから適切な維持に支障がでるのではないかと。この問題を解決し、また、配管やその他タンク等設備の更新履歴、修理履歴等を3Dモデルで色分けし、変更・更新した設備が容易に確認できるようになれば、より便利で効果的なものになるのではないかと。

さらに、泡消火設備のヘッド等の位置についても3D化されると、災害対応としても非常に役立つため、将来的には消火設備や自動火災報知設備等の消防用設備とも連携がとれるとありがたい。

【事務局】 3D化は、データ基盤として様々な活用方法があるのではないかと。人が見て直感的にわかりやすいという意味から言うと、リアルとバーチャルのインターフェイス、とりわけマン・マシンインターフェース的な性格なものとして非常に長所があると感じる。教育訓練への活用についても、単に操業、非定常作業は当然のこと、シビアアクシデント時の対応へも一助となるのではないかと。例えば、原子力発電の分野においてはシビアアクシデントのシミュレーターを頻繁に活用している。このような活用方法としても有益ではないかと。また、危機管理産業展やCEATECで紹介される、GIS情報や5Gの通信速度を生かした、ベテランオペレーターによる遠隔指示等の技術への応用も期待できる。

このようなデータ化、あるいはデータ化による効果的・効率的な予防保全、点検の技術については我々も非常に関心が高く、推進していきたい立場であるが、今後、導入・普及を図って行く上で、鍵となるもの、あるいは導入の障壁となっているものは何か。

【千代田】 実証・検証が終わり、今年度から実装の段階に入ったが、様々な企業へプレゼンを行っているが、その中で感じることは、デジタル活用の意義や趣旨については御理解いただいているが、やはり最終的に導入しようとなると、コスト面での課題が非常に大きい。費用対効果をどうバランスするかが重要である。当該システムを構築する上で、最もコストがかかる部分は、3Dスキャンによる3Dモデル作成である。コンピュータの高性能化に伴い、以前よりコストが低下し、費用対効果が比較的高くなってきており、海外では当該システムの活用が促進され、実際に稼働し始めているものもあり、費用対効果のレベルは実用化に近づいてきている状況にある。さらなるコスト低下へ向けて3Dモデルの自動化技術に力を入れ、取り組んでいく。

データプラットフォームについては、プラント建設業者としての設備管理における一つの提案から始めた事業であるが、より広い分野で様々な活用できる技術でもあると捉えている。活用すれば活用するほど当初期待していなかったような効果も見いだしているため、今後も新たな付加価値の創出に取り組んでいきたい。

(4) 議事4 その他について

事務局から今後の予定、事務連絡及び注意事項について説明が行われた。

以 上