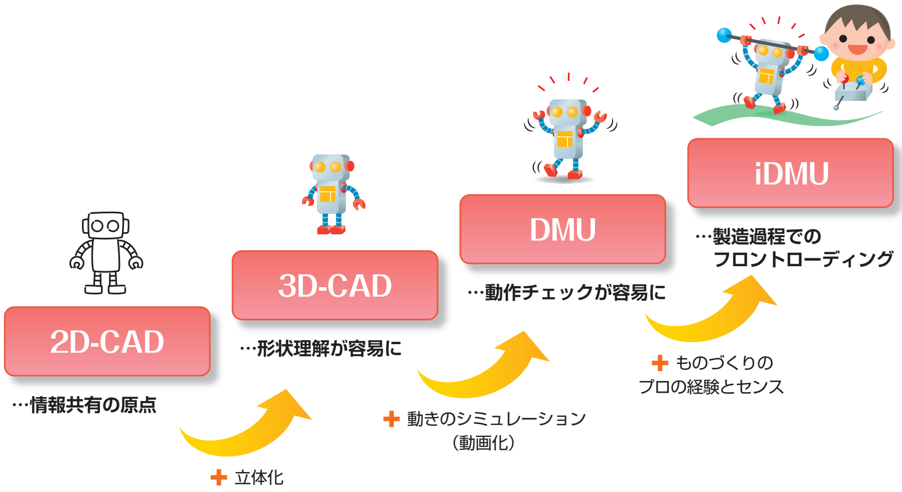
ものづくり映像クリエイター登場！

設計，製造，建設，安全の見える化で
気づきを共有する iDMU 技術

ものづくりにおいて「 現場 」は重要である．もし，作っている様子を前もって見ることができたら想像力を高めて製品の品質向上にどんなに役に立つことだろう．そう考えた「 ものづくりのプロ 」たちがさまざまなものづくりの様子を映像化する技術を作り上げた．リアルな動画は是非ホームページからご覧いただきたい．
(https://www.ihi.co.jp/ihi/technology/review_library/review/2016/56_03.html)

株式会社 IHI　原子力セクター　出頭　延之
新事業推進部　両方　康朗



見える化の歩み

ものづくりにおける「 見える化 」の歩み

機械装置や大きなプラント，構造物の設計・製造・建設などにおいて，製品の形状をはじめ製作手順や治工具・設備・人員などさまざまな情報の共有は基本中の基本である．旧来のものづくりでは特に「 図面 」上の二次元情報から製品や部品の三次元形状をイメージできることがエンジニアの素養とされた．コンピュータが身近な存在になるとともに 3D-CAD が一般的となり，ディスプレイ上に表示された製品や部品の立体像を自由に回転，移動，拡大，縮小して見ることができるようになった．これによって形状情報の共有がずっと楽になった．最近では動きのシミュレーション機能も加えた DMU (Digital Mock-Up) 技術が一般化しつつある．製造工程や建設工程の時間の流れも加味している場合は 4D-CAD と呼ばれている．

ここで紹介する iDMU (IHI's DMU) は IHI のものづくりに関するノウハウをベースとした DMU システムであり，既存の DMU よりもはるかに広範な場面，すなわち製品のプレゼンテーション場面だけでなく，製造工場や建設現場における生産管理や安全管理のフロントローディング（ 前倒し検討と対策 ）の場面で有効な技術（ システム ）である．既存の DMU の多くは製品そのものだけを立体的に見せる「 立体カタログ 」のようなレベルにとどまっているのに対し，iDMU は製品や部品のみならず，人，足場，治工具，設備なども含む「 もの 」の動きや位置関係の変化をハイクオリティな動画として見ることができる．つまり，お客さまをはじめ，ものづくりに関わる多くの人々がその仕事の全容を一望することが可能となる

技術である．それゆえ，iDMU は工期短縮，コストダウン，安全向上に貢献するばかりでなく，技術伝承への貢献も期待されている．

設計段階での気づきの共有

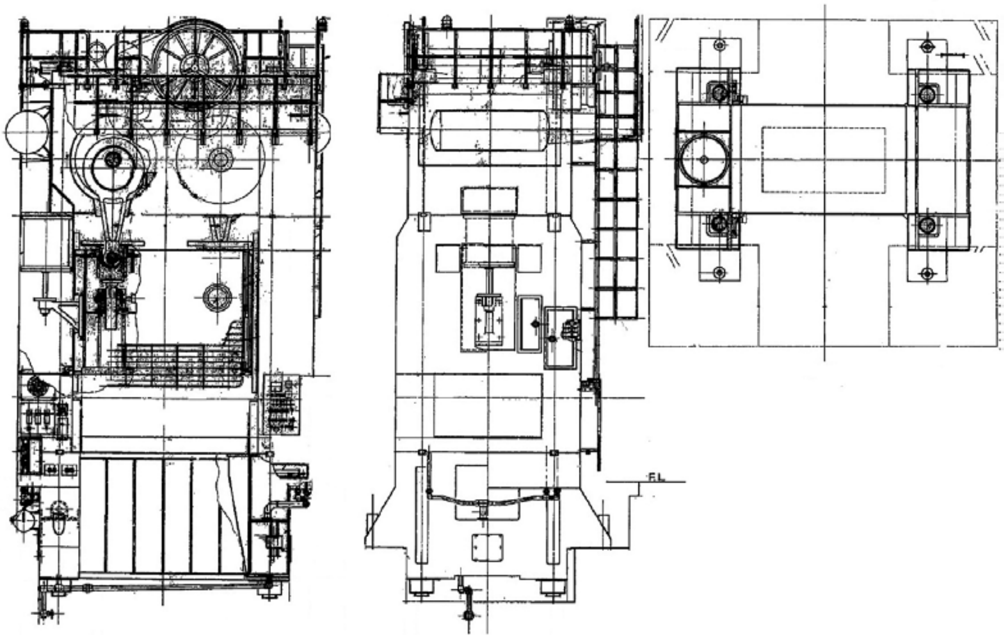
設計段階，特に計画段階ではお客さまとの仕様調整の場面が多く，説明のわかりやすさで調整がうまくいくかどうかが分かれる．iDMU の活用例の一つとしてタンク建設工程を挙げよう．直径数十 m のタンクの外壁は多数の細長い鉄板をレンガ積みのようにつなぎ合わせて作る．例えば底板を敷いて足場を設置して 1 層分の鉄板を 1 周溶接し，次の層の鉄板をクレーンで重ねて・・・という工程を繰り返す．この手順の妥当性を 2 次元で静止した図面と口頭のみでお客さまにご理解いただくのは容易ではない．そこで iDMU を用い建設工程を早回しビデオのような形で，自由な角度から内部構造の表示を適宜オン／オフしてご覧いただくことによって，スムーズに施工手順の認識を共有することができた．

設計段階でのチェック項目は無数にあるが，視覚で確認できるものが実に多い．列挙すれば，設備，治具，工具，設置場所，配置，人，工程，作業手順，製品や部品の流れ，干渉，（作業員の）アクセス性，操作性，視認性，安全性，・・・などである．

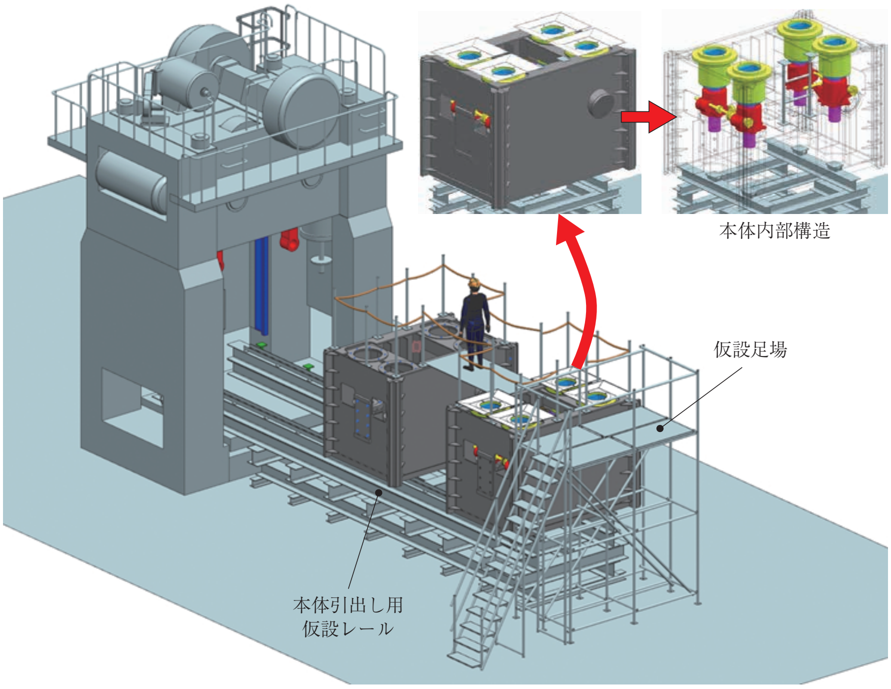
製造工場での気づきの共有

iDMU はもともと PWR-SG（加圧水型原子炉用蒸気発生器）の製造工程の検討から生まれた．2 万個以上の直径 10 数 mm の孔を厚さ約 800 mm の管板に開ける深孔加工や，伝熱管の管板への溶接とその検査，複数の管支持板を貫通して一体化したものを円筒容器に納める等々の工程をたどる．この文字通り「至高の熱交換器」（IHI 技報 Vol .55 No. 2　pp. 22 － 25）を作り上げる工程のひとつひとつを iDMU で可視化して検討した．これまでにない情報共有方法の採用が，当初困難とされていた短納期製作の達成に大きく貢献した．ここで強調すべきことは，3D 手順書，3D 動画の制作には 3D-CAD の担当者のみならず，設計・製造の技術者が自ら加わったことである．この成功によってチームに自信と自負が生まれ，当初 PWR-SG 開発のツールとして開発したシステムをさらに汎用性のある iDMU に発展させた．

ある産業機械の分解点検工事では装置の 3D-CAD データはもちろん，分解・組立に必要な治工具，足場や作業者までもモデルに加えて分解および組立手順を再現したシミュレーションを行った．二次元図面から部品の構成を理解して一連の詳細手順を考えた．一見途方もない時間が掛かりそうな作業であるが，当チームではデータ入手後 3 日目には立体視画像まで仕上



産業機械の二次元手書き図面



産業機械分解組立工事 3D 手順書

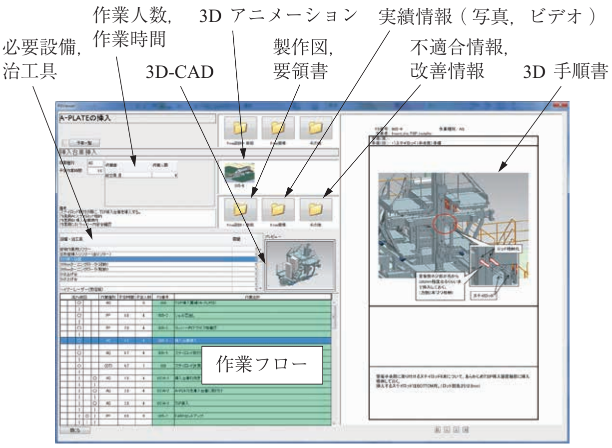
げた．このスピードはチーム・メンバーの豊富なものづくりの経験と，センスをもつプロフェッショナルであることによって達成された．これによって分解・組立工程の問題点についてお客さまと高いレベルで意識共有でき，改善策を立てるフロントローディングに役立った．

さらに，製造工場で使いやすいような「作業指示システム」を自社開発した．このシステムには上で述べたような動画コンテンツはもちろん，従来どおりの製作図，要領書，必要治工具，作業手順書，改善情報など製造に必要なあらゆる情報を盛り込み，現場で大型タッチパネルを囲んで情報共有して検討・確認できるようにした．

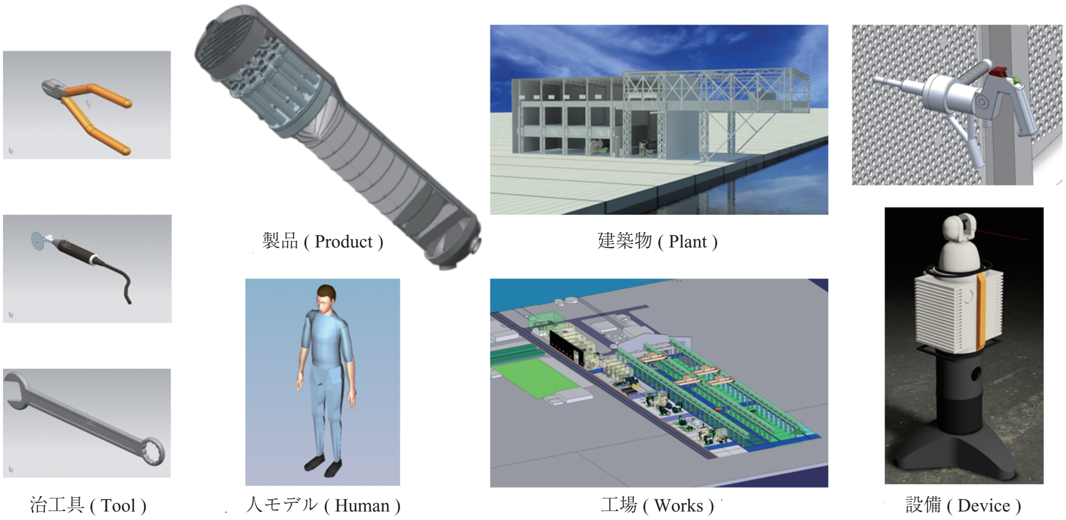
安全の気づきの共有

ものづくりには必ず安全の検討が伴う．作業者の経験によって危険への感度が大きく異なるので，ベテランの感性を若手に伝え共有するには，iDMU の動画を用いるのが最適である．さらに外国人作業者に注意事項を徹底するためにも視覚情報を活用した iDMU の利用が極めて効果的である．まさに「百聞は一見に如かず」で言葉の壁を越えたといえる．

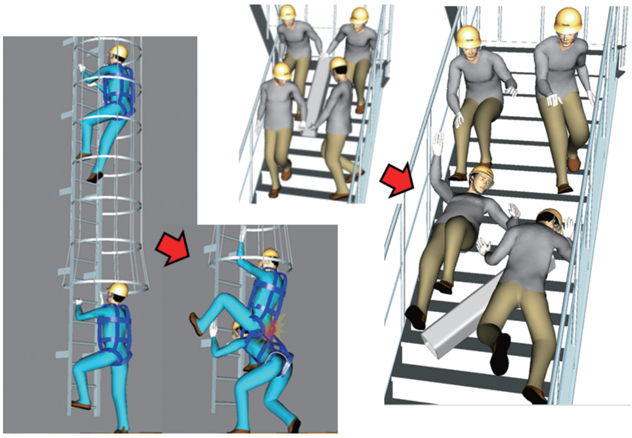
危険予知の例をいくつか紹介する．① 地上に倒し



作業指示システム



3D-CAD 活用の範囲



安全動画

て置いた直径 1 m ほどのパイプの中に立てて上下に突っ張ったジャッキが滑って外れて跳ね返り，作業者に当たる，② クレーン車がバランスを失って横倒しになり作業者に当たる，③ 猿ばしごを先行して昇る作業者が転落して下の作業者に当たる，④ 荷物にワイヤーをかけてクレーンで吊り上げる際，吊り荷とワイヤーの間に手を挟まれる・・・など多くの動画を制作して危険要因の共有，対策，啓発に供した．ちなみに，③の動画作成に要した時間は 1 日と極めて短く，②ではクレーンの形状データがすでにライブラリーに登録されていたので非常に短時間で提供できた．このような危険要因の再現においては，ものづくり現場を知り尽くしたメンバーの危険予知能力や経験が大いに活かされた．これまでに挟まれ，落下，やけど，感電，巻き込まれ，酸欠など多くのケースを想定した災害および安全対策の動画を制作している．

もっとリアルに広範囲に

iDMU の利用によって工期短縮・コスト削減などの成果が上がりつつある．今後は，① 見積精度向上，② 工程・手順の最適化，③ 複雑なノウハウを含む技術伝承などにも適用していきたい．さらに可視化効果を高めるため，iDMU に加えてさまざまな最先端の 3D 技術を導入して総合ものづくり技術を目指す予定である．VR (Virtual Reality)，MR (Mixed Reality)，3D プロジェクションは立体感をさらに増し，3D プリンティングは三次元物体をそのまま再現し，3D レーザ計測は立体から三次元モデル・データを取得する過程を高速・高精細化するであろう．また，これまでは IHI 製品を中心とする機械装置，プラント設備，大型建築物への適用を進めてきたが，今後は電機，輸送，医療，通信・メディアなどの業界にも適用分野を広げ，コンテンツ制作サービスおよびカスタム iDMU の開発支援にも取り組みたい．iDMU の「つくる前に見て対策を打つ」技術をさらに磨き広めていきたい．

問い合わせ先
株式会社 IHI
原子力セクター　スタフグループ
電話（ 045 ）759 - 2928
新事業推進部
電話（ 03 ）6204 - 7022
URL：www.ihi.co.jp/