

一般社団法人日本建設業連合会
建築生産委員会 設備部会

設備情報化専門部会

2018年度（平成30年度）
活動報告

2019年3月

目 次

- 1 活動概要
- 2 活動テーマ
- 3 活動成果
 - 3-1 WG1
 - 3-2 WG2
- 4 活動まとめ
 - 4-1 WG1
 - 4-2 WG2

1. 活 動 概 要

目的：

ゼネコンにおける建築設備分野の情報化に関する調査研究

- ・ 効率的な情報共有のあり方と共有化手法に関する提案
- ・ 情報化技術(CAD等)に関する調査研究と情報化技術の応用
- ・ 各種他団体の情報化に関する動向調査と意見交換等による
協調

実施概要：

- ・ 専門部会開催
第1回専門部会（2018/4/20）以降月1回の開催を実施
2018年度計12回開催

1. 活 動 概 要

構成会社：

主査	中島 亨	フジタ	委員	玉川 基成	五洋建設
副主査	鈴木 宏和	熊谷組		池田 紀生	佐藤工業
	西塚 仁	飛島建設		梅澤 清美	清水建設
GL	小川 敦史	竹中工務店		金子 輝久	大成建設
	小野寺 和久	戸田建設		廣澤 博嗣	東急建設
委員	前田 聡也	戸田建設		福嶋 篤史	西松建設
	須賀 規文	安藤・ハザマ		鈴木 卓哉	前田建設工業
	焼山 誠	大林組		定松 正樹	三井住友建設
	上堀 真	鹿島建設	事務局	山口 成佳	日本建設業連合会
	野澤 亮一	鴻池組		染谷明日美	日本建設業連合会

2. 活動テーマ

テーマ選定：

2018年度始めに各委員からテーマ提案

「建築設備におけるBIMを取り巻く周辺技術と
BIMモデルの活用に関する調査」

WGテーマ：

WG1：設備施工におけるBIM活用メニューと
それを取り巻く周辺技術の調査

WG2：BIMモデルの活用に関する調査

3-1. WG1活動テーマ

WG1テーマ概要：

設備施工におけるBIM活用メニューと
それを取り巻く周辺技術の調査

- ①設備施工におけるBIMの活用メニュー
- ②3Dスキャン技術と建築設備での活用事例に関する調査
- ③工場製作・加工におけるBIMモデルの活用事例の調査

3-2. WG2活動テーマ

WG 2 テーマ概要：

BIMモデルの活用に関する調査

- ① 建築設備におけるBIMデータ活用に関する調査
 - a) 設備BIMソフトベンダー
 - b) 温熱気流解析ソフトベンダー

4-1. WG1活動まとめ

① 設備施工におけるBIMの活用メニュー

- ・ BIMが広まりつつあり整合調整や干渉確認などBIMが活用されるようになってはいるが、BIMの情報（属性）を有効に活用している事例はまだ少ない。
- ・ 情報含めて二次、三次と活用することで施工管理の効率化や生産性向上が期待できるため、参考として設備施工におけるBIM活用メニューを提示。
- ・ 事例や取組内容を建築設備に関わる会社や業界間で共有・標準化をし、一体となって展開・改善がなされることで、業界としてさらなる省人化・生産性向上を図ることが出来る。

4-1. WG1活動まとめ

②3Dスキャン技術と建築設備での活用事例に関する調査

- ・今後3Dスキャンに取り組む際の参考となるよう、3Dスキャンの基礎的知識から、スキャナ機器の比較、計測や復元モデリングの協力会社及び活用事例を提示。
- ・改修における工事計画などに使用する場合、それほど高い精度・解像度および長距離性能を必要としないが、設備は対象が複雑で計測箇所数も多くなるため、小回りの利く（計測時間が短く、持ち運びしやすい）スキャナが適している。
- ・点群データから復元モデリングを行いCADで活用する流れが一般的であるが、設備では形状や用途が複雑なため、復元モデリングが一番の課題となる。（属性が必須）

4-1. WG1活動まとめ

- ・点群データは依然として、容量が大きく誰でも容易に扱える状態ではないが、最近ではスキャン計測を行うと同時に自動で点群を合成するツールや自動でモデリングやパノラマなどの成果物を作成するサービスも出てきている。

4-1. WG1活動まとめ

③工場製作・加工におけるBIMモデルの活用事例の調査

- ・今後BIMがさらに普及、浸透し、実際にものづくりの場において、川上で作ったモデルなどのデジタルデータを直接活用する「デジタルファブリケーション」が実現されることで、さらなる生産性向上が期待されている。
- ・昨今の労務職不足の観点からも現場での作業の省力化やプレファブ化が重要視されている。
- ・加工管メーカーにおいては各社独自のシステムがあり、施工図（CADやBIMモデル）などのデジタルデータを直接加工につなげている事例はほとんどない。
- ・ダクト加工においては従来より施工図（CAD）の情報をCAMや加工機につなげることが出来ており、川上のデータを活用しているダクトメーカーがある。

4-2. WG2活動まとめ

① BIMデータの活用に関するヒアリング

a) 設備BIMソフトベンダー（四社）

- ・ 複数ある設備BIMソフトの共通機能、異なる機能の把握、ユーザー側の要望について意見交換を行った。
- ・ 開発中ソフトについても、一部機能について情報提供があった。
- ・ 2014年度と比較して、各社共に機能の充実、他ソフトとの連携改善、設備機器BIM（3D）データの整備拡充が見られる。
- ・ 中間フォーマットのIFCデータ利用の他に、ソフト間の直接変換（コンバート）が注目され取り組みが進められている。

4-2. WG2活動まとめ

① BIMデータの活用に関するヒアリング

a) 設備BIMソフトベンダー（四社）

- ・ AIやクラウド対応については将来的な話だが、一部対応しているベンダーも見られた。
- ・ 設備BIMソフトを実際に起動する等してワーキング内で意見交換を行い、より具体的な改善要望について認識を共有した。

4-2. WG2活動まとめ

①BIMデータの活用に関するヒアリング

b) 温熱気流解析ソフトベンダー

- ・ 設備BIMデータ活用先の一つである温熱気流解析に関して、機能および今後の展望についてヒアリングを行った。
その後の2019年版の新機能についても確認を行った。
簡易モデルの推奨、VR・HMDへの対応（多人数同時視聴等）、解析時間の短縮化、IFCボリュームデータからの解析領域の自動設定、360°動画の出力、透過に対応した音解析
- ・ API（Application Program Interface）公開予定、AIを視野に入れている。
- ・ VR・HMD含め、実機を交えながら意見交換を行い、先進的な取り組みを続けていることを確認した。

設備施工におけるBIM活用メニューと それを取り巻く周辺技術の調査

平成30年度 日建連 設備部会
設備情報化専門部会 WG1

目次

1. はじめに	・・・ P.2
2. 設備施工におけるBIMの活用メニュー	・・・ P.3
3. 3Dスキャン技術と設備での活用事例の調査	・・・ P.4
3-1. 3Dスキャン技術の調査の背景	
3-2. 3Dスキャン技術の基礎知識	
3-3. 3Dスキャナ装置の例	
3-4. 建築設備における3Dスキャン活用の流れ	
3-5. 建築設備での活用パターン例	
3-6. 3Dスキャン計測やモデリングの協力会社	
3-7. 3Dスキャン技術の調査のまとめ	
4. 工場製作・加工におけるBIMデータ活用の調査	・・・ P.18
4-1. 加工へのデータ活用調査の背景	
4-2. 配管加工メーカーの視察	
4-3. 配管加工におけるデータ（BIMモデル）の活用状況	
4-4. ダクト加工におけるデータ（BIMモデル）の活用状況	
4-5. 加工へのデータ活用調査のまとめ	
5. まとめ	・・・ P.24

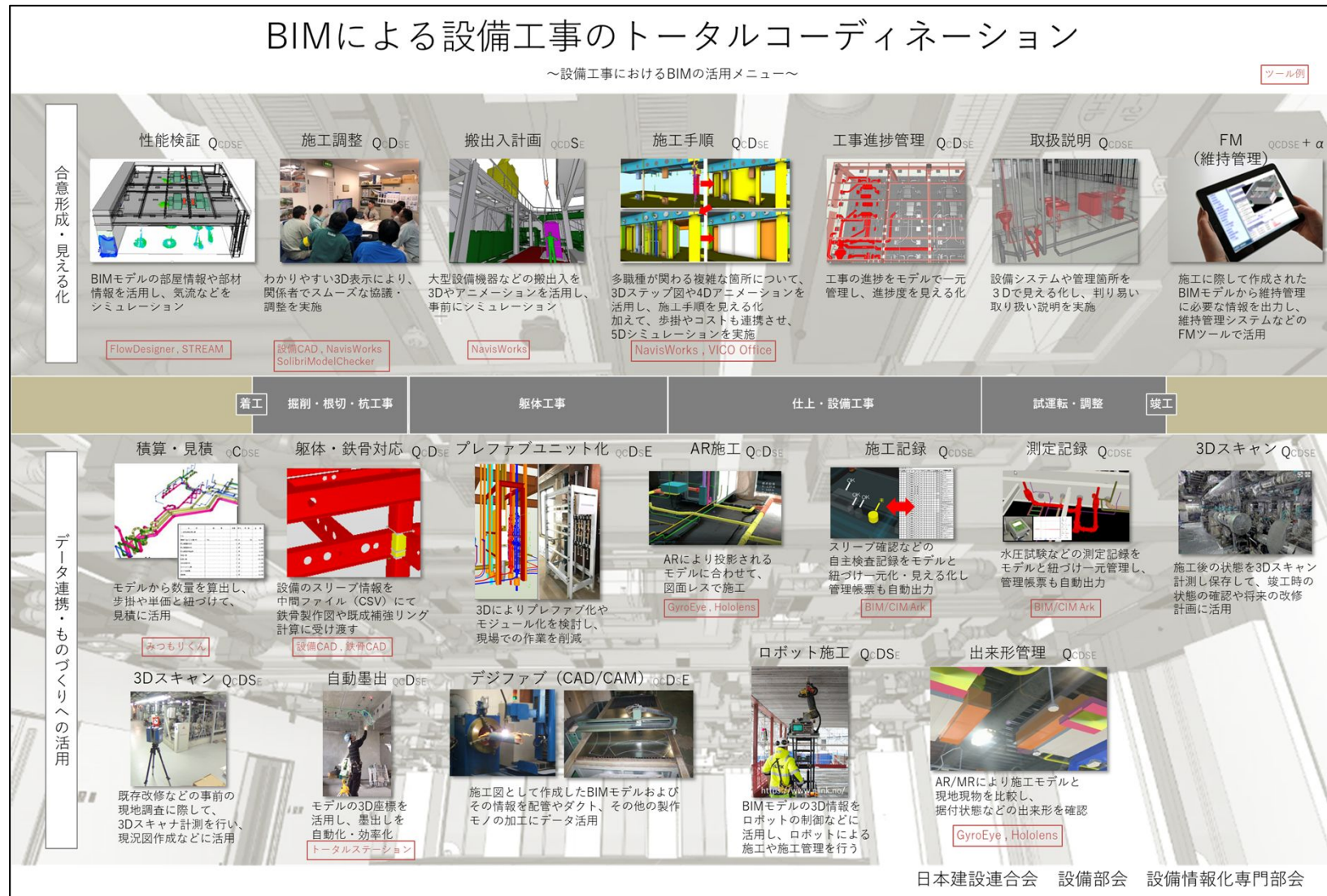
1. はじめに

- ・ 昨今BIMの取り組みが拡大し、整合調整や干渉確認などBIMの形状が活用されるようになってきたが、BIMの情報（属性）を有効に活用している事例はまだ少ない
- ・ 特に設備施工においては設備専門工事会社（サブコン）に頼っている部分が多く、ゼネコンの設備施工で十分に活用しきれていない
- ・ BIMは3Dで終わらせるのではなく、情報含めて二次、三次と活用することで、施工管理の効率化や生産性向上が期待できる
- ・ 建築設備に関わる関係会社、業界でBIMの取組を共有、展開することで、業界全体としてさらなる省人化や生産性向上ができると考え、参考として設備施工におけるBIM活用メニューを提示することとした
- ・ またBIM活用メニューの中から、BIMを取り巻く周辺技術として下記2点を取り上げ調査を実施した

① 3Dスキャン技術 ② 工場製作・加工におけるBIMデータ活用

2. 設備工事におけるBIMの活用メニュー

- ・現在各社で実施や検討が行われている、設備施工におけるBIM活用のメニューをまとめた（別紙A3資料参照 [別紙1]）



3. 3Dスキャン技術と設備での活用事例の調査

1. はじめに

2. 設備施工におけるBIMの活用メニュー

3. 3Dスキャン技術と設備での活用事例の調査

3-1. 3Dスキャン技術の調査の背景

3-2. 3Dスキャン技術の基礎知識

3-3. 3Dスキャナ装置の例

3-4. 建築設備における3Dスキャン活用の流れ

3-5. 建築設備での活用パターン例

3-6. 3Dスキャン計測やモデリングの協力会社

3-7. 3Dスキャン技術の調査のまとめ



4. 工場製作・加工におけるBIMデータ活用の調査

4-1. 加工へのデータ活用調査の背景

4-2. 配管加工メーカーの視察

4-3. 配管加工におけるデータ（BIMモデル）の活用状況

4-4. ダクト加工におけるデータ（BIMモデル）の活用状況

4-5. 加工へのデータ活用調査のまとめ

5. まとめ

3-1. 3Dスキャン技術の調査の背景

- ・国土交通省が2016年より推進している「i-Construction」であるように、土木分野では3Dスキャンをはじめとした三次元データの活用が積極的に行われている
- ・プラント、文化財、医療、警察、ドローンをはじめとしたUAVやMMSによる移動計測など、様々な分野で3Dスキャンの活用や応用がなされており、急速に関連技術が発展してきている
- ・建設分野でも近年BIMの活用が進んできており、BIMを取り巻く周辺技術としての3Dスキャンの活用は、現況調査の時間短縮や、品質向上、生産性向上などの効果が期待される
- ・一方で建築設備領域では、設備専門工事会社などから3Dスキャンの活用事例や効果の報告がなされているが、まだその活用は限定的で、気軽に使用する技術とはなっていない
- ・そこで、当WGでは、主に建築設備領域における3Dスキャンの現況を調査し、今後導入・活用を検討する際の参考や足掛かりとなる情報を整理することとした。

UAV（Unmanned Aerial Vehicle）：無人航空機

MMS（Mobile Mapping System）：走行しながら車両周辺の三次元データが取得できる、車載型の移動計測システム

3-2. 3Dスキャン技術の基礎知識

3-2-1. 3Dスキャン技術の種類と原理

従来より土木などの測量分野において3Dスキャンの活用がされてきているが、近年はスマートフォンに深度センサーが搭載されるなど、3Dスキャン技術は多様化してきている。下記に代表的な3Dスキャン技術の種類と原理、特徴を紹介する。

①レーザー方式

スキャナーから照射されたレーザー光が、対象物に当たり、戻ってくる反射光を計測することで距離を取得する。レーザー出力から受信までの時間（飛行時間差）によって距離を計測するTime-Of-Flight方式（ToF方式）と、レーザー出力時と受信時の位相差によって距離を計測するPhase-Shift方式（位相差方式）がある。ToF方式は中長距離（数百m以上）・広範囲に向くが、計測に時間を要する。一方、位相差方式は短距離（数m～百m程度）・狭範囲向きで、ToF方式と比較して、計測時間が短い。

②ストラクチャードライト方式

赤外線等の非可視光をスキャナーから照射し、対象物に投影されたパターン・歪みをカメラにより計測することで距離を取得する。計測距離は数十cm～数mと近距離向けで、直射日光下など明るい環境では計測が難しい。

③フォトグラメトリ方式

複数の2D画像（写真）から対象物を3D復元する方式（写真測量法）。対象物の3D形状と同時に、色などの情報も一度に取得できるが、奥行き精度が劣る傾向にある。人間の眼と同じ原理で、対象物を2以上の視点（カメラ）から撮影することで距離を計算するステレオカメラ方式と、移動するカメラや多視点から撮影した画像により3D復元を行うSFM（StructureFrom Motion）方式がある。

傾向として①→②→③の順に機器のコストは安価となるが、精度が劣るようになる。共通事項としていずれの方式も、スキャナ、カメラの死角となる対象物の距離取得、3D復元は不可能であり、必要な場合は死角側に回り込んでの撮影が必要となる。

3-2. 3Dスキャン技術の基礎知識

3-2-2. レーザースキャナと点群データ

前頁の3Dスキャン方式の中で、建設分野で主に使われているレーザー方式のスキャナと、それによって得られる点群データ（Point Cloud）について説明する。

レーザースキャナ

レーザースキャナは本体からレーザー光を照射し、対象物から反射される光を計測することで、対象物表面の3D座標を捉えた点群データを取得する。

スキャナ本体やレーザー出力部が水平・垂直に回転することで面的な計測が可能になっている。（図3-1）

なお、レーザー光が反射しすぎてしまう光沢面や、光を反射しづらい、黒いものや透明なものは、計測が苦手な点群データに抜けが生じる場合がある。

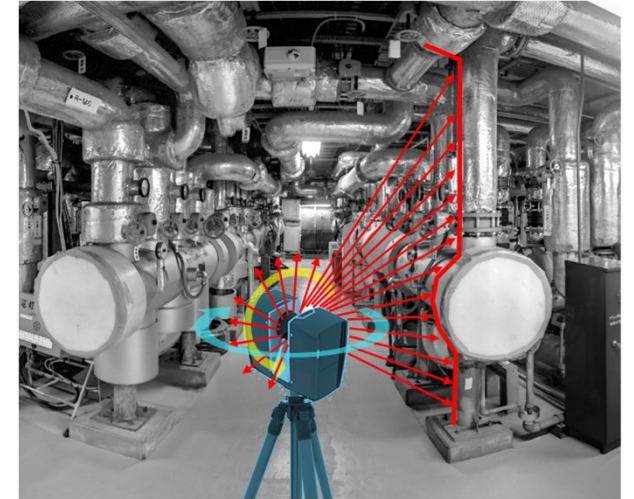


図3-1：レーザースキャナの計測イメージ

点群データ

三次元情報を持つ点の集合体。（図3-2）

X,Y,Zの三次元座標の他に、反射強度（Intensity）やRGBの色情報を保有している。

また、据置型のレーザースキャナの場合は、「格子情報」と呼ばれる、撮影した向きや順序を含んでおり、格子情報を持つ点群データは、点群処理ソフトでの自動処理・モデリングが可能となる。

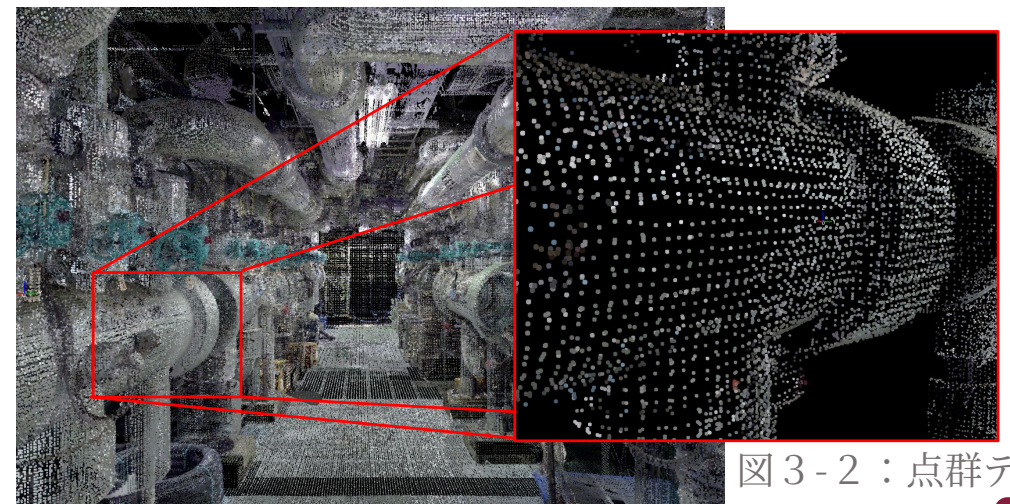


図3-2：点群データ

3-3. 3Dスキャナ装置の例

・次ページに3Dスキャナ装置の一覧を示す（※各項目はカタログやメーカーHPより転載）

建築設備領域での使用に際して考慮すべき性能を下記に挙げる。

計測距離

建築設備領域で使用が想定される用途（機械室や設備シャフト、天井内など）においては、土木分野で使われるような長距離用スキャナではなく、近距離～中距離用が適している。特に機器や配管、ダクトなどが入り組んだ環境が多いため、狭いところへも回り込め、撮影も短時間で済むような小回りの利くものが適しており、ハンディタイプのスキャナも有効である。

計測精度と解像度

精度：計測誤差などを含めた座標の確かさのこと

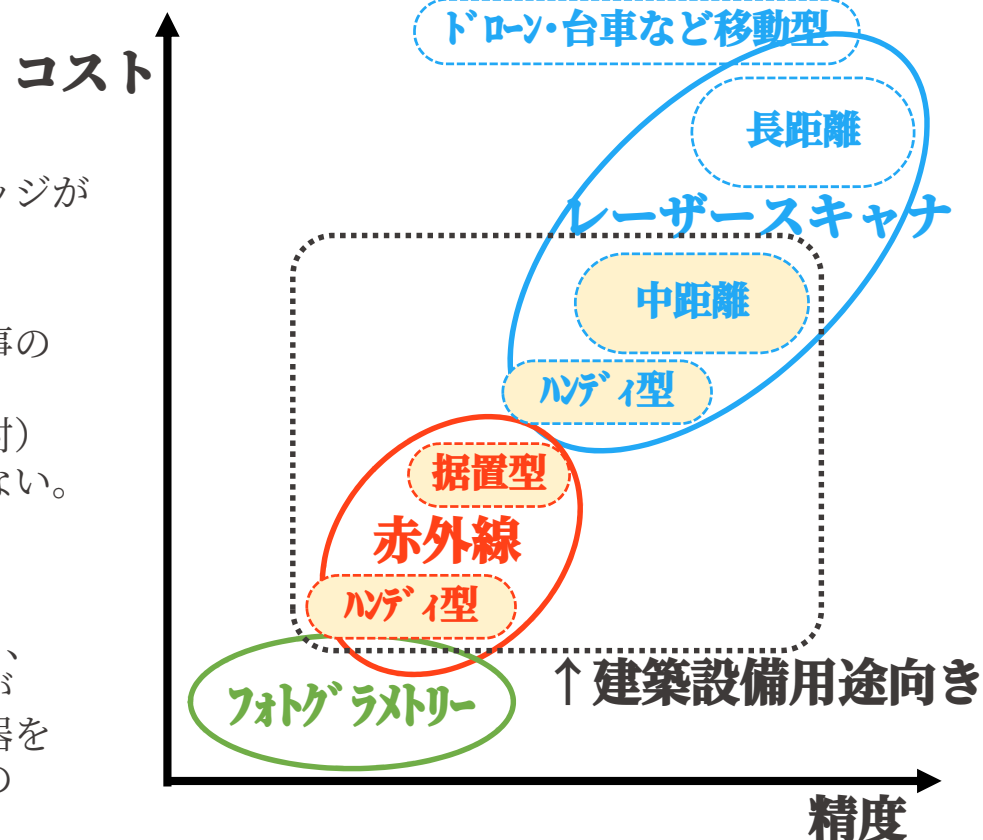
解像度：点群の密度のこと

精度≠解像度で、解像度は精度とは関係がない。
解像度を上げると高密度の点群となり、対象物のエッジが明確となるが、データ容量が大きくなる。

活用用途に応じて、精度・解像度をデータ容量とのバランスを見ながら設定する必要があるが、改修工事の計画など建築設備で一般的に使用が想定される用途（新設設備と既存との取り合い確認や機器搬出入検討）などでは、それほど高い精度・解像度は必要とされない。
（精度は数mm、解像度は10m先で10mm前後が適当）

レーザークラス

レーザーの安全性は、JIS C 6802にて定義されており、直接ビーム内観察を長時間行っても安全なクラス1が推奨される。また、眼への影響だけでなく、精密機器を扱う既存工場内などでの計測では、工場設備などへの影響も考慮して使用を判断する必要がある。



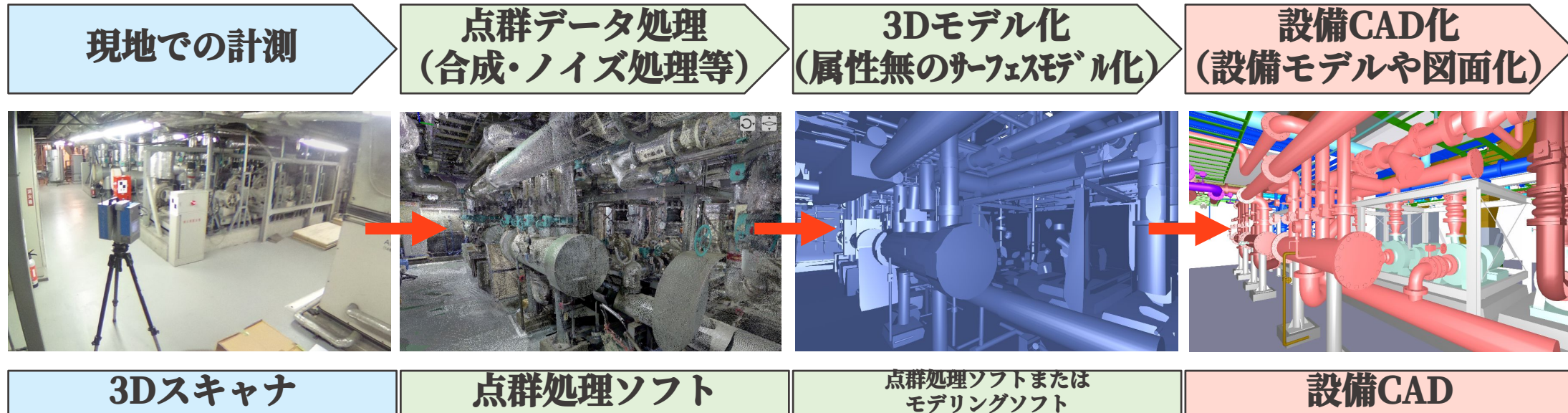
3-3. 3Dスキャナ装置の例

・各種3Dスキャナ例を一覧にまとめた（別紙A3資料参照 [別紙2]）

特徴 ※カメラ・仕様など設置場所から別掲													参考価格 (本体)									
タイプ	方式	メーカー	製品名	イメージ	レーザークラス	重量	計算精度	計算精度	測定・照準範囲	計算速度	カメラ機能	備考・周辺アプリ	参考価格 (本体)									
トータルステーション	レーザー [WFD]	Leica Geosystems	Nova HS40		クラス3A	7.7kg	1.5m~1000m 100Hzレド：300m 250Hzレド：400m 62Hzレド：500m 1Hzレド：1000m	[精密] 2mm+2ppm [コンパニオン（反射率90%）] 1000Hzレド：300m 250Hzレド：50m 62Hzレド：50m 1Hzレド：50m	-	1,000点/秒	写真/ビデオ （Wi-Fi・USB・無線LAN）	トータルステーション内で自動水准 Leica Infinity	800円									
トータルステーション	レーザー [TOP]	Trimble	SX10		クラス1M	7.5kg	0.9m~600m	[3次元位置精度] ±2.5mm [距離ノイズ] 1.5mm	6.25°-50mm@50m	25,500点/秒 3km/h~12mmrad（50mm@50m）：12分	写真/ビデオ （Wi-Fi・無線LAN） （動画・画像・音声録画）	点群生成ソフト（別途有償） Trimble Business Center	800円									
特徴 ※カメラ・仕様など設置場所から別掲																						
タイプ	方式	メーカー	製品名	イメージ	レーザークラス	重量	計算精度	計算精度	測定・照準範囲	計算速度	カメラ機能	備考・周辺アプリ	参考価格 (本体)									
据置型	レーザー [TOP]	Trimble	TxH		クラス1L	11.3kg	0.6m~340m	[距離精度] ±2mm [距離ノイズ] 伝導モード：2mm	据置型 レーザー [WFD]	Leica Geosystems	ScanStation P30	クラス1	12.9kg	0.6m~120m	[ターゲット精度] 2mm（50mまでの結線距離） [距離精度] 1.2mm+10ppm [検出精度] 3mm@50m	写真 （Wi-Fi・無線LAN）	最大1,000,000点/秒	HDSカメラ				
据置型	レーザー [TOP]	Trimble	TxH		クラス1L	11.3kg	0.6m~120m	[距離精度] ±2mm [距離ノイズ] 2mm	据置型 レーザー	Leica Geosystems	BUX3HD	クラス1	3kg	0.6m~60m	[距離精度] 4mm@10m 2mm@20m	写真 5mm/10mm/20mm@10m	360,000点/秒	HDSカメラ （3次元）	-Autodesk RecapPro -Leica Cyclone	200円		
据置型	レーザー [TOP]	TOPCON	GLS-2000 ※距離に依存して30℃		クラス3R	10kg	ショット：130m フラッシュ：350m LED：500m	[距離精度] 3.5mm [検出] 2.0mm	据置型	別件課（製造販売）	Matterport	Matterport Pro2 3D Camera	-	3.4kg	4.5m	[広さ] 17%程度（≒10mm@1m）	iDPaintPerDgree （≒3mm/17.5mm@10m）	1.3ヶ所×20秒程度	○ 4K/VR/720P撮影	クラウド上の閲覧 XYZ、OBJなど	50円	
据置型	レーザー [PhaseShift]	Z+F	Z+F PHASER S15		クラス1	7.3kg	0.3m~365m	[Linearity error] 4.1mm+100ppm/メートル [Range Noise] 0.3mm rms@10m	ハンドヘルド	レーザー	FARO	FARO FreeStyle™X	クラス1	0.9kg	0.5~3m	[精密] 1.0mm@3m [検出感度] 1mm@2 ノイズ（rms） 0.7mm@0.5m 0.75mm@1m 2.5mm@3m 5mm@5m	0.2mm+1mm 最大45,000点/m@0.5m 最大10,000点/m@1m	88,000点/秒	2台同時使用可能	スマートフォン/タブレットで見る、表示 Windows/Android/iOS対応。 専用アプリ（SceneCapture）で計測	300円	
据置型	レーザー [PhaseShift]	FARO	FOCUS S350 FOCUS S150 FOCUS S70		クラス1	4.2kg	0.6m~350m 0.6m~150m 0.6m~70m	[距離精度] ±1mm [1次元位相精度] 2mm@10m 3.5mm@25m	ハンドヘルド	別件課（製造販売）	MANITEX VISION	P6 SMART	1.2kg	0.5~4.0m	1m以内：0.1~0.2%程度の広さ 4m以内：0.1~1%程度の広さ	9mmrad （最小75mm@10m） 3mmrad（15mm@10m）	固定 最大45,000点/秒	○ 遠隔操作も可能	Ply, OBJ, STL, XYZ, ePT, PFS	400円		
据置型	レーザー [PhaseShift]	FARO	FOCUS H70		クラス1	4.2kg	0.6m~70m	[距離精度] ±3mm [1次元位相精度] not specified	ハンドヘルド	レーザー [TOP]	GEOGLAH	ZEB-REVO	クラス1	2kg 1.2kg 5kg 4.1kg	～30m	傾斜精度：1~3cm 絶対位置精度：3~30cm （100ヶ所×0.15~7）	水平：0.62秒 傾斜：1.8°	43,000点/秒	-		オプション 構造はる	
					ハンドヘルド	別件課（製造販売）	OCT PRODUCT	DIF-DX	-	1.39kg	0.6~3.7m	0.2~1.2%	320×240×300mm	赤外線カメラ	-点群データ/カメラの取得可能 PFS,PFL,RV,PFTG,EJT77利用可能	\$5100/USD						
					据置型	レーザー（20センチ×3）	NaviVis （製造・販売・修理あり）	H3 Trolley		(100kg) クラスB3	20m~30m （高さ調整可能なため 利用20m以内に限定可）	CH特価 20~30m@0.1~10m	5mm~	40,000点/秒 2~57mm/L	25mmカメラ×6	自己診断機能。自動で3Dモデル生成可能 ※実物のセンサー（R,L,F,T,S,X,Y,Z,A,S,B,T）の色 3DpointViewer（Webサービス）で確認。 カラーカメラ表示で確認し、カメラの向き、距離、方向を修正可能。	計測ソフト （有料版あり）					

3-4. 建築設備における3Dスキャン活用の流れ

3-4-1. 一般的な活用の流れ【点群データを基に設備CAD化（復元モデリング）を行う】



一般的な設備CADでは点群データを読み込むことが不可能なため、点群データから一度復元モデリングを行っておくことで、設備関係者で共有できるデータとなる。

一方で建築設備領域では下記の注意が必要となる。

- 点群からの3Dモデル化や設備CAD化に際して、点群処理ソフトなどの専用ソフトが必要となるとともに、点群や設備CADおよび建築設備そのものに対する知識が必要となる。
- 形状だけでなく用途などの属性が重要となる設備の復元モデリングは既存図などの基礎情報の他、時間、労力を要する。
- 点群からの復元モデリングは、必要に応じてデフォルメが必要あり（右図）スキャナの精度に加えて、モデリングに際してさらに現物との違いが生じる。
- さらに保温やラッキングがされている配管、ダクト類は表面を捉えた点群データから保温厚を差し引いて位置、サイズを推定してモデル化する必要がある。

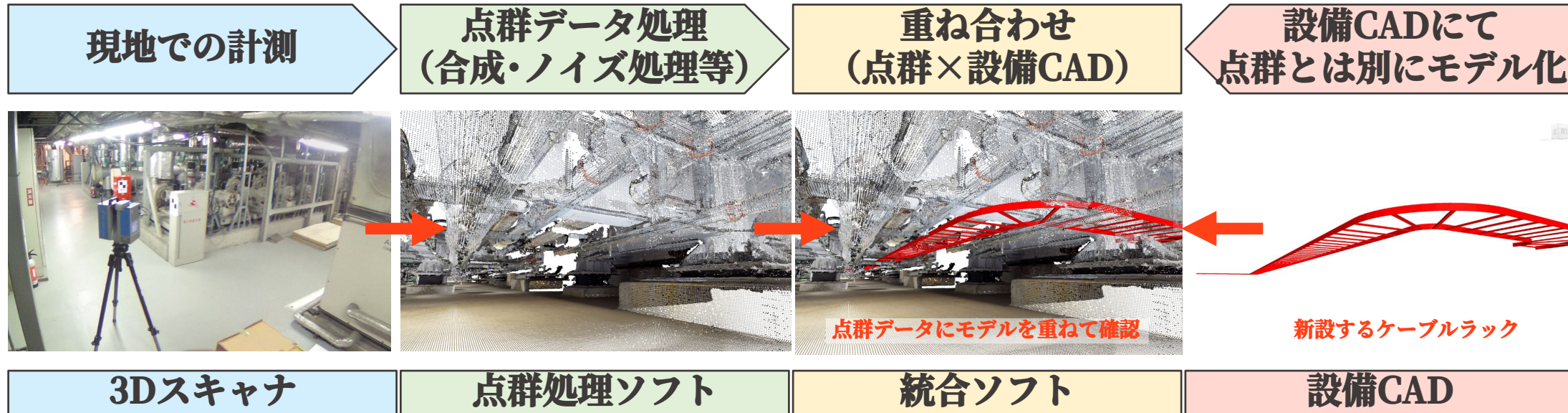
↓ 現物や点群データには歪みがある

↑ 保温やラッキングを差し引いて
モデリングする必要がある

↑ モデリングする際には均す（デフォルメ）
する必要がある

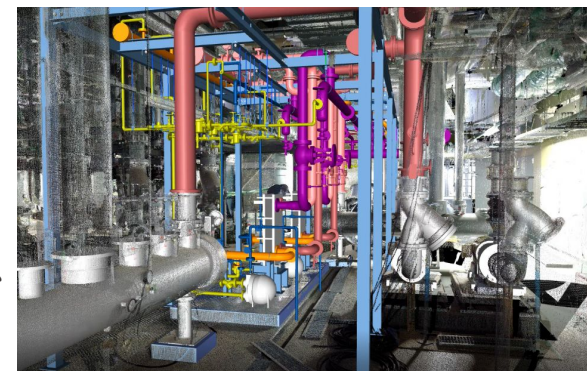
3-4. 建築設備における3Dスキャン活用の流れ

3-4-2. 点群のまま活用する流れ【点群からの復元はせず点群に必要最小限のモデルを重ねる】



4-1の一般的な活用の流れでは、点群からの復元モデリングの労力が課題となるが、点群とCADデータの重ね合わせが可能な統合ソフトにて、点群とは別にあらかじめ作成しておいたモデルと点群を重ね合わせすることで、復元モデリングの労力を抑え、点群データをそのまま活用することができる。この方法は、広範囲にわたる復元モデリング、図面化を必要としない場合や、ある程度の精度を求める（復元によるデフォルメを避けたい）場合に有効であるが、一方で下記の注意が必要となる。

- ・点群データが大きくなると重ね合わせ時のハンドリングが悪くなる
- ・NavisWorksなどのCADと点群を重ね合わせできる統合ソフトが必要となり、統合ソフトを扱えない設備関係者との共有がしづらい
- ・あらかじめ設備CADにてモデリングする際に、点群を参照できないため、統合ソフトで重ね合わせてからのチェックになるとともに、統合ソフトでチェックしては、設備CADでの修正を繰り返し行う必要がある



点群×CADモデル

3-5. 建築設備での活用パターン例

設備専門工事会社が活用事例として発表されているように、従来の現況調査からの現況図作成と比較し、3Dスキャン計測からの現況図復元は半減以上の省力化効果があると言われている。また、一度測定すればデータ上で現地を再確認でき、現地に繰り返し赴く必要がなくなり、施工者・建築主双方へのメリットも期待できる。上記の現況図作成の他、建築設備では下記に示すような様々な用途での活用が想定される。

従来の現況調査からの現況図作成

3Dスキャンからの
現況図作成

半減以上の
省力化効果

既存機械室などに新設する設備の納まり検討

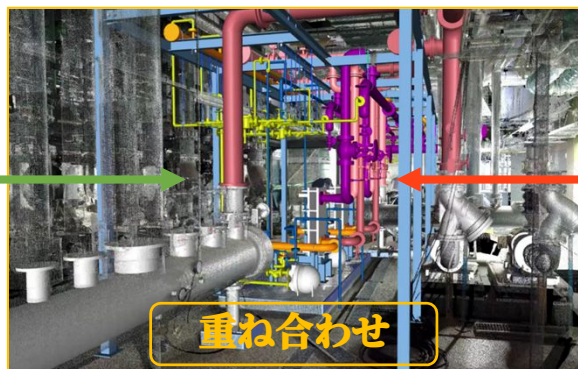
現地での計測

点群データ処理
(合成・ノイズ処理等)

重ね合わせ
(点群×設備CAD)

設備CADにて
点群とは別にモデル化

既存設備
の
点群



新設設備
の
モデル

既存の点群データの中に、新設する設備のモデルを重ねることで納まりや取り合いの確認を行う。電気室など活線作業となる部分や、階高があり調査が難しい部分は、3Dスキャンが効果的である。

既存機械室などの機器の搬出入計画

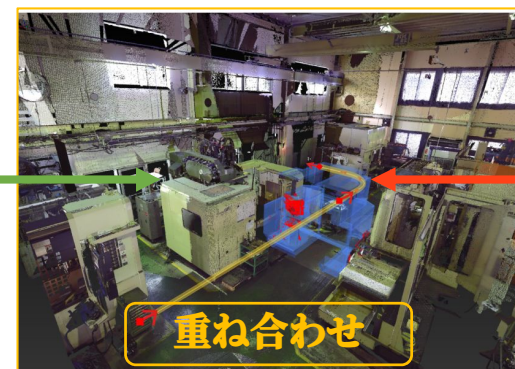
現地での計測

点群データ処理
(合成・ノイズ処理等)

重ね合わせ
(点群×設備CAD)

設備CADにて
点群とは別にモデル化

既存設備
の
点群



設備機器
の
モデル

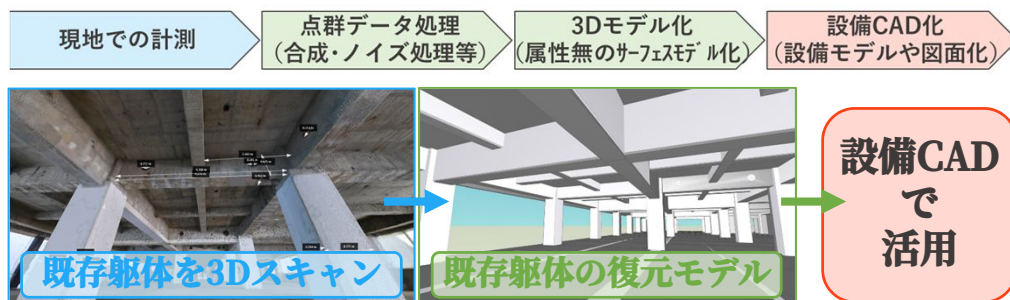
既存の点群データの中に移動させる機器のモデルを読み込み衝突判定のシミュレーションを行う。

※画像はエリジウム社HPより引用

<https://www.elysium-global.com/ja/product/infipoints/>

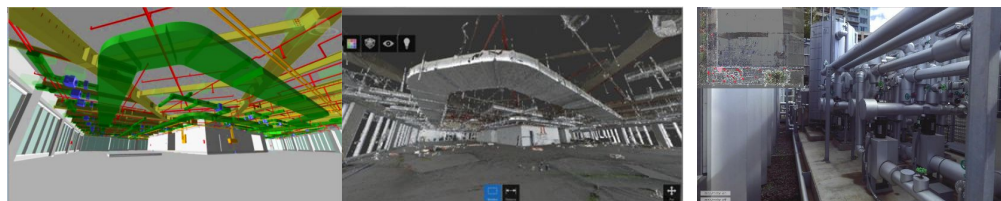
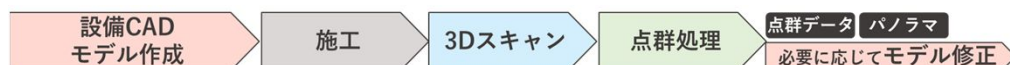
3-5. 建築設備での活用パターン例

スケルトン躯体に対する設備の納まり検討



既存の躯体はそのままに、設備を全面撤去し新設する設備の改修工事では、既存躯体の復元モデリングを行うことで、設備CADにて納まり確認に活用できる。

竣工状態の保存

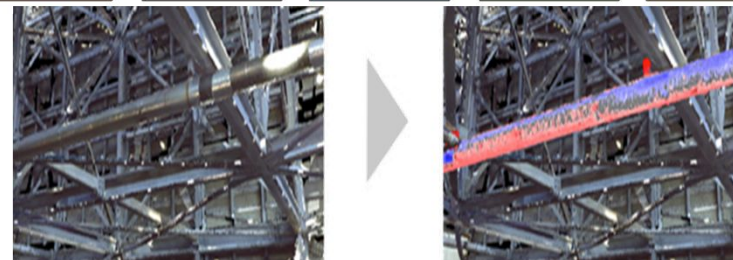
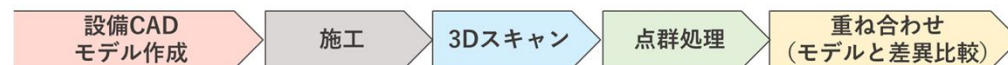


施工モデルに対する点群データ パノラマ(360°画像)

施工後の状態を3Dスキャンし、併せてパノラマを作成することで、竣工時の状態を保存できる。保存されたデータは将来、改修計画に活用できる。

天井内設備など隠れてしまう部分は天井をふさぐ前などに計測を行う必要がある。

施工精度(出来形)や進捗(出来高)の確認

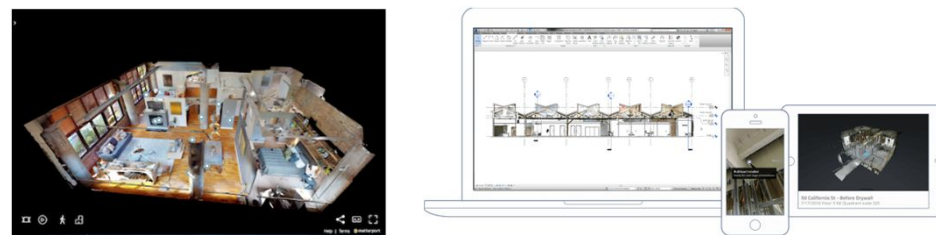


施工前のモデルと施工後の点群データの差異を比較し、施工精度のチェックや、進捗の確認を行う。

技術的には可能だが、工事の進捗に合わせてタイムリーに実施することが課題
※画像はエリジオン社HPより引用

<https://www.elysium-global.com/ja/product/infipoints/>

現地調査の簡略化



最近はMatterPortなど、簡易に3Dスキャンとパノラマを取得できるツールが出てきており、改修計画における現地調査で、360°カメラの延長で座標含めた画像を取得でき、現地に行く回数を減らせる。

※画像はMatterPort社HPより引用

<https://matterport.com/>

3-6. 3Dスキャン計測やモデリングの協力会社

- ・ BIMとも連携可能な3Dスキャンの活用は、生産性向上などの効果が期待できる一方、機器やソフトの価格を理由に、建設会社の建築設備部門や設備専門工事会社では保有している会社、台数はまだ少ない
- ・ 測量や調査会社をはじめとした協力会社で3Dスキャン計測やモデリングのサービスを行っており、自社で機器やソフトを保有しなくとも取り組む事ができる
- ・ 3Dスキャン計測やモデリングの請負可能な協力会社の例を次ページに示す

3-6. 3Dスキャン計測やモデリングの協力会社

会社名	3Dスキャン計測～点群処理				建築CADでのモデリング	設備CADでのモデリング
	対応可否	スキャナ機材	点群処理ソフト	簡易なモデル化		
クモノスコーポレーション株式会社 https://www.kankou.co.jp/3d/	○	据置型 (FARO) バックパック他	Scene Infipoints	○	×	×
大浦工測株式会社 http://www.oura.co.jp/	○	据置型 (Z+F) 据置型 (Leica)	Infipoints Cyclone	○	○ Revit、ArchiCAD	×
株式会社ジャスト http://www.just-ltd.co.jp/service/2149/	○	据置型 (FARO) 据置型 (Leica) ハンディ	RecapPro RealWorks	○	○ Revit	×
株式会社空間情報 http://www.space-information.jp/	○	据置型 (FARO) 据置型 (Leica) ドローン	Scene Infipoints Cyclone	○	○ Revit、ArchiCAD	○ Rebro
株式会社U'sFactory http://us-factory.jp/	○	据置型 (Leica) 自社開発品Info360他	Cyclone	○	○ Revit、ArchiCAD	○ Tfas
株式会社丸高工業 http://www.marutaka-kogyo.co.jp/	○	据置型 (FARO)	Scene	○	○ Revit	×
ベル・エンジニアリング株式会社 http://www.belleng.jp	○	無 (レンタル)	Infipoints	×	×	○ Rebro、Tfas
東芝プラントシステム株式会社 https://www.toshiba-tpsc.co.jp/index_j.htm	○	据置型 (Z+F) 据置型 (Leica) ハンディ型	自社開発ソフト Cyclone RecapPro他	○	○ Revit	○ Plant3D
内外エンジニアリング株式会社 http://www.naigai-eng.co.jp/	○	据置型 (FARO) 据置型 (Leica) ハンディ、ドローン	Cyclone GeomagicDesignX Arena4D他	○	△ MicroStation	△ MicroStaion
株式会社構造計画研究所 https://www.kke.co.jp/solution/theme/navvis.html	○	台車型 (NavVis)	専用アプリ	×	○ Revit、ArchiCAD	×
キャノンマーケティングジャパン株式会社 https://cweb.canon.jp/corporate/ 株式会社富士テクニカルリサーチ https://www.ftr.co.jp/solution/measurement/3d-laser/	○	据置型 (FARO) 据置型 (Z+F) ハンディ、ドローン	Galaxy-Eye	○	×	×
上記以外の販売店,代理店,コンサルタントなど	株式会社大塚商会、兼松エアロスペース株式会社、株式会社みるくる など					

3-7. 3Dスキャン技術の調査のまとめ

【計測に関して】

- ・ 建築設備における3Dスキャンでは、土木や建築と比較し、対象が複雑で計測箇所数も多くなる傾向にあるので、小回りの利くスキャナが望ましい
- ・ また、今回示したような活用用途では、高い精度・解像度は必要とされないが、設備は配管やラッキングなど光沢があるものも多く、ピットや機械室、天井内など薄暗い部分も多いので、各機種の特性を考慮する必要がある

【点群データに関して】

- ・ 最近ではPCの性能向上や、ソフトベンダーの努力により点群データも扱いやすくなっているが、依然としてデータ容量は膨大となるため、適切な精度・解像度の選定とPCなどの作業環境やデータ保管方法に注意が必要である
- ・ 現状では点群データを直接使える設備CADはほとんどない
(RevitMEPやMicroStation (DesignDraft) は点群データを参照できる)

【復元モデリングに関して】

- ・ Infipointsなど点群データから自動で面や円柱を抽出し、簡易な3D形状のモデリングが可能な点群処理ソフトがある
- ・ ただし、上記のモデリングは簡易なサーフェスモデルであるため、設備図として扱うには設備CADへ形状を渡した後に、設備CADにて属性付きでトレースを行う必要がある
- ・ 建築は「壁」や「柱」など種類が限られているが、設備は種類や用途が多く、必要とする情報も多いため、設備CADでの復元には点群からだけでは分からない、配管種別や用途、機器の仕様など様々な情報（既存図）が必要となる

3-7. 3Dスキャン技術の調査のまとめ

【今後について】

- ・ 3Dスキャナは様々なタイプのものや手ごろで扱いやすいものが増えてきており、また点群の合成処理まで自動で行うものやクラウド上で成果物を確認できるサービスが出てきているので、精度など含めて目的にあったツールを選択する必要がある
- ・ 点群データは重たく、依然として誰もが扱える状態とはなっていないので、今後のさらなるPC性能の向上、ソフトの改善、新規ソフト・サービスの登場を期待したい
- ・ 設備CADで点群データが扱えるようになるのが望ましいが、活用を行う建築設備領域で事例を共有しながら、今後の在り方や標準化を検討し、一体となってより使いやすいツールや環境の整備する必要がある
- ・ 建築設備での3Dスキャン活用で最もネックとなるのが点群データからの設備部材の復元モデリングであり、一部自動化が可能になってきてはいるが、今後はさらに画像認識技術（AI）などにより、設備の自動抽出や復元自動化が進むことを期待したい

4. 工場製作・加工におけるBIMモデル活用の調査

1. はじめに

2. 設備施工におけるBIMの活用メニュー

3. 3Dスキャン技術と設備での活用事例の調査

3-1. 調査の背景

3-2. 3Dスキャン技術の基礎知識

3-3. 3Dスキャナ装置の例

3-4. 建築設備における3Dスキャン活用の流れ

3-5. 建築設備での活用パターン例

3-6. 3Dスキャン計測やモデリングの協力会社

3-7. 3Dスキャン技術の調査のまとめ



4. 工場製作・加工におけるBIMデータ活用の調査

4-1. 加工へのデータ活用調査の背景

4-2. 配管加工メーカーの視察

4-3. 配管加工におけるデータ（BIMモデル）の活用状況

4-4. ダクト加工におけるデータ（BIMモデル）の活用状況

4-5. 加工へのデータ活用調査のまとめ

5. まとめ

4-1. 加工へのデータ活用調査の背景

- ・ 昨今BIMの取り組みが拡大し、建築設備においても設計・施工の段階で設備の納まりや干渉確認で活用されている
- ・ 今後BIMがさらに普及浸透すると、川上で作ったBIMモデルなどのデジタルデータを、川下でさらに有効活用し、より生産性向上などに寄与させる活用に展開されると予想される
- ・ その一つとして設計や施工初期に作成したBIMモデル（デジタルデータ）を、直接ものづくりに活用する「デジタルファブリケーション」が挙げられる
- ・ 建築設備におけるBIMモデルを活用したデジタルファブリケーションを考えた場合、配管加工やダクト加工が一例として想定される
- ・ 今後のBIMモデル活用も視野に、配管加工（加工管メーカー）やダクト加工（ダクトメーカー）におけるデータ活用やデジタル化の現状を調査した

デジタルファブリケーション：デジタルデータをもとに創造物を制作する技術のこと

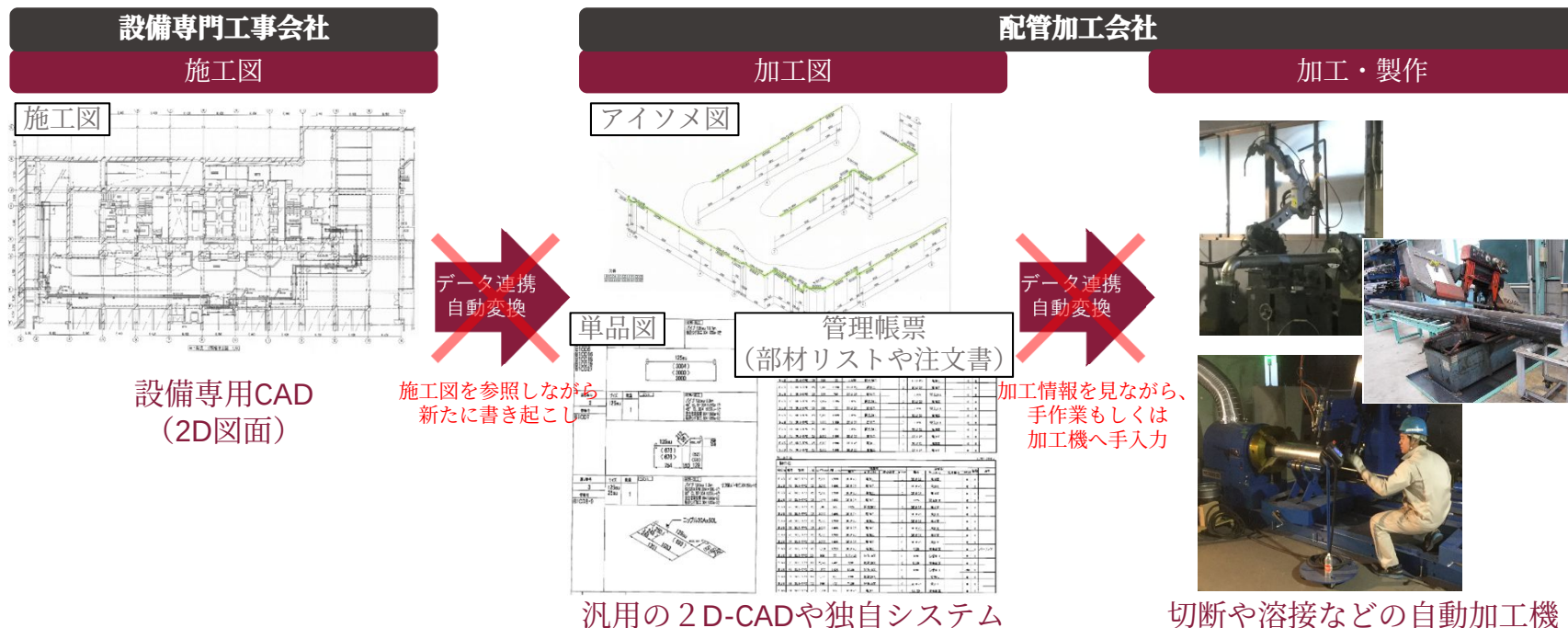
3Dスキャナーや3D CADなどの測定機械により、自分のアイデアや個人の身体データ等をデジタルデータ化した上で、そのようなデジタルデータを3Dプリンターやレーザーカッターなどのデジタル工作機械で読み込んで造形する
（総務省「平成28年版情報通信白書」より）

4-2. 配管加工メーカーの視察

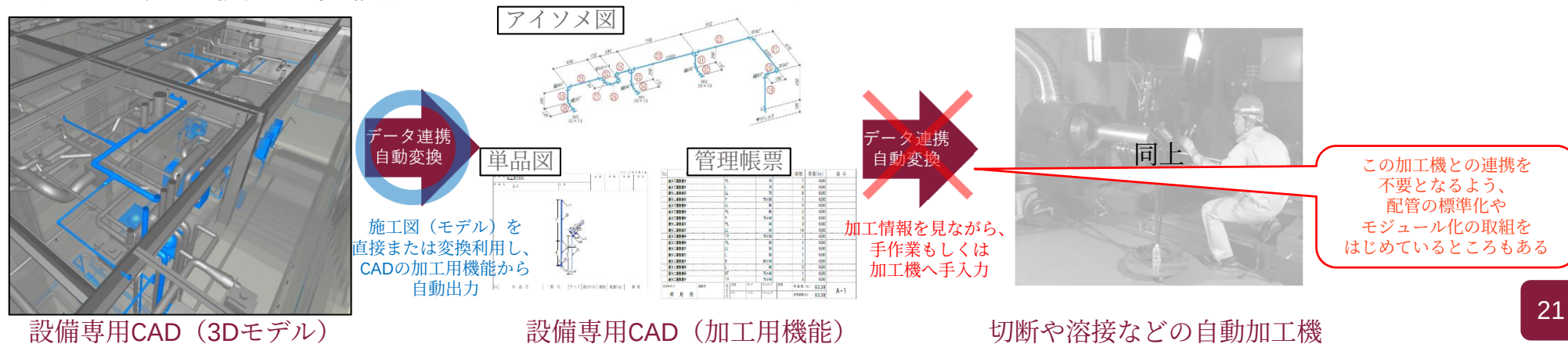
- ・配管加工メーカーであるジャパンエンジニアリング株式会社（JES）の工場を見学させていただき、工場でのデータ活用やデジタル化の現状ヒアリングと意見交換を行った
 - ・JES社では従来から、独自システムにて製作図からの数量表や注文書の自動出力を行うと共に、工場でのペーパーレス化や製作状況のデータの見える化を行っており、進捗や品質の管理にも活用を行っている
 - ・最近では本年から施行される「働き方改革関連法」も鑑み、より一層の効率化を目指してデータを有効活用できる仕組みづくりに取り組み始めている
（※「建設業」では5年の猶予期間が設けられている「働き方改革関連法」であるが、加工管工場は「製造業」に当たり本年4月から適用される）
 - ・上記取組の一例として、現状ではまだ活用できていない、川上の設備専門工事会社の設備CADやBIMデータとの連携を検討している
-
- ・JES社の他、一般的な配管加工メーカー、ダクト加工メーカーにおけるデータ（BIMモデル）の活用状況を次頁〔4-3、4-4〕に示した

4-3. 配管加工におけるデータ（BIMモデル）の活用状況

川上の「設備専門工事が作成する施工図」と川下の「配管加工会社が作成する加工図」のデータ連携はほとんどできていない

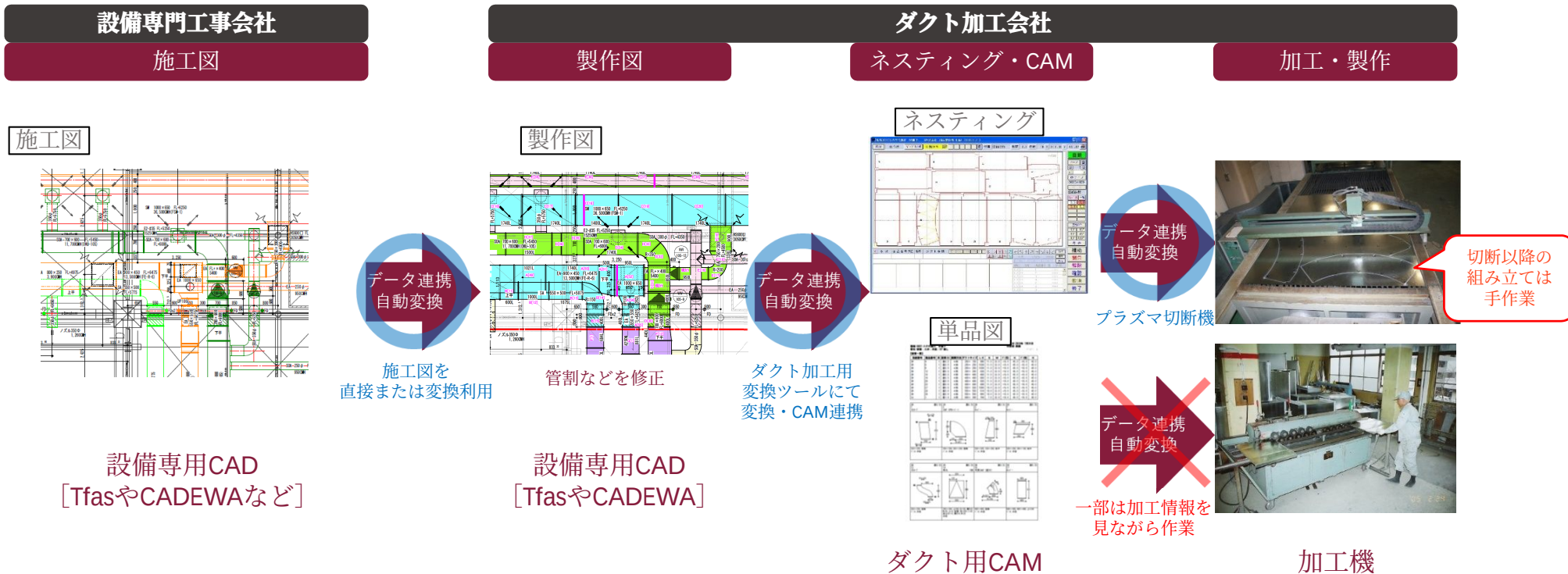


一部の配管加工会社では、設備CADの配管加工用機能を活用したデータ連携がはじまっている（ただし加工機へは直接データが繋がっていない）



4-4. ダクト加工におけるデータ（BIMモデル）の活用状況

従来から一部のダクトメーカーにて、川上の「設備専門工事が作成する施工図」のデータを加工図・加工機へつなげている



4-5. 加工へのデータ活用調査のまとめ

- ・配管加工においては、設備専門工事会社（サブコン）が作成した施工図（CADデータ）を自動加工機にまでつなげられている事例はほとんどない
- ・ダクト加工においては、従来よりサブコンが作成した施工図（CADデータ）をCAMや加工機につなげることが可能となっている
- ・配管もダクトも最終的には、加工メーカーのノウハウ等が反映された製作図としなければならず、サブコンの作成した施工図（CADデータ）を手を加えずそのまま活用するというのは難しいかもしれないが、使える部分のデータだけでも連携することで、サブコン側、加工メーカー側双方で作図作業などの効率化が期待できる
- ・今後、ゼネコンやサブコンだけでなく配管やダクトの加工メーカーなども含めた建築設備に携わる関係者全体の生産性向上や効率化のためには、建築設備のものづくりはどうあるべきか、データをどう活用すべきかについて継続して調査、ヒアリングを行いながら業界全体で議論していく必要がある

5. まとめ

- ・今回は設備施工におけるBIM活用メニューとそれを取り巻く周辺技術として、
①3Dスキャン技術、②工場製作・加工におけるBIMデータ活用について調査した
- ・ゼネコンやサブコン各社で新しい取り組みが発表されることが増えてきているが、
設備施工でのBIM活用はまだまだこれからである
(まだ“BIM”ではなく“3D”が多い)
- ・BIMモデルが持つ情報の活用の幅は広く、今回示した活用メニューのような
様々な使い方が期待されているが、それらを実行するためにはまだ課題も多い
- ・一方で3Dスキャンをはじめ、BIMを取り巻く周辺技術や新しいサービスが
続々と誕生、更新されており周辺環境や新技術に目を向けておくことも重要である
- ・これまで各社毎に課題や開発に臨んできたが、
昨今の労務職不足や働き方改革など業界全体としての課題に対して、
生産性向上や効率化の施策を共有し、業界一体となって課題に向かうのが望ましい

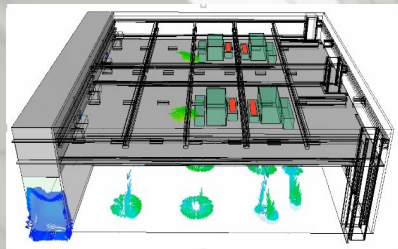
BIMによる設備工事のトータルコーディネート

～設備工事におけるBIMの活用メニュー～

ツール例

合意形成・見える化

性能検証 Q_{CDSE}



BIMモデルの部屋情報や部材情報を活用し、気流などをシミュレーション

FlowDesigner , STREAM

施工調整 Q_{CDSE}



わかりやすい3D表示により、関係者でスムーズな協議・調整を実施

設備CAD , NavisWorks
SolibriModelChecker

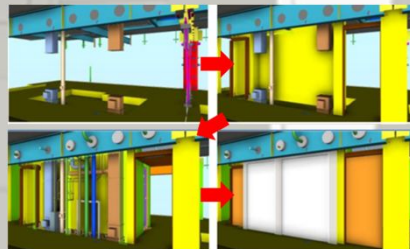
搬出入計画 Q_{CDSE}



大型設備機器などの搬出入を3Dやアニメーションを活用し、事前にシミュレーション

NavisWorks

施工手順 Q_{CDSE}



多職種が関わる複雑な箇所について、3Dステップ図や4Dアニメーションを活用し、施工手順を見える化
加えて、歩掛やコストも連携させ、5Dシミュレーションを実施

NavisWorks , VICO Office

工事進捗管理 Q_{CDSE}



工事の進捗をモデルで一元管理し、進捗度を見える化

取扱説明 Q_{CDSE}



設備システムや管理箇所を3Dで見える化し、判り易い取り扱い説明を実施

FM (維持管理) Q_{CDSE} + α



施工に際して作成されたBIMモデルから維持管理に必要な情報を出力し、維持管理システムなどのFMツールで活用

着工

掘削・根切・杭工事

躯体工事

仕上・設備工事

試運転・調整

竣工

データ連携・ものづくりへの活用

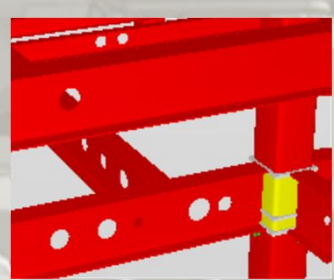
積算・見積 Q_{CDSE}



モデルから数量を算出し、歩掛や単価と紐づけて、見積に活用

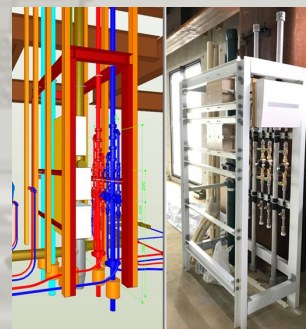
みつもりくん

躯体・鉄骨対応 Q_{CDSE} プレファブユニット化 Q_{CDSE}



設備のスリーブ情報を中間ファイル (CSV) にて鉄骨製作図や既成補強リング計算に受け渡す

設備CAD , 鉄骨CAD



3Dによりプレファブ化やモジュール化を検討し、現場での作業を削減

AR施工 Q_{CDSE}



ARにより投影されるモデルに合わせて、図面レスで施工

GyroEye , Hololens

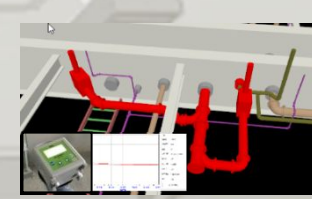
施工記録 Q_{CDSE}



スリーブ確認などの自主検査記録をモデルと紐づけ一元化・見える化し管理帳票も自動出力

BIM/CIM Ark

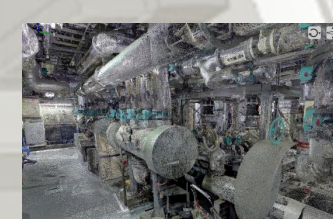
測定記録 Q_{CDSE}



水圧試験などの測定記録をモデルと紐づけ一元管理し、管理帳票も自動出力

BIM/CIM Ark

3Dスキャン Q_{CDSE}



施工後の状態を3Dスキャン計測し保存して、竣工時の状態の確認や将来の改修計画に活用

3Dスキャン Q_{CDSE}



既存改修などの事前の現地調査に際して、3Dスキャナ計測を行い、現況図作成などに活用

自動墨出 Q_{CDSE}



モデルの3D座標を活用し、墨出しを自動化・効率化

トータルステーション

デジファブ (CAD/CAM) Q_{CDSE}



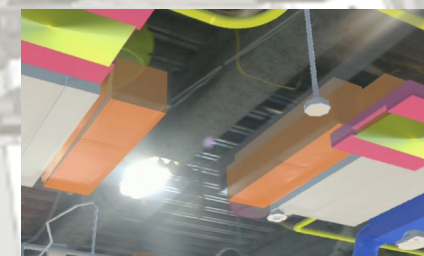
施工図として作成したBIMモデルおよびその情報を配管やダクト、その他の製作モノの加工にデータ活用

ロボット施工 Q_{CDSE}



BIMモデルの3D情報をロボットの制御などに活用し、ロボットによる施工や施工管理を行う

出来形管理 Q_{CDSE}



AR/MRにより施工モデルと現地現物を比較し、据付状態などの出来形を確認

GyroEye , Hololens

タイプ	方式	メーカー	製品名	イメージ	特徴 ※カタログ・仕様書など公開情報から引用								参考価格 (本体)
					レーザークラス	重量	計測距離	計測精度	密度・解像度	計測速度	カメラ機能	備考・関連アプリ	
トータルステーション	レーザー [WFD]	Leica Geosystems	Nova MS60		クラス3R	7.7kg	1.5m～1000m 1000Hzモード：300m 250Hzモード：400m 62Hzモード：500m 1Hzモード：1000m	【精度】 2mm+2ppm 【レンジノイズ（反射率90％）】 1000Hzモード：50m付近で1.0mm 250Hzモード：50m付近で0.8mm 62Hzモード：50m付近で0.6mm 1Hzモード：50m付近で0.6mm	-	1,000点/秒	5Mピクセルカメラ （オーバービューと望遠の2つ）	・トータルステーション内で自動合成 ・Leica Infinity	820万
トータルステーション	レーザー [TOF]	ニコン・トリンプル	Trimble SX10		クラス1M	7.5kg	0.9m～600m	【3次元位置精度】 2.5mm 【距離ノイズ】 1.5mm	6.25～50mm@50m	26,600点/秒 フルドーム/1mrad（50mm@50m）：12分	5Mピクセルカメラ （広角・外観・望遠の3つ）	点群自動合成（合成不要） ・Trimble Business Center	800万
据置型	レーザー [TOF]	ニコン・トリンプル	Trimble TX8		クラス1	11.2kg	0.6m～340m	【測距精度】 ＜2mm 【距離ノイズ】 標準モード：2mm	グレビュモード：15.1mm@10m Level1：22.6mm@30m Level2：11.3mm@30m Level3：5.7mm@30m	1,000,000点/秒 グレビュモード：15.1mm@10m：1分 Level1：22.6mm@30m：2分 Level2：11.3mm@30m：3分 Level3：5.7mm@30m：10分	10Mピクセルカメラ	・Trimble RealWors	900万
据置型	レーザー [TOF]	ニコン・トリンプル	Trimble TX6		クラス1	11.2kg	0.6m～120m	【測距精度】 ＜2mm 【距離ノイズ】 2mm	グレビュモード：15.1mm@10m Level1：22.6mm@30m Level2：11.3mm@30m Level3：5.7mm@30m	500,000点/秒 グレビュモード：15.1mm@10m：2分 Level1：22.6mm@30m：3分 Level2：11.3mm@30m：6分 Level3：5.7mm@30m：19分	10Mピクセルカメラ	・Trimble RealWors	700万
据置型	レーザー [TOF]	TOPCON	GLS-2000 ※距離に応じて3タイプ		クラス3R	10kg	ショート：130m ミドル：350m ロング：500m	【距離精度】 3.5mm 【面精度】 2.0mm	50mm@10m 25mm@10m 12.5mm@10m 6.3mm@10m 3.1mm@10m	120,000点/秒 高速モードの場合 25mm@10m：55秒 12.5mm@10m：1分50秒 6.3mm@10m：6分55秒	5Mピクセルカメラ （広角と狭角の2つ）	点群自動合成（合成不要） ・MAGNET Collage	800万
据置型	レーザー [PhaseShift]	Z+F	Z+F IMAGER 5016		クラス1	7.3kg	0.3m～365m	【Linearity error】 ≤1mm+10ppm/メートル 【Range Noise】 0.3mm rms以下@10m	Preview:1,250pixel/360° Low:2,500pixel/360° Middle:5,000pixel/360° High:10,000pixel/360° SuperHigh:20,000pixel/360°	1,094,000点/秒 Normal Qualityの場合 Low：0:45min Middle：1:31min High：3:03min	HDRカメラ	・タブレットPC ・LC SCOUT	1300万
据置型	レーザー [PhaseShift]	FARO	FOCUS S350 FOCUS S150 FOCUS S70		クラス1	4.2kg	0.6m～350m 0.6m～150m 0.6m～70m	【範囲誤差】 ±1mm 【三次元位置精度】 2mm@10m 3.5mm@25m	1/1：1.5mm@10m 1/2：3.1mm@10m 1/4：6.1mm@10m 1/5：7.7mm@10m 1/8：12.3mm@10m 1/10：15.3mm@10m 1/16：24.5mm@10m 1/20：30.7mm@10m 1/32：49.1mm@10m	最大976,000点/秒 品質3xの場合 1/1：58分16秒 1/2：15分19秒 1/4：4分35秒 1/8：1分54秒 1/16：1分13秒	8MピクセルHDRカメラ	・FARO SCENE	800万
据置型	レーザー [PhaseShift]	FARO	FOCUS M70		クラス1	4.2kg	0.6m～70m	【範囲誤差】 ±3mm 【三次元位置精度】 not specified	1/1：1.5mm@10m 1/2：3.1mm@10m 1/4：6.1mm@10m 1/5：7.7mm@10m 1/8：12.3mm@10m 1/10：15.3mm@10m 1/16：24.5mm@10m 1/20：30.7mm@10m 1/32：49.1mm@10m	最大488,000点/秒 品質3xの場合 1/1：58分16秒 1/2：15分19秒 1/4：4分35秒 1/8：1分54秒 1/16：1分13秒	8MピクセルHDRカメラ	・FARO SCENE	300万

タイプ	方式	メーカー	製品名	イメージ	特徴 ※カタログ・仕様書など公開情報から引用								参考価格 (本体)
					レーザークラス	重量	計測距離	計測精度	密度・解像度	計測速度	カメラ機能	備考・関連アプリ	
据置型	レーザー [WFD]	Leica Geosystems	ScanStation P30		クラス1	12.6kg	0.4m～120m	【ターゲット精度】 2mm（50mまでの標準偏差） 【距離精度】 1.2mm+10ppm 【座標精度】 3mm@50m	7段階 0.8mm～50mm@10m	最大1,000,000点/秒	HDRカメラ		1280万
据置型	レーザー	Leica Geosystems	BLK360		クラス1	1kg	0.6m～60m	【距離精度】 4mm@10m 7mm@20m	3段階 5mm/10mm/20mm@10m	360,000点/秒	HDRカメラ (3つのカメラ)	・Autodesk RecapPro ・Leica Cyclone	260万
据置型	赤外線（構造化光）	matterprt	Matterport Pro2 3D Camera		-	3.4kg	4.5m	【誤差】 1%程度（=10mm@1m）	10PointPerDegree （=3m先で約5mm間隔）	1スキャン20秒程度	○ 4Kのパノラマ画像	クラウド上での閲覧 XYZ、OBJなど	50万
ハンドベルド	レーザー	FARO	FARO FreeStyle ^{3D} X		クラス1	0.98kg	0.5～3m	【精度】 1.0mm以下 【範囲誤差】 1mm以下 【ノイズ（rms）】 0.7mm@0.5m 0.75mm@1m 2.5mm@2m 5mm@3m	0.2mm～1mm 最大45,000点/m ² @0.5m 最大10,500点/m ² @1m	88,000点/秒	24bitのテクスチャーカラーを取得	・マーカースでリアルタイムで合成、表示 ・Windowsタブレットと接続し、 専用アプリ（SceneCapture）で計測	300万
ハンドベルド	赤外線（構造化光）	MANTIS VISION	F6 SMART			1.2kg	0.5～4.0m	1m先で0.1～0.2%程度の誤差 4m先で0.4～1%程度の誤差	5mrad →1m先で5mm間隔 3m先で15mm間隔	8fps 最大64万点/s	○ 点群のカラー化に使用	PLY、OBJ、STL、XYZ、e57、PTS	400万
ハンドベルド	レーザー [TOF]	GeoSLAM	ZEB-REVO		クラス1	スキャナ 1.0kg 全体 4.1kg	～30m	相対精度：1～3cm 絶対位置精度：3～30cm （10分スキャン1ループ）	水平：0.625° 垂直：1.8°	43,200点/秒	-		オプション 構成による
ハンドベルド	赤外線（構造化光）	DOT PRODUCT	DPI-8X		-	1.36kg	0.6～3.7m	0.2～1.2%		320×240×30回/秒	（RGBカメラ）	・点群データはネイティブのDP形式の他、 PTS, PTX, PLY, PTG, E57で出力可能	\$ 5150USD
台車型	レーザー（2Dセンサー×3）	NavVis （構造計画研究所）	M3 Trolley			（100kg） ケース含む	20m～30m ※自己位置推定のため 周囲20m以内に壁が必要	CM単位 20～30mm@0.1～10m	5mm～	40,000点/秒 2～5万m ² /日	16Mピクセルカメラ×6	・自己位置を推定し自動で3Dマッピング可能 ・成果物は点群データ（PLY, PTS, XYZ, LAS, E57）の他、 IndoorViewer（Webベースのビューワー）があり、 ウォークスルー表示や埋め込みドキュメントの閲覧、 経路ナビゲーション機能がある	計測80万/日 （販売無し）

BIMモデルの活用に関する調査

平成30年度 日建連 設備部会
設備情報化専門部会 WG2

- ① 建築設備におけるBIMデータ活用に関する調査
 - a) 設備BIMソフトベンダー
 - b) 温熱気流解析ソフトベンダー

○：対応済 △：一部対応または対応予定 ー：未対応または今後対応検討

□ : 2014年度と2018年度で同系統の質疑をしている項目

：2018年度三社同時ヒアリング質疑回答

(敬称略)

[illegible]

平成 30 年度 設備情報化専門部会
WG2 設備 BIM ベンダー 三社同時ヒアリング議事録

日 付：平成 30 年 9 月 21 日（金）13:30～15:30

場 所：日本建設業連合会 6 階

出 席 者：（敬称略・順不同）

（株）ダイテック：芦原司、新垣亮、西岡佳造

（株）富士通四国インフォテック：三瀬雄嗣、福田桂大

（株）四電工：西原功二、合田浩

（株）NYK システムズ：福田義徳、小倉哲哉

日建連：（株）フジタ 中島亨、（株）熊谷組 鈴木宏和、飛島建設（株） 西塚仁、
（株）竹中工務店 小川敦史、戸田建設（株） 小野寺和久（書記）、前田聡也、
（株）安藤・間 須賀規文、（株）大林組 焼山誠、（株）鴻池組 野澤亮一、
鹿島建設（株） 上堀真、清水建設（株） 梅澤清美、大成建設（株） 金子輝久、
東急建設（株） 廣澤博嗣、前田建設（株） 鈴木卓哉
事務局 山口成佳、染谷明日美

議 事：

1) 互換性

①建築 BIM ソフト（Revit、ArchiCAD 等）とのダイレクト変換

ダイテック：Next CAD（仮）、Tfas 次期バージョンにて検討している。

四電工：現状対応していない。

NYK：対応している。

②設備機器メーカーのデータライブラリ化

ダイテック：TOTO、LIXIL の製品は HP からダウンロード、読み込みが可能。その他メーカーは今後対応予定。属性情報に関しては BIM Library Consortium（以下 BLC）等の標準化次第。

四電工：TOTO、LIXIL の 2D/3D データを搭載済み。今後、他設備機器メーカーも登録され次第搭載を検討する。

NYK：TOTO、LIXIL、三菱電機、日立アプライアンス、フネンアクロス、ダイキンの製品はダウンロード、読み込みが可能。キットのバルブは標準部材として CAD ソフト内に同梱している。

③属性情報の出力

ダイテック：属性情報は csv 形式で出力可能で、編集にも対応している。

また、stem の仕様属性に準拠している。

四電工：ユーザーが任意に属性情報を編集することが可能で、IFC でも出力可。

NYK：ユーザーが任意に、ソフト上での編集、Excel での編集可能。

各社共通：BLC で提示されている書式に合わせるようにしているが、標準的なルールがないと各社で書式を統一するのは難しい。Luminous Planner（照度分布計算が可能な照明設計用のツール）の機能は、各社ともソフト内に組込んでいる。背景として、Panasonic が計算エンジンを提供していることが挙げられる。
他のツールであっても、計算エンジンが公開されており、データ形式が標準化されて

いる場合には、ソフト内への組込みができる可能性がある。

2) 操作性（基本、2D、3D）

① 1つのデータを複数人で操作する場合の対応

ダイテック：Next CAD（仮）にて対応予定。範囲指定も可能となる予定。

現状は外部参照機能を使うことで、疑似的に対応可能。

四電工：一人が更新モード、残りの人は参照モードで作業することが可能。

NYK：同様に、外部参照での疑似的な対応が可能。

② コントロール可能なデータ容量上限

ダイテック：PCのスペックによるところが大きい。今後も改善は続けていく。

例として、GPUは1GBのデータ容量だと動かない可能性が高い。

HDDではなくSSDであれば動きは軽くなる。マルチコア対応等も
今後は検討していかなければならないと考えている。

四電工：同じくPCのスペックに依存する。メモリ次第では、理論上は無制限。

ノートPCで、5階建の建築+設備 100MB×4棟分の計400MBで動作
確認をしたことはある。

NYK：同じくPCスペックに依存する。シート変更時等、一部動作でマルチコアでの
並列処理を活用できるようにしている。ビデオカードも改善してきているため、
昔よりは動作が軽くなっていると感じている。

③ 3Dビューの保存、干渉部分等のレポート出力機能、マップ表示

ダイテック：干渉をExcelで出力することが可能。3Dのどこを見ているかが、2D上に
矢印で表示されるようになっている。3Dpdfへの出力機能はない。

四電工：vrml、3Dpdfを出力することが可能。干渉出力はcsv形式となる。

3Dでどこを見ているかを確認する機能は今後検討する。

3Dpdfはデータ容量が大きすぎると動かない。手順は、2D上で表示されている範囲を
一度3Dにして、それを3Dpdf出力することとなる。内包されるレイヤー情報は
CADEWA Realのものとなる。

NYK：3Dのシーンを登録し、Excel形式でのレポート出力が可能。

干渉も同様にレポート出力が可能である。

2D・3Dでどこを見ているかは双方向で確認が可能。

3Dpdf出力機能はないが、同性能の別機能を模索中である。

● 質疑 BIM Collaboration Format（以下 BCF）への対応について。

BCF：3Dでのコメント、スクリーンショット、カメラ位置、3D切断面等の情報を
IFCモデルに追加することができる形式。

ダイテック：2016年秋にリリースしたバージョン（Tfas9）で対応済。

四電工：現在は未対応。開発中である。

NYK：2017のバージョンで対応済。

④設備機器 BIM (3D) ライブラリとカタログの並びの整合性

ダイテック：要望としては受けていないが、stem 部材のコード順としている。

四電工：同じく stem 部材のコード順である。

NYK：メーカー作成のデータについては基本的にカタログの順番そのままとしている。

ベンダー側で作成するものについては、カタログを讀込んで出来るだけ整合性が取れるような順番となるよう調整している。

⑤総合図用設備プロットや密集している設備の 2D、3D 表現

例として、スイッチ・コンセント等の設備プロット、密集する冷媒配管、機器のシンボルと 3D 形状との紐付け等。

ダイテック：設備プロットは 2D 上で平面に並べているものが、3D 上では壁面に縦に並ぶようになっている。冷媒配管は作図したとおりの表現となる。要望があれば

Next CAD (仮) で対応していきたい。機器についても同じく対応していきたい。

四電工：コンセント等は同様の表現が可能。冷媒配管、機器の 2D・3D 状態での切替えは対応していない。

NYK：設備プロットは同様の表現が可能。冷媒配管は対応していない。機器はシンボル・2D・3D が 1 セットになっている。メーカーより受領するデータもそうなるよう依頼している。メーカーにはユーザー作成マニュアルを渡し、それにならって作成してもらっている。

⑥保温の表現

ダイテック：保温は属性情報の一つとして扱われる。例えばダクトの途中で保温あり・なしを分けることは出来ないため、別々にダクトを作図する必要がある。

Next CAD (仮) での対応を検討したい。干渉検査には対応している。

四電工：同様に分けて作図する必要がある。

NYK：同様に分けて作図する必要がある。

●質疑 IFC で保温の情報を出力することが可能か。

共通：IFC で規定されていないため、形状情報は出力できるが属性情報では出力できない。

⑦電気、衛生、空調の切替えなしでの使用、操作性の共通化

ダイテック：Next CAD (仮) では統一することを考えている。

四電工：統一している。

NYK：設備毎に切り替える必要はない。

3) 操作性 (属性情報)

①配置した機器、器具とリストとの連動

ダイテック：該当機能はないが、任意属性を csv 形式で出力することが可能。また、編集した csv の任意属性を図面に適用することも可能。Next CAD (仮) のマクロ機能を利用することにより機器・器具以外でも各種計算ソフト等、様々な連動が可能となる。

四電工：冷媒配管リストに関しては、作図されている冷媒配管のモデルと連動する。

機器や衛生器具等のリスト作成は可能だが、連動はしない。

NYK：制気口、柵、冷媒配管リストはモデルと双方向で連動している。柵に関しては、

移動した際に配管勾配も変動する。

②配置した機器、器具、部材等への属性情報入力、機器番号のコントロール

ダイテック：任意の属性情報入力が可能。機器のモデルと機器番号を連動させることは可能。

四電工：任意の属性情報入力が可能。機器モデルと機器番号や機器リストとの連動は未対応。検討している。なお、入力した機器番号は IFC 形式での出力が可能。

NYK：任意の属性情報入力が可能。機器モデルと機器番号は連動している。

また、機器だけでなく維持管理を視野にいれて枝番号を割り振ることも可能。

- 質疑 機器番号の属性情報はどこに格納されるか。自動で特定の場所に入ってしまうと、IFC 形式でやり取りした際に IFC のどこに機器番号情報が入っているのかわからなくなることもある。

共通：以前は対応していなかったが、今は IFC 内で機器番号情報を格納できるようになっている。

- 質疑 属性情報は改行可能か。また、文字数上限や使用できない文字はあるか。ArchiCAD は改行可能となっている。

ダイテック：改行は対応していない。stem 属性と区別するため、使用できない文字がある程度決まっている。

四電工：属性の改行は対応していない。文字数の上限はあるかと思われる。使用できない文字はある。

NYK：改行はなく 1 行に集約される。文字数の上限はない。

- 質疑 UNICODE（世界中の文字を扱えるようにした文字コード）かどうか。UNICODE 対応が望ましい。

ダイテック：Tfas は Shift-JIS。Next CAD（仮）で対応予定。

四電工：UNICODE は対応済。

NYK：Rebro は UNICODE をデフォルトとしているが、シフト JIS にも対応している。

③建築 IFC 更新時の、更新部分や新しい干渉箇所の告知（履歴機能）

ダイテック：現状はないため、今後対応を予定している。要望は出ている。

四電工：同様に対応を検討中。

NYK：更新前後の比較機能あり。建築 IFC には ID が割り当てられており、更新前後で比較してサイズ、形状が変更していたり新しいオブジェクトが追加・削除等している場合にはわかるようになっている。

4) AI 等

①室情報を認識しての自動的な機器、器具配置

ダイテック：プロジェクトを立ち上げて検討を進めている。AI の精度はデータ量に依存するため、どのように精度を上げるか検討している。具体的にどこに適用していくかは、Next CAD（仮）で検討中である。

四電工：建築で作図されたモデルを読み込むと、CADEWA Real の壁として認識させ、設備プロットを壁に配置することが可能。2D で作図された建築の壁については、自動的にできない。

NYK：IFC スペースを部屋として認識することが可能。天カセを天井面に自動で配置させることができる。設備プロットも壁に吸い付かせて配置することが可能。

②古い ver のデータの自動アップグレード、中間フォーマットの自動保存

ダイテック：Next CAD（仮）では Tfas データを読み込めるようにしている。

手動になるが、フォルダ内のデータを一括して変更することは可能。

四電工：自動更新機能は対応していない。同様に、フォルダ内の旧 ver 又は新 ver 図面データを一括して変更することは可能。

NYK：自動更新機能は対応していない。最も古いデータは 2008 年のものだが、現状は昔のデータが開けないということはない。

- 質疑 クラウド上にデータを格納し、有料でデータの更新や保存しなおすサービス提供は検討されていないか。

ダイテック：サービス可能かどうかは不明。Next CAD（仮）も、現状ではクラウド対応は考慮していない。

四電工：今後検討する。

NYK：今後検討する。

- 質疑 Next CAD（仮）で CAPE データを開くことは可能か。また、契約形態はどうなるか。

ダイテック：CAPE データを開けるかどうかは確認をしていないため、不明。契約形態についても検討中である。

③機器、器具、部材を選択した際に、関連するダクト、配管等もまとめて識別可能

ダイテック：2D 上でのみ、連続選択コマンドで繋がっているダクトや配管をまとめて選択可能。

四電工：2D・3D のいずれでもまとめての選択が可能。

NYK：2D 上で選択し、その系統をまとめて表示することが可能。バルブの二次側末端までや、任意の 2 点間を拾う等の使い方が可能。一点を指定し、配管の方向を指定することも可能。

- 質疑 Rebro 本体の機能と思うが、同様のことを Rebro ビューワーでも実行可能か。

NYK：選択はできるが、作図・属性利用するコマンドはない。

5) その他

①階毎にデータを分割して操作する場合の静圧計算、揚程計算

ダイテック：機能としてはないが、各階のデータを読み込み、仮接続設定をすることでなんとか計算することが可能。外部参照は見る機能に特化しているため、外部参照をしている場合には対応できない。

四電工：階毎に図面データが分割している場合には対応できない。

NYK：ダクト・配管等の平面的な位置が合っていれば、合成した後に計算は可能だが、外部参照をしている場合には対応できない。

②カメラ機能 視点コントロール、視界範囲確認、VR や動画用の出力

ダイテック：簡単な動画作成は可能。Next CAD（仮）では VR 対応をしていきたい。

四電工：簡単な動画作成は可能。

NYK：ビューポイントの作成は可能だが、カメラ機能はない。VR 側に 3ddxf 形式のデータを渡すことは可能。簡単な動画作成は可能。

●要望 全天球型カメラで 360° 撮影が可能となっており、建築系 BIM ソフトではそのデータの読み込みが可能。設備でも全天球画像の読み込みができることが望ましい。

③3D スキャン（点群データ）取込み

ダイテック：点群データそのままは、現状読み込みできない。

四電工：同様に現状はできない。要望は多いため、対応を検討中。

NYK：エリジオンのデータを変換して読み込むことが可能。点群データそのままでは重いため、画像データとして読み込む形となる。配管、ダクトをそのまま配管属性、ダクト属性として読み込むことも可能。色情報も取込める。

④ユーザー側でのカスタマイズ機能（Excel のマクロや Autodesk のスクリプト等）

ダイテック：Next CAD（仮）で搭載予定。

四電工：現状は対応していないが、要望が多ければ対応していきたい。

NYK：現状は対応していない。

●質疑 iPad への対応について。

ダイテック：Next CAD（仮）では考えている。まずはビューイングから対応検討予定。

四電工：検討中である。

NYK：秋からのβ版で、ビューイング＋属性利用予定。

●質疑 ユーザーの業種割合。

ダイテック：回答が難しい。

四電工：設備協力業者が多い。

NYK：施工図を意識しているが、ここ数年は設計側にも注力している。

以 上

平成 30 年度 設備情報化専門部会
WG2 設備 BIM ベンダー Autodesk ヒアリング議事録

日 付：平成 31 年 2 月 15 日（金）13:30～15:00

場 所：日本建設業連合会 6 階

出 席 者：（敬称略・順不同）

Autodesk(株)：濱地和雄、菱田哲也、大浦誠、鈴木美秀

日建連：(株)フジタ 中島亨、(株)熊谷組 鈴木宏和、飛島建設(株) 西塚仁、
(株)竹中工務店 小川敦史、戸田建設(株) 小野寺和久（書記）、前田聡、
(株)大林組 焼山誠、(株)鴻池組 野澤亮一、清水建設(株) 梅澤清美、
三井住友建設(株) 定松正樹
事務局 染谷明日美

1. Autodesk の紹介、海外の BIM について

- ・ 国交省、行政等への BIM 普及活動も行っている。
- ・ 製造業、メディアエンターテインメント等の業界ともやり取りが多い。
- ・ 20 年前に図面化の時代で AutoCAD を出し、最適化の時代で 3D 活用を進めてきた。
近年は繋がり時代の時代であり、モバイルデバイスの活用や BIM360（データ管理・共有クラウドサービス）を出してきた。
- ・ 建設業のデータと建設業外とのデータをどう繋げるかを検討している。
- ・ 海外では分類コードが積極的に使われている。
- ・ BIM、IPD（Integrated Project Delivery）、リーンコンストラクションを絡めて考え、働き方の改善がなされている。
- ・ データの活用に関して、建築業界は金融・ソフトウェア・エンターテインメント等の業界と比べて大分遅れている。
- ・ 分散したプロジェクトチームを繋げるためのデータ環境整備が積極的にされている。
- ・ クラウド上のデータを活用することで、変更に対してリアルタイムに確認することが可能である。
- ・ 誰がどのタイミングで BIM を作成していくか、プロジェクトでの運用ルールを決める必要がある。
- ・ アメリカでは、BIM 取組みの際に、どこまでのレベルのものを作り込みするか等、実行プランを文書化して明確にしている。（LOD の概念）

2. Revit の紹介

- ・ 複数人で 1 つのデータアクセスおよび更新が可能である。
- ・ 図面とリストとの連動が可能である。
- ・ 3D モデルをシート上に貼付け、断面を切った状態で 3 次元上に動かすことが可能である。
- ・ Revit 上では機器・器具はファミリーとして扱う。

3.Dynamo の紹介

- ・コンピューティショナルデザインを行える製品である。
- ・ビジュアリングプログラムが可能である。
- ・Dynamo 自身はオープンソースで無償で配布。Autodesk Dynamo Studio はサブスクリプションが販売されている。
- ・複数の設計案をパラメトリックにコントロールし、素早く作成することが可能である。データ、ロジックから複雑なデザインの生成も可能。
- ・さまざまな作業を自動化することが可能である。
- ・他のアプリケーション（例：Excel、構造計算ソフト）との連携が可能である。
- ・Dynamo の活用目的として、属性情報の抜き出しを行いたいのであれば、情報を入れ込む、作り込む必要がある。
- ・建築と設備のそれぞれで作成した Dynamo の情報を連結させることは可能である。ただ、条件が多いほど複雑になるため、作り込みが難しくなる。

4.ヒアリング項目

ヒアリング項目に関して Autodesk 様より事前にご回答いただいたものに関しては、ヒアリング当日に省略を行っている。別紙一覧を参照。

1) 互換性

①設備 BIM ソフト（Tfas、Rebro）とのダイレクト変換

Rebro について、双方向連携が可能。Tfas については、双方向連携開発で合意しており、将来的に実施予定である。（Autodesk）

→ダイレクト変換には時間が大分かかるようだが、改善の見通しはあるか。（日建連）

→今後改善していきたいと考えているが限界はある。（Autodesk）

①〃 STABRO 等の空調負荷計算やシミュレーションといったソフトとの連携の実態及び展望

以前は、JIS で提供している管材はユーザーが作成する必要があったが、RUG のメンバーでは JIS 部材を共有し、現状フィードバックとブラッシュアップを進めている。今後一般にも公開されることとなる。

また、自然光の照度計算については、クラウド上で使用可能なツールを提供している。温熱気流解析についても同様である。人工照明に関しては、Panasonic 様との連携を考えている。

（Autodesk）

②設備機器メーカーの設備機器 BIM (3D) データはライブラリ化されているか。されている場合、Revit デフォルトのものとユーザー部材のものと属性情報の扱いは同等となっているか。

BIM ライブラリコンソーシアム（以下 BLC）と正式なデータ整備については進めている。

ライブラリを共有公開しているサービスもあれば、各社が独自にファミリーを整備しているところ

もある。各社独自のため、足並みが揃っているとは言い難い。弊社は、属性情報については現状日本向けの一般的な、メーカーを特定しないファミリを公開し、BLC と共有することを考えている。現状は、機器表の共有フォーマットについて整理を進めている。ダンパーやバルブ等の機器類に関しても、同様の取り組みを行っていく予定。

2) 操作性

③3D ビューの保存、干渉部分等のレポート出力機能、マップ表示は可能か。

クラウド上で干渉チェックを行い、それをレポートとして出力することが可能。
自分がどの位置の 3D を見ているかは、2D と 3D を併用して提示することで確認が可能。

⑤総合図用設備プロットや密集している設備 2D 上の表現と 3D との乖離対応について。

整合性は取れている。3D から生成される 2D に対して、見え方にフィルタをかけることで図面精度を上げる事例がある。フィルタにはルールを設定することが可能で、例として WC ライニング内の配管を非表示にすることも可能。

⑥保温の表現は可能か。

保温厚を設定し作図することが可能。外壁から一定距離まで保温が必要な場合には、Dynamo を活用することで対応可能である。

⑨IFC やそれ以外の形式での保温情報出力は可能か。

保温はモデルとして作成されるため、出力させることが可能。
他ソフトで出力できないのであれば、実態を持たない保温として扱っている可能性がある。

3) 操作性（属性情報）

①配置した機器・器具とリストとの連動は可能か。

集計表機能が Revit 内部にあるため、機器・器具とリストは高い整合性を保っている。
Excel への出力も可能。また、Excel 入出力を行うものも一般に公開されている。

②配置した機器・器具・部材等へユーザーが任意に属性情報を入力したり、機器番号をコントロールすることが可能か。

対応可能である。

③建築 IFC を更新した際に、更新部分や新しい干渉箇所は告知されるか。

2D でも 3D でも変更部分はわかるようになっている。なお、モデルの変更と属性情報の変更とでは表示される色が異なる。また、クラウド上で同じ名前のデータを UP すると、「ver2」等で自動更新されていく。

4) AI 等

①室情報を認識しての自動的な機器・器具配置は可能か。

基本機能では実装していないが、Dynamo を活用することで対応可能。

②古い ver のデータの自動アップグレードおよび中間フォーマットへの自動保存機能はあるか。

BIM360 を用い、クラウド上でまとめて新しい ver に更新されるよう開発を進めている段階である。

③機器・器具・部材を選択した際に、関連するダクトや配管等もまとめて識別可能か。

接続が切れている場合には「！」マークが表示され、自動で接続させる機能がある。

5) その他

①階毎にデータを分割して操作する場合、1F~RF までの静圧計算、揚程計算が可能か。

計算上では接続されている、と設定することは可能。Revit 上では階毎にデータを分割しないが、分割した場合にダクト末端に風量を与えて疑似的に計算させることができる。揚程計算に関しては、閉回路であれば可能であるが、開回路では Dynamo の活用が必要となる。

②カメラ機能として、視点のコントロール、実際に設置するカメラの視界範囲確認、VR 用の左眼・右眼用画像・動画の作成および出力は可能か。

カメラを使用したパースビューやウォークスルーアニメーション動画の作成が可能。魚眼レンズは、クラウド上でパノラマレンダリングを実行すれば対応可能。また、VR に関しては、Revit からワンクリックで見ることが可能だが、オプションとなる。

③3D スキャン（点群）データの取り込みは可能か。

可能である。点群データをそのまま取り込み、ウォークスルーすることも可能。

④ユーザー側でのカスタマイズ機能はあるか。

マクロを使用して作業を自動化したり、API を活用したカスタマイズがある。

⑤iPad に対応しているか。

BIM 360 の Docs にデータをアップロードすることで、Revit モデルを見ることができる。
アンドロイドについても同様。

⑦海外での普及状況およびファミリの広がりや使われ方について。

アジア圏、アメリカ、ヨーロッパ等で Revit の活用事例は豊富にある。
ファミリも、メーカーが作成するものを含め広く展開している。海外ではインサートの自動施工等の事例もある。また、就職に有利なテクノロジーのベスト 20 に Revit がランクインした。

⑧日本向けの今後のソフト開発状況、日本設備製品のファミリ作成について。

現在、日本設備機器については、RUG にて参画企業様に確認をいただいている。
Revit 製作図モードで作成すると、継手仕口の確認等詳細もコントロールでき、
直接のダクト製作や加工までが可能である。

5.次回

日時：2019 年 3 月 15 日（金）13 時 30 分～

場所：日本建設会館

内容：Autodesk BIM 360 についてのヒアリングを行う。

以 上

平成 30 年度 設備情報化専門部会
WG2 アドバンスドナレッジ研究所 意見交換会議事録

日 付：平成 30 年 8 月 24 日（金）10:00～12:00

場 所：アドバンスドナレッジ研究所 5 階

出席者：(株)フジタ 中島亨、(株)熊谷組 鈴木宏和、飛島建設(株) 西塚仁、(株)竹中工務店 小川敦史、
戸田建設(株) 小野寺和久（書記）、(株)安藤・間 須賀規文、(株)大林組 焼山誠
五洋建設(株) 玉川基成、前田建設(株) 鈴木卓哉 （敬称略・順不同）

議 事：

■FLoWDesigner 概要

- ・今後 API を公開することで、横のつながりを持たせたい。(AKL)
- ・ゼンリン社が発売している街並みの 3D モデルを読み込むことが可能で、解析に活用している。(AKL)
- ・解析用のモデルはいかに簡略化するかが重要である。場合によっては、建築モデルを受領して修正するよりも、FlowDesigner 内で簡易なモデルを作成するほうが早い。(AKL)

■VR 実機体験による質疑応答

- ・VR 体験のため、HMD（ヘッドマウントディスプレイ）および専用コントローラーを 2 セット用意していただき、街中の気流解析結果の可視化を各自体験。
 - ・VR 用の PC スペックは、参考として
CPU：Core i7 メモリ：8GB 以上 グラボ：Geforce GTX970
およそ 2~30 万のものである。(AKL)
 - ・現バージョンで VR 空間を共有可能だが、次バージョンでは音声通話も対応可能となるよう開発中である。(AKL)
→離れたところで共有する条件について。(日建連)
→各自 PC を用意し、アバター情報だけは回線を利用する。VR 上でのマーキング、コメントの共有化および保存機能はまだない。
また、IP アドレスがわかれば共有可能となる予定だが、現在のところはローカルネットワークを前提としている。(AKL)
→将来的にはクラウド上に解析結果を置いておき、遠隔地でも共有できるようになるのが理想である。(日建連)
 - ・FlowDesigner の結果を別の BIM ソフトに読み込むことについて。(日建連)
→現在のところ ArchiCAD、Revit はうまく連携できていないが、ライノセラスや SketchUP とは連携できている。(AKL)
 - ・マルチ CPU の対応について。(日建連)
→現在開発中である。これまではシングルコアでの性能向上に注力してきた。
4 コアで 4 つの条件について解析できるようにはなっている。(AKL)
 - ・2019 年版では助走計算が使いやすくなる予定である。例として、100 万メッシュのみでは 14.5h かかる解析が、100 万+2,000 メッシュと分けることで 2h で済む。(AKL)
 - ・パーツライブラリについては、空衛学会で議論を重ねている段階。(AKL)
 - ・斜め部材が多い場合には、モデル全体を回転させて直交軸に合うようにしていただくのが良い。(AKL)
- 以 上