

平成25年度 システム研究会 WG1 成果報告

**3D機器やAR・GPSなどの位置情報とCADとの
将来的連携技術の動向について調査する**

メンバー

株式会社ヤマト

東洋熱工業株式会社

日比谷総合設備株式会社

株式会社富士通システムズ・ウエスト

株式会社NYKシステムズ

北村秀弘

渡邊秀夫

佐藤純一

福田桂大

川上裕二

■はじめに

昨今、BIMをはじめとして 3D-CADデータを活用した施工の方法や手順が変化しつつあり、時間軸や空間・環境も次元と捉えた4D、5Dでのデータ利用も一般的になって来たことなど、3D-CADデータの活用と運用の範囲が以前に比べ広がって来たと感じている。

しかし現実的には、これらCADデータの利用はBIMなど施工前での運用がほとんどであり、せつかくの施工用CADデータの利用が 紙図面や干渉検査程度にとどまっていることから、今後はこれらCADデータの現場施工における二次利用が必要になると感じている。

■WGの目的

もっと簡単に、早く、かつ確実に 手戻りの無い工事を行うために **CADと3D機器類を連携**させて 将来的に有効な利用方法の可能性と現状を調査する

■ CADと3D機器類の連携

INPUT

既設空間情報を取得しそれをCADデータ化するなどの
既設状況のCADデータ化利用

OUTPUT

CADデータ（図面）を使って 1/1で実際の現場に投影（再現）して
墨出を行ったりバーチャルの3Dデータ属性を実物化するなどの
感覚的利用

■ CADと3D機器類の連携（イメージ）

INPUT



CADデータを
現実空間に
表現(投影)！



■ 調査製品

●INPUT 4種

- ①Kuraves-MD（クラブウ(倉敷紡績株式会社)）
- ②DPI-7（株式会社オーピーティー）
- ③Artec 3D（株式会社データデザイン）
- ④FARO Focus_S120（FARO）

●OUTPUT 4種

- ①Agilista（株式会社キーエンス）
- ②LPT8（株式会社データデザイン）
- ③Galaxy-Eye（株式会社富士テクニカルリサーチ）
- ④トータルステーション Trimble_S3（株式会社ニコン・トリンブル）

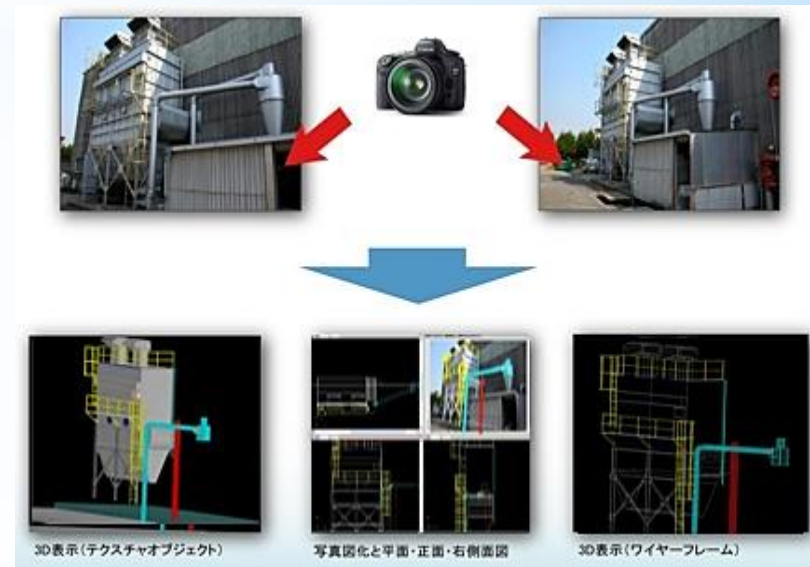
INPUT

■ INPUT 1

Kuraves-MD

- 製品名 : Kuraves-MD (クラボウ(倉敷紡績株式会社))
- 概要 : デジタルカメラで撮影した2枚以上の画像データを使い、位置のブレや色彩の違いから対象物の三次元点群データを作成するソフトウェア。
- 用途 : 土木・プラント分野において非接触計測検査などでの実績がある。既設設備の3Dモデル化や大きい対象物の距離計測などでの機械設備活用が見込める。
- 特徴 : 必要なハード類はデジタルカメラとパソコンのみのため、手軽にデータ取得出来る。屋内・屋外を問わず利用が可能で、データ量は3Dスキャナと比べて少ないため軽い。また、計測点が不要なため手動計測が不可能な大きな対象物などもデータ化できる。
ただし、精度的には3Dレーザーに劣るうえアルミ仕上げなどハレーションの起きやすい物はデータ化がしにくく、そのデータ化には熟練度が必要である。

- 所感 : ハード類はカメラとPCだけで良いので手軽だが、データ化に手間が掛かるので使い勝手としては今ひとつ。
また、データ化に熟練度が必要であること、設備CADと直にリンク出来ないことなどから現場での記録としては使えそうだが、現時点では設備CADとのリンクは難しいと感じる。



■ INPUT 2



- 製品名 : DPI-7 (株式会社オーピーティー)
- 概要 : GoogleのタブレットとKinectを組み合わせた一体式のハンディ計測システム
- 用途 : 出力フォーマットが多彩なため多くの3Dスキャナとデータ連携容易であることから固定式の3Dスキャナで計測で出来ない裏の部分のデータ補完などで利用できる。
- 特徴 : タブレットPCとスキャナが一体になっている構造のため、取り回しが簡単で目視しながらの情報取得（撮影）が容易で簡単。ただし、現時点では 1,000mmで 2mmの誤差があること、日本での代理店が未定であることなどから、今後の精度アップ等に期待したい。



- 所感 : 現時点での精度は今一つだが、面情報としてデータ取得出来るため 3D-DXF などのリンクが可能になれば設備CADとのリンクが可能になるので、今後の開発に期待したい。

■ INPUT 3

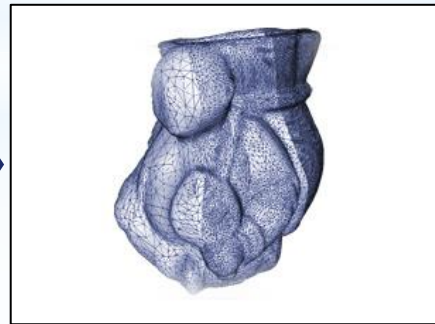


- 製品名 : Artec 3D (株式会社データデザイン)
- 概要 : 形状を「面」情報として取得する 高精度なハンディ3Dスキャナで、計測距離 5～60cm程度を確保しながらポイント移動して情報を取得する。データーは自動で基準を取得し勝手に合成するのでポイントが不要で扱いが簡単。
- 用途 : 出力フォーマットが多彩で、多くの点群データとの連携が容易に行える事から、固定式の3Dスキャナで計測で出来ない裏の部分のデータ補完などで利用できる。もちろん単独でも使えるので3Dプリンタとのリンクなどが可能。
- 特徴 : 使い勝手が簡単で軽く、ソフトだけの販売もしている。価格は350万円程度と高精度3Dスキャナとしては安価。機能上大空間の情報取得には向かない。

スキャン



スムーズ&最適化



結果をエクスポート



- 所感 : 十分な情報取得が可能だが、現時点では設備CADと直にデータリンクが出来ないためDPI-7同様3D-DXF等でのやり取りしか出来ず、3DプリンタやFAROなどとの連携程度取得範囲も制限があるため、現時点では設備CADとのリンクは難しいと感じる。



■ INPUT 4

- 製品名 : FARO Focus_S120 (FARO)
- 概要 : レーザ光を 2枚の鏡を可動させて反射投影し、ほぼ全方位の既設空間の距離と色彩情報を計測、点群情報としてデータ取得する機器。最大測定範囲120m、最大976,000点/秒という高精度のデータ取得が可能。
- 用途 : 既設改修物件などでの着手前状況の収集や、取得した点群情報からCADデータ化するための素材取得機材として活用出来る。また、STLでのアウトプットが可能であるため3Dプリンタとの連携や写真データとしての既存状態のデータ保存としても有効。
- 特徴 : 複数の測定点で情報取得する場合は、測定範囲内に数箇所の基準ポイントを取り、その基準点同士を合わせることでソフト上で簡単にデータ合成ができるので扱いは簡単だが、点群および色彩情報量が膨大になってしまう傾向にあり、PCなどのハード面において注意が必要となる。



- 所感 : 点群の情報取得精度は十分だが、設備CADとのデータリンクは出来ないため属性を持たせるにはギャラクシーなどの点群→CAD化ソフトを経由したり点群のまま空間情報としてのみ利用するなど、非常に手間が掛かっている。また、点群をレベルで分解し手入力でCADデータ化するなどで対応している。現時点では設備CADとのリンクは難しく、設備CADベンダーの動向次第と感じる。

OUTPUT

■ OUTPUT 1



- 製品名 : Agilista (株式会社キーエンス)
- 概要 : 現在唯一の国産3Dプリンタメーカーで、樹脂を積層してモデル化するタイプを採用している。
- 用途 : バーチャルCGでは実感できない感触や重さなどの「感覚」をリアルに感じる事ができるのでイメージ的に重要な意匠取合いなどでの意思決定で活用できる。
- 特徴 : 入力がSTLデータのみであるため、ほとんどの設備系CADでは使用出来ないのが現状。実施するには建築系CADのVectorWorksなどでの変換と修正手間が必要で3Dデータが実物になる「説得力」は絶大だが、現状では運用コストが高いのが難点。



コネクタ部品



モータ部品



バラ



アート形状

- 所感 : プリンタの入力形式がSTLなので、設備CADとの直リンクは不可能であり、VectorWorksなどの建築系CADで変換後に編集処理して使わざるを得ないため、現時点での設備系CADとのリンクは難しく、CADベンダーの動向次第と感じる。

■ OUTPUT 2



- 製品名 : LPT8 (株式会社データデザイン)
- 概要 : 3D-CADデータをレーザーで 2枚の鏡に反射させ照射・投影し、3D空間を投影する機器。レーザー光をON/OFFしながら一筆書きのイメージで目の錯覚(残像)を利用して描画する。
- 用途 : 主に製造系の加工や検査で使われており、リアルな3D-CADデータ投影が出来ることから高精度な現実空間とCADデータの差異の検証・施工で活用されている。
- 特徴 : 現状では設備系CADとのデータ互換が悪いため、DXFなど 2Dでの利用に限られる。レーザー光の一筆書きイメージのため、一度に大量のデータの投影は難しい。ホコリや振動、雨に弱い精密機器なので使用場所が限定されるうえ、重い。

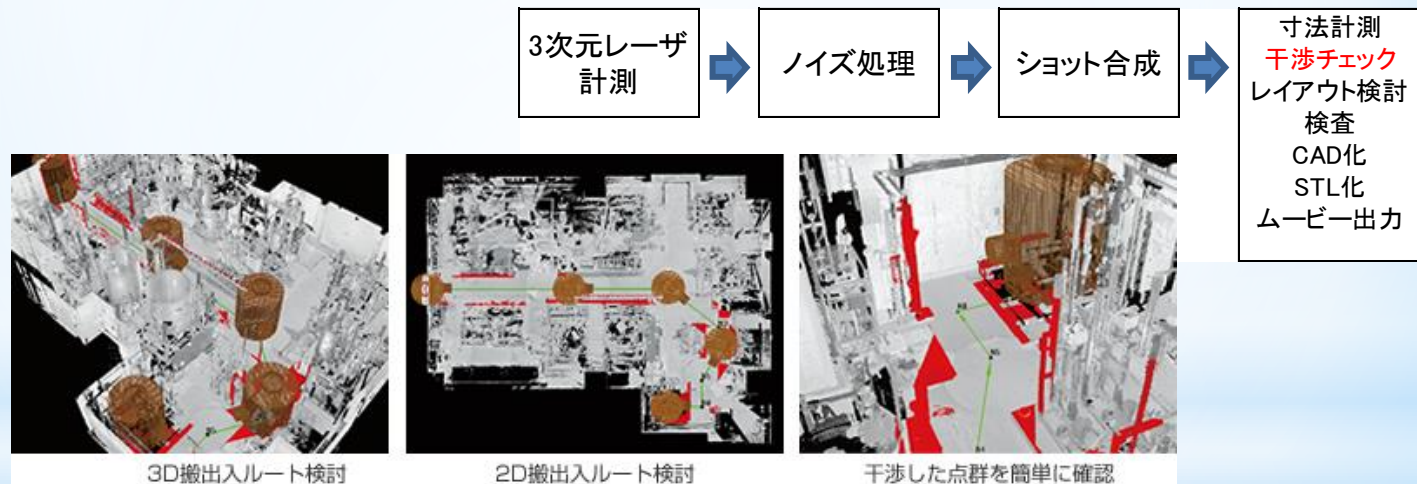
- 所感 : DXF形式での受渡しが可能であるため、CADデータの二次利用の可能性は高いが精密機器であるため、振動やホコリ、雨に弱く、白昼ではレーザー光が見えないなど現場における使い勝手の面で制限がある。また、投射面がほぼ完全な平滑面である必要があることから、現場使用の際にはZ軸でのズレが生じてしまい、その補正方法が難しい。今後の改善次第だが、現時点では設備CADとのリンクは難しいと感じる。



■ OUTPUT 3



- 製品名 : Galaxy-Eye (株式会社富士テクニカルリサーチ)
- 概要 : CADの類で、点群だけで切貼りしたり、点群形状を認識させてCADデータ化できるソフト
- 用途 : 既設改修工事などでの空間情報収集や既存データとしての保管などに利用出来る点群を一部グループ化して配置換えや動線のシミュレーション検証が行える。
- 特徴 : Galaxy-Eye (CAD) と設備系CADとの互換性が悪いため、やり取りは修正ありきで手間が掛かる事を理解して使う必要がある。



- 所感 : 点群データのCAD化の精度が、操作する人のスキルで変わるため簡単で精度の良い、点群情報の自動CADデータ化機能が望まれる。また、Galaxy-Eyeはプラント系CADであるため、設備系CADとの連携は3D-DXFなどの線・形状属性のみであることなどから今後の改善次第だが、現時点では設備CADとのリンクは難しいと感じる。

■ OUTPUT 4

- 製品名：トータルステーション Trimble_S3（株式会社ニコン・トリンブル）
- 概要：トランシットのデジタル版と言った感じのタフネス機器で、レーザ照射し 1点の情報を3次元デジタル情報として INPUT/OUTPUT出来る。また、大きな特徴としてGPSやCAD（DXF）との連携が可能である。
- 用途：タッチパネルによる遠隔操作が可能なので 1人運用が可能であり、図面状況と施工図の差異確認などポイントごとのチェックなどで活用出来る。データ量は少ないので、広範囲の計測集約などで活用しておりSIMデータの元として土木系CADで活用されている。
- 特徴：設備系CADデータ（DXF）とリンクできるが、表示・取得が1点だけであるため活用方法を十分考慮しながら使っていく必要がある。
ポイント取得でプリズム付き測定棒を使うと Z軸補正をある程度簡単に出来る。



- 01 高次元のターゲットロックを継承
- 02 オートフォーカスを標準搭載
- 03 全自動対回観測（公共測量作業規程準拠）
- 04 優れた追尾能力

- 所感：1点ずつの情報取得および表示だが、タフネスであることとDXFでのやり取りが可能であること、測定距離が30m程度であることなどから現場での使い勝手は良い。但し、OUTPUTで使う場合は床面のたわみなどによるZ軸の補正が必要となるがプリズム付きの測定棒を使うことで、ある程度解消できることから、現時点での設備CADとのリンクの可能性は高く、某サブコンでの実証事例もある。

■まとめ

●INPUT

3Dスキャナ類の精度は、リバースエンジニアリング出来るほど良いが現時点においては、ほとんどの設備系CADは点群データの直利用やSTLなどの形式に対応出来ておらず、CADデータ連携におけるネックとなっている。

これらが改善、または仲介するソフトの互換性が向上されれば現場施工でのCADデータ二次利用が促進されると考える。各ベンダーに期待したい。

現時点では CAD連携ができ、タフなトータルステーションが有効と考える。INPUTは、データ互換が大きな課題で 設備系ベンダーの今後の動向に掛かっている。

●OUTPUT

OUTPUT機器類の多くは精密機器であるため、実際の現場での運用は厳しい。また機器の機能上 CADデータを現実面で投射した場合の仮想FL面と(SLやCH含む) 現状面での たわみ補正が必須など共通した問題が残る。

OUTPUTは現実空間とCADデータとの Z軸補正と現場使用のタフさが課題だが、現時点においては 1点ずつの測定ではあるものの、トータルステーションとのデータリンク活用が一番現実的だと思われる。

■ 今後について

INPUTに関しては、我々が頑張れば解決する内容では無さそうなので互換性の観点で検証出来ればと考える。

またOUTPUTについては、もう少し別の視点で探してみたい。

極端な事を言えば、1/1テンプレート（紙図面）を現場に貼ってみる（プロジェクションマッピング）とかタブレットとGPSとCADのリンクによる、拡張現実（AR）の可能性など、基本に立ち戻って別の視点で検証してみたいと考える。

ご清聴ありがとうございました