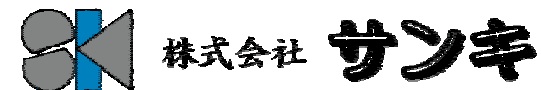


# リバースエンジニアリングにおける 3Dレーザースキャナーの活用と解析手法

必要とされている物、、、

必要な物、、、、

提供できる物、、、、



# 株式会社サンキ

所在地	-----	愛知県名古屋市熱田区三本松町6番5号	
創業	-----	昭和49年5月	
代表者	-----	鈴木勝彦	
業務内容	-----	測量全般・施工管理・登記・3Dレーザー計測・深淺測量	
主要取引先	-----	大手ゼネコン各社・名古屋市・名城大学・大蔵省	
従業員	-----	総務2名・営業3名・測量24名・調査、登記5名・施工管理7名・開発1名	
有資格者数	-----	測量士12名・測量士補28名・土地家屋調査士1名 1級土木施工管理技士3名・2級土木施工管理技士5名	
沿革	-----	昭和49年5月	三企測量登記事務所 設立
		昭和52年11月	三企測量設計株式会社に変更
		平成4年3月	株式会社サンキに商号変更
		平成7年4月	資本金1000万円に増額
		平成13年2月	本社ビル完成
			現在に至る
売上実績	-----	平成18年	5億4000万円
		平成19年	6億0000万円

# リバースエンジニアリングとは？

## 従来の意味

- 他社の開発したコンピュータープログラムを解析し、そのアイデアなどをぬき出して、自社製品に利用する技術。(大辞泉より)
- 競合する他社が開発した新製品を分解・解析し、その原理・製造技術などの情報を獲得して自社製品に応用すること。分解工学。(大辞林)

悪いイメージ×

## 物作りにおける意味

- 製品の先行イメージとして作られたクレイモデルや、既に現物がある製品などの形状データを測定しそれをもとにCADデータを作成すること

工業製品には無くてはならない技術

# プラント・施設の種類

- ・電力プラントシステム  
発電から送電・変電に至るプラント及びシステム
- ・通信プラントシステム  
放送・電話など、各種通信施設及びシステム
- ・化学プラント  
石油・天然ガスの生産、精製に関するプラント  
石油、石炭、化学肥料、化学薬品、化・合繊、都市ガス等
- ・製鉄プラント  
鉄鋼生産プラント及び設備
- ・その他産業プラント  
紙パルプ、セメント、飲食料品、非鉄生産プラント及び設備
- ・海洋施設  
海洋石油、化す等、資源開発のための設備
- ・貯蔵・輸送システム  
各種貯蔵施設
- ・環境衛生システム  
産業廃棄物処理施設に関する施設及びシステム
- ・陸上鉄構物  
陸上の鉄鋼構造物(鉄骨、橋梁、鉄塔、水門)
- ・都市・地域開発システム  
都市再開発を含めた都市開発システム(文化施設マンションも含む)
- ・交通網整備システム  
道路・鉄道、港湾などの基幹交通網の整備およびシステム
- ・その他

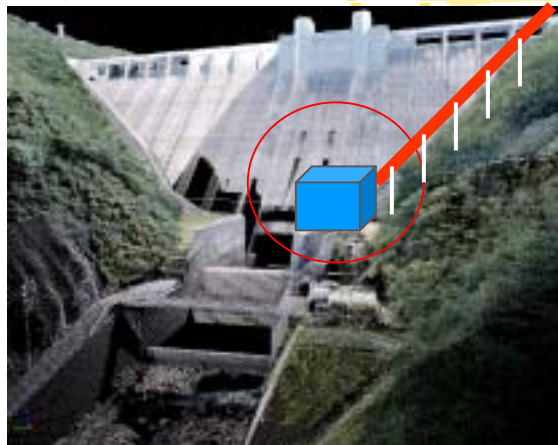
(財)エンジニアリング振興協会  
平成14年度エンジニアリング産業の実態と動向より

# 3Dレーザースキャナーによる計測のメリット

- **新設の場合**  
地形のデータ化によるメリット
- **維持管理の場合**  
点群のままの活用
- **増設の場合**  
モデリング無しに干渉チェック

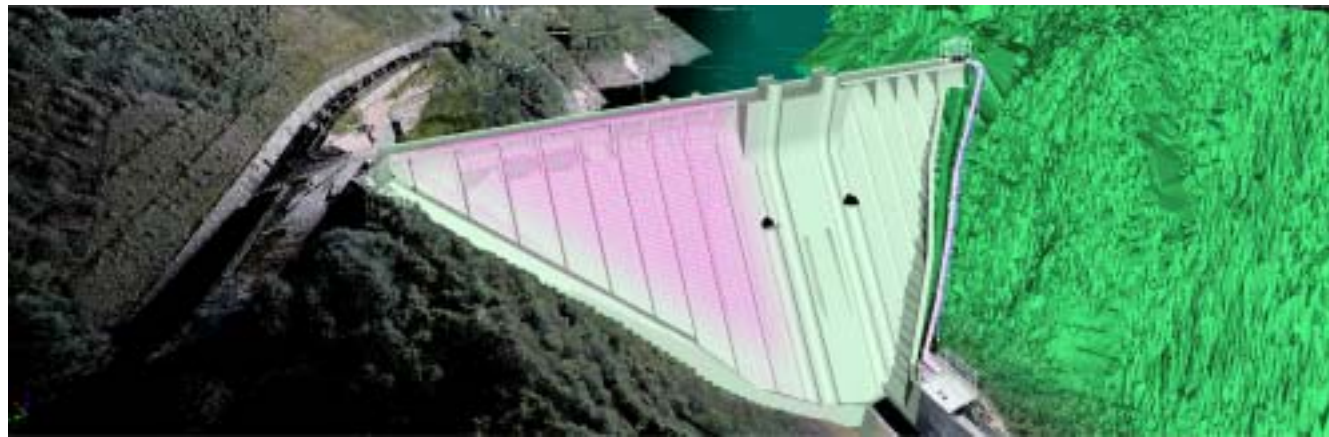
# 3Dレーザースキャナーによる計測のメリット

## 新設の場合



複雑な地形の上に新たにプラントを新設・増設する場合、地形の計測を3Dレーザースキャナーを用いて行う事で、3D化されたプラントの設計データは親和性に富む。

3次元の地形情報と3Dの設計データがある場合、建築以前の土木工事の設計へも反映する事ができ、数量算出、施工計画、工程管理等様々な利用価値が広がる。



この場合、**地形をモデリング**する必要がある。

設備の設計データと共に土木設計CADシステムに地形データをインポートする必要有り

# 3Dレーザースキャナーによる計測のメリット

## 維持管理の場合

プラントの維持管理の場合、計測された点群の生データのままで、必要なデータが得られる場合がある。

この事例は、維持管理用に化学プラント12万m<sup>2</sup>全域を14日間、160スキャンし、場内の基準点に座標系を変換・合成して、**点群のまま納品**している。

ここでは、計測によって得られた点群データを維持管理にそのまま活用しています。

- ・ラックの根巻きコンクリートの打ち直し時の本数とボリューム算出
- ・重機搬入時のラック等の設備との離隔確認
- ・設備補修の為に積算資料(部材のサイズや形、本数確認)
- ・施工計画時、周辺の必要な点群データだけをCADに取り込む

メリット

計画は全て机上で行える

実際の設備を見ながらシュミレーションを行う事で、手戻りは無くなる

# 3Dレーザースキャナーによる計測のメリット 増設の場合



設備写真



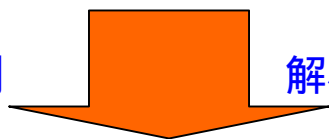
計測生データ



解析データ

プラントの建造年数が古くなるにつれて、現場では変更・増設が繰り返される。しかし既存設備の図面にその変更点が反映されていないケースが多く、設備の増設、更新の際、想定外の干渉の発生などにより工期遅れや追加費用の発生が懸念される。

3次元計測



解析(リバースエンジニアリング)

- 既存設備の変更が反映された図面が入手できることになり、変更・増設に対し適切な判断材料とすることができる。
- 現状を反映したデータにより、干渉など現場での「想定外」を事前につぶせるため、プラント部品などは、プレカットなど、ほぼ部品が出来上がった状態で出荷でき、現地では組み付け+微調整のみで施工を完了させる事ができるため、工程管理がより簡単になり、大幅なコスト削減ができる。

要求に見合った計測と解析が必要

# 3Dレーザースキャナーによる計測のメリット 増設の場合

計測したプラントの設備全てをCADデータにする事が可能であれば、そのまま設計CADへインポートし、現地に合わせ

**膨大なコスト**

配管系統図や今後の管理においても非常に有用なデータとなる。

計測で得られた点群データその物にCADデータをインポートし、点群とCADデータが干渉しているか否かをチェックする事ができれば、事前に配管経路等の干渉部分の変更をする事ができる。膨大な費用を掛けてモデリングする必要が無くなり、より3Dレーザースキャナーによる計測の有用性が発揮される。

**干渉度合いを色で表示**

# 場面、形状による 解析手法の使い分け

- **直線的な構造物のモデリング、構造物から図面を作成する**  
サーフェイスモデルのフィット(直線的な構造)
- **忠実な現況形状が必要な場合**  
ポリゴンによる解析(メリット・デメリット)
- **形状・特性を忠実に再現した解析**  
点群を忠実にトレースしたサーフェイスモデル(スweep)

# 場面、形状による 解析手法の使い分け

単純な構造物  
リバースエンジニアリング

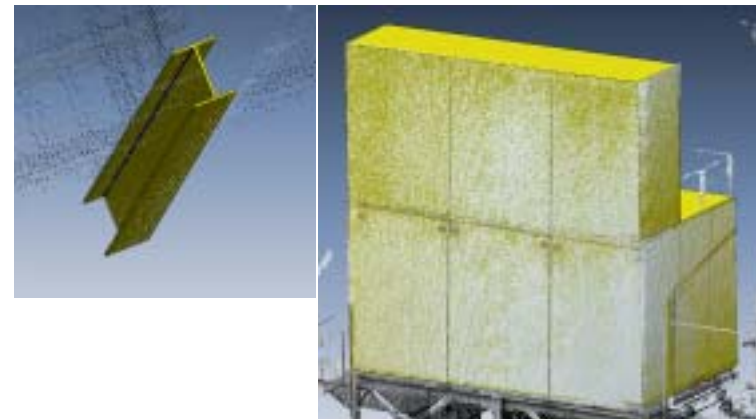
直線的な構造物の場合  
点群と形状のフィット精度  
はそれ程必要としない

## 単純な構造物

直線的な部材で構成された構造物の場合は、点群を精密にトレースしたモデリングより、真っ直ぐな部材をフィットさせたモデリングの方が効率が良い。

## リバースエンジニアリング

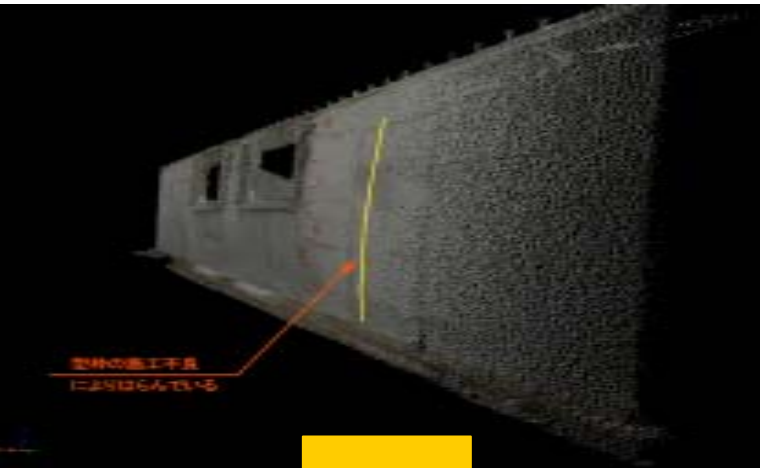
構造物から設計図を起こす場合、細かな変形は無視される。経時変化や、破損によって出来た変形等、稼働中に変化した部分については、モデリング上不必要



# 場面、形状による

## 解析手法の使い分け

忠実な現況形状が必要な場合



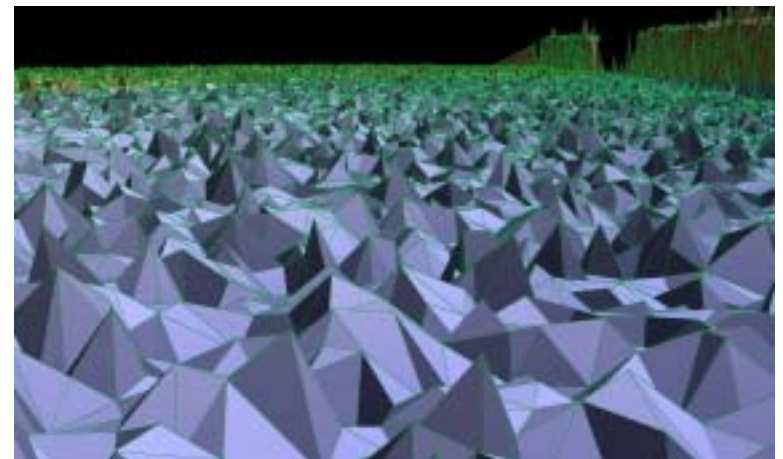
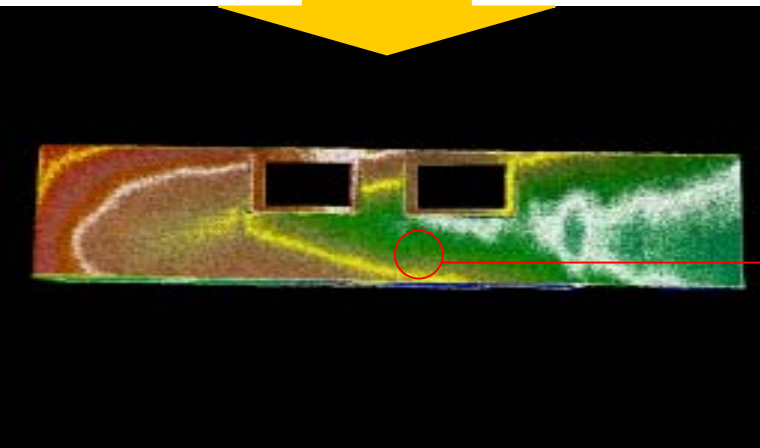
忠実な面を解析する必要がある。  
ポリゴンによってモデリング

現況に忠実な形状をモデリングする場合、部品をフィットさせる方法では、詳細な面の形状は表現できない。

サーフェスでは微妙な形状は難しい。

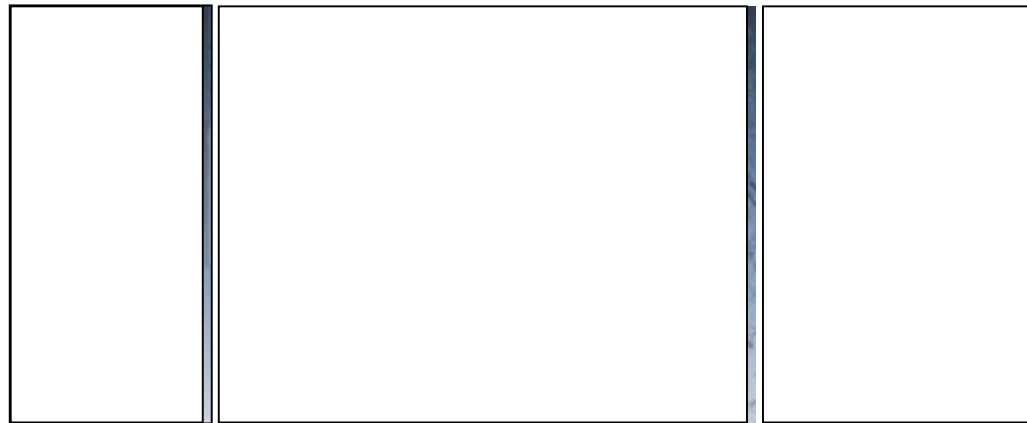
この場合、ポリゴンによって表現する事が最良だが、点群の精度によっては、表面は凸凹になってしまう。

要求精度の把握が大切



# 場面、形状による

## 解析手法の使い分け **形状・特性を忠実に再現した解析**



- ・パイプの微妙な形状や曲がり再現するには、部品のフィットだけでは忠実に再現する事はできない。
- ・ポリゴンで解析すると、表面に微妙な凹凸ができるだけでなく、内径・延長・中心線等、円筒と言う情報は得られなくなってしまう。

このような場合、サーフェイスで表現しつつ、点群を忠実に追跡(スweep)させた解析が必要になる。

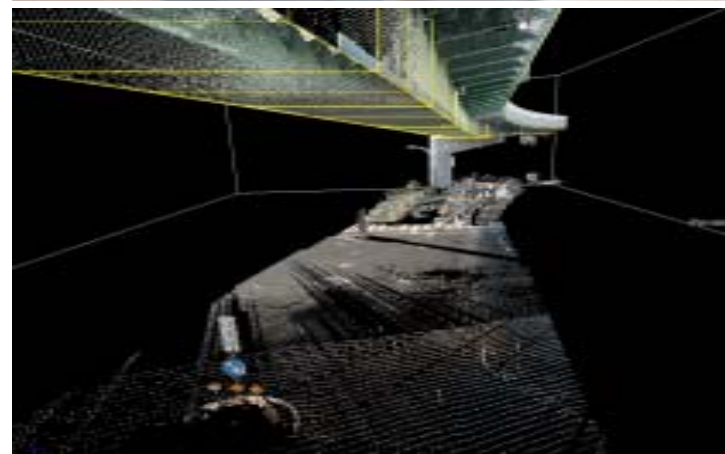
橋梁の桁や配管等、重量や経年変化によって下がる(垂れる)のを防ぐ為、上げ越しをする事がある。

このような場合のモデリングの要求事項としては、サーフェイスモデルを点群に、より忠実にフィットさせる事が求められる。

既製の部品をフィットさせるだけでは、形状を忠実にサーフェイス化する事は難しい、さらに、微妙な勾配やカーブを再現する事は極めて困難である。

このような場合は、断面形状を点群に沿ってスweepさせる事で、断面形状を点群に沿わせてサーフェイス化する事が可能となる。

又、フィットさせる部品は現況に即した標準断面を用意する必要がある。



# リバースエンジニアリングソフトウェア REVGEO(リバジオ)



# リバースエンジニアリングソフトウェア

Powered by RAPIDFORM Technology

# REV GEO™

このREV GEO(リバジオ)はレーザースキャナーで取得した点群を解析するソフトウェアで、プラントや橋梁等、構造物のリバースエンジニアリングに特化したソフトウェアです。

## 特徴

- ・**簡便なオペレートで解析可能な為、誰にでも質の高い解析結果が得られる。**  
熟練したオペレーターによる操作が必要無いやめ、納期の短縮、コスト削減が可能です。
- ・**様々な断面形状を作図、若しくはCADデータより直接登録する事で、定型部材への適応が可能**  
JIS規格の鋼材を基本パーツとして、それ以外のデータはユーザーによって部品登録する事が可能
- ・**スキャナーから取得した画像データ(2D)と点群データ(3D)をシームレスに使い分けながらモデリングが可能**  
従来のモデリング手法と、写真計測の利便性の双方を両立させ、より簡単なモデリングが可能
- ・**計測データ(点群)と設計データを合成するだけで各々の干渉チェックが可能**  
モデリングや解析の必要無く、点群データに設計データ(CADデータ)をインポートする事で干渉チェックが可能
- ・**2時期の計測データを解析する事で、経時変化をグラフィカルに表示する事が可能**  
面的に形状変化を捉える事で、より細かな変位傾向を捉える事ができ、綿密な状況判断、補修計画が可能



点群に直接サーフェスをフィット



ユーザーが形状を登録する事が可能



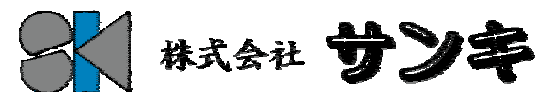
2D・3Dをシームレスに使ったモデリング



経時変化を解析しグラフィカルに表現

# リバースエンジニアリングにおける 3Dレーザーキャナーの活用と解析手法

ご清聴ありがとうございました。



技術部開発課 横山 薫