

# インフラ整備における 3Dデータの活用

---

<講演会用資料>

---

平成30年1月30日  
午後3:30～5:00

富山市

株式会社 風景デザイン研究所

# 0. はじめに

【 NEWS 】国土交通省は、平成30年度(2018年度)より、従来のCIMという名称をBIM/CIMと改めました。また、i-constructionや建設ICTなども含め、分野横断的な取組の総称として「BIM/CIM」に統一する必要があると判断しました。(参照:建設通信新聞:キーワード( 国土交通省/CIM/名称統一) 平成30年4月)

国土交通省は、ICT(情報通信技術)などを活用して建設事業の生産性向上を図るため、「i-construction／建設ICT」の普及に力を入れています。

今まで、BIM、CIM、i-construction(以下CIM)、と名前は変わってきましたが、

**「日々の仕事に3Dデータを役立てるには、何をしたらいいのか？」**

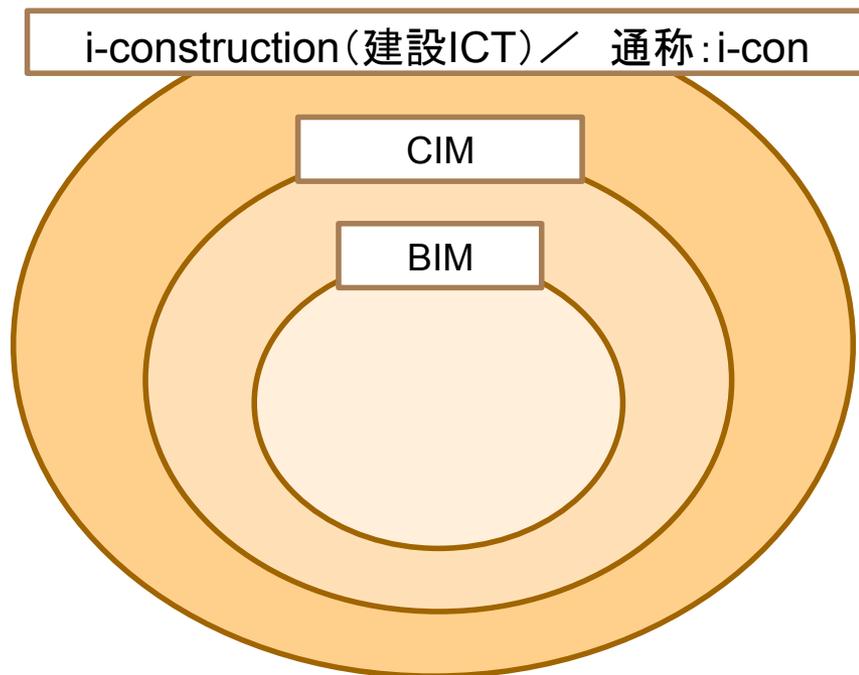
という観点(疑問)は同じです。

本日は、言い尽くされているCIMの目的や目標、効果(?)は省略し、3Dデータの基本知識や活用方法、普及のためのポイント、などについて**現場目線からお話いたします。**

## < 内 容 >

0. はじめに
  1. おさらい
  2. 3Dデータの基礎知識(1)
  3. 3Dデータの基礎知識(2)
  4. 3DデータのCIM的な活用事例
  5. 作成現場の状況
  6. 成功の秘訣
  7. 最後に 「富山市モデル」
- (終わりに) 風景デザイン研究所のご紹介

# 1. おさらい i-constructionの位置づけ



取り扱う情報の大きさのイメージ

◆i-construction(建設ICT)  
Information and  
Communication Technology  
for Construction (i-con)

◆CIM  
Construction Information  
Modeling / Management

◆BIM  
Building Information Modeling

・ICT  
Information and Communication  
Technology

・IoT  
Internet of Things

**【結論】 CIMの規模が最も大きい。**

【 NEWS 】国土交通省は、平成30年度(2018年度)より、従来のCIMという名称をBIM/CIMと改めました。また、i-constructionや建設ICTなども含め、分野横断的な取組の総称として「BIM/CIM」に統一する必要があると判断しました。(参照:建設通信新聞:キーワード( 国土交通省/CIM/名称統一) 平成30年4月)

## 2-1. 3Dデータの基礎知識

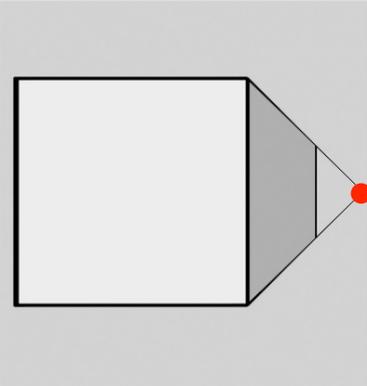
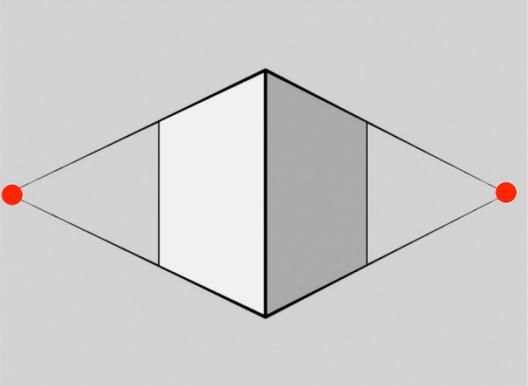
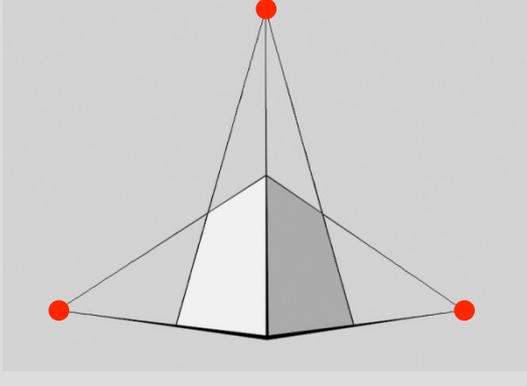
これより、  
仕事に役立つ  
3Dデータに関する基礎知識  
をご紹介します。

## 2-2. 3Dデータの基礎知識(1)

分類	項目
(1) 基本中の基本	1) 3D物体の表現方法
	2) 視界と対象物の位置
(2) 3Dモデルの基本	1) 3Dモデルの形態
	2) 3Dモデルと3Dデータ
	3) ポリゴン
	4) シェード/シャドウ
	5) Z(ジー)バッファ
	6) 三次元データの重さ
(3) 道具の基本	1) ソフトウェアの種類と特徴
	2) カーネルとVRエンジン
	3) データの互換性
	4) コンピュータの構成
	5) FPS (frames per second)

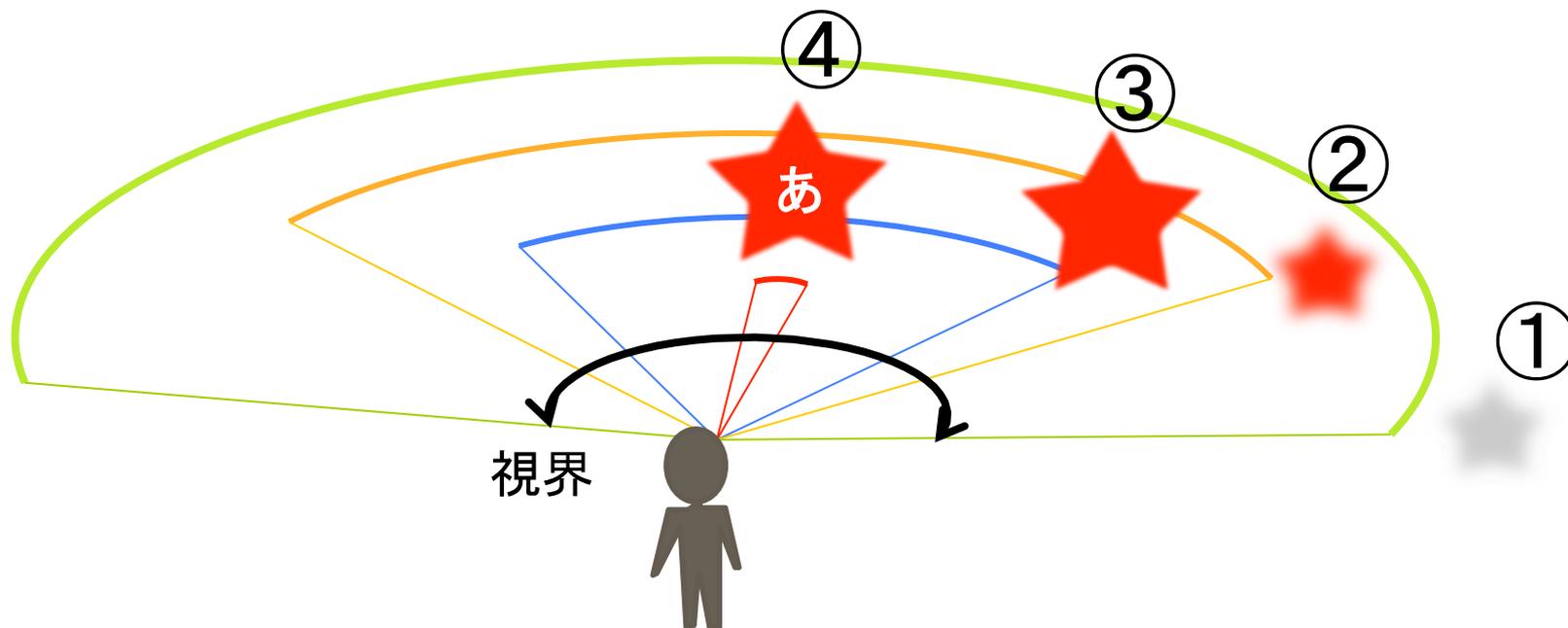
## 2-3. 3D物体の表現方法 (基本中の基本)

消失点(赤い点)の数によって、以下の3通りの表現方法がある

一点透視図法	二点透視図法	三点透視図法
		
<p>ドライバーの視点に多い</p>	<p>一般的な視点に多い。 交差点に立った時の街の眺めなど</p>	<p>ビルを見上げた時の視点</p>

## 2-4. 視界と対象物の位置(基本中の基本)

視界のなかで、どの位置に物体があるかによって見えるものの特性が変わるので、物体を画用紙に描いたりディスプレイモニターに表示するときには気を付ける必要がある。(絵心があれば直感的に分る)



① 物体の存在が分る位置  
(およそ180度)

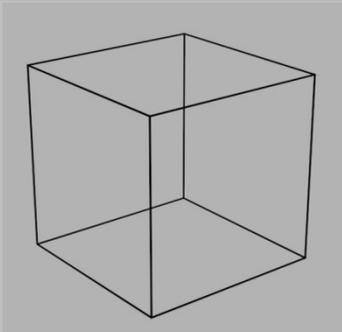
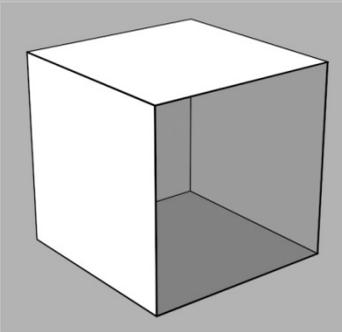
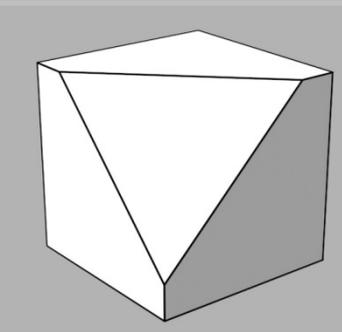
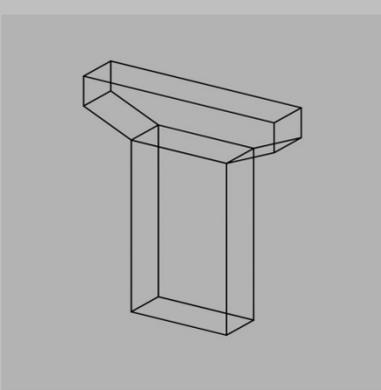
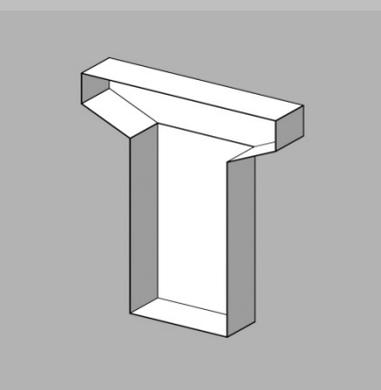
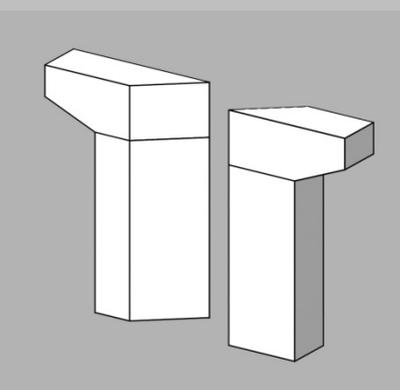
② 色が分る位置

③ 物体の形が分る位置

④ 文字などを判別できる位置  
(およそ1度／**熟視角**という)

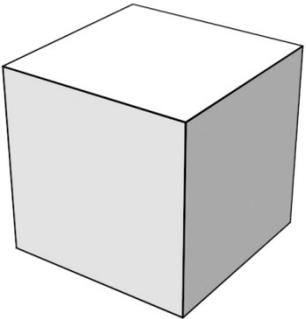
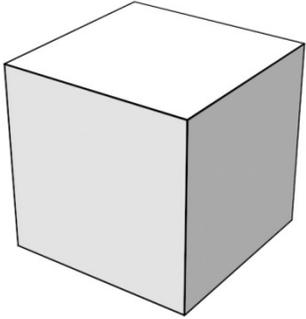
## 2-5. 3Dモデルの形態

コンピュータで作成される3Dモデルの形態には、主に3つの種類がある

ワイヤーフレーム	サーフェイス	ソリッド
		
		
<p>線分のみで構成されたモデル</p>	<p>表面のみで構成されたモデル。中は空洞</p>	<p>中身が詰まったモデル。どこを切っても面が現れる</p>

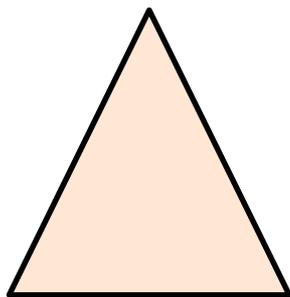
# 2-6. 「3Dモデル」と「3Dデータ」

混乱を避け作業効率を上げるためには、「3Dモデル」と「3Dデータ」とを使い分ける方が良い。

名称	表示	内訳
3D モデル		さらに、 CIMやCIM では、材質、 重さなどの 緒元情報も 付属する。
3D データ		 +  「3Dモデル」      「テクスチャー」

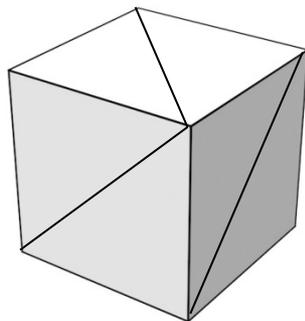
## 2-7. ポリゴン

「ポリゴン」は、3Dモデルを構成する最小単位形状のことである。一般的には多角形のことをいうが、コンピュータモデリングでは、「三角形面」のことをいう。

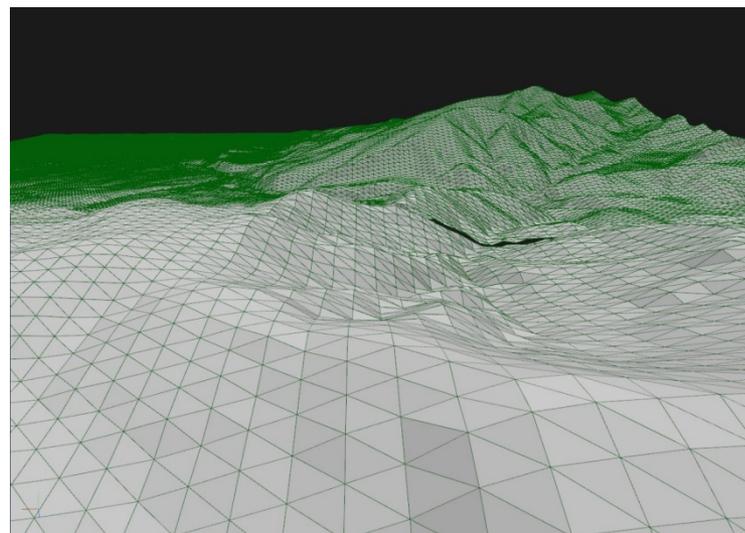


「ポリゴン」

- ・すべての3Dモデルは、この三角形の集まりで作ることができる。
- ・ポリゴンの数が多いほど、データは重くなる。



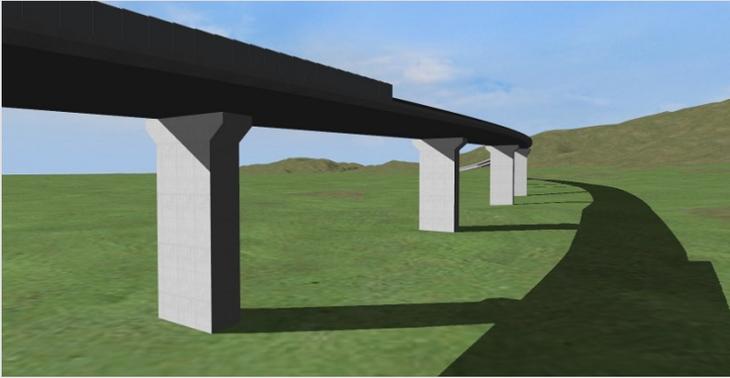
立方体: 12ポリゴン



三次元地形(10×10km, 10mメッシュ)  
: 2,000,000ポリゴン

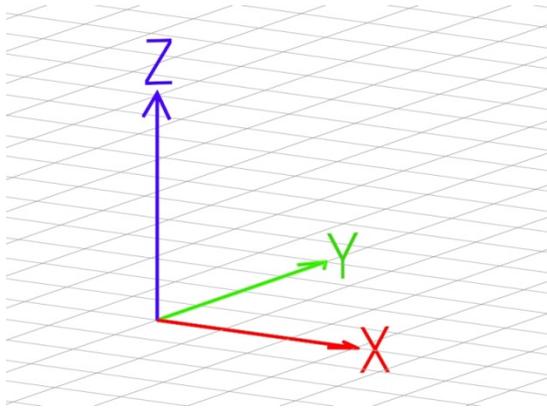
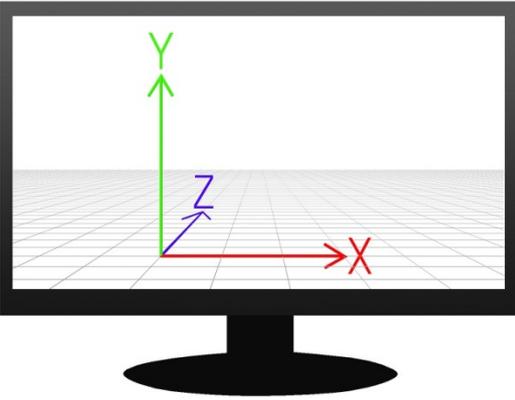
## 2-8. 「シェード」と「シャドウ」

似て異なるものが「シェード」と「シャドウ」です。これらは3Dモデルを立体的に見せるために必要な画像処理技術ですが、作業効率に大きな影響を与えるため、その特性を知っておくと役に立ちます。

名称	表示	特徴
<p><b>シェード</b> (Shade)</p> <p>【本来の意味】 光の当たらない部分。陰</p> <p>【コンピュータ用語】 面の陰影</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・表示が早い。</li> <li>・但し、浮遊感が生じ、位置関係が分らなくなることがある。</li> <li>・データは軽い。</li> <li>・一般的には、この表示方法の方が作業効率は良い。</li> </ul>
<p><b>シャドウ</b> (Shadow)</p> <p>【本来の意味】 輪郭がはっきりした光が当たらない部分。影</p> <p>【コンピュータ用語】 3Dモデルから投影された影の部分</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・シェード演算に加えシャドウ演算も行うため表示はかなり遅い。</li> <li>・浮遊感が無くなり立体感や位置関係が解り易くなる。</li> <li>・データはシェードよりかなり重くなる。</li> </ul>

## 2-9. Z(ジー)バッファ法(深度バッファ法)

3Dモデルの座標が「X,Y,Z」となることは周知の通りです。では、コンピュータの中で「Z」軸の方向はどうでしょう。このZ軸方向への画像処理を「Zバッファ」などと呼ぶことがあります。このZ軸の特性を知っていると心配事が減り仕事に役立ちます。

一般的に思描く 3D座標	コンピュータの中の 3D座標
	
<p>普通はZ軸が上(鉛直方向)を向いています。</p>	<p>コンピュータの中では、Z軸はディスプレイの奥行方向へ向いています。</p>

・3Dモデルを画面に表示する時、コンピュータは一番手前の見えるものと奥にあって隠れるものを奥行き方向へ計算しながら表示していきます。

・つまりZ軸方向の計算に制限がないと、どこまでも計算を続けることとなります。

・実際には奥行方向に制限を設けられていることを知ってモデリングすると、奥のモデルが表示されなくても心配いりません。

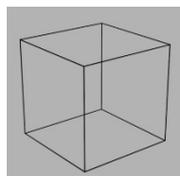
# 2-10. 3Dデータの重さ(大きさ)

3Dデータは非常に重い(大きい)。この「重さ」に関する感覚を取得すると、仕事が円滑に進むようになる。

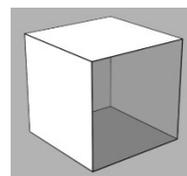
【軽い】

【重い】

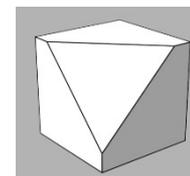
## ■ 1. 3Dモデルの形態



ワイヤーフレーム

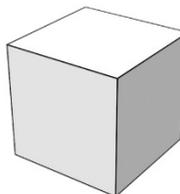


サーフェース



ソリッド

## ■ 2. 「3Dモデル」と「3Dデータ」



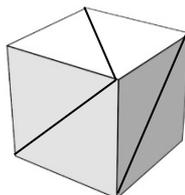
3Dモデル



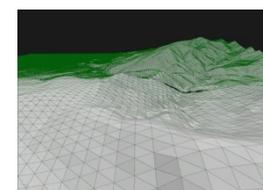
3Dデータ

## ■ 3. 3Dデータの形や大きさ

ポリゴン数の少ない平面的で小さな規模のデータは軽い



ポリゴン数: 少



ポリゴン数: 多

## ■ 4. シェードとシャドウ



シェード

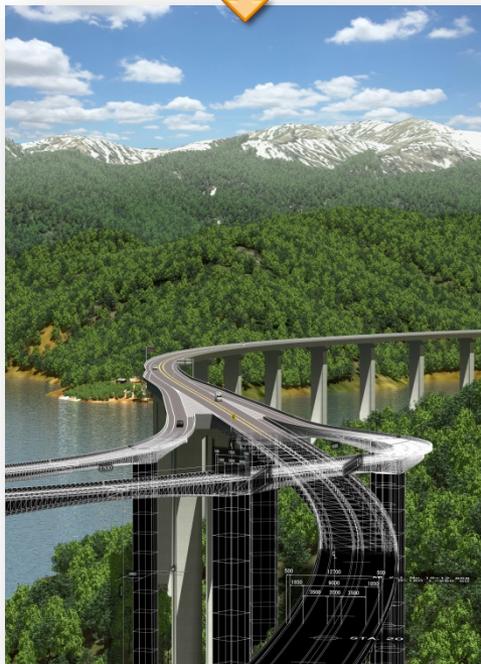


シャドウ

# 2-11. ソフトウェアの種類

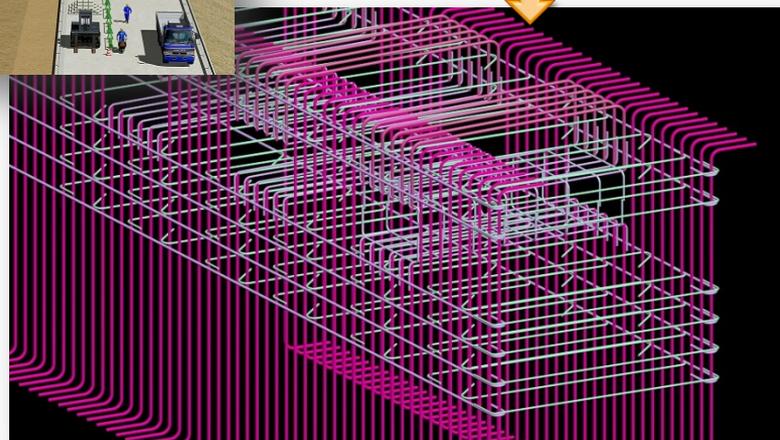
3Dデータを構築するには、数種類のソフトウェアを活用する。  
主なものは3種類である。

**①3DCG**  
【本物のような絵】



**②3DVR**  
【視点移動が得意】

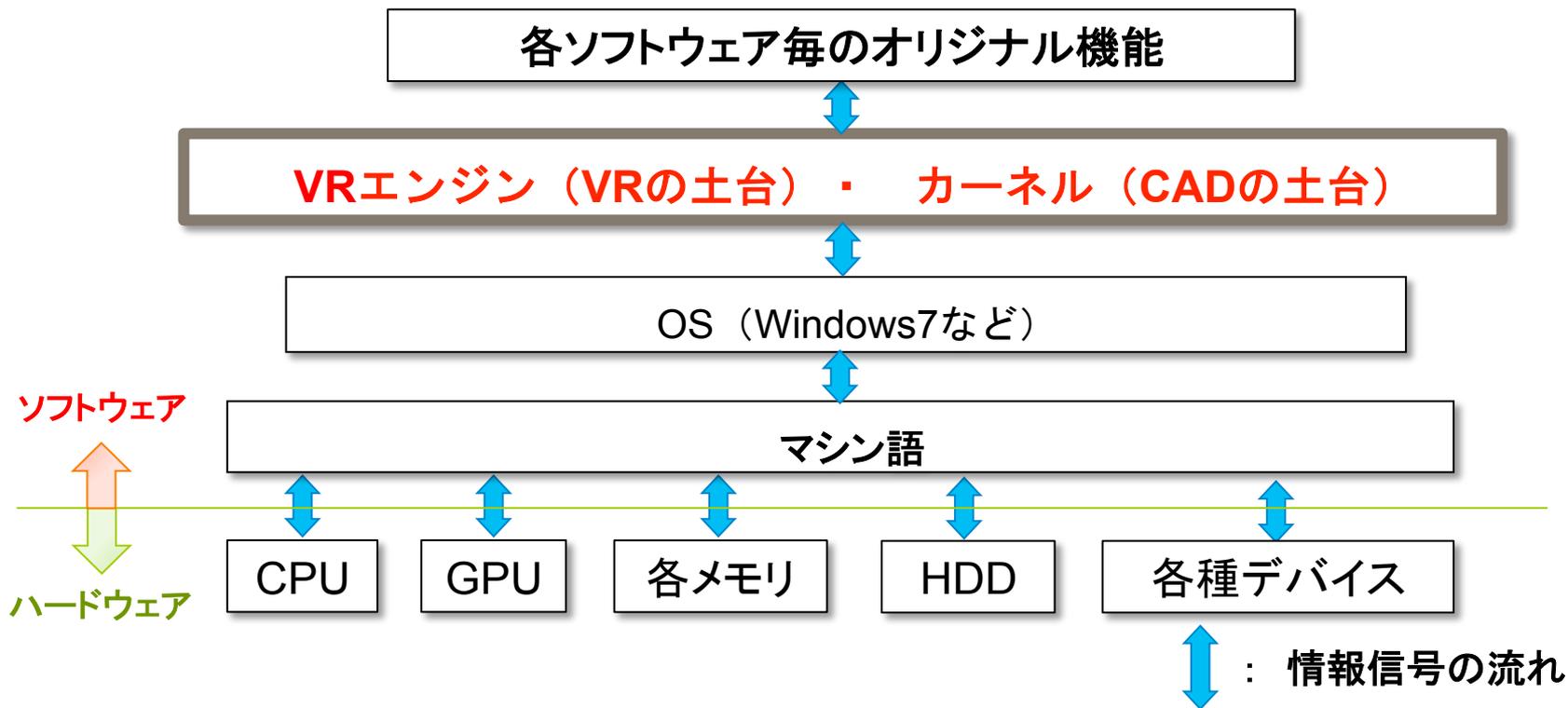
**③3DCAD**  
【高精度】



# 2-12. カーネル と VRエンジン

3Dデータを扱うソフトウェアの多くは、「カーネル」や「VRエンジン」という“市販されている土台”をベースに作られている。

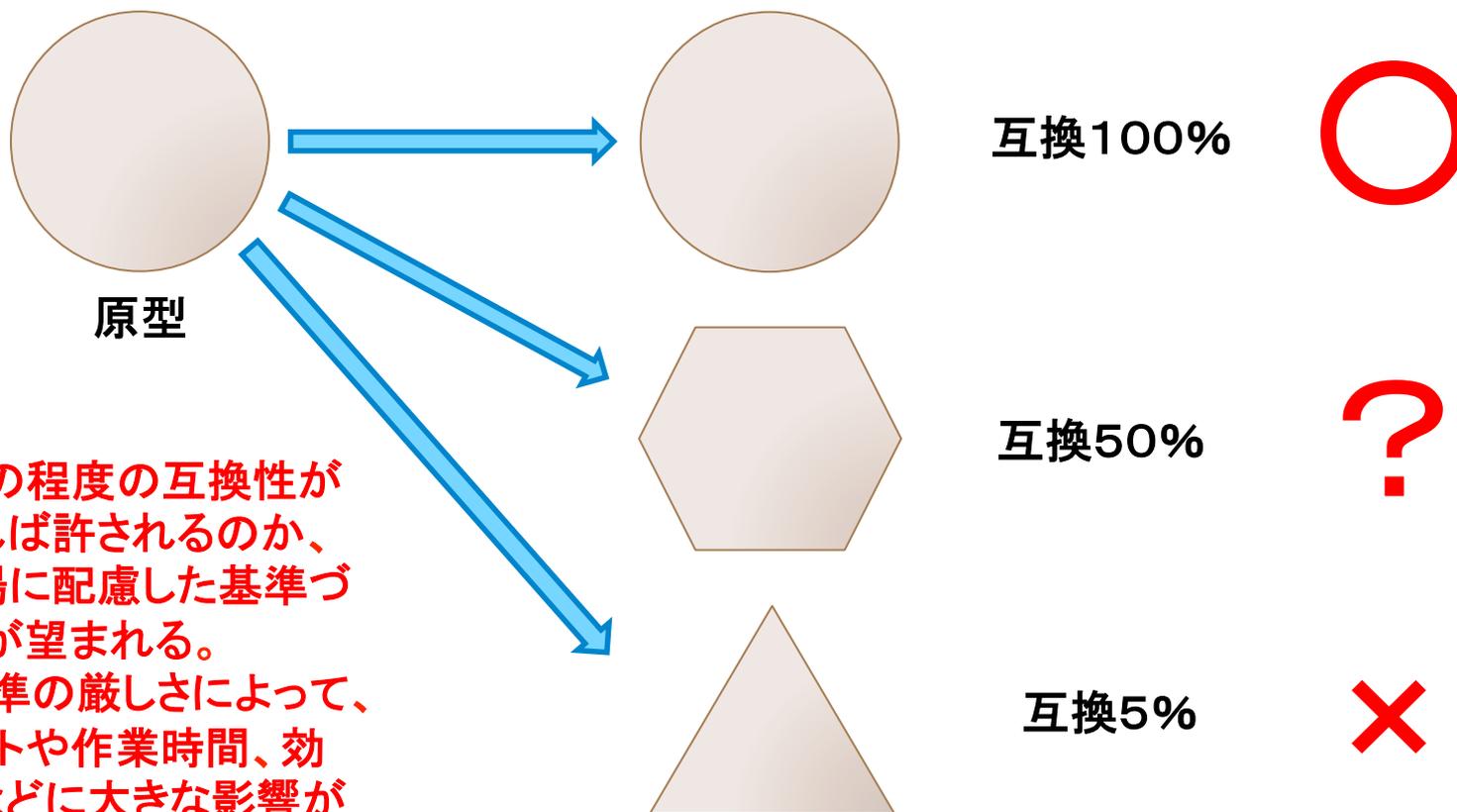
カーネルはCADソフトの土台、VRエンジンはVRソフトの土台である。



【特徴】 同じ土台を使ったソフトウェア間では、3Dデータの互換性が良いことが多い。

## 2-13. 3Dデータの互換性

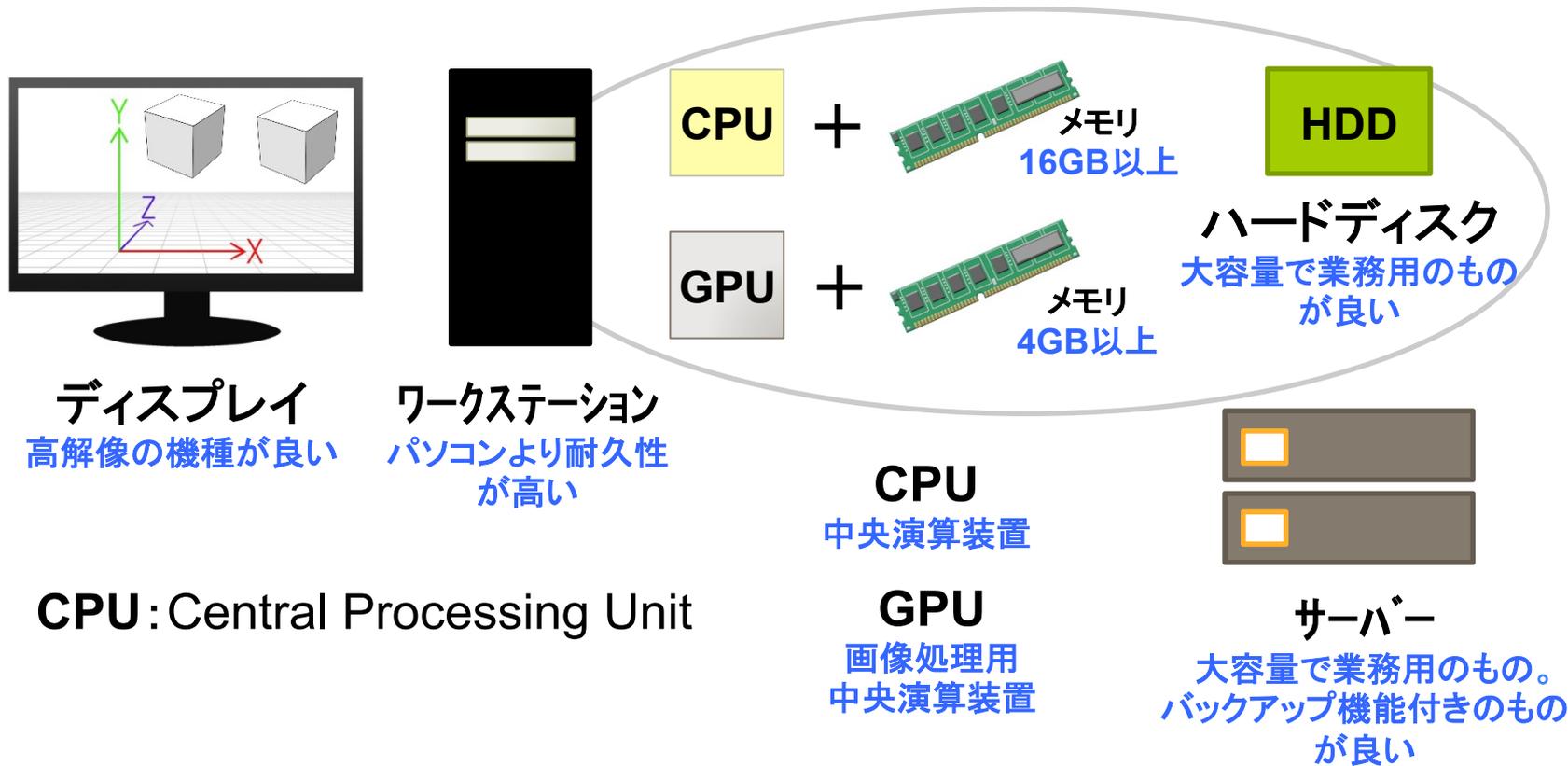
実際の作業現場では、数種類のソフトウェア間でデータのやり取りを行う。また、発注者と受注者間、異なる企業間でもデータの移行が発生する。



・どの程度の互換性があれば許されるのか、現場に配慮した基準づくりが望まれる。  
・基準の厳しさによって、コストや作業時間、効率などに大きな影響が出る。

# 2-14. CIM用コンピュータの構成

CIMで用いるコンピュータは重要な道具の一つである。主な構成要素を紹介する。



**CPU**: Central Processing Unit

- ・最新型のコンピュータは、費用対効果は低い。
- ・CPUとGPUにコストをかけるとよい。また、GPUメモリも大きい方が作業効率上がる。

## 2-15. FPS (Frames per second)

FPSとは、1秒間あたり何枚の画像をディスプレイに表示できるか、の単位である。原理は「パラパラ漫画」と同じである。この数値で動きのスムーズさを図る。VRなど常に視点を動かすようなソフトウェアを使用するときや、3DCADでモデルの角度を変えたいときなど、動きがともなうときの指標となる。

状態	FPS値	対処方法
動きがもたつき 作業がやりづらい	0.5以下	GPUの性能を上げる メモリを増やす
多少カクカク動くが 我慢できる	2~5	メモリを増やす
作業に支障がない	10~20	
滑らかで快適	25~	
昔のブラウン管テレビ	30	
ハイビジョンテレビ	60	

・モデルの動きのスムーズさは作業効率に影響するので、10fps以上の状態を保つのがよい

## 3-1. 3Dデータの基礎知識(2)

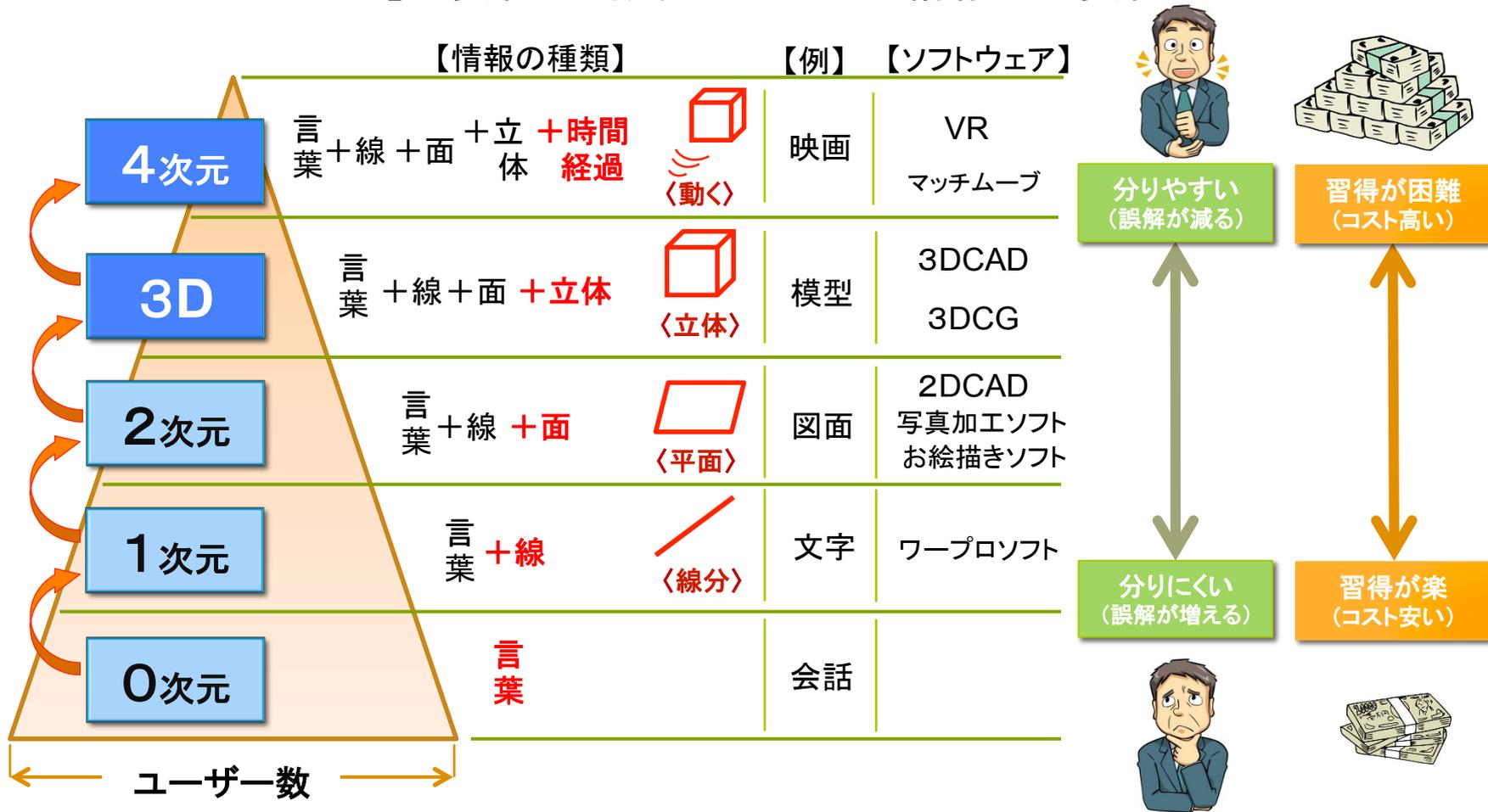
次に、  
3Dデータに関わる  
概念や全体像に関する基礎知識  
をご紹介します。

## 3-2. 基礎知識(2)項目

項目	概要
(1) 「次元」の話	CIMでは3Dデータを使うのは承知の通り。ところで、そもそも「次元」ってなんだろう
(2) 鯨の話	CIMと鯨産業とは、その構造が似てるのです。3Dデータは鯨そのものです
(3) CIM作業の 3場面	CIMにともなう作業を紹介します
(4) ソフトウェアの 種類と特徴	3Dデータを扱う主なソフトウェアの種類と特徴を紹介します

# 3-3. “次元”が意味するところ

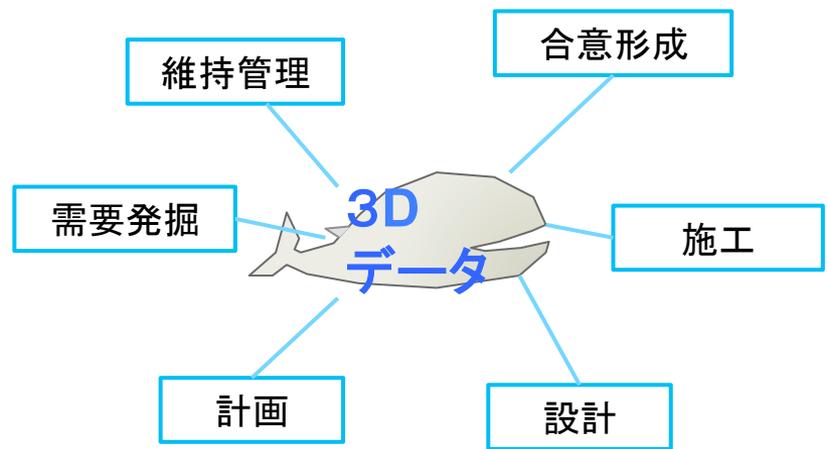
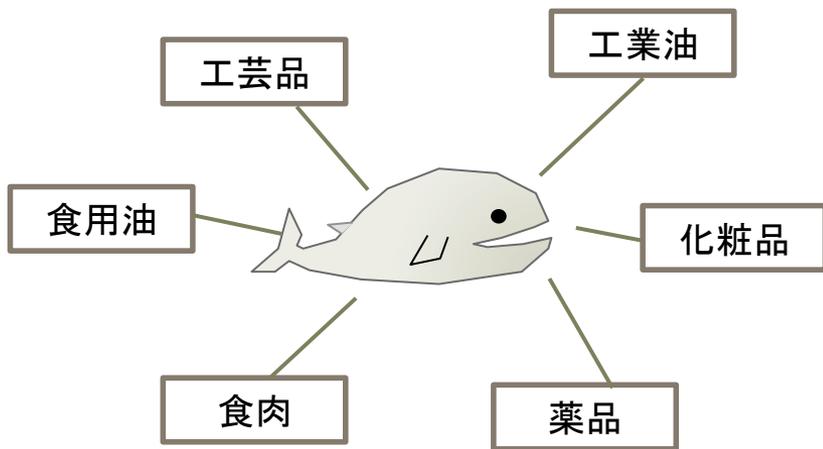
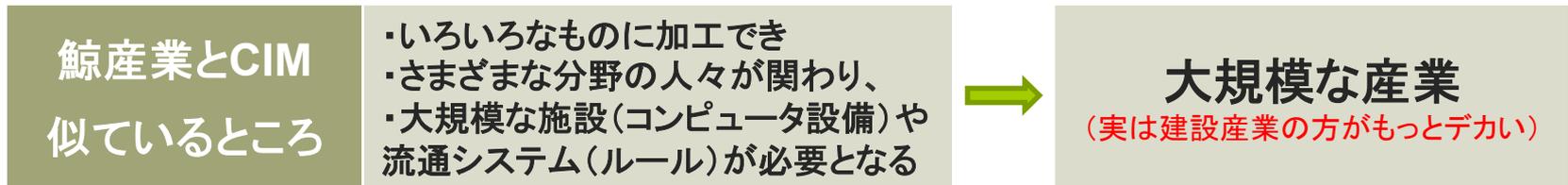
「次元」が変わると扱うことのできる情報量が変わる



**【結論】3D・4次元は、膨大な情報量を分りやすく伝達できる。が、コスト高**

# 3-4. 鯨(くじら)の話

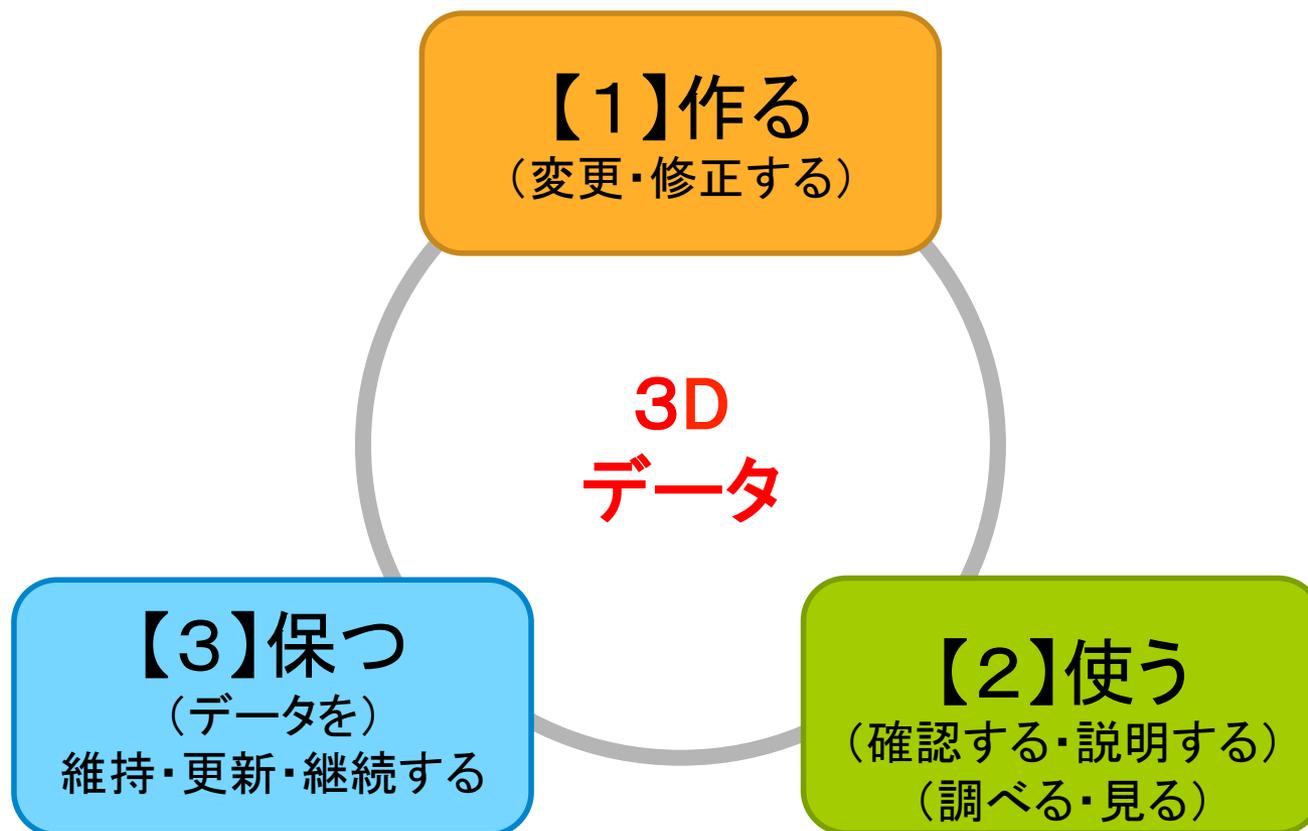
鯨産業とCIMは、その産業構造に似ている部分がある(下図)。3Dデータを鯨に置き換えて考えると、CIMの有効的な活用アイデアが湧いてくる。



- ・CIMを活用しても、一設計業務のコストが安くなり作業が楽になることはない。小さな局所的な使い方をすれば、かえって不経済なものとなる。
- ・CIMを活用するメリットは、規模の大きい産業で活用するところにある。少ない労力でも、産業の規模や仕事の消化量、品質の維持、作業効率の維持が可能になる。我が国のこれからの建設産業にはピッタリである。

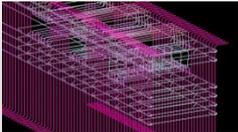
## 3-5. CIM作業の3場面

CIMの作業は、以下の3つに大別される。



# 3-6. ソフトウェアの種類と特徴

3Dデータを作成・維持するときに用いるソフトウェアの種類と特徴を示す。  
 主なものは3種類である。

主なソフトウェア	活用場面	特徴		
		写実的表現力	精度	自由度の高い動き
<b>3DCAD</b> 高精度 	作る 使う 保つ	△	◎	△
<b>3DCG</b> 本物のような表現 	作る 使う	◎	◎	△
<b>3DVR</b> 視点移動が得意 	使う 保つ	○	○	◎

**CIMの作業を行うときは、上記3つのソフトウェアを頻繁に使う。**

## 4-1. 3Dデータの活用事例

それでは、  
3Dデータの  
CIM的な活用方法の事例  
をご紹介します。

## 4-2. 3DデータのCIM的な活用方法

### 事例①・・・八田橋CIMデータ

～3DCADとCG・VRのミックス～

### 事例②・・・橋梁のVRデータ

～合意形成ツール～

### 事例③・・・高架橋の日照障害

～合意形成ツール～

### 事例④・・・その他の3Dデータの活用

～防災啓蒙 マッチムーブによる動画作成～

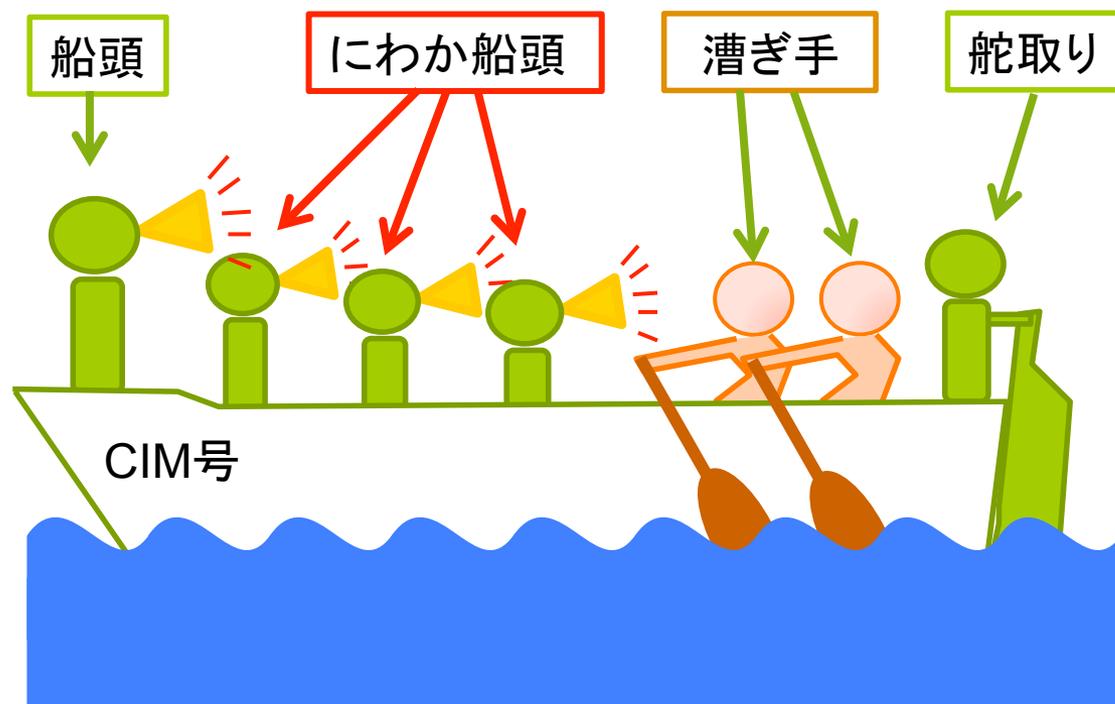
## 5-1. 作成現場の状況

これより、  
3Dデータを作成している現場の  
問題点や課題、改善案について  
ご紹介します。

## 5.2. CIM現場の状況

【問題】現場は、今「**船頭多くして船山に登る**」のような状況になろうとしている。

「船頭多くして船山に登る」: 指図する人ばかりが増えて物事が見当違いの方向に進んだり、うまく運ばないことをいう。



## 5-3. CIMに携わる人々の思い

「3Dモデル」や「CIM」の話のたびに伝わってくる現場の思い(本音)

- ✓ そもそも、なぜ3Dモデルなのか？
- ✓ 今使っている2次元CADでも困っていない。
- ✓ 「CIM」とか英語だし、訳が分からん。
- ✓ 正直、難しそうだし、めんどくさい。
- ✓ 仕事の効率が上がるなんてウソっぽい。
- ✓ 理想ばかりが先走っている気がする。
- ✓ 中途半端な知識と経験しかない「にわか船頭」から指導されてもなあ。
- ✓ CIMの話は沢山聞いたが、つまるところ何をやればいいのか？
- ✓ ビジネスとして成立しそうにない。コストばかりかかる。
- ✓ 結局、だれも本気でやらなさそう。

【現状】 CIMの現場では、まだまだ戸惑う声があるようだ。

## 5-4. 3Dデータ作成会社の現状と目標

実際に3Dデータを作っている人々は、元請企業の正社員ではなく、“外注”と呼ばれている中小企業の社員や派遣社員であることが多いのです。

### 現 在

- 1)今はニッチだが国策であり専門性が高い将来性のある仕事なのに、
- 2)元請企業から叩かれて赤字になりやすく、社員の給与も安い。
- 3)元請企業の労せずして利を得たい感が強く、仕事の効率も悪い。
- 4)元請企業から情報や技術などの知的財産を搾取されるので、
- 5)こんな仕事は、だれもやらない。

結果、CIMの普及は困難である。

### 目 標

- 1)基幹産業へと成長し社会貢献度が高いやりがいのある仕事となり、
- 2)規模に関係なく向上心のある企業は、利益を出し社員の給与を上げる。
- 3)元請企業と対等な関係で、仕事の効率も良く、
- 4)自社の情報や技術を社会から評価され、かつ知的財産も守ることができるので、
- 5)参入企業も就労者も増える。

結果、CIMが普及する。

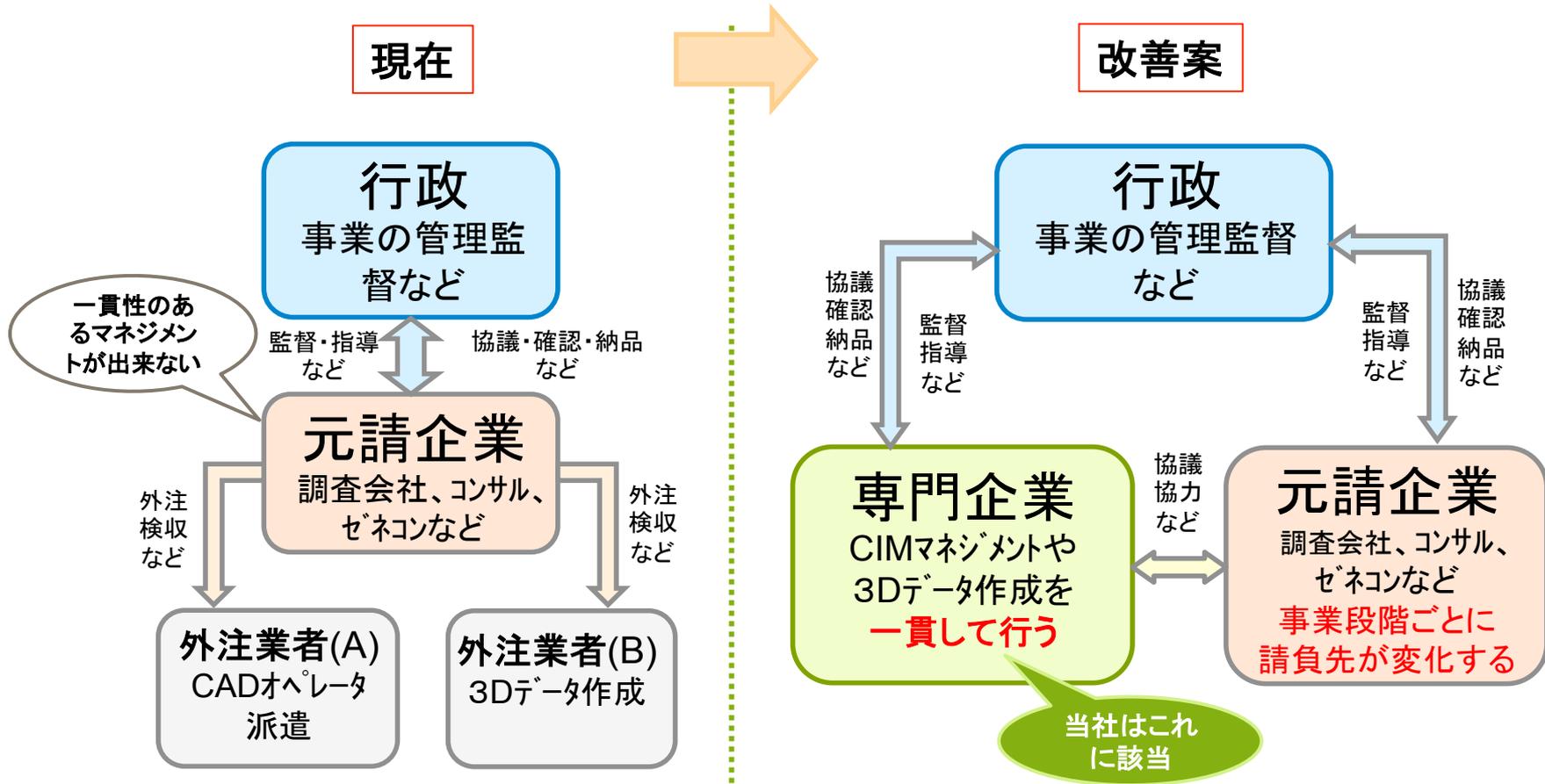
**【結論】 作成会社のさらなる努力に加え、その地位向上と元請企業との対等な関係の構築が、CIMの普及を促す。**

# 5-5. CIM業務 実施体制の改善

現場では、2次元CADの延長上に3DCAD(=CIM)があるという捉え方が主であるが、これは本来のCIM導入の一過程にすぎない。当社では、CIMには3Dデータ作成と共に、事業全工程における**CIMマネジメント**が重要だと考えている。

現在

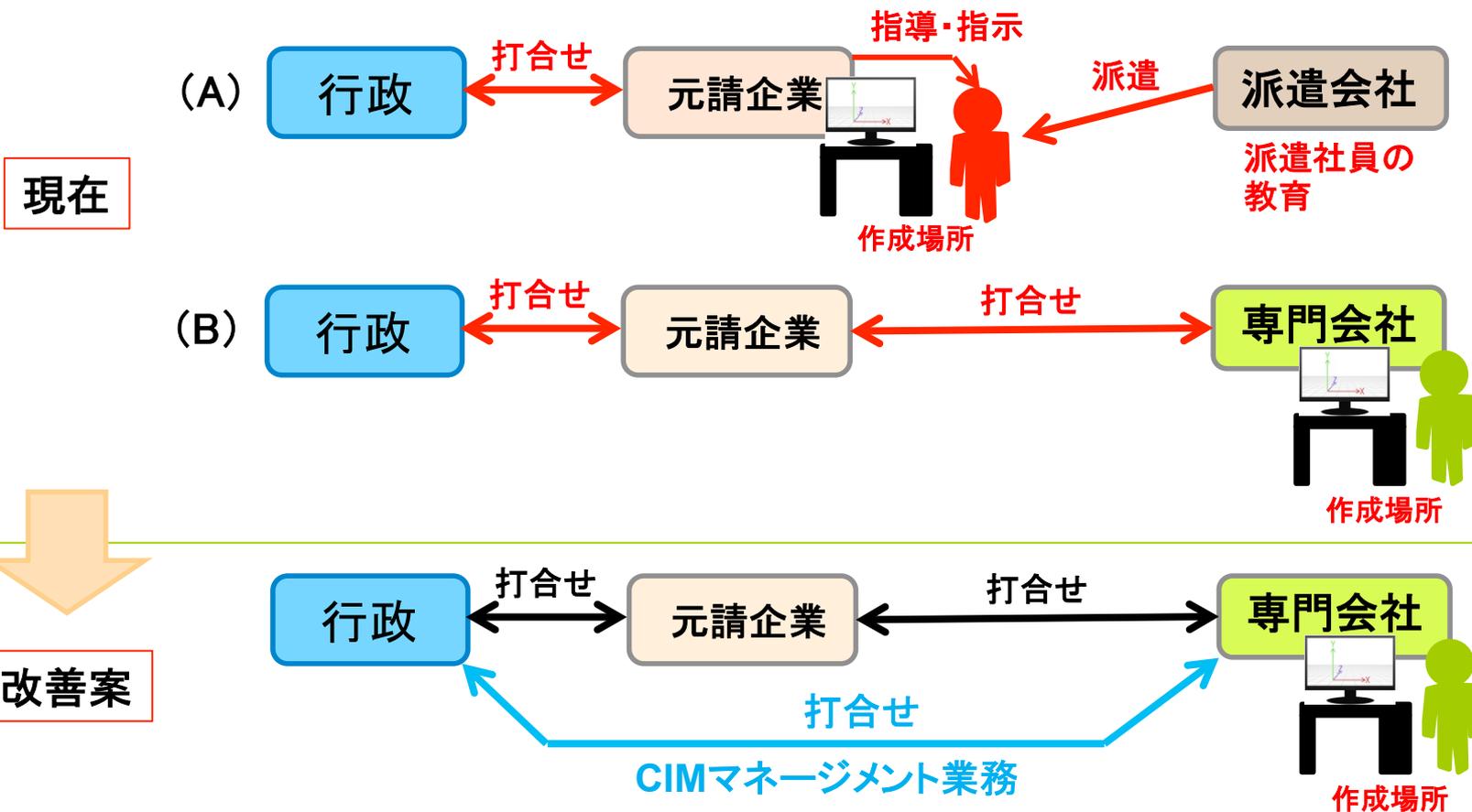
改善案



**専門企業に仕事を任せる事で、事業の効率化が測れる。**

# 5-6. 作業場所の改善

CIMの作業を行う場所と打合せ体制の現状を示し、改善案を提示する。



現在では、元請企業で作業をする場合、CIMデータの作成維持管理に一貫性が無くなり業務進捗に支障が出てしまう。改善案ではそれを回避できる。

## 6-1. 成功の秘訣

これより、  
**CIM普及を成功させる秘訣を**  
**現場の観点から**  
ご紹介します。

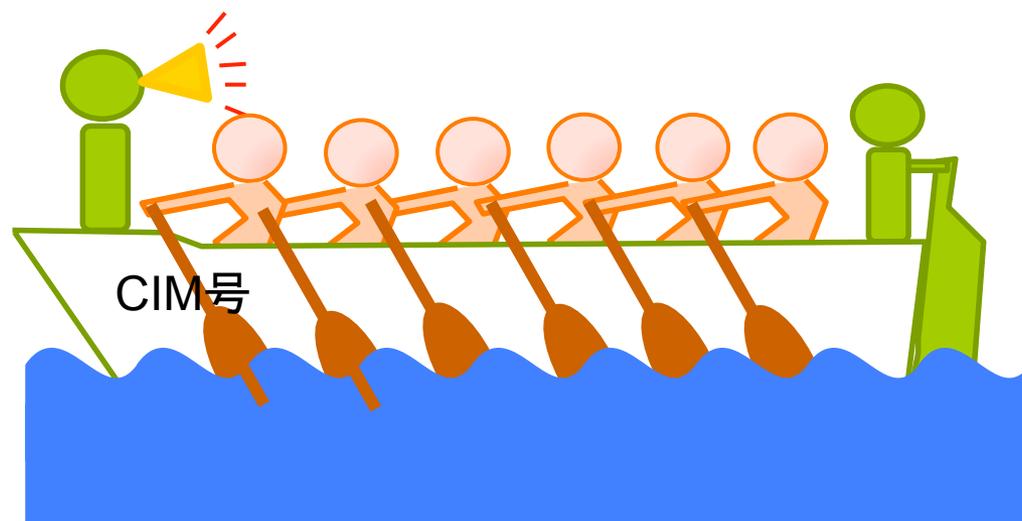
## 6-2. CIM普及のポイント

CIM普及のポイントは、

「実用性のある“しくみ”づくり」

と

「船頭・漕ぎ手の成長」



## 6-3. 成功の秘訣(1) / CIM6つのポイント

以下の「感覚」を身につけると仕事が円滑になりCIMの普及が進む。

### ■ 1. 3Dデータの“重さ(大きさ)”

3Dデータは2次元データ(CADなど)に比して、数倍～数十倍ほど重い。  
重さは作業効率やコスト、作成時間に大きく影響することを知っておく。  
この重さ(大きさ)の感覚を身に着けることが先決である。

### ■ 2. ソフトウェア選択と操作の“複雑さ”

業務内容に合わせ複数のソフトを的確に選択し使えるようになること。

### ■ 3. コストの“妥当性”

CIM業務は、専門性の高い仕事であるので、それに見合ったコストをかける必要がある。

### ■ 4. 作成に必要な“時間”

3Dデータを作成するには、膨大な時間がかかる。  
適切な工期を設ける事は、働き方にも良い影響を与える。

### ■ 5. できるかできないかの“実現可能性”

ソフトやハードの限界等を踏まえ技術的可能性と費用対効果で判断できる能力を付ける。

### ■ 6. 自らの分野を超える“勇気”

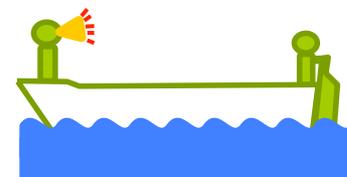
CIMを使えば一設計業務などのコストが減り、仕事が楽になるなどの幻想は捨てる。  
CIMは、携わる人々が分野の枠を超えてはじめて力を発揮する。強い縦割り意識は足枷になる。

## 6-4. 成功の秘訣(2)／CIM担い手の役割

■船頭は、

“公共事業を司る、行政と関連機関”である

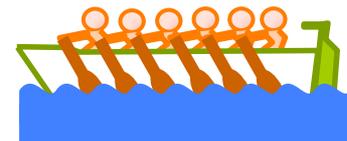
主役は3Dデータの特性を十分に把握する。／一度は3Dデータを作ってみる。／お金の流れを把握する(実は米国にも流れている)。／実際に3Dデータを作成する会社や人(漕ぎ手)にお金を流し、にわか船頭が多い元請企業にお金を流さない。／3Dデータを構築する業務は、「作業」ではなく「仕事」である。／コスト感覚を持つ。など



■漕ぎ手は、

“3Dデータ作成の主力である民間企業”である

漕ぎ手はCIMデータ構築に力を注ぐ。／成功するCIM「6つのポイント」を知っているのは当たり前。／中途半端な知識で、にわか船頭に轉身しないこと。／一度も3Dデータを作ったことがないなど論外。／「作業」を「仕事」と勘違いしている単なるオペレーターは役に立たない。／新分野にも果敢に挑戦する。／情報漏洩防止に最大限の注意をはらう。など



□その他

“CIM”は、巨大で複雑な”しくみ”である

「しくみ」はシンプルである方が長続きする。／道具(ソフトウェアやハードウェア)に最新型を使わないこと。／人材育成にコストをかける。など



## 6-5. 成功の秘訣(3) / CIMの「活用の場」

■ CIMがもっとも力を発揮する場は、

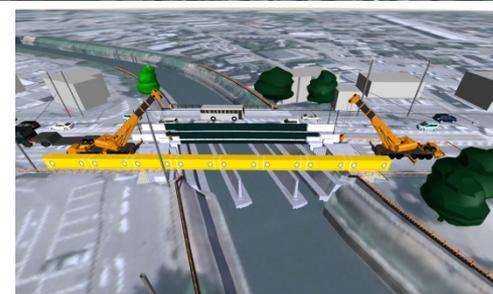
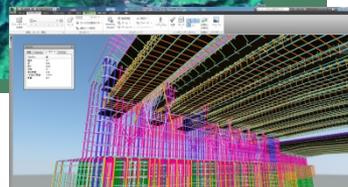
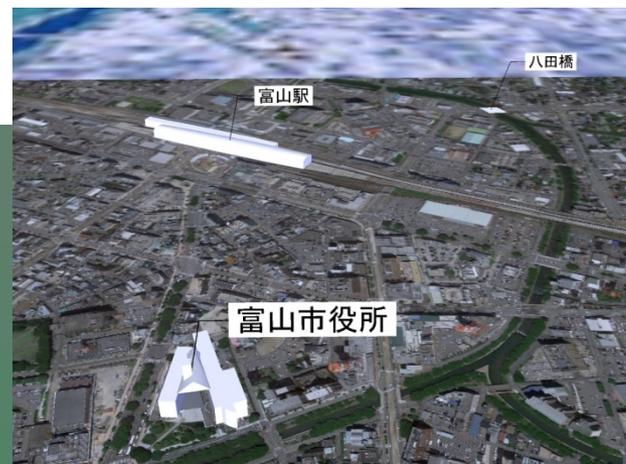
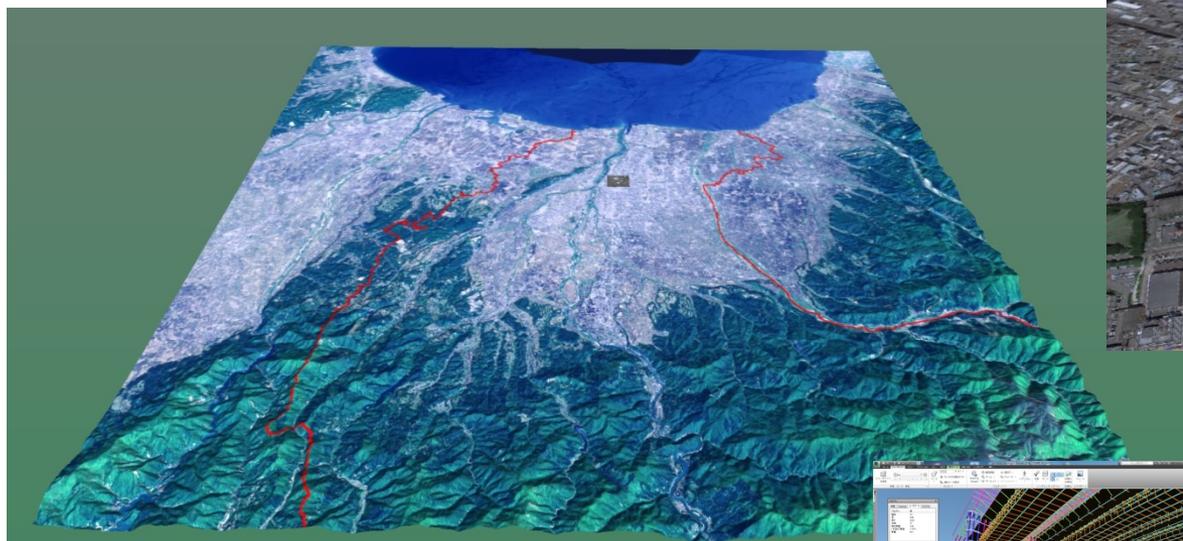
**「維持管理」 と 「高度コミュニケーション」**

■ CIMの要(かなめ)は、「3Dモデル」と「付属データ」を集約した、

**「3Dデータベース」**

# 7. 最後に / 「富山市モデル」

## ■ CIMで「富山市モデル」を構築



## ■ 富山市モデル ビジネス

富山市モデルを構築したシステムやノウハウを海外へ輸出し、外貨を稼ぐ機会を作る(例として福岡県北九州市上下水道局のカンボジア、ベトナムで行っている水ビジネスがある) [www.city.kitakyushu.lg.jp/files/000734790.pdf](http://www.city.kitakyushu.lg.jp/files/000734790.pdf)

# (終わりに) 当社の紹介

## (1) 社是

### <我々の使命>

互いに関心を持ち、理解を深め、人と人との間にある誤解を解くことによって、協力共栄する世界を築くために、我々の技術とコンサルティングをもって貢献する

### <我々の行動>

人間の五感覚(視覚、聴覚、臭覚、味覚、触覚)と心の感覚(感性)とにはたらきかける技術とコンサルティングを駆使して我々の使命を成し遂げる

## (2) 社員評価基準

「人間力」、「商才営業力」、「技術力」の観点で評価する

## (3) 姿勢の評価基準

- 一位) 挑戦し成功した者
- 二位) 挑戦したがやむなく失敗した者
- 三位) 挑戦する者に加勢し協力した者
- 四位) 健全な会社発展のために異を唱える者
- 五位) 現状に甘んじ自分のやれる事のみで終始する者
- 六位) 挑戦する者を妨害する者
- 七位) 労せずして称賛や利益を得ようとする者
- 八位) 自己中心で社会や企業へ損害を与える者