

CT3505701  
BIM 理論與實務

Theory and Practice of  
Building Information Modeling

謝佑明

### 預期目標

- 瞭解土木營建工程的生命週期
- 瞭解建築資訊模型在土木營建工程中扮演的角色
- 能實際運用BIM相關軟體於土木營建工程專案
- 能與同儕以協同合作的方式完成一工程專案的規劃設計與展示

### 課程大綱

- BIM簡介。
- 營建工程規劃設計階段 BIM 應用之**介紹與實作**，例如建築設計、結構分析、機電設備與管線配置。
- BIM 於**施工**實務之探討，例如衝突檢查、數量計算、施工模擬、動畫導覽等等。
- BIM 其它應用簡介，如日照、通風、與能耗分析，設施維護管理等等。

### 評量方式

作 業：50%  
考 試：30%  
課堂參與：10%  
同儕評量：10%

## 上課方式

- 上課時間由教師或業師授課、並帶領實機操作與演練。
- 學期中目前規劃八次的作業，大部份為團隊合作的作業，這八次作業主旨在進行一個渡假村開發案的規劃設計，並介紹該工程進行中不同階段的考量與設計要求。
- 本學期預計介紹使用以下軟體：Tremble SketchUp、Autodesk Civil 3D、Autodesk Revit、Autodesk Navisworks, Autodesk Robot Structural Analysis (暫訂)，並介紹這些軟體於土木營建工程中扮演的角色。

## 土木營建工程的生命週期

初始 (initiation)  
 規劃 (planning)  
 設計 (design)  
 施工 (construction)  
 營運維護 (operation and maintenance)  
 拆除 (decommission)

## 土木與營建工程的生命週期－ 初始、規劃

- 初始 (initiation)
  - 需求: 居住、交通、用水、電信、瓦斯、排洪、...
- 規劃 (planning)
  - 決策項目: 容量、選址、...
  - 環境影響評估 (環評)

需要那些資訊來輔助決策?

## 土木與營建工程的生命週期－ 設計 (design)

決策項目: 依不同專業會有不同的決策項目

- 建築師: 外觀、樓層平面配置、座向、開口、...
- 結構工程師: 結構型式、樑柱板牆之斷面、尺寸、配筋、材料強度、接頭型式、...
- 大地工程師: 基礎型式、基礎尺寸、配筋、數量、...

p.s. 較大的工程會區分初步設計 (初設) 與細部設計 (細設)

需要那些資訊來輔助決策?

## 土木與營建工程的生命週期－ 施工、營運與維護、拆除

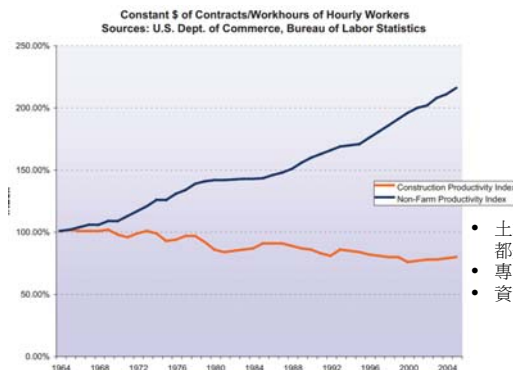
- 施工 (construction)
  - 決策項目: 施工方法、分包、時程、人、機、料、風險對策...
- 營運與維護 (operation & maintenance)
  - 決策項目: 定價、維護時程、維修計畫、...
- 拆除 (decommission)
  - 決策項目: 方法、回收再利用、...

需要那些資訊來輔助決策?

## 資訊傳遞與交換

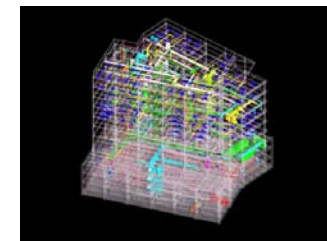
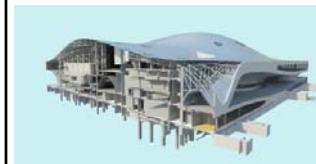
- 土木營建工程生命週期中有大量的資訊在多方人馬之間傳遞
  - 業主 (owner)
  - 建築師 (architect)
  - 結構工程師 (structural engineer)
  - 水電空調技師 (HVAC engineer)
  - 建管處 (city)
  - 營建管理師 (construction engineer)
  - 設施經理 (facilities manager)
  - 土木技師 (civil engineer)
  - ...

## 營建業的生產力倒退



- 土木營建每一個專案都是獨特的?!
- 專案日漸複雜?!
- 資訊科技的應用不足?!

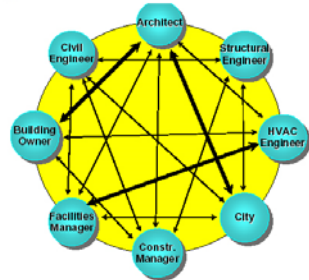
## 現代土木營建工程複雜度高



<http://www.autodesk.com.tw/adsk/servlet/item?siteID=1170616&id=20059754>

## 傳統的資訊傳遞

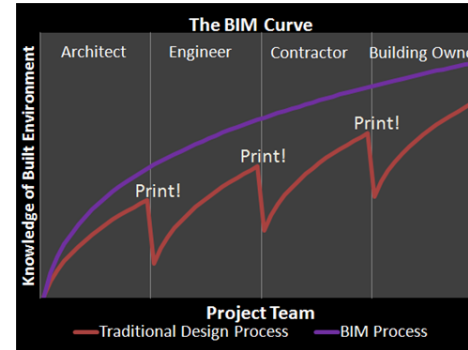
Traditional Information Exchange<sup>1</sup>



找誰要?  
資料有問題時找誰問?  
要來資料是否為最新版本?  
要來的資料是否正確?  
修正的設計要回饋給誰?

<http://www.sensysmag.com/spatialsustain/reinventing-building-process-macleamy-part-2.html>

## 傳統的資訊傳遞



不同團隊間的資訊傳遞會有遺失 ... Orz  
會有多次的 RFI  
用猜的會猜錯

[http://inside-the-system.typepad.com/my\\_weblog/bim\\_discussions/](http://inside-the-system.typepad.com/my_weblog/bim_discussions/)

## BIM 簡介

## BIM – What is it?

*Building information modeling (BIM) is a process involving the generation and management of digital representations of physical and functional characteristics of a facility.*

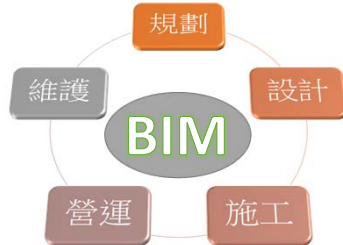
*The resulting building information models become shared knowledge resources to support decision-making about a facility from earliest conceptual stages, through design and construction, through its operational life and eventual demolition.*

建築資訊塑模是一個設施的數位化模型的產生與維護的流程，此數位化模型包含了設施的物理與功能的屬性。而所產出的建築資訊模型將成為一個共享的知識來源，以輔助或支援該設施生命週期中所需作的決策。

[http://en.wikipedia.org/wiki/Building\\_information\\_modeling](http://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling)

## BIM – What is it?

在營建設施的生命週期中，創建與維護營建設施產品數位資訊及其工程應用的技術。



郭榮欽 / 國立臺灣大學土木工程學系工程資訊模擬與管理研究中心執行長  
謝尚賢 / 國立臺灣大學土木工程學系教授暨工程資訊模擬與管理研究中心主任

## BIM – What is it?

- Building Information **Modeling** (建築資訊建模)
  - 也有人提出 BIM Process 這個詞
  - 一系列的動作
  - **一個流程**
  - 建造與維護「**一個**」數位化的模型
- Building Information **Model** (建築資訊模型)
  - 也有人用 BIM model 這個詞
  - **Modeling** 的成果
  - 「**共享**」的資訊來源
  - 決策支援

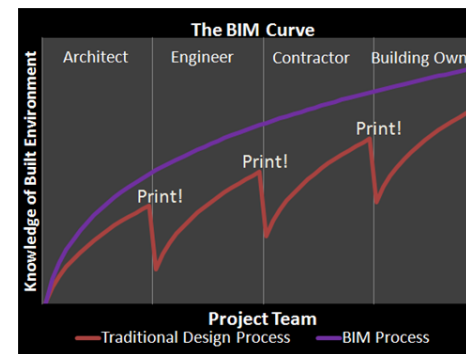
## 使用 BIM 的資訊傳遞



~~找誰要?  
資料有問題時找誰問?  
要來資料是否為最新版本?  
要來的資料是否正確?  
修正的設計要回饋給誰?~~

<http://www.sensysmag.com/spatialsustain/reinventing-building-process-macleamy-part-2.html>

## 以BIM為基礎的資訊傳遞

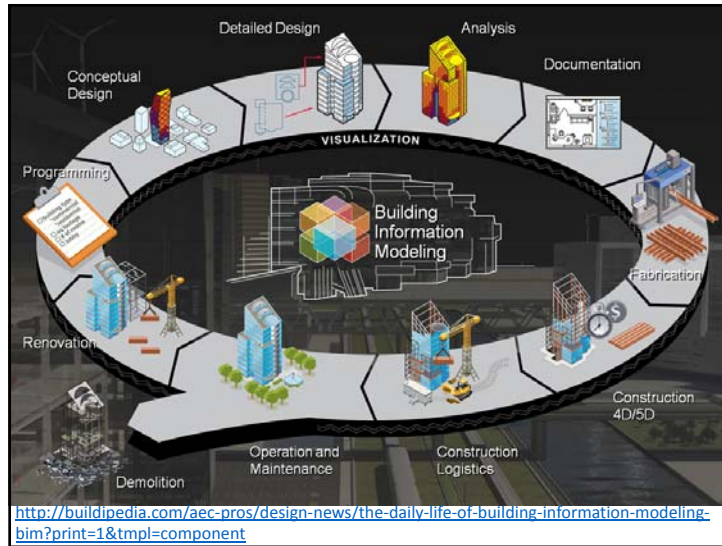


以 BIM 為基礎的資訊傳遞，資訊可以完整傳遞。

Paper vs. 3D model

3D 視覺化的資料比較好懂

[http://inside-the-system.typepad.com/my\\_weblog/bim\\_discussions/](http://inside-the-system.typepad.com/my_weblog/bim_discussions/)



## BIM

- **BIM 為一串連工程生命週期各階段不同資料之中央資料庫 (3D 模型 + 資訊)**
- BIM 在工程生命週期各階段皆有重要的應用
- BIM 有不同的建模工具與分析工具
- BIM 有不同的發展程度 (LOD)

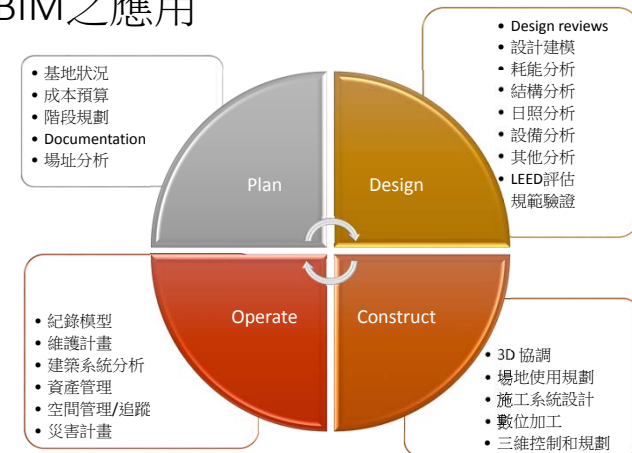
22

## BIM

- BIM 為一串連工程生命週期各階段不同資料之中央資料庫 (3D 模型 + 資訊)
- **BIM 在工程生命週期各階段皆有重要的應用**
- BIM 有不同的建模工具與分析工具
- BIM 有不同的發展程度 (LOD)

23

## BIM之應用



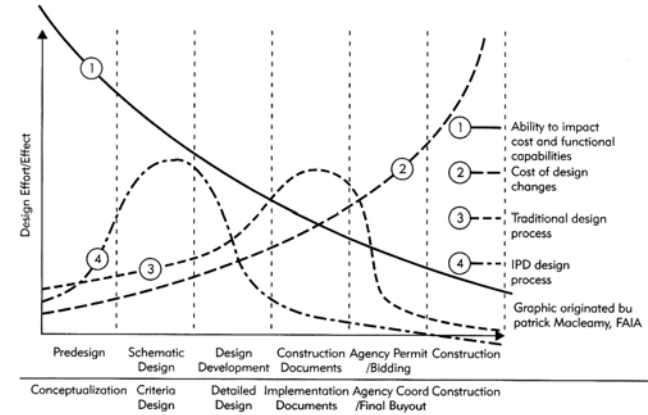
美國 buildingSMART 聯盟組織 2009 及 2010 發佈的 BIM Project Execution Planning Guide

## BIM 於各生命週期階段的應用

PLAN	DESIGN	CONSTRUCT	OPERATE
Existing Conditions Modeling			
Cost Estimation			
Phase Planning			
Programming			
Site Analysis			
	Design		
	Reviews		
	Design Authoring		
	Energy Analysis		
	Structural Analysis		
	Lighting Analysis		
	Mechanical Analysis		
	Other Eng. Analysis		
	LEED Evaluation		
	Code Validation		
	3D Coordination		
	Site Utilization Planning		
	Construction System Design		
	Digital Fabrication		
	3D Control and Planning		
	Record Model		
		Maintenance Scheduling	
		Building System Analysis	
		Asset Management	
		Space Mgmt./Tracking	
		Disaster Planning	

BIM project execution planning guide, by The Computer Integrated Construction Research Group, Pennsylvania State University, version 2.1 (2011)

## Effect of different workflows



<http://idowhower.wordpress.com/chapter-3-building-information-modeling-bim/processes-workflows/>

## BIM

- BIM 為一串連工程生命週期各階段不同資料之中央資料庫 (3D 模型 + 資訊)
- BIM 在工程生命週期各階段皆有重要的應用
- **BIM 有不同的建模工具與分析工具**
- BIM 有不同的發展程度 (LOD)

## 主流 BIM 建模工具 (BIM authoring tools)



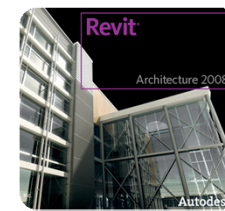
Graphisoft ArchiCAD



Tekla



Bentley MicroStation



Autodesk Revit Architecture

# BIM

- BIM 為一串連工程生命週期各階段不同資料之中央資料庫 (3D 模型 + 資訊)
- BIM 在工程生命週期各階段皆有重要的應用
- BIM 有不同的建模工具
- **BIM 有不同的發展程度 (LOD)**

29

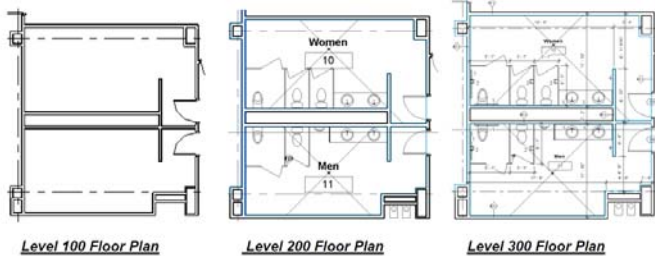
# BIM 模型發展程度 (LOD, Level of Development)

LOD	階段	說明	應用
100	評估規劃	其模型將包含全部的建築量體及使用者可以執行相關的建築分析如體積、方向、成本等	1. 產品定位討論 2. 成本、數量概算
200	初步設計	模型將包含普通化系統或近似的型體、尺寸、位置、方位。使用者將可以透過一般執行標準進行系統的分析	1. 設計圖面之檢討 2. 成本、數量初算
300	細部設計	此階段模型元素適合產生傳統的施工文件及施工圖說，如可以進行細部元素及系統的分析及模擬	1. 發包圖說之製作 2. 發包預算、數量之編列 3. 碰撞干涉之檢討 4. 4D 施工進度模擬
400	營造施工	此階段的模型發展程度適合承包商及施工廠商進行加工組裝。	1. 施工圖說之製作 2. 施工預算、數量之編列 3. 碰撞干涉之檢討 4. 4D 施工進度模擬
500	竣工營運	此階段的工程已完成竣工，其模型按實際竣工完成面建置及可以進行後續的設備營運維護。	1. 資產管理 2. 修繕維護管理 3. 設備設施管理

www.bim.org.tw/tmp/20120606gov.pdf

AIA E202 document

30



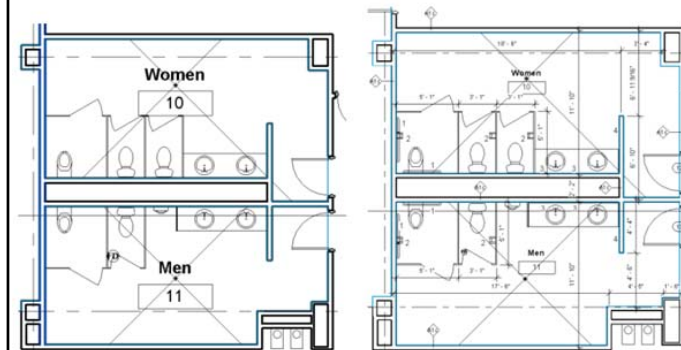
Level 100 Floor Plan

Level 200 Floor Plan

Level 300 Floor Plan

<http://lh4.ggpht.com/-WfLp3tLAnyo/T0-RifzX4PI/AAAAAAAAAFI0/HZYG2sbj7A/s1600-h/image%25255B6%25255D.png>

31



Level 200 Floor Plan

Level 300 Floor Plan

<http://lh4.ggpht.com/-WfLp3tLAnyo/T0-RifzX4PI/AAAAAAAAAFI0/HZYG2sbj7A/s1600-h/image%25255B6%25255D.png>

32



## BIM模型之發展程度

LOD	概述
100	整體建築量體之面積、高度、體積、位置、座向等資訊可以 3D 模型或 <b>其他資料型式</b> 表達。
200	<b>模型元件 (Model Elements)</b> 為具 <b>近似數量、尺寸、形狀、位置、方向</b> 等資訊之 <b>泛用型系統或集合體 (Generalized Systems or Assemblies)</b> 。 非幾何屬性資訊也可建置於模型元件中。
300	模型元件為具 <b>精確</b> 數量、尺寸、形狀、位置、方向等資訊之 <b>特定集合體 (Specific Assemblies)</b> 。 非幾何屬性資訊也可建置於模型元件中。
400	模型元件為具精確數量、尺寸、形狀、位置、方向等資訊及具 <b>完整製造、組裝、細部施作</b> 所需資訊之特定集合體 (Specific Assemblies)。 非幾何屬性資訊也可建置於模型元件中。
500	模型元件為具 <b>實際</b> 數量、尺寸、形狀、位置、方向等精確資訊之完工集合體 (Constructed Assemblies)。 非幾何屬性資訊也可建置於模型元件中。

謝尚賢 (2012), [http://bim.caece.net/bim\\_detail.php?id=38&frompage=1](http://bim.caece.net/bim_detail.php?id=38&frompage=1) 33

## 學期作業 (目前規劃)

- 規劃
    - 選址
    - 初步園區規畫
  - 設計
    - 房屋設計
    - 園區空間規劃、設計、與套疊
    - 房屋結構設計
  - 施工
    - 數量計算
    - 4D模擬與衝突檢討
  - 成果展示
    - 導覽動畫製作
- 規劃
    - Word, Excel
    - Tremble SketchUp
  - 設計
    - Autodesk Revit Architecture
    - Autodesk Revit Architecture
    - Autodesk Revit Structure
  - 施工
    - Autodesk Revit Architecture
    - Autodesk NavisWorks + MS-Project
  - 成果展示
    - Autodesk NavisWorks

## 軟體下載

- <http://www.sketchup.com/intl/zh-TW/>
- <http://students.autodesk.com/>
  - Autodesk Revit 2014 (英文版)
  - Autodesk Navisworks Manage (英文版)