



NLSC-108-32

**內政部國土測繪中心
108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案**

工作總報告

2019 Annual Report

Establishment of 3D Building Model Data Standard

**主辦機關：內政部國土測繪中心
執行機關：國立成功大學
國立臺灣大學**

中華民國 108 年 12 月 30 日

目錄

第壹章、前言	1
1-1、目標與作業內容	1
1-2、本案時程規劃	2
1-3、三維建物模型資料標準發展之背景分析	4
1-4、本案課題分析	6
一、資料面	7
二、技術面	7
三、行政面	8
第貳章、國外相關發展	9
2-1、德國—柏林	9
一、發展簡介	9
二、資料格式	9
三、3D 建物的 LOD	9
四、空間單元	10
五、屬性	11
2-2、美國—紐約	12
一、發展簡介	12
二、資料格式	13
三、3D 建物的 LOD	13
四、空間單元	13
五、屬性	15
2-3 芬蘭—赫爾辛基	16
一、發展簡介	16
二、資料格式	16
三、3D 建物的 LOD	17
四、空間單元	17
五、屬性	19
2-4 荷蘭—鹿特丹	20
一、發展簡介	20
二、資料格式	20
三、3D 建物的 LOD	21
四、空間單元	22
五、屬性	24
2-5 新加坡	26
一、發展簡介	26
二、資料格式	26
三、3D 建物的 LOD	27
四、空間單元	27

五、屬性.....	28
2-6 瑞士.....	29
一、發展簡介.....	29
二、資料格式.....	29
三、3D 建物的 LOD.....	29
四、空間單元.....	30
五、屬性.....	31
第參章、研擬三維建物模型資料標準(草案).....	36
3-1、資料標準之草案制訂步驟與推動程序作業.....	36
一、資料標準草案制訂步驟.....	36
二、資料標準相關文件及推動程序作業.....	40
3-2、國際相關標準介紹.....	44
一、通用三維空間表示之標準技術.....	44
二、具有三維建物應用考量之標準技術.....	47
3-3、國內現有三維建物模型.....	54
一、三維灰階建物模型資料及三維近似化建物模型資料.....	54
二、三維精緻建物模型.....	56
三、三維地籍建物模型.....	57
四、地方政府之建物模型.....	58
五、小結.....	67
3-4、三維建物模型資料標準(草案)設計策略.....	67
一、採用 OGC CityGML2.0 版為設計藍本.....	68
二、決定資料標準之適用範疇.....	69
三、設計對象為現實世界有意義之物件.....	70
四、LOD 規格.....	70
五、平面及高程資訊參考國家相關基準.....	71
六、釐清建物之階層關係.....	72
七、評估語意化物件之表示.....	72
八、歸納我國現有三維建物之型態.....	73
九、規劃不同型態建物之模式化策略.....	73
十、納入地址資訊之考量.....	74
十一、加入時間因素之評估.....	75
十二、Generic attributes 共同屬性之規劃.....	75
十三、三維建物外觀資訊.....	76
十四、CityGML ADE 之發展評估.....	76
3-5、三維建物模型資料標準(草案)之特性分析.....	77
一、空間單元.....	77
二、細緻度.....	78
三、識別性.....	79
四、空間表示.....	79
五、坐標參考系統.....	79

六、時間性.....	80
七、管理性.....	81
八、主題性.....	81
九、三維建物外觀因素.....	82
十、語意性.....	82
3-6、三維建物模型資料標準(草案)之應用綱要設計.....	83
一、_genericAttribute.....	83
二、AbstractBuilding、Building、BuildingPart.....	84
三、CityObjectGroup.....	86
五、BuildingInstallation、IntBuildingInstallation.....	87
六、_BoundarySurface.....	89
3-7、三維建物模型之記錄範例.....	90
一、不分型態.....	98
二、透天(不區分樓層).....	100
三、透天(區分樓層).....	102
四、公寓、華廈、大樓(不區分樓層).....	105
五、公寓、華廈、大樓(區分樓層、戶).....	107
第肆章、開發三維建物模型資料標準轉換程式.....	112
4-1、資料標準格式轉換需求說明.....	112
4-2、常見的三維向量檔案格式.....	112
4-3、三維建物模型資料轉換程式開發策略及可能遭遇之問題.....	120
4-4、轉換程式內部運作流程規劃及介面設計.....	121
4-5、三維近似化建物模型 KML 檔轉換成果.....	124
第伍章、舉辦專家會議及辦理教育訓練.....	149
5-1、舉辦專家會議.....	149
一、會議說明.....	149
二、會議情形.....	149
5-2、辦理教育訓練.....	151
第陸章、提報各式報告書.....	154
6-1、工作進度報告.....	154
6-2、各階段繳交報告.....	155
6-3、計畫案會議.....	155
6-4、各階段繳交報告.....	155
第柒章、結論與建議.....	156
參考文獻.....	159

附錄 A	、審查意見辦理情形	A-0
A-1	、評選會議意見辦理情形.....	A-1
A-2	、作業計畫書審查意見辦理情形.....	A-4
附錄 B	、需求訪談紀錄	B-0
附錄 C	、訪談會議紀錄	C-0
附錄 D	、專家會議紀錄	D-0
附錄 E	、內部會議紀錄	E-0
附錄 F	、期中審查會議紀錄	F-0
附錄 G	、期末審查會議紀錄	G-0
附錄 H	、三維建物模型資料標準提案計畫書	H-0
附錄 I	、三維建物模型資料標準(草案)	I-0

表目錄

表 1-1、工作期程進度.....	2
表 1-2、本案各期成果之繳交規定.....	3
表 2-1、柏林 CityGML 之記錄屬性.....	11
表 2-2、紐約市 CityGML 之記錄屬性.....	15
表 2-3、赫爾辛基 CityGML 之記錄屬性.....	19
表 2-4、鹿特丹 CityGML 之記錄屬性.....	25
表 2-5、各國 3D 城市發展情形彙整.....	32
表 3-1、資料典各描述項目說明.....	39
表 3-2、3D/4D(含時序)統計地圖.....	61
表 3-3、模型種類.....	62
表 3-4、LOD1~LOD3 建置方法及屬性比較表.....	65
表 3-5、CityGML 對於 LOD 之建議規定.....	71
表 3-6、CityGML 各類別預設物件屬性整理.....	73
表 3-7、國內三維建物模型與 LOD 之整理表.....	73
表 3-8、_AbstractBuilding 類別之屬性整理表.....	85
表 3-9、32 位元編碼參考.....	86
表 3-10、三維建物之識別碼設計.....	86
表 3-11、三維建物模型常見之結構與 CityGML 類別、LOD 之整理表.....	89
表 3-12、Building、BuildingPart 及 CityObjectGroup 於不同型態建物之對應整理表	93
表 3-13、CityGML 2.0 標準 Building 之各 LOD 記錄屬性.....	94
表 4-1、各種三維向量檔案格式之比較.....	119
表 4-2、各種轉檔結果(CityGML)之比較.....	148
表 5-1、專家會議之議程.....	149
表 5-2、專家會議之辦理情形.....	150
表 5-3、教育訓練之議程.....	152
表 6-1、提報工作進度報告之時間.....	154
表 6-2、提報各階段繳交報告之時間.....	155
表 6-3、會議辦理時間.....	155

圖目錄

圖 1-1、三維建物模型資料標準之於整體推動架構之定位.....	7
圖 2-1、柏林 3D 建物之 CityGML 類別.....	10
圖 2-2、柏林 3D 建物之紋理類別.....	10
圖 2-3、柏林一幢一棟之建物.....	10
圖 2-4、柏林一幢多棟之建物.....	11
圖 2-5、同一建物以 LOD 1.5 與 LOD 2 表示之差異.....	12
圖 2-6、紐約市 3D 建物之 CityGML 類別.....	13
圖 2-7、紐約單棟建物之範例(大樓).....	14
圖 2-8、紐約多棟連續建物之範例-1.....	14
圖 2-9、紐約多棟連續建物之範例-2.....	15
圖 2-10、赫爾辛基 3D 建物記錄之 CityGML 類別.....	17
圖 2-11、赫爾辛基市一幢一棟之建物.....	18
圖 2-12、赫爾辛基市一幢多棟之建物-1.....	18
圖 2-13、赫爾辛基市一幢多棟之建物-2.....	18
圖 2-14、赫爾辛基市一幢多棟之建物-3.....	19
圖 2-15、荷蘭 3D SDI 網路服務架構圖.....	20
圖 2-16、荷蘭 LOD 1 建物.....	22
圖 2-17、荷蘭 LOD 2 建物.....	22
圖 2-18、荷蘭鹿特丹房屋記錄方式.....	23
圖 2-19、荷蘭鹿特丹房屋多棟記錄方式.....	23
圖 2-20、荷蘭鹿特丹房屋多棟記錄方式.....	24
圖 2-21、台夫特(Delft)城市 CityGML 檔案.....	24
圖 2-22、新加坡單一建物記錄方式.....	27
圖 2-23、新加坡多戶數建物記錄方式.....	28
圖 2-24、新加坡以樓層為記錄.....	28
圖 2-25、瑞士 3D 智慧城市網站畫面截圖.....	30
圖 2-26、瑞士 3D 智慧城市一幢多棟之建物.....	30
圖 3-1、資料標準草案制訂步驟.....	36
圖 3-2、資料標準制訂程序.....	42
圖 3-3、The five levels of detail (LOD) defined by CityGML (取自 CityGML 標準).....	49
圖 3-4、CityGML 之 UML 圖.....	50
圖 3-5、CityGML Core Model Part1.....	50
圖 3-6、CityGML Core Model Part2.....	51
圖 3-7、CityJSON 範例.....	52
圖 3-8、三維近似化建物模型.....	55
圖 3-9、三維精緻建物模型.....	56
圖 3-10、三維地籍建物產權模型(左)、三維地籍建物基礎模型(右).....	58
圖 3-11、三維地籍建物精緻模型.....	58
圖 3-12、智慧城市 3D 臺北系統畫面.....	59
圖 3-13、雨量監測站圖示.....	60
圖 3-14、空氣品質監測圖示.....	60

圖 3-15、實價登錄圖示.....	61
圖 3-16、面積量測.....	64
圖 3-17、街景.....	64
圖 3-18、新北市 LOD1 模型	66
圖 3-19、新北市 LOD2 模型	66
圖 3-20、新北市 LOD3 模型	66
圖 3-21、視域分析.....	66
圖 3-22、日照模擬分析.....	67
圖 3-23、天際線分析.....	67
圖 3-24、CityGML Address	74
圖 3-25、門牌地址資料標準.....	75
圖 3-26、CityGML Core Model.....	83
圖 3-27、_AbstractBuilding 圖徵	84
圖 3-28、CityObjectGroup.....	87
圖 3-29、CityGML Building Model	88
圖 3-30、各種_BoundarySurface 組成之建物結構(取自 CityGML 2.0 規格書)	89
圖 3-31、不區分樓層時，以 Building 記錄.....	91
圖 3-32、Building 與 BuildingPart 關係	91
圖 3-33、區分樓層時 Building、BuildingPart 及 CityObjectGroup 關係	92
圖 3-34、分戶時 Building、BuildingPart 及 CityObjectGroup 關係	92
圖 3-35、區分樓層及分戶時 Building、BuildingPart 及 CityObjectGroup 關係	93
圖 3-36、三維地籍建物模型 (透天).....	95
圖 3-37、三維地籍建物之建物平面測量成果圖 (透天).....	96
圖 3-38、三維建物模型之編碼主要架構.....	96
圖 3-39、三維地籍建物模型 (大樓).....	97
圖 3-40、三維地籍建物之建物平面測量成果圖 (大樓).....	97
圖 3-41、不分型態之 CityGML 檔案範例.....	98
圖 3-42、透天實景.....	100
圖 3-43、透天(不區分樓層)之 CityGML 檔案範例	101
圖 3-44、透天(區分樓層)之 CityGML 檔案範例	103
圖 3-45、公寓、華廈、大樓之實景照片.....	105
圖 3-46、公寓、華廈、大樓(不區分樓層)之 CityGML 檔案範例	106
圖 3-47、公寓、華廈、大樓(區分樓層、戶)之 CityGML 檔案範例	108
圖 4-1、KML 元件基本架構圖(取自 developer.google.com).....	114
圖 4-2、SketchUp API 函式及資料結構(取自 SketcuUp 官方網頁).....	115
圖 4-3、CityGML 幾何-位相模組之 UML 圖(取自 Open Geospatial Consortium, 2012)	117
圖 4-4、CityGML 中語意與幾何之間的相關性(取自 Yao et al., 2018).....	118
圖 4-5、三維建物模型資料轉檔策略.....	121
圖 4-6、程式介面操作與轉換程式內部運作流程.....	122
圖 4-7、三維建物格式轉換程式介面.....	123
圖 4-8、以 Google Earth 檢視 KML 格式之三維建物	125
圖 4-9、以<solid>及 comosite 方式組成三維建物多邊形.....	125
圖 4-10、以 FZKViewer 軟體檢視 CityGML 格式之三維建物(solid)	127

圖 4-11、以 Cesium 平台檢視 CityGML 格式之三維建物.....	128
圖 4-12、組成三維建物具有語意之多邊形.....	128
圖 4-13、以 FZKViewer 軟體檢視 CityGML 格式之三維建物.....	130
圖 4-14、以 FZKViewer 檢視 CityGML 格式之三維建物.....	130
圖 4-15、以 FZKViewer 軟體檢視 CityGML 格式之三維建物之屬性資料.....	131
圖 4-16、複雜建物圖形之轉換成果.....	133
圖 4-17、KML/COLLADA 三維建物坐標旋轉及三軸的定義	137
圖 4-18、以 Google Earth 檢視 KML/COLLADA 格式之維建物 (WGS84 經緯度坐標)	138
圖 4-19、以 Cesium 平台展示轉檔後三維建物(CityGML 格式, TWD97 投影坐標)...	138
圖 4-20、以 Web-viewer 展示轉檔後三維建物(CityJSON 格式, TWD97 投影坐標).....	139
圖 4-21、以 Web-viewer 展示轉檔後三維建物(CityJSON 格式, TWD97 投影坐標).....	139
圖 4-22、基隆市政府精緻模型 KML 格式.....	140
圖 4-23、基隆市政府精緻模型 CityGML 格式.....	140
圖 4-24、基隆市政府精緻模型 CityJSON 格式	141
圖 4-25、基隆市政府精緻模型 CityJSONL 格式(邊線).....	141
圖 4-26、黎明新村莊敬樓精緻模型 KML 格式.....	142
圖 4-27、黎明新村莊敬樓精緻模型 CityGML 格式.....	142
圖 4-28、黎明新村莊敬樓精緻模型 CityJSON 格式	143
圖 4-29、黎明新村莊敬樓精緻模型 CityJSON 格式(邊線)	143
圖 4-30、存放原始檔案之圖檔資料夾.....	144
圖 4-31、以 Cesium 平台檢視 503 棟 CityGML 格式三維建物(LOD1 Multisurface) ..	145
圖 4-32、以 Cesium 平台檢視 503 棟 CityGML 格式三維建物(LOD1 Solid)	145
圖 4-33、以 Cesium 平台檢視 503 棟 CityGML 格式三維建物(LOD2 Solid)	146
圖 4-34、以 Cesium 平台檢視 407 棟 CityGML 建物(DAE 轉 LOD1 Multisurface)	146
圖 4-35、以 Azul 軟體檢視 407 棟 CityJSON 建物(DAE 轉 LOD1 Multisurface)	147
圖 4-36、以 Azul 軟體檢視 407 棟 CityJSON 建物(DAE 轉 LOD1 Multisurface)	147
圖 5-1、專家會議.....	151
圖 5-2、教育訓練.....	152
圖 6-1、每月工作進度報告表單(範例).....	154

第壹章、前言

1-1、目標與作業內容

三維地理資訊(3-Dimensional GIS)為近年地理資訊技術快速發展之領域，無論政府與民間，均開始重視三維技術可能帶來之改變及效益。以我國為例，國土資訊系統歷經近三十年之發展，已累積大量跨領域之二維資料，除面臨如何落實智慧國土之發展目標外，也面臨如何精進現有技術及開拓後續課題之挑戰。三維地理資訊技術可提供高程維度之觀點與應用思維，其成果可以更為擬真之方式表示現實世界之狀態，因此具有發展為全新應用機制，甚至顛覆現有運作模式之潛力。行政院國家發展委員會在民國 107 年 5 月 17 日第 54 次委員會議取得共識，以「臺灣通用電子地圖」作為「國家底圖」，並由內政部負責維護及供應。另按行政院國家發展委員會「國土資訊系統(NGIS)優先推動事項(民國 107-109 年)」規劃內容，民國 108 年底前需將既有 2D 國家底圖升級為 3D 國家底圖，並訂定相關標準及提供共通性服務。為建構涵蓋二維及三維圖資之國家底圖，並逐步達成以單一服務窗口對外提供圖資服務之目標，內政部國土測繪中心(以下簡稱國土測繪中心)規劃於民國 108 至民國 110 年辦理「建物、道路及鐵路」之三維圖資產製及三維圖資資料標準研擬，並發展多維度圖資服務平臺。本案之主要目標為制訂三維建物模型資料之標準，以提供我國三維建物模型資料跨域流通之參考。透過本標準之制訂，可將國家底圖中之三維建物資料、中央及各地方政府之三維近似建物模型及精緻化建物模型、地籍建物等不同來源之資料以標準化之開放資料格式對外供應與流通。

基於本標準具有統合國內不同規格三維建物模型資料流通之角色，其成果須納入國土資訊系統標準制度之範疇，除可補強現行標準缺乏建物資料流通之規定外，也有助於帶動後續三維地理資訊與服務之發展及促進機關資料之橫向應用。本標準依循國土資訊系統標準制度之相關規定，以開放地理資訊之技術為發展基礎，具體涵蓋三維建物模型資料之特性，提供發展跨域應用環境之基礎圖資內容。配合資料標準之制訂，本案尚包括單機版資料轉換程式之開發、專家會議及教育訓練等項目，分別著重於標準化流通資料內容之建立、符合後續推動需求之共識建立及提升相關人員對於三維地理資訊之推動。本計畫於完成後可達到以下目標：

1. 建立三維建物模型資料之標準化描述架構，因應不同來源之三維建物資料之描述需求。

2. 落實三維建物模型資料以開放及互操作之方式流通，促進三維空間資料基礎建設（3D Spatial Data Infrastructure）之整體發展。
3. 發展單機版資料轉換程式，使不同規格之三維建物模型資料可以轉換為標準化之正確描述內容，減少重複開發之經費。
4. 凝聚國內跨單位三維建物模型資料內容之共識，強化三維建物內容及跨域加值服務之運作能量。
5. 提升相關單位人員對於三維建物模型資料與相關技術之專業認知，提升後續之推動能量。

1-2、本案時程規劃

本案之執行時程為自決標次日(3/22)起 250 日曆天(含星期例假日、國定假日或其它休息日)。對於本案之工作項目與查核點，以甘特圖擬定執行時程(如表 1-1 所示)，以作為進度管控之依據。

表 1-1、工作期程進度

工作項目		決標次日(3/22)起+(日)								
		30	60	90	120	150	180	210	240	270
1	辦理需求訪談									
2	研擬三維建物模型資料標準(草案)									
2.1	蒐集國內外建物資料相關研究及作法									
2.2	分析三維建物之資料特性及屬性內容									
2.3	撰寫三維建物模型資料標準(草案)									
2.4	提供審議過程之相關作業									
3	開發三維建物模型資料標準轉換程式									
3.1	開發單機版轉換程式									
3.2	轉換 GML、GeoJSON 格式並驗證									
4	舉辦專家會議及辦理教育訓練									

工作項目		工作期程		決標次日(3/22)起+(日)						
		30	60	90	120	150	180	210	240	270
4.1	舉辦專家會議						★8/21			
4.2	辦理教育訓練								★11/14	
5	提報各式報告書									
5.1	作業計畫書(含需求訪談紀錄)		★4/25 ★4/25							
5.2	工作進度報告 (每月 25 日前提送)									
5.3	期中報告(含專家會議成果)						★9/17 ★9/17			
5.4	資料標準轉換程式測試報告							★10/27 ★10/27		
5.5	工作總報告								★11/26 ★11/26	
預定進度累積百分比(%)		14	24	36	48	60	72	88	99	100

 預計作業時程
  實際完成進度
  合約查核點
  實際繳交日

本案之成果分為 3 階段辦理，各階段之繳交項目、期限規定及驗收方式整理如表 1-2 所示。

表 1-2、本案各期成果之繳交規定

階段	成果繳交項目	書面或電子檔	數量	單位	繳交期限	驗收方式
第 1 階段	作業計畫書(含需求訪談紀錄)	書面	10	份	於決標次日起 35 個日曆天(108 年 4 月 25 日)內。	1.各階段成果以書面驗收方式辦理，各階段繳交成果經國土測繪中心審查通過後視為審查合格，審查結果作為書面驗收之依據。
		電子檔	2	份		
第 2 階段	期中報告	書面	16	份	於決標次日起 180 個日曆天(108 年 9 月 17 日)內。	
		電子檔	2	份		

階段	成果繳交項目	書面或電子檔	數量	單位	繳交期限	驗收方式
第 3 階段	資料標準轉換程式測試報告及原始程式碼	書面	16	份	於決標次日起 220 個日曆天 (108 年 10 月 27 日) 內。	2.第 3 階段資料標準轉換程式由國土測繪中心選定資料範圍辦理測試，檢查轉換成果是否符合資料標準架構。
		電子檔	2	份		
	工作總報告，需含： 1.教育訓練成果。 2.三維建物模型資料標準提案計畫書。 3.三維建物模型資料標準草案。	書面	16	份	於決標次日起 250 個日曆天 (108 年 11 月 26 日) 內。	
		電子檔	2	份		
註：繳交報告之電子檔均含 Word 及 PDF 檔案格式。						

以下兩節分別針對三維建物模型資料標準之發展背景及本案推動所面對之課題進行分析。

1-3、三維建物模型資料標準發展之背景分析

近數十年空間資訊技術之發展已大幅改變政府、產業乃至一般民眾之運作型態。尤其政府單位積極透過空間資訊之引入而建立完善之資訊服務環境，除提升及改善業務推動之效率，也透過資訊之分享而促進橫向之機關合作及資料的多目標應用。在國家空間資料基礎建設(National Spatial Data Infrastructure)之大目標下，得以形成協同合作之架構，健全跨域空間資訊之建置、維護、分享及應用。國土資訊系統所累積之豐富資料在近年開放資料之風潮中扮演了重要的角色，由專業單位建置、具備可信空間位置參考之政府資料可為產業及民間無償使用，刺激了民間單位對於空間資訊技術及資料之高度興趣，進而產生了許多高度創意的應用及產品。展望未來之發展，政府單位有必要基於專業分工之原則，關注國際發展趨勢及國內需求，持續檢討可提供與分享之圖資或服務，並精進供應之技術與內容，以帶動整體應用環境之發展。其中屬於不同領域使用者均可能使用之圖資或服務(核心資料或基礎資料)，因具有廣泛之影響層面，更應受到高度重視。

涵蓋全國之地圖為國家施政之重要參考，亦為各應用單位共同需要之資料。我國長年投入經費於特定比例尺地形圖資料之生產，以滿足各單位推

動業務之需求。在空間資訊技術持續進步下，已有許多民間廠商提供涵蓋全球之影像或地圖服務，我國亦由國土測繪中心負責推動臺灣通用電子地圖資料之建置，其成果除以地圖服務之方式提供產、官、學、研等各類使用者免費介接使用外，也提供為 TGOS 底圖服務之參考圖資。此類地圖之生產與維護需要投入大量經費，且需要專業之測量技術及地圖編繪知識，其發展符合上述討論內容中所提到之專業服務特性，且因其應用之廣泛性，為國家必須持續經營之服務內容。地圖服務內容中包括各類之主題資料，其中「建物」資料尤其為與各領域應用具有高度關係之主題資料。建物為人類基於特定目的之建設與開發成果，人類生活環境之眾多活動均與建物息息相關，例如土地開發、都市規劃、不動產買賣、建物相關權利、使用分區、戶籍資料、地址資料、稅收資料、管線資料等各類主題資料，都可與建物之資料建立關聯，因此建物之空間位置（常以單點表示）或甚至空間涵蓋範圍，一向都是地圖服務內容中不可或缺之一環。

由國家空間資料基礎建設之觀點，最為有效及有利的策略為由專業單位負責生產與維護建物之空間資料，再分享給各作業單位進行加值應用。然而囿於經費之限制，國內目前最完整涵蓋之建物向量化空間資料為臺灣通用電子地圖之建物圖層，其內容並非完全以單戶為模式化對象，致使可能發生多個相鄰建物以單一多邊形表示或多樓層建物之差異無法表示之問題（不同樓層之空間規劃不同）。部分縣市之 1/1000 地形圖雖具有更為細緻的分戶資料，但由於建置成本高昂，多僅侷限於都市計畫區域，且未必有持續更新之規劃。除此之外，我國亦有涵蓋全國之門牌位置資料，每一戶均具有空間位置，可以被抽象化視為單戶之空間表示，但一方面並未與該戶之對應空間範圍建立關聯，另一方面也並非所有建物均具有門牌，雖仍具有參考價值，但其實用場合仍須謹慎評估。

現實世界之各類現象本就具有三維之考量，例如地形有起伏、橋樑跨越河流、建物具有高度及形狀等。過去習慣使用之地圖強迫使用者透過正上方觀察之方式檢視區域之空間分佈狀態，因此壓迫了高度或深度因素之呈現。雖然地圖學之發展有如渲染、陰影、等高線、分層設色等各類視覺化展示技術，但多僅用於間接解釋地形起伏之狀態，並沒有辦法滿足各類現象三維直觀檢視之需求。隨近年三維地理資訊及網際網路資訊技術快速發展後，無論在三維資訊蒐集（例如光達、數值影像、無人載具、測量車）、處理（例如點雲特徵萃取、影像 mesh、三維空間資訊量測）、記錄（例如三維空間資料型別、地理資訊軟體格式、空間資料庫格式）、流通（例如 GML、KML、COLLADA）、網路分享（例如 VRML、X3D、i3S、3D Tiles）等各課題上都有突破性之發展。

基於這樣的長足發展，在電腦環境中建立一個更為擬真的世界逐漸不再是夢想，並且已有包括如柏林、紐約、阿布達比、新加坡、鹿特丹等實際案例，其建置資料之內容甚至並不侷限於建物資料。以我國而言，臺北市及高雄市在部分地區建置有三維建物模型資料，內政部資訊中心之 TGOS 圖臺亦匯集了不同單位所建置之三維建物模型資料，另也有單位基於其業務考量而建置三維建物之精緻模型。Google 在本年度二月針對我國臺北、新北、桃園、臺中等城市發布了三維地圖服務，其中最具特色之內容即為三維建物之擬真表示，該服務後續雖已中斷，但其高度美化之展示成果再次證明了目前三維資訊建置之能力，也因此帶動了三維地理資訊應用之思維。

綜合上述分析，近年之測製、記錄及展示技術或標準已日臻成熟，若要邁入三維地理資訊之應用，三維建物模型資料有必要同時納入空間與主題資料之考量。然而我國近年之推動策略仍偏向由各單位自行規劃與建置三維圖資，缺乏一致之模式、規格與品質考量，成果雖然頗為豐碩，但並不能滿足國家空間資料基礎建設之「核心」圖資或服務要求。本案為因應行政院國家發展委員會針對國家底圖之發展而提出之重點工作項目，若能透過建立一致規格之資料標準，配合涵蓋全國之三維建物模型資料，將是建立跨域共識、促進資料生產單位及應用單位間對話與互動之良好契機。

1-4、本案課題分析

本案之具體目標為完成「三維建物模型資料標準」之制訂，並配合發展資料轉換程式、舉辦專家會議及提供教育訓練。標準之制訂在整體流通機制中扮演關鍵之角色，在圖 1-1 之整體架構中，三維建物模型資料可透過測量技術取得，並以地理資訊產業軟體或開放地理資訊標準之格式記錄，由於作業機關不同，其結果極可能為異質之資料規格，並以不同之軟體格式記錄。由國家流通機制之觀點，無論原始資料格式為何，三維建物模型資料在流通時必須遵循資料標準之規定，轉換為開放之資料格式，其內容建議遵循國際地理資訊標準技術之規定，以善用國際標準相關軟體之優勢，並排除異質性之障礙及促進跨域資訊之整合應用。以我國之發展現況而言，三維建物模型資料標準之影響層面將包括資料庫之建置內容、三維建物資料之測製規範、轉換程式之撰寫、轉換成果驗證、使用者端標準化三維建物圖徵之編碼與解讀等，對整體機制之推動具有莫大之影響。



圖 1-1、三維建物模型資料標準之於整體推動架構之定位

以下分析本案執行過程中所面對之各類課題：

一、資料面

本計畫之發展源自於建立三維國家底圖及服務之總體目標。國土測繪中心已依現有臺灣通用電子地圖及 1/1000 地形圖之內容，透過專案進行全國三維近似化建物模型資料之建置，該計畫將產生固定規格與品質之三維建物模型成果。我國也有許多中央或地方政府單位建置近似化或精緻模型之三維建物資料，但在資料格式、設計屬性、記錄內容及品質並沒有一致的規定。本計畫制訂之資料標準將提供我國三維建物模型資料流通內容之共同參考，便利各單位三維建物模型資料之整合與應用，因此必須納入國土資訊系統標準制度之範疇。此部分之成果不僅包括資料流通內容之觀點，以滿足後續之應用需求，規劃成果亦必須提供三維建物模型資料測製規範制訂之參考，並確保相關需求內容均可由業務單位正確建立。

本案第二項工作之資料轉換程式須可讀入我國過去建置之三維近似化建物模型資料成果、三維建物精緻模型資料成果及三維地籍資料成果。此三者之原始資料考量不同，記錄內容及後續之應用性也有相當差異。資料標準之研擬必須釐清三者之共同及差異部分，並儘可能將其納入設計之考量，以使我國現有圖資亦可參酌標準之相關規定而進行流通。

二、技術面

國土資訊系統標準制度除以 ISO/TC211 及 OGC (Open Geospatial

Consortium)之國際標準作為主要之發展基礎外，也參酌資訊產業之主流標準技術推動。近年三維數位城市之應用發展以展示服務為主，其中使用大量先進之網際網路標準技術，以提升使用者端之操作效能。然而此類服務在過去通常僅著重展示內容之視覺化效果，在圖徵物件化包裝及屬性內容上缺乏具體之作為。基於三維國家底圖資料內容之既有設定，本案擬採用之技術標準必須滿足圖徵物件化之基本需求，並具有擴充屬性之能力，因此原則上將排除僅能提供空間幾何描述之技術標準，以可同時滿足圖徵類別設計、屬性內容規劃及標準化空間資料型別之策略為主，其成果尚必須符合國土資訊系統標準制度之相關規定。

基礎於本計畫所制定之資料標準，必須探討軟體之配套措施，包括本年度之資料轉換程式及可於後續年度推動之服務模式，其目的都在於確保供應之內容正確符合資料標準之規定，可自動於使用者端正確解讀、展示及分析。

三、行政面

行政面之課題主要包括兩個面向，第一個面向為完成三維建物模型資料標準之相關行政程序，使其成為正式之標準文件。本部分將必須陸續完成資料標準提案書、資料標準草案、資料標準落實計畫書等三項文件之提送，並經「國土資訊系統標準制度推動及審議工作小組」之會議通過。第二部分為凝聚相關單位對於三維建物模型資料發展之共識，資料標準雖僅涉及資料如何流通，但此部分必須同時考量建置單位、流通單位及使用單位之能力及需求，並謀求統合各單位過去不同之作法，認同標準化之手段及建立一致性之共識。

整體而言，本團隊評估本案推動之主要課題在於過去已有許多基於三維建物而建置之成果，但其作法並沒有一致之規劃，而在眾多之可能作法中，也必須審慎評估採用之技術標準是否可有效納入不同規格或來源之模式化成果，並可透過適合之資訊技術，完成流通與交換之任務。本報告之下一章將分析國外三維建物模型資料之技術與成果。

第貳章、國外相關發展

在過去十餘年間，三維建物資訊之取得及記錄技術有大幅之進展，因此已有許多國家完成國家或城市規模之三維建物資料建置，部分甚至已透過開放資料之模式對外供應。本章分析國際間之作法，以提供我國推動與設計之參考。

2-1、德國—柏林

一、發展簡介

柏林參議院之經濟部與城市發展部(Senate Departments of Economics and Urban Development of Berlin)提出「虛擬三維城市的開發概念與實施規則」，並參照 CityGML2.0 規範，於 2003 年起開始產製柏林的虛擬三維城市模型與展示平臺。柏林 3D 城市模型為開放資料，使用者可透過基於 virtualcitySYSTEMS 技術開發的 3D 網路地圖平臺下載(<https://www.businesslocationcenter.de/berlin3d-downloadportal/#/export>)，可選擇單一或多樣建物、並設定 3D 資料格式或模型是否帶有紋理，即可下載資料。

柏林三維城市模型由高解析度立體相機(high-resolution stereoscopic camera, HRSC)所拍攝的航拍照片與光達點雲資料建置而成。航拍部分從地籍資料庫中找出建物範圍，並自動提取成 3D 建物模型，再配合高解析度立體相機拍攝的高精度真實正射影像建置建物屋頂資訊；光達點雲部分則由雷射掃描的光達點雲資料處理後形成 3D 建物模型。

二、資料格式

依其供應平臺之設計，柏林 3D 城市模型之流通資料格式包括有 CityGML、2D shape、3D shape PolygonZ、3D shape Multipatch、KMZ、DXF、DWG、3DS、ESRI FGDB 等格式，以供後續整合與流通，其中同時包括開放與商業軟體格式。

三、3D 建物的 LOD

柏林 3D 城市模型平臺包括約 55 萬棟帶有紋理的 LOD 2 (Level of Detail) 建物模型。單一模型主要由 WallSurface、RoofSurface 和 GroundSurface 組成，紋理資訊則透過 AppearanceMember 中的 Appearance 記錄。使建物具有

外觀之展示，提供更為擬真的展示效果。

```
<bldg:boundedBy>
  <bldg:RoofSurface gml:id="UUID_67b228ec-392a-4c78-99e6-359793b262e4">
  </bldg:boundedBy>
  <bldg:boundedBy>
    <bldg:GroundSurface gml:id="UUID_43565730-d3cd-4254-a234-fd19a6a85648">
      <bldg:lod2MultiSurface>
    </bldg:GroundSurface>
  </bldg:boundedBy>
  <bldg:boundedBy>
    <bldg:WallSurface gml:id="UUID_3fb53669-adbc-410e-ba0b-a8edddb3a5ef">
  </bldg:boundedBy>
```

圖 2-1、柏林 3D 建物之 CityGML 類別

```
<app:appearanceMember>
  <app:Appearance gml:id="fme-gen-4f184e92-480c-4435-9958-670b2d6ce998">
</app:appearanceMember>
```

圖 2-2、柏林 3D 建物之紋理類別

四、空間單元

柏林 3D 建物的細緻度為 LOD2。圖 2-3 中之建物記錄為一個空間單元，一棟即為一模型，而圖 2-4 為一幢多棟之建物，記錄多個建物，多棟建物組成一模型。

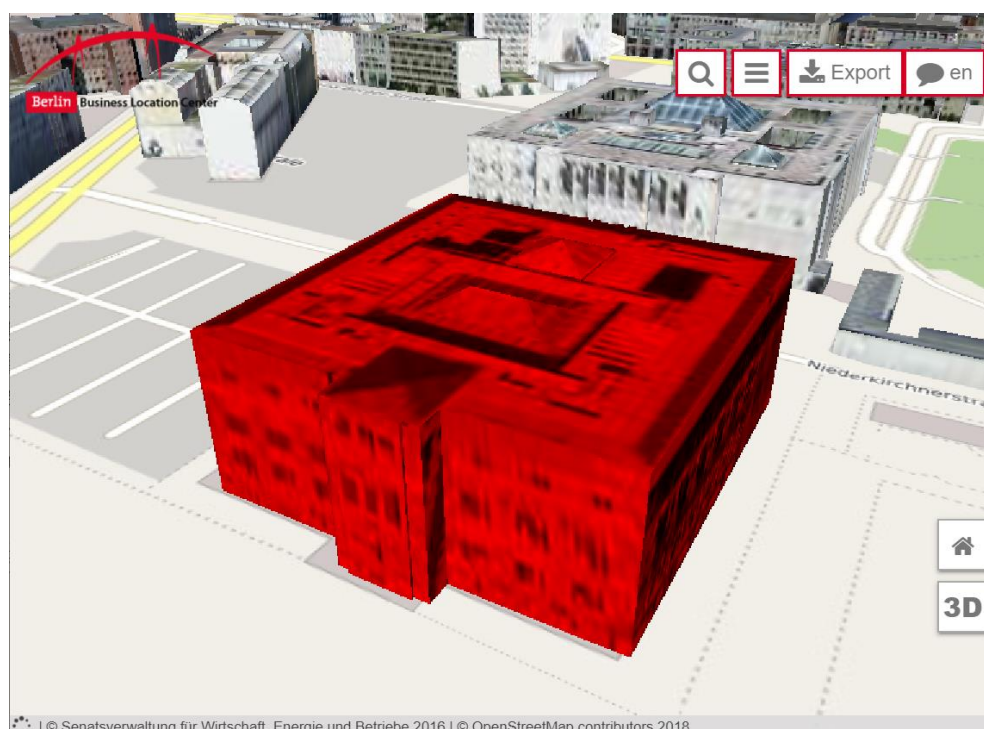


圖 2-3、柏林一幢一棟之建物

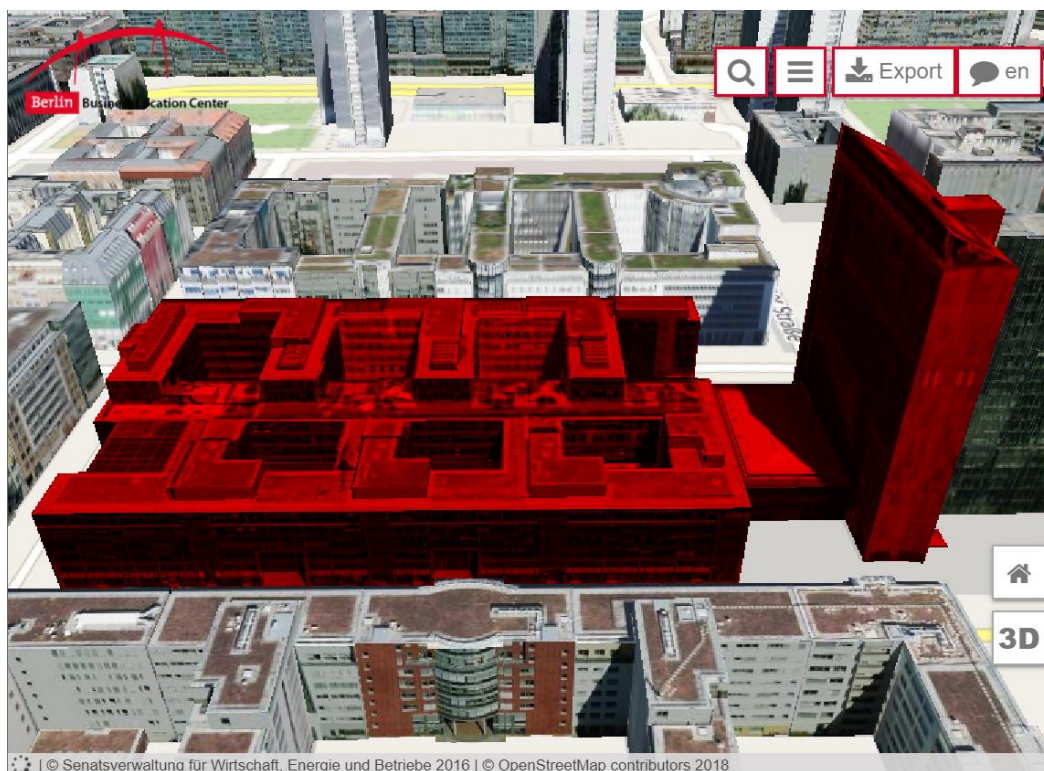


圖 2-4、柏林一幢多棟之建物

五、屬性

分析由柏林 3D 城市模型地圖平臺所下載之 CityGML 檔案，其中記錄的建物屬性如下表所示，顯示其規劃包括識別碼之設計，以唯一識別特定之建物：

表 2-1、柏林 CityGML 之記錄屬性

屬性	描述	欄位類型
id	唯一識別碼	字串
Name	建物名稱	字串

2-2、美國—紐約

一、發展簡介

紐約市資訊技術和電信部門(Department of Information Technology & Telecommunications, DoITT)提出「NYC 3-D Building Model」之計畫，並參照 CityGML2.0 規範，於 2014 年透過紐約市已建立之 2D/2.5D 地理空間資料，產製虛擬 3D 城市模型。紐約 3D 城市模型為開放資料，可於 DoITT 官網下載三種不同資料格式之建物資料檔案(資料來源：<https://www1.nyc.gov/site/doitt/initiatives/3d-building.page>)。

DoITT 之三維建物資料係參照 OGC 頒布之 CityGML 標準，產製結合 LOD 1 與 LOD 2 的混合模型，此混合建物模型被稱之為 LOD 1.5，其內容配合航照圖、建物平面資料和 DEM 建置而成。當屋頂最高點與最低點之高度小於 8 英尺時，將被視為單一高度之屋頂，因此與現實世界之實際狀況可能存在落差。LOD 2 模型之產製係使用 MicroStation 軟體建立高程資訊，再使用 Safe Software 開發的 Feature Manipulation Engine (FME) 進行資料格式之轉換，由商業資料格式之 DGN 或 ESRI 的 Multipatch 轉換為開放資料格式之 CityGML，以利後續之建物資訊流通與交換(資料來源：

https://github.com/CityOfNewYork/nyc-geo-metadata/blob/master/Metadata/Metadata_3DBuildingModel.md)。此作法基本上符合近年開放地理資訊之運作模式，透過商業模式建立資料，再將資料轉換為開放資料格式，使用者無須購置昂貴之商業軟體，但仍可充分應用流通之資料。

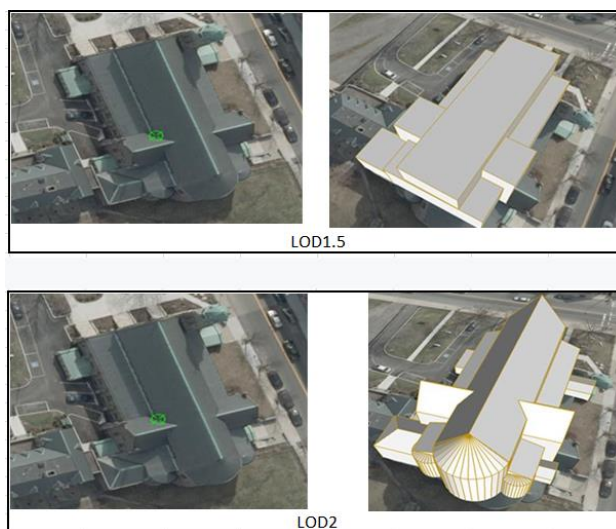


圖 2-5、同一建物以 LOD 1.5 與 LOD 2 表示之差異

二、資料格式

紐約 3D 城市模型之記錄資料格式為 ESRI 的 Multipatch 和 Microstation 的 DGN，流通資料格式為 CityGML。DoITT 官網上提供上述三種格式，以利後續整合與流通。

三、3D 建物的 LOD

紐約 DoITT 之三維建物模型資料以 LOD 1.5 為主，僅少數（約 100 個地標建物）係以 LOD 2 之規格建置。基於整體架構係依 CityGML 之規格建立，單一建物模型由 Building 的 WallSurface、RoofSurface 和 GroundSurface 所組成，具有特定程度之語意。

```
<cityObjectMember>
  <bldg:Building gml:id="gml_ZL7GWAR67EC4S4ILQ40LOJB7Y8NM02D0HAWS">
    <gml:name>Bldg_1210018481</gml:name>
    <gen:stringAttribute name="DOITT_ID">
      <gen:value>294532</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <gen:stringAttribute name="BIN">
      <gen:value>4465953</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <gen:stringAttribute name="SOURCE_ID">
      <gen:value>1210018481</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <bldg:boundedBy>
      <bldg:RoofSurface gml:id="gml_G73EI5D84XNG6BTW7RBQKARYXFGFBMWRISET">
        </bldg:boundedBy>
      <bldg:boundedBy>
        <bldg:GroundSurface gml:id="gml_AWDTFCCAUPHYIQ209FIFPFQDY87RB58G6AVL">
          </bldg:boundedBy>
        <bldg:boundedBy>
          <bldg:WallSurface gml:id="gml_NSLH7QDQZR6UT6SCR8E5FA4GFU9ZII2I5RMQ">
            </bldg:boundedBy>
          </bldg:boundedBy>
        </bldg:boundedBy>
      </bldg:boundedBy>
    </bldg:boundedBy>
  </bldg:Building>
</cityObjectMember>
```

圖 2-6、紐約市 3D 建物之 CityGML 類別

四、空間單元

屬於開放資料之紐約市之 3D 城市模型資料透過 Cesium ion 平臺發布，便利使用者檢視成果（資料來源：<https://cesiumjs.org/NewYork/?view=-74.01881302800248%2C40.69114333714821%2C753.2406554180401%2C21.27879878293835%2C-21.343905508724625%2C0.0716951918898415>）。整體發展大致以一個模型，以一棟建物為原則，圖 2-7 中之大樓為一幢一棟之表示成果，圖 2-8 及圖 2-9 則為連續相鄰之建物，可點選其中單棟之資訊，推測建置時具有分棟之作業。

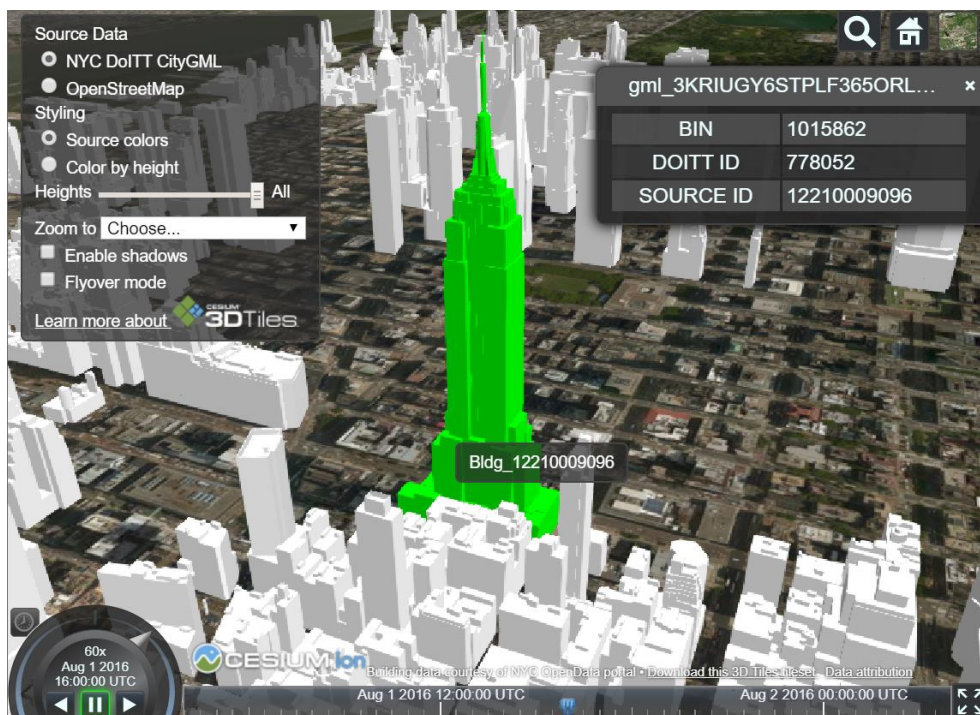


圖 2-7、紐約單棟建物之範例(大樓)



圖 2-8、紐約多棟連續建物之範例-1

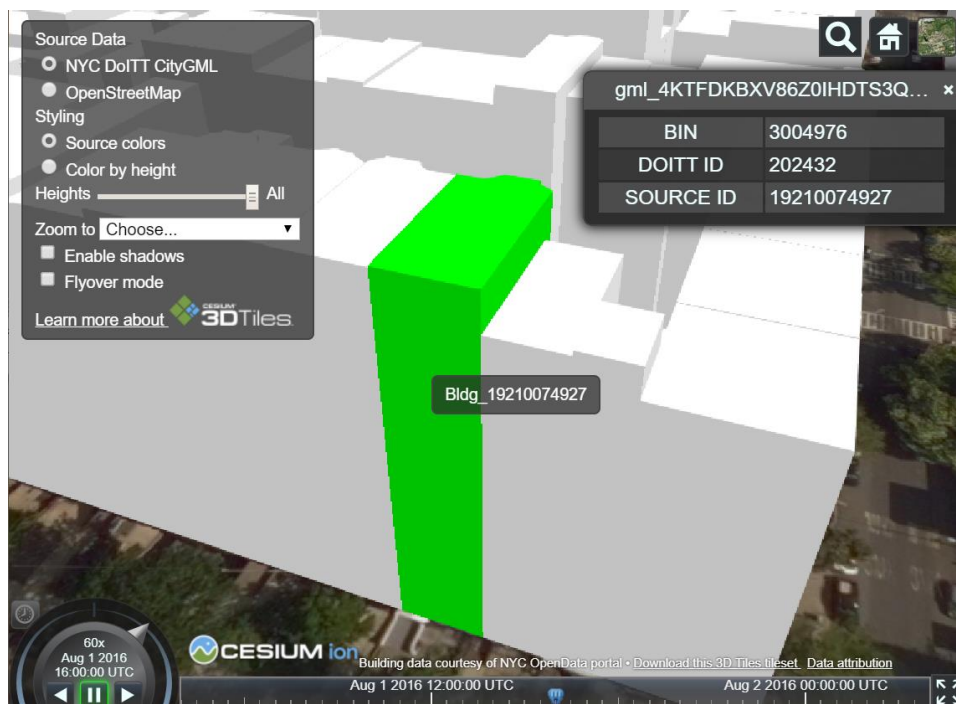


圖 2-9、紐約多棟連續建物之範例-2

五、屬性

參照紐約市 3D 城市模型之屬性資料描述及下載自 DoITT 官網之 CityGML 檔案，歸納整理其記錄的建物屬性如表 2-2 所示，其中可觀察具有識別屬性之設計，但並沒有宣告其餘之主題屬性，代表其角色應為提供基礎空間單元參考及後續加值應用。

表 2-2、紐約市 CityGML 之記錄屬性

屬性	描述	欄位類型
BIN	建物識別碼，由城市規劃部(City Planning)設計。	數值
DOITT_ID	DoITT 的唯一識別碼。	數值
SOURCE_ID	資料來源的唯一識別碼。(原始之詮釋資料未解釋意義，為自行註解)	數值

2-3 芬蘭—赫爾辛基

一、發展簡介

芬蘭之赫爾辛基市於 1987 年以 Kamppi 地區為實驗區，建立了第一個 3D 城市模型，並在 2015 年分別提出兩類 3D 城市模型：智慧語意城市模型(smart semantic city information model)與高品質視覺化真實網格模型(visually high-standard reality mesh model)。顯見赫爾辛基市對於三維城市應用之模式同時有建置具備語意之城市模型及提供視覺檢視兩類不同之考量。這樣的規劃頗為符合近年之主流發展趨勢，屬於整體城市環境之視覺檢視可透過 mesh model 來滿足，其資料容易更新，且再大範圍地區之檢視可提供良好之效果，較為具體之三維城市發展應用則必須仰賴建立具備語意之城市模型來因應，同時涵蓋空間與屬性兩類考量。

赫爾辛基市三維城市模型之資料來源包括地圖、土地登記圖、光達點雲、航照圖建置等。其建置程序首先透過城市規劃底圖取得建物面積，接著將建物面積與數值地形模型(DTM)結合，確認各建物正確高程，最後再與地表模型(DSM)結合，判斷建物的高度與屋頂形狀，最後完成三維建物模型資料之建立。其服務平臺同樣架構於 virtualcitySYSTEMS，其網路服務可在支援 WebGL 的瀏覽器展示，減少使用者端之軟體需求，便利一般使用者透過簡單之瀏覽器即可檢視位於遠端之三維城市模型資料。

Digital Twins(數位孿生)為近年廣受重視之發展方向，意味在電腦環境中實作一個現實世界的數位孿生成果，因此相關之操作與分析可透過電腦之強大功能而達到分析與模擬之效果。「赫爾辛基市 Kalasatama 數位孿生計畫」(The Kalasatama Digital Twins Project)係由芬蘭環境部(Ministry of the Environment of Finland)於 2017 年提出，其規劃參照 CityGML2.0 規範，以赫爾辛基市 Kalasatama 地區為試驗區，產製高品質 3D 城市模型。相關成果被應用於「Smart Kalasatamar 計畫」，產生一個可模擬建物生命週期之智慧城市雛型。智慧城市是近年新興之技術，三維化之建物呈現可擴展其分析與展示之面向，提昇與活化可能之應用。

二、資料格式

赫爾辛基市 3D 城市模型之流通資料格式為 CityGML，提供 3D 城市模型更廣泛之使用。

三、3D 建物的 LOD

赫爾辛基 3D 城市模型的開放資料提供 LOD 1 建物與帶有紋理的 LOD 2 建物模型。在其建置之 CityGML 檔案中，單一建物由 Building 的 lod1Solid、lod2Solid、WallSurface、RoofSurface 和 GroundSurface 組成；而模型的紋理則透過 AppearanceMember 中的 Appearance 記錄。相較許多城市採取 boundary representation 之方式建構三維建物模型資料，赫爾辛基 3D 城市模型則採用 solid 來進行幾何表示之模式化，是一項較為特殊的設計。另一方面，區隔 Wall、Roof 及 Ground 之差異也增加後續之應用可能。

```

6      <bldg:Building gml:id="BID_551c207c-5378-4f8f-8dc2-a46d6d0eb870">
7      <gml:boundedBy>
13     <creationDate>2016-05-23</creationDate>
14     <externalReference>

73     <app:appearance>
74     <app:Appearance gml:id="UUID_f9731d73-3559-4358-9c9d-8616079c1cf6">
147    </app:appearance>

150    <bldg:lod1Solid>
151    <gml:Solid gml:id="UUID_50e35693-b7f1-4009-ad76-236f6409a0dc">
211    </bldg:lod1Solid>
212    <bldg:lod2Solid>
213    <gml:Solid gml:id="UUID_2ae5b0e1-1f68-4089-8a0a-44742b18828c">
225    </bldg:lod2Solid>

310    <bldg:boundedBy>
311    <bldg:WallSurface gml:id="BID_551c207c-5378-4f8f-8dc2-a46d6d0eb870_ec563f89-6cad-4c65-9f60-80d2476de92b_2">
351    </bldg:boundedBy>
352    <bldg:boundedBy>
353    <bldg:RoofSurface gml:id="BID_551c207c-5378-4f8f-8dc2-a46d6d0eb870_c43b8bf4-0eb0-47c4-94a0-c791cdee13cd_2">
399    </bldg:boundedBy>
400    <bldg:boundedBy>
401    <bldg:GroundSurface gml:id="BID_551c207c-5378-4f8f-8dc2-a46d6d0eb870_81f979c7-1378-4ce3-9c7a-af6bc9cc12d8_2">
435    </bldg:boundedBy>

```

圖 2-10、赫爾辛基 3D 建物記錄之 CityGML 類別

四、空間單元

赫爾辛基市 3D 建物的空間細緻度有所不同，包括從一幢一棟到一幢多棟之表示。圖 2-11 為一幢一棟之建物，從圖 2-12、圖 2-13、圖 2-14 中可觀察出建物可能為一幢多棟，但無法更進一步了解及分析其空間單元之表示方式。(資料來源：<https://kartta.hel.fi/3d/atlas/#/>)



圖 2-11、赫爾辛基市一幢一棟之建物



圖 2-12、赫爾辛基市一幢多棟之建物-1



圖 2-13、赫爾辛基市一幢多棟之建物-2



圖 2-14、赫爾辛基市一幢多棟之建物-3

五、屬性

整理赫爾辛基之 CityGML 檔案，歸納其記錄屬性如下表所示，可由其中觀察使別碼仍為加入之屬性，其中使用 UUID 是一項有趣的規劃，目標為建立資料之唯一識別碼，但其內容未必具有代表之意義：

表 2-3、赫爾辛基 CityGML 之記錄屬性

屬性	描述	欄位類型
creationDate	CityGML 檔案中的標籤(tag)，記錄此建物模型的建置時間。	日期
CODE	識別碼。	數值
UUID	識別碼。	字串
Address	CityGML 檔案中的標籤(tag)，記錄地址位置。	字串

2-4 荷蘭—鹿特丹

一、發展簡介

荷蘭全國 3D 標準(National 3D pilot, Rotterdam 3D 1.0) 從 2010 年開始發展，2014 年開始推動 Rotterdam 3D 2.0，是一個納入空間資料基礎建設考量計畫，參與的政府單位包括地籍測量單位、荷蘭大地及空間資訊委員會、居住空間規劃與環境部(Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment)以及國家空間資料基礎設施執行委員會等該計畫使用不同來源之資料來產製三維建物模型資訊，例如影像、航空照片、雷射掃描點雲和透過移動製圖所取得之資料、2D 地下和地上資料、無人機和地面測量等。LOD 1 之資料採用全自動化方式建立，輸入之資料為二維向量圖，配合光達資料而建置為三維之建物模型資料。

荷蘭之 3D 資料透過三維資料庫之技術加以管理，並包括一個測試環境，允許使用者上傳、驗證和輸出 CityGML 資料。CityGML 為主要使用之三維資訊記錄格式，但在網路服務之供應內容上，則較為彈性，可包括不同種類之三維資料格式，但大原則為選用之資料格式均為「開放資料格式」，便利使用者端加以應用，如圖 2-15 所示。必須注意的是這些資料格式未必可提供具有語意之描述，因此可能在資料庫內具有語意之資訊，但在流通時反而因選用資料格式的關係而失去其語意。

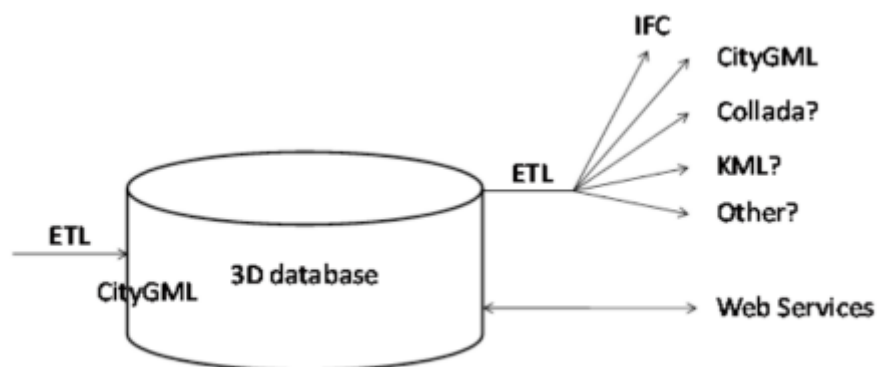


圖 2-15、荷蘭 3D SDI 網路服務架構圖

二、資料格式

荷蘭 3D 城市模型之原始資料涵蓋由不同來源所產生之資料格式，例如 CityGML、Collada、CAD、3ds Max、SketchUP、BIM (Building Information Modeling)、IFC (Industrial Foundation Classes)等，其中部份資料格式缺乏記錄地理坐標系統之能力，另部份資料格式也不具備語意

描述之能力。

三、3D 建物的 LOD

在所提供之三維建物資料中，LOD 1 之三維建物資料是利用以 2D 方式記錄之空間範圍及由屬性資料中得到之建物高度，將建物空間範圍提昇至設定之高度，因此包括牆面與屋頂面都並非實測而得；而 LOD 2 的建物屋頂則是透過光達點雲資料之自動化處理而產生。基於納入室內表示之需求，鹿特丹市政府特別對 IFC 與 CityGML 的轉換進行研究，著名之研究計畫為由台夫特大學(Technische Universiteit Delft)所主導之 GeoBIM 計畫，希望透過賦予 BIM 模型資料更為正確之幾何對位資訊，使其可於地理資訊系統之環境中直接應用。例如 BIM 資料必然可以大幅提昇三維建物之數量及室內空間狀態之描述能力，但 CityGML 資料與 BIM 資料之交換或互動卻並非那麼單純的問題。在新版的 OGC CityGML 標準中，將有更多有關 BIM 之元素被加入。

基於採用 CityGML，單一建物由 Building 的 BuildingInstallation、BuildingPart、ClosureSurface、WallSurface、OuterCeilingSurface、RoofSurface 和 GroundSurface 組成（資料來源：<https://3d.bk.tudelft.nl/projects/geobim-benchmark/rotterdamlod12.html>）。相對於其他國家或城市之發展策略，荷蘭之三維建物模型資料善用了 CityGML 標準中之各類應用綱要，有較高程度之語意表示，當然可預期在資料建置之規模與幅度上，其成本也將更為龐大。

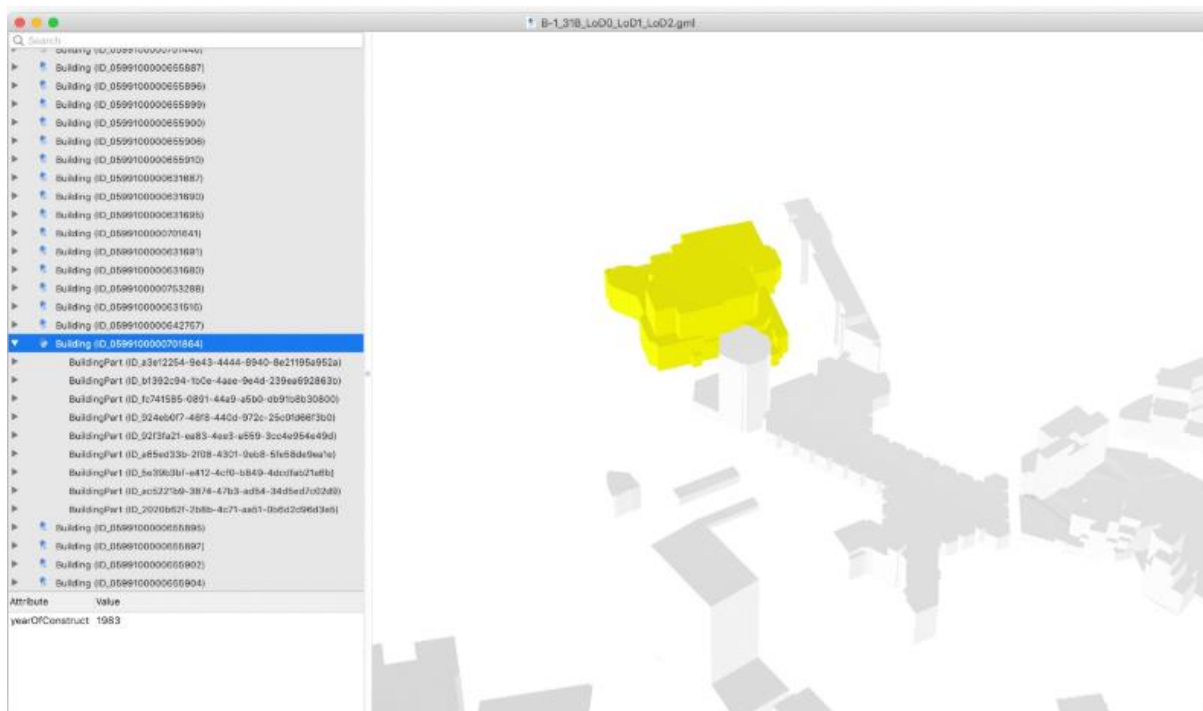


圖 2-16、荷蘭 LOD 1 建物

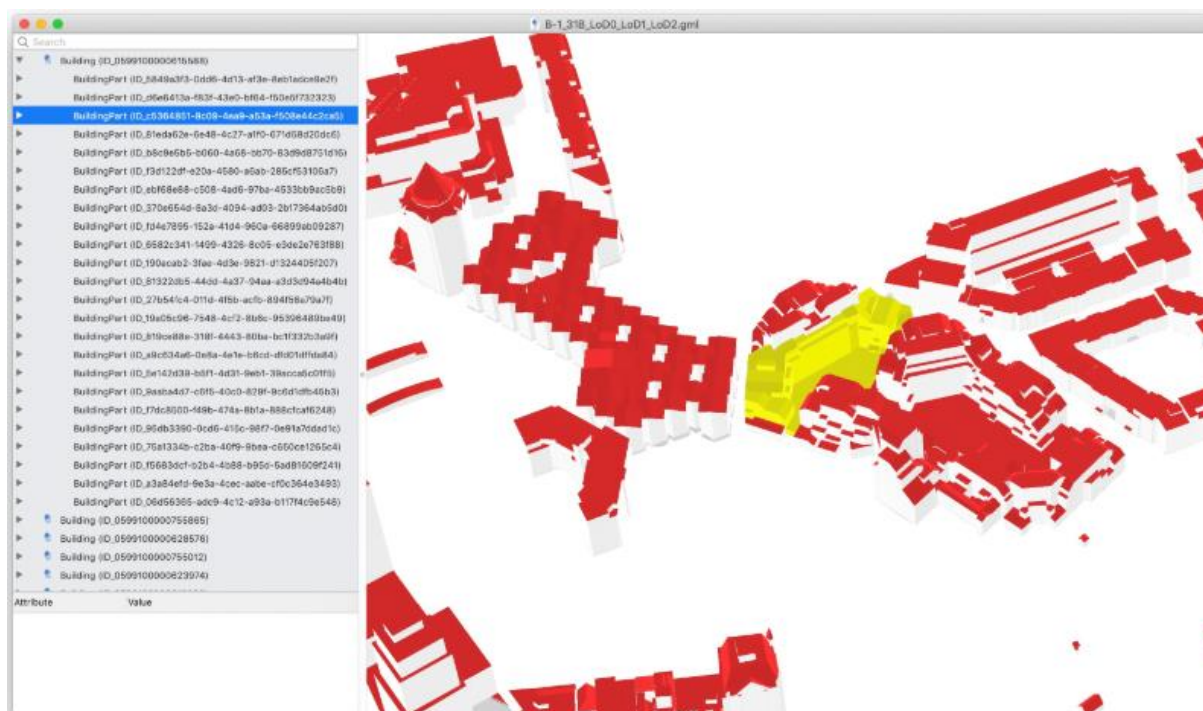


圖 2-17、荷蘭 LOD 2 建物

四、空間單元

荷蘭鹿特丹智慧城市 3D 建物的空間細緻度包括一幢一棟與一幢多棟探討。圖 2-18 顯示一幢一棟之建物，以一個空間單元記錄，而圖 2-19、圖 2-20 則為一幢多棟之建物，前者之記錄方式為以棟為單位，即一棟

為一模型，一幢房屋包含多個空間單元，但後者為一幢兩棟同時記錄為一空間單元，即多個門牌號碼(Huisnummer: 57-56)同時記錄於一空間單元，因此一幢建物可能只有一空間單元。(資料來源：<https://www.3drotterdam.nl/#/>)



圖 2-18、荷蘭鹿特丹房屋記錄方式



圖 2-19、荷蘭鹿特丹房屋多棟記錄方式



圖 2-20、荷蘭鹿特丹房屋多棟記錄方式

五、屬性

3D Rotterdam 網站並未提供資料之直接下載，鹿特丹市政府與台夫特理工大學合作所釋出之開放資料則包括鹿特丹(Rotterdam)、台夫特(Delft)、阿姆斯特丹(Amsterdam)等城市之 CityGML 檔案 (<https://3d.bk.tudelft.nl/projects/geobim-benchmark/rotterdamlod12.html>)。荷蘭台夫特之 CityGML 檔案其記錄屬性如圖 2-21 所示，其 3D 資料記錄方式是由 MultiSurface 的資料所組成，圖中顯示的是其中一個 surface 資料。

```
<gml:surfaceMember>
<gml:Polygon>
<gml:exterior>
<gml:LinearRing>
<gml:pos>84883.143 446508.962 0.000</gml:pos>
<gml:pos>84886.464 446515.619 0.000</gml:pos>
<gml:pos>84883.034 446508.980 0.000</gml:pos>
<gml:pos>84883.143 446508.962 0.000</gml:pos>
</gml:LinearRing>
</gml:exterior>
</gml:Polygon>
</gml:surfaceMember>
```

圖 2-21、台夫特(Delft)城市 CityGML 檔案

荷蘭鹿特丹之 CityGML 建物屬性包括建物資訊、建築物編號、樓層數、最高層層數、最低層數、建造年份、郵遞區號、隸屬城市，以及使用狀態描述等。其中 Gebouwnummer(建物編號)為建物屬性之識別碼。

表 2-4、鹿特丹 CityGML 之記錄屬性

屬性	描述
Gebouwen	建築物
Gebouwnummer	建物編號
Aantal bouwlagen	樓層數
Hoogste bouwlaag	最高樓層
Status omschrijving	狀態描述
Bouwjaar	建造年份
Straat	街
Huisnummer	門牌號碼
Postcode	郵遞區號
Stad	城市

2-5 新加坡

一、發展簡介

新加坡的 NSDI 計畫被稱為 SG-SPACE (新加坡地理空間協作環境)，於 2008 年 4 月啟動。SG-SPACE 是由法務部轄下之新加坡土地管理局 (Singapore Land Authority, SLA) 以及資訊通信和藝術部下級機關的資訊通信發展局 (Infocomm Development Authority of Singapore, IDA) 所執行的跨機構計畫。SG-SPACE 在 2018 年被重新定義為 GeospatialSG (地理空間新加坡)，包含了多項成果，OneMap (多項設施、服務資訊查詢)、Virtual Singapore、One Historical Map (建物、紀念物等位置圖片、古地圖對照)。數值三維城市(稱為 Virtual Singapore)計畫由 National Research Foundation (NRF) 所執行，投資 7 千 3 百萬美金，與 SLA 及其他政府單位、大學、民間公司合作，於 2018 年完成整個系統。由 A.A.M. Pty. Ltd. 公司負責提供空間資訊資料和軟體，蒐集之資料包含透過航照立體製圖、空載光達掃描、行動測量車掃描、地形掃描等技術所取得之三維資訊。在航空測量方面則主要蒐集 LOD 0 精確地表及 DSM、高解析度正射影像、LOD 1 建物模型、LOD 2 建物及橋模型、水體及植被模型，並且透過地面測量取得 LOD 0 精確地表模型、LOD 1 路網方向、LOD 1 及 LOD 2 道路、橋及隧道模型、LOD 2 城市家具模型、LOD 3 建物模型，已生產超過 50 terabytes 資料。

在網路服務的部分，GeospatialSG 之技術和平臺使資料的有效應用和更廣泛的資料共享成為可能。新加坡分別為政府和公眾提供 GeoSpace 和 OneMap 之入口網站平臺。除了提升資料可用性之外，平臺還透過 GeoCommunities 和服務滿足使用者需求。民眾可以利用 OneMap 查詢當地基本資訊，例如「學校查詢」和「人口查詢」等專業功能，這些專業功能可促進資料發現和分析。

在 Virtual Singapore 計畫中，三維資料之儲存、編輯及管理是整個計畫的主要關鍵，新加坡 SLA 與 Bentley 公司合作，採用 Cesium 平臺，該團隊直接於 Oracle Spatial 資料庫生產及維護三維資料，並發布 OGC WFS 服務，提供各單位及使用者介接。

二、資料格式

新加坡 3D 資料匯出及網路服務可採用不同資料格式，包括 CityGML、KML 及 OGC WFS。而不同來源生產之資料亦包括 IFC、BIM、

SketchUP 等，並將所有格式轉換為 3D 流通的主要格式 CityGML。

三、3D 建物的 LOD

新加坡採用之解決方案是將資料直接儲存於 Oracle Spatial 資料庫，其模型細緻程度包含複雜屋頂、陽臺、門窗開口，可達到 CityGML LOD 3 之等級，並且具有航照影像之紋理。

四、空間單元

由 Virtual Singapore 簡介影片中可看到(目前並沒有開放此系統)，新加坡城市 3D 建物記錄方式可為單一模型記錄單一建物，一個模型即為一棟建築物。由圖 2-22 可看出此建物為兩幢同時記錄為一空間單元，而在一幢多棟的公寓大樓則是以樓層為單位記錄(圖 2-23、圖 2-24)，建物在大樓多戶之記錄方式為以戶為單位，一個門牌地址即為一空間單元。(資料來源：

https://www.youtube.com/watch?time_continue=4&v=y8cXBSI6o44)

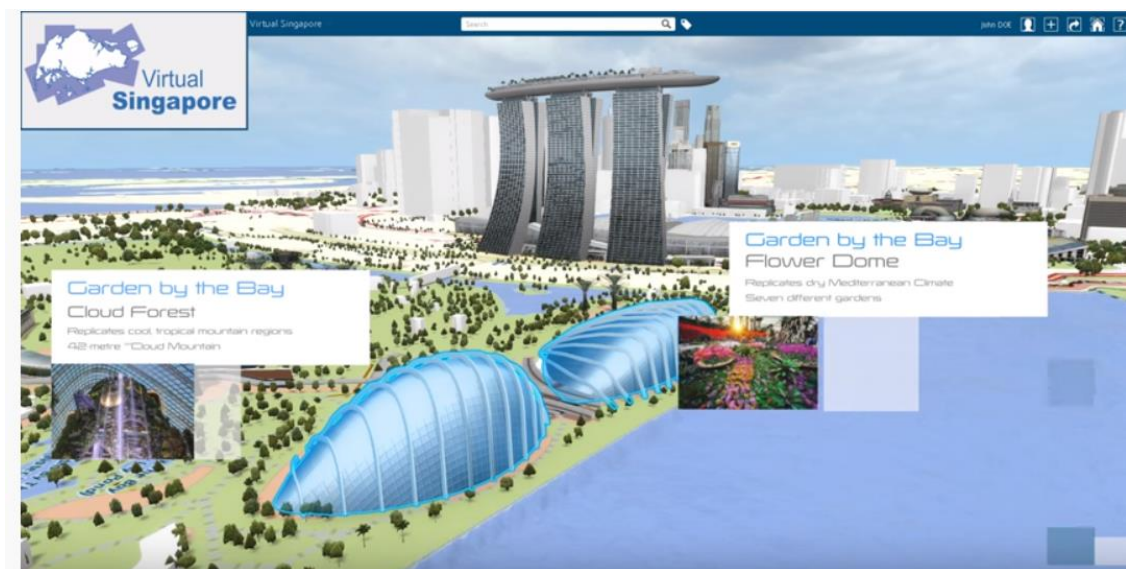


圖 2-22、新加坡單一建物記錄方式

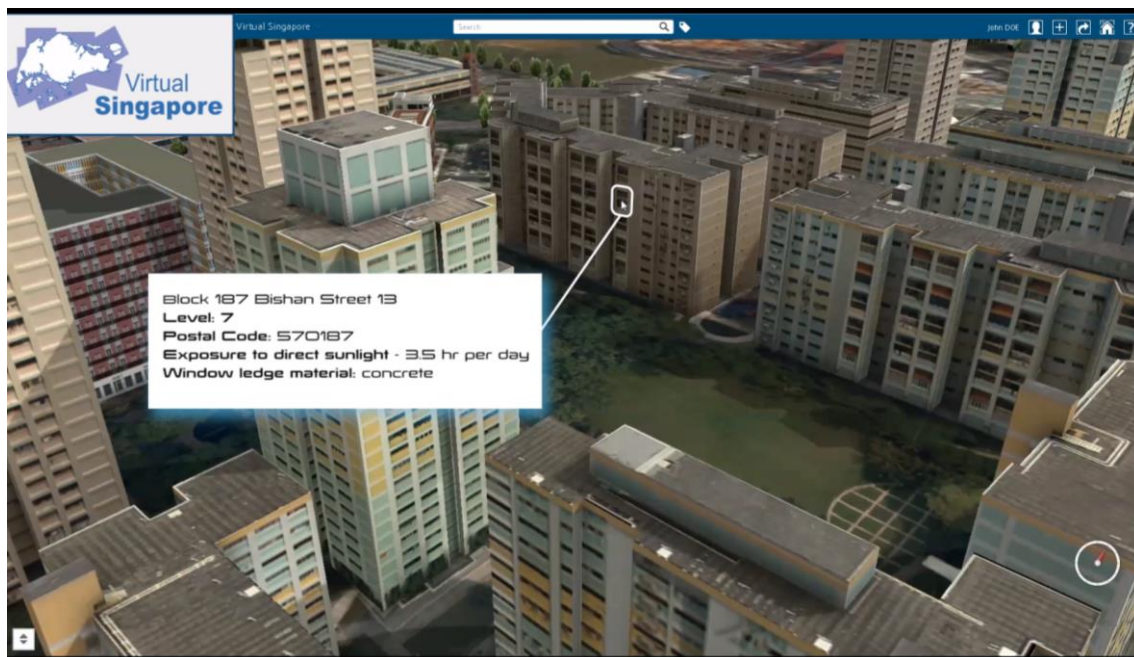


圖 2-23、新加坡多戶數建物記錄方式

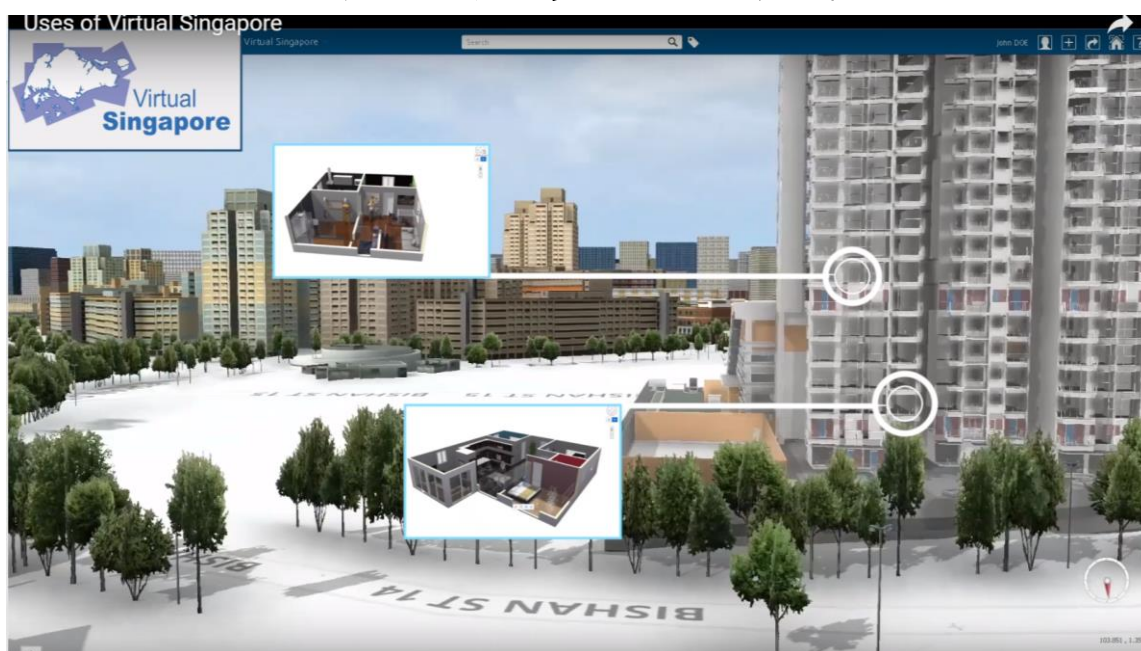


圖 2-24、新加坡以樓層為記錄

五、屬性

從 Virtual Singapore 的簡介影片中可看到(圖 2-22、圖 2-23)，每一棟建物所包含的屬性都不一樣，圖 2-22 之建物屬性僅包含建物名稱及一些相關描述，圖 2-23 之公寓大樓之屬性則包含地址、樓層、郵遞區號、直接日照時間及窗戶框材質。由於並未實際取得 3D CityGML 記錄格式之檔案，因此無法確認屬性記錄之記錄格式規定。

2-6 瑞士

一、發展簡介

瑞士的國家三維計畫稱為 swissTLM3D，TLM 為 Topographic Landscape Model 之縮寫。自 2008 年，swisstopo (瑞士聯邦測繪局) 一直致力於 swissTLM3D 的建設，各類三維產品包含 swissTLM3D、swissALTI3D (高精度三維高程模型)、swissNAMES3D (三維地名資料)、swissBOUNDARIES3D (三維界線)、swissBUILDINGS3D 2.0 (三維建物模型)，該資料庫包含超過 1600 萬個三維形式的物件。TLM 的製作和更新是基於目前的航拍圖像，透過攝影測量 3D 評估，以數值方式記錄和儲存各類資料，並可直接在 3D 之環境中測量各類對象。除了輸入本身之資料外，swisstopo 還可由外部來源補充資料之內容。在對其進行幾何調整以滿足 TLM 的品質規格要求後，將資料整合到 TLM 中。後續還可透過實地訪查相關地點，評估航拍圖像所產生的任何問題。

瑞士聯邦 Geoportal (geo.admin.ch) 是一個聯邦政府平臺，可以幫助民眾獲取瑞士空間資料。它包含來自各聯邦機構的 500 多個地理資料集及 20 多個主題網站，旨在更有效地為專業人士和公眾傳播全面的地理資訊。geo.admin.ch 在其查看器(viewer)中使用 ol-Cesium JavaScript 程式庫，以便在 map.geo.admin.ch 上透過 Web 存取 3D 地理資料。憑藉其高度精確性和第三維度的整合，swissTLM3D 是瑞士最廣泛和最準確的 3D 向量資料集。

二、資料格式

瑞士 3D 資料記錄格式包括 ESRI 的 Shapefile，流通資料格式為 CityGML 及 KML。

三、3D 建物的 LOD

由圖 2-25 查看瑞士 3D 網站可看出，屋頂為斜面，並包含尖塔，達到 LOD 2 之細緻度，而因其記錄內容未包括陽臺、門窗開口等資料，因此判斷其細緻程度是位於 CityGML 之 LOD 2 程度，未達到 CityGML LOD 3。(資料來源：

<https://map.geo.admin.ch/?lang=en&topic=swisstopo&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-grau&layers=ch.swisstopo.swisstlm3d.metadata>)



圖 2-25、瑞士 3D 智慧城市網站畫面截圖

四、空間單元

圖 2-26 為瑞士 3D 網站畫面，此網站之建物無法透過點選物件查看其資料內容，僅供視覺展示。從圖中可觀察出建物可能為一幢多棟，但無紋理貼圖因此無法確定，也無法更進一步了解其空間單元顯示方式。



圖 2-26、瑞士 3D 智慧城市一幢多棟之建物

五、屬性

因瑞士建置之 3D 城市網站僅供視覺化展示，無法藉由點選該建物而查看其屬性資料，且提供之 CityGML 資料量過於龐大，無法開啟。又因資料建置時無坐標參考系統，因此無法上傳至 Cesium 平臺以供檢視。

表 2-5 整理與歸納各國城市之 3D 城市發展情形。

表 2-5、各國 3D 城市發展情形彙整

國家/ 城市	發展年份	屬性	流通資料格式	建物 LOD	不同空間單元	建置方式
德國— 柏林	2003-2005	Id(唯一識別碼) Name(建物名稱)	CityGML、2D shape、3Dshape、 PolygonZ、3D shape、 Multipatch、 KMZ、DXF、 DWG、3DS、ESRI FGDB	帶有紋理的 LOD2 建物模型。單一建 物由 WallSurface、 RoofSurfac 和 GroundSurface 組 成。	一幢一棟、一幢多 棟。	航拍照片、光達資料
美國— 紐約	2014	BIN(建物識別碼) DOITT_ID(識別碼) SOURCE_ID	CityGML、 ESRI 的 Multipatch、 Microstation 的 DGN	LOD1 和 LOD2 混 合的建物模型。單 一建物由 WallSurface、 RoofSurfac 和 GroundSurface 組 成。	一幢一棟、一幢多 棟。	航拍照片、建物平面 面積、DEM
芬蘭— 赫爾辛 基	2015	creationDate(模型的建 置時間) CODE(識別碼) UUID (識別碼) Address(地址位置)	CityGML	LOD1 建物與帶有 紋理的 LOD2 建物 模型。單一建物由 WallSurface、 RoofSurfac 和 GroundSurface 組	一幢一棟、一幢多 棟。	地圖、土地登記圖、光 達點雲、航照圖

				成。		
荷蘭—鹿特丹	2010 年發展全國 3D 標準。2014 年發展 2.0 版本。	Gebouwen(建築物)、Gebouwnummer (建物編號) Aantal bouwlagen (樓層數) Hoogste bouwlaag(最高樓層) Status omschrijven(狀態描述) Bouwjaar(建造年份) Straat(街) Huisnummer (門牌號碼) Postcode(郵遞區號) Stad(城市)	CityGML、BIM、IFC、Collada	LOD1 和 LOD2。 單一建物由 BuildingInstallation、BuildingPart、ClosureSurface、WallSurface、OuterCeilingSurface、RoofSurface 和 GroundSurface 組成。	一幢一棟、一幢多棟。	影像、航空照片、雷射掃描點雲和透過移動製圖所取得之資料、2D 地下和地上資料、無人機和地面測量
新加坡	2008 年 4 月 啟動 SG-SPACE。	新加坡每一棟建物所包含之屬性皆不一樣，公共設施包含建物名稱及相關描述；公寓則包含樓層、郵遞區號等屬性。	CityGML、KML、OGC WFS	帶有紋理的 LOD3 建物模型。	一幢一棟、一幢多棟，一幢多棟的公寓大樓以戶為單位，一個門牌地址即為一棟建物。	航空測量、陸地測量
瑞士	2008	瑞士建置之 3D 城市網站僅供視覺化展示，無法藉由點選該建物而查看其屬性資料。	ESRI Shapefile、CityGML、KML	LOD2	瑞士 3D 網站之建物無法點選查看其不同空間單元記錄之方式，此網站僅供視覺展示。	航拍圖像、攝影測量

基於上述分析，可以歸納各城市所發展之成果與其設定之目的、範疇及使用工具有關，但都包括與跨機關及公眾使用三維建物模型資料之分享策略規劃。CityGML 因具備開放之流通資料格式、豐富語意化之描述架構及不同層次之細緻度規劃，成為最常被採用之資料流通格式。目前已有不少城市完成或正在進行 3D 城市建立之作業，雖部分僅供視覺化展示，無法藉由點選該建物而查看其屬性資料，但有系統已提供屬性之查詢及開放格式建物模型資料之下載。本計畫研擬資料標準之目標為針對我國三維建物資料模型建立共同之 LOD 規格，使不同單位生產之三維建物資料可依循一致之規定而提供幾何與屬性之描述，並能據以流通。基於國外發展實例之分析成果，CityGML 為可行之策略，本團隊亦將採用 CityGML 為三維建物模型資料標準之設計參考。

除此之外，就本標準及後續機制之設計推動而言，國外發展案例可供參考之處羅列於下：

1. 原則上均具有推動計畫藍圖，使各類發展可持續推動，其中荷蘭、新加坡及芬蘭之規劃均已以整體之發展需求推動，可供跨域機制發展之參考。
2. 三維建物模型資料相關機制之發展不應僅是測繪單位之任務，其後續應用之可能性及限制與共同參與單位之需求與回饋有高度關聯。
3. 參考 CityGML 之 LOD 規定，界定所生產圖資之明確規格，使所有相關單位有所依循，避免誤用。
4. 使用各類資源（包括現有圖籍及重新以測繪技術取得現況之資料）建構三維建物模型資料，擴大涵蓋面。空間單元之設定與使用資源有關，以幢與棟為主。
5. 具有三維建物模型資料幾何表示更新頻率之規劃（例如使用 Lidar）。
6. 以商業軟體建構三維建物模型資料，可提供多元之資料格式，流通時以符合國際標準（CityGML）之模式供應為主，部份案例也提供商業軟體格式。
7. 開發三維建物模型資料之分享與流通平臺，除提供基本之檢視或查詢功能，服務內容以最新狀況為主。

8. 部份案例以開放政府資料型式對外流通三維建物模型資料，提昇跨域應用的可能性。
9. 模式化對象之屬性以共同屬性為主，包括如地址、識別碼等。可進一步串連其他領域之屬性，提供更為豐富之內容，但此與相關單位是否在推動之初即參與發展有關。
10. 各國均面臨設定空間單元之問題，實務建置以 LOD1 為主，LOD2 之成果必須耗費較大成本，但可提供紋理資訊，有助於相關業務之推動，然而可提供至單戶幾何表示之案例並不多。

第參章、研擬三維建物模型資料標準(草案)

3-1、資料標準之草案制訂步驟與推動程序作業

一、資料標準草案制訂步驟

因應本案之重點為針對我國三維建物模型資料之後續推動需求建立資料標準，其目標除滿足現階段國家底圖後續流通及應用需求外，並應具備擴充性，納入各類規格之三維建物資料之模式化考量，促進國內三維建物模型資料之跨領域加值應用，避免沒有必要之重複建置。基於本團隊過去之標準制訂經驗，本計畫之資料標準草案制訂步驟如圖 3-1，以下說明各步驟內容：

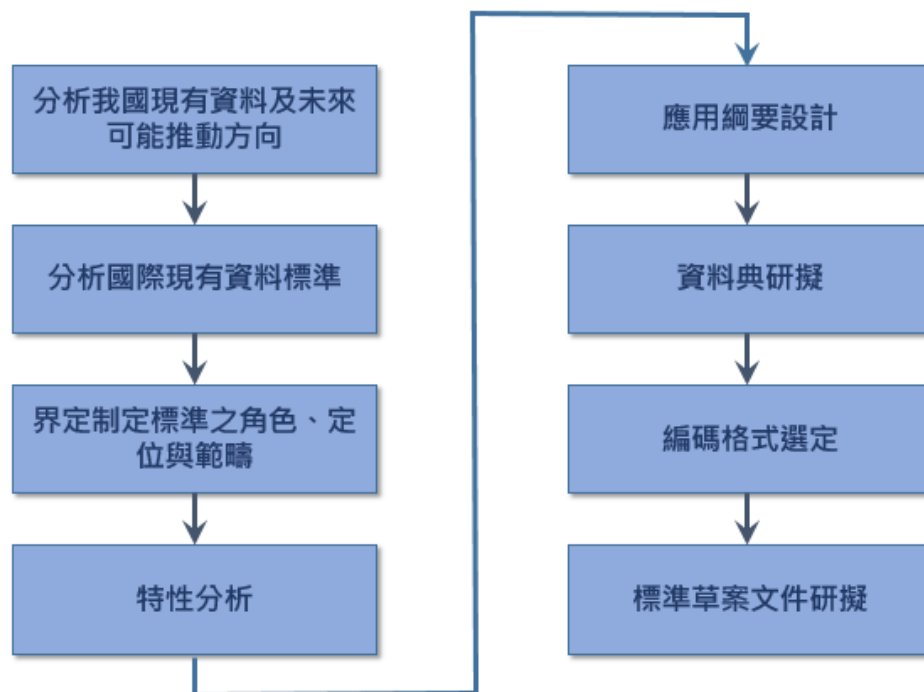


圖 3-1、資料標準草案制訂步驟

(一)分析我國現有資料及未來可能推動方向

資料標準之務實推動必須考量可供應資料之內容，包括引用現有資料及評估未來可能需求兩類思考。現有資料為特定單位基於其業務推動需求而設計與建置，其內容已具有特定之規格及屬性，將之列入標準設計參考之優點為已有資料可供流通，缺點則為未必可滿足標準所設定之範疇或目的。因此通常會另外評估未來可能之需求，以確保

制訂之標準可滿足未來之可能應用場合。本步驟首先蒐集國內各單位所發展不同規格之三維建物模型資料，分析其特性後，具體加以歸類，以作為後續圖徵類別設計評估之參考。由於各單位之原始考量可能各自不同，本團隊於計畫執行過程中實際訪談相關業務單位，了解其建置或設計三維建物模型資料之規劃成果。因標準必須明確規劃各類別之屬性，因此使用之字彙之意義也是必須綜合考量之項目。我國目前較為大宗生產之資料多為 LOD1 及 LOD2 之建物模型資料，少部分精緻建物模型可能達到 LOD3 之層次，地籍建物則因其參考對象為建物測量成果圖，因此可能具有隔間之資訊，可視為 LOD4 層次之資料。LOD1 及 LOD2 層次之三維建物模型多以面狀之圖徵類別描述建物之幾何狀態，其外觀雖可能以拍攝影像或材質庫影像表示，但僅能提供展示，較缺乏語意之考量。

(二)分析國際現有資料標準

因本案制訂之資料標準屬於國土資訊系統標準制度之範疇，相關程序必須遵循標準制度之相關規定，以開放性資料及服務為目標，透過 ISO/TC211 及 OGC 之國際標準加以制訂。以本標準而言，制訂之策略可包括兩類作法，一類為自行設計三維建物模型之應用綱要，另一類為引用國際已發展之三維建物模型資料標準，再針對我國國情調整或擴充相關內容。前者之優點為具有較高之彈性及可完全依照我國之需求量身訂製(例如使用本身偏好之字彙)，不受國際標準之規格限制，但其成果可能為國內獨有，需要長期的磨合，也必須自行發展相關配套與機制(包括文件資料與服務)。後者之優點為可善用國際標準已具有之機制，減少重複開發，在符合標準之前提下，甚至可直接加以應用，節省大量成本，也有利於快速推動。然而國際標準有其固定架構與規定，是否可與國內實際狀況相符為必須考量之因素，若有差異或必須擴充，該國際標準是否具有類似設計也影響是否可發展為因應國內需求之標準。以三維建物模型資料而言，CityGML 為各國高度採用之標準，且已有許多實際之案例(參見本報告第貳章)，且相關軟體之配套日臻完備，其成果還可關聯其他領域之相關圖徵類別，與本案之推動目標相符，本團隊因此選擇 CityGML 為後續推動之主要參考標準，引用 CityGML 之詳細討論參見 3-4 節之標準設計策略。

(三)界定制訂標準之角色、定位與範疇

標準之設定角色與定位影響標準之設計內容，必須在標準制訂前

予以釐清。依本案之推動目標，設定之角色為以國家底圖資料為基礎，促進國內三維建物模型資料之流通，具體之資料流通內容為以三維模式建立之建物空間資料及基本屬性，因此角色設定為由資料建置單位或流通單位對外提供之標準圖徵資料之內容及編碼規定，可由使用單位取得資料後進行展示或加值應用，整體資料將以具有明確描述建物對象之向量式圖徵資料為主。本標準之設計內容將提供為各單位建置三維建物模型之空間及屬性表示的共同參考，各單位建置之原始資料可以不同之地理資料格式記錄，但供應時須依本標準制訂之綱要架構，以開放資料之格式對外供應，使用單位無須面對原始資料生產或供應單位之異質資料格式，僅須可解讀本標準所規定之開放編碼資料格式，即可正確解讀與應用各單位所生產之三維建議資料。本課題之相關敘述請參見「三維建物模型資料標準」(草案)之第二及第三章。

(四)特性分析

標準文件之目的為對相關單位與人員提供發展相關機制之共同參考，因此設計內容必須搭配足夠之理論與技術分析，以解釋設計之成果。依國土資訊系統資料標準共同規範之規定，每一份資料標準文件均須包括「特性分析」之章節，由不同之觀點說明該資料之各類特性，再基於分析之成果，針對標準制訂目的規劃設計應用綱要，以使相關人員對於資料具有一致性之認知。本步驟由各類面向探討三維建物模型資料之特性，分析成果請參見 3-5 節之討論成果。

(五)應用綱要設計

依國土資訊系統資料標準共同規範之規定，資料標準透過 UML (Unified Modeling Language) 應用綱要展示規劃之結果，其中包括規劃之圖徵類別(包含其屬性)及圖徵類別間之關係。本步驟經過整體分析後提出應用綱要之規劃。當以 CityGML 標準為基礎設計時，須以 CityGML 之應用綱要為參考對象，再將國內特殊規劃之主題屬性依循 CityGML 之規定，務實評估是否擴充納入。掌握三維建物資料之供應可能帶動各類創新之應用。除依循 CityGML 綱要架構而分析我國各類三維建物之模式化策略外，亦包括擴充之屬性設計，相關成果請參見 3-6 節之討論成果。

(六)資料典研擬

在資料標準文件中，資料典以表格型態說明設計圖徵類別中之每

一個屬性及關係的名稱、定義、填寫條件、最多發生次數、型別、值域及備註事項，用以協助相關人員了解所需建置或取得資料之內容規定。在應用綱要中出現之每一個屬性及關係均必須予以說明。其內容以表 3-1 說明：

表 3-1、資料典各描述項目說明

項目	說明	備註
名稱	該設計屬性或關係之名稱，通常具有語意考量，可由名稱解讀其意義。	在 GML 之編碼中，此名稱常被直接引用為標籤之名稱。可為中文或英文。
定義	以自由文字說明該項目之意義。	建議參考可信賴之來源，例如領域辭典、法規或書籍。可於備註欄中說明該參考來源。
填寫條件	每一個屬性或關係在實際資料流通時可至少區隔為必填、條件填寫及選填等三類條件，透過本項目加以規定。	必填為該項目於流通時必須具有資料，選填則為可視需要決定是否供應之屬性或關係，條件填寫則為相依於另一屬性之狀態而決定該項目是否需要填寫。常用代碼：必填(M)、條件(C)、選填(O)
最多發生次數	在特定狀況下，每一屬性或對應關係可能在流通資料中出現多次，本項目用以規定最多之發生次數，可為特定數目(例如 1、2、3)或為無上限之數目(以 N 或*表示)。	最多發生次數須於實際流通資料驗證時加以檢查。若為 1，表示僅能出現一次。
型別	用以說明該設計屬性或關係所記錄內容之參考型別，可為例如文字、數字、時間等基本資料型別或特定之圖徵類別。	所有列舉之型別均必須於本標準文件中定義(自訂型別)或參考自引用之其他技術標準文件。
值域	基於設定之型別，部分屬性具有特定之值域，可於本項目中說明。	規定之值域範圍可提供實體資料檢核時參考。
備註	任何需要額外解釋之內容均可以本項目中加以說明或規定。	包括參考引用之文件、資料記錄之單位、選擇填寫之條件、參考之代碼意義等。

(七)編碼格式選定

基於國土資訊系統標準制度之規定，資料標準之編碼規定須選擇開放之資料格式，目前常使用之資料格式包括 GML、KML、XML 及 JSON 等資料格式，除 CityGML 外，國內也常使用 KML 包裝三維建物模型之資料，但 KML 在相關語意之描述上缺乏標準化之配套。本計畫由於採用 CityGML 標準，編碼格式為納入建物內容描述考量之 GML 資料。除 CityGML 外，CityJSON 亦為針對城市現象表示而發展之描述語言，雖並非 ISO/TC211 或 OGC 所認可之正式標準，但具有較為簡潔之記錄結構。由於 GeoJSON 並沒有定義 CityGML 之對應物件，因此本團隊已於訪談會議內說明 CityJSON 比 GeoJSON 更適合於 CityGML 之 JSON 編碼，並於需求訪談會議與國土測繪中心達成「同意以 CityJSON 編碼格式替代 GeoJSON」之協議。

(八)標準草案文件研擬

完成上述步驟後，本計畫之三維建物模型資料標準文件草擬遵循「國土資訊系統標準制度制定程序須知」及「國土資訊系統資料標準共同規範」等兩項文件之規定辦理，共包括目的、範圍、應用場合及使用限制、參考文件、專有名詞及縮寫、特性分析、應用綱要、資料典、編碼規則、詮釋資料、標準制訂單位及維護權責、其他、附錄等共 13 章，並在附錄中列舉相關之代碼型別及透過實際範例說明資料編碼之成果。本計畫草案之基本研擬策略已於 108 年 8 月 21 日舉行之專家會議中具體討論，並引用為標準草案設計之依據。本團隊已完成三維建物模型資料標準之草案（參見附錄 I），後續將再與國土測繪中心持續討論，形成兩方均認為可行之成果後，提送國土資訊系統資料標準推動及審議工作小組，進入正式之審查程序。

二、資料標準相關文件及推動程序作業

因應國際地理資訊系統標準技術之發展及我國跨領域地理資訊共享之需求，我國於民國 93 年度開始推動基礎於 ISO/TC211 與 OGC 相關標準之國土資訊系統標準制度，此機制歸屬於「資料倉儲及標準制度」分組，透過整體標準架構規劃，促使各單位所建置之地理資源得以透過開放及標準之技術流通，減少因異質資源而帶來之流通障礙，為落實國土資訊系統發展成效之重要策略。我國標準制度之推動主要包括由內政部資訊中心標準制度專案所推動之跨域共同標準架構及由各業務單位所推動之領域資料標準，前者建構所有參與單位共同依循之基本環境及

技術規定，後者由前者延伸，依各類領域主題資料之特色制訂標準文件，使所有流通之地理資訊均滿足國際標準所揭櫫之開放架構，且仍可保有各領域資料本身之特色。國土資訊系統標準制度迄今已完成超過三十項有關地理資料及技術之標準或規範文件，本案所擬制訂之三維建物模型資料標準未來也將屬於此系列之標準文件，因此相關制訂及推動程序均必須符合其規定。以下針對推動之程序及必須遵循之規定加以說明：

(一)國土資訊系統相關規範與作業規定

國土資訊系統標準制度中與標準制訂有關之最基本文件為「國土資訊系統標準制度制定程序須知」及「國土資訊系統資料標準共同規範」，其重點說明如下：

1.國土資訊系統標準制度制定程序須知

本須知明定國土資訊系統標準制度推動之程序、機關、角色及任務，提供組織因素之具體化規定。主要內容列舉如下：

- (1)整體推動由「國土資訊系統標準制度推動及審議工作小組」擔任，該小組成員由跨領域之專家學者及機關代表組成。
- (2)資料標準之制訂包括「提案」、「起草」、「審查」及「公布」等 4 個階段，並分別規定各階段之負責單位、應辦理事項及繳交資料(如圖 3-2)。
- (3)資料標準之提案原則上採「主動」之方式提出建議，但可基於需求，由非業務單位提出，成員包括業務單位或業務單位外之產官學研人士，均可因應需求提出。
- (4)各階段任務之完成須經過「國土資訊系統標準制度推動及審議工作小組」通過。
- (5)資料標準在完成制訂及公布後，其業務單位即負起落實擁有資料透過資料標準對外供應之責任，且列入管考。
- (6)本須知目前為第三版，第一、二版相較於第三版之主要差異為過去之資料標準係由行政院國家發展委員會之國土資訊系統推動小組審核後公布，但自第三版開始，改由「國土資訊系統標準制度推動及審議工作小組」審查通過後，回函原負責部會公布。

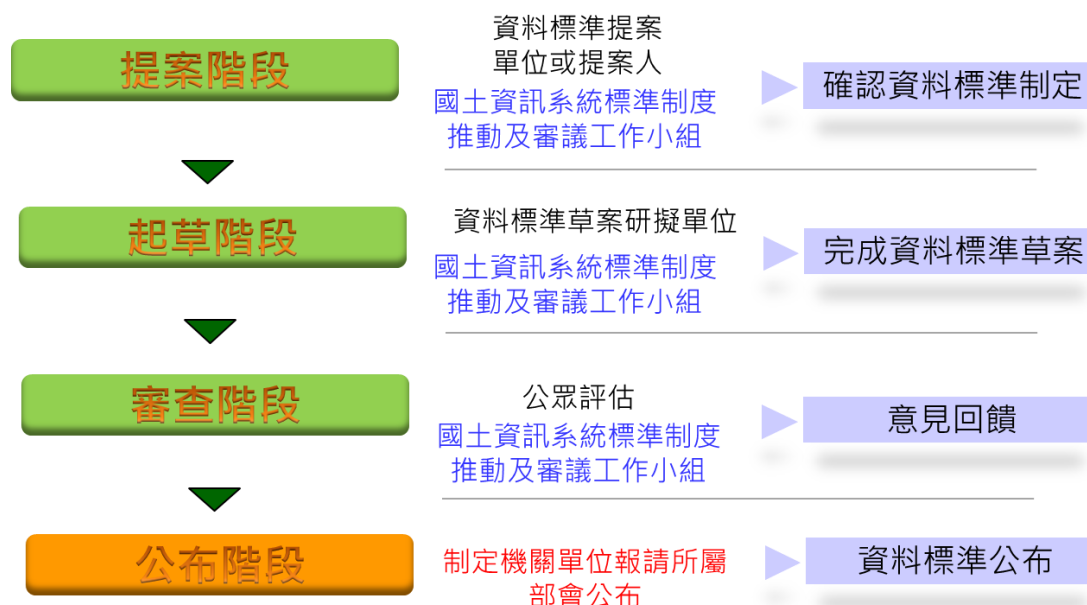


圖 3-2、資料標準制訂程序

2. 國土資訊系統資料標準共同規範

為使各領域自行設計之資料標準符合相同之精神，具有共同之章節架構，避免不一致及便利閱讀，本規範針對必須共同遵循之標準設計程序及文件撰寫方式加以規定，具體規定如下：

- (1)規定資料標準文件之設計策略及方式，並要求必須設定資料範疇。
- (2)規定資料標準文件之章節、各章節之必要內容及表格之說明方式。
- (3)規定資料標準文件中之編碼規定須符合開放資料格式之要求，第一版時規定一律採用 GML 為編碼語言，第二版再擴充納入 KML 及領域具有共識之 XML，後再於第三版額外增加 JSON 為編碼語言。此規定中之資料格式目前仍以明列為主，用以約制各單位之共同作法。
- (4)規定資料標準推動時各階段必須繳交之申請資料，及各階段完成時必須滿足之條件與審查之內容。

(二)標準文件提送相關作業程序

基於本案完成之三維建物模型資料標準未來將納入國土資訊系統標準制度，本標準之制訂程序將嚴格遵循國土資訊系統標準制度相關標準或規範之規定，確保每一個階段都有正確之產出。以下說明本案推動過程中產出之文件：

1.提案計畫書

依「國土資訊系統資料標準制訂程序須知」之規定，國土測繪中心須備妥「三維建物模型資料標準提案計畫書」(名稱暫定)，正式提送至「國土資訊系統標準制度推動及審議工作小組」，並經小組審核通過後，才能正式納入國土資訊系統標準制度之架構中。提案計畫書之內容雖以預計完成之規劃事項為主，但以本案而言，必須釐清現階段可對外供應之圖資，爭取各委員之同意。

2.資料標準草案

單一資料標準文件之草案在經過權責單位內部之作業程序(包括如委辦單位提出規劃、草案研擬，專家會議、實質審查、文件檢查等)，確認已可滿足該單位及可能使用者之需求後，即可由草案研擬單位正式行文，將資料標準草案提送至「國土資訊系統標準制度推動及審議小組」，其審查成果包括三類情形，一類為直接通過，另一類為修正後通過，通常僅須小幅更動，草案研擬單位依審查意見修正內容後提即可提送「國土資訊系統標準制度推動及審議工作小組」，前兩類情形均繼續進行公眾評估之作業。最後一種情形為「未獲通過」，草案研擬單位必須檢討該提案計畫書內容之妥適性及未通過原因，再決定是否繼續推動。經過公眾評估作業之資料標準草案即可在「國土資訊系統標準制度推動及審議工作小組」再次審議通過後，由權責單位公布為正式之資料標準。

3.資料標準落實計畫書

為確保資料擁有單位確實依照資料標準之內容進行資料之流通，在標準草案通過後，必須另行提送落實計畫書，明確列載預計完成資料流通之時程及方式。具體評估指標為原始資料遵循資料標準之內容設計及編碼規定，以開放之型式完成建置，流通之方式及收費則由該單位決定。落實計畫書須提送「國土資訊系統標準制度推動及審議工作小組」審查，通過後即列入後續管考。以本案而言，實際推動之對象將為後續建立之全國三維建物模型資料，因此主要時程將依三維建物模型資料完成建置之期程而定，方法暫擬以資料轉換程式為主。

基於上述分析，本資料標準之後續推動將必須至少完成資料標準

提案書、資料標準草案(審查可能至少修改兩次)及資料標準落實計畫書等三項文件，且依「國土資訊系統標準制度推動及審議工作小組」之作業程序及開會時間進行相關行政作業。

3-2、國際相關標準介紹

地理資訊技術之蓬勃發展帶動大量資料之生產，但由於生產單位眾多，資料內容之設計、規格、品質及資料格式等各類差異，造成資源分享之障礙，這樣的分享障礙常被稱之為「異質性」及「互操作性」之課題。有效解決此問題之策略在於整體發展環境中引入「標準」之概念，藉由建立發展之共識而排除相關之差異，從而建立更為透明之地理資源分享環境。地理資訊標準之發展以開放式之資料格式及服務架構為主軸，再分別由資料生產及流通單位(以政府機關為大宗)透過國家空間資料基礎建設推動標準制度與資料標準及由空間資訊產業發展符合標準技術之軟體配套，在兩者配合之下，建構有效之資料分享機制。

本節介紹與本案相關之國際標準，以作為分析設計之基礎。與三維建物資料有關之標準可大致被區分為兩大類，第一類為具有三維空間表示能力之技術標準，第二類為針對三維建物資料特色而設計，其應用綱要內容已具有「建物」圖徵類別設計之標準。第一類標準通常沒有明確之模式化對象，可適用於任何感興趣三維空間現象之圖徵設計，而第二類標準則已有明確規劃，通常可直接應用，但也可能因此受到其內容之限制，且其三維空間表示常參考或引用第一類標準之相關規定。

一、通用三維空間表示之標準技術

為將描述對象之描述擴充至三維表示，首要之考量為單點(Point)坐標之表示必須由二維擴充至三維，若由直角坐標之表示，可簡單以(X, Y)之二維坐標進階至(X, Y, Z)之三維坐標表示。但此擴充之第三維度必須考量其參考之坐標系統，不同系統之坐標軸或參考基準都將影響其記錄成果。建立三維點位之空間表示後，原在二維所定義之線(Curve)與面(Surface)空間資料型別也將隨之產生對應之三維空間表示。若要描述佔據三維空間一個特定立體範圍之現象，則可另行定義例如 Solid 之立體空間資料型別。這樣的發展建立了一群涵蓋不同維度的空間資料型別，可以在空間表示上提供具體的技術配套，不但使用者可以依此建立三維資料，各軟體也可依此發展其內部內建之空間資料型別，使各軟體對於使用之空間表示具有「一致」之概念，這樣的空間模式化概念在異質資料流通時將具有極大之益處。本類標準中最具代表性之標準包括由

ISO/TC211 所制訂之 ISO 19107(ISO, 2003)、OGC 所制訂之 Simple Feature Specification(OGC, 2006)、SONY 所制訂之 COLLADA、原由 Keyhole 制訂，後由 Google 收購後提出，成為 OGC 正式標準之 KML、由 OGC 制訂，後由 ISO/TC211 納入其 19100 系列標準之 ISO 19136(ISO, 2007)、由 Internet Engineering Task Force 所制訂之 GeoJSON 等。以下簡略加以分析：

(一)ISO 19107

ISO 19107 為 ISO 19100 系列標準之一，其名稱為 Spatial Schema。本標準屬於地理資訊抽象化(Abstraction)概念之標準，涵蓋有關地理資訊與空間有關之基本概念及相關元素之設計。本標準提供與圖徵模式化有關之各類空間資料型別及其概念之規定，包括了上述由零維到三維之各類空間資料型別，並延伸定義了包括如多重(multi)與組合(composite)等更為複雜之空間資料型別，也涵蓋了位相關係的定義。相關設計成果提供與地理資訊有關存取、查詢、管理、處理及交換之共同基礎。在基於 ISO/TC211 標準所設計之圖徵架構中，各圖徵之空間表示及後續之位相運作均必須參考 ISO 19107 而設計，也因此不同種類之圖徵的空間表示可以獲得一致化之約制。

(二)OGC Simple Feature Specification

Simple Feature Specification(SFS)為 OGC 所發展之空間資料型別規範，但排除了較為複雜的表示方式，僅包括較為簡單之空間表示(例如線狀物件沒有各類曲線之表示，僅有基於節點間線性內插之 LineString 空間表示)。其優點為易於實作，但也因此侷限了複雜現象標準化表示之能力。本規範之空間資料型別與 ISO 19107 之內容具有對應關係，因此遵循此規範設計之資料也可視為符合 ISO 19107 之設計。近年大部分地理資訊系統軟體及空間資料庫都係依此規範設計。

(三)COLLADA

COLLADA (COLLABorative Design Activity)是一種應用於三維資訊交換之資料格式，原由 SONY 所提出，目前已成為 ISO 之正式標準，編號為 ISO/PAS17506。COLLADA 是基於 XML 而發展的交流資料格式，廣泛使用於圖形軟體之間的資料交換，並獲得許多軟體之解讀支援，其資料檔案之格式為 DAE，可記錄三維物件之形狀、材質、紋理等各類資訊，國內外有許多單位所建置之三維建物資料係以 DAE

格式記錄與流通。

(四)KML

Keyhole Markup Language 為 Google 提出，基於 XML，可描述空間現象之語言，為 OGC 所正式通過之技術標準。KML 因可於 Google Map 及 Google Earth 環境中直接應用，因此擁有大量之使用者、API 服務及圖資，許多地理資訊系統軟體也內建匯入或轉換 KML 資料格式之能力。KML 具有明確規定之空間資料型別，原則上可與 OGC SFS 之規定對應，資料內容以 placemark 包裝，並沒有針對特定之主題現象設計。對於例如三維建物之資料，KML 可針對其空間封閉之特性，以多個三維面狀物件表達其空間之範圍。也可透過於 placemark 中連結其他資料格式(例如 COLLADA 之 DAE 格式)所建置之三維資料。

(五)ISO 19136

ISO 19136 為 ISO 19100 系列標準之一，是一個針對地理資料各類特性實際編碼而設計之語言標準，稱之為 Geography Markup Language，設計單元為圖徵(Feature)，包括了將各類特性以 XML 方式表示之綱要，使設計之地理資料得以 XML 之資料格式，將各概念標準(例如 ISO 19107)規定內容進行實際之編碼。GML 原由 OGC 所制訂，後由 ISO/TC211 納入為 ISO 19136 之標準。包括我國在內，許多國家發展空間資料基礎建設時均指定採用 GML 為地理資訊流通之語言標準，以提供為開放及互操作應用發展之基礎。GML 本身並不針對特定主題資料需求設計，因此雖然本身符合開放之條件，流通時仍必須配合例如資料標準或綱要說明文件說明其屬性及其結構。

(六)GeoJSON

GML 為基於 XML 技術設計之語言，一項常被詬病之問題為其標籤式之包裝方式容易造成較大之資料量，因此如同許多網際網路流通之 XML 資料被較為輕量化之 JSON 資料格式所取代，在地理資訊領域，也有使用 GeoJSON 資料格式之呼聲。GeoJSON 之空間資料型別原則上亦是遵循 OGC 之 SFS 規範的設計理念，可設計各類屬性，但規範本身並非針對特定主題設計，因此同樣必須配合資料標準或綱要說明文件。

歸納上述討論，ISO 19107 與 OGC SFS 可視為具有空間特性模式化能力之標準，主要目的為提供理論概念及實作之參考。COLLADA、

KML、GML、GeoJSON 等為由特定標準組織發布之技術標準或規範，屬於實際編碼包裝資料之規定，但並非針對特定主題設計，因此仍須針對特定主題進行「資料應用綱要之設計」，賦予空間單元特定之意義，才能完成特定主題資料之實質流通。一旦流通資料選擇上述開放資料格式，由於地理資訊軟體及空間資料庫軟體多半依循相同之空間概念設計，因此較容易正確轉換至軟體內建之資料格式，再進行後續之應用，此也符合透過開放地理資訊技術流通跨域地理資訊之目標。

二、具有三維建物應用考量之標準技術

有無應用綱要之最大差異為標準文件已針對設定範疇設計具有語意之圖徵類別、屬性及相互間關係，因此一旦採用，就表示接受其相關規定，即使擴充或修改，也必須遵循其規定，否則其編碼結果就不能視為相容於已發布之標準。基於此特性，最首要之工作為評估其設計之相關規定及限制是否符合後續推動之需求，若符合則可達到事半功倍之效果，反之則可能受其拘束，反而造成推動之困難。此類標準通常為國際層級之標準，不太可能完全考量到各國發展之特色與需求，因此通常僅包括較為共同特性之設計，在使用字彙上也必須遷就其語言，在不同國家推動時必須進一步納入在地化之設計評估。以目前之標準而言，最常被討論之標準為 CityGML(OGC, 2012)及由其衍生之 CityJSON，另有 BIM，分別討論如下：

(一)CityGML

三維城市之模式化及資料建置已有相當長的歷史，但由於不同單位之設計內容及使用軟體並不相同，往往造成不易整合之情形。在資料內容及資料格式上建立「共識」之標準是有利的作法。德國於西元 2002 年起推動三維城市模型計畫 CityGML，其範疇涵蓋三維城市的立體模型規劃，以 OGC 之 GML 為基礎，針對城市之各類現象，設計包括三維建物、道路、橋樑、隧道、水體、城市公共設施等各種具語意之三維物體。經過縝密之討論及評估程序，CityGML 標準於西元 2008 年 8 月 20 日由 OGC 發布為正式標準，除提供基礎之三維城市物件描述外，也允許各國家或各組織延伸其架構，加入應用領域的屬性。歷經多年發展與檢討後，OGC 於西元 2012 年 4 月 24 日發布 CityGML 2.0 標準，加入建物組成物件等更多三維立體物件，並以全新的物件描述橋樑及隧道，使其標準化架構更形完整。CityGML 目前正進行 3.0 版本之修訂，預計將區分為概念模式及資料編碼規定，且

對於許多課題有更具體及深入之規定，但目前之時間表預計要到 2020 年五月才可能正式發布，無法因應本計畫推動之時程。

CityGML 以 GML、ISO 19100 系列相關標準為基礎，訂定三維立體城市的基本架構(common architecture)。CityGML 之特色為納入三維空間現象表示之需求，雖然 GML 也包括記錄三維坐標之能力，但 CityGML 進一步提供一個城市模型之描述架構，更適合於透過標準化方式約制數位城市相關資料(例如建物)之建置，而且因為本身就具有屬性之規劃，對 GIS 以物件模擬之切入觀點更為妥適。

三維建物之龐大資料量極易引起效率之問題(精緻之表示尤其需要大量之資料)，因此 CityGML 資料之設計包括細緻層次(LOD - Level of Details)之設定。此多重表示(multiple representation)之 LOD 概念可依需求而變化記錄之方式與內容，資料量愈多，所呈現出來的內容物也越細緻豐富。LOD 之設計共包括由 LOD 0 到 LOD 4 等五個層級，並依類別規劃在不同 LOD 下之表示方式。這樣的設計同時包括幾何、屬性內容，甚至彼此關係記錄內容的不同，不但涉及表示細緻程度的差異，也往往代表龐大之建置經費差異。例如傳統地形圖上之面狀建物表示可以在加入高度之參數後，很快建立為 LOD 1 之建物表示，但要建立 LOD 2 之建物，即必須至少額外針對不同形式的屋頂加以測製，必須增加相當之成本，若要到 LOD 3 之建物，則必須包括如陽臺、門窗等更為複雜之物件，測製成本將更為高昂。以實務之推動而言，數位城市之發展必須依設計需求選擇合適的 LOD，才能具體評估所需花費的成本及必須發展的技術。依 CityGML 之規定，LOD 之不同將影響三維建物是否被納入建置、表示之細節程度，甚至各空間表示(單點)之絕對位置精度，對於建置規劃及作業程序有絕對之影響。CityGML 之 LOD 細緻度層級分為五個等級(如圖 3-3)：

LOD0：敷貼航照或地圖的 2.5D 數位地形模型。

LOD1：平面屋頂結構及紋理的 block model。

LOD2：有不同的屋頂結構及紋理，再加上植物。

LOD3：具高解析紋理、細膩的植物及運輸物件，如汽車。

LOD4：LOD3 模型再加上內部結構，如房間、門、樓梯、傢俱。

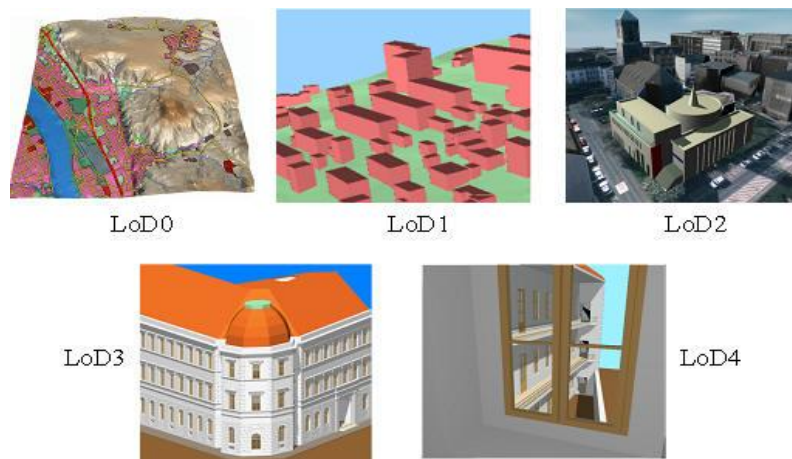


圖 3-3、The five levels of detail (LOD) defined by CityGML (取自 CityGML 標準)

在 CityGML 標準中，包括立體建物、橋梁、隧道、道路、建物結構、屋頂、貼面影像、材質、門、窗、樓地板、樓天花板、牆面、隔間牆、房間等具有意義的相關物件均被設計為獨立的 Feature Class(圖徵類別)。這些圖徵類別在 CityGML 標準內以 UML 模型呈現(如圖 3-4)，包括幾何資料之記錄及屬性皆有完整設計。除此之外，UML 模型中也記錄各圖徵類別彼此之間的關係，使應用系統開發者可獲悉如何解讀並查詢立體城市內各圖徵資料。在流通環境中，各圖徵類別被用以描述三維城市之特徵，建立並訂定具有意義之圖徵類別及圖徵類別之間的關連性將是訂定資料流通規範時最重要之任務。CityGML 透過 UML 模型定義了各種模擬三維立體城市模型時所需要之圖徵類別，各領域或各國制訂三維立體城市資料流通之規範或標準時，可由 CityGML 之架構進行延伸或擴充，以完成符合所需之 UML 模型及 XML Schema。

CityGML 包括 Core module 及其他主題資料，例如 Building model、WaterBody model 等，Core module 定義了 CityGML 最基本的概念及內容，亦為所有 CityGML model 最基本之資料，所有 CityGML 資料均須包含 Core module，以確保 CityGML 資料的一致性。其他主題模型則由 Core module 繼承或延伸之方式定義，相關描述及定義將於後續探討。

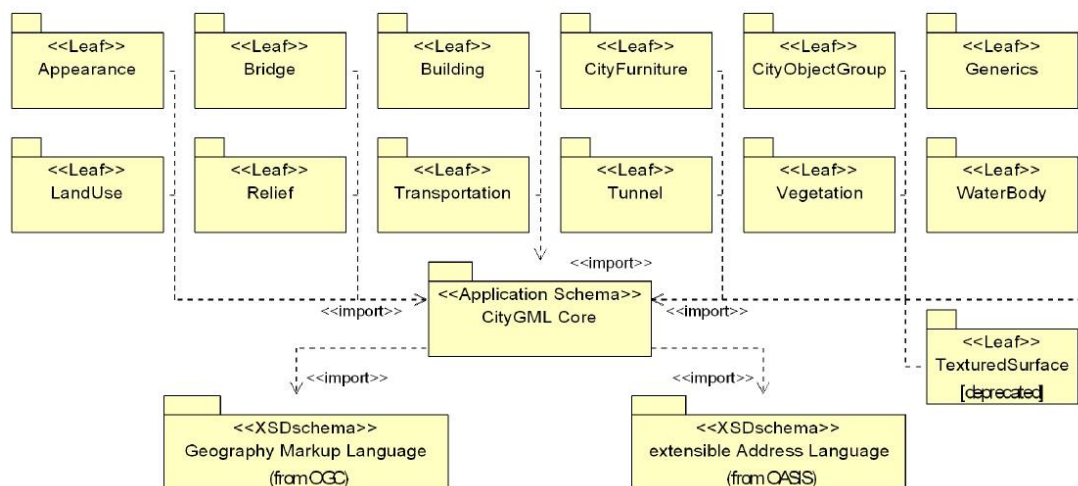


圖 3-4、CityGML 之 UML 圖

圖 3-5 及圖 3-6 為 CityGML 之 Core Model。圖中黃色部分為 CityGML 設計之圖徵，包含「CityModel」、「CityObject」、「Address」、「ExternalReference」、「ImplicitGeometry」等物件。CityModel 代表許多圖徵之集合，構成一個 CityModel 的各圖徵皆被視為是 CityObject，具有 creationDate 及 terminationDate 等兩個屬性。在後續的 UML 圖將會看到一個「Building」類別，可用以描述單一之三維建物，在 CityGML 之設計內容中，Building 其實就是一種 CityObject，所有 CityObject 的設計屬性及其他關聯性皆可套用在 Building 類別上。CityObject 可透過 ExternalReference 連結至其他標準訂定之圖徵或網路上之資源，用以關聯其他資料標準或資料庫之圖徵。ImplicitGeometry 則為 CityGML 的 Spatial Model 之核心，每一圖徵都將具有 referencePoint 及表現於外的 relativeGMLGeometry。

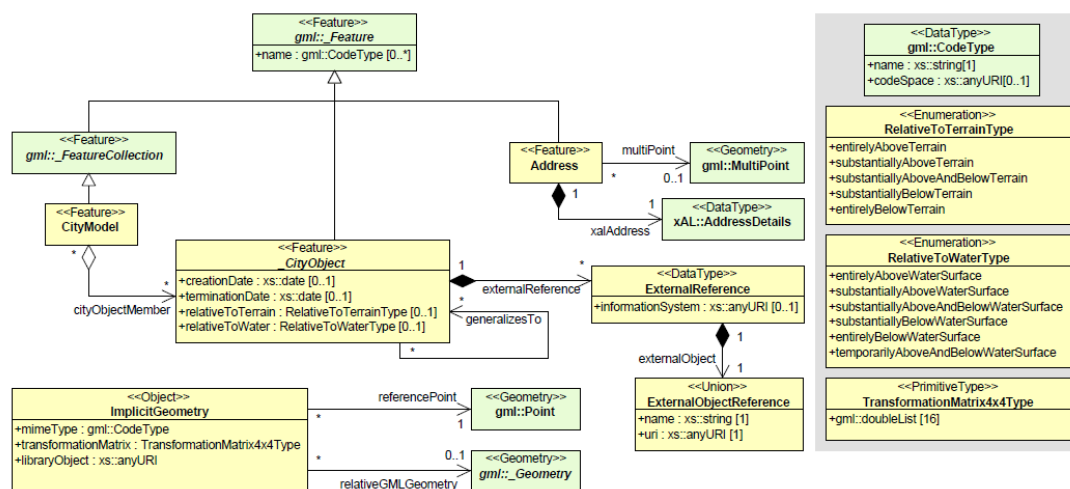


圖 3-5、CityGML Core Model Part1

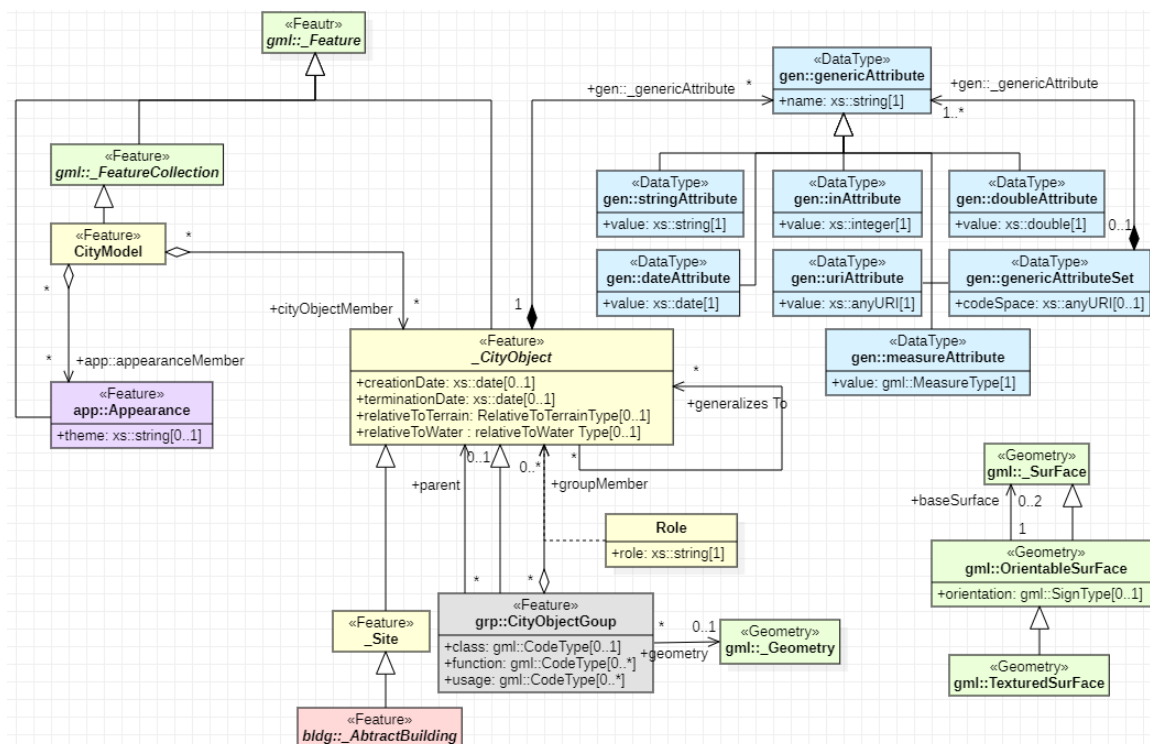


圖 3-6、CityGML Core Model Part2

綜合上述之分析，CityGML 是一個已具有模式化三維城市資料之主題性標準，且透過 LOD 之設定，具有描述不同細緻程度三維建物之能力，原則上適合於我國先建立全國低細緻程度三維建物，再次地推動較高細緻程度三維建物之規劃。另外 CityGML 之整體發展也可透過 Application Domain Extensions (ADE) 之建立而延伸至發展在不同領域之具體作為，更豐富了可模式化及流通之內容。但其整體架構頗為龐大，雖已是具有高度共識之標準，但由生產者到使用者，須配合或磨合之作業程序仍將頗為複雜。

(二) CityJSON

CityJSON 被宣稱為「CityGML without the GML」，顧名思義，其策略為以較為輕量化之 JSON 格式取代 XML 之標籤式包裝方式，但主體設計概念承襲自 CityGML，實作上以 CityObject 來模式化不同種類的城市物件，僅針對 CityObject 類別之繼承類別予以實作，因此為較為簡單之模式架構。熟悉 CityGML 之使用者無須重新調整或更新其相關之概念，並可取得較為簡易編碼之資料而進行後續處理(圖 3-7 為取自其規格書之範例)。CityJSON 文件宣稱若與 CityGML 相比，其資料之壓縮比例可達到 7 倍之多，在行動化裝置之執行上將具有更大

之優勢。使用 CityJSON 為編碼規定之可能問題在於其係由荷蘭之台夫特理工大學(Technische Universiteit Delft)所主導，目前版本為 0.9，並非國際標準組織(ISO/TC211 或 OGC)所認可之正式標準，因此無論在規定內容及作業方法上具有不確定性。就後續之推動策略而言，雖可視為一個變通及額外的流通資料格式選擇，且持續關注其發展，但不宜視為唯一之選擇。

```
{
  "type": "CityJSON",
  "version": "0.9",
  "extensions": { "Noise": "https://someurl.org/noise.json" },
  "metadata": { "referenceSystem": "urn:ogc:def:crs:EPSG::7415" },
  "CityObjects": {
    "id-1": {
      "type": "Building",
      "attributes": { "roofType": "gable" },
      "geometry": [{
        "type": "Solid",
        "lod": 2,
        "boundaries": []
      }]
    },
    "id-56": {...}
  },
  "vertices": [
    [23.1, 2321.2, 11.0],
    [14.0, 2299.5, 14.0],
    ...
  ],
  "appearance": {
    "textures": []
  },
  "geometry-templates": {}
}
```

圖 3-7、CityJSON 範例

因 CityJSON 包含三維建物所需之幾何物件，較 GeoJSON 更適合用於描述三維建物，經 3 月 28 日之需求訪談會議後，國土測繪中心同意以 CityJSON 編碼格式替代 GeoJSON，會議紀錄請參見附錄 B。

(三)BIM

BIM 為 Building Information Modeling (建築資訊模型)簡稱，現今建築設計施工已不再是傳統的建築結構施工，更包括智慧家電、物聯網、綠能、供水供電系統皆結合在一起，各種系統須相互配合，建築計畫的執行及控管是複雜而難以進行的，必須有一套更有利的資訊工具來管理建築計畫，因而加速了 BIM 之快速崛起。所以 BIM 並非

一種軟體，而是利用軟體工具與解決方案的技術與策略，在建模技術、模型運作技術及資訊交換格式等方面著手，以解決建築產業的設計及施工管理問題，亦可以同時管理建築物營運時的資訊。因 BIM 影響建築產業之發展深遠，國內已有內政部建築研究所著手針對 BIM 進行一連串之研究，「建築資訊模型(BIM)於建築物消防安全設備管理之應用」是建研所第一篇研究報告，裡面對於 BIM 之起源以及發展有詳盡介紹。

因應生命週期的控管特色，BIM 並不以細緻度來呈現模型，而是以發展程度(Level of Development)來描述建築模型的不同階段。美國建築師學會(American Institute of Architects, AIA)在 2008 年的 AIA E202 文件對 BIM 模型第一次做了發展程度的分級，分為 100、200、300、400 及 500 等五個等級，後續再修正後，成為現今熟知的 BIM LOD 分級，以下簡介 BIM 之 LOD 內容：

- LOD100：專案中 LOD 100 作為重要的專案量體評估研究，評估專案的面積、高度、體積、位置和坐向。此階段通常不考慮任何實際上專案細節，通常是用於專案前期規劃、視覺方案研究及基本的成本估價，當於 LOD 100 作業時，建築專案無太多的資訊。
- LOD200：包含專案內部大部分的建築元件，如牆、樓板、天花板、屋頂及開口等加入至模型，模型中牆壁上或是屋頂上的開口在 LOD 200 還未定義是否為門、窗或天窗等，並且大致清楚元件的厚度和更準確的空間配置和專案尺寸，元件僅代表專案中的位置，在此細緻程度可分析各元件的呈現效果，決定最佳元件使用，並且依面積、體積、元件數量進行成本估算。元件所使用的材質及樣式在此階段並未明確定義。
- LOD300：元件有精準的參數，如數量、尺寸、外觀、位置及坐向等，其細緻程度可能不會包含正確的物件或是內部的材質，但是能為物件加入特定資料、參考標註、限制或規格表，以生成相關施工文件。LOD 300 所呈現出來的細緻程度已有足夠的資料對專案內的物件做更詳細的系統分析，特定的成本估算和施工文件可以藉由 LOD 300 之模型產生。目前大多數 BIM 作業以 LOD 300 呈現，所以以 LOD 300 建立模型為絕佳的基準點，一開始即可展示個別物件的細節，但對物件吊裝及維護並

無更詳細資料。

- LOD400：LOD 400 之 BIM 物件必須包含細節資訊及各種屬性。模型元件精度具有要求，必須能製作出可以作為施工參考的施工文件，如 2D 平面設計視圖、組裝順序、材料單價及數量等等。LOD 300 和 LOD 400 最主要差別為在相同物件內所包含的資訊數量多寡及物件本身是否有內嵌或外連 2D 平面視圖。
- LOD500：LOD 500 為呈現出模型元件最精確的模型細節，但一般模型不需要精細到此等級的模型細節，除了元件細部的呈現以外其他地方並不多見，通常此模型細緻程度元件是依附在專案模型中，用於需要細緻程度之細部詳圖視圖中。大部分情況來說建置 LOD 500 模型不一定必要，因為 LOD 500 模型中的許多資訊是許多建築師不會用到的。專案模型中 BIM 元件是從建築師或設備製造商所建置提供的，所以他們只會依照建築師的需求而非設備製造商來建置元件。

BIM 模型能比傳統 2 維平面圖描述更多 3 維物件資訊，且 BIM 具有發展程度上之規劃，對規劃設計及施工管理上能考量的因素更多，因此記錄之資訊及成果也更細緻，造成資料格式較為繁複。而且 BIM 是一個方法論，並不是指一個特定軟體，可以實現 BIM 之軟體之間就缺少共同的資料格式，需要一套可支援其資料架構之編碼格式。為了提供一套編碼格式，使得相關模型之間能彼此轉換，國際組織 IAI(Industry Alliance for Interoperability，已改名為 buildingSMART) 機構開發一套標準格式，以支援 BIM 軟體之間的資訊交換，名稱為 IFC (Industry Foundation Classes)，目前已成為 ISO 16739 國際標準。目前 IFC 已廣泛使用於 BIM 模型之編碼。IFC 已釋出數個版本的 IFC 交換格式，目前最新之 XML 綱要為 IFC4(正式名稱又稱為 IFC2x4)。

3-3、國內現有三維建物模型

一、三維灰階建物模型資料及三維近似化建物模型資料

國土測繪中心管理各項基礎及核心之國土測繪資料，包括臺灣通用電子地圖、地籍圖和國土利用調查成果圖等各類圖資，並建置「國土測繪圖資服務雲」，藉由 2D、3D 圖臺的展示，以及豐富的網路服務，讓各單位使用者可應用及使用國土測繪成果。為擴大測繪資料應用層面及

推廣 3D GIS 應用，於 105 年辦理「三維近似化建物模型試辦計畫採購案」，利用地形圖、正射影像及 DSM 與 DEM 等現有資源，探討模型自動化建置效率及成本間的關聯性，藉此發展相對快速且經濟之模型建置及展示作業方式，作為後續三維城市建置與推廣之參考。此成果目前亦稱為三維近似化建物模型。該計畫案之目標列舉如下(參考自 105 年度三維近似化建物模型試辦計畫採購案工作總報告書)：

1.建物樓高賦予

都市計畫區可用一千分之一圖層中既有之樓層數資訊，若於非都市計畫區內，探討利用臺灣通用電子地圖之建物圖層，輔以 DSM 與 DEM 資料，以自動化方式萃取出建物樓高資訊之作業模式。

2.產製三維灰階建物模型資料

利用都市計畫區圖資(一千分之一地形圖)及第 1 項非都市計畫區臺灣通用電子地圖萃取出建物樓高資訊，產製三維灰階建物模型(KML/KMZ 格式)，並依樓高賦予不同顏色，以提升資料之視覺化效果。

3.建置三維近似化建物模型資料

利用都市計畫區圖資(一千分之一地形圖)及第 1 項非都市計畫區臺灣通用電子地圖萃取出建物樓高資訊，輔以正射影像及通用紋理材質庫，批次建立三維近似化建物模型，並進行屋頂(由正射影像擷取對應之屋頂影像進行貼附)及牆面之紋理貼圖(採通用近似化紋理模式)。圖 3-8 為三維近似化建物模型之展示截圖。

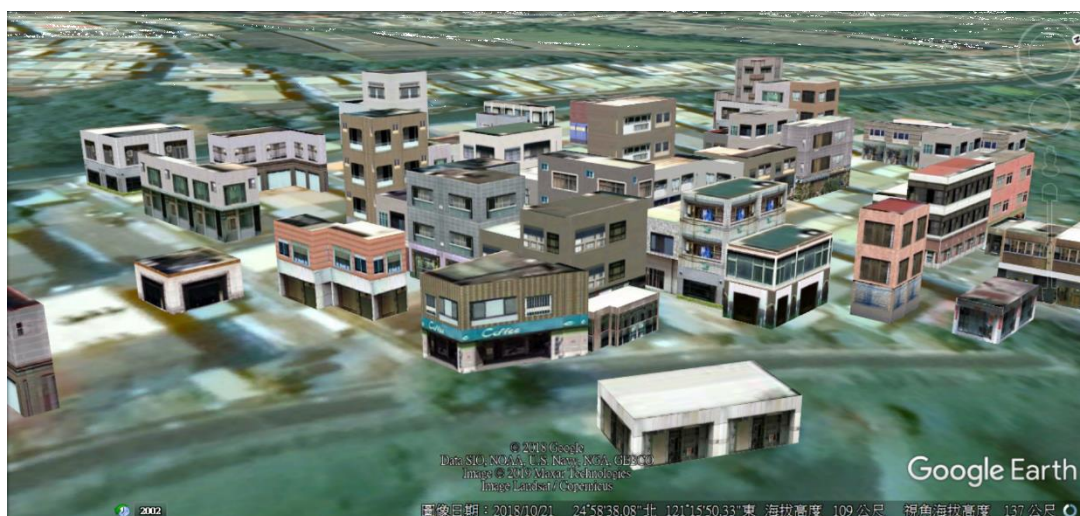


圖 3-8、三維近似化建物模型

二、三維精緻建物模型

內政部與國家發展委員會積極推動將現有 2D 國家底圖升級為 3D 國家底圖，定調以「數值地形模型 (DTM)」及「臺灣通用電子地圖」作為基礎資料進行加值，正式啟動「三維國家底圖建構工程」，以深化我國 3D 加值智慧應用及產業發展。內政部國土測繪中心於 108 年辦理「108 年度三維近似化建物模型建置工作採購案」，主要工作包含建物樓高萃取作業、建置三維灰階建物模型、建置三維近似化建物模型及建置 LOD3 精緻建物模型，作業範圍包含臺灣本島、連江縣、金門縣、澎湖縣及部分離島，建物模型總數量約為 310 萬棟，正式建立我國之 3D 國家底圖。

三維國家底圖建構工程除了三維灰階建物模型資料及三維近似化建物模型資料，另建置 92 棟符合 OGC CityGML 所定義之 LOD3 等級建物模型。「108 年度三維近似化建物模型建置工作採購案」目前由台灣世曦工程顧問股份有限公司執行(以下簡稱台灣世曦)，此 92 棟 LOD3 精緻建物模型，台灣世曦依照禁航區之限制，採取不同方案獲取資訊，包括使用無人機空拍影像搭配近景攝影照片，獲取建物實景資料，內業以三維建模軟體建構大量點雲資訊，最後輔以人工數化方式，建立高精度高細緻度 LOD3 精緻建物模型。若在禁航區，則採用高重疊近景攝影照片，以三維建模軟體建構大量點雲資訊，並以航測立體測圖產製屋頂結構線，輔以人工數化方式，建立高精度高細緻度 LOD3 精緻建物模型(參考 108 年度三維近似化建物模型建置作業計畫書)。圖 3-9 為三維精緻建物模型之截圖。



圖 3-9、三維精緻建物模型

三、三維地籍建物模型

內政部 96、97 年度委請高雄市政府地政局辦理之「多目標地籍圖立體圖資建置及查詢系統」示範作業，設計建物測量成果影像圖檔向量化應用軟體、開發建物立體圖資流通擷轉及物件精緻化處理軟體模組；98 年度內政部擇定部分直轄市、縣（市）政府辦理之「多目標地籍圖立體圖資建置計畫」試辦作業；99 年度內政部正式辦理都會區之多目標地籍圖立體圖資建置推廣作業。藉此，高雄市政府以持續進行多目標地籍圖立體圖資之建置，107 年度計畫廣續辦理高雄市農 16 區段徵收區周圍地區，並擴大範圍至 100 年後完成且發展快速之公辦市地重劃區等作業區之三維地籍產權建物，推動三維地籍產權建物之成果應用展現，作為全臺三維地籍產權建物管理之發展參考。

高雄市政府推動之三維地籍建物資料模型，依作業程序所產生之成果包括有三種類型(參考 107 年度多目標地籍圖立體圖資建置計畫案第二期報告書)：

- 「三維地籍建物產權模型」，主要是依據二維建物測量成果圖的主、附屬權利範圍線予以重組成建物樓層平面圖，再依建物樓層高度予以組合成之整棟式三維建物，此模型實質上為具有以建號為單元，更細緻於 CityGML 之 LOD 1~2 之三維灰階建物模型，可以建號(或門牌號)連接所有地政資訊相關屬性資料。
- 「三維地籍建物基礎模型」，係延續前項成果再參考建物竣工圖資料，於建物平面圖上增加內部隔間、門、窗、柱、陽臺、雨遮等資料，建立具有建物內、外部結構相當於 CityGML 之 LOD-3~4 可視性層級之三維建物模型。
- 「三維地籍建物細緻模型」，乃再參考街景圖將三維地籍建物基礎模型進行近似紋理、建物樓層群組、建號群組等處理，使具符合建物外觀並具建號獨立物件之建物模型，可作為後續分享加值應用。

圖 3-10 左側為三維地籍建物產權模型，右側為三維地籍建物基礎模型。圖 3-11 為三維地籍建物細緻模型，皆取自 107 年度多目標地籍圖立體圖資建置計畫案第二期報告書。

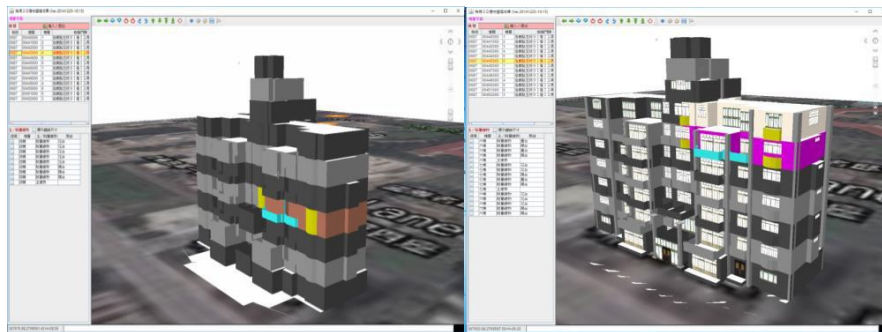


圖 3-10、三維地籍建物產權模型(左)、三維地籍建物基礎模型(右)

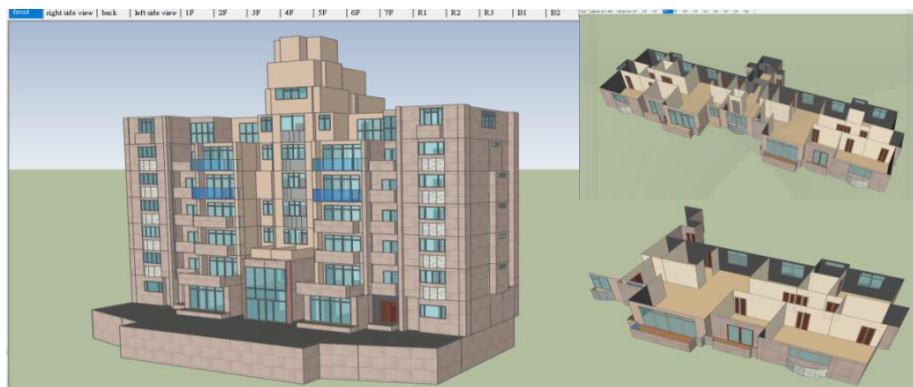


圖 3-11、三維地籍建物精緻模型

四、地方政府之建物模型

(一)臺北市

1. 智慧城市 3D 臺北

由臺北市政府自 99 年度起利用 Google Earth 平臺發展「智慧城市 3D 臺北」系統（系統網址：<https://3d.taipei>），以期能夠提供嶄新的市政資訊公開管道，透過各項資訊空間化及圖像化，強化資料可讀性，並透過互動式操作，以生動的方式讓市民了解臺北市重要市政建設成果、市政活動訊息及便民服務措施(參考來源：政府機關資訊通報第 307 期)。本系統目標如下：

- 建立擬真 3D 數位臺北城。
- 拓展 3D 地理資訊應用系統之發展，逐步收納本府各局處之建設成果及便民措施，提高便民服務和提升行政效率與決策的品質。
- 探討及開發創新性 3D GIS 服務及功能，作為本府未來建置 3D GIS 共用圖臺之應用基礎。

- 深植臺北市政府各單位有關 3D 地理資訊應用之概念。

- (1) 建置方式

該系統係利用 Google Earth 為展示平臺，介接局處既有資料再予加值應用，並依各主題應用需求以 Google Earth API 及 Javascript 撰寫應用系統。利用既有資源(都市發展局地形圖、建物輪廓圖資以及航照影像等基礎資料)，搭配 Google 街景圖，以經濟快速的方式完成全市約 22 餘萬棟建物自動化 3D 建物模型。

- (2) LOD

該系統建模成果與實景相較，已具有相當程度之擬真性，其建物已達到 LOD 2 之細緻度。且全市之建物具有精確之建物屋頂紋理貼圖。



圖 3-12、智慧城市 3D 臺北系統畫面

- (3) 三維模型應用與網路服務

該系統所收納之資料包含「重要統計資料庫」、「物價統計資料庫」及「家庭收支資料庫」等三大資料庫，各大資料庫分別包含不同之細項資料，提供「依年別」、「依月別」及「依行政區」等查詢選擇。以下項目輔以圖片舉例：

● 雨量監測站

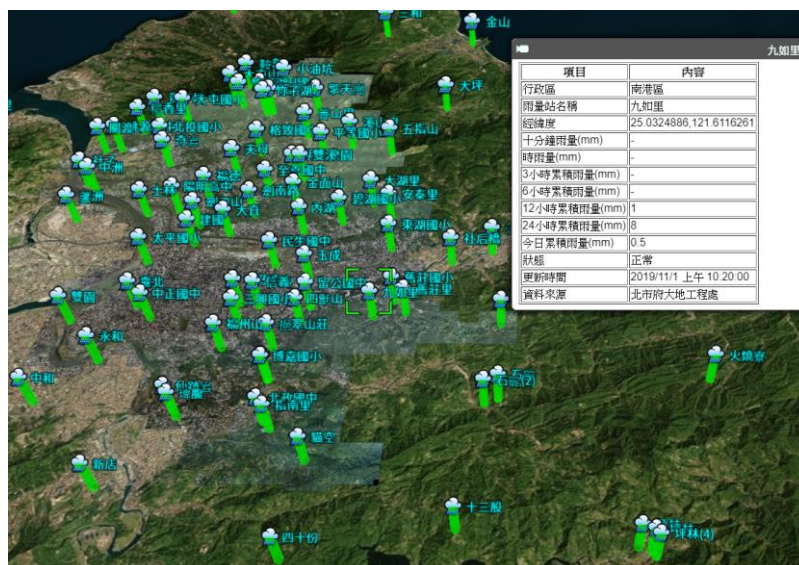


圖 3-13、雨量監測站圖示

● 空氣品質監測

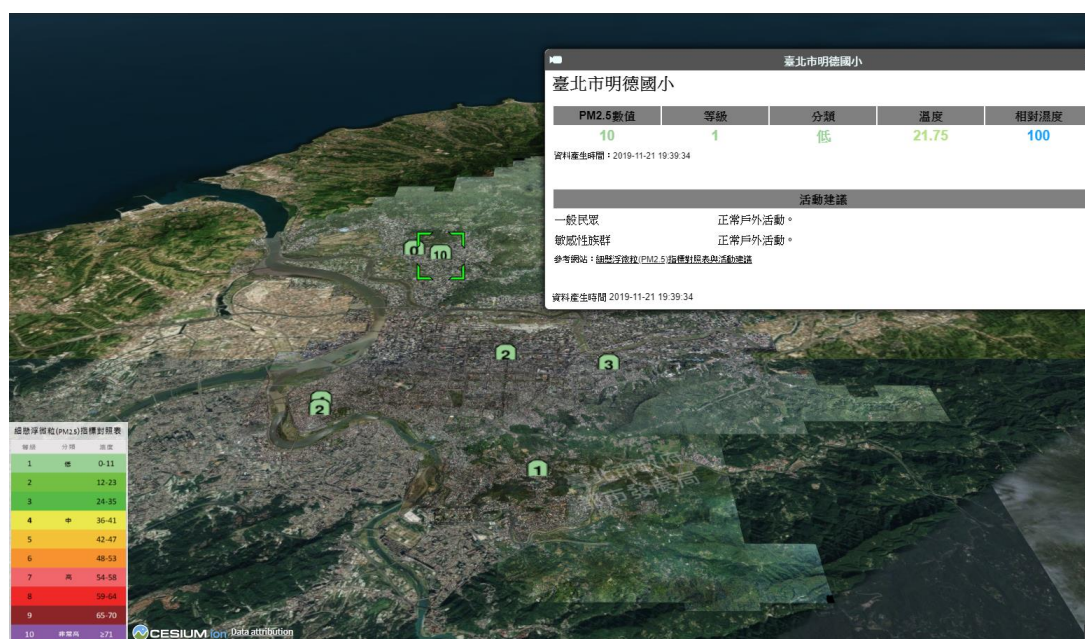


圖 3-14、空氣品質監測圖示

● 實價登錄

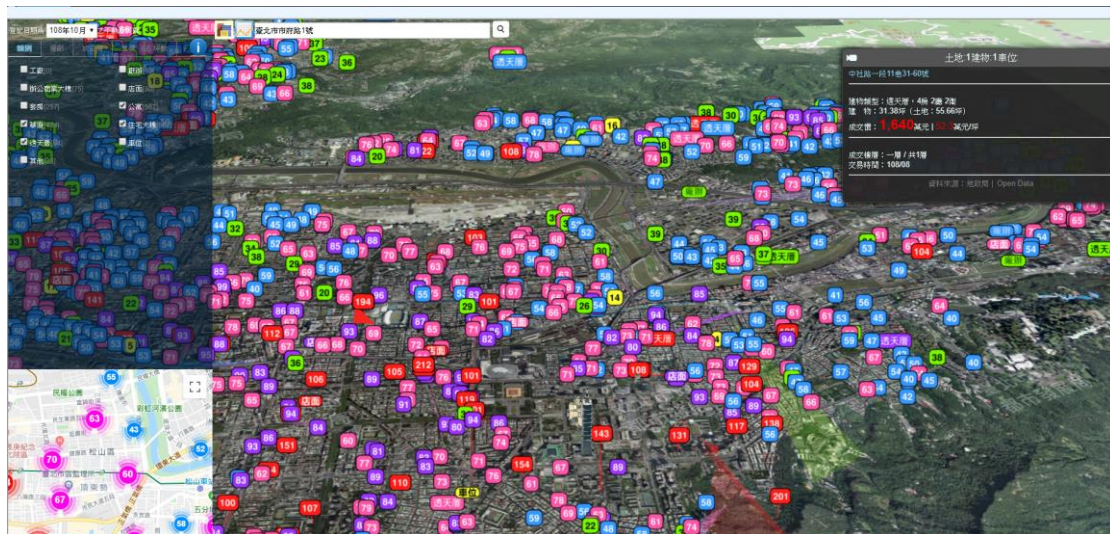
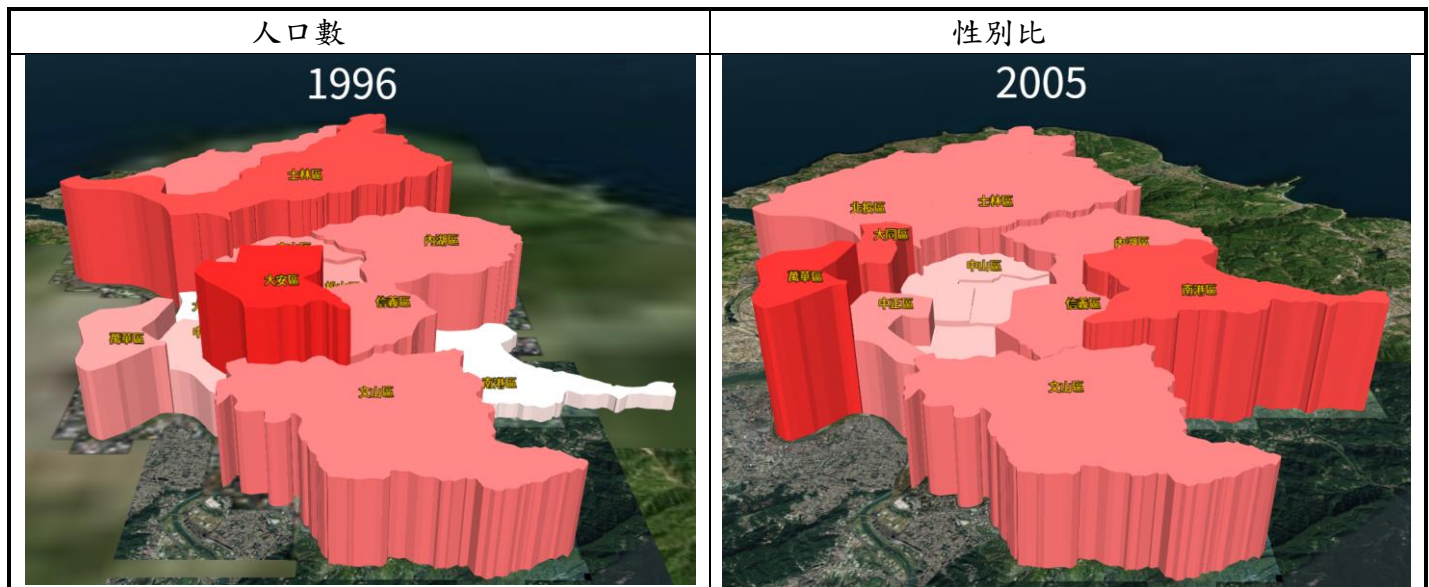


圖 3-15、實價登錄圖示

● 亦有 3D/4D(含時序)統計地圖之展現

表 3-2、3D/4D(含時序)統計地圖



2. 臺北市歷史圖資展示系統¹

臺北市政府都市發展局於 101 年建置完成「臺北市歷史圖資展示系統」，提供臺北市多時期、多樣的基本地理圖資。此系統結合 Google 與地理資訊系統(GIS)的特性，建立一套具備空間圖形操作

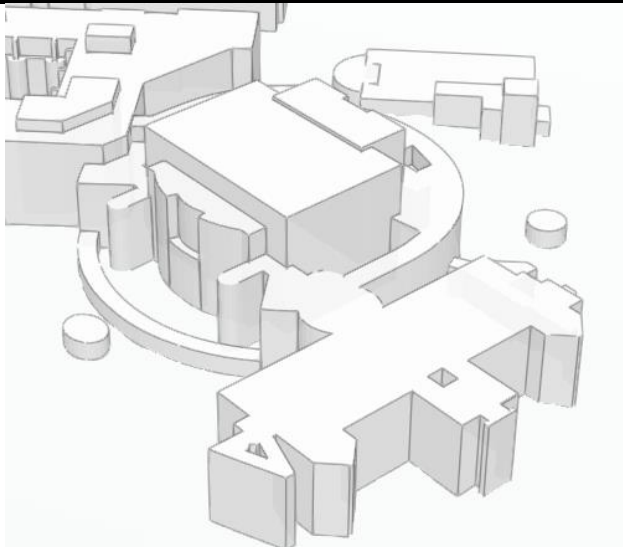
¹ <http://www.historygis.udd.taipei.gov.tw/urban/3D/3D.aspx>

功能的歷史圖資展示查詢系統，使用者可用流覽器軟體線上操作網頁，進行圖資套疊、定位查詢、長度及面積量測、列印及 3D 建物瀏覽功能等。

(1)建置方式

該系統以 Google 地圖為底圖，結合 ArcGIS Server 發布臺北市都市計畫發展局自有之地圖服務，並使用 Google Maps API 及 ArcGIS Server Javascript API 所開發的 WebGIS 應用系統。此系統結合全市數值地形圖、航測正射影像及數值地形模型，創建三維城市模型，作為發展智慧城市之基礎。模型種類依細緻度可分為：積木模型、仿真模型、真實模型三種，如表 3-3 說明。

表 3-3、模型種類

積木模型 利用數值地形圖之「建物輪廓」及其「真實建物高度」，生成屋頂為平面之 LOD1 模型。	
仿真模型 以積木模型為基礎，屋頂敷貼建物航測正射影像，牆面敷貼仿真隨機之 LOD1 模型。	

真實模型 具有屋頂結構且以真實拍攝照片作為材質敷貼之 LOD2 模型。包含忠孝東西路沿線、內湖科技園區及中研院等。	
--	--

(2)LOD

由前面表 3-3 可看出臺北市歷史圖資展示系統之建物等級為 LOD 1~LOD 2。

(3)三維模型應用與網路服務

除提供使用者視覺化、直覺化的查詢工具外，並以套疊方式了解地物變遷，此外還有一些基本圖資可讓使用者參考應用，如地形圖、1/1,000 圖框、地籍圖、土地使用分區圖等，提供各種空間或屬性等條件查詢方式，協助使用者快速定位至所需空間範圍。此外也提供地圖繪製、距離及面積測量等功能，也可以繪製剖面圖。臺北市政府並於 103 年進一步提供符合 OGC 標準的網路地圖圖磚服務(Web Map Tile Service, WMTS)，讓 GIS 軟體或服務系統可以自由介接使用，增加資料流通性及應用便利性(參考來源：<http://gis.rchss.sinica.edu.tw/mapdap/?p=5288&lang=zh-tw>)。



圖 3-16、面積量測

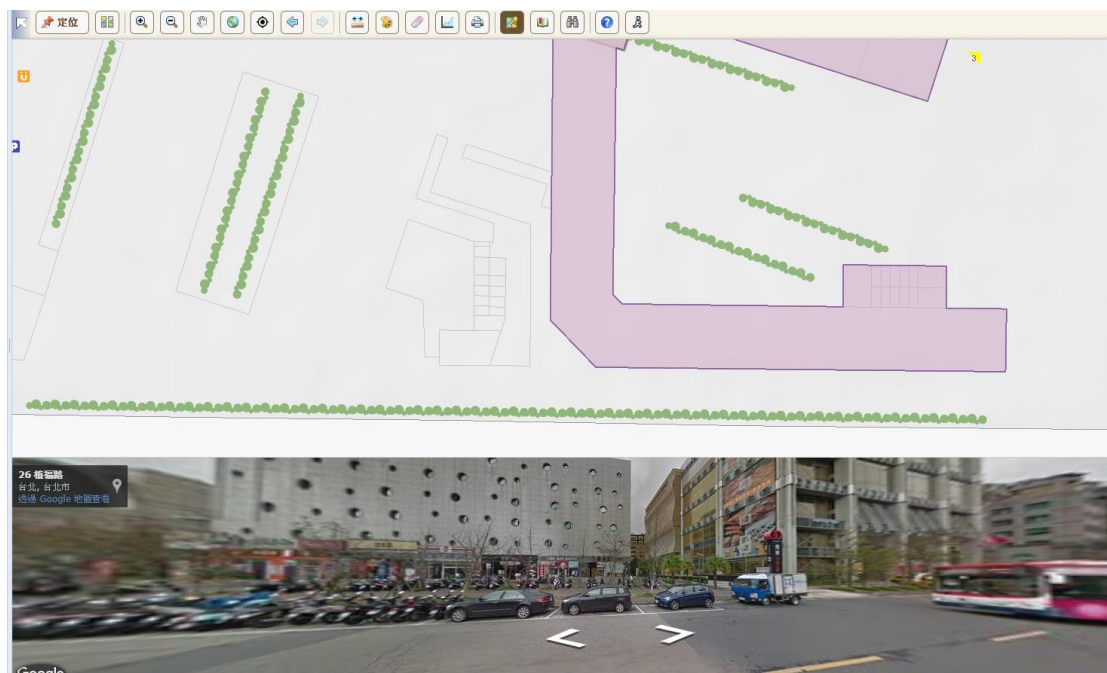


圖 3-17、街景

(二) 新北市

1. 計畫背景與執行單位

新北市城鄉發展局自民國 86 年起開始測製都市計畫區 1/1000 數值航測地形圖作業，並於民國 103 年起建置頭前重劃區、新莊副都心的三維城市模型，於民國 105 年完成板橋江翠北側、新板特

定區、府中 456 特區、臺灣藝術大學、浮洲地區串聯之帶狀範圍以及三重二重疏洪道兩側範圍，於民國 106 年建置鶯歌三峽地區(約 611 公頃)、淡水竹圍地區，於民國 107 年建置捷運環狀線第一期路線 15.4 公里，預計 108 年下半年可完成相關模型建置。

2. 建置方式

首先從航空攝影測量產出的地形圖中萃取三維結構線，以使三維建物模型可在正確位置建製而成。接著從航測製成的正射影像中取得建物屋頂，並以街景車、地面攝影補充航測照片較難取得的建物側邊影像，將建物側邊影像服貼於三維建物模型上，並依據建物屋頂(平屋頂/斜屋頂/圓屋頂等)及建物使用類別等屬性賦予建物屬性，完成三維城市模型。

3. LOD

新北市城鄉發展局遵循地理開放空間協會(Open Geospatial Consortium,OGC)的 CityGML 標準，依據建物不同的重要程度，分別建置 LOD1、LOD2、LOD3 的三維建物模型，建製方法與建物屬性如表 3-4。

表 3-4、LOD1~LOD3 建置方法及屬性比較表

	LOD1	LOD2	LOD3
測量方式	航測+空載光達	航測+空載光達 +UAV 輔助	地面光達+UAV 輔助
模型生成	立製線輔助	立製+光達輔助	光達點雲輔助
建物屋頂影像	航拍正射影像	航拍正射影像	航拍正射影像
建物側面影像	隨機貼圖	真實影像	真實影像
屬性建置 (CityGML)	1. 房屋類別 2. 門牌地址 3. 房屋高度 4. 樓層數	1. 房屋類別 2. 門牌地址 3. 房屋高度 4. 樓層數 5. 屋頂類型	1. 房屋類別 2. 門牌地址 3. 房屋高度 4. 樓層數 5. 屋頂類型 6. 房屋裝置



圖 3-18、新北市 LOD1 模型



圖 3-19、新北市 LOD2 模型



圖 3-20、新北市 LOD3 模型

4. 三維模型應用與網路服務

三維模型可模擬都市設計的各種情況，如視域分析、日照模擬分析、天際線分析等，如圖 3-21~圖 3-23。



圖 3-21、視域分析



圖 3-22、日照模擬分析

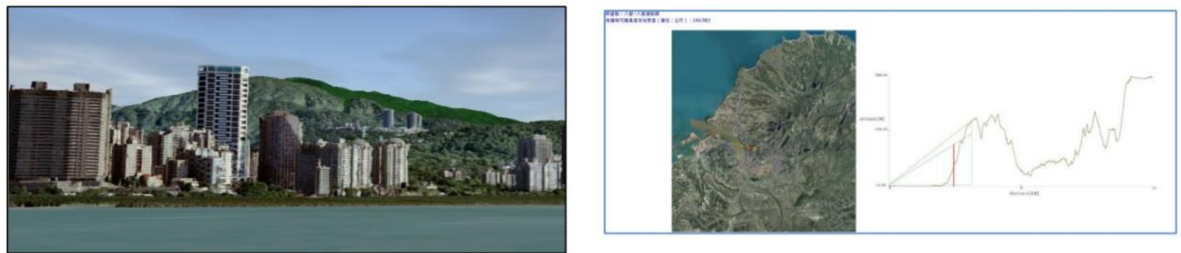


圖 3-23、天際線分析

五、小結

國內三維建物模型之應用不僅於視覺展示，為提供後續更多應用，本案更納入了不同階層空間單元及地址之規劃，建製單位在產製三維建物模型時，應避免「有斜屋頂就是 LOD2，有門窗開口就是 LOD3」之迷思，亦須將三維建物之位置精度納入考慮，使得使用者後續在應用三維建物模型時，建物模型之空間位置可提供更多決策依據。資料產製單位應依據 CityGML 對於 LOD 細緻度之規定(可參見表 3-5)，在平面/高程之位置精度，LOD1 應具有 5m/5m，LOD2 為 2m/2m，LOD3 為 0.5m/0.5m，以確保資料之位置精度。

3-4、三維建物模型資料標準(草案)設計策略

我國相關單位推動三維地理資訊已有多多年，但因缺乏整體發展之共識，在技術規格上有相當之落差，也因此增加了使用者之資料處理負擔及對資料建立正確認知的困難。配合國發會推動之三維國家底圖計畫，我國預計於今年底將會有涵蓋全國之三維建物模型資料，由於原始資料預計採用 1/1000 地形圖及臺灣通用電子地圖資料，其規格預計為 LOD1（參照 OGC CityGML 之規定）之三維灰階建物模型及三維近似化建物模型。惟本計畫之目的及規劃內容不應侷限於該計畫之生產成果，必須將我國各類三維建物模型納入，並具體加以規定後，納入一致之種類及等級分類架構，以使各單位之後續作業得以具有共同之規則可循，並可因此具有明確之規格與品

質，以提昇後續跨領域互操作應用之成效。經整體評估後，本團隊執行本標準之設計策略羅列如下：

一、採用 OGC CityGML2.0 版為設計藍本

三維建物資料標準之目標為促進三維建物資料可以開放之資料記錄架構對外流通，因此必須明確規定模式化之策略及採用之資料格式。依過去國內外之標準推動經驗，資料標準之應用綱要設計可以採取自行設計或引用國際間已具有共識之標準等兩類作法。自行設計可以完全客製化評估，可滿足特定主題業務資料之特性，無論簡單或複雜之關聯，都可依本身之需求規劃類別、設計屬性與類別間之關係，再轉換為開放規格之資料表示方式。所謂的開放規格資料表示意味資料格式必須符合「開放」之條件，此部分可再依循特定之國際技術標準（例如 GML、KML 等）或完全自訂（例如我國過去制訂有標準交換格式 SEF）等兩類作法。相對而言，國際標準之優勢為已形成採用該標準之族群，包括內容設計、規格條件、編碼處理、軟體支援及成功個案等，都可參考引用，通常也有軟體配套可供引用，可大幅縮減開發及推動之成本；缺點則是其內容未必完全符合我國之需求，如果其設計規定沒有彈性，後續之推動就不免綁手綁腳，窒礙難行。經過綜合比較國際間推動三維建物發展之成果，本團隊建議採用 OGC 之 CityGML2.0 為設計之藍本，主要原因包括：

- 具有明確之細緻程度（Level of Detail）之等級規劃，該等級規劃普遍為國內外產官學研接受，具有高度共識。
- 具有明確之應用綱要設計，包括僅描述建物外框及強化語意之整體類別架構規劃。
- 設計資料具有彈性，可擴充屬性或以應用領域擴充之方式增加我國需要之屬性或類別。
- 基於已公開之開放規格，便利發展與國內現有資料內容之轉換配套機制。
- 有許多免費資源可以直接應用，無須自行開發。
- 已有相關軟體格式之間相互轉換之配套。
- 包括城市各類現象之設計綱要，未來如要擴充納入其他類別資料，整體架構之一致性得以維持。

- GML 或 JSON 之資料格式已在國土資訊系統標準制度推動多年，業界之接受度高，且具有處理之經驗。
- 建置內容在與串流服務結合部分已有技術標準之配套。

雖然 CityGML2.0 並非沒有缺點，例如上述之 LOD 規劃雖然廣為引用，但也被認為缺乏彈性，造成許多規格之資料無法透過 CityGML 之既有 LOD 分級架構描述，另外因 CityGML2.0 為於 2012 年公布，與近年出現之 IndoorGML、BIM 或甚至 LADM (Land Administration Domain Model) 等與三維建物有關之新興標準如何結合運作也必須考量。OGC 近年一直在評估 CityGML 之改版事宜，甚至 CityGML 之專屬網頁已將 2.0 版之內容關閉，宣告後續將以 CityGML3.0 標準取代。但 CityGML3.0 因牽動過大，遲遲未能正式為 OGC 所投票通過。本團隊評估即令通過，新版標準仍然會有一段長時間的磨合過程，典型狀況為資料必須因應新宣布綱要之內容設計而調整，並發展配套，先前討論之使用族群及支援軟體配套有可能反而不會成為新版標準之優勢，國內之推動勢必無法於短時間到位，因此本計畫之推動仍以 CityGML2.0 之架構規劃。本團隊分析 GitHub 上之 CityGML3.0 初步綱要（尚未正式通過，但其推動時間表預計於本年 11 月確認）後，發現其內容有相當之改進，尤其在建物相關語意類別之規劃上有許多更為明確的設計。因其設計宣稱將向下相容，因此初步評估即使採用 CityGML2.0 為本次標準設計之藍本，建置之資料內容在未來仍可能轉換為 CityGML3.0 之規定格式，但時間點必須審慎拿捏。綜合以上之討論，本團隊以 CityGML2.0 為標準之設計基礎，並依設計成果評估與現行以各類開放或商業資料格式之間的轉換關係。

二、決定資料標準之適用範疇

任何標準設計之第一項重點工作為決定其範疇，由此決定必須納入之資料主題與種類，再針對其特性加以設計，於標準文件中統一規定其對象與範疇。本標準之對象為三維建物，因此具備三維之空間表示為其基本之要求，建物之定義則參照地形資料分類架構之相關定義(地形資料分類架構中名稱為房屋)，為「固定於土地上具有頂蓋、樑柱、牆壁之建築物，供營業、工作或住宅用，包括永久性、建築中、臨時性等。」，可因此初步界定本標準之適用範疇。基於此定義，本標準將排除建築區型式之資料，該類資料常見於小比例尺之地形圖，其作業為將多棟建物與其週邊道路合併為建築區之資料，其幾何表示通常為單一之多邊形。

若與不同比例尺之資料（例如道路）套疊，可能發生道路穿越建築區之情形。

基於上述設定，三維建物模型資料標準設定之範疇原則上涵蓋國內以任何測繪或設計技術所建置完成之三維建物資料（包括 BIM 資料），但進一步規定三維建物之模式化成果須依據本標準規定之細緻度、精度、幾何表示、語意及應用綱要建立。且基於各領域之需求不同，標準僅規定三維建物共同特性之描述架構，以滿足三維建物資料之共同應用為目標，不包括三維建物於特定領域應用之內容規定。

三、設計對象為現實世界有意義之物件

有別於僅能提供視覺展示之三維地理資訊成果，本標準之三維建物模型資料將依現實世界具有明確意義之物件加以規劃，亦即並非可展示即可，必須由單一物件模式化之概念設計，整體設計之理想為每一個圖徵資料的描述成果都可對應現實世界之單一物件，如此與該單一物件有關之屬性才可正確與此三維表示空間物件關聯。CityGML 在建物之模式化設計中提供了 Building 及 BuildingPart 等兩項類別，兩者均繼承自 _AbstractBuilding，且可由 BuildingPart 聚合至 Building。簡而言之，本策略必須歸納欲描述之三維建物對象，分析其以 Building 類別描述或透過 Building 與 BuildingPart 兩類別描述之配套，因此可引用 CityGML 各預設類別之內容來描述其相關特性。這樣的作法可突顯 CityGML 具有語意設計之優勢，也具有承接或鍊結各單位業務資料，並以互操作性之模式運作之優勢。

以三維建物之外觀描述為切入點，其對象通常為一棟建物，但此表示涉及實務之資料建置是否執行分棟作業之考量。以臺灣通用電子地圖之建物資料為例，其建物多邊形並不會針對連棟建物進行分割，因此該物件事實上較適合以「幢」定義，因此設計作業之考量為如何透過 CityGML 之預設 Building 類別，將此「單幢」建物具體加以描述。

四、LOD 規格

一般對於 CityGML 標準之 LOD 規定常以是否有平頂房屋、斜頂房屋及是否有開窗開門為判斷依據，但事實上 CityGML2.0 規格中對於每一個 LOD 均制定了具體的條件或參數規定（表 3-5），雖然並非所有規定項目均可具體量化，但對於是否符合特定 LOD 仍算有可供評估與比較之依據。LOD 之規定可能在 CityGML3.0 有較大幅度之變革，但在未

定案前，建議仍應採行現有規格。相關規格將明確納入標準之內容，並要求所有建置單位「必須」評估其建置資料之規格與品質，以使用正確之三維建物模式化等級，避免使用者之錯誤判斷。舉例來說，一個具有山形屋頂之房屋在 LOD1 將以平頂房屋之方式呈現，使用者因此在檢視 LOD1 之建物資料時，必須了解所看到之資料成果或許與現況可能會有落差之可能。但相對而言，若在檢視 LOD2 之資料時，山形與平頂房屋均必須以其應用之型態顯示其屋頂之狀況，此時平頂房屋就表示其在現實世界也為平頂之房屋。

表 3-5、CityGML 對於 LOD 之建議規定

	LOD1	LOD2	LOD3	LOD4
模型尺度描述	城市、地區	城市、市區	市區、建築模型、地標	室內建築模型、地標
精度分類等級	低	中	高	非常高
三維點位絕對精度(位置/高程)	5m/5m	2m/2m	0.5m/0.5m	0.2m/0.2m
模型簡化	以簡化圖徵呈現物件區塊； 所佔面積 >6*6m/3m	以簡化圖徵呈現物件； 所佔面積 >4*4m/2m	以真實圖徵呈現物件； 所佔面積 >2*2m/1m	以結構性元物件、門窗開口呈現物件
Building installations	無	有	具代表性的外部圖徵	實際物件
屋頂結構展現	平坦屋頂	差異化的屋頂結構	實際物件	實際物件
屋簷懸掛部分	無	有	有	有

五、平面及高程資訊參考國家相關基準

為便利三維建物資料之流通及空間絕對與相對位置之確認，本標準規定流通之三維建物資料「必須」以國家相關圖資之平面及高程基準或坐標系統記錄，以構成整體之三維空間呈現及分析相對位置關係。參考國內常見地理資訊圖資，平面位置以二度分帶橫麥卡托投影之平面坐標及 WGS84 經緯度系統為主，高程以 TWVD2001 為準。基於本項規定，凡不具有描述地理空間坐標系統能力之資料格式必須先能解決地理空間坐標系統之描述需求後，才能透過本標準之規定架構流通。原則上可以國際坐標參考系統標準化代碼 (EPSG) 描述者優先採用之，若尚未具

有標準化代碼，則必須擴充設計記錄坐標參考系統名稱或代碼之屬性，或參考 ISO19111 中有關坐標參考系統描述之標準化描述配套，透過相關類別與參數記錄其對應之內容。目前我國所生產之圖資主要參考二度分帶 TM 投影之系統或 WGS84 建置，原則上沒有太大問題。

六、釐清建物之階層關係

一般以展示為主之三維建物資料係以其外觀為主，並不特別考量物件化之觀點，因此可能面對某幾何展示資料並沒有明確對應物件之情形。在界定設計對象必須為有意義之物件後，另一項重點為物件之間是否存在特定關係。三維物件之間可能存在各類關係，以標準之設計及可建置之內容而言，必須評估須納入設計之關係，不見得要記錄「所有可能之空間關係」，例如描述空間單元之間可能存在相鄰或樓上／下之關係。若要記錄此類空間關係，除了必須兩類關係均明確給予定義外，還必須建立空間關係分析的演算法，才能正確產生分析之結果。本標準之研訂擬以具有意義物件之基本空間組成關係為主，概念上預計包括幢、棟、層與戶的關係。其中棟、層與戶之關係較易釐清，原則上以棟為基本單元，其下可依建物型態而由層或戶組成，提供不同層級之描述。雖然概念上不難建立這樣的空間階層關係，但實務上可能面臨沒有實際層與戶之空間表示的情形，因此標準化之表示或許考量僅有屬性表示的情形。就現有資料之分析而言，例如一幢建物與其構成之多棟相連透天建物之間的關係，理論上同樣可以透過階層關係記錄兩者之間的組成。在不額外增加類別之考量下，不同階層空間單元之關聯性原則上將以擴充屬性之方式記錄其識別碼。

七、評估語意化物件之表示

歸納具有意義之三維模式化建物物件類別後，即可進一步設計各類別之屬性。基於採用 OGC CityGML 之主要策略，首先必須引入各預設類別之設計屬性及評估各屬性之規定內容。屬性之設計主要有兩項評估作業，第一為其預設屬性之規定記錄內容（例如識別屬性之記錄內容及格式與我國國內狀況是否相符）及其必填/條件/選填條件是否符合我國國情之需求。第二則為以 generic attributes 之方式增加我國國情所需之相關屬性。其設計架構原則上以 CityGML 之綱要為主，但於標準文件之資料典提供依我國國情需求而設計填寫內容之相關配套與規定。

表 3-6、CityGML 各類別預設物件屬性整理

CityGML Class	Attribute	Type	Multiplicity
CityObject	createDate	xs:date	0..1
	terminationDate	xs:date	0..1
	relativeToTerrain	RelativeToTerrainType	0..1
	relativeToWater	RelativeToWaterType	0..1
_AbstractBuilding	class	gml:CodeType	0..1
	function	gml:CodeType	0..*
	usage	gml:CodeType	0..*
	yearOfConstruction	xs:gYear	0..1
	yearOfDemolition	xs:gYear	0..1
	roofType	gml:CodeType	0..1
	measureHeight	gml:LengthType	0..1
	storeysAboveGround	xs:nonNegativeInteger	0..1
	storeysBelowGround	xs:nonNegativeInteger	0..1
	storeysHeightsAboveGround	gml:MeasureOrNullList Type	0..1
	storeyHeightsBelowGround	gml:MeasureOrNullList Type	0..1

八、歸納我國現有三维建物之型態

我國在過去年間有許多單位推動三維建物之發展，由於使用之資料蒐集工具不同，致使生產三維建物之規格、品質與模式化策略有相當之差異，因此可提供之應用也有所不同。本標準之範疇設定為具有明確物件化之三維建物資訊，依此原則歸納分析蒐集自各不同單位之三維建物資料，評估將其具體歸整於 CityGML 不同 LOD 建物規格之可行性，如此才可符合 CityGML 以指定 LOD 包裝三維建物資料之規定。我國各類不同規格三維建物資料已於 3-3 節說明，簡單歸納如表 3-7：

表 3-7、國內三維建物模型與 LOD 之整理表

三維建物模型	CityGML Feature	LOD1	LOD2	LOD3	LOD4
灰階建物	Building	✓			
近似化建物	Building	✓			
精緻建物	Building、BuildingPart			✓	
三維地籍建物	Building、BuildingPart			✓	✓

九、規劃不同型態建物之模式化策略

就 CityGML 之設計而言，不同型態之建物均「必須」透過基礎於 _AbstractBuilding 之相關類別設計，此設計可因應不同型態（例如公寓、華廈、大樓、透天）及不同細緻程度之描述。實務推動時必須評估與衡

量各型態建物之表示方式，否則不同作業單位之建置方法、資料選擇及模式化方式可能各自不同，仍可能在整合作業時發生障礙與困難。經評估所蒐集建物之型態後，具體之模式化策略羅列如下：

- 透天厝型式之建物以 Building 類別記錄，可使用不同 LOD 之 BoundarySurface 或不分類之 MultiSurface 記錄其結構。外結構物可以 BuildingInstallation 類別記錄。如為三維地籍建物，層、戶可用 CityObjectGroup 及 BuildingPart 記錄，呈現一戶多層之結構。
- 其他任意型態之建物(包含公寓、華廈、大樓)以 Building 類別記錄，可使用不同 LOD 之 BoundarySurface 或不分類之 MultiSurface 記錄其結構。屋外結構物可以 BuildingInstallation 類別記錄。如為三維地籍建物，層、戶可用 CityObjectGroup 及 BuildingPart 記錄，呈現一層一戶或一層多戶之結構。

十、納入地址資訊之考量

就前述之階層式三維建物觀點而言，建物與地址之關係可至少發生於幢、棟、層與戶之間。本標準之設計考量為與該描述三維建物「相關」之地址，意味戶與地址的關係可能為 1:1，但層、棟與幢之關係則可能為 1:1 或 1:N，其中 N 包括沒有對應地址的情形。基於 CityGML 本就有建物與地址關連性之設計，因此只要可將我國之地址資料以 CityGML 預設之 address 類別描述，原則上即可滿足相關之需求。不過這樣的設計有無法直接使用我國「地址位置資料標準」設計類別之缺憾。基於與國際標準接軌及軟體支援度之考量，建議以兩地址類別內容對應轉換之方式因應。圖 3-24 顯示 CityGML 標準之 Address 類別，圖 3-25 顯示「門牌地址資料標準」之門牌類別：

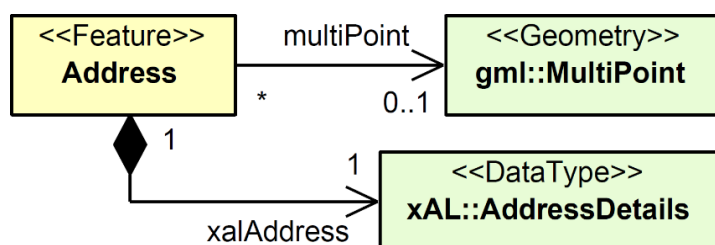


圖 3-24、CityGML Address

<<FeatureType>>ADDR_門牌 +空間位置: ADDR_Geometry +門牌地址: ADDR_門牌地址 +時間: TM_Primitive +時間代表性: ADDR_時間代表性代碼 +代表位置: ADDR_位置代碼	<<union>> ADDR_Geometry +GM_Point +GM_Surface	<<enumeration>> ADDR_時間代表性代碼 +供應時資料庫之版本時間 = 01 +歷史門牌 = 02
<<DataType>> ADDR_門牌地址 +門牌: CharacterString +省市縣市: CharacterString +鄉鎮市區: CharacterString +村里: CharacterString +鄰: CharacterString +街路段: CharacterString +地區: CharacterString +巷: CharacterString +弄: CharacterString +街: CharacterString +門牌號: CharacterString	<<enumeration>> ADDR_位置代碼 +由現地調查門牌所在的建築物 = 01 +由現地調查門牌所在建築基地內某個點 = 02 +由現地調查門牌所在建築物內某個點 = 03 +由現地調查釘門牌的點 = 04 +由起迄門牌內插 = 05 +未知 = 06	

圖 3-25、門牌地址資料標準

隨三維建物資料之日漸豐富，三維建物資料標準終將面對門牌位置是否為三維表示之課題。我國現有之門牌位置資料均為二維表示，意味其位置並沒有高程資訊。但目前之三維地籍建物資料在加入竣工圖之高程資訊考量後，已具有產生該地址「代表三維坐標」之可能性（以三維單點坐標代表該地址對應三維空間實體之近似代表位置），除刺激三維地址資訊之推動外，也有利於三維地理資訊應用之推動。CityGML 標準之地址資料係以 GM_Point 類別記錄，該類別本就具有描述三維坐標之能力，因此無須修改就可應用於三維地址之描述。

十一、加入時間因素之評估

就地理資訊之推動觀點，任何地理資訊之描述內容均具有時間性，亦即代表某時間之狀態，在另一個時間，該物件之狀態可能改變，記錄之內容應該要配合改變，否則可能發生分析與決策錯誤之情形。未能注重時間性可能造成跨領域資訊整合分析之重大問題，因此本標準規定三維建物資訊須配合說明其記錄內容之「測製時間」，以避免誤用之情形。原則上可直接引用原始資料（例如點雲、拍攝影像）等時間。本項設計原則上將使未來流通之三維建物資料具有時間（包括版本）及規格（等級）之資訊，除便利跨領域之屬性關聯外，也可協助時序展示之相關應用。

十二、Generic attributes 共同屬性之規劃

基於 CityGML 之設計架構不可能滿足全球不同國家之建物型態及描述需求，CityGML 提供 generic attributes 之設計方式，可在其原始設

計類別內容中增加特定屬性，以滿足資料之流通需求。前述分析顯示我國三維建物資訊之流通將以延伸設計 CityGML 類別之方式進行，因此必須考量欲納入之屬性適合納入於哪個類別，由於類別之設計常有繼承性之設計，代表一旦納入上層之類別，其下延伸設計之所有類別也將繼承此擴充屬性，必須審慎為之。經評估後，擴充屬性設計於 CityGML 內之 _AbstractBuilding，依此可將擴充屬性記錄於所設計之不同型態及不同空間單元的語意物件之內，實際資料編碼時以 Building 及 BuildingPart 兩個類別為主。

十三、三維建物外觀資訊

以目前之三維建物表示而言，有三類主要作法，第一類為使用拍攝之影像進行貼圖，與現況有較高之吻合度，尤其使用在精細度較高之建物上，其時間性描述可直接引用。第二類為使用外觀之材質庫，意謂由材質庫中挑選與建物實際外觀接近之影像進行貼圖，與第一類作法之成果具有落差，但仍可提供較為直觀之展示，最後一類為未敷貼材質之情形，一般為灰階之表示，擬真度之表示較差。就實務之應用而言，第一類與第二類作法之成果差異未必可以立即區隔，實務作法甚至有屋頂採用影像及牆壁採用材質庫之情形，因此應評估是否於每個表面之表示增加描述屬性，以便利區隔。這樣的需求勢必將增加測製單位之作業負擔，但也可避免應用單位錯誤使用或判斷三維建物資料之情形。CityGML 具有 Appearance 類別，可用以記錄對應牆面或屋頂之貼圖影像，另外可設計一個擴充屬性記錄貼圖影像為真實影像或是模擬之影像。

十四、CityGML ADE 之發展評估

除 generic attributes 外，CityGML 提供了另一種擴充方式，稱為 Application Domain Extension (ADE)。相較於前述作法以擴充屬性設計為主，ADE 為針對特定領域需求，增加類別與關係設計，與原始之 CityGML 類別架構共同運作，因此具有領域客製化之優勢。雖然提供了設計的彈性，但 ADE 在軟體之直接支援度上，必須額外發展相關之配套，因此其相關族群之運作成為重要之挑戰。基於本標準目前規劃以滿足我國三維建物基本資訊之建置、設計與流通等目標為主，暫規劃不採用 ADE 之設計模式。未來如有地籍、防救災、都市計畫等不同領域需求，可由本次制訂標準之成果為基礎，評估 ADE 之發展模式。

3-5、三維建物模型資料標準(草案)之特性分析

資料標準描述範疇及對象之特性決定資料標準之設計結果。標準文件中必須包括描述對象之特性分析，以協助標準文件之讀者了解設定範疇資料之各類特性與限制，從而了解設計之考量因素。本節整理及分析三維建物模型之十類特性，以作為應用綱要設計之參考：

一、空間單元

本特性解析「圖徵」及三維建物模型之「空間單元」之意涵。依 ISO/TC211 及 OGC 之設計架構，地理資訊記錄之基本單元稱之為圖徵，意味具有共同特性之現實世界現象的抽象化表示，具體來說，可被視為具有明確屬性設計之類別。就標準設計而言，單一圖徵應可獨立運作，因此理想上圖徵應可與現實世界具有特定意義之單一物件對應，再基於該物件之特性而設計屬性。本案以三維建物模型為設計標的，首先分析各類建物物件化模擬之觀點，再據以設計對應之類別及其屬性。

三維建物之空間表示係針對選擇之空間單元，透過測繪技術或建物之設計程序而建立其三維坐標之表示。空間單元意指設定模式化之對象，模式化依其對象物件化之程度分為兩類情形，一類主要以 3D Mesh 之方式建構，可提供直接檢視，但其幾何表示係以大量面狀物件接合構成，並不明確具有物件之意涵，也因此不易連結屬性。另一類為依據現實世界存在之物件而個別模式化，其成果通常以單一建物為基礎，並可依此關聯建物之屬性。

在空間單元之部分，可包括幢、棟、層、戶等。目前以展示為目的之三維建物模型多將「單棟」建物視為一個單元，不再作更細緻的區分，但實務建置作業中，多個單棟建物可能建立為單一之連棟建物(不分戶)，單棟建物也可能再區分為多個樓層或甚至多戶。本標準研擬過程中將首先界定未來三維建物模式化必須考量之物件型態，並以此為基礎而設計相關類別及應用綱要。近年常見之三維建物圖徵成果主要係以單棟建物為模式化對象，但因使用技術及原始圖資之關係，可能有如下不同層級空間單元之選擇，簡略說明如下：

1. 連棟建物：現實世界中規格相仿之連棟建物，實際施測時未針對單棟予以分割，典型狀況為法規中所提及「一幢多棟」之情形。
2. 單棟建物：此為典型以一棟建物為單元而建置之成果，例如大樓、獨棟透天厝等均屬此類情形。

3. 單層：此為建物之單層資料，若為僅具有一樓之建物，則與單棟建物相同；一棟大樓則可能包括多筆單層之資料。
4. 單戶：此為建物之單戶資料，但與上述之建物類型有複雜之對應關係，例如透天厝可能為單戶但多層，而大樓則為多樓層，且每一樓層可能有多戶之資料。

上述之四類建物為國內三維圖資常見或基於業務資料管理應用需求而設定之空間單元，除可單獨模式化及對外供應外，不同型態建物之間也具有不同之聚合關係，依此架構設計為模式化之空間單元，並建立對應之關係，將可使其他領域之資料成為同時具備空間及屬性之三維建物資料。

二、細緻度

細緻度(Level of Detail)是三維建物模型中之重要特性，主要觀點在於因應不同之應用需求而建置符合其細緻度要求之資料。為形成整體發展之規格共識，不同層級之 LOD 應該有明確之條件及規定。近年最常被引用之分級為 OGC CityGML 之 LOD 規定，包括 LOD0、LOD1、LOD2、LOD3、LOD4 等層級，不但被引用為三維資料建置時之規範，也被使用於將三維建物資料以 CityGML 格式流通之場合。因此在標準設計時若納入細緻性之考量，將同時影響建置及流通兩個層面，必須謹慎為之。細緻度之規定所影響之層面包括最小物件之尺寸、絕對位置精度、屋頂表示之複雜度、物件語意之程度、是否包括室內空間之表示等，LOD 愈低，表示之細節程度愈低，位置精度也愈低，因此製作成本較低，反之隨著 LOD 之提升，內容之細節程度愈高，位置精度之要求也愈高，因此成本也將大幅增加。目前絕大部分之三維城市成果均以 LOD1 及 LOD2 為主。

基於共同之 LOD 規定，建置及流通之三維建物資料可以被區分為不同之級距，並可明確區隔，構成所謂多重表示(Multiple representation)之現象，意謂同一建物可具有不同細緻度之三維建模成果(例如同時具有 LOD1 之近似三維建物模型與 LOD3 之精緻模型)。此類情形在彙整不同來源三維建物資料時將更為普遍，但也增加整合作業之難度。標準化之架構將允許使用者正確無誤辨識各個不同細緻程度之三維建物模型資料，從而避免錯誤之發生。

三、識別性

圖徵類別之設計必須考量是否可於實務應用時「唯一」識別單一圖徵。識別屬性之設計除可供辨識取得之三維建物圖徵資料外，也提供為跨域資訊串聯之參考。識別性之考量通常來自於人類發展之系統化編碼系統，可避免重複及易於維護。由促進跨域資料三維化之觀點，前述列舉之空間單元均可發展對應之識別屬性，尤其單棟建物與單戶之空間單元也常是其他領域設定之描述對象，若能在兩者之間建立共同之識別屬性，將有助於各類跨域應用之發展。

由於相關單位眾多，且多僅就其各自之業務考量識別性，我國在建物唯一識別碼之系統設計上並沒有較為具體之編碼設計。目前國土資訊系統之三維建物資料係基於單一建物（可能為幢或棟）中心點之代表坐標，經由 32 位元之編碼而給予唯一識別碼。單戶資料則可考慮以地址或建號進行識別與串連，但一方面建號資料屬地政資料，並非必定可以取得之屬性，且我國相關資料仍面臨地址記錄內容標準化之課題，實務推動上仍有許多課題必須克服。基於「幢、棟、層、戶」之階層式關係，唯一性之代碼或可考慮由階層式編碼結合流水碼構成，不但滿足不同階層之識別需求，且可透過代碼之解讀而掌握彼此之間的隸屬關係。

四、空間表示

三維空間資訊與二維空間資訊之差異並非僅侷限於增加一個空間維度，而是在於選擇現象模式化之差異。以三維建物而言，因必然具有三維之表示，且佔據特定之立體空間範圍，因此基於前述物件化之選擇，須以多個面狀(polygon)所形成之封閉區域或直接以立體(solid)型別記錄三維建物之範圍。為便於整體架構發展，空間描述應參酌 ISO 19107 之相關規定，針對設計之圖徵類別，分別引用合適之空間資料型別及位相關係(Topological relationships)，以確保建立三維建物模型資料之正確性。

五、坐標參考系統

為正確描述現象位置之空間關係，所有三維建物圖徵之空間描述都必須明確指定其坐標參考系統，且記錄坐標必須參考其規定。坐標參考系統之代碼或參數描述應以完整之基準及投影參數或標準化之識別碼定義，並須於資料供應時一併說明，以避免誤用。國土資訊系統標準制度規定以 IOGP 所維護之 EPSG 編碼為指定坐標參考系統之識別碼。我國目前常用之 EPSG 編碼規定如下：

1. 以「EPSG:3825」代表以東經 119 度為中央經線之 TWD97 二度 TM 平面投影系統。
2. 以「EPSG:3826」代表以東經 121 度為中央經線之 TWD97 二度 TM 平面投影系統。
3. 以「EPSG:3827」代表以東經 119 度為中央經線之 TWD67 二度 TM 平面投影系統。
4. 以「EPSG:3828」代表以東經 121 度為中央經線之 TWD67 二度 TM 平面投影系統。
5. 以「EPSG:4326」代表 WGS84 之經緯度坐標系統。

因納入三維高程之考量，上述坐標必須配合說明其高程之參考系統，其中我國平面投影坐標之高程基準統一設定為 TWVD2001，而 WGS84 之高程基準則為其橢球高。

除三維坐標可顯示高程因素外，三維建物資料亦可能透過量測建物之地面高度而取得高於地面（例如 DTM）之建物高度資料，此概念常以 extruded height 或 measured height 之方式記錄。此類三維建物之高程因素與實際測量三維坐標有所不同，實務應用時應予區隔。

六、時間性

在物件化之觀點下，每一個建物圖徵僅代表「某一個指定時刻」之狀態，因此當檢視一個區域的三維建物模型狀態時，有可能發生不同區域、甚至相鄰建物之時間狀態各自不同之情形。當無法區隔其差異時，對後續之應用將帶來風險。三維建物模型資料之時間性應以該圖徵資料蒐集之時間為準，並透過版本之方式管理。如此一方面可具體了解該建物資料之適用場合及歷史變遷，當同時觀察大範圍區域之三維建物模型資料時，也可完整掌握其時間之差異。不同種類資料所代表之時間意涵並不相同，例如以拍攝影像建模者為拍攝之日期、BIM 為不同階段更新之日期、建物平面測量成果圖則為其施測時之狀態、此均屬於 World time 之概念，可適用於描述不同版本狀態之三維建物資料，但須由資料建置單位確實依資料之建置時間建立相關資訊。

由語意觀點，在建物之生命週期中有許多可特別紀錄之時間資訊，例如建物落成、建物整修、建物登記、建物抵押、建物拆除等，有的資訊需由業務單位於特定時間進行，且僅存於業務單位之資料庫，應在屬

性名稱之設計上賦予正確之語意。在不同時間取得之不同版本資料之語意可以「測製時間」表示。

七、管理性

以建物而言，與其有關之領域可謂多頭馬車，不同單位在不同資料層級(幢、棟、層、戶)所記錄之資料內容可能各有特色，且通常缺乏具有一致性空間參考之二維或三維建物資料，因此在本標準營造具有共識之三維建物描述架構後，各單位應就其資料之特性發展對應之機制，以強化三維建物資料建置之效益。其管理特性可包括與空間單元之串連、空間管理機制之引入及結合兩者後之視覺展示或應用服務開發。為成功建立沒有疑義之串連結果，各類資料之管理單位建議可參酌三維建物之區域分割(例如分幅)策略，使跨域之結合可以正確建立。但此類之資料串連仍可能面對包括語意、建物跨圖幅、時間落差、識別碼設定原則、空間單元階層落差等因素而功敗垂成，須建立共識後才可能達成。

八、主題性

業務單位依設計圖徵類別之特性而量身訂製相關之主題屬性，以豐富化圖徵資料可描述之內容及協助業務之推動。主題性之設計包括以下之觀點，首先每個屬性均必須具有名稱，且此名稱同樣具有語意之因素，最好具有共識及可供使用者解讀與了解。另外每個屬性應可對應建立描述之內容，因此必須指定記錄之資料型別，通用之資料型別包括如文字、數字、日期、時間等，但其記錄內容也可複雜到記錄或關聯另一個圖徵(例如相鄰之建物或樓上之樓層)。主題屬性也可能因描述之對象而出現多次，例如同時有多個相鄰建物。因應實際應用狀況，主題屬性也可能設計為選填之屬性，代表其內容可能為空值，此可透過 UML 概念綱要之圖形及資料典加以規定。主題屬性設計項目之多寡、記錄內容及是否必要與應用綱要之設計目的有關，其設計結果與應用相依。一旦設計完成，相關約制必須落實於資料之建置程序中，例如必填屬性就一定要有對應值、屬性之值域條件必須滿足等。

三維建物資料之主題屬性可依前述之「幢、棟、層、戶」之對象分別考量識別屬性、時間屬性、尺寸屬性、外觀屬性、細緻度屬性、品質屬性、應用領域屬性，不同種類描述對象所適用之屬性或記錄內容可能各自不同，必須個別規定。當描述對象具有識別屬性時，可以其為基礎與其他領域資料串連，達成跨域整合應用之目標。另必須注意的是若屬性之內容可能隨時間改變，其內容之解讀必須參考其時間之描述結果。

門牌地址為地理資訊系統應用時常被使用之主題屬性，也是建物之重要特性。無論展示或流通建物資料之層級，均應考慮該建物關聯之門牌地址資料。一幢、一棟或一層建物可關聯 0 到多筆門牌地址資料，一戶則僅關聯一筆門牌地址資料。基於三維建物之空間單元已具有空間之表示，門牌地址本身可選擇是否記錄代表之單點坐標。我國目前之門牌位置資料雖以單點代表其位置，但目前並不包括三維之坐標，其表示之層級也僅到單棟建物，因此無法與三維建物資料之高程展示高度配合。

九、三維建物外觀因素

三維建物之擬真表示一方面受設定之細緻度影響，另一方面也受外觀因素之影響。我國近年所建置三維建模成果之外觀可大致區分為三類情形，第一類為以實際拍攝影像敷貼於三維建物模型之成果，第二類為取自材質庫，接近真實狀況之模擬影像，第三類則為未敷貼之情形。因應建置資料技術之特性，也有綜合前兩者之作法，單一建物部分為真實影像，部分則為模擬之影像。

由使用者之觀點，顯然會歡迎三維建物之表示可以愈真實愈好，但受限於測製成本，目前尚無法達到任何版本之建物資料均可達達到完全擬真之作法，流通資料須有能力具體說明真實影像與虛擬影像之差異，甚至透過視覺化之方式來強調其差異。

十、語意性

明確界定描述對象之物件型態後，該圖徵即可被賦予合適之「語意」。是否具有語意在後續跨域應用上有極大之差異。舉例來說，若在三維建物模型建立時納入語意考量，即可區隔如屋頂、牆面、門、窗等不同種類描述對象之差異，若沒有語意考量，亦可將之單純視為封閉描述對象空間範圍之單一建構面，就展示而言，屋頂與牆面雖可能沒有太大差異，但就應用而言，兩者仍有相當差異。

語意之設定與前述之物件化特性高度關聯，在標準設計時，須先針對類別予以評估，才能延伸探討其代表之意義及可具有之屬性。由標準之設計觀點，圖徵類別的設計構成應用綱要之基礎，而每個設計的圖徵類別均應被賦予適當之語意，因此標準設計時必須基於設定之對象及範疇具體評估圖徵類別。此差異也就是不具應用觀點之幾何模式綱要(例如 GML)與具有應用觀點之綱要(例如 CityGML)之差異。語意之觀點應以建立跨域共識之「關鍵字」為切入點，在建立跨域共識後，可以此包

裝流通資料及提供識別之基礎。通常遵循國際標準或國內相關法規可以較容易形成具有共識之語彙與辭庫，不但適用於類似本標準之設計參考，也有助於納入該類資料之應用綱要。

3-6、三維建物模型資料標準(草案)之應用綱要設計

三維建物模型資料標準(草案)以 CityGML 2.0 為參考標準而設計，CityGML 之建物以 Building 作模型套件。圖 3-26 顯示 CityGML 之核心綱要，在 CityGML 中，各種有意義之圖徵皆為 CityObject，Building 繼承 CityObject，具有其各種屬性。

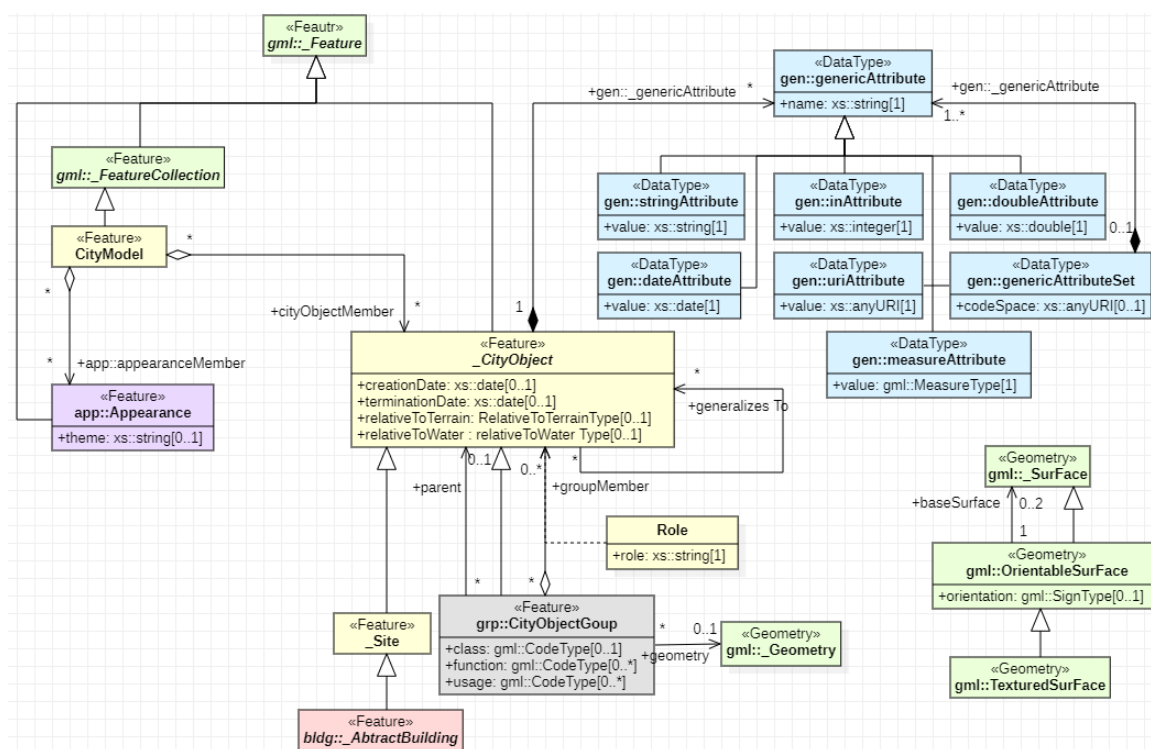


圖 3-26、CityGML Core Model

一、_genericAttribute

CityGML 在強化屬性描述能力之同時，亦透過通用架構，使得 CityGML 資料在軟體中容易解讀。「_genericAttribute」的物件即是此通用架構，可透過此物件描述 CityObject 的各種屬性。這種方式使得在應用 CityGML 之開發者，可在不修改 CityGML 之原則下，擴充各種屬性。例如，CityGML 之「_AbstractBuilding」是建物的最上層類別，其內並沒有「建號」之屬性，須考量擴充 CityGML 建物的屬性。建號可設計為文字型別，在設計階段我們可以設計某一建物具有屬性「建號」，資料型態為「stringAttribute」。實際資料記錄時，即可在不更動 CityGML

Building 的 XML 綱要情況下，使用 CityGML 的 Building 圖徵記錄三維建物，並擴充加入我們需要的屬性「建號」。其它資料型別之屬性亦可依此方式而加入。換句話說，即是透過這個_genericAttribute 來記錄各種擴充屬性。_genericAttribute 衍生出許多標準化的屬性記錄資料型別，包含 stringAttribute、intAttribute、doubleAttribute、dateAttribute 和 measureAttribute。如有需要也可記錄 uriAttribute。藉此完整架構，記錄各種不同資料型態的屬性。

圖 3-26 左方之「Appearance」類別則表現所有 CityObject 的紋理及貼面影像，可用以記錄三維建物模型之貼圖。

二、AbstractBuilding、Building、BuildingPart

「AbstractBuilding」為 CityGML 三維建物的抽象圖徵，用以設計所有 CityGML 建物的屬性及關連性，圖 3-27 為 AbstractBuilding 的屬性，包括 class、function、usage、yearOfConstruction、yearOfDemolition、roofType、measureHeight、storeysAboveGround、storeysBelowGround、storeyHeightsAboveGround 及 storeyHeightsBelowGround。

AbstractBuilding 亦有連結的 Address 物件，用以記錄此三維建物關聯的所有門牌地址。

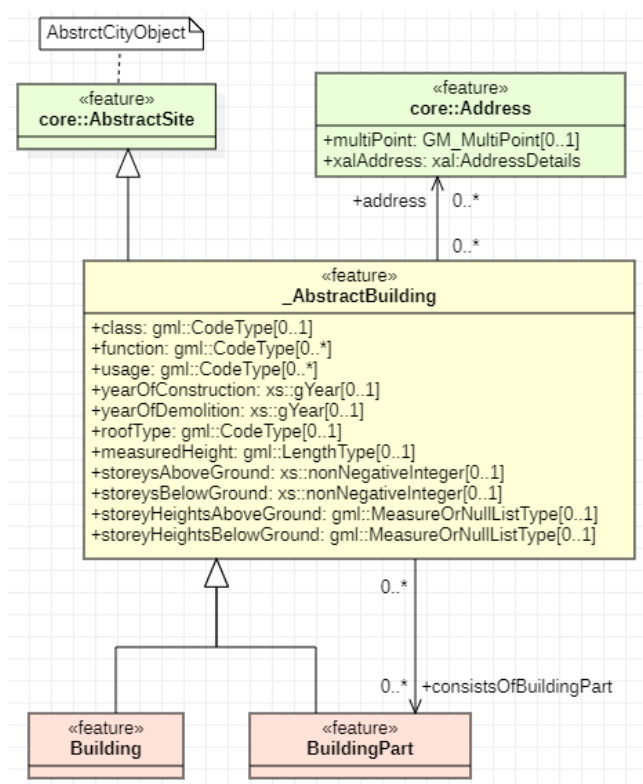


圖 3-27、_AbstractBuilding 圖徵

本標準對於三維建物之擴充設計屬性，依據特性分析而設計於 _AbstractBuilding 類別內，由於 _AbstractBuilding 為抽象類別，實際資料編碼時應記錄在 _AbstractBuilding 之子類別 Building 及 BuildingPart。測製日期為必要屬性，連棟建物為條件屬性(連棟建物必須填寫)，其他各擴充屬性皆為選擇屬性，於資料編碼時，以 _genericAttribute 之子類別記錄，請參見表 3-8 之整理。其中建號母號及建號子號，僅使用於地籍三維建物模型，且須記錄到對應之 Building 或 BuildingPart。表中值域欄位為代碼之屬性，已於資料標準草案內之資料典中說明各代碼之意義。

表 3-8、_AbstractBuilding 類別之屬性整理表

類別	擴充屬性	對應類別	選填條件	最多出現次數	值域
_AbstractBuilding	建物識別碼	stringAttribute	O	1	建物識別碼 (32 位元之 10 位數編碼)
	建物資料來源	stringAttribute	O	1	代碼
	建物高度來源	stringAttribute	O	1	代碼
	紋理真實性	stringAttribute	O	1	代碼
	建物最高點	stringAttribute	O	1	填寫最高點高程
	測製日期	dateAttribute	M	1	年月
	連棟建物	stringAttribute	C	1	1 代表連棟建物； 0 代表單棟建物
	建號母號	stringAttribute	O	N	建號母號
	建號子號	stringAttribute	O	N	建號子號

Building Model 之核心圖徵為「_AbstractBuilding」類別，而實際之三維建物記錄則以「Building」及「BuildingPart」兩個類別為主，兩者皆繼承自 _AbstractBuilding 類別。原則上一個三維建物可以一個 Building 記錄，並可視情況加入 BuildingPart，BuildingPart 並非為必要之資料，如想進一步表現出空間單元上的差異，可搭配 CityObjectGroup，用來將 Building 作在結構的分割，例如區分樓層、分戶。

本標準之建物識別碼，引用目前國土測繪中心之近似化模型建物之 32 位元編碼，係基於單一建物（可能為幢或棟）中心點之代表坐標 (TWD97)，經由 32 位元之轉碼而得。例如：臺北市某點坐標為(300500.39, 2770000.49)，將 Y 坐標減去 2000000 後，XY 坐標皆以四捨五入推算至小數點第一位，再乘以 10，可得 7 位數整數，故轉換前的參考坐標成為 (3005004, 7700005)。32 進位代碼定義如下：「0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F,G,H,J,K,L,M,N,P,Q,R,S,T,U,V,W,X」，其

中字母 I、O 不用，避免和數字混淆，代碼對應如表 3-9。前述參考坐標(3005004,7700005)分別以 32 進位計算，可得如下轉換值：3005004->2TNJC；7700005-->7AXH5，兩字串相加可得 2TNJC7AXH5，共計 10 位數。

表 3-9、32 位元編碼參考

0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7
8	8	9	9	10	A	11	B	12	C	13	D	14	E	15	F
16	G	17	H	18	J	19	K	20	L	21	M	22	N	23	P
24	Q	25	R	26	S	27	T	28	U	29	V	30	W	31	X

因此一幢建物與單棟建物，可能具有相同識別碼，須再藉由「連棟建物」之屬性作為區隔。無論何種型態之建物，皆於 Building 類別之擴充屬性「buildingId」記錄 32 位元編碼。

建物內部結構之階層，則有樓層與戶兩種不同的空間單元，在本標準之編碼架構內，樓層與戶皆以 BuildingPart 記錄，可於 BuildingPart 之 gml:id 記錄樓層或戶的識別碼。依據前述設計，建物識別碼及樓層識別碼、戶識別碼之整理，請參考表 3-10。因 XML 編碼無法使用數字作為開頭，因此記錄在資料檔案時，加上「ID_」之前綴。

表 3-10、三維建物之識別碼設計

	透天	其他之任意型態 (包含公寓、華廈、大樓)
建物識別碼 (幢、棟)	ID_32 位元編碼	ID_32 位元編碼
樓層識別碼	ID_32 位元編碼_n (地上 n=001-899) (地下 n=901-999)	ID_32 位元編碼_n (地上 n=001-899) (地下 n=901-999)
戶識別碼	不記錄	ID_32 位元編碼_n_m (地上 n=001-899) (地下 n=901-999) (m=001-999)

三、CityObjectGroup

此外，CityGML 中提供一個物件，名為 CityObjectGroup，可代表某些物件之集合，或是建物某部分之結構。以「戶」為空間單元之地政建物模型，其資料來源為地政單位之建物平面測量成果圖，三維建物模

型資料標準以 CityObjectGroup 記錄三維建物模型的「樓層」。CityObjectGroup 繼承自 CityObject，以 groupMember 記錄三維建物模型的「戶」。groupMember 記錄戶時，可用 BuildingPart(屬於一種 CityObject 物件)記錄(如圖 3-28)。

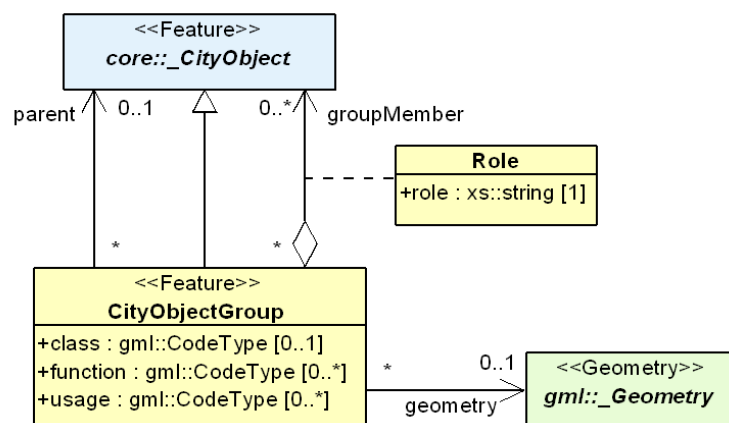
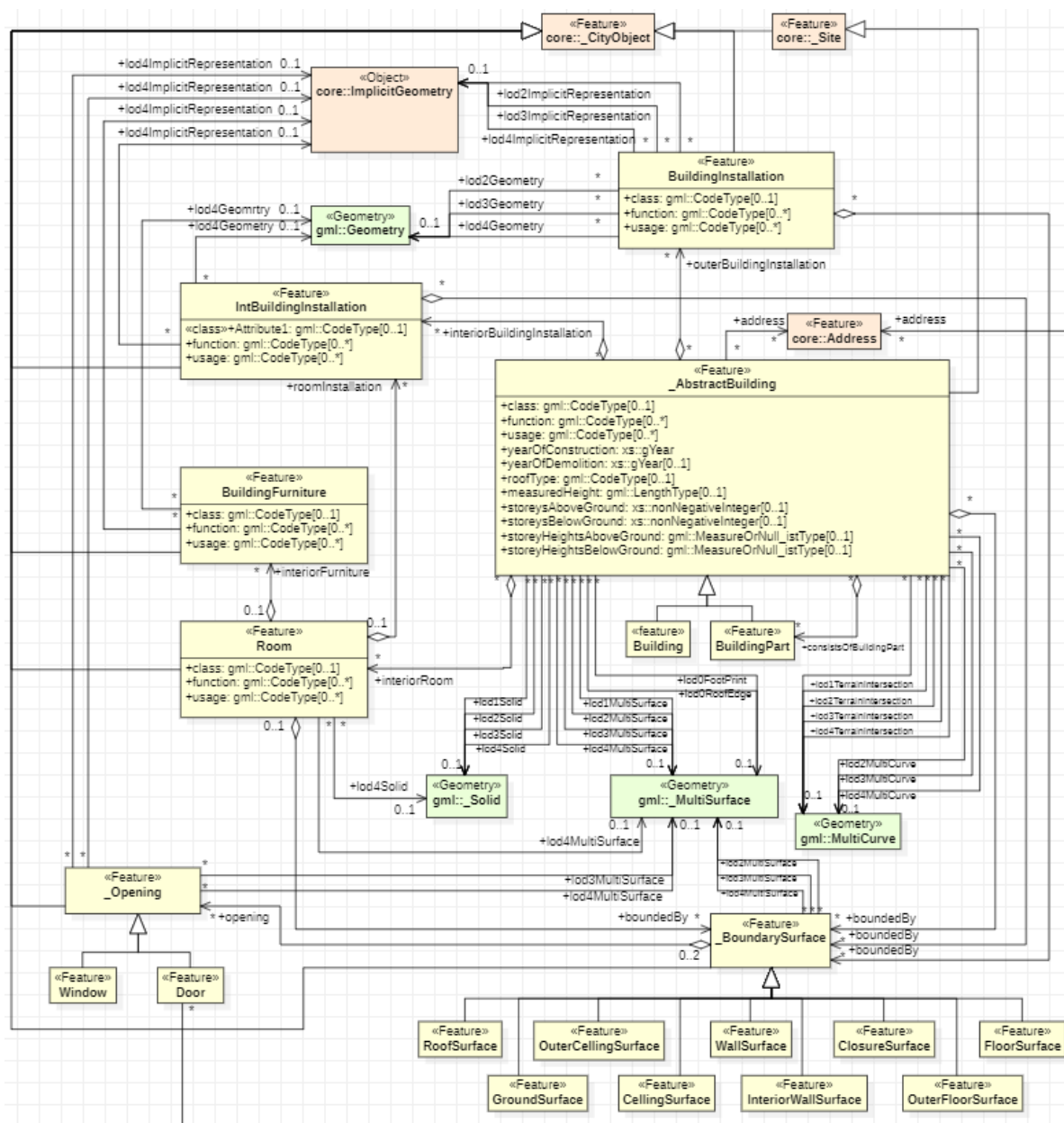


圖 3-28、CityObjectGroup

五、BuildingInstallation、IntBuildingInstallation

圖 3-29 為 CityGML Building 的 UML 圖。圖 3-29 右上方顯示出建物具有顯示於外部的部分結構如陽臺、煙囪、天窗等，以「BuildingInstallation」類別設計，可於 LOD2、LOD3 及 LOD4 之模型記錄。內部的部分結構如樑柱、燈、暖爐等無法移動之物體，以「IntBuildingInstallation」類別設計，如果為某一房間之物體，如房間內的燈，則亦與房間的圖徵「Room」類別建立 roomInstallation 之關係，內部的家具類物體，以「BuildingFurniture」類別設計，這些內部結構及房間的相關圖徵只出現於 LOD4。



六、_BoundarySurface

建物可以三維面狀幾何形成的類別記錄，在圖中以「_BoundarySurface」為核心，這些類別可出現於 LOD2、LOD3 及 LOD4。若這些面狀類別為房間的一部分的情況下，則只能出現於 LOD4。而 _BoundarySurface 可於其結構上增加門窗開口，以「Opening」為核心圖徵，主要分為「Door」及「Window」兩類情形，依附於面狀資料上，僅出現於 LOD3 及 LOD4。

_BoundarySurface 可以具有語意之物件進行記錄。建物的外部資料如牆面「WallSurface」類別、屋頂「RoofSurface」類別、地板「GroundSurface」類別、建物外部天花板「OuterCeilingSurface」類別、封閉多邊形「ClosureSurface」、建物外部樓地板「OuterFloorSurface」類別、天花板「CeilingSurface」類別、隔間牆「InteriorWallSurface」類別、樓地板「FloorSurface」類別等，皆以三維的面狀資料記錄。範例請參見圖 3-30。三維建物常見之結構與 CityGML 類別及 LOD 呈現之整理請見表 3-11，表中條列之結構物件為舉例，不在表中之結構物件仍可記錄。

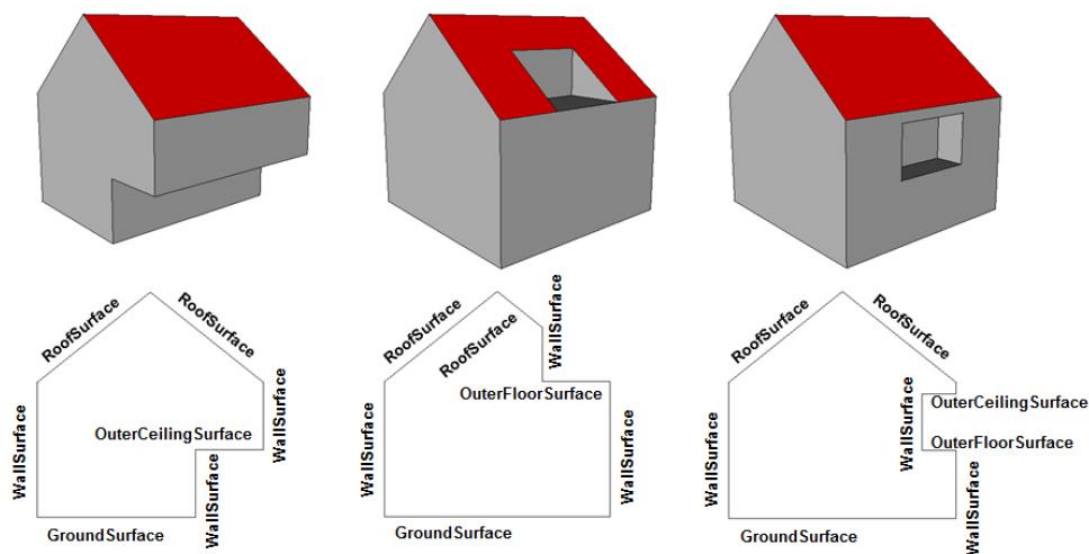


圖 3-30、各種 _BoundarySurface 組成之建物結構(取自 CityGML 2.0 規格書)

表 3-11、三維建物模型常見之結構與 CityGML 類別、LOD 之整理表

結構物件	CityGML Feature	LOD1	LOD2	LOD3	LOD4
一幢建物、單棟建物	Building	✓	✓	✓	✓
單棟建物	BuildingPart	✓	✓	✓	✓
門牌	Address	✓	✓	✓	✓

結構物件	CityGML Feature	LOD1	LOD2	LOD3	LOD4
陽臺、煙囪、天窗、天橋	BuildingInstallation		✓	✓	✓
立面影像	_AbstractTexture		✓	✓	✓
牆面	WallSurface		✓	✓	✓
地板	GroundSurface		✓	✓	✓
外部天花板	OuterCeilingSurface		✓	✓	✓
封閉多邊形	ClosureSurface		✓	✓	✓
外部樓地板	OuterFloorSurface		✓	✓	✓
天花板	CeilingSurface		✓	✓	✓
隔間牆	InteriorWallSurface				✓
樓地板	FloorSurface		✓	✓	✓
屋頂	RoofSurface		✓	✓	✓
門	Window			✓	✓
窗	Door			✓	✓
房間	Room				✓
屋內結構	IntBuilding Installation				✓

前述 CityGML 之 Building 模型，即為三維建物模型資料標準引用之架構，其 UML 設計已相當完整，僅於 _AbstractBuilding 增加擴充屬性，實際記錄以 _genericAttribute 進行，以記錄各三維建物模型。雖 LOD 具有 1 至 4 級，但並非資料標準規定要求各單位須將三維建物模型之細緻程度記錄至 LOD4，而是 LOD 1 至 LOD 4 之三維建物模型，皆可透過本資料標準之架構進行記錄並流通分享。

3-7、三維建物模型之記錄範例

依據三維建物模型資料標準之 UML 應用綱要，Building 及 BuildingPart 為三維建物模型之核心類別。無論何種型態之三維建物，亦無論是一幢多棟或是一幢一棟，若三維建物不區分樓層之空間單元時，直接以一個 Building 記錄其屬性及其空間單元(如圖 3-31)。



圖 3-31、不區分樓層時，以 Building 記錄

建物具有樓層之空間單元時，本團隊設計之架構在資料編碼上分為兩個概念：

1. 首先在對應之語意類別，Building 代表一幢或一棟建物，一幢之情形，必須記錄是連棟建物。Building 僅記錄這筆三維建物之屬性，其幾何物件不記錄在 Building 之內，而是分割為許多 BuildingPart，Building 再以 consistOfBuildingPart 與 BuildingPart 建立關聯性，假設有 5 個樓層，則有 5 個 BuildingPart。概念圖如圖 3-32。

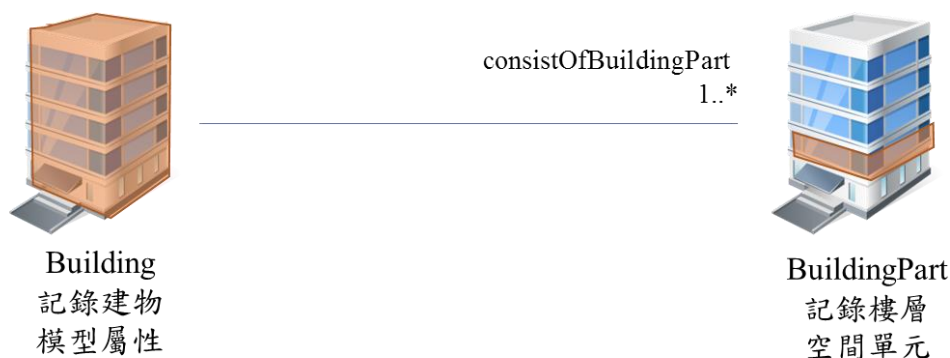


圖 3-32、Building 與 BuildingPart 關係

2. BuildingPart 並不具有樓層之屬性描述，需以其他類別記錄樓層屬性。CityGML 2.0 標準使用 CityObjectGroup 記錄樓層之幾何物件及屬性，例如以 CityObjectGroup 的 class 屬性記錄 1000，代表是建物部分物件，以 function 屬性記錄 1000 代表 LOD1 之樓層、以 1001 代表 LOD2 之樓層。此時概念如同圖 3-33，5 層樓則有 5 個 CityObjectGroup 及 BuildingPart，形成樓層之屬性及空間分開之情形，CityObjectGroup 記錄樓層屬性，再透過 CityObjectGroup 的 groupMember，連結到對應樓層的記錄空間物件的 BuildingPart。各樓層之屬性記錄於 CityObjectGroup 中。

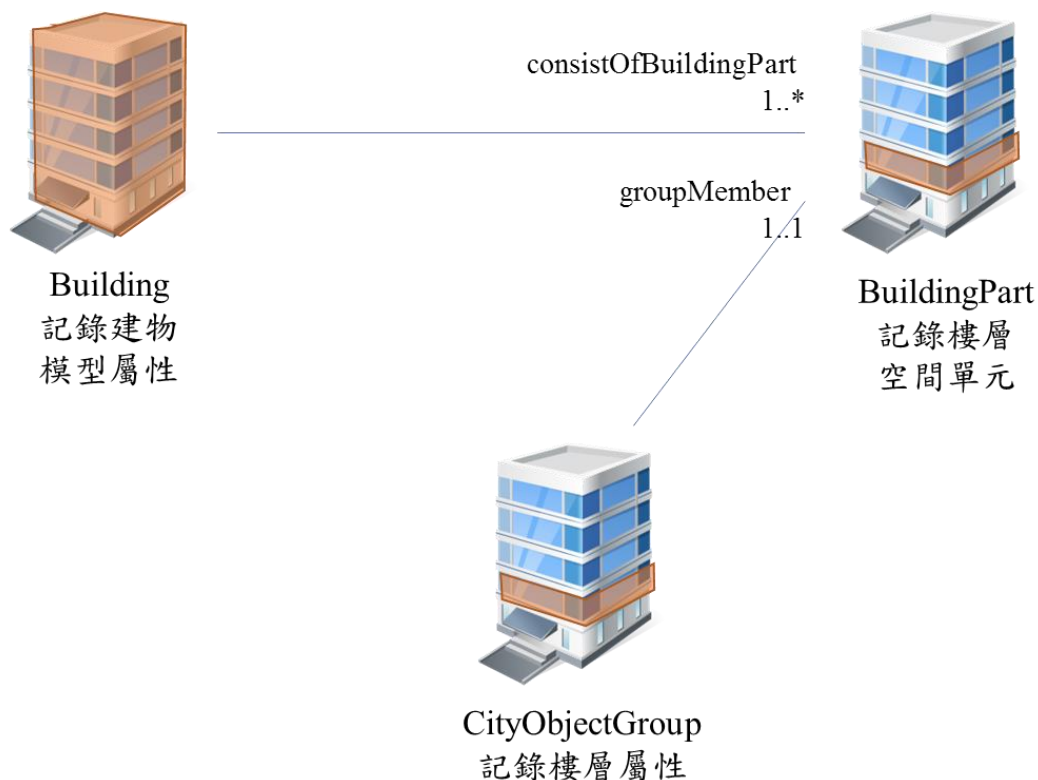


圖 3-33、區分樓層時 Building、BuildingPart 及 CityObjectGroup 關係

在戶之空間單元部分，因不同型態建物對戶之劃分有所不同，因此戶之空間單元有不同之語意類別記錄方式。分戶時，透天的戶對應到 Building 類別，則無須再做任何切割劃分或另外記錄，當需要戶的資料時可直接抽取 Building 類別。其他型態之建物，區分戶時，示意圖如圖 3-34，由 Building 記錄建物之屬性，再分割許多 BuildingPart，以 BuildingPart 記錄戶的屬性及幾何物件。

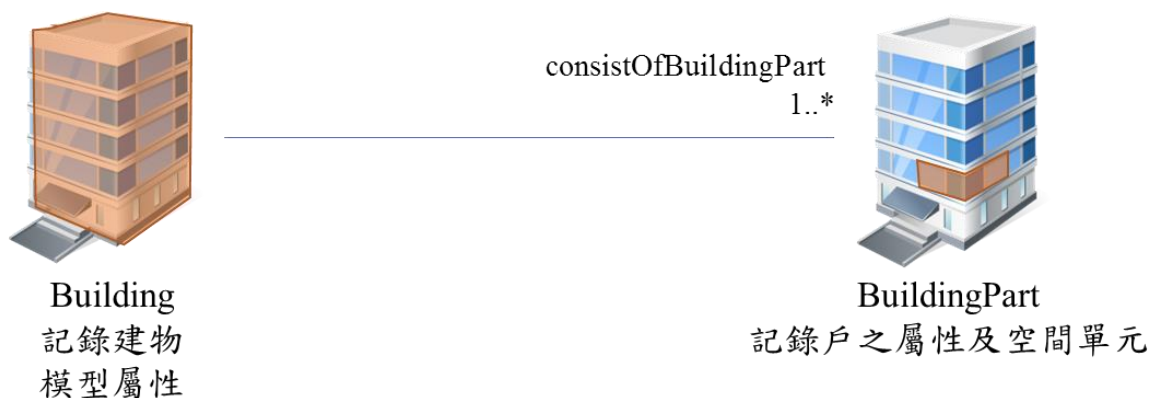


圖 3-34、分戶時 Building、BuildingPart 及 CityObjectGroup 關係

若三維建物模型是分層又分戶，則須進一步記錄 CityObjectGroup，再由代表樓層的 CityObjectGroup，關聯到各樓層內代表戶的 BuildingPart。概念圖如圖 3-35。

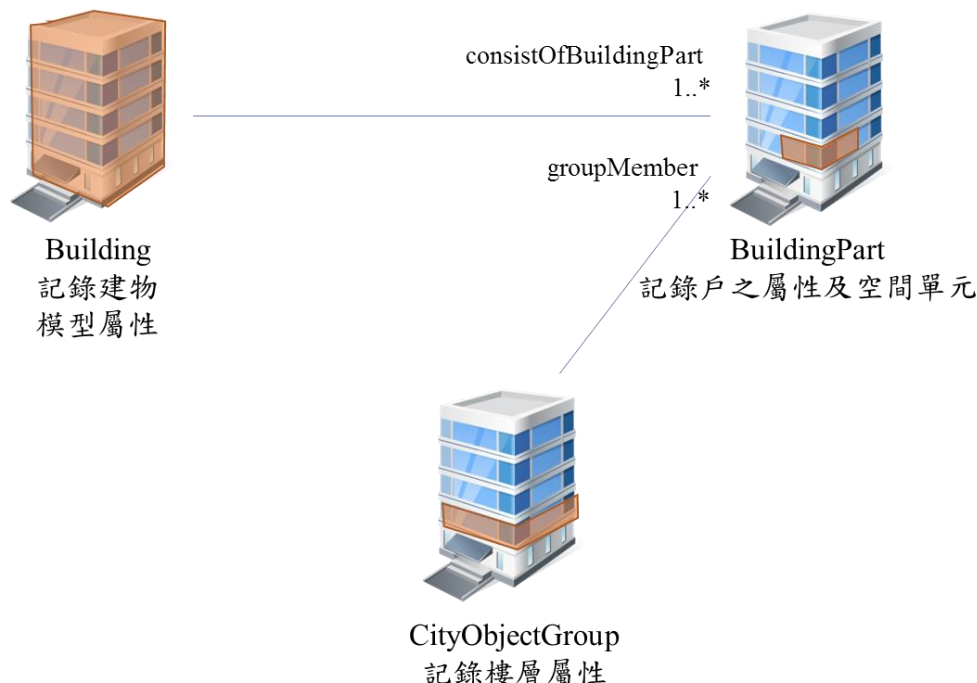


圖 3-35、區分樓層及分戶時 Building、BuildingPart 及 CityObjectGroup 關係

納入國內各種不同型態（例如公寓、華廈、大樓、透天）建物及空間單元之後，Building、BuildingPart 及 CityObjectGroup 分別具有相對應之空間單元，請參考表 3-12。

表 3-12、Building、BuildingPart 及 CityObjectGroup 於不同型態建物之對應整理表

階層	透天	公寓	華廈	大樓
幢	Building	Building	Building	Building
棟	Building	Building	Building	Building
層之屬性	CityObjectGroup	CityObjectGroup	CityObjectGroup	CityObjectGroup
層之幾何物件	BuildingPart	BuildingPart	BuildingPart	BuildingPart
戶	Building	BuildingPart	BuildingPart	BuildingPart

由前述設計，可因應不同型態建物之記錄需求。各型態建物之記錄模式化策略如下：

- 透天用 Building 類別記錄，若資料可區分層、戶，可以 CityObjectGroup 記錄層之屬性，以 BuildingPart 記錄層之空間

物件，由代表樓層的 CityObjectGroup，以 groupMember 屬性關聯到各樓層的 BuildingPart，呈現一戶多層之結構。

- 其他任意型態(包括公寓、華廈、大樓)是相同之設計，用 Building 類別記錄，若資料可區分層、戶，以 CityObjectGroup 記錄層之屬性，以 BuildingPart 記錄戶之空間物件，由代表樓層的 CityObjectGroup，以 groupMember 屬性關聯到各樓層內代表戶的 BuildingPart，呈現一層一戶或一層多戶之結構。

實際進行檔案編碼記錄時，CityGML 檔案以<CityModel>為根元素，記錄一個三維建物模型，即是公寓、華廈、大樓、透天其中之一個。Building、BuildingPart 或 CityObjectGroup，包裝於不同之<cityObjectMember>之內。而各個 Building、BuildingPart 可依據不同之 LOD 使用各種屬性記錄其幾何物體。表 3-13 整理 Building 及 BuildingPart 之相關屬性記錄。舉例而言，若以 LOD2 之細緻度記錄三維建物模型內的各個面狀幾何物件，則使用「lod2MultiSurface」屬性，可記錄多筆 gml:MultiSurface。要記錄各種 _BoundarySurface 物體，則使用「boundedBy」屬性。

表 3-13、CityGML 2.0 標準 Building 之各 LOD 記錄屬性

屬性名稱	資料型別	LOD
lod0FootPrint	gml:MultiSurfacePropertyType	0
lod0RoofEdge	gml:MultiSurfacePropertyType	0
lod1Solid	gml:SolidPropertyType	1
lod1MultiSurface	gml:MultiSurfacePropertyType	1
lod1TerrainIntersection	gml:MultiCurvePropertyType	1
lod2Solid	gml:SolidPropertyType	2
lod2MultiSurface	gml:MultiSurfacePropertyType	2
lod2MultiCurve	gml:MultiCurvePropertyType	2
lod2TerrainIntersection	gml:MultiCurvePropertyType	2
outerBuildingInstallation	bldg:BuildingInstallationPropertyType	2 – 4
interiorBuildingInstallation	bldg:InteriorBuildingInstallationPropertyType	4
boundedBy	bldg:BoundarySurfacePropertyType	2 – 4
lod3Solid	gml:SolidPropertyType	3
lod3MultiSurface	gml:MultiSurfacePropertyType	3
lod3MultiCurve	gml:MultiCurvePropertyType	3
lod3TerrainIntersection	gml:MultiCurvePropertyType	3
lod4Solid	gml:SolidPropertyType	4
lod4MultiSurface	gml:MultiSurfacePropertyType	4
lod4MultiCurve	gml:MultiCurvePropertyType	4
lod4TerrainIntersection	gml:MultiCurvePropertyType	4
interiorRoom	bldg:InteriorRoomPropertyType	4
consistsOfBuildingPart	bldg:BuildingPartPropertyType	0 – 4

以一棟實際之建物為例，資料取自高雄市政府之三維地籍建物，圖 3-36 為 LOD3 之建物模型外觀，圖 3-37 為此建物之建物平面測量成果圖。圖 3-38 顯示編碼範例的主要架構，由記錄<Building>及<CityObjectGroup>的<cityObjectMember>構成，此建物以一個<CityModel>記錄，其內有一個<cityObjectMember>，記錄一個<Building>。其他<cityObjectMember>則是代表樓層的<CityObjectGroup>。無論是哪一種建物型態，其編碼之主架構都是如此。

以此棟建物為例，<Building>內記錄整棟三維建物之幾何物件，則有 4 個<BuildingPart>，每一個<BuildingPart>記錄一個樓層的空間單元，其內容可記錄有語意的<WallSurface>、<GroundSurface>或是不具語意的<lod3MultiSurface>，可記錄的幾何物件如表 3-13，可依照建物模型之 LOD 來挑選。而 4 個<CityObjectGroup>記錄的是此建物 4 個樓層的屬性內容，並且以<groupMember>屬性與<Building>內的 4 個對應<BuildingPart>具有連結關係。



圖 3-36、三維地籍建物模型 (透天)

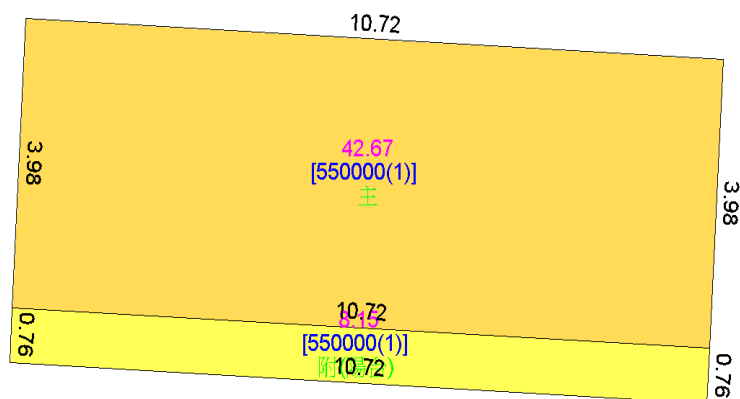


圖 3-37、三維地籍建物之建物平面測量成果圖（透天）

```

<cityObjectMember>
  <grp:CityObjectGroup gml:id="BUILDDID_001">
  </cityObjectMember>
<cityObjectMember>
  <grp:CityObjectGroup gml:id="BUILDDID_002">
  </cityObjectMember>
<cityObjectMember>
  <grp:CityObjectGroup gml:id="BUILDDID_003">
  </cityObjectMember>
<cityObjectMember>
  <grp:CityObjectGroup gml:id="BUILDDID_004">
  </cityObjectMember>
<cityObjectMember>
  <bldg:Building>
    <!--整棟Building由許多代表某層的buildingPart組成!-->
    <bldg:consistsOfBuildingPart>
      <bldg:BuildingPart gml:id="BP_5CLAFE9E_storey_1">
        <!--某層裡面的surface資料-->
        <bldg:boundedBy>
          <!--各種有意義的multisurface!-->
          <bldg:FloorSurface>
          </bldg:boundedBy>
          <bldg:boundedBy>
            <bldg:WallSurface>
          </bldg:boundedBy>
          <bldg:lod3MultiSurface>
          </bldg:BuildingPart>
        </bldg:consistsOfBuildingPart>
        <bldg:consistsOfBuildingPart>
        <bldg:consistsOfBuildingPart>
        </bldg:Building>
      </cityObjectMember>
    
```

圖 3-38、三維建物模型之編碼主要架構

若三維建物的空間單元可以區分樓層及戶，參見圖 3-39、圖 3-40，<CityObjectGroup>的數量則與樓層數目相同，並記錄各樓層之屬性，與前述架構一致。<Building>內的<BuildingPart>即是記錄一個戶的空間單元。每一個<CityObjectGroup>內則記錄多個<groupMember>，數量與該樓層的戶數相同，每一個<groupMember>皆連結到<BuildingPart>，藉此呈現一樓多戶的結構。

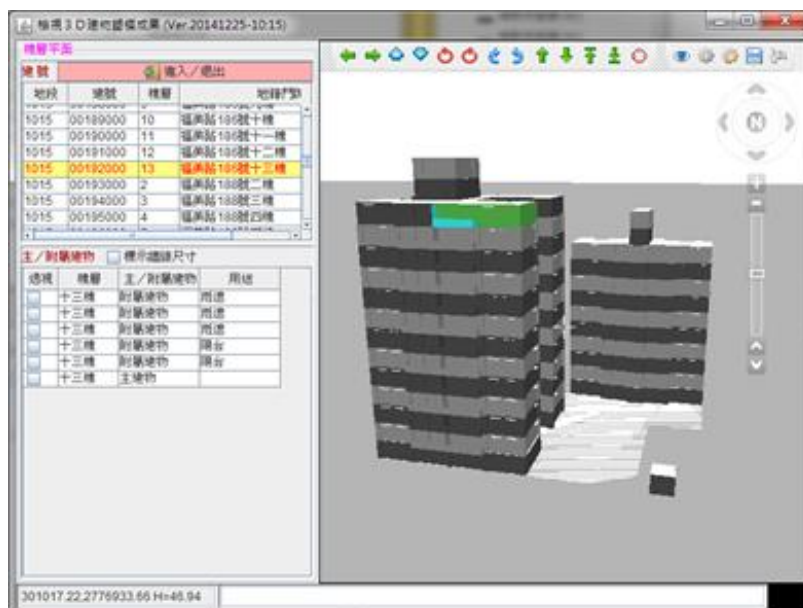


圖 3-39、三維地籍建物模型 (大樓)

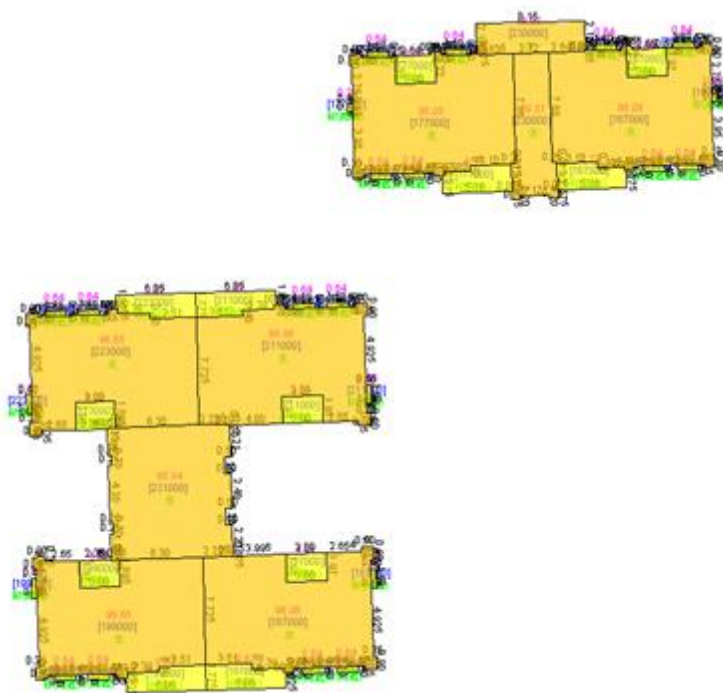


圖 3-40、三維地籍建物之建物平面測量成果圖 (大樓)

以下範例不再重複介紹各種型態建物之不同 LOD 編碼內容，以 lod1MultiSurface 為例說明。無論三維建物模型之空間單元階層為一幢多棟或一幢一棟，皆以一個<CityModel>記錄。本節因應不同型態三維建物，提供資料編碼範例。各建物型態之編碼範例說明如下：

一、不分型態

不分型態之資料編碼範例，不具有幢、棟、層、戶之空間單元差異，三維建物模型與住址之對應為 1 對 1 或 1 對多，結構單純，適用於大範圍測製之近似化建物或精緻建物。國土測繪中心以「108 年度三維近似化建物模型建置工作採購案」為三維國家底圖建構的第一步，建構全國三維建物模型。其資料在都會區優先以一千分之一地形圖建物圖層，其餘採用臺灣通用電子地圖建物圖層，萃取樓高之後建立為三維建物模型。不具有紋理及影像貼圖之建物可稱灰階模型，具有影像貼圖之建物稱三維近似化建物模型。此兩種模型之資料記錄，具有一個封閉之建物平面多邊形加上樓高而形成之三維建物，以一個 CityGML Building 記錄。Building 連結至 Address 物件，可記錄此 Building 所對應之所有門牌。

以下範例提供三維灰階模型及三維近似化建物模型之結構，一個三維建物模型以一個 Building 記錄。<app:Appearance>可記錄影像貼圖，建物結構部分，以<bldg:lod1MultiSurface>物件記錄。編碼範例之結構可參見圖 3-41。

```
<cityObjectMember>
  <!--Building代表一個建物模型-->
  <bldg:Building>
    <!--擴充屬性(建物識別碼)-->
    <gen:stringAttribute name="buildingId">
      <gen:value>ID_2TNJC7AXH5</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <!--擴充屬性(測製時間)-->
    <gen:stringAttribute name="date">
      <gen:value>2019-06</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <!--貼圖-->
    <app:appearance>
    <bldg:class>1000</bldg:class>
    <bldg:roofType/>
    <bldg:measuredHeight uom="m">32</bldg:measuredHeight>
    <bldg:storeysAboveGround>10</bldg:storeysAboveGround>
    <bldg:storeysBelowGround>1</bldg:storeysBelowGround>
    <bldg:lod1MultiSurface>
      <!--各種沒有分類的multisurface!-->
      <gml:MultiSurface>
      </bldg:lod1MultiSurface>
    <!--建物連結之門牌 (1筆或多筆)-->
    <bldg:address>
    </bldg:Building>
  </cityObjectMember>
```

圖 3-41、不分型態之 CityGML 檔案範例

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<CityModel xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:grp="http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0"
xmlns:app="http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0" xmlns="http://www.opengis.net/citygml/2.0"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
xmlns:dem="http://www.opengis.net/citygml/relief/2.0"
xmlns:bldg="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0"
xmlns:gen="http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/building/2.0/building.xsd http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/appearance/2.0/appearance.xsd http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/generics/2.0/generics.xsd
http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0/cityObjectGroup.xsd">
  <cityObjectMember>
    <!--Building 代表一個建物模型-->
    <bldg:Building>
      <!--擴充屬性(建物識別碼)-->
      <gen:stringAttribute name="buildingId">
        <gen:value>ID_2TNJC7AXH5</gen:value>
      </gen:stringAttribute>
      <!--擴充屬性(測製時間)-->
      <gen:stringAttribute name="date">
        <gen:value>2019-06</gen:value>
      </gen:stringAttribute>
      <!--貼圖-->
      <app:appearance>
        <app:Appearance>
          </app:Appearance>
        </app:appearance>
      <bldg:class>1000</bldg:class>
      <bldg:roofType/>
      <bldg:measuredHeight uom="m">32</bldg:measuredHeight>
      <bldg:storeysAboveGround>10</bldg:storeysAboveGround>
      <bldg:storeysBelowGround>1</bldg:storeysBelowGround>
      <bldg:lod1MultiSurface>
        <!--各種沒有分類的 multisurface!-->
        <gml:MultiSurface>
          <gml:surfaceMember>
            </gml:surfaceMember>
          </gml:MultiSurface>
        </bldg:lod1MultiSurface>
        <!--建物連結之門牌 (1 筆或多筆)-->
        <bldg:address>
          <Address>
            <xalAddress xmlns:xAL="urn:oasis:names:tc:ciq:xsd:schema:xAL:2.0">
              <xAL:AddressDetails/>
            </xalAddress>
          </Address>
        </bldg:address>
      </bldg:Building>
    </cityObjectMember>
  </cityObjectMember>
  <grp:CityObjectGroup>
    <grp:groupMember/>
  </grp:CityObjectGroup>
</cityObjectMember>
</CityModel>

```

原則上精緻建物模型以一個 Building，或是一個 Building 加上數個 BuildingPart 而構成。每一個 Building 或 BuildingPart 之記錄架構與近似化建物模型之記錄內容相同，僅有細緻程度不同，可採用 <bldg:lod3MultiSurface> 替代 <bldg:lod1MultiSurface>，記錄不具語意之結構物件。且 <bldg:lod3MultiSurface> 可再連結 <bldg:Door> 及 <bldg:Window> 作為結構物件的開口。如有具有語意之 <BoundarySurface> 結構物件，亦可以 LOD 3 結構物件記錄。

精緻建物模型與前述三維灰階建物模型、三維近似化建物模型之主要差異在於使用之 LOD 結構物件不同，三維灰階建物模型及三維近似化建物模型僅使用 LOD1 之物件。而精緻建物模型，其主建物、附屬建物及外部建築結構物都可使用 LOD3 之結構物件，也可以記錄 <bldg:Door> 及 <bldg:Window> 等門窗開口，呈現更精緻之建物模型。

二、透天(不區分樓層)

<CityModel> 只記錄一個 <cityObjectMember>。以一個 Building 包裝一個三維建物模型。擴充屬性、紋理貼圖及幾何表示，皆遵循 CityGML 定義之架構，並可連結到 1 筆地址。請參考圖 3-43 之編碼架構圖以及編碼範例。



圖 3-42、透天實景

```

<cityObjectMember>
  <!--Building代表一個透天-->
  <bldg:Building>
    <!--擴充屬性(建物識別碼)-->
    <gen:stringAttribute name="buildingId">
      <gen:value>ID_2TNJC7AXH5</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <!--擴充屬性(測製時間)-->
    <gen:stringAttribute name="date">
      <gen:value>2019-06</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <!--貼圖-->
    <app:appearance>
      <app:Appearance>
    </app:appearance>
    <bldg:class>1000</bldg:class>
    <bldg:roofType/>
    <bldg:measuredHeight uom="m">16</bldg:measuredHeight>
    <bldg:storeysAboveGround>5</bldg:storeysAboveGround>
    <bldg:storeysBelowGround>0</bldg:storeysBelowGround>
    <bldg:lod1MultiSurface>
      <!--各種沒有分類的multisurface!-->
      <gml:MultiSurface>
    </bldg:lod1MultiSurface>
    <!--建物連結之門牌-->
    <bldg:address>
      <Address>
    </bldg:address>
  </bldg:Building>
</cityObjectMember>

```

圖 3-43、透天(不區分樓層)之 CityGML 檔案範例

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<CityModel xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:grp="http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0"
xmlns:app="http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0" xmlns="http://www.opengis.net/citygml/2.0"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
xmlns:dem="http://www.opengis.net/citygml/relief/2.0"
xmlns:bldg="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0"
xmlns:gen="http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/building/2.0/building.xsd http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/appearance/2.0/appearance.xsd http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/generics/2.0/generics.xsd
http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0/cityObjectGroup.xsd">
  <cityObjectMember>
    <!--Building 代表一個透天-->
    <bldg:Building>
      <!--擴充屬性(建物識別碼)-->
      <gen:stringAttribute name="buildingId">
        <gen:value>ID_2TNJC7AXH5</gen:value>
      </gen:stringAttribute>
      <!--擴充屬性(測製時間)-->

```

```

<gen:stringAttribute name="date">
  <gen:value>2019-06</gen:value>
</gen:stringAttribute>
<!--貼圖-->
<app:appearance>
  <app:Appearance>
  </app:Appearance>
</app:appearance>
<bldg:class>1000</bldg:class>
<bldg:roofType/>
<bldg:measuredHeight uom="m">16</bldg:measuredHeight>
<bldg:storeysAboveGround>5</bldg:storeysAboveGround>
<bldg:storeysBelowGround>0</bldg:storeysBelowGround>
<bldg:lod1MultiSurface>
  <!--各種沒有分類的 multisurface!-->
  <gml:MultiSurface>
    <gml:surfaceMember>
    </gml:surfaceMember>
  </gml:MultiSurface>
</bldg:lod1MultiSurface>
<!--建物連結之門牌-->
<bldg:address>
  <Address>
    <xalAddress xmlns:xAL="urn:oasis:names:tc:ciq:xsd:schema:xAL:2.0">
      <xAL:AddressDetails/>
    </xalAddress>
  </Address>
</bldg:address>
</bldg:Building>
</cityObjectMember>
</CityModel>

```

三、透天(區分樓層)

透天在戶的概念上是一戶，區分樓層時，<CityModel>記錄多個 <cityObjectMember>，記錄內容為一個 Building 及多個 CityObjectGroup。Building 包裝一個透天的三維建物模型，連結到 1 筆地址。多個 CityObjectGroup 代表多個樓層，記錄樓層相關屬性，樓層的空間單元的幾何資料，可以使用 CityGML 內的語意物件，建議使用 BuildingPart 記錄，範例中記錄 BuildingPart 之 id，關聯到 Building 內的 BuildingPart。Building 之擴充屬性、紋理貼圖及幾何表示，皆遵循 CityGML 定義之架構，請參考圖 3-44 之編碼架構圖以及編碼範例。

```

<cityObjectMember>
  <!--Building代表一個透天，對應至一戶-->
  <bldg:Building>
    <!--擴充屬性(建物識別碼)-->
    <gen:stringAttribute name="buildingId">
      <gen:value>ID_2TNJC7AXH5</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <!--擴充屬性(測製時間)-->
    <gen:stringAttribute name="date">
      <gen:value>2019-06</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <!--貼圖-->
    <app:appearance>
      <bldg:class>1000</bldg:class>
      <bldg:roofType/>
      <bldg:measuredHeight uom="m">16</bldg:measuredHeight>
      <bldg:storeysAboveGround>5</bldg:storeysAboveGround>
      <bldg:storeysBelowGround>0</bldg:storeysBelowGround>
      <bldg:consistsOfBuildingPart>
        <!--樓層裡面記錄的BuildingPart-->
        <bldg:BuildingPart gml:id="ID_2TNJC7AXH5_001">
        </bldg:BuildingPart>
      </bldg:consistsOfBuildingPart>
      <bldg:consistsOfBuildingPart>
        <!--BuildingPart記錄樓層空間單元幾何，數量與樓層一致-->
        <!--建物連結之門牌-->
        <bldg:address>
          <Address>
          </Address>
        </bldg:address>
      </bldg:consistsOfBuildingPart>
    </bldg:Building>
  </cityObjectMember>
  <cityObjectMember>
    <!--CityObjectGroup代表某層-->
    <grp:CityObjectGroup gml:id="ID_2TNJC7AXH5_001_COG">
      <!--樓層屬性-->
      <gml:name>StoryNo_1</gml:name>
      <grp:class>building separation</grp:class>
      <grp:function>lod1Storey</grp:function>
      <!--樓層裡面記錄的物件，xlink到Building裡面的BuildingPart-->
      <grp:groupMember xlink:href="#ID_2TNJC7AXH5_001"/>
    </grp:CityObjectGroup>
  </cityObjectMember>

```

圖 3-44、透天(區分樓層)之 CityGML 檔案範例

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<CityModel xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:grp="http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0"
xmlns:app="http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0" xmlns="http://www.opengis.net/citygml/2.0"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
xmlns:dem="http://www.opengis.net/citygml/relief/2.0"
xmlns:bldg="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0"
xmlns:gen="http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/building/2.0/building.xsd http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/appearance/2.0/appearance.xsd http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/generics/2.0/generics.xsd
http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0

```

```

http://schemas.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0/cityObjectGroup.xsd">
  <cityObjectMember>
    <!--Building 代表一個透天，對應至一戶-->
    <bldg:Building>
      <!--擴充屬性(建物識別碼)-->
      <gen:stringAttribute name="buildingId">
        <gen:value>ID_2TNJC7AXH5</gen:value>
      </gen:stringAttribute>
      <!--擴充屬性(測製時間)-->
      <gen:stringAttribute name="date">
        <gen:value>2019-06</gen:value>
      </gen:stringAttribute>
      <!--貼圖-->
      <app:appearance>
        <app:Appearance>
          </app:Appearance>
        </app:appearance>
      <bldg:class>1000</bldg:class>
      <bldg:roofType/>
      <bldg:measuredHeight uom="m">16</bldg:measuredHeight>
      <bldg:storeysAboveGround>5</bldg:storeysAboveGround>
      <bldg:storeysBelowGround>0</bldg:storeysBelowGround>
      <bldg:consistsOfBuildingPart>
        <!--樓層裡面記錄的 BuildingPart-->
        <bldg:BuildingPart gml:id="ID_2TNJC7AXH5_001">
          <bldg:lod1MultiSurface>
            <!--各種沒有分類的 multisurface!-->
            <gml:MultiSurface>
              <gml:surfaceMember>
                </gml:surfaceMember>
              </gml:MultiSurface>
            </bldg:lod1MultiSurface>
          </bldg:BuildingPart>
        </bldg:consistsOfBuildingPart>
        <bldg:consistsOfBuildingPart>
          <bldg:BuildingPart gml:id="ID_2TNJC7AXH5_002">
            <bldg:lod1MultiSurface>
              <!--各種沒有分類的 multisurface!-->
              <gml:MultiSurface>
                <gml:surfaceMember>
                  </gml:surfaceMember>
                </gml:MultiSurface>
              </bldg:lod1MultiSurface>
            </bldg:BuildingPart>
          </bldg:consistsOfBuildingPart>
        <!--BuildingPart 記錄樓層空間單元幾何，數量與樓層一致-->
        <!--建物連結之門牌-->
        <bldg:address>
          <Address>
            <xalAddress xmlns:xAL="urn:oasis:names:tc:ciq:xsd:schema:xAL:2.0">
              <xAL:AddressDetails/>
            </xalAddress>
          </Address>
        </bldg:address>
      </bldg:Building>
    </cityObjectMember>
  </cityObjectMember>

```

```

<!--CityObjectGroup 代表某層-->
<grp:CityObjectGroup gml:id="ID_2TNJC7AXH5_001_COG">
  <!--樓層屬性-->
  <gml:name>StoryNo_1</gml:name>
  <grp:class>building separation</grp:class>
  <grp:function>lod1Storey</grp:function>
  <!--樓層裡面記錄的物件，xlink 到 Building 裡面的 BuildingPart-->
  <grp:groupMember xlink:href="#ID_2TNJC7AXH5_001"/>
</grp:CityObjectGroup>
</cityObjectMember>
<cityObjectMember>
  <!--CityObjectGroup 代表某層-->
  <grp:CityObjectGroup gml:id="ID_2TNJC7AXH5_002_COG">
    <!--樓層屬性-->
    <gml:name>StoryNo_2</gml:name>
    <grp:class>building separation</grp:class>
    <grp:function>lod1Storey</grp:function>
    <!--樓層裡面記錄的 CityObject-->
    <grp:groupMember xlink:href="#ID_2TNJC7AXH5_002"/>
  </grp:CityObjectGroup>
</cityObjectMember>
</CityModel>

```

四、公寓、華廈、大樓(不區分樓層)

<CityModel>記錄 1 到多個<cityObjectMember>，可視情形記錄 1 個 Building 加上多個 BuildingPart，亦可直接使用一個 Building。擴充屬性、紋理貼圖及幾何表示，皆遵循 CityGML 定義之架構。公寓、華廈及大樓須注意 Building 及 BuildingPart 對應的多筆地址，若地址具有坐標，得關聯到正確的 Building 或 BuildingPart。請參考圖 3-45 之編碼架構圖以及編碼範例。



圖 3-45、公寓、華廈、大樓之實景照片

```

<cityObjectMember>
  <!--Building代表一個公寓、華廈或大樓-->
  <bldg:Building>
    <!--擴充屬性(建物識別碼)-->
    <gen:stringAttribute name="buildingId">
      <gen:value>ID_2TNJC7AXH5</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <!--擴充屬性(測製時間)-->
    <gen:stringAttribute name="date">
      <gen:value>2019-06</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <!--貼圖-->
    <app:appearance>
      <bldg:class>1000</bldg:class>
      <bldg:roofType/>
      <bldg:measuredHeight uom="m">65</bldg:measuredHeight>
      <bldg:storeysAboveGround>20</bldg:storeysAboveGround>
      <bldg:storeysBelowGround>3</bldg:storeysBelowGround>
      <bldg:lod1MultiSurface>
        <!--各種沒有分類的multisurface!-->
        <gml:MultiSurface>
        </gml:MultiSurface>
      </bldg:lod1MultiSurface>
      <!--如果需要，可記錄BuildingPart-->
      <bldg:consistsOfBuildingPart>
        <bldg:BuildingPart>
          <!--在此BuildingPart對應的空間所關聯的地址-->
          <bldg:address/>
        </bldg:BuildingPart>
      </bldg:consistsOfBuildingPart>
      <!--在此Building對應的空間所關聯的地址-->
      <bldg:address/>
      <bldg:address/>
    </bldg:Building>
  </cityObjectMember>

```

圖 3-46、公寓、華廈、大樓(不區分樓層)之 CityGML 檔案範例

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<CityModel xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:grp="http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0"
xmlns:app="http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0" xmlns="http://www.opengis.net/citygml/2.0"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
xmlns:dem="http://www.opengis.net/citygml/relief/2.0"
xmlns:bldg="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0"
xmlns:gen="http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/building/2.0/building.xsd http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/appearance/2.0/appearance.xsd http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/generics/2.0/generics.xsd
http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0/cityObjectGroup.xsd">
  <cityObjectMember>
    <!--Building 代表一個公寓、華廈或大樓-->

```

```

<bldg:Building>
  <!--擴充屬性(建物識別碼)-->
  <gen:stringAttribute name="buildingId">
    <gen:value>ID_2TNJC7AXH5</gen:value>
  </gen:stringAttribute>
  <!--擴充屬性(測製時間)-->
  <gen:stringAttribute name="date">
    <gen:value>2019-06</gen:value>
  </gen:stringAttribute>
  <!--貼圖-->
  <app:appearance>
    <app:Appearance>
    </app:Appearance>
  </app:appearance>
  <bldg:class>1000</bldg:class>
  <bldg:roofType/>
  <bldg:measuredHeight uom="m">65</bldg:measuredHeight>
  <bldg:storeysAboveGround>20</bldg:storeysAboveGround>
  <bldg:storeysBelowGround>3</bldg:storeysBelowGround>
  <bldg:lod1MultiSurface>
    <!--各種沒有分類的 multisurface!-->
    <gml:MultiSurface>
      <gml:surfaceMember>
      </gml:surfaceMember>
    </gml:MultiSurface>
  </bldg:lod1MultiSurface>
  <!--如果需要，可記錄 BuildingPart-->
  <bldg:consistsOfBuildingPart>
    <bldg:BuildingPart>
      <!--在此 BuildingPart 對應的空間所關聯的地址-->
      <bldg:address/>
    </bldg:BuildingPart>
  </bldg:consistsOfBuildingPart>
  <!--在此 Building 對應的空間所關聯的地址-->
  <bldg:address/>
  <bldg:address/>
</bldg:Building>
</cityObjectMember>
</CityModel>

```

五、公寓、華廈、大樓(區分樓層、戶)

<CityModel>記錄 1 到多個<cityObjectMember>，記錄一個 Building 及多個 CityObjectGroup。Building 對應到三維建物模型，各樓層以 CityObjectGroup 記錄，CityObjectGroup 內的<groupMember>，對應到一戶，以 BuildingPart 記錄(若不分戶，<groupMember>則對應到整個樓層)。地址若具有空間位置，須依其位置精度，記錄在正確的樓層或戶之 BuildingPart 裡面，若不具有空間位置，則記錄在代表三維建物的 Building 裡面。請參考圖 3-47 之編碼架構圖以及編碼範例。

```

<cityObjectMember>
  <!--Building代表一個大樓-->
  <bldg:Building>
    <!--擴充屬性(建物識別碼)-->
    <gen:stringAttribute name="buildingId">
      <gen:value>ID_2TNJC7AXH5</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <!--擴充屬性(測製時間)-->
    <gen:stringAttribute name="date">
      <gen:value>2019-06</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <!--貼圖-->
    <app:appearance>
      <app:Appearance>
      </app:Appearance>
    </app:appearance>
    <bldg:class>1000</bldg:class>
    <bldg:roofType/>
    <bldg:measuredHeight uom="m">65</bldg:measuredHeight>
    <bldg:storeysAboveGround>20</bldg:storeysAboveGround>
    <bldg:storeysBelowGround>3</bldg:storeysBelowGround>
    <bldg:consistsOfBuildingPart>
      <!--BuildingPart代表一戶-->
      <bldg:BuildingPart gml:id="ID_2TNJC7AXH5_001_001">
      </bldg:consistsOfBuildingPart>
      <!--BuildingPart代表一戶-->
      <bldg:consistsOfBuildingPart>
        <bldg:BuildingPart gml:id="ID_2TNJC7AXH5_001_002">
        </bldg:consistsOfBuildingPart>
      <bldg:consistsOfBuildingPart>
      <!--BuildingPart代表一戶-->
      <bldg:consistsOfBuildingPart>
      </bldg:Building>
    </cityObjectMember>
  <cityObjectMember>
    <!--CityObjectGroup代表某層-->
    <grp:CityObjectGroup gml:id="ID_2TNJC7AXH5_001_COG">
      <gml:name>StoryNo_1</gml:name>
      <grp:class>building separation</grp:class>
      <grp:function>lod1Storey</grp:function>
      <!--groupMember代表某戶-->
      <grp:groupMember xlink:href="#ID_2TNJC7AXH5_001_001"/>
      <grp:groupMember xlink:href="#ID_2TNJC7AXH5_001_002"/>
    </grp:CityObjectGroup>
  </cityObjectMember>
  <!--更多其他樓層-->
</cityObjectMember>

```

圖 3-47、公寓、華廈、大樓(區分樓層、戶)之 CityGML 檔案範例

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<CityModel xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:grp="http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0"
xmlns:app="http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0" xmlns="http://www.opengis.net/citygml/2.0"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
xmlns:dem="http://www.opengis.net/citygml/relief/2.0"
xmlns:bldg="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0"
xmlns:gen="http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/building/2.0/building.xsd http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/appearance/2.0/appearance.xsd http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/generics/2.0/generics.xsd

```

```

http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0/cityObjectGroup.xsd">
  <cityObjectMember>
    <!--Building 代表一個大樓-->
    <bldg:Building>
      <!--擴充屬性(建物識別碼)-->
      <gen:stringAttribute name="buildingId">
        <gen:value>ID_2TNJC7AXH5</gen:value>
      </gen:stringAttribute>
      <!--擴充屬性(測製時間)-->
      <gen:stringAttribute name="date">
        <gen:value>2019-06</gen:value>
      </gen:stringAttribute>
      <!--貼圖-->
      <app:appearance>
        <app:Appearance>
          </app:Appearance>
        </app:appearance>
      <bldg:class>1000</bldg:class>
      <bldg:roofType/>
      <bldg:measuredHeight uom="m">65</bldg:measuredHeight>
      <bldg:storeysAboveGround>20</bldg:storeysAboveGround>
      <bldg:storeysBelowGround>3</bldg:storeysBelowGround>
      <bldg:consistsOfBuildingPart>
        <!--BuildingPart 代表一戶-->
        <bldg:BuildingPart gml:id="ID_2TNJC7AXH5_001_001">
          <bldg:lod1MultiSurface>
            <!--各種沒有分類的 multisurface!-->
            <gml:MultiSurface>
              <gml:surfaceMember>
                <gml:Polygon>
                  <gml:exterior>
                    <gml:LinearRing>
                      </gml:LinearRing>
                    </gml:exterior>
                  </gml:Polygon>
                </gml:surfaceMember>
              </gml:MultiSurface>
            </bldg:lod1MultiSurface>
            <!--戶連結之門牌-->
            <bldg:address>
              <Address>
                <xalAddress
xmlns:xAL="urn:oasis:names:tc:ciq:xsdschema:xAL:2.0">
                  <xAL:AddressDetails/>
                </xalAddress>
              </Address>
            </bldg:address>
          </bldg:BuildingPart>
        </bldg:consistsOfBuildingPart>
        <!--BuildingPart 代表一戶-->
        <bldg:consistsOfBuildingPart>
          <bldg:BuildingPart gml:id="ID_2TNJC7AXH5_001_002">
            <bldg:lod1MultiSurface>
              <!--各種沒有分類的 multisurface!-->
              <gml:MultiSurface>
                <gml:surfaceMember>

```

```

        <gml:Polygon>
          <gml:exterior>
            <gml:LinearRing>
              </gml:LinearRing>
            </gml:exterior>
          </gml:Polygon>
        </gml:surfaceMember>
      </gml:MultiSurface>
    </bldg:lod1MultiSurface>
    <!--戶連結之門牌-->
    <bldg:address>
      <Address>
        <xalAddress
xmlns:xAL="urn:oasis:names:tc:ciq:xsdschema:xAL:2.0">
          <xAL:AddressDetails/>
        </xalAddress>
      </Address>
    </bldg:address>
  </bldg:BuildingPart>
</bldg:consistsOfBuildingPart>
<bldg:consistsOfBuildingPart>
  <!--BuildingPart 代表一戶-->
  <bldg:BuildingPart gml:id="ID_2TNJC7AXH5_002_001">
    <bldg:lod1MultiSurface>
      <!--各種沒有分類的 multisurface!-->
      <gml:MultiSurface>
        <gml:surfaceMember>
          <gml:Polygon>
            <gml:exterior>
              <gml:LinearRing>
                </gml:LinearRing>
              </gml:exterior>
            </gml:Polygon>
          </gml:surfaceMember>
        </gml:MultiSurface>
      </bldg:lod1MultiSurface>
      <!--戶連結之門牌-->
      <bldg:address>
        <Address>
          <xalAddress
xmlns:xAL="urn:oasis:names:tc:ciq:xsdschema:xAL:2.0">
            <xAL:AddressDetails/>
          </xalAddress>
        </Address>
      </bldg:address>
    </bldg:BuildingPart>
  </bldg:consistsOfBuildingPart>
  <!--BuildingPart 代表一戶-->
  <bldg:consistsOfBuildingPart>
    <bldg:BuildingPart gml:id="ID_2TNJC7AXH5_002_002">
      <bldg:lod1MultiSurface>
        <!--各種沒有分類的 multisurface!-->
        <gml:MultiSurface>
          <gml:surfaceMember>
            <gml:Polygon>
              <gml:exterior>
                <gml:LinearRing>
                  </gml:LinearRing>
                </gml:exterior>
              </gml:Polygon>
            </gml:surfaceMember>
          </gml:MultiSurface>
        </bldg:lod1MultiSurface>
        <!--戶連結之門牌-->
        <bldg:address>
          <Address>
            <xalAddress
xmlns:xAL="urn:oasis:names:tc:ciq:xsdschema:xAL:2.0">
              <xAL:AddressDetails/>
            </xalAddress>
          </Address>
        </bldg:address>
      </bldg:BuildingPart>
    </bldg:consistsOfBuildingPart>
  </bldg:consistsOfBuildingPart>

```

```

        </gml:exterior>
        </gml:Polygon>
        </gml:surfaceMember>
        </gml:MultiSurface>
        </bldg:lod1MultiSurface>
        <!--戶連結之門牌-->
        <bldg:address>
        <Address>
        <xalAddress
xmlns:xAL="urn:oasis:names:tc:ciq:xsdschema:xAL:2.0">
        <xAL:AddressDetails/>
        </xalAddress>
        </Address>
        </bldg:address>
        </bldg:BuildingPart>
        </bldg:consistsOfBuildingPart>
        </bldg:Building>
        </cityObjectMember>
        <cityObjectMember>
        <!--CityObjectGroup 代表某層-->
        <grp:CityObjectGroup gml:id="ID_2TNJC7AXH5_001_COG">
        <gml:name>StoryNo_1</gml:name>
        <grp:class>building separation</grp:class>
        <grp:function>lod1Storey</grp:function>
        <!--groupMember 代表某戶-->
        <grp:groupMember xlink:href="#ID_2TNJC7AXH5_001_001"/>
        <grp:groupMember xlink:href="#ID_2TNJC7AXH5_001_002"/>
        </grp:CityObjectGroup>
        </cityObjectMember>
        <!--更多其他樓層-->
        <cityObjectMember>
        <!--CityObjectGroup 代表某層-->
        <grp:CityObjectGroup gml:id="ID_2TNJC7AXH5_002_COG">
        <gml:name>StoryNo_2</gml:name>
        <grp:class>building separation</grp:class>
        <grp:function>lod1Storey</grp:function>
        <!--groupMember 代表某戶-->
        <grp:groupMember xlink:href="#ID_2TNJC7AXH5_002_001"/>
        <grp:groupMember xlink:href="#ID_2TNJC7AXH5_002_002"/>
        </grp:CityObjectGroup>
        </cityObjectMember>
    </CityModel>

```

第肆章、開發三維建物模型資料標準轉換程式

4-1、資料標準格式轉換需求說明

近年隨著三維城市資料的建置、發展及應用需求，不同的軟體或不同標準所採用的資料格式也不盡相同。以三維資料格式為例，Google 地圖軟體所採用的資料格式為 KML，SketchUP 軟體所採用的格式為 SKP，其他常見的格式尚有 DAE (COLLADA)、IFC (Industry Foundation Classes) 等。檔案格式的差異經常造成實際應用上的困擾，也不利於資料流通及共享。一個三維城市圖資的建置無論是選用商業資料庫或者是採開放資料架構，三維城市資料之流通及共享皆須仰賴一個依共同規範所制訂的三維模型資料標準。本案欲制訂的三維建物模型資料標準，擬以 CityGML 為主，依照需求規格書之工作項目及內容，本案需開發三維建物模型資料標準轉換程式，主要工作項目有以下兩項：

(一)開發三維建物模型資料成果之「單機版資料轉換程式」，並提供「批次轉換」功能。相關轉檔測試資料由機關提供，種類及檔案格式如下：

- 1.三維近似化建物模型資料成果，檔案為 KML 或 KMZ 格式。
- 2.三維建物精緻模型資料成果，檔案為 KMZ 或 SKP 格式。
- 3.三維地籍建物資料成果，檔案為 KMZ 或 SKP 格式。

(二)資料轉換程式需具備依據三維建物模型資料標準之應用綱要，將前述 3 類之三維建物模型資料成果轉換為地理標記語言(Geography Markup Language，簡稱 GML)及 GeoJSON 編碼格式之能力；且轉換成果之可讀性及正確性需通過相關軟體之驗證。

由於不同資料的種類及檔案格式有極大的差異，以下先針對常見的檔案格式進行簡單說明，並提出檔案格式的轉換策略，最後說明程式開發的工具及環境。

4-2、常見之三維向量檔案格式

(一) KML 格式

KML (Keyhole Markup Language)原為 Google 相關地圖軟體(如 Google Earth、Google Map 等)所使用的檔案格式，其以 XML 語法為基礎，經由事先定義好的特定標籤(tag)，可以記錄各種形式的地

理資料，包括點、線、面、多面體、三維模型等)。西元 2008 年 4 月，OGC 宣布 KML 為其實施標準(Implementation Standard)之一，簡稱為 OGC KML，由 OGC 負責維護，目前的版本為 2.3 版。最初開發 KML 的主要目的是針對二維及三維地理資料的視覺化及導航的應用，OGC 將其納入標準的主要原因之一即是 KML 可以彌補其他資料標準或服務(如 GML、WFS、及 WMS 等)在視覺表現上的不足。

圖 4-1 為 KML 中各個元件(Element)的基本架構圖，其中幾何(Geometry)元件被用來表示空間中的點(Point)、線(LineString)、及面(Polygon)等特徵的地理位置。此外，KML 定義了許多不同的 Style 標籤，可用來變更幾何特徵的視覺效果，如大小及顏色變化等。與其他三維向量資料格式相比，KML 的點、線、面等幾何元件相對簡單，不太容易用來描述複雜的三維模型，因此 KML 另外設計利用一模型(Model)元件來儲存三維物件(3D Object)的相關資訊，其中 3D Object 係以一個 COLLADA 檔案來描述，同時利用<Link>標籤進行 3D Object 的參考。COLLADA 實際上為另一個開放的三維資料標準，其副檔名為 DAE，主要是提供給 3D 互動程式使用的格式，目前由 Khronos Group 所維護，且為 ISO/PAS 17506 國際標準。

COLLADA 亦以 XML 語法為基礎，可以儲存 Core Elements、Physics、FX、B-Rep、Kinematics 等資訊。其中 Core Elements 可用來描述三維模型的幾何(Geometry)、動畫(Animation)、相機(Camera)、照明(Lighting)、場景(Scene)等資訊；Physics 則儲存三維模型的物理效果資訊；FX 則支援三維模型的景深及材質等效果；B-Rep(邊界表示法)則是保存如何根據模型的幾何形狀建構模型所需資訊的方法；Kinematics 儲存模型進行運動時的相關資訊。

KML 雖支援大部分 COLLADA 的共通元件，但仍有許多限制，包括在幾何圖元的支持上僅支援三角形(triangles)及線(line)兩種，且有數量限制，此外不支援動畫及外皮呈現(skinning)。此專門應用於 KML 的 COLLADA 格式又稱為 KML/COLLADA，值得注意的是，有關於 3D Object 的實作部分在 OGC KML 2.3 文件中並無描述。此外，因為 COLLADA 3D 模型係建立在其本身的局部坐標系上，若欲顯示在 Google Earth 的全球坐標系上，必須在 KML 中指定該三維模型的位置(Location)、方位(Orientation)、及尺度(Scale)等資訊。

因為 COLLADA 主要應用於視覺展示及動畫的呈現，其所支援的語意描述有限，主用用來描述節點的屬性或是三角形之間的關係，因此在本案進行格式轉換時，可能會有資訊缺漏的情況發生。

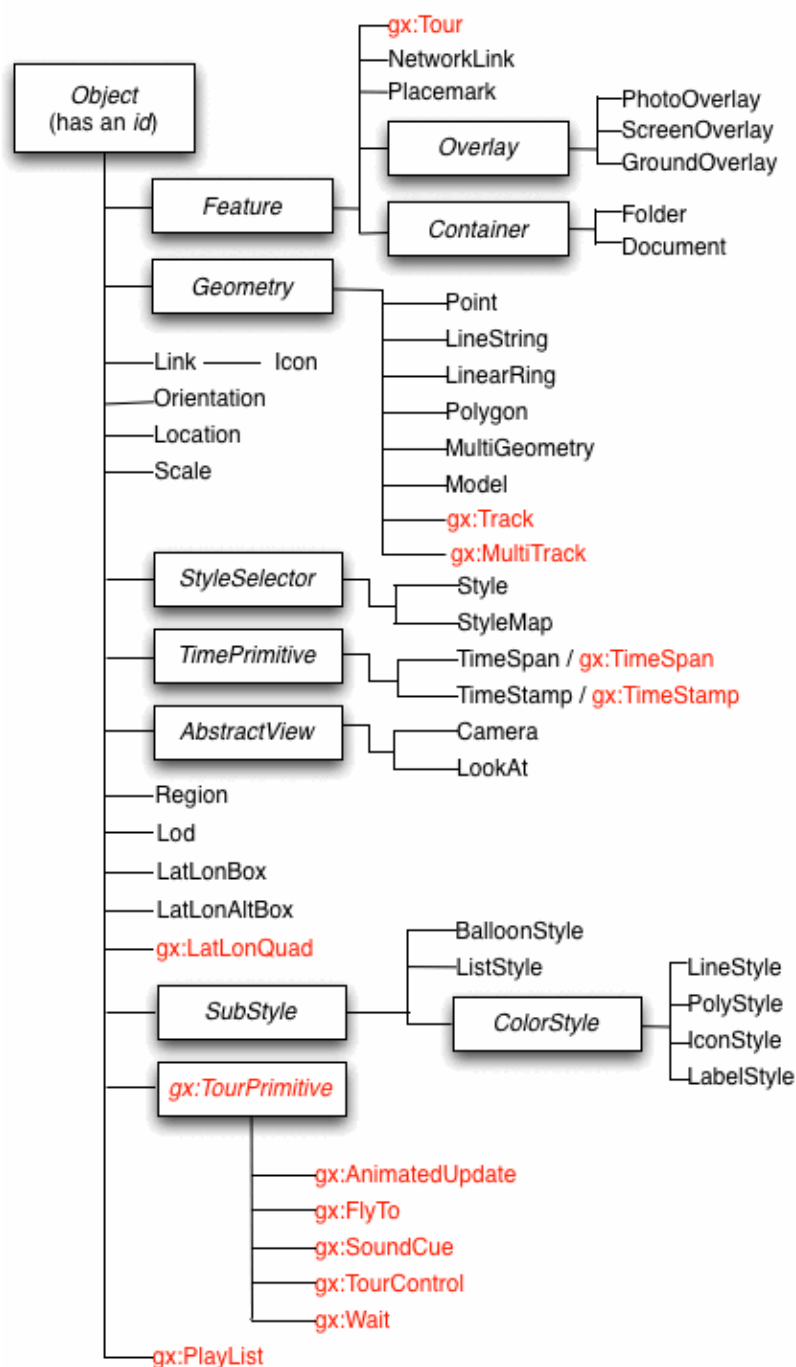


圖 4-1、KML 元件基本架構圖(取自 developer.google.com)

(二) SKP 格式

SKP 檔案格式為三維建模軟體 SketchUp 專用的檔案格式(副檔名即為 SKP)。自從西元 2006 年 Google 發布 Google SketchUp 免費版本，由於其具有簡單易操作的介面、直觀的三維建模方式、以及豐富的 3D 模型庫(3D Warehouse)等優點，加上所建立的模型可以直接上傳 Google Earth 進行發布及分享，因此許多三維地理空間資訊的應用會選擇利用 SketchUp 軟體進行建模(Ying et al., 2011; Lin et al., 2017)。目前雖有免費的 SketchUp Free 可供使用，但具全功能的 SketchUp Pro 仍屬於商用軟體，且 SKP 檔案的資料結構及格式並未對外公開，使得 SKP 檔案並不適合用來作為資料交換或共享的資料格式。

若欲對 SKP 進行格式轉換，一種方式是藉由特定軟體的匯入/匯出介面，另一種方式則是藉由官方所提供的 SketchUp C API 進行檔案資訊的讀取及寫入。SketchUp C API 的函式概略分為三大類，即幾何(geometry)、模型(model)、及工具(utils)，另有些沒有分在此三大類的 API 函式，如圖 4-2(a)所示，此外 SketchUp 亦定義了一些與資料結構相關的索引(Data Structure Index)，如圖 4-2(b)所示。以圖 4-2(b)中的 SUPoint3D 為例，其利用 C 語言中的結構(struct)定義了三維空間的坐標值，利用此資料結構即可以呼叫 model 中的 SUVertexSetPosition()及 SUVertexGetPosition()函式進行多邊形頂點的存取。

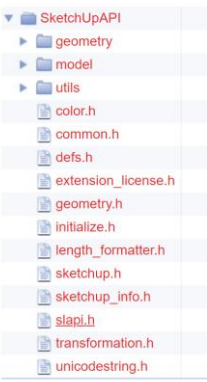
	S SUCurveRef SUDimensionLinearRef SUDimensionRadialRef SUDimensionRef SUDimensionStyleRef SUDrawingElementRef SUDynamicComponentAttributeRef SUDynamicComponentInfoRef SUEdgeRef SUEdgeUseRef SUEntitiesRef SUEntityListIteratorRef SUEntityListRef SUEntityRef SUExtensionLicense SUFaceRef SUFatRef SUGeometryInputRef SUGroupRef SUGuideLineRef SUGuidePointRef SUImageRef SUImageRepRef SUInstancePathRef SULayerRef SULengthFormatterRef SULineStylesRef SULocationRef SULoopRef SUMaterialInput SUMaterialRef SUMeshHelperRef SUModelRef SUModelStatistics SUOpeningRef SUOptionsManagerRef SUOptionsProviderRef SUPlane3D SUPoint2D SUPoint3D SUPolyline3dRef SURay3D SURenderingOptionsRef SUSceneRef SUSchemaRef SUSchemaTypeRef SUSectionPlaneRef SUShadowInfoRef SUStringRef SUStyleRef SUStyleRef SUTextRef SUTextureRef SUTextureWriterRef SUTransformation SUTransformation2D SUTypedValueRef SUUUVHelperRef SUUUVQ SUVector2D SUVector3D SUVertexRef
---	--

圖 4-2、SketchUp API 函式及資料結構(取自 SketcuUp 官方網頁)

(三) CityGML 格式

CityGML 是一種針對三維城市或景觀資料的國際開放模型(open model)，其以 XML 語法為基礎，因此很適合用於資料分享與交換。CityGML 採用物件(object)的設計觀念，除了能夠記錄城市或景觀中各種實體的三維幾何(3D geometry)及相對應的空間或非空間屬性之外，亦能描述物件的語意資訊及物件之間的三維位相關係。此外，CityGML 設計了五種不同的 LOD 細節層次，可以階層式架構描述不同細緻程度的三維模型。CityGML 的第一版由 OGC 於西元 2008 年所發布，目前的 v.2.0 版本則於西元 2012 年發布，CityGML 3.0 也已接近完成階段(Kutzner and Kolbe, 2018)。

在 CityGML 中，所有的類別及資料型態依不同的主題性質區分成許多不同模組，其中核心(Core)模組定義了最基本 CityGML 元件，也是其他模組如建物、橋梁、交通等的參考模組。圖 4-3 所示為 CityGML 的幾何-位相模組(geometric-topological model)，其用來描述真實世界中物件的形狀、大小、空間位置及相互間的關係，可以發現 CityGML 所有的幾何特徵皆參考自 GML 3 的幾何模組的子集，包括 gml::Point、gml::Curve、gml::Surface 及 gml::Solid 等基本的幾何型態。在幾何表示方面，CityGML 採用了知名的邊界表示法(Boundary Representation, B-rep)方式，除了強調模型外表的細節之外，亦將上述的 Point、Curve、Surface、及 Solid 等特徵以階層式的方式包裝起來，詳細地記錄了構成模型的所有幾何及位相資訊。此外，上述基本幾何型態亦可以組合(composite)或聚合(aggregate)的方式形成更複雜的幾何型態，如 MultiSurface 及 CompositeSurface 等。

本案以三維建物為主，CityGML 針對建物模型制訂了非常詳細的類別描述架構，且針對具語意意義的物件，其空間特性的描述亦十分具有彈性，例如建物模型的幾何形狀幾乎可以在不同的 LOD0-LOD4 中呈現，而大多數的 LOD 允許使用 Solid、MultiSurface、或兩者的組合來呈現幾何資訊。而在語意方面，CityGML 給予三維建物不同之語意類別，並且清楚說明該類別可以使用什麼幾何物件進行記錄。例如由前述 CityGML 之介紹可得知，一個 Building 可由數個 BuildingPart 所組成，這是屬於語意的部分，而一個 BuildingPart 可以由屋頂(RoofSurface)、牆面(WallSurface)及地板(GroundSurface)等不同的 _BoundarySurface 所構成，這是屬於幾何

型態表示的部分。因此，當以 CityGML 之架構進行三維建物記錄時，不僅可以得知資料內各建物的語意，也可由各建物資料的幾何型態部分獲取三維幾何坐標，並可拆解得知兩者之間的對應關係。如圖 4-4 之示意圖，一般稱此為空間-語意一致性(spatio-semantic coherent) (Yao et al., 2018)。然而，當進行檔案格式轉換時，來源檔案(如 KML 或 SKP 等)因其格式限制，不具有建物之語意設計，在未有配套措施之前，可能無法取得語意方面的資訊，當程式讀取到三維面狀資料時，無法判別讀取之資料是屬於建物的牆面、天花板或者屋頂，因此如何建立空間與語意之間的映射關係，將成為進行 CityGML 檔案格式轉換時必須進行面臨的問題。

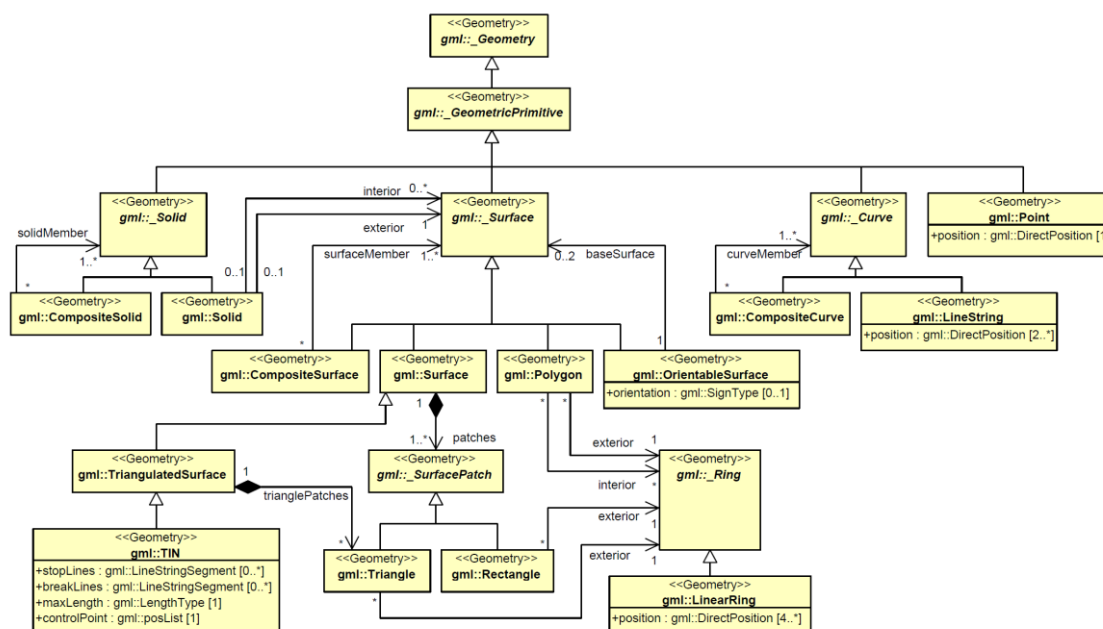


圖 4-3、CityGML 幾何-位相模組之 UML 圖(取自 Open Geospatial Consortium, 2012)

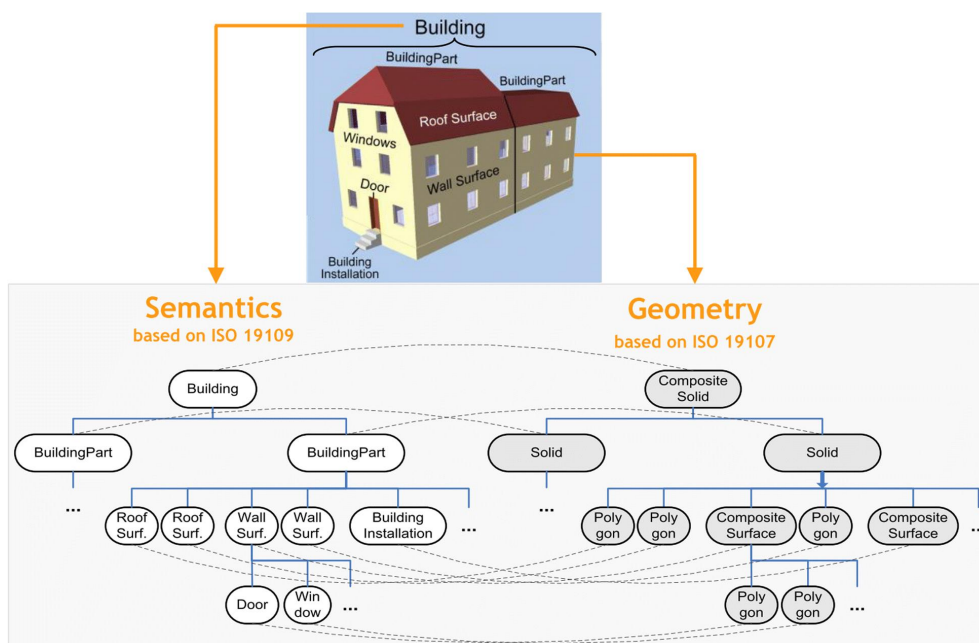


圖 4-4、CityGML 中語意與幾何之間的相關性(取自 Yao et al., 2018)

(四) GeoJSON 及 CityJSON 格式

JSON (JavaScript Object Notation)是近年在網際網路上常被使用之流通資料格式，係以成對之屬性與紀錄值之方式所組成的資料，再透過特殊符號區隔，包裝特定對象之描述成果，可以文數字之方式流通資料。相較於 CSV 以逗點區隔之方式，JSON 之資料格式具有架構，且可解讀屬性及資料內容，因此頗受歡迎，尤其資料庫中單一表格所紀錄之資料可在處理後，透過 JSON 格式流通，且為開放格式，因此被廣泛使用。原始之 JSON 格式並不具有空間描述之能力，常見之作法為將點狀地物之 X 及 Y 坐標分別視為兩個獨立的屬性，使用者因此必須在辨識這兩個欄位後，進行後續的定位處理，才能處理為地理資料。GeoJSON 則是 JSON 之擴充格式，在其標準格式之外擴充納入了各種空間維度之描述規定。GeoJSON 為西元 2008 年 Creative Commons Attribution 3.0 United States License(Butler、Daly 等人所設計)之規範。基於 JSON 之格式所延伸訂定用於描述有關地理資訊結構之交換標準格式，表達地理幾何圖徵類型，如 Point、LineString、Polygon、MultiPoint、MultiLineString、MultiPolygon 以及 GeometryCollection，可看出設計之內容與 KML 頗為相似。GeoJSON 透過 JSON 格式之階層式(Hierarchical)特性，可對幾何圖徵包裝其屬性資料，具有較為簡單之結構，且容易讀取之特性使開發者容易上手。

目前 GeoJSON 尚未納入國際標準範疇中，但是 OGC 於西元 2015 年 10 月表示有意將 GeoJSON 納入標準中，並開始相關標準之內容。由於 GeoJSON 是一種基於 JSON 的開放格式，有不少開發程式庫開始支援 GeoJSON 的處理，也有許多政府開放資料(官方或非官方)開始選用 GeoJSON 為其資料格式。JSON 之優勢在於簡易且容易被解讀，網頁前端(即是瀏覽器)亦能直接處理，因此廣泛被應用，其坐標格式不受限制，但必須說明是何種坐標參考系統。

CityGML 2.0 加入了 CityJSON 的支援，CityJSON 使得 CityGML 模型可使用 JSON 資料格式記錄三維城市。其內容相對於 CityGML 的 GML 格式來說較為簡易，每一個具有語意的物體以「CityObjects」描述，再加上其他 3 個必要屬性「type」、「version」及「vertices」，則可組成一個最基本的 CityJSON 資料。目前 CityJSON 可記錄 CityGML 之各種具語意之三維城市模型，並以 CityObjects 描述。所有 CityObjects 以其屬性「type」來區分物體是建物、道路、河流或其他物體，以屬性「attributes」記錄 CityGML 所給予之屬性，並以屬性「geometry」記錄物體的幾何資訊。

表 4-1 大致列出上述四種三維向量檔案格式之比較，可以發現不同的三維向量檔案格式及模型架構有明顯差異，儲存內容亦有所差別，例如 KML 及 SKP 格式並不具語意資訊，若欲直接將其轉換成 CityGML 格式，則因為空間-語意一致性的關係，勢必得先將 KML 或 SKP 的幾何資訊與 CityGML 的語意資訊之間的關係建立起來，才能獲得正確的轉換結果。此外，KML 及 SKP 亦不具多個 LODs 的模型架構，如何自動轉換成不同 LOD 的 CityGML 模型亦是另一個必須面臨的問題。

表 4-1、各種三維向量檔案格式之比較

	KML/ COLLADA	SKP	CityGML	CityJSON
邊界表示	有	無	有	無
語意資訊	部分	無	有	有
LOD	無	無	有	有
紋理	有	有	有	有
表現尺度	大範圍呈現	單個建物或區塊	大範圍呈現	大範圍呈現

4-3、三維建物模型資料轉換程式開發策略及可能遭遇之問題

目前對於三維建物模型資料轉換的方式大致可分成兩種，對於具國家規模等級的三維城市模型發展而言，可考慮全面規劃一個三維空間資料庫，此三維空間資料庫的架構及欄位設計必須能對應到 CityGML 的設計應用綱要。當需要進行檔案轉換時，可先將欲轉換的檔案匯入到空間資料庫，接著由空間資料庫匯出為 CityGML 格式，如圖 4-5(a)。由德國慕尼黑工業大學所研發的 3DCityDB 即是採用這種方式的一個成功範例，3DCityDB 採用具有空間擴展特性的關聯式資料庫管理系統 (Spatially-extended Relational Database Management systems, SRDBMS)，如 ORACLE Spatial 或 PostgreSQL，同時根據 CityGML XML 綱要定義文件將具有繼承特性的多個 CityGML 類別映射到同一個資料庫表格中，並以關聯式資料庫處理不同 CityGML 類別間的關係(Yao, et al., 2018)。另一種三維建物模型資料轉換的方式是事先建立輸入檔案(如 KML 或 SKP 格式)及輸出檔案(如 CityGML 格式)之間有關於幾何及語意的映射規則，之後根據映射規則即可以進行檔案轉換，如圖 4-5(b)。

建立一國家級三維空間資料庫必須全面檢討國家級三維資料庫的建置需求並進行完整的資料庫架構規劃，需耗費較多人力及時間，本案擬先採第二種方式，即針對 KML 及 SKP 格式與 CityGML 格式之間建立幾何及語意元件(或物件)的映射規則，以將現有的 KML 及 SKP 檔案轉換成 CityGML 格式。

不同的三維向量檔案格式及模型架構有明顯差異，儲存內容亦有所差別，因為 KML 及 SKP 格式並不具語意資訊，轉換程式將無法自動與 CityGML 的語意類別進行對應，此時可能需要人工介入建立幾何及語意元件(或物件)的映射規則。此外，KML 及 SKP 亦不具多個 LODs 的模型架構，如何自動轉換成不同 LOD 的 CityGML 模型亦是另一個必須面臨的問題。

另一個目前遭遇的問題是 SKP 為商用軟體格式，其檔案資料結構及格式並未對外公開，雖提供有 SketchUp C API 可進行檔案資訊的讀取及寫入，但對於精緻建物檔案仍不易進行完整的格式解讀。

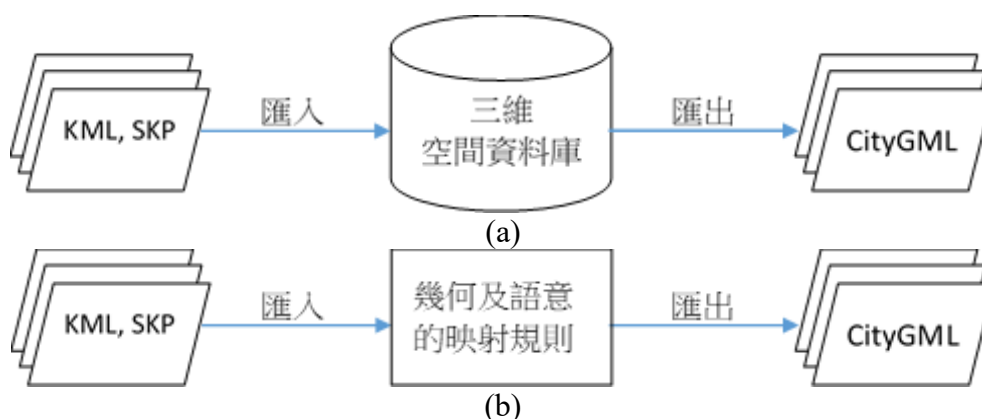


圖 4-5、三維建物模型資料轉檔策略

4-4、轉換程式內部運作流程規劃及介面設計

為使資料轉換為符合本案三維建物模型之 CityGML 檔案，需進行輸入檔案之資料檢核，包含類別檢核及資料檢核等 2 步驟，確認無誤後方能順利完成資料轉換程序，轉換程式內部運作流程規劃如圖 4-6 所示，各流程之細部說明如下：

(一)類別檢核

類別為資料標準中之資料分類架構，例如 CityGML 資料標準之「RoofSurface」、「WallSurface」、「GroundSurface」等語意相關類別是否能夠對應，此必須由預先設立的語意映射規則來確定。此外，本案根據需求所設計 CityGML 應用綱要也在檢查範圍內，類別檢核即在確認 KML 及 SKP 檔案中之元素名稱與資料標準中之類別名稱是否對應，同時確認 KML 及 SKP 檔之幾何型別(點、線、面)與資料標準規定之資料型別是否相符，如果不符合則將問題紀錄於內部 log 檔中，同時跳出警示視窗，讓使用者重新選擇輸入檔案或結束程式，如果符合則進行下一步之資料檢核。由於三維建物 CityGML 格式中儲存屬性及語意相關的類別元件將隨著不同的應用而有不同的定義及使用方式，在尚未完全建立相關屬性及語意的類別綱要定義之前，本轉換程式方面先針對 CityGML 之幾何相關類別元件進行轉換，未來隨著三維建物測置規範的建立，本轉換程式可進一步針對語意及屬性等類別進行檢核及轉換。

(二)資料檢核

資料檢核主要針對資料之欄位名稱、欄位型態、欄位缺漏與必填欄位之資料狀況情形逐一比對，如果不符合則進行比對結果之記

錄，所有欄位比對結束後若比對產生疑義，系統會自動提出警示視窗，並回復至選擇資料轉檔功能，直到選取的檔案通過設定之檢核條件或使用者選擇取消為止。不符合資料標準規範之欄位名稱、欄位長度、欄位值域等內容之訊息將紀錄於內部 log 檔，且顯示於警示視窗中。

(三) 其他轉檔問題

輸入檔案經類別檢核及資料檢核無誤後，理論上應可順利進行後續轉檔作業，但實際進行轉檔時仍有可能遭遇其他不明問題。此時程式將所發生問題紀錄於內部 log 檔中，並跳出警示視窗並回復至選擇資料轉檔功能。

(四) 輸出結果瀏覽

轉換作業完成後，使用者可查看轉出之 CityGML 檔案，程式會啟動系統預設開啟 CityGML 檔案之應用程式來進行展現。圖 4-6 中的內部紀錄會將類別檢查、資料檢核結果及各項重要系統訊息記錄下來，除了顯示於警示視窗之外，另會轉存成 log 檔，以方便使用者事後檢查使用。

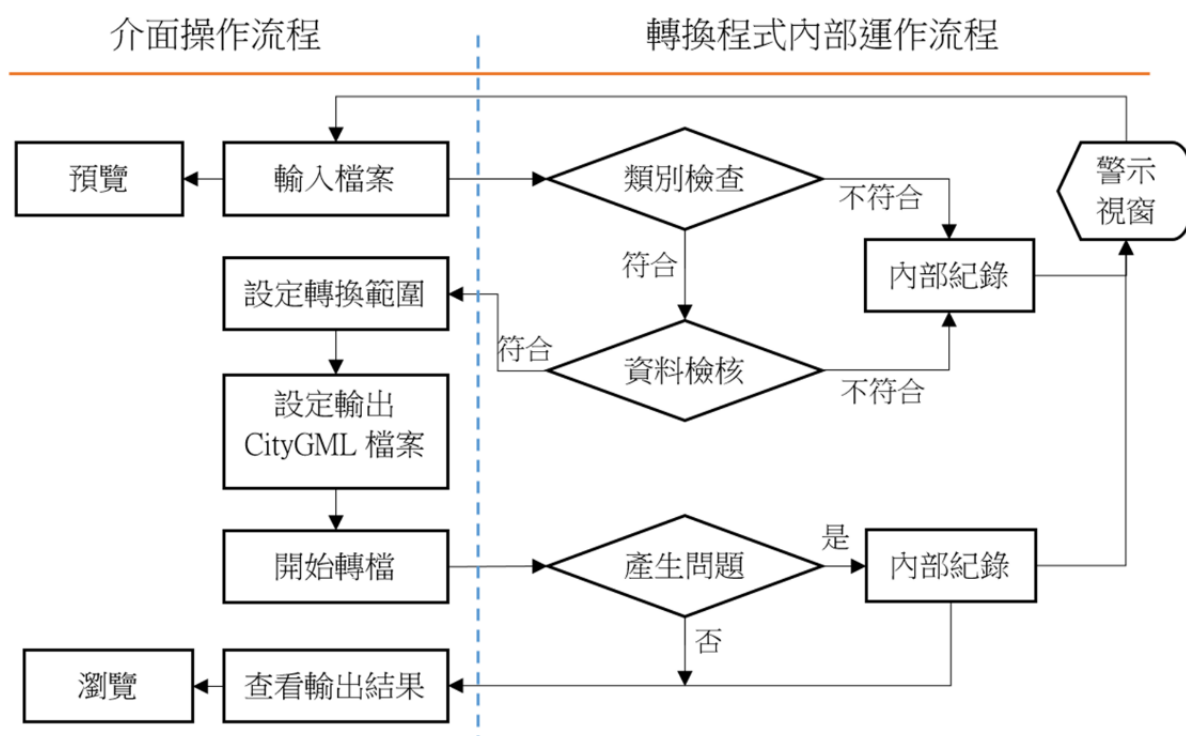


圖 4-6、程式介面操作與轉換程式內部運作流程

(五) 轉換程式介面設計

為了方便使用者操作完成轉檔作業，本計畫依據圖 4-6 之程式介面操作與內部運作流程，設計一使用者圖形介面如圖 4-7 所示。使用者可選擇輸入檔案格式、輸出檔案格式、輸、出入之檔案名稱（或路徑）、以及是否進行批次作業等，確認無誤之後，按下「轉檔」按鈕即可進行轉檔作業。轉檔過程之相關訊息則會顯示於最底下之訊息式窗內。本程式會自行判斷輸入檔案的形式（如近似或精緻建物模型）而自動定輸出檔案的形式及內容，使用者無需輸入其他參數。

本案進行程式開發之程式語言為 python，作業系統為 Windows 10 64 bit。所使用之電腦為一般個人用電腦，CPU 型號為 Intel Core i7-9700KF，具 32 GB 的記憶體，顯示卡為 GeForce RTX 2070 Super。程式轉檔時並無使用 GPU 相關資源。



圖 4-7、三維建物格式轉換程式介面

4-5、三維近似化建物模型 KML 檔轉換成果

(一) KML 三維近似模型轉換成果

三維近似建物主要指的是 LOD1 或 LOD2 的建物，為我國目前較為大宗生產之建物模型資料。其建置方式主要利用現有地形圖之二維建物輪廓，根據建物高程往上提升為三維建物模型，當儲存成 KML 格式時，建物輪廓係以一個<polygon>元素記錄各頂點坐標，同時以<altitudeMode>說明坐標高程之實際定義，如以下範例顯示，表示此坐標高程值為相對於地面之高程(relativeToGround)，依此可判斷此建物之高程為 1.190 公尺，此外其<extrude>屬性為 1，表示此建物外觀係由此高程往下延伸至地表而形成，圖 4-8 為利用 Google Earth 軟體檢視此三維建物之示意圖。

```
<Placemark>
  <name>95204013_6A0GKSP7</name>
  <description>
</description>
  <Polygon>
    <extrude>1</extrude>
    <altitudeMode>relativeToGround</altitudeMode>
    <outerBoundaryIs>
      <LinearRing>
        <coordinates>
          120.576233,23.953688,1.190000
          120.576147,23.953657,1.190000
          120.576131,23.953692,1.190000
          120.576217,23.953724,1.190000
          120.576233,23.953688,1.190000
        </coordinates>
      </LinearRing>
    </outerBoundaryIs>
  </Polygon>
</Placemark>
```

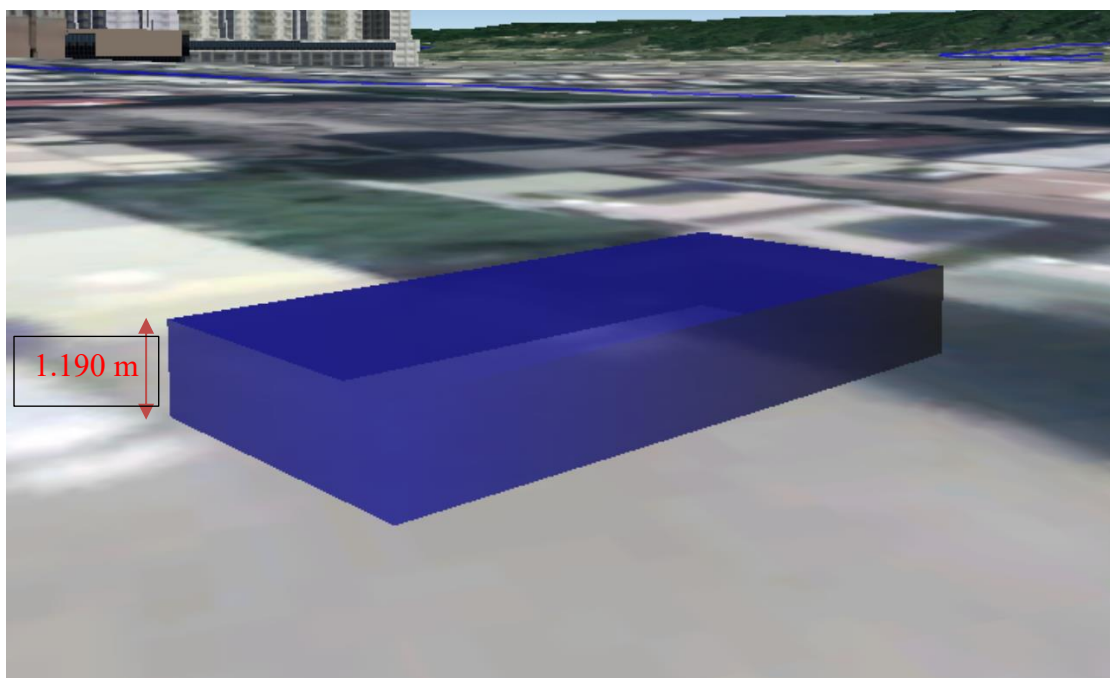


圖 4-8、以 Google Earth 檢視 KML 格式之三維建物

依據上述 KML 儲存三維建物之方式，可推算此建物的各個牆面，每一個牆面對應到 CityGML 的 <surface> 物件，如圖 4-9 所示，並以 CityGML LOD1 Solid 的概念，將各個 <surface> 組合 (composite) 成一棟建物，其 CityGML 範例碼如下所示。

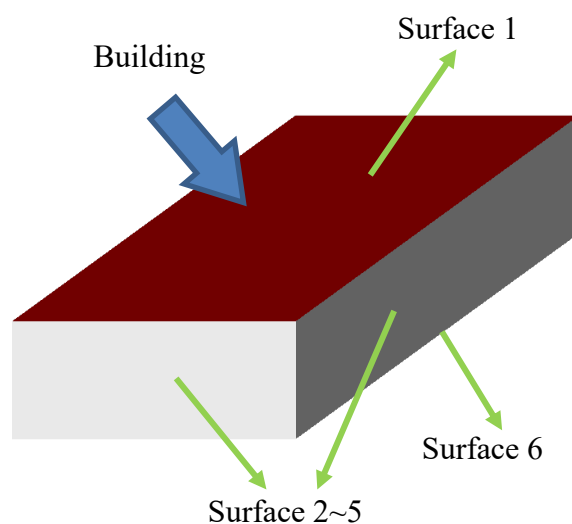


圖 4-9、以<solid>及 comosite 方式組成三維建物多邊形

```
<bldg:lod1Solid>
  <gml:Solid>
    <gml:exterior>
      <gml:CompositeSurface>
```

```

<gml:surfaceMember>
  <gml:Polygon>
    <gml:exterior>
      <gml:LinearRing>
        <gml:posList>120.576233 23.953688 1.190000
                      120.576147 23.953657 1.190000
                      120.576131 23.953692 1.190000
                      120.576217 23.953724 1.190000
                      120.576233 23.953688 1.190000
        </gml:posList>
      </gml:LinearRing>
    </gml:exterior>
  </gml:Polygon>
</gml:surfaceMember>
<gml:surfaceMember>
  <gml:Polygon>
    <gml:exterior>
      <gml:LinearRing>
        <gml:posList>120.576233 23.953688 0.000000
                      120.576147 23.953657 0.000000
                      120.576131 23.953692 0.000000
                      120.576217 23.953724 0.000000
                      120.576233 23.953688 0.000000
        </gml:posList>
      </gml:LinearRing>
    </gml:exterior>
  </gml:Polygon>
</gml:surfaceMember>
<gml:surfaceMember>
  <gml:Polygon>
    .. .. .
    .. .. .
  </gml:Polygon>
</gml:surfaceMember>
<gml:surfaceMember>
  <gml:Polygon>
    .. .. .
    .. .. .
  </gml:Polygon>
</gml:surfaceMember>
<gml:surfaceMember>
  <gml:Polygon>
    <gml:exterior>
      <gml:LinearRing>
        <gml:posList>120.576131 23.953692 0.000000
                      120.576131 23.953692 1.190000
                      120.576217 23.953724 1.190000
                      120.576217 23.953724 0.000000
        </gml:posList>
      </gml:LinearRing>
    </gml:exterior>
  </gml:Polygon>
</gml:surfaceMember>
<gml:surfaceMember>
  <gml:Polygon>
    <gml:exterior>
      <gml:LinearRing>
        <gml:posList>120.576217 23.953724 0.000000
                      120.576217 23.953724 1.190000
                      120.576233 23.953688 1.190000

```

```

120.576233 23.953688 0.000000
    </gml:posList>
  </gml:LinearRing>
</gml:exterior>
</gml:Polygon>
</gml:surfaceMember>
</gml:CompositeSurface>
</gml:exterior>
</gml:Solid>
</bldg:lod1Solid>

```

上述範例碼為本程式對圖 4-1 的 KML 檔實際轉換後的結果，為了驗證其正確性，圖 4-10 及圖 4-11 分別利用了免費 CityGML 檢視軟體 FZKViewer 及 CESIUM 平臺檢視此 KML 檔轉換成 CityGML 格式之檢視成果，可以發現其成果與圖 4-8 以 Google Earth 檢視 KML 檔之情況相符合。圖 4-11 建物有部分被地形遮蔽。

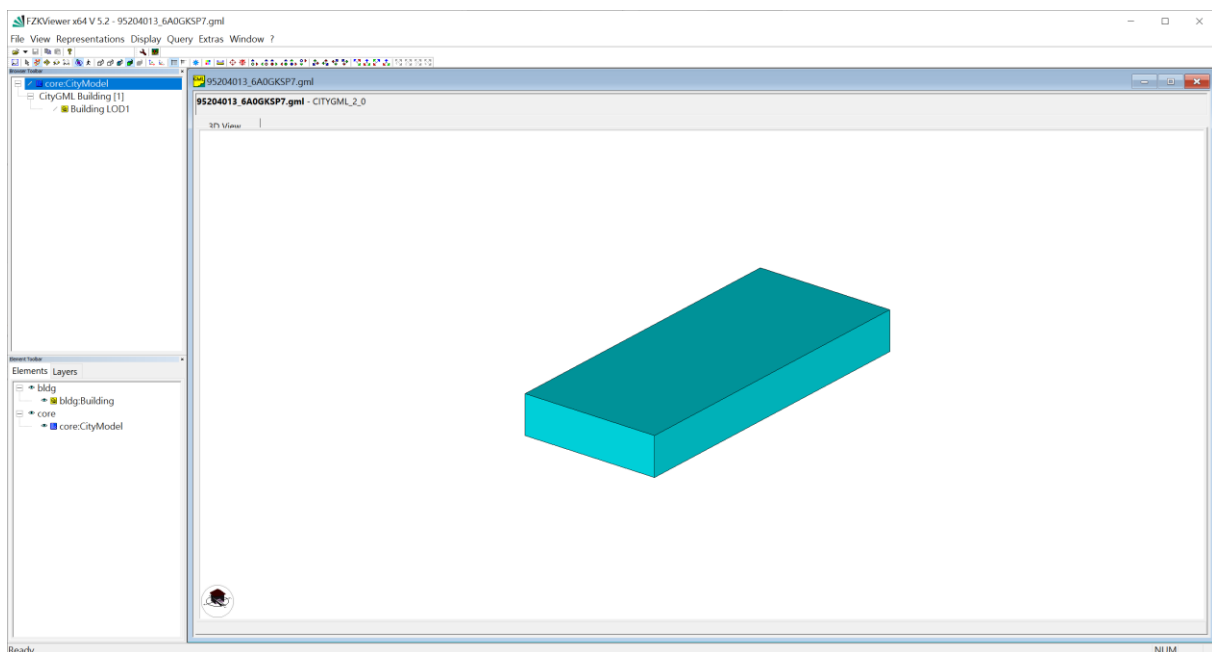


圖 4-10、以 FZKViewer 軟體檢視 CityGML 格式之三維建物(solid)

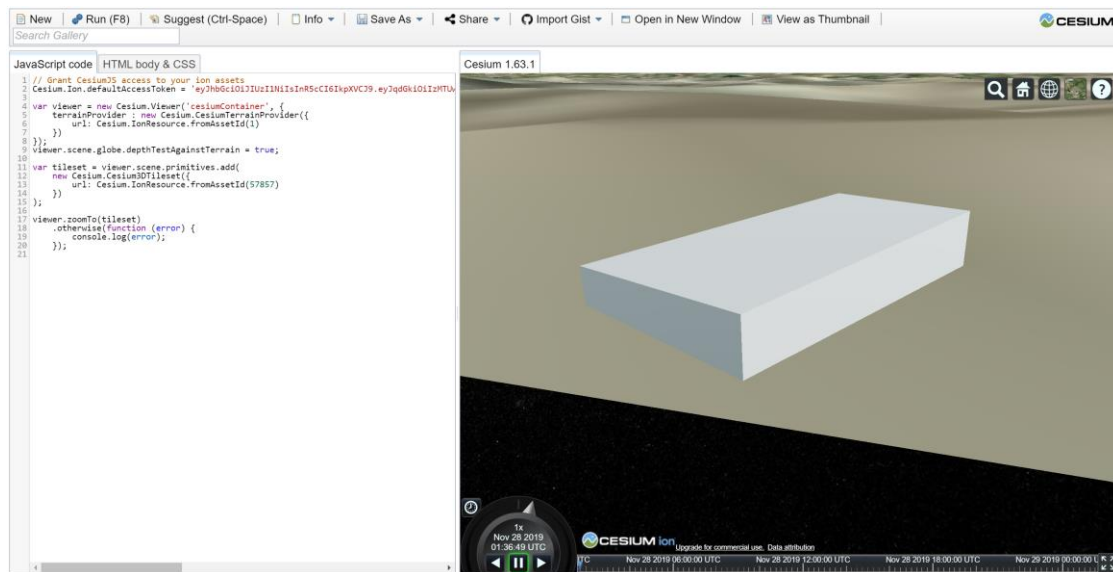


圖 4-11、以 Cesium 平臺檢視 CityGML 格式之三維建物

除了利用 CityGML 的 solid 概念轉換 LOD1 建物之外，依據上述 KML 儲存簡易三維建物之方式，亦可將此建物轉換為具有語意表示之 CityGML LOD2 格式。以圖 4-9 之三維建物為例，其二維建物輪廓具有 4 個點坐標，依此可判斷此建物將具有四個牆面多邊形(WallSurface)、一個屋頂面多邊形(RoofSurface)、及一個地面多邊形(GroundSurface)，如圖 4-12 所示。根據二維建物輪廓支點坐標及高程即可依序推算出此六個多邊形的坐標，並依據 CityGML MultiSurface 概念，以 LOD2 的形式儲存成具有語意關係的 CityGML 格式，如以下範例碼所示。

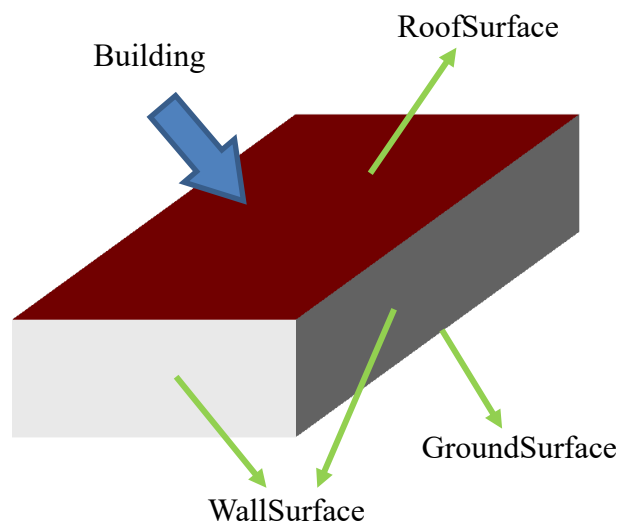


圖 4-12、組成三維建物具有語意之多邊形

```
<bldg:boundedBy>
  <bldg:RoofSurface>
    <bldg:lod2MultiSurface>
      <gml:MultiSurface>
        <gml:surfaceMember>
          <gml:CompositeSurface
            gml:id="UUID_30f122ae-a218-494c-f03b-c6ae9aee7ecf">
              <gml:surfaceMember>
                <gml:Polygon
                  gml:id="Srf_9ee257c4-f607-451e-9b56-74a80e897c87">
                    <gml:exterior>
                      <gml:LinearRing>
                        <gml:posList srsDimension="3">
                          120.576233 23.953688 1.190000
                          120.576147 23.953657 1.190000
                          120.576131 23.953692 1.190000
                          120.576217 23.953724 1.190000
                          120.576233 23.953688 1.190000
                        </gml:posList>
                      </gml:LinearRing>
                    </gml:exterior>
                  </gml:Polygon>
                </gml:surfaceMember>
              </gml:CompositeSurface>
            </gml:surfaceMember>
          </gml:MultiSurface>
        </bldg:lod2MultiSurface>
      </bldg:RoofSurface>
    </bldg:boundedBy>
  <bldg:boundedBy>
    <bldg:WallSurface>
      <bldg:lod2MultiSurface>
        <gml:MultiSurface>
          <gml:surfaceMember>
            <gml:CompositeSurface
              gml:id="UUID_e94dca82-ee63-4eba-cc6a-0d169992bb1a">
                <gml:surfaceMember>
                  <gml:Polygon
                    gml:id="Srf_f864475c-70f4-4576-a63e-2560a3372711">
                      <gml:exterior>
                        <gml:LinearRing>
                          <gml:posList srsDimension="3">
                            120.576233 23.953688 0.000
                            120.576233 23.953688 1.190000
                            120.576217 23.953724 1.190000
                            120.576217 23.953724 0.000
                            120.576233 23.953688 0.000
                          </gml:posList>
                        </gml:LinearRing>
                      </gml:exterior>
                    </gml:Polygon>
                  </gml:surfaceMember>
                </gml:CompositeSurface>
              </gml:surfaceMember>
            </gml:MultiSurface>
          </bldg:lod2MultiSurface>
        </bldg:WallSurface>
      </bldg:boundedBy>
```

圖 4-13 為利用免費 CityGML 檢視軟體 FZKViewer 檢視此 KML 檔轉換成 CityGML 之檢視成果，可以發現其成果與圖 4-8 相符合，此外利用該軟體檢視此建物之樹狀資料結構，可以發現其確實由一個 RoofSurface、一個 GroundSurface、及四個 WallSurface 所組成，如圖 4-14 所示。

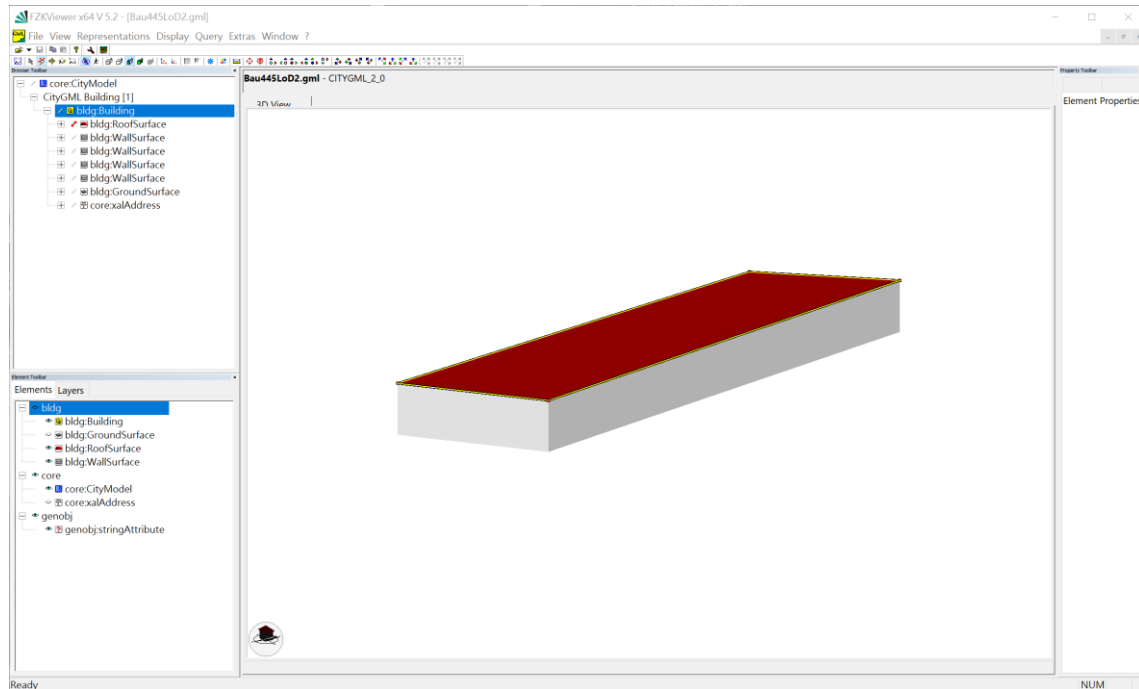


圖 4-13、以 FZKViewer 軟體檢視 CityGML 格式之三維建物

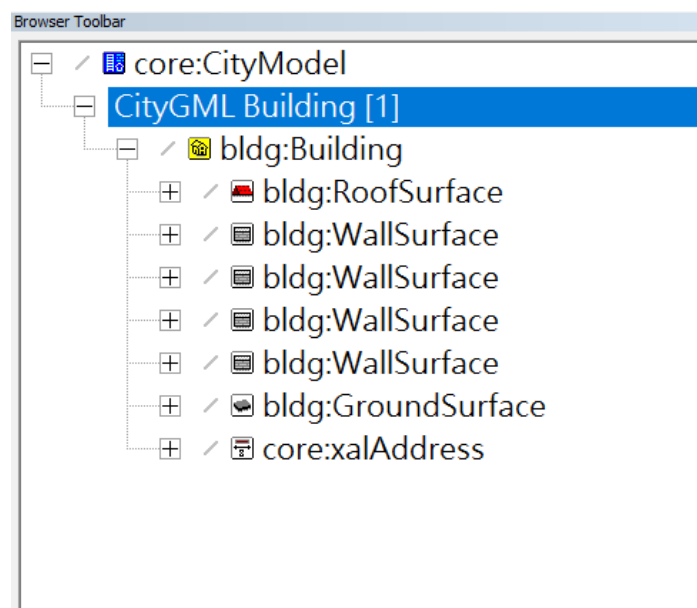


圖 4-14、以 FZKViewer 檢視 CityGML 格式之三維建物

此外，該軟體亦可檢視此建物之屬性資料，如圖 4-15 所示，可以發現此建物高程為 1.19 公尺，與 KML 所記錄之建物高程相符合。

Element Properties			Properties	Relations
Name	Value	Description		
Entity Information				
Type	bldg:Building			
Internal Type	CityGML Building			
GUID	34RzLkkUvB9ve5JiyVna6j			
GUID (readable)	c46fd56e-b9ee-4b27-9a05-4ecf1fc641ad			
Name	bldg:Building			
Description				
Object Type				
Layer Name				
Color	---	No Color		
gml:id	DEBW_0010001Xasv			
gml:description				
Geometry				
lod2	bldg:lod2Solid			
GmlSolid				
Calculated Values (lod2 - bldg:lod2So...				
BoundingBoxLengthX		4.15 [m]		
BoundingBoxLengthY		11.36 [m]		
BoundingBoxLengthZ		1.19 [m]		
SurfaceArea		74.58 [m²]		

圖 4-15、以 FZKViewer 軟體檢視 CityGML 格式之三維建物之屬性資料

本程式除了可將 KML 近似建物模型轉換成 CityGML 格式之外，亦可選擇換成 CityJSON 格式，上述圖 4-1 之 KML 檔經本程式轉換為 CityJSON 的格式碼如下所示（部分摘錄）。因原始 KML 所記錄的坐標系統為 WGS84 坐標，在未經過坐標轉換的情況下，轉換後的 CityJSON 格式依舊儲存原始的 WGS84 坐標，惟目前可顯示 CityJSON 格式檔案的展示軟體或平台尚無法顯示具 WGS84 坐標的 CityJSON 檔案，因此以下僅列出轉換後的 CityJSON 格式碼。

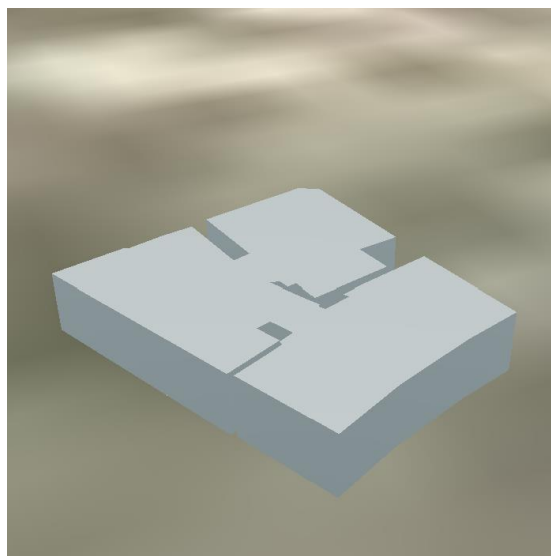
```
{
  "type": "CityJSON",
  "version": "1.0",
  "metadata": {
    "referenceSystem": "urn:ogc:def:crs:EPSG::4326",
    "geographicalExtent": [120.576241, 23.953142, 0,
                          120.576329, 23.953334, 10.11]
  },
  "CityObjects": {
    "95204013_6A0TKSMM": {
```

```
"type": "Building",
"geometry": [
{
  "type": "MultiSurface",
  "lod": 1,
  "boundaries": [
    [[0, 1, 2, 3, 4, 5]],
    [[6, 7, 8, 9, 10, 11]],
    [[12, 13, 14, 15]],
    .. .. .
    .. .. .
  ]
}
]
},
"vertices": [
  [120.576329, 23.953153, 10.11],
  [120.576278, 23.953142, 10.11],
  [120.576241, 23.953295, 10.11],
  .. .. .
  .. .. .
],
}]
```

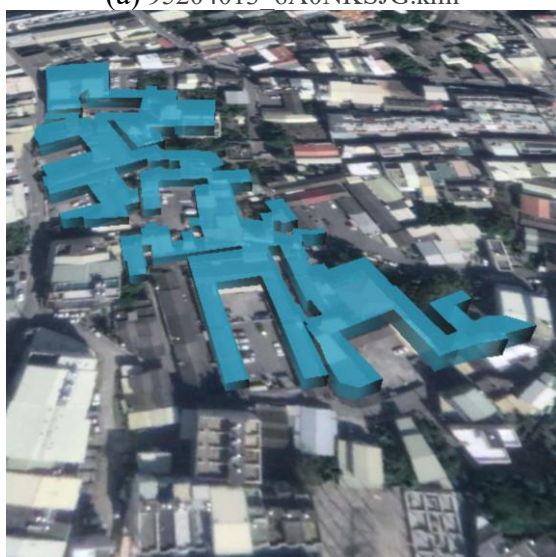
上述係以較簡單的長方形建物做為範例進行說明，對於形狀較為複雜的建物，本轉檔程式亦可順利完成 CityGML 格式轉換，如圖 4-16 所示，其中檔案(95204013_6A0NKSJG.kml)轉成 CityGML 後具有 40 個多邊形，而檔案(95204013_6880KSFA.kml)則具有 200 個多邊形，皆能順利轉換為 CityGML 格式。



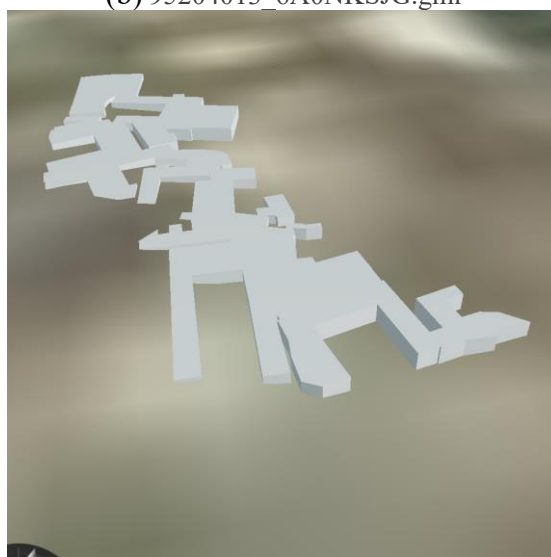
(a) 95204013_6A0NKSJG.kml



(b) 95204013_6A0NKSJG.gml



(c) 95204013_6880KSFA.kml



(d) 95204013_6880KSFA.gml

圖 4-16、複雜建物圖形之轉換成果

4-6、三維近似化建物模型 KML/COLLADA 檔轉換成果

相較於 KML 簡易建物模式，KML/COLLADA 格式相對複雜很多，其主要以一個 mesh 元件包裝了節點(vertex)及三角形(triangles)兩種幾何元件，兩主之間具有組成的關係，即一個三角形由三個節點所組成。節點實際的空間坐標則以資料流(data flow)相關元件進行包裝，其中 source 元件提供一個儲存各種資料的容器(container)，其下層可包含各種不同型別的資料陣列(array)，此為儲存所有節點空間坐標屬性的主要元件，但 array 中並無說明資料存取的方式，因此需要根據另一個 accessor 元件以了解 array 所儲存資料的語意及資料結構，方能順利存取 array 中的節點資料。上述所有元件皆具有唯一的 id 識別碼，元件之間透過此識別碼即可順利存取相對應的資料，以下所示 DAE 文件為一

個具有四個牆面及一個屋頂面的建物，其中一個 LibraryGeometries 代表一棟建物，其下包含五個 Geometry 元件，分別代表不同的面。每一個面由一個 mesh 所組成，底下包含了節點跟三角形元件。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no" ?>
<COLLADA xmlns="http://www.collada.org/2005/11/COLLADASchema"
version="1.4.0">
  <asset>
    <contributor>
      <authoring_tool>CSRSR YuChing</authoring_tool>
    </contributor>
    <created>2019-01-01T07:32:57Z</created>
    <modified>2019-01-01T07:32:57Z</modified>
    <unit meter="1" name="meter" />
    <up_axis>Z_UP</up_axis>
  </asset>
  <library_visual_scenes>
    <visual_scene id="ID1">
      ... ..
    </visual_scene>
  </library_visual_scenes>
  <library_geometries>
    <geometry id="GeometryNo1F0">
      <mesh>
        <source id="GeometryPosNo1F0">
          <float_array id="GeometryPosArrayNo1F0" count="12">
            0.000000 0.000000 1.190000 -8.766100 -3.417600 0.000000
            0.000000 0.000000 0.000000 -8.766100 -3.417600 1.190000
          </float_array>
          <technique_common>
            <accessor count="4" source="#GeometryPosArrayNo1F0"
stride="3">
              <param name="X" type="float" />
              <param name="Y" type="float" />
              <param name="Z" type="float" />
            </accessor>
          </technique_common>
        </source>
        <source id="GeometryNorNo1F0">
          <float_array id="GeometryNorArrayNo1F0" count="12">
            0 -1 0 0 -1 0 0 -1 0 0 -1 0
          </float_array>
          <technique_common>
            <accessor count="4" source="#GeometryNorArrayNo1F0"
stride="3">
              <param name="X" type="float" />
              <param name="Y" type="float" />
              <param name="Z" type="float" />
            </accessor>
          </technique_common>
        </source>
        <source id="GeometryUVNo1F0">
          <float_array id="GeometryUVArrayNo1F0" count="8">2 1 0 0 2 0 0
1 </float_array>
          <technique_common>
            <accessor count="4" source="#GeometryUVArrayNo1F0"
stride="2">
```

```

        <param name="S" type="float" />
        <param name="T" type="float" />
    </accessor>
</technique_common>
</source>
<vertices id="GeometryVertexNo1F0">
    <input semantic="POSITION" source="#GeometryPosNo1F0" />
    <input semantic="NORMAL" source="#GeometryNorNo1F0" />
</vertices>
<triangles count="2" material="MaterialNo1F" >
    <input offset="0" semantic="VERTEX"
source="#GeometryVertexNo1F0" />
    <input offset="1" semantic="TEXCOORD"
source="#GeometryUVNo1F0" />
    <p>0 0 1 1 2 2 1 1 0 0 3 3</p>
</triangles>
</mesh>
</geometry>
<geometry id="GeometryNo1F1">
    <mesh>
        ... ..
        ... ..
    </mesh>
</geometry>
<geometry id="GeometryNo1F2">
    <mesh>
        ... ..
        ... ..
    </mesh>
</geometry>
<geometry id="GeometryNo1F3">
    <mesh>
        ... ..
        ... ..
    </mesh>
</geometry>
<geometry id="GeometryNoRoof">
    <mesh>
        ... ..
        ... ..
    </mesh>
</geometry>
</library_geometries>
<library_materials>
    ... ..
    ... ..
</library_materials>
<library_effects>
    ... ..
    ... ..
</library_effects>
<library_images>
    ... ..
    ... ..
</library_images>
<scene>
    <instance_visual_scene url="#ID1" />
</scene>
</COLLADA>

```

此外，COLLADA 檔以其局部坐標系統儲存三維資料，因此必須轉換成 KML 的全球坐標系統，即 WGS84 經緯度坐標系統。圖 4-17 所示為此轉換過程中坐標旋轉及三個坐標軸的定義，KML 將相關的坐標轉換係數儲存於<Location>、<Orientation>、以及<Scale>等三個標籤中，其中<Location>為 COLLADA 檔案坐標原點在全球坐標系統中的經、緯度坐標、<Orientation>及<Scale>則分別描述該建物的旋轉方位及縮放尺度，以下列出 KML 檔中描述一個 model 元件的範例碼。

經檢視目前已有三維建物之 KML/COLLADA 格式，可以判斷建物在 COLLADA 檔案中係為 TWD97 坐標減去原點坐標(即上述 KML 文件中<Location>所記錄的經、緯度坐標)後的局部坐標，因此若能將<Location>所記錄的經緯度坐標)轉換為 TWD97 坐標，即能獲得具 TWD97 坐標的建物模型。

圖 4-18 為以 Google Earth 軟體檢視一 KML/COLLADA 格式測試檔案(95204013_69W8KSA1.kml)的檢視圖，其坐標系統為 WGS84 經緯度坐標，經本案轉檔程式針對幾何資料進行轉換成 CityGML 格式，建物的呈現方式主要採 MultiSurface 模式將各個三角形組合幾來，其成果如圖 4-19 所示，其坐標系統為 TWD97 投影坐標，可以發現經過格式及坐標系統轉換後，該建物在 Cesium 平台上亦能正確的進行展示。

圖 4-20 及圖 4-21 則為同一個 KML/COLLADA 檔案轉換成 CityJSON 格式之結果，與圖 4-19 之 CityGML 成果類似，其呈現方式仍以 MultiSurface 模式將各個三角形組合起來，所記錄的也是經過坐標轉換後的 TWD97 投影坐標。圖 4-20 及圖 4-21 之展示平台為 CityJSON 官網所提供的一個簡易型網路展示平台 (Web-viewer, <https://viewer.cityjson.org/>)，其可以將原本組成建物的三角形邊緣隱藏起來，而僅呈現建物多邊形的邊緣，如圖 4-21 所示。

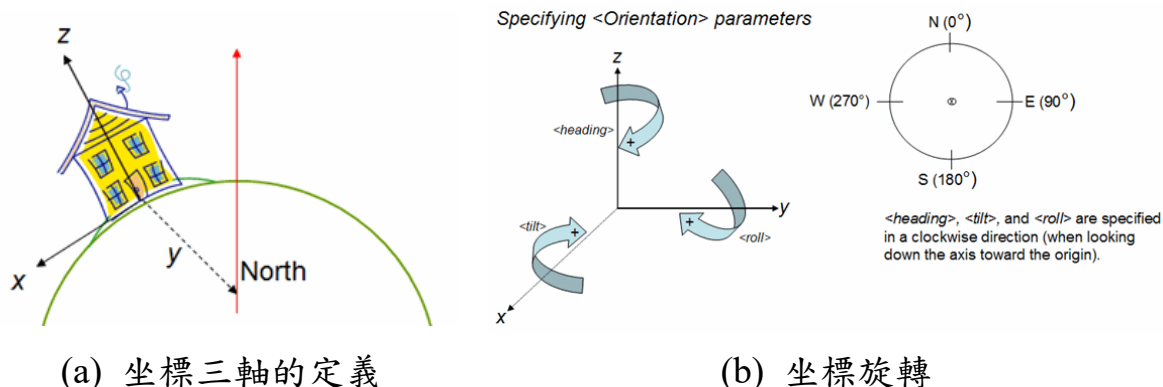


圖 4-17、KML/COLLADA 三維建物坐標旋轉及三軸的定義

```
<Model id="khModel1543">
  <altitudeMode>relativeToGround</altitudeMode>
  <Location>
    <longitude>39.55375305703105</longitude>
    <latitude>-118.9813220168456</latitude>
    <altitude>1223</altitude>
  </Location>
  <Orientation>
    <heading>45.0</heading>
    <tilt>10.0</tilt>
    <roll>0.0</roll>
  </Orientation>
  <Scale>
    <x>1.0</x>
    <y>1.0</y>
    <z>1.0</z>
  </Scale>
  <Link>
    <href>house.dae</href>
    <refreshMode>once</refreshMode>
  </Link>
  <ResourceMap>
    <Alias>
      <targetHref>../files/CU-Macky---Center-StairsnoCulling.jpg
    </targetHref>
    <sourceHref>CU-Macky---Center-StairsnoCulling.jpg</sourceHref>
    </Alias>
    <Alias>
      <targetHref>../files/CU-Macky-4sideturretnoCulling.jpg
    </targetHref>
    <sourceHref>CU-Macky-4sideturretnoCulling.jpg</sourceHref>
    </Alias>
    <Alias>
      <targetHref>../files/CU-Macky-Back-NorthnoCulling.jpg
    </targetHref>
    <sourceHref>CU-Macky-Back-NorthnoCulling.jpg</sourceHref>
    </Alias>
  </ResourceMap>
</Model>
```



圖 4-18、以 Google Earth 檢視 KMLCOLLADA 格式之維建物 (WGS84 經緯度坐標)



圖 4-19、以 Cesium 平台展示轉檔後三維建物(CityGML 格式, TWD97 投影坐標)

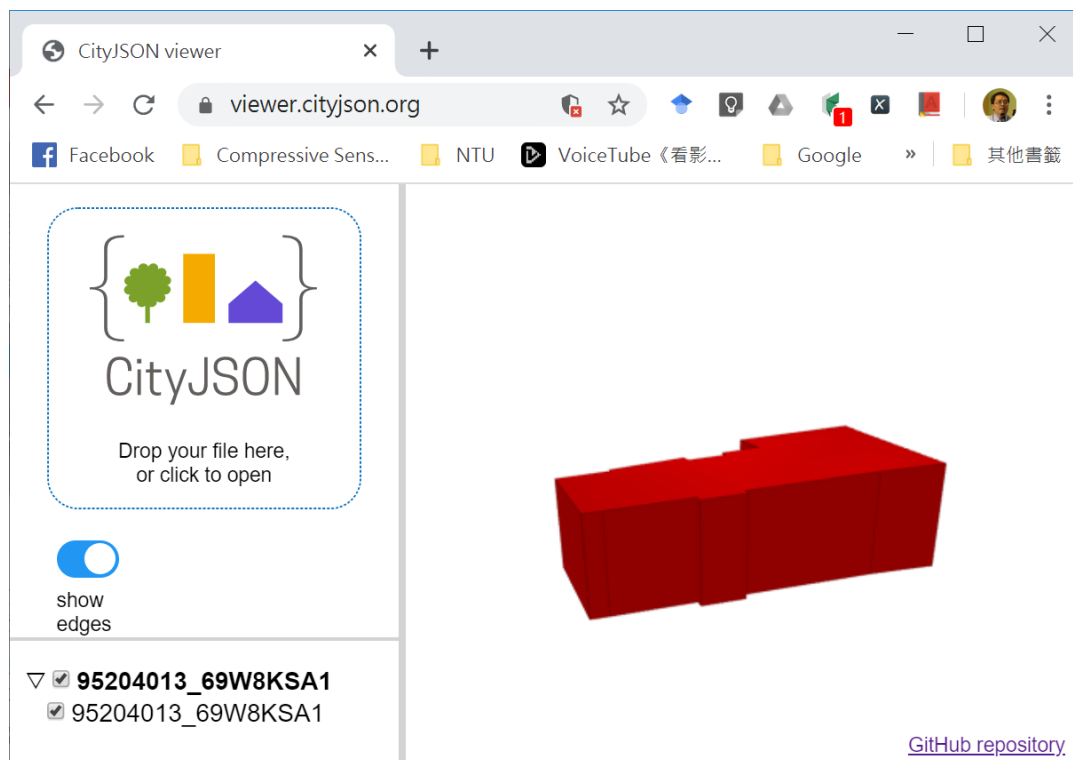


圖 4-20、以 Web-viewer 展示轉檔後三維建物(CityJSON 格式, TWD97 投影坐標)

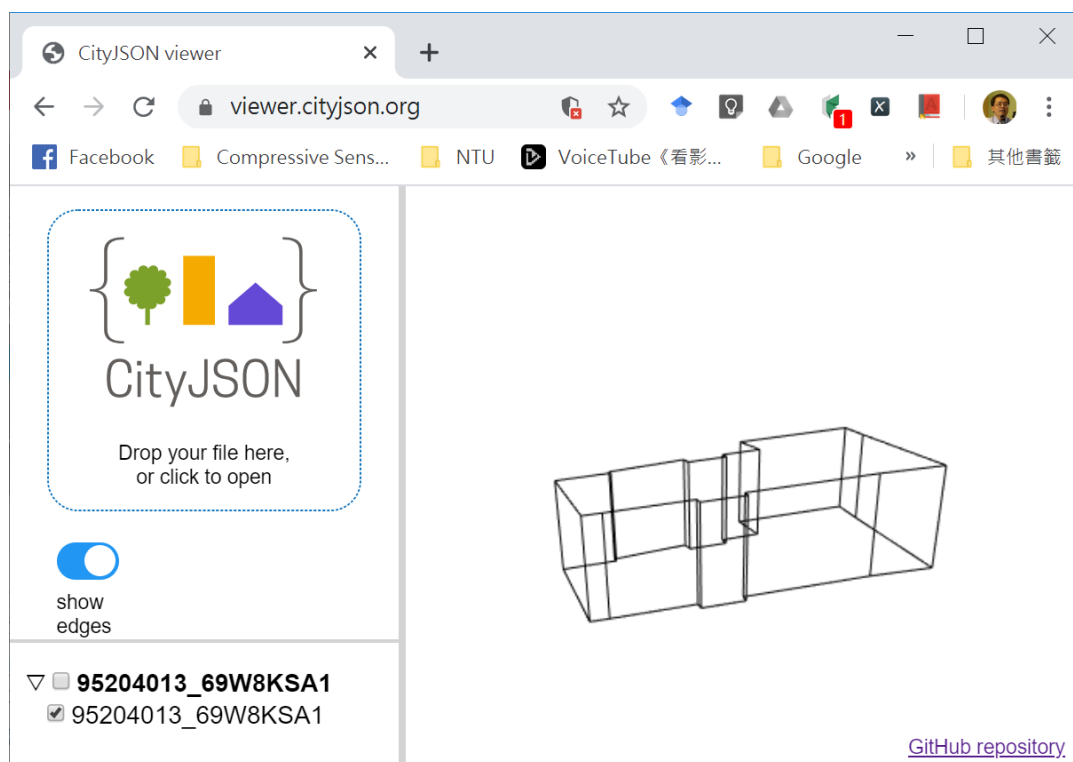


圖 4-21、以 Web-viewer 展示轉檔後三維建物(CityJSON 格式, TWD97 投影坐標)

4-7、三維精緻建物模型 KML/COLLADA 檔轉換成果

相對於近似模型，精緻模型建物的內容及幾何元件相對複雜許多。本程式針對精緻建物亦可進行格式轉換，圖 4-22 為以 KML/COLLADA 格式儲存的基隆市政府三維精緻建物模型，圖 4-23 為轉換後 CityGML 格式，以 CESIUM 進行展示。圖 4-24 及圖 4-25 則以 CityJSON Web-view 展示轉換後 CityJSON 格式之成果。圖 4-26 至圖 4-29 圖 4-27 則為台中市黎明新村莊敬樓之轉換成果。

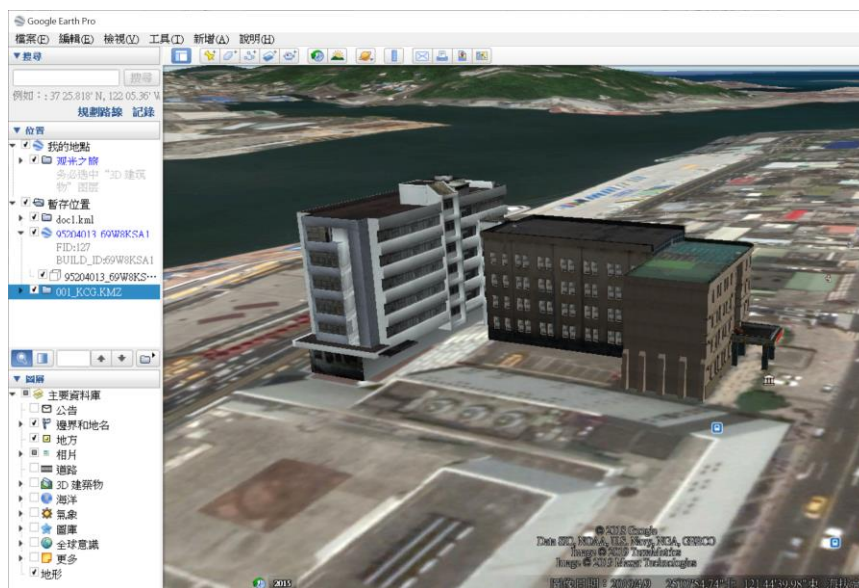


圖 4-22、基隆市政府精緻模型 KML 格式

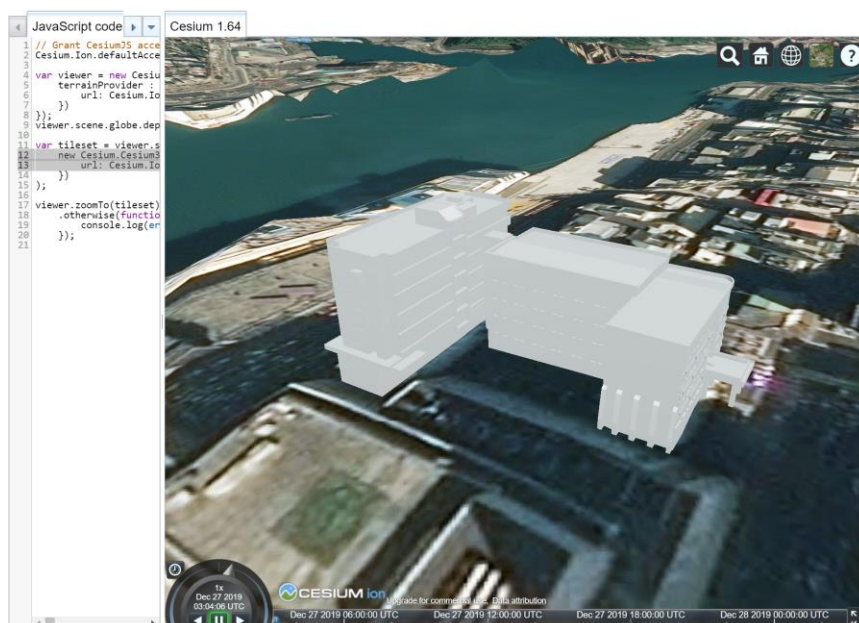


圖 4-23、基隆市政府精緻模型 CityGML 格式

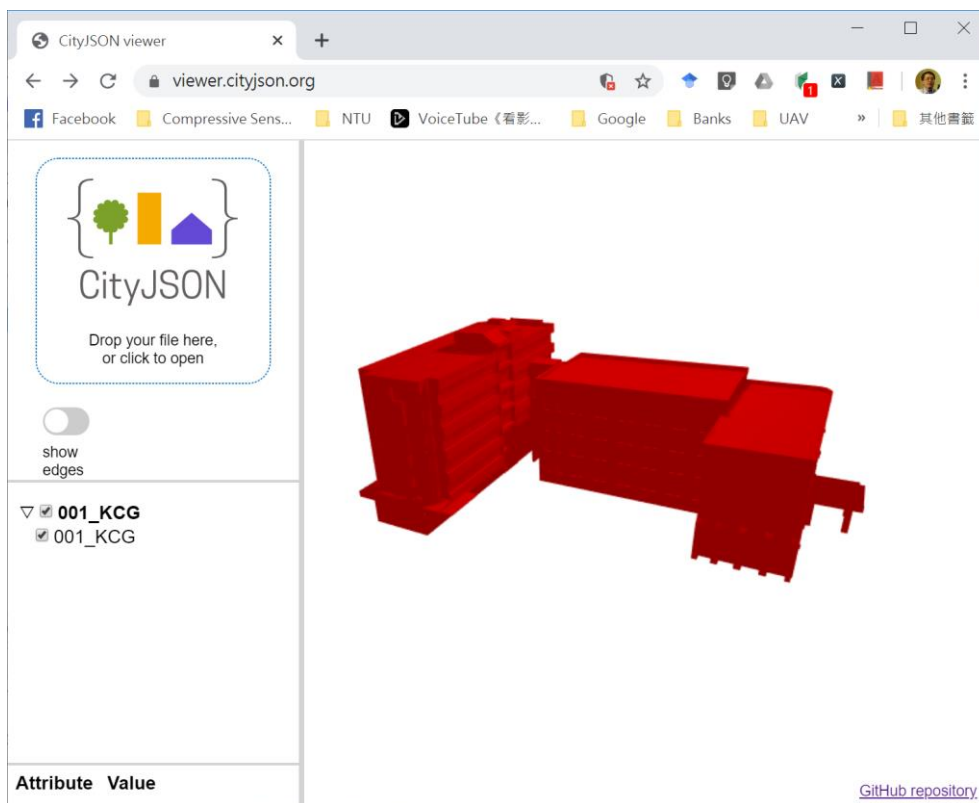


圖 4-24、基隆市政府精緻模型 CityJSON 格式

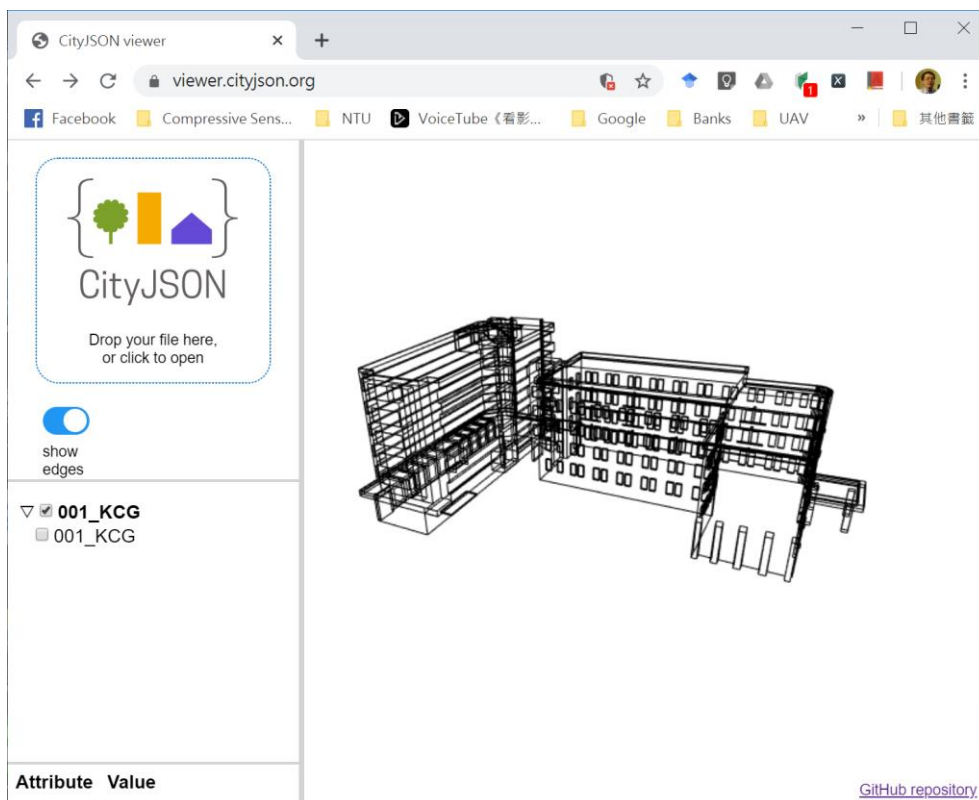


圖 4-25、基隆市政府精緻模型 CityJSON 格式(邊線)



圖 4-26、黎明新村莊敬樓精緻模型 KML 格式



圖 4-27、黎明新村莊敬樓精緻模型 CityGML 格式

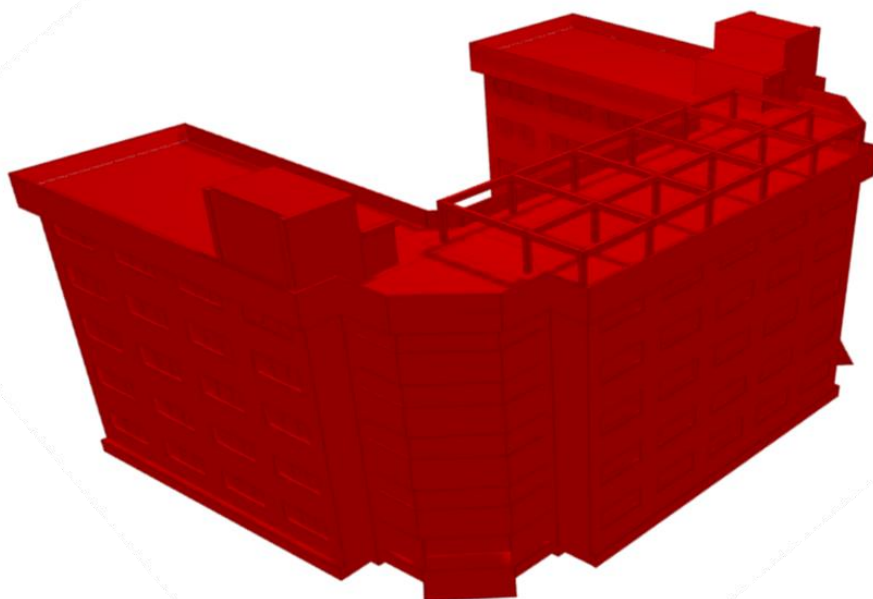


圖 4-28、黎明新村莊敬樓精緻模型 CityJSON 格式

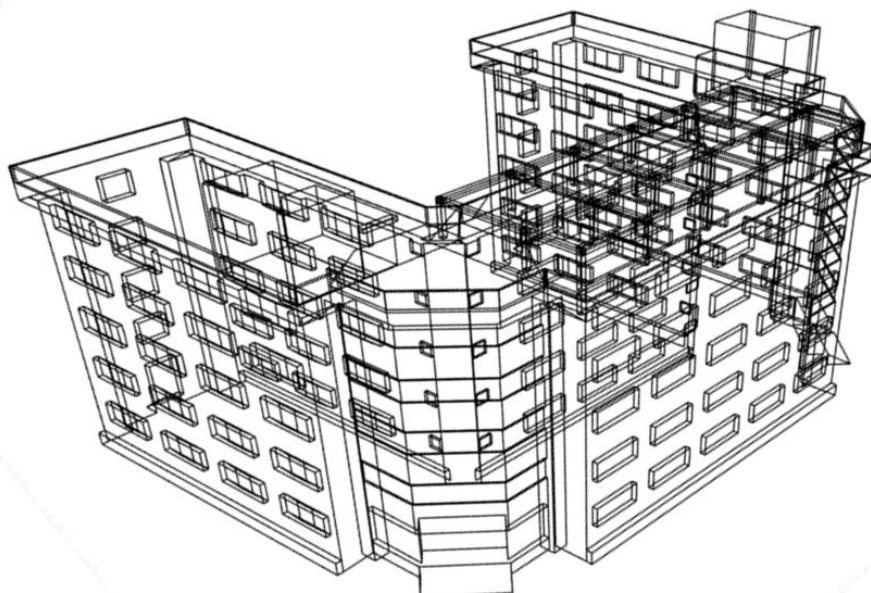
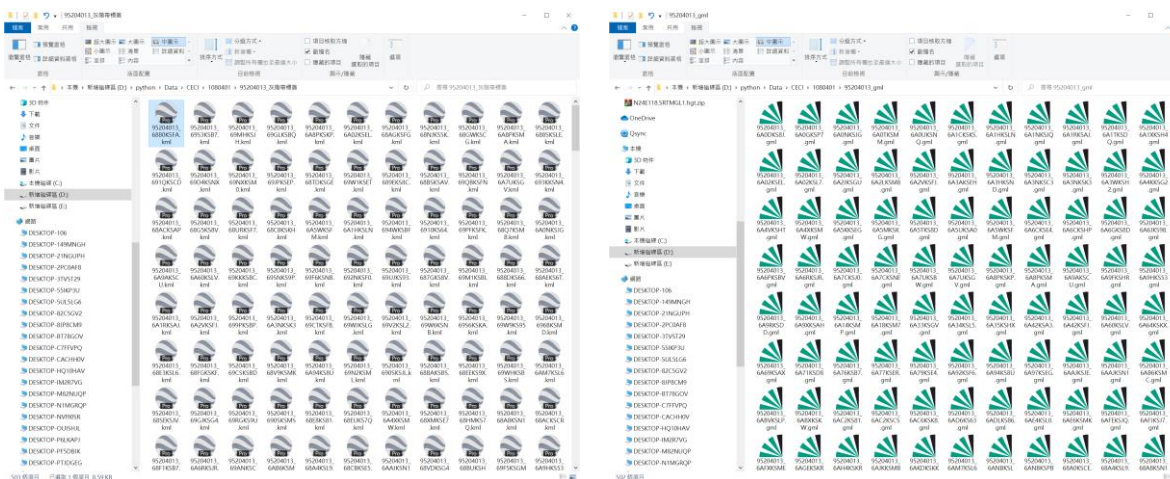


圖 4-29、黎明新村莊敬樓精緻模型 CityJSON 格式(邊線)

4-8、批次轉換

目前國內對於三維建物的建置成果尚無明確規範，因此許多三維建物的成果係以單一建物或單一區塊的方式建置三維模型，並分別獨立以單一檔案儲存。為了轉檔方便，本程式亦支援批次轉檔功能，使用者只須指定原始圖檔資料夾及欲存放 CityGML 格式的資料夾，即可批次完成轉檔的工作。圖 4-30(a)為本次進行測試之 KML 圖檔，一共 503 個放置於單一資料夾中，程式執行時將會自動篩除非 KML 格式的檔案後開始進行批次轉檔作業，轉檔結果將儲存指定的資料夾中。

為了了解轉檔所需耗費時間，以圖 4-30 總共 503 個檔案為例進行轉檔時間估算，其結果如表 4-2 所示，在將 KML 格式檔案轉成 CityGML LOD1 Multisurface 格式時，僅需 0.55 秒即完成 503 個檔案的轉檔工作，圖 4-31 為利用 CESIUM 平台展示 503 個 CityGML 格式建物的畫面。若是轉成 LOD1 Solid 及 LOD2 Solid，亦分別僅需 0.56 秒及 0.77 秒，圖 4-32 及圖 4-33 分別為其轉換成果。在將 KML/COLLADA 格式轉換成 CityGML 格式方面，因需額外進行坐標轉換，因此耗費較多的計算時間，扣掉轉檔失敗的檔案，497 個檔案轉檔的時間約為 36.84 秒，其轉換成果如圖 4-34 所示。圖 4-35 及圖 4-36 則是利用 Azul 軟體(Mac 版本)檢視以批次方式轉換成 CityJSON 格式之成果。



(a) 原始 KML 圖檔資料夾

(b) 轉換後輸出之 CityGML 資料夾

圖 4-30、存放原始檔案之圖檔資料夾

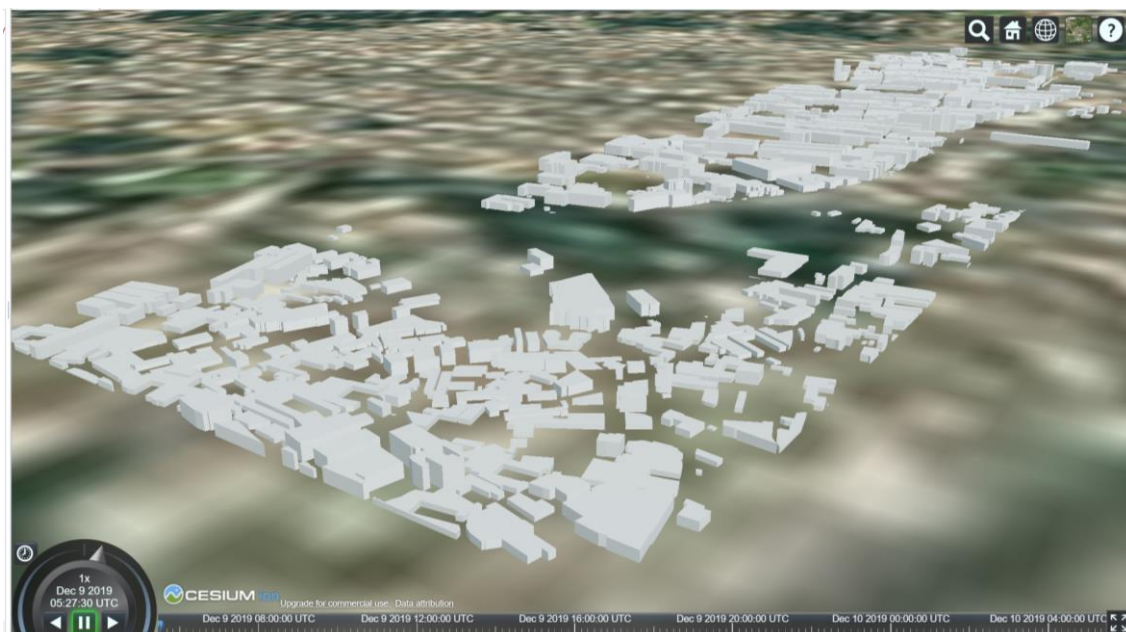


圖 4-31、以 Cesium 平台檢視 503 棟 CityGML 格式三維建物(LOD1 Multisurface)

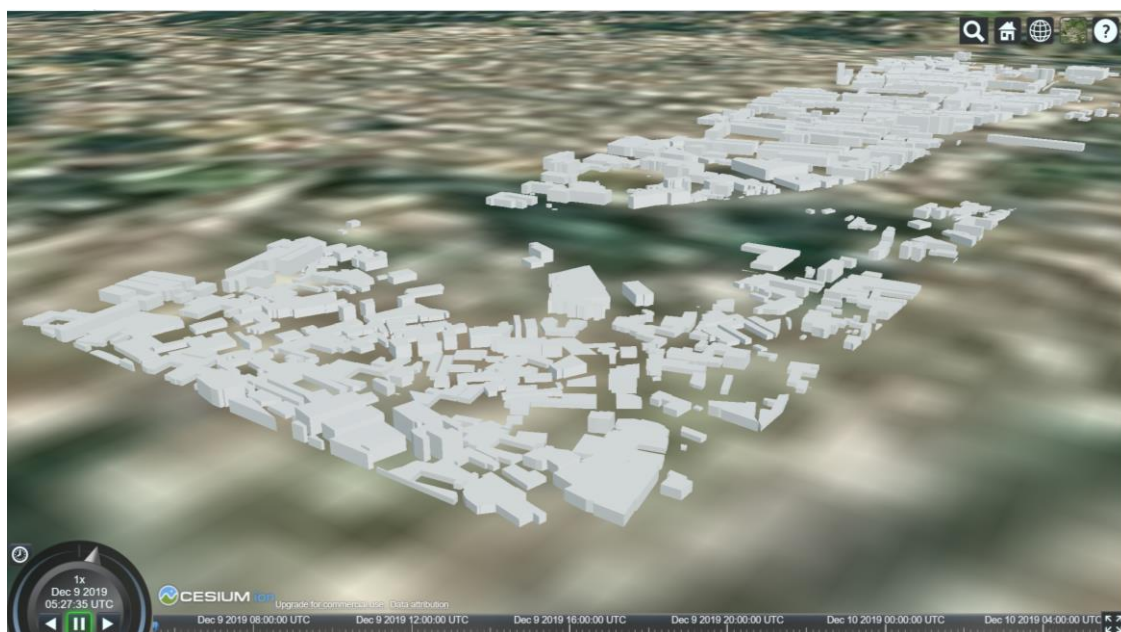


圖 4-32、以 Cesium 平台檢視 503 棟 CityGML 格式三維建物(LOD1 Solid)

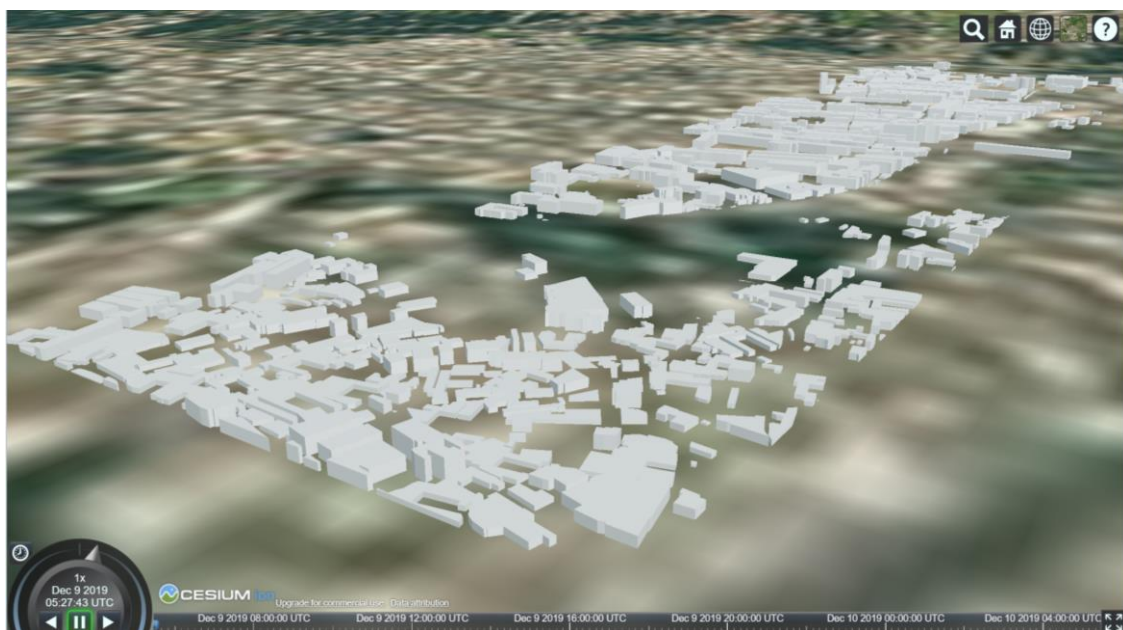


圖 4-33、以 Cesium 平台檢視 503 棟 CityGML 格式三維建物(LOD2 Solid)

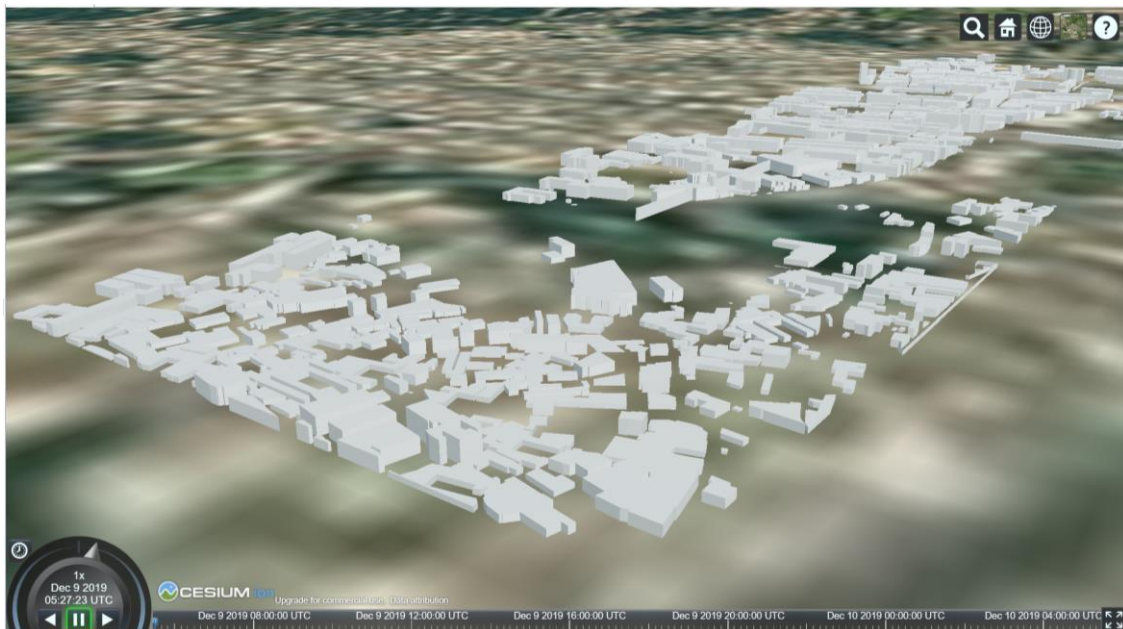


圖 4-34、以 Cesium 平台檢視 407 棟 CityGML 建物(DAE 轉 LOD1 Multisurface)

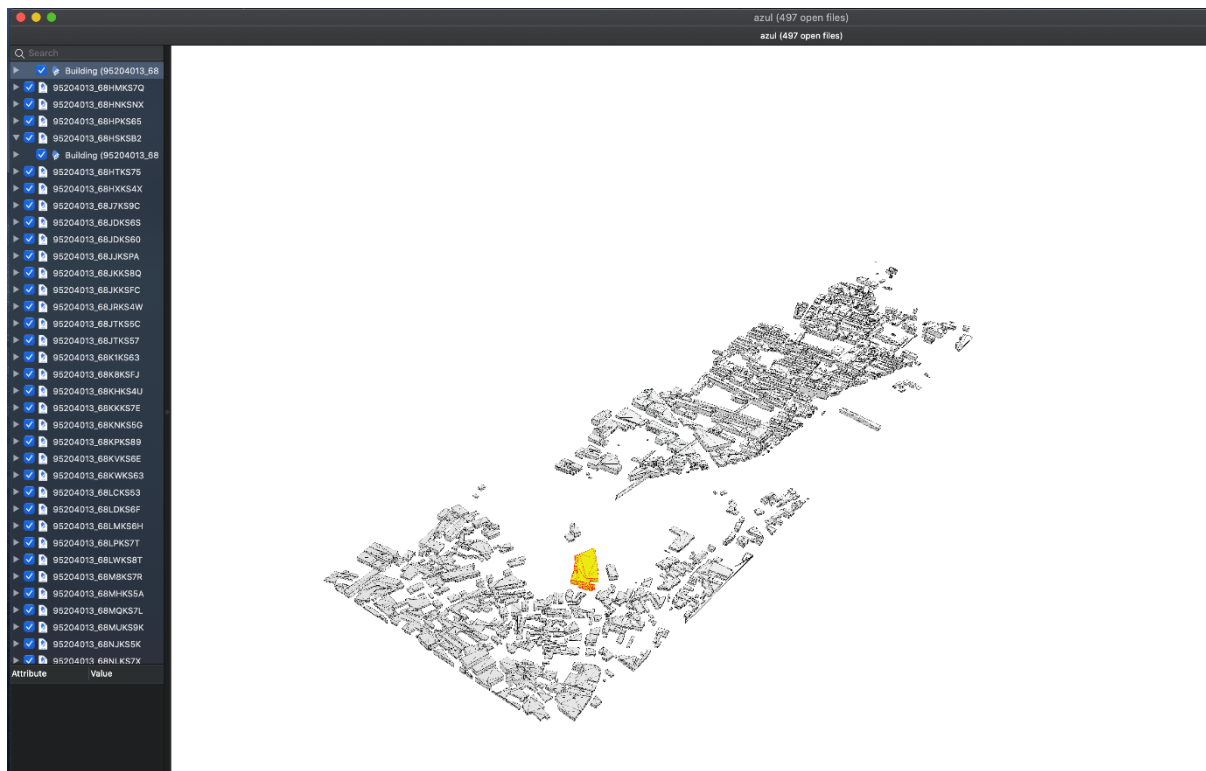


圖 4-35、以 Azul 軟體檢視 407 棟 CityJSON 建物(DAE 轉 LOD1 Multisurface)

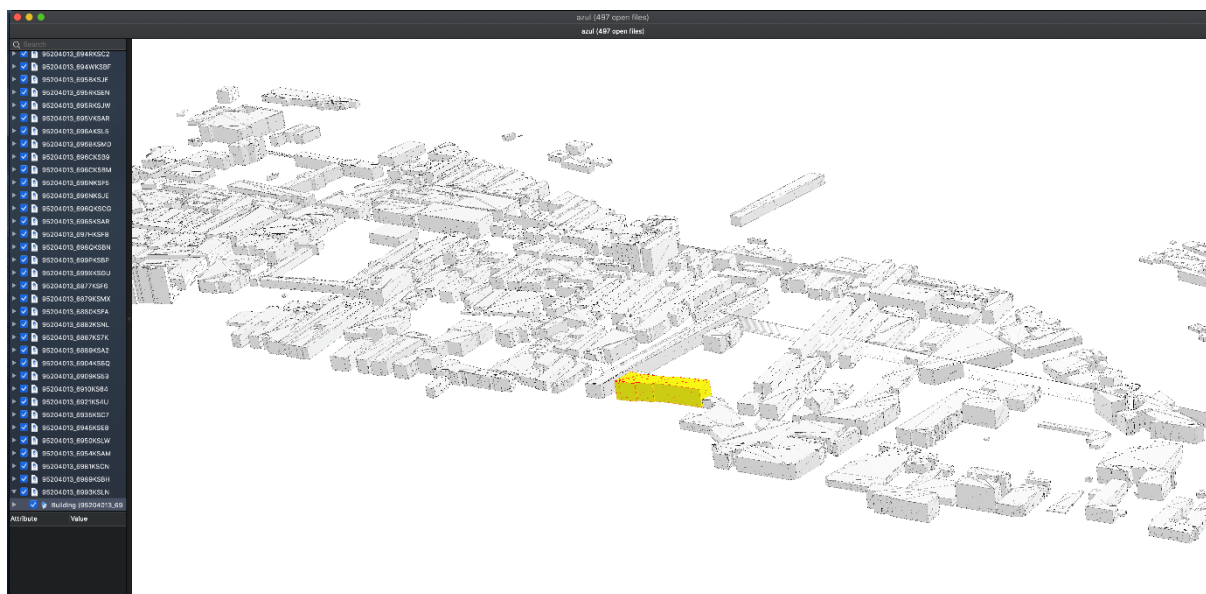


圖 4-36、以 Azul 軟體檢視 407 棟 CityJSON 建物(DAE 轉 LOD1 Multisurface)

表 4-2、各種轉檔結果(CityGML)之比較

來源格式	KML	KML	KML	KML/COLLADA
轉檔格式	LOD1 Multisurface	LOD1 Solid	LOD2 Soild	LOD1 Multisurface
轉檔前檔案數量	503	503	503	503
轉檔成功數量	503	503	503	497
轉檔時間 (秒)	0.549816	0.5550505	0.7651805	36.8267555
轉檔前檔案大小 (bytes)	1,473,410	1,473,410	1,473,410	844,982(kml) 41,150,137(dae) 17,373,722(texture)
轉檔後檔案大小	4,385,332	4,732,062	7,693,270	13,494,423

第五章、舉辦專家會議及辦理教育訓練

5-1、舉辦專家會議

一、會議說明

為使本計畫所制訂三維建物模型資料標準之內容可確實符合國內需求，特舉行專家會議，廣泛聽取各界之意見，以作為研擬資料標準之參考並確認資料標準之適用範疇及供應內容。本會議中邀請相關領域之專家、學者、政府機關及業界代表共同研討，可由不同觀點提供意見指導。表 5-1 為本團隊規劃之專家會議議程。

表 5-1、專家會議之議程

時間	議題	
09:15-09:30	歡迎報到 (15 分鐘)	
09:30-10:15	主題	三維建物模型資料標準之規劃內容介紹 (45 分鐘)
	計畫主持人	成功大學測量及空間資訊學系 洪榮宏教授
10:15-11:45	主題	綜合座談 (90 分鐘)
	計畫主持人	成功大學測量及空間資訊學系 洪榮宏教授

二、會議情形

依合約規定，專家會議需於期中報告(民國 108 年 9 月 17 日)完成。本專家會議之辦理情形如表 5-2 所示，共計 26 人蒞臨與會，成果照片如圖 5-1 所示，會議紀錄內容請參見附錄 D。

表 5-2、專家會議之辦理情形

會議日期	108 年 8 月 21 日(星期三)上午 9 時 30 分。	
會議地點	內政部國土測繪中心 4 樓第 1 會議室。	
	單位	出席人數
委託機關	內政部國土測繪中心。	3 人
執行單位	國立成功大學、國立臺灣大學。	2 人
出席單位 (專家學者)	臺灣大學地理環境資源學系蔡博文教授 逢甲大學都市計畫與空間資訊學系周天穎教授 中央大學太空及遙測研究中心蔡富安教授 臺北大學不動產與城鄉環境學系江渾欽教授 政治大學地政學系邱式鴻教授 交通大學土木工程學系 張智安教授	6 人
出席單位 (政府單位)	內政部資訊中心 內政部地政司 內政部營建署城鄉發展分署 經濟部中央地質調查所 高雄市政府地政局 臺南市政府地政局 農委會航空測量所	8 人
出席單位 (業界代表)	台灣世曦 中興測量 自強工程顧問 互動國際數位 瑞竣科技 藏識科技 鴻圖	7 人
出席總人數		26 人



圖 5-1、專家會議

5-2、辦理教育訓練

本案辦理至少 5 小時 6 人之教育訓練，介紹本案相關成果，包含本案相關之國際標準、資料標準草案內容及資料標準轉換程式。本團隊已於 11 月 14 日假中國文化大學推廣教育部臺中教育中心舉辦教育訓練，表 5-3 為教育訓練之議程，參加人員皆為國土測繪中心之同仁。教育訓練日期、場地、課程內容均已經國土測繪中心同意，條列如下：

- 時間：108 年 11 月 14 日(星期四)，上午 10 時至下午 17 時。
- 地點：中國文化大學推廣教育部臺中教育中心(3 樓電腦教室 310)。
- 地址：407 臺中市西屯區臺灣大道三段 658 號 3 樓(Rich 19 大樓)。

表 5-3、教育訓練之議程

時間	課程	主講人
09:40~10:00	歡迎報到	
10:00~11:00	國際標準及 CityGML	楊錦松
11:00~11:10	休息時間	
11:10~12:10	三維建物模型資料標準	楊錦松
12:10~13:20	休息時間	
13:20~14:50	三維建物模型資料格式及轉檔程式	徐百輝
14:50~15:00	休息時間	
15:00~16:30	轉檔程式操作介紹	徐百輝
16:30~17:00	討論時間	徐百輝、楊錦松

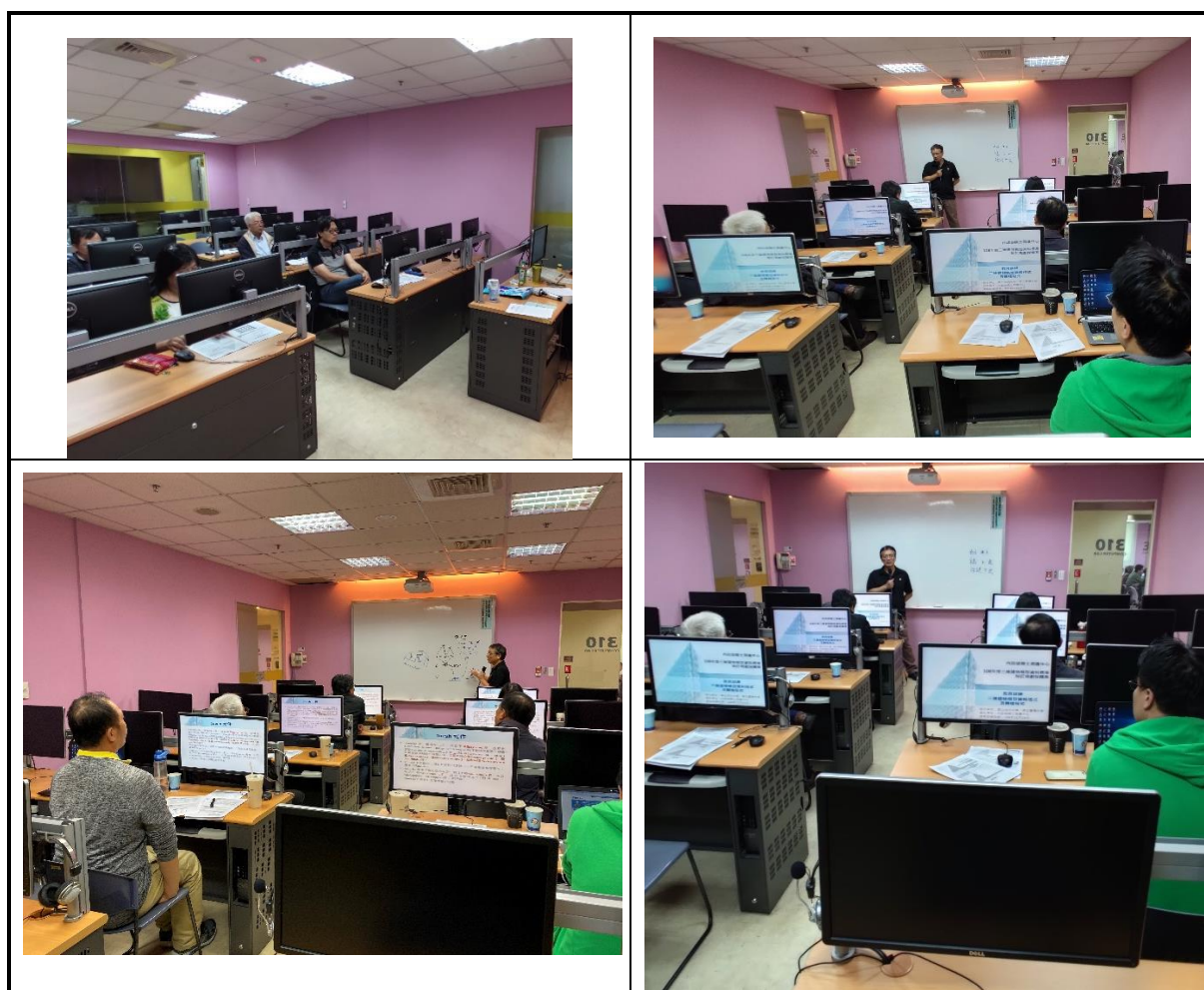


圖 5-2、教育訓練

108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案 (NLSC-108-32)		
教育訓練 簽到簿		
時間：108 年 11 月 14 日(星期四)		
地點：中國文化大學推廣教育部臺中教育中心 (3 樓電腦教室 310)		
住址：臺灣大道三段 658 號 3 樓 (Rich 19 大樓)		
姓 名	職 稱	簽 到 處
邱明全	技正	邱明全
許志彰	技士	許志彰
郭淑蕙	技士	郭淑蕙
李謀元	技士	李謀元
林信助	技士	林信助
林士哲	技士	林士哲

第陸章、提報各式報告書

6-1、工作進度報告

依合約之規定，應於決標次月起，每月 25 日前以公文提出當月工作執行書面報告，內容說明目前執行工作進度，並視需求提出工作協調事項及工作遭遇困難。表 6-1 所列為目前已提報之工作進度報告。

表 6-1、提報工作進度報告之時間

項次	提報項目	發文日期
1	4 月份工作進度報告	民國 108 年 4 月 22 日(星期一)。
2	5 月份工作進度報告	民國 108 年 5 月 23 日(星期四)。
3	6 月份工作進度報告	民國 108 年 6 月 24 日(星期一)。
4	7 月份工作進度報告	民國 108 年 7 月 24 日(星期三)。
5	8 月份工作進度報告	民國 108 年 8 月 23 日(星期五)。
6	9 月份工作進度報告	民國 108 年 9 月 24 日(星期二)。
7	10 月份工作進度報告	民國 108 年 10 月 24 日(星期四)。
8	11 月份工作進度報告	民國 108 年 11 月 22 日(星期五)。

內政部國土測繪中心
「108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案」
108 年 5 月份工作進度報告

填報日期：108 年 5 月 24 日
執行單位：成功大學、臺灣大學
計畫主持人、共同主持人：洪榮宏、徐百輝

一、實際執行工作進度

項次	工作項目	目前進度說明
1	辦理需求訪談	
2.1	蒐集國內外建物資料相關研究及作法	
2.2	分析三維建物之資料特性及屬性內容	
2.3	撰寫三維建物模型資料標準(草案)	
2.4	提供審議過程之相關作業	
3.1	開發單機版轉換程式	
3.2	轉換 GML、GeoJSON 格式並驗證	
4.1	舉辦專家會議	
4.2	辦理教育訓練	
5.1	作業計畫書(含需求訪談紀錄)	
5.2	工作進度報告(每月 25 日前提送)	
5.3	期中報告(含專家會議成果)	
5.4	資料標準轉換程式測試報告	
5.5	工作總報告	

圖 6-1、每月工作進度報告表單(範例)

6-2、各階段繳交報告

執行單位依各階段作業進度、工作項目及內容，撰寫作業計畫書及期中報告，提送國土測繪中心審查。各項報告書經國土測繪中心審查後，依審查意見修正報告書內容，並於指定期限內提送修正版報告書。表 6-2 所列為目前已提報之各階段成果報告，已於決標次日起 35 個日曆天(民國 108 年 4 月 25 日)內，依需求訪談紀錄、工作項目內容及規格標評選與會人員意見等撰寫作業計畫書並完成交付。

表 6-2、提報各階段繳交報告之時間

項次	提報項目	發文日期
1	作業計畫書	民國 108 年 4 月 22 日(星期一)。
2	作業計畫書(修正版)	民國 108 年 5 月 16 日(星期四)。
3	期中報告	民國 108 年 9 月 17 日(星期二)。
4	轉檔測試報告及原始碼	民國 108 年 10 月 28 日(星期一)。
5	工作總報告	民國 108 年 11 月 26 日(星期二)。

6-3、計畫案會議

表 6-3 為計畫執行期間所辦理之工作會議及相關會議活動。依合約之規定，已於決標次日(民國 108 年 3 月 22 日)起 20 個日曆天(民國 108 年 4 月 5 日)內辦理完成需求訪談作業，並於 108 年 8 月 21 日完成專家會議。

表 6-3、會議辦理時間

項次	會議名稱	辦理時間
1	需求訪談會議	民國 108 年 3 月 28 日(星期四)上午 9 時 30 分。
2	專家會議	民國 108 年 8 月 21 日(星期三)上午 9 時 30 分。

6-4、各階段繳交報告

本團隊將依各階段作業進度、工作項目及內容，撰寫作業計畫書、期中報告、資料標準轉換程式測試報告及工作總報告，提送國土測繪中心審查。各項報告書經國土測繪中心審查後，依審查意見修正報告書內容，並於指定期限內提送修正版報告書。

第柒章、結論與建議

三維地理資訊為近年地理資訊技術快速發展之領域，政府與民間均投注相當多經費研究建置三維資料及資訊平臺。行政院國家發展委員會在民國 107 年 5 月 17 日第 54 次委員會議取得共識，以「臺灣通用電子地圖」作為「國家底圖」，並由內政部負責維護及供應。民國 108 年底前需將既有 2D 國家底圖升級為 3D 國家底圖，並訂定相關標準及提供共通性服務。國土測繪中心規劃於民國 108 年至 110 年辦理建物、道路及鐵路之三維圖資產製及三維圖資資料標準研擬，並推動多維度圖資服務平臺。本案之主要目標為制訂三維建物模型資料之標準，並開發轉檔程式，提供我國三維建物模型之跨域流通供應。三維建物模型資料標準具有以下主要特點：

1. 資料標準引用 CityGML 2.0 標準之 Core 及 Building 兩個套件，因 CityGML 之國際標準地位及相關軟體支援，可使得後續推動三維建物模型時具有資料解讀及串流服務之優勢。
2. 資料標準訂定三維建物模型之 LOD 細緻程度相關規定，資料測製單位在流通供應時應選擇合適之細緻度，以符合標準內之規定，則使用者對於資料品質可具有一定程度之掌握。
3. 資料標準提供記錄國內不同型態之三維建物模型之能力，無論三維模型資料是否區分幢、棟、層、戶之空間單元，標準皆具有對應之編碼能力及範例。
4. 依據資料標準而流通之三維建物模型可與地址資料整合，建置單位可決定是否放入地址之空間位置。

透過本標準之制訂，可將國家底圖中之三維建物資料、中央及各地方政府之三維近似建物模型及精緻化建物模型、地籍建物等不同來源之資料以標準化之開放資料格式對外供應與流通，以落實三維建物模型資料以開放及互操作之方式流通，促進三維空間資料基礎建設之整體發展。

本計畫已依國際標準之架構完成我國三維建物模型資料之標準，預期可為未來我國三維建物資料之跨域流通及應用服務發展奠定穩固之基礎。以下就後續推動之策略提出建議：

1. 研擬三維建物模型資料建置規範

本標準針對不同細緻程度之三維建物模型訂定了要求之各類規格，當三維建物模型資料不符合特定層級細緻度之規定時，就不

能以標準之方式流通，因此重點為未來生產三維建物模型資料之單位是否充分了解各層級細緻度之所有規定，且可確保符合要求。最具體之作法為仿照過去地圖測製規範之模式，針對以不同測繪技術進行三維建物資料建模之作業及驗收程序予以明確之規定，以提供各單位委託計畫案之參考。尤其近年三維建物模型資料之建置日趨普遍，但因缺乏共同及專業之規範，往往無法具體掌控成果之規格與品質，但卻又因不熟悉細緻度之規定而貿然宣稱其資料符合特定的 LOD 規定，造成錯誤的判斷。建議三維建物模型資料建置規範之制定應完整參考本標準細緻度之相關規定，具體規劃執行之步驟及檢驗之程序與門檻值，以確保我國三維建物資料之品質。

2.發展建物識別代碼之服務

為提昇後續之可能應用，基於國家底圖三維建物模型資料之跨域資料整合應用勢必為未來發展之重點。依「三維建物模型資料標準」之規劃，無論其模式化之層級為何，均應具有一個可供辨識之識別碼，除提供唯一識別外，也可提供其他領域資料串連應用之參考。有鑑於每一個建物模式化成果都具有識別碼，建議國土測繪中心未來應在三維建物模型資料之服務中提供有關識別碼之查詢或檢視功能。跨域使用者得以在檢視三維建物資料時即可點選取得其識別碼，或透過例如地址查詢取得其對應空間單元之識別碼。國土測繪中心必須持續維護及更新此識別碼機制，並確保其正確性及時效性，以利各單位加以應用。

3.設計多版本及多重空間表示之管理機制

以目前之發展現況，在國土測繪中心開始提供三維建物模型資料之服務後，可預期仍會有不同單位基於其需求而持續推動三維建物模型資料之建置，因此同一建物必然會有多版本及多重空間表示之情形發生。國土測繪中心可持續維護與更新其設定之服務內容，但由我國之整體之發展而言，應評估建立管理多版本及多重空間表示之機制。例如若後續推動三維地籍之發展，則地政機關之三維建物模型資料如何與國家三維底圖之資料結合應用，甚至提供時序變遷之分析基礎，其思維不宜僅侷限於三維建物模型資料測製之層次。

4.關注 CityGML3.0 標準之推動進程

本次計畫案完成之三維建物模型資料標準係參照 CityGML 2.0

版之架構設計。若 OGC 於明年中如規劃期程發布 CityGML3.0 之標準，建議應對於其架構及模式化策略進行更深入之探討，因其可能提供與 BIM、點雲資料、三維地籍等各類課題更為具體的規劃，且在語義化程度強化後，預計所能表示之現象也可更為複雜。但是否要立即針對本次建議版本進行修訂，還必須考量整體軟體機制之配合，否則可能發生資料為新版，但軟體無法支援之進退失據情形。

5. 規劃與建立跨域串連機制

本版本標準目前係以三維建物模型資料之共同描述架構之需求設計，內容包括 CityGML 綱要架構之內容及基於國內現況分析後擴充之屬性。要促進跨域之發展，必須基於設定空間單元之識別碼而建立與其他領域之資料串連關係。因此除本身識別碼之維護外，還必須進一步推動與其他領域識別碼之對應機制，例如若能與建號機制建立關聯，則其相關資訊即可與三維建物結合，開拓後續應用的可能性。

6. 持續檢討與研發三維建物模型資料服務之內容

受限於初期規劃之經費限制，國土測繪中心之三維建物模型資料服務預期初期將以 LOD1 型式之資料為主，後續可朝持續增廣與深化服務內容之方向推動，包括擴增可提供之屬性內容、提昇 LOD 層次、提供歷史資料、加強視覺化成效、結合跨與資料等各類策略。其運作應可考量與使用者（涵蓋政府機關、民間產業等）進行更為實務之討論，以聚焦後續推動之作為，期許以最佳之經費配置，發揮最大之經濟效益

參考文獻

1. 105 年度三維近似化建物模型試辦計畫採購案，工作總報告，內政部國土測繪中心。
2. 107 年度多目標地籍圖立體圖資建置計畫案，第二期報告書，高雄市政府。
3. 108 年度三維近似化建物模型建置工作採購案，作業計畫書，內政部國土測繪中心。
4. 政府機關資訊通報第 307 期，國家發展委員會。
5. Lin, T., Lin, H., & Hu, M. (2017). Three-Dimensional Visibility Analysis and Visual Quality Computation for Urban Open Spaces Aided by Google Sketchup and WebGIS. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 44(4), 618-646.
6. ISO. (2003). ISO 19107 Geographic information -- Spatial Schema. Version 1.
7. ISO. (2007). ISO 19136 Geographic information -- Geography Markup Language (GML). Version 1.
8. Kutzner, T., & Kolbe, T. H. (2018). CityGML 3.0: Sneak Preview. Paper presented at the *Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der DGPF und PFGK18 Tagung, Munich, Germany*.
9. OGC. (2006). Simple Feature Access - Part 1: Common Architecture. Version 1.2.1.
10. OGC. (2012). OGC City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard. Version 2.0.
11. Yao, Z., Nagel, C., Kunde, F., Hudra, G., Willkomm, P., Donaubauer, A., . . . Kolbe, T. H. (2018). 3DCityDB - A 3D Geodatabase Solution for The Management, Analysis, and Visualization of Semantic 3D City Models Based on CityGML. *Open Geospatial Data, Software and Standards*, 3:5.
12. Ying, S., Li, L., & Guo, R. (2011). Building 3d Cadastral System Based On 2D Survey Plans with SketchUp. *Geo-spatial Information Science*, 14(2), 129-136.

附錄A 、審查意見辦理情形



A-1、評選會議意見辦理情形

內政部國土測繪中心「108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案」 採購評選委員會第 1 次會議			
壹、會議時間：		108 年 3 月 18 日(星期一)	下午 2 時 40 分
貳、會議地點：		內政部國土測繪中心 4 樓第 1 會議室	
參、評選委員意見：			
審查意見		執行單位處理情形回覆	
一、 崔委員國強	1.本計畫主要工作項目之一，研擬三維建物模型資料標準草案，請說明預計參考那些先進國家之標準，納入本計畫標準草案。	目前蒐集相關參考國外城市包括柏林、紐約、阿布達比、新加坡、鹿特丹等皆有三維建物模型之規劃，且具有語意，其成果甚至不僅限於建物資料。這些城市之案例多數以 CityGML 為描述格式，本團隊認為最首要之工作為評估 CityGML 設計之相關規定及限制是否符合我國後續推動之需求，若符合，則可達到事半功倍之效果，反之則可能受其拘束，反而造成推動之困難。目前評估後將採用 CityGML 為參考標準。	
	2.本計畫將開發三維建物模型資料標準轉換程式，除了依照招標文件之要求外，是否亦會提供其他格式之轉換呢？	目前國土測繪中心已設定轉換程式之資料來源種類，以明確界定資料範疇，因此目前依照招標文件要求為主。	
二、 邱委員景升	1.建築物的細緻或詳細程度會隨需求而有差異，即便是目前的 CityGML 的標準仍無法滿足建築與都市設計相關領域的需求，後續如何做決定請補充說明。	本計畫資料標準主要之納入對象為三維近似化建物，目前設定之 LOD 為 LOD1 至 LOD3，雖 CityGML 無法完全滿足建築與都市設計之需求，應可滿足目前設定 LOD1 及 LOD3 之需求。	
	2.目前 CityGML 的標準對於建築物記錄及描述尚有不足，例如夾層及樑等建議可參考 BIM 來建立相關性再從其中挑選專屬 Geographical 需求的部分。	確實 CityGML 對於 LOD4 內部結構仍有許多不足，但 LOD1 至 LOD3 部分應可滿足本計畫目前的需求。	
	3.一般 2D 的地形圖其 2D 形狀係以建築物最大投影面積為形狀，此與 CityGML 的定義不同，後續若有從 CityGML 轉成 2D 建物時，如何處理建議應考量。	來源資料的建物是採用地形圖或臺灣通用電子地圖的建物框，如來源資料已可記錄樓地板之面狀多邊形，可以將其轉換至 CityGML 的 GroundSurface。若屆時具有 CityGML 轉為 2 維建物的需求，則抽取出 GroundSurface 轉換為 2 維建物即可。	
	4.GeoJSON 不具空間描述能力，若由 CityGML 轉換至 GeoJSON 之因應方式建議補充說明。	GeoJSON 其實具有空間描述能力，JSON 則無。惟 GeoJSON 尚未對 CityGML 的三維物體設計對應的物件，因此本團隊建議	

		可使用 CityJSON 替代 GeoJSON。
三、夏委員榮生	1.請說明轉換程式開發策略，依服務建議書有兩種，是否可以補充說明該兩種方法之優缺點及差異性？貴單位的建議策略為第二種，除人力及時間因素外是否還有其他因素。	第一種方式需規劃完整的資料庫內容及架構，本計畫採第二種方式主要還是人力及時間因素的考量，若初步資料庫內容及架構規劃未完善，將來若有更新的需求，將耗費更多的時間及人力進行程式的改寫及重新轉檔。
	2.轉換程式是由 KML 及 SKP 檔案轉換成 CityGML 格式，是否需要提供 CityGML 轉換成 KML 及 SKP 檔案。	因本計畫已具有明確的轉換程式來源資料，目前依照招標之需求為主，暫不提供此功能。
	3.若以 CityGML 為最後選定之格式，目前是 CityGML2.0 標準，若 CityGML3.0 版本發布後，對本計畫之影響為何？在轉換程式部分的影響為何？	目前以 CityGML2.0 標準為參考，如 GML3.0 發布，將直接採用新版本，因新版更具彈性，目前評估不會有影響；另初步評估對於轉換程式的影響也不大。
	4.建議能提供不同國家的經驗及國內不同領域之需求性(工程、建築...等等)，以增進本計畫的共通性及跨領域流通參考。	將蒐集柏林、紐約、新加坡、鹿特丹等國家主要發展城市的經驗，而不同領域之需求，是否要納入標準的屬性設計，將於本計畫執行時持續與國土測繪中心研討後再決定。
	5.SKIP 格式內容未公開，是否利用 SketchUP SDK 進行資料讀寫，以作為轉換程式開發之工具，未來開發之轉換程式是否需要 SketchUP 軟體的版權？	將依照服務建議書(目前已納入作業計畫書)所提之 SketchUp API 函式進行開發，轉換程式不需要 SketchUP 軟體版權即可使用。
四、王委員敏雄	1.貴團隊過去參與 NGIS 資料標準制訂規劃之經驗豐富，惟服務建議書 P3 上段末相關文字提及因侷限於經費限制，造成國內現有對建物資料，雖有涵蓋全國的門牌位置資料來呈現「空間位置」，但並未與其「空間範圍」建立關聯，也就是無法視為有效的建物資料，針對此類資料不完整的現況，請問貴團隊在執行本計畫時，可能會遭遇哪些困難？要如何克服，讓整個 3D 建物模型資料標準制訂的成果更臻完善？	資料標準雖可以理想化方式設計屬性，但實際進行資料轉換時仍會面對無法填寫屬性之問題，本團隊期望以務實角度探討納入門牌並與建物進行對應之可行性，惟因建物框資料之來源為千分之一地形圖與臺灣通用電子地圖，不具有分戶之設計，而門牌資料之位置若缺少位置代表性(位置代表的意涵)的記錄，則無法確認其位置與建物之對應關係。這是目前現實上之困境，本團隊僅可由過去標準制訂經驗嘗試設計，盡可能使得資料標準內容符合本計畫期待。
	2.服務建議書 P20 提及要透過蒐集國內各單位的資料進行分析與訪談，亦提及目前國內各相關單位之資料型態，在建置及設計規劃上亦不盡相同，請問貴團隊現階段是否可預期在制訂資料標準時，可能會出現哪些問	三維近似化建物部分，因其 LOD 屬於 LOD1，目前較無太大問題，僅需配合記錄屋頂、牆面及樓地板之語意，以轉換至 CityGML。而地籍建物則具有樓層設計，須謹慎考量其組成結構之語意。精緻建物則以 SketchUP 建置，具有詳細之 LOD3 模

	題?是否有因應的方案予以克服解決?	型。在資料標準部分，較無太大之問題，而在轉換程式部分，如缺少語意記錄，則需要輔以其他方式例如人工記錄或介入，解決資料語意對應問題方可完成。
五、林委員志清	1.本計畫係由成功大學與臺灣大學合作共同投標，如何分工情形？另一個在北，一個在南，未來兩單位連繫方式或月會如何進行？	兩位主持人在內政部地政司另一計畫已合作多年，團隊間溝通無礙，資料標準由洪榮宏老師負責，轉換程式由徐百輝老師負責。訪談及各工作會議皆盡可能同時出席，平日以電話或 Line 聯繫，並依需求開啟內部工作會議。
	2.本計畫專家會議，預期辦理地點何在？原因為何？	預計辦理地點於臺中，則北部或南部之專家學者亦可方便參與。
	3.目前正在進行案子還有多少？會不會影響本計畫進行？	目前兩位主持人之計畫約 3~4 個，不會影響本計畫之進行。

A-2、作業計畫書審查意見辦理情形

國土測繪中心審查意見	執行單位處理情形回覆
1.請於附錄納入：評選會議與會人員意見及貴單位答復。	已遵循意見增加於附錄 A-1。
2.本文件首次提及本機關名稱時，需採機關全銜，即「內政部國土測繪中心（以下簡稱國土測繪中心）」，其餘以「國土測繪中心」簡稱，請全面檢視修正。	已遵循意見修正相關文字。
3.本文件內相關圖表建議以「彩色輸出」，以完整傳達圖表資訊。	已遵循意見修正。
4.請於 P.24「(七) 編碼格式選定」1 節（或其他適當處），補充說明本計畫需求訪談會議已達成「國土測繪中心同意以 CityJSON 編碼格式替代 GeoJSON」之協議，並敘明其理由。	已遵循意見補充相關文字。
5.有關本計畫「資料轉換程式開發」1 事，請務必考量大量資料批次轉檔之效能，並須記錄轉檔過程之各項重要系統訊息（即 Log 檔），以便掌握轉檔成果品質；另請於「2-2 開發三維建物模型資料標準轉換程式」1 節補充說明：程式開發環境、規劃之程式功能（可含操作介面）等。	已遵循意見補充相關文字。
6.誤繕或錯字： (1)P.13 第二段「圖 4 中黃色部分為...」，其中圖 4 是否為誤植。 (2)P.13 倒數第 3 行：圖徵或「往」路上資源...。 (3)P.26 第一行：「在」作決定。 (4)P.31 (二) 1.提案計畫書：建議修正為「國家底圖計畫雖已由行政院國家發展委員會指定由內政部國土測繪中心負責執行，但依『國土資訊系統資料標準制訂程序須知』之規定，內政部國土測繪中心仍必須備妥.....」。 (5)P.32 第 1 行：「，」這兩類情形...。 (6)P.32 表 2-3 項次一及項次八之內容：「貴中心」不須挪抬。 (7)P.32 表 2-3 項次一之內容：「精細化」建物，本計畫通稱「精緻」建物。 (8)P.39 倒數第 9 行：這「使」屬於幾何型態...。 (9)P.43 (一) 類別檢核第 2 行：「RoofSurfce」。 (10)P.43 (一) 類別檢核第 3 行：此必須由「欲」先設立...。 (11)P.50 第 3-2 節第 2 行：「須」於決標次日起 35 個日曆天...。	已遵循意見修正相關文字。

附錄B 、需求訪談紀錄



內政部國土測繪中心 「108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案」 需求訪談紀錄

壹、時間：中華民國 108 年 3 月 28 日上午 9 時 30 分

貳、地點：內政部國土測繪中心

參、出席人員：林昌鑑、湯美華、林士哲、林信助、洪榮宏、徐百輝、楊錦松

肆、訪談紀錄：

討論項目	討論結論
1 資料標準涵蓋範圍、對象，與後續應用有關，是否以目前具有的資料作主要考量，再考慮其他領域？	(1) 本計畫三維建物模型資料標準細緻度預計規劃至 LOD3，執行團隊將於計畫期間持續關注新版 CityGML 3.0 的發布期程，以決定本計畫最終採用之 CityGML 版本，惟因其新舊版本之架構差異較大，如有需要會再與內政部國土測繪中心（以下簡稱測繪中心）討論。 (2) 目前國內已建置之三維建物模型資料多屬於 LOD1~LOD2，各資料之 LOD 細緻度及描述內容(包含內容屬性與品質部分)，將與台灣世曦工程顧問股份有限公司（以下簡稱 CECI）之三維建物資料建置團隊進行訪談後，再規劃設計至資料標準中。
2 時間資訊如何描述？	現有三維建物資料所具備之時間資訊各異，如地籍三維建物可以「棟」為單位附加一個時間因素，可能為建物使用執照的建築完成日期；又需考量本計畫部分都市計畫區以 1/1000 地形圖建物框為基礎建置三維建物資料，其建物框與高度資訊（即樓層數）之測製時間一致，而其餘地區以臺灣通用電子地圖建物框為基礎建置三維建物，其建物框與高度資訊（即 DSM 與 DEM 之差值）之測製時間是不同的，因此規劃以能描述建物資料的建置時間為目標。
3 識別資訊是否建置？	(1) 考量未來與其他領域資料之串聯應用，目前暫擬將「門牌地址」納入規劃，以提供為跨域資料連結之識別屬性，惟需考量國內目前門牌資料之特性及限制（如同一棟大樓內不同樓層不同戶的眾多門牌多會落於同一個平面坐標位置）。 (2) CECI 之三維建物資料建置團隊建議給予每個建物框一個 32 位元編號作為「建物圖元」的識別資訊，這種編碼是將不同層次的建物用同一種編碼方式表現。 (3) 目前國內三維建物模型資料並無一套完整且唯一的編碼系統，而本計畫規劃描述之建物資料含多層次架構（如連棟建物、棟、樓、戶），具有 aggregate 之特

		性，因此需針對識別資訊進行審慎的規劃。
4	有無需 CECI 資料建置團隊配合之事項？	希望三維建物資料建置時可以區隔屋頂、地板跟牆面等語意資訊，並記錄於適當的資料欄位。
5	依本計畫服務建議徵求書需求之編碼規格為 GeoJSON，為何執行團隊之服務建議書中建議使用 CityJSON？	因 CityJSON 已包含三維建物所需之幾何物件，較 GeoJSON 更適合用於描述三維建物，經討論後測繪中心同意以 CityJSON 編碼格式替代 GeoJSON。
6	本計畫資料標準提案計畫書之提送時機？	由於資料標準提案計畫書須填寫草案預計完成時間，據悉標準制度推動及審議工作小組今年度可能有 2 次工作小組會議，建議測繪中心可參考工作小組會議召開之時間規劃提案計畫書之提報期程，執行團隊可配合協助草擬提案計畫書內容。
7	專家會議之規劃時間？	依契約規定本計畫專家會議需於期中報告（9 月 17 日）前完成，目前規劃於 8 月 19~23 日舉行，會議地點暫定於國土測繪中心，預計邀請 6 位專家與會。

內政部國土測繪中心
「108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案」
需求訪談會議簽到表

一、時間：108 年 3 月 28 日(星期四)上午 9 時 30 分	
二、地點：內政部國土測繪中心	
出席單位	簽到處
內政部國土測繪中心	林昌鑑 林信助 湯美華 林士哲
國立成功大學	洪榮廷 楊錦松
國立臺灣大學	徐百輝

附錄C 、訪談會議紀錄



內政部國土測繪中心
「108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案」
訪談會議紀錄

- 一、訪談時間：108 年 5 月 7 日(星期二)上午 9 時 30 分
- 二、訪談地點：鴻圖股份有限公司 (臺北市內湖區基湖路 32 號)
- 三、出席人員：孫樹國博士、洪榮宏教授、徐百輝教授、楊錦松先生
- 四、訪談內容整理：

(一)孫樹國博士介紹

- 1. 開創「三維近似化建物」名稱，快速且節省成本，避免人工進入，在臺北市建立 30 萬棟近似化建物。建物本身結構是 Mesh，以 KMZ 格式記錄。
- 2. 設計屋頂搜尋演算法，尋找正射影像內之屋頂以優化屋頂貼圖，屋頂偵測成功率約 98%
- 3. 地形圖樓高缺乏檢核，造成建物生長出現錯誤。發展自動化檢核機制，以 DSM 進行檢核。
- 4. 輕量化牆面影像材質，並製作貼圖材質庫 2~3 萬筆，並透過演算法與目標比對，挑出最相似之材質作為貼圖材質
- 5. 在臺灣通用電子地圖建物框內進行建物分割，給予近似樓高，比使用平均樓高更貼近現實情況。
- 6. 開發山形屋頂的判斷機制，自動化 LOD2 山形屋頂的生產。
- 7. 可加入樹、路燈、交通號誌之模型建置。

(二)問題討論

- 1. 請問過去生產經驗，LOD 可達到多少的程度？
孫樹國博士回應：大量自動化生產以 LOD1 為主，LOD2 則有部分試辦過。
- 2. 請問過去生產的資料格式是？

孫樹國博士回應：KMZ，並已驗證可轉到中研院的藏識圖臺,臺北市都發局 i3s，還有 Skyline(3DML)及臺北市資訊局 Cesium)

3. 有關近似化建物之品質及精度，本計畫希望建立等級概念，不同方式建置之三維建物可依據其品質或精度，分到某個等級。

孫樹國博士回應：目前大量自動化產製的三維近似化建物，以 LOD1 為主，千分之一地形圖部分，除了臺北市政府有真實樓高以外，其他縣市是記錄樓層數。臺灣通用電子地圖之樓高則以 DSM 進行萃取。LOD2 部分，山形屋頂部分要從 DEM、DSM 判斷高度而產生，目前全台尚未有人試做。但須注意建物框與 DSM 時間並不同。

4. 請問目前產生之資料量大致有多少？

孫樹國博士回應：包括臺北、新北、桃園、高雄，總數約超過 100 萬棟。臺北市是每年更新，全部重新製作，臺北市之地形圖有每年更新。

5. 單棟 Mesh 組成，轉換至 CityGML 之物件可能有問題。

孫樹國博士回應：當時想法是以現有資源及節省人力方式做出可供使用之三維近似化建物，因此以 Mesh 進行建模。

6. 生產具有樓層的 LOD1 是否可能？

孫樹國博士回應：生產過具有樓層區分之 LOD1 近似化建物，可由系統中以顏色區分樓層，在某些應用中，已足夠使用。

內政部國土測繪中心 「108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案」 訪談會議紀錄

- 一、訪談時間：108 年 5 月 28 日(星期二)上午 10 時 00 分
- 二、訪談地點：臺北左巴好室・好事餐廳
- 三、出席人員：江渾欽教授、洪榮宏教授、徐百輝教授、楊錦松先生
- 四、訪談內容整理：

(一)江渾欽教授簡報說明三維地籍建物模型

1. 三維建物模型資料之產製簡要說明如下(引用江渾欽教授提供之報告書)：
 - A. 三維地籍建物之各樓層平面圖，須自建物測量成果圖影像數值化成果或數值資料轉檔取得，以確保平面位置之正確性。
 - B. 三維地籍建物之各作業棟別，須依建物連接及使用之實況，將建物拆分或合併塑模。各棟建物之名稱及高度等屬性，應調閱建管使用執照等相關資訊。
 - C. 三維地籍建物之樓層平面(LoD3~LoD4)圖資，除了柱子之外，樓地板、開口（門窗）、內牆及屋頂突出物，應區分樓層建置單線無厚度之模型，平面精度不得小於該地段之地籍圖。
2. 三維細緻模型之產製說明如下(引用江渾欽教授提供之報告書)：
 - A. 三維建物細緻塑模之雛型，須自多目標地籍圖立體圖資建置作業成果轉檔取得，以確保建物模型平面位置與高度之正確性，以及牆、柱、梯、開口、地板等三維資料間之一致性。
 - B. 三維建物細緻塑模作業，須在各個樓層都分別新增三維場景，場景須有名稱（樓層英文代碼）或說明文字（描述視點位置、鏡頭位置、視方向）。1 樓主要入口外側，也應另外再設定一個場景，以利後續瀏覽。
 - C. 三維建物細緻模型之各個外牆及柱子元件，須依現況設定適當

之顏色與紋理；窗戶玻璃應設定適當材質元件與透明度，以利由內而外或由外而內觀看；外牆（或招牌）重要之建物名稱應依現況，以影像或文字加入建物模型。

- D. 建立每一建號之群組三維模型，以備後續推動三維地籍建物測量成果圖之應用。

(二)討論及交換意見

1. 建號可對應到戶，一戶就是一建號。建號在系統內主要呈現的屬性包括主建物、附屬建物、用途、樓層、門牌號等資料。資料標準草案應規劃對應之資料記錄方式。
2. 江渾欽老師提供報告書作為參考，內容包含計畫案之工作項目及程序說明，對於三維地籍建物應可提供足夠資訊。
3. xml 交換格式之坐標為相對坐標，資料轉置到 CityGML 的過程，可能需要再轉換至直接坐標。

內政部國土測繪中心 「108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案」 訪談會議紀錄

一、訪談時間：108 年 7 月 3 日(星期三)下午 2 時 00 分

二、訪談地點：高雄市政府地政局資訊室

三、出席人員：王宏仁主任、洪榮宏教授、楊錦松先生、何昕宜

四、訪談內容整理：

(一)王宏仁主任介紹

1. 目前細緻之資料是江老師團隊所製作，以建物測量平面成果圖(具有地段地號、地段建號、門牌(非即時整合)、建照執照號碼)，結合建管單位(具有使用執照竣工平面圖、立面圖，使用執照號碼)，由使用執照號碼樓高，配合人工測製，可生產最細緻之立體建物，可以到達窗戶的細緻位置，具有分層，並可區分建號。但無法大量測製，可以定位到樓層。
2. 大量建置之立體建物資料，在都會區以千分之一地形圖之建物框加上樓層樓高，產製 LOD1 之近似化立體建物，郊區稱為 LOD2.5，則是以臺灣通用電子地圖之建物框，高程部分則以 DSM 賦予樓高，若範圍內有不同棟之建物，則取平均高程，可大量建置。此資料並無建立屬性。查詢目前僅能到地號、建號，可定位地號建號。
3. 以建物測量平面成果圖為基礎，設定樓高。原始欄位有設計樓高，但是實務上成果圖通常沒有註記樓高，將附屬建物的陽臺、雨遮，在成果圖裡面呈現出來，其高度資料仍是假設，最後透過程式疊起立體建物，可顯示比第二種近似化建物更細緻之 LOD2 建物。
4. 另外，在部分資料，亦有自行開發程式，生產具有樓層區分之三維建物資料，用顏色區隔樓層，可在大範圍檢視時提供樓層的區隔。

(二)討論及交換意見

1. 整合的資料其實橫跨了三個單位的資料，地形圖有細緻外框，另外有產權的建號，而戶政就是門牌，

2. 在過程常常思考如何建立資料、如何給使用者更方便或更貼近使用者需求的資料。曾開發過 API，提供地號、建號或位置，再提供相關查詢，例如擷取附近 200 公尺之 3D 場景，建立 2 個 API 把資料的平臺 viewer 網址帶給使用者。使用者沒有 data. 也沒有 viewer。所以給平臺的 viewer. 直接 Fit 一個設定好的位置跟套疊資料，方便使用者使用。
3. 目前生產資料供內部使用，但真的流通時必須要思考如何提供，讓其他系統也可以用。
4. 地政產權叫做建號，一戶一個建號，所有人共享的公共設施是一個建號，每個 polygon 是否有建立屬性辨識出是什麼空間。在三維建物模型中，如何將戶政的地址也關聯進來，是一個值得思考的議題。
5. 有關近似化建物之品質及精度，成大及臺大團隊希望建立等級概念，不同方式建置之三維建物可依據其品質或精度，分到某個等級。

內政部國土測繪中心
「108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案」
訪談會議紀錄

一、訪談時間：108 年 7 月 10 日(星期三)上午 10 時 00 分

二、訪談地點：台灣世曦工程顧問股份有限公司

三、出席人員：吳錫賢副理、全宜中工程師、翁敬恆、楊錦松

四、訪談內容整理：

(一)台灣世曦公司介紹三維建物模型資料

1. 在細緻模型部分，依據 98 年內政部制訂之「三維房屋模型建置作業規範(草案)」之細節準則進行作業。
 - A. 目前預計測製 150 棟，採無人機之環景拍攝，加地面拍攝，非禁航區：以無人機(UAV, Unmanned Aerial Vehicle)空拍影像搭配近景攝影照片，獲取建物實景資料，內業以 三維建模軟體建構大量點雲資訊，最後輔以人工數化方式，建立高精度高細緻度 LOD3 精緻建物模型。
 - B. 禁航區：採用高重疊近景攝影照片，以三維建模軟體建構大量點雲資訊，搭配航照立體測圖產製屋頂結構線，最後輔以人工數化方式，建立高精度高細緻度 LOD3 精緻建物模型。
 - C. 使用兩套工具，Sketup up + 3DMAX，輸出相同格式 kmz(.kml+dae)，人工數化建構 LOD3 建物模型結構。數化結果經過實際案例外業採樣檢核，可於平面及高程達到公分等級的精度，適用於 LOD3 精緻建物模型產製標準(0.5m)。
 - D. 航測學會精度檢驗 LOD3 足夠 RMS10~20 公分誤差左右。
2. 三維近似化建物包含既有 3D 建物模型、一千分之一地形圖及臺灣通用電子地圖等原始資料部分，進行整併作業再生產三維近似化模型。
 - A. 既有 3D 建物模型範圍，建物刪除：針對既有 3D 建物模型範

圍，本案不辦理三維建物模型產製作業，將刪除該區域之臺灣通用電子地圖建物物件。

- B. 一千分之一地形圖範圍，建物刪除：針對一千分之一地形圖範圍，本案採用一千分之一地形圖建物圖資，將刪除該區域之臺灣通用電子地圖建物物件。
- C. 資料合併及邊界圖資合理性編修：以縣市為單位，整合一千分之一地形圖及臺灣通用電子地圖建物圖層為一完整 SHP 圖資檔案，於兩者邊界處，圖資重疊之情形，則劃定合理範圍予以整併。
- D. 利用建物框與 DSM 及 DEM 套疊，進行建物樓高萃取及變遷比例統計，DSM 高程值萃取：取眾數層內之高程值平均值(單一數值)。高度眾數層平均、底部取最低。
- E. 材質部分，屋頂是真實正射影像，側面材質庫與街景比對。

(二)討論及交換意見

1. 台灣世曦提供成大及臺大團隊所需要之資料，包含作業計畫書、簡報、建物屬性資料及測試資料。
2. 因受限目前之作業程序，台灣世曦無法在三維近似化建物及精緻建物內區分建物之屋頂、牆面結構。
3. 臺大團隊負責開發之轉檔程式，將因原始資料缺乏語意，僅能將建物結構轉換為不具語意的幾何物件(外觀無差異)。

附錄D 、專家會議紀錄



內政部國土測繪中心
「108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案」
三維建物模型資料標準專家會議
會議紀錄

一、會議時間：108 年 8 月 21 日(星期三)上午 9 時 30 分

二、會議地點：內政部國土測繪中心四樓第一會議室

三、出席人員：請參考會議簽到簿

四、會議內容整理：

(一)周天穎教授

1. 提供國際上有關 CityGML 3.0 相關資訊，早期 CityGML 2.0 使用 PostGIS 及 Oracle，以資料庫及交換格式之方式為主，GML 3.0 則是著重 data modeling (ISO 19100 系列標準及 3D model) 跟 data encoding (XML 與 JSON)。GML 3.0 還是個 draft，因爭議性較大，且還有 IndoorGML、BIM 跟其他標準有關係，因此還未定案。德國、荷蘭、英國做強勢主導將 CityGML，希望 12 月底頒布 CityGML 3.0 頒布。
2. 其他資料轉 CityGML 時候會有 Mesh 的問題，這個問題在國內有些狀況比較特別，怎麼去處理需要思考。
3. WEB 3D，以 I3S 及 3D Tiles 為主，CityGML 這些資料怎麼轉檔到 I3S 或 3D Tiles，是不是有工具可以提供轉檔或舉例。目前國際上雖有 Open Source 工具但還不完整。
4. OGC 辦了很多的 CityGML 的黑客松，今年在英國測繪局舉辦黑客松，建議測繪中心跟其他單位可以組隊到國際參加競賽發表。
5. CityGML 的 Application Domain Extension (ADE) 在 CityGML 的 wiki 都已經有許多發展，可以提供參考。
6. 目前團隊研擬的方向與國際接軌，相當正確，而臺灣有很多狀況與國際標準不同，像之前提到的透天、女兒牆這些結構外觀及大樓裡面的地址，都相當重要且在國際上是不會討論的，這部分需

要多加考量。

(二)江澤欽教授

1. 建議資料標準在設計時，要以需求面去思考，做出來的結果是否足夠應用，則建置單位可以標準設計成果去建置。
2. 建議將樓層納入到標準裡。
3. 名詞確實相當重要的，當初建置高雄市的建物模型時稱為三維地籍建物模型即是希望與其他資料做區隔，如果可以參考模型的細緻性，作名詞定義，應相當有幫助。
4. 建物包含大樓、透天，有相當多類型，過去在資料建置時之編號是以社區為考量，社區有建造執造及棟次，辦理登記有一定的程序。現在國內每年有十萬的建號產生，7 成產生在都會地區，使用執照號碼在編碼時可以參考。
5. 門牌可以連接戶役政、警政，後續的應用性很大，如果可以，應該再納入建管資料，也能在規劃的時候以戶作考量。
6. I3S 及 3D Tiles，在過去經驗都是曾經執行過的，因此轉換工具應沒有太大問題，展示圖臺確實是一個重要的呈現工具。

(三)蔡博文教授

1. 資料標準確實是非常重要的，首先空間單元是很關鍵的部分，牽涉到資料怎麼被使用。除了視覺化之外，包括建管、不動產、使用現況、救災、智慧城市，至少要規劃到戶，在運用上才有比較大的空間。
2. 戶的識別性，門牌是一個很好識別的資訊，空間單元若可以以一個門牌為單元。是否要納入，新的建築物的三維建物門牌建置是可以，因不需額外花很多工作，倒是舊的資料則較需要更多經費來補上。
3. 剛提到大樓、透天的建物型態，其實每一棟大樓都是透天，應是以所有權來區分，以產權的觀點來看，不是以建物型態做區分。

(四)蔡富安教授

1. 以國際上通用的 CityGML、JSON 及 IndoorGML 做為骨幹，國際上沒辦法顧慮到的國內情形，是相當重要而需要特別注意，以及建物的空間單元如何在物件或屬性上去做區隔，是需要思考的。
2. BIM 是新建物的重要資料來源，甚至可能就是標準應該納入的範疇，跟 BIM 之間的 interoperability 是重要的，因 BIM 資料的生產無法由空間資訊領域決定或掌控，該如何與 BIM 資料做緊密結合，是應該要考量的。
3. 其他三維資料例如三維道路是不是會一起放進來考量，其他像是交通運輸、門牌，臺灣門牌基本也是跟著道路的，如果趁此次機會將建物、道路及其他資料一起考量。以國內情況而言，這些資料彼此間的整合在二維已有複雜性，如何在三維做整合運作，國外標準也沒有涵蓋這一部分，需要多加考量。

(五)邱式鴻教授

1. 每個使用者需求不一樣，回到最原始的，如何簡化資料的範疇，界定一個共通性的三維建物模型，使得建置單位可以簡化，在有限的資源下建立具有基本應用的三維建物模型。
2. 三維建物的棟以及一幢多棟，在需求上感覺比較沒有爭議，而是不是要規劃到戶，如有需求則可考量。簡化問題可避免爭議及問題產生。
3. 將地址納入標準做結合，是有應用的價值，而 LOD4 的內部空間配置，以國家底圖而言是否有需要建置，則值得思考。

(六)張智安教授

1. 為了滿足國家三維地圖的基本需求，可挑選一個格式來規劃。從底圖的觀點來討論，在二維底圖延伸的前提下，如二維底圖的資料是原本就有的話，則三維底圖則同樣應該要存在，沒有的部分則去進行擴充，用這樣的方式去規劃，編碼也可以套用這樣的概念。而其他資料要整合進來跟底圖一起運作，比如管線要進來，用 ADE 擴充。
2. 過去曾經在 2008 年做了 50 公頃的臺北三維建物，轉到

CityGML，但是跑不動，後來轉到 KML。由前面的過程得到一個經驗，就是建置(繪圖)格式、中介格式、跟串流格式，這三者要分離，這些格式有不一樣的標準，應該要做區分。資料標準是中介格式，與資料建置(繪圖)是分開的。資料標準若定義精度要求，則以 LOD 1 舉例來說，6mx6m 就需要繪製，在市區就會多出很多工，比如屋頂就有停車場、網球場、水塔，這屬於建置(繪圖)上的要求，建議就跟資料標準分離區隔。

3. 為了查詢，地址的納入是有應用價值的。雖然在建置的技術上可能有困難，仍具有價值。
4. 貼圖可能因樓層區分而要分割，在使用 CityGML 2.0 時，若把紋理納入到標準的範疇的話，會變得更複雜，在還未引用 CityGML 3.0 之前，是否要納入紋理，建議再思考一下。

自強工程顧問有限公司：

1. 在過去的生產品經驗當中，常常遇到標準 tag 與中文名詞對照產生困難，無法從英文的 tag 來判斷。舉例來說，貨櫃屋算不算 Building，落地窗算是門或是窗，不同單位產製造成資料的不同及衝突。假設三維模型資料標準是符合 CityGML，受到 CityGML 改版，屬性在版本之間是不是會衝突。國內情形與 CityGML，有比較完善的對應或對照表，比較能解決實務上的問題。

內政部資訊中心：

1. 底圖是內政部國土測繪中心負責，地政司有做產權三維模型，權責是戶政司及內政部資訊中心，目前由戶政事務所以人力去建置門牌資料。營建署是建管組負責 BIM 部分。串流分級標準是一個蠻重要的概念，大範圍的 LOD 1 資料串流應該是很重要的基礎服務。
2. 三維建物模型及 BIM 的量測，資料要流通到什麼程度，看權責單位。後續更新如何綁定流程，例如更新過程如何以建管單位 BIM 的資料做更新，後續都可以思考。而建築管理部分，使用執照上常常沒有後續第二次建物建置的部分，例如女兒牆，也牽涉到更新。另識別碼要考量如何因應建物的分割與合併。

內政部營建署城鄉發展分署：

1. 道路與建物分開，在某些情況來說可能有問題，汐科車站的出口在高架橋下方，以資料產製來講，怎麼釐清資料屬於哪一個範疇。目前這個標準看起來只牽涉地上的建築物，地下的建築物是否在範疇內。如納入怎麼認定地上或地下。另外集合住宅很多棟，但大廳是連在一起的，複雜程度是越來越高。

經濟部中央地質調查所：

1. 建議第一階段先將目前的共通性需求，以 2 版去規劃，也讓國發會了解目前的情形，後續的需求在 3 版出來再納入。此標準應用層面很廣，涉及不動產、防災、軍事國防，今天出席單位缺少了營造、房仲、室內空間設計的單位，或許可以聽聽看相關業界的的需求。
2. 建議是否可能會實作一小塊區域，相關成果再提供各單位參考，以回饋相關意見。

鴻圖股份有限公司：

1. CityGML 在 3 版就有樓層，以資料來源而言，最大來源是 BIM 跟地籍資料，如何將這兩種資料轉到 3 版 CityGML，是實務面上最需要考量的。
2. 政府單位及民眾的需求不同，可能就需要區隔。國家底圖應該是通用性的，針對應用需求考量，也就是屬性的設計。
3. 而像軍事來說，其著重資料與一般應用可能有所不同，房仲業者則需要特別的屬性，可能因隱私無法得到相關資料。BIM 的管線資料對消防而言，則是相當重要。各種不同單位所需要的資料，可能隱含在 BIM 及地籍資料這兩種資料來源。

高雄市政府地政局：

1. 門牌是否可以擴充欄位，加入地政、建管編碼，可以增加應用屬性，連結到後面的資料。
2. 早期建物，沒有作登記，屬性缺乏的比較多，在消防方面會因為缺乏屬性而造成使用上較困難。

內政部地政司：

1. 型態除了大樓、透天，還有連棟透天、單棟透天，建議都可納入。
2. 三維建物是否要納入地址，應是必然的，考慮可能要針對不同 LOD，建物與地址有不同的連結關係。

臺南市政府地政局：

1. 編碼並沒有強制所有建物都做保存登記，沒登記就沒有建號，建議編碼要獨立設計。
2. 地址、使照號碼(多棟)、地號、建號(棟)，建議納入，都是公開資料，建議考量納入。

內政部國土測繪中心「108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案」 專家會議			
壹、會議時間：		108 年 8 月 21 日(星期三)	上午 9 時 30 分
貳、會議地點：		內政部國土測繪中心 4 樓第 1 會議室	
參、委員意見：			
委員意見		執行單位回覆	
一、周委員天穎	1.提供國際上有關 CityGML 3.0 相關資訊，早期 CityGML 2.0 使用 PostGIS 及 Oracle，以資料庫及交換格式之方式為主，GML 3.0 則是著重 data modeling (ISO 19100 系列標準及 3D model) 跟 data encoding (XML 與 JSON)。GML 3.0 還是個 draft，因爭議性較大，且還有 IndoorGML、BIM 跟其他標準有關係，因此還未定案。德國、荷蘭、英國做強勢主導將 CityGML，希望 12 月底頒布 CityGML 3.0 頒布。	感謝委員提供相關資訊，將持續關注 CityGML 相關發展。據九月底參與 3D GeoInfo 會議中取得之資訊，若一切依規劃期程，CityGML 3.0 最快也要到明年五月才可能通過。且因其變動幅度及軟體後續支援問題，本計畫預計將以 CityGML 2.0 為主要規劃依據。	
	2.其他資料轉 CityGML 時候會有 Mesh 的問題，這個問題在國內有些狀況比較特別，怎麼去處理需要思考。	感謝委員提供建議，CityGML 對於建物結構的面狀物件記錄，可兼容現有 mesh model 及 block model 的建物資料。後續應用之問題在於 mesh model 是否以單一建物(包括其內之語意結構物件)為對象建置相關三角形，若無法加以區隔，就無法直接產生對應之 CityGML，僅能提供視覺檢視。	
	3.WEB 3D，以 I3S 及 3D Tiles 為主，CityGML 這些資料怎麼轉檔到 I3S 或 3D Tiles，是不是有工具可以提供轉檔或舉例。目前國際上雖有 Open Source 工具，但還不完整。	感謝委員提供建議，除 Open Source 軟體以外，國內目前還有自行開發軟體。加上國外廠商發展軟體，相關支援度應會逐漸提升，例如目前 Cesium ion 即支援將 CityGML 轉換為 gltf 格式後在其平臺展示之功能。	
	4.OGC 辦了很多的 CityGML 的黑客松，今年在英國測繪局舉辦黑客松，建議測繪中心跟其他單位可以組隊到國際參加競賽發表。	感謝委員提供相關資訊，樂觀其成。	
	5.CityGML 的 Application Domain Extension (ADE) 在 CityGML 的 wiki 都已經有許多發展，可以提供參考。	感謝委員提供建議，本團隊亦有研究過 ADE 之相關內容，因本計畫預計以記錄三維建物之空間及屬性為主，在 CityGML 中已有完整之規劃，必要時將增加屬性。ADE 適用於特定應用領域或 CityGML 未設計範疇之額外發展，本年度計畫暫未規劃使用 ADE。	

	6.目前團隊研擬的方向與國際接軌，相當正確，而臺灣有很多狀況與國際標準不同，像之前提到的透天、女兒牆這些結構外觀及大樓裡面的地址，都相當重要且在國際上是不會討論的，這部分需要多加考量。	感謝委員提供建議，本團隊已盡可能與國際接軌，並進行資料標準的在地化設計。以 CityGML 為主要骨幹，結構物可以 BuildingInstallation 記錄。地址資料原則上將使用 CityGML 已規劃之 schema。
二、江委員渾欽	1.建議資料標準在設計時，要以需求面去思考，做出來的結果是否足夠應用，則建置單位可以標準設計成果去建置。	感謝委員提供建議，本計畫將以具有意義之建物對象為主體設計，如此即可具有該類對象之相關屬性作為基礎。就圖徵表示而言，也將進一步擴展納入樓層與單戶之考量，以滿足建物相關資料基礎參考之目標。
	2.建議將樓層納入到標準裡。	感謝委員提供建議，已預計在標準中納入樓層之設計。
	3.名詞確實相當重要的，當初建置高雄市的建物模型時稱為三維地籍建物模型即是希望與其他資料做區隔，如果可以參考模型的細緻性，作名詞定義，應相當有幫助。	感謝委員提供建議，目前已經將現有建物包括 block model、近似化建物、地籍建物等資料納入，透過標準文件建立相關領域名詞使用之共識。
	4.建物包含大樓、透天，有相當多類型，過去在資料建置時之編號是以社區為考量，社區有建造執造及棟次，辦理登記有一定的程序。現在國內每年有十萬的建號產生，7 成產生在都會地區，使用執照號碼在編碼時可以參考。	感謝委員提供建議，本計畫預計針對描述之物件對象評估與設計對應之識別碼，該類識別碼理想上應可與其他業務資料庫進行連結。惟此仍須進一步評估國內現有可引用之識別碼，委員之建議將納入考量。
	5.門牌可以連接戶役政、警政，後續的應用性很大，如果可以，應該再納入建管資料，也能在規劃的時候以戶作考量。	感謝委員提供建議，目前已有納入戶的設計，並有規劃相關屬性，若可透過門牌資料進行跨域連結，則可持續擴展可能的用途。
	6.I3S 及 3D Tiles，在過去經驗都是曾經執行過的，因此轉換工具應沒有太大問題，展示圖臺確實是一個重要的呈現工具。	感謝委員提供資訊，展示圖臺之效能非本案之範圍，但編碼成果如何可與圖臺服務結合，本團隊樂意與負責圖臺計畫之團隊合作探討。
三、蔡委員博	1.資料標準確實是非常重要的，首先空間單元是很關鍵的部分，牽涉到資料怎麼被使用。除了視覺化之外，包括建管、不動產、使用現況、救災、智慧城市，至少要規劃到戶，在運用上才有比較大的空間。	感謝委員提供建議，空間單元是本案規劃之重點，目前之規範涵蓋幢、棟、層及戶之概念，且考量不同 LOD 之影響，希望可達到描述有意義物件，且可正確解讀之目標，以促進相關應用之發展。

文	2.戶的識別性，門牌是一個很好識別的資訊，空間單元若可以以一個門牌為單元。是否要納入，新的建築物的三維建物門牌建置是可以，因不需額外花很多工作，倒是舊的資料則較需要更多經費來補上。	感謝委員提供建議。目前僅有以建物平面測量成果圖所產生之三維建物資料可具有室內分戶之效果，且可關聯門牌資訊。其他方式產製之三維建物資料多半僅能以棟為單位關聯相關之單或多筆地址，且其高度資訊僅為參考。若要統一供應，必須發展對應之策略，包括設計屬性區隔高程參考來源。
	3.剛提到大樓、透天的建物型態，其實每一棟大樓都是透天，應是以所有權來區分，以產權的觀點來看，不是以建物型態做區分。	感謝委員提供建議，該說法為參考國內慣用術語及相關計畫成果，未來標準擬定時會再斟酌合適之字彙。
四、蔡委員富安	1.以國際上通用的 CityGML、JSON 及 IndoorGML 做為骨幹，國際上沒辦法顧慮到的國內情形，是相當重要而需要特別注意，以及建物的空間單元如何在物件或屬性上去做區隔，是需要思考的。 2.BIM 是新建物的重要資料來源，甚至可能就是標準應該納入的範疇，跟 BIM 之間的 interoperability 是重要的，因 BIM 資料的生產無法由空間資訊領域決定或掌控，該如何與 BIM 資料做緊密結合，是應該要考量的。 3.其他三維資料例如三維道路是不是會一起放進來考量，其他像是交通運輸、門牌，臺灣門牌基本也是跟著道路的，如果趁此次機會將建物、道路及其他資料一起考量。以國內情況而言，這些資料彼此間的整合在二維已有複雜性，如何在三維做整合運作，國外標準也沒有涵蓋這一部分，需要多加考量。	感謝委員提供建議，目前團隊之作法是分析國內之建物種類，再盡可能直接使用 CityGML 物件完成模式化之工作。基於後續可能之應用，建物之空間單元目前暫規劃以幢、棟、層及戶為主，但是否可產生對應之空間表示須視資料生產單位而定。 感謝委員提供建議，GIS 領域也高度重視 BIM 之技術發展，原則上仍以分析兩者類別之關係及匯入所選擇類別之現象為主。CityGML3.0 預計將支援與 BIM 之互動，最近亦有例如 ArcGIS 軟體支援 Revit 之 BIM 資料之發展，代表在標準化後，將更容易建立對應之配套。本計畫暫以建立三維建物模型空間與基本屬性描述之規格為主，與 BIM 資料之互操作性建議於後續發展中進一步評估。 感謝委員提供建議，門牌資料之部分已於之前說明。有關道路部分，若資料來源相同（例如建物與道路同來自臺灣通用電子地圖），三維化的問題較少。當涉及不同來源或甚至不同空間參考時，即必須考量如何有效結合或展示。不同品質（例如位置精度）之資料即使在二維之應用也可能面臨各式挑戰，三維之應用將必須考量更多層面（例如位相關係）。因三維還涉及 LOD 之問題，除強調三維圖徵本身之自我描述能力外，還必須由應用觀點進一步思考所需之三維圖資及必要之處理程序。

五、邱委員式鴻	1.每個使用者需求不一樣，回到最原始的，如何簡化資料的範疇，界定一個共通性的三維建物模型，使得建置單位可以簡化，在有限的資源下建立具有基本應用的三維建物模型。	感謝委員提供建議，委員的考量在實務上是實際面臨的情形。目前標準設計有不同之 LOD，因此具有應用之大範圍近似化建物模型及小範圍精緻模型，皆可透過資料標準來記錄及流通。資料標準預計提供一個可共同參考之架構，涵蓋不同之 LOD 考量，提供建置單位依應用需求發展，且可使建物資料具有一致性之參考規格。
	2.三維建物的棟以及一幢多棟，在需求上感覺比較沒有爭議，而是不是要規劃到戶，如有需求則可考量。簡化問題可避免爭議及問題產生。	感謝委員提供建議，目前已有規劃樓層及戶，而如同前一個建議之說明，資料標準是兼容的，幢、棟、層、戶是資料標準內設計之階層，使各種不同 LOD 之資料皆可以透過資料標準來記錄流通。各單位可依其應用或任務需求選擇及建置特定類別之三維建物資料。
	3.將地址納入標準做結合，是有應用的價值，而 LOD4 的內部空間配置，以國家底圖而言是否有需要建置，則值得思考。	感謝委員提供建議，資料標準 LOD 設計採 CityGML 之架構，雖具有 LOD4 之規劃，但並不會規定需建置 LOD4 資料。國家底圖可依據業務單位之規劃而執行。
六、張委員智安	1.為了滿足國家三維地圖的基本需求，可挑選一個格式來規劃。從底圖的觀點來討論，在二維底圖延伸的前提下，如二維底圖的資料是原本就有的話，則三維底圖則同樣應該要存在，沒有的部分則去進行擴充，用這樣的方式去規劃，編碼也可以套用這樣的概念。而其他資料要整合進來跟底圖一起運作，比如管線要進來，用 ADE 擴充。	感謝委員提供建議，本計畫之設定範疇為三維建物資料，屬於傳統二維地圖之建物圖層資料。以國家底圖概念，應就後續應用層面思考三維化之對象及優先次序，以逐步擴展後續之應用。由於現行各類圖資係依業務劃分，因此跨域資料之整合推動較為困難，但建議應就位置參考部分預作規劃。
	2.過去曾經在 2008 年做了 50 公頃的臺北三維建物，轉到 CityGML，但是跑不動，後來轉到 KML。由前面的過程得到一個經驗，就是建置(繪圖)格式、中介格式、跟串流格式，這三者要分離，這些格式有不一樣的標準，應該要做區分。資料標準是中介格式，與資料建置(繪圖)是分開的。資料標準若定義精度要求，則以 LOD 1 舉例來說，6mx6m 就需要繪製，在市區就會多出很多工，比如屋頂就有停車場、網球場、水塔，這屬於建置(繪圖)上的要求，建議就跟資料標準分離區隔。	感謝委員提供建議，資料標準之目標為針對三維建物資料建立共同之 LOD 規格，使不同單位生產之三維建物資料可依循一致之規定提供幾何與屬性之描述，並能據以流通，因此資料標準之規定勢必影響建置規範。就展示而言，目前之三維資料串流服務均必須依其要求規格進行轉換，但強調的是即時檢視瀏覽之效能，此部分在近年已有長足之發展，應可視本年度圖臺團隊之成果而討論具體之作法。

	3.為了查詢，地址的納入是有應用價值的。雖然在建置的技術上可能有困難，仍具有價值。 4.貼圖可能因樓層區分而要分割，在使用 CityGML 2.0 時，若把紋理納入到標準的範疇的話，會變得更複雜，在還未引用 CityGML 3.0 之前，是否要納入紋理，建議再思考一下。	感謝委員提供建議，目前已納入 CityGML 地址之相關規劃。 感謝委員提供建議，貼圖是在資料建置時即已決定是否依據樓層分割。無論有無分割，在 CityGML 內皆需要影像檔案之貼圖坐標，有相關資訊即可使用 Appearance 物件設定貼圖。因此，資料建置單位設定之貼圖若分為兩部分，表示即有兩部分貼圖坐標，轉換到 CityGML 內也是可以分為兩部分來貼圖。
七、自強工程顧問	1.在過去的生產品經驗當中，常常遇到標準 tag 與中文名詞對照產生困難，常會遇到疑義，無法從英文的 tag 來判斷。舉例來說，貨櫃屋算不算 Building，落地窗算是門或是窗，諸如此類的問題，不同單位產製則可能有不一樣的結果，那就會產生資料建置的不同及衝突。另外，假設三維模型資料標準是符合 CityGML，受到 CityGML 改版，屬性在版本之間是不是也會所衝突。如果國內情形與 CityGML，有比較完善的對應，或對照表，才比較能解決實務上的問題。	感謝提供建議，此問題主要是各單位對於 CityGML 通用物件的看法不同，以至於採用不同的物件來記錄，本團隊將在報告內提供國內常見之結構物及對應 CityGML 物件做參考。另外，改版問題勢必會在後續發生，屆時仍需要相關配套措施進行版本轉換，而本團隊雖以 2 版進行設計，但已先行研究 3 版內容，並且並未擴充修改 schema，盡可能達到高相容性。
八、內政部資訊中心	1.底圖是內政部國土測繪中心負責，地政司有做產權三維模型，權責是戶政司及內政部資訊中心，目前由戶政事務所以人力去建置門牌資料。營建署是建管組負責 BIM 部分。串流分級標準是一個蠻重要的概念，大範圍的 LOD 1 資料串流應該是很重要的基礎服務。 2.三維建物模型及 BIM 的量測，資料要流通到什麼程度，看權責單位。後續更新如何綁定流程，例如更新過程如何以建管單位 BIM 的資料做更新，後續都可以思考。而建築管理部分，使用執照上常常沒有後續第二次建物建置的部分，例如女兒牆，也牽涉到更新。另識別碼要考量如何因應建物的分割與合併。	感謝提供相關資訊，可提供後續資料建置及應用作參考。 感謝提供相關資訊，目前三維建物模型之產製依照各單位之作法不同，成果有相當大之差異。本標準之內容以規定建物之描述方式為主，建物設計部分已包括時間之設計，當有更新狀況時，可區分不同時期之建物資料。但屬於業務單位建置或更新之情形則暫不在本標準規劃之範圍內。

九、內政部營建署城鄉發展分署	1.道路與建物分開，在某些情況來說可能有問題，汐科車站的出口在高架橋下方，以資料產製來講，怎麼釐清資料屬於哪一個範疇。目前這個標準看起來只牽涉地上的建築物，地下的建築物是否在範疇內。如納入怎麼認定地上或地下。另外集合住宅很多棟，但大廳是連在一起的，複雜程度是越來越高。	感謝提供建議，特殊情況須以業務單位認定為準，本計畫之建物目前之規劃屬較為寬鬆的認定，原則上參考地形圖資料分類架構之建物相關定義。本案資料標準並未限定只有地上建築物，如三維建物模型具有地下樓層，依據 CityGML 設計是可以記錄的，並具有相關屬性記錄樓層數。
十、經濟部中央地質調查所	1.建議第一階段先將目前的共通性需求，以 2 版去規劃，也讓國發會了解目前的情形，後續的需求在 3 版出來再納入。此標準應用層面很廣，涉及不動產、防災、軍事國防，今天出席單位缺少了營造、房仲、室內空間設計的單位，或許可以聽聽看相關業界的需求。	感謝提供建議，目前以 2 版進行規劃，另外關於其他單位之參與，可由測繪中心決定，如有需要，本團隊全力配合，或者亦可提供本案報告書作為參考。
	2.建議是否可能會實作一小塊區域，相關成果再提供各單位參考，以回饋相關意見。	感謝提供建議，今年已有全台之近似化三維建物之測製案，本案將使用資料標準轉檔程式，將測製案之成果進行資料轉換。
十一、鴻圖	1.CityGML 在 3 版就有樓層，以資料來源而言，最大來源是 BIM 跟地籍資料，如何將這兩種資料轉到 3 版 CityGML，是實務面上最需要考量的。	感謝提供相關資訊，可提供後續資料建置及應用作參考。
	2.政府單位及民眾的需求不同，可能需要區隔。國家底圖應該是通用性的，針對應用需求考量，也就是屬性的設計。	感謝提供建議，目前資料標準之精神即希望用兼容方式提供資料之記錄。若建物具有地政相關資料，即可填寫相關屬性。
	3.而像軍事來說，其著重資料與一般應用可能有所不同，房仲業者則需要特別的屬性，可能因隱私無法得到相關資料。BIM 的管線資料對消防而言，則是相當重要。各種不同單位所需要的資料，可能隱含在 BIM 及地籍資料這兩種資料來源。	感謝提供相關資訊，可提供後續資料建置及應用作參考。

十二、 高雄市政府地政局	1.門牌是否可以擴充欄位，加入地政、建管編碼，可以增加應用屬性，連結到後面的資料。	感謝提供建議，已於戶增加屬性，如果資料已由地政單位建置納入，則可藉此與門牌進行連結。
	2.早期建物，沒有作登記，屬性缺乏的比較多，在消防方面會因為缺乏屬性而造成使用上較困難。	感謝提供相關資訊，可提供後續資料建置及應用作參考。
十三、 內政部地政司	1.型態除了大樓、透天，還有連棟透天、單棟透天，建議都可納入	感謝提供建議，已納入地址之規劃，連棟或單棟皆有對應之設計。
	2.三維建物是否要納入地址，應是必然的，考慮可能要針對不同 LOD，建物與地址有不同的連結關係。	感謝提供建議，已納入地址之規劃，並與不同型態之建物作對應連結關係。
十四、 臺南市政府地政局	1.編碼並沒有強制所有建物都做保存登記，沒登記就沒有建號，建議編碼要獨立設計。	感謝提供建議，目前近似化三維建物採用 32 位元編碼作為編碼，此部分將再持續研究。
	2. 地址、使照號碼(多棟)、地號、建號(棟)，建議納入，都是公開資料，建議考量納入。	感謝提供建議，目前皆已納入資料標準。

內政部國土測繪中心

「108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案」

專家會議簽到表

一、時間：108 年 8 月 21 日(星期三)上午 9 時 30 分	
二、地點：內政部國土測繪中心	
出席學者專家	簽到處
臺灣大學地理環境資源學系 蔡博文教授	蔡博文
逢甲大學都市計畫與空間資訊學系 周天穎教授	周天穎
臺北大學不動產與城鄉環境學系 江渾欽教授	江渾欽
中央大學太空及遙測研究中心 蔡富安教授	蔡富安
政治大學地政學系 邱式鴻教授	邱式鴻
交通大學土木工程學系 張智安教授	張智安

內政部國土測繪中心

「108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案」

專家會議簽到表

一、時間：108 年 8 月 21 日(星期三)上午 9 時 30 分	
二、地點：內政部國土測繪中心	
出席單位	簽到處
內政部地政司	黃伯森、張明達
內政部營建署城鄉發展分署	新銘嘉
經濟部中央地調所	鄭文軒
行政院農委會林務局	
高雄市政府地政局	蔡志明
中興測量有限公司	王崧
自強工程顧問有限公司	賴澄煥
互動國際數位股份有限公司	鄒同信
瑞竣科技	陳超群
藏識科技	郭湘琳
鴻圖股份有限公司	黃俊華

內政部國土測繪中心

「108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案」

專家會議簽到表

一、時間：108 年 8 月 21 日(星期三)上午 9 時 30 分	
二、地點：內政部國土測繪中心	
出席單位	簽到處
內政部資訊中心	吳啟文
農航所	許正良
台南市政府地政處	章國孝
台灣世曦	仝育中

內政部國土測繪中心

「108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案」

專家會議簽到表

一、時間：108 年 8 月 21 日(星期三)上午 9 時 30 分	
二、地點：內政部國土測繪中心	
出席單位	簽到處
內政部國土測繪中心	林昌鑑 林信助 湯美華
成功大學	洪榮志 楊錦松
臺灣大學	請假

附錄E 、內部會議紀錄



內政部國土測繪中心
「108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案」
內部會議紀錄

一、會議時間：108 年 5 月 7 日(星期二)中午 12 點

二、會議地點：高鐵南港站

三、出席人員：洪榮宏教授、徐百輝教授、楊錦松先生

四、會議結論整理：

1. 今年三維近似化建物之建置資料，經確認過後為 LOD1 之建物，分為三維灰階建物模型及三維近似化建物模型。資料是以 DAE 包裝為主要格式，以三角形組成 Mesh。
2. 雖今年產製的內容是 LOD1，但本案之目的及規劃內容不應侷限於生產成果，應考量各類三維建物模型納入，具體加以規定後，納入一致之種類及等級分類架構，甚至規劃與門牌地址的連結，以增加資料內容的一致性及應用的可能性。
3. 初步與鴻圖公司訪談後，加上之前曾與 CECI 公司交換目前作業程序及作業內容，目前兩間公司之資料內容並無記錄 Ground、Roof、Wall 等資訊，轉檔程式在三維灰階建物及三維近似化建物，可能僅能將資料轉為 CityGML 的 lod1MultiSurface。
4. 需再安排三維地籍建物的訪談，以了解三維地籍建物的資料內涵。
5. 洪老師團隊先行研究國外發展，整理 CityGML 類別，並規劃整理國內不同類型的建物，以及建物本身結構的階層性。預計於訪談完成後完成特性分析。
6. 徐老師團隊持續程式之 DAE 讀入開發。

內政部國土測繪中心 「108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案」 內部會議紀錄

一、會議時間：108 年 7 月 11 日(星期四)下午 1 點

二、會議地點：宜蘭大學

三、出席人員：洪榮宏教授、徐百輝教授、楊錦松先生

四、會議結論整理：

1. 已完成所有訪談，目前已取得三維地籍建物之資料內容及作業方法。三維建物包含產權模型、基礎模型及細緻模型。產權模型是最基礎的結構，由建物平面測量成果資料組成樓層。基礎模型由建物竣工圖資料，於建物平面圖上增加內部隔間、門、窗、柱、陽臺、雨遮等結構物件，細緻模型則參考實景，加入影像紋理及更精緻的結構物件。
2. 後續要安排取得三維地籍建物的資料種類，希望涵蓋不同類型的建物，以便確認其資料內涵。
3. 國外目前蒐集之資料顯示多以 CityGML 作為流通格式，部分國家具有 RoofSurface、GroundSurface、WallSurface 等 LOD2 以上的語意結構物件。其細緻度及語意的記錄方式對於後續有較大的應用可能性。
4. 已蒐集不同類型之建物特性，包含透天、公寓、華廈、大樓等不同類型之建物，以及幢、棟等建築法規之相關定義。洪老師團隊於後續 UML 設計應納入相關考量。
5. 台灣世曦在訪談後已提供作業計畫書及小部分測試資料，交由徐老師團隊作為開發使用。目前資料內容除了三維地籍建物以外，並無記錄 Ground、Roof、Wall 等資訊，僅能將今年產製的三維灰階模型及近似化建物模型資料轉為 CityGML 的 lod1MultiSurface。
6. 洪老師團隊持續依據現有之 CityGML 類別，規劃 UML 綱要，預計於 8 月之專家會議呈現初步成果。
7. 徐老師團隊持續程式之 DAE 讀入及坐標寫入測試。

內政部國土測繪中心
「108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案」
內部會議紀錄

一、會議時間：108 年 8 月 30 日(星期五)上午 10 點半

二、會議地點：國防大學理工學院

三、出席人員：洪榮宏教授、徐百輝教授、楊錦松先生

四、會議結論整理：

1. 專家會議已於 8 月 21 日完成，目前初步共識要納入樓層、戶之規劃，並要連結地址。UML 應用綱要可將此結構納入考慮，可參考 CityObjectGroup 之設計。
2. 已取得三維地籍建物的資料種類，希望涵蓋不同類型的建物，以便確認其資料內涵。其坐標為相對坐標，由平面測量成果資料組成樓層。由洪老師團隊測試其 CityGML 之範例檔案。
3. UML 應用綱要設計須調整為可兼容包含透天、公寓、華廈、大樓等不同類型之建物，並須依據現有建物資料來源，規劃可能的 LOD 層級。在 LOD3 之 LOD4 之三維地籍建物，須納入樓層、戶的記錄方式。
4. 請確認幢、棟是否可對應到 LOD1 的三維灰階模型及三維近似化模型的現有資料，以便做後續的資料轉換策略。
5. 洪老師團隊持續修正 UML 綱要，並於期中報告呈現修正後之成果。期中報告撰寫內容包括國外資料蒐集分析、資料標準草案設計策略、資料特性分析、國內三維建物類型及 UML 應用綱要，並以資料範例呈現今年產製資料的記錄方式。
6. 徐老師團隊已完成 DAE 讀入，已進入 CityGML 之坐標寫入測試。已提供 LOD1 資料的 CityGML 範例結構供徐老師團隊參考。

附錄F 、期中審查會議紀錄



內政部國土測繪中心「108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案」 期中審查會議			
壹、會議時間：		108 年 10 月 14 日(星期一)	下午 2 時 40 分
貳、會議地點：		內政部國土測繪中心 4 樓第 1 會議室	
參、委員意見：			
委員意見		執行單位回覆	
一、 國土測繪中心	1. 圖表應彩色輸出，以傳達完整圖表資訊。 2. 第貳章「國外相關發展」中，應將各國（城市）建置之三維建物成果彙整成表，以便比較分析其差異。 3. 第 3-1 節之「三維灰階建物模型資料及三維近似化建物模型資料」中，應簡單補充說明各縣市（臺北市、新北市、桃園市、高雄市）已自行建置之三維建物成果，並協助本中心評估成果之 LOD 等級。 4. 第 54 頁「表 3-2、CityGML 對於 LOD 之建議規定」請翻譯為中文。 5. 參考文獻 1 節，中文文獻請補上機關（單位）名稱。 6. 附錄 D 專家會議紀錄中，請針對與會人員意見補充責團隊答復內容。	1. 感謝提供意見，遵照意見辦理。 2. 感謝提供意見，遵照意見辦理。 3. 感謝提供建議，遵照辦理，但因取得資料進行分析需要一段時間，將於期末報告繳交時一併提供。 4. 感謝提供意見，遵照意見辦理。 5. 感謝提供意見，遵照意見辦理。 6. 感謝提供意見，遵照意見辦理。	

二、地政司(書面意見)	1. P.7 至 P.28 之各國三維建物發展，建議以表單形式，從 LOD 等級、屬性、流通格式及空間單元等項目進行彙整。 2. 考慮後續我國三維地籍建物管理發展，是否有相關我國三維建物應納入之屬性欄位之建議？ 3. 表 3-1 資料典各項目，建議可補充常用代碼：必填(M)、選填(C)、選填(O)等。	1. 感謝提供意見，遵照意見辦理。 2. 感謝提供意見，納入屬性資料其實並無技術上的問題，考慮後續三維地籍建物之屬性資料的版本維護問題，目前建議使用一個屬性(目前傾向用地號)連接至三維地籍建物所具有之相關屬性資料。 3. 感謝提供意見，遵照意見辦理。
-------------	---	---

三、蔡博文委員	1. Topology 是否納入規劃？ 2. 紋理是否納入規劃？ 3. CityGML 3.0 的 release 對現有以 CityGML 2.0 為基礎的標準之衝擊評估。 4. 幢、棟、層、戶之間的關係以及最小空間單元的定義？	1. 感謝委員意見，目前有幢、棟、層及戶具有互相組成之關係記錄，但並未設計相鄰之屬性。 2. 感謝委員意見，目前採用 CityGML 之方式，僅納入貼圖之方式表現紋理，並可區分為真實及模擬。紋理貼圖實務上會面臨的問題，例如測製規範可能要界定什麼情形要區隔不同樓層，分別採用不同的影像貼圖，不屬於資料標準的課題，困難的部分可能在資料建置時發生。資料標準則具有記錄貼圖而描述紋理的能力。 3. 感謝委員意見，目前時間點建議以 CityGML 2.0 進行規劃。據九月底參與 3D GeoInfo 會議取得之資訊，若一切依規劃期程，CityGML 3.0 最快也要到明年五月才可能通過。且因其變動幅度及軟體後續支援問題，預計產業因應需要一段時間，軟體至少 1~2 年，資料建置甚至可能要更長時間，而三維建物模型資料建置已經上路，可先以 CityGML 2.0 為主要規劃依據，並同時觀察 CityGML 3.0 之相關發展。 4. 感謝委員意見，並不具有一定的大小或隸屬關係，例如透天是一戶佔據了幾個樓層，而大樓則是一棟分為好幾層，每層有好幾戶，依據不同建物型態，有不同的組成關係以及相應的最小空間單元。因此標準內並不強調最小空間單元，皆以空間單元來看
----------------	--	--

		待，在 CityGML 允許之情況下呈現彼此之間關係即可。
四、邱式鴻委員	1. 本案強調制訂 3D 建物模型資料標準供跨域流通參考，是否能參考國土測繪中心國土測繪圖資服務雲之使用者，加以分析其可能使用單位及期望之建物模型、空間屬性，使其設計之標準更能符合跨域之期待，以及頁 6 所述後續年度推動服務之方向。 2. 第貳章國外發展之研析，建議加一小節，描述對本案有所助益之方向。 3. 頁 3 倒數第 7 行，SketchUp 是否有誤？ 4. 頁 11 與 15，何謂無紋理貼圖因此無法確定、無法更進一步了解其空間單元顯示方式？ 5. 目前似乎從蒐集之近似模、精緻模歸納出基本標準，再擴展為 LOD1、LOD2~LOD4？	1. 感謝委員意見，目前空間單元部分，使用 CityGML 物件完成模式化之工作，以幢、棟、層及戶為主，而屬性則至少包含地址及建物基本資料，而相關的其他跨域資料例如地籍屬性或是建管屬性是否直接記錄於三維建物模型當中，目前本團隊持開放態度。但本團隊在執行地形圖徵跨領域服務之經驗，跨域資料屬性多數具有時效性，過一段時間之後，會面臨到屬性資料不確定是否符合現況，而產生屬性維護更新之問題。 2. 感謝委員意見，遵照意見辦理。 3. 感謝委員意見，已修正文字為 COLLADA 格式。 4. 感謝委員意見，是文字描述不當，已修正文字。 5. 感謝委員意見，在規劃時希望可涵蓋多數三維建物模型，因此必須考量各種不同細緻程度。CityGML 的 LOD 可符合不同細緻程度，分析後認為可應用於我國各 LOD 之三維建物模型，在 LOD 概念當中，除了細緻程度亦包含該測製之物件以及對應精度。

五、邱景升委員(書面意見)	1. P70 之後的模型 xml 建議使用明確的建築物，例如國土測繪中心所在建築物來做為範例說明，並附有該建物各方向立面照片與平面位置圖，以利讀者可以直接對應到模型所要表達的實際情況。另外註解部分請依照 CityGML 之各 LOD 等級對應的結構物件分類來註解，以利閱讀。 2. 建議針對不同建築型態，例如透天厝、傳統 4-5 樓公寓、電梯大廈、造型特殊之公共建築、中式廟宇等評估 KML, SKP 來源轉換成 CityGML 與 CityJson 可能遭遇的問題。 3. P99 圖 4-6 流程中對於類別與資料檢查有問題部分，以及轉檔時產生問題部分，建議將流程區分開成更細之處理流程。亦即類別檢查如果不符合，代表該資料即沒有相同的類別可以做對應，因此應該屬於無法轉換部分；資料檢查部分應該係屬於資料格式的檢查，如格式不正確，則可能部分可以轉換部分無法轉換，或全部無法轉換，此部分的警示應該不同，後續處理流程亦應有差異；再者，轉檔過程若遇問題，可能資料值域或文字碼出現問題等，此部分的警示應該不同；前述警示問題在流程結束前應該有轉換錯誤與警告之 log 紀錄檔可供參考方較完整。 4. P100 轉換成果檢核建議針對不同建築類型來進行轉換後檢核。	1. 感謝委員建議，遵照辦理，因取得實際建物之立面照片及平面位置圖等資料須其他單位配合，將於期末報告再行補強，而對應結構物件之註解已採對應之 LOD 之 MultiSurface 記錄。蒐集到完整範例後將會再於期末報告補強各型態建物之範例。 2. 感謝委員建議，無論是何種建築型態，最主要的問題仍然是 KML, SKP 中缺乏相對應的語意資訊。已於期中報告修正版中列出可能遭遇之問題。 3. 感謝委員建議，已於期中報告修正版中進行內文及流程圖之修正。 4. 感謝委員建議，因目前所處理的建築類型較為一致，後續將針對不同建築類型進行轉檔測試，並分析需進行的檢核項目。
----------------------	--	---

附錄G、期末審查會議紀錄



內政部國土測繪中心「108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案」 期末審查會議			
壹、會議時間：		108 年 12 月 20 日(星期五)	上午 9 時 40 分
貳、會議地點：		內政部國土測繪中心 4 樓第 1 會議室	
參、委員意見：			
委員意見		執行單位回覆	
一、張委員智安	1. 可藉由其他應用領域（如 LADM、IndoorGML 等）常直接引用 CityGML 已定義之資料型別，而不再另行定義之觀點，強化本資料標準選用 CityGML 之論述。 2. 報告中，關於建物的唯一識別碼似有多種態樣，如報告第 121 頁的 UUID 較似建物識別碼，而附錄第 37 頁的 UserDefine 又似多邊形代碼，建議宜針對建物唯一識別碼加強說明，以免讀者混淆。 3. 附錄的 CodeList 列表（如表 13-9 等）是否需中文化、在地化？ 4. 本案資料轉檔程式規劃之定位及未來應用情境為何？（目前僅將 KML/KMZ 檔等轉換為 CityGML 及 CityJSON，而未含將 CityGML 檔轉換為 KML/KMZ）。另報告提到，如來源資料本身不具語意描述（如 KML/COLLADA 檔）則轉檔後自然無語意資訊，未來如何將此類資料轉換為具有語意的 CityGML 檔？	1. 感謝委員意見，選用 CityGML 之原因及引用方式，其實與其他標準引用 CityGML 資料型別之方式不同，本資料標準已直接採用 CityGML 的核心模型及 Building 模型，並在 CityGML 之規則下進行屬性擴充，與 IndoorGML、LADM 之方式有架構上的差異。 2. 感謝委員意見，已將建物識別碼、樓層識別碼及戶識別碼之設計重新檢視，並撰寫於報告中。 3. 感謝委員意見。已完成中文化。 4. 感謝委員意見，目前轉檔程式用於將資料轉換為 CityGML 或 CityJSON，以落實使用開放資料格式進行流通供應之目的；當資料來源不具語意描述時，須由源頭(資料測製階段)設法進行語意之建立，無法在格式轉換過程中建立語意。	

二、江委員渾欽	1. 本計畫對三維建物模型資料標準的相關概念作了明確的說明，同時也研擬出標準草案，成果值得肯定。 2. 本年度以 CityGML 2.0 為設計藍本，OGC 目前正研擬 3.0 版本，建議未來仍應關注留意，後續做滾動式的修正。 3. P69 三維地籍建物模型目前可分為三維地籍建物產權模型與三維地籍建物細緻模型兩種類型，後續內政部擬先推動三維地籍建物產權模型的建置，在附錄草案之表 13-3 資料來源未列入三維地籍建物模型，建議補上。同時，附錄草案之表 13-4 建物高度來源增加竣工圖資料。 4. P71 時間因素對應的是建物完工時間或是模型建置的時間，建議多加考量。 5. P83 及草案圖 7-1 的應用綱要，建議各主要特性可以不同色彩度表現，以便閱讀。 6. 草案之代碼表，建議多考慮本土性，能夠增加中文說明。 7. 草案範例，建議加入該案例之建物模型，以增加對該建物之理解性。 8. P76 六、時間性 1 節有重複。	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員意見，本團隊會持續關注 CityGML 新版本之研訂狀況。 3. 感謝委員意見，已於表中增列相關資料。 4. 感謝委員意見，目前建議採用測製時間，也就是模型建置時間。 5. 感謝委員意見，本標準草案之 UML 已增加顏色之區分。 6. 感謝委員意見，已完成中文化。 7. 感謝委員意見，已增加建物模型。 8. 感謝委員意見，已刪除重複部分。
----------------	---	---

三、吳委員景彬	1. 加強選用 CityGML 2.0 為基礎之論述，並加入 BIM (IFC) 的簡介。 2. 標準所涉物件識別碼之設計方式，及其後續維護與流通使用之建議宜加強說明。 3. 就長期而言，資訊運用將朝聯合運算為大宗，展現為機具操控之趨勢會大增，標準設計宜納入規劃考量範圍。 4. 人工構造物與營建工程領域高度關聯，其中建物由為大宗，在本資料標準研析規劃過程宜強化並主動與營建工程資訊專家多所互動及了解合作分工方式，以利標準提報、審議及落實運用。 5. 語意會涉專業名詞的一致，有否須統合測繪與營建工程領域之事項及建議方式。	1. 感謝委員意見，已補充說明並加入 BIM 之簡介。 2. 感謝委員意見，已加強建物識別碼之說明，維護及流通使用方面已建議國土測繪中心未來應在三維建物模型資料之服務中提供有關識別碼之查詢或檢視功能，國土測繪中心必須持續維護及更新此識別碼機制，並確保其正確性及時效性，以利各單位加以應用。 3. 感謝委員意見，本案設計三維建物模型屬性時係以後續應用為核心，並採用具有語意之格式標準進行設計，因可因應後續之相關應用。 4. 感謝委員意見，可邀集相關領域專家共同與會，給予資料彼此整合或連結之建議。 5. 感謝委員意見，可邀集相關領域專家共同與會，給予語意及共同合作方面的建議。
四、鄭委員彩堂	1. 第肆章開發三維建物模型資料轉換程式內容，請再針對三維近似化建物模型、精緻建物模型與地籍建物資料成果，轉換為 GML 及 GeoJSON 格式之成果，需通過相關軟體驗證其轉換成果之可讀性及正確性之補充說明辦理情形。 2. 本案所完成之三維建物模型資料標準(草案)及提案計畫書，請於保固期間內，在本中心提報「國土資訊系統標準制度推動審議工作小組」審議前，再徵詢蒐集相關學者專家之修正意見。	1. 感謝委員意見，已增加相關說明。 2. 感謝委員意見，將配合國土測繪中心進行相關工作。

五、內部審查小組意見	1. 第 85~90 頁「3-7 三維建物模型之記錄範例」及附錄 H 第 26 及 27 頁「不同型態建物模型」等小節，多以文字描述三維建物模型之架構及各種建物單元間之關係，讀者不易理解，請補充適當圖或表輔助說明。 2. 第肆章「開發三維建物模型資料標準轉換程式」中，請於適當章節針對轉換程式之功能及操作方式配合程式介面截圖進行簡單說明；亦請針對轉換程式轉檔為 CityJSON 檔案格式的部分補充說明。 3. 第 133 頁表 6-1「提報工作進度報告之時間」中請補上 9~11 月份相關資料；另第 134 頁表 6-2「提報各階段繳交報告之時間」中請補上「資料標準轉換程式」及「工作總報告」相關資料。 4. 附錄部分請以彩色輸出，以傳達圖片完整資訊。 5. 附錄「三維建物模型資料標準（草案）」第 37 頁「13.1 三維建物識別碼」一節提到本中心三維近似化建物模型之編碼方式為 8 位數，該編碼方式業經修正為 10 位數，相關說明應予調整修正。 6. 報告內容誤繕及錯字部分，已彙整並標註於工作總報告（紙本）提供修正參考，其餘部分請再詳校。 7. P54，四、地方建物模型、(一)臺北市內容中有敘述「本府」者，請修正用語。 8. 平(圖、陽)台請修正為平(圖、陽)臺。 9. 請加英文題目。	1. 感謝委員意見，已補充圖示說明。 2. 感謝委員意見，已補充相關說明。 3. 感謝委員意見，已補充相關說明。 4. 感謝委員意見，將以彩色輸出。 5. 感謝委員意見，已修正相關文字。 6. 感謝委員意見，已修正相關文字。 7. 感謝委員意見，已修正相關文字。 8. 感謝委員意見，已修正相關文字。 9. 感謝委員意見，已增加英文題目。
------------	--	---

附錄H 、三維建物模型資料標準提案計畫書



三維建物模型資料標準 提案計畫書

提案單位：內政部國土測繪中心

聯絡方式：臺中市南屯區黎明路二段 497 號 4 樓

提出日期：中華民國 108 年 12 月 25 日

目錄

一、目的	1
二、範圍	1
三、預期效益	2
四、時程規劃	2
五、資源需求	3
六、可能參與者	3
七、相關標準	3
7.1、國土資訊系統標準制度.....	3
7.2、國際標準.....	3
7.3、政府之相關法律或規範.....	4
八、權責單位	5

表目錄

表 4-1、三維建物模型資料標準之預計執行時程	2
-------------------------------	---

圖目錄

無

一、目的

為發展國內三維圖資及流通供應平臺，行政院國家發展委員會在民國 107 年 5 月 17 日第 54 次委員會議取得共識，以「臺灣通用電子地圖」作為「國家底圖」，並由內政部負責維護及供應。另按行政院國家發展委員會「國土資訊系統(NGIS)優先推動事項(民國 107-109 年)」規劃內容，民國 108 年底前需將既有二維國家底圖升級為三維國家底圖，並訂定相關標準及提供共通性服務。為建構涵蓋二維及三維圖資之國家底圖，並逐步達成以單一服務窗口對外提供圖資服務之目標，內政部國土測繪中心(以下簡稱國土測繪中心)規劃於民國 108 至民國 110 年辦理「建物、道路及鐵路」之三維圖資產製及三維圖資資料標準研擬，並發展多維度圖資服務平臺。

國土測繪中心為推動以開放式地理資訊系統技術為基礎之流通與分享模式，俾利未來國家三維底圖之持續擴展與多目標應用，爰提出「三維建物模型資料標準」之提案(以下簡稱本提案)。透過本提案之標準制定，可將國家底圖中之三維建物資料、中央及各地方政府之三維近似建物模型及精緻化建物模型、地籍建物等不同來源之資料以標準化之開放資料格式對外供應與流通。

二、範圍

「三維建物模型資料標準」之範疇原則上涵蓋國內以任何測繪或設計技術所建置完成之三維建物資料。三維建物之模式化成果須依據本提案之標準規定之細緻度、精度、幾何表示、語意及應用綱要建立。若三維建物之原始資料格式或語意內容不符合標準之規定，須經過幾何、屬性及語意之對應轉換後，方可以遵循本提案標準之方式對外流通。本提案之標準僅規定資料流通時之共識作業，生產符合標準所規定三維建物描述方式為各生產單位之責任，其作業程序不在本提案之標準之規定範疇內。

本提案之標準僅規定三維建物共同特性之描述架構，以滿足三維建物資料之共同應用為目標，不包括三維建物於特定領域應用之內容規定。各領域得依其應用需求，遵循本提案之標準及相關國際標準之規定，進行應用綱要之擴充，形成特定應用之三維建物資料。惟其設

計成果必須另以文件說明，與本提案之標準有關者可於文件中說明與引用，無須重複宣告。

三、預期效益

本標準之目的為提供全國與三維建物有關單位之間標準化資料交換機制之共同參考，其內容必須滿足三維化、語意化及開放性之要求，因此擬依循我國國土資訊系統標準制度所規定之標準化機制推動，參酌國際地理資訊系統標準之架構，制定符合標準制度相關規定之單項標準，並在後續發展中與其他主題之三維資料標準結合，構成我國三維國家底圖之穩固基礎。本標準之具體目標包括：

- 1.建立我國三維建物之共同描述規格、架構及內容，使不同單位建置之三維建物資料有共同遵循之規則。
- 2.提供我國各類型三維建物之模式化建議，透過階層式描述架構活化應用加值之可能性。
- 3.使用開放地理資訊技術流通三維建物資料，便利跨領域之三維建物資訊加值與應用。
- 4.奠定我國三維國家底圖之基礎內容，促進我國三維地理資訊之基礎建設，避免無謂之資源重複投資。

四、時程規劃

本提案若經「國土資訊系統標準制度推動及審議工作小組」通過，建議交由國土測繪中心執行後續起草階段之工作，未來各階段預計執行之時程規劃如表 4-1 所示。

表 4-1、三維建物模型資料標準之預計執行時程

階段	執行時程
起草階段	109/1/1~109/5/31
審查階段	109/6/1~110/3/31
公布階段	109/4/1~109/12/31

五、資源需求

「三維建物模型資料標準」擬由標準草案研擬單位編列專案，交由委託專業單位進行規劃，並邀請相關專家學者及單位進行實質之討論，所需經費由該專案支付。

六、可能參與者

本提案之標準制定與三維國家底圖之後續推動有關，相關單位均為可能之參與者，建議參與者如下：

- 1.內政部地政司及所屬機關。
- 2.內政部營建署及所屬機關。
- 3.內政部建築研究所。
- 4.內政部資訊中心(國土資訊系統標準制度負責單位)。
- 5.國土資訊系統各政府機關代表。
- 6.各縣市政府機關。
- 7.民間地理資訊或測繪業公司。
- 8.專家學者。

七、相關標準

本規範之制定過程中需引用或參考國內外相關標準、規範或文件，分類列舉可能參考者如下：

7.1、國土資訊系統標準制度

- 1.國土資訊系統標準制度制定程序須知，第三版，2018。
- 2.國土資訊系統資料標準共同規範，第三版，2019。
- 3.詮釋資料標準，第二版，2011。

7.2、國際標準

1. ISO 19103 : Geographic information -- Conceptual schema language(概念綱要語言), 1st Edition, 2015。
2. ISO 19107 : Geographic information -- Spatial schema(空間綱要), 1st Edition, 2003。
3. ISO 19108 : Geographic information -- Temporal Schema(時間綱要), 1st Edition, 2002。
4. ISO 19109 : Geographic information -- Rules for Application Schema(應用綱要法則), 2nd Edition, 2015。
5. ISO 19111 : Geographic information -- Spatial Referencing by Coordinates(坐標空間參考), 3rd Edition, 2019。
6. ISO 19118 : Geographic information -- Encoding(編碼), 2nd Edition, 2011。
7. ISO 19136 : Geographic information -- Geography Markup Language(地理標記語言), 1st Edition, 2007。
8. ISO 19136-2 : Geography Markup Language -- Part 2: Extended schemas and encoding rules(地理標記語言-擴充綱要及編碼規則), 1st Edition, 2015。
9. ISO 8601-1 : Date and time -- Representations for information interchange -- Part 1: Basic rules(資訊交換之表示方式-第 1 部分：基本規則), 1st Edition, 2019。
10. ISO 8601-2 : Date and time -- Representations for information interchange -- Part 2: Extensions (資訊交換之表示方式-第 2 部分：擴充), 1st Edition, 2019。
11. OGC City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard(城市地理標記語言), 2nd Edition, 2012。

7.3、政府之相關法律或規範

- 1.建築物部分使用執照核發辦法，內政部，民國 91 年 3 月 4 日。
- 2.建築技術規則建築設計施工編，內政部，民國 108 年 11 月 4 日。

八、權責單位

本提案之標準由國土測繪中心研擬，並依循「國土資訊系統標準制度制定程序須知」之規定程序進行審查，發布為國土資訊系統標準制度之正式資料標準。本標準內容之維護及更新由國土測繪中心負責。

附錄I 、三維建物模型資料標準(草案)



三維建物模型資料標準(草案)

文件編號:NGISTD-DRF-0xx-2019.12.25

文件版本：第一版

標準編號：0xx

研擬單位：內政部國土測繪中心

聯絡方式：xxxx

提出日期：中華民國 108 年 12 月 25 日

目錄

一、目的	1
二、範圍	2
三、應用場合及使用限制	3
四、參考文件	3
4.1、國土資訊系統標準制度	3
4.2、國際標準	3
4.3、產業或領域之相關標準	4
4.4、政府之相關法律或規範	4
五、專有名詞及縮寫	5
5.1、專有名詞	5
5.2、縮寫	6
六、特性分析	6
6.1、空間單元	6
6.2 細緻度	7
6.3、識別性	8
6.4、空間表示	9
6.5、坐標參考系統	10
6.6、時間性	11
6.7、管理性	12
6.8、主題性	12
6.9 三維建物外觀因素	13
6.10、語意性	14
七、應用綱要	14
7.1、類別及屬性設計	15
7.2、各 LOD 建物模型	24
7.3、不同型態建物模型	26
八、資料典	27
九、編碼規則	35
9.1、CITYGML 編碼規則	35
9.2、GEOJSON 編碼規則	35

十、詮釋資料	36
十一、標準制定單位及維護權責	36
十二、其他	37
十三、附錄	37
13.3、三維建物之建物識別碼、樓層識別碼、戶識別碼	37
13.2、CITYGML 代碼表	38
13.3、CITYGML 編碼範例	47

表目錄

表 5-1、專有名詞	5
表 5-2、縮寫	6
表 7-1、擴充屬性與_genericAttribute 整理對應表	20
表 7-2、CityGML 2.0 標準 LOD 精度建議	24
表 7-3、CityGML 2.0 標準 Building 之各 LOD 記錄屬性	25
表 7-4、Building、BuildingPart 及 CityObjectGroup 之對應整理表	27
表 8-1、資料典定義說明	27
表 8-2、資料典	28
表 9-1、CityGML 模型綱要	35
表 13-1、32 位元編碼參考	37
表 13-2、三維建物之識別碼設計	38
表 13-3、建物資料來源代碼表	38
表 13-4、建物高度來源	38
表 13-5、紋理真實性	39
表 13-6、CityObjectGroup class 屬性代碼表	39
表 13-7、CityObjectGroup function 與 usage 屬性代碼表	39
表 13-8、_AbstractBuilding class 屬性代碼表	39
表 13-9、_AbstractBuilding function 與 usage 屬性代碼表	39
表 13-10、_AbstractBuilding roofType 屬性代碼表	42
表 13-11、BuildingInstallation class 屬性代碼表	42
表 13-12、BuildingInstallation function 與 usage 屬性代碼表	42
表 13-13、IntBuildingInstallation class 屬性代碼表	42
表 13-14、IntBuildingInstallation function 與 usage 屬性代碼表	43
表 13-15、BuildingFurniture class 屬性代碼表	43
表 13-16、BuildingFurniture function 與 usage 屬性代碼表	43
表 13-17、Room class 屬性代碼表	45
表 13-18、Room function 與 usage 屬性代碼表	45

圖目錄

圖 6-1、四類建物模式化之空間單元	7
圖 6-2、不同 LOD 之三維建物及其與測製規格與流通資料之關係..	8
圖 6-3、透過共同識別碼建立跨域之資料串連	9
圖 6-4、三維立體建物之幾何表示	10
圖 6-5、三維坐標與高程資訊之取得	11
圖 6-6、三維建物資料之時間版本概念	12
圖 7-1、引用 CityGML 2.0 之部分核心類別	17
圖 7-2、CityGML _AbstractBuilding 及其子類別	19
圖 7-3、CityGML Building Model	22
圖 13-1、不分型態之 CityGML 檔案範例	48
圖 13-2、透天(不區分樓層)之 CityGML 檔案範例	50
圖 13-3、透天(區分樓層)之 CityGML 檔案範例	52
圖 13-4、公寓、華廈、大樓(不區分樓層)之 CityGML 檔案範例 ...	55
圖 13-5、公寓、華廈、大樓(區分樓層、戶)之 CityGML 檔案範例	57

一、目的

建物與國家經濟發展及人類生活息息相關，不但提供民眾生活、娛樂與工作之所在，更廣泛與戶政、建管、地政、工務、都市計畫、民政等各類政府業務及營造、建設、不動產、商業經營等各類民間應用高度相關。由於建物之狀態可能持續變動，因此不但是政府必須具體掌握之資料，更必須持續更新，以提供各單位業務推動之需求。有鑑於此，我國中大比例尺地形圖已包括建物或建物區之繪製成果，且隨近年數值製圖、地理資訊系統及地形圖徵技術之持續成長，逐步提升實質應用之可能性。與建物相關之業務單位眾多，記錄之內容各具特色，若能有效加以統合，善用建物數值化表示之成果，除可促進單一領域應用之擴展外，也有助於例如智慧城市等需綜合跨域考量之應用推動。由空間資料基礎建設之觀點，專業分工及協同合作可有效統合政府資源，摺節經費支出，充分發揮各類資料之效益，因此必須謹慎思考如何建構我國建物相關資料之服務及應用機制。

地理資訊系統技術已高度融入政府之業務推動，成為電子化政府及數位永續管理之基礎。基於不同之業務需求，建物資料具有不同之面相，而所有領域共有之需求為建物之空間表示，亦即各領域或應用可依其需求規劃不同之屬性，但必須具有建物空間表示之資料，才能具體由空間觀點進行建物資訊之管理、分析、瀏覽及應用。傳統之建物空間表示以二維為主，主要用以表達建物投影至地表後之面狀範圍。但建物事實上為立體之物件，二維之表示無法表達建物高度、外觀、分層、細部設施，甚至不同組成之語意等資訊，固定之檢視觀點也無法有效顯示建物低樓層可能被遮蔽而無法表示之情形。有鑑於此，近年陸續發展出以三維方式描述建物幾何結構，並進一步關聯語意表示及屬性記錄之作法。這樣的發展不僅在地理資訊領域有室外與室內之快速發展，近年在例如建築資訊模型(Building Information Modelling, BIM)領域也有長足之發展。三維建物之發展因此面臨不同資料來源及不同模式之異質性挑戰，如何在空間資料基礎建設之觀點下提供廣及全國、且可因應後續跨域加值需求之三維建物環境，在我國後續之各類智慧應用將扮演舉足輕重之角色。

因應國發會於民國 107 年所提出之「3D 國家底圖」願景，三維國家底圖將為未來我國全面邁向三維地理資訊系統發展之最重要基

礎。國土測繪中心授命負責三維國家底圖之開發，參考國外之推動方式後，以具有最高優先之三維建物為首先建置之目標，為促進建置與管理成果於後續應用之高互操作性，爰制定「三維建物模型資料標準」（以下簡稱本標準）。

本標準之目的為提供全國與三維建物有關單位之間標準化資料交換機制之共同參考，其內容必須滿足三維化、語意化及開放性之要求，因此擬依循我國國土資訊系統標準制度所規定之標準化機制推動，參酌國際地理資訊系統標準之架構，制定符合標準制度相關規定之單項標準，並在後續發展中與其他主題之三維資料標準結合，構成我國三維國家底圖之穩固基礎。本標準之具體目標包括：

1. 建立我國三維建物之共同描述規格、架構及內容，使不同單位建置之三維建物資料有共同遵循之規則。
2. 提供我國各類型三維建物之模式化建議，透過階層式描述架構活化應用加值之可能性。
3. 使用開放地理資訊技術流通三維建物資料，便利跨領域之三維建物資訊加值與應用。
4. 奠定我國三維國家底圖之基礎內容，促進我國三維地理資訊之基礎建設，避免無謂之資源重複投資。

二、範圍

本標準之範疇原則上涵蓋國內以任何測繪或設計技術所建置完成之三維建物資料，不適用於混雜不同主題之建築區資料（例如同時包括道路與建物）。三維建物之模式化成果須依據本標準規定之細緻度、精度、幾何表示、語意及應用綱要建立。若三維建物之原始資料格式或語意內容不符合本標準之規定，須經過幾何、屬性及語意之對應轉換後，方可以遵循本標準之方式對外流通。本標準僅規定資料流通時之共識作業，生產符合本標準所規定三維建物描述方式為各生產單位之責任，其作業程序不在本標準之規定範疇內。

本標準僅規定三維建物共同特性之描述架構，以滿足三維建物資料之共同應用為目標，不包括三維建物於特定領域應用之內容規定。各領域得依其應用需求，遵循本標準及相關國際標準之規定，進行應用綱要之擴充，形成特定應用之三維建物資料。惟其設計成果必須另

以文件說明，與本標準有關者可於文件中說明與引用，無須重複宣告。

三、應用場合及使用限制

本標準針對三維建物幾何及屬性內容之描述方式給予一致性之規定，可供國土測繪中心提供三維建物基本資料內容之服務，亦可提供各單位基於此共同架構擴充，以設計符合特定應用領域需求之三維建物資料，因此本標準並沒有特定之應用場合限制。惟須特別注意的是細緻度規定係以設定參數或精度規格之最低要求設計，經由解讀三維建物之規格，進而決定其適用性(Fitness for Use)為使用者之責任，不屬本標準之規定範圍。資料供應機關有義務配合供應之三維建物資料提供細緻程度、詮釋資料或品質資訊之說明。

本標準之目的為促進三維建物資料以開放架構對外流通，不限制供應資料之應用方式及使用者身分，若主管機關基於業務需求而須對其業務資料之使用予以限制時(例如三維建物資料基於細緻度之規定而僅能提供參考，不得為法定依據)，須由資料供應單位於詮釋資料使用限制或供應辦法中以文字另行規定。

四、參考文件

本標準係參考或引用以下相關標準及規範而制定：

4.1、國土資訊系統標準制度

本標準之設計係以國土資訊系統標準制度訂定之系列規範為基礎。本標準之制定遵循以下規範：

- 1.國土資訊系統標準制度制定程序須知，第三版，2018。
- 2.國土資訊系統資料標準共同規範，第三版，2019。
- 3.詮釋資料標準，第二版，2011。

4.2、國際標準

本標準之內容依循 ISO 19100 系列標準或 OGC 正式頒布之標準制定，以下羅列引用之標準名稱：

1. ISO 19103 : Geographic information -- Conceptual schema language(概念綱要語言), 1st Edition, 2015。
2. ISO 19107 : Geographic information -- Spatial schema(空間綱要), 1st Edition, 2003。
3. ISO 19108 : Geographic information -- Temporal Schema(時間綱要), 1st Edition, 2002。
4. ISO 19109 : Geographic information -- Rules for Application Schema(應用綱要法則), 2nd Edition, 2015。
5. ISO 19111 : Geographic information -- Spatial Referencing by Coordinates(坐標空間參考), 3rd Edition, 2019。
6. ISO 19118 : Geographic information -- Encoding(編碼), 2nd Edition, 2011。
7. ISO 19136 : Geographic information -- Geography Markup Language(地理標記語言), 1st Edition, 2007。
8. ISO 19136-2 : Geography Markup Language -- Part 2: Extended schemas and encoding rules(地理標記語言-擴充綱要及編碼規則), 1st Edition, 2015。
9. ISO 8601-1 : Date and time -- Representations for information interchange -- Part 1: Basic rules(資訊交換之表示方式-第 1 部分：基本規則), 1st Edition, 2019。
10. ISO 8601-2 : Date and time -- Representations for information interchange -- Part 2: Extensions (資訊交換之表示方式-第 2 部分：擴充), 1st Edition, 2019。
11. OGC City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard, 2nd Edition, 2012。

4.3、產業或領域之相關標準

1. CityJSON, [http:// https://www.cityjson.org/](https://www.cityjson.org/), 2019。

4.4、政府之相關法律或規範

本標準之設計參考下列相關法律與規章：

1. 建築物部分使用執照核發辦法：內政部 75.9.5 台內營字第 429446 號令訂定。內政部 91.3.14 台內營字第 0910081924 號令修正第三條。
2. 建築技術規則：內政部 108.8.19 台內營字第 1080813597 號令修正，修正「建築技術規則」建築設計施工編部分條文，自 109.1.1 施行。

五、專有名詞及縮寫

5.1、專有名詞

本標準中使用之專有名詞羅列如表 5-1，包括本標準自訂之名詞及引用自國土資訊系統標準制度之共同專有名詞，其中常見於各資料標準之共同專有名詞則不再重覆列出，可於國土資訊系統標準制度入口網站之專有名詞註冊資訊中查詢。

表 5-1、專有名詞

英文名稱	中文名稱	定義	參考來源
building blocks	幢	建築物地面層以上結構體獨立不與其他建築物相連，地面層以上其使用機能可獨立分開者。	建築物部分使用執照核發辦法
building	棟	以一單獨或共同出入口及以無開口之防火牆及防火樓板所區劃分開者。	建築物部分使用執照核發辦法
story	層	建築物的任何樓層，可以被人們使用（用於居住、工作、儲藏和娛樂）。	本標準制訂
household	戶	包括所有居住在居住單元中的人。居住單元是指公寓、移動房屋、一些房間或單個用來居住的房間。	本標準制訂
apartment	公寓	指 6 樓（含）以下建築物，有複數個所有權人，稱為公寓，依法可以不設置電梯。	建築技術規則
condominium	華廈	指 7 樓以上、11 樓以下，依法必須設置電梯的建築物，一般業界都稱之為電梯華廈。	建築技術規則
condominium	大樓	指 12 樓以上，依法必須設置電梯的建築物，一律稱為大樓（或電梯大樓）。	建築技術規則

英文名稱	中文名稱	定義	參考來源
house	透天	指 6 樓（含）以下建築物，僅有單一所有權人，稱為透天，依法可以不設置電梯。	建築技術規則

5.2、縮寫

本標準之縮寫參考國土資訊系統標準制度及 ISO 19100 系列標準。

表 5-2、縮寫

英文縮寫	英文名稱	中文名稱
EPSG	European Petroleum Survey Group	歐洲石油測量組織
GML	Geography Markup Language	地理標記語言
ISO	International Organization for Standardization	國際標準組織
IOGP	International Association of Oil and Gas Producers	國際油氣製造業協會
OGC	Open Geospatial Consortium	開放地理空間資訊聯盟
TM	Transverse Mercator	橫麥卡托投影
TWSMP	TaiWan Spatial Metadata Profile	臺灣空間詮釋資料子標準
UML	Unified Modeling Language	統一塑模語言
XML	eXtensible Markup Language	可擴充式標記語言

六、特性分析

依本標準所界定之資料範疇，本章分析三維建物模型之基本特性，以作為本標準應用綱要設計之依據。

6.1、空間單元

三維建物之空間表示係針對選擇之空間單元，透過測繪技術或建物之設計程序而建立其三維坐標之表示。空間單元意指設定模式化之對象，模式化依其對象物件化之程度分為兩類情形，一類主要以 3D Mesh 之方式建構，可提供直接檢視，但其幾何表示係以大量面狀物件接合構成，並不明確具有物件之意涵，也因此不易連結屬性。另一類為依據現實世界存在之物件而個別模式化，其成果通常以單一建物為基礎，並可關聯該建物之屬性。

空間單元模式化之成果決定後續之應用與加值可能性，近年常見之三維建物圖徵成果主要係以單棟建物為模式化對象，但因使用技術及原始圖資之關係，可能有如下四類不同層級空間單元之選擇，簡略說明如下：

- 1.連棟建物：現實世界中規格相仿之連棟建物，實際施測時未針對單棟予以分割，典型狀況為法規中所提及「一幢多棟」之情形。
- 2.單棟建物：此為典型以單棟建物為單元而建置之成果，例如大樓、獨棟透天厝等均屬此類情形。
- 3.單一樓層：單一建物之單層資料，若為僅具有一樓之建物，則與單棟建物相同；一棟大樓則可能包括多筆單層之資料。
- 4.單戶：此為建物之單戶資料，但與上述之建物類型有複雜之對應關係，例如透天厝可能為單戶但多層，而大樓則為多樓層，且每一樓層可能有多戶之資料。



圖 6-1、四類建物模式化之空間單元

上述之四類建物為國內三維圖資常見或基於業務資料管理應用需求而設定之空間單元，除可建置相關資料外，彼此之間也具有不同之聚合關係，依此架構設計為模式化之空間單元，並建立對應之關係，將可使其他領域之資料成為同時具備空間及屬性之三維建物資料。

6.2 細緻度

細緻度(Level of Details)是三維建物模型中之重要特性，主要觀點在於因應不同之應用需求而建置符合其細緻度要求之資料。為建立整體發展之規格共識，不同層級之 LOD 應該有明確之條件及規定。近

年最常被引用之分級為 OGC CityGML 之 LOD 規定，包括 LOD0、LOD1、LOD2、LOD3、LOD4 等層級，不但被引用為三維資料建置時之規範，也被使用於將三維建物資料以 CityGML 格式流通之場合。因此在標準設計時若納入細緻性之考量，將同時影響建置及流通兩個層面，必須謹慎為之。細緻度之規定所影響之層面包括最小物件之尺寸、絕對位置精度、屋頂表示之複雜度、物件語意之程度、是否包括室內空間之表示等。LOD 愈低，表示之細節程度愈低，位置精度也愈低，因此製作成本較低，反之隨著 LOD 之提升，內容之細節程度愈高，位置精度之要求也愈高，因此成本也將大幅增加。目前絕大部分之三維城市成果均以 LOD1 及 LOD2 為主。

基於共同之 LOD 規定，建置及流通之三維建物資料可以被區分為不同之級距，並可明確區隔，構成所謂多重表示(Multiple representation)之現象，意謂同一建物可具有不同細緻度之三維建模成果(例如同時具有 LOD1 之近似三維建物模型與 LOD3 之精緻模型)。此類情形在彙整不同來源三維建物資料時將更為普遍，但也增加整合作業之難度。標準化之架構將允許使用者正確無誤辨識各個不同細緻程度之三維建物模型資料，從而避免錯誤之發生。

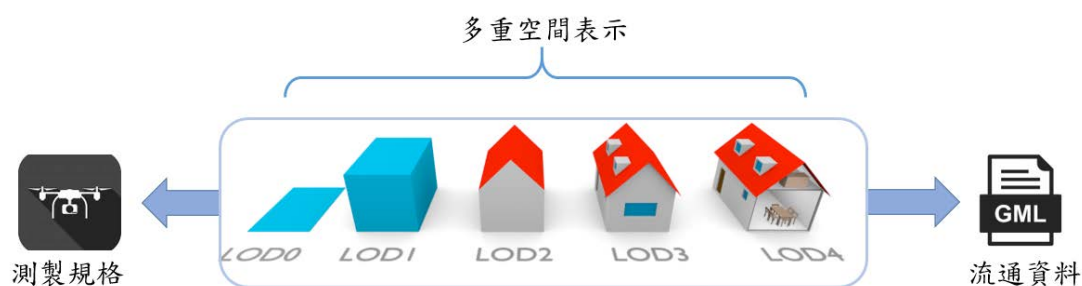


圖 6-2、不同 LOD 之三維建物及其與測製規格與流通資料之關係

修改自 Stoter et al., “Towards sustainable and clean 3D Geoinformation”, 2016

6.3、識別性

圖徵類別之設計必須考量是否可於實務應用時「唯一」識別單一圖徵。識別屬性之設計除可供辨識取得之三維建物圖徵資料外，也提供為跨域資訊串連之參考(圖 6-3)。識別性通常基礎於人類發展之系

統化編碼系統，可避免重複及易於維護。由促進跨域資料三維化之觀點，6.1 節所列舉之四類空間單元均可發展對應之識別屬性，尤其單棟建物與單戶之空間單元也常是其他領域設定之描述對象，若能在兩者之間建立共同之識別屬性，將有助於各類跨域應用之發展。

由於相關單位眾多，且多僅就其各自之業務考量識別性，我國之建物唯一識別碼並沒有較為具體且跨域之設計。目前國土資訊系統之三維建物資料係基於單一建物（可能為幢或棟）中心點之代表坐標，經由 32 位元之編碼而給予唯一識別碼。單戶資料則可考慮以地址或建號進行識別與串連，但一方面建號資料屬地政資料，並非必定可以取得之屬性，且我國相關資料仍面臨地址記錄內容標準化之課題，實務推動上仍有許多課題必須克服。基於「幢、棟、層、戶」之階層式關係，唯一性之代碼或可考慮由階層式編碼結合流水碼構成，不但滿足不同階層之識別需求，且可透過代碼之解讀而掌握彼此之間的隸屬關係。

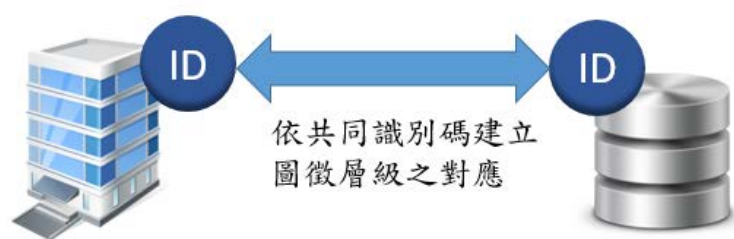


圖 6-3、透過共同識別碼建立跨域之資料串連

6.4、空間表示

三維空間資訊與二維空間資訊之差異並非僅侷限於增加一個空間維度，而是在於選擇現象模式化之差異。以三維建物而言，因必然具有三維之表示，且佔據特定之立體空間範圍，因此基於前述物件化之選擇，須以多個面狀(polygon)所形成之封閉區域或直接以立體(solid)型別記錄三維建物之範圍。為便於整體架構之發展，空間描述應參酌 ISO 19107 之綱要架構，針對設計之圖徵類別，分別引用合適之空間資料型別及位相關係 (Topological relationships)，以確保建立三維建物模型資料之正確性。

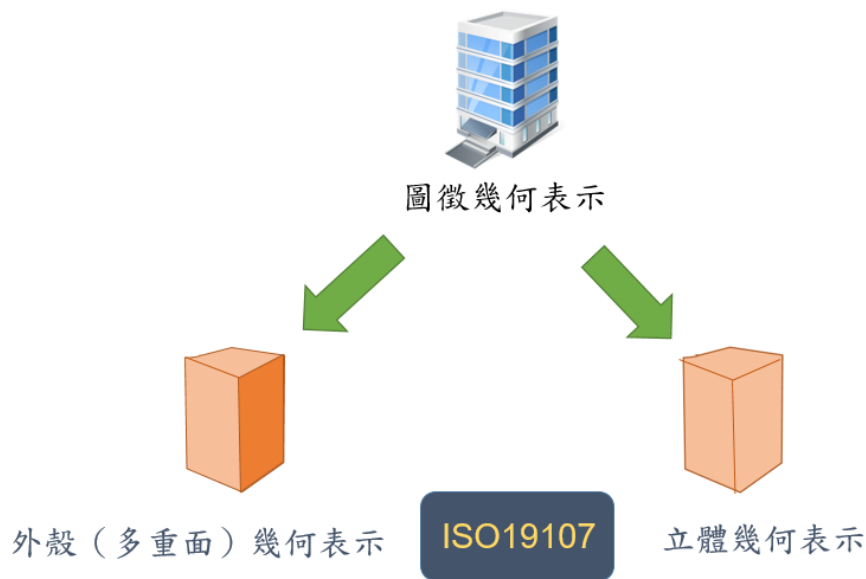


圖 6-4、三維立體建物之幾何表示

6.5、坐標參考系統

為正確描述現象位置之空間關係，所有三維建物圖徵之空間描述都必須明確指定其坐標參考系統，且記錄坐標必須參考其規定。坐標參考系統應以明確之基準及投影參數或標準化之識別碼定義，並須於資料供應時一併說明，以避免誤用。國土資訊系統標準制度規定以 IOGP 所維護之 EPSG 編碼為指定坐標參考系統之識別碼。我國目前常用之 EPSG 編碼規定如下：

1. 以「EPSG:3825」代表以東經 119 度為中央經線之 TWD97 二度 TM 平面投影系統。
2. 以「EPSG:3826」代表以東經 121 度為中央經線之 TWD97 二度 TM 平面投影系統。
3. 以「EPSG:3827」代表以東經 119 度為中央經線之 TWD67 二度 TM 平面投影系統。
4. 以「EPSG:3828」代表以東經 121 度為中央經線之 TWD67 二度 TM 平面投影系統。
5. 以「EPSG:4326」代表 WGS84 之經緯度坐標系統。

因納入三維高程之考量，上述坐標必須配合說明其高程之參考系統，其中我國平面投影坐標之高程基準統一設定為 TWVD2001，而

WGS84 之高程基準則為其橢球高。

除三維坐標可顯示高程因素外，三維建物資料亦可能透過量測建物之地面高度而取得高於地面（例如 DTM）之建物高度資料，此概念常以 extruded height 或 measured height 之方式記錄。此類三維建物之高程因素與實際測量三維坐標有所不同，實務應用時應予區隔。

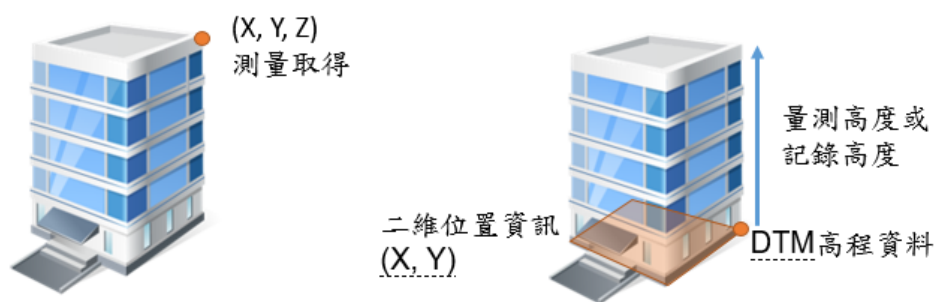


圖 6-5、三維坐標與高程資訊之取得

6.6、時間性

在物件化之觀點下，每一個建物圖徵僅代表「某一個指定時刻」之狀態，因此當檢視一個區域的三維建物模型狀態時，有可能發生不同區域、甚至相鄰建物之時間狀態各自不同之情形。當無法區隔其差異時，對後續之應用將帶來風險。三維建物模型資料之時間性應以該圖徵資料蒐集之時間為準，並透過版本之方式管理。如此一方面可具體了解該建物資料之適用場合及歷史變遷，當同時觀察大範圍區域之三維建物模型資料時，也可完整掌握其時間之差異。不同種類資料所代表之時間意涵並不相同，例如以拍攝影像建模者為影像拍攝之日期、BIM 為不同階段更新之日期、建物平面測量成果圖則為其施測時之狀態、此均屬於 World time 之概念，可適用於描述不同版本狀態之三維建物資料，但須由資料建置單位確實依資料之建置時間建立相關資訊。

由語意觀點，在建物之生命週期中有許多可特別紀錄之時間資訊，例如建物落成、建物整修、建物登記、建物抵押、建物拆除等，有的資訊需由業務單位於特定時間進行，且記錄之資料僅存於業務單位之資料庫，此類情形應在屬性名稱之設計上賦予正確之語意。在不同時間取得之不同版本資料之語意則可統一以「測製時間」表示。

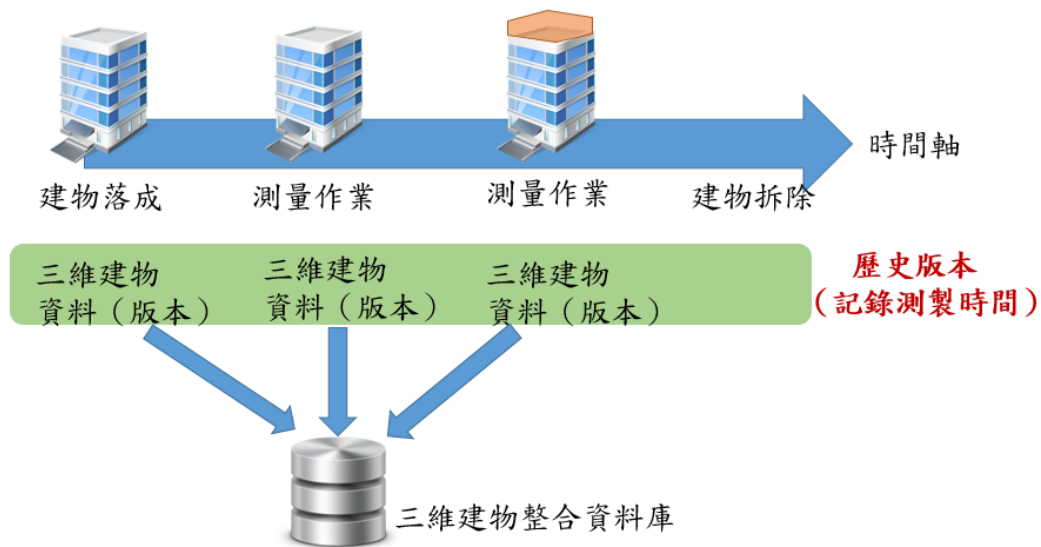


圖 6-6、三維建物資料之時間版本概念

6.7、管理性

以建物而言，與其有關之領域可謂多頭馬車，不同單位在不同資料層級（幢、棟、層、戶）所記錄之資料內容可能各有特色，且通常缺乏具有一致性空間參考之二維或三維建物資料，因此在本標準營造具有共識之三維建物描述架構後，各單位應就其資料之特性發展對應之機制，以強化三維建物資料建置之效益。其管理特性可包括與空間單元之串連、空間管理機制之引入及結合兩者後之視覺展示或應用服務開發。為成功建立沒有疑義之串連結果，各類資料之管理單位建議可參酌三維建物之區域分割（例如分幅）策略，使跨域之結合可以正確建立。但此類之資料串連仍可能面對包括語意、建物跨圖幅、時間落差、識別碼設定原則、空間單元階層落差等因素而功敗垂成，須建立共識後才可能達成。

6.8、主題性

業務單位依設計圖徵類別之特性而量身訂製相關之主題屬性，以豐富化圖徵資料可描述之內容及協助業務之推動。每個屬性均必須具有名稱，且此名稱同樣具有語意之因素，最好具有共識及可供使用者解讀與了解。另外每個屬性應可對應建立描述之內容，因此必須指定記錄之資料型別，通用之資料型別包括如文字、數字、日期、時間等。

主題屬性也可能因描述之對象而出現多次，例如同時有多個相鄰建物或地址。因應實際應用狀況，主題屬性也可能設計為選填之屬性，代表其內容可能為空值，此可透過 UML 概念綱要之圖形及資料典加以規定。主題屬性設計項目之多寡、記錄內容及是否必要與應用綱要之設計目的有關，其設計結果與應用相依。一旦設計完成，相關約制必須落實於資料之建置程序中，例如必填屬性就一定要有對應值、屬性之值域條件必須滿足等。

三維建物資料之主題屬性可依前述之「幢、棟、層、戶」之對象分別考量識別屬性、時間屬性、尺寸屬性、外觀屬性、細緻度屬性、品質屬性、應用領域屬性，不同種類描述對象所適用之屬性或記錄內容可能各自不同，必須個別規定。當描述對象具有識別屬性時，可以其為基礎與其他領域資料串連，達成跨域整合應用之目標。另必須注意的是若屬性之內容可能隨時間改變，其內容之解讀必須參考各自時間之描述結果。

門牌地址為地理資訊系統應用時常被使用之主題屬性，也是建物之重要特性。無論展示或流通建物資料之層級，均應考慮該建物關聯之門牌地址資料。一幢、一棟或一層建物可關聯 0 到多筆門牌地址資料，一戶則僅關聯一筆門牌地址資料。基於三維建物之空間單元已具有空間之表示，門牌地址本身可選擇是否記錄代表之單點坐標。我國目前之門牌位置資料雖以單點代表其位置，但並不包括三維之坐標，其表示之層級也僅到單棟建物，因此無法與三維建物資料之高程展示配合。

6.9 三維建物外觀因素

三維建物之擬真表示一方面受設定之細緻度影響，另一方面也受外觀因素之影響。我國近年所建置三維建模成果之外觀可大致區分為三類情形，第一類為以實際拍攝影像敷貼於三維建物模型之成果，第二類為取自材質庫，接近真實狀況之模擬影像，第三類則為未敷貼之情形。因應建置資料技術之特性，也有綜合前兩者之作法，單一建物之部份表示為真實影像，部份則為模擬之影像。

由使用者之觀點，顯然三維建物之表示可以愈真實愈好，但受限於測製成本，目前尚無法達到任何版本之建物資料均可完全擬真之要

求，流通之三維建物資料須有能力具體說明真實影像與虛擬影像之差異，甚至透過視覺化之方式來強調其差異，以避免誤用。

6.10、語意性

明確界定描述對象之物件型態後，該圖徵即可被賦予合適之「語意」。是否具有語意在後續跨域應用上有極大之差異。舉例來說，若在三維建物模型建立時納入語意考量，即可區隔如屋頂、牆面、門、窗等不同種類描述對象之差異，若沒有語意考量，則僅能將之視為描述封閉空間範圍之單一建構面。就展示而言，屋頂與牆面雖可能沒有太大差異，但就應用而言，兩者仍有相當差異。

語意之設定與前述之物件化特性高度關聯，在標準設計時，須先針對類別予以評估，才能延伸探討其代表之意義及可具有之屬性。由標準之設計觀點，圖徵類別的設計構成應用綱要之基礎，而每個設計的圖徵類別均應被賦予適當之語意，因此標準設計時必須基於設定之對象及範疇具體評估圖徵類別。此差異也就是不具應用觀點之幾何模式綱要(例如 GML)與具有應用觀點之綱要(例如 CityGML)之差異。語義之觀點應以建立跨域共識之「關鍵字」為切入點，在建立跨域共識後，可以此包裝流通資料及提供識別之基礎。通常遵循國際標準或國內相關法規可以較容易形成具有共識之語彙與辭庫，不但適用於類似本標準之設計參考，也有助於納入該類資料之應用綱要。

七、應用綱要

本標準之目的為規定三維建物模型之流通內容及結構，以於開放式地理資訊系統環境中應用。本章依循「國土資訊系統資料標準共同規範」之規定而設計三維建物模型之應用綱要。

CityGML 目前之正式版本為 2.0，包含了 Core、Relief、Vegetation、Building、Bridge、Tunnel、WaterBody、CityFurniture、Transportation 等不同之套件。本標準採用 OGC 之 CityGML2.0 為基礎，引用其 Core 及 Building 套件之應用綱要，再進行擴充設計，主要原因包括：

1. 具有明確之細緻程度 (Level of Details - LOD) 之等級規劃，該等級規劃普遍為國內外產官學研接受，具有高度共識。

- 2.具有明確之應用綱要設計，包括僅描述建物外框及強化語意之整體類別架構規劃。
- 3.設計資料具有彈性，可擴充屬性或以應用領域擴充之方式增加我國需要之屬性或類別。
- 4.基於已公開之開放規格，便利發展與國內現有資料內容之轉換配套機制。
- 5.有許多免費資源可以直接應用，無須自行開發。
- 6.已有相關軟體格式之間相互轉換之配套。
- 7.包括城市各類現象之設計綱要，未來如要擴充納入其他類別資料，整體架構之一致性得以維持。
- 8.GML 或 JSON 之資料格式已在國土資訊系統標準制度推動多年，業界之接受度高，且具有處理之經驗。
- 9.建置內容在與串流服務結合部分已有技術標準之配套。

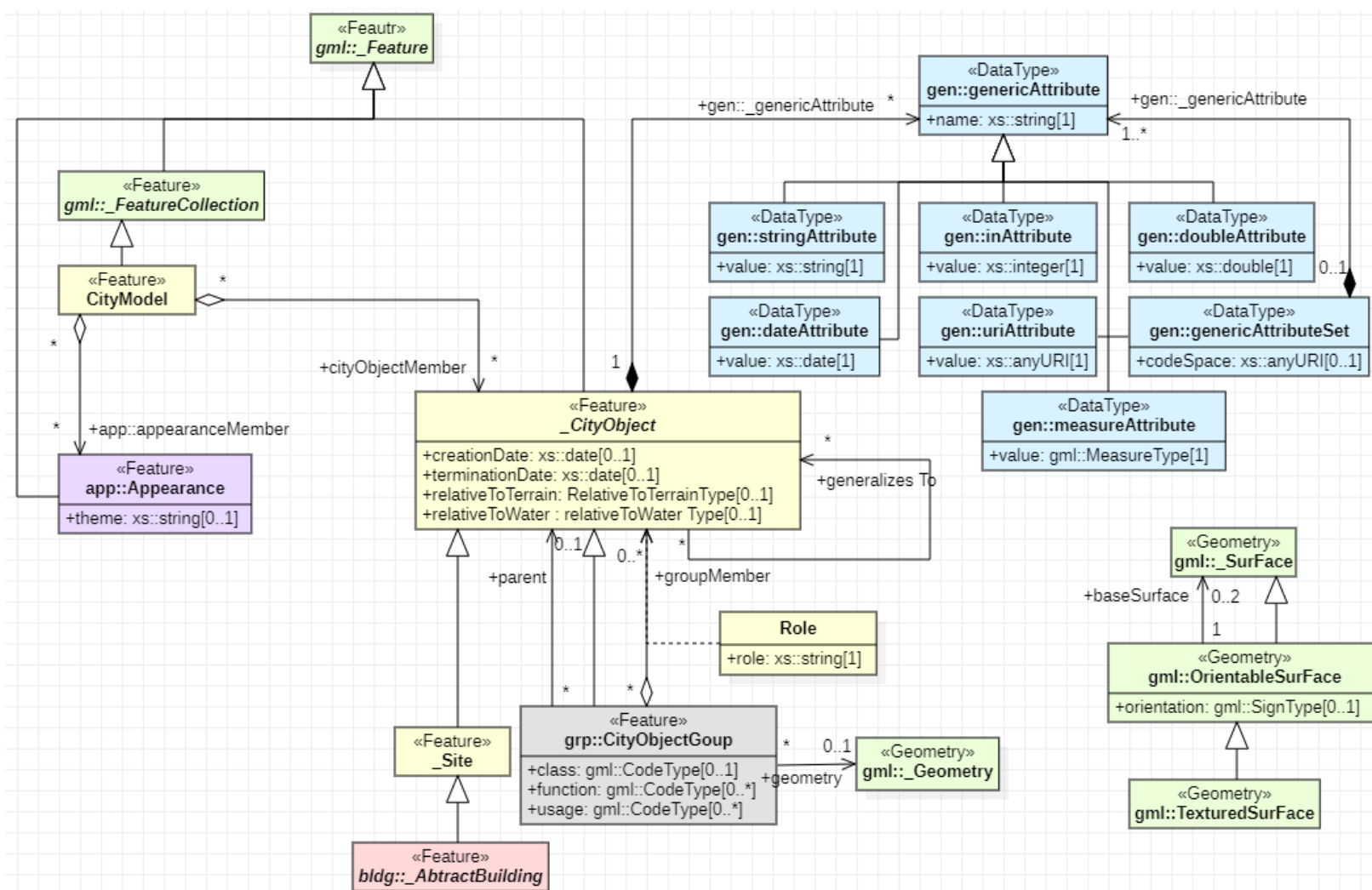
以 CityGML 2.0 標準為引用標準，本標準應用綱要之設計策略條列如下：

- 1.設計對象為現實世界有意義之物件，則記錄之三維建物模型之物件可對應到現實世界的物件，如此與該現實世界物件有關之屬性才可正確與此三維建物模型之物件關聯。不僅是可供展示。
- 2.歸納具有意義之三維建物模型物件類別後，即可進一步評估其屬性是否符合設計要求，如不足則須再擴充設計屬性。
- 3.擴充設計屬性以_genericAttribute 類別之子類別記錄，可在不修改 CityGML XML 綱要的情況下擴充設計所須之屬性。
- 4.針對不同空間單元提供標準化之設計，包括幢、棟、層、戶。
- 5.針對不同型態建物提供標準化之模式策，以滿足國內需求。
- 6.在遵循 CityGML 2.0 標準之前提下，規劃地址資料的記錄方式，並且須滿足前述不同空間單元及不同型態之需求。

7.1、類別及屬性設計

本標準引用 CityGML 2.0 標準，挑選核心(Core)部分類別及建物(Building)部分類別為本標準之 UML 應用綱要，用以記錄三維建物模

型。本標準引用之 CityGML 2.0 部分核心類別請參考圖 7-1，圖中類別名稱之開頭具有「_」之類別，是抽象類別，不能直接記錄於資料內。各類別依序說明如下：



(一)「_CityObject」類別

_CityObject 為 CityGML 2.0 標準之核心類別，繼承自 GML 標準之「_Feature」類別。在 CityGML 城市模型內的各種類別，皆為 _CityObject 之子類別。_CityObject 屬性包括 creationDate、terminationDate、relativeToTerrain 及 relativeToWater 等 4 個屬性。以下說明本標準引用的 _CityObject 之子類別：

- 1.「_Site」是許多 CityGML 模型的上層類別，包括橋梁、隧道、建物...等許多模型，本標準只談論建物部分。Building Model 的上層類別「_AbstractBuilding」即是 _Site 的子類別。
- 2.CityObjectGroup 可作三維建物的部分結構之集合，例如大樓中的樓層，是 _CityObject 之子類別。

(二)「CityModel」類別

CityModel 用以描述城市模型，並以 cityObjectMember 關係記錄模型之各種類別。本標準即以 CityModel 記錄一個三維建物模型，並以 _AbstractBuilding 之相關類別記錄模型內的三維建物。

(三)「_genericAttribute」類別

本標準不修改 CityGML 之 UML 應用綱要，為了因應國內需求而擴充設計之三維建物之屬性，皆以 _genericAttribute 類別之子類別記錄。_genericAttribute 用以描述 _CityObject 的擴充屬性，因應擴充屬性之各種資料型別，可使用 stringAttribute、intAttribute、doubleAttribute、dateAttribute 和 measureAttribute 等子類別記錄擴充屬性之內容。各子類別繼承了 name 屬性，並且具有不同資料型態的 value 屬性，可用以記錄擴充設計屬性之名稱及屬性值。

(四)「Appearance」類別

Appearance 用以記錄紋理，可記錄不同之紋理或影像貼圖檔案，本標準納入影像貼圖之部分內容。CityModel 類別以 appearanceMember 記錄 Appearance 類別，表達三維建物之紋理。

_AbstractBuilding 為 CityGML 2.0 中用以描述三維建物之類別，具有兩個子類別：Building 及 BuildingPart，請參見圖 7-2。

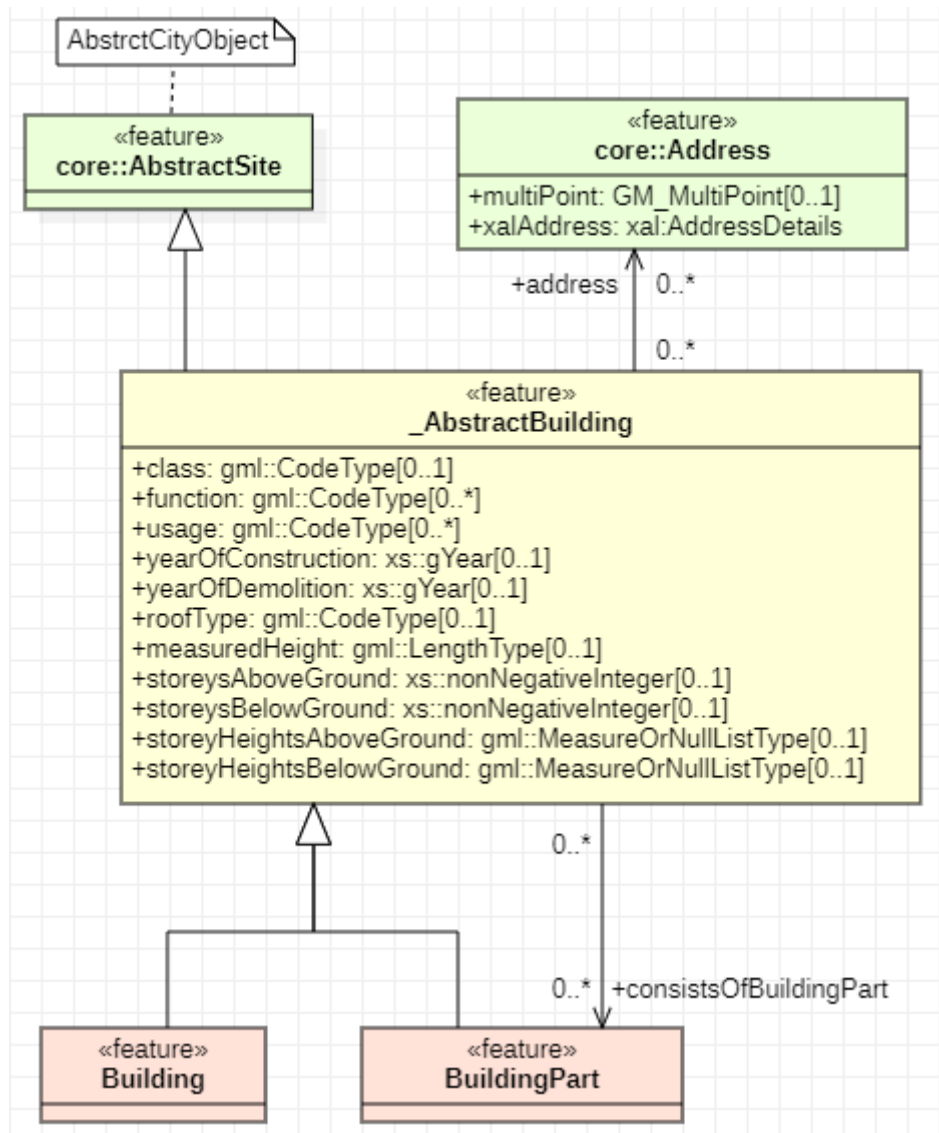


圖 7-2、CityGML _AbstractBuilding 及其子類別

(五) 「_AbstractBuilding」類別

_AbstractBuilding 類別用以描述 CityGML Building Model 之上層類別，記錄三維建物之基本特性，包括 class、function、usage、yearOfConstruction、yearOfDemolition、roofType、measureHeight、storeysAboveGround、storeysBelowGround、storeyHeightsAboveGround 及 storeyHeightsBelowGround 等 11 項屬性。_AbstractBuilding 亦有連結至 CityGML 的「Address」類別，用以記錄此三維建物模型關聯的所有門牌地址。

- 1.class 代表建物類型，設計為選擇屬性，以「CodeType」記錄。
- 2.function 代表建物功能，設計為選擇屬性，以「CodeType」記錄。

- 3.usage 代表建物用途，設計為選擇屬性，以「CodeType」記錄。
- 4.yearOfConstruction 代表建造完成年份，設計為選擇屬性，以「xs:gYear」記錄。
- 5.yearOfDemolition 代表拆除年份，設計為選擇屬性，以「xs:gYear」記錄。
- 6.roofType 代表屋頂種類，設計為選擇屬性，以「CodeType」記錄。
- 7.measureHeight 代表量測高度，設計為選擇屬性，以「LengthType」記錄。
- 8.storeysAboveGround 代表地面上樓層數，設計為選擇屬性，以「xs:nonNegativeInteger」記錄。
- 9.storeysBelowGround 代表地下樓層數，設計為選擇屬性，以「xs:nonNegativeInteger」記錄。
- 10.storeysHeightsAboveGround 代表地面上樓層總高度，設計為選擇屬性，以「gml:MeasureOrNullListType」記錄。
- 11.storeyHeightsBelowGround 代表地下樓層總高度，設計為選擇屬性，以「gml:MeasureOrNullListType」記錄。

本標準對於三維建物之擴充設計屬性，依據特性分析而設計於 _AbstractBuilding 類別內，由於 _AbstractBuilding 為抽象類別，實際資料編碼時應記錄在 _AbstractBuilding 之子類別 Building 及 BuildingPart。各擴充設計屬性中，測製日期為必要屬性，連棟建物為條件屬性(連棟建物必須填寫 1)，其他皆為選擇屬性，請參見表 7-1 之整理。表中之建物識別碼，其填寫規則請見附錄 13.1 之建物識別碼。值域欄位為代碼之屬性，請參見附錄 13.2 之代碼表。

表 7-1、擴充屬性與_genericAttribute 整理對應表

類別	擴充屬性	對應類別	選填條件	最多出現次數	值域
_AbstractBuilding	建物識別碼	stringAttribute	O	1	建物識別碼(表 13-2)
	建物資料來源	stringAttribute	O	1	代碼(表 13-3)
	建物高度來源	stringAttribute	O	1	代碼(表 13-4)
	紋理真實性	stringAttribute	O	1	代碼(表 13-5)

類別	擴充屬性	對應類別	選填條件	最多出現次數	值域
	建物最高點	doubleAttribute	O	1	填寫最高點高程數值
	測製日期	stringAttribute	M	1	記錄至月份
	測製單位	stringAttribute	O	1	文字
	連棟建物	stringAttribute	C	1	1：連棟建物 0：單棟建物
	建號母號	stringAttribute	O	1	建號母號
	建號子號	stringAttribute	O	1	建號子號

(六)「Building」類別

Building 用以描述三維建物，繼承_AbstractBuilding 之所有屬性。各三維建物皆以 Building 類別記錄。

(七)「BuildingPart」類別

BuildingPart 用以描述三維建物之部分結構，繼承_AbstractBuilding 之所有屬性。Building 類別在結構上進行分割後，可以 BuildingPart 來記錄部分之結構，適用於如分割房屋的主體與附屬建物，或是分樓層、分戶等場合。

(八)「Address」類別

Address 用以描述地址，包括 multiPoint 及 xalAddress 等兩個屬性。

- 1.multiPoint 代表地址之空間表示，設計為選擇屬性，資料建置單位可決定是否要記錄坐標，若要記錄須以「gml:MultiPoint」記錄。
- 2.xalAddress 代表地址，設計為選擇屬性，以「xal:AddressDetails」表示。

CityGML Building Model 之引用類別請參考圖 7-3。以下分別說明。

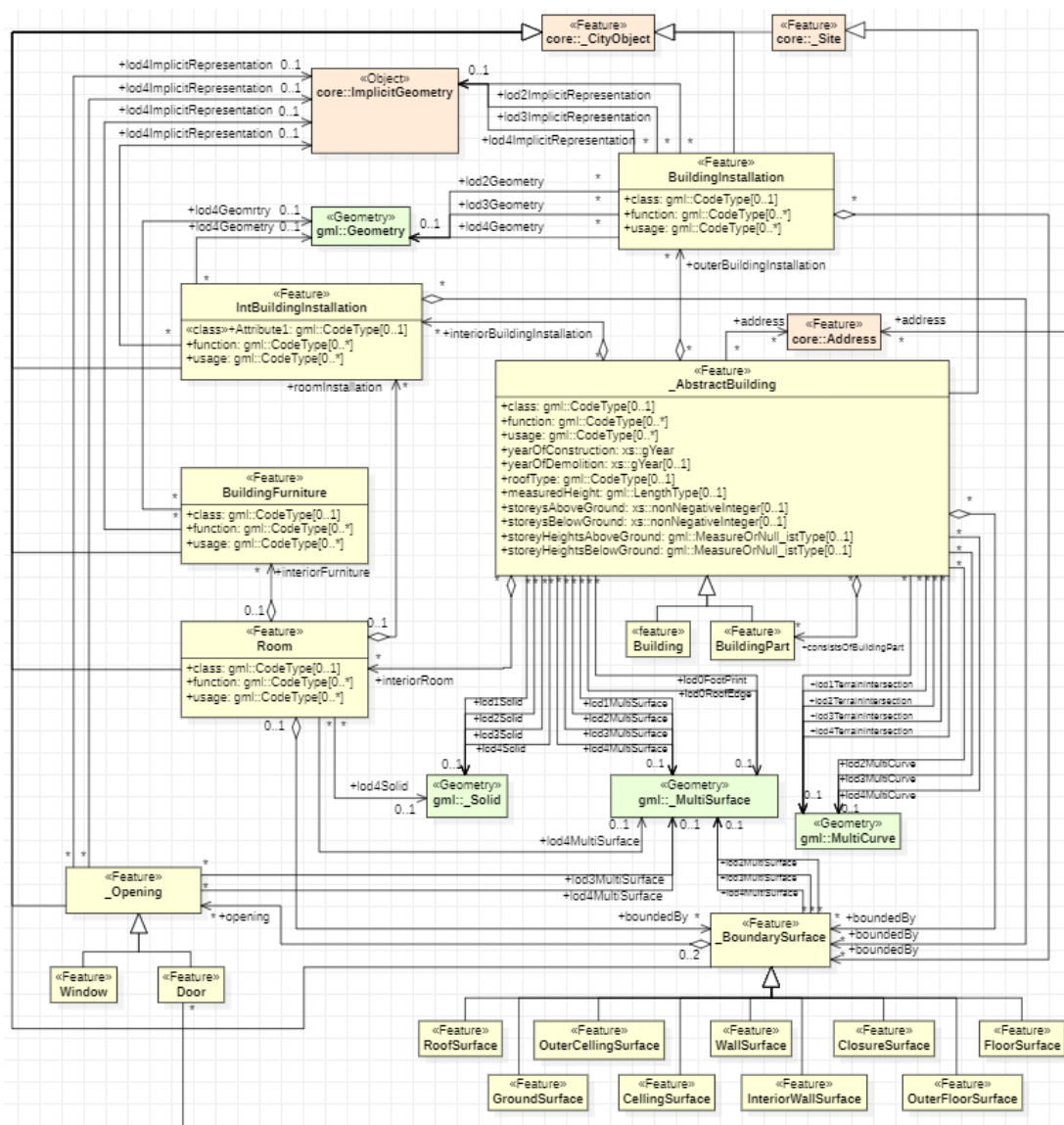


圖 7-3、CityGML Building Model

AbstractBuilding 具有幾個重要之關聯性，分別說明如下：

- 1.address：以 Address 類別記錄相關之地址。
- 2.outerBuildingInstallation：以 BuildingInstallation 類別記錄外部之物體，例如陽臺、圍牆、煙囪、天窗等。幾何資訊透過 gml:Geometry 類別或 ImplicitGeometry 類別記錄，LOD 包括 LOD2、LOD3 及 LOD4。
- 3.interiorBuildingInstallation：以 IntBuildingInstallation 記錄內部物體，例如樓梯、樑、柱等，幾何資訊透過 gml:Geometry 類別或 ImplicitGeometry 類別記錄，僅出現於 LOD4。
- 4.consistOfBuildingPart：以 BuildingPart 類別記錄建物之結構體。
- 5.interiorRoom：以 Room 類別記錄內部隔間。

除了前述關聯性，_AbstractBuilding 可藉由 GML 相關類別記錄幾何坐標，包括 gml:MultiCurve、gml:MultiSurface 及 gml:_Solid。為了區分不同的 LOD 層級，CityGML 在_AbastractBuilding 與 GML 幾何類別間之關聯性名稱加上 LOD 的層級名稱，由圖中可看到 _AbstractBuilding 可以同時記錄多種 LOD 之幾何類別。幾何類別並沒有語意，僅能記錄坐標。

除了直接記錄 GML 幾何類別，CityGML 亦設計具有語意之面狀結構物，提供給 _AbstractBuilding 類別、BuildInstallation 及 IntBuildingInstallation 使用。此三個類別可藉由 boundedBy 關係記錄具有語意之面狀結構體，這些面狀結構體之上層類別為「_BoundarySurface」。_BoundarySurface 之幾何類別以 gml:MultiSurface 記錄，由關聯性名稱得知 _BoundarySurface 可記錄 LOD2、LOD3 及 LOD4 層級之幾何類別。_BoundarySurface 與「Opening」類別具有關聯性，以記錄面狀結構上的門窗開口。

(九)「BuildingInstallation」類別

BuildingInstallation 可記錄比 BuildingPart 小的物體，例如欄杆、雨遮、圍牆等。_AbstractBuilding 以 outerBuildingInstallation 與 BuildingInstallation 建立關聯性。BuildingInstallation 屬性包括以下內容：

- 1.class 代表類型，設計為選擇屬性，以「gml:CodeType」記錄。
- 2.function 代表之功能，設計為選擇屬性，以「gml:CodeType」記錄。
- 3.usage 代表之用途，設計為選擇屬性，以「gml:CodeType」記錄。

(十)「IntBuildingInstallation」類別

IntBuildingInstallation 記錄內容與 BuildingInstallation 之概念相同，記錄內部較小的物體，例如樓梯、樑、柱等物體以及房屋內的各式家電、管線等物體。_AbstractBuilding 以 interiorBuildingInstallation 與 IntBuildingInstallation 建立關聯性。IntBuildingInstallation 屬性包括以下內容：

- 1.class 代表之種類，設計為選擇屬性，以「gml:CodeType」記錄。
- 2.function 代表之功能，設計為選擇屬性，以「gml:CodeType」記錄。
- 3.usage 代表之用途，設計為選擇屬性，以「gml:CodeType」記錄。

(十一)「_Opening」類別

本類別記錄門窗開口之物體，子類別包含「Window」類別及「Door」類別。

- 1.class 代表建物類型，設計為選擇屬性，以「gml:CodeType」記錄。
- 2.function 代表建物功能，設計為選擇屬性，以「gml:CodeType」記錄。

(十二)「Roomg」類別

Room 類別以 roomInstallation 關係記錄 InsBuildingInstallation 類別，描述房間內之物體。Room 類別以 interiorFurniture 關係記錄 CityFurniture 類別，描述室內家具。

7.2、各 LOD 建物模型

本標準使用之 LOD 層級來自於 CityGML 2.0 標準，依本標準記錄之建物模型資料，必須符合表 7-2 之規定。確保建置三維建物模型資料符合設定 LOD 規格要求為資料建置或供應單位之責任，若三維圖資之相關規格不符合設定 LOD 之規定，則不可以該 LOD 包裝流通之資料，以避免使用者誤用。

表 7-2、CityGML 2.0 標準 LOD 精度建議

	LOD1	LOD2	LOD3	LOD4
模型尺度 描述	城市、地區	城市、市區	市區、建築模型、地標	室內建築模型、地標
精度分類 等級	低	中	高	非常高

三維點位 絕對精度 (位置/高程)	5m/5m	2m/2m	0.5m/0.5m	0.2m/0.2m
模型簡化	以簡化圖徵呈現物件區塊； 所佔面積 >6*6m/3m	以簡化圖徵呈現物件；所佔 面積 >4*4m/2m	以真實圖徵呈現物件；所佔 面積 >2*2m/1m	以結構性元物件、 門窗開口 呈現物件
Building installations	無	有	具代表性的外部圖徵	實際物件
屋頂結構 展現	平坦屋頂	差異化的屋頂 結構	實際物件	實際物件
屋簷懸掛 部分	無	有	有	有

Building、BuildingPart 可同時記錄不同 LOD 之幾何物體，及不同 LOD 之具有語意的_BoundarySurface 物體，包括 WallSurface、GroundSurface、OuterCeilingSurface、ClosureSurface、OuterFloorSurface、CeilingSurface、InteriorWallSurface、FloorSurface、RoofSurface。表 7-3 整理 Building 及 BuildingPart 之相關屬性記錄。舉例而言，若以 LOD2 之細緻度記錄三維建物模型內的各個面狀幾何物件，則使用「lod2MultiSurface」屬性，可記錄多筆 gml:MultiSurface，由此構成建物外部之幾何表示。要記錄各種_BoundarySurface 物體，則使用「boundedBy」屬性。

表 7-3、CityGML 2.0 標準 Building 之各 LOD 記錄屬性

屬性名稱	資料型別	LOD
lod0FootPrint	gml:MultiSurfacePropertyType	0
lod0RoofEdge	gml:MultiSurfacePropertyType	0
lod1Solid	gml:SolidPropertyType	1
lod1MultiSurface	gml:MultiSurfacePropertyType	1
lod1TerrainIntersection	gml:MultiCurvePropertyType	1
lod2Solid	gml:SolidPropertyType	2
lod2MultiSurface	gml:MultiSurfacePropertyType	2
lod2MultiCurve	gml:MultiCurvePropertyType	2
lod2TerrainIntersection	gml:MultiCurvePropertyType	2
outerBuildingInstallation	bldg:BuildingInstallationPropertyType	2 – 4
interiorBuildingInstallation	bldg:InteriorBuildingInstallationPropertyType	4
boundedBy	bldg:BoundarySurfacePropertyType	2 – 4
lod3Solid	gml:SolidPropertyType	3
lod3MultiSurface	gml:MultiSurfacePropertyType	3
lod3MultiCurve	gml:MultiCurvePropertyType	3
lod3TerrainIntersection	gml:MultiCurvePropertyType	3
lod4Solid	gml:SolidPropertyType	4

lod4MultiSurface	gml:MultiSurfacePropertyType	4
lod4MultiCurve	gml:MultiCurvePropertyType	4
lod4TerrainIntersection	gml:MultiCurvePropertyType	4
interiorRoom	bldg:InteriorRoomPropertyType	4
consistsOfBuildingPart	bldg:BuildingPartPropertyType	0 – 4

7.3、不同型態建物模型

Building 及 BuildingPart 為三維建物模型之核心類別。無論何種型態之三維建物，亦無論是一幢一棟或是一幢多棟，皆可以一個 Building 記錄。若資料來源可以切割出樓層時，Building 僅記錄這筆三維建物之屬性，其幾何物件不記錄在 Building 之內，而是分割為許多 BuildingPart，Building 再以 consistsOfBuildingPart 與 BuildingPart 建立關聯性。然而 BuildingPart 並不具有樓層之屬性描述，CityGML 2.0 標準使用 CityObjectGroup 記錄樓層之幾何物件及屬性，CityObjectGroup 的 class 屬性記錄 1000，代表是建物的部分物件，function 屬性記錄 1000 代表 LOD1 之樓層、1001 代表 LOD2 之樓層。在幾何物件部分，CityObjectGroup 可透過 BuildingPart 來表示樓層的幾何物件。在架構上，則形成樓層之屬性及空間分開之情形，CityObjectGroup 記錄樓層屬性，再透過 CityObjectGroup 的 groupMember，連結到對應樓層的 BuildingPart 空間物件。

在戶之空間單元部分，因不同型態建物對戶之劃分有所不同，因此戶之空間單元有不同之語意類別記錄方式。透天的戶對應到 Building 類別，則無須再做任何切割劃分或另外記錄，當需要戶的資料時可直接抽取 Building 類別。其他型態之建物，區分戶時，則由 Building 記錄建物之屬性，再分割許多 BuildingPart，以 BuildingPart 記錄戶的屬性及幾何物件。若是分層又分戶，則須進一步記錄 CityObjectGroup，再由代表樓層的 CityObjectGroup，關聯到各樓層內代表戶的 BuildingPart。

Building、BuildingPart 及 CityObjectGroup 對應整理請參考表 7-4。各型態之三維建物，無論是一幢多棟或是一幢一棟，皆以一個 Building 記錄。若三維建物資料可區分層、戶之空間單元，則 CityObjectGroup 僅用於表示層之空間單元。依據幢、棟、層、戶等空間單元之不同，各型態建物記錄原則如下：

1. 透天用 Building 類別記錄，若資料可區分層、戶，可以 CityObjectGroup 記錄層之屬性，以 BuildingPart 記錄層之空間物件，由代表樓層的 CityObjectGroup，以 groupMember 屬性關聯到各樓層的 BuildingPart，呈現一戶多層之結構。
2. 其他任意型態(包括公寓、華廈、大樓)是相同之設計，用 Building 類別記錄，若資料可區分層、戶，以 CityObjectGroup 記錄層之屬性，以 BuildingPart 記錄戶之空間物件，由代表樓層的 CityObjectGroup，以 groupMember 屬性關聯到各樓層內代表戶的 BuildingPart，呈現一層一戶或一層多戶之結構。

表 7-4、Building、BuildingPart 及 CityObjectGroup 之對應整理表

	透天	公寓、華廈、大樓
幢	Building	Building
棟	Building	Building
樓層屬性	CityObjectGroup	CityObjectGroup
樓層幾何物件	BuildingPart	BuildingPart
戶	Building	BuildingPart

八、資料典

本章說明應用綱要中各類別之屬性或關係、說明、選填條件、最多發生次數、資料型別、值域及附註之規定，選填條件及最多發生次數係以實際供應資料內容為考量設計。表 8-1 說明資料典各項目之格式及規定，表 8-2 為本標準之資料典。

表 8-1、資料典定義說明

項目	說明
類別	類別名稱。
屬性或關係	類別屬性之名稱或類別之間的關係。
說明	以文字方式說明該屬性或關係代表之意義。
選填條件	屬性之填寫與否可區分為「必要屬性」(Mandatory, M)、「條件屬性」(Conditional, C)及「選擇屬性」(Optional, O)等三類情形。
最多發生次數	單一屬性或關係可出現之最多次數。
資料型別	說明該屬性型別或關係之種類。
值域	屬性或關係之值域範圍。
附註	額外說明屬性或關係之約制條件或特殊事項。

表 8-2、資料典

項次	類別	屬性或關係	說明	選填條件	最多發生次數	資料型別	附註
1	_CityObject	creationDate	創建日期	O	1	xs:date	
2		terminationDate	終止日期	O	1	xs:date	
3		relativeToTerrain	相對於地形的位址	O	1	RelativeToTerrainType	entirelyAboveTerrain substantiallyAboveTerrain substantiallyAboveAndBelowTerrain substantiallyBelowTerrain entirelyBelowTerrain
4		relativeToWater	相對於水體的位址	O	1	RelativeToWaterType	entirelyAboveWaterSurface substantiallyAboveWaterSurface substantiallyAboveAndBelowWaterSurface substantiallyBelowWaterSurface entirelyBelowWaterSurface temporarilyAboveAndBelowWaterSurface
5	Appearance	theme	形容整體外觀之主體	O	1	xs:string	
6	CityObjectGroup	class	建物單元之類別	O	1	gml:CodeType	表 13-6
7		function	建物樓層屬於何種 LoD	O	N	gml:CodeType	表 13-7
8		usage	建物樓層屬於何種 LoD	O	N	gml:CodeType	表 13-7
9		groupMember	群組成員	O	N	CityObjectGroupMemberType	記錄 CityObjectGroup 內的空間單元
10		parent	上層類別	O	1	CityObjectGroupParentType	
11		geometry	幾何資料	O	1	gml:GeometryPropertyType	
12	genericAttribute	name	與物件有關之名稱	M	1	xs:string	
13	genericAttributeSet	codeSpace	屬性之對應單位組織或資料集	O	1	xs:anyURI	
14	stringAttribute	value	字串型別之通用屬性	M	1	xs:string	
15	inAttribute	value	整數型別之通用屬性	M	1	xs:integer	

項次	類別	屬性或關係	說明	選填條件	最多發生次數	資料型別	附註
16	doubleAttribute	value	浮點數型別之通用屬性	M	1	xs:double	
17	dateAttribute	value	日期型別之通用屬性	M	1	xs:date	
18	uriAttribute	value	URI 型別之通用屬性	M	1	xs:anyURI	
19	measureAttribute	value	測量型別之通用屬性	M	1	gml:MeasureType	
20	_AbstractBuilding	class	建物類型	O	1	CodeType	表 13-3
21		Function	詳細之建物功能	O	N	CodeType	表 13-4
22		usage	詳細之建物用途	O	N	CodeType	表 13-4
23		yearOfConstruction	建物建造年份	O	1	xs:gYear	
24		yearOfDemolition	建物拆除年份	O	1	xs:gYear	
25		roofType	建物屋頂之建造型態	O	1	CodeType	表 13-5
26		measuredHeight	建物之量測相對高度	O	1	LengthType	
27		storeysAboveGround	地面以上之樓層數	O	1	xs:nonNegativeInteger	
28		storeysBelowGround	地面以下之樓層數	O	1	xs:nonNegativeInteger	
29		storeysHeightsAboveGround	地面以上的樓層高度	O	1	gml:MeasureOrNullListType	由離地面近的樓層開始往上依序條列樓層高度
30		storeysHeightsBelowGround	地面以下之樓層高度	O	1	gml:MeasureOrNullListType	由離地面近的樓層開始往下依序條列樓層高度
31	Address	multiPoint	建物位置之點坐標	O	1	gml:MultiPoint	
32		xalAddress	建物所在地址	M	1	xal:AddressDetails	
33	Building ¹	class	建物類型	O	1	CodeType	表 13-6
34		function	詳細之建物功能	O	N	CodeType	表 13-7
35		usage	詳細之建物用途	O	N	CodeType	表 13-7
36		yearOfConstruction	建物建造年份	O	1	xs:gYear	繼承 _AbstractBuilding 之屬性

¹ BuildingPart 屬性與 Building 一致

項次	類別	屬性或關係	說明	選填條件	最多發生次數	資料型別	附註
37		yearOfDemolition	建物拆除年份	O	1	xs:gYear	表 13-5
38		roofType	建物屋頂之建造型態	O	1	CodeType	
39		measuredHeight	建物之量測相對高度	O	1	LengthType	
40		storeysAboveGround	地面以上之樓層數	O	1	xs:nonNegativeInteger	
41		storeysBelowGround	地面以下之樓層數	O	1	xs:nonNegativeInteger	
42		storeysHeightsAboveGround	高於地面之樓層高度列表	O	1	gml:MeasureOrNullListType	
43		storeysHeightsBelowGround	低於地面之樓層高度列表	O	1	gml:MeasureOrNullListType	
44		lod0FootPrint	地籍數據，建物在地面之形狀	O	1	gml:MultiSurfacePropertyType	
45		lod0RoofEdge	地形數據，地面形狀及屋頂水平範圍之混合	O	1	gml:MultiSurfacePropertyType	
46		lod1Solid	LoD1 建築模型之外表體積	O	1	gml:SolidPropertyType	
47		lod1MultiSurface	LoD1 建築模型之外表表面	O	1	gml:MultiSurfacePropertyType	
48		lod1TerrainIntersection	LoD1 模型與地形相交曲線	O	1	gml:MultiCurvePropertyType	
49		Lod2Solid	LoD2 建築模型之外表體積	O	1	gml:SolidPropertyType	
50		Lod2MultiSurface	LoD2 建築模型之外表表面	O	1	gml:MultiSurfacePropertyType	
51		Lod2MultiCurve	LoD2 建築外觀之曲線部分	O	1	gml:MultiCurvePropertyType	
52		Lod2TerrainIntersection	LoD2 模型與地形相交曲線	O	1	gml:MultiCurvePropertyType	

項次	類別	屬性或關係	說明	選填條件	最多發生次數	資料型別	附註
53		outerBuildingInstallation	LoD2 建物之外部單元	O	N	BuildingInstallationPropertyType	會嚴重影響建築物的外部特徵。例如：煙囪、樓梯、天線、陽台或樓梯。
54		interBuildingInstallation	LoD2 建物內部之結構	O	N	intBuildingInstallationPropertyType	永久連接至建築物內部，無法移動。例如：室內樓梯、欄杆、管道。
55		boundedBy	整體建物邊界	O	N	BoundarySurfacePropertyType	
56		Lod3Solid	LoD3 建築模型之外表體積	O	1	gml:SolidPropertyType	
57		Lod3MultiSurface	LoD3 建築模型之外表表面	O	1	gml:MultiSurfacePropertyType	
58		Lod3MultiCurve	LoD3 建築外觀之曲線部分	O	1	gml:MultiCurvePropertyType	
59		Lod3TerrainIntersection	LoD3 模型與地形相交曲線	O	1	gml:MultiCurvePropertyType	
60		Lod4Solid	LoD4 建築模型之外表體積	O	1	gml:SolidPropertyType	
61		Lod4MultiSurface	LoD4 建築模型之外表表面	O	1	gml:MultiSurfacePropertyType	
62		Lod4MultiCurve	LoD4 建築外觀之曲線部分	O	1	gml:MultiCurvePropertyType	
63		Lod4TerrainIntersection	LoD4 模型與地形相交曲線	O	1	gml:MultiCurvePropertyType	
64		interiorRoom	建物內之空間	O	N	interiorRoomPropertyType	
65		consistsOfBuildingPart	部分建物單元之連結	O	N	BuildingPartPropertyType	
66		address	建物所在位置	O	N	core:AddressPropertyType	
67	BuildingInstallation	class	建物外部結構之類型	O	1	CodeType	表 13-8
68		function	建物外部之功能	O	N	CodeType	表 13-9

項次	類別	屬性或關係	說明	選填條件	最多發生次數	資料型別	附註
69		usage	建物外部之用途	O	N	CodeType	表 13-9
70	IntBuildingInstallation	class	家電用品之種類	O	1	CodeType	表 13-10
71		function	家電用品之功能	O	N	CodeType	表 13-11
72		usage	家電用品之用途	O	N	CodeType	表 13-11
73	BuildingFurniture	class	傢具之使用種類	O	1	CodeType	表 13-12
74		function	建物內傢具之名稱	O	N	CodeType	表 13-13
75		usage	建物內傢具之名稱	O	N	CodeType	表 13-13
76	Room	class	室內空間之種類	O	1	CodeType	表 13-14
77		function	室內空間之定義名稱	O	N	CodeType	表 13-15
78		usage	室內空間之定義名稱	O	N	CodeType	表 13-15
79	_Opening ²	caeationDate	創建日期	O	1	xs:date	
80		terminationDate	終止日期	O	1	xs:date	
81		externalReference	外部引用之數據集	O	N	ExternalReferenceType	
82		generalizesTo	對應於有關聯之要素	O	N	GeneralizationRelationType	
83		relativeToTerrain	相對於地形的位 置	O	1	Relative To Terrain Type	entirelyAboveTerrain substantiallyAboveTerrain substantiallyAboveAndBelowTerrain substantiallyBelowTerrain entirelyBelowTerrain

² Window, Door 屬性與 _Opening 一致

項次	類別	屬性或關係	說明	選填條件	最多發生次數	資料型別	附註
84		relativeToWater	相對於水體的位置	O	1	Relative To Water Type	entirelyAboveWaterSurface substantiallyAboveWaterSurface substantiallyAboveAndBelowWaterSurface substantiallyBelowWaterSurface entirelyBelowWaterSurface temporarilyAboveAndBelowWaterSurface
85		Lod3MultiSurface	LoD3 模型之幾何表面	O	1	gml:MultiSurfacePropertyType	
86		Lod4MultiSurface	LoD4 模型之幾何表面	O	1	gml:MultiSurfacePropertyType	
87		Lod3ImplicitRepresentation	LoD3 之隱性幾何表示	O	1	core:ImplicitRepresentationPropertyType	
88		Lod4ImplicitRepresentation	LoD4 之隱性幾何表示	O	1	core:ImplicitRepresentationPropertyType	
89	_BoundarySurface ³	creationDate	創建日期	O	1	xs:date	
90		terminationDate	終止日期	O	1	xs:date	
91		externalReference	外部引用之數據集	O	N	ExternalReferenceType	
92		generalizesTo	對應於有關聯之要素	O	N	GeneralizationRelationType	
93		relativeToTerrain	相對於地形的位址	O	1	Relative To Terrain Type	entirelyAboveTerrain substantiallyAboveTerrain substantiallyAboveAndBelowTerrain substantiallyBelowTerrain entirelyBelowTerrain

³ _BoundarySurface 為上層類別，子類別包括 RoofSurface, OuterCeilingSurface, WallSurface, ClosureSurface, FloorSurface, GroundSurface, CeilingSurface, InteriorWallSurface, OuterFloorSurface，屬性與 _BoundarySurface 一致。

項次	類別	屬性或關係	說明	選填條件	最多發生次數	資料型別	附註
94		relativeToWater	相對於水體的位置	O	1	Relative To Water Type	entirelyAboveWaterSurface substantiallyAboveWaterSurface substantiallyAboveAndBelowWaterSurface substantiallyBelowWaterSurface entirelyBelowWaterSurface temporarilyAboveAndBelowWaterSurface
95		Lod2MultiSurface	LoD2 模型之幾何表面	O	1	gml:MultiSurfacePropertyType	
96		Lod3MultiSurface	LoD3 模型之幾何表面	O	1	gml:MultiSurfacePropertyType	
97		Lod4MultiSurface	LoD4 模型之幾何表面	O	1	gml:MultiSurfacePropertyType	
98		opening	建物之開口	O	N	OpeningPropertyType	與 _Opening 有關

九、編碼規則

本標準遵循「國土資訊系統資料標準共同規範」之資料編碼規定，以 CityGML 及 CityJSON 作為編碼格式。依本標準記錄之三維建物模型得使用 CityGML 或 CityJSON 格式進行資料記錄及流通供應。本標準所定義之不同建物型態之編碼範例，均符合本節規定之架構，請參見附錄 13.3。

9.1、CityGML 編碼規則

本標準使用之 CityGML 版本為 2.0，採用之 CityGML 模型包括表 9-1 之相關綱要。採用 CityGML 格式時須通過 CityGML 的綱要驗證。

表 9-1、CityGML 模型綱要

CityGML 模型	前置詞	名稱空間	綱要檔案
Building	bldg	http://www.opengis.net/citygml/building/2.0	http://schemas.opengis.net/citygml/building/2.0/building.xsd
Generics	gen	http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0	http://schemas.opengis.net/citygml/generics/2.0/generics.xsd
Appearance	app	http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0	http://schemas.opengis.net/citygml/appearance/2.0/appearance.xsd
CityObject Group	grp	http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0	http://schemas.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0/cityObjectGroup.xsd

依本標準所記錄之 CityGML 檔案，須使用 CityModel 作為根元素，記錄一個三維建物模型。CityModel 內之三維建物模型的各種空間單元，以 CityObjectMember 表示，可使用 Building、BuildingPart 或 CityObjectGroup 記錄，Building、BuildingPart 可以 appearance 記錄貼圖紋理，以 address 記錄地址。

9.2、CityJSON 編碼規則

本標準使用之 CityJSON 為 1.0.1 版本。採用 CityJSON 格式時須通過 CityJSON 的綱要驗證，綱要檔案位址為 <https://3d.bk.tudelft.nl/schemas/cityjson/>。以下條列 CityJSON 與本標準

引用之 CityGML 套件之支援情形：

- 1.CityGML Core:所有幾何物件可以記錄，ExternalReference 無法記錄。
- 2.Building：除了 LOD4 之各種物件，以及與地形交集的幾何線形，其他皆可以記錄。
3. CityObjectGroup：可支援，但僅能支援 CityObject 類別的記錄。

由於前述之支援與 CityGML 有所差異，建議僅用於不區分型態之三維建物模型。依本標準所記錄之 CityJSON 格式檔案，須將三維建物模型內的各種空間單元，記錄於 CityObjects 內，可以 Building、BuildingPart 或 CityObjectGroup 記錄。Building、BuildingPart 可以 appearance 記錄貼圖紋理，以 address 記錄地址。

十、詮釋資料

依循本標準所建立之三維建物資料具有描述建物幾何及屬性表示之能力，可以連續空間網路服務、空間範圍內特定細緻度規格之三維建物資料或單一三維建物為單元之方式供應，其詮釋資料內容將各有不同。連續空間網路服務建議以該服務綁定之地理空間資源方式描述(CoupledSource)。空間範圍內固定細緻度規格之所有三維建物資料意味資料係以檔案型式（可直接下載或服務介接）對外供應，依本標準之規定，其實際編碼內容必須以標籤明確說明細緻度，詮釋資料之描述範疇則設定為 dataset。單一三維建物資料可基於服務介接取得，惟因多重表示之特性，代表同一建物可以同時具有不同細緻度之表示，此時詮釋資料之設定範疇為 feature instance，且須個別描述。

無論為哪個範疇，三維建物資料之供應單位須遵循 TWSMP3.0 之套件、類別、屬性及關係建立三維建物之描述。

十一、標準制定單位及維護權責

本標準由內政部國土測繪中心研擬，並依循「國土資訊系統標準制度制定程序須知」之規定程序進行審查，發布為國土資訊系統標準制度之正式資料標準。本標準內容之維護及更新由內政部國土測繪中

心負責，聯絡資訊如下：

- 1.地址：40873 台中市南屯區黎明路 2 段 497 號 4 樓。
- 2.電話：04-22522966。
- 3.傳真：04-2251-4536。
- 4.網址：<https://www.nlsc.gov.tw>

十二、其他

本標準無額外規定事項。

十三、附錄

13.1、三維建物之建物識別碼、樓層識別碼、戶識別碼

本標準之建物識別碼，引用目前國土測繪中心之近似化模型建物之 32 位元編碼，係基於單一建物（可能為幢或棟）中心點之代表坐標(TWD97)，經由 32 位元之轉碼而得。例如：臺北市某點坐標為(300500.39, 2770000.49)，將 Y 坐標減去 2000000 後，XY 坐標皆以四捨五入推算至小數點第一位，再乘以 10，可得 7 位數整數，故轉換前的參考坐標成為(3005004, 7700005)。32 進位代碼定義如下：「0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F,G,H,J,K,L,M,N,P,Q,R,S,T,U,V,W,X」，其中字母 I、O 不用，避免和數字混淆，代碼對應如表 13-1。前述參考坐標(3005004, 7700005)分別以 32 進位計算，可得如下轉換值：3005004->2TNJC；7700005-->7AXH5，兩字串相加可得 2TNJC7AXH5，共計 10 位數。

表 13-1、32 位元編碼參考

0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7
8	8	9	9	10	A	11	B	12	C	13	D	14	E	15	F
16	G	17	H	18	J	19	K	20	L	21	M	22	N	23	P
24	Q	25	R	26	S	27	T	28	U	29	V	30	W	31	X

因此一幢建物與單棟建物，可能具有相同識別碼，須再藉由「連棟建物」之屬性作為區隔。無論何種型態之建物，皆於 Building 類別

之擴充屬性「buildingId」記錄 32 位元編碼。

建物內部結構之階層，則有樓層與戶兩種不同的空間單元，在本標準之編碼架構內，樓層與戶皆以 BuildingPart 記錄，可於 BuildingPart 之 gml:id 記錄樓層或戶的識別碼。依據前述設計，建物識別碼及樓層識別碼、戶識別碼之整理，請參考表 13-2。因 XML 編碼無法使用數字作為開頭，因此記錄在資料檔案時，加上「ID_」之前綴。

表 13-2、三維建物之識別碼設計

	透天	其他之任意型態 (包含公寓、華廈、大樓)
建物識別碼 (幢、棟)	ID_32 位元編碼	ID_32 位元編碼
樓層識別碼	ID_32 位元編碼_n (地上 n=001-899) (地下 n=901-999)	ID_32 位元編碼_n (地上 n=001-899) (地下 n=901-999)
戶識別碼	不記錄	ID_32 位元編碼_n_m (地上 n=001-899) (地下 n=901-999) (m=001-999)

13.2、CityGML 代碼表

表 13-3、建物資料來源代碼表

建物資料來源	
1	一千分之一地形圖建物圖層之近似化建物
2	臺灣通用電子地圖建物圖層之近似化建物
3	影像建模
4.	光達點雲實測
5	建物測量成果平面圖

表 13-4、建物高度來源

建物高度來源	
1	二維建物圖層屬性
2	影像建模
3	光達點雲實測
4.	推估

5	建物測量成果平面圖
---	-----------

表 13-5、紋理真實性

紋理真實性	
1	屋頂為真實影像貼圖、牆面為真實影像貼圖
2	屋頂為真實影像貼圖、牆面為影像材質庫模擬
3	屋頂為影像材質庫模擬、牆面為影像材質庫模擬
4.	屋頂為影像材質庫模擬、牆面為真實影像貼圖

表 13-6、CityObjectGroup class 屬性代碼表

http://www.sig3d.org/codelists/standard/cityobjectgroup/2.0/CityObjectGroup_class.xml					
1000	building separation	建物分隔	2000	assembly	組合

表 13-7、CityObjectGroup function 與 usage 屬性代碼表

http://www.sig3d.org/codelists/standard/cityobjectgroup/2.0/CityObjectGroup_function.xml http://www.sig3d.org/codelists/standard/cityobjectgroup/2.0/CityObjectGroup_usage.xml					
1000	lod1Storey	LOD1 樓層	1020	lod3Storey	LOD3 樓層
1010	lod2Storey	LOD2 樓層	1030	lod4Storey	LOD4 樓層

表 13-8、_AbstractBuilding class 屬性代碼表

http://www.sig3d.org/codelists/standard/building/2.0/_AbstractBuilding_class.xml					
1000	habitation	居住	1100	schools, education, research	教育研究
1010	sanitation	衛生	1110	maintenance and waste management	維護、廢棄物管理
1020	administration	行政	1120	healthcare	醫療保健
1030	business, trade	商業貿易	1130	communicating	通訊
1040	catering	餐飲	1140	security	安全保衛
1050	recreation	遊憩	1150	storage	儲存
1060	sport	運動	1160	industry	工業
1070	culture	文化	1170	traffic	交通
1080	church institution	宗教	1180	function	活動空間
1090	agriculture, forestry	農林業			

表 13-9、_AbstractBuilding function 與 usage 屬性代碼表

http://www.sig3d.org/codelists/standard/building/2.0/_AbstractBuilding_function.xml http://www.sig3d.org/codelists/standard/building/2.0/_AbstractBuilding_usage.xml					
1000	residential building	住宅大樓	1840	rubbish bunker	垃圾掩埋場
1010	tenement	平價住宅	1850	building for rubbish incineration	垃圾焚化廠
1020	hostel	旅館	1860	building for rubbish disposal	垃圾處理廠
1030	residential- and administration building	住宅行政混合大樓	1870	building for agrarian and forestry	農林業用途建物

1040	residential- and office building	住宅辦公混合大樓	1880	barn	穀倉、廐舍
1050	residential- and business building	住宅商業混合大樓	1890	stall	畜舍、小攤
1060	residential- and plant building	工業住宅	1900	equestrian hall	馬術場
1070	agrarian- and forestry building	農林地住宅	1910	alpine cabin	高山小屋
1080	residential- and commercial building	住宅商業混合大樓	1920	hunting lodge	狩獵小屋
1090	forester's lodge	林務員宿舍	1930	arboretum	樹木園
1100	holiday house	度假別墅	1940	glass house	玻璃工廠、玻璃屋
1110	summer house	避暑小屋	1950	moveable glass house	移動式玻璃屋
1120	office building	辦公大樓	1960	public building	公共建築物
1130	credit institution	信用機構	1970	administration building	行政大樓
1140	insurance	保險	1980	parliament	議會
1150	business building	商業大樓	1990	guildhall	市政府
1160	department store	百貨公司	2000	post office	郵局
1170	shopping centre	購物中心	2010	customs office	海關
1180	kiosk	資訊服務站	2020	court	法院、法庭
1190	pharmacy	藥局	2030	embassy or consulate	大使館、領事館
1200	pavilion	涼亭	2040	district administration	區公所
1210	hotel	旅館、飯店	2050	district government	區公所
1220	youth hostel	青年旅館	2060	tax office	稅務局
1230	campsite building	營地建築	2070	building for education and research	教育及研究用途建物
1240	restaurant	餐廳	2080	comprehensive school	綜合中學
1250	cantine	食堂	2090	vocational school	職業學校
1260	recreational site	休閒場所	2100	college or university	大專學院
1270	function room	功能房	2110	research establishment	研究機構
1280	cinema	電影院	2120	building for cultural purposes	文化用途建物
1290	bowling alley	保齡球館	2130	castle	堡
1300	casino	賭場	2140	theatre or opera	劇場、劇院
1310	industrial building	工業建築	2150	concert building	音樂廳
1320	factory	工廠	2160	museum	博物館
1330	workshop	工作坊	2170	broadcasting building	廣播電臺
1340	petrol / gas station	加油站	2180	activity building	活動建設
1350	washing plant	洗滌廠	2190	library	圖書館
1360	cold store	冷藏庫	2200	fort	碉堡
1370	depot	倉庫	2210	religious building	宗教建設
1380	building for research purposes	研究用建物	2220	church	教堂
1390	quarry	採石場	2230	synagogue	交會所
1400	salt works	製鹽廠	2240	chapel	小教堂
1410	miscellaneous industrial building	雜項工業工廠	2250	community center	社區活動中心
1420	mill	磨坊、製造廠	2260	place of worship	宗教場所

1430	windmill	風車	2270	mosque	清真寺
1440	water mill	水車	2280	temple	寺廟
1450	bucket elevator	斗升機	2290	convent	修道院
1460	weather station	氣象站	2300	building for health care	健康照護用之建物
1470	traffic assets office	交通財產管理機構	2310	hospital	醫院
1480	street maintenance	道路維護機構	2320	healing centre or care home	康復中心、安養院
1490	waiting hall	等候室	2330	health centre or outpatients clinic	健康中心、門診
1500	signal control box	訊號控制箱	2340	building for social purposes	社交場所
1510	engine shed	機車房	2350	youth centre	青年中心
1520	signal box or stop signal	號誌箱、停止號誌	2360	seniors centre	長青中心
1530	plant building for air traffic	航空廠房	2370	homeless shelter	遊民收容所
1540	hangar	飛機庫	2380	kindergarten or nursery	幼稚園、托兒所
1550	plant building for shipping	海運廠房	2390	asylum seekers home	難民庇護所
1560	shipyard	造船廠	2400	police station	派出所、分駐所
1570	dock	船塢、碼頭	2410	fire station	消防局
1580	plant building for canal lock	運河水閘廠房	2420	barracks	軍營
1590	boathouse	船庫	2430	bunker	地堡
1600	plant building for cablecar	纜車廠房	2440	penitentiary or prison	監獄
1610	multi-storey car park	多層停車場	2450	cemetery building	墳墓
1620	parking level	停車位	2460	funeral parlor	殯儀館
1630	garage	車庫	2470	crematorium	火葬場
1640	vehicle hall	車輛大廳	2480	train station	火車站
1650	underground garage	地下車庫	2490	airport building	機場
1660	building for supply	建材供應行	2500	building for underground station	地下車站
1670	waterworks	自來水廠	2510	building for tramway	軌道
1680	pump station	泵浦站	2520	building for bus station	公車站
1690	water basin	流域	2530	shipping terminal	貨運碼頭
1700	electric power station	發電廠	2540	building for recuperation purposes	康復中心
1710	transformer station	變電所	2550	building for sport purposes	運動場所
1720	converter	轉換器	2560	sports hall	體育館
1730	reactor	反應器	2570	building for sports field	運動場
1740	turbine house	渦輪機房	2580	swimming baths	游泳池
1750	boiler house	鍋爐房	2590	indoor swimming pool	室內游泳池
1760	building for telecommunications	電信大樓	2600	sanatorium	療養院

1770	gas works	煤氣廠	2610	zoo building	動物園
1780	heat plant	火力發電廠	2620	green house	溫室
1790	pumping station	抽水站	2630	botanical show house	植物展示館
1800	building for disposal	廢棄物處理廠	2640	bothy	避難小屋
1810	building for effluent disposal	汙水處理廠	2650	tourist information centre	旅遊資訊中心
1820	building for filter plant	過濾器廠房	2700	others	其他
1830	toilet	廁所			

表 13-10、_AbstractBuilding roofType 屬性代碼表

http://www.sig3d.org/codelists/standard/building/2.0/_AbstractBuilding_roofType.xml					
1000	flat roof	平面屋頂	1070	pavilion roof	帳篷式屋頂
1010	monopitch roof	單斜屋頂	1080	cone roof	圓錐形屋頂
1020	dual pent roof	雙棚屋頂	1090	cupola roof	穹窿式屋頂
1030	gabled roof	硬山式屋頂	1100	sawtooth roof	鋸齒形屋頂
1040	hipped roof	四坡屋頂	1110	arch roof	拱形屋頂
1050	half-hipped roof	半四坡屋頂	1120	pyramidal broach roof	尖塔形屋頂
1060	mansard roof	折線形屋頂	1130	combination of roof forms	組合形式之屋頂

表 13-11、BuildingInstallation class 屬性代碼表

http://www.sig3d.org/codelists/standard/building/2.0/BuildingInstallation_class.xml					
1000	outer characteristics	外部特徵	1040	communicating	聯絡
1010	inner characteristics	內部特徵	1050	security	安全
1020	waste management	廢棄物管理	1060	others	其他
1030	maintenance	保養			

表 13-12、BuildingInstallation function 與 usage 屬性代碼表

http://www.sig3d.org/codelists/standard/building/2.0/BuildingInstallation_function.xml http://www.sig3d.org/codelists/standard/building/2.0/BuildingInstallation_usage.xml					
1000	balcony	陽臺	1040	tower (part of a building)	塔
1010	winter garden	溫室花園	1050	column	柱
1020	arcade	騎樓、拱廊	1060	stairs	階梯
1030	chimney (part of a building)	煙囪	1070	others	其他

表 13-13、IntBuildingInstallation class 屬性代碼表

http://www.sig3d.org/codelists/standard/building/2.0/IntBuildingInstallation_class.xml					
1000	Heating, Ventilation, Climate	溫控、通風調節設備	6000	Statics	靜態設施
2000	Safety	保全設施	7000	Entertainment	娛樂設施
3000	Illumination	照明設備	8000	Miscellaneous	雜項
4000	Communication	通訊設備	9999	Unknown	未知
5000	Supply and Disposal	供應、處置設備			

表 13-14、IntBuildingInstallation function 與 usage 屬性代碼表

http://www.sig3d.org/codelists/standard/building/2.0/IntBuildingInstallation_function.xml http://www.sig3d.org/codelists/standard/building/2.0/IntBuildingInstallation_usage.xml					
1010	Radiator	散熱器	3020	Light switch	電燈開關
1020	Oven	烤箱	5030	Power point	電源插座
1030	Fireside	壁爐	5020	Cable	電纜線
1040	Ventilator	通風口	7010	Rafter	椽
1050	Air Conditioning	空調	7020	Column	柱
5010	Pipe	管線	8010	Railing	欄杆
3010	Lamp	燈	8020	Stair	階梯

表 13-15、BuildingFurniture class 屬性代碼表

http://www.sig3d.org/codelists/standard/building/2.0/BuildingFurniture_class.xml					
1000	habitation	居住	1100	schools, education, research	教育研究
1010	sanitation	衛生	1110	maintenance, waste management	維護、廢棄物管理
1020	administration	行政	1120	healthcare	醫療保健
1030	business, trade	商業貿易	1130	communicating	通訊
1040	catering	餐飲	1140	security	安全保衛
1050	recreation	遊憩	1150	storage	儲存
1060	sport	運動	1160	industry	工業
1070	culture	文化	1170	traffic	交通
1080	church institution	宗教	1180	function	活動空間
1090	agriculture, forestry	農林業			

表 13-16、BuildingFurniture function 與 usage 屬性代碼表

http://www.sig3d.org/codelists/standard/building/2.0/BuildingFurniture_function.xml http://www.sig3d.org/codelists/standard/building/2.0/BuildingFurniture_usage.xml					
1000	cupboard	櫥櫃	2010	sink, hand-basin	洗手臺
1010	wardrobe	衣櫥	2020	water tap	水龍頭
1020	cabinet	櫃子	2030	toilet bowl	馬桶
1030	sideboard	碗櫥	2040	bathtub	浴缸
1040	locker	置物櫃	2050	shower	淋浴器
1050	tool cabinet	工具箱	2060	bidet	坐浴盆
1100	shelf	固定牆上之棚、架	2100	animal park	動物園
1110	rack	架子	2110	aquarium	水族箱
1120	coat stand	衣帽架	2120	cage	籠子
1200	table	桌子	2130	birdcage	鳥籠
1210	dining table	餐桌	2200	religious equipment	宗教設備
1220	coffee table	茶几	2300	shop fittings	店鋪置物架
1230	desk	辦公桌	2310	sales counter	櫃台
1240	bedside cabinet	床頭櫃	2320	glass cabinet	玻璃置物櫃
1250	baby changing table	嬰兒尿布臺	2330	changing cubicle	更衣間
1260	bar	檯、棒、吧臺	2340	refrigerated counter	冷藏櫃
1270	pool table	撞球桌	2350	cash desk or till or counter	收銀臺
1280	snooker table	司諾克撞球桌	2360	box-office	票房、售票處

1290	roulette table	輪盤桌	2400	machines	機器
1270	work bench	工作臺	2410	ticket machine	售票機
1300	chair	椅子	2420	cigarette machine	捲菸機
1310	bench	長凳	2430	cash machine or ATM	自動櫃員機
1320	office chair	辦公椅	2440	vending machine	自動販賣機
1330	sofa	沙發	2450	gambling machine	賭博機
1340	rocking chair	搖椅	2500	technical furniture	技術型器具
1350	bar stool	酒吧椅子	2510	heating installation	加熱裝置
1360	armchair	扶手椅	2520	tank	槽、罐、桶
1400	bed	床	2521	oil tank	油箱
1410	crib	(小)嬰兒床	2522	water tank	水箱
1420	bunk bed	雙層床	2523	gas tank	汽油槽
1430	cradle	搖籃	2524	fuel tank	燃油箱
1440	cot	嬰兒床	2525	milk tank	牛奶儲乳槽
1450	stretcher	擔架	2526	steel tank	鋼槽
1500	lighting	燈具	2530	fire protection appliance	消防用具
1510	standard lamp	落地燈	2531	fire extinguishing system	滅火系統
1520	ceiling light	天花板燈	2532	fire alarm	火災發信器
1530	spotlight	聚光燈	2533	fire extinguisher	滅火器
1600	electric appliances	電器設備	2540	switch board	配電盤
1610	television set	電視機	2550	lifting platform	提升平臺
1620	video recorder	攝影機	2560	compressed air system	壓縮空氣系統
1630	stereo unit	立體聲喇叭	2570	loud-speaker	揚聲器、擴音器
1700	kitchen appliances	廚房電器	2580	microphone	麥克風
1710	cooker	烹調器	2600	sports equipment	運動器材
1720	oven	烤箱	2610	goal posts	龍門柱
1730	refrigerator	冰箱	2620	basketball basket	籃球架
1740	coffee machine	咖啡機	2630	volleyball net	排球網
1750	toaster	烤麵包機	2640	gymnastic apparatus	健身器材
1760	kettle	水壺	2650	diving platform	跳水臺
1770	microwave	微波爐	2660	swimming pool	游泳池
1780	dish washer	洗碗機	2700	sales promotion furniture	促銷家具
1800	laundry equipment	洗衣設備	2710	display panel	顯示器
1810	washing machine	洗衣機	2720	billboard	告示牌
1820	ironing machine	燙衣機	2730	display cabinet	展示櫃
1830	rotary iron (mangle)	衣物軋布機	2800	functional furniture	功能型家具
1840	laundry tumble drier	滾筒式洗衣機	2805	ashtray	菸灰缸
1850	spin drier	旋轉式脫水機	2810	lectern	講臺
1900	technical office equipment	辦公設備	2815	stage	臺階
1910	copy machine	複印機	2820	blackboard	黑板
1920	scanner	掃描器	2825	screen	螢幕
1930	plotter	繪圖機	2830	mapstand	地圖架
1940	printer	印表機	2835	rubbish bin	垃圾桶
1950	screen	螢幕	2840	sauna	三溫暖
1960	computer	電腦	2845	carpet	地毯
1970	overhead projector	高影機	2850	wall clock	掛鐘

1980	video projector	數位投影機	2855	curtain	窗簾
2000	sanitation equipment	衛生設備	2860	mirror	鏡子

表 13-17、Room class 屬性代碼表

http://www.sig3d.org/codelists/standard/building/2.0/Room_class.xml					
1000	habitation	居住	1080	accommodation, waste management	調節、廢棄物管理
1010	administration	行政	1090	healthcare	醫療保健
1020	business, trade	商業貿易	1100	communicating	通訊
1030	catering	餐飲	1110	security	安全保衛
1040	recreation	遊憩	1120	store	儲存
1050	church institution	宗教	1130	industry	工業
1060	agriculture, forestry	農林業	1140	traffic	交通
1070	schools, education, research	教育研究	1150	function	活動空間

表 13-18、Room function 與 usage 屬性代碼表

http://www.sig3d.org/codelists/standard/building/2.0/Room_function.xml					
http://www.sig3d.org/codelists/standard/building/2.0/Room_usage.xml					
1000	living room	客廳	2170	showers	淋浴間
1010	bedroom	臥房	2200	tribune	論壇
1020	kitchen	廚房	2210	seating / standing capacity	座位、站位
1030	hall	大廳	2220	cash point	自動提款機
1040	bath, washroom	盥洗室	2230	vivarium	兩棲生態缸
1050	toilet	廁所	2240	enclosure	封閉
1060	stairs	樓梯	2250	aquarium	水族箱
1070	home office	家庭辦公室	2260	terrarium	陸生動物飼育箱
1080	utility room	公共事業所	2270	aviary	鳥園
1090	dining room	飯廳	2280	menagerie	野生動物園
1100	common room	多功能室	2290	stables	馬廄
1110	party room	宴會廳	2300	greenhouse	溫室
1120	nursery	嬰兒室	2310	food silo	筒倉
1130	store room	儲藏室	2320	hayloft	乾草倉
1140	canteen, common kitchen	食堂、公用廚房	2330	motor pool	調度場
1150	storeroom	儲藏室	2340	barn	廄舍、穀倉
1160	balcony, gallery	陽臺、走廊	2350	riding hall	馬術練習場
1170	terrace	臺階	2360	horse box	運馬的拖車
1180	drying room	乾燥室	2370	hunting lodge	狩獵小屋
1190	heatingroom	暖氣間	2400	waste container	垃圾箱
1200	fuel depot	油庫	2410	motor pool	調度場
1210	hobby room	個人嗜好空間	2420	washing-bay	洗車場
1220	stable, hovel	破舊小屋、馬廄	2430	installations room	工房
1300	cash office	金融辦公室	2440	monitoring room	監控室
1310	ticket office	售票處	2450	heating system	加熱系統
1320	conference room	會議室	2460	public utility use	公共事業用

1330	reception	接待區	2470	pump room	抽水機室
1340	sales room	銷售處	2480	effluent treatment	汙水處理
1350	store room	儲藏室	2490	treatment installation	處理裝置
1360	delivery	產房	2500	recycling installation	回收裝置
1370	lounge, common room	休息室	2600	chancel	祭壇
1380	escalator	電扶梯	2610	sacristy	祭具室
1390	guest toilet	客用洗手間	2620	bell tower	鐘樓
1400	strong room	金庫	2630	baptism room	洗禮室
1500	office	辦公室	2640	confessional	懺悔室、告解室
1510	entrance hall	川堂、大廳入口	2650	benches	長椅
1520	elevator	電梯、升降梯	2660	pulpit	講壇
1530	canteen	食堂	2670	lobby	大廳
1540	tea kitchen / Coffee kitchen	茶/咖啡調理區	2680	parish	教區
1550	archive	檔案室	2690	chapel	小教堂、禮拜堂
1560	citizen office	公民會館	2700	police station	派出所、分駐所
1570	conference hall	會議室	2710	headquarters	總部
1580	copier room / blueprint room	複印室、晒圖室	2720	prison cell	牢房
1590	information	資料室	2730	motor pool hall	汽車展示廳
1600	computer room	電腦室	2740	fire brigade, emergency vehicle	消防隊、緊急救援車
1610	printer / plotter room	影印室、繪圖室	2750	relaxation room	休息室
1700	reception	接待區	2760	tool / pipe store	水電行、五金行
1710	guest room	客房	2770	emergency call center	緊急呼叫中心
1720	bar	吧臺	2780	arms depot	兵器庫
1730	breakfast room	早餐間	2790	ammunition dump	彈藥庫
1740	dining room	飯廳	2800	vehicle hall	車輛大廳
1750	celebration room	宴會廳	2810	panic room	緊急避難間
1760	pub	酒館	2900	satellite receiver	衛星接收器
1770	beer garden	戶外酒吧	2910	communication room	交流室
1780	restaurant	餐廳	3000	industrial building	工業建物
1790	cool store	冷藏庫	3010	production building	生產大樓
1800	bowling alley, shoot alley	保齡球館、靶場	3020	factory building	廠房
1810	lounge	休息室	3030	workshop	工作坊
1820	canteen kitchen	公用廚房	3040	storage depot	倉庫
1900	stage	臺階	3050	cold storage	冷藏室
1910	auditorium	禮堂	3060	store	商店
1920	VIP box	貴賓室	3100	station concourse	車站大廳
1930	projection room	放映室	3110	track	軌道
1940	dressing room	更衣室	3120	ticket office	售票處
1950	cabin	小木屋	3130	waiting hall	候車大廳
1960	showroom	展示廳	3140	engine shed	機車房

1970	equipment or props	設備或道具	3150	signal box	號誌箱
1980	make-up room	化妝室	3160	departure terminal	航廈
1990	recording studio	錄音工作室	3170	check-out counter	結帳櫃檯
2000	sound studio	錄音室	3180	check-in counter	出境報到櫃檯
2010	music archive	音樂檔案室	3190	check	檢查站
2020	administration	行政	3200	baggage carousel	行李傳送帶
2030	ticket office	售票處	3210	security check	安全檢查
2040	library	圖書館	3300	classroom	教室
2050	media room	多媒體室	3310	staff room	員工休息室
2060	dressing room	更衣室	3320	break or recess hall	休息廳
2070	sport room	體育室	3330	laboratory	實驗室
2080	equipment room	器材室	3340	utility room	設施房
2090	platform	平台	3350	media room	多媒體室
2100	swimming-pool	游泳池	3360	science laboratory	科學實驗室
2110	slide	滑道	3370	sports hall	體育館
2120	relaxation room	休息室	3380	school library	學校圖書館
2130	sauna	三溫暖室	3390	office	辦公室
2140	fitness room	健身房	3400	lecture theatre	演講廳
2150	solarium	日光浴室	3410	refectory	學校食堂
2160	catering	餐飲	3420	function room	多功能室

13.3、CityGML 編碼範例

CityGML 檔案以<CityModel>為根元素，記錄一個三維建物模型，其內容記錄許多<cityObjectMember>，每一個可記錄 Building、BuildingPart 或 CityObjectGroup。每一個 Building 或 BuildingPart，依據不同之 LOD 可使用各種屬性記錄其幾何物體，其概念已於表 7-3 說明，並且於資料典內條列(參考項次 44-65)，以下範例不再重複介紹，以 lod1MultiSurface 為例說明。一幢多棟、一幢一棟於資料範例中皆是對應到一個三維建物模型，以一個<CityModel>記錄。以下分別介紹不同型態三維建物之 CityGML 2.0 編碼範例。

(一)不分型態

<CityModel>只記錄一個<cityObjectMember>，以一個 Building 包裝一個三維建物模型，可視情況加入 BuildingPart。擴充屬性、紋理貼圖及幾何表示，皆遵循 CityGML 定義之架構，並可連結到 1 筆或多筆地址。請參考圖 13-1 之編碼架構圖以及編碼範例。

```

<cityObjectMember>
  <!--Building代表一個建物模型-->
  <bldg:Building>
    <!--擴充屬性(建物識別碼)-->
    <gen:stringAttribute name="buildingId">
      <gen:value>ID_2TNJC7AXH5</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <!--擴充屬性(測製時間)-->
    <gen:stringAttribute name="date">
      <gen:value>2019-06</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <!--貼圖-->
    <app:appearance>
      <bldg:class>1000</bldg:class>
      <bldg:roofType/>
      <bldg:measuredHeight uom="m">32</bldg:measuredHeight>
      <bldg:storeysAboveGround>10</bldg:storeysAboveGround>
      <bldg:storeysBelowGround>1</bldg:storeysBelowGround>
      <bldg:lod1MultiSurface>
        <!--各種沒有分類的multisurface!-->
        <gml:MultiSurface>
        </gml:MultiSurface>
      </bldg:lod1MultiSurface>
      <!--建物連結之門牌 (1筆或多筆)-->
      <bldg:address>
      </bldg:address>
    </app:appearance>
  </bldg:Building>
</cityObjectMember>

```

圖 13-1、不分型態之 CityGML 檔案範例

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<CityModel xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:grp="http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0"
xmlns:app="http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0"
xmlns="http://www.opengis.net/citygml/2.0" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:dem="http://www.opengis.net/citygml/relief/2.0"
xmlns:bldg="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0"
xmlns:gen="http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/building/2.0/building.xsd
http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/appearance/2.0/appearance.xsd
http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/generics/2.0/generics.xsd
http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0/cityObjectGroup.xsd">
  <cityObjectMember>
    <!--Building 代表一個建物模型-->
    <bldg:Building>
      <!--擴充屬性(建物識別碼)-->
      <gen:stringAttribute name="buildingId">
        <gen:value>ID_2TNJC7AXH5</gen:value>
      </gen:stringAttribute>
      <!--擴充屬性(測製時間)-->
      <gen:stringAttribute name="date">
        <gen:value>2019-06</gen:value>
      </gen:stringAttribute>
    </bldg:Building>
  </cityObjectMember>

```

```

        </gen:stringAttribute>
        <!--貼圖-->
        <app:appearance>
            <app:Appearance>
            </app:Appearance>
        </app:appearance>
        <bldg:class>1000</bldg:class>
        <bldg:roofType/>
        <bldg:measuredHeight uom="m">32</bldg:measuredHeight>
        <bldg:storeysAboveGround>10</bldg:storeysAboveGround>
        <bldg:storeysBelowGround>1</bldg:storeysBelowGround>
        <bldg:lod1MultiSurface>
            <!--各種沒有分類的 multisurface!-->
            <gml:MultiSurface>
                <gml:surfaceMember>
                </gml:surfaceMember>
            </gml:MultiSurface>
        </bldg:lod1MultiSurface>
        <!--建物連結之門牌 (1 筆或多筆)-->
        <bldg:address>
            <Address>
                <xalAddress xmlns:xAL="urn:oasis:names:tc:ciq:xsdschema:xAL:2.0">
                    <xAL:AddressDetails/>
                </xalAddress>
            </Address>
        </bldg:address>
    </bldg:Building>
</cityObjectMember>
<cityObjectMember>
    <grp:CityObjectGroup>
        <grp:groupMember/>
    </grp:CityObjectGroup>
</cityObjectMember>
</CityModel>

```

(二)透天(不區分樓層)

<CityModel>只記錄一個<cityObjectMember>。以一個 Building 包裝一個三維建物模型。擴充屬性、紋理貼圖及幾何表示，皆遵循 CityGML 定義之架構，並可連結到 1 筆地址。請參考圖 13-2 之編碼架構圖以及編碼範例。

```

<cityObjectMember>
  <!--Building代表一個透天-->
  <bldg:Building>
    <!--擴充屬性(建物識別碼)-->
    <gen:stringAttribute name="buildingId">
      <gen:value>ID_2TNJC7AXH5</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <!--擴充屬性(測製時間)-->
    <gen:stringAttribute name="date">
      <gen:value>2019-06</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <!--貼圖-->
    <app:appearance>
      <app:Appearance>
    </app:appearance>
    <bldg:class>1000</bldg:class>
    <bldg:roofType/>
    <bldg:measuredHeight uom="m">16</bldg:measuredHeight>
    <bldg:storeysAboveGround>5</bldg:storeysAboveGround>
    <bldg:storeysBelowGround>0</bldg:storeysBelowGround>
    <bldg:lod1MultiSurface>
      <!--各種沒有分類的multisurface!-->
      <gml:MultiSurface>
    </bldg:lod1MultiSurface>
    <!--建物連結之門牌-->
    <bldg:address>
      <Address>
    </bldg:address>
  </bldg:Building>
</cityObjectMember>

```

圖 13-2、透天(不區分樓層)之 CityGML 檔案範例

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<CityModel xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:grp="http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0"
xmlns:app="http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0"
xmlns="http://www.opengis.net/citygml/2.0" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:dem="http://www.opengis.net/citygml/relief/2.0"
xmlns:bldg="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0"
xmlns:gen="http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/building/2.0/building.xsd
http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/appearance/2.0/appearance.xsd
http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/generics/2.0/generics.xsd
http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0/cityObjectGroup.xsd">
  <cityObjectMember>
    <!--Building 代表一個透天-->
    <bldg:Building>
      <!--擴充屬性(建物識別碼)-->
      <gen:stringAttribute name="buildingId">
        <gen:value>ID_2TNJC7AXH5</gen:value>
      </gen:stringAttribute>

```

```

<!--擴充屬性(測製時間)-->
<gen:stringAttribute name="date">
  <gen:value>2019-06</gen:value>
</gen:stringAttribute>
<!--貼圖-->
<app:appearance>
  <app:Appearance>
  </app:Appearance>
</app:appearance>
<bldg:class>1000</bldg:class>
<bldg:roofType/>
<bldg:measuredHeight uom="m">16</bldg:measuredHeight>
<bldg:storeysAboveGround>5</bldg:storeysAboveGround>
<bldg:storeysBelowGround>0</bldg:storeysBelowGround>
<bldg:lod1MultiSurface>
  <!--各種沒有分類的 multisurface!-->
  <gml:MultiSurface>
    <gml:surfaceMember>
    </gml:surfaceMember>
  </gml:MultiSurface>
</bldg:lod1MultiSurface>
<!--建物連結之門牌-->
<bldg:address>
  <Address>
    <xalAddress xmlns:xAL="urn:oasis:names:tc:ciq:xsdschema:xAL:2.0">
      <xAL:AddressDetails/>
    </xalAddress>
  </Address>
</bldg:address>
</bldg:Building>
</cityObjectMember>
</CityModel>

```

(三)透天(區分樓層)

透天在戶的概念上是一戶，區分樓層時，<CityModel>記錄多個 <cityObjectMember>，記錄內容為一個 Building 及多個 CityObjectGroup。Building 包裝一個透天的三維建物模型，連結到 1 筆地址。多個 CityObjectGroup 代表多個樓層，記錄樓層相關屬性，樓層的空間單元的幾何資料，可以使用 CityGML 內的語意物件，建議使用 BuildingPart 記錄，範例中記錄 BuildingPart 之 id，關聯到 Building 內的 BuildingPart。Building 之擴充屬性、紋理貼圖及幾何表示，皆遵循 CityGML 定義之架構，請參考圖 13-3 之編碼架構圖以及編碼範例。

```

<cityObjectMember>
  <!--Building代表一個透天，對應至一戶-->
  <bldg:Building>
    <!--擴充屬性(建物識別碼)-->
    <gen:stringAttribute name="buildingId">
      <gen:value>ID_2TNJC7AXH5</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <!--擴充屬性(測製時間)-->
    <gen:stringAttribute name="date">
      <gen:value>2019-06</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <!--貼圖-->
    <app:appearance>
      <bldg:class>1000</bldg:class>
      <bldg:roofType/>
      <bldg:measuredHeight uom="m">16</bldg:measuredHeight>
      <bldg:storeysAboveGround>5</bldg:storeysAboveGround>
      <bldg:storeysBelowGround>0</bldg:storeysBelowGround>
      <bldg:consistsOfBuildingPart>
        <!--樓層裡面記錄的BuildingPart-->
        <bldg:BuildingPart gml:id="ID_2TNJC7AXH5_001">
        </bldg:BuildingPart>
      </bldg:consistsOfBuildingPart>
      <bldg:consistsOfBuildingPart>
        <!--BuildingPart記錄樓層空間單元幾何，數量與樓層一致-->
        <!--建物連結之門牌-->
        <bldg:address>
          <Address>
          </Address>
        </bldg:address>
      </bldg:consistsOfBuildingPart>
    </app:appearance>
  </bldg:Building>
</cityObjectMember>
<cityObjectMember>
  <!--CityObjectGroup代表某層-->
  <grp:CityObjectGroup gml:id="ID_2TNJC7AXH5_001_COG">
    <!--樓層屬性-->
    <gml:name>StoryNo_1</gml:name>
    <grp:class>building separation</grp:class>
    <grp:function>lod1Storey</grp:function>
    <!--樓層裡面記錄的物件，xlink到Building裡面的BuildingPart-->
    <grp:groupMember xlink:href="#ID_2TNJC7AXH5_001"/>
  </grp:CityObjectGroup>
</cityObjectMember>

```

圖 13-3、透天(區分樓層)之 CityGML 檔案範例

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<CityModel xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:grp="http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0"
  xmlns:app="http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0"
  xmlns="http://www.opengis.net/citygml/2.0" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:dem="http://www.opengis.net/citygml/relief/2.0"
  xmlns:bldg="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0"
  xmlns:gen="http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0
    http://schemas.opengis.net/citygml/building/2.0/building.xsd
    http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0
    http://schemas.opengis.net/citygml/appearance/2.0/appearance.xsd
    http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0
    http://schemas.opengis.net/citygml/generics/2.0/generics.xsd

```

```

http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0/cityObjectGroup.xsd">
  <cityObjectMember>
    <!--Building 代表一個透天，對應至一戶-->
    <bldg:Building>
      <!--擴充屬性(建物識別碼)-->
      <gen:stringAttribute name="buildingId">
        <gen:value>ID_2TNJC7AXH5</gen:value>
      </gen:stringAttribute>
      <!--擴充屬性(測製時間)-->
      <gen:stringAttribute name="date">
        <gen:value>2019-06</gen:value>
      </gen:stringAttribute>
      <!--貼圖-->
      <app:appearance>
        <app:Appearance>
          </app:Appearance>
        </app:appearance>
      <bldg:class>1000</bldg:class>
      <bldg:roofType/>
      <bldg:measuredHeight uom="m">16</bldg:measuredHeight>
      <bldg:storeysAboveGround>5</bldg:storeysAboveGround>
      <bldg:storeysBelowGround>0</bldg:storeysBelowGround>
      <bldg:consistsOfBuildingPart>
        <!--樓層裡面記錄的 BuildingPart-->
        <bldg:BuildingPart gml:id="ID_2TNJC7AXH5_001">
          <bldg:lod1MultiSurface>
            <!--各種沒有分類的 multisurface!-->
            <gml:MultiSurface>
              <gml:surfaceMember>
                </gml:surfaceMember>
              </gml:MultiSurface>
            </bldg:lod1MultiSurface>
          </bldg:BuildingPart>
        </bldg:consistsOfBuildingPart>
        <bldg:consistsOfBuildingPart>
          <bldg:BuildingPart gml:id="ID_2TNJC7AXH5_002">
            <bldg:lod1MultiSurface>
              <!--各種沒有分類的 multisurface!-->
              <gml:MultiSurface>
                <gml:surfaceMember>
                  </gml:surfaceMember>
                </gml:MultiSurface>
              </bldg:lod1MultiSurface>
            </bldg:BuildingPart>
          </bldg:consistsOfBuildingPart>
        <!--BuildingPart 記錄樓層空間單元幾何，數量與樓層一致-->
        <!--建物連結之門牌-->
        <bldg:address>
          <Address>
            <xalAddress xmlns:xAL="urn:oasis:names:tc:ciq:xsdschema:xAL:2.0">
              <xAL:AddressDetails/>
            </xalAddress>
          </Address>
        </bldg:address>
      </bldg:Building>
    </cityObjectMember>
  </cityObjectMember>

```

```

<!--CityObjectGroup 代表某層-->
<grp:CityObjectGroup gml:id="ID_2TNJC7AXH5_001_COG">
  <!--樓層屬性-->
  <gml:name>StoryNo_1</gml:name>
  <grp:class>building separation</grp:class>
  <grp:function>lod1Storey</grp:function>
  <!--樓層裡面記錄的物件，xlink 到 Building 裡面的 BuildingPart-->
  <grp:groupMember xlink:href="#ID_2TNJC7AXH5_001"/>
</grp:CityObjectGroup>
</cityObjectMember>
<cityObjectMember>
  <!--CityObjectGroup 代表某層-->
  <grp:CityObjectGroup gml:id="ID_2TNJC7AXH5_002_COG">
    <!--樓層屬性-->
    <gml:name>StoryNo_2</gml:name>
    <grp:class>building separation</grp:class>
    <grp:function>lod1Storey</grp:function>
    <!--樓層裡面記錄的 CityObject-->
    <grp:groupMember xlink:href="#ID_2TNJC7AXH5_002"/>
  </grp:CityObjectGroup>
</cityObjectMember>
</CityModel>

```

(四)公寓、華廈、大樓(不區分樓層)

<CityModel>記錄 1 到多個<cityObjectMember>，可視情形記錄 1 個 Building 加上多個 BuildingPart，亦可直接使用一個 Building。擴充屬性、紋理貼圖及幾何表示，皆遵循 CityGML 定義之架構。公寓、華廈及大樓須注意 Building 及 BuildingPart 對應的多筆地址，若地址具有坐標，得關聯到正確的 Building 或 BuildingPart。請參考圖 13-4 之編碼架構圖以及編碼範例。

```

<cityObjectMember>
  <!--Building代表一個公寓、華廈或大樓-->
  <bldg:Building>
    <!--擴充屬性(建物識別碼)-->
    <gen:stringAttribute name="buildingId">
      <gen:value>ID_2TNJC7AXH5</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <!--擴充屬性(測製時間)-->
    <gen:stringAttribute name="date">
      <gen:value>2019-06</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <!--貼圖-->
    <app:appearance>
      <bldg:class>1000</bldg:class>
      <bldg:roofType/>
      <bldg:measuredHeight uom="m">65</bldg:measuredHeight>
      <bldg:storeysAboveGround>20</bldg:storeysAboveGround>
      <bldg:storeysBelowGround>3</bldg:storeysBelowGround>
      <bldg:lod1MultiSurface>
        <!--各種沒有分類的multisurface!-->
        <gml:MultiSurface>
        </gml:MultiSurface>
      </bldg:lod1MultiSurface>
      <!--如果需要，可記錄BuildingPart-->
      <bldg:consistsOfBuildingPart>
        <bldg:BuildingPart>
          <!--在此BuildingPart對應的空間所關聯的地址-->
          <bldg:address/>
        </bldg:BuildingPart>
      </bldg:consistsOfBuildingPart>
      <!--在此Building對應的空間所關聯的地址-->
      <bldg:address/>
      <bldg:address/>
    </bldg:Building>
  </cityObjectMember>

```

圖 13-4、公寓、華廈、大樓(不區分樓層)之 CityGML 檔案範例

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<CityModel xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:grp="http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0"
xmlns:app="http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0"
xmlns="http://www.opengis.net/citygml/2.0" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:dem="http://www.opengis.net/citygml/relief/2.0"
xmlns:bldg="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0"
xmlns:gen="http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/building/2.0/building.xsd
http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/appearance/2.0/appearance.xsd
http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/generics/2.0/generics.xsd
http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0/cityObjectGroup.xsd">
  <cityObjectMember>

```

```

<!--Building 代表一個公寓、華廈或大樓-->
<bldg:Building>
  <!--擴充屬性(建物識別碼)-->
  <gen:stringAttribute name="buildingId">
    <gen:value>ID_2TNJC7AXH5</gen:value>
  </gen:stringAttribute>
  <!--擴充屬性(測製時間)-->
  <gen:stringAttribute name="date">
    <gen:value>2019-06</gen:value>
  </gen:stringAttribute>
  <!--貼圖-->
  <app:appearance>
    <app:Appearance>
    </app:Appearance>
  </app:appearance>
  <bldg:class>1000</bldg:class>
  <bldg:roofType/>
  <bldg:measuredHeight uom="m">65</bldg:measuredHeight>
  <bldg:storeysAboveGround>20</bldg:storeysAboveGround>
  <bldg:storeysBelowGround>3</bldg:storeysBelowGround>
  <bldg:lod1MultiSurface>
    <!--各種沒有分類的 multisurface!-->
    <gml:MultiSurface>
      <gml:surfaceMember>
      </gml:surfaceMember>
    </gml:MultiSurface>
  </bldg:lod1MultiSurface>
  <!--如果需要，可記錄 BuildingPart-->
  <bldg:consistsOfBuildingPart>
    <bldg:BuildingPart>
      <!--在此 BuildingPart 對應的空間所關聯的地址-->
      <bldg:address/>
    </bldg:BuildingPart>
  </bldg:consistsOfBuildingPart>
  <!--在此 Building 對應的空間所關聯的地址-->
  <bldg:address/>
  <bldg:address/>
</bldg:Building>
</cityObjectMember>
</CityModel>

```

(五)公寓、華廈、大樓(區分樓層、戶)

<CityModel> 記錄 1 到多個 <cityObjectMember>，記錄一個 Building 及多個 CityObjectGroup。Building 對應到三維建物模型，各樓層以 CityObjectGroup 記錄，CityObjectGroup 內的 <groupMember>，對應到一戶，以 BuildingPart 記錄(若不分戶，<groupMember>則對應到整個樓層)。地址若具有空間位置，須依其位置精度，記錄在正確的樓層或戶之 BuildingPart 裡面，若不具有空間位置，則記錄在代表三維建物的 Building 裡面。請參考圖 13-5 之編碼架構圖以及編碼範例。

```

<cityObjectMember>
  <!--Building代表一個大樓-->
  <bldg:Building>
    <!--擴充屬性(建物識別碼)-->
    <gen:stringAttribute name="buildingId">
      <gen:value>ID_2TNJC7AXH5</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <!--擴充屬性(測製時間)-->
    <gen:stringAttribute name="date">
      <gen:value>2019-06</gen:value>
    </gen:stringAttribute>
    <!--貼圖-->
    <app:appearance>
      <app:Appearance>
      </app:Appearance>
    </app:appearance>
    <bldg:class>1000</bldg:class>
    <bldg:roofType/>
    <bldg:measuredHeight uom="m">65</bldg:measuredHeight>
    <bldg:storeysAboveGround>20</bldg:storeysAboveGround>
    <bldg:storeysBelowGround>3</bldg:storeysBelowGround>
    <bldg:consistsOfBuildingPart>
      <!--BuildingPart代表一戶-->
      <bldg:BuildingPart gml:id="ID_2TNJC7AXH5_001_001">
      </bldg:BuildingPart>
    </bldg:consistsOfBuildingPart>
    <!--BuildingPart代表一戶-->
    <bldg:consistsOfBuildingPart>
      <bldg:BuildingPart gml:id="ID_2TNJC7AXH5_001_002">
      </bldg:BuildingPart>
    </bldg:consistsOfBuildingPart>
    <bldg:consistsOfBuildingPart>
      <!--BuildingPart代表一戶-->
      <bldg:BuildingPart>
      </bldg:BuildingPart>
    </bldg:consistsOfBuildingPart>
  </bldg:Building>
</cityObjectMember>
<cityObjectMember>
  <!--CityObjectGroup代表某層-->
  <grp:CityObjectGroup gml:id="ID_2TNJC7AXH5_001_COG">
    <gml:name>StoryNo_1</gml:name>
    <grp:class>building separation</grp:class>
    <grp:function>lod1Storey</grp:function>
    <!--groupMember代表某戶-->
    <grp:groupMember xlink:href="#ID_2TNJC7AXH5_001_001"/>
    <grp:groupMember xlink:href="#ID_2TNJC7AXH5_001_002"/>
  </grp:CityObjectGroup>
</cityObjectMember>
<!--更多其他樓層-->
<cityObjectMember>

```

圖 13-5、公寓、華廈、大樓(區分樓層、戶)之 CityGML 檔案範例

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<CityModel xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:grp="http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0"
xmlns:app="http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0"
xmlns="http://www.opengis.net/citygml/2.0" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:dem="http://www.opengis.net/citygml/relief/2.0"
xmlns:bldg="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0"
xmlns:gen="http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/citygml/building/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/building/2.0/building.xsd
http://www.opengis.net/citygml/appearance/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/appearance/2.0/appearance.xsd
http://www.opengis.net/citygml/generics/2.0

```

```

http://schemas.opengis.net/citygml/generics/2.0/generics.xsd
http://www.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0
http://schemas.opengis.net/citygml/cityobjectgroup/2.0/cityObjectGroup.xsd">
  <cityObjectMember>
    <!--Building 代表一個大樓-->
    <bldg:Building>
      <!--擴充屬性(建物識別碼)-->
      <gen:stringAttribute name="buildingId">
        <gen:value>ID_2TNJC7AXH5</gen:value>
      </gen:stringAttribute>
      <!--擴充屬性(測製時間)-->
      <gen:stringAttribute name="date">
        <gen:value>2019-06</gen:value>
      </gen:stringAttribute>
      <!--貼圖-->
      <app:appearance>
        <app:Appearance>
          </app:Appearance>
        </app:Appearance>
      </app:appearance>
      <bldg:class>1000</bldg:class>
      <bldg:roofType/>
      <bldg:measuredHeight uom="m">65</bldg:measuredHeight>
      <bldg:storeysAboveGround>20</bldg:storeysAboveGround>
      <bldg:storeysBelowGround>3</bldg:storeysBelowGround>
      <bldg:consistsOfBuildingPart>
        <!--BuildingPart 代表一戶-->
        <bldg:BuildingPart gml:id="ID_2TNJC7AXH5_001_001">
          <bldg:lod1MultiSurface>
            <!--各種沒有分類的 multisurface!-->
            <gml:MultiSurface>
              <gml:surfaceMember>
                <gml:Polygon>
                  <gml:exterior>
                    <gml:LinearRing>
                      </gml:LinearRing>
                    </gml:exterior>
                  </gml:Polygon>
                </gml:surfaceMember>
              </gml:MultiSurface>
            </bldg:lod1MultiSurface>
            <!--戶連結之門牌-->
            <bldg:address>
              <Address>
                <xalAddress
xmlns:xAL="urn:oasis:names:tc:ciq:xsdschema:xAL:2.0">
                  <xAL:AddressDetails/>
                </xalAddress>
              </Address>
            </bldg:address>
          </bldg:BuildingPart>
        </bldg:consistsOfBuildingPart>
        <!--BuildingPart 代表一戶-->
        <bldg:consistsOfBuildingPart>
          <bldg:BuildingPart gml:id="ID_2TNJC7AXH5_001_002">
            <bldg:lod1MultiSurface>
              <!--各種沒有分類的 multisurface!-->
              <gml:MultiSurface>
                <gml:surfaceMember>

```



```

        </gml:exterior>
        </gml:Polygon>
        </gml:surfaceMember>
        </gml:MultiSurface>
    </bldg:lod1MultiSurface>
    <!--戶連結之門牌-->
    <bldg:address>
        <Address>
            <xalAddress
xmlns:xAL="urn:oasis:names:tc:ciq:xsd:schema:xAL:2.0">
                <xAL:AddressDetails/>
            </xalAddress>
        </Address>
    </bldg:address>
</bldg:BuildingPart>
</bldg:consistsOfBuildingPart>
</bldg:Building>
</cityObjectMember>
<cityObjectMember>
    <!--CityObjectGroup 代表某層-->
    <grp:CityObjectGroup gml:id="ID_2TNJC7AXH5_001_COG">
        <gml:name>StoryNo_1</gml:name>
        <grp:class>building separation</grp:class>
        <grp:function>lod1Storey</grp:function>
        <!--groupMember 代表某戶-->
        <grp:groupMember xlink:href="#ID_2TNJC7AXH5_001_001"/>
        <grp:groupMember xlink:href="#ID_2TNJC7AXH5_001_002"/>
    </grp:CityObjectGroup>
</cityObjectMember>
<!--更多其他樓層-->
<cityObjectMember>
    <!--CityObjectGroup 代表某層-->
    <grp:CityObjectGroup gml:id="ID_2TNJC7AXH5_002_COG">
        <gml:name>StoryNo_2</gml:name>
        <grp:class>building separation</grp:class>
        <grp:function>lod1Storey</grp:function>
        <!--groupMember 代表某戶-->
        <grp:groupMember xlink:href="#ID_2TNJC7AXH5_002_001"/>
        <grp:groupMember xlink:href="#ID_2TNJC7AXH5_002_002"/>
    </grp:CityObjectGroup>
</cityObjectMember>
</CityModel>

```



內政部國土測繪中心

地址：臺中市南屯區黎明路 2 段 497 號 4 樓

網址：www.nlsc.gov.tw

總機：(04) 22522966

傳真：(04) 22592533