

令和元年度 林野庁委託事業
令和元年度中高層建築物を中心としたＣＬＴ等新たな
木質建築部材利用促進・定着事業

BIM を活用したデジタル施工事例集の作成事業 報告書

令和 2 年 3 月

林野庁林政部木材産業課

目次

1.事業の概要	1
1.1. 事業の目的	1
1.2. 事業の概要	1
1.3. 検討体制	2
1.4. 事業実施スケジュール	3
2.BIMを活用した設計施工事例の収集整理	4
2.1. 実物件	4
2.2. ソフトウェア	47
2.2.1 CEDXM ファイルと BIM (IFC) 連携	47
2.2.2 wallstat と BIM (IFC) 連携	57
3.BIM と CAD/CAM システムとのデータ連携の可能性の検討	64
3.1. BIM と CAD/CAM システムとのデータ連携の可能性	64
3.1.1 上流工程と下流工程の接続	64
3.1.2 属性項目標準	65
3.1.3 プレファブリケーション	69
3.2. 木構造 BIM 分野における IFC データ連携の概要	73
3.2.1 BIM データの国際標準 IFC	73
3.2.2 海外における木構造 BIM 分野の活動	76
3.2.3 木造分野における IFC データ連携の概要	77
3.2.4 木質部材 BIM オブジェクトデータ配信における IFC データ活用の可能性	79
3.2.5 木造分野における IFC データ連携の展望	80
3.3. BIM と CAD ソフトとの連動への課題・可能性について	82
3.3.1 CAD ソフトメーカーA 社からの意見	82
3.3.2 CAD ソフトメーカーB 社からの意見	84
4.木造建築物の設計施工における BIM 活用の標準的なモデルの検討	86
4.1. 木造建築物 BIM ワークフロー（素案）	86
4.2. 木構造 BIM 標準モデル（素案）	90
4.3. サンプル BIM モデル	94
5.木造建築物の設計施工に BIM を適用するメリット、課題の整理	107
5.1. 建築の設計から施工、維持管理における BIM 活用のメリットと課題について	107
5.2. 構造分野における BIM 活用のメリットと課題について	112
5.3. 防耐火分野における BIM 活用のメリットと課題について	113
5.4. 耐久性分野における BIM 活用のメリットと課題について	114
5.5. 温熱環境分野における BIM 活用のメリットと課題について	115

1. 事業の概要

1.1. 事業の目的

各種建築物の設計施工において導入が進められている BIM (Building Information Modeling) については、建築の企画、設計、施工から維持管理に至る各フェーズに於いて、建築物に関する情報の蓄積、共有、活用、管理が効果的、効率的に行われることから、木造建築物の品質、性能の向上、設計施工業務の改善に寄与することが期待されている。

このため、中高層木造建築物等の設計施工において、BIM の活用が推進されるよう、BIM を活用した設計施工事例の収集整理等を行い、木造建築物の設計施工における BIM 活用の標準的なモデルの検討、メリット、課題の整理を行うことを目的とする。

1.2. 事業の概要

(1) 検討委員会の設置・開催

事業の運営と進捗管理のため、林野庁、国土交通省、有識者、設計者、施工者、プレカット事業者、システム開発者等からなる検討委員会を設置し、事業実施期間中 3 回開催する。検討委員会では、事業実施計画を作成するとともに、進捗状況の確認や成果のとりまとめを行う。

(2) BIM を活用した設計施工事例の収集整理

各種建築における BIM を活用した設計施工事例の収集、整理を行う。

(3) BIM と CAD/CAM システムとのデータ連携の可能性検討

BIM ソフトを用いた設計事例をもとに、BIM と CAD/CAM システムとのデータ連携の可能性、木質部材データの BIM、CAD/CAM システム向けフォーマット等について検討を行う。

(4) 木造建築物の設計施工における BIM 活用の標準的なモデル化の検討

(2) 及び (3) の検討をもとに木造建築物の設計施工における BIM 活用の標準的なモデルについて検討する。

(5) 木造建築物の設計施工に BIM を適用するメリット、課題の整理

(2) ～ (4) の検討をもとに木造建築物の設計施工に BIM を活用するメリット、課題の整理を行う。

<用語の定義> 以降、本報告書に使われる各用語については以下のとおりとする。

BIM	コンピュータ上に作成した主に 3 次元の形状情報に加え、室等の名称・面積、材料・部材の仕様・性能、仕上げ等、建築物の属性情報を併せ持つ建築物情報モデルを構築するものをいう。本報告書では包括的概念としての用語として使用する。
BIM ソフト (ウェア)	建物情報モデルを構築するために利用する各ソフトウェアのことをいう
BIM モデル	コンピュータ上に作成した 3 次元の形状情報に加え、各種の建築物や建築物を構成する部材に関する属性情報を併せ持つ建物情報モデル全体をいう
BIM オブジェクト	空間に配置された、物、目標物及び対象の実体を、属性と操作の集合として 3 次元モデル化した各種部品のことをいう。

1.3. 検討体制

専門の学識経験者、関連団体等で委員会を構成し、検討を行う。更に組織事務所、ゼネコン、BIM ソフト会社、プレカット CAD 会社等をオブザーバーとして招聘し、広く業界の声を集めることとした。

BIM を活用した木造建築物のデジタル設計施工検討委員会委員名簿（案）

（順不同）

委員長	松留 慎一郎	職業能力開発総合大学校 名誉教授
委員	志手 一哉	芝浦工業大学工学部建築工学科 教授
	中川 貴文	京都大学生存圏研究所生活圏構造機能分野 准教授
	武藤 正樹	（国研）建築研究所 建築生産研究グループ 上席研究員
	佐野 吉彦	（一社）日本建築士事務所協会連合会 BIM と情報 環境 WG 主査
	本谷 淳	（一社）日本建設業連合会 建築生産委員会 IT 推進 部会 BIM 専門部会委員
	鎌田 広道	（一社）日本木造住宅産業協会 生産技術委員会委員
	原田 実生	（一社）全国木造住宅機械プレカット協会 会長
	足達 嘉信	（一社）buildingSMART Japan 技術統合委員会 委員長
	森 弘和	特定非営利活動法人シーデクセマ評議会 副理事長
	向井 昭義	（公財）日本住宅・木材技術センター 参与兼試験研究所長
	飯島 敏夫	（公財）日本住宅・木材技術センター 理事兼認証部長
協力委員	川原 聡	林野庁林政部木材産業課木材製品技術室 課長補佐 （令和元年 9 月末まで）
	竹本 央記	林野庁林政部木材産業課木材製品技術室 課長補佐 （令和元年 10 月から）
	小林 真大	林野庁林政部木材産業課木材製品技術室 住宅資材技術係長
	田伏 翔一	国土交通省住宅局建築指導課 課長補佐
	飯田 和哉	国土交通省住宅局建築指導課 課長補佐
	恵崎 孝之	国土交通省住宅局住宅生産課木造住宅振興室 企画専門官
	宮内 徹	国土交通省官庁営繕部整備課施設評価室 企画専門官
	高林 弘樹	（国研）建築研究所 建築生産研究グループ 研究員
オブザーバー	高橋 暁	（国研）建築研究所 建築生産研究グループ長
	吉田 哲	（株）日建設計 設計部門 3D センター室 兼 CG スタジ オ室長 IoT 推進室 コンサルティングディレクター
	森田 徹也	（株）大成建設 設計本部 設計品質技術部 部長
	鳥澤 進一	（株）竹中工務店 BIM 推進室長

	小林 道和	(株) 竹中工務店 木造・木質建築推進本部 副部長
	濱地 和雄	オートデスク (株) AEC セールスディベロップメント エグゼクティブ
	飯田 貴	グラフィソフトジャパン (株) BIM インプリメンテーションディレクター
	塚本 卯郎	福井コンピュータアーキテクト(株) 取締役
	木村 謙	エーアンドエー (株) マーケティング本部
	柳澤 泰男	(株) インテグラル 代表取締役社長
	祖父江久好	ネットイーグル (株) 代表取締役
	田鎖 郁男	(株) エヌ・シー・エヌ 代表取締役
	勝田 幸仁朗	物林 (株) 建設事業部 部長
	手塚 哲也	物林 (株) 北海道建設事業部
事務局	金子 弘	(公財) 日本住宅・木材技術センター専務理事兼研究技術部長
	鈴木 圭	(公財) 日本住宅・木材技術センター研究技術部 技術主任
	浅見 忠明	(公財) 日本住宅・木材技術センター研究技術部 技術主任
	今吉 義隆	(株) MAKE HOUSE 代表取締役

1.4. 事業実施スケジュール

委員会の開催及び検討実施項目のスケジュールは下記のとおりである。

	4 月 5 月 6 月	7 月 8 月 9 月	10 月 11 月 12 月	1 月 2 月 3 月
委員会		☆#1	☆ # 2	☆ # 3
	B I Mを活用した設計 施工事例の収集整理 B I MとC A D / C A Mシステム とのデータ連携の可能性検討 木造建築物の設計施工におけるB I M活用の標準的なモデル化の検討 B I Mを適用するメリ ット、課題の整理 報告書の作成			

2. BIM を活用した設計施工事例の収集整理

2.1. 実物件

各種建築における BIM を活用した設計施工事例の収集、整理を行った。

実物件の一覧を表 2.1-1 に、詳細情報を次ページ以降に示す。

表 2.1-1 設計施工事例実物件の一覧

No	物件名称	用途	構造種別	階数	延べ床面積 (m ²)
1	商品化住宅	一戸建ての住宅	木造	2階	92.20
2	竹中研修所「匠」増築	研修所	木造	地下1階・地上3階	1,209.20
3	名古屋城木造天守閣	天守閣（観光施設）	木造	地下1階・地上5階	約5,500
4	兵庫県林業会館	事務所	CLT+鉄骨ハイブリッド構造	5階	1,567.10
5	選手村ビレッジプラザ	オリンピック施設 （仮設）	木造	1階	5,285.45
6	有明体操競技場兼展示場	スポーツ練習場・展示場	鉄骨造+木造	3階	39,194.30
7	みやこ下地島空港 T	空港施設	RC造+木造	2階	12,027.18
8	熊本県立熊本かがやきの森支援学校	各種学校	RC造+S造+木造	1階	6,184.74
9	木材会館	テナントビル	SRC造+木造	7階	7,582.09
10	Cool tree	東屋	木造	1階	—
11	蔵春閣移築工事	—	木造	2階	約300

BIM を活用した設計施工事例-1

物件名称	商品化住宅	建築場所	全国
用途	一戸建ての住宅	用途地域	第一種低層住居専用地域主体
防火地域の指定	準防火地域主体	構造種別及び階数	2 階建て木造
構造計算ルート	令 81 条 3 項に準じる	延べ床面積	標準タイプ 92.2 m ²
最高高さ	標準タイプ 6.254 m	軒の高さ	標準タイプ 5.8 m
物件概要	■ 建物の概要 (株)エヌ・シー・エヌ（以下 NCN）は 3 階までの木造住宅及び低層非住宅建築物を対象として、構造設計およびプレカット出荷までを手掛けている。今回、事例として上記に挙げた物件は年間約 250 棟建築する商品化住宅のうち、標準な規模のものである。 これらの建築物の木構造は NCN が独自に開発を行う SE 構法と呼ばれる金物構法システムによって構築されており、規格化された部材と接合金物のみで構成されることが特徴である。本物件は、令 81 条 3 項ルートにより構造計算されている。 ■ 物件の特徴（BIM との関係） NCN の子会社である(株)MAKE HOUSE 作成した BIM モデルを用いて、意匠設計、構造設計、プレカットの間の情報を統合させている。本物件においては SE 構法が採用されており、主に意匠設計と構造設計との情報の連結が重要となった。なお、住宅系では設備配管があまり複雑ではないため、設備設計との不整合は生じにくい。		
BIM の活用概要	■ 活用概要 住宅商品の意匠モデルと構造モデルを BIM ソフトで作成・統合し干渉チェックを行った。設計者、施工者、プレカット工場が同じデータを 3 次元で確認することによって（図 2.1-1）不整合をなくし、住宅レベルでもフロントローディング設計を実現することを試みた。 意匠分野：商品化住宅のため標準のパターンが決まっているとはいえ、個別に対応する部分の立体的収まりの確認のための 3 次元モデル化は重要であった。 構造分野：本物件（SE 構法）は令 81 条 3 項に基づき物件ごとに構造計算を行っている。このため、何度か意匠設計とのやり取りが必要となった。 加工分野：接合金物と部材の組み合わせが構法により決まっており、CAD-CAM 連動の仕組みのため、加工はプレカット化・自動化されている。 調達分野：プレカット CAD 側で自動的に木拾い表が作例され、不整合がない。		

施工分野：BIM による 3 次元図面を見ていただくことによって
 施工業者の建築物に対する理解を高めることができた。
 FM 分野：BIM は活用していない。



図 2.1-1 3 次元 CAD による干渉チェックの例

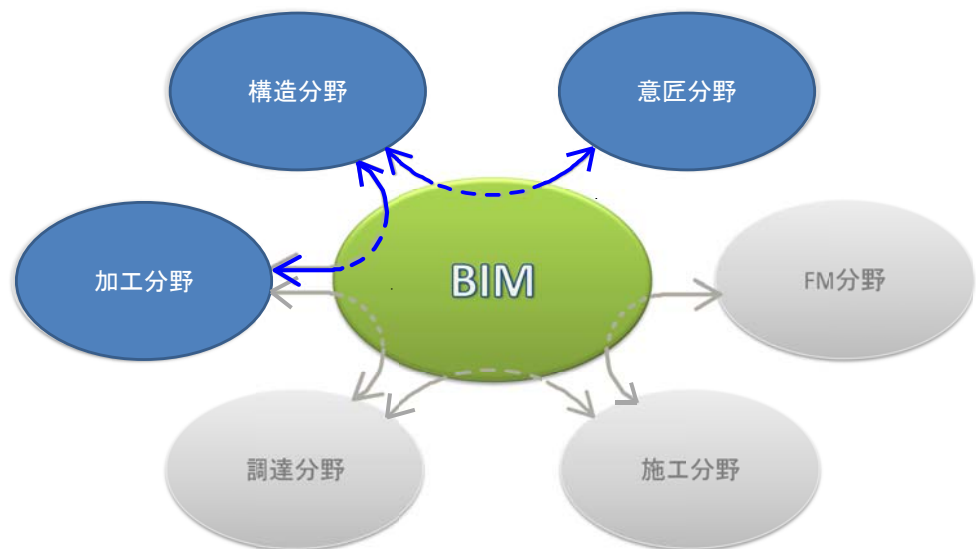


図 2.1-1 事例 1 における BIM 活用イメージ

本建物における
BIM 活用のメリ
ットと課題

メリットとしては、図 2.1-1 のような 3 次元モデルによる干渉チェックを行い、フロントローディング体制を整えることで、不具合を事前に検知でき、施工をスムーズに行えることが挙げられる。デメリットとしては、現状では BIM モデルによる設計を行うための開発費の負担が発生することと、BIM ソフトを使いこなせる人員の育成に時間とコストがかかることがあげられるが、一度構築すれば設計効率は飛躍的に向上すると思われる。

BIM を活用した設計施工事例-2

物件名称	竹中研修所「匠」増築	建築場所	兵庫県川西市
用途	研修所	用途地域	指定なし
防火地域の指定	指定なし	構造種別 及び階数	木造 地下1階・地上3階
構造計算ルート	ルート3	延べ床面積	1,209.20 m ²
最高高さ	11.810 m	軒の高さ	10.710 m
物件概要	■ 建物の概要 竹中研修所は、兵庫県川西市の緑豊かな森（清和台の森）に建つ自社研修所である。建設会社の研修所から国産の木を使っていくことで、日本における林業や自然環境の保護につながると考え、国産杉材を使用した CLT パネル工法を採用した。構造形式やディテール、施工手順を工夫することで森に開く大開口を設けられる、オリジナルの CLT パネル工法とした。従業員の研修教材となることも視野に入れて、森づくり研修とともに、木造や環境配慮の意識を高め、取り組みを活性化させることを考えている。 ■ 物件の特徴 燃えしろ設計による1時間準耐火構造とし、内装制限がかからないよう計画することで、宿泊室内 CLT パネルを内装あらわしで使用した。空調機等の設備を二重床内に計画することで、天井設備を最小化し、雑要素のない CLT 天井を実現している。また、二重床・二重壁を利用して CLT 接合金物を見えないように配慮し、CLT そのものに包まれるミニマルな宿泊室とした。垂壁・腰壁のない大開口によって、自然環境に目を向ける研修環境を目指した。		
BIM の活用概要	■ 活用概要 計画段階では、当該建築プロジェクトでの仕上げ・躯体・設備それぞれの「設計モデル」を BIM ソフトで作成し(図 2.1-3)、重ね合わせによって干渉チェックと意匠の確認を行うことで図面の精度を上げることを主目的として使用した。 詳細設計段階においては、「設計モデル」とは別に、CLT 建材供給会社にて意匠図を読み込んで「製作モデル」を作成し、「設計モデル」と「製作モデル」を重ね合わせすることで、CLT 特有の複雑な金物の干渉チェックや、金物が露出しないような納まりの確認が可能となった。施工段階においては設計者・施工者・CLT 建材供給会社の三者が集まって重ね合わせ会を行う中で修正・確認した「製作モデル」を設計者が 3D 承認し、承認した「製作モデル」を直接 3D 加工機に読み込んで CLT 加工を行うことで、間違いや手戻りもなくすと共に承認・発注・製作にかかる期間を短縮することができた。		

○ 建築計画フェーズ

意匠分野：ボリューム検討の他、内外観の意匠検討に活用した。特に、CLT 躯体あらわしの仕上げが多い計画であったので、構造・設備の納まりを含むディテール調整に役立てた。

構造分野：建築計画と構造計画の整合性の確認及び設備貫通孔や躯体に設ける開口位置の確認に活用した。

設備分野：設備機器の納まりやパイプスペースの計画、設備配管等の経路と躯体貫通孔の調整・確認に活用した(図 2.1-4)。

○ 工事計画フェーズ

施工分野：総合仮設計画や外周足場計画、資材置き場、建物に対する揚重機の位置確認(図 2.1-5)、CLT パネルの施工手順の確認に使用している。また、仮設足場の解体順序と残工事の作業手順の計画にも活用した。

○ 施工検討フェーズ

施工・加工分野：床・壁 CLT パネルの加工形状と接合金物配置の決定を行うため、3D 加工機で使用できる「製作モデル」を作成し、設計者による 3D 承認を行った。

○ 維持管理フェーズ

FM 分野：利用を提案中。

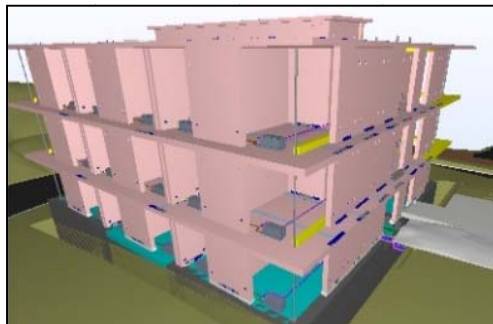


図 2.1-3 BIM モデル (設計モデル)

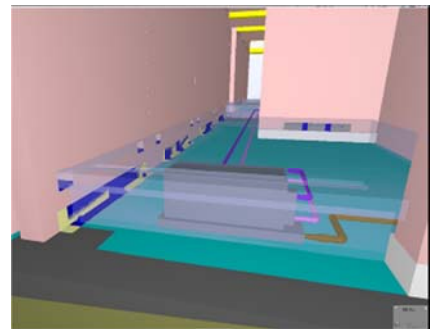


図 2.1-4 設備納まりチェック

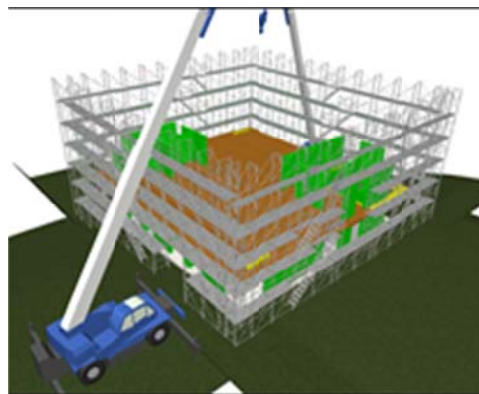
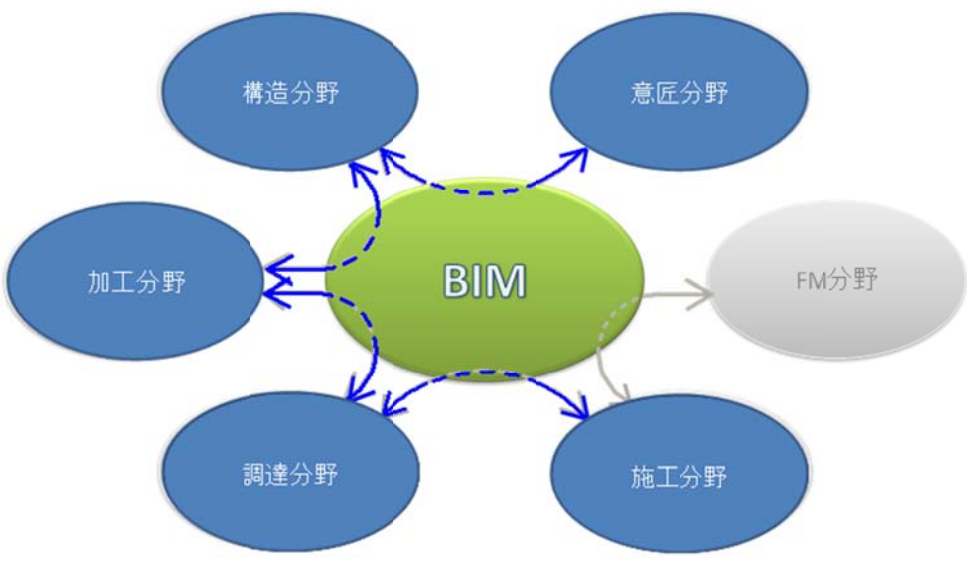


図 2.1-5 揚重機の検討

	 図 2.1-6 事例 2 における BIM 活用イメージ
本建物における BIM 活用のメリットと課題	膨大な建築に関する情報を BIM モデルのデータベースとして一元管理することで整合性を確保しながら建築計画、施工計画、調達、施工調整（施工図）の各フェーズで活用することができる。多くの関係者と CG をみながら BIM ソフトに取り込んだ様々な情報をもとに色分け表示、断面切断表示などにより見やすいかたちで効率よく検討を進められる。 一方で BIM 活用の黎明期であるため、ソフトウェアの整備や人材育成の途上であり、また、建設分野内の標準化まで課題も多い。

BIM を活用した設計施工事例-3

物件名称	名古屋城木造天守閣	建築場所	名古屋市中区
用途	天守閣（観光施設）	用途地域	第2種住居地域
防火地域の指定	準防火地域	構造種別及び階数	木造 地下1階地上5階
構造計算ルート	未定	延べ床面積	約 5,500 m ²
最高高さ	約 37 m	軒の高さ	約 31 m
物件概要	■建物の概要 1612年に完成し、戦災で焼失した名古屋城天守は名古屋のシンボルとしてSRC造で再建後、約60年間親しまれてきたが、設備の老朽化や耐震性の確保などの問題に対応するため、2018年5月7日に閉館された。天守として日本最大規模の名古屋城天守を木造で復元しようというプロジェクトについて、基本設計段階から施工段階までのBIM活用を推進している。 現在（2020年1月）は詳細設計を実施中である。 ■物件の特徴（BIMとの関係） 名古屋城は数多い城の中でも異例なほど豊富な資料が残っている。それらの膨大な情報から信頼性の高い情報を抽出したり、城内や他城郭の類似建築等を参照・類推して、木材の配置・仕様・納まり等、精度の高い情報を作りこんでいる。 天守閣形状の特徴として、複数の階にまたがる数多くの通し柱、屋根の軒反り、破風（飾り屋根）など複雑な立体構成・曲面形状になっている。 これらの情報をタイムリーかつ正確に捉えて一元管理する必要がある。		

BIM の活用概要

■活用概要

豊富な資料から抽出した情報を BIM モデルに一元管理している。これらの情報を設計図、構造検討、木材発注、施工検討に活用していく。

意匠分野：木材の立体的な配置や木材仕様の検討に活用、屋根モデルをビジュアルプログラミングで作成した(図 2.1-7)

構造分野：継手・仕口の詳細検討に活用(図 2.1-8)。意匠モデルの木材仕様を構造検討モデルの作成に活用

加工分野：加工図の作図、宮大工の伝統技術と機械加工とを組み合わせた加工フローを検討中

調達分野：木材発注情報(図面及び一覧表)を BIM ソフトで作成した木材情報と関連付けた電子帳票を作成し材料検査に活用した。電子帳票から BIM モデルへのリンクを作成し検査対象の木材が建物のどこに配置されるかを確認できるようにした(図 2.1-9)。

施工分野：施工手順検討、足場計画に活用中(図 2.1-10)

F M 分野：検討中



図 2.1-7 設計 B I M モデル



図 2.1-8 継手・仕口詳細モデル

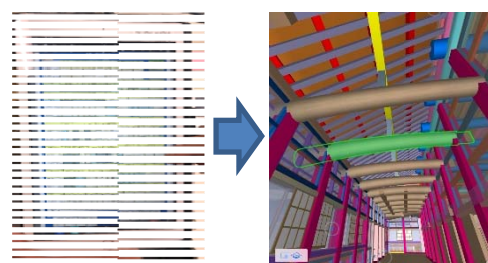


図 2.1-9 電子帳票を活用した材料検査

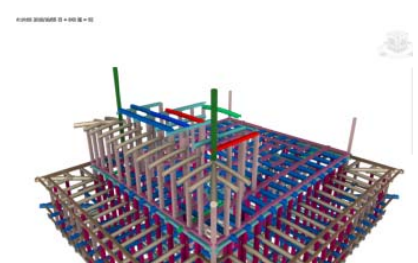


図 2.1-10 施工手順の検討

	図 2.1-11 事例 3 における BIM 活用イメージ
本建物における BIM 活用のメリットと課題	膨大な史実資料から情報を検証・分析する作業に対して BIM モデルをデータベースとして一元管理することで整合性を確保しながら進めることができる。 BIM ソフトに取り込んだ様々な情報をもとに色分け表示、断面切断表示などにより見やすい形で関係者に提示することで効率よく設計作業を進められる。 屋根モデル等の作成にプログラミングを活用することでルールに従った正確なモデルを作成できる。今後の施工図レベルの調整にも柔軟に対応できる。 木材の材料検査時に対象の木材が建物のどこに配置されるかを BIM ソフトで確認することで、他の部材との取り合いも考慮してその部位に適した材であるかを明確に判断できた。

BIM を活用した設計施工事例-4

物件名称	兵庫県林業会館	建築場所	兵庫県神戸市
用途	事務所	用途地域	商業地域
防火地域の指定	防火地域	構造種別 及び階数	CLT+鉄骨ハイブリッド構造 5 階建
構造計算ルート	ルート 3	延べ床面積	1,567.10 m ²
最高高さ	23.120 m	軒の高さ	22.720 m
物件概要	■ 建物の概要 兵庫県の林業関係の団体が入居する鉄骨造5階建てのテナントオフィス。壁と床に兵庫県産材の CLT（Cross-Laminated-Timber）利用を促進するプロジェクトである。林業、建築関係を中心に社会的背景や、プロジェクトの意義・波及効果について有識者、専門家から構成された建築実証協議会を立ち上げ、推進された。兵庫県産木材による CLT パネルの製作は初の試みであることから、建築主となる林業関係団体と兵庫県宍粟市・丹波市の伐出業者、製材業者、CLT メーカー、建設会社が連携しスムーズな流通・調達を検証し、実現した。 ■ 物件の特徴 当プロジェクトは、鉄骨構造の床と水平抵抗要素としての壁パネルに CLT を適用している。CLT 床は耐火基準により上面・下面とも強化せつこうボードの耐火被覆を施す。CLT 壁パネルは、長期鉛直荷重を受けないため耐火被覆が不要であり、かつ H12 建告 1439 号の適用により内装制限を緩和することで、CLT 壁パネルの“現し仕上げ”が可能となっている。CLT 壁パネルと鉄骨の接合部には無収縮モルタルを圧入することで水平荷重を伝達させると同時に、その無収縮モルタルを鉄骨の耐火被覆とするディテールとした。		

BIM の活用概要	■活用概要 建築計画および施工計画、工事施工の各フェーズで BIM を使った検討を行っている。当該建築プロジェクトでの意匠と構造、設備データを BIM ソフトで作成・統合し施工手順と建材の干渉チェックを行った(図 2.1-13)。設計者と施工者、CLT を含む建材供給会社が同じデータを 3 次元で確認することによって不整合をなくし、生産性の高い建築プロジェクトを実現することができた。 ○ 建築計画フェーズ 意匠分野：現し仕上げである CLT 壁と CLT 床についての鉄骨部材と外壁の納まり、内装においては CLT 壁と天井等との納まりの確認に活用した。 構造分野：建築計画と構造計画の整合性の確認と構造体に設ける貫通孔などの開口位置の確認に活用した。 設備分野：機械室及びパイプスペースの計画、設備配管の経路と躯体貫通孔、天井内設備の納まりや床下スペースの確認に活用している。 ○ 工事計画フェーズ 施工分野：仮設計画における工事機器搬入用のゲートと効率の高い資材置き場の配置や建物とその開口位置に対する揚重機設置計画の作成、資材の重量を考慮した施工手順の確認を行った(図 2.1-14)。また、仮設の解体順序と残工事の作業手順の確認にも活用した。 ○ 施工検討フェーズ 調達分野：木材の発注情報(図面と数量表)を BIM モデルより作成した。また、計画早期に CLT の樹種・色合いについて BIM による外観イメージを共有し、外周部の CLT は原設計のズギからヒノキに変更した。 加工分野：床及び壁の CLT と鉄骨部材、耐火被覆をモデル化し、CLT 接合金物の形状の決定と工作図用データを作成した。兵庫県産材指定による製作期間を確保するために、発注時期が当初より 1 か月ほど前倒しになると共に、再加工の時間が確保できないことから、早期に接合金物やボルト、ナットとエレクションピースの切断跡までモデル化して干渉部位を調整した接合部等ディテールを決定した。 施工分野：工事着手前の各協力会社との施工手順の確認と調整を行う会議で活用した。CLT 床は外周鉄骨から耐火設計上独立した(分離した)ものとする必要があり、複雑な納まりから被覆箇所の漏れ、手戻りが懸念されたが、施工前の調整会と期中のモデルでの確認によりスムーズに施工することができた。
-----------	--

○ 維持管理フェーズ
FM 分野：利用を提案中。

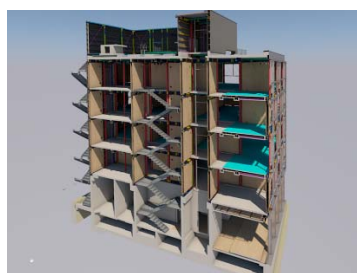


図 2.1-12 BIM モデル

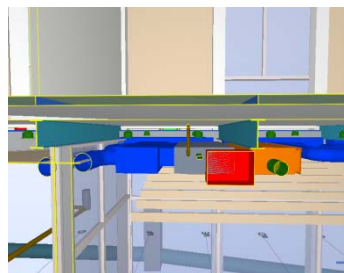


図 2.1-13 干渉チェック

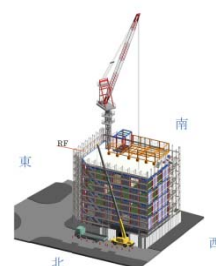


図 2.1-14 揚重機の検討

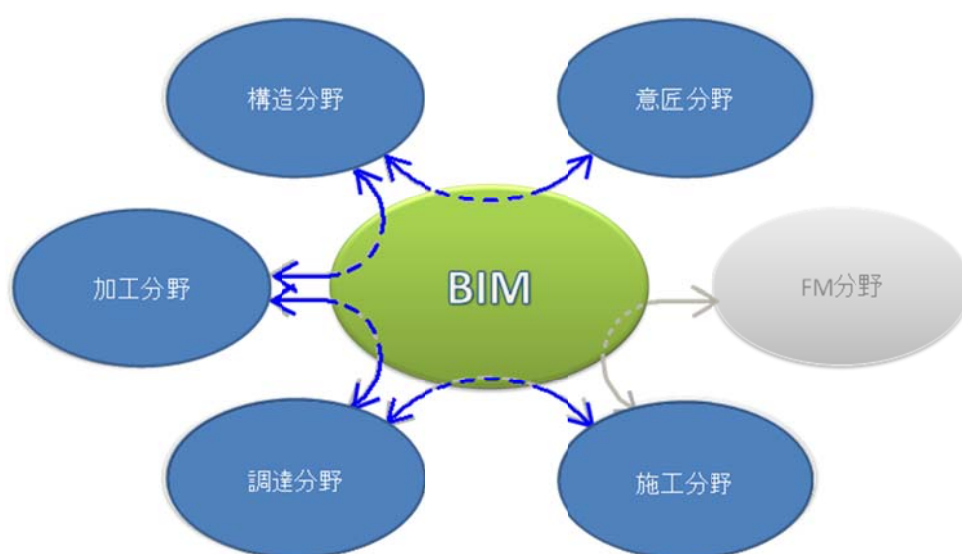


図 2.1-15 事例 4 における BIM 活用イメージ

本建物における BIM 活用の
メリットと課題

膨大な建築に関する情報を BIM モデルのデータベースとして一元管理することで整合性を確保しながら建築計画、施工計画、調達、施工調整（施工図）の各フェーズで活用することができる。多くの関係者と CG をみながら BIM ソフトに取り込んだ様々な情報をもとに色分け表示、断面切断表示などにより見やすいかたちで効率よく検討を進められる。

一方で BIM 活用の黎明期であるため、ソフトウェアの整備や人材育成の途上であり、また、建設分野内の標準化まで課題も多い。

BIM を活用した設計施工事例-5

物件名称	選手村ビレッジプラザ	建築場所	東京都中央区晴海
用途	オリンピック施設（仮設）	用途地域	準工業地域
防火地域の指定	防火地域	構造種別及び階数	木造 1 階
構造計算ルート	ルート 1	延べ床面積	5285.45 m ²
最高高さ	6.95 m	軒の高さ	6.95 m

物件概要

■建物の概要（HP 等による公開情報から作成）

東京五輪・パラリンピックで東京・晴海の選手村に置かれる「ビレッジプラザ」選手や関係者の憩いの場として設けられる施設で、国産材を多用したのが特徴。

北海道から九州まで全国 63 自治体で伐採された国産ヒノキなどが資材として使われ、大会が標榜する「持続可能性」を具現している。

ビレッジプラザでは各選手団の入村式が開かれるほか、大会時はカフェや雑貨店なども置かれる。大会後は解体され、使われた木材は伐採された自治体に返却されて公共施設などで再利用してもらう。



写真 2.1-1 選手村ビレッジプラザ 架構

■物件の特徴（BIM との関係）

柱梁などの構造躯体である 1 次部材の他、外壁や下地材等の 2 次部材についても提供木材を利用するため約 4 万本、1300 立米を超える木材管理を BIM で行った。BIM モデルから数量及び使用箇所情報を提供し、各自治体との情報共有を行った。木材はすべて数種類の定尺部材で構成されており、部材 1 つ 1 つにそれぞれの自治体名が記されており、BIM モデル中にも管理属性として産地も入力され、設計から施工、その後の再利用などへの利活用も可能なようにモデル化された(図 2.1-18)。プレカットのため製作は各地で行われるため BIM モデルから CAM データを作成し(図 2.1-19)機械加工を行った。



図 2.1-16 内観パース



写真 2.1-2 展示会出展の様子

BIM の活用概要

■活用概要

基本的にはすべての情報が BIM で設計時から統合され、施工者にもそのまま引き継がれている。

意匠分野：単調なデザインとならないように、意匠と構造が BIM 上で常に解析しながらデザインを決めていく手法をとった。

構造分野：意匠モデルから解析線分を抽出しデザイン変更のたびに構造確認を行ってすすめた。

加工分野：BIM モデルから CAM データへの変換を行い。図面と参考データとして製作工場に伝達した。

調達分野：日本全国から寄せられた木材なので、一つ一つどの部位が好ましいかを判断し組み込む。これには BIM モデルでの管理が不可欠であった。

施工分野：BIM モデルによる管理情報や仕口の情報は施工データにも引き継がれたので、職人が間違えなく円滑に作業でき業務の効率化につながった。

FM 分野：これからの話になるが、データ上は産地や構造属性、仕口の情報を各部材がデータとして持っているので、期間中の補修や終了後の再利用などへの展開を期待している。

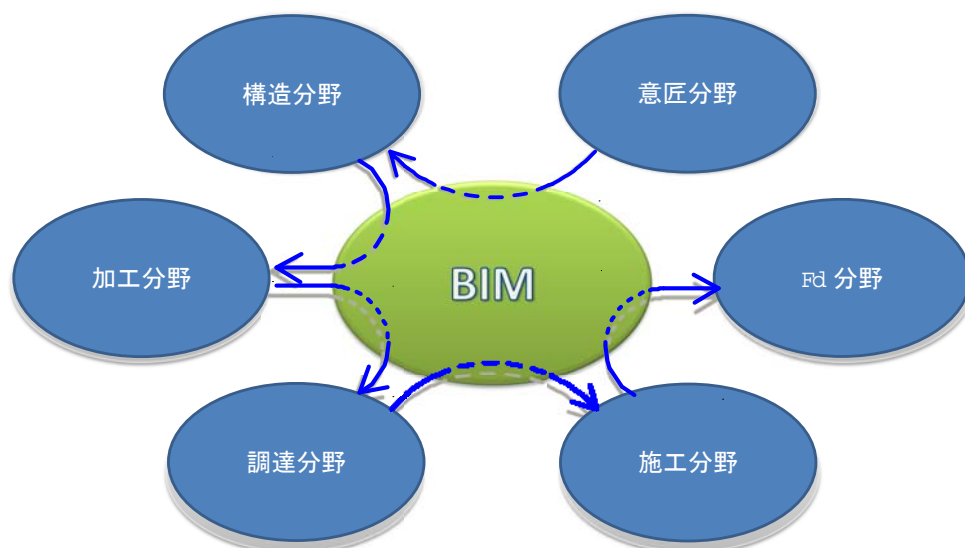


図 2.1-17 事例 5 における BIM 活用イメージ



図 2.1-18 提供自治体名や樹種等の情報を入れた部材 BIM モデル

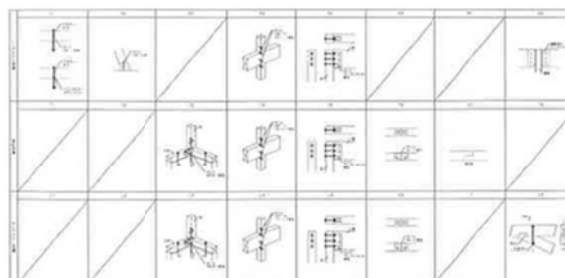


図 2.1-19 プレカット加工イメージ

本建物における BIM 活用のメリットと課題	本建物は、構造材である木材がほとんどあらかわしであり、隠蔽部も設備配管の立ち上がり部分など少ないため、意匠、構造、設備のフル BIM モデルによる設計が可能となった。構造はそのまま意匠になるため、構造計算と意匠性をいかに早く検討できるかがポイントとなったが、BIM モデルから解析用の線分を取り出す際、仕口によっては必ずしも部材の中心ではない場合もあり、整合性をとるのに若干の手戻りが生じたが概ねコンカレントなデザイン検討を行うことができた。CLT であればその辺がもっとスマートに進められると考える。 施工では工場による機械加工でプレカットを行ったが、BIM モデルによる 3 次元情報から機械加工の元となるデータを作成し、発注・加工・供給の流れが実現した。建築の世界では設計、施工、製作、維持管理とつながらないことが指摘されているが、本件では木材という部材を中心とし BIM で繋がった。 しかしながら、加工工場にも様々な機械があり、今回は全国的に数多くの工場への発注となったため、中には標準 CAM 形式の使えない工場も散見した。 企画・設計段階での BIM 化と、施工・製作段階での機械化がコンカレントに連続する共通の BIM プラットフォームとなり、金物の共通化などと合わせて、全国のサプライヤーにつながり、多様化するニーズに対しての木材供給が可能になる。このようなサプライチェーンの構築が、木材加工から組み立てまでの保管コスト・寸法変化のリスクの低減などで今後の木材利用が進むことを期待している。
-------------------------------	--

住宅と木材

3

March 2019
Vol.42 No.489

特集1

木造住宅に求められる温熱環境に関する性能

特集2

東京五輪競技施設における木材利用に向けた取組み

巻頭言	1
「木造で当たり前の」環境づくりへ	
特集1 温熱環境・エネルギーから戸建住宅へ	2
外皮が目指す水準とは	
「HEAT20」からの提案	
特集2 選手村ビレッジプラザへ解体・再構	8
築かれる木造仮設建築への挑戦	
技術情報	14
中大規模木造建築データベースの公開	
住本センターNews	18
出版物のお知らせ 他	
木材・木造余録	20
変える、変わる(13)	

Column	22
変化し多様化する木造建築	
木のいるは	24
木造住宅と温気	
超入門	26
地盤と基礎 その2	
地方自治体情報	30
秋田県・林業・木材産業の成長産業化に	
向けた取組み	
関係団体情報	32
戸建住宅における住宅性能評価等の普及	
状況の概要	
Information Now	34
赤坂・砂町散歩	36

公益財団法人 日本住宅・木材技術センター

Japan Housing & Wood Technology Center

事例5:選手村ビレッジプラザ

2 特集

東京五輪競技施設における木材利用に向けた取組み

選手村ビレッジプラザ

一解体・再構築される木造仮設建築への挑戦—

発注者：公益財団法人 東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会
基本設計・実施設計：株式会社日建設計 高橋 秀雄、大庭 拓也、高橋 重孝、江坂 佳貴

1. 世界から選手を迎え入れる仮設の祝祭施設

ビレッジプラザは東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会(以下、「組織委員会」という。)によって選手村に整備される選手の生活を支える施設として、歓迎式典やカフェ等の店舗、メディアセンターが配置され、認証を受けたオリンピック・パラリンピックファミリーや、メディア関係者、居住者の両者によって利用される仮設施設である。

本施設はパラリンピック大会での利用に配慮し、アクセシビリティが高く使いやすい施設となるよう



図1 鳥瞰イメージ
(上) 鳥瞰イメージ。施設全体の概要と周囲の環境が示されています。



図2 内観イメージ
(上) 内観イメージ。施設内部の様子と木材の活用が示されています。

建物を低層平建てとした。建物を分棟化し、運河からの自然の風を取り込む軒下、縁側空間である「通り庭」を介して全体を統合している。日本家屋のスケールで構築された木造軸組架構により、仮設建築の形や木と木の柔らかさを持った選手村の顔として日本の魅力を伝える祝祭空間を創り出す。

2. 日本全国の自治体から木材が集まり、建物使用後、退却、後利用される取組み

基本設計の初期段階で、組織委員会より、建設に使用する木材を全国の自治体より借り受け、仮設施設として組立、大会後に解体し各自治体へ返却する「日本の木材活用リレー ～みんなで作る選手村ビレッジプラザ～」が発表され、北海道から九州地方までの全42の事業協力者(63自治体)が決定した。

我が国は、豊かな気候の影響を受け、地域ごとに異なる様々な樹種が生育している。また同一の樹種においても、その強度や剛性は地域ごとに異なる傾向がある。

提供木材の仕様に加え、木材の特性値・地域性・部材供給性も考慮の上、提供木材の割り当てを行った。

全ての木材はJAS規格を標準とし、強度及び含水率を提示することで全国から集まる木材の材料品質のばらつきを均質化し、構造部材としての仕様を規定した。また、提供木材の公表に当たって建築委員会が定める調達基準・森林認証制度(FSC、PEFC、SGEC)を満足させ、木材のトレーサビリ

ティを確保することで、持続可能な緑の循環づくりに配慮した。

木材の樹種はスギ、ヒノキ、カラマツ、エゾマツ、トドマツ、アカマツ、ヒバ等の製材を主とし、集成材やCLT等、約1,000立米を超える木材を柱梁、下地材や外壁材などに割り振り、その樹種の特性に配慮しながら通材通所、活用する。

借り受けた木材の返却後は各自治体で再利用し、大会レガシーとして活用されることが期待されている。そのため、作りやすく、解体しやすい施設であるとともに、全国から集まる木材の一貫した材料管理が求められた。全国の木材で一つの施設を作り上げることを通じて、全国一丸となつての大会参画を表現し、国内外へ国産材の魅力を伝えられることが期待されている。

3. 樹種の特性・産地の特性を活かした3つの架構

ビレッジプラザは5つのブロックから成る分棟形式である。その用途・要求性能から適切な架構形式を検討し、3つに大別される木造架構を採用した。

① レシプロカル架構

動線の自由度が求められるスペースでは、ブレース(筋交い)のないユニバーサルな空間が求められた。3本の柱をツイストさせた組柱を、その回転方向を交互に反転させながら組み合わせることで力を打ち消しあう効果を生み、ブレースを用いことなく水平力に耐える架構とした。組柱同士は、各柱の頂点を結ぶ60°方向の梁を立体的につなぐ相持構造物によって連結している。

各部材は、一般流通材を解体可能な接合形式で組

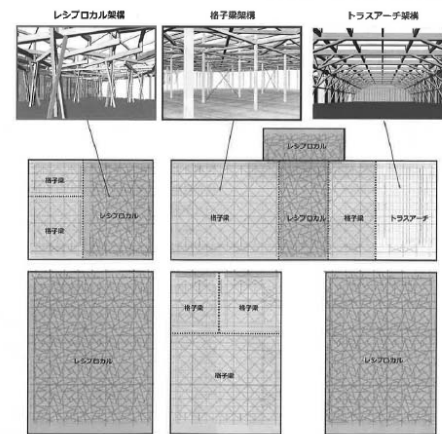


図3 木架構図

事例5:選手村ビレッジプラザ

む設計とし、各自治体からの受け入れおよび返却を可能にした。延は、相持ち構造とすることで定尺材(6m材と4m材)による構成を可能としている。さらに、1つの継ぎとこれに接合される梁を、1ユニットとし、このユニットを回転復元することで、同一ユニットによる平面構成を可能とするジオメトリ処理を設計に取り入れた。この取組により、基本ユニットの構造材寸を、柱1種類・梁2種類の計3種類に留めながら効率的・機能的な空間を具現化し、単一ユニットの繰り返しによる組立・解体性の簡素化を図った。

各自治体から提供された木材が互いに支えあう(レシポカルー相持ち・支え合うの意)特徴的な構造は、全国各道の木材を組み合わせて、大会エンブレムに込められた「多様性と調和」という理念を体現している。

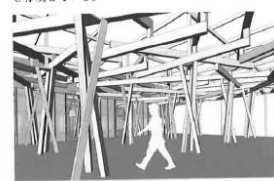


図4 レシポカルー相持イメージ

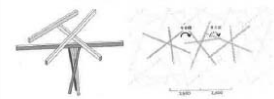


図5 ツイスト柱ユニットと回転復元イメージ



図6 レシポカルー相持構造イメージ

10 住宅と木材 '19-3

② 格子梁架構

小間仕切りの多い執務空間には両向き位置に耐震要素を設け、水平力に対して抵抗する構造を適用した。耐震要素には、組立・解体が容易であるとともに、視覚的透過性にも配慮し、鋼伸ブレースを活用した。梁の上面には木の水平ブレースによる水平橋面要素を設け、鉛直荷重要素である耐震ブレース架構までスムーズに水平力を伝達するよう計画した。

この架構形式では、水平剛性を耐震要素で確保することで、柱・梁には多様な断種を適用できるよう意図した。またシンプルな架構形式と部材配置を目指し、仕口加工や施工の合理性にも配慮した。



図7 格子梁架構イメージ

③ トラスアーチ架構

無柱の大空間が求められる建屋においては、この空間を効率的な小構造で実現するため、梁形状の方位を段階的に迫り出す部材配置を行い、集成材を用いた架構計画とした。これにより、断面を有効に使える軸力系の架構とし、部材に生じる逃げモーメントを低減することにより、接合部の簡素化を図った。また対称形の架構を規則的に並べること、加工、組立・解体に互る施工の容易化に配慮している。



図8 トラスアーチ架構イメージ

4. 受入れ・組立・解体・返却を可能とする様々な工夫

日本各地で製材・加工され現場に運搬される提供木材を用いて、確実に施工し、大会後に解体し返却を行うことが求められる特殊なスキームを実現させるため、設計段階から、技術開発・実験的検証・実証施工を行いながら、計画の深化化を図った。その主だったものを以下に抜粋する。

4.1 BIM (Building Information Modeling)を活用した材料管理

柱梁などの構造躯体である一次部材の他、外壁やそれらの下地材等の二次部材についても提供木材を使用するため、本部材は約4万本、提供木材の総量としては1,000立方メートルを越える木材管理が求められた。そこで実施設計段階からBIMにより二次部材を含めた三次元モデルを作成し、各材に対して管理番号を割り振り、提供自治体名・断種・強度等の情報を与え、設計作業と並行して木材の管理を行った。

このモデル情報を数量表へ変換することにより、各自治体の部材毎の枚数及び使用箇所の確認資料を作成、設計段階毎に各自治体へ情報の共有を図った。

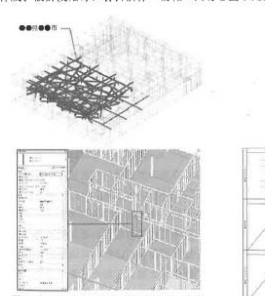


図9 提供自治体名や断種等の情報を入れた部材BIMモデル

施工段階では、設計者が作成したBIMモデルは意思伝達の補足手段や、より詳細な木材管理を実現するツールとして施工者に提供され、活用される。

4.2 炭素吸収可能な接合方式の採用

本材は一般に、木取りや含水率等の影響から、寸法変化が生じる可能性が潜んでいる。本計画では、炭酸化された小断面サイズの部材を選び合わせることで、架構を構成しているため、個々の寸法変化が蓄積される可能性がある。そのため、かねてより独自で開発していたボルト・ピン孔のズレに耐える炭素吸収可能なユニバーサルノードに、設計段階より製作検証を行うなどの試みや工夫を加えることにより、本計画での実用化を図った。



写真1 ユニバーサルノード

4.3 機械加工による品質管理

本計画では、提供木材の製材・加工は日本各地の工場で行われる。その品質管理と加工形状の精度伝達の効率化・確実化のため、プレカット加工機を用

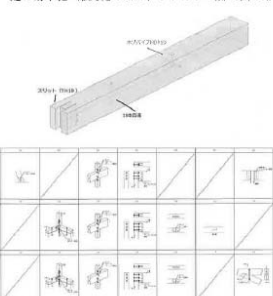


図10 プレカット加工機イメージ

事例5: 選手村ピレッジプラザ

いた機械加工を前提とし、CAMデータ渡しによる情報管理を行っている。継手・仕口形状は、通常の木工事では想定しない解体性にも配慮して計画した。木架構の構成は、基本ユニットの繰り返しを主体としながら拡張性に富むものを探索しており、機械加工とCAMデータ管理のメリットも享受できるように配慮した。

4.4 モックアップによる組立・解体試験の実施

レシポカルー架構は、これまでに類のない形態であるが、寸法規格を一般的な住宅用流通材と合わせ、穴あけ・切創等の機械加工可能な単純な仕口とすることで、全国63自治体から集まる木材の部材の精度の均質化を図るとともに、様々な後利用計画に対し、柔軟に対応しやすいよう配慮している。また、接合部は材同士を通しボルトやドリフトピンなどの乾式接合とし、解体時の損傷を最小化する配慮を行っている。

その施工性・解体性の評価と、必要な工程を検証するため、設計段階で実大サイズのモックアップを計画し、その組立・解体試験を実施し、実現性を確認した。また、モックアップを利用し載荷試験や変位測定を行うことで、相持ち構造の梁のたわみについても検証し、結果を設計にフィードバックした。



写真2 実大モックアップ

12 住宅と木材 '19-3

4.5 大会の記憶をつなぐ後利用

返却後の後利用としては、ベンチやカウンター等の仕口の他、建物としての再利用が想定され、大会の記憶は引き継がれていくことが期待される。そのため解体に際しては提供木材が極力傷つけないよう、逆方工程を逆再生するように解体を進める必要がある。手順としては内外装及び屋根を撤去した後、二次部材、梁部材、柱部材、大引きの順に取り外すように解体を進め、提供自治体毎に分別・梱包を行い、返却する流れとなる。

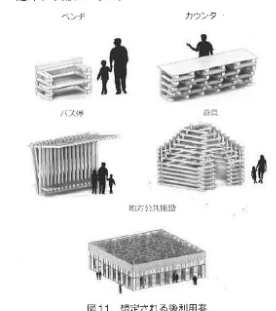


図11 想定される後利用案

5. 徹底した木質建築

東京2020大会立候補ファイルにおいて「日本の文化を感じてもらうため、プラザの設計は、木材を使用する」(一部省略)とされた理念を引き継ぎ、自治体からの提供木材の他、建物の各所で多岐にわたって徹底した木材利用を目指している。外周部のポリカーボネート器具の枠材には杉材、内周部仕切りの他、施案予定の伐採材を加したパーティクルボード、屋外床仕上げは透水性を持った木質複合材を採用するなど、提供木材の他に約400立方メートルの木材使用を想

定する。

また、施設のセキュリティ・プライバシーを確保するためのフェンスについても、各自治体からの提供木材を並べることで構成し、施設の迎賓性・美観を損なわないよう配慮した。全周から築まる様々な樹種の木材を一挙出来るアプローチ空間とした。



図12 内外装構成図

6. 最後に〜ポスト・オリンピックに遺す木造〜

今回のプロジェクトを通して、建築に対する木利用について、多くの可能性を感じると共に越えなければならぬ課題も浮き彫りになった。

6.1 木材利用の推進動向

公共建築物に採用される木造率は10%程度といわれている中、昨今の「建築基準法改正」や「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」、「森林環境譲渡と税」によって木材利用の機運は高まりつつある。CLTや大断面集成材等の製品開発が進み、オリンピック・パラリンピック競技大会施設にも木材が採用され、普及拡大が図られている。

6.2 新しい木材供給の流れへ

全国的に機械加工工場が普及し、あらゆる加工が機械加工可能な域に達し、住宅用建材ではそのほとんどが機械加工によって安定した供給が実現されている。

本設計ではBIMによる三次元情報から機械加工

の基となるデータを作成し、発注・加工・供給の一連の流れが実現した。BIMがサプライチェーンの共通ツールとして活用され、円滑な意思伝達・数量管理に繋がっている。しかしながら、全国の加工工場に導入されている加工機の機種が異なり、対応するそれぞれのCAMへの要請が異なる等の課題も判明した。

企画・設計段階での機械化と施工・制作段階での機械化がコンカレントに連続する言語や流通金物の共通化が実現できることによって、全国のサプライヤーがつながり、多様化するニーズにオンタイムで木材供給が可能な。こうしたサプライチェーンが構築出来れば木材加工から組み立てまでの保管コスト、寸法変化のリスクも低減でき、木材供給コストの圧縮につながることを期待出来る。

6.3 「使い続ける」社会へ

本施設のスキームのように、木材を再利用するには解体を前提とした仕口や丁寧に各部材を解体する手間がかかる。しかし、そうすることによって、山から切り出し、東京に送り出し、世界一一流の選手達の手に残った「記憶」と共に戻ってくるという他にはない価値が生まれる。近年、家電を例にしても修理をするより、新品を購入する方が安く済むという状況であり、「手間ひま」は悪徳であり、メンテンスフリーが善とされている。これからの少子高齢、縮小化社会に向けて、手間ひまをかけて、直しながら使い続けていく、材料消費型ではない循環型社会の志向も一つの道ではないだろうか。

森林保全・林業の発展・持続可能性の未来を創るためには、新しい「日本木材サプライチェーン」を構築し、外国産材に対するコスト競争力を作り、未だ供給率の少ない中規模建築の木造化によって、全国の木材供給量が向上されることが不可欠である。

全国から多様な木材が集まり力を合わせて作られるピレッジプラザが日本の木材利用推進の一翼を担い、次の世代へのレガシーとなることを期待している。

事例5: 選手村ピレッジプラザ

BIM を活用した設計施工事例-6

物件名称	有明体操競技場兼展示場	建築場所	東京都江東区
用途	スポーツ練習場・展示場	用途地域	第1種住居地域（48条用途許可）
防火地域の指定	防火地域	構造種別及び階数	鉄骨造・木造 3階
構造計算ルート	－（85条5項仮設）	延べ床面積	39,194.30 m ²
最高高さ	30 m	軒の高さ	20.6 m
物件概要	■建物の概要（HP等による公開情報から作成） 東京オリンピックの体操競技会場として利用される施設。観客席12000席の主競技場とウォームアップ棟からなる。 大会後は展示場としての暫定利用後解体撤去が想定されており、競技施設としての機能を満たしながら、展示場用途への機能変換、解体撤去の容易性が求められた。大空間を構成するスパン88.8mの木造CLTによる屋根アーチ梁や、断熱及び遮音材を兼ねた杉角材を積み上げた外観が特徴（写真2.1-4）。  写真 2.1-3 建物の外観 ■物件の特徴（BIMとの関係） 木と鉄骨との混構造であるため、最初からBIMによる構造部材モデルの定義と意匠のモデルをコンカレントで進めた。座席の配置や傾斜など、従来断面図にて検討していた視線検討を、3Dによる全座席からの視野確認を行うなど、BIMでのエビデンスがデザインに盛り込まれている。 また、避難シミュレーションや観客の入退場シミュレーションなどBIMモデルを利用して検証し、通路幅や階段の数などデザインに組み込んでいる。  写真 2.1-4 建物内部及び外部詳細		

BIM の活用概要	■活用概要 意匠分野：設計はフル BIM で、構造中心に意匠設計者がモデル入力し、デザインを検討した。 構造分野：意匠によるモデルから解析線分を解析ソフトに渡し構造計算を行った。 加工分野：施工者には BIM モデルを渡し、加工用データ作成の参考とした。 調達分野：一部は CAM データとして調達時に利用。 施工分野：施工図作成には BIM ソフトを利用、竣工 BIM モデルを作成。 FM 分野：これからの展示場への転換や解体時に BIM 利用が望まれる。 <pre> graph TD BIM((BIM)) <--> 構造分野 BIM <--> 意匠分野 BIM <--> FM分野 BIM <--> 施工分野 BIM <--> 調達分野 BIM <--> 加工分野 </pre> 図 2.1-20 事例 6 における BIM 活用イメージ
本建物における BIM 活用のメリットと課題	観客席の形状や、構造の構成がそのままデザインに影響する建物なので、両者をほぼ同時に検討できる BIM は欠かせない。さらに、複雑な曲面形状のなかに、設備を配置していくことも従来の 2 次元では困難であった。 また、設計から施工への意図伝達においても、BIM を用いることで完成イメージを共有でき、間違いや勘違いが激減した。 加工においては、BIM-CAM が必ずしもうまくいったわけではないが、活用できるデータは活用できた。 ただ、従来の設計に比べて、BIM による設計は今の段階では試行錯誤も多く、業務量が増大する。



BIMから製作したCGパース

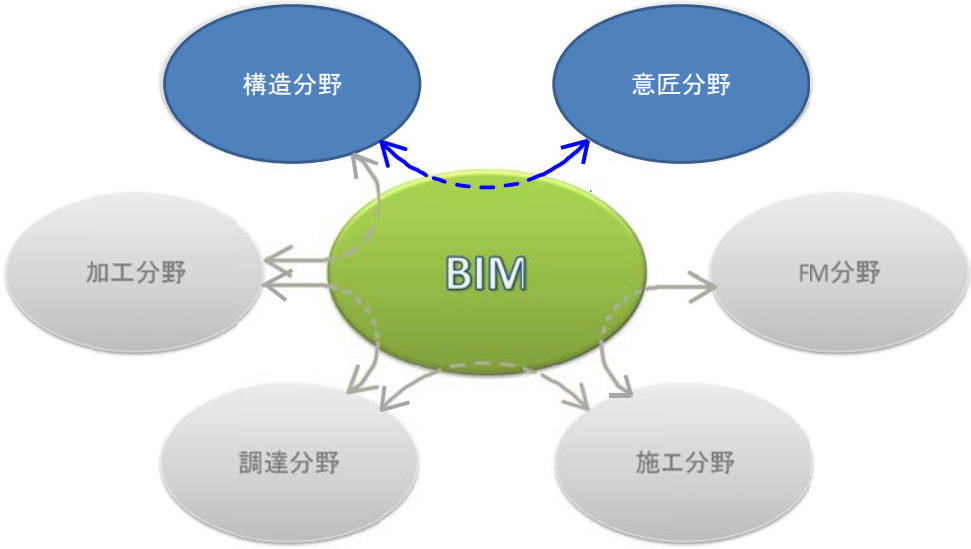


実際の写真

事例6:有明体操競技場兼展示場

BIM を活用した設計施工事例-7

物件名称	みやこ下地島空港ターミナル	建築場所	沖縄県宮古市伊良部町
用途	空港施設	用途地域	無指定
防火地域の指定	無指定	構造種別及び階数	RC/木造 2 階
構造計算ルート	ルート 1	延べ床面積	12,027.18 m ²
最高高さ	10.8 m	軒の高さ	2.5 m
物件概要	■建物の概要 宮古島から伊良部大橋でつながる沖縄県の離島の空港。下地島自体は空港用地以外は農地のため島民はほとんどいない。那覇、宮古空港でオーバーフローしている国際線の受け入れと、LCC 国内線の受け入れをメインに当面は FBO（関連サービス事業）も受け入れる。LCC の考え方を取り入れながら、「空港から、リゾート、はじまる」をコンセプトに、今までにないリゾートの空港、リゾートの空港としてあるべき姿を求める。    写真 2.1-5 空港の外観、内部の様子 ■物件の特徴（BIM との関係） 航空会社の訓練用飛行場として 2014 年まで使用していた滑走路の活用事業として民間事業者がつくる初めての空港施設。 自然通風・防風林配置シミュレーションで実現性を確認しながら、宮古諸島の自然を最大限に活かし、快適性を追求したターミナルを計画。CLT の新工法により、従来の工法では得られなかった力強い表現と広がりのある空間を提案した。 最新の技術で、基準モデルに対し 68%の省エネを達成し、ZEB 補助金取得、BELS では最高ランク認定とした。基本設計は意匠、構造、設備を行った。 大屋根の CLT 梁などは BIM ソフトにより定義し、構造とつなげた。 空港で海沿いという立地もあり、自然通風・防風林配置シミュレーションなどの環境シミュレーションを BIM と連携して行っている。		

	■活用概要 基本設計と実施設計の初めの品質性能定義までを BIM で行い。詳細設計や施工は従来の CAD による図面作成を行っている。 意匠分野：基本設計、実施設計で BIM 利用。意匠・構造・設備を BIM で検討した。 構造分野：意匠と同様 加工分野：BIM での連携はなし。施工図から CAM データを起こす。 調達分野：BIM での連携はなし。 施工分野：設計 BIM との連携はない。 FM 分野：想定なし
BIM の活用概要	 図 2.1-21 事例 7 における BIM 活用イメージ

本建物におけるBIM活用のメリットと課題

規模としてはBIMを活用するにはよい大きさだが、スケジュールや設計検討での変更作業などBIMソフトが追い付かないこともあり、実施設計の中盤からはCADによる図面作成になった。

ただ、基本設計時に、様々な環境シミュレーションを行うことにより大きな変更は避けられた。

地元の施工者であったが、BIM/CAMとも導入がまだであり、BIMについては勉強で、実際には従来手法で調達・加工された。

木に関しては、全国の施工者や加工所が扱えるので、様々な意味での標準化が今後望まれる。



写真 2.1-6 内部の様子



事例7:みやこ下地島空港ターミナル

気候風土を活かした開放型ターミナル Open Terminal Makes the Most of Local Climate and Landscape

みやこ下地島空港ターミナル Miyako Shimojishima Airport Terminal

亜熱帯の風土を活かしたランドスケープと一体化した分岐型空港ターミナルです。建物には、アマハジ(深い)やヒンブン(風防)、稲刈りなど沖縄の伝統建築の手法を採用。CLT(集成材)による高いびやかな空間と施設のアイコンとなる寄棟屋根が、夏の高温感をかき立てます。体感温度と湿度(湿度)両方、湿度、気流などを組み合わせた指標を用いて、室内環境の質を維持しながら、大膽な省エネルギー化を実現し、日本の空港で初めてZEB Ready認定を受けた。

Integrated with the subtropical landscaping, the airport terminal is composed of several separate buildings. The design features elements of traditional Okinawan architecture such as *amuraji* (deep eaves) and *himpun* (wall to protect from both wind and bad luck). High open spaces made possible by cross-laminated timber (CLT) technology combine with the raked ceilings of the hipped roof to create an iconic space that heightens the sense of excitement for travelers. Furthermore, the quality of the interior environment takes into account the complex indices of thermal sensation as well as ambient environment (temperature, humidity, air flow, etc.) to achieve significant energy savings while maintaining interior environment quality. The airport was the first in Japan to be awarded ZEB Ready certification, the government's energy efficient building standard.



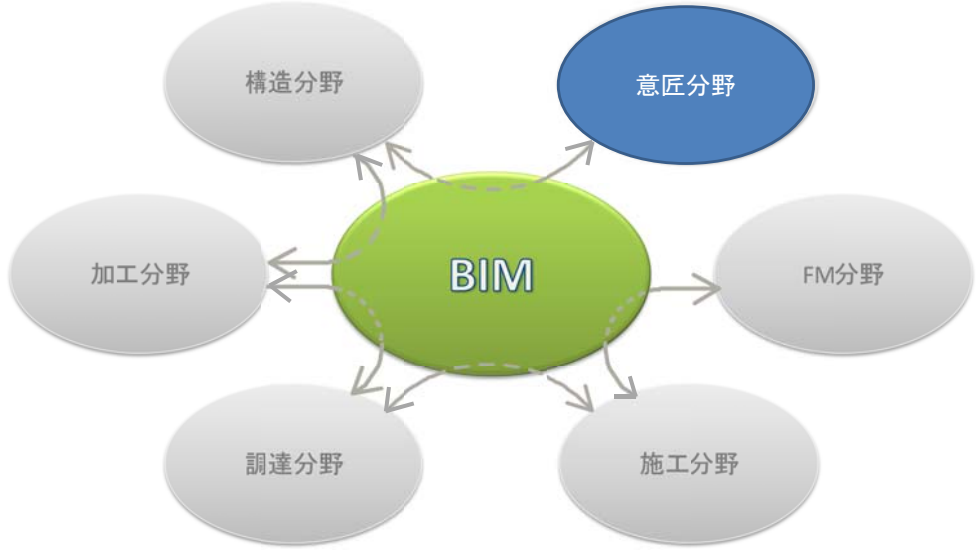
建築主: 三島地所 株式会社
設計: 三島地所 株式会社
設計: 三島地所 株式会社
設計: 三島地所 株式会社
Client: Mitsuharu Estate Co., Ltd.
Interior design: A.S.D.
Location: Miyako-shi, Okinawa Pref.
Total floor area: 12,402㎡
Photo: Seika + PSC



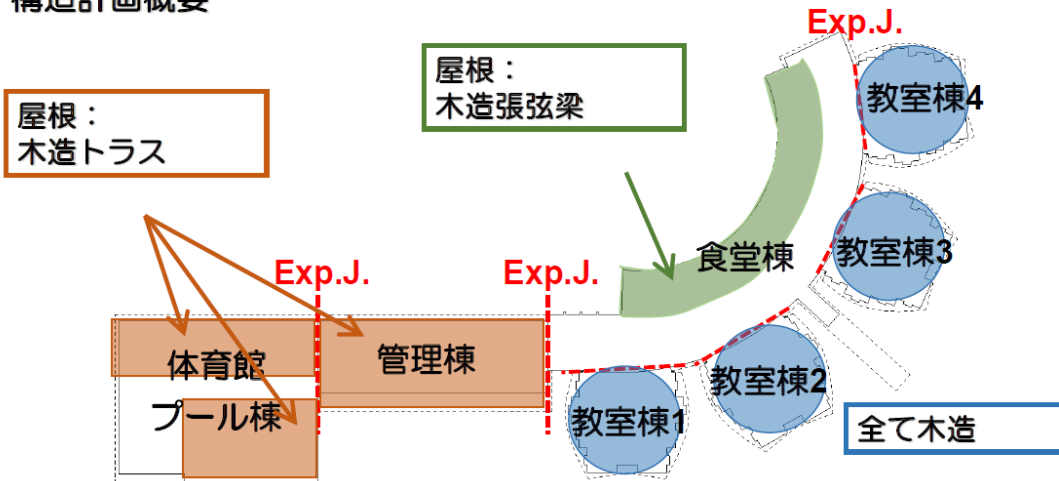
事例7:みやこ下地島空港ターミナル

BIM を活用した設計施工事例-8

物件名称	熊本県立熊本かがやきの森支援学校	建築場所	熊本県熊本市
用途	各種学校	用途地域	市街化調整区域
防火地域の指定	—	構造種別及び階数	木/RC/S 造 1 階
構造計算ルート	ルート 1	延べ床面積	6,184.74 m ²
最高高さ	9.38 m	軒の高さ	8.38 m
物件概要	■ 建物の概要 重度重複障がいを持つこどもたちが通う特別支援学校（小学部～高等部）・集成材を用いず、地場の流通材のみを使った大規模な木造校舎・ホールを教室が取り囲む「ユニットケア」の考え方を導入した4棟の「花びら型」教室 熊本県産の「単材」のみを用いたダイナミックな架構による、木と人のぬくもりが感じられる木造平屋の校舎を実現した。教室棟は、教室が学部ホールを取り囲む「ユニット型」とし、学部単位での見守りがしやすい平面計画を採用。横になった姿勢で学習できる「小上りスペース」の設置や引き戸による教室の連結・分割など、落ち着いた居場所と教育シーンに応じた多様な空間を備えた。建物の全ての部分から外部へ直接避難できるようにするとともに、外周道路を設け、緊急車両がどの場所へも停車できる計画として、安全な避難・救急搬送経路を確保した。  写真 2.1-7 建物外観、内部の様子 ■ 物件の特徴（BIM との関係） 主架構と主要部材のみ BIM で検討、集成材ではなく、単材のみの利用となり施工に入ってから強度や性能に合わせて木材を配置した。  写真 2.1-8 内部架構		

	■活用概要 BIMにて基本的な検討を行い、実際には原寸の図面にて最終検討を行っている。 時期的にBIMがそれほど周知されていなかったもので、スケジュールとコスト面でBIMを限定利用とした。 意匠分野：木構造にからむ主要架構部分のモデリング 構造分野：意匠BIMとの連携は行っていない。 加工分野：施工段階で図面から 調達分野：施工段階で図面から 施工分野：BIMの利用はなし FM分野：－
BIMの活用概要	 図 2.1-22 事例 8 における BIM 活用イメージ
本建物におけるBIM活用のメリットと課題	BIMの活用において、一般の設計者が木造案件で初めて行ったプロジェクトであった。RCと木とS造の構造のため、意匠と構造のBIMによる連携がうまくいかなかったなど、BIMの利用は部分的に終わった。 また、施設の特性上、要件が変更になりBIMソフトでの作業が追いつかずCADとの併用となった。施工者には図面のみでの発注となり、施工時に3Dモデルを確認しながら構造および意匠を確定した。 BIMに限らないが、実際の部材の仕口や金物といった情報や施工経験がないとBIM入力も意外と難しく、木においては特に施工技術を設計にどうやって取り込むかが課題と考える。

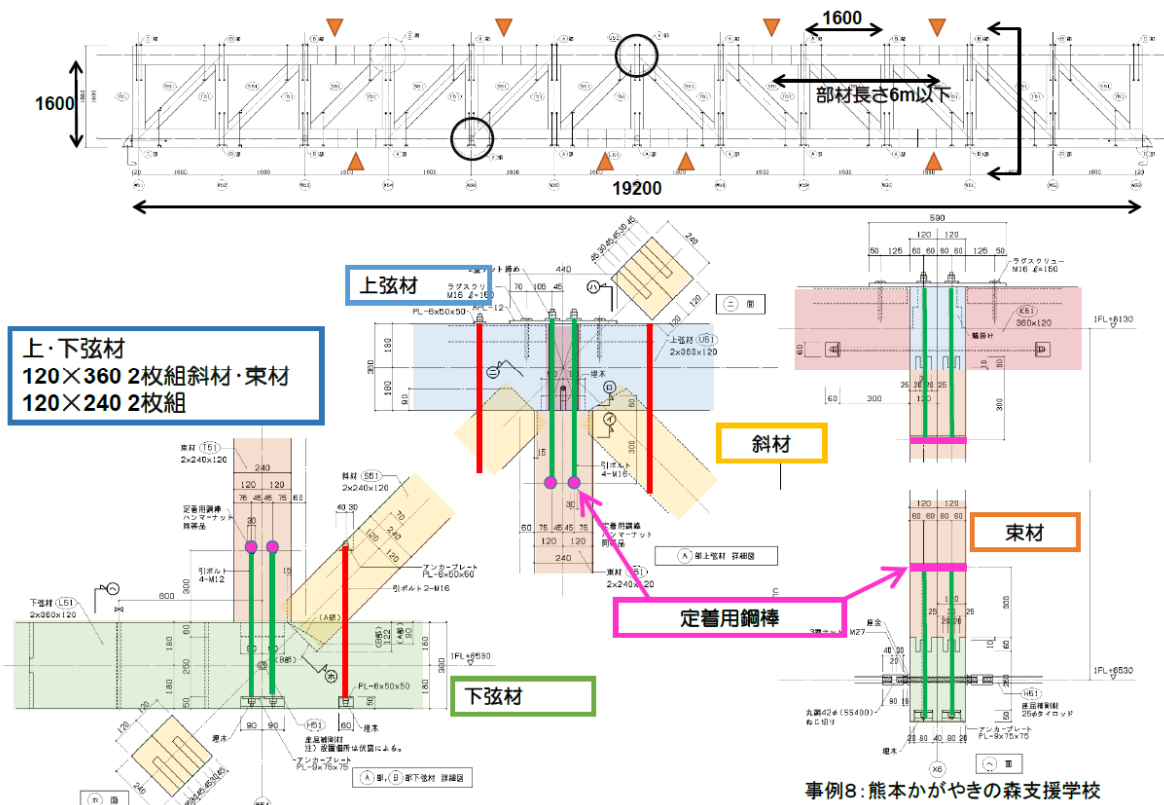
構造計画概要



棟名	基礎形式	構造種別
体育館・プール棟	杭基礎	RC造＋木造
管理棟	直接基礎（べた基礎）	RC造＋木造
食堂棟	杭基礎	RC造＋S造＋木造
教室棟1～4	直接基礎（布基礎）	木造

事例8：熊本かがやきの森支援学校

体育館トラス詳細図

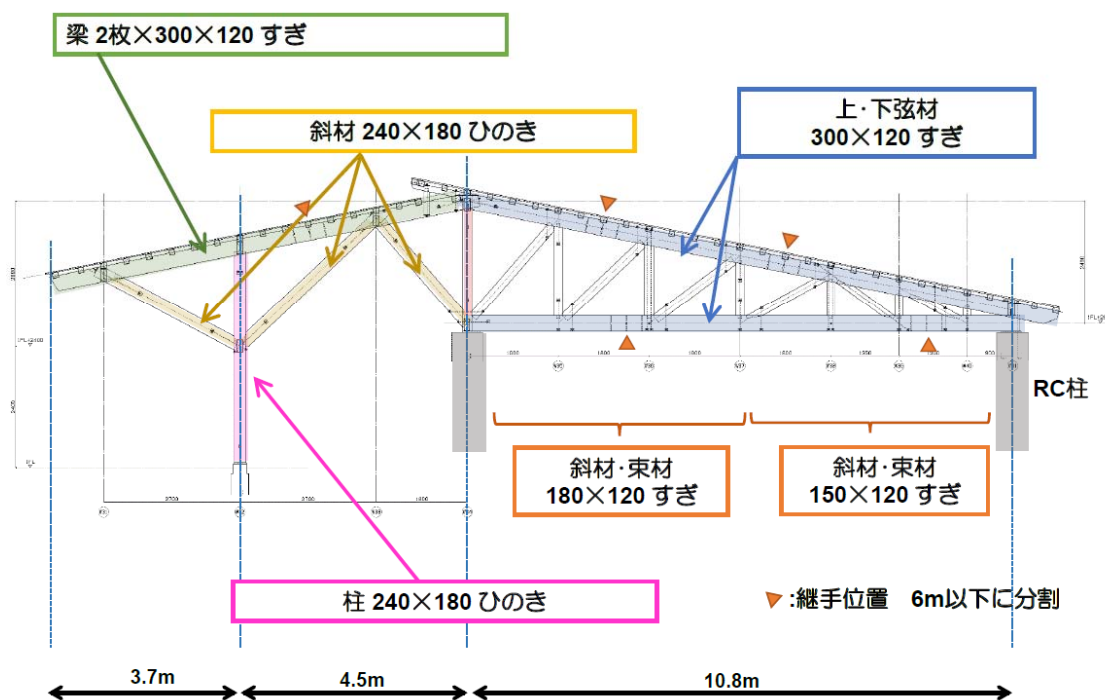


体育館トラスモックアップ



事例8: 熊本かがやきの森支援学校

木造詳細図



事例8: 熊本かがやきの森支援学校



事例8: 熊本かがやきの森支援学校

BIM を活用した設計施工事例-9

物件名称	木材会館	建築場所	東京都江東区新木場
用途	テナントビル	用途地域	準工業
防火地域の指定	防火	構造種別及び階数	SRC/木造 7 階
構造計算ルート	構造評定	延べ床面積	7,582.09 m ²
最高高さ	35.73 m	軒の高さ	35.015 m

物件概要

■ 建物の概要

東京木材問屋組合創立 100 周年記念事業として移転建設した組合の事務所兼賃貸オフィスビル。木の魅力を示すランドマークとなることをコンセプトに計画。都心において木を用いた建築の可能性を切り開き、需要が低迷する国産木材の建材利用を推進するために、法規や工法などの可能性を検証した。特に障害となる法的制限に対しては、避難安全検証法を用いて内装不燃の制限を全館にわたって緩和すると共に、耐火検証法と構造の評定を受けることで、構造材や外装材としても木を使用した。建物の過半を占めるオフィススペースは、構造・設備・サーキュレーションを機能や方位に応じて外周部に配置して半屋外の空間とし、ワークプレイスを囲い込む 2 層の空間構成とした。特に広場に面する西側は、奥行きのある木製のテラスを設けることで、外部環境に対するバッファゾーンを構成し、全体を木製のポーラスなスキンとした。



写真 2.1-9 建物の外観

■ 物件の特徴（BIM との関係）

木材の利用部分については、まず 3D データ化し設計検討している。木を多用することでもっともネックになるのが木材の加工であり、本件では設計側で各部材を BIM モデル化し、加工工場とのやり取りに用い間違いのない部材を大量に短期間で作成することができた。



写真 2.1-10 内部の様子

BIM の活用概要	■活用概要 意匠分野：主要部を BIM モデル化し、構造と主要設備はモデル化して設計を行った。 構造分野：木部と SRC 部は別ソフトで解析して検討。 加工分野：木の加工は NC 機械を利用し、加工の工数を大幅に削減。モデルは設計から 3D データを渡した。 調達分野：特に BIM の利用はなし 施工分野：特に BIM の利用はなし FM 分野：BIM 利用なし
	図 2.1-23 事例 9 における BIM 活用イメージ
本建物における BIM 活用のメリットと課題	設計から加工を繋いだ最初のプロジェクトであったが、従来の方法よりもはるかに短期間で安価で木加工ができたのと、CFT 梁による大空間の実現がデータを活用して設計するメリットとして享受できた。 本件では 3D(BIM モデル)にて、日射や風などのシミュレーション、外皮に木を使うことでの安全性の検討がなされ、日本の新しい木建築の先駆けとなった。 設計図書への BIM の活用は限定的であったが、BIM による可能性を見出したプロジェクトであった。 当時は、まだ、設計者の一部しか BIM 利用ができなかったことと、試行錯誤が相次いだため、修正のはい人海戦術の使える CAD での設計となった。 BIM が設計者のみではなく施工分野や加工分野の方とも共通言語となりえると設計・施工の方法も大きく変わっていくことになる。

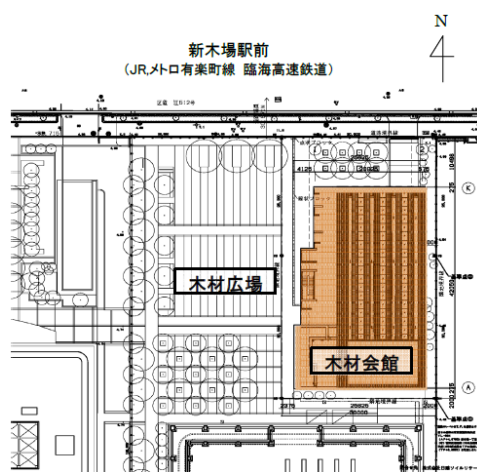
建物概要

- 建築場所：東京都江東区新木場 1 丁目17番93
- 用途地域：準工業地域、防火地域
- 主 用 途：事務所・集会場
- 建築面積：1,011.26 m²
- 延床面積：7,582.09 m²
- 階 数：地下1階、地上7階
- 建物高さ：軒高 +35.748 m
建物高さ +35.898 m
- 工 期：19ヶ月



事例9:木材会館

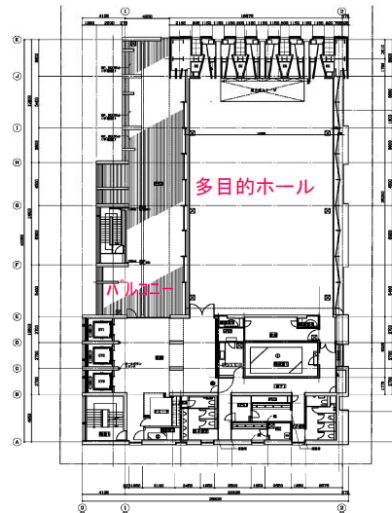
基本コンセプト（クライアント要望）



- 木材会館自体が、木材の都市建築への適用の「一般化」を進めるための「実験の場」
- 木材を原則不燃化することなく（一部不燃化）、都市建築一般の内外装に用いること
- 木材を不燃化することなく、都市建築一般の主要構造部材に用いること
- 公開空地となる木材広場は木材会館の1Fギャラリーと一体化をはかる
- 最上階7階のホール屋根は木質構造とし、木材会館として木質構造の可能性をアピールする空間とする

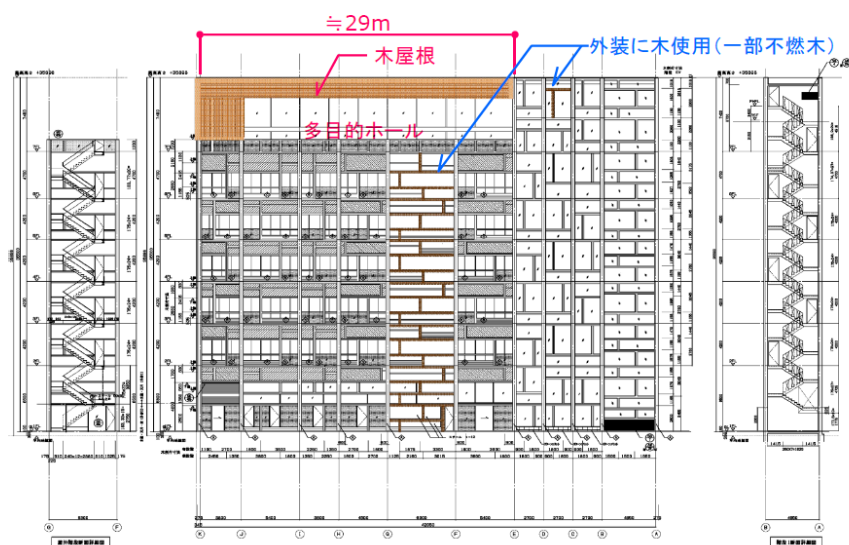
事例9:木材会館

7階平面図（最上階）



事例9:木材会館

立面図（西面）



事例9:木材会館

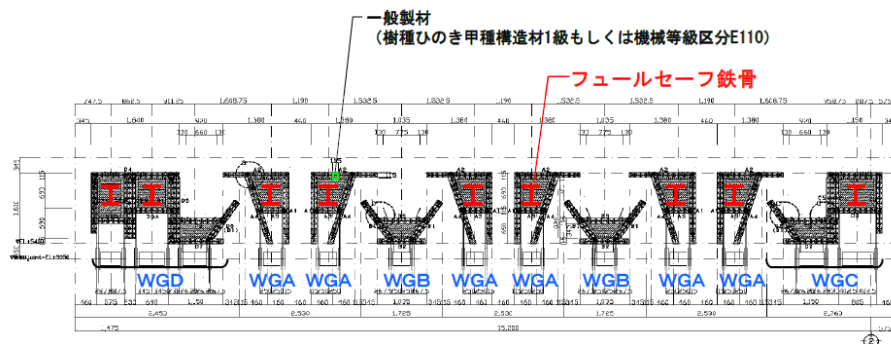


事例9:木材会館



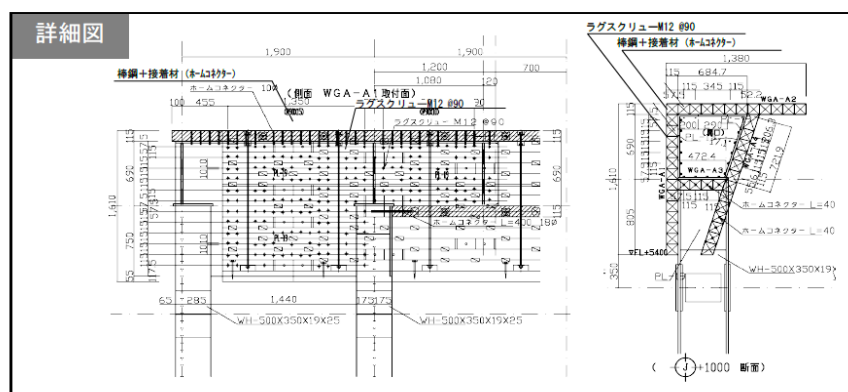
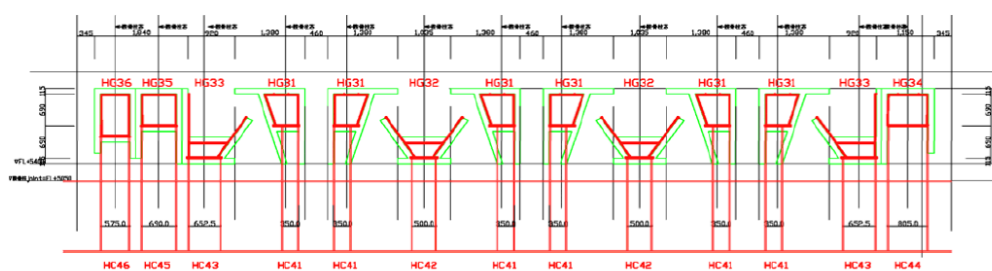
事例9:木材会館

木梁断面図 (WGA、WGB、WGC、WGD)



事例9:木材会館

木梁端部鉄骨複合構造図



事例9:木材会館

エコマテリアルとしての木

- 他の材料に比べ生産・製作段階のCO₂排出が少ないこと
- 木を使用することにより、木を伐採し、その場所に新たに苗を植え、木を育てれば光合成によりCO₂を吸収（炭素の固定化）

参考文献
「エコマテリアルとしての木材 都市にもう一つの森林を」有馬孝礼著

炭素固定の試算

樹木の多くはセルロース(C₆H₁₀O₅)より構成される

光合成: $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{グルコース}) + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2$

グルコースが非常にたくさん結合するとセルロース(多糖類の炭水化物)に

1025m³のヒノキを使用した場合の炭素固定(CO₂換算)を算出

$$1025\text{m}^3 \times \frac{0.44}{1.15} \times \frac{4}{9} \times \frac{44}{12} = 639\text{t (トン)}$$

(絶乾重量算出) (炭素比) (CO₂換算)

事例9: 木材会館

BIM を活用した設計施工事例-10

物件名称	Cool tree	建築場所	—
用途	東屋	用途地域	—
防火地域の指定	—	構造種別及び階数	木造 1 階
構造計算ルート	—	延べ床面積	m ²
最高高さ	4.8 m	軒の高さ	4.6 m

■ 建物の概要



図 2.1-24 外観パース

東京都のクールスポット創出支援事業への提案として、再生可能で移設可能な木造のクールスポットの提案で、株式会社日建設計、銘建工業株式会社、株式会社光栄、株式会社村田製作所の 4 社でクールツリーを開発した。

いくつかの場所で実際に構築し実証実験を行っている。

■ 物件の特徴（BIM との関係）

フル BIM での設計

物件概要

Structural System

～リデュース・リユース・リサイクルを形に～

イージーズビルドアップ&フリーコンビネーション
Easy Buildup & Free Combination

木を使った持ちやすいデザイン、組み立てが容易でリサイクルができるシンプルな構造方式、屋根を連続させて屋根配置することにより、戦後形に合わせた自由に拡張できるヘキサゴンシェイプ。

屋根連結ボルト：Bolt M½
Bolt for joining roof plates：Bolt M½

風用ロープ：構造用ストランドロープ 9φ
Rope for wind resistance：Structural strand 9φ

柱連結ボルト：Bolt M½
Bolt for joining columns：Bolt M½

CLT 連結ボルト：Bolt M½
CLT joint bolt

CLT 土台：CLT (S90-3-3、厚さ 90)
CLT foundation：CLT (S90-3-3、t=90)

柱：ひのき(75×75) Column：Japanese cypress (75×75)

柱の材料は 75mm 角のひのき材。一辺 750mm の正六角形となるように、3 段 1 枚として 11 層 33 枚積層とした。正六角形の頂点と中心には、7 本の差しボルトを土台裏下から屋根まで貫通させ、横架した材を一律としている。

屋根：ひのき(75×75) Roof：Japanese cypress (75×75)

屋根は、1 層ごとに正六角形の一枚を 750mm ずつ平面内に重ねた 75mm 角のひのき材を 4 層 12 枚積み上げている。最上層は一辺 3,750mm、対角線が 7,500mm の正六角形になっている。継ぎを設けて 4m 以下の断伐材で構成している。中央部には、厚さ 9mm の合板パネルを断伐方向の種継ぎとしてはめ込んでいる。

強風対策
差込み部を繋げる手前が完成された場合は、6ヶ所ある CLT 土台のコーナー部切欠きに金物を挿入し、柱上部の金物と風用のロープで繋ぎ、強風対策を行う。

■ 実物大モックアップ(組み立て～解体) 町東京建設設計 2017年6月

断伐材を利用した角材と CLT を横架しボルトで接合するシステムのため、容易に解体・組み立て、移動も実証して繰り返し使用することが可能である(リユース)。東京 ID200 棟でのモックアップは、該建工業にてモックアップした部材をそのまま使って組み立てており、解体・解体を繰り返すことができることを実証した。

■ 構造実験(2017年7月～)

クールツリーは、角材を横架してボルトで接合する簡易な構造形式だが、外方に対して、前東方向はめり込み(正継)とボルト(引張)、水平方向は差込みと角材のせり込みが同時に組み合わさった風況環境となっている。

そこで、実大風洞の材料を再利用し、実大実験および構造解析のモデル化に必要な要素実験を、奈良女子大学電研研究室の協力のもと実験した。

< 柱の水平耐力実験(実大実験) >

試験体に対して、1/50rad まで繰返し水平載荷を行い、その後 1/10rad まで繰返し載荷を行った。最大荷重 約 50kN において変位が 8mm(SS400)が確認し、手置載荷で想定した 20kN を大きく上回り、3.0G 以上の水平耐力があることが確認できた。

図 2.1-25 接合方法、施工、実験内容等の解説

■活用概要

設備は太陽光パネルと、ペルチェ素子及びその制御装置、マイクロミスト噴霧システムで、基本的には水供給以外はゼロエネルギー工作物である(図 2.1-27)。設計から BIM ソフトを利用し、実際の施工も BIM モデルによる部材確認が行われた。

意匠分野：BIM ソフトによるデザイン

構造分野：デザインと構造の一体化

加工分野：プレカットに参考として BIM モデル提供

調達分野：

施工分野：同じ部材による構成のため、特別な施工技術は不要。

FM 分野：

BIM の活用概要

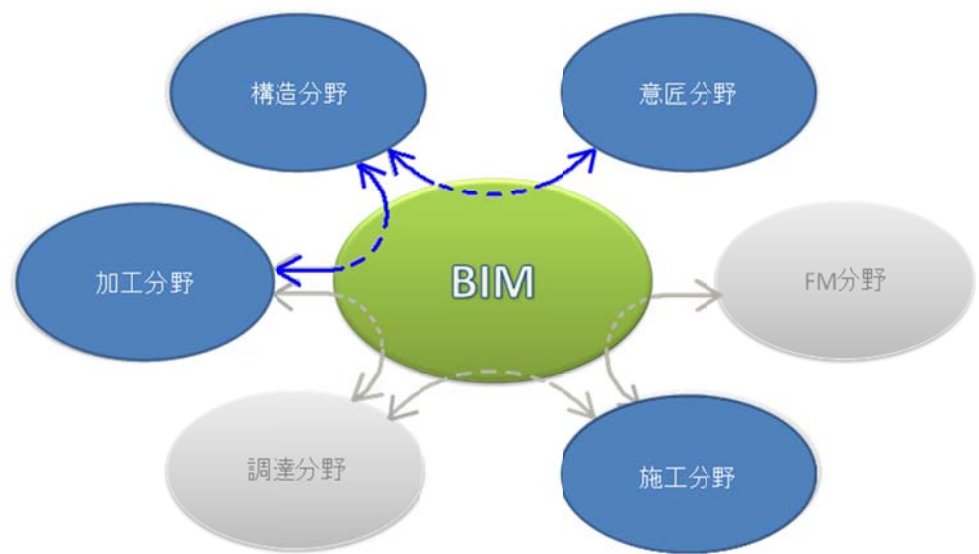


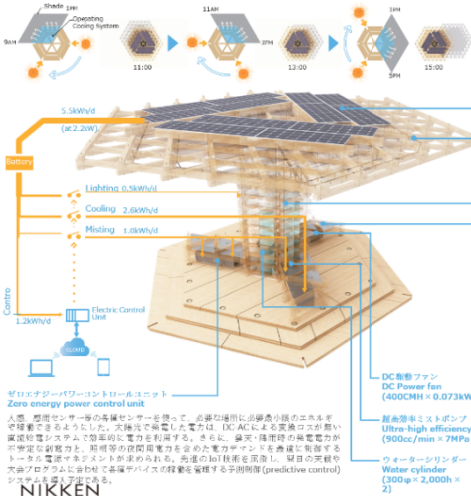
図 2.1-26 事例 10 における BIM 活用イメージ

Cooling System

～ゼロエネルギーシステムでクーリングディバイスを作動～

Shade Tracking System

クーリングは高効率の装置であり、太陽高度の位置がほぼ特定されることと見なし、時間的にクーリングの相対的な位置を制御することで、ミストなどのクーリングディバイスを作動させることにより(Shade Tracking)、あたかも太陽が動くように見えるように制御することを目指した。



太陽光発電装置
Solar photovoltaic array (1.1kW)

ウェルカムミスト
Welcome mist

新築に設置した「ウェルカムミスト」は、来店客が比較的少ない時間帯にミストを噴霧し、涼感を演出する。ミストの噴霧が継続でき、涼感を演出する。ミストの噴霧が継続でき、涼感を演出する。

エアージンダーミスト
Air cylinder with fine mist

新築に設置したエアージンダーミストは、来店客が比較的少ない時間帯にミストを噴霧し、涼感を演出する。ミストの噴霧が継続でき、涼感を演出する。ミストの噴霧が継続でき、涼感を演出する。

クーリングベンチ(ペルチェ素子)
Bench with thermoelectric cooling (Peltier device)

クーリングベンチは、涼感を演出する。ペルチェ素子を使用したクーリングベンチは、涼感を演出する。ペルチェ素子を使用したクーリングベンチは、涼感を演出する。

※ペルチェ素子
ペルチェ素子は、涼感を演出する。ペルチェ素子は、涼感を演出する。ペルチェ素子は、涼感を演出する。

知床町(2017年7月)

クーリングベンチの設置試験を行った。夏期屋外環境下における実験結果を行った。実験結果は、クーリングベンチの設置試験を行った。夏期屋外環境下における実験結果を行った。

① ペルチェ素子冷却装置

ペルチェ素子冷却装置のクーリングベンチは、涼感を演出する。ペルチェ素子冷却装置のクーリングベンチは、涼感を演出する。ペルチェ素子冷却装置のクーリングベンチは、涼感を演出する。

② 実験結果

50名の来店客実験を行った。実験結果は、クーリングベンチの設置試験を行った。夏期屋外環境下における実験結果を行った。

Engineering Award (技術表彰)
日建設計

図 2.1-27 環境設備等の解説

本建物におけるBIM活用のメリットと課題

BIMにより設計の効率化が図られ、短期間で検討ができた。
木材は規格品をカットし、金物も標準品を使うのみなので特に木材への複雑な加工はないので、BIMモデルで組みあげたとおりに施工できる。

部材オリエンテッドなデザインとして、BIMになじみやすいので、こういった建築の今後の展開が期待できる。



写真 2.1-11 施工後の様子

COOL TREE



Introduction

2020年東京オリンピック開催に向けて、東京都では暑さ対策としてクールスポット創出支援事業が開始された。今回、株式会社日建設計、鋭建工業株式会社、株式会社光栄、株式会社利田製作所の4社でクールツリーを開発した。



Cool Point

- 独創性・先進性
美しい影のデザイン、3R (リデュース・リユース・リサイクル) やゼロエナジー、ウェルネス等、環境性・快適性・意匠性を高次元でインテグレートしたクールツリーを実現
- 実証性
実証実験・実寸大モックアップによる実証
- ブランディングへの貢献度
NSのデザイン力とオリンピックの価値を利用したブランディング

Integrated Design

SHADE!



COOL!



ZERO ENERGY!



- 日本ならではの木を使った美しい影のデザイン
- 組み立てが容易でリサイクルができる積層構造方式
- 複数のユニットを自由に組み合わせてデザインできるヘキサゴンシェイプ
- 涼しそう! を演出するミストデザインシステム
- ミストとパルチエ (半導体) による効果的な冷却システム
- 影を追いかけ作動するShade Trackingシステム
- センサー、蓄電池、直流給電を組み合わせた完全ゼロエナジーシステム
- 先進のIoT技術を使った双方向情報システム

Ultimate Ecology

クールツリーは3R (リデュース・リユース・リサイクル) を積極的に取り組んだシステムである。

- リデュース: 主構造の製材とCLTは樹伐材を利用し、建築材料生産エネルギーを削減
- リユース: 組み立てが容易な積層構造方式の採用により、解体・組み立てを繰り返すことが可能
- リサイクル: 数回使用した後は、木材はバイオマス発電の材料として、鉄はスクラップを電炉材の材料として循環利用



Engineering Award (技術表彰)

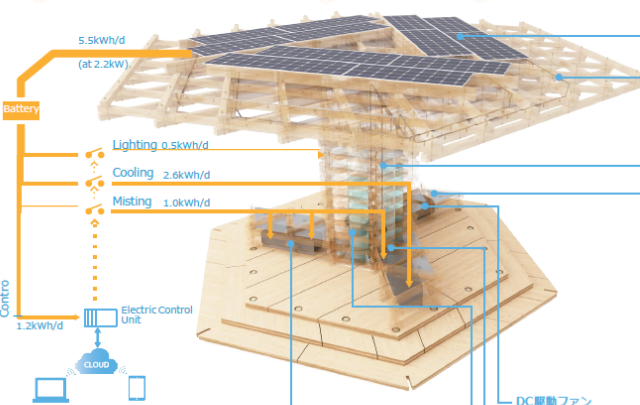
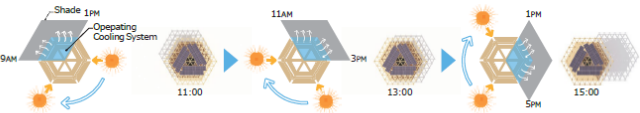
事例10: Cool Tree

Cooling System

～ゼロエナジーシステムでクーリングデバイスを作動～

シェードトラッキングシステム Shade Tracking System

クールツリーは夏限定の施設であり、太陽高度の位置がほぼ特定されることに着目し、時間帯毎にクールツリーの躯体から作られた影の位置に合わせて、ミストなどのクーリングデバイスを作動させることにより (Shade Tracking)、あたかも木陰にいるような涼しさを演出することを目指した。



人感、感温センサー等の各種センサーを使って、必要な場所に必要な最小限のエネルギーで稼働できるようにした。太陽光で発電した電力は、DC-ACによる変換ロスが無い直流給電システムで効率的に電力を利用する。さらに、曇天・雷雨時の発電電力が不安定な創電力と、照明等の夜間電力を含めた電力デマンドを最適に制御するトータル電源マネジメントが求められる。先進のIoT技術を用い、翌日の天候予測プログラムに合わせて各種デバイスの稼働を管理する予測制御(predictive control)システムを導入予定である。

太陽光発電装置 Solar photovoltaic array (1.1kW)

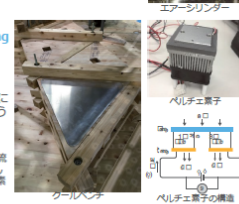
ウェルカムミスト
Welcome mist
軒先に設置した「ウェルカムミスト」は、粒径が比較的大きなミストを使い、遠目で見てもミストの存在が認識でき、周囲の温度を下げることに、「涼しさ」を演出する。



エアースリンダー+超微細ミスト
Air cylinder with fine mist
柱部分に内蔵された透明アクリル製の「エアースリンダー」からは、心地よい風とともに超微細ミストが噴出される。スリンダー内のノズルから放出されたミストの内、粒径の大きなものはアクリル筒内に残留、粒径の細かいミストのみが出口から放出されるため、ベンチ着座時にもべとつかずに、さわやかに首筋を冷やす。

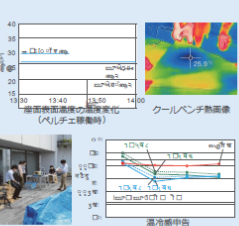


クールベンチ (パルチエ素子)
Bench with thermoelectric cooling (Peltier device)
クールベンチは、座面の裏側にパルチエ素子を設置した。断熱性の高い90mmのCLT木材の上に設置されたアルミ板から接冷という形で、風媒部を効果的に冷やす。
※パルチエ素子:
異なる金属を結合させたものに直流電流を流すことで、熱が金属層を移動し、冷却・加熱が自由に行える半導体素子



環境実測 (2017年7・8月)
クールツリーの涼感評価を行うため、夏期屋外環境下における実物大実験を行った。物理量測定のほか、快適感申告による涼感評価も行った。

- 1) パルチエ冷却効果
パルチエ稼働時のクールベンチの座面表面温度は24～29℃。着座時には2℃程度の温度上昇がみられる。
※実測時の外気温: 約33℃
- 2) 被験者実験
50名の被験者実験を実施し温冷感評価を行った。着座直前と直後と比較すると、涼しい側(快適側)に移行していることがわかる。



Engineering Award (技術表彰)

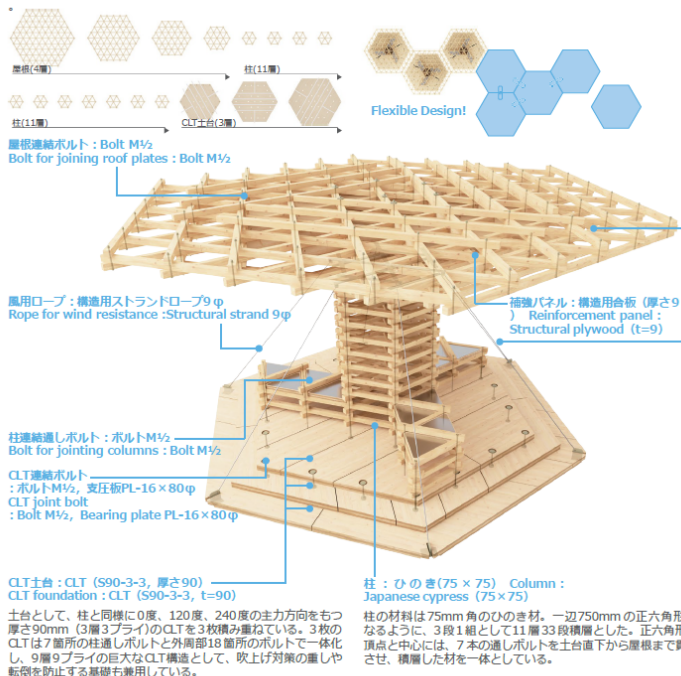
事例10: Cool Tree

Structural System

～リデュース・リユース・リサイクルを形に～

イージービルドアップ&フリーコンビネーション Easy Buildup & Free Combination

木を使った日本らしいデザイン。組み立てが容易でリサイクルができるシンプルな積層構造方式。
屋根を連続させて複数配置することにより、敷地形状に合わせて自由に拡張できるヘキサゴンシェイプ



屋根: ひのき(75×75) Roof: Japanese cypress (75×75)

屋根は、1層ごとに正六角形の辺を750mmずつ平面的に広げた75mm角のひのき材を4層12段積み上げている。最上層は一辺3,750mm、対角線が7,500mmの正六角形となっている。継手を設けて4m以下の断材材で構成している。中央部には、厚さ9mmの合板/パネルを鉛直方向の補強材としてはめ込んでいる。

強風対策

Measures against strong wind

基準風速を超える予報が発表された場合は、6か所あるCLT土台のコーナー部切欠きに金物を挿入し、柱上部の金物と風用のロープで緊結し、強風対策を行う。

■ 実物大モックアップ (組み立て～解体) の東京日産設計 2017年6月
間伐材を利用した角材とCLTを積層しボルトで接合するシステムのため、容易に解体・組立ができ、場所を変えて繰り返し使用することが可能である (リユース)。東京ID200展でのモックアップは、銘建工業にてモックアップした部材をそのまま使って組み立て直しており、組立・解体を繰り返すことができることを実証した。

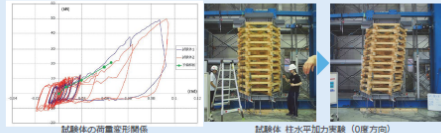


構造実験 (2017年7月～)

クールツリーは、角材を積層しボルトで接合する簡単な構造形式だが、外力に対して、鉛直方向はめり込み(圧縮)とボルト(引張)、水平方向は摩擦と角材のせん断抵抗が複雑に組み合わさった抵抗機構となっている。そこで、実大展示の材料を再利用し、実大実験および構造解析のモデル化に必要な要素実験を、奈良女子大学産野研究室の協力のもと実施した。

< 柱水平加力実験 (実大実験) >

試験体に対して、1/50radまで繰返し水平載荷を行い、その後1/10radまで片押し載荷を行った。最大荷重 約50kNにおいて引張ボルト(SS400)が破断し、予備解析で想定した20kNを大きく上回り、3.0G以上の水平抵抗力があることが確認できた。

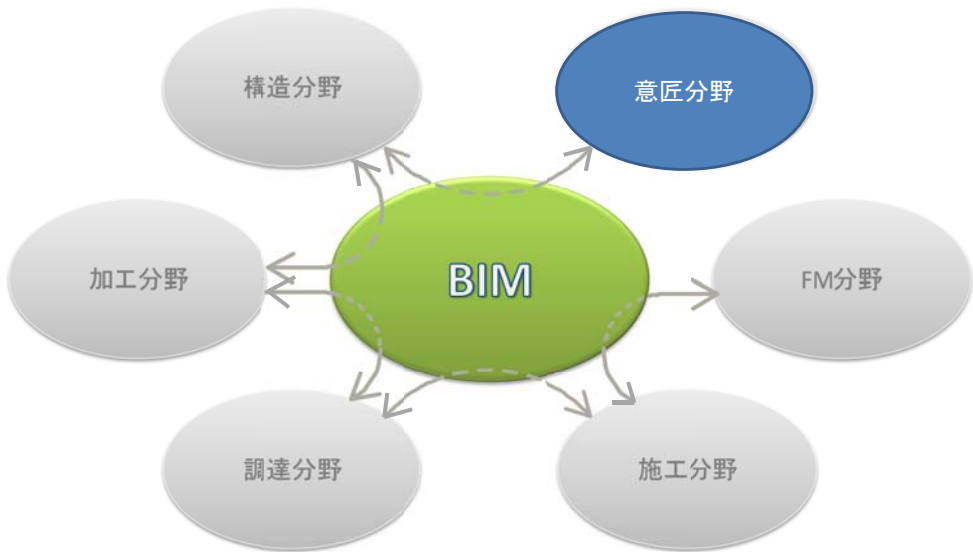


Engineering Award (技術表彰)

事例10: Cool Tree

BIM を活用した設計施工事例-11

物件名称	蔵春閣移築工事	建築場所	新潟県
用途	—	用途地域	第一種住居地域
防火地域の指定	準防火地域	構造種別及び階数	木造 地上2階
構造計算ルート	—	延べ床面積	約 300m ²
最高高さ	—	軒の高さ	—
物件概要	■建物の概要 蔵春閣は大成建設の創業者である大倉喜八郎が、向島別邸内に迎賓館として建設した建物である。東京都墨田区の隅田川沿いに1912年（明治45年）に建設された。その後数度の移築を経て2012年に移築保存を前提に解体されて大倉文化財団が所有することになり、2017年に大倉喜八郎の出生地である新潟県新発田市に大倉文化財団より寄贈された。今後保存活用計画を策定し移築工事に着手することになる。 ■物件の特徴（BIM との関係） 新発田市の公園内に移築する計画であり、配置計画を検討する過程で現地で完成状態を確認する手法としてAR技術の活用に取り組んだ		
BIM の活用概要	■活用概要 配置計画を検討する過程で現地で完成状態を確認する手法としてAR技術の活用に取り組んだ。既存建物のBIMモデル（Autodesk Revit を利用）を作成しゲームエンジンにとりこみ、iOS のARアプリを作成。基準点（マーカー）上にAR建築物が出現するように作成しマーカーの位置や向きを移動させることでAR建築物の出現位置を変更できるようにした。それにより現地で複数の配置計画案の建物の完成状態を確認することが可能となった（図2.1-28）。  図 2.1-28 AR による現地での建物の完成状態の確認		

	 図 2.1-29 事例 11 における BIM 活用イメージ
本建物における BIM 活用のメリット・デメリット	■BIM 活用のメリット 現地で AR 建築物を実物大で確認できる効果は大きい。特に現地の環境、敷地周辺の状況との関係性がリアルに体感できる ■BIM 活用の課題 タブレットの計算処理能力に依存するため、モデルのポリゴン数を下げタブレットの負荷を低減する工夫が必要でゲームエンジン側でデータを軽くする作業（最適化）が必要。

2.2. ソフトウェア

2.2.1 CEDXM ファイルと BIM (IFC) 連携

(1) CEDXM ファイルフォーマット

CEDXM ファイルフォーマットとは、木造軸組工法住宅の CAD データ連携の業界標準であり、その開発は 2001 年にスタートしている。この 2001 年当時の木造軸組工法住宅 CAD 間のデータ連携の状況はどうであったか。実は既に各社のデータ連携は可能だった。では、現在の CEDXM フォーマットを活用した状況と何が異なっていたのか。

ここでは、例として 3 種の CAD、A, B, C があつた場合の当時の様子を紹介する (図 2.2-1)。

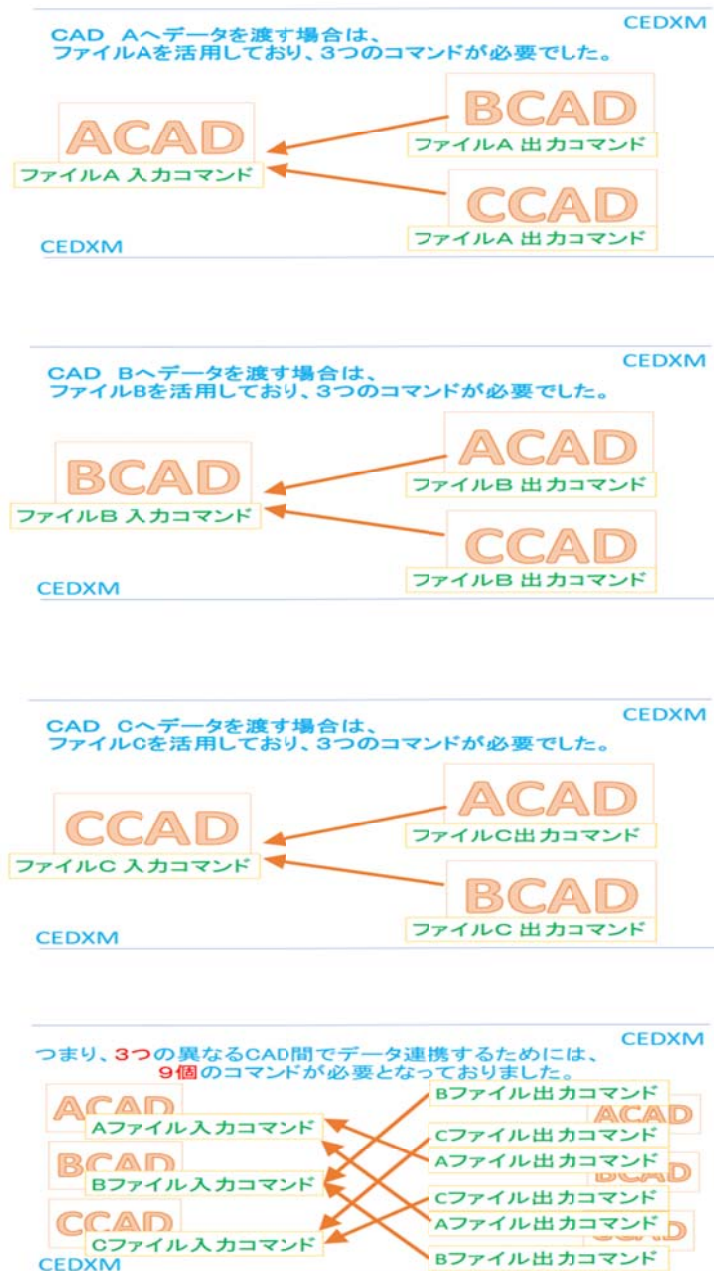


図 2.2.1-1 3 種の CAD、A, B, C があつた場合の当時の様子

では、N 社のアプリがあった場合、必要となるコマンドの数はいくつになるか(図 2.2.1-2)。



図 2.2.1-2 N 社のアプリがあった場合の必要となるコマンドの数

ただし、さすがに図のようにはなっておらず、2 社間における話し合い（力関係）により、相手先のファイルではなく、自社のファイルを使用するケースもあり、一社当たり 3 ファイル程度の対応で済んでいた。それでもベンダーにとっては、開発費が 3 倍となり、さらに 1 ファイル毎の出荷台数見込みも少なく、販売価格も高額となっている。その結果、販売機会が減少し、開発費の回収もままならない状況であった。

これは、そのまま顧客にも影響を与えており、高額なため大半の顧客は導入を断念しており、技術的には連携可能なのに実現せず、顧客もベンダーも不幸な状態にあったと言える。

共通ファイルさえあれば、・・・

ベンダーにとっては、1 セットのコマンドの開発だけで良くなり、結果、販売価格を抑える事となり、開発費の回収は楽になり、利益につながる。

顧客にとっても、1 セットのコマンドを導入するだけで良くなり、取引先の CAD 全てが連携可能となる。つまり、ベンダー、顧客共ウインウインの関係になる。

そこで、2001 年 CEDXM ファイルフォーマットの基となった「木造住宅 CAD/CAM 連携標準データ仕様書」が、開発されることとなった。

当該は、2000 年、2003 年の林野庁補助事業である『住宅資材利用高度化推進事業』、『顔の見える木材での家づくり支援事業』として、(財)日本住宅・木材技術センターの成果物として開発され、2003 年 11 月に、「木造住宅 CAD/CAM 連携標準データ仕様書（第 27 版）』として完成した。

これらの開発は、小生が主査を務めた CAD 検討WG にて実施しており、下記ベンダー各社と協議することで完成させている。

- ・ 福井コンピュータアーキテクト（株）
- ・ (株) コンピュータシステム研究所
- ・ 日本ユニシス（株）
- ・ 宮川工機（株）
- ・ ネットイーグル（株）様
- ・ (株) トーアエンジニアリング

しかし、これらは仕様書でしかなかったため、2004 年、(財)日本住宅・木材技術センター支援のもと、当時の委員長であり芝浦工業大学藤澤先生を理事長に当時のコアメンバーを理事とし、有志を募り、CEDXM 評議会を立ち上げた。現在は、東京都の NPO 法人として活動している。

評議会の活動目的は、CEDXM 技術を広く周知させることによる利用拡大、CEDXM フォーマットの継続的開発となる。

さらに、2015 年に、WALLSTAT と CEDXM とを連携可能としたことから、当初の目的に加え、実際にプレカットする構造伏図を CEDXM 経由にて、WALLSTAT にダイレクトに読み込ませることで、より安心して安全な建築を広める活動も続けており、全国各地でカンファレンス、講習会など実施し、今年（2019 年 1 月 17 日）には、耐震性能見る化協会を設立するに至った。

また、金物メーカー各社の協力により各カタログを「CEDXM 評議会指定金物マスターフォーマット」として準備し、誰でも入手可能としたことにより、WALLSTAT で金物強度の登録の手間を省くこと、さらに各 CAD から当該金物の配置情報を連携することで、WALLSTAT の操作軽減、削減につなげている。

■CEDXM ファイルに対応しているアプリ一覧

下記一覧は、2020 年 2 月現在の非営利活動法人 CEDXM 評議会/連携 CAD 一覧及び一般社団法人日本 CLT 協会/取り組み企業/CAD とフォーマットと加工機の WEB ページからの参照によるものである。

1) 意匠 CAD 構造計算系アプリ系では、下記 12 アプリとなる。

- ・ 福井コンピュータアーキテクト (株) / ARCHITREND ZERO
- ・ 福井コンピュータアーキテクト (株) / GLOOBE
- ・ (株) DTS / Walk in home
- ・ (株) コンピュータシステム研究所 / BuildVisor ALTA
- ・ (株) コンピュータシステム研究所 / KIZUKURI
- ・ (株) サンネックス / SUNCAD
- ・ (株) シーピーユー / A's (エース)
- ・ 日本ユニシス (株) / DigiDmeister
- ・ (株) メガソフト / 3D マイホームデザイナーPRO シリーズ
- ・ (株) インテグラル / ホームズ君 構造 EX
- ・ (株) インテグラル / ホームズ君 耐震 Pro
- ・ (株) アークデータ研究所 / ASCAL 構造ソフト

2) プレカット CAD では、下記 10 アプリとなる。

- ・ hsb ソリューションズ (株) / hsbCAD
- ・ ネットイーグル (株) / Xstar

- ・ ネットイーグル（株） / Xbase
- ・ ネットイーグル（株） / XF-15（一部 XSTAR を経由します。）
- ・（株） 鈴工 / CADwork（開発中）
- ・ 宮川工機（株） / MP-CAD8
- ・（株） ライブラー / ロビンウッドⅡ
- ・ キャリアネット（株） / PS/5 システム
- ・（株） トーアエンジニアリング / アルティメット
- ・（株） トーアエンジニアリング / SIGMA

さらに下記で紹介する倒壊シミュレータ、WALLSTAT も連携している。

これらメジャー系の 23 アプリの対応とプレカット率を考慮すると、日本国内における木造軸組工法建築のほぼ全棟近くが、当該 23 アプリのいずれかを何らかの形で、活用しているものとする。

ここで、日本国内で現在、中大規模木造、CLT などの特殊加工形状材、大断面のプレカット加工が、どのような加工機で加工されているだろうか。

主流は、下記、海外 3 メーカーの加工機となる。

- ・ HUNDEGGER 社
- ・ UNITEAM 社
- ・ ROUTECH 社

しかしながら、各加工機と連携するためには、各社毎に、独自設計、あるいは、公開設計された CAM ファイルを出力する必要がある。当該を対応するためには、フォーマットを理解するだけでなく、加工手法なども理解した上でないと開発はできないものとなる。

そのため、現在、対応可能となるプレカット CAD は、下記 4 アプリほどとなる。

- ・ hsbCAD
- ・ CADwork
- ・ XF-15
- ・ アルティメット

ここで注目したいのは、当該 4CAD と 3 種の全自動プレカット加工機と組み合わせることで、既に任意の 3D 形状の加工が可能となっていること、当該 4CAD が既に CEDXM 対応となっていることにある（1 アプリのみ開発中）。

（２）中大規模木造における CEDXM ファイル Ver9.0 の活用

従来の CEDXM ファイルでは、意匠 CAD からプレカット CAD への連携を主目的としていたため、横架材の端部加工、柱の端部加工の表現をないがしろにしていた。

そのため、端部の納まりに期待する一部のベンダーから、「CEDXM ファイルは使えない」と指摘されたりもしていた。

そこで、CEDXM ファイルの最新バージョンである Ver9.0 では、中大規模木造建築における木質系部材、さらに CLT 建築に対応させた。さらに、各部材の配置情報、属性情報だけでなく、任意の 3 次元形状に対応した。

CLT の対応では、5 層 7 プライなどの積層の表現だけでなく、非等厚 CLT、ハイブリット CLT も対応した。そして、階数制限を無くした。

次に任意の 3 次元形状の表現について説明する。

子供の頃、触れていた彫刻刀を覚えているだろうか？ 適当な六面体の木片と彫刻刀があれば、自由に未知の形状を造形することが可能であった。

当該と同様に、Ver9.0 は設計されており、あらかじめ彫刻刀のように基本となる厳選された加工を数種用意しており、当該加工を彫刻刀のように活用することで、将来出現する未知の加工をも表現可能とした。

では、Ver9.0 の表現力を具体的に説明する。

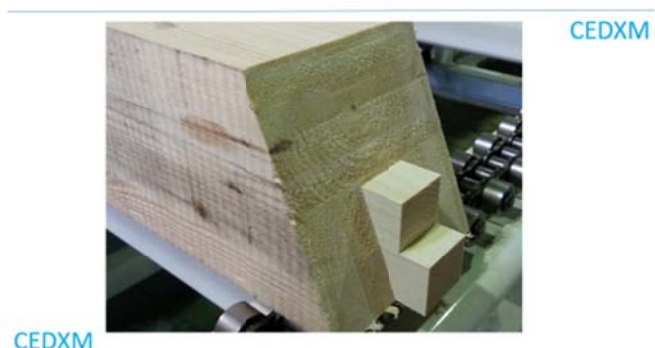


写真 2.2.1-1 プレカットのオリジナル加工

写真 2.2.1-1 に示すとおり、当該仕口はオリジナル加工であるが、今後中大規模木造建築が広まっていく中、このような未知の加工が次々に考案されていくものと考えている。

まずは、「欠き取り」加工の表現力を見ていきましょう。

CEDXM

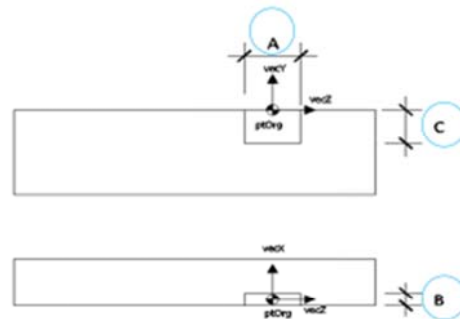
任意パラメータ概要

A:加工幅

B:加工深さ

C:加工高さ

3次元2軸任意回転情報



CEDXM

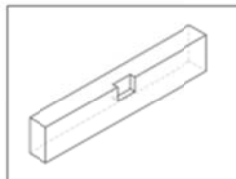


図 2.2.1-3 欠き取り加工の表現力

ステップ1

CEDXM

欠き取り加工を勾配に合わせて回転し、ホゾの片側サイドに取り付けることで、



CEDXM

片側の胴付き面を形成します。

ステップ2

CEDXM

欠き取り加工を勾配に合わせて回転し、ホゾの反対側サイドに取り付けることで、



CEDXM

反対側の胴付き面も形成します。

ステップ3

CEDXM

欠き取り加工を勾配に合わせて回転し、残りの胴付き面に取り付けることで、



CEDXM

残りの胴付き面を形成します。

ステップ4

CEDXM

欠き取り加工をホゾの胴部の勾配に沿わせてホゾの付け根に取り付けることで、



CEDXM

ホゾの胴部を形成します。

ステップ5

CEDXM

欠き取り加工を先端のホゾの付け根に合わせて、取り付けることで、



CEDXM

下図のようにオリジナル加工が表現できました。

CEDXM



CEDXM



図 2.2.1-4 加工のステップ

当該 Ver9.0 の開発は、下記企業の協力により開発されている。

この中には、先ほど挙げた海外 3 メーカーの加工機に対応しているプレカット CAD メーカー 4 社とも参加いただいている。

- ・ hsb ソリューションズ hsbCAD bvba (ベルギー)
- ・ (株) 鈴工 CADwork SA (スイス)
- ・ ネットイーグル (株)
- ・ 福井コンピュータアーキテクト (株)
- ・ 日本ユニシス (株)
- ・ 宮川工機 (株)
- ・ (株) トーアエンジニアリング

まずは、下記 4 アプリが CEDXMVer9.0 にバージョンアップすることで、将来出現する未知の加工を海外 3 メーカーの加工機の改造なしで加工させる際、分散加工が可能となる。

- ・ hsbCAD
- ・ CADwork
- ・ XF-15
- ・ アルティメット

(3) 中大規模木造における CEDXM ファイル Ver9.0 と BIM について

中大規模木造においては、RC 造、S 造など他工法とのハイブリッドとして、一部に CLT や大断面梁、柱を活用することは可能と考えている。

また、RC 造、S 造など他工法の業界では、BIM の活用が進められており、3 次元 CAD である BIM ソフトウェアが、活用されている。

しかしながら、当該 BIM ソフトウェアと海外 3 メーカーの加工機との連携は、あまり、進んでいない。

では、ハイブリッドで使用される木質系部材を、未知の加工の対応も含めて BIM から、先ほど挙げた全自動プレカット加工機へデータ連携する手法は何であろうか？

下記 3 案程度と考えられる。

案 1：各 BIM ソフトウェアメーカーが、各社各様のプレカット加工機の CAM ファイル

を出力するコマンドを開発する

案 2：各プレカット CAD メーカーが、BIM の IFC ファイルを読み込むコマンドを開発する

案 3：IFC と CEDXM ファイルを相互乗り入れするアプリを開発

案 1 は、CAD の数かける加工機種別の数だけプログラム開発が必須で、業界として、膨大な開発費を要する。しかも、開発するには刃物、加工機、CAM のノウハウが必須となり、直ぐに開発着手できない。

案 2 は、CAD の数だけ開発しなければならないため、CAD が 5 種あれば、開発費が 5 倍かかる。

以上を踏まえ、CEDXM 評議会としては、最も工数が少なく済むのは、案 3 と考えており、当該の開発を開発委員会にて、進めている。

では、次に、案 3 の IFC フォーマットと CEDXMVer9.0 変換アプリに関して説明する。

当該アプリを開発することで、未知の 3 次元形状を含め、BIM から 全自動プレカット加工機への道確立するだけでなく、さきほど上げた 23 アプリ全ても、BIM と連携可能となる。

つまり、23 アプリの中のひとつである WALLSTAT も連携可能となることで、BIM で設計した建築物の倒壊シミュレーションを WALLSTAT で解析することも可能となる。

以上の事から、現在、CEDXM 評議会では、IFC フォーマットの中から、木質系部材を抽出し、CEDXMVer9.0 に変換する仕様書の開発を進めている。

当該仕様書が完成すれば、当該を基に、変換アプリを開発することが可能となる。

当該は、CAD ベンダーに依存することなく、誰でも、好きな開発言語で、たとえば、今はやりの python を活用しても、当該変換アプリを開発することが可能となる。

なお、CEDXM 評議会では、第一弾として IFC フォーマットを対象としたが、変換アプリ仕様開発は、当該にかぎらず、今後は、将来、木質材料系の構造材として、3D プリンターで造形する構造材が出現するかもしれない。さらに、接合金物も 3D プ

リンターで造形されるかもしれない。

当該も視野にいれ、3D プリンターのデファクトスタンダードである STL ファイルへの変換仕様書の開発も視野にいらている。

このようにさまざまな 3 次元ファイルと CEDXMVer9.0 との変換アプリを数多く世の中に出していくことが、データの 2 重入力からの解放となりえる。

仮に、CEDXM を活用することにより、1 棟当たり、30 分短縮したとしたら、木造軸組み住宅がおおよそ年間 40 万棟建てられていることを考慮すると 20 万時間／年に削減したこととなる。

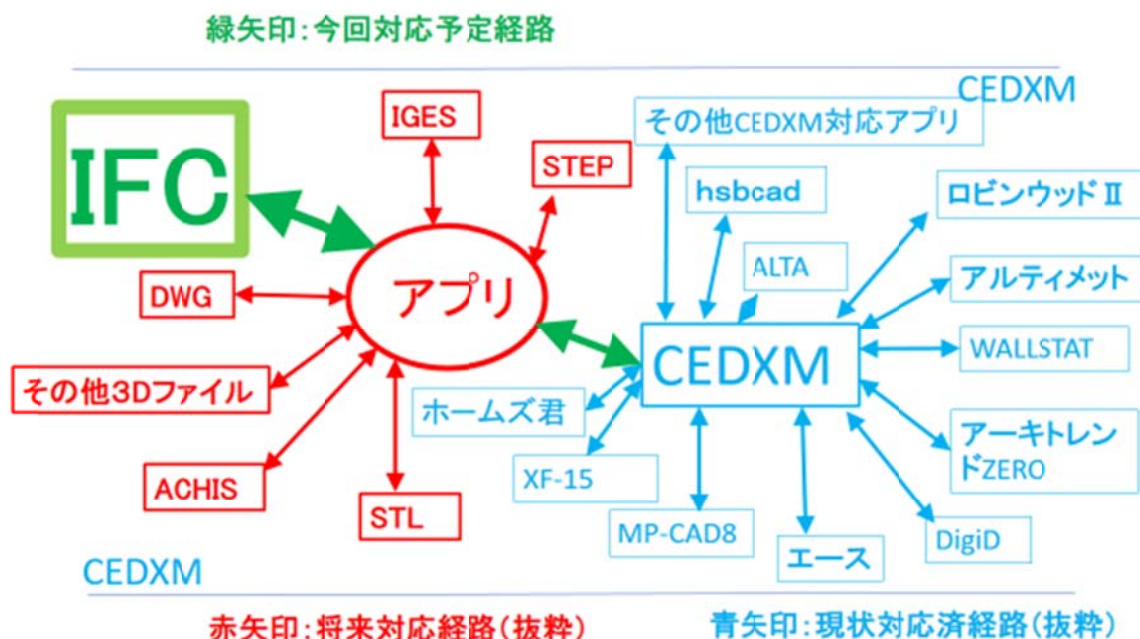


図 2.2.1-5 CEDXMVer9.0 変換アプリの対応経路

なお、IFC との連携に関しては、物理フォーマットをたとえ理解したとしても、そのままでは、当該アプリの開発はできない。

それは、各種アプリからの木質材料系部材の表現の仕方は、各種アプリに依存しているためである。

たとえば、構造材、羽柄材で活用される IFC クラスとしては、

IfcMember 構造材, 筋違
IfcBeam 梁、
IfcColumn 柱、間柱
IfcSlab 床

が想定されるが、他の IFC クラスでも表現可能である。

たとえば、意匠系情報で活用される IFC クラスとしては、

Ifcspace 部屋
Ifcslab 床
Ifcwall 壁

IfcOpeningElement 開口部

Ifcroof、 Ifcslab 屋根、床

が想定されるが、他の IFC クラスでも表現可能である。

また、表現されている要素が、木質系部材であると判断するためには、任意の Pset によると想像される。当該詳細は、各種アプリの設計思想による。

さらに、

- ・各種アプリに対しての入力の仕方
- ・IFC ファイルを出力する際の設定

等によっても、表現の差異につながる。

以上のことから 現在、CEDXM 評議会では、下記法人の協力を得ながら、IFCCEDXM 変換アプリ仕様書の開発を進めている。

一般社団法人 building SMART Japan

オートデスク (株)

(Revit)

グラフィソフトジャパン (株)

(ARCHICAD)

エーアンドエー (株)

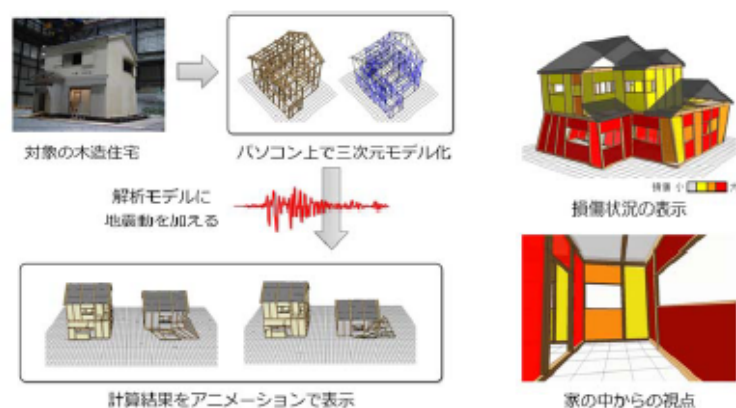
(Vectorworks)

福井コンピュータアーキテクト (株)

(GLOOBE)

wallstat (ウォールスタット) とは？

- パソコン上で木造住宅の解析モデルに振動台実験のように地震動を与える（時刻歴応答解析）
- フリーソフト（無償）
- 損傷・倒壊過程をアニメーションで確認できる（見える化）



1

WALLSTATダウンロード数（累積）



2

wallstat の特長

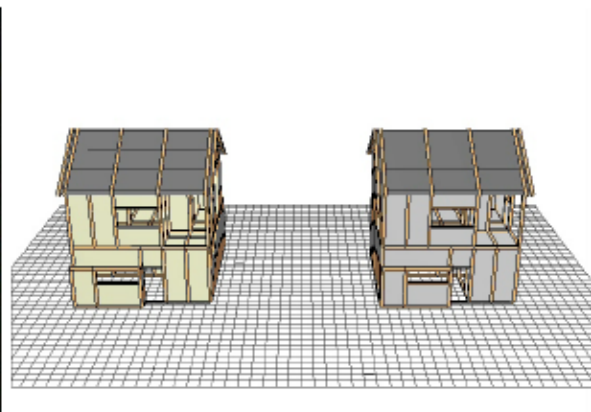
- 建物が倒壊するまでの計算
⇒通常の数算ソフトでは困難
⇒「個別要素法」を基本とした独自の計算理論により実現
- 木造住宅が地震時に損傷し、完全に倒壊するまでをシミュレーション可能
- 振動台実験との比較・検証により精度の向上

3

耐震シミュレーションによる再現



振動台実験



シミュレーション

4

振動台実験による精度検証 (3階建て木造住宅)



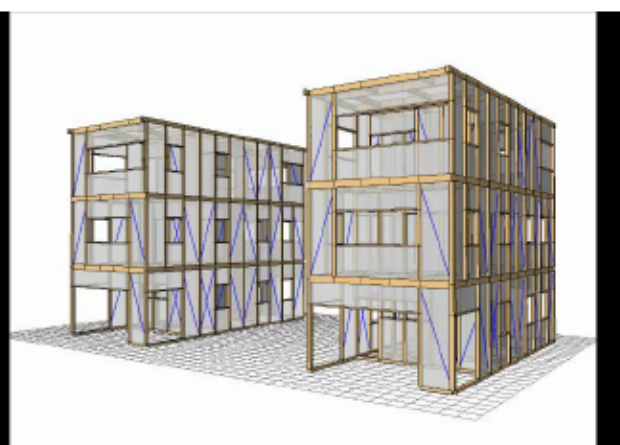
3階建て軸組構法(日加共同研究)

5

振動台実験による精度検証 (3階建て木造住宅)

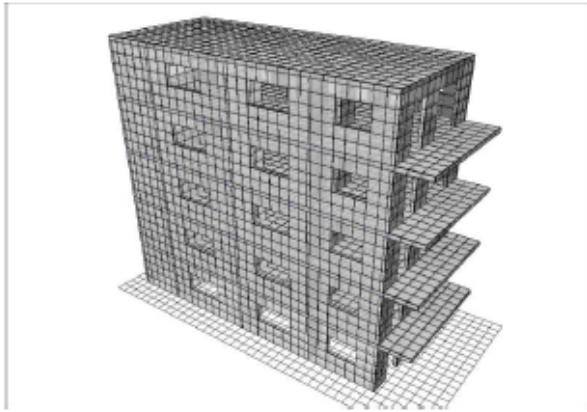


国土交通省補助事業
(E-ディフェンス)

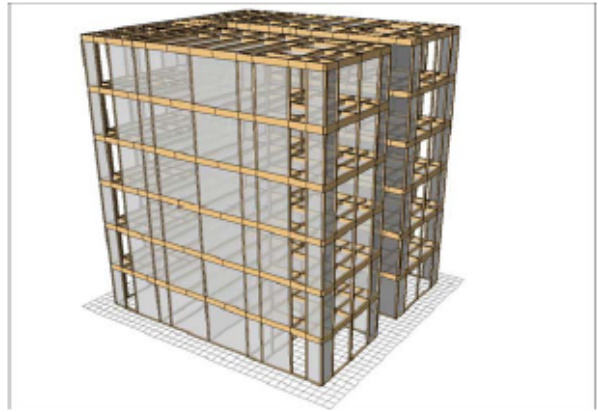


6

wallstatの活用事例 (CLT、2X4)



5階建CLT構造の振動台実験の解析



6階建て2X4工法共同住宅の解析

7

五重塔の解析



資料提供: 津和祐子氏 (文化財建造物保存技術協会)

8

WALLSTATの変遷

1995年 阪神・淡路大震災

1998年 東大太田教授の指導で研究開始



2003年 博士論文「木造住宅の倒壊シミュレーション」



2010年 研究・教育用ソフトとして無償提供開始 ver.1



2015年 シーデクセマ・CAD連携機能 ver.3
商用利用開始

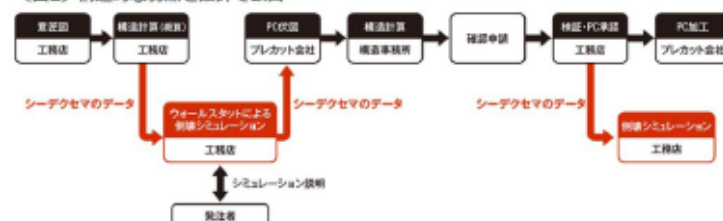
9

wallstatの商用活用事例(埼玉の工務店)

(写真1) 「倒壊」までを視覚化するシミュレーション



(図2) 構造的な弱点を設計で改善

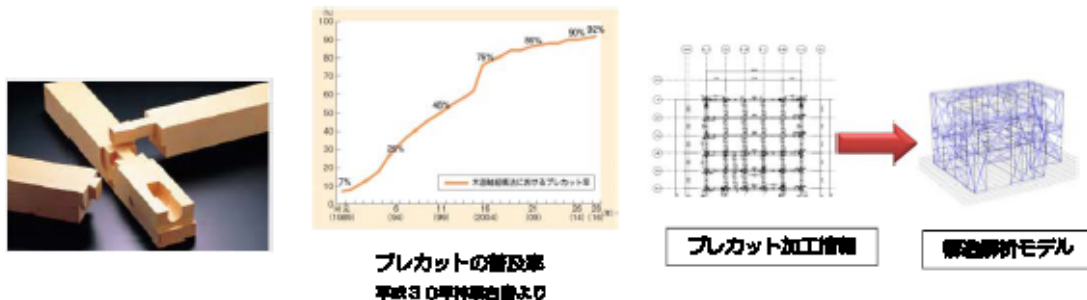


ウォールスタットによる耐震シミュレーションを発注者が確認することで、耐震性能とコストの折れ合いをつけたプランを提供できる。構造的に脆弱な部分を設計の早期に把握して改善のためのフィードバックにつなげる。(資料：益田建設)

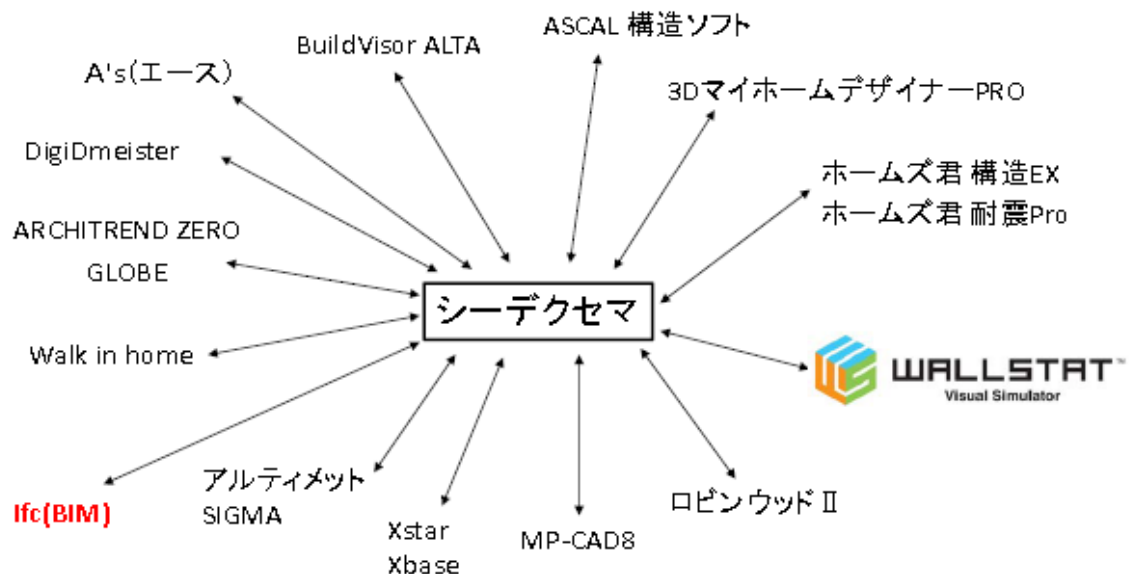
10
日経アーキテクチャ4月13日

シーデクセマ (CEDXM)

- 木造軸組構法住宅に関するCAD連携のための**標準ファイルフォーマット**
- 軸組構法住宅の90%はプレカット材
- プレカット加工は3次元CADを利用
- プレカット加工用CADデータは軸組・壁配置・接合部等の情報があり、**3次元構造解析との親和性は極めて高い。**



シーデクセマ (CEDXM) ファイル



wallstatとの独自連携を発表したソフト会社

- ・ ㈱インテグラル ホームズ君 構造EX 2017年4月
- ・ 福井コンピューターA㈱ アーキトレンドZERO 2017年7月
- ・ 富士通FIP㈱ STRDESIN 2017年9月
- ・ ㈱DTS Walk in home 2019年2月
- ・ キャリアネット㈱ らくわく 2019年3月



日刊木材新聞 2017年3月7日

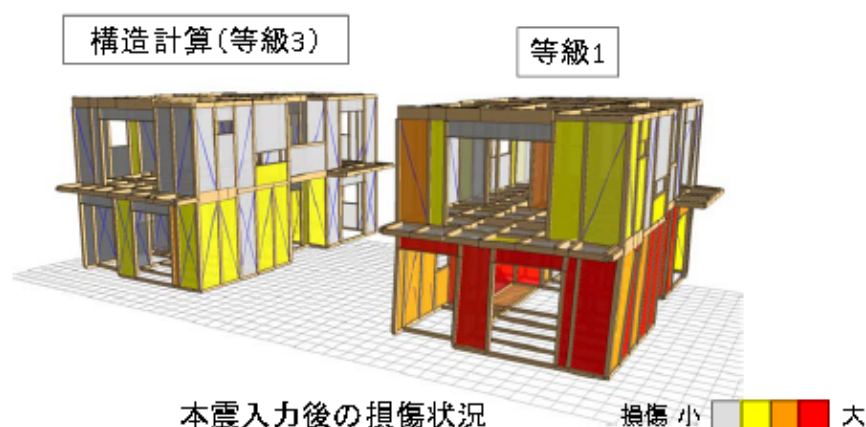


日本経済新聞 2019年2月26日

13

2016熊本地震のシミュレーション

- ・ 熊本地震の地震動に耐えるには？
壁量？耐震等級？構造計算？
- ・ 2度の震度7(益城町中心部)



14

3. BIM と CAD/CAM システムとのデータ連携の可能性の検討

3.1. BIM と CAD/CAM システムとのデータ連携の可能性

3.1.1 上流工程と下流工程の接続

BIM ソフトウェアの特徴は、三次元の仮想空間に、柱、梁、壁、床、建具、照明など建築の部位や機器を配置するモデリングの方法にある。例えば、梁は柱に支えられる、建具は壁に配置されるといった支持関係に基づいたルールで BIM オブジェクトの振る舞いが制御されていることにより、我々はコンピュータの中に建物を効率的に仮想建設できる。しかし、BIM オブジェクトのモデルと実際の部位や機器の構成が一致しているとは限らない。例えば、CLT（Cross Laminated Timber）パネルを壁とする場合、実際は複数の CLT パネルを並べて構成されている壁が、BIM モデルでは 1 枚の壁オブジェクトで入力される。また、窓オブジェクトはガラスを含めて 1 つのコンポーネントだが、実際は窓枠とガラスを別の企業に発注をする。つまり、BIM ソフトウェアで構築した BIM モデルは、機能（属性）の点で実物を写像していても、構成（形状）の点で実物を写像していると言い切れない。

一方、CAD/CAM データは加工機で作られる部品の形を正確に示しているものの、それらを組み上げながら建物を創造することに無理がある。しかし、プロジェクトの下流段階で部品に求められる仕様は、上流の基本計画における検討とリンクしている。設計では、その建物が建設される場所、用途、規模、配置、空間の使い方、取得を目指す住宅性能や環境性能のランクに応じて各所の部位に求められる性能はおのずと決まり、それに対応できる材料やその組み合わせを定義し、製品を選択したり寸法や納まりを定義したりする。加工情報を検討する段階では、その製品を部品に分解したうえで、工作機械の特性を踏まえた子細な形状だけでなく、材料や工事現場での施工性なども考慮して検討する必要がある。

このように、建物を設計する行為として建物全体から部分に分解するプロセスが BIM の役割であり、部分を構成する部品の設計が CAD/CAM の役割であると双方のツールの境界を定義できる。図 3.1.1-1 に示すごとく、外寸や呼び寸法などが確定した BIM オブジェクトの形状データを CAD/CAM に移送すれば、そのデータを発展させて部品化や加工情報にすることが可能そうに思える。しかし、建築全体のデータ（BIM モデル）と個別部品のデータ（CAD/CAM）の間で、共通化するパラメータやその認識・解釈を部分的にでも整備しておかないと、BIM モデルと CAD/CAM で直接的にデータをやり取りすることは難しい。

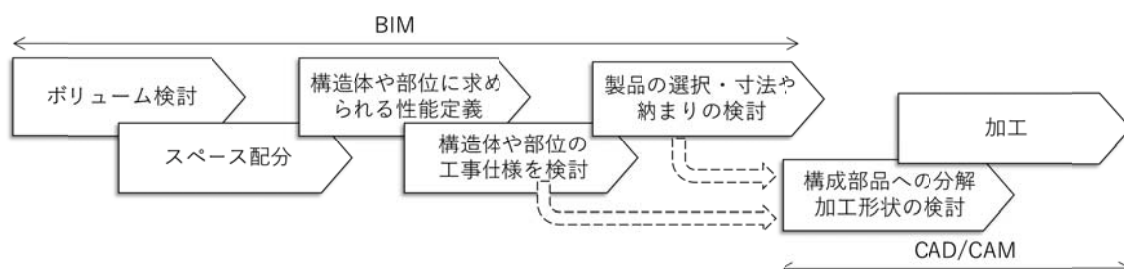


図 3.1.1-1 BIM と CAD/CAM の役割

3.1.2 属性項目標準

(1) IFCのプロパティセット

BIMを導入した設計プロセスでは、デザイン、基本設計、実施設計、生産設計、製品設計、加工データの作成など、各々の専門的な業務の別にソフトウェアに求められる性能が異なる。例えば、デザインでは手軽な操作、基本設計ではモデリングの自由度、実施設計や生産設計では部位とクラスの厳密な定義、製品設計では部品の組み合わせや分解、加工データの作成では工作機械の制御などといった利用者からの要求が想定される。アーキテクトやエンジニアは、自らの要求に対応できるソフトウェアを選択して利用するのが効率的と思われる。そうした場合の問題がデータの相互運用性（Interoperability）である。

ジオメトリのデータは、DXF（Drawing Exchange Format）や STEP（Standard for the Exchange of Product model data）を経由すれば概ね正確に受け渡すことができる。ジオメトリに属性情報を含めたデータのやり取りには、IFC（Industry Foundation Classes）を用いるのが一般的である。多くの場合、部位や製品に要求される性能や寸法などのパラメータは、BIM オブジェクトの属性情報に与えられている。この情報を異なる BIM ソフトウェア間で欠落なく受け渡すために、国際的なルールに基づいた属性項目の標準化が必要である。buildingSMART International が策定した IFC の「common property sets（共通プロパティセット）」は、部位ごとに定義された要求性能群である。壁であれば、遮音等級（AcousticRating）、耐火等級（FireRating）、可燃性区分（Combustible）、断熱性（ThermalTransmittance）、外部区分（IsExternal）、耐力部材（LoadBearing）、防火区画（Compartmentation）などの性能が、「Shared element data schemas」の「Pset_WallCommon」のプロパティ（物体と特性・特質）として提示されている¹⁾。それらの項目ごとに入力する内容も、遮音性なら「遮音等級情報、関連する建築基準法」、防火性なら「主要な耐火等級、関連する建築基準法、消防法などの国家基準」というように定義されている。壁に対する共通プロパティセットを表 3.1.2-1 に示す。

表 3.1.2-1 IFC4 における壁（ifcWall）の共通プロパティセット

属性項目(英語)	属性項目(日本語)	説明	データタイプ	入力例	根拠
Reference	参照記号	このプロジェクトにおける参照記号。分類コードではなく内部で使用されるプロジェクトタイプとして使用されるもの	テキスト	W1	
Status	状態	[新規/既存/廃棄/一時的/その他/不明/未定義]から選択	ラベル	新規	
AcousticRating	遮音性	JIS等級 or 遮音等級線 or 住宅性能表示制度等級区分	ラベル	T-2	JIS等級
FireRating	防火性	主要な耐火等級。関連する建築基準法、消防法などの国家基準を参照	ラベル	等級2	住宅性能表示制度
Combustible	可燃性区分	この部材が可燃性物質で作られているか(TRUE/FALSE)	ブール値	FALSE	
SurfaceSpreadOfFlame	表面の炎の拡散	炎が表面の周りに広がる方法(日本では該当する要求性能が無い)	ラベル	n/a	
ThermalTransmittance	断熱性	熱貫流率U値。ここではカバリングを通した熱移動の方向における全体の熱逓流率を示す	数値	0.006	平成25年省エネルギー基準に準拠して算定
IsExternal	外部区分	外部の部材か(TRUE/FALSE)	ブール値	TRUE	
LoadBearing	耐力部材	荷重に関係している部材か(TRUE/FALSE)	ブール値	FALSE	
ExtendToStructure	構造体との接触	上部の構造体まで達しているか(TRUE/FALSE)	ブール値	FALSE	
Compartmentation	防火区画	防火区画を考慮した部材か(TRUE/FALSE)	ブール値	TRUE	

（２）BIM オブジェクトの属性項目標準

イギリスの王立英国建築家協会（Royal Institute of British Architects：RIBA）の配下で建築仕様の策定を担っている NBS は、自身が運営する NBS National BIM Library（NBS BIM オブジェクトライブラリ）で、属性項目の標準化を行っている。その標準仕様書である「NBS BIM Object Standard²⁾」には、表 3.2-2 に示す 4 つのプロパティグループが定義されている。

- 1) 「IFC」は、当該 BIM オブジェクトが分類される部位に要求される性能で、IFC4 の common property sets（共通プロパティセット）の 6. Shared schemas と 7. Domain schemas の Pset_XXXXCommon の項目を用いる。
- 2) 「COBie」は、形状、構成、仕上げ、保証など製品を管理するための一般的な情報で、COBie（Construction-Operations Building Information Exchange）ワークシートの「Type」と「Component」の項目を用いる。NominalHeight（呼び高さ）、NominalLength（呼び長さ）、NominalWidth（呼び巾）、Size（サイズ）など、製品の寸法をテキストで入力する項目を含んでいる。
- 3) 「BOS_General」は、当該 BIM オブジェクトの一般的性質で、建設製品とその使用を特定するために必要最小限の情報。<Specification>Reference（仕様書システムの識別子）、<Classification>Code（分類システムの分類番号）など、BIM オブジェクトと外部システムを連携するための項目を含む。<>の部分は採用した仕様や分類体系のシステム名に置き換える（例：NBS_SpecificationReference、Uniclass2015_Code など）。
- 4) 「<SpecificationSource>_Data」は、マニファクチャャーオブジェクトの製作者などが設定する自由領域で、製品仕様など特定の情報。<>の部分は適宜置き換える。

表 3.1.2-2 NBS BIM オブジェクトライブラリの属性項目標準

プロパティグループ	属性項目	説明
IFC	IFC4のcommon property sets（共通プロパティセット:Pset_XXXXCommon）の項目	当該BIMオブジェクトが分類される部位に要求される性能
COBie	COBieワークシートのTypeとComponentの項目	形状、構成、仕上げ、保証など製品を管理するための一般的な情報
BOS_General	当該BIMオブジェクトの一般的性質	建設製品とその使用を特定するために必要最小限の情報
<SpecificationSource>_Data	マニファクチャャーオブジェクトの製作者が設定する自由領域	製品仕様など特定の情報

（３）BLC BIM オブジェクト標準（version1.0）

BIM ライブラリ技術研究組合の前身である BIM ライブラリーコンソーシアムは、2018 年 10 月に「BLC BIM オブジェクト標準（version1.0）³⁾」を策定している^{*1}。この標準は、NBS BIM Object Standard をベースとして、BLC のライブラリで BIM オブ

*1 一般財団法人建築保全センターの BIM ライブラリーコンソーシアムのサイトには、2018 年 8 月に公表した「素案」しか掲示されていないが、同年 10 月に開催した臨時総会で会員 76 企業の合意を得た「BLC BIM オブジェクト標準（version1.0）」を配布している⁴⁾。

ジェクトを管理するための「BLC 管理情報項目」と、日本の設計図作成や調達などに必要となるローカル設定のプロパティセット「BOS_Data-1」のプロパティグループを追加した構成となっている（表 3.1.2-3）。

これらの BIM オブジェクトの属性項目は、建築生産プロセスの段階に応じて責任者が変わるため、発注者、設計者、施工者、製造者が分担して入力することになる。BLC BIM オブジェクト標準では、属性項目の入力者を下記のように暫定的に定めている。

1) BIM オブジェクトに入力して配信する項目

- ・ 建築エレメントの分類を特定する情報：BOS_General の一部、BLC 管理情報項目の一部
- ・ 配信するオブジェクトの形状やサイズ（仮も含む）：COBie の一部
- ・ 製造者、製品のカatalog情報（メーカーオブジェクトのみ^{*2}）：BOS_General の一部、BOS_Data-2、BLC 管理情報項目

2) 設計者が入力する項目

- ・ 建築エレメントに要求される性能：IFC
- ・ 工事仕様に関する情報：COBie の一部
- ・ 日本独自の機能や仕様、オプション類：BOS_Data-1
- ・ 取り扱い製品外の仕様情報（メーカーオブジェクトのみ）

3) 施工者が入力する項目

- ・ 色や仕上の種類など建設現場で決まる設計情報：COBie の一部
- ・ シリアル№など製品の固有情報：COBie の一部
- ・ 製造者、製品のカatalog情報（メーカーオブジェクトのみ）

4) 発注者が入力する項目

- ・ 保証期間などメンテナンス契約に関する情報：COBie の一部

表 3.1.2-3 BLC BIM オブジェクト標準（version1.0）の属性項目標準

プロパティグループ	属性項目	説明
BLC管理情報項目	当該BIMオブジェクトの一般的性質	BLCのライブラリでBIMオブジェクトを管理するための項目
IFC	IFC4のcommon property sets (共通プロパティセット:Pset_xxxxCommon)の項目	当該BIMオブジェクトが分類される部位に要求される性能
COBie	COBieワークシートのTypeとComponentの項目	形状、構成、仕上げ、保証など製品を管理するための一般的な情報
BOS_General	当該BIMオブジェクトの一般的性質	建設製品とその使用を特定するために必要最小限の情報
BOS_Data-1	建築部品の設計に関するローカル設定プロパティセットの項目	日本の設計図作成や調達などに必要な項目
BOS_Data-2	マニファクチャーマニファクチャーオブジェクトの製作者が設定する自由領域	製品仕様など特定の情報

^{*2} BLC BIM オブジェクト標準では、BIM オブジェクトを共通的なオブジェクトである「ジェネリックオブジェクト」と、製造者が作成した特定の製品に対応した「メーカーオブジェクト」の 2 種類を定義している。

（４）分類体系（Classification）

表 3.1.2-3 のプロパティグループ：BOS_General には、建築エレメントの分類を特定する情報として「<Classification>Code」という属性項目がある。ここには、各国で標準的に用いられているクラシフィケーション（分類体系）のコードを入力する。

製品の種類を分類するために用いられる分類体系は欧米では古くから用いられていたが、近年はそれを BIM に対応させる動きが欧州で進んでいる。さまざまなソフトウェアを用いて BIM を遂行する OPEN BIM の思想では、属性情報が引き継がれないことを前提に、データを受け取った側のソフトウェアで建設要素を表す表記を与えるために、外装の壁×プレキャストコンクリート、外部の壁×窓のように建設要素のタイプコードとコンポーネントのタイプ番号を組み合わせる方法（例：BIM Type Code）がある。その逆に、製品部類の番号を付与した状態で BIM オブジェクトを配信する場合は、壁→モノリシックな壁→コンクリートの壁→プレキャストコンクリートの壁、壁→扉と窓→窓→外部用窓のように建設要素からコンポーネントへと階層的に分類する体系（例：Uniclass2015）がある。BIM とマニファクチャリングをつなげようとする場合は、後者の考え方が適している⁵⁾。

Uniclass 2015 は、英国 の NBS が管理している施設および建物の構成要素やその情報の分類を 12 のテーブルに整理した分類体系である。分類体系を標準化することの効用は、建物を、スペース、構成要素、部位、製品コンポーネントへと分解し、それらの仕様をデジタルで記述するための共通の基準フレーム用意することである。図 3.1.2-1 は、Uniclass2015 を構成するテーブルの内、建物を物理的に分類する 7 つのテーブルとそれらの相互関係を示している⁶⁾。

A 部分の 4 つのテーブルは設計要求条件の検討に利用されるテーブルで、「Co : Complexes」は施設全体、「En : Entities」は建物、「SL : Spaces/locations」は居室や空間、「Ac : Activities」はそれらの中で行う活動やサービスの分類である。

B 部分は、設計において建物を製品に分解していく段階的な検討のプロセスをあらわしている。「EF : Elements/functions」は施設（En : Entities）を構成する部位やサービスの分類で、それらを物理的な記述に変換するために「Ss : Systems」のテーブルを用いる。「Ss : Systems」のテーブルは、部位の具体的な構成を部品の集合として表現したもので、BIM オブジェクトと対応する。システムとは、サッシ枠、ガラス、水切り、クレセント、グレイジングガスケットで構成される「窓システム」、木材の構造部材、ボード、留め具で構成される「木材の傾斜屋根システム」、ボイラー、配管、タンク、ラジエーターなどで構成される「低温温水暖房システム」というような建築の部位としてまとめた単位に対する分類をあらわしている。「Pr : Products」は、システムを構成する個々の部品の分類である。「Pr : Products」のテーブルのコードを BIM オブジェクトに入力することは難しいが、積算や調達などの外部システムや、CAD/CAM と BIM とのデータ連携に用いられる可能性がある。

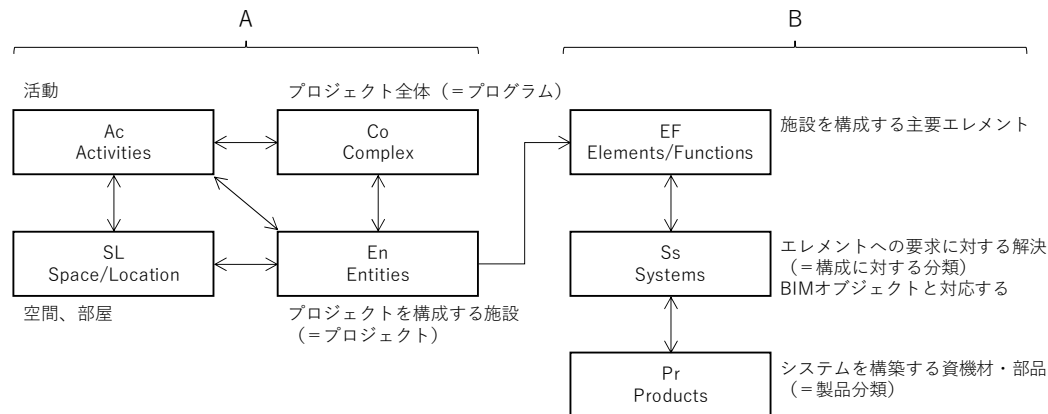


図 3.1.2-1 Uniclass2015 の構成

3.1.3 プレファブリケーション

(1) DfMA (Design for Manufacturing and Assembly)

DfMA とは製造業の開発現場で用いられる用語で、「組立が容易な製品設計は部品数が最小になる」という考え方に基づいた生産のための設計手法である。DfMA は、部品の製造を容易にするための設計 (Design For Manufacture) と組み立てを容易にするための設計 (Design For Assembly) という 2 つの方法を用い、製品の設計と製作工程を統合的に考えて簡単かつ経済的に製造される製品を設計することを目標にしたものである⁷⁾。建設産業でも英国やシンガポールを中心に研究や実践の取り組みが始まっている。建設業における DfMA の要点は下記のように整理されている⁸⁾。

- 1) 部品の総数を減らすこと
- 2) モジュール設計をすること
- 3) 標準コンポーネントを使用すること
- 4) 部品を多機能に設計すること
- 5) 多用途の部品を設計すること
- 6) 製造を容易にすること
- 7) 支持金物を共通化すること
- 8) アセンブリの方向性を無くすこと
- 9) コンプライアンスを第一に考えること
- 10) 取り扱いを最小限にすること

(2) BIM for DfMA の考え方

DfMA を政策的に推進しているシンガポールの BCA (The Building and Construction Authority : 建築・建設庁) は、DfMA を、プレキャストコンクリート、CLT、大断面集成材などプレファブリケーションした部材を多用するだけでなく、その施工における安全性や仮設の最小化なども考慮した設計を含む概念と述べ、施工の効率を考慮しつつプレファブリケーション部材への分割を検討するために BIM を包含する VDC

(Virtual Design and Construction) が有効と示唆している⁹⁾。建物をコンポーネント、アセンブリ、モジュールに分割する検討では、それらを制作する工場の設備やラインを考慮する必要がある。BIM やデジタル設計が広がっている海外諸国では、デザインとファブリケーターが融合した事例も少なくない。例えば英国では、意匠的に重要な外装大型パネルのプレファブリケーションでは、設計者が発注者に要求をしてファブリケーターとプレ・コンストラクション・サービス・アグリーメント (PCSA) を締結してもらい、設計者とファブリケーターが共同で製品設計レベルのコンポーネントを実施設計でモデリングしている例もある¹⁰⁾。

BCA によれば、プレファブリケーションにはいくつかのレベルがあるという。コンポーネントやアセンブリのレベルは BIM オブジェクトと対応する。また、アセンブリやモジュールのレベルは、そのパッケージで受注する専門工事会社の存在が前提となる。

レベル 1：材料の「プレカット」

レベル 2：構造体や窓などの「コンポーネント」

レベル 3：窓を含めた外壁パネルや設備堅管ユニットなどの「アセンブリ」

レベル 4：バスルームや住戸などの空間をプレファブリケーションする「モジュール」

(3) 接合部の標準化

部材の形状を標準化することは、コストアップを容易に抑制できる一方で、デザインの自由度を制約する。DfMA の考え方では、自由な形状の部材を組み合わせるか経済性のある建物を構築するために、コンポーネント、アセンブリ、モジュール相互の接合部（接合方法や接合部品など）を標準化の対象とするのが望ましい⁹⁾。ロバストな接合部が標準化されていれば、それを選択することにより BIM オブジェクトの設計情報と製造用 3 次元 CAD の生産情報を連携しやすくなる。また、いかなるデザインの建物を設計しようとも、共有知識化された標準の接合部が採用されていれば工事現場における組み立てのトレーニングも最小限で済む。

DfMA アプローチを適用する場合の設計は、オフサイトで製造されたコンポーネントをできるだけ使用し、さらにオンサイトにおけるこれらのコンポーネントの効率的なロジスティクスとアセンブリを考慮する必要がある⁹⁾。また、リーズナブルで多様なデザインを創造するために、標準化された部品で特注のコンポーネントを制作することも重要な視点である。このような部材分割の最適解を探索するシミュレーションはコンピュータが得意とするところである。3 次元 CAD や BIM ソフトウェアとビジュアルプログラミングを組み合わせたりそこに AI を組み込んだりして自動生成した大量のシミュレーション結果から、目標をクリアするアイデアを絞り込んで施工 BIM モデルを生成し、実施設計や製品設計を進めていく手順が考えられる。

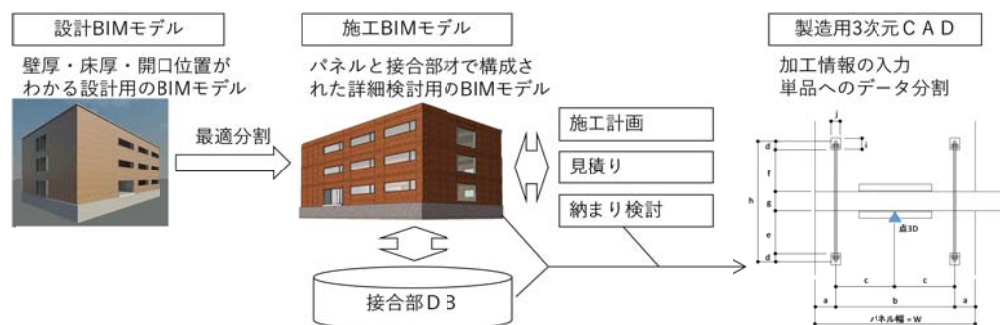


図 3.1.3-1 接合部標準化による設計から製作へのデータ連携のイメージ

（４）施工 BIM モデル

建築生産の実務において我々が扱うのは部材や部品であり、それらを配置する場所の意味で柱や壁といった「部位」の名称を使う。しかし、BIM ソフトウェアの特徴は、柱や壁といった概念上の「部位」を連動させたオブジェクトの配置方法にある。「部位」は、「パネルを並べたものが壁である」というような、部品・部材の集合を物理的にあらわしているとは限らない。したがって、BIM を製造に繋ぐためには、部位を部品に分解するデータ変換が余儀なくされ、設計用と施工用の 2 種類の BIM が必要となる。

このような発想の参考となる考え方に中国の「P-BIM (practice-based BIM mode)」構想がある。中国 BIM 開発同盟 (China BIM Development Alliance) は、IFC・IFD・IDM をコアとした BIM モデルが業務分野ごとの MVD を介して業務ソフトウェアとつながる米国の「IFC-BIM」を実務に実装することは難しく、その仕組みは使い勝手の良い実務ベースの業務ソフトウェアの開発に適さないと分析している。そこで、クラウドのデータ変換システムでデータ変換をした様々な専門分野のサブモデル (sub-BIM) を、各種の業務ソフトウェア (P-BIM ソフトウェア) が利用する「P-BIM」構想を提案している。P-BIM ではデータ変換システムが BIM のプラットフォームとなり、オリジナルの BIM モデルと、例えば環境シミュレーション用、構造計算用、鉄骨制作用、プレキャストコンクリート工事用などのサブモデルとの相互運用性をコントロールする。さらに、建物の情報は各々の sub-BIM を通じてプラットフォームに集約される構想である¹¹⁾。多様な所属の人材が関わる建築プロジェクトにおいて、設計・施工・維持保全のワークフローを通じて 1 つの BIM モデルを一貫して利用することは、理想的だが実務での運用が難しい。中国の P-BIM 構想は、共有すべきは情報であり、ジオメトリは用途に応じて使いやすく加工すべきと割り切った思想であり、日本の生産段階の状況に当てはめやすい考え方ではないかと思う。

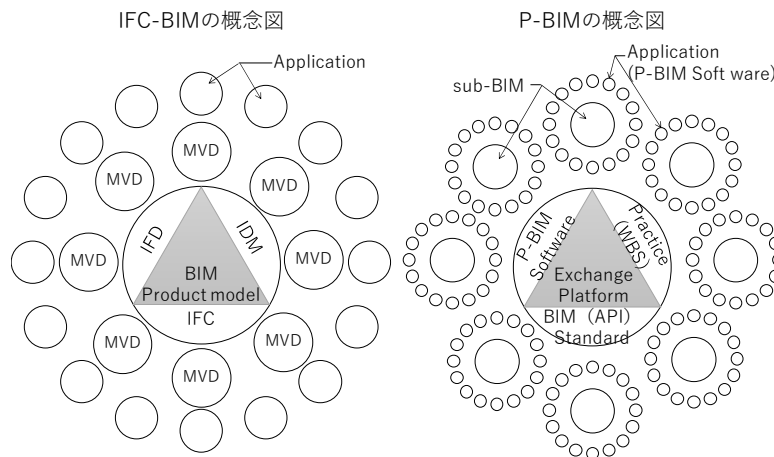


図 3.1.3-2 IFC-BIM 概念図と P-BIM 概念図

参考文献

- 1) buildingSMART International, “IFC4 Documentation”, https://standards.buildingsmart.org/IFC/DEV/IFC4_2/FINAL/HTML/, (2020 年 1 月 19 日閲覧)
- 2) NBS, “BIM Object Standard Version 2.1”, 2019.3
- 3) 一般財団法人建築保全センター BIM ライブラリーコンソーシアム事務局, 「BIM ライブラリーコンソーシアム BLC-BIM オブジェクト標準 (Version1.0) 報告書素案」, 2018.8, <https://www.bmmc.or.jp/blc/about/>, (2020 年 1 月 19 日閲覧)
- 4) 寺本英治, 「BLC BIM オブジェクト標準の合意と BIM ライブラリー構築に向けて」, 一般社団法人経済調査会, 建設 IT ガイド 2019 特集 2 「進化する BIM」, 2019.2
- 5) 志手一哉, 「BIM オブジェクトの分類体系と属性項目の標準化」, 月間建築技術 2019 年 12 月号 通巻 839 号: 【特集】 建築技術の情報革命, pp130-131, 2019.11
- 6) Sarah Delany, “What is Uniclass 2015?”, NBS, <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-uniclass-2015>, (2020 年 1 月 19 日閲覧)
- 7) 株式会社インプリミス, 「DFMA(Design for Manufacture & Assembly)」, <https://www.imprimis.jp/dfma/>, (2020 年 1 月 19 日閲覧)
- 8) Designing Buildings Wiki, “Design for Manufacture and Assembly (DfMA)” , (2020 年 1 月 19 日閲覧)
- 9) Building and Construction Authority and Bryden Wood Singapore, “BIM for DfMA (Design for Manufacturing and Assembly) Essential Guide”, Building and Construction Authority, 2016.9
- 10) 南雲要輔, 「設計に関与する英国のコントラクター」, 一般社団法人建築コスト管理システム研究所, 季刊コスト研究 No.106, pp.73-80, 2019.7
- 11) 志手一哉, 朱正路, 洪流, 李雪菲, 蟹澤宏剛, 「中国における BIM の普及動向に関する考察ー南部地域の現地調査を踏まえてー」, 日本建築学会, 第 35 回建築生産シンポジウム論文集, pp.131-138, 2019.7

3.2. 木構造 BIM 分野における IFC データ連携の概要

3.2.1 BIM データの国際標準 IFC

(1) IFC 策定の概要

buildingSMART は 1996 年の発足以降、国際標準化機構(ISO)のプロダクトモデルデータ交換標準 ISO-10303 を策定している ISO TC184/SC4 委員会と協調して、BIM データの国際標準規格である IFC(Industry Foundation Classes)の策定を進めてきた。建築分野において、IFC は下記に示すように数々のリリース（バージョン）を経て、BIM データ標準として BIM ソフトウェアへの実装と改定を繰り返して完成度を上げ、2013 年 3 月に正式な国際標準 ISO 16739:2013 として発行された。

- IFC Release 1.0 (1997 年 1 月) : パイロット版
- IFC Release 2.0 (1999 年 4 月) : 実証実験本格化
- IFC 2x (2000 年 10 月) : 現在の IFC2x3 および IFC4 の原型となるバージョン
- IFC 2x3 TC1(2007 年 7 月) : 現時点で BIM アプリケーションに採用されているバージョン
- IFC4 Official Release(2013 年 3 月)
- ISO 16739:2013 (2013 年 3 月)
- 2013 年以降 : 土木・インフラ分野への IFC 拡張作業（継続中）
- ISO 16739:2018 （改訂版）

IFC は、建築物や土木構造物を構成する要素を、オブジェクト指向のデータモデル（データ構造）として定義した国際標準である。例えば、ドアの形状、特性等の情報を、IFC で定義された仕様でデータ化することにより、異なるソフトウェアがそのデータを同じドアと認識できるようになる。

(2) IFC のクラス定義

IFC は、建物・インフラ構造物のライフサイクルにおける 3 次元建物情報モデルのオブジェクトデータのクラス定義である。IFC の C(Classess)は、このクラス定義を示している。IFC を構成しているクラス定義には、建物の空間情報を表現する空間要素情報として敷地、建物、建物階、部屋オブジェクト、建築要素として壁、開口、ドア、窓、梁、柱、階段等のオブジェクト、設備要素としてダクト、制気口などのオブジェクトがある。これらの情報が IfcSite(敷地)、IfcBuilding(建物)、IfcBuildingStorey(建物階)、IfcWall(壁)、IfcOpeningElement (開口)、IfcDoor (ドア)、IfcWindow (窓)、IfcBeam (梁)、IfcColumn (柱)、IfcFlowSegment(ダクト)、IfcSpace (空間) 等のクラスとして定義されている (図 3.2.1-1)。

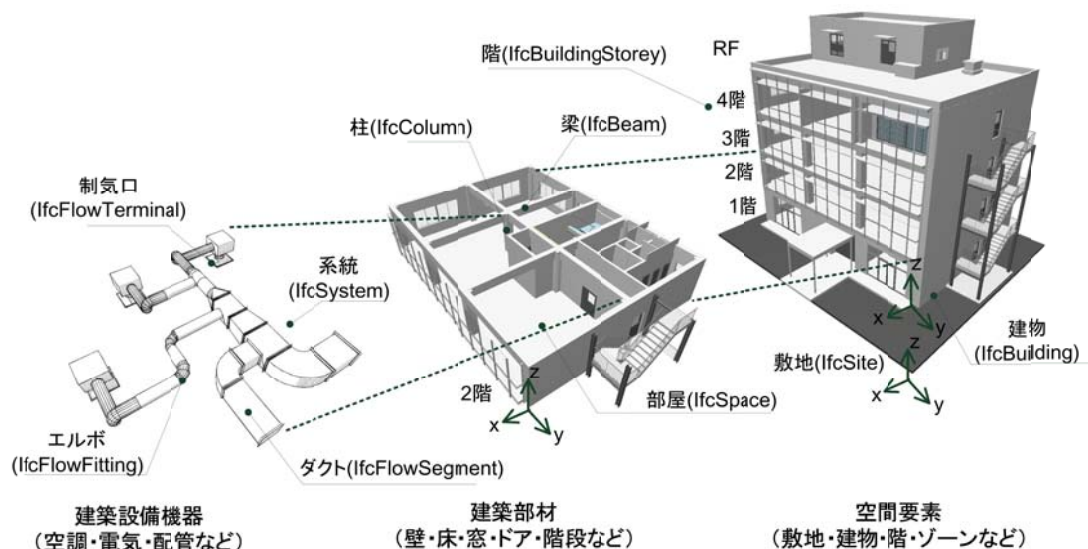


図 3.2.1-1 IFC の主要な建築分野オブジェクト例

(3) IFC のプロパティセット定義

IFC においては、クラス定義部分とは別にプロパティセット(Property Set)と呼ばれる属性情報定義機能が含まれており、柔軟な属性情報設定が可能となっている。IFC4.1 バージョンには、413 のプロパティセットが定義されている。また、IFC のプロパティセット定義の仕組みを使用して、独自のプロパティセット (ユーザー定義プロパティセット) を IFC オブジェクトへ設定することが出来る。プロパティセット定義は、PSD(Property Set Definition)形式の XML データにより定義されており、プロパティセット定義の内容をデータとしてプログラム処理することが可能である。

PsetName	Properties			
Pset_BeamCommon				
プロパティセット名称	Template	PropertyName	Value	Reference
プロパティ定義 →	Single Value	Reference	IfcIdentifier	
	Single Value	Span	IfcPositiveLengthMeasure	
	Single Value	Slope	IfcPlaneAngleMeasure	
	Single Value	Roll	IfcPlaneAngleMeasure	
	Single Value	IsExternal	IfcBoolean	
	Single Value	ThermalTransmittance	IfcThermalTransmittanceMeasure	
	Single Value	LoadBearing	IfcBoolean	
	Single Value	FireRating	IfcLabel	
	Enumerated Value	Status	IfcLabel	

図 3.2.1-2 : プロパティセット定義の例

(IFC4.1 で定義されている梁 IfcBeam のプロパティセット)

図 3.2.1-2 に示すのは、IFC の梁クラス IfcBeam に設定できるプロパティセットの一つである Pset_BeamCommon (梁の共通プロパティセット) の定義である。プ

ロパティセット定義が含む内容としては、そのプロパティセットが設定される IFC オブジェクトのクラス（例えば、Pset_BeamCommon の場合、設定される IFC クラスは IfcBeam）、プロパティセット名称（例：Pset_BeamCommon）、プロパティセットに含まれる各プロパティは、名称(Property Name)およびデータ型（IfcIdentifier: 識別子型、IfcPositiveLengthMeasure: 正の実数値を取る長さ型、IfcPlaneAngleMeasure : 平面角型、IfcBoolean : ブーリアン型、IfcThermalTransmittanceMeasure : 熱貫流率型、IfcLabel : ラベルテキスト値型 など）から定義される。

プロパティ名	データ型	各国語名称	プロパティ内容記述
IsExternal	P_SINGLEVALUE / IfcBoolean *	DE Außenbauteil EN Is External FR EstExtérieur P 外部区分 ZH 是否外部构件	DE Außenbauteil Angabe, ob dieses Bauteil ein Aussenbauteil ist (JA) oder ein Innenbauteil (NEIN). Als Aussenbauteil grenzt es an den Aussenraum (oder Erdreich, oder Wasser). EN Is External Indication whether the element is designed for use in the exterior (TRUE) or not (FALSE). If (TRUE) it is an external element and faces the outside of the building. FR EstExtérieur Indique si l'élément est conçu pour être utilisé à l'extérieur (VRAI) ou non (FAUX). Si VRAI, c'est un élément extérieur qui donne sur l'extérieur du bâtiment. P 外部区分 外部の部材かどうかを示すブーリアン値。もしTRUEの場合、外部の部材で建物の外側に面している。 ZH 是否外部构件 表示该图元是否设计为外部构件。若是, 则该图元为外部图元, 朝向建筑物的外部。
ThermalTransmittance	P_SINGLEVALUE / IfcThermalTransmittanceMeasure *	DE U-Wert EN Thermal Transmittance FR Transmission thermique surfacique P 熱貫流率 ZH 导热系数	DE U-Wert Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) der Materialschichten. Hier der Gesamtwärmedurchgangskoeffizient der Bekleidung (für alle Schichten). EN Thermal Transmittance Thermal transmittance coefficient (U-Value) of an element. FR Transmission thermique surfacique Coefficient de transmission thermique surfacique (U). C'est le coefficient global de transmission thermique à travers le revêtement dans la direction du flux thermique (tous matériaux inclus). Nouvelle propriété de la version 2x4. P 熱貫流率 熱貫流率U値。ここではカブリングを通した熱移動の方向における全体の熱貫流率を示す。 ZH 导热系数 材料的导热系数 (U值)。表示穿过该图元层的整体导热系数 (包括所有材料)。
LoadBearing	P_SINGLEVALUE / IfcBoolean *	DE Tragendes Bauteil EN Load Bearing FR Porteur P 耐力部材 ZH 是否承重	DE Tragendes Bauteil Angabe, ob dieses Bauteil tragend ist (JA) oder nichttragend (NEIN). EN Load Bearing Indicates whether the object is intended to carry loads (TRUE) or not (FALSE). FR Porteur Indique si l'objet est censé porter des charges (VRAI) ou non (FAUX). P 耐力部材 荷重に関係している部材かどうかを示すブーリアン値。 ZH 是否承重 表示该对象是否需要承重。
FireRating	P_SINGLEVALUE / IfcLabel *	DE Feuerwiderstandsklasse EN Fire Rating FR ResistanceAuFeu P 耐火等級 ZH 防火等級	DE Feuerwiderstandsklasse Feuerwiderstandsklasse gemäß der nationalen oder regionalen Brandschutzverordnung. EN Fire Rating Fire rating for the element. It is given according to the national fire safety classification. FR ResistanceAuFeu Classement au feu de l'élément donné selon la classification nationale de sécurité incendie. P 耐火等級 主要な耐火等級。関連する建築基準法、消防法などの国家基準を参照。 ZH 防火等級 该构件的防火等级。该属性的依据为国家防火安全分级。

図 3.2.1-3 : プロパティ定義例 (IFC4.1 から IfcBeam のプロパティ定義の一部抜粋)

図 3.2.1-3 には Pset_BeamCommon (梁の共通プロパティセット) のプロパティ定義の一部を示している。プロパティセット定義に含まれているプロパティセットの説明、プロパティ名、プロパティ内容記述などは、複数言語の内容を記載することが可能である。これらのプロパティセット定義情報は、buildingSMART Data Dictionary(bSDD)と呼ばれる建設分野分類体系・用語デジタル辞書サービスに登録されており、API (アプリケーション・プログラミング・インターフェース) および Web インターフェースから検索することが可能である。bSDD は、IFD (International Framework for Dictionaries)と呼ばれる建設分野の分類体系情報や用語などを、オブジェクトデータの辞書情報として扱うための国際標準 ISO 12006-3 に準拠している。

参照情報：

- ・ ISO 16739-1:2018, Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries — Part 1: Data schema,
<https://www.iso.org/standard/70303.html>
- ・ IFC Specifications Database, buildingSMART International,
<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/>
- ・ buildingSMART Data Dictionary, <http://bsdd.buildingsmart.org/>
- ・ ISO 12006-3:2007, Building construction — Organization of information about construction works — Part 3: Framework for object-oriented information,
<https://www.iso.org/standard/38706.html>

3.2.2 海外における木構造 BIM 分野の活動

2019 年 3 月下旬、ドイツ・デュッセルドルフにて BIM における標準化・普及推進を行っている国際組織 buildingSMART International Summit 会議（以下 bSI デュッセルドルフサミット）が開催された。このサミット会議において、建築分野の BIM 普及を議題としている Building Room（建築委員会）の議題の一つが、buildingSMART ドイツ支部で開始された木構造 BIM ワーキンググループの活動報告であった。

buildingSMART ドイツ支部では、2018 年 10 月に木構造 BIM に関する最初の円卓会議がベルリンで開催され、2019 年 1 月に最初のワーキンググループ会議がミュンヘンで行われた。構成メンバーは、ドイツ木材プリファブリケーション協会、プレカット CAD 開発会社を中心に、関連団体、建築、構造エンジニア、ソフトベンダー、研究所、製造業など 37 社がメンバーとなっている（図 3.2.2-1）。

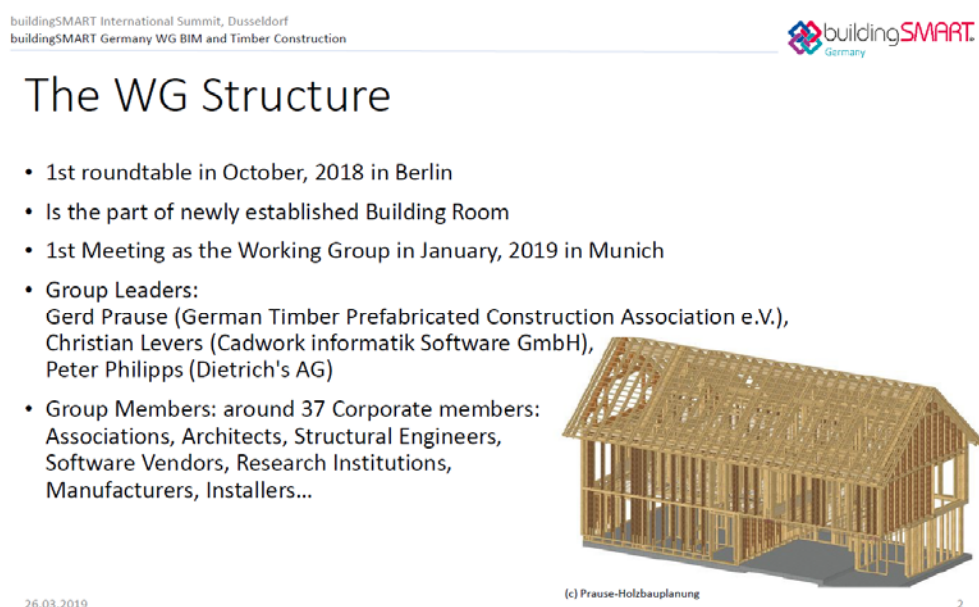


図 3.2.2-1 buildingSMART ドイツ支部の木造 BIM ワーキンググループ活動報告資料（抜粋）

この木構造 BIM ワーキンググループでは、鉄骨や木材の BIM オブジェクトの配置位置座標、プレートの裏表設定、木材構成要素のグルーピング情報、異方性材料属性などの標準について検討している（図 3.2.2-2）。

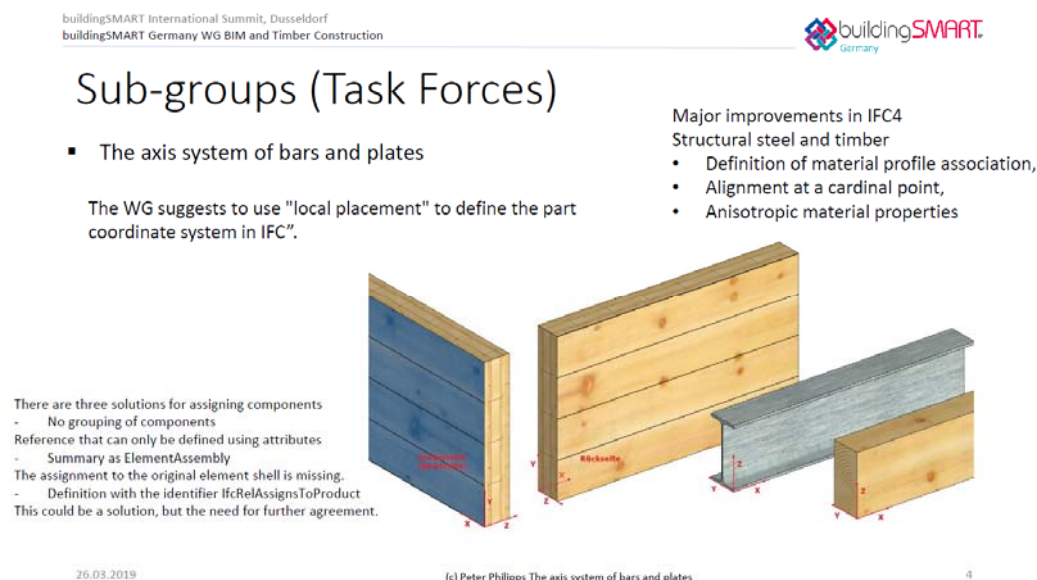


図 3.2.2-2 : buildingSMART ドイツ支部木造 BIM ワーキンググループ活動内容紹介（抜粋）

3.2.3 木造分野における IFC データ連携の概要

buildingSMART ドイツ支部の木構造 BIM ワーキングにおいて、BIM の木材要素についての IFC での表現方法の検討が開始されている。その背景には、ヨーロッパの木材加工機械と連携している木材プレカット CAD システムが、BIM と連携してきていることが挙げられる。

図 3.2.3-1 の右図は、BIM 設計 CAD システムで構築された BIM モデルを、IFC データとしてプレカット CAD が取り込み、壁、天井、屋根、開口情報などの建築要素を建物全体の設計情報としてプレカット CAD 側で参照している様子を示している。プレカット CAD が、建物設計情報を IFC データでインポートした後、木材要素を入力・編集し、木材要素を IFC データとして、BIM 設計 CAD システム側へ渡し、意匠、構造、設備など他分野の BIM データと連携することが可能となる(図 3.2.3-2)。



図 3.2.3-1 木材加工機械と連携するプレカット CAD への IFC データ連携

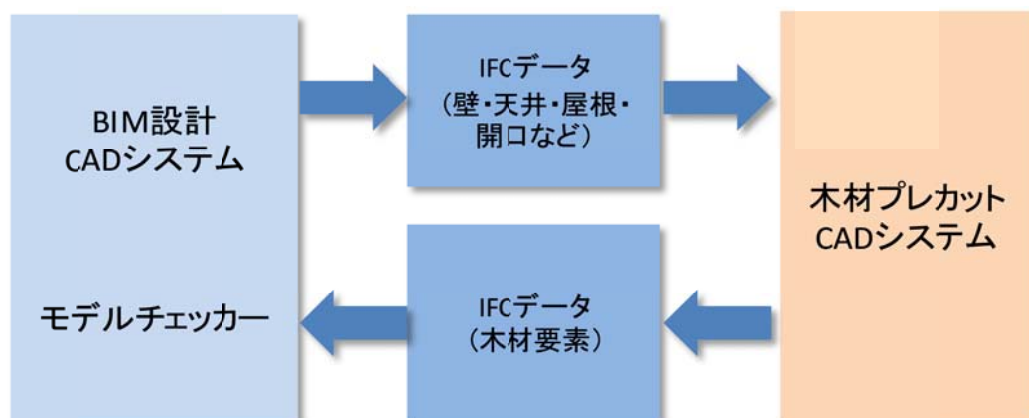


図 3.2.3-2 プレカット CAD の IFC データ連携パターン

参照情報：

- ・ BIM and the digital model in cadwork, cadwork 2018 :
https://www.cadwork.com/cwen/Solutions_Ck1JwbLC
- ・ Import/Export IFC, cadwork 2018:
https://www.cadwork.com/cwen/Solutions_Ck1JwbLC_VNGzzhd2
- ・ BIM - IFC import and export, Dietrich's:
<https://www.dietrichs.com/en/applications/bimifc>
- ・ 木構造建築向け 3DCAD/CAM ソフトウェア: 株式会社 鈴工 :
<https://suzuko-clt.com/cadwork/>

3.2.4 木質部材 BIM オブジェクトデータ配信における IFC データ活用の可能性

建築部材の BIM オブジェクトライブラリサービスにおいて、木質集成材に代表される、木構造建築部材製品の BIM オブジェクトデータ配信が広がってきている（図 3.2.4-1）。

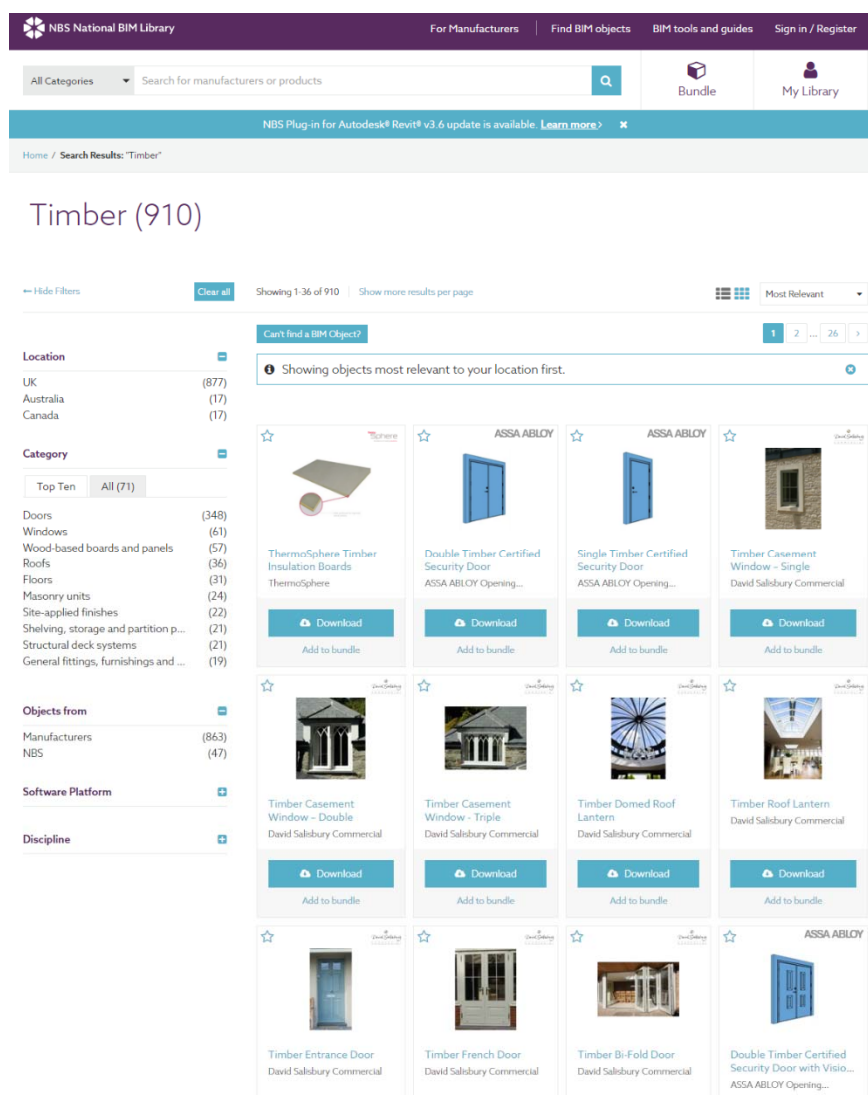


図 3.2.4-1 : BIM オブジェクトライブラリサービス例（英国 NBS National BIM Library）

図 3.2.3-2 に示しているのは、BIM オブジェクトライブラリサービス（Proctor Group Ltd.）における、層構造を持つ木構造パネルの BIM オブジェクトの IFC データの内容である。このオブジェクトには、以下の情報が含まれている。

- ・3 次元幾何形状
- ・層構造：IFC の材質層情報を表現する IfcMaterialLayerSet オブジェクトによって、各層の材質情報（配向性ストランドボード、レンガ材、通気層、ティンバースタ

・製品情報：分類コード、製造業者名称、型番などについては、英国 **NBS BIM National BIM Library** の仕様に準拠する形で IFC のプロパティセット情報（ユーザー定義プロパティ）として表現されている。

■ 木材の材質層情報:
(IfcMaterialLayerSet)

- BSLTD_AProctorGroup_GenericBrick
- Air
- BSLTD_AProctorGroup_GenericOrientedStrandBoard
- BSLTD_AProctorGroup_GenericTimberStud
- BSLTD_AProctorGroup_GenericPlasterboard

参照情報：

- ・ BIM Objects - Condensation Control - Timber Frame – External, Proctor Group Ltd.:
<https://www.proctorgroup.com/bim#bim-cond-timber-frame-Internal>
- ・ Search Results: Timber, NBS National BIM Library:
<https://www.nationalbimlibrary.com/en/search/?searchTerm=Timber&facet=5T3lAA&page=1>
- ・ BIM ライブラリ技術研究組合 : <https://blcj.or.jp/>

本項では、2019 年度に調査した木構造分野における IFC データ連携に関連する動向を示した。buildingSMART ドイツ支部では、木構造 BIM ワーキンググループが設立され、木構造 BIM の IFC データ仕様の検討を行っている。木材加工機械と連携するプレカット CAD に、建物設計情報として IFC データを取り込むことで、建物構造全体をプレカット CAD 側で参照して木材要素モデルが作成できるようになる。また、

木材要素を IFC データとして出力し、BIM ソフトウェアで取り込み、木構造 BIM データを他分野の BIM データ（意匠、構造、設備など）と連携することを目指している。例えば、木構造 BIM モデルと設備 BIM モデルを IFC データで、モデルチェッカー（例：Solibri Model Checker）で重ね合わせをした上で、干渉チェックを実施してモデル間調整(Coordination)を行うことが可能である。木構造 BIM モデルを IFC 形式で出力して BIM 設計 CAD システムへインポートすることにより、BIM 設計 CAD システムが持つ図面化機能によって、木材設計情報の図面化処理効率化を図れる。

また、木質部材製品の BIM オブジェクトデータを BIM オブジェクトライブラリサービスにおいて配信することにより、木構造 BIM モデル構築の効率化、機械加工プロセスの迅速化、木構造建築への木材製品の活用が活性化することが期待できる。そのためには、木質部材 BIM オブジェクトの属性情報標準化、属性情報の IFC 形式仕様（IFC の材質情報、プロパティセット定義など）のルール策定が必要となる。

木構造 BIM の IFC データによる連携を検討する際、buildingSMART ドイツ支部の木構造 BIM ワーキンググループの動向の把握、国内の BIM ライブラリ技術研究組合による BIM オブジェクト属性標準との整合などが必要となると考えられる。

参考資料

- ・ “buildingSMART Germany Working Group, BIM and Timber Construction “, buildingSMART International Summit, Dusseldorf, Building Room 資料, 2019 年 3 月
- ・ 「BIM における標準化動向について ― 木構造関連 BIM に関連する海外の動向 ―」： 木構造 BIM 委員会 2019 年 7 月 25 日資料：buildingSMART Japan 足達嘉信
- ・ 「木構造 BIM/IFC データ連携の動向」： 木構造 BIM 委員会 2019 年 10 月 23 日資料：buildingSMART Japan 足達嘉信

3.3. BIM と CAD ソフトとの連動への課題・可能性について

3.3.1 CAD ソフトメーカーA 社からの意見

■BIM の可能性と課題について

(1) BIM の有効性

木造非住宅物件では、3次元の構造体にした時に、図面の不整合が多くその部分の解消に多くの時間を費やしているのが現実である。

プレカットデータを作成する時、2次元の図面では構造が納まっていない等があり、その確認までに、半月や1ヶ月掛かることもあるが、BIMモデルで(3次元)で構造計画された図面では、納まり等での不備は、殆どなく時間短縮できている。

構造計画段階において3次元で検討されていれば、後工程での問題が少なくなり生産性を上げることにつながる。前工程で時間をかけることで、後工程での時間短縮が可能である。工程の上流側からの情報の流れが理想であるため、BIMを利用した設計が生産性を上げるために有効であると考える。

前工程の見直しが無くなり全体工程の生産性の向上につながる。

(2) ソフトの連携には

建築物が出来上がるまでには、多くの行程／分野があり、それぞれの行程で専用のCADを利用している。

それぞれが担当している工程／分野の業務の内容やCADのことは理解しているが、他の行程に関しての業務やCADについては、殆ど分っていない。

BIMによってそれぞれの行程を連携させ、生産性を向上させるためには、他の行程の現状がどうなっているのかを理解することが必要ではないかと思う。

(3) プレカット CAD の現状

プレカットCADでできる事の参考画面を添付する(図3.3.1-1)。

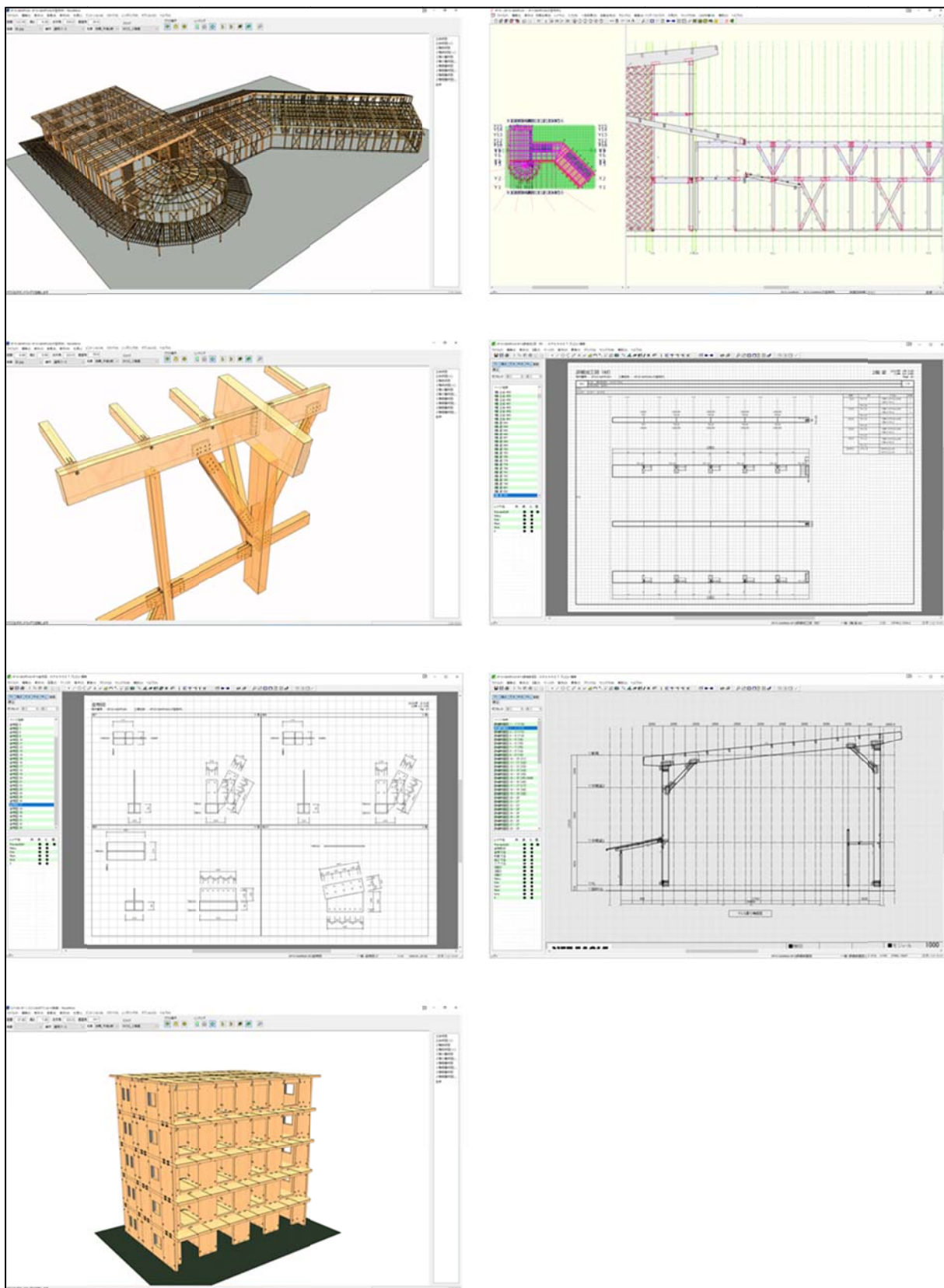


図 3.3.1-1 プレカット CAD の画面

3.3.2 CAD ソフトメーカーB 社からの意見

■BIM との連動への課題・可能性について

【課題】

弊社の主な製品と用途・機能は次のとおりである。

- I) 意匠プレゼンソフト・・・意匠プレゼン、外構、周辺調和検討
- II) 構造ソフト・・・・・・・・耐震性の検討、壁量計算・伏図作成・構造計算
- III) 省エネ診断ソフト・・・・・・・・断熱性、省エネ性の検討、温熱環境評価

I) は工法等の制限も持たず、あくまで立体パースの立ち上げに必要な情報のみを扱っているが、II)、III) については、木造住宅や木造中規模建築物（軸組構法、トラス）を対象としており、これらに求められている計算モデルに合わせてデータの構造化を行っている。計算モデルは、対応する関係法令、および、ガイドラインに準拠して構築しており、共通の部位でありながら異なる点が多い。例えば、窓1つとっても、サイズの抑え方は、構造計算用と断熱性能計算用では異なるので、共通のルールを使って、自動で行き来して、それぞれの計算に適用することが難しい。これらは、柱、梁、壁、窓、床、屋根といった、ほぼすべての主要な部位においても、同様のことが言える。このため、弊社のソフトではあくまで位置情報だけを共通して連携できるようにしている。各計算において求められる属性情報は、ソフトの利用者がソフト（計算）ごとに）入力・編集する必要がある。現在、実現している CEDXM 連携についても、同じプロセスが必要であり、利用者にはソフトごとに追加入力・編集を行っていただいている。

以上より、BIM との連動においては、BIM の標準フォーマットの情報を、関係法令で求められる計算モデルとの連携させる際のルールを、プログラム化可能なレベルまで詳細に検討する必要があると考える。言い方を変えれば、BIM 標準フォーマット等で規定されるデータと国内法での扱いとの関係を整理し、連携先のソフト開発者がソフト個別にルールを定めることなく、かつ、その連携ルールが設計者にとってわかりやすいものであることが望まれる。連携ルールが複雑であると、連携後のデータが意図しない情報になってしまうとか、計算モデルにおいて不整合を起こす可能性があり、結果的に不適切な計算結果を表示してしまう場合も懸念される。また、弊社ではプログラムの計算結果の信頼性について、第三者機関による評価・認定取得を積極的に行っているため、これらの信頼性をゆるがすものであっては提供しにくい。

まとめると BIM 標準フォーマットデータを、連動後の計算モデルでどのように解釈して計算してよいかまでの整備がないと、BIM からのデータ連携での設計作業の効率化・安全化・普及は進みにくいと考える。

【可能性】

上述したように、BIM 標準フォーマットデータの関係法令での計算における使いや

すさが解決されることが、BIM 連動による設計作業の効率化、法適合による建築物の安全性の向上に直接的に寄与し、普及する条件になると考える。遵守すべき関係法令は増える一方であるので、BIM 連携による設計作業の合理化、ひいては、審査業務の合理化につながることは、住宅業界全体の質の向上のための特効薬ではないかと考える。

4. 木造建築物の設計施工における BIM 活用の標準的なモデルの検討

①木造建築物の設計から施工までの BIM 活用においては、まず業務プロセスの標準化（木造建築の標準的ワークフロー）の策定が重要である。

（建築 BIM 推進会議で検討している BIM 標準ガイドライン（素案）との将来的整合性を図る必要がある）

②木造建築物の設計施工^{*1}の BIM 化に関しては「構造部材の BIM 標準の整備」が欠かせない。

4.1. 木造建築物 BIM ワークフロー（素案）

木造建築物 BIM ワークフローも、一般的な建築物同様に以下のようなになるだろう。

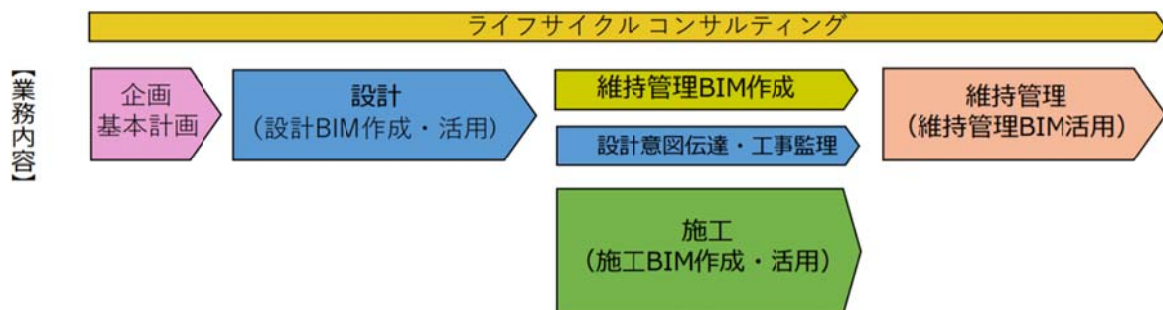


図 4.1-1 建築 BIM 推進会議にて検討中のワークフロー例（2020 年 3 月中旬時点）

このなかから、設計～施工の箇所に着目し、木造建築物の BIM ワークフローの考察を進めていきたい。前出の 3 章 1 項の図を参考にして、フローを考えてみたのが、次ページの図 4.1-2 である。

[参考：図 3.1.1-1 BIM と CAD/CAM の役割]

[参考：図 3.1.3-1 接合部標準化による設計から制作へのデータ連携イメージ]

[参考：図 3.1.3-2 IFC-BIM 概念図と P-BIM 概念図]

*1 施工に関して言うと、木構造部材の生産は「プレカット」によるものがほとんどである。プレカット CAD-CAM のシステムによってデジタル生産がすでに実現されており、BIM との親和性が高く、早期の BIM 化への期待が高い。

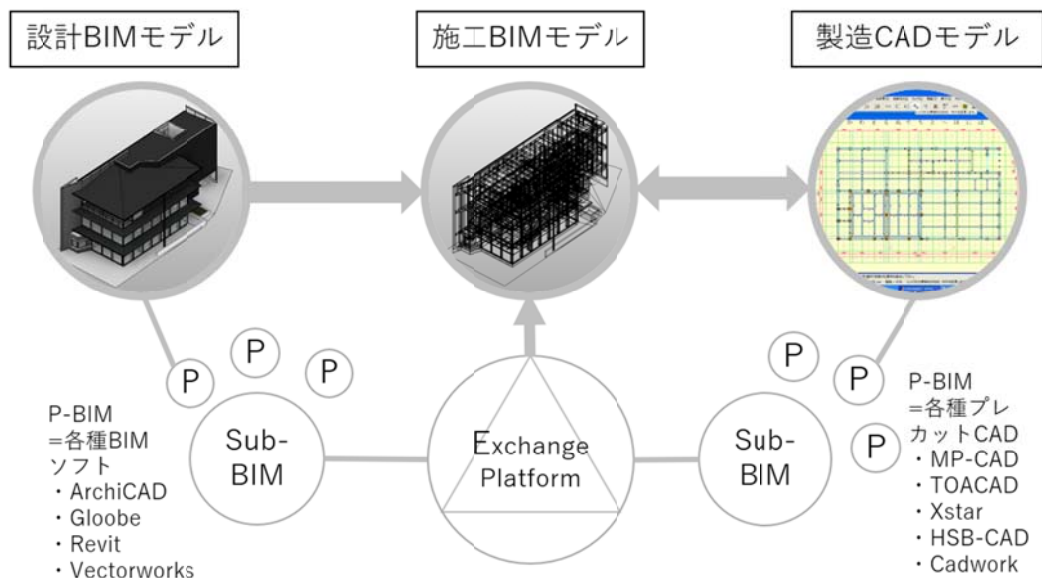


図 4.1-2 木造建築物 BIM ワークフロー（素案）

図 4.1-1 にあるように、基本設計、実施設計、施工と進む業務フローの中で、それぞれに対応する図書、つまり、基本設計図書、実施設計図書（以上、設計者が作成）、施工図（施工会社が作成）、製作図（専門工事会社が作成）をつくるのが建築の仕事である。本来は、意匠・構造・設備を包括的に捉える必要があるが、今回は木造建築物がターゲットということで「木構造の生産」にフォーカスを当て、その設計からプレカット生産までつながるフローを上記図 4.1-2 のように考察した。

「壁」や「柱」などの概念上の部位を配置する方法でモデルを作成していく BIM ソフトの特徴は、その配置した部位が必ずしも部材・部品までを含んでいるとは限らず、施工や生産に展開するためには、接合部をどうするかも含め部材や部品のレベルまで落とし込む必要がある。その際に、BIM ソフト側で接合部データを生成し、部品展開するよりは、既存の製造 CAD 等と連動し施工 BIM モデルを副次的に生成させる中国の P-BIM 的な運用のほうが実用的であると考えられるという考察から、図 4.1-2 を解説したい。

【設計 BIM モデル】

設計 BIM モデルとは、BIM ソフトで配置した部位を中心とするモデルであり、作成するのは設計者である。設計初期段階では、従来の 2D 作図の基本設計図^{*3}と同等の、1/100 または 1/200 程度の平面図・立面図・断面図および仕上表の内容が情報化された、壁厚・床厚・開口位置が分かるレベルの BIM モデルが作成される。設計が進むに従い、詳細設計図^{*3}として 1/30 または 1/50 程度の平面詳細図・立面詳細図・矩形図・構造詳細図等の内容を包含した BIM モデルが作成される。

*3 国土交通省による“建築工事設計図書作成基準 平成 28 年版”を参照

[施工 BIM モデル]

施工 BIM モデルとは、設計 BIM モデルから得られた部位情報を基に、接合部の情報、収まり、施工計画、数量算出等が考慮された BIM モデルである。作成するのは施工者である。

[製造 CAD モデル]

製造 CAD モデルとは、木造のプレカット生産でいうと、プレカット CAD 自体が持つモデルのことである。独自のフォーマットを持つことが多い。プレカット CAD の仕事はこのデータを CAM インターフェイスを通して工作機械に伝達し、木材を加工することである。

実際のワークフローを文字で追いかけてみる。設計事務所は施主・オーナーからの依頼事項・設計の各種条件を整理し設計要件を定義し、BIM ソフトを使い基本設計を行う。(設備計画、構造計画も基本設計の範疇になる)。次に、基本設計を参照しながら、たとえば、構造設計業務としては、構造計算を行い構造躯体の確定をし、詳細を定義していく。そして最終的に[設計 BIM モデル]が出来上がる。施工会社は、[設計 BIM モデル]を受け取り、各種収まり・接合部の検討、施工計画、積算などを行い情報化する。このときにできるのが[施工 BIM モデル]である。プレカット工場は[施工 BIM モデル]のデータを参照しながら、プレカット CAD へと入力し、加工・製造可能かどうかを検討する。不可能な場合のフィードバックを設計事務所へと返し、製作図の作成を進める。それが完了したとき、[製造 CAD モデル]が出来上がる。

このとき接合部のディテールが標準化されていない場合は、おそらくは[施工 BIM モデル]だけでなく、[設計 BIM モデル]まで遡るフィードバックが行われ、意匠の再検討や、実大モックアップによる検討、金物の強度試験など時間のかかる作業が必要となる。幸い、木造には標準的に利用できる金物（住木センター認定の軸組用 Z マーク金物、CLT 用 X マーク金物や、各種メーカーが販売している接合金物）があり、それらを利用するとスムーズな BIM ワークフローの運用が可能となるだろう。

また、図 4.1-2 の下半分は、各種 BIM ツールの連携の概念図である。各分野の Sub-BIM モデルは何らかの標準フォーマットにより相互変換され、各種専門ソフトから利用できる。これは実務運用ベースの P-BIM モデルに準拠する形と言えよう。

また、実例による参考として、図 4.1-3 は（株）NCN が SE 構法と BIM モデルとの連動を構築した際の図である。SE 構法は、ネットイーグル（株）社製品のプレカット CAD と独自の構造計算ソフトを連動して構造計算を行いながらプレカットデータを同時につくるというシステムによって運用されている。構造計算データとプレカット CAD データをリンクさせるのに利用しているフォーマットは Sub-BIM の一種と解釈できる。そのフォーマットを変換して構造情報を BIM ソフト（ここでは Autodesk Revit を利用）に[施工 BIM モデル]として引き渡すことを可能にしている。

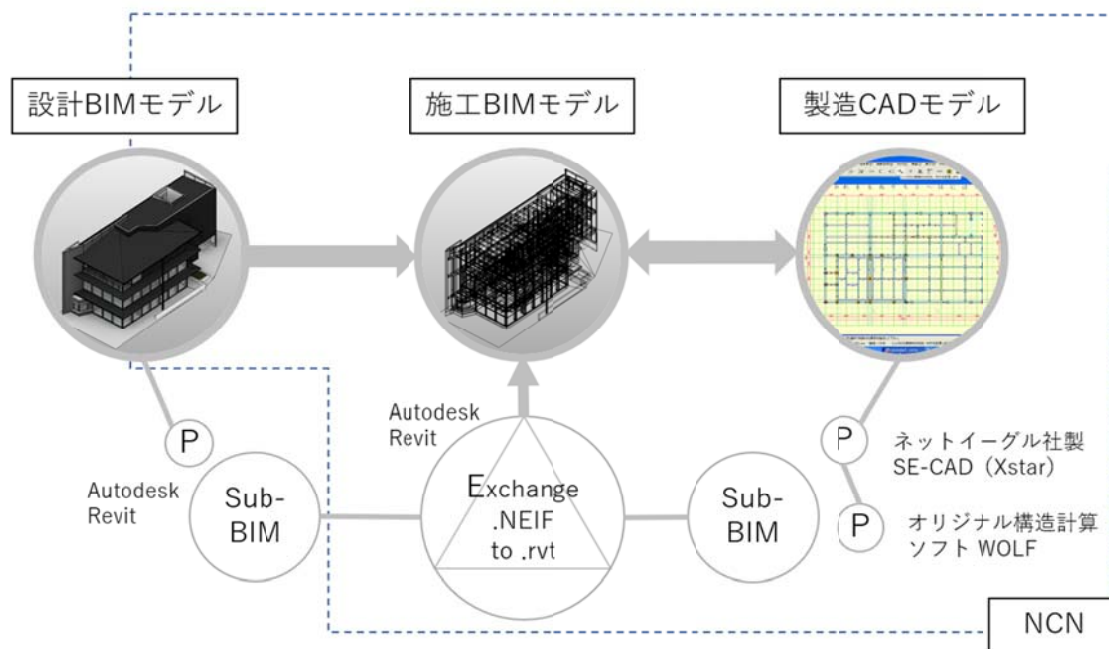


図 4.1-3 実例としての（株）NCNにおける BIM ワークフロー

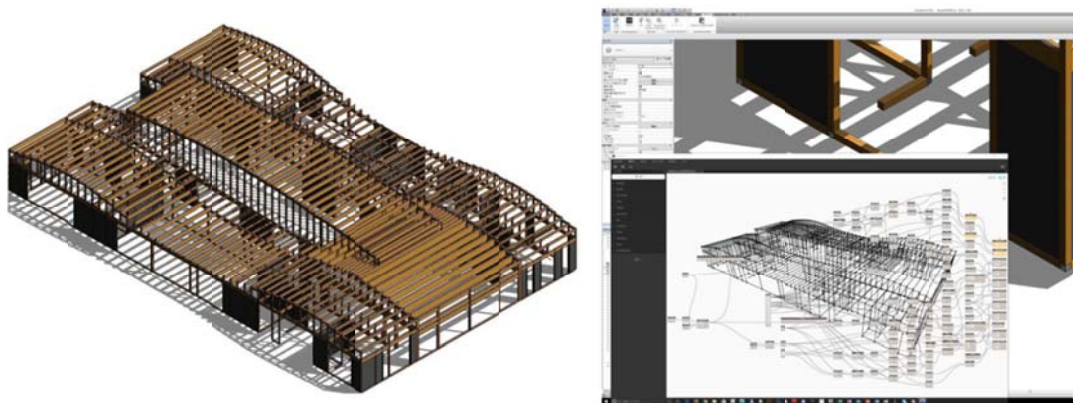


図 4.1-4 実例としての（株）NCNにおける構造モデルからの BIM モデル化

また、木造住宅系の場合、木構造まわりの施工図を書くことはほぼなく、フローが基本設計図→実施設計図（ここまで設計者）→製作図（プレカット CAD で専門工事業者が作成）→（もしくは≡）施工図の順に進むのが現況であり、プレカット CAD から出力される構造図・伏図・詳細図が施工図を代替しているといつてよい。一方、一般的な建築物の場合は、鉄骨造を例にとると、基本設計図→実施設計図（ここまで設計者）→施工図（施工者 or 鉄骨 FAB が作成）→製作図（鉄骨 FAB）のワークフローとなっている。つまり、木造建築物は物件の規模によって、フローが変化する可能性があり、設計事務所・施工会社・専門工事業者・製作工場の業務や責任の範疇も定めておく必要があると考えられる。

4.2. 木構造 BIM 標準モデル（素案）

前項の考察で、[設計 BIM モデル]=柱・梁の仕様・基本形状の定義、[施工 BIM モデル]=接合部の情報・施工計画を付加、そして[製造 CAD モデル]=加工データの生成、という BIM ワークフローが提案された。このとき[設計 BIM モデル]で部位として配置するオブジェクトを、＜木構造 BIM 標準モデル＞として準備しておき、基本設計を円滑にするのは効果的である。また、[施工 BIM モデル]として、接合部の情報を[製造 CAD モデル]からインポートする、もしくはプロキシオブジェクト等で連携させることで、フローの整合性を保つ必要もあるだろう。

本項目においては、3 章 1 項による、

- ・表 3.1.2-1 IFC4 における壁（ifcWall）の共通プロパティセット
- ・表 3.1.2-2 NBS BIM オブジェクトライブラリの属性項目標準
- ・表 3.1.2-3 BLC BIM オブジェクト標準(Ver1.0) 属性項目標準
- ・図 3.1.3-1 接合部標準化による設計から製作へのデータ連携のイメージ
- ・図 3.3-2 IFC-BIM 概念図と P-BIM 概念図

をベースに考察を進める。

＜木構造 BIM 標準モデル＞は、表 3.1.2-3 BLC BIM オブジェクト標準(Ver1.0)に基づくのが今後の BIM の運用として最適と考えられる。

表 4.2-1 BLC BIM オブジェクト標準(Ver1.0)の属性標準項目

プロパティグループ	属性項目	説明
BLC管理情報項目	当該BIMオブジェクトの一般的性質	BLCのライブラリでBIMオブジェクトを管理するための項目
IFC	IFC4のcommon property sets(共通プロパティセット:Pset xxxCommon)の項目	当該BIMオブジェクトが分類される部位に要求される性能
COBie	COBieワークシートのTypeとComponentの項目	形状、構成、仕上げ、保証など製品を管理するための一般的な情報
BOS_General	当該BIMオブジェクトの一般的性質	建設製品とその使用を特定するために必要最小限の情報
BOS_Data-1	建築部品の設計に関するローカル設定プロパティセットの項目	日本の設計図作成や調達などに必要な項目
BOS_Data-2	マニファクチャャオブジェクトの製作者が設定する自由領域	製品仕様など特定の情報

ここで、参考例として、BLC も参照している英 NBS 上でのサンプルを見てみる。

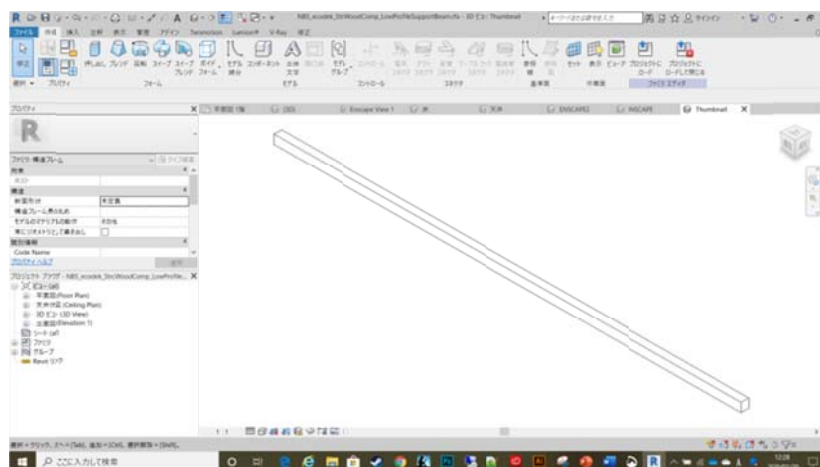


図 4.2-2 NBS_ecodek_StrcWoodComp_LowProfileSupportBeam.rfa 外観

ファミリ タイプ

名前を入力(Y):

検索パラメータ

パラメータ	値	式	ロック
マテリアルと仕上げ			
構造マテリアル (既定値)	NBS_Concept	=	
寸法			
長さ (既定値)	3000.0	=	☐
BeamWidth	40.0	= 40 mm	☐
BeamDepth	48.0	= 48 mm	☐
IFC パラメータ			
ThermalTransmittance	0.000000	=	
Span	500.0	=	☐
Slope	0.00°	=	☐
Roll	0.0	=	
Reference	n/a	=	
LoadBearing	☒	=	
IsExternal	☒	=	
IfcExportType	USERDEFINED	=	
IfcExportAs	IfcBeamType	=	
一般			
Uniclass2015Code	Pr_20_85_08_87	=	
Uniclass2015Title	Structural wood composites	=	
Uniclass2015Version	Products v1.4	=	
Version	3	= "3"	
Revision	n/a	=	
ProductInformation	www.ecodek.co.uk/technical-information-faq/	=	
NBSTypeID	n/a	=	
NBSReference	45-60-90/396	=	
NBSOfficeMasterTag	n/a	=	
NBSNote	20-05-80/190 Timber floor, roof deck or balcony decking system	=	
NBSDescription	Structural wood composite laminated veneer lumber (LVL), paral	=	
NBS Certification	www.nationalbimibray.com/cert/4zpt34st	=	
ManufacturerURL	www.ecodek.co.uk	=	
BIMObjectName	NBS_ecodek_StructuralWoodCompositeLaminatedVeneerLumber	=	
Author	NBS	= "NBS"	
データ			
WoodSpecies	Beech hardwood fibre / high density polyethylene mix	=	
WaterAbsorption	0.6%	=	
Treatment	None required	=	
TensileStrength	1.3 MPa (2.1% elongation)	=	
TechnicalContact	enquiries@ecodek.co.uk	=	
SpecificGravity	1.1 (±0.05)	=	
SlipPotentialValue	Lcw potential for slip; Wet: 37, Dry: 58	=	
Recyclability	100%	=	
MidSpanPointLoad	4.7kN live load on 500mm centres	=	
LengthOptions	1.5-9.0 m	=	
ImpactStrength	Notched: 8.4 KJ/m², Un-notched: 11.1 KJ/m²	=	
HotMetalNut	16 mm (approved for domestic and contract use)	=	
FlexuralStrength	31.5 MPa	=	
FlexuralModulus	4181 MPa	=	
ColourOptions	Black, Dark Brown, Pebble Grey, Slate Grey, Light Brown	=	
CoefficientOfExpansion	0.08 mm/m/°C	=	
Certification	FSC Coc / PEFC	=	
Accessories	Composite deck boards, Balcony screws - colour coated, Compasi	=	
保証			
WarrantyStartDate	1900-12-31T23:59:59	=	
WarrantyGuarantorParts (既定値)	n/a	=	
WarrantyGuarantorLabor	n/a	=	
WarrantyDurationUnit	year	=	
WarrantyDurationParts	n/a	=	
WarrantyDurationLabor	n/a	=	
WarrantyDescription	25 years	=	
TagNumber (既定値)	n/a	=	
SustainabilityPerformance	n/a	=	
Size	n/a	=	
Shape	n/a	=	
SerialNumber (既定値)	n/a	=	

IFC

BOS_General

<Specification Source>_Data

COBie

ReplacementCost	n/a	=	
NominalWidth	40.0	=	☐
NominalLength	0.0	=	☐
NominalHeight	48.0	=	☐
Name	StructuralWoodCompositeLaminatedVeneerLumberParallelStrand	=	
ModelReference	40 x 48 mm Low Profile Support Beam	=	
ModelNumber	n/a	=	
Material	Wood polymer composite (WPC)	=	
InstallationDate (既定値)	1900-12-31T23:59:59	=	
Grade	n/a	=	
Finish	n/a	=	
Features	Low moisture absorption, no rotting, splintering or splitting, in-bui	=	
ExpectedLife	n/a	=	
DurationUnit	year	=	
Constituents	n/a	=	
Color	Black	=	
CodePerformance	n/a	=	
Category	Pr_20_85_08_87:Structural wood composites	=	
BarCode (既定値)	n/a	=	
AssetType	Fixed	=	
AssetIdentifier (既定値)	n/a	=	
AccessibilityPerformance	n/a	=	

COBie

識別情報

ルックアップテーブルを管理(G)

ファミリタイプの管理方法について

OK キャンセル 適用(A)

図 4.2-3 NBS_ecodek_StrcWoodComp_LowProfileSupportBeam.rfa プロパティ

表 4.2-1 をベースに木構造 BIM オブジェクトを定義するのが望ましい。また、プロパティ内に IFC 情報があるが、こちらについても国際基準であるため記載の必要があるだろう。IFC については 3.2 項に詳しい内容を掲載しているので省略するが、当該 BIM オブジェクトに要求される性能を記述されるだろう。また、ドイツにおいて木構造 BIM 標準の検討が始まっているためそちらの情報も入手次第、参考にしたい。

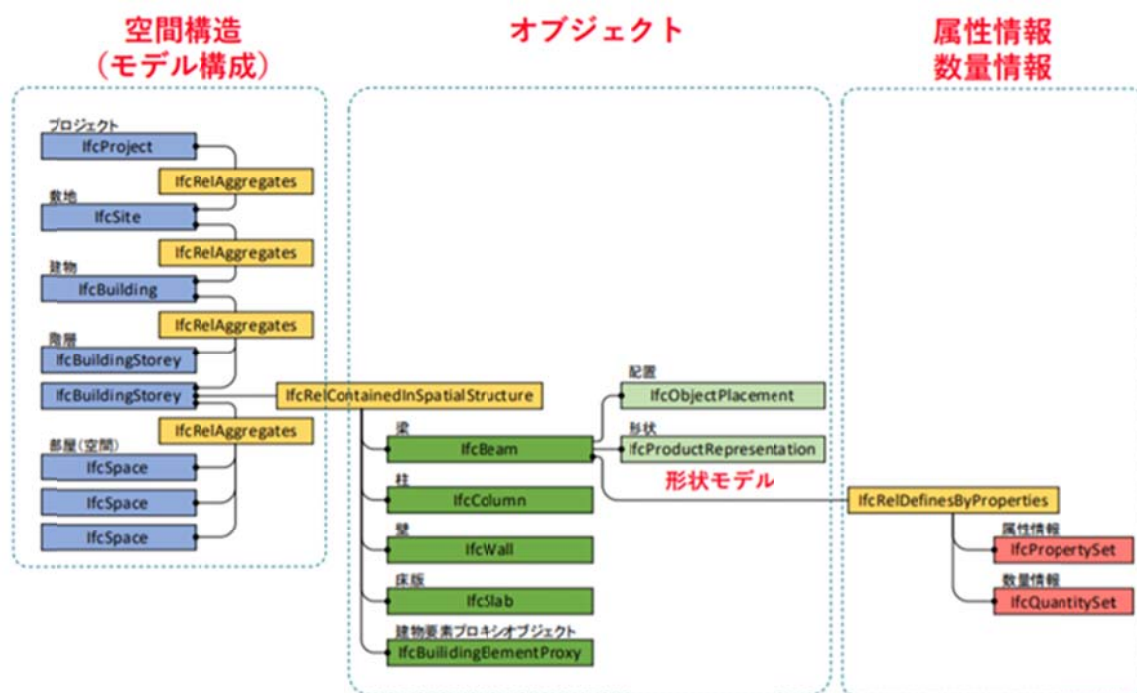


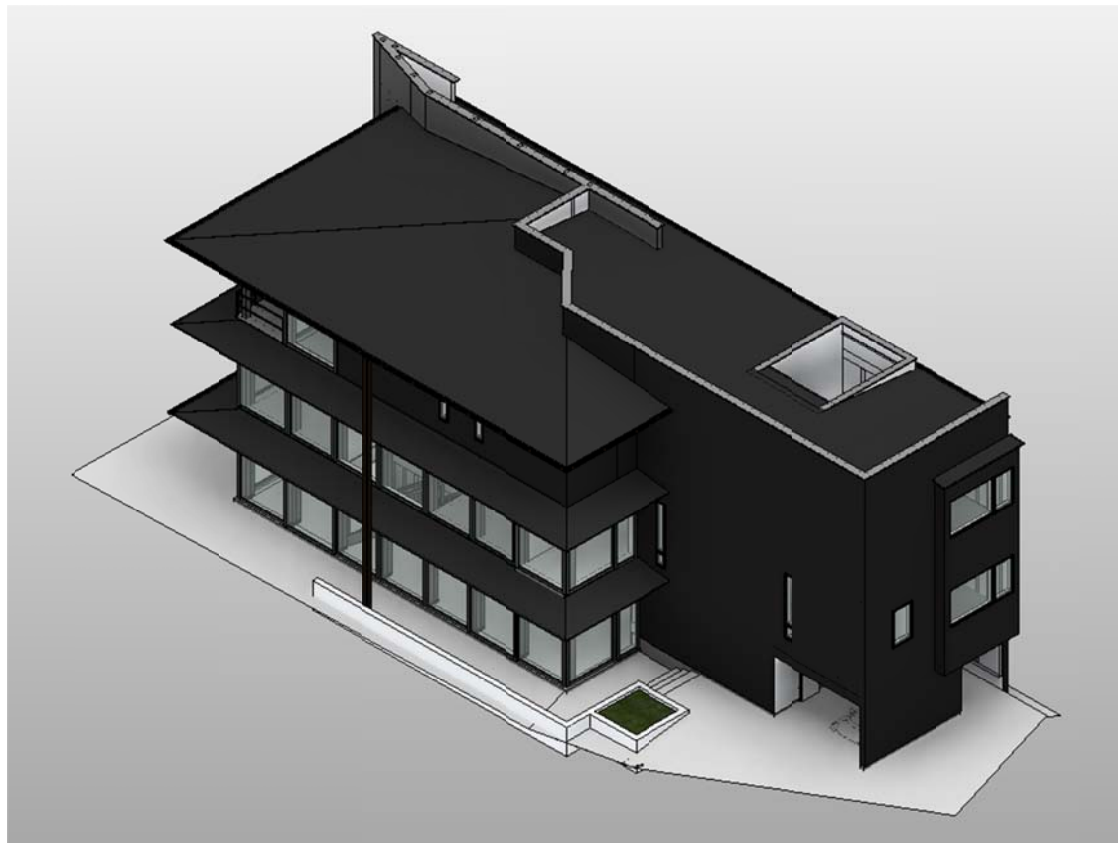
図 4.2-4 IFC の基本構成(BSJ 資料より)

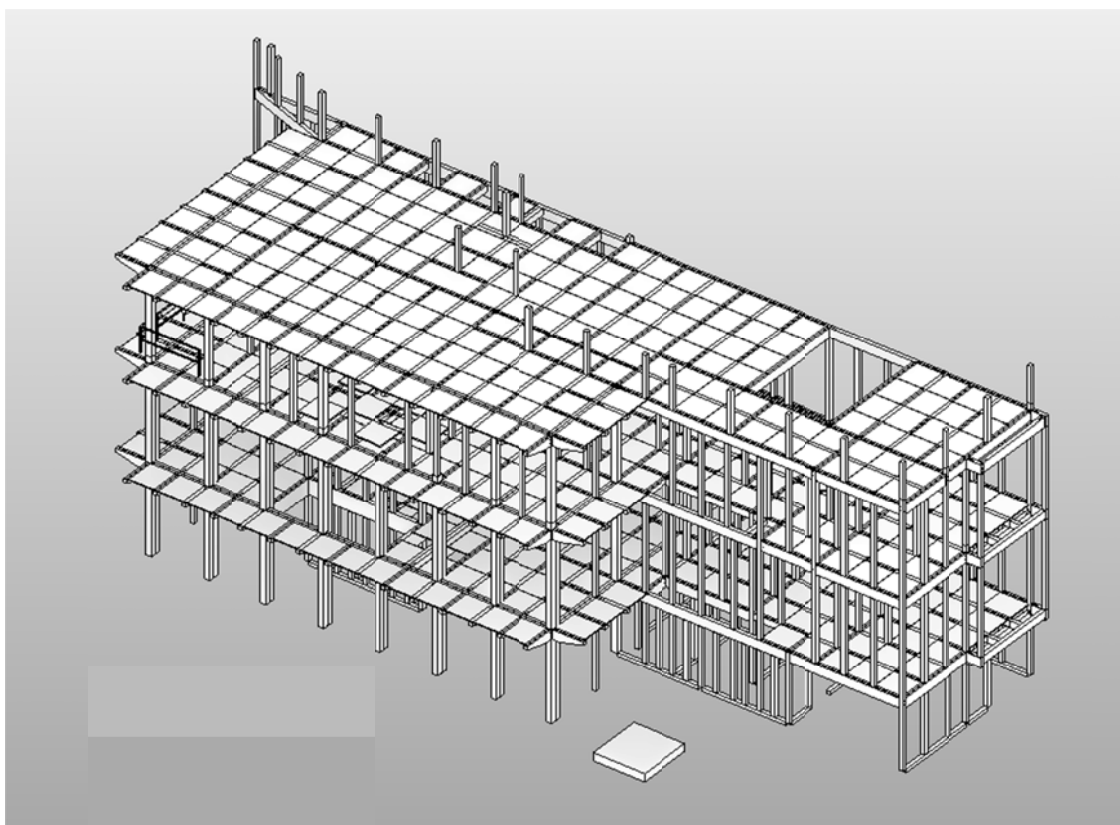
表 4.2-5 参考：IFC4 における壁（ifcWall）の共通プロパティセット

属性項目(英語)	属性項目(日本語)	説明	データタイプ	入力例	根拠
Reference	参照記号	このプロジェクトにおける参照記号。分類コードではなく内部で使用されるプロジェクトタイプとして使用されるもの	テキスト	W1	
Status	状態	[新規/既存/廃棄/一時的/その他/不明/未定義]から選択	ラベル	新規	
AcousticRating	遮音性	JIS等級 or 遮音等級線 or 住宅性能表示制度等級区分	ラベル	T-2	JIS等級
FireRating	防火性	主要な耐火等級。関連する建築基準法、消防法などの国家基準を参照	ラベル	等級2	住宅性能表示制度
Combustible	可燃性区分	この部材が可燃性物質で作られているか(TRUE/FALSE)	ブール値	FALSE	
SurfaceSpreadOfFlame	表面の炎の拡散	炎が表面の周りに広がる方法(日本では該当する要求性能が無い)	ラベル	n/a	
ThermalTransmittance	断熱性	熱貫流率U値。ここではカバリングを通した熱移動の方向における全体の熱還流率を示す	数値	0.006	平成25年省エネルギー基準に準拠して算定
IsExternal	外部区分	外部の部材か(TRUE/FALSE)	ブール値	TRUE	
LoadBearing	耐力部材	荷重に関係している部材か(TRUE/FALSE)	ブール値	FALSE	
ExtendToStructure	構造体との接触	上部の構造体まで達しているか(TRUE/FALSE)	ブール値	FALSE	
Compartmentation	防火区画	防火区画を考慮した部材か(TRUE/FALSE)	ブール値	TRUE	

4.3. サンプル BIM モデル

具体例として、SE 構法の実物件モデルを作成し木構造 BIM 標準を検証する。





まず、合板の NBS 上のサンプルモデルについて、英 UPM 社の構造用合板について BLC 基準を想定して一連のプロパティを作成してみた。[別添資料 A]。最後の「BOS_Data」に該当する部分については NBS におけるデータ群である「<SpecificationSource>_Data」が存在する。日本の設計図書作成に必要な情報や規格類がここにあたるのだが、日本とイギリスの規格の違いがあるため、NBS 情報との互換性を保つならば、この部分の調整が必要になるだろう。

次に、国内製品の構造用合板（ここではサンプルとして株式会社日新の製品）の一連のプロパティについて BLC 基準を想定して作成したのが、[別添資料 B]である。

「BOS_Data」の部分には、JAS 規格を持ってくると技術的に必要な情報が取り出しやすくなる。同様に、SE 構法は集成材の柱、梁を利用するため、サンプルとして院庄林業株式会社の Eco Earth Wood の一連のプロパティを作成してみた。[別添資料 C]が集成材の梁、[別添資料 D]が集成材の柱である。また、[別添資料 E]にて、JAS 規格製材のプロパティも作成した。

このようなプロパティセットを定義し運用することで、BIM モデルデータが管理可能になり、たとえば合板の「番号 (COBie)」や「枝番号 (BLC_Technical_Info)」を利用したり、オリジナルな管理用プロパティを作ったりすることで、森林資源としてデータを管理可能となる。そして、在庫の即時把握・生産量の調整が可能になり、流通のスムーズな制御が可能になれば、経済が活性化も期待できると思われる。

【別添資料A】 構造用合板 BLC準拠属性項目サンプル			
(イギリスUPM社製構造用合板12mmをBLCに適合させた例)			
属性項目	Property Group	Property	値
【BLC管理項目】【必須】			
企業コード	BLC_Management_Item	ManufacturerCode	n/a
企業名	BOS_General	ManufacturerName	UPM Plywood
企業URL	BOS_General	ManufacturerURL	www.wisaplywood.com
分類コード	BLC_Management_Item	ClassificationCode	n/a
製品グループ	BLC_Management_Item	ProductGroup	n/a
メーカー型番	COBie	ModelNumber	n/a
型式名称	BLC_Management_Item	ModelName	n/a
製品写真	BLC_Management_Item	ProductPhoto	
3Dファイル形式	BLC_Management_Item	3DFileFormat	Autodesk Revit®
製品リリース年月	BLC_Management_Item	ProductReleaseYearMonth	n/a
製造停止年月	BLC_Management_Item	ProductStopYearMonth	n/a
製品出荷対象	BLC_Management_Item	ProductShippingTargetAreaCountry	n/a
BLC標準バージョン	BLC_Management_Item	BLCStandardVer	n/a
【合板材 情報】【必須】			
合板材設置別	IFC	IsExternal	No
合板材種別	COBie	Features	Light weight; High quality; PEFC certified
合板材番号	COBie	TagNumber	n/a
合板材枝番号	BLC_Technical_Info	TagBranchNumber	n/a
【IFC_Pset項目】【必須】			
遮音性能	IFC	AcousticRating	n/a
Combustible	IFC	Combustible	YES
仕上げ	IFC	Finish	Sanded both faces
耐火等級	IFC	FireRating	D-s2, d0
FlammabilityRating	IFC	FlammabilityRating	n/a
FragilityRating	IFC	FragilityRating	n/a
内外区分	IFC	IsExternal	NO
参照記号	IFC	Reference	n/a
状態	IFC	Status	n/a
SurfaceSpreadOfFlame	IFC	SurfaceSpreadOfFlame	n/a
断熱性能	IFC	ThermalTransmittance	n/a
【COBie タイププロパティ 属性項目】【必須】			
アクセシビリティ性能	COBie	AccessibilityPerformance	n/a
アセットタイプ	COBie	AssetType	Fixed
カテゴリー	COBie	Category	Pr_25_71_97_86:Structural veneer plywoods
法令性能	COBie	CodePerformance	EN 314-2, EN 13986, EN 635-3, EN 1084, EN 13986, EN 636-2, EN 1995-1-1, EN 335-3, EN 13501-1
色	COBie	Color	n/a
構成要素	COBie	Constituents	n/a
説明	COBie	Description	n/a
耐用単位	COBie	DurationUnit	year
期待耐用年数	COBie	ExpectedLife	100
特徴（合板材種別）	COBie	Features	Light weight; High quality; PEFC certified
仕上げ	COBie	Finish	Sanded both faces
グレード	COBie	Grade	1
製造者	COBie	Manufacturer	UPM Plywood
材料	COBie	Material	Spruce plywood
メーカー型番	COBie	ModelNumber	n/a
製品参照	COBie	ModelReference	WISA®-Spruce

名前	COBie	Name	StructuralVeneerPlywood_WISASpruce_12mm_UPMPlywood
公称高さ・H	COBie	NominalHeight	12
公称長さ・L	COBie	NominalLength	0
公称幅・W	COBie	NominalWidth	0
更新コスト	COBie	ReplacementCost	n/a
形状	COBie	Shape	Rectangular
大きさ	COBie	Size	n/a
サステナビリティ性能	COBie	SustainabilityPerformance	n/a
保証説明	COBie	WarrantyDescription	n/a
保証サービス期間	COBie	WarrantyDurationLabor	n/a
部品交換サービス期間	COBie	WarrantyDurationParts	n/a
保証サービス期間の単位	COBie	WarrantyDurationUnit	n/a
保証サービス担当組織	COBie	WarrantyGuarantorLabor	n/a
部品(交換)保証担当組織	COBie	WarrantyGuarantorParts	n/a
【COBie コンポーネントプロパティ 属性項目】【必須】			
アセット識別番号	COBie	AssetIdentifier	n/a
バーコード	COBie	BarCode	n/a
設置日付	COBie	InstallationDate	n/a
シリアル番号	COBie	SerialNumber	n/a
タグ番号	COBie	TagNumber	n/a
保証開始日	COBie	WarrantyStartDate	n/a
【BOS一般: : BOS_General Property 属性項目】【必須】			
作成者	BOS_General	Author	NBS
製造者名(製造会社名)	BOS_General	ManufacturerName	UPM Plywood
製造者ホームページ	BOS_General	ManufacturerURL	www.wisaplywood.com
<仕様書>記述	BOS_General	NBSDescription	General or utility veneer plywood
<仕様書>参照	BOS_General	NBSReference	45-45-95/430
製品情報	BOS_General	ProductInformation	www.wisaplywood.com/SiteCollectionDocuments/Brochures/WISA-spruce_EN_fs.pdf
改訂	BOS_General	Revision	n/a
分類コード	BOS_General	Uniclass2015Code	Pr_25_71_97_86
分類タイトル	BOS_General	Uniclass2015Title	Structural veneer plywoods
分類バージョン(版)	BOS_General	Uniclass2015Version	Products v1.5
【BLC技術情報項目(合板材) 属性項目】【必須】			
ApperanceClass	BLC_Technical_Info	ApperanceClass	BS EN 635 -3 II/III
BiologicalHazardClass	BLC_Technical_Info	BiologicalHazardClass	BS EN 355, use class 2
BondingQuality	BLC_Technical_Info	BondingQuality	Class 3 Exterior
CertificationScheme	BLC_Technical_Info	CertificationScheme	Forest Stewardship Council (FSC), Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC)
DeclarationScheme	BLC_Technical_Info	DeclarationScheme	www.wisaplywood.com/SiteCollectionDocuments/DoPs/UPM002CPR%202017-02-01%20EN.pdf#search=upm002cpr
EdgeOption	BLC_Technical_Info	EdgeOption	Edge machinings available on request
Edges	BLC_Technical_Info	Edges	Square
EnvirenmentalProductDeclaration	BLC_Technical_Info	EnvirenmentalProductDeclaration	ENP 400
FinishAsDeliveredFacing	BLC_Technical_Info	FinishAsDeliveredFacing	n/a
FinishAsDeliveredFireRetandantTreatment	BLC_Technical_Info	FinishAsDeliveredFireRetandantTreatment	n/a
FinishAsDeliveredPreservativeTreatment	BLC_Technical_Info	FinishAsDeliveredPreservativeTreatment	n/a
MaterialFaceGrainDirection	BLC_Technical_Info	MaterialFaceGrainDirection	Perpendicular to long edges of boards
MaterialFaceVaneer	BLC_Technical_Info	MaterialFaceVaneer	Picea Abies
MaterialMaterialGrade	BLC_Technical_Info	MaterialMaterialGrade	7
OtherEvidence	BLC_Technical_Info	OtherEvidence	n/a
ServiceClass	BLC_Technical_Info	ServiceClass	To BS EN 636, (EN 636-2)

SheetSize	BLC_Technical_Info	SheetSize	n/a
SheetSizeOptions	BLC_Technical_Info	SheetSizeOptions	standard: 1220/1525 x 3050 mm. Other sizes on special request. Maximum 1525 x 3660 mm
SuppliedBy	BLC_Technical_Info	SuppliedBy	BRE
ThicknessMaximum	BLC_Technical_Info	ThicknessMaximum	12.5 mm
ThicknessMinimum	BLC_Technical_Info	ThicknessMinimum	11.5 mm
ThicknessOptions	BLC_Technical_Info	ThicknessOptions	12mm
TimberSourceDocumantationSubmitted	BLC_Technical_Info	TimberSourceDocumantationSubmitted	Obtain from well managed forests
TimberSourceGeneralRequirements	BLC_Technical_Info	TimberSourceGeneralRequirements	Managed in accordance with the laws governing forest management in the producer country or countries
TimingOfSubmissions	BLC_Technical_Info	TimingOfSubmissions	With tender
UseClass	BLC_Technical_Info	UseClass	BS EN 335, use class 1; BS EN 335, use class 2
VOCEmissions	BLC_Technical_Info	VOCEmissions	E1 low formaldehyde emission class
Weight	BLC_Technical_Info	Weight	6.4 kg/m ²

[別添資料B] 構造用合板 BLC準拠属性項目サンプル			
(日新社製構造用合板24mmをBLCに適合させた例)			
属性項目	Property Group	Property	値
【BLC管理項目】【必須】			
企業コード	BLC_Management_Item	ManufacturerCode	n/a
企業名	BOS_General	ManufacturerName	Nisshinn CO.,LTD.
企業URL	BOS_General	ManufacturerURL	https://www.nisshin.gr.jp/
分類コード	BLC_Management_Item	ClassificationCode	n/a
製品グループ	BLC_Management_Item	ProductGroup	n/a
メーカー型番	COBie	ModelNumber	n/a
型式名称	BLC_Management_Item	ModelName	n/a
製品写真	BLC_Management_Item	ProductPhoto	
3Dファイル形式	BLC_Management_Item	3DFileFormat	Autodesk Revit®
製品リリース年月	BLC_Management_Item	ProductReleaseYearMonth	n/a
製造停止年月	BLC_Management_Item	ProductStopYearMonth	n/a
製品出荷対象	BLC_Management_Item	ProductShippingTargetAreaCountry	n/a
BLC標準バージョン	BLC_Management_Item	BLCStandardVer	n/a
【合板材 情報】【必須】			
合板材設置別	IFC	IsExterral	No
合板材種別	COBie	Features	Light weight; High quality; PEFC certified
合板材番号	COBie	TagNumber	n/a
合板材枝番号	BLC_Technical_Info	TagBranchNumber	n/a
【IFC_Pset項目】【必須】			
遮音性能	IFC	AcousticRating	n/a
Combustible	IFC	Combustible	YES
仕上げ	IFC	Finish	C-D:JASSurfaceQuality
耐火等級	IFC	FireRating	n/a
FlammabilityRating	IFC	FlammabilityRating	n/a
FragilityRating	IFC	FragilityRating	n/a
内外区分	IFC	IsExterral	NO
参照記号	IFC	Reference	n/a
状態	IFC	Status	n/a
SurfaceSpreadOfFlame	IFC	SurfaceSpreadOfFlame	n/a
断熱性能	IFC	ThermalTransmittance	n/a
【COBie タイププロパティ 属性項目】【必須】			
アクセスビリティ性能	COBie	AccessibilityPerformance	n/a
アセットタイプ	COBie	AssetType	Fixed
カテゴリー	COBie	Category	Pr_25_71_97_86:Structural veneer plywoods
法令性能	COBie	CodePerformance	n/a
色	COBie	Color	n/a
構成要素	COBie	Constituents	n/a
説明	COBie	Description	n/a
耐用単位	COBie	DurationUnit	year
期待耐用年数	COBie	ExpectedLife	100
特徴（合板材種別）	COBie	Features	n/a
仕上げ	COBie	Finish	n/a
グレード	COBie	Grade	n/a
製造者	COBie	Manufacturer	Nisshinn CO., LTD.
材料	COBie	Material	Japanese Cedar plywood
メーカー型番	COBie	ModelNumber	n/a
製品参照	COBie	ModelReference	n/a
名前	COBie	Name	StructuralVeneerPlywood_Cedar_24mm_NisshinPlywood

公称高さ・H	COBie	NominalHeight	9
公称長さ・L	COBie	NominalLength	0
公称幅・W	COBie	NominalWidth	0
更新コスト	COBie	ReplacementCost	n/a
形状	COBie	Shape	Rectangular
大きさ	COBie	Size	n/a
サステナビリティ性能	COBie	SustainabilityPerformance	n/a
保証説明	COBie	WarrantyDescription	n/a
保証サービス期間	COBie	WarrantyDurationLabor	n/a
部品交換サービス期間	COBie	WarrantyDurationParts	n/a
保証サービス期間の単位	COBie	WarrantyDurationUnit	n/a
保証サービス担当組織	COBie	WarrantyGuarantorLabor	n/a
部品(交換)保証担当組織	COBie	WarrantyGuarantorParts	n/a
【COBie コンポーネントプロパティ 属性項目】【必須】			
アセット識別番号	COBie	AssetIdentifier	n/a
バーコード	COBie	BarCode	n/a
設置日付	COBie	InstallationDate	n/a
シリアル番号	COBie	SerialNumber	n/a
タグ番号	COBie	TagNumber	n/a
保証開始日	COBie	WarrantyStartDate	n/a
【BOS一般: BOS_General Property 属性項目】【必須】			
作成者	BOS_General	Author	BLC
製造者名(製造会社名)	BOS_General	ManufacturerName	Nisshinn CO., LTD.
製造者ホームページ	BOS_General	ManufacturerURL	https://www.nisshin.gr.jp/
<仕様書>記述	BOS_General	NBSDescription	General or utility veneer plywood
<仕様書>参照	BOS_General	NBSReference	45-45-95/430
製品情報	BOS_General	ProductInformation	https://www.nisshin.gr.jp/product/
改訂	BOS_General	Revision	n/a
分類コード	BOS_General	Uniclass2015Code	Pr_25_71_97_86
分類タイトル	BOS_General	Uniclass2015Title	Structural veneer plywoods
分類バージョン (版)	BOS_General	Uniclass2015Version	Products v1.5
【BLC技術情報項目 (合板材) 属性項目】【必須】			
JAS品名	BLC_Technical_Info	JASProductName	構造用合板
JAS接着の程度	BLC_Technical_Info	JASBondingQuality	特級
JAS等級	BLC_Technical_Info	JASClass	2級
JAS材面の品質	BLC_Technical_Info	JASSSurfaceQuality	C-D
JAS樹種名	BLC_Technical_Info	JASTreeSpeices	スギ
JAS寸法	BLC_Technical_Info	JASSizes	24 x 920 x 1820
JAS検査方法	BLC_Technical_Info	JASInspectionMethod	曲げA試験
JASホルムアルデヒド放散量	BLC_Technical_Info	JASFormaldehydeEmission	F☆☆☆☆
JAS製造者名	BLC_Technical_Info	JASManufacturer	日新鳥取工場
CertificationScheme	BLC_Technical_Info	CertificationScheme	Forest Stewardship Council (FSC), Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC)

[別添資料C] 集成梁材 BLC準拠属性項目サンプル			
(院庄林業集成材 ECO Earth Wood W120mmxH450mmをBLCに適合させた例)			
属性項目	Property Group	Property	値
【BLC管理項目】【必須】			
企業コード	BLC_Management_Item	ManufacturerCode	n/a
企業名	BOS_General	ManufacturerName	Innosho Forestry
企業URL	BOS_General	ManufacturerURL	https://innosho.co.jp/
分類コード	BLC_Management_Item	ClassificationCode	n/a
製品グループ	BLC_Management_Item	ProductGroup	n/a
メーカー型番	COBie	ModelNumber	n/a
型式名称	BLC_Management_Item	ModelName	n/a
製品写真	BLC_Management_Item	ProductPhoto	---
3Dファイル形式	BLC_Management_Item	3DFileFormat	Autodesk Revit®
製品リリース年月	BLC_Management_Item	ProductReleaseYearMonth	n/a
製造停止年月	BLC_Management_Item	ProductStopYearMonth	n/a
製品出荷対象	BLC_Management_Item	ProductShippingTargetAreaCountry	n/a
BLC標準バージョン	BLC_Management_Item	BLCStandardVer	n/a
【集成材 情報】【必須】			
集成材設置別	IFC	IsExternal	No
集成材種別	COBie	Features	PEFC certified
集成材番号	COBie	TagNumber	n/a
集成材枝番号	BLC_Technical_Info	TagBranchNumber	n/a
【IFC_Pset項目】【必須】			
Span	IFC	Span	6980mm
Slope	IFC	Slope	0
Roll	IFC	Roll	0
仕上げ	IFC	Finish	Sanded faces(w/o cut ends)
耐火等級	IFC	FireRating	n/a
内外区分	IFC	IsExternal	NO
参照記号	IFC	Reference	n/a
状態	IFC	Status	n/a
LoadBearing	IFC	LoadBearing	YES
断熱性能	IFC	ThermalTransmittance	0
【COBie タイププロパティ 属性項目】【必須】			
アクセシビリティ性能	COBie	AccessibilityPerformance	n/a
アセットタイプ	COBie	AssetType	Fixed
カテゴリー	COBie	Category	Pr_20_85_08_87:Structural Wood Composites
法令性能	COBie	CodePerformance	n/a
色	COBie	Color	n/a
構成要素	COBie	Constituents	n/a
説明	COBie	Description	try
耐用単位	COBie	DurationUnit	year
期待耐用年数	COBie	ExpectedLife	10
特徴（集成材種別）	COBie	Features	PEFC certified
仕上げ	COBie	Finish	Sanded both faces
グレード	COBie	Grade	n/a
製造者	COBie	Manufacturer	Innosho Forestry
材料	COBie	Material	Scots Pine
メーカー型番	COBie	ModelNumber	n/a
製品参照	COBie	ModelReference	ECO Earth Wood
名前	COBie	Name	StructuralLaminatedTimber_ECOEarthWood_Beam_InnoshoForestry
公称高さ・H	COBie	NominalHeight	450mm
公称長さ・L	COBie	NominalLength	6980mm
公称幅・W	COBie	NominalWidth	120mm
更新コスト	COBie	ReplacementCost	n/a
形状	COBie	Shape	Rectangular
大きさ	COBie	Size	n/a

サステナビリティ性能	COBie	SustainabilityPerformance	n/a
保証説明	COBie	WarrantyDescription	n/a
保証サービス期間	COBie	WarrantyDurationLabor	10
部品交換サービス期間	COBie	WarrantyDurationParts	n/a
保証サービス期間の単位	COBie	WarrantyDurationUnit	year
保証サービス担当組織	COBie	WarrantyGuarantorLabor	Innosho Forestry
部品(交換)保証担当組織	COBie	WarrantyGuarantorParts	n/a
【COBie コンポーネントプロパティ 属性項目】 【必須】			
アセット識別番号	COBie	AssetIdentifier	n/a
バーコード	COBie	BarCode	n/a
設置日付	COBie	InstallationDate	n/a
シリアル番号	COBie	SerialNumber	n/a
タグ番号	COBie	TagNumber	n/a
保証開始日	COBie	WarrantyStartDate	n/a
【BOS一般: : BOS_General Property 属性項目】 【必須】			
作成者	BOS_General	Author	BLC
製造者名(製造会社名)	BOS_General	ManufacturerName	Innosho Forestry
製造者ホームページ	BOS_General	ManufacturerURL	https://innosho.co.jp/
<仕様書> 記述	BOS_General	NBSDescription	Structural wood composite laminated veneer lumber (LVL), parallel strand lumber (PSL) and laminated strand lumber (LSL) products;
<仕様書> 参照	BOS_General	NBSReference	45-60-90/396
製品情報	BOS_General	ProductInformation	https://innosho.co.jp/ew/
改訂	BOS_General	Revision	n/a
分類コード	BOS_General	Uniclass2015Code	Pr_20_85_08_87
分類タイトル	BOS_General	Uniclass2015Title	Structural Wood Composites
分類バージョン (版)	BOS_General	Uniclass2015Version	Products v1.4
【BLC技術情報項目 (集成材) 属性項目】 【必須】			
JAS品名	BLC_Technical_Info	JASProductName	異等級構成構造用集成材:非対称構成:大断面:梁
JAS強度等級	BLC_Technical_Info	JASStrengthRating	E120-F330
JAS材面の品質	BLC_Technical_Info	JASSurfaceQuality	2種
JAS接着性能	BLC_Technical_Info	JASBondingEnvironment	使用環境B
JAS樹種名	BLC_Technical_Info	JASTreeSpeices	オウシュウアカマツ
JAS寸法	BLC_Technical_Info	JASSizes	120 x 450 x 6980
JAS検査方法	BLC_Technical_Info	JASInspectionMethod	曲げA試験
JASホルムアルデヒド放散量	BLC_Technical_Info	JASFormaldehydeEmission	F☆☆☆☆
JAS製造者名	BLC_Technical_Info	JASManufacturer	院庄林業 岡山工場

【別添資料D】 集成柱材 BLC準拠属性項目サンプル			
(院庄林業集成材 ECO Earth Wood W120mmxH120mmをBLCに適合させた例)			
属性項目	Property Group	Property	値
【BLC管理項目】【必須】			
企業コード	BLC_Management_Item	ManufacturerCode	n/a
企業名	BOS_General	ManufacturerName	Innosho Forestry
企業URL	BOS_General	ManufacturerURL	https://innosho.co.jp/
分類コード	BLC_Management_Item	ClassificationCode	n/a
製品グループ	BLC_Management_Item	ProductGroup	n/a
メーカー型番	COBie	ModelNumber	n/a
型式名称	BLC_Management_Item	ModelName	n/a
製品写真	BLC_Management_Item	ProductPhoto	---
3Dファイル形式	BLC_Management_Item	3DFileFormat	Autodesk Revit®
製品リリース年月	BLC_Management_Item	ProductReleaseYearMonth	n/a
製造停止年月	BLC_Management_Item	ProductStopYearMonth	n/a
製品出荷対象	BLC_Management_Item	ProductShippingTargetAreaCountry	n/a
BLC標準バージョン	BLC_Management_Item	BLCStandardVer	n/a
【集成材 情報】【必須】			
集成材設置別	IFC	IsExternal	No
集成材種別	COBie	Features	PEFC certified
集成材番号	COBie	TagNumber	n/a
集成材枝番号	BLC_Technical_Info	TagBranchNumber	n/a
【IFC_Pset項目】【必須】			
Slope	IFC	Slope	0
Roll	IFC	Roll	0
仕上げ	IFC	Finish	Sanded faces(w/o cut ends)
耐火等級	IFC	FireRating	n/a
内外区分	IFC	IsExternal	NO
参照記号	IFC	Reference	n/a
状態	IFC	Status	n/a
LoadBearing	IFC	LoadBearing	YES
断熱性能	IFC	ThermalTransmittance	0
【COBie タイププロパティ 属性項目】【必須】			
アクセシビリティ性能	COBie	AccessibilityPerformance	n/a
アセットタイプ	COBie	AssetType	Fixed
カテゴリー	COBie	Category	Pr_20_85_08_87:Structural Wood Composites
法令性能	COBie	CodePerformance	n/a
色	COBie	Color	n/a
構成要素	COBie	Constituents	n/a
説明	COBie	Description	try
耐用単位	COBie	DurationUnit	year
期待耐用年数	COBie	ExpectedLife	10
特徴（集成材種別）	COBie	Features	PEFC certified
仕上げ	COBie	Finish	Sanded both faces
グレード	COBie	Grade	n/a
製造者	COBie	Manufacturer	Innosho Forestry
材料	COBie	Material	Scots Pine
メーカー型番	COBie	ModelNumber	n/a
製品参照	COBie	ModelReference	ECO Earth Wood
名前	COBie	Name	StructuralLaminatedTimber_ECOEarthWood_Column_InnoshoForestry
公称高さ・H	COBie	NominalHeight	120mm
公称長さ・L	COBie	NominalLength	4985mm
公称幅・W	COBie	NominalWidth	120mm
更新コスト	COBie	ReplacementCost	n/a
形状	COBie	Shape	Rectangular
大きさ	COBie	Size	n/a
サステナビリティ性能	COBie	SustainabilityPerformance	n/a
保証説明	COBie	WarrantyDescription	n/a
保証サービス期間	COBie	WarrantyDurationLabor	10
部品交換サービス期間	COBie	WarrantyDurationParts	n/a
保証サービス期間の単位	COBie	WarrantyDurationUnit	year

保証サービス担当組織	COBie	WarrantyGuarantorLabor	Innosho Forestry
部品(交換)保証担当組織	COBie	WarrantyGuarantorParts	n/a
【COBie コンポーネントプロパティ 属性項目】 【必須】			
アセット識別番号	COBie	AssetIdentifier	n/a
バーコード	COBie	BarCode	n/a
設置日付	COBie	InstallationDate	n/a
シリアル番号	COBie	SerialNumber	n/a
タグ番号	COBie	TagNumber	n/a
保証開始日	COBie	WarrantyStartDate	n/a
【BOS一般: : BOS_General Property 属性項目】 【必須】			
作成者	BOS_General	Author	BLC
製造者名(製造会社名)	BOS_General	ManufacturerName	Innosho Forestry
製造者ホームページ	BOS_General	ManufacturerURL	https://innosho.co.jp/
<仕様書> 記述	BOS_General	NBSDescription	Structural wood composite laminated veneer lumber (LVL), parallel strand lumber (PSL) and laminated strand lumber (LSL) products;
<仕様書> 参照	BOS_General	NBSReference	45-60-90/396
製品情報	BOS_General	ProductInformation	https://innosho.co.jp/ew/
改訂	BOS_General	Revision	n/a
分類コード	BOS_General	Uniclass2015Code	Pr_20_85_08_87
分類タイトル	BOS_General	Uniclass2015Title	Structural Wood Composites
分類バージョン (版)	BOS_General	Uniclass2015Version	Products v1.4
【BLC技術情報項目 (集材材) 属性項目】 【必須】			
JAS品名	BLC_Technical_Info	JASProductName	同一等級構成構造用集材材:対称構成:小断面:柱
JAS強度等級	BLC_Technical_Info	JASStrengthRating	E95-F315
JAS材面の品質	BLC_Technical_Info	JASSurfaceQuality	2種
JAS接着性能	BLC_Technical_Info	JASBondingEnvironment	使用環境C
JAS樹種名	BLC_Technical_Info	JASTreeSpeices	オウシュウアカマツ
JAS寸法	BLC_Technical_Info	JASSizes	120 x 120 x 4985
JAS検査方法	BLC_Technical_Info	JASInspectionMethod	曲げA試験
JASホルムアルデヒド放散量	BLC_Technical_Info	JASFormaldehydeEmission	F☆☆☆☆
JAS製造者名	BLC_Technical_Info	JASManufacturer	院庄林業 岡山工場

【別添資料E】 製材柱材 BLC準拠属性項目サンプル			
(院庄林業社 製材 匠 乾太郎 W120mmxH120mmをBLCに適合させた例)			
属性項目	Property Group	Property	値
【BLC管理項目】【必須】			
企業コード	BLC_Management_Item	ManufacturerCode	n/a
企業名	BOS_General	ManufacturerName	Innosho Forestry
企業URL	BOS_General	ManufacturerURL	https://innosho.co.jp/
分類コード	BLC_Management_Item	ClassificationCode	n/a
製品グループ	BLC_Management_Item	ProductGroup	n/a
メーカー型番	COBie	ModelNumber	n/a
型式名称	BLC_Management_Item	ModelName	n/a
製品写真	BLC_Management_Item	ProductPhoto	---
3Dファイル形式	BLC_Management_Item	3DFileFormat	Autodesk Revit®
製品リリース年月	BLC_Management_Item	ProductReleaseYearMonth	n/a
製造停止年月	BLC_Management_Item	ProductStopYearMonth	n/a
製品出荷対象	BLC_Management_Item	ProductShippingTargetAreaCountry	n/a
BLC標準バージョン	BLC_Management_Item	BLCStandardVer	n/a
【製材 情報】【必須】	集材材—集成梁材		
製材設置別	IFC	IsExternal	No
製材種別	COBie	Features	合法木材出荷証明書
製材番号	COBie	TagNumber	n/a
製材枝番号	BLC_Technical_Info	TagBranchNumber	n/a
【IFC_Pset項目】【必須】			
Slope	IFC	Slope	0
Roll	IFC	Roll	0
仕上げ	IFC	Finish	Sanded faces(w/o cut ends)
耐火等級	IFC	FireRating	n/a
内外区分	IFC	IsExternal	NO
参照記号	IFC	Reference	n/a
状態	IFC	Status	n/a
LoadBearing	IFC	LoadBearing	YES
断熱性能	IFC	ThermalTransmittance	0
【COBie タイププロパティ 属性項目】【必須】			
アクセシビリティ性能	COBie	AccessibilityPerformance	n/a
アセットタイプ	COBie	AssetType	Fixed
カテゴリー	COBie	Category	Pr_20_85_08_87:Structural Wood Composites
法令性能	COBie	CodePerformance	n/a
色	COBie	Color	n/a
構成要素	COBie	Constituents	n/a
説明	COBie	Description	try
耐用単位	COBie	DurationUnit	year
期待耐用年数	COBie	ExpectedLife	10
特徴（集成材種別）	COBie	Features	合法木材出荷証明書
仕上げ	COBie	Finish	Sanded both faces
グレード	COBie	Grade	n/a
製造者	COBie	Manufacturer	Innosho Forestry
材料	COBie	Material	Cypress
メーカー型番	COBie	ModelNumber	n/a
製品参照	COBie	ModelReference	匠 乾太郎
名前	COBie	Name	StructuralTimber_TakumiKantaro_Column_InnoshoForestry
公称高さ・H	COBie	NominalHeight	120mm
公称長さ・L	COBie	NominalLength	4000mm
公称幅・W	COBie	NominalWidth	120mm
更新コスト	COBie	ReplacementCost	n/a
形状	COBie	Shape	Rectangular
大きさ	COBie	Size	n/a
サステナビリティ性能	COBie	SustainabilityPerformance	n/a
保証説明	COBie	WarrantyDescription	n/a
保証サービス期間	COBie	WarrantyDurationLabor	n/a
部品交換サービス期間	COBie	WarrantyDurationParts	n/a
保証サービス期間の単位	COBie	WarrantyDurationUnit	n/a

保証サービス担当組織	COBie	WarrantyGuarantorLabor	Innosho Forestry
部品(交換)保証担当組織	COBie	WarrantyGuarantorParts	n/a
【COBie コンポーネントプロパティ 属性項目】 【必須】			
アセット識別番号	COBie	AssetIdentifier	n/a
バーコード	COBie	BarCode	n/a
設置日付	COBie	InstallationDate	n/a
シリアル番号	COBie	SerialNumber	n/a
タグ番号	COBie	TagNumber	n/a
保証開始日	COBie	WarrantyStartDate	n/a
【BOS一般: : BOS_General Property 属性項目】 【必須】			
作成者	BOS_General	Author	BLC
製造者名(製造会社名)	BOS_General	ManufacturerName	Innosho Forestry
製造者ホームページ	BOS_General	ManufacturerURL	https://innosho.co.jp/
<仕様書>記述	BOS_General	NBSDescription	Structural wood composite ,Solid wood
<仕様書>参照	BOS_General	NBSReference	45-60-90/396
製品情報	BOS_General	ProductInformation	https://innosho.co.jp/kantaro/
改訂	BOS_General	Revision	n/a
分類コード	BOS_General	Uniclass2015Code	Pr_20_85_08_87
分類タイトル	BOS_General	Uniclass2015Title	Structural Wood Composites
分類バージョン (版)	BOS_General	Uniclass2015Version	Products v1.4
【BLC技術情報項目 (製材) 属性項目】 【必須】			
JAS品名	BLC_Technical_Info	JASProductName	甲種II
JAS強度等級	BLC_Technical_Info	JASStrengthRating	E110
JAS材面の品質	BLC_Technical_Info	JASSurfaceQuality	1級
JAS含水率	BLC_Technical_Info	JASSMoistureContents	SD15
JAS接着性能	BLC_Technical_Info	JASBondingEnvironment	n/a
JAS樹種名	BLC_Technical_Info	JASTreeSpeices	ヒノキ
JAS寸法	BLC_Technical_Info	JASSizes	120 x 120 x 4000
JAS検査方法	BLC_Technical_Info	JASInspectionMethod	n/a
JASホルムアルデヒド放散量	BLC_Technical_Info	JASFormaldehydeEmission	n/a
JAS製造者名	BLC_Technical_Info	JASManufacturer	院庄林業 岡山工場

5. 木造建築物の設計施工に BIM を適用するメリット、課題の整理

5.1. 建築の設計から施工、維持管理における BIM 活用のメリットと課題について

(1) 設計、施工、維持管理に至る現状の課題

- ・木造建築物の設計から施工、維持管理において、現状では図 5.1-1 のとおり、それぞれの分野で図面が作成され、図面情報が十分に連携されているとは言い難い状況である。
- ・例えば、設計事務所作成した設計図書について、施工業者に情報の引継ぎがなされる際には、作成図面の責任の所在が不明確なことや、設計ソフトの互換性が乏しいこと等から、施工業者において一から施工図面が作成されるケースが多い。

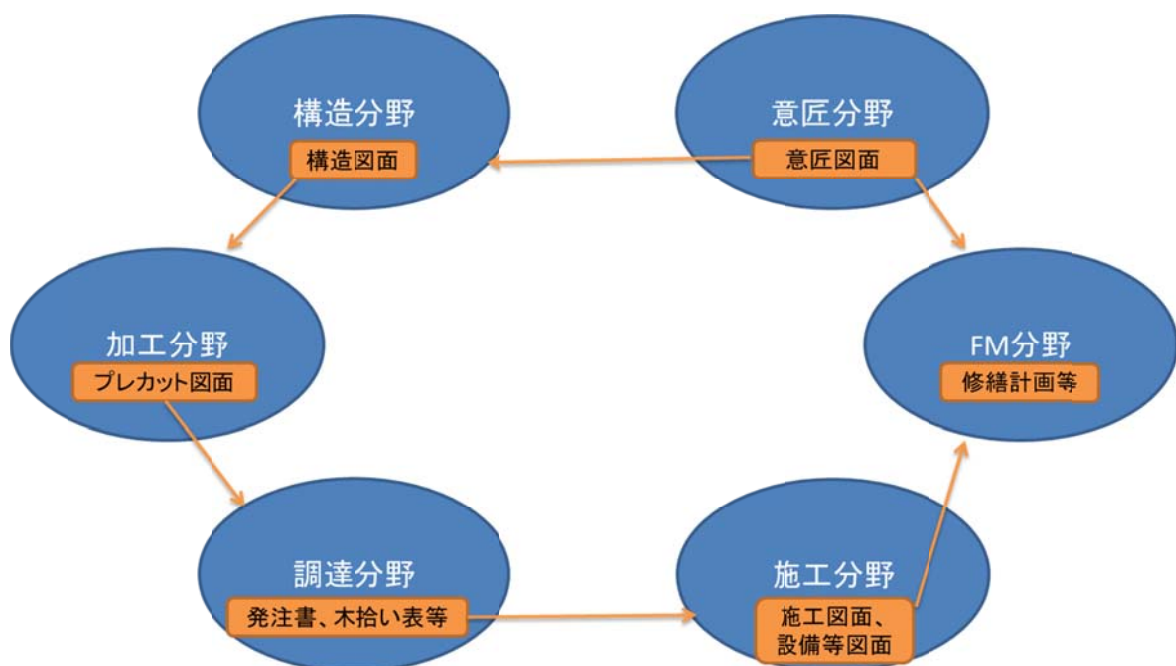


図 5.1-1 BIM が介在しない場合の図面情報の流れ（現状の模式図）

- ・このため、それぞれにおける図面作成や情報入力の手間が嵩み（二重に入力しているケースが多い）、また、紙に出力した図面を見ながら転記するなどの手法が取られることも多いため、入力ミスや不整合のリスクが生じる。
- ・また、設計の際には想定できなかった様々な状況の変化等によって、施工の変更が基本設計や構造設計等まで遡って設計変更等を行う等の手戻りの際に、図面の整合性が失われる場合がある。

(2) BIM 活用のメリット

- ・このため、木造建築物の企画・設計、施工から維持管理において、BIM データを一貫して活用し、一元管理することにより、基本設計の建築物全体に係る概略の

設計から施工に至る各部位の詳細な設計まで、木造建築物に関する情報の蓄積、共有、活用、管理が効果的、効率的に行われ、木造建築物の品質、性能の向上、設計施工業務の改善が期待できる。

- ・また、関係各分野の多くの関係者とCGをみながらBIMに取り込んだ様々な木質部材や接合部材等の3次元形状や属性情報をもとに色分け表示、断面切断表示等による見える化により見やすいかたちで効率的に検討を進めることができる。
- ・企画・設計段階でのBIM化と、施工・製作段階での機械化がコンカレントに連続する共通のBIMを介したプラットフォームが形成されることにより、木質部材や接合部材の標準化、共通化が進み、このようなサプライチェーンが構築され、部材調達、加工、建方における各種のリスクの低減等により、木材利用の促進に寄与する。

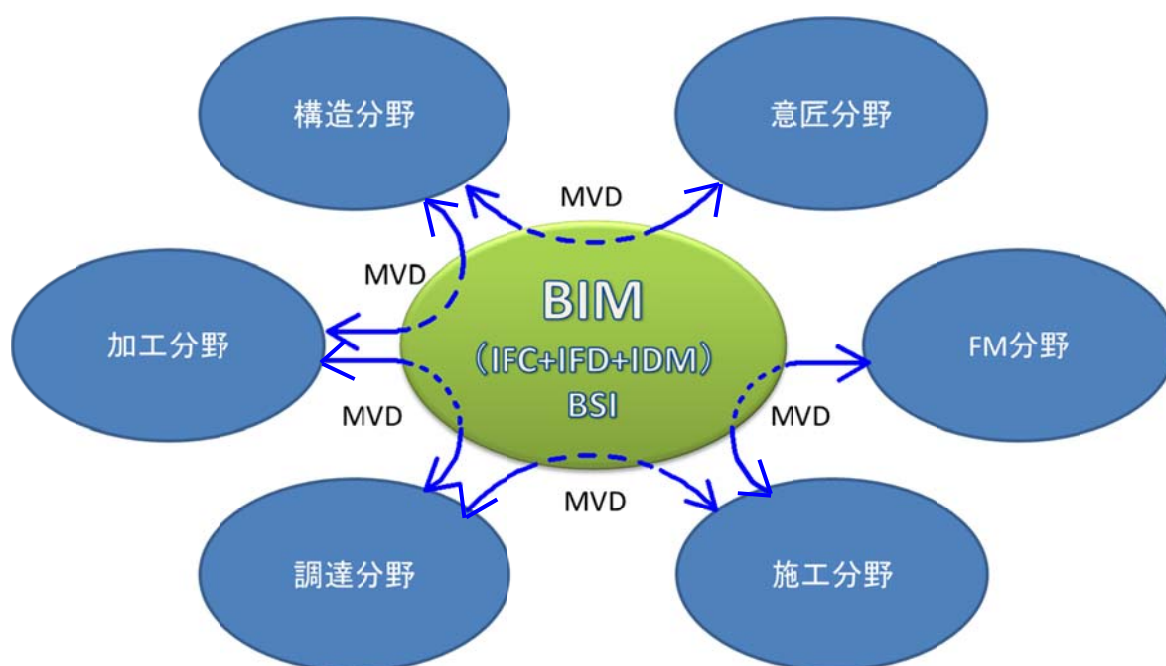


図 5.1-2 BIM の活用による図面情報の流れ（各分野の連携の模式図）

（３）BIM 活用の共通課題

- ・設計施工のそれぞれの分野において、BIM モデル^{*1}に用いる部位や製品に要求される属性情報について、異なるBIMソフトウェアやCAD/CAMソフトとの間で欠落なく受け渡しができるように、国際的な標準であるIFC(Industrial Foundation Classes)等に基づいた属性項目の標準化、共通化（共通プロパティセット）が必要である。

^{*1}「BIM モデル」とは、コンピュータ上に作成した3次元の形状情報に加え、各種の建築物や建築物を構成する部材に関する属性情報を併せ持つ建物情報モデル全体をいう。

- ・ BIM の活用を図る上で、設計施工に用いる各種部材の BIM オブジェクト^{*2}の作成と標準化、ライブラリーへの登録が一般財団法人建築保全センターによる「BLC (BIM Library Consortium)」にて進められており、それらの BIM オブジェクトの標準に則り、木造建築物に用いられる木質部材や接合部材等についても BIM オブジェクトの作成と標準化、ライブラリーへの登録を進める必要がある。
- ・ 木造建築物で用いられる材料は、樹種、産地や集成材か無垢材かの違い、接合方法、継手仕口の加工形状が多様化しており、BIM モデルの作成、適切な選択、利用時に困難が予想される。(BIM モデルの仕様を絞ることが想定される。)
- ・ BIM を導入するためには初期投資(ソフト購入等)が必要なことや、運用時には操作に熟練することが必要なため、BIM 導入の効果が見込まれるある程度以上の建築物の設計施工を受注する機会が少ない企業においては、BIM を採用することが難しいことから、全国で幅広く BIM の活用を促すため、BIM 活用の先進事例の紹介とともに、各地域において BIM を介した業務連携の取組みを促していくことが考えられる。
- ・ また、BIM を介した木造建築物や木質混構造建築物の品質、性能の向上や生産性の向上の取組みを進める中で、海外の木造プロジェクト推進における我が国の木材輸出の推進の取組みに寄与していくことが考えられる。
- ・ BIM を介して設計データをそのまま引継いだ場合、その設計データが原因となって何がしか建築物に不具合が生じた場合の責任の所在について、ルールを決めておく必要がある。

(4) 基本設計の課題

【共通分野】

- ・ 建築主との打ち合わせ用の間取りや外観、内観等を示す基本設計の BIM モデルについて、次の実施設計(構造設計、設備設計等)の前提条件として、相互に入出力し、活用して設計情報を修正、調整することができるか。

【中規模・中層建築物以上】

- ・ 中大規模木造建築物で 2 次元では把握し難い複雑な形状の構造形式の場合に、BIM モデルを介することにより、基本設計において構造計算と意匠性の検討を行うことができるか。

(5) 構造設計の課題

【共通分野】

^{*2} 「BIM オブジェクト」とは、空間に配置された、物、目標物及び対象の実体を、属性と操作の集合として 3 次元モデル化した各種部品のことをいう。

- ・基本設計の BIM モデルを用いて、木構造の軸組、耐力壁を構成する木質部材や接合部材の BIM オブジェクト（必要に応じて構造計算上必要な木質部材や接合部材等の特性値等を属性情報として入力）を選択して、構造設計の BIM モデルを作成できるか。
- ・構造設計の BIM モデルを用いて、木構造のモデル化、仕上げに応じた荷重情報を前提条件として、構造計算プログラムの入出力が行えるか。
- ・構造設計において基本設計の変更が必要になった場合には、構造設計の BIM モデルを用いて、基本設計の BIM モデルの修正、調整をすることができるか。
- ・構造設計の BIM モデルについて、設備設計、木質部材調達・加工発注の前提条件として、相互に入出力し、活用して BIM モデルの修正、調整をすることができるか。

【小規模・低層建築物】

- ・4号建築物の場合は簡略化／定型化して壁量計算ソフトとの連携ができるか。（一般的な形状の木造軸組構法の構造形式や特定の構造システムについては連携可能）

【中規模・中層建築物以上】

- ・架構計画に応じて各種の構造解析プログラム等との連携ができるか。
- ・基本設計の BIM モデルから構造解析用の線分を取り出す際に、仕口によっては必ずしも部材の中心ではない場合もあり、個別の調整をどのように行うか。

（６）設備設計の課題

【共通分野】

- ・基本設計及び構造設計の BIM モデルを用いて、電気設備機器や機械設備機器のオブジェクトを選択して、設備設計（電気設備設計、機械設備設計（空調設備、給排水衛生設備））の BIM モデルを作成できるか。
- ・設備設計の BIM モデルについて、設備機器の見積もりや発注のために相互に入出力し、必要に応じて設備設計の BIM モデルの修正、調整をすることができるか。

（７）部材調達の課題

【共通分野】

- ・構造設計の BIM モデルを用いて、木拾い／数量積算（プレカット CAD/CAM 連携）や調達情報（木質部材、接合部材等の単価、数量）の入力ができるか。

【小規模・低層建築物】

- ・BIM ソフトの一部には、小規模・低層建築物、住宅レベルの情報量では持て余しているものがある。
- ・また、入力人材の少なさゆえの「囲い込み」が進むと利用拡大が進まない。

（８）加工データ入力の課題

【共通分野】

- ・構造設計の BIM モデルを用いて、加工データ入力（プレカット CAD/CAM 連携）が

できるか。

- ・建築物全体の BIM モデルとプレカット CAD/CAM に入力する個別部品データとの間で、共通化するパラメータやその認識・解釈部分の整備、共有化が必要。

【小規模・低層建築物】

- ・原木調達から製材・出荷までのトレーサビリティのデータ化について、BIM データとしての取り込み時の共通フォーマット化等ができるか。(林業業界との連携必要)

(9) 施工の課題

【共通分野】

- ・実施設計の BIM モデルを用いて、施工計画、施工手順等を反映し、施工の BIM モデルを作成できるか。
- ・現場での納まりの検討、デジタルモックアップの作成等における他分野との連携が必要。
- ・各種建設重機、建設ロボットの活用に伴う制約等の検討が必要。

【小規模・低層建築物】

- ・施工管理の定型化、システム化ができないか。
- ・職方不足対応のため、BIM モデルを活用したビジュアル的にわかりやすい「施工手順書（ステップ行程）」等の定型化、アウトプットできるしくみが構築できないか。

【中規模・中層建築物以上】

- ・実際の本質部材の仕口、接合部の情報や施工経験が乏しい場合には、BIM モデルの活用において、想定される施工技術を設計にどのように取り込み、施工に活かすかが課題である。

(1 0) 維持保全の課題

【共通分野】

- ・実施設計の BIM モデルを用いて、維持保全計画の作成、維持保全のシステム化に活かさないか。
- ・長期保存に耐えられるデータフォーマットとすることが必要。
- ・施主に引渡し可能なデータとすることが必要。

【小規模・低層建築物】

- ・維持保全の定型化、システム化ができないか。

5.2. 構造分野における BIM 活用のメリットと課題について

(1) BIM 活用のメリット

- ・ 現在は、意匠設計者が意匠設計 CAD 等を用いて建築主と協議しつつ基本設計を行った後に、構造設計技術者が基本設計図面をもとに、新たに構造設計 CAD 等を用いて木質構造部材を選択して構造設計を行うこととなる。
- ・ このため、木質構造部材の選択や調達、部材加工の際に手戻りが生じ、また想定外のコスト上昇等により、基本設計に遡って設計内容の修正が必要になる場合がある。
- ・ BIM データを一貫して活用することで、基本設計の建築物全体に係る概略の設計から施工に至る各部位の詳細な設計まで、BIM モデルを介して基本設計から構造計算、プレカット CAD/CAM 連携による木質構造部材等の調達、加工を一元的に行うことが可能になり、構造設計をはじめとする設計業務の効率化、生産性の向上が期待できる。

(2) 基本設計

- ・ 木造建築物の場合、基本設計に及ぼす木質部材の規格、寸法や構造設計の影響が大きいことから、基本設計においても BIM モデルを介して構造分野との連携が必要。

(3) 構造設計

- ・ 構造設計の BIM モデルの作成において、木材の品質／強度／寸法のバラツキをどのように取り扱うか。

(4) 設備設計

- ・ 設備設計の BIM モデルの作成において、設備部材と構造部材の干渉チェック（配管、配線等の木構造の構造躯体貫通等）が行えるか。

(5) 部材調達

- ・ BIM モデル入力用の木質構造部材や接合部材に関するオブジェクトの充実が必要。
- ・ 特殊な木質部材や接合部材に関する調達先の情報が必要。
(構法によってはプレカット CAD/CAM 連携ができています)

(6) 加工データ入力

- ・ BIM モデル入力用の木質部材の継手、仕口や接合部材に関するオブジェクトの充実が必要。(構法によってはプレカット CAD/CAM 連携ができています)

(7) 維持保全

- ・ 木質部材特性／使用環境に応じた経年劣化について BIM で管理可能か。

5.3. 防耐火分野における BIM 活用のメリットと課題について

(1) BIM 活用のメリット

- ・現在は、基本設計において求められる防耐火設計ルート、防耐火仕様、内装制限、防火区画、避難等に係る基本的な防耐火分野に関する設計について行い、実施設計において各部位における納まり詳細図や仕様書に規定することとなる。
- ・このため、防耐火設計ルート、防耐火仕様の選択や調達、部材加工の際に手戻りが生じ、また想定外のコスト上昇等により、基本設計に遡って設計内容の修正が必要になる場合がある。さらに、構造設計、設備設計等の変更に伴い、防耐火仕様の納まりや防火区画貫通部の詳細について見直しが必要になる場合がある。
- ・BIM データを一貫して活用することで、基本設計の建築物全体に係る概略の設計から施工に至る各部位の詳細な設計まで、BIM モデルを介して防耐火設計を一元的に行うことが可能になり、防耐火設計をはじめとする設計業務の効率化、生産性の向上が期待できる。

(2) 基本設計

- ・木造の耐火建築物、準耐火建築物とする場合、防耐火設計の影響が大きいですが、基本設計においては BIM モデルを介して防耐火に関する情報をどこまで入力できるか。

(3) 構造設計

- ・構造設計の BIM モデルの作成において、採用する防耐火設計ルート、防耐火仕様（耐火被覆材や燃えしろ設計に伴う荷重算定等）と構造計算との連携が必要。

(4) 設備設計

- ・設備設計の BIM モデルの作成において、設備等による防火区画貫通部、納まりの処理等のチェックが行えるか。

(5) 部材調達

- ・BIM モデル入力用の耐火木質部材や耐火被覆材、防火設備等に関するオブジェクトの充実が必要。
- ・耐火認定部材に関する調達先の情報が必要。

5.4. 耐久性分野における BIM 活用のメリットと課題について

(1) BIM 活用のメリット

- ・現在は、基本設計を行う際に耐久性向上に配慮して構法上の工夫を行うとともに、実施設計において必要に応じて耐久・耐蟻性の高い樹種や保存処理木材等を詳細図や仕様書に規定することとなる。
- ・このため、構法上の設計変更や木質部材の選択や調達、部材加工の際に手戻りが生じ、また想定外のコスト上昇等により、基本設計に遡って設計内容の修正が必要になる場合がある。
- ・BIM データを一貫して活用することで、基本設計の建築物全体に係る概略の設計から施工に至る各部位の詳細な設計まで、BIM モデルを介して耐久性設計を一元的に行うことが可能になり、耐久性設計をはじめとする設計業務の効率化、生産性の向上が期待できる。

(2) 基本設計

- ・木造建築物の場合、基本設計において、BIM モデルを介して、部材単位の耐久性の性能のほか、開口部、外壁等の納まりによって耐久性が変化する要素を持ち込めるか。

(3) 部材調達

- ・BIM モデル入力用の耐久性処理部材や防腐防蟻処理部材等に関するオブジェクトの充実が必要。
- ・耐久性処理部材や防腐防蟻処理部材等に関する調達先の情報が必要。

(4) 加工データ入力

- ・BIM モデル入力用の耐久性処理部材や防腐防蟻処理部材等の施工時の切削、薬剤塗布等についてチェック可能か。

(5) 維持保全

- ・木質部材の特性として、木質部材の保存処理の内容や使用環境に応じた経年劣化を想定した定期的な点検、維持保全を行うため、木質部材毎に BIM モデルを用いて管理できないか。

5.5. 温熱環境分野における BIM 活用のメリットと課題について

(1) BIM 活用のメリット

- ・ 現在は、基本設計において温熱環境に関する外皮の断熱仕様、空調ゾーニング計画等の概略設計を行い、実施設計において設備設計者による設備設計と連携しつつ、詳細図や仕様書を作成することとなる。
- ・ このため、外壁仕様、窓仕様等の選択や調達の際に手戻りが生じ、また想定外のコスト上昇等により、基本設計に遡って設計内容の修正が必要になる場合がある。さらに、構造設計、設備設計等の変更に伴い、断熱区画貫通部や納まりについて詳細な見直しが必要になる場合がある。
- ・ BIM データを一貫して活用することで、基本設計の建築物全体に係る概略の設計から施工に至る各部位の詳細な設計まで、BIM モデルを介して温熱環境設計を一元的に行うことが可能になり、温熱環境設計をはじめとする設計業務の効率化、生産性の向上が期待できる。

(2) 基本設計

- ・ 基本設計において、BIM モデルを介して、環境シミュレーション、外皮計算に必要なパーツ（外壁構成／窓仕様／外皮仕様／空調熱源等）をどこまで入力すべきか。
- ・ 熱橋、結露のチェックができるか。

(3) 構造設計

- ・ 構造設計の BIM モデルの作成において、採用する省エネ計算ルート、断熱仕様との連携が必要。

(4) 設備設計

- ・ 設備設計の BIM モデルの作成において、設備等による断熱区画貫通部、納まりの処理等のチェックが行えるか。