



他社設計における施工BIMと工場連携
～木造ハイブリッド構造物における
BIMと工場加工連携の生産性向上事例～

2019.11.22

株式会社フジタ

日鉄エンジニアリング株式会社

江間忠ウッドベース株式会社

西日本支社建築技術部

建築・鋼構造事業部鉄鋼営業室

非住宅推進室

北野 敦

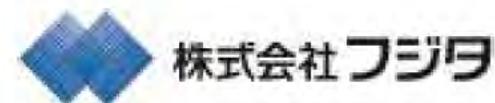
平林 竜次

井上 弘

会社紹介 (フジタ)



会社名	株式会社フジタ (Fujita Corporation)
本社所在地	東京都渋谷区千駄ヶ谷4丁目25番2号
商業登記上の本店所在地	東京都新宿区西新宿4丁目32番22号
代表者	代表取締役社長 奥村 洋治
創業	1910年12月
設立	2002年10月
建設業許可	国土交通大臣許可(特-29、特-30)第19796号
宅地建物取引業者免許	国土交通大臣(4)第6348号
資本金	140億円
従業員(2019年4月1日現在)	3,223人 (※出向者等を除く)



会社紹介（日鉄エンジニアリング）



会社紹介



日鉄エンジニアリング株式会社



会社名 : 日鉄エンジニアリング株式会社
本社所在地 : 東京都品川区大崎一丁目5番1号
所属 : 建築・鋼構造事業部 特殊鉄構分野
(鉄構営業室、鉄構設計室、鉄構工事室)

受注範囲 : 多目的競技場(鉄骨・木材加工、建方、本締め)
武道場(鉄骨加工)

建築・鋼構造事業部 特殊鉄構分野 :

大空間・特殊鉄骨に関する鉄骨工事(工場製作～現場施工)



会社紹介（江間忠木材）



会社名：江間忠木材株式会社

本社所在地：東京都中央区晴海3丁目3番3号

代表者：代表取締役会長 江間 壮一

創業：1923年10月

設立：1958年11月

建設業許可：東京都知事 許可(特-29)第90467号

本案件での役割：木材の加工、接合部検討、建方計画の策定、
支給材の受け入れ(発注数量確定、各プレカット工場への運搬、保管
プレカット工場での加工体制の構築と品質管理、
構造木工事(多目的競技場、武道場の建て方)

プレカット担当会社：江間忠ウッドベース株式会社

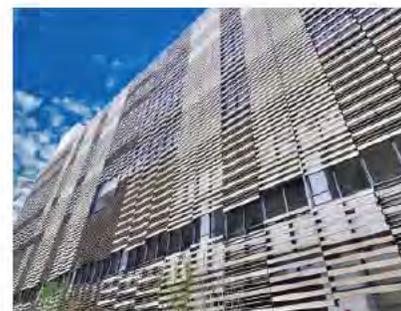
本社所在地：愛知県蒲郡市浜町12番地

代表者：代表取締役会長 伊藤 泰彦

設立：1997年12月

本案件での役割：プレカットCADデータの作成、プレカット

Emachu



工事概要



工事名称：平成28年度施第301-1号 屋内スポーツ施設新築工事
【開業後の正式名称】昭和電工（大分県立）武道スポーツセンター

工事場所：大分県大分市大字横尾 大分スポーツ公園内

主要用途：体育館（競技面 81m×40m）

発注者：大分県知事 広瀬勝貞

設計監理：株式会社 石本建築事務所

施工(建築)：フジタ・末宗組 特定建設工事共同企業体

工期：2017年3月～2019年4月（26ヶ月）

構造・階数：RC造、一部S造、木造 地下1階 地上3階

屋根構造：木材鉄骨ハイブリッドトラスの上、合板野地板+金属板葺き

建築面積：14,551.68㎡

延床面積：16,125.56㎡

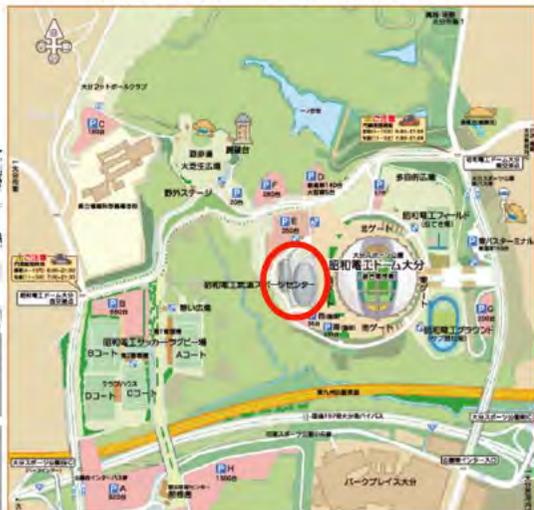
工事概要



工事概要



大分スポーツ公園MAP



昭和電工ドーム
(施工：竹中工務店1998年竣工/2001年開場)



J1 大分トリニータ ホームグラウンド



ラグビーW杯2019 準々決勝開催地



今回完成建物

工事概要（建設の背景）



県立武道館建設を願う県民26万人の想い（署名）により実現

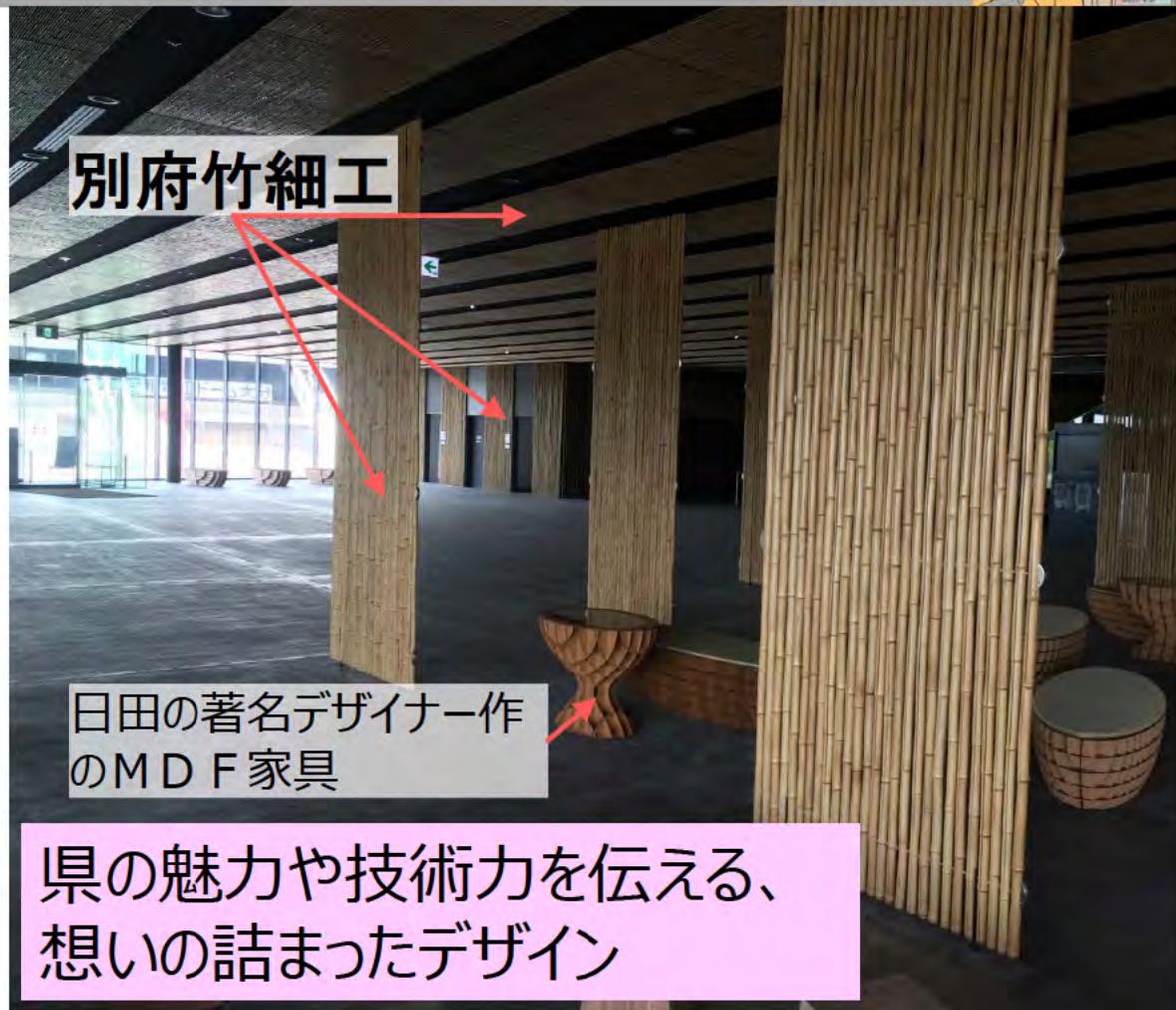
＜建設の目的＞

- 屋内スポーツの大規模大会開催
- ラグビーW杯時のプレスセンター
- 大規模災害に備えた広域防災拠点
- 県民の誰もが気軽に利用可能

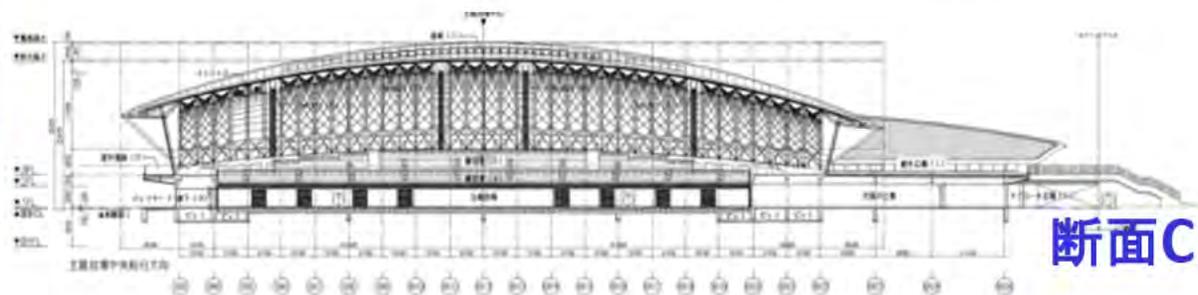
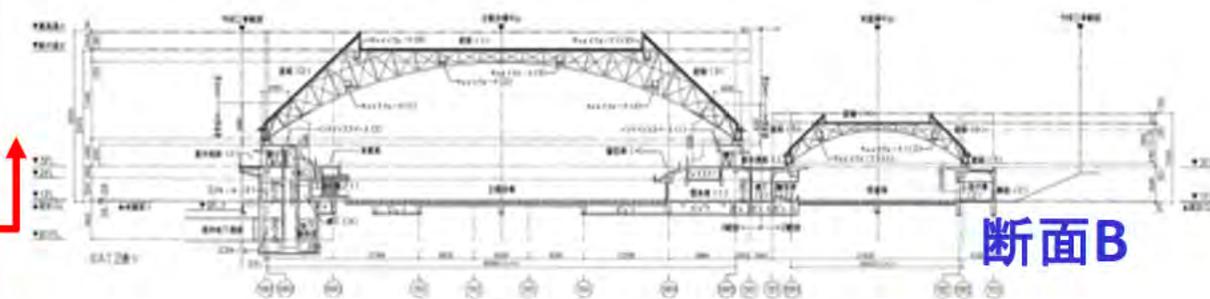
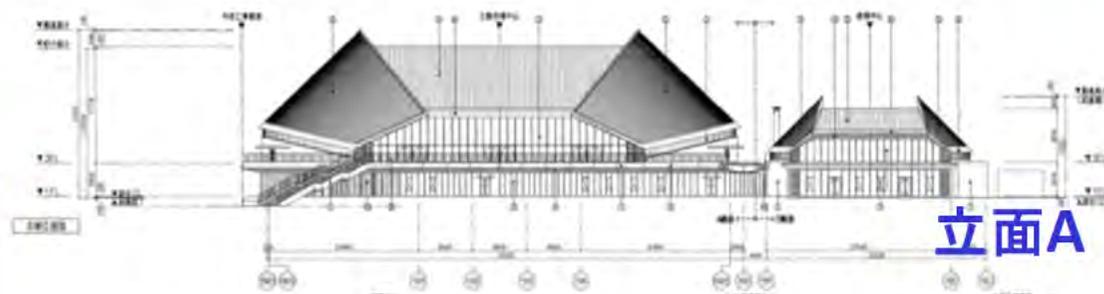
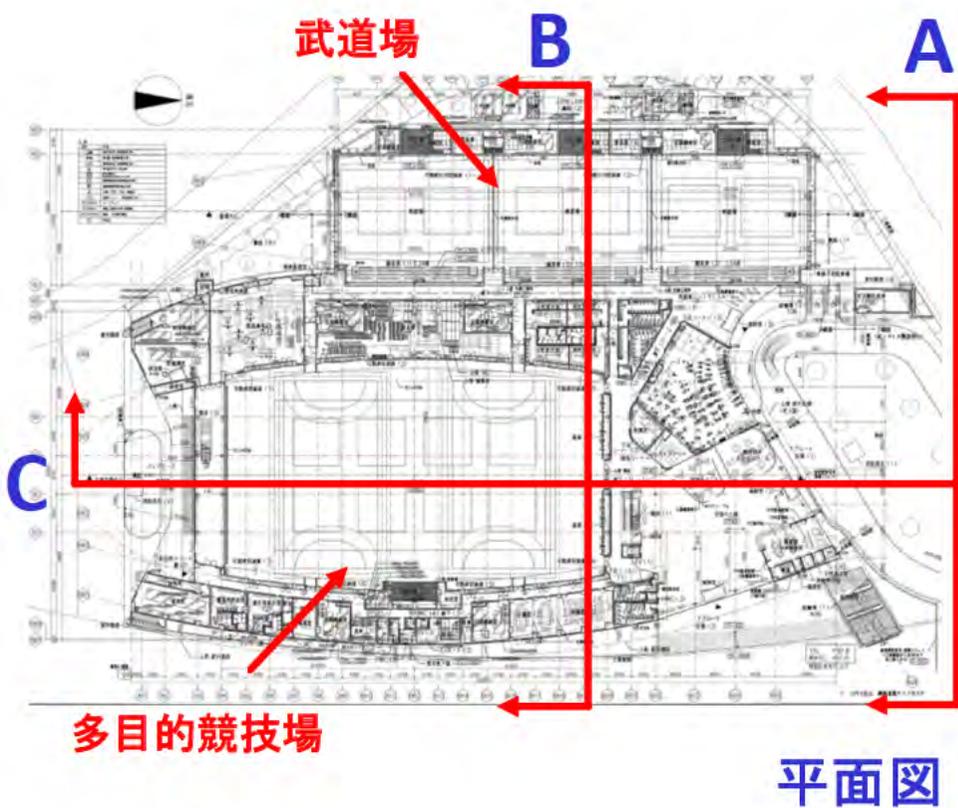


工事中の仮囲い

工事概要 (施設紹介)



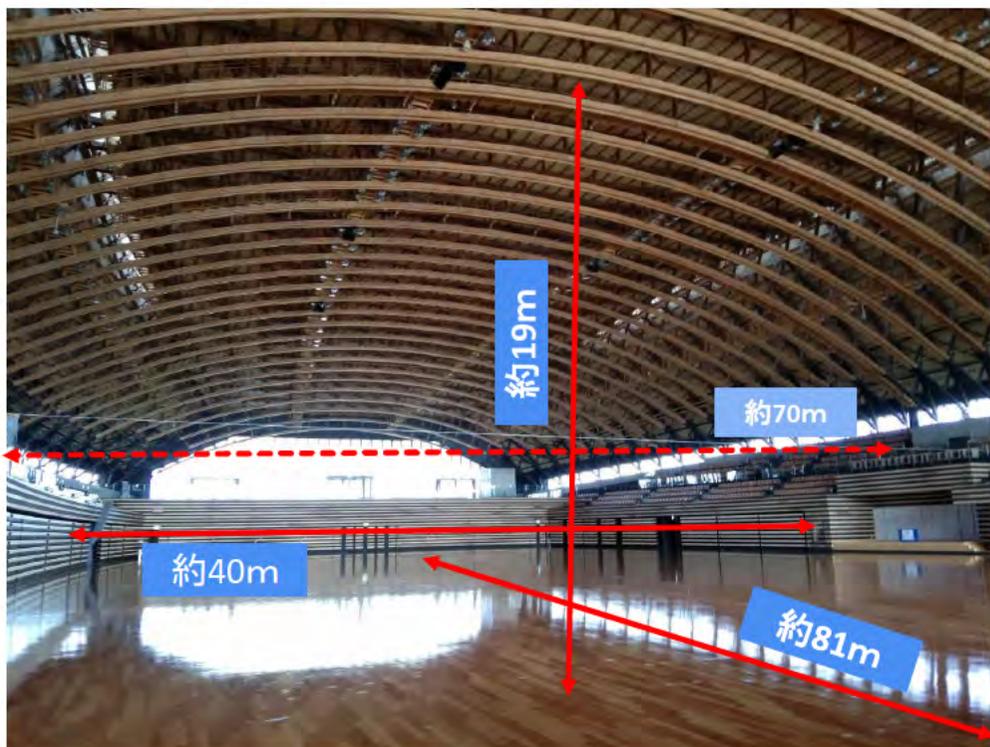
工事概要



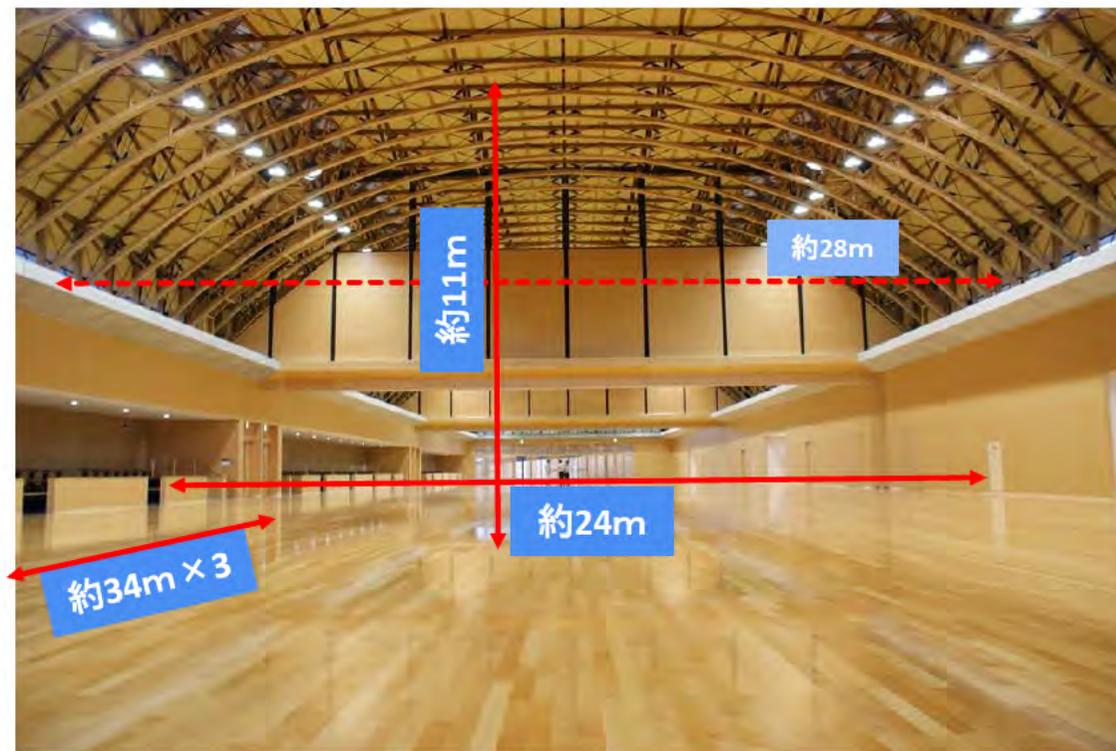
工事概要



多目的競技場



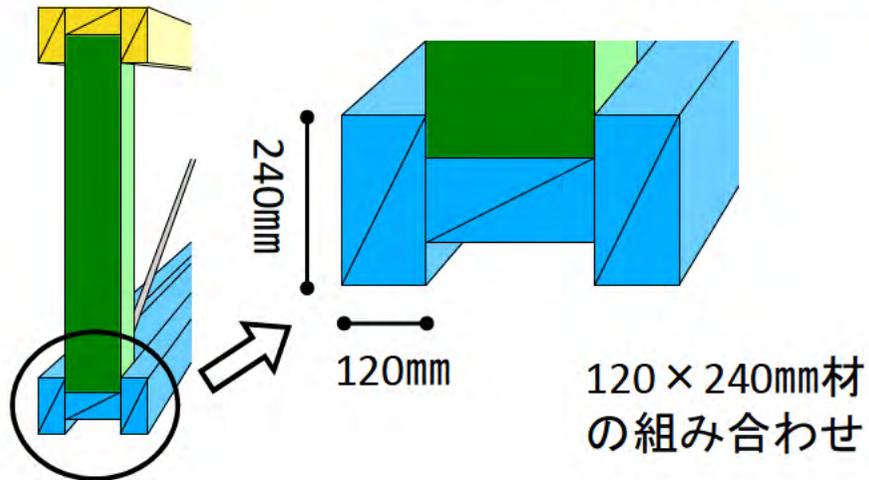
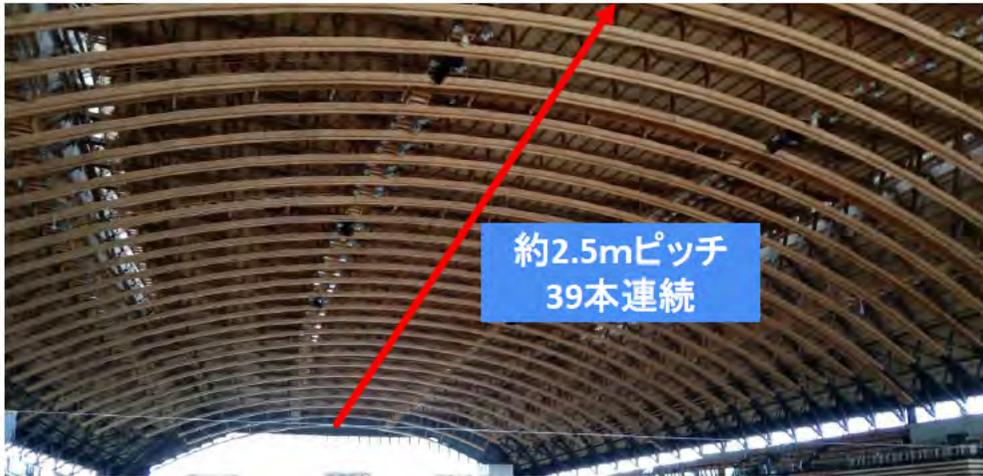
武道場



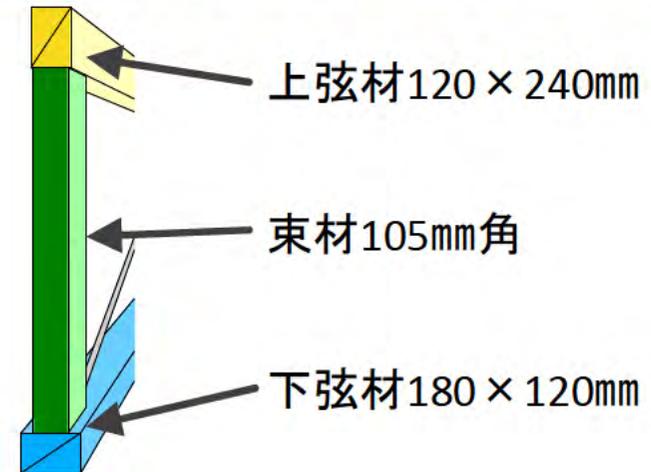
工事概要



多目的競技場トラス



武道場トラス



工事概要



2018年10月施工状況





木材使用に関する発注者の意図

・屋根の木造化(製材使用) は、林産県の建物をアピールできる良い機会

- ・ 1,000m³の製材供給には供給体制構築が必要→**大分県直接調達**
- ・ 工事着工前から製材製造開始。**製材支給**とした。

⇒大分県産材の特徴に合わせて、**部材強度**、含水率を設定した

施工BIMの取り組み概要

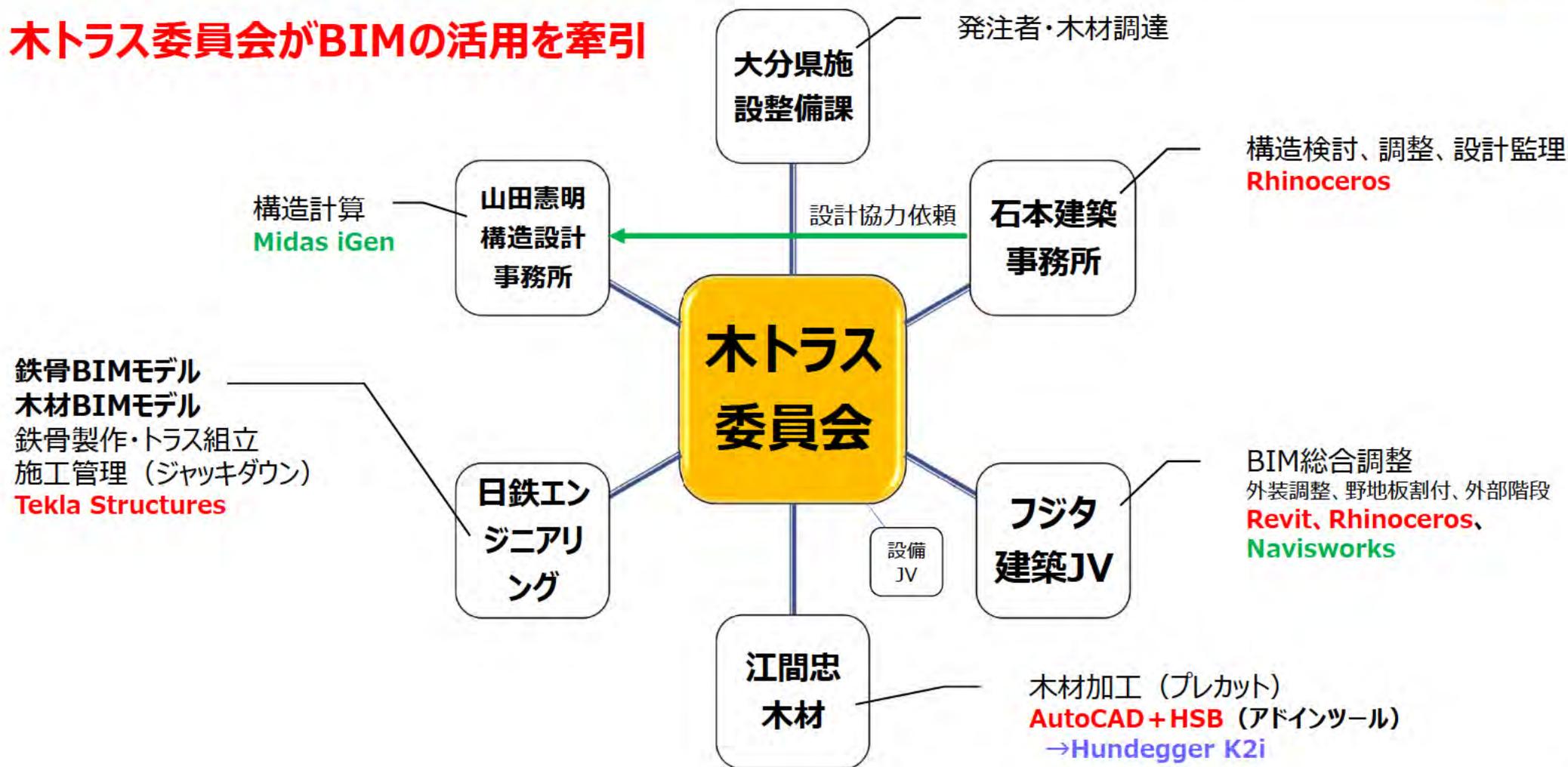


1. 屋根トラス構造部分の鉄骨モデルと木材モデルで統合調整
(成果) 木材トラス単品図 (承諾図) を省略できた
2. 木材モデルから3次元データ連携で自動加工機データに変換
(成果) 加工精度の確保と手戻り防止に貢献した
3. 元請で曲面屋根の野地板割り付け図と加工用図面を作成
(成果) 木材業者がそのままプレカットして短期間で納品できた

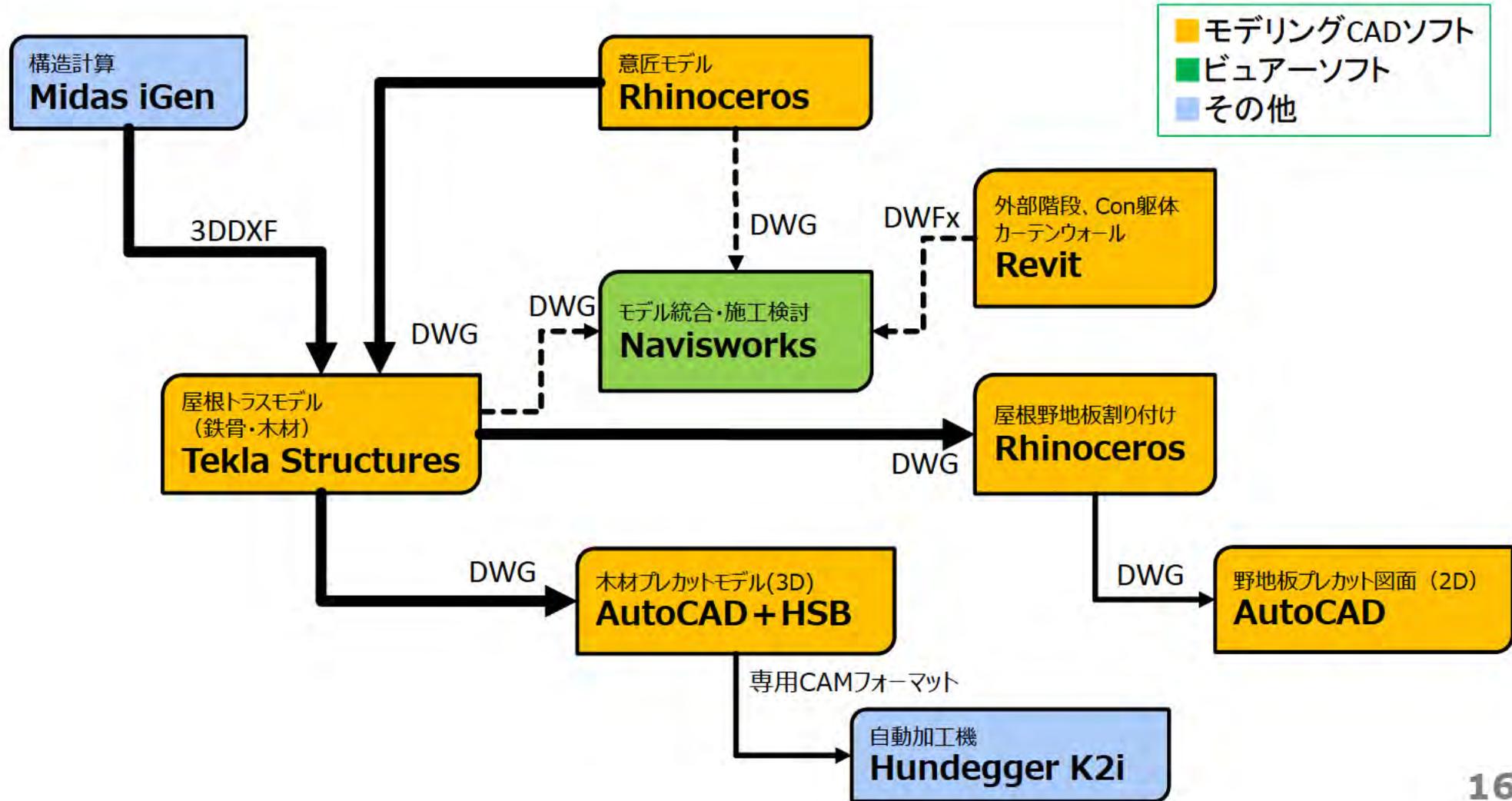
作業所のBIM体制



木トラス委員会がBIMの活用を牽引



BIM連携マップ



木トラス委員会のミッション



本案件は大分県、設計事務所、建築JV、木材加工会社、協力会社にとって**大きな挑戦**

- ・木材の加工、接合、地組、建方、建方精度、ジャッキダウンの計画
- ・約1,000m³の支給木材の受入れからプレカット工場へ搬入・保管計画
- ・プレカット工場での加工体制の構築と品質管理

接合部カットモデルでの検討

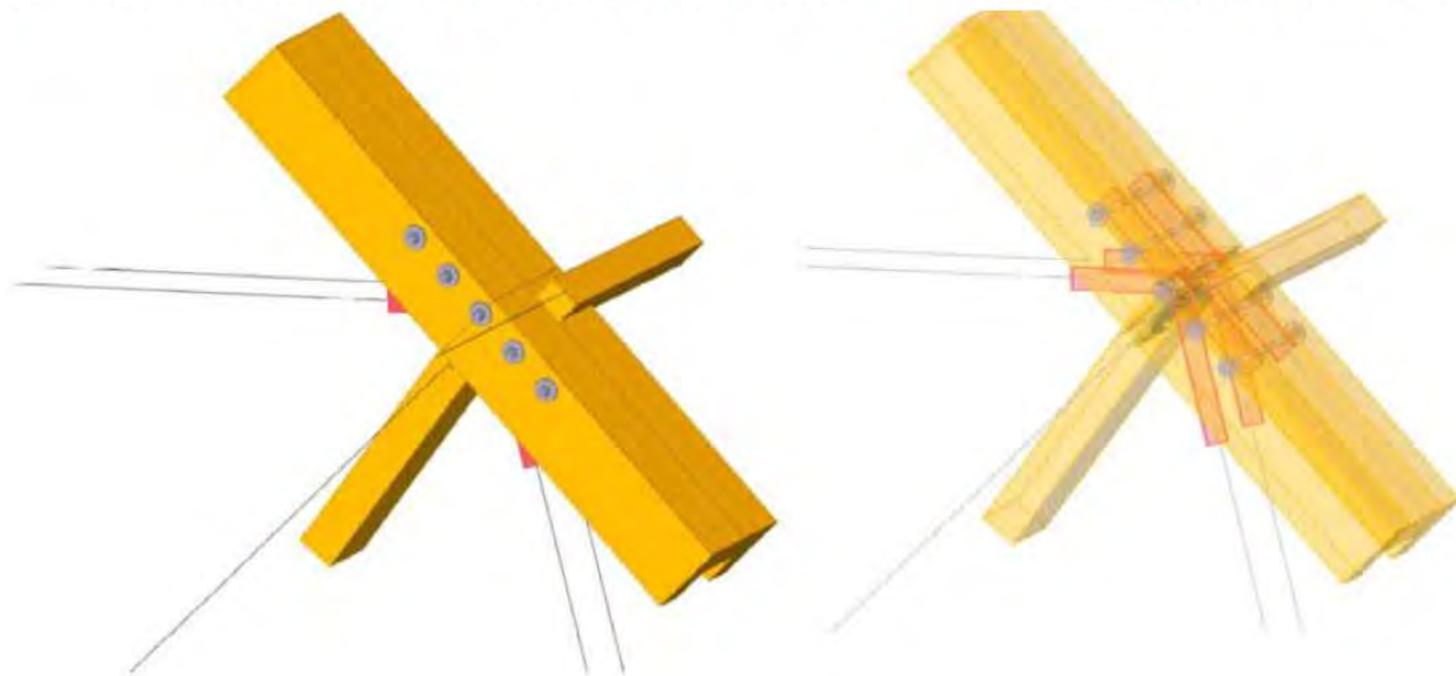
トラスモックアップでの組立検証



木トラス委員会のミッション



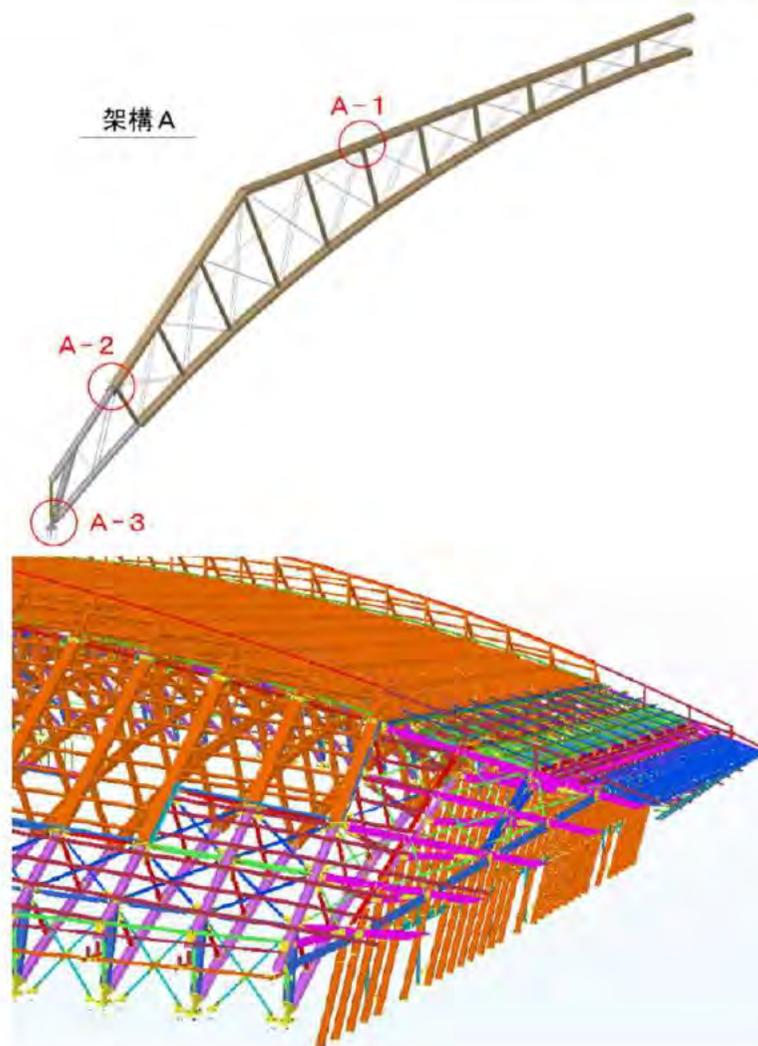
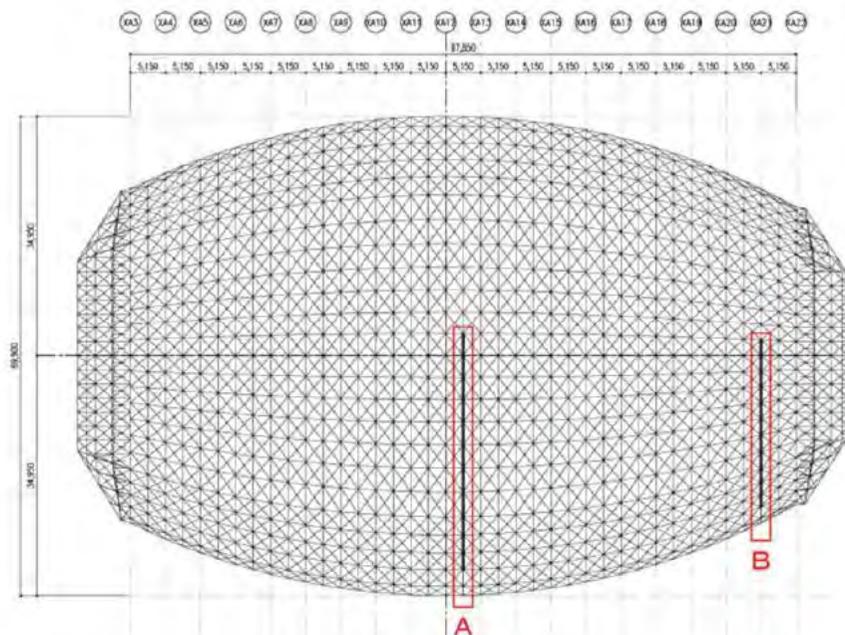
接合部カットモデルの作成による組立作業性の検証



木トラス委員会のミッション



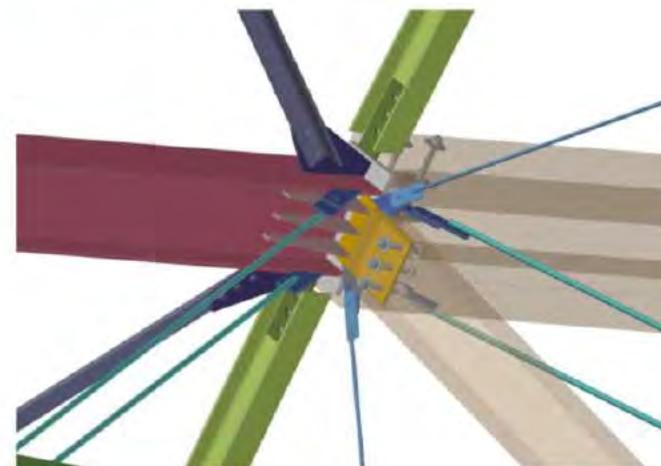
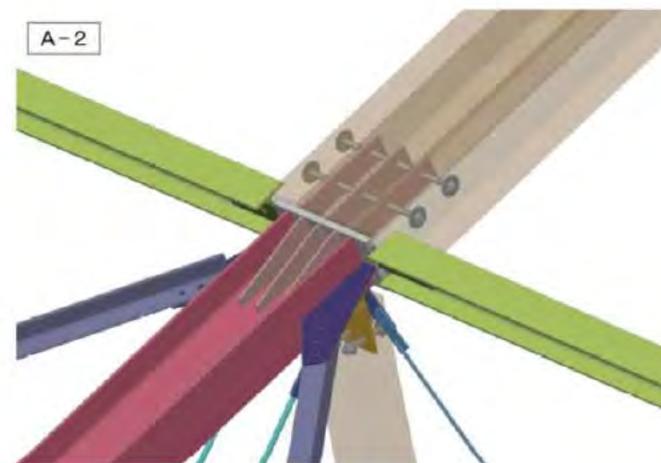
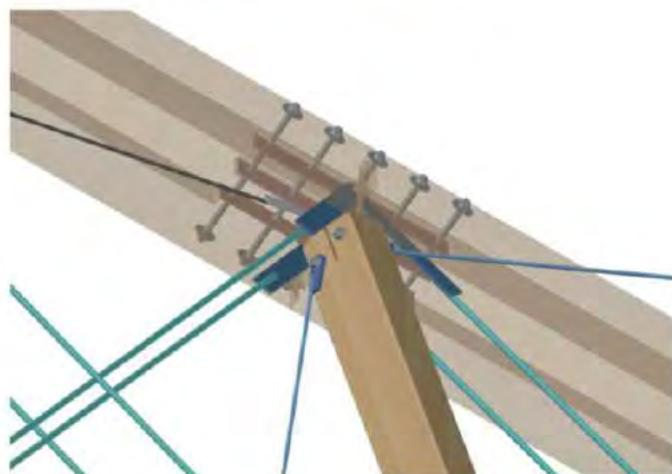
モデル作成時の詳細検討例



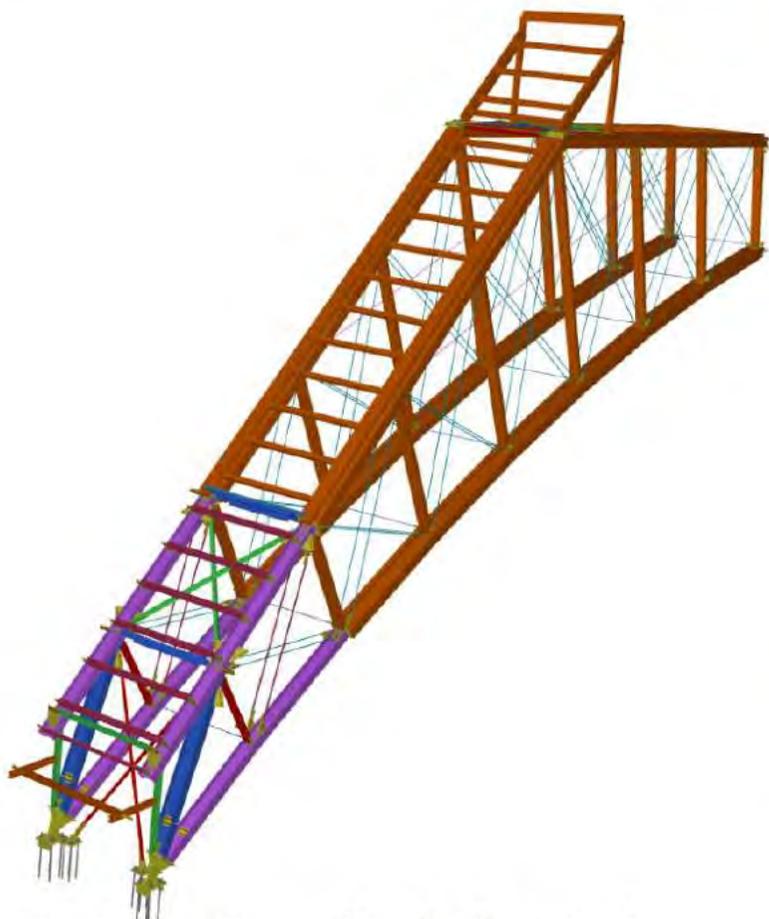
木トラス委員会のミッション



モデル作成時の詳細検討例



木トラス委員会のミッション



トラスモックアップの作成による
トラス組立作業性および組立精度の検証



鉄骨モデルと木材モデル連携

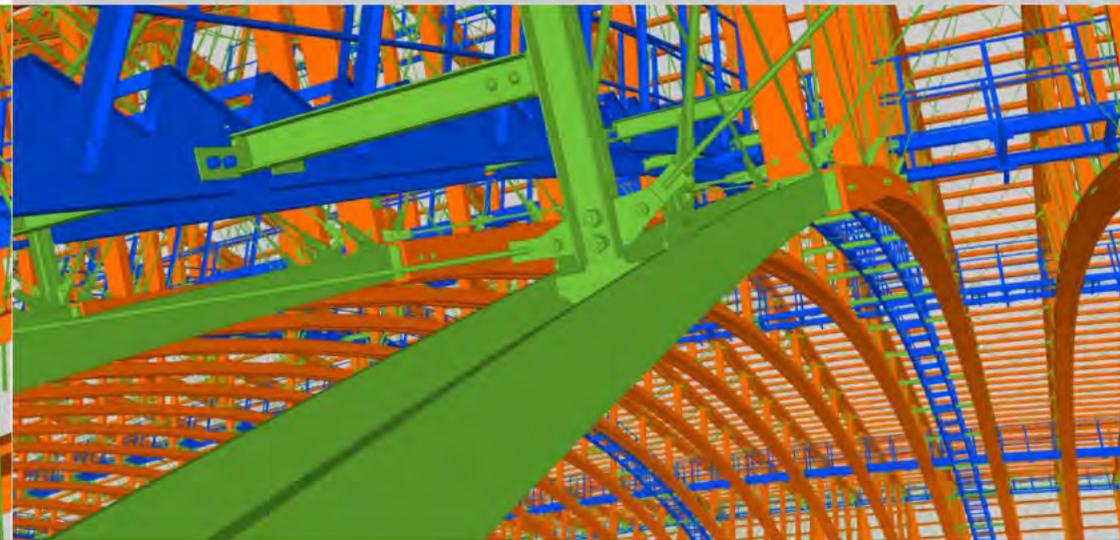
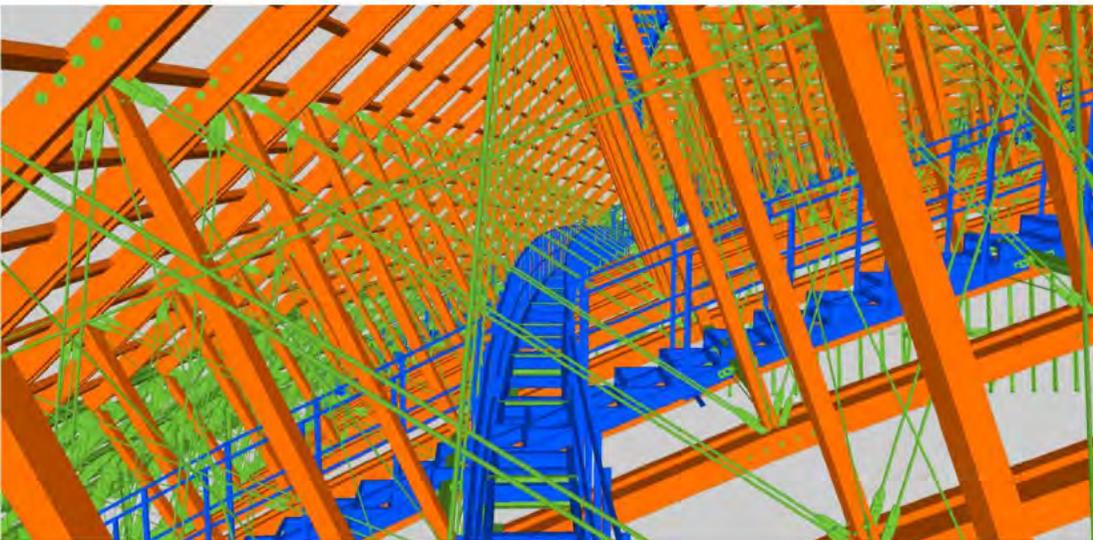
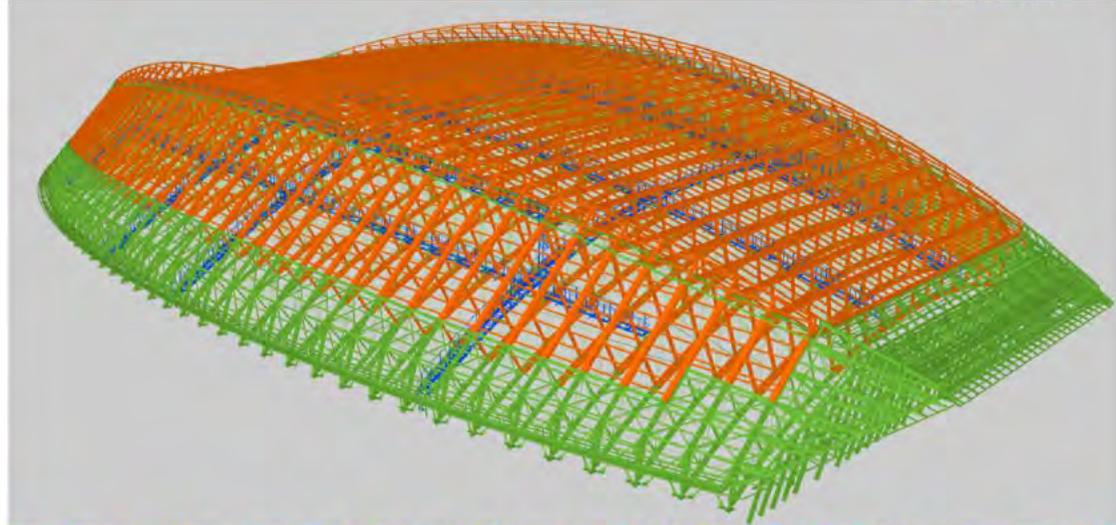


部材形状は多種多様、製作難易度が高い

Tekla Structuresを採用

鉄骨部・木材部、キャットウォークなども含め、
一体でモデル化

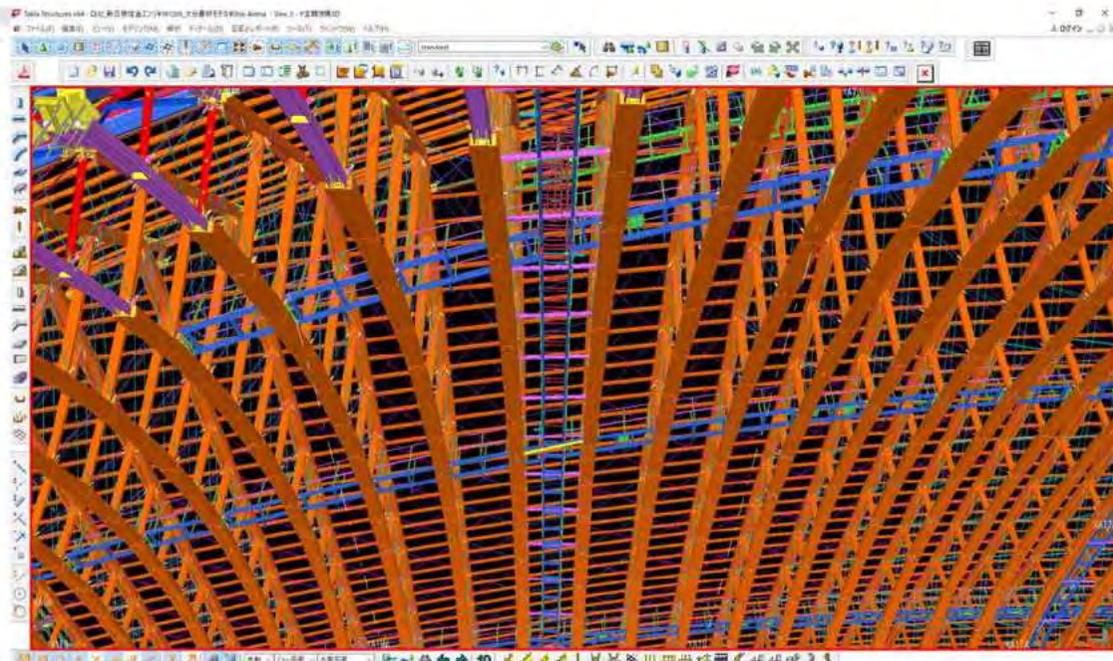
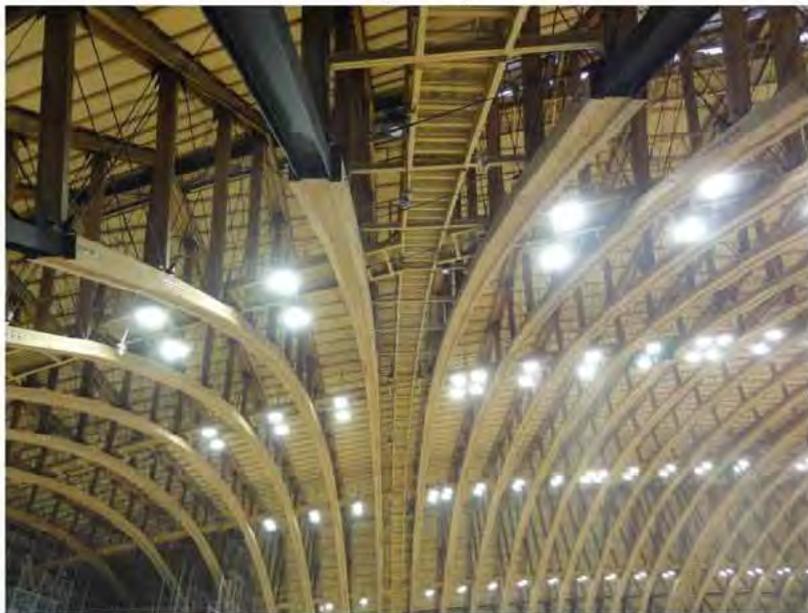
→工場製作までの一貫体制を構築



鉄骨モデルと木材モデル連携



竣工写真とBIMモデルの比較



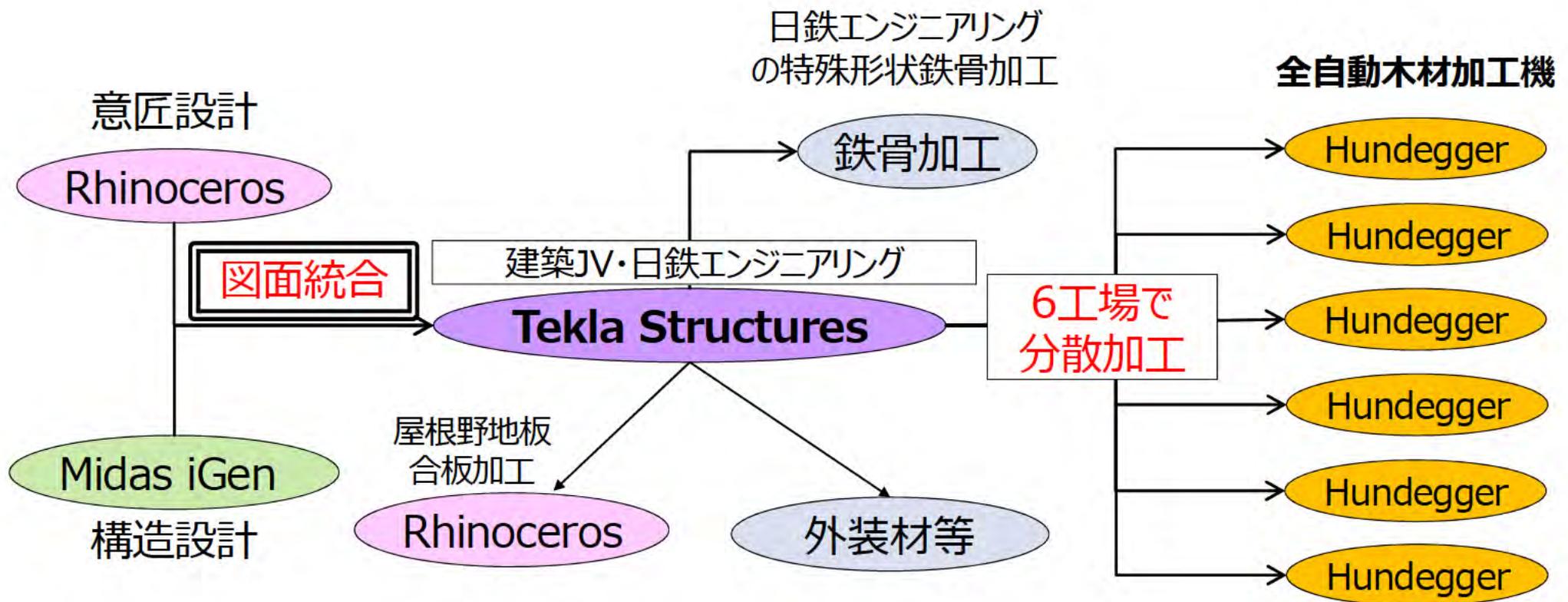
現場施工写真

Tekla Structuresのモデル

木材加工のデジタルファブリケーション



屋根トラスモデルから製作用の情報を付加して各加工工場に展開した



木材加工の流れ（自動加工）



トラス部材は3次元自動加工機 **Hundegger K2i** で製作
孔あけ、スリット加工、面落とし、切断まで全自動加工とした



木材加工の流れ（自動加工）



- ・3次元形状を含む木材加工単品図の承認は困難と判断
- ・Tekla Structuresの一般図で承認し、単品図は省略した（木トラス委員会の決定事項）

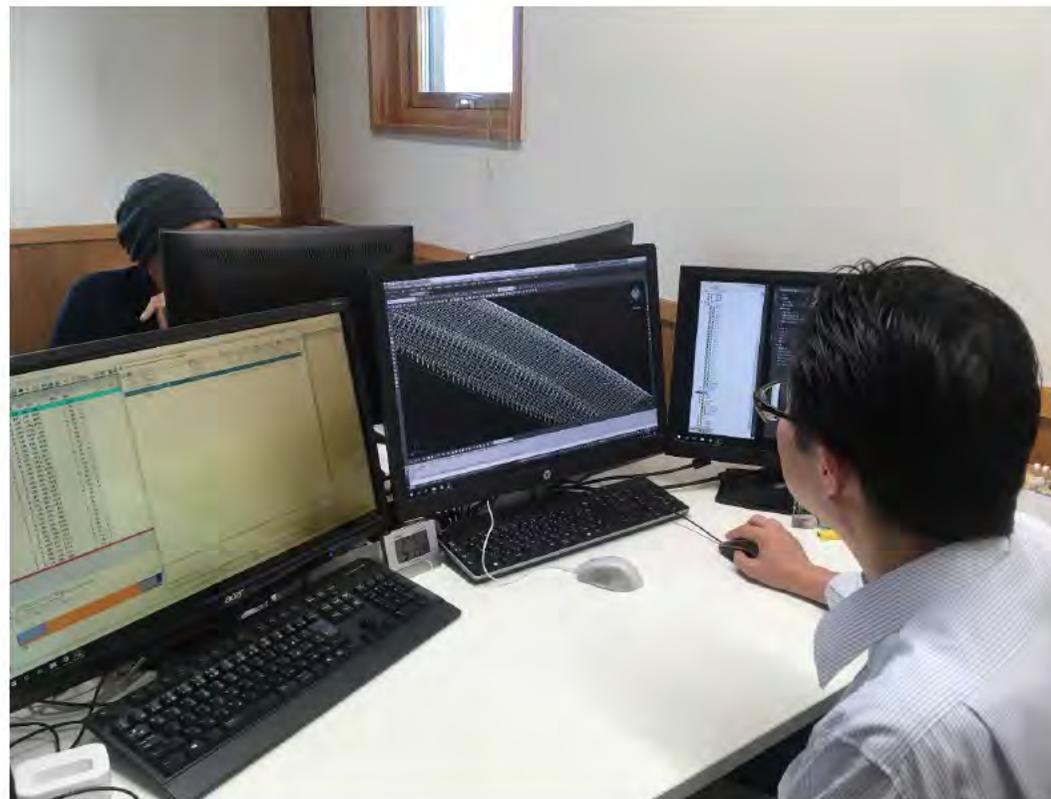
数量	部材名	本数	幅	高さ	長さ	ユニット	等級	備注	重量	材積	時刻
107	端部梁	1	0	120	180	2075	I	材<I>	14.47		
114	上弦材	1	0	120	150	2507	I	材<I>	17.37		
115	上弦材	1	0	120	150	3002	I	材<I>	20.40		
116	下弦材	1	0	120	150	3281	I	材<I>	20.02		
117	上弦梁	1	0	105	105	1771	IV	材<IV>	5.40		
118	上弦材	1	0	120	150	586	I	材<I>	6.04		
119	上弦材	1	0	120	150	3279	I	材<I>	18.12		
127	端部梁	1	0	120	180	2075	I	材<I>	14.42		
134	上弦材	1	0	120	150	2822	I	材<I>	17.35		
135	上弦材	1	0	120	150	3007	I	材<I>	19.04		
136	上弦材	1	0	120	150	3278	I	材<I>	23.47		
137	上弦梁	1	0	105	105	1578	IV	材<IV>	5.45		
138	上弦材	1	0	120	150	586	I	材<I>	6.08		
139	上弦材	1	0	120	150	3279	I	材<I>	18.30		
150	上部梁下弦	1	0	120	180	1827	I	材<I>	5.14		
151	上部梁下弦	1	0	120	180	1819	I	材<I>	9.16		
152	両手梁	1	0	105	105	1878	IV	材<IV>	4.58		
153	桁筋	1	0	120	180	1512	I	材<I>	5.23		
154	上部梁下弦	1	0	120	180	1827	I	材<I>	5.28		
155	上部梁下弦	1	0	120	180	1819	I	材<I>	9.17		
156	両手梁	1	0	105	105	1878	IV	材<IV>	4.58		
157	桁筋	1	0	120	180	1411	I	材<I>	5.33		
201	梁	1	0	105	105	858	I	材<I>	7.18		
202	梁	1	0	105	105	1054	I	材<I>	7.23		
203	梁	1	0	105	105	1662	I	材<I>	6.25		
204	梁	1	0	105	105	2699	I	材<I>	6.10		
205	梁	1	0	105	105	1789	I	材<I>	6.33		
207	端部梁	1	0	120	180	2069	I	材<I>	14.29		
208	下弦材	1	0	180	120	2713	II	材<II>	15.15		
209	下弦材	1	0	180	120	2713	II	材<II>	15.15		
210	下弦材	1	0	180	120	2713	II	材<II>	15.15		
211	下弦材	1	0	180	120	2713	II	材<II>	17.02		
212	下弦材	1	0	180	120	1247	II	材<II>	8.91		
214	上弦材	1	0	120	240	2462	I	材<I>	22.34		

プレカットデータ確認画面

木材自動加工の実績



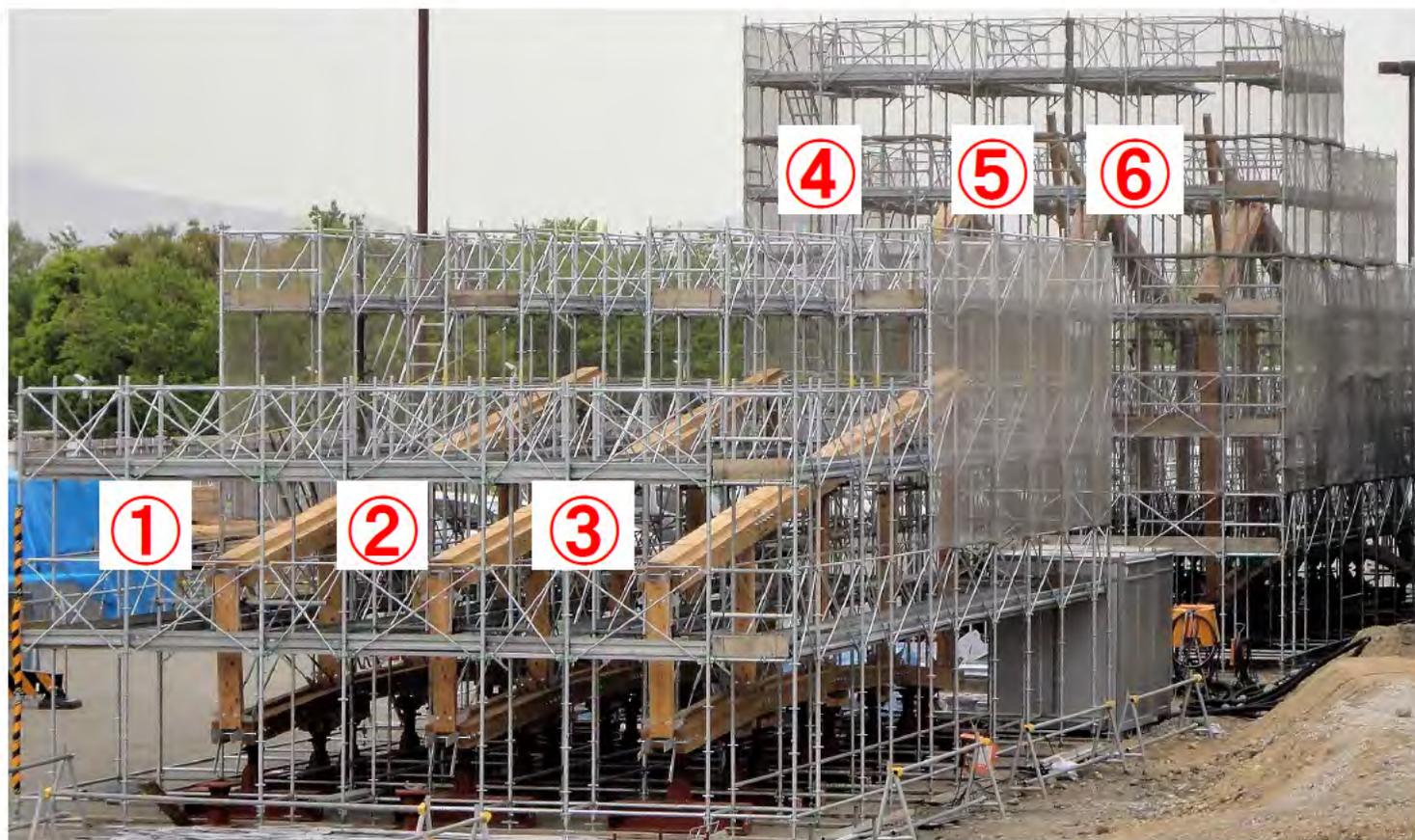
加工部材数 **4,822本** (282m³)
加工延べ時間 **6ヶ月**
(武道場のみ)



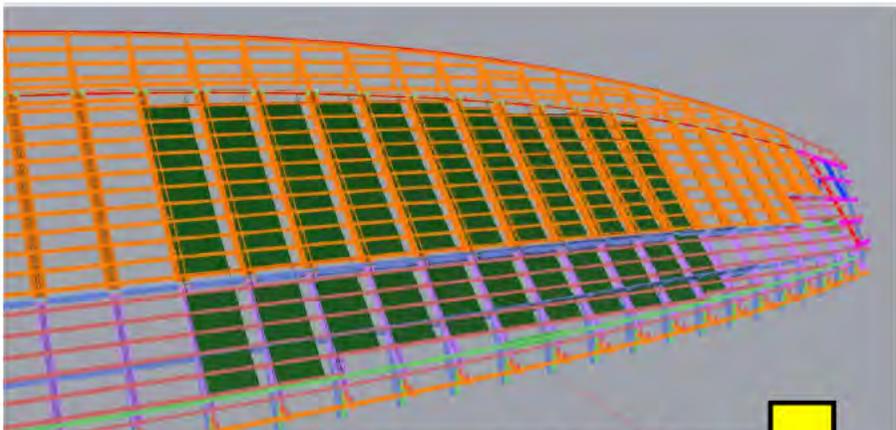
加工から運搬と現地取付まで



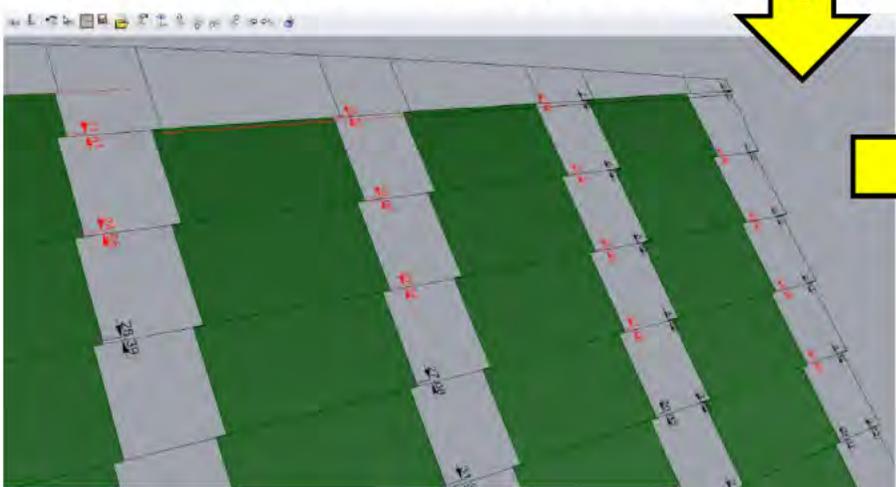
- 建方ブロックのスパんで分割して地組
- 3次元座標で管理
- 仮設材を毎回調整



野地板データの生成

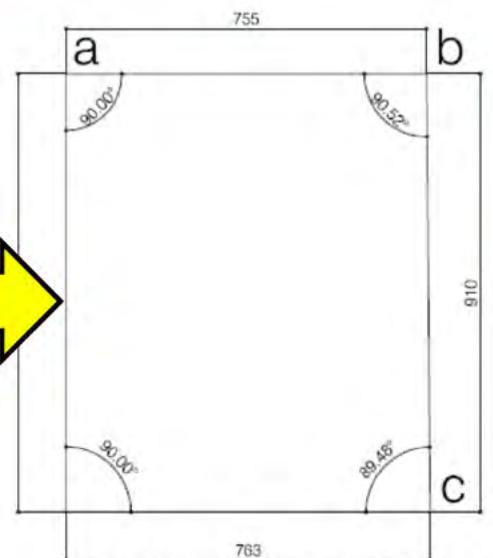


RhinocerosにTekla Structuresのモデルをインポート



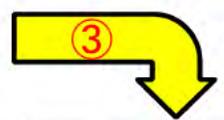
Rhinocerosで野地板割り付けモデルの作成

屋根面は曲率の大きい**3つの円筒面**としてデザイン
→野地板合板は**3次元的にねじれる**
→**微妙にずれながら、角度を変えていく割付**
→合板加工は**NC加工**とした



野地板プレカット図 (AutoCAD)

①～③までの過程を建築JVが担当



a		b		c	
x	y	x	y	x	y
0	910	755	910	763	0

プレカットマシン入力用データ (Excel)

野地板プレカット加工



a		b		c	
x	y	x	y	x	y
0	910	755	910	763	0

加工データ入力（座標値を手入力）

①



NC加工機（自動カッティング）

②



加工済みパネル

③



工場内の梱包状況
（現場への出荷待ち）

短期間での納品を実現した

野地板施工状況

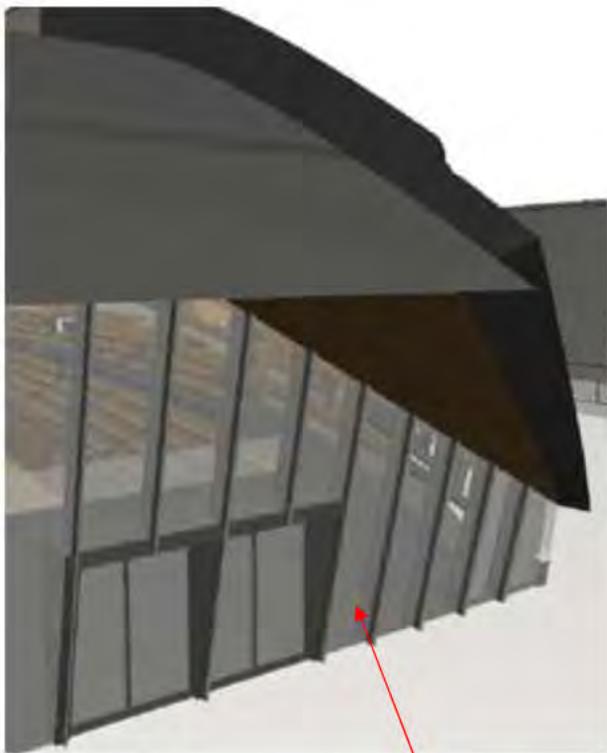


プレカット合板

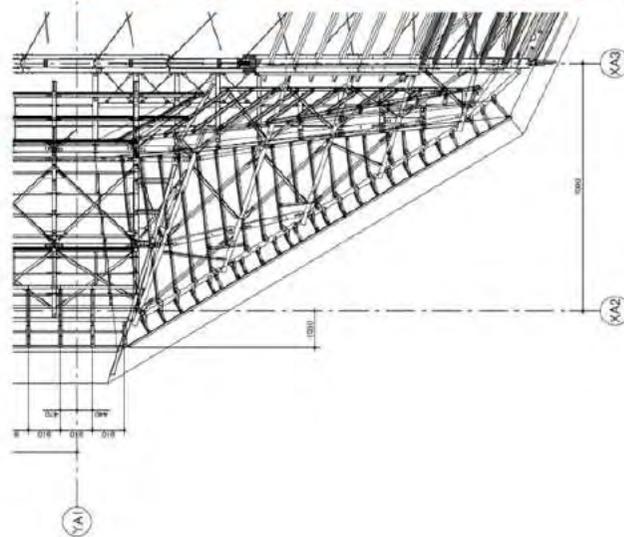
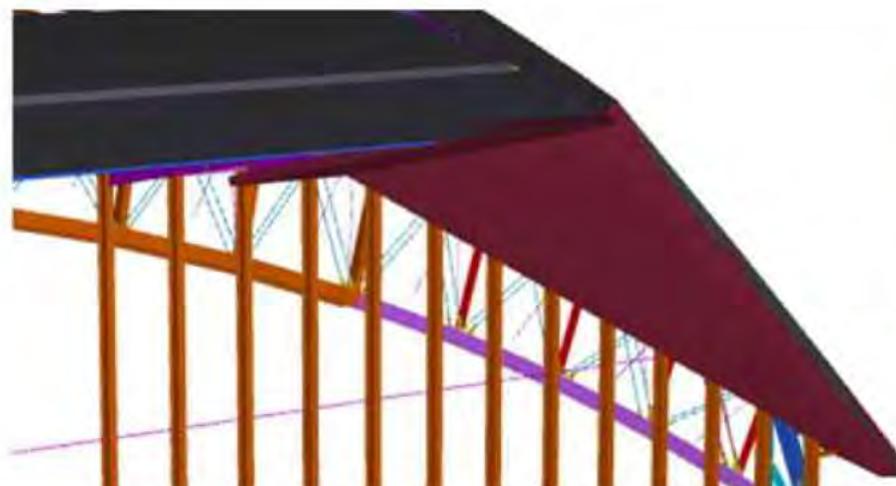
規格品サイズ



鉄骨モデルと外装モデル連携

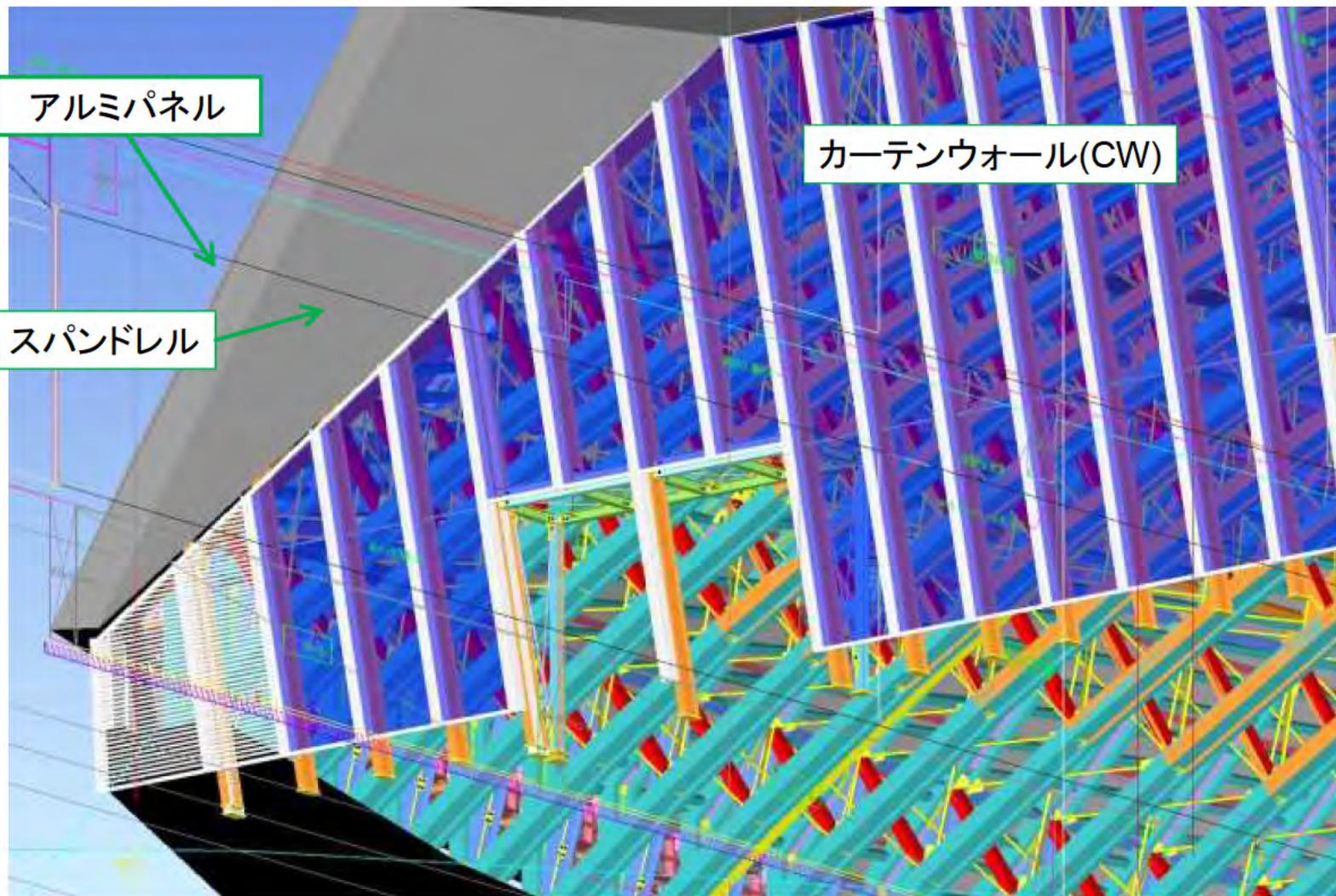


外装はRevitでモデリング

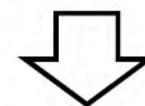


鉄骨はTekla Structuresでモデリング

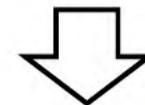
鉄骨モデルと外装モデル連携



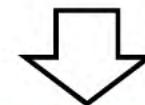
- ・カーテンウォール業者
 - ・スパンドレル業者
 - ・アルミパネル業者
- BIMモデル作成が困難**



建築JVで2次元製作図から
BIMモデルを作成



鉄骨BIMモデルと統合し
納まり関係を確認



それぞれの業者にフィードバック
して製作図に反映

作業所職員への教育体制



■ 現場勉強会

- ・ 木トラス委員会の勉強会
- ・ 社内BIM案件の事例・取組状況の情報共有
- ・ Navisworksの操作教育

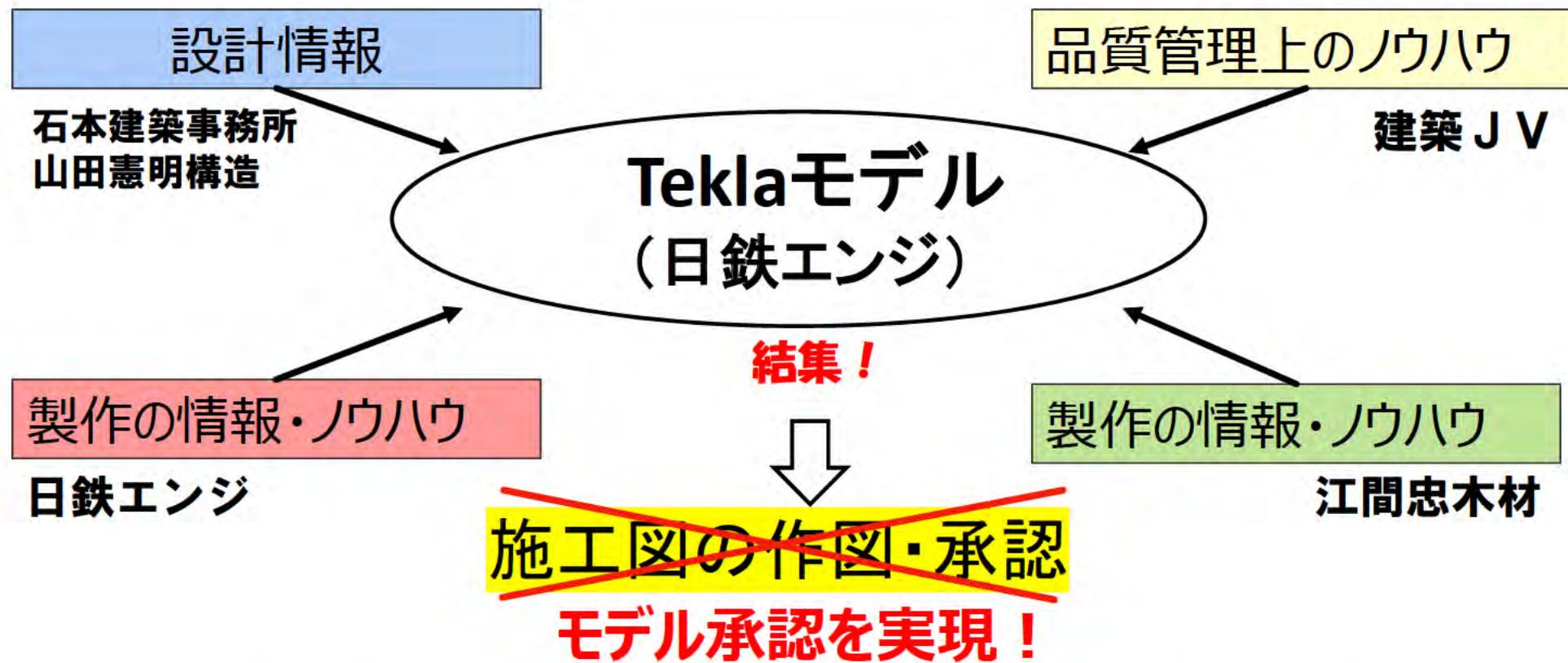


■ 見学会

- ・ 大分県主催の各種現場見学会
- ・ 地元各種学校の見学会
- ・ 各種団体の見学会



成果・生産性向上への貢献度



「多工種**集中型**BIMモデリング」

成果・生産性向上への貢献度（木材加工）



一極集中ではなく、分散化が可能に

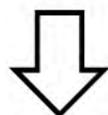
「自律分散型製作および施工」

成果・生産性向上への貢献度



「多工種**集中型**BIMモデリング」 ⇒ **One for All**

「自律**分散型**製作および施工」 ⇒ **All for One**



「**One Team**」で取り組んだ結果
業界の常識を覆し、生産性向上に貢献！



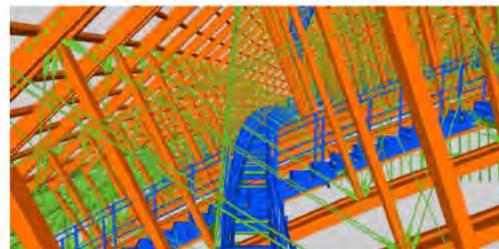
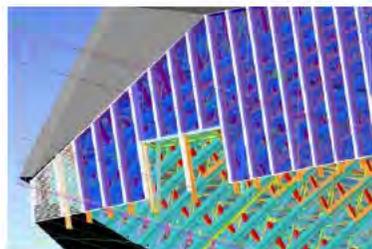
成果・生産性向上への貢献度（品質・工程・安全面）



- 複雑形状の建物ではBIMモデルなしで製作物の納まり調整は困難



鉄骨に絡むキャットウォークや舞台機構など関連する機材が多い



2次元図面で製作していたら、危険個所での現場合わせと手戻りがあったはず



品質・工程・安全面での貢献度が大きい

成果・生産性向上への貢献度（専門工事会社）



- 屋根トラスの鉄骨詳細図を省略、全てモデル承認とした
(同じ部材がほとんど存在しない構造体、鉄骨で約42,000枚、6000種類)



モデルデータでそのまま加工した

鉄骨原寸作業に約160人工かかるところがほぼゼロ

成果・生産性向上への貢献度（専門工事会社）



- 武道場のケラバ部の木材詳細図を2D承認図として書いていたら・・・
（1部材で最低4面の図が必要＋現場大工の加工を前提）



3D配置した部材が124本あった

作図作業：30分/枚として、計124本×30分＝約62時間

現場大工調整作業：4本/人工とすると124本/4＝31人工

課題と対策



	業界の課題	技術・人材育成
課題	<ul style="list-style-type: none">・高齡化と後継者不足・木材加工業者の減少・CAD/CAMエンジニア不足	<ul style="list-style-type: none">・大型特殊案件の技術習得ができない・木材自動加工機の選択肢が少ない・3Dモデル上でチェックできる人材がいない
対策	<ul style="list-style-type: none">・国策としての木材利用の推奨・外国人技能労働者の受け入れ・BIMモデルから直接CAMデータを生成するソリューション開発	<ul style="list-style-type: none">・優秀な若手エンジニアの育成・キャリアアップ・BIMエンジニアの報酬アップ・BIMのマネジメントができる工事担当者の育成

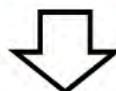
今後への期待



木材加工業者の自動化への取組みが浸透してきた

CAD/CAMの中間的フォーマットBTL互換機が普及すれば・・・

木材の分散加工と工場連携が一般化する



木材を使った大型特殊案件にも対応が可能になる

3次元データで生産性向上を考えるならば

2次元承諾図の存在意義を再考するタイミングではないか？

ご清聴ありがとうございました